



國家度量衡標準實驗室 103 年度執行報告

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫

(第 2 年度)

全程計畫：自 102 年 1 月至 105 年 12 月止

本年度計畫：自 103 年 1 月至 103 年 12 月止

中華民國 104 年 1 月

【期末報告摘要資料】

科資中心編號	PG10303-0107			
計畫中文名稱	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	103-1403-05-05-08-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	103-1403-05-05-08-01	
年度	103	全程期間	102.01-105.12	
本期經費	294,729千元			
執行單位出資0%				
經濟部標準檢驗局 委託(補助) 100%				
執行進度		預定進度	實際進度	落後比率(比較)
	當年	100%	100%	0
	全程	50%	50%	0
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	294,729千元	294,651千元	99.97%
	全程	1,153,179千元	499,161千元	43.29%
中文關鍵詞	標準傳遞；校正；量測；比對；追溯；評鑑			
英文關鍵詞	Transfer Standard；Calibration；Measurement；Comparison；Traceability；Assessment；			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	段家瑞		Jia-Ruey Duann	
	藍玉屏		Yu-Ping Lan	
	彭國勝		Gwo-Sheng Peng	
	傅尉恩		Wei-En Fu	
	楊正財 ^等		Cheng-Tsair Yang	
中文摘要	<p>1.標準維持與國際等同分項：</p> <p>(1)維護國家標準實驗室15個領域120套系統設備、環境設施等，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，提供一級校正服務4546件次，直接服務逾1700家廠商，標準傳遞間接服務全國檢測驗證500萬件次以上，NML每年支援逾百億元之檢測市場。</p> <p>(2)在國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM-MRA)架構下累計參與93項國際比對，已完成58項，35項持續進行中。國家度量衡標準實驗室(NML)已有90系統數252項校正與量測能量(CMC)登錄至國際度量衡局(BIPM)的附錄C。同時進行20件國外追溯、550件次國內追溯，維持國家最高標準之國際等同性。</p> <p>(3)完成光量/長度/電量/磁量/微波等5領域第三者認證評鑑，以順利推動國際間相互認可協定之有效性。</p> <p>(4)主導3項亞太計量組織國際技術研究案(APMP Initiative Projects)，進行比對技術深化與計量技術交流。</p> <p>(5)完成4項系統改良/精進，4套系統設備汰換。</p> <p>(6)配合第三者認證時程，完成光量/長度/電量/磁量/微波等62套系統再評估。</p>			

- (7)完成辦理5場技術推廣說明會，共196廠家、389人參加。
- (8)出版量測資訊6期；舉辦12場次研討會，共220廠家、389人次參加，計量技術知識擴散。
- (9)維護國家度量衡標準實驗室網站，及接待國內外訪客20批，237人次，推廣國家度量衡標準實驗室能量與技術。

2、產業計量技術發展分項：

(1)溫室氣體原級計量標準技術

A.技術發展：

於「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」完成1項標準系統增項擴建與查驗，以及2項溫室氣體驗證參考物質研製，並進行溫室氣體流量量測技術研發，以滿足產業在碳排放量測之計量追溯需求。

B.可應用領域：

半導體廠商(如台積電、漢民等)、廢氣處理設備製造商(如大陽日酸、愛德華)、氣體產業(如三福、良欣)、檢校實驗室(台灣檢驗、衡準科技)、流量計廠商(如德斯特儀器)等所需的溫室氣體排放濃度與流量量測追溯需求。

C.本年度完成工作與規格：

• 建置溫室氣體原級計量標準1套：

針對100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 CF_4/N_2 、 SF_6/N_2 、 CH_4/N_2 等3種溫室氣體驗證參考物質，於「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」(C08)中完成能量擴建與查驗，系統量測不確定度分別為 $\leq 0.8\%$ 、 $\leq 1.0\%$ 、 $\leq 0.7\%$ 。

• 參考物質研製2項：

10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6/N_2 ，以及100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 NF_3/N_2 ，系統量測不確定度為 $\leq 1.4\%$ 。549382

• 溫室氣體流量量測技術研發：

建立三維風速自動化校正平台一式，可進行不同校正角度(Pitch/Yaw angle 各由-40度至40度)調整；同時於風速標準系統(量測不確定度為0.5%)內完成排放管道流量量測之技術研究，風速範圍0.5 m/s ~ 30 m/s；紊流強度0.2% ~ 2%。

(2)三維尺寸量測系統與技術

A.技術發展：

建立三維尺寸量測技術，可應用在工具機或三次元座標量測儀(CMM)製造上，在機械結構組合後，進行三維(Three-dimension, 3D)空間尺寸精度檢測，可分析出各軸之6個自由度偏差(3個旋轉軸向與3個位移軸向)，與各軸間的垂直度，作為結構調整或控制器補償之參考依據。

B.可應用領域：

國內精密機械加工機製造廠商(如崑崙、亞崑、程泰、台中精機、永進、百德、大立等)，與三次元座標量床製造(如建曄、台智、源台、維竣、嘉

得工業等)，所需空間定位精度的檢測技術需求。

C. 本年度完成工作與規格：系統量測範圍如下：

- 靜態三維尺寸量測技術(單機型)：
量測範圍：6 m × 3 m × 2 m，量測解析度：0.1 μm。
- 自動追蹤雷射絕對測距技術
 - ✓ 雙軸旋轉追蹤機構：
水平旋轉軸旋轉角度 0° ~ 180°；
俯仰旋轉軸旋轉角度 (+60°) ~ (-10°)。
- 雙光梳絕對測距-窄線寬光梳技術：
線寬 < 2 kHz，量測不確定度：0.4 × 10⁻⁶ × L。
- 平面磨床工件尺寸量測技術：
工件量測面積：(1 × 1) mm² ~ (4 × 4) mm²，
量測解析度：0.1 μm，
量測重複性：小於 1 μm(平均為 0.6 μm)。

(3) 電力計量標準系統擴建

A. 技術發展：

提供電力量測設備表(電度表、電力表)與電源功供器之有效電功率，無效電功率、有效電能與無效電能校正服務，及提供電力品質量測設備之電壓諧波及電流諧波等參數校正服務。

B. 可應用領域：

電力公司、電度表檢測實驗室、電表與電力儀器製造廠商等所需的電功率、電能及電力諧波等電力量校正需求。

C. 本年度完成工作與規格：

- 單相有效電功率/無效電功率、有效電能/無效電能：
電壓: 110 V、220 V、480 V
電流: 10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A
頻率: 50 Hz、60 Hz
功率因數: 1.0、(0.5、0.866、0.0) Lead/Lag
量測不確定度：
單相交流有效電功率：(80 ~ 210) μW/VA
單相交流無效電功率：(90 ~ 220) μvar/VA
單相交流有效電能：(100 ~ 240) μWh/VAh
單相交流無效電能：(100 ~ 240) μvarh/VAh
- 電壓諧波/電流諧波：
(諧波/基波)比：2 %、10 %
頻率：50 Hz、60 Hz
諧波次數：2、3、5、10、20、20、30、30、40、50、64
量測不確定度：
單相交流電壓諧波：(350 ~ 700) μV/V

單相交流電流諧波：(300 ~ 500) $\mu\text{A}/\text{A}$

(4) 半導體多維參數量測標準技術

➤ 3D 鍵合疊對量測標準技術建立：

A. 技術發展：

設計鍵合疊對圖案，藉著量測圖案的物理特性，大量增加可分析的資訊，降低與製程相關所導入的誤差 WIS (Wafer or Process Induced Shift) 並降低量測機台的系統誤差 TIS (Tool Induced Shift)，使整機的量測不確定度 $\leq 0.5 \mu\text{m}$ 。

B. 可應用領域：

國內半導體晶圓代工產業，如台積電，聯發科，日月光，矽品等所需 3DIC (Three-dimensional Integrated Circuits) 製程中疊對量測誤差校正需求。

C. 本年度完成工作與規格：

完成 3D 鍵合疊對量測校正系統建立與評估，系統量測範圍如下：

疊對圖案尺寸：(80 ~ 110) μm 。

上下層疊對圖案垂直距離：50 μm 。

上下層疊對圖案間材料：矽。

系統量測不確定度：0.45 μm 。

➤ 矽通孔深度量測標準技術建立

A. 技術發展：

設計矽通孔 (Through Silicon Via) 結構，藉由量測矽通孔結構的反射光譜資訊，分析得其通孔深度並使用階高標準片校正，使整機的量測不確定度 $\leq 0.5 \mu\text{m}$ 。

B. 可應用領域：

國內半導體晶圓代工產業，如台積電，聯發科，日月光，矽品等所需 3DIC (Three-dimensional Integrated Circuits) 製程中矽通孔量測誤差校正需求。

C. 本年度完成工作與規格：

完成矽通孔深度量測校正系統建立與評估，系統量測範圍如下：

矽通孔孔徑尺寸：(5 ~ 65) μm 。

矽通孔深度尺寸：(20 ~ 40) μm 。

系統量測不確定度：0.45 μm

(5) 分光輻射黑體源標準技術研究

A. 技術發展：

• 設計與評估「濕度量測」及「膠原蛋白溫度量測」於(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全評估方法。

• 建立(100 ~ 1150) $^{\circ}\text{C}$ 高溫熱源裝置之設計與製作技術，依據規格需求客製化產出，並以熱電偶校正爐為實施例。

B. 可應用領域：

• (2500 ~ 3000) nm 光生物安全評估。

• 產、學、業界所需之熱處理、熱測試、溫度檢校等領域。

C.本年度完成工作與規格：

- 建立以「濕度量測」與「膠原蛋白溫度量測」應用於(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全評估之理論依據，進行可行性實驗與結果分析。
- 建立高溫熱源裝置設計與製作技術。溫度範圍：(100 ~ 1500) °C；穩定性：± 0.02 °C/30 min。

3、前瞻計量技術研究分項：

(1)微粒材料量測技術

A.技術發展：

發展跨領域整合之微粒材料量測技術，包含高靈敏質量量測技術，以及微/奈米粒子傳輸與沉降效率。在質量量測方面，以微/奈米機電(MEMS/NEMS)製程技術，發展高 Q 值(品質因子 Quality Factor)之微型力學共振器，實現皮克等級之微小質量量測技術；另一方面，亦開發適用於此量測系統之粒子計數技術，以量測粒子於量測腔體中之傳輸效率與沉降於力學共振器之粒子數目。

B.可應用領域：

可應用於空氣中懸浮微粒相關儀器設備之開發，如微型力學偵測元件搭配自行發展之光學式粒子計數技術可成為空氣懸浮微粒質量即時監測設備。建立之光學式粒子計數技術，亦可以發展為成本較低之 PM_{2.5} 監測儀。

C.本年度完成工作與規格：

完成微型力學共振器設計與製作。微型力學共振器等效質量約為 5×10^{-9} g，品質因子估算比原先目標值大出五倍以上，符合元件之目標皮克偵測靈敏度。完成高效率氣膠聚焦噴嘴與量測腔體設計以及粒子傳輸效率分析與量測，於 5 cm ~ 10 cm 之工作距離下，皆可達 95 % 以上之傳輸效率。

(2)前瞻材料探針量測技術

A.技術發展：

- 發展薄膜熱電性質量測技術，將量測導線與加熱器藉由微機電製程與薄膜同時製作於一測試試片上，目前厚度量測極限達 100 nm。
- 發展穿透式小角度 X 光散射量測技術(Transmission Small Angle X-ray Scattering, tSAXS)，以 X 光短波長特性所提供奈米尺度解析度，以及 X 光高穿透具備探測多層結構能力，來量測分析出單層光柵(線寬、線距、線高及側壁角度)及雙層光柵(上下層光柵相對偏移)之結構參數。
- 發展利用原子力顯微鏡(AFM)奈米壓痕之前瞻材料力學機械性質量測技術，建立原子力顯微鏡探針勁度之校正方法，該方法利用一個經校正的參考懸臂標作為傳遞標準件，此方法校正未知的 AFM 探針勁度是藉由與參考懸臂標的力量位移曲線進行相互比對試驗。校正後獲得 AFM 探針勁度值為 1.15 N/m，其相對不確定度為 7.91 %，此校正方法有助於正確提供 AFM 奈米壓痕量測時施加於待測樣品負載。

B. 可應用領域：

- 可撓式薄膜熱電模組檢測。
- 半導體鰭式場效電晶體(FinFET)、光阻(Photoresist)，以及蝕刻(Etching)先進製程結構關鍵尺寸(CD)檢測。
- 半導體、奈米粒子、石墨烯、新式與生醫材料之力學特性分析。

C. 本年度完成工作與規格：

- 完成優質參數(ZT)量測元件，薄膜電導率量測不確定度達 0.22 %
- 建立光柵結構線寬(線距一半)、線距(100 與 200 奈米)、線高(20 與 200 奈米)以及側壁角度(依製作試片結構情況)量測方法。
- 完成建立 AFM 懸臂樑探針勁度校正技術，不確定度小於 8 % 及尺寸(30 ~ 100) nm 奈米粒子彈性模數量測。

4. 法定計量技術發展分項：

(1) 新版水量計型式認證加測項目能量擴充：依據 101 年公告的水量計國家標準 CNS 14866，並參考 ISO 4064:2005 及 OIML R49:2006，針對電子式水量計的電磁耐受性試驗進行設備建置與實測研究。完成電子式水量計的電磁耐受性試驗(Electromagnetic Susceptibility Test)設備建置，包含活動式電波隔離室、訊號源設備組建、天線改善及自動化程序控制軟體開發等，並使用電子式水量計，依據 OIML R49:2006 要求規範進行實流試驗，確認軟體操作流程，系統整合情形並出具測試報表，確保本試驗要求的可行性。由於本試驗於國內外皆無已完成案例可循，經由研究可以釐清相關設備建置與整體試驗操作時的問題，且確認電磁耐受性實流試驗的可行性，可提供未來國內水量計型式認證的規範 CNPA 49 修改及試驗之參考。

(2) 噪音計低頻濾波器檢定檢查技術研究：依據國際法定計量組織 OIML R130:2001，並參考國際電工協會 IEC 61260-1:2014 及 IEC 61260-3:2013/CD 的倍頻濾波器相關規範，對倍頻濾波器檢定檢查技術內容，逐項加以評估並進行實作驗證，研擬倍頻濾波器檢定檢查技術規範 BSMI CNMV 58-2，同時修訂噪音計檢定檢查技術規範 BSMI CNMV 符合目前最版的噪音計檢定規範 IEC 61672-3:2013。

5. 量化績效指標：專利申請3件、獲證8件，論文產出113篇，技術及訓練報告計210份，校正服務4546件次，總計歲入繳庫43,620,340千元。

英文摘要

1. Standards maintenance and international equivalence subproject:

(1) Maintained 120 sets of measuring systems in 15 metrology areas and associated environmental facilities to ensure regular operations and service quality of the National Measurement Laboratory (NML), to provide 4,546 primary calibration services directly to more than 1,700 firms, and to transfer standards and provide secondary calibration services for over 5 million items in inspections, test and certification nationwide, and that accrues to more than ten billions NT dollars of inspection, certification and testing market annually.

(2) Within the framework of CIPM MRA, NML participated 12 international comparisons this year, and it shows on BIPM-KCDB website totally 93 comparisons registered to BIPM Appendix B with 58 comparisons completed and another 35 comparisons still in progress and 252 calibration and measurement capabilities (CMCs) items in 90 NML systems registered to Appendix C since the beginning of the framework, and additionally with 15 measurement standards traceable to foreign standards and 509 traceable to domestic ones proceeded this year, through which work to enable our national standards achieving international equivalence worldwide.

(3) In order to successfully promote the International Mutual Recognition Arrangement as an honorable and dutiful member, we proactively proceeded with third party accreditation, along with peer assessed traceability of our measuring systems in 5 metrology areas this year.

(4) Hosted three APMP initiative projects to enhance and exchange the CMCs capability and associated technology.

(5) Completed 4 system improvement/refinements and 4 system replacements/renewing.

(6) Completed 62 system re-assessments as to the schedule of third party accreditation.

(7) Completed 5 technology dissemination seminars in which 389 people from 196 firms participated.

(8) Published 6 editions of the journal, Measurement Information, and held 12 seminars to disseminate measurement and metrological information in which 389 people from 220 firms participated.

(9) Maintained NML website and received 237 domestic and foreign visiting guests from 20 groups for guiding them NML tours to promote the measurement capability and technology of NML utmost important and imperative to our society and nation.

2. Development of Technology and System in Industrial Metrology subproject :

(1) Primary Metrology Standard Technology for Greenhouse Gases

A. Technology development:

Three additional items expansions of greenhouse gases reference materials were established in the "Gravimetric High-Pressure Cylinder Gas Mixture Supply and Certification System", and the research and development of flow measurement technology for greenhouse gases was carried out to meet metrological traceability requirements of industrial carbon emissions.

B. Application Fields:

The measurement traceability requirements of greenhouse gases emissions concentration and flow rate for semiconductor manufacturers (ex. TSMC, Hermes), gas abatement equipment manufacturers (ex. Taiyo Nippon Sanso, Edwards), gas industries (ex. Airproducts, Liang Shin); calibration and measurement laboratories (ex. SGS, Uniga), flowmeter companies (ex. Testo AG).

C. Goal and specification achieved:

- Building a primary metrology standard for greenhouse gases :

Three additional items expansions of greenhouse gases reference materials, CF_4/N_2 , SF_6/N_2 and CH_4/N_2 greater than or equal to $100 \mu\text{mol/mol}$ were established in the NML "Gravimetric High-Pressure Cylinder Gas Mixture Supply and Certification System" (C08). The measurement uncertainties are $\leq 0.8\%$, $\leq 1.0\%$, and $\leq 0.7\%$ individually.

- Development of two reference materials :

The measurement uncertainties of SF_6/N_2 ($\geq 10.0 \mu\text{mol/mol}$) and NF_3/N_2 ($\geq 100 \mu\text{mol/mol}$) are $\leq 1.4\%$.

- Research and development of flow measurement technology for greenhouse gases:

An automated traversing stage was established for three-dimensional air speed calibration. The calibration can be performed with different angles (Pitch/Yaw angle ranges from -40 degrees to 40 degrees) in the air speed calibration system (measurement uncertainty is 0.5%). Meanwhile, the flow measurements in the simulated stack flow were also studied under different flow conditions (air speed: 0.5 m/s to 30 m/s ; turbulence intensity: 0.2% to 2%).

(2) Three-dimensional Measurement System & Technology

A. Technology development:

Three-dimensional measurement technology is used to test and analyze the accuracy of positioning numerically controlled axes in the space for machine tools or coordinate measuring machine (CMM). This technology can estimate the six degrees of freedom of each axis, which are forward/backward, up/down, left/right, pitch, yaw, and roll and the squareness of each two axes to compensate and adjust the mechanism.

B. Application fields:

Three-dimensional measurement technology can be applied to machine tool manufacturers, such as WELE mechatronic, AWEA mechatronic, Goodway machine, Victor taichung machinery works, Yeong chin machinery industries, QUASER, DAHLIH, etc. and CMM manufacturers, such as Chien

Wei precise technology, Wei Hong precision instrument, Jia Der industrial, etc. to supply the testing and improvement requirements.

C. Goal and specification achieved:

- The static three-dimensional measurement technology
 - ✓ Measurement range: $6\text{ m} \times 3\text{ m} \times 2\text{ m}$; Resolution: $0.1\ \mu\text{m}$
- The automatic laser tracking technology with absolute distance measurement
 - ✓ Two axes tracking mechanism: angle of rotation : $0^\circ \sim 180^\circ$; pitch angle: $(+60^\circ) \sim (-10^\circ)$;
- Absolute distance measurement with dual combs technology
 - ✓ Linewidth $< 2\text{ kHz}$
 - ✓ Measurement uncertainty: $0.4 \times 10^{-6} \times L$
- Workpiece measurement technology (for grinding machine)
 - ✓ Workpiece size: $(1 \times 1)\text{ mm}^2 \sim (4 \times 4)\text{ mm}^2$
 - ✓ Resolution: $0.1\ \mu\text{m}$
 - ✓ Repeatability: $< 1\ \mu\text{m}$ (Average Repeatability : $0.6\ \mu\text{m}$)

(3) Power Metrology Standard System

A. Technology development:

The calibration service of active power, reactive power, active energy, and reactive energy are provided for power measurement instruments (electricity meter, power meter) and power supply, and also to supply the calibration service of voltage harmonics and current harmonics for power quality measurement instruments.

B. Application fields:

Calibration requirements of power, energy, and power harmonics for utilities, electricity meter testing centers, meter and power equipment manufacturers.

C. Goal and specification achieved:

- Single-phase active power/reactive power, active energy/reactive energy
 - Voltage: 110 V, 220 V, 480 V
 - Current: 10 mA, 100 mA, 1 A, 5 A, 10 A, 50 A, 80 A
 - Frequency: 50 Hz, 60 Hz
 - Power factor: 1.0, (0.5, 0.866, 0.0) Lead/Lag
- Measurement uncertainty:
 - Active power: $(80 \sim 210)\ \mu\text{W}/\text{VA}$
 - Reactive power: $(90 \sim 220)\ \mu\text{var}/\text{VA}$
 - Active energy: $(100 \sim 240)\ \mu\text{Wh}/\text{VAh}$
 - Reactive energy: $(100 \sim 240)\ \mu\text{varh}/\text{VAh}$
- Voltage harmonics/current harmonics:
 - (Harmonic/ Fundamental)ratio : 2% 、10%

Frequency: 50 Hz, 60 Hz

Harmonic order: 2, 3, 5, 10, 20, 20, 30, 30, 40, 50, 64

Measurement uncertainty:

Voltage harmonics: (350~700) $\mu\text{V}/\text{V}$

Current harmonics: (300~500) $\mu\text{A}/\text{A}$

(4) Standard Metrology Technology for Multi-parameters in Semiconductor Process

➤ Alignment metrology in three dimension integrated circuit

A. Technology development:

One of the main challenges for 3D integrated circuit metrology of bonded wafers is measuring through opaque silicon wafers using conventional optical microscopy. We built an infrared microscopy, to measure the wafer bonding overlay and the measurement uncertainty is below 0.5 μm .

B. Application fields:

The semiconductor chip foundries, ex. TSMC, UMC, ASE, SPIL, which represent the most part of demands on the development of three dimension integrated circuits.

C. Goal and specification achieved:

Set up the infrared microscopy and estimate the measurement uncertainty

a. alignment mark size: (80~110) μm

b. vertical space between top/bottom alignment: 50 μm

c. material: silicon

e. system measurement uncertainty: 0.45 μm

➤ Depth metrology in through-silicon via (TSV)

A. Technology development: Measurement and control is an important step for production-worthy through silicon via etch. An existing wafer metrology tool, spectral reflectometer is used by implementing novel theoretical model and measurement algorithm for through-silicon via depth inspection.

B. Application fields: The semiconductor chip foundries, ex. TSMC, UMC, ASE, SPIL, which represent the most part of demands on the development of three dimension integrated circuits.

C. Goal and specification achieved:

Set up the spectral reflectometer and estimate the expanded uncertainty

a. critical dimension of via: (5 ~ 65) μm .

b. depth of via: (20 ~ 40) μm .

d. system measurement uncertainty: 0.45 μm .

(5) Studies on Spectral Radiometric Standard and Thermal Radiation Based on Blackbody Sources

A. Technology development:

- Design and evaluate two alternative methods to evaluate photobiological safety in the wavelength range of (2500 ~ 3000) nm, including a). Humidity measurement method and b). Temperature measurement method of collagen test sample.
- Develop the design and manufacture technology on the high-temperature thermal source equipment in the temperature range of (100 ~ 1150) °C, which can be customized to produce according to the specification required. The thermocouple calibration furnace is taken as the first embodiment this year.

B. Application fields:

- Photobiological safety evaluation in (2500 ~ 3000) nm wavelength range
- The R&D results can be widely and flexibly applied to heat treatment, thermal testing, temperature calibration and other related fields to meet the producers, academia, and industrial customized needs.

C. Goal and specification achieved:

- Establish theoretical models to support the proposed methods. Design experiments and investigate the feasibility.
- Develop the design and manufacture technology on the high-temperature thermal source equipment in the temperature range of (100 ~ 1150) °C. Stability: ± 0.02 °C within 30 minutes

3. Advance Metrology subproject:

(1) Particulate Material Metrology

A. Technology development: An interdisciplinary measurement technology for particulate materials was developed in this project, such as a high-sensitivity mass measurement technology, and measurement technology for transmission and deposition rate of micro/nano particles. For high-sensitivity mass measurement, a high quality factor miniature mechanical oscillator was developed using the MEMS technology to enable the picogram resolving mass measurement. In addition, a specially designed particle counting system, which is compatible to the measurement system and capable of measuring the particle transmission and deposition rate, was developed.

B. Application fields: The developed technology can be applied to develop new instruments or devices for real-time monitoring the airborne particles. The particle counting technology can be also applied to new low cost, and compact PM_{2.5} monitoring devices.

C. Goal and specification achieved:

The following tasks were completed: the design and fabrication of the miniature mechanical oscillator, high-efficiency aerosol nozzles, design of the measurement chamber and measurement and analysis of particle

transmission rate. The equivalent mass of the miniature mechanical oscillator was estimated to be 5×10^{-9} g. The quality factor of the mechanical oscillator is expected to be larger than 10,000. These two parameters assure that the mechanical oscillator is capable of measuring mass with picogram resolution. The transmission efficiency at a working distance from 5 cm to 10 cm was measured to be higher than 95 %.

(2) Probing Technology for Advanced Material Metrology

A. Technology development:

- To develop the measurement technology of thermoelectric properties for thin-film materials, the measuring wires, heater, and thin film material can be integrated on the same test device by using MEMS process. The limitation of thin film thickness was measured to be 100 nm.
- Transmission small angle X-ray scattering (tSAXS) measurement technique was developed. With the features of a short wavelength and a high transmission, X-ray scattering is capable of providing a nanoscale resolution for multiple layer measurements. Structural parameters of single layer (width, pitch, height and side wall angle) and double layer grating (relative shift between top and bottom grating) structures were measured and analyzed.
- The study is to establish the method for calibrating cantilever beam stiffness of AFM probes. In this method, a pre-calibrated reference cantilever can be used as the transfer standard. An AFM probe with unknown stiffness was calibrated by performing the experiments of force distance curves against a transfer standard. Through the calibration, the stiffness of AFM probe was identified as 1.15 N/m, with the relative expanded standard uncertainty of 7.91%.

B. Application fields:

- Analysis for Flexible film thermoelectric modules.
- CD detections of FinFET, photoresist, etched structures in semiconductor advanced process.
- Mechanical properties analysis for semiconductor, nanoparticles, graphene novel and bio-materials

C. Goal and specification achieved:

- A ZT test devices were completed. The film conductivity measurement uncertainty is 0.22 %
- A standard methodology for measuring width (half of pitch), pitch (100 nm and 200 nm), height (20 nm and 200 nm) and side wall angle of grating (regard fabricated sample condition) structure was established using tSAXS.
- The methodology was established for calibrating the cantilever-beam

stiffness of AFM probes. Additionally, the elastic modulus of the nanoparticles was determined.

4. Legal Metrology Technology Development subproject:

(1) This research is mainly based on national standards of Chinese water meter standard CNS14866:2012, and with reference to ISO4064:2005 and OIML R49:2006, to do the research of the facility construction and test procedure of electromagnetic susceptibility testing. Electromagnetic susceptibility test facility is including a mobile modified anechoic chamber, signal source equipment assembly, antenna and process control automation software development. This research follows the OIML R49:2006 requirements specifications to test electronic water meter, and also confirms hardware and software operating procedures, systems integration and issues reports, to ensure the viability of the test facility. Because this testing for water meter is new and unprecedented, feasibility studies can clarify this issue through related facility overall test setup and operation, and confirm the electromagnetic susceptibility tests, then to provide domestic water meter as reference for future type approval specifications CNPA 49 to be appropriately modified and tested.

(2) According to OIML R130:2001 standard for the periodical test of the octave band filter published by the International Organization of Legal Metrology, and referring to IEC 61260-1:2014 standard and IEC 61260-3:2013 committee draft for octave band filter test published by the International Electrotechnical Commission, this study evaluated the technique contents of these standards for specifications of the octave band filter item by item, and verified the test method by implementation of octave band filter test, and then provide a new version of BSMI CNMV 58-2 technical standard for the periodical test and inspection of octave band filter test, and also provide a revised version of BSMI CNMV 58-1 technical standard for the periodical test and inspection of sound level meter test consistent with the current version of IEC 61672-3:2013 standard for the periodical test of the sound level meter.

5. NML acquired 8 patent certificates with 3 patents filing, published 113 papers, issued 210 technical and training reports, provided 4546 calibration services and resulted in NT\$43,620,340 revenue.

報告頁數

413頁

使用語言

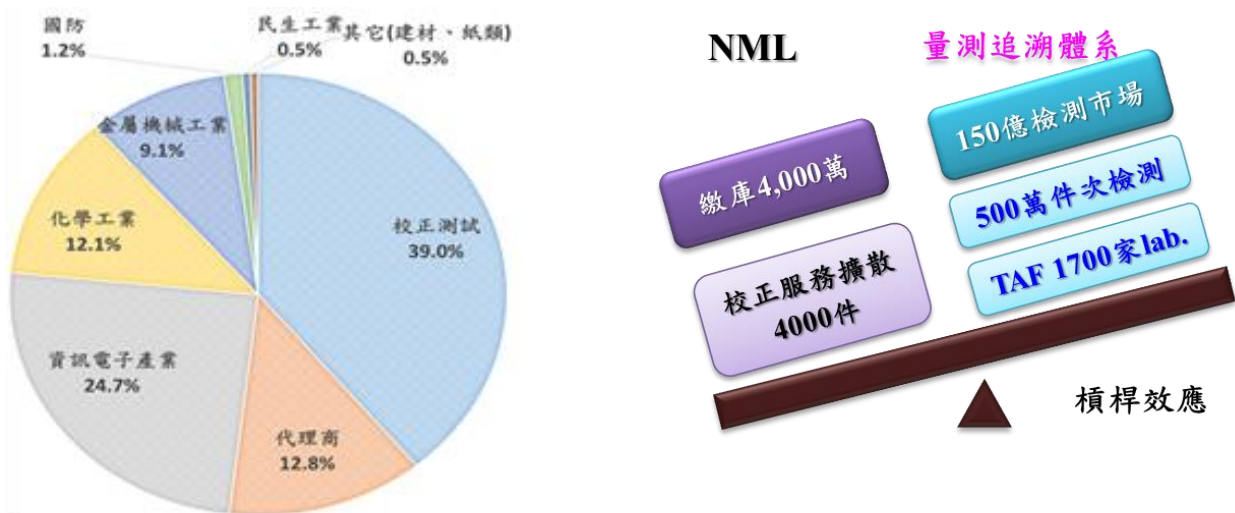
中文

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫之執行成效

一、維持我國計量追溯體系，穩固國家品質基磐

〈傳遞國家最高標準，每年衍生檢測服務 500 萬件，支援 150 億元檢測市場〉

維持國內計量追溯體系及現有度量衡 15 領域 120 套系統之最高量測標準，守護我國家品質價值鏈不可或缺之「計量」源頭。藉由提供各項量測儀器之一級校正服務逾 4,000 件/年(約 4,000 萬繳庫)，校正服務分布如下圖，其中二級實驗室及儀器設備商(代理商)兩者合計佔 50%。透過全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室(逾 1700 家)傳遞國家量測標準，分析服務之實驗室屬性有四大類如下表，計有政府機關/法人、學校/軍事、醫院/民營企業，間接影響所及是無法估計之民生福祉如公共工程鑑測公信力、電子秤/地秤/槽秤/車輛排放 CO₂ 等公務執法的維繫、民生用之水表/電表/瓦斯表等公平交易、產業檢校/研發等產業競爭與產品產值。所衍生檢測服務約 500 萬件，檢測件平均以 3,000 元/件計，國家度量衡標準實驗室每年支援 150 億元檢測市場之規模。



二、架構全球連結之「標準、檢測及認驗證」國際等同一致性

我國已於 91 年 6 月正式加入國際度量衡大會(CGPM) 之仲會員及簽署 CIPM MRA 全球相互認可協議(目前簽署會員共計 98 會員組織)，各國相互承認各國家度量衡標準實驗室所核發之校正或測試報告，亦即相互承認各國家計量機構(National Metrology Institute, NMI)之量測能力。為維持簽署國 MRA 效力，配合第三者認證每三年一次之認證，NML 每個實驗室都已經過四輪的評鑑，在歷次的評鑑中，NML 展現的優異品質，均讓各國評審員印象深刻，此表現也獲得 TAF 極高的信心支持，99 年將 NML 的證書效期延長為五年。目前校正量測能力(CMC)計 90 套系統，共 252 項登錄至 BIPM 的附錄 C(Appendix C)，證明我國在標準技術上的實力，維持國家標準與國際之等同性，達成全球品質基磐之調合及相互認可，實現經濟公平交易，減少貿易障礙及促進經濟之發展。

三、維護我國計量主權，強化國際計量組織之參與性與自主性

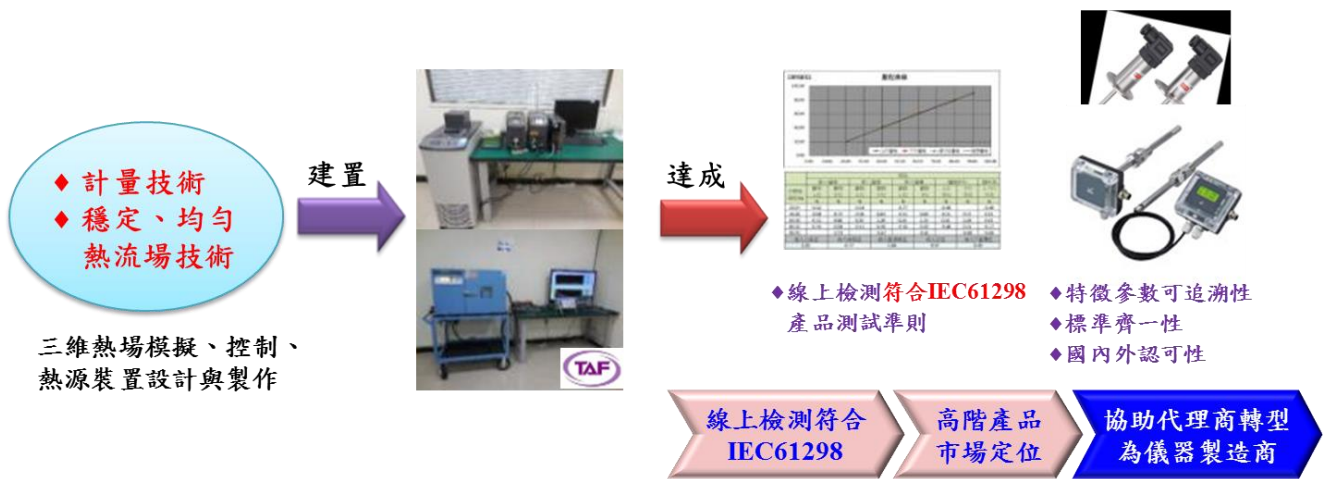
NML 積極配合政府突破困境爭取國際地位，歷經千辛萬苦突破中共打壓阻撓，2002 年起代表國家加入國際度量衡大會 CGPM (其內涵為國際計量之聯合國) 成為仲會員，共同簽署相互認可協議，致力於國際度量衡局(BIPM) 關鍵比對，以揭露我國計量能力之國際等同性獲國際認可，藉此促進我國全球貿易之推展，讓廠商產品暢行無阻。

仲會員參加 CIPM 各技術諮詢委員會的活動，原限制於「須受 CC(技術諮詢委員) Chair 邀請方可參與」，由於 NML 之技術研發能力受國際肯定與注目，歷年來積極參與各項組織活動，建立良好充沛之國際人脈，因此受到 CIPM 組織內成員的支持，於 2012 年 10 月之 CIPM 會議中，由 CIPM 秘書長主導提案，通過「同意仲會員以觀察員身分參與 CC 會議、比對、CC workshop，以及擔任 Working Group 的 Chair」，擴展國際計量組織參與之自主性。另 CCL 主席 Dr. Attilio Sacconi 及全體委員肯定國家度量衡標準實驗室在計量領域之技術成果與努力，2012 年於法國 BIPM 舉行的 CCL 及 CCL-WGs 會議時決議，由非會員國—台灣召開 2013 年度工作小組會議，能獲得該會的舉辦權，代表國際標準組織對國家度量衡標準實驗室技術能力的肯定與信任。2014 年進行光輻射與光度諮詢委員會(CCPR) 觀察員申請相關事務，9 月參加 CCPR 年會及工作小組會議，進行加入成為 CCPR 正式觀察員(Observer) 報告，獲全體成員一致同意通過，並獲 CIPM 最後核定同意。

四、計量標準支援研發創新，協助產業產品開發、升級

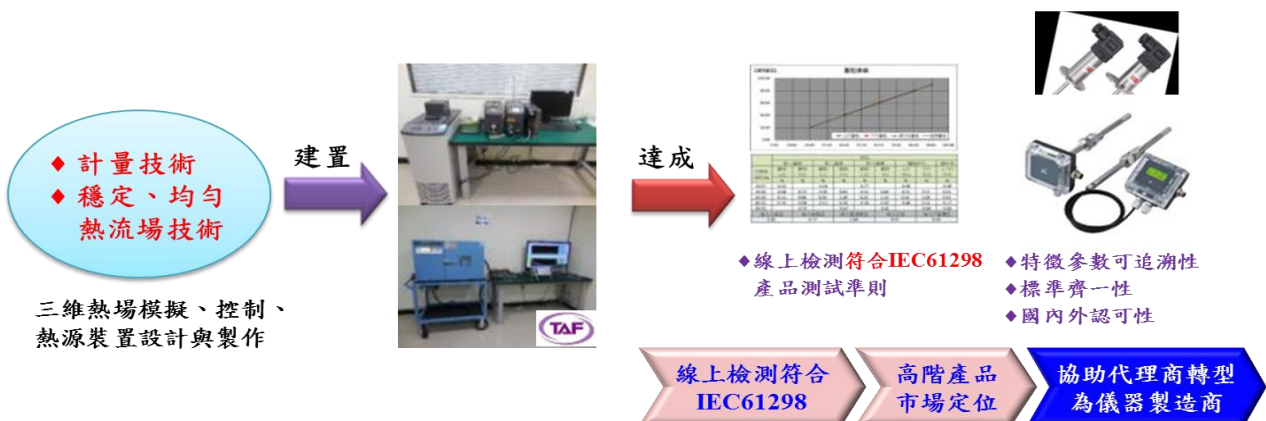
<協助傳統產業升級，促進產業投資>

某石材(股)公司為一家生產大理石及花崗岩等石材地磚與壁磚之製造廠，屬傳統製造業。公司經營階層為求永續經營思索如何轉型。在 NML 同仁的引導下，決定以本行(業)為基礎，加入計量與品質的元素，轉型為生產高精度平台和機台的精密製造業，將原來單價數百至千元的產品(地磚)轉變為數萬元以上的高單價商品(平台、機台)，服務的產業也從原來的營建類擴大到傳統的機械業、半導體業、製造業、儀器業等。為此該公司需增建精密花崗岩系列新產品之加工、檢測技術，為了符合 ISO/IEC 17025 國際規範對品質/技術系統要求與此新產品檢測時之準確度與公信力，也需建立具公信力之長度校正實驗室，以增進產品檢測與品管之可靠性及效率，進而增加產品在市場上之信賴度與競爭力。103 年 NML 以專業校正技術及品質管理經驗，協助其建立及運用校正實驗室與量測技術，解決產線檢測偏差問題，滿足該公司的量測標準追溯需求，產品性能符合 DIN 875、DIN 876 國際規範要求，以利其產品規格與國際齊一，進而使該實驗室獲得 TAF 認可，成為國際認同的 ILAC MRA 實驗室，未來產品行銷全世界也不用擔心標準一致性和追溯性的問題。由於 NML 對於計量知識與概念的廣宣和量測標準追溯的提供，總計促成該公司於 2 年內投資 2 億成立權亞精密公司，並於 103 年 6 月開始接單客製化成品，生產精密花崗岩系列量測量具、標準件、零組件及工作機台等，除了供應科技業內需外並將配合國產化設備客製工作機台外銷國外，為一協助中小企業由傳統產業升級之最佳案例。



<協助技術建立、自創品牌，立足國際市場>

國內某專營精密自動化控制儀表及控制元件之代理商，近年積極轉型投入近億元創建公司開發具市場區隔性、自有品牌之溫濕度感測器與儀器，產品從設計、製造、改良、與線上檢測，每一環節緊緊相扣皆需步步為營，自有品牌之開發實為不易。該新創公司因產品線上檢測及推廣的過程，面臨許多挑戰和國際市場的激烈競爭，103年NML協助在產品線上檢測上建立溫、濕度標準系統與品質系統，建立之完整標準追溯鏈與低不確定度之計量技術，突破原來線上檢測無法符合國際規範 IEC 61298 之難題，達成具備產品特徵參數可追溯性、標準齊一性、國內外認可性、與低不確定度參數量測之市場定位，得與歐美廠牌並駕齊驅。藉助NML之計量標準技術協助，建立溫、濕之能量 ($-40^{\circ}\text{C} \leq t \leq 300^{\circ}\text{C}$ ， $U = 0.017^{\circ}\text{C} \sim 0.054^{\circ}\text{C}$ ； $10\% \leq H \leq 95\%$ ， $U = 0.026\% \sim 0.049\%$)，提升溫、濕感測儀及傳感器品質。原來儀器代理銷售快速順利轉型為專營自有品牌之生產者，根紮台灣，立足國際市場，該新創公司每年感測器與儀器營收預估約 7,500 萬台幣，提供植物工廠、工廠廠房、辦公大樓、醫院、賣場環境空間監控之工程公司所需。



<技術支援檢測功能提升，齊一檢定能力>

膜式氣量計為法定度量衡器，攸關全國每年近 500 億之民生與工業用天然氣交易的計價與公

平交易。利用多年發展之音速噴嘴流量量測技術、流量量測系統工程與智慧監控技術，開發出氣量計之多通道全自動器差、壓損、洩漏 all in one 檢測機台，配合法規的修訂與功能的提升，至 103 年已開發至第四代，並先後移轉 27 套設備給國內瓦斯表廠商及主管機關標檢局。其中 23 套設備提供流量 2.5m³/h 至 160 m³/h 範圍之膜式氣量計，運用於每年 30 萬台檢定檢查能量，確保全國 300 萬用戶天然氣交易之公平。



<提升血壓準確量測，用藥判斷有保障>

非侵入式自動血壓計，對生命安全以及醫生用藥的判斷有直接的影響，其追溯性及準確度就顯現得格外重要。人體血壓模擬系統可以準確的模擬出真實人體的血壓訊號，故可以做為測試非侵入式自動血壓計的量測標準。NML 103 年協助長庚醫學科技公司建立人體血壓模擬系統，建立符合 EN1060 要求，並能測試非侵入式自動血壓計 overall system accuracy 的一套血壓計模擬器。經由此模擬系統之建立，協助提升長庚醫學科技公司所開發的醫療級非侵入式自動血壓計的準確度，可廣泛的使用於台灣長庚體系的各大醫院，嘉惠所有病患。

五、精密校正確保品質，產業加值拓展外銷

<校正服務品質把關，企業品質有保證>

南亞塑膠(股)公司研究發展中心檢驗處校正實驗室之標準法碼，每年送 NML 校正約 10 顆(一年送校 1 kg 以下，第二年為 1 kg 以上)，校正費約 5 萬元。校正數量及費用看似不多，但此校正往下傳遞至國內 300 家關係企業校正顆數達 359 顆，所服務之校正費約為 110 萬，滿足台塑國內 300 家以上之關係企業製造工廠在質量標準上的需求，以校正數量來看，NML 所提供之校正服務數量被放大 36 倍，就校正費而言則是放大 22 倍。NML 校正服務提供南亞校正追溯，同時建立南亞關係企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之質量值具追溯性，也做為工廠進料、驗收之準則，真正做到為公司品質把關。

另如知名儀器(股)公司校正實驗室之標準件(標準尺、角尺、表粗及真圓度)，每年送 NML 校正約 25 件，校正費約 25 萬元，此校正值經由該公司往下傳遞至國內約 480 家企業，所服務之校正費每年約為 1,000 萬，滿足該公司國內 480 家企業在長度標準上的需求，就校正金額而言，達 40 倍的放大效益。

<校正為品質保證，協助拓展外銷>

英業達股份有限公司現為世界最大的筆記型電腦生產商之一，NML 所提供國際認可之麥克風英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，獲得國際大廠 HP、Lenovo (聯想)、DELL、小米等訂單，提供各大廠在電腦、平板、手機等硬體之設計代工服務。此外，更於今年下半年取得無線家庭音響設備大廠(SONOS)的 WiFi 無線喇叭訂單，因此經由聲量標準傳遞對其產

品聲學特性品質的保證益形重要。預估英業達今年年營收可達新台幣 4,600 億元，稅前盈餘約可達新台幣 90 億元。



< 計量標準確保服務品質 >

玖堡公司為冷凍空調相關閥類水量計製造生產、流量計代理銷售及流量檢測，為全台唯一大口徑水量計(最大口徑達 DN 1500)校正實驗室，透過 NML 每年提供之校正服務，完成其校正實驗室所需之量測追溯，並適時檢視內部標準件之穩定性，以符合國家標準(< 0.2 %)，汰換不合適之標準件，維持實驗室服務品質。另協助建立大水流量校正系統並通過 TAF 認證，使廠商可自行進行產品檢測外，並可協助台北市自來水事業處、台灣省自來水公司及其他事業單位對於大口徑水表採購驗收測試，可協助水公司售水管理、維持公平交易與保障用戶權益及其他事業單位的用水管理。

六、計量標準守護民生社會福祉

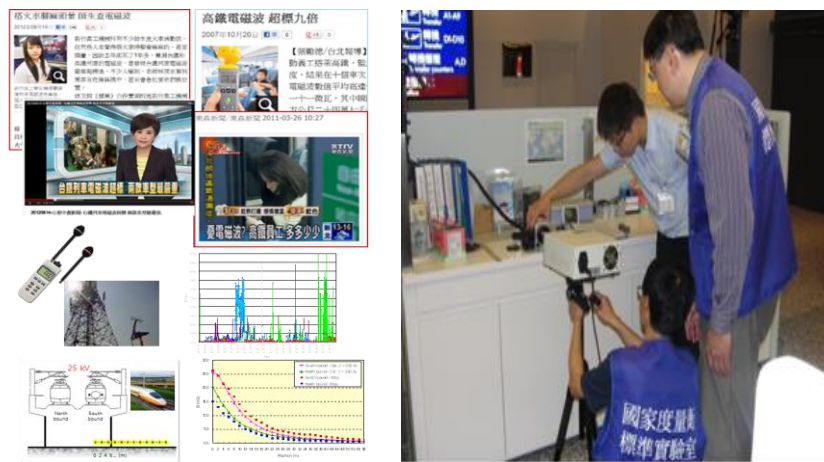
< 支援國家防疫，因應急難救助 >

每當疫情傳起整個國家便陷入恐慌，例如 2002 年的 SARS，而 SARS 是靠體溫來篩檢，超過 38 °C 便予以隔離，然體溫計是否準確便直接影響隔離政策的有效性，為了確保這些前線體溫計之準確，NML 當時緊急投入研發手提式耳溫槍校正器，投入第一線體溫計的校正，來確保民眾之健康與權益。再如 2013 年的 H7N9 流感疫情，因病例是由境外移入，政府特別強化邊境檢疫，提升機場港口檢疫措施，鎮守第一線負責初篩任務的便是紅外線熱像儀，針對疑似發燒病患紅外線熱像儀可以在第一時間內篩檢出來，以便進行下一階段的處理。如果此時熱像儀的準確度有問題，則很可能就會漏掉疑似病患，或誤判發燒，影響民眾權益，引發不滿，

因此確認熱像儀的準確度是防疫作戰中重要的一環，此次 NML 配合 H7N9 疫情防治，緊急調派人力趕赴全國各機場、港口檢疫站辦理紅外線熱像儀之校正共計完成 46 部，讓防疫工作毫無缺口。近期伊波拉病毒又起，NML 正密切注意其發展，以作為政府防疫的最有力後盾。

<準確檢測電磁波，民眾免疑慮>

對具行車舒適與安全性之鐵路運輸系統，相關主管單位及民眾往往受媒體對於無形電磁波之疑慮報導而困擾，或產生相當程度的莫名恐懼。NML 運用計量標準技術於 101~102 年陸續協助釐清「臺北捷運、臺灣高鐵」等運輸系統軌道沿線、車站、與變電站周遭區域的環境電磁波量測與評估，及提供運輸系統車廂內與各式機電設施周遭的環境電磁波量測與評估，進行必要改善，以完善公共運輸整體安全。並協助交通部訂定軌道車輛車廂電磁波量測方法與建議值。確保 71 萬人次/日搭乘高鐵/臺鐵民眾的生活安全，保障人民福祉。



<電磁場強度計之校正，守護民生健康>

無線通訊事業帶給民眾生活便利、資訊普及，但隨處可見、環伺大樓內的廣播發射站、行動電話基地台，讓人不禁擔憂其產生的電磁波輻射，究竟對人體健康影響多大？因此時有基地台建置之相關陳情案件，鑒於此，環保署亦建置了非屬原子能游離輻射管制網，提供民眾免費環境檢測及諮詢，將相關擷取數據透明化供民眾查詢。NML 每年提供各式電磁波量測儀具的校正服務，確保電磁波量測的可靠度與公信力，如電磁場強度計校正服務供各縣市環保局完整的儀器追溯、協助中華電信、遠傳、台灣大哥大等電信公司近 200 個基地台的量測工作，準確檢測基地台產生的電磁波輻射強度，以避免爭議，確保民眾生活環境安全。

<提供環保署機動車輛噪音管制必要之計量標準>

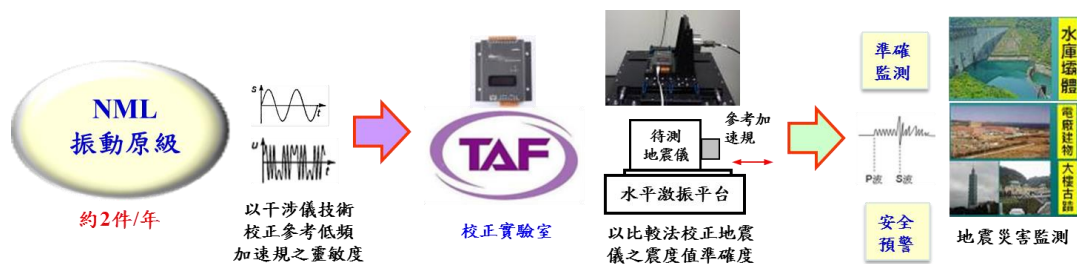
財團法人車輛研究測試中心、國瑞汽車股份有限公司、裕隆日產汽車股份有限公司、三陽工業股份有限公司、光陽工業股份有限公司、台灣山葉機車工業股份有限公司每年共有近 40 項噪音量測儀器(麥克風、聲音校正器、活塞式校正器、噪音分析儀)送 NML 聲量標準研究室校正，滿足車型噪音審驗自行品管之需求。機動車輛車型噪音審驗為環保署與交通主管機關有

效管制車輛噪音，及規定所有製造或進口新車型之廠商應持憑噪音檢驗機構測試合格之文件，向環保署申請核發新車型審驗合格證明，並於取得合格證明後，方能在台灣進行銷售。



<低頻振動校正，提升地震預警安全功能>

台灣地處於地震頻繁發生之區域，為確保人員財產生命安全，已在水庫、水壩、火力與核能等電廠，安裝各型監測地震之地震儀；其他如軌道車輛捷運系統、台鐵高架、車站變電站與高速鐵路亦於全線適當之軌道距離，安裝地震儀以建立預警停車機制，藉以提高安全設計與維護行車安全。中央氣象局近年推動強地動觀測計畫，在台灣地區設置上千部強震儀，以蒐集可靠和適當的強震資料，供工程界檢討現行之耐震設計規範，促使未來的耐震設計更符合經濟與安全的原則。NML 每年透過低頻標準加速規標準傳遞方式，協助驗證各類型式之地震儀，以確保地震儀之顯示正確性與精度，提升地震預警安全功能，減少財產損失。



提供國內高速鐵路、捷運系統、水庫、橋樑及建築物安全災害預防中心等低頻振動監測數據之準確性。

以三聯科技為例，該公司結合 MEMS 加速規開發之 Palert 地震感測儀已完成近 400 站地震儀安裝於國內中小學校，以形成一緊密之預警網進行地震監測，此地震感測儀，應用於民生、水庫、廠區、電梯業、捷運、建築體等場合，透過 NML 定期且適時之校正校正服務傳遞標準，確保 Palert 地震感測儀三軸向精度與頻率響應，進而提供即時又可靠之震度預警，降低地震災害損失，因此 NML 標準，對公共安全深具重要。

七、校正技術服務，促進公平交易

<流量/溫度/壓力校正，確保天然氣公平交易>

國內民營與國營燃氣發電廠的天然氣皆直接由中油供氣，並依合約價格依使用量計費。NML 提供中油公司 8 個天然氣配氣站共 17 條計量線之超音波流量計、溫度計及壓力計校正與追溯，校正服務提供中油與國內民營與國營燃氣各發電廠年度交易總額 2,000 億元之公平交易；亦協助修正台電大潭電廠現場 24 英吋計量錶器差，計量偏差由 1 % 降至 0.1 %，確保其高壓天然氣計量準確及該廠與中油之間每年 200 億元交易公平性。

天然氣計量的準確度，不僅影響到供需雙方的權益與可能的糾紛，更進一步影響全台 1200 餘萬家庭、商業、工業用電戶的荷包。若以電廠天然氣交易計量表於定期校驗時可維持準確度 0.3 % 至 0.5 % 估算，NML 的校正與追溯每年直接影響發電用天然氣交易金額超過台幣 4 億元。而由於燃氣成本佔前述電價調整機制約 40 % 的權重，以台電民國 102 年售電收入 5,800 億元估算，將進而間接影響全民電費達 7 至 12 億元。

<電量校正，保障全國電力用戶權益>

電力公司提供的電錶不夠精確時，即使是 1 % 的誤差，都可能造成數十億元的電費糾紛，影響全台數百萬家庭、商店及工業用電戶的荷包。NML 每年透過完整的校正追溯體系，確保電力、天然氣等各級用戶的公平交易，創造出穩定社會民心的無形價值，以台電民國 102 年的電費收入約 6000 億元為例，電度表的精確度與檢定公差(%)之間，即使 1 % 的誤差，就可能造成 60 億元的電費糾紛。以單相交流電功率原級標準系統為例，台灣電力公司每年雖僅送一校正件至 NML，此件讓台電公司電表校準後，量測值更為精準，受益者豈僅台電公司，更擴及全台千萬用戶。

八、計量標準技術公務執法有依據

<執行型式認證，為水量計嚴格把關>

冷飲水用水量計使用於冷飲用水之收費計量，關係著民生問題。依現行度量衡法相關規定，型式認證與檢定檢查是為法定計量之重要業務，涉及民生交易之公平性，以及法定度量衡器製造或販售廠商的權益。我國口徑在 50 mm 以上的水量計裝置數有 2 萬 2 千顆(含總表)；口徑在(13-40) mm 水量計裝置數有 631 萬顆(含總表)。每年新裝及汰換的水量計需求量約為 80 萬顆。現行 CNPA 49 “水量計型式認證技術規範” 第 2 版於 94 年 12 月公告並於 95 年 7 月開始施行。此一技術規範適用於容積型及速度型水量計以及渦流型水量計，96 年起配合標檢局依據 CNPA 49 執行，標稱口徑 50 mm 以上(但不包括大於 300 mm)水量計的型式認證業務，累計完成有 5 家廠商 71 件水量計的型式認證業務，確實為冷飲水用水量計性能嚴格把關，有效維持公平交易與自來水用戶權益。

<酒測、測速、測重儀器準確有依據，政府執法具公信>

如果人民無法相信政府執法公信力，社會治安勢必亮紅燈，NML 校正服務支援如雷達測速

儀、雷射測速儀、車輛廢氣排放分析儀、地秤及非自動衡器、計程車計費表、電度表、噪音計、照度計...等法定度量衡器檢定檢查儀器參數追溯，支援執法單位落實公權力執行，國內製造商上市販賣或進口國外商品在法規監督下，確保人民權益。

校正服務提供檢定業務追溯之效益：

--雷達及雷射測速儀檢定業務／每年警署、交通部共雷達 930 台及雷射 400 台檢定檢查，提升公權力；

--活動式地秤檢定業務／每年 230 餘件次，抑止超載現象，提升行的安全；

--固定式地秤檢定業務／每年 5500 餘件次，確保公平交易；

--呼氣酒精測試器及分析儀檢定業務／每年約 4800 台，以準確測試呼氣酒精量；有效執法，保障民眾生命安全。

--車輛排氣分析儀檢定業務／每年交通部約 680 台，衍生效益影響 5 億產值及 1 億的維修保養市場。

另如何規範國內法定度量衡器的技術能力，並防止國外劣質品進口惡性競銷？NML 亦協助對內推動法定度量衡器相關技術規範的制定與修正，並與國際規範接軌，避免非關稅貿易障礙影響。以酒駕為例，警方執法過程中，偶見儀器問題造成取締烏龍，影響民眾權益，弱化民眾對公權力的信心。NML 根據執行呼氣酒精測試器材型式認證研究之經驗，提供標準檢驗局修正呼氣酒精測試器材檢定檢查技術規範之參考，102 年並設計開發呼氣酒精測試器材之移動式檢查裝置及其數據處理軟體，作為技術單位執行性能準確度檢查或定期查核之有利工具，藉此提升酒測器材之品質，保障民眾權益。

報告內容

目 錄

壹、103 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要.....	1
貳、前言.....	6
參、執行績效檢討.....	9
一、資源運用情形.....	9
(一)、人力運用情形.....	9
1.人力配置.....	9
2.計畫人力.....	9
(二)、經費運用情形.....	10
1.歲出預算執行情形.....	10
2.歲入繳庫情形.....	11
(三)、設備購置與利用情形.....	12
二、計畫達成情形.....	13
(一)、進度與計畫符合情形.....	13
(二)、目標達成情形.....	17
1.標準維持與國際等同分項.....	17
2.產業計量技術發展分項.....	27
3.前瞻計量技術研究分項.....	35
4.法定計量技術發展分項.....	37
5.量化成果彙總.....	41
(三)、技術交流與合作.....	42
(四)、標準量測系統維持情形.....	47
肆、計畫變更說明.....	48
伍、成果說明.....	49
一、標準維持與國際等同分項.....	49
量化成果說明.....	49
執行成果說明.....	50
(一)、國際等同.....	50
1.BIPM 校正量測能力(CMC)資料庫，共登錄 252 項.....	51
2.參與 13 項國際比對(其中主導 1 項)及 16 項(20 件)國際追溯.....	52
3.完成 5 領域第三者認證及 8 領域監督評鑑.....	60
4.國際技術合作與交流.....	60

5.參與國際重要會議.....	61
(二)、品質管理.....	77
1.系統查驗.....	77
2.量測系統退庫.....	78
3.量測系統年度查核數據審查.....	78
4.內部稽核及管理審查.....	78
5.新人訓練.....	78
6.品質管理系統文件修訂.....	79
7.國際業務之校正委託.....	79
8.支援標準檢驗局.....	79
9.支援 TAF 相關工作小組.....	79
10.滿意度調查.....	79
(三)、系統維持與精進.....	82
1.系統改良 4 套.....	82
2.系統設備汰換 5 套.....	104
3.配合系統改良及汰換工作，進行「客戶需求關懷訪談」.....	109
4.小型系統精進研究與改善 8 套.....	112
(四)、產業服務.....	115
1.維持 120 套系統，提供業界校正服務.....	115
2.520 世界計量日相關活動.....	123
3.文物數位典藏.....	124
4.辦理技術訓練課程及推廣活動.....	124
二、產業計量技術發展分項.....	129
量化成果說明.....	129
執行成果說明.....	129
(一)、溫室氣體原級計量標準技術.....	129
(二)、三維尺寸量測系統與技術.....	143
(三)、電力計量標準系統.....	156
(四)、半導體多維參數量測標準技術.....	166
(五)、分光輻射黑體源標準技術研究.....	177

三、前瞻計量技術研究分項.....	191
量化成果說明	191
執行成果說明	191
(一)、微粒材料量測技術.....	191
(二)、前瞻材料探針量測技術.....	210
四、法定計量技術發展分項.....	229
量化成果說明	229
執行成果說明	229
(一)、新版水量計型式認證加測項目能量擴充.....	229
(二)、噪音計檢定檢查技術規範草案修訂.....	244
陸、結論與建議.....	279
柒、附件.....	285
附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表.....	287
附件二、一百萬元以上儀器設備清單.....	288
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表.....	289
附件四、專利成果一覽表.....	296
附件五、技術/專利應用一覽表.....	297
附件六、論文一覽表.....	299
附件七、技術報告一覽表.....	313
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表	323
附件九、研究成果統計表.....	325
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表.....	326
附件十一、產業分項、前瞻分項及法定分項之全程目標.....	327
附件十二、103 年度結案審查委員意見回覆表.....	332
附件十三、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務.....	339
附件十四、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明.....	405

圖 表 目 錄

圖 0-1-1、APMP TCFF Initiative 計畫的參與國家實驗室、工作項目及團隊分工.....	44
圖 1-1-1、全球相互認可機制架構.....	50
圖 1-1-2、APMP CMC 登錄流程.....	51
圖 1-1-3、全球區域計量組織.....	52
圖 1-1-4、CCAUV.A-K1 麥克風國際比對架構圖.....	53
圖 1-1-5、APMP.AUV.A-S1 比對結果圖.....	57
圖 1-1-6、NML 參與 CCM.FF-K6.2011 國際比對結果及與關鍵比對參考值之比較.....	58
圖 1-1-7、CCM.FF-K6.2011 國際比對結果圖.....	58
圖 1-1-8、APMP.M.P- K13 比對結果圖.....	59
圖 1-2-1、100 年度至 103 年度整體滿意度比較圖.....	80
圖 1-2-2、100 年度至 103 年度各服務項目滿意度比較圖.....	80
圖 1-3-1、Dimension Icon AFM 可供計量型 AFM 掃描平台模組之安裝空間.....	83
圖 1-3-2、M-AFMS 工程圖.....	84
圖 1-3-3、M-AFMS 實體圖.....	84
圖 1-3-4、計量型 AFM 的系統圖.....	85
圖 1-3-5、計量型 AFM 操作流程.....	85
圖 1-3-6、計量型 AFM 之 M-AFMS 操作畫面.....	86
圖 1-3-7、計量型 AFM 之外觀.....	86
圖 1-3-8、線距計算方式.....	86
圖 1-3-9、Xe 燈與 QTH 燈的光譜.....	91
圖 1-3-10、光源(含對位移動台).....	91
圖 1-3-11、前置光學系統.....	92
圖 1-3-12、偵測器夾治與移動平台.....	92
圖 1-3-13、分光輻射量測程式圖.....	92
圖 1-3-14、分光輻射量測系統圖.....	93
圖 1-3-15、小容積定水頭槽設計圖.....	96
圖 1-3-16、小容積定水頭槽.....	96
圖 1-3-17、電動式換向器.....	97
圖 1-3-18、電動式 V 孔球型流量控制閥.....	97
圖 1-3-19、流速分布(min = 177 kg/s, mout = 0 kg/s).....	97
圖 1-3-20、水位分布(min = 177 kg/s, mout = 0 kg/s).....	98
圖 1-3-21、離心式幫浦與變頻器圖.....	100
圖 1-3-22、改良前壓力脈動流圖.....	100

圖 1-3-23、改良後無壓力脈動流圖(低於 3.8 %)	100
圖 1-3-24、緩衝槽及其內部濾網圖	101
圖 1-3-25、蝶閥更新前後之構造圖	102
圖 1-3-26、10 kg 質量比較儀及評估結果	104
圖 1-3-27、高解析度橢圓偏光儀	105
圖 1-3-28、高精度移動平台汰換架構	106
圖 1-3-29、3 m 積分球量測系統內部開孔設計示意圖	107
圖 1-3-30、3 m 積分球量測系統-多通道量測模組	108
圖 1-3-31、陣列式光譜儀準確性量測結果(1000 nm 至 2100 nm)	108
圖 1-3-32、客戶需求關懷訪談照片	110
圖 1-3-33、光學平板架設計	113
圖 1-4-1、NML 校正服務重點產業分佈圖	117
圖 1-4-2、我國量測追溯體系	118
圖 1-4-3、工具機追溯參數	118
圖 1-4-4、NML 化學領域之工業與環保氣體能量展開	119
圖 1-4-5、工業與環保氣體產業需求分析	120
圖 1-4-6、工業與環保氣體產業目前困境	120
圖 1-4-7、文物數位典藏網站	124
圖 1-4-8、流感防疫之溫度量測技術擴散	125
圖 1-4-9、民生照明量測技術擴散	125
圖 1-4-10、工具機精密量測技術擴散	127
圖 2-1-1、驗證參考物質配製與濃度確效檢驗流程示意圖	130
圖 2-1-2、高壓式氣瓶之氣體充填與氣瓶質量量測示意圖	132
圖 2-1-3、SF ₆ in N ₂ 生產配製混合氣體濃度檢驗迴歸分析圖((10 ~ 100) μmol/mol)	134
圖 2-1-4、NF ₃ in N ₂ 生產配製混合氣體濃度檢驗迴歸分析圖((100 ~ 1000) μmol/mol)	134
圖 2-1-5、GC-TCD 氣體濃度檢驗系統示意圖	135
圖 2-1-6、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」計量追溯圖	138
圖 2-1-7、三維風速自動化校正平台(左：機構設計圖；右：現場圖)	139
圖 2-1-8、壓力掃瞄模組(左)、壓力校正接頭(中)、連接方式(右)	139
圖 2-1-9、自行開發之活塞式壓力校正系統	139
圖 2-1-10、三維皮托管與風洞測試	140
圖 2-1-11、被動式紊流產生器於風洞安裝情形	140
圖 2-1-12、被動式紊流產生器於不同風速下測試結果	140
圖 2-1-13、溫室氣體實場量測產業服務運作模式	142
圖 2-1-14、目前進行之國際合作活動	143

圖 2-2-1、LaserTRACER 本體及其貓眼反射鏡、控制機箱	144
圖 2-2-2、TRAC-CHECK 模式量測結果	146
圖 2-2-3、雙軸旋轉機構 2D 設計圖	146
圖 2-2-4、雙軸旋轉機構 3D 設計圖	147
圖 2-2-5、雷射干涉儀與追蹤信號回授元件的 3D 模組設計圖	147
圖 2-2-6、透鏡調整座	148
圖 2-2-7、雙軸旋轉機構追蹤信號處理流程圖	148
圖 2-2-8、追蹤信號與性能測試用雙軸旋轉機構	148
圖 2-2-9、雙光梳絕對測距	149
圖 2-2-10、雙光梳之非同步取樣	150
圖 2-2-11、將同步取樣擷取的數據經希爾伯特轉換後的局部放大圖	151
圖 2-2-12、縮時處理前和縮時處理後的信號分佈	151
圖 2-2-13、系統架構	152
圖 2-2-14、以夾治具固定待測物	153
圖 2-3-1、單相有效/無效電功率校正接線圖	157
圖 2-3-2、電壓/電流諧波校正接線圖	157
圖 2-3-3、單相有效/無效電能校正接線圖	159
圖 2-3-4、PMU 自動化檢測系統示意圖	161
圖 2-3-5、HP3458 與 NI-USB6356 交流電力自我追溯系統雛形	162
圖 2-3-6、交流電力計量標準之自我追溯系統架構圖	163
圖 2-3-7、自我追溯系統於 NML 的追溯鏈	164
圖 2-4-1、半導體常用之疊對圖案	167
圖 2-4-2、疊對影像量測	167
圖 2-4-3、紅外顯微鏡系統	168
圖 2-4-4、系統及標準件追溯流程	168
圖 2-4-5、疊對圖案結構	170
圖 2-4-6、反射儀系統	171
圖 2-4-7、干涉示意圖	171
圖 2-4-8、標準件追溯流程	172
圖 2-4-9、矽通孔結構	173
圖 2-4-10、推廣應用模式	176
圖 2-5-1、濕度樣品容器	178
圖 2-5-2、濕度樣品配製裝置	178
圖 2-5-3、濕度樣品分光穿透率量測結果	179
圖 2-5-4、以外插法估算穿透率 $T(\lambda) \sim 0$ 之絕對濕度條件	179

圖 2-5-5、膠原蛋白吸收紅外線光輻射實驗.....	180
圖 2-5-6、熱場溫度平面剖視熱分佈圖	182
圖 2-5-7、熱源裝置整體內部熱場溫度分佈.....	182
圖 2-5-8、電控線路.....	183
圖 2-5-9、主、從式電路控制	183
圖 2-5-10、高溫熱源裝置之內部尺寸	184
圖 2-5-11、底板鈹金.....	184
圖 2-5-12、高溫熱源裝置示意圖.....	185
圖 2-5-13、外觀圖.....	185
圖 2-5-14、爐體控溫至 100 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	186
圖 2-5-15、爐體控溫至 200 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	186
圖 2-5-16、爐體控溫至 400 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	187
圖 2-5-17、爐體控溫至 600 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	187
圖 2-5-18、爐體控溫至 800 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	188
圖 2-5-19、爐體控溫至 1000 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	188
圖 2-5-20、爐體控溫至 1200 °C，爐體中心溫度穩定度測試.....	189
圖 3-1-1、微型懸臂樑示意圖	195
圖 3-1-2、三種寬度、兩種不同形式之微型懸臂樑設計	195
圖 3-1-3、兩種形式之微懸臂樑質量感測器.....	198
圖 3-1-4、壓阻式應變感測與離子佈植尺寸設計	198
圖 3-1-5、微懸臂樑 SOI Wafer 製程設計	199
圖 3-1-6、寬度 30 μm 之微懸臂樑光罩設計	199
圖 3-1-7、懸臂樑感測器光學影像.....	200
圖 3-1-8、微奈米顆粒質量偵測技術架構圖.....	201
圖 3-1-9、微奈米顆粒質量偵測系統流量示意圖.....	201
圖 3-1-10、氣膠噴嘴傳輸效率量測系統架構.....	202
圖 3-1-11、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟一	203
圖 3-1-12、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟二	204
圖 3-1-13、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟三	205
圖 3-1-14、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟四	205
圖 3-1-15、氣膠噴嘴傳輸效率量測系統	206
圖 3-1-16、量測腔中之氣膠噴嘴.....	206
圖 3-1-17、氣膠噴嘴傳輸效率之計算結果	207
圖 3-1-18、不同工作距離下之高效率氣膠噴嘴平均傳輸效率。.....	208
圖 3-1-19、高效率氣膠噴嘴之 200 nm 微奈米顆粒運動軌跡模擬圖	209

圖 3-2-1、ZT 元件設計圖	211
圖 3-2-2、電阻量測晶片之簡圖	212
圖 3-2-3、圖中之十字型薄膜為樣品	212
圖 3-2-4、供量測所使用之矽晶片	212
圖 3-2-5、量測電阻率之儀器設備	212
圖 3-2-6、掃描式電子顯微鏡之薄膜熱電性質量測平台影像	213
圖 3-2-7、電阻量測之接線圖	213
圖 3-2-8、測試介面	213
圖 3-2-9、探測實況圖	214
圖 3-2-10、電阻率實測結果	214
圖 3-2-11、原子力顯微鏡奈米壓痕量測技術試驗與分析架構	214
圖 3-2-12、AFM 奈米壓痕量測校正追溯圖	215
圖 3-2-13、AFM 懸臂樑探針校正示意圖	215
圖 3-2-14、AFM 壓痕量測過程中懸臂樑探針變形行為	216
圖 3-2-15、AFM 探針接觸模型理論	217
圖 3-2-16、修飾(a)前(b)後之 AFM 懸臂樑探針 OLTESPA	218
圖 3-2-17、光學顯微鏡觀測 3 μm 之二維線距標準片影像	219
圖 3-2-18、AFM 光學顯微鏡量測懸臂樑長度	219
圖 3-2-19、待校懸臂樑探針傾斜角度量測	220
圖 3-2-20、60-nm 奈米粒子 AFM 掃描影像圖	221
圖 3-2-21、奈米粒子(SRM 1964)尺寸分佈圖	221
圖 3-2-22、60-nm 奈米粒子原子力顯微鏡掃描影像	222
圖 3-2-23、光柵結構示意圖中四個結構參數與製作之光柵結構 SEM 圖	222
圖 3-2-24、理論計算繞射強度分布圖及不同座標轉換	223
圖 3-2-25、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線據分析結果	224
圖 3-2-26、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線據分析結果	224
圖 3-2-27、具相對偏移情況之雙層光柵結構示意圖以及製作結構剖面 SEM 圖	225
圖 3-2-28、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線據分析結果	225
圖 4-1-1、國際標準重要變革及對廠商的影響	230
圖 4-1-2、歷年技術發展歷程圖及說明	230
圖 4-1-3、隔離室電磁波隔離對策	234
圖 4-1-4、天線雙錐結構修改	235
圖 4-1-5、電磁干擾測試硬體架構圖	237
圖 4-1-6、電磁干擾測試 Status Setup 畫面	238
圖 4-1-7、電磁干擾測試 Test 開始	239

圖 4-1-8、電磁干擾測試 Test 結束	240
圖 4-1-9、隔離箱內外的水量計架設情形	241
圖 4-2-1、噪音計相關規範之發展歷程	245
圖 4-2-2、倍頻濾波器設計原理	247
圖 4-2-3、倍頻濾波器檢定檢查項目	248
圖 4-2-4、中心頻率為 1 kHz 1/3 倍頻濾波器相對衰減量測結果	250
圖 4-2-5、倍頻濾波器平坦頻率響應量測結果	251
圖 4-2-6、倍頻濾波器檢測系統圖	252
圖 4-2-7、量測結果的判定	253
表 1-1-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計	52
表 1-1-2、NML 參與國際比對統計資料	53
表 1-1-3、103 年度 NML 國際比對情形	54
表 1-1-4、APMP.L-K4 各實驗室比對結果	55
表 1-1-5、103 年度 NML 國外追溯情形	59
表 1-1-6、103 年度 NML 第三者認證狀態統計表	60
表 1-1-7、海峽兩岸計量研討會口頭發表	63
表 1-1-8、2014 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會參與人員	66
表 1-2-1、103 年度系統查驗完成項目	77
表 1-2-2、103 年度退庫項目	78
表 1-2-3、103 年度 NML 顧客意見或建議之彙整表	81
表 1-3-1、雷射干涉儀與撓性微移動平台規格	83
表 1-3-2、線距校正系統評估結果	87
表 1-3-3、線距 50 nm 不確定度分析表	88
表 1-3-4、線距 500 nm 不確定度分析表	88
表 1-3-5、線距 3000 nm 不確定度分析表	89
表 1-3-6、矽光偵測器分光響應不確定度評估結果	93
表 1-3-7、鍍/砷化鎵錫光偵測器分光響應不確定度評估結果	94
表 1-3-8、質量量測之不確定度組成表-大稱重器	98
表 1-3-9、科氏力式質量流量計測試結果比較表	101
表 1-3-10、質量量測之不確定度組成表(@750 kg)	103
表 1-3-11、體積量測之不確定度組成表(@W1=1500 kg)	103
表 1-3-12、高解析度橢圓偏光儀驗收及測試檢驗結果	105
表 1-3-13、高精度移動平台驗收及測試檢驗結果	106
表 1-3-14、陣列式光譜儀準確性量測結果(200 nm 至 800 nm)	109
表 1-3-15、陣列式光譜儀光譜準確性量測結果(780 nm 至 1650 nm)	109

表 1-3-16、訪談顧客資料表	110
表 1-3-17、現有系統能量、不確定度、顧客需求符合與用途	111
表 1-3-18、顧客使用校正報告狀況	111
表 1-3-19、D05 及 D22 系統設備汰換客戶需求彙整	112
表 1-4-1、產業重點發展項目	117
表 2-1-1、(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol}$ 之 SF_6 in N_2 參考物質配製濃度一覽表	132
表 2-1-2、(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ 之 NF_3 in N_2 參考物質配製濃度一覽表	133
表 2-1-3、 SF_6 in N_2 分析參數設定	133
表 2-1-4、 NF_3 in N_2 分析參數設定	134
表 2-1-5、(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 濃度檢驗評估分析表	136
表 2-1-6、(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol}$ SF_6/N_2 濃度檢驗評估分析表	137
表 2-1-7、溫室氣體驗證參考物質能量服務表	138
表 2-1-8、科技廠含氟溫室氣體處理設備 DRE 效能驗收準則	141
表 2-2-1、TRAC-CAL 量測報告之各軸幾何誤差	145
表 2-2-2、光學模組硬體規格	152
表 2-2-3、演算法流程	153
表 2-2-4、實驗步驟與測試例	154
表 2-2-5、實驗結果	154
表 2-3-1、單相交流電功率之服務範圍與量測不確定度(一)	158
表 2-3-2、單相交流電功率之服務範圍與量測不確定度(二)	158
表 2-3-3、單相交流電能之服務範圍與量測不確定度(一)	159
表 2-3-4、單相交流電能之服務範圍與量測不確定度(二)	160
表 2-3-5、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電壓諧波量測比較	163
表 2-3-6、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電流諧波量測比較	164
表 2-3-7、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電功率量測比較	164
表 2-4-1(a)、圓標準件之圓中心位置	169
表 2-4-1(b)、圓標準件之疊對誤差	169
表 2-4-2(a)、疊對標準件之中心位置	170
表 2-4-2(b)、疊對標準件之疊對誤差	170
表 2-4-3(a)、階高量測結果	173
表 2-4-3(b)、使用反射儀量測階高之不確定度分析	173
表 2-4-3(c)、反射儀系統之組合標準不確定度分析	173
表 2-4-4、孔徑 10 μm 矽通孔結構之深度量測	174
表 2-4-5、TSV 深度量測之國內外技術比較	175
表 3-1-1、各種微型懸臂樑尺寸一覽表(共 14 種)	195

表 3-1-2、各種微型懸臂樑之共振頻率與等效質量	196
表 3-1-3、各種微型懸臂樑之品質因子與靈敏度	197
表 3-1-4、SOI Wafer 相關規格	197
表 3-2-1、SH 量測數據表	219
表 3-2-2、SC 量測數據表	219
表 3-2-3、AFM 懸臂樑探針勁度不確定度評估表	220
表 4-1-1、水量計尺度	231
表 4-1-2、起始與終止載波頻率	232
表 4-1-3、電壓駐波比(VSWR)測試結果	235
表 4-1-4、量測系統綜合測試使用設備一覽表	238
表 4-1-5、塑膠表頭的水量計於垂直天線的測試結果	242
表 4-1-6、塑膠表頭的水量計於水平天線的測試結果	243
表 4-1-7、金屬表頭的水量計於垂直天線的測試結果	243
表 4-1-8、金屬表頭的水量計於水平天線的測試結果	243
表 4-2-1、噪音計相關規範	245
表 4-2-2、噪音計檢定檢查技術規範修訂依據的國際標準規範	246
表 4-2-3、OIML R130:2001 及 IEC 61260-3:2013 之檢測項目	248
表 4-2-4、1/1 及 1/3 倍頻濾波器之中心頻率	249
表 4-2-5、倍頻濾波器相對衰減之正規化頻率與公差	250
表 4-2-6、噪音計檢定檢查技術規範-第二部分(含倍頻濾波器之噪音計)條文草案	257
表 4-2-7、噪音計檢定檢查技術規範-第一部分(一般及積分式噪音計)修正條文對照表	263

壹、103 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要

時 間	內 容	分 類
103.01.06	向標準檢驗局新任劉明忠局長簡報，說明國家度量衡標準實驗室業務及爰請協助事項。	計畫管理
103.01.07	102 年度結案實地查證會議。	計畫管理
103.01.16	標檢局經標四字第 10300002370 號函文同意新建「低壓氣體流量校正系統一壓力容積溫度時間校正器」作為國家度量衡標準系統，正式對外提供服務。	新建系統
103.01.20	標檢局同意以經費 400,390 千元向國科會提出 104 年中綱基本資料及概述表，103.2.19 局方通知綱要計畫受限於額度修正為 311,400 千元。	計畫管理
103.02.14	韓國 KRISS 三位專家來訪，了解我方血壓計之研發情形以洽談未來合作事宜；KRISS 在醫學計量領域的投入包括超音波、CT/MRI、雷射等。	來訪
103.02.17	標準檢驗局劉明忠局長、第四組周俊榮組長及新竹分局林傳偉分局長參訪 NML 電量、長度、流量等實驗室及工研院展示館。	來訪
103.02/20~27	蘇峻民博士受邀赴日本 NMIJ 擔任流量部門(Fluid Flow Division)之液體流量實驗室延展認證之同儕評鑑技術評審員。	受邀評鑑
103.02.27	許俊明室主任榮獲中華民國計量工程學會「第十四屆傑出計量工程師」獎。	獲獎
103.02.27	黃宇中室主任及其技術團隊，榮獲中華民國計量工程學會「第十屆計量科技研發創意獎」。	獲獎
103.03.14	北區各縣市國中及國小自然領域教師代表 80 人參訪國家標準實驗室。	來訪
103.03.20~23	參加台灣國際照明科技展，於南港展覽館展出項目：分光輻射通量系統、眩光及閃爍量測系統、LED 檢測實驗室。	參展
103.03.25	104 年度綱要計畫主管機關(標檢局)審查會議。	計畫管理
103.04.08	於工研院光復院區 17 館國際會議廳舉辦「顯示器量測技術成果發表暨測試實驗室成立說明會」，計 38 家廠家 105 人次參加。	推廣
103.04.23	海軍大氣海洋局 3 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
103.04.22	舉辦流感防疫之第一線檢測技術說明會，說明「流感篩檢之體溫量測技術」、「高準確體溫量測之管控方法」，計 27 家廠家 64 人次與會。	技術擴散
103.05.05	辦理 NML 開放 27 年週年慶。	知識傳播

時 間	內 容	分 類
103.05.05~09	進行 102 年度標檢局委辦計畫查核作業，量測中心受查計畫包括國家度量衡標準實驗室運作計畫、奈米技術計量標準計畫、影像顯示產業標準與檢測規範推展計畫、能源計量標準技術發展計畫。	計畫管理
103.05.20	協辦「2014 年 520 世界計量日—國際計量發展趨勢研討會」，今年計量日主題為「計量與能源發展」。會中邀請資訊工業策進會 馮明惠所長演講「互通標準對智慧電網應用推動之影響」、鼎唐能源科技公司 童遷祥執行長演講「由能源安全看安全能源-我們面對的挑戰與機會」，計 50 廠家 130 人次參加。	知識傳播
103.06.01~06	彭國勝組長以 APMP 執行委員身分，參加亞太計量組織執行委員會(Executive Committee, EC) 與技術委員會(TC)之年中會議與研討會。	國際會議
103.06.03~10	NML 12 位同仁同標準檢驗局長官一同參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」、「兩岸光電檢測技術及標準研討會」、「2014 年光伏計量論壇」及拜會國家質檢總局計量司、中國計量科學研究院、廈門市質量技術監督局、廈門市計量檢定測試院、福建省標準化研究院等標準單位。	技術交流
103.06.06	泰國科學服務司(Department of Science Service, DSS)泰國一行 6 人參訪國家標準實驗室，除分享 NML 在台灣的任務與地位之外，也介紹量測比對運作以及實務經驗的相互討論。	來訪
103.06.17	辦理「2.5 m 積分球量測系統」申請變更改購置「3 m 積分球量測系統」，獲局 6 月 17 日經標四字第 10300552090 號函文同意。	計畫管理
103.06.10	辦理新建之「麥克風自由場靈敏度互換校正系統(A04)」查驗會議。	系統查驗
103.06.18~20	完成長度領域第三者認證評鑑。	評鑑
103.06.24	江蘇計量測試學會一行 18 人訪問，交流國家量測標準。	來訪
103.06.30	假工研院光復院區辦理「民生照明量測技術成果發表會」，推廣 LED 量測與標準件技術、測試技術、照明量測技術，計 40 廠家 61 人次參加。	技術擴散
103.07.01~04	完成光量/電量/磁量/微波領域之第三者認證評鑑。	評鑑
103.07.03~09.30	何柏青博士赴日 NMIJ 進行為期 3 個月之「晶格階高樣品及量測技術研究」國際合作研究。	客座研習
103.07.07	經標四字第 10340005660 號來文暫停辦理科專計畫聯合成果	計畫管理

時 間	內 容	分 類
	展，原計畫總經費 2 億 9,502 萬 4 千元整，修正為 2 億 9,472 萬 9 000 元整。	
103.07.18	上海計量測試技術研究院一行 10 人訪問，交流國家量測標準。	來訪
103.07.31	NML 同台南市政府地政局、內政部國土測繪中心假成功大學共同辦理「測繪儀器檢校論壇」，推廣測繪儀器校正技術，研討測繪儀器校正系統校正鏈設計與實現、e-GNSS (Global Navigation Satellite System) 營運與展望。計 35 處地政局、地政事務所等 101 人次參加。	技術擴散
103.08.11	經標四字第 10300068420 號來文同意「麥克風自由場靈敏度互換校正系統」A04 作為國家度量衡標準，俟「度量衡規費收費標準」修正公布施行後，正式對外提供服務。	新建系統
103.08.11	工研量字第 1030009469 號提出國家度量衡標準實驗室擬停止「系統服務 4 套(微量氣體校正系統 F09、木材水份計量測系統 H04、水柱壓力量測系統 P02、微波雜訊量測系統 U04) 及部分系統服務 1 套(熱電偶溫度計量測系統 T03)」，8 月 11 日獲局經標四字第 10300061930 號函同意俟「度量衡規費收費標準」修正公布後，正式停止對外提供服務。	停止服務
103.08.12	假台中辦理「工具機組裝檢測與精密零件自動量測技術研討會」，推廣工具機組裝檢測技術(Laser Tracer、雷射檢測)及精密機械零件自動檢測技術，計 43 廠家 89 人次參加。	技術擴散
103.08.13	假台灣科技大學辦理「電性量測與電磁波檢測技術成果發表會」，針對業界常用的電量與電磁量測，包含電力、電壓、電流、低頻磁場、高頻電磁波等各項參數，分享電性與電磁精密量測技術，計 47 廠家 74 人次參加。	技術擴散
103.08.18~08.21	黃宇中室主任受 APMP TCAUV 主席邀請參加 APMP TCAUV DEC Workshop，分享我國於低衝擊校正技術成果_Fundamentals of low intensity shock calibration，同時協助進行振動校正實作訓練。	受邀演講
103.09.02	山東省計量科學研究院一行 8 人訪問，交流國家量測標準。	來訪
103.09.14~20	于學玲博士參加光輻射與光度諮詢委員會(CCPR)年會及工作小組會議，進行加入成為 CCPR 正式觀察員(observer)報告，現場無反對意見。	國際會議
103.09.16	山東省濟南市標準化協會一行 7 人訪問，交流法制計量相關辦	來訪

時 間	內 容	分 類
	法。	
103.09.24	廈門市標準化協會一行 11 人訪問，交流國家量測標準。	來訪
103.09.29	浙江省計量科學研究院一行 8 人訪問，交流國家量測標準。	來訪
103.09.29	辦理擴建之「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」查驗會議。	系統查驗
103.09.18~28	NML 參加 2014 APMP 年度大會及出席各領域技術委員會會議，黃宇中室主任當選 TCAUV 下一任主席，2015 年為預備主席，將現協助現任主席處理相關事務。彭國勝組長並以 Executive Committee 委員身份，參加 APMP 2014 執行委員會(EC)會議。	國際會議
103.10.01	IEC 62A/JWG4 Secretary, Mr. Dave Osborn 參訪。	來訪
103.10.08	104 年度細部計畫主管機關（標檢局）審查。	計畫管理
103.10.13	奈米技術計量標準計畫所擴建之 NML 奈米粒徑量測系統(D26)_Zeta 電位校正能量，獲局經標四字第 10300584070 號函同意俟規費收費標準修正公布施行後，續由 NML 運準維持並對外提供服務。	擴建系統
103.10.28	中山醫學大學一行 35 人參訪，認識國家度量衡標準。	來訪
103.10.28~31	藍玉屏組長參加 MacroScale 研討會及 CCL-WGs 會議。	國際會議
103.10.29	辦理計量技術人員教學觀摩，除進行 NML 簡介，講解 SI 單位及計量追溯，並安排參觀大流量液區控制室(水/油系統)及氣區控制室(高壓氣體系統)。	知識傳播
103.10.31	台灣大學一行 2 人參訪，交流國家量測標準。	來訪
103.11.07	弘光科技大學一行 2 人參訪，認識國家度量衡標準。	來訪
103.11.13	本計畫擴建之「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」，獲標四字第 10300106390 號來文同意，俟規費收費標準修正公布施行後，正式對外提供服務。	擴建系統
103.11.18~20	由標檢局局長帶隊，同段主任等計 7 人出席第 25 屆 CGPM 會議。	國際會議
103.11.23~25	蕭俊豪博士受邀至新加坡評鑑新加坡計量中心(A*Star)國家流量實驗室與技術研討。	受邀評鑑
103.11.26	辦理計量技術人員教學觀摩，除進行 NML 簡介，講解實驗室間比對之重要性，並安排參觀約瑟夫森電壓標準、交流電力標準、壓力標準、力量標準等。	知識傳播
103.12.09	江蘇省質量技術監督局一行 6 人參訪，交流國家量測標準。	來訪
103.12.18	印尼貿易部駐台代表一行 2 人參訪，交流計量人才培訓。	來訪
103.12.18	南京市質量技術監督局一行 6 人參訪，交流國家量測標準。	來訪

時 間	內 容	分 類
103.12.18	民生化學計量標準計畫所新建之氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)、及擴建之鋼瓶氣體濃度量測系統(C03)，獲局經標四字第 10340011620 號函同意俟規費收費標準修正公布施行後，續由 NML 運準維持並對外提供服務。	新擴建系統
103.12.23	奈米技術計量標準計畫所擴建 NML 之奈米粒徑量測系統(D26)_比表面積量測能量，獲局經標四字第 10300120960 號函同意俟規費收費標準修正公布施行後，續由 NML 運準維持並對外提供服務。	擴建系統
103.12.26	中國計量測試學會一行 12 人參訪，交流國家量測標準。	來訪

貳、前言

「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」之目的為建立並維持國家最高量測標準，提高量測品質與儀器系統的準確度，保障全國量測之準確性與國際等同性，為國內標準追溯依據，提供業界校正服務，奠基國家品質基磐。以計量科學的發展，作為產業發展競爭之後盾，守護我國計量技術主權，完善研發基礎與永續發展環境。本計畫共分為四個分項進行，本年度各分項主要任務如下：

一、標準維持與國際等同分項

(一) 建立、維持國家量測標準之國際等同

1. 進行國家實驗室 15 領域之第三者認證評鑑活動以確認品質系統，維持 CIPM MRA 相互認可協議之簽署與效力。
2. 完備現有標準系統能量與技術能力，積極參與並主導國際比對，主動促成標準校正與量測能量(calibration and measurement capabilities, CMC)之擴增與更新，得以持續合格登錄於 BIPM 之關鍵比對資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
3. 維護國家度量衡標準實驗室形象、構建與國際標準相關機構間互動關係，參與或舉辦國際會議，盡守我國國家度量衡標準實驗室之任務與功能。

(二) 建立、維持國家最高量測標準及提供一級校正服務

1. 維持實驗室品保制度運作，符合 ISO/IEC 17025 之標準規範，系統查核管制以確保國家標準實驗室的服務品質。
2. 維護 NML 硬體環境設施與系統設備，減少系統故障率，以維持實驗室之正常運作。
3. 運用計量標準技術，精進改良/再評估標準系統，維持 15 個領域、120 套量測系統正常運作。
4. 執行校正工作，提供校正服務，傳遞標準至國內各實驗室及業界作為研發、生產製造、認證、驗證等品質管理與活動之基準。

(三) 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣國家實驗室服務能量與技術

1. 推廣傳播計量標準技術和資訊，舉辦計量標準研討會和發行專業期刊，配合產業、實驗室需求協助培育國內計量人才。
2. 提供計量標準技術服務。

二、產業計量技術發展分項

(一) 因應國家發展及產業校正與追溯之需求，新建或擴建國家量測系統及相關之基礎設施，包括方法之評估、開發、能力驗證等，完備產業所需之計量標準系統建置，解決廠商所面臨有關計量量測的共通問題。

(二) 擴充一級校正技術服務能力，提供業界更多的服務，促使我國檢測儀器皆能追溯至

國際標準，使我國外銷產品皆能符合國際標準與規範。

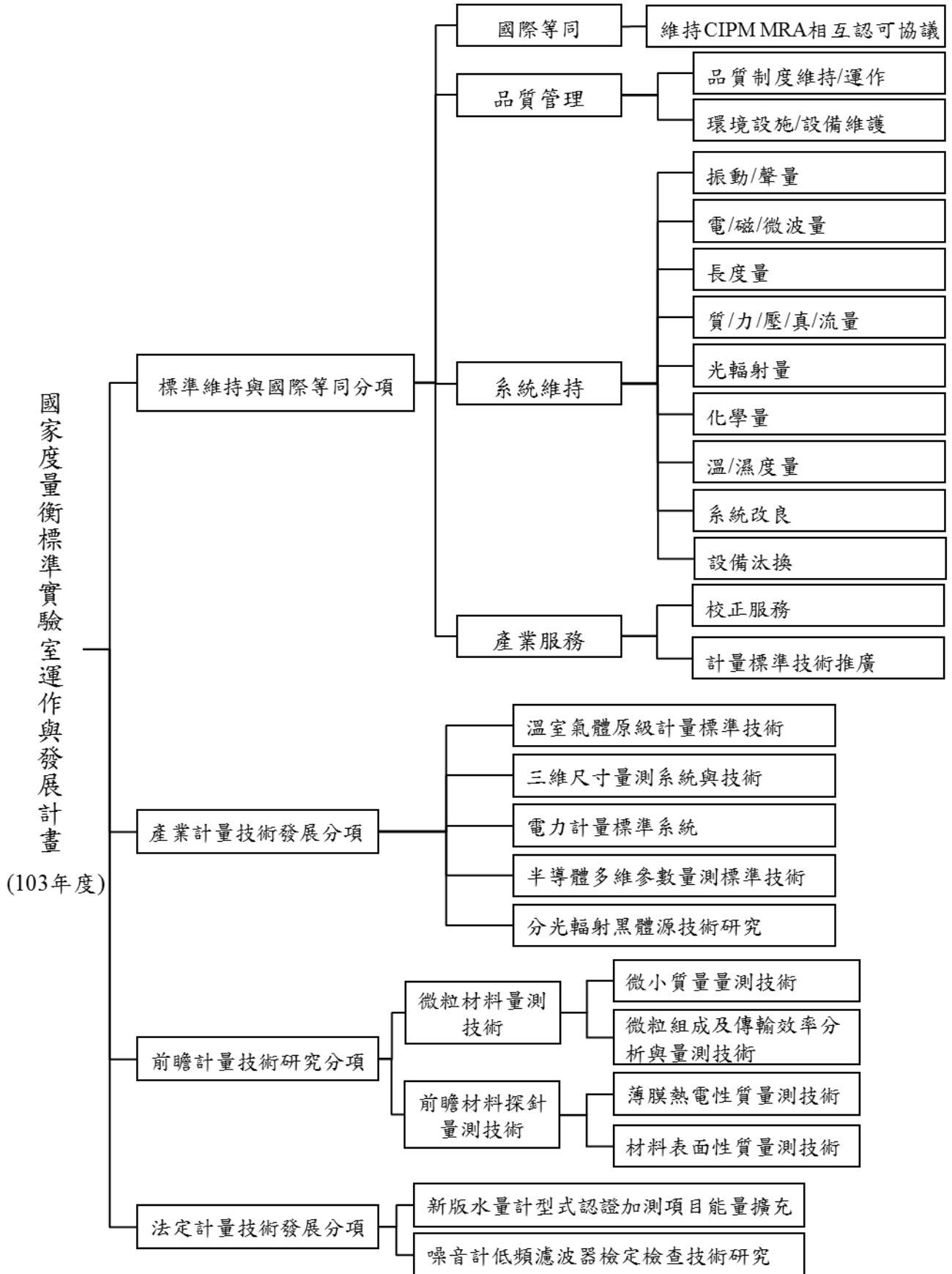
三、計量技術與量測系統發展分項

- (一)進行量測技術基礎研究、量測方法精進，提升國家實驗室標準技術研發能力，使計量技術生根，進而建立我國自主之計量標準。
- (二)進行產業所需之計量技術基礎研究，發展產業未來所需之計量技術、量測方法，確保產業領先國際。

四、法定計量技術發展分項

- (一)建立法定計量器型式認證之性能測試技術，提供性能測試或其技術移轉之服務。
- (二)協助研擬型式認證性能測試規範及法定計量器施檢規範。提升法定計量型式認證的公信力，促使國家在公平交易、民生福祉及社會安全上更具保障。

本年度計畫架構



參、執行績效檢討

一、資源運用情形

(一)、人力運用情形

1.人力配置

主持人	分項計畫 (名稱及主持人)	預計 人年	實際人年
計畫主持人： 段家瑞 協同計畫主持人： 藍玉屏	(1)標準維持與國際等同分項 計畫主持人：彭國勝	67.50	64.74
	(2)產業計量技術發展分項 計畫主持人：藍玉屏	14.75	15.01
	(3)前瞻計量技術研究分項 計畫主持人：傅尉恩	10.23	9.2
	(4)法定計量技術發展分項 計畫主持人：楊正財	2.25	2.3
合 計		94.73	91.25

2.計畫人力

單位：人年

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	研究員級以上	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他		
103	預計	60.19	32.04	2.50			25.50	42.88	15.35	11.00		94.73
	實際	61.65	26.39	3.21			24.91	39.14	14.38	12.82		91.25

註：本表採用工研院職級計算。

(二)、經費運用情形

1.歲出預算執行情形

單位：千元

會計科目	分項計畫		合計		佔總計%	
	預算	執行數	預算	執行數	預算	執行數
(一)經常支出						
1.直接費用						
(1)直接薪資	114,318	114,318	38.8	38.8		
(2)管理費	28,577	28,577	9.7	9.7		
(3)其它直接費用	107,605	107,605	36.5	36.5		
2.公費	1,429	1,429	0.5	0.5		
經常支出小計	251,929	251,929	85.5	85.5		
(二)資本支出						
1.土地						
2.房屋建築及設備						
3.機械設備	41,300	40,717	14.0	13.8		
4.交通運輸設備						
5.資訊設備	1,100	1,210	0.4	0.4		
6.雜項設備						
7.其他權利	400	795	0.1	0.3		
資本支出小計	42,800	42,722	14.5	14.5		
合計	294,729	294,651	100	100		

註：依計畫流用變更後預算編列。

2.歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	實際數	差異說明
財產收入			
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價		91,260	
其他—專戶利息收入			
	200,000	178,334	銀行利率低，因此達成率低。
罰金罰鍰收入			
		294,289	供應商逾期罰款
罰金罰鍰			
供應收入—			
資料書刊費	280,000	249,320	計量技術涉及領域、產業層面廣泛，但特定客戶群有限，以推廣計量觀念為主要目的，同步以網路之運用、推廣說明會投入度量衡標準推廣。
服務收入—			
教育學術服務	1,000,000	708,200	
技術服務			
審查費(校正服務費)	41,090,000	40,054,610	
業界合作廠商配合款			
收回以前年度歲出		1,003	
其他雜項			
小 計	42,570,000	41,485,756	
專利授權金 ^註			
		521,429	
權利金			
技術授權金		1,521,895	
製程使用			
小 計		2,043,324	
合 計			
	42,570,000	43,620,340	繳庫數佔決算數 14.8%

註：102/6/20 重新簽訂經濟部標準檢驗局度量衡標準計畫研發成果運用契約書，專利/技術授權成果運用收入由 70%繳庫修訂為 60%繳庫。

(三)、設備購置與利用情形

1. 本年度計畫經費購置 300 萬元以上儀器設備 7 件，請參閱附件一之儀器設備清單。
2. 本年度計畫經費購置 100 萬元以上儀器設備計 0 件，請參閱附件二之儀器設備清單。

註：依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。

二、計畫達成情形

(一)、進度與計畫符合情形

1.標準維持與國際等同分項

預定進度 ———— 實際進度 - - - - -

進度 月份 工作項目	103 年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.國際等同												
●執行第三者認證	——— (1) ———											
●執行國際比對	——— (2) ———											
B.品質管理												
●維持品質運作審核業務	——— (1) ——— (2) ——— (3) ——— (4)											
●進行內部稽核與管理審查	——— (5) ———											
●進行實驗室環境與安全系統定期檢查/維護	——— (6) ———											
●維護電腦主機資訊系統與量測儀器	——— (7) ———											
●撰寫/修正 ICT 及 MSVP	——— (8) ——— (9)											
●客戶滿意度調查	——— (10) ———											
C.系統維持												
●維護標準系統	——— (1) ———											
●執行國內追溯	——— (2) ———											
●執行國外追溯	——— (3) ———											
●系統改良及設備汰換	——— (4) ———											
D.產業服務												
●提供校正服務	——— (1) ——— (2) ——— (3) ——— (4)											
●舉辦研討會/在職訓練	——— (5) ———											
●出版「量測資訊」	——— (6) ———											
●維護更新 NML 網站	——— (7) ———											
●執行新聞、推廣業務	——— (8) ———											
●執行公關業務	——— (9) ———											

2. 產業計量技術發展分項

進度 工作項目	103 年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. 溫室氣體原級計量標準技術建立												
●配製 SF ₆ /N ₂ 雙成分原級參考混合氣			(1)									
●完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」擴建	(2)											
●配製 NF ₃ /N ₂ 雙成分原級參考混合氣			(3)									
●三維風速自動化校正平台設計	(4)											
●溫室氣體流量量測技術						(5)						
B. 三維尺寸量測系統與技術												
●靜態三維尺寸量測技術	(1)		(2)			(3)				(4)		
●自動追蹤雷射干涉技術						(5)		(6)				
●In-situ 計量檢測技術						(7)		(8)				
C. 電力計量標準系統擴建												
●單相系統規劃及設備性能驗證	(1)											
●交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術建立			(2)									
●單相交流有效/無效電功率、單相交流有效/無效電能及單相電力諧波量測技術建立					(3)							
●單相電力系統重新評估及完成單相系統擴建							(4)					

進度 工作項目	月份	103年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D. 半導體多維參數量測標準技術													
● 參考標準件設計與製作		(1)											
● 建立疊對(bonding overlay)量測標準技術與矽通孔(TSV)深度量測標準技術		(2)											
● 近紅外顯微標準方法評估疊對量測不確定度				(3)									
● 評估反射儀量測模組追溯NML長度標準						(4)							
E. 分光輻射黑體源標準技術研究		(1)											

3. 前瞻計量技術研究分項

進度 工作項目	月份	103年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. 微粒材料量測技術													
● 微小質量量測技術		(1)			(2)					(3)			
● 微粒組成及傳輸效率分析與量測技術		(4)				(5)						(6)	
B. 前瞻材料探針量測技術													
● 薄膜熱電性質量測技術				(1)			(2)					(3)	
● 材料表面性質量測技術		(4)			(5)			(6)			(7)		

4.法定計量技術發展分項

進度 工作項目	103 年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.新版水量計型式認證加測 項目能量擴充												
•完成電磁耐受性試驗設備相 關軟、硬體測試研究與調整	—— (1)											
•使用 2 具口徑 100 mm 之電 子式流量計，進行實流驗證 評估							—— (2)					
•測試及研究報告撰寫										—— (3)		
B.噪音計低頻濾波器檢定檢 查技術研究												
•檢定項目技術細節分析研究	—— (1)											
•檢定項目執行設備評估分析				—— (2)								
•檢定項目技術建立與實作分 析							—— (3)					
•研擬檢定項目執行方法草案								—— (4)				

(二)目標達成情形

1.標準維持與國際等同分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 國際等同			
<ul style="list-style-type: none"> 執行第三者認證 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光量/長度/電量/磁量/微波等 5 領域第三者認證再評鑑各項工作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光量/長度/電量/磁量/微波等 5 領域評審員邀請，並獲亞太計量組織(APMP)各領域技術委員會主席同意，於 6/18~6/20 順利完成長度領域第三者認證評鑑。7/1~7/4 完成光量/電量/磁量/微波等領域之第三者認證評鑑。 完成溫度/濕度(N0881)及質量/力量/壓力/真空/流量(N0882)等 7 領域之財團法人全國認證基金會(TAF)實驗室監督評鑑。4/17 完成化學領域「參考物質生產機構(RMP)」TAF 監督評鑑。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 執行國際比對 	<ul style="list-style-type: none"> 參與 8 項國際比對，完成 20 件國外追溯，確保國家標準與國際標準之等同性。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成衝擊加速規、片電阻、氫三相點、銀凝固點、分光響應、光強度、真空、油流量/水流量及風速 9 項國際比對量測工作；環/塞/針規端點尺寸標準、多頻聲音校正器、低壓氣體流量及油壓壓力 4 項分別於 5 月、7 月及 11 月登錄於 BIPM 網站。 完成標準燈、自動視準儀、荷重元、熱陰極離子真空 	<ul style="list-style-type: none"> 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		計、相位產生器、標準電感器、分光輻射亮度標準燈、單相交流電力標準表、標準線距、電磁場強度計、錐型偶極天線、分光輻射通量標準燈、532 nm 綠光雷射、棒狀天線、直流電流分流器及活塞壓力計 16 項 20 件的國外追溯工作。	
<ul style="list-style-type: none"> 參與國際活動 	<ul style="list-style-type: none"> 參加 CGPM、APMP 技術委員會議等相關技術活動，建立國際關係。 	<ul style="list-style-type: none"> 黃宇中室主任獲亞太計量組織(APMP)聲音/超音波/振動技術委員會 (APMP TCAUV) 主席邀請參加 APMP TCAUV DEC Workshop，分享我國於低衝擊校正技術成果，同時協助其進行振動校正實作訓練。 于學玲博士參加 CCPR 年會及工作小組會議，申請光輻射與光度諮詢委員會 (CCPR) 觀察員獲得通過，並獲 CIPM(國際度量衡委員會)同意最後核定。 參加 2014 APMP 年度大會及出席 10 個領域技術委員會會議。彭國勝組長以 Executive Committee(EC) 委員身份，參加 APMP 2014 執行委員會會議，及黃宇中室主任獲選下一屆 TCAUV 主席。 參加第 25 屆 CGPM 大會， 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>陪同標檢局劉明忠局長、四組第一科蘇柏昌科長出席，NML段家瑞主任、張啟生組長和藍玉屏組長外，另有駐法代表處經濟組賴作松組長和劉禹伶秘書，全團共七位。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • 擔任同儕評鑑評審員及 CMC 資料審查成員，協助國際等同業務之推動。 	<ul style="list-style-type: none"> • 擔任同儕評鑑技術評審員 <ul style="list-style-type: none"> → 流量領域蘇峻民博士受邀擔任日本計量標準總合中心(NMIJ)液體流量實驗室同儕評鑑之評審員。 → 流量領域蕭俊豪博士受邀擔任新加坡計量中心(NMC A*STAR)之液體流量校正實驗室同儕評鑑之評審員。 • 協助CMC登錄審查 <ul style="list-style-type: none"> → 于學玲博士協助審查紐西蘭國家標準實驗室(MSL)之光量領域校正量測能量(CMC)項目。 → 蔡淑妃研究員擔任 APMP 溫度技術委員會之白金電阻溫度及凝固點工作小組成員，協助審查中國大陸 NIM、香港 SCL、和馬來西亞 SIRIM 有關溫度定點的 CMC。 → 葉建志博士擔任 APMP 溫度技術委員會之工業級溫度計工作小組成員，協助審查中國大陸 NIM 和印尼 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>KIM-LIPI 有關工業級溫度計的 CMC。</p> <p>→李瓊武博士受邀擔任 APMP 區域計量組織間 (Inter-RMO) 評審專家，協助審查 EURAMET 成員實驗室所申請之捲尺 (Tape) 與電子測距 (EDM) 之 CMC。</p> <p>→謝文祺/李瓊武審查 2013 年絕對重力儀國際比對暨 CCM.G-K2 關鍵比對之 Draft A 報告。</p> <p>→陳生瑞博士受邀擔任 APMP 區域計量組織間 (Inter-RMO) 評審專家，協助審查 EURAMET 成員實驗室所申請之探針剛性量測 CMC 新項目。</p>	
(二) 品質管理			
<ul style="list-style-type: none"> 進行內部稽核與管理審查，維持品質運作審核業務 	<ul style="list-style-type: none"> 完成維持品質運作出具之 NML 校正報告審核業務累計 4000 件 	<ul style="list-style-type: none"> 配合廠商送校，累計完成維持品質運作之審核業務計 4546 件。 完成審查與修訂 ICT、MSVP 等技術報告，計 120 份。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 進行實驗室環境與安全維護定期檢查/活動 	<ul style="list-style-type: none"> 實驗室環境與安全維護、定期檢查活動、不定期配合實驗室環境故障排除 	<ul style="list-style-type: none"> 維護國家度量衡標準實驗室硬體環境(水源、電力、電話、溫濕度空調、照明、消防系統等)品質，進行定期檢查活動、不定期配合實驗室環境故障排除，減少設施之 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>故障率，以維持實驗室之正常運作。</p> <p>→完成實驗室高低壓電器每半年一次檢查、接地電阻測試、發電機保養及修護。</p> <p>→完成實驗室大樓電梯安全檢查每月定檢2次。</p> <p>→完成空調設備每半年一次檢查及維修、大流量區冰水主機更換工程。</p> <p>→完成消防系統檢查保養每半年定檢保養。</p> <p>→完成實驗室大樓電梯安全檢查每月定檢2次。</p> <p>→完成水系統測試、冷卻水塔清洗水、管路、污水泵浦堵塞等維修處理。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 維護電腦主機資訊系統與量測儀器 	<ul style="list-style-type: none"> 實驗室儀器、設備之檢修 	<ul style="list-style-type: none"> 支援實驗室設備零組件/夾治具之設計加工及設備故障/異常檢修，如偵測器不鏽鋼夾具設計製作、實驗室萬能校正機光纖感知器故障檢修、實驗室吊車變頻器故障修改代用件等計60項工作。 實驗室主機硬體與網路、作業系統(OS)與網站伺服器、資料庫系統、網頁程式弱點掃描維持運轉，確保實驗室主機資訊系統運作正常。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 客戶滿意度調查 	<ul style="list-style-type: none"> 進行客戶滿意度調查 	<ul style="list-style-type: none"> 完成102年度NML顧客滿意度調查分析與統計。本次調查係以102年所有送校顧 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>客為母體進行抽樣，透過相關調查與分析，探討顧客對於 NML 校正服務之滿意度，統計分析結果整體滿意度，分數為 8.8 分(滿分為 10 分)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 因應主管機關標準檢驗局要求，由原年度抽樣調查方式修改為隨每份校正報告發送顧客意見調查表，調查時間自 103 年 7 月 1 日至 12 月 31 日，發放問卷 2058 張，回收問卷共計 167 張。根據統計分析結果可知，103 年度 NML 整體滿意度為 9.3 分(滿分為 10 分)，高於往年之整體滿意度表現。 	
(三) 系統維持			
<ul style="list-style-type: none"> 標準系統維持正常運作 	<ul style="list-style-type: none"> 維持 15 個領域、120 套量測系統正常運作 	<ul style="list-style-type: none"> 運用管制圖及各種統計品保方法，進行 120 套系統管理與品質監控，以符合 ISO/IEC 17025 標準規範，確保系統正常與安全運作，提供精確的校正服務。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 執行國內、外追溯 	<ul style="list-style-type: none"> 執行國內追溯 400 件、國外追溯 20 件。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成國內追溯 550 件，國外追溯 16 項 20 件。 	<ul style="list-style-type: none"> 超出目標。
<ul style="list-style-type: none"> 系統改良/精進 4 套系統、設備汰換 4 套系統及 1 套系統新建查驗。 	<ul style="list-style-type: none"> 線距校正系統改良 - 完成線距系統評估 (不確定度：$0.14 \text{ nm} + 2 \times 10^{-4} \times L$) 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光路相關機構設計並利用示波器讀取雷射干涉儀電壓訊號且觀察其相位組合之情況，同時確認整個系統線路穩定度以及雜訊干擾，完 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		成光學軟體與系統整合測試。 • 完成系統改良及評估。 量測範圍：50 nm 至 25 μm 量測不確定度： 50 nm：0.13 nm 500 nm：0.24 nm 3000 nm：0.73 nm	
	• 分光輻射量測系統改良 -完成分光響應子系統系統評估，量測不確定度：0.7 % ~ 5.0 %。	• 完成定位模組設計/分光儀控制自動化及前置光學設計(光路對位與調整)，光束直徑 < 3 mm。 • 完成系統改良及評估。 量測範圍：(200 ~ 1650) nm 量測不確定度：0.55 % ~ 4.41 %。	• 無。
	• 水流量量測系統改良 -完成水流量系統評估，量測不確定度：0.04 %	• 完成定水頭槽及轉向器設計，增設 6 英吋法蘭口徑 (DN 150)通氣彎頭。轉向器則採用多通道導流管設計。 • 完成系統改良及評估。 量測範圍：(12 ~ 480) m ³ /h 量測不確定度：0.04 %	• 無。
	• 油流量量測系統改良 -完成油流量系統評估，量測不確定度：0.05 %。	• 完成氣泡消除裝置之設計，採用儲槽內加裝濾網之方式，內部裝設 2 道濾網，網目為 50 目(Mesh)、100 目、150 目與 200 目，濾網之預設角度為 45 度，未來依實測效果擇二使用及調整角度。 • 完成系統改良及評估。 量測範圍：(3.6 ~ 360) m ³ /h	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		量測不確定度： 體積不確定度：0.05 % 質量不確定度：0.04 %	
	• 設備汰換	• 完成「10 kg 質量比較儀」、「高解析度橢圓偏光儀」、「高精度移動平台」、「陣列式光譜儀」與「3 m 積分球量測系統」設備採購與驗收。	• 無。
	• 配合第三者認證行程，完成 40 套系統再評估	• 配合長度/光量/電量/磁量/微波等領域第三者認證，完成系統再評估 62 套系統。	• 超出目標。
	• 系統查驗	• 完成 5 套新、擴建系統，分別為「麥克風自由場靈敏度互換校正系統」新建系統、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」新建系統、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」擴建系統、「鋼瓶氣體濃度量測系統(C03)」擴建系統、「奈米粒徑量測系統(D26)-Zeta 電位校正」與「奈米粒徑量測系統(D26)-比表面積」擴建系統之查驗作業。	• 無。
(四)產業服務			
• 提供校正服務	• 完成校正服務 4000 件	• 完成儀器校正服務及儀器功能測試及檢討，計校正服務 4546 件，收入 40,054,610 元繳庫。	• 無。
• 舉辦研討會/在職訓練	• 完成 10 場研討會	• 辦理 12 場次研討會，共 220 廠家、389 人次參加，收入 708,200 元繳庫，研討會課程	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		一覽表詳見附件八。	
<ul style="list-style-type: none"> • 出版「量測資訊」 	<ul style="list-style-type: none"> • 出版 6 期量測資訊(雙月刊) 	<ul style="list-style-type: none"> • 出版「量測資訊」共六期，主題分別為「生活照明與光污染」及「溫室氣體量測技術」等，訂戶 173 家，資料銷售收入共 249,320 元繳庫。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 維護更新 NML 網站 	<ul style="list-style-type: none"> • 因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料 	<ul style="list-style-type: none"> • 為掌握國際計量脈動，網站加強國際活動訊息連結，包括增加世界計量日專題及 BIPM 刊物(新刊物)等。統計本年度 NML 計畫業務相關詢問的讀者留言共計 73 則。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 執行新聞、推廣業務 	<ul style="list-style-type: none"> • 辦理國際計量日活動及計量知識擴散推廣相關活動共 6 場次，新聞供稿 4 則。 	<ul style="list-style-type: none"> • 2014 年 520 世界計量日主題為 "Measurements and the Global Energy Challenge"，譯為「計量與能源發展」，協助標檢局規劃 520 世界計量趨勢研討會，邀請鼎唐能源科技股份有限公司童遷祥執行長擔任專題演講。 • 完成辦理技術擴散活動「流感防疫之溫度量測技術說明會」、「民生照明量測技術成果發表會」、「測繪儀器檢校論壇」、「工具機組裝檢測與精密零件自動量測技術研討會」及「電性量測與電磁波檢測技術成果發表會」計 5 場，196 廠家，389 人次參加。詳見附件八。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<ul style="list-style-type: none"> • 配合標檢局要求，完成文物數位典藏，包含立體等文物數位化 200 件、平面內容數位化 2042 頁、物件詮釋研究 203 件及口述歷史及影像記錄等，並建置專屬的中英文雙語網站，以推廣度量衡相關知識。 • 參加 3 月 20-23 日於台北世貿南港展覽館舉辦之「2014 台灣國際照明科技展」，展出 NML 技術成果二項，分別是「分光輻射通量系統」、「眩光及閃爍量測系統」。 • 完成新聞供稿 6 則： <ul style="list-style-type: none"> →4 月份提供「迎接四螢商機 工研院全台最完整顯示器測試實驗室獲 TAF 認證」中、英文新聞稿各一則； →6 月份提供「精準電力計量 標檢局為您看緊荷包」新聞稿一則； →7 月份「電力計量層層把關 標檢局加強維護民眾權益」英文新聞稿一則； →10 月份經濟日報特別報導 1 則(奈米計量標準 提升台灣 3C 產業競爭力)。 →12 月份提供「新標準新活力 國家度量衡標準實驗室六套新量測標準系統提供產業最精準的校正服 	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		務」新聞稿一則。	
• 執行公關業務	• NML 訪客接待 20 批次，200 人次。	• 接待訪客：亞太實驗室認識聯盟(ILAC)與澳洲 NATA 專家、勤益科技大學、韓國國家標準與科學院 (KRIS) 、氣象局等共 20 批次，237 人次。	• 無。
• 進行技術/專利運用推廣	• 技術/專利運用 6 件簽約 6000 千元	• 完成台北貿易、制宜…等 9 案之技術授權及艾恩迪…等 12 案之專利授權/權利金，合約金額 6,087,402 元；繳庫收入 2,043,324 元；細項資料請參見陸、研發成果運用情形。	• 無

2. 產業計量技術發展分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 溫室氣體原級計量標準技術			
• 配製 SF ₆ /N ₂ 雙成分原級參考混合氣體	• 完成 10.0 μmol/mol 以上 SF ₆ /N ₂ 雙成分原級參考混合氣體配製與濃度檢驗，產出驗證參考物質 1 項。	• 完成 10.0 μmol/mol 以上之 SF ₆ /N ₂ 雙成分原級參考混合氣體配製與濃度檢驗工作，產出驗證參考物質 1 項： → 系統量測不確定度為 ≤1.4 % (超越計畫目標：量測不確定度 ≤1.5 %)。	• 優於目標。
• 完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」擴建	• 完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」100 μmol/mol 以上 CH ₄ 、CF ₄ 、SF ₆ 等 3 種驗證參考物質。	• 完成質量法高壓混合氣體供應驗證系統 100 μmol/mol 以上 CH ₄ 、CF ₄ 、SF ₆ 增項擴建與查驗： → ≥100 μmol/mol CF ₄ /N ₂ 、SF ₆ /N ₂ 、CH ₄ /N ₂ 之系統量測不確定度分別為 ≤0.8	• 優於目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>%、≤1.0 %、≤ 0.7% (超越量測不確定度≤1.5 % 之計畫目標)。</p> <p>→以 KRISS 或 VSL 驗證參考物質進行 CF₄/N₂、SF₆/N₂、CH₄/N₂ 濃度穩定度評估，判定其有效使用期限分別可達 11 個月、10 個月及 1 年，後續將定期進行評估及擴展有效使用期限。</p> <p>→9/29 日辦理系統查驗會議進行實地審查，審查結論為建議通過，可對外服務。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 配製 NF₃/N₂ 雙成分原級參考混合氣 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 100 μmol/mol 以上 NF₃/N₂ 雙成分原級參考混合氣體配製與濃度檢驗，產出驗證參考物質 1 項。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 100 μmol/mol 以上之 NF₃/N₂ 雙成分原級參考混合氣體配製與濃度檢驗工作，產出驗證參考物質 1 項： →系統量測不確定度為≤1.4 % (超越計畫目標：量測不確定度≤1.5 %)。 	<ul style="list-style-type: none"> 優於目標。
<ul style="list-style-type: none"> 溫室氣體流量量測技術研發 	<ul style="list-style-type: none"> 完成三維風速自動化校正平台設計與建置，Pitch/Yaw angle 各由 -40 度至 40 度。 完成溫室氣體流量量測技術研發，風速：0.5 m/s 至 30 m/s；紊流：0.2 % 至 2 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成三維風速自動化校正平台設計與建置，產出校正平台一式。 →三維風速自動化校正平台之校正角度，Pitch 可由 -40 度至 40 度，Yaw angle 由 -90 度至 90 度的自動調整，其中平台系統包括三維轉動機構、壓力掃描模組、監控系統與三維皮托管。 →三維皮托管於風洞之測試，主要藉由自行設計之 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		被動式紊流產生器於風洞系統內(風速為 0.5 m/s 至 30 m/s)進行紊流強度調整(0.2 % 至 2 %)。	
(二) 三維尺寸量測系統與技術			
<ul style="list-style-type: none"> 靜態三維尺寸量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成靜態三維尺寸量測技術量測能力分析，量測範圍 1 m × 1 m × 0.5 m，解析度 0.1 μm。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成靜態三維尺寸量測技術量測能力分析，量測範圍 6 m × 3 m × 2 m，解析度 0.1 μm。 →完成雷射追蹤儀系統架構評估，量測範圍(0.2~15) m →完成三維 Multi-Lateration 多點定位原理推導與限制分析。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 自動追蹤雷射干涉技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成絕對測距技術整合，量測範圍 1 m，不確定度：$1 \times 10^{-6} \times L$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成絕對測距技術整合，量測範圍 1 m，不確定度：$0.4 \times 10^{-6} \times L$。 →完成小型化線狀鎖模光纖雷射光路設計。 →完成雙光梳(400 MHz)之快速測距實驗，10 M 個數據點只需要 1 秒即可得到結果。 →自行開發測距程式與介面，完成即時測距系統雛型，運用此雛型系統改進系統不確定度，初步解決光偵測器雜訊問題。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> In-situ 計量檢測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成平面磨床工件超精密加工尺寸量測能力分析，量測解析度：0.1 μm，量測尺寸重複性：小於 1 μm。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成平面磨床工件超精密加工尺寸量測能力分析，量測解析度：0.1 μm，量測尺寸重複性：小於 1 μm(平均為 0.6 μm)。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		→完成平面磨床工件超精密加工尺寸量測系統設計，工件量測面積(1×1) mm ² ~(4×4) mm ² 。 →完成平面磨床超精密加工尺寸量測模組測試驗證。	
(三)電力計量標準系統擴建			
<ul style="list-style-type: none"> 單相電力系統重新評估及完成單相系統擴建 	<ul style="list-style-type: none"> 完成交流電壓/電流波型數位取樣技術設計，建立交流電壓/電流波形重建技術，並完成取樣/重建程式撰寫。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成交流電壓/電流波形數位取樣技術設計、取樣/重建程式，建立交流電壓/電流波形重建技術： <ul style="list-style-type: none"> →完成電力校正系統架構建置，以 LabVIEW 架構完成交流電壓/交流電流波形取樣自動化量測： <ol style="list-style-type: none"> 1)HP3458 採快速傅立葉轉換 (FFT) 進行波形重建分析； 2)NI-USB6356 實現快速傅立葉轉換 (FFT) 搭配電力品質標準 IEC 61000 進行波形重建分析。 →完成 NI-USB6356、HP3458 兩套電力校正系統的交流電壓/電流量測技術測試與量測準確度第一階段分析，並完成建立交流電壓/電流波形數位取樣技術設計，及重建程式撰寫。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
	<ul style="list-style-type: none"> 完成單相電力量測系統整合與測試，電壓：110 V、220 V、480 V；電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、 	<ul style="list-style-type: none"> 完成單相電力量測系統整合與測試，電壓、電流、頻率、功率因數及諧波之測試均已達原定目標值： 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
	<p>80 A；頻率：50 Hz、60 Hz；功率因數：1.0、(0.5、0.866、0.0) Lead/Lag；諧波: 2nd ~ 64th。</p>	<p>→ 依 IEC 61000 電力品質標準系統進行量測方法設計，參照 IEEE 1459-2010 設計電力參數計算與實測分析。</p> <p>→ 完成 HP3458 電力校正系統之諧波量測技術、有效/無效電功率與有效/無效電能的量測技術設計。</p> <p>→ 評估 NI USB-6356 擷取卡性能與完成 NI-USB6356 電力校正系統諧波、有效/無效電功率與有效/無效電能量測技術設計、電力品質標準 IEC 61000 系列設計的量測方法評估。</p> <p>→ 完成 NI-USB6356、HP3458 兩套電力校正設備的電功率/電能量測技術測試與量測準確度第一階段分析。</p> <p>→ 完成 NI-USB6356、HP3458 兩套電力校正設備誤差修正實驗，持續進行自我追溯方法分析，為 104 年度研發內容預做準備。</p> <p>→ 持續進行單相有效、無效電功率/電能 Type A 不確定度評估數據量測、單相電功率自動化程式撰寫。</p> <p>→ 完成 NI-USB6356 與電力標準表 RD-33 各別與 PTB 標準值的相對誤差比較與</p>	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		評估。 →進一步採 Fluke 5700 為標準件對 NI-USB6356 量測系統雛形進行調校，用以與電力標準表 RD-33 和 PTB 標準值相對誤差比較與評估。	
	<ul style="list-style-type: none"> 完成單相電力系統自動化程式設計、ICT、MSVP 撰寫及系統擴建，量測不確定度：單相交流有效電力(基波) 100 μW(h)/VA(h)；單相交流無效電力(基波) 100 μvar(h)/VA(h)。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成單相電力系統自動化程式設計及系統擴建： →完成電力量測系統之同步相量量測單元 (Phasor Measurement Unit, PMU) 檢測功能性能評估-待測件單元 (Unit Under Test, UUT) 為 Arbiter PMU 1133A。 →完成 Fluke 6105A 電能 Counted/Timed Mode 穩定性測試，決定 Fluke 6105A 輸出熱機及測試時間。 →完成電壓諧波與電流諧波 TYPE A 不確定度評估數據量測。 →以 KOM200.3 電力標準表為查核件，完成單相有效/無效電功率之最佳 Type A 不確定度評估。 →完成單相電能/電功率系統自動化程式與軟體驗證。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(四)半導體多維參數量測標準技術			
<ul style="list-style-type: none"> 參考標準件設計與製作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成疊對圖案尺寸 100 μm 參考標準件與矽通孔深度標準片設計與製作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成疊對圖案標準片設計與製作：上層圖案及下層圖案尺寸各為 81 μm 及 101 μm； 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		上下層圖案間距為 50 μm 。 • 完成矽通孔深度標準片設計與製作：製作孔徑大小分別為(5 ~ 65) μm ；當孔徑為 65 μm 時，孔深為 37 μm 。	
• 3D 鍵合疊對量測標準技術建立	• 完成近紅外顯微量測標準方法評估，疊對量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$ @圖案尺寸 100 μm 。	• 完成紅外顯微鏡系統建置：紅外光源波段為(1.0 ~ 1.8) μm ，量測時使用 1.2 μm 濾光片。載物平台為四軸(X/Y/Z 及旋轉)手動平台，最大可量測 12 吋晶圓樣品；量測使用之物鏡為 20 倍紅外物鏡。 • 完成系統不確定度評估：圖案尺寸：(80 ~ 110) μm 。圖案垂直距離：50 μm 。圖案間材料：矽。量測不確定度：0.45 μm 。	• 無。
• 矽通孔(TSV)深度量測標準技術建立	• 完成評估及驗證 TSV 顯微反射儀量測標準方法評估，孔深量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$ 。	• 完成 TSV 顯微反射儀系統建置：光源波段為(0.45 ~ 0.8) μm 的 LED；量測點大小為 25 μm 。載物平台為四軸(X/Y/Z 及旋轉)電控平台，最大可量測 12 吋晶圓樣品；量測使用 4 倍物鏡。 • 完成系統不確定度評估：TSV 孔徑：10 μm 。TSV 孔深：28.06 μm 。量測不確定度：0.45 μm 。	• 無。
(五)分光輻射黑體源標準技術研究			
• 分光輻射黑體源標準技術先期研究	• 完成熱源裝置與新型熱元件開發與(2500 ~ 3000) nm 分光輻射照度標準之研究報告	• 以濕度量測法建立膠原蛋白溫度量測法，應用於(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全評估之理論模式；	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>→設計與製作濕度樣品容器(容許 800 nm ~ 20 μm 之紅外線穿透，穿透率大於 70%)。</p> <p>→完成濕度樣品分光穿透率量測實驗(以外插法推測光輻射會被 100 %吸收之濕度條件為 0.0355 g/cm³)。</p> <p>→建立以定點黑體爐作為膠原蛋白溫度量測法於(2500 ~ 3000) nm 之光輻射來源的實驗架構與實現：已知照度下建立輻射照度與角膜升溫之關係。</p> <p>→確立以膠原蛋白測試片升溫狀況做為(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全評估之可行性。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建立 (100 ~ 1150) °C 熱源裝置設計與製作技術，研發客製化熱電偶校正爐： <ul style="list-style-type: none"> →建立三維模型尺寸、材料模擬技術，增進熱源裝置之均溫性與穩定性。 →改良一般商業化產品缺失，建立熱/溫度控制技術，以主、從式電路控制加熱方式，產出高規格熱源裝置，溫度範圍：(100 ~ 1150) °C，30 min 內穩定性：±0.004 °C at 100 °C；±0.02 °C at 1200 °C。 	

3. 前瞻計量技術研究分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 微粒材料量測技術			
<ul style="list-style-type: none"> • 微小質量量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成微型力學共振器設計與製作，共振器等效質量 $\leq 10^{-9}$ g。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成以微懸臂樑為基本架構之質量感測元件設計與製作，元件由 SOI Wafer(矽-氧化層晶圓)、採四道光罩製作完成，最小等效質量約為 5×10^{-9} g，品質因子估算比原先目標值大出五倍以上，符合元件之目標皮克偵測靈敏度。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 微粒組成及傳輸效率分析與量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成高效率氣膠聚焦噴嘴設計。 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用計算流體力學軟體進行流場分析，設計製作完成第二型之高效率氣膠噴嘴，可降低粒子長距離飛行之損失。於理想層流情況下，200 nm 顆粒之傳輸效率可達 100 %。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成量測腔設計。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成小型之量測腔設計製作，兩端真空接口利用螺旋型迫緊機構，迫緊高效率氣膠噴嘴以達到氣密需求，又可隨時調整工作距離。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成量測腔之傳輸效率分析與量測。 	<ul style="list-style-type: none"> • 第二型高效率氣膠噴嘴傳輸效率於工作距離 5 cm ~ 10 cm 皆可大於 97 %。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
(二) 前瞻材料探針量測技術			
<ul style="list-style-type: none"> • 薄膜熱電性質量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 設計 ZT 量測元件(Test Pattern) 結構，感溫測線(靈敏度：0.1 °C)、加熱線(~ 20 mW)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 ZT 量測元件(Test Pattern)結構設計，感溫測線(金線靈敏度：0.1 °C)、加熱線(15 mW ~ 30 mW)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 製作 ZT 量測元件(Test Pattern)：薄膜厚度(D: 10 nm ~ 100 μm)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 ZT 量測元件製作，元件厚度：100 nm。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
	<ul style="list-style-type: none"> • 薄膜材料電導特性探針量測技術開發：電阻係數$< 1.0 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成薄膜材料電導特性探針量測技術開發： 電阻係數：$0.4 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$ 電導率不確定度：0.22 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 材料表面性質量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力顯微鏡探針懸臂樑剛性校正(0.2 N/m ~ 20 N/m)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成原子力顯微鏡探針懸臂樑剛性校正技術建立，量測範圍為：0.2 N/m ~ 20 N/m。 • 利用 2.23 N/m 參考懸臂樑校正 1.15 N/m 之 AFM 懸臂樑探針，評估其不確定度為 7.9 %。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 奈米顆粒彈性模數量測技術（奈米顆粒尺寸為 30 nm 至 100 nm）。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成量測(30 ~ 100) nm PSL 奈米粒子彈性模數量測，(60±1) nm 奈米粒子計算得到平均的彈性模數為(3.23 ± 0.2) GPa。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 單/多層薄膜結構之數學模型建構。 	<ul style="list-style-type: none"> • 考量線寬(線距一半)、線距(100 與 200 奈米)、線高(20 與 200 奈米)單層及具相對偏移之雙層結構，並建立光柵模型之數學型式及其繞射計算程式。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 單/多層薄膜結構之 tSAXS 量測結果分析。 	<ul style="list-style-type: none"> • 製作單層及雙層光柵結構試片，並完成線寬/線距/線高為 50/100/20 與 100/200/200 奈米單層光柵試片，及 7 種上下相對偏移雙層光柵試片之 tSAXS 量測與分析 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

4.法定計量技術發展分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一)新版水量計型式認證加測項目能量擴充			
<ul style="list-style-type: none"> 新版水量計型式認證加測項目能量擴充 	<ul style="list-style-type: none"> 完成電磁耐受性試驗能力研究與調整。 	<ul style="list-style-type: none"> 依據 CNS14866-3 9.4.2.1、IEC 61000-4-3 及 ENV 50204 電磁感受性試驗條件規定，完成電磁耐受性試驗設備架設、自動化及相關測試驗證及操作程序，確認設備可行性。其中移動式電波隔離室的尺寸規格為長度 3150 mm，寬、高度各為 2100 mm，重量約 2.5 噸。訊號源產生設備含訊號產生器、功率放大器、回波衰減器及場強計。控制軟體為搭配硬體使用之專用客製軟體，其開發系統與介面需求為 Microsoft .Net framework 4.5、Microsoft Visual C++ 2013 Redistributable 及 Microsoft Windows 7。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
	<ul style="list-style-type: none"> 完成 100 mm 電子式流量計實流驗證評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 2 具 4 吋電磁式流量計實流、全頻段測試(26 MHz 至 1 GHz)驗證評估，並參照 OIML R49 數據紀錄格式出具測試報告。試驗是使用 2 具口徑 100 mm 之電子式水量計進行操作，其表頭外殼材質分別為塑膠及金屬，皆使用市電 110 V_{ac} 供應，架設於電波隔離室內，使用建置之系統架構，於實流下進行電磁耐受性試驗，重複於 20 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		個頻段測試範圍進行測試及數據擷取，完成數據記錄及報表。	
	• 完成測試及研究報告。	• 完成水量計期末研究報告 1 份，含電磁耐受性試驗系統硬體與軟體操作程序及相關測試報告。	• 無。
(二)噪音計低頻濾波器檢定檢查技術研究			
• 噪音計低頻濾波器檢定檢查技術研究	• 完成檢定項目技術細節分析研究。	• IEC 61260-1 以及 IEC 61260-2、IEC 61260-3 草案完成相對衰減、平坦頻率響應及線性操作範圍等檢定項目細項分析。	• 無。
	• 完成檢定項目執行設備評估分析。	• 完成正弦訊號產生器、精密衰減器以及數位電壓表等檢定設備評估分析。	• 無。
	• 完成檢定項目技術建立與實作分析。	• 完成檢定項目包括相對衰減、線性工作範圍及平坦頻率響應等項目技術建立與實作分析。由實作結果中發現在頻率上下限量測的結果誤差較大，因此檢定的範圍應儘可能涵蓋量測的上下限範圍。	• 無。
	• 研擬檢定項目執行方法草案。	• 根據國際規範及實作結果，完成「倍頻濾波器檢定檢查技術規範」CNMV 58-2 草案研擬。 • 完成 CNMV 58-1「一般及積分式噪音計檢定檢查技術規範」修訂，以符合最新版 IEC 61672-3 的國際規範。 • 12/17 邀請標檢局、環保署、	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		環檢所、TAF 及勞安所等單位，參加專家座談會，確認草案內容與適用範圍。	
(三)其他活動			
	<ul style="list-style-type: none"> • 協助標檢局法定計量業務推動及資訊提供 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與標檢局內部討論會與公聽會，針對 OIML R21 中提到時間準確性等計量技術提供意見。 • 參與標檢局針對玉米水分計檢定檢查規範的公聽會，研究 OIML R59 新舊版差異後，對於檢定與檢查 MPE 的訂定提出修正建議並獲採納。 • 參與標檢局對於定量包裝的討論會，包括對國內定量包裝規範與 OIML R87(技術規範及 R79(標示)的討論。另外對於抽樣計畫的風險性也進行確認，對於量測環境的溫度範圍也建議可依國內實況進行修正。 • 對於台電公司提給標檢局的電表抽樣計畫，提供可行性意見。 • 參與標檢局對於度量衡器型式認證管理辦法中第五條對於水量計指定實驗室、及衡器秤量範圍的討論。 • 提供度量衡法修訂意見，包括定義與 NML 執行內容等。 • 衡器相關法規建議提供 	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>→討論衡器代施檢定機構資格、檢定合格有效年限問題、並修正衡器檢定技術規範 CNMV 76。</p> <p>→參加液化石油氣分裝場重力式自動化裝料衡器防爆認證討論會。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 參加度量衡器檢定檢查辦法內部座談會及公聽會，針對體溫計、血壓計及不同項目有源頭管理與用途管理的不一致問題提出意見。 • 協助標檢局修訂 APLMF 醫療器材相關法定計量問卷。 • 參與標檢局七組針對銓準公司家用水表市場抽樣結果有疑義處進行相關討論。 • 協助標檢局水表糾紛鑑定 <ul style="list-style-type: none"> →協助新竹分局進行 MT200D 型 200 mm 口徑水表糾紛鑑定(實流測試)。 →參與台中分局所轄銓準公司家用水表。 • 提供標檢局日本、德國、澳洲、中國大陸等國家法定計量資訊。 	

5. 量化成果彙總 (計畫四個分項總計)

	產出項目	目標數	達成數	說明
技術研發	標準系統建立(項)	2	2	新建 1 套擴建 1 套
	標準系統改良/再評估(項)	40	62	
	論文發表(篇)	國內 56 國外 27	國內 63 國外 50	SCI 14 篇 詳如附件六。
	專利申請(件)	3	3	詳如附件四。
	專利獲證(件)	3	8	詳如附件四。
	技術報告(含 ICT/MSVP 撰寫 修訂)	122	167	詳如附件七。
	國際合作	3	3	
	系統運轉維持(套)	120	120	
系統維持	國內追溯(件)	400	550	
	國外追溯(件)	20	20	
	國際比對(項)	8	12	
	新聞供稿發布(則)	4	6	
技術擴散	訪客接待(人次)	200	237	
	計量知識擴散推廣 (說明會/ 座談會、文物典藏等)	6	6	
	校正服務(件次)	4000	4546	詳如附件十。
	研討會(場)	10	12	詳如附件八。
	量測資訊(期)	6	6	詳如附件八。
	技術/專利應用(件)	6	21	詳如附件五。
	技術/專利運用簽約數(仟元)	6,000	6,087	詳如附件五。
歲入收入 (千元)	校正服務	41,090	40,055	
	技術/專利運用推廣 ^{註1}	--	2,043	
	書刊供應(量測資訊、技術資 料)	280	249	
	研討會、在職訓練	1,000	708	
	專戶利息收入	200	178	
	罰金罰款收入	--	294	
	廢舊物資售價、收回以前年 度歲出	--	91	
	歲入合計	42,570	43,618	歲入採百位數四捨 五入進位千位數

註 1：技術/專利應用金額為 103 年度完成技術/專利授權案繳庫金額總計。

(三)技術交流與合作

1.實驗室技術交流

- (1) 黃宇中室主任受亞太計量組織聲音/超音波/振動技術委員會(APMP TCAUV)會議主席邀請參加APMP TCAUV DEC Workshop(8/18-8/21)，分享我國於低衝擊校正技術成果-『Fundamentals of low intensity shock calibration』，同時協助進行振動校正實作訓練。
- (2) 印尼國家標準實驗室(KIM-LIPI)流量實驗室兩位人員來訪NML並受訓，為期一個月(10/9~11/8)，訓練主題為低壓氣體流量原級標準之鐘型校正器以及天然氣流量量測標準系統。

2.國際技術合作研究(APMP INITIATIVE PROJECT)

- (1) 分光輻射通量比對研究(APMP INITIATIVE PROJECT- Comparison on Total Spectral Radiant Flux units)

近年由於LED及固態照明產業之興起，使得分光輻射通量標準之重要性迅速提高。LED及固態照明產業之重要光輻射規格參數為全光通量、輻射通量、色度色溫、演色性指數等，而分光輻射通量則為全光通量、輻射通量、色度色溫、演色性指數之基礎。分光輻射通量量測之實施方式為針對待測光源進行空間之分光輻射照度的量測掃描，測得空間之分光輻射照度(光譜形式)分布，分光輻射照度對空間積分得出分光輻射通量(W/nm)。因此分光輻射通量量測標準追溯為整合相關光輻射標準及長度標準之系統，包含分光輻射照度標準、長度標準、角度標準。因此需要處理多個維度的量測及分析計算。

由於技術之複雜度，亞洲各國對於分光輻射通量標準系統屬剛開始建立階段。亞洲地區之日本NMIJ、韓國KRISS、中國NIM及新加坡NMC皆於2011~2013年間建置此系統。我國NML則於2011年開始建置，於2012年完成，於2014年通過TAF認證。率先完成分光輻射通量系統之建置及認證。因此我國爭取主辦分光輻射通量比對，協助各國確認系統一致性。目前NML、NIM、NMC及KRISS已完成量測，比對件正寄送日本NMIJ進行量測中。

- (2) 穿透霧度研究比對 (APMP INITIATIVE PROJECT- APMP Pilot Study on Transmittance Haze)

穿透霧度(transmittance haze)的定義為物質擴散穿透與總穿透的比，可用來衡定特定光源因懸浮在透明介質中的粒子所導致的散射情形。一些塑膠、玻璃、藥品溶液等透明或半透明物質，常會以霧度標示其透明度或清晰度。穿透霧度量測雖廣泛應用於塑膠、玻璃等產業，但過去這些產業對其準確性要求並不高。近年來，因台灣顯示器與光學薄膜產業之蓬勃發展與激烈競爭，其元件如偏光膜、擴散膜之擴散特性的要求日趨嚴格，

使得霧度量測之準確性與追溯問題漸受重視。因應產業的需求，建立霧度量測標準及確保全球量測一致性是國家實驗室應負起的責任。

為此，以台灣NML為首之APMP國家實驗室，如大陸NIM及印尼KIM-LIPI，於2012年APMP TCPR會議中提出霧度研究比對(pilot comparison)的申請，並廣邀其他APMP國家實驗室參與。此次為霧度相關初次辦理之國際比對，為使比對順利且有意義，有必要先對比對件的材料特性進行研究，以挑選出適合的比對件。

本比對由NML主辦，參與的國家實驗室包括大陸、韓國、紐西蘭及泰國。依參與比對實驗室之建議，挑選出3種不同廠牌之霧度標準片，每一廠牌5片。目前已完成霧度標準片購買及共計15片標準片之穿透分布特性量測及霧度值量測。比對規劃書(protocol)已完成撰寫並提交各國NMI確認，待protocol及最後時程確定後，將把霧度標準片寄給各國NMI進行量測。

(3) 主導APMP溫室氣體排放流量量測技術研究(APMP INITIATIVE PROJECT- Research on the Calibration of 3D Pitot Tubes and Flow Measurements of Greenhouse Gas Emissions)

透過APMP的流量領域技術委員會TCFF所提出，並由NML主導及負責協調的此一APMP TC Initiative計畫，主要是針對固定污染源排放中的點排放源，也就是煙道廢氣排放之流量量測技術進行探討。具體的研究項目則是針對目前美國已經開放並建議使用，未來台灣也可能跟進的三維皮托管之校正及使用方法，長期目標是希望藉由準確的三維皮托管校正，讓煙道現場裝設的流量量測設施的量測不確定度，由現有的10%以上降低一個數量級到1%的水準。本國際合作計畫的參與國家除台灣NML以外，尚包括中國NIM、韓國KRISS、以及從旁協助的美國NIST等。計畫工作項目包括皮托管的計量特性研究、標準追溯、校正方法與設施、以及量測不確定度分析等，團隊分工如圖0-1-1所示。NML所負責的部分，今年已完成全能型式三維皮托管的購置與初步測試、多通道差壓感測器的購置、功能測試與校正追溯，以及皮托管校正姿態控制用的移動平台設計與製作。由於本計畫的目標並非一蹴可幾，未來預計各國仍將會持續投入相關研究，也預期會繼續申請APMP TC Initiative計畫，並納入更多的成員，讓合作團隊能夠有一個正式的平台得以持續國際合作與交流。

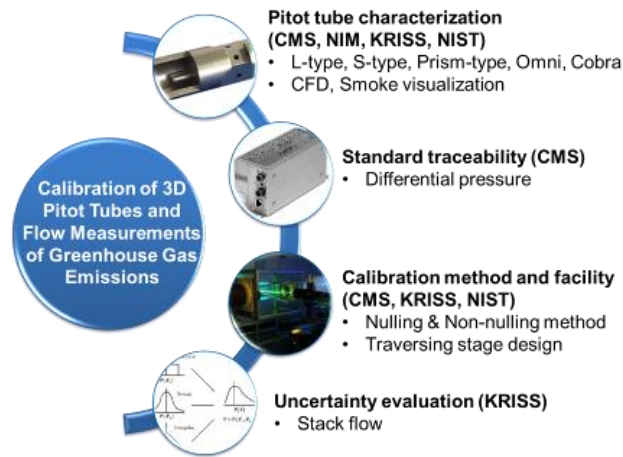


圖 0-1-1、APMP TCFI Initiative 計畫的參與國家實驗室、工作項目及團隊分工

3. 受邀演講

- (1) 受邀擔任環保署環訓所舉辦「公私場所噪音狀況檢查或鑑定人員訓練課程-環境噪音測量方法及量測儀器介紹」講師

行政院環保署依據噪音管制法規定噪音稽查或測定人員應具有相當噪音之專業技能，將公私場所噪音狀況檢查或鑑定人員訓練納入要點內，於100年規劃噪音量測相關課程，由環訓所委託工業技術研究院綠能所為北區訓練機構，辦理一系列的檢查或鑑定噪音狀況人員訓練，並邀請NML噪音量測技術專業人員擔任噪音基本原理介紹、環境噪音測量方法及量測儀器介紹等相關技術課程講師，配合環保署主管單位對於噪音稽查技巧、噪音管制法課程的講授，透過完整的教學步驟及經驗分享，培育學員在短時間內獲得噪音量測相關技術及稽查溝通技巧，除了幫助學員取得公私場所噪音狀況檢查或鑑定人員合格證書，亦使在第一線執法的環保人員能正確地執行噪音量測，減少執法的爭議。

- (2) 受邀至清大電機系進行電力計量技術演講

清大電機系為國內高等電力人才的重點培育單位，今年因執行電力計量標準計畫，且配合國家智慧電網的發展，NML陳坤隆博士受邀進行電力相關量測應用的技術演講，演講題目為「電子式電流互感器設計」。智慧電網為各國電力發展趨勢，而變電所智慧化為重要一環，其中又以電子式互感器為實現智慧型變電所運行，訊號數位化的主要設備之一，因此演講的內容主要包含互感測之基本原理、成品種類、發展趨勢、相關技術與設計，及IEC 61850通訊於變電所自動化的整合。

- (3) 受邀至「跨時代顯示器量測技術研討會」進行曲面顯示器量測技術演講

此研討會主要介紹顯示器相關之量測技術，包括放射型、透射型、反射型與穿透反射型顯示器特性及角度相關之亮度、對比及色彩量測，以及各種電性控制下之參數分析、電壓閃爍(Flicker)與調變(Modulation)等，有助於業界掌握顯示器最新量測資訊。于學玲博士為NML光領域資深研究員，並擔任國際照明委員會CIE TC2-75主席，該TC主

要任務是研究軟性光源之光學特性量測，故受邀於此研討會中報告與軟性顯示器亮度量測相關之最新研究成果，演講題目為“Luminance Measurement on Flexible Displays”。

4. 與學界進行學術合作

(1) 電力監測系統在動態負載之電功率與電能量測前瞻研究。

與台科大電機系陳南鳴教授合作，進行智慧電網新型動態負載的電功率與電能量測技術開發。目前主流的電力量測方法係採用傅立葉轉換之數位訊號處理，在動態負載(非週期性)的電力特徵解析較差。基於此，委託台科大蒐集並分析國內外之電功率與電能量測技術，實際分析動態負載之電功率與電能波形特性，並以離散小波轉換的多重解析度技術設計及完成一動態負載之電功率與電能演算法。本案先使用Matlab 軟體撰寫演算法執行離散小波轉換，再利用多個給定之單相輸入的範例進行電力量計算，並與IEEE Standard 1459-2010 所定義的電力量互相比對。待計算正確，電力量誤差小於查核點所規定的0.5% 後，加入IEC 61000-4-7 電力品質量測技術標準分析，針對不同種類的電力量(諧波、間諧波、次諧波...等)進行取樣時間窗寬度與電力量子組算法之最佳設計，以補償及強化實際動態負載電功率/電能的量測準確度。最後，利用穩定性與整合性高的實驗室虛擬儀器工程平台LabVIEW，完成以小波轉換為基礎的電功率與電能演算法，並對5種實際動態負載做實測，其結果都能滿足有效與無效電功率與電能誤差皆在計畫規格要求2%之內，其中有效電功率與有效電能誤差幾乎都小於0.001%，為非常好實測結果。

(2) 基於薄膜反射及穿透光譜之材料光學參數非線性擬合求解方法：

與逢甲田春林教授合作探討有機薄膜的光學參數包括折射率(n)、消光係數(k)以及薄膜厚度(d)量測方法。首先量測薄膜光譜之穿透率(T)配合光譜包絡擬合法及非線性全域優化技術測定薄膜的光學常數(n, k, d)。其次，分析單介面之反射率量測與材料折射率擬合誤差之間的關係，另外也使用轉換矩陣法擬合出光阻薄膜與吸光薄膜的折射率與消光係數。有四種有機薄膜材料利用上述兩種不同的方式進行薄膜光學常數之測定，獲致初步的結果印證本方法之可行性。

4. 博碩士生培訓

(1) 交通大學碩士班工讀生何政霖協助進行環境光量測研究，以了解環境中的背景照度及背景亮度對光害量測之影響。量測方法為使用可攜式亮度計及照度計監測待測光源(例如LED看板)之亮度及垂直照度的變化，量測結果將作為未來研究光害量測技術之參考。

(2) 交通大學博士班工讀生粘為博進行液體流量校正系統監控設備之電子秤資料擷取程式更新，得以自由擴充和辨識多部電子秤。新版程式具有電子秤通訊擴增和自動辨識功能，使用者可依據監控設備狀況，進行電子秤通訊設定和修改，具備良好的人機界面。

- (3) 交通大學博士班工讀生趙軒毫進行黏附力量測研究，使用改質過與未改質過之AFM探針，比較不同材料的黏附力，初步評估探針改質時所用物質之種類、濃度。可做為後續測量不同材料黏附力時的重要參數。
- (4) 交通大學博士班工讀生劉昱賢協助壓阻式應變感測電路之設計與開發，包含電路圖設計繪製、雜訊計算與分析、佈線圖繪製以及電路板設計與除錯。已完成第一階段之直流偏壓，電阻電橋偵測電路，後續將開發交流偏壓，相位偵測之應變感測電路，以降低偵測雜訊、提高靈敏度。
- (5) 中興大學博士班工讀生鄭雅琪實習原子力顯微鏡(AFM)最大力量量測模式(PeakForce mode)與奈米壓痕量測系統，教導其瞭解兩系統間分析的理論差異以及應用範圍。而原子力顯微鏡最大力量掃描模式與奈米壓痕量測系統，除了可以用來量測材料機械性質基本參數如楊氏模數外，透過系統精準的力量與位移解析能力，亦可運用於量測結構的彈簧常數(Spring constant)或是檢測兩平板之微量間距(Gap)。

(四) 標準量測系統維持情形

表 1-1、103 年度 NML 標準量測系統維持情形

項次	領域別	代碼別	量測系統數
1	聲量	A--	3
2	磁量	B--	3
3	化學	C--	5
4	長度	D--	25
5	電量	E--	26
6	流量	F--	12
7	濕度	H--	2
8	真空	L--	2
9	質量	M--	4
10	力量	N--	11
11	光量	O--	8
12	壓力	P--	5
13	溫度	T--	4
14	微波	U--	5
15	振動	V--	5
合計			120

本年度辦理微量氣體校正系統(F09)、木材水份計量測系統(H04)、水柱壓力量測系統(P02)、微波雜訊量測系統(U04) 4 套系統停止服務及熱電偶溫度計量測系統(T03)停止部分系統服務，已獲主管機關 103 年 8 月 11 日經標四字第 10300061930 號函同意停止對外提供服務，待『度量衡規費收費標準』公告，即完成系統註銷。

另本年度由民生化學計量標準計畫、奈米技術計量標準計畫及本計畫完成之新擴建系統，計完成 5 套新、擴建系統之查驗作業，分別為「麥克風自由場靈敏度互換校正系統(A04)」、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」新建系統、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」擴建系統、「鋼瓶氣體濃度量測系統(C03)」擴建系統、「奈米粒徑量測系統(D26)-Zeta 電位校正」擴建系統與「奈米粒徑量測系統(D26)-比表面積」擴建系統，獲局同意後成為國家標準量測系統，將對外提供服務。

肆、計畫變更說明

全年度辦理計畫變更情形如下：

項次	變更內容	申請變更文號	標檢局回覆同意備查文號
1	「2.5 m 積分球量測系統」設備採購變更為購置「3 m 積分球量測系統」	103 年 6 月 10 日工研量字第 1030008311 號函	103 年 6 月 17 日經標四字第 10300552090 號
2	計畫聯絡人變更	103 年 7 月 29 日工研量字第 1030010937 號	103 年 8 月 5 日 經標四字第 10300567350 號
3	6 月出國任務時間變更	103 年 5 月 9 日工研量字第 1030006817 號函。	103 年 5 月 23 日 經標四字第 10300542810 號
4	7 月出國任務時間變更	103 年 6 月 13 日工研量字第 1030008484 號	103 年 6 月 24 日經標四字第 10300553380 號
5	8 月出國任務時間變更	103 年 7 月 18 日工研量字第 1030010448 號函。	103 年 8 月 4 日經標四字第 10300564860 號
6	9 月出國任務時間變更	103 年 8 月 1 日工研量字第 1030011158 號	103 年 8 月 19 日經標四字第 10340007220 號
7	10 月出國任務時間變更	03 年 9 月 12 日工研量字第 1030013201 號函	103 年 9 月 22 日經標四字第 10300582200 號
8	11 月出國任務時間變更	103 年 9 月 29 日工研量字第 1030014114 號	103 年 10 月 9 日經標四字第 10340008940 號

註：102 年 10 月起有關出國事宜經濟部授於各局處管理，如有出國任務、時間、天數、預算與計畫書不符者需向局辦理變更報准同意，因此變更項次較多。

標檢局來函通知計畫變更事宜如下：

項次	變更內容	標檢局通知依據
1	暫停辦理科專計畫聯合成果展，原計畫總經費 2 億 9,502 萬 4 千元整，修正為 2 億 9,472 萬 9,000 元整。	103 年 7 月 7 日經標四字第 10340005660 號
2	修正合約書之個人資料保護計畫。	依據 103 年 10 月 15 日主管機關計畫承辦人王藜樺技術 e-mail 通知辦理及 103 年 11 月 4 日經標四字第 10300592930 號文通知重新辦理

伍、成果說明與檢討

一、標準維持與服務分項

【量化成果說明】

項目		數量 (或規格、指標)	實際成果	備註	
國際 等同	國際比對	8 項	13 項	主導其中 1 項	
	第三者認證再評鑑	5 領域	5 領域	光量、長度、電量、磁量、微波等領域	
品質 管理	品質稽核	1 次	1 次	內部品質管理	
	資料審核(ICT/MSVP 及研究報告)	100 份	136 份		
系統 維持	量測品保(管制圖更新)	120 套	120 套		
	國內 論文 發表	期刊	10 篇	15 篇	
		研討會	31 篇	26 篇	
	國外 論文 發表	期刊	5 篇	7 篇	含 6 篇 SCI
		研討會	12 篇	16 篇	
	國內追溯	400 件	550 件		
	國外追溯	20 件	16 項 20 件		
	專利獲證	3 件	8 件		
	系統再評估	40 套	62 套		
	技術報告(含 ICT 及 MSVP)	100 篇	136 篇		
產業 服務	校正服務	4000 件、41,090 仟元	4546 件、40,055 千元	含標檢局執行公務免收費校正服務 154 件	
	成果新聞供稿發佈	4 則	5 則		
	訪客接待	20 批次，200 人次	20 批次，237 人次		
	計量知識擴散推廣(說明會/座談會、文物數位典藏)	推廣活動 5 場、文物數位典藏 1 場	推廣活動 5 場、文物數位典藏 1 場		
	研討會/在職訓練辦理	10 場，1,000 千元	12 場，708 千元		
	量測資訊出刊	6 期	6 期		

【執行成果說明】

本分項藉由國際等同、品質管理、系統維持與產業服務四大項工作之開展，遵循度量衡法所賦予之劃一全國度量衡標準之任務，建立、維持及傳遞國家最高量測標準，以滿足業界量測儀器追溯校正需求，各項工作執行成果分述如下：

(一)、國際等同

國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)是由米制公約授權國際度量衡委員會(CIPM)所擬定，於1999年其會員大會中通過，由會員國的國家計量標準機構或實驗室(National Metrology Institute, NMI)負責人代表簽署。其目的在：1)建立各NMI所維持之國家量測標準的等同程度；2)提供由各NMI所核發之校正測試報告的相互承認；3)因而可對各國政府以及其他團體，在國際貿易、商務和一般事務的合約上，提供一個安全的技術基礎，亦連結國際標準組織(ISO)、國際照明委員會(CIE)及國際氣象組織(WMO)等國際組織，藉由計量技術協助全球經濟與環境保護之發展。

在CIPM MRA的架構下，相互認可相關的活動結果和數據資料，透過國際度量衡局關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)的網頁完成登錄與公告，以揭露各國家計量機構(National Metrology Institute, NMI)間之國際等同性，包括：1)量測的國際比對，亦即關鍵比對(Key Comparison, KC)與輔助比對(Supplementary Comparison, SC)；2)品質系統及各NMI的能力展示，即各NMI的校正量測能力(CMC)資料庫。NML於1987年5月5日開始營運，1994年加入亞太計量組織(APMP)，2002年成為國際度量衡大會仲會員(Associate Member, CGPM)。透過代表參與BIPM-KCDB和主導部份技術領域之特定項目的國際量測比對活動，NML因而可客觀地檢視與國際NMI同儕之校正量測能力等同程度，確保所提供校正服務具有牢靠的品質系統，並確認在相關領域所宣告的計量值達到追溯至SI單位定義之符合及準確程度，全球相互認可機制架構如圖1-1-1。

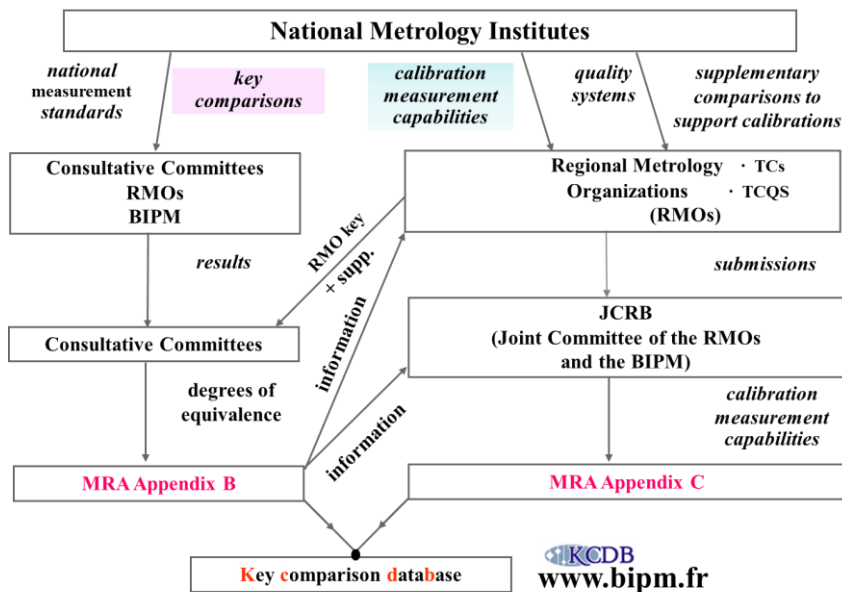


圖 1-1-1、全球相互認可機制架構

國際等同年度執行成果說明如下：

1. BIPM校正量測能力(CMC)資料庫，共登錄252項

依據APMP CMC申請流程(圖1-1-2)，NML配合技術委員會(TC)活動，進行各項CMC登錄更新與申請工作，各領域CMC登錄統計如表1-1-1。

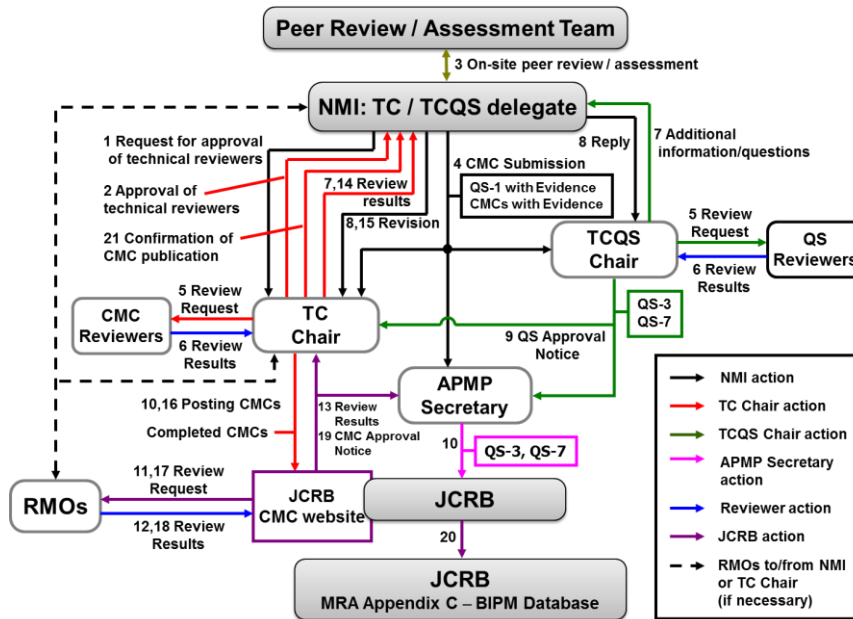


圖1-1-2、APMP CMC登錄流程

領域更新與擴增項目如下：

- (1) 電/電磁/微波領域：依據電磁諮詢委員會決議(CCEM 2013)，訂定CMC修訂原則，請各國國家標準實驗室(NMI)進行CMC的簡化作業，修訂後的CMC能量內容雖不變，但因條列呈現方式的改變，各國的CMC項次均將有所縮減。NML登錄總項由原有的137項併計為49項(各國亦同，如日本由原有的114項併計為35項，泰國由原有的315項併計為21項)。APMP各NMI的電磁技術委員會(TCEM)代表已於今年8月依照CCEM所建議的簡化作業分類原則完成CMC項目的合併與彙整，並呈送APMP TCEM主席。經CCEM同意後，新的CMC能量表已於103年11月11日公布於KCDB資料庫。
- (2) 溫/濕度領域：完成2項白金電阻溫度計增項，及5項輻射溫度計新增登錄，總計共27項CMC，已於103年6月10日公布於KCDB資料庫。
- (3) 長度領域：依據今年第三者再評鑑資料，向APMP TCL(長度技術委員會)提出CMC審核與登錄，包含擴充校正能量的有表面粗度量測系統(1項)、大地長度儀器校正系統(1項)、穩頻雷射校正系統(1項)、薄膜量測系統(1項)、精密型長塊規量測系統(1項)、奈米粒徑量測系統(6項)，新增加校正系統有二維影像標準校正系統(3項)與掃描式電子顯微量測系統(4項)，共計18項申請，目前CMC資料由APMP依相關流程審查中，預計於104年完成審核。

表 1-1-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計

代碼	領域別	APMP TC	BIPM CC	CMC 登錄項數
A	聲量	TCAUV	CCAUV	21
C	化學	TCQM	CCQM	3
D	長度	TCL	CCL	39
E	電量	TCEM	CCEM	47
F	流量	TCFF	CCM	21
H	濕度	TCT	CCT	2
L	真空	TCM	CCM	3
M	質量	TCM	CCM	10
N	力量	TCM	CCM	7
O	光學	TCPR	CCPR	45
P	壓力	TCM	CCM	9
T	溫度	TCT	CCT	25
U	微波	TCEM	CCEM	2
V	振動	TCAUV	CCAUV	18
合 計				252

2. 參與13項國際比對(其中主導1項)及16項(20件)國際追溯

由於全球性的比對相當耗時，因此制度上先依區域分為EURAMET(歐洲計量標準組織)、COOMET(歐亞標準實驗室聯盟)、APMP(亞太計量組織)及SIM(美洲計量聯盟)等區域計量組織(Regional Metrology Organizations, RMOs)，如圖1-1-3。以AUV.A-K1麥克風國際比對為例(如圖1-1-4)，由各區域的先進代表國先參加所謂的內圈比對(CCAUV.A-K1)，由此取得一全球比對參考值(KCRV)，再由這些國家於該所屬區域內的關鍵比對活動中(APMP.AUV.A-K1, EUROMET.AUV.A-K1, SIM.AUV.A-K1等)，將此全球KCRV傳遞到區域內的其它國家，藉此系列性的活動取得全球量測之一致性。在CIPM-MRA架構下，NML共參與93項，已完成58項，35項持續進行中，如表1-1-2。

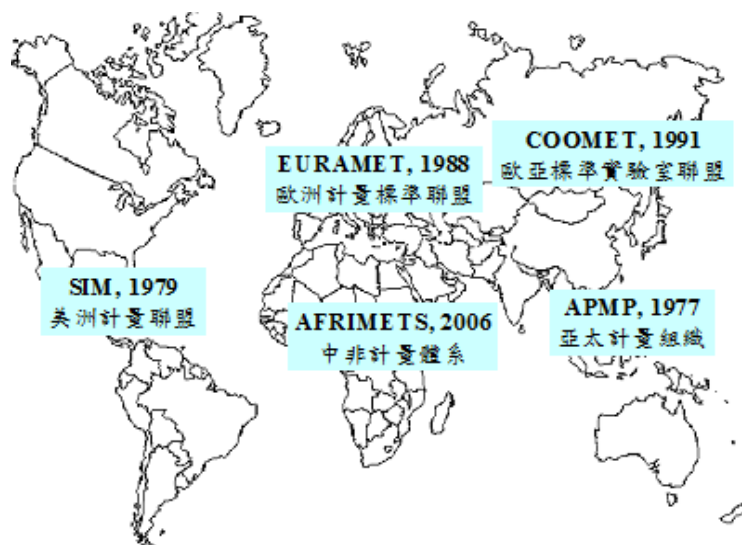


圖1-1-3、全球區域計量組織

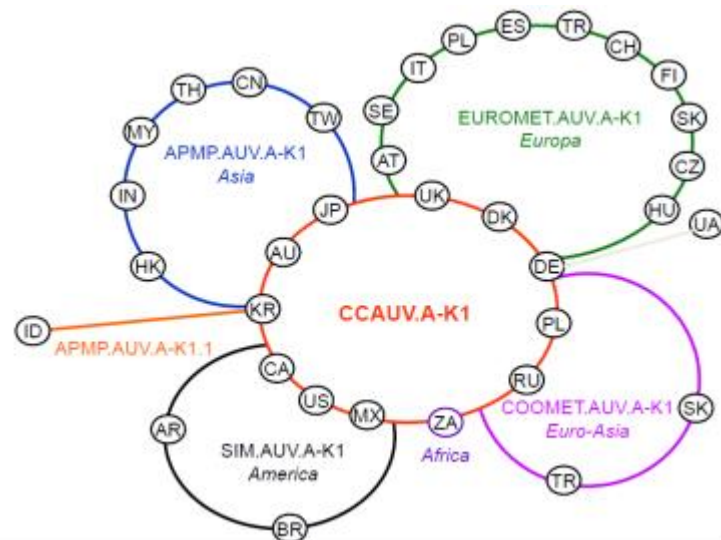


圖1-1-4、CCAUV.A-K1麥克風國際比對架構圖

表1-1-2、NML參與國際比對統計資料

類別	NML 對應領域	完成/發表 項目	進行中 項目
AUV	聲量/振動	5	1
EM	電量/電磁/微波	12	4
L	長度	13	5
M	質量、力量、壓力、真空、流量	14	8
PR	光量	5	7
QM	化學	4	2
T	溫度/濕度	5	8
合計		58	35

國際比對流程依序為1)比對發起及調查參與國家數，並決定主辦國(Pilot)，2)擬定比對規劃書(Protocol)，3)依擬定之規劃書進行比對件傳遞及量測，4)各參與國將完成比對之結果及數據分析，送給主辦國，主辦國進行比對資料之彙整之分析，5)比對報告撰寫，依程序分為草案A版(Draft A)、草案B版(Draft B)及總結報告(Final Report)，Draft A為第一版比對報告草案，完成後送各比對國確認報告內容，並依各國意見完成第二版比對報告草案(Draft B)，Draft B再送各比對國做最後確認，完成後送區域組織技術委員會同意後為final report，6)final report登錄於BIPM KCDB資料庫。國際比對時程一般至少需4~5年，國際比對參與績效認列為流程(3)、(4)及(6)。本年度NML共參與12項國際比對活動(如表1-1-3)，其中3項正式登錄BIPM KCDB資料庫。

表1-1-3、103年度NML國際比對情形

比對項目	系統代碼	傳遞標準件 (中文名稱)	比對編號或國家	執行期間	結果與說明 (或現況說明)
環/塞/針規 端點 尺寸標準	D03	環/塞/針規	Key Comparison APMP.L-K4 (台灣主辦)	97~104	比對結果已於103.07 登錄於BIPM網站，並 發表於 <i>Metrologia</i> , 2014, 51, <i>Tech. Suppl.</i> , 04004。
多頻聲音 校正器	A03	多頻聲音校 正器	APMP.AUV.A-S1	97~104	比對結果已於 103.05 登錄於 BIPM 網站，並 發表於 <i>Metrologia</i> , 2014, 51, <i>Tech. Suppl.</i> , 09004。
低壓氣體 流量	F08	轉子式流量 計	CCM.FF-K6.2011	101~103	比對結果已於 103.05 登錄於 BIPM 網站，並 發表於 <i>Metrologia</i> , 2014, 51, <i>Tech. Suppl.</i> , 07004。
油壓壓力	P03	油壓式活塞壓 力計	APMP.M.P- K13	99~103	比對結果已於 103.11 登錄於 BIPM 網站。
衝擊加速 規	V06	衝擊加速規 及電荷放大 器	APMP-AUV-V-P1	102~104	NML 於 103.08 完成比 對量測。
片電阻	E27	4" Silcon Wafer	APMP Supplementary Comparison (中國、台灣、南韓)	102~104	NML 於 103.08 完成比 對量測。
氫三相點	T05	標準白金電 阻溫度計	APMP. T-K3.6	102~104	NML 於 103.07 完成比 對量測。
銀凝固點	T05	高溫白金電 阻溫度計& 銀凝固點囊	APMP.T-K4.1	102~104	NML 於 103.12 完成比 對量測。
分光響應	O07	光偵測器	APMP PR-K2.b	102~104	NML 於 103.09 完成比 對量測。
光強度	O06	光強度標準 燈	APMP PR-K3.a	101~105	NML 於 103.06 完成比 對量測。
真空	L02	旋轉轉子黏 滯式真空計	APMP.M.P-K14	102~104	NML 於 103.09 完成比 對量測。
油流量/水 流量	F03 & F02	科氏力式流 量計	CCM.FF-K2.1.2011	102~104	NML 於 103.09 完成比 對量測。
風速	F10	超音波風速 計/雷射都卜 勒測速儀	CCM.FF-K3.2011	102~104	NML 於 103.06 完成比 對量測。

- 4項正式登錄BIPM KCDB Appendix B之比對結果如下：

(1) APMP.L-K4(台灣主導)：比對項目為內外徑 (NML系統代碼：D03)，傳遞標準件為環規與塞規，為促進各國國家標準實驗室間校正能力的等同性，亞太計量組織(APMP)特別針對內外徑標準進行關鍵比對，比對工件有5件，含2件環規(直徑11.95 mm與50 mm)與3件塞規(直徑3.465 mm、24 mm與50 mm)。此比對共有來自14個國家的國家實驗室參與，主辦單位為NML，協辦單位日本計量研究院，比對總結報告(Final Report)已於103.07登錄於BIPM網站。由表1-1-4各實驗室15個量測參數比對結果，顯示NML標準系統的量測能力與國際等同性，表示在環塞規量測技術與國際計量有一致量測結果($E_n < 1$)，對於我國近年來極力推動汽車產業(如和大、六方、倉佑等)之軸件高精度加工，可得到證明在量測計量標準是與國外接軌，提升國內軸件直徑計量準確性與產業競爭能力。

表 1-1-4、APMP.L-K4 各實驗室比對結果

環規 11.95 mm-middle		上面位置		中間位置		下面位置	
參與實驗室	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	
台灣 CMS/ITRI(Chinese Taipei)	0.43	0.18	0.49	0.25	0.45	0.43	
日本 NMIJ/AIST(Japan)	0.16	-1.17	0.22	-1.08	0.10	-1.25	
香港 SCL(Hong Kong)	0.5	0.24	0.6	0.35	0.5	0.33	
澳洲 NMIA(Australia)	0.43	0.26	0.56	0.70	0.48	0.75	
紐西蘭 MSL(New Zealand)	0.45	0.50	0.51	0.62	0.40	0.48	
印度 NPL-I(India)	0.0	-0.70	0.1	-0.59	0.1	-0.43	
新加坡 MC/A*STAR(Singapore)	-0.3	-1.35	-0.3	-1.44	-0.4	-1.46	
印尼 Puslit KIM-LIPI(Indonesia)	-0.99	-4.65	-0.99	-4.80	-1.11	-4.90	
越南 VMI(Vietnam)	0.23	-0.23	0.22	-0.31	0.23	-0.16	
泰國 NIMT(Thailand)	0.27	-0.69	0.37	-0.33	0.27	-0.40	
馬來西亞 NML-SIRIM(Malaysia)	0.35	-0.08	0.38	-0.12	0.35	0.05	
南非 NMISA(South Africa)	0.54	1.08	0.51	0.59	0.43	0.65	
韓國 KRISS(Korea)	0.53	1.08	0.60	1.28	0.51	1.27	
敘利亞 NSCL(Syria)	0.24	-0.12	0.26	-0.14	0.26	-0.06	
環規 50mm		上面位置		中間位置		下面位置	
參與實驗室	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	x_i (μm)	E_n ($k = 2$)	
台灣 CMS/ITRI(Chinese Taipei)	-1.01	-0.35	-1.01	-0.30	-1.08	-0.32	
日本 NMIJ/AIST(Japan)	-0.96	-0.37	-0.97	-0.34	-1.02	-0.26	
香港 SCL(Hong Kong)	-0.9	0.01	-1.0	-0.12	-1.0	-0.03	
澳洲 NMIA(Australia)	-0.95	-0.26	-1.02	-0.57	-1.11	-0.72	
紐西蘭 MSL(New Zealand)	-1.06	-0.90	-1.06	-0.81	-1.11	-0.74	
印度 NPL-I(India)	-0.3	1.09	-0.4	0.94	-0.3	1.23	
新加坡 MC/A*STAR(Singapore)	-1.5	-0.99	-1.6	-1.13	-1.7	-1.19	
印尼 Puslit KIM-LIPI(Indonesia)	-1.00	-0.31	-1.15	-0.73	-1.25	-0.85	
越南 VMI(Vietnam)	0.36	1.78	0.35	1.78	0.33	1.84	

泰國 NIMT(Thailand)	-0.74	0.96	-0.73	1.11	-0.75	1.36
馬來西亞 NML-SIRIM(Malaysia)	-0.56	0.97	-0.54	1.07	-0.56	1.19
南非 NMISA(South Africa)	-0.93	-0.20	-0.93	-0.08	-1.02	-0.29
韓國 KRISS(Korea)	-0.82	0.47	-0.83	0.50	-0.87	0.63
敘利亞 NSCL(Syria)	-1.05	-0.13	-1.08	-0.14	-1.01	-0.02
塞規 3.465 mm	上面位置		中間位置		下面位置	
參與實驗室	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)
台灣 CMS/ITRI(Chinese Taipei)	0.20	0.75	0.10	0.66	0.10	0.64
日本 NMIJ/AIST(Japan)	-0.28	-1.41	-0.30	-1.12	-0.29	-1.09
香港 SCL(Hong Kong)	0.0	0.07	-0.1	0.00	0.0	0.24
澳洲 NMIA(Australia)	0.22	1.88	0.16	1.98	0.12	1.63
紐西蘭 MSL(New Zealand)	-0.09	-0.44	-0.23	-0.92	-0.20	-0.75
印度 NPL-I(India)	-0.30	-1.31	-0.30	-0.96	-0.20	-0.51
新加坡 MC/A*STAR(Singapore)	0.10	0.32	-0.30	-0.49	0.10	0.48
印尼 Puslit KIM-LIPI(Indonesia)	-0.16	-0.43	-0.30	-0.65	-0.37	-0.90
越南 VMI(Vietnam)	-0.41	-0.95	-0.38	-0.69	-0.43	-0.83
泰國 NIMT(Thailand)	0.02	0.20	-0.05	0.21	-0.04	0.23
馬來西亞 NML-SIRIM(Malaysia)	-0.09	-0.18	-0.14	-0.11	0.09	0.52
南非 NMISA(South Africa)	NA	NA	-0.10	0.00	NA	NA
韓國 KRISS(Korea)	0.00	0.20	-0.04	0.43	-0.09	0.04
敘利亞 NSCL(Syria)	-0.48	-0.75	-0.55	-0.75	-0.51	-0.69
塞規 24 mm	上面位置		中間位置		下面位置	
參與實驗室	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)
台灣 CMS/ITRI(Chinese Taipei)	0.49	-0.33	0.28	-0.20	-0.11	-0.03
日本 NMIJ/AIST(Japan)	0.39	-0.99	0.13	-1.13	-0.22	-0.69
香港 SCL(Hong Kong)	0.6	0.11	0.4	0.20	0.0	0.26
澳洲 NMIA(Australia)	0.67	0.73	0.39	0.45	-0.05	0.35
紐西蘭 MSL(New Zealand)	0.66	0.72	0.44	0.83	0.08	1.26
印度 NPL-I(India)	0.5	-0.27	0.2	-0.58	-0.1	0.02
新加坡 MC/A*STAR(Singapore)	0.2	-0.71	0.5	0.36	0.1	0.41
印尼 Puslit KIM-LIPI(Indonesia)	0.52	-0.12	0.35	0.11	0.20	1.07
越南 VMI(Vietnam)	0.32	-0.52	0.31	-0.02	-0.08	0.06
泰國 NIMT(Thailand)	0.54	-0.06	0.30	-0.08	0.07	0.72
馬來西亞 NML-SIRIM(Malaysia)	0.52	-0.10	0.28	-0.11	-0.12	-0.04
南非 NMISA(South Africa)	0.57	0.11	0.32	0.01	-0.21	-0.81
韓國 KRISS(Korea)	0.68	0.47	0.80	0.47	0.81	0.31
敘利亞 NSCL(Syria)	0.09	-0.99	0.18	-1.05	0.16	-1.15
塞規 50 mm	上面位置		中間位置		下面位置	
參與實驗室	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)	x_i (μm)	E_n ($k=2$)
台灣 CMS/ITRI(Chinese Taipei)	-0.05	-1.25	-0.01	-0.98	-0.09	-0.86
日本 NMIJ/AIST(Japan)	-0.05	-1.66	-0.05	-1.53	-0.17	-1.60
香港 SCL(Hong Kong)	0.2	-0.07	0.2	-0.04	0.0	-0.19

澳洲 NMIA(Australia)	0.24	-0.02	0.23	0.05	0.16	0.26
紐西蘭 MSL(New Zealand)	0.18	-0.37	0.25	0.16	0.16	0.27
印度 NPL-I(India)	-0.2	-2.15	-0.2	-2.04	-0.2	-1.52
新加坡 MC/A*STAR(Singapore)	1.0	1.26	0.8	0.96	0.7	0.97
印尼 Puslit KIM-LIPI(Indonesia)	0.24	-0.01	0.26	0.13	0.12	0.02
越南 VMI(Vietnam)	0.18	-0.12	0.20	-0.04	0.18	0.13
泰國 NIMT(Thailand)	0.24	-0.02	0.20	-0.09	0.12	0.03
馬來西亞 NML-SIRIM(Malaysia)	0.21	-0.10	0.28	0.16	0.14	0.07
南非 NMISA(South Africa)	0.43	1.66	0.35	1.15	0.21	0.86
韓國 KRISS(Korea)	0.25	0.03	0.32	0.46	0.21	0.45
敘利亞 NSCL(Syria)	-0.31	-1.06	-0.35	-1.09	-0.40	-0.98

- (2) APMP.AUV.A-S1：比對項目為聲音校正器校正系統(NML系統代碼：A03)，傳遞之標準件為多頻聲音校正器，由泰國NMIT所主導之區域性比對，共有9個國家NMI參與，依據IEC 60942:2003執行多頻聲音校正器之聲壓位準(Sound Pressure Level)、頻率(Frequency)及失真(Total Distortion)量測比對。圖1-1-5摘錄31.5 Hz下94 dB量測結果，NML之量測結果最接近各NMI之量測聲壓平均值(Mean SPL)擴充不確定度0.1 dB內，由此結果可確認NML聲音校正器校正系統的量測能力與國際等同性，提升國內產品聲量與環境噪音計量之量測準確性與產業競爭力，直接影響TAF音響領域專業校正/產業測試實驗室共37家、及33家環檢實驗室共96項環境噪音檢測項目，及提供華碩、宏碁、鴻海等國內資訊產品大廠國際接軌之校正服務。

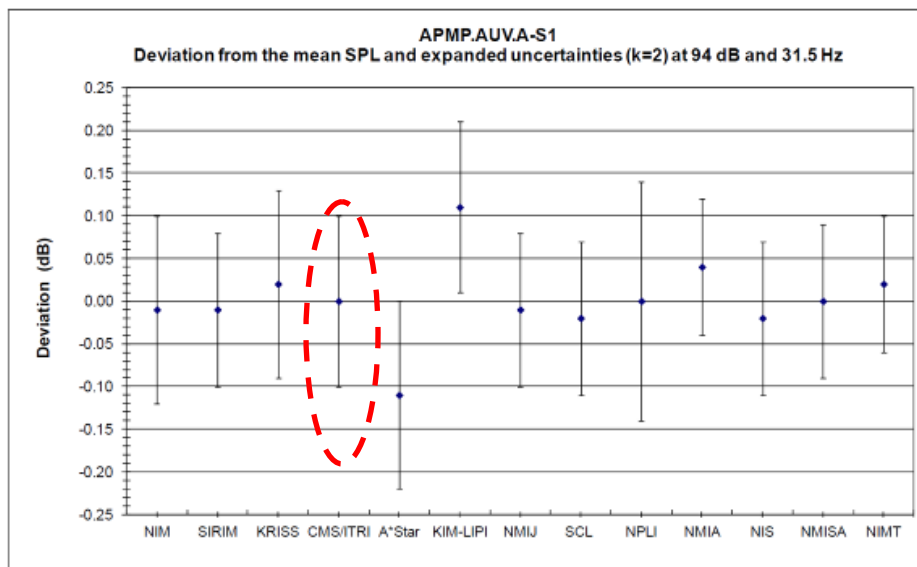


圖1-1-5、APMP.AUV.A-S1比對結果圖

- (3) CCM.FF-K6.2011：比對項目為低壓氣體流量(NML系統代碼：F08)，傳遞標準件為轉子式流量計，共有11個NMI參與比對，比對依據CCM.FF-K6b protocol執行，傳遞標準件於主導NMI (斯洛伐克SMU)量測後，依序傳至其它參加NMI，最後再回到SMU。NML量測結果接近KCRV(關鍵比對參考值)，代表結果一致性的En值都在可接受的範圍。

圍內(< 1)，量測數據亦落於參與國中心值的附近(如圖1-1-6所示)，表現受到國際的肯定，由比對結果確認NML標準系統的量測能力與國際等同性，提升國內流量計量準確性與產業競爭能力，影響國內天然氣、環保檢測、半導體與化工製程等產業之發展。

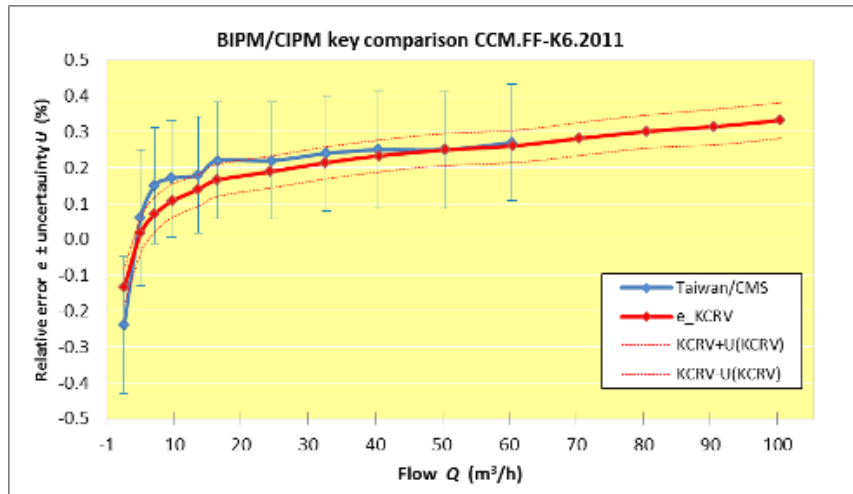


圖1-1-6、NML參與CCM.FF-K6.2011國際比對結果及與關鍵比對參考值之比較

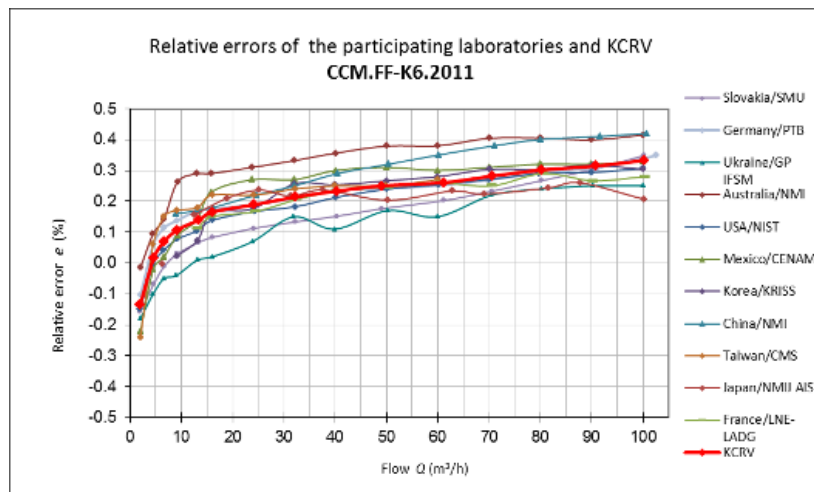


圖1-1-7、CCM.FF-K6.2011國際比對結果圖

(4) APMP.M.P-K13：此項比對項目為油壓校正系統(NML系統代碼：P03)，傳遞之標準件為油壓式活塞壓力計，由日本NMIJ/AIST主導共有10 NMI參加，其中哈薩克因數據差異大未列入比對結果中。比對壓力範圍為50 MPa ~ 500 MPa，比對結果已成功連結到CCM.P-K13內圈比對結果。圖1-1-8為NML最高壓力250 MPa的比對結果，量測數據正好落在參與國中心值的位置。由比對結果除確認NML壓力標準系統的量測能力與國際等同性外，也進一步提升以下領域客戶：石化(如中油)、機械(如台船)、發電(如台電)、橡膠(如正新)、塑膠(如南亞)，食品(如光泉)等壓力量測標準技術以及產業競爭力。

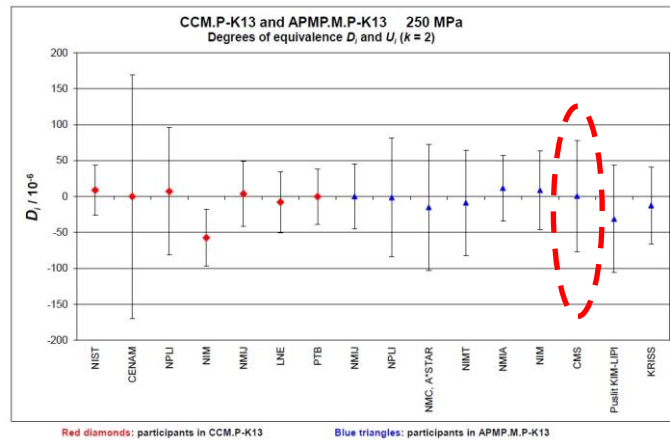


圖 1-1-8、APMP.M.P- K13比對結果圖

- 國外追溯共完成16項，20件

表1-1-5、103年度 NML國外追溯情形

追溯項目	件數	系統代碼/名稱	追溯國家/機構	追溯日期
標準燈	1	O03 分光輻射量測系統	英國/NPL	103.10
自動視準儀	2	D06 角度塊規校正系統	德國/PTB	103.10
荷重元	4	N03~N05 力量比較校正系統	德國/PTB	103.07
熱陰極離子真空計	1	L02 動態膨脹法真空量測系統	德國/PTB	103.07
相位產生器	1	E21 相位角量測系統	美國 NIST	103.09
標準電感器	1	E16 標準電感量測系統	美國/NIST	103.08
分光輻射亮度標準燈	1	O03 分光輻射量測系統	美國/NIST	103.08
單相交流電力標準表	1	E18 單相交流電功率量測系統	德國/PTB	103.07
標準線距	1	D28 掃描式電子顯微量測系統	德國/PTB	103.02
電磁場強度計	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	103.03
錐型偶極天線	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	103.04
分光輻射通量標準燈	1	O02 全光通量量測系統	美國/NIST	103.04
532 nm 綠光雷射	1	D19 線距校正系統	英國/NPL	103.04
棒狀天線	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	103.05
直流電流分流器	1	E10 直流大電流量測系統	美國/NIST	103.05
活塞壓力計	1	P04 氣壓量測系統	德國/PTB	103.05
計 16項 20件				註：追溯日期係指校正報告日期

3.完成5領域第三者認證及8領域監督評鑑

NML為迎合世界潮流，從90年度開始向TAF申請第三者認證，藉由第三者的客觀角度來證明NML的品質系統運作是符合世界(ISO/IEC 17025)標準。配合TAF認可證書之3年效期，將NML 15個領域分三年執行認證工作，所以NML每年都會有一次正式的評鑑，歷經12年，每個實驗室都已經過四輪的評鑑，在歷次的評鑑中，NML展現的優異品質，均讓各國評審員印象深刻，此表現也獲得TAF極高的信心支持，在99年度將NML的證書效期延長為五年。

NML申請TAF實驗室編號為N0688，包含光量/長度/電量/磁量/微波等5個領域之證書於103年10月14日已屆五年效期，共計完成62套系統評估與對應文件更新，各領域之系統評估套數如下表所示。第三者認證現場評鑑活動分別安排於103年6月18~20日以及103年7月1~4日執行，評鑑團隊包含美國國家標準與技術研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)、日本計量標準總合中心(National Metrology Institute of Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, NMIJ/AIST)與新加坡計量中心(National Metrology Centre, NMC)三個單位之專家。本次現場評鑑均已順利完成，不符合事項共計0項，共計67項目通過認可，並於103年8月26日獲得全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)延展證書，證書效期為103年10月15日至108年10月14日止，證書已公告於NML網站第三者認證項下，供業界與民眾查詢與下載。

(http://www.nml.org.tw/components/com_article.asp?sm_id=199)。

表1-1-6、103年度NML第三者認證狀態統計表

領域	代碼	完成系統套數	認證項數	認證項目領域代號
光量	O	8	22	KG
長度	D	23	23	KA
電量	E	25	17	KF
磁量	B	3	2	KG
微波	U	3	3	KG
合計		62	67	

另本年度NML計有化學參考物質生產機構(R001)、溫濕度(N0881)、流量/力量/質量/壓力/真空(N0882)等實驗室，分別於103年4月18~28日完成TAF監督評鑑，不符合事項共計0項。

4.國際技術合作與交流：

- 受邀擔任同儕評鑑技術評審員

(1) 流量領域蘇峻民博士受邀擔任日本計量標準總合中心(NMIJ)液體流量實驗室同儕評鑑之評審員。

(2) 流量領域蕭俊豪博士受邀擔任新加坡計量中心之液體流量校正實驗室同儕評鑑之評審員。

• 協助CMC登錄審查

(1) 于學玲博士協助審查紐西蘭國家標準實驗室(MSL)之光量領域校正量測能量(CMC)項目。

(2) 蔡淑妃擔任APMP溫度技術委員會之白金電阻溫度及凝固點工作小組(TCT SPRT and FPs Working Group (Linking to CCT TG -K Working Group)) 成員，103年度協助審查中國大陸NIM、香港SCL、和馬來西亞SIRIM有關溫度定點的CMC。

(3) 葉建志博士擔任APMP溫度技術委員會之工業級溫度計工作小組(TCT Industrial thermometers Working Group (Linking to CCT TG-GOTH Working Group))成員，103年度協助審查中國大陸NIM和印尼KIM-LIPI有關工業級溫度計的CMC。

(4) 李瓊武博士受邀擔任APMP區域計量組織間(Inter-RMO)評審專家，協助審查EURAMET成員實驗室所申請之捲尺(Tape)與電子測距(EDM)的CMC。

(5) 謝文祺/李瓊武審查2013年絕對重力儀國際比對(INTERNATIONAL COMPARISON OF ABSOLUTE GRAVIMETERS)暨CCM.G-K2 關鍵比對(Key Comparison)之DRAFT A 報告。

(6) 陳生瑞博士受邀擔任APMP 區域計量組織間評審專家，協助審查EURAMET成員實驗室所申請之探針剛性量測CMC新項目。

5.參與國際重要會議

(1) 出席亞太計量組織執行委員會(Executive Committee, EC) 與技術委員會(TC)之年中會議與研討會。

NML彭國勝組長以亞太計量組織執行委員會委員身份，出席2014亞太計量組織執行委員會與技術委員會之年中會議與研討會(2014 APMP EC and TC chairs midyear meetings and Symposium)，會期於6月2~5日，由APMP秘書處主辦，印尼的計量院(The Research Centre for Calibration, Instrumentation and Metrology-Indonesian Institute of Sciences, KIM-LIPI)協辦。年中會議重點摘要如下：

- 進一步討論 APMP 應如何發揮計量統合力量，為區域或各國的經濟發展，注入更多的助力。或可聚焦於全球關注的議題如能源效率、環境變遷等相關計量挑戰。
- 由於 BIPM 反應，要維護的 KCDB CMC 項目愈來愈多了，請各計量領域的諮詢委員會(Consultative Committees, CCs)檢討 CMC 數量的簡化，其中電磁領域(CCEM)已將 CMC 的表達方式作了大幅的改變，數量亦將隨之減少。
- 檢討會員會費結構：目前會員的會費結構共分 6 級，會費從 US\$ 600 至 US\$ 12000 不等。鑑於各會員國的經濟與時俱進，請財務委員研究依聯合國經濟指標及計量發展現況等條件，提出會費分級草案至 APMP 大會討論。

- 討論 APMP 主席與 EC members 任期：現任主席 Dr. Fisk 為接任上屆未滿的任期，EC 討論後建請 Dr. Fisk 續任一年，建議案將再提交 APMP 2014 大會表決。EC members 的任期依 APMP MoU 規章訂為 2~3 年，任期略有彈性，希望維持 APMP EC 的經驗傳承與有效運作。
- APMP 2015 GA 大會，將由中國計量科學研究院(NIM)主辦，暫訂會期為 2015 年 11 月。
- 為了加強與認證組織的合作關係，APMP 主席擬邀請亞太實驗室認證聯盟(APLAC)主席參加 APMP GA 大會。
- APMP DEC 持續推動儀器庫(Instrument Bank)的構想，目前已有日本計量標準總和中心(NMIJ)、韓國標準與科學研究院(KRISS)及澳洲國家量測實驗室(NMIA)可能會捐出閒置但功能仍正常堪用的舊儀器，轉送給需要的國家計量機構(NMI)。
- 過去區域組織聯合委員會(JCRB)每年開會兩次，今後第二次會議依情況可能不召開，以節省差旅負擔。
- 目前 TCQS 對品質文件的審查時間很長，各 TC 也對品質文件作審查，工作重疊，請協調簡化審查作業程序。
- APMP metrology school 2014 為 APMP Developing Economies' Committee (DEC)計量人員訓練的經常性活動，已由 APMP DEC chair 籌備中，也請各國 NMI 多支持。
- 2015 年 APMP TCI project 已開始徵求計畫書，申請期限是 2014.07.19，請各 TC chairs 把握時間。
- 北韓計量院長期以來，很少參與 APMP 的活動，KRISS 表達願與北韓計量院溝通了解，APMP EC 也表達在適當的安全考量下支持 KRISS 的行動。
- 2015 年的 APMP 年中會議，預定協辦國有柬埔寨或巴基斯坦，大家對前往巴基斯坦的安全考量較大，應會優先選擇柬埔寨，並請秘書處再協助確認。秘書處將開始徵求有意願主辦 APMP 2016 GA 大會的國家。

(2) 參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」、「兩岸光電檢測技術及標準研討會」、「2014年光伏計量論壇」及拜會國家質檢總局計量司、中國計量科學研究院、廈門市質量技術監督局、廈門市計量檢定測試院、福建省標準化研究院等標準單位。

中華民國計量工程學會與中國計量測試學會共同主辦之「海峽兩岸計量研討會」每兩年辦理一次，輪流在台灣與大陸舉行，今年的會期是6月4~5日在北京中國計量科學研究院(NIM)召開，國家度量衡標準實驗室由段家瑞主任與林增耀副主任帶隊參加，會後轉往廈門與福州，參加6月6日廈門市計量測試學會主辦之「兩岸光電檢測技術及標準研討會」，順道拜會「廈門市質量技術監督局」及參訪廈門市計量檢定測試院，以及參加6月9日福建省計量測試學會主辦的「2014年光伏計量論壇」、拜會「福建省標準化研究院」。此行參加的團員共30人，除計量學會的理事長等人外，計有國家度量衡標準實驗室與工研院同仁12位，產業界代表12位，標準檢驗局莊素琴副局長和孫元平科長則是官方代表；

華聚基金會林坤銘執行長等3人也在6月9日加入，與工研院和產業代表共同參加兩岸PV工作組會議。

為加強與中國計量科學研究院和中國國家質量監督檢驗檢疫總局的關係，於兩岸計量研討會前先行拜訪NIM前院長趙克功博士，以及拜會質檢總局計量司韓毅司長、王步步副司長等。兩岸計量活動主要需獲得質檢總局的支持，才得以順利進行合作，本次在質檢總局計量文物的出版部，與計量司進行會晤，保持良好關係，以協助辦理兩岸計量合作相關事宜。

第九屆起，海峽兩岸計量研討會以中國計量科學研究院和國家度量衡標準實驗室/工研院量測中心技術交流為主，因此，雙方各提論文發表，中國計量科學研究院由宋淑英副院長報告，段家瑞主任則代表國家度量衡標準實驗室/工研院量測中心，說明近年重要研發成果與重大產業效益。同時，質檢總局計量司的陳紅處長則報告「計量技術法規概況」。會議結束時推選「最佳人氣獎」，由NML流量室研究員李信宏獲得「最佳人氣獎」。NML共發表6篇口頭論文如下表：

表1-1-7、海峽兩岸計量研討會口頭發表

發表人	發表名稱
李心澤	台灣法定計量規範與技術應用
許俊明	電量計量標準技術與精密儀器研發應用
彭保仁	特殊光源之眩光及閃爍量測技術
陳生瑞	微小力量與質量計量技術研究
李信宏	固定污染源排放計量技術研究
何信佳	氣膠奈米顆粒之量測研究與應用

中國計量科學研究院張玉寬院長認為雙方自2010年簽署合作備忘錄後，一直有密切的技術合作與交流，遇此難得的機會，更要在議程的空檔中安排雙方進行簡短的會議。張院長說明十三五科技規劃起草已正式啟動，預定於2015年初交稿，亦即2013-2020中國政府支持計量發展，選擇生物安全、能源、新材料、奈米、前瞻等技術項目，並要求未來落實率達到70%，強調規劃與落實結合，才真的達到發展的意義，計量院為此做長遠的規劃，開始環境改善，不斷優化環境，加強硬體建設，如電力不足的改善，期望創造一個長遠的環境，促使計量科技更好、更健康；技術發展則以需求為導向，要求針對問題解決，聯合創新，以及探索與龍頭產業的合作，如高溫的測量、與航天的合作等；最重要的是，要求各項技術都要將標準追溯到計量院。針對雙方合作議題以大陸十三五科技規劃與台灣新興計畫(通訊)為合作藍本，涵蓋工具機(機床)、具華人特色之計量技術(如針灸、氣功)等。張院長並當場指示吳方迪副院長與宋淑英副院長負責與我方研究合作項目。

另參訪廈門市計量檢定測試院之長度室「基線裝置、光干涉儀、三座標測量儀、3D打印機、3D測距儀」等；電學計量科之「光電計量、聲學、光譜光度(3米積分球)、色度輻射度、材料及生物光學、照度亮度、質量、高壓、互感器、電能」等實驗室及熱工科實驗室，參訪後由廈門市質量技術監督局郭勇毅局長、標準檢驗局莊素琴副局長及段主任共同主持座談會。大陸方面希望雙方更多專家深入討論，協助建立檢驗檢測能力；希望兩岸共同交流關注國際標準化動態，我方則提出台灣於天然氣(LPG)熱值分析技術及定量標包裝實驗室建置等，可供大陸方面交流借鏡。福建省標準化研究院由黃秀忠院長，陪同參觀其標準化業務服務窗口等單位及座談會議。會議中陸方表達現今大陸重視國際標準化扶植經濟產業，希望就產業標準化業務能與台灣建立互信合作機制；目前兩岸透過學會已建立了公益性的平台，供群眾閱覽，即時掌握兩地標準測試最新訊息。

(3) 參加光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)工作小組(WG)會議

國際度量衡局(BIPM, International Bureau of Weights and Measures)是國際度量衡組織的最高指導單位，其成立的宗旨是在確保計量科學的發展及國際度量衡標準的一致化，其成員由米制公約簽署國的國家度量衡機構所組成。其下有10個諮詢委員會(Consultative Committees, CC)，負責研究及協調所屬專業領域的計量問題，各諮詢委員會另設立數個工作小組(WG)。此次任務除了參加光度與光輻射諮詢委員會(Consultative Committees for Photometry and Radiometry, CCPR)兩年一度的會員大會以及校正與量測能量(WG-CMC)、關鍵量比對(WG-KC)、策略規劃(WG-SP)等三個工作小組的討論會外，另一重要任務是申請NML成為CCPR正式觀察員。

因為政治因素，台灣雖然是國際度量衡委員會(CIPM)的仲會員，但之前並不能申請加入各CC以及參與各項CC活動，包括重要的CC關鍵量比對等等。幸運的是NML光輻射實驗室一直以來與CCPR前任主席Dr. Franz Hengstberger保有友好關係，在我方積極表達參與CCPR意願後，2012年由Dr. Hengstberger發出邀請信，讓NML得以用來賓(Guest)身分參加了CCPR會議，但這僅限於CC會議。若要參加工作小組的會議，則還得分別寫信給各工作小組的主席，請他們同意讓NML參加，收到他們的同意信之後，NML才能參加各工作小組會議，非常麻煩。經過這些繁複的手續後，2012年第一次有機會來到位於巴黎的國際度量衡局(BIPM)總部開會。同年，BIPM修訂了有關會員資格的條款，在原先的4.5節後增加了4.5a節，從此類似台灣這種身分特殊的實驗室有機會申請成為正式觀察員。

因此會議前向CCPR秘書詢問申請成為觀察員的程序，另外請NML國際事務窗口馬經理協助寫正式信件給CCPR主席。據CCPR秘書的回覆，要申請成為觀察員，首先要由實驗室相關主管寫信給CIPM提出申請，接著在下次CCPR會議時，由實驗室代表介紹實驗室活動及能力給與會的CCPR成員，接著再由這些CCPR會員投票決定該實驗室是否具資格成為CCPR觀察員。若投票通過，則CCPR主席會提報給CIPM，推薦該實驗室成為CCPR的正式觀察員。經過馬經理溝通協調，CCPR主席同意安排NML今年申請報告。

在CCPR會議中，先由我方介紹NML光輻射實驗室的量測能力、研究計畫、國際活動後，經CCPR會員投票，我方觀察員的申請獲得同意，並將由CCPR提報CIPM(國際度量衡委員會)做最後核定。會後，包括CCPR主席之外的一些國家表示NML的報告令他們印象深刻，他們沒想到台灣的光度與光輻射實驗室有這麼多的成果。參加CC會議可以全盤了解計量領域的發展趨勢、認識亞太以外的同行、展現台灣的計量能力給全世界，及開創可能的國際合作關係，建議各CC都應盡量安排人員參與，讓NML在國際上更為活躍。

(4) 參加2014年亞太計量組織會員大會暨技術研討會

今年的年度會員大會暨相關會議於9月21~27日在韓國大田舉行，依循APMP的傳統，包括執行委員會(EC)會議、開發中國家(DEC)會議、技術委員會召集人(TCC)會議、執行委員會與技術委員會召集人(EC & TCC)聯席會議、12個技術委員會(TC)會議、綜合研討會(Symposium)、國家計量組織負責人研討會(NMI Directors' Workshop)、實驗室參觀、以及會員大會(General Assembly)。由於韓國KRISS近年來極力發展醫學計量，因此，今年增加了一場醫療計量研討會(Medical Metrology Workshop)，邀請我國NML、中國計量科學研究院(NIM)、日本計量標準總合中心(NMIJ/AIST)、澳洲國家計量研究院(NMIA)，與韓國KRISS代表，分別報告各自的醫療計量研發現況及策略，以及未來可行的合作。所有會議限委員會成員或會員大會代表參加，醫療計量研討會的與會者仍限於APMP會員及KRISS的醫學計量研發人員，綜合研討會則開放韓國本國各界自由報名參加。

為了提升會議的效益，也讓經費能力有限的會員國代表在參加年度會議的同時，可以增加技術的研習，因此，各技術委員會的召集人會盡量與主辦單位配合規劃1~2天的技術研討會，於正式的會期前辦理；這項技術研討會是決定於主辦國和各技術委員會主席的規劃，並非硬性規定要辦的，往年都是部分領域有辦；2013年台灣主辦之際是12個領域都辦了1~3天的技術研討會。同樣的，今年除聲量外，各技術領域也都舉辦了這樣的研討會，其中與NML相關的材料、質量、流量、溫度領域為2天的技術研討會，長度、電量、光量、物量、品質則為1天的技術研討會。

APMP現有正會員國家/經濟體24個、仲會員7個；其中，正會員機構有40個、仲會員機構則有7個。組織內共有12個領域的技術委員會。各會員機構視本身技術能量參與各個委員會，因此，會員代表加上技術委員會的代表，整體上說，基本成員總計約有300多人；主辦的KRISS說明今年約有300位會員與會，而韓國本國各界報名參加綜合研討會的則有100多人。

NML除了時頻及游離輻射領域外，在10個技術領域各有一位代表，同時，段家瑞主任在會員大會上代表NML，彭國勝組長任執行委員會的委員，知識傳播部馬慧中經理是NML在APMP的連絡窗口，因此，今年NML參加會議者總計13人：

表1-1-8、2014年亞太計量組織會員大會暨技術研討會參與人員

編號	姓名	主要參加項目	全程參加的項目	出國日期
1	段家瑞	會員大會(GA)	會員大會、綜合研討會、國家計量組織負責人研討會、實驗室參觀	9/22-9/28
2	馬慧中	會員大會(GA)	會員大會、綜合研討會、醫療計量研討會、實驗室參觀	9/22-9/27
3	彭國勝	執行委員會(EC)	執行委員會會議、會員大會、綜合研討會、實驗室參觀	9/20-9/27
4	藍玉屏	長度技術委員會(TCL)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/19-9/25
5	黃宇中	聲量/超音波/振動技術委員會(TCAUV)	技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/21-9/25
6	許俊明	電磁技術委員會(TCEM)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/19-9/25
7	蔡淑妃	溫度技術委員會(TCT)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/18-9/25
8	莊宜蓁	光量技術委員會(TCPR)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/19-9/25
9	傅尉恩	材料技術委員會(TCMM)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/18-9/25
10	陳生瑞	質量技術委員會(TCM)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、醫療計量研討會、實驗室參觀	9/18-9/25
11	蘇峻民	流量技術委員會(TCFF)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/18-9/25
12	林采吟	物量技術委員會(TCQM)	技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/21-9/25
13	方承彥	品質技術委員會(TCQS)	技術研討會、技術委員會會議、綜合研討會、實驗室參觀	9/19-9/25

各項會議與技術委員會摘要如下：

●會員大會(GA)會議重點如下：

– APMP會務報告

✓ 技術委員會召集人中，長度和時頻的召集人任期於今年屆滿；聲量、電量、質量、光量、物質量、品質、及溫度等七個領域的召集人的任期也將於明年屆滿，因此，於今年先選出副召集人，以便於明年接棒。由NML黃宇中博士當選聲量/超音波/振動技術委員會(TCAUV)副主席。

– 獎項評選委員報告 – APMP的三個獎項，即(1)APMP Award；(2)Iizuka Young Metrologist Prize，及(3)APMP Technical Service Award。NML同仁參選Iizuka Young Metrologist Prize，雖獲第三名，由於僅錄取兩名，故而未獲獎。

– APMP 2015的籌備報告 – 中國計量科學研究院(簡稱計量院)為2015年的主辦單位，報告活動規劃。

- 2016年會員大會之申請國報告；本次大會中並未決定2016年的主辦國和機構，會後以通訊表決。
- 「醫療計量研討會」是首次舉辦－KRISS報告了辦理的成果，提議將之納入APMP的例行活動中，請下屆承辦APMP大會的中國繼續辦理，中國計量院同意續辦，並安排在與實驗室參觀時段平行。
- 其他區域組織報告－各區域組織都準備了書面報告，APLAC和GULFMET(Gulf Association for Metrology，阿拉伯聯合大公國成立的新區域計量組織)均派代表到場報告；GULFMET代表說明，其組織成立的構想起於2008年，於2010年正式成立，現有7個正會員和3個副會員。
- APMP的策略方向是限於具投票權的會員代表參加的閉門會議，將NMI Directors' Workshop所討論出的五個議題再提出討論與收斂，大家對於”Medical Diagnostic Equipment”這個題目有許多不同的看法，認為應該凸顯它與計量關係，因此對名稱有多方意見，NML是這個議題的主要負責人，將再討論後續做法。
- 執行委員會(EC)，第53次會議討論事項如下：
 - 審查及歡迎柬埔寨(Cambodia)加入APMP 成為正式會員(Full Member)。APMP目前有24個正式會員(內含40個研究機構)，及7個仲會員。
 - 釐清APMP 會費結構，會員會費範圍 USD600 ~ USD12,000，依聯合國每人年GDP等級與該經濟體計量技術開發程度，判定會員該繳費的等級，每年由EC檢視一次，並向GA報告核定。
 - 基於柬埔寨為APMP新會員，支持其協辦2015 APMP mid-year meeting。
 - TCI project目前只有2項提案，建議延長徵求提案時程至年底，給各TC較多準備時間。預算由每年3萬美元增加至4.5萬美元。
 - 開發中國家(DEC)的預算額度也由每年3萬美元增加至4.5萬美元。
 - APMP組織架構，目前只有技術委員會，因應未來的聚焦領域(Focus Areas)，或許該增加工作組(Working Groups)，細節需再討論後，提報GA裁決。
 - APMP的財務尚屬健全，請財務長Dr. Thomas Liew研究應保留多少現金即可維持APMP正常運轉。
 - APMP DEC會員與東南亞國協(ASEAN)會員重疊性高，Dr. Thomas Liew與DEC主席Dr. Mego可多交換訊息，了解各項建設經費的運用，協助DEC會員建立計量基礎設施與人員訓練。
 - 由德國PTB贊助推動的MEDEA project，已規劃10個工作項(Work Packages)，DEC主席請APMP EC及TC chairs多予協助。
 - 今年APMP-Iizuka Prize 提名的有5位，經獎項委員會評審後取前2名為今年的得獎人。至於APMP DEN Award則由Mrs. Ajchara Charoensook, NIMT獲得。

- APMP 2015工作計畫，主要是成立數個個工作組，推動由2014 Directors' workshop所討論出來聚焦領域的共同合作。
- APMP 2015由大陸NIM承辦，秘書處整理了歷年APMP年會與年中會議承辦國，作為討論後續承辦國的參考。至於2016年的承辦國，目前已有數個選項，然尚需進一步確認決定。
- 長度技術委員會(TCL)會議重點如下：
 - 主席請各出席代表確認各實驗室聯絡人名單，並宣達展示APMP TCL歷年會議紀錄、研討會簡報、定期公告訊息、各實驗室聯絡人等資訊，都可以在APMP網站上輸入特定帳密查詢到。
 - 主席表示以往APMP會議都在CCL會議後舉行，今年會議較往年提早，所以尚無CCL相關最新會議資訊，僅能就他認為重要的訊息提供給與會代表。CCL擬了一份策略文件，可以自BIPM網站上查詢下載。為縮短比對報告審查時間，以往規定必須所有成員進行審查，更改為只需通過兩位CCL成員審查。明年將在BIPM召開三年一次的CCL會議。
 - 今年7/28-8/1在泰國NIMT舉辦了一場穩頻雷射的研討會和比對，主要是針對開發中國家成員進行教育訓練，日本不僅擔任講師，並帶了光梳和碘穩頻雷射進行實作教學及協助比對。
 - 今年有韓國、新加坡、印度、印尼和台灣分享報告實驗室近況，因時間有限，主席請大家只報告新的發展。韓國購買了一台新的表粗量測儀，廠牌Panasonic，和NMIJ、NIM、A*star NMC相同。A*star NMC著重於free form的標準，印尼KIM-LIPI改名為Center for Metrology，底下有機械和電光兩個Divisions。印度新建大樓，發展瓦特天平、波茲曼常數、量子燭光等研究。NML則介紹未來幾年將著重在三維尺寸計量技術發展、系統建置和儀器開發。
 - 德國PTB有援助開發中國家的計畫，主席詢問DEC的代表們，有哪些議題是他們覺得需要協助的，決議塊規和長尺列為候選項目。今年TCL沒有TC initiate提案，討論結果有幾個方向但未定論，包括雷射干涉儀、電子測距儀(EDM)、三次元座標量測儀(CMM)、形貌等。
 - 下任主席為韓國KRISS的Dr. Chu-Shik Kang，他表示APMP TCL事務需要所有成員共同承擔努力，他也會盡力。新任主席並邀請泰國NIMT之Dr. Jaraya擔任副主席協助他。主席任期為三年，副主席任期為兩年，第三年將遴選預備主席，屆時由預備主席擔任副主席。
- 電磁技術委員會(TCEM)重要會議結論如下：
 - 各國校正能力登錄審核小組名單已更新，但射頻(RF)領域需更多審核委員加入。

- 主席報告：本次舉辦了發展中國家訓練課程，本次課程是由蒙古及斯里蘭卡所規劃提出。對發展中國家來說此課程是很好的訓練，此課程由德國聯邦物理實驗室(PTB)贊助邀請韓國標準與科學院(KRISS)專家協助。
- New SI (新SI單位定義)：工作小組已於2013年世界度量衡電磁技術委員會成立。對亞太度量衡委員會來說，因應新SI單位定義的相關課程、指引是必需的。
- 新SI單位定義對工業界來說，改變很小；但對維持如約瑟夫森電壓及量子化霍爾電阻標準等原級標準之國家標準實驗來說，是很大的改變。
- CMC simplification (各國校正能力登錄表簡化)：於現階段，簡化的進度有些落後，但2014年10月以前將完成。藉由增加使用矩陣表格(Matrics)，CMC項目減少了58%。
- 區域組織間(Inter-RMO)的CMC審查及將於APMP會議後展開，2014年11月底前須完成。
- News from the BIPM/JCRB (世界度量衡局訊息)：新的及補充國際比對規劃請使用新的申請表格。
- Peer Reviews (同儕評鑑)：CMC宣告不一定需要先執行國際比對(尤其是當不確定度相當大時)，主席建議由評審員依狀況決定是否要求國際比對。
- 下屆TCEM主席，由紐西蘭國家標準實驗室(MSL) Dr. Murray Early當選下任主席。
- Strategic document (策略性文件)：與亞太計量組織相較，歐盟計量組織的國家間關係非常密切，因此，策略性文件是必須的。
- 聲量/超音波/振動技術委員會(TCAUV)主要焦距在健康(超音波/聲量)、工業(振動/聲量)與環境(振動/聲量)三大面向。會議重點敘述如下：
 - 在環境議題主要是考量低頻振動與地震，因此在3年前即有APMP TC.AUV.S-1國際比對，同時亦和聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)進行連結，同時，今年8月，因應東南亞各國地震監測需求，TCAUV於泰國舉辦了第一次發展中國家會議(DEC Workshop)，會議中並安排至水力發電廠參訪地震站。
 - 在工業議題上主要是焦距於車輛碰撞安全測試，日本、台灣、中國大陸與泰國於近年分別建立完成低衝擊與高衝擊校正系統，建置過程之相關技術已分別發表於Measurement與Meas.Sc.Technol.期刊論文。同時，今年中國NIM、台灣NML、泰國NIMT與德國Spektra公司進行衝擊研究比對，目前已完成該比對並在進行草稿(Draft A)撰寫。
 - 中國大陸NIM近年來在AUV領域有非常快且廣的進步，如在聲學領域--完成了聲功率評估、人工耳聲學阻抗分析、聲音品質研究與高頻水下麥克風校正研究等。NIM同時開始建置角度振動校正系統，目前是除韓國、日本外第3個國家擁有此系統。角加速度校正主要應用在車輛業、陀螺儀及3C產業，目前國內車測中心是透過送國外校正追溯。

- 針對之前2014至2015議題_人工耳研究計畫，提出成果說明，該議題是大陸與澳洲共同執行之計畫，現況已完成系統建置，大陸亦將派鍾博士至澳洲客座3個月研習人工耳校正技術。明年提出之計畫是針對聲學與超聲波技術舉辦一場和人體健康相關之研討會，若執行委員會通過後將於明年五月在大陸舉辦，若未通過則將規劃明年APMP會議前舉辦研討會。
- 由泰國提出區域性合作計畫(PTB補助計畫)，參與的國家主要有泰國、馬來西亞與越南。會議上亦希望DEC國家將來能更踴躍提出計畫爭取經費。
- NML獲當選下一任主席，未來的一年是預備主席，將協助現任主席處理相關事務，同時參加CCAUV會議及工作小組討論，待明年2015 APMP GA之後將正式擔任APMP TCAUV主席。
- 溫度技術委員會(TCT)會議重點如下：
 - 目前共有9個關鍵比對(Key Comparison)正執行中(其中包括6個雙邊比對)，以及 2個關鍵比對(K4.2 and K9)正在籌備當中。和國家度量衡標準實驗室(NML)相關的是(a) APMP.T-K7 (NML是pilot)，正等待WG7的審核，完成審核後即可在KCDB發表Final Report；(b)完成和大陸NIM雙邊比對K3.6、K4.1的post measurements；(c)準備即將進行的K4.2銀定點比對。高溫定點比對所使用artifact的穩定性相當重要，因此無論是去年TCT會議中或今年問卷調查，NML均強力表達希望NMIJ能提供銀定點囊當比對件，但NMIJ認為成本太高，此次會議仍決定由各參加者自己提供高溫白金電阻溫度計當比對件；(d)準備即將進行的K9氫三相點~銻凝固點比對。K9為renew的比對，前身為APMP KC3，目前仍停留在問卷調查階段。
 - 輔助比對(Supplementary Comparison)共有8個正進行中，2個(S14 and S15)籌備當中，和NML相關的是(a)S6工業級白金電阻溫度計，Draft A Report正送CCT WG7 review當中；(b)S9熱擴散protocol尚在審核階段；(c) S11：0.9 μm 輻射溫度計、1.6 μm 輻射溫度計、銻、錫、鋅、鋁、銀、銅定點黑體以及S12：0.65 μm 輻射溫度計的比對合併進行。
 - TCT共分為五個工作小組，每個工作小組有1位召集人和3位成員，NML本來只有1名為SPRT and FPs Working Group的成員，去年因澳洲NMIA Dr. Ballico不再是NMIA的代表，所以空出1位，APMP Meeting主席徵求新成員時，由於NML表示願意擔任，所以NML會員增加變為2位。今年南非NMISA Mr. Hans離職又空出1位，泰國NIMT立即表達意願，所以 Mr. Uthai Norranim 替換 Mr. Hans 成為新小組成員。另外，Thermophysical quantities Working Group去年也空出1位，召集人Dr. Akoshima在會議中表示她將於會後考慮人選，當時雖向Dr. Akoshima表達台灣的意願，但她表示想找經驗豐富的人選，結果今年會議正式公布新成員為中國NIM張金濤博士。
 - APMP 2015將在中國NIM舉行，NIM是少數參與克耳文新定義研究之國家計量機構，明年溫度技術研討會將由NIM研究人員主講主題一"New definition of kelvin"；另外還有主題二"Moisture in materials"，由各國家計量機構參與報告。

- 光量技術委員會(TCPR)會議重點如下：
 - 系統改良(含設備及量測方法更新)後，只要有數據證據證明新系統/方法之規格能量與技術能力較原有系統佳，原登錄之CMC表即不會受影響，然而CMC表登錄之規格能量仍需透過國際比對及第三者認證，取得更新文件方可更新，否則即使新系統之規格能量較舊系統佳，仍僅能宣稱(Claim)原登錄之CMC規格能量。
 - 比對事務之聯絡上，各國代表有共識希望在不增加工作量之情況下尋找更有效率之溝通方式與平台，由泰國代表負責統籌收集相關資訊，擬以由我國NML主導之穿透霧度比對先期研究做為新溝通平台之試用範例。
 - 針對由我國NML主導之全光分光通量比對先期研究，日本代表對於這項比對標準燈選擇並無異議，僅希望能提出作為其他比對執行之參考。期間大陸代表向我方表達希望共同主導全光分光通量比對先期研究，由於目前量測已進行至第三參加國，不擬同意共同主導。穿透霧度比對先期研究方面，泰國代表詢問是否已有研究草案(Protocol)報告供參考，因我國於今年九月底剛完成標準品評估量測，尚未有研究草案產出。
 - 光輻射領域未來研究規劃之討論，期望亞太地區各國家實驗室及光輻射相關研究亦能以類似歐洲計量組織(EURAMET)之模式促進各國交流合作。EURAMET合作模式之所以成功之原因在於：EURAMET為歐洲各國實驗室一大研究經費來源，各國為爭取EURAMET之研究經費，自然願意以EURAMET所規定之合作模式進行；然而，亞洲區域各國發展方向與規劃不同，APMP目前尚無類似EURAMET之研究經費申請機制，因此談合作仍屬長遠規劃，在實現上也有其困難度。
 - 固態照明、太陽能、環境監測與遙測三議題最為各國所重視。太陽能議題因各國多已展開研究，因此決議太陽能議題擬各自發展，不在合作討論範圍。光生物安全雖有國際規範，但仍有許多實際操作尚待解之問題。除了(2500 ~ 3000) nm無追溯源等技術細項，概括之問題根本在於：如何正確解讀規範之內容與實現適用之量測方法。相關規範裡定義之量測方法是否真能有效地評估光生物安全危害仍需審慎評估。有興趣合作研究的國家包含我國、日本、泰國。這次會議決議選定以「健康安全」與「綠能源」作為未來兩大合作方向。主題定義與細部內容未定，待未來進一步討論，亦可視情況調整。
- 材料技術委員會(TCMM)

應 TCMM 主席邀請，說明由 NML 主辦粒子量測技術研討會的原因、執行的過程、國內參與的狀況、以及對國際比對、材料計量的正面影響。各國對我們在準備、執行奈米粒子比對的用心及目前的成果十分肯定。這場研討會不但讓各國對奈米粒子有興趣的國家計量機構可以齊聚一堂，針對最新的奈米量測技術也有進一步的討論。而在調和性(Harmonization)的需求下，奈米粒子比對是其中重要的一環，對比對有興趣的各國 NMI 均出席參與討論，從比對所需的奈米粒子的材料、尺寸、形貌等，比對可能使用的方法、儀器，比對的時程，到整體比對計畫書的撰寫，均可以面對面討論、協調、

訂定。而在比對量測完成後，後續則以比對結果分析為主題，持續討論在傳統長度領域或在新的材料領域中，如何訂定奈米粒子比對中參考值，各國專家就是否找出一個全球參考值(Global Reference Value)涵蓋所有的量測方法，還是依照不同的量測方法，分別訂定量測方法的方法參考值(Method Reference Value)，交換意見。目前相關統計分析方法委由日本 NMIJ 及 NML 共同合作努力。

第二階段的會議是國家報告(Country Report)，各國說明材料計量的發展。例如澳洲說明在計量型原子力顯微鏡(AFM)的發展及在使用 AFM 進行奈米粒子變形量的研究，另外，由於防曬乳的普遍使用，澳洲對於二氧化鈦奈米粒子的各項量測極為重視。日本 NMIJ 則以參考物質(RM)的研發做說明。自 2014 年度起，預計到 2022 年度，完成 280 項屬於 NMIJ 的 CRMs。項目的選定有 7 大領域，選定的流程則依據使用者的需求而定，分成 4 個等級。(1)急迫需要，例如，因應 RoHS 檢測需求；(2)基本材料，例如，基本元素、原料，或是有機物質；(3)國際法規或是進口需求，例如，需要控管的物質；(4)一般要求。薄膜厚度、奈米粒子目前是列入(3)，但可能隨著研究的進展(EHS)及需要進入(1)或(2)。依據需求領域，發展 280 項。

●質量技術委員會(TCM)會議重點如下：

- 紐西蘭MSL：介紹MSL在瓦特天秤的研究進展，新公斤質量定義之研究現況與未來規劃。MSL發展以Twin Pressure Balance為基礎之瓦特天平，目前完成了整體與細部設計，並開始著手硬體之製作。近期的進度包括完成磁鐵與設計與模擬、完成永久磁鐵磁化溫度係數的量測設備；在NIST可編輯式約瑟夫森電壓標準(PJVS)採購方面，預計2014後期能到貨；實驗地點g值量測已規劃在2015年2月進行。
- 韓國KRISS：KRISS是否要發展瓦特天平(Watt Balance)已經經過十年的辯論，最終在2012年決定展開瓦特天平的建造計畫。KRISS的策略是在短時間內建造一個簡單且可靠的瓦特天平，三年內完成一組可運作之系統；在此階段投入大量的人力與物力。三年計畫經費為100萬美元(不包含人事費用)，最終計畫目標為實現普朗克常數量測，採用商用天平(Mettler Toledo AX5006)做為力量比較核心，磁場亦採用永久磁鐵，並配備四軸調整機構。目前所有的模組皆已完成，實驗室基礎建設也已完成包含隔震與真空腔體。實驗團隊正進行各模組之組裝，預計年底完成，並在2015年6月開始第一次量測。
- 日本NMIJ：介紹了兩個APMP壓力關鍵比對，其中APMP.M.P-K13與APMP.M.P-K14 NML亦有參加。另也介紹NMIJ新建立的100 MPa高氣體壓力標準系統，此系統主要用來因應未來氫氣或燃料電池汽車所需之氫氣站，目前正與美國NIST進行雙邊比對。
- 中國NIM：為了因應2018新公斤定義的實行，進行法碼表面吸附效應之研究。未來新公斤定義之標準法碼將長期處在真空中，當常壓下法碼與真空中法碼進行質量比較時，勢必得考慮空氣、水器吸附於法碼之效應。

- 新加坡NMC A-STAR：介紹了A-STAR自行開發之法碼量測自動化系統，自行開發之自動化系統性能與商用產品相當，但價格較為便宜，後續目標為商品化此法碼量測自動化系統。
- APMP TCM 預備主席由新加坡NMC A-STAR李士敏先生當選，按照新的APMP規定，李士敏先生現在已成為APMP TCM預備主席，並於2015年APMP TCM 會議結束後正式接任TCM主席一職。
- 流量技術委員會(TCFF)會議重點如下：
 - CMC登錄狀況方面，流量方面登錄項目最多者為日本NMIJ，不過數量已經因應項目縮減的政策方向，經合併從原本的39項併計為26項，NML預計將於明年(2015)同儕評鑑後，經合併與增項調整為13項。
 - 在APMP關鍵比對結果方面，近期僅有由NMIJ主辦，由NML及澳洲NMIA參加的油流量APMP.M.FF-K2b比對；該比對於去年(2013)七月完成所有參與國的比對測試，並早於去年十一月完成比對報告(Draft A)的撰寫與修訂，但由於本比對與進行中同樣由NMIJ主辦的CCM.FF-K2內圈國際比對採用相同的傳遞比對件，因此預計將於該國際比對結束之後才會發佈比對報告(Draft B)。
 - 主席補充說明了其他區域計量組織於WGFF會議中報告的內容、由德國PTB主導，在亞太地區與亞太計量組織APMP及亞太法定計量論壇APLMF合作的MEDEA計畫(Metrology: Enabling Developing Economies within Asia Project)，以及APMP TC Initiative計畫等相關資訊。
 - 為了加速CMC的計量區域組織內(Intra-RMO)及計量區域組織間(Inter-RMO)的審查以加快登錄時程，流量工作小組(WGFF)正在準備一份指引，提供CMC審查協定已達到上述的目的。本次會議TCFF主席Dr. Choi特別跟大家說明了該指引的內容及現況。
 - APMP TC Initiative計畫方面，由NML主辦，中國NIM、韓國KRISS共同參與，美國NIST協同參與的研究計畫“Research on the Calibration of 3D Pitot Tubes and Flow Measurements of Greenhouse Gas Emissions”，四個參與機構都會針對二維及三維皮托管的特性進行研究，並且視各自的能量進行數值模擬或是實驗流場可視化。
 - 主席宣傳下一屆的ISFFM (International Symposium for Fluid Flow Measurement)國際研討會將於2015/4/15-17假美國華盛頓特區舉辦，並附帶於4/13 - 14進行CCM/WGFF會議；而下一屆的FLOMEKO國際研討會則將於2016假澳洲雪梨舉辦，日期則尚未決定。
- 物量技術委員會(TCQM)
 - 過往於TCQM會議之前的DEC-TCQM joint MiC workshop，自2015年開始將改稱為TCQM Workshop，研討活動改由NMIT的Charun Yafa規劃並且主持。
 - 2015 APMP：TCQM活動一般氣體計量領域的專家不會出席，而另有每年各國輪流舉辦的研討會(Workshop)討論相關事務。未來主辦此Workshop的單位規劃為：中國NIM、台灣NML以及韓國KRISS。

- 自2014年起，各方達成共識，由NMIT代表成為各發展中國家(DEC)的領頭羊，協助組織、規劃在亞太地區的計量發展主題，目前各國代表已定調「發展無機分析之量測追溯」為未來APMP/TCQM Workshop的研究主題。
- 2014年所提出之共同研究主題為「1000 ppm重金屬溶液的配製與濃度驗證，成分包含Pb、As、Ni、Fe」。
- CMC的年度審查預計於2014年12月15日啟動，因此申請者需於2014年12月15日前提出，12月28日將取得CMC reviewer的建議，2015年01月11日前單位必須針對意見提出回覆。
- APLAC-APMP Joint PT Committee合作模式說明：此活動進度報告由nite (National Institute of Technology and Evaluation) International accreditation Japan進行說明，目前在亞太地區已經有很多私人商業類型之能力試驗機制，但是此類能力試驗機制目前最大的問題是無法針對所提供的比對件提出經統計分析的參考值reference value，由APLAC以及APMP的聯席活動，希望可以將計量組織長期發展之量測不確定度評估技術與目前APLAC的能力試驗活動進行結合，以確保相關領域的技術活動品質，確實達到落實計量追溯體制的目標。
- 血糖在2013年由NIST於CCQM主導比對，KRISS、PTB及NIST在葡萄糖(Glucose)量測的結果差異度即達到2.9 %的差異。最後比對結果的參考值使用統計方法做參與比對國家量測結果的中位值或是平均值。極性及非極性有機物在不同基質中的計量技術建立，而是以有機物的基本特性(極性或非極性，分子量的大小)為分野。主要的原因是有機物種達十萬種類以上。

● 品質技術委員會(TCQS)

本年度共計通過了 24 個 QS review 申請案，由於 review 的時間冗長，與會代表經過一番熱烈討論咸認為並非 review 的程序有問題，主要是執行上不易管控時間，當然有的是因為資料不齊，最後決議由副主席幫忙督促審查的時間。接著有代表建議用來提報 CMC quality review 的 APMP-QS1 應予修訂，尤其是量測的分類，APMP-QS1 是 2003 年訂定，其中申請範圍僅有長度、質量、電量...等大領域，大部份代表皆認為應該再細分次領域，但是領域別要寫到大分類還是小分類大家意見仍分歧，每個 NMI 的想法各不相同，原本主席希望用會後 mail 諮詢的方式討論，但與會多人表示應立即納入討論，以免又拖一年，經過熱烈討論終於通過 QS-1 之修訂案，待後續程序完成後另行公布。緊接著 APMP QS-3 和 APMP QS-7 也因應小幅改版，主要是增加 metrology 領域別和日期欄位。由於 TCQS 在 2010 年的會議中修訂了 APMP-QS2，將品質代表赴 TCQS 會中報告列為正式 APMP-QS2 的條文，因此本次會議的重點便是各經濟體會員 NMI 的品質現況報告。其他的討論摘記如下

- 討論TCQS的vice-chair是否需要建立Job description(工作/職務说明)
- Discussion on draft TCQS strategic plan

- 本次主席指定香港李華坤負責下次的研討會(Workshop)
- Dr. Isao Kishimoto當選新任主席

(5) 參加長度諮詢委員會工作小組會議(CCL WGs)

國際度量衡委員會(CIPM)下的長度技術委員會(CCL)每三年召開會議，其下三個工作組WG-MRA(相互認可)、WG-S(策略)和WG-Nano(奈米)原則上每年召開會議。今年由奧地利國家實驗室(BEV)主辦，搭配辦理Macroscale 2014(大尺度長度計量研討會)，並安排參觀BEV實驗室。Macroscale研討會為三年一次的研討會，第一屆於2011年由瑞士國家實驗室METAS(Federal Institute of Metrology)主辦，今年為第二屆由奧地利國家實驗室主辦，德國國家實驗室(PTB)協辦，研討會主要研討于宏觀尺度下(Macroscopic Scale)尺寸和相關量測技術。長度量是基本量，各國家實驗室在長度計量領域一直以來都著重於追溯校正技術的發展。由於歐盟EMRP計畫經費的支持，歐洲各國家實驗室進行細分工，因此Macroscale 2014發表的研究成果都是很細項深入的研究，以PTB在高解析度干涉儀方面的研究，為了準確的量測矽晶球，對於影響干涉儀的因素的探討簡直到吹毛求疵的地步，每一項誤差因子的補償改良修正就是一篇論文，這是NML無法比擬的。若有機會爭取參與EMRP的研究項目，對於NML在長度計量技術的提升應很有幫助。

CCL-WGs會議主席為英國NPL Dr. Andrew Lewis，出席人員來自SIM、EURAMET、COOMET、AFRIMET、APMP等各區域計量組織，約計22人。APMP來了5人，包括：新舊任TCL主席韓國KRISS Dr. Chu-Shik Kang和日本NMIJ Dr. Toshiyuki Takatsuji、中國大陸NIM的高思田博士和施玉書博士，及台灣NML藍玉屏博士。NML雖非正式會員，但由於在國際長度計量領域的持續貢獻，今年仍獲同意以客座身分出席工作組會議。參加此會議，除了第一手了解目前國際間在長度計量領域關鍵比對、CMC等MRA相關技術活動情形，並藉由與各國家標準實驗室代表交流互動，了解各國家實驗室近年來的發展狀況，做為NML未來發展的參考並尋求可能合作機會。會議重點結論摘要如下：

- 除非有重大變更，否則不需再逐年檢視CCL-K11報告。
- 當NMI清楚表達意圖參加下一個即將到來的比對，兩次比對的間隔可以超過十年，但要爭取排在前面進行量測。
- 考慮上述建議對於參加比對頻率的影響，建議限制雙邊比對的數量。
- 當實驗室提出KC的結果，亦應同時提供對應的CMC，如果因為比對件緣故CMC的不確定度需要放大，必須加以說明和證實。
- WG-MRA決定科學研究型的活動和先導型比對(Pilot Study)不准升級為SC，除非已經先經過討論同意。儘管如此這些結果仍可使用作為支持CMC的證據。
- CCL-WG會議未來亦將搭配Macroscale研討會舉辦，下一次Macroscale 研討會將於2017年舉行。

(6)參加國際度量衡大會(CGPM)年度會議

國際度量衡大會(Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM)是國際最高計量組織，主要成員為米制公約(Metre Convention)的會員國，亦即必須是聯合國會員國。CGPM是米制公約下成立的會員大會，由米制公約會員國共同簽署CIPM MRA，以達到國家度量衡標準及國家計量機構簽署之校正報告的相互認可，並可核准及變更公約事項，依據1875年米制公約，設立國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)，並創設國際度量衡委員會(International Committee for Weights and Measures, CIPM)。CGPM自1999年起增加仲會員(Associate Member)資格，同意關稅獨立的國家/經濟體及國際區域組織入會，但無投票權、不能參加關鍵比對、不能享有免費的校正服務(如公斤原器)、不能擔任CIPM的委員、也不能參加CIPM下之技術諮詢委員會(CCs)的會議(僅在通過申請與審查後才能以觀察員的身分參加)；因此，繳交較正會員低的會費，但可擔任CCs下之工作小組(Working Group, WG)的召集人和會員。我國於2002年6月加入CGPM成為仲會員。米制公約現有56國，其中53國是參與簽署CIPM MRA的正會員(Member State)，另有40個國家/經濟體以及4個區域組織參與為仲會員。

由於CGPM每四年舉辦一次，是計量界非常重要的國際會議，由各會員國的代表在巴黎開會，對於米制公約下的一切相關活動具有絕對權力。今年的CGPM大會是第25屆，於11月18日至20日在法國凡爾賽舉行，較往例每四年舉辦一次提前一年召開。會議重點為延續米制公約，對於經濟、科學及生活影響深遠的SI單位新定義進度，以及CIPM代表選舉會務、BIPM發展藍圖及預算等。會前一日則有BIPM實驗室的參觀。我國代表團員有標檢局劉明忠局長、四組第一科蘇柏昌科長，NML段家瑞主任、張啟生組長和藍玉屏組長外，另有駐法代表處經濟組賴作松組長和劉禹伶秘書，全團共七位。我國在CGPM屬仲會員身分，主要活動受到限制，雖然，仲會員沒有投票的權力，但藉由參與會議，一方面可以了解國際度量衡局未來規劃及計量相關國際組織合作發展現況，另一方面也與各國代表建立互動關係，增進國家度量衡標準實驗室之國際能見度。第25屆CGPM會員大會決議(Resolution)重點摘錄如下：

● Resolution A：未來國際單位制(SI)的修訂

BIPM、NMIs、及學術研究機構持續努力於取得 h, e, k, N_A 之相關數據與不確定度；CIPM及其諮詢委員會、NMIs、BIPM 和其他如 OIML 等組織一同持續努力，完成第 26 屆 CGPM 會議通過修訂 SI 之所有必要工作，提出數值及其不確定度，以及足被接受的一致性程度。

● Resolution B：CIPM委員選舉辦法

自本屆會議起，CIPM 委員應經選舉以定期延展任期，任期將於 CGPM 會議後 6 個月內舉辦之第一次 CIPM 會議起至下屆 CGPM 後之 CIPM 會議。CIPM 選舉委員會包含九位代表及 CIPM 主席和秘書長，並由會員的代表之一擔任主席。

● Resolution C：BIPM的退休及公積金

確認是 1954 年第十屆會議的決議。

- Resolution D：BIPM之2016至2019年的預算

通過維持每年 11,980,000 歐元。

- Resolution E：CIPM MRA的重要性

確認 CIPM MRA 的目標中所述達到政府間(Intergovernmental Agreements)的協議是適當的，期望所有 CIPM MRA 的簽署者都能支持相關的活動和工作。

(二)、品質管理

品質提升一直是國家度量衡標準實驗室所追求的目標，每年都會有一連串的品質措施常態進行，以符合新版ISO/IEC 17025:2005 的持續改進精神。

國家度量衡標準實驗室在量測系統品質管理上已有的措施，包含量測品保、內部稽核與系統健康檢查、管理審查...等例行活動，95年度開始正式實施「長假後查核」，於長假結束後強制要求各系統進行正式查核，在確認系統正常穩定後，再展開校正服務。自98年度起將「長假後查核」併同例行之量測品保數據與管制圖，進行審查各量測系統上一年查核數據，如此可更進一步確保量測結果之品質。本年度有關品質管理之工作成果說明如下：
1.系統查驗：本年度完成5套新、擴建系統，分別為「麥克風自由場靈敏度互換校正系統(A04)」新建系統、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」新建系統、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」擴建系統、「鋼瓶氣體濃度量測系統(C03)」擴建系統、「奈米粒徑量測系統(D26)-Zeta 電位校正及比表面積」擴建系統之查驗作業。

表1-2-1、103年度系統查驗完成項目

系統名稱	代碼	產出之計畫源	備註
麥克風自由場靈敏度互換校正系統	A04	NML計畫新建系統	獲103年8月11日經標四字第10300068420號函同意規費公布後，正式對外提供服務
鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	民生化學計量標準計畫擴建系統	獲局經標四字第10340011620號函同意規費公布後，正式對外提供服務
質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	NML計畫擴建系統 民生化學計量標準計畫擴建系統	103年11月13日經標四字第10300106390號函同意規費公布後，正式對外提供服務
氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	民生化學計量標準計畫新建系統	獲局經標四字第10340011620號函同意規費公布後，正式對外提供服務
奈米粒徑量測系統(D26)-Zeta 電位校正	D26	奈米技術計量標準計畫擴建系統	獲 103.10.13 經標四字第10300584070號函同意規費公布後，正式對外提供服務
奈米粒徑量測系統(D26)-比表面積	D26	奈米技術計量標準計畫擴建系統	獲局經標四字第10300120960號函同意規費公布後，正式對外提供服務

2.量測系統退庫：本年度共計4套系統(H04、F09、P02、U04)退庫，1套系統(T03)部分能量註銷。已獲主管機關103年8月11日經標四字第10300061930號函同意停止對外提供服務，待『度量衡規費收費標準』公告，即完成系統註銷。

表1-2-2、103年度退庫項目

系統名稱	代碼	等級	系統核定日期
木材水份計量測系統	H04	次級	80/06/30
微量氣體校正系統 (併入F06)	F09	原級	90/10/01
水柱壓力量測系統	P02	其他	77/06/29
熱電偶溫度計量測系統 (比較校正)	T03	次級	76/05/01
微波雜訊量測系統	U04	原級	82/07/09

3.量測系統年度查核數據審查：NML各量測系統均依照其特性設計量測品保程序，每年定期進行數次查核。本年度計完成120套系統之查核數據統計及審查，除了進行長假後查核，另審查各量測系統是否按照其量測品保程序實施查核，並根據量測系統的特性給予適當的管制查核方式與管制圖繪製建議，例如：查核數據累積25筆數據後，應重新訂定上下界限或適時更換；查核數據呈漂移特性或已偏移，應確認查核參數的適合性、檢視系統與查核件的功能性或適時更新管制界限，以確保量測系統之正常運作。審查結果與建議均整理成彙整表，作為各系統改進之方向。除此之外，量測系統的例行查核活動，更與內部稽核活動、系統異常原因調查與後續追蹤等作業緊密結合，如此可更有效監控量測系統，使得各系統所提供的工業服務品質得以更加確保。

4.內部稽核及管理審查：NML每年定期辦理內部稽核，以確保各實驗室運作持續符合相關規範和NML管理系統之規定。本年度計分別完成符合ISO/IEC17025:2005及ISO Guide 34:2009規範之內部稽核，共計有4項不符合事項，均已完成改善。另為求內部稽核的有效性與長久性，NML也積極培養年輕稽核員，除了基本資格的養成，再透過兩次觀察員的經歷，使得其稽核技巧的熟練，本年度培訓5位觀察員，以期持續增加內部稽核員數量，目前已有ISO/IEC17025稽核員50位，ISO Guide 34稽核員12位。此外，NML每年也定期召開管理審查會議，以確保NML管理系統持續之有效性與適合性。年初的管理審查會議主要在審查前一年度之品質目標達成情形，及各項品質工作進行的成果。年中的管理審查會議則偏向年度中執行狀況的審查。本年度計完成符合ISO/IEC17025:2005及ISO Guide 34:2009之管理審查各兩次，共計有3項追蹤事項，將列於下一年度年初管理審查確認執行狀況。

5.新人訓練：人員為實驗室運作之重要一環，實驗室管理階層應確保所有操作特定設備、

執行校正工作、評估結果、以及簽署校正報告人員之能力。為使新進人員能充分銜接實驗室運作工作、瞭解相關規範與NML管理系統之規定，本年度舉辦數次對內之訓練課程與品質講座，包含非自動衡器校正技術簡介、計量名詞介紹暨校正報告判讀、泛標準組研發計畫執行作業說明會、常用計量詞彙介紹及量測不確定度等。

6.品質管理系統文件修訂：品質管理文件為各量室執行計畫之依據，本年度計完成泛標準組技術文件撰寫指引(1.1版)修訂及泛標準組研發計畫執行作業手冊(2.0版)之修訂，以作為後續執行各項業務之依據。

7.國際業務之校正委託：除了提供國內業界追溯服務之外，NML也接受其他國家的校正申請，如此可廣宣NML的知名度，本年度計完成下列3件國際業務之校正委託報價與作業時程安排。

- 印尼 Metrology LIPI 委託流量計校正，共1件。
- UL Japan 委託光澤度標準板校正，共1件。
- 美國 Maxim Integrated 委託薄膜厚度標準件校正，共1件。

8.支援標準檢驗局

- 協助確認定量包裝商品淨含量技術規範第三版部分條文修正草案中之現行抽樣計畫與 OIML R87抽樣計畫之差異。
- 協助確認台電公司所提之電度表抽樣計畫。
- 配合四組執行國家度量衡標準實驗室不定期稽核，並完成稽核報告。

9.支援TAF相關工作小組

NML的工作與認證體系是密不可分的，NML必須透過TAF方能將量測標準傳遞至業界，因此如何與TAF相配合也是NML的一項重點工作，本年度NML與TAF計合作完成以下工作：

- 繼101年度與TAF合辦“電子天平遊校”量測稽核後，本年度持續與TAF合辦“電子天平遊校”能力試驗，同時推廣TAF於102年9月頒訂之「校正領域法碼/天平校正技術規範，TAF-CNLA-T17(1)」，不但藉以瞭解TAF旗下質量實驗室對於電子天平校正之能力，也作為將來NML推展校正知識之參考。
- 派員參與「溫度校正工作小組」，制訂「玻璃溫度計不確定度評估指引 TAF-CNLA-G36(1)」、「熱電偶溫度計不確定度評估指引 TAF-CNLA-G37(1)」、「校正領域溫度校正技術規範TAF-CNLA-T19(1)」，以及修訂校正領域溫度項目代碼。

10.滿意度調查：提供校正服務是NML主要任務，透過滿意度的調查，可檢視NML的服務是否滿足顧客的期待與需求。91年度 NML開始著手顧客滿意度調查工作，由歷年的資料可觀察出顧客對於NML的整體滿意度為中上，且逐年穩定成長，亦即NML校正服務之努力方向確實受到顧客肯定。針對102年度所有送校顧客為母體進行抽樣，透過相關調查與分析，探討顧客對於NML校正服務之滿意度，由分析結果可知，102年度NML整體滿意度為8.8分(滿分為10分)。另103年度NML顧客滿意度調查因應經濟部標準檢驗局之要

求，由原每年度抽樣調查方式修改為隨每份校正報告發送顧客意見調查表，調查時間自103年7月1日起始，截至12月31日，發放問卷2058張，回收問卷共計167張。根據統計分析結果可知，NML整體滿意度為9.3分(滿分為10分)，高於往年之整體滿意度表現，如圖1-2-1所示。顧客針對NML不同領域之整體滿意度分數亦皆在9.3分以上。圖1-2-2為100年度至103年度各服務項目滿意度比較結果，103年度各服務項目滿意度均高於往年之滿意度，顯示顧客對NML各項服務項目仍持續地給予高定肯定，包含報告內容完整性、報告結果可靠性、報告格式、NML專業程度與NML收件態度。於顧客意見調查表的最後一欄，請顧客對於NML校正服務提供意見或建議，其對應之檢討與因應措施彙整如表1-2-1，將予NML各領域作為持續改進之參考。另少數顧客(如二級校正實驗室)會有一次送多個校正件的狀況，因而反應隨每份報告附上滿意度問卷有重複填寫的困擾，NML將再視明年度問卷回收情況，討論是否調整問卷發放方式。NML除了以顧客希望改善的項目作為爾後努力的方向之外，亦將繼續維持顧客肯定的項目，提供顧客更好的服務品質。

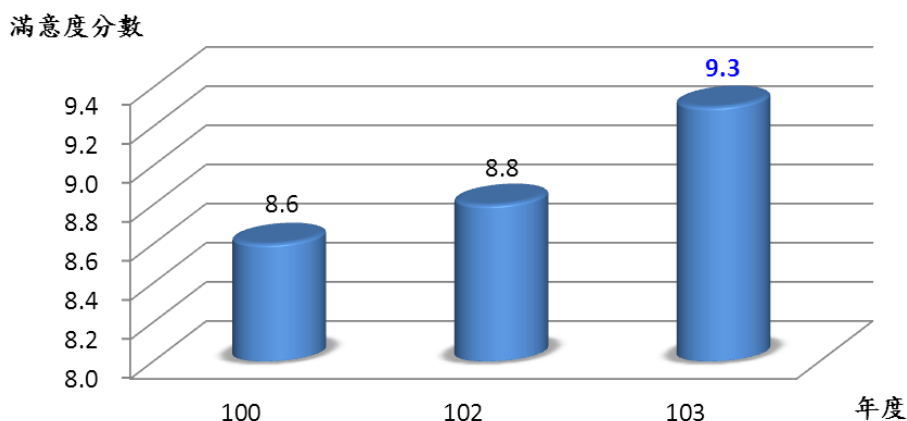


圖 1-2-1、100 年度至 103 年度整體滿意度比較圖

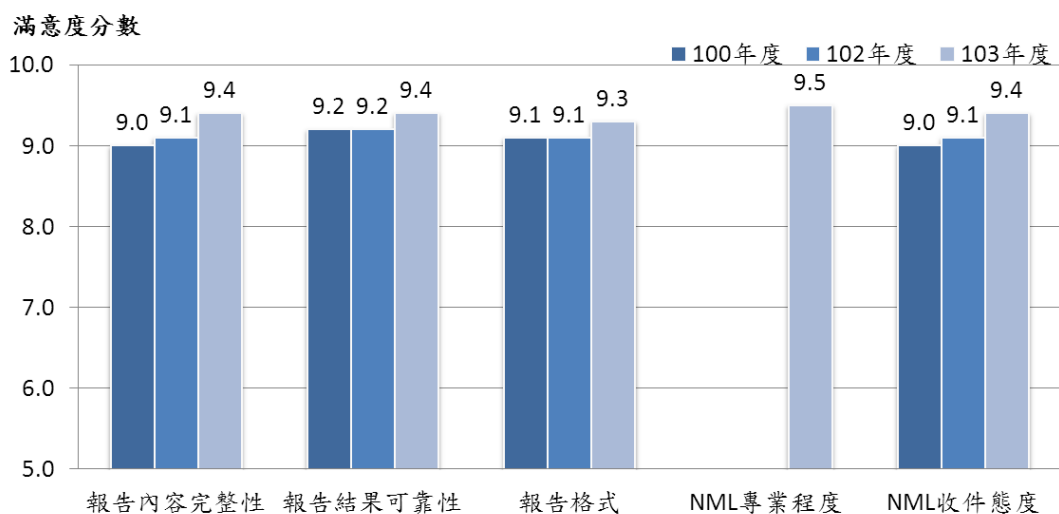


圖 1-2-2、100 年度至 103 年度各服務項目滿意度比較圖

表 1-2-3、103 年度 NML 顧客意見或建議之彙整表

項目類別	<ul style="list-style-type: none"> • 意見或建議 ➤ 檢討與因應措施
校正處理時效	<ul style="list-style-type: none"> • 校正件停留在 NML 時間過長 • 縮短到兩週內可取件 • 校正時間過長 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 校正時間與校正程序有關，故無法依顧客需求任意縮短，且校正申請書上已載明預定完工日，以利顧客掌握時效 ➤ 經分析 NML 提供之服務項目中，容易集中在某些校正系統導致校正量爆多，或者該系統所需之校正時間較長。NML 自建立以來，建置的系統均只有一套，截至目前仍有 80 % 以上的系統均服務超過 20 年以上，加上校正人員工作排程之故，故校正時間較難全面縮減 ➤ 內部宣導 <ul style="list-style-type: none"> (1)校正人員應於訂定時程內完成校正並及時上傳報告，各審查關卡亦應儘速完成審查 (2)當校正人員無法於預定時程內完成校正工作，請主動通知顧客並上線進行變更管理，延後校畢日以留存紀錄
收送服務	<ul style="list-style-type: none"> • 收送校正件應由實驗室取件或協助寄送 <ul style="list-style-type: none"> ➤ NML 認為顧客儀器係屬於精密且昂貴儀器或標準件，未避免儀器於發送接收過程造成損傷，導致顧客極大損失，故 NML 應加強宣導顧客親自送校正之正確觀念
預約作業	<ul style="list-style-type: none"> • 貴單位之預約期太長 • 部分項目的預約校正日太長，導致該儀器非當月校正完成 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 經分析 NML 提供之服務項目中，容易集中在某些校正系統導致校正量爆多，或者該系統所需之校正時間較長。NML 自建立以來，建置的系統均只有一套，截至目前仍有 80 % 以上的系統均服務超過 20 年以上，加上校正人員工作排程之故，預定校正日期實無法於當月安排
鼓勵	<ul style="list-style-type: none"> • 服務態度優良 • 服務良好 • 感謝您的快速良好服務

(三)、系統維持與精進

為維持15領域120套系統運轉，除例行性設備/管路保養、查核，系統量測技術精進與改善研究為年度重要活動，以確保系統校正服務品質，各系統精進與改善執行情形如下：



1.系統改良4套，包括線距校正系統(D19)、分光輻射量測系統(O03)、大水流量校正系統(F01)、油流量校正系統(F03~F04)，執行情形說明如下：

(1) 線距校正系統(系統代碼：D19)

A.目標：

完成線距校正系統改良及系統評估

- 量測範圍：50 nm 至 25 μm。
- 量測不確定度： $0.14 \text{ nm} + 2 \times 10^{-4} \times L$ (L 為線距，單位為 nm)。

B.工作成果：

線距校正系統的量測能力提升是以開發「計量型原子力顯微鏡(Atomic force microscope, AFM)掃描平台模組(Metrological AFM scan module, M-AFMS)」為核心，將 Bruker 公司所生產的 Dimension Icon AFM 系統 XY 軸壓電陶瓷掃描位移改為雷射干涉儀讀取位移值，並與既有 AFM 系統的 Z 軸量測訊號部分整合，達成提高線距量測範圍及能力之目的。

M-AFMS 的設計必須同時考量現有 AFM 系統安裝空間以及雷射干涉儀、微移動平台等關鍵零組件之尺寸，以便後續進行系統整合。圖 1-3-1 為 Dimension Icon AFM 將其原有之移動平台拆卸後可供模組安裝的空間，約為 300 mm × 280 mm × 120 mm(長×寬×高)，表 1-3-1 為關鍵零組件 Renishaw 公司的雙軸雷射定位光學尺(雷射干涉儀)與 Physik Instrumente 公司的客製化撓性微移動平台(Customized flexure stage)之規格。

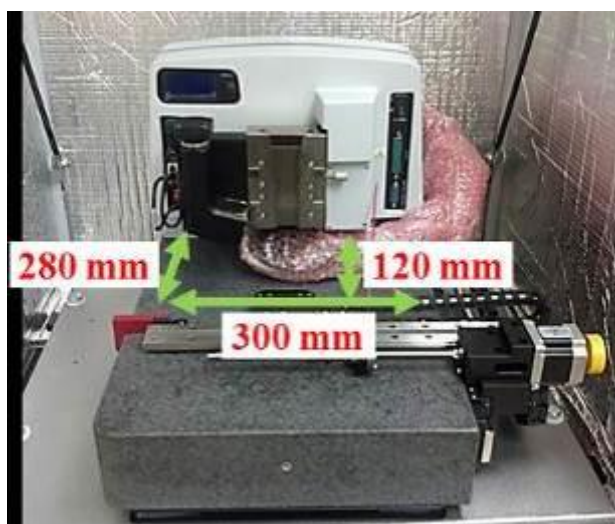


圖 1-3-1、Dimension Icon AFM 可供計量型 AFM 掃描平台模組之安裝空間

表 1-3-1、雷射干涉儀與撓性微移動平台規格

雷射干涉儀(Renishaw, RLU20)	
真空中波長	632.990000 nm(AX1)/ 632.991450 nm (AX2)
真空中波長穩定性	± 1 ppb (1 min.)/ ± 2 ppb (1 hour)
標準環境下波長 (20 °C, 1013.25 mbar, RH: 50 %)	632.818270 nm (AX1)/ 632.819719 nm (AX2)
波長準確度	± 0.1 ppm
類比訊號解析度	158 nm ($\lambda/4$)
撓性微移動平台(Physik Instrumente, P-731K031)	
材料	超鈦鋼 (熱膨脹係數： $0.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)
行程	$(100 \times 100 \times 10) \mu\text{m}^3$
X/ Y 軸解析度	1 nm
Z 軸解析度	0.2 nm
角度變異 (俯仰、偏擺、與翻滾角度)	0.5 arc sec
X/ Y 軸共振頻率	150 Hz (1.5 kg 負載下)
Z 軸共振頻率	300 Hz

M-AFMS 的設計重點是減少雷射干涉儀量測光軸與撓性微移動平台運動軸的距離，以降低阿貝誤差(Abbe error)，並同時利用經校正的方規協助調整 X 軸與 Y 軸的量測光軸，確保兩軸光路的垂直度與降低餘弦誤差(Cosine error)，以下說明利用方規的光路調整方式：

- 於撓性微移動平台的 X 軸與 Y 軸固定端分別架設雷射干涉儀、參考鏡；
- 於撓性微移動平台上放置經校正之方規，且兩鏡面大致垂直於雷射干涉儀之量測光軸；
- 以方規之鏡面作為參考鏡、原先之參考鏡作為移動反射鏡，進行兩軸光路準直

(Alignment) ;

- d. 取下方規後，於撓性微移動平台上架設 X 軸與 Y 軸的移動反射鏡組；
- e. 調整 X 軸與 y 軸的移動反射鏡組進行準直。

圖 1-3-2 為 M-AFMS 的工程圖，其體積為 262 mm × 262 mm × 77 mm(長×寬×高)，圖 1-3-3 為 M-AFMS 的實體圖。

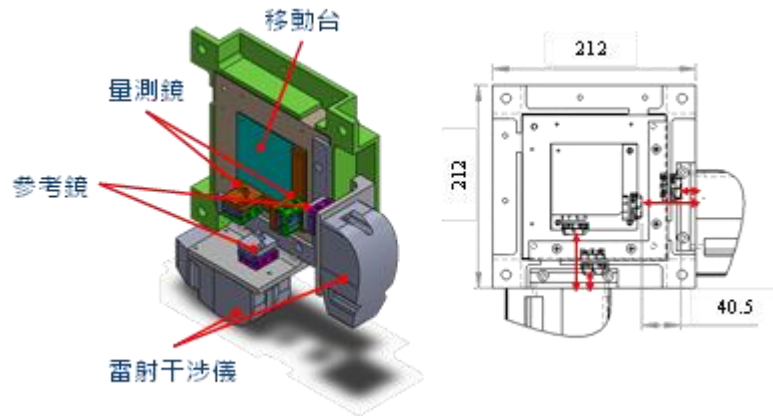


圖 1-3-2、M-AFMS 工程圖

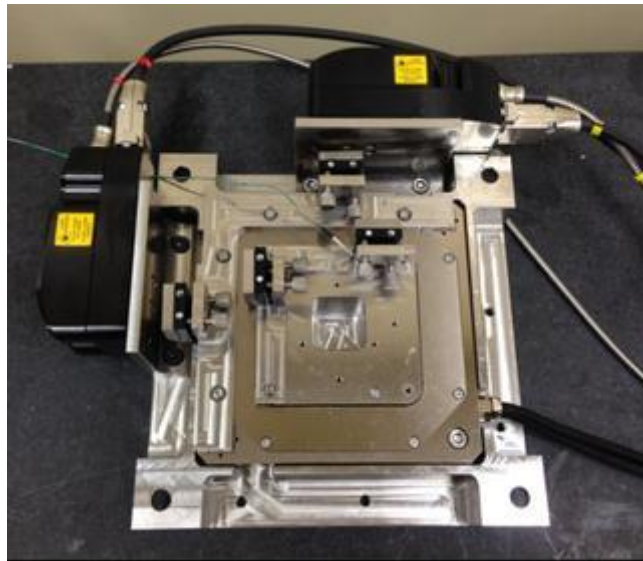


圖 1-3-3、M-AFMS 實體圖

本計畫之計量型 AFM 的特點是利用 M-AFMS 取代 Dimension Icon AFM 既有的壓電移動平台。在避免大幅更動 Dimension Icon AFM 的思維下，本計量型 AFM 的運作方式是設定 Dimension Icon AFM 的探針持續地於同一位置進行感測(Z 軸)，而放置試片的 M-AFMS 則進行移動(X 軸與 Y 軸)以完成試片掃描。

圖 1-3-4 為計量型 AFM 的系統圖。計量型 AFM 是由 PC 進行控制，透過 MXI-Express 介面與 PXIe-1073 進行溝通，控制 M-AFMS 內的撓性微移動平台與讀取其雷射干涉儀訊號以及 Dimension Icon AFM 的 Z 軸訊號，之後再將訊號進行處理以

呈現掃描影像。

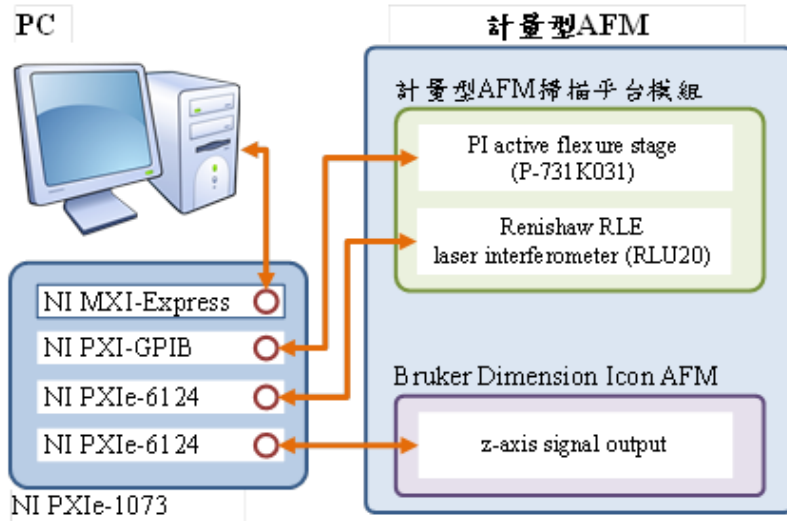


圖 1-3-4、計量型 AFM 的系統圖

Dimension Icon AFM 與 M-AFMS 的整合是以維持既有操作程序、方式為目標，降低使用者的學習時間與操作錯誤之可能性。圖 1-3-5 為本計量型 AFM 的操作流程、圖 1-3-6 為計量型 AFM 的 M-AFMS 操作畫面、圖 1-3-7 則為計量型 AFM 實際圖示。流程中，AFM setting 的主要目的是安裝 M-AFMS 與設定 Dimension Icon AFM 的掃描範圍為「0」；M-AFMS setting 則主要針對 M-AFMS 的移動與訊號處理參數進行設定；Measurement 是使用者視量測過程的掃描影像進行參數調整；Measurement result 則是將最終的量測結果進行線距的計算並儲存。



圖 1-3-5、計量型 AFM 操作流程

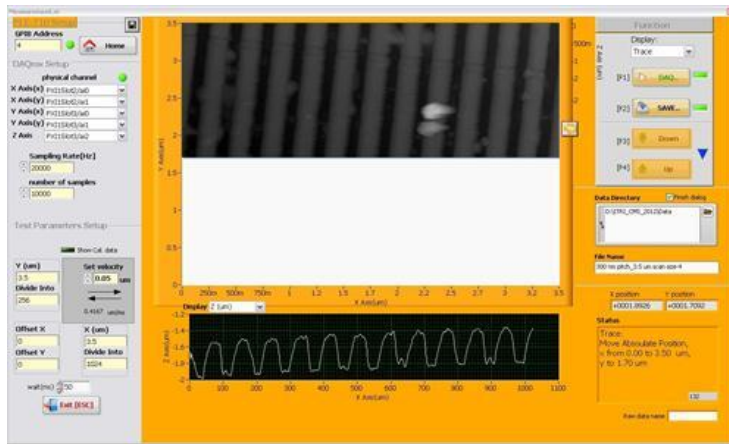


圖 1-3-6、計量型 AFM 之 M-AFMS 操作畫面

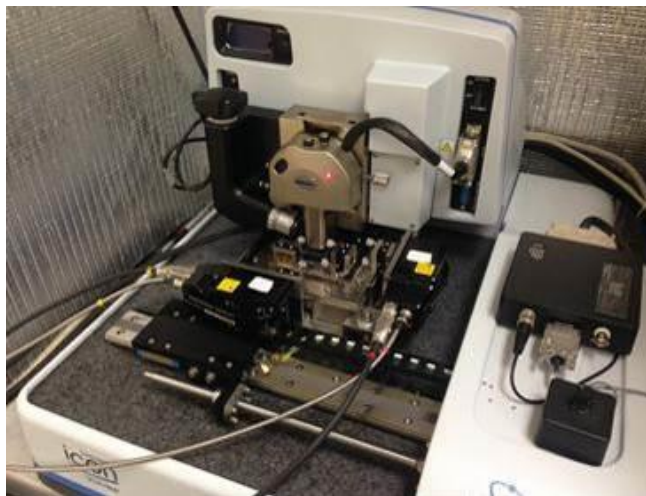


圖 1-3-7、計量型 AFM 之外觀

量測方程式

線距標準片進行量測結果計算時，均會取 5 個不同位置，而每個位置的距離分別為 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、與 L_5 (如圖 1-3-8)，且每段距離內皆包含有 m 條線距，因此線距 P 可表示為

$$P = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5}{5} \cdot \frac{1}{m} = \frac{\bar{L}}{m} \quad (1-3-1)$$

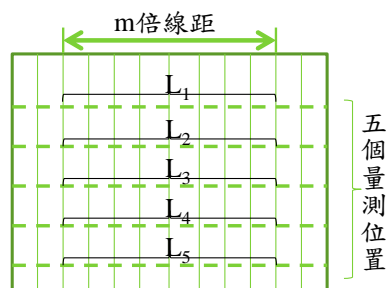


圖 1-3-8、線距計算方式

實際進行計算時，當 $50 \text{ nm} \leq P \leq 100 \text{ nm}$ ， m 設定為 20 條，而 $100 \text{ nm} < P \leq 25 \text{ }\mu\text{m}$ 時， m 則設定為 10 條；同時，距離 L 是雷射干涉儀於第 i 個位置的量測結果，以 L_i 表示，在考慮溫度對待測樣品、機構所的影響下， L_i 與雷射干涉儀的關係可表示為

$$L_i = \left\{ \left[\frac{N \cdot \lambda_0}{8192 n_{tpf}} \cdot \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) + d \cdot \sin \beta + E_\lambda + R - D - M \right] \cdot \left(\frac{\cos \rho}{\cos \sigma} \right) \right\} [1 + \alpha(20 - t_s)] + \delta_{p1} + \delta_{p2} \quad (1-3-2)$$

其中，

N ：雷射干涉儀計數

λ_0 ：雷射波長，單位為 nm

n_{tpf} ：環境為 t.p.f 時的空氣折射率

θ ：雷射光軸與移動軸的夾角，單位為"

d ：Abbe 偏置距離，單位為 nm

β ：俯仰角度，單位為"

E_λ ：雷射干涉儀非線性誤差，單位為 nm

R ：撓性三維微移動平台中心至參考鏡之距離，單位為 nm

D ：空程差，單位為 nm

M ：撓性三維微移動平台中心至量測鏡之距離，單位為 nm

ρ ：待測樣品旋轉角度，單位為°

σ ：待測樣品傾斜角度，單位為°

α ：試片熱膨脹係數，單位為°C⁻¹

t_s ：待測樣品溫度，單位為°C⁻¹

δ_{p1} ：重複性之修正量，單位為 nm

δ_{p2} ：再現性之修正量，單位為 nm

將式(1-3-2)帶入式(1-3-1)，即可獲得本校正系統的線距 P 量測方程式，表示為

$$P = \frac{\sum_{i=1}^5 L_i}{5} \cdot \frac{1}{m} \quad (1-3-3)$$

$$\begin{cases} 50 \text{ nm} \leq P \leq 100 \text{ nm}, m = 20 \\ 100 \text{ nm} < P \leq 25 \text{ }\mu\text{m}, m = 10 \end{cases}$$

系統不確定度組成如表 1-3-3、表 1-3-4、與表 1-3-5，系統評估結果如表 1-3-2：

表 1-3-2、線距校正系統評估結果

線距標稱點 (nm)	量測不確定度 (nm)	不確定度方程式	涵蓋因子 (k)
50	0.13	$k \sqrt{(0.0655 \text{ nm})^2 + (3.14 \times 10^{-5} \times L)^2}$	1.97
500	0.24	$k \sqrt{(0.118 \text{ nm})^2 + (3.14 \times 10^{-5} \times L)^2}$	1.98
3000	0.73	$k \sqrt{(0.339 \text{ nm})^2 + (3.14 \times 10^{-5} \times L)^2}$	2.05

表 1-3-3、線距 50 nm 不確定度分析表

誤差源 (x_j)	變異範圍	TYPE	標準不確定度 $u(x_j)$	靈敏係數 $\partial L_i / \partial x_j$	不確定度分量 $ \partial L_i / \partial x_j \times u(x_j) $	$\nu(x_j)$
雷射干涉儀計數(N)	1	B	0.577	0.077 nm	0.0445 nm	200
雷射波長(λ_0)	-	B	$6.00 \times 10^{-9} \mu\text{m}$	$1.58 \times L \mu\text{m}^{-1}$	$9.48 \times 10^{-9} \times L$	200
空氣折射率(n_{pp})	-	B	9.28×10^{-8}	$-0.9997 \times L$	$-9.28 \times 10^{-8} \times L$	200
雷射光軸與移動軸的 夾角(θ)	$\pm 1.29''$	B	0.745" ($3.61 \times 10^{-6} \text{ rad}$)	$-3.61 \times 10^{-6} \times L$	$-2.69 \times 10^{-6} \times L$	200
Abbe 偏置距離(d)	$\pm 5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	B	$1.44 \times 10^5 \text{ nm}$	7.27×10^{-7}	0.105 nm	200
俯仰角度(β)	$\pm 0.15''$	B	0.0866"	$5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	0.21 nm	200
雷射干涉儀非線性誤 差(E_i)	$\pm 0.5 \text{ nm}$	B	0.289 nm	1	0.289 nm	200
平台中心至參考鏡之 距離(R)	0.91 nm	B	0.527 nm	1	0.527 nm	200
空程差(D)	0.077 nm	B	0.022 nm	-1	-0.022 nm	200
平台中心至量測鏡之 距離(M)	1.3 nm	B	0.767 nm	-1	-0.767 nm	200
待測樣品旋轉角度(ρ)	$3.48 \times 10^{-6} \text{ rad}$	B	$2.01 \times 10^{-6} \text{ rad}$	$0.0113 \times L$	$2.28 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品傾斜角度(σ)	$7.67 \times 10^{-3} \text{ rad}$	B	$4.43 \times 10^{-3} \text{ rad}$	$-0.0076 \times L$	$-3.40 \times 10^{-5} \times L$	200
待測樣品熱膨脹係數 (α)	$\pm 1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	B	$5.77 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$0.02 \times L \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$1.15 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品溫度(t_s)	$\pm 0.02 \text{ }^\circ\text{C}$	B	$1.15 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$	$-2.6 \times 10^{-6} \times L \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$-2.94 \times 10^{-8} \times L$	200
重複性之修正量(δ_{p1})	0.82 nm	A	0.237 nm	1	0.237 nm	4
再現性之修正量(δ_{p2})	2.82 nm	B	0.814 nm	1	0.814 nm	200
組合標準不確定度(u_c)為 0.0657 nm						

表 1-3-4、線距 500 nm 不確定度分析表

誤差源 (x_j)	變異範圍	TYPE	標準不確定度 $u(x_j)$	靈敏係數 $\partial L_i / \partial x_j$	不確定度分量 $ \partial L_i / \partial x_j \times u(x_j) $	$\nu(x_j)$
雷射干涉儀計數(N)	1	B	0.577	0.077 nm	0.0445	200
雷射波長(λ_0)	-	B	$6.00 \times 10^{-9} \mu\text{m}$	$1.58 \times L \mu\text{m}^{-1}$	$9.48 \times 10^{-9} \times L$	200
空氣折射率(n_{pp})	-	B	9.28×10^{-8}	$-0.9997 \times L$	$-9.28 \times 10^{-8} \times L$	200
雷射光軸與移動軸的 夾角(θ)	$\pm 1.29''$	B	0.745" ($3.61 \times 10^{-6} \text{ rad}$)	$-3.61 \times 10^{-6} \times L$	$-2.69 \times 10^{-6} \times L$	200
Abbe 偏置距離(d)	$\pm 5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	B	$1.44 \times 10^5 \text{ nm}$	7.27×10^{-7}	0.105	200
俯仰角度(β)	$\pm 0.15''$	B	0.0866"	$5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	0.21	200
雷射干涉儀非線性誤 差(E_i)	$\pm 0.5 \text{ nm}$	B	0.289 nm	1	0.289	200
平台中心至參考鏡之 距離(R)	0.91 nm	B	0.527 nm	1	0.527	200
空程差(D)	0.077 nm	B	0.022 nm	-1	-0.022	200
平台中心至量測鏡之 距離(M)	1.3 nm	B	0.767 nm	-1	-0.767	200
待測樣品旋轉角度(ρ)	$3.48 \times 10^{-6} \text{ rad}$	B	$2.01 \times 10^{-6} \text{ rad}$	$0.0113 \times L$	$2.28 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品傾斜角度(σ)	$7.67 \times 10^{-3} \text{ rad}$	B	$4.43 \times 10^{-3} \text{ rad}$	$-0.0076 \times L$	$-3.40 \times 10^{-5} \times L$	200
待測樣品熱膨脹係數 (α)	$\pm 1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	B	$5.77 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$0.02 \times L \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$1.15 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品溫度(t_s)	$\pm 0.02 \text{ }^\circ\text{C}$	B	$1.15 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$	$-2.6 \times 10^{-6} \times L \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$-2.94 \times 10^{-8} \times L$	200
重複性之修正量(δ_{p1})	0.97 nm	A	0.434 nm	1	0.434 nm	4
再現性之修正量(δ_{p2})	1.55 nm	B	0.447 nm	1	0.447 nm	200
組合標準不確定度(u_c)為 0.12 nm						

表 1-3-5、線距 3000 nm 不確定度分析表

誤差源 (x_i)	變異範圍	TYPE	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial L / \partial x_i$	不確定度分量 $ \partial L / \partial x_i \times u(x_i) $	$\nu(x_i)$
雷射干涉儀計數(N)	1	B	0.577	0.077 nm	0.0445	200
雷射波長(λ_0)	-	B	$6.00 \times 10^{-9} \mu\text{m}$	$1.58 \times L \mu\text{m}^{-1}$	$9.48 \times 10^{-9} \times L$	200
空氣折射率(n_{pp})	-	B	9.28×10^{-8}	$-0.9997 \times L$	$-9.28 \times 10^{-8} \times L$	200
雷射光軸與移動軸的 夾角(θ)	$\pm 1.29''$	B	$0.745''$ ($3.61 \times 10^{-6} \text{ rad}$)	$-3.61 \times 10^{-6} \times L$	$-2.69 \times 10^{-6} \times L$	200
Abbe 偏置距離(d)	$\pm 5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	B	$1.44 \times 10^5 \text{ nm}$	7.27×10^{-7}	0.105	200
俯仰角度(β)	$\pm 0.15''$	B	0.0866"	$5.0 \times 10^5 \text{ nm}$	0.21	200
雷射干涉儀非線性誤 差(E_i)	$\pm 0.5 \text{ nm}$	B	0.289 nm	1	0.289	200
平台中心至參考鏡之 距離(R)	0.91 nm	B	0.527 nm	1	0.527	200
空程差(D)	0.077 nm	B	0.022 nm	-1	-0.022	200
平台中心至量測鏡之 距離(M)	1.3 nm	B	0.767 nm	-1	-0.767	200
待測樣品旋轉角度(ρ)	$3.48 \times 10^{-6} \text{ rad}$	B	$2.01 \times 10^{-6} \text{ rad}$	$0.0113 \times L$	$2.28 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品傾斜角度(σ)	$7.67 \times 10^{-3} \text{ rad}$	B	$4.43 \times 10^{-3} \text{ rad}$	$-0.0076 \times L$	$-3.40 \times 10^{-5} \times L$	200
待測樣品熱膨脹係數 (α)	$\pm 1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	B	$5.77 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$0.02 \times L \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$1.15 \times 10^{-8} \times L$	200
待測樣品溫度(t_s)	$\pm 0.02 \text{ }^\circ\text{C}$	B	$1.15 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$	$-2.6 \times 10^{-6} \times L$ $\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$-2.94 \times 10^{-8} \times L$	200
重複性之修正量(δ_{p1})	4.76 nm	A	2.128 nm	1	2.128 nm	4
再現性之修正量(δ_{p2})	8.43 nm	B	2.43 nm	1	2.43 nm	200
組合標準不確定度(u_c)為 0.354 nm						

C. 產業效益：

在半導體製程尺寸微縮化及對尺寸精確度提升不斷要求下，原本 100 nm ~ 30 μm 之線距校正範圍已逐漸不符合業界需求。故在完成計量型線距校正系統後，此線距量測標準將可直接追溯至碘穩頻紅光氬氫雷射，不必追溯其他國家校正之線距標準片而限制其校正範圍及能力。線距校正系統於此計畫下完成改良後，將校正範圍往下拓展到 50 奈米，並將最佳量測不確定度降低至 0.15 奈米，一方面可與目前國際技術水準接軌；另一方面可將標準傳遞前瞻檢測部門之關鍵尺寸量測儀器如掃描電子顯微鏡及掃描探針顯微鏡，可與 20 奈米技術節點之量測尺寸範圍銜接，改善線寬和線距量測精確度及準確度，以增進國內廠商製程品質與競爭能力，並且免去廠商送至國外校正之時間與費用。

(2) 分光輻射量測系統(系統代碼：O03)

A.目標：

完成偵測器分光響應子系統改良及系統評估

- 量測範圍：200 nm 至 1650 nm。
- 量測不確定度：0.7 % ~ 5.0 %。

B.工作成果：

為提升分光輻射量測系統的量測能力，進行系統硬體架構更改，改善偵測器分光響應量測系統標準系統，藉由前置光學系統，將光束截面直徑範圍控制於 3 mm 以下，以量測偵測器單波長光束之絕對功率，建立單波長光束絕對功率量測技術。此系統係以自動化分光輻射儀為主要設備，配合合適之標準光源及光偵測器，用來量測待測光源的分光輻射特性與光偵測器之頻譜響應。光偵測器在光輻射量測中負責光與電信號之轉換，其品質與特性直接影響量測結果之準確性。因此光偵測器之準確性為光輻射量測領域裡不可輕忽的一環。

a.單波長光束絕對功率量測技術

現有系統在紫外光及藍光部分相對而言，較為微弱，並且有光譜雜光影響，造成 400 nm 以下波段之分光輻射照度均有較大之光譜雜光影響誤差及量測不確定度。因此為加強紫外部分波段之入射光強度，除了使用一般的鹵素燈外，也使用氙燈作為系統紫外部分波段的光源，由圖 1-3-9 可知，即使是 150 W 的氙燈，在 400 nm 以下波段的輻射照度也比 1000 W 鎢絲燈更強；於校正過程中，使用移動平台(圖 1-3-10)以進行光源替換的自動對位，除方便操作外，也可避免在點燈過程中，人工移動光源造成燈絲損壞。

光源經分光儀後，可依透過程式控制分光儀輸出不同波長的單色光。本系統 400 nm ~ 2500 nm 及 200 nm ~ 400 nm 的單色光分別由鹵素(QTH)燈和氙(Xe)燈經分光儀分光後產生而得。在分光儀開口處設計與建立前置光學系統(圖 1-3-11)，該分光儀的 F 數值(F number)為 3.9，其輸出的單色光經 M1~M5 鏡組的聚焦成像後 F number 約為 13，成像直徑約 3 mm，因此孔徑大於 3 mm 的標準與待校偵測器能完全接收光束能量，以量測偵測器單波長光束的絕對功率。

此系統改良乃將偵測器相對響應改為絕對響應，所以光源至偵測器對位上要求精準。於前置光學系統光路的出口建立偵測器的夾治具移動平台(圖 1-3-12)，以利標準與待校偵測器接收入射光束。在對位上採用圖 1-3-12 偵測器夾治具及移動平台達到 ψ 、 α 、 β 、 y 及 z 軸對位調整，且以 4 個偵測器夾治具可先將標準件及多個待測件定位置放完成後，再依定位設定至每一個偵測器進行量測。可節省下僅有 1 個偵測器夾治具量測時，偵測器先對位後再量測，然後再重複對位量測的時間。

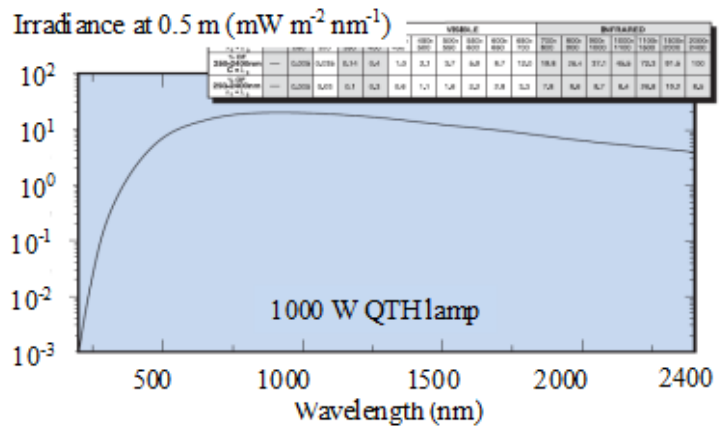
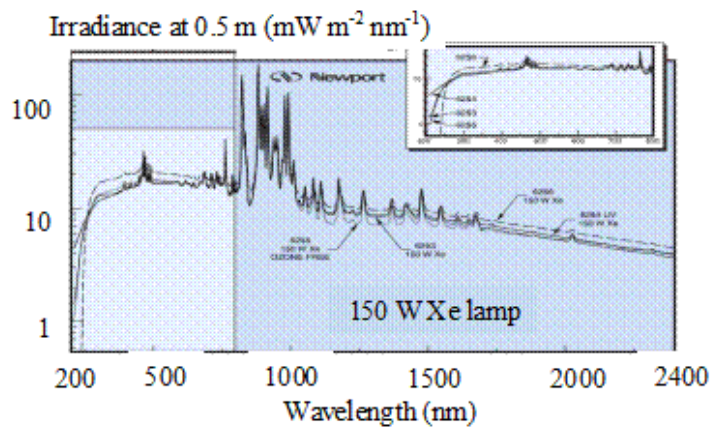


圖 1-3-9、Xe燈與QTH燈的光譜



圖 1-3-10、光源(含對位移動台)



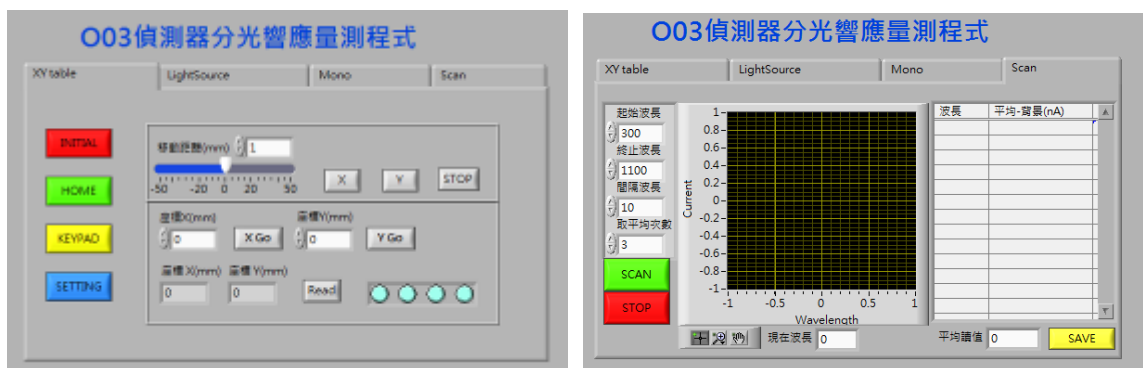
圖 1-3-11、前置光學系統



圖 1-3-12、偵測器夾治與移動平台

b. 量測自動化技術開發

為改善系統校正時對位及量測效率，於此次改良中將系統量測自動化，撰寫系統自動程式，提供標準與待校偵測器對位平台、自動化分光響應量測等自動化量測功能（圖 1-3-13）。該程式可讓校正人員透過直觀圖控的方式，完成偵測器的對位與量測。



(a) 偵測器夾治對位平台

(b) 分光響應自動化量測

圖 1-3-13、分光輻射量測程式圖

c.系統評估

分光輻射量測系統架構如圖 1-3-14，其量測不確定度分量表如表 1-3-6 與 1-3-7，系統評估結果如下：

量測範圍：(200 ~ 1650) nm

量測不確定度：0.55 % ~ 4.41 %

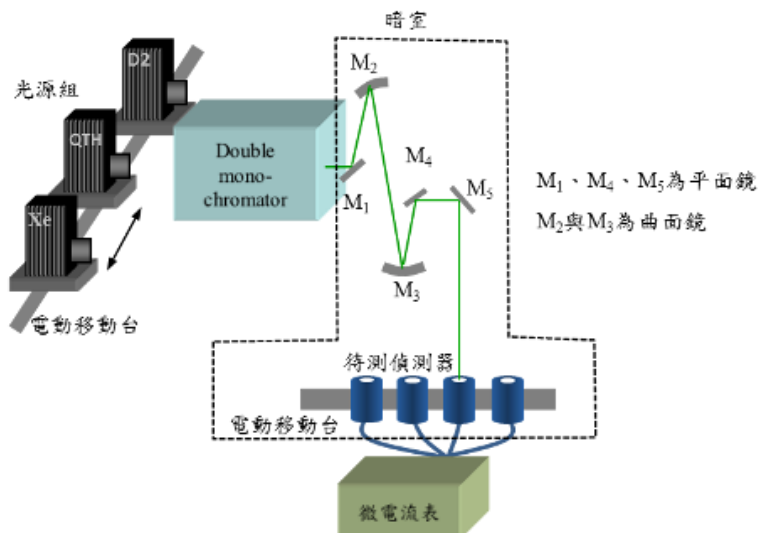


圖 1-3-14、分光輻射量測系統圖

表 1-3-6、矽光偵測器分光響應不確定度評估結果
(u_c 相對組合不確定度， v_{eff} 有效自由度， k 涵蓋因子、 U 量測不確定度)

波長(nm)	u_c	v_{eff}	K	U	波長(nm)	u_c	v_{eff}	k	U
200	2.17%	4795	1.96	4.26%	650	0.28%	609	1.96	0.55%
210	2.25%	1781	1.96	4.41%	660	0.28%	336	1.97	0.55%
220	1.06%	701	1.96	2.09%	670	0.28%	816	1.96	0.54%
230	1.04%	3483	1.96	2.05%	680	0.28%	658	1.96	0.55%
240	1.04%	2484	1.96	2.04%	690	0.27%	3514	1.96	0.53%
250	0.85%	6174	1.96	1.67%	700	0.31%	54	2.00	0.62%
260	0.85%	6123	1.96	1.67%	710	0.28%	2350	1.96	0.55%
270	0.85%	6103	1.96	1.67%	720	0.29%	287	1.97	0.58%
280	0.84%	6119	1.96	1.65%	730	0.29%	393	1.97	0.57%
290	0.85%	6199	1.96	1.66%	740	0.28%	3352	1.96	0.55%
300	0.83%	3948	1.96	1.62%	750	0.29%	1045	1.96	0.56%
310	0.84%	3119	1.96	1.64%	760	0.29%	314	1.97	0.57%
320	0.82%	4331	1.96	1.61%	770	0.28%	2684	1.96	0.55%
330	0.83%	2229	1.96	1.62%	780	0.28%	3546	1.96	0.55%
340	0.82%	2429	1.96	1.62%	790	0.28%	1543	1.96	0.56%
350	0.82%	5616	1.96	1.60%	800	0.26%	1150	1.96	0.51%
360	0.83%	2224	1.96	1.63%	810	0.26%	2708	1.96	0.50%
370	0.63%	707	1.96	1.24%	820	0.26%	2807	1.96	0.50%
380	0.43%	897	1.96	0.85%	830	0.26%	2640	1.96	0.50%
390	0.43%	880	1.96	0.85%	840	0.26%	1860	1.96	0.51%
400	0.35%	650	1.96	0.68%	850	0.26%	2234	1.96	0.51%
410	0.29%	262	1.97	0.57%	860	0.26%	1805	1.96	0.51%
420	0.29%	400	1.97	0.56%	870	0.26%	2960	1.96	0.50%

波長(nm)	u _c	v _{eff}	K	U	波長(nm)	u _c	v _{eff}	k	U
430	0.30%	96	1.98	0.59%	880	0.26%	1323	1.96	0.51%
440	0.29%	178	1.97	0.57%	890	0.26%	1414	1.96	0.51%
450	0.28%	3488	1.96	0.54%	900	0.26%	2940	1.96	0.50%
460	0.32%	32	2.04	0.65%	910	0.26%	2168	1.96	0.51%
470	0.29%	116	1.98	0.58%	920	0.26%	1065	1.96	0.51%
480	0.28%	181	1.97	0.54%	930	0.45%	5809	1.96	0.87%
490	0.28%	88	1.99	0.56%	940	0.44%	6283	1.96	0.86%
500	0.28%	95	1.99	0.56%	950	0.45%	5447	1.96	0.87%
510	0.27%	289	1.97	0.54%	960	0.44%	4638	1.96	0.87%
520	0.27%	279	1.97	0.54%	970	0.44%	5774	1.96	0.87%
530	0.27%	261	1.97	0.54%	980	0.44%	5717	1.96	0.86%
540	0.26%	575	1.96	0.51%	990	0.44%	3752	1.96	0.87%
550	0.26%	830	1.96	0.51%	1000	0.45%	4373	1.96	0.89%
560	0.27%	285	1.97	0.52%	1010	0.46%	3491	1.96	0.90%
570	0.26%	611	1.96	0.52%	1020	0.46%	3986	1.96	0.91%
580	0.27%	392	1.97	0.52%	1030	0.46%	4296	1.96	0.91%
590	0.26%	614	1.96	0.52%	1040	0.46%	2811	1.96	0.90%
600	0.28%	613	1.96	0.55%	1050	0.47%	1532	1.96	0.92%
610	0.28%	448	1.97	0.55%	1060	0.46%	3017	1.96	0.91%
620	0.28%	505	1.96	0.55%	1070	0.47%	1837	1.96	0.93%
630	0.28%	450	1.97	0.55%	1080	0.47%	591	1.96	0.92%
640	0.28%	490	1.96	0.55%	1090	0.47%	1262	1.96	0.93%
					1100	0.47%	1479	1.96	0.92%

表 1-3-7、鍺/砷化鎵鋼光偵測器分光響應不確定度評估結果

(u_c 相對組合不確定度，v_{eff} 有效自由度，k 涵蓋因子、U 量測不確定度)

波長(nm)	u _c	V _{eff}	K	U	波長(nm)	u _c	v _{eff}	k	U
800	0.43 %	4.0	2.78	1.19 %	1260	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %
810	0.42 %	9.0	2.27	0.96 %	1270	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %
820	0.49 %	5.0	2.58	1.26 %	1280	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %
830	0.55 %	3.0	3.19	1.76 %	1290	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %
840	0.62 %	2.0	4.31	2.67 %	1300	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %
850	0.63 %	2.0	4.31	2.71 %	1310	0.45 %	185.0	1.98	0.88 %
860	0.36 %	16.0	2.12	0.76 %	1320	0.45 %	178.0	1.98	0.88 %
870	0.39 %	8.0	2.31	0.91 %	1330	0.44 %	178.0	1.98	0.88 %
880	0.33 %	25.0	2.06	0.68 %	1340	0.45 %	185.0	1.98	0.88 %
890	0.30 %	31.0	2.04	0.62 %	1350	0.45 %	182.0	1.98	0.89 %
900	0.31 %	29.0	2.05	0.64 %	1360	0.47 %	115.0	1.99	0.94 %
910	0.29 %	29.0	2.05	0.59 %	1370	0.45 %	185.0	1.98	0.88 %
920	0.29 %	29.0	2.05	0.59 %	1380	0.48 %	86.0	1.99	0.95 %
930	0.46 %	188.0	1.98	0.92 %	1390	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
940	0.47 %	140.0	1.98	0.92 %	1400	0.45 %	176.0	1.98	0.90 %
950	0.47 %	121.0	1.98	0.94 %	1410	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
960	0.46 %	168.0	1.98	0.90 %	1420	0.45 %	184.0	1.98	0.89 %
970	0.45 %	171.0	1.98	0.90 %	1430	0.44 %	179.0	1.98	0.88 %
980	0.45 %	175.0	1.98	0.88 %	1440	0.45 %	192.0	1.98	0.90 %
990	0.45 %	171.0	1.98	0.90 %	1450	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
1000	0.46 %	196.0	1.98	0.90 %	1460	0.45 %	184.0	1.98	0.89 %
1010	0.46 %	195.0	1.98	0.91 %	1470	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
1020	0.46 %	203.0	1.98	0.91 %	1480	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
1030	0.46 %	204.0	1.98	0.91 %	1490	0.46 %	199.0	1.98	0.91 %

波長(nm)	uc	Veff	K	U	波長(nm)	uc	veff	k	U
1040	0.45 %	187.0	1.98	0.90 %	1500	0.45 %	185.0	1.98	0.89 %
1050	0.46 %	183.0	1.98	0.92 %	1510	0.45 %	192.0	1.98	0.90 %
1060	0.46 %	187.0	1.98	0.90 %	1520	0.45 %	192.0	1.98	0.90 %
1070	0.46 %	203.0	1.98	0.91 %	1530	0.46 %	210.0	1.98	0.92 %
1080	0.46 %	147.0	1.98	0.92 %	1540	0.46 %	197.0	1.98	0.90 %
1090	0.46 %	180.0	1.98	0.90 %	1550	0.46 %	205.0	1.98	0.91 %
1100	0.45 %	189.0	1.98	0.89 %	1560	0.48 %	224.0	1.98	0.95 %
1110	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %	1570	0.52 %	136.0	1.98	1.02 %
1120	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %	1580	0.59 %	44.0	2.02	1.19 %
1130	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %	1590	0.64 %	27.0	2.06	1.31 %
1140	0.45 %	184.0	1.98	0.89 %	1600	0.66 %	17.0	2.11	1.39 %
1150	0.45 %	193.0	1.98	0.90 %	1610	0.62 %	26.0	2.06	1.27 %
1160	0.46 %	160.0	1.98	0.91 %	1620	0.59 %	35.0	2.04	1.21 %
1170	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %	1630	0.56 %	45.0	2.02	1.13 %
1180	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %	1640	0.53 %	79.0	2.00	1.07 %
1190	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %	1650	0.60 %	163.0	1.98	1.20 %
1200	0.45 %	193.0	1.98	0.89 %					
1210	0.46 %	202.0	1.98	0.91 %					
1220	0.45 %	186.0	1.98	0.89 %					
1230	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %					
1240	0.45 %	187.0	1.98	0.89 %					
1250	0.44 %	179.0	1.98	0.88 %					

C. 產業效益：

偵測器分光特性量測的應用概括照明及其他光電產業，由於偵測器特性乃量測光源儀器的關鍵元件，故分光計量乃光電檢測之根本，其重要性不可言喻。本次系統改良將偵測器分光響應系統能量擴充到 1650 nm(紅外波段)，對於業界紅外端的分光輻射量測儀器，例如可應用於非破壞檢測或遠距監測所需的非接觸式熱檢測儀器，均可提供對應的校正服務。此外，用於手機產業領域中，手機內建的環境光感測器與人體紅外線感測器，也都可以藉由本系統提供所需之校正能量。

(3) 大水流量校正系統(系統代碼：F01)

A. 目標：

完成大水流量系統改良及系統評估

- 量測範圍：12 m³/h 至 480 m³/h。
- 量測不確定度：0.04 %。

B. 工作成果：

大水流量校正系統改良的主要技術如下：(1)設計並增設定水頭槽用以改良現有校正系統採用幫浦直接供水設計產生之脈動流偏差；(2)轉向器設計，參考德國 PTB 的設計，並應用電腦流態模擬技術進行噴嘴管設計評估；(3)流場動態電腦模擬：評估定

水頭槽液面擾動點化狀況，其各項技術分別說明如下：

a. 設計並增設定水頭槽

依據 ISO 標準採用動態啟始結束合併靜態秤重法操作模式搭配國際通用之水塔穩壓法，進行定水頭槽設計與增設，囿於實驗室空間及建築物承載限制，採用與德國 PTB 近似之小容積設計，其高度和容量分別為 15 m 和 5 m³，其設計圖如圖 1-3-15。完成增設後之定水頭槽如圖 1-3-16 所示。

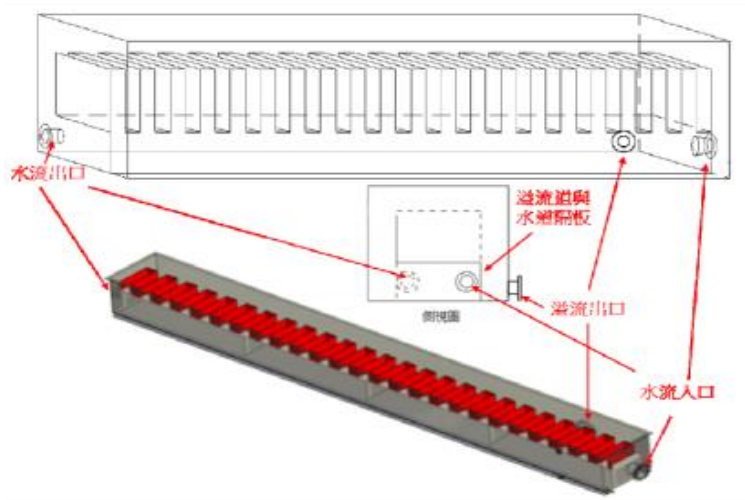


圖 1-3-15、小容積定水頭槽設計圖

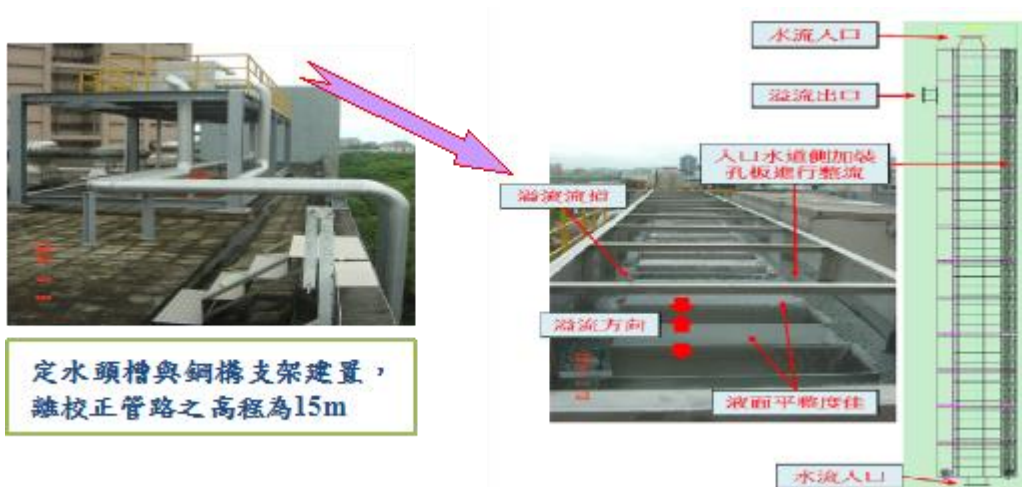


圖 1-3-16、小容積定水頭槽

定水頭槽在水道側加裝孔板後之溢流場分布狀況十分良好，其實驗結果可得到校正系統中壓力波動自 4 % 下降至 0.02 % 以下，流量擾動小於 0.01 %，遠超過計畫預定目標(小於 0.1 %)，確認此設計可排除脈動流造成流量計校正偏差。

b. 完成電動式換向器設計。

轉向器改良的導流噴嘴結構參考德國 PTB 的設計，並應用電腦流態模擬技術進行噴嘴管設計評估。轉向器的轉向導管作動機構則採用滾桿及伺服馬達如圖 1-3-17，並採用自行設計的電控系統。另外，將舊有氣動式球型流量控制閥更換為電動式 V 孔球

型流量控制閥如圖 1-3-18。

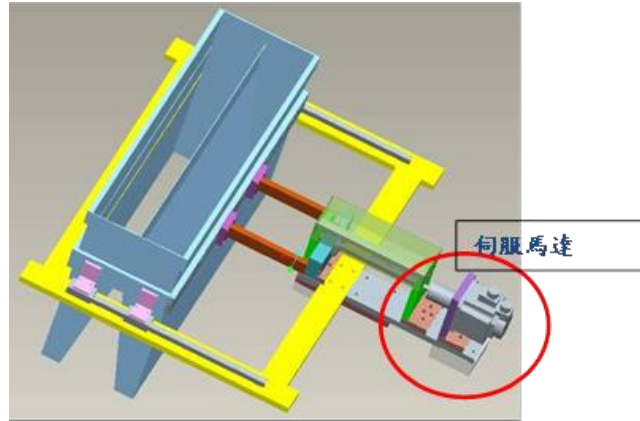


圖 1-3-17、電動式換向器

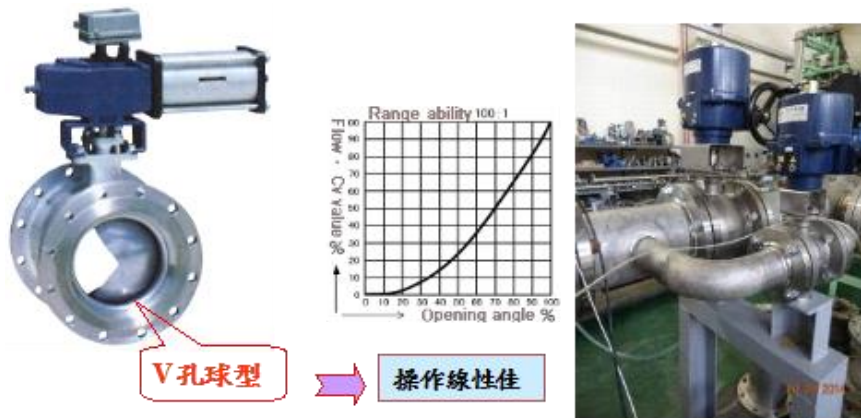


圖 1-3-18、電動式 V 孔球型流量控制閥

c. 完成小容積定水頭計算流體力學(CFD)動態模擬

利用計算流體力學技術，進行定水頭槽流場動態電腦模擬，評估定水頭槽液面擾動點化狀況，其流速分布與水位結果如圖 1-3-19 與圖 1-3-20 所示。

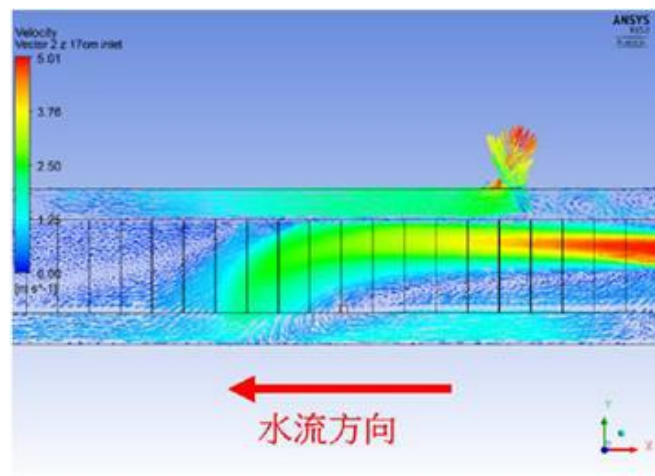


圖 1-3-19、流速分布($m_{in} = 177 \text{ kg/s}$, $m_{out} = 0 \text{ kg/s}$)

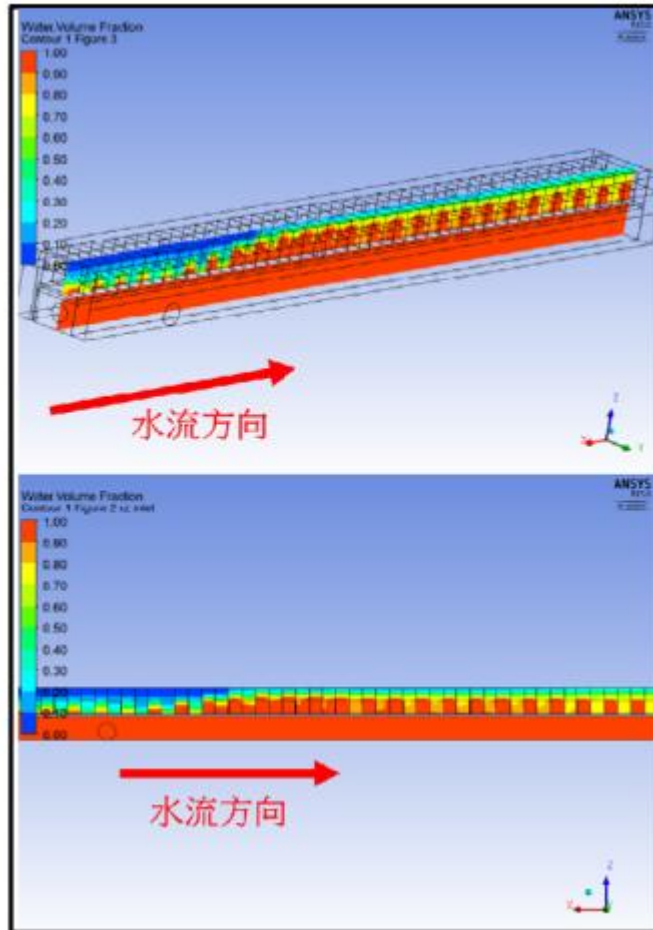


圖 1-3-20、水位分布($m_{in} = 177 \text{ kg/s}$, $m_{out} = 0 \text{ kg/s}$)

大水流量系統不確定度組成如表 1-3-8，系統評估結果為：量測範圍為 $12 \text{ m}^3/\text{h}$ 至 $480 \text{ m}^3/\text{h}$ ，量測不確定度為 0.04% 。

表 1-3-8、質量量測之不確定度組成表-大稱重器

變數	量測變數	標準不確定度	靈敏係數	$ c_i u(x_i)$	自由度
x_i	不確定度來源	$u(x_i)$	c_i		ν_i
W_f	水質量終值	1.12 kg	1	1.12 kg	90
	稱重器器校正誤差	0.66 kg			∞
	稱重器解析度	0.03 kg			∞
	稱重器再現性	0.64 kg			12
	轉向器作動誤差	0.64 kg			12
W_i	水質量初值	0.03 kg	-1	0.03 kg	∞
	稱重器解析度				
B	浮力修正因數	0	5500 kg	0 kg	∞
	空氣及水密度量測				
注水量 5500 kg 為計算依據			$u_c(m) = 1.12 \text{ kg}$, $\nu_{\text{eff},m} = 90$		
			$U_{95,m} / m = 0.04\%$		

C.產業效益：

- 大幅提升系統的穩定性，持續扮演國內流量領導地位，確保系統長期服務能力以及提供高準確度流量量測。
- 大水流量校正系統之年校正量目前達 60 件以上，客戶需求源包括國內流量 TAF 認證實驗室之標準件追溯與校正，以及石化、食品、生醫、電子、環保、空調與電機業之線上流量計校正。以玖堡公司為例，其為國內唯一具有大口徑水流量計校正能量之公司，透過 NML 提供之校正服務，完成其校正實驗室所需之量測追溯，並適時檢視內部標準件之穩定性，汰換不合適之標準件，維持實驗室服務品質。

(4) 油流量校正系統(系統代碼：F03~F04)

A.目標：

完成油流量校正系統改良及系統評估

- 量測範圍：3.6 m³/h ~ 360 m³/h (校正參數：體積與質量)。
- 量測不確定度：質量 0.04 %、體積 0.05 %。

擴充科氏力式質量流量計服務類型

B.工作成果：

油流量量測系統係循環式的操作，因流量計量測特性與操作流率有關，故以幫浦提供固定的輸出流率，搭配控制閥件的開度，作為被校流量計量測特性所需的流率。主要關鍵重點在：(1)流率穩定技術，維持在一定流率的變動範圍，減少大氣泡存在於油品之間，才可確實反映流量計的量測特性。科氏力式質量流量計的量測原理為量測流體的振動，再轉換為質量流率，故會受脈動流的影響，幫浦的輸出需不能產生顯著之脈動才可量測此類型之流量計，油流量量測系統原有的幫浦為螺旋式，會產生顯著脈動流。(2)計量準確度之維持，油流量量測系統被校區係 2 條管線並聯使用，但每次只會使用其中一條管線，校正時須避免閥件內漏，才可確實反映流量計量測特性。(3)系統操作之安全性，低黏度油流量系統與高黏度油流量系統共用二套大小稱重器，系統操作須能正確，以避免油品流回錯誤的儲槽，造成混用，影響油品的密度與黏度等品質甚巨。

系統改良主要改善流率的穩定性，降低脈動流，幫浦並搭配變頻之操作，達到降低流量範圍。油流量量測系統原有量測參數僅為體積，系統改良後可增加質量之量測參數，故原有之系統評估需修改，增加質量之評估項。

a.流率穩定性提升：

- 為降低脈動流對科氏力式質量流量計校正之影響，將螺旋式幫浦更換為離心式幫浦(參見圖 1-3-21)，並搭配變頻器，流率範圍擴充下降至 3.6 m³/h (50 kg/min)。螺旋式幫浦係以小體積之油品連續輸出，達到穩定之流率，但因每次均為小體積，導致有脈動流之現象。而離心式幫浦之流體輸出，則為大體積不間斷之輸出，不

會有顯著之脈動流，國外流量校正機構於低黏度液體系統均採用離心式幫浦，以技術觀點言之，系統直接更換設備改用離心式幫浦後無顯著之脈動流。



圖 1-3-21、離心式幫浦與變頻器圖

- 壓力脈動之測試，係以快速反應的壓力感測器量測瞬間壓力之脈動，於流率 130 m³/h，改良前原有壓力脈動高達 29 %，相當於流率脈動達 14.5 %；改良後壓力脈動低於 3.8 %，相當於流率脈動低於 2 %。故更換幫浦，除了有助益降低流場之脈動流，以及降低流率，也提升流率操作之穩定性，達到擴充流量範圍之目標。

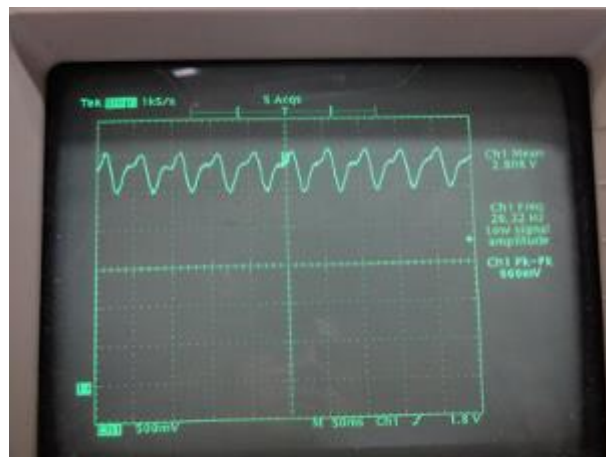


圖 1-3-22、改良前壓力脈動流圖

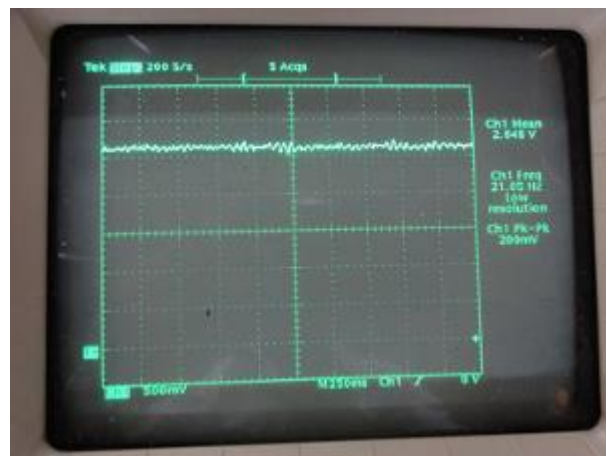


圖 1-3-23、改良後無壓力脈動流圖(低於 3.8 %)

- 實際測試科氏力式質量流量計(廠牌型號為 MicroMotion CMF050)，採用介質為低黏度油(量測不確定度 0.04 %)，與採用水為介質(量測不確定度 0.03 %)，其量測結果比較如表 1-3-9 所示。於最低流率區(50 kg/min 至 60 kg/min)，兩者 En 值均小於 1，顯示油系統之量測結果與水系統之量測結果一致，意即油系統更換為離心式幫浦後，可達到擴充科氏力式質量流量計服務類型之目標。

表 1-3-9、科氏力式質量流量計測試結果比較表

儀器流率		相對器差 (%)		En
q _m (kg/min)	q _v (m ³ /h)	[油系統]	[水系統]	
50	3.7	0.018	-0.011	0.59
50	3.7	0.030	-0.013	0.88
60	4.5	-0.016	-0.024	0.15
60	4.5	-0.026	-0.028	0.04

註 1：油流量系統測試時密度(ρ)約為 804 kg/m³。

註 2：質量流率(q_m)與體積流率(q_v)之間單位換算，包含密度項。

$$q_v = q_m / \rho = 50 \text{ (kg/min)} \times 60 \text{ (min/h)} / 804 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 3.7 \text{ m}^3\text{/h}$$

b. 流況品質提升：

因稱重桶內部設計，導致校正時油品進入稱重桶內，會產生大量氣泡，而高黏度油流量系統由於黏度大，氣泡不易消散，故於稱重桶下方回流管路，增加一只緩衝槽。並於內部加裝兩道之濾網，角度為 60 度，網目分別為 50 目(mesh)與 150 目，第二道後僅可通過約 0.11 mm 之微小氣泡，較大之氣泡則會破裂消散，或留在上層液面。實際循環流動，油品中之氣泡均為微氣泡，已顯著改善減少大氣泡量，顯示有助於提升各式流量計量測之準確性。另油品密度之量測，以有經過濾網與未經過濾之比較，密度相同，意即本項濾網之安裝並不影響由質量換算成體積之計量。此緩衝儲槽設計之另一功用，也在減緩流率之變動，由於離心式幫浦之輸出流率，會受到油品供應源儲槽液位高度即供應壓力之影響，系統操作於校正前，讓緩衝槽維持在某個液位，校正期間則配合洩放流回儲槽，降低儲槽液位之變動，即維持流率之穩定。



圖 1-3-24、緩衝槽及其內部濾網圖

c. 計量準確度之維持：

開關控制蝶閥，其原始設計為蝶閥本體在中央，碟片材質為碳鋼，周圍一圈為環狀包覆的寬橡膠製墊片，其外層塗佈一層鐵氟龍，防止橡膠與油品接觸後快速硬化。因使用年限已久，時常開開關關，碟片與墊片摩擦導致鐵氟龍破裂或有裂縫(如圖 1-3-25)，油品洩漏到管線外面，也有可能造成管線之間內漏。系統改良係改用一種新型設計的閥件本體，碟片材質為不銹鋼，堅固耐用。環狀寬橡膠製墊片，則改為一圈窄薄片型的鐵氟龍墊片貼在外圈邊緣，碟片開啟操作時不會直接與墊片摩擦接觸，就不易造成墊片之破裂，而且維修更換容易。新型設計另一優點，蝶閥關閉時背後有一個定點支撐，故不會讓碟片關過頭而產生縫隙導致內漏。今年度針對閥件已滲漏油品之蝶閥進行更新，達到維持計量之準確性。

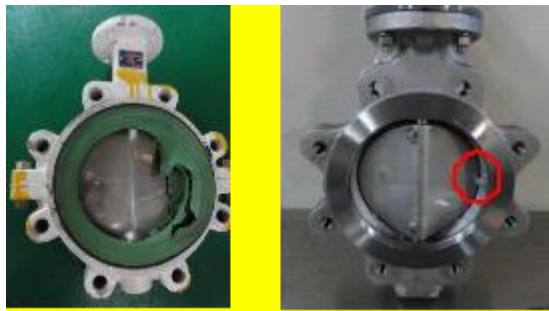


圖 1-3-25、蝶閥更新前後之構造圖

d. 系統操作安全性提升：

兩套高低黏度油流量系統，共用稱重裝置，切換下方放流管件以達到更換系統之操作。原本操作均係人為手動操控切換，為避免人為疏失遺忘切換，本系統改良特別加入防呆裝置，於放流管件上加裝定位感測裝置，位置訊號可回傳至監控電腦，搭配軟體程式，可於控制電腦畫面上明確辨識目前系統操作之流向，避免油品混合，提升系統操作之安全性。硬體設施定位感測器已完成安裝，但目前液體流量操作用軟體程式為舊版 Win95 系統，擬於 104 年更新監控盤與監控軟體程式，以提升系統操作安全。

e. 系統評估：

原校正參數僅為體積一項，改良後新增質量校正參數，其不確定度影響因素，須考量稱重量的初值、稱重量的終值、空氣浮力之修正、以及被校流量計至稱重桶之間管線段之校正前後質量變化等。系統不確定度組成如表 1-3-10 及 1-3-11，系統評估結果如下：

量測範圍：3.6 m³/h ~ 360 m³/h

量測不確定度：質量 0.04 %、體積：0.05 %。

表 1-3-10、質量量測之不確定度組成表(@750 kg)

變數 x_i	量測變數 不確定度來源	評估 類型	機率 分佈型態	標準不 確定度 $u(x_i)$ (kg)	靈敏係數 c_i (kg ⁻¹)	$ c_i u(x_i)$	自由度 ν_i
W_1	終重量			0.1397	0.001333	0.0001863	137
	儀器校正	B	常態分佈	0.1050			∞
	儀器視讀	B	矩形分佈	0.0145			∞
	重現性	B	矩形分佈	0.0325			12
	等待時間不足	B	矩形分佈矩	0.0289			12
	蒸發	B	形分佈矩形	0.0289			12
	管路流體變化量	B	分佈	0.0744			12
W_0	初重量			0.0145	0.001333	0.0000193	∞
	儀器視讀	B	矩形分佈				
B	空氣浮力修正因數			0	0.998801	0	∞
	環境及流體狀態	B	矩形分佈				
N	被校件脈波			0.5774	0.0000013	0.0000008	∞
	解析度	B	矩形分佈				
$u_c(m)/ m = 0.019\%$ $k = 1.98$ 、 $\nu_{\text{eff}} = 139$ $U(m)/ m = 0.038\%$							

表 1-3-11、體積量測之不確定度組成表(@ $W_1=1500$ kg)

變數 x_i	量測變數 不確定度來源	評估 類型	機率 分佈型態	標準不 確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	$ c_i u(x_i)$ (m ³)	自由度 ν_i
W_1	終重量			0.117 kg	0.00125	0.00015	89
	儀器校正	B	常態分佈	0.075	m ³ /kg		∞
	重現性	B	矩形分佈	0.061			12
	儀器視讀	B	矩形分佈	0.029			∞
	等待時間不足	B	矩形分佈	0.058			12
W_0	初重量			0.029 kg	-0.00125	0.00004	∞
	儀器視讀	B	矩形分佈		m ³ /kg		
B	空氣浮力修正因數			0	1.87 m ³	0	∞
	環境及流體狀態	B	矩形分佈				
ρ	密度			0.151 kg/m ³	-0.00233	0.00036	23
	密度計算式測試	B	常態分佈	0.025	(m ³) ² /kg		414
	油品密度變異	B	矩形分佈	0.029			12
	油品溫度量測	B	矩形分佈	0.146			21
P	壓力			0.116 kgf/cm ²	-0.000169	0.00002	∞
	壓力傳訊器校正	B	矩形分佈		m ³ ·cm ² /kgf		
f	流體壓縮係數			0.0000087	-3.74	0.00004	∞
	流體溫度	B	矩形分佈	cm ² /kgf	m ³ ·kgf/cm ²		
ΔV_{cp}	管路流體變化量			0.000137 m ³	-1	0.00014	12
	流體溫度不一致	B	矩形分佈				
$u_c(V)/V = 0.023\%$ $k = 2.02$ 、 $\nu_{\text{eff}} = 41$ $U(V)/V = 0.046\%$							

C.產業效益：

油流量系統主要之顧客，發油量較多的供油服務中心(油庫)，九成以上為台灣中油公司的油量計，每年會定期送校，以確保流量計的量測品質。油量計在油庫的位階為標準流量計，以台灣中油公司新竹油庫為例，汽油類用標準油量計每個月對交易用油量計校正1次，柴油類每3個月校正1次。其操作流率範圍，介於36 m³/h至84 m³/h，故NML之流率服務範圍可滿足新竹油庫之需求。另CNS油量計檢定檢查規範之法定公差為±0.5%，新竹油庫在交易用油量計之實際允收公差設定在超發量+0.1%至+0.2%。在符合國家規範，NML標準油量計校量測不確定度為0.05%，遠低於允收公差，可確保油品之交易。另於中低流率範圍，動力設備改用離心式幫浦，有效減少脈動流，擴充科氏力式質量流量計服務類型，提供業者採用以油品作為校正介質之選擇。擴充系統流量量測範圍，可滿足中小企業於此區段內之校正需求。

2.系統設備汰換，共5套

(1)完成「10 kg 質量比較儀」汰換後系統評估

A.目標：

完成「10 kg 質量比較儀」請購、組裝及驗收。

- 量測範圍：1 kg、2 kg、5 kg、10 kg

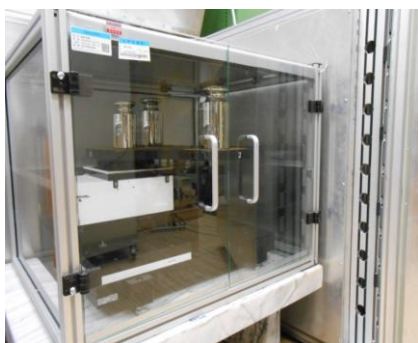
量測不確定度：0.03 mg

B.組裝及測試結果：

完成「10 kg 質量比較儀」組裝及評估，可執行1 kg、2 kg、5 kg、10 kg量測，系統不確定度評估結果如下：

量測範圍：2 kg、5 kg、10 kg 及 1 kg 至 10 kg 之質量傳遞導引

量測不確定度：(0.17 ~ 3.3) mg



項目	1 kg	2 kg	5 kg	10 kg
查核參數管制上限(μg)	295.36	74.93	387.01	3927.61
查核參數管制下限(μg)	179.59	-19.66	296.19	3790.87
標準差管制上限(μg)	141.23	124.35	77.96	213.33
涵蓋因子(95%)	1.96	1.96	1.96	1.96
量測不確定度(mg)	0.17	0.88	1.7	3.3

圖 1-3-26、10 kg 質量比較儀及評估結果

(2)完成「高解析度橢圓偏光儀」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「高解析度橢圓偏光儀」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

機台安裝完成如圖 1-3-27 所示。其驗收規格與測試檢驗結果節錄如表 1-3-12 所示：

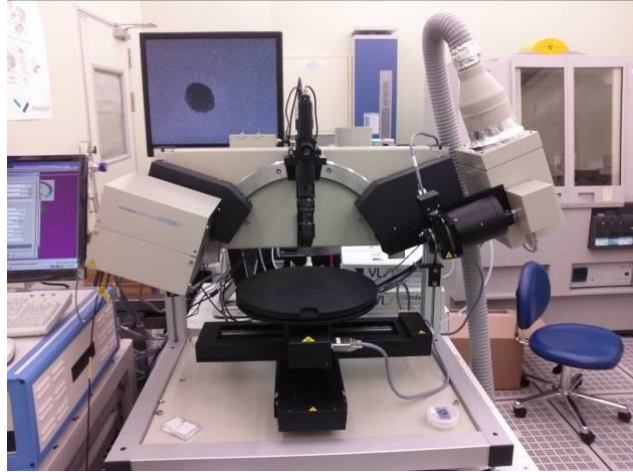


圖 1-3-27、高解析度橢圓偏光儀

表 1-3-12、高解析度橢圓偏光儀驗收及測試檢驗結果

量測項目內容	驗收規格	實測值/測試結果
膜厚度量測	<ol style="list-style-type: none"> 量測薄膜種類：氧化薄膜(二氧化矽、Al_2O_3)、半導體薄膜(HfO_2)、有機薄(photoresist)、。 量測方法及範圍：膜厚度量測範圍 1 nm 至 10 μm。波長量測範圍 0.25 μm 至 0.85 μm 取 120 點。量測 10 次。 量測速度：< 7 min 分析數據：軟體分析可得其厚度、fitting 誤差值、重複性(量測 10 次)。 	<p>以下為實際量測值：</p> <ul style="list-style-type: none"> 量測 HfO_2/Si 膜厚，其量測厚度結果為 <u>1.36 nm</u> (1.3 nm\pm0.2 nm)，符合規格。 量測 SiO_2/Si 膜厚，其量測厚度結果為 <u>103.6 nm</u> (100 nm 或 120 nm)，符合規格。 量測光阻膜厚，其量測厚度結果為 <u>9.6 μm</u> (10 $\mu\text{m}$$\pm$5%)，符合規格。 量測金屬 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 膜厚，其測厚度結果為 <u>8.7 nm</u>。
薄膜折射率與吸收率量測	<ol style="list-style-type: none"> 量測薄膜種類：氧化薄膜(二氧化矽、Al_2O_3)、有機薄(photoresist)、半導體薄膜(HfO_2)。 量測方法及範圍：膜厚度量測範圍 1 nm~ 10 μm。波長量測範圍 0.25 μm ~ 0.85 μm 取 120 點。量測 10 次。 量測速度：< 7 min 分析數據：軟體分析可得其折射率值與吸收率值。於波長 633 nm 可得其數值之 fitting 誤差值、與重複性(量測 10 次)。 	<p>以下為實際量測值：</p> <ul style="list-style-type: none"> 量測 HfO_2/Si 膜厚，其量測折射率結果 <u>1.457</u> 符合規格。 量測 SiO_2/Si 膜厚，其量測折射率結果為 <u>1.463</u> 符合規格。 量測光阻膜厚，其量測折射率結果為 <u>1.660</u> 符合規格。 量測金屬 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 其折射率結果為 <u>1.618</u> 符合規格。

(3)完成「高精度移動平台」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「高精度移動平台」設計、請購、組裝及驗收。

B.設計、組裝及測試結果：

汰換設備規格為量測行程: 0.01 mm ~ 1000 mm，最小位移量 2 nm，驗收測試結果節錄如表 1-3-13。

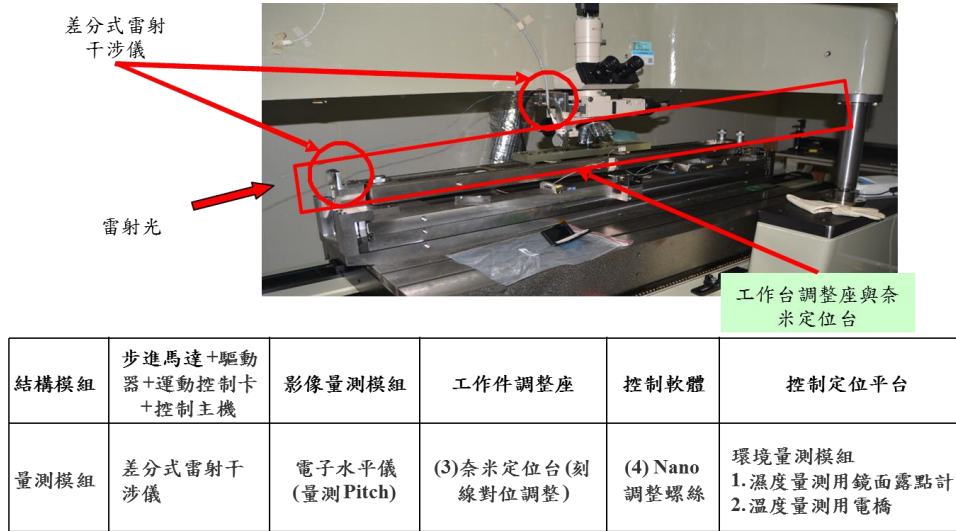


圖 1-3-28、高精度移動平台汰換架構

表 1-3-13、高精度移動平台驗收及測試檢驗結果

量測項目內容	驗收規格	實測值/測試結果
結構模組		
(1)步進馬達+驅動器+運動控制卡+控制主機	1.0 m 移動台驅動	可移動 1050 mm
	步進馬達系統馬達固定座加工	微步進系統 微步進: 1/250000 最小微動量為 1 μm
(2)工作件調整座×1組	材質 Invar，可調整 4 軸向運動，需與量測模組之 nano stage 配合，同需也要配合基座放置工件尺寸。	與原機台可搭配
	微步進:最小微動量為 1 μm	1 μm
量測模組		
(1) 差分式雷射干涉儀	Laser head(Minimum output power: 180 μW、Reference Frequency 2.4 - 3.0 MHz、L:358.6 mm± 10 mm	output power 437.7μW Reference Frequency 2. 8 MHz L: 360 mm
(2)電子水平儀(量測Pitch)	水平儀 WYLER zero0.5 量測範圍 +/- 0.5°	WYLER zero0.5 量測範圍 +/- 1°
(3)環境量測模 i 鏡面露點計:	Frost/Dew Point Range: (-60~+70)°C 精確度: Frost/Dew Point: ±0.1°C	Frost/Dew Point Range: (-60~+70)°C 精確度: ±0.1°C 器差=0.015 °C at DP=25.24 °C
ii. 溫度量測用電橋	Resolution: 0.125 micro K	Resolution: 0.125 micro K (=0.5 ppb×25 Ω×1K/0.1 Ω=0.125 micro K)

(4)完成「3 m 積分球量測系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「3 m 積分球量測系統」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

3 m 積分球量測系統透過多通道偵測器系統整合陣列式光譜儀量測系統，以進行波長範圍由 200 nm 至 2000 nm 之量測。依據北美照明工程協會(Illuminating Engineering Society of North America, IES) 制定之 IES LM-79 固態照明產品電氣和光度的檢測標準 (IES LM-79 Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products)，規定積分球直徑少需要 2/3 燈體長度，3 m 積分球量測系統可量測大於 1.8 m 直管燈。另外，高功率燈具之量測，其標準件會較為大型且有熱累積於球內之問題，因此，大型積分球具有足夠之空間及避免熱累積的問題，以滿足其量測追溯需求。

3 m 積分球為因應各種光源之架設，配置 2π 與 4π 之量測幾何設置， 4π 之量測幾何設置並可設定為 base-up 及 base-down，如圖 1-3-29 所示。系統設計一多通道偵測器系統以整合陣列式光譜儀量測系統與視效函數偵測器，如圖 1-3-30。為補償由內部檔板與治具造成的積分球內部之不均勻性效應，設計一內部均勻性量測系統，透過微型馬達帶動投射光源模組掃描半球面，再以球面上的光偵測器量測訊號，對側(90° 位置處)再以同方法進行掃描以計算內部均勻度響應。



圖 1-3-29、3 m 積分球量測系統內部開孔設計示意圖

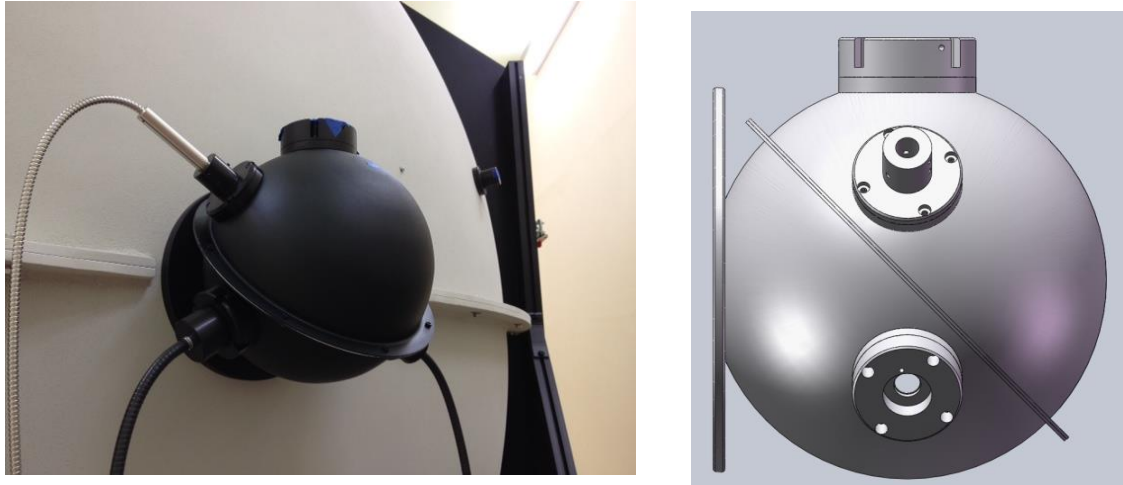


圖 1-3-30、3 m 積分球量測系統-多通道量測模組

(5)完成「陣列式光譜儀」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「陣列式光譜儀」請購、組裝及驗收。

B. 組裝及測試結果：

系統包含紅外光波段陣列式 CCD 光譜儀(1000 nm 至 2000 nm)、可見光至近紅外光波段陣列式 CCD 光譜儀(780 nm 至 1650 nm)及 UV 至可見光波段陣列式背光 CCD 光譜儀(200 nm 至 800 nm)。系統並以線譜燈及雷射進行光譜儀之波長準確性量測，量測結果如圖 1-3-31、表 1-3-14 及表 1-3-15。

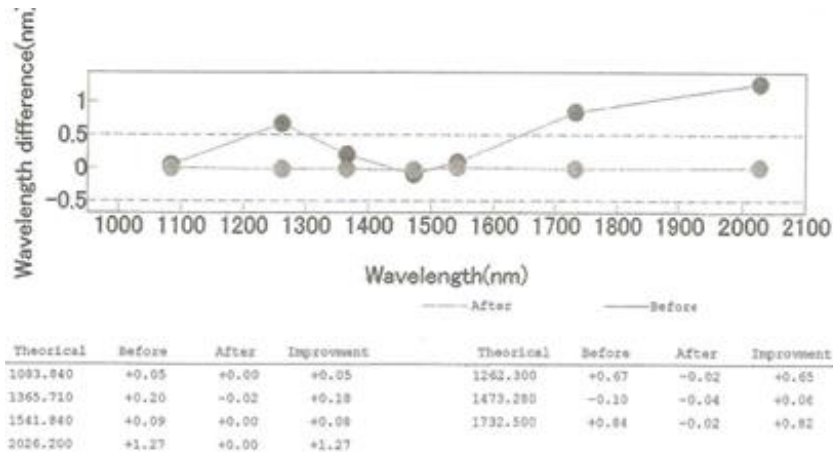


圖 1-3-31、陣列式光譜儀準確性量測結果(1000 nm 至 2100 nm)

表 1-3-14、陣列式光譜儀準確性量測結果(200 nm 至 800 nm)

標準光源	標準值 (nm)	器示值 (nm)
Hg lamp	253.65	253.66
Hg lamp	296.73	296.72
Hg lamp	312.96	312.98
Hg lamp	365.24	365.23
Hg lamp	404.75	404.74
Hg lamp	435.82	435.83
Hg lamp	546.08	546.07
HeNe laser	632.82	632.81
Ar lamp	696.54	696.53
Ar lamp	738.40	738.40
Ar lamp	763.51	763.51

表 1-3-15、陣列式光譜儀光譜準確性量測結果(780 nm 至 1650 nm)

標準光源	標準值 (nm)	器示值 (nm)
Xe lamp	826.45	826.45
Xe lamp	881.90	881.89
Xe lamp	979.97	979.97
Nd laser	1064.0	1064.0
HeNe laser	1152.3	1152.3
OPO laser	1301.3	1301.4
OPO laser	1401.9	1401.9
DFB laser	1531.9	1531.9
OPO laser	1602.2	1602.2

3.配合系統改良及汰換工作，進行「客戶需求關懷訪談」

本年度系統改良項目包括線距校正系統(D19)、分光輻射量測系統(O03)、水流量校正系統(F01~F02)、油流量校正系統(F03~F04)共 4 項，針對各系統送件紀錄與資料，針對送件數較多或較具代表性客戶，進行「客戶需求關懷訪談」活動名單篩選，各系統訪談顧客資料及顧客類型彙整如表 1-3-16 所示，訪談照片如圖 1-3-32。此次活動，由分項計畫主持人彭國勝組長帶隊，藉由面對面與客戶訪談與交流方式，可了解各系統客戶技術需求及目前 NML 尚未提供或服務能量不足之需求，作為未來技術能力新建或擴建之參考。

表 1-3-16、訪談顧客資料表

系統名稱/代號	顧客名稱	顧客類型
線距校正系統(D19)	旺宏電子股份有限公司	半導體研發/製造
分光輻射量測系統(O03)	昇佳電子股份有限公司	研發/製造
小水流量校正系統(F02)	玖堡股份有限公司	銷售/TAF 校正實驗室
油流量校正系統(F03~F04)	台灣中油公司 竹苗營業處新竹油庫	銷售



圖 1-3-32、客戶需求關懷訪談照片

「客戶需求關懷訪談」活動中，客戶對 NML 提供之服務能量多屬贊同，訪談中針對系統目前提供之校正範圍與不確定度是否符合需求，並介紹未來系統改良完成後之預定校正範圍與不確定度、NML 校正報告如何使用及 NML 服務上須加強及改進的部分，進行訪談與意見交流，獲得以下資訊：

(1) 目前提供與系統改良完成後之校正範圍與不確定度是否符合需求

訪談的 4 個客戶中，對目前系統提供之校正範圍需求符合性而言，都持正面回饋，其中客戶希望能擴充校正範圍的有：分光輻射量測系統—目前波長範圍只到 1100 nm 無法提供近紅外波段光偵測器之校正追溯，未來系改完成後可將範圍擴大至 1650 nm，可增加近紅外波段光偵測器之校正追溯，對國內光偵測器研發是一大助益；水流量校正系統只到 480 m³/h 無法提供大水流量之校正追溯，因受限於實驗室場地和空間，此次系改雖採用國際通用之水塔穩壓法，完成容積定水頭槽增設，高度和容量分別為 15 m 和 5 m³，但除了 300 mm 以上的大口徑流量計之外，國內多數工業製程所使用之流量計皆已經可以提供校正服務；油流量校正系統亦受限於實驗室場地和空間，無法提供大油流量之校正追溯服務。其結果彙整如表 1-3-17。

表 1-3-17、現有系統能量、不確定度、顧客需求符合與用途

系統名稱/代號	校正範圍	需求符合性	不確定度	需求符合性	用途
線距校正系統 (D19)	100 nm 至 10 μm	符合	3.5 nm	未使用	待校件為線距標準片，可於廠區內線上量測晶圓經蝕刻過後的線距及線寬。
分光輻射量測系統 (O03)	200 nm 至 1100 nm	部分符合	0.8 % 至 5.1 %	未使用	待校件為光偵測器，可於廠區內用來修正檢測用儀器，進行公司研發產品檢測。
水流量校正系統 (F01~F02)	12 m ³ /h 至 480 m ³ /h	部分符合	0.05 %	符合	待校件為電磁式流量計，作為公司 TAF 實驗室對外服務用標準件。客戶需求有 300 mm 以上的大口徑流量計。
油流量校正系統 (F03~F04)	18 m ³ /h 至 360 m ³ /h	部分符合	0.05 %	符合	待校件為標準油量計，於廠區內將校正結果之修正係數直接輸入於標準油量計之電子式顯示器軟體，並作為公司自校追溯之參考。

(2) NML校正報告如何使用

訪談的 4 個客戶中，在收到 NML 出具之校正報告後，會針對校正結果進行公司或廠區內系統或儀器進行校正結果之修正，至於校正報告內之不確定度運用部分則部份廠商會運用將其傳遞至公司或廠區系統或儀器評估，部分則是參考用未將其不確定度進行傳遞，其結果彙整如表 1-3-18。

表 1-3-18、顧客使用校正報告狀況

系統名稱/代號	使用狀況	
	校正結果	不確定度
線距校正系統 (D19)	將線距標準片此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，當確定是此標準片耗損時，會重新添購新的標準片。	只用來評核校正實驗室能力
分光輻射量測系統 (O03)	將光偵測器此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，並將校正結果帶入系統進行修正。	只用來評核校正實驗室能力
水流量校正系統 (F01~F02)	將電磁式流量計此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，並將校正結果帶入系統進行修正。	會將不確定度帶入系統量測評估用
油流量校正系統 (F03~F04)	將標準油量計此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，並將校正結果帶入系統進行修正。	會將不確定度帶入系統量測評估用

(3) 本年度設備汰換系統客戶訪談

針對 104 年度即將進行系統改良之系統(103 年度為設備汰換部分)：線刻度系統 (D05)、薄膜量測系統(D22)亦進行客戶需求訪談與交流，目的除了向廠商介紹未來改

良後的量測範圍與量測不確定度，亦向廠商確認改良後量測範圍與量測不確定度是否可符合需求。

表 1-3-19、D05 及 D22 系統設備汰換客戶需求彙整

系統名稱/代號	使用狀況		
	校正結果	不確定度	系改後校正範圍需求符合性
線刻度系統 (D05)	將線刻度標準尺此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，並將校正結果帶入系統進行修正。作為公司 TAF 實驗室對外服務用標準件。	會將不確定度帶入系統量測評估用	量測範圍滿足大部份廠商需求，量測不確定度將重新評估後進行更新。
薄膜量測系統 (D22)	將膜厚標準片此次校正結果與先前校正結果進行比對，若差異過大會先進行確認，當確定是此標準片耗損時，會重新添購新的標準片。可於廠區內線上量測晶圓薄膜厚度量測。	只用來評核校正實驗室能力	符合

4. 小型系統精進研究與改善，共8套

(1) 約瑟夫森電壓標準(PJVS)系統(E01)進行交流(AC) PJVS系統之先期改良與研究

- NML於103.02完成PJVS系統之偏壓源控制器更新以及相關測試，各項量測結果皆符合規範要求。新版偏壓源控制器可輸出AC電壓同步取樣量測時所需之觸發(Trigger)信號，以供AC PJVS量測技術研究用。
- 將PJVS系統採用之低溫探棒運送至美國High Precision Devices (HPD)公司進行高精密的改裝設計，以提高雜訊抑制能力及延長PJVS晶片使用壽命，並增加系統量測穩定性，未來更可應用於AC PJVS量測技術研究。改裝完成後之精密低溫探棒重新置入PJVS晶片並完成相關測試，各項量測結果皆符合規範要求。此外，NML亦將此PJVS系統量測結果分享給美國NIST研究團隊並作技術交流。
- NML於103.05與美國NIST完成「PJVS系統軟硬體升級」之合約簽署，以執行電表外部基頻同步控制器的改裝、PJVS系統軟體升級以及AC PJVS新晶片添購。外部基頻同步模組乃加裝至電表(HP3458A)內部，以採用External的20 MHz作為Time-Base，如此將有效提高AC電壓的取樣量測準確度。同時，PJVS系統軟體升級後搭配AC PJVS新晶片將可執行精密AC PJVS電壓量測，此合約相關執行任務於103年11月完成驗收。另外，NIST研究團隊將於104年拜訪NML並進行PJVS系統升級訓練。

(2) 角度塊規校正系統(D06)/大角度校正系統(D07)改善工作

- 系統待改善問題

角度校正需調整水平兩垂直軸變化小於2秒，目前以兩軸斜度調整台以手動調整分厘頭(microhead)來調整角度，很難調到所需水平2秒，因角度塊規校正共需調整7次水平，因此校正需費很長時間。目前自動視準儀置放調定高度之架上，無法適合不同校正件，無水平調整機校正時水平調整不易。

- 解決方案

架設光學平板可藉由3支螺絲粗調及調整高度，微米致動器(micrometer) 可調整固定高度，可細調整光學平板至所需水平 (如圖1-3-33(a))。自動視準儀置放平台以3支螺絲調整高度 (如圖1-3-33(b))。

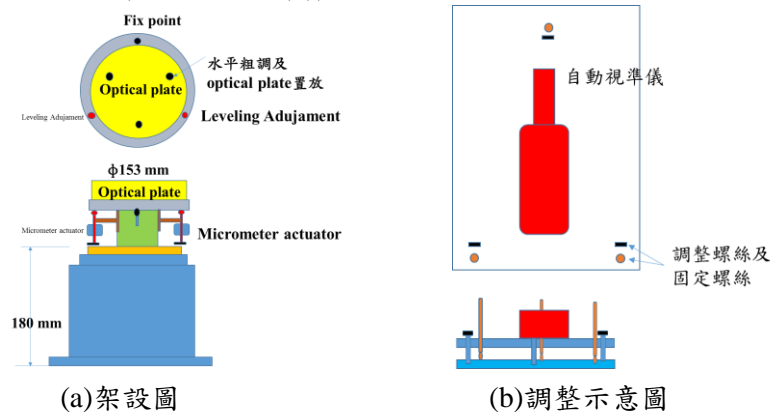


圖 1-3-33、光學平板架設設計

(3) 長尺校正系統(D17)改善工作

- 系統待改善問題

系統主要組件為DOS版，目前影像、馬達控制及電源線均以導線由電腦端至移動台由其帶動，自動校正過程中有時因拉力不足移動台無法移動。

- 解決方案

更改控制系統為window電腦並以無線傳輸方式完成自動量測，原雷射干涉儀馬達控制軸卡為DOS版(原廠不支援window版)，如改為window版就無法全自動PID控制至定位，需由電腦端下指令使移動台移至量測位置，再由移動台上之小移動台帶動反射鏡及顯微鏡做精確定位。

(4) 動態膨脹法真空量測系統(L02)小孔流通法真空標準進行微小流率改善

進行小孔流通法真空標準系統之微小流率系統改良，目的在於提升 10^{-3} Pa範圍之量測不確定度。由於管路及調節閥配置影響 10^{-3} Pa範圍以上之量測不確定度，因此重新規畫改善微小流率系統之管路及調節閥門之建置，建立標準容積管，並採用膨脹法重新量測新的容積值。使用改善後之微小流率系統配合小孔流通法真空標準系統重新量測，測試結果於 10^{-3} Pa 範圍之量測不確定度由原本之2.9% 有效降至1%。

(5) 力量比較校正系統(N03)200噸萬能校正機進行自動化動力控制改善

進行加壓系統單元改善，修改原動力系統，改注射加壓油缸方式。自動化控制系統單元，改以自動化擷取所送出之力量信號，再由程式所設定需要控制的力量及持壓時間，自動控制加壓的速度、到達力量、持壓時間，完成所有的校正點。N03系統自動化改善結果，控制力量的精度100 N以內。

(6) 電阻溫度計量測系統(T04)改善工作

• 系統待改善問題

(a)電阻溫度計量測系統槽體工作區深度達457 mm，之前因為溫度計置放架的限制，標準件和待校件只能在固定深度進行校正。若要改變深度，雖然可以使用活動夾調整，但是改變的距離不易量化，尤其是短型待校溫度計，若要使感測端點和標準件對齊，改變的距離相當大，只使用活動夾調整不易穩固，校正過程亦造成待校溫度計隨液體攪拌而晃動。另外，在評估槽體軸向不確定度(例如不均勻性不確定度)時，更需要改變數個量化距離評估之，若每次調整距離都需要輔以捲尺量測溫度計浸沒深度，相當不方便。

(b)恆溫油槽工作區深度305 mm，在校正操作時必須確定溫度計浸沒深度足夠，需要有視窗檢查。而且80 °C時矽油熱膨脹程度不大，所需油量較多；但液面會隨著校正溫度增加而升高，當校正溫度上升到最高溫300 °C的過程中必須調整洩出部分油，否則會四處溢出造成危險，因此需要視窗以方便隨時觀察，就不需如之前般將溫度計置放架連同溫度計一起舉起，不僅溫度計有被碰撞之虞，對人員也相當危險。

(c)評估恆溫油槽軸向不確定度(例如不均勻性不確定度)時，需要改變數個量化距離評估之，在高溫下若每次調整距離都需要輔以捲尺量測溫度計浸沒深度，並不可行，需要設計輔具解決之。

• 解決方案

設計並新製溫度計置放架，其具備溫度計浸沒深度可調度200 mm之滑軌；也有4個固定孔洞距離彈性使用，並具備4個固定孔洞夾治具，可降低工作標準件隨液體攪拌震動之功能。在原來溫度計置放架上開一視窗，以檢視矽油液位，視窗蓋有凹槽且重量設計使其蓋上時能保持沉穩不動。另因高溫考量，溫度計置放架的材質是不鏽鋼，為節省經費且為避免整體置放架過重不易操作，不改變主體架構，而是製作一組固定距離輔具置放在溫度計頭部與不鏽鋼架之間，輔具內部尺寸結構係配合工作標準件外觀尺寸，具備易套入、互相嵌合不滑脫、距離量化之功能。

(7) 低頻振動校正系統(V04)進行位移訊號改良

極低頻振動加速規電壓靈敏度校正(20 Hz以下)，經由國際比對後，發現部分校正頻率點需要進行系統改良及量測技術提昇，提出精進改良措施，系統改善主要分兩大部分，一為光學位移訊號擷取技術，此目的可以將作光學尺位移訊號與雷射干涉儀位

移訊號相互確認，減少干涉儀訊號計算誤差，國際上其他NMI已有相關研究，此技術重點在於光學尺安裝與激振器保持平行直線運動，其包含安裝治具之設計及位移訊號量測技術。今年度已完成安裝及訊號量測，另一技術為低頻電壓擷取技術，國際上其他NMI已有相關研究，使用數位訊號擷取技術方面，最常用使用NI PXI進行訊號擷取，目前此技術仍處於評估階段，此優點在於高速直流電壓訊號擷取技術，未來持續發展低頻振動位移擷取技術及數位化高速直流電壓擷取技術，使極低頻加速規電壓靈敏度校正有更佳之性能展現。

(四) 產業服務

1. 維持120套系統，提供業界校正服務

本年度NML120套系統共提供4546件之校正服務，除落實檢校體制提供二級校正/測試實驗室校正追溯外，另提供政府機關執行法規或政策所需之儀器或設備之公信力。其中，本年度免費提供標檢局及各分局之校正需求共154件，校正金額2,195仟元。今年度之校正服務中，長度、電量、光量及流量所提供的服務佔NML年校正量56%，亦表示目前台灣產業的脈動趨勢，其中長度與電量屬於應用最廣的領域，佔NML年校正量的36%，光量則是符合綠色產業需求約佔10%，至於流量主要配合中油體系完整追溯鏈佔10%，其次聲量、磁量則是多著重在滿足民生類之校正需求，力量則仍維持在傳統產業、進出口運輸等之校正需求。而最夯的奈米產業則分別屬長度與微力量領域，佔NML年校正量6%。

依據行政院100年5月9日核定之產業發展綱領，擬定經濟部2020年產業發展策略，將以「創新經濟、樂活台灣」作為願景，朝「傳統產業全面升級」、「新興產業加速推動」及「製造業服務化、服務業國際化科技化」等三大主軸，推動產業發展政策，促進我國產業結構調整與優化。其中，產業重點發展項目如表1-4-1所示，NML按重點產業重新歸納原有的產業分類，得對應之產業重點分析如圖1-4-1。根據NML歷年校正量對照產業分佈來看，NML服務二級校正/測試實驗室與代理商的校正量一直維持在50%左右，而另一半則是支撐著台灣重點產業，主要原因係台灣檢校體制仍著重在技術門檻低的校正服務，一般二級實驗室未能跟上產業升級以服務新興或者高科技產業，因為高科技產業之校正通常費時、需要高專業度人才以及投資高昂的設備，多半短期內無法立即回收成本，較無利可圖，因此仍由NML本著國家賦予之任務，繼續維持其校正服務。

表 1-4-1、產業重點發展項目

重點項目	對應產業	對應NML分類
金屬機械工業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 車輛工業：朝智慧電動車、電動機車、車輛電子等發展 ■ 機械設備業：朝高階工具機、高功能控制器、智慧型線性傳動元件、精密機械零組件、半導體製程設備、FPD製程設備、PV製程設備、LED製程設備、智慧型機器人、智慧型自動化產品及設備產業等發展 ■ 基本金屬工業：朝高附加價值金屬材料、綠色環保金屬材料等發展 	機械、交通車輛、金屬/原材
資訊電子工業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 綠能光電：朝太陽能、LED等發展 ■ 通訊設備：朝智慧型行動終端、光纖設備、寬頻通訊、雲端運算系統等發展 ■ 平面顯示裝置：朝大型化AMOLED顯示器、節能及精簡結構顯示器等發展 ■ 半導體：朝MG+4C應用產品及次世代記憶體、Soc、3D IC等發展 ■ 智慧電子系統應用等發展 	光電、半導體、3C、電機
化學工業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 光電材料：朝綠能、新世代顯示器、半導體等使用之新型材料發展 ■ 生技產業：朝高階醫療器材、生物藥品、新藥、特色藥品、幹細胞等發展 ■ 石化產業：朝C5、C9鏈衍生項目、生質材料、應用於綠能、光電、醫療及汽車等高值化石化產品等發展 	環境衛生、環保衛生、生技、能源、塑化
民生工業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 食品業：朝機能性食品發展 ■ 紡織業：朝產業用紡織品、機能性紡織品、時尚設計紡織品等發展 	食品、紡織

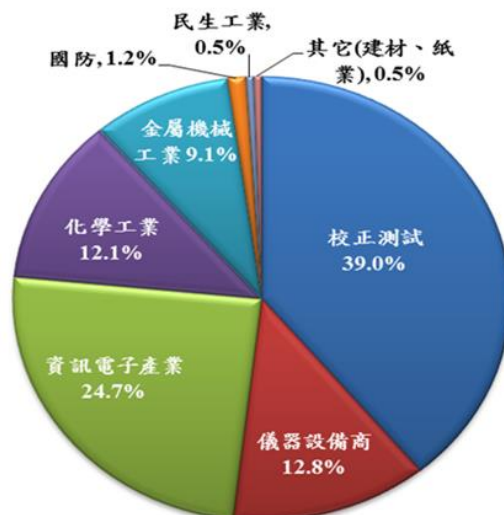


圖 1-4-1、NML 校正服務重點產業分佈圖

NML 提供校正服務之二級實驗室屬性有四大類如下表，計有政府機關/法人、學校/軍事、醫院/民營企業，所執行之檢測業務涉及執行公權力、公平交易、人民健康福祉等，攸關國民基本權益。

分類	實驗室名稱
政府機關	標檢局、內政部、環保署、衛生署、農委會、交通部...
法人/學校	工研院、紡研所、車測中心、國研院、金屬中心、中研院、清華大學、成功大學、交通大學、中興大學、台灣大學...
軍事、醫院	中科院、軍備局、台大、長庚、奇美等各大醫院...
民營企業	台灣檢驗公司(SGS)、量測科技公司、台灣電子檢驗中心(ETC)、台灣大電力試驗中心、中鋼、台塑、台積電、鴻海、友達、高鐵...

校正服務效益說明如下。

(1) 維持國內檢校體系運轉與各產業產品品質之確保

NML 任務在維持我國量測追溯體系之運轉(如圖 1-4-2)，本年度提供 4546 件校正服務，繳庫數約新台幣 4,000 萬元，其中直接/間接服務全國認證基金會(TAF)認可之二級校正及測試實驗室逾 1700 家廠商，標準傳遞服務全國檢驗證 500 萬件次以上，檢測案件保守估計以每件 3,000 元計價，NML 每年則支援逾數百億元之檢測市場，間接影響國家「機械、電子電機及資通訊」等產業仟億之外銷產品。

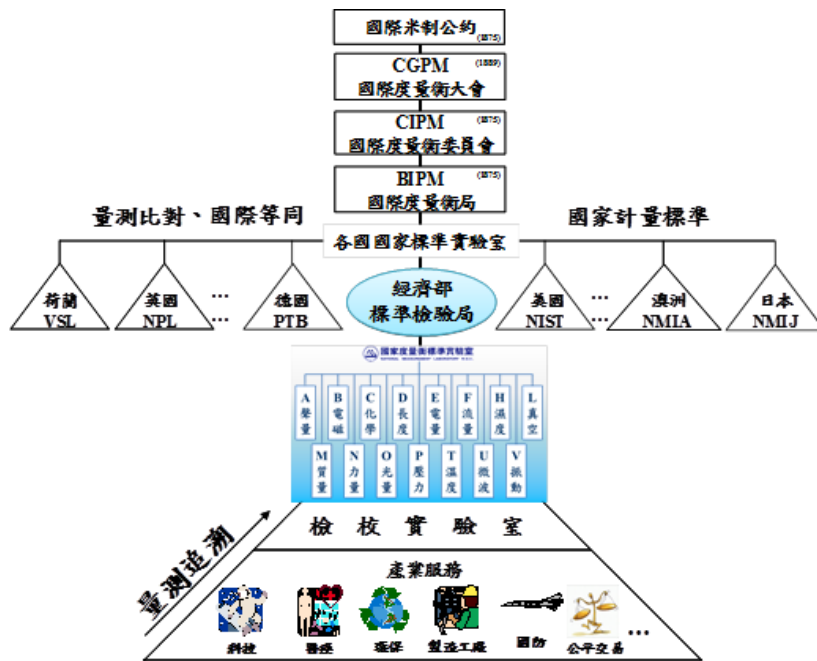


圖1-4-2、我國量測追溯體系

- 精密儀器設備商(如：工具機)服務擴散

以知名儀器(股)公司為例，其校正實驗室之標準件(標準尺、角尺、表粗及真圓度)，每年送 NML 校正約 25 件，校正費約 25 萬元，提供國內約 480 家企業，所服務之校正收入每年約為 1000 萬，為公司以及其所銷售至各機電產業的產品品質把關，衍生效益約 40 倍。另為擴散計量技術對工具機產業之效應，103 年度 NML 開發「三維尺寸量測技術」，由傳統一維量測跨越至「體積」(三維)量測，在工具機工作範圍內，量測空間上各位置之定位誤差，轉換對應出三軸 21 項幾何誤差，回饋到控制器補償，量測不確定度相較於傳統方式提升約 1 倍，也大量縮減量測時間，協助百 X 公司之高精度工具機量測出幾何結構補償值，回饋控制器補償後，再以 ISO 230 規範檢驗，最佳準確度由 16 μm ，提升到 8 μm ，日本技師認為已達日製工具機精度，另亦協助福 x、台 x、歲 x 公司大型龍門機台發展大尺度檢測技術，以確保加工機台品質。

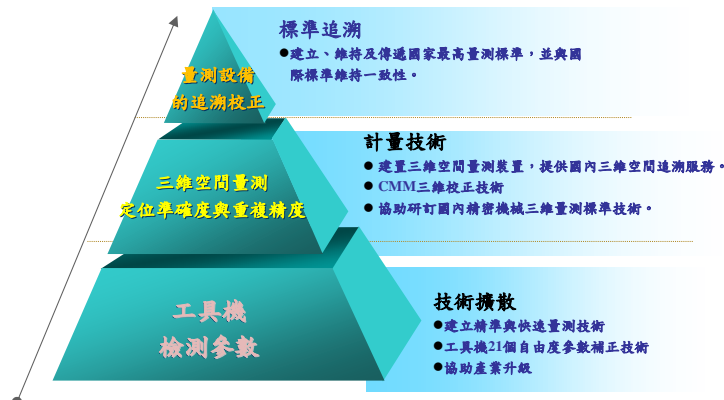


圖 1-4-3、工具機追溯參數

• 工業與環保氣體業服務擴散

NML 在氣體化學方面，已依據國際規範 ISO 6142: 2001、ISO 6143: 2001 以及 ISO Guide 34: 2009，建立原級氣體標準，直接或間接傳遞至氣體製造業、儀器商、代施檢驗機構、醫療、電子、檢測業等二級實驗室或產業如圖 1-4-4 所示，滿足國內工業與環保氣體產業在氣體量測上的計量追溯需求，不僅可有效降低產業品保系統的運作成本，更可協助產業製程良率提升，以及維持民生產業之公平交易，落實國內法規政策。

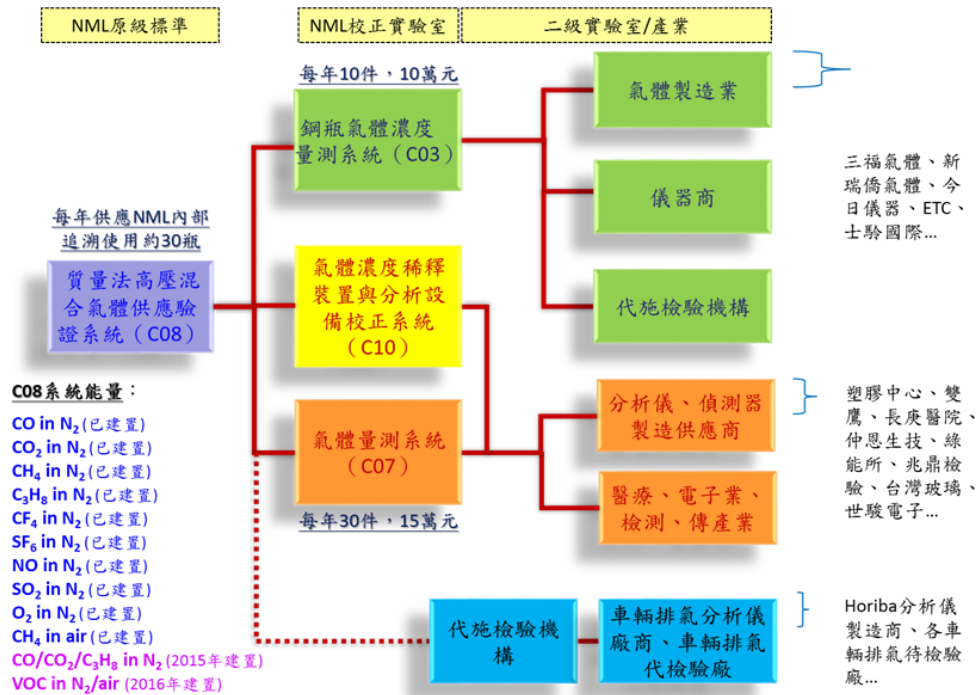


圖1-4-4、NML化學領域之工業與環保氣體能量展開

從目前台灣工業與環保氣體產業的角度來看，在氣體濃度計量的需求包含原物料氣體或零級氣體純度規格檢驗、鋼瓶混合氣體供應與驗證、氣體偵測器及稀釋裝置校正等三大類(如圖 1-4-5 所示)。以半導體、光電等科技產業為例，隨著製程技術的日新月異，製程物料中不純物質的濃度已嚴重影響製程良率與產品品質，而物料純度規格同時也影響物料採購成本及驗收準則，原物料純度檢驗技術準確度的提升因此愈顯重要。如圖 1-4-6 所示，某科技廠因懷疑購買之號稱 99.999 cmol/mol 純度之 CF₄ 原物料，其中 1 瓶因純度不佳造成僅 10 小時生產期間，就導致約三億新台幣的損失，於是 NML 利用純度分析檢驗技術，協助該廠進行 CF₄ 氣體鋼瓶內不純物分析，結果發現鋼瓶內非 CF₄ 的不純物濃度高達 2.5 cmol/mol，亦即該瓶 CF₄ 純氣的純度未達 97.5 cmol/mol，在一週內便釐清了該科技廠產品損失的原因，使得該廠開始朝向建購完整的氣體分析品管作業程序發展，NML 也因此促進了台灣科技產業的技術再升級，提升產業在國際上的競爭優勢。



圖1-4-5、工業與環保氣體產業需求分析

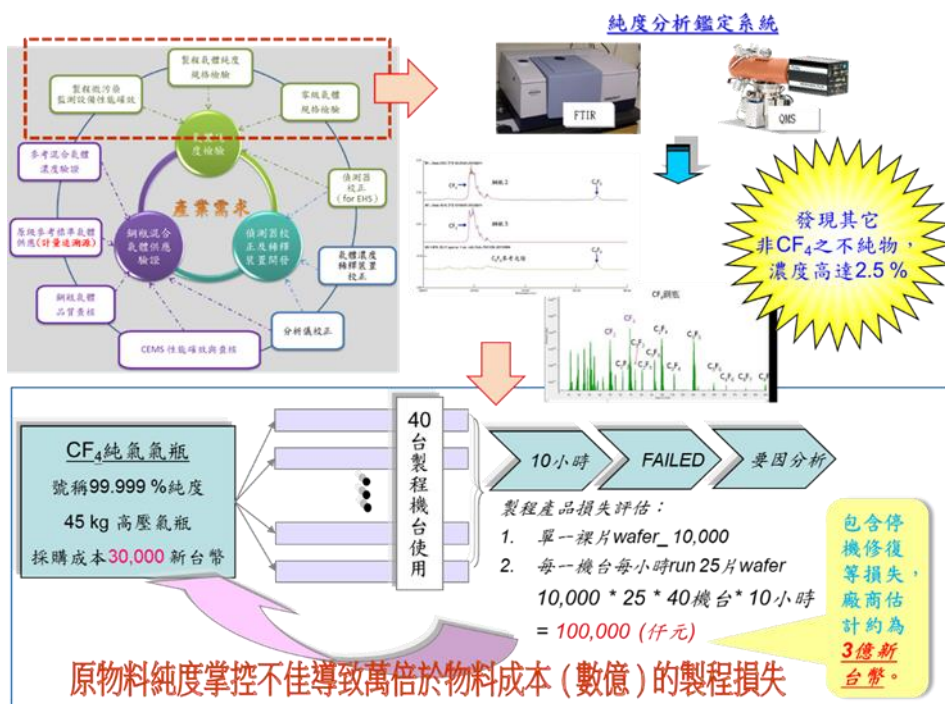


圖1-4-6、工業與環保氣體產業目前困景

• 民生福祉服務擴散

為協助國家建構攸關民生之「水、電、氣」等公平交易及環境保護等之計量標準追溯體系，除提供內政部、環保署、交通部中央氣象局等政府機關所需之校正服務，每年免費提供標檢局及各分局在膜式氣量計、非侵入式機械血壓計、噪音計等檢定檢

查及商品檢驗所需之量測追溯，確保其公務執法之執行，降低營業商用儀器之誤差，減少民生之損失，當社會民眾感受有議題事件威脅時，提供公平、公正與公開之專業檢測數據，大幅降低民眾因疑慮造成不理性之社會負成本，加速帶給民眾生活便利、安全的要求。除此之外，NML也協助政府監督法定計量業者，透過檢定能力的量測比對，確認代施檢定業者之能力，以便確保下游用戶端計量器的準確性，

(2) 在全球相互認可協議(CIPM MRA)之架構下，提供國際認可之英文校正報告，共73份，協助廠商拓展國際市場。

提供國外公司或實驗室國際認可之英文報告

- Emerson公司(集團)是Micro Motion科氏力流量計、Daniel超音波流量計及Rosemount溫度及壓力計等四種石化產業普遍使用儀錶的全世界最大生產廠家。NML的高壓氣體流量英文報告係提供Emerson公司做為其所發展之新型F系列科氏力式流量計之性能驗證的參考之用，使NML成為國際大廠重要的策略夥伴，亦顯示NML的技術倍受肯定。

直接提供國內產業具國際認可之英文報告

- 英業達股份有限公司現為世界最大的筆記型電腦生產商之一，NML所提供國際認可之麥克風英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，獲得國際大廠HP、Lenovo(聯想)、DELL、小米等訂單，提供各大廠在電腦、平板、手機等硬體之設計代工服務。此外，更於今年下半年取得無線家庭音響設備大廠SONOS的WiFi無線喇叭訂單，因此經由聲量標準傳遞對其產品聲學特性品質的保證益形重要。
- 東元電機已由傳統的重電、家電產業，邁向一個全球化的高科技企業，目前事業版圖橫跨全球五大洲、三十餘國，合作的夥伴包括美國奇異、日本安川、美國西屋、瑞典易利信、日本三菱、NEC、美國柯達伊仕曼及德國G&D等公司。藉由NML所提供之英文校正報告，滿足東元公司於1)申請UL認證時的需求，2)確保公司內部各國測試實驗室之報告具一致性，3)提供國外客戶具國際等同性之校正報告，免除再校之金錢及時間成本，拓展國際市場。
- 制宜電測主要產品包括電氣用品自動測試系統、電機產品測試系統、空調設備性能測試系統、生產線上自動化檢驗設備、綜合電器特性試驗設備、線圈綜合試驗器、電腦化馬達轉矩測試器。這些設備系統除了在國內銷售，同時也販售到東南亞、韓國、泰國、菲律賓...等國家，且國外買家都會要求制宜電測出具設備系統之校驗報告，並要求該校驗報告可追溯至國家實驗室，因此提供其英文校正報告，將有於其產品於國際市場銷售。
- 康華船務代理有限公司因其客戶為美國航運公司，船隻貨運往返於全世各大國家之港口，該校正件係用於貨物吊卸秤重，為維持船隻之平衡，裝載貨物必須知道載物重量，甚至貨品涉及商品交易及貨運費計價。故必須取得相關英文校正證明，以確

保載運之安全性及交易之公平性。

- 擘中科技橡膠檢測儀器公司，為國內二級校正實驗室，提供客戶到廠遊校之服務，送校之荷重元係用於材料試驗機等及其他相關之力量檢驗，提供英文校正報告，將有助於經營外商客戶及申請國際相關認證。
- 本土有限公司在美國設有分公司，是美國齒輪協會會員及台灣主要齒輪外銷廠商。產品主要供應歐美大廠齒輪及傳動元件，包含Altra、Braden、CM、DANA、DANAHER、ElectroCraft、EATON、GETRAG、KONGSBERG、Norton、PACCAR、PUNCH、Rockwell、Teleflex。NML高斯計校正服務，提供本土有限公司自行確認其產品製造過程中環境磁場符合標準，出具之英文校正報告亦提供其歐美客戶參考。
- 和碩聯合科技以強大的設計實力與經驗，在電子代工產業獨樹一格，產品組合涵蓋了電腦設備：筆記型電腦、桌上型電腦及主機板；消費性電子產品：平板電腦、遊戲機、液晶電視及多媒體播放器；通訊產品：智慧型手機、寬頻及網路通訊產品。產品銷售需經過完整的檢測流程，由於該公司在全球各地包括亞洲、歐洲及美洲皆設有製造及服務中心，NML提供儀器設備之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，達到最完善的全球化服務。
- 帝寶(DEPO)為車燈製造大廠，績優股票上市公司，產品遍佈全世界。曾榮獲第六屆國家磐石獎，取得ECE、SAE、MQVP、TS16949之認證及ISO9001、QS9000、ISO14001證書；2005年至2010年連續6年榮獲國際品牌評鑑機構評選為「台灣20大國際品牌」。並以自有品牌「DEPO」車燈銷售全球AM市場，為全球AM車燈市場龍頭企業。NML提供之英文校正報告，確立其量測車燈規格之儀器於國際上具可追溯性，有助於該產品在國際市場銷售。
- 泰仕電子工業股份有限公司主要產品有電子電機/環保/通訊等相關測試儀器年營業額為新台幣參億元，產品除了供應國內業者使用外，更行銷世界各地。因此提供其英文校正報告，將有利於與國際市場之連結。
- 柏仁電子股份有限公司主要是環境監控研發與製造公司，其服務項目也可針對顧客需求進行可製化設計與生產。柏仁電子股份有限公司企圖想打入日本及歐美市場，擬將生產之環境監控設備(監測環境中CO₂濃度)外銷，經過NML的校正確認及英文報告，提供柏仁電子股份有限公司產品外銷之依據。
- 眾智公司成立於1990年，設立於新竹科學園區，主要產品為相機日期列印模組、相機用LCD顯示控制模組、紅外線一秒耳溫槍、電子體溫計等光電技術相關產品。近年致力於微機電(MEMS)產品的開發，生產紅外線感溫元件(Thermopile)、二氧化碳感測元件(NDIR CO₂ Sensor)等元件。其二氧化碳感測元件經過NML的校正確認及英文報告，提供產品銷售時之品質確認。
- 世駿電子股份有限公司主要產品為電機/環保測試儀器，設備系統除了在國內銷售，同時也販售到國外，國外買家都會要求世駿電子股份有限公司出具測試儀器之校驗

報告，並要求該校驗報告可追溯至國家實驗室，獲得歐美CE與UL認證，OEM/ODM行銷全世界。因此提供其英文校正報告，將有於其產品於國際市場銷售。

- 挪威商聯廣驗證股份有限公司(Nemko AS)台灣分公司(Nemko AS Taiwan Branch)，於1994年成立。為國際指定具有發證能力且參與安全標準制訂的公告認證機構(Notified Body)，亦是 NCS / EMKO 北歐認證委員 CCA -歐洲電氣標準委員會、CB-國際電工協會、NCB 國際及國家級的安規認證機構之組織委員，同時亦為SWEDAC 及 TCO 所認可之實驗室。提供有關資訊、通訊、光電、視訊、家電、醫療器材、測試儀器、防爆設備、照明/燈飾、機械設備、電動工具、電子零組件等類產品之國際性安規測試及認證、電磁相容性測試、環境測試、人體工學測試及 ISO 9001, ISO 9002, ISO 14001, EMAS等認證服務。因此提供其英文校正報告，將有於與國際市場之連結。

2. 520世界計量日相關活動

全球的計量標準發展，可以追溯到西元1875年的5月20日，17國的科學家在巴黎共同簽署「米制公約」，也就是「公制」的誕生，1999年第21屆國際度量衡大會(CGPM)會員大會上，通過5月20日這天訂為「世界計量日」，國際度量衡局(BIPM)並從2004年起周知全球計量機構(NMI)開始實施。在全球一家的今天，產業、貿易、科技、醫療及民生安全等文明制度，更需要在國際度量衡大會所制定的計量標準下，才能互相接軌，進而通行於全球。

今年世界計量日主題是：「計量與能源發展」，呼籲大眾在面對全球能源需求不斷增加的同時，要了解「控制成本」以及「減低對地球的傷害」才能領導新能源的開發以及增加其效能；而唯一可以達到這個目的的可行方法就是能源的供應商和消費者採用全球認可的計量於各種型式的能源量測上。

為配合520世界計量日，國家度量衡標準實驗室製作中文版之世界計日海報、刊登於國家度量衡標準實驗室網站、協辦研討會，藉以推廣計量標準之重要性。

(1)製作中文版世界計量日海報

由韓國國家標準與科學院(KRISS)設計之世界計量日海報公告後，國家度量衡標準實驗室將之改製為中文版，交由標準檢驗局分送各相關單位，推動傳播計量與各種能源的密切關係。

(2)於國家度量衡標準實驗室網站更新世界計量日海報

國家度量衡標準實驗室網站設專欄介紹「世界計量日」的來由，及介紹歷年主題，以傳播計量與環境、貿易、科技、及生活等的關聯，無所不在；同時，將歷年的以動態公告。

(3)協助規劃辦理 520 世界計量日－國際計量發展趨勢研討會

為使各界對「計量與能源發展」的具體內涵及未來走向有更深入的了解，標準檢驗局於5月20日假台大醫院國際會議中心，舉辦「國際計量發展趨勢研討會」，會中邀請資訊工業策進智慧網通系統研究所馮明惠所長演講「互通標準對智慧電網應用推動」、鼎唐能源科技公司童遷祥執行長演講「由能源安全看安全能源—我們面對的挑戰與機會」。

3. 文物數位典藏

配合標檢局要求，完成文物數位典藏，包含立體等文物數位化200件、平面內容數位化2,042頁、物件詮釋研究203件及口述歷史及影像記錄等，並建置專屬中英雙語數位網站「公平與安全建構之路：標準、檢驗、度量衡文物數位典藏」(The road to construction of fairness and safety: Artifacts of standards, metrology and inspection) 網址為：<http://asmi.nstm.gov.tw/home.aspx>，以推廣度量衡相關知識。



圖1-4-7、文物數位典藏網站

4. 辦理技術訓練課程及推廣活動

辦理電量、長度、振動、聲音、光輻射、質量及流量相關收費課程，共12場、220家廠商、389人參加(附件八)，協助產業培養計量技術人員，以確保內部品質與技術系統之正常運轉。另配合產業技術現況需求及未來技術規劃，辦理5場技術推廣活動如下：

(1) 流感防疫之溫度量測技術擴散

自2013年迄今全球共計356例流感確定病例(含香港5例、台灣2例及馬來西亞1例)，目前已掌握79例死亡，並已在中國造成大流行，且仍持續擴散當中，同時可能有有限的、非持續性的人傳人情形。兩岸的來往頻繁，現今台灣的2起病例均為境外移入，因此除了要加強宣導國人自身防護外，更需針對公眾場合的人員進出，作出準確率高的篩檢動作，成為一種積極預防的方法。目前防疫工作多數使用紅外線熱像儀偵測人體表面溫度，以作為第一線快速又簡便的檢測方式，但儀器顯示溫度的準確度

卻影響其判定結果。如何正確使用防疫設備及適時地與國家標準做連結，以維護國民健康實為重要之議題。

103年4月22日辦理流感防疫之溫度量測技術擴散，說明「流感篩檢之體溫量測技術」、「高準確體溫量測之管控方法」。



圖1-4-8、流感防疫之溫度量測技術擴散

(2) 民生照明量測技術擴散

節能與永續經營概念促使 LED 照明產業快速發展，新興照明漸取代傳統耗能及具污染物質之照明，並應用在各型商業照明及各項民生照明設施。然而，LED 照明具有多設計彈性的優點，不僅帶來了新的照明設計觀念亦帶來了新的議題，例如光害法規要求、眩光量測評估、光輻射安全及 LED 計量標準。北美照明工程協會於 2012 年更推出 LM-82 標準測試方法，針對 LED 光引擎和 LED 燈泡的光學特性、電性與溫度關係之測試的新增規範。因此，優質化 LED 產品的創新研發，量測與測試驗證技術的研發導入，則成為舉足輕重的重要過程與工法。

因應國際 LED 發展趨勢，NML 持續進行 LED 各項新制規格與規範的量測技術研究，建立了一系列的 LED 量測與標準件技術、測試技術、照明量測技術。於 103 年 6 月 30 日舉辦相關技術擴散，說明光害量測技術之發展、道路與隧道照明、室內照明眩光評估技術、LED 計量標準追溯與標準件應用技術及 LED 照明產品規範(符合 LM79/LM80/LM82)等。



圖1-4-9、民生照明量測技術擴散

(3) 電性量測與電磁波檢測技術擴散

由於電性量測在產業發展始終扮演著相當重要的角色，無論在生產自動化控制、產品檢測或規格驗證，各種有關的電性參數都藉著電子儀器的量測功能，而達到量測或驗證的目的。尤其在半導體、光電、電子製造、微機電、醫療等主流產業，不斷朝向小型化與多功性能演進時，精準、可靠的量測工具與技術更形重要。在此同時，為了推動節能減碳及提高再生能源占比，世界各國紛紛進行智慧電網的建置。其中無論是智慧電表、電動車充電、再生能源併網、電力品質監測等，都得仰賴準確的電力量測，才能達到電力交易的公平性及電網電力的可靠性。此外，近年來各式無線電產品的應用迅速普及，成為現代生活不可或缺的一部分，而相關產品與設施所產生的電磁波，是否會干擾其他儀器或是影響人體健康，也需透過相關標準規範與量測方法來確保。有鑑於此，NML 乃於 103 年 8 月 13 日在臺灣科技大學國際大樓 202 會議室舉辦「電性量測與電磁波檢測技術成果發表會」，針對電力品質量測技術、精密電子儀器/模組及電性量測系統設計與開發技術、極低頻環境磁場量測與磁屏蔽技術、環境電磁波量測與檢測設備評估技術等主題進行技術成果介紹。當日出席發表會的廠商計約 50 人，NML 技術同仁除於會場介紹相關技術與服務外，同時與廠商進行直接互動，了解廠商於相關計量技術的困難與需求。

(4) eGPS 量測技術擴散

測繪儀器包含在地面上使用的 GPS、土木建築測繪儀器以及在空中航拍的航遙測感測器，廣泛應用在公共工程建設、環境監測、救災與國土地籍測量等應用領域。然而完善的測繪儀器檢校體系更是重大建設成果的品保基石與重要基礎性工作。去年(102 年)舉辦過「e-GPS 測量技術與成果品質管理」研討會，推廣儀器校正體系、落實測繪儀器校正、量測品保落實以增進公部門在業務上的公信力與工作信心，獲得內政部地政司、地籍測量部門、各縣市地政事務所的熱烈回響，今年擴充論壇議題，藉由這次專題研討方式，研討如何落實國土測繪法中對於儀器校正的要求，法規要求測量實施前須進行儀器校正作業，需要持續推廣儀器校正能力，協助公部門相關校正技術。

今年研討會包括台南市地政局及國土測繪中心等公部門進行交流，今年議程包括(1)台南市政府地政局：臺南市政府 e-GPS 系統與測量儀器檢校介紹；(2)NML：測繪儀器校正技術、(3) NML：測繪儀器校正系統校正鏈設計與實現；(4)國土測繪中心：國土測繪中心校正實驗室現況與展望、(5)國土測繪中心 e-GNSS 營運與展望。經由去年辦理測繪儀器校正研討會的推廣效益，今年持續辦理推廣，協助公部門施政將地籍測量成果接軌於國際標準技術，落實儀器管理良善。

(5) 工具機精密量測技術擴散

台灣工具機產業以中小企業為主體，憑藉的是彈性製造及應變的能力，以擅長為客量身訂作且物美價廉見長，配合完善的衛星工廠加工體系，具有組裝產能迅速及零件取得容易且品質較其他開發中國家為佳的優勢，工具機產業歷經多年來努力與發展，今日產值規模已達全球第六大，出口量為全球第四，工具機廠商的研發方向也自以往三軸加工機進階至今日的五軸加工與複合工具機，但同時也面臨韓國、中國等出口加工機器之競爭，我國工具機產業正值轉型為高值化與複合式工具機的關鍵時刻。

NML 於 103 年 8 月 12 日於中部科學工業園區管理局，舉辦“工具機組裝檢測與精密零件自動量測技術研討會”，約有 75 名來自精密機械產業學員參與，會中將工具機在組裝時，所需之光學檢測技術，參考 ISO 10791 與 ISO 230 規範，使用雷射追蹤儀 (Laser Tracer) 與雷射干涉儀，能快速與精準量測出工具機三軸 21 項幾何誤差、五軸工具機 A 軸與 C 軸誤差，以提高工具機總合精度；同時針對工具機產業所需之精密機械零組件，推廣以光學量測技術整合應用於機械零組件自動化檢測，以確保機械零組件品質，並提升工具機整體品質。



圖1-4-10、工具機精密量測技術擴散

二、產業計量技術發展分項

【量化成果說明】

項 目		預期成果	實際成果	備 註
專利	申請	1案	0案	未通過評審
	獲證	-		
論文	國內期刊	6篇	10篇	1篇SCI
	國外期刊	-	6篇	6篇皆為SCI
	國內研討會	5 篇	2篇	
	國外研討會	4 篇	12篇	
研究報告		15件	21篇	含2案分包研究之4份報告

【執行成果說明】

(一)、溫室氣體原級計量標準技術

【本年度目標】

完成 2 項驗證參考物質的研製，以及建置 1 套溫室氣體原級計量標準，並完成三維風速自動化校正平台建立溫室氣體排放管道流量量測技術，以提供產業所需之檢校服務。

- 10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6 溫室氣體原級標準及其量測技術；
系統之量測不確定度為(1.0 ~ 1.5) % (10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 之量測不確定度為 1.5 %)
- 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 NF_3 溫室氣體原級標準及其量測技術；
系統之量測不確定度為 1.5 %
- 建置溫室氣體原級計量標準 1 套(質量法高壓混合氣體供應驗證系統擴建)：
100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 CH_4 、 CF_4 、 SF_6 等 3 種驗證參考物質
- 溫室氣體流量量測技術研發：
三維風速自動化校正平台設計
Pitch/Yaw angle 各由-40 度至 40 度
溫室氣體流量量測技術建立
風速範圍：0.5 m/s 至 30 m/s；紊流強度：0.2 % 至 2 %

【執行成果】

- 溫室氣體驗證參考物質研製，建置溫室氣體原級計量標準 1 套：

1. 溫室氣體驗證參考物質研製

本年度研發團隊依據 NML 已建立之驗證參考物質生產程序與作業指引(圖 2-1-1)，進行 10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6 in N_2 以及 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 NF_3 in N_2 參考物質之研製工作。生產程序依照 ISO 6142: 2001 進行配製，ISO 6143: 2001 執行濃度檢驗評估。首先，針對待配製混合氣之需求規格進行可行性確認及製程安全評估，製程安全評估部分需考量環境的廢氣處理設備及排氣系統是否可正常執行混合氣配製。因應本年度將進行具毒性之 NF_3 溫室氣體的研製工作，實驗室已建置電熱水洗式廢氣處理設備，於 NF_3 配製過程中可有效去除多餘之 NF_3 排放廢氣，以符合工安環保的要求。本子項計畫應用之參考物質生產配製方法，則是利用靜態重力法進行氣體質量充填，並評估不同濃度氣體之配製程序與稀釋步驟。充填之前需進行氣瓶的清洗作業，之後進行氣瓶衡重與充填的反覆作業，原則上單次充填氣體質量需大於 10 g，始可稱為有效衡量，以確保量測不確定度可達系統規格，估計單次充填質量之量測不確定度達 5 mg 以下。另外，配合參考物質需求之濃度不確定度，於配製前亦需進行原物料的純度分析，確認其純度規格可符合配製需求。最後，進行配製濃度與不確定度的估算，並利用氣相層析熱導偵測器(Gas Chromatograph with Thermal Conductivity Detector, GC-TCD)或傅里葉轉換紅外光譜(Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)等分析儀器進行配製濃度的檢驗確認。之後則需定期針對配製完成的參考物質進行長時間的穩定度及均質性評估，以確認參考物質的有效使用期限及最低可使用壓力。

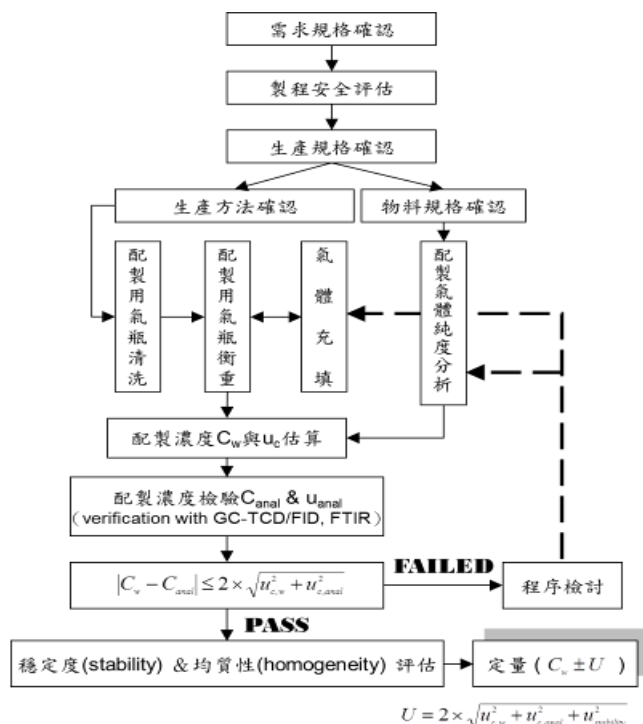


圖 2-1-1、驗證參考物質配製與濃度確效檢驗流程示意圖

(1) 溫室氣體驗證參考物質生產配製技術：

本計畫依據 102 年度能源計量標準計畫建置之靜態重力法混合氣充填配製技術的執行成果，於今年度完成 10 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6/N_2 ，以及 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 NF_3/N_2 雙成分原級參考混合氣配製工作。如圖 2-1-2 所示，以 NF_3/N_2 混合氣配製為例，在充填 NF_3 氣體前，須先進行空鋼瓶的秤重，氣體充填後再進行樣品鋼瓶的秤重，而後再進行平衡 N_2 的充填與秤重，過程中共包括了 3 次氣瓶秤重，2 次氣體充填動作。秤重方式則是利用相同型式的鋼瓶做為參考氣瓶，以參考氣瓶、樣品氣瓶 ABA 重複循環 3 次的方式秤重，如此可消除天平在秤重過程中因時間產生的讀值漂移現象，以及氣瓶的浮力效應。本系統共有兩種秤重模式，秤重模式 1 為參考 ISO 6142: 2001 的建議方法建立，即選用適當質量之標準法碼，使兩氣瓶之質量差小於 1 g，進行相互間質量比對，並使用 1 g 感量法碼修正天平讀值(在某秤量下之 1 g 線性)，量測方程式如下：

$$\begin{aligned} (m_S + M - \rho_a V_M) - (m_R + W - \rho_a V_W) &= \delta \\ m_S - m_R &= \delta - (M - W) + [\rho_a (V_M - V_W)] \end{aligned} \quad (2-1-1)$$

其中

- m_S ：樣品氣瓶的質量
- m_R ：參考氣瓶的質量
- M ：樣品氣瓶使用之補償法碼的質量
- V_M ：補償法碼 M 的體積
- W ：參考氣瓶使用之補償法碼的質量
- V_W ：補償法碼 W 的體積
- ρ_a ：空氣密度
- δ ：修正後的天平讀值差
- $\rho_a (V_M - V_W)$ ：空氣浮力修正項

而秤重模式 2 則是依模式 1 及目前各國現行方法進行方法簡化與調整，即直接將兩氣瓶置於已校正之天平系統上，進行相互間之質量比對，量測方程式如下：

$$\delta_{i,n} = \frac{2 \times (m_{S_{i,n}} + m_{c,S_i}) - (m_{R_{i,n}} + m_{R_{i+1,n}} + 2 \times m_{c,R_i})}{2} \quad (2-1-2)$$

其中

- m_S ：樣品氣瓶的質量讀值
- m_R ：參考氣瓶的質量讀值
- $m_{c,S}$ ：樣品氣瓶的質量讀值修正量

- $m_{c,R}$: 參考氣瓶的質量讀值修正量
- δ : 待測樣品氣瓶與參考氣瓶質量差
- i : 表示進行第 i 次氣體充填
- n : 表示進行第 n 次氣瓶質量量測

由於模式 1 每次秤重都會使用到標準法碼，因此方程式中須考量 1 g 感量法碼對天平讀值的修正值，以及補償法碼質量差與補償法碼的浮力修正項。而調整改良後的秤重模式 2，其量測方程式僅須考量天平的讀值修正量，因此整個量測過程亦較為簡化、快速。本年度上半年針對 10 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6/N_2 混合氣的配製沿用秤重模式 1，而下半年針對 100 $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 混合氣的配製則選用改良後之秤重模式 2 進行，其配製濃度一覽表分別如表 2-1-1 及表 2-1-2 所示，本計畫充填配製之 10 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6/N_2 與 100 $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 雙成分原級參考混合氣，最低配製濃度點的配製濃度量測不確定度分別為 1.1 % 及 0.75 %。

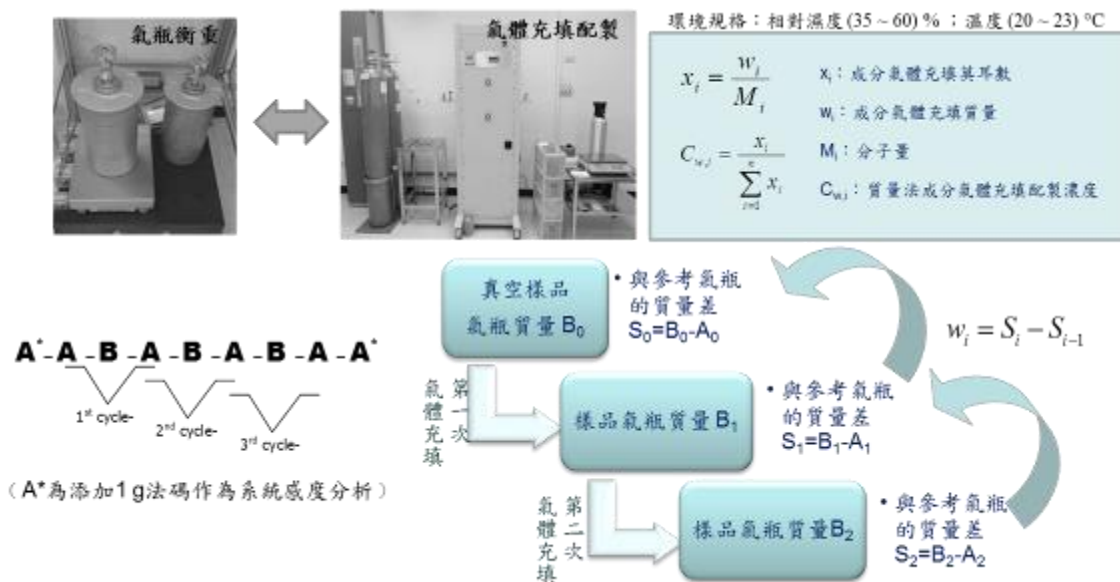


圖 2-1-2、高壓式氣瓶之氣體充填與氣瓶質量量測示意圖

表 2-1-1、(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol}$ 之 SF_6 in N_2 參考物質配製濃度一覽表

鋼瓶編號	濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	量測不確定度 (%)
D247837	100.00	0.46
D247901	70.04	0.16
FF6210	50.01	0.22
FF6742	30.01	0.33
FF6188	10.00	1.1

表 2-1-2、(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ 之 NF_3 in N_2 參考物質配製濃度一覽表

鋼瓶編號	濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	量測不確定度 (%)
5603608	999.6	0.26
5603624	799.9	0.28
5603596	599.9	0.28
5603623	400.0	0.33
5603620	200.1	0.55
5603589	99.98	0.75
5603612	100.11	0.74

(2) 溫室氣體驗證參考物質配製濃度檢驗分析技術：

在依據 ISO 6142:2001 完成 10 $\mu\text{mol/mol}$ 以上之 SF_6/N_2 及 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 NF_3/N_2 雙成分原級參考混合氣濃度配製後，為了進行所配製濃度的確效檢驗(圖 2-1-1)，技術團隊執行各混合氣體濃度量測方法的建立，包括：

- 以 FTIR 進行(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol}$ SF_6/N_2 的濃度檢驗證
- 以 GC-TCD 進行(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 的濃度檢驗證

■ 以 FTIR 進行(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol}$ 之 SF_6/N_2 的濃度檢驗證，分析系統的參數設定如表 2-1-3 所示，所建立之迴歸檢量線如圖 2-1-3 所示，其線性迴歸係數(R^2)可達 0.999998。

表 2-1-3、 SF_6 in N_2 分析參數設定

氣體成分	偵測器型式	濃度檢驗條件
SF_6/N_2	MCT	1. 光徑長(Optical Length)：10 cm 2. 進樣溫度： $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，偵測結果須修正至 25°C 。 3. 進樣壓力： (760 ± 10) torr，偵測結果須修正至 760 torr。 4. 進樣流量：500 mL/min

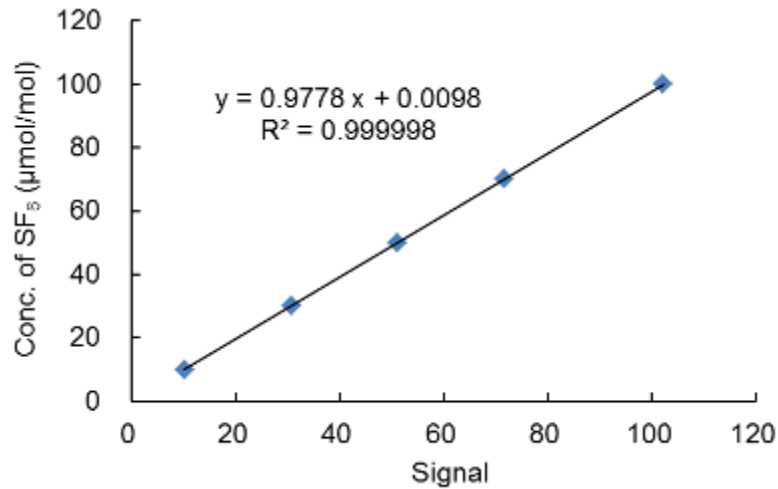


圖 2-1-3、SF₆ in N₂ 生產配製混合氣體濃度檢驗迴歸分析圖((10 ~100) µmol/mol)

■ 以 GC-TCD 進行(100 ~ 1000) µmol/mol NF₃/N₂ 濃度檢驗證，分析系統的參數設定如表 2-1-4 所示，所建立之迴歸檢量線如圖 2-1-4 所示，其線性迴歸係數(R²)可達 0.999996。

表 2-1-4、NF₃ in N₂ 分析參數設定

氣體成分	層析管柱	偵測器型式	濃度檢驗條件
NF ₃ /N ₂	1. HayeSep D 6 ft × 1/8 in (80/100 mesh) 2. 載流氣體 He : 5 mL/min	TCD	1. 進氣口溫度 : 40 °C 2. 樣品圈(Sample Loop) : 2 mL 3. 烘箱溫度 : 30 °C 4. 偵測器溫度 : 250 °C 5. 參考氣體流量(Reference Flow) : 10 mL/min 6. 輔助氣體流量(Makeup Flow) (He) : 2 mL/min

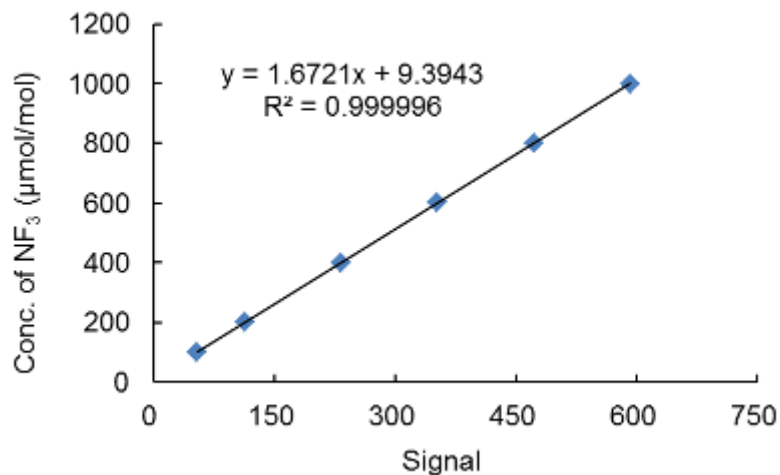


圖 2-1-4、NF₃ in N₂ 生產配製混合氣體濃度檢驗迴歸分析圖((100 ~ 1000) µmol/mol)

(3) 溫室氣體驗證參考物質濃度量測不確定度評估技術：

依據圖 2-1-1 之驗證參考物質生產程序與作業指引，在驗證參考物質配製之後，須以建立之濃度檢驗分析技術進行配製濃度確效，以確認參考物質之配製品質，最後搭配參考物質穩定度與均質性評估的持續執行，即可完整建立原級混合氣體配製濃度量測不確定度評估技術。

以 NF_3/N_2 參考混合氣體為例，進行氣體配製濃度量測不確定度評估程序說明如下：濃度檢驗確效以如圖 2-1-5 所示之系統執行。待檢驗鋼瓶以 GC-TCD 進行濃度分析，並用數據擷取軟體取得分析圖譜之面積積分值。利用程控設計進行 5 次以上的重複分析，分析順序為(A1、B1、C1、...、A2、B2、C2、...、B5、C5、...、A6...)；而後先計算求得積分值之平均值及其標準差，此為系統量測精密度(Precision)及 GC 系統穩定度的初步判斷依據。而後依據下列所述之檢驗濃度估算及量測不確定度評估程序進行數據分析，並根據 ISO 6143: 2001、ISO/IEC Guide 98-3: 2008 及 ISO Guide 35: 2006 完成量測不確定度評估。

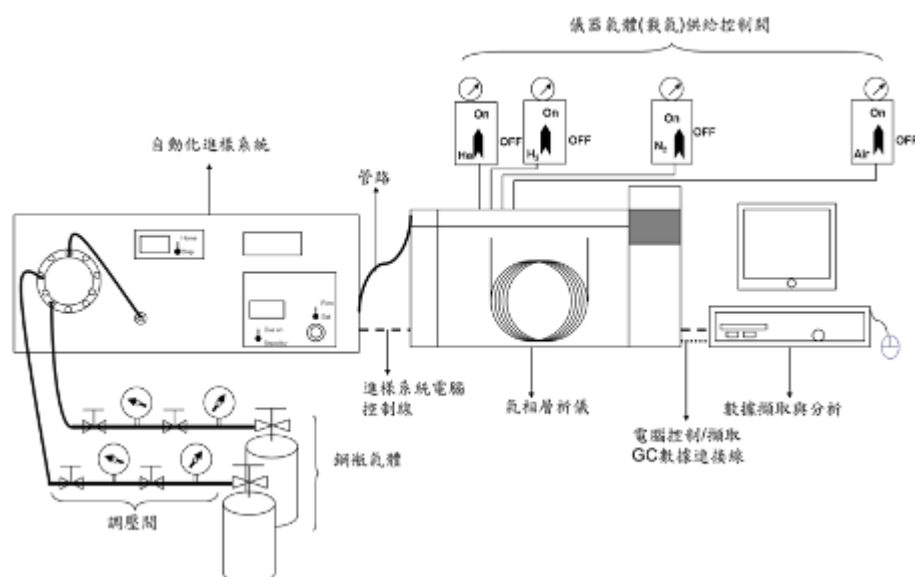


圖 2-1-5、GC-TCD 氣體濃度檢驗系統示意圖

本系統採用線性迴歸分析法，依據 ISO 6143: 2001 之評估方式建立，數據處理分析模式如下所述。

- A. 利用各參考混合氣體秤重法濃度(C_w)與 GC 訊號數值比進行線性迴歸分析。
- B. 由迴歸方程式估算每一支參考混合氣體的檢驗濃度(C_{anal})。

線性迴歸方程式如下所示：

$$C_{anal} = a \cdot \overline{X_{PSM,i}} + b \quad (2-1-3)$$

式 (2-1-3) 中的 $\overline{(X_{PSM,i})}$ 為各 GC 訊號數值的平均值，計算公式如式(2-1-4)。

$$\overline{X_{PSM,i}} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{PSM,ij}}{n} \quad (2-1-4)$$

式 (2-1-4) 中的 $(X_{PSM,ij})$ 為各 GC 訊號數值。

表 2-1-5 為(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 參考混合氣體之濃度檢驗分析結果，其中氣瓶 5603612 為迴歸函數確效點，因此不用以作為線性迴歸校正點，依據公式(2-1-3)，將分析編碼 1、2、3、4、5、6 等 6 個混合氣的訊號平均值與原級秤重計算值進行線性迴歸分析，以及迴歸分析量測不確定度評估，所得結果如下所列：

$$C_{anal} = 1.6721 \cdot \overline{X_{PSM,i}} + 9.3943$$

表 2-1-5、(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 濃度檢驗評估分析表

分析 編碼	氣瓶 編號	原級秤重估算值 ($\mu\text{mol/mol}$)		線性迴歸分析估算值 ($\mu\text{mol/mol}$)		$ C_w - C_{anal} $ ($\mu\text{mol/mol}$)	$2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$ (代號 A) ($\mu\text{mol/mol}$)	A/C _w (%)
		C_w	U	C_{anal}	u_{anal}			
1	5603608	999.6	2.6	1000.00	0.60	0.40	2.9	0.29
2	5603624	799.9	2.2	800.21	0.44	0.31	2.4	0.30
3	5603596	599.9	1.7	599.41	0.34	0.49	1.9	0.32
4	5603623	400.0	1.3	398.91	0.35	1.09	1.5	0.38
5	5603620	200.1	1.1	200.03	0.47	0.07	1.5	0.75
6	5603589	99.98	0.75	100.92	0.54	0.94	1.4	1.40
		$C_{anal} = 1.6721 \cdot \overline{X_{PSM,i}} + 9.3943$						
7	5603612	100.11	0.74	101.15	0.97	1.04	2.1	2.10

參考混合氣體秤重法的估算濃度值與迴歸分析結果之預測值的絕對差異值詳列如表 2-1-5 所示。根據 ISO 6142: 2001 之說明，此絕對差值若小於二者之標準不確定度平方和開根號的兩倍乘積 ($|C_w - C_{anal}| \leq 2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$)，則可達到檢驗確效之目標。當質量量測之估算濃度與檢驗分析濃度的絕對值差異大於 $2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$ 時，則應重新檢視參考混合氣體的所有配製程序、配製紀錄及濃度估算評估紀錄是否有誤，必要時應進行參考混合氣體之重新配製與評估。

由表 2-1-5 顯示(100 ~ 1000) $\mu\text{mol/mol}$ NF_3/N_2 之量測不確定度 ($2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$) ≤ 1.4 % (超越量測不確定度 ≤ 1.5 % 之計畫目標)。同理，依照上述評估模式亦可得到(10 ~ 100)

$\mu\text{mol/mol SF}_6/\text{N}_2$ 之量測不確定度結果如表 2-1-6 所示，其量測不確定度($2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$) \leq 1.4 %，同樣地超越量測不確定度 \leq 1.5 % 之計畫目標。

表 2-1-6、(10 ~ 100) $\mu\text{mol/mol SF}_6/\text{N}_2$ 濃度檢驗評估分析表

分析 編碼	氣瓶 編號	原級秤重估算值 ($\mu\text{mol/mol}$)		線性迴歸分析估算值 ($\mu\text{mol/mol}$)		$ C_w - C_{anal} $ ($\mu\text{mol/mol}$)	$2\sqrt{u_w^2 + u_{anal}^2}$ (代號 A) ($\mu\text{mol/mol}$)	A/ C_w (%)
		C_w	U	C_{anal}	u_{anal}			
1	FF6210	50.01	0.11	50.03	0.0225	0.02	0.12	0.24
2	FF6188	10.00	0.11	9.97	0.0377	0.03	0.14	1.40
3	FF6742	30.01	0.10	30.01	0.0275	0.00	0.12	0.40
4	D247901	70.04	0.11	70.10	0.0260	0.06	0.13	0.19
5	D247837	100.00	0.46	99.95	0.0412	0.05	0.47	0.47
		$C_{anal} = 0.9775 \cdot X_{PSM,i} - 0.0733$						
6	D081195	100.8	1.0	100.89	0.0653	0.09	1.0	0.99

- 完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」擴建與查驗，建置溫室氣體原級計量標準 1 套

本計畫延續 102 年度能源計量標準計畫之雙成份原級參考混合氣的配製執行成果，於今年度已依據 ISO Guide 34: 2009、ISO 6142: 2001、ISO 6143: 2001 等國際品質管理規範與技術規範，於「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」進行能量擴建，建置完成 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 CF_4/N_2 、 SF_6/N_2 、 CH_4/N_2 等 3 項溫室氣體驗證參考物質，系統量測不確定度分別為 $\leq 0.8\%$ 、 $\leq 1.0\%$ 、 $\leq 0.7\%$ (超越量測不確定度 $\leq 1.5\%$ 之計畫目標)。除了依據前述之程序進行氣體配製、濃度檢驗分析以及量測不確定度評估外，後續則需要進行長期濃度穩定度及均質性評估，以確認參考物質的有效使用期限。本計畫之混合氣體穩定度/均質性與濃度不確定度評估程序與方法係參考 ISO Guide 35: 2006 進行設計，評估方法可有下列兩種方式：

- 評估方式 1：使用具計量追溯且已知有效期限之驗證參考物質定期進行所生產配製之混合氣體的濃度檢驗評估；
- 評估方式 2：於定期(如：三個月或六個月)執行穩定度評估前，重新配製一瓶參考混合氣體，並以新配製之混合氣體進行既有混合氣體的濃度驗證。

本計畫今年度則選用評估方式 1，以韓國 KRISS 或荷蘭 VSL 等國家實驗室生產之驗證參考物質進行 CF_4/N_2 、 SF_6/N_2 、 CH_4/N_2 濃度穩定度/均質性評估，依據本年度 12 月份之評估結果，初步判定其有效使用期限分別可達 17 個月、14 個月及 18 個月，後續將定

期進行評估，確認最終有效使用期限。評估方法則詳述於「參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 μmol/mol CF₄/N₂)，07-3-A2-0036」、「參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 μmol/mol SF₆/N₂)，07-3-A3-0167」及「參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 μmol/mol CH₄/N₂)，07-3-A3-0166」等技術文件中。

本系統業已於9月29日辦理系統查驗會議完成實地審查，審查結論為建議通過，可對外提供服務。本系統建置之100 μmol/mol以上CF₄/N₂、SF₆/N₂、CH₄/N₂等3項溫室氣體驗證參考物質技術服務能量範圍如表2-1-7所示，量測系統之計量追溯圖如圖2-1-6所示。未來本系統將可提供國內標準氣體之原級追溯源，以確保氣體濃度量測的正確性，滿足國內空氣污染排放檢測實驗室及氣體製造產業在溫室氣體量測上的計量追溯需求，建立符合國內法規要求品質及國際標準之標準氣體供應服務，落實國家碳排放管理制度，有效降低工業溫室氣體排放對環境的污染，藉此提升產業之企業形象及國際競爭優勢，促進台灣產業綠色升級，創造永續發展之居住環境。

表 2-1-7、溫室氣體驗證參考物質能量服務表

氣體成分	濃度 (μmol/mol)	量測不確定度
CF ₄ / N ₂	100 ~ 3000	≤ 0.8 %
SF ₆ / N ₂	100 ~ 1000	≤ 1.0 %
CH ₄ / N ₂	100 ~ 1000	≤ 0.7 %

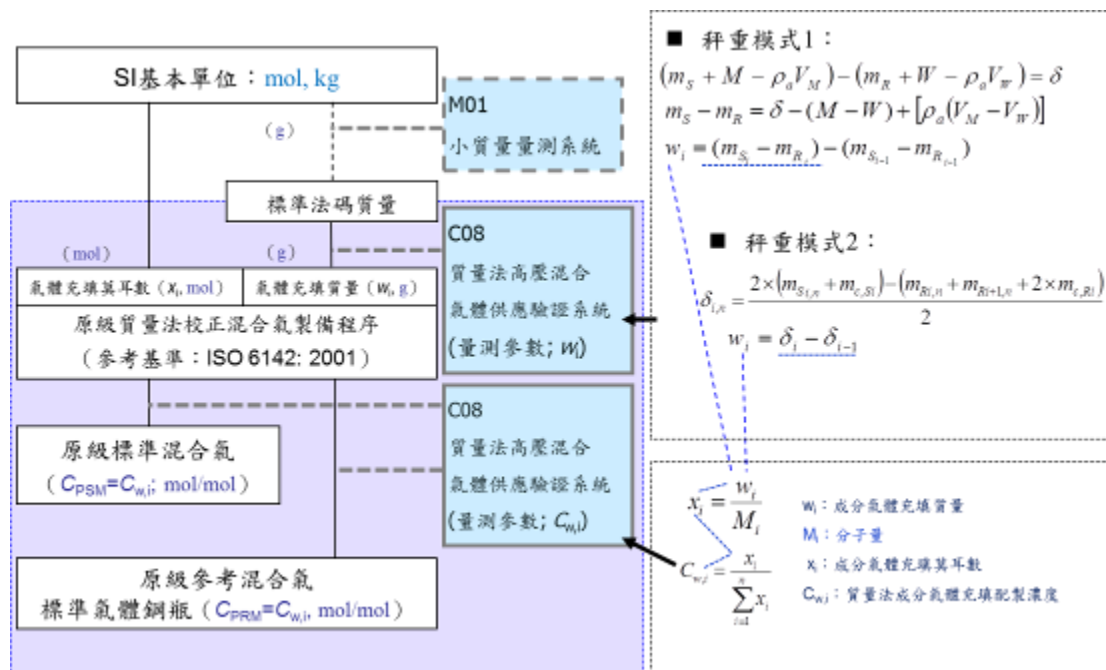


圖 2-1-6、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」計量追溯圖

- 溫室氣體流量量測技術研發：三維風速自動化校正平台設計

本子計畫完成三維風速自動化校正平台一式(如圖 2-1-7)之研製，此校正平台主要由自行設計之自動化調整機構與控制系統組成，包括壓力掃描模組、活塞式壓力校正系統與被動式紊流產生器，目前可進行 Pitch 由-40 度至 40 度以及 Yaw angle 由-90 度至 90 度的自動調整。其中壓力掃描模組(圖 2-1-8)與三維皮托管串連進行表面壓力量測，並藉由計算取得三維風速，而其校正方式為藉由壓力校正接頭連結至自行開發之活塞式壓力校正系統(圖 2-1-9，差壓量測範圍與量測不確定度分別為(0 ~ 600) Pa 與 $U = 2.5$ Pa)進行差壓校正與標準追溯。

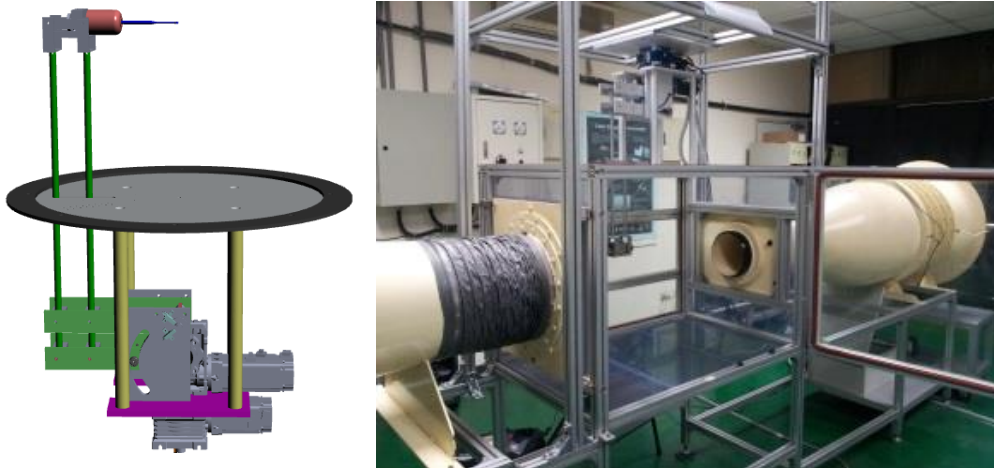


圖 2-1-7、三維風速自動化校正平台(左：機構設計圖；右：現場圖)



圖 2-1-8、壓力掃描模組(左)、壓力校正接頭(中)、連接方式(右)

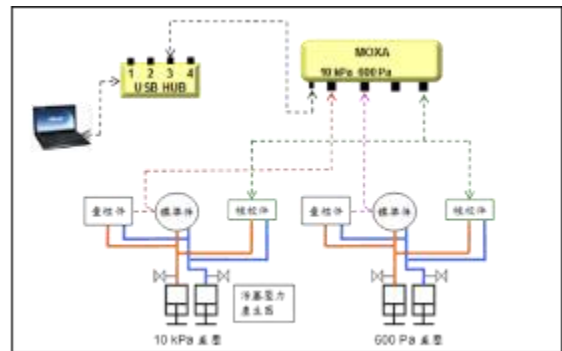


圖 2-1-9、自行開發之活塞式壓力校正系統

經由壓力校正後，即可將不同型式之皮托管(包括三維之 Omni-type、Prism-type 與一維之 S-type)與壓力掃描模組連結並進行風速計算，其中風速可藉由風洞系統進行不同風速調整與測試，而風速校正現場狀況如圖 2-1-10 所示。另外為調整不同風速下之紊流強度，進而自行設計被動式紊流產生器(圖 2-1-11)，藉由不同之網目數目、間隙以及與風洞出口距離進行不同紊流強度的調整，目前不同風速下網目數目由少至多的變化下之測試結果如圖 2-1-12。

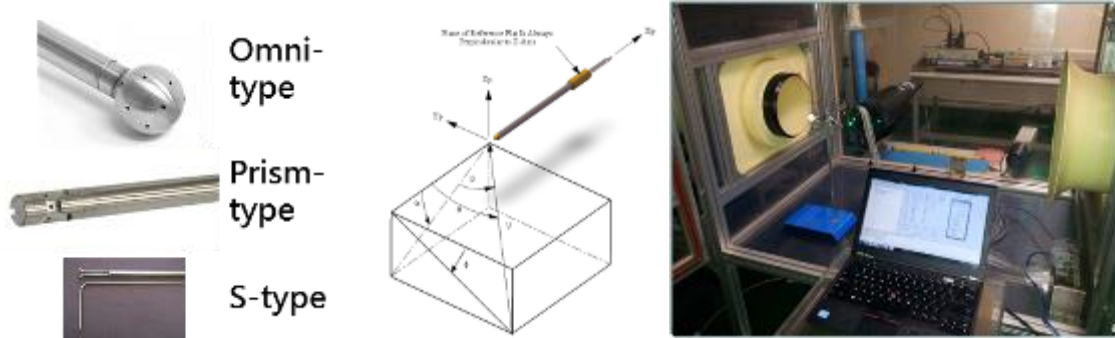


圖 2-1-10、三維皮托管與風洞測試

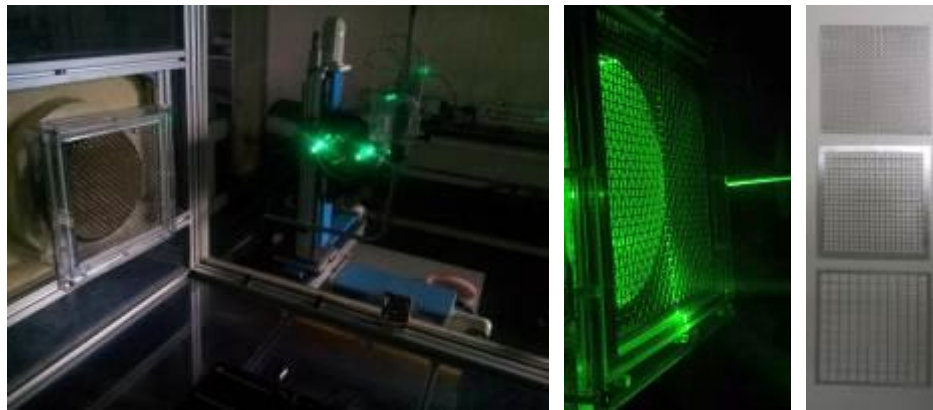


圖 2-1-11、被動式紊流產生器於風洞安裝情形

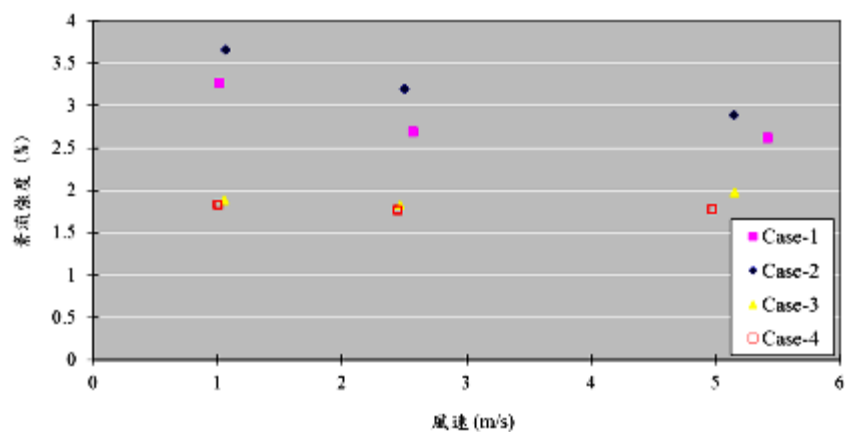


圖 2-1-12、被動式紊流產生器於不同風速下測試結果

【未來推廣應用】

1. 溫室效應所造成的全球暖化與氣候變遷議題，一直以來都是台灣政府積極致力於排放減量的工作重點。有鑑於此，行政院 2010 年「節能減碳推動委員會」首次會議已通過短、中、長期節能減碳目標，短期為 2020 年回到 2005 年水準(即須減碳 8,700 萬噸)；主管機關也制訂了溫室氣體排放等相關法規與規範，例如標準檢驗局於 2006-2007 年間公告 CNS 14064 系列溫室氣體排放量化之指引規範，主管機關於 2012 年正式公告的「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫、全氟化碳等溫室氣體為空氣污染物」及「溫室氣體排放量申報管理辦法」等均已全面實施。因應上述國家在節能減碳既定政策以及相關法規的要求下，國內的相關產業無不致力於溫室氣體的排放減量工作，以半導體、光電等科技產業為例，廠內都會裝設處理設備以去除製程產生的 CF₄、SF₆... 等高潛勢含氟溫室氣體，這些設備都需要進行實場量測以確認設備效能是否可符合各廠的驗收準則(表 2-1-8)，而量測的準確性則有賴 NML 建置相對應之溫室氣體原級計量標準予以因應。因此本子計畫於本年度完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」擴建之溫室氣體驗證參考物質，將可滿足產業與法規在氣體量測上的計量追溯需求。

表 2-1-8、科技廠含氟溫室氣體處理設備 DRE 效能驗收準則

DRE (Destruction or Removal Efficiency) 驗收準則							
含氟溫室氣體種類	CF ₄	C ₂ F ₆	CHF ₃	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	NF ₃	SF ₆
DRE (%)	≥ 90	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95

本計畫將運用 FTIR 氣體分析技術，搭配計畫研製之 CF₄、SF₆、NF₃ 等驗證參考物質，並參考 EPA 430-R-10-003: Protocol for Measuring Destruction or Removal Efficiency (DRE) of Fluorinated Greenhouse Gas Abatement Equipment in Electronics Manufacturing，建立溫室氣體實場(on-site)量測技術，提供科技產業實場製程氣體濃度及溫室氣體處理設備效能評估驗證服務需求，運作模式與執行流程如圖 2-1-13 所示。主要使用兩台 FTIR，於工廠內針對廢氣處理設備(Local Scrubber)進行其進、出口端管路內的氣體體積濃度分析，並利用本子項計畫建置之溫室氣體原級計量標準產出之驗證參考物質，比對管路內 CF₄、SF₆、NF₃ 等溫室氣體的濃度，進一步計算 Local Scrubber 對製程排放之溫室氣體的 DRE 值。預計本技術將可協助產業有效減少危害物質及碳的排放，使其所稱之碳排減量具一致性及國際等同性。另一方面，由於處理設備多半使用天然氣做為燃料，而燃料使用流量牽涉產業之營運成本與節能政策，因此本技術亦可同時針對處理設備燃料使用量進行最佳化節能驗證服務，節樽企業營運成本，提升產業競爭力。

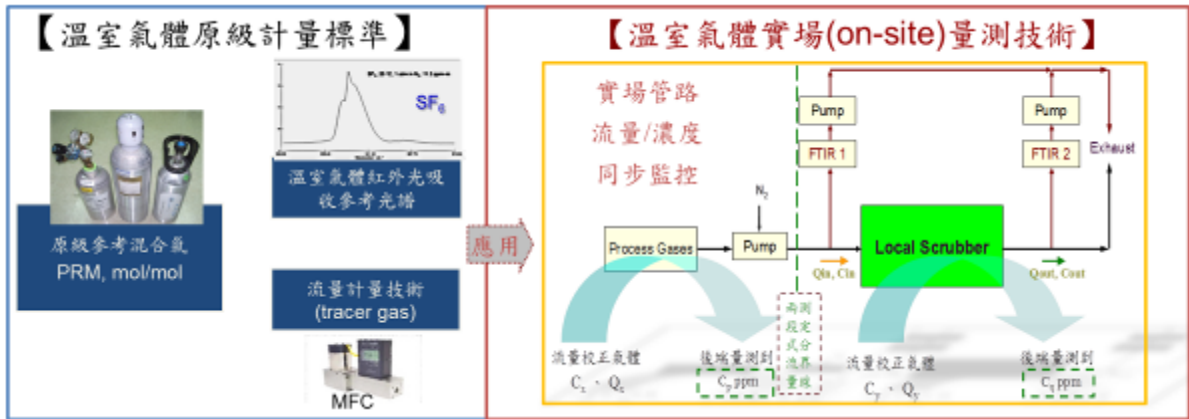


圖 2-1-13、溫室氣體實場量測產業服務運作模式

本計畫今年度也已針對科技廠內溫室氣體排放濃度以及廢氣處理設備的 DRE 效能評估需求，與多家廠商進行技術合作，並衍生相關之技術服務收入，重要技術服務內容摘要說明如下：

(1) 衡準科技：

衡準科技為氣體檢測業，本計畫利用溫室氣體實場量測技術協助該公司至科技廠進行現場 SF₆、CF₄、NF₃ 等溫室氣體排放濃度量測之計量技術指導及諮詢服務，並協助釐清廠內製程殘氣中有害氣體(如 SO₂、Cl₂、HBr)的排放濃度，以及廢氣處理設備之處理效能。

(2) 漢民科技：

漢民科技為一家半導體及光電製程生產機台製造商，本計畫至該科技廠進行製程機台尾氣濃度量測技術服務，協助研發部門確認生產機台之製程氣體利用率，並進一步協助環安部門釐清製程殘氣中鹼性有害氣體 NH₃ 與爆炸性氣體 H₂ 的排放濃度，以利廠務部門進行廢氣處理設備及相關安全設施之建置與改善依據。

(3) 大陽日酸：

大陽日酸為一家日本廢氣處理設備製造商，由於該公司製造之廢氣處理設備有 DRE 效能測試與操作參數最佳化的需求，因此本計畫運用溫室氣體實場量測技術協助該公司進行設備 DRE 效能及最佳化調機測試。

(4) 良欣實業：

良欣實業為氣體供應商，該公司有氣體濃度及純度分析技術改良之需求，因此本計畫利用已建立之氣體濃度驗證技術，輔導該公司精進其實驗室於鋼瓶氣體濃度與純度分析之技術能力，藉以提升其氣體供應品質以及產業競爭優勢。

2. 由於流量計量技術與污染物防制、碳排放法規息息相關，目前已有多个國家標準實驗室投入資源進行研究(圖 2-1-14)。然而要在風洞系統上進行溫室氣體流量量測的研究，必須在風洞系統上進行三維自動化校正平台的整合，才可進行溫室氣體流量與三維風速

量測技術的研究，而目前綜觀全球之流量標準實驗室，美國 NIST 在今年甫完成三維自動化校正平台的設計與測試，而本子計畫所建置之平台為全球第二個自動化系統，且設計概念為依據目前之風洞系統進行改裝，與美國 NIST 的設計不盡相同並具有技術的獨特性。同時在技術開發的期間，亦與中國 NIM、韓國 KRISS 及美國 NIST 合提 APMP TC Initiative 國際合作計畫，以持續進行三維皮托管的技術交流。另外由於溫室氣體計量為全球性的計量議題，在歐洲地區亦相當的重視，在計畫的執行期間，也積極接觸歐盟國家實驗室(包括有 NPL、VSL 等等)並已促成跨國的技術合作團隊，因此未來將藉由持續的國際合作計畫推動與國家實驗室之溫室氣體流量量測技術的研發，以維持流量量測技術在計量領域前沿的發展。



圖 2-1-14、目前進行之國際合作活動

(二)、三維尺寸量測系統與技術

【本年度目標】

- 建立靜態三維尺寸量測技術(單機型三維尺寸量測技術)
量測範圍 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0.5\text{ }\mu\text{m}$ ，量測解析度 $0.1\text{ }\mu\text{m}$
- 自動追蹤雷射絕對測距技術-建立雷射絕對測距技術
 - 雙軸旋轉追蹤機構：
水平旋轉軸旋轉角度 $0^\circ \sim 180^\circ$ ；俯仰旋轉軸旋轉角度 $(+60^\circ) \sim (-10^\circ)$ 。
 - 雙光梳絕對測距：
量測不確定度： $1 \times 10^{-6} \times L$
- In-situ 計量檢測技術-平面磨床工件尺寸量測技術

工件量測面積： $(1 \times 1) \text{ mm}^2 \sim (4 \times 4) \text{ mm}^2$ ，量測解析度： $0.1 \mu\text{m}$ ，重複性： $1 \mu\text{m}$ 。

◎全程年度目標，請參閱附件十一

【執行成果】

- 建立靜態三維尺寸量測技術(單機型三維尺寸量測技術)

三維尺寸量測標準技術，採用商品化 LaserTRACER (如圖 2-2-1)，將尺寸量測技術由一維度提升到三維度。LaserTRACER 是由德國聯邦物理技術研究院 (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB) 與英國國家物理實驗室 (National Physical Laboratory, NPL)，針對具有三維空間移動能力的機台，如工具機、三次元量測儀 (Coordinate Measuring Machine, CMM) 等，所共同開發的高精確度幾何誤差量測儀器，其量測不確定度為 $0.2 \mu\text{m} + 0.3 \mu\text{m}/\text{m} \times L$ (L 單位為 m)，且量測範圍可長達 15 m，相當適合用於中、長行程的三維移動機台，經測試可量測最大工具機尺寸為 $6 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 。



圖 2-2-1、LaserTRACER 本體及其貓眼反射鏡、控制機箱

LaserTRACER 量測應用分為 TRAC-CAL 與 TRAC-CHECK 兩種操作模式，TRAC-CAL 提供幾何誤差量測與補償，TRAC-CHECK 則採用 ISO-230 規範程序進行檢測。

使用 LaserTRACER 之 TRAC-CAL 模式量測後，能得到三軸機台之 21 項幾何誤差(如表 2-2-1)，可將幾何誤差值傳回到控制器進行誤差補償，在補償完畢後，再利用 LaserTRACER 重新量測機台一次，用以確認補償後的機台移動精確度。目前實際執行其中一案例，透過量測與補償，機台的最大誤差由 $29.6 \mu\text{m}$ 縮減至 $9.9 \mu\text{m}$ ，移動精確度提升幅度高達 66.6%，效果相當顯著。

表 2-2-1、TRAC-CAL 量測報告之各軸幾何誤差

Group	Parameter	Deviation (range)		Umax (95%)	
Position	xtx	29.6 μm		0.7 μm	
	yty	6.5 μm		0.6 μm	
	ztz	15.5 μm		1.1 μm	
Straightness	xty	6.7 μm		0.8 μm	
	xtz	4.9 μm		0.5 μm	
	ytx	3.9 μm		0.1 μm	
	ytz	3.7 μm		0.2 μm	
	ztx	2.6 μm		0.4 μm	
	zty	3.4 μm		1.1 μm	
Pitch / Yaw / Roll	xrx	6.5 μrad	1.3"	1.1 μrad	0.2"
	xrz	35.8 μrad	7.4"	1.1 μrad	0.2"
	zrx	17.5 μrad	3.6"	1.6 μrad	0.3"
	zry	9.1 μrad	1.9 "	1.5 μrad	0.3"
	zrz	1.2 μrad	0.2"	1.1 μrad	0.2"
Squareness	xwy	0.4 μrad	0.1"	0.8 μrad	0.2"
	xwz	-18.5 μrad	-3.8"	1.7 μrad	0.3"
	ywz	-3.9 μrad	-0.8"	1.3 μrad	0.3"

Deviation parameters (k = 2)

使用 LaserTRACER 之 TRAC-CHECK 模式量測，係根據 ISO 230-2/6 的規範，工具機的量測軸線包含有 x 軸、y 軸、z 軸、xy 平面對角線、yz 平面對角線、xz 平面對角線、與空間對角線，共 7 條量測軸線，量測結果如圖 2-2-2。TRAC-CHECK 相較於 TRAC-CAL 的操作，顯得更為簡便，重點僅在 LaserTRACER 的擺放位置能夠盡可能地涵蓋於機台的行程內，如此便能一次完成量測，若機台的行程內無法放置 LaserTRACER，則會產生部分軸線無法量測，造成必須分次量測的情況。以目前的實際經驗，機台各軸行程最好皆能夠大於 350 mm，方能進行一次性的量測，減少誤差來源。同時因利用 TRAC-CHECK 進行機台精確度檢驗相當的簡便，僅需 1 天即可完成 7 個軸線的量測，對於工具機產業的 ISO 規範檢測需求，與傳統一維的雷射干涉儀量具相比，將能有效地縮短其量測時間，完成機台品質確認。

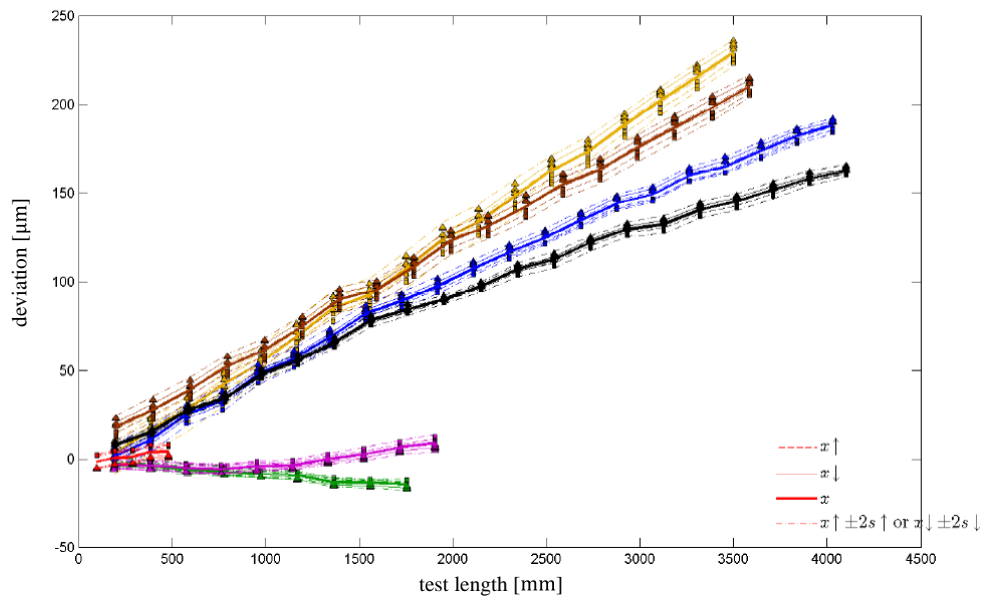


圖 2-2-2、TRAC-CHECK 模式量測結果

- 自動追蹤雷射絕對測距技術
1. 雙軸旋轉追蹤機構

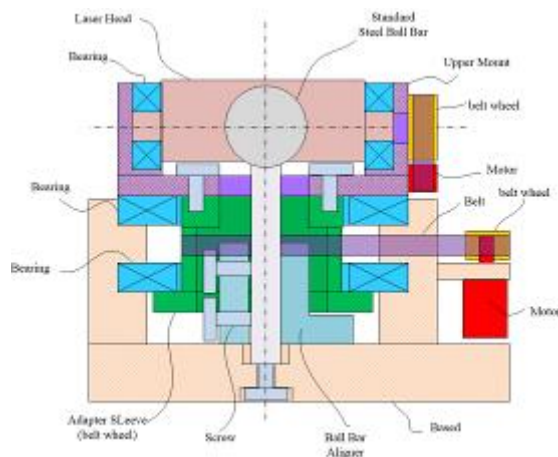


圖 2-2-3、雙軸旋轉機構 2D 設計圖

雙軸旋轉追蹤機構設計示意圖如圖 2-2-3 所示，主要是利用馬達帶動皮帶來進行雙軸旋轉機構的運動，配合商品化元件(如致動器、標準球和軸承)實體規格，所完成雙軸旋轉追蹤機構設計如圖 2-2-4 雙軸旋轉機構 3D 設計圖。圖 2-2-5 是第二版雙軸旋轉追蹤機構的測距與追蹤信號量測模組(以下稱為雷射頭)，其中所使用的雷射干涉儀為 SIOS SP2000 雷射干涉儀。雙軸旋轉追蹤機構在進行追蹤時，量測原點位置需保持固定，所以在光路設計上，必需使雷射光聚焦在一標準球心上(真球度小於 50 nm)，且讓光軸通過球心，確保機構移動產生偏差時，但光束仍是會聚焦於球心，就不會影響量測原點位置，利用圖 2-2-6 所示的透鏡調整座來調整雷射頭上透鏡的位置，調整方法是透過調整定位

珠的前進或後退來改變透鏡橫向與縱向的位置，調整後會利用固定螺絲鎖固。為了可以調整透鏡的焦點位置，將透鏡固定在一個具外螺紋的外殼內，透過轉動外殼來調整透鏡與標準球之間的距離。

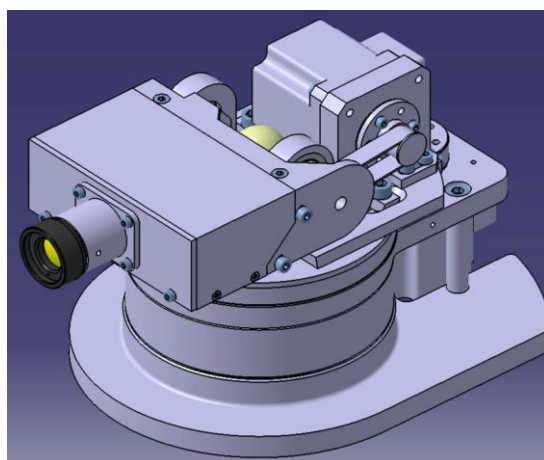


圖 2-2-4、雙軸旋轉機構 3D 設計圖

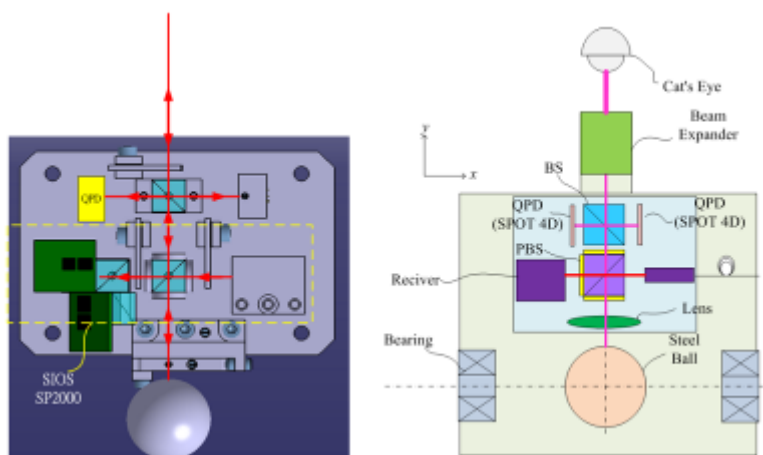


圖 2-2-5、雷射干涉儀與追蹤信號回授元件的 3D 模組設計圖

為了測試旋轉致動元件的信號處理流程與追蹤性能，先請加工廠商加工一組簡易型的雙軸旋轉機構，如圖 2-2-7 所示，主要是利用旋轉致動元件帶動雷射二極體追蹤四象限感測器，而四象限感測器則是以手持的方式進行移動。圖 2-2-7 之右上為自動追蹤的信號處理流程圖，當雷射光進入四象限感測器的量測範圍時，四象限感測器的輸出電流信號經由信號放大電路處理後，可以得到 x 方向及 y 方向的偏差電壓，雷射投影在四象限感測器的正中央(零點位置)時輸出的偏差電壓為零，否則會有偏差電壓產生。將偏差電壓直接輸入至旋轉致動元件的驅動電路上，當旋轉致動元件操作在速度模式時，因為旋轉致動元件的轉速與輸入的偏差電壓成正比，但兩者的方向相反時，即可進行偏差的修正(若不將電壓方向相反，將會使光點更遠離四象限感測器)。簡言之，當使用反向的偏差電壓做為回授信號時，即可控制旋轉致動元件的轉速，進而達到追蹤的目的。

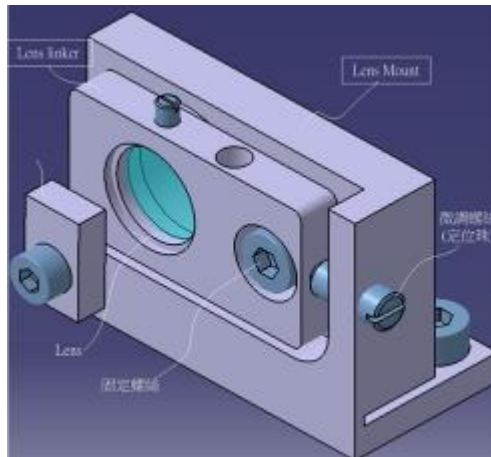


圖 2-2-6、透鏡調整座

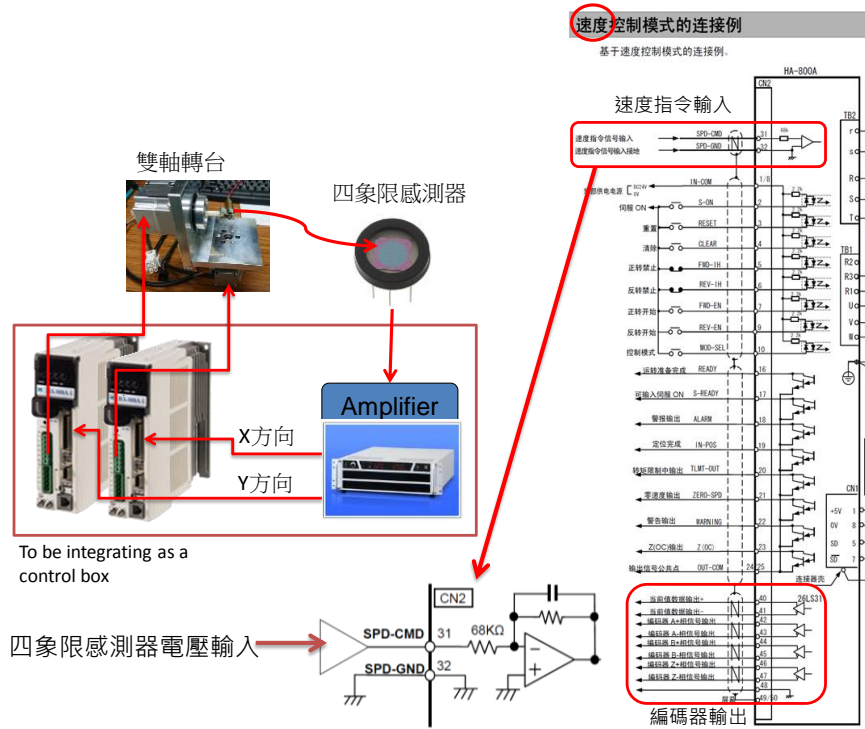


圖 2-2-7、雙軸旋轉機構追蹤信號處理流程圖



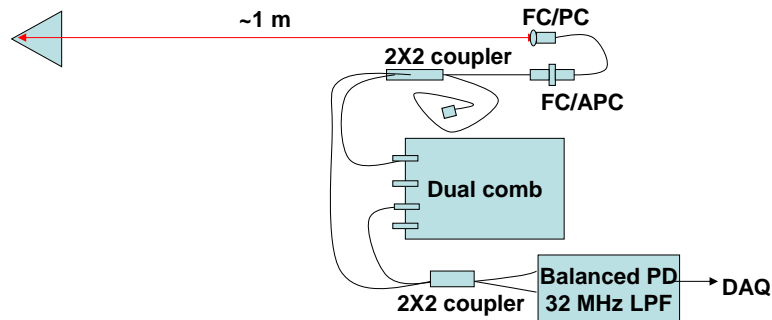
圖 2-2-8、追蹤信號與性能測試用雙軸旋轉機構

2. 雙光梳絕對測距

絕對距離檢測模組之光源為自組雙鎖模光纖雷射，實體如圖 2-2-9 (a)所示，為了使得光源更易於使用與低價化，設計全光纖之線型微小化雙鎖模光纖雷射。而對於公尺距離範圍的加工定位需要測距的非模稜距離(Non Ambiguity Range)越大越好，因此設計重複率約 70 MHz，相當於飛行時間法測距時的非模稜距離約 2.1 公尺。



(a)雙鎖模光纖雷射實體圖



(b)架構示意圖

圖 2-2-9、雙光梳絕對測距

以雙光梳非同步(下)取樣(Asynchronous (down)-Sampling)方式之技術為核心，藉由雷射腔內之光學延遲線微調雷射的共振腔長度，使雙雷射之重複率差一點點(約 1 kHz)，以提供實驗上約 1 ms 的重複性量測時間(或更新時間, update time)。兩個雷射的重複率並無穩頻到任何頻率合成器，僅以頻率記數器來量測其約略的重複率。從每個雷射出來的脈衝串列被分成兩個光路，一道打到參考面與待測位置之表面，並產生反射自參考鏡與目標物光波之兩個電場波形，用來量測參考面(FC/PC 光纖梳出端)到待測物端面間的距離，做為偵測用(Probe)；另一道則做為本地共振器(Local Oscillator, LO)，此道做為本地共振器的雷射脈衝用來同步取樣來自於另一個雷射測距用的反射訊號，完成以全光纖為基礎的絕對距離檢測模組，如圖 2-2-9 (b)示意圖所示，黑色為光纖，紅色為空間光路。取樣後的脈衝波形利用希爾伯特轉換以助於決定其尖峰之時間位置，並由其波峰時間差換算出絕對距離。為了符合光訊號之奈奎斯特(Nyquist)取樣條件，將圖 2-2-9 中的偵測器後分別置放一個 32 MHz 之微波低通濾波器(LPF)。偵測器接收到的取樣訊號接到頻譜分析儀後出現多個拍頻之干涉訊號，此訊號中心需調到 17 MHz 左右，以確保符合電訊號之奈奎斯特取樣條件。

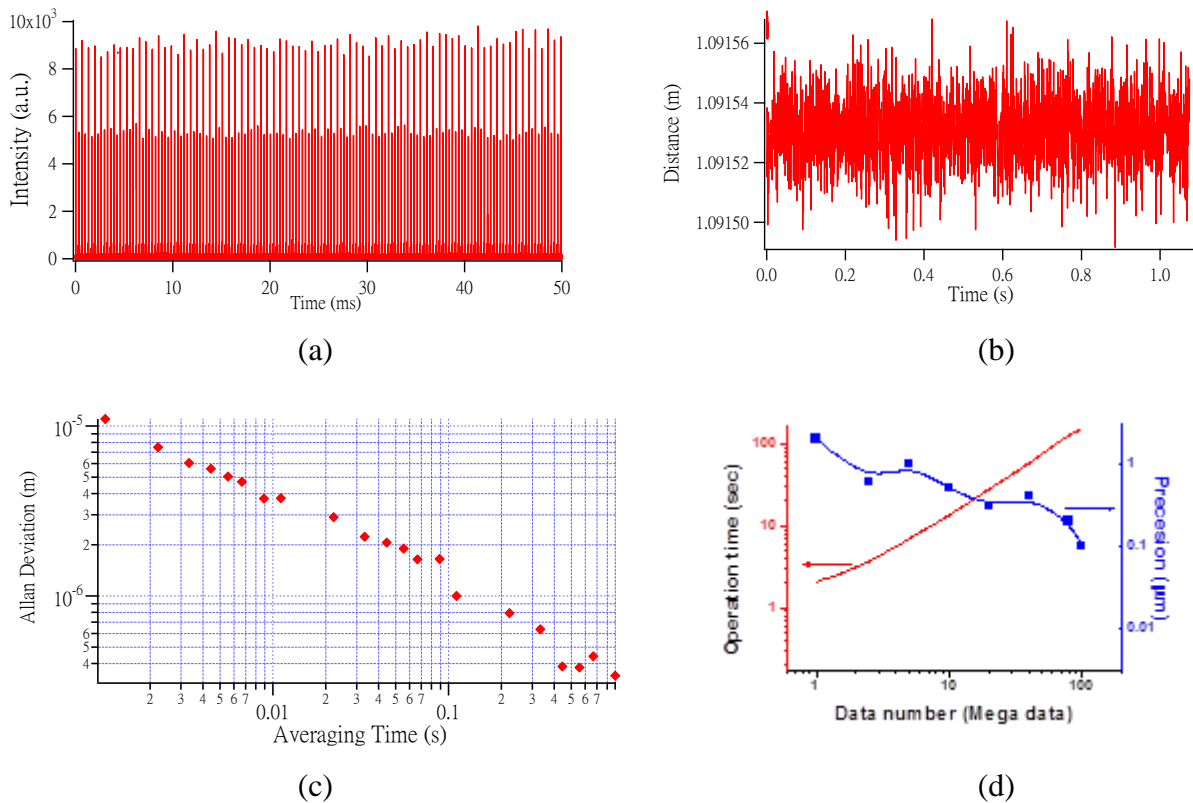


圖 2-2-10、雙光梳之非同步取樣
 (a)原始數據；(b)經希爾伯特轉換後；
 (c)將波峰間距換算成距離與(d)將(c)做艾倫偏差後等的結果；
 (d)為軟體運算時間與準確度對取樣點的關係

實驗上量測約 1.09 m 的靜態距離所取樣得到的回波訊號，取樣約 100 M 個數據點(共約 >2000 個測距週期)。由希爾伯特轉換後可得到圖 2-2-10 (a)的波形(擷取其中剛開始約 50 ms 的數據點為例)，可算出波形尖峰之時間間距(亦即參考面與目標物間的反射波形時間間距)，並由光速與空氣折射率等參數換算成空間距離，得到如圖 2-2-10 (b)的隨時間變化測得的距離圖形，平均距離約 1.09153 m，並計算其隨時間平均後所得到的艾倫偏差(Allan Deviation)如圖 2-2-10 (c)所示，此艾倫偏差可視為量測出來的準確度或不確定度。在取樣一個週期時的量測準確度(或不確定度)約 >10 μm，平均約 400 ms 之後，其準確度即可達到 400 nm。如圖 2-2-10 (d)為軟體運算時間與準確度對數據量的關係，數據量在 1 千萬筆與 4 千萬筆的情形下，準確度分別可達~1 μm 與 0.4 μm，時間分別約需 20 秒與 80 秒。

由於這種藉由希爾伯特轉換成強度訊號的數據相當多，而對於線上即時量測的設備來說，信號/資料所需的處理時間是愈短愈好，所以進而發展一個數據處理技術來提升效能。由於目前進行次微米等級準確度之絕對測距需要使用至少 1 千萬筆的資料點進行運算，以此為例，在這些資料點當中有一大部分是屬於和測距無關的信號，若將希爾伯特

轉換的結果進行局部放大，如圖 2-2-10 所示，可以看到高尖峰至右邊相鄰低尖峰之間存在著相當多不需要被考慮的雜訊數據點，透過門檻(Threshold)的設定將這些雜訊點濾除，門檻的設計可透過量測信號雜訊的觀察來設定，例如在本文中，將此值設定約 <0.009 V。

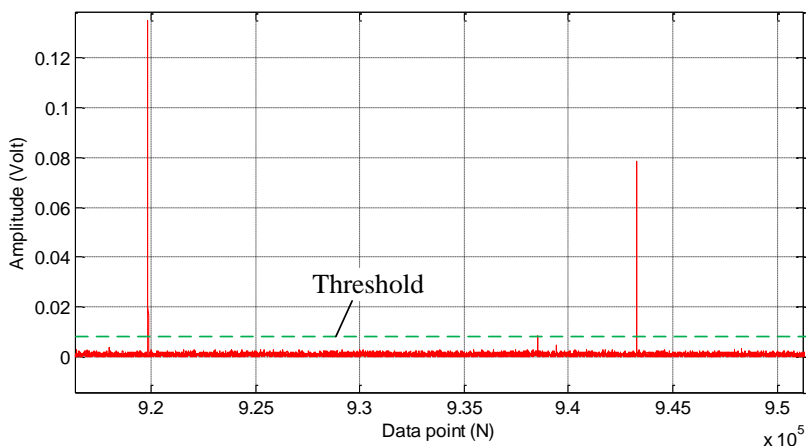


圖 2-2-11、將同步取樣擷取的數據經希爾伯特轉換後的局部放大圖

透過雜點濾除以及資料排序、搜尋等方法將無關測距的點去除，這個方法稱之為縮時(Time Shrinking)，圖 2-2-12 為原始信號和進行縮時處理後的信號比較，可以看出所需處理的資料量差異甚鉅。

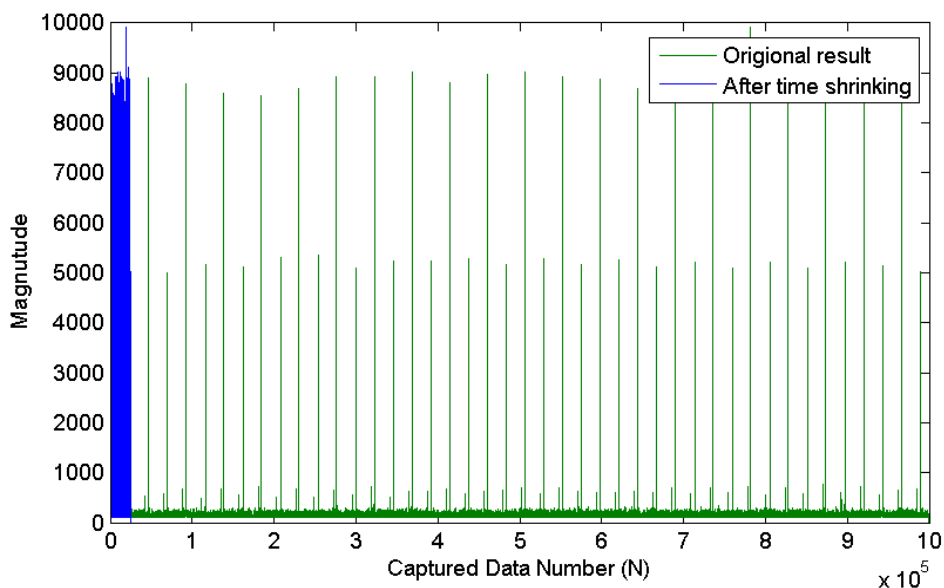


圖 2-2-12、縮時處理前和縮時處理後的信號分佈

另外，研發團隊利用類似北京清華大學提出的(非線性)正交相關光路方式，在軟體計算上。無需進行希爾伯特轉換，直接計算測距部分所花費的時間則將會更少。由實際測試，藉由縮時技術亦可將原來的~ 20 秒的運算時間縮短到~0.7 秒，而採用正交相關光

路，軟體計算時間可以降到 <0.1 秒，換算成準確度達 400 nm 時僅需要<0.5 秒的時間即可。

- In-situ 計量檢測技術-平面磨床工件尺寸量測技術

本量測技術包含一個取像攝影機、遠心鏡頭、亦即投光系統，建於工具機載台中。搭配工具機的移動平台，可以量測工件局部重要尺寸，僅需加設保護罩即可確保研磨過程中不會污染光學鏡頭。經由 CCD 拍攝影像後，利用電腦計算工件尺寸，並運算出預期加工量或磨床進給量，再將此值傳到或設定到磨床之控制器中，進行加工補正。整體架構設計(圖 2-2-13) 如下：



圖 2-2-13、系統架構

為達到工件量測面積(4 × 4) mm²，量測解析度 0.1 μm，且量測尺寸重複性小於 1μm。依此規格，同時考慮量測準確度與硬體材料成本，可將光學硬體模組之檢測關鍵元件作不同搭配，如下列不同硬體規格設計如下，後續將可以精進並整合成關鍵模組。

表 2-2-2、光學模組硬體規格

組件名稱	規 格		
取像 CCD	感測器	CCD(mono)	CCD(mono)
	感測器解析度 (pixels × pixels)	1392 × 1040	2456 × 2058
	像素(對應最小尺寸)	6.45 μm	1.6 μm
	影像最小解析度 (次像素技術)	0.645 μm	0.16 μm
	取像速度(Max. fps)	15	15
	傳輸介面	USB	GigE
遠心鏡頭	光學系統倍率	4X/ (2X)	
	量測視野範圍 (mm × mm)	2.25 x 1.675 (4.5 x 3.35)	
	工作距離 (mm)	65	
投光模組	環形光源	W-LED	

研發團隊所開發之平面磨床工件超精密加工尺寸量測軟體，在待測物以夾治具固定於平面磨床上後(如圖 2-2-14 所示)，設定的檢測的流程為研磨輪返復研磨待測物至一定厚度，相機拍攝影像並處理得知目前待測物的厚度，若待測物的厚度還未達到目標，則軟體回饋還需研磨的厚度給平面磨床，再次進行研磨，直到待測物的厚度達到設定目標。此量測軟體之待測物厚度的影像處理流程，如表 2-2-3 所示。



圖 2-2-14、以夾治具固定待測物

表 2-2-3、演算法流程

步驟	副程式內容
前處理	使用灰階值的閾值篩選技術，選出特定標誌區域其灰階值由 80 至 200 之間的像素(可於程式中依據環境條件修改)
	將所有特定標誌區域做連結，可以得到許多個元件，這些元件的面積大小都不相同，而待測物可以由面積範圍 10000~20000 像素之間篩選出
計算核心	根據已知待測標的面積(尺寸大小與加工件接近)，採用面積比對法篩選出待測物後，可以經由影像處理演算法找到一個最小矩形，使得這個最小矩形包含了所有待測物的像素
	在找到最小矩形的同時，由矩形厚度像素，所對應之尺寸量，即待測物體的厚度。
後處理	乘上攝影機的解析度即為實際上要回饋給研磨加工機的數值，再判斷是否有達到目標厚度，決定是否要繼續研磨。量測時，至少量測三次，取平均值為量測值。

最後由系統整合測試，驗證計畫目標是否確實達成，其技術指標包含 2D 計量檢測技術、工件量測面積、量測解析度、量測重複性等三項指標，實驗步驟與測試例如表 2-2-4，實驗結果如表 2-2-5，驗證本計畫成功完成二維尺寸之量測。

表 2-2-4、實驗步驟與測試例

步驟	內容	測試例	內容
Step1.	平台焦距對準與 XY 平台歸零。使用免費的「LuCam Capture」軟體進行對焦。	Case1	XY 平台上，工件與探頭均不動，重複精度量測
Step 2	調整影像處理模組參數，使得現場光源對工件產生的特徵點可被解析。使用開發的「HDevelop-長寬量測_夾治具」軟體進行光源調整。	Case2	XY 平台上，工件與探頭均不動但光源調亮 0.5 格
		Case3	XY 平台上，工件與探頭均不動但光源調亮 1.0 格
Step 3	取像，針對目前光學鏡頭的物理尺寸取得影像畫面於尺寸計算環境中。使用開發的「工件量測」軟體進行取像。	Case4	XY 平台上，工件 X 軸移動 3 公分後回到原點進行量測
		Case5	XY 平台上，工件 Y 軸移動 3 公分後回到原點進行量測
Step 4	尺寸計算，利用不同條件的測試例確認系統規格。使用開發的「工件量測」軟體進行 6 個 Test Cases 的尺寸計算。	Case6	XY 平台上，工件 XY 方向同時移動 3 公分後回到原點進行量測
		Case7	XY 平台上，工件 XY 方向任異移動 3 公分後回到原點進行量測

表 2-2-5、實驗結果

靜態測試	重複性		規格
	原始數據標準差	量測值(三次平均值)標準差	
2 倍鏡頭	1.273 μm	0.735 μm	量測面積約為 3 mm \times 4 mm， 量測面積約為 1.5 mm \times 2 mm
4 倍鏡頭	0.463 μm	0.267 μm	工件量測面積 4 \times 4 mm ² 量測解析度：0.1 μm 量測尺寸重複性：小於 1 μm
動態測試	重複性		規 格
	原始數據標準差	量測值(三次平均值)標準差	
Case1	0.673 μm	0.388 μm	採用 4 倍鏡頭
Case2	0.783 μm	0.452 μm	
Case3	1.306 μm	0.754 μm	
Case4	1.063 μm	0.613 μm	
Case5	0.496 μm	0.286 μm	
Case6	0.549 μm	0.317 μm	
Case7	1.792 μm	1.034 μm	
重複性(七次之平均值)		0.604 μm	

【未來推廣應用】

1. LaserTRACER 是目前三維尺寸量測設備中，量測不確定度最佳的量測儀器，104 年度將應用於 CMM 量測儀器之校正追溯，健全我國在三維尺寸領域的追溯鏈，並可應用於服

務國內工具機製造產業，提供機台定位精度檢測，並透過補償機制，以提高機台加工準確度。

2. 我國加工機台之製造能力已達到一定水準，由製造產品加工機提升為製造加工機零組件之機器設備，或由 3C 產品加工機提升為汽車、航太組件加工之機器設備，國內現階段由程泰公司主導，透過工研院機械所與漢翔公司協助，籌組「高值化航太級加工設備聯盟」，希望將工具機產業聚焦於航太產業所需之加工設備。航太產業零組件特點為尺寸大且多複雜曲面，所需加工機為至少五軸與大型機台，在加工機台定位準確度與加工範圍能力都要升級。台灣加工設備也已往大尺寸機台製造發展，如歲立或亞歲之 1 m~6 m 以上龍門銑床、刨床等，高橋與漢翔亦都購入 6 m 以上之三次元座標量床。大型加工機台組裝時缺乏大型標準件，以進行組裝調整，如直角規很少大於 1 m 以上，且重量太重會造成機台變形。本計畫建立的三維標準量測技術，可協助大型五軸工具機，確實量測五軸幾何誤差，提供控制器之補償修正。航太業另一特色為考慮百分之百飛安，很多零組件要求全檢，航太產業之檢測依賴 CMM，耗費時間，已成為產線生產瓶頸，需採用專用機提升檢測速度，三維量測技術可協助航太零組件廠商(如漢翔、長榮航宇)開發檢測用高精度五軸快速檢測機台，以解決製程瓶頸與確保航太零組件零誤差。
3. 多軸與複合型工具機是工具機產業發展趨勢，其中控制器是關鍵組件，工研院機械所目前正積極開發五軸控制器，將推廣本計畫建立的三維量測技術，與五軸控制器直接配合，開發整合軟體，只要設定好機台工作行程，就能自動進行量測、得到幾何誤差與回饋控制器補償，簡化操作程序，並能得到高準確度補償參數，以發揮控制器最優化設計。
4. 三維大尺度量測技術中，雷射追蹤儀與雷射追蹤儀一般都是使用雷射干涉儀量測距離，雷射干涉儀在量測實務上，最主要缺點是量測距離是以積分方式進行，才能量測起點到終點距離，所以量測過程中，雷射光束一旦被遮住，就要重新進行量測；使用雷射干涉儀之大誤差源是光路死區(Dead Zone)造成，尤其在無溫控環境下，參考反射鏡與量測反射鏡之距離愈長，量測誤差愈大；雷射絕對測距技術可以克服上述雷射干涉儀在量測上的缺點，不用移動反射鏡組，就可量測相對距離，可應用於工具機台組裝時之平行對準量測，或如在無溫度控制環境下，且無適當載具移動量測反射鏡之中大型機台線性精度、垂直度的檢測。且其對於中長程測距技術領域之精度可提升到次微米等級，若保持其快速測距，適合推廣應用於大尺寸(例如飛機等)的定位上(搭配 Laser Tracker or Laser Tracer)。
5. In-situ 計量檢測技術-平面磨床工件尺寸量測技術，已發展出在加工機台上，能直接量測工件之二維尺寸，以確實完成加工尺寸，可避免工件重複定位之加工誤差，當待檢測的研磨加工件小於 10 mm，但準確度要求到 1 μm 等級時，廠商確實存在研磨過程中，要監測某一關鍵尺寸，確保不會過度加工與最終的加工精度。未來將推廣至產業解決精密機械產業最重要性能指標參數—高準確度加工，提升機械產品價值，使得國產工具機得與國際競爭者之產品有正向差異性。

(三)、電力計量標準系統

【本年度目標】

- 完成擴建單相交流電功率系統(E18)及單相交流電能系統(E19),提供單相交流有效電力、單相交流無效電力、單相諧波及單相壓/電流相量等參數的校正服務。

範圍：

電壓：110 V、220 V、480 V

電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A

頻率：50 Hz、60 Hz

功率因數：1.0、(0.5、0.866、0.0) Lead/Lag

諧波：2nd ~ 64th

量測不確定度：

單相交流有效電力(基波)：100 μ W(h)/VA(h)

單相交流無效電力(基波)：100 μ var(h)/VA(h)

◎全程年度目標，請參閱附件十一

【執行成果】

本子計畫工作內容為擴建已建置的電力相關標準系統，以滿足目前的電度表檢定之計量追溯，並且針對目前智慧電網所使用的新型計量設備，完善其相關計量標準追溯，包含了電度表檢定、電動車充電收費電表檢定、智慧輸電中同步相量測量器(PMU)及其他先進電力系統電力品質參數之電力標準追溯。而本計畫內容依主要供電種類，分單相及三相電功率/電能標準系統，執行期程為兩年。

103 年執行計畫內容為單相電功率與電能標準計量系統擴建，執行成果包含：單相交流電壓/電流波型數位同步取樣與重建技術、單相交流有效/無效電功率/電能量測技術及單相電力基波、諧波及相位計算設計。第二年則延續計畫目標，內容為三相電功率與電能標準計量系統擴建，將藉由 103 年所執行單相電功率/電能標準系統擴建所累積的能量及開發的新技術，於 104 年進而完成困難度及複雜度較高的三相電功率/電能標準系統擴建。另外，本子計畫亦期許於擴建電力標準系統後，針對電力標準追溯鏈進行 NML 自我追溯研究，使電力標準可自我追溯至上層直流或交流電壓標準、交流電阻標準及交流電壓比率標準，以解決電力標準系統多年以 RD-33 電力標準表送外追溯至德國 PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt)以維持我國交流電力標準的問題。本子計畫所建立的單相/三相同步取樣技術、電力計量分析演算法，可準確量測電功率、電能、諧波，搭配研發團隊建立的自動化電力追溯能力，可進而建立 NML 自我追溯技術能量。

- 單相交流電功率量測系統(E18)擴建

單相交流電功率量測系統主要由精密交流電力校正器(FLUKE 6105A 及 52120A)、交流電力標準表 Radian RD-33(標準件)、交流電力表 MTE KOM 200.3(查核標準件)及自動化電腦等儀器設備所組成。參考標準件交流電力標準表(Radian RD-33)目前仍採定期送往德國 PTB 校正。本量測系統運用相互比較法，以精密交流電力校正器輸出穩定之交流電功率與諧波至 NML 之參考標準件及客戶之待校件，經過計算後得到待校件之電功率與諧波百分誤差值(%Error)，量測系統示意圖如圖 2-3-1 與圖 2-3-2 所示。E18 系統擴建前，校正服務能量只具有效電功率，服務範圍僅電壓 110 V、220 V，電流 1 A、5 A、10 A，功率因數 1、0.5 Lead/Lag，量測不確定度 100 μW/VA。然而，經本子計畫擴建能量及新建參數後，其服務能量成果如表 2-3-1 與表 2-3-2 所示。

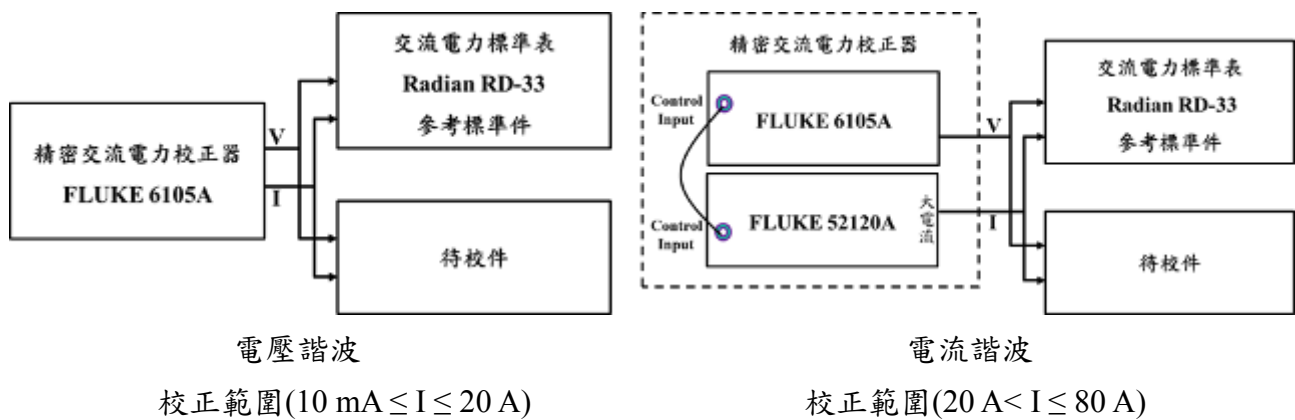


圖 2-3-1、單相有效/無效電功率校正接線圖



圖 2-3-2、電壓/電流諧波校正接線圖

表 2-3-1、單相交流電功率之服務範圍與量測不確定度(一)

校正參數	電壓設定	電流設定	功率因數設定	頻率	最佳量測不確定度 (95 %信賴水準)
單相有效 電功率	110 V 220 V 480 V	0.01 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	210 μ W/VA
	110 V 220 V 480 V	0.1 A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	80 μ W/VA
單相無效 電功率	110 V 220 V 480 V	0.01 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	220 μ var/VA
	110 V 220 V 480 V	0.1 A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	90 μ var/VA

表 2-3-2、單相交流電功率之服務範圍與量測不確定度(二)

校正參數	基波	(諧波/基波)比	頻率	諧波次設定	最佳量測不確定度
電壓 (諧波/基波)比	110 V 220 V	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	2nd 3rd 5th 10th	350 μ V/V
	110 V 220 V	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	20th 30th 40th 50th 64th	650 μ V/V
電流 (諧波/基波)比	1 A 2 A 5 A 10 A	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	2nd 3rd 5th 10th	260 μ A/A
	1 A 2 A 5 A 10 A	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	20th 30th 40th 50th 64th	490 μ A/V

- 單相交流電能量測系統(E19)擴建

單相交流電能量測系統係應用脈波計數比較法，以穩定的電功率輸出至 NML 之標準件及待校件，當脈波計數指示器讀取到待校件預先設定的脈波數後，同時停止計數標準件的脈波數。比較標準件及待校件兩者的脈波數，根據電能相對誤差值之定義計算方法可得到待校件之電能百分誤差值(%Error)，量測系統示意圖如圖 2-3-3 所示。E19 系統擴建前，校正服務能量只具有效電能，服務範圍為電壓 110 V、220 V，電流 1 A、5 A、10 A；功率因數 1、0.5 Lead / Lag，量測不確定度 100 μ Wh/VAh。經研發團隊擴建能量及新建參數後，其服務能量成果如表 2-3-3 與表 2-3-4 所示。

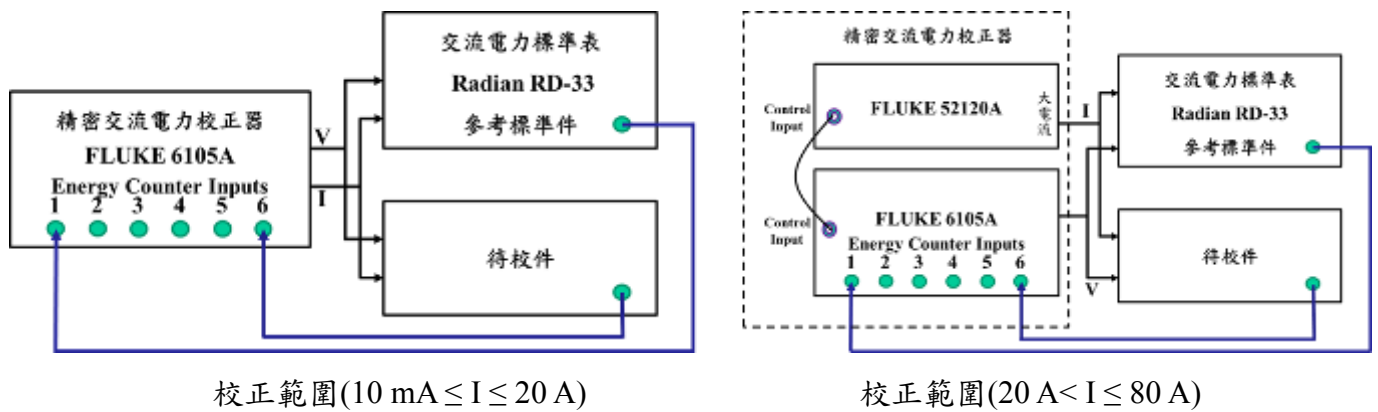


圖 2-3-3、單相有效/無效電能校正接線圖

表 2-3-3、單相交流電能之服務範圍與量測不確定度(一)

校正參數	電壓設定	電流設定	功率因數設定	頻率	最佳量測不確定度(95%信賴水準)
單相有效電能	110 V 220 V 480 V	0.01 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	240 μ Wh/VAh
	110 V 220 V	0.1 A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	100 μ Wh/VAh
	480 V	1 A 5 A 10 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	
	480 V	0.1 A 50 A 80 A	1.0 0.5 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	110 μ Wh/VAh

表 2-3-4、單相交流電能之服務範圍與量測不確定度(一)

校正參數	電壓 設定	電流 設定	功率因數設定	頻率	最佳量測不確定度 (95 %信賴水準)
單相無效電能	110 V 220 V 480 V	0.01 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	240 μ varh/VAh
	110 V 220 V	0.1 A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	100 μ varh/VAh
	480 V	1 A 5 A 10 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	
	480 V	0.1 A 50 A 80 A	0.0 Lead / Lag 0.866 Lead / Lag	50 Hz 60 Hz	110 μ varh/VAh

- 台灣智慧電網之同步相量量測器(PMU)檢測平台建置

本子計畫為配合行政院 101 年正式核定的智慧電網總體規劃，103~104 年進行現有電力量測標準系統的擴建，於擴建上述兩項校正能量之同時，並依據 IEEE C37.118.1 標準規範提供 PMU 之符合性檢測(Compliance Testing)或單一測試型式(Test Type)檢測，以提供 PMU 製造商、電力相關業者及 PMU 使用單位有關 PMU 性能檢測與定期維護測試等服務，最終以確保新型電網安全性及可靠性。

PMU 自動化檢測系統主要設備為三相電力校正器、GPS 天線/接收器、PMU 系統時序單元及 PMU 系統伺服器及 PMU 自動化數據擷取電腦所組成，整體架構如圖 2-3-4 所示。其檢測電壓範圍至 220 V、電流範圍至 10 A，頻率為 50 Hz 或 60 Hz。待測 PMU 進行檢測前，必須了解此 PMU 相關量測設定，包含：頻率 (50 Hz 或 60 Hz)、數據呈報速度 (Reporting Rate)及 PMU 等級 (M 級或 P 級)，且需設定比流器(CT)及比壓器(PT)比率為 1:1。

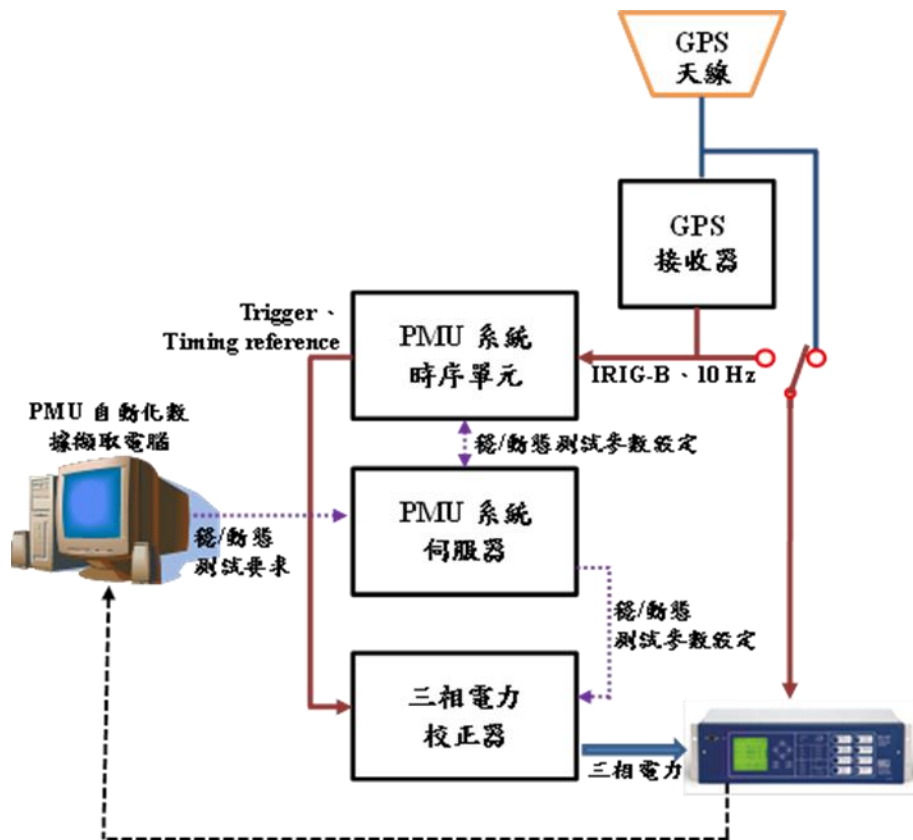


圖 2-3-4、PMU 自動化檢測系統示意圖

本系統由天線接收到 GPS 訊號後，由 GPS 接收器將訊號轉成 IRIG-B 及 10 MHz 訊號，同時傳送至系統時序單元及待測 PMU；如待測 PMU 已內建 GPS 接收器，則可直接接收 GPS 訊號。PMU 自動化數據擷取電腦依待測 PMU 的檢測需求，送出 IEEE C37.118.1 規定的穩/動態型式測試要求給 PMU 系統伺服器，伺服器再依測試項目規劃相關環境參數，其包含：(1)設定三相電力校正器輸出穩態、動態及數據呈報所需要的電力檢測訊號及(2)設定系統時序單元提供觸發訊號(Trigger)至三相電力校正器系統，輸出三相電力訊號至待測 PMU。待電力輸出穩定後，自動化數據擷取電腦開始擷取待測 PMU 的 synchrophasor、F 及 ROCOF 之量測值，並經過程式運算後，計算出該 PMU 之 TVE、FE、RFE、response time、delay time、overshoot/undershoot 及 measurement reporting latency 等誤差值。檢測報告上除了標示上述之誤差值外，若誤差值超過 IEEE C37.118.1-2011 的誤差要求，報告會在誤差值之後標註「F」，以表示此項檢測未通過 IEEE C37.118.1-2014 的符合性檢測的誤差要求。

- 交流電力標準之自我追溯系統雛型建立

圖 2-3-5 所示為 103 年所規劃的單相自動化電力自我追溯系統雛型，且為兩套系統。其中，以 HP3458 為基礎的電力自我追溯系統是主要追溯系統，而 NI USB-6356 為基礎的電力自我追溯系統則為查核標準件，以確保電力校正系統建立初期的可靠性。

本年度子計畫主要先針對 NI USB-6356 為基礎的電力自我追溯系統雛型進行研製，而系統架構如圖 2-3-6 所示。自我追溯系統經前端電壓與電流同步取樣後，再以 LabVIEW 軟體還原真實電壓與電流同步波形。然後遵照 IEC 61000 標準系列，設計各種電力量的量測方式及遵照 IEEE 1459 標準計算出各種電力量值，包含有效/無效電功率、有效/無效電能及諧波至 64 次。圖 2-3-7 為自我追溯系統於 NML 的追溯鏈，依標準自我追溯方法，此系統因訊號基礎來自 NI-6356、電壓分壓器(IVD)、電流分流器(Shunt)，因此需校正此三個設備才能完成自我追溯的目的。

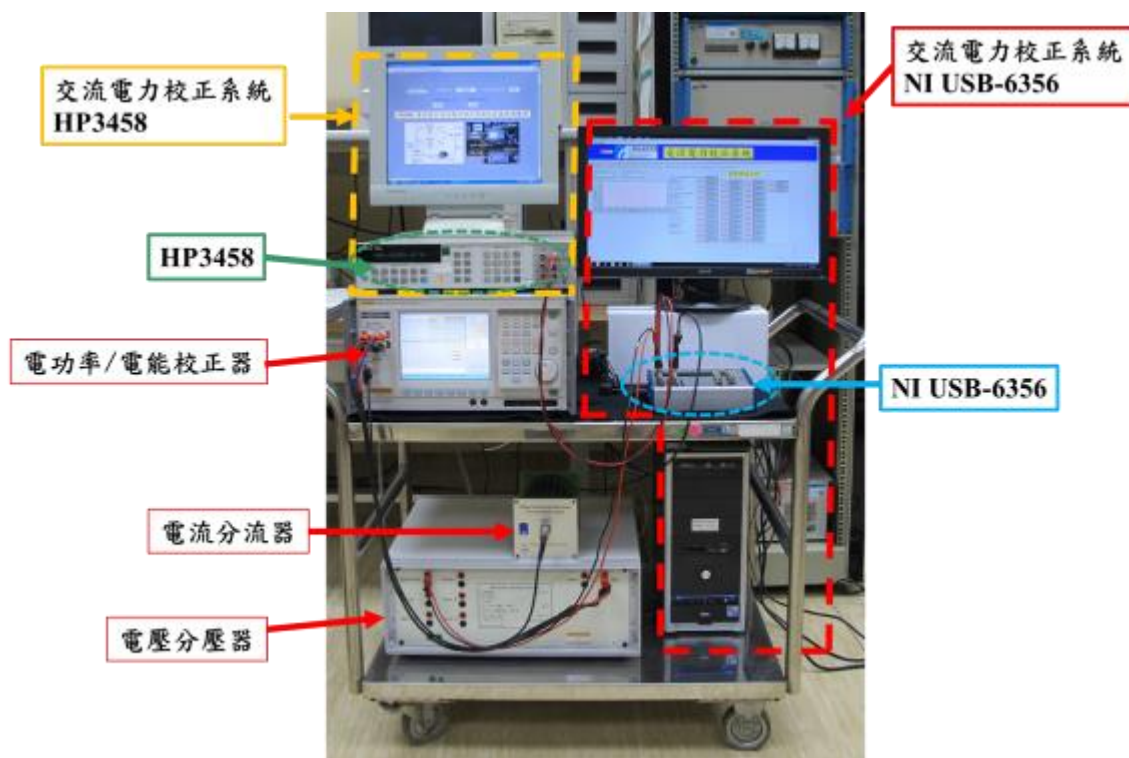


圖 2-3-5、HP3458 與 NI-USB6356 交流電力自我追溯系統雛形

然而，典型的電壓訊號擷取因為離散取樣的物理原理，所以其實是追溯至直流電壓標準，但本量測系統是以每電力週期 1024 點的方式進行取樣，導致 1024 個直流電壓點的校正。此外，在交流電力計量標準系統擴建後，將新增上千個電力參數服務能量點，如果採傳統的自我追溯方式，需各點進行校正，校正時間非常冗長。為解決冗長校正時間的問題，研發團隊提出一基波比率回補的追溯法，其簡單以交流基波有效值(rms)進行校正，並以比率回補，即可同步校正其他電力參數，包含：有效/無效電功率、有效/無效電能及各次諧波值。其主要原理在於數位訊號處理採 FFT，因此基波為各次諧波的基礎量，因此如果針對原始波形以基波的校正值(為一比率)進行比率回補，其回補的效果將能反應在各次諧波上，且也能反應至電功率與電能上。此基波比率回補法，因為採有效值進行比率計算，因此一電力週期只要校正一點，且基波比率回補效果將反應於各相關參數上，因此不需再對其他參數進行獨點校正，將簡化整個電力標準的自我追溯步驟。

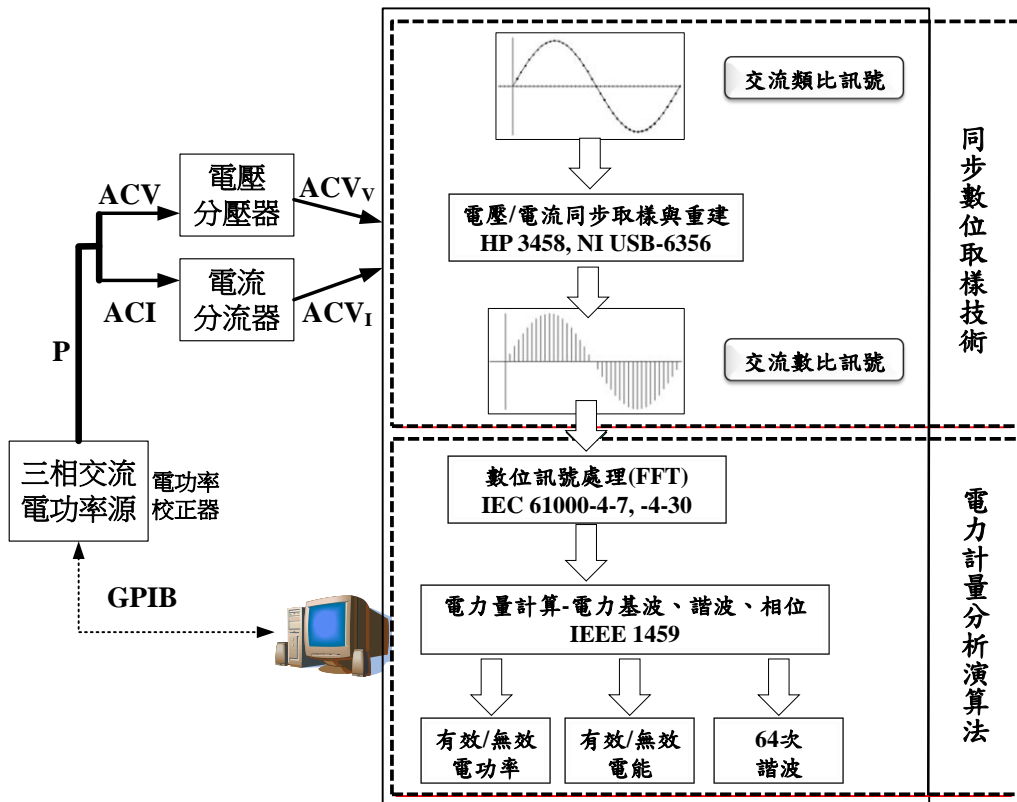


圖 2-3-6、交流電力計量標準之自我追溯系統架構圖

目前實測的結果，如表 2-3-5 至 2-3-7 所示，自我追溯系統在校正後(採以基波電壓與電流追溯 NML 交流電壓與電流標準，並把此校正修正值回補自我追溯系統全部電力參數，以完成 NML 內部自我追溯)，其電壓與電流諧波相對誤差各別可低於 3.1 mV/V 及 6 mA/A，而有效與無效電功率相對誤差各別可低於 235 μ W/VA 及 230 μ var/VA。預期在未來如果也針對電壓與電流波形進行相位偏移校正後，其電功率量測達 RD-33 電力標準表水準，最後可完全取代 RD-33，完成 NML 自我追溯，解決我國交流電力標準多年送校至德國 PTB 的問題。

表 2-3-5、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電壓諧波量測比較

量測設定	電壓 110 V, 60 Hz	
	諧波電壓誤差/基波電壓 (10 ⁻⁴)	
相對誤差	自我追溯系統	RD-33
基波+10% × 3 次諧波	0	-0.4
基波+10% × 5 次諧波	-0.041	-0.7
基波+10% × 10 次諧波	2.02	-2.5
基波+10% × 30 次諧波	10.45	-23.3
基波+10% × 64 次諧波	30.15	-95

表 2-3-6、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電流諧波量測比較

量測設定	電流 1 A, 60 Hz	
相對誤差	諧波電流誤差/基波電流 (10-4)	
	自我追溯系統	RD-33
基波+10% × 3 次諧波	-0.056	-0.5
基波+10% × 5 次諧波	0.048	-0.8
基波+10% × 10 次諧波	1.67	-3.0
基波+10% × 30 次諧波	11.94	-27.0
基波+10% × 64 次諧波	53.73	-120.5

表 2-3-7、自我追溯系統(校正後)與 RD-33 之電功率量測比較

量測設定	電壓 110 V、電流 1 A, 60 Hz			
	自我追溯系統		RD-33	
	有效功率	無效功率	有效功率	無效功率
相對誤差	有效功率誤差 /視功率 (10-6)	無效功率誤差 /視功率 (10-6)	有效功率誤差 /視功率 (10-6)	無效功率誤差 /視功率 (10-6)
0°	-11.67		33	
30°		225		26
-30°		111		-4
60°	-157		-10	
-60°	234		36	
90°		-13		24
-90°		46		-36

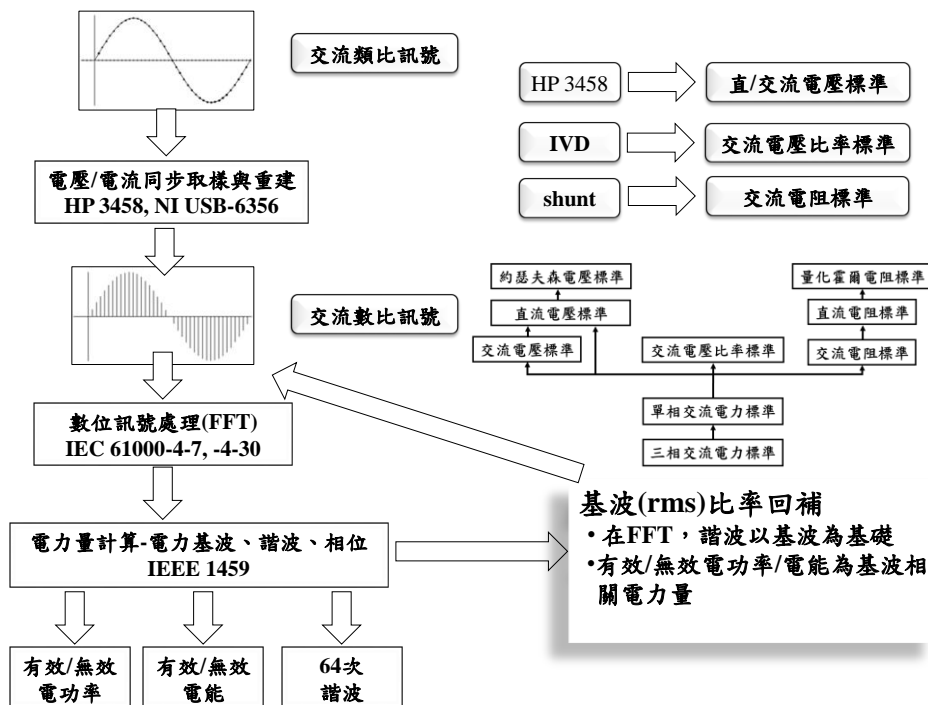


圖 2-3-7、自我追溯系統於 NML 的追溯鏈

【未來推廣應用】

1. 完善電度表檢定之電力計量追溯，確保電度表的準確度。

依標檢局度量衡法現行之「電度表檢定檢查技術規範」，電度表之基準電流(或試驗電流)，於單獨使用式電度表應為 10 A、15 A、20 A、30 A、40 A、50 A，但 76 年建置之 NML 單相電力標準，其能量僅能提供有效電力範圍至 10 A，無法涵蓋電度表的檢定範圍。電度表的種類包含單相及三相電度表兩種，其中單相電度表為民生用戶的計費基準。以目前台電低壓用戶，其約一千二百萬戶，用電量占全系統的 42%，假若單相檢定計量誤差為 $\pm 0.2\%$ ，則一年就可能造成最大電費誤差達 5.5 億元，且低壓用戶為民生基本用電，其電費計價的公平性，更有賴政府的強制監督。因此，研發團隊於今年先針單相電力(電功率與電能)量測標準進行擴建，順利完成單相電力能量擴建，電流可達 80 A，且新增無效電功率/電能，可供電業法之功率因數過低的罰責追溯依據。並且新增電壓與電流諧波，以提供新型智慧電表之電力品質參數量測之追溯。今年子計畫建置的單相電力標準能量將為明年三相電力量測標準擴建的基礎，為重電用戶(商辦、工業、大眾運輸、學校)的計費基準，共約 2.3 萬戶，但用電量占全系統的 58%，因此三相電功率與電能的量測標準擴建更具迫切需求。

2. 提供電力品質計量追溯，提高智慧電網與工廠商辦用電之安全性及穩定度

由於節能之電力電子技術的進步及大量地運用、資訊設備的普及、電氣化的大眾交通運輸與各種生產製程、造成諧波、不平衡及負載變動等電力品質問題日趨嚴重。加上再生能源(太陽能/風力發電)等能源政策，積極提高電網之再生能源占比，導致電力波形畸變，將嚴重污染電力品質，甚至導致過電壓與過電流破壞電力設備、造成保護電驛誤動作及電容發生並聯共振等問題，由於上述的各種問題，電力品質量測設備應準確地量測電力參數，才能進行相關的電力品質分析。此外，電網的電力品質與安全性直接影響全國民眾與產業的生活安全與經濟活動，因此 NML 若能提供完備電力品質的量測計量追溯，即可協助提高智慧電網安全性及穩定度。本子計畫已於今年新建電力品質重要參數能量，包含電壓諧波與電流諧波，以滿足多年電力產業與工業用電在電力諧波參數需送校至大陸或歐美的困境。

此外，為能有效預防像 1999 年 7 月 29 日發生的無預警式大規模停電，利用同步相量量測技術(PMU 技術)為基礎之廣域狀態量測系統，係近年來台灣電力公司(台電)及世界各國積極研究的方向。其為新型的電網電力品質監測儀器，即可預防大規模的停電問題，同時可對意外事故所導致的電力中斷進行最快的應變與電力調度，保障人民安全與降低產業經濟上的損失。為確保台灣智慧電網監測的準確性，及提升 PMU 製造商儀器的國際競爭力，本子計畫建置了 PMU 自動化檢測系統，此系統可依照 IEEE Std C37.118.1-2014 PMU 標準進行檢測。檢測結果可以了解 PMU 的量測性能，以確保智慧電網安全性及可靠性。再者，基於 PMU 之廣域量測應用為台灣實現智慧電網的重要監測技術之一，本子計畫伴同標準系統建置所一併建立之檢測技術，目前亦用以輔導國內

PMU 設備製造商設計滿足 IEEE PMU 性能標準要求的產品，也與 PMU 學術研究單位商討變電所現場檢測 PMU 的 on-site 檢測技術，並且與美國國家標準與技術研究院 NIST 針對 on-line 的 PMU 線上檢測技術進行合作討論。

3. 新型智慧電網產業之電力計量追溯

本子計畫能量建置後，將可促成國內居家節能電表製造商或工業節能顧問公司直接受益。因為，電表準確的有效電能偵測，是實現居家節能需量反應的基礎，若再配合無效電能及諧波相關參數的量測，可進行負載的非侵入式偵測及工業功率因數的改善及設備的故障預防。藉由完備的高準確電力品質計量技術，當能進一步輔導電力檢測設備商在電力事故偵測技術的研究開發，從而使得相關事業單位透過電力系統的電力品質監測儀器，預防可能性的停電問題，以降低產業經濟損失風險，保障生命安全。而電動車充電站所使用的計量電能表，其準確性關係著充電計費是否正確，NML 計量標準追溯能量建置完成，即創造了國內展開高品質電力公平交易之基磐條件，提供一交流計量基準，將有助廠商於電動車交流慢/快充技術的開發及相關車用電力轉換的應用技術設計，加速電動車充電系統研發商及交流充電電池製造商在交流充電技術的研發，並確保充電計費之準確性，以加速台灣電動車的普及推動。

(四)、半導體多維參數量測標準技術

【本年度目標】

- 3D 鍵合疊對量測標準技術建立
疊對量測標準方法評估
疊對量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$
- 矽通孔深度量測標準技術建立
矽通孔量測標準方法評估
孔深量測範圍： $(5 \sim 100) \mu\text{m}$
孔深量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$

◎全程年度目標，請參閱附件十一

【執行成果】

- 3D 鍵合疊對量測標準技術建立
1. 量測方法

在半導體界一般最常用的疊對圖樣大致可分為 box-in-box、frame-in-frame、bar-in-bar，如圖 2-4-1 所示，此外亦有各家公司所自行研發的疊對圖樣，主要目的在於藉由上下層的疊對圖樣之中心偏差量，來判斷其製程參數影響堆疊的晶圓好壞。量測方法皆使用光

學模式進行量測，然而，由於光學系統本身存在著系統誤差，其產生的原因在於當系統光軸與待測疊對圖案呈垂直狀態時，可量測出待測疊對圖案偏差量，如圖 2-4-2(b)所示；但倘若系統光軸與待測疊對圖案呈非垂直狀態時，其晶圓上下層疊對圖樣的中心偏差量，會因為光軸入射光角度而造成偏差，如圖 2-4-2(c)所示。

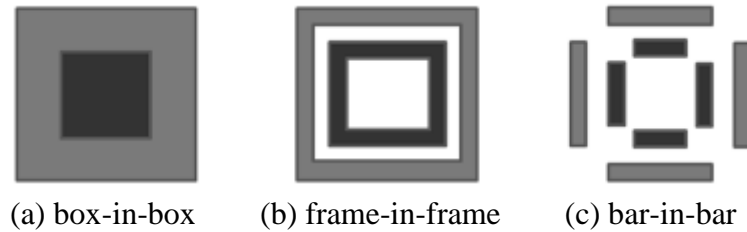


圖 2-4-1、半導體常用之疊對圖案

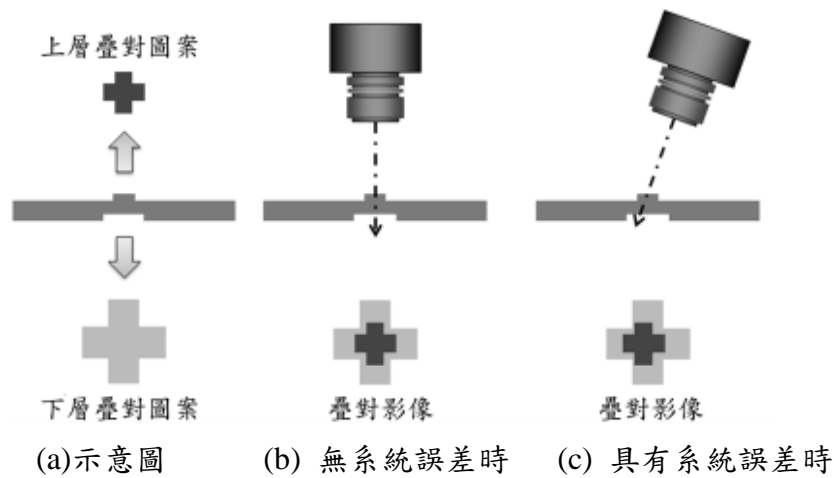


圖 2-4-2、疊對影像量測

因此在量測上必須消除系統誤差(TIS, Tool Induced Shift)對疊對圖案量測上的影響，首先需將待測的疊對圖案置放於影像中心，完成取像計算後，再將疊對圖案旋轉 180 度進行取像計算，並將兩張影像的量測偏差值加以計算並消除其系統誤差，其公式如下，

$$OL = \frac{(OL_0 - OL_{180})}{2} \quad (2-4-1)$$

OL 為待測疊對圖案扣除掉系統誤差後的疊對誤差量， OL_0 為晶圓在 0 度條件下量測的疊對誤差量， OL_{180} 為晶圓在 180 度條件下量測的疊對誤差量。

2. 紅外顯微鏡系統

紅外顯微鏡系統之硬體架構是由二維影像偵測器、顯微物鏡及紅外光源組成的紅外疊對顯微模組，系統架構如圖 2-4-3 所示。照明光源經過透鏡 1，透鏡 2 及物鏡照射到待測樣品上，即疊對圖案。這裡所使用之照明光源的波長範圍為(1.0 ~ 2.5) μm ，在透鏡 1 及透鏡 2 中間加入一個 1.2 μm 的濾光片，其可使待測樣品在影像偵測器上具有較佳的影

像品質。由待測樣品反射的光線經由一個放大倍率為 20 倍的紅外物鏡及一個管鏡(Tube Lens)成像至二維影像偵測器，其後再藉由自行研發的軟體，可分析疊對圖案的疊對誤差。

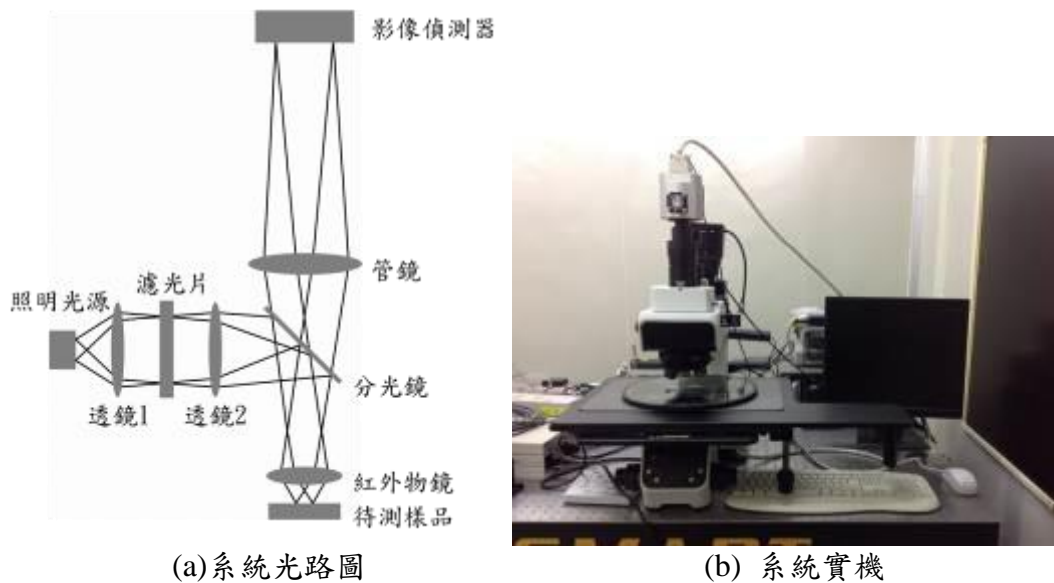


圖 2-4-3、紅外顯微鏡系統

3. 系統不確定度評估

接著評估系統的量測不確定度。圖 2-4-4 為此系統及標準件追溯流程。研發團隊使用台濠科技股份有限公司生產的 100 μm 直徑圓標準件，其經由 NML 檢測後其值為 103.16 μm ，量測不確定度為 0.36 μm ，接著使用圓標準件校正系統的放大倍率。

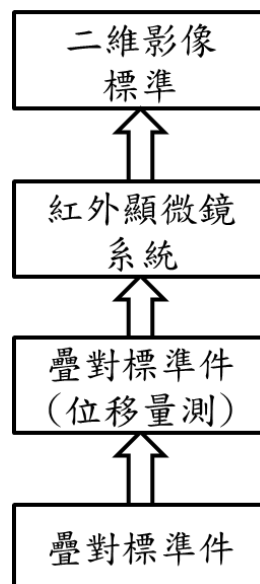


圖 2-4-4、系統及標準件追溯流程

為了消除系統誤差，研發團隊使用此一圓標準件求得系統誤差值及系統不確定度，量測流程如下；使用所建置的紅外顯微鏡系統量測圓標準件放置 0 度時的圓中心位置，接著放置 50 μm 厚度的矽薄片於圓標準件上並量測其中心位置，接著旋轉圓標準件至 180 度並重複以上的量測，量測結果如表 2-4-1 所示。由表 2-4-1 的數據可得 x 方向及 y 方向的系統誤差所產生的疊對量測誤差，分析可得其標準不確定度分別為 0.06 μm 及 0.11 μm 。由標準件的校正報告可得圓直徑的標準不確定度為 0.18 μm 。由 x 方向，y 方向，及圓直徑的標準不確定度可以計算求得系統的組合標準不確定度為 0.22 μm 。

表 2-4-1(a)、圓標準件之圓中心位置

量測次數	系統誤差 @ 0 度						系統誤差 @ 180 度					
	圖樣位置 @ 空氣		圖樣位置 @ 矽		疊對誤差 (μm)		圖樣位置 @ 空氣		圖樣位置 @ 矽		疊對誤差 (μm)	
	X (μm)	Y (μm)	X (μm)	Y (μm)	X 方向	Y 方向	X (μm)	Y (μm)	X (μm)	Y (μm)	X 方向	Y 方向
1	404.01	316.96	404.36	317.21	-0.35	-0.25	400.38	319.23	400.39	319.46	-0.01	-0.23
2	404.26	317.33	404.45	317.67	-0.19	-0.33	400.38	319.20	400.45	319.29	-0.07	-0.10
3	404.54	317.76	404.76	317.77	-0.22	-0.01	400.37	319.21	400.61	319.48	-0.24	-0.26
4	404.64	318.06	404.90	318.01	-0.26	0.05	400.41	319.22	400.65	319.22	-0.24	0.00
5	404.87	318.29	405.10	318.36	-0.22	-0.07	400.42	319.14	400.63	319.16	-0.21	-0.02
6	404.98	318.60	405.23	318.62	-0.24	-0.02	400.43	319.12	400.65	319.39	-0.21	-0.27
7	405.05	318.62	405.12	318.54	-0.07	0.08	400.48	319.05	400.56	319.41	-0.09	-0.36

表 2-4-1 (b)、圓標準件之疊對誤差

疊對誤差	
圖樣位置 @ 空氣 & @ 矽	
疊對誤差 X (μm)	疊對誤差 Y (μm)
-0.17	-0.01
-0.06	-0.12
0.01	0.13
-0.01	0.03
-0.01	-0.02
-0.02	0.12
0.01	0.22

4. 疊對圖案不確定度評估

接著使用校正完成的紅外顯微鏡系統量測自行製作的疊對量測圖案。疊對圖案結構如圖 2-4-5(a)(b)所示，其中 w1 及 w2 分別為 38 μm 及 18 μm ，上下層疊對圖案尺寸 S1 及 S2 分別為 101 μm 及 87 μm 。圖 2-4-5(c)(d)為使用所建置的紅外顯微鏡系統量分別對焦至下層圖案及上層圖案所量測到的影像。

量測結果如表 2-4-2 所示，由表 2-4-2(a)的疊對圖案中心座標位置可得 x 方向及 y 方向疊對圖案所產生的疊對誤差，分析可得其標準不確定度分別為 0.08 μm 及 0.05 μm 。由 x 方向，y 方向，及系統的標準不確定度可以計算求得疊對標準件的組合標準不確定度為 0.24 μm 。

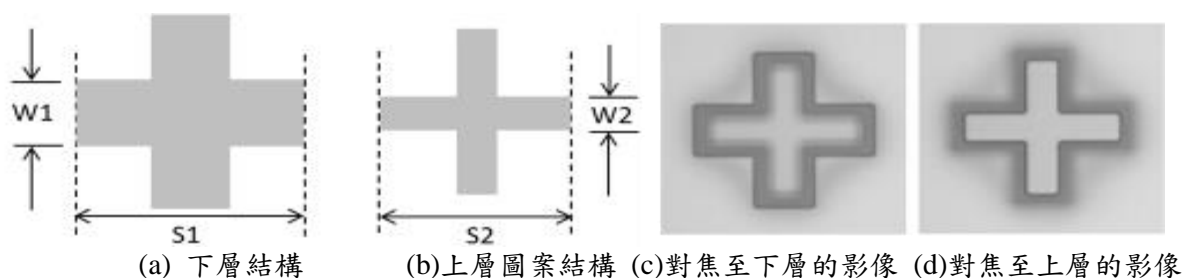


圖 2-4-5、疊對圖案結構

表 2-4-2(a)、疊對標準件之中心位置

量測次數	疊對誤差 @ 0 度						疊對誤差 @ 180 度					
	圖樣位置 @ 上層		圖樣位置 @ 下層		疊對誤差 (μm)		圖樣位置 @ 上層		圖樣位置 @ 下層		疊對誤差 (μm)	
	X (μm)	Y (μm)	X (μm)	Y (μm)	X 方向	Y 方向	X (μm)	Y (μm)	X (μm)	Y (μm)	X 方向	Y 方向
1	404.12	316.65	404.40	316.85	-0.28	-0.20	400.27	319.13	399.99	319.28	0.28	-0.15
2	404.37	317.22	404.59	317.46	-0.23	-0.23	400.17	319.30	400.11	319.50	0.06	-0.20
3	404.65	317.65	404.85	317.77	-0.20	-0.12	400.27	319.10	400.12	319.01	0.15	0.09
4	404.75	317.91	405.01	318.09	-0.25	-0.18	400.31	319.16	400.35	319.30	-0.04	-0.15
5	404.76	318.18	405.09	318.49	-0.33	-0.31	400.32	319.14	400.17	319.24	0.15	-0.09
6	404.88	318.50	405.07	318.69	-0.18	-0.19	400.26	319.21	400.38	319.45	-0.13	-0.24
7	404.75	318.51	404.98	318.77	-0.23	-0.27	400.38	319.11	400.35	319.21	0.03	-0.11

表 2-4-2(b)、疊對標準件之疊對誤差

疊對誤差	
圖樣位置 @ 上層 & @ 下層	
疊對誤差 X (μm)	疊對誤差 Y (μm)
-0.28	-0.03
-0.15	-0.02
-0.17	-0.10
-0.10	-0.02
-0.24	-0.11
-0.03	0.02
-0.13	-0.08

• 矽通孔(TSV)深度量測標準技術建立

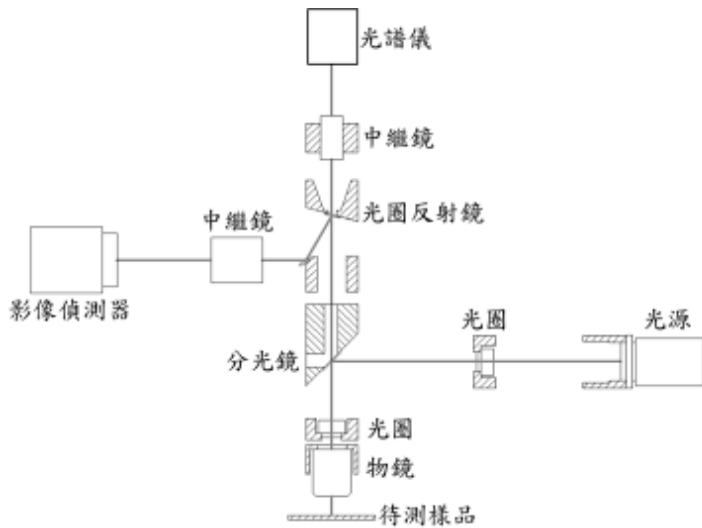
1. 量測方法

反射儀常見於半導體製程中監測薄膜的沉積或蝕刻的厚度。由反射儀擷取的反射光譜來推算薄膜的特徵參數是相當快速簡便的方法，而且設備結構簡單。現有的光譜反射式膜層檢測設備依照所使用的收發光介面可以分成光纖束式、顯微鏡式。光纖束式利用光纖束與光譜儀的結合成為測量膜層的反射式架構。在光路設計上，利用光纖束的共同端將光源由光纖束入射至樣品上，光纖束包含幾個照射光纖及一個讀取光纖，由光纖束中的讀取光纖接收反射光，然後透過分支輸入到光譜儀中，測量樣品的反射光譜，進而由程式算出膜層的折射率、消光係數與厚度。相對於使用光纖為介面來收發光束，顯微鏡式膜層檢測設備具有檢測光點小的優點，可以用來檢測結構細微的膜層。如圖 2-4-6 所示，光源透過顯微物鏡入射於樣品，其反射光分成兩道光束，一道入射至光譜儀得到反射光譜，進而計算出光學參數，另一道則由影像偵測器所接收，可以即時觀察待測點位置。

2. 反射儀系統

如圖 2-4-7，對於反射儀所量測的矽通孔結構，考慮在矽晶圓製作的二維週期性排列之矽通孔。由於入射光所入射的樣品是有特定圖案的結構，當所量測矽通孔結構的週期大於入射波長可見光的十倍時，並沒有顯著的向量繞射情形，故不使用計算量大的嚴格耦合波理論分析，而採用側向干涉理論，不同區域的反射電場和區域的面積與入射光束截面積的比例成正比；也就是說矽通孔開口面積相對於入射光束的截面積越大，從矽通孔反射回來光的電場振幅越大。並且矽通孔底部的反射光與頂部的反射光互相干涉，由於不同區域反射光的相位項各自帶著反射光所走的光程差資訊，這兩個區域反射光干涉的結果，總反射光譜經過推導可以得到三項總合，如下式所示：

$$\begin{aligned}
 R(k) &= (R_{\text{via}} + R_{\text{film}}) + [2 \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{R_{\text{via}} R_{\text{fn}}} \cos(2kd_{\text{via}} - \delta_n)] \\
 &= (R_{\text{via}} + \sum_{n=1}^N R_{\text{fn}}) + [\sum_{n \neq m=1}^N \sqrt{R_{\text{fn}} R_{\text{fm}}} \cos(2k(d'_n - d'_m))] + [2 \sum_{n=1}^N \sqrt{R_{\text{via}} R_{\text{fn}}} \cos(2k(d_{\text{via}} - d'_n))]
 \end{aligned}
 \tag{2-4-2}$$



(a) 系統光路圖



(b) 系統實機

圖 2-4-6、反射儀系統

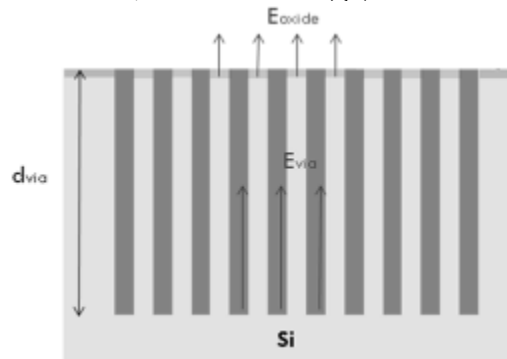


圖 2-4-7、干涉示意圖

第一項是與光程差無關，稱為直流項，第二項是當表面有氧化層時反射光的薄膜干涉項，它是入射光在氧化層間來回多次反射與透射的結果，這一項隱含氧化層的厚度；第三項是矽通孔反射光與氧化層反射光互相干涉的結果，這一項隱含矽通孔的深度。若是材料的折射率已知，從反射儀量到的反射光譜可以推得膜層的厚度，而這正是想要知道的薄膜參數。由於在相同波段厚膜的反射光譜比薄膜有較多的極值，而一般矽穿孔的深度約幾十個微米以上，因此可以預期第三項干涉項在反射光譜中有較密集的極值。若是忽略材料在某個波段的色散性質，從反射光譜即可以觀察到干涉項的圖譜對應到某個振盪頻率，這個振盪頻率正比於薄膜的光學厚度。因此，可以對反射光譜做離散傅立葉轉換求得矽穿孔深度或是膜厚。從轉換後的振幅頻譜(Magnitude Spectrum)尖峰對應到的光程(Optical Path)位置，測到矽穿孔的深度或是膜厚。

3. 系統不確定度評估

接著評估系統的量測不確定度。圖 2-4-8 為此系統及標準件追溯流程。使用自製的階高標準件，其具有階高分別為 5 μm 、30 μm 及 50 μm ，經由 NML 檢測後之值分別為 5.284 μm 、30.220 μm 及 50.350 μm ，量測不確定度分別為 0.018 μm 、0.097 μm 及 0.17 μm 。使用建置的反射儀系統分別對不同階高量測 7 次，並分析系統的不確定度。

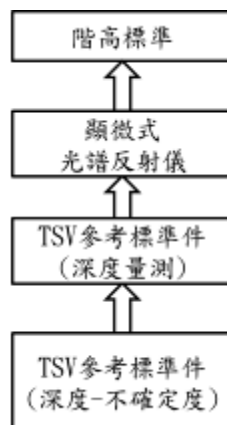


圖 2-4-8、標準件追溯流程

量測結果如表 2-4-3 所示，由表 2-4-3(a)對階高 5 μm 、30 μm 及 50 μm 分別量測 7 次的結果，分析可得其標準不確定度分別為 0.010 μm 及 0.039 μm 、0.035 μm 。由階高標準不確定度，反射儀系統的標準不確定度，及系統差異量，可以計算求得反射儀系統的組合標準不確定度為對不同階高分別為 0.054 μm 、0.143 μm 及 0.23 μm 。

表 2-4-3(a)、階高量測結果

標稱值 (μm) \ 量測次數	10	30	50
1	10.45	30.35	50.54
2	10.47	30.31	50.58
3	10.47	30.39	50.57
4	10.48	30.39	50.59
5	10.47	30.38	50.58
6	10.46	30.30	50.52
7	10.46	30.32	50.50
平均值	10.466	30.349	50.554

表 2-4-3(b)、使用反射儀量測階高之不確定度分析

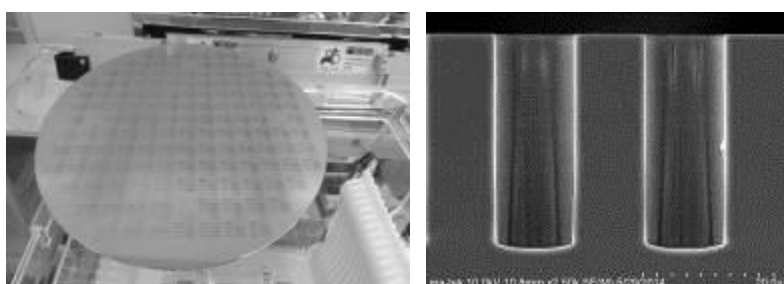
標準件-反射儀			
參數別	標稱值(μm)	量測值(μm)	標準不確定度 (μm)
階高	10	10.466	0.010
	30	30.349	0.039
	50	50.554	0.035

表 2-4-3(c)、反射儀系統之組合標準不確定度分析

反射儀校正不確定度分析表			
階高-標稱值(μm)	10	25	50
反射儀標準不確定度	0.010	0.039	0.035
階高不確定度	0.017	0.049	0.086
系統差異量	0.050	0.129	0.204
組合標準不確定度	0.054	0.143	0.224

4. 矽通孔(TSV)不確定度評估

使用校正完成的反射儀系統量測自行設計製作的矽通孔結構。矽通孔結構如圖 2-4-9 所示，其中量測孔徑為 10 μm 之矽通孔深度。量測結果如表 2-4-4 所示，分析可得矽通孔深度量測標準不確定度為 0.03 μm。由矽通孔深度量測標準不確定度，及系統的標準不確定度，採階高 50 μm 之組合標準不確定度計算後，求得矽通孔標準件深度的組合標準不確定度為 0.227 μm。



(a)晶圓

(b)孔徑 10 μm 矽通孔結構

圖 2-4-9、矽通孔結構

表 2-4-4、孔徑 10 μm 矽通孔結構之深度量測

孔徑 (μm)	10
量測次數	
1	28.04
2	28.09
3	28.06
4	28.09
5	28.06
6	28.07
7	28.00
孔深平均值	28.06
孔深標準不確定度	0.03

【未來推廣應用】

1. 3DIC 檢測市場之業界需求

隨著全球經濟環境變化，我國半導體兆元產業動能的成長力道呈現減緩現象，近年來產業面臨韓國雄心勃勃(目標在 2015 年居全球第二半導體供應國)的企圖，未來要如何維持我國在這些重要產業地位，已是現在就必須要思考的重要課題。近幾年來，在可攜式電子產品的成長趨勢帶動下，將更多的功能整合在更小的體積，並達到節能、高效、成本低的 IC 產品是消費者所期待的。工研院產經中心(IEK)指出，智慧手持裝置終端市場需求，驅動先進封裝技術，預估到 2016 年，覆晶堆疊封裝(FCPoP)、覆晶球閘陣列封裝(FBGA)和晶片尺寸覆晶封裝(FC-CSP)仍是各階機種(Embedded SiP)等泛 3DIC 技術。3DIC 是一種系統級架構的新方法，內部含有多個平面器件的疊層，並經由 TSV(Through Silicon Via)在垂直方向實現相互連接。採用這種方式可以大幅縮小晶片尺寸，提高晶片的電晶體密度，改善層間電氣互聯性能，提升晶片運行速度，降低晶片的功耗。在設計階段導入 3DIC 的概念，可以將一個完整、複雜的晶片，拆分成若干子功效晶片，在不同層實現，既增強了晶片功能，又避免了相關的成本、設計複雜度增加等問題。

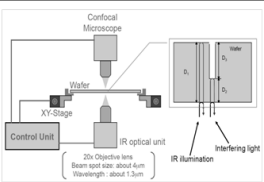
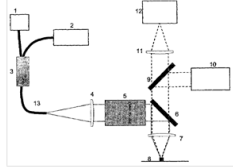
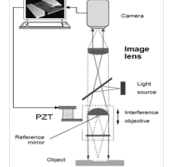
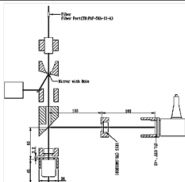
目前包括晶圓代工廠、封測廠商甚至 IC 載板廠，正積極切入泛 3DIC 領域，而相關的 3DIC 製程及檢測設備市場每年都快速的成長。國內半導體產業的製程與封裝技術開發已從傳統的二維晶片(2DIC)轉向三維晶片(3DIC)，以使其產品具有更好的市場競爭力。半導體製造技術戰略聯盟 Sematech 在 2011 年針對 3DIC 堆疊量測的挑戰中說明產業發展所需之重要量測需求包括疊對量測、矽穿孔(TSV)深度量測、薄化晶圓厚度量測，及微凸塊高度量測等，上述相關檢測設備技術須因應高速及高精度的功能，目前此相關設備主要為進口或正在研發中之最新技術。基於以上檢測需求，本計畫將持續研發高空間解析度及高深寬比 TSV 深度量測技術，以滿足產業所需之量測技術。

2. 因應國內外產業需求，及時發展相關應用技術

在 3DIC TSV 封裝技術開發上，矽穿孔的製作與接合材料、製程的開發，在整個製作流程上扮演相當重要的角色。基本的 3D IC 製程步驟首先以黃光微影定義矽穿孔位置，

接著以蝕刻方式(DRIE、Laser Drilling)在矽晶圓進行蝕刻，為了防止漏電產生，會在矽穿孔沉積氧化物絕緣層，將矽與矽穿孔進行電氣上的絕緣；接著以 PVD 進行障礙層(Barrier)與銅種子層(Seed Layer)的沉積，然後再以電鍍銅製程來進行矽穿孔的孔洞填充；接下來以化學機械研磨製程(CMP)進行表面研磨，最後是接合製程。

表 2-4-5、TSV 深度量測之國內外技術比較

廠商(型號)	Lastertec (TSV300-IR)	TAMAR (WaferScan)	Nanometrics (UniFire7900-TSV)	本公司預期發展
技術規格				
技術架構				
量測技術	雷射共焦法	紅外彩色共焦法	白光干涉法	光譜反射法
量測波長	1.30 μm	1.0 μm ~ 1.7 μm	0.4 μm ~0.7 μm	0.45 μm ~0.80 μm
量測點大小	4.0 μm	5.0 μm	Area (image)	30 μm
量測模式(單孔/多孔)	單孔	單孔	多孔	多孔(平均)
TSV深寬比@CD:5 μm	20: 1	10: 1	20:1	10: 1
單點量測速度	~1.0 sec	~0.3 sec	~1.0 sec	~ 0.2 sec
解析度	0.1 μm	0.3 μm	50 nm	0.1 μm

矽穿孔蝕刻製程是矽穿孔製作中一個重要的環節，它的幾何特徵參數，如深度、開口大小是檢測的重點；相較於掃瞄電子顯微鏡(SEM)屬於後製檢測，並且有著昂貴、破壞性且過程耗時的缺點；而光學式檢測蝕刻深度，有著非接觸、非破壞、快速、低成本的優點，並且易於與其他系統整合，可發展成線上即時量測深度的工具。目前市面上針對 TSV 深度量測的光學檢測機台，如表 2-4-5 所示，有以下四種架構；

(1)雷射共焦法：

如 Lasertec 所推出的 TSV300-IR 系統，利用紅外光穿透矽晶圓的特性，建立一波長為 1.3 μm 的雷射共焦系統，從晶圓的背面藉由 Z 軸的掃瞄量測矽穿孔的深度，此架構的優點為可量測高深寬比的 TSV，及具有最佳的解析度，然而，由於須做 Z 軸的掃瞄，其量測時間較久，且由晶圓背面量測，在晶圓的固定上需要有特殊的固定座。

(2)紅外彩色共焦法：

如 Tamar 所推出的 WaferScan 系統，使用一高色散的物鏡，當一紅外寬頻光源(1.0 μm ~ 1.7 μm)從物鏡的像空間入射時，將在物空間呈現軸向的色散的聚焦點。從晶圓的底部來量測，首先量測晶圓的厚度，即晶圓的底部距晶圓頂部的距離，再量測孔洞底部距晶圓底部的距離。相減此兩距離，即可得孔洞的深度。此架構的優點為可量測高深寬比的 TSV，及量測速度快，然而受限於光譜儀的解析度，其對 TSV 深度量測的解析度較差，且由晶圓背面量測，在晶圓的固定上需要有特殊的固定座。

(3)白光干涉法：

如 Nanometrics 所推出的 Reflex-TSV 系統。白光干涉技術以可見白光為光源，光源發出的白光通過干涉物鏡後，在物鏡出口處的半透射光學平面反射一半的光，另一半光

透射後照射在量測物表面，量測物表面的反射光又再次進入干涉物鏡與元光學平面的反射光產生干涉，藉由相移法，即可解出量測物的表面形貌。此架構的優點為具有非常高的 TSV 深度量測解析度，及可同時量測多個 TSV 的深度，然而由於需要做 Z 軸的移動來獲的不同高度的相位資訊，其需要較久的量測時間。

(4)光譜反射法：

研發團隊於本計畫使用光譜式反射儀(Spectroscopic Reflectometry)作為矽穿孔深度的檢測工具，開發反射儀除了量測膜厚的另一項應用，建立理論模型對高密度、小孔徑、高深寬比的矽穿孔進行蝕刻深度研究，以符合矽穿孔未來朝向小孔徑、高密度發展之趨勢。此架構的優點為量測系統簡單及具有良好的 TSV 深度解析度。

3. 未來推廣應用

為滿足半導體 3DIC 製程發展的檢測需求，圖 2-4-10 為研發團隊未來推廣模式，將採用兩種方式進行：第一種方式將配合檢測設備開發業者或是系統自動化整合業者，提供關鍵光學檢測模組，如反射儀模組，紅外顯微鏡模組，再整合成全自動化整機系統，提高產品附加價值，出貨給終端使用者。第二種方式將提供製程或設備開發業者相關的測試服務，例如今年開發的矽通孔深度量測及疊對量測，或是提供相關的標準件。



圖 2-4-10、推廣應用模式

(五)、分光輻射黑體源標準技術研究

【本年度目標】

- 熱源裝置研製技術
- (2500~3000) nm 光生物安全評估替代方法之可行性研究

【執行成果】

- 以濕度量測作為(2500~3000) nm 光生物安全評估替代方法之可行性研究

1. 建立以濕度量測作為(2500~3000) nm 光生物安全評估替代方法之理論依據：

大氣中之水氣及二氧化碳會吸收(2500 ~ 3000) nm 波段之紅外線輻射能量 (主要為水氣)，造成此波段紅外線輻射之功率受環境濕度與傳遞距離所影響。因此，考慮以環境濕度作為光生物安全評估依據，評估是否在環境濕度高於某臨界值，(2500 ~ 3000) nm 波段之紅外線輻射能量，即可被大部份吸收而無光生物危害顧慮。

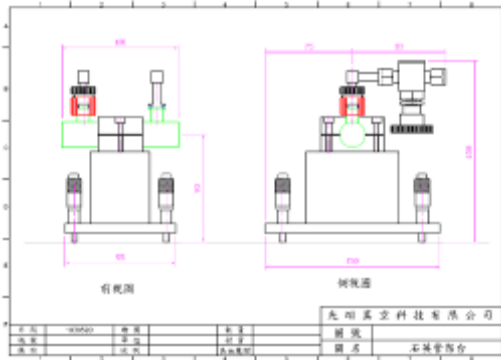
依據 IEC 62471 及 CNS 15592 光生物安全規範內容，假設曝光(照明)時間大於 1000 s，光源在紅外線(無危害)之條件為(780 ~ 3000) nm 波段照度總值不超過 100 W/m²。(780 ~ 3000) nm 波段照度總值可以下式描述：

$$\begin{aligned} E_{IR} &= \sum_{780}^{3000} E(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ &= \sum_{780}^{2500} E(\lambda) \cdot \Delta\lambda + \sum_{2500}^{3000} E(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \quad (2-5-1)$$

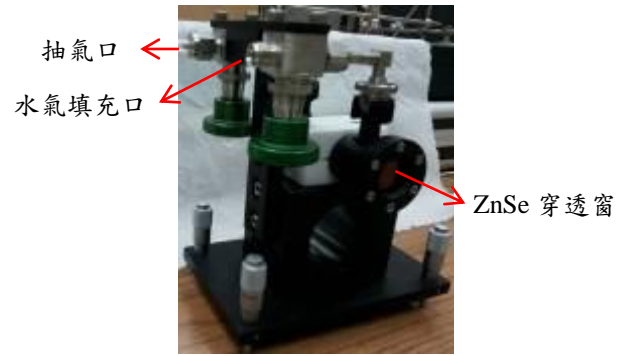
其中， $\sum_{780}^{2500} E(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ ，為光源在(780 ~ 2500) nm 之輻射照度積分值，可透過量測分光輻射照度光譜得知； $\sum_{2500}^{3000} E(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ 為(2500 ~ 3000) nm 之輻射照度積分值； $T(\lambda)$ 為傳播介質(如：空氣)之分光穿透率。此修正式除了描述光源本身在偵測面位置之輻射照度，還包含了光輻射傳遞過程中被空氣中水氣吸收之效應。上式中，若空氣中之光輻射穿透率 $T(\lambda)$ 接近零，則該光源在所選定之量測條件下，紅外線波段之輻射照度值由(780 ~ 2500) nm 之輻射照度所主導，不需顧慮(2500 ~ 3000) nm 波段之光生物安全危害。

2. 設計與製作濕度樣品容器：

腔長 10 cm，適用於現有分光光度計(Cary 5000)規格尺寸；兩端為 ZnSe 紅外線穿透窗，可容許 800 nm ~ 20 μm 之紅外線穿透，穿透率大於 70 %；腔體材質為鋁，內層經陽極處理鍍黑以減少雜散光反射，腔體連接兩真空管路，分別用以抽除雜質氣體及灌入已知濕度之水氣。所設計之濕度樣品容器如圖 2-5-1 所示：



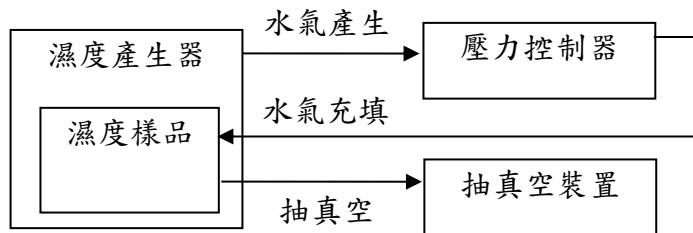
(a) 設計圖



(b) 實體照片

圖 2-5-1、濕度樣品容器

以溫濕度產生器(Thunder 2500)提供所需水氣，導入抽完真空之濕度樣品容器，在一大氣壓、70 °C 左右最高可提供絕對濕度 162 g/m³之濕度樣品。實驗裝置圖如圖 2-5-2。



(a) 系統方塊圖



(b) 溫濕度產生器



(c) 壓力控制元件

圖 2-5-2、濕度樣品配製裝置

3. 濕度樣品分光穿透率量測：

以分光光度計量(Cary 5000)量測不同溫濕度下配製之濕度樣品穿透率。以此推估(2500 ~ 3000) nm 光輻射能量被濕氣吸收之程度。結果如圖 2-5-3。

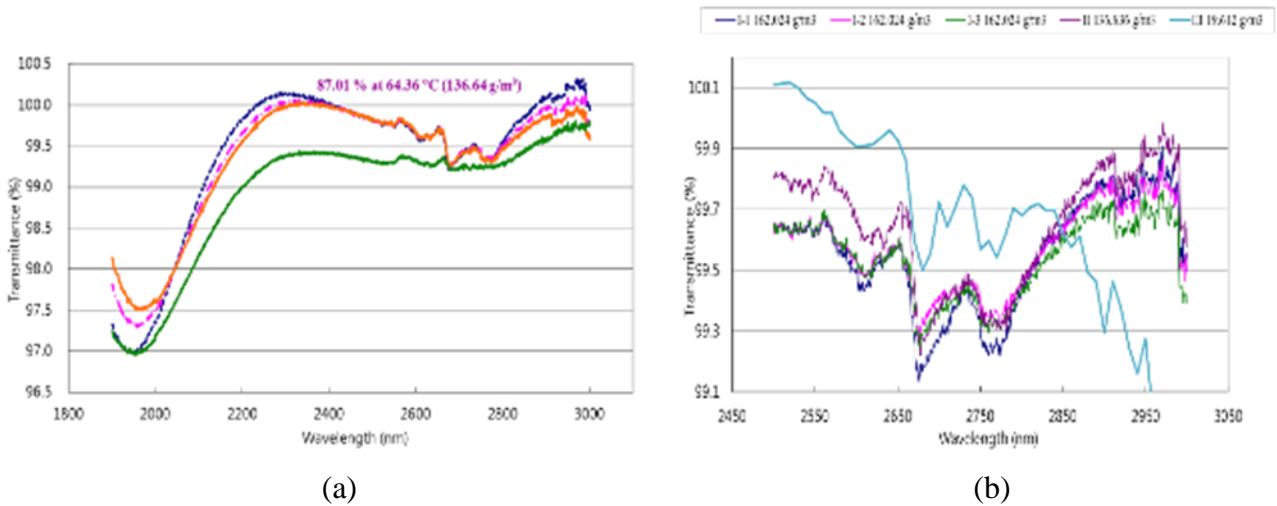


圖 2-5-3、濕度樣品分光穿透率量測結果

- (a) 同一濕度下，溫度變化對穿透光譜之影響(溫度由高至低：綠→橙→紫→藍)
 (b) 不同濕度下，水氣穿透光譜量測結果

圖 2-5-3(a)為同一濕度下，溫度變化對穿透光譜之影響。導入水氣時，溫濕度產生器內部溫度為 64.36 °C，然而在進行穿透光譜量測時，氣體樣品之溫度隨時間而逐漸降低(至室溫)，推測此為因溫度降低造成水凝結於容器內部，造成水吸收上升而穿透率降低之合理現象。圖 2-5-3(b)為 Thunder 2500 可提供之濕度範圍內，不同濕度下，水氣穿透光譜量測結果。由圖 2-5-3(b)可看出增加濕度可降低紅外線水氣穿透率之預期趨勢，然而因腔體長度僅 10 cm，水氣吸收量有限，受限於雙壓力濕度產生器的規格，當達到所能提供之最大絕對濕度水氣時，光輻射穿透率於 2600 nm 仍高達 99.54 %。由外插得到水氣為 35500 g/m³ (0.0355 g/cm³)時光輻射將完全被吸收(圖 2-5-4)，其外插可靠性 R 值平方為 0.98，顯示線性外插之可靠度。

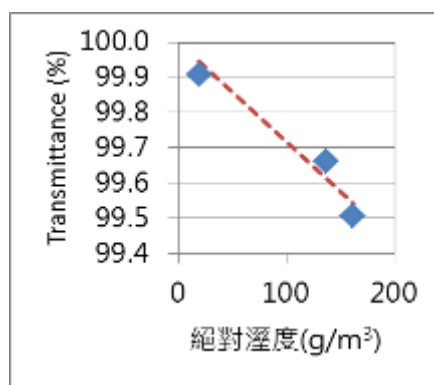


圖 2-5-4、以外插法估算穿透率 $T(\lambda) \sim 0$ 之絕對濕度條件

以上結果顯示，環境中水氣溫濕度之控制，確實能影響(2500 ~ 3000) nm 波段紅外線之吸收程度，實驗結果符合理論預期趨勢：(1)濕度高，紅外線穿透率低；(2)溫度低，紅外線穿透率低。然而受限於現有儀器設備，現階段實驗結果仍無法直接應用於光生物安

全之評估，有待未來改良實驗。

- 以膠原蛋白作為(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全試片之可行性研究

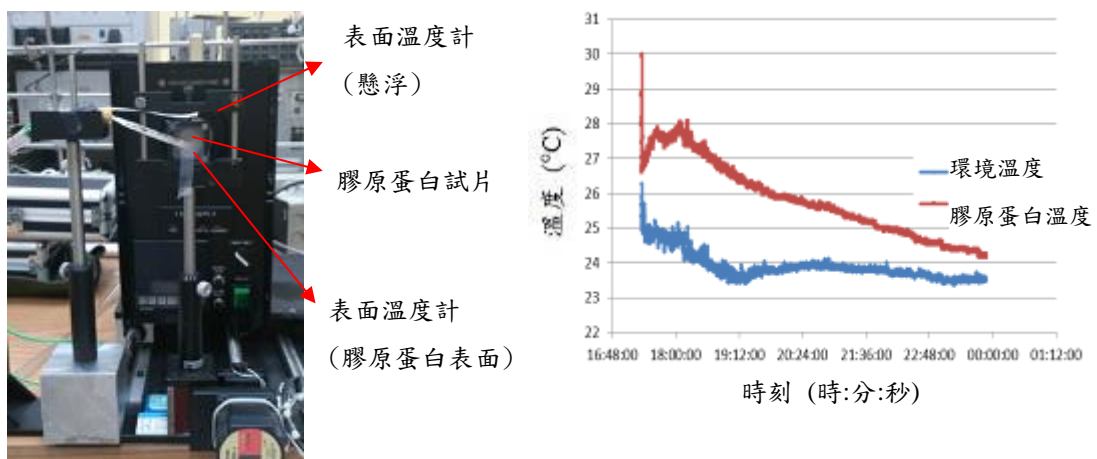
1. 以膠原蛋白作為(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全試片之理論依據：

(2500 ~ 3000) nm 波段之紅外線光生物危害為熱危害，其主要症狀為白內障。依據有限之動物實驗，水晶體之蛋白質在約 40 °C 開始產生變化，也因此該溫度被視為水晶體產生病變的最低溫度。正常狀況下，水晶體未照射光輻射之溫度約為 35 °C，但也可能由於環境高溫(如:熱熔爐附近)或其他因素造成水晶體溫度升高至 37.5 °C，因此，保守估計不造成水晶體病變之容許升溫範圍為 2.5 °C。造成水晶體升溫之機制為角膜升溫間接造成，故我們可以合理假設：若因為照射光輻射能量而造成水晶體升溫，角膜之升溫溫度應大於等於水晶體升溫溫度，由此推測若角膜溫度小於 40 °C，且因照射光輻射能量而造成之升溫在 2.5 °C 以內，應不至於造成水晶體升溫 2.5 °C，而無光生物安全之顧慮。

角膜之主要成分為膠原蛋白，因此選擇用膠原蛋白做為角膜升溫研究之試片，可將膠原蛋白因吸收紅外線而造成之升溫狀況與光源之分光輻射照度作連結，藉以評估(2500 ~ 3000) nm 波段之紅外線光生物危害。

2. 膠原蛋白吸收紅外線光輻射之升溫結果

以鋅(Zn) 定點黑體爐搭配紅外線濾片，可提供已知分光輻射照度之(2500 ~ 3125) nm 波段紅外線輻射。膠原蛋白吸收紅外線光輻射之實驗架設如圖 2-5-5(a)所示。首先以高解析紅外線熱像儀找出黑體爐之定溫條件，在此條件下，量測膠原蛋白試片在黑體輻射照射下之溫度變化狀況。結果如圖 2-5-5(b)。



(a)實驗架設

(b)溫度變化結果

圖 2-5-5、膠原蛋白吸收紅外線光輻射實驗

由圖 2-5-5(b)結果，在黑體定溫時間區間(約介於 17:21 至 17:33 之間)，膠原蛋白表面溫度之升溫約 0.7 °C，此時段內環境溫度幾乎不受影響，因此此部分膠原蛋白升溫主要來自 419.527 °C 黑體輻射能量。上述時段內由膠原蛋白所吸收之分光光輻射照度，可

由普朗克定律與亮度照度轉換公式計算得之，約為 7.78 W/m²，確實符合預期該光源在 (2500 ~ 3125) nm 波段無光生物安全顧慮之結果，初步證實利用膠原蛋白升溫狀況來推測光輻射照度之可行性。

由上述膠原蛋白升溫量測結果，初步證實在環境溫度不受光源影響之前提下，膠原蛋白試片可做為 (2500 ~ 3000) nm 光生物安全之評估試片。若以某未知輻射照度之待測光源照射膠原蛋白試片，若膠原蛋白試片溫度符合兩條件：

- 1). 膠原蛋白試片溫度小於 40 °C 且
- 2). 膠原蛋白因照射輻射能量之升溫小於 2.5 °C，

則可推測該待測光源在 (2500 ~ 3000) nm 之輻射能量不至於有光生物安全之疑慮。

濕度實驗結果符合預期定性趨勢：

- 1). 濕度高，紅外線穿透率低；
- 2). 在同一絕對濕度下，溫度低水氣凝結增加，紅外線穿透率低，

但受限於現有設備，現階段結果仍無法應用於光生物安全評估。未來可就膠原蛋白在其他已知輻射照度條件下之升溫狀況進行定量實驗，建立膠原蛋白升溫與輻射照度值之對應關係。

• 熱源裝置研製技術

1. 建立三維模型模擬技術：

為充分掌握高溫熱源裝置內部熱場分佈特性，作為熱源裝置尺寸與材料設計之依據，利用 ANSYS WORKBENCH FLUENT 軟體進行該裝置的熱傳分析。以線性且穩態熱傳導模式分析熱源裝置溫度分佈，分析使用直角座標系統中的三維連續方程式(Continuity Equation)及 Navier-Stoke 方程式其質量守恆連續方程式如公式(2-5-2)，三維動量方程式如公式(2-5-3)~(2-5-5)。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2-5-2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2-5-3)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (2-5-4)$$

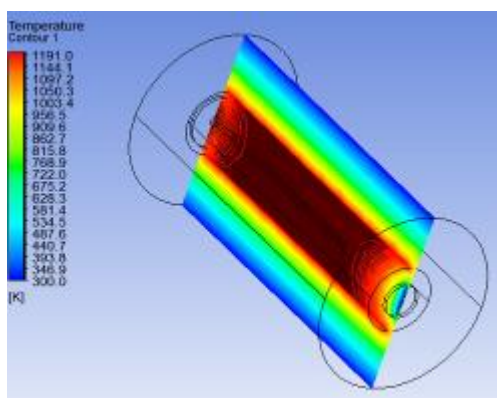
$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (2-5-5)$$

其中， u 、 v 及 w 分別代表 x 、 y 及 z 方向的流體速度， P 為流場壓力， ρ 為流體密度 (Density)， μ 為流體動黏滯係數 (Dynamic Viscosity)。

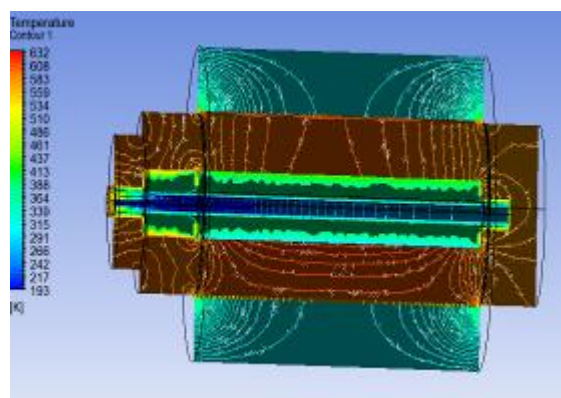
能量守恆定律為熱力學第一定律，其為流體於系統中必須滿足的基本定律。依據此定律，微小控制體積能量的增加率，等於進入控制體積的淨熱流通量加上質量力與表面力對微小元件體所做的功。可得其能量守恆方程式如下：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \frac{\partial}{\partial x_i} [u_i(\rho E + p)] = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_i} - \sum_j h_j J_j + u_j(\tau_{ij})_{eff} \right] + S_h \quad (2-5-6)$$

式中， $E = h - \frac{p}{\rho} + \frac{u_i^2}{2}$ ， k_{eff} 為有效熱傳導係數， $k_{eff} = k + k_t$ ， k_t 為紊流熱傳導係數，可依據紊流模型定義； J_j 表示為組成份 j 的擴散通量； S_h 包含化學反應熱及其他定義之體積熱源項。此能量方程式分別描述熱傳導、熱擴散與黏性損耗所引起的能量傳輸，是流體流動之熱傳問題的基本公式。如圖 2-5-6 為熱場溫度平面剖視熱分佈圖，圖 2-5-6(a) 為未包覆隔熱材前，圖 2-5-6(b) 為包覆隔熱材後之熱場溫度分佈，圖 2-5-7 則為熱源裝置整體內部熱場溫度分佈。根據這些重要模擬結果，調整熱源裝置工作區機構設計，增進了熱源裝置之均溫性與穩定性。



(a) 未包覆隔熱材前



(b) 包覆隔熱材後

圖 2-5-6、熱場溫度平面剖視熱分佈圖

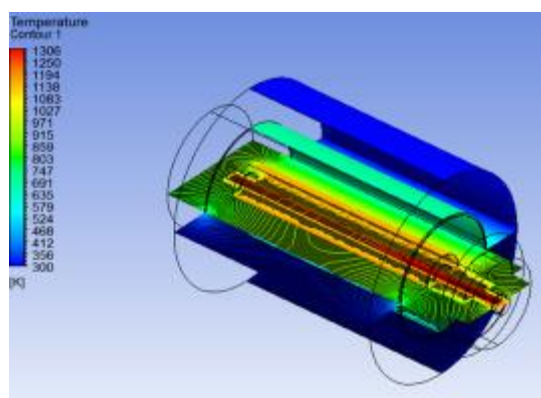


圖 2-5-7、熱源裝置整體內部熱場溫度分佈

2. 設計與建立穩定熱場之控制技術

控制器選用電流輸出方式將其輸送到可調功率驅動器去，以將輸入電流轉換成相位的變化去改變電壓的變化，相對就改變了輸出功率。電控線路元件為變壓器、調相器、電流變壓器、電磁開關及電磁雜訊濾波器，以及提供加熱模組、控制器及抽氣風扇之電源，如圖 2-5-8 所示。電路控制加熱方式係利用主、從式控溫方法(圖 2-5-9)，快速反映即時溫度，避免因熱傳延遲導致之大幅度過溫或過冷現象，禱以產出高穩定性之高溫熱源裝置。另外，為了預防電源若遇停電，之後復電會自動送電，因此電源電路採用電磁開關控制方式，必須人工按鈕才能復置及啟動。控制電路中的 T3、T4 之間及 T4、T5 之間分別串接保護接點，並連接警示用途之溫度感測元件，當爐體外溫度過高或加熱模組附近溫度超過預設溫度，皆會啟動保護機制切斷電源。

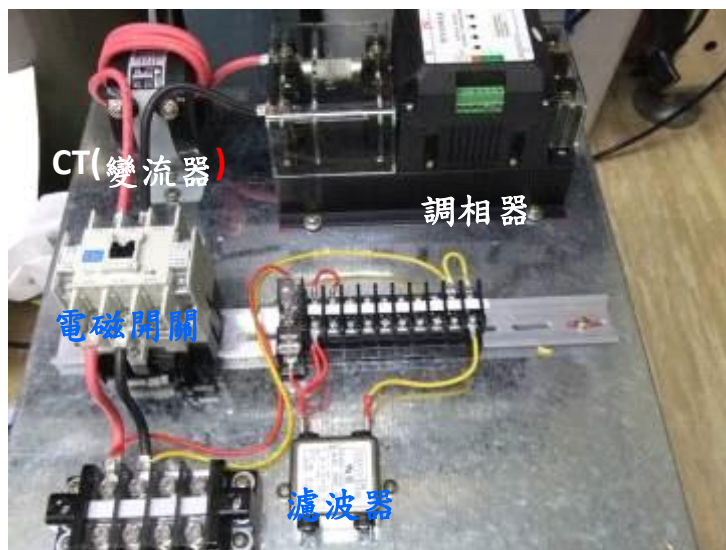


圖 2-5-8、電控線路

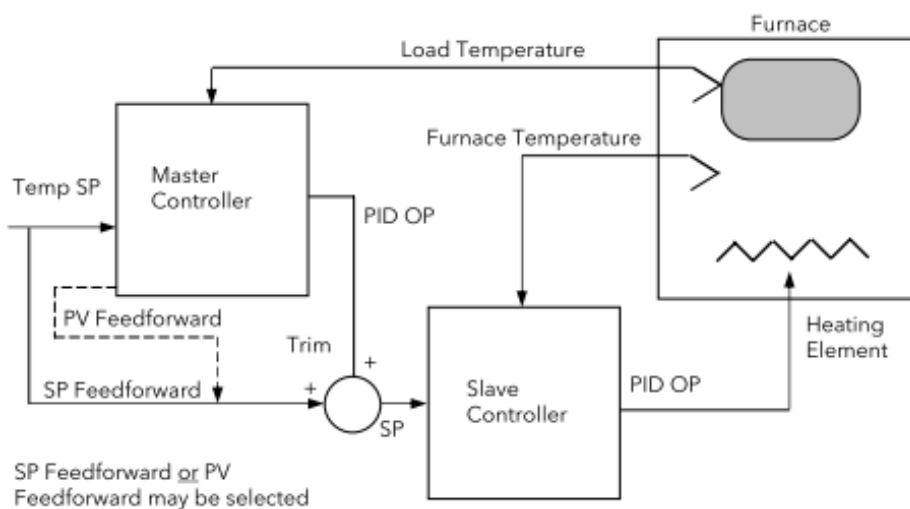


圖 2-5-9、主、從式電路控制

3. 鈹金組構設計

為了將高溫裝置妥善固定，設計一鈹金架構元件，此鈹金架構之設計尺寸分兩層，總高度 1000 mm (上 300 mm 、下 700 mm)，寬 650 mm，長 820 mm，如圖 2-5-10。

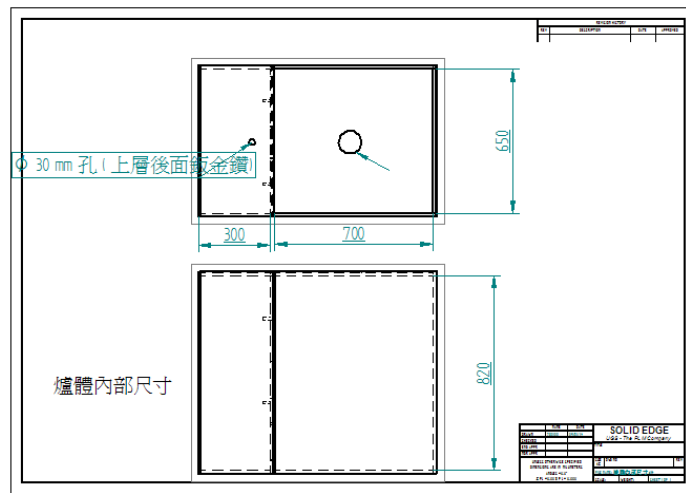


圖 2-5-10、高溫熱源裝置之內部尺寸

在整體框架固定方面，底板鈹金之設計如圖 2-5-11，整體爐體約 80 kg，爐體鎖於底板上(有長型孔可供前後微調固定)。整體高溫熱源裝置示意圖，上層鈹金為承載控制電路及儀錶(控制器面板、顯示控制器電流輸出之電流計、電源總開關、啟動開關及關機開關)負載重量約 40 kg；下層負載爐體約 80 kg，校正開口位於下層前端。上層鈹金，前後均可分別拆卸，旁兩測與頂部為一體鈹金；下層鈹金四邊均可分別拆卸，上層鈹金之旁兩側、下層鈹金之四面均有通風孔，並裝一抽風風扇。箱體鍍鋅鋼板粉體烤漆及耐高溫漆，顏色銀灰色，參考示意圖 2-5-12 與高溫熱源裝置外觀圖 2-5-13。

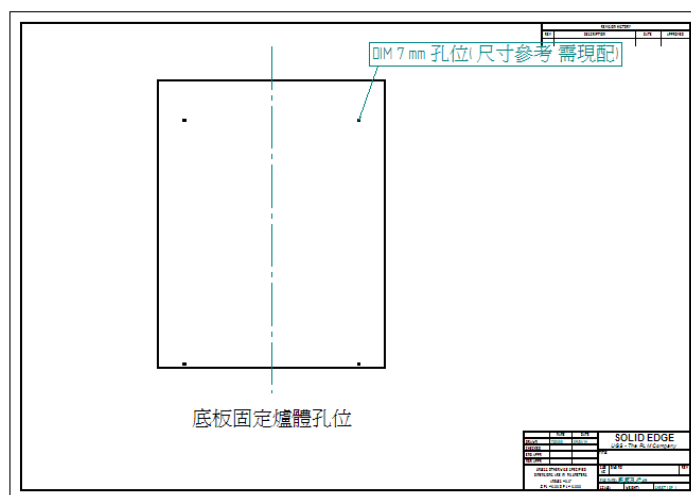


圖 2-5-11、底板鈹金

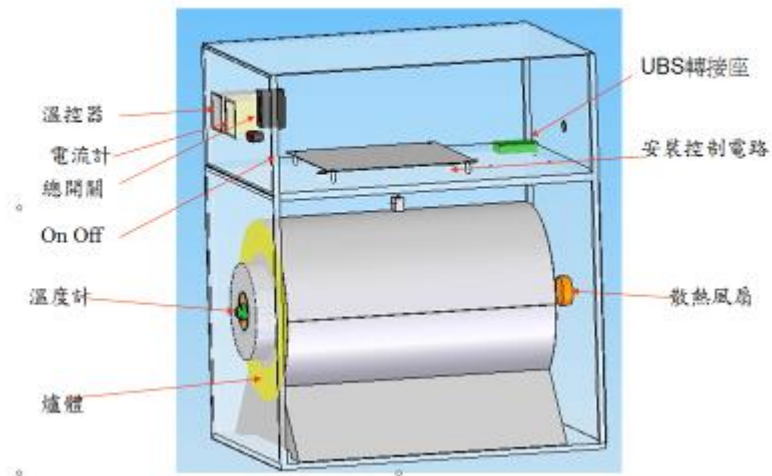


圖 2-5-12、高溫熱源裝置示意圖



圖 2-5-13、外觀圖

4. 測試結果

圖 2-5-14 顯示熱源裝置控溫至 100 °C，於 0.5 小時內變動不大於±0.004 °C，圖 2-5-15 為爐體由 100 °C 升溫至 200 °C 約需 2 小時，於 0.5 小時內變動也是不大於±0.004 °C。

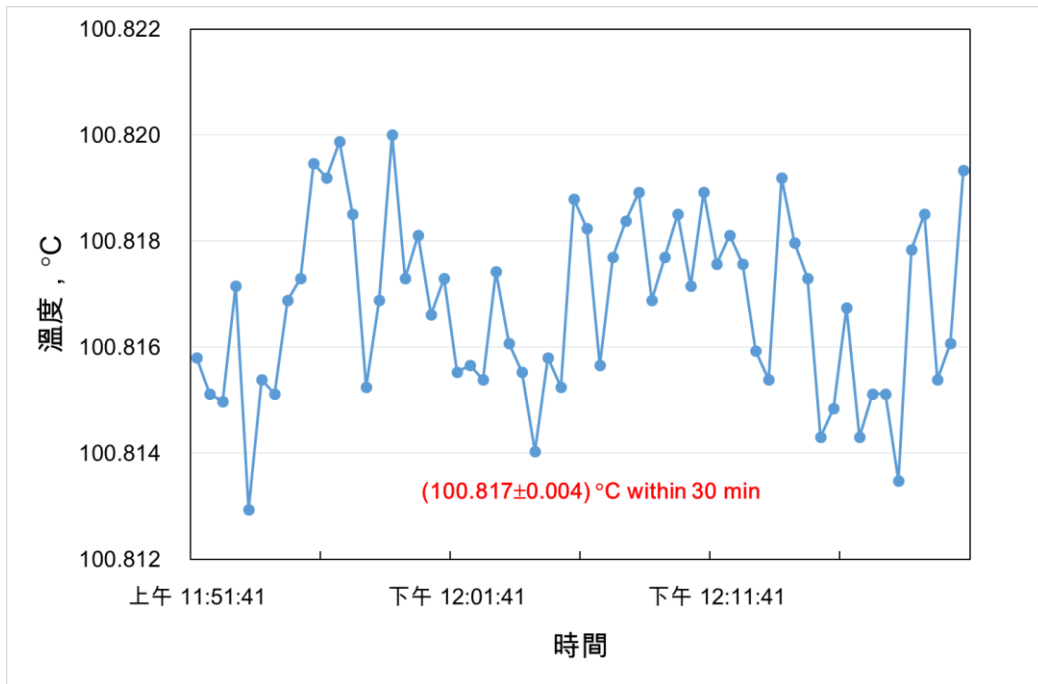


圖 2-5-14、爐體控溫至 100 °C，爐體中心溫度穩定度測試

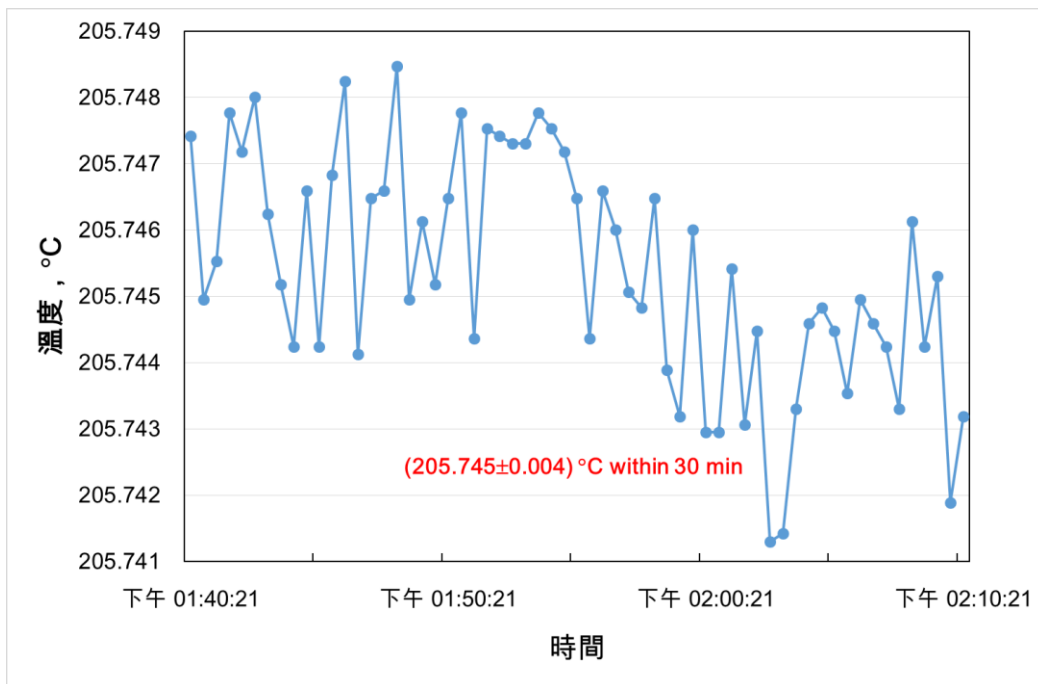


圖 2-5-15、爐體控溫至 200 °C，爐體中心溫度穩定度測試

圖 2-5-16 為爐體由約 70 °C 升溫至 400 °C 約需 2 小時，於 0.5 小時內變動小於 ± 0.004 °C。圖 2-5-17 為爐體由約 65 °C 升溫至 600 °C 約需 2 小時，於 0.5 小時內變動小於 ± 0.03 °C。圖 2-5-18 為爐體由約 97 °C 升溫至 800 °C 約需 2 小時，於 0.5 小時內變動小於 ± 0.03 °C。圖 2-5-19 為爐體控溫於 1000 °C，於 0.5 小時內變動小於 ± 0.008 °C。圖 2-5-20 為爐體控溫 1200 °C，此溫度已超過爐體溫度最高升溫規格，僅為測試用且加溫限於 2 小時，

於 0.5 小時內變動小於 ± 0.02 °C。爐體溫度由 1200 °C 降溫至 21 °C 約需於 35 小時。

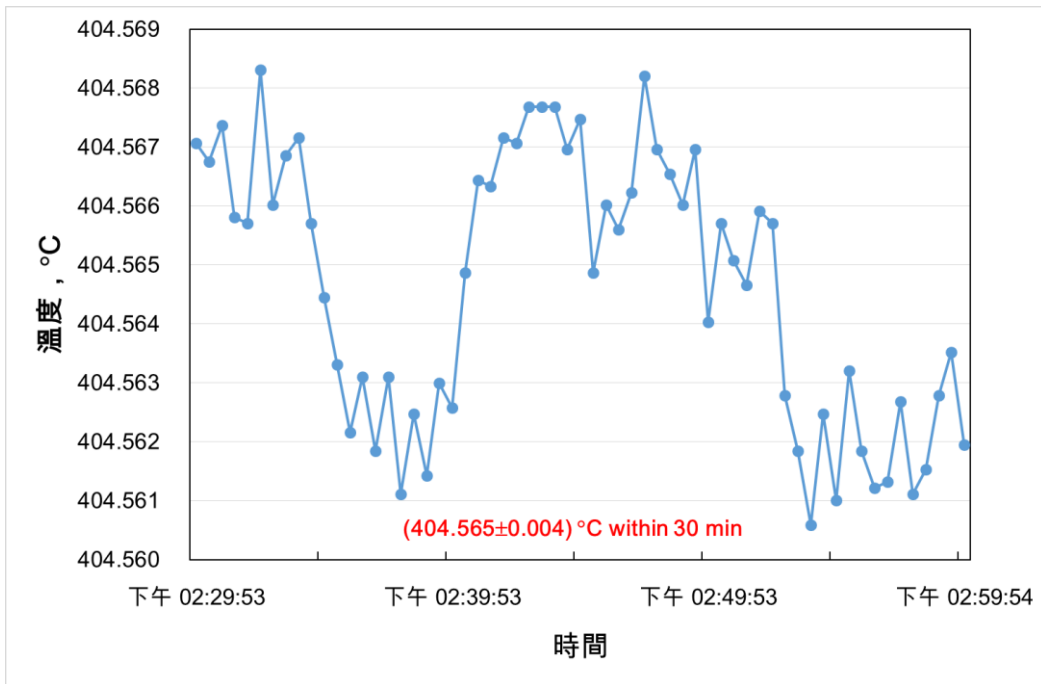


圖 2-5-16、爐體控溫至 400 °C，爐體中心溫度穩定度測試

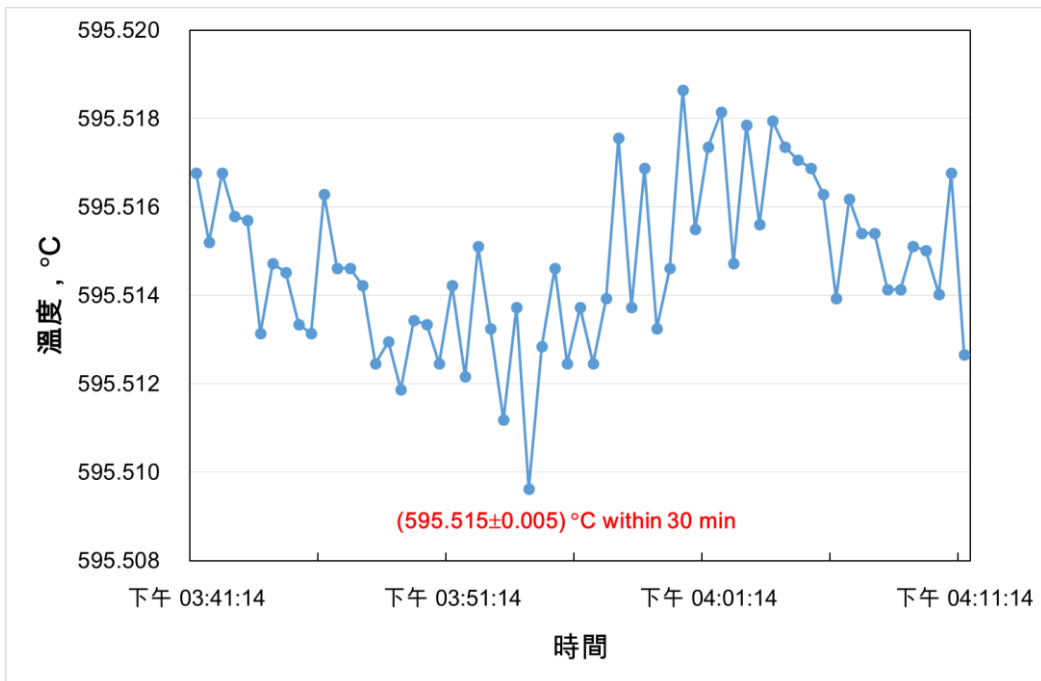


圖 2-5-17、爐體控溫至 600 °C，爐體中心溫度穩定度測試

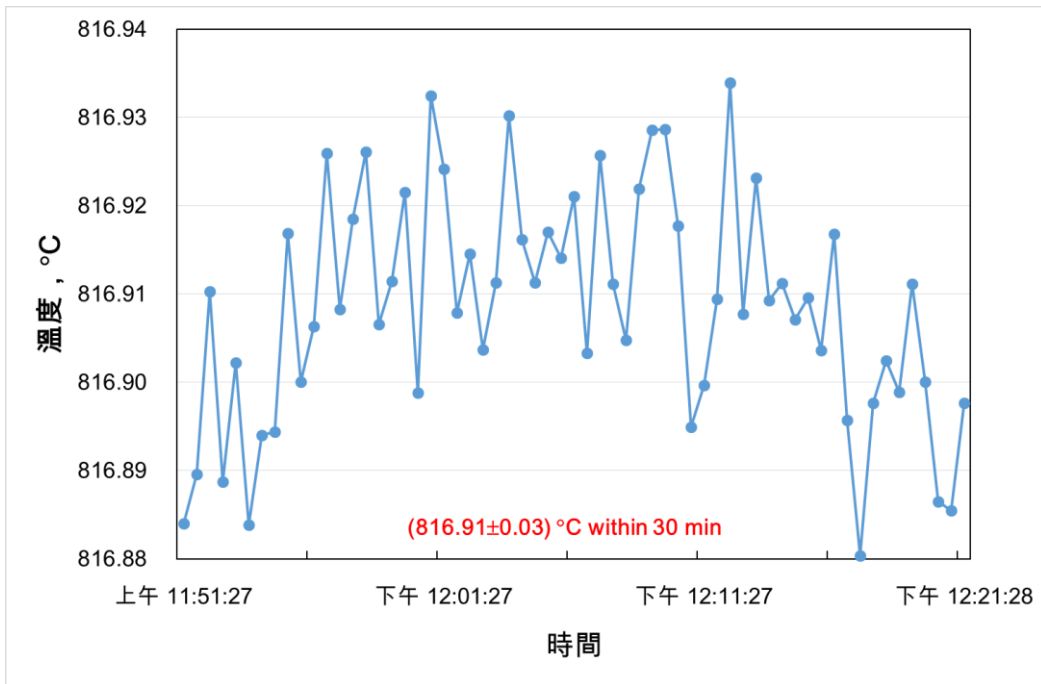


圖 2-5-18、爐體控溫至 800 °C，爐體中心溫度穩定度測試

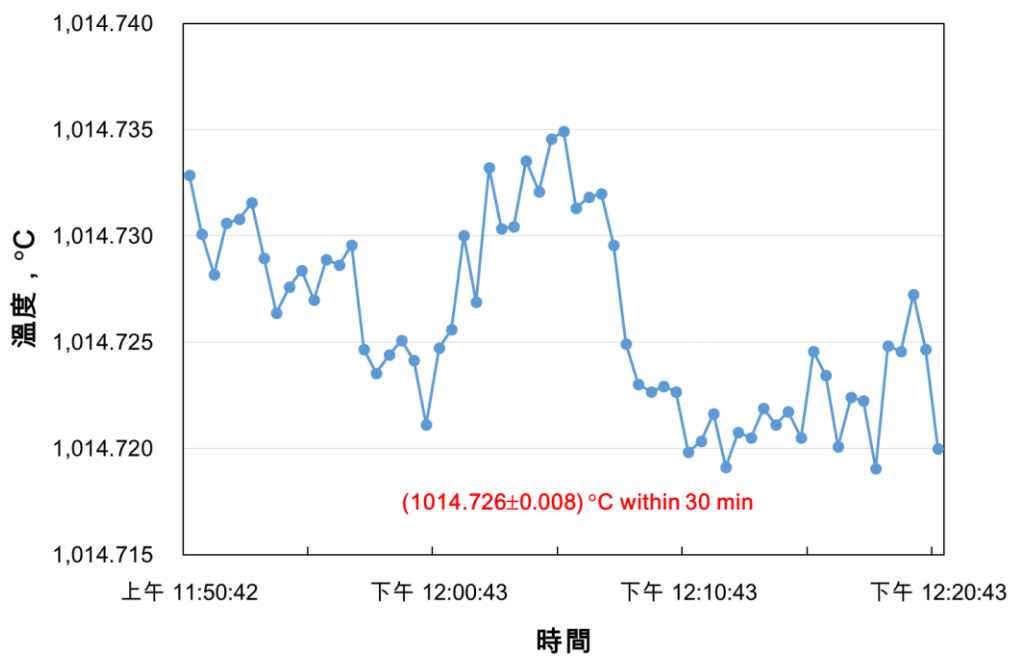


圖 2-5-19、爐體控溫至 1000 °C，爐體中心溫度穩定度測試

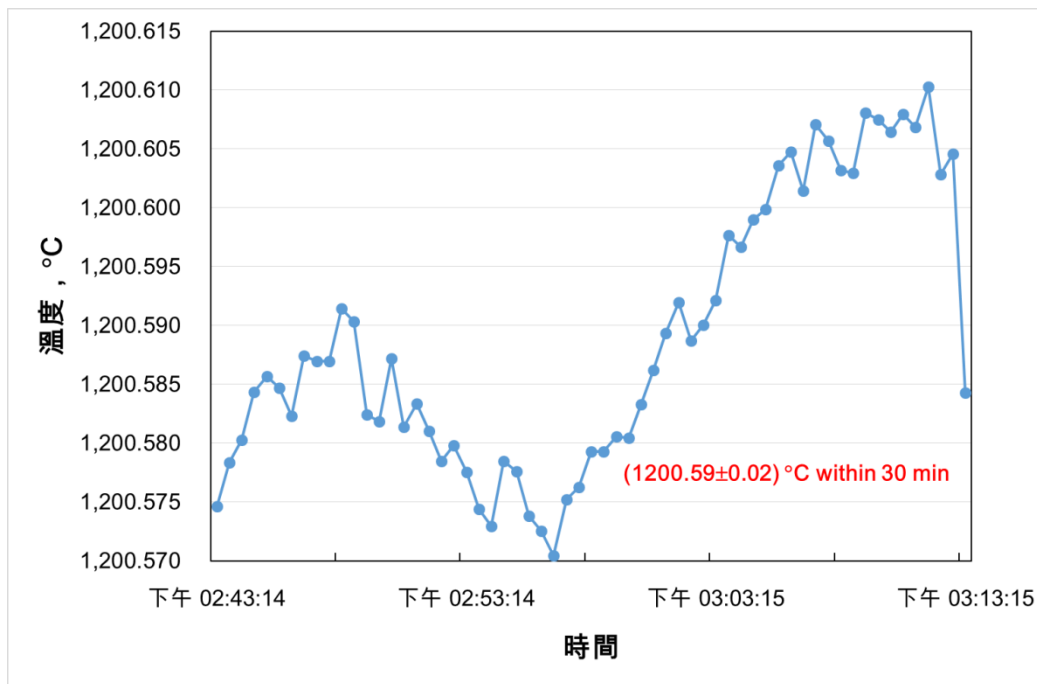


圖 2-5-20、爐體控溫至 1200 °C，爐體中心溫度穩定度測試

本研究由熱傳及流場模擬分析、回饋；和材料、機構、尺寸設計與製作互相結合，完成建構一高溫熱源裝置，目的係為了提供一高溫均勻分佈且穩定之爐體，其使用溫度範圍涵蓋 100 °C 至 1200 °C，測試結果之 0.5 小時溫度變化落在±0.03 °C 範圍內內，可應用於熱電偶精密校正爐之實施例。現階段除已與有需求廠商進行客製化洽談外，成果尚可持續推廣到產學界。

三、前瞻計量技術研究分項

【量化成果說明】

項	目	目標數	實際成果	備註
專利	申請	2 案	3 案	
	獲證	-	-	
論文	國內期刊	2 篇	5 篇	
	國外期刊	2 篇	3 篇	1 篇為SCI
	國內研討會	2 篇	3 篇	
	國外研討會	4 篇	6 篇	
研究報告		5 份	8 份	

【執行成果說明】

(一)、微粒材料量測技術

【本年度目標】

- 完成微型力學共振器設計與製作，共振器等效質量 $\leq 10^{-9}$ g
- 完成微型光學共振腔設計
- 完成高效率氣膠聚焦噴嘴設計
- 完成量測腔設計
- 完成量測腔之傳輸效率分析與量測

【執行成果】

1. 微型力學共振器設計與製作

本計畫發展皮克等級之高靈敏質量量測技術，此技術為微粒質量、材料化學成分與生物分子偵測應用中之核心技術。本計畫利用微/奈米機電(MEMS/NEMS)製程技術，發展高 Q 值(品質因子 Quality Factor)之微型力學共振器，實現皮克等級之微小質量量測技術。所設計之微型力學共振器採用懸臂樑型式，並加入壓阻感測與靜電捕捉設計。

當質量附著於 MEMS/NEMS 力學共振器，除了會造成共振器靜態形變量(Static Deflection)之變化外，亦會使其共振頻率產生一微小之偏移。力學共振器之自然共振頻率 f_N 可表示為

$$f_N = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m_e}} \quad (3-1-1)$$

其中 k 為共振器之彈性常數(Spring Constant)， m_e 為共振器之等效質量；所以共振器質量吸份量 δ_m 與自然共振頻率偏移 δ_f 有以下之關係式

$$\delta_m = \left(2 \frac{m_e}{f_N} \right) \delta_f \quad (3-1-2)$$

共振器上之質量變化 δ_m 可由觀測頻率變化量 δ_f 而得。式(3-1-1)亦可看出自然共振頻率愈高，等效質量愈小，元件對質量的改變量就愈靈敏；另一項重要參數為共振模態之 Q 值，共振頻率之線寬為 f_N/Q ，此線寬決定了可測得之最小頻率變化量 δ_f 。由共振線寬所限定的最小可測得質量 δ_m 為

$$(\delta_m)_{\min} = \frac{2m_e}{Q} \quad (3-1-3)$$

因此由式(3-1-3)可知，微型力學共振器可偵測到的最小質量為其本身兩倍之等效質量除以其品質因子；故降低微型力學共振器之等效質量並提高其品質因子為提升此質量偵測器可解析之最小質量的方法。

1.1 品質因子計算

關於微型懸臂樑之品質因子估算已有許多文獻探討[1-3]，可細分成(1)因空氣阻尼(Air Damping)造成懸臂樑振動時的能量散失 Q_{air} ，(2)因懸臂樑後端連結之支撐點造成振動時的能量散失(Support Loss) Q_{sup} ，(3)因懸臂樑本身材料之熱彈性損失(Thermal Elastic Loss) Q_{TED} ，和(4)懸臂樑表面的能量散失(Surface Loss) $Q_{surface}$ 。而微型懸臂樑之整體品質因子可由下列關係式估算：

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_{air}} + \frac{1}{Q_{sup}} + \frac{1}{Q_{TED}} + \frac{1}{Q_{surface}} + \frac{1}{Q_{others}} \quad (3-1-4)$$

由式(3-1-4)可以得知，若其中一分項的品質因子為當中之最小值，則此一分項將主導整體品質因子，亦即整體品質因子不可能超過此最小分項之品質因子。一般來說，在常壓下，因空氣阻尼造成懸臂樑的振動能量散失是主要機制；但若懸臂樑處於一低壓環境時，則各分項品質因子都可能會成為能量散失之主要機制，並視懸臂量之結構設計與環境參數而不同。

(1)空氣阻尼之品質因子(Quality Factor of Air Damping)

空氣阻尼造成的振動能量散失 Q_{air} 可依不同的壓力範圍來區分[1]，如下：

(a) 本質區域(Intrinsic Region)

指空氣壓力在 1 Pa 以下。在此區域內，因空氣壓力非常低，故空氣阻尼效應可以忽略不計。

(b) 分子區域(Molecular Region)

指空氣壓力在 1 Pa 至 100 Pa。在此區域，空氣阻尼效應是由於懸臂樑之振動表面與空氣分子發生碰撞而造成震動能量散失。因此 Q_{air} 為：

$$Q_{air} = \frac{k_n^2}{3.6 \times 10^{-3}} \frac{t^2}{\rho l^2} \left(\frac{\rho_s E}{12} \right)^{1/2} \quad (3-1-5)$$

其中 p 為空氣壓力。

(c) 黏性區域(Viscous Region)

指空氣壓力在 100 Pa 至 10^5 Pa 以上。在此區域內，空氣可視為黏性流體(Viscous Fluid)，故拖曳力(Drag Force)需列入考量；但由於懸臂樑在介質中振盪的速度遠小於音速，故空氣在此假設為不可壓縮。Navier-Stokes 公式與連續方程式是用來計算一球體於不可壓縮介質中移動所造成的速度場，但由於懸臂樑形體較複雜，無法直接以 Navier-Stokes 公式與連續方程式來求解出其周圍速度場，故文獻中提出將懸臂樑假設為由一連串的球體所構成，用以簡化估算振盪問題[5-7]，因此其等效之球體半徑可由下式估算：

$$R = \sqrt{\frac{wl}{\pi}} \quad (3-1-6)$$

此外，球體周圍之區域為紊流區，故在垂直球體運動方向定義一邊界層厚度 δ 用以估算側向波滲透深度，如下：

$$\delta = \sqrt{\frac{\mu}{\pi \rho_a f}} \quad (3-1-7)$$

其中 μ 為周圍流體(空氣)之黏滯係數， ρ_a 為周圍流體(空氣)之密度。

因此在黏性區域內，空氣阻尼造成之能量散失可由下式估算：

$$Q_{air} = \frac{k_n^2 w t^2}{6 \pi \mu R l \left(1 + \frac{R}{\delta}\right)} \sqrt{\frac{\rho_s E}{12}} \quad (3-1-8)$$

(2) 支撐點之品質因子(Quality Factor of Support)

文獻[3]中有對支撐點品質因子估算之詳細說明，可分為對兩端點為固定-自由形態(Clamped-free Type)之懸臂樑與固定-固定形態(Clamped-clamped Type)之懸臂樑的分析，在此引用其結果：

$$Q_{sup} = C \times \left(\frac{l}{w}\right)^3 \quad (3-1-9)$$

其中 C 為一常數，可由文獻[3]中之估算結果查表而得，在此報告中使用 $C = 2.081$ 。

(3)材料熱彈性之品質因子(Quality Factor of Thermal-elastic)

一振動狀態的彈性物體，其能量之散失是透過此物體的應變場(Strain Field)轉變成溫度場(Temperature Field)，溫度場提供熱能發生不可逆之流動而帶走能量，故此振動狀態的物體會逐漸放緩至平衡停止，這種能量散失的現象即稱為材料的熱彈性阻尼效應(Thermal-elastic Damping)[8]。

材料熱彈性之品質因子可由下式估算[3]：

$$Q_{TED} = \frac{C_p \rho_s}{E \alpha_T T} \left(\frac{6}{\zeta^2} - \frac{6}{\zeta^3} \cdot \frac{\sinh(\zeta) + \sin(\zeta)}{\cosh(\zeta) + \cos(\zeta)} \right)^{-1} \quad (3-1-10)$$

其中 C_p 和 α_T 為懸臂樑材料的比熱和熱擴張係數， T 為懸臂樑的溫度，而 ζ 可由下式表示：

$$\zeta = w \sqrt{\frac{\omega \rho_s C_p}{2\kappa}} \quad (3-1-11)$$

其中 ω 為懸臂樑共振之角頻率(Angular Frequency)， κ 為懸臂樑材料的熱傳導係數

(4)表面相關之品質因子(Quality Factor of Surface)

表面相關之品質因子由下式估算[9]：

$$Q_{surface} = \frac{wt}{3w+t} \cdot \frac{E}{2E_{ds} \delta_{sur}} \quad (3-1-12)$$

其中 E_{ds} 為與邊界壓力相關之常數，而 δ_{sur} 為與邊界層之特徵厚度。由於 E_{ds} 和 δ_{sur} 之值很難求出，故將以文獻[9]上採用的最適合值來減少誤差，此處以 $E_{ds} \cdot \delta_{sur} = 0.81$ 作為後續計算用。

1.2 微型力學共振器設計與製作

本計畫所設計之微型力學共振器為一懸臂樑結構，如圖 3-1-1 所示，其中懸臂樑之長度(Length)、寬度(Width)與厚度(Thickness)為設計參數。除了懸臂樑結構，在懸臂樑的前端有加大的方型結構設計，主要是用作沉積微小質量(如：微粒子)之用；懸臂樑表面則沉積有一薄金屬層，主要是用以施加電壓以捕捉微小質量。由於各種懸臂樑尺寸設計有異，其對應之金屬層導線連接亦有所差異，故在圖 3-1-1 中金屬層後端連接導線為省略。

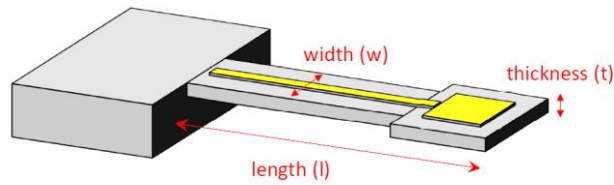


圖 3-1-1、微型懸臂樑示意圖

微型懸臂樑結構之尺寸設計主要可以依據懸臂樑寬度分成三種案例，分別為寬度 $30\ \mu\text{m}$ 、 $45\ \mu\text{m}$ 和 $60\ \mu\text{m}$ ，如圖 3-1-2 所示；但三種寬度案例各自尚有四至五種不同的長度設計，因此一共有 14 種尺寸設計，請參閱表 3-1-1 所列。各種尺寸設計中唯一相同的是厚度，在此皆依微製程能力設計為 $2\ \mu\text{m}$ 。

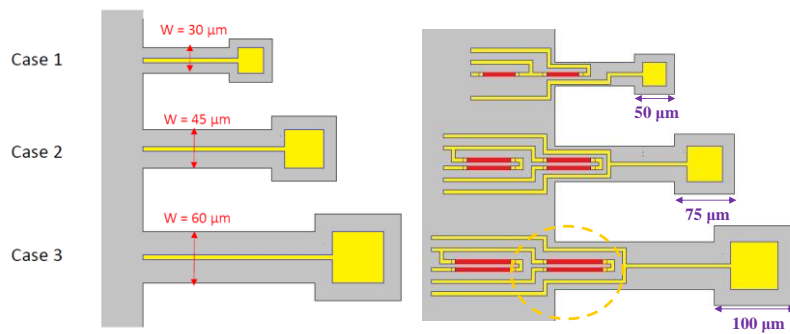


圖 3-1-2、三種寬度、兩種不同形式之微型懸臂樑設計

表 3-1-1、各種微型懸臂樑尺寸一覽表(共 14 種)

	Beam Length (m)	Beam width (m)	Beam thickness (m)
Denote	l	w	t
Case 1-1	1.50E-04	3.00E-05	2.00E-06
Case 1-2	3.00E-04	3.00E-05	2.00E-06
Case 1-3	5.50E-04	3.00E-05	2.00E-06
Case 1-4	7.50E-04	3.00E-05	2.00E-06
Case 1-5	1.05E-03	3.00E-05	2.00E-06
Case 2-1	2.25E-04	4.50E-05	2.00E-06
Case 2-2	4.50E-04	4.50E-05	2.00E-06
Case 2-3	8.25E-04	4.50E-05	2.00E-06
Case 2-4	1.13E-03	4.50E-05	2.00E-06
Case 2-5	1.58E-03	4.50E-05	2.00E-06
Case 3-1	3.00E-04	6.00E-05	2.00E-06
Case 3-2	6.00E-04	6.00E-05	2.00E-06
Case 3-3	1.10E-03	6.00E-05	2.00E-06
Case 3-4	1.50E-03	6.00E-05	2.00E-06

將表 3-1-1 所列之 14 種微型懸臂樑設計經由式(3-1-6)與式(3-1-7)進行計算，可以估算出設計的微懸臂樑之共振頻率與等效質量，如表 3-1-2 所列。由表 3-1-2 可知，懸臂樑尺寸愈小，其等效質量愈小，且共振頻率愈高。

表 3-1-2、各種微型懸臂樑之共振頻率與等效質量

	1st resonance frequency (Hz)	Effective mass of beam (g)
Denote	f_0	m_0
Case 1-1	1.07E+05	5.09E-09
Case 1-2	2.68E+04	1.02E-08
Case 1-3	7.98E+03	1.87E-08
Case 1-4	4.29E+03	2.54E-08
Case 1-5	2.19E+03	3.56E-08
Case 2-1	4.77E+04	1.14E-08
Case 2-2	1.19E+04	2.29E-08
Case 2-3	3.55E+03	4.20E-08
Case 2-4	1.91E+03	5.72E-08
Case 2-5	9.73E+02	8.01E-08
Case 3-1	2.68E+04	2.03E-08
Case 3-2	6.70E+03	4.07E-08
Case 3-3	1.99E+03	7.46E-08
Case 3-4	1.07E+03	1.02E-07

由於本計畫所設計之微型力學共振器需以其上之靜電捕捉器來捕捉微小粒子於懸臂樑前端，因此在真空下進行實驗可有效減少空氣中之雜質干擾，並能提升微小粒子之傳輸效率，因此預設此微型力學共振器將於 100 Pa 下進行測試。由式(3-1-5)、式(3-1-9)、式(3-1-11)和式(3-1-12)對微懸臂樑結構之各分項品質參數進行估算，再由式(3-1-4)來估算其整體品質因子，各種尺寸設計之詳細估算結果如表 3-1-3 所列。由表 3-1-3 可得知，尺寸愈大的懸臂樑在振動時所受到因空氣阻尼的損失也就愈多，故對應之空氣阻尼品質因子愈小；但相對的因結構支撐點與材料熱彈性所造成的能量耗失卻較小尺寸懸臂樑來的少，故對應之支撐點與熱彈性品質因子皆愈大。至於表面造成能量耗失於各尺寸設計皆差異不大。

如同 1.1 節所述，若其中一分項的品質因子為當中之最小值，則其主導整體品質因子，亦即整體品質因子不可能超過該最小分項之品質因子。以表 3-1-3 之 Case1-1 來看，支撐點品質因子(為 260)為各分項當中之最小值，故其總體品質因子(為 247)也就低於該分項值。但影響支撐點品質因子的因素眾多，於不同文獻中對品質因子之計算式採用亦有所出入，造成不少估算誤差，因此實際之品質因子仍須以實驗進行量測才能決定。目前已有幾何參數類似 Case1-1 之商用 AFM 探針，其真空中之品質因子已達 30 000 以上，所以支撐點品質因子之計算僅提供先期設計參考。若考慮在真空環境下，並忽略支撐點品質因子項，則 Case1-1 可達成之品質因子約為 10 283。

表 3-1-3、各種微型懸臂樑之品質因子與靈敏度

	Loss of air damping on Q-factor	Support loss on Q-factor	Thermal-elastic loss on Q-factor	Surface loss on Q-factor	Overall Q-factor	Sensitivity (Hz/pg)
Denote	$Q_{air} - 10^2 \text{ Pa}$	Q_{sup}	Q_{TED}	$Q_{surface}$	Q	S_F
Case 1-1	8.72E+03	2.60E+02	1.28E+04	5.23E+04	2.47E+02	4.22E+01
Case 1-2	2.18E+03	2.08E+03	2.43E+04	5.23E+04	1.00E+03	5.27E+00
Case 1-3	6.49E+02	1.28E+04	7.62E+04	5.23E+04	6.05E+02	8.55E-01
Case 1-4	3.49E+02	3.25E+04	1.41E+05	5.23E+04	3.42E+02	3.37E-01
Case 1-5	1.78E+02	8.92E+04	2.76E+05	5.23E+04	1.77E+02	1.23E-01
Case 2-1	3.88E+03	2.60E+02	1.28E+04	5.27E+04	2.38E+02	8.33E+00
Case 2-2	9.69E+02	2.08E+03	2.43E+04	5.27E+04	6.36E+02	1.04E+00
Case 2-3	2.88E+02	1.28E+04	7.62E+04	5.27E+04	2.79E+02	1.69E-01
Case 2-4	1.55E+02	3.25E+04	1.41E+05	5.27E+04	1.54E+02	6.66E-02
Case 2-5	7.91E+01	8.92E+04	2.76E+05	5.27E+04	7.89E+01	2.43E-02
Case 3-1	2.18E+03	2.60E+02	1.28E+04	5.29E+04	2.27E+02	2.64E+00
Case 3-2	5.45E+02	2.08E+03	2.43E+04	5.29E+04	4.21E+02	3.29E-01
Case 3-3	1.62E+02	1.28E+04	7.62E+04	5.29E+04	1.59E+02	5.35E-02
Case 3-4	8.72E+01	3.25E+04	1.41E+05	5.29E+04	8.68E+01	2.11E-02

1.3 微懸臂樑質量感測器製作

感測器採用矽-氧化層(Silicon On Insulator, SOI)晶圓(Wafer)製程，以確保元件層厚度均勻性，以及固定端與基座間之穩固結構，以達成較高之品質因子。我們採用之 SOI Wafer 由 OKMETIC 公司生產製造(BSOI 500 - 0.4 - 2)，SOI Wafer 元件層厚度為 2 μm ，犧牲層厚度為 500 μm ，相關規格列於表 3-1-4。

表 3-1-4、SOI Wafer 相關規格

OKMETIC BSOI 500 - 0.4 - 2	
Device wafer	
Device Layer Thickness	2.00 \pm 0.5 μm
Conductivity Type	N
Dopant	Phosphorus
Crystal Orientation	{100}
Electrical Characteristics	
Resistivity	1 - 10 Ohm cm
Handle wafer	
Conductivity Type	P
Dopant	Boron
Crystal Orientation	{111}
Electrical Characteristics	
Resistivity	> 1000 Ohm cm
Thickness	500 \pm 25 μm

感測器包含圖 3-1-3 兩種形式，兩種皆配置一塊高電壓施加電極，以靜電力使懸浮粒子沉降至電極區域。此外，元件也加入了壓阻感測設計，電阻 R_s 為與 R_r 分別為偵測電阻與參考電阻，兩電阻之間差異變化可由外部電阻電橋偵測電路測得。圖 3-1-4 為壓阻佈植設計圖。圖 3-1-5 為光罩設計圖。

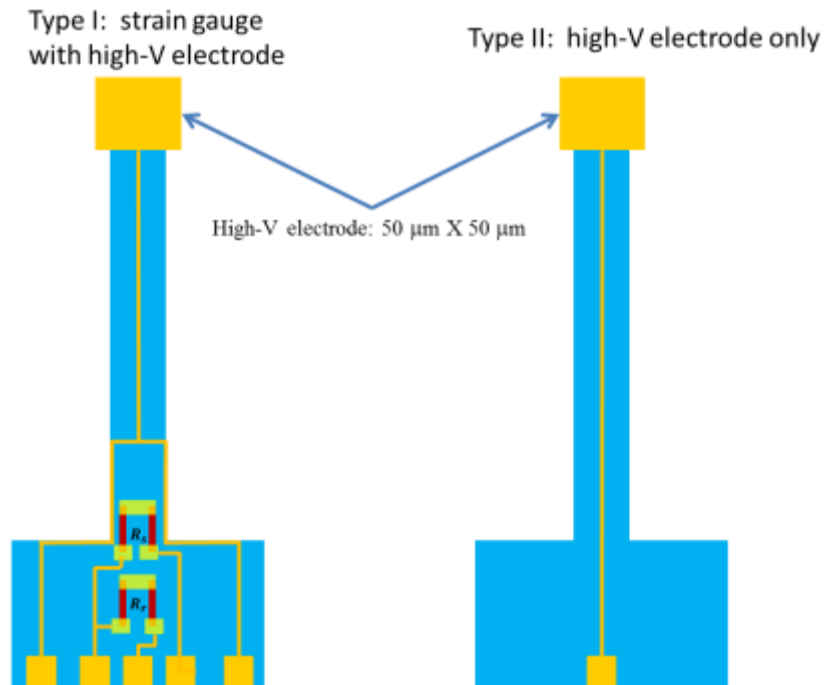


圖 3-1-3、兩種形式之微懸臂樑質量感測器

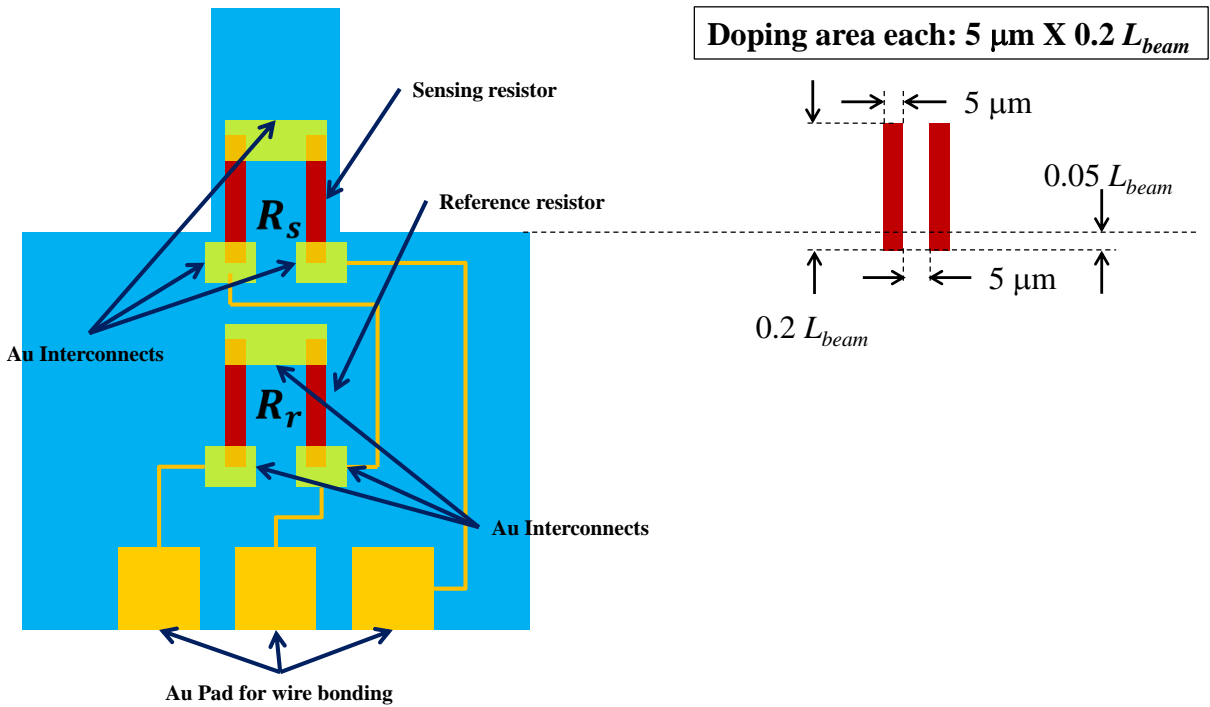


圖 3-1-4、壓阻式應變感測與離子佈植尺寸設計

微懸臂樑 SOI Wafer 製程設計如圖 3-1-5 所示，製程由對 SOI Wafer 熱氧化開始，在晶圓最上層生成一氧化層(圖 3-1-5(a))，並由第一道光罩製程定義出壓阻區域(圖 3-1-5(b))；接著在 N-type Silicon 佈植硼離子以形成應變感測用壓阻(圖 3-1-5 (c))，並在表面鍍上對應之金屬導線與電極(圖 3-1-5 (d))，最後在經過正面與背面之乾、濕蝕刻完成懸臂樑感測器之製作。圖 3-1-6 為光罩設計圖，圖 3-1-7 為完成製作之元件光學影像。

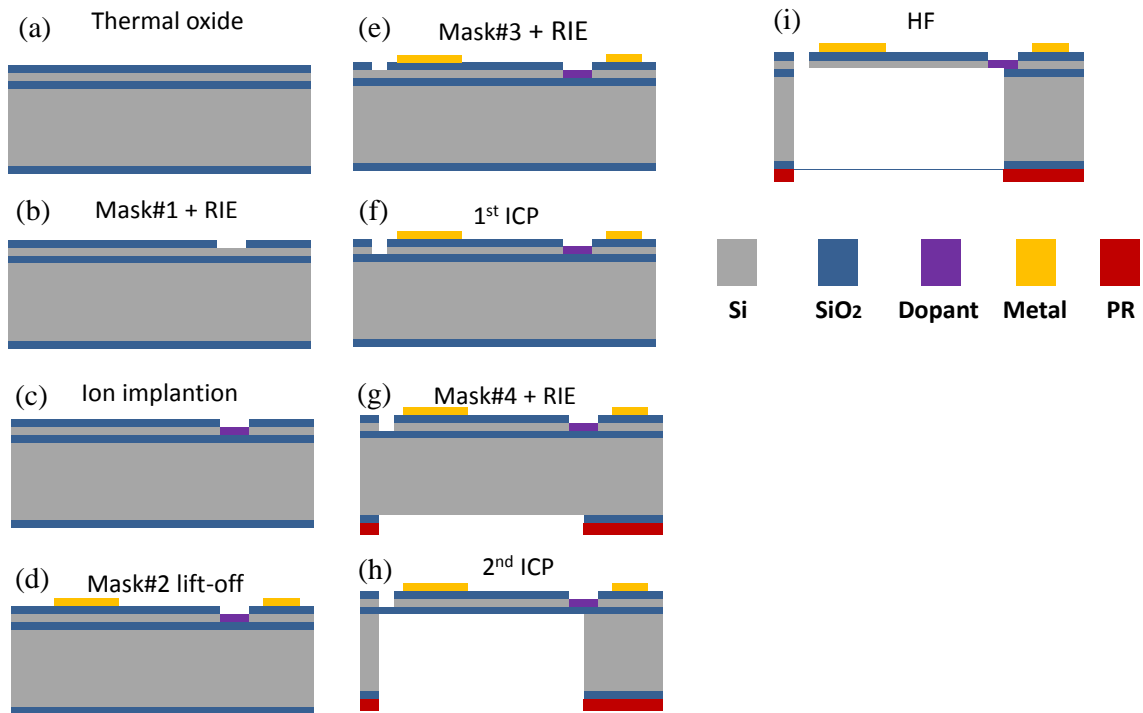


圖 3-1-5、微懸臂樑 SOI Wafer 製程設計

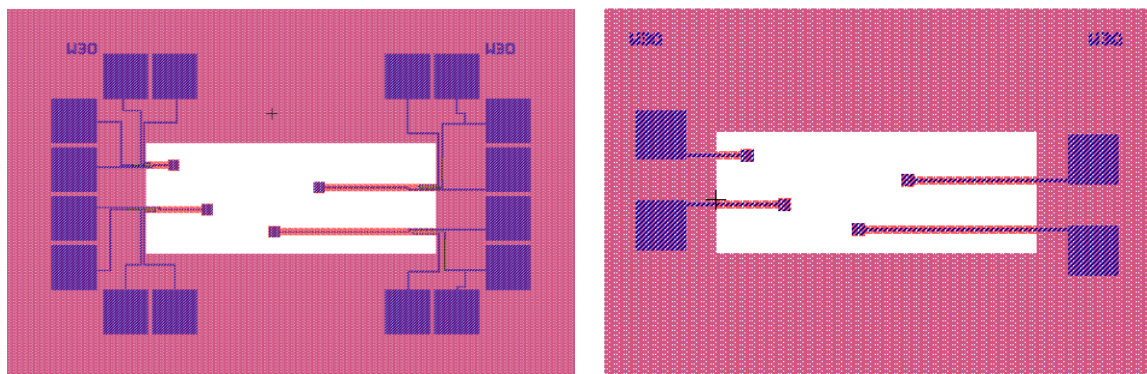


圖 3-1-6、寬度 30 μm 之微懸臂樑光罩設計

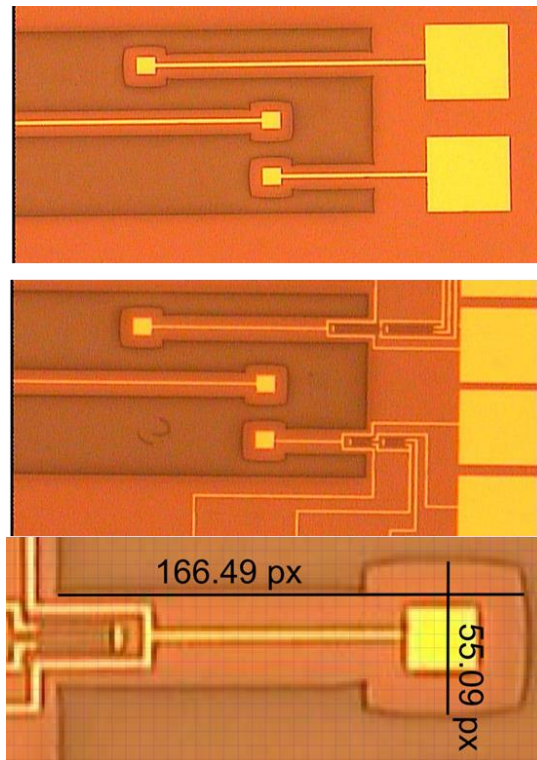


圖 3-1-7、懸臂樑感測器光學影像

圖 3-1-7 中，case 1-1 設計為圖中最下方之懸臂樑，根據 OM 影像(1 px = 0.823 μm)量測結果，懸臂量長 137.03 μm，寬 45.34 μm，元件厚度則由 SOI 元件層厚度所決定，為 2 μm，所以等效質量經計算後為 4.22×10^{-9} g，若包含金屬電極與導線則整體等效質量應小於 5×10^{-9} g。由上節品質因子之分析，此元件可達成之品質因子可達 10 000 以上。由(3-1-3)式，元件之質量量測解析度可達皮克等級，符合設計規格。

2. 微粒組成及傳輸效率分析與量測技術

圖 3-1-8 所示為微奈米顆粒質量偵測技術架構圖，圖中，微奈米顆粒源(NPs Sampling)首先通過一部光學微奈米顆粒計數器(Optical Particle Counter)，以量測管路中通過之微奈米顆粒數量。當微奈米顆粒進入量測腔(Measurement Chamber)時，極微小部分之微奈米顆粒受到靜電力之吸引而沈積於微型力學共振器 cantilever 表面，而大部分之微奈米顆粒飛行通過量測腔而進入第二部光學微奈米顆粒計數器。若忽略量測腔體中紊流循環中之微奈米顆粒，以及與量測腔壁碰撞而沈積於壁面之微奈米顆粒，兩部光學微奈米顆粒計數器所量測到之微奈米顆粒數量差值，即可視為沈積於 cantilever 表面之微奈米顆粒數量。

一般商用之光學微奈米顆粒計數器，為降低微奈米顆粒於到達偵測核心前之耗損並提高偵測效率，以及避免微奈米顆粒附著於光學鏡組表面，而提高散射光雜訊，通常於輸入光學微奈米顆粒計數器之輸入噴嘴四周，引入一道流量數倍於輸入噴嘴流量之包覆氣流，將輸入之微奈米顆粒流包裹於強勁之乾淨包覆氣流中。因此，如圖 3-1-9 所示，

右端光學微奈米顆粒計數器實際輸出之氣流量，將數倍於輸入此光學微奈米顆粒計數器之氣流量，無法做為串接於量測腔後之光學微奈米顆粒計數器之輸入氣流。再者，即使相同廠牌型號之光學微奈米顆粒計數器，仍不可避免的具有不同之偵測效率，不同的偵測效率將造成微奈米顆粒數量差值的誤差。因此，圖 3-1-8 架構所使用之光學微奈米顆粒計數器於使用前，必須先經過偵測效率校正，以消弭此項誤差。基於以上兩項原因，有必要採用異於圖 3-1-8 所示之光學微奈米顆粒計數器-量測腔-光學微奈米顆粒計數器串接架構，以克服上述問題點。

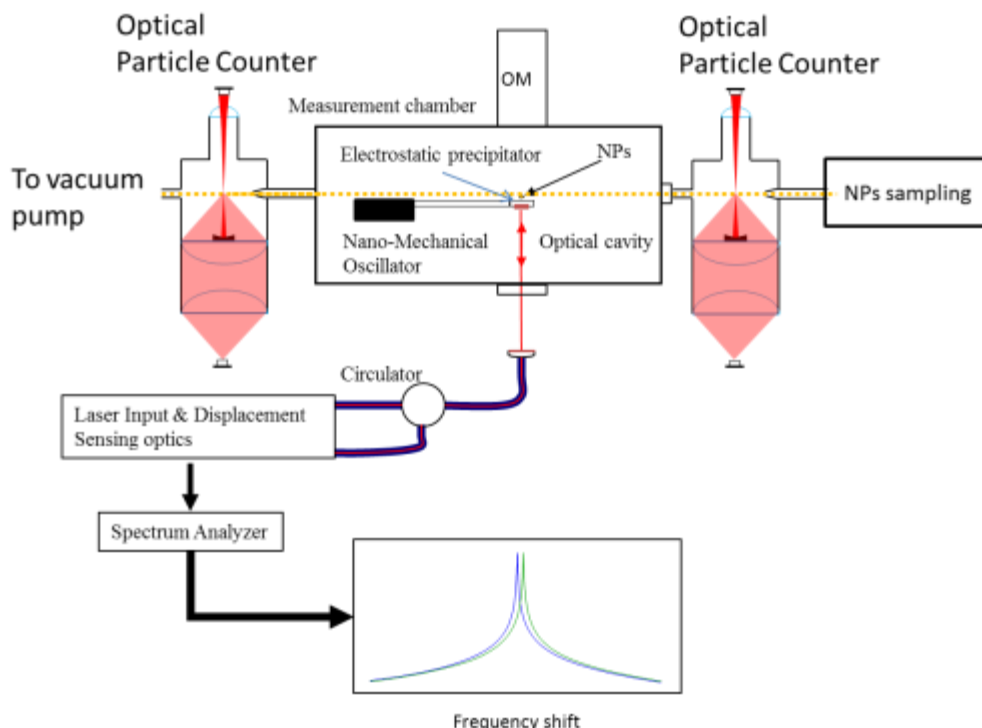


圖 3-1-8、微奈米顆粒質量偵測技術架構圖

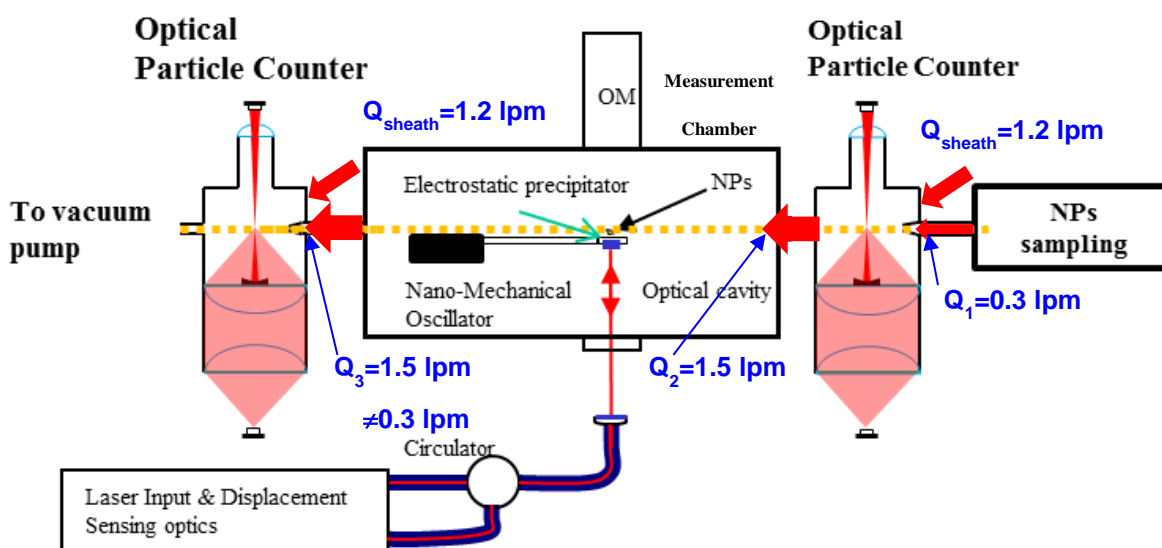


圖 3-1-9、微奈米顆粒質量偵測系統流量示意圖

圖 3-1-10 所示為研究後所採用之類似於標準微奈米顆粒計數器偵測效率量測系統之氣流分歧器偏差因子評估架構與方式[10]，以量測量測腔中氣膠噴嘴之傳輸效率，消弭不同凝結微奈米顆粒計數器間，因為不同的偵測效率所造成的量測偏差，並消除氣流分歧器不同的兩個埠之輸出氣膠濃度差異，以及克服光學微奈米顆粒計數器輸入氣流量與輸出氣流量不同，無法串接的問題。

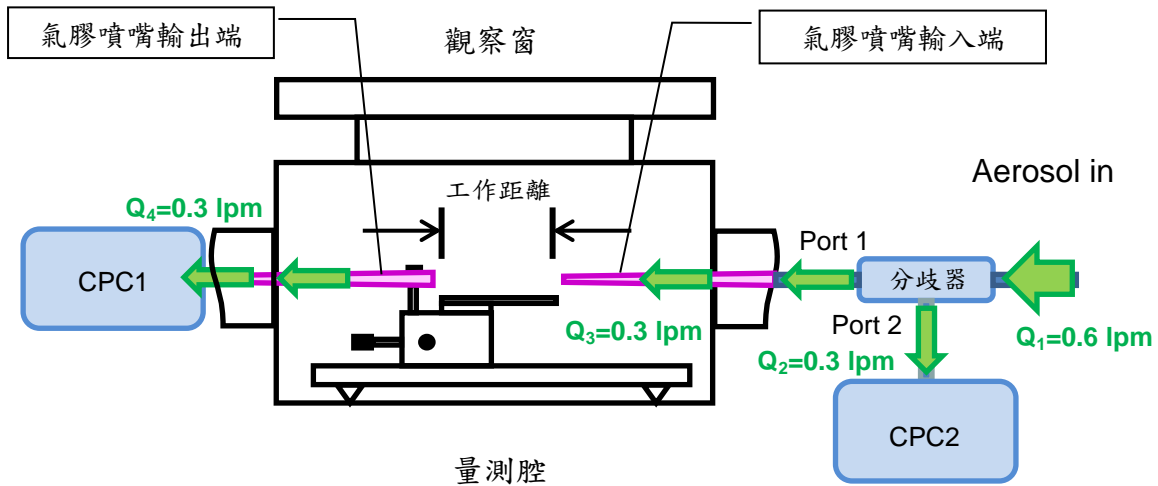


圖 3-1-10、氣膠噴嘴傳輸效率量測系統架構

- 量測系統架構

量測腔之氣膠噴嘴傳輸效率量測系統架構如圖 3-1-10 所示。主要架構包括氣膠分歧器、凝結微奈米顆粒計數器(Condensation Particle Counter, CPC)、氣膠噴嘴、量測腔等。

微奈米顆粒源首先經過氣膠分歧器，將氣膠流分成兩道無論是流量或是氣膠濃度皆極為相近的氣膠流，其中一道氣膠流(Port 1)連接於量測腔之氣膠噴嘴輸入端，CPC1 則連接於氣膠噴嘴輸出端；另一道氣膠流(Port 2)則連接於 CPC2。

- 量測原理及步驟

本系統之兩部 CPC 分別抽取氣膠源之氣流，因此可免除串接兩部計數器所遭遇到的氣膠流量問題。於量測過程中，將調換兩部 CPC 位置再重複量測步驟，如此將可消弭不同凝結微奈米顆粒計數器間，因為不同的偵測效率所造成的量測偏差，並消除氣流分歧器不同的兩個埠之輸出氣膠濃度差異。於量測過程的最後階段，將把量測腔從氣膠噴嘴傳輸效率量測系統取下，再重複先前調換兩部 CPC 前與調換 CPC 後的量測步驟，如此將可求出量測腔之氣膠噴嘴傳輸效率。詳細過程分析如下：

假設氣膠分歧器 Port 1 之輸出氣膠濃度為 P_1 、Port 2 之輸出氣膠濃度為 P_2 、量測腔之氣膠噴嘴傳輸效率為 T 、CPC1 之偵測效率為 D_1 、CPC2 之偵測效率為 D_2 。

步驟一，如圖 3-1-11 所示，將氣膠分歧器之第一道氣膠流(Port 1)連接於量測腔之氣膠噴嘴輸入端，CPC1 則連接於氣膠噴嘴輸出端，並將第二道氣膠流(Port 2)連接於 CPC2，同時量測微奈米顆粒濃度。此時，CPC1 之讀值可表示為 $P1 \cdot T \cdot D1$ ，而 CPC2 之讀值可表示為 $P2 \cdot D2$ 。

微奈米顆粒濃度比 r_1 定義為：

$$r_1 = \frac{\bar{C}_{CPC1,1}}{\bar{C}_{CPC2,1}} = \frac{P1 \cdot T \cdot D1}{P2 \cdot D2} \quad (3-1-13)$$

其中， $\bar{C}_{CPC1,1}$ 為第一步驟 CPC1 量測之平均微奈米顆粒濃度、 $\bar{C}_{CPC2,1}$ 為第一步驟 CPC2 量測之平均微奈米顆粒濃度。

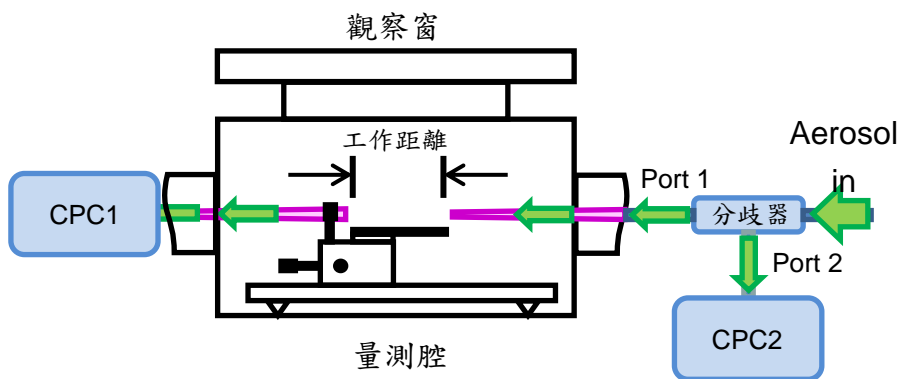


圖 3-1-11、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟一

如圖 3-1-12 所示，調換兩部 CPC 位置，將第一道氣膠流連接於量測腔之氣膠噴嘴輸入端，CPC2 則連接於氣膠噴嘴輸出端，並將第二道氣膠流連接於 CPC1，同時量測微奈米顆粒濃度。此時，CPC1 之讀值可表示為 $P2 \cdot D1$ ，而 CPC2 之讀值可表示為 $P1 \cdot T \cdot D2$ 。

微奈米顆粒濃度比 r_2 定義為：

$$r_2 = \frac{\bar{C}_{CPC1,2}}{\bar{C}_{CPC2,2}} = \frac{P2 \cdot D1}{P1 \cdot T \cdot D2} \quad (3-1-14)$$

其中， $\bar{C}_{CPC1,2}$ 為第二步驟 CPC1 量測之平均微奈米顆粒濃度、 $\bar{C}_{CPC2,2}$ 為第二步驟 CPC2 量測之平均微奈米顆粒濃度。

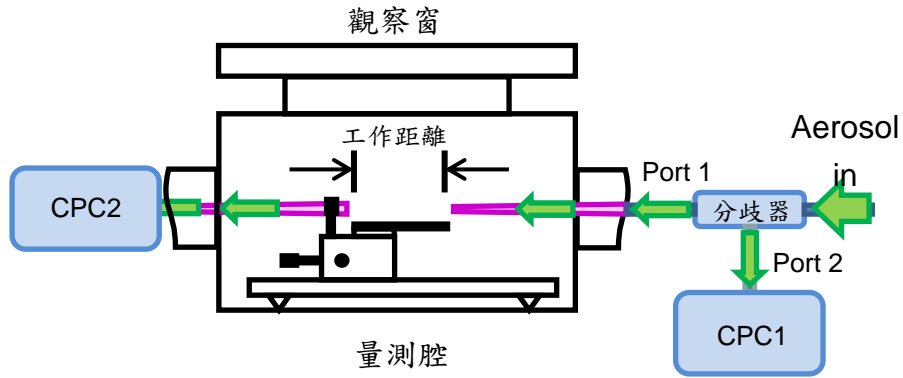


圖 3-1-12、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟二

含量測腔之氣流偏差因子 β_1 為：

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} = \sqrt{\frac{\frac{P2 \cdot D1}{P1 \cdot T \cdot D2}}{\frac{P1 \cdot T \cdot D1}{P2 \cdot D2}}} = \sqrt{\frac{P2^2 \cdot D1 \cdot D2}{P1^2 \cdot T^2 \cdot D1 \cdot D2}} = \frac{P2}{P1 \cdot T} \quad (3-1-15)$$

其中， r_1 為第一步驟所求得之平均微奈米顆粒濃度比、 r_2 為第二步驟所求得之平均微奈米顆粒濃度比。

接著，將量測腔從氣膠噴嘴傳輸效率量測系統取下，量測單純氣膠分歧器 Port 1 與 Port 2 之氣流分歧器偏差因子。

如圖 3-1-13 所示，將氣膠分歧器之第一道氣膠流(Port 1)連接於 CPC1，並將第二道氣膠流(Port 2)連接於 CPC2，同時量測微奈米顆粒濃度。此時，CPC1 之讀值可表示為 $P1 \cdot D1$ ，而 CPC2 之讀值可表示為 $P2 \cdot D2$ 。

微奈米顆粒濃度比 r_3 定義為：

$$r_3 = \frac{\bar{C}_{CPC1,3}}{\bar{C}_{CPC2,3}} = \frac{P1 \cdot D1}{P2 \cdot D2} \quad (3-1-16)$$

其中， $\bar{C}_{CPC1,3}$ 為第三步驟 CPC1 量測之平均微奈米顆粒濃度、 $\bar{C}_{CPC2,3}$ 為第三步驟 CPC2 量測之平均微奈米顆粒濃度。

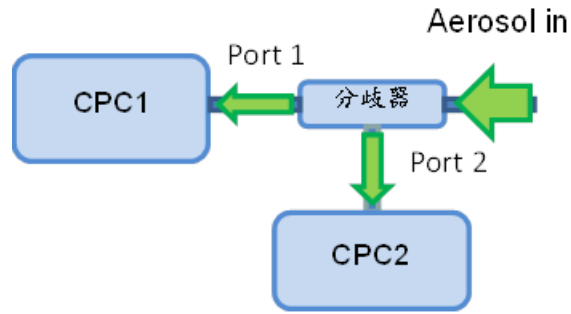


圖 3-1-13、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟三

如圖 3-1-14 所示，旋轉氣膠分歧器兩輸出埠，將第一道氣膠流連接於 CPC2，並將第二道氣膠流連接於 CPC1，同時量測微奈米顆粒濃度。此時，CPC1 之讀值可表示為 $P2 \cdot D1$ ，而 CPC2 之讀值可表示為 $P1 \cdot D2$ 。

微奈米顆粒濃度比 r_4 定義為：

$$r_4 = \frac{\bar{C}_{CPC1,4}}{\bar{C}_{CPC2,4}} = \frac{P2 \cdot D1}{P1 \cdot D2} \quad (3-1-17)$$

其中， $\bar{C}_{CPC1,4}$ 為第四步驟 CPC1 量測之平均微奈米顆粒濃度、 $\bar{C}_{CPC2,4}$ 為第四步驟 CPC2 量測之平均微奈米顆粒濃度。

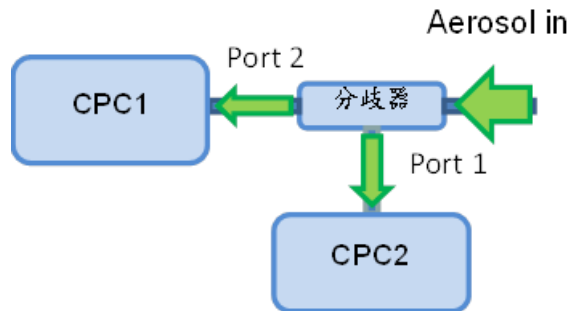


圖 3-1-14、氣膠噴嘴傳輸效率測試步驟四

單純氣膠分歧器 Port 1 與 Port 2 之氣流偏差因子 β_2 為：

$$\beta_2 = \sqrt{\frac{r_4}{r_3}} = \sqrt{\frac{\frac{P2 \cdot D1}{P1 \cdot D2}}{\frac{P1 \cdot D1}{P2 \cdot D2}}} = \sqrt{\frac{P2^2 \cdot D1 \cdot D2}{P1^2 \cdot D1 \cdot D2}} = \frac{P2}{P1} \quad (3-1-18)$$

其中， r_3 為第三步驟所求得之平均微奈米顆粒濃度比、 r_4 為第四步驟所求得之平均微奈米顆粒濃度比。

最後，經由單純氣膠分歧器之氣流偏差因子 β_2 與含量測腔之氣流偏差因子 β_1 ，即可計算而得到高效率氣膠噴嘴之傳輸效率 T：

$$\frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{\frac{P_2}{P_1}}{\frac{P_2}{P_1 \cdot T}} = \frac{P_1 \cdot P_2 \cdot T}{P_1 \cdot P_2} \quad (3-1-19)$$

上述之分析步驟，可證明本研究所採用之類似於標準微奈米顆粒計數器偵測效率量測系統之氣流分歧器偏差因子評估架構與方式，以量測量測腔中氣膠噴嘴之傳輸效率，可消弭不同凝結微奈米顆粒計數器間，因為不同的偵測效率所造成的量測偏差，並消除氣流分歧器不同的兩個埠之輸出氣膠濃度差異，以及克服光學微奈米顆粒計數器輸入氣流量與輸出氣流量不同，無法串接的問題，而求出量測腔之氣膠噴嘴傳輸效率。

- 傳輸效率測試

圖 3-1-15 所示為根據圖 3-1-10 所建置之氣膠噴嘴傳輸效率量測系統實照圖；圖 3-1-16 為安裝於量測腔中之高效率氣膠噴嘴實照圖。

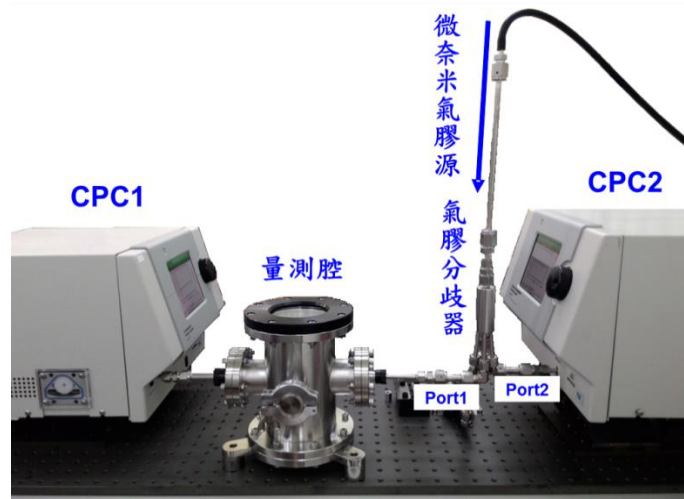


圖 3-1-15、氣膠噴嘴傳輸效率量測系統

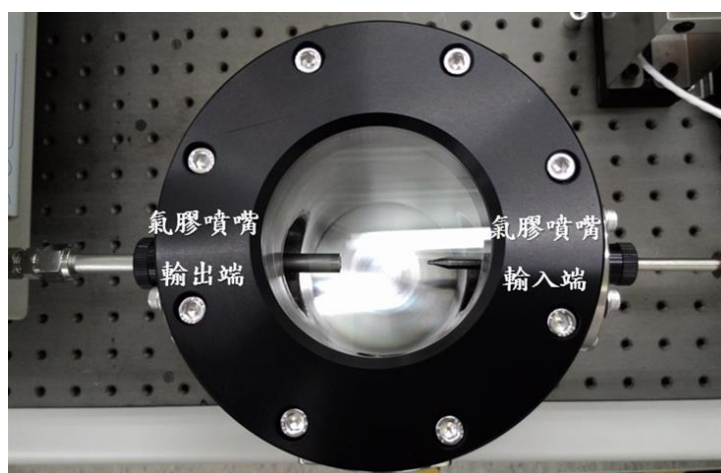


圖 3-1-16、量測腔中之氣膠噴嘴

量測過程採用相同粒徑之聚苯乙烯球氣膠(JSR SC-024-S, 202 nm)，以每秒量測一次的頻率，每 60 筆數值取其平均值，連續量測 10 分鐘，如此重複量測 3 次。首先，如圖 3-1-11 所示，量測並計算粒子濃度比 r_1 ；再如圖 3-1-12 所示，調換兩部 CPC 位置，於相同的條件下，量測並計算粒子濃度比 r_2 ；接下來如圖 3-1-13 所示，將量測腔從氣膠噴嘴傳輸效率量測系統取下，於相同的條件下，量測並計算粒子濃度比 r_3 ；最後如圖 3-1-14 所示，旋轉氣膠分歧器兩輸出埠，於相同的條件下，量測並計算粒子濃度比 r_4 。最後，即可根據式(3-1-15)、(3-1-18)以及(3-1-19)，求得氣膠噴嘴之傳輸效率。如圖 3-1-17 所示為氣膠噴嘴傳輸效率實測值。重複量測十次，傳輸效率值皆大於 95%，其平均傳輸效率值為 97.45%。

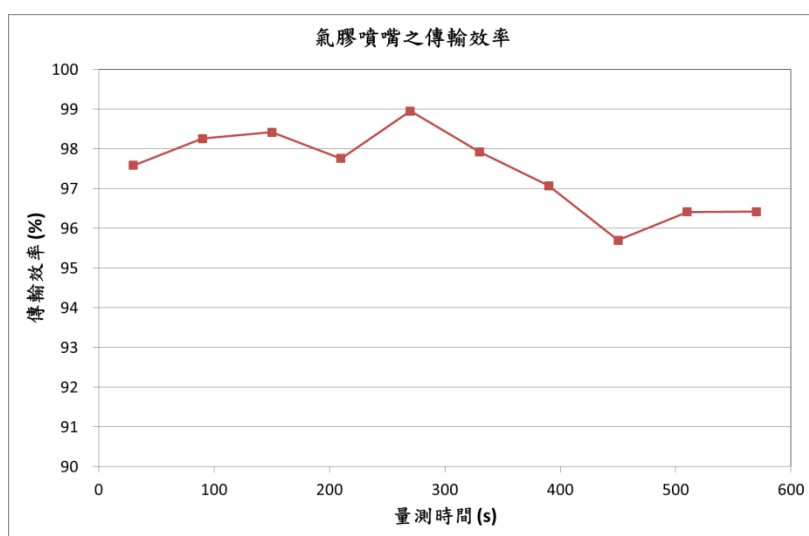


圖 3-1-17、氣膠噴嘴傳輸效率之計算結果

圖 3-1-18 所示為 5 cm ~ 10 cm 等 6 種不同工作距離下之高效率氣膠噴嘴平均傳輸效率。由此不同工作距離下之傳輸效率實測值可以證明本研究所設計製作之高效率氣膠噴嘴於 5 cm ~ 10 cm 之工作距離下，皆可達 95% 以上之傳輸效率。因此，未來應用此氣膠噴嘴沉積微奈米顆粒於微型力學共振器，供微小質量量測技術校正元件之質量偵測靈敏度時，除了可因應內部機構設計，在不太影響傳輸效率下，靈活調整工作距離，並可降低預估沈積顆粒數與實際沈積顆粒數差額之不確定度。

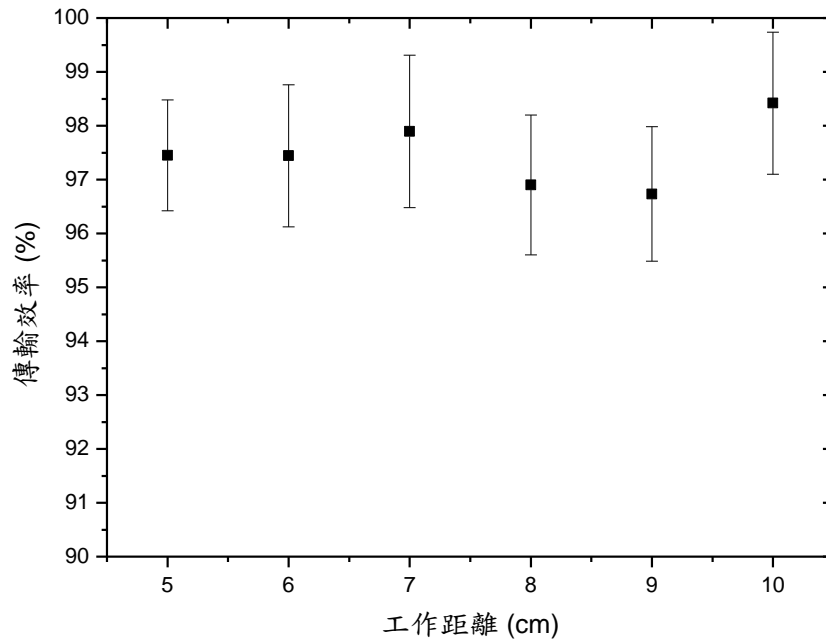


圖 3-1-18、不同工作距離下之高效率氣膠噴嘴平均傳輸效率。

【技術創新與突破】

1. 微小質量量測技術

本研究以高品質因子，低等效質量之微懸臂樑做為高靈敏度之質量感測元件，元件同時具備靜電捕捉與壓阻應變感測設計，可使懸浮氣膠粒子沉降至特定區域，以降低因沉降位置不同所導致之共振頻率偏移。

2. 微粒組成及傳輸效率分析與量測技術

本研究於高效率氣膠噴嘴設計初期，即利用計算流體力學(Computational Fluid Dynamics, CFD)軟體，使用有限體積法將原型氣膠噴嘴加以網格化，模擬三維層流，再搭配分相模組(Discrete Phase Model, DPM)耦合模擬微奈米顆粒運動軌跡，觀察微奈米顆粒於氣膠噴嘴輸入端至輸出端之工作距離間的運動軌跡。藉由改變噴嘴三維形狀、工作距離、質量流率、粒徑大小，分析氣膠噴嘴之傳輸效率。並檢視氣膠噴嘴內不同階段之漸縮內徑斜率、孔徑大小與傳輸效率的關聯性。最後設計出之高效率氣膠噴嘴與實際實驗結果相比較，發現其誤差值僅 5% (模擬傳輸效率 100%)，大幅縮短了傳統氣膠噴嘴設計製作時，重複設計、製作與量測驗證之試誤時間。如圖 3-1-22 所示，為高效率氣膠噴嘴之 200 nm 微奈米顆粒運動軌跡模擬圖。



圖 3-1-19、高效率氣膠噴嘴之 200 nm 微奈米顆粒運動軌跡模擬圖

本研究所採用之類似於標準微奈米顆粒計數器偵測效率量測系統之氣流分歧器偏差因子評估架構與方式[10]，以量測量測腔中氣膠噴嘴之傳輸效率，消弭不同凝結微奈米顆粒計數器間，因為不同的偵測效率所造成的量測偏差，並消除氣流分歧器不同的兩個埠之輸出氣膠濃度差異，以及克服光學微奈米顆粒計數器輸入氣流量與輸出氣流量不同，無法串接的問題。

【未來推廣應用】

1. 微小質量量測技術

本計畫中所發展之技術可應用於空氣中懸浮微粒相關儀器設備之開發，如微型力學偵測元件搭配自行發展之光學式粒子計數技術可成為空氣懸浮微粒質量即時監測設備。計畫中發展之光學式粒子計數技術，經過適當的修改(例如以 LED 取代 Laser)，亦可以發展為成本較低之 PM_{2.5} 監測儀。

2. 微粒組成及傳輸效率分析與量測技術

由於氣膠分歧器兩輸出埠至 CPC 前之路徑長度不相等，第一道氣膠流需先經量測腔才抵達 CPC1，而第二道氣膠流直接與 CPC2 相連，因此兩部 CPC 偵測同一時間注入系統之微奈米顆粒，會有顯著的時間延遲。所以本系統架構實際使用上，對於微奈米顆粒源濃度之穩定度有著極嚴格的要求。於量測週期內，微奈米顆粒源濃度必須保持平穩，以免因為時間延遲而使得兩部 CPC 偵測到不同濃度水平之微奈米顆粒，造成氣膠噴嘴之傳輸效率計算上產生誤差。因此，為了能夠在多變的量測環境下，皆可量測驗證氣膠噴嘴之傳輸效率，未來有必要自行開發可串接，即使不具包覆氣流，仍可避免微奈米顆粒附著於光學鏡組表面的高效率光學粒子計數器。開發的過程即可應用本研究今年所發展之高效率氣膠噴嘴設計技術，將寬廣粒徑範圍的氣膠聚焦成束通過光偵測核心，避免微奈米顆粒散逸而耗損於光偵測核心中。

(二)、前瞻材料探針量測技術

【本年度目標】

- 設計 ZT 量測元件(Test Pattern)結構，感溫測線(靈敏度：0.1 °C)、加熱線(~ 20 mW)
- 製作 ZT 量測元件(Test Pattern)：薄膜厚度 (D: 10 nm ~ 100 μm)
- 薄膜材料電導特性探針量測技術開發：電阻係數 $< 1.00 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$
- 電導特性探針掃描量測技術
- 奈米顆粒表面接觸變形模型建立
- 原子力顯微鏡探針懸臂樑剛性校正(0.2 N/m ~ 20 N/m)
- 奈米顆粒彈性模數量測技術（奈米顆粒尺寸為 30 nm 至 100 nm）
- 單/多層薄膜結構之數學模型建構
- 單/多層薄膜結構之 tSAXS 量測結果分析

【執行成果】

1. 薄膜熱電性質量測技術

目前現有之傳統能源產業，包含石化燃料與核能，衍生許多後遺症，例如溫室效應以及核廢料的處理問題，因此尋找替代能源以及更有效率的能源利用方式為刻不容緩的研究課題。在一般能源轉換的過程中，如發電廠、汽車內燃機等，只有部分的能源被轉換為動能以及電能，而有一大部分是以廢熱的方式散逸到環境當中，如何將廢熱作有效的回收利用，便成為研究的主要方向。在廢熱回收技術中，高優值係數(ZT)之熱電材料是一種可將電能與熱能相互轉換的材料，其優點為構造簡單、無機械零組件與噪音，在廢熱回收之應用深具潛力。過去熱電材料之熱電轉換效率偏低，而近年的研究，發現利用奈米以及薄膜製程技術，可有效提升其熱電轉換效率。

薄膜材料現今為熱電材料開發之主流研究方向，當熱電材料被製作成二維薄膜後，由於結構或是尺度上的改變，會對材料基本的能隙及聲子與電子的傳遞造成影響，使其巨觀的物理性質也隨之改變，包括席貝克係數(S: Seebeck Coefficient)，電導率(σ : Electrical Conductivity)以及熱導率(κ : Thermal Conductivity)，此三個參數為影響熱電性質之最主要的三個基本物理特性，而其中又已熱傳導係數的量測最為困難。而熱電材料之熱電轉換效率可藉由優質係數(ZT)來代表，其關係式如下所示：

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T \quad (3-2-1)$$

由此關係式可看到熱電材料的效率其實是由三個物理參數混合而成，但此三個基本物理量又會隨著製程參數以及薄膜厚度等因素而改變，且薄膜樣品中大多存在方向性的

問題，所以如何可以針對同一個薄膜材料量測其單一方向之所有物理特性，變成為一非常重要且難度很高的課題。由於薄膜材料在熱電應用上的發展愈顯重要，本計畫研究發展一薄膜熱電測試試片，於此測試試片上能同時量測席貝克係數、熱導率與電導率，並委託中央研究院物理所製造此測試試片，作為開發薄膜熱電材料應用之標準量測平台，以提供熱電薄膜研究發展領域標準的量測分析技術。此元件之設計概念如圖 3-2-1 所示。

現行許多微機電元件以及大型積體電路元件都是由薄膜式的導線、電阻、電容、電晶體以及絕緣體所組成。隨著元件的設計愈來愈複雜以及元件的尺寸愈趨縮小，單位體積內所產生的熱量也相對快速增加，元件所累積的溫度也隨之增高，造成了元件工作的不穩定性。為降低元件工作溫度，使熱能快速擴散傳遞，各種薄膜材料熱傳導特性的評估及研究成為非常重要的一環，包含不同薄膜材料間的介面熱阻，為元件性能評估與設計分析時的重要參數。此一研究平台的開發，可協助研發人員在新材料熱傳性質的評估及量測時有參考依據。

- 薄膜電導率量測

薄膜電導率的量測主要是利用現行標準的四線量測法，如圖 3-2-1 所示，搭配交流電流源以及鎖相放大器進行精密的電阻量測，此方法的優點是可扣除接線電阻以及接觸電阻所造成的貢獻，而精準的得到薄膜樣品本身的電阻。且在此量測平台中，也整合了霍爾效應的量測設計，如圖 3-2-2 中下方的十字型設計。此設計搭配磁場下的量測，便可精確測得樣品在磁場下的霍爾電壓，因而可以得到樣品中的載流子濃度，此參數對於半導體薄膜以及熱電薄膜的研究分析中都佔有相當重要的角色。

- (1) 量測晶片設計與規劃
- (2) 量測晶片前置作業(包含晶片掏空以及電極製作)
- (3) Sb_2Te_3 薄膜製作
- (4) 薄膜樣品懸浮(ICP 乾式蝕刻)
- (5) 薄膜電導率量測與分析

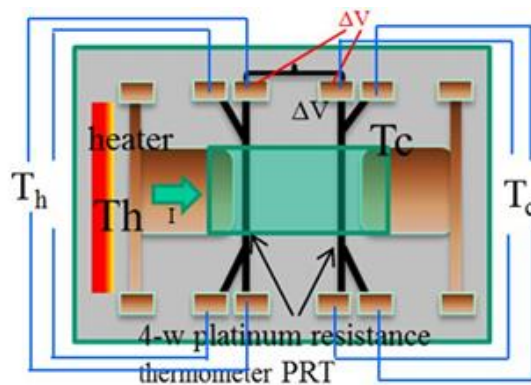


圖 3-2-1、ZT 元件設計圖

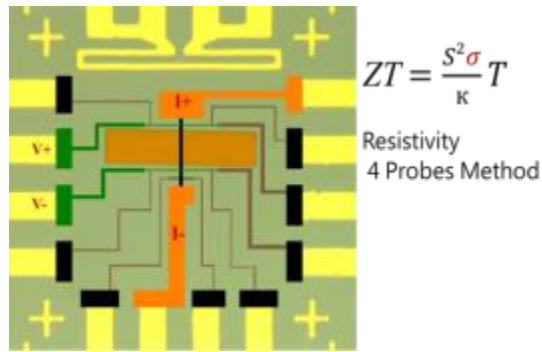


圖 3-2-2、電阻量測晶片之簡圖

(橘色為電流供應，綠色為電壓的量測，下方的十字為霍爾效應之量測設計)

在本研究中所使用的量測晶片如圖 3-2-3 所示，為 7 mm × 7 mm 之矽基板，上面鍍上 300 nm 氮化矽之絕緣層，並搭配半導體黃光製程佈上所需電極如圖 3-2-4，以供量測接線，電子束微影以及薄膜樣品製備所需，圖 3-2-5 則為量測電阻率時所用之儀器。

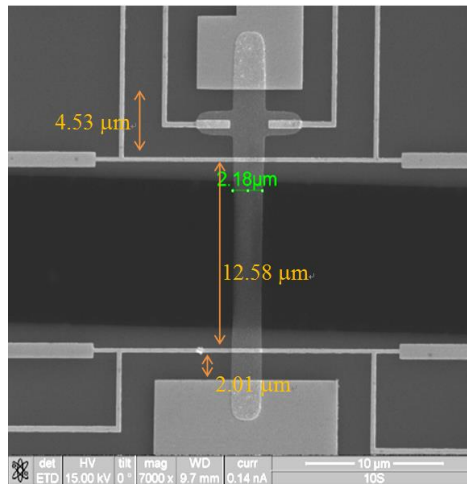


圖 3-2-3、圖中之十字型薄膜為樣品
(樣品寬度為 2.18 μm，厚度為 100 nm)



圖 3-2-4、供量測所使用之矽晶片



圖 3-2-5、量測電阻率之儀器設備

由於本計畫之重要主軸為整合薄膜熱導率，電導率以及席貝克係數三種量測方式到單一晶片上。在矽晶片的中心位置，利用濕式蝕刻的方式蝕刻出一孔洞，如圖 3-2-6 所示，中心位置之黑色矩形為蝕刻出之孔洞，目的為使待測薄膜懸浮成為橋狀結構以利熱導率之量測，此量測方式可有效減低基板對樣品熱導率量測所造成的影響。另在接線的部分可看到上方由黃光製程所製作的加熱器、利用電子束微影製程所製作的溫度計、霍爾量測接點以及電流供應接點等。

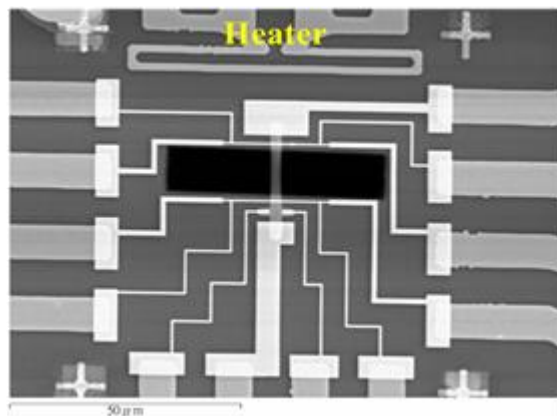


圖 3-2-6、掃描式電子顯微鏡之薄膜熱電性質量測平台影像

電阻之量測係依據霍爾電阻的量測方式進行改良設計四線量測技術，樣品如圖 3-2-7 所示，測試介面如圖 3-2-8。上方及下方之大電極為電流供應，左方之兩個小電極則為電位差量測。待測薄膜之厚度為 100 nm，寬度為 2.18 μm ，長度則為 12.5 μm ，樣品上探針載台(Probe Station)如圖 3-2-9。電阻率量測結果如圖 3-2-10 所示。以 Keithley 4200 SCS 參數分析儀進行電導率量測，輸入固定電流 29.9990 μA ，量測輸出電壓值，連續讀取 142 筆資料，再計算其電阻。圖中電阻的變化為熱電薄膜材料本身的電阻值變化，變異量為 0.1%。利用本量測技術，大幅降低薄膜電導率(σ)量測不確定度，可提升並掌握材料特性，以優化熱電薄膜材料。

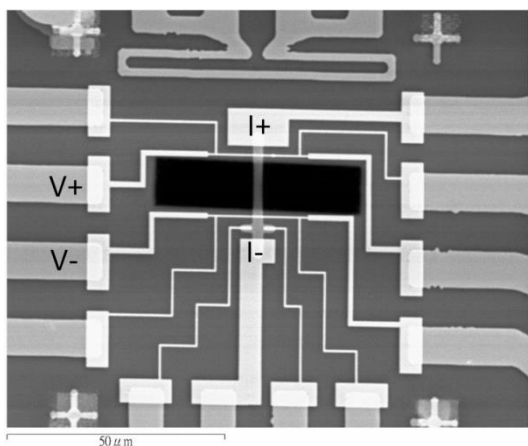


圖 3-2-7、電阻量測之接線圖

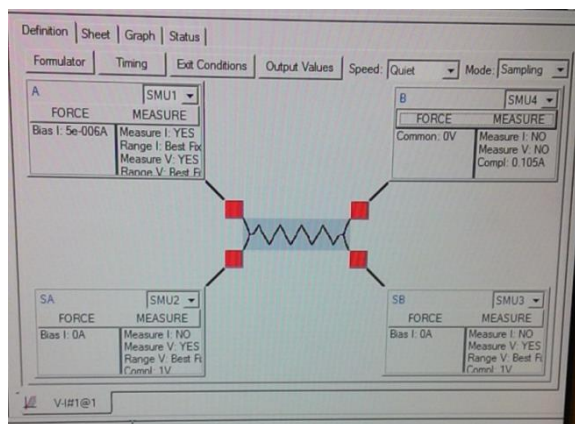


圖 3-2-8、測試介面

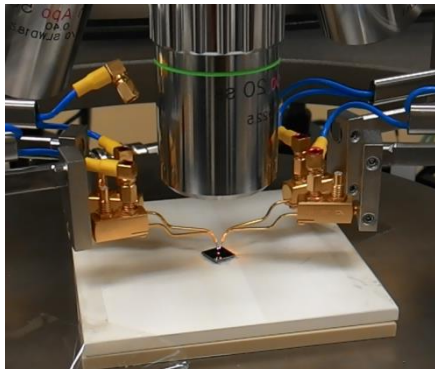


圖 3-2-9、探測實況圖

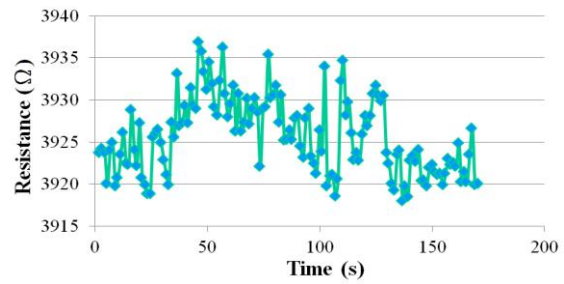


圖 3-2-10、電阻率實測結果

本實驗透過 Keithley 4200 SCS 參數分析儀進行電導率量測，初步不確定度計算如下：

不確定度源	4200 SCS	電阻追溯	薄膜 σ 穩定性
相對標準不確定度	0.033 %	0.01 %	0.1 %
量測不確定度(k=2)	0.22 %		

2. 材料表面性質量測技術-前瞻探針檢測技術

本技術主要為建立原子力顯微鏡(AFM)懸臂樑探針勁度(Stiffness)校正方法，利用參考懸臂樑(Referenced Cantilever-beam)作為傳遞標準件(Transferred Standard)，校正 AFM 懸臂樑探針勁度。校正後之 AFM 懸臂樑探針，可用於正確提供 AFM 懸臂樑探針對樣品的施加負載，有助於建立原子力顯微鏡奈米壓痕(Nanoindentation)量測技術，用於量測材料機械特性如楊氏模數(Young's Modulus)與黏附力(Adhesion)。

欲建立之原子力顯微鏡奈米壓痕量測技術，參考文獻[11]規劃的試驗與分析架構如圖 3-2-11 所示。系統校正之追溯圖如圖 3-2-12 所示，在校正上須考慮 AFM 懸臂樑探針勁度及光學位移的靈敏度。上述兩項的校正結果將影響力量-位移曲線的量測準確性，特別是 AFM 懸臂樑探針勁度的校正。方法為採用經原級系統(Primary Standard)校正過之參考懸臂樑作為傳遞標準件進行 AFM 探針勁度校正。

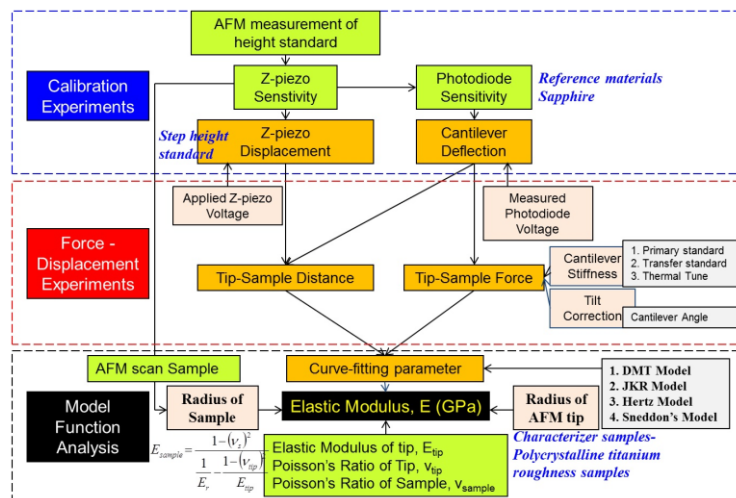


圖 3-2-11、原子力顯微鏡奈米壓痕量測技術試驗與分析架構

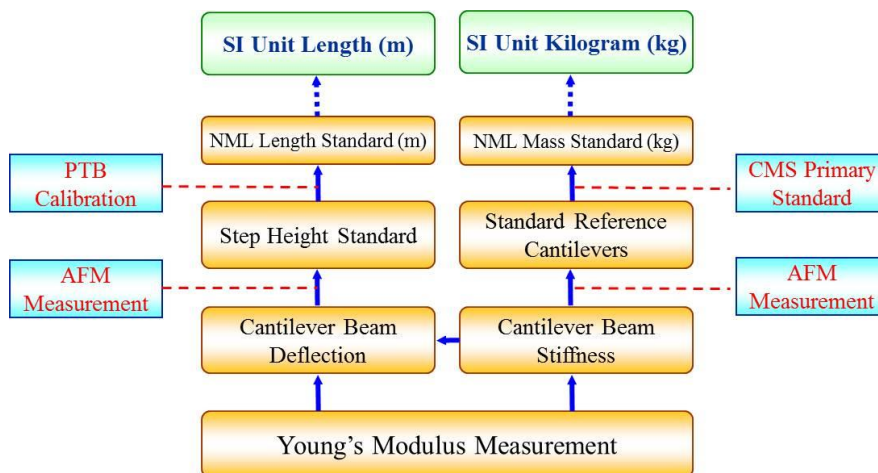


圖 3-2-12、AFM 奈米壓痕量測校正追溯圖

A. 利用參考懸臂樑校正 AFM 懸臂樑探針勁度：

主要是利用經校正之參考懸臂樑(Referenced Cantilever Beam)作為傳遞標準件，校正未知的 AFM 懸臂樑探針勁度值，並追溯至國際 SI 單位制。研究中採用的商用參考懸臂樑為瑞士 FemtoTools 公司所製造，經奈米與力學研究室微力原級系統校正後，其勁度值為 2.227 N/m，標準差為 0.085 N/m。量測示意圖如圖 3-2-13 所示，圖中下方為已知勁度值為 2.227 N/m 的參考懸臂樑，上方則是待校的 AFM 懸臂樑探針。校正方法為利用式(3-2-2) [12]中將已知勁度的參考懸臂樑作為傳遞標準件，導引出未知的 AFM 懸臂樑探針勁度值，該公式符號與定名請參閱表 3-2-1。首先，將 AFM 懸臂樑探針分別壓於參考懸臂樑已標記的圓形凸點以及參考基材如藍寶石上，藉以獲得兩者的撓曲靈敏度 S_C 與 S_H 。再利用 SEM 與光學顯微鏡量測待測 AFM 懸臂樑探針相關幾何尺寸與傾斜角度後，代入式(3-2-2)中計算而得待測的 AFM 懸臂樑探針勁度值。另外，一般建議 $K_{undefined}$ 與 K_{ref} 的比值保持在 0.3 與 3 之間[13]，以及盡可能降低 S_H 與 S_C 的不確定度影響量[14]，避免變形量集中產生於單一懸臂樑上。

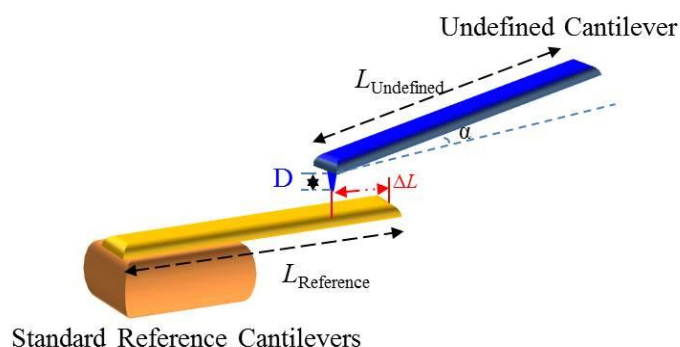


圖 3-2-13、AFM 懸臂樑探針校正示意圖

$$k_{undefined} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1 \right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}} \right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L} \right)^3 \quad (3-2-2)$$

各符號代表意義：

$K_{undefined}$ ：待校懸臂樑勁度

K_{ref} ：標準參考懸臂樑勁度

S_H ：待校懸臂樑撓曲靈敏度

S_C ：待校懸臂樑壓在標準參考懸臂樑所測得之撓曲靈敏度

α ：待校懸臂樑傾斜角度

D ：待校懸臂樑探針高度

$L_{undefined}$ ：待校懸臂樑長度

L_{ref} ：標準參考懸臂樑長度

ΔL ：AFM 探針與標準參考懸臂樑標記之位置改變量

B. 校正光學位移靈敏度(Photodiode Sensitivity)：

藉由 AFM 探針掃描壓入硬基材，建立懸臂樑變形與光學偵測輸出電壓間的關係。利用硬度較高的參考材料如藍寶石或是熔融石英(Sapphire or Fused Silica)進行單點作用力壓入(Ramp Force) 試驗，用以決定當次量測時的 AFM 懸臂樑探針光電二極體靈敏係數值。另外，亦需要考慮力量-位移曲線分析以及接觸理論模型的應用等問題。

C. 分析 AFM 壓痕力量-位移曲線(Force-distance Curves)：

透過 AFM 中最大力量量測(Peak force QNM)模組，對於待測樣品進行單點作用力壓入(Ramp Force)試驗，懸臂樑探針變形行為如圖 3-2-14 所示。並藉由獲得之力量-位移曲線確認樣品變形量與負載間關係，透過理論公式擬合卸載(Retraction)之試驗數據，計算樣品的彈性模數。

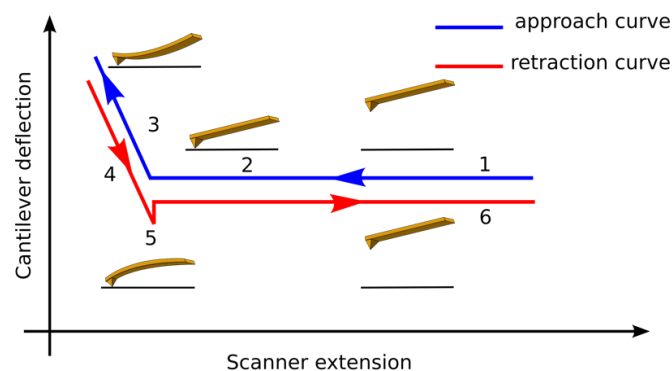


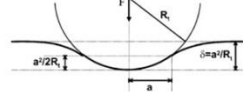
圖 3-2-14、AFM 壓痕量測過程中懸臂樑探針變形行為[15]

D. 擬合接觸模型(Curve Fitting for Appropriate Contact Model)

由樣品材料機械性質量測的力量-位移曲線，配合採用的探針形貌與理論模型進行擬合分析(如圖 3-2-15 所示)。

Hertz Model with sphere

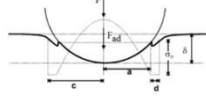
$$F = \frac{4}{3} \frac{E}{(1-\nu^2)} \sqrt{R} \delta^{3/2}$$



$$E \propto \delta^{-3/2}$$

Derjaguin-Muller-Toporov (DMT) Model

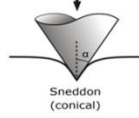
$$F - F_0 = \frac{4}{3} \frac{E}{(1-\nu^2)} \sqrt{R} \delta^{3/2}$$



$$E \propto \delta^{-3/2}$$

Sneddon's model (Hertz Model with cone)

$$F = \frac{2}{\pi} \frac{E}{(1-\nu^2)} \tan(\alpha) \delta^2$$



$$E \propto \delta^{-2}$$

圖 3-2-15、AFM 探針接觸模型理論

E. AFM 懸臂樑探針勁度不確定度評估:

(a) 量測方程式

依照 ISO/IEC Guide 98-3:2008 [16] 規範進行 AFM 懸臂樑探針勁度不確定度評估，量測不確定度方程式(3-2-3) [12] 如下所示。

$$k_{undefined} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1 \right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}} \right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L} \right)^3 \quad (3-2-3)$$

組合標準不確定度係為組合變異數之平方根，量測的組合變異數表示如下：

$$\begin{aligned} u_c^2(k_{undefined}) &= \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial k_{ref}} \right]^2 \cdot u^2(k_{ref}) + \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial S_H} \right]^2 \cdot u^2(S_H) + \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial S_C} \right]^2 \cdot u^2(S_C) \\ &+ \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial \alpha} \right]^2 \cdot u^2(\alpha) + \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial D} \right]^2 \cdot u^2(D) \\ &+ \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial L_{undefined}} \right]^2 \cdot u^2(L_{undefined}) + \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial L_{ref}} \right]^2 \cdot u^2(L_{ref}) + \left[\frac{\partial k_{undefined}}{\partial \Delta L} \right]^2 \cdot u^2(\Delta L) \\ &= \sum_{i=1}^8 [c_i \cdot u(x_i)]^2 \end{aligned}$$

其中：

$$C_1 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial k_{ref}} = \left(\frac{S_C}{S_H} - 1 \right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}} \right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L} \right)^3$$

$$C_2 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial S_H} = k_{ref} \times \left(-\frac{S_C}{S_H^2} \right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}} \right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L} \right)^3$$

$$C_3 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial S_C} = k_{ref} \times \left(\frac{1}{S_H}\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}}\right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L}\right)^3$$

$$C_4 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial \alpha} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times (-2 \sin \alpha \times \cos \alpha) \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}}\right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L}\right)^3 + k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(-\sec^2 \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}}\right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L}\right)^3$$

$$C_5 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial D} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(-\tan \alpha \times \frac{3}{2L_{undefined}}\right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L}\right)^3$$

$$C_6 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial L_{undefined}} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(\tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}^2}\right) \times \left(\frac{L_{ref}}{L_{ref} - \Delta L}\right)^3$$

$$C_7 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial L_{ref}} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}}\right) \times \left[\frac{3L_{ref}^2 \times (-\Delta L)}{(L_{ref} - \Delta L)^2}\right]$$

$$C_8 = \frac{\partial k_{undefined}}{\partial \Delta L} = k_{ref} \times \left(\frac{S_C}{S_H} - 1\right) \times \cos^2 \alpha \times \left(1 - \tan \alpha \times \frac{3D}{2L_{undefined}}\right) \times \left[\frac{3L_{ref}^3}{(L_{ref} - \Delta L)^2}\right]$$

(b) 組合標準不確定度

(i). 靈敏係數 S_C 與 S_H 量測

本文中採用的商用標準懸臂樑為瑞士 FemtoTools 公司所生產，經微力原級系統校正後其勁度為 2.227 N/m，標準差為 0.085 N/m，該參考懸臂樑上已內建一圓形凸點利於對準校正。待測之 OLTESPA AFM 懸臂樑探針則經 FIB 修飾削去其尖端呈現約 100 nm 見方平面，如圖 3-2-16(b)所示。靈敏係數 S_H 為將待測之 AFM 懸臂樑探針壓在硬基材如藍寶石或是熔融石英樣品上進行量測，採用單點作用力壓入模式 (Ramp Force Mode)，其中壓入大小 (Ramp Size) 為 422.6 nm、壓入速率 (Ramp Rate) 為 0.5 Hz，量測十次如數據表 3-2-1；而 S_C 則是將 OLTESPA AFM 懸臂樑探針壓在商用標準懸臂樑上，亦採用相同的量測模式與設定參數，結果如表 3-2-2 所示。

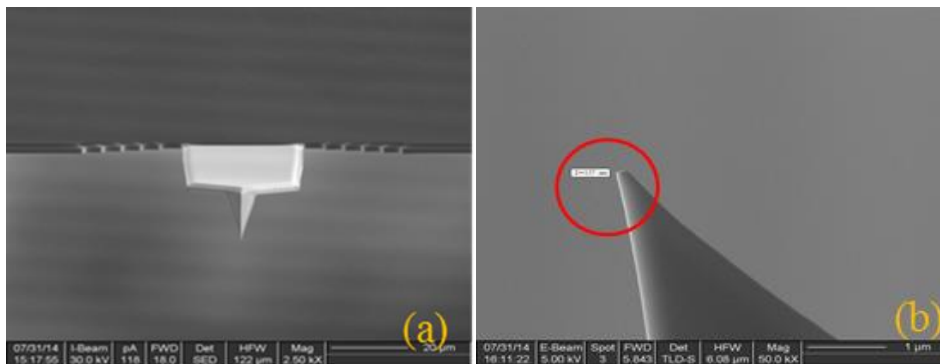


圖 3-2-16、修飾(a)前(b)後之 AFM 懸臂樑探針 OLTESPA

表 3-2-1、 S_H 量測數據表

量測次數	量測值(nm/V)
Test 1	116.3
Test 2	116.6
Test 3	118.1
Test 4	119.1
Test 5	117.6
Test 6	116.7
Test 7	120.0
Test 8	117.8
Test 9	118.2
Test 10	117.6
平均值	117.80
標準差	1.14

表 3-2-2、 S_C 量測數據表

量測次數	量測值(nm/V)
Test 1	189.3
Test 2	181.5
Test 3	182.9
Test 4	184.4
Test 5	187.8
Test 6	187.3
Test 7	189.6
Test 8	187.9
Test 9	181.5
Test 10	186.9
平均值	182.78
標準差	4.10

(ii). 參考懸臂樑幾何尺寸量測誤差(D & $L_{undefined}$)

待測探針懸臂樑幾何尺寸皆由掃描式電子顯微鏡(SEM)進行量測，包括待校探針針尖高度 D 及待校探針懸臂樑長度 $L_{undefined}$ 。考慮解析度為量測誤差來源，而量測這兩參數時使用不同放大倍率，造成不同之解析度，因此會有不同量測誤差量。當量測探針針尖高度 D 時解析度為 $0.03 \mu\text{m}$ ，量測待校針針懸臂樑長度 $L_{undefined}$ 時解析度為 $0.3 \mu\text{m}$ 。假設矩形分佈時，則得到 $u(D)$ 為 $0.009 \mu\text{m}$ ，而 $u(L_{undefined})$ 為 $0.087 \mu\text{m}$ 。

(iii). 標準參考懸臂樑長度(L_{ref})及探針接觸點與標準參考懸臂樑尾端之距離(ΔL)

此參數是由原子力顯微鏡(AFM)系統下之光學顯微鏡量測，考慮解析度為量測誤差來源，而此光學顯微鏡經實際量測 $3 \mu\text{m}$ 之二維線距標準片如圖 3-2-17 所示，影像可解析出此標準片陣列當中之小方格，而小方格邊長為 $1.5 \mu\text{m}$ ，故其解析度可達到 $1.5 \mu\text{m}$ 。考慮矩形分布，可得到不確定度 $u(L_{ref})$ 為 $0.433 \mu\text{m}$ 。因量測時待測之 AFM 懸臂樑探針直接碰觸標準參考懸臂樑之標記點，故假設參考懸臂樑長度位置改變量(ΔL)為零(壓在圖 3-2-18 右側標記點)，而不計該項影響量之貢獻。

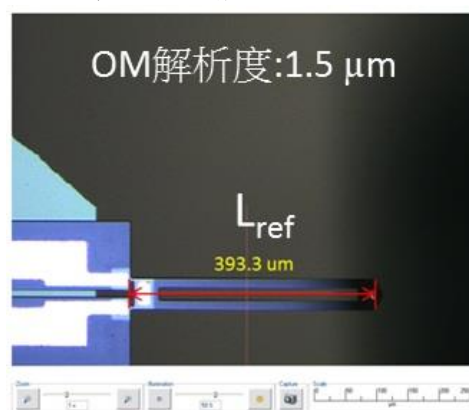
圖 3-2-17、光學顯微鏡觀測 $3 \mu\text{m}$ 之二維線距標準片影像

圖 3-2-18、AFM 光學顯微鏡量測懸臂樑長度

(iv).待校 AFM 懸臂樑探針傾斜角度(α)

待校懸臂樑傾斜角度係使用光學相機拍攝側面影像，並直接使用角度量測軟體量測懸臂樑與載具平面之夾角。分別拍攝五次以及個別量測角度後，並取五次量測結果之標準差 0.21° 作為誤差量，如圖 3-2-19 所示。假設矩形分布，因此可以得到不確定度 $u(\alpha)$ 為 0.061° 。

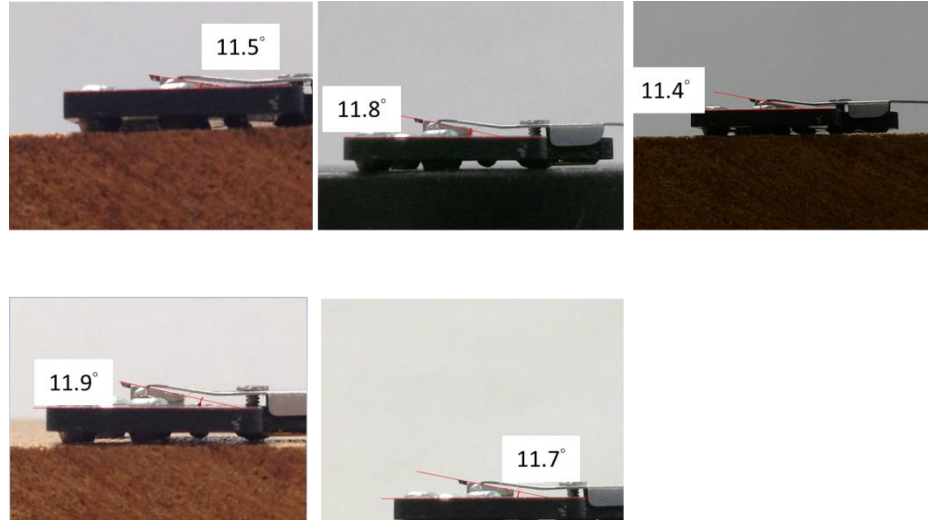


圖 3-2-19、待校懸臂樑探針傾斜角度量測

經評估各項影響參數，AFM 懸臂樑探針勁度其量測不確定度分量表如表 3-2-3，獲得 AFM 懸臂樑探針(OLTESPA)勁度為 1.15 N/m ，其量測不確定度為 7.91% 。

表 3-2-3、AFM 懸臂樑探針勁度不確定度評估表

輸入量	單位	估計量	變異範圍	機率分佈	除數	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	$c_i \times u(x_i)$ N/m	自由度 ν_i
k_{ref}	N/m	2.227	0.085	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.024	5.182E-01	1.266E-02	200
S_H	nm/V	117.8	1.14	常態分佈	$\sqrt{10}$	0.360	-2.755E-02	-9.933E-03	9
S_C	nm/V	182.78	4.1	常態分佈	$\sqrt{10}$	1.297	1.776E-02	2.302E-02	9
a	degree	11.66	0.21	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.061	-5.942E-01	-3.602E-02	50
D	mm	14.78	0.03	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.009	-1.646E-03	-1.425E-05	50
$L_{undefined}$	mm	221.6	0.3	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.087	1.098E-04	9.507E-06	50
L_{ref}	mm	393.3	1.5	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.433	0.000E+00	0.000E+00	50
ΔL	mm	0	0	矩形分佈	$2\sqrt{3}$	0.000	1.362E+03	0.000E+00	0
$k_{refundefined} = 1.15 \text{ N/m}$ $U/k_{refundefined} = 7.91\%$ 有效自由度=66 涵蓋因子=2.00									

F. 奈米粒子彈性模數量測：

本技術所量測之奈米粒子彈性模數為美國國家標準與技術研究所提供之 60 nm 聚苯乙烯(PSL)標準參考粒子(NIST SRM 1964)，並利用經稀釋聚賴氨酸容液(Poly-l-lysine)改變雲母(Mica)基材表面靜電吸附力，將 1964 參考奈米粒子隨機散佈於基材上，完成樣品為幾無團聚的單顆奈米粒子(Individual Nanoparticles)如圖 3-2-20，奈米粒子尺寸分佈(Nanoparticle Size Distribution)範圍在(30 ~ 60) nm 間，如圖 3-2-21 中黑色線為實際分析約 600 顆 60-nm SRM 奈米粒子分佈機率概況。

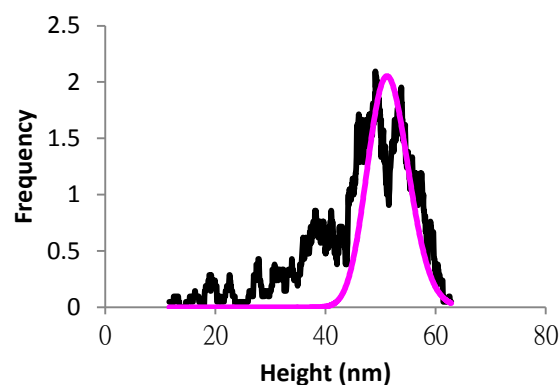
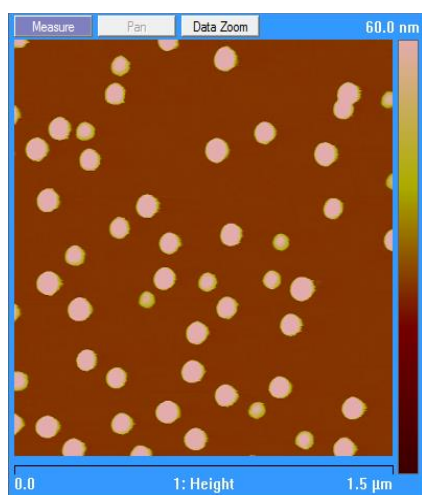


圖 3-2-20、60-nm 奈米粒子 AFM 掃描影像圖

圖 3-2-21、奈米粒子(SRM 1964)尺寸分佈圖

奈米粒子彈性模數量測乃利用 AFM 最大力量量測模式(PeakForce Mode)，採用的彈性模數計算公式為包含附著力影響的 Hertz 理論模型，亦即 DMT (Derjagin, Muller, Toropov)模型。經量測後，採用勁度在 29.3 N/m 的 AFM 探針進行量測；而為避免施加與回饋(Trace and Retrace)的掃描訊號不匹配，掃描速度(Scan Rate)設定為 0.3 Hz，並施加以 4 nN 的作用力進行奈米粒子影像掃描量測(設定 256 × 256 pixels)，控制奈米粒子變形量在 3 nm 內(維持在彈性回復)，且 AFM 探針以 50 nm 振幅與 1 kHz 的振盪頻率進行掃描，獲得奈米粒子受力作用後的掃描影像，結果如圖 3-2-22(a)所示。因力量掃描模式造成影像並無法實際代表粒子的形貌，圖 3-2-22(b)為經最大力量掃描模式成像後，切換為 AFM 敲擊模式(Tapping Mode)掃描相同區域所獲得之影像，由此影像亦可確認奈米粒子在最大力量模式作用時，粒子並未產生移動情形。由圖 3-2-22(a)影像中獲得之力量曲線，選取作用於奈米粒子最大高度處產生之力量曲線計算奈米粒子彈性模數，選取(60 ± 1) nm 奈米粒子計算得到平均的彈性模數為(3.23 ± 0.2) GPa。

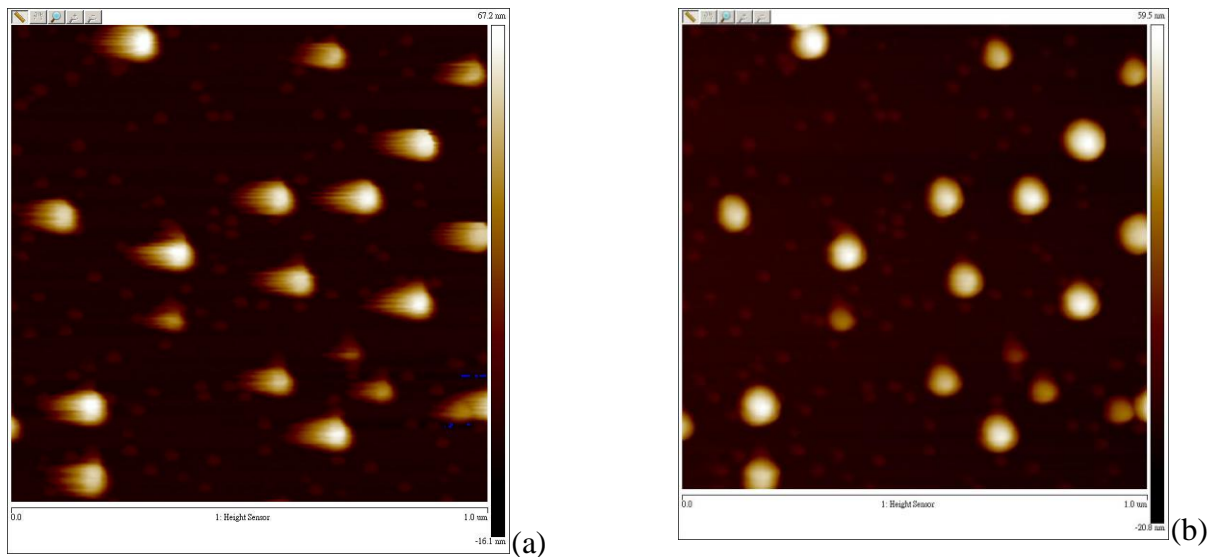


圖 3-2-22、60-nm 奈米粒子原子力顯微鏡掃描影像

(a).最大力量模式(PeakForce mode) (b).敲擊模式(AFM tapping mode)

3. 材料表面性質量測技術-FinFET 結構之 tSAXS 量測技術

在本計畫中，主要的研究分析對象為單層及雙層光柵結構之結構參數，從量測試片結構之數學模型建立開始，於數學方程式中需考量所要分析的結構參數，並且進一步對整個模型進行繞射理論計算，將此繞射計算結果與實驗結果進行最佳化擬合(Fitting)即可獲得結構參數值。

首先，先就數學模型建構來做執行成果說明，以單層光柵結構而言，線寬(Width)、線距(Pitch)、線高(Height)以及側壁角度(Side Wall Angle, SWA)是主要考慮的結構參數，如下圖 3-2-23(a)之示意圖所示；而圖 3-2-23(b)與圖(c)則是利用製程方式製作之光柵結構 SEM 影像圖。

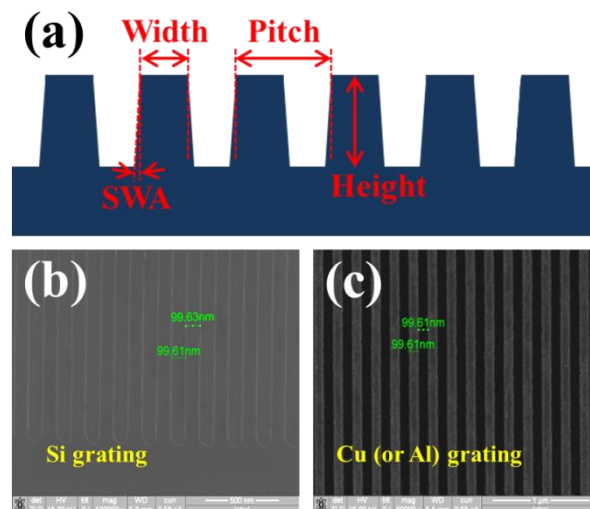


圖 3-2-23、光柵結構示意圖中四個結構參數與製作之光柵結構 SEM 圖

此光柵模型結構之數學表示式是由形狀因子與結構因子所組成，透過傅立葉轉換後平方可得 Q_z - Q_x 座標之繞射強度分布圖，並可將 Q_z - Q_x 座標中的結果轉換成 Angle- Q_x 座標之繞射強度分布圖。需要了解 Q_z - Q_x 座標與 Angle- Q_x 座標之間進行轉換的原因，是由於在實際進行試片之 tSAXS 量測時，所得到的繞射強度分布主要是入射角度為零(入射 X 光光束與試片結構平面法向量平行)的結果，此繞射圖案可用來分析線寬與線距，接著再透過旋轉試片在正負二十度之內進行 tSAXS 量測才可取得 Angle- Q_x 座標之繞射強度分布結果，最後需要將此結果轉換至 Q_z - Q_x 座標空間之繞射強度分布圖，才可以用來分析其中存在於光柵結構中線高與 SWA 的結構參數訊息。利用自行撰寫的繞射計算程式所跑出來的繞射圖案結果來舉例說明，圖 3-2-24(a)為線距 200 nm 且線高 20 nm 光柵結構剖面示意圖，結構中可見到明顯的 SWA，經由自行撰寫的程式進行繞射強度計算可得圖(b)，將 Q_z - Q_x 座標的繞射強度分布結果再透過程式轉換為 Angle- Q_x 座標中的繞射結果可得圖(c)；在實際進行 tSAXS 量測時，圖(c)才是進行實驗量測時能夠取得之數據，藉由逆轉換座標系來獲得圖(b)，其中 X 形交叉的強度線夾角代表著兩倍的 SWA 角度值，而與強度線平行的距離可計算線高。

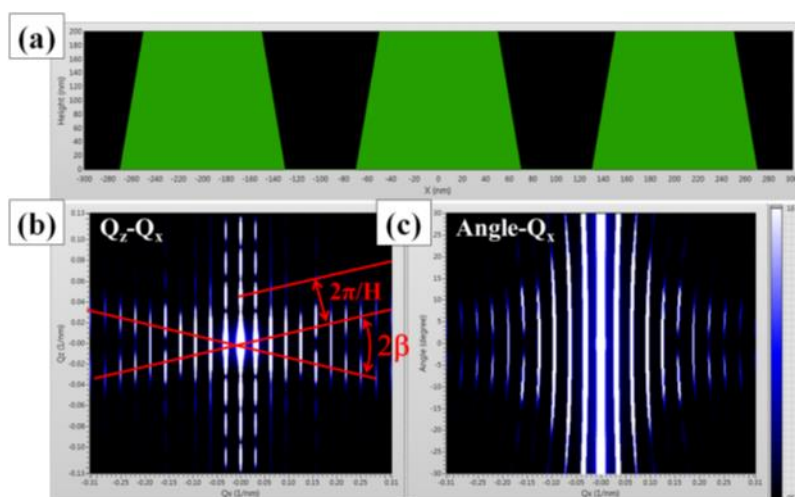


圖 3-2-24、理論計算繞射強度分布圖及不同座標轉換

在實際進行 tSAXS 量測與分析上，線距可透過直接觀察 tSAXS 繞射圖案來判斷，如下圖 3-2-25(a)所示，此圖為委託製作線距 100 nm 光柵結構之繞射圖案，圖中央圓圈處為用來遮擋主要光束線之光束擋板(beam stop)，整體繞射強度的剖面圖如圖(b)，可見各個繞射點的強度以及在 Q_x 座標的分布位置，將各個繞射階數與其繞射點位置畫成圖(c)關係並進行線性擬合，利用斜率可簡單地計算出線距為 99.67 nm。另外，光柵結構中的線寬參數主要是存在形狀因子，因此此參數的差異則是影響到各個繞射階強度的比例，透過程式計算可得此樣品線寬為 47.2 nm。

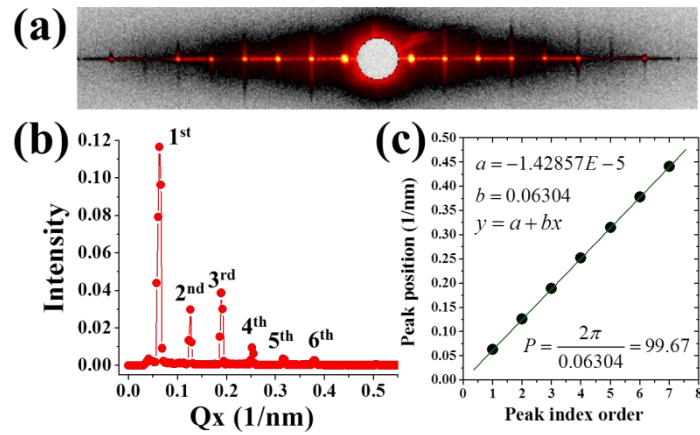


圖 3-2-25、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線據分析結果

至於實際量測所得之 Angle- Q_x 座標之結果，200 nm 線距的光柵結構之繞射強度分布圖如圖 3-2-26 (a)所示，透過自行撰寫之轉換程式可得到圖(b)，圖中可觀察到 SWA 之值幾乎為零，代表光柵結構中側壁狀況近乎垂直。

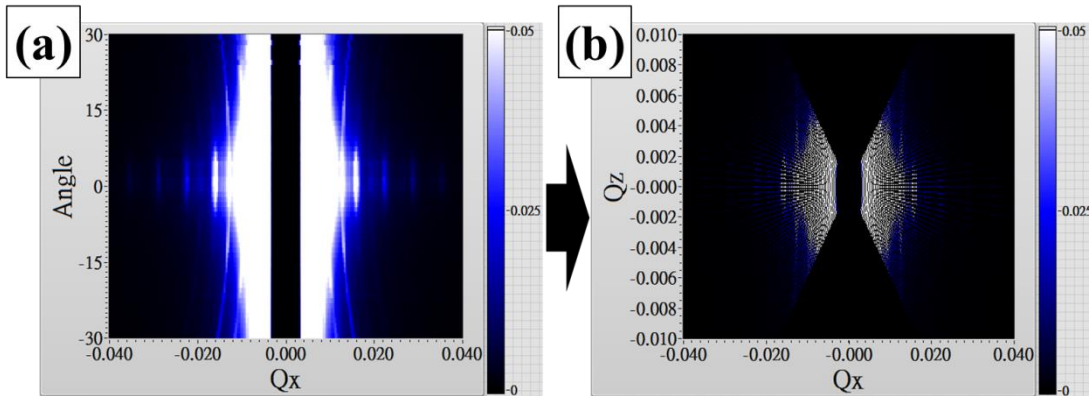


圖 3-2-26、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線據分析結果

在雙層光柵結構的量測與分析上，我們設計三層薄膜結構，其中上層與下層皆為線距 200 nm 且線寬 100 nm 光柵結構，線高分別為 200 nm 與 20 nm，而中間層則是厚度 5 nm SiO_2 薄膜，雙層光柵結構示意圖以及製作之結構剖面 SEM 影像圖如下圖 3-2-27(a)與(b)所示。由於雙層光柵結構在進行堆疊(Overlay)製作時，彼此位置會有所偏差，因此在本計畫分析雙層光柵結構上，特別製作了不同相對偏移量之雙層光柵結構試片，如圖 3-2-27(b)中所示不同相對偏移之情況。

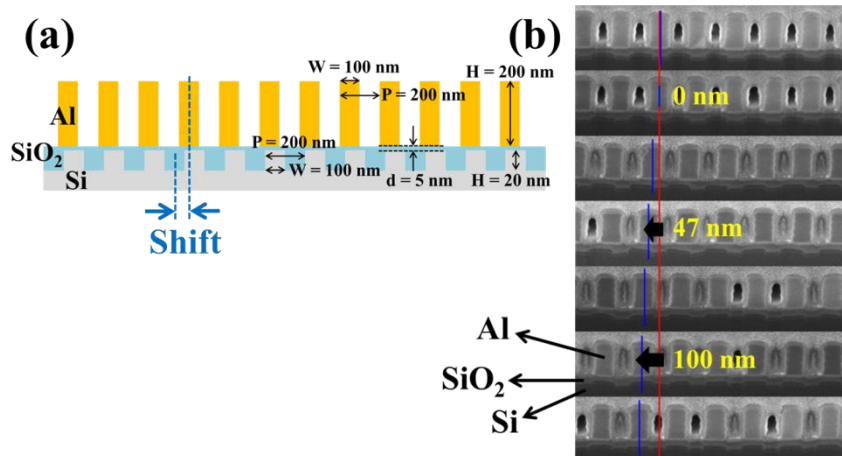


圖 3-2-27、具相對偏移情況之雙層光柵結構示意圖以及製作結構剖面 SEM 圖

圖 3-2-28(a)為量測圖 3-2-27(b)中各個雙層光柵結構之 tSAXS 繞射強度分布圖，從圖中可觀察到上下層光柵線距相同因而使繞射點位置也都相同，但七種不同上下層光柵結構相對偏移情況影響了各個繞射峰處強度的變化。以第 3 階繞射峰為例，因為上下兩光柵相對偏移位置在 Shift 0 nm 與 Shift 100 nm 情形下之繞射峰強度分別為最大與最小，透過以繞射峰強度最小值為基準做歸一化處理，可得到不同相對偏移結構繞射強度在 0 至 1 的變化區間位置，如圖 3-2-28(c)中 Measurement 數據點分布；而第五階繞射峰變化情況也可依上述方式處理，如圖 3-2-28(d)所示。此外，透過結構模型的繞射計算與程式處理，我們可將理論計算所得第 1、3 及 5 階繞射峰強度變化結果繪製成圖 3-2-28 (b-d)中 Calculation 結果，除了可觀察到各繞射階強度變化趨勢皆不相同之外，比較量測與計算結果可觀察到兩者變化趨勢相符合。在進行雙層光柵結構之 tSAXS 量測數據分析上，可利用傳統方式以模型建立並進行繞射計算，再與量測結果進行最佳化擬合以獲得結構參數值，亦可利用將各階繞射峰強度變化隨不同上下層光柵結構相對偏移情況之數據整理成資料庫，以比對的方式來進行相對偏移參數的量測。

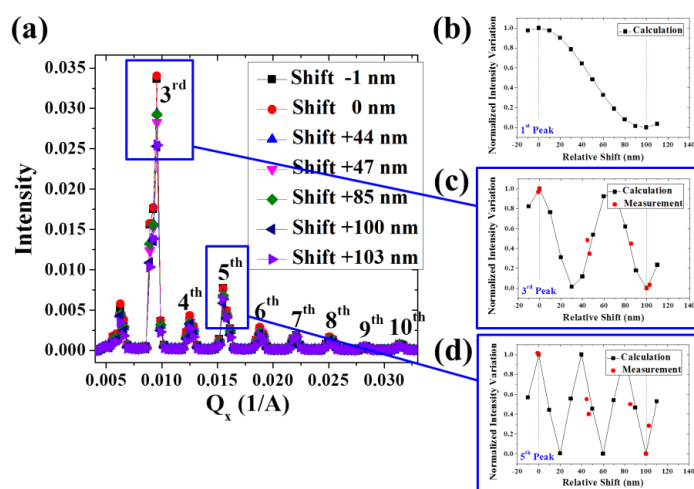


圖 3-2-28、100 nm 線距光柵結構之 tSAXS 量測與線距分析結果

在本計畫執行成果上，進行了單層光柵結構試片之 tSAXS 量測與分析，分析之結構參數為線寬、線距、線高以及側壁角度；至於雙層光柵結構試片之 tSAXS 量測與分析，線距以及上下層光柵結構相對偏移量為主要分析參數，皆透過結構幾何模型建立並進行繞射計算的方式，將量測結果與理論計算結果進行比對，來建立分析結構參數之 tSAXS 量測技術。

【技術創新與突破】

1. 薄膜熱電性質量測：

傳統用於大尺寸熱電材料的量測方法三項參數(席貝克係數與電導率，以及熱導率)需分別藉由兩套系統:ULVAC 的 ZEM-3 (席貝克係數與電導率量測系統)與 NETZSCH 雷射閃光法(熱擴散係數、比熱與熱導率量測系統)進行量測，ZEM-3 其方法是藉由材料兩端的溫差，量測輸出之電動勢，得到熱電席貝克係數與電導率；NETZSCH 雷射閃光法將能量輸入於材料一端，另一端以 IR 偵測器讀取信號，利用信號與時間之關係計算出材料的熱導率。侷限於塊材的量測方式，目前 ZEM-3 設備最低尺寸量測極限為 8 mm，NETZSCH 雷射閃光法的厚度最低尺寸為 1.5 mm，1.5 mm 以下薄膜厚度材料的熱傳及熱電量測能量目前商用設備尚未建立。而本技術創新與突破點是將探針與加熱器，藉由 MEMS 製程與薄膜同時製作於一測試試片上，達成厚度量測極限至 100 nm。傳統量測薄膜電阻的方式大多採用標準 4 點式方式。其中必要條件是四支探針與薄膜接觸的位置須等距，由兩個探針輸入固定之電流，且同時利用兩個探針來進行量測電壓差值，再將電阻值計算出來。缺點是探針頭需遠小於薄膜長度、下針時可能會壞薄膜結構，及探針需排列在同一直線上。因此在量測設計上，本計畫依據霍爾電阻的量測方式進行改良設計，且根據 ASTM F76-86，設計 6 點接腳，參考其中必要的條件為薄膜長度需大於 5 倍薄膜寬度，以及薄膜厚度需小於 0.1 公分。此方式突破了四點式需等距及探針大小的限制，並降低接觸電阻，增加磁場後可再測得霍爾係數及載子濃度等參數。本計畫所開發之量測技術，可大幅降低薄膜電導率(σ)之量測不確定度(0.22%)，並提升且掌握材料特性。

2. 材料表面性質量測：

在 AFM 奈米壓痕的量測上，利用聚焦離子束系統(FIB)修飾 AFM 探針壓頭，減少待校 AFM 懸臂樑探針撓曲靈敏度(SH)與壓於參考懸臂樑上之撓曲靈敏度(SC)誤差，有效降低 AFM 探針勁度不確定度小於 8%。透過微機電製程設計與製作參考懸臂樑，作為 AFM 懸臂樑探針勁度校正之傳遞標準件。並利用金屬薄層為記號區分 50 μm 間隔距離，調變不同之勁度之參考懸臂樑，該參考懸臂樑校正追溯至量測中心之微力原級系統。另設計研製具繞射峰強度變化之雙層光柵相對偏移架構，可用於解決單層光柵結構之 tSAXS 散射光強度不足問題，將待測結構搭配另一輔助光柵片來進行待測結構良率之判斷。

【未來推廣應用】

大部分的薄膜熱電產品是利用垂直方向的溫差來進行發電，尤其是由固定式演變為目前蓬勃發展的穿戴式裝置之電子產品，例如，智慧型手錶因多功能運算能力之需求，其電池續航力的問題一直以來最為消費者所詬病。為改善此一問題，藉由體溫發電的薄膜熱電技術於穿戴設備上具有極佳的優勢，將薄膜熱電發電板整合於智慧型手錶上，不但能作為備用電力充電使用，也可應用於緊急訊號之發送或長期人體醫療訊號之偵測電力。然而，穿戴式裝置之電子產品，因高速計算與無線傳輸的耗電之供電需求及散熱需微小化等，因此在狹小空間當中，只能採用輕、薄、柔軟的軟板來做各個電子零組件的連結，薄膜熱電技術遂成為穿戴式裝置之重要技術與門檻之一。本年度已建立薄膜熱電材料平面(In-plan)方向的電導度量測技術，後續可針對穿戴式裝置之薄膜熱電模組的需求，發展整合包含垂直向(Cross-plane)的熱電參數以及薄膜應力之熱電薄膜量測技術，將加熱器與金屬層(導線)藉由MEMS製程與薄膜同時製作於一個晶片上，擴充低維度量測極限，熱傳厚度量測範圍降至100 μm 。

在材料表面性質技術上發展AFM奈米壓痕量測原理，建立量測與分析前瞻材料的力學行為，有助於新式材料的研發。透過此項技術的建立亦可用於解決高分子材料、或是生醫軟性物質材料彈性模數或附著力，無法利用商用奈米壓痕儀器量測之問題。然而，待測樣品的尺寸效應(Size Effect)將導致彈性模數量測值的差異性，對於奈米粒子尺寸變化的影響需進一步的分析與討論。

在tSAXS量測技術中目前的工作已完成了單層與雙層光柵結構之tSAXS量測分析，在未來可將量測結構延伸至複雜的三維多層膜結構，例如鰭式場效電晶體(Fin Field-effect Transistor, FinFET)邏輯元件或是高深寬比(High Aspect Ratio, HAR)記憶體元件結構之檢測；關於後續此技術之改良，建構更完善參數之模型進行最佳化擬合，以建立接近實際量測試片結構模型的方式，來提高tSAXS技術分析之準確性。將以此技術對比於目前檢測技術無法解決之問題，應用於半導體產業上。

參考資料 (References)

- [1] Blom F R, Bouwstra S, Elwenspoek M and Fluitman J H J (1991) Dependence of the quality factor of micromachined silicon beam resonators on pressure and geometry, *J. Vac. Sci. Technol. B* 10(1) 19-26.
- [2] Lu J, Ikehara T, Zhang Y, Mihara T, Itoh T and Maeda R (2009) High quality factor silicon cantilever driven by PZT actuator for resonant based mass detection, *DTIP of MEMS and MOEMS* 15(8) 1163-1169.
- [3] Hao Z, Erbil A and Ayazi F (2003) An analytical model for support loss in micromachined beam resonators with in-plane flexural vibrations, *Sensors and Actuators A* 109 156-164.
- [4] Sandberg R, Molhave K, Boisen A and Svendsen W (2005) Effect of gold coating on the Q-factor of a resonant cantilever, *J. Micromech. Microeng.* 15 2249-2253.
- [5] Kokubun K, Hirata M, Murakami H, Toda Y, and Ono M (1984) A bending and stretching mode crystal oscillator as a friction vacuum gauge, *Vacuum* 34(8/9) 731-735.
- [6] Kokubun K, Hirata M, Ono M, Murakami H, and Toda Y (1987) Unified formula describing the impedance dependence of a quartz oscillator on gas pressure, *J. Vac. Sci. Technol. A* 5 2450.
- [7] Lu J, Ikehara T, Zhang Y, Maeda R and Mihara T (2006) Energy dissipation mechanisms in lead Zirconate Titanate thin film transduced micro cantilevers, *Japanese Journal of Applied Physics* 45(11) 8795-8800.
- [8] Lifshitz R and Roukes M L (2000) Thermalelastic damping in micro- and nanomechanical systems, *Physical Review B* 61(8) 5600-5609.
- [9] Yang J, Ono T and Esashi M (2002) Energy dissipation in submicrometer thick single-crystal silicon cantilevers, *J. Microelectromech. Syst.* 11(6) 775-783.
- [10] 奈米粒徑量測系統評估報告-標準微奈米顆粒計數器偵測效率校正，07-3-A1-0254，工研院量測技術發展中心，2012年。
- [11] Ryan W, Robert M, Jon P, Gordon S and Arvind R (2011) *Nanotechnology*, 22, 455703 (9pp)
- [12] Ashley D S, Adam J B, Jamie S Q and Christopher T G (2013) *Nanotechnology*, 24, 015710 (13pp)
- [13] Gibson C T, Watson G S and Myhra S (1996) *Nanotechnology*, 7, 259-62
- [14] Clifford C A and Seah M P (2009) *Meas. Sci. Technol.*, 20, 125501
- [15] <http://www.freesbi.ch/en/illustration/figures>
- [16] ISO/IEC Guide 98-3:2008 - Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

四、法定計量技術發展分項

【量化成果說明】

項目	項 目	目標數	實際成果	備 註
研究報告	水量計實流進行電磁耐受性測試及研究報告	1 份	1 份	
	噪音計檢定檢查施行方法研究與實作報告	1 份	1 份	
論 文	電子式水量計的電源干擾試驗研究	-	1 份	量測資訊 2014 年 9 月號
	電子式水量計的輻射抗干擾及靜電抗干擾試驗	-	1 份	海峽兩岸技術研討會

【執行成果說明】

(一)、新版水量計型式認證加測項目能量擴充

我國的水量計國家標準 CNS 14866 目前係參照國際標準組織 2005 年版的 ISO 4064 完成制定，並由機械工程國家標準委員會的標準委員完成審查，將電子式水量計納入水量計管理範圍，於 101 年 2 月 14 日完成公告施行，相關技術規範如 CNPA 49 及 CNMV49 等未來有可能依據新版 CNS 14866 進行修改。新版 CNS 14866 國家標準中針對電子式水量計部份除需進行原有與新增的機械性能測試項目，亦必需額外進行相關電子性能驗證，其中較重要的變革及後續對廠商的影響如圖 4-1-1 所示。依據 CNS14866-3 規定，裝備電子裝置水量計的型式認證除一般機械性能的試驗，尚須通過 9.3 節氣候及機械環境試驗與 9.4 節電磁環境試驗，其目的是要確證水量計在有關影響量上，是符合在其額定運轉條件下所顯示器差，不會超過所規定的最大容許誤差。電子式水量計型式認證加測項目能量擴充的整體規劃及歷年技術發展歷程圖如圖 4-1-2 所示。

103 年度所要進行之試驗項目為電磁耐受性(Electromagnetic Susceptibility)，係針對裝備有電子裝置的水量計，對於規定頻譜成分和規定強度之電場輻射場之耐受性測試，依據 CNS14866-3 9.4.2.1、IEC 61000-4-3 及 ENV 50204 電磁耐受性試驗條件規定，擾動來源為電磁輻射，依據環境等級為 E1 或 E2 而有不同場強要求，分別為 3 V/m 及 10 V/m；輻射訊號經由天線輸出，訊號調製為 80 % 振幅調變(Amplitude Modulation, AM)，1 kHz 正弦波，對測試件產生干擾，干擾頻率範圍在 26 MHz 至 1 GHz。試驗方向包括水平與垂直天線，水量計架設於電波隔離室內，測試件至天線至少距離 1 米處，並採用全頻段實流測試。

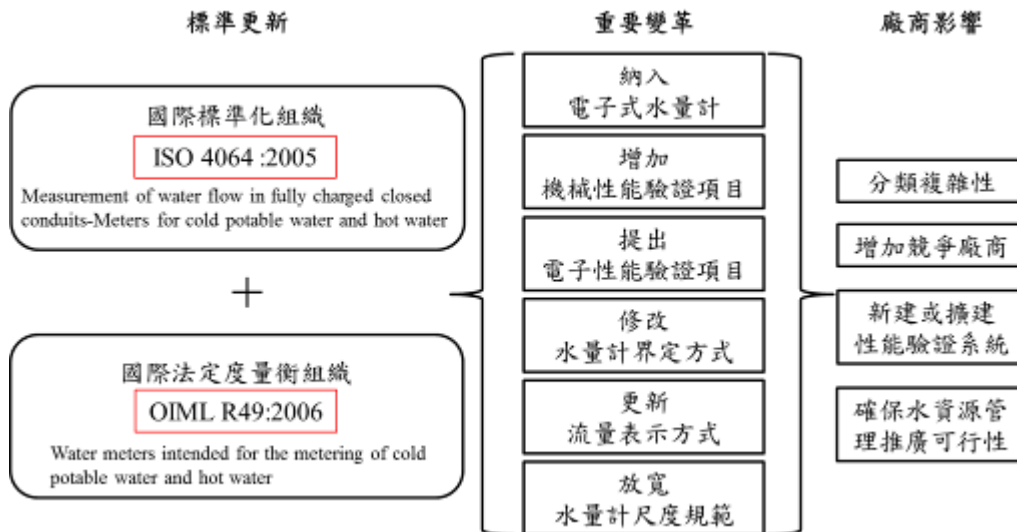


圖 4-1-1、國際標準重要變革及對廠商的影響

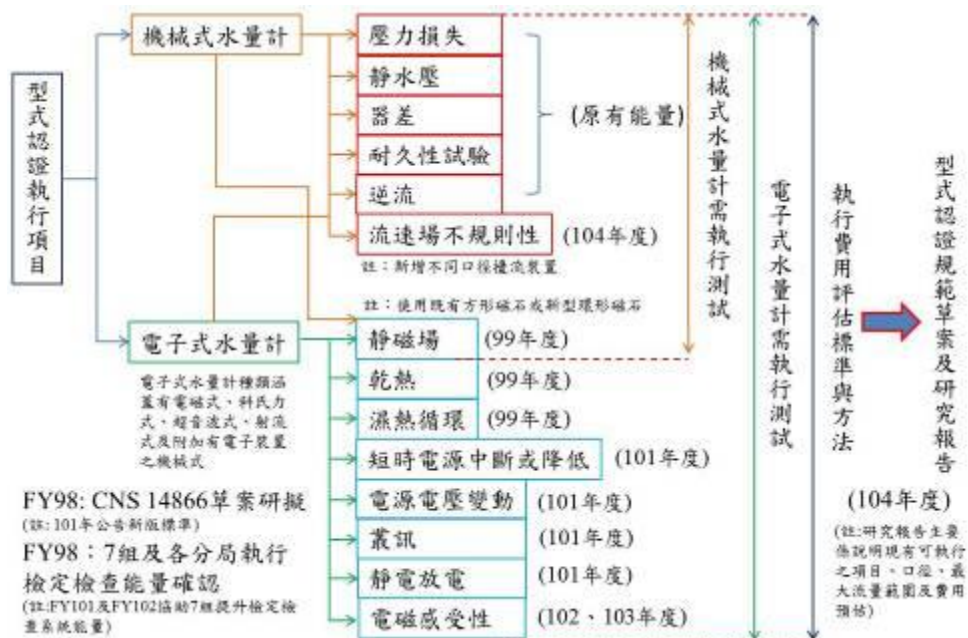


圖 4-1-2、歷年技術發展歷程圖及說明

【本年度目標】

103 年度針對電磁耐受性試驗(Electromagnetic Susceptibility Test)進行可行性研究的主要工作事項如下。

- 完成電磁耐受性試驗能力研究與調整

依據 CNS14866-3 9.4.2.1、IEC 61000-4-3 及 ENV 50204 電磁耐受性試驗條件規定，擾動來源為電磁輻射，輻射訊號經由天線輸出，依據環境等級為 E1 或 E2 而有不同場強要求，分別為 3 V/m 及 10 V/m，干擾頻率範圍在 26 MHz 至 1 GHz。由於參考標準 IEC 61000-4-3

主要為針對一般電子產品所制定，並不全然適用於裝備有電子裝置之水量計的試驗使用，其主要差異點為依據 CNS14866-3 9.4.2 規定，本試驗的待測水量計須安裝於測試管路上，且管路內為飽水狀態下，再施加每一載波頻率的電磁場，同時量測待測水量計的指示誤差。所以，管路須穿過電波隔離室，且由於須配合管路拆裝及管路口徑不同的情形，本試驗使用的電波隔離室外型不同於一般固定全密閉型式，須重新設計成可移動，但受限於現有測試場所的最大可容納空間為(3850 × 3000 × 3000) mm³，且配合實驗室天車吊掛可乘載的上限，整體重量不可超過 3 噸，並且需要符合可安裝 2 吋至 12 吋流量計如表 4-1-1 尺寸規格，及其前後直管拆裝；於試驗範圍即流量計所在測試平面，仍需符合場均勻度測試規範之規定，測試件至天線至少距離 1 米。在考量上述電波隔離室要求如總重量、整體空間尺寸等，所以需進行下列試驗設備建置及最佳化。

- a. 完成電磁耐受性試驗設備硬體裝置最佳化研究，如天線架設、待測水量計架設位置、其它設備配置與移動與吊掛方式最適化等；
- b. 完成電磁耐受性試驗設備軟體及人機介面設計與開發最佳化，如應用軟體選用、軟體開發、人機介面設計等；
- c. 完成電磁耐受性試驗設備系統校驗，如隔離度測試、系統路徑損失補償及場強功率校驗等。

表 4-1-1、水量計尺度

標稱口徑 DN	L(優選) (mm)	L(其他) (mm)	W ₁ 、W ₂ (mm)	H ₁ (mm)	H ₂ (mm)
50	200	170 至 350	135	216	390
65	200	170 至 450	150	130	390
80	200	190 至 500	180	343	410
100	250	210 至 650	225	356	440
125	250	220 至 450	135	140	440
150	300	230 至 560	267	394	500
200	350	260 至 620	349	406	500
250	450	330 至 800	368	521	500
300	500	380 至 800	394	533	533

註：W₁ 與 W₂ 及 H₁ 與 H₂ 分別為水量計以管路中心軸線為基準的左右寬度與上下高度，DN50 至 DN300 之長度許可差為 0 mm 至 -3 mm。

• 完成 100 mm 電子式流量計實流驗證評估

使用 2 具口徑 100 mm 之電子式流量計，其積算器外殼分別為塑膠與金屬，進行實流驗證評估。依據 CNS14866 標準要求，將水量計及其至少 1.2 m 長之外接電纜(直接使用 AC 電源之水量計應有外接電纜，使用 DC 電池供電之水量計通常無外接電纜)置於輻射射頻場中。頻率範圍由 26 MHz 至 1 GHz，場強設定為 10 V/m(使用較嚴苛設定值)，輸出為經過調制之 80 % AM，1 kHz 正弦波，分別以垂直天線及水平天線進行各 20 次局部掃描來執行試

驗。每次掃描之起始與終止頻率如表 4-1-2 所示，每次增幅為前一頻率的 1%。並且於施加電磁場前後，分別在基準條件或零流量下進行器差試驗，觀測受測水量計之指示誤差是否可以符合允收標準，或有故障情形產生。

表 4-1-2、起始與終止載波頻率

MHz	MHz	MHz
26	150	435
40	160	500
60	180	600
80	200	700
100	250	800
120	350	934
144	400	1000

• 完成測試及研究報告

測試及研究報告內容如下：

- a. 電磁耐受性試驗設備建置研究包含硬體說明、軟體說明及系統校驗結果；
- b. 使用 2 具 100 mm 電子式流量計實流驗證評估包含實驗流程確認、試驗結果與相關討論；
- c. 研究結果建議與改進及操作注意事項。

【執行成果】

1. 電磁耐受性試驗設備的組建及相關軟、硬體測試研究與調整說明

1.1 隔離室建置與調整

由於輻射傷害大小與輻射頻率波長、人體身長、各器官組織細胞內水分子佔有百分比有關。波長、身長與共振頻率有關，身長為波長的 1/4 波長共振吸收效率最大，兩者相差越大共振吸收率越小，而其中 30 MHz 波長為 10 m，1/4 波長為 2.5 m，300 MHz 波長為 1 m，1/4 波長為 0.25 m，與一般人體身高相當，所以就頻段而言此範圍對人體傷害最大。此外，水分子越多受輻射照射產生撞擊熱能越大，對組織細胞傷害也越大，眼部組織細胞水分子最多達 80% 以上，因此輻射對眼部傷害最大。由於輻射場強傷害除頻率耦合外，在實務上還要考量輻射場強大小及滯留時間長短，以試驗規範之 10 V/m 場強值計算，只要滯留時間超過 38 小時，即會對現場試驗人員造成傷害，因此進行電磁耐受性試驗必須建置電波隔離室加以防護，以確保現場操作人員安全，同時使測試環境符合規範要求，並保護工作現場其他設備不被干擾或損壞。

依據新版 CNS 14866 規定，水量計大小與尺寸規格如表 4-1-1 所示，因此試驗用隔離室嵌入管路之正面寬度最少應大於 800 mm。隔離室高度除考量水量計本體高度限制外，尚須考量 IEC 61000-4-3 規範中測試設備需離接地參考平面 800 mm 以上的高度以及

垂直天線的支架長度，因此隔離室高度至少需規劃 1500 mm 以上。且由於 IEC 61000-4-3 規範說明，天線須放置在足夠的距離，使得測試設備能涵蓋於均勻輻射場強，建議距離為至少 1000 mm 至 3000 mm，即隔離室與管路切面寬度需達到此要求。但是，若考量到實際可執行試驗的最大可應用空間為 $(3850 \times 3000 \times 3000) \text{ mm}^3$ ，則隔離室箱體設計應不大於此一範圍。

由於隔離室的長度(R)設計主要與待測件的大小及量測頻率有關，一般輻射源依其特性可分為電壓源與電流源，電壓源於近場為高阻抗，電流源則相反，在通過一定距離後與空氣阻抗匹配而產生輻射，此即近遠場的臨界距離，所以可依據波阻與空氣阻抗是否匹配輻射關係定義出遠場檢測距離 $R \geq (\lambda/6)$ ；若依據遠場波前相位差量測距離需求與待測水量計尺寸大小，則遠場檢測距離公式表示為 $R \geq (2D^2/\lambda)$ ，其中 D 表示為待測水量計尺寸大小， λ 為需求最高工作頻率的最短波長；比較兩者計算結果，取較大值作為隔離室長度設計基準，同時考量可應用空間最大許可距離，決定出最終隔離室長度。隔離室寬度(W)設計除與待測件大小有關外，也與吸波體(absorber)的吸波功能有關。由於吸波體吸波效益與電波入射角有關，入射角與吸波體正面夾角越大吸波效益越差，在本設計中取 45 度角為參考值，所以依據公式 $R \tan 45^\circ = W$ 計算結果，即長度約為寬度的 1 倍。而高度(H)設計，為使來自各方向的反射波可以在幾何中心相互抵銷，減少反射波對於天線輻射值干擾，因此最佳高度設計為 $H=W$ ，即高度與寬度相同。

依據上述說明，與考量實驗室現場環境限制，即流量測試系統管路中線離地高度為 1100 mm，活動式隔離室可使用最大運動平面空間長度為 3850 mm，寬度為 3000 mm，300 mm 水量計的長度(L，參照 CNS14866-1 4.1.1)最大可允許為 800 mm，以安裝管路中線計算上下高度最大可允許各為 533 mm，為將水量計完全包覆在電波隔離室中，所以隔離室嵌入管路的正面寬度最少要大於 800 mm，開口高度要大於 1100 mm。如以設計要求計算隔離室長度、寬度與高度要求，則於 26 MHz 至 1 GHz 測試頻率範圍，D 為 800 mm，R 值的最佳要求為 4270 mm，W 與 H 值最佳要求為 2135 mm。但因實驗室可應用空間問題，實際最大可允許製作空間為長度 3150 mm，寬度 2100 mm(需再考量可移動及操作旋轉空間)，高度則配合寬度調整，此即為電波隔離室尺寸規格。

在箱體製作上，本次箱體外殼主要以 304 不鏽鋼板焊接後，內面先披覆合成夾板，再以鎳、鋅、矽合成之吸波磚貼附，吸波磚尺寸大小約為 $(100 \times 100 \times 6.7) \text{ mm}^3$ ，重量約為 340 g/pcs，並在箱體反射面(6 個內面)鋼板上加裝吸波磚，因此本電波隔離室可以視為一種改良型全電波無反射室(Modified Anechoic Chamber)。由於主要輻射洩漏產生位置有管路安裝正面開口、人員進出開口及管路包覆治具接續與細縫處，分別以導電銅彈片、金屬箔膠帶(拆裝即須更新)及金屬網製作成隔離環加以阻絕電磁波的洩漏。

管路安裝正面開口升降門、人員進出開關門，採用雙層面向的導電銅彈片，當門關閉時，利用導電銅彈片的彈力夾緊鋼材，防止電磁波的洩漏。管路包覆處則是會因口徑不同的管路更換，而需更換使用不同規格治具，且因為管路表面平整度、安裝水平等問

題，而致使彈片擠壓施力不均勻，導致隔離效果不佳，且多次拆裝後的情形更不易控制，因此該部份需採用金屬網環繞製作成隔離環，必要時可以環繞 2 至 3 圈，因金屬網可以依照管路狀態形變，使用治具迫緊後，可以有良好的阻絕電磁波效果，但因為金屬網長期使用後仍會產生變形，因此需定期更換，整體隔離室隔離方案如圖 4-1-3 所示。並且由於待測水量計安裝含有前後不鏽鋼直管，可能會使天線所發射之輻射場強透過不鏽鋼直管傳導，因此必須對不鏽鋼直管及電波隔離室接地，使其成為共地之情形。

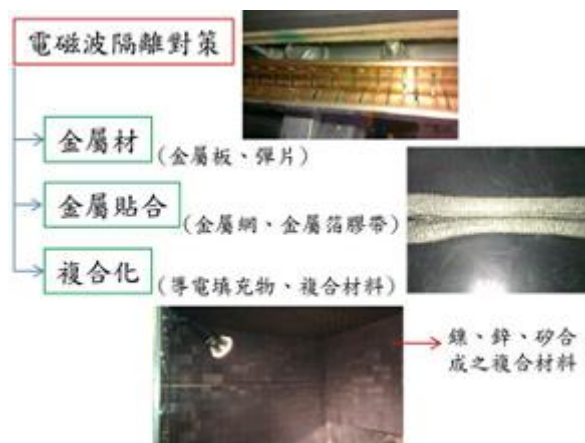


圖 4-1-3、隔離室電磁波隔離對策

1.2 天線架構改良

天線的選擇除須符合規範要求外，也必須考量到操作方式與環境空間，因為環境會限制天線的尺寸，操作方式會影響到後續試驗的時間等。其他如天線本身的平衡-不平衡電路(Balun)、電壓駐波比(VSWR)、增益(Gain)等亦會牽涉到其效能。以電壓駐波比為例，愈接近於 1 表示該系統內所有子元件的阻抗值都是幾乎一模一樣的，也就是愈接近於完美，駐波比越大，反射功率越高，則傳輸效率越低。VSWR 計算方式為 $(1+\text{反射係數})$ 除以 $(1-\text{反射係數})$ ，當 VSWR 值是 1.25，大概僅有 1.14 % 的功率損失；若 VSWR 為 1.5，則損失率約為 4.06 %。因為電磁耐受性測試時必須供應極大能量予天線，若天線輸入阻抗太大會讓放大器能量無法輻射，無法達到所需之電場強度，所以 VSWR 越低越好。

由於採用之天線為雙錐/對數週期型天線，因此先針對雙錐部分進行結構修改如圖 4-1-4 所示，其外型由原先的 2D 平面等腰三角形，變更為 3D 結構，將等腰三角形底邊轉 90 度角延伸，形成垂直於平面等腰三角形的方形結構，等腰三角形邊長為 594.73 mm，方形邊長為 562.21 mm，各邊長接觸端點採用圓弧設計，材質為直徑 12.7 mm 之管型鋁材，增加低頻(20 MHz to 300 MHz)發射的功率與穩定度。再透過調整內部平衡-不平衡電路處理，調整不同頻率(主要為中、高頻, 80 MHz to 1 GHz)發射功率與穩定度。修改後先於實驗室內實測天線電壓駐波比(VSWR)並與未改善前的天線進行比較，其結果如表 4-1-3 所示，在 144 MHz 以上頻率，其 VSWR 皆可以維持在 3 以下，即傳輸功率可以維持在 75 %，120 MHz 以下 VSWR 值在維持在 4 至 8 相較於雙錐結構未改善前的天線，

於 30 MHz 以下量測 VSWR 值，會超過 30 %，使得天線無法有效輸出所需輻射訊號，產生不符合使用的情形。新改良的天線在低頻的傳輸功率，透過實驗證明，確實獲得有效的改進。

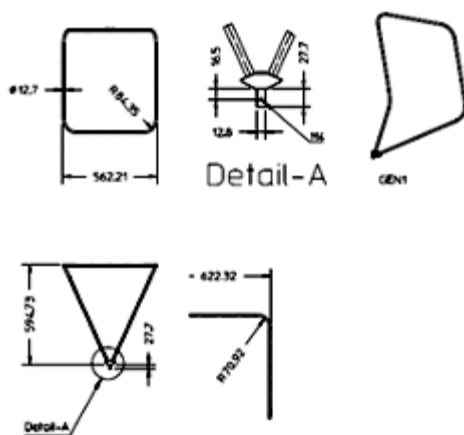


圖 4-1-4、天線雙錐結構修改

表 4-1-3、電壓駐波比(VSWR)測試結果

掃描頻率 (MHz)	VSWR	掃描頻率 (MHz)	VSWR
26	46.9	26	8.3
30	32.3	30	4.1
40	8.3	40	2.1
60	2.1	60	7.2
79	4.3	79	7.9
81	4.7	81	7.9
100	4.1	100	6.8
120	4.7	120	4.5
144	3.5	144	2.9
150	3.3	150	2.9
160	3.4	160	2.4
179	2.6	179	1.5
181	2.5	181	1.4
200	1.7	200	1.6
250	1.2	250	1.4
350	1.3	350	1.4
400	1.6	400	1.7
435	1.8	435	1.8
500	1.6	500	1.5
600	1.3	600	1.3
700	1.3	700	1.3
800	1.3	800	1.3
934	1.2	934	1.2
1000	1.4	1000	1.4

1.3 訊號產生模組架設與測試

如同先前所述，電磁耐受性試驗所需設備除電波隔離室、場強產生天線外，更包含有射頻信號產生器、功率放大器、及記錄功率位準的相關設備等。

本次選用之射頻信號產生器廠牌為 Keysight Technologies，型號為 N5171B。實測其訊號輸出，將待測物(訊號產生器)之輸出端口透過同電纜與高功率頻譜分析儀連接，當待測物輸出特定頻率的訊號，透過高功率頻譜分析儀紀錄數據，測試使用設備及測試結果如附錄 2 所示。結果顯示射頻信號產生器功能符合要求，可以產生由 9 KHz 至 1 GHz

頻段的射頻訊號源，且訊號強度大於 13 dBm，有效涵蓋本試驗所需訊號輸出的測試頻段。

高頻功率放大器選用之廠牌為 OPHIRRF，型號為 5126RE，可操作範圍為 20 MHz 至 1000 MHz，最大輸出功率為 120 W。高頻功率放大器實際測試驗證，是搭配訊號產生器及記錄功率位準的場強計於電波隔離室內進行整體性能驗證測試，結果如 1.5 節所述。

1.4 軟體控制測試及驗證

CNS 14866-3 9.4.2.4 簡要試驗程序規定，試驗執行需要以垂直天線及水平天線分別做 20 次局部掃描來執行試驗。每一次掃描之起始及終止頻率如表 4-1-2 所示，且每次掃描期間頻率以實際頻率 1 % 步幅步進且駐留時間相同，駐留時間取決於場強計(Reactive Voltmeter, RVM)量測解析度，但對掃描中之所有載波頻率應相等。因此，試驗過程除天線無須更換外，使用可以程式化自動操作計算與調整，亦即採用軟體控制頻率變化、掃描模式等，可以減少整個試驗過程中的人為操作失誤，並可以規格化試驗流程及節省試驗時間。

電磁耐受性試驗所使用的設備除了訊號接收器與天線之外，還包括可產生 26 MHz 至 1 GHz 訊號的訊號產生器以及具有 100 W 以上功率放大之功率放大器，測試的電磁波訊號由訊號產生器產生後，透過功率放大器放大至所需的功率，最後再由天線傳送；由於不同頻率的訊號由訊號產生器產生出來的功率不一致，因此施以不同頻率電磁耐受性測試時，若使用固定倍率進行放大功率的情況下，每進行一個頻率的調整時需同步調整訊號輸出的功率，使天線發射出來的訊號可達 10 V/m 的強度，若以所需測試的頻率 26 MHz 以 1 % 向上增加的比率需測試至 1 GHz 的需求計算，一共要測試約有 370 個頻率，再加上分別測試天線水平與垂直放置的狀態，則共需進行約 740 次調整，在起始及終止頻率如表 4-1-2 所示的每個階段，都需進行流量的量測與記錄，以調整一個頻率需花費 30 秒來估算，如逐一調整頻率與訊號強度，在不中斷的前提下，需花費六至七小時。

為了能夠減少人力支出成本，本研究所開發之訊號調整控制軟體，經由設定頻率範圍、增加比率以及訊號強度後，可自動執行訊號頻率及強度的調整。因此，如搭配軟體自動控制並整合硬體，可以減少許多不必要之錯誤，同時可以即時記錄各測試段的電磁波輸出與參考點的狀態，可以作為報告之附錄，減少糾紛產生。

本研究所開發之控制軟體為搭配硬體使用之專用特製軟體，其開發系統與介面需求為 Microsoft .Net framework 4.5、Microsoft Visual C++ 2013 Redistributable 及 Microsoft Windows 7，軟體操作流程如 1.5 節所述。

電磁耐受性測試系統可分為場強量測與訊號輸出兩個部份，場強量測使用 USB 轉 RS232 卡連接電腦與場強計，場強計則以光纖連接到場強計探頭，場強計以雷射光打入場強計探頭以感應電磁波的變化，再將受感應後的雷射光導回場強計中計算出場強量測值。訊號輸出的部份則以 USB 轉 GBIP 卡連接電腦與訊號產生器，由電腦以控制軟體進行訊號頻率與強度調整，訊號由訊號產生器送出後先經由功率放大器進行訊號強度增

加，再經由訊號衰減器進行訊號強度調整後由天線發射，天線訊號發射後所回收的訊號經訊號衰減器的強度減弱，使得回饋訊號不會干擾到功率放大器的運作，如圖 4-1-5 所示。

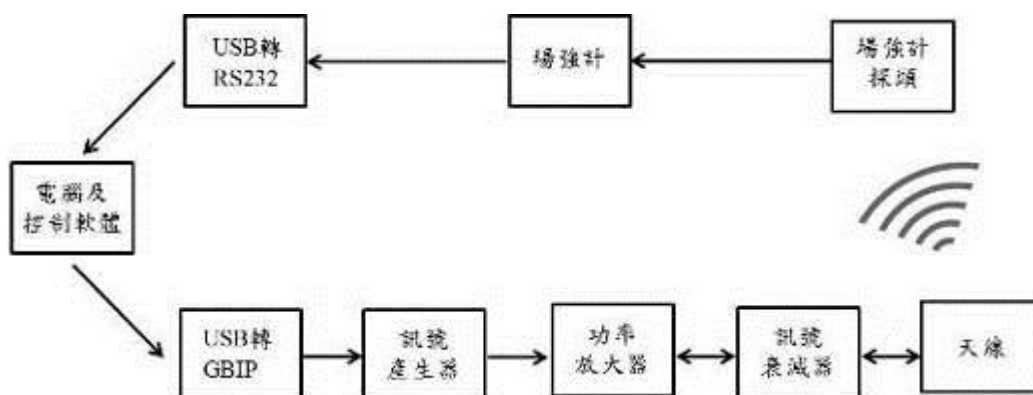


圖 4-1-5、電磁干擾測試硬體架構圖

為了驗證控制軟體是否可達成電磁耐受性測試的需求，在固定功率放大比率後，以軟體自動頻率與強度調整功能進行測試，完成軟體頻率範圍、增加比率以及訊號強度參數設定後，由軟體自動找出頻率設定、強度設定以及量測強度值，接著再以人工輸入的方式，將頻率設定、強度設定輸入訊號產生器，同時確認場強計所量測到的電磁強度是否與軟體量測到的值是否一致，經驗證，以人工輸入頻率設定與強度設定至訊號產生器中，其場強計所量測到的電磁強度與軟體所紀錄的數值相符。

1.5 量測系統綜合測試程序及結果

為驗證本量測系統的能力與建立測試程序，首先須建立電隔離室之路徑校驗數據，並將電磁場強計放置於電波暗室中，將目標設於10 V/m的電磁場強度，透過訊號產生器及放大器從25 MHz至1 GHz產生正弦波訊號，再透過天線發射出輻射電磁場，記錄各次試驗的訊號產生器之訊號強度紀錄及場強計接收的電磁場強度，為其電隔離室之路徑校驗數據。測試方法實施依據參考資料為IEC61000-4-3，測試環境條件為環境溫度為 (25 ± 3) °C，相對濕度為 (60 ± 8) %，測試設備如表4-1-4所示，操作程序為：

- (1)將場強計之感應器架設於電波暗室中之待測物位置；
- (2)透過訊號產生天線發送特定頻率與功率之訊號；
- (3)透過場強計之感應器接收能量，持續加大功率直到設定之10 V/m；
- (4)25 MHz至1 GHz每1 %頻率增加；
- (5)重複(1)-(3)步驟，紀錄所有讀值為其電波隔離室之路徑校驗數據。

表4-1-4、量測系統綜合測試使用設備一覽表

設備名稱	廠牌/型號	規格
雙對數天線	ETC/MCTD 2786	26M-2GHz
訊號產生器	Agilent E4438c	250kHz-6GHz
場強計	DARE/RSS1004A	10kHz-4GHz
功率放大器	Ophirrf/5126	20MHz-1000MHz/100W

電磁耐受性測試系統包括了硬體與軟體，其測試程序基本上須依照以下順序進行：

- (1) 場強計連線：開始測試前先開啟場強計、訊號產生器以及功率放大器等硬體，場強計則需以原廠RadiMon軟體加以確認已完成與場強計探頭的連線。
- (2) 建立參數存檔路徑：確認連線後開啟電磁耐受性測試軟體，會出現Test、Calibration以及Mark Data等三個選擇頁面。正式開始進行電磁測試前，需先以Calibration找出天線可送出10 V/m強度時頻率與強度設定的參數，在選擇Calibration頁面後，即選取左上角Data -> New Data開啟新檔建立檔案名稱。
- (3) 應用狀態設定：選取左下角Setup進行自動掃頻與強度設定調整的參數設定，包括Status Setup、Condition Setup、及Freq. Setup等三項如圖4.1.6所示。進行Status Setup的設定需調整Transmit Antenna Polarity為水平(Horizontal)或垂直(Vertical)；Reference Level(V)設定Calibration 量測的Voltage Strength視窗的最大數值；Stop Level (V) 設定Calibration 量測的Voltage Strength視窗的最小數值；Calibration Voltage (V) 為輸入校正的電壓；Tolerance Method 選擇是要以正多少百分比或是負多少百分比來做判定；Tolerance 輸入校正電壓容許誤差的百分比。Condition Setup需進行設定的則只有Default SG Level (dBuV) 輸入Signal Generator的起始強度值。Freq. Setup的設定則是有Start Frequency (MHz) 設定測試起始頻率，及Stop Frequency (MHz) 設定測試結束頻率。完成設定後選取右下角Submit以紀錄所設定的參數。完成設定參數的紀錄後測試圖形表即會將設定的參數以圖形的方式顯示。

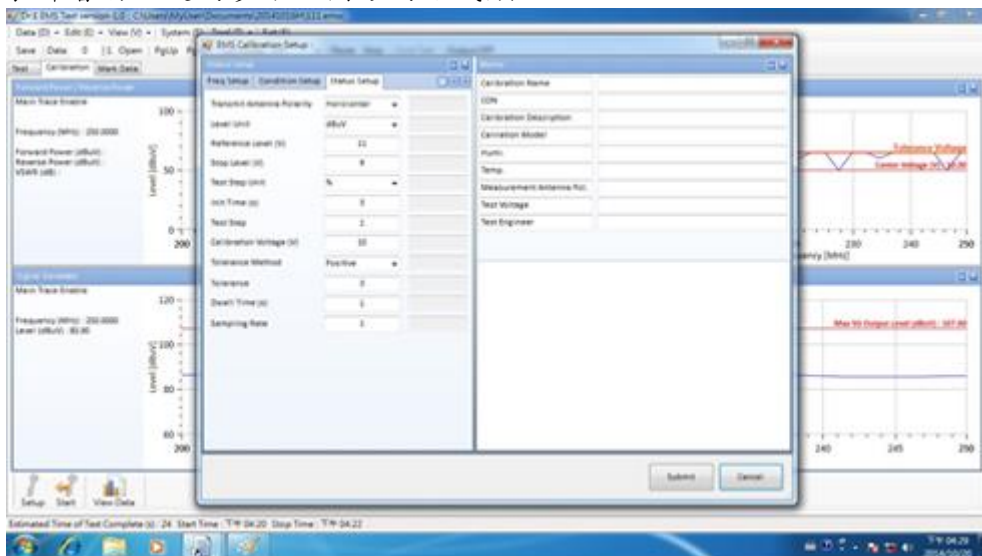


圖4-1-6、電磁干擾測試Status Setup畫面

(4) 完成參數搜尋並輸出：選取左下角Start開始進行Calibration，找出電磁波強度為10 V/m時訊號產生器頻率與強度的相對關係。完成Calibration找出訊號產生器頻率與強度的相對關係後，選擇Data選項中的Save Data存檔，再選擇Export，將找出頻率與強度數值匯出至Excel檔。

(5) 執行電磁波干擾測試：

A. 新檔案建立：先將頁面切換至Test，再由Data選項中選取New Data建立新檔，完成新檔案建立後即可選取左下角Setup進行參數設定。

B. 參數設定：點選Select SG Calibration Level Data，先將完成Calibration找出訊號產生器頻率與強度的相對關係檔案匯入，並選擇要進行測試的頻段，頻段的相關資訊亦可由點選後的右方視窗得知，如有多個頻段每次測試只進行單一頻段的選擇。完成測試頻段選擇後點選Set Scan與Submit即完成參數匯入的作業。

C. 由於水量計的校正方式可以使用靜態啟始/結束或動態啟始/結束兩種，故電磁干擾測試亦有兩種不同執行方式。

i. 靜態啟始/結束的校正模式時：先確認管路與水量計均為正常作動狀態，管路內的水流調整至測試率，待穩定後關閉水量計下游開關閥，正式開始測試前先紀錄標準件與受測水量計的總量讀值，開啟水量計下游開關閥後待管路流率穩定即可啟動圖4-1-7左下角Start進行電磁干擾測試，完成測試後電磁干擾測試即顯示圖4-1-8畫面，隨即關閉水量計下游開關閥並紀錄標準件與受測水量計總量讀值。

ii. 動態啟始/結束校正模式：程序上有些許不同，當管路內的水流調整至測試率，待穩定後則同步收集標準件脈波信號及擷取受測水量計顯示影像，並開始啟動圖4-1-7左下角Start進行電磁干擾測試，完成測試後電磁干擾測試即同步停止收集標準件脈波信號並擷取受測水量計顯示影像。

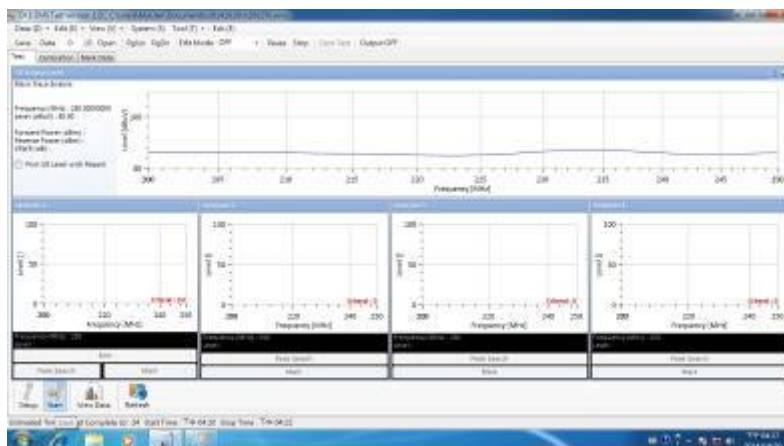


圖 4-1-7、電磁干擾測試 Test 開始



圖 4-1-8、電磁干擾測試 Test 結束

2. 電子式流量計實流驗證評估

本年度使用 2 具口徑 100 mm 之電子式水量計，依據上述流程來進行實流驗證評估。由於本試驗進行時水量計需安裝於管路上，且於基準流量操作狀態下，所以需考量線上試驗設備、管路及水量計安裝與拆卸的便利性。以現有 300 mm 機械式水量計為例，重量可達 400 kg，加上前後至少 2 m 以上的連接管路，需再加上至少 70 kg 的重量。因此，活動式隔離室配合管路的安裝與拆卸架設建立一套操作程序，使人為安裝所造成輻射環境狀態及後續的量測誤差降至最低。此一定義為「管路與水量計及活動式電波隔離箱安裝程序」的操作流程如下：

- (1)將水量計與管路先安裝於流量量測系統，安裝時於管路前後端須有軟管，以備後續與電波隔離箱安裝整合時調整。
- (2)將電波隔離箱兩側邊蓋板移除，將欲使用的治具後半邊鎖固於隔離箱體，並升起前方氣動門，氣動門升起後務必將安全插栓插入固定位置，避免操作過程門板掉落，造成人員受傷。
- (3)於電波隔離箱上方四個角落使用重磅金屬掛勾，並使用天車將隔離箱微向上提升，提升速度需緩慢操作，提升至下方滾輪可以移動即停止。
- (4)使用天車並以人力輔助將隔離箱移動至與管路接觸，使用鎖固於隔離箱體的治具後半邊進行定位，確認管路位置於治具中央，及與治具的間隔一致，必要時使用下方滾輪升降調整隔離箱或管路支撐調整管路高低。此步驟需小心確認，務必使管路置放於治具中央，如此步驟確實，則安裝完成後隔離度效果通常可符合規範要求。
- (5)將電波隔離箱兩側邊蓋板安裝，安裝時確認隔離網確實安裝，且於升降門接縫處為緊密結合，必要時可以輔以金屬箔膠帶，確實密封所有縫隙，此處為治具夾縫外另一處造成洩漏率增大所在點。
- (6)將安全插栓移除，將升降門下降，確認升降門確實回復至正確位置，操作升降門時，務必小心週遭人員，避免人員受傷。如升降門未緊密貼合，必要時重新升起升降門，檢查

接縫處有無錯位或隔離金屬彈片有無鬆脫現象。

- (7)將前半邊治具鎖固於電波隔離箱，鎖固前確認隔離網已確實安裝，隔離網若已多次重複使用，彈性不佳時則加以更換。
- (8)完成治具安裝後，將下方滾輪皆調整至定位，管路支撐也調整至定位，釋放天車承載重量。
- (9)將隔離箱接地線連接。
- (10)將流量計、天線、CCD 及相關測試設備訊號線及電源線架設完成，必要時對測試設備的線路強化包覆，所有設備含流量計的電源需共地，避免因電壓位準不同，造成訊號干擾。必要時進行隔離度測試，確認安裝無誤。

由於隔離箱體為可移動式，且為配合不同尺寸管路，因此需有管路治具搭配，用以鎖固管路與隔離箱，同時將缺口封堵作為隔離防護。操作時為便利箱體移動，需以天車稍微吊掛至箱體本身附掛的滾輪可以輕易滾動為止，以減少操作時人為施力情形。此外，考慮地面平整度問題，管路前後搭配以耐壓軟管，作為管路水平調整使用。隔離箱內外的架設情形如圖 4-1-9 所示。軟體控制程序如上節 1.5 所敘述操作，硬體安裝則依上節「管路與水量計及活動式電波隔離箱安裝程序」操作。



圖 4-1-9、隔離箱內外的水量計架設情形

本次試驗是使用 2 具口徑 100 mm 之電子式水量計進行操作驗證，其表頭外殼材質分別為塑膠及金屬，皆使用市電 110 伏特供應。使用靜態起始結束操作模式時，

- (1)先利用變頻器調整輸水幫浦輸出功率及調整流量調控閥使系統達到所需的測試流率；
- (2)關閉末端的開關控制閥，記錄標準件與測試件的起始累積總量值；
- (3)開啟末端的開關控制閥，待流率達穩定時，開始電磁波干擾；
- (4)干擾結束後關閉末端的開關控制閥，待流率降至零時，記錄標準件與測試件的起始累積總量值；
- (5)重複於 20 個頻段測試範圍進行測試及數據擷取，完成數據記錄及報表。

採用動態起始結束操作方式時：

- (1) 採用 CCD 直接擷取起始與結束瞬間的表頭流量顯示值，標準件則紀錄脈波輸出總量，再除以其內建之 K 係數值；
- (2) 將觸發訊號接至系統控制，干擾開始即控制觸發訊號進行測試件表頭起始流量顯示值及開始標準件脈波擷取，干擾結束時同時停止觸發訊號，完成測試件表頭結束流量顯示值及標準件脈波脈波擷取。
- (3) 重複於 20 個頻段測試範圍進行測試及數據擷取，完成數據記錄及報表。

2 具電子式水量計測試結果如下數據報表說明，表 4-1-5 及表 4-1-6 為使用塑膠表頭的水量計於垂直及水平天線的測試結果，表 4-1-7 及表 4-1-8 為金屬表頭的水量計於垂直及水平天線的測試結果。

由表 4-1-5 及表 4-1-6 結果顯示，在垂直天線測試時，水量計分別於 60 MHz 至 80 MHz 及 200 MHz 至 250 MHz 受到干擾影響，於 60 MHz 至 80 MHz 是器差超過允收標準，而於 200 MHz 至 250 MHz 則呈現表頭無法顯示的情形，但是於水平測試時則不管於哪一測試頻段，皆可以符合要求。而表 4-1-7 與表 4-1-8 的結果顯示有多個頻段會對水量計造成訊號干擾，猜測其原因可能是表頭旁有四個供電源或訊號輸出的開孔並未密封，導致電波干擾訊號進入，影響內部電路版，導致量測訊號結果產生變異。由上述實驗結果顯示，流量計的電子組件部份，如果沒有良好的包覆隔離干擾訊號，或是包覆有縫隙及開口存在，皆有可能導致電波訊號干擾到水量計實流量測的情形。另外，本次實驗使用 2 具電磁式水量計進行，並未使用其他計量原理的水量計，未來應可再加以測試驗證。

表 4-1-5、塑膠表頭的水量計於垂直天線的測試結果

Test Conditions	Antenna polarization (vertical/horizontal)	Read Voltage (V)	SG Level	Actual or simulated flowrate (Q)/min	Working pressure P/bar	Working temp. T/ C	Initial reading V(i)	Final reading V(f)	Indicated volume V _i	Actual volume V _a L	Meter error Em %	mpe (%)	Fault (Em) %	Significa nt fault %	SUT functioning correctly		
2) Reference conditions (no noise)	H	V															
2) Disturbance																	
25-40 MHz	H	V	10.2	98.2	2400	1.5	26.5	16415649	16423667	8018	7909	1.4	2.0	-0.6	1.0	yes	no
40-60 MHz	H	V	10.2	92.7	2400	1.5	26.5	16425667	16429234	5567	5424	1.7	2.0	-0.3	1.0	yes	no
60-80 MHz	H	V	10.2	94.8	2400	1.5	26.5	16429234	16434447	5213	5496	-5.1	2.0	-7.1	1.0	yes	no
80-100 MHz	H	V	10.2	94.6	2400	1.5	26.5	16434447	16438920	4473	4392	1.9	2.0	-0.1	1.0	yes	no
100-120 MHz	H	V	10.2	93.5	2400	1.5	26.5	16438920	16443190	4370	4284	2.0	2.0	0.0	1.0	yes	no
120-140 MHz	H	V	10.2	91.6	2400	1.5	26.5	16443190	16448091	4801	4738	1.8	2.0	-0.2	1.0	yes	no
140-150 MHz	H	V	10.2	92.1	2400	1.5	26.5	16448091	16451882	3791	3715	2.0	2.0	0.0	1.0	yes	no
150-160 MHz	H	V	10.3	94.1	2400	1.5	26.5	16451882	16455610	3728	3653	2.1	2.0	0.1	1.0	yes	no
160-180 MHz	H	V	10.3	97.7	2400	1.5	26.5	16455610	16459544	3934	3858	2.0	2.0	0.0	1.0	yes	no
180-200 MHz	H	V	10.3	96.4	2400	1.5	26.5	16459544	16463479	3935	3899	2.0	2.0	0.0	1.0	yes	no
200-250 MHz	H	V	10.3	91.5	2400	1.5	26.5	16463479	XXXXXXXX	-	-	9388.8	-	-	1.0	yes	no
250-290 MHz	H	V	10.2	86.9	2400	1.5	26.5	16465726	16503172	6448	6346	1.6	2.0	-0.4	1.0	yes	no
350-400 MHz	H	V	10.2	85.9	2400	1.5	26.5	16500172	16512281	10309	9972	1.4	2.0	-0.6	1.0	yes	no
400-435 MHz	H	V	10.3	85.3	2400	1.5	26.5	16512281	16517125	4844	4753	1.9	2.0	-0.1	1.0	yes	no
435-500 MHz	H	V	10.2	84.6	2400	1.5	26.5	16517125	16522308	5180	5088	1.8	2.0	-0.2	1.0	yes	no
500-600 MHz	H	V	10.2	84.0	2400	1.5	26.5	16522308	16527103	4798	4708	1.9	2.0	-0.1	1.0	yes	no
600-700 MHz	H	V	10.3	86.4	2400	1.5	26.5	16527103	16531707	4604	4518	1.9	2.0	-0.1	1.0	yes	no
700-800 MHz	H	V	10.2	86.2	2400	1.5	26.5	16531707	16540806	9096	8988.3	1.4	2.0	-0.6	1.0	yes	no
800-934 MHz	H	V	10.3	86.6	2400	1.5	26.5	16540806	16545792	4986	4896	1.8	2.0	-0.2	1.0	yes	no
934-1000 MHz	H	V	10.2	89.7	2400	1.5	26.5	16545792	16550686	4794	4705	1.9	2.0	-0.1	1.0	yes	no

Comments: Flowrate Q為流量平均值 $0.7(Q2+Q3)+0.03(Q3+Q4)$, mpe(%)為誤差率原始相對器差

表 4-1-6、塑膠表頭的水量計於水平天線的測試結果

Test Conditions	Antenna polarization vertical/horizontal	Read Voltage (V)	SG Level	Actual or simulated flowrate Q(L/min)	Working pressure P=bar	Working temp. T=°C	Initial reading V(I)	Final reading V(F)	Indicated volume Vt	Actual volume Va ml	Meter error Em %	mpe (I) %	Fault (Em-EmI) %	Significant fault %	EUT functioning correctly	
1) Reference conditions (no noise)	H	V														
2) Disturbance																
25-40 MHz	H	V	10.2	100.9	2400	1.5	26.5	16657205	16667318	30213	9977.2	1.4	2.0	-0.6	1.0 yes	no
40-60 MHz	H	V	10.2	97.5	2400	1.5	26.5	16667304	16674024	6706	6803.5	1.6	2.0	-0.4	1.0 yes	no
60-80 MHz	H	V	10.2	97.5	2400	1.5	26.5	16674024	16679658	5644	5542.1	1.7	2.0	-0.4	1.0 yes	no
80-100 MHz	H	V	10.2	97.3	2400	1.5	26.5	16679658	16684297	4635	4555.6	1.8	2.0	-0.2	1.0 yes	no
100-120 MHz	H	V	10.2	96.6	2400	1.5	26.5	16684297	16688978	5181	5092.7	1.7	2.0	-0.3	1.0 yes	no
120-140 MHz	H	V	10.2	96.1	2400	1.5	26.5	16688978	16693387	3906	3829.6	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
140-160 MHz	H	V	10.2	96.5	2400	1.5	26.5	16693387	16699775	6388	6117.3	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
160-180 MHz	H	V	10.2	96.0	2400	1.5	26.5	16699775	16700425	3654	3577.1	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
180-200 MHz	H	V	10.2	95.9	2400	1.5	26.5	16700425	16704859	4280	4142.5	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
200-220 MHz	H	V	10.2	88.6	2400	1.5	26.5	16704859	16708799	3840	3794.6	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
220-240 MHz	H	V	10.2	88.9	2400	1.5	26.5	16708799	16713849	5050	4962.2	1.8	2.0	-0.2	1.0 yes	no
240-260 MHz	H	V	10.2	88.8	2400	1.5	26.5	16713849	16720377	6408	6306.4	1.6	2.0	-0.4	1.0 yes	no
260-280 MHz	H	V	10.1	83.5	2400	1.5	26.5	16720377	16729388	9131	9044.1	1.7	2.0	-0.3	1.0 yes	no
280-300 MHz	H	V	10.2	83.4	2400	1.5	26.5	16729388	16730237	4849	4780.1	1.9	2.0	-0.1	1.0 yes	no
300-320 MHz	H	V	10.2	83.9	2400	1.5	26.5	16730237	16734264	4027	3946.1	2.1	2.0	-0.1	1.0 yes	no
320-340 MHz	H	V	10.2	83.2	2400	1.5	26.5	16734264	16738687	4421	4342.5	1.9	2.0	-0.1	1.0 yes	no
340-360 MHz	H	V	10.2	82.0	2400	1.5	26.5	16738687	16743193	4508	4421.9	1.9	2.0	-0.1	1.0 yes	no
360-380 MHz	H	V	10.2	79.6	2400	1.5	26.5	16743193	16748915	5723	5626.4	1.7	2.0	-0.3	1.0 yes	no
380-400 MHz	H	V	10.2	83.2	2400	1.5	26.5	16748915	16754106	4194	4110.0	2.0	2.0	-0.0	1.0 yes	no
394-1000 MHz	H	V	10.2	86.0	2400	1.5	26.5	16754106	16767203	4094	4012.6	2.0	2.0	0.0	1.0 yes	no

表 4-1-7、金屬表頭的水量計於垂直天線的測試結果

Test Conditions	Antenna polarization vertical/horizontal	Read Voltage (V)	SG Level	Actual or simulated flowrate Q(L/min)	Working pressure P=bar	Working temp. T=°C	Initial reading V(I)	Final reading V(F)	Indicated volume Vt	Actual volume Va L	Meter error Em %	mpe (I) %	Fault (Em-EmI) %	Significant fault %	EUT functioning correctly	
1) Reference conditions (no noise)	H	V														
2) Disturbance																
25-40 MHz	H	V	10.2	91.9	2400	1.5	26.5	573328.0	573568.2	246.2	2480.5	0.0	-3.1	3.1	1.6 yes	no
40-60 MHz	H	V	10.2	85.5	2400	1.5	26.5	577181.4	578617.9	2426.5	2500.5	-2.9	-3.1	0.2	1.6 yes	no
60-80 MHz	H	V	10.2	85.5	2400	1.5	26.5	581211.3	583065.2	1855.5	1875.1	-1.1	-3.1	2.0	1.6 yes	no
80-100 MHz	H	V	10.2	92.5	2400	1.5	26.5	584518.2	586088.7	1370.6	1384.1	-0.9	-3.1	2.3	1.6 yes	no
100-120 MHz	H	V	10.3	90.1	2400	1.5	26.5	587394.5	588778.5	1384.1	1426.5	-3.0	-3.1	0.2	1.6 yes	no
120-140 MHz	H	V	10.3	87.6	2400	1.5	26.5	590083.0	593422.9	1338.9	1351.3	-0.8	-3.1	2.3	1.6 yes	no
140-160 MHz	H	V	10.2	85.2	2400	1.5	26.5	592578.6	593266.8	688.2	720.8	-3.1	-3.1	0.1	1.6 yes	no
160-180 MHz	H	V	10.2	85.1	2400	1.5	26.5	594537.2	595299.4	762.2	789.2	-3.4	-3.1	-0.3	1.6 yes	no
180-200 MHz	H	V	10.3	88.1	2400	1.5	26.5	596390.1	597360.7	870.6	1007.9	-3.7	-3.1	-0.6	1.6 yes	no
200-220 MHz	H	V	10.2	86.9	2400	1.5	26.5	598716.9	599773.9	1056.9	1080.3	-0.3	-3.1	2.8	1.6 yes	no
220-240 MHz	H	V	10.3	86.2	2400	1.5	26.5	601098.7	602605.5	1598.8	1627.9	-1.8	-3.1	1.3	1.6 yes	no
240-260 MHz	H	V	10.2	84.2	2400	1.5	26.5	603811.2	605922.2	2111.0	2144.3	-1.6	-3.1	3.8	1.6 yes	no
260-280 MHz	H	V	10.2	85.8	2400	1.5	26.5	607404.9	608610.5	1225.5	1190.2	-3.0	-3.1	0.2	1.6 yes	no
280-300 MHz	H	V	10.3	84.5	2400	1.5	26.5	609983.1	610562.2	863.1	865.4	-0.3	-3.1	2.8	1.6 yes	no
300-320 MHz	H	V	10.2	84.8	2400	1.5	26.5	612058.2	613150.7	1022.5	1123.1	-2.9	-3.1	0.2	1.6 yes	no
320-340 MHz	H	V	10.3	84.5	2400	1.5	26.5	614331.4	615732.8	1378.4	1383.4	-0.4	-3.1	2.7	1.6 yes	no
340-360 MHz	H	V	10.2	86.8	2400	1.5	26.5	617183.5	618863.6	1200.1	1201.3	-0.3	-3.1	2.5	1.6 yes	no
360-380 MHz	H	V	10.2	84.1	2400	1.5	26.5	619912.8	621112.0	1359.2	1200.5	-0.9	-3.1	2.0	1.6 yes	no
380-400 MHz	H	V	10.2	82.4	2400	1.5	26.5	622312.0	623517.3	1205.3	1279.3	-5.3	-3.1	-2.2	1.6 yes	no
394-1000 MHz	H	V	10.2	80.1	2400	1.5	26.5	624820.6	625616.6	786.0	828.7	-3.9	-3.1	-0.8	1.6 yes	no

表 4-1-8、金屬表頭的水量計於水平天線的測試結果

Test Conditions	Antenna polarization vertical/horizontal	Read Voltage (V)	SG Level	Actual or simulated flowrate Q(L/min)	Working pressure P=bar	Working temp. T=°C	Initial reading V(I)	Final reading V(F)	Indicated volume Vt	Actual volume Va L	Meter error Em %	mpe (I) %	Fault (Em-EmI) %	Significant fault %	EUT functioning correctly	
1) Reference conditions (no noise)	H	V														
2) Disturbance																
25-40 MHz	H	V	10.2	98.4	2400	1.5	26.5	45078.8	47535.5	2456.7	2533.6	-3.0	-3.1	0.1	1.6 yes	no
40-60 MHz	H	V	10.2	100.1	2400	1.5	26.5	89895.1	83162.6	2267.5	2311.5	-1.8	-3.1	1.2	1.6 yes	no
60-80 MHz	H	V	10.2	100.9	2400	1.5	26.5	158446.2	160767.5	1921.3	1975.1	-2.7	-3.1	0.4	1.6 yes	no
80-100 MHz	H	V	10.3	101.1	2400	1.5	26.5	169489.9	171115.8	1625.8	1652.9	-1.6	-3.1	1.5	1.6 yes	no
100-120 MHz	H	V	10.2	99.0	2400	1.5	26.5	178568.2	179988.5	1420.3	1475.8	-3.8	-3.1	-0.6	1.6 yes	no
120-140 MHz	H	V	10.3	98.3	2400	1.5	26.5	185875.6	187214.0	1338.4	1364.2	-3.3	-3.1	-0.2	1.6 yes	no
140-160 MHz	H	V	10.2	98.3	2400	1.5	26.5	192102.5	192783.9	681.5	713.6	-4.3	-3.1	-1.4	1.6 yes	no
160-180 MHz	H	V	10.2	101.3	2400	1.5	26.5	197819.3	198584.3	765.0	796.9	-4.0	-3.1	-0.9	1.6 yes	no
180-200 MHz	H	V	10.3	100.1	2400	1.5	26.5	207534.1	208476.7	942.6	984.2	-4.2	-3.1	-1.1	1.6 yes	no
200-220 MHz	H	V	10.3	93.2	2400	1.5	26.5	216015.7	217066.8	1051.1	1093.7	-3.9	-3.1	-0.8	1.6 yes	no
220-240 MHz	H	V	10.3	90.6	2400	1.5	26.5	224205.9	225762.8	1556.9	1595.3	-2.4	-3.1	0.7	1.6 yes	no
240-260 MHz	H	V	10.2	89.5	2400	1.5	26.5	234019.5	236075.3	2095.9	2118.3	-2.9	-3.1	-0.2	1.6 yes	no
260-280 MHz	H	V	10.2	88.6	2400	1.5	26.5	241832.3	243049.8	1117.5	1157.2	-3.4	-3.1	-0.3	1.6 yes	no
280-300 MHz	H	V	10.3	88.7	2400	1.5	26.5	248162.9	249015.2	852.3	868.7	-3.9	-3.1	1.2	1.6 yes	no
300-320 MHz	H	V	10.2	87.8	2400	1.5	26.5	255204.4	256225.5	1121.1	1138.7	-6.7	-3.1	2.5	1.6 yes	no
320-340 MHz	H	V	10.2	86.4	2400	1.5	26.5	273231.1	274805.8	1370.7	1383.6	-0.4	-3.1	2.7	1.6 yes	no
340-360 MHz	H	V	10.2	88.4	2400	1.5	26.5	281245.5	282824.3	1279.0	1311.6	-0.2	-3.1	2.9	1.6 yes	no
360-380 MHz	H	V	10.2	85.7	2400	1.5	26.5	290004.6	291172.7	1168.1	1165.8	-3.3	-3.1	0.0	1.6 yes	no
380-400 MHz	H	V	10.2	83.9	2400	1.5	26.5	298222.5	299383.2	1160.7	1197.7	-3.1	-3.1	0.0	1.6 yes	no
394-1000 MHz	H	V	10.3	82.1	2400	1.5	26.5	305865.1	306923.8	758.5	789.8	-4.4	-3.1	-1.5	1.6 yes	no

(二)、噪音計檢定檢查技術規範草案修訂

近年來，隨著國民生活品質的提升，噪音陳情案件與日俱增，在民國 102 年噪音的陳情案件已高達 86,456 件。行政院環境保護署為維護國民健康及環境安寧，制定相關噪音管制法，而政策法令的制定以及標準的訂定執行有賴於精確、客觀且具公信力的檢測結果，精確的量測數據則取決於標準的量測方法，因此更制訂了環境噪音測量方法、環境低頻噪音測量方法等，並規範使用的量測儀器必須符合國際或國家標準的規格要求。

CNMV 58 即針對此類噪音計制訂檢定檢查技術規範，滿足公務使用上所需之計量標準追溯。然而現行噪音計的檢定規範為 BSMI CNMV 58，其所參考的國際規範 IEC 60651 與目前環保法規已有落差，再者低頻噪音計更因國內無檢測單位與規範，無法實現法規標準的執行，因此本計畫主要目的為精進噪音計檢定的技術，修訂噪音計檢定檢查技術規範，作為政府政策的依據。

在 1993 年國際電工協會(IEC)針對普通噪音計的等級規格制定了 IEC651，我國國家標準(CNS)參考此標準制定 CNS 7129 聲度表(即噪音計)的標準規範，國際法定度量衡組織(OIML)則制定 OIML R58 說明如何確認噪音計符合等級規格的週期檢定方法，標檢局則在 2003 參考 OIML R58 完成符合國內噪音計檢定檢查的技術規範並且施行此檢定業務。

依據噪音計的量測功能特性，分為一般噪音計與積分式噪音計，因此國際法定計量組織亦針對積分式噪音計擬訂了法定計量規範 OIML R88:1998，其施行的標準是依循國際電工協會 IEC 804:1993 規範。由於聲音量測儀器發展技術的精進，國際相關的噪音計規範於近幾年來陸續地更新，其中國際電工協會分別修訂 IEC 651 及 IEC 804 部份內容，並更新版本為 IEC 60651:2001 及 IEC 60804:2000，更在 2002 年將普通噪音計與積分式噪音計合併為 IEC 61672-1 噪音計規格(specifications)規範。IEC 61672-1 於 2010 年正式取代 IEC 60651 及 IEC 60804，並規範噪音計製造商於新出產之噪音計應符合此技術要求，同時因應國際法定計量之需求，出版 IEC 61672-2:2003 噪音計型式認證(Pattern Evaluation Tests)規範及 IEC 61672-3:2006 噪音計週期檢定(periodic tests)規範。2013 年則因原規範在量測不確定度的要求及規格符合的判定相當模糊，更新噪音計的相關規範包括 IEC 61672-1:2013、IEC 61672-2:2013 及 IEC 61672-3:2013，明確地定義量測值可接受範圍(AI, Acceptance Interval)及最大可容許的量測不確定度(Maximum-permitted Uncertainty of Measurement)，並考量噪音計於高位準穩定性(High-level Stability)與長期穩定性(Long-term Stability)問題，新增週期檢定項目。

由於噪音計技術的發展迅速，以及噪音頻率分析的需求，目前噪音計的性能已可涵蓋頻率的分析，國際法定計量組織針對倍頻濾波器(Octave-band Filter)型式認證及檢定方法擬訂法定計量規範 OIML R130:2001，其施行的標準是依循國際電工協會 IEC 61260:1995 規範。然而 2014 年 2 月初國際電工協會出版 IEC 61260-1 倍頻濾波器規格，並公告將陸續出版目前仍在草擬階段的 IEC 61260-2 倍頻濾波器型式認證及 IEC 61260-3 倍頻濾波器週期性檢定，取代 1995 年版之 IEC 61260，其主要的修訂內容為：

- 將原本的規範區分為規格，型式認證及週期性檢定。

- 倍頻濾波器等級由原三個等級(class0，class1，class2)，變更為兩個等級(class1，class2)。
- 倍頻濾波器的通帶頻率設計由原依據 base-2 或 base-10，變更為僅能依據 base-10。
- 參考的環境條件由原 20 °C / 65 % RH 變更為 23 °C / 50 % RH。

噪音計相關的技術規範，在國際間經過長期的研究更新，目前國際主要的噪音計標準規範與國內噪音計相關規範的發展歷程說明如圖 4-2-1，並將相關的標準規範明列如表 4-2-1 所示。

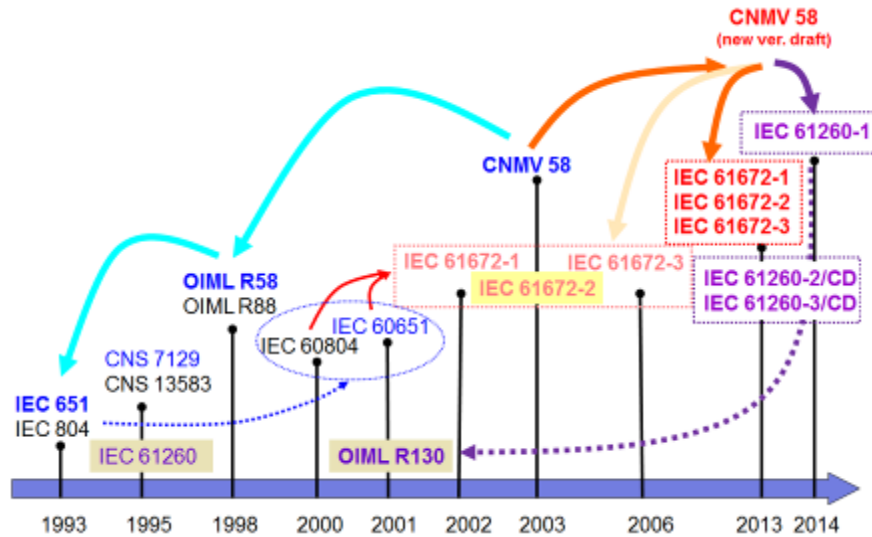


圖 4-2-1、噪音計相關規範之發展歷程

表 4-2-1、噪音計相關規範

分類	標準編號	名稱	年份
普通 噪音計	IEC 651	Sound level meters	1993
	CNS 7129	聲度表	1995
	OIML R58	Sound level meters	1998
	IEC 60651	Sound level meters	2001
	CNMV 58	噪音計檢定檢查技術規範	2003
積分 噪音計	IEC 804	Integrating-averaging sound level meters	1993
	CNS 13583	積分均值聲度表	1995
	OIML R88	Integrating-averaging sound level meters	1998
	IEC 60804	Integrating-averaging sound level meters	2000
噪音計 (普通 及積分)	IEC 61672-1	Electroacoustics – Sound level meters - Part 1: Specifications	2002 2013
	IEC 61672-2	Electroacoustics – Sound level meters - Part 2: Pattern evaluation tests	2003 2013
	IEC 61672-3	Electroacoustics – Sound level meters - Part 3: Periodic tests	2006 2013
倍頻 濾波器	IEC 61260	Electroacoustics – Octave-band and fractional- octave-band filters	1995
	OIML R130	Octave-band and one-third-octave-band filters	2001
	IEC 61260-1	Electroacoustics – Octave-band and fractional -octave-band filters - Part 1: Specifications	2014
	IEC 61260-2/CD	Electroacoustics – Octave-band and fractional -octave-band filters - Part 2: Pattern evaluation tests	2013
	IEC 61260-3/CD	Electroacoustics – Octave-band and fractional -octave-band filters - Part 3: Periodic tests	2013

現行噪音計技術規範實施多年，相關的檢定檢查項目及公差已不符合現況，且缺少對低頻噪音部分的檢定檢查項目，本計畫為符合國際發展趨勢，滿足國內法規及產業需求，進行噪音計檢定規範 CNMV 58 的修訂，其工作項目如下：

- 修訂一般與積分型噪音計檢定檢查技術規範

102 年度依據國際電工協會最新版的噪音計相關規範 IEC 61672-3:2006 及 IEC 61672-1:2002，對一般及積分式噪音計檢定檢查技術內容逐項加以評估並進行實作驗證，研擬噪音計檢定檢查技術規範 BSMI CNMV 58 的修訂草案。

- 研擬噪音計倍頻濾波器檢定檢查技術規範

103 年度則針對噪音頻率分析部分，初期依據目前國際法定計量組織的倍頻濾波器檢定規範 OIML R130：2001，並參考國際電工協會 IEC 61260：1995，分析噪音計倍頻濾波器之檢定項目。但執行過程中獲得國際電工協會在 2014 年 2 月初出版 IEC 61260-1 以及 IEC 61260-2、IEC 61260-3 草案，因此更新參考規範，研擬噪音計倍頻濾波器的檢定技術，增訂噪音計倍頻濾波器檢定檢查項目。

本年度除進行噪音計倍頻濾波器檢定檢查技術規範的研擬，持續關注噪音計相關國際標準的變化，修訂一般及積分式噪音計噪音計檢定檢查技術規範，使符合目前最新版的國際規範 IEC 61672-3: 2013。表 4-2-2 分別說明在 102 及 103 年度，噪音計檢定檢查技術規範在檢定方法與檢定公差訂定主要依據的規範。

表 4-2-2、噪音計檢定檢查技術規範修訂依據的國際標準規範

年度	參考規範	普通及積分式噪音計	含倍頻濾波器之噪音計
102	檢定方法	IEC 61672-3 Electroacoustics - Sound level meters - Part 3: Periodic tests, 2006.	
	檢定公差	IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications, 2002.	
103	檢定方法	IEC 61672-3 Electroacoustics - Sound level meters - Part 3: Periodic tests, 2013.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ OIML R130 Octave-band and one-third-octave-band filters, 2001. ➤ Draft BS EN 61260-3 Ed.1.0 Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters Part 3: Periodic tests, 2013.
	檢定公差	IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications, 2013.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IEC 61260-1 Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 1: Specifications, 2014.

【本年度目標】

噪音計倍頻濾波器檢定檢查技術規範的研擬主要因應國內環保檢測單位對於低頻噪音的管制，因此參考 OIML R130 及 IEC 61260-3 倍頻濾波器之檢定方法進行研擬，並參考 IEC 61260-1 訂定等級符合的公差及量測不確定度，完善低頻噪音的量測儀器的檢定技術，降低低頻噪音測量的爭議，同時可符合國內倍頻濾波器產業之需求，有助於提昇我國生活環境

品質。

另外由於 2013 年噪音計相關規範更新，因此本年度目標除了研擬噪音計(含倍頻濾波器)檢定檢查技術規範，尚包括更新一般與積分型噪音計檢定檢查技術規範符合最新版 IEC 61672-3 的國際規範，完善噪音計檢定檢查技術，確保環保機關執法時所用儀器之準確性。其主要工作分述如下：

1. 研擬噪音計(含倍頻濾波器)檢定檢查技術規範

- 研究國際間有關噪音計濾波器檢定技術資料
- 檢定項目技術細項分析研究
- 檢定項目設備評估分析
- 檢定項目實作分析
- 研擬檢定項目執行方法草案

2. 修訂噪音計(一般與積分型)檢定檢查技術規範

- 修訂檢定項目公差範圍
- 新增檢定項目

【執行成果】

1. 檢定項目技術細項分析研究

較精密的噪音計都具備有頻率分析的能力，即是在原噪音計上加上濾波器的功能，理想的濾波器是指在其通帶頻寬內所測的訊號沒有任何衰減，而在此通帶以外的所有頻率均被衰減掉，亦即將聲音訊號透過濾波器獲得特定頻寬的訊號，再組合多個濾波器成倍頻濾波器，將時間域的聲音訊號轉換為頻率域的聲音訊號，如圖 4-2-2 所示。

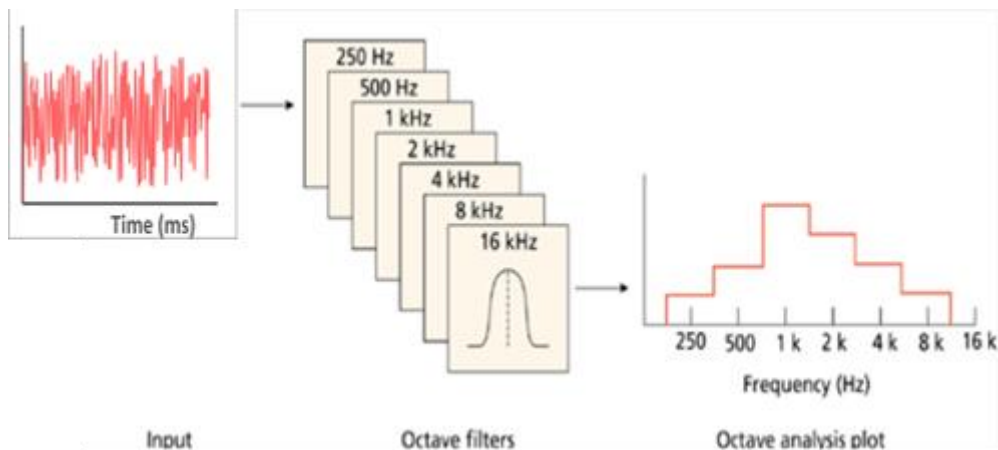


圖 4-2-2、倍頻濾波器設計原理

噪音計之倍頻濾波器除了具備有一般噪音計的基本功能，包含頻率加權(Frequency Weighting)特性、時間加權(Time Weighting)特性、時間平均(Time-averaging)特性以及可量測的位準範圍(Level Range)等，增加了聲音的頻率分析功能，透過濾波器將不同頻率的聲

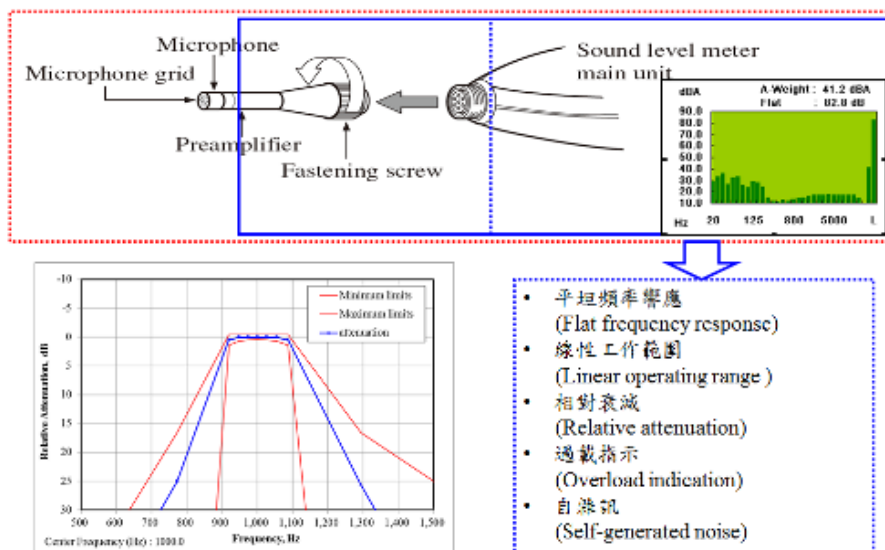
音分離出來，亦即可獲得在各中心頻率帶寬的噪音值，例如中心頻率為 20 Hz 之音壓位準值。

因此根據國際法定度量衡組織所制定的 OIML R130:2001 及參考目前正在電聲技術委員會草擬階段 IEC 61260-3/CD:2013 的檢測項目(如表 4-2-3)，訂定倍頻濾波器檢測的項目包括倍頻濾波器主要的功能以檢測濾波器的相對衰減(Relative Attenuation)、平坦頻率響應(Flat Frequency Response)及線性操作範圍(Linear Operating Range)，確認各單一濾波器的功能是否符合規範要求，以及檢測由多個濾波器所組成濾波器組的倍頻濾波器頻率響應是否平坦，再加上量測範圍的位準線性度的表現。除了上述國際規範中明定的規格及量測不確定度外，製造商對於儀器宣稱最低可量測範圍的自雜訊與過載指示都在檢定的項目內(如圖 4-2-3)。

表 4-2-3、OIML R130:2001 及 IEC 61260-3:2013 之檢測項目

項次	檢測項目	OIML R130 型式認證	OIML R130 週期檢定	IEC 61260-3 /CD
1	相對衰減 Relative attenuation	◎	◎ ^a	◎
2	濾波器積分響應 Filter integrated response	◎		
3	線性操作範圍 Linear operating range	◎	◎	◎
4	即時操作 Real-time operation	◎		
5	反假象濾波器 Anti-alias filters	◎		
6	輸出訊號和 Summation of output signals	◎	◎ ^b	
7	平坦頻率響應 Flat frequency response (OIML) 中心頻率相對衰減 Relative attenuation at mid band frequency (IEC)	◎	◎	◎
8	電池電壓 Battery power supply	◎		
9	有效頻寬偏差 Effective bandwidth deviation			◎ ^c

註：(a) 對於屬於類比實現的濾波器，則每個倍頻以及三分之一倍頻均需測試。
 (b) 本測試僅要求屬於類比實現的濾波器，其選定的濾波器群組進行測試。
 (c) 針對非時變濾波器可使用有效頻寬偏差確認濾波器的頻率響應，與即時操作之測試方法相同。



- 平坦頻率響應 (Flat frequency response)
- 線性工作範圍 (Linear operating range)
- 相對衰減 (Relative attenuation)
- 過載指示 (Overload indication)
- 自雜訊 (Self-generated noise)

圖 4-2-3、倍頻濾波器檢定檢查項目

倍頻濾波器可以是測量儀器的一部分，例如安裝於噪音計裡面的濾波器；也可以是特定儀器例如頻譜分析儀的整體構件。對安裝在噪音計裡面的濾波器，麥克風必須是可以與噪音計本體分離的，以容許檢測時輸入濾波器的信號可以透過電訊號輸入裝置自前置放大器或由連接前置放大器的信號端子輸入。

檢測倍頻濾波器時，須先了解倍頻濾波器的特性，在噪音量測領域中常用的倍頻濾波器為 1/1 及 1/3 倍頻濾波器，對於兩相鄰濾波器的中心頻率比，以 G^G 表示，標稱(頻帶)中心頻率比為 2:1，精確(頻帶)中心頻率比 $G = 10^{3/10}$ 。對於倍頻濾波器的測試均是以精確的中心頻率來執行，濾波器組裡任何濾波器的精確中心頻率以 f_m (單位為 Hz) 表示，計算方式如式(1)，表 4-2-4 分別計算出 1/1 及 1/3 倍頻濾波器之中心頻率，做為測試頻率之依據。

$$f_m = f_r G^{x/b} \quad (4-2-1)$$

式中：

x：是正整數、負整數或零。

對於 1/1 倍頻濾波器， $1/b=1/1$ ；對於 1/3 倍頻濾波器， $1/b=1/3$ 。

$f_r = 1000 \text{ Hz}$ 為參考頻率。

表 4-2-4、1/1 及 1/3 倍頻濾波器之中心頻率

標稱 中心頻率 (Hz)	精確 中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻	標稱 中心頻率 (Hz)	精確 中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻
20	19.953		X				
25	25.119		X	800	794.33		X
31,5	31.623	X	X	1 000	1 000.0	X	X
40	39.811		X	1 250	1 258.9		X
50	50.119		X	1 600	1 584.9		X
63	63.096	X	X	2 000	1 995.3	X	X
80	79.433		X	2 500	2 511.9		X
100	100.00		X	3 150	3 162.3		X
125	125.89	X	X	4 000	3 981.1	X	X
160	158.49		X	5 000	5 011.9		X
200	199.53		X	6 300	6 309.6		X
250	251.19	X	X	8 000	7 943.3	X	X
315	316.23		X	10 000	10 000		X
400	398.11		X	12 500	12 589		X
500	501.19	X	X	16 000	15 849	X	X
630	630.96		X	20 000	19 953		X

註：精確中心頻率使用方程式(1)計算至五位有效數字。

以下針對擬定的倍頻濾波器檢定項目進行細部分析：

(1) 相對衰減

相對衰減為倍頻濾波器主要的檢測項目，檢定方法是將正弦訊號產生器的輸出訊號頻率調整至該測試濾波器的精確中心頻率(如表 4-2-4)，輸入訊號的位準低於線性工作範圍上限 (1 ± 0.1) dB，以此為參考衰減。再根據各正規化頻率 Ω (如表 4-2-5) Ω_k 與該測試濾波器的精確中心頻率 f_m ，計算測試訊號的頻率 f_k 。

測試依次改變正弦訊號產生器輸出測試訊號頻率 f_k ，並保持輸出恆幅正弦訊號，量測不同測試頻率在該測試濾波器之顯示值，依據式(2)計算相對衰減，圖 4-2-4 為中心頻率為 1 kHz 的 1/3 倍頻濾波器之相對衰減測試結果。

$$A(\Omega) = L_{in}(\Omega) - L_{out}(\Omega) \tag{4-2-2}$$

L_{in} 輸入信號電訊號位準； L_{out} 輸出信號電訊號位準。

表 4-2-5、倍頻濾波器相對衰減之正規化頻率與公差

指數	正規化頻率 $\Omega = f/f_m$		相對衰減的公差 dB	
	1/3倍頻濾波器	1/1倍頻濾波器	一級	二級
G^{-4}	0.18546	0.063096	+70; +∞	+60; +∞∞∞∞
G^{-3}	0.32748	0.12589	+60; +∞	+54; +∞
G^{-2}	0.53143	0.25119	+40.5; +	+39.5; +∞
G^{-1}	0.77257	0.50119	+16.6; +	+15.6; +
$G^{-3/8}$	0.91958	0.77179	-0.4; +1.4	-0.6; +1,7
$G^{-1/4}$	0.94719	0.84140	-0.4; +0.7	-0.6; +0,9
$G^{-1/8}$	0.97402	0.91728	-0.4; +0.5	-0.6; +0,7
G^0	1.0000	1.0000	-0.4; +0.4	-0.6; +0,6
$G^{1/8}$	1.02667	1.09018	-0.4; +0.5	-0.6; +0,7
$G^{1/4}$	1.05575	1.18850	-0.4; +0.7	-0.6; +0,9
$G^{3/8}$	1.08746	1.29569	-0.4; +1.4	-0.6; +1,7
G^1	1.29437	1.99526	+16.6; +∞	+15.6; +∞
G^2	1.88173	3.98107	+40.5; +∞	+39.5; +∞
G^3	3.05365	7.94328	+60; +∞	+54; +∞
G^4	5.39195	15.8489	+70; +∞	+60; +∞

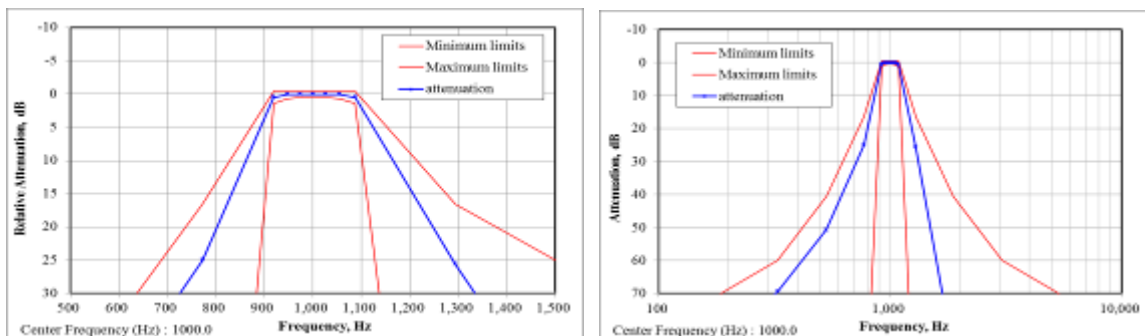
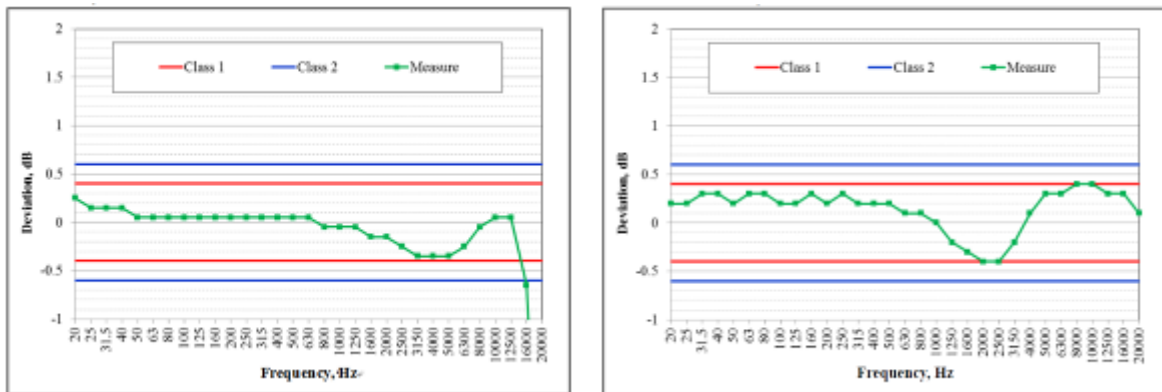


圖 4-2-4、中心頻率為 1 kHz 1/3 倍頻濾波器相對衰減量測結果

(2) 平坦頻率響應

由濾波器的設計原理獲知噪音計之倍頻濾波器是由多個不同頻寬的濾波器組合而成，因此每個濾波器的中心頻率響應的平坦程度，必須加以檢測。

對製造商宣稱具有時間不變性運算的濾波器，可以測量濾波器組裡的每個濾波器在中心頻率的相對衰減，或測量其對涵蓋濾波器組裡的所有濾波器，以指數正弦掃描響應來進行測試。此測試方式所使用的正弦訊號產生器必須具有指數正弦掃描訊號功能，待測的濾波器必須設定在時間平均(time average)的模式，量測的結果可快速地呈現，但僅適用於非時變的濾波器。另一種方式是以步進的正弦訊號方式對倍頻濾波器中心頻率的相對衰減進行測試，透過正弦訊號產生器的輸出訊號頻率為 1 kHz，調整輸入信號的位準使該濾波器的顯示位準低於線性工作範圍上限 (1 ± 0.1) dB，以此為參考位準，依次改變正弦訊號產生器的輸出訊號頻率如表 4-2-4 的精確中心頻率，並保持輸出恆幅正弦訊號，量測測試頻率在該測試濾波器之顯示值，計算各測試濾波器顯示值與參考位準間的偏差。圖 4-2-5 為以上述兩種測試方式測試的結果，其中以指數正弦掃描訊號測試方式量測結果已超出規格範圍，因此對於時變的濾波器採用此方式測試容易造成結果的誤判，由於在無法得知倍頻濾波器的設計原則下，採用可適用於時變及非時變倍頻濾波器以中心頻率的相對衰減程度判斷平坦的頻率響應是較佳的選擇。



指數正弦掃描訊號測試結果

中心頻率相對衰減測試結果

圖 4-2-5、倍頻濾波器平坦頻率響應量測結果

(3) 線性工作範圍

對於濾波器可以量測的位準範圍，則是透過位準線性度的檢測方式確認，設定濾波器位準範圍於參考位準範圍，輸入正弦訊號位準使濾波器位準顯示於參考位準，在此參考位準之位準線性偏差為零。調整衰減器(或正弦訊號產生器)的位準，以 5 dB 的變化來調整輸入信號的位準。當與線性工作範圍的下限或上限相距不到 5 dB 時以及當位準高於上限時，輸入訊號位準的變化則減到 1 dB。計算訊號產生器輸入位準與相對應濾波器輸出位準之線性偏差。

(4) 過載指示

過載指示的測試是參考製造商的說明安裝電性訊號輸入裝置，輸入在特定頻率的正弦訊號位準，使濾波器位準顯示過載，確認在位準線性範圍內無過載顯示。

(5) 自雜訊

自雜訊的測試是參考製造商的說明安裝電性訊號輸入裝置，使輸入端子發生短路或使用類似方法，在濾波器參考位準範圍及最高敏感度的位準範圍進行測試，紀錄濾波器線性工作範圍下限，獲得倍頻濾波器在特定頻率下的自雜訊。

2. 檢定項目設備評估分析

噪音計倍頻濾波器檢定的系統架構示意圖如圖 4-2-6，其檢定所需的設備包括訊號輸入倍頻濾波器的電性輸入訊號裝置、正弦訊號產生器、精密衰減器以及數位電壓表或音頻分析儀等量測設備。倍頻濾波器輸出部分若以量測倍頻濾波器的電訊號輸出，則因電壓輸出值包含各個濾波器的總量，無法獲得單一濾波器的輸出，容易造成誤差，因此為符合實際使用狀況，數值的讀取以倍頻濾波器面板的顯示值為主，或以傳輸介面 RS232、USB 等方式擷取特定濾波器的數位訊號量測值。

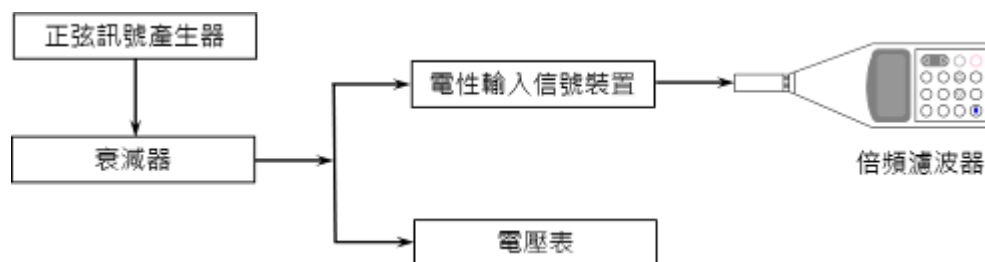
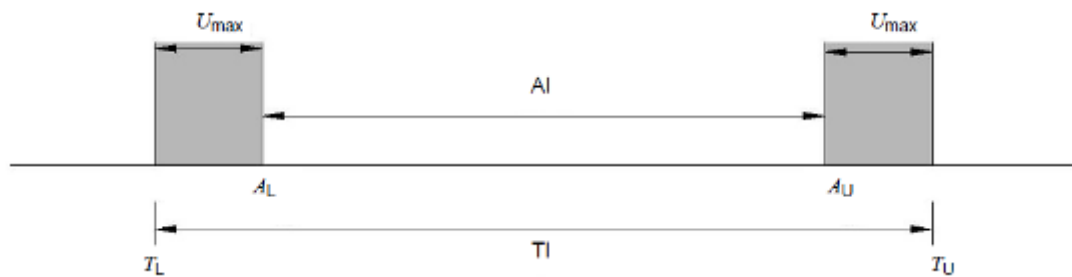


圖 4-2-6、倍頻濾波器檢測系統圖

在噪音計檢定項目中對於一個特定的量測，其量測不確定度至少包含量測設備校正結果的量測不確定度、環境的影響或是調整所造成的誤差、輸入訊號所造成的誤差、重複量測所造成的誤差以及噪音計顯示器的解析度所造成的誤差。因此量測設備的規格攸關著量測結果的不確定度，在訂定量測儀器規格時，需考量其所造成的量測不確定度。

新版噪音計及倍頻濾波器規範將公差範圍(TI, Tolerance Interval)分為可接受範圍(AI, Acceptance Interval)及可容許的最大量測不確定度(Maximum-permitted Uncertainty of Measurement)。量測結果的判定有別於以往僅規範量測結果在公差範圍(TI)內即可，目前國際趨勢除了規範量測值必須在容許界線(AI)內，量測不確定度亦應小於最大不確定度(U_{max})如圖 4-2-7 所示。



AI：容許界線範圍 (AL：容許下限；AU：容許上限)

TI：公差界線範圍 (T_L ：公差下限； T_U ：公差上限)

圖 4-2-7、量測結果的判定

根據檢定項目對於量測儀器的需求範圍以及最大量測不確定度的要求，進行量測儀器的規格分析，以下簡述倍頻濾波器檢測方法中使用的儀器設備規格的訂定。

(1) 正弦訊號產生器：

正弦訊號產生器頻率範圍的訂定根據對於中心頻率為 31.623 Hz 時的倍頻濾波器，其相對衰減的測試頻率為 2 Hz 至 500 Hz 的範圍；對於中心頻率為 15849 Hz 時的倍頻濾波器，其相對衰減的測試頻率為 1000 Hz 至 250 kHz 的範圍，因此訂定正弦訊號產生器的頻率範圍至少為 2 Hz 至 250 kHz。另外根據 IEC 61260-1:2014 對於量測使用的輸出訊號頻率的_{最大容許的擴充不確定訂定頻率的擴充不確定度} $\leq 0.01\%$ ，以及輸出的電壓訊號的擴充不確定度 $\leq 0.1\%$ (約 0.1 dB)。

(2) 衰減器：

衰減器的衰減範圍則根據表 4-2-5，對於一級濾波器相對衰減的最大衰減量，訂定衰減範圍必須 ≥ 70 dB；並以量測儀器的顯示範圍訂定衰減器的解析度 ≤ 0.1 dB。

(3) 電壓表：

電壓表的規格則參照正弦訊號產生器輸出訊號的規格訂定頻率範圍至少為 2 Hz 至 250 kHz，擴充不確定度 $\leq 0.01\%$ ，電壓量測的擴充不確定度 $\leq 0.1\%$ (約 0.1 dB)。

由於目前量測分析儀器具有較高的動態範圍，甚至可以產生高精度正弦輸出訊號，因此量測設備應不限於上述之量測儀器，如具備有相同功能之量測儀器，皆可執行噪音計的檢定檢查工作。

3. 檢定項目實作分析

為確認擬定的噪音計檢定的方法實施的可行性，進行檢定項目的實作分析，根據最近幾年送檢定廠牌較多的噪音計執行，檢定項目包括相對衰減、線性工作範圍及平坦的頻率響應等項目，由實作結果中發現在頻率上下限量測的結果誤差較大，因此檢定的範圍應儘可能涵蓋量測的上下限範圍。依據國際檢定規範以 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 三個頻率進行相對衰減的測試，確認單一濾波器的特性，輔以針對頻率範圍為 20 Hz 至 20 kHz 進行平坦頻率響應的測試，應可滿足倍頻濾波器使用的需求。

(1) 相對衰減 (Relative Attenuation)

標稱中心頻率：1000 Hz

位準範圍上限：130 dB

測試輸入位準：129 dB

Normalized frequency $f/f_m = \Omega$	Measurement value (dB)	Expanded uncertainty (dB)	Acceptance limits for Class 1 (dB)	Acceptance limits for Class 2 (dB)	Maximum Expanded uncertainty (dB)
0.185 46	84.3	0.5	+70; +∞	+60; +∞	0.5
0.327 48	69.4	0.4	+60; +∞	+54; +∞	0.5
0.531 43	50.7	0.2	+40.5; +∞	+39.5; +∞	0.5
0.772 57	25.0	0.2	+16.6; +∞	+15.6; +∞	0.3
0.919 58	0.5	0.2	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7	0.2
0.947 19	0.1	0.2	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9	0.2
0.974 02	0.1	0.2	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7	0.2
1.000 00	0.1	0.2	-0.4; +0.4	-0.6; +0.6	0.2
1.026 67	0.1	0.2	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7	0.2
1.055 75	0.1	0.2	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9	0.2
1.087 46	0.5	0.2	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7	0.2
1.294 37	25.6	0.2	+16.6; +∞	+15.6; +∞	0.3
1.881 73	88.6	0.2	+40.5; +∞	+39.5; +∞	0.5
3.053 65	118.6	0.4	+60; +∞	+54; +∞	0.5
5.391 95	119.0	0.5	+70; +∞	+60; +∞	0.5

(2) 線性工作範圍 (Linear Operating range)

標稱中心頻率：1000 Hz

輸入參考位準：94 dB

Input Level (dB)	Level Linearity Error (dB)	Expanded Uncertainty (dB)	Acceptance Limits for Class 1 (dB)	Acceptance Limits for Class 2 (dB)	Maximum Expanded Uncertainty (dB)
130	0.1	0.2	± 0.5	± 0.6	0.20
129	0.0	0.2			
128	0.1	0.2			
127	0.1	0.2			
126	0.0	0.2			
125	0.1	0.2			
120	0.1	0.2			
115	0.2	0.2			
110	0.0	0.2			
105	-0.1	0.2			
100	0.1	0.2			
95	-0.1	0.2			
90	0.1	0.2			
85	0.0	0.2			
80	0.1	0.2			
75	0.2	0.2			
70	0.0	0.2			
65	0.2	0.2			
60	0.1	0.2			
55	0.1	0.2			
50	0.0	0.2			
45	0.1	0.2			
40	0.1	0.2			
35	0.1	0.2			
34	0.0	0.2			
33	0.1	0.2			
32	0.0	0.2			
31	0.2	0.2			
30	0.1	0.2			

(3) 平坦頻率響應 (Flat frequency response)

參考頻率：1000 Hz

位準範圍上限：130 dB

測試輸入位準：129 dB

Exact Midband Frequency (Hz)	Measured Value (dB)	Expanded Uncertainty (dB)	Acceptance Limits for Class 1 (dB)	Acceptance Limits for Class 2 (dB)	Maximum Expanded Uncertainty (dB)
25.119	0.0	0.2	± 0.4	± 0.6	0.2
31.623	0.0	0.2			
39.811	0.0	0.2			
50.119	0.0	0.2			
63.096	0.0	0.2			
79.433	0.0	0.2			
100.00	0.0	0.2			
125.89	0.0	0.2			
158.49	0.0	0.2			
199.53	0.0	0.2			
251.19	0.0	0.2			
316.23	0.0	0.2			
398.11	0.0	0.2			
501.19	0.0	0.2			
630.96	0.0	0.2			
794.33	0.0	0.2			
1000.0	0.0	0.2			
1258.9	0.0	0.2			
1584.9	0.0	0.2			
1995.3	0.0	0.2			
2511.9	0.0	0.2			
3162.3	0.0	0.2			
3981.1	0.0	0.2			
5011.9	0.0	0.2			
6309.6	0.0	0.2			
7943.3	0.0	0.2			
10000	-0.1	0.2			
12589	-0.4	0.2			
15849	-0.9	0.2			
19953	0.3	0.2			

(4) 過載指示 (Overload indication)

Filter	Overload Indication (dB)		
	31.5 Hz	1000 Hz	16000 Hz
No1	98.5	138.3	130.4
No2	137.1	137.1	137.1
No3	141.4	141.7	-

(5) 自雜訊 (Self-generated noise)

Filter	Self-generated Noise (dB)		
	31.5 Hz	1 kHz	16 kHz
No1	8.3	-0.9	7.1
No2	0.0	0.0	1.8
No3	-1.1	-3.9	6.4

4. 研擬檢定項目執行方法草案

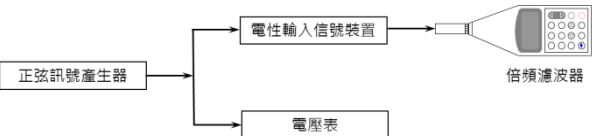
根據國際規範及實作結果，研擬符合國內需求之 CNMV 58-2「倍頻濾波器檢定檢查技術規範」草案如表 4-2-6，以及修訂 CNMV 58-1「一般及積分式噪音計檢定檢查技術規範」符合最新版 IEC 61672-3 的國際規範如表 4-2-7，並與標檢局及各分局等相關單位共同討論達成共識，以利後續「噪音計檢定檢查技術規範」修法工作的執行。

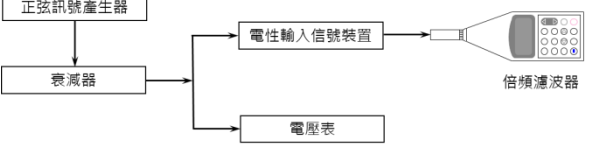
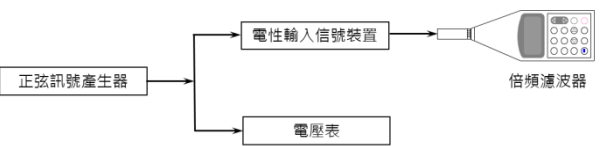
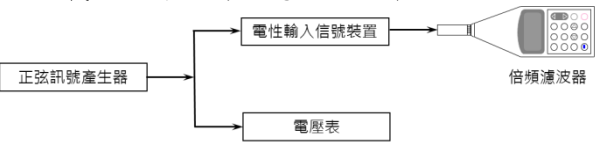
表 4-2-6、噪音計檢定檢查技術規範-第二部分(含倍頻濾波器之噪音計)條文草案

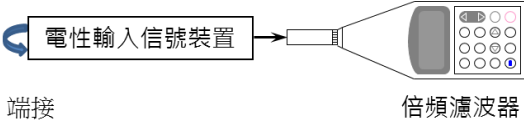
條 文	說 明
1. 適用範圍	
1.1 本規範適用於應受檢定檢查之含倍頻濾波器之噪音計。	說明本規範適用的度量衡器。
1.2 本規範對 1/1 或 1/3 倍頻濾波器，提供 1 級或 2 級兩種濾波器等級的性能要求。	參考 OIML R130 第 1 節及 IEC 61260-1 第 1 節之規定，明訂倍頻濾波器的適用範圍。
2. 用詞定義	
2.1 倍頻比(octave frequency ratio)：為兩相鄰濾波器的中心頻率比，以 G 表示。 註：對於標稱(頻帶)中心頻率比為 2:1，精確(頻帶)中心頻率比如下式。 $G = 10^{3/10} \quad (1)$	參考 IEC 61260-1 第 5.2 節之規定，明訂倍頻比之定義。
2.2 帶寬指定值(bandwidth designator)：以包括 1 的正整數的倒數來指定倍頻程帶寬的分數，以 $1/b$ 表示。 註：對於 1/1 倍頻程濾波器， $1/b=1/1$ ；對於 1/3 倍頻程濾波器， $1/b=1/3$ 。	參考 IEC 61260-1 第 3.2 節之規定，明訂帶寬指定值之定義。
2.3 參考頻率(reference frequency)：參考頻率為 1000 Hz 以 f_r 表示。	參考 IEC 61260-1 第 5.3 節之規定，明訂參考頻率之定義。

條 文	說 明
<p>2.4 精確中心頻率(exact mid-band frequency)：是指與參考頻率具有特定關係的頻率，使在具有特定帶寬的濾波器組裡的所有濾波器的任何兩個相連帶通濾波器的精確中心頻率比相同。對於濾波器組裡任何濾波器的精確中心頻率以 f_m (單位為 Hz)表示如下式。</p> $f_m = f_r G^{x/b} \quad (2)$ <p>式中：x 是正整數、負整數或零。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 5.4 節之規定，明訂精確中心頻率之定義。</p>
<p>2.5 正規化頻率(normalized frequency)：濾波器頻率與相應的精確中心頻率之比，以 Ω 表示如下式。</p> $\Omega = f/f_m \quad (3)$	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.7 節之規定，明訂正規化頻率之定義。</p>
<p>2.6 濾波器衰減：對於帶通濾波器在任何頻率，輸入訊號位準 L_{in} 減去相應的輸出訊號位準 L_{out}，以 A (單位為 dB)表示。</p> $A(\Omega) = L_{in}(\Omega) - L_{out}(\Omega) \quad (4)$	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.13 節之規定，明訂濾波器衰減之定義。</p>
<p>2.7 參考衰減(reference attenuation)：為測定所有帶通濾波器的相對衰減，由製造商規定在通帶內之標稱濾波衰減，以 A_{ref} (單位為 dB)表示。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.14 節之規定，明訂參考衰減之定義。</p>
<p>2.8 相對衰減(filter attenuation)：對於帶通濾波器在任何頻率，濾波器衰減減去參考衰減，以 ΔA (單位為 dB)表示如下式。</p> $\Delta A(\Omega) = A(\Omega) - A_{ref} \quad (5)$	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.15、5.10 節之規定，明訂相對衰減之定義。</p>
<p>2.9 參考位準範圍(reference level range)：指定於測試濾波器性能並含參考音壓位準的位準範圍。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.20 節之規定，明訂參考位準範圍之定義。</p>
<p>2.10 參考位準(reference input signal level)：指定於測試濾波器性能在參考位準範圍的參考輸入訊號位準。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.21 節之規定，明訂參考位準之定義。</p>
<p>2.11 位準線性偏差(level linearity deviation)：在精確中心頻率時的任何位準範圍上顯示的輸出訊號位準減去預期的輸出訊號位準。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 3.22 節之規定，明訂位準線性偏差之定義。</p>
<p>2.12 線性工作範圍(linear operating range)：在指定的濾波器頻率上位準線性偏差未超過本標準所規定之公差的位準範圍。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 2.13 節之規定，明訂線性工作範圍之定義。</p>
<p>3. 一般規定</p>	
<p>3. 檢定及檢查設備</p>	
<p>3.1 檢定、檢查使用之設備應具下列規格： (1) 正弦訊號產生器：頻率範圍至少為 2 Hz 至 250 kHz，輸出頻率誤差 $\leq 0.01\%$，總失真不得超過 0.1%。</p>	<p>1. 參考 OIML R130 附錄 B.1 及 IEC 61260-3/CD 第 13 節之測試頻率的範圍明訂規定正弦訊號產生器頻率範圍至少為 2 Hz 至 200 kHz。 2. 參考 IEC 61260-1 附錄之規定，明訂正弦訊</p>

條 文	說 明
<p>(2) 衰減器：衰減可變範圍 ≥ 70 dB；解析度(最小分度值)≤ 0.1 dB，最大擴充不確定度小於 0.2 dB。 註：如正弦訊號產生器的電壓輸出範圍 ≥ 70 dB，則可不使用衰減器。</p> <p>(3) 電壓表：頻率範圍至少為 2 Hz 至 250 kHz，電壓量測誤差 $\leq 1\%$。 上述設備須提出設備具追溯性及量測不確定度之驗證證明。</p>	<p>號產生器輸出頻率誤差 $\leq 0.01\%$。</p> <p>3. 參考 IEC 61260-3/CD 第 9.2.2 節之規定，對於測試濾波衰減的一級濾波器的正弦訊號產生器總失真不得超過 0.01%，二級濾波器正弦訊號的總失真不得超過 0.03%，其他測試的正弦訊號的總失真不得超過 0.3%。考量目前普遍使用的正弦訊號產生器之正弦訊號失真度 0.04% 至 0.1%，明訂正弦訊號產生器之正弦訊號的總失真不得超過 0.1%。</p> <p>4. 參考 IEC 61260-1 第 5.13 節之規定，對於一級濾波器線性工作範圍至少為 60 dB，及 IEC 61260-3 第 13.3 節之規定，對於一級濾波器的相對衰減量最大為 70 dB，明訂衰減器的衰減範圍至少為 70 dB。</p> <p>5. 參考 IEC 61260-1 附錄 明訂電壓量測誤差 $\leq 1\%$。</p>
<p>3.2 檢定、檢查環境條件：</p> <p>(1) 氣溫範圍：20 °C 至 26 °C；</p> <p>(2) 相對濕度範圍：25 % 至 70 %；</p> <p>(3) 至少在開始與結束測試時必須測量與記錄氣溫與相對濕度。</p>	<p>1. 參考 IEC 61260-3/CD 第 8.1 節之規定，明訂檢定、檢查環境條件需求。</p> <p>2. 參考 IEC 61260-3/CD 第 8.2 節之規定，明訂檢定期間應記錄環境條件的時機。</p>
<p>4. 構造</p>	
<p>4.1 倍頻濾波器之計量單位為「分貝」，其符號為「dB」。</p>	<p>參考 CNMV R58-1 及 OIML R130 測試報告的資訊明訂濾波器之計量單位。</p>
<p>4.2 倍頻濾波器應在主機明顯之處標明以下資訊：</p> <p>(1) 倍頻濾波器的帶寬及等級的標示 (例：1/3 倍頻濾波器，1 級或 2 級)。</p> <p>(2) 製造廠商名稱或標記。</p> <p>(3) 產品型號及出廠器號。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 6.1 節之規定，明訂倍頻濾波器的標示。</p>
<p>4.3 倍頻濾波器應具備有過載輸入之指示裝置。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 5.17 節之規定，明訂倍頻濾波器應具備有過載輸入之指示裝置。</p>
<p>4.4 倍頻濾波器指示器上之顯示值解析度(最小分度值)應 ≤ 0.1 dB。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 5.8.2 節之規定，明訂倍頻濾波器顯示值之解析度。</p>
<p>4.5 倍頻濾波器指示器上的顯示範圍至少有 60 dB。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 5.13.1 節之規定，明訂倍頻濾波器之顯示值範圍。</p>
<p>4.6 倍頻濾波器使用乾電池時，須有提供電壓不足之警示裝置。</p>	<p>參考 IEC 61260-1 第 5.21.1 節之規定，明訂倍頻濾波器使用乾電池時，須有提供電壓不足之警示裝置。</p>
<p>5. 檢定程序</p>	
<p>5.1 倍頻濾波器之構造及規格特性，依下列項目進行檢定。</p> <p>(1) 構造。</p> <p>(2) 平坦頻率響應。</p> <p>(3) 位準線性度。</p> <p>(4) 相對衰減</p> <p>(5) 過載指示。</p>	<p>參考 OIML R130 附錄 A，及 IEC 61260-3/CD 第 10、11、12 節之規定，明訂倍頻濾波器應檢定的項目。</p>

條 文	說 明																																																																																																																																								
(6) 自雜訊。																																																																																																																																									
<p>5.2 平坦頻率響應檢測規定如下：</p> <p>(1) 如圖 1 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(2) 以正弦訊號產生器的輸出訊號頻率為 1 kHz，調整輸入信號的位準使該濾波器的顯示位準低於線性工作範圍上限 (1 ± 0.1) dB，以此為參考位準。</p> <p>(3) 依次改變正弦訊號產生器的輸出訊號頻率如表 1 的精確中心頻率，並保持輸出恆幅正弦訊號。量測測試頻率在該測試濾波器之顯示值，計算各測試濾波器顯示值與參考位準間的偏差。</p>	<p>參考 OIML R130 附錄 B.7 及 IEC 61260-3/CD 第 10.2 節之規定，明訂倍頻濾波器平坦頻率響應之檢測程序。</p>																																																																																																																																								
																																																																																																																																									
<p>圖 1、倍頻濾波器平坦頻率響應檢測系統圖</p>																																																																																																																																									
<p>表 1、1/1 及 1/3 倍頻濾波器之中心頻率</p>																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>標稱中心頻率 (Hz)</th> <th>精確中心頻率 (Hz)</th> <th>1/1 倍頻</th> <th>1/3 倍頻</th> <th>標稱中心頻率 (Hz)</th> <th>精確中心頻率 (Hz)</th> <th>1/1 倍頻</th> <th>1/3 倍頻</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>19.953</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>25.119</td><td></td><td>X</td><td>800</td><td>794.33</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>31.5</td><td>31.623</td><td>X</td><td>X</td><td>1 000</td><td>1 000.0</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>40</td><td>39.811</td><td></td><td>X</td><td>1 250</td><td>1 258.9</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>50</td><td>50.119</td><td></td><td>X</td><td>1 600</td><td>1 584.9</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>63</td><td>63.096</td><td>X</td><td>X</td><td>2 000</td><td>1 995.3</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>80</td><td>79.433</td><td></td><td>X</td><td>2 500</td><td>2 511.9</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>100</td><td>100.00</td><td></td><td>X</td><td>3 150</td><td>3 162.3</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>125</td><td>125.89</td><td>X</td><td>X</td><td>4 000</td><td>3 981.1</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>160</td><td>158.49</td><td></td><td>X</td><td>5 000</td><td>5 011.9</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>200</td><td>199.53</td><td></td><td>X</td><td>6 300</td><td>6 309.6</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>250</td><td>251.19</td><td>X</td><td>X</td><td>8 000</td><td>7 943.3</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>315</td><td>316.23</td><td></td><td>X</td><td>10 000</td><td>10 000</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>400</td><td>398.11</td><td></td><td>X</td><td>12 500</td><td>12 589</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>500</td><td>501.19</td><td>X</td><td>X</td><td>16 000</td><td>15 849</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>630</td><td>630.96</td><td></td><td>X</td><td>20 000</td><td>19 953</td><td></td><td>X</td></tr> </tbody> </table>	標稱中心頻率 (Hz)	精確中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻	標稱中心頻率 (Hz)	精確中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻	20	19.953		X					25	25.119		X	800	794.33		X	31.5	31.623	X	X	1 000	1 000.0	X	X	40	39.811		X	1 250	1 258.9		X	50	50.119		X	1 600	1 584.9		X	63	63.096	X	X	2 000	1 995.3	X	X	80	79.433		X	2 500	2 511.9		X	100	100.00		X	3 150	3 162.3		X	125	125.89	X	X	4 000	3 981.1	X	X	160	158.49		X	5 000	5 011.9		X	200	199.53		X	6 300	6 309.6		X	250	251.19	X	X	8 000	7 943.3	X	X	315	316.23		X	10 000	10 000		X	400	398.11		X	12 500	12 589		X	500	501.19	X	X	16 000	15 849	X	X	630	630.96		X	20 000	19 953		X	
標稱中心頻率 (Hz)	精確中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻	標稱中心頻率 (Hz)	精確中心頻率 (Hz)	1/1 倍頻	1/3 倍頻																																																																																																																																		
20	19.953		X																																																																																																																																						
25	25.119		X	800	794.33		X																																																																																																																																		
31.5	31.623	X	X	1 000	1 000.0	X	X																																																																																																																																		
40	39.811		X	1 250	1 258.9		X																																																																																																																																		
50	50.119		X	1 600	1 584.9		X																																																																																																																																		
63	63.096	X	X	2 000	1 995.3	X	X																																																																																																																																		
80	79.433		X	2 500	2 511.9		X																																																																																																																																		
100	100.00		X	3 150	3 162.3		X																																																																																																																																		
125	125.89	X	X	4 000	3 981.1	X	X																																																																																																																																		
160	158.49		X	5 000	5 011.9		X																																																																																																																																		
200	199.53		X	6 300	6 309.6		X																																																																																																																																		
250	251.19	X	X	8 000	7 943.3	X	X																																																																																																																																		
315	316.23		X	10 000	10 000		X																																																																																																																																		
400	398.11		X	12 500	12 589		X																																																																																																																																		
500	501.19	X	X	16 000	15 849	X	X																																																																																																																																		
630	630.96		X	20 000	19 953		X																																																																																																																																		
<p>5.3 位準線性度檢測規定如下：</p> <p>(1) 在頻率為 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 測定濾波器位準線性度。</p> <p>(2) 如圖 2 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3) 設定濾波器位準範圍於參考位準範圍，輸入正弦訊號位準使濾波器位準顯示於參考位準，在此參考位準之位準線性偏差為零。</p> <p>(4) 調整衰減器(或正弦訊號產生器)的位準，以 5 dB 的變化來調整輸入信號的位準。當與線性工作範圍的下限或上限相距不到 5 dB 時以及當位準高於上限時，輸入訊號位準的變化則減到 1 dB。</p> <p>(5) 計算訊號產生器輸入位準與相對應濾波器輸出位準之線性偏差。</p>	<p>參考 OIML R130 附錄 B.3 及 IEC 61260-3/CD 第 11 節之規定，明訂倍頻濾波器位準線性度之檢測程序。</p>																																																																																																																																								

條 文	說 明
 <p>圖 2、倍頻濾波器位準線性度檢測系統圖</p>	
<p>5.4 相對衰減之檢測規定如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 在頻率為 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 測定濾波器相對衰減。 (2) 如圖 3 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。 (3) 參考表 1，將正弦訊號產生器的輸出訊號頻率調整至該測試濾波器的精確中心頻率，輸入訊號的位準低於線性工作範圍上限 (1 ± 0.1) dB，以此為參考衰減。 (4) 參考 7.1 節表 2 各正規化頻率 Ω 與該測試濾波器的精確中心頻率 f_m，計算測試訊號的頻率 f_k。 $f_k = f_m \times \Omega \quad (6)$ <ol style="list-style-type: none"> (5) 依次改變正弦訊號產生器輸出測試訊號頻率 f_k，並保持輸出恆幅正弦訊號。量測不同測試頻率在該測試濾波器之顯示值，依據式 (5) 計算相對衰減。  <p>圖 3、倍頻濾波器相對衰減檢測系統圖</p>	<p>參考 OIML R130 附錄 B.1 及 IEC 61260-3/CD 第 13 節之規定，明訂倍頻濾波器相對衰減之檢測程序。</p>
<p>5.5 過載指示檢測規定如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 在頻率為 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 測定濾波器過載指示檢測。 (2) 如圖 4 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。 (3) 輸入正弦訊號位準使濾波器位準顯示過載，記錄此時之濾波器位準。  <p>圖 4、倍頻濾波器過載指示檢測系統圖</p>	<p>參考 IEC 61260-3/CD 第 11.6 節之規定，明訂倍頻濾波器過載指示檢測之檢測程序。</p>
<p>5.6 自雜訊檢測規定如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 在頻率為 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 測定濾波器自雜訊。 (2) 對濾波器參考位準範圍及最高敏感度的位 	<p>參考 IEC 61260-3/CD 第 12 節之規定，明訂倍頻濾波器自雜訊檢測之檢測程序。</p>

條 文	說 明																																																																																															
<p>準範圍進行測試。</p> <p>(3)參考說明書上所規定的端接方式如圖 5，使輸入端子發生短路或使用類似方法記錄濾波器的自雜訊。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>圖 5、倍頻濾波器自雜訊檢測</p>																																																																																																
<p>5.7 倍頻濾波器之檢定合格有效期間，自附加檢定合格印證之日起至附加檢定合格印證月份之次月始日起算二年止。</p>	<p>參考現行噪音計檢定規範明訂倍頻濾波器之檢定合格有效期間。</p>																																																																																															
<p>6. 檢查程序得採本技術規範中全部或部分檢定項目實施。</p>																																																																																																
<p>7. 檢定及檢查公差</p>																																																																																																
<p>7.1 倍頻濾波器之各項檢定公差如下：</p> <p>(1)平坦頻率響應：</p> <p>對於一級倍頻濾波器，不得超過 ± 0.4 dB。</p> <p>對於二級倍頻濾波器，不得超過 ± 0.6 dB。</p> <p>(2)位準線性度：倍頻濾波器在不同線性工作範圍對應的位準線性度公差如表 2 所示。</p> <p>表 2、倍頻濾波器位準線性度之公差</p> <table border="1" data-bbox="172 1061 785 1236"> <thead> <tr> <th rowspan="2">倍頻濾波器之線性工作範圍</th> <th colspan="2">位準線性度的公差</th> </tr> <tr> <th>一級</th> <th>二級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$(L_u - L) \leq 40$ dB¹¹</td> <td>± 0.5 dB</td> <td>± 0.6 dB</td> </tr> <tr> <td>$(L_u - L) > 40$ dB¹¹</td> <td>± 0.7 dB</td> <td>± 0.9 dB</td> </tr> </tbody> </table> <p>註： L_u 為線性工作範圍上限位準；L：為測試位準</p> <p>(3)相對衰減：倍頻濾波器的正規化頻率對應相對衰減之公差如表 3 所示。</p> <p>表 3、倍頻濾波器的正規化頻率對應相對衰減之公差</p> <table border="1" data-bbox="172 1397 785 1890"> <thead> <tr> <th rowspan="2">指數</th> <th colspan="2">正規化頻率 $\Omega = f/f_m$</th> <th colspan="2">相對衰減的公差 dB</th> </tr> <tr> <th>1/3倍頻濾波器</th> <th>1/1倍頻濾波器</th> <th>一級</th> <th>二級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G^{-4}</td><td>0.18546</td><td>0.063096</td><td>+70; +∞</td><td>+60; +∞</td></tr> <tr><td>G^{-3}</td><td>0.32748</td><td>0.12589</td><td>+60; +∞</td><td>+54; +∞</td></tr> <tr><td>G^{-2}</td><td>0.53143</td><td>0.25119</td><td>+40.5; +∞</td><td>+39.5; +∞</td></tr> <tr><td>G^{-1}</td><td>0.77257</td><td>0.50119</td><td>+16.6; +∞</td><td>+15.6; +∞</td></tr> <tr><td>$G^{-3/8}$</td><td>0.91958</td><td>0.77179</td><td>-0.4; +1.4</td><td>-0.6; +1.7</td></tr> <tr><td>$G^{-1/4}$</td><td>0.94719</td><td>0.84140</td><td>-0.4; +0.7</td><td>-0.6; +0.9</td></tr> <tr><td>$G^{-1/8}$</td><td>0.97402</td><td>0.91728</td><td>-0.4; +0.5</td><td>-0.6; +0.7</td></tr> <tr><td>G^0</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>-0.4; +0.4</td><td>-0.6; +0.6</td></tr> <tr><td>$G^{1/8}$</td><td>1.02667</td><td>1.09018</td><td>-0.4; +0.5</td><td>-0.6; +0.7</td></tr> <tr><td>$G^{1/4}$</td><td>1.05575</td><td>1.18850</td><td>-0.4; +0.7</td><td>-0.6; +0.9</td></tr> <tr><td>$G^{3/8}$</td><td>1.08746</td><td>1.29569</td><td>-0.4; +1.4</td><td>-0.6; +1.7</td></tr> <tr><td>G^1</td><td>1.29437</td><td>1.99526</td><td>+16.6; +∞</td><td>+15.6; +∞</td></tr> <tr><td>G^2</td><td>1.88173</td><td>3.98107</td><td>+40.5; +∞</td><td>+39.5; +∞</td></tr> <tr><td>G^3</td><td>3.05365</td><td>7.94328</td><td>+60; +∞</td><td>+54; +∞</td></tr> <tr><td>G^4</td><td>5.39195</td><td>15.8489</td><td>+70; +∞</td><td>+60; +∞</td></tr> </tbody> </table>	倍頻濾波器之線性工作範圍	位準線性度的公差		一級	二級	$(L_u - L) \leq 40$ dB ¹¹	± 0.5 dB	± 0.6 dB	$(L_u - L) > 40$ dB ¹¹	± 0.7 dB	± 0.9 dB	指數	正規化頻率 $\Omega = f/f_m$		相對衰減的公差 dB		1/3倍頻濾波器	1/1倍頻濾波器	一級	二級	G^{-4}	0.18546	0.063096	+70; +∞	+60; +∞	G^{-3}	0.32748	0.12589	+60; +∞	+54; +∞	G^{-2}	0.53143	0.25119	+40.5; +∞	+39.5; +∞	G^{-1}	0.77257	0.50119	+16.6; +∞	+15.6; +∞	$G^{-3/8}$	0.91958	0.77179	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7	$G^{-1/4}$	0.94719	0.84140	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9	$G^{-1/8}$	0.97402	0.91728	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7	G^0	1.0000	1.0000	-0.4; +0.4	-0.6; +0.6	$G^{1/8}$	1.02667	1.09018	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7	$G^{1/4}$	1.05575	1.18850	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9	$G^{3/8}$	1.08746	1.29569	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7	G^1	1.29437	1.99526	+16.6; +∞	+15.6; +∞	G^2	1.88173	3.98107	+40.5; +∞	+39.5; +∞	G^3	3.05365	7.94328	+60; +∞	+54; +∞	G^4	5.39195	15.8489	+70; +∞	+60; +∞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考 IEC 61260-1 第 5.10.2 節之規定，明訂倍頻濾波器相對衰減之公差。 2. 參考 IEC 61260-1 第 5.13.3、5.13.4 節之規定，明訂倍頻濾波器位準線性度之公差。 3. 參考 IEC 61260-1 第 5.10.2 節及 IEC 61260-3 第 10.2 節之規定，明訂倍頻濾波器各中心頻率相對衰減(平坦頻率響應)之公差。
倍頻濾波器之線性工作範圍		位準線性度的公差																																																																																														
	一級	二級																																																																																														
$(L_u - L) \leq 40$ dB ¹¹	± 0.5 dB	± 0.6 dB																																																																																														
$(L_u - L) > 40$ dB ¹¹	± 0.7 dB	± 0.9 dB																																																																																														
指數	正規化頻率 $\Omega = f/f_m$		相對衰減的公差 dB																																																																																													
	1/3倍頻濾波器	1/1倍頻濾波器	一級	二級																																																																																												
G^{-4}	0.18546	0.063096	+70; +∞	+60; +∞																																																																																												
G^{-3}	0.32748	0.12589	+60; +∞	+54; +∞																																																																																												
G^{-2}	0.53143	0.25119	+40.5; +∞	+39.5; +∞																																																																																												
G^{-1}	0.77257	0.50119	+16.6; +∞	+15.6; +∞																																																																																												
$G^{-3/8}$	0.91958	0.77179	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7																																																																																												
$G^{-1/4}$	0.94719	0.84140	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9																																																																																												
$G^{-1/8}$	0.97402	0.91728	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7																																																																																												
G^0	1.0000	1.0000	-0.4; +0.4	-0.6; +0.6																																																																																												
$G^{1/8}$	1.02667	1.09018	-0.4; +0.5	-0.6; +0.7																																																																																												
$G^{1/4}$	1.05575	1.18850	-0.4; +0.7	-0.6; +0.9																																																																																												
$G^{3/8}$	1.08746	1.29569	-0.4; +1.4	-0.6; +1.7																																																																																												
G^1	1.29437	1.99526	+16.6; +∞	+15.6; +∞																																																																																												
G^2	1.88173	3.98107	+40.5; +∞	+39.5; +∞																																																																																												
G^3	3.05365	7.94328	+60; +∞	+54; +∞																																																																																												
G^4	5.39195	15.8489	+70; +∞	+60; +∞																																																																																												
<p>7.2 倍頻濾波器之各項檢定在涵蓋機率為 95 %，最大量測不確定度如表 4。</p> <p>表 4、檢定項目之最大容許擴充不確定度</p>	<p>參考 IEC 61260-1 附錄 B 之規定，明訂倍頻濾波器各檢定項目之最大容許擴充不確定度。</p>																																																																																															

條 文		說 明
檢定項目	最大容許擴充不確定度	
平坦頻率響應	0.20 dB	
位準線性偏差	0.20 dB 若是 $(L_u - L) \leq 40$ dB ¹¹	
	0.35 dB 若是 $(L_u - L) > 40$ dB ¹¹	
相對衰減	0.20 dB 若是 $\Delta A \leq 2$ dB	
	0.30 dB 若是 2 dB $< \Delta A \leq 40$ dB	
	0.50 dB 若是 $\Delta A > 40$ dB	
註： L_u 為線性工作範圍上限位準； L ：為測試位準		
7.3 倍頻濾波器之檢查公差與檢定公差相同。		參考現行噪音計檢定規範明訂倍頻濾波器之檢查公差。
8. 檢定合格印證及證書		參考現行噪音計檢定明訂合格印證及證書之規定。
8.1 倍頻濾波器之檢定合格印證位置，在主機上蓋明顯處黏貼檢定合格單。		參考現行噪音計檢定合格後，在主機上蓋明顯處黏貼檢定合格單。
8.2 檢定合格後應發給檢定合格證書。		參考現行噪音計檢定合格後，應發給檢定合格證書。
8.3 倍頻濾波器檢定合格證書應記載下列項目：申請者、地址、規格、廠牌、型號、器號、類型、檢定合格單號碼、檢定日期、有效期限。		參考現行噪音計檢定合格證書內容，明訂倍頻濾波器檢定合格證書應記載之項目。

表 4-2-7、噪音計檢定檢查技術規範-第一部分(一般及積分式噪音計)修正條文對照表

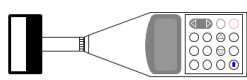

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
1. 適用範圍	1. 適用範圍：本規範適用於應受檢定檢查之噪音計。	為增加易讀性，增加章節，酌作文字修正。
1.1 本規範適用於應受檢定檢查之噪音計。		1. 新增章節。 2. 說明本規範適用的度量衡器。
1.2 本規範對時間加權、積分平均噪音計，提供 1 級與 2 級兩種噪音計等級的性能要求。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 1 節之規定，明訂噪音計的適用範圍。
2. 用詞定義		為增加易讀性，新增用詞定義章節。
2.1 音壓(sound pressure)：瞬時總壓與相對應的靜壓之間的差值。 註：音壓以帕斯卡(Pa)表示		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.1 節之規定，明訂音壓之定義。
2.2 音壓位準(sound pressure level)：取均方根音壓對參考音壓的平方比之對數再乘以 10。 註：音壓位準以分貝(dB)表示；參考音壓為 20 μ Pa。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.2 節之規定，明訂音壓位準之定義。
2.3 頻率加權(frequency weighting)：顯示裝置上顯示的頻率加權訊號位準與相對應的恆幅正弦輸入訊號位準之間的差值，為特定的頻率函數。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.3 節之規定，明訂頻率加權之定義。

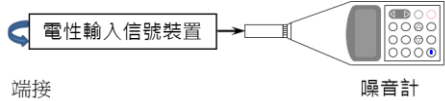
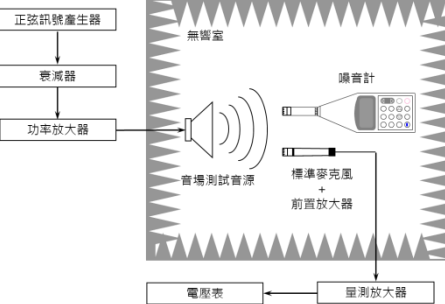
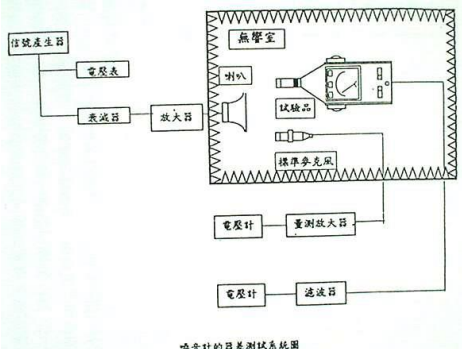
修正條文	現行條文	說明
2.4 <u>時間加權音壓位準(time-weighted sound level)</u> :取特定時間常數的指數時間函數的頻率加權音壓訊號對參考音壓的平方比之對數再乘以 10。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.4、3.6 節之規定，明訂時間加權音壓位準之定義。
2.5 <u>時間平均音壓位準(time-averaged sound level)</u> :取指定的時間間隔期間內頻率加權音壓訊號的平均對參考音壓的平方比之對數再乘以 10。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.10 節之規定，明訂時間平均音壓位準之定義。
2.6 <u>位準範圍(level range)</u> :噪音計標稱的聲音位準量測範圍。 註:位準範圍以分貝(dB)表示,例如 50 dB 至 110 dB 的範圍。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.22 節之規定,明訂位準範圍之定義。
2.7 <u>參考音壓位準(reference sound pressure level)</u> :指定於測試噪音計電聲性能的音壓位準。		1. 新增章節 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.23 節之規定,明訂參考音壓位準之定義。
2.8 <u>參考位準範圍(reference level range)</u> :指定於測試噪音計電聲特性並含參考音壓位準的位準範圍。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.24 節之規定,明訂參考位準範圍之定義。
2.9 <u>校正查核頻率(calibration check frequency)</u> :聲音校正器所產生音壓的標稱頻率。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.25 節之規定,明訂校正查核頻率之定義。
2.10 <u>位準線性偏差(level linearity deviation)</u> :指定頻率所顯示的訊號位準減去預期訊號位準。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.26 節之規定,明訂位準線性偏差之定義。
2.11 <u>線性工作範圍(linear operating range)</u> :在指定頻率的任何位準範圍上位準線性偏差未超過本標準所規定之公差的位準範圍。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.27 節之規定,明訂線性工作範圍之定義。
2.12 <u>猝發音(toneburst)</u> :開始與結束於波形零交點之一個或多個完整迴圈之正弦電訊號。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.29 節之規定,明訂猝發音之定義。
2.13 <u>猝發音響應(toneburst response)</u> :量測猝發音的最大時間加權的訊號位準減去量測猝發音相對應的穩定輸入訊號位準。		1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-1 第 3.30 節之規定,明訂猝發音響應之定義。

修正條文	現行條文	說明										
3. 檢定及檢查設備	3. 檢定、檢查與公差	為增加易讀性，調整章節，將檢定及檢查設備與公差分開章節說明。										
<p>3.1 檢定、檢查使用之設備應具下列規格：</p> <p>(1) 聲音校正器：符合 IEC60942 之一級聲音校正器，最大擴充不確定度小於 0.2 dB。</p> <p>(2) 標準麥克風：符合 IEC 61094-1 之實驗室標準麥克風或 IEC 61094-4 之工作標準麥克風，頻率範圍至少為 31.5 Hz 至 16 kHz，最大擴充不確定度小於 0.2 dB</p> <p>(3) 衰減器：衰減可變範圍 ≥ 60 dB，解析度(最小分度值)≤ 0.1 dB，最大擴充不確定度小於 0.2 dB。 註：如正弦訊號產生器的電壓輸出範圍 ≥ 60 dB，則可不使用衰減器。</p> <p>(4) 電壓表：頻率範圍至少為 20 Hz 至 20 kHz，電壓量測誤差 $\leq 1\%$。</p> <p>(5) 正弦訊號產生器：頻率範圍至少為 20 Hz 至 20 kHz，輸出頻率誤差 $\leq 0.25\%$。</p> <p>(6) 無響音場裝置：背景噪音 ≤ 20 dB(A)。由距音源中心位置 0.5 m 至 1.0 m 範圍，自由場特性之容許偏差如下表。</p> <table border="1" data-bbox="263 1444 622 1534"> <thead> <tr> <th>聲訊環境需求</th> <th>1/3 倍頻中心頻率 (Hz)</th> <th>容許偏差 (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">全無響室環境</td> <td>≤ 630</td> <td>± 1.5</td> </tr> <tr> <td>800 to 5000</td> <td>± 1.0</td> </tr> <tr> <td>≥ 6300</td> <td>± 1.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：由上述的容許偏差決定無響音場裝置可使用的頻率範圍。</p> <p>(7) 音場測試聲源：頻率範圍至少為 250 Hz 至 20 kHz、輸出音壓位準大於背景噪音 30 dB 以上。 註：測試頻率低於音場截止頻率時，以封閉的耦合腔聲源取代測試聲源。</p> <p>(8) 耦合腔測試聲源：頻率範圍至少 31.5 Hz 至 500 Hz、音壓位準至少 70 dB 以上。</p>	聲訊環境需求	1/3 倍頻中心頻率 (Hz)	容許偏差 (dB)	全無響室環境	≤ 630	± 1.5	800 to 5000	± 1.0	≥ 6300	± 1.5	<p>3.1 檢定、檢查設備：須提出驗證設備之系統具追溯性及不確定度驗證證明。</p> <p>(1) 脈衝信號產生器：脈衝寬度 50 μs~10 ms、上升時間不大於 10 μs、脈衝極性：正、負。</p> <p>(2) 標準麥克風：頻率範圍 20 Hz ~16 kHz、音壓靈敏度位準不確定度 ± 0.2 dB (在參考頻率處)。</p> <p>(3) 信號產生器：頻率範圍 20 Hz ~20 kHz、頻率誤差小於 $\pm 1\%$、輸出電壓 1 mVrms ~ 5 Vrms、諧波失真不大於 0.5 %。</p> <p>(4) 無響音場裝置：自由音場聲音偏差：在頻率數 125 Hz 以上，由距音源之音響中心起 0.5 m 至 1.0 m 範圍內，須具有容許偏差在 ± 1.0 dB 以下之自由音場特性。頻率範圍至少包括 125 Hz 至 4000 Hz 範圍、背景噪音 20 dB(A)以下</p> <p>(5) 測試聲源：頻率範圍 20 Hz ~ 20 KHz、最大音壓位準不低於 100 dB (離聲參考點 1 m 處)。</p> <p>(6) 標準有效值電壓表：有效值量測不確定度 1 %。</p> <p>(7) 前置放大器：頻率範圍 20 Hz ~16 kHz、諧波失真在 20 Hz ~12.5 kHz 範圍內不大於 1 %。</p> <p>(8) 量測放大器：不確定度優於 ± 0.2 dB。</p> <p>(9) 衰減器：不確定度優於 $\pm (1\% + 0.05)$ dB、頻率範圍 20 Hz~20 kHz、最小衰減變換值 0.1 dB。</p> <p>(10) 濾波器：頻率範圍 20 Hz ~ 20 kHz (含有 1/3 Octave 功能)。</p>	<p>1. 節次變更，酌作文字修正。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-3 第 9.3 及 IEC 60942 第 5.2.2 節之規定，增加聲音校正器之規格要求。</p> <p>3. 參考 IEC 61672-3 第 12.1 及 IEC 61672-2 第 9.1.2 節之規定，修訂標準麥克風之規格要求。</p> <p>4. 參考 IEC 61672-3 第 8.3 節之規定，修訂正弦訊號產生器輸出頻率之規格要求。</p> <p>5. 參考 IEC 61672-3 第 18.5 節及之 IEC 61672-2 第 9.12.6 節規定，明訂猝發音訊號產生器之規格要求。</p> <p>6. 參考 IEC 61672-1 第 5.18.2 節之規定，位準線性度的量測範圍為 60 dB，修訂定衰減器之規格要求。</p> <p>7. 參考 IEC 61672-1 附錄 B 最大容許不確定度之規定，修訂電壓表之規格要求。</p> <p>8. 參考 IEC 61672-2 第 9.1.8 節及 ISO 26101 附錄 A 之規定，明訂無響音場裝置之規格要求。</p> <p>9. 參考 IEC 61672-3 第 12.8 節及 IEC 61672-2 第 9.4.3.4 之規定，明訂音場測試聲源之規格。</p> <p>10. 參考 IEC 61672-3 第 12.1 節及 IEC 61672-2 第 9.4.4.1 之規定，增加測試頻率</p>
聲訊環境需求	1/3 倍頻中心頻率 (Hz)	容許偏差 (dB)										
全無響室環境	≤ 630	± 1.5										
	800 to 5000	± 1.0										
	≥ 6300	± 1.5										

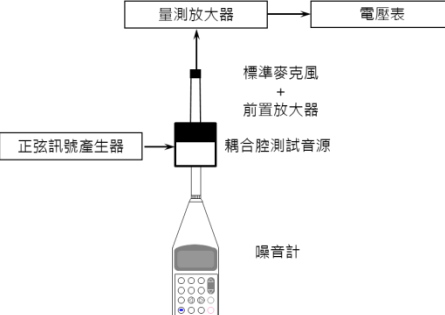
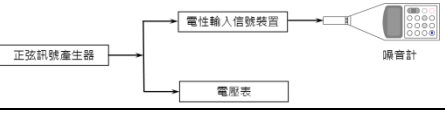
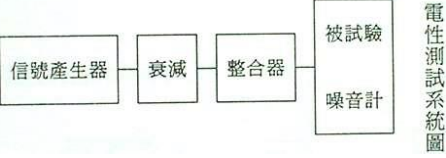
修正條文	現行條文	說明
<p><u>註：如無響音場裝置可滿足測試頻率範圍，則可不使用耦合腔測試聲源。</u></p> <p>(9) <u>猝發音訊號產生器：猝發音訊號頻率為 4 kHz，持續時間範圍至少為 0.25 ms 至 1000 ms。</u></p> <p><u>註：如正弦訊號產生器可產生猝發音訊號，則可不使用猝發音訊號產生器。</u></p> <p>(10) <u>前置放大器：頻率範圍 20 Hz 至 20 kHz，相對誤差小於 0.2 dB。</u></p> <p>(11) <u>量測放大器：頻率範圍 20 Hz 至 20 kHz，相對誤差小於 0.2 dB。</u></p> <p><u>註：如麥克風輸出電壓可由電壓表量測，則可不使用量測放大器。</u></p> <p><u>上述(1)至(5)項設備須提出設備具追溯性及量測不確定度之驗證證明。</u></p>		<p>低於音場截止頻率時，以封閉的耦合腔聲源取代音場測試聲源之註解。</p> <p>11. 參考 IEC 61672-3 第 12.10 節之規定明訂耦合腔測試聲源之音壓位準。</p> <p>12. 依據測試範圍修訂前置放大器及量測放大器之規格。</p>
<p>3.2 <u>檢定、檢查環境條件：</u></p> <p>(1) <u>氣溫範圍：20 °C 至 26 °C；</u></p> <p>(2) <u>相對濕度範圍：25 % 至 70 %；</u></p> <p>(3) <u>大氣壓力範圍：80 kPa 至 105 kPa。</u></p> <p>(4) <u>至少在開始與結束測試時必須測量與記錄大氣壓力、氣溫與相對濕度。</u></p>	<p>3.2 <u>噪音計之所有測試必須在溫度為 (23±5) °C、相對濕度為 (55±15) %、大氣壓力為 (101.3±5.0) kPa 之環境狀況下執行。</u></p>	<p>6. 參考 IEC 61672-3 第 7.1 節之規定，修訂檢定、檢查環境條件需求。</p> <p>7. 參考 IEC 61672-3 第 7.2 節之規定，明訂檢定期間應記錄環境條件的時機。</p> <p>8. 酌作文字修正。</p>
<p>4. 構造</p>	<p>2. 構造</p>	<p>節次變更。</p>
<p>4.1 <u>噪音計之計量單位為「分貝」，其符號為「dB」。</u></p>	<p>2.1 <u>噪音計之計量單位為「分貝」，其符號為「dB」。</u></p>	<p>節次變更。</p>
<p>4.2 <u>噪音計應在主機明顯之處標明以下資訊：</u></p> <p>(1) <u>噪音計等級的標示(例：1 級或 2 級)。</u></p> <p>(2) <u>製造廠商名稱或標記。</u></p> <p>(3) <u>產品型號及出廠器號(包含麥克風之型號及器號)。</u></p>	<p>2.2 <u>噪音計應於明顯之處標識下列事項：</u></p> <p>(1) <u>類型 (1 型或 2 型)。</u></p> <p>(2) <u>製造廠商名稱或標記。</u></p> <p>(3) <u>型號及器號。如麥克風部份若與本體可分離者，須在噪音計本體加上麥克風器號。</u></p>	<p>1. 節次變更。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-1 第 5.1.5 節之規定，修訂噪音計等級的標示。</p> <p>3. 酌作文字修正。</p>
<p>4.3 <u>噪音計必須有 A 頻率加權特性。</u></p>	<p>2.3 <u>噪音計必須有 A 頻率加權特性。</u></p>	<p>節次變更。</p>
<p>4.4 <u>噪音計必須有時間加權特性，如快速(F 或 FAST)，慢速(S 或 SLOW)；積分式噪音計必須有時間平均特性。</u></p>	<p>2.4 <u>噪音計必須有一個時間加權特性，如快速(F 或 FAST)，慢速(S 或 SLOW)。</u></p>	<p>1. 節次變更。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-1 第 5.1.9 節之規定，新增積分式噪音計需求規格。</p>

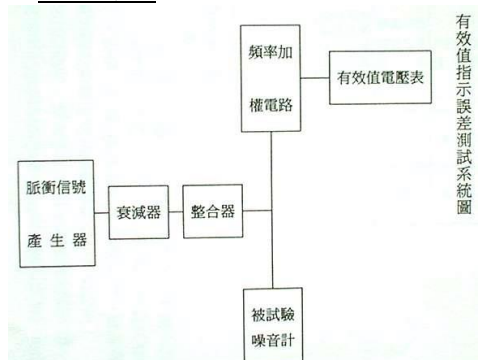
修正條文	現行條文	說明
4.5 噪音計應備有保持量測音壓位準最大値之功能。	2.5 噪音計必須有交流或直流信號輸出端子。否則應備有保持量測音壓位準最大値之功能。	1. 節次變更。 2. 酌作文字修正。
4.6 噪音計應具備有過載輸入之指示裝置。	2.6 噪音計之放大器達到飽和狀態時，應具備有表示過載輸入之指示裝置。	1. 節次變更。 2. 酌作文字修正。
4.7 噪音計指示器上之顯示值解析度(最小分度值)應 ≤ 0.1 dB。	2.7 噪音計指示器上之最小分度值如為數位顯示者應在 0.1 dB 以下，如為類比顯示者應在 1 dB 以下。	1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-1 第 5.18.2 節之規定，修訂噪音計顯示值之解析度。
4.8 噪音計指示器上的顯示範圍至少有 60 dB。 註：如可調整不同顯示範圍，則具有時間加權功能的噪音計兩相鄰的指示範圍需有 30 dB 的重疊；具有時間平均功能的噪音計兩相鄰的指示範圍需有 40 dB 的重疊。	2.8 噪音計不論是類比式或數位式，其指示器範圍至少有 15 dB。	1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-1 第 5.18.2 節之規定，修訂噪音計的顯示範圍。 3. 參考 IEC 61672-1 第 5.6.9 節之規定，明訂噪音計兩相鄰指示範圍的重疊顯示部分。 4. 酌作文字修正。
	2.9 噪音計類比指示器之主分度線，必須在明顯處所之表面記載其指示數值。其分度線間隔必須在 1 mm 以上。	1. 本節刪除。 2. 噪音計類比指示器已不適用。
4.9 噪音計使用乾電池時，須有提供電壓不足之警示裝置。	2.10 噪音計使用乾電池時，須有提供電壓不足之警示裝置。	節次變更。
4.10 麥克風必須是可以與噪音計本體分離的，以容許插入電氣測試信號於前置放大器的輸入端。		1. 新增章節 2. 參考 IEC 61672-1 第 5.1.16 節之規定，明定噪音計的麥克風是可分離的。
5. 檢定程序		新增章節。
5.1 噪音計之構造及規格特性，依下列項目進行檢定之。 (1) 構造。 (2) 校正查核頻率的指示。 (3) 自雜訊。 (4) 聲訊號頻率加權。 (5) 電訊號頻率加權。 (6) 位準線性度。 (7) 位準範圍切換。 (8) 猝發音響應。 (9) 過載指示。 (10) 長時間穩定性。 (11) 高位準穩定性。		1. 新增章節。 2. 明訂噪音計檢定檢查項目。
5.2 校正查核頻率的指示：		1. 新增章節。


修正條文	現行條文	說明
<p>(1)將噪音計設定在使用手冊規定之頻率、時間加權特性(如未規定可設定於頻率加權 A、時間加權 Fast)及參考位準範圍。</p> <p>(2)如圖 1 噪音計接收已校正的聲音校正器發出之音壓位準進行指示值的調整及記錄。</p> <p>註：若為多通道噪音計系統，必須檢查所有需要測試通道的指示值。</p> <div data-bbox="319 593 566 728" style="text-align: center;">  <p>聲音校正器 噪音計</p> </div> <p>圖 1、噪音計查核頻率校正</p>		<p>2. 參考 IEC 61672-3 第 10 節之規定，明訂校正查核頻率的指示值的調整及記錄程序。</p>
<p>5.3 自雜訊之檢測規定如下：</p> <p>(1)噪音計自雜訊量測分為安裝麥克風及使用電輸入訊號裝置取代麥克風兩種測試方式。</p> <p>(2)安裝麥克風檢測時，噪音計設定在音量最大感受範圍並選擇 A 頻率加權，如圖 2 所示在無響音場裝置的環境進行量測。</p> <p>(3)使用電輸入訊號裝置取代麥克風檢測時，參考說明書上所規定的端接方式如圖 3，噪音計設定在音量最大感受範圍並選擇 A 頻率加權。</p> <p>(4)記錄噪音計平均時間至少 30 秒之 A 加權所顯示的音量。</p> <p>(5)如果不能測定平均時間音量，必須從間隔 60 秒的 10 次隨機觀察中測量 S 時間加權(或 F 時間加權)音量。</p> <p>註：自雜訊的 A 加權音量只作為參考之用，並不用來評鑑是否符合要求，無相關的不確定度。</p> <div data-bbox="215 1680 558 1982" style="text-align: center;">  <p>無響室</p> <p>噪音計</p> </div> <p>圖 2、噪音計聲訊號自雜訊測試</p>		<p>1. 新增章節。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-3 第 11 節之規定，明訂自雜訊之檢測程序。</p>

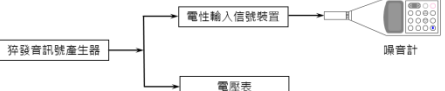
修正條文	現行條文	說明
 <p>電性輸入信號裝置</p> <p>端接</p> <p>噪音計</p> <p>圖 3、噪音計電訊號自雜訊測試</p>		
<p>5.4 聲訊號頻率加權檢測規定如下：</p>		<p>新增章節。</p>
<p>5.4.1 於無響音場裝置中檢測</p> <p>(1) 噪音計設定在頻率加權 A 及參考位準範圍(或使用者量測的位準範圍)。</p> <p>(2) 使用已校正過的標準麥克風為參考標準於無響音場裝置的環境測試頻率加權。</p> <p>(3) 如圖 4 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(4) 調整正弦訊號產生器的輸出電壓使標準麥克風距離測試聲源 1 m 處各頻率之音壓位準大於 70 dB 以上。</p> <p>(5) 在頻率為 31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz、8 kHz 及 16 kHz 測定聲音訊號的頻率加權。</p> <p>(6) 將受檢噪音計取代標準麥克風於相同位置處，量測頻率加權之音壓位準值，計算與標準麥克風無加權時各頻率音壓位準之差值。</p> <p>(7) 於無響音場裝置中應執行至少三次在不同距離或位置之檢測的算術平均值。</p>	<p>3.3 噪音計整機在第 3.2 節之測試條件下，於製造商所規定之暖機時間暖機後，採用替代法在無響室內進行準確度檢定或檢查如圖 1 所示。讀取受檢噪音計在距離音源 1 m 之自由音場下，對於頻率為 125 Hz、200 Hz、250 Hz、315 Hz、400 Hz、500 Hz、630 Hz、800 Hz、1 kHz、1.25 kHz、1.6 kHz、2 kHz、2.5 kHz、3.15 kHz 及 4 kHz，音壓位準為 94 dB 之正弦波之量測值，與標準麥克風在相同條件下之量測值，再計算兩者各頻率差值之平均值做為器差。1 型噪音計之器差不得超過±0.7 dB，2 型噪音計之器差不得超過±1.0 dB。</p>	<p>1. 節次變更並酌作文字修正。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-3 第 12.7 節之規定，聲訊號頻率加權檢測頻率為 125 Hz、1 kHz、8 kHz，及 OIML R58 聲訊號頻率加權檢測頻率為 10 Hz 至 20 kHz，修訂聲訊號頻率加權檢測頻率。</p> <p>3. 參考 IEC 61672-2 第 9.4.3.4 無響音場裝置檢測時使用音源之音壓位準大於背景音壓位準 30 dB 以上，修訂音源之音壓位準。</p> <p>4. 參考 IEC 61672-2 第 9.4.3.8 至少必須在無響音場裝置內另兩個聲源至麥克風的其他適當距離或位置上重複所規定的測試，明訂檢測次數。</p>
 <p>正弦訊號產生器</p> <p>衰減器</p> <p>功率放大器</p> <p>音場測試音源</p> <p>無響室</p> <p>噪音計</p> <p>標準麥克風 + 前置放大器</p> <p>電壓表</p> <p>量測放大器</p> <p>圖 4、噪音計聲訊號頻率加權檢測系統(無響音場裝置)</p>	 <p>信號產生器</p> <p>電壓表</p> <p>衰減器</p> <p>放大器</p> <p>無響室</p> <p>喇叭</p> <p>試驗品</p> <p>標準麥克風</p> <p>噪音計</p> <p>電壓計</p> <p>量測放大器</p> <p>電壓計</p> <p>濾波器</p> <p>噪音計的器差測試系統圖</p> <p>圖 1</p>	

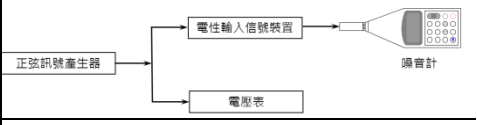
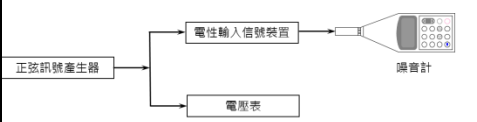
修正條文	現行條文	說明																																																																																																																																																																																						
	<p>表 1 頻率加權特性在參考方向上相對自由音場之頻率響應及公差(單位: dB)</p> <table border="1" data-bbox="670 212 1061 851"> <thead> <tr> <th rowspan="2">頻率(Hz)</th> <th rowspan="2">A 特性</th> <th rowspan="2">C 特性</th> <th rowspan="2">線性</th> <th colspan="2">公差</th> </tr> <tr> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>-50.5</td><td>-6.2</td><td>0</td><td>±3.0</td><td>±3.0</td></tr> <tr><td>25</td><td>-44.7</td><td>-4.4</td><td>0</td><td>±2.0</td><td>±3.0</td></tr> <tr><td>31.5</td><td>-39.4</td><td>-3.0</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±3.0</td></tr> <tr><td>40</td><td>-34.6</td><td>-2.0</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>50</td><td>-30.2</td><td>-1.3</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>63</td><td>-26.2</td><td>-0.8</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>80</td><td>-22.5</td><td>-0.5</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>100</td><td>-19.1</td><td>-0.3</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>125</td><td>-16.1</td><td>-0.2</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>160</td><td>-13.4</td><td>-0.1</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>200</td><td>-10.9</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>250</td><td>-8.6</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>315</td><td>-6.6</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>400</td><td>-4.8</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>500</td><td>-3.2</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>630</td><td>-1.9</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>800</td><td>-0.8</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>1250</td><td>+0.6</td><td>-0.0</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±1.5</td></tr> <tr><td>1600</td><td>+1.0</td><td>-0.1</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>+1.2</td><td>-0.2</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±2.0</td></tr> <tr><td>2500</td><td>+1.3</td><td>-0.3</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±2.5</td></tr> <tr><td>3150</td><td>+1.2</td><td>-0.5</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±2.5</td></tr> <tr><td>4000</td><td>+1.0</td><td>-0.8</td><td>0</td><td>±1.0</td><td>±3.0</td></tr> <tr><td>5000</td><td>+0.5</td><td>-1.3</td><td>0</td><td>±1.5</td><td>±3.5</td></tr> <tr><td>6300</td><td>-0.1</td><td>-2.0</td><td>0</td><td>+1.5 -2.0</td><td>±4.5</td></tr> <tr><td>8000</td><td>-1.1</td><td>-3.0</td><td>0</td><td>+1.5 -3.0</td><td>±5.0</td></tr> <tr><td>10000</td><td>-2.5</td><td>-4.4</td><td>0</td><td>+2.0 -4.0</td><td>+5.0 -∞</td></tr> <tr><td>12500</td><td>-4.3</td><td>-6.2</td><td>0</td><td>+3.0 -6.0</td><td>+5.0 -∞</td></tr> </tbody> </table>	頻率(Hz)	A 特性	C 特性	線性	公差		1 型	2 型	20	-50.5	-6.2	0	±3.0	±3.0	25	-44.7	-4.4	0	±2.0	±3.0	31.5	-39.4	-3.0	0	±1.5	±3.0	40	-34.6	-2.0	0	±1.5	±2.0	50	-30.2	-1.3	0	±1.5	±2.0	63	-26.2	-0.8	0	±1.5	±2.0	80	-22.5	-0.5	0	±1.5	±2.0	100	-19.1	-0.3	0	±1.0	±1.5	125	-16.1	-0.2	0	±1.0	±1.5	160	-13.4	-0.1	0	±1.0	±1.5	200	-10.9	-0.0	0	±1.0	±1.5	250	-8.6	-0.0	0	±1.0	±1.5	315	-6.6	-0.0	0	±1.0	±1.5	400	-4.8	-0.0	0	±1.0	±1.5	500	-3.2	-0.0	0	±1.0	±1.5	630	-1.9	-0.0	0	±1.0	±1.5	800	-0.8	-0.0	0	±1.0	±1.5	1000	0.0	0.0	0	±1.0	±1.5	1250	+0.6	-0.0	0	±1.0	±1.5	1600	+1.0	-0.1	0	±1.0	±2.0	2000	+1.2	-0.2	0	±1.0	±2.0	2500	+1.3	-0.3	0	±1.0	±2.5	3150	+1.2	-0.5	0	±1.0	±2.5	4000	+1.0	-0.8	0	±1.0	±3.0	5000	+0.5	-1.3	0	±1.5	±3.5	6300	-0.1	-2.0	0	+1.5 -2.0	±4.5	8000	-1.1	-3.0	0	+1.5 -3.0	±5.0	10000	-2.5	-4.4	0	+2.0 -4.0	+5.0 -∞	12500	-4.3	-6.2	0	+3.0 -6.0	+5.0 -∞	
頻率(Hz)	A 特性					C 特性	線性	公差																																																																																																																																																																																
		1 型	2 型																																																																																																																																																																																					
20	-50.5	-6.2	0	±3.0	±3.0																																																																																																																																																																																			
25	-44.7	-4.4	0	±2.0	±3.0																																																																																																																																																																																			
31.5	-39.4	-3.0	0	±1.5	±3.0																																																																																																																																																																																			
40	-34.6	-2.0	0	±1.5	±2.0																																																																																																																																																																																			
50	-30.2	-1.3	0	±1.5	±2.0																																																																																																																																																																																			
63	-26.2	-0.8	0	±1.5	±2.0																																																																																																																																																																																			
80	-22.5	-0.5	0	±1.5	±2.0																																																																																																																																																																																			
100	-19.1	-0.3	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
125	-16.1	-0.2	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
160	-13.4	-0.1	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
200	-10.9	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
250	-8.6	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
315	-6.6	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
400	-4.8	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
500	-3.2	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
630	-1.9	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
800	-0.8	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
1000	0.0	0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
1250	+0.6	-0.0	0	±1.0	±1.5																																																																																																																																																																																			
1600	+1.0	-0.1	0	±1.0	±2.0																																																																																																																																																																																			
2000	+1.2	-0.2	0	±1.0	±2.0																																																																																																																																																																																			
2500	+1.3	-0.3	0	±1.0	±2.5																																																																																																																																																																																			
3150	+1.2	-0.5	0	±1.0	±2.5																																																																																																																																																																																			
4000	+1.0	-0.8	0	±1.0	±3.0																																																																																																																																																																																			
5000	+0.5	-1.3	0	±1.5	±3.5																																																																																																																																																																																			
6300	-0.1	-2.0	0	+1.5 -2.0	±4.5																																																																																																																																																																																			
8000	-1.1	-3.0	0	+1.5 -3.0	±5.0																																																																																																																																																																																			
10000	-2.5	-4.4	0	+2.0 -4.0	+5.0 -∞																																																																																																																																																																																			
12500	-4.3	-6.2	0	+3.0 -6.0	+5.0 -∞																																																																																																																																																																																			
<p>5.4.2 於耦合腔裝置中檢測 (當無響音場裝置無法符合自由場環境之低頻範圍(或頻率小於 250 Hz 時), 使用耦合腔裝置進行聲訊號頻率加權檢測)</p> <p>(1) 噪音計設定在頻率加權 A 及參考位準範圍(或使用者量測的位準範圍)。</p> <p>(2) 使用已校正過的標準麥克風為參考標準安裝於耦合腔測試聲源中測試頻率加權。</p> <p>(3) 如圖 5 所示接妥各儀器, 並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(4) 調整訊號正弦訊號產生器的輸出電壓使標準麥克風在各頻率之音壓位準為 70 dB 至 125 dB。</p> <p>(5) 在頻率為 31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz、8 kHz 及 16 kHz 測定聲音訊號的頻率加權。</p> <p>(6) 將受檢噪音計取代標準麥克風, 量測頻率加權之音壓位準值, 計算與標準麥克風無加權時各頻率音壓位準之差值。</p> <p>(7) 於耦合腔裝置中應執行至少三次檢測的算術平均值。每次測試時必須將麥克風自耦合腔中移除重新安裝。</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-3 第 12.1 節之規定, 新增聲訊號頻率加權檢測於耦合腔裝置之程序。 3. 參考 IEC 61672-3 第 12.9 及 12.10 節之規定, 明訂耦合腔裝置的輸出音壓。 4. 參考 IEC 61672-2 第 9.4.4.2 明訂耦合腔裝置適用的頻率範圍。 5. 參考 IEC 61672-2 第 9.4.4.5 明訂耦合腔裝置量測的次數。 																																																																																																																																																																																						

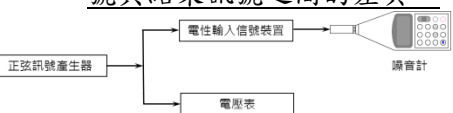
修正條文	現行條文	說明
<p>註1：<u>可使用已校正的多頻聲音校正器為參考標準。</u></p> <p>註2：<u>頻率在 500 Hz 以上時使用耦合腔裝置檢測，需有噪音計的音場修正值。</u></p>  <p>圖 5、噪音計聲訊號頻率加權檢測系統(耦合腔裝置)</p>		
<p>5.5 電訊號頻率加權檢測規定如下：</p> <p>(1) <u>將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。</u></p> <p>(2) <u>如圖 6 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</u></p> <p>(3) <u>噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用者量測之位準範圍)，頻率加權設定在 Z、A 或 C 加權特性。</u></p> <p>(4) <u>正弦訊號產生器輸出為 1 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號之位準，使噪音計顯示於主要指示範圍上限以下 5 dB 處，並以此為參考位準。</u></p> <p>(5) <u>按表 1 之頻率點逐一改變訊號頻率，求取相對於參考位準之差值並逐點作出響應曲線，以取得 Z、A、C 各加權特性。</u></p>  <p>圖 6、噪音計電訊號頻率加權檢測系統</p>	<p>3.4 噪音計在如圖 2 所示之電性測試下進行頻率加權特性檢定。用 1 kHz 正弦信號通過與麥克風阻抗相等之等效電阻抗，輸入至噪音計，使其顯示於主要指示範圍上限以下 6 dB 處，並以此為參考位準。再按表 1 之頻率點逐一改變信號頻率，求取相對於參考位準並逐點作出響應曲線，以取得線性、A、C 各加權特性，按表 1 之公差之規定，判定合格與否。</p>  <p>圖 2</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-3 第 13.2 節之規定，修訂檢測的參考位準。 3. 酌作文字修正。
	<p>3.5 噪音計有效值特性之檢定是在如圖 3 所示之電性測試下進行，將噪音計置於 A 加權位置；時間加權則放在「慢速」檔。用連續序列之衝擊音與 2 kHz 之連續信號相比較之方</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考 IEC 61672-3 之規定，無此檢定項目。 2. 本節刪除。

修正條文	現行條文	說明															
	<p>法進行。</p>  <p>圖 3</p>																
	<p>3.5.1 用 2 kHz 正弦信號通過與麥克風阻抗相等之等效電阻抗，輸入至噪音計，調整輸入之信號振幅，使噪音計指示在主要指示範圍上限以下 2 dB 處，並以此為參考位準。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考 IEC 61672-3 之規定，無此檢定項目。 2. 本節刪除。 															
	<p>3.5.2 施加重複頻率為 40 Hz，分別以持續時間為 5.5 ms、2.0 ms、0.5 ms 之衝擊音測試，噪音計指示值與參考位準之差值應符合表 2 之規定。</p> <p>表 2 峰值因數檢定檢查公差 (單位: dB)</p> <table border="1" data-bbox="638 1030 1085 1153"> <thead> <tr> <th>峰值因數 CF 類型</th> <th>1 < CF ≤ 3</th> <th>3 < CF ≤ 5</th> <th>5 < CF ≤ 10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 型</td> <td>±0.5</td> <td>±1.0</td> <td>±1.5</td> </tr> <tr> <td>2 型</td> <td>±1.0</td> <td>±1.0</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	峰值因數 CF 類型	1 < CF ≤ 3	3 < CF ≤ 5	5 < CF ≤ 10	1 型	±0.5	±1.0	±1.5	2 型	±1.0	±1.0	—	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考 IEC 61672-3 之規定，無此檢定項目。 2. 本節刪除。 			
峰值因數 CF 類型	1 < CF ≤ 3	3 < CF ≤ 5	5 < CF ≤ 10														
1 型	±0.5	±1.0	±1.5														
2 型	±1.0	±1.0	—														
<p>5.6 位準線性度檢測規定如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。 (2) 圖 7 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。 (3) 噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用量測之位準範圍)，頻率加權設定在 A 加權特性。時間加權設定在 F 時間加權或平均時間。 (4) 正弦訊號產生器的輸出為 8 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號的位準，使噪音計顯示於參考位準，在此參考位準之位準線性偏差為零。 (5) 調整衰減器(或正弦訊號產生器)的位準，以不大於 5 dB 的變化來調整輸入訊號的位準。當與線性工作範圍的下限或上限相距不到 5 dB 時以及當位準 	<p>3.8 噪音計在主要指示範圍內之系統位準線性及相隔 1 dB 和相隔 10 dB 各點之線性檢定方法是在電性測試下進行，其線性公差如表 5、表 6 之規定。測試線性之參考位準是參考音壓位準。可將噪音計置於參考音壓位準範圍，並分別施加 31.5 Hz、1 kHz 及 8 kHz 正弦信號，再調整衰減器使噪音計顯示值位於受檢位置，以精密衰減器之調整量來檢查指示器之刻度值。</p> <p>表 5 其系統位準線性公差 (單位: dB)</p> <table border="1" data-bbox="638 1590 1085 1724"> <thead> <tr> <th>讀值 \ 類型</th> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主要指示範圍內</td> <td>±0.7</td> <td>±1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 6 相隔二個不同位準之線性公差 (單位: dB)</p> <table border="1" data-bbox="638 1769 1085 1971"> <thead> <tr> <th>讀值 \ 類型</th> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主要指示範圍內，相隔 1 dB 之 2 個測試點</td> <td>±0.2</td> <td>±0.3</td> </tr> <tr> <td>主要指示範圍內，相隔 10 dB 之 2 個測試點</td> <td>±0.4</td> <td>±0.6</td> </tr> </tbody> </table>	讀值 \ 類型	1 型	2 型	主要指示範圍內	±0.7	±1.0	讀值 \ 類型	1 型	2 型	主要指示範圍內，相隔 1 dB 之 2 個測試點	±0.2	±0.3	主要指示範圍內，相隔 10 dB 之 2 個測試點	±0.4	±0.6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-3 第 16.1 節之規定，檢測頻率為 8 kHz，考量較寬的頻率範圍，檢測頻率未修訂。 3. 參考 IEC 61672-3 第 16.3 節之規定，檢測的間距為 5 dB；在主要指示範圍上限以下 5 dB 處及下限以上 5 dB 處相隔 1 dB，修訂檢測的衰減器間距。 4. 酌作文字修正。
讀值 \ 類型	1 型	2 型															
主要指示範圍內	±0.7	±1.0															
讀值 \ 類型	1 型	2 型															
主要指示範圍內，相隔 1 dB 之 2 個測試點	±0.2	±0.3															
主要指示範圍內，相隔 10 dB 之 2 個測試點	±0.4	±0.6															

修正條文	現行條文	說明																	
<p>高於上限時，輸入訊號位準的變化則減到 1 dB。</p> <p>(6) 計算訊號產生器輸入位準與相對應噪音計輸出位準之線性偏差。</p>  <p>圖 7、噪音計位準線性度檢測系統</p>																			
<p>5.7 位準範圍切換檢測規定如下：</p> <p>(1) 將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。</p> <p>(2) 如圖 7 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3) 噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用者量測之位準範圍)，頻率加權設定在 A 加權特性。時間加權設定在 F 時間加權或平均時間。</p> <p>(4) 正弦訊號產生器的輸出為 1 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號的位準，使噪音計顯示於主要指示範圍上限以下 5 dB。</p> <p>(5) 改變噪音計位準範圍切換器各級範圍檔，再調整精密衰減器(或正弦訊號產生器)，使噪音計指示不變。</p> <p>(6) 計算位準範圍切換器改變量與精密衰減器(或正弦訊號產生器)改變量之差。</p>	<p>3.9 噪音計之位準範圍切換器檢定，是在電性測試下進行。是分別以 31.5 Hz、1 kHz 及 8 kHz 之正弦信號經過精密衰減器輸入受檢噪音計，在主要指示範圍上限以下 2 dB，並改變噪音計位準範圍切換器各級範圍檔，再調整精密衰減器，使噪音計指示不變；位準範圍切換器改變量與精密衰減器之改變量之差，即為位準範圍切換器之偏差值，其值應滿足表 7 之規定。</p> <p>表 7 噪音計位準範圍切換器之公差 (單位：dB)</p> <table border="1" data-bbox="635 1019 1098 1120"> <thead> <tr> <th>頻率(Hz)</th> <th>類型</th> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31.5~8000</td> <td></td> <td>±0.5</td> <td>±0.7</td> </tr> </tbody> </table>	頻率(Hz)	類型	1 型	2 型	31.5~8000		±0.5	±0.7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考 IEC 61672-3 第 17.1 節之規定，測試位準為參考位準及檢測頻率為 1 kHz，修改檢測參考位準及頻率。 2. 酌作文字修正。 									
頻率(Hz)	類型	1 型	2 型																
31.5~8000		±0.5	±0.7																
<p>5.8 猝發音響應檢測規定如下：</p> <p>(1) 將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。</p> <p>(2) 圖 8 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3) 噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用者量測之位準範圍)，頻率加權設定在 A 加權特性。時間加權設定在 F 時間加權、S 時間加權或平均時間。</p> <p>(4) 正弦訊號產生器的輸出為 4</p>	<p>3.6 噪音計之時間加權特性檢定是在電性測試下進行，用持續時間為 200 ms(對快速)及 500 ms(對慢速)之 2 kHz 單個衝擊音輸入受檢噪音計，其最大顯示值與等幅連續正弦信號顯示值之差值應符合表 3 之規定。</p> <p>表 3 衝擊音之響應</p> <table border="1" data-bbox="635 1736 1098 1937"> <thead> <tr> <th rowspan="2">檢波指示器特性</th> <th rowspan="2">測試衝擊音之持續時間 (ms)</th> <th rowspan="2">相對於連續信號響應之測試衝擊音之最大響應 (dB)</th> <th colspan="2">公差 (dB)</th> </tr> <tr> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>快速</td> <td>200</td> <td>-1.0</td> <td>±1.0</td> <td>+1.0 -2.0</td> </tr> <tr> <td>慢速</td> <td>500</td> <td>-4.1</td> <td>±1.0</td> <td>±2.0</td> </tr> </tbody> </table>	檢波指示器特性	測試衝擊音之持續時間 (ms)	相對於連續信號響應之測試衝擊音之最大響應 (dB)	公差 (dB)		1 型	2 型	快速	200	-1.0	±1.0	+1.0 -2.0	慢速	500	-4.1	±1.0	±2.0	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-3 第 18.1 節之規定，檢測頻率為 4 kHz，頻率加權設定為 A 加權，修改檢測頻率及頻率加權設定。 3. 參考 IEC 61672-3 第 18.4 節之規定，修改檢測參考位準。 4. 參考 IEC 61672-3 第 18.5、18.6、18.7 節之規定，修改檢測的持續時間。
檢波指示器特性	測試衝擊音之持續時間 (ms)				相對於連續信號響應之測試衝擊音之最大響應 (dB)	公差 (dB)													
		1 型	2 型																
快速	200	-1.0	±1.0	+1.0 -2.0															
慢速	500	-4.1	±1.0	±2.0															

修正條文	現行條文	說明													
<p><u>kHz 正弦訊號，調整輸入訊號的位準，使噪音計顯示於主要指示範圍上限以下 3 dB 處，並以此為參考位準。</u></p> <p>(5) <u>保持與上述位準相同的輸入訊號，用持續時間為 200 ms、2 ms 及 0.25 ms (對快速及時間平均) 及 200 ms、2 ms (對慢速) 之 4 kHz 單個暫態音輸入受檢噪音計，其最大顯示值與等幅連續正弦訊號顯示值之差值。</u></p>  <p>圖 8、噪音計猝發音響應檢測系統</p>		5. 酌作文字修正。													
	3.6.1 用 2 kHz 正弦信號通過與麥克風阻抗相等之等效電阻抗，輸入至噪音計，調整輸入之信號振幅，使噪音計指示在主要指示範圍上限以下 4 dB 處，並以此為參考位準。	本節規定已移列於第 5.8 節，爰予以刪除。													
	3.6.2 施加持續時間為 200 ms (對快速) 及 500 ms (對慢速) 之 2 kHz 單個衝擊音輸入受檢噪音計。	本節規定已移列於第 5.8 節，爰予以刪除。													
	3.7 噪音計之時間加權特性對突然加入之信號，而造成指示器之過越量 (Over-shoot) 之響應，其檢定方法在電性測試下進行。	1. 參考 IEC 61672-3 之規定，無此檢定項目。 2. 本節刪除。													
	3.7.1 用 1 kHz 正弦信號通過與麥克風阻抗相等之等效電阻抗，輸入至噪音計，調整輸入之信號振幅，使噪音計指示在主要指示範圍上限以下 4 dB 處，並以此為參考位準。	同上													
	<p>3.7.2 突然施加上述信號給噪音計，接著保持穩定，過越顯示值之偏差應符合表 4 之規定。</p> <p style="text-align: center;">表 4 最大過越量 (單位: dB)</p> <table border="1" data-bbox="638 1612 1093 1803"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">指示器特性 \ 類型</th> <th colspan="2">類型</th> </tr> <tr> <th>1 型</th> <th>2 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">指示器特性</td> <td>快速</td> <td><1.1</td> <td><1.1</td> </tr> <tr> <td>慢速</td> <td><1.6</td> <td><1.6</td> </tr> </tbody> </table>	指示器特性 \ 類型		類型		1 型	2 型	指示器特性	快速	<1.1	<1.1	慢速	<1.6	<1.6	同上
指示器特性 \ 類型				類型											
		1 型	2 型												
指示器特性	快速	<1.1	<1.1												
	慢速	<1.6	<1.6												
5.9 過載指示檢測規定如下：(適用於可以顯示平均時間音量的噪音計) (1) 將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入	3.10 噪音計之過載指示之檢定，是在電性測試下進行。用 1 kHz 正弦信號通過與麥克風阻抗相等之等效電阻抗，輸入至噪音計。噪音計之頻率加權為 A，使信號顯示值低於其可	1. 節次變更。 2. 參考 IEC 61672-3 第 20 節之規定，變更過載指示的檢測程序。													

修正條文	現行條文	說明
<p>裝置連接於噪音計的前置放大器端。</p> <p>(2)圖 9 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3)位準範圍設定在最小感受音量範圍且設定 A 加權、平均時間音量。</p> <p>(4)正弦訊號產生器的輸出為 4 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號的位準，使噪音計顯示於主要指示範圍上限以下 1 dB 處。</p> <p>(5)再從 4 kHz 穩定連續的正弦訊號提取正半個週期輸入噪音計，以 0.1 dB 的步進方式輸入訊號至噪音計出現過載指示，記錄此時的位準值，再輸入負半個週期的正弦訊號，以同樣的方式獲得位準值，計算兩者的差值。</p> 	<p>測最大範圍之音壓位準 5 dB。然後將信號頻率逐點降到 20 Hz，同時按表 1 加權特性相應提高信號幅度，當超過規定信號加權幅度時，過載指示應有反應。</p>	
圖 9、噪音計過載指示檢測系統		
<p>5.10 長時間穩定性檢測規定如下：</p> <p>(1)將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。</p> <p>(2)圖 10 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3)噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用者量測的位準範圍)，頻率加權設定在 A 加權特性。時間加權設定在 F 時間加權或平均時間 10 秒。</p> <p>(4)正弦訊號產生器的輸出為 1 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號的位準，使噪音計在主要指示範圍顯示 60 dB，持續 30 分鐘。</p> <p>(5)記錄噪音計顯示值於起始訊號與結束訊號之間的差異。</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-3 第 15 節之規定，明訂長時間穩定性檢測程序。

修正條文	現行條文	說明
<p><u>圖 10、噪音計長時間穩定性檢測系統</u></p>		
<p>5.11 高位準穩定性檢測規定如下：</p> <p>(1)將噪音計上之麥克風取下，以與麥克風阻抗相等之電性輸入裝置連接於噪音計的前置放大器端。</p> <p>(2)如圖 11 所示接妥各儀器，並依製造商所規定之暖機時間暖機。</p> <p>(3)噪音計之位準範圍設定在參考位準範圍(或使用者量測之位準範圍)，頻率加權設定在 A 加權特性。時間加權設定在 F 時間加權或平均時間 10 秒。</p> <p>(4)正弦訊號產生器的輸出為 1 kHz 正弦訊號，調整輸入訊號之位準，使噪音計顯示於主要指示範圍上限以下 1 dB 處，持續 5 分鐘。</p> <p>(5)記錄噪音計顯示值於起始訊號與結束訊號之間的差異。</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增章節。 2. 參考 IEC 61672-3 第 21 節之規定，明訂高位準穩定性檢測程序。
<p><u>圖 10、噪音計高位準穩定性檢測系統</u></p>		
<p>5.12 噪音計之檢定合格有效期間，自附加檢定合格印證之日起至附加檢定合格印證月份之次月始日起算二年止。</p>	<p>3.13 噪音計之檢定合格有效期間為 2 年，自附加檢定合格印證之日起至附加檢定合格印證月份之次月始日起算 2 年止。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節次變更。 2. 酌作文字修正。
<p>6. 檢查程序得採本技術規範中全部或部分檢定項目實施。</p>		<p>新增章節。</p>
<p>7. 檢定及檢查公差</p>		<p>新增章節。</p>
<p>7.1 噪音計之各項檢定公差如下：</p> <p>(1)頻率加權：</p> <p><u>表 1、頻率加權特性及容許公差</u></p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 為增加易讀性，調整章節 2. 參考 IEC 61672-3 第 12.6 節及 IEC 61672-1 第 5.5 節之規定，明訂噪音計頻率加權之公差。 3. 參考 IEC 61672-3 第 16.5 節及 IEC 61672-1 第 5.6 節之規定，明訂噪音計位準線性度之公差。 4. 參考 IEC 61672-3 第 18.8 節及 IEC

修正條文						現行條文		說明																																						
標稱頻率 (Hz)	頻率加權(dB)			容許公差(dB)		一級	二級	5.	61672-1 第 5.9 節之規定，明訂噪音計猝發音響應之公差。																																					
	A 型	C 型	Z 型	一級	二級																																									
20	-50.5	-6.2	0.0	±2.0	±3.0																																									
25	-44.7	-4.4	0.0	+2.0; -1.5	±3.0																																									
31.5	-39.4	-3.0	0.0	±1.5	±3.0																																									
40	-34.6	-2.0	0.0	±1.0	±2.0																																									
50	-30.2	-1.3	0.0	±1.0	±2.0																																									
63	-26.2	-0.8	0.0	±1.0	±2.0																																									
80	-22.5	-0.5	0.0	±1.0	±2.0																																									
100	-19.1	-0.3	0.0	±1.0	±1.5																																									
125	-16.1	-0.2	0.0	±1.0	±1.5																																									
160	-13.4	-0.1	0.0	±1.0	±1.5																																									
200	-10.9	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
250	-8.6	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
315	-6.6	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
400	-4.8	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
500	-3.2	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
630	-1.9	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
800	-0.8	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
1 000	0	0	0	±0.7	±1.0																																									
1 250	+0.6	0.0	0.0	±1.0	±1.5																																									
1 600	+1.0	-0.1	0.0	±1.0	±2.0																																									
2 000	+1.2	-0.2	0.0	±1.0	±2.0																																									
2 500	+1.3	-0.3	0.0	±1.0	±2.5																																									
3 150	+1.2	-0.5	0.0	±1.0	±2.5																																									
4 000	+1.0	-0.8	0.0	±1.0	±3.0																																									
5 000	+0.5	-1.3	0.0	±1.5	±3.5																																									
6 300	-0.1	-2.0	0.0	+1.5; -2.0	±4.5																																									
8 000	-1.1	-3.0	0.0	+1.5; -2.5	±5.0																																									
10 000	-2.5	-4.4	0.0	+2.0; -3.0	+5.0; ∞																																									
12 500	-4.3	-6.2	0.0	+2.0; -5.0	+5.0; ∞																																									
16 000	-6.6	-8.5	0.0	+2.5; -16.0	+5.0; ∞																																									
20 000	-9.3	-11.2	0.0	+3.0; ∞	+5.0; ∞																																									
<p>(2) <u>位準線性度</u>：</p> <p>一級噪音計，位準線性偏差不得超過 ± 0.8 dB。</p> <p>二級噪音計，位準線性偏差不得超過 ± 1.1 dB。</p> <p>(3) <u>猝發音響應</u>：</p> <p>表 2、猝發音響應及容許公差</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">猝發音 持續時間 T_b (ms)</th> <th colspan="2">猝發音響應 O_{ref} (dB)</th> <th colspan="2">容許公差 (dB)</th> </tr> <tr> <th>F 時間加權</th> <th>時間平均</th> <th>一級</th> <th>二級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200</td> <td>-1.0</td> <td>-7.0</td> <td>±0.5</td> <td>±1.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-18.0</td> <td>-27.0</td> <td>+1.0; -1.5</td> <td>+1.0; -2.5</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>-27.0</td> <td>-36.0</td> <td>+1.0; -3.0</td> <td>+1.5; -5.0</td> </tr> <tr> <td colspan="5">S 時間加權</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>-7.4</td> <td></td> <td>±0.5</td> <td>±1.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-27.0</td> <td></td> <td>+1.0; -3.0</td> <td>+1.0; -5.0</td> </tr> </tbody> </table>						猝發音 持續時間 T_b (ms)	猝發音響應 O_{ref} (dB)		容許公差 (dB)		F 時間加權	時間平均	一級	二級	200	-1.0	-7.0	±0.5	±1.0	2	-18.0	-27.0	+1.0; -1.5	+1.0; -2.5	0.25	-27.0	-36.0	+1.0; -3.0	+1.5; -5.0	S 時間加權					200	-7.4		±0.5	±1.0	2	-27.0		+1.0; -3.0	+1.0; -5.0	<p>61672-1 第 5.14 節之規定，明訂噪音計長時間穩定性之公差。</p> <p>6. I 參考 EC 61672-3 第 21.3 節及 IEC 61672-1 第 5.15 節之規定，明訂噪音計高位準穩定性之公差。</p>	
猝發音 持續時間 T_b (ms)	猝發音響應 O_{ref} (dB)		容許公差 (dB)																																											
	F 時間加權	時間平均	一級	二級																																										
200	-1.0	-7.0	±0.5	±1.0																																										
2	-18.0	-27.0	+1.0; -1.5	+1.0; -2.5																																										
0.25	-27.0	-36.0	+1.0; -3.0	+1.5; -5.0																																										
S 時間加權																																														
200	-7.4		±0.5	±1.0																																										
2	-27.0		+1.0; -3.0	+1.0; -5.0																																										
<p>(4) <u>過載指示檢測</u>：</p> <p>偏差不得超過 ± 1.5 dB</p> <p>(5) <u>長時間穩定性</u>：</p> <p>一級噪音計，不得超過 ± 0.1 dB。</p> <p>二級噪音計，不得超過 ± 0.3 dB。</p> <p>(6) <u>高位準穩定性</u>：</p> <p>一級噪音計，不得超過 ± 0.1 dB。</p> <p>二級噪音計，不得超過 ± 0.3 dB。</p>																																														
<p>7.2 噪音計之各項檢定在涵蓋機率為 95%，最大量測不確定度如下：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢定項目</th> <th>最大容許擴充不確定度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">A、C、Z 頻率加權</td> <td>0.60 dB 若是 10 Hz 至 4 kHz</td> </tr> <tr> <td>0.70 dB 若是 4 kHz 以上至 10 kHz</td> </tr> <tr> <td>1.00 dB 若是 10 kHz 以上至 20 kHz</td> </tr> <tr> <td>位準線性偏差</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>猝發音響應</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>過載顯示</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>長時間穩定性</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>高度穩定性</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>						檢定項目	最大容許擴充不確定度	A、C、Z 頻率加權	0.60 dB 若是 10 Hz 至 4 kHz	0.70 dB 若是 4 kHz 以上至 10 kHz	1.00 dB 若是 10 kHz 以上至 20 kHz	位準線性偏差	0.30	猝發音響應	0.30	過載顯示	0.25	長時間穩定性	0.10	高度穩定性	0.10	<p>1. 新增章節。</p> <p>2. 參考 IEC 61672-1 附錄 B 之規定，明訂噪音計各檢定項目之最大容許擴充不確定度。</p>																								
檢定項目	最大容許擴充不確定度																																													
A、C、Z 頻率加權	0.60 dB 若是 10 Hz 至 4 kHz																																													
	0.70 dB 若是 4 kHz 以上至 10 kHz																																													
	1.00 dB 若是 10 kHz 以上至 20 kHz																																													
位準線性偏差	0.30																																													
猝發音響應	0.30																																													
過載顯示	0.25																																													
長時間穩定性	0.10																																													
高度穩定性	0.10																																													
<p>3.11 噪音計之檢定檢查報告中應載明受檢噪音計之器號。若麥克風和噪</p>						<p>1. 本節刪除。</p> <p>2. 於檢定合格印證及</p>																																								

修正條文	現行條文	說明
	<u>音計為分離式者，則須同時載明麥克風和噪音計之器號。</u>	證書中說明。
<u>7.3 噪音計之檢查公差與檢定公差相同。</u>	<u>3.12 噪音計之檢查公差與檢定公差相同。</u>	節次變更。
<u>8. 檢定合格印證及證書</u>	<u>4. 檢定合格印證</u>	節次變更及酌作文字修正。
<u>8.1 噪音計之檢定合格印證位置，在主機上蓋明顯處黏貼檢定合格單。</u>	<u>4.1 噪音計之檢定合格印證位置在主機外蓋明顯處黏貼檢定合格單。</u>	1. 節次變更。 2. 酌作文字修正。
<u>8.2 檢定合格後應發給檢定合格證書。</u>	<u>4.2 噪音計經檢定合格後，應發給檢定合格證書。</u>	1. 節次變更。 2. 酌作文字修正。
<u>8.3 噪音計檢定合格證書應記載下列項目：申請者、地址、規格、廠牌、型號、器號、類型、檢定合格單號碼、檢定日期、有效期限。</u>		1. 新增章節。 2. 參考現行噪音計檢定合格證書內容，明訂檢定合格證書應記載之項目。

陸、結論與建議

一、標準維持與國際等同分項

【結論】

國家度量衡標準實驗室(NML)依度量衡法所設置，負責全國度量衡最高標準之研究實驗、建立、維持、校正等事宜。運作、維持我國國家15領域120套最高量測標準及國際度量衡委員會(CIPM)相互認可協議(MRA)之簽署與效力，確保量測的一致性及準確性提供業界校正服務，奠基國家品質基磐，滿足產業、民生、安全等校正與追溯之需求。

1. 年度共執行 4546 件/年之一級校正服務，提供 1,700 家以上國內民間校正、檢測業(二級實驗室)等所出具之報告具追溯性，支持 150 億元之檢測市場規模，確保國家研發、生產製造等活動之量測一致性及準確性。提供標準檢驗局所需之免費校正，協助法規面之執行，確保公務執法及民生需求等公平交易，保障民生福祉。
2. 參與 APMP、CGPM、關鍵比對及 BIPM 校正量測能量(CMC)登錄等國際活動，共執行 13 項年度國際比對活動、登錄 252 項 CMC；成功爭取獲光度與光輻射諮詢委員會(Consultative Committees for Photometry and Radiometry, CCPR)同意申請為觀察員，及 NML 當選下一任亞太計量組織聲量/超音波/振動技術委員會(TCAUV)的主席，持續參與並建構與國際組織之連結，達成全球品質基磐之調合及相互認可。
3. 主導 3 項國際技術合作研究(APMP INITIATIVE PROJECT)，與亞太地區核心之各國標準實驗室合作，除展現我國計量技術之實力外，並協助亞太地區計量技術研究之推展。

【建議】

配合政府致力於高科技產業的發展與製造業生產結構的轉型，NML 整體規劃「標準維持與國際等同」、「產業計量技術發展」、「前瞻計量技術研究」、「法定計量技術發展」四個執行分項，結合國家計量標準、儀器開發及產業技術應用、新/擴建標準系統及前瞻製程量測方法與材料特性的研究，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術。本分項在現有能量之基礎上，將強化老舊系統汰換與精進工作，以持續提供良好之校正服務品質。計量標準為支撐國家及社會經濟永續發展之基礎能量，亦請主管機關支持與協助，以完善我國計量體系之環構，維持國際競爭力。

二、產業計量技術發展分項

【結論】

1. 三維尺寸標準量測技術的發展主要是透過標準計量技術建立，健全我國在三維尺寸領域的追溯鏈，以服務國內精密機械產業之機台定位準確度提升到三維尺寸，並將相關技術擴散到加工機台之組裝生產線上實際應用。現階段僅對工具機與 CMM 進行檢測，後續將配合政府大力推動之智慧自動化產業升級方向，從三維尺寸標準建立的角度，提出解

決相關智動化技術瓶頸的方法，如工業機械人(手臂)的定位精確度、多部工業機械人協同工作等問題，以迎接工業 4.0 的到來。

2. 大尺度計量技術是歐美極力發展之產業檢測技術，絕對測距技術對於中長程測距技術領域之精度可提升到次微米等級，並保持其快速測距，適合推廣應用於航太、汽車與船舶產業之工件檢測，或工具機產業發展應用於航太產業之超大型加工機台之精確度檢測與修正補償。

【建議】

1. 絕對測距在未來產業應用時，尤其是大型機台，環境因素會影響光波傳遞，建議可利用雙波長的方式來做折射率修正，以提高距離量測準確度。自動追蹤雷射之雙軸旋轉追蹤機構，是以標準球之球心為基準零點，但基座與標準球並非一體結構，且材質為鋼質，會受溫度影響熱脹冷縮，影響基準點位置，未來將尋求鈦鋼材質(INVAR)之標準球與基座，以提升量測準確度。
2. 由開發 In-situ 二維尺寸量測能力技術，未來可藉由不同廠商所提供的檢測樣本與需求，客製化增加軟體的檢測功能性，使得本計畫所研發的模組設備，可更廣泛的運用在各型工具機之二維尺寸檢測應用。

三、前瞻計量技術發展分項

【結論】

微粒材料量測技術本年度完成了微懸臂樑式質量感測元件之設計製作，最小等效質量約為 5 ng，但品質因子估算可比原先目標值大出五倍以上，所以仍可達成元件之目標皮克偵測靈敏度。在氣膠粒子傳輸方面，本計畫利用流場模擬與分析，完成高效率氣膠噴嘴之設計製作，可降低粒子長距離飛行之損失，傳輸效率在工作距離為 5 cm 至 10 cm 之間皆可大於 97 %。

本年度完成建立之薄膜熱電材料平面方向的電導度量測技術，可應用在輕、薄、柔軟的軟板上，做為電子零組件的連結模組，為具優化提升系統效能之指標量測技術。在材料表面性質技術發展上，建構 AFM 奈米壓痕量測所需要的相關技術，如 AFM 懸臂樑探針勁度校正方法與傳遞標準件之製作，兩者皆可作為後續制定標準規範時所需考慮的參考依據。而穿透式小角度 X 光散射量測技術，提供奈米級高解析度高精準度量測能力，在本計畫中雖然只針對單層光柵結構進行線距、線寬、線高以及側壁角度，與雙層光柵結構之相對偏移方面進行量測分析，從分析過程還可看到此技術使用上只需要考量結構形狀及電子密度的便利性，在未來具有檢測半導體先進製程結構關鍵尺寸之潛力。

【建議】

薄膜熱電性質 ZT 量測需要量測席貝克係數(S: Seebeck Coefficient)，電導率(σ : Electrical Conductivity)以及熱導率(κ : Thermal Conductivity)，此三參數為影響熱電性質最主要的三個基本物理特性。目前，本年度已完成薄膜電導度量測技術的建立，而席貝克係數與熱傳導係數量測技術尚待建立，後續可進行席貝克係數與熱傳導係數量測可行性評估。

材料表面性質技術: (1).AFM 奈米壓痕量測技術中，尺寸小於 10 nm 的探針壓頭半徑(Radius)形貌與磨耗檢測技術建立為發展 AFM 奈米壓痕量測硬度之重要關鍵;(2). tSAXA 量測能力可分析基本結構參數：線距、線寬、線高以及側壁角度，還可透過模型建立時所考慮的參數選擇完整性，例如粗糙度(Roughness)、頂角(Top Corner)、線距步行(Pitch Walk)等等皆納入模型參數內，來獲得貼近實際量測結構的繞射結果。

四、法定計量技術發展分項

【結論】

(一)、新版水量計型式認證加測項目能量擴充：

1. 103 年度針對電子式水量計的電磁敏感性試驗進行設備建置、水量計實流驗證的可行性相關研究，由於本試驗於國內外皆無已完成案例可循，經由先期研究確實可以釐清相關設備建置與整體試驗操作時的問題，經由 103 年度之實際研究發現，要將適用於一般性電子產品的 IEC 61000-4-3 應用於水量計實流測試，確實有其差異性存在，如活動室隔離室與管路、水量計安裝結合，自動化電波干擾訊號的調配與現有流量量測系統的操作整合，及測試流程的確認，與一般電子產品試驗無法等同看待。
2. 未來將針對現有系統可執行的水量計尺寸及最大能量進行確認。由 103 年度的研究結果，已確認電磁敏感性試驗的可行性，未來於水量計型式認證的規範修改時，可將其列為試驗項目之一，同時本研究也確認各項所需設備的規格，可以作為其他單位或民間業者在進行該項設備投資及製作時的樣本範例，節省研製經費及提高設備的可行性。

(二)、噪音計檢定檢查技術規範草案修訂

1. 現行噪音計技術規範實施多年，相關的檢定檢查項目及公差已不符合現況，且缺少對低頻噪音部分的檢定檢查項目，本計畫研擬倍頻濾波器之噪音計及修訂一般及積分式噪音計檢定檢查技術規範，符合國際發展趨勢，滿足國內法規及產業需求。
2. 原評估將倍頻濾波器部分的檢定檢查方法整併於噪音計檢定檢查技術規範中，但因國際間對於倍頻濾波器與噪音計之檢定分別出版對應的相關規範，另由於倍頻濾波器與噪音計檢定所使用的量測儀器要求並不相同，整併起來並不適當。因此最後將 CNMV 58，分為 CNMV58-1 及 CNMV 58-2 分別針對一般及積分式噪音計及含倍頻濾波器之噪音計兩部分之檢定檢查技術規範進行擬定。
3. 若倍頻濾波器應用在噪音計頻率分析功能的擴充，當然包含噪音計的一般功能，因此

對於含倍頻濾波器之噪音計，除了針對倍頻濾波器的檢定項目進行測試外，也應依據一般噪音計的檢定項目進行測試，確保噪音計整體功能的符合性。

4. 使用正弦掃描訊號進行濾波器中心頻率的相對衰減測試，除可快速地量測濾波器的頻率響應，對於濾波器的積分反應亦可檢測出來，然而此種方式僅適用於非時變的濾波器，因此最後未將此量測方法納入技術規範的擬定中，僅考量以正弦步進頻率訊號方式進行倍頻濾波器中心頻率相對衰減的測試，獲得平坦的頻率響應。
5. 對於相對衰減的測試依據檢定規範，針對 31.5 Hz、1 kHz 及 16 kHz 三個頻率進行測試，由實測結果中亦發現在倍頻濾波器的頻率範圍上下限誤差會較大，再輔以針對 20 Hz 至 20 kHz 進行平坦頻率響應的測試，訂定的頻率測試點應可滿足量測儀器使用的需求。

【建議】：

(一)、新版水量計型式認證加測項目能量擴充：

1. 由試驗結果顯示，電磁敏感性試驗確實會對水量計的計量造成影響，因此必須納入未來型式認證中水量計電子性能試驗項目之一，且各種水量計尺寸皆應執行。
2. 電子式水量計的計量範圍相對於機械式水量計的計量範圍大，如以法規規定之 $0.7(Q_2+Q_3) \pm 0.03(Q_2+Q_3)$ 計算執行流率，於較大口徑之水量計恐現行系統無法滿足。因此，未來於型式認證執行規範修改時應加以討論。
3. 活動式電波隔離箱之輻射電波均勻度的量測，應在無管路與水量計安裝的情形下執行，與一般電子產品試驗方式相同，因實驗顯示不同安裝狀況會影響均勻度的量測結果，使整體試驗情況複雜化，所以建議以空箱的情形作為背景量測，如此所有試驗皆有相同的背景狀態，其他附加狀態則視為試驗的一環，如此也可以符合現場應用的狀況。
4. 電子式水量計性能驗證項目，對於電子式水量計應用有其必要性，然而執行試驗所需投入的設備建置費用較高，及後續執行時之費用也會較高。因此，於法規修改之公聽會需與廠商充分溝通，避免造成不必要之困擾。

(二)、噪音計檢定檢查技術規範草案修訂

1. 對於噪音計在研擬技術規範時，公差的訂定乃根據 IEC 61672-1 噪音計規格進行規範，對應的中國國家標準 CNS 7129，已決議於 2015 年進行起草，將可使國內執法單位對於使用的噪音計規格有遵循的標準。然而倍頻濾波器之規格部分目前國內並無相關的 CNS 規範，在噪音計倍頻濾波器的檢定檢查技術規範內容中有關用詞定義，應與噪音計倍頻濾波器的規格用詞一致，期待標準局儘快依據國際電工協會 IEC61260-1 將其納入我國國家標準(CNS)。

2. 新版噪音計及倍頻濾波器規範將公差範圍(TI, Tolerance Interval)分為可接受範圍(AI, Acceptance Interval)及可容許的最大量測不確定度(Maximum-permitted Uncertainty of Measurement)。因應目前越來越多國際規範對於量測不確定度的重視，於檢定檢查技術規範中所稱之公差是否能清楚識別為規範中所指之可接受範圍，實有必要釐清確認。
3. 噪音計倍頻濾波器在執行檢定時，所使用之輸出訊號頻率的位數較高，建議實際執行檢定時，可運用儀器控制方式輸出準確的訊號頻率，在待測儀器面板讀值則可考慮評估以影像辨識方式獲得量測值，縮減檢測的時間以及人為輸入的誤差。
4. 對於噪音計檢定檢查技術規範在聲訊號的量測中，因為頻率涵蓋低頻部分，除了在無響音場裝置中進行量測外，由於一般音場低頻量測範圍約 125 Hz，低於無響裝置的聲訊號量測必須在耦合腔裝置中實現。國際規範中建議可使用多頻聲音校正器、比較耦合腔裝置完成全頻的量測，但必須給定噪音計的自由場修正值，因此建議可建立各種噪音計的自由場修正值，再以耦合腔方式進行聲訊號的量測，將可大幅的縮短檢測的時間。
5. 對於一般及積分式噪音計檢定檢查技術規範中，提到聲訊號頻率加權的測試於無響音場裝置中應執行至少三次在不同距離或位置之檢測的算術平均值，以及於耦合腔裝置中應執行至少三次檢測的算術平均值。可能會因為量測次數造成檢定檢查實際執行時的負擔，但因配合目前量測不確定判定的實施，建議可評估相同型式的噪音計多次量測結果的隨機不確定度，將其不確定度加在組合標準不確定度中，則當檢定時對於相同型式噪音計可執行一次量測。
6. 噪音計新增長期穩定性及高位準穩定性的檢定項目，由目前三款常用的噪音計實作結果，發現其均在規格之內，若考量檢測的時效性以及成本，或可省略該項測試。

附 件

附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表.....	287
附件二、一百萬元以上儀器設備清單.....	288
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表.....	289
附件四、專利成果一覽表.....	296
附件五、技術/專利應用一覽表.....	297
附件六、論文一覽表.....	299
附件七、技術報告一覽表.....	313
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表.....	325
附件九、研究成果統計表.....	327
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表.....	328
附件十一、產業分項、前瞻分項及法定分項之全程目標.....	327
附件十二、103 年度結案審查委員意見回覆表.....	332
附件十三、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務.....	339
附件十四、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明.....	405

附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表

機關(學校)名稱：經濟部標準檢驗局

單位：新臺幣元

編號	儀器名稱 (英文名稱)	使用單位	單位	數量	單價	總價	優先 順序	備註
1	高解析度橢圓偏光儀 (High Precision R&D Spectroscopic Ellipsometer)	工研院 量測中心	台	1	4,579,355	4,579,355	1	
2	高精度移動台 (High precision stage)	工研院 量測中心	台	1	11,692,000	11,692,000	1	
3	3.0m積分球量測系統 (3.0m Integrating sphere)	工研院 量測中心	台	1	4,650,000	4,650,000	1	
4	陣列式光譜儀 (Back-illuminated CCD detector array spectrometer)	工研院 量測中心	台	1	4,056,000	4,056,000	1	
5	10kg 質量比較儀 Mass Comparator for 10 kg	工研院 量測中心	台	1	3,500,000	3,500,000	1	
6	三相電力校正系統 (Three-Phase Power Calibration System)	工研院 量測中心	台	1	4,990,650	4,990,650	1	
7	雷射追蹤測長儀 (Laser Tracer)	工研院 量測中心	台	1	7,248,900	7,248,900	1	

填表說明：

- 1.本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
- 2.本表中之優先順序欄內，係按各項儀器採購之輕重緩急區分為第一、二、三優先」。
- 3.依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。

附件二、一百萬元以上儀器設備清單

單位：新臺幣元

儀器設備名稱 (中/英文)	主要功能規格	預算數	單價	數量	總價	備註
無						

註：依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。

附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表

短期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
受邀評鑑 (邀請單位 支付差旅 費)	受邀擔任 NMIJ(液體 流量)實驗室同儕評 鑑之評審員，並拜訪 音速噴嘴與自動壓力 控制器製造商。	日本	103.01.20~ 103.01.25	蘇峻民	流量領域系 統技術規劃	受邀評鑑同時了解日本 NMIJ 流量領域技術能量。	邀請
開會 (參加會 議、拜訪機 構)	拜訪中國國家標準化 管理委員會等及參加 2014 第十屆海峽兩 岸計量研討會、2014 年光伏計量論壇等。	大陸	103.06.02~ 06.10	段家瑞	總計畫主持 人	拜訪中國大陸全國標準化和 計量工作的最高管理機構， 瞭解其計量管理體系與運作 機制，並建立雙方交流管 道。	3-1
開會 (參加會 議、論文發 表)	參加歐洲精密工程與 奈米技術協會 (euspen) 2014 研 討會，拜訪相關單位進 行技術交流活動並尋 求合作機會。	克羅埃西亞	103.05.30~ 06.07	劉惠中	長度領域系 統研究	瞭解計量應用於超精密機床 和超精密製造和裝配過程的 新進展等，作為於三維尺寸 量測技術建置之參考，及協 助精密機械產業提高量測儀 器設備之準確度。	6
開會 (參加會 議、拜訪機 構)	拜訪福建省標準化研 究院等及參加 2014 第十屆海峽兩岸計量 研討會、2014 年光伏 計量論壇等。	歐美亞	103.06.03~ 06.10	林增耀	發展策略規 劃	參與年度兩岸計量技術交流 活動，與專家學者進行技術 交流，討論計量標準未來整 體發展趨勢與產業需求。	9-1
開會 (參加會 議、拜訪機 構)	拜訪廈門市質量技術 監督局等及參加 2014 第十屆海峽兩 岸計量研討會、兩岸 光電檢測技術及標準 研討會等。	大陸	103.06.03~ 06.10	李心澤 陳生瑞	-技術發展規 劃 -力量領域系 統負責人	藉此研討會議說明 NML 配 合政府政策，展現法定計量 及力/質量標準技術發展實 力，並領域專家進行交流， 以期加速研發時程。	20
開會 (參加會 議、拜訪機 構)	參加 2014 第十屆海 峽兩岸計量研討會、 兩岸光電檢測技術及 標準研討會等，及拜 訪中國大陸計量工作	大陸	103.06.03~ 06.10	許俊明 彭保仁	-電量領域發 展規劃 -光量領域系 統研究	展現國家度量衡標準實驗 室，於電量與光量計量標準 技術發展及研發實力，並領 域專家進行技術的討論，促 進計量標準技術交流與推廣	21

出差性質	主要內容	出差機構/國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
	的相關機構。					以提升計量技術。	
開會 (參加會議、論文發表)	參加光量技術領域 NewRad 2014 會議 (New Developments and Applications in Optical Radiometry) 發表論文並參訪相關機構，以加強光學計量技術交流及建立國際合作機會。	芬蘭	103.06.21~07.02	莊宜蓁	光量領域系統研究	藉由論文的研討交流，了解光輻射量測領域所面臨的挑戰與最新未來發展趨勢。	24
開會 (參加會議)	參加亞太計量組織執行委員會 (Executive Committee ,EC) 年中會議	印尼	103.06.01~06.06	彭國勝	運轉維持與國際等同分項主持人	以 APMP 執行委員 (EC) 委員身分與會討論組織之運作與年度會務，同時與各國計量技術交流，建立人脈，爭取與各國可能進行技術交流與雙邊比對的合作機會。	30-1
開會 (參加會議、論文發表)	參加 2014 國際熱電會議 (International Conference on Thermoelectrics) 發表論文並拜訪美國國家標準與技術研究院 (NIST)	美國	103.07.04~07.13	葉建志	前瞻材料技術開發	蒐集熱電材料參數量測技術發展資訊，交流熱電材料特性量測技術。	28
開會 (參加會議、拜訪機構)	參加 2014 國際標準實驗室 (NCSLI) 研討會	美國	103.07.25 ~ 08.02	洪辰昀	品質人員	參與訓練課程及國際研討會發表論文，分享能力試驗與量測品保研究成果，及進行經驗交流研討，增長各國計量領域新知，作為改進 NML 品質管理系統的基礎。	1-2
開會 (參加會議、拜訪機構)	參加 2014 國際標準實驗室 (NCSLI) 研討會及國家標準實驗室主管會議	美國	103.07.26 ~ 08.05	段家瑞	總計畫主持人	藉由擔任 NCSLI 亞太區之召集人參與會議，討論管理及技術規劃，瞭解各國發展之方向、現況及產業聯結，提供國家度量衡標準實驗室運作發展之參考。	1-1
開會	參加 2014 國際標準	美國	103.07.27~	彭國勝	運轉維持與	發表論文、與各國領域建立	9-2

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
(參加會議)	實驗室(NCSLI)研討會		08.02		國際等同分項主持人	計量技術標準一致性，做為校正與檢測報告共同之基礎，進而促進量測技術一致之量測標準。	
開會 (參加會議、拜訪機構)	參加 2014 精密電磁量測研討會 (Conference on Precision Electromagnetic Measurements, CPEM)	巴西	103.08.22 ~ 09.01	段家瑞	總計畫主持人	藉由擔任榮譽主席，協助 CPEM 的運作，並與各國家標準實驗室主管進行技術交流與建立合作關係，瞭解計量研究發展趨勢。	5-1
開會 (參加會議、拜訪機構)	參加 2014 精密電磁量測研討會(CPEM)	巴西	103.08.22 ~ 09.01	饒瑞榮	電量領域發展規劃	代表 NML 電量/電磁量領域，參加研討會交流互動討論交流/直流電力計量、高頻毫米波計量、天線量測等相關技術的研發現況與後續趨勢。	5-2
開會 (參加會議、發表論文)	參加「2014 精密電磁量測研討會」及發表論文	巴西	103.08.22 ~ 09.01	陳士芳	系統負責人及電量計量技術研發	論文發表展現我國在可編輯式約瑟夫森電壓(PJVS)電壓標準與校正技術能量及前瞻研究成果，蒐集各國在精密電子與電磁計量技術的研發趨勢。	10
開會 (參加會議、論文發表)	參加第 11 屆國際計量技術聯合會之 2014 年雷射計量於工業精密量測與檢測研討會(11th IMEKO Symposium LMPMI 2014) 及發表論文	日本	103.08.31~ 09.05	陳生瑞	系統負責人及力質量領域計量技術研發	與會發表論文並與專家交流瞭解最新精密測長於力學結構形變量測相關發展與產業應用訊息。	29
開會 (參加會議、論文發表)	參加第 11 屆國際計量技術聯合會之 2014 年雷射計量於工業精密量測與檢測研討會(11th IMEKO Symposium LMPMI	日本	103.09.01~ 09.06	劉子安	長度領域計量技術研發	與會發表論文並與專家交流瞭解最新的光梳與雷射精密測距計量相關發展、產業應用訊息，提供光梳於尺寸量測應用發展參考。	23

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
	2014) 及發表論文						
開會 (參加會議、論文發表)	2014 國際光學工程學會掃描顯微技術研討會(SPIE Scanning Microscopies)發表論文及參訪美國柏克萊加州大學	美國	103.09.13~ 09.20	吳忠霖	前瞻材料計量技術研發	與會發表論文並收集顯微量測技術及其應用發展趨勢，助於提升量測技術及協助解決廠商的量測需求。	26
開會 (參加會議)	參加光度與光輻射諮詢委員會工作小組 WG-CMC(校正與量測能量)、WG-KC(關鍵比對)、WG-SP(策略)會議及年會	法國	103.09.14~ 09.20	于學玲	系統負責人及光領域計量技術研發	藉由參加工作小組會議與各國專家代表建立關係，促進計量標準技術交流及建立技術合作管道，掌握光度與光輻射計量標準未來整體發展趨勢。	14-2
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 物量技術委員(TCQM)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.21~ 09.25	林采吟	化學領域發展規劃	瞭解各區域組織內各國化學計量技術比對現況，及國際比對可能之新增項目，並向比對主辦國提出比對項目的申請規劃，確認比對項目與技術規格之可行性。	19
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 流量技術委員(TCFF)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.18~ 09.25	蘇峻民	流量領域發展規劃	受邀報告 NML 膜式氣量計檢定技術與設備，並瞭解亞太會員在流量技術領域的發展現況及未來規劃，討論工作成果及未來可能合作計畫。	18
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 質量技術委員(TCM)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.18~ 09.25	陳生瑞	質/力/壓力/真空領域發展規劃	瞭解壓力與真空計量技術發展現況、趨勢，以及進行經驗的交流研討，作為 NML 技術發展之參考	17
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 溫度技術委員(TCT)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.18~ 09.25	蔡淑妃	溫濕度領域發展規劃	瞭解亞太會員在溫、濕度技術領域的發展現況及未來規劃，討論各國家實驗室應該即早準備的因應措施與準備。	15
開會	參加 APMP 2014 材	韓國	103.09.18~	傅尉恩	質/力/壓力/	會中報告我國奈米、材料檢	30-2

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫 書項 次
(參加會議)	料技術委員(TCMM)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀		09.25		真空領域發展規劃	測標準發展近況，並討論質量、材料計量在標準制定之角色扮演，展現我國在奈米標準技術發展成果。	
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 電磁技術委員會(TCEM)技術研討會與會議、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.19~ 09.25	許俊明	電磁領域發展規劃	瞭解亞太會員各國之電量領域(直流、低頻、高頻)發展現況，同時藉由 TCEM 主席於會議中傳達國際計量事務，掌握世界度量衡大會最新計量動態。	11
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 品質系統技術委員(TCQS)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.19~ 09.25	方承彥	品質系統發展規劃	與會報告 NML 品質系統之運作狀況，以維持 CMC 之登錄。瞭解亞太會員在各技術領域的發展現況及未來規劃。	16
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 長度技術委員會(TCL)技術研討會與會議、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.19~ 09.25	藍玉屏	長度領域發展規劃	瞭解目前國際間在長度計量領域關鍵比對、校正與量測能量等相互認可相關技術活動情形，並與亞太會員代表交流互動，了解各國發展狀況，做為未來發展的參考。	12
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 光度與光輻射技術委員(TCPR)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.19~ 09.25	莊宜蓁	光領域發展規劃	與亞太會員之光輻射計量領域實驗室主管及專家，進行交流與技術討論，瞭解各國在計量標準發展現況。	14-1
開會 (參加會議)	亞太計量組織會員大會暨技術研討會(APMP 2014 General Assembly & Related Meetings)	韓國	103.09.22~ 09.27	馬慧中	國際事務關係建立	藉由此次參加 APMP 2014，可瞭解組織的運作現況、其他會員國之國家計量組織的技術發展、國際 SI 單位的現況、及各區域組織的運作等；同時，可以與各會員國代表建立關係，是為國際關係工作者所必需累積的人脈與資料庫。	2
開會	參加 APMP 2014 會	韓國	103.09.22~	段家瑞	總計畫主持	代表 NML 出席年度 APMP	4-1

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
(參加會議)	員大會(GA)、綜合技術研討會、國家計量機構負責人研討會及實驗室參觀等		09.28		人	大會，參與國際事務運作討論，掌握全球最新的量測技術發展趨勢，及各國標準政策制訂方向。	
開會 (參加會議)	參加 APMP 執行委員會會議 (EC) 與 APMP 2014 會員大會 (GA)、實驗室參觀等。	韓國	103.09.20~ 09.27	彭國勝	運轉維持與國際等同分項主持人	以執行執行委員會委員身分與會，參與國際事務，持續調和亞太地區計量標準，針對上次執行委員會與技術委員會主席會議討論事項作成決議，並決定新會員申請案，以建立亞太地區計量追溯體系之互信與量測標準之一致性。	4-2
開會 (參加會議)	參加 APMP 2014 聲音/超音波/振動技術委員會 (TCAUV) 會議、綜合技術研討會及實驗室參觀等	韓國	103.09.20~ 09.25	黃宇中	聲音/振動領域技術規劃	瞭解亞太會員各國在聲音/超音波/振動領域之研究技術發展現況及未來規劃，同時討論現在及未來國際比對之進度。	13
開會 (參加會議)	參加 MacroScale 研討會及 CCL-WGs 會議	奧地利	103.10.27~ 11.03	藍玉屏	協同及產業分項計畫主持人	代表 NML 以客座(觀察員)身分出席會議，解目前長度計量領域技術活動情形，並與各國家代表交流互動。	7
考察訪問 拜訪機構	拜訪德國聯邦物理技術研究院 (PTB)、Etalon AG 公司、英國國家物理實驗室 (NPL)	德國、英國	103.10.11~ 10.24	李浩璋	三維尺寸量測技術研發	交流討論雷射自動追蹤儀、絕對測距、工具機/CMM 誤差量測與補償以及 Monte Carlo 不確定度分析等技術。	31
開會 (參加會議、論文發表)	參加國際噪音控制聲學研討會及發表論文，參訪澳洲國家聲學實驗室 (NAL)、澳洲國家量測實驗室 (NMIA)	澳洲	103.11.15 ~ 11.23	涂聰賢	聲音計量技術研發規劃	論文發表並與會者之專家、學者交流聲景設計、聲音品質等新興技術、議題與經驗助於 NML 之專業技術與不同領域互動與整合。	22
開會 (參加會議、論文發表)	參加「2014 國際微製程與奈米科技研討會」及發表論文，參	日本	103.11.03 ~ 11.12/	簡筠珊	前瞻材料計量技術開發	論文發表並參觀日本材料相關實驗室機會，進行 X-ray metrology 量測系統進行討	27

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
	訪日本國家計量標準實驗室(NMIJ)、獨立行政法人物質材料研究機構(NIMS)					論，並討論未來在奈米薄膜量測上合作之可能性。	
開會 (參加會議、論文發表)	參加 2014 國際晶圓封裝技術研討會(IWLPC 2014)並發表論文	美國	103.11.10 ~11.15	卓嘉弘	半導體多維參數量測技術研發	發表 3D 堆疊誤差檢測標準技術論文，了解與會專家對該技術的接受度與意見，並藉以修正其流程與方向，使其更符合國際化。	25
開會 (參加會議)	參加 CGPM 會員大會、參觀 BIPM 實驗室	法國	103.11.15~ 11.22	段家瑞	總計畫主持人	代表 NML 之主任與會，此行任務為了解仲會員的權利義務與探詢未來對我國計量領域更有利的發展空間。	3-2
開會 (參加會議)	參加 CGPM 會員大會、參觀 BIPM 實驗室	法國	103.11.16~ 11.22	張啟生	發展策略規劃	代表 NML 發展策略規劃主管，與會瞭解國際度量衡局未來規劃及計量相關國際組織合作發展現況，建立國際互動關係。	8-1
開會 (參加會議)	參加 CGPM 會員大會、參觀 BIPM 實驗室	法國	103.11.15~ 11.22	藍玉屏	協同計畫主持人	代表 NML 技術規劃主管，搜集 SI 單位及各技術諮詢委員會技術發展趨勢，作為國家標準量測系統規劃參考。	8-2
受邀評鑑 (邀請單位支付)	受邀至新加坡評鑑 A*Star 國家流量實驗室與技術研討	新加坡	103.11.23~ 11.28	蕭俊豪	流量領域技術研發	代表國家度量衡標準實驗室受邀評鑑。	受邀

長期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	計畫書項次
研究 (國際合作研究)	赴日本計量標準總和中心(NMIJ)進行「晶格階高樣品及量測技術研究」合作研究	日本	103.07.03~ 09.30	何柏青	系統負責人	有助於 NML 建立晶格階高標準參考物質及 AFM 量測技術，將量測方法延伸至更小之藍寶石(Sapphire)晶格階高運用，擴充階高量測能力。	32

附件四、專利成果一覽表

專利獲證(計 8 件)

項次	入賬日期	專利名稱	發明人	類型	申請國家	專利證號	分項別
1	20140228	光學特性量測裝置	張佳瑩,劉裕升,張威政,藍玉屏	發明	中華民國	I408352	標準維持
2	20140228	可調式標準低亮度裝置	陳政憲,吳貴能,郭昇宗	發明	中華民國	I408345	標準維持
3	20140228	二維亮度色度計的校正裝置	陳政憲,徐紹維,彭保仁	發明	中華民國	I408698	標準維持
4	20140331	缺陷量測裝置和缺陷量測方法	彭保仁,陳政憲,柯心怡,溫博浚	發明	中華民國	I426263	標準維持
5	20140430	測定液晶參數的方法及裝置	江直融,劉志祥	發明	韓國	10-1374328	標準維持
6	20140430	測定液晶參數的方法及裝置	江直融,劉志祥	發明	中華民國	I432715	標準維持
7	20140531	液晶預傾角量測系統與方法	江直融,劉志祥,莊明穎,莊凱評,羅偕益	發明	中華民國	I437220	標準維持
8	20141231	基於靜電式位移偵測與致動技術之力量量測裝置與方法	陳生瑞, 潘小晞	發明	中華民國	8,800,371	標準維持

專利申請(3 件)

項次	申請日期	專利名稱	發明人	類型	申請國家	分項別
1	20141015	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩,吳文立	發明	中國大陸	前瞻計量
2	20141014	增加穿透式小角度 X 光散射之散射強度的裝置	傅尉恩,吳文立	發明	EPC	前瞻計量
3	20141014	增加穿透式小角度 X 光散射之散射強度的裝置	傅尉恩,吳文立	發明	中華民國	前瞻計量

附件五、技術/專利應用一覽表

※目前收入數：表示已開發票。

※目前繳庫金額：表示已開發票且已收到款，102/6/20 重新簽署經濟部標準檢驗局度量衡標準計畫研發成果運用契約書，成果運用收入修訂為 60% 繳庫；繳庫程序每季辦理一次。

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	目前 收入數 (元)	目前 繳庫金額 (元)	簽約 年度	備註
1	閘蓋正負壓流量測試技術移轉	蓋穩	技術授權			133,333	102	合約數 190,476 元，收入認列於 FY102，FY103 Q1 收款。
2	風速校正實驗室風速計校正技術與實驗室認證輔導	量測科技	技術授權	100,100	100,100	60,060	103	FY103 Q4 收款。
3	氣量計檢定系統(10 m ³ /h-300 m ³ /h)建置案技術運用	台北貿易	技術授權	800,000	800,000	480,000	103	FY103 Q2 收款。
4	電量校正實驗室輔導建立暨顧問服務技術運用	制宜	技術授權	526,077	526,077	315,646	103	FY103 Q1 收款。
5	阿自倍爾公司氣量計檢定平台建立工程技術運用	阿自倍爾	技術授權	300,000	300,000	180,000	103	FY103 Q2 及 Q3 收款。
6	濕度能量擴充與露點計校正系統建立暨顧問服務計畫技術授權運用	宇田	技術授權	200,000	200,000	120,000	103	FY103 Q2 收款。
7	Uncertainty Evaluation Documentation	KIM-LIPI	技術授權	161,082	161,082	0	103	已開發票，尚未收款
8	產品製程評估報告服務技術運用	永豐金	技術授權	150,000	150,000	90,000	103	FY103 Q4 收款
9	注射泵浦稀釋微粒濃度技術運用於液態微粒源	台灣力昂	技術授權	238,095	238,095	142,856	103	FY103 Q4 收款
10	亮度及照度量測技術服務計畫專利運用	計量學會	專利授權	220,000	220,000	132,000	103	FY103 Q1 收款。
11	光譜膜層厚度量測技術專利運用	艾恩迪	專利授權	600,000	600,000	0	103	已開發票，尚未收款
12	非屬原子能游離輻射檢測技術暨室內外長期環境監測方法之智權應用	千一	專利授權	369,048	369,048	221,429	103	FY103 Q3 收款。
13	光污染影響及民眾感受認知研究計畫服務技術暨專	計量學會	專利授權	700,000	0	0	103	

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	目前 收入數 (元)	目前 繳庫金額 (元)	簽約 年度	備註
	利授權運用							
14	熱流情境的控制裝置及方法專利授權運用	量測科技	專利授權	120,000	120,000	0	103	已開發票，尚未收款
15	耳溫計標準器研製暨專利授權	普陽	專利授權	250,000	130,000	78,000	103	FY103 Q3 收款。
16	耳溫計校正器模組開發_標準輻射源專利授權	計量學會	專利授權	270,000	270,000	0	103	已開發票，尚未收款
17	製程尾氣濃度分析驗證技術運用	大陽日酸	專利授權	178,000	0	0	103	已開發票，尚未收款
18	反射光譜式膜厚度量測專利授權	艾恩迪	專利授權	400,000	0	0	103	已開發票，尚未收款
19	氣體濃度分析驗證技術運用	良欣	專利授權	150,000	150,000	90,000	103	103Q4
20	光譜膜層厚度量測技術專利授權	艾恩迪	專利權利金	300,000	0	0	103	已開發票，尚未收款
21	反射光譜式膜厚度量測專利授權	艾恩迪	專利權利金	55,000	0	0	103	已開發票，尚未收款
	合 計			6,087,402	4,334,402	2,043,324		

附件六、論文一覽表

期刊論文 47 篇、研討會論文 66 篇，總計 113 篇

(1).標準維持與國際等同分項：計 64 篇(國外期刊 7 篇(含 6 篇 SCI)；國內期刊 15 篇；國外研討會 16 篇；國內研討會 26 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	亞太計量組織 L-K4 關鍵比對總結報告:內外徑標準件校正	金瑞熙,Toshiyuki Takatsuji,Masami Horita,Tsuyoshi Hamakawa,K.P. Chaudhary,Anusorn Tonmueanwai,Nurul Alfiyati,Oelof Kruger,Eleanor Howick,Peter Cox,Muktar bin Sawi,Bui Quoc Thu,Jong-Ahn Kim,Wong Seung Yin,TAN Siew Leng,S. AL Zaher,	Metrologia	20140717	42	英國	期刊論文	075A30184	1.653
2	APMP AUV.A.S1 比對報告	黃宇中,Virat Plangsangmas, Surat Leeudomwong,Andrew Scott,Bo Zhong,	Metrologia	20140424	106	法國	期刊論文	075A30099	1.653
3	用於電感式分壓器校正之可	許俊明,龔正,黃智方,	IEEE Transactions on	20140820	8	美國	期刊論文	075A30013	1.71

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	自動輪替切換電容器		Instrumentation and Measurement						
4	全域式液晶調制共光程干涉術的軟性顯示器之二維相位延遲檢測	溫博浚,徐炯勛,劉玟君,	Japanese Journal of Applied Physics	20140501	5	美國	期刊論文	075A30023	1.057
5	曲面光源光通量之積分球量測分法	于學玲,劉玟君,	Measurement Science and Technology	20140729	6	英國	期刊論文	075A30210	1.352
6	CIPM 關鍵比對 CCM.FF-K6.2011 結案報告: 低壓氣體流量原級(國家)標準比對	Miroslava Benkova,Stefan Makovnik,Bodo Mickan,Roberto Arias,Khaled Chahine,Tatsuya Funaki,Chunhui Li,Hae Man Choi,Denys Seredyuk,蘇峻民,Christophe Windenberg,John Wright,	Metrologia	20140514	36	法國	期刊論文	075A30243	1.653
7	能力試驗結果評估-具漂移特性之比對樣品	洪辰昀,王品皓,方承彥,	NCSLI measure- The Journal of Measurement Science	20140901	5	美國	期刊論文	075A30217	0
8	以非接觸方式進行耳道幾何	涂聰賢,余仁方,王仁	International Congress on	20141118	2	澳洲	研討會論文	075A30173	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	外型之計測	宏,陳彥昇,	Noise Control Engineering						
9	量測中心之可編輯式與傳統式約瑟夫森電壓標準之直接比對研究	陳士芳,許俊明,	Conference on Precision Elettromagnetic Measurements	20140826	2	巴西	研討會論文	075A30001	0
10	以交流可編輯式約瑟夫森電壓標準系統作取樣量測之不確定度評估研究	陳士芳,天谷康孝,丸山道隆,金子晉久,	Conference on Precision Elettromagnetic Measurements	20140826	2	巴西	研討會論文	075A30008	0
11	以交流可編輯式約瑟夫森電壓標準系統開發 10 V 均方根值交流電壓之取樣量測技術	天谷康孝,丸山道隆,山森弘毅,陳士芳,藤木弘之,金子晉久,	CPEM	20140826	2	巴西	研討會論文	075A30022	0
12	日本 NMIJ 開發 10 V 可編輯式約瑟夫森電壓標準執行電壓標準器校正之研究	丸山道隆,岩佐章夫,山森弘毅,陳士芳,浦野千春,金子晉久,	CPEM	20140826	2	巴西	研討會論文	075A30024	0
13	以 10 K 冷凍機冷卻之交流可編輯式約瑟夫森電壓標準系統合成 10 V 均方根值交流電壓波形之研究	丸山道隆,天谷康孝,山森弘毅,陳士芳,浦野千春,金子晉久,	CPEM	20140826	2	巴西	研討會論文	075A30025	0
14	2pi LED 全光通量量測	于學玲,陳鑫封,吳貴能,	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20140625	2	芬蘭	研討會論文	075A30205	0
15	曲面顯示器明室對比量測	于學玲,蕭金釵,劉玟	International Conference	20140625	2	芬蘭	研討會論文	075A30206	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
		君,Richard Young,	on New Development and Applications in Optical Radiometry						
16	螢光分光光度計校正方法	于學玲,蕭金釵,丁原石,洪中政,	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20140625	3	芬蘭	研討會論文	075A30207	0
17	快速且準確之 IC 二維溫度量測	于學玲,Yih-Lang Li, 廖子毅,Tianchen Wang,Yiyu Shi,蔡淑妃,	Internation Conference on Computer-Aided Design ICCAD	20141105	8	美國	研討會論文	075A30212	0
18	奈米計量的產業應用	傅尉恩,	NSC-NIMS Workshop	20140227	2	日本	研討會論文	075A30067	0
19	凝結粒子計數器量測低濃度氣膠之追溯校正技術	余大昌,陳國棟,	台灣氣膠研究學會年會暨國際氣膠科技研討會	20140926	1	中華民國	研討會論文	075A30295	0
20	具漂移特性之能力試驗樣品的比對結果評估-電阻案例	洪辰昀,王品皓,方承彥,	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20140731	10	美國	研討會論文	075A30187	0
21	管制圖適用類型介紹 - 計量領域	洪辰昀,彭國勝,呂錦華,	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20140730	11	美國	研討會論文	075A30190	0
22	紫外線指數計校正	于學玲,蕭金釵,陳鑫封,林文琪,葉瑞元,	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20140925	3	芬蘭	研討會論文	075A30204	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
23	以商用儀器為基礎之計量型 原子力顯微鏡開發	許博爾,何柏青,陳延 松,唐忠基,	3M-NANO	20141029	3	中華民國	研討會論文	075A30194	0
24	宜蘭內城站抽水試驗之重力 及地下水變化:比出水率初步 推估	黃金維,陳冠宏,鄭景 中,連紫猗,謝文祺,	經濟部中央地質調查所 特刊第二十七號水文地 質研究專輯(一)	20140731	17	中華民國	期刊論文	075A30251	0
25	標準尺校正	蔡錦隆,	量測資訊雙月刊	20141101	5	中華民國	期刊論文	075A30282	0
26	銀定點實現之雜質效應研究	蔡淑妃,	量測資訊雙月刊	20140901	6	中華民國	期刊論文	075A30231	0
27	直角規量測技術簡介	潘善鵬,黃煌琦,張國 明,劉惠中,	量測資訊雙月刊	20141102	4	中華民國	期刊論文	075A30288	0
28	優質智慧健康照明發展概述 與評估技術簡介	陳政憲,	照明季刊	20140314	5	中華民國	期刊論文	075A30020	0
29	次世代可編輯式約瑟夫森交 流電壓標準之量測技術研究	陳士芳,	量測資訊雙月刊	20140701	8	中華民國	期刊論文	075A30047	0
30	PAR Meter 校正方法	莊宜蓁,	量測資訊雙月刊	20141101	5	中華民國	期刊論文	075A30174	0
31	2pi 光源光通量量測及標準 燈設計	于學玲,劉政君,洪中 政,	量測資訊雙月刊	20140701	4	中華民國	期刊論文	075A30211	0
32	夜間高彩 LED 看板的光汙染 研析與對策	溫照華,賴鵬宇,彭保 仁,	量測資訊雙月刊	20140102	7	中華民國	期刊論文	075A30230	0
33	雷射干涉式汞柱壓力計	吳國真,	量測資訊雙月刊	20140701	8	中華民國	期刊論文	075A30044	0
34	空氣浮力修正項對於質量校 正的影響	林以青,	量測資訊雙月刊	20140502	6	中華民國	期刊論文	075A30197	0
35	大流量膜式氣量計自動化檢 定系統簡介	林文地,	標準與檢驗	20140701	10	中華民國	期刊論文	075A30232	0
36	汙廢水排放計量的線上校驗	何宜霖,郭景宜,	量測資訊雙月刊	20140901	6	中華民國	期刊論文	075A30273	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	研究								
37	超音波流量計校正系統量測不確定度評估	郭景宜,何宜霖,羅仁聰,吳志榮,黃財旺,陳中邦,	瓦斯季刊	20141017	17	中華民國	期刊論文	075A30276	0
38	雨量計校正設備原型機設計與研製	蔡昆志,何宜霖,鍾侑原,	量測資訊雙月刊	20140901	4	中華民國	期刊論文	075A30278	0
39	加速規質量負荷效應之研究與應用	崔廣義,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	6	中國大陸	研討會論文	075A30077	0
40	二維影像式機台之尺寸追溯方法研究	唐忠基,	AOI Forum & Show	20141015	2	中華民國	研討會論文	075A30209	0
41	隔振基座動態特性測試與模擬分析	游培堯,黃宇中,陳家豪,陳維澤,鄭永彬,	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20140607	5	中華民國	研討會論文	075A30084	0
42	壓電式激振裝置研究	王聖涵,黃宇中,涂聰賢,	中華民國振噪學會研討會	20140607	5	中華民國	研討會論文	075A30085	0
43	浸潤式雷射繞射術量測奈米線距的新方法	潘善鵬,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	5	中國大陸	研討會論文	075A30109	0
44	應用電磁衝擊源建置原級高衝擊加速規校正系統之可行性分析	陳俊凱,黃宇中,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	6	中華民國	研討會論文	075A30113	0
45	新竹-台北重力檢校線品保及應用	李瓊武,謝文祺,彭森祥,	測量及空間資訊研討會暨國土測繪成果發表會	20140904	5	中華民國	研討會論文	075A30179	0
46	應用超導重力儀與絕對重力儀平行觀測探討重力基準維持	彭森祥,謝文祺,李瓊武,高瑞其,黃金維,黃鉅富,唐家宏,陳杰宗,	測量及空間資訊研討會	20140904	6	中華民國	研討會論文	075A30188	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
47	測繪儀器校正系統校正鏈設計與實現	彭淼祥,	測繪儀器檢校論壇	20140731	42	中華民國	研討會論文	075A30253	0
48	特殊光源之眩光及閃爍量測技術	彭保仁,徐紹維,鍾宗穎,洪紹棠,溫照華,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	10	中國大陸	研討會論文	075A30068	0
49	影像式量測道路照明之亮度特性	徐紹維,洪紹棠,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	5	中國大陸	研討會論文	075A30070	0
50	寬頻鎖模雷射應用於光譜儀雜光修正之研究	劉子安,吳貴能,徐紹維,彭錦龍,鍾宗穎,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	6	中國大陸	研討會論文	075A30072	0
51	應用於惡劣加工環境之超音波顫振檢知模組	涂聰賢,郭晉榮,謝賜山,李心澤,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	8	中國大陸	研討會論文	075A30083	0
52	非侵入式自動血壓計之追溯與校正	洪溱川,劉力維,陳生瑞,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	7	中國大陸	研討會論文	075A30069	0
53	量測中心一毫克至一公斤標準法碼之質量導引	段靜芬,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	7	中國大陸	研討會論文	075A30081	0
54	用於大負載衡器的法碼自動替換機構之應力分析評估	楊豐瑜,劉源棟,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	9	中國大陸	研討會論文	075A30088	0
55	獨立二層累加式 200 N 靜法標準機之建置與系統評估	陳秋賢,林廷芳,鄭朝陽,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	6	中國大陸	研討會論文	075A30111	0
56	標準法碼殘磁漂移監控測定	林以青,潘小晞,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	7	中國大陸	研討會論文	075A30195	0
57	奈米壓痕量測系統評估之研究	吳忠霖,林以青,	海峽兩岸計量學術研討會	20140601	9	中華民國	研討會論文	075A30248	0
58	PVTt 法低壓氣體流量計量及其產業應用	郭景宜,蘇峻民,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	8	中國大陸	研討會論文	075A30114	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
59	空氣濕度效應對音速噴嘴性能影響之文獻研究	郭景宜,林文地,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	5	中國大陸	研討會論文	075A30116	0
60	風速計校正與風洞流場特性研究	陳建源,蕭俊豪,李信宏,范焜達,	全國計算流體力學學術研討會	20140805	6	中華民國	研討會論文	075A30168	0
61	於不同校正模式實現「計量追溯」之探討	陳意婷,陳兩興,彭國勝,周隆亨,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	8	中國大陸	研討會論文	075A30075	0
62	表面粗糙度校正能力試驗之長期數據分析	陳意婷,方承彥,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	9	中國大陸	研討會論文	075A30076	0
63	水流量校正系統定水頭槽設計與流場模擬	郭景宜,何宜霖,陳建源,	中國機械工程學會全國學術研討會	20141206	5	中華民國	研討會論文	075A30277	0
64	震動對於科氏力式流量計的計量影響	江俊霖,何宜霖,陳建源,陳逸正,	中國機械工程學會年會暨全國學術研討會	20141206	4	中華民國	研討會論文	075A30322	0

(2).產業計量技術發展分項：計 30 篇(國外期刊 6 篇(含 6 篇 SCI)；國內期刊 10 篇(含 1 篇 SCI)；國外研討會 12 篇；國內研討會 2 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	以色散遞增光纖絕熱傳遞脈衝達到脈衝光譜壓縮超過光纖色散比例的極限	趙婉恬,Yuan-Yao Lin,彭錦龍,黃承彬,	Optics Letters	20140207	4	美國	期刊論文	075A30017	3.179
2	觸控面板玻璃基板之高精確度邊緣對位系統之開發	李浩璋,Chien Hung Liu,Jenq-Shyong Chen,	Advances in Mechanical Engineering	20140603	11	美國	期刊論文	075A30102	0.5
3	一種基於麥克森干涉概念之鋼球球心對位裝置	李浩璋,劉建宏,	Review of Scientific Instruments	20140923	6	美國	期刊論文	075A30226	1.584

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
4	基於壓電致動器之扁平式六軸平台開發	李浩瑋,謝宗庭,劉晉嘉,劉建宏,	Mathematical Problems in Engineering	20140925	16	美國	期刊論文	075A30227	1.082
5	利用光軸移動特性量測一種扁平式壓電微動平台的位置和運動方向	莊國元,李浩瑋,劉建宏,	Review of Scientific Instruments	20141116	13	美國	期刊論文	075A30289	1.584
6	光譜反射儀量測三維矽通孔	顧逸霞,	Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS	20140331	11	美國	期刊論文	075A30038	1.205
7	溫室氣體量測標準之發展以實現高計量品質的污染排放處理效能評估	鄭瑞翔,林采吟,	NCSLI Workshop & Symposium	20140728	8	美國	研討會論文	075A30172	0
8	三維皮托管之校正方法與電腦模擬分析研究	李信宏,	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20140728	8	美國	研討會論文	075A30191	0
9	雙向反射分布函數系統之--0°:45°a 幾何條件下之反射因子量測	劉玟君,于學玲,莊宜蓁,	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20140625	2	芬蘭	研討會論文	075A30064	0
10	擴散反射雙邊比對	劉玟君,馬煜,于學玲,孫若端,	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20140626	2	芬蘭	研討會論文	075A30164	0
11	具追溯性的氣候溫度量測與統計分析	蔡淑妃,王世堅,葉瑞元,	International workshop on Metrology for	20140916	10	斯洛維尼亞	研討會論文	075A30271	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
			Meteorology and Climate						
12	以雙緊緻簡易型鎖模光纖雷射達成絕對距離量測	劉子安,莊宜蓁,李浩瑋,彭錦龍,	IMEKO Symposium on Laser Metrology for Precision Measurement and Inspection in Industry	20140904	4	日本	研討會論文	075A30031	0
13	結構光斷線法於圓柱直度的檢測應用	李浩瑋,潘善鵬,許博爾,劉惠中,劉子安,	International Conference on Engineering and Technology Innovation	20141101	4	中華民國	研討會論文	075A30037	0
14	藉由雙緊緻簡易設計的鎖模光纖雷射進行絕對距離量測	劉子安,莊宜蓁,李浩瑋,許博爾,彭錦龍,	International Conference on Engineering and Technology Innovation	20141102	4	中華民國	研討會論文	075A30043	0
15	影像服務技術於高精度機械定位的使用研究	Kuo-Jung Lai,Chuen-Horng Lin,Jr-Wei Chen,Chih-Chin Wen,李浩瑋,	International Conference Business and Information	20140704	6	日本	研討會論文	075A30101	0
16	以兩個 70 MHz 的鎖模光纖雷射進行精密的絕對距離量測	劉子安,莊宜蓁,李浩瑋,許博爾,彭錦龍,	International conference on Mechatronics Technology	20141022	7	中華民國	研討會論文	075A30175	0
17	晶圓疊對量測採用亮場顯微術	卓嘉弘,顧逸霞,張柏毅,	International Wafer-Level Packaging Conference	20141112	5	美國	研討會論文	075A30240	0
18	大型系統之驗證與驗收：以	胡振嘉,	IEEE International	20140610	6	美國	研討會論文	075A30066	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	設備測試即服務為例		Symposium on Computer, Consumer and Control						
19	溫室氣體驗證參考物質配製 檢驗技術及其產業應用	鄭瑞翔,黃炯坤,林采 吟,	量測資訊雙月刊	20140301	5	中華民國	期刊論文	075A30033	
20	生活中的光生物安全	莊宜蓁,蕭金釵,	量測資訊雙月刊	20140102	5	中華民國	期刊論文	075A20233	
21	精密加工定位用之快速測距 技術	劉子安,李浩瑋,莊宜 蓁,彭錦龍,劉惠中,	量測資訊雙月刊	20141101	6	中華民國	期刊論文	075A30176	
22	微型迴轉工作台徑向誤差量 測裝置之研製	李浩瑋,林文祥,劉建 宏,	Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers(中國機械工程 學刊)	20140831	8	中華民國	期刊論文	075A30214	0.163
23	APMP L-K5 階規關鍵比對結 果研究	潘善鵬,劉惠中,	量測資訊雙月刊	20141101	4	中華民國	期刊論文	075A30244	
24	三維空間誤差檢測追蹤量測 儀之原理分析	李浩瑋,潘善鵬,劉惠 中,	量測資訊雙月刊	20141101	6	中華民國	期刊論文	075A30287	
25	全球電力量測現況與發展介 紹	陳坤隆,蔡琇如,	量測資訊雙月刊	20140203	4	中華民國	期刊論文	075A30018	
26	同步相量量測器檢測	蔡琇如,陳坤隆,陳士 芳,	量測資訊雙月刊	20141101	5	中華民國	期刊論文	075A30183	
27	紅外顯微術應用於三維晶圓 疊對誤差檢測	卓嘉弘,田立芬,林友 崧,羅偕益,	量測資訊雙月刊	20140501	4	中華民國	期刊論文	075A30026	
28	紅外差分干涉對比顯微術應 用於三維晶圓疊對誤差檢測	徐得銘,	量測資訊雙月刊	20140505	5	中華民國	期刊論文	075A30036	

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
29	同步相量量測器檢測系統建立	陳坤隆,蔡琇如,陳士芳,	中華民國電力工程研討會	20141205	5	中華民國	研討會論文	075A30274	
30	我國交流電力標準之自我追溯系統雛型建立	陳坤隆,蔡琇如,陳士芳,	中華民國電力工程研討會	20141205	5	中華民國	研討會論文	075A30275	

(3). 前瞻計量技術研究分項：計 17 篇(國外期刊 3 篇(含 1 篇 SCI)；國內期刊 5 篇；國外研討會 6 篇；國內研討會 3 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	毫克等級靜法碼力與靜電力間之比較實驗	陳生瑞,潘小晞,林以青,	ACTA IMEKO	20140930	5	匈牙利	期刊論文	075A30234	
2	以靜電式偵測與致動力量量測系統進行懸臂樑彈簧常數量測	陳生瑞,潘小晞,葉育姍,林以青,	Measurement Science and Technology	20141008	10	英國	期刊論文	075A30250	1.352
3	原子力顯微鏡敲擊模式在不同設定點電壓引起之粒子變形	吳忠霖,Natalia Farkas,John A. Dagata,何柏青,傅尉恩,	Proc. of SPIE	20140918	6	美國	期刊論文	075A30246	
4	次奈米解析差動電容位置感測器之設計與校正	陳生瑞,潘小晞,	IMEKO Symposium on Laser Metrology for Precision Measurement and Inspection in Industry	20140904	0	日本	研討會論文	075A30229	
5	二維微型定位用在洛氏金剛石壓頭幾何測量	潘小晞,倪懿池,楊豐瑜,	International conference on Mechatronics Technology	20141022	7	中華民國	研討會論文	075A30280	

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
6	應用 X 射線反射儀技術進行有機矽酸鹽薄膜的孔隙尺寸量測	簡筠珊,葉育嫻,陳延松,呂志鵬,傅尉恩,	International Microprocess and Nanotechnology Conference	20141107	1	日本	研討會論文	075A30325	
7	雷射閃光技術於塊材式熱電材料的熱物性量測之運用	葉建志,柯心怡,	International Conference on Thermoelectrics	20140708	1	美國	研討會論文	075A30169	
8	利用 X 射線反射儀進行低介電材料孔隙分析	簡筠珊,張詠晴,葉育嫻,傅尉恩,	Thin Films Conference	20140717	1	中國大陸	研討會論文	075A30182	
9	風力對二角塵蛛大壺狀腺絲微結構之影響	廖鎮盤,吳忠霖,許火順,TA Blackledge,卓逸民,	The meeting of American Arachnological Society	20140620	1	美國	研討會論文	075A30269	
10	新公斤定義發展現況簡介	陳生瑞,	量測資訊雙月刊	20140901	5	中華民國	期刊論文	075A30247	
11	奈米粒子計量技術與量測系統簡介	翁漢甫,何信佳,余大昌,陳國棟,	量測資訊雙月刊	20140331	7	中華民國	期刊論文	075A30171	
12	暫態法熱傳導係數量測技術的簡介	葉建志,柯心怡,郭昇宗,	量測資訊雙月刊	20140303	7	中華民國	期刊論文	075A30027	
13	X 射線反射儀於前瞻半導體應用之發展-high-k 氧化層薄膜之檢測技術	簡筠珊,	量測資訊雙月刊	20140701	5	中華民國	期刊論文	075A30180	
14	原子力顯微鏡掃描設定點電壓調變引起之奈米粒子變形	吳忠霖,	量測資訊雙月刊	20140901	5	中華民國	期刊論文	075A30249	
15	凝結粒子計數器於 1 cm ⁻³ 濃度之偵測效率量測技術	余大昌,陳國棟,	環境保護與奈米科技學術研討會	20140517	1	中華民國	研討會論文	075A30100	
16	液冷微流道冷板的設計與優	葉建志,柯心怡,	中華民國力學學會全國	20141122	6	中華民國	研討會論文	075A30310	

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	化		力學會議						
17	X 射線反射儀於薄膜孔隙率及孔徑尺寸之研究與量測技術	簡筠珊,葉育姍,傅尉恩,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	8	中國大陸	研討會論文	075A30118	

(4).法定計量技術發展分項：計 2 篇(國內期刊 1 篇；國內研討會 1 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	電子式水量計的電源干擾試驗研究	江俊霖,	量測資訊雙月刊	20140901	5	中華民國	期刊論文	075A30270	
2	電子式水量計的輻射抗干擾及靜電抗干擾試驗	江俊霖,蔡昆志,	海峽兩岸計量學術研討會	20140604	7	中國大陸	研討會論文	075A30121	

附件七、技術報告一覽表

校正報告(ICT) 56 份、評估報告(MSVP) 64 份、技術報告 47 份，總計 167 份研究報告

(1).標準維持與國際等同分項：計 133 份(ICT 54 份、MSVP 61 份、技術報告 18 份)

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
1	奈米粒徑校正系統評估報告-微分電移動度分析法	20140519	073971825	中文	非機密	余大昌,翁漢甫	33	CNS-MSVP-334
2	大質量量測系統評估報告--Sartorius CCE10000U-L 質量比較儀	20141222	073A30251	中文	非機密	楊豐瑜	34	CMS-MSVP-383
3	油壓式活塞壓力計 (J181) 系統評估報告	20140926	073A30188	中文	非機密	洪溱川	26	CMS-MSVP-378
4	鋼瓶氣體濃度量測系統評估報告-氣相層析儀搭配火焰離子偵測器	20140811	073A30080	中文	非機密	林承翰	34	CMS-MSVP-376
5	油壓式活塞壓力計 (J179) 系統評估報告	20140807	073A30076	中文	機密	洪溱川	20	CMS-MSVP-375
6	麥克風自由場靈敏度校正系統評估報告-互換法	20140609	073A30113	中文	非機密	蕭榮恩	34	CMS-MSVP-373
7	分光測色系統絕對反射 VW 量測評估報告	20140516	073A30102	中文	非機密	劉玟君	13	CMS-MSVP-372
8	多成分混合氣體濃度驗證評估報告-非分散性紅外光分析儀	20140331	073A30011	中文	非機密	張君綾,林采吟	23	CMS-MSVP-371
9	低壓氣體流量校正系統 (壓力容積溫度時間校正器) 評估報告-原級法	20140721	073A20295	中文	非機密	郭景宜,張瀚允,何宜霖,林文地	39	CMS-MSVP-369
10	掃描式電子顯微量測系統評估報告-標準奈米粒徑	20140520	073A02424	中文	非機密	翁漢甫,陳國棟,張明偉,何信佳	17	CMS-MSVP-353
11	二維影像標準校正系統評估報告	20140617	073985822	中文	機密	唐忠基	21	CMS-MSVP-341
12	氣體式活塞壓力計(C-319)評估報告	20140923	073981542	中文	非機密	劉力維	22	CMS-MSVP-337
13	光散射量測系統評估報告	20140521	073970139	中文	非機密	劉玟君	12	CMS-MSVP-335

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
14	穿透霧度量測系統評估報告	20140407	073960039	中文	非機密	廖淑君	39	CMS-MSVP-324
15	薄膜量測系統評估報告-X射線儀	20140523	073950154	中文	非機密	簡筠珊,陳國棟	26	CMS-MSVP-319
16	發光二極體分光輻射光譜量測系統評估報告	20140519	073950129	中文	非機密	陳政憲,吳貴能	70	CMS-MSVP-318
17	發光二極體平均光強度量測系統評估報告	20140410	073950109	中文	非機密	陳政憲	23	CMS-MSVP-317
18	發光二極體全光通量量測系統評估報告	20140410	073950106	中文	非機密	陳政憲	23	CMS-MSVP-316
19	絕對輻射系統光纖功率計評估報告	20140307	073950057	中文	非機密	于學玲	25	CMS-MSVP-315
20	分光測色系統穿透率量測評估報告	20140507	073950054	中文	非機密	劉玟君	15	CMS-MSVP-314
21	長塊規校正系統評估報告—使用精密型長塊規量測儀	20140613	073950034	中文	機密	唐忠基	22	CMS-MSVP-310
22	奈米粒徑校正系統評估報告-動態光散射法	20140521	073950006	中文	非機密	翁漢甫,余大昌,何信佳,陳國棟,葉育姍	17	CMS-MSVP-307
23	低溫絕對輻射系統分光輻射功率響應系統評估報告	20140506	073940036	中文	非機密	于學玲	21	CMS-MSVP-297
24	低溫絕對輻射量測系統評估報告	20140416	073940035	中文	非機密	于學玲	16	CMS-MSVP-296
25	分光測色系統0°:45°a 幾何條件評估報告	20140516	073930225	中文	非機密	蕭金釵,劉玟君	28	CMS-MSVP-291
26	塊規校正系統評估報告—塊規干涉儀	20140527	073930132	中文	機密	張國明,張明偉	18	CMS-MSVP-290
27	線距量測系統評估報告-雷射繞射儀	20140523	073930068	中文	非機密	陳延松	19	CMS-MSVP-284
28	阻抗標準追溯系統(電容標準追溯至電阻標準)評估報告	20140317	073930053	中文	非機密	許俊明	45	CMS-MSVP-281
29	階高標準片校正之系統評估報告-光學式	20140507	073930009	中文	非機密	蔡錦隆	30	CMS-MSVP-279
30	條碼鋼鋼尺校正不確定度評估報告	20140616	073920153	中文	非機密	張威政	1	CMS-MSVP-276
31	階高標準片校正之系統評估報告-探針式	20140507	073920101	中文	非機密	蔡錦隆	20	CMS-MSVP-275
32	直角規校正系統評估報告(絕對式)	20140429	073910205	中文	非機密	黃煌琦	13	CMS-MSVP-272

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
33	絕對輻射系統照度計評估報告	20140626	073910082	中文	非機密	陳鑫封	1	CMS-MSVP-266
34	鋼瓶氣體濃度量測系統評估報告—氣相層析儀搭配熱傳導偵測器	20140428	073910074	中文	非機密	林承翰	33	CMS-MSVP-259
35	GPS 靜態及動態定位校正系統評估報告	20140513	073910043	中文	非機密	彭森祥,李瓊武,張明偉	38	CMS-MSVP-252
36	分度盤校正系統評估報告	20140207	073910027	中文	非機密	張威政	18	CMS-MSVP-251
37	薄膜量測系統評估報告-分光式橢圓偏光儀	20140523	073910008	中文	非機密	陳國棟,傅尉恩	17	CMS-MSVP-249
38	校正微波功率計評估報告	20140926	073900133	中文	非機密	林文琪	21	CMS-MSVP-246
39	電容量測系統評估報告-四端點對及兩端點電容器	20140411	073890177	中文	非機密	許俊明	23	CMS-MSVP-229
40	表面粗度標準片校正系統評估報告	20140507	073890012	中文	非機密	蔡錦隆	16	CMS-MSVP-222
41	分光輻射系統亮度色度評估報告	20140513	073880048	中文	非機密	蕭金釵	48	CMS-MSVP-214
42	電容量測系統評估報告-三端點電容器	20140407	073870043	中文	非機密	許俊明	13	CMS-MSVP-203
43	長塊規校正系統評估報告-使用萬能測長儀	20140610	073870020	中文	機密	唐忠基	16	CMS-MSVP-202
44	標準捲尺校正系統評估報告	20140421	073860119	中文	非機密	張威政,謝文祺	16	CMS-MSVP-193
45	多邊規校正系統評估報告	20140529	073860024	中文	非機密	張威政	15	CMS-MSVP-180
46	電子水平儀校正系統評估報告	20140507	073850116	中文	非機密	黃煌琦	19	CMS-MSVP-176
47	絕對輻射系統光輻射評估報告	20140328	073850077	中文	非機密	于學玲	36	CMS-MSVP-170
48	橫電磁波室電磁場強度量測系統評估報告	20140505	073850043	中文	非機密	洪偉珮	18	CMS-MSVP-160
49	電波暗室電磁場強度量測系統評估報告	20140505	073850042	中文	非機密	洪偉珮	20	CMS-MSVP-159
50	穩頻雷射校正系統評估報告	20140318	073850033	中文	非機密	徐仁輝,劉子安,蔡錦隆	11	CMS-MSVP-158
51	分光測色系統 de:8°幾何條件評估報告	20140509	073850019	中文	非機密	蕭金釵,劉玟君	38	CMS-MSVP-155
52	真圓度標準件校正之系統評估報告-主軸旋轉式	20140522	073840154	中文	非機密	蔡錦隆	15	CMS-MSVP-145
53	大地長度儀器校正系統評估報告	20140314	073840114	中文	非機密	謝文祺,李瓊武	38	CMS-MSVP-139

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
54	大地角度儀器校正系統評估報告	20140429	073840087	中文	非機密	謝文祺,李瓊武	27	CMS-MSVP-132
55	標準尺量測系統評估報告	20140410	073840008	中文	非機密	蔡錦隆	24	CMS-MSVP-120
56	分光測色系統 0°:de 幾何條件評估報告	20140514	073830032	中文	非機密	蕭金釵,劉玟君	29	CMS-MSVP-113
57	全光通量系統光通量標準燈評估報告	20140414	073820068	中文	非機密	陳政憲	18	CMS-MSVP-098
58	分光輻射系統分光輻射照度標準燈評估報告	20140430	073800028	中文	非機密	張佳瑩,莊宜蓁,蕭金釵	44	CMS-MSVP-065
59	氣體式活塞壓力計(TL-931)評估報告	20140418	073790086	中文	非機密	劉力維	26	CMS-MSVP-062
60	角度塊規校正系統評估報告	20140417	073790083	中文	非機密	張威政	15	CMS-MSVP-061
61	直流低電阻系統評估報告	20140206	073760054	中文	非機密	許俊明	14	CMS-MSVP-034
62	真圓度量測系統評估報告	20140416	073760036	中文	非機密	蔡錦隆	20	CMS-MSVP-008
63	大質量量測系統法碼校正程序--Sartorius CCE10000U-L 質量比較儀	20141222	073A30249	中文	非機密	楊豐瑜	25	CMS-ICT-501
64	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度驗證程序-氣相層析儀搭配火焰離子偵測器	20140811	073A30079	中文	非機密	林承翰	25	CMS-ICT-492
65	多成分混合氣體濃度驗證程序—非分散性紅外光分析儀	20140331	073A30010	中文	非機密	張君綾,林采吟	14	CMS-ICT-491
66	掃描式電子顯微量測系統校正程序-標準奈米粒徑	20140520	073A02415	中文	非機密	陳國棟,何信佳,翁漢甫,張明偉	13	CMS-ICT-473
67	二維影像標準校正程序	20140617	073985558	中文	機密	唐忠基	13	CMS-ICT-461
68	真圓度標準件校正程序-主軸旋轉式	20140522	073983024	中文	機密	蔡錦隆	12	CMS-ICT-457
69	奈米粒徑校正程序 – 微分電移動度分析法	20140519	073971826	中文	非機密	余大昌,翁漢甫	16	CMS-ICT-455
70	光散射量測系統校正程序	20140521	073960191	中文	非機密	劉玟君	14	CMS-ICT-452
71	薄膜量測系統校正程序-X 射線儀	20140523	073950199	中文	非機密	簡筠珊,陳國棟	17	CMS-ICT-436

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
72	發光二極體分光輻射光譜校正程序	20140422	073950130	中文	非機密	陳政憲,吳貴能	30	CMS-ICT-434
73	發光二極體平均光強度校正程序	20140414	073950108	中文	非機密	陳政憲	9	CMS-ICT-433
74	發光二極體全光通量校正程序	20140325	073950107	中文	非機密	陳政憲	13	CMS-ICT-432
75	分光測色系統穿透率校正程序	20140304	073950053	中文	機密	劉玟君	11	CMS-ICT-431
76	長塊規校正系統校正程序—使用精密型長塊規量測儀	20140611	073950033	中文	機密	唐忠基	12	CMS-ICT-426
77	雷射干涉式微壓原級標準校正程序	20140408	073940181	中文	非機密	洪溱川	20	CMS-ICT-420
78	奈米粒徑校正程序- 動態光散射法	20140520	073940104	中文	非機密	翁漢甫,余大昌,何信佳, 陳國棟,葉育姍	13	CMS-ICT-416
79	低溫絕對輻射系統分光光輻射功率響應校正程序	20140303	073940034	中文	非機密	于學玲	16	CMS-ICT-414
80	分光測色系統鏡面反射校正程序	20140514	073930232	中文	非機密	劉玟君	10	CMS-ICT-410
81	分光測色系統 0°:45°a 幾何條件校正程序	20140516	073930202	中文	非機密	蕭金釵,劉玟君	13	CMS-ICT-408
82	低溫絕對輻射系統光輻射功率校正程序	20140303	073930196	中文	非機密	于學玲	15	CMS-ICT-407
83	塊規校正程序—塊規干涉儀	20140527	073930141	中文	機密	張國明,張明偉	18	CMS-ICT-406
84	線距標準校正程序—雷射繞射儀	20140521	073930067	中文	非機密	何柏青,陳延松,傅尉恩, 潘善鵬	16	CMS-ICT-402
85	阻抗標準追溯系統(電容標準追溯至電阻標準)校正程序	20140317	073930054	中文	非機密	許俊明	22	CMS-ICT-401
86	階高標準片校正程序-光學式	20140507	073930010	中文	非機密	蔡錦隆	22	CMS-ICT-398
87	條碼鋼鋼尺校正程序	20140616	073920098	中文	非機密	張威政,張明偉	1	CMS-ICT-394
88	階高標準片校正程序-探針式	20140507	073920097	中文	非機密	蔡錦隆	16	CMS-ICT-393
89	直角規校正程序(絕對式)	20140429	073910170	中文	非機密	黃煌琦	17	CMS-ICT-390
90	分光輻射系統分光輻射儀校正程序	20140205	073910087	中文	非機密	蕭金釵	20	CMS-ICT-384

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
91	GPS 靜態及動態定位校正系統校正程序	20140513	073910086	中文	非機密	彭焱祥,李瓊武	23	CMS-ICT-383
92	分度盤校正程序	20140507	073910026	中文	非機密	張威政	11	CMS-ICT-372
93	薄膜量測系統校正程序-分光式橢圓偏光儀	20140523	073910007	中文	非機密	陳國棟,傅尉恩	10	CMS-ICT-371
94	雷射干涉儀校正程序	20140417	073900056	中文	非機密	唐忠基,張威政	13	CMS-ICT-356
95	量化霍爾電阻標準系統校正程序	20140207	073890053	中文	非機密	陳士芳	10	CMS-ICT-339
96	標準捲尺校正程序	20140417	073860097	中文	非機密	張威政,謝文祺	25	CMS-ICT-321
97	多邊規校正程序	20140529	073860023	中文	非機密	張威政	10	CMS-ICT-309
98	大地角度儀器校正程序	20140429	073850085	中文	非機密	謝文祺,李瓊武	28	CMS-ICT-300
99	絕對輻射系統光輻射校正程序	20140325	073850069	中文	非機密	于學玲	13	CMS-ICT-297
100	穩頻雷射校正程序	20140318	073850051	中文	非機密	徐仁輝,劉子安,蔡錦隆	18	CMS-ICT-294
101	分光測色系統標準色板 de:8°幾何條件校正程序	20140401	073840150	中文	非機密	劉玟君	16	CMS-ICT-278
102	電波暗室電磁場強度量測系統校正程序	20140509	073840125	中文	非機密	劉家維	20	CMS-ICT-276
103	橫電磁波室電磁場強度量測系統校正程序	20140509	073840121	中文	非機密	劉家維	15	CMS-ICT-275
104	長塊規校正程序-使用萬能測長儀	20140610	073840105	中文	機密	唐忠基	11	CMS-ICT-270
105	標準尺校正程序	20140410	073840055	中文	非機密	蔡錦隆	14	CMS-ICT-256
106	微波雜訊源之校正程序	20140410	073830012	中文	非機密	林文琪	32	CMS-ICT-229
107	全光通量系統光通量標準燈校正程序	20140321	073820067	中文	非機密	劉玟君,陳政憲	15	CMS-ICT-223
108	分光測色系統標準白板 0:de 及 8:de 幾何條件校正程序	20140508	073820064	中文	非機密	劉玟君	18	CMS-ICT-221
109	大地長度儀器校正程序	20140304	073810007	中文	非機密	謝文祺,李瓊武	27	CMS-ICT-180
110	電子水平儀校正程序	20140507	073810006	中文	非機密	黃煌琦	23	CMS-ICT-179
111	絕對輻射系統照度計校正程序	20140626	073800086	中文	非機密	陳鑫封	1	CMS-ICT-173
112	微波散射參數及阻抗系統網路元件校正程	20140922	073800076	中文	非機密	薛文崇,林文琪	51	CMS-ICT-165

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
	序							
113	微波功率計校正程序	20141027	073800009	中文	非機密	林文琪	15	CMS-ICT-137
114	分光輻射系統分光輻射照度標準燈校正程序	20140430	073800004	中文	非機密	張佳瑩,蕭金釵	17	CMS-ICT-134
115	表面粗度標準片校正程序	20140507	073760064	中文	非機密	蔡錦隆	20	CMS-ICT-043
116	角度塊規校正程序	20140417	073760068	中文	非機密	張威政	11	CMS-ICT-040
117	真圓度標準件校正程序	20140410	073760019	中文	非機密	蔡錦隆	17	CMS-ICT-003
118	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度驗證程序—氣相層析儀搭配熱傳導偵測器	20140428	073910035	中文	非機密	林承翰	25	CMS-FR-892
119	高解析度橢圓偏光儀之驗收報告	20141202	073A30260	中文	非機密	陳國棟	13	CMS-FR-3340
120	FY103 NML 內部稽核綜合報告	20140918	073A30209	中文	非機密	洪辰昀,王品皓	47	CMS-FR-3265
121	參考混合氣濃度穩定度查驗報告 (1 $\mu\text{mol/mol}$ CO/N ₂)	20140918	073A30199	中文	非機密	黃炯坤,林采吟	8	CMS-FR-3263
122	原級標準物質濃度檢驗評估報告 (O ₂ /N ₂)	20140918	073A30177	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,林承翰,林采吟	10	CMS-FR-3260
123	FY99 至 FY102 NML 顧客資料分析	20140526	073A30110	中文	非機密	陳意婷,王品皓,方承彥	49	CMS-FR-3194
124	熱擴散係數與熱傳導係數的量測程序	20140519	073A30107	中文	非機密	葉建志	6	CMS-FR-3190
125	AK-100 菲左(Fizeau)干涉儀表面形狀量測程序	20140421	073A30050	中文	非機密	吳國真	18	CMS-FR-3186
126	熱傳導係數量測程序	20140424	073A30084	中文	非機密	柯心怡	5	CMS-FR-3182
127	XP26003L 天平校正與量測不確定度	20140423	073A30068	中文	非機密	段靜芬,黃炯坤	12	CMS-FR-3179
128	FY102 NML 顧客滿意度調查研究報告	20140418	073A30078	中文	非機密	洪辰昀,方承彥	15	CMS-FR-3178
129	光纖雷射光路與移動軸對準驗證技術報告	20140217	073A30017	中文	非機密	唐忠基	6	CMS-FR-3168
130	伸長計測試程序研究	20140120	073A30012	中文	非機密	陳秋賢,段靜芬	13	CMS-FR-3159

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
131	奈米拉伸機械性質量測程序	20141224	073A02412	中文	非機密	吳忠霖	14	CMS-FR-2578
132	混合氣驗證參考物質生產作業指引	20140919	073A02398	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟	14	CMS-FR-2568
133	原級標準物質濃度檢驗評估報告(CO/N ₂)	20140918	073994192	中文	非機密	林采吟,鄭瑞翔,黃?坤	14	CMS-FR-2338
134	原級標準物質濃度檢驗評估報告(CO ₂ /N ₂)	20140918	073994157	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,林采吟	14	CMS-FR-2335
135	流量量測系統稱重平台校正與不確定度評估程序	20140701	073960107	中文	非機密	郭景宜	20	CMS-FR-1742
136	酒精氣體鋼瓶濃度驗證實驗室間比對 (ILC2013-KI01) 報告	20140730	073A30155	中文	非機密	呂錦華,洪辰昀,方承彥	23	CMS-COMP-072

(2).產業計量技術發展分項：計 21 份(ICT 1 份、MSVP 2 份、技術報告 18 份)

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
1	鋼瓶混合氣體濃度估算評估報告-秤重法	20140909	073990977	中文	非機密	鄭瑞翔	15	CMS-MSVP-344
2	鋼瓶氣體充填質量量測系統評估報告-秤重法	20140909	073972298	中文	非機密	鄭瑞翔	27	CMS-MSVP-343
3	鋼瓶氣體充填質量與混合氣濃度校正程序-秤重法	20140909	073971410	中文	非機密	鄭瑞翔	27	CMS-ICT-463
4	分包研究計畫期末執行報告_基於薄膜反射及穿透光譜之材料光學參數非線性擬合求解方法	20141223	073A30324	中文	機密	田春林	50	CMS-FR-3372
5	靜態三維尺寸量測技術之量測能力分析	20141218	073A30326	中文	非機密	許博爾,李浩瑋,劉惠中,潘善鵬	17	CMS-FR-3363
6	(2500 ~ 3000) nm 波段光生物安全評估方法	20141217	073A30322	中文	非機密	莊宜蓁,蔡淑妃,劉玟君	14	CMS-FR-3360
7	分包研究計畫期末執行報告_電力監測系	20141210	073A30310	中文	機密	陳南鳴,黃昭榕	62	CMS-FR-3357

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
	統在動態負載之電功率與電能量測前瞻研究							
8	近紅外顯微量測標準方法評估	20141119	073A30285	中文	機密	徐得銘	8	CMS-FR-3324
9	TSV 顯微反射儀量測標準方法評估	20141119	073A30283	中文	機密	徐得銘	8	CMS-FR-3323
10	小型雙超快雷射之快速精密測距技術	20141114	073A30263	中文	機密	劉子安,李浩璋,莊宜蓁,彭錦龍	11	CMS-FR-3320
11	平面磨床工件超精密加工尺寸量測系統設計報告	20141118	073A30277	中文	機密	陳俊賢	5	CMS-FR-3310
12	平面磨床工件尺寸量測能力分析報告	20141118	073A30275	中文	機密	胡振嘉,陳俊賢,藍于澄,劉定坤	19	CMS-FR-3307
13	高溫熱源裝置設計與製作	20141031	073A30246	中文	機密	張威政,王聖涵,蔡淑妃,徐仁輝,鍾宗穎	28	CMS-FR-3289
14	參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 $\mu\text{mol/mol}$ SF ₆ /N ₂)	20140918	073A30167	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟	12	CMS-FR-3256
15	參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 $\mu\text{mol/mol}$ CH ₄ /N ₂)	20140918	073A30166	中文	非機密	黃炯坤,鄭瑞翔,林采吟	11	CMS-FR-3255
16	原級標準物質濃度檢驗評估報告(SF ₆ /N ₂)	20140918	073A30154	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟	11	CMS-FR-3253
17	分包研究計畫期中執行報告--基於薄膜反射及穿透光譜之材料光學參數非線性擬合求解方法	20140829	073A30178	中文	機密	田春林	31	CMS-FR-3240
18	包研究計畫期中執行報告_電力監測系統在動態負載之電功率與電能量測前瞻研究	20140805	073A30160	中文	機密	陳南鳴,黃昭榕	35	CMS-FR-3235
19	參考混合氣濃度穩定度查驗報告(100 $\mu\text{mol/mol}$ CF ₄ /N ₂)	20140918	073A20036	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,林采吟	11	CMS-FR-2943

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
20	原級標準物質濃度檢驗評估報告(CF4/N2)	20140918	073A20034	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,林采吟	11	CMS-FR-2941
21	原級標準物質濃度檢驗評估報告(CH4/N2)	20140918	073990717	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,林采吟	12	CMS-FR-2336

(3).前瞻計量技術研究分項：計 8 份(ICT 0 份、MSVP 0 份、技術報告 8 份)

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
1	微小質量量測技術技術報告-微型懸臂樑品質因子估算	20141023	073A30238	中文	非機密	林彥良,陳生瑞	9	CMS-FR-3282
2	光學干涉系統用於洛氏金剛石壓頭之初步研究	20141106	073A30245	中文	機密	倪懿池,潘小晞	8	CMS-FR-3295
3	霧化器模組改良測試	20141119	073A30241	中文	非機密	林彥良,陳國棟,余大昌,何信佳	11	CMS-FR-3325
4	第二型氣膠噴嘴之氣膠傳輸效率量測研究	20141202	073A30281	中文	非機密	余大昌	12	CMS-FR-3339
5	氣膠噴嘴傳輸效率量測系統原理	20141202	073A30282	中文	非機密	余大昌	8	CMS-FR-3338
6	熱電薄膜測試試片的設計與量測	20141204	073A30298	中文	非機密	葉建志,柯心怡	9	CMS-FR-3342
7	原子力顯微鏡懸臂樑探針勁度校正方法	20141126	073A30273	中文	非機密	吳忠霖,何柏青,吳國真	12	CMS-FR-3329
8	雙光柵貼合結構之穿透式小角度 X 光散射強度量測與分析	20141028	073A30233	中文	機密	陳延松,簡筠珊,傅尉恩,Wen-Li Wu	8	CMS-FR-3287

(4).法定計量技術發展分項：

項次	名稱	產出日期	資料編號	語言	機密等級	作者	頁數	輔助編號
1	FY103 法定計量分項水量計期末研究報告	20141231	073A30302	中文	非機密	林彥良,陳生瑞	32	CMS-FR-3390
2	FY103 法定計量分項噪音計期末研究報告	20141231	073A30353	中文	非機密	倪懿池,潘小晞	43	CMS-FR-3391

附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
壹、研討會					
1	2014 計量技術人員訓練研討會(衡器班)-台南班	103.03.11-103.03.11	台南	25	77
2	2014 計量技術人員訓練研討會(衡器班)-高雄班	103.03.11-103.03.11	高雄	20	37
3	2014 計量技術人員訓練研討會(衡器班)-台中班	103.03.10-103.03.10	台中	28	51
4	尺寸精密量測技術研討會-基礎班	103.03.25-103.03.26	台中	11	15
5	氣體濃度驗證與計量追溯研討會	103.04.24-103.04.24	新竹	19	24
6	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－統計先修	103.05.06-103.05.06	新竹	10	12
7	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－基礎班	103.05.07-103.05.08	新竹	12	17
8	環境噪音與振動量測技術研討會	103.05.15-103.05.15	新竹	12	21
9	儀器校正與管理研討會	103.07.09-103.07.09	新竹	30	39
10	2014 計量技術人員訓練研討會(衡器班)-桃園班	103.07.24-103.07.24	桃園	25	44
11	光量量測技術研討會	103.08.28-103.08.28	新竹	16	24
12	污廢水流量量測研習班	103.10.02-103.10.02	新竹	12	28
13	520 世界計量趨勢研討會(免費)	103.05.19-103.05.19	台北	50	130
小計				270	519
貳、技術推廣說明會					
1	流感防疫之溫度量測技術說明會	103.04.22-103.04.22	新竹	27	64

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
2	民生照明量測技術成果發表會	103.06.30-103.06.30	新竹	40	61
3	測繪儀器檢校論壇	103.07.31-103.07.31	台南	39	101
4	工具機組裝檢測與精密零件自動量測技術研討會	103.08.12-103.08.12	台中	43	89
5	電性量測與電磁波檢測技術成果發表會	103.08.13-103.08.13	台北	47	74
小計				196	389
參、計量人員訓練課程					
1	103 年計量技術人員教學觀摩(一)	103.10.29-103.10.29	新竹	13	19
2	103 年計量技術人員教學觀摩(二)	103.11.26-103.11.26	新竹	25	37
小計				38	56
總計				504	964

附件九、研究成果統計表

成果 項目	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉 或專利應用		技術服務		研討會		
	獲證	申請		期刊	研討會	技術	調查	訓練	產品	製程	應用軟體	技術		項數	廠家	項數	廠家	場次	人數	日數
標準維持與國際等同	8	0		22	42	136		37						21	15			20	729	22
產業計量技術發展	0	0		16	14	21		4												
前瞻計量技術研究	0	3		8	9	8		2												
法定計量技術發展				1	1	2		0												
小計	8	3		47	66	167		43						21	15			20	964	22
合計	11		-	113		210			-				-	-		-		-		

註：(1) 技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

(2) 專利權及著作權項數以當年度核准項目為主，若為申請中案件則於次年度中列報。

(3) 研討會含在職訓練、成果發表會、說明會、論壇。

附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表

單位：元

項次	領域別	校正數量(件)	校正服務金額
1	聲 量 A	282	1,565,300
2	磁 量 B	252	1,569,950
3	化 學 C	167	615,200
4	長 度 D	787	8,836,700
5	電 量 E	1058	8,195,250
6	流 量 F	429	6,521,080
7	濕 度 H	97	737,800
8	真 空 L	80	473,000
9	質 量 M	60	244,000
10	力 量 N	282	2,129,500
11	光 量 O	418	2,996,600
12	壓 力 P	191	1,474,800
13	溫 度 T	165	1,476,500
14	微 波 U	126	1,865,300
15	振 動 V	152	871,750
小 計		4,546 (含自校件 550 件)	39,572,730 (不含含標檢局免 收費校正 2,194,800 元，及自校免收費)

說明：

- 1.本表資料來源是校正服務管理系統，該系統所列示金額為完成校正，認列為結案之服務金額，該數值不含括標檢局免收費校正 154 件(免收費 2,194,800 元)。
- 2.第 11 頁歲入繳庫 40,054,610 元，為出具校正報告，且廠商繳費後開立國庫收據，繳交入庫之金額，計算的時間基準有所不同。
- 3.本表校正服務金額主要目的在供了解各領域之執行情形。

附件十一、產業分項、前瞻分項及法定分項之全年度目標

產業分項

➤ 三維尺寸量測系統與技術

	103 年度目標	104 年度目標	105 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> 靜態三維尺寸量測技術，量測範圍： 1 m × 1 m × 0.5 m 量測解析度：0.1 μm 自動追蹤雷射絕對測距技術 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 雙軸旋轉追蹤機構： 水平旋轉軸旋轉角度 0°~180°，俯仰旋轉軸旋轉角度(+60°)~(-10°)。 ✓ 雙光梳絕對測距： 量測不確定度：$1 \times 10^{-6} \times L$。 雙光梳絕對測距： 窄線寬光梳技術： 線寬 < 2 kHz 平面磨床工件尺寸量測技術 工件量測面積： (1 × 1) mm² ~ (4 × 4) mm² 量測解析度：0.1 μm 量測重複性：小於±1 μm 	<ul style="list-style-type: none"> CMM 校正系統： 量測不確定度： $0.4 \mu\text{m} + 0.7 \times 10^{-6} \times L$ 自動追蹤雷射絕對測距技術 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 雙軸旋轉追蹤機構： 旋轉軸旋轉徑向誤差小於 5 μm，軸向誤差小於 2 μm。 ✓ 雙光梳絕對測距-量測不確定度：$0.3 \times 10^{-6} \times L$。 線上音頻、振動量測技術開發： In-situ 動態旋轉軸偏擺量測技術:徑向誤差量測不確定度 ≤ 3 μm，軸向誤差量測不確定度 ≤ 2 μm。 	<ul style="list-style-type: none"> 三維標準件校正技術，量測範圍：0.4 m × 0.3 m × 0.1 m，量測不確定度： $1.0 \mu\text{m} + 1.5 \times 10^{-6} \times L$ 自動追蹤雷射絕對測距技術 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 建立自動追蹤雷射絕對測距技術： 解析度：0.1 μm，不確定度：$1 \times 10^{-6} \times L$。 ✓ 雙光梳絕對測距-窄線寬光梳技術： 線寬 < 2 kHz，量測不確定度：$0.1 \times 10^{-6} \times L$。 線上音頻、振動量測技術開發： In-situ 加工顫振檢測： 顫振位移解析量：8 μm，最大位移量：8 μm 頻率：50 Hz~7 kHz
年度	103 年度	104 年度	105 年度
	關 鍵 技 術		
	<ul style="list-style-type: none"> 靜態三維尺寸量測技術 雷射線寬壓縮技術 In-situ 計量檢測技術(2D) 	<ul style="list-style-type: none"> CMM 校正技術 高精度雷射絕對測距技術(相位量測) 光路平移補償機構 加工條件音頻、振動量測擷取技術 	<ul style="list-style-type: none"> 三維標準件校正技術 自動追蹤雷射絕對測距技術 In-situ 計量檢測技術(3D) 整合性訊號模組開發
	重 要 產 出		
	<ul style="list-style-type: none"> 靜態三維尺寸量測技術報告 雷射絕對測距技術之技術報告 平面磨床 In-situ 量測技術報告 	<ul style="list-style-type: none"> CMM 校正之 ICT、MSVP 雷射絕對測距技術之技術報告或論文 光路平移量測與補償之技術報告或論文 旋轉軸旋轉精度技術開發技術報告 	<ul style="list-style-type: none"> 三維標準件校正技術之 ICT、MSVP 自動追蹤雷射絕對測距技術之技術報告或論文 Comb Tracer CNC 加工機 3D 工件外型量測技術報告 線上加工顫振監測報告

➤ 電力計量標準系統

技術指標或系統規格	103 年度目標	104 年度目標
	<ul style="list-style-type: none"> ● 單相交流電力量測系統 - 擴建範圍 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1.0、(0.5、0.866、0.0) Lead/Lag 量測不確定度： 單相交流有效電力(基波)： 100 μW(h)/VA(h) 單相交流無效電力(基波)： 100 μvar(h)/VA(h) ● 單相交流電力量測系統 - 新擴建參數 <p>(1)電壓/電流諧波</p> <ul style="list-style-type: none"> - 階次：2nd ~ 64th - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A <p>(2)電壓/電流相量</p> <ul style="list-style-type: none"> - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A 	<ul style="list-style-type: none"> ● 三相交流電力量測系統 - 擴建範圍 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1.0、(0.5、0.866、0.0) Lead/Lag 量測不確定度： 三相交流有效電力(基波)： 200 μW(h)/VA(h) 三相交流無效電力(基波)： 200 μvar(h)/VA(h) ● 三相交流電力量測系統 - 新擴建參數 <p>(1)電壓/電流諧波</p> <ul style="list-style-type: none"> - 階次：2nd ~ 64th - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A <p>(2)電壓/電流相量</p> <ul style="list-style-type: none"> - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A
年度	103 年度	104 年度
	關 鍵	技 術
	<ul style="list-style-type: none"> ● 交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術 ● 單相交流有效/無效電功率量測技術 ● 單相交流有效/無效電能量測技術 ● 單相電壓/電流諧波量測技術 ● 單相電壓/電流相量量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 三相交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術 ● 三相交流有效/無效電功率量測技術 ● 三相交流有效/無效電能量測技術 ● 三相電壓/電流諧波量測技術 ● 三相電壓/電流相量量測技術
	重 要	產 出
	<ul style="list-style-type: none"> ● 擴建單相交流電功率/電能量測系統 ● 提供單相交流有效電力、單相交流無效電力、單相電壓/電流諧波等參數的校正服務、單相電壓/電流相量檢測服務 ● 單相交流電功率 ICT/MSVP、單相交流電能量測系統 ICT/MSVP 	<ul style="list-style-type: none"> ● 擴建三相交流電功率/電能量測系統 ● 提供三相交流有效電力、三相交流無效電力、三相電壓/電流諧波等參數的校正服務、三相電壓/電流相量檢測服務 ● 三相交流電功率 ICT/MSVP、三相交流電能量測系統 ICT/MSVP

➤ 半導體多維參數量測標準技術

		103 年度目標	104 年度目標	105 年度目標
技術指標或系統規格	年度	<ul style="list-style-type: none"> •3D 鍵合疊對量測標準技術建立 疊對量測標準方法評估 疊對量測不確定度：$\leq 0.5 \mu\text{m}$ @圖案尺寸 100 μm •矽通孔深度量測標準技術建立 矽通孔量測標準方法評估 孔深量測範圍：5 μm 至 100 μm 孔深量測不確定度：$\leq 0.5 \mu\text{m}$ @孔深 100 μm 	<ul style="list-style-type: none"> •高深寬比 TSV 量測標準技術建立 孔深寬比 $\geq 10:1$ @孔徑 5 μm 孔深量測不確定度：$\leq 0.5 \mu\text{m}$ •μ-BGA 形貌量測標準技術建立 球體直徑：250 μm 直徑量測不確定度：$\leq 2.0 \mu\text{m}$ 高度量測不確定度：$\leq 2.5 \mu\text{m}$ 	<ul style="list-style-type: none"> •陣列圖案 TSV 量測標準技術建立 孔徑線寬比 (Line/Space Ratio)：≥ 1.0 孔深量測不確定度：$\leq 0.5 \mu\text{m}$ •μ-Bump 形貌量測標準技術建立 球體直徑：20 μm 直徑量測不確定度：$\leq 0.2 \mu\text{m}$ 高度量測不確定度：$\leq 0.3 \mu\text{m}$
		103 年度	104 年度	105 年度
關 鍵 技 術				
		<ul style="list-style-type: none"> •近紅外顯微量測標準技術 •3D 立體堆疊矽晶圓參考標準件製作技術 •光譜反射量測標準技術 •高深寬比 TSV 參考標準件製作技術 	<ul style="list-style-type: none"> •高空間解析度及 Low NA 光譜反射量測標準技術 •疊紋量測標準技術 •參考標準件設計製作技術 	<ul style="list-style-type: none"> •陣列式 TSV 量測標準技術 •陣列式 TSV 參考標準件製作技術 •μ-Bump 參考標準件製作技術
重 要 產 出				
		<ul style="list-style-type: none"> •近紅外顯微量測系統 •3D 立體堆疊矽晶圓參考標準件 •顯微式光譜反射量測系統 •高深寬比 TSV 參考標準件 	<ul style="list-style-type: none"> •高深寬比 TSV 量測系統 •小孔徑高深寬比 TSV 參考標準件 •μ-BGA 形貌量測系統 •μ-BGA 參考標準件 	<ul style="list-style-type: none"> •陣列式 TSV 量測系統 •陣列式 TSV 參考標準件 •μ-Bump 形貌量測系統 •μ-Bump 參考標準件

前瞻計量分項

103 年度目標	104 年度目標	105 年度目標
<ul style="list-style-type: none"> • 微粒材料量測技術研究 <ul style="list-style-type: none"> - 完成微型力學共振器設計與製作，共振器等效質量$\leq 10^{-9}$ g - 完成微型光學共振腔設計 - 完成高效率氣膠聚焦噴嘴設計 - 完成量測腔設計及傳輸效率分析與量測 • 前瞻材料探針量測技術 <ul style="list-style-type: none"> - 設計 ZT 量測元件(Test Pattern)結構，感溫測線(靈敏度：0.1 °C)、加熱線(~ 20 mW) - 製作 ZT 量測元件(Test Pattern)：薄膜厚度 (D: 10 nm ~ 100 μm) - 原子力顯微鏡探針懸臂樑剛性校正(0.2 N/m ~ 20 N/m) - 奈米顆粒彈性模數量測技術(奈米顆粒尺寸為 30 nm 至 100 nm) - 單/多層薄膜結構數學模型建構 - 單/多層薄膜結構之 tSAXS 量測結果分析 	<ul style="list-style-type: none"> • 精進奈米技術計量標準 <ul style="list-style-type: none"> - 完成擴建標準粒子計數器之偵測效率量測能力至 1 cm^{-3}，量測不確定度小於等於 5 % • 高靈敏質量偵測量測技術 <ul style="list-style-type: none"> - 完成光學干涉式共振頻率量測系統，震盪器 Q 值≥ 2000 - 完成光學計數器微型光學共振腔模組，並整合於微型力學共振器 - 完成沉積微奈米顆粒於微型力學共振器 cantilever 表面(粒徑由 200 nm ~ 700 nm) • 光通訊頻率標準技術研究 <ul style="list-style-type: none"> - 環形共振腔微型化(直徑< 1 mm) - 多波長光梳間距：100 GHz - 多波長光梳> 8 個 	<ul style="list-style-type: none"> • 高靈敏質量偵測量測技術 <ul style="list-style-type: none"> - 完成微質量量測實驗，質量量測解析度$\leq 10^{-12}$ g - 完成沉積微奈米顆粒之微型力學共振器(沉積數量正確性$\leq \pm 5$ %) - 完成溶液中顆粒計數器，顆粒尺寸小於 50 nm • 光通訊頻率標準技術研究 <ul style="list-style-type: none"> - 共振腔重複率變化量< 10 GHz - 光梳穩頻偏差< 10 GHz - 單根光梳功率> 0.5 mW
103 年度	104 年度	105 年度
關 鍵 技 術		
<ul style="list-style-type: none"> • 微機電製程技術、鍍膜技術 • 機構設計與力學分析 • 高效率氣膠聚焦噴嘴設計技術 • 量測腔流場分析設計技術 • 量測腔傳輸效率分析技術 • 薄膜熱電材料元件結構設計 • 薄膜導電度探針量測技術 • 奈米顆粒表面接觸變形模型 • 懸臂樑校正技術 • 元件平台製作技術 • 壓電致動技術 • tSAXS 理論模型之建立 	<ul style="list-style-type: none"> • 微型光學共振腔製作技術 • 光學共振腔測長與頻率量測技術 • 微型光學共振腔計數器技術 • 微奈米顆粒於微型力學共振器 cantilever 表面之沉積技術 • 氣相奈米粒子濃度量測技術 • 標準粒子計數器偵測效率量測技術 • 低濃度奈米粒子量測技術 • 雷射加工石英環形腔技術 • 雷射耦合環形腔產生光梳之技術 • 錐形光纖製作技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 微奈米顆粒取樣與沉積 • 微質量量測技術 • 沉積正確數量之微奈米顆粒之微型力學共振器技術 • 雷射溫控技術 • 共振腔穩頻技術 • 雷射穩頻技術 • 鎖模光纖雷射與光纖放大器製作技術
重 要 產 出		
<ul style="list-style-type: none"> • 微型力學振盪器設計與製作技術 • 微型光學共振腔測長設計技術 • 高效率氣膠聚焦噴嘴設計報告 • 量測腔之傳輸效率分析與量測報告 • 奈米顆粒力學分析量測技術單層薄膜結構之 tSAXS 分析技術 • 薄膜熱電 ZT 量測元件技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 微型光學共振腔測長技術 • 微型光學共振腔計數器技術報告 • 微奈米顆粒於於微型力學共振器 cantilever 表面之沉積技術報告 • 低濃度氣膠量測系統 • 稀釋比例調整與偵測效率評估報告 • 高介電/金屬閘極奈米多層薄膜厚度參考標準物質製備 • 微型化環形共振腔技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 皮克質量量測技術 • 沉積正確數量之微奈米顆粒之微型力學共振器製作技術報告 • 高穩定性高功率之光梳(單根光梳功率> 0.5 mW，飄移量< 10 GHz)

技術指標或系統規格

年度

法定計量分項

分項計畫	年度 進度	102		103		104		105	
		上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年
法定計量技術發展 分項		新版水量計型式認證 加測項目能量擴充				新版 CNPA 49 施行細則與整 體能量評估		LNG 加氣機檢定 檢查技術規範研究 與草擬	
		噪音計檢定檢查 技術規範草案修訂				OIML R137 與 R31 氣量規範 差異研究		變頻測速雷達法規 與技術研究	
						新版非自動衡器型式認證規範 (CNPA 76)研究與修訂			
								超音波氣量計檢定 技術研究	

審 查 意 見 表

計畫名稱：國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫（2/4）

103 年度 細部計畫審查 期中報告 期末報告

建 議 事 項	說 明
A 委員	
<p>1.宜考慮增聘副研究員級以上之研究人員，以強化研究能量。</p> <p>說明：實際參與計畫之人年數低於預計人年數一成以上。</p>	<p>感謝委員的指導與建議，第一版結案報告依合約須於 103 年 12 月 10 日前送交主管機關，故相關量化統計數值統計至 11 月 30 日，至 12 月 31 日計畫結案，人力執行達 91.25 人年（達成率 96.3%），配合工研院人力聘用，以碩士學歷以上為原則，亦即是副研究員以上研究人力，強化研究能量，修改如執行報告書第 9 頁。</p>
<p>2.宜再加強國際技術活動之參與。</p> <p>說明：我國的國際活動空間受限於非聯合國會員而無法正式參與許多重要國際會議，但以我國的科技實力，應該有可能參與更多的技術活動；例如 SI 新的 kg 標準的定義工作。</p>	<p>感謝委員的指導與建議，我國繼 2002 年突破政治干擾加入國際度量衡大會(CGPM) 之仲會員及簽署 CIPM MRA，2012 年以仲會員身份獲通過得以參加 CC(技術委員會)所有之活動，包括年度 CC 會議、比對、CC Workshop 及可競選 Working Group 之主席。2014 年度更成功申請成為 CCPR 正式觀察員，並積極主導 3 項 APMP 技術活動 (APMP INITIATIVE PROJECT-分光輻射通量比對研究、穿透霧度研究比對及溫室氣體排放流量量測技術研究)，藉以展現我國之技術研發實力與增加能見度。「SI 新的 kg 標準的定義工作」為國際重要技術發展工作，因其投入成本過大，為大國展現其經濟及技術能力之舞台，NML 將透過參與相關活動，掌握其發展進度，適時與國際接軌。</p>
<p>3.用於客戶服務之部分校正系統其校正範圍仍未能滿足需求，宜再繼續加強。</p> <p>說明：例如水流量校正系統、油流量校正系統、線刻度系統...</p>	<p>感謝委員建議，滿足國內產業校正需求，為 NML 主要任務也是持續努力之目標。受限於經費及場地限制，部分能量無法直接提供，改採協助其建置能量或以間接方式完成追溯。以大水流量校正系統為例，於改良後所增設之定水頭槽高度只能達 15 米，係受限於實驗室建築物原有高度，而無法達 35 米之產</p>

建議事項	說明
	業需求，但除了 300 mm 以上的大口徑流量計之外，國內多數工業製程所使用之流量計皆已提供校正服務。對於大口徑流量計之校正，NML 囿於實驗室場地和經費的限制，目前係以協助國內二級實驗室建置大流量校正設備為考量；油流量校正系統亦受限於實驗室場地和空間，無法提供大油流量之校正追溯服務。對於公平交易與中小企業用油量計，一般均為中小流量，此部分 NML 可以滿足業界需求。大油流量計的需求，為油公司內部傳輸管理用錶，油公司(中油與台塑)均有自建大油流量校正系統，並使用中流量的標準油量計以 2 台以上並聯使用，追溯至 NML。線刻度系統已符合大部分產業之校正需求，因少數標準尺含有基座，導致系統改良前僅能提供厚度 1 公分以內之標準尺校正，103 年設備汰舊換新時，除考量降低系統之不確定度外，亦將標準尺厚度一併考量，使國內廠商的校正追溯更趨健全與完善。
4.報告書中有誤植之處，宜予訂正。 說明：例如 P.149 倒數第 5 行圖 2-2-8(b)應為圖 2-2-9(b)，P.149 倒數第 3 行，35MHz 之 LPF 與圖中 32MHz LPF 不符，P.150 500ms 的數據點應為 50ms 的數據點。	感謝委員提醒，文中誤植處業已於新版執行報告中訂正，期委員能持續予以指正，修改如執行報告書第 149、150 頁。
B 委員	
1.本年度計畫旨在建立與維持國家級量測標準之國際等同性，進行實驗室品質管理與儀器系統改良，提供產官學各單位一級校正服務，推廣服務能量與技術等，此外亦完成數項專業計量技術與量測系統之評估、開發與測試等。上述工作內容皆符合計畫目標，並有助於提升國家整體科技水準，值得肯定。	感謝委員的支持與肯定。
2.計畫執行進度部分—含國際比對與參與、品質管理與審核、系統維護與校正、產業服務與業務推廣、以及包含產業應用性或具前瞻性之計量技術及量測系統之發展等，皆如期達成設定	感謝委員的支持與肯定。

建議事項	說明
目標，且部分項目之成果數超出預期，顯現該計畫團隊之執行能力甚佳。	
3.本年度在人力運用與經費運用兩方面多數與原訂規劃一致；然而機械設備支出之實際執行數較預算數少許多，應就此提出說明並納入未來經費規劃考量。	第一版結案報告依合約須於 103 年 12 月 10 日前送交主管機關，故相關量化統計數值統計至 11 月 30 日，至 12 月 31 日計畫結案，資本門動支約 99.8%，結餘款將辦理繳回，修改如執行報告書第 9、10 頁。
4.本年度歲入繳庫情形部分，有設定預期目標者其實際繳庫數皆較預算數為少，雖在報告書中有作說明，但仍應深入檢討近年來之歲入趨勢並提出將來執行時之改善方式。	感謝委員提醒，第一版執行報告資料結截止日為到 103.11.30，至 103.12.31 繳庫數為 43,620,340 元(含「收回以前年度歲出」該項歲入 1,003 元)。附件為歷年繳庫目標與執行情形，資料書刊費及教育學術服務，因計量技術涉及領域、產業層面廣泛，但特定客戶群有限，成長實為有限；校正服務費近年維持在 4,000~4,200 萬之際，依歲入要求只增不減，然就追溯體系實驗室分級分層負責而論，國家標準實驗室實也不宜無限增加目標數；本計畫自我期許，著力於研發、建置新標準系統過程所累積之關鍵技術，透過技術作價之衍生方式予以有價化，實質強化對產業技術發展之支援，本年度權利售價部分相較往年有所增長。就歲入各別科目上或許未能達原目標，但整體而言，產業服務繳國庫金額達 4,362 萬(佔總經費 15%)。
5.本年度無重大計畫變更情形，而計畫書所列者皆不影響計畫進行且有相關說明，基本上可接受。	感謝委員的支持與肯定。
C 委員	
1. 本年度計畫執行成果大致達到原訂目標。其中尤以國外論文發表篇數(47 篇)表現最優，績效約達原訂年度目標(27 篇)將近一倍，殊為不易。另外在技術報告撰寫篇數，國內追溯件數，以及專利技術運用推廣收入方面，亦已超過年度目標，值得肯定。	至 103.12.31 日止國外論文發表篇數(52 篇)技術報告(167 份)，感謝委員的肯定，將持續努力。
2. 本年度共參與 12 項國際比對，並主導一項，另外執行 16 項國際追溯，成果良好，顯示	感謝委員建議，參與國際比對為 NML 與國際接軌之重要工作，亦積極參與各項國際比對

建 議 事 項	說 明
<p>NML 的計量標準與國際等同，積極與國際接軌的作為。惟期末報告中僅附上環規與塞規，多頻聲音校正器，以及轉子式流量計的國外比對結果，建議本實驗室對於所維持的 15 個領域，120 套量測系統均能逐步與國際上其他實驗室量測結果進行類似比對，以了解 NML 相同領域與量測系統測量精度 (Precision) 與準度 (Accuracy) 的國際差異性。</p>	<p>活動。年度期末報告之國際比對結果係以當年完成登錄於 BIPM KCDB 資料庫之項目，呈現參與之結果。量測系統參與之國際比對以關鍵比對為主，並透過每 5 年國外技術專家之同儕評鑑，確保量測系統之技術能力，維持 NML 能量於 BIPM KCDB 資料庫登錄之有效性。另系統汰換改良或新建完成後，會與國際其他實驗室進行比對，以了解量測系統與國際之差異。</p>
<p>3. 本年度發表期刊論文 47 篇，其中 SCI 期刊論文 14 篇，比去(102)年的 39/14 篇，前(101)年的 26/8，以及 100 年的 35/14 篇有穩定成長，表現甚佳。另外本年度專利技術授權繳庫經費約 196 萬元，比去(102)年的 150 萬元，前(101)年的 50 萬元，100 年的 34 餘萬元，有顯著提升，績效優異，值得肯定。</p>	<p>感謝委員的肯定，將持續努力。</p>
<p>4. 本年度有 7 項專利獲證，與去年相比增加一項，且有 3 件專利提出申請，為三年內首度有新專利提出，顯示 NML 前瞻技量研究績效有顯著進步，表現優異。</p>	<p>感謝委員的肯定，將持續努力。</p>
<p>5. 本年度 NML 服務滿意度調查結果顯示，客戶對於 NML 服務滿意度逐年提高，去(103)年 NML 客戶服務滿意度更高達 9.1，值得肯定。惟僅針對校正服務客戶提供滿意度調查表，且回收問卷僅 112 份，遠比 NML 今年度的校正數量(4,230 次)要少的多，建議擴大客戶問卷調查範圍，以更全面了解 NML 的整體服務滿意度，作為未來提升服務品質的參據。</p>	<p>103 年度 NML 顧客滿意度調查因應經濟部標準檢驗局之要求，由原每年度抽樣調查方式修改為隨每份校正報告發送顧客意見調查表，調查時間自 103 年 7 月 1 日起始，截至 12 月 31 日，發放問卷 2058 張，回收問卷共計 167 張。另顧客(如二級校正實驗室)會有一次送多個校正件的狀況，因而反應隨每份報告附上滿意度問卷有重複填寫的困擾，NML 將再視明年度問卷回收情況，討論是否調整問卷發放方式。</p>
<p>D 委員</p>	
<p>1. 本計畫有 4 分項計畫：標準維持與服務(58 人年)，產業計量技術發展(13 人年)，前瞻計量技術研究(8 人年)，與法定計量技術發展(2 人年)。執行內容與成果大致與規劃相同；請說明各分項經費分配情形，以更清楚了解各</p>	<p>感謝委員建議，說明如下；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 標準維持與服務：實際數 204,057 千元，實際人年 64.74 人年。 2. 產業計量技術發展：實際數 54,380 千元，實際人年 15.01 人年。

建議事項	說明
分項比重。	<p>3. 前瞻計量技術研究：實際數 28,600 千元，實際人年 9.20 人年。</p> <p>4. 法定計量技術發展：實際數 7,614 千元，實際人年 2.30 人年。</p>
<p>2. 在標準維持與服務分項，在系統維持與產業服務上，有 15 領域 120 套系統運轉，提供 1700 家廠商服務，在量化成果上有不錯的成績。請提供各項在最近 5 年量化數據，以了解其發展與趨勢；其中老舊系統汰換與精進工作如何？由滿意度調查中了解有某些系統較熱門，以致預約期太長，請說明。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員提醒，依合約規定，於年度結束後於第二版結案報告需附上 120 套系統之「103 年度系統整合資料」及「NML 量測標準系統能量與校正服務」，內含近五年之校正量與檢討說明，如執行報告書第 339~415 頁。 • 本期程(102~105 年度)將聚焦長度、電量、光量、流量…領域，進行策略性汰換與精進，期程逐步完成 88 套中 25%(共 22 套)汰換任務(優先鎖定服務需求、追溯位階較高之影響性較大標準系統)，目前已完成 8 套系統設備汰換。期望政府能持續支持與挹注經費，使 NML 能穩定維持系統的服務品質與準確性，達成國際等同、能力比對及相互認可，以維繫國家民生福祉及產業競爭力之政策使命。 • 經分析 NML 提供之服務項目中，預約期長者集中在產業校正需求大之系統，或者校正時間較長之系統。NML 自建立以來，建置的系統均只有一套，無法及時疏解校正量，將再與客戶洽商作適當的排程處理。
<p>3. 產業計量技術發展分項:在報告中，請加入在本計畫之各年目標，以有效管理技術發展及未來應用廠商與時程之關係。</p>	<p>感謝委員對本計畫之提點，本計畫遵循主管機關與委員之審核結論，各年度目標詳列於計畫書，並逐年依此做為執行與查核之依據。將參照委員指示，將原列於計畫書各年度目標之資料，如執行報告書第 327~331 頁。</p>
<p>4. 前瞻計量技術研究分項:因其為前瞻計量，請加入國際技術比較，以了解未來發展可能目標(並非要作到國際頂尖)。</p>	<p>前瞻分項中，是以建立新量測能量或是國際領先量測技術為主。以三個例子做說明:在微小質量與微粒計數之量測技術上，目前國際上質量校正與量測仍在μ-gram 到 nano-gram 等級(在空氣或真空環境下)，因此本計畫目標則設定在 nano-gram 到 pico-gram 等級，以符</p>

建議事項	說明														
	<p>合現在 PM2.5、未來 PM1.0 即時量測之需求。在探針量測技術中，國際上已有參考懸臂樑，提供懸臂樑勁度量測，本計畫則進一步，將其應用於 AFM 探針勁度校正，提供相對不確定度。並以 AFM 探針勁度量測技術與 NIST、NMIJ 等國家實驗室，進行 60 nm 的奈米粒子變形量的前瞻研究。第三個例子即是 FinFET 結構之穿透式小角度 X 光散射量測技術，目前理論研究仍以 NIST 的 3D FinFET (20 奈米製程)量測為領先。本計畫則透過與產業合作，以 16 奈米製程所需之量測參數與限制，建立量測模型及模擬產生之 database，縮短量測時間。</p>														
<p>5. 法定計量技術發展:也是建議應在各項加入各年目標，以有效管理技術發展及未來應用執行與時程之關係。</p>	<p>將參照委員指示，將原列於計畫書各年度目標之資料，如執行報告書第 327~331 頁。</p>														
<p>E 委員</p>															
<p>1. 期末執行完畢時，應將相關執行指標更新到 103 年底，如 P.9 之執行人力投入等。</p>	<p>執行報告相關績效數字將更新到 103.12.31 之資料並依委員意見更新，修改如執行報告書第 9、49、325 頁等。</p>														
<p>2. 計畫執行中「標準維持與國際等同分項」之 KPI 查核點，可多考量將 KPI 分散到各月份，避免集中於年底(P.13)</p>	<p>感謝委員建議，以國際比對為例，因傳遞時程常受各國處理流程及量測時程是否如期影響，不易分散至各月份，請諒察。</p>														
<p>3. P.41 之量化成果彙總整理清晰明瞭，可就第二項之「標準系統再改良/再評估」達成 62 項之細節內容以附件方式加以敘明。</p>	<p>感謝委員建議，62 套系統係配合第三者認證進行再評估，並將評估結果呈現於系統之 ICT 及 MSVP 的文件中，62 套明細如下表。</p> <table border="1" data-bbox="906 1487 1230 1722"> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>完成系統套數</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>光量</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>長度</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>電量</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>磁量</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>微波</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>62</td> </tr> </tbody> </table>	領域	完成系統套數	光量	8	長度	23	電量	25	磁量	3	微波	3	合計	62
領域	完成系統套數														
光量	8														
長度	23														
電量	25														
磁量	3														
微波	3														
合計	62														
<p>4. 結案資料整理而言，內容相當詳實，對政府部門要求之工作項目均能配合與完成，值得肯定。</p>	<p>感謝委員的肯定，將持續努力。</p>														

歷年歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	FY99		FY100		FY101		FY102		FY103	
	目標數	繳庫數	目標數	繳庫數	目標數	繳庫數	目標數	繳庫數	目標數	繳庫數
財產收入										
廢舊物資售價	0	102,857	0	35,048	0	96,190	0	0	0	91,260
其他收入										
其他－專戶利息收入	450,000	128,712	200,000	78,796	300,000	70,778	200,000	114,746	200,000	178,334
罰金罰鍰收入	0	857	0	2,589	0	431	0	2,266	0	294,289
罰金罰鍰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
供應收入－資料書刊費	450,000	297,380	300,000	211,380	280,000	237,190	280,000	367,491	280,000	249,320
服務收入－教育學術服務	2,326,000	1,218,800	1,000,000	802,700	1,000,000	654,400	1,000,000	783,600	1,000,000	708,200
審查費（校正服務費）	30,000,000	38,975,840	30,000,000	40,363,400	38,800,000	41,782,835	41,090,000	41,008,545	41,090,000	40,054,610
小 計	33,226,000	40,621,589	31,500,000	41,458,865	40,380,000	42,745,634	42,570,000	42,276,648	42,570,000	41,484,753
權利售價										
專利授權金 ^註		100,000		342,000		500,834		895,613		521,429
權利金								-		
技術授權金		36,687						667,350		1,521,895
小 計		136,678		342,000		500,834		1,562,963		2,043,324
總 計	33,226,000	40,861,133	31,500,000	41,835,913	40,380,000	43,342,658	42,570,000	43,839,611	42,570,000	43,619,337
繳庫數佔預算數		22%		27.1%		28%		21.4%		14.8%

註：

1. 為專利應用簽約並實際收款後之 70% 上繳國庫之金額，102/6/20 重新簽署經濟部標準檢驗局度量衡標準計畫研發成果運用契約書，成果運用收入修訂為 60% 繳庫。
2. 103 年另有「收回以前年度歲出」該項歲入 1,003 元，沒計入在表中。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
1	標準麥克風互換校正系統	A01	1.符合IEC 1094-1 LS1P之1英吋電容式麥克風，校正頻率範圍為20 Hz至10000 Hz。 2.符合IEC 1094-1 LS2aP與LS2F之1/2英吋電容式麥克風，校正頻率範圍為20 Hz至20000 Hz。	0.05 dB ~ 0.11 dB [p=95%,k=2]	訊號產生器，帶通濾波器，量測放大器，切換開關電源供應器，精密衰減器，數位多功能電表，可程式電表，電壓表	83.06.30	v		電容式麥克風	24	5	23	1	19	72	盧奕銘			原級系統，提供A02與A03兩套系統之標準件追溯。
2	標準麥克風比較校正系統	A02	校正頻率在20 Hz至20 kHz 之二分之一英吋(13.2 mm)麥克風	0.08 dB ~ 0.16 dB [p=95%,k=1.98; 2.03]	前置放大器，量測放大器，訊號產生器，差位計，精密衰減器，活塞式校正器，麥克風	81.05.25	v	電容式麥克風，麥克風	89	107	151	132	71	550	盧奕銘				
			本系統可提供校正頻率250 Hz之一英吋(23.77 mm)麥克風及二分之一英吋	一英吋(23.77 mm)麥克風 U=0.08 dB 二分之一英吋(13.2 mm)麥克風 U= 0.08 dB [p=95%,k=1.98; 2.03]															
3	聲音校正器校正系統	A03	聲音校正器(1000 Hz)音壓位準(90~120) dB re 20 µPa，活塞式校正器(250 Hz)音壓位準(90~130) dB re 20 µPa。	0.14 dB [p=95%,k=2.00]	麥克風前置放大器，量測放大器，差位計，精密衰減器，計頻器，活塞式校正器	81.12.07	v	噪音計，音位校正器，活塞式校正器，噪音量測儀	173	180	196	182	192	923	郭淑芬			△	
			1英吋(23.77 mm)或1/2英吋(13.2 mm)之各類聲音校正器(包括活塞式校正器)，音壓位準(90 ~ 130) dB re 20 µPa，頻率範圍為31.5 Hz~16 kHz。	0.08 dB ~ 0.18 dB [p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
3 接上頁	聲音校正器校正系統	A03	活塞式校正器 124 dB , 聲音校正器 (94~114) dB	0.2 dB ~ 0.6 dB[p=95%,k=2.00]	麥克風前置放大器,量測放大器,差位計,精密衰減器,計頻器,活塞式校正器	81.12.07	v		噪音計,音位校正器,活塞式校正器,噪音量測儀	173	180	196	182	192	923	郭淑芬			
4	核磁共振磁通密度量測系統	B01	(0.05~1.5)T	< 1.2E-4 T [p=95%,k=1.98]	頻率計,數位多功能電表	81.12.28	v		磁力計,高斯計,標準參考磁鐵	72	64	83	98	102	419	蕭仁明	◎		
5	磁通量測系統	B02	0.0001 Wb ~ 2 Wb	0.78 mWb 至2.6 mWb [p=95%,k=2]	磁通產生器,多功能數位電表	82.09.15	v		磁通計,探索線圈	4	15	14	10	11	54	蕭仁明	◎		
6	低磁場量測系統	B03	1 mT ~ 50 mT:	0.0061 mT 至 0.19 mT [p=95%,k=2.00]	數位多功能電表,分流電阻器,黑目合茲線圈	82.04.19	v	高斯計,標準參考磁鐵,磁力計	73	76	116	134	139	538	蕭仁明	◎			
			1 μ T 至 1 mT	0.026 μ T 至 3.7 μ T [p=95%,k=1.98]															
			磁場範圍:0.500mG~70.00mG, 頻率範圍:1kHz~400kHz	0.42% [p=95%,k=2.00]															
			磁通密度值(RMS值)範圍: 0.5 μT ~ 50 μT 頻率範圍: 50 Hz ~ 1000 Hz	< 6.6×10 ⁻² μT [p=95%,k=1.98]															
7	黏度計量測系統	C01	1 mPa.s~2×10 ⁵ mPa.s	5×10 ⁻³ mPa.s ~ 1× 10 ³ mPas (組合標準不確定度、不含待校件) [p=95%,k=1.96]	恆溫槽,標準黏度液溫度計	80.06.30	v		旋轉式黏度計	7	12	13	16	13	61	施幼娜			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱						負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度				
8	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	(1)CO : 1000 μmol/mol ~ 200 mmol/mol (2)CO ₂ : 1000 μmol/mol ~ 300 mmol/mol (3)CH ₄ : 1000 μmol/mol ~ 100 mmol/mol (4)C ₃ H ₈ : 1000 μmol/mol ~ 50 mmol/mol	不確定度： 0.2%[p=95%,k=2]	氣相層析儀，質量流量控制器，質量流量表	83.10.26	V	鋼瓶氣體驗證參考物質，具追溯性氣體參考物質	12	9	4	11	10	46	林承翰			本年度擴建
			C ₂ H ₅ OH in Air C ₂ H ₅ OH: 137 C ₂ H ₅ OH in Air C ₂ H ₅ OH: 301 C ₂ H ₅ OH in Air C ₂ H ₅ OH: 547	1.7 μmol/mol 3.2 μmol/mol 4.3 μmol/mol mol/mol[p=95%,k=1.98,2.12,2.02]														
			CO in N ₂ /Air : 10 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol CO ₂ in N ₂ /Air : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol CH ₄ in N ₂ /Air : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ /Air : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol	U _r = 0.6 0.8 0.7 1.1[p=95%,k=2.0]														

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
9	氣體量測系統	C07	0 % ~ 100 %	0.4 % ~ 1.2 % [p=95%,k=2.78]	高精密氣體分析儀、氣體切割器	84.08.10	V	氣體分流器、氣體分析儀，氣體警報器	32	30	42	46	48	198	李嘉真				
			(1)CO/N ₂ : (0.0 to 0.1) mol/mol (2)CO ₂ /N ₂ : (0 to 1) mmol/mol (3)CH ₄ /N ₂ : (0 to 100) %LEL; (0.00 to 0.05) mol/mol (4)C ₃ H ₈ /N ₂ : (0 to 100) %LEL; (0.00 to 0.02) mol/mol	(1)2 μ mol/mol (2)6 μ mol/mol (3)1 %LEL; 0.05 mol/mol (4)0.1 %LEL; 26 μ mol/mol [p=95%, k=2.0]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
10	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	5 L ~ 10 L 鋁製鋼瓶，質量範圍6 kg至12 kg。填充氣體種類為CO，CO ₂ ，CH ₄ ，C ₃ H ₈ ，CF ₄ ，SF ₆ 及N ₂ ，填充氣體質量10 g ~ 1200 g。	最小氣體充填質量10 g；ABA量測模式之標準差小於0.005 g (n=3)； 氣體充填質量之量測不確定度小於0.02 g。 [p=95%,k=2]	氣體填充站，精密天平，平台，Roller	83.10.26	v	原級氣體標準參考物質	27	21	18	27	92	185	鄭瑞翔	◎	△	本年度擴建	
			5 L以及6 L 鋁製鋼瓶，質量範圍7 kg ~ 9 kg。填充氣體種類為CO，CO ₂ ，CH ₄ ，C ₃ H ₈ 及N ₂ ，PSM混合氣體濃度範圍為 a. CO in N ₂ : 1 μmol/mol ~ 100 mmol/mol b. CO ₂ in N ₂ : 100 μmol/mol ~ 160 mmol/mol c. CH ₄ in N ₂ : 100 μmol/mol ~ 100 mmol/mol d. C ₃ H ₈ in N ₂ : 100 μmol/mol ~ 50 mmol/mol e. CF ₄ in N ₂ : 100 μmol/mol ~ 3000 μmol/mol f. SF ₆ in N ₂ : 10 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol。	相對擴充不確定度小於1.5 %。 [p=95%,k=2]															
			1.0 mmol/mol < C _w ≤ 50 mmol/mol 100 μmol/mol ≤ C _w ≤ 1000 μmol/mol	Ur < 0.9 % < 0.9 % [p=95%,k=2]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否												
10 接上頁	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	1.0 mmol/mol < Cw ≤ 100 mmol/mol	U _r < 0.6 %	氣體填充站，精密天平，平台，Roller	83.10.26	v		原級氣體標準參考物質	27	21	18	27	92	185	鄭瑞翔	◎	△	本年度擴建	
			100 μ mol/mol < Cw ≤ 1000 μ mol/mol	< 0.7 % [p=95%,k=2]																
			8 %mol/mol < Cw ≤ 1.6 %mol/mol	U _r < 0.1 %																
			3 %mol/mol < Cw ≤ 10 %mol/mol	< 0.2 %																
			0.8 %mol/mol < Cw ≤ 5 %mol/mol	< 0.7 %																
			1000 μ mol/mol < Cw ≤ 8000 μ mol/mol	< 0.8 %																
			3 %mol/mol < Cw ≤ 10 %mol/mol	U _r < 0.3 %																
			0.8 %mol/mol < Cw ≤ 3 %mol/mol	< 0.3 %																
			1000 μ mol/mol < Cw ≤ 8000 μ mol/mol	< 0.3 %																
			100 μ mol/mol < Cw ≤ 1000 μ mol/mol	< 0.7 % [p=95%,k=2]																
			NO in N2 : 50 μ mol/mol ~ 2000 μ mol/mol	U _r ≤ 1.5 %																
			SO2 in N2 : 50 μ mol/mol ~ 2000 μ mol/mol	0.9 %																
			O2 in N2 : 1 mmol/mol ~ 14 mmol/mol	1.2 %																
			1 μmol/mol ~ 10 μ mol/mol	2.8 %																
			CH4 in air : 1 mmol/mol ~ 20 mmol/mol	1.0 % [p=95%,k=2]																

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱						負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
11	低碳能源氣體濃度量測系統	C09	CH ₄ (0.1至95) × 10 ⁻² mol/mol C ₂ H ₆ (0.1至10) × 10 ⁻² mol/mol C ₃ H ₈ (0.1至10) × 10 ⁻² mol/mol iso-C ₄ H ₁₀ (0.01至1.0) × 10 ⁻² mol/mol n-C ₄ H ₁₀ (0.01至1.0) × 10 ⁻² mol/mol iso-C ₅ H ₁₂ (0.01至0.3) × 10 ⁻² mol/mol n-C ₅ H ₁₂ (0.01至0.3) × 10 ⁻² mol/mol n-C ₆ H ₁₄ (0.01至0.1) × 10 ⁻² mol/mol N ₂ (0.01至50) × 10 ⁻² mol/mol CO ₂ (0.01至20) × 10 ⁻² mol/mol	0.3 % ~ 1.2 % [p=95%,k=1.96~3.19]	合成天然氣、雙成份氣體 (CH ₄ in N ₂ , C ₃ H ₈ in N ₂ , CO ₂ in N ₂)	102.05.24	v		合成天然氣濃度、雙成份氣體濃度	-	-	-	4	4	8	黃焜坤			
			CO ₂ : (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol CO ₂ : (1.0至16.0) × 10 ⁻² mol/mol CH ₄ : (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol CH ₄ : (1.0至10.0) × 10 ⁻² mol/mol C ₃ H ₈ : (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol C ₃ H ₈ : (1.0至5.0) × 10 ⁻² mol/mol	0.5 % ~ 1.0 % [p=95%,k=2]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
12	塊規比較校正系統	D01	0.5 mm~100 mm 等級為00級、K級、0級之公制矩形塊規	鋼質 [(31)2+(0.5L)2]0.5 nm 陶瓷 [(31)2+(0.5L)2]0.5 nm 碳化鉻 [(31)2+(0.8L)2]0.5 nm 碳化鎢 [(32)2+(1.9L)2]0.5 nm L為以mm為單位之塊規標稱長度值。 [p=95%,k=1.98]	塊規比測儀， 塊規	76.04.26	v		塊規	23	23	19	24	19	108	張明偉	◎		
13	塊規干涉校正系統	D02	0.5 mm~100 mm K級(含)以上公制鋼質矩形塊規	[(19)2+(0.66L)2]0.5 nm，L為以mm為單位之塊規標稱長度值 [p=95%,k=2.09]	塊規干涉儀， 塊規	82.07.20	v		塊規	0	3	0	2	3	8	張國明	◎		原級系統，提供D01系統與D23系統兩套系統之標準件追溯。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
14	端點尺寸量測系統	D03	1 mm ~ 200 mm	0.13 μm 0.14 μm 0.16 μm 0.17 μm 0.21 μm 0.24 μm 0.31 μm 0.38 μm 0.45 μm [p=95%,k=1.98]	萬能量測儀,長塊規,環規	76.4.22	v		長塊規,塞規,環規	18	18	12	32	11	91	金瑞熙	◎	△	102年因軍方客戶週期性校正需求校正量增加,目前校正服務情形尚屬合理範圍。
			1 mm ~ 20 mm	$[(0.013 D) 2 + (0.12) 2 + (2.26 S / 6^{*} 0.5) 2] 0.5$ (μm), D:以mm為單位的針規直徑數值, S:以μm為單位計算求得的量測值標準差。 [p=95%,k=2.26]															
			20 mm ~ 100 mm	$2[(0.088)^2 + (1.36 E - 3 L)^2]^{0.5}$ μm l為塞規外徑尺寸,單位為mm [p=95%,k=2.00]															
15	線刻度校正系統	D05	(0.01~1000) mm之0級以下金屬製及玻璃製或確定熱膨脹係數之無刮痕並可以影像處理清楚辨識刻線的標準尺	$U = (2.16) [(u^2(S_E) + u_A^2 + (u_B \cdot L)^2)]^{1/2}$ mm L為量測長度係以mm為單位之值。 [p=95%,k=2.16]	線刻度量測儀,雷射干涉儀,標準米尺	83.07.27	v		銅直尺,標準玻璃尺,標準刻度尺	118	139	138	126	107	628	蔡錦隆	◎		103年設備汰換
16	角度塊規校正系統	D06	1" ~ 45', 角度塊規之標稱尺寸1"、3"、5"、20"、30"、1'、3'、5'、20'、30'、1°、3°、5°、15°、30°、45°	$U = (2.01) [(0.027")^2 + (u_{GAGE} / 2.37)^2 + (S^2 / 6)^2]^{1/2}$ [p=95%,k=2.01]	自動視準儀,角度塊規	79.04.12	v		角度塊規	3	0	5	2	4	14	張威政	◎	※	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
							是	否											
17	大角度校正系統	D07	0~2π rad (0°~360°)	$U=(2.00)[0.0427^2(1/n-8/9n^2)+X_1^2+X_2^2]^{0.5}$ [p=95%,k=2]	精密分度盤, 旋轉盤, 方規, 多邊規, 花崗岩平台	84.06.30	v	方規, 分度盤, 多邊規	8	5	7	5	12	37	張威政	◎	※		
			0°~360°	$U=(2.01)[0.044"(n-1)/n+S^2/6]^{0.5}$ [p=95%,k=2.01]															
			12點, 18點, 24點	12點: $(2.00)[(0.124")^2+(1+1/12^2)(0.0004"+S^2/6)]^{0.5}$ 18點: $(1.99)[(0.124")^2+(1+1/18^2)(0.0004"+S^2/6)]^{0.5}$ 24點: $(1.98)[(0.124")^2+(1+1/24^2)(0.0004"+S^2/6)]^{0.5}$ [p=95%,k=2.00,1.99,1.98]															
18	小角度校正系統	D08	(1)θ =0~±6',電子水平儀解析度為0.2"; (2)θ =0~±1°,電子水平儀解析度為1"; (3)θ =0~±1°,電子水平儀解析度為2"	(1)U=(2.13)[(0.17 ² +X ²) ^{1/2}]; (2)U=(2.13)[0.57 ² +X ²] ^{1/2} ; (3)U=(2.13)[0.91 ² +X ²] ^{1/2} ; 其中:X=(各校正點聯合樣本標準差)/2 [p=95%,k=2.13,2.13,2.13]	小角度產生器, 塊規, 電子水平儀	76.05.31	v	自動視準儀, 小角度產生器, 電子水平儀	12	21	22	25	31	111	張威政	◎			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
19	直角度校正系統	D09	直角規之高度 ≤ 600 mm	$U=(1.98)[(0.164 \text{ "})^2+S^2]^{0.5}$ [p=95%, k=1.98]	電子測頭 (LVDT), 花崗岩平台, 楔型直角規	82.07.10	v		花崗岩直角規 (含四邊型、楔型、圓柱型), 圓柱型直角規 (鑄鐵或鋼質), 鑄鐵或鋼質角尺 (I 型及台型)	33	37	24	0	33	127	黃煌琦	◎		
20	真圓度量測系統	D12	真圓度標準件 0~2 μm	0.015 μm [p=95%, k=2.0]	真圓度量測儀, 真圓度標準球, 倍率標準件	76.04.19	v	真圓度標準件, 真圓度倍率標準件	14	5	16	16	11	62	蔡錦隆	◎			
			(0.001~2) mm	$U=[4.79^2+(67R)^2+(2.14ss)^2]^{0.5}$ 其中 R 為以 μm 為單位之待校件真圓度量測值; ss 為以 nm 為單位之多次量測統計分析時數據差異之標準差 [p=95%, k=1.97]															
			(0~2) μm	0.015 μm [p=95%, k=2.0]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
21	表面粗度量測系統	D13	Ra, Rq, Rmax, Rt, Rz	Ra : $[5^2+(13Ra)^2+(2\sigma_{Ra})^2]^{0.5}$ Rq : $[5^2+(13Rq)^2+(2\sigma_{Rq})^2]^{0.5}$ Rmax : $[20^2+(13Rmax)^2+(2\sigma_{Rmax})^2]^{0.5}$ Rt : $[20^2+(13Rt)^2+(2\sigma_{Rt})^2]^{0.5}$ Rz : $[20^2+(13Rz)^2+(2\sigma_{Rz})^2]^{0.5}$ 其中Ra, Rq, Rmax, Rt, Rz等單位皆為 μm ，而各標準差項(σ_i)單位皆為 $\text{nm}[p=95\%,k=1.98]$	表面粗度量測儀,圓弧粗度儀,表面粗度標準片	76.04.28	v		表面粗糙度標準片	40	39	47	40	48	214	蔡錦隆	◎	△	
22	大地長度儀器校正系統	D14	0 m~432 m	(解析度0.1 mm) 擴充不確定度 $U = ((0.8 \text{ mm})^2 + (0.4 \times 10^{-6} \times L)^2)^{1/2}$, L: 距離, 0 m 至 432 m (解析度1.0 mm) 擴充不確定度 $U = ((1.0 \text{ mm})^2 + (0.4 \times 10^{-6} \times L)^2)^{1/2}$, L: 距離, 0 m 至 432 m $m[p=95\%,k=1.98]$	電子測距儀, 新竹基線場, 中正基線場, 中距離基線	84.04.12	v		電子測距儀, 全站式電子測距儀, 衛星定位儀	11	13	19	14	10	67	李瓊武			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明	
							是	否												
23	大地角度儀器校正系統	D15	一測回水平角標準差	0.7" [p=95%,k=2.00]	電子測距儀, 新竹基線場, 中正基線場, 中距離基線	84.04.14	v		經緯儀, 全站式電子經緯儀, 電子經緯儀, 全測站電子經緯儀, 多目標瞄準儀	16	15	21	17	13	82	李瓊武	◎			
24	穩頻雷射校正系統	D16	474 THz (或 633 nm)	20 kHz[p=95%,k=2.00]	碘穩頻氦氖雷射, 頻率計數器, 頻譜分析儀	102.03.20	v		穩頻雷射	15	19	18	19	17	88	徐仁輝	◎			
			波長633 nm (或頻率 474 THz)	$U_r=1.96/tL*[580^2+(S/\sqrt{256})^2]^{0.5}$ [p=95%,k=1.96]	銣原子鐘	84.08.28			碘穩頻氦氖雷射											
25	長尺校正系統	D17	1 mm~10,000 mm	$(2.82^2+(1.76L)^2+(0.89S_j)^2)^{0.5}$ μm, L係以 m 為單位之數值 [p=95%,k=2.36]	標準捲尺校正系統, 雷射干涉儀, 標準捲尺	86.04.18	v		鋼捲尺, PI捲尺, 標準捲尺, 水準尺, 條碼鋼尺	27	2	26	27	33	115	張威政	◎	※		
			3 m	$(8+(7L)^2)^{1/2}$ μm, L:量測距離, 單位為 m [p=95%,k=2.03]																
			1 mm~3000 mm	$((2.72)^2+(1.76L)^2+(0.85S_j)^2)^{1/2}$ μm, L:以 m 為單位之鋼尺量測距離 S _j 為任一量測點的標準差, 單位為 μm。 [p=95%,k=2.18]																

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
26	雷射干涉儀校正系統	D18	位移校正範圍 0 m - 10 m	標準與待校干涉儀皆使用環境感測器， $2.00 \times [u^2(L_T) + (6 \text{ nm})^2 + (5.6 \times 10^{-8} \times L)^2]^{0.5}$ ，L為位移，單位m。 標準與待校干涉儀皆不使用環境感測器， $2.00 \times [u^2(LT) + (6 \text{ nm})^2 + (2.9 \times 10^{-8} \times L)^2]^{0.5}$ ，L為位移，單位m。 [p=95%,k=2.00]	標準雷射干涉儀	90.10.01	v	穩頻雷射, 環境感測器, 雷射干涉儀, 量錶校正器	39	30	50	38	51	208	張威政	◎			
			0 mm ~ 15 mm(解析度 0.2μ m)	0.34μ m(解析度 0.2μ m)															
			0 mm ~ 30 mm(解析度 0.1μ m)	0.46μ m(解析度 0.1μ m)															
			0 mm ~ 30 mm(解析度 1.0μ m)	0.73μ m(解析度 1.0μ m)															
			0 mm ~ 60 mm(解析度 0.1 μ m)	0.81 μ m(解析度 0.1 μ m)[p=95%,k=1.96]															
			溫度：空氣感測計 15~35℃、物質感測計 15~35℃，濕度：40~80 %RH，壓力：800~1150 mbar	溫度：空氣感測器 0.15℃、物質感測器 0.13℃，相對濕度：0.84%，壓力：14.5 kPa [p=95%,k=2.08, 2.18, 1.98, 1.98]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否												
27	線距校正系統	D19	<ul style="list-style-type: none"> 線距之量測範圍：100 nm 至 3000 nm 最大量測區域：40 μm × 40 μm 	3.5 nm@292 nm 4.5 nm@700 nm 15 nm@3000 nm ; [p=95%,k=2.01,2.02,2.01]	穩頻雷射	91.08.01														
			280 nm ~ 10 μm	$U = k \sqrt{[(1.69E-6P)^2 + (8.42E-6 \cot \theta)^2 + (\delta_r)^2 + (S/\sqrt{3})^2]^{0.5}}$ P：線距量測值；單位為 nm θ：角度量測值；單位為 rad δ _r ：系統長期在線性誤差；單位為 nm S：待校光柵線距的重複量測標準差；單位為 nm [p=95%,k=2.11 (300 nm), 2.01 (700 nm), 2.01 (10 μm)]	穩頻雷射	91.08.01	v	線距(Pitch),光柵線距標準片	5	11	11	12	13	52	潘善鵬	◎	※			
			Z 軸量測範圍: 100 nm to 6 μm XY 軸量測範圍: 70 μm × 70 μm	$U = 2.10 \sqrt{[(1.31 \times 10^{-4} * Y_m)^2 + 0.1008^2]^{0.5}}$ [p=95%,k=2.1]																
			階高之量測範圍：20 nm 至 100 nm 最大量測區域：60 μm × 60 μm	$U = 2.21 \sqrt{[(0.018 \text{ nm})^2 + (u_c)^2 + (u_{rep})^2 + (1.39 \times 10^{-5})^2 + [(3.65 \text{ nm})^2 + (4.92 \times 10^{-7} L_x)]^2]^{0.5}}$ [p=95%,k=2.21]																
			線寬50 nm ~ 1000 nm	$U = 2.14 \sqrt{[1.67^2 + (X1/\sqrt{5})^2 + (0.5\% / 2\sqrt{3} * L)^2 + (X2)^2]^{0.5}}$ [p=95%,k=2.14]	線距標準片	102.02.21									何柏青					

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※ 對比△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
28	衛星定位儀校正系統	D20	A.固定基站TNML坐標 單向度U1 /三向度U1_3D B.校正基點 NML3&4&5 &6&7相對TNML坐標 單向度U2 /三向度U2_3D C.校正基點 NML3&4&5 &6&7相對TWTF坐標 單向度U3 /三向度U3_3D D.校正基點 NML3&4&5 &6&7坐標 單向度U4/三向度U4_3D	A. 15 mm / 21 mm B. 3.5 mm / 4.8 mm C. 14 mm / 19 mm D. 25 mm / 35 mm mm[p=95%,k=1.99 / 2.79 2.03 / 2.79 1.99 / 2.79]	1.衛星定位儀(廠牌/型號：AOA/BenchMark) 2.銣原子鐘(廠牌/型號：Datum/8040A)	92.10.08	v		衛星定位儀	34	24	60	7	11	136	彭淼祥	◎		因二級校正實驗室家數增加，其能量不足的部分，廠商才會送校NML，因此校正量減少。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
29	階高校正系統	D21	0.01 μm 至100 μm	A.0.01 μm 至3 μm $m[(3)^2+(1.2D)^2+(0.6\Delta D)^2]^{0.5}$ nm，其中D為以mm為單位之階高量測值，Δ D為以nm為單位之階高量測值標準差。 B.3μm 至100 μm $m[(9.5)^2+(3.6D)^2+(\sigma D/2^{0.5})^2]^{0.5}$ nm，其中D為以mm為單位之階高量測值，σ D為以nm為單位之階高量測值標準差。 [p=95%,k=2.00,1.99]	穩頻雷射	94.05.02	v		階高標準片	170	144	123	163	154	754	蔡錦隆	◎		
			高度差 0.01 μm至50 mm	$[(5^2+(3.2D)^2+\sigma_D^2/2)]^{0.5}$ nm，其中D為以 m為單位之階高量測值；而σ D為以nm為單位之重複量測之標準差。 [p=95%,k=1.98]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
30	薄膜量測系統	D22	10 nm 至 200 nm	0.11 nm [p=95%,k=	橢圓偏光儀	91.08.01	v		二氧化矽薄膜標準片	61	61	96	91	121	430	陳國棟	◎		103年設備汰換
			1.5 nm 至 200 nm	0.02 nm [p=95%,k=2.07]															
			膜厚：2 nm ~ 200 nm 標稱孔徑尺寸：2.0 nm 試片大小：2 cm ~ 2 cm	0.3 nm [p=95%,k=2]															
31	精密型長塊規校正系統	D23	100 mm ~ 1000 mm	$\{(65)^2+(285L)\}^{0.5}$ nm，L係以m為單位之長塊規中心尺寸 [p=95%,k=1.98]	雷射干涉儀	95.11.22	v		長塊規	21	17	32	15	31	116	唐忠基	◎		
			125mm, 150mm, 175mm, 200mm, 250mm, 300mm, 400mm, 500mm, 600mm	0.13 μ m 0.14 μ m 0.16 μ m 0.17 μ m 0.21 μ m 0.24 μ m 0.31 μ m 0.38 μ m 0.45 μ m [p=95%,k=1.98]															
32	液晶間隙尺寸校正系統	D24	穿透式扭轉向列型 (TN) 或垂直排列型 (VA) 液晶模態之液晶盒間隙尺寸 0.1mm ~ 10 mm。	扭轉向列型 (TN)：26 nm 垂直排列型 (VA)：37 nm [p=95%,k=2.00,2.03]	石英相位延遲片	96.06.28	v		TN液晶盒 VA液晶盒	0	1	1	3	3	8	劉子安	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
33	二維影像標準校正系統	D25	二維10 μm ≤ X < 1.4 mm 且 10 μm ≤ Y < 1.0 mm 一維10 μm ≤ X < 400 mm 或 10 μm ≤ Y < 400 mm 二維10 μm × 10 μm ~ 400 mm × 400 mm	$[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ $[(0.63)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ $[(0.77)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ $m [p=95\%, k=1.98, 1.97 \ 1 \ 97]$	標準玻璃尺、顯微刻度尺	99.02.03	v		影像標準片	3	11	19	17	19	69	唐忠基	◎		
34	奈米粒徑量測系統	D26	20 nm - 1000 nm	4.5 nm 至 57 nm $[p=95\%, k=2.13 \sim 2.57]$	氮氬雷射、數位電錶、密度計、標準粒子	95.11.24	v		粒徑標準-聚苯乙烯球	7	12	20	30	17	86	翁漢甫	◎	本年度擴建	
			100 nm 至 500 nm	2.5 nm $[p=95\%, k=2.11]$															
			20 nm 至 500 nm	$U(20 \text{ nm} \leq D \leq 250 \text{ nm}) = 1.3 \text{ nm}$ $U(250 \text{ nm} < D < 350 \text{ nm}) = (0.013 \times D) \text{ nm}$ $U(350 \text{ nm} \leq D \leq 500 \text{ nm}) = (0.026 \times D) \text{ nm}$ 其中D為粒徑值(nm) $[p=95\%, k=2.07]$	氮氬雷射、數位電錶、密度計、標準粒子	95.11.24	v		粒徑標準-聚苯乙烯球										
			粒子粒徑介於50 nm ~ 200 nm，濃度103 cm ⁻³ ~ 104 cm ⁻³	粒子粒徑/目標濃度(cm ⁻³)偵測效率/相對擴充不確定度(%) 50 nm, 3200, 2.3 100 nm, 1000, 2.2 100 nm, 3200, 2.4 100 nm, 10000, 2.3 200 nm, 3200, 2.4 $[p=95\%, k=2.0]$															法拉第杯氣膠電流計
-75 mV 至 75 mV	2.7 mV $[p=95\%, k=2.141]$	103.10.13																	
5 m ² /g 至 550 m ² /g	2.1% $[p=95\%, k=2.13]$	103.11.06																	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	量測標準系統					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度				
35	晶圓表面奈米微粒粒徑量測系統	D27	100 nm至300 nm	粒徑100 nm至200 nm : U= 8.1 nm ; 粒徑200 nm至300 nm : U= 18.7 nm [p=95%,k=1.99]	聚苯乙烯球		v		表面奈米微粒粒徑	-	1	3	6	6	16	余大昌	◎	
36	掃描式電子顯微量測系統	D28	10 nm至60 nm	U 10 nm ≤ 粒徑標稱值 ≤ 30 nm : 1.5 nm 30 nm < 粒徑標稱值 ≤ 60 nm : 54 nm [p=95%,k=2]	標準粒子、線距標準片	101.1.17	v	標準粒子、線距標準片							21	陳國棟	◎	
			70 nm至1000 nm	U 70 nm ≤ 線距 < 700 nm : 0.30 nm 700 nm ≤ 線距 ≤ 1000 nm : 3.0 nm [p=95%,k=2]														
37	約瑟芬電壓量測系統	E01	1mV~10 V	20 nV to 98 nV [p=95%,k=2.00]	微波計頻器, 衰減器, 示波器, 數位多功能電表, 直流電壓源, 直流參考標準器	81.06.30	v		標準電池, 直流參考標準器, 直流電壓標準器, 直流高壓標準器	21	21	21	6	8	77	陳士芳	◎	※△
38	直流1~10 V量測系統	E03	1 V, 1.018 V, 10 V	0.3μ V/V [p=95%,k=2.13]	固態電壓標準器, 數位多功能電表, 掃描器	81.09.01	v		直流參考標準器, 直流電壓參考標準器, 標準電池箱, 直流電壓標準器	13	16	19	16	19	83	郭君潔	◎	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
39	直流電壓量測系統	E04	1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 100V, 1000 V	0.7mV/V, 0.07mV/V, 7 μ V/V, 0.8 μ V/V, 0.4 μ V/V, 0.8 μ V/V, 6 μ V/V [p=95%, k=2.00]	電壓分壓器, 端子補償器, 電壓校正器, 緩衝器, 多功能校正器, 電壓參考器, 零位表	76.04.25	v		多功能校正器, 直流電壓標準器, 直流電壓電流校正器, 多功能標準器, 直流電壓校正器, 直流參考標準器, 數位電表, 多功能數位電表	106	92	99	102	113	512	蘇聰漢	◎		
40	直流高壓量測系統	E05	1kV~100 kV	0.01 % [p=95%, k=2.00]	直流高壓源, 高壓分壓器, 數位多功能電表	83.12.20	v		直流高壓表, 高壓分壓器, 數位直流高壓量測系統, 直流高壓校正器, 直流高壓絕緣測試器, 直流耐壓測試器, 交直流高壓電表, 直流高壓分壓器, 數位交直流高壓表, 直流高壓產生器, 數位直流高壓表, 數位高壓表, 高壓衰減棒	49	39	51	45	45	229	蘇聰漢	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
41	交流電壓量測系統	E06	電壓：1 mV ~1000 V, 頻率：20 Hz ~1 MHz	4 μ V/V- 500 μ V/V [p=95%,k=2.00]	熱效電壓轉換標準器,交流標準器,直流電壓校正器,高靈敏度數位電表,奈伏電壓表,交流電壓校正器,精密功率放大器,DC控制器,自動切換器,電流分流器,放大器,PC控制器,數位多功能三用電表,多功能校正器,高頻熱效電壓轉換標準器	76.04.20	v		熱效電壓轉換器,熱效轉換標準器,交流電壓校正器,交流電壓表,交流電壓參考標準器,射頻電壓校正器,交直流差動電壓表,多功能數位電表,交流標準器,多功能校正器,交直流轉換標準器,多功能數位電表,交流標準器,交流電壓數位電表,精密數位瓦特表	98	75	94	84	105	456	陳坤龍	◎		
42	比壓器量測系統	E07	一次側額定電壓： (1~100.0) kV, 二次側額定電壓：(10~240) V	變壓比誤差: 80 %, 相角誤差: 0.06 mrad [p=95%,k=2.00]	標準比壓器,交流電壓源,比壓器,測試儀,負擔,數位多功能電表	76.06.25	v		比壓器,交流高壓表,變壓器匝數比測試儀,TTR 輔助變壓器,交流高壓測試系統,標準比壓器,交直流高壓分壓器,數位交直流高壓表,交流高壓電表,高壓衰減棒,高壓測試器,數位高壓表	46	47	55	47	54	249	蘇聰漢	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
43	直流微電流量測系統	E08	10 pA, 100 pA, 1 nA 10 nA, 100 nA, 1 μ A	0.9, 0.45, 0.17, 0.07, 0.07, 0.07[p=95%,k=2.00]	微電流校正器, 微電流表, 微電流源	84.04.10	v		微電流源, 微電流表, 電流校正器, 數位電表, 多功能校正器, 直流電壓電流校正器	13	12	9	12	11	57	蕭仁鑑	◎		
44	直流中電流量測系統	E09	直流電流分流器服務範圍10 μA至100 A 直流電流源/表服務範圍10 μ A 至100 A	直流電流分流器相對擴充不確定度 15 μA/A ~ 53 μA/A 直流電流源/表相對擴充不確定度 17 μA/A ~ 67 μA/A [p=95%,k=2.00]	數位多功能電表, 電流分流器, 直流電流源	76.03.23	v		直流電流分流器, 多功能數位電表, 電流分流器, 多功能標準器, 轉換放大器, 微電流源, 交直流電流分流器, 直流電流源, 多功能校正器, 直流電壓電流校正器	118	108	142	112	132	612	陳溢寶	◎		
45	直流大電流量測系統	E10	直流電流分流器 300 A、500 A、1000 A 直流電流源/表 300 A、500 A、1000 A	Ur 直流電流分流器 0.36 mA/A、0.36 mA/A、0.36 mA/A 直流電流分流器 0.46 mA/A、0.46 mA/A、0.43 mA/A [p=95%,k=2.00]	數位多功能電表, 電流分流器, 大電流源	76.03.23	v		直流電流分流器, 直流電流源, 直流電流表	8	10	15	18	23	74	陳溢寶	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
46	交流電流量測系統	E11	電流: 10 μ A~20 A; 頻率: 20 Hz~100 kHz	11~250 μ A/A [p=95%,k=2.00]	熱效電流轉換標準器,交流標準器,交直流電流校正器,直流電流源,數位多功能電表,電壓轉換電流放大器,交直流標準電阻,交流電流分流器,低熱效分壓器	76.04.20	v		熱效電流轉換器,交流電流分流器,交直流電流分流器,交直流電流轉換放大器,線性電流轉換器,交流電壓電流校正器,交流標準器,交直流電流校正器,多功能數位電表,轉換放大器,直電流分流器,多功能校正器	109	85	104	95	101	494	蔡琇如	◎		
47	比流量測系統	E12	比流量測範圍: 一次測額定電流 (5, 10, 50, 100, 300, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000) A 二次測額定電流 (1, 5) A 分流器及相關電流轉換器量測範圍: 5 A, 10 A, 50 A, 100 A, 300 A, 500 A, 1000 A, 2000 A, 3000 A, 4000 A, 5000 A	變流比誤差: 66 μ A/A, 相角誤差: 23 μ rad 分流器及相關電流轉換器量測範圍 相對擴充不確定度: 0.29 mV/V [p=95%,k=2.00]	標準比流器,比流器,測試儀,可調式比流器,數位交流功率表,交流電流源,負擔	76.04.24	v		比流器,標準比流器,轉換放大器,線性電流轉換器,交流電流分流器	65	64	85	57	60	331	蕭仁鑑	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度				
48	直流電阻量測系統	E13	0.1 Ω、0.01 Ω、0.001 Ω、0.1 mΩ	待校件為低電阻器2.1 μΩ/Ω, 3.1 μΩ/Ω, 5.1 μΩ/Ω, 13 μΩ/Ω 待校件為低電阻表1.1 μΩ/Ω, 1.6 μΩ/Ω, 2.6 μΩ/Ω, 11 μΩ/Ω [p=95%,k=2.0]	標準電阻, 電阻比較電橋, 範圍擴充器, 自動化掃描器, 自動化電橋	76.04.30	v		多功能數位電表, 多功能校正器, 數位微電阻表, 標準電阻器, 電流分流器, 複式標準電阻器, 電阻校正器	59	68	83	66	76	352	許俊明	◎	
			標準電阻器1 Ω、10 kΩ 待校電阻器1 Ω、10 Ω、100 Ω、1 kΩ、10 kΩ	標準電阻器0.17 μΩ/Ω, 0.13 μΩ/Ω 待校電阻器0.24 μΩ/Ω, 0.22 μΩ/Ω, 0.23 μΩ/Ω, 0.19 μΩ/Ω, 0.24 μΩ/Ω [p=95%,k=2.0]														
49	直流高電阻量測系統	E14	100 MΩ、1 GΩ、10 GΩ、100 GΩ、1 TΩ	0.09, 0.18, 0.19, 0.23, 0.6 (單位: mΩ / Ω)[p=95%,k=2.1~2.5]	TERAOHMME TER標準高電阻	76.04.30	v		標準高電阻器, 標準電阻器, 電阻校正器, 複式標準電阻器, 十進電阻器, 十進高電阻器, 高電阻箱, 高電阻器, 高阻計, 多功能數位電表, LCR測試器, 超精密電容電橋	29	34	30	32	31	156	蕭仁鑑	◎	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
50	標準電容量測系統	E15	電容量測系統在校正點為1 pF、10 pF、100 pF、1000 pF，量測頻率1 kHz	2μ F/F, 0.9μ F/F, 0.7μ F/F, 1.2μ F/F[p=95%,k=1.96]	電容電橋, 熔融水晶電容器, 空氣式電容器	79.04.09	v	標準電容器, 十進電容器, LCR測試器, 超精密電容電橋	60	58	47	75	58	298	許俊明	◎			
	四端點對(1) 1 pF, 10 pF, 100 pF, 1000 pF, 0.01 μ F, (2) 0.1 μ F, (3) 1 μ F 兩端點 (1) 0.001μ F, (2) 0.01μ F, (3) 0.1μ F, (4) 1μ F	四端點對(1) 30μ F/F, (2) 30μ F/F, (3) 70μ F/F 兩端點(1) 0.56μ F/F, (2) 60μ F/F, (3) 30μ F/F, (4) 70μ F/F[p=95%,k=1.97~2.78]																	
	校正頻率：100 kHz、1 MHz。 電容值範圍：1 pF、10 pF、100 pF、1000 pF。	電容器 相對擴充不確定度 610 μF/F 610 μF/F 310 μF/F 310 μF/F 110 μF/F 110 μF/F 60 μF/F 80 μF/F LCR表 相對擴充不確定度 610 μF/F 610 μF/F 310 μF/F 310 μF/F 110 μF/F 110 μF/F 60 μF/F 80 μF/F [p=95%,k=1.96]																	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
51	標準電感量測系統	E16	(1)100Hz,100μ H, (2)100Hz,1mH, (3)100Hz,10mH, (4)100Hz,100mH, (5)100Hz,1H, (6)100Hz,10H (7)1kHz,100μ H, (8)1kHz,1mH, (9)1kHz,10mH, (10)1kHz,100mH, (11)1kHz,1H, (12)1kHz,10H	單位: mH/H (1)1.2, (2)0.22 (3)0.22 (4)0.22 (5)0.22 (6)0.22 (7)1.2 (8)0.22 (9)0.22 (10)0.22 (11)0.52 (12)2.0 [p=95%,k=2.00]	標準電感器 ,RLC數位電橋 ,十進位電感器	76.03.03	v		標準電感器, 十進電感器, LCR測試器	45	35	35	58	43	216	許俊明			
52	單相交流電功率量測系統	E18	電壓: 110 V/ 120 V /220 V/ 240 V, 電流: 1 A / 5 A/ 10 A, 頻率: 60 Hz, 功率因數: 1.0 / 0.5 Lead/Lag	0.1 mW/VA [p=95%,k=2.00]	數位瓦特表, 電功率校正器 ,奈伏表	76.04.22	v		瓦特轉換器, 交流電功率校正器, 電力分析儀,精密數位瓦特表	23	23	33	27	31	137	陳溢寶	◎		
53	單相交流電能量測系統	E19	電壓: 110V/ 120V/ 220V/ 240V, 電流: 1A/5A/10A, 頻率: 60Hz, 功率因數: 1.0/0.5 Lead /Lag	0.1 mWh/Vah [p=95%,k=2.00]	電功率校正器 ,電能/電功率標準器	76.04.30	v		瓦時校正器, 精密數位瓦時表, 瓦時轉換器	8	10	9	7	8	42	陳溢寶	◎		
54	三相交流電能量測系統	E20	(1)接線方式: 三相三 線式Δ 接(P3)、三相 四線式Y接(P4),電壓: 110 V, 220 V,電流:(1, 5, 10) A,功率因數:(1, 0.5) Lag/Lead,頻率: 60 Hz	0.2 mW×h/V×axh [p=95%,k=2.00]	電功率校正器 ,三相瓦時表, 三相固態參考標準電表,直接電表,誤差指示器	82.04.24	v		三相瓦時計, 三相標準瓦時計, 三相標準瓦時表,三相電力轉換器	6	7	11	7	7	38	蔡琇如	◎		標準件上半年送德國PTB追溯校正,系統暫停服務,下半年才開放服務。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※ 對比△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
55	相位角量測系統	E21	電壓 頻率 相位角 5 V 60 Hz 90° 5 V 60 Hz 180° 5 V 400 Hz 90° 5 V 400 Hz 180° 5 V 1 kHz 90° 5 V 1 kHz 180° 5 V 10 kHz 90° 5 V 10 kHz 180° 5 V 50 kHz 90° 5 V 50 kHz 180° 50 V 60 Hz 180° 50 V 400 Hz 180° 100 V 60 Hz 180° 100 V 400 Hz 180°	0.02° [p=95%,k=2.00]	相位角,標準器,相位表	76.04.23	v		相位標準器,相 位偏移器/相 位計	4	4	3	3	4	18	郭君潔	◎		
56	單相交流電功率原級量測系統	E23	120V/240V, 1A/5A, 50Hz/60Hz, Power factor: 1.0~0.0 Lead/Lag	43 μ W/VA (1.0 Lead) 26 μ W/VA (0.5 Lead/0.5 Lag) 15 μ W/VA (0.0 Lead/0.0 Lag) [p=95%,k=2.00]	功率比較器, 正交電流源, 交流電壓源, 轉換放大器, 偵測放大器	84.06.30	v		精密數位瓦特 表,瓦特轉換 器	1	1	1	2	1	6	蔡琬如	◎	△	
57	量化霍爾電阻量測系統	E24	1 kΩ	0.08 μ Ω /Ω [p=95%,k=2]	氦3、氦4低溫 系統超導磁鐵 低溫電流比較 電橋	84.06.30	v		參考標準電阻 器	4	2	2	1	1	10	陳士芳	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
58	直流大電阻量測系統	E25	標準電阻器 100 kΩ、1 MΩ、10 MΩ、100 MΩ 電阻器、多功能校正器及十進電阻器 100 kΩ、1 MΩ、10 MΩ、100 MΩ 多功能電表 1 Ω、10 Ω、100 Ω、1 kΩ、10 kΩ、100 kΩ、1 MΩ、10 MΩ、100 MΩ	相對擴充不確定度 直流電阻器：6 mΩ/Ω、8 mΩ/Ω、11 mΩ/Ω、9 mΩ/Ω 多功能電表、多功能校正器、十進電阻器： 6 mΩ/Ω、9 mΩ/Ω、13 mΩ/Ω、16 mΩ/Ω 多功能電表： 8 mΩ/Ω、1.2 mΩ/Ω、0.3 mΩ/Ω、0.4 mΩ/Ω、0.6 mΩ/Ω、6 mΩ/Ω、9 mΩ/Ω、13 mΩ/Ω、18 mΩ/Ω [p=95%,k=2]	自動電橋比較儀、掃描切換器、多功能電表、恆溫油槽、標準電阻	88.06.23	v		多功能數位電表，標準電阻器，電阻校正器，數位微電阻表，電流分流器，多功能標準器，十進電阻器，Hamon 電阻器，多功能校正器，復式標準電阻器	83	71	72	66	79	371	蕭仁鑑	◎		
59	三相交流電功率量測系統	E26	(1)接線方式：三相三線式、三相四線式 (2)電壓(110, 220) V (3)電流(1, 5, 10) A (4)功率因數(1, 0.5)Lead/Lag (5)頻率60Hz	0.2 mW/V×A [p=95%,k=1.96]	標準瓦特表	90.10.01	v		三相電功率表，電力分析儀（實功率），三相電功率轉換器	6	2	4	2	7	21	蔡琇如	◎		
60	片電阻校正系統	E27	0.15Ω ~ 4000Ω	相對擴充不確定度0.46% [p=95%,k=2.20]	標準電阻、電表	91.08.01	v		片電阻標準	38	20	29	40	28	155	蔡琇如	◎	△	客戶送校周期約2~3年。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
61	電容標準追溯電阻標準校正系統	E29	校正頻率：1000，1592 Hz。 電容值：1 pF, 10 pF, 100 pF, 1000 pF。	1000 Hz：U _r =0.55 μF/F ~ 0.58 μF/F 1592 Hz：U _r =0.20 μF/F ~ 0.25 μF/F； [p=95%,k=1.96]	標準電容 Standard capacitor 1000pF	94.05.02	v		標準電容	10	10	10	2	12	44	許俊明	◎		原級系統，提供內部追溯。
62	高頻介電常數量測系統	E30	頻率範圍為100 MHz至 26.5 GHz 介電常數ε _r 範圍為1至50 介質損耗tan(δ) 範圍為0.0001 至0.01	0.11 % ~ 0.22 % [p=95%,k=1.96]	微波衰減器	97.06.05	v		高頻介質材料	1	0	1	1	1	4	許俊明	◎		
			頻率範圍為100 MHz至 26.5 GHz；介電常數ε _r 範圍為1至50；介質損耗tan(δ) 範圍為0.001至0.01；	2.0 % [p=95%,k=1.96]															
63	大水流量校正系統	F01	溫度: 15 °C至35 °C 壓力: 0 kPa至500 kPa 體積流率: 12 m ³ /h至480 m ³ /h 質量流率: 12000 kg/h至480000 kg/h 量測體積: 0.375 m ³ 至6 m ³ 量測質量: 375 kg至6000 kg 流速: 0.1 m/s至10 m/s	質量和體積量測：U ₉₅ /lml = 0.05 %、U ₉₅ /lVl = 0.05 % 質量和體積流率量測：U ₉₅ /lqml = 0.06 %、U ₉₅ /lqvl = 0.06 % 流速量測：U ₉₅ /lvl = 0.5 % [p=95%,k=(1)1.99,(2)1.97,(3)1.96]	壓力計,溫度計,渦輪式流量計,稱重平台	84.12.05	v		渦輪式流量計，正位式流量計，超音波式流量計，電磁式流量計，質量式流量計，渦流式流量計，浮沉式流量計，差壓式流量計	70	56	63	70	42	301	何宜霖		※	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
64	小水流量校正系統	F02	流量計尺寸: 小於等於100 mm ; 溫度: 10 °C 至45 °C ; 壓力: 0 kPa至500 kPa ; 量測體積: 0.02 m3至0.6 m3 ; 量測質量: 20 kg至600 kg ; 體積流率: 0.12 m3/h 至42 m3/h ; 質量流率: 120 kg/h至42000 kg/h ; 流速: 0.1 m/s至10 m/s 。	流率10 L/min至700 L/min，使用稱重550 kg進行評估： 質量和體積量測：U95/lml = 0.03 %、U95/VI = 0.03 %； 質量和體積流率量測：U95/lqml = 0.04 %、U95/lqvl = 0.04 %； 流速量測：U95/lvl = 1.00 %。 流率2 L/min至10 L/min，使用稱重20 kg進行評估： 質量和體積量測：U95/lml = 0.06 %、U95/VI = 0.06 %； 質量和體積流率量測：U95/lqml = 0.06 %、U95/lqvl = 0.06 %； 流速量測：U95/lvl = 1.00 %。 [p=95%,k=1.96~2.12]	壓力計,溫度計,液位計,渦輪式流量計,稱重平台	85.03.01	v	渦輪式流量計, 正位式流量計, 電磁式流量計, 質量式流量計, 渦流式流量計	39	46	46	46	46	223	江俊霖		△		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
65	低黏度油流量校正系統	F03	流量計口徑: 50 mm 至 250 mm 溫度: 10 °C 至 45 °C 壓力: 0 kPa 至 590 kPa (0 kg/cm ² 至 6 kg/cm ²) 黏度: 2.6 mm ² /s 至 5.4 mm ² /s (2.6 cSt 至 5.4 cSt) 體積流率: 18 m ³ /h 至 360 m ³ /h (300 L/min 至 6000 L/min) 量測質量: 375 kg 至 6000 kg 量測體積: 0.47 m ³ 至 7.47 m ³	Ur=0.05 % [p=95%, k=2.01]	溫度轉換器, 壓力傳訊器, 正位式流量計, 稱重平台	84.12.14	v		正位式流量計, 渦輪式流量計, 質量式流量計	32	28	36	24	33	153	陳逸正		※△	
66	高黏度油流量校正系統	F04	流量計口徑: 50 mm 至 250 mm 溫度: 15 °C 至 45 °C 壓力: 0 kPa 至 590 kPa (0 kg/cm ² 至 6 kg/cm ²) 黏度: 37 mm ² /s 至 150 mm ² /s (37 cSt 至 150 cSt) 體積流率: 18 m ³ /h 至 360 m ³ /h (300 L/min 至 6000 L/min) 量測質量: 375 kg 至 6000 kg 量測體積: 0.43 m ³ 至 6.93 m ³	0.05 % [p=95%, k=2.00]	溫度計, 壓力計, 正位式流量計, 稱重平台	84.12.05	v		正位式流量計, 渦輪式流量計, 質量式流量計	8	8	13	7	5	41	陳逸正		※	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
67	高壓氣體流量系統	F05	稱重法：體積流率範圍：(15 至 18000) m ³ /h (101.325 kPa，23℃狀態下) 質量流率範圍：(18 至 20000) kg/h 噴嘴上游壓力範圍：(0 至 60) bar 溫度範圍：常溫 校正使用流體：空氣	20 %最大流率以下Ur: 0.095 % 20 %最大流率以上Ur: 0.081 %[p=95%,k=(1)1.98, (2)1.96]	溫度計,石英波登管壓力計,大氣壓力計,差壓計,音速噴嘴,渦輪流量計,陀螺儀平台稱	76.05.31	v	浮沉式流量計, 正位式流量計, 差壓式流量計, 質量式流量計, 渦輪式流量計, 音速噴嘴, 超音波式流量計, 渦流式流量計	59	60	73	62	28	282	王文彬				
			比較法：體積流率範圍：(15 至 18000) m ³ /h (101.325 kPa，23℃狀態下) 質量流率範圍：(18 至 20000) kg/h 噴嘴上游壓力範圍：(0 至 60) bar 溫度範圍：常溫 校正使用流體：空氣	20 %最大流率以下Ur: 0.18 % 20 %最大流率以上Ur: 0.18 %[p=95%,k=(1)1.96, (2)1.97]															
68	低壓氣體流量校正系統(管式校正器)	F06	2 cm ³ /min 至 24 dm ³ /min	0.10 % (以評估出來的最大值表示) [p=95%,k=1.98]	壓力錶,大氣壓力計,數位式溫度計	76.04.30	v	浮沉式流量計, 正位式流量計, 差壓式流量計, 熱質式流量計, 渦輪式流量計, 音速噴嘴, 層流式流量計, 活塞管式流量計	94	96	93	113	80	476	林文地				
69	低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)	F07	Bell Prover 1090 : (40~100)dm ³ /min Bell Prover 1093 : (20~1000) dm ³ /min	Bell Prover 1090 : 0.15 % Bell Prover 1093 : 0.11 % [p=95%,k=1.96]	壓力錶,大氣壓力計,數位式溫度計	84.06.30	v	浮沉式流量計, 正位式流量計, 差壓式流量計, 熱質式流量計, 渦輪式流量計, 音速噴嘴, 層流式流量計	56	52	61	58	33	260	林文地				
			4~100 L/min	0.15%[p=95%,k=2.0]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
70	低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)	F08	Bell Prover 1090 : (40~100)dm ³ /min Bell Prover 1093 : (20~1000) dm ³ /min 20~1000 L/min	Bell Prover 1090 : 0.15 % Bell Prover 1093 : 0.11 % [p=95%,K=1.96] 0.10%[p=95%,K=2.00]	壓力錶,大氣壓力計,數位式溫度計	76.04.30	v		浮沉式流量計, 正正式流量計, 差壓式流量計, 熱質式流量計, 渦輪式流量計, 音速噴嘴, 層流式流量計	52	55	53	89	56	305	林文地		△	
71	微量氣體校正系統	F09	5 cm ³ /min-20 dm ³ /min	3dm ³ /PR2004 : 0.16 % ; 6 dm ³ /PR2004 : 0.15 % ; 32 dm ³ /KA30-3/P : 0.14 % ; [p=95%,K=1.96]	溫度計、數位式壓力計、質量比較儀、molbloc/molboxe、sonic nozzle	90.10.01	v		浮沉式流量計, 正正式流量計, 差壓式流量計, 熱質式流量計, 渦輪式流量計, 音速噴嘴	42	51	56	72	52	273	林文地			103年已申請退庫並獲同意104.1規費公告後, 停止服務(能量以F06系統校正之)
			2 cm ³ /min-20 dm ³ /min	3dm ³ /PR2004:0.16 % ; 6 dm ³ /PR2004:0.15 % ; 32 dm ³ /KA30-3/P:0.14 % ; [p=95%,k=1.96]															
			溫度:22°C~24°C,噴嘴上游壓力:100 kPa~700 kPa,流率:10 cm ³ /min ~ 20 dm ³ /min, 氣體種類:空氣或氬氣	0.18% [p=95%,k=2.00]															
			溫度:常溫,MOBLOC上游壓力:250 ~ 350 kPa,流率:2 cm ³ /min ~ 24 dm ³ /min,氣體種類:空氣或氬氣	0.18% [p=95%,k=1.96]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
72	風速校正系統	F10	風速範圍：(0.5 至 25) m/s 平均干涉條紋間距：1.9127 μ m	Ur=0.10 % [p=95%,k=2.23]	標準轉盤	94.05.02	v		風速計	34	29	42	26	37	168	陳建源		△	
			風速計風速範圍：0.5 m/s ~ 25 m/s	風洞 (r ≤ 40) mm 截面範圍： Ur=0.50 % 風洞 (r ≤ 70) mm 截面範圍： Ur=0.74 % [p=95%,k=2.07,2.06]	LDV 雷射都卜勒風速儀														
73	微流量量測系統	F11	質量流率：0.1 mg/min至10 g/min 體積流率：0.1 μ L/min至10 mL/min 管路口徑：1/8英吋 (3.2 mm)以下 溫度：15 °C至27 °C 驅動差壓：0.001 kPa至60.00 kPa 流體：純水	Ur =0.5 %至3.0 % [p=95%,k=1.97~1.99]	秤重器、E2法碼	95.01.16	v		微流量計	3	3	7	5	4	22	蔡昆志			
74	低壓氣體流量校正系統 (壓力容積溫度時間校正器)	F12	工作流體：乾燥空氣、氮氣、氬氣、二氧化碳與氧氣 工作流率：(0.01至300) L/min。 被校件操作壓力：(200至1000) kPa。 環境條件：(23.0 ± 1.5) °C。	500 L定容積槽：0.08 % 30 L定容積槽：0.07 % 2 L定容積槽：0.10 % [p=95%,k=1.96]	壓力容積溫度時間校正器	102.12.06	v		音速噴嘴、層流式流量計、差壓式流量計、熱質式流量計、可變面積式流量計、正位式流量計	-	-	-	-	13	13	郭景宜			
			工作流率：(0.01至300) L/min。 被校件工作壓力：(100至1000) kPa。 環境條件：(23.0 ± 1.5) °C。	體積流率：0.12 %至0.17 % 質量流率：0.12 %至0.16 % [p=95%,k=2]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
75	雙壓力濕度產生器量測系統	H01	相對濕度:10%~98% , 露點:-22.5°C~60°C, 溫度:6.8°C~60°C	相對濕度: 0.07%~0.54% , 露點:0.06 °C~0.07 °C, 溫度:0.067 °C [p=95%,k=2.00]	壓力錶,大氣壓力計,數位式溫度計	77.12.02	v		溫濕度計, 溫濕度信號轉換器, 電子式溫濕度計, 電子式乾濕球濕度計, 電子式乾濕球溫濕度計, 濕度計, 濕度轉換器, 數位式濕度分析儀, 溫濕度控制器, 電子式溫濕度記錄器, 光學冷凝式露點濕度計, 數字式溫濕度分析儀, 溫濕度記錄器	110	87	112	94	85	488	郭昇宗			
			相對濕度:11%~98% , 露點:-25.9°C~68°C, 溫度:0°C~70°C	相對濕度: 0.06%~0.40% , 露點:0.04 °C~0.07 °C, 溫度:0.077 °C [p=95%,k=2.00]															
76	木材水份計量測系統	H04	M.C. 7 % to 14 % M.C. 14 % to 20 % M.C. 20 % to 26 %	M.C. 1.5 % M.C. 1.1 % M.C. 2.7 % [p=95%,k=4.30]	水份烘箱數位式溫度計,調濕槽電阻式木材水份計,電子天平	80.06.30	v		水份測定計, 木材水份計	13	10	8	15	12	58	郭昇宗		103年已申請退庫並同意,待104.1規費公告後停止服務。	
77	真空比較校正系統	L01	(1)1*10-2~2 Pa (MKS SRG: 20617G) (2)1~103 Pa (MKS 390HA-00010SP05) (3)103~105 Pa (MKS 390HA-01000)	(1)5.02*10-4~5.77*10-2 Pa (2)1.78*10-2~1.76*101 Pa (3)1.76*101~1.76*103 Pa [p=95%,k=1.98]	差壓電容式真空計 (Differential CDG)、絕對電容式真空計 (Absolute CDG)、旋轉轉子黏滯式真空計(SRG)	80.04.30	v		真空計組,回轉翼幫浦,渦輪分子幫浦,旋轉轉子真空計,熱陰極離子式真空計,差壓式電容真空計	60	56	74	65	63	318	潘小晞			
78	動態膨脹法真空量測系統	L02	(1)4.88*10 ⁻⁶ ~8.10*10 ⁻³ Pa(LEYBOLD IM 520) (2)6*10 ⁻⁴ ~2 Pa(MKS SRG: 20617G)	(1)3.82*10 ⁻⁷ ~5.47*10 ⁻⁴ Pa(LEYBOLD IM 520) (2)1.74*10 ⁻⁵ ~5.74*10 ⁻² Pa(MKS SRG: 20617G)[p=95%,k=(1)2.00(2)1.98]	離子真空計 (Ion gauge),旋轉轉子黏滯式真空計(SRG)	83.03.15	v		冷陰極離子化真空計, 旋轉轉子黏滯式真空計, 巴登管式真空計, 熱陰極離子化真空計	14	17	16	21	17	85	潘小晞		△	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
79	小質量量測系統	M01	2g 1g 500mg 200mg 100mg 50mg 20mg 10mg 5mg 2mg 1mg	mg 0.0014 0.0010 0.00051 0.00044 0.00059 0.00059 0.00033 0.00050 0.00066 0.00035 0.00034 [p=95%,k=2.06,2.03,1.97,1.97,2.07,2.14,1.97,2.12,2.17,1.97,1.97]	質量比較儀， 法碼	74.04.23	v	法碼	57	88	66	58	48	317	段靜芬				
			(1)100 g、(2)50 g、 (3)20 g、(4)10g、 (5)5g	(1)0.0045 mg、 (2)0.0034 mg、 (3)0.0023 mg、 (4)0.0017 mg、 (5)0.0022 mg [p=95%,k=1.97,1.98,1.97,1.97,1.98]															
			5 g 2 g 1 g 500 mg 200 mg 100 mg 50 mg 20 mg 10 mg	mg 0.0018 0.0010 0.0006 0.0010 0.00040 0.00050 0.00050 0.00060 0.00040 [p=95%,k=2.10,2.11,1.98,2.23,1.97,2.00,2.07,2.21,2.04]															
			1 kg、500 g、200 g	0.037 mg 0.020 mg 0.009 mg [p=95%,k=1.97]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
79 接上頁	小質量量測系統	M01	1 mg、2 mg、5 mg、10 mg、20 mg、50 mg、100 mg、200 mg、500 mg、1 g、2 g、5 g、10 g、20 g、50 g、100 g、200 g、500 g及1 kg	1 kg, AX1006 : 0.054 500 g, AX1006 : 0.03 200 g, AX1006 : 0.013 100 g, AT106H : 0.0064 50 g, AT106H : 0.0041 20 g, AT106H : 0.0024 10 g, AT106H : 0.0017 5 g, AT106H : 0.0022 2 g, UM3 : 0.0014 1 g, UM3 : 0.001 500 mg, UM3 : 0.00051 200 mg, UM3 : 0.00039 100 mg, UM3 : 0.00056 50 mg, UM3 : 0.00057 20 mg, UM3 : 0.00025 10 mg, UM3 : 0.00047 5 mg, UM3 : 0.00065 2 mg, UM3 : 0.00029 1 mg, UM3 : 0.00028 5 g, UMX5 : 0.0019 2 g, UMX5 : 0.001 1 g, UMX5 : 0.0006 500 mg, UMX5 :	質量比較儀, 法碼	74.04.23	v	法碼	57	88	66	58	48	317	段靜芬				

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
80	公斤質量量測系統	M02	1 kg	31 μ g [p=95%,k=2]	質量比較儀, 法碼	76.4.23	v		法碼	4	2	7	4	5	22	林以青			原級系統, 提供M01及M03兩套系統之標準件追溯。
81	大質量量測系統	M03	10 kg, 20 kg, 50 kg	5.19 mg, 8.38 mg, 20.16 mg [p=95%,k=2.08,1.98,1.96]	等臂天平, 荷重元式質量比較儀, 法碼	84.01.27	v		法碼	56	28	48	8	3	143	楊豐瑜			系統設備103年汰換暫停服務, 完成系統評估後恢復對外服務。
			50 kg~1000 kg	1.04 g ~ 4.01 g [p=95%,k=1.96 ~ 1.98]															
			1,2,5,10kg	0.23,0.35,0.67,2.26 mg [p=95%,k=1.97,1.97,1.99,2.11]															
			1 kg,2 kg,5 kg,10 kg	0.26, 1.06, 2.94, 4.99 mg [p=95%,k=1.96, 2.09, 2.04, 2.11]															
82	固體(標準法碼)密度量測系統	M05	(1、2、5、10、20、50) kg	20 kg/m ³ [p=95%,k=1.96]	法碼	95.11.22	v		法碼密度	0	0	8	2	4	14	楊豐瑜			原級系統, 提供M01系統之標準件追溯。
			(1、2、5、10、20、50、100、200) g	92 kg/m ³ [p=95%,k=2.03]															
			(100、200、500、1000) g	8.8 kg/m ³ [p=95%,k=1.96]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
83	靜法碼量測系統（一）	N01	500 N~50 kN (50 kgf ~ 5000 kgf)	(a)在(50~500) kgf範圍，其相對擴充不確定度為500 kgf的2.0E-05。 (b)在(500~5000) kgf範圍，其相對擴充不確定度為各力量值的2.0E-05。 [p=95%,k=2.0]	靜法碼力標準機,靜法碼	84.05.23	v		檢力環，環式動力計，荷重元，測力計	46	48	58	41	47	240	陳生瑞			
84	靜法碼量測系統（二）	N02	500 N~5000 N (50 kgf~5000 kgf)	Ur = 2.0E-05[p=95%,k=2.0]	靜法碼力標準機,靜法碼	76.04.24	v		檢力環，環式動力計，荷重元，測力計	44	40	47	39	44	214	陳生瑞			
85	力量比較校正系統（一）	N03	100 kN~2000 kN	Ur = 5.0E-04 [p=95%,k=2]	萬能校正機，檢力環	78.06.01	v		環式動力計，荷重元，環式動力計，檢力環	24	21	26	26	20	117	陳其潭		※	
86	力量比較校正系統（二）	N04	50 kN~500 kN	Ur = 3.0E-4 (ISO 376) Ur = 2.0E-4 (ASTM E74) [p=95%,k=2.00]	萬能校正機，檢力環	76.04.28	v		檢力環，環式動力計，荷重元，測力計	51	58	63	68	61	301	陳其潭			
			10 kN~200 kN	Ur = 2.0E-4 (ISO 376) Ur = 2.0E-4 (ASTM E74)[p=95%,k=2.00]															
87	力量比較校正系統（三）	N05	5 kN~50 kN	2.0×10 ⁻⁴ [p=95%,k=2.00]	萬能校正機，檢力環	76.05.01	v		環式動力計，荷重元，測力計，檢力環	4	2	5	5	5	21	陳其潭			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
							是	否											
88	洛氏及表面洛氏硬度原級標準機系統	N06	70<HRA<90, 50<HRB<100, 18<HRC<70	0.30 HRA 0.40 HRB 0.30 HRC [p=95%,k=2.00]	洛氏及表面洛氏硬度原級標準機	86.06.30	v		標準硬度片，洛氏及表面洛氏硬度塊	39	32	44	33	57	205	陳秋賢			
89	維克氏硬度原級標準系統	N07	100~900 HV	Ur:4.0 %,2.0 %,1.3 % [p=95%,k=2.05]	維克氏硬度原級標準機	91.09.01	v		維克氏硬度塊	10	3	12	6	7	38	潘小晞			
90	顯微維克氏硬度標準系統	N08	100 HV~900 HV	Ur:6.0%,4.0% [p=95%,k=2.00]	顯微維克氏硬度標準機	92.10.08	v		顯微維克氏硬度標準塊	9	10	22	15	20	76	潘小晞			
91	500 N靜法碼機系統	N09	1 N ~ 500 N	Ur=2×10 ⁻⁵ [p=95%,k=2]	法碼	94.05.02	v		荷重元、檢力環、環式動力計、拉力計	5	1	4	4	2	16	陳秋賢			
92	奈米壓痕量測系統	N10	力量範圍為0 mN至10 mN，測深範圍為100 nm 至5 mm	壓痕硬度之相對擴充不確定度為7.5 % [p=95%,k=1.98]	奈米壓痕標準機	94.11.03	v		奈米壓痕硬度標準塊、複合模數	10	5	11	16	13	55	吳忠霖			
93	力量比較校正系統（四）	N11	荷重能力10 mN≤力量≤200 mN 測長能力0 mm≤位移≤50 mm 楊氏模數	荷重能力 4.4×10 ⁻³ ； 測長能力 4.1×10 ⁻⁶ ； 楊氏係數 5.2×10 ⁻² [p=95%,k=2.00,2.03,2.23]	法碼	97/03/07	v		線材料（楊氏係數量測）、力量傳感器	2	2	4	5	6	19	吳忠霖			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
94	全光通量量測系統	002	680~4500流明	Ur=1.4 % [p=95%,k=1.98]	積分球,直流電源供應器,直流電壓表,標準電阻,電腦,光度計,全光通量標準燈	82.06.10	v		光澤計,光澤度標準板,光通量標準燈	86	69	95	91	76	417	陳政憲	◎		103年設備汰換
			光澤度從10 GU至100 GU(Gloss Unit),幾何條件分別為20°、60°、85°。	20°高光澤:0.4 GU, 60°高光澤:0.4 GU, 85°高光澤:0.6 GU, 20°中光澤:0.8 GU, 60°中光澤:0.6 GU, 85°中光澤:1.1 GU [p=95%,k=1.96~1.98]															
			40 mlm ~ 800 lm	Ur 紅光LED 2.9 % 綠光LED 2.4 % 藍光LED 2.2 % 白光LED 2.4 % [p=95%,k=2.05,1.97,1.96,1.97]															
			10 mcd ~ 10000 mcd	光LED 1.7 % 綠光LED 1.7 % 藍光LED 1.7 % 白光LED 1.7 % [p=95%,k=1.97]															
			380 nm 至780 nm	發光二極體分光輻射光譜 白光Ur=5.0 %~57 % 紅光Ur=4.6 %~21 % 發光二極體色度 白光x = 0.0060, y = 0.0086 紅光x = 0.0047, y = 0.0046 發光二極體主波長 U=0.62 nm[p=95%,k=1.97~3.18]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
95	分光輻射量測系統	003	波長：250 nm至1100 nm。 分光輻射照度：0.01 mW/(m ² ×nm)至150 mW/(m ² ×nm)	250 nm，Ur=9.7 % 255 nm，Ur=5.1 % 255 < λ ≤ 265，Ur=4.5 % 265 < λ ≤ 300，Ur=3.6 % 300 < λ ≤ 335，Ur=3.0 % 335 < λ ≤ 375，Ur=2.0 % 375 < λ ≤ 490，Ur=1.5 % 490 < λ ≤ 630，Ur=1.0 % 630 < λ ≤ 820，Ur=1.5 % 820 < λ ≤ 1030，Ur=2.0 % 1030 < λ ≤ 1340，Ur=2.5 % 1340 < λ ≤ 1770，Ur=3.0 % 1770 < λ ≤ 2160，Ur=3.5 % 2160 < λ ≤ 2500，Ur=4.0 % %[p=95%,k=1.96 ~ 2.26]	自動化分光輻射儀,光電倍增管,直流電源供應器,微電位計,直流電阻器,個人電腦,氮氬雷射光學組件,分光輻射標準燈	79.08.14	v		亮度計, 分光輻射儀, 分光輻射標準光源, 彩色分析儀, 亮度標準光源, 亮度色度計	230	141	224	140	133	868	蕭金釵	◎	※	
			量測項目 範圍 波長 380 nm 至 780 nm 亮度 5 cd/m ² 至 50000 cd/m ² 色度 (0,0) 至 (0.9,0.9) 色溫 2500 K 至 3200 K	A.分光輻射亮度 Ur=2.5 % ~ 3.0 % B.亮度 Ur=1.5 % C.色度 U(x, y, u, v)=(0.0011, 0.0009, 0.0004, 0.0004) D.色溫 U=13 K [p=95%,k=1.96]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
95 接上頁	分光輻射量測系統	O03	(1)矽光偵測器：200 nm~1100 nm (2)視效函數光偵測器：380 nm~780 nm	(1)矽光偵測器： $U_r=0.8\%$ to 5.1% (2)視效函數光偵測器： $U = 0.0006$ to 0.013 [$p=95\%$, $k=1.96$]	自動化分光輻射儀,光電倍增管,直流電源供應器,微電位計,直流電阻器,個人電腦,氮氙雷射光學組件,分光輻射標準燈	79.08.14	v		亮度計, 分光輻射儀, 分光輻射標準光源, 彩色分析儀, 亮度標準光源, 亮度色度計	230	141	224	140	133	868	蕭金釵	◎	※	
96	色度量測系統	O05	反射率 Y, L: 1%~100 % 色度座標值 x,y: 0~1 a^* 、 b^* : 0 ~ ±200	反射率 Y: $U=0.38\%$, L*: $U=0.18$ 色度座標值(x,y): $U=0.0002$ 色度座標(a^* , b^*): $U=0.03$ 標準白板分光反射率之擴充不確定度(380~780)nm為0.42% [$p=95\%$, $k=1.97\sim 2.00$]	光源自動化分光儀,光電倍增管,積分球,電腦,光學組件,標準色板,標準白板	83.01.10	v		色板, 白板	58	73	77	117	98	423	劉玟君	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
96 接上頁	色度量測系統	O05	反射率、分光反射率：1%至100% L*從0至100 色度座標值x、y從0至1 a*、b*從0至±200	標準白板 反射率Y的擴充不確定度為0.54% 反射率L*的擴充不確定度為0.15 色度座標值x、y的擴充不確定度為0.0002 色度座標值a*、b*的擴充不確定度為0.02 分光反射率的擴充不確定度為0.64% 標準色板 紅色 Y 0.30 x 0.0046 y 0.0022 L* 0.41 a* 0.55 b* 1.3 綠色 Y 0.27 x 0.0005 y 0.0009 L* 0.41 a* 0.54 b* 0.45 藍色 Y 0.17 x 0.0028 y 0.0048 L* 0.61 a* 0.72 b* 0.74[p=95%,k=1.96~1.99]		83.01.10	v		色板，白板	58	73	77	117	98	423	劉玟君			

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
96 接上頁	色度量測系統	O05	穿透率量測範圍為(1-100)% 波長量測範圍為(200-800)nm	A.(1-10)% (200-800) nm : $U_r = 0.07\%$ B.(10-100)% (200-800) nm : $U_r = 0.25\%$ [p=95%,k=2.03,2.09]	光源自動化分光儀,光電倍增管,積分球,電腦,光學組件,標準色板,標準白板	83.01.10	v	色板, 白板	58	73	77	117	98	423	劉玟君	◎			
			波長量測範圍為(250~2500) nm 反射率量測範圍為(1~100) %	0.1% [p=95%,k=1.99]															
			反射率Y從1%至100%, L*從1至100, 色度座標值x、y從0至1〔註〕; a*、b*從0至±200	(a)標準白板(相同材質) 反射率U(Y): 0.40%, U(L*): 0.15 色度座標值U(x, y): 0.0002 色度座標值U(a*, b*): 0.02 (b)標準色板 反射率U(Y): 0.10~0.15% 色度座標值U(x, y): 0.0009~0.0047 U(L*): 0.23~0.66 色度座標值U(a*, b*): 0.19~0.75 (d)標準白板分光 反射率U: 0.42% [p=95%,k=1.96~1.97]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
97	絕對輻射量測系統	O06	燭光70 cd至10000 cd 照度70 lx至10000 lx	燭光 $U_r=0.8\%$ 照度 $U_r=0.7\%$ %[p=95%,k=1.97]	輻射量測頭, 輻射量測控制單元, 前級放大器, 比例變壓器, 直流電源供應器, 數位三用表, 標準電阻, 示波器, 電腦	82.10.31	V	光強度標準燈, 光功率計	87	88	95	90	79	439	于學玲			△	
			波長範圍： 300nm~9000 nm, 絕對 輻射：6 μ W~100 mW	輻射功率可見光 部份之相對擴充 不確定度為0.28 %, 其他波段則 為0.51 %; 輻射 功率響應可見光 部份之相對擴充 不確定度為0.28 %, 其他波段則 為0.52 %[p=95%,k=1.98]															
			光輻射功率計：50 μ W至150 mW 輻射照度計：50 μ W/cm ² ~150 mW/cm ²	光功率計：4.1 % 輻射照度計：3.1 %~ 6.2 % 光源輻射照度： 2.8 %~ 6.1 % 光源輻射功率量 測：4.1 %[p=95%,k=1.97]	輻射量測頭, 輻射量測控制單元, 前級放大器, 比例變壓器, 直流電源供應器, 數位三用表, 標準電阻, 示波器, 電腦														
			照度範圍：25 lx to 1500 lx 光強度範圍：25 cd to 1500 cd	$U_r = 0.9\%$ $U_r = 1.0\%$ %[p=95%,k=2.00,1.97]															
			校正波長：1310 nm & 1550 nm 功率範圍：1 μ W ~ 1 mW	U_r 1310 nm：1.1 % 1550 nm：1.3 %[p=95%,k=1.97,1.98]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
98	低溫絕對輻射量測系統	O07	(1) 矽(Si)標準光偵測器,波長量測範圍為350 nm至1100 nm,偵測面直徑大於4 mm (2) 鍺(Ge)標準光偵測器,波長量測範圍為800 nm至1700 nm,偵測面直徑大於4 mm	(1)矽(Si)標準光偵測器分光光輻射功率響應：0.43 %至15 % (2) 鍺(Ge)標準光偵測器分光光輻射功率響應：0.22 %至2.4 % [p=95%,k=(1)2.12~2.26 (2)1.97~1.99]	低溫絕對輻射計	94.08.02	v		矽或鍺光偵測器之絕對分光光軸射功率響應	0	0	0	0	1	1	于學玲	◎	△	
			輻射功率之量測範圍由10 μ W至1.0 mW。	光源為雷射時，系統量測相對擴充不確定度為0.028 % 光源為分光儀之單色光時，系統量測相對擴充不確定度則為0.044 % [p=95%,k=1.97]	電功率轉換														
99	霧度量測系統	O08	(380 ~ 780) nm	U ASTM D 1003 0.04 % ~ 0.71 % JIS K 7361 0.16 % ~ 1.7 % ISO 14782 0.05 % ~ 0.75 % [p=95%,k=1.99~2.07]	霧度標準片	96.06.28	v		霧度標準片 (ASTM D1003, JIS K7105) (ISO 13468, JIS K7361) (ISO 14782, JIS K7136)	5	6	11	16	12	50	蕭金釵	◎		
100	光散射量測系統	O09	入射角度(-60 ~ 60)° 波長(380 ~ 800) nm	0° U=0.56 % 0° < θ ≤ 45°, -45° ≤ θ < 0° U=0.58 % 45° < θ ≤ 60°, -60° ≤ θ < -45° U=0.59 % [p=95%,k=2.00,2.01,2.00]	標準白板	98.01.16	v		標準白板	6	0	0	1	1	8	劉玟君	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	量測標準系統					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
101	分光輻射通量標準校正系統	O10	分光輻射通量 350 nm 至 830 nm 0.5 mW/nm 至 150 mW/nm 色溫 2800 K 至 3200 K 發光體尺寸 長寬在8 cm以內 點燈供電方式 定電流直流供電 量測幾何條件 燈帽燈座朝上(Base-up)或 燈帽燈座朝下(Base-down)	$350 \leq \lambda < 370$, $U_r = 2.7$ $370 \leq \lambda < 390$, $U_r = 1.5$ $390 \leq \lambda < 500$, $U_r = 1.1$ $500 \leq \lambda \leq 830$, $U_r = 0.8$ [$p=95\%$, $k=2.78$, 2.20,2.00,1.98]	分光輻射照度標準燈	101.11.2	v		分光輻射通量標準燈	-	-	-	10	18	28	吳貴能	◎		101年度新建系統
102	汞柱壓力量測系統	P01	(1,016 ~ 372,512) Pa (0.3 inHg ~ 110 inHg)	$(1.14 \times 10^{-1} + 3.99 \times 10^{-10} \times p^2)^{1/2}$ Pa, p為量測壓力, 其單位是 Pa[$p=95\%$, $k=1.97$]	真空幫浦, 石英巴登管式壓力計, 電容式差壓計	83.06.24	v		汞柱壓力計, 真空錶, 壓力校正器, 壓力錶, 壓力轉換器, 壓力產生器, 汞柱壓力計, 精密壓力計, 數位型壓力計, 大氣壓力計, 無液大氣壓力計, 真空計, 壓力計, 水柱壓力計, 數字型壓力計	37	61	54	49	50	251	吳國真		※	
			(0 ~ 414) kPa	絕對壓力量測: 0.02 kPa, 錶示壓力量測: 0.02 kPa[$p=95\%$, $k=1.97$]															
			(1 ~ 120) kPa	0.31 Pa~2.3Pa 含待校件 $U_r = 2.1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m}^2$ [$p=95\%$, $k=2.00$]															
			(0 ~ 700) kPa	(1)絕對壓力量測: 0.027 kPa (2)錶示壓力量測: 0.026 kPa (3)壓力轉換器 0.030 kPa (4)汞柱壓力計 0.085 kPa[$p=95\%$, $k=2.00$]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
103	水柱壓力量測系統	P02	9.5 Pa~5700 Pa	(1)系統擴充不確定度：4.14E-4量測壓力+0.88 Pa (擴充係數 $k = 2$) (2)待校件為壓力轉換器與數字型壓力計，以擴充不確定度表示之校正與量測能力：4.13E-4量測壓力+1.24 Pa (擴充係數 $k = 2$) (3)待校件為壓力錶，以擴充不確定度表示之校正與量測能力：4.27E-4量測壓力+1.62 Pa (擴充係數 $k = 2$) (4)待校件為差壓計，以擴充不確定度表示之校正與量測能力：4.15E-4量測壓力+1.18 Pa (擴充係數 $k = 2$) 2)[p=95%,k=2.00]	體積壓力調整器,標準桿,水柱壓力計	77.06.29	v		水柱壓力計，差壓計，數字型壓力計，微差壓計，微壓計，壓力校正器，壓力轉換器，汞柱力計，壓力錶	22	20	13	13	10	78	劉力維			103年已申請退庫，並獲同意待104.1規費公告後，停止服務。
			0 kPa ~ 10 kPa	0.0019 kPa[p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度				
103 接上頁	水柱壓力量測系統	P02	2, 4, 6, 8, 10, 20, 60, 100, 300, 500, 700, 900, 1000 mmH2O	0.022, 0.022, 0.022, 0.022, 0.022, 0.022, 0.023, 0.03, 0.083, 0.124, 0.169, 0.214, 0.237 mmH2O[p=95%,k=1.975, 1.975, 1.975, 1.975, 1.975, 1.98, 1.986, 1.997, 2.001, 2.003, 2.004]	體積壓力調整器,標準桿,水柱壓力計	77.06.29	v		水柱壓力計, 差壓計, 數字型壓力計, 微差壓計, 微壓計, 壓力校正器, 壓力轉換器, 汞柱力計, 壓力錶	22	20	13	13	10	78	劉力維		103年已申請退庫並獲同意104.1規費公告後, 停止服務。
104	油壓量測系統	P03	28 MPa~276 Mpa	相對擴充不確定度經評估後為： 7.4 ⁻ 10 ⁻⁵ Pa/Pa 待校件為活塞壓力計，以相對擴充不確定度表示之校正與量測能力： 7.8 ⁻ 10 ⁻⁵ m2/m2 待校件為壓力轉換器，以擴充不確定度表示之校正與量測能力： 0.026 MPa 待校件為壓力錶，以擴充不確定度表示之校正與量測能力： 1.26 MPa [p=95%,k=1.99,2.00]	浮位指示器,定容閥,白金電阻溫度計,凹角型活塞壓力計	77.06.29	v		油壓式重錘型壓力計, 油壓式活塞壓力計, 油壓錶, 壓力校正器, 油壓式活塞壓力計, 數字型壓力計, 壓力錶, 壓力轉換器, 壓力計	19	29	28	22	30	128	洪濤川	△	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
104 接上頁	油壓量測系統	P03	2.8 MPa~28Mpa	相對擴充不確定度經評估後為： 3.3 ⁻ 10 ⁻⁵ Pa/Pa 待校件為活塞壓力計，以相對擴充不確定度表示之校正與量測能力： 3.3 ⁻ 10 ⁻⁵ m ² /m ² 待校件為壓力轉換器，以擴充不確定度表示之校正與量測能力： 0.004 Mpa [p=95%,k=1.99,2.04]	浮位指示器，定容閥，白金電阻溫度計，凹角型活塞壓力計	77.06.29	v	油壓式重錘型壓力計，油壓式活塞壓力計，油壓錶，壓力校正器，油壓式活塞壓力計，數字型壓力計，壓力錶，壓力轉換器，壓力計	19	29	28	22	30	128	洪濠川		△		
			14 MPa 至280 Mpa	Ur = 6.0E-05 Pa/Pa 活塞壓力計6.2E-05 m ² /m ² 壓力轉換器 (a)壓力範圍14 MPa 至70 MPa，0.005 MPa (b)壓力範圍70 MPa 至280 MPa，0.028 MPa 壓力錶 (a)壓力範圍14 MPa 至70 MPa，0.07 MPa (b)壓力範圍70 MPa 至250 MPa，0.1 MPa (c)壓力範圍250 MPa 至280 MPa，1.8 MPa [p=95%,k=1.99,2.00,1.98,1.99,2.20,2.18,2.78]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度				
104 接上頁	油壓量測系統	P03	2.8 MPa 至28 Mpa	Ur = 2.8E-05 Pa/Pa 活塞壓力計3.3E-05 m2/m2 壓力轉換器0.004 MPa 壓力錶0.03 MPa [p=95%,k=1.99,2.05]														
105	氣壓量測系統	P04	40 kPa ~ 700 kPa	錶示壓力Ur = 1.7E-05 kPa / kPa 絕對壓力Ur = 2.3E-05 kPa / kPa 待校件為活塞壓力計Ur = 2.0E-05 m2/m2 待校件為壓力錶(數位與類比式) 0.014 kPa [p=95%,k=2.00]	壓力控制箱, 真空計, 真空幫浦, 氣體式活塞壓力計	76.04.29	v		氣體式活塞壓力計, 精密壓力錶, 球式計器, 壓力轉換器, 壓力產生器, 真空計, 壓力校正器, 數字型壓力計, 差壓力計, 壓力錶, 微差壓計, 汞柱壓力計, 無液大氣壓力計, 大氣壓力計, 差壓計	103	100	96	85	89	473	劉力維		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
105 接上頁	氣壓量測系統	P04	100 kPa ~ 7000 kPa	錶示壓力之相對擴充不確定度： 3.1×10^{-5} (kPa / kPa) 絕對壓力之相對擴充不確定度： 3.3×10^{-5} (kPa / kPa) 待校件為活塞壓力計之最佳校正能力： $3.7 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{m}^2$ 待校件為壓力錶之最佳校正能力：0.34 kPa [p=95%,k=2.00]	壓力控制箱，真空計，真空幫浦，氣體式活塞壓力計	76.04.29	v		氣體式活塞壓力計，精密壓力錶，球式計器，壓力轉換器，壓力產生器，真空計，壓力校正器，數字型壓力計，差壓力計，壓力錶，微差壓計，汞柱壓力計，無液大氣壓力計，大氣壓力計，差壓計	103	100	96	85	89	473	劉力維			
			294 kPa ~ 7000 kPa	錶示壓力:Ur = 3.6×10^{-5} kPa / kPa 絕對壓力:Ur = 3.5×10^{-5} kPa / kPa [p=95%,k=2.00]															
			16 kPa ~ 172 kPa	錶示壓力之相對擴充不確定度： 3.4×10^{-5} (Pa / Pa) 絕對壓力之擴充不確定度：0.81 Pa ~ 4.9 Pa [p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱						負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
105 接上頁	氣壓量測系統	P04	40 kPa ~ 700 kPa	錶示壓力之相對擴充不確定度： 3.0×10^{-5} (kPa / kPa) 絕對壓力之相對擴充不確定度： 3.5×10^{-5} (kPa / kPa) 待校件為活塞壓力計之最佳校正能力： 3.6×10^{-5} m ² /m ² 待校件為壓力錶之最佳校正能力： 0.022 kPa [p=95%,k=2.00, 2.00, 2.10, 2.00]	壓力控制箱, 真空計, 真空幫浦, 氣體式活塞壓力計	76.04.29	v		氣體式活塞壓力計, 精密壓力錶, 球式計器, 壓力轉換器, 壓力產生器, 真空計, 壓力校正器, 數字型壓力計, 差壓力計, 壓力錶, 微差壓計, 汞柱壓力計, 無液大氣壓力計, 大氣壓力計, 差壓計	103	100	96	85	89	473	劉力維			
			錶示壓力0 kPa ~ 689 kPa (100 psi)	系統標準壓力擴充不確定度： 0.062 kPa 待校件為壓力錶, 以擴充不確定度表示之校正與量測能力： 0.28 kPa 待校件為數位式壓力計, 以擴充不確定度表示之校正與量測能力： 0.076 kPa [p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
105 接上頁	氣壓量測系統	P04	錶示壓力0 kPa ~ 6895 kPa (1000 psi)	系統標準壓力擴充不確定度： 0.63 kPa 待校件為壓力錶，以擴充不確定度表示之校正與量測能力：4.3 kPa 待校件為數位式壓力計，以擴充不確定度表示之校正與量測能力：0.75 kPa[p=95%,k=2.00]	壓力控制箱，真空計，真空幫浦，氣體式活塞壓力計	76.04.29	v	氣體式活塞壓力計，精密壓力錶，球式計器，壓力轉換器，壓力產生器，真空計，壓力校正器，數字型壓力計，差壓力計，壓力錶，微差壓力計，汞柱壓力計，無液大氣壓力計，大氣壓力計，差壓計	103	100	96	85	89	473	劉力維				
			40 kPa ~ 700 kPa	錶示壓力 2.6 E-05 kPa / kPa 絕對壓力 3.5E-05 kPa / kPa[p=95%,k=2.00]															
			5 kPa ~ 175 kPa	錶示壓力之相對擴充不確定度： 1.1×10 ⁻⁵ Pa/Pa 絕對壓力之擴充不確定度：為 0.13 Pa ~ 1.9 Pa 以擴充不確定度表示之校正與量測能力：0.003 kPa[p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
106	雷射干涉式微壓原級標準	P06	1 Pa ~ 10 kPa	$U(\text{PHR}) = 3.9 \times 10^{-2} \text{ Pa} + 3.1 \times 10^{-6} \text{ P}$ for P in Pa, P 為量測壓力, 單位 Pa [p=95%, k=2.04] 待校件為壓力計(壓力轉換器) $U = 0.25 \text{ Pa}$ [p=95%, k=2.04]	雷射干涉式微壓原級標準系統	95.11.22	v		液柱壓力計、數字型壓力計、微壓計、差壓計、壓力轉傳送器、壓力轉換器、電容式真空計及熱電偶真空計	4	5	10	11	12	42	洪濤川			
107	輻射溫度計量測系統	T01	(800~900)°C	2 °C	黑體爐, 紅外線輻射參考源, 銀定點, 黑體爐, 銅定點, 黑體爐, 輻射溫度計	79.06.28	v	輻射溫度計	15	23	11	70	11	130	柯心怡				102年因支援執行機場防疫工作, 校正量較要往年多。
			(>900~1000)°C	3 °C															
			(>1000~1100)°C	2 °C															
		(>1100~1200)°C	3 °C																
			銀定點(961.78°C) 銅定點(1084.62°C)	3 °C 4 °C [p=95%, k=2.36, 2.45]															
			800 °C - 1700 °C	0.7 °C - 1.3 °C [p=95%, k=1.96~1.98]															
			10 °C ~ 90 °C	0.014 °C 至 0.037 °C [p=95%, k=1.97~2.01]	SPRT標準白金電阻溫度計	79.06.28		輻射溫度計、熱像儀、光纖溫度計、輻射溫度感測器											

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
108	熱電偶溫度計量測系統	T03	0°C~1200°C	(0 ~ 1064.18)°C : 0.6 °C (1064.18 ~ 1200) °C : 0.7 °C [p=95%,k=2.03]	高溫爐, 高溫爐, 控制器, 數位多功能電表, 掃描器, 熱電偶	76.05.01	v		S型熱電偶, R型熱電偶, B型熱電偶	19	11	18	14	15	77	柯心怡			103年已申請停止其中比較校正能量並獲同意104.1規費公告後, 熱電偶溫度計比較校正停止服務。
109	電阻溫度計量測系統	T04	-70 °C ~300 °C	擴充不確定度為0.008 °C ~0.066 °C [p=95%,k=2.0]	恆溫槽數位多功能電表, 白金電阻溫度計, 掃描器	84.04.07	v		數位式溫度計, 電阻式溫度感測器, 白金電阻溫度計, 熱敏電阻	132	87	132	110	127	588	蔡淑妃		※	
110	白金電阻溫度計定點量測系統	T05	-189.3442 °C ~961.78 °C	銀凝固點: 7.0 mK, 鋁凝固點: 4.0 mK, 鋅凝固點: 2.2 mK, 錫凝固點: 1.0 mK, 銦凝固點: 1.8 mK, 鎳凝固點: 0.40 mK, 水三相點: 0.21 mK, 汞三相點: 0.50 mK, 氫三相點: 1.0 mK [p=95%,k=2.00]	高溫定點爐, 高溫退火爐, 中溫定點爐, 中溫退火爐, 鎳熔點維持裝置, 水三相點維持槽, 汞定點爐, 交流自動電橋, 直流電橋, 標準電阻器, 維持槽, 冷凍循環水槽, 數位多功能電表, 恆溫油槽, 銀凝固點囊, 鋁凝固點囊, 鋅凝固點囊, 錫凝固點囊, 銦凝固點囊, 鎳凝固點囊, 鎳熔點囊, 水三相點囊, 汞三相點囊, 氫三相點囊	76.04.29	v		白金電阻溫度計, 電阻式溫度感測器(限0°C以下, 及解析度≤0.001°C者)	24	12	18	15	12	81	蔡淑妃		△	

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
111	微波功率量測系統	U01	熱敏電阻座&功率感測器 量測頻率範圍為10 MHz~18 GHz，功率量測範圍為1 mW 低功率感測器(Power Sensor with 30dB Pad) 量測頻率範圍為10 MHz~18 GHz，功率量測範圍為1 μ W	參考功率源部分：參考頻率：50 MHz；參考功率：1 mW 功率範圍為-25 dBm，-20 dBm，-15 dBm，-10 dBm，-5 dBm，0 dBm，5 dBm，10 dBm，15 dBm，20 dBm [p=95%,k=2.00]	訊號源,射頻控制器,NBS TYPE IV功率計,數位電表,功率計,校正器,範圍校正器,功率放大器,訊號產生器,高感度數位電表,校正器,熱敏電阻功率感測器,熱效電壓轉換器	78.07.31	v		微波功率計，微波功率感測器，信號產生器	38	26	36	35	32	167	林文琪	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
111 接上頁	微波功率量測系統	U01	參考功率源部分：參考頻率：50 MHz；參考功率：1 mW 功率範圍為-25 dBm，-20 dBm，-15 dBm，-10 dBm，-5 dBm，0 dBm，5 dBm，10 dBm，15 dBm，20 dBm	參考功率源之相對擴充不確定度為0.56%。功率範圍之相對擴充不確定度為0.28% [p=95%,k=2.00]	訊號源,射頻控制器,NBS TYPE IV功率計,數位電表,功率計,校正器,範圍校正器,功率放大器,訊號產生器,高感度數位電表,校正器,熱敏電阻功率感測器,熱效電壓轉換器	78.07.31	v		微波功率計,微波功率感測器,信號產生器	38	26	36	35	32	167	林文琪	◎		
112	微波散射參數及阻抗量測系統	U02	頻率:45 MHz~26.5 GHz, 反射係數: 0~1, 透射係數: 10~-60 dB	(1)HP 8510B 對7 mm接頭而言, 反射係數擴充不確定度為0.0025~0.018, 透射係數擴充不確定度為0.053 dB~0.46dB (10 dB~-60 dB), 對Type N接頭而言 反射係數擴充不確定度為0.0060~0.049, 透射係數擴充不確定度為0.059 dB~0.52 dB (10 dB~-60 dB), 對3.5 mm接頭而言 反射係數擴充不確定度為0.0069~0.051, 透射係數擴充不確定度為0.063 dB~2.5 dB (10 dB~-60 dB)。 [p=95%,k=2.00]	訊號合成產生器,S-參數測試儀,中頻偵測器,顯示處理器,精密校正組件,校正組件,驗證組件	80.11.05	v		短路器,開路器,終端器,不匹配器,微波空氣線,衰減器,微波元件,網路分析儀	34	29	25	36	18	142	林文琪	◎		

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
112 接上頁	微波散射參數及阻抗量測系統	U02	頻率:45 MHz~26.5 GHz, 反射係數: 0~1, 透射係數: 10~-60 dB	(2)Agilent 8361A 對7 mm接頭而言, 反射係數的擴充不確定度為0.0019~0.012, 透射係數擴充不確定度為0.040 dB~1.7 dB (10 dB~-60 dB), 對Type N接頭而言反射係數擴充不確定度為0.0053~0.046, 透射係數擴充不確定度為0.060 dB~1.8 dB (10 dB~-60 dB), 對3.5 mm接頭而言反射係數擴充不確定度為0.0043~0.049, 透射係數擴充不確定度為0.053 dB~1.8 dB (10 dB~-60 dB)。 [p=95%,k=2.00]	訊號合成產生器,S-參數測試儀,中頻偵測器,顯示處理器,精密校正組件,校正組件,驗證組件	80.11.05	v		短路器,開路器,終端器,不匹配器,微波空氣線,衰減器,微波元件,網路分析儀	34	29	25	36	18	142	林文琪	◎		
113	微波雜訊量測系統	U04	校正頻率範圍為10 MHz~18 GHz 過量雜訊比(Excess Noise Ratio, ENR)範圍為4.00 dB~16.50 dB	0.14 dB ~ 0.20 dB[p=95%,k=2]	訊號合成產生器,雜訊指數計,頻率轉換器,衰減/切換驅動器,同軸切換器,放大器,電源供應器,雜訊指數測試儀,熱雜訊源,室溫雜訊源,雜訊產生器	82.07.09	v		微波雜訊源	1	1	1	1	0	4	林文琪			103年已申請退庫並獲同意104.1規費公告後,停止服務。

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否												
114	電磁場強度量測系統	U06	(1)頻率範圍：500 MHz 至1000 MHz，最大電場強度範圍：100 V/m	(1)相對擴充不確定度：9 % (0.8 dB)	信號產生器，高功率放大器，功率計，橫電磁波室電磁場強度計，波導天線	84.08.30	v		電磁場強度計，微波洩漏測試儀，微波測漏儀	67	70	68	74	75	354	劉家維	◎			
			(2) 頻率範圍：1 GHz 至4 GHz，最大電場強度範圍：100 V/m	(2)相對擴充不確定度：11 % (0.9 dB)																
			(3) 頻率範圍：4 GHz 至8 GHz，最大電場強度範圍：100 V/m	(3)相對擴充不確定度：15 % (1.2 dB)[p=95%,k=2.00]																
			頻率範圍：100 kHz 至 500 MHz 最大電場強度範圍：140 V/m	相對擴充不確定度：11 % (0.9 dB)[p=95%,k=2.00]																
			頻率：30MHz~1000MHz	0.9dB~1.2dB[p=95%,k=2.00]																
			頻率：100 MHz ~ 1000 MHz	0.8dB0.9dB[p=95%,k=2.00]																

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	年度					負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明	
							是	否		99年度	100年度	101年度	102年度	103年度					小計
115	電磁波能量吸收比探頭校正系統	U08	1.液體中的靈敏度 (Sensitivity in tissue): 以轉換因子表示。 2.空氣中的靈敏度 (Sensitivity in air): 以校正因子表示。 3.電場頻率響應 (Frequency response of E-field)。 4.接收場型(Receiving pattern)。 5.動態範圍(Dynamic Range)。	相對擴充不確定度 1. 900 MHz: Ur=10 % 1800/1900 MHz: Ur=11 % 2. 900 MHz: Ur=13 % 1800/1900 MHz: Ur=11 % 3. Ur=6.5 % 4. 相對靈敏度:1 % 角度: 1° (擴充不確定度) 5. Ur= 1 % Ur= 1 % %[p=95%,k=2]	IndexSAR IXP-050	99.02.03	v		電磁波能量吸收比(SAR)探頭	0	0	0	2	1	3	劉家維	◎		
116	雷射干涉振動校正系統	V01	50~700 Hz	Ur = 0.5 % %[p=95%,k=2.00]	函數產生器, 功率放大器, 激振器, 數位多功能電表, He-Ne 雷射光感偵測器, 壓電驅動器, 頻率計數器	83.06.15	v		標準加速規, 加速規組, shaker, 示波器	8	7	4	4	5	28	崔廣義			
			50~10000 Hz	於3000 Hz 以下 (不含), 相對擴充不確定度為0.5 %; 於3000 Hz 至5000 Hz, 相對擴充不確定度為1.0 %; 於5000 Hz 以上 (不含), 相對擴充不確定度為1.8 %。 %[p=95%,k=2.00]															
			10 Hz ~ 10 kHz	10 mV, Ur = 0.64 % > 10 mV, Ur = 0.22 % %[p=95%,k=2.00]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
117	振動比較校正系統	V02	頻率：50 Hz to 7000 Hz，振幅：10 m/s ² to 100 m/s ²	加速規電荷靈敏度相對擴充不確定度 100 Hz 及160 Hz 小於2.8 % 電壓靈敏度相對擴充不確定度 50 Hz 及100 Hz 小於2.8 %， 160 Hz 至600 Hz 小於3.7 %， 700 Hz 至7 kHz 小於3.5 %。 [p=95%,k=1.96]	電荷放大器，精密調節放大器，數位多功能電表，激振器組，功率放大器，量測放大器，傳遞標準加速規，工作標準加速規，查核標準加速規	76.04.30	v		加速規，振動計，加速規組，數位振動計	106	90	89	78	66	429	崔廣義			
			50 Hz~ 5000 Hz	加速度Ur=1.1 % 速度Ur=1.6 % 位移Ur=2.0 % [p=95%,k=2.00]															
118	衝擊振動比較校正系統	V03	1000 m/s ² 至10000 m/s ²	1000 m/s ² 至6000 m/s ² Ur=2.1 %， 8000 m/s ² 至10000 m/s ² Ur=2.6 %。 [p=95%,k=1.97]	比較式陡振校正器，示波器，參考標準加速規組	81.01.09	v		陡振振動計(衝擊機)，陡振脈衝記錄器，加速規組(陡振)	10	10	13	16	11	60	陳俊凱			
119	低頻振動校正系統	V04	3.15 Hz 至50 Hz。	1. 加速度Ur=1.9 %；2. 速度Ur=2.2 %；3. 位移Ur=2.1 %。 [p=95%,k=2.00~3.00]	水平激振器 APS-129，低頻加速規VP-3000，精密複用電表HP3458A	85.06.30	v	低頻加速規，加速規組，振動計，低頻振動計，雷射加速度計	90	71	69	49	68	347	王聖涵			※	
			0.8 Hz to 2 Hz 3.15 Hz to 100 Hz	相對擴充不確定度2.8 %，1.3 % [p=95%,k=1.97,1.96]															
			頻率 0.4 Hz to 0.7 Hz 0.8 Hz to 2 Hz 3.15 Hz to 100 Hz	相對擴充不確定度2.8 %，2.5 %，0.6 % [p=95%,k=1.98,1.97,1.97]															

國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	99年度	100年度	101年度	102年度	103年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良※比對△	備註說明
							是	否											
120	衝擊振動原級校正系統	V06	200 m/s ² 至 10000 m/s ²	Ur=1.0 %[p=95%,k=1.96]	穩頻雷射	99.02.26	v		衝擊加速規	1	1	0	1	2	5	陳俊凱		△	原級系統，提供V03系統之標準件追溯。
年度合計（註：100年(含)以後系統服務次數係以系統使用次，100年以前是以收件數為準） ◎：本年度進行第三者認證再評鑑										4556	4139	4903	4629	4546	22773				

104.01製表

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

項次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
系統代碼	A01	A02	A03	B01	B02	B03	C01	C03	C07	C08	C09
系統名稱	標準麥克風互換校正系統	標準麥克風比較校正系統	聲音校正器校正系統	核磁共振磁通密度量測系統	磁通量測系統	低磁場量測系統	黏度計量測系統	鋼瓶氣體濃度量測系統	氣體量測系統	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	低碳能源氣體濃度量測系統
系統類別(原級、次級、其他)	原級	其他	次級	原級	次級	次級	其他	次級	次級	原級	次級
系統建置成本(仟元)											
系統完成日期	83.06.30	81.05.25	81.12.07	81.12.28	82.09.15	82.04.19	80.06.30	83.10.26	84.08.10	83.10.26	102.05.24
可校正之儀器名稱	電容式麥克風	電容式麥克風、麥克風	噪音計、音位校正器、活塞式校正器、噪音量測儀	磁力計、高斯計、標準參考磁鐵	磁通計、探索線圈	高斯計、標準參考磁鐵、磁力計	旋轉式黏度計	鋼瓶氣體驗證參考物質、具追溯性氣體參考物質	氣體分析儀、氣體警報器	原級氣體標準參考物質	合成天然氣濃度、雙成份氣體濃度
FY99系統服務次數	24	89	173	72	4	73	7	12	32	27	-
FY100系統服務次數	5	107	180	64	15	76	12	9	30	21	-
FY101系統服務次數	23	151	196	83	14	116	13	4	42	18	-
FY102系統服務次數	1	132	182	98	10	134	16	11	46	27	4
FY103系統服務次數	19	71	192	102	11	139	13	10	48	92	4
計畫行單位建議方案(合併、改良、推廣、停止、移轉及繼續服務等；並請填寫下列相對應分析)	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務
合併分析	合併前系統維持成本										
	合併後系統維持成本										
	合併需改善之成本										
	欲併入本系統服務成本										
改良分析	國際發展趨勢										
	需求調查										
	技術可行性評估										
	經費需求										
停止分析、繼續服務分析、推廣分析	預期成果										
	國家度量衡標準實驗室量測標準追溯之完整性										
	國家度量衡標準實驗室之核心技術										
	全國認證基金會認證之二級實驗室數量										
近五年來之校正量(平均量)	15	110	185	84	11	108	13	10	40	37	4
未來業界需求	11	107	197	112	14	165	17	9	55	78	4
擴充二級實驗室數量或可提昇其技術											
維持成本(仟元)											
校正收費											
提供服務之實驗室數量及校正需求											
移轉分析	經符合前開停止評估，再洽詢本局各實驗室接受移轉意願；										
	可用優惠方式，促進廠商接受標準系統技術移轉										
本局建議方案											
備註											

註1：僅停止服務系統進行相對應之「停止分析」評估，其餘空白欄位代表尚未進行評估。

註2：系統服務次數欄位標示“-”，代表該年度系統尚未建立，無資料顯示。

註3：未來業界需求欄位標示“-”，代表年度系統服務次數資料不足，尚無法進行迴歸預測。

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

53 E19	54 E20	55 E21	56 E23	57 E24	58 E25	59 E26	60 E27	61 E29	62 E30	63 F01	64 F02	65 F03
單相交流電 能量測系統	三相交流電 能量測系統	相位角量 測系統	單相交流電 功率原級量 測系統	量化霍爾 電阻原級 系統	直流大電 阻量測系 統	三相交流 電功率量 測系統	片電阻校 正系統	電容標準 追溯電阻 標準校正 系統	高頻介電 常數量測 系統	大水流量 校正系統	小水流量校 正系統	低黏度油 流量校正 系統
次級	次級	次級	次級	原級	次級	次級	原級	原級	次級	原級	原級	原級
76.04.30	82.04.24	76.04.23	84.06.30	84.06.30	86.06.23	90.10.01	91.07.17	94.05.02	97.06.05	84.12.05	85.03.01	84.12.14
瓦時校正 器、精密數 位瓦時表...	三相瓦時 計、三相 標準瓦時 計、三相 標準瓦時 表...	相位標準 器、相位 偏移器/相 位計	精密數位瓦 特表、瓦特 轉換器	參考標準 電阻器	多功能數 位電表、 標準電阻 器、電阻 校正器、 ...	三相電功 率表、電 力分析 儀、三相 電功率轉 換器	矽表面電 阻標準片	標準電容	高頻介質 材料	渦輪式流 量計、正 位式流量 計、超音 波式流量 計...	渦輪式流量 計、正位 式流量計 、電 磁式流量計 ...	正位式流 量計、渦 輪式流量 計、質量 式流量計
8	6	4	1	4	83	6	38	10	1	70	39	32
10	7	4	1	2	71	2	20	10	0	56	46	28
9	11	3	1	2	72	4	29	10	1	63	46	36
7	7	3	2	1	66	2	40	2	1	70	46	24
8	7	4	1	1	79	7	28	12	1	42	46	33
繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務
9	8	4	2	2	75	5	31	9	1	61	45	31
8	9	4	2	0	71	5	31	8	2	48	49	30

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

66 F04	67 F05	68 F06	69 F07	70 F08	71 F09	72 F10	73 F11	74 F12	75 H01	76 H04	77 L01	78 L02	79 M01
高黏度油 流量校正 系統	高壓氣體 流量系統	低壓氣體 流量校正 系統(管 式校正 器)	低壓氣體 流量校正 系統(小 鐘形校正 器)	低壓氣體 流量校正 系統(大 鐘形校正 器)	微量氣體 校正系統	風速校正 系統	微流量量 測系統	低壓氣體 流量校正 系統(壓 力容積溫 度時間校 正器)	雙壓力濕 度產生器 量測系統	木材水份 計量測系 統	真空比較 校正系統	動態膨脹 法真空量 測系統	小質量量 測系統
原級	原級	原級	原級	原級	原級	原級	原級	原級	其他	次級	其他	其他	其他
84.12.05	76.05.31	76.04.30	84.06.30	76.05.01	90.10.01	94.05.02	95.01.16	102.12.06	77.12.02	80.06.30	80.04.30	83.03.15	74.04.23
正位式流 量計、渦 輪式流量 計、質 量式流量 計	浮沉式流 量計、正 位式流量 計、差壓 式流量計 ...	浮沉式流 量計、正 位式流量 計、差壓 式流量計 ...	浮沉式流 量計、正 位式流量 計、差壓 式流量計 ...	浮沉式流 量計、正 位式流量 計、熱質 式流量 計、渦輪 式流量計 ...	浮沉式流 量計、正 位式流量 計、差壓 式流量計 ...	風速計	微流量計	音速噴 嘴、層流 式流量 計、差壓 式流量 計、熱質 式流量 計、可變 面積式流 量計、正 位式流量 計	溫濕度 計、溫濕 度信號轉 換器、電 子式溫濕 度計...	水份測定 計、木材 水份計	各式真空 計...	冷陰極離 子化真空 計、旋轉 轉子黏滯 式真空計 ...	法碼
8	59	94	56	52	42	34	3	-	110	13	60	14	57
8	60	96	52	55	51	29	3	-	87	10	56	17	88
13	73	93	61	53	56	42	7	-	112	8	74	16	66
7	62	113	58	89	72	26	5	-	94	15	65	21	58
5	28	80	33	56	52	37	4	13	85	12	63	17	48
繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	停止服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	停止服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務
					N					N			
					N					N			
					0					1			
9	57	96	52	61	55	34	5	13	98	12	64	17	64
7	39	92	40	74	67	35	6	-	85	13	69	20	49
					N					Y			
					155					165			
					8,000元					3,000元			
					79					13			
					N					Y			
					103.08.11 獲局同意 停止服務 ，原能量 併入F06					103.08.11 獲局同意 停止服務			

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

108 T03	109 T04	110 T05	111 U01	112 U02	113 U04	114 U06	115 U08	116 V01	117 V02	118 V03	119 V04	120 V06	合計
熱電偶溫度計量測系統	電阻溫度計量測系統	白金電阻溫度計定點量測系統	微波功率量測系統	微波散射參數及阻抗量測系統	微波雜訊量測系統	電磁場強度量測系統	電磁波能量吸收比探頭校正系統	雷射干涉振動校正系統	振動比較校正系統	衝擊振動比較校正系統	低頻振動校正系統	衝擊振動原級校正系統	120
次級	其他	原級	其他	其他	原級	其他	次級	原級	其他	其他	原級	原級	
76.05.01	84.04.07	76.04.29	78.07.31	80.11.05	82.07.09	84.08.30	99.02.03	83.06.15	76.04.30	81.01.09	85.06.30	99.02.26	
S型熱電偶、R型熱電偶、B型熱電偶	數位式溫度計、電阻式溫度感測器、白金電阻溫度計...	白金電阻溫度計、電阻式溫度感測器...	微波功率計、微波功率感測器...	短路器、終端器、不匹配器、微波空氣線...	微波雜訊源、雜訊指數計	電磁場強度計、微波洩漏測試儀、微波測漏儀...	電磁波能量吸收比(SAR)探頭	標準加速規、加速規組、shaker、示波器	加速規、振動計、加速規組、數位振動計	陡振振動計、陡振脈衝記錄器、加速規組	低頻加速規、加速規組、振動計...	衝擊加速規	
19	132	24	38	34	1	67	0	8	106	10	90	1	99
11	87	12	26	29	1	70	0	7	90	10	71	1	100
18	132	18	36	25	1	68	0	4	89	13	69	0	101
14	110	15	35	36	1	74	2	4	78	16	49	1	102
15	127	12	32	18	0	75	1	5	66	11	68	2	103
停止服務(比較式)	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	停止服務	繼續服務	停止服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	
N					N		N						
N					N		N						
4					0		0						
16	118	17	34	29	1	71	1	6	86	12	70	1	
14	122	10	33	21	1	77	2	3	59	15	50	2	104
Y					N		N						
188					231								
7,500元/支					8,200元		擇1點頻率： 24,000元， 擇2點頻率： 28,000元， 擇3點頻率： 30,000元						
13					1		1						
Y					N		N						
103.08.11 獲局同意 停止服務 (比較式)					103.08.11 獲局同意 停止服務								