



國家度量衡標準實驗室 104 年度執行報告

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫

(第 3 年度)

全程計畫：自 102 年 1 月至 105 年 12 月止

本年度計畫：自 104 年 1 月至 104 年 12 月止

中華民國 105 年 1 月

【期末報告摘要資料】

科資中心編號	PG10401-0516			
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	104-1403-05-05-08-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	104-1403-05-05-08-01	
年度	104	全程期間	102.01-105.12	
本期經費	309,318千元			
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	75%	75%	0
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	309,318 千元	309,027 千元	99.9%
	全程	1,116,196 千元	808,188 千元	72.4%
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118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4763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600萬件次以上，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，年度共參與9項國際比對活動。累計參與95項國際比對，已完成61項，34項持續進行中。國家度量衡標準實驗室(NML)已有270項校正與量測能力(CMC)登錄至國際度量衡局(BIPM)的附錄C。同時進行21件國外追溯、627件次國內追溯，維持國家最高標準之國際等同性。</p> <p>(3)完成質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫/濕度等8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)，及參與2項歐盟計量合作計畫，進行比對技術深化與計量技術交流。</p> <p>(5)完成6項系統改良/精進，5套系統設備汰換。</p> <p>(6)配合第三者認證時程，完成質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫/濕度等43套</p>			

系統再評估。

(7)完成辦理8場技術推廣說明會(含成果發表會)，共354廠家、754人參加。

(8)出版量測資訊6期；舉辦12場次研討會，共140廠家、214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21批，324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)三維尺寸量測系統與技術

A.技術發展：

- 靜態三維尺寸量測技術：使用自動追蹤雷射測距技術與多線交會(multi-lateration)技術分析出各軸之6項誤差(3項旋轉與3項線性誤差)與各軸間的正交度，做為結構調整或控制器補償之參考依據，並以此技術建立CMM校正系統。
- 自動追蹤雷射絕對測距技術：自動追蹤機械結構進行細部修改以及性能提升，設計關鍵在於三軸共心以及其動態追蹤性能；建立簡易型對環境變化不敏感之雙光纖雷射光梳以及快速絕對測距技術及快速測距系統。
- 建立線上音頻、振動量測技術：藉由多點量測同時分析主軸旋轉精度量測、徑向旋轉精度量測、傾斜旋轉精度量測及溫升變化四項量測參數。

B.可應用領域：

國內精密機械加工機製造廠商(如歲立、亞歲、程泰、台中精機、永進、百德、大立等)，與三次元座標量床製造商(如建曄、台智、源台、維竑、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：

- 座標量測儀(CMM)校正系統：
組合量測不確定度： $0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L$ ($k=1$)
- 自動追蹤雷射絕對測距技術：
雙軸旋轉追蹤機構：旋轉徑向誤差小於 $5 \mu\text{m}$ ，軸向誤差小於 $2 \mu\text{m}$ 。
雙光梳絕對測距：量測不確定度： $0.2 \times 10^{-6} \times L$ 。
- 線上(In-processing)音頻、振動量測技術開發：
線上(In-situ)動態旋轉軸偏擺量測技術，徑向誤差量測不確定度 $\leq 1.3 \mu\text{m}$ ，軸向誤差量測不確定度 $\leq 1.4 \mu\text{m}$ 。

(2)電力計量標準系統

A.技術發展：

建立三相電功率、電能量測技術，以提供電力量測表(電功率表、電能表、

電力分析儀)與交流電力輸出源之有效電功率、無效電功率、有效電能與無效電能等校正服務，並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三相電功率、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：

- 三相有效電功率/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：

三相交流有效電功率：70 μ W/VA ~ 0.21 mW/VA

三相交流無效電功率：70 μ var/VA ~ 0.21 mvar/VA

三相交流有效電能：(0.10 ~ 0.24) mWh/VAh

三相交流無效電能：(0.10 ~ 0.24) mvarh/VAh

- 電壓諧波/電流諧波(A、B、C相)：

(諧波/基波)比：2 %、10 %

頻率：50 Hz、60 Hz

諧波次：2、3、5、10、20、30、40、50、64

量測不確定度：

電壓諧波：(0.31 ~ 0.63) mV/V

電流諧波：(0.24 ~ 0.48) mA/A

(3)半導體多維參數量測標準技術

A.技術發展：

建立半導體多維參數量測技術，可應用在 3DIC 製程中矽通孔(TSV)及微球柵陣列封裝(μ -BGA)之量測。配合反射儀之技術，可將矽通孔深度資訊解析出，配合疊紋投影技術，可將 μ -BGA 之形貌解析出，進而分析其高度及半徑資訊。作為 3DIC 製程良率檢測之參考依據。

B.可應用領域：

目前包括晶圓代工廠、封測廠商甚至 IC 載板廠，正積極切入三維晶片(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 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矽通孔(TSV)深度量測及微凸塊(micro bump)高度量測等

C.本年度完成工作與規格：

- μ -BGA 形貌量測標準技術建立

- μ -BGA 形貌量測標準方法評估

球體直徑：250 μm

直徑量測不確定度：0.05 μm @球體直徑 250.42 μm

高度量測不確定度：0.068 μm @球體直徑 250.42 μm

- 高深寬比 TSV 量測標準技術建立

矽通孔量測標準方法評估

孔深寬比 $\geq 10:1$ @孔徑 5 μm

孔深量測不確定度：0.068 μm

(4)中溫量測與熱物性測定技術研究

A.技術發展：

A-1 可攜式精密中溫標準熱源裝置

建立(40 ~ 350) $^{\circ}\text{C}$ 中溫標準熱源裝置之設計與製作技術，著力於小型化需求限制下之技術建立，包括 a)有限空間下，標準熱源模組之材料與結構設計技術建立；b)小型化需求之機電整合設計與製造技術建立；c)熱源模組、控制器、溫控機制、溫控元件之調制整合技術。可應用在因應產業或實驗室需求之客制化設計與製作技術建立上，提供穩定溫度標準熱源，應用於溫度檢測裝置使用，提昇國內精密中溫標準熱源裝置研製技術。

A-2 熱電材料優質係數(ZT 值)快速量測裝置

建立熱電材料 ZT 性能快速量測技術，可應用在熱電材料的開發與品質檢測上。該技術整合熱電材料三項參數(席貝克係數與電導率，以及熱導率)的量測方法於同一台裝置上，可有效節省一半以上的量測時間，並能簡化樣品在不同機台上的備製與減少加工的性能變異。另外，增加自動化夾持壓力系統，降低壓力差異對席貝克係數與熱導率的影響，有助於提昇熱電材料 ZT 值的可信度。

B.可應用領域：

B-1 可攜式精密中溫標準熱源裝置

廣泛且彈性地應用於產學所需之溫度標準熱源、溫度檢測、溫度檢校…等領域。

B-2 熱電材料 ZT 值快速量測裝置

國內上游的熱電材料開發製造廠商(如中鋼、保來得、光洋應材、中國砂輪等)，與中游熱電模組自動化封裝的製造廠商(如旺矽、瑞領、致惠科技等)，提供熱電材料轉換效率(優質係數，ZT)量測所需的檢測技術需求。

C. 本年度完成工作與規格：

系統量測範圍如下：

C-1 可攜式精密中溫標準熱源裝置

- 建立中溫標準熱源裝置設計與製作技術

溫度範圍：(40 ~ 350) °C

解析度：0.01 °C

穩定性：± 0.02 °C within 30 min

C-2 熱電材料 ZT 值快速量測裝置

- 耐受溫度範圍：(27 ~ 127) °C。
- 可夾持樣品尺寸範圍：
長度：8 mm 至 22 mm；寬度及厚度：2 mm 到 4 mm。
- 夾持力控制範圍：25 N 到 50 N。

3、前瞻計量技術研究分項：

(1) 精進奈米技術計量標準

◆ 低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術

A. 技術發展：

進行低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術的開發。將系統之粒子數量濃度量測能力由目前可達成之 10^3 cm^{-3} 向下擴充至 1 cm^{-3} ，以符合 ISO-14644 的潔淨室等級定義中，100 nm 粒子的數量濃度 10^6 m^{-3} 之校正需求。此外，自行研製一組氣膠粒子稀釋器，採用精密針閥搭配高效過濾器，可提供待校件 10 倍的濃度稀釋，並可避免低濃度量測時之背景雜訊影響。所建置之低濃度氣相奈米粒子量測系統採用兩級稀釋與遞迴的架構，可避開串接多級稀釋器後造成不確定度隨著升高的問題，並完成每一步驟間不中斷之計量追溯。

B. 可應用領域：

粒子濃度監控常用於無塵室之環境潔淨度監測，其對半導體、生醫、食品、精密機械產業製造控制有重大影響。例如產業界常使用大量的光學粒子計數器，除用於監測環境潔淨度外，亦應用在偵測機台設備可能的微粒污染源或是高效濾網(HEPA)設備的破孔洩漏，因此對粒子數量低濃度之監測及校正有迫切需要。此外，環境即時監控的需求上目前仍有技術上的空缺，無法同時監控粒徑、濃度和種類，故未來目標是監控粒徑、濃度兩個參數，解決產業在製程品管上迫切需求。

C.本年度完成工作與規格：

完成低濃度氣膠量測系統設計、硬體架設及系統評估：建立稀釋比例調整步驟，並進行偵測效率及其量測不確定度評估，確認可達成高稀釋比 1000:1。將系統之粒子數量濃度量測能力由目前可達成之 10^3 cm^{-3} 向下擴充至 1 cm^{-3} ，不確定度 2.3%~3.7%。

◆ 薄膜及奈米臨界尺寸量測技術

A.技術發展：

建立高介電/金屬閘極(high-k/metal gate,HKMG)奈米超薄多層薄膜厚度參考標準物質製備與研究，結構為 capped Si/HfO₂ 1.5 nm/interlayer/Si、TiN 1 nm/HfO₂ 1.5 nm /interlayer/Si 與 TaN 0.9 nm/ TiN 1 nm/HfO₂ 1.5 nm/interlayer/Si，目標材料為 HfO₂、TiN 及 TaN 等單層薄膜，厚度小於等於 1.5 nm；並利用穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscope,TEM)及電子能量損失能譜(Electron energy loss spectrum ,EELS)，完成此三種 high-k/metal gate 薄膜參考物質之厚度評估與縱深元素分布。此外，亦使用非破壞性 X 射線反射儀(X-ray reflectivity)量測薄膜厚度標準物質樣品之薄膜厚度、密度及介面粗糙度，確認 XRR 量測技術與其他奈米檢測儀器之量測準確性、再現性、一致性及量測標準的追溯性。

B.可應用領域：

本計畫架構在 X 射線反射法(XRR)對應半導體及光電產業應用產品的考量上，建置參考物質，提供設備與儀器現場校準及實驗室能力比對，確保國內 XRR 量測技術與儀器之量測值的準確性、重現性，以及量測標準的追溯性，提高量測結果的公信力等。

C.本年度完成工作與規格：

高介電常數/金屬閘極多層薄膜結構量測標準及參考物質技術：

- 完成 HfO₂、TiN 與 TaN 超薄多層薄膜結構 XRR 量測與擬合技術
- 應用 XRR 及電子顯微技術完成 HfO₂、TaN、TiN 奈米薄膜厚度與介面膜層評估分析
- 奈米多層薄膜之製備：膜層可達 5 層，總膜厚度達約 10 nm，其單一層厚度 < 3 nm

該技術完成後，將可滿足國內廠商厚度追溯、校正與驗證的需求，及提升產業薄膜量測能力。

(2)高靈敏質量偵測技術

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積於力學共振器之粒子數目。

B.可應用領域：

在微小質量之計量應用，包含微粒組成分析、新型質譜量測技術與病毒檢測等應用。另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：

完成壓阻式微懸臂樑改版製作與共振頻率量測系統架設，在真空環境下所測得之共振頻率為 282.35 kHz，品質因子 Q 為 2206 ± 78，熱雜訊法估算之彈簧常數為 24.02 N/m，對應之基本質量解析預估值 3.46 皮克 (picogram)，可由改善共振頻率量測方法(如鎖相回路偵測法)，進一步提高質量解析能力。在粒子沉積於懸臂樑部分，完成粒子沉降系統之設計製作與測試，並完成粒徑 500 nm 奈米顆粒沉積於微型力學共振器 cantilever 表面之實驗。完成光學式粒子計數器(OPC)原型設計與開發，OPC 採用藍光雷射二極體作為光源，並以矽光偵測二極體將散射光轉換為電壓脈衝訊號；脈衝高度分析由高速 FPGA(Field Programmable Gate Array)電路完成，適用於粒徑介於 200 nm 至 5 μm 之間之粒子計數。

(3)光通訊頻率標準技術研究

A.技術發展：

發展 100 GHz 多波長光通訊光源技術，包含雷射加工微共振腔製作技術、錐形光纖製作技術，以及雷射耦合共振腔之光梳產生與量測技術。在微共振腔製作方面，以 CO₂ 雷射加工石英玻璃，藉由同時控制加工與退火參數，發展高 Q 值(品質因子 Quality Factor)之微型光學共振器；並發展 1 微米等級的錐形光纖拉伸與高效率的耦合技術。

B.可應用領域：

除了將微形共振腔應用於微型化之光頻梳系統之外，最主要可應用於多波長光源相關儀器設備之開發，如密集波長複分濾波器 (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) 光通訊用主動元件，與陣列式被動電光調制器搭配自行發展之光通訊收發模組技術可成為多重服務之光纖載無線(radio over fiber)設備。

C.本年度完成工作與規格：

完成錐形光纖製作，最細處直徑約 1 μm，穿透率 > 85%。完成雷射加工石英環形共振腔，直徑約 0.68 mm，Q > 10⁷。完成雷射耦合共振腔產生光梳，光梳產生數目 > 50，光梳間距 ~ 101 GHz。

4.法定計量技術發展分項：

(1)新版 CNPA 49 施行細則與整體能量評估：本研究主要是針對新版 OIML

	<p>R49、ISO 4064 等水量計國際標準與 CNS 14866 冷飲水用水量計國家標準修改，納入電子式水量計後所衍生的相關性能試驗及法規修改問題進行研究。內容包括水量計型式認證草案研究說明，歷年電子試驗設備研究的能量確認，型式認證的各項電子試驗收費估算方式，並比較新版 OIML R49:2013 與 OIML R49-2006 的主要差異，作為主管機關經濟部標準檢驗局的後續推動的參考依據。</p> <p>(2)OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究：OIML R137-1&2:2012(E)相較於 OIML R31 主要差異為增加膜式氣量計以外之超音波及轉子式流量計等類型氣量計，並依不同準確等級訂定對應最大容許公差，現行之膜式氣量計規格對應其中準確等級 1.5。在型式認可評估及檢定檢查要求與 R31 大同小異，目前已將其差異部分完成對照表，後續將與局內相關人員及業者進行評估分析，若要實施對業者之影響與政府管理部門必須進行之配套措施。此外對超音波流量計及轉子式流量計所進行之初步性能評估顯示，其計量性能於最大流率之 2 % 至 100 %，能符合目前膜式氣量計準確等級 1.5 之要求水準，符合民生交易所需，可將其納入法定度量衡器之參考。</p> <p>(3)新版非自動衡器型式認證規範(CNPA 76)研究：本計畫主要為修訂 CNPA 76 非自動衡器型式認證規範，以符合 2006 年版 OIML R76 國際規範，進行相關性能測試及法規修改調合研究。104 年主要參考 2000 年版 OIML R60 規範進行非自動衡器之荷重元(load cell)性能測試研究，作為 105 年修訂 CNPA 76 非自動衡器型式認證規範草案的參考依據。</p> <p>5. 量化績效指標：專利申請3件、獲證3件，論文產出93篇，技術及訓練報告計218份，校正服務4,763件次，總計歲入繳庫48,887千元。</p>
英文摘要	<p>1. Standard Maintenance and International Equivalence subproject:</p> <p>(1) Maintained 118 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 4763 primary calibration services directly to more than 1,700 firms, and to transfer standards and provide secondary calibration services for over 6 million items in inspection, test and certification nationwide, and that accrues to more than ten billions NT dollars of inspection, certification and testing market annually.</p> <p>(2) Within the framework of CIPM MRA, NML participated 9 international comparisons this year, and it shows on BIPM-KCDB website totally 95 comparisons registered to BIPM Appendix B with 61 comparisons completed and another 34 comparisons still in progress and 270 calibration and measurement capabilities (CMCs) items registered to Appendix C since the beginning of the framework, and additionally with 21 measurement standards</p>

traceable to foreign standards and 627 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 8 metrology areas this year.

(4) Hosted three APMP initiative projects and jointed two projects of European Metrology Programme for Innovation and Research to enhance and exchange the CMCs capability and associated technology.

(5) Completed 6 system improvement/refinements and 5 system replacements/renewing.

(6) Completed 43 system re-assessments as to the schedule of third party accreditation.

(7) Completed 8 technology dissemination seminars in which 754 people from 354 firms participated.

(8) Published 6 editions of the journal, Measurement Information, and held 12 seminars to disseminate measurement and metrological information in which 214 people from 140 firms participated.

(9) Maintained NML website and received 324 domestic and foreign visiting guests from 21 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) Three-dimensional Measurement System & Technology

A. Technology development:

- Static three-dimensional measurement technology: Applied auto-tracking laser based distance measurement technology and multi-lateration method to measure six terms of error motion for each linear axis, which include three rotational error motions and three linear error motions, and squareness for a three axis machine such as machine tool or CMM (coordinate measuring machine). The measurement results can be used for positioning error compensation by means of controller. This technique is adopted to construct the CMM calibration system this year.

- Auto-tracking absolute distance measurement technology: Improved the mechanical structure for tracking and measurement performance upgrading. Designing key point is focused on triaxial concentric and dynamic tracking performance. A simplified dual fiber comb, which is less sensitive to environment and fast distance measurement system are to be built.
- On-line sound frequency and vibration measurement technology: Measured rotational error motion for spindle of machine tool by using multi-point measurement data. Radial and axial rotational accuracy and precision, tilt error motion as well as thermal deviation are to be measured.

B. Application fields:

The proposed system and technology can be applied to precision machine manufacturers, such as 崑崙, 亞崑, 程泰, 台中精機, 永進, 百德, 大立 and so on, and CMM manufacturers such as 建暉, 台智, 源台, 維站, 嘉得工業 and so on, and the companies which need dimensional measurement technology to improve their products.

C. Goal and specification achieved:

- CMM calibration system: Measurement uncertainty of $0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L(k=1)$.
- Auto-tracking absolute distance measurement technology: Axial direction offset and radial direction offset of the dual axes rotational mechanism (like a gimbal mount) are smaller than $2 \mu\text{m}$ and $5 \mu\text{m}$, respectively. Absolute distance measurement uncertainty is better than $0.2 \times 10^{-6} \times L$.
- On line sound frequency and vibration measurement technology: Measurement uncertainties of axial direction and radial direction of the in-situ dynamic rotational axis error motion measurement technology are equal or smaller than $1.3 \mu\text{m}$ and $1.4 \mu\text{m}$, respectively.

(2) Power Metrology Standard System

A. Technology development:

Establish three-phase power, energy measuring technology to provide the calibration services of active power, reactive power, active energy, and reactive energy for power measurement instruments (power meters, energy meters and power analyzers) and AC power sources, and the calibration service of voltage harmonics and current harmonics for power quality measurement instruments as well.

B. Application fields:

Meet the calibration requirements of three-phase power, energy, and harmonics for utilities, electricity meter testing centers, manufacturers of electricity meters and power equipment.

C. Goal and specification achieved:

- Three-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

Expanded uncertainty:

Active power: 70 μ W/VA ~ 0.21 mW/VA

Reactive power: 70 μ W/VA ~ 0.21 mW/VA

Active energy: (0.10 ~ 0.24) mWh/VAh

Reactive energy: (0.10 ~ 0.24) mWh/VAh

- Voltage harmonics/current harmonics (Phase A, B, C):

Harmonic-to-fundamental ratio: 2%, 10%

Frequency: 50 Hz, 60 Hz

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

Expanded uncertainty:

Voltage harmonics: (0.31 ~ 0.63) mV/V

Current harmonics: (0.24 ~ 0.48) mA/A

(3) Semiconductor Multi-parameters Measurement Standard Technology

A. Technology development :

Establish Semiconductor multi-parameters measurement standard technology, to apply to measurement of TSV and μ -BGA in 3DIC process.

We can have information of analysis on TSV depth by using reflectometry and on μ -BGA profile by using the projection morie method. Such information of analysis can be as the reference for the evaluation of yield rate in 3DIC process.

B. Application fields :

Currently foundries, IC packaging, testing manufacturers and even BGA factory, are actively stepping forward into 3DIC field, and the associated process and testing equipment of 3DIC markets are growing rapidly every year. The developments of process and packaging technology in the domestic semiconductor industry have been changing from the traditional

two-dimensional wafer (2DIC) toward three-dimensional integrated circuit (3DIC), to make products with better market competitiveness. Strategic alliance Sematech of semiconductor manufacturing technology in 2011 announced the challenges of measurement of 3DIC stack, including depth of through-silicon via (TSV) and height of microbump.

C. Goal and specification achieved :

- Establish μ -BGA profile measurement standard technology
- Evaluate μ -BGA profile standard method

Diameter of sphere: 250 μm

Uncertainty of diameter measurement: 0.05 μm

Uncertainty of height measurement: 0.068 μm

- Establish high aspect ratio TSV measurement standard technology

Evaluate TSV measurement standard method

Aspect ratio $\geq 10:1$ @5 μm diameter

Uncertainty of depth measurement: 0.068 μm

(4) Study of the Measurement Techniques for Mid-Temperature Thermal Source Equipment and Thermophysical Property Measuring Instruments

A. Technology development:

A-1 Mid-temperature standard thermal source equipment

To develop the design and manufacturing technology on a compact mid-temperature standard thermal source equipment in the temperature range of (40 ~ 350) $^{\circ}\text{C}$, several technologies were established under the demand of miniaturization target, which includes, a) design technology on the material and structure of building a standard thermal source module with a limited size, b) design and manufacturing technology of mechatronics under a limited space, c) modulating and integrated technology of thermal source modules, controllers, temperature control mechanism, and temperature-controlled device. It can be applied to a customized design and manufacturing technology to provide a stable temperature standard thermal source or applicable as a temperature testing device, to improve the domestic R&D technology on the precise mid-temperature standard thermal source equipment.

A-2 Rapid measuring apparatus of ZT performance of thermoelectric materials

The measurement technique of ZT performance of thermoelectric materials was established which can be used to the development and quality inspection

of thermoelectric materials. The measurement methods of the three parameters of thermoelectric materials (Seebeck coefficient, electrical conductivity, and thermal conductivity) are integrated to a testing instrument by this technique. It can effectively save one half of measuring time, simplify the preparation of the samples, and avoid the effect of the performance variability of materials after machining. Meanwhile, in order to reduce the effect of various pressure to Seebeck coefficient and thermal conductivity of thermoelectric materials, the automatic pressure-clamping system is added to the testing instrument which will help improve the reliability of ZT performance of thermoelectric materials.

B. Application fields:

B-1 The R&D results can be widely and flexibly applied to a thermal source of standard temperature, temperature testing, temperature calibration and other related fields to meet the needs of producers, academia, and industrial customization.

B-2 For domestic manufacturers, to provide to the demands of detection techniques for ZT performance of upstream thermoelectric materials (for example, China Steel, Porite Taiwan Co., Ltd. ,Solar Technology, Kinik Company, etc.) and for thermoelectric module packages of wholesalers (for example, MPI CORP., Long Win Science & Technology CORP., Wise Life, etc.).

C. Goal and specification achieved:

C-1 Mid-temperature standard thermal source equipment:

Develop the design and manufacturing technology on the mid-temperature standard thermal source equipment in the temperature range of (40~350) °C with a stability of ± 0.02 °C within 30 minutes.

C-2 Rapid measuring apparatus of ZT performance of thermoelectric materials:

- Temperature tolerance range: (27 ~ 127) °C
- Range of sample size for the clamping system: length (8 mm to 22 mm), width and thickness (2 mm to 4 mm)
- Clamping force range: 25 N to 50 N

3. Advanced Metrology subproject:

(1) Nanometrology

◆ Measurement technology for particle concentration

A. Technology development :

The ability to measure the particle number concentration can be improved from 10^3 cm^{-3} down to 1 cm^{-3} by developing the technology of measuring low concentration particle in gas phase. The 100 nm particle number concentration of 1 cm^{-3} corresponds to 10^6 m^{-3} , which is the maximum concentration limit defined by ISO-14644 regulation. One of the used diluters, consisting of a fine needle valve and high performance HEPA filters, was developed at CMS. The self-made diluter can provide a 10-fold concentration dilution with low background particle noise under low concentration levels. The measurement system for low particle concentrations adopts a two-step dilution structure and a recursive calibration method, which allows a traceable calibration with uncertainty of 3.7 % for particle number concentration of 1 cm^{-3} .

B. Application fields:

The measurement of the particle number concentration is often used in the fields of semiconductor, biomedicine, food, and precision machinery to monitor the environmental cleanliness in the cleanroom. For example, the widely-used optical particle counter is used not only the environmental cleanliness, but also the detection of possible particle contamination or leakage in the machines. It results in an urgent demand in the monitoring and calibration of the measurement at low particle concentration levels. In addition, to simultaneously monitor the particle size distribution, concentration, and species is a developing objective to meet the manufacturing process need for industry.

C. Goal and specification achieved:

The goal is to improve the ability to measure the concentration of particle number from 10^3 cm^{-3} down to 1 cm^{-3} by developing the technology of measuring low concentration particle in gas phase, which includes the design of measurement system, the hardware setup, and establishment of dilution adjustment, the evaluation of detection efficiencies, and the estimation of corresponding uncertainties. Besides, a high dilution factor, 1000:1, has to be confirmed during particle source dilution in the measurement system.

◆ Multiple ultra-thin film and critical dimension characterizations

A. Technology development:

The non-destructive X-ray reflectivity (XRR) is applied for thin film thickness characterization. For the high-k dielectric/metal gate multiple-layer

structures, the XRR technology can analyze the thickness, density, and interface roughness. In addition, the TEM and EELS analyses are applied to verify the thickness and heavy-metal-diffusing condition of interlayer.

Three multiple ultrathin high-k/metal gate reference material specimen had been deposited by atomic layer deposition. The target materials are HfO₂ · TiN and TaN, and the structures are HfO₂ 1.5 nm/interlayer/Si · TiN 1 nm/HfO₂ 1.5 nm/interlayer/Si and TaN 0.9 nm/ TiN 1 nm/HfO₂ 1.5 nm/interlayer/Si with single layer thickness below 1.5 nm. Transmission electron microscope (TEM) and electron energy loss spectrum (EELS) are applied to perform the thin film thickness and composition evaluations. Furthermore, non-destructive X-ray reflectometry (XRR) can characterize film thickness, density, and interface roughness. The analysis indicated the XRR can provide a high-accuracy, reproducibility, consistency, and measurements with traceability.

B. Application fields:

Based on the semiconductor and optic-electrical fields applications, the reference material can provide high precision interlab and in-fab equipment monitoring and calibration to make sure the measuring ability, reproducibility, and accuracy of in-fab XRR. In general, reference material can guarantee the traceability and precision of XRR results.

C. Goal and specification achieved:

High-k/metal gate multiple thin film characterization and reference material fabrication:

- ✓ Analysis of the HfO₂ reference thin film
- ✓ Characterizations of TiN and TaN ultrathin film thicknesses and interfaces
- ✓ Fabrication of multiple ultrathin film: number of layer >5 layers, the total thickness of multiple ultrathin film structure is around 10 nm with single layer thickness < 3 nm

(2) Highly Sensitive Mass Sensing Technology for Micro/nano-particles

A. Technology development:

An interdisciplinary measurement technology for particulate materials will be 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 will be developed using the MEMS technology to enable the pico-gram 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, will be developed.

B. Application fields:

The developed technology for pico-gram mass standards 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. The picogram mass sensing technology can also be applied to other fields that require highly sensitive mass detections such as particle composition analysis, novel mass spectroscopy and virus detection.

C. Goal and specification achieved:

The following tasks were completed: a system for measuring the resonant frequency of the piezoresistive cantilever. Resonant frequency and the associate quality factor were measured to be 282.35 kHz and 2206 ± 78 , respectively. With the knowledge of the spring constant 24.02 N/m of the cantilever estimated by thermal noise method, the corresponding fundamental mass sensing resolution is 3.46 picogram. The mass sensing resolution can be further improved by implementing phase lock loop detection method. A subsystem for depositing micro/nano-particles on the cantilever was completed and tested. Nano-particles of diameter 500 nm were successfully deposited on the cantilever. An optical particle counter prototype was designed and fabricated capable of measuring particles of diameter ranging from 200 nm to 5 μ m. The OPC prototype consists of a blue laser diode as the light source, a silicon photodiode as the scattering light detector and a FPGA based pulse height analyzer.

(3)Research for Optical Communication Frequency Standard

A. Technology development:

100 GHz multi-wavelength optical communication light source technology was developed. It included laser fabricated micro-resonator technology, tapered fiber production technology, and optical comb generation and measurement technology by coupling laser into resonator. In the case of micro-resonator fabrication, CO₂ laser was used for processing the quartz glass, with simultaneous control of processing and annealing parameters to develop the high Q value (Quality Factor) micro-optical resonator. Finally, the 1 μ m thin taper fiber stretching and high efficiency coupling techniques was also developed.

B. Application fields:

In addition to apply the miniaturized optical resonator for the compact optical

frequency comb system, the most important application will be focused on the development of multi-wavelength light source of the related equipment, such as DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) optical communication active components. Combined with the passive electro-optical modulator array with our own self-developing optical transceiver technology, it can be modularized as a multiple service radio over fiber equipment.

C. Goal and specification achieved: Fabrication of the tapered fiber was completed with the thinnest diameter of about 1 μm and transmittance $> 85\%$. Laser fabricated quartz ring resonator with a diameter of about 0.68 mm and $Q > 10^7$ was also completed. Finally, the laser coupled optical resonator was completed to generate optical comb with numbers of > 50 and spacing of ~ 101 GHz.

4. Legal Metrology Technology Development subproject:

(1)The international technical standards for water meters such as OIML R49 and ISO 4064 and the domestic meter standards for cold potable water CNS 14866 were all revised in the last few years. Due to the electronic-based water meter devices were introduced in those regulations and technical recommendations, the related regulations for type approval and initial verification have to be revised. This study, therefore, aims at the reconfirmation of the test capabilities that were established in the past years, the differences between the OIML R49:2013 and OIML R49-2006 and the fees of added electrical performance test for type approval. A draft of revised technical regulation was also submitted to BSMI for further discussion and enforcement.

(2)The OIML R137-1&2 were published in 2012 and newly amended in 2014 for general gas meters, while the OIML R31 for membrane gas meter was superseded. The new recommendation could be applied to gas meters of different principles including turbine, ultrasound and others. Also, gas meters may be divided in three accuracy classes and the MPEs are dependent on applicable accuracy classes. The present regulation is corresponding to the class 1.5. The requirements for type approval and verification between R137 and R31 are found basically the same. A comparison table was completed and submitted to the authority for further discussion. The initial performance tests of the ultrasonic and turbine gas meters indicated that their accuracy met the requirement of that for the present regulated membrane gas meter in the

	<p>flowrate of 2% to 100% of Qmax. It means that both the two types of gas meter could be considered as applicable gas meter for utility use.</p> <p>(3)This project is the feasibility evaluation of the performance test and harmonization research of the regulation for the revision of CNPA 76 “Technical Specification for Type Approval of Non-automatic Weighing Instruments” to meet the 2006 edition of OIML R76 international recommendation. In 2015, the main research is feasibility evaluation of the performance test according to OIML R60 “Metrological regulation for load cells” for the load cell module of non-weighing instrument, and this study will provide as the reference to revise the draft of CNPA 76 in 2016.</p> <p>5. NML acquired 3 patent certificates with 3 patents filing, published 93 papers, issued 218 technical and training reports, provided 4763 calibration services and resulted in NT\$48,887,235 revenue.</p>
報告頁數	389頁
使用語言	中文

主要執行成果與效益

一、計畫內容概要：

本計畫肩負國家度量衡標準實驗室(NML) 被賦予國家品質價值鏈「計量」源頭責任，建立、維持具國際等同性之國家最高實體量測標準，提供國內產業民生之量測追溯，確保研發階段及生產製造之量測一致性及準確性，滿足國家科技、產業、民生、安全之量測儀器追溯校正需求，維繫國家品質基磐。本計畫重點工作包括：

- 維持國際度量衡局(BIPM)校正與量測能量(CMC)登錄資格，達到全球化計量調和及相互承認，促使我國在國際貿易上保有公平自由交易。
- 聚焦長度、電量、光量、流量...領域，鎖定追溯位階較高、服務需求影響性較大之標準系統，導入新量測技術與設備，策略性汰換與精進 NML 老舊系統。
- 以產業需求為導向，貼近選定之產業計量迫切性特定需求，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，補強追溯鏈能量，研製標準件及滿足在線檢校需求，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術，協助半導體、精密機械等產業改善製程量測問題，協助產業升級。
- 進行國際領先之前瞻計量技術研究，建構我國計量標準技術自主能量。建立領先國際的前瞻材料量測技術，精進奈米計量技術，並研究發展前瞻感測技術與光通訊頻率標準技術，協助國內新興產業產品品質提升，增進國際競爭力。
- 配合執法機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂。

二、計畫執行成果：

- 全球相互認可機制之實現與維持，建立國家量測標準之國際等同
 1. 持續合格登錄於 BIPM 關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)，證明我國在計量技術上之實力，維持國家最高標準之國際等同性。
 - ◇ 完成 8 項國際比對量測，及 1 項登錄於 BIPM KCDB 資料庫。在國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM-MRA)架構下累計參與 95 項國際比對，已完成 61 項，34 項持續進行中。
 - ◇ 270 項校正與量測能量(CMC)登錄至國際度量衡局(BIPM)的附錄 C。
 - ◇ 完成質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫/濕度等 8 領域第三者認證延展評鑑活動以確認品質系統。

2. 構建維繫與國際計量相關機構間互動關係，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。

◇ 參與亞太計量組織(APMP)及國際度量衡委員會(CIPM)等相關會議，協助區域計量組織間之連結與運作。

— 獲選擔任下任執行委員會(Executive Committee, EC)委員、聲音、超音波及振動領域之技術委員會(Technical Committee Acoustics, Ultrasound and Vibration, TCAUV)主席及流量領域之技術委員會(Technical Committee Fluid Flow, TCFE)預備主席，協助亞太計量組織之運作。

— 6位同仁獲邀至日本、澳洲及中國大陸擔任國家標準實驗室第三者認證評鑑活動，與協助 APMP 電磁、長度及溫度領域 CMC 登錄審查，提供相互認可佐證資料所需之計量技術支援。

◇ 參與/主導國際計量技術合作研究計畫，強化物聯網、溫室氣體排放及光電計量技術實力，協助我國產業即早掌握國際發展走向

— 主導3項 APMP 技術委員會促進合作計畫(Technical Committee Initiative projects, TCI projects)，進行先期國際比對技術研究，協助亞太區域建立未來關鍵比對之技術基礎。

✓ 主導亞太計量組織分光輻射通量比對研究(APMP INITIATIVE PROJECT- Comparison on Total Spectral Radiant Flux units)

✓ 主導亞太計量組織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)

✓ 主導亞太計量組織穿透霧度比對研究 (APMP INITIATIVE PROJECT- APMP Pilot Study on Transmittance Haze)

— 參與歐盟計量合作計畫(European Metrology Programme for Innovation and Research, EMPIR)，協助我國即早掌握歐盟技術發展走向

✓ 參與「計量資訊之物聯網通訊介面規範發展(Uniform communication interfaces in metrology for the Internet of Things)」計畫之「量測數據之電子交換規範(Requirements and data fields for the electronic exchange of measurement data)」

工作項目。

- ✓ 參與工業排放流量量測技術研究(Metrology to underpin future regulation of industrial emissions)，與英國 NPL 及荷蘭 VSL 等國家標準實驗室進行技術合作。

● 傳遞國家最高標準，校正服務支援百億元檢測市場

1. 維持國家最高實體量測標準，提供我國量測追溯體系內所需之品質活動

◇ 維護國家標準實驗室 15 個領域 118 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 4449 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 600 萬件次以上，NML 每年支援逾百億元之檢測市場。

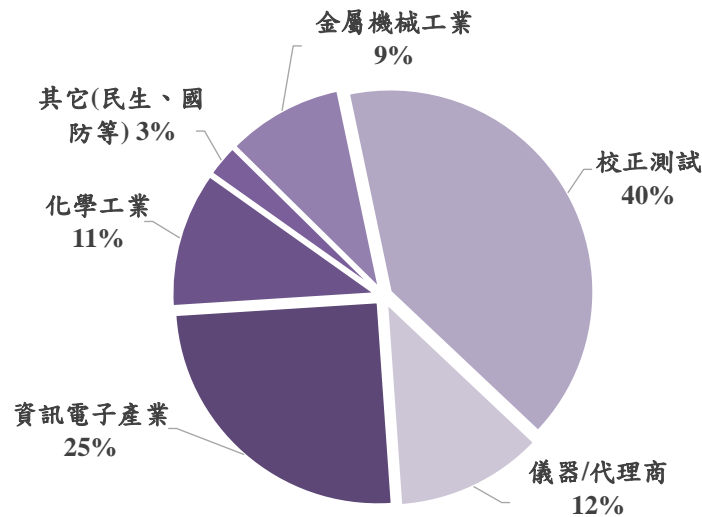


圖 0-1-1、NML 校正服務重點產業分佈圖

◇ 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 87 份，協助廠商通過業主審查(Audit)及產品具有國際認可之校驗報告，拓展國際市場。

- ✓ D 公司為全球最大交換式電源供應器廠商，主要客戶有電腦大廠 DELL、APPLE、Fujitsu、HP、IBM、微軟、遊戲機大廠 SONY、通訊設備廠 Cisco 等知名品牌科技大廠；其生產的車載充電器供應美國三大車廠通用汽車(GM)、福特(Ford)和克萊斯勒(Chrysler)。其聲音實驗室已經由外國客戶 DELL 認證，NML 所提供國際認可之英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，持

續獲得國際大廠訂單。

✓ D 公司為車燈製造大廠，以自有品牌車燈銷售全球市場，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，有助於在國際市場銷售。

◇ 策略性汰換 5 項設備使用年限逾期或故障/性能退化之設備與 6 套系統改良精進，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。

— 針對精密製造產業所需之量測追溯，完成麥克風比較校正系統重要設備汰換 1 項，與線刻度系統及振動比較校正系統 2 套改良。

— 針對半導體產業所需之量測追溯，完成薄膜量測系統改良 1 套及氣體量測系統重要設備汰換 1 項。

— 針對電力產業所需之量測追溯，完成直流電阻系統重要設備汰換 1 項，及完成約瑟夫森電壓量測系統改良 1 套。

— 針對光電產業所需之量測追溯，完成全光通量量測系統改良 1 套。

— 針對民生及公平交易所需，投入流量領域之水及氣量應用領域汰換與改良。

✓ 完成水流量校正系統改良 1 套、高壓氣體流量及風速校正系統重要設備汰換 2 項。

2. 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

◇ 配合精密製造產業計量技術之精進與發展，與台灣機械工業同業公會合作，完成辦理 5 場次機械量測應用技術擴散活動。

◇ 配合半導體產業計量技術之精進與發展，邀請邀請成功、清華與中原大學知名學者與專家，完成辦理 1 場次奈米量測應用技術擴散活動。

◇ 完成辦理「度量衡的劃一」展示教育活動，展示地點為高雄科學工藝博物館 B1 開放式典藏庫，展期自 7/17 起至 11/22 止。特展結合展覽內容、活動 APP 與臉書打卡等方式吸引民眾參與，並規劃量測、換算、及分享三大主題，進行「翻轉單位玩數字」體驗活動，並讓民眾從有趣的互動遊戲中，學習日常生活中的單位。

● 加速產業升級、提升國際競爭力

1. 擴建標準系統補強追溯鏈能量，滿足電力、精密機械及半導體產業之新興計量需求

◇ 因應國際計量趨勢與品質要求，擴建與完善追溯鏈能量

—擴建電力計量標準系統，提供電度表檢定之電力計量追溯，確保電費計價之準確性。

以兩年期程已完成單相電功率標準系統(E18)、單相電能標準系統(E19)、三相電功率標準系統(E26)及三相電能標準系統(E20) 四套標準系統之擴建與相關計量技術發展，完善國內電力計量領域之追溯需求，所建能量未來亦可因應智慧電網廣域監測儀器之新興需求服務。擴建完成之能量範圍如下：

✓ 三相有效電功率/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：

三相交流有效電功率：70 μ W/VA ~ 0.21 mW/VA

三相交流無效電功率：70 μ var/VA ~ 0.21 mvar/VA

三相交流有效電能：(0.10 ~ 0.24) mWh/Vah

三相交流無效電能：(0.10 ~ 0.24) mvarh/Vah

✓ 電壓諧波/電流諧波(A、B、C 相)：

(諧波/基波)比：2 %、10 %

頻率：50 Hz、60 Hz

諧波次：2、3、5、10、20、30、40、50、64

量測不確定度：電壓諧波：(0.31 ~ 0.63) mV/V；電流諧波：(0.24 ~ 0.48) mA/A

◇ 透過標準能量發展成熟應用技術，主動解決廠商計量的共通課題

—建立三維尺寸量測系統與技術，協助廠商整體精度提升，改善長期可靠度，提高競爭力。

採建置標準校正系統暨自主發展量測儀器之方式，以三年期程來發展與掌握三維尺寸量測系統與技術之領域知識，建立計量解決方案提供者之能力。於本年度順利完成第二年既定目標，建置 CMM 校正系統與發展自動追蹤雷射絕對測距技術、音頻/振動量測技術。達成之系統規格及技術指標如下：

✓ CMM 校正系統：

組合量測不確定度： $0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L (k=1)$

✓ 自動追蹤雷射絕對測距技術：

雙軸旋轉追蹤機構：旋轉徑向誤差小於 $5 \mu\text{m}$ ，軸向誤差小於 $2 \mu\text{m}$ 。

雙光梳絕對測距：量測不確定度： $0.3 \times 10^{-6} \times L$ 。

✓ 線上(In-processing)音頻、振動量測技術開發：

線上(In-situ)動態旋轉軸偏擺量測技術，徑向誤差量測不確定度 $\leq 3 \mu\text{m}$ ，

軸向誤差量測不確定度 $\leq 2 \mu\text{m}$ 。

一支援半導體產業自主供應鏈，推動設備國產化

政府與民間近十年持續發展半導體設備產業，配合已出現之國產量測設備驗證需求，發展半導體多維參數量測技術，並建構相關量測模組研製標準件，研發計量檢測儀器設備之校驗技術，以協助推動設備國產化。本年度為三年期程中之第二年，主要工作項目達成狀況如下：

✓ μ -BGA 形貌量測標準方法評估：

球體直徑： $250 \mu\text{m}$

直徑量測不確定度： $\leq 2 \mu\text{m}$

高度量測不確定度： $\leq 2.5 \mu\text{m}$

✓ 高深寬比 TSV 量測標準技術建立：

矽通孔量測標準方法評估

孔深寬比 $\geq 10:1$ @ 孔徑 $5 \mu\text{m}$

孔深量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$

2. 導入與開發校正新計量技術/設備之能力，主動協助解決產線追溯問題

基於善用研發成果主動解決產業問題，有效的傳遞與擴散標準能量與技術，提供更貼近產業服務之考量，技術團隊除依既訂時程完成計畫目標外，尚且運用合作管道，透過訪廠、實地技術交流方式，持續於第一線發掘、分析核心廠商出現的計量問題，主動提出解決方案之建議，本年度較為突出之案例，依性質分述如下：

◇ 協助五軸工具機誤差檢驗與補償，大幅提升性能，可媲美日製機台

國際客戶常年詬病台灣工具機機台精度只能維持約 3 年，主因在於國產機具設備可靠度不佳。因此，工具機廠業除了提升機台定位精度外，更重要的是能夠強化工具機的可靠度，才有機會擺脫中國低價競爭，甚而能趕上日本、歐洲產品

水準。加強工具機可靠度是一大工程，若欲排除磨耗問題，讓機台各軸移動時，不會產生其他軸向相對運動，實務技術上難以達到。因此，使磨耗達到最小就成為最佳的選項，欲達此目的，除了定位方向外，其他幾何結構參數變異要能降到最小。對於機台開發，如能確定剛性最佳而不易變形，未來機台可靠度才能提高。

技術團隊於本年度有三個協助國內工具機廠商的重要實際案例，分述如下：

- ✓ ○德公司為台灣生產精密型工具機製造廠商之一，主要開發及生產各式工具機與精密 CNC 切削中心機，累積超過二十餘年工具機專業製造技術，是台灣高品質的工具機製造廠之一；製造產品銷售區域遍歐美市場、中國大陸及中東市場。技術團隊協助○德公司確認並提升組裝與調整校正能力，以發展高質化 CNC 切削中心機，使用新開發之三維檢測技術執行空間尺寸的定位誤差檢測，透過檢測所得之工具機幾何結構參數等資料，執行體積精度最佳化設定，轉換出優化參數設定表傳送到工具機控制器，再以 ISO 230-2 與 ISO 230-6 量測方法再次確認，據此提升此台工具機的幾何結構參數，使最佳整體精度已從 29.6 μm 降低至 9.9 μm，比較兩次量測結果顯示此工具機的整體精度提升到小於 10 μm，此精度已可媲美德、日生產的高精度工具機的相同品級。

表 0-1-1、小型五軸工具機補償前和補償後誤差值比較表

誤差項目	參數	補償前		補償後	
		偏差值	不確定度	偏差值	不確定度
定位	xtx	29.6 μm	0.7 μm	9.9 μm	0.6 μm
	yty	6.5 μm	0.6 μm	2.8 μm	0.6 μm
	ztz	15.5 μm	1.1 μm	2.3 μm	1.3 μm
真直度	xty	6.7 μm	0.8 μm	2.3 μm	0.6 μm
	xtz	4.9 μm	0.5 μm	3.3 μm	0.5 μm
	ytx	3.9 μm	0.1 μm	1.9 μm	0.1 μm
	ytz	3.7 μm	0.2 μm	2.0 μm	0.2 μm
	ztx	2.6 μm	0.4 μm	2.2 μm	0.5 μm
	zty	3.4 μm	1.1 μm	4.0 μm	1.1 μm
	角度 Pitch / Yaw / Roll	xrx	1.3 "	0.2 "	1.3 "
xrz		7.4 "	0.2 "	3.5 "	0.2 "
zrx		3.6 "	0.3 "	0.5 "	0.4 "
zry		1.9 "	0.3 "	1.9 "	0.4 "
zrz		0.2 "	0.2 "	1.0 "	0.2 "
各軸正交度	xwy	0.1 "	0.2 "	-0.5 "	0.2 "
	xwz	-3.8 "	0.3 "	-0.1 "	0.5 "
	ywz	-0.8 "	0.3 "	0.2 "	0.5 "

註：k = 2，機台行程(0.7, 0.6, 0.8) m

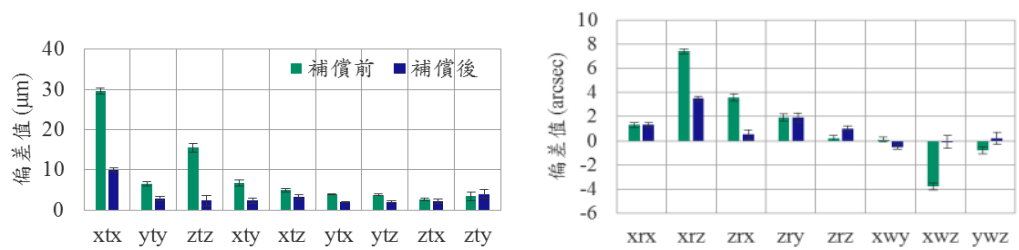


圖 0-1-2、小型五軸工具機補償前和補償後誤差值比較圖

✓ 亞○公司為專業五軸工具機廠商，專門設計、製造、銷售大型、巨型高速五軸五連動工具機至全球主要經濟國，其產品寬廣地應用到航太、火車電車、汽車、太陽能、船舶、半導體、電子設備等產業，故技術團隊選擇該公司為國內大型龍門工具機優質化的研究對象，希望藉此經驗累積提升國內大型工具機製造與組裝品質之能力。技術團隊先以傳統工具機的調校方式對該公司天車式龍門結構的五軸加工機（機台行程(x、y、z)為(6 m、3 m、0.8 m)）進行量測與精度調整，再使用三維尺寸檢測技術完成空間精度驗證，並執行體積精度最佳化設定，使用海德漢控制器，同時進行各軸定位與旋轉角度、各軸間垂直度等最佳化調整，轉換出優化參數設定表並傳送到工具機控制器，再以 ISO 230-2 與 ISO 230-6 量測方法再次確認；該機台經補償後，三維定位精度提升到 24.6 μm，對於 6 m 之中型機台而言，已屬日本一級機台能量，定位能力能為國際客戶所肯定，大幅增加機台性能，提升工具機產業競爭力。

表 0-1-2、大型龍門五軸工具機補償前和補償後誤差值比較表

誤差項目	參數	補償前		補償後	
		偏差值	不確定度	偏差值	不確定度
定位	xtx	77.9 μm	2.6 μm	16.2 μm	2.1 μm
	yty	72.2 μm	1.8 μm	4.1 μm	1.8 μm
	ztz	41.8 μm	2.5 μm	24.6 μm	3.2 μm
真直度	xty	14.0 μm	2.4 μm	7.1 μm	2.7 μm
	xtz	25.5 μm	2.9 μm	6.5 μm	3.1 μm
	ytx	13.2 μm	0.9 μm	1.3 μm	0.6 μm
	ytz	29.7 μm	3.5 μm	3.0 μm	2.5 μm
	ztx	3.5 μm	0.3 μm	0.4 μm	0.3 μm
	zty	3.1 μm	0.3 μm	1.1 μm	0.3 μm
角度 Pitch / Yaw / Roll	xrx	1.8 "	0.6 "	2.1 "	0.8 "
	xrz	5.9 "	0.4 "	1.3 "	0.4 "
	zrx	2.7 "	0.2 "	0.4 "	0.2 "
	zry	13.4 "	0.6 "	0.7 "	0.6 "
	zrz	3.4 "	0.3 "	0.5 "	0.2 "
各軸正交度	xwy	-2.5 "	0.1 "	1.6 "	0.1 "
	xwz	-8.3 "	0.1 "	-0.4 "	0.1 "
	ywz	-7.9 "	0.2 "	0.3 "	0.2 "

k = 2，機台行程(6, 3, 0.8) m

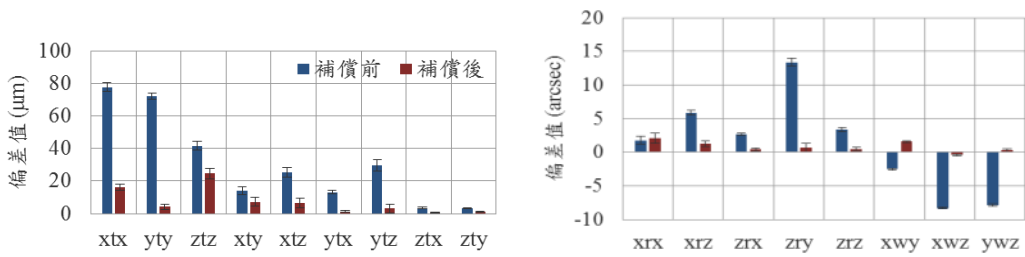


圖 0-1-3、大型龍門五軸工具機補償前和補償後誤差值比較圖

✓ 永○機械公司機台出口國外未及1年就發生精度降低狀況，可能解決方案有二，亦即於確定工具機控制參數後，重新改善定位精度，亦或是確認為磨耗問題，即行更換組件。技術團隊協助永○機械公司進行機台負載結構幾何的剛性變形測試，以三維尺寸量測技術確認開發中之工具機新機台結構將會出現 Y 軸與 Z 軸運動磨耗變形，將此評估結果提供設計研發人員參考修改設計，再將龍門架構送至國外重新更換調整，解決中短期精度不好的疑慮，根本提升機台可靠度壽命。

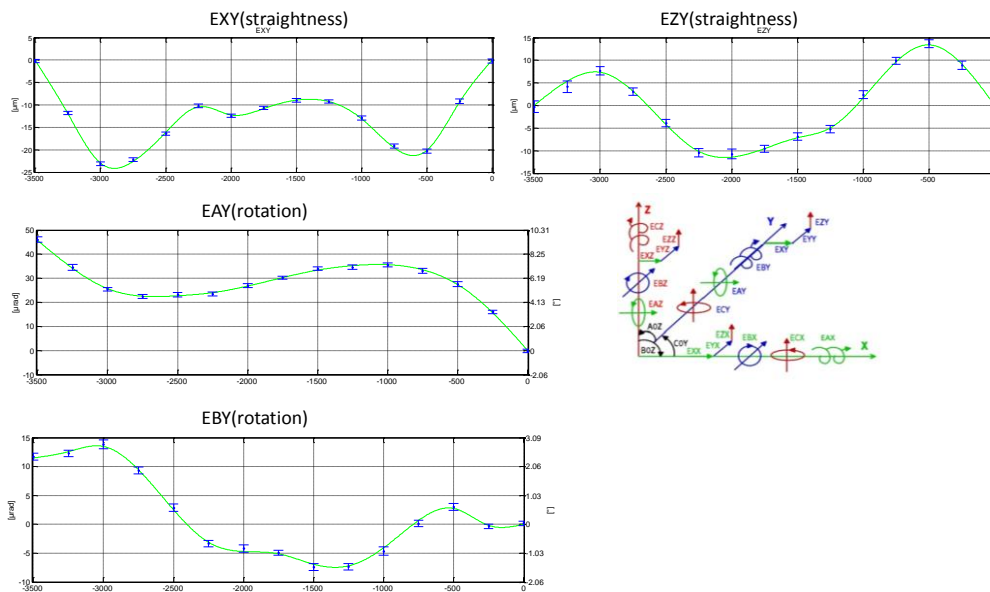


圖 0-1-4、結構剛性測試結果

◇ 整合及擴展計量技術應用能力，滿足產業現場檢測與量測時間縮短之需求

- ✓ 改良熱源模組原型機結構與機電整合結構設計，往更輕量、小型化，以及快速維修與便利性之目標邁進。
- ✓ 整合熱電材料三項參數(席貝克係數與電導率，以及熱導率)的量測方法於同一台裝置上，可有效節省一半以上的量測時間，並能簡化樣品在不同機台上的備製與減少加工的性能變異；此外，所發展之熱電材料 ZT 性能快速量測技術，

針對硬體部分進行建構，增加自動化夾持壓力系統，可降低壓力差異對席貝克係數與熱導率的影響。

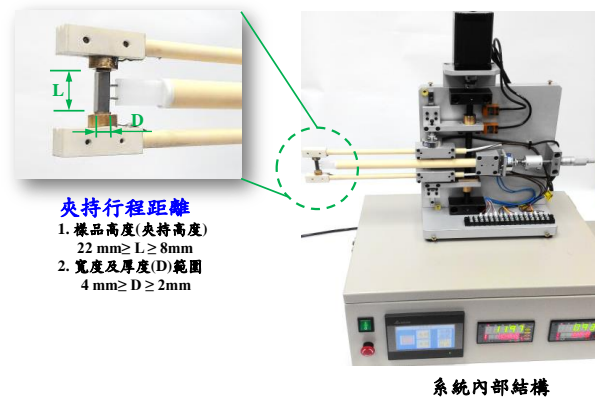


圖 0-1-5、熱電性能 ZT 快速量測夾持裝置實體圖

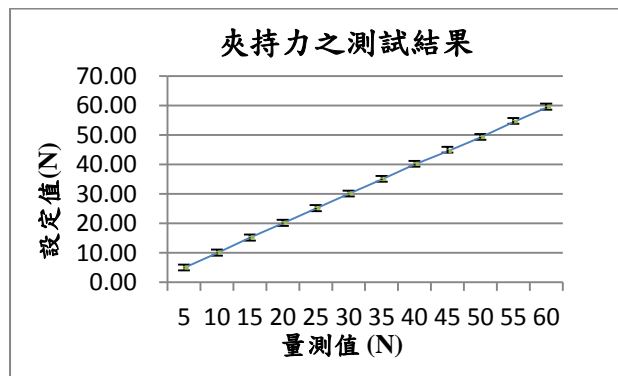


圖 0-1-6、熱電性能 ZT 快速量測裝置夾持力之測試結果

◇ 協助學界驗證研發儀器，確保電力網輸電安全

執行符合性預先檢測 (pretest)，確認台大電機工程所自主研發的三相 PMU 之量測準確性及通訊相容性。測試結果顯示其所有 P class 檢測項目皆符合國際規範 IEEE C37.118.1_2014 之量測準確性規格要求及通訊協定相容性要求，有助於未來與台電公司合作安裝於台電電網，做為廣域量測系統的電力資料收集設備。

表 0-1-3、IEEE C37.118.1_2014 符合性預先檢測結果

台大電機三相 PMU IEEE C37.118.1_2014 符合性預先檢測結果		
測試點	Class : M Voltage : 110 V Current : 5 A Frequency: 60 Hz Reporting Rate : 30 Hz	Class : P Voltage : 110 V Current : 5 A Frequency: 60 Hz Reporting Rate : 30 Hz
測試結果	Passed : 258 Failed : 14	Passed : 186 Failed : 0

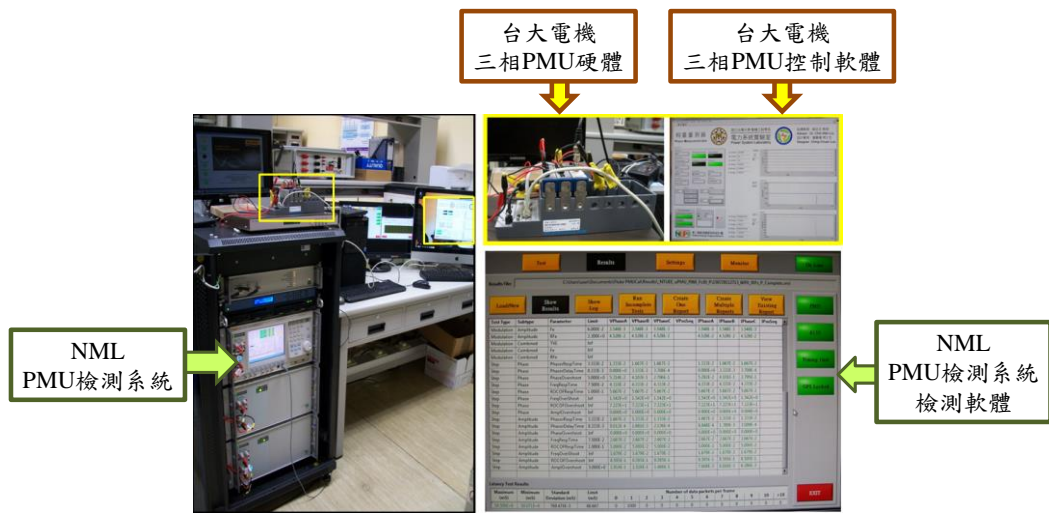


圖 0-1-7、台大電機三相 PMU 之 IEEE C37.118.1_2014 符合性預先檢測圖

● 進行國際領先之前瞻計量技術研究，建構我國計量標準技術自主能量

1. 精進奈米計量技術，滿足高科技業儀器量測與校正需求

◇ 自行研製粒子源產生模組及開發氣膠稀釋器，並以遞迴式校正，粒子濃度量測能力由目前可達成之 10^3 cm^{-3} 向下擴充至 1 cm^{-3} ，量測能力提升 1000 倍，且量測不確定度控制於 4 % 以內。滿足高科技業儀器量測與校正需求、低濃度奈米粒子製程環境潔淨度即時監測需求。

◇ 在前瞻材料計量領域中，突破傳統光學檢測方法(例如:橢圓偏振儀)，無法量測膜厚小於 3 nm 的厚度，利用非破壞性 X 光量測方式，對於多層高介電常數氧化物/金屬閘極薄膜堆疊(各層厚度小於 2 nm)進行厚度量測，進而完成高介電常數/金屬閘極多層超薄薄膜結構量測標準及 HfO_2 、TiN 與 TaN 超薄多層參考物質技術的建立。可提供膜厚設備與儀器之現場校正，或是實驗室間量測能力比對，以確保特定之膜厚度量測的準確性，確保國內 XRR 量測技術與儀器之量測值的準確性、重現性，以滿足半導體及光電產業產品的需求。

2. 發展高靈敏質量量測與微粒傳輸與沉積效率量測技術，以實現微粒材料直接與即時之質量量測技術，有效監控空氣品質或是管制產業氣體排放

◇ 整合跨領域量測技術，包含高靈敏質量量測技術、微/奈米粒子傳輸與沉降效率。架設共振頻率量測系統，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，整合粒子沉降系統之設計製作與測試，以量測粒子於量測腔體中之傳輸效率與沉積於力學共振器之粒子數目，實現皮克

等級之微小質量量測技術。

3. 發展光通訊頻率標準技術，以因應下世代大容量光纖通訊市場對於密集波長複分濾波器(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)技術的需求。

◇ 創新式光通訊用微共振腔: 100 GHz DWDM 多波長標準光源建置，光梳產生數目 >50，光梳間距~101 GHz，同時發展完成錐形光纖製作技術，最細處直徑約 1 μm ，穿透率 > 85%，及石英環形共振腔製作技術，直徑約 0.68 mm， $Q > 10^7$ 。以應用於多波長光源相關儀器設備研發，及多波長光源相關儀器設備之開發。

● 配合執法機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂

1. 完成新版 CNPA 49 施行細則與整體能量評估：內容包括水量計型式認證草案研究說明，歷年電子試驗設備研究的能量確認，型式認證的各項電子試驗收費估算方式，並比較新版 OIML R49:2013 與 OIML R49-2006 的主要差異，作為主管機關經濟部標準檢驗局的後續推動的參考依據。
2. 完成 OIML R137-1&2:2012(E)與 OIML R31 差異分析：OIML R137-1&2:2012(E)相較於 OIML R31 主要差異為增加膜式氣量計以外之超音波及轉子式流量計等類型氣量計，並依不同準確等級訂定對應最大容許公差，現行之膜式氣量計規格對應其中準確等級 1.5。在型式認可評估及檢定檢查要求與 R31 大同小異，目前已將其差異部分完成對照表，後續將與局內相關人員及業者進行評估分析，若要實施對業者之影響與政府管理部門必須進行之配套措施。此外對超音波流量計及轉子式流量計所進行之初步性能評估顯示，其計量性能於最大流率之 2 % 至 100 %，能符合目前膜式氣量計準確等級 1.5 之要求水準，符合民生交易所需，可將其納入法定度量衡器之參考。
3. 完成新版非自動衡器型式認證規範(CNPA 76)研究：修訂 CNPA 76 非自動衡器型式認證規範，以符合 2006 年版 OIML R76 國際規範，進行相關性能測試及法規修改調合研究。104 年主要參考 2000 年版 OIML R60 規範進行非自動衡器之荷重元(load cell)性能測試研究，作為 105 年修訂 CNPA 76 非自動衡器型式認證規範草案的參考依據。

報告內容

目 錄

壹、104 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)、計畫目標達成情形.....	13
1.標準維持與國際等同分項.....	13
2.產業計量技術發展分項.....	26
3.前瞻計量技術研究分項.....	31
4.法定計量技術發展分項.....	37
5.量化成果彙總.....	41
(二)、技術交流與合作.....	42
(三)、標準量測系統維持情形.....	48
肆、計畫變更說明.....	49
伍、成果說明.....	51
一、標準維持與國際等同分項.....	51
量化成果說明.....	51
執行成果說明.....	52
(一)、產業服務.....	52
1.維持 118 套系統，提供業界校正服務.....	52
2.520 世界計量日相關活動.....	57
3.數位文物典藏.....	58
4.NML 網站更新.....	58
5.辦理技術訓練課程及推廣活動.....	59

(二)、國際等同	63
1.BIPM 校正量測能力(CMC)資料庫，共登錄 270 項	64
2.參與 9 項國際比對、2 項國際比對研究及 15 項 21 件國際追溯.....	65
3.完成 8 領域第三者認證及 3 領域監督評鑑.....	70
4.支援國際相互認可技術活動.....	72
5.參與國際重要會議，維繫國際關係.....	73
(三)、品質管理	82
1.系統查驗	82
2.量測系統停止服務.....	82
3.量測系統年度查核數據審查.....	83
4.內部稽核及管理審查.....	83
5.新人訓練	83
6.品質管理系統文件修訂.....	83
7.國際業務之校正委託.....	83
8.支援標準檢驗局與推廣 NML 業務.....	84
9.支援 TAF 相關工作小組	84
10.顧客服務與滿意度調查.....	85
(四)、系統維持與精進.....	87
1.客戶需求關懷訪談.....	87
2.系統改良 6 套.....	89
3.系統設備汰換 5 套.....	113
4.小型系統精進研究與改善 8 套.....	116
二、產業計量技術發展分項.....	119
量化成果說明	119
執行成果說明	119
(一)、三維尺寸量測系統與技術.....	119
(二)、電力計量標準系統.....	148
(三)、半導體多維參數量測標準技術	162
(四)、中溫量測與熱物性測定技術研究.....	179
三、前瞻計量技術研究分項.....	185
量化成果說明	185
執行成果說明	185

(一)、精進奈米技術計量標準.....	175
(二)、高靈敏質量偵測技術研究.....	195
(三)、光通訊頻率標準技術研究.....	221
四、法定計量技術發展分項.....	231
量化成果說明.....	231
執行成果說明.....	231
(一)、新版 CNPA 施行細則與整體能量評估.....	231
(二)、OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究.....	246
(三)、新版非自動衡器型式認證規範.....	251
(四)、精進法定度量衡技術.....	259
陸、附件.....	261
附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表.....	262
附件二、一百萬元以上儀器設備清單.....	263
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表.....	264
附件四、專利成果一覽表.....	271
附件五、技術/專利應用一覽表.....	272
附件六、論文一覽表.....	275
附件七、技術報告一覽表.....	287
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表.....	297
附件九、研究成果統計表.....	299
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表.....	300
附件十一、執行進度與計畫符合情形.....	301
附件十二、法定分項 CNPA49 (含電子試驗項目)草案研擬.....	305
附件十三、104 年度結案審查委員意見回覆表.....	312
附件十四、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務.....	321
附件十五、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明.....	379

圖 目 錄

圖 0-1-1、NML 校正服務重點產業分佈圖.....	XXIII
圖 0-1-2、小型五軸工具機補償前和補償後誤差值比較圖.....	XXVIII
圖 0-1-3、大型龍門五軸工具機補償前和補償後誤差值比較圖.....	XXIX
圖 0-1-4、結構剛性測試結果.....	XXIX
圖 0-1-5、熱電性能 ZT 快速量測夾持裝置實體圖.....	XXX
圖 0-1-6、熱電性能 ZT 快速量測裝置夾持力之測試結果.....	XXX
圖 0-1-7、台大電機三相 PMU 之 IEEE C37.118.1_2014 符合性預先檢測圖.....	XXXI
圖 0-2-1、亞太計量組織穿透霧度比對研究結果.....	43
圖 0-2-2、NML 三維皮托管校正技術研發成果.....	44
圖 1-1-1、NML 校正服務重點產業分佈圖.....	54
圖 1-1-2、我國量測追溯體系.....	54
圖 1-1-3、「度量衡的劃一」開幕典禮.....	58
圖 1-1-4、新世代工具機及機械產業之檢測應用技術.....	60
圖 1-1-5、機械產業精密量測技術擴散.....	61
圖 1-1-6、精密機械計量技術擴散.....	61
圖 1-1-7、奈米力學性質暨半導體應用量測技術擴散.....	62
圖 1-1-8、計量技術人員教學觀摩活動(質量領域).....	62
圖 1-1-9、計量技術人員教學觀摩活動(質量領域).....	62
圖 1-2-1、全球相互認可機制架構.....	63
圖 1-2-2、全球區域計量組織.....	65
圖 1-2-3、CCAUV.A-K1 麥克風國際比對架構圖.....	65
圖 1-2-4、NML 參與 APMP.PR-S2 國際比對結果(1310 nm, -30 dBm).....	68
圖 1-2-5、NML 參與 APMP.PR-S2 國際比對結果(1550 nm, -20 dBm).....	68
圖 1-3-1、NML 對外網頁個資保護聲明.....	84
圖 1-3-2、中山醫大參訪狀況.....	85
圖 1-3-3、100 年度至 104 年度整體滿意度比較圖.....	86
圖 1-3-4、100 年度至 104 年度各服務項目滿意度比較圖.....	86
圖 1-3-5、NML 對外網站留言板.....	86
圖 1-4-1、系統改良/汰換系統顧客訪談照片.....	88
圖 1-4-2、F02 系統低流率查核用流量計安裝管路完工圖.....	89
圖 1-4-3、F02 系統低流率控制閥安裝管路完工圖.....	90
圖 1-4-4、F02 系統新型電動式換向器設計圖與完工圖.....	92
圖 1-4-5、F02 系統雙通道矩形導流噴嘴管於最高流和最低流實際流態圖.....	92
圖 1-4-6、F02 系統雙通道矩形導流噴嘴管完工圖.....	92

圖 1-4-7、D05 系統標準刻度尺寸量測流程	93
圖 1-4-8、D05 系統雷射差分與低死區(Dead Zone)光路對準	94
圖 1-4-9、D05 系統量測自動化軟體主畫面	94
圖 1-4-10、D05 系統影像自動對準刻線軟體	94
圖 1-4-11、D22 系統架設規劃圖與系統圖	96
圖 1-4-12、D22 系統查核數據圖	97
圖 1-4-13、雙軸式積分球內部均勻性量測儀	99
圖 1-4-14、燈泡置於球中心之內部均勻性掃瞄及結果示意圖	100
圖 1-4-15、積分球內部均勻性光譜特性量測結果	100
圖 1-4-16、雙光束線性度評估系統與控制軟體	101
圖 1-4-17、全光通量系統光偵測器非線性度評估	102
圖 1-4-18、積分球系統圖	104
圖 1-4-19、衛星積分球連接示意圖	104
圖 1-4-20、使用雷射墨線儀進行燈泡之對位	104
圖 1-4-21、分光輻射通量校正系統接線圖	105
圖 1-4-22、分光輻射通量校正系統電流與電壓量測介面	105
圖 1-4-23、陣列式光譜儀原始光譜圖	106
圖 1-4-24、陣列式光譜儀校正後之光譜量測結果(分光輻射通量)	106
圖 1-4-25、振動激發模組更新	107
圖 1-4-26、振動比較校正系統圖	107
圖 1-4-27、AC PJVS 對 Fluke/5700A 執行交流電壓之量測結果	109
圖 1-4-28、AC PJVS 對 Fluke/5700A 執行交流電壓量測之 A 類不確定度	110
圖 1-4-29、AC PJVS 對 Fluke 5520A 執行交流電壓之量測結果	111
圖 1-4-30、AC PJVS 對 Fluke 5520A 執行交流電壓量測之 A 類不確定度	111
圖 2-1-1、CMM 校正系統追溯圖	120
圖 2-1-2、CMM 校正程序	121
圖 2-1-3、LaserTRACER 實際進行 CMM 校正之情況	122
圖 2-1-4、多線交會(multi-lateration)演算法示意圖	122
圖 2-1-5、(a)光軸未對正球心時所產生的反射光偏差；(b)光路偏差數學模型。	125
圖 2-1-6、CMM 校正系統之蒙地卡羅方法評估流程圖	126
圖 2-1-7、座標計算結果與誤差分布情況	128
圖 2-1-8、自動追蹤雷射測距儀本體	129
圖 2-1-9、雙軸旋轉追蹤機構主要構造與組件	129
圖 2-1-10、雷射測距頭內部光路圖(含雷射干涉儀光路與自動追蹤光路)	130
圖 2-1-11、雙軸旋轉追蹤機構追蹤控制信號架構圖	131
圖 2-1-12、自行開發之自動追蹤雷射測距儀軟體畫面	131

圖 2-1-13、干涉儀位移量測比較(Laster 與 Renishaw 雷射干涉儀相比)，上圖為量測現場照片，下圖為比較結果	132
圖 2-1-14、當反射鏡移動路徑與測距光路不平行時，將產生角度誤差(θ error).....	133
圖 2-1-15、第二代雙軸旋轉追蹤機構.....	133
圖 2-1-16、第二代雙軸旋轉追蹤機構對心調整方式及結果.....	134
圖 2-1-17、8 字形的鎖模光纖雷射架構	134
圖 2-1-18、雙光梳非同步取樣原理圖	135
圖 2-1-19、光偵測器訊號經由 AD 卡與電腦取得得到取樣波形	135
圖 2-1-20、雙光梳絕對測距量測不確度可達 0.2×10^{-6} m.....	135
圖 2-1-21、FPGA 抓取 N 個週期訊號示意圖.....	136
圖 2-1-22、左為小型化雷射絕對測距測頭實體照片，中為 FPGA 絕對測距信號處理電路板，右為絕對測距位移 OLED 顯示器.....	136
圖 2-1-23、左圖為測距結果，右圖每個量測點的重複性	137
圖 2-1-24、雙光梳絕對測距與兩軸旋轉平台、追蹤光路之整合示意圖.....	137
圖 2-1-25、軸、徑向主軸旋轉誤差雷射治具設計圖與成品.....	138
圖 2-1-26、主軸旋轉誤差分析系統組成	138
圖 2-1-27、主軸旋轉精度誤差評定方法	140
圖 2-1-28、主軸旋轉精度誤差量測系統追溯圖.....	140
圖 2-1-29、加速規與雷射位移感測器比對現場量測照片	142
圖 2-1-30、加速規與雷射位移感測器比對實驗架構示意圖	142
圖 2-1-31、雷射位移感測器頻率響應圖	142
圖 2-1-32、旋轉軸分時量測技術時域訊號示意圖	143
圖 2-1-33、旋轉軸分時量測技術極座標訊號示意	143
圖 2-1-34、主軸旋轉精度誤差分析系統量測軟體畫面	144
圖 2-1-35、實際現場量測照片(左)及量測結果畫面(右).....	144
圖 2-2-1、三相交流電功率源之校正示意圖.....	149
圖 2-2-2、三相交流電功率表之校正示意圖 ($10 \text{ mA} \leq I \leq 20 \text{ A}$)	149
圖 2-2-3、三相交流電功率表之校正示意圖 ($20 \text{ A} < I \leq 80 \text{ A}$)	149
圖 2-2-4、三相電壓諧波源之校正示意圖	149
圖 2-2-5、三相電壓諧波表之校正示意圖	149
圖 2-2-6、三相電流諧波源之校正示意圖	149
圖 2-2-7、三相電流諧波表之校正示意圖	150
圖 2-2-8、三相交流電功率標準系統追溯圖.....	150
圖 2-2-9、三相交流電能表之校正示意圖 ($10 \text{ mA} \leq I \leq 20 \text{ A}$)	152
圖 2-2-10、三相交流電能表之校正示意圖 ($20 \text{ A} < I \leq 80 \text{ A}$)	153
圖 2-2-11、三相交流電能標準系統追溯圖	153

圖 2-2-12、交流電壓/電流波型數位取樣系統示意圖	155
圖 2-2-13、NML 自製之 480 V 電感式分壓器原型與成品	156
圖 2-2-14、NML 自製 480 V 電感式分壓器之比例誤差驗證架構圖	156
圖 2-2-15、NIM 及 NRC 提出之動態電能檢測波形	158
圖 2-2-16、動態負載量測之硬體架構	159
圖 2-3-1、疊紋干涉系統架構	162
圖 2-3-2、掃描取像架構示意圖	163
圖 2-3-3、相移量示意圖	164
圖 2-3-4、線型 CCD 取像流程	165
圖 2-3-5、相位分析流程圖	166
圖 2-3-6、系統及標準件追溯流程	166
圖 2-3-7、反射儀系統	170
圖 2-3-8、干涉示意圖	170
圖 2-3-9、(a)為開孔 3 μm 週期 6 μm 之矽穿孔量測之反射光譜，(b)為矽穿孔表面氧化層 之反射光譜，(c)為矽穿孔深度之反射光譜，(d)為矽穿孔深度反射光譜之快速富利 葉轉換之結果。	171
圖 2-3-10、(a)量測系統實機(b)量測系統操作軟體界面	172
圖 2-3-11、標準件追溯流程	172
圖 2-3-12、矽通孔結構	174
圖 2-4-1、中溫精密標準熱源裝置圖	176
圖 2-4-2、模擬過程建立非結構網格	176
圖 2-4-3、系統到達穩定過程之溫度分佈模擬	176
圖 2-4-4、機電整合之板金配置圖	177
圖 2-4-5、中溫標準熱源裝置於約 30 $^{\circ}\text{C}$ 之穩定性測試結果	178
圖 2-4-6、中溫標準熱源裝置於約 75 $^{\circ}\text{C}$ 之穩定性測試結果	178
圖 2-4-7、中溫標準熱源裝置於約 110 $^{\circ}\text{C}$ 之穩定性測試結果	179
圖 2-4-8、中溫標準熱源裝置於約 235 $^{\circ}\text{C}$ 之穩定性測試結果	179
圖 2-4-9、中溫標準熱源裝置於約 350 $^{\circ}\text{C}$ 之穩定性測試結果	180
圖 2-4-10、固態塊狀熱電材料的量測系統	181
圖 2-4-11、熱電性能 ZT 快速量測夾持裝置實體圖	182
圖 2-4-12、熱電性能 ZT 快速量測裝置夾持力之測試結果	182
圖 3-1-1、低濃度氣膠量測系統架構圖	187
圖 3-1-2、粒子源稀釋器	188
圖 3-1-3、主稀釋器	188
圖 3-1-4、主稀釋器之稀釋倍率一致性測試	189
圖 3-1-5、待校件在 1000 cm^{-3} 之濃度下之偵測效率評估	190

圖 3-1-6、評估主稀釋器之稀釋倍數的平均值.....	190
圖 3-1-7、以遞迴校正方式進行待校件於各濃度下之偵測效率評估	190
圖 3-1-8、各濃度下待校件之偵測效率及相對擴充不確定度.....	192
圖 3-1-9、低濃度氣膠量測系統於各濃度下系統管制圖	193
圖 3-1-10、樣品一的 XRR 量測與擬合結果	196
圖 3-1-11、(a)樣品一的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比	197
圖 3-1-12、樣品一的 EELS 元素分布與 Hf 的高斯擬合結果	197
圖 3-1-13、樣品二的 XRR 量測與擬合結果	198
圖 3-1-14、(a)樣品二的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比	199
圖 3-1-15、針對上圖 0 nm~20 nm 的範圍內電子強度進行雙高斯函數擬合疊加.....	199
圖 3-1-16、樣品二的 EELS 元素分布與 Hf、Ti 的高斯擬合結果.....	200
圖 3-1-17、樣品三的 XRR 量測與擬合結果	201
圖 3-1-18、(a)樣品三的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比	202
圖 3-1-19、樣品三的 EELS 元素分布與 Hf、Ti 與 Ta 的高斯擬合結果	203
圖 3-2-1、新版微懸臂樑設計	207
圖 3-2-2、新版微懸臂樑製程流程圖設計	207
圖 3-2-3、懸臂樑共振頻率量測架構圖	207
圖 3-2-4、一大氣壓下，懸臂樑共振頻率與品質因子量測結果	209
圖 3-2-5、在壓力介於 1 Pa 至 10 Pa 之間，懸臂樑共振頻率與品質因子量測結果	209
圖 3-2-6、微分電移動度篩分器原理	210
圖 3-2-7、佈植系統主架構	211
圖 3-2-8、微分電移動度篩分器	212
圖 3-2-9、佈植系統架構示意圖	213
圖 3-2-10、高效率佈植腔結構圖	214
圖 3-2-11、凝結粒子計數器偵測效率比對圖	214
圖 3-2-12、未加電壓佈植示意圖	215
圖 3-2-13、加電壓佈植示意圖	216
圖 3-2-14、Cantilever 表面微粒觀測圖	217
圖 3-2-15、收光機構側視圖	218
圖 3-2-16、光學式粒子計數器(OPC)原型實體照片	218
圖 3-3-1 二氧化碳雷射加工熔融石英棒共振腔之系統(a)示意圖與(b)實體圖	222
圖 3-3-2、加工後之石英環形腔與其上之錐形光纖實體圖	222
圖 3-3-3、錐形光纖拉伸之系統(a)示意圖與(b)實體圖	223
圖 3-3-4、(a)錐形光纖拉伸速度與(b)雷射之穿過率(或傳輸率)隨時間變化等之關係圖	223
圖 3-3-5、錐形光纖最細處之 SEM 圖	224
圖 3-3-6、以微共振腔為基礎的光梳產生器之耦合與封裝設計	225

圖 3-3-7、光梳產生系統的(a)示意圖與(b)光纖耦合共振腔之實體圖	227
圖 3-3-8、將雷射耦合進環形共振腔後之光梳訊號典型波形	227
圖 3-3-9、(a)雷射耦合熔融石英微共振腔產生的光梳頻譜圖。(b)為(a)之中間放大圖 ...	228
圖 3-3-10、光梳重現性測試	229
圖 3-3-11、光梳重複性測試	229
圖 4-1-1、水量計相關研究歷年技術發展歷程	232
圖 4-1-2、試驗箱自動化後實測結果	237
圖 4-1-3、水量計系統管路配置圖	238
圖 4-1-4、OIML R49-2013 電子試驗要求	245
圖 4-2-1、氣量計相關研究歷年技術發展歷程	246
圖 4-3-1、IML R76:2006 非自動衡器模組	252
圖 4-3-2、荷重元模組建議測試項目的次序	257
圖 4-3-3、靜法碼標準機測試用機台改裝設計圖	258
圖 4-3-4、靜法碼調整質量及校正	258

表 目 錄

表 0-1-1、小型五軸工具機補償前和補償後誤差值比較表.....	XXVII
表 0-1-2、大型龍門五軸工具機補償前和補償後誤差值比較表.....	XXVIII
表 0-1-3、IEEE C37.118.1_2014 符合性預先檢測結果.....	XXXI
表 0-2-1、104 年度 NML 標準量測系統維持情形.....	48
表 1-1-1、產業重點發展項目.....	53
表 1-1-2、新舊網頁功能比較表.....	59
表 1-2-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計.....	64
表 1-2-2、NML 參與國際比對統計資料.....	66
表 1-2-3、104 年度 NML 國際比對情形.....	67
表 1-2-4、104 年度 NML 國外追溯情形.....	70
表 1-2-5、104 年度 NML 第三者認證列表.....	71
表 1-2-6、104 年度 NML 第三者認證狀態統計表.....	72
表 1-2-7、2015 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會出國人員與討論重點.....	80
表 1-3-1、104 年度系統查驗完成項目.....	82
表 1-3-2、104 年度停止服務項目.....	83
表 1-4-1、顧客訪談資料表.....	87
表 1-4-2、顧客對各領域技術提出的技術需求事項.....	88
表 1-4-3、F02 系統高流率查核實驗結果.....	90
表 1-4-4、F02 系統低流率查核實驗結果.....	91
表 1-4-5、F02 系統體積量測之不確定度分析表-稱重 550 kg.....	91
表 1-4-6、薄膜量測校正系統新舊規格比較分析.....	96
表 1-4-7、薄膜厚度為 1.5 nm 之不確定度分量表.....	98
表 1-4-8、50W 光通量燈量測不確定度分析表.....	103
表 1-4-9、加速規電壓靈敏度校正之不確定分析表.....	108
表 1-4-10、AC PJVS 校正之不確定分析表.....	112
表 1-4-11、自動電阻電橋驗收及測試結果.....	113
表 1-4-12、標準麥克風比較校正系統驗收及測試結果.....	114
表 1-4-13、低於轉折點音速噴嘴 Cd 回歸係數.....	115
表 1-4-14、高於轉折點音速噴嘴 Cd 回歸係數.....	115
表 1-4-15、雷射都卜勒測速儀測試結果.....	116
表 2-1-1、空氣折射率(ntpf)各參數分析.....	123
表 2-1-2、座標量測儀校正系統之量測不確定度分析表.....	125
表 2-1-3、模擬參數之假設條件.....	126
表 2-1-4、雙光梳絕對測距國內外發展現況.....	138

表 2-1-5、測長儀與雷射位移感測器測試報告.....	141
表 2-1-6、實際現場量測結果	145
表 2-1-7、軸向誤差量測不確定度評估	145
表 2-1-8、徑向誤差量測不確定度評估	145
表 2-2-1、E26 系統擴建前之校正能量表(三相有效電功率).....	151
表 2-2-2、E26 系統擴建後之校正能量表(三相有效電功率、三相無效電功率).....	151
表 2-2-3、E26 系統擴建後之校正能量表(三相電壓諧波、三相電流諧波).....	152
表 2-2-4、E20 系統擴建前之校正能量表(三相有效電能)	154
表 2-2-5、E20 系統擴建後之校正能量表(三相有效電能、三相無效電能).....	154
表 2-2-6 交流電壓數位取樣之量測不確定度評估表	155
表 2-2-7、交流電流數位取樣之量測不確定度評估表	155
表 2-2-8、IVD 標稱比例 10:1 之驗證量測結果.....	157
表 2-2-9、IVD 標稱比例 100:1 之驗證量測結果.....	157
表 2-2-10、IVD 標稱比例 1000:1 之驗證量測結果.....	157
表 2-3-1、階高標準件之量測不確定度數值(白光機台).....	167
表 2-3-2、球高標準件之不確定度	167
表 2-3-3、投疊紋度球高量測結果(um)	168
表 2-3-4、使用投影疊紋量測球高之不確定度分析	168
表 2-3-5、投影疊紋系統之組合標準不確定度分析	168
表 2-3-6、階高量測結果	173
表 2-3-7、使用反射儀量測階高之不確定度分析	173
表 2-3-8、反射儀系統之組合標準不確定度分析	173
表 2-3-9、孔徑 10 μ m 矽通孔結構之深度量測.....	174
表 2-4-1、夾持壓力測試	182
表 3-1-1、低濃度氣膠量測系統主要硬體設備規格表	186
表 3-1-2、主稀釋器之稀釋倍數量測重複性.....	191
表 3-1-3、各濃度下待校件與監測用 CPC 之濃度量測值	192
表 3-1-4、樣品一的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果	196
表 3-1-5、樣品一三種量測工具的量測結果比較.....	197
表 3-1-6、樣品二的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果	198
表 3-1-7、樣品二-三種量測工具的量測結果比較.....	200
表 3-1-8、樣品三的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果	201
表 3-1-9、樣品三-三種量測工具的量測結果比較.....	203
表 3-2-1、凝結粒子計數器之偵測效率比較表.....	215
表 3-2-2、未加電壓之微粒沈積效率表	215
表 3-2-3、加電壓之微粒沈積效率表	216

表 3-3-1、雷射加工石英共振腔直徑縮細到 0.68 mm 之參數.....	222
表 3-3-2、雷射加工石英產生環形共振腔之參數.....	222
表 4-1-1、水量計型式認證機械與電子性能試驗項目	233
表 4-1-2、電子試驗項目預估費用一覽表	239
表 4-2-1、N16 膜式氣量計測試結果(H-L 代表高流至低流)	249
表 4-2-2、轉子式流量計(Itron)測試結果.....	249
表 4-2-3、超音波流量計測試結果	250
表 4-2-4、超音波流量計測試結果(檢定模式).....	250
表 4-3-1、OIML R76:2006 模組定義的變更.....	252
表 4-3-2、OIML R76:2006 典型模組誤差分配.....	253
表 4-3-3、衡器相關法規/規範問卷調查結果	254

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	67.00	64.83
	(2)產業計量技術發展分項 計畫主持人：藍玉屏	15.00	15.13
	(3)前瞻計量技術研究分項 計畫主持人：傅尉恩	10.75	10.14
	(4)法定計量技術發展分項 計畫主持人：楊正財	3.00	2.80
合 計		95.75	92.90

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	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
104	預計	64.92	28.33	2.5	-	-	25.50	42.88	15.35	11.00	-	95.75
	實際	64.20	25.43	3.27	-	-	24.87	41.32	14.01	12.70	-	92.90

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	118,694	118,694	38.37	38.41		
(2)管理費	28,900	28,900	9.34	9.35		
(3)其它直接費用	103,111	103,111	33.34	33.37		
2.公費	1,445	1,445	0.47	0.47		
經常支出小計	252,150	252,150	81.52	81.60		
(二)資本支出						
1.土地						
2.房屋建築及設備						
3.機械設備	55,468	55,353	17.93	17.91		
4.交通運輸設備				0		
5.資訊設備	1,200	1,335	0.39	0.43		
6.雜項設備				0		
7.其他權利	500	189	0.16	0.06		
資本支出小計	57,168	56,877	18.48	18.40		
合計	309,318	309,027	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				
權 利 售 價	專利授權金 ^註		2,662,800	
	權利金		213,000	
	技術授權金		1,137,827	
	製程使用			
	其他－專戶利息收入	200,000	160,923	銀行利率低，因此達成率低。
罰金罰鍰收入				
罰金罰鍰			177,300	供應商逾期罰款
其他收入				
審查費(校正服務費)		41,090,000	43,720,215	
供應收入－ 資料書刊費		280,000	168,570	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 技術服務		1,000,000	646,600	
業界合作廠商配合款				
收回以前年度歲出				
其他雜項				
合 計		42,570,000	48,887,235	繳庫數佔預算數 15.8%

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 8 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)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)產業服務			
• 提供校正服務	• 完成校正服務 4,000 件	• 完成儀器校正服務及儀器功能測試及檢討，計校正服務 4,763 件，收入 43,720,215 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 140 廠家、214 人次參加，收入 646,600 元繳庫，研討會課程一覽表詳見附件八。	• 無。
• 出版「量測資訊」	• 出版 6 期量測資訊(雙月刊)	• 出版「量測資訊」共六期，主題分別為「微觀新世界下的躍進-奈米技術計量與標準推動」、「電力計量標準」、「溫度和熱技術之發展與應用」、「氣體污染排放計量技術」、「能源環境標準檢測與驗證」、「先進自動光學檢測技術 AOI Plus」等，訂戶 117 家，資料銷售收入共 168,570 元繳庫。	• 無。
• 維護更新 NML 網站	• 因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料	• NML 網頁以友善使用、資訊管道擴充為原則，針對視覺、架構、內容、功能進行全面大改造，以最迅速擴散、最即時、最友善的方式推廣標準技術。 • NML 網頁不定期內容更新：包括「六套新量測標準系統	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>即將開放服務」、「2015 年 520 世界計量日—國際計量發展趨勢研討會報名資訊」、「計量與光開創未來，520 世界計量日，歡喜來作伙」、「光污染知多少？國家度量衡標準實驗室為您提供貼心的 LED 量測服務」、「台灣的 1 公斤質量標準 — 第 78 號鉑銱公斤原器 10 年一次回娘家」最新消息、更新校正服務資訊公告、校正項目暫停服務公告、回覆留言 85 則、新增單位換算單元等。</p> <ul style="list-style-type: none"> • NML 網站設計更新：於 6/18 日正式上線，9 月申請通過為 A+ 無障礙網站。新建置網頁內容包括： <ol style="list-style-type: none"> (1) 整合三個國家標準實驗室網路資源，首頁可直接連結「國家時間與頻率標準實驗室」及「國家游離輻射標準實驗室」。 (2) 加強度量衡相關計畫推廣平台，連結「標準 檢驗 度量衡 文物數位典藏」網站。 (3) 增加國際文宣連結，如 SI Brochure、BIPM e-news，藉由網路同步引進國際資訊無時差。 	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>(4) 增加 NML 標準系統介紹，含系統簡介、服務產業及產業效益。</p> <p>(5) 新增單位換算元素，如長度：公寸、公厘、公釐、海里；質量：公石、公兩；容積：cc、公秉；功率：匹、公制馬力 PS、德制馬力。</p>	
<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"> 2015 年世界計量日主題為「Measurements and Light(計量與光)」，5/18 日協辦世界計量日研討會，會中邀請國際度量衡局局長 Dr. Martin Milton 及文化大學李天任校長擔任專題演講。 完成辦理技術擴散活動「新世代工具機及機械產業之檢測應用技術」、「機械產業精密量測的有效性」、「2015 精密機械計量技術」、「奈米力學性質暨半導體應用量測技術」等研討會計 7 場，計 306 廠家 624 人次參加。詳見附件八。 辦理國家度量衡標準實驗室新能量開放服務暨成果展，計 48 廠家 130 人次參加。 辦理計量技術人員質量及流量領域教學觀摩 2 場，計 17 廠家 30 人次參加。 完成「台灣的 1 公斤質量標準 	<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
		<p>-第 78 號鉑鈱公斤原器-10 年一次回娘家」、「經濟部標檢局成功推動台灣成為國際度量衡諮詢委員會觀察」「翻轉單位玩數字 度量衡劃一展」等中英文新聞供稿 7 則。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> 協助標檢局辦理文物數位典藏網資料擴充及度量衡單位推廣活動。 	<ul style="list-style-type: none"> 依 104 年「標準檢驗局文物典藏推廣作業要點」，並經「標準檢驗局文物典藏推動小組會議」確認文物入藏與整飭、文物數位化、文物研究、文物數位網站維護及推廣活動，104 年共進行 60 件實體文物及 1000 頁平面文物之文物研究及數位化工作。 「度量衡的劃一」展示教育活動，展期自 7/17 起至 11/22 止，展示地點為高雄科學工藝博物館 B1 開放式典藏庫。7/17 即舉辦盛大的開幕典禮，由科工館陳訓祥館長主持、標準局莊素琴副局長擔任貴賓致詞，特展規劃「翻轉單位玩數字」體驗活動，分為【量測、換算、及分享】三大主題，並結合展覽內容、活動 APP 與臉書打卡等方式吸引民眾參與，製作 5000 張活動學習單與摺頁式 DM，讓民眾從有趣的互動遊戲中，學習日常生活中的單位換算及度量衡應用。 	<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
• 執行公關業務	• NML 訪客接待 12 批次，200 人次。	• 接待訪客：歐盟智慧居家計畫專家、桃園市立大園國際高中、美國 NIST 量化電壓專家、中華民國檢測驗證協會理監事、中國計量測試學會等 21 批共 324 人次。	• 超出目標。
• 進行技術/專利運用推廣	• 技術/專利運用 6 件簽約 6,000 千元	• 簽約及執行艾恩迪、新加坡商英特格…等 12 案之技術授權及宏瀨…等 13 案之專利授權/權利金，本年度簽約數為 6,275,900 元，已收款 6,689,378 元，繳庫收入 4,013,627 元，細項資料請參見陸、研發成果運用情形。	• 超出目標
(二) 國際等同			
• 執行第三者認證	• 完成質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫濕度等 8 領域第三者認證再評鑑準備工作	• 完成質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫/濕度等 8 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 6/15~17 完成化學領域評鑑。質量/力量/壓力/真空/流量/溫濕領域之評鑑於 10/5~7 順利完成第三者認證評鑑。 • 完成振動/聲量及化學 3 領域之財團法人全國認證基金會 (TAF) 實驗室監督評鑑。	• 無。
• 執行國際比對	• 參與 8 項國際比對，確保國家標準與國際標準之等同性。	• 完成 (156~1200) °C 輻射溫度、(960~2000) °C 輻射溫度、力量、麥克風自由場靈敏度、油流量、直流電壓、	• 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>質量及交流電流等 8 項比對量測工作及 1 項光纖功率於 6 月登錄於 BIPM 網站。</p>	
<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"> • 藍玉屏組長及黃宇中室主任分別參加長度諮詢委員會 (CCL) 及振動/聲音/超音波諮詢委員會 (CCAUV) 工作小組會議 (WGs)，申請爭取成為觀察員身份。 • 參加 2015 APMP 年度大會 (GA) 及出席 10 個領域技術委員會 (TC) 會議。由藍玉屏組長當選執行委員會委員 (EC)，黃宇中室主任接任聲音、超音波及振動領域之技術委員會 (TCAUV) 主席；另蘇峻民室主任當選流量領域之技術委員會 (TCFF) 副主席 (預備主席)，預計 106 年接任 TCFF 主席。 • 陳生瑞博士擔任醫療技術 (medical technology) 焦點工作組召集人，並於今年招募 APMP 會員代表加入小組，於 2015 APMP 年度大會前召開討論會議。 • 馬慧中經理代表 NML 國際事務窗口，受邀參加德國聯邦物理技術研究院 (PTB) 主辦之「計量促進亞洲經濟體發展計畫」(MEDEA 計畫) 之「國際合作小組工作啟動 	<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>研討會」(Kick-off Workshop for International Cooperation Group)。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 楊正財副組長出席第22屆亞太法定計量論壇會議，提供標檢局主導之醫療器材小組技術支援。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 參與國際活動 	<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 <ol style="list-style-type: none"> (1)許俊明副組長、蔡琇如及陳士芳研究員受邀擔任日本計量標準總合中心(NMIJ)電量實驗室同儕評鑑(peer review)評審員。 (2)于學玲資深研究員受邀擔任新加坡國家標準實驗室(NMC)光輻射領域之同儕評鑑(peer review)評審員。 (3)黃宇中室主任受邀擔任澳洲國家計量研究院(NMIA)振動聲量領域研究室同儕評鑑之評審員。 (4)蔡淑妃資深研究員受邀擔任澳洲國家計量研究院(NMIA)溫度領域研究室同儕評鑑之評審員。 (5)黃宇中室主任受邀擔任中國計量院(NIM)力學與聲學研究所同儕評鑑之評審員。 • 協助校正與量測能力(CMC)登錄審查 <ol style="list-style-type: none"> (1)協助亞太計量組織溫度技 	<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>術委員會(APMP TCT)完成捷克(Czech)、義大利(Italy)及蒙特內格羅(Motenegro)之工業溫度計 (Industrial Thermometer) CMC 之審核。</p> <p>(2)協助亞太計量組織電磁技術委員會(APMP TCEM)完成日本、紐西蘭、印度、泰國、台灣及中國之阻抗 (Impedance) CMC 之審核。</p> <p>(3)協助亞太計量組織長度技術委員會(APMP TCL)完成德國 (DE)、斯洛伐克 (Slovakia)及波蘭(Poland)之平均奈米粒徑 (Mean nanoparticle diameter)與電子測距儀 (Electronic distance meters) CMC 審核。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 參與國際活動 	<ul style="list-style-type: none"> 參與/主導國際計量技術合作，提升 NML 國際能見度。 	<ul style="list-style-type: none"> 主導亞太計量組織技術委員會促進合作計畫，共 3 案：(APMP Technical Committee Initiative projects, TCI projects) (1)分光輻射通量比對研究 (2)溫室氣體排放流量量測技術 (3)穿透霧度比對研究 參加歐盟計量合作計畫 (1)參與「計量資訊之物聯網通訊介面規範發展 (Uniform communication interfaces in 	<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>metrology for the Internet of Things)」計畫之「量測數據之電子交換規範 (Requirements and data fields for the electronic exchange of measurement data)」工作項目。</p> <p>(2)參與工業排放流量量測技術研究 (Metrology to underpin future regulation of industrial emissions)，與英國NPL及荷蘭VSL等國家標準實驗室進行技術合作</p>	
(三) 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 4763 件。 完成審查與修訂 ICT、MSVP 等技術報告，計 139 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，減少設施之故障率，以維持實驗室之正常運作。本年度特殊事項如下： (1)空調冷卻水塔老舊影響用電，已申請量測中心自有資金請購，完成16館空調冷卻 	<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>水塔更新。</p> <p>(2)16館用電力量成長、原有輸配電系統老舊效能差及配合台電公司未來提供本院區電力輸配改為22000伏特，申請量測中心自有資金，完成更新高壓電力系統。</p> <p>(3)配合綠色院區(GREEN CAMPUS)之推動，評估節能效能後，將進行16館空調系統冰水主機定頻改裝為變頻，已向工研院申請自有資金支應變頻器改裝工程完成更新。</p> <p>(4)配合工研院導入「風險評估系統」，擬定年度安環管理計畫及自動檢查計畫，辦理OHSAS18001(安全衛生)初評審查並稽核，稽核對象為高風險實驗室(含化學、大質量、力量、壓力、高溫、X-ray...等)。</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/異常檢修等計101件。 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"> 因應主管機關要求，由原抽 	<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>樣調查方式修改為隨每份校正報告發送顧客意見調查表，顧客滿意度分析回收問卷共計 238 張，NML 整體滿意度為 9.4 分(滿分為 10 分)，高於往年之整體滿意度表現。</p>	
(四) 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、118 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 118 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 627 件。 完成 16 項 21 件的國外追溯工作，項目如：光澤度標準板、白板、微波固定式衰減器、雙脊波導天線、精密雙偶極天線、電磁場強度計、直流高壓分壓器、絕對式電容真空計(10 torr)、絕對式電容真空計(1000 torr)、鉑銥公斤原器、色板、分光輻射照度標準燈、標準電感器(100 mH)、標準電感器(1 H)、標準電感器(10 H)及偵測器。 	<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
<ul style="list-style-type: none"> 系統改良/精進6項系統、設備汰換5套系統及4套系統擴建查驗。 	<ul style="list-style-type: none"> 水流量校正系統改良 <ul style="list-style-type: none"> -量測範圍：(0.12 ~ 480) m³/h -量測不確定度：0.04 % 	<ul style="list-style-type: none"> 完成系統管路修改，最低查核流率自 40 L/min 降低至 2 L/min，最低可控流率自 20 L/min 降低至 2 L/min。 完成雙通道矩形導流噴嘴管研製與施工運作測試，繼日本 NMIJ 之後，為國際第二個採用多通道設計之國家標準實驗室。 完成系統改良與評估 <ul style="list-style-type: none"> 量測範圍：(0.12 ~ 480) m³/h 量測不確定度：0.03 % 	<ul style="list-style-type: none"> 超出目標。
	<ul style="list-style-type: none"> 線刻度量測系統改良 <ul style="list-style-type: none"> -量測範圍：(0.01 ~ 1000) mm -量測不確定度 Q[40, 0.12L] nm，L in mm 	<ul style="list-style-type: none"> 完成機台驅動裝置、影像及奈米移動平台連線，影像定位之穩定度測試，於 5 秒內，可得到穩定影像。使用電容感測器測試奈米移動平台之重複性，相對一倍標準差小於 0.03 %。 完成系統改良與評估 <ul style="list-style-type: none"> 量測範圍：(0.01 ~ 1000) mm 量測不確定度： Q[30, 0.123L] nm 	<ul style="list-style-type: none"> 超出目標。
	<ul style="list-style-type: none"> 膜厚度量測系統改良 <ul style="list-style-type: none"> -量測範圍: 1.5 nm ~ 1000 nm -量測不確定度: 0.1 nm (@1.5 nm 之二氧化矽薄膜厚度) 	<ul style="list-style-type: none"> 完成系統遠端遙控、確定量測程序，完成 6 種不同厚度薄膜(分別為 1.5 奈米(nm), 12 nm, 50 nm, 100 nm, 400 nm, 及 1000 nm)之量測數據 30 筆，做為系統查核數據。 完成系統改良與評估 <ul style="list-style-type: none"> 量測範圍：(1.5 ~ 1000) nm 量測不確定度：0.1 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
		(@1.5 nm 之二氧化矽薄膜厚度)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 全光通量校正系統改良 -量測範圍：(1 ~ 20000) lm -量測不確定度： 1.5 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成雙軸式積分球內部均勻性量測技術建立，可量測球體內部分光反射率分佈，提供積分球內部光輻射不均勻之修正。此技術因採用兩軸方式量測而無死角問題，有別於其他國家實驗室。 • 完成系統改良與評估 量測範圍：(1 ~ 20000) lm 量測不確定度：1.0 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 超出目標。
	<ul style="list-style-type: none"> • 振動比較校正系統改良 -量測範圍：(50 ~ 10000) Hz -量測不確定度：2.5 % ~ 2.8 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成系統校正式人機介面程式撰寫，包括人員輸入、標準件、待校件資料輸入、校正頻率、校正振動位準之輸入，單頻與掃頻校正方式之選擇、原始數據列印介面程式開發。 • 完成系統改良與評估 量測範圍：(50 ~ 10000) Hz 量測不確定度：(1.4 ~ 2.8) % 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 約瑟夫森電壓量測系統改良-電壓 -量測範圍：0.1 V rms ~ 7 V rms -量測頻率範圍：1 Hz ~ 500 Hz -量測不確定度： 0.2 μV/V ~ 8 μV/V。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成約瑟夫森電壓標準(PJVS)系統洩漏阻值(Leakage Resistance)的系列量測。經分析後得到 PJVS 系統電壓輸出端的洩漏阻值為：2.1\times10¹⁰ 歐姆(Ω)。此量測結果符合系統管制規範要求且與美國 NIST_PJVS 系統之量測結果相近。 	<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"> 完成系統改良與評估 量測範圍：(0.1 ~ 7) V rms 量測頻率範圍：(1 ~ 500) Hz 量測不確定度： 0.2 μV/V ~ 8 μV/V 	
	<ul style="list-style-type: none"> 設備汰換 	<ul style="list-style-type: none"> 完成「直流電阻量測系統」、「氣壓量測系統」、「標準麥克風比較校正系統」、「高壓氣體流量系統」及「風速校正系統」，共 5 項設備採購與驗收。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
	<ul style="list-style-type: none"> 配合第三者認證行程，完成 40 套系統再評估 	<ul style="list-style-type: none"> 配合質量/力量/壓力/真空等 8 領域第三者認證，完成系統再評估 43 套系統。 	<ul style="list-style-type: none"> 超出目標。
	<ul style="list-style-type: none"> 系統查驗 	<ul style="list-style-type: none"> 完成「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」、「單相交流電功率量測系統(E18)」及「單相交流電能量測系統(E19)」4 套擴建系統之查驗作業。 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 三維尺寸量測系統與技術			
<ul style="list-style-type: none"> CMM 校正系統 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 CMM 校正評估：量測不確定度：$0.4 \mu\text{m} + 0.7 \times 10^{-6} \times L$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成校正評估 SOP 手冊。 完成以 LaserTRACER 校正座標量測儀之組合標準不確定度為 $0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L (k=1)$。 	<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
• 自動追蹤雷射干涉技術	• 完成高精度絕對測距能力分析 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： $0.3 \times 10^{-6} \times L$ 。	• 雙軸旋轉機構旋轉軸 旋轉徑向誤差小於 1.5 μm 軸向誤差小於 2 μm 。 • 雙光梳絕對測距 量測不確定度： $0.2 \times 10^{-6} \times L$ 。	• 超出目標。
• In-situ 計量檢測技術	• 完成徑向誤差量測能力分析 徑向誤差量測不確定度 $\leq 3 \mu\text{m}$ ； 軸向誤差量測不確定度 $\leq 2 \mu\text{m}$ 。	• 徑向誤差 量測不確定度 $\leq 1.3 \mu\text{m}$ 。 • 軸向誤差 量測不確定度 $\leq 1.4 \mu\text{m}$ 。	• 無。
(二) 電力計量標準系統			
• 交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術建立	• 完成三相交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術。重建波型量測不確定：電壓(基波)：100 $\mu\text{V/V}$ ；電流(基波)：100 $\mu\text{A/A}$ 。	• 完成三相交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術。重建波型量測不確定：電壓(基波) $< 90 \mu\text{V/V}$ ；電流(基波) $< 80 \mu\text{A/A}$ 。	• 無。
• 建立交流有效/無效電功率、電能及三相電壓/電流諧波量測技術	• 完成交流有效/無效電功率量測、有效/無效電能量測、電壓/電流諧波量測及電壓/電流相量量測，範圍包含： *三相電功率/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 *三相電壓/電流諧波 -階次：2nd ~ 64th；電壓：110 V、220 V；電流：至 10 A；50/60 Hz *三相電壓/電流相量 -電壓：110 V、220 V；電流：至 10 A；50/60 Hz。	• 完成交流有效/無效電功率量測、有效/無效電能量測、電壓/電流諧波量測及電壓/電流相量量測，範圍包含： *三相電功率/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 *三相電壓/電流諧波 -階次：2nd ~ 64th； 電壓：110 V、220 V； 電流：至 10 A；50/60 Hz *三相電壓/電流相量 -電壓：110 V、220 V；	• 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"> 三相電力系統重新評估及系統自動化程式設計撰寫 	<ul style="list-style-type: none"> 完成三相電力系統重新評估及系統自動化程式設計撰寫。 	<p>電流：至 10 A；50/60 Hz。</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成三相電力系統重新評估及系統自動化程式設計撰寫。 *三相電力系統量測不確定度： <ul style="list-style-type: none"> 三相交流有效電功率： 70 μW/VA ~ 0.21 mW/VA 三相交流無效電功率： 70 μvar/VA ~ 0.21 mvar/VA 三相交流有效電能： (0.10 ~ 0.24) mWh/Vah 三相交流無效電能： (0.10 ~ 0.24) mvarh/VAh 電壓諧波： (0.31 ~ 0.63) mV/V 電流諧波： (0.24~0.48) mA/A *完成三相電力系統自動化程式及其軟體驗證。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 三相電力系統擴建 	<ul style="list-style-type: none"> 完成三相電力系統擴建 	<ul style="list-style-type: none"> 完成三相電力系統擴建 *擴建原有三相電力系統之校正服務範圍： <ul style="list-style-type: none"> 電壓：220 V 擴建至 480 V 電流：10 A 擴建至 80 A 增加頻率點：50 Hz *增加三相電力系統之校正參數： <ul style="list-style-type: none"> 無效電功率、無效電能、電壓諧波、電流諧波、電壓相量、電流相量 *增加三相電壓/電流相量檢測:IEEE Std C37.118.1_2014 符合性檢測 *完成三相電力系統(E20、E26 	<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
		系統)擴建後之系統評估報告及系統校正程序。	
(三) 半導體多維參數量測標準技術			
<ul style="list-style-type: none"> 光譜反射儀模組設計製作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光譜反射儀模組設計製作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光譜反射儀模組設計製作；測試光譜反射儀量測 TSV 之量測能力，系統量測能力可達 10:1@5 μm 之深寬比。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 標準件製作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高深寬比矽通孔(TSV)及球柵陣列封裝(μ-BGA)參考標準件： TSV：孔深不確定度 ≤0.2 μm @孔深 50 μm μ-BGA： 直徑量測不確定度：≤1.0 μm @ 球體直徑：250 μm 高度量測不確定度：≤1.0 μm @ 球體直徑：250 μm 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高深寬比 TSV 及 μ-BGA 參考標準件： *TSV 標準件送件切割，取得掃描式電子顯微鏡(SEM)量測結果：送件量測有 1-1、2-1、3-1、5-1、10-1、15-1、20-1、25-1、30-1、40-1、55-1、65-1 之不同 CD 的孔洞，其中 5-1 之樣本達到 10:1 之深寬比，且孔深為 50.9 μm，孔深不確定度為 0.068 μm。 * 製作完成微凸塊 (micro bump)標準片球高及球寬分別為 80 μm 及 250 μm。 直徑量測不確定度：0.05 μm @球體直徑 250.42 μm 高度量測不確定度：0.068 μm @球體直徑 250.42 μm 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 評估光譜反射儀量 	<ul style="list-style-type: none"> 完成評估光譜反射儀量測模組之 	<ul style="list-style-type: none"> 取得階高標準片之校正報 	<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
測模組之孔深量測不確定度	孔深量測不確定度 孔深量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$ @ 孔深 $50 \mu\text{m}$ 。	告，量測值(μm)及其擴充不確定度(μm)如下： 5.297/0.018、10.440/0.034、30.266/0.097、50.35/0.17、75.31/0.25、100.23/0.33。 •量得階高標準片及 TSV 標準片實驗數據，完成模組量測不確定度評估；系統之不確定度為 $0.23 \mu\text{m}$ 。	
• 疊紋量測系統建立	• 完成疊紋量測系統設計製作。	• 完成疊紋量測系統設計製作： *完成設計光學模組。 *完成 CCD L304K 與影像擷取卡 GrabLink Full 的設定與取像功能(Free Run)。 *完成 trigger 模式的 line scan 取像，影像解析度 1 比 1，並且達到三線對位，完成投影疊紋量測系統。	• 無。
• 評估疊紋量測系統之直徑及高度之量測不確定度	• 完成疊紋量測系統直徑及高度量測不確定度評估 直徑量測不確定度： $\leq 2.0 \mu\text{m}$ @ 球體直徑： $250 \mu\text{m}$ 高度量測不確定度： $\leq 2.5 \mu\text{m}$ @ 球體直徑： $250 \mu\text{m}$ 。	• 完成疊紋量測系統直徑及高度量測不確定度評估： *使用 2D 與 3D 取像程式方式進行不確定度評估可增加其系統的穩定性，並且帶入調準(alignment)，便於量測 u-BGA 計算球的高度值。 *完成評估疊紋投影系統之高度量測不確定度為 $0.49 \mu\text{m}$ ，直徑量測不確定度為 $0.22 \mu\text{m}$ 。	• 無。

(四) 中溫量測與熱物性測定技術研究

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> 中溫量測與熱物性測定技術研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成中溫量測與熱物性測定技術研究報告 	<ul style="list-style-type: none"> 中溫量測與熱物性測定技術研究，總結一份研究報告： *完成中溫檢測裝置熱源模組製作與設計回饋模擬、機、電設計與製作；完成中溫度爐控制的溫控保護器、電源開關與插座的製作與配置；安裝 TC Sensor 固定座，完成中溫檢定爐研製。 *完成材料熱電優值(ZT)測試之夾持裝置設計、製作與試裝。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

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) 精進奈米技術計量標準			
<ul style="list-style-type: none"> 低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成低濃度氣膠量測系統架構設計，流量設計達 10 L/min。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成低濃度氣膠量測系統架構設計，系統包含氣膠粒子源、氣膠稀釋器、粒子中和器、微分電移動度篩分器、混合器、凝核粒子計數器與法拉第杯電流計；確認系統之載流流量，經測試可達 10 L/min，符合微分電移動度篩分器之最佳化篩選比例。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
	<ul style="list-style-type: none"> 完成低濃度氣膠量測系統硬體架設，確認流量達 10 L/min。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成自製稀釋器組裝，藉由精密針閥與高效率過濾器(HEPA filter)之配置，確認可達成 10 倍濃度稀釋，並確認於低濃度量測時無背景雜訊影響；此稀釋器將作為主稀釋器。 	<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"> • 完成氣膠粒子稀釋器模組總成測試，該稀釋器可精密調整高達 1000 倍之稀釋比，適合作為粒子源稀釋器。 • 完成系統流體管路連接與整體硬體架設，其中待校凝核粒子計數器、監控用凝核粒子計數器與法拉第杯電流計皆設定為 1.5 L/min，外接之潔淨空氣通入量為 3.5 L/min，此時微分電移動度篩分器之氣膠粒子流為 1 L/min，其載流流量測試可達 10 L/min，符合流量達 10 L/min 之計畫目標。 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 稀釋比例調整與偵測效率評估，到達高稀釋比 1000：1。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成量測步驟與量測方程式之建立，先確立二級稀釋器於各濃度下之比例性一致，以評估稀釋器之稀釋係數；再於一般濃度下以法拉第杯電流計標準件進行待校件偵測效率之絕對值校正；最後再以遞迴校正方式完成低濃度範圍之偵測效率評估。 • 完成稀釋比例調整程序規劃及測試。首先由主稀釋器提供待校凝核粒子計數器產生 10 倍之濃度稀釋，再由粒子源稀釋器依序提供 1 倍、10 倍及 100 倍之稀釋比，此程序與監控用凝核粒子計數器進行比較，確立主稀釋器在各濃度下之稀釋比具有一致 	<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>性。當主稀釋器提供 10 倍稀釋比及粒子源稀釋器提供 100 倍之稀釋比時，此時待校凝核粒子計數器量測到的數值是粒子源之 1/1000 倍，符合計畫所設定之高稀釋比 1000 : 1。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> 擴建標準粒子計數器之偵測效率量測能力至 1 cm^{-3}。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成待校凝核粒子計數器之偵測效率評估。先於一般濃度下以法拉第杯電流計標準件進行待校件偵測效率之絕對值校正；最後再以遞迴校正方式完成低濃度範圍之偵測效率評估。初步評估結果顯示，於 100 cm^{-3}、10 cm^{-3}、1 cm^{-3} 時之量測不確定度分別為 2.6 %、2.9%、3.8 %，皆符合計畫目標。 2016 年 1 月 27 日進行系統查驗會議。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 薄膜及奈米臨界尺寸量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高介電/金屬閘極(HKMG)奈米多層薄膜厚度參考標準物質製備。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高介電/金屬閘極(HKMG)奈米多層薄膜厚度參考標準物質製備，多層膜厚度 $\leq 10\text{nm}$；包括三種 HKMG 奈米多層薄膜厚度樣品製備，三種樣品皆為使用原子層沉積法製備。 樣品一: Capped Si/HfO₂ (1.5 nm)/Interlayer(1 nm)/Si sub；樣品二: TiN (1.0 nm)/HfO₂ (1.5 nm)/ Interlayer (1 nm)/Si sub；樣品三: TaN (0.9 nm)/TiN (1.0 nm)/HfO₂ 	<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>(1.5 nm)/ Interlayer (1 nm)/Si sub，其中關鍵 HKMG 薄膜標稱厚度均控制於 0.9 nm~1.5 nm 之間。樣品一之 Capped Si 為保護層，除卻保護層的厚度之外，各樣品之總厚度均控制於 10 奈米以內。薄膜厚度標準品之薄膜均勻性亦以穿透式電子顯微鏡(TEM)與 X 射線反射儀(XRR)進行評估，薄膜的介面粗糙度約在 0.5 奈米左右，且電鏡檢測影像呈現薄膜的介面及表面的高平整度，結果顯示薄膜在奈米尺度與巨觀尺度下的均勻性。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成高介電/金屬閘極(HKMG)參考物質穿透式電子顯微鏡(TEM)與電子能量損失能譜(EELS)材料分析。 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用 TEM 影像，取約 20 奈米寬之區域判斷其電子區域平均強度對比，並藉半高寬法判斷奈米膜層邊界，進而定義厚度；利用平均法與半高寬法定義膜厚，避免奈米微觀區域代表性不足及元素擴散等問題，完成 high-k/metal gate (HKMG)三個薄膜厚度標準樣品 TEM 量測及厚度分析。 • 以高斯(Gaussian)函數對於元素分佈進行擬合，並利用其函數半高寬定義為厚度。利用擬合方法可同時確認元素的擴散程度，完成厚度參考標準物質之電子能量損失能 	<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>譜(EELS)初步量測，分析各元素於表面下 30 奈米深度的分佈情形。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 利用 EELS 的評估程序針對 3 個厚度參考標準物質之 EELS 頻譜進行擬合與分析，並將 Hf、Ta 與 Ti 此三種元素之高斯函數半高寬定義為厚度，以及判斷元素擴散程度，完成 HKMG 薄膜厚度標準樣品電子能量損失能譜分析。 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成高介電/金屬閘極(HKMG)參考物質 X 射線反射儀(XRR)量測、厚度與介面層評估。 	<ul style="list-style-type: none"> • 樣品一 Capped Si /HfO₂ (1.5 nm) /Interlayer (1 nm) /Si sub，樣品二 TiN (1.0 nm) /HfO₂ (1.5 nm) /Interlayer (1 nm) /Si sub；樣品三: TaN (0.9 nm) /TiN (1.0 nm) /HfO₂ (1.5 nm) / Interlayer (1 nm) /Si sub，除樣品一需在覆蓋層 Si 上外加二氧化矽氧化層(native oxie)外，其餘樣品結構即為 XRR 擬和結構，並以此為基準，完成 HKMG 厚度參考標準物質之 XRR 量測。 • 比較三種不同的奈米厚度檢測工具 XRR、TEM 及 EELS，TEM 因不易判斷奈米薄膜厚度邊界造成準確度下降，EELS 容易受到元素擴散之影響造成厚度的高估；XRR 具備 HKMG 奈米 	<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
		膜厚高解析能力。	
(二)高靈敏質量偵測技術			
<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之共振頻率量測，目標品質因子(Quality factor) $Q \geq 2000$。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成懸臂樑質量感測器改版製作與共振頻率量測系統架設，測得之共振頻率為 282.35 kHz，品質因子 Q 為 $Q = 2206 \pm 78$，符合計畫目標。 	<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"> • 完成沈積微奈米顆粒於 cantilever 表面之沈積系統設計。 	<ul style="list-style-type: none"> • 設計高效率之奈米粒子沉降系統，其中之升降機構可調整進氣噴嘴與晶圓表面之距離，並內建電極以供外加電壓於晶圓載台，利用電場快速吸附帶電荷之微奈米顆粒於 cantilever 之晶圓上。將原本需要數天之自然沉降等待時間，大幅縮短為數分鐘。結果顯示，利用靜電力吸附微奈米顆粒於懸臂樑(cantilever)之晶圓表面，除了可大幅縮短沉降時間，並可提高吸附微奈米顆粒之效率達兩倍以上。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 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)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用奈米微粒產生器將標準微粒之溶液霧化成氣膠，透過微分電移動度篩分器篩選出具有特定粒徑的奈米微粒後，引導至高效率佈植腔。實驗結果顯示，可有效將奈米微粒沉積於微型力學共振器 cantilever 表面。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
(三)光通訊頻率標準技術研究			

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
• 錐形光纖製作與對位機構設計	• 完成錐形光纖最細處直徑 $<10\ \mu\text{m}$ ，光纖對位機構設計	• 完成錐形光纖製作，並最佳化錐形光纖製作參數，在拉伸長度約 24 mm，直徑小於 $2\ \mu\text{m}$ 的光纖，製作出直徑可小於 $\sim 1\ \mu\text{m}$ ，穿透率最佳可達 $>85\%$ 。	• 無。
• 微型石英環形共振腔加工製作	• 完成直徑 $<1\ \text{mm}$ 之石英共振腔製作。	• 完成直徑 $\sim 0.68\ \text{mm}$ 之石英共振腔製作，以 CO_2 雷射加工石英玻璃，藉由同時控制加工與退火參數，發展高 Q 值(品質因子 Quality Factor)之微型光學共振器。	• 無。
• 雷射耦合微型共振腔產生光梳	• 多波長光梳產生數目 >8 ，多波長光梳間距 $\geq 100\ \text{GHz}$ 。	• 產生光梳產生 ~ 70 根，其中 12 根以上光梳，功率大於 $5\ \mu\text{W}$ 。經量測，波長間距為 $\sim 0.81\ \text{nm}$ ，對應之頻率間距為 $\sim 101\ \text{GHz}$ 。	• 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 CNPA 49 施行細則與整體能量評估			
• 流量範圍與口徑及操作方式界定與評估	• 完成流量範圍與口徑及操作方式界定與評估。	• 完成測試系統流量範圍與口徑及設備操作方式及性能確認。水量計口徑由 300 mm 至 50 mm，可操作流率範圍由 $840\ \text{m}^3/\text{h}$ 至 $0.12\ \text{m}^3/\text{h}$ 。機械測試項目新增擾流及逆流施測能量。電子測試項目可執行乾熱、濕熱循環、靜電放電、電壓變動、短期電壓功率降低、電力叢訊及電磁耐受性。	• 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"> 試驗項目收費基準及計算方式評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成試驗項目收費基準及計算方式評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成試驗項目收費基準及計算方式評估(含電子試驗項目)，費用評估適用範圍為流量由 0.12 m³/h 到 840 m³/h 及標稱口徑為 50 mm 至 300 mm 的各式水量計(符合 OIML R49：2006 標準)，最大許可溫度為 30 °C。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 施行細則(CNPA49 草案)與整體能量研究報告 	<ul style="list-style-type: none"> 完成施行細則(CNPA49 草案)與整體能量研究報告。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成舊版型式認證技術規範(CNPA 49)、水量計國家標準完全充滿的密閉導管內水流量之量測-冷飲水及熱水用水量計(CNS14866，101 年版)及研究成果與新版國際規範研讀(ISO 4064：2014 與 OIML R49：2013)與整理。 完成 OIML R49-1:2006 與 OIML R49-1:2013(測試設備)內容差異比對，及 OIML R49-2:2006 版與 2013 版(測試方法)內容差異比對。CNPA 49 改版草案研擬。 完成 CNPA49 草案(含電子試驗項目)及整體能量研究報告。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(二) OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究			
<ul style="list-style-type: none"> OIML R137-1&2:2012(E)中譯及與 R31 差異性分析 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 OIML R137-1&2:2012(E)中譯及與 R31 差異性分析。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 OIML R137-1&2:2012(E) Part 1&2 中譯。 完成 OIML R137-1&2:2012(E)與 R31 及 R6 差異性分析。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 完成檢定檢查技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成檢定檢查技術規範草案與膜 	<ul style="list-style-type: none"> 完成測試用噴嘴組準備組裝 	<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
規範草案	式氣量計相關計量性能測試。	及校正。規格涵蓋(10 ~ 160) m ³ /h 氣量計測試所需流量。 • 完成膜式氣量計(最大流量 Q _{max} : 16 m ³ /h)，相關計量性能測試。 • 完成膜式氣量計檢定檢查技術規範草案建議書。	
<ul style="list-style-type: none"> 轉子式及超音波流量計可行性評估測試 	<ul style="list-style-type: none"> 依據 OIML R137-1&2 要求，完成流量可行性評估測試。 	<ul style="list-style-type: none"> 拜訪大台北瓦斯公司、台灣愛知及功兆公司，徵詢有關轉子式及超音波流量計納檢可行性之看法與意見。相關業者皆表贊同。 依據 OIML R137-1&2 要求，完成超音波流量計(Q_{max} : 150 m³/h)及轉子式流量計(Q_{max} : 100 m³/h) 可行性評估測試工作。其器差特性於 2 % 至 100 % 均可符合準確等級 1.5 之計量要求。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(三) 新版非自動衡器型式認證規範(CNPA 76)研究			
<ul style="list-style-type: none"> 規範文獻及國內相關單位意見蒐集與研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成規範文獻及國內相關單位意見蒐集與研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成相關資訊蒐集與研究及完成 OIML R60:2000 中譯版。 完成國內相關單位(包括標準檢驗局第四組、標準檢驗局第七組、財團法人電子檢驗中心及英展公司)進行訪談及意見蒐集。 參加經濟部標準檢驗局會議，完成「新版非自動衡器型式認證規範研究與修訂技 	<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
		術討論會」，2 場次。	
<ul style="list-style-type: none"> 法規相容性研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成法規相容性測試(荷重元認證)程序 	<ul style="list-style-type: none"> 依據 OIML R76:2006 及參考 OIML R60:2000，完成荷重元法規相容性測試程序技術文件 1 份。 參考 OIML R60:2000 執行荷重元之荷重性能可行性測試研究。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(四)精進法定度量衡技術			
<ul style="list-style-type: none"> 支援亞太法定計量論壇(APLMF)相關工作及規劃、法定計量技術支援及資料蒐集 	<ul style="list-style-type: none"> 支援亞太法定計量論壇(APLMF)相關工作及規劃、法定計量技術支援及資料蒐集 	<ul style="list-style-type: none"> 完成「APLMF WG5 醫療工作小組」問卷內容設計，問卷調查下一年度 APLMF 會議前執行項目。問卷內容包括不良事件分類、安全性分類、誤差/通報之醫療測量儀器及通報之方式等， 協助 10 月 27-30 日 22 屆 APLMF 及其工作組會議相關會議報告及參與。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

5. 量化成果彙總 (計畫四個分項總計)

	產出項目	104 年 目標數	104 年 達成數	說明	103 年 成果	102 年 成果
技術研發	標準系統建立(項)	3	4	擴建 3 套、新建 1 套	2	2
	標準系統改良/再評估(項)	40	43		62	23
	論文發表(篇)	國內 55 國外 27	國內 51 國外 42	SCI 13 篇 詳如附件六。	國內 63 國外 50	國內 52 國外 41
	專利申請(件)	3	3	詳如附件四。	3	0
	專利獲證(件)	3	3	詳如附件四。	8	6
	技術報告(含 ICT/MSVP 撰寫修訂)	122	173	詳如附件七。	167	121
	國際合作	3	3		3	2
	系統運轉維持(套)	118	118	新增、退庫後 118 套	120	119
系統維持	國內追溯(件)	400	627		550	554
	國外追溯(件)	20	21		20	15
	國際比對(項)	8	9		12	13
	新聞發布供稿(則)	4	7		6	5
技術擴散	訪客接待(人次)	120	324		237	487
	計量知識擴散推廣 (說明會/座談會、文物典藏等)	6	8		6	6
	校正服務(件次)	4,000	4,763	詳如附件十。	4,546	
	研討會(場)	10	12	詳如附件八。	12	14
	量測資訊(期)	6	6	詳如附件八。	6	6
	技術/專利應用(件)	6	25	詳如附件五。	21	
	技術/專利運用簽約數(仟元)	6,000	6,276	詳如附件五。	6,087	1,797
歲入收入 (千元)	校正服務	41,090	43,720		40,055	41,009
	技術/專利運用推廣 ^{註 1}	--	4,014		2,043	1,563
	書刊供應(量測資訊、技術資料)	280	169		249	367
	研討會、在職訓練	1,000	647		708	784
	專戶利息收入	200	161		178	115
	罰金罰款收入	--	177		294	2
	廢舊物資售價、收回以前年度歲出	--	--		91	--
	歲入合計	42,570	48,888	歲入採百位數四捨五入進位千位數	43,618	43,840

註 1：技術/專利應用金額為 104 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.國際技術合作研究

(1) 主導亞太計量組織分光輻射通量比對研究 (APMP INITIATIVE PROJECT- Comparison on Total Spectral Radiant Flux units)

發光二極體及固態照明應用各國正積極推動。其中光品質特性的參數如全光通量/色度為固態照明及LED產業產品規格之重要參數之一，分光輻射通量為其中參數的基礎。美國能源局(DOE)規定之LED照明產品須標示項目中，5項規格即有4項(全光通量、發光效率、相關色溫及演色性)與本次比對之參數有關，顯示這次比對參數之重要性。

本比對由我國NML主辦，參與的國家實驗室包括中國大陸、韓國、日本及新加坡。比對樣品事先進行穩定化確認穩定性及再現性均在0.3%以內，挑選出5顆比對標準燈，其中全光通量分布在1500 lm至3100 lm之間，相關色溫分布在2900 K至3100 K之間。量測條件3顆燈帽燈座朝上(Base-up)及2顆帽燈座朝下(Base-down)。參與國之系統有積分球法(Integrating sphere)、雙懸臂法(Goniometer)以及結合積分球與雙懸臂法三種方式。比對標準燈依序寄送給各參與實驗室量測，每次中心實驗室進行比對件之穩定性確認。目前完成比對量測，NML正在分析數據和撰寫結案報告中，並在今年APMP大會中報告。

初步比對結果分析，分光輻射通量在短波長部分(450 nm以下)與平均值相對差異的分佈在 $\pm 4\% \sim \pm 5\%$ ，可見光部分的分佈在 $\pm 1\% \sim \pm 3\%$ 。全光通量比對結果除了一家實驗室與平均值超過1%，其餘都在1%以內，相關色溫結果各參與實驗室在15 K以內。

(2) 主導亞太計量組織穿透霧度比對研究 (APMP INITIATIVE PROJECT- APMP Pilot Study on Transmittance Haze)

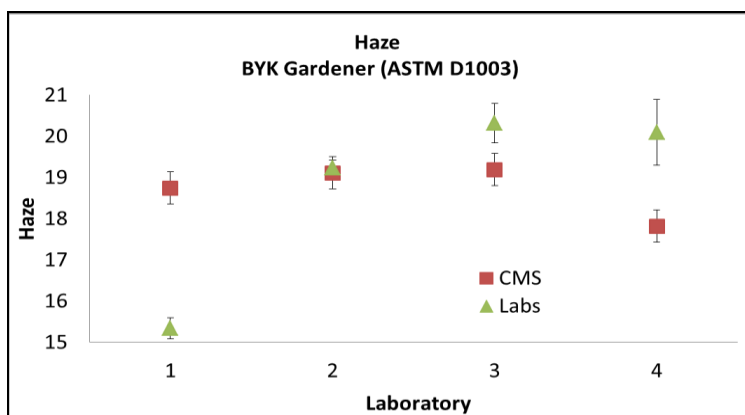
穿透霧度(transmittance haze)的定義為物質擴散穿透與總穿透的比，可用來衡定特定光源因懸浮在透明介質中的粒子所導致的散射情形。一些塑膠、玻璃、藥品溶液等透明或半透明物質，常會以霧度標示其透明度或清晰度。穿透霧度量測雖廣泛應用於塑膠、玻璃等產業，但過去這些產業對其準確性要求並不高。近年來，因台灣顯示器與光學薄膜產業之蓬勃發展與激烈競爭，其元件如偏光膜、擴散膜之擴散特性的要求日趨嚴格，使得霧度量測之準確性與追溯問題漸受重視。因應產業的需求，建立霧度量測標準及確保全球量測一致性是國家實驗室應負起的責任。

為此，以台灣NML為首之APMP國家實驗室，如中國大陸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。

本霧度比對研究由我國NML主辦，參與的國家計量實驗室包括中國大陸、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NML已完成霧度標準片購買及完成共計15片標準片之穿透分布特性量測及霧度值量測，並將標準片寄送給參與實驗室，各實驗室也都完成量測並將量測結果回報給NML。目前NML正在分析數據和撰寫結案報告中，初步結果已在今年APMP大會中報告。

目前霧度量測規範主要依據ASTM D1003，但是容易受到積分球壁反射率影響，另外白板和待測件的反射率也會影響量測數據。圖0-2-1為此次用BYK Gardner樣品以ASTM D1003方法量測霧度結果，可以發現各實驗室間差異不小，其他兩種廠牌的樣品亦有類似結果。



方形標記為NML(CMS)量測值，三角形標記為各參與實驗室(Labs)量測值

圖0-2-1、亞太計量組織穿透霧度比對研究結果

除了反射率問題，樣品本身的螢光、樣品外觀是否會影響置放位置、積分球開口尺寸、樣品霧度範圍，以及霧度量測方法都將影響量測結果。為了更精確提供霧度量測標準，今年度再次向APMP提出第2次的比對研究申請，並已獲得通過。

(3) 主導亞太計量組織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)

NML主要負責計畫主導與協調工作並負責三維皮托管校正方法與系統的研製，目前已研發出自動化整合校正平台，此校正平台為亞洲區第一套針對各式皮托管之全功能式自動校正平台(如圖0-2-2)，而其它參與單位尚包括中國計量院(NIM)、韓國KRISS以及美國NIST，合作團隊並選定DAT-type之三維皮托管做為比對件，藉由不同實驗室的測試與數據的分享，可進一步提升技術的深度。藉由此國際合作活動，除了強化技術研發深度與廣度外，也因為與產業及國外計量研發單位合作，將技術逐步擴散至產業界。今年度再次向APMP提出第2次的比對研究申請，並已獲得通過。

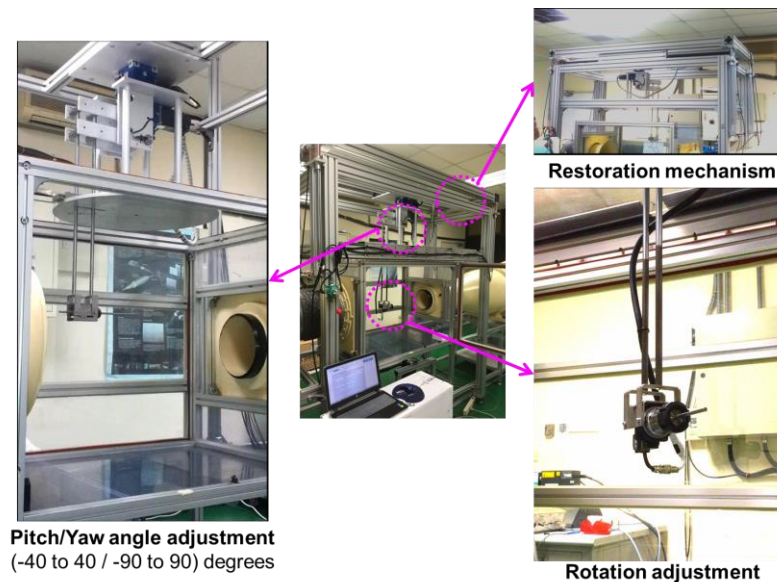


圖 0-2-2、NML 三維皮托管校正技術研發成果

(4) 參與歐盟計量合作計畫(European Metrology Programme for Innovation and Research, EMPIR)

- 參與「計量資訊之物聯網通訊介面規範發展(Uniform communication interfaces in metrology for the Internet of Things)」計畫之「量測數據之電子交換規範(Requirements and data fields for the electronic exchange of measurement data)」工作項目

歐盟計量合作計畫是歐洲國家計量機構協會(EURAMET)於2014年開始啟動的研究計畫，主要目的為針對產業界的特定問題進行計量技術發展，期望能夠加快問題解決與技術應用的時間。德國聯邦物理技術研究院(PTB)邀請NML，參加歐盟計量合作計畫合作夥伴會議(EMPIR partner meeting)，及參與相關EMPIR計畫。

NML參與計畫名稱為「計量資訊之物聯網通訊介面規範發展(Uniform communication interfaces in metrology for the Internet of Things)」，計畫內容是透過SI單位制與ISO GUM所形成的國際共通平台，訂定量測儀器與製造/生產設備進行「計量資訊」交換時的先期規範，提供後續ISO標準制定時的參考。目前該規範將涵蓋資料交換時的安全性、單位轉換、與軟體驗證等部分，參與成員包含英國國家物理研究院(National Physical Laboratory, NPL)、芬蘭計量和認證中心(Center for Metrology and Accreditation)、丹麥國家實驗室(Danish Institute of Fundamental Metrology, DFM)、捷克國家實驗室(Czech Metrological Institute, CMI)等，產業界則包含量測儀器製造大廠海克斯康集團(Hexagon metrology, Inc.)、蔡司(ZEISS)與德國三豐(Mitutoyo)等。

目前我方以正式計畫成員身分參與執行，而工作內容則為工作項目「量測數據之電子交換規範(Requirements and data fields for the electronic exchange of measurement data)」中的資料安全性規範進行協助，在此同時，將找尋國內廠商，共同進行工作項目「產業界可行性展示(Development of industrial demonstrators)」與「線上驗證技術(Online validation)」以展示技術與規範的可行性，並協助國內產業了解未來可能的規範制定細節，提升NML對於產業的影響力。

- 參與工業排放流量量測技術研究(Metrology to underpin future regulation of industrial emissions)，與英國NPL及荷蘭VSL等國家標準實驗室進行技術合作

NML在工作的分工上負責三維皮托管量測與校正技術的研發，除了提供排放管道現場流量量測的資訊供計畫成員進行技術研發外，在化學濃度量測與標準參考物質方面也將進行技術資訊的交換。而該計畫最終的產出將會在歐盟技術委員會中提交標準草案。目前也藉由合作的關係，已取得多份最新的標準草案，並提供數據供計畫內其它分項的工作參考。另與荷蘭VSL分工合作主要是建立在煙道模擬器(Stack simulator)的設計上，NML將著力在三維皮托管的技術研發並應用於現場排放管道的流量量測，而VSL則主要利用煙道模擬器進行流場模擬分析，同時並研發校正影像式流量量測的設施，而雙方將藉由量測數據分析與技術資訊交換，助於彼此的技術精進與研發進展。藉由進行此一合作將有助於提早取得標準制訂資訊與技術研發進展，同時對於國內欲切入歐盟市場的研發廠商亦有領頭羊的帶領幫助。

2. 受邀演講

- (1) 受邀至台灣平坦化應用技術協會2015年會員大會以奈米粒子之產業計量技術為題進行演講

有鑒於半導體製程已進入10奈米製程，製程條件愈來愈嚴苛，同時產業需求之計量技術無法跟上製程進度成為技術規格及監控之空窗期，因此台灣平坦化應用技術協會邀請NML何信佳博士，以"半導體溶液中奈米級粒子檢測技術的研究發展趨勢"為題，進行新型之奈米顆粒監控及計量技術演講，探討新世代及未來製程中監控需求之變化，而新發展之奈米顆粒監控技術如何將溶液中之顆粒轉換為氣膠顆粒之量測技術，此方法大大的突破現行技術之門檻，其中一探討未來之應用發展。

- (2) 受邀中央研究院物理所進行NML研究活動演講

NML潘小晞博士受邀至中央研究院物理所演講，介紹NML的研究活動” Research activities of the Mass and Force Laboratory in the Center for Measurement Standards”，其中主要內容為介紹微力標準的應用。微力標準可用於材料力學的施力校正以及原子力顯微鏡用於細胞力學之探針彈力係數校正等。

(3) 受邀於國土監測應用論壇第五屆會員大會進行水計量技術演講

國土監測應用論壇為國土監測產學界的重要技術交流論壇，今年第五屆會員大會主題為「"水世界"，從水的質量、力量、計量三個觀點談國土監測的發展與應用」，配合NML水計量量測技術發展，NML何宜霖資深工程師受邀進行水流量量測應用的技術演講，演講題目為「天上來，流到海：水旅程中的計量」。台灣人口密度高，每人每年平均分配的雨水量約3,900立方公尺，低於全世界平均值的八分之一，但由於降雨之空間、時間分佈不平均及目前地球之天候變遷愈嚴重情況，水資源之使用與管理愈加受嚴酷考驗。為因應未來用水需求，水資源的開發、節約用水及漏水防制遂同時成為當前重要課題，演講的內容包含降水、地表水、管道水的計量以及儀具校正技術的現況與發展。

(4) 受邀參加桓達科技水流量與計量標準之應用研討會並進行專題演講

桓達科技為液位計及工業製程監控儀表的國際大廠，近年來積極投入流量計的研發與生產製造，並由NML技術專家協助分別於土城總公司及宜蘭工廠建置流量校驗系統，並於12/2假台大醫院國際會議中心舉辦水流量與計量標準之應用研討會，NML蘇峻民博士受邀演講，講題為「水流量計量標準」，內容包括NML的任務與架構、流量領域的國家度量衡標準系統與能量、量測標準與計量追溯的基本概念、以及水流量計量標準現況等。

3. 與學界進行學術合作

(1) 陣列式電光調製器開發

與中央大學光電所陳彥宏教授合作，進行陣列式電光調製器開發。目前已初步完成陣列式光調製器，其電極之響應頻寬可達5 GHz，光響應頻寬約3 GHz，然訊號較弱，正進行參數微調中，並進行初步之光纖封裝耦合。

(2) 以前饋方法控制被動同步摻鏡及摻鉅鎖模光纖雷射的載波波封相位研究

與輔大項維巍教授合作，研究被動同步摻鏡及摻鉅鎖模光纖雷射的相對載波波封相位的控制方法，利用聲光調製器做前饋控制，將兩台雷射的相對載波波封相位穩定，使得兩台雷射可以達到次飛秒的同步，這個方法可以讓兩台雷射同步而又保有較高的脈衝能量，可以應用在阿秒超快雷射的合成。

4. 博碩士生培訓

- (1) 交通大學博士生粘為博進行液體流量校正系統監控設備之資料擷取程式更新，使用者可依據流量校正監控設備狀況，進行通訊設定和修改，具備良好的人機界面。

- (2) 東華大學博士生倪懿池進行光學粒子計數器設計研究，並將所累積的設計經驗進一步設計可攜式OPC(Optical Particle Counting)。此技術可應用於檢測半導體製程中粒子污染狀況。
- (3) 台灣大學合作，進行學研合作培育研發菁英計畫，共同培育計量研發專業人才，培訓博士班學生蔡長紘，以原子力顯微鏡(AFM)，研究微奈米粒子，在受壓力下之力與變形相關性，並建立力學模型。此一技術，可應用於節能、染敏電池的開發。
- (4) 交通大學碩士生陳韋華進行全保偏摻鉕光纖鎖模雷射之研究，以改進非線性偏極旋轉鎖模光纖雷射受環境影響而不鎖模的缺點，雷射架構採用8字型雷射共振腔，鎖模機制採用非線性放大環形鏡(NALM)或是非線性光學環形鏡(NOLM)。
- (5) 台灣科技大學機械所博士生蔡岳勳，參與薄膜及奈米臨界尺寸量測技術研究：執行奈米薄膜標準樣品XRR之量測與定期查核，並協助建立樣品XRR擬合結構模型。未來可協助建立XRR+XRF/XPS的研究發展與數據擬合過程。
- (6) 交通大學電子所博士生周佳信，參與薄膜及奈米臨界尺寸量測技術研究：執行奈米薄膜標準樣品之ALD製備與結構設計，並協助進行薄膜TEM樣品聚焦離子束(focused ion beam)之樣品製備。
- (7) 中興大學材料所碩士生張立瑋，參與薄膜及奈米臨界尺寸量測技術研究：執行奈米薄膜標準樣品XRR之量測與定期查核，並協助薄膜標準樣品的國際比對先期研究與protocol撰寫。
- (8) 台灣大學光電所博士生藍義信至奈米與力學實驗室實習，參與奈米粒子低濃度量測技術研究。該生於計畫執行期間協助進行自製稀釋器之測試，藉由稀釋器於各濃度下之稀釋比例性試驗，找出最佳化之稀釋器配置。另協助完成氣膠粒子源之溶液濃度調配，將原始聚苯乙烯粒子調整至霧化器模組適用之濃度範圍，以提供二級稀釋器可達成1000倍之稀釋比。

(三) 標準量測系統維持情形

表 0-2-1、104 年度 NML 標準量測系統維持情形 (104/12/31 止)

項次	領域別	代碼別	系統數 103/12/31	104 年度間	系統數 104/12/31
1	聲量	A--	3	+A04 (103.8 局同意, 104.1 財政部公告)	4
2	磁量	B--	3		3
3	化學	C--	5	+C10 (103.12 局同意, 104.1 財政部公告)	6
4	長度	D--	25		25
5	電量	E--	26		26
6	流量	F--	12	-F09 (103.8 局同意, 104.1 財政部公告)	11
7	濕度	H--	2	-H04 (103.8 局同意, 104.1 財政部公告)	1
8	真空	L--	2		2
9	質量	M--	4		4
10	力量	N--	11		11
11	光量	O--	8		8
12	壓力	P--	5	-P02 (103.8 局同意, 104.1 財政部公告)	4
13	溫度	T--	4	4	4
14	微波	U--	5	-U04 (103.8 局同意, 104.1 財政部公告)	4
15	振動	V--	5		5
合計			118		118

◎以財政部『度量衡規費收費標準』公告，計入系統數

本年度申請電磁波能量吸收比探頭校正系統 (U08) 1 套系統停止服務，已獲主管機關 104 年 9 月 23 第 10440009340 號函同意停止對外提供服務，待 105 年『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及本計畫計完成 4 套之擴建系統，分別為「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」、「單相交流電功率量測系統 (E18) 」及「單相交流電能量測系統 (E19) 」，已進行擴建系統查驗及獲局同意，俟 105 年『度量衡規費收費標準』公告，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	出國計畫變更	104年2月17日工研量字第 1040002439 號	104年2月26日經標四字第 10400518070 號
2	出國計畫變更	104年3月9日工研量字第 1040003150 號	104年4月2日經標四字第 10440002300 號
3	辦理軟體與「電流轉換標準器」設備預算變更及合作計畫變更	104年3月13日工研量字第 1040003454 號	104年5月4日經標四字第 10440002420 號
4	出國計畫變更	104年4月1日工研量字第 1040004456 號	104年5月8日 經標四字第 10440003080 號
5	出國計畫變更	104年5月13日工研量字第 1040006971 號	104年6月2日 經標四字第 1040004870 號
6	出國計畫變更	104年6月15日工研量字第 1040008633 號	104年6月24日 經標四字第 10400555200 號
7	「麥克風比較式校正系統」設備預算變更	104年6月18日工研量字第 1040008890 號	104年7月8日 經標四字第 10440007410 號
8	出國計畫變更	104年6月30日工研量字第 1040009514 號	104年7月29日 經標四字第 10440008220 號
9	出國計畫變更	104年7月22日工研量字第 1040010997 號	104年8月11日 經標四字第 10440009640 號
10	出國計畫變更	104年8月19日工研量字第 1040012384 號	104年9月21日 經標四字第 10440011580 號
11	出國計畫變更	104年9月4日工研量字第 1040013281 號	104年11月10日 經標四字第 10440013500 號
12	出國計畫變更	104年9月9日工研量字第 1040013459 號	104年11月10日 經標四字第 10440013500 號
13	出國計畫變更	104年9月24日工研量字第 1040014488 號	
14	申請計畫變更期限展延至12月20日	104年9月8日工研量字第 1040013305 號	104年10月6日 經標四字第 10440013980 號
15	新增出國暨赴陸計畫	104年10月23日工研量字第 1040016193 號	104年11月19日 經標四字第 10400611500 號

註：有關出國事宜經濟部102年10月起授於各局處管理，如出國任務、地點、時間、天數、項次之預算增加及配合調減勻支給該項次之項目，均需向局辦理變更報准同意，因此變更項次較多。

標檢局來函通知辦理計畫變更事宜如下：

項次	變更內容	標檢局通知依據
1	立法院 104 年度預算審議結果刪減新臺幣 203 萬 2,000 元，並排除通刪 9%，惟排除通刪數於預算分配時列為準備數。	104 年 2 月 26 日經標四字第 10400511170 號
2	修正計畫書第 259 頁「附件七、國家度量衡標準實驗室運作計畫 104 年度歲出預算分配表」之經費分配情形。	104 年 4 月 24 日經標四字第 10440003620 號

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	
產業服務	校正服務	4,000 件、41,090 仟元	4,763 件、43,720 仟元	含標檢局執行公務免收費校正 181 件	
	成果新聞供稿	4 則	7 則		
	訪客接待	12 批次，120 人次	21 批次，324 人次		
	計量知識擴散推廣(說明會/座談會、成果展等)	6 場次	8 場次		
	研討會/在職訓練辦理	10 場、1,000 仟元	12 場、647 仟元	12 場為收費	
	量測資訊出刊	6 期，280 千元	6 期，169 千元		
國際等同	國際比對	8 項	9 項		
	第三者認證再評鑑	8 領域	8 領域	質量/力量/壓力/真空/流量/化學/溫/濕度等	
品質管理	品質稽核	1 次	1 次		
	資料審核(ICT/MSVP)	102 份	139 份		
系統維持	量測品保(管制圖更新)	118 套	118 套		
	國內 論文 發表	期刊	12 篇	13 篇	
		研討會	31 篇	19 篇	
	國外 論文 發表	期刊	3 篇	10 篇	
		研討會	10 篇	14 篇	
	國內追溯	400 件	627 件		
	國外追溯	20 件	21 件		
	系統再評估	40 套系統	43 套系統		
	技術報告(含 ICT 及 MSVP)	102 篇	145 篇		
	專利獲證	3 件	3 件		

【執行成果說明】

本分項藉由產業服務、國際等同、品質管理、系統維持與四大項工作之開展，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) 產業服務

藉由「校正服務」與「計量技術知識擴散」兩大工作項目執行，維持我國量測追溯體系內所需之品質活動，及計量人員培育及計量知識之推廣。

1. 維持118套系統，提供業界校正服務

本年度NML 118套系統共提供4,763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181件，校正金額2,435仟元。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37%，光量則是符合綠色產業需求約佔9%，至於流量主要配合中油體系完整追溯鏈與水、油及氣等公平交易佔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。

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，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，其產業重點發展項目如表1-1-1所示，NML校正服務對象依產業重點分析如圖1-1-2。

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約佔50%左右，二級校正/測試實驗室除商業經營之實驗室外，亦包含研究機構及學術單位，如：工研院、紡研所、車測中心、成功大學、交通大學等；及政府機關執行法規或政策所需之儀器或設備之公信力如環保署、內政部及標檢局等。另一半則是支撐著台灣重點產業所需之產品品保及生產量測追溯。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，因此這部分仍由NML本著國家賦予之任務，繼續維持提供校正服務。

表 1-1-1、產業重點發展項目

重點項目	對應產業
金屬機械工業 (機械、交通車輛、金屬/原材)	<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
資訊電子工業 (光電、半導體、3C、電機)	<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
化學工業 (環境衛生、環保衛生、生技、能源、塑化)	<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、醫療及汽車等高值石化產品等發展
民生工業 (食品、紡織)	<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

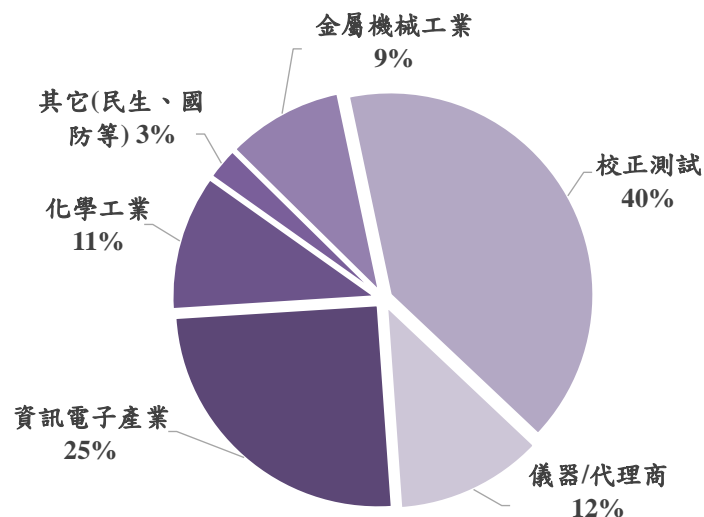


圖 1-1-1、NML 校正服務重點產業分佈圖

校正服務執行效益說明如下。

(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 1-1-2)，本年度提供 4,763 件校正服務，繳庫數新台幣 4,372 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 600 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。產業/民生應用效益列舉如下：

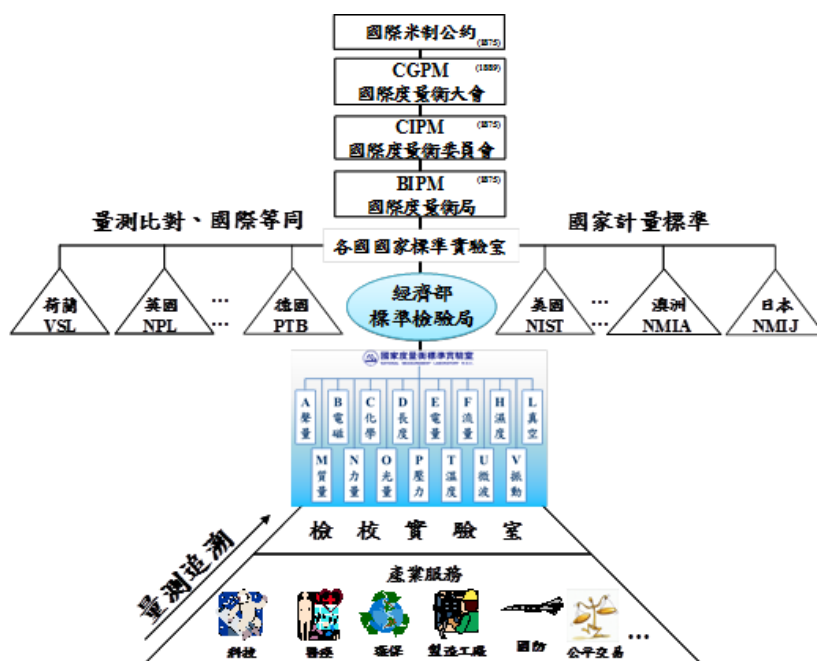


圖1-1-2、我國量測追溯體系

- 精密儀器設備商服務擴散

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，花費之校正費約 25 萬元，但該公司藉此送 NML 校正件，提供國內約 480 家企業，服務之二級校正收入每年約為 1000 萬，為企業各機電產業的產品品質把關。就 NML 校正費收入，衍生效益約 40 倍。NML 提供之校正服務，協助建立企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之長度值具追溯性，也做為工廠進料、驗收之準則，真正做到為公司以及其所銷售至各機電產業的產品品質把關。

- 電機檢驗設備商服務擴散

北部某公司專營馬達及電機產品特性檢驗設備、耐久測試設備、冷氣機、壓縮機、冰水機性能測試設備等自動測試系統之設計及製造。其客戶群包括：松下、大同、東元、日立、士林電機、台全電機及中興電工等國內知名電機大廠。

為確保產品售後服務時之定期檢驗校正能符合 ISO 及國際規範要求，該公司在 NML 電量實驗室協助下建立直流電壓、直流電流、電阻及交流高壓等電量校正系統，並通過 TAF 認證，可針對已售出之檢測設備產品提供定期到廠校正服務，並出具 TAF 認可之校正報告。由於 NML 提供該公司標準件校正與追溯，除確保該公司電量校正實驗室之標準儀器的量測準確性及追溯性符合 TAF 認證要求外，並進一步協助該公司中高階產品研發及製造時的規格測試與確認，提升產品品質及市場競爭性。因此，成功將產品打進泰國、菲律賓、越南、以及馬來西亞等東南亞市場。該公司亦決定陸續再擴增具 NML 追溯性之電量相關校正實驗室，以協助公司持續提升業績。

- 精密工具機零件生產產業服務擴散

高速精密主軸是工具機得以正常運作的核心，精密螺帽則可確保與軸承在組裝後有預期的軸向鎖緊力，組裝時扭力對軸向力有十分顯著的影響，但其關係在不同產品間有明顯的差異。若能直接測量到精密螺帽安裝於主軸上時所產生之軸向力，對其主軸的組裝精度及產品之穩定度皆可有顯著之精進。

台中某精密工業公司所生產的軸向力感測器，其 50 kN 力量標準的追溯源即為 NML 的力量原級標準(N01 靜法碼量測系統)。藉由力量標準的傳遞，該公司投入近仟萬元建立自有品牌及 50 kN 力量測試實驗室，協助其成功轉型為儀器製造商。未來該實驗室將執行軸向力感測器產品的出廠與例行性校正，有助於接到世界級知名工具機廠 DMG、Mazak、Fanuc 之訂單，這對 NML 所提供的力量標準追溯服務有加成的效果。

- 水資源計量管理服務擴散

行政院於推動的用水節約計畫中表示，每省下一度水便可減少 0.207 公斤的二氧化碳排放量，並且節省至少 11.31 元的水費。北部某公司專營冷凍空調相關閥類水量計製造生產及檢測等，NML 協助建立大水流量校正系統並通過 TAF 認證，提供電磁

式流量計校正追溯，使其設備符合水量計檢定檢查規範的 C 級水量計檢驗標準，計量更準確，檢測範圍與口徑更廣泛(25 mm 至 2000 mm 水量計)，確保了檢定/檢查的準確度及糾紛鑑定的公信力。並使得國內在水資源分配與管理扮演重要角色之大口徑水量計的校驗需求缺口得以填補。

- (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87份，協助廠商拓展國際市場，報告運用效益列舉如下：

提供國外公司或實驗室國際認可之英文報告

- E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提供該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。
- UL Japan為UL在日本實驗室，提供當地客戶進行安規測試服務。由於日本境內並無提供光澤度校正的國家實驗室，因此每年固定送至NML進行校正。提供國際認可之英文校正報告，協助其符合國外客戶需求。

直接提供國內產業具國際認可之英文報告

- D公司為全球最大交換式電源供應器廠商，主要客戶有電腦大廠DELL、APPLE、Fujitsu、HP、IBM、微軟、遊戲機大廠SONY、通訊設備廠Cisco等知名品牌科技大廠；其生產的車載充電器供應美國三大車廠通用汽車(GM)、福特(Ford)和克萊斯勒(Chrysler)。其聲音實驗室已經由外國客戶DELL認證，NML所提供國際認可之英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，獲得國際大廠訂單。
- T公司為台灣的家電及第一大重電製造商，藉由NML所提供之英文校正報告，滿足公司於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。
- C公司主要產品包括電氣用品自動測試系統、電機產品測試系統及綜合電器特性試驗設備等。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、菲律賓及日本等國家，且國外買家都會要求C公司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，因此提供之英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。
- S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，國外買家都會要求該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。
- D公司為車燈製造大廠，以自有品牌車燈銷售全球市場， 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，有助於在國際市場銷售。

- K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。

2. 520世界計量日相關活動

1875年5月20日，17個國家在法國巴黎共同簽署了歷史上第一份跨政府間簽署的共同協議「米制公約」(Metre Convention)，這是一承諾全球範圍內採用國際單位制及保證量測結果的一致性。140多年來，國際米制公約建立了全球精準與可追溯的量測架構的成就，更延伸到廣泛的國際量測標準。為了紀念此意義深遠的日子，在1999年第21屆國際計量大會，將每年的5月20日訂為「世界計量日」

今年與國際同步迎接「世界計量日」的到來，配合國際計量組織今年「計量與光(Measurements and Light)」之主題，與聯合國國際教科文組織(UNESCO)舉辦的「2015國際光年」年會相呼應。2015年是光科學史上富有紀念意義的一年，包括1015年(距今1000年)阿拉伯物理學家的光學著作、1815年(距今200年)法國物理學家提出的光波概念及1916年(距今約100年)將光列為宇宙學的內在要素，故2015年訂為國際光年，而計量在光領域的各項應用中，從各式新高效照明技術(LED)、太陽光電技術，至警方取締超速用之雷射測速儀等方面皆已普遍應用。

(1)製作中文版世界計量日海報

由南非國家計量院 (NMISA)設計之世界計量日海報公告後，NML 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。同時，中文版的海報上傳至 BIPM 之世界計量日專題網站，與各國語言之海報並列，供國際大眾瀏覽。

(2)於 NML 網站更新世界計量日海報

NML 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，將歷年的主題以動態公告。

(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「計量與光」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 18 日假台大醫院國際會議中心，舉辦「520 世界日研討會」，由 NML 協助邀請國際度量衡局(BIPM)主席 Dr. Martin Milton 來台擔任專題演講，講題為"The Importance of Metrology for Standards, Industry and Trade" (計量在標準、產業與貿易上的重要性)，說明社會與經濟的發展，仰賴於計量的穩定性、一致性及可靠性，並透過國際度量衡局支援各區域計量機構之發展。同時邀請文化大學校長李天任博士演講"From

Light to Color: The Path of Seeing the World"(光線與色彩：看見世界的途徑)，介紹光與色彩在生活應用、科學現象及對應相關計量知識。

3. 數位文物典藏

「104年文物數位典藏網資料擴充及度量衡單位推廣活動」，依104年「標準檢驗局文物典藏推廣作業要點」，並經「標準檢驗局文物典藏推動小組會議」確認文物入藏與整飭、文物數位化、文物研究、文物數位網站維護及推廣活動，104年共進行60件實體文物及1000頁平面文物之文物研究及數位化工作。並規劃「度量衡的劃一」展示教育活動，展期自7/17起至11/22止，展示地點為高雄科學工藝博物館B1開放式典藏庫。7/17即舉辦盛大的開幕典禮，由科工館陳訓祥館長主持、標檢局莊素琴副局長擔任貴賓致詞，特展規劃「翻轉單位玩數字」體驗活動，分為【量測、換算、及分享】三大主題，並結合展覽內容、活動APP與臉書打卡等方式吸引民眾參與，製作5000張活動學習單與摺頁式DM，讓民眾從有趣的互動遊戲中，學習日常生活中的單位換算及度量衡應用。



圖1-1-3、「度量衡的劃一」開幕典禮

4. NML網站更新

為加強NML網站與讀者的互動連結，本年度網站以多管道友善使用、迅速查詢、即時分享為原則，針對視覺、架構、內容、功能進行全面大改造，提供最友善、迅速即時方式來擴散標準技術。新建置內容包括：

- (1) 整合三個國家標準實驗室網路資源，首頁可直接連結「國家時間與頻率標準實驗室」及「國家游離輻射標準實驗室」。

- (2) 加強度量衡相關計畫推廣平台，連結「標準 檢驗 度量衡 文物數位典藏」網站。
- (3) 增加國際文宣連結，如 SI Brochure、BIPM e-news，藉由網路同步引進國際資訊無時差。
- (4) 增加本實驗室百餘套標準系統介紹，含系統簡介、服務產業及產業效益。
- (5) 新增單位換算元素，如長度：公寸、公厘、公釐、海里；質量：公石、公兩；容積：cc、公秉；功率：匹、公制馬力 PS、德制馬力。

網頁新建置功能特色如下：

- (1) 電子報發送平台建置管理，提供 NML 文宣品電子化及顧客管理使用。
- (2) 結合知名社群網站資源，增加 NML 的網路能見度，例如 Facebook“讚”、Google+、LinkedIn 網路分享介面。
- (3) 增加 NML (YouTube) 影音 Channel；增加網頁手機版模式，完善網路多元化推廣平台。
- (4) 優化搜尋引擎；增加標籤、關鍵字及簡述等標記功能，提高讀者文章搜尋滿意度服務。
- (5) 增強安全密碼及支援保密圖片驗證機制，增加網頁安全性。
- (6) A+無障礙空間設計(申請中)。

表1-1-2、新舊網頁功能比較表

	網 頁 功 能	舊版		新版		備註
		有	無	有	無	
1	電子報發送平台建置管理		*	*		
2	網路分享介面 (Facebook“讚”、Google+、LinkedIn)		*	*		
3	影音分享介面 (NML (YouTube) Channel)		*	*		
4	網頁手機版模式		*	*		
5	優化搜尋引擎	*		*		加強
6	增加標籤、關鍵字及簡述功能	*		*		加強
7	增強安全密碼及支援圖片驗證機制	*		*		加強

5. 辦理技術訓練課程及推廣活動

辦理電量、長度、聲音、光輻射、質量及流量相關收費課程，共12場、140家廠商、214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7場次技術推廣活動，及2場計量技

術人員教學觀摩活動。

(1) 技術推廣活動

A. 機械量測應用技術擴散

現代化的製造講求分工，一個產品的各個零組件往往分包給不同的加工廠，最後是否能順利組裝，組裝後是否能發揮產品預期的功能，產品整體規格的品質管制是否符合顧客期望。機械產業的發展，除了從設計源頭便須導入誤差、公差等觀念，最關鍵的就是加工階段導入量測的準確度(Accuracy)與精密度(Precision)，以確實達到標準的一致性。近年來A+次微米加工技術的趨勢，及智動化整合應用的蓬勃發展，產業的生產製造競相朝向高精度、高速化、及智慧化的創新發展。而我國精密機械產業中，例如車輛工業及工具機工業，許多的加工關鍵零組件，種類繁多，生產速度要快，精度又高，品質又要確保，傳統人工檢測已無法因應，因此智慧製造面臨新一代檢測技術的需求。且隨著工業4.0的推動，機械元件的準確度提升，必然更強調量測的準確度。因此，為使計量標準的知識更深植企業，NML分別與台灣機械工業同業公會及勤益科大等校合作，辦理機械量測應用技術擴散活動。

- 與台灣機械工業同業公會合作辦理5場次，向機械公會會員及業界廠商、計量從業人員廣宣NML計量標準、追溯、及校正等之知識與重要性。

(a)分別於104年3月17日及3月27日於台北及台南兩地舉辦「新世代工具機及機械產業之檢測應用技術」研討會，計發表「非接觸的主軸精度量測」及「應用雷射追蹤技術來快速精確的量測工具機三軸幾何誤差」等兩個主題。



圖1-1-4、新世代工具機及機械產業之檢測應用技術

(b)分別於104年7月31日、8月5日及8月12日在北、中、南三地舉辦「機械產業精密量測的有效性研討會」，計發表「量測追溯與國際等同」、「精密量測與誤差實務探討」、「機械設備的振動噪音」、「精密量測應具備的品質概念」等四個主題。



圖1-1-5、機械產業精密量測技術擴散

- 結合台中地區精密機械三間重點大學中興大學、逢甲大學及勤益科大合作辦理1場次，廣宣NML計量標準、追溯、及校正等之知識與重要性。

於 104 年 9 月 25 日舉辦「2015 精密機械計量技術研討會」，介紹符合工具機 ISO 檢測規範之量測技術，使用自動追蹤雷射干涉儀(LaserTRACER)，能快速與精準量測出工具機三軸 21 項幾何誤差、五軸工具機旋轉軸誤差，以提升工具機總合精度；同時在 ISO 10791 規範之加工測試件檢測，引進 PTB(德國聯邦物理局)技術，使用高精度 CMM 校正與 VCMM 評估方法，以提升工具機整體品質。



圖1-1-6、精密機械計量技術擴散

B. 半導體量測應用技術擴散

奈米科技的躍進，利用奈米薄膜製程技術製作的元件日益增多，使得薄膜材料廣泛應用於半導體等相關產業，半導體製程所採用的薄膜材料，藉由其優越的電性，達到半導體元件電性設計上的要求，促使半導體得以邁向更前瞻的製程技術，故掌握半導體元件上的鍍膜性質，成為成功推動半導體業奈米新製程的重要關鍵。

半導體元件鍍膜生產過程中，薄膜材料大多沉積於基材上，有單層或多層的結構，亦需使用化學機械研磨，在研磨薄化過程中，容易有殘留應力的累積，導致薄膜發生崩裂或脫層等現象，使元件失效，降低可靠度，而監測殘留應力的關鍵參數為薄膜奈米力學性質，例如薄膜的硬度與剛性等。

為了能精確地量測薄膜材料硬度與剛性等機械性質，主要的利用工具為奈米壓痕與原子力顯微鏡。於104年9月8日舉辦研討會，邀請成功、清華與中原大學知名學者與專家，介紹以奈米壓痕系統為主的力學性質暨半導體應用量測技術。透過講師精闢之講解，期使產、官、學、研等與會人士能對奈米力學性質量測有更深一層之了解，並推廣NML建立的校正系統及奈米薄膜量測技術。



圖 1-1-7、奈米力學性質暨半導體應用量測技術擴散

C. 國家度量衡標準實驗室新能量開放服務暨成果展

104/12/17假新竹工研院光復院區17館國際會議廳，辦理104年度國家度量衡標準實驗室新能量開放服務暨成果展，除了作「原級參考混合氣供應驗證」及「電力計量標準」新能量發表及研發成果展示_三維尺寸量測、高靈敏質量偵測及與國際合作之三維皮托管校正技術等最新研發成果，會中並邀請宇田控制科技(股)公司朱仁誠董事長、南亞塑膠工業股份有限公司研發中心謝大木處長、台灣中油股份有限公司煉製研究所燃料與潤滑劑組羅仁聰博士作技術交流，共計129人48廠商參加。

(2) 計量技術人員教學觀摩活動

協助經濟部標準檢驗局促進計量技術人員互相學習及技術交流，辦理質量及流量領域計量技術人員教學觀摩活動，共計 17 廠家，共 30 人次參加。



圖1-1-8、計量技術人員教學觀摩活動(質量領域)



圖1-1-9、計量技術人員教學觀摩活動(質量領域)

(二)、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1-2-1。

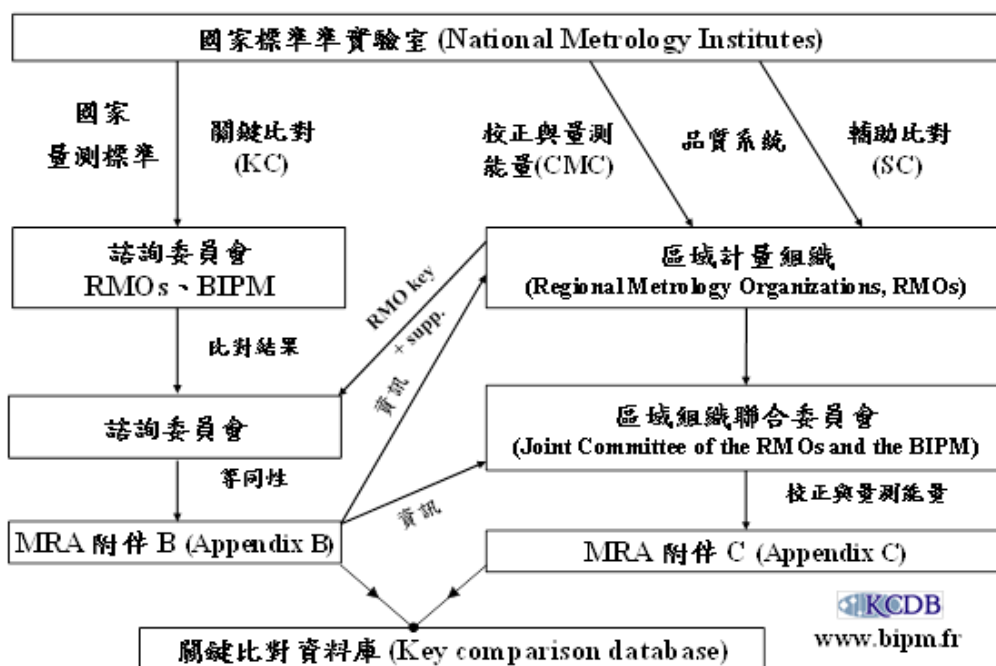


圖1-2-1、全球相互認可機制架構

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270項

NML配合APMP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1-2-1。

領域更新與擴增項目如下：

- (1) 依亞太計量組織電磁技術委員會(APMP TCEM)主席要求，根據最新第三者認證結果，完成NML於電量/電磁(EM)領域之CMC更新。並陸續回覆中國計量院、香港標準及校正實驗室、及紐西蘭計量院有關對NML電量/電磁領域CMC之審查意見。各國國家標準實驗室預估將於105年完成在電量/電磁(EM)領域之CMC更新。
- (2) 長度領域：於104/09/08完成更新審核通過，登錄於國際度量衡局之關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)網頁，共新增19項，包含擴充校正能量的有表面粗度量測系統(3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)、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)。
- (3) 力量/質量/壓力/真空領域校正與量測能量(CMC)登錄方式，依國際比對及同儕評鑑技術專家建議，參考日本國家計量研究院(NMIJ)等分類方式，重新調整項次範圍，項次由29項合併為28項，並於104/01/19審核通過登錄於國際度量衡局之關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)網頁。

表1-2-1、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	58
E	電量	TCEM	CCEM	48
F	流量	TCFF	CCM	21
H	濕度	TCT	CCT	2
L	真空	TCM	CCM	3
M	質量	TCM	CCM	9
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	1
V	振動	TCAUV	CCAUV	18
合 計				270

2. 參與9項國際比對、2項國際比對研究及16項21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1-2-2。以AUV.A-K1麥克風國際比對為例(如圖1-2-3)，由各區域的先進代表國先參加所謂的內圈比對(CCAUV.A-K1)，由此取得一全球關鍵比對參考值(Key comparison reference value, 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95項，已完成61項，34項持續進行中，如表1-2-2。

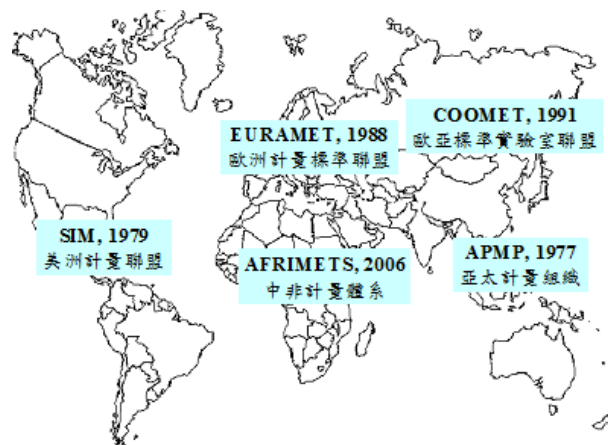


圖1-2-2、全球區域計量組織

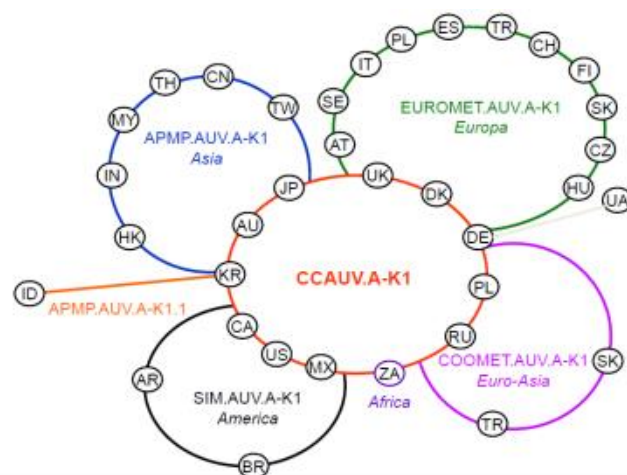


圖1-2-3、CCAUV.A-K1麥克風國際比對架構圖

表1-2-2、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	14	5
M	質量、力量、壓力、真空、流量	14	10
PR	光量	6	5
QM	化學	5	1
T	溫度/濕度	5	8
合計		61	34

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9項國際比對活動(如表1-2-3)，其中1項正式登錄BIPM KCDB資料庫，並與菲律賓國家標準實驗室(NML-ITDI)進行雙邊比對，協助其通過CIPM MRA之登錄。另執行兩項國際比對研究工作，透過非正式雙邊國際比對活動，確認NML量測系統能力，為未來正式比對工作做準備。

表1-2-3、104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	結果與說明 (或現況說明)
輻射溫度 (156~2000) °C	T01	輻射溫度計	Supplementary comparison APMP.T-S11	NML 於 104.03 完成比對量測。
輻射溫度 (960~2800) °C	T01	輻射溫度計	Supplementary comparison APMP.T-S12	NML 於 104.03 完成比對量測。
光纖功率	O06	積分球式 光偵測器	Supplementary comparison APMP.PR-S2	比對結果已於 104.06 登錄於 BIPM 網站。
力量	N03	荷重元	Key comparison APMP.M.F-K3.a	NML 於 104.06 完成比對量測。
麥克風自由場 靈敏度	A04	麥克風	雙邊比對 (台灣、中國大陸)	NML 於 104.11 完成比對量測。
油流量	F03	正位式流量 計	Key comparison CCM.FF.K2.2015	NML 於 104.07 完成比對量測。
直流電壓	E03	直流電壓參 考標準器	雙邊比對 (台灣、菲律賓)	NML 於 104.09 完成比對量測。
質量	M01 M03	法碼	Key comparison APMP.M.M- K5	NML 於 104.11 月完成 比對量測
交流電流之 交/直流差	E11	交直流電流 熱效轉換器	Key comparison APMP.EM-K12	NML 於 104.12 完成比對量測。

- 1項正式登錄BIPM KCDB Appendix B之比對結果如下：

APMP.PR-S2比對項目為光纖功率 (NML系統代碼：O06)，傳遞標準件為積分球式光偵測器，共有10個國家標準實驗室參與1310 nm及1550 nm之光纖功率響應(fiber optic power responsivity)量測比對，由韓國KRISS主辦。圖1-2-4及1-2-5摘錄(1310 nm, -30 dBm)及(1550 nm, -20 dBm)的量測結果，由圖1-2-4及1-2-5可知NML之量測結果接近此次輔助比對參考值(supplementary comparison reference value, SCRv)。然因比對件於運送過程等不明原因造成的漂移，使得NML原本1310 nm及1550 nm之不確定度1.4 %及1.2 %被擴增到1.8 %及1.5 %。

光纖功率計主要應用於光通訊產業，經由此次比對不僅可確認NML光纖功率校正系統的量測能力與國際等同性，並可提供中華電信等國內通訊大廠國際接軌之校正服務。

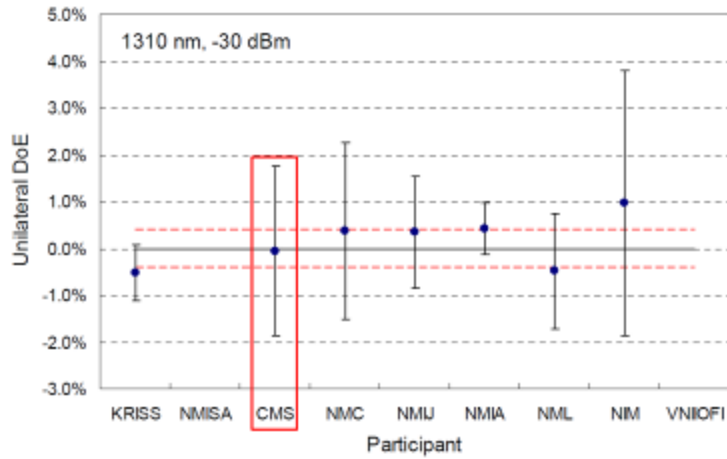


圖 1-2-4、NML 參與 APMP.PR-S2 國際比對結果(1310 nm, -30 dBm)

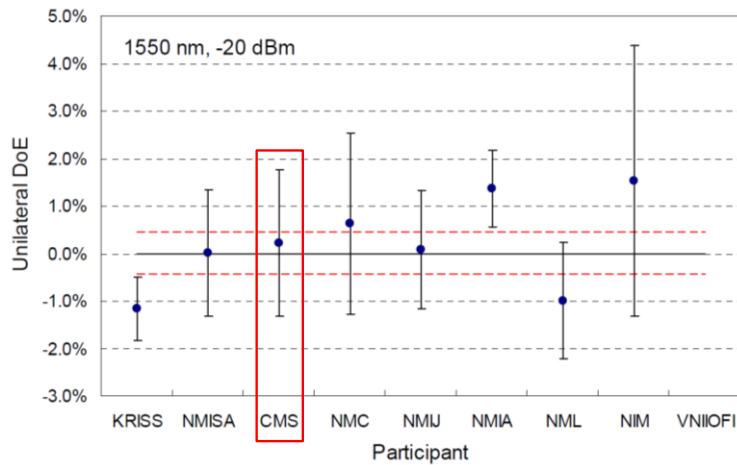


圖 1-2-5、NML 參與 APMP.PR-S2 國際比對結果(1550 nm, -20 dBm)

- 與菲律賓國家標準實驗室(NML-ITDI)進行直流電壓雙邊比對，協助其通過CIPM MRA 登錄

菲律賓國家標準實驗室(NML-ITDI)在直流電壓量測原級標準方面建立尚不完整，故自102年起便將其直流電壓標準器(Statronics VS4)送至NML以約瑟夫森電壓原級系統(E01)進行校正，使其電壓量測標準可透過我國追溯至SI單位。

目前，NML-ITDI正積極爭取通過CIPM MRA之登錄，並向德國實驗室認證機構(Deutsche Akkreditierungsstele, DAkkS)申請第三者認證，經現場評鑑後發現一大缺失為其直流電壓校正系統尚未參與國際比對，於是便尋求NML辦理直流電壓雙邊比對，以利其順利通過第三者認證，進而完成CIPM MRA之登錄。NML基於協助區域發展的立場，同意與其進行雙邊比對。104年7月31日NML-ITDI派員親送其系統校正用直流電壓標準器(Statronics VS4)以及雙邊比對用直流電壓標準件(FLUKE 7001)至NML。接著，本比對活動於104年8月1日正式展開，NML以直流(1-10)V系統(E03)執行量測，並於8月31日完成第一輪量測。9月3日至~9月14日則由NML與NML-ITDI輪流執行第二輪比

對量測，期間，9月7日NML-ITDI再次派員攜帶其校正系統之相關量測儀器至NML執行比對量測，本比對活動於9月14日結束。目前，NML-ITDI已完成比對報告的初稿撰寫，預計104年底前完成雙方確認。

- 進行2項國際比對研究活動

(1)低壓氣體PVTt系統(F12)與美國NIST進行非正式的雙邊比對研究

低壓氣體PVTt系統(F12)與美國NIST進行非正式的雙邊比對研究，由我方提供音速噴嘴作為傳遞標準件(編號SN030與SN170)，由NML完成第一次比對件校正測試，並將比對件寄出給NIST。NIST於8/12傳來兩顆噴嘴校正結果，編號SN030雙邊比對一致性良好，編號SN170則有0.1 %至0.15 %的差距，十分顯著。由於利用30 L定容積槽次系統進行量測的SN030比對結果很好，因此為瞭解以500 L定容積槽次系統進行量測的SN170比對結果不佳的原因，另於NML確認500 L定容積槽次系統與30 L定容積槽次系統的一致性。作法是使用可涵蓋兩套定容積槽次系統的噴嘴SN060分別在兩套次系統執行校正。結果顯示差異僅在0.021 %以內，表示兩套次系統具一致性。NIST認為可能是在執行編號SN170噴嘴校正時因流率較大，使儲槽的出氣量亦大，導致通過噴嘴的空氣溫度無法控制得很穩定，或者是氣體溫度與環境溫度有差異而導致氣體溫度量測的準確度受到影響。後續將嘗試在噴嘴上游管路加裝熱交換器來維持進氣溫度穩定。

(2)高壓氣體流量系統(F05)與德國PTB進行非正式的雙邊比對研究

PTB提供NML一部渦輪式流量計套件(含前後直管與整流板)作為比對件，與NML的高壓氣體流量系統進行非正式之雙邊比對。此渦輪式流量計套件與先前CCM.FF-K5b以及準備中的CCM.FF-K5.2016國際比對使用的比對件為同一型，也具備完整的校正數據資料庫。同時PTB的高壓氣體負責人Dr. Bodo Mickan於11/12至11/18至NML流量實驗室參訪、討論雙邊比對，並給予專題演講，進行高壓氣體流量系統技術經驗交流。

- 國外追溯共完成21件

今年重點工作為我國鉑銱公斤原器10年送國際度量衡局(BIPM)比對追溯，以便瞭解我國質量標準是否與國際標準有所偏差，進而修正我國質量標準。全世界公認的最高質量標準，是目前存放於BIPM中質量為1公斤的「國際公斤原器」(International Prototype of the Kilogram, IPK)。而世界各國所設國家最高質量標準是向國際度量衡局購置之國際公斤原器複製品(俗稱「鉑銱公斤原器」)，這些複製品需要定期與國際公斤原器的官方複製品進行比對，以確保質量標準的準確度，又各複製品皆有編號，以利區別。我國於1995年突破政治上種種限制，向國際度量衡局(BIPM)購置「鉑銱公斤原器」(編號第78號)，作為我國最高質量標準，目前存放於國家度量衡標準實驗室(NML)之質量實驗室之雙層玻璃罩內(恆溫20 °C及相對濕度控制在40%)。

因鉑銱公斤原器為我國最高質量標準，不得經常使用，且須極為小心避免磨損，僅於每5年一次，經由精密天平將此1公斤質量數值，傳遞給標準法碼，藉由一連串繁複質量傳遞程序，將1公斤質量值傳遞給1毫克至1公噸之一系列標準法碼，以這些標準法碼作為度量衡標準實驗室之質量實驗室校正用，傳遞服務全國各(二級)實驗室所送校之標準法碼，包括執行法定業務之實驗室，其負責檢定有關法定度量衡器，如交易用電子秤、地秤、槽秤等。以及執行校正業務之實驗室，用以校正商業、精密工業所使用的法碼或天平，甚至延伸至營建工程的材料試驗等。國家度量衡標準實驗室維持穩固國家檢校體系，傳遞質量標準至全國質量量測器具，以促進交易公平及產業發展。年度國外追溯情形如表1-2-4。

表1-2-4、104年度 NML國外追溯情形

追溯項目	件數	所屬量測系統代號	追溯國家/機構	追溯日期
光澤度標準板	1	O02 全光通量量測系統	加拿大/NRC	104.03
白板	2	O05 色度量測系統	加拿大/NRC	104.03
微波固定式衰減器	4	U02 微波散射參數及阻抗量測系統	英國/NPL	104.03
雙脊波導天線	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	104.02
精密雙偶極天線	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	104.02
電磁場強度計	1	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	104.02
直流高壓分壓器	1	E05 直流高壓量測系統	澳洲/NMIA	104.02
絕對式電容真空計_10 torr	1	L01 真空比較校正系統	德國/PTB	104.02
絕對式電容真空計1000 torr	1	L01 真空比較校正系統	德國/PTB	104.02
鉑銱公斤原器	1	M01 小質量量測系統	法國/BIPM	104.04
色板	1	O05 色度量測系統	英國/NPL	104.04
分光輻射照度標準燈	2	O03 分光輻射量測系統	英國/NPL	104.07
標準電感器_100 mH	1	E16 標準電感測系統	美國/NIST	104.07
標準電感器_1 H	1	E16 標準電感測系統	美國/NIST	104.07
標準電感器_10 H	1	E16 標準電感測系統	美國/NIST	104.07
偵測器	1	O03 分光輻射量測系統	英國/NPL	104.12
16 項計 21 件		註：追溯日期係指校正報告日期		

3.完成8領域第三者認證及3領域監督評鑑

NML為迎合世界潮流，從90年度開始向全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, 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校正領域的證書效期延長為五年。另於101年度，NML化學領域之分析氣體亦通過TAF參考物質生產機構認證，使NML的品質系統除依循ISO/IEC 17025，也符合ISO Guide 34之要求。

本年度NML計有化學(N2346)與振動/聲量(N1001)實驗室，分別於104年2月10日與5月8日完成TAF監督評鑑，共計1項不符合事項，已完成改善措施。

NML申請TAF校正實驗室認證之認證編號為N0881、N0882與N2346，包含溫度、濕度、質量、力量、壓力、真空、流量與化學等8個領域，證書於105年5月與104年12月屆五年效期；申請TAF參考物質生產機構認證之認證編號為R001，證書於104年4月屆三年效期。共計完成43套系統評估與對應文件更新，各領域之系統評估套數如表1-2-5所示。第三者認證現場評鑑活動分別安排於104年6月15~17日以及104年10月5~7日執行，評鑑團隊包含日本國家計量研究院(National Metrology Institute of Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, NMIJ/AIST)、韓國國家標準與科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)與中國計量科學研究院(National Institute of Metrology, NIM)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3項，預計於兩個月內完成改善措施，36項目可通過認可。N2346已於104年7月16日獲得TAF延展證書，證書效期為104年12月29日至109年12月28日止；R001已於104年7月13日獲得TAF延展證書，證書效期為104年4月16日至107年4月15日止。證書均已公告於NML網站第三者認證項下(http://www.nml.org.tw/components/com_article.asp?sm_id=199)，供業界與民眾查詢與下載。

表1-2-5、104年度NML第三者認證列表

	領域	日期	評審員	審查文件	不符合	TAF認可
監督評鑑	化學	104/02/10	Dr. Huang-Tien LIN, Senior Assessor of TAF	NA	1	v
	振動聲量	104/05/08	Miss I-Jhen Lin, Assessor of TAF	NA	0	v
延展認證	化學 N2346	104/06/15~17	Dr. Jim Seog Kim/KRISS	20	0	v
	化學 R001	104/06/15~17	Dr. Jim Seog Kim/KRISS	5	0	v
	溫濕 N0881	104/10/05~07	原遵東主任/NIM、 Dr. Hisashi Abe/NMIJ	14	1	評審員同意改善事項，進行文件修訂。
	流量 N0882	104/10/05~07	Dr. Yong Moon CHOI/KRISS	32	2	v
	質量/力量/ 壓力/真空 N0882	104/10/05-07	Dr. Tokihiko Kobata/NMIJ(壓力真空) Dr. Yon-Kyu Park/KRISS(質力量) Dr. Koichiro Hattori/NMIJ(硬度)	52	0	

表1-2-6、104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
化學	C	6	4	KI
化學	C	1	1	GAS*
溫度	T	4	3	KE
濕度	H	1	1	KE
流量	F	10	7	KH
真空	L	2	6	KD
質量	M	4	2	KC
力量	N	11	7	KC
壓力	P	4	5	KD
合計		43	36	

*GAS：驗證參考物質生產機構

4. 支援國際相互認可技術活動

• 受邀擔任同儕評鑑技術評審員

- (1) 許俊明副組長、蔡琇如及陳士芳研究員受邀擔任日本國家計量研究院(NMIJ)電量實驗室同儕評鑑(peer review)之評審員。
- (2) 于學玲資深研究員受邀擔任日本國家計量研究院(NMIJ)電量實驗室同儕評鑑之評審員。
- (3) 黃宇中室主任受邀擔任澳洲國家計量研究院(NMIA) 振動聲量領域研究室之同儕評鑑評審員。
- (4) 蔡淑妃資深研究員受邀擔任澳洲國家計量研究院(NMIA)溫度領域研究室之同儕評鑑評審員。
- (5) 黃宇中室主任受邀擔任中國計量院(NIM)力學與聲學研究所之同儕評鑑評審員。

• 協助CMC登錄審查

- (1) 協助亞太計量組織溫度技術委員會(APMP TCT)完成捷克(Czech)、義大利(Italy)及蒙特內格羅(Motenegro)之工業溫度計(Industrial Thermometer) CMC之審核。
- (2) 協助亞太計量組織電磁技術委員會(APMP TCEM)完成日本、紐西蘭、印度、泰國、台灣及中國大陸之阻抗(Impedance) CMC之審核。
- (3) 協助亞太計量組織長度技術委員會(APMP TCL)完成德國(DE)、斯洛伐克(Slovakia)及波蘭(Poland)之平均奈米粒徑(Mean nanoparticle diameter)與電子測距儀(Electronic distance meters) CMC之審核。

5. 參與國際重要會議，維繫國際關係

- (1) 受邀參加「計量促進亞洲經濟體發展(Metrology-Enabling Developing Economies in Asia, MEDEA)計畫」之"Kick-off Workshop for International Cooperation Group" (國際合作小組工作啟動研討會)，強化國際事務之連結。

馬慧中經理代表NML國際事務窗口，應德國聯邦物理技術研究院(PTB)邀請，參加其主辦之"Kick-off Workshop for International Cooperation Group"，研討會自3月24日至27日止，為期四天，在PTB之Braunschweig院區。參加之國家有澳洲、中國大陸、台灣、香港、印度、印尼、日本、韓國、馬來西亞、以及泰國等10個經濟體，大部分國家都派出APMP與APLMF代表各一位，印尼與韓國只有APLMF代表，而台灣則是APMP代表。MEDEA計畫總經費200萬歐元，計畫期間自2014至2017年，目標是改善促進開發中國家提升其計量系統之亞洲區域計量專家的網絡，助其建立品質架構 (Quality Infrastructure, QI)，提升計量技術的能力，計畫的運作即利用APMP及APLMF的功能與平台，以兩組織之開發中國家為推動對象。

MEDEA計畫雖自2014年即已開始，部分的會員對此計畫不甚了解，此次的研討會除了讓與會者對計畫有深入的了解外，也期待大家能發揮窗口的功能，結合群力建構成強而有力的網絡，共同協助與推動計畫的執行；此外，由於大家共聚一堂，有了認識，未來的合作與溝通更見容易。研討會主要活動包括認識PTB的國際合作與參觀、認識MEDEA的計畫與運作方式、拜會德國相關機構(DIN e. V., BMZ, GIZ GmbH)、各國之國家標準與法定計量介紹與未來的合作機制等。會議結論為1)大家都是MEDEA的計畫成員，期望技術能力好的國家舉辦技術訓練，由MEDEA提供經費補助，共同協助亞太開發中國家建置完善之計量品質基磐。2)請各國指派連絡窗口，即時提供相關訓練訊息給MEDEA計畫成員，以便張貼於MEDEA網站上，並通知各窗口傳達給相關部門參考。

- (2) 出席VAMAS 40th Steering Committee Meeting與Technical Seminar，代表亞太計量組織材料計量技術委員會報告，透過VAMAS加強對國際社會的貢獻，發揮影響力以引導標準之制訂。

凡爾賽先進材料與標準計畫(Versailles Project on Advanced Materials and Standards, VAMAS)係依據1982年七大工業國(G7: Canada, France, Germany, Italy, Japan, UK, USA)在Versailles舉行的高峰會議中之促進貿易與先進技術之指示，於1985年成立，作為標準化前(pre-standardization)之材料研究的國際合作機制，任務為在正式發展標準前先提供技術基礎與整合方法。

VAMAS的主要成立目的是藉由國際合作，對於先進材料的實踐與規格，提供技術草案，以支持高科技產品之全球貿易。合作範圍包括高科技所涉及的材料技術、測試、

設計方法與材料資料庫等，並提供標準草案。相關工作由VAMAS的技術工作組負責，稱為TWA (Technical Working Areas)，為VAMAS的活動核心，現有超過20個TWA的上百個計畫正在進行，工作包括各式各樣先進材料的標準前研究，研究領域從機械性質的研究到高溫超導體中的臨界電流量測。

會員國(Canada, France Germany, Italy, Japan, UK, USA and also the EC)於1997年透過簽署同意書，持續重申對於VAMAS的投入，並鼓勵其他國家的組織參與活動。而2007年會員簽署的MOU條文明載開放各國家/機構加入VAMAS，在NIST代表(Steve Freiman現擔任VAMAS Secretary)的邀請下，NML因執行奈米計量技術發展計畫，在國際表現亮眼受到矚目而於2008年受邀加入，於2008年5月20日完成MOU的簽訂，正式加入VAMAS組織，參與VAMAS Steering Committee Meeting。同時期加入的有韓國、澳洲、巴西、印度、墨西哥、南非，中國大陸於2013年始加入，各國具有同等的地位。技術方面目前參與TWA 20 (Measurement of Residual Stress)、TWA 22 (Mechanical Property Measurement of Thin Films and Coatings)、TWA 26 (Full Field Optical Stress and Strain Measurement)與TWA 29 (Nanomechanics Applied to SPM)等TWA，參與者均為國際第一流材料計量實驗室的專家，其範圍超過國家計量機構，甚多國家級的實驗室加入其中，包括與國際標準化組織的合作，VAMAS可以說是我們進入國際舞台的極佳管道。

此行NML張啟生博士代表報告APMP TCMM的活動，以促進與VAMAS的接軌。報告題目為：「A Technical Committee for Materials Metrology (TCMM) in Asia Pacific Metrology Programme (APMP)」。參與VAMAS的主要目的可了解國際上先進國家產業對於前瞻材料的發展與應用，亦包括測試方法與相關標準之趨勢，並藉此技術交流平台，在前瞻材料標準活動上增進協同合作的機會。由於VAMAS已成為全球最高之前瞻材料及其相關產品之標準化前活動，亦運用其所達成共識推動成為國際或區域國家之產業標準，且VAMAS與標準組織如ISO、ASTM、BSI等組織的需求與未來發展實已密不可分，故加入VAMAS之效益預期有：可加強與各現有標準組織的關係，建立溝通管道；透過VAMAS加強對國際社會的貢獻；發揮影響力以引導標準之制訂。

(3) 出席國際度量衡委員會流量工作小組(CIPM-WGFF)會議，推動流量領域國際標準事務，提昇NML國際地位與影響力。

國際度量衡委員會流量工作小組(CIPM-WGFF)會議分為兩天，第一天的議程主要探討的議題包括以比對結果判定通過/未通過/不確定的準則與比對報告內容的呈現；各區域計量組織在流量領域的近況及活動；以及國際度量衡局(BIPM)目前針對不確定評估指引的內容修訂。第二天的議程則是聚焦於流量領域各項國際比對的辦理進展情形。

目前WGFF規劃的國際比對辦理週期為十年一輪，加上辦理國際比對所需的資源相當大，因此目前並沒有再重複一般比對項目的急迫需求。然而，WGFF仍須考慮是否有一些已經存在或是將要提出的CMC，但卻仍沒有被現存的比對項目組合所支持的，這種

情形下就可能需要辦理新的國際比對項目。其它比對項目建議包括：(a) 小低壓氣體流量(< 1 L/min)、(b) 微低壓氣體流量(< 1 mL/min)、(c) 微液體流量、(d) 低溫液體流量(例如液態天然氣)、(e) 高壓氫氣(或其他種類的氣體)流量等。NML目前正在考慮是否要主辦小低壓氣體流量項目的國際關鍵比對，評估的第一步便是尋求國際大廠支援出借適合作為傳遞標準件的流量計。下次的WGFF會議，將配合第17屆的FLOMEKO研討會，於2016年九月或十月假澳洲雪梨舉辦。

會議期間與德國PTB的Bodo Mickan博士討論目前NML高壓氣體系統在校正的Itron公司生產之S-Flow轉子流量計所遇到的問題。Bodo Mickan博士提到他們使用原級系統與噴嘴系統校正這型轉子流量計時，發現此轉子流量計似乎有安裝效應的問題，推測可能是受到管路噪音或共振而影響校正結果，例如在德國Pigsar高壓氣體校正實驗室校正時，安裝在不同的測試管路上得到的結果就會有差異，這個問題在低流(流率低於20 m³/h)或高壓時較顯著。目前先要釐清影響這型轉子流量計的因素到底為何，接下來就要研究如何消除這些影響因素。Bodo Mickan博士也提到因為兩方都有設備，也都在研究轉子流量計的性能，希望能找些經費來透過雙邊合作的方式進行一些研究，建立轉子流量計的模型。

(4) 出席亞太計量組織執行委員會(EC)與技術委員會(TC)年中會議，協助EC業務之推動。

APMP 執行委員(Executive Committee, EC)主要任務是討論組織之運作與年度會務，包括組織章程之修改與訂定、財務、優秀計量人員評選、協助開發中國家建立量測技術、監督及掌握各技術委員會(Technical Committee, TC)之運作成果以及與其他區域間之連繫等，每位委員都被分配負責不同的任務，任期為2-3年。目前共有來自台灣、澳洲、紐西蘭、中國大陸、日本、韓國、新加坡的執委共7人，EC每年至少舉行2次例行會，分別在會員大會召開期間和兩屆會員大會之間舉行(通常為每年5~6月)。NML彭國勝組長以執行委員會委員身份出席年中會議，會議由APMP秘書處主辦，柬埔寨國家計量中心(National Metrology Center, NMC)承辦。年中會議重點摘要如下：

- a. 有3位執行委員會(EC)成員(Dr. Armstrong, Dr. Peng and Dr. Zhang) 於2015 GA任期屆滿，EC同意推薦Mr. Zhang延長一年，期使APMP的運作連貫順暢，並請秘書處發函徵求另兩個空缺的提名。
- b. 相互承認協定(MRA)雖是由NMI Directors所簽署，但更高層級的組織如WTO也用到它，建議國際度量衡委員(CIPM)也許該更加推廣與提升此MRA的影響層級。
- c. 歐洲計量標準聯盟(EURAMET)提議取消校正與量測能量(CMC)審查流程中的計量區域組織間審查(inter-RMO review)。本次會議建議APMP主席於出席 2015年10月CIPM MRA workshop時，能再釐清此提議對其他區域計量組織如APMP的影響。並

建議，是否保留諮詢委員會-關鍵比對 (CC-KC)的CMC項目由 inter-RMO 審查，其他的CMC由RMO自己審查，或可節省部份 inter-RMO的審查時間。

- d. 若 CIPM 同意 RMO 可增加出席代表，則請 APMP Lead TC chair 也參加 MRA workshop，提供 APMP 的考量意見。
 - e. APMP 可選派代表參加今年 8 月在菲律賓舉行的食品安全合作論壇(FSCF)第二次專家研討會。
 - f. 建議徵求一個較大型的合作計畫，預算額度提高至 \$100,000 USD，通過審查挑選出來的計畫，預計可於 2016 會員大會(GA)核准後執行。
 - g. 過去幾年所執行的技術委員會促進合作計畫(Technical Committee Initiative projects, TCI projects)，有部份仍未報銷，財務長將持續追蹤詢問。
 - h. APMP 成員參加 MRA 會議的差旅預算已顯不足，建議每人次差旅由 US\$3,000 提高至 US\$4,000。
 - i. 焦點工作組(Focus Group, FG)尚未成為 APMP 組織的正式工作組，其推動合作研究的計畫預算，建議暫時仍列在 TCI projects 預算項下。
 - j. 關於 2016 年 APMP 秘書處的補助預算，續維持目前額度 US\$20,000。
 - k. 自 2014 APMP-APLAC Joint Proficiency Test (JPT) program 該聯合能力試驗計畫機制運行以來，已經有四項能力試驗進行中，其中 3 項由韓國標準與科學研究院(KRISS)協助，1 項由日本國家計量研究院(NMIJ)協助。雖然協助規劃與執行 JPT program，需要付出滿多的心力，但 KRISS 覺得可以和 KOLAS (Korea Laboratory Accreditation Scheme) 建立良好的互動關係，也很值得。並建議 APMP 對此 JPT program 表達支持與鼓勵。
 - l. Focus Group 的任務與運作方式，及與 TC 的互動作了廣泛的討論，共同的認知是 FG 專注於計量的應用，TC 應專注於計量技術的合作研究，兩者應有相輔相成之效果。
 - m. APMP Lead TC chair 的職位與角色已受 TC chairs 的肯定與支持，請 EC 再深入討論 Dr. Fisk 所提出的 Lead TC chair 與 TC chairs Forum 的運作模式草案。
 - n. Dr. Armstrong 轉達，APLMF 的秘書處，預定於 2015 年 10 月轉移至紐西蘭。
 - o. APMP DEC 主席 Dr. Pinandito 轉達，泰國 NMIT 有意願承辦 2016 EC 年中會議。會議同意請 Dr. Pinandito 於 2015 GA 時提案確認。
 - p. EC 同意推薦越南計量研究院(VMI)承辦 2016 GA。秘書處亦將另發函徵求 2017 GA 的承辦國。
- (5) 參加長度諮詢委員會工作小組會議(CCL WGs)，爭取成為觀察員身分。

長度諮詢委員會(Consultative Committee for Length, CCL)為國際度量衡委員會(Comittee International des Poids et Mesures, CIPM)十個諮詢委員會之一，為長度計量領域

最高技術組織，每三年於BIPM召開會議，CCL-WG 會議則為CCL所召開的年度工作小組(Working Group, WG)會議，該會議包括WG-MRA (相互認可工作小組)、WG-S (策略規劃工作小組)、WG-N (奈米工作小組)三部份。出席人員專長主要為長度和光頻領域，身分有成員代表(Delegates)、專家(Experts)、客人(Guests)和BIPM人員。

本次分別在WG-MRA和WG-N進行APMP.L-S5奈米粒子比對進度和結果分析報告外，所提出穿透式電子顯微鏡(TEM)量測矽晶格的意見，也被WG-N主席納入其在CCL會議的簡報中，並註明是我國NML的意見。另一重要任務即是在CCL會議中，進行申請加入成為觀察員(observer)的報告，會後德國PTB、英國NPL、瑞士METAS、奧地利BEV、韓國KRISS及新加坡A*star等國家代表表示，對我國長度領域(含長度、光頻、奈米)的能量成果印象深刻。會後亦向CCL執行秘書確認，如Dr. Milton的建議再補充一些比對結果資料即可，所以順利獲得CCL通過，CCL主席將推薦NML成為觀察員至10月中旬CIPM會議中進行表決。惟依據10月中旬CIPM會議記錄，關於CC成員資格的結論為2016年6月CC President會議時，要重新檢討關於CC成員資格審查政策，之後才會決定是否通過為觀察員。其它提案與建議的決議如下。

- a. WG成員名單以後只需經CCL主席同意即可，不需要獲CCL會議同意。
- b. WG主席應有任期制，基本上符合CCL會議週期的三年一任，但WG可提出任期建議，最長不要超過四年，經 CCL主席同意即可。
- c. 同意K3, K4, K5等新比對活動的規劃。
- d. CCL對MRA文件的建議(CCL-15-19-CCL MRA short survey)：
 - ◇ CMC 審查流程在各區域組織內(intra-RMO)進行順暢，但經常在區域組織間(inter-RMO)審查延遲，建議容許非比對證據支持CMC。
 - ◇ CMC增加除了標準件和儀器以外的項目：generic one-dimensional length。
 - ◇ 不同比對間的數據連結沒有必要。

(6) 出席全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議(BIPM NMI director meeting)，參與國際計量業務之討論，維繫與各國國家標準實驗室及計量機構負責人關係。

一年一度的全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議(National Metrology Institute Directors Meeting)，今年一改往常之就國際度量衡局(BIPM)之工作與預算進行檢討，而專注於國際度量衡委員會相互認可協定(CIPM MRA)的檢討，因此定位為該檢討的會前會，主題因而定為“CIPM MRA review - Preparatory Workshop” (國際度量衡委員會相互認可協定回顧－預備研討會)。

CIPM MRA自1999年創始至今已廣受肯定，認可其為國際品質基磐的支柱；經過了15年成功的運作，去年的國際度量衡大會(CGPM)中即決議，於今年檢視CIPM MRA的應用與運作，為今年的國家標準實驗室主任會議的焦點。研討會的目的是邀請各國的國家

標準實驗室主任、CGPM之國家會員代表、所有國際區域計量組織代表、以及其他利益相關者共同討論，討論的重點是CIPM MRA的效益，以及在運用時，所有的優點和待改進的缺點。區域計量組織一致的看法是CIPM MRA運作了16年，許多案例顯示(1)節省了上萬美元的費用支出；(2)減少了技術障礙；(3)CIPM MRA做為其他協議的技術基礎，如政府間的自由貿易協定(FTAs)。大家對於CIPM MRA的永續提出建議：

- a. 簡化CIPM MRA整個系統 - 確保CMC的正確、減少區域組織間的評鑑、善加利用比對結果、標準參考物質的運用、減少國家標準實驗室的負擔；
- b. 改善關鍵比對資料庫(KCDB) - 如改善資料建立/管理/搜尋的功能、及CMC的易讀性、減少關鍵比對數、設法吸引瀏覽者；
- c. 利用資料分析、尋找替代方案、標準化來簡化系統；策略規劃CMC的推廣與評鑑。

經過討論後，組成一個工作小組，正式的針對CIPM MRA 之應用與運作進行檢討；此工作小組成員共16位，由CIPM主席擔任主席，並在此次的研討會中推舉決定。本次推舉CIPM MRA工作小組成員，原則上，只有正會員有資格擔任CIPM MRA工作小組成員；討論會中建議保留3個名額給中、小型國家標準實驗室主任，美國NIST建議，應考慮讓仲會員(Associate member)參加，加拿大NRC附議，特別提出我Chinese Taipei是適合的，正反攻防的討論相當激烈，主要爭議在於BIPM鼓勵仲會員申請成為正會員，因此認為讓仲會員擔任工作小組成員應無必要，仍以正會員有資格擔任工作小組成員。於國際上雖有友善國家為我們製造機會，但我國因政治因素不得申請為正會員，此政治因素一直是NML困擾及欲突破之處。

(7)出席第22屆亞太法定計量論壇會議，提供標檢局主導之醫療器材小組技術支援。

我國於1994年11月參與APLMF的成立會議，係創始會員之一。基於本論壇的官方代表為經濟部標準檢驗局，且論壇主題中多為各國在法定計量的推動、國際合作等，過去NML並未派員參與，本年度配合局方加速連結國際法定規範及了解各國技術規範訂定方向的方向下，與標檢局劉明忠局長及楊金海技正人員一同出席與會。會議重點摘記如下：

- a. 本次論壇會議計有來自12個會員經濟體及相關國際組織代表合計47位代表參加，略少於上屆於紐西蘭威靈頓的論壇參與度。參與的12個會員經濟體為澳大利亞、加拿大、柬埔寨、中國大陸、日本、韓國、紐西蘭、菲律賓、中華民國(中華台北)、泰國、美國、與越南。國際法定計量組織OIML由國際法定計量局(International Bureau of Legal Metrology, BILM)局長Stephen Patoray參加，觀察員為德國PTB的Anna Cypionka博士、及兩位南非代表。
- b. 首日會議主要為七個工作小組的年度工作報告以及來年所預定的工作。期中訓練工作小組主要與德國PTB資助的MEDEA計畫合作，於本年度在新興國家進行了包括加油槍、定量包裝、稻米水分、計程車計費表、壓縮天然氣(CNG)加氣槍的檢定訓練，

明年則將進行質量、容量與長度的檢定、汽油與柴油用容積式流量計檢定、加油槍檢定、超市用非自動衡器檢定等訓練。其它包括農產品品質量測、計量管制系統、醫療器材、定量包裝、民生用計量表、相互認可等工作小組。我國標檢局為醫療器材小組主席，代表楊金海報告了醫療器材不良事件的調查，這部分是由NML協助蒐集與分析資料，未來將繼續進行相關的調查與問卷分析。

- c. 由於APLMF即將進行主席與秘書處的交接，本次特別針對APLMF會議進行模式的改善及APLMF網頁內容需求等問題，由與會人員直接提供建言。
- d. OIML的報告重點為國際基本證書系統與MAA證書系統改革的方式，其中並顯示目前此類型式認證證書仍以荷重元R60及非自動衡器R60的證書占絕大多數。
- e. 次日與會的12個會員經濟體依序進行各自進行法定計量業務推展進程報告。多數仍以傳統領域為主，但法定計量於新能源車輛的技術規範已有多國積極研究(美、韓等)，部分國家也會根據其產業發展相對應的檢定設備與規範(如食品在美國與紐西蘭)。
- f. 會議最後一日進行秘書處行政與財務等相關報告，及進行新舊任主席的交接(舊任主席中國大陸的蒲長城、新任主席紐西蘭的Stephen O'Brien)。
- g. 下屆論壇會議在日本東京舉行。

(8)參加2015年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，加強與亞太計量組織間之技術交流。

APMP現有經濟體正會員24個及仲會員7個，其中機構正會員有40個，而仲會員機構則有7個。轄下共有12個領域之技術委員會(Technical Committee, TC)。本年度APMP大會由中國計量科學研究院(National Institute of Metrology, NIM)主辦，於104年10月29日至104年11月7日在中國大陸北京之NIM昌平院區舉行，整個活動分成亞洲太平洋經濟合作會議研討會(APEC Workshop)、技術委員會研討會(TC Workshops)、焦點工作組會議(FG meeting)、執行委員會會議(EC meeting)、技術委員會/發展中經濟體委員會會議(TC/DEC meeting)、執行委員會+技術委員會聯席會議(EC+TCC meeting)、研討會(Symposium)、國家計量機構間負責人之研討會(NMI Directors' Workshop)、參觀主辦單位之NMI實驗室和會員大會(GA)等十個單元。另中國計量院並邀請國際儀器大廠參加展覽，贊助本重大國際會議。

本年度APMP大會由NML段主任家瑞率相關主管及資深同仁前往參加，參與團員除負責報告我國實驗室現況外，各領域討論事項摘要如表1-2-7。

NML彭國勝組長擔任執行委員會(Executive Committee, EC)委員三年任期屆滿，改推藍玉屏組長競選執行委員會委員，並且順利當選，任期三年。黃宇中室主任則接任聲音、超音波及振動領域之技術委員會(Technical Committee Acoustics, Ultrasound and Vibration,

TCAUV)主席；另蘇峻民室主任當選流量領域之技術委員會(Technical Committee Fluid Flow, TCFF)副主席(預備主席)，預計106年接任TCFF下屆主席。

表1-2-7、2015年亞太計量組織會員大會暨技術研討會出國人員與討論重點

TC's	領域別	NML 參加人員	討論主題
TCAUV	聲音、超音波、振動 Acoustics, Ultrasound and Vibration	黃宇中	<ul style="list-style-type: none"> ● 2015 AUV 主要活動 ● 關鍵比對與研究計畫 ● BIPM 與 CCAUV 任務 ● TCI 計畫討論、TC AUV 永續發展
TCEM	電量、磁量 Electricity and Magnetism	饒瑞榮	<ul style="list-style-type: none"> ● 國際比對進度與提案討論 ● 雙邊比對機制討論 ● CMC review 進度討論 ● 新任主席交接，2016 年將由 Dr. Murray Early(MSL,紐西蘭)接任
TCFF	流量 Fluid Flow	蘇峻民	<ul style="list-style-type: none"> ● 報告 2015 微流量量測工作坊(Workshop) 的成果。下次主題為「煙道流量量測」。 ● 國際比對的現況與未來規劃 ● NML 主導之「煙道氣體流量量測」的 TC Initiative 計畫之進展、成果與未來規劃。 ● Focus Group(焦點工作組)確認與 TCFF 關連性較為密切的主題，並分別推薦聯繫代表。
TCL	長度 Length	許博爾	<ul style="list-style-type: none"> ● 國際比對狀況說明、未來比對規劃及時程討論 ● 能源利用效率、醫療診斷設備、氣候變遷、與食品安全於長度領域發展項目討論 ● Focus Group 可參與之項目討論 ● TCL 發展策略討論
TCM	質量及其相關量 Mass and Related Quantities (Mass, Density, Volume, Pressure, Vacuum, Force, Torque, Hardness, Gravity, etc)	陳生瑞	<ul style="list-style-type: none"> ● SI 重新定義發展藍圖與公斤重新定義之發展現況 ● 各國校正與量測能力報告與 TCM 國際比對進展 ● APMP TCI Projec 執行成果報告 ● 新任主席交接，2016 年將由 Mr. Lee Shih Mean(NMC-A*STAR,新加坡)接任
TCPR	光度與光輻射 Photometry and Radiometry	于學玲	<ul style="list-style-type: none"> ● TCPR workshop 技術討論以及 4 個 focus group 分組討論 ● 國際比對進度報告

TC's	領域別	NML 參加人員	討論主題
			<ul style="list-style-type: none"> ● 比對工作小組之 Guideline 制定討論 ● Initiative project 現況報告 ● 開發中經濟體相關議題討論 ● 雙邊比對收費問題討論 ● 新任主席交接，2016 年將由 Dr. Tatsuya Zama(NMIJ, 日本)接任
TCQM	化學與生物 chemistry and biology	林采吟	<ul style="list-style-type: none"> ● 各化學與生物相關領域之計量需求與國際比對項目，近年來討論內容以食品安全為主 <ul style="list-style-type: none"> ■ 有機物質分析 ■ 金屬元素分析 ● 未來相關主題可設立不同工作小組進行專業討論。(生物學可再細分為蛋白質學、微生物學、細胞學...等)
TCQS	品質系統 Quality Systems	王品皓	<ul style="list-style-type: none"> ● 工作小組(Working Group)任務重新分派-WG-1&WG-2 <ul style="list-style-type: none"> ■ WG-1：負責 APMP 品質系統管理程序建立、審查、維護。 ■ WG-2：審查各國 CMC 申請案(QS 部份)，品質工程部王品皓經理獲選參與此工作小組。 ● 各國 CMC 審查進度 <ul style="list-style-type: none"> ■ 溝通我國 TCQM 之審查進度，已補充相關資料。 ■ TCEM 已經審查通過。 ● 美洲計量組織(SIM)運作交流報告，以說明與 TCQS 運作之同、異處。
TCT	溫度、濕度與熱物 Thermal Measurement (Temperature, Humidity, Thermophysical quantities)	蔡淑妃	<ul style="list-style-type: none"> ● 2016(偶數年)各國代表需進行兩年一次之實驗室活動報告。 ● 未來比對 protocol 和比對報告，須先經過對應之 TCT WG 審核後再交 CCT 審核。 ● 決定 Task group leader of TCT strategy、決定 APMP FGs 的 4 位 TCT contact person。 ● 擔任 Pilot 的 APMP NMI 提供開發中 NMI 的 CMC 比對校正服務，作為申請 CMC 比對證據。開發中 NMI 可尋求 DEC 金援。

TC's	領域別	NML 參加人員	討論主題
TCMM	材料計量 Materials Metrology	傅尉恩	<ul style="list-style-type: none"> ● 奈米粒子材料計量的研究進展 ● 前瞻材料計量技術討論：X光、拉曼光譜、奈米壓痕、電子束繞射...等技術 ● 材料計量比對活動：奈米粒徑、薄膜厚度、表面電性、拉伸、壓痕、比表面積 ● 材料計量區域組織擴充

(三)、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。

NML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4套擴建系統之查驗作業，分別為「單相交流電功率量測系統(E18)」、「單相交流電能量測系統(E19)」、「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」、「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」。

表1-3-1、104年度系統查驗完成項目

系統名稱	代碼	產出之計畫源	備註
單相交流電功率量測系統	E18	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫擴建系統	104年06月02日經標四字第10440004880號函同意規費公布後，正式對外提供服務
單相交流電能量測系統	E19		
質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	民生化學計量標準計畫擴建系統	104年12月14日經標四字第10400119560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		

- 2.量測系統停止服務：本年度共計1套系統(U08)退庫，已獲主管機關104年9月23日經標四字第10440009340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1-3-2、104年度停止服務項目

系統名稱	代碼	等級	系統核定日期
電磁波能量吸收比探頭校正系統	U08	次級	99/02/03

- 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118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6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7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60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品質目標的達成情形、訂定該年度品質目標及檢視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6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4場內部訓練課程與品質講座，包含泛標準組研發計畫執行作業說明會、常用計量基本術語介紹-計量追溯與校正、NML作業手冊說明會、實驗室間比對概論與能力試驗參與計畫規劃實務等。
- 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，本年度計完成標準計畫作業手冊(2.1版)與泛標準組新/擴建系統查驗作業程序(2.0版)之修訂，以及標準計畫個人資料保護作業程序(1.0版)之建立，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9國際業務之校正委託報價與作業時程

安排。

- 泰國Microchip Technology委託加速規校正，共3件。
- 中國大陸江蘇匯成光電委託顯微維克氏硬度(HMV)標準塊校正，共1件。
- 菲律賓National Metrology Laboratory, Industrial Technology Development Institute委託直流電壓標準器校正，共1件。
- 中國大陸Emerson Process Management Flow Technologies委託科氏力式流量計，共2件。
- 中國大陸中達電子委託真圓度標準件校正，共1件。
- 日本UL Japan委託光澤度標準板校正，共1件。

8. 支援標準檢驗局與推廣NML業務

- 104年1月30日馮勁敏博士帶領桃園市立大園國際高中參訪，期望莘莘學子於高中時期便建立度量衡的觀念，有助於未來進入大學或研究所銜接至所學領域，亦能瞭解度量衡於科技發展之重要性。
- 為符合國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫、奈米技術計量標準計畫、民生化學計量標準計畫與標準檢驗局之行政契約書第21條涉個人資料保護相關條款之規定，NML特訂定標準計畫個人資料保護計畫，並每年定期對處理顧客資料相關活動進行內部自主檢查，以查證NML作業流程持續地符合要求。本年度已於5月14日完成內部檢查，共計0項不符合事項。另亦於NML對外網站(<http://www.nml.org.tw>)公告個資保護聲明。



圖1-3-1、NML對外網頁個資保護聲明

- 104年9月11日配合四組執行國家度量衡標準實驗室年度監督稽核，並完成稽核報告。
- 參與104年計量技術人員考試甲、乙級「量測不確定度」工作小組，新增、修訂與確認「量測不確定度」考試題目。

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。

- 中山醫大於104年10月29日參訪NML，參訪內容主要說明NML任務與使命，並介紹與醫療體系相關之溯源系統。透過此課外教學，除可推廣NML校正業務外，亦可廣宣醫療器材校正的重要性。



圖1-3-2、中山醫大參訪狀況

10.顧客服務與滿意度調查：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。自103年度起，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。104年度自1月1日起始，截至12月31日，發放問卷3966張，回收問卷共計238張。根據統計分析結果可知，NML整體滿意度為9.4分(滿分為10分)，高於往年之整體滿意度表現，如圖1-3-4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1-3-5為100年度至104年度各服務項目滿意度比較結果，104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。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。此外，為擴大服務顧客，NML於對外網頁(<http://www.nml.org.tw>)設置留言板，提供業界計量與校正相關問題之諮詢與協助。

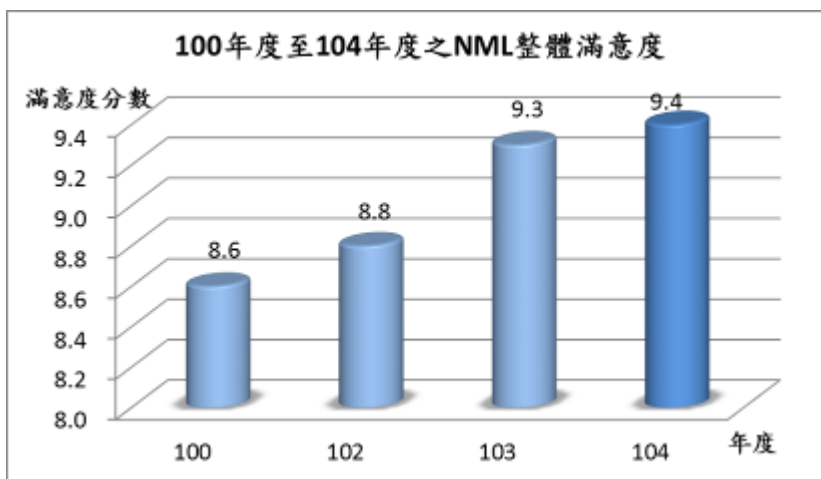


圖 1-3-3、100 年度至 104 年度整體滿意度比較圖

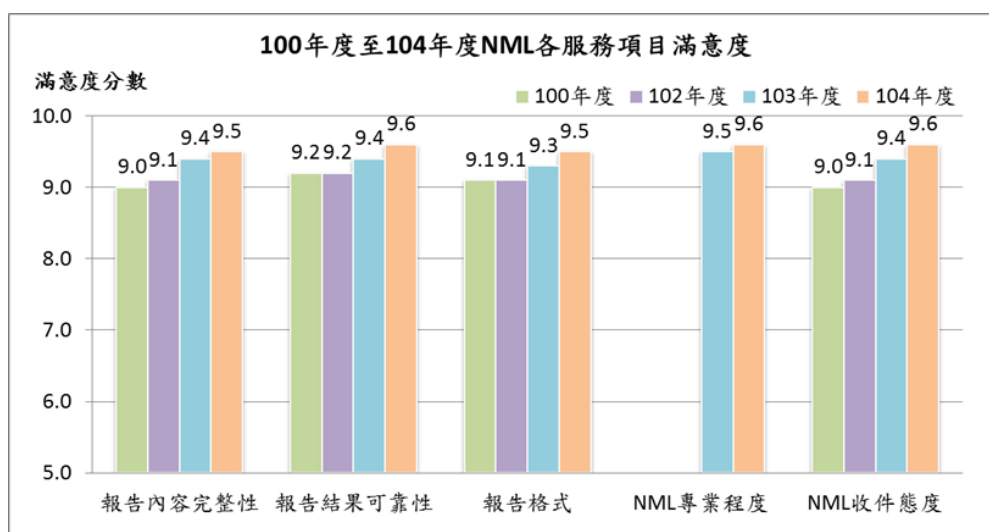


圖 1-3-4、100 年度至 104 年度各服務項目滿意度比較圖

(註：103 年度問卷新增 NML 專業程度項目)



圖 1-3-5、NML 對外網站留言板

(四)、系統維持與精進

為維持15領域118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，客戶訪談及各系統精進與改善執行情形如下：



1. 客戶需求關懷訪談：

NML 各系統以基礎工業、綠能為主題，優先投入滿足對應之光、電、精密製造等產業之量測追溯需求，並依據篩選原則，分年進行系統設備汰換及系統改良計畫，讓 NML 系統的技術可領先業界並提供業界相關的校正追溯服務。為了解客戶需求，每年針對系統服務廠商進行關懷訪談，訪談內容摘要如下：

(1) 訪談資料

並藉由分項計畫主持人與顧客面對面的說明與推廣，進一步蒐集顧客端的意見與回饋，目前已完成顧客訪談的系統與顧客資料彙整如下表 1-4-1 所示，高壓氣體流量系統(F10)與小水流量校正系統(F02)之顧客訪談預定於 12 月上旬完成。其訪談照片如圖 1-4-1 所示。

表 1-4-1、顧客訪談資料表

系統名稱/代號	顧客名稱	顧客類型
直流電阻系統(E13)	財團法人台灣電子檢測中心 (ETC)	TAF 校正實驗室
風速校正系統(F10)	量測科技股份有限公司中區服務部	TAF 校正實驗室
線刻度校正系統(D05)	源台精密科技股份有限公司	製造/銷售/TAF 校正實驗室
氣壓量測系統(P04)	則葳實業有限公司	銷售
振動比較校正系統(V02)	德凱宜特股份有限公司	銷售/TAF 校正實驗室
膜厚量測校正系統(D22)	新唐科技股份有限公司	半導體研發/製造
高壓氣體流量系統(F10)*	台灣中油股份有限公司苗栗事業部	製造/銷售/TAF 校正實驗室
小水流量校正系統(F02)*	日月光半導體製造股份有限公司,	半導體研發/製造

註：*部分的顧客訪談將於 104 年 12 月上旬完成。

訪談中，分項計畫主持人彭國勝組長、系統負責人員與校正人員利用與顧客面對面機會，進行NML系統技術與能量廣宣，也說明本年度系統改良或設備汰換預定計畫目標與預定完成之系統量測範圍與量測不確定度，藉此近距離跟顧客進行交流，瞭解各個領域的顧客送件至NML的評估因素、想法與出發點，也藉由此互動方式，深入瞭解各類型顧客收到NML校正報告後如何使用報告內容及進行後續追溯方式。同時，也請各訪談的顧客提供目前業界需求的技術能量而NML目前尚無法提供的技術項目及對NML服務項目，作為NML各系統後續技術改良與建置及服務項目之參考。



圖 1-4-1、系統改良/汰換系統顧客訪談照片

(2) 顧客對各系統改良及設備汰換之建議

藉由與顧客面對面互動的方式，了解顧客的研發、製造、銷售及校正/測試追溯上的需求與未來技術動向，可做為NML沿堤與建置技術之參考，其中各個顧客提出的技術需求事項彙整如下表 1-4-2 所示。

表 1-4-2、顧客對各領域技術提出的技術需求事項

系統名稱/代號	顧客名稱	技術需求事項
直流電阻系統 (E13)	財團法人台灣電子檢測中心 (ETC)	<ul style="list-style-type: none"> 目前為 10 進位校正能量，建議提供 1 進位的能量範圍。 盡量不要出現系統暫停的狀況，會影響國內校正追溯鏈，改送國外校正追溯費時且怕標準件受損。
風速校正系統 (F10)	量測科技股份有限公司中區服務部	<ul style="list-style-type: none"> 除了風速計之外，也能針對風量計的校正進行規劃，主要客戶在半導體廠房業者。 業界需求能量範圍：目前已趨近兩極化，微風速—小於 0.5 m/s；大風速— 45 m/s 至 60 m/s，系統改良後能量範圍應有助益。 NML 提供的不確定度，滿足目前客戶需求。
線刻度校正系統 (D05)	源台精密科技股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 影像長行程的校正服務能量建議擴充範圍至 1 米至 2 米，主要形狀為長方形：主要應用於面板及汽車業，目前業界要求線性精度(絕對精度)為 $1.9 \mu\text{m} + L/250 \mu\text{m}$，$L$ in mm。 對於超過 1 m 之影像機台，無適當標準件可用來驗證機台量測能力，是否 NML 能協助提供長行程機台量測能力驗

系統名稱/代號	顧客名稱	技術需求事項
		證方法。 <ul style="list-style-type: none"> 客戶採買源台精密科技股份有限公司的機台時，源台科技提供客戶廠區裝機之環境需求，但常遇到振動問題，建議NML可提供相關技術協助。 目前使用LED當作影像量測之光源，但會遇到LED光源閃爍的問題，建議NML可提供相關技術協助。
氣壓量測系統(P04)	則葳實業有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 應考量重力場強度技術能量，滿足追溯需求。
振動比較校正系統(V02)	德凱宜特股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 應考量建立振動衝擊10000 g之校正能量，此範圍需求的客戶為蘋果供應鏈廠商/MEMS， 公司須定期由Dekra進行評鑑，Dekra建議聲學量測儀器也應送校，但目前NML提供業界均為壓力場校正結果，希望NML可以建立自由場校正系統，滿足需求。
膜厚量測校正系統(D22)	新唐科技股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 希望可以提供光阻型/金屬成分標準片的檢測。

2.系統改良6套，「水流量系統」、「線刻度校正系統」、「全光通量量測系統」、「薄膜量測系統」、「振動比較校正系統」及「約瑟夫森電壓量測系統」，執行情形說明如下：

(1)水流量校正系統(系統代碼：F02)

A.目標：

完成小水流量校正系統改良及系統評估。

- 量測範圍：自(0.3 ~ 33) m³/h 擴增為(0.12 ~ 45) m³/h。
- 量測不確定度：0.03 %。

B.工作成果：

- 小水流量校正系統40 L/min以下低流率之查核用流量計更新，完成流量計連接之接頭和管路修改，最低查核流率自40 L/min降低至2 L/min。

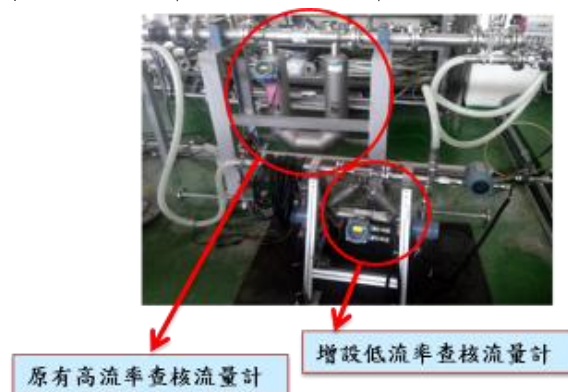


圖1-4-2、F02系統低流率查核用流量計安裝管路完工圖

- 完成小水流量校正系統低流率控制閥安裝之連接管路修改與連線功能測試，最低可控流率自 20 L/min 降低至 2 L/min。



圖1-4-3、F02系統低流率控制閥安裝管路完工圖

- 完成小水流量校正系統功能測試，系統運作及查核狀況良好，量測範圍自(0.3 ~ 33) m³/h 擴增為(0.12 ~ 45) m³/h。

✓ 使用高流率查核件進行校正之實驗結果如下：

表1-4-3、F02系統高流率查核實驗結果

校正流率 (m ³ /h)	MF 平均值 (kg/kg)	U_{95} (kg/kg)	k_{95}
44.64	1.0007	0.0004	2.10
38.99	1.0003	0.0003	2.10
29.20	0.9999	0.0003	2.12
24.75	0.9999	0.0003	2.12
18.93	0.9998	0.0003	2.12
12.87	0.9998	0.0003	2.12
6.44	1.0000	0.0003	2.10
2.99	1.0000	0.0003	2.12
1.50	1.0003	0.0003	2.12

✓使用低流率查核件進行校正之實驗結果如下：

表1-4-4、F02系統低流率查核實驗結果

校正流率 (m ³ /h)	MF 平均值 (kg/kg)	U_{95} (kg/kg)	k_{95}
1.97	0.9999	0.0003	2.12
0.65	1.0004	0.0003	2.11
0.31	0.9995	0.0003	2.11
0.12	0.9974	0.0004	2.09

- 完成小水流量校正系統量測程序與不確定評估，系統量測範圍自(0.3 ~ 33) m³/h 擴增為(0.12 ~ 45) m³/h，量測不確定度為 0.03 %，其不確定度影響因素及估算各影響因子之結果如表 1-4-5 不確定度分量表所示，其計算之系統量測不確定度結果符合計畫目標。

表1-4-5、F02系統體積量測之不確定度分析表-稱重550 kg

變數 x_i	量測變數 不確定度來源	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	$ c_i u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$	
W_f	水質量終值	0.0685 kg	0.001 m ³ /kg	0.0000685 m ³	17	
	稱重器校正誤差	0.0220 kg				∞
	稱重器再現性	0.0127 kg				12
	稱重器解析度	0.0029 kg				∞
	轉向器作動誤差	0.0635 kg				12
	蒸發造成誤差	0.0029 kg				12
W_i	水質量初值	0.0029 kg	-0.001 m ³ /kg	0.0000029 m ³	∞	
	稱重器解析度					
B	浮力修正因數	0	0.55 m ³	0 m ³	∞	
	空氣及水密度量測					
ρ	密度	0.017 kg/m ³	-0.00055 kg(m ³ /kg) ²	0.000009 m ³	100	
	密度計算式誤差	0.017 kg/m ³				120
	密度測試再現性	0 kg/m ³				∞
	水溫量測誤差	0.0016 kg/m ³				∞
C_p	壓力修正因數	0	-0.55 m ³	0 m ³	∞	
	壓力量測誤差					
	水壓縮係數誤差					
注水量550 kg為計算依據			$u_c(V) = 0.0000686 \text{ m}^3$, $\nu_{\text{eff}}(V) = 18$			
			$U_{\text{Base},V} = 0.025 \%$			

- 1500 kg 稱重桶之舊有氣動式換向器更換為新型電動式換向器，完成設計與施工，運作測試狀況良好。

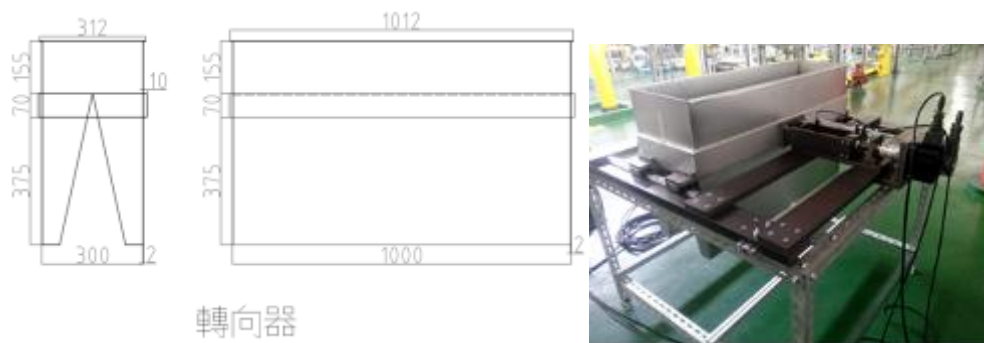


圖 1-4-4、F02 系統新型電動式換向器設計圖與完工圖

- 完成 1500 kg 稱重桶之雙通道矩形導流噴嘴管研製，具有可調水平而且穩固的良好支撐，大幅增進電子秤的動態秤稱重量測性能。繼日本 NMIJ 之後，為國際第二個採用多通道設計之國家標準實驗室，與 NMIJ 不同之噴嘴管設計，雙通道可擴增 2 倍操作流率範圍。



圖 1-4-5、F02 系統雙通道矩形導流噴嘴管於最高流和最低流實際流態圖



圖 1-4-6、F02 系統雙通道矩形導流噴嘴管完工圖

(2)線刻度校正系統(系統代碼：D05)

A.目標：

完成線刻度校正系統改良及系統評估

- 量測範圍：(0.01 ~ 1000) mm，解析度 1 nm。
- 量測不確定度：Q[40, 0.12L] nm，L in mm。

B.工作成果：

- 標準刻度尺量測流程如下圖 1-4-7：

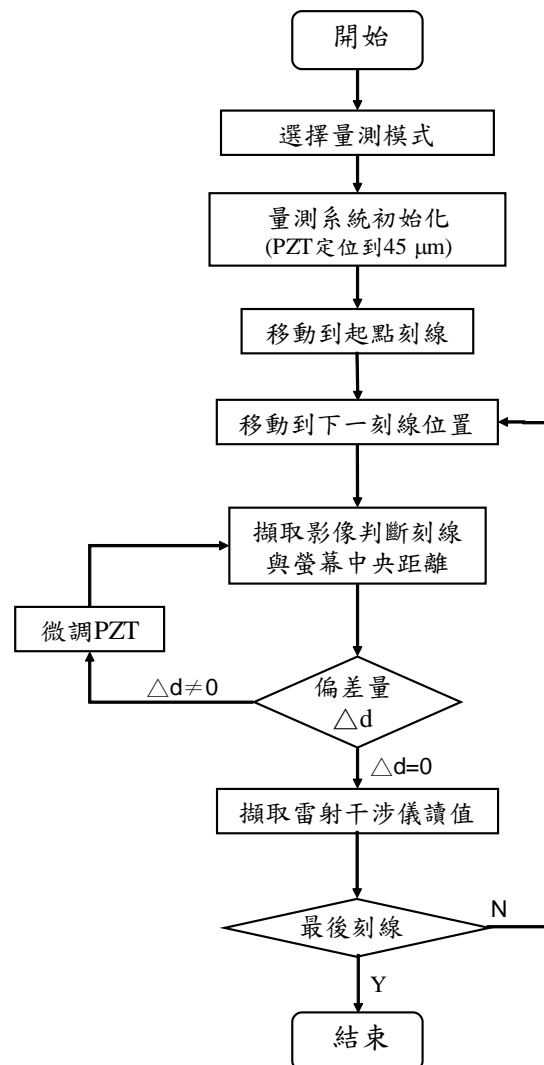


圖 1-4-7、D05 系統標準刻度尺量測流程

- 完成雷射光路對準、影像自動對準刻線、PZT 定位調整等自動化軟體整合。

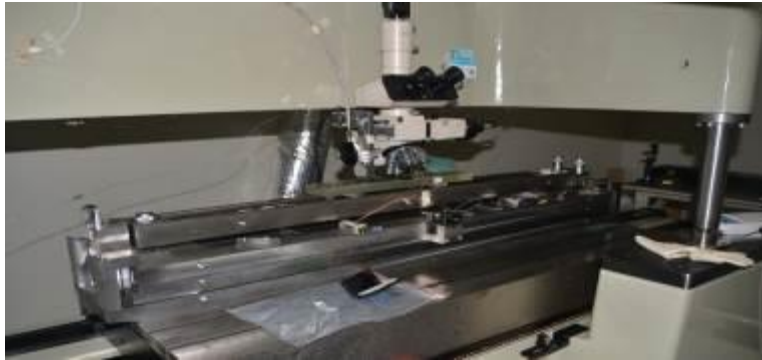


圖 1-4-8、D05 系統雷射差分與低死區(Dead Zone)光路對準

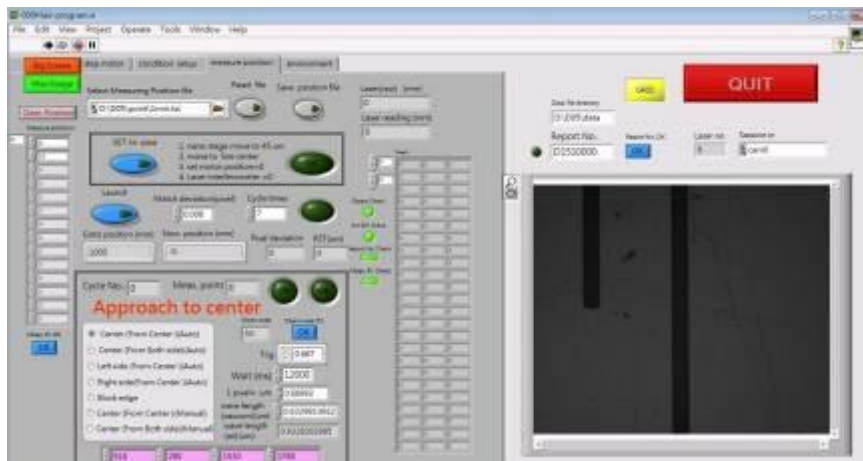


圖 1-4-9、D05 系統量測自動化軟體主畫面
(驅動馬達位移、CCD 影像擷取與 PZT 驅動刻線對準、雷射干涉量測)

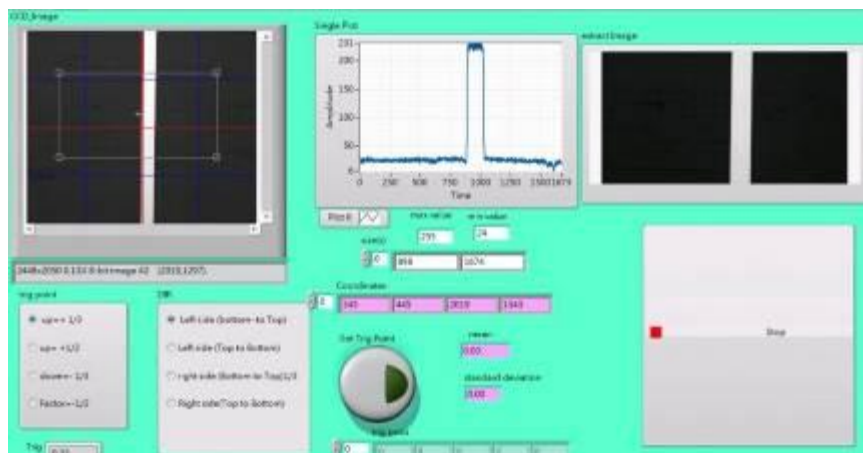


圖 1-4-10、D05 系統影像自動對準刻線軟體
(CCD 影像擷取刻線定位、PZT 定位調整)

• 完成線刻度校正系統之系統評估

經分析量測系統的誤差來源及評估結果，本系統的能量如下所述：

量測範圍：(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進行校正服務。

本系統之組合標準不確定度可以表示為：

$$u_c = \sqrt{u^2(S_E) + u_A^2 + (u_B \times L)^2} \text{ nm}$$

其中 u_A 與量測時的放大倍率相關， u_B 與標準尺的材質相關， $u(S_E)$ 與當次量測之重複性相關， L 為量測長度係以 mm 為單位之值。

系統之有效自由度(v_{eff})則在 13~1000 之間，於 95 % 之信賴水準下涵蓋因子(k)則在 1.96 ~ 2.16 之間。若不依實際量測數據計算自由度與涵蓋因子時，可保守使用涵蓋因子為 2.16。

系統之量測不確定度可以表示為：

$$U = k \times u_c = k \times \sqrt{u^2(S_E) + u_A^2 + (u_B \times L)^2} \cong 2.16 \times \sqrt{u^2(S_E) + u_A^2 + (u_B \times L)^2} \text{ nm}$$

物鏡倍率	5X	10X	20X	50X	100X
u_A (nm)	273.5	136.8	68.6	27.8	14.5

材質	鋼	玻璃	石英	其它
熱膨脹係數 α_s ($1/^\circ\text{C}$)	11.5×10^{-6} $\pm 1.5 \times 10^{-6}$	8.0×10^{-6} $\pm 1.5 \times 10^{-6}$	0.5×10^{-6} $\pm 1.5 \times 10^{-7}$	待輸入
u_B (nm)	0.4808	0.3426	0.0611	可計算

由以往的量測數據中可推得 $u(S_E)$ 值約在 (3.02 ~ 75.6) nm 之間。要表示系統最佳校正能力(Best measurement capability)時，取各項之最佳值代入計算， $u(S_E)$ 以 3.02 代入、 u_A 以 14.5 代入、 u_B 以 0.0611 代入可計算出 k 為 2.00，並得到最佳校正能力之量測不確定度：

$$U = k \times u_c = 2.00 \times \sqrt{3.02^2 + 14.5^2 + (0.0611 \times L)^2} = \sqrt{29.6^2 + (0.123 \times L)^2} \text{ nm}$$

$$\cong Q[30, 0.12L] \text{ nm}$$

(3) 薄膜量測系統 (系統代碼：D22)

A.目標：

完成薄膜量測系統改良及系統評估

- 量測範圍：(1.5 ~ 1000) nm。
- 量測不確定度：0.1 nm (@1.5 nm 之二氧化矽薄膜厚度)。

B.工作成果：

薄膜量測校正系統新舊規格比較：

表 1-4-6、薄膜量測校正系統新舊規格比較分析

項目	舊系統	新系統
量測載台	手動	自動
系統控制	需長時間於無塵室	可遠端
白光極化速度	速度慢	速度快
偵測器	解析度低	解析度高
偵測波長	250 nm ~ 850 nm	190 nm ~ 2100 nm
量測速度	慢(15 分鐘)	快(4 分鐘)
膜厚校正範圍	10 nm ~ 200 nm	1.5 nm ~ 1000 nm
不確定度	0.11 nm	0.10 nm

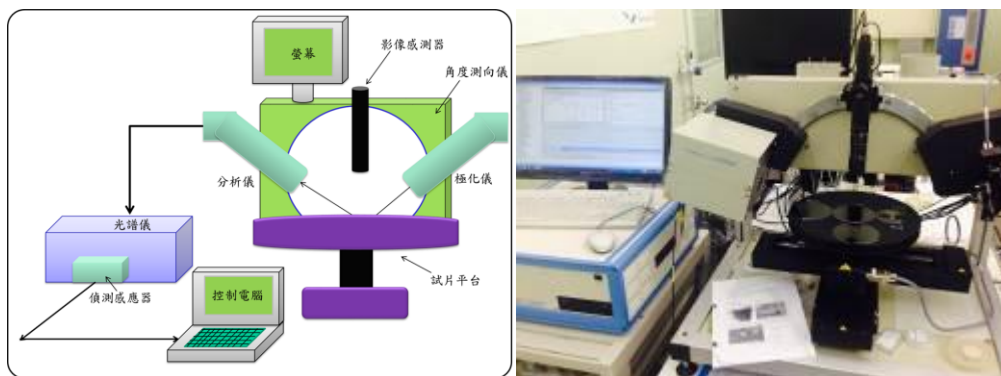


圖 1-4-11、D22 系統架設規劃圖與系統圖

- 完成膜厚度量測實驗(1.5 nm ~ 1000 nm) 及系統校正程序。

校正步驟依序為：調光、擷取校正數據、標準件校正及數據模擬程序依此程序完成系統測角器角度校正及系統查核如圖 1-4-12。

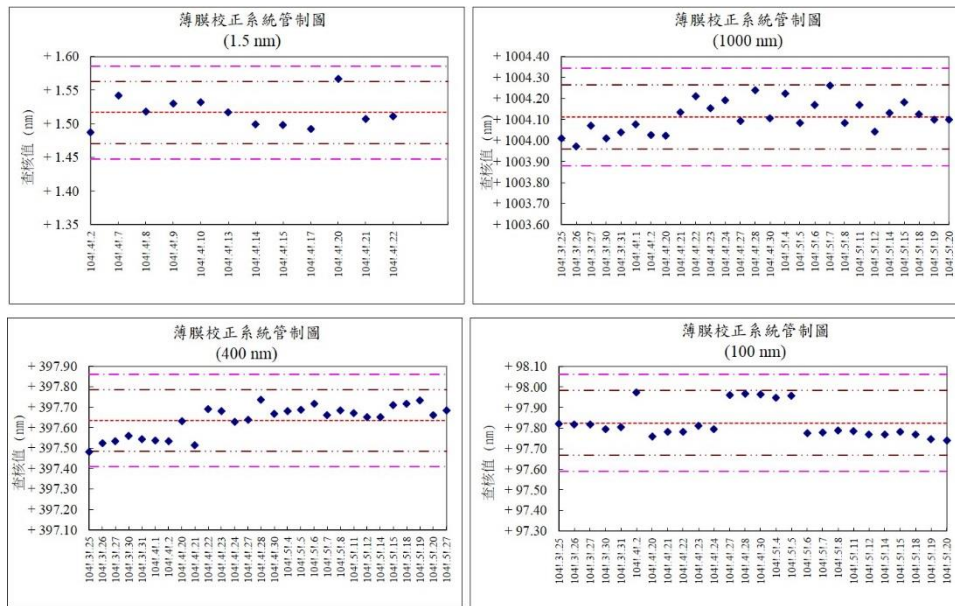


圖 1-4-12、D22 系統查核數據圖

• 完成系統校正評估與追溯

膜厚值不確定度來源為的組合標準不確定度可表示為

$$u_c(t) = \sqrt{u^2(\bar{t}_G) + u^2(\varepsilon_\phi) + u^2(\delta_t) + u^2(\delta_\phi) + u^2(\delta_a) + u^2(\delta_g)}$$

以量測薄膜厚度為 1.5 nm 的二氧化矽標準片為例，來計算一般情況下的不確定度大小。在假設測角器的校正為矩形分佈(自由度 50)且所有分量的靈敏係數皆為 1 下，不確定度分量表如表 1-4-7，組合標準不確定度為

$$u_c(t) = \sqrt{(0.0115)^2 + (0.0032)^2 + (0.044)^2 + (0.005)^2 + (0.01)^2 + (0.000043)^2} \text{ nm}$$

$$u_c(t) = 0.047 \text{ nm}$$

系統之量測不確定度為

$$U(t) = k \times u_c(t)$$

其中

$U(t)$: 待校二氧化矽晶片的膜厚量測不確定度

$u_c(t)$: 待校二氧化矽晶片的膜厚組合標準不確定度

$k = t_{95}(v_{eff})$: 涵蓋因子，具有 95 % 的信賴區間，其有效自由度為 v_{eff}

組合標準不確定度的有效自由度為 445，由此得到涵蓋因子為 1.97，具有 95 % 的信賴水準。膜厚的量測不確定度為

$$U(t) = k \times u_c(t) = 1.97 \times 0.05 = 0.10 \text{ (nm)}$$

表 1-4-7、薄膜厚度為 1.5 nm 之不確定度分量表

u	不確定度源	不確定度類型	機率分佈	不確定度分量	自由度
$u(\bar{t}_G)$	以迴歸分析所得之膜厚最佳擬合值	A	t	0.0197 nm	4
$u(\varepsilon_\phi)$	以迴歸分析所得之入射角最佳擬合值	A	t	0.00179 nm	4
$u(\delta_t)$	以迴歸分析所得之膜厚的標準差	A	Normal	0.049 nm	590
$u(\delta_\phi)$	以迴歸分析所得之入射角的標準差	A	Normal	0.0001 nm	590
$u(\delta_g)$	測角器校正	B	Rectangular	0.0024 nm	50
$u(\delta_a)$	系統長期穩定性	B	Normal	0.00016 nm	29

膜厚：

組合標準不確定度 $u_c(t) = 0.047$ nm

有效自由度

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(t)}{\left(\frac{u^4(\bar{t}_G)}{v_{\bar{t}_G}} + \frac{u^4(\varepsilon_\phi)}{v_{\varepsilon_\phi}} + \frac{u^4(\delta_t)}{v_{\delta_t}} + \frac{u^4(\delta_\phi)}{v_{\delta_\phi}} + \frac{u^4(\delta_a)}{v_{\delta_a}} + \frac{u^4(\delta_g)}{v_{\delta_g}} \right)}$$

$$= \frac{0.047^4}{\left(\frac{0.0115^4}{4} + \frac{0.0032^4}{4} + \frac{0.044^4}{590} + \frac{0.005^4}{590} + \frac{0.01^4}{50} + \frac{0.00001^4}{29} \right)}$$

$$= 445$$

涵蓋因子 $k(t) = t_{95}(445) = 1.97$

量測不確定度 $U(t) = k \times u_c(t) = 1.97 \times 0.047 = 0.10$

(4) 全光通量標準燈校正系統(系統代碼：O02)

A.目標：

完全光通量標準燈校正系統改良及系統評估

- 量測範圍：(1 ~ 20000) lm
- 量測不確定度：1.5 %

B.工作成果：

- 完成雙軸式積分球內部均勻性量測技術建立

當使用雙軸式積分球內部均勻性量測儀掃描積分球時，造成不均勻的位置為檔板造成的訊號衰減及其造成的陰影區。若未使用空間校正因子(Spatial Correction Factor, SCF)修正，如投射式 LED 燈之光通量將會有 3.5 % 的差異。

$$SCF \equiv \frac{\iint I_i^*(\theta, \phi)K(\theta, \phi)d\Omega}{\iint I_i^*(\theta, \phi)K(\theta, \phi)d\Omega}$$

$$I^*(\theta, \phi) = I(\theta, \phi) [\iint I(\theta, \phi) d\Omega]^{-1}$$

其中：

$I(\theta, \phi)$ 為燈泡之光強度分佈

$K(\theta, \phi)$ 為積分球內部均勻性響應

若積分球較小或球內之擋板或缺陷大時，使得內部均勻性響應差，則必須考慮其修正。當標準燈與 LED 燈的發光空間分佈差異很大。由於標準燈之發光分佈通常是向各角度發射，LED 燈發光隨封裝形式或設計而有不同的發光分佈，或有指向性很高的發光分佈。

積分球內部均勻性響應對於不同的積分球架構會有不同的分佈，利用雙軸式積分球內部均勻性量測儀如圖 1-4-13 進行量測。當積分球設置是待測光源在球心中間時，以穩定光束照射積分球不同部位時，理論上無論照射在哪個部位結果都一樣，由於實際上確會因內部塗料、擋板、開口尺寸及相關位置而有不同的量測訊號。因此利用穩定之光束照射積分球內部，進行積分球內部均勻性掃瞄，如圖 1-4-14 示意圖。區 1、區 3 分別為照射擋板及被擋板遮蔽偵測器視野的區域，其訊號較小。區 2 是訊號響應較高也較平均，亦是量測時建議照射的部位。因此盡量減小區 1、區 3 範圍，增加區 2 範圍將有助於減少不均勻修正之影響。當結合光譜儀量測時可獲得光譜分布，並可分析與監測積分球內部塗料之光譜分布，量測結果如圖 1-4-15 所示。



(a) 積分球內之配置



(b) 積分球外之配置

圖 1-4-13、雙軸式積分球內部均勻性量測儀

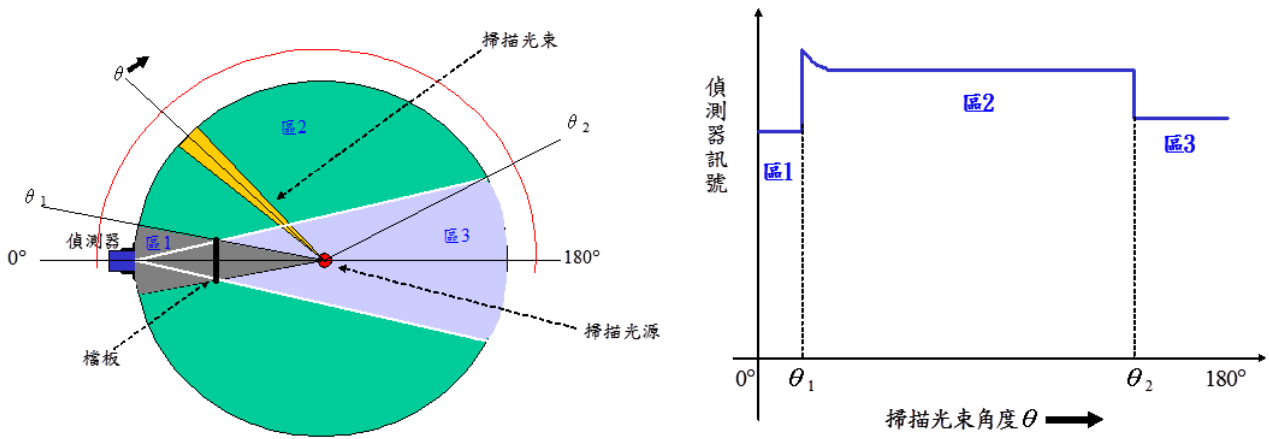


圖 1-4-14、燈泡置於球中心之內部均勻性掃描及結果示意圖

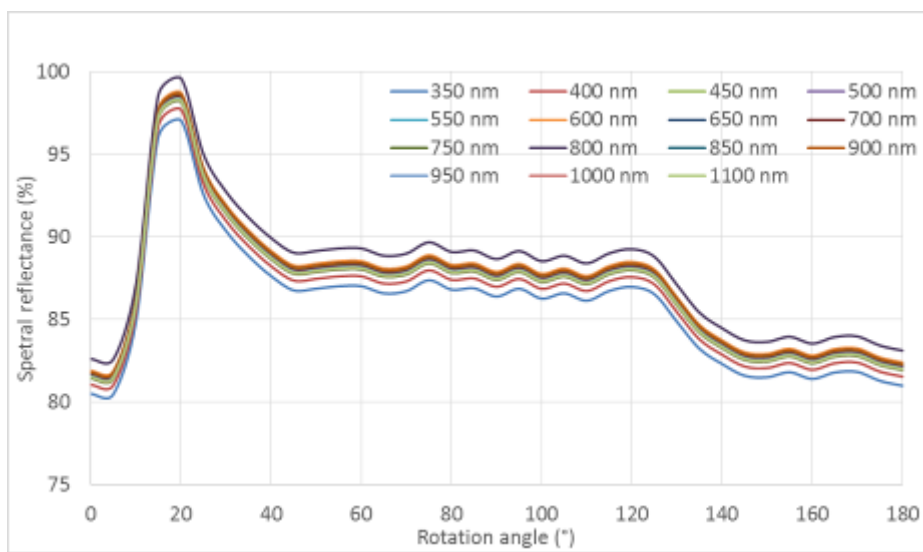


圖 1-4-15、積分球內部均勻性光譜特性量測結果

• 全光通量校正系統量測範圍評估

全光通量校正系統為採用光通量標準燈傳遞全光通量標準，3.0 m 積分球以衛星積分球連接光偵測器與光譜儀，藉由量測標準燈與待校燈之光訊號，將全光通量標準以替換法傳遞於待校燈，待校燈之光訊號值 S_u 與 S_s 之比例為透過光偵測器或光譜儀量測，而待校件及標準件在同一量測條件下進行時，輸出之光電流與入射至光偵測器之輻射照度成正比，公式(1)才得成立。若光偵測器及微電流表整體的線性度不良時，或光源之穩定性不足時，如光源隨時間的衰減或光源強度不足，則產生量測訊號跳動。因此，評估全光通量校正系統的量測範圍，以光源標準校正時，可評估光偵測器的非線性度與積分球的分光反射率衰減以確保系統的量測範圍。

(1) 非線性度(nonlinearity)評估

非線性度評估係採用雙光束線性度評估方法，如圖 1-4-16 所示，以兩束光入射光偵測器，偵測器量測分別光束之光量之後，再同時使兩道光束入射至光偵測器，量測偵測器之光電流是否為單一光束入射光電流之和，來推斷系統的線性度。在操作時先分別將兩束光調整成輸出相近之光電流，如輸出能量 $P_a \cong P_b$ (P_a 與 P_b 分別為兩束光輸出之光電流)。當中設置了閘門(Shutter)分別控制光束路徑的開關。當閘門同時打開時，兩束光可被結合成為一束光。若偵測器線性度良好時，光訊號讀值應該為分別輸出能量的總合。

得到個別輸出能量以及合併的能量後，若個別光訊號相加之結果不等於兩束同時入射之光訊號時，則代表系統受非線性效應影響，因此定義此量測點的非線性度方程式如下。

$$nonlinearity = \frac{P_c}{P_a + P_b} - 1 \quad (1)$$

其中 P_a 與 P_b 分別為兩束光之個別輸出光訊號， P_c 為兩束同時入射之光訊號，結果如圖 1-4-17 所示。其中全光通量預估值係以全光通量標準燈校正時，以光偵測器之光電流推估其響應。由圖 1-4-17 顯示，低光通量量測範圍(0.9 lm 至 100 lm)，最大非線性度為-0.13 %；中光通量量測範圍(100 lm 至 2000 lm)，最大非線性度為 0.09 %；高光通量量測範圍(3000 lm 至 80000 lm)，最大非線性度為 0.02 %。當設定最大非線性度為 0.2 % 時，最高量測範圍可達 80000 lm，最低量測範圍可達 1 lm。若要增加低光通量之量測範圍，則需要採用其他訊號放大與雜訊抑制方式或採用較小的積分球，方可達到較低的光通量量測範圍。



圖 1-4-16、雙光束線性度評估系統與控制軟體

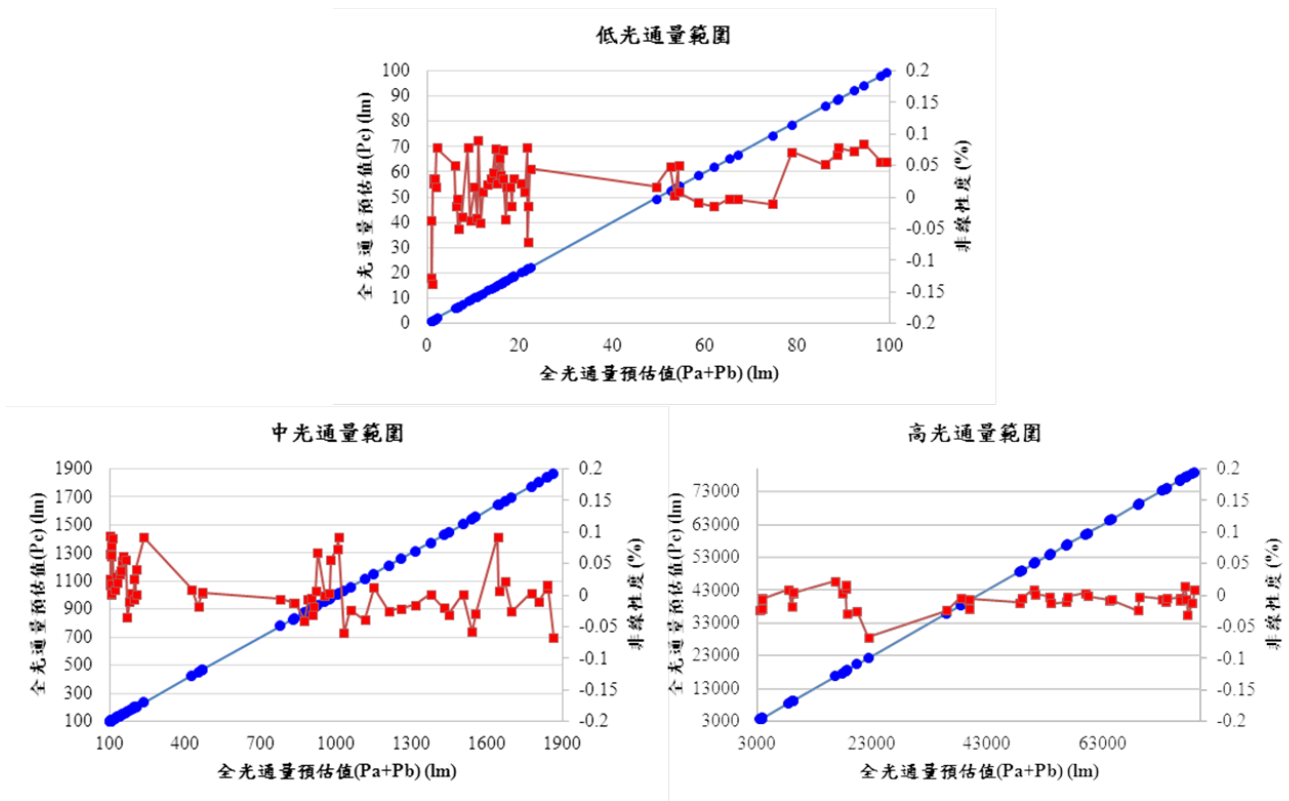


圖 1-4-17、全光通量系統光偵測器非線性度評估

(2) 積分球內部分光反射率評估

當以 4π 量測幾何進行高功率燈之校正時，須考慮到光源輻射至積分球上之劑量，評估最大可容忍的輻射照度。一般而言，當積分球越大時光源輻射至積分球上的輻射照度越小，若使用較小的積分球量測高功率燈時，則較易對積分球內部的塗料造成傷害或造成分光反射率之衰減。積分球內部反射率評估係以高輻射照度的光打在與積分球內部同樣製程的白板上，進行高劑量的輻射照度老化實驗約 72 h，並以照度計量測白板上的照度，並比較老化前後的分光反射率。全光通量為 20000 lm 之光源在 1.5 m 之積分球殼上之照度為 560 lx，每次校正時間為 30 min。因此，積分球內部分光反射率評估之量測條件設定：光源與白板為 3 cm，此時之照度為 1200 lx，並持續照射 72 h。由 320 nm 至 1320 nm 範圍內，老化前後整體差異量為 0.01 %。即在量測時間內，光源對於積分球內部分光反射率之影響很小，因此系統之全光通量量測範圍可推估至 20000 lm。

• 完成全光通量標準燈量測系統改良與評估

系統不確定度影響因素及估算各影響因子之結果如表 1-4-8 不確定度分量表所示，其計算之系統最佳量測不確定度為 1.0 %，優於計畫目標。

表 1-4-8、50W 光通量燈量測不確定度分析表

不確定度來源 x_i	機率 分配	相對標準 不確定度 $u_r(x_i)$	靈敏係數 c_i	不確定度分量 $ c_i u_r(x_i)$	自由 度 $\nu(x_i)$
標準燈光通量不確定度 $u_r(\Phi_s)$		0.440 %	1	0.440 %	1333
追溯不確定度 $u_r(t)$	t	0.265 %			5000
幾何效應不確定度 $u_r(g_1)$	矩形	0.130 %			50
球內幾何效應不確定度 $u_r(g_2)$	矩形	0.120 %			200
光源光檢出信號比值不確定度 $u_r(S)$		0.052 %	1	0.052 %	14
光檢出信號比值重複性 $u_r(w)$	t	0.038 %			4
電流變異不確定度 $u_r(\phi)$	矩形	0.034 %			50
偵測器偵測器不確定度 $u_r(f_1)$	矩形	0.012 %			50
光譜效應不確定度 $u_r(f_2)$	矩形	0.002 %			50
輔助燈光檢出信號比值不確定度 $u_r(A)$		0.035 %	1	0.035 %	7
光檢出信號重複性 $u_r(w_a)$	t	0.031 %			4
電流變異不確定度 $u_r(\phi_a)$	矩形	0.017 %			50
系統與標準燈追溯及穩定性不確定度 $u_r(C)$		0.345 %	1	0.345 %	76
系統長時間穩定性不確定度 $u_r(C_s)$	t	0.224 %			10
標準燈追溯變異不確定度 $u_r(C_t)$	矩形	0.262 %			27
標準燈光檢出信號變異不確定度 $u_r(C_w)$	t	0.017 %			50
相對組合標準不確定度 $u_{c,r} = 0.47\%$ 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 258$ 涵蓋因子 $k = 1.98$ 量測不確定度 $U_r = 1.0\%$ (信賴水準為 95%)					

- 進行積分球式分光輻射通量校正技術開發，量測範圍 300 nm ~ 1100 nm

系統為具有三部陣列式光譜儀做為分光輻射量測之使用，因此整合 $V(\lambda)$ 偵測頭光度計做為光輻射度量自動化量測之使用。此外，全光通量標準燈校正時，需量測四組訊號，公式如下：

$$\Phi_u = \frac{S_u}{S_s} \times \Phi_s \times \frac{A_s}{A_u}$$

其中：

Φ_s 為標準燈的全光通量值 S_u 為待校件的光檢出信號

Φ_u 為待校件的全光通量值 S_s 為標準光源的光檢出信號

A_s 為輔助燈對標準燈自吸收修正的光檢出信號

A_u 為輔助燈對待校件自吸收修正的光檢出信號

系統採用繼電器切換輔助燈與待校燈之供電，並與電源供應器及電壓表，更精準的控制輸出至燈泡之電流，以降低系統之量測不確定度。燈泡置於積分球(如圖 1-4-18)內，衛星積分球(如圖 1-4-19)將光輻射訊號透過光纖與訊號線傳輸至量測系統(光度計與陣列式光譜儀)進行量測。



圖 1-4-18、積分球系統圖

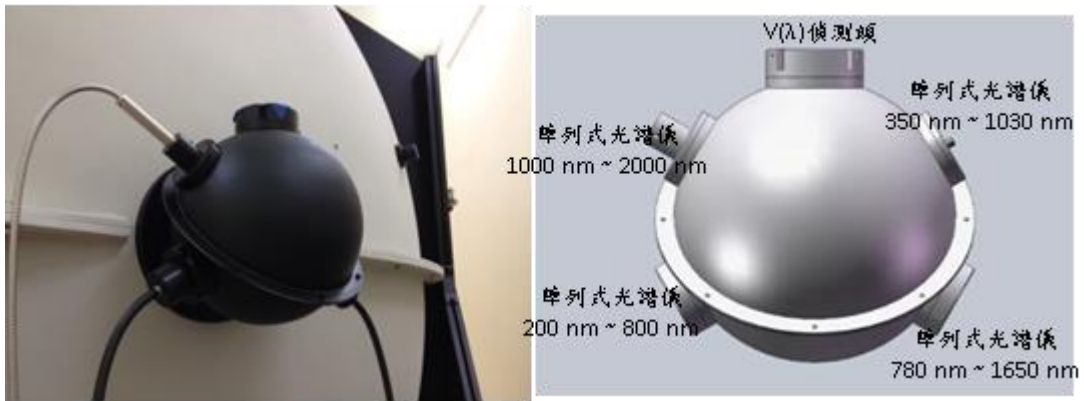


圖 1-4-19、衛星積分球連接示意圖

由於偵測器開口不在積分球之赤道上，且燈泡之發光中心需被檔板遮住，量測時使用雷射墨線儀進行燈泡之對位，如圖 1-4-20 所示，先將雷射墨線儀之十字中心點對準偵測器開口前的檔板中心，再將雷射墨線儀水平移動，將十字線移至燈座上，調整燈座之高度使燈泡之發光中心點對準於十字線之交點以完成對位。

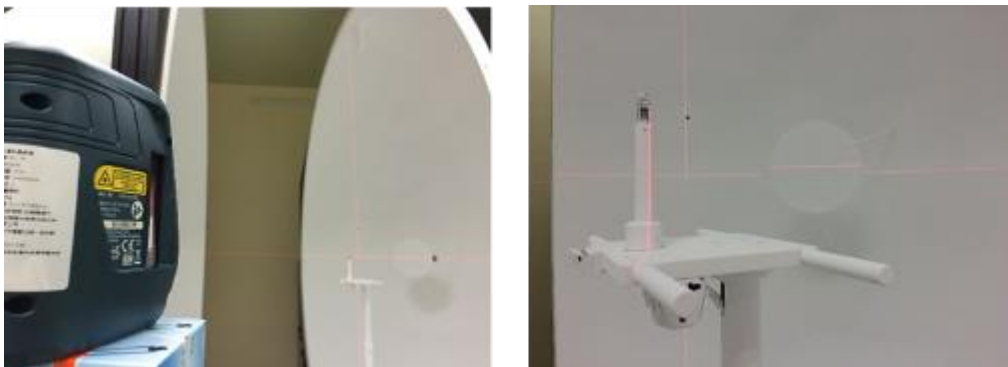


圖 1-4-20、使用雷射墨線儀進行燈泡之對位

系統整合與軟體開發，將電源供應系統整合 Agilent E3634A 與多功能電表 Agilent 34970A，其中多功能電表分別透過標準電阻量測輸入至待校燈的電壓與電流，系統接線圖與控制介面如圖 1-4-21 與圖 1-4-22 所示。

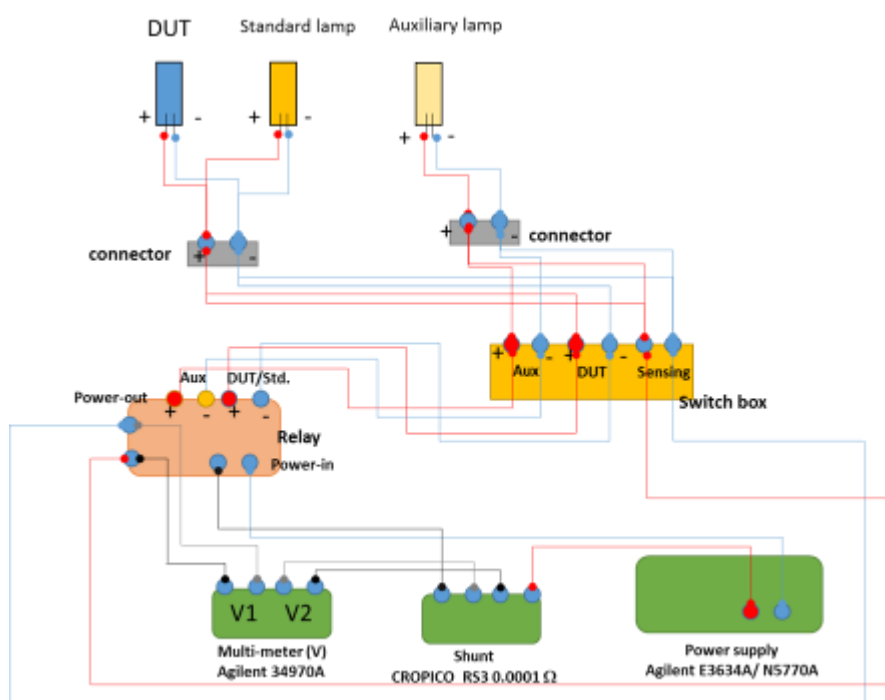


圖 1-4-21、分光輻射通量校正系統接線圖



圖 1-4-22、分光輻射通量校正系統電流與電壓量測介面

由於共有三部陣列式光譜儀，各儀器之量測範圍互有交錯且解析度不同，分別為 200 nm 至 800 nm、780 nm 至 1650 nm 與 1000 nm 至 2000 nm，且分光輻射通量標準件之光譜範圍為 300 nm 至 1100 nm，以 Instrument System CAS140CT-152 作為標準，其餘之光譜響以內插及重疊部分修正為 200 nm 至 800 nm 之光譜響應，波段 200 nm

至 800 nm 與 780 nm 至 1650 nm 原始光譜圖如圖 1-4-23 所示，以分光輻射通量標準燈校正後，其分光輻射通量量測結果如圖 1-4-24 所示。

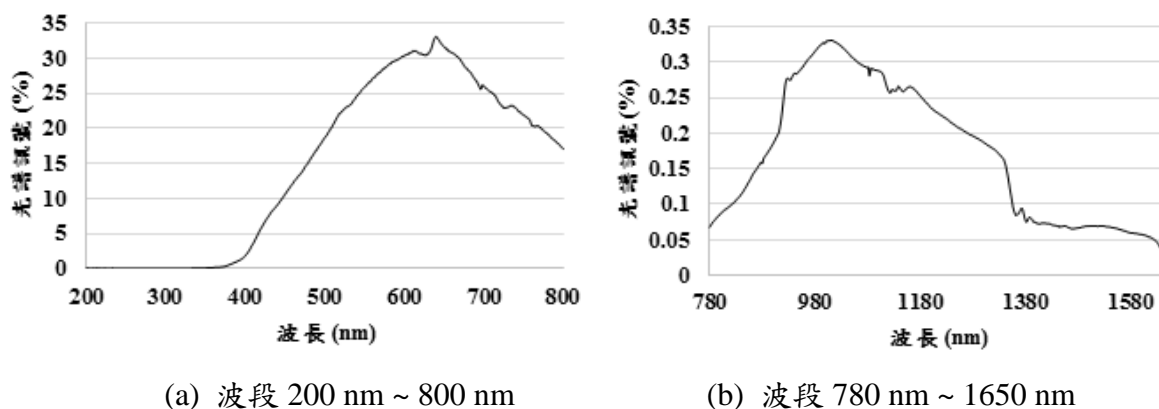


圖 1-4-23、陣列式光譜儀原始光譜圖

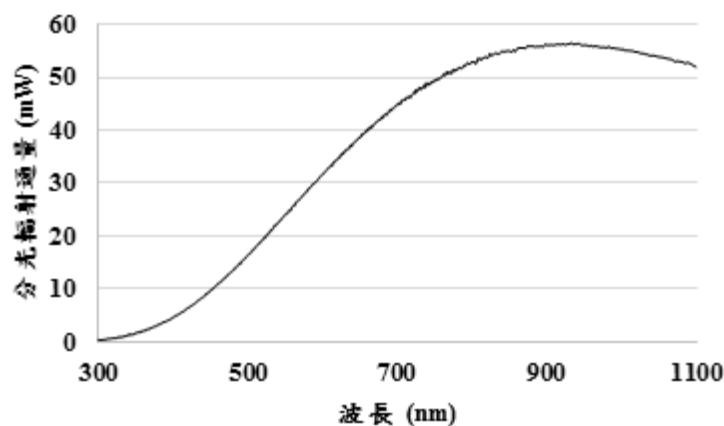


圖 1-4-24、陣列式光譜儀校正後之光譜量測結果(分光輻射通量)

(5) 振動比較校正系統 (系統代碼：V02)

A.目標：

完成振動比較校正系統改良及系統評估

- 量測範圍：加速規電壓靈敏度範圍：(50 ~ 10000) Hz
- 量測不確定度：2.5 % ~ 2.8 %

B.工作成果：

- 完成訊號擷取與訊號產生卡之儀控程式撰寫與自動化校正程式開發。
- 完成振動激發模組更新，解決高頻激振部分因磨損與溫度升高，降低扭曲之運動 (distortion motion)造成之不確定度。



圖 1-4-25、振動激發模組更新



圖 1-4-26、振動比較校正系統圖

- 完成系統評估
 - a. 量測方程式

振動比對校正與衝擊比對校正之技術上均依循 ISO 16063-21: 2003 Methods for the calibration of vibration and shock transducer: Vibration calibration by comparison

to a reference transducer，技術上均為標準件與待校件背對背(back-to-back)方式實現加速規的比較校正。其量測方程式如下

$$S_u = \frac{V_u}{V_r} \times S_r = V_R \times S_r$$

其中

S_u 待校加速規之電壓靈敏度 [單位： mV/(m/s²)]

S_r 參考標準加速規之電壓靈敏度[單位: mV/(m/s²)]

V_u 待校加速規之輸出電壓值[單位： mV]

V_r 參考標準加速規之輸出電壓值 (mV)

V_R 為待校加速規與參考標準加速規輸出電壓比值

b. 系統不確定度評估

量測系統之組合相對標準不確定度可由下式表示

$$u_c(S_u) = \sqrt{\left[\left(\frac{\partial S_u}{\partial S_r}\right)^2 u^2(S_r) + \left(\frac{\partial S_u}{\partial V_R}\right)^2 u^2(V_R)\right]}$$

系統不確定度影響因素及估算各影響因子之結果如表 1-4-9 不確定度分量表所示，其計算之系統量測不確定度結果符合計畫目標。

表 1-4-9、加速規電壓靈敏度校正之不確定分析表

		頻率範圍(Frequency Range) [Hz]		
		50 to 1.5k	1.5k to 5k	5k to 10k
相對不確定度分量 Relative uncertainty	電壓誤差(Voltage Error)	0.30	0.30	0.30
	標準件追溯(Reference standard Calibration)	0.58	0.86	1.22
	標準件靈敏度漂移(Reference standard sensitivity drift)	0.07	0.07	0.07
	激振器橫向運動及擺動(Shaker transverse and rocking motion)	0.06	0.08	0.11
	再現性(Reproducibility)The long term repetition	0.04	0.12	0.49
	重覆性(Repeatability)(The short term repetition)	0.01	0.01	0.13
	相對組合標準不確定度(Relative combined standard uncertainty), $u_c(S_r)$	0.66	0.92	1.40
有效自由度(Effective degree of freedom), ν_{eff}	306	258	308	
涵蓋因子(Coverage factor), k	1.97	1.97	1.97	
量測不確定度(Relative expanded uncertainty), U [%]	1.4	1.9	2.8	

(5) 約瑟夫森電壓校正系統(系統代碼：E01)

A.目標：

完成 AC PJVS 量測技術建立與系統評估

- 量測範圍：AC (0.1 ~ 7) V rms (頻率：1 Hz ~ 500 Hz)
- 量測不確定度：0.2 $\mu\text{V}/\text{V}$ ~ 8 $\mu\text{V}/\text{V}$

B.工作成果：

- 完成 AC PJVS 系統之低頻(< 500 Hz)交流電壓取樣量測技術的建立

a. AC PJVS 針對交流電壓源執行量測之結果說明【量測頻率範圍為(10 至 500) Hz】:

AC PJVS 針對 Fluke 5700A 執行量測的電壓範圍為(0.1 至 7) V rms(伏特均方根值)；頻率範圍為(10 至 500) Hz。其中，每週期內 AC PJVS 晶片合成輸出的量化電壓平台數量 N 為 50，取樣量測時間比率 r 除了在 500 Hz 量測時設定為 0.25 之外，其它量測頻率皆為 0.5。在此條件下，每次實驗皆執行 50 週期的電壓差值取樣量測，每個週期包含 50 個電壓平台上的電壓差值。以此 50 週期的量測數據作平均，即可得到在每個電壓平台上的電壓差值平均值，再透過快速傅利葉轉換分析法將各個電壓差值重新建構出由交流電壓源所輸出之電壓波形，並計算其波形振幅值。其中，基波振幅值須再以取樣誤差公式作波形振幅值修正，以確實得到精準的待校交流電壓均方根值。經 50 次針對該交流電壓源輸出電壓之振幅值量測結果作平均計算後，即可得到該交流電壓源輸出電壓之振幅平均值，相關量測結果及 A 類量測不確定度彙整如圖 1-4-27 及圖 1-4-28。

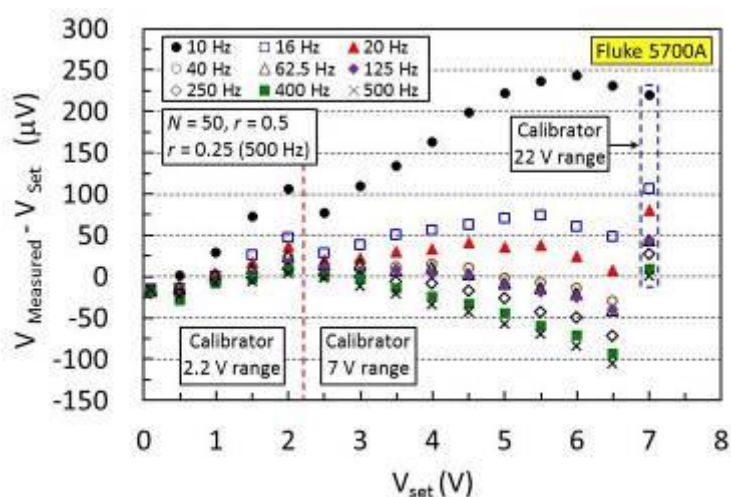


圖 1-4-27、AC PJVS 對 Fluke/5700A 執行交流電壓之量測結果

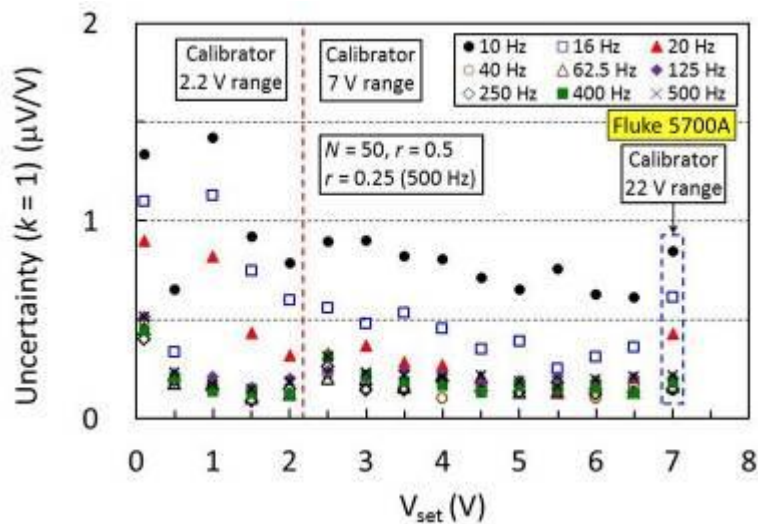


圖 1-4-28、AC PJVS 對 Fluke/5700A 執行交流電壓量測之 A 類不確定度

從量測結果可以得知，AC PJVS 系統確實能有效地執行精密交流電壓量測，交流電壓量測範圍為：(0.1 至 7) V rms，量測頻率範圍為：(10 至 500) Hz。此交流電壓源(廠牌/型號：Fluke/5700A)除了 2.2 伏特檔位之部份低頻電壓量測不確定度略大之外，其餘的交流電壓 A 類量測不確定度皆小於 1 $\mu\text{V/V}$ 。

此外，我們發現此交流電壓源在頻率低於 20 Hz 以及頻率高於 250 Hz 之量測值 (V_{measured})與標稱值(V_{set})的差值比其他頻率來的大許多，且 Fluke 5700A 在不同輸出檔位下，其量測值與設定值的差值變化量也有明顯的不同，對交流電壓源 2.2 伏特檔位而言，差值變化量約為 130 微伏；對交流電壓源 7 伏特檔位而言，差值變化量則約為 350 μV ，不過這些差值變化量都仍小於 Fluke 5700A 的所訂定之儀器準確度規格範圍內。此外，交流電壓源在頻率高於 40 Hz 時，其交流電壓量測結果的整體趨勢幾乎是一致的，據研究文獻指出，此應為 Fluke 57X0 系列之多功能校正器的基本特性。

- b. AC PJVS 針對交流電壓源(廠牌/型號：Fluke/5520A)執行量測之結果說明【量測頻率範圍為 < 10 Hz】：

完成以 AC PJVS 系統針對交流電壓源(廠牌/型號：Fluke/5520A)輸出之極低頻 (< 10 Hz)交流電壓的量測，電壓量測範圍為：(0.1 至 7) V rms，相關量測結果及 A 類量測不確定度彙整如圖 1-4-29 及圖 1-4-30。從量測結果可知，AC PJVS 系統能確實執行極低頻(< 10 Hz)交流電壓的量測，且對於此交流電壓源(廠牌/型號：Fluke/ 5520A)之所有電壓量測不確定度皆小於 0.5 $\mu\text{V/V}$ 。

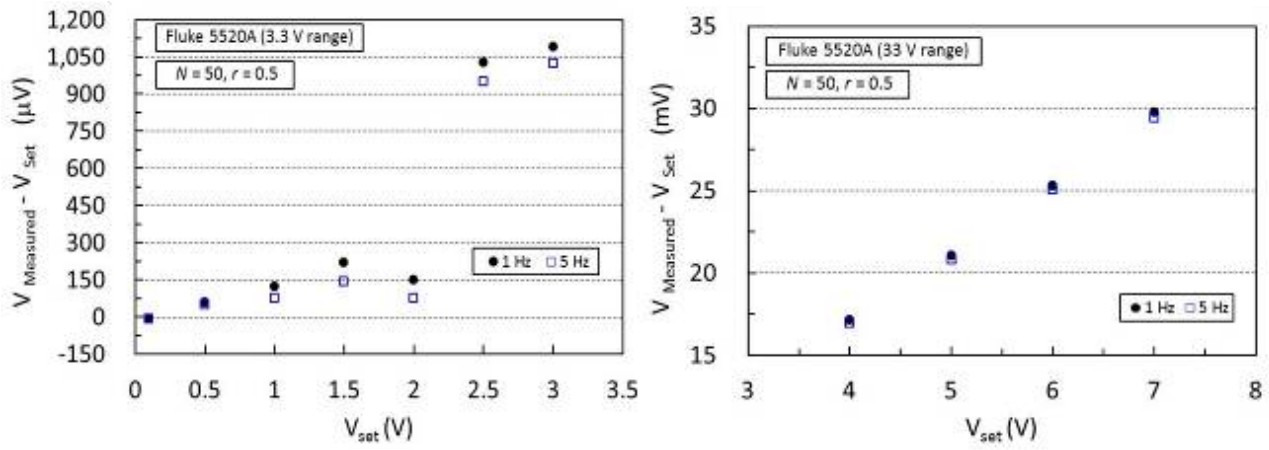


圖 1-4-29、AC PJVS 對 Fluke 5520A 執行交流電壓之量測結果

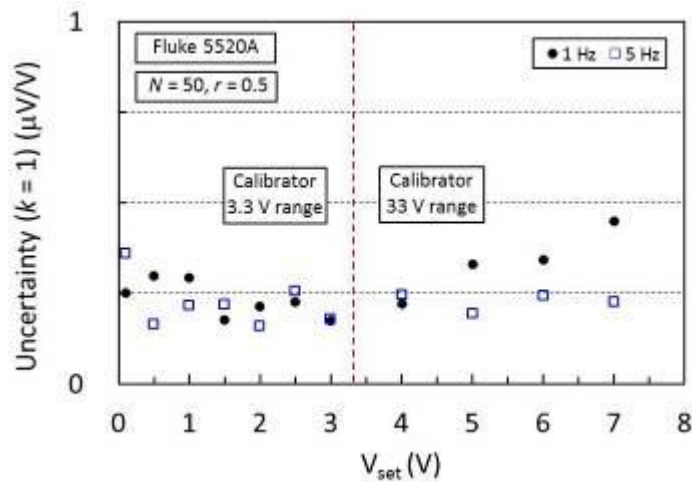


圖 1-4-30、AC PJVS 對 Fluke 5520A 執行交流電壓量測之 A 類不確定度

在實驗架構中 Fluke 5520A 是採用外部 10 MHz 作為時間基準，此外部 10 MHz 乃源自於已追溯至國家頻率標準的鈷原子鐘，這也使得 AC PJVS 整體量測架構皆採用同一個 10 MHz 作為時間基準，並藉此時間基準鎖定所有的時脈輸入信號。經相關實驗證實，在相同的時間基準下進行取樣量測，其相對量測標準差約為 10^{-6} 量級。因此，由於時間誤差(Timer Error) 而產生的量測不確定度相較於其他 B 類的量測不確定因子而言，是小到可以忽略的。

AC PJVS 系統主要的量測條件為，電壓差值取樣數據擷取週期次數為 10、每週期內 AC PJVS 晶片合成輸出的量化電壓平台數量 N 為 50，取樣量測時間比率 r 為 0.5。在量測過程中，藉由手動相位調整可使得 Fluke 5520A 輸出的待校交流電壓波形與 AC PJVS 合成輸出的標準交流電壓波形之間的電壓差值降至最低。此時，取樣電表(廠牌/型號：Agilent/3458A)即可採用較小的電壓檔位進行量測(如 1 V 或 100 mV 檔位)，以降低 A 類的量測不確定度。以 4 V rms 於頻率 1 Hz 的量測結果為例，其相位調整前後(相差 32°) 的兩組電壓差值為 48 μ V，亦即 12

$\mu\text{V}/\text{V}$ 。這相較於交流電壓源(廠牌/型號：Fluke/5700A)在相位鎖定下(相對相位差小於 $\pm 2^\circ$)，其交流電壓量測變異範圍小於 $2 \mu\text{V}/\text{V}$ 而言是偏大的。很顯然地，在進行交流電壓取樣量測時，待校波形與標準波形之間的相位差必須控制在 $\pm 2^\circ$ 的變化範圍內，以確保整體量測的精準度。

- 完成 AC PJVS 系統量測不確定度評估

以 AC PJVS 系統針對交流電壓源執行交流電壓差值取樣之量測不確定度經審慎分析與評估後，其量測不確定源共包含以下五項：

- 平均值標準差(A類)
- 取樣電表增益誤差(B類)
- 取樣電表溫度係數不確定度(B類)
- 取樣電表共模干擾不確定度(B類)
- AC PJVS 與交流電壓源相位誤差(B類)

本系統的量測範圍與量測不確定度如下，系統不確定度影響因素及估算各影響因子之結果如表 1-4-10 不確定度分量表所示，其計算之系統量測不確定度結果符合計畫目標。

量測電壓範圍：0.1 V (rms) ~ 7 V (rms)

量測頻率範圍：1 Hz ~ 500 Hz

量測不確定度：0.2 $\mu\text{V}/\text{V}$ ~ 8 $\mu\text{V}/\text{V}$

表 1-4-10、AC PJVS 校正之不確定分析表

V rms (V)	1 Hz	5 Hz	10 Hz	16 Hz	20 Hz	40 Hz	62.5 Hz	125 Hz	250 Hz	400 Hz	500 Hz
0.1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
1	0.8	0.8	1	1.6	1.1	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.8
1.5	0.6	0.6	0.8	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
2	0.5	0.5	0.6	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
2.5	0.4	0.4	0.5	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4
3.5	-	-	0.5	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
4.5	-	-	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5.5	-	-	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6.5	-	-	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3
7	0.5	0.3	0.8	0.7	0.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3

2. 系統設備汰換，共 5 套

(1)完成「直流電阻系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「低電阻電橋」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

- 驗收規格與測試檢驗結果節錄如表 1-4-11 所示。

表 1-4-11、自動電阻電橋驗收及測試結果

量測項目內容	驗收規格	實測值/測試結果
比率(Ratio)		
比率測試值	1:1	1.000001685
	10:1	10.000565863
	13:1	13.0004076741
加範圍擴充器的 比率測試值	1:1	1.000001697
	10:1	0.1000007657
	13:1	13.0004106973
	100:1	0.0100014146
	1000:1	0.00100015364
比率不確定度(Ratio Accuracy)		
0.01 mΩ to 1Ω:	$< 1 \times 10^{-6}$	實測比率不確定度: 3.9×10^{-8}
1Ωto 100 kΩ	$< 1 \times 10^{-7}$	實測比率不確定度: 4.6×10^{-9}
線性度	優於 $\pm 1 \times 10^{-8}$	實測線性度: 0.00090 ppm
量測方法	四線式	量測數據均使用四線式接線完成量測，具四線式量測功能。

(2)完成「氣壓量測系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「氣體式活塞壓力計」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

相關測試如下，測試結果符合要求。

- 設備須可用於量測絕對壓力與錶示壓力，實測確認本系統可用於量測絕對壓力與錶示壓力。
- 壓力範圍 7000 kPa 之活塞組(PISTON CYLINDER MODULE)，規格要求為：錶式壓力量測不確定度($2 \text{ Pa} + 2 \times 10^{-5} \times \text{壓力}$)，實測結果為：錶式壓力量測不確定度($2 \text{ Pa} + 1.8 \times 10^{-5} \times \text{壓力}$)。
- 壓力範圍 700 kPa 之活塞組，規格要求為：錶式壓力量測不確定度(0.2 Pa

- +1.4×10⁻⁵×壓力)，實測結果為：錶式壓力量測不確定度(0.2 Pa +8.5×10⁻⁶×壓力)。
- d. 活塞於最大壓力時，活塞由最高點降至最低點之時間須至少 3 分鐘。實測結果：壓力範圍 7000 kPa 之活塞組，行程為 4.5 mm，於 7000 kPa 時下降率為 0.5 mm/min，下降時間為 9 分鐘；壓力範圍 700 kPa 之活塞組，行程為 4.5 mm，於 700 kPa 時下降率為 0.2 mm/min，下降時間為 22.5 分鐘。
- e. 手動壓力控制器(Manual Pressure Control Pack)須可控制絕對壓力 1.04 kPa ~ 錶示壓力 7000 kPa。實測結果：可控制壓力範圍為絕對壓力 0.08 kPa ~ 錶示壓力 7000 kPa。
- f. 於絕對壓力操作時，真空罩真空度須在 5 Pa 以下，實測真空度可達 1 Pa ~ 3 Pa。

(3)完成「標準麥克風比較校正系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「標準麥克風比較校正系統」設計、請購、組裝及驗收。

B.設計、組裝及測試結果：

- 驗收規格與測試檢驗結果節錄如表 1-4-12 所示。

表 1-4-12、標準麥克風比較校正系統驗收及測試結果

驗收規格	實測值/測試結果
頻率範圍： DC 到大於 50 kHz	0 Hz (DC) 到大於 50 kHz
訊號輸入動態範圍： ≥ 140 dB	≥ 180 dB
訊號輸入通道： 可接受 IEEE P1451.4 規範之自動辨識感測器	當插入麥克風組時，可自動辨識感測器。
訊號輸出頻率響應(ref. 1 kHz)： ±0.1 dB @ 0.01 Hz to 50 kHz	± 0.1 dB @ 0.01 Hz to 50 kHz
訊號輸出頻率精度： ≤ 0.0005%	0.0001%

(4)完成「高壓氣體流量校正系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「溫控型陣列音速噴嘴流量校正系統」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

以 NML 高壓氣體流量校正系統的稱重法進行功能測試及校正，音速噴嘴流量系統校正得到的釋放係數(Cd) 整理後得到回歸係數如表 1-4-13 及 1-4-14 所示。

表 1-4-13、低於轉折點音速噴嘴 Cd 回歸係數

Nozzle index	Diameter d(mm)	transient pressure(bar)	transient Reynold No.	低於轉折點		
				a1	b1	c1
SN01	2.307	20.1	5.73E+05	-3.88E+00	0.00E+00	9.95E-01
SN02	3.271	20.0	8.08E+05	-3.14E+00	0.00E+00	9.96E-01
SN03	4.219	20.1	1.05E+06	8.15E+00	-4.06E+03	9.90E-01
SN04	6.679	15.1	1.26E+06	-3.62E+00	0.00E+00	9.98E-01
SN05	9.439	10.2	1.21E+06	-2.74E+00	0.00E+00	9.98E-01
SN06	11.555	10.2	1.48E+06	-3.01E+00	0.00E+00	9.99E-01
SN07	11.556	10.1	1.47E+06	-3.25E+00	0.00E+00	9.99E-01

表 1-4-14、高於轉折點音速噴嘴 Cd 回歸係數

Nozzle index	Diameter d(mm)	大於轉折點				
		a2	b2	c2	d2	e2
SN01	2.307	-6.74E-07	2.72E-03	2.67E+03	-6.47E+05	-3.09E+00
SN02	3.271	-2.95E-07	1.43E-03	1.99E+03	-5.71E+05	-1.56E+00
SN03	4.219	-2.32E-07	1.22E-03	2.00E+03	-6.23E+05	-1.37E+00
SN04	6.679	-5.40E-08	3.44E-04	8.20E+02	-3.04E+05	1.87E-01
SN05	9.439	-1.76E-08	1.22E-04	3.20E+02	-1.20E+05	6.91E-01
SN06	11.555	-6.83E-09	5.67E-05	2.05E+02	-8.75E+04	8.29E-01
SN07	11.556	6.78E-09	-5.45E-05	-2.06E+02	9.80E+04	1.16E+00

(5)完成「風速校正系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「雷射都卜勒測速儀」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

- 驗收規格與測試檢驗結果節錄如表 1-4-15 所示。

表 1-4-15、雷射都卜勒測速儀測試結果

驗收規格	實測值/測試結果
雷射瓦數：1 W 以上	量測雷射出口測得雷射功率1 W
可產生二個波長的雷射光束可涵蓋應用於一維及二維雷射光束	產生二個波長488 nm 和514 nm 的雷射光束可涵蓋應用於一維及二維雷射光束
量測距離範圍 40 cm 至 80 cm	可至40 cm至80 cm
條紋間距，探頭內具有收光模組。	以轉盤校正條紋間距， 轉盤量測範圍：(2至5) m/s， 評估量測不確定度小於0.2 %。
可量測速度範圍：0 to 100 m/s	合格
速度測量精度 $\leq 0.1\%$	合格
頻率範圍可至 100 MHz 以上	合格

3. 小型系統精進研究與改善，共6套

(1) 低壓氣體流量校正系統(F06)改善工作

- 系統待改善問題

管式校正器內氣體溫度，僅能於標準玻璃管前端一段距離處量測，通過量測位置至標準玻璃管間管路容易受到外部環境影響導致氣體溫度變化，特別是在小流量之校正條件，收集時間拉長增加熱傳時間，加上管徑或玻璃管徑較小時熱傳面積與氣體體積比較大，熱傳現象影響更加明顯，導致小流量校正數據穩定性隨天氣與空調設定起伏不定。

- 解決方案

- 在管式校正器周圍加裝空調氣流隔離罩，降低空調溫度大幅變化之影響。
- 於隔離罩內，加裝數台小型風扇形成內部氣流循環，使管式校正器本體及隔離內氣流溫度趨於一致。
- 於隔離罩內加裝鋁製小型油浴，使其油浴溫度與隔離罩內氣流溫度達成平衡，校正時將通過受測氣量計之氣體先導入油浴內不銹鋼管，然後在進入標準玻璃管內，藉此方式快速達到管路內氣溫與隔離罩內氣溫一致之條件，減少溫度變化之可能性，目前溫差可控制在 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以內。

(2) 微流量量測系統(F11)改善工作

- 系統待改善問題

系統操控人機介面不夠完善，且無法自動產生包含該次校正件資訊的報表，使

得後處理需耗費較多人力與時間。此外，原本系統僅有動態啟始結束、動態秤重之操作模式，然對於某些種類的校正件(如針筒幫浦)，使用靜態啟始結束、靜態秤重法之結果會較為穩定，不確定度亦較小，故需建立相關的程序及方法以達成目的。

- 解決方案

- a. 完成微流系統(F11)操控程式軟體及人機介面更新，包括校正數據樣本檔、廠牌型號序號之相關資訊資料庫皆可以文字檔任意編輯與儲存。
- b. 建立微流系統(F11)靜態啟始/結束靜態稱重之校正程序，使微流系統執行流量計總量量測校正時，可有效降低量測不確定度。

(3) 長尺校正系統(D17)改善工作

- 系統待改善問題

原長尺校正系統(D17)控制器為DOS作業系統，已發生過無法開機，需重先插卡經多次試插後，始能成功開機。且原移動台(滾動磨擦移動) 會被10 m的信號、電源線的重量摩擦力量拖住無法移動，因此無法自動量測。

- 解決方案

更換控制器為window作業系統及無線傳輸控制模組更換，經由Labview程式藉由Wi-Fi遠端控制移動台移動及影像的傳輸，已撰寫程式完成自動定位量測，解決電源導線造成之系統問題。

(4) 電磁場強度校正系統(U06)改善工作

- 系統待改善問題

- a. 代校件與產生源之架設與對位問題：

根據標準電磁場強度產生方式，會有不同架設方式：在電波暗室量測方式中，代校件需架設在與產生源同高度軸線上，並根據不同的頻率，而改變架設量測距離，再者，產生源有時也會有旋轉需求；在橫電磁波室量測方式中，需根據不同的橫電磁波室，而改變架設量測高度，以往這些對位方式皆以人工對位方式進行量測，在其對位之精確度不佳，而導致量測重複性下降，且在架設上相當耗時。

- b. 未有旋轉機構：

根據電磁場強度計之量測標準 IEEE 1309 std.，在標準中提及，當無法使電磁場強度計之感測元件與產生標準電磁場的極化方向平行時，需將電磁場強度計進行360度旋轉，並同時記錄其量測之最大值、最小值與平均值，在目前系統中，並未有旋轉機構可完成標準所提及方式。

- 解決方案

在電波暗室與橫電磁波室中，直接在產生源與架設擺放之軸線上加裝固定高度位移(橫電磁波室)、距離位移系統(電波暗室)與旋轉機構(橫電磁波室、電波暗室)，若會影響標準電磁場產生之精確度的機構，需再使用相對應的吸波體進行相關處理，以降低影響產生均勻標準電磁場之精確度。量測時，再利用撰寫的程式，對其位移與旋轉機構與產生標準電磁場儀器進行控制與產生相對應頻率與電磁場強度之標準電磁場，提高對代校件架設的對位精確度與縮短架設時間，以增加量測重複性與準確度。

(5) 力量比較校正系統(N03)改善工作

- 系統待改善問題

N03 系統之油壓控制系統無法提供穩定之壓力，因此於本年度進行控制系統之更新，更新後可提升系統於進行校正時產生力量之穩定性。

- 解決方案

增加回饋控制，擷取顯示器 RS-232 所送出之力量信號，再由程式設定需要的控制力量及持壓時間，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。由於採用自動控制模式，因此改善後能自動化的執行 ASTM E74 以及 ISO 376 標準。

(6) 雷射干涉式微壓原級標準系統(P06)改善工作

- 系統待改善問題

雷射干涉式微壓原級標準系統目前以貓眼浮子將雷射訊號聚焦於水銀面上，並讀取雷射光反射後的干涉訊號來計算高度差。由於在加壓及減壓時水銀面很容易受到擾動，導致雷射干涉訊號時常發生異常。為避免此項因素發生，必須以人工來減低加減壓速度至約 1 Pa/sec。以此速度，只是單純加壓到全壓力 10 kPa，就需時 2.8 小時。若再進行平均 5 個壓力點的校正，往往一個加壓及減壓的循環校正就需要較長的時間(約 6 小時)，而不易連續完成。另雷射干涉式微壓原級標準因為水銀柱高度僅 17 cm，為避免水銀外洩，故無自動加壓及減壓設計，因此也較不適合用來對外校正。

- 解決方案

將 P06 系統原查核件 FPG 8601 力平衡式活塞壓力計(1 Pa ~ 15 kPa) 修復更新主機板、溫濕度感測器及改良進氣排氣系統，並完成活塞有效面積自我追溯及有效面積與不確定度計算。目前已可進行自動控制加壓及減壓，使加壓到全壓力 10 kPa 並穩定，在 10 分鐘內即可達成，壓力範圍在 1 Pa ~ 10 kPa 的系統不確定度經計算為 0.01 Pa ~ 0.3 Pa。

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
標準系統建立		3項	3項	擴建E20、E26，新建D29
專利	申請	-	1件	
	獲證	-	-	
論文	國內期刊	6篇	8篇	
	國外期刊	-	2篇	1篇SCI
	國內研討會	6 篇	3篇	
	國外研討會	4 篇	6篇	
研究報告		12份	13份	

【執行成果說明】

(一)、三維尺寸量測與技術

【全程技術建立時程】

	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 建立雷射絕對測距技術，量測不確定度：1 × 10⁻⁶ L 雙軸旋轉追蹤機構 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 μm + 0.7 × 10⁻⁶ L 自動追蹤雷射絕對測距技術：雙軸旋轉追蹤機構旋轉徑向誤差小於 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 × 10⁻⁶ 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"> 三維尺寸標準件校正技術，階規校正： 量測範圍：(10 ~ 1000) mm 量測不確定度： 0.4 μm + 0.5 × 10⁻⁶ L。 自動追蹤雷射絕對測距： 解析度：0.1 μm， 量測不確定度： 0.5 μm + 1 × 10⁻⁶ 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 mm 頻率：20 Hz ~ 7 kHz

【本年度目標】

新建 CMM 校正系統，發展自動追蹤雷射絕對測距技術、音頻/振動量測技術。

- CMM 校正系統：
 - ✓ 量測不確定度： $0.4 \mu\text{m} + 0.7 \times 10^{-6} \times L$ (不含待校件不確定度， $k=1$)
- 自動追蹤雷射絕對測距技術：
 - ✓ 雙軸旋轉追蹤機構：旋轉軸旋轉徑向誤差小於 $5 \mu\text{m}$ ，軸向誤差小於 $2 \mu\text{m}$
 - ✓ 雙光梳絕對測距：量測不確定度 $0.3 \times 10^{-6} \times L$ 。
- 線上(In-processing)音頻、振動量測技術開發：
 - ✓ 線上(In-situ)動態旋轉軸偏擺量測技術：
 - 徑向誤差量測不確定度 $\leq 3 \mu\text{m}$ ，軸向誤差量測不確定度 $\leq 2 \mu\text{m}$ 。

【執行成果】

1.CMM 校正系統

座標量測儀(coordinate measuring machine, CMM)校正系統係以 LaserTRACER 做為標準件，CMM 校正系統追溯圖如圖 2-1-1 所示。LaserTRACER 是由英國國家物理實驗室(National Physical Laboratory, NPL)與德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)，所共同開發的高精密度與準確度之幾何誤差量測儀器，主要量測對象為三維空間移動能力的機台，如工具機、CMM 等。LaserTRACER 的設計是以雷射干涉儀為量測基礎，量測參考基準為一真圓度小於 $0.1 \mu\text{m}$ 的鋼製標準球，雷射干涉儀架設在一兩軸旋轉機構，該機構以球心作為旋轉中心，透過雷射干涉儀及兩軸旋轉機構，LaserTRACER 能夠同時追蹤並量測待測物(反射鏡)的移動距離變化。

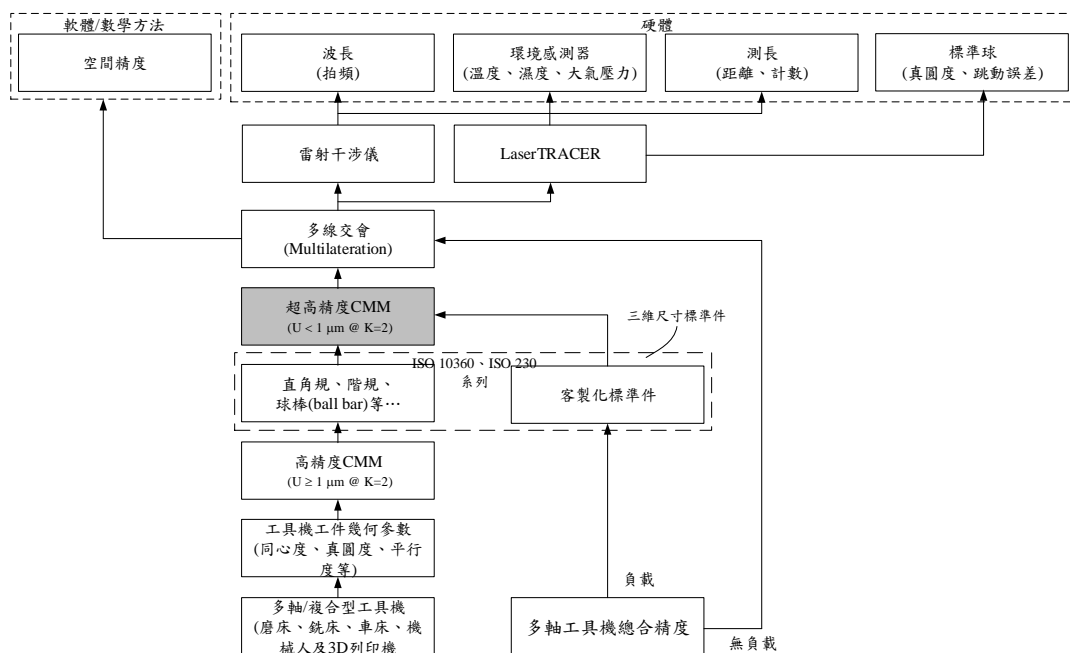


圖 2-1-1、CMM 校正系統追溯圖

(1)座標量測儀校正程序

CMM 校正系統是將反射鏡(可使用貓眼反射鏡及角耦反射鏡等)架設在 CMM 的測頭上，利用 LaserTRACER 追蹤與量測反射鏡相對於 LaserTRACER 的位移變化，以 LaserTRACER 量測的位移變化計算 CMM 定位準確度，以達到 CMM 校正目的。本計畫所建立 CMM 校正系統的校正能量為：

- x 軸最大量測範圍：1200 mm
- y 軸最大量測範圍：1000 mm
- z 軸最大量測範圍：700 mm
- 標準不確定度(U)預估可達 $U = 0.4 \mu\text{m} + 0.7 \times 10^{-6} \times L (k=1)$ ；

其中， L 為量測距離，單位為 m，不含待校件不確定度。

圖 2-1-2 為 CMM 校正程序，分為 6 個主要步驟：(1)校正前先確認待校 CMM 規格是否符合本校正系統能量，特別是 x 、 y 、與 z 軸行程必須分別在 1200 mm、1000 mm 與 700 mm 之內；(2)依待校 CMM 狀況進行量測路徑規劃，將量測路徑規畫完成後所產生的程式碼輸入 CMM 中；(3)儀具架設則按量測程式規劃，將 LaserTRACER、反射鏡(可為貓眼反射鏡或角耦反射鏡)與無線溫度感測器等穩固地安裝、設置於 CMM 上，並手動調整 LaserTRACER 讓雷射光鎖定貓眼反射鏡，讓 LaserTRACER 開始進行追蹤；(4)量測儀具架設完畢，即可執行輸入至 CMM 量測路徑進行 CMM 暖機程序，確認 LaserTRACER 可在規畫量測路徑中全程追蹤反射鏡，避免雷射光無法反射回 LaserTRACER 造成量測程序中斷；(5)依量測程式完成至少 3 次的量測；(6)檢視及處理量測數據，撰寫校正報告。

圖 2-1-3 為 LaserTRACER 進行 CMM 校正時的實際照片。

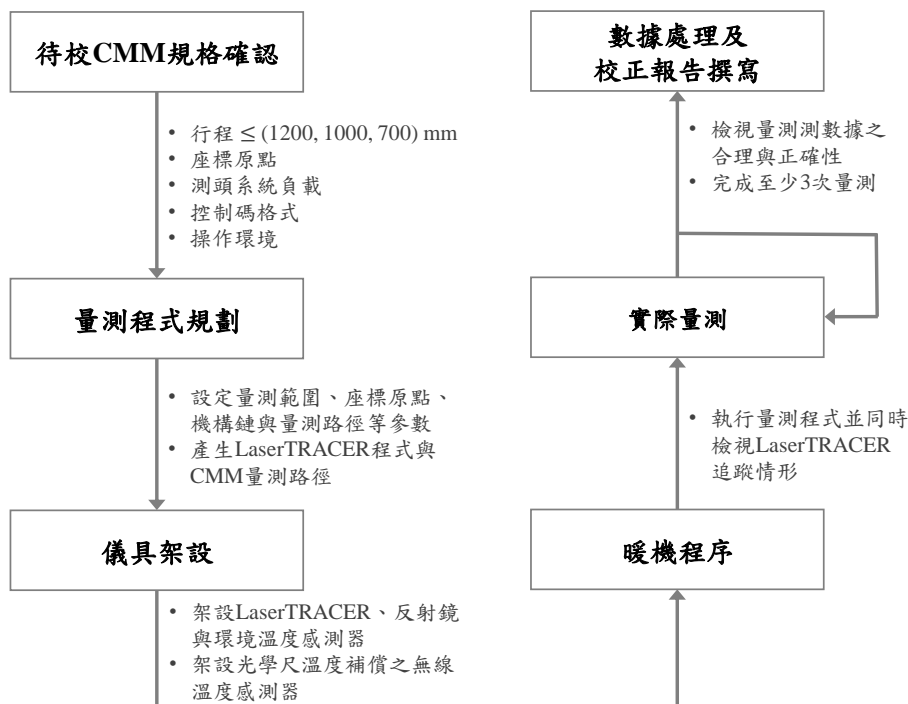


圖 2-1-2、CMM 校正程序



圖 2-1-3、LaserTRACER 實際進行 CMM 校正之情況

(2)CMM 校正系統評估

CMM 校正系統採用多線交會(multi-lateration)演算法作為坐標與定位準確度的計算基礎，多線交會方法如圖 2-1-4 所示。LaserTRACER 以雷射干涉儀進行距離量測，當分別假設 LaserTRACER 的坐標 \bar{x}_0 為 (x_0, y_0, z_0) 與反射鏡的坐標 \bar{x}_i 為 (x_i, y_i, z_i) 時，兩者距離為其雷射干涉儀初始距離 l 與距離量測結果 Δl 之總和，式(1)表示彼此的關係：

$$|\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{0j}| = \sqrt{(x_i - x_{0j})^2 + (y_i - y_{0j})^2 + (z_i - z_{0j})^2} = l_{0j} + \Delta l_j \quad (1)$$

若考量雷射干涉儀量測時的殘餘誤差 w_i ，則式(1)可改寫為式(2)。

$$l_{ij} + l_{0j} + w_{ij} = s_j \sqrt{(x_i - x_{0j})^2 + (y_i - y_{0j})^2 + (z_i - z_{0j})^2} \quad (2)$$

其中，LaserTRACER 坐標 \bar{x}_0 與雷射干涉儀的初始距離 l_0 為未知數，共計 4 項 ($j=0,1,2,3,4$)。當滿足下列條件時，可求得解：

$$5 \times m + 3 \times n \leq m \times n \quad (3)$$

其中， m 為雷射追蹤儀的數目為， n 為量測點數。上式可知，當 $m \geq 4$ 時才可能有解，亦即採用多線交會演算法至少需要四台 LaserTRACER，或將 LaserTRACER 分次擺放在四個不同位置進行量測，方可有解。

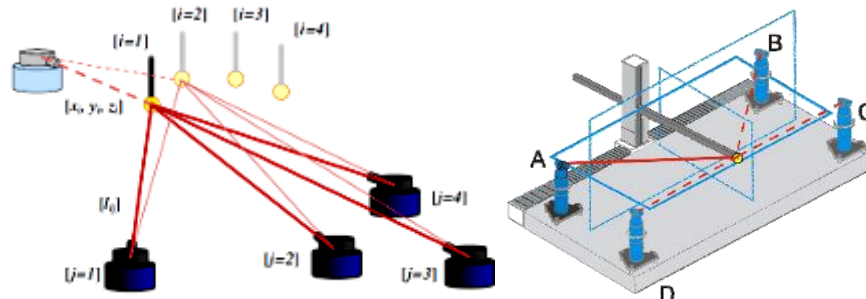


圖 2-1-4、多線交會(multi-lateration)演算法示意圖

根據式(2)可知 Δl 是影響多線交會計算結果正確與否的重要變數，故本校正系統將針對 LaserTRACER 的距離量測能力，依據 ISO/IEC Guide 98-3:2008 進行評估，之後再利

用與蒙地卡羅方法(Monte Carlo method, MCM)分析、溫度、與機台誤差等因素對於座標計算的影響程度，以評估本系統的量測不確定度，以下將先就 LaserTRACER 的距離量測能力進行評估。

雷射干涉儀標準不確定度

影響雷射干涉儀距離讀值的不確定度因子包含雷射干涉儀計數(N)、雷射光波長(λ_0)、與空氣折射率(n_{tpf})，下式即為雷射干涉儀距離量測方程式：

$$L = N \cdot \lambda_0 / 2 \cdot n_{tpf} ; \quad (4)$$

由上式可推導出雷射干涉儀的標準不確定度如下：

$$u(L) = \sqrt{[\partial L / \partial N \cdot u(N)]^2 + [\partial L / \partial \lambda_0 \cdot u(\lambda_0)]^2 + [\partial L / \partial n_{tpf} \cdot u(n_{tpf})]^2} 。 \quad (5)$$

以下就此三個因子進行不確定度評估說明。

雷射干涉儀計數(N)：

雷射干涉儀計數受到最小計數解析度的影響，假設雷射干涉儀計數誤差所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 1，則標準不確定度 $u(N)$ 為 $1/\sqrt{3}$ ，靈敏係數 $\partial L / \partial N$ 為 $77.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，估計相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(N)$ 為 200。

雷射光波長(λ_0)：

根據國家度量衡標準實驗室(NML)報告所提供的雷射波長為 $0.6329914501 \mu\text{m}$ 且雷射波長變動範圍之擴充不確定度為 $1.20 \times 10^{-8} \mu\text{m}$ ($k=2$)，則雷射波長的標準不確定度 $u(\lambda_0)$ 為 $6.00 \times 10^{-9} \mu\text{m}$ ，靈敏係數 $\partial L / \partial \lambda_0$ 為 $1.58 \times L \mu\text{m}^{-1}$ ，估計相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(\lambda_0)$ 為 200。

空氣折射率(n_{tpf})

非真空中的雷射波長會受空氣折射率變化而改變，主要是受到空氣溫度(t ，單位為 $^{\circ}\text{C}$)、大氣壓力(p ，單位為 Pa)、與水蒸氣分壓(h ，單位為 μm^{-1})所構成的函數影響，NPL 修正後的 Edlen 空氣折射率公式對修正雷射波長之分析結果如表 2-1-1 所示。

表 2-1-1、空氣折射率(n_{tpf})各參數分析

誤差因子	變異範圍	標準不確定度	靈敏係數	量測不確定度
空氣折射率公式	—	$1.00 \times 10^{-8} \mu\text{m}$	1	1.00×10^{-8}
空氣溫度	$\pm 1 ^{\circ}\text{C}$	$0.577 ^{\circ}\text{C}$	$9.53 \times 10^{-7} ^{\circ}\text{C}^{-1}$	5.50×10^{-7}
大氣壓力	$\pm 200 \text{ Pa}$	115.470 Pa	$2.68 \times 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$	3.09×10^{-7}
相對溼度	$\pm 10 \%$	2.887%	$8.50 \times 10^{-9} \%^{-1}$	2.45×10^{-8}

➤ 標準球與轉軸對心之標準不確定度

LaserTRACER 進行量測時，以標準球球面為反射面，故標準球球面形狀偏差(S_{form})將影響量測不確定度。由於 LaserTRACER 是將雷射干涉儀放置在一台兩軸旋轉台上進行追蹤，旋轉台的旋轉誤差將造成雷射干涉儀的光程差，使量測結果產生量測不確

定度。此外，量測過程中會影響量測不確定度的因子尚有反射鏡：

✓ 標準球球面形狀偏差(S_{form})

標準球球面的形狀誤差(form error)將導致雷射干涉儀基準距離的變化，LaserTRACER 所使用標準球之真圓度為 50 nm，假設標準球形狀誤差所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 $25 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，則標準不確定度 $u(S_{form})$ 為 $14.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，靈敏係數 $\partial S / \partial S_{form}$ 為 1，估計其相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(S_{form})$ 為 200。

✓ 熱膨脹效應(S_{ts})

溫度的變化將使得基準球位置偏移，導致量測光路產生偏移。LaserTRACER 的標準球材料為鋼質，球徑約為 25.4 mm，熱膨脹係數為 $11.5 \times 10^{-6} \times L$ (1/K)，標準球的基座為長度 137.3 mm 的鈦鋼圓棒，其熱膨脹係數為 $0.60 \times 10^{-6} \times L$ (1/K)，其中 L 為長度，其單位為 m。在量測過程中，若溫度變化為 ± 1 K 且標準球及其基座的熱膨脹效應為線性，則標準球導致的偏移距離為 $146 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，假設此距離變化所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 $146 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，則標準球偏移距離的標準不確定度 $u(S_{ts})$ 為 $84.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，靈敏係數 $\partial S / \partial S_{ts}$ 為 1，估計其相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(S_{ts})$ 為 200。

同樣的，標準球基座導致的偏移距離為 $82.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，假設此距離變化所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 $82.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，則基座偏移距離的標準不確定度 $u(S_{tb})$ 為 $47.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，靈敏係數 $\partial S / \partial S_{tb}$ 為 1，估計其相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(S_{tb})$ 為 200。

✓ 側向偏位(S_{offset})

由於 LaserTRACER 的兩軸旋轉機構在運動時包含了跳動誤差(runout error)，其導致量測時的光程差，以 P2 等級的精密軸承來說約有 $5 \mu\text{m}$ 的跳動誤差，保守估計側向位移距離為 ± 0.01 mm，在標準球半徑為 12.7 mm 時，基準距離將增加 4 nm，如式(9)。

$$d_i = r_{sphere} - \sqrt{r_{sphere}^2 - l_{offset}^2} = 12.7 - \sqrt{12.7^2 - 0.01^2} = 4 \times 10^{-6} \text{ mm} \quad (9)$$

假設基準距離變化所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 4×10^{-6} mm，則標準不確定度 $u(S_{offset})$ 為 2.3×10^{-6} mm，靈敏係數 $\partial S / \partial S_{offset}$ 為 1，估計其相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(S_{offset})$ 為 200。

$$\begin{cases} d_{out3} = -2\delta_m(nf + t)/nR_3 \\ \theta_{out3} = 2\delta_m(nf - n^2f + nR_1 - nt + t)/nR_1R_3 \end{cases}$$

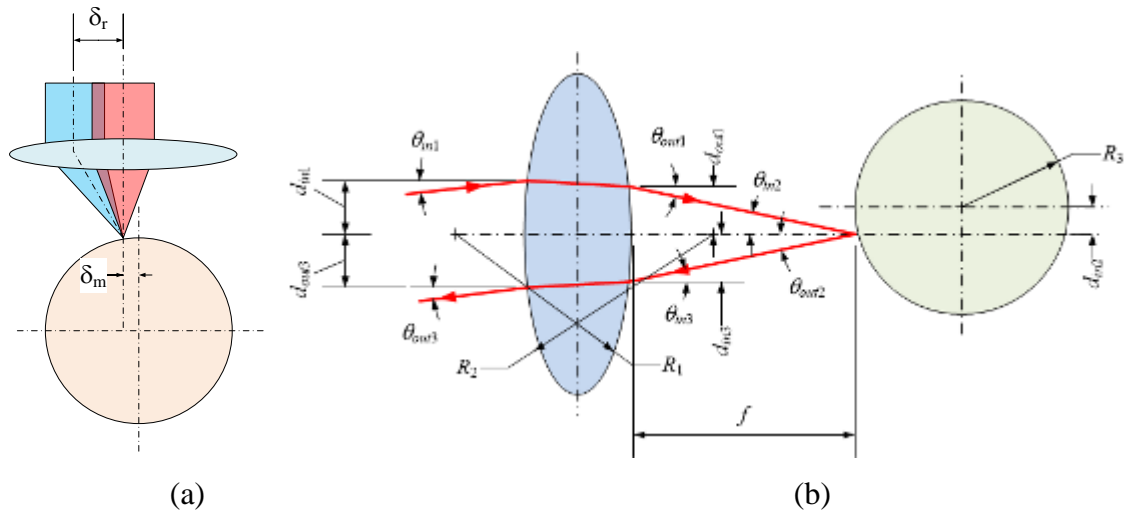


圖 2-1-5、(a)光軸未對正球心時所產生的反射光偏差；(b)光路偏差數學模型。

✓ 反射鏡(S_{form})

貓眼反射鏡表面的形狀誤差將造成雷射干涉儀距離量測時的量測不確定度，LaserTRACER 的貓眼反射鏡形狀誤差規格為 $0.17 \mu\text{m}$ ($k = 2$)，假設該形狀誤差所引起的不確定度為矩形分佈，變異範圍之半寬為 $85.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，則標準不確定度 $u(S_{form})$ 為 $49.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ，靈敏係數 $\partial R / \partial R_{form}$ 為 1，估計其相對不確定性為 5%，可得自由度 $\nu(S_{form})$ 為 200。

綜合以上之計算，LaserTRACER 的組合標準不確定度為 $0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L$ ($k=1$)，LaserTRACER 量測不確定度分析表如表 2-1-2 所示。

表 2-1-2、座標量測儀校正系統之量測不確定度分析表

誤差因子	變異值	標準不確定度	靈敏係數	量測不確定度
雷射干涉儀計數(N)	1	0.577	$77.0 \times 10^{-6} \mu\text{m}$	$44.5 \times 10^{-6} \mu\text{m}$
雷射波長(λ_0)	—	$5.50 \times 10^{-9} \mu\text{m}$	$1.58 \times L \mu\text{m}^{-1}$	$9.48 \times 10^{-9} \times L$
空氣折射率(n_{air})	—	6.31×10^{-7}	$0.9997 \times L$	$6.31 \times 10^{-7} \times L$
標準球球面形狀偏差(S_{form})	$25.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	$14.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	1	$14.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$
熱膨脹效應(S_{ts})	—	—	1	$96.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}$
標準球偏移距離	$146.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	$84.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	—	—
基座偏移距離	$82.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	$47.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	—	—
側向偏位(S_{offset})	$4.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	$2.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	1	$2.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}$
貓眼反射鏡(S_{form})	$85.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	$49.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$	1	$49.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$
組合標準不確定度 ($k=1$)	$0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L$ (單獨針對 LaserTRACER)			

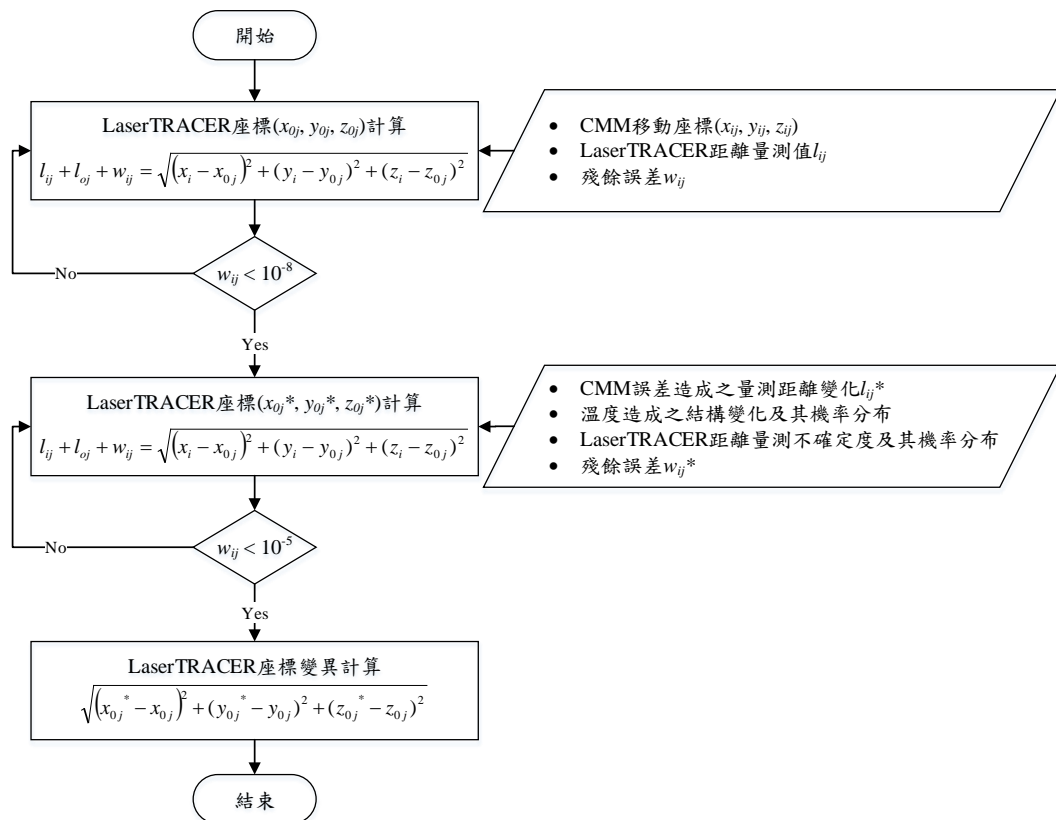


圖 2-1-6 為本系統利用 MCM 分析各項誤差參數對於座標影響程度的評估流程圖。評估的誤差參數包含有 LaserTRACER 的距離量測不確定度、CMM 定位誤差、與溫度所造成之結構變形等三項，以了解其對距離量測值 l_{ij} 及座標計算結果的影響。同時，本系統也將根據座標的差異程度訂定系統的擴充不確定度。

流程開始，LaserTRACER 座標 (x_{0j}, y_{0j}, z_{0j}) 是假設在待校 CMM 與距離量測值 l_{ij} 並無任何誤差的情況下進行計算，並以其作為參考基準；之後再將可能影響距離量測的三項參數納入計算，產生新的 LaserTRACER 座標 $(x_{0j}^*, y_{0j}^*, z_{0j}^*)$ ，表 2-1-3 列出三項誤差參數的假設條件。最後，計算兩者座標的差異情況，並依據其分布，訂定本 CMM 校正系統的擴充不確定度。

表 2-1-3、模擬參數之假設條件

參數	變異範圍	機率分布	其他
CMM 定位誤差	5 μm	定值	-
LaserTRACER 量測不確定度	$\pm (0.21 \mu\text{m} + 6.31 \times 10^{-8} \times L)$	常態	平均值為之距離量測值 l_{ij} (無誤差時)
溫度造成之結構變形	0.5 $^{\circ}\text{C}$	常態	熱膨脹係數： $11.5 \times 10^{-6} \times L$

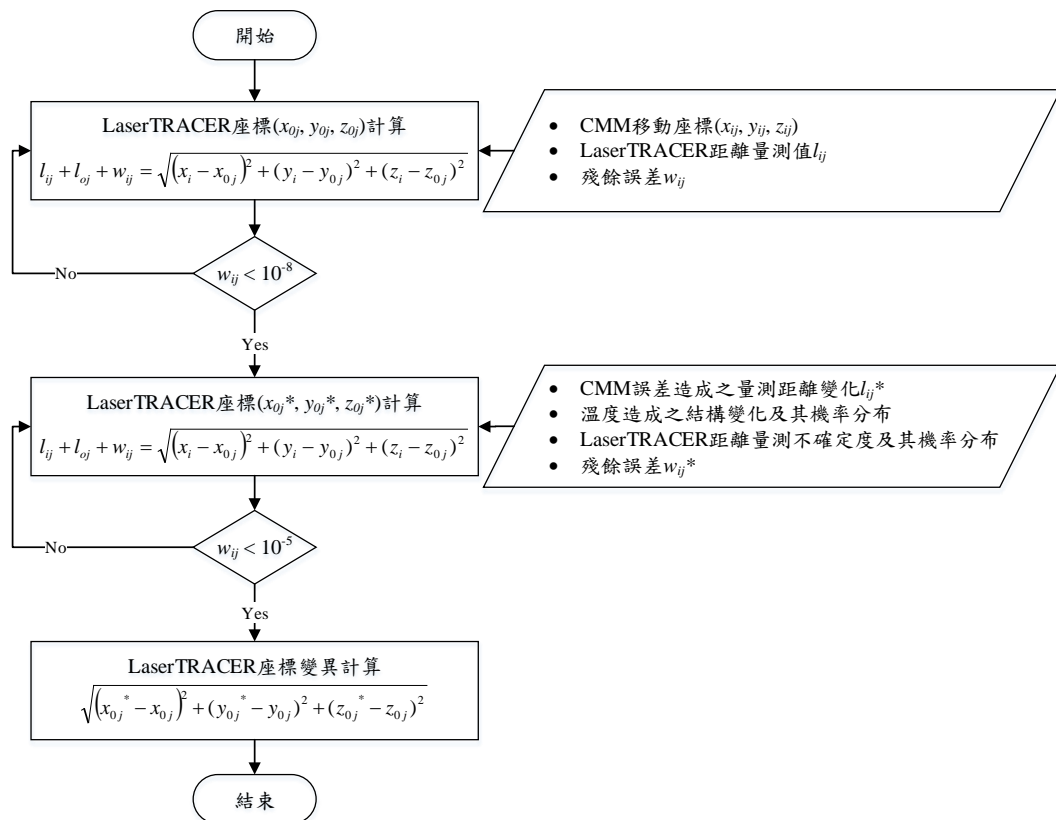
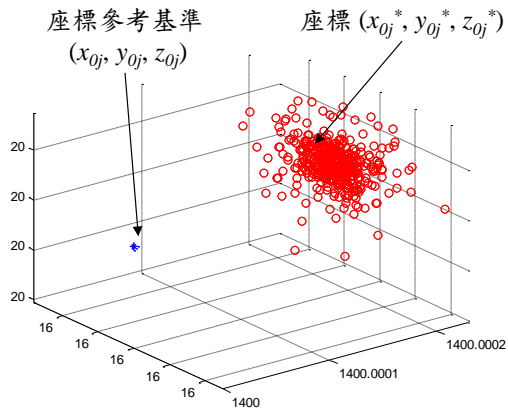


圖 2-1-6、CMM 校正系統之蒙地卡羅方法評估流程圖

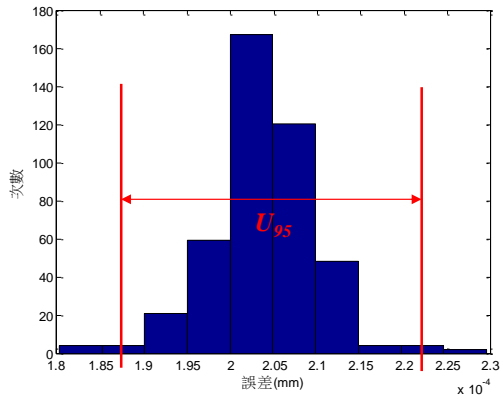
圖 2-1-7 為各距離區間的座標計算結果與誤差分布情況。由各座標的差異情況可以發現其呈現常態分布，在 95 % 的信賴水準下，本校正系統於各距離區間的量測不確定度 ($k=2$) 分別為：

- ✓ 0 ~ 500 mm : $U_{500 \text{ mm}} = 0.34 \mu\text{m}$
- ✓ 500 ~ 1000 mm : $U_{1000 \text{ mm}} = 0.34 \mu\text{m}$
- ✓ 1000 ~ 1500 mm : $U_{1500 \text{ mm}} = 0.25 \mu\text{m}$
- ✓ 1500 ~ 2000 mm : $U_{2000 \text{ mm}} = 0.21 \mu\text{m}$

0~500 mm

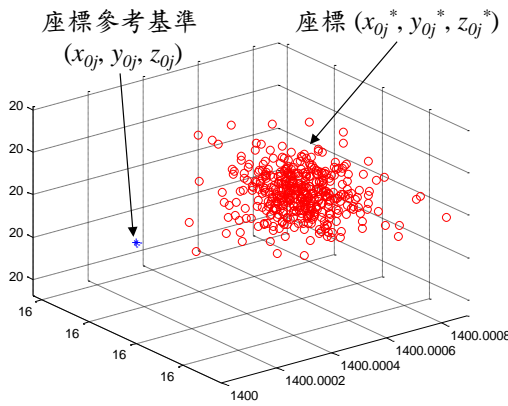


座標計算結果

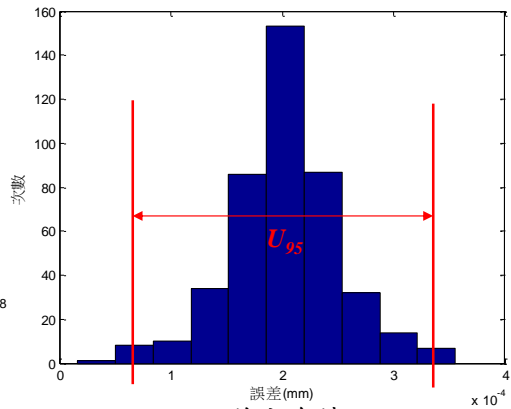


誤差分布情況

500~1000 mm

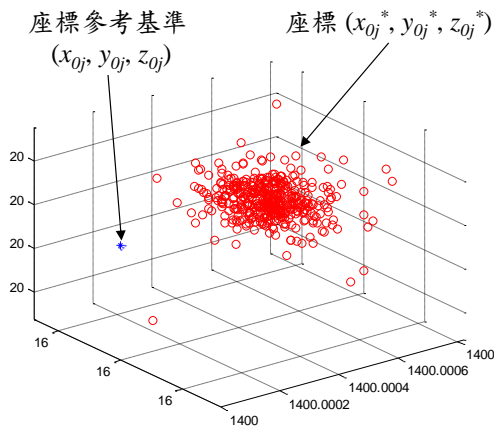


座標計算結果

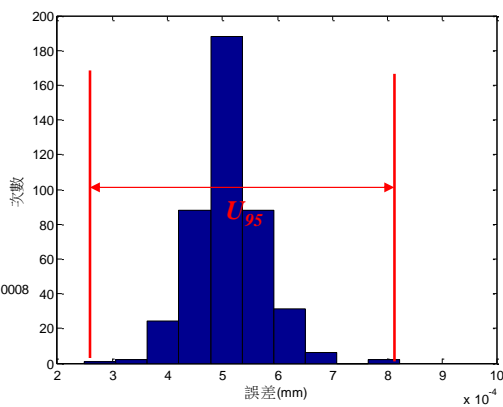


誤差分布情況

1000~1500 mm



座標計算結果



誤差分布情況

1500~2000 mm

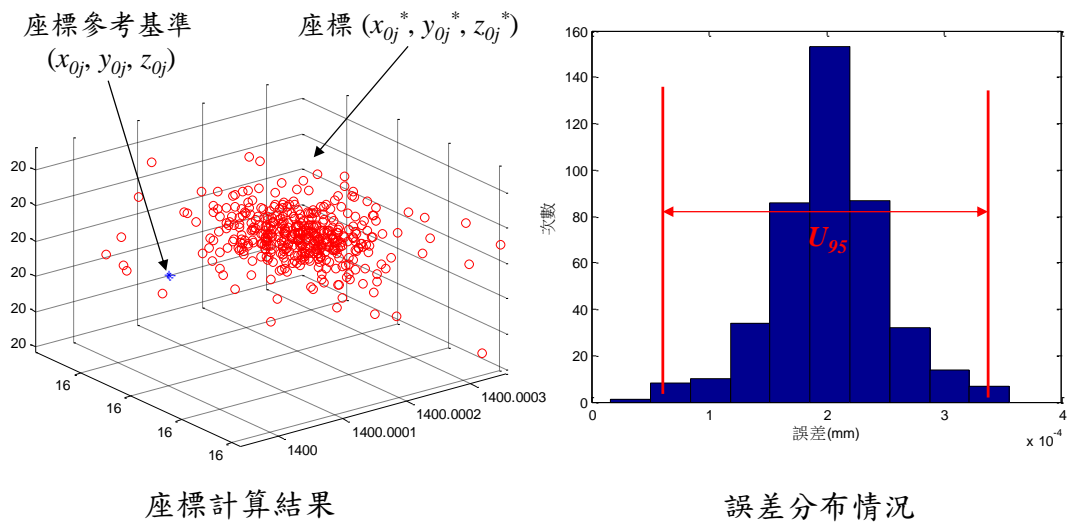


圖 2-1-7、座標計算結果與誤差分布情況

2. 自動追蹤雷射絕對測距技術：

(1) 雙軸旋轉追蹤機構：

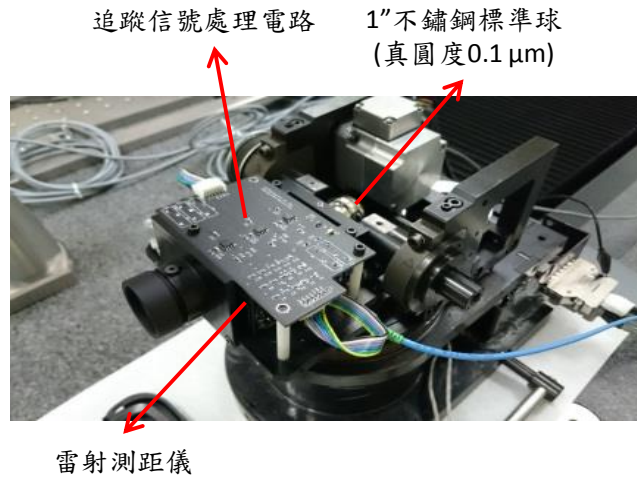


圖 2-1-8、自動追蹤雷射測距儀本體

自動追蹤雷射測距儀可粗略地分為三個部分：(1)雷射測距頭；(2)雙軸旋轉追蹤機構；(3)信號處理與追蹤控制電路。自動追蹤雷射測距儀是將雷射測距頭放置在一台雙軸旋轉追蹤機構上，雙軸旋轉治具主要由下轉盤(θ_z 方向)、上轉軸(θ_y)及旋轉致動元件所組成，其中下轉盤和上轉軸是透過皮帶輪進行帶動，主要構造和組件如圖 2-1-9 所示，圖 2-1-8 為第一代完成的自動追蹤雷射測距儀，係將雷射干涉儀組裝在一個雙轉旋轉平台上，其中，雷射干涉儀改以一個顆直徑 1 吋、真圓度 $0.1\ \mu\text{m}$ 的不鏽鋼製標準球做為反射面。

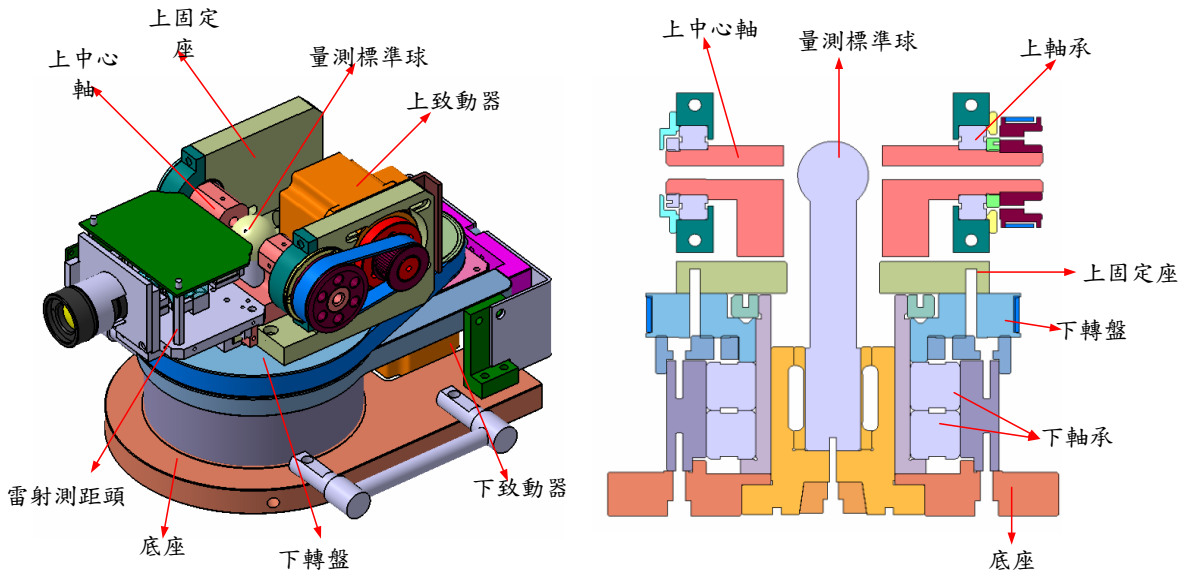


圖 2-1-9、雙軸旋轉追蹤機構主要構造與組件

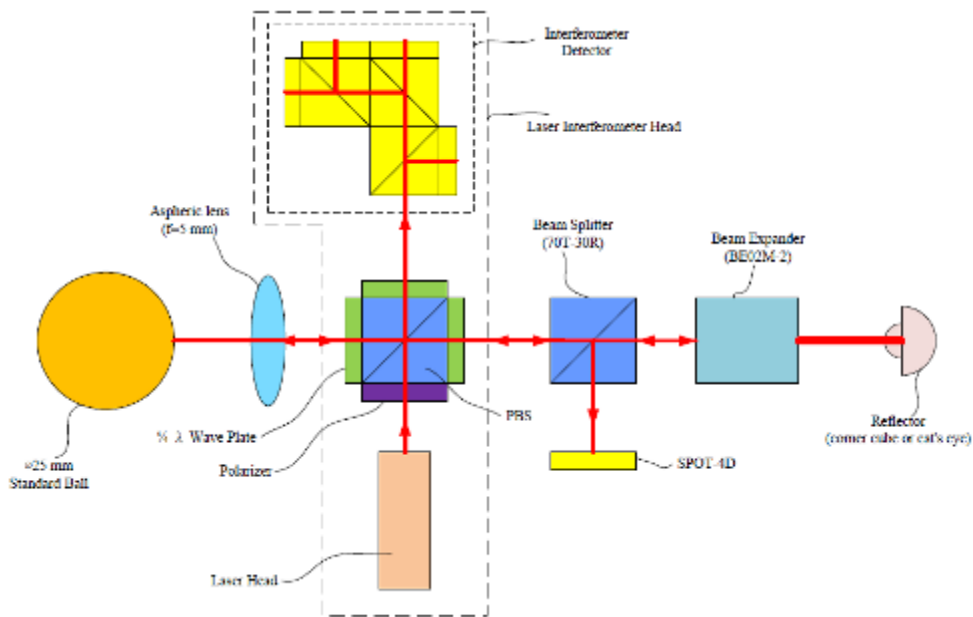


圖 2-1-10、雷射測距頭內部光路圖(含雷射干涉儀光路與自動追蹤光路)

雷射測距頭光路如圖 2-1-10 所示，圖中虛線框為雷射干涉儀的內部光路和元件。雷射干涉儀的參考光是經極化片(polarizer)、極化分光鏡(PBS)與 1/4 波長玻片(1/4 λ wave plate)進入雷射干涉儀的光偵測器；量測光則是通過極化片(polarizer)，經 PBS 反射(轉折 90 度)穿過一片 1/4 波長玻片、一個 70% 穿透、30% 反射的分光鏡(beam splitter)與兩倍擴束鏡(beam expander)然後入射至反射鏡(reflector)，其中反射鏡是裝置在待測物上。光束經反射鏡反射後沿原光路回去，在經過穿過 1/4 波長玻片時因偏振方向改變，使得反射光穿過 PBS、1/4 波長玻片及非球面透鏡(Aspheric Lens)再聚焦至球心上；該反射光經球面後會再次經過非球面透鏡與 1/4 波長玻片，此時因雷射光的偏振方向又再次改變，使得光經 PBS 時會產生反射(轉折 90 度)，然後光再經過 1/4 波長玻片後進入雷射干涉儀的光偵測器並與參考光產生干涉。在反射光路中(經反射鏡反射)，當光經過第二次 70% 穿透、30% 反射的分光鏡時，所產生的反射光會進入光位移感測器(PSD，所使用是 SPOT-4D)，當反射鏡有位置變化時，可由 PSD 測得，由信號處理電路將 PSD 信號傳至控制器後，即可進行自動追蹤。

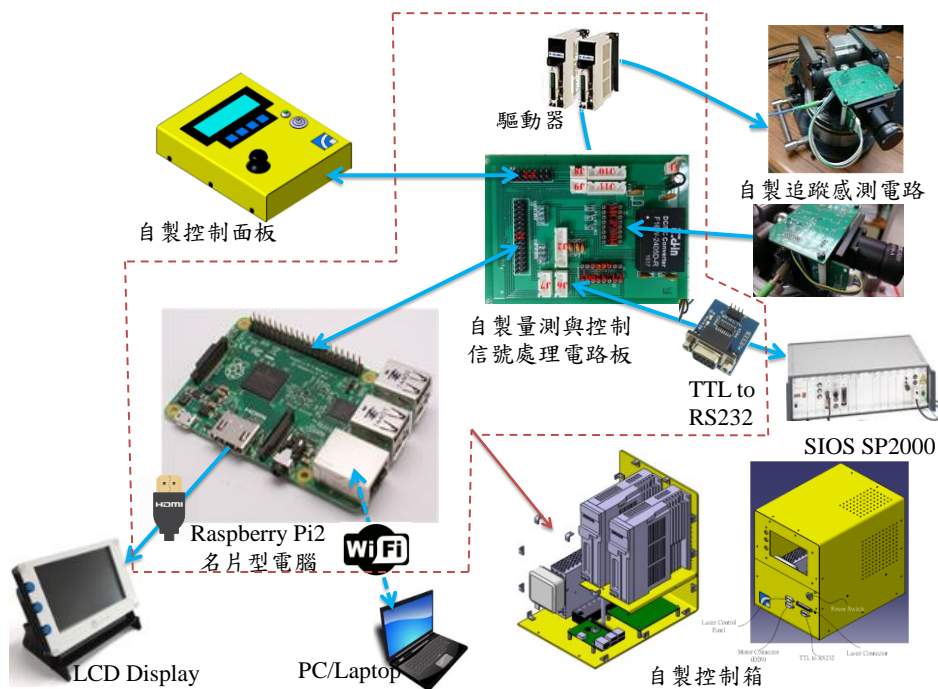


圖 2-1-11、雙軸旋轉追蹤機構追蹤控制信號架構圖

雙軸旋轉追蹤機構的控制與量測信號擷取架構如圖 2-1-11 所示，主要是以 Raspberry Pi2(一款名片型電腦)做為控制核心，搭配自製的「量測與控制信號處理電路板」與「追蹤感測電路板」進行閉回路控制，而雷射干涉儀則是透過 RS-232 介面連接至量測與控制信號處理電路板後與 Raspberry Pi2 進行溝通，可讓使用者透過 Raspberry Pi2 進行雷射干涉儀讀取與參數設定。圖 2-1-12 為自行利用 Visual Basic.net 開發之自動追蹤雷射測距儀軟體畫面，可進行雷射干涉儀讀值顯示與資料擷取以及追蹤信號的監視。

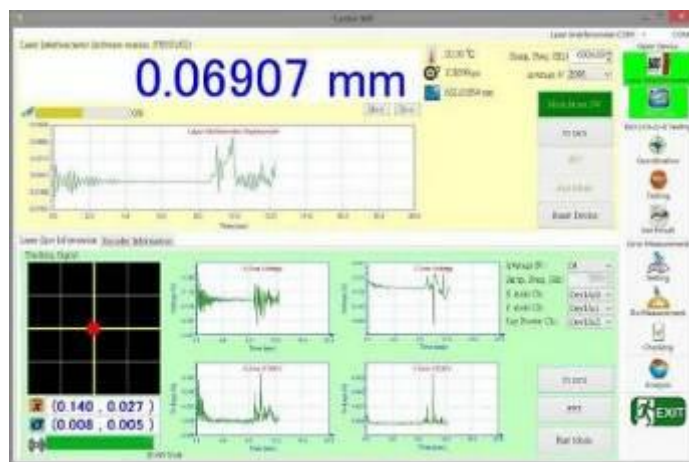


圖 2-1-12、自行開發之自動追蹤雷射測距儀軟體畫面

因為機構件在進行組裝時通常存在著組裝誤差，對於自動追蹤雷射測距儀來說，雙軸旋轉機構兩個旋轉中心是否對正球心是影響空間量測性能的關鍵，若兩個旋轉球未能對正球心將會使量測光無法讓雷射光的光軸穿過球心，造成量測光無法進入雷射干涉儀的感測器進行測距。為了測試完成組裝後的自動追蹤雷射測距儀的測距功能是否正常，

我們將自動追蹤雷射測距儀與 CMM(Leitz Ultra)進行位移的比較，比較方式是將反射鏡架設在 CMM 的測頭上，量測現場的照片和比較結果如圖 2-1-13 所示，結果可以看到兩者有些差異，其中誤差的非線性有可能是因為反射鏡移動路徑與自動追蹤雷射測距儀的光束不平行所造成。由於此次實驗只是為了測試雷射干涉儀測距功能在進行光機電系統整合後是否能正常工作，故此次量測結果的差異並不在討論範圍。因為雷射干涉儀只能量測一個方向的位移，故前述的測試只是做單軸的量測，還無法看出三維空間量測功能是否正常，當反射鏡進行三維空間位移時，在實驗過程中發現雷射干涉儀的強度在雙轉旋轉平台轉動後有變低的情況，造成干涉儀無法正常測距，當把反射鏡移回原先單軸量測的位置上時，干涉儀可正常工作，研判是因為兩個轉軸未非常準確地對正球心所造成。

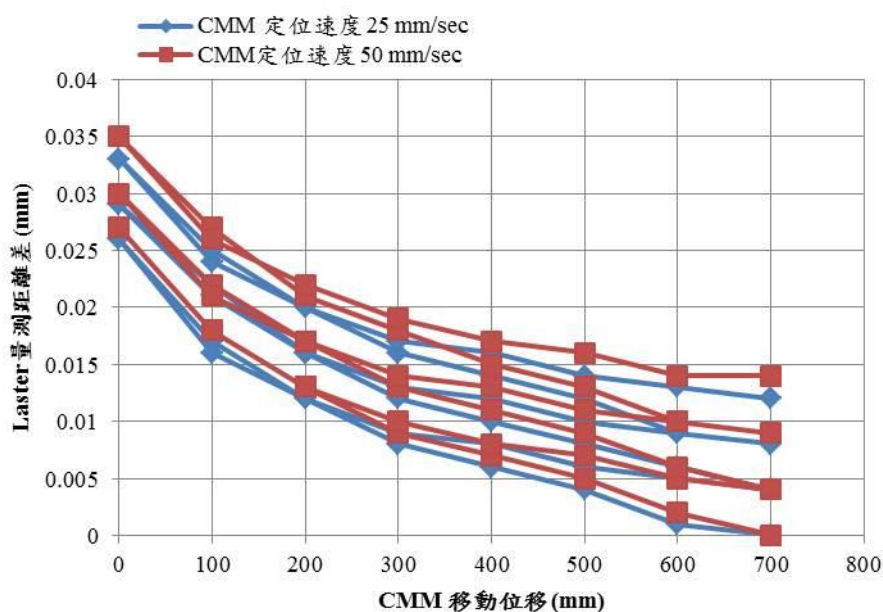
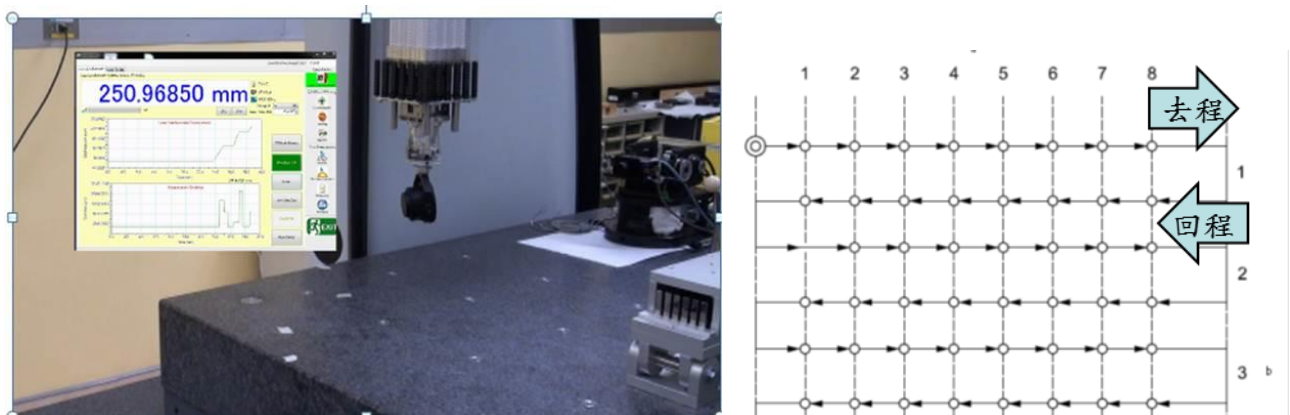


圖 2-1-13、干涉儀位移量測比較(Laster 與 Renishaw 雷射干涉儀相比)，
上圖為量測現場照片，下圖為比較結果

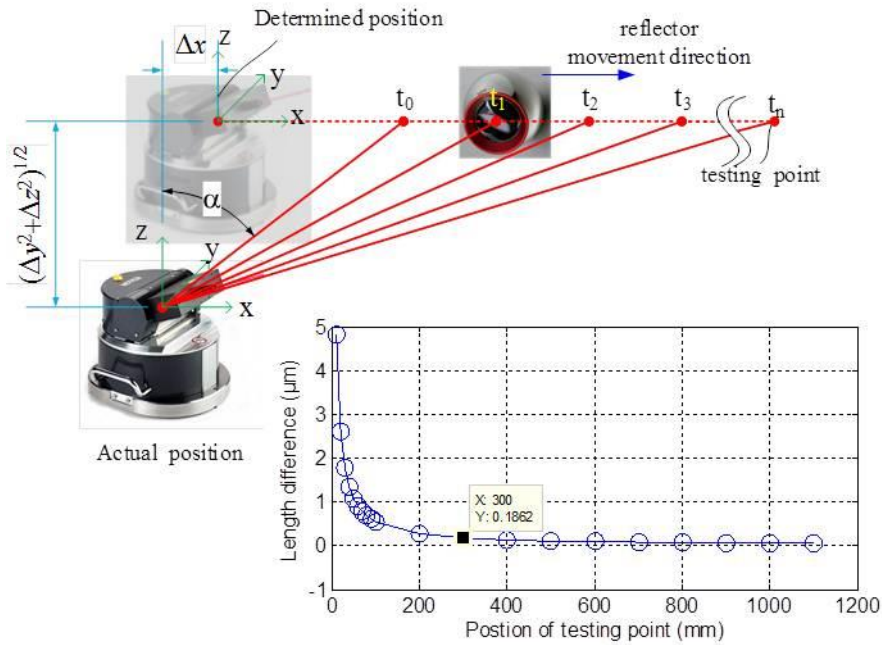


圖 2-1-14、當反射鏡移動路徑與測距光路不平行時，將產生角度誤差(θ error)

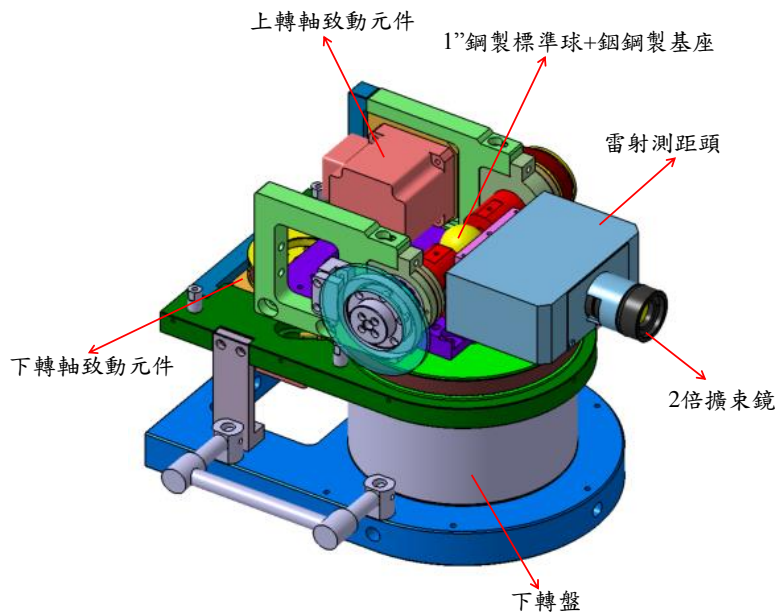


圖 2-1-85、第二代雙軸旋轉追蹤機構

為了解決轉軸對正球心的問題，在第二代設計中增加了一些調整機構的設計。第二代雙軸旋轉追蹤機構設計 3D 設計圖如圖 2-1-15 所示。為了調整對(球)心，在第二代雙軸旋轉追蹤機構的兩邊各裝上一顆小鋼球，分別轉動下轉軸及上轉軸，利用轉動時小鋼球的圓運動軌跡找出圓心，計算圓心與中間測距用標準鋼球的差偏，然後調整機構將該偏差消除。圖 2-1-為調整後的結果，可以看到兩個轉軸的偏心率皆在 $1 \mu\text{m}$ 之內。

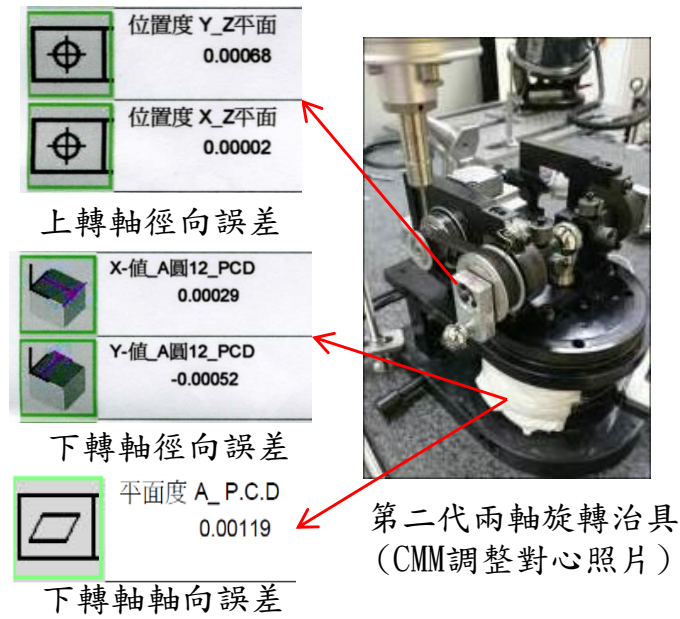


圖 2-1-16、第二代雙軸旋轉追蹤機構對心調整方式及結果

(2)雙光梳絕對測距：

為製作對環境不敏感之雙鎖模光纖雷射進行絕對距離量測，採用全保偏光纖為基礎製作8字形的鎖模光纖雷射架構如圖 2-1-17 所示。目前可輸出鎖模雷射之重複率約 5 MHz，功率約 10 mW，脈衝寬度約 300 fs。但目前相位雜訊比以前的環型鎖模雷射大了 2 個數量級，故減短光纖與色散補償等方式以降低雜訊。

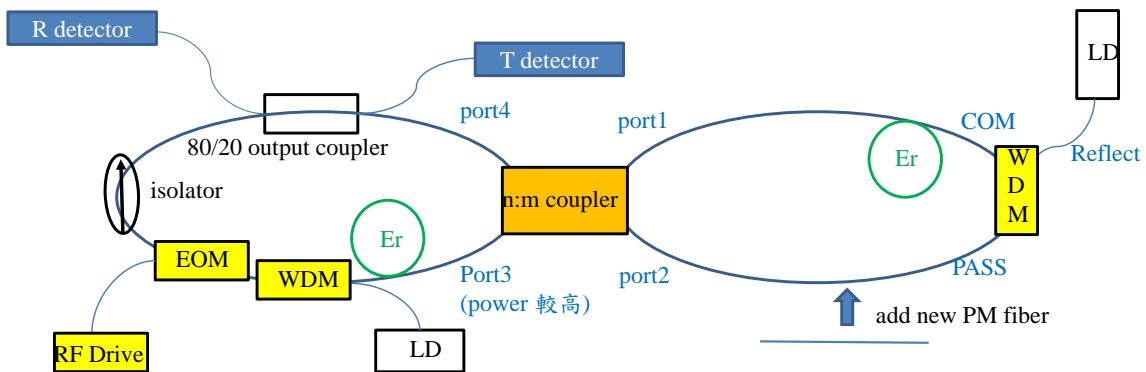


圖 2-1-9、8 字形的鎖模光纖雷射架構

為進行高精度的雙光梳測距，先以 2 台 100 MHz 之環型鎖模光纖雷射進行測距，圖 2-1-18 為雙光梳非同步取樣原理圖，2 台雷射重複率差約 1.5 kHz，經過非線性晶體即可產生振幅型的光脈衝，光偵測器訊號經由 AD 卡與電腦取得得到取樣波形，如圖 2-1-19 所示，並由飛行時間算出距離。經實驗得知雙光梳絕對測距之量測不確定度可達 0.2×10^{-6} m，實驗結果如圖 2-1-20 所示。

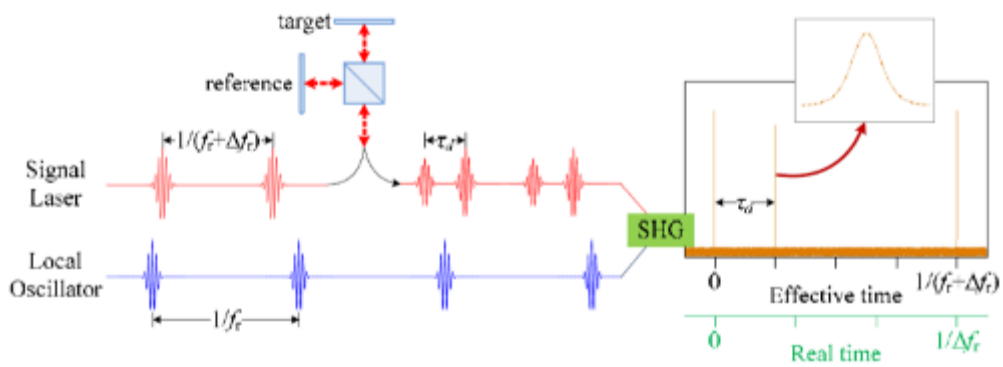


圖 2-1-18、雙光梳非同步取樣原理圖

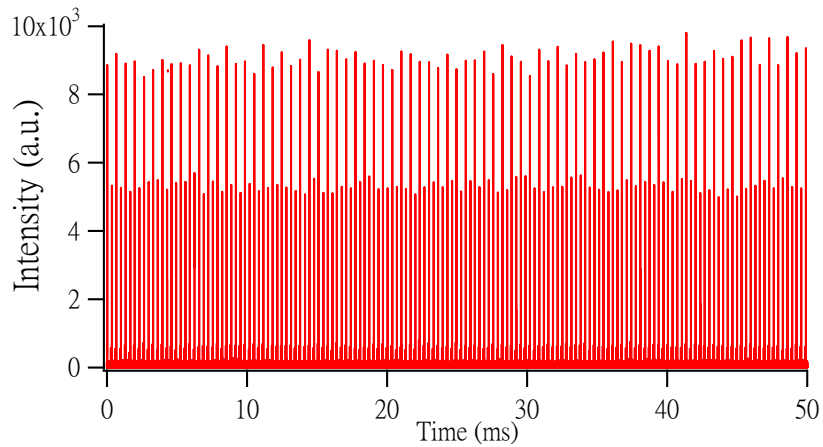


圖 2-1-19、光偵測器訊號經由 AD 卡與電腦取得得到取樣波形

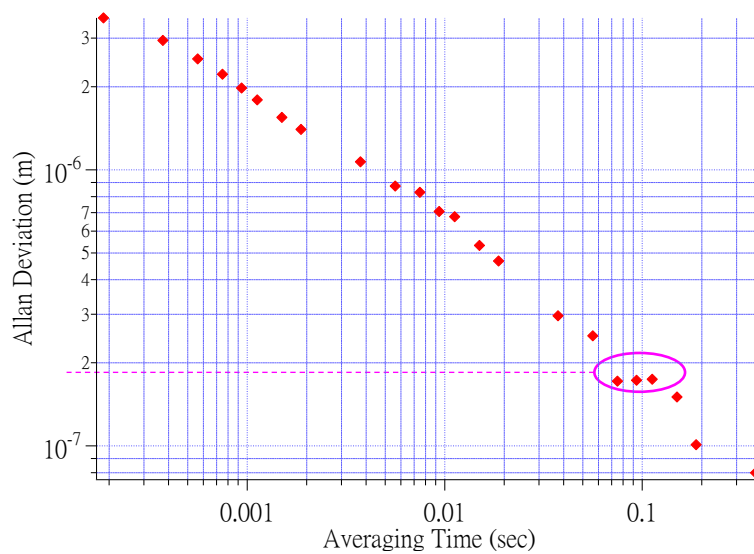


圖 2-1-20、雙光梳絕對測距量測不確度可達 0.2×10^{-6} m

為發展可攜式絕對測距儀器，並方便未來能與兩軸旋轉平台進行光機電系統整合，使用現場可程式化閘陣列(Field-programmable gate array, FPGA)進行光偵測器訊號處理與絕對測距計算。FPGA 進行取樣的原理如圖 2-1-21 所示，抓取的週期數 N ，每個取樣

點的資料格式為 (T_k, A_k) ，其中 T 為時間旗標(Time index)，A 為波型振幅(Amplitude)， k 為取樣點數。AD 模組擷取完 N 筆週期資料後，將振幅小於截止準位(cutoff level)的資料去掉，然後找出高峯值(Peak High, 簡稱 PH)與低峯值(Peak Low, 簡稱 PL)，其中取前面 4 個 PH 平均值，用其平均值的 10% 來界定之後的 PH 的準位；取前面 4 個 PL 平均值，用其平均值的 10% 來界定之後的 PL 準位；截止水準設定為 $PH \times 0.2$ 。將振幅小於截止水準的資料去掉後，每個週期將只剩下一大一小的峯值，利用此兩個數值所對應的時間旗標，即可進行絕對距離的計算。

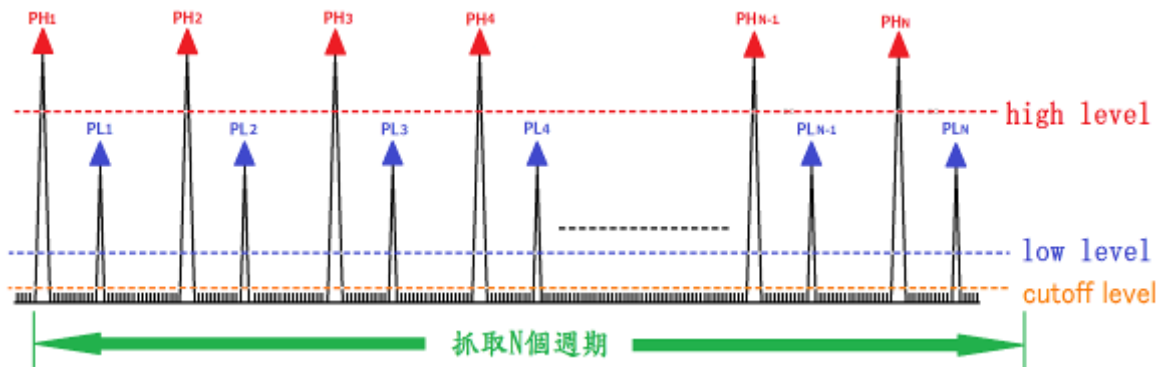


圖 2-1-21、FPGA 抓取 N 個週期訊號示意圖



圖 2-1-22、左為小型化雷射絕對測距測頭實體照片，中為 FPGA 絕對測距信號處理電路板，右為絕對測距位移 OLED 顯示器

小型化測距模組如圖 2-1-22 左所示，將光偵測器訊號接到上述之 FPGA 絕對測距信號處理電路板(如圖 2-1-22 中間圖所示)，測距結果將由 OLED 顯示器顯示上(如圖 2-1-22 右圖所示)。為瞭解改用 FPGA(代取電腦)進行測距的結果是否正確，將反射鏡固定在一個單軸移動台上，以移動台帶動反射鏡進行 5 個位置點的量測(每個位置間距為 50000 脈波，實際上相當於約 10 cm)後，量測路徑如圖 2-1-23 左圖所示，路徑是在量測五個點後將反射鏡移動回原點，再一次 5 個位置的值，此動作重複四次，其中，為了消除移動台的背隙，移動台回原點時會超過 1000 脈波再回原點。圖 2-1-23 右圖為測距點 FPGA 所計算出來的距離值，測距點的標準差最大值約 $3 \mu\text{m}$ (包含平台的定位重複性)，屬合理範圍。

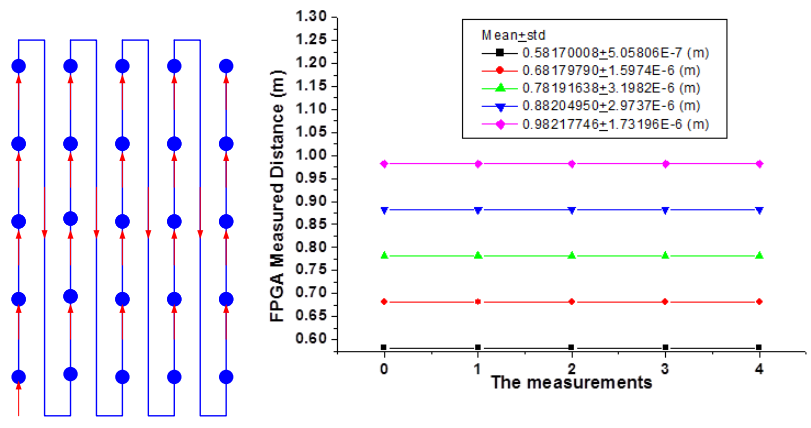


圖 2-1-23、左圖為測距結果，右圖每個量測點的重複性

(3)雙光梳絕對測距與兩軸旋轉平台整合光路規畫

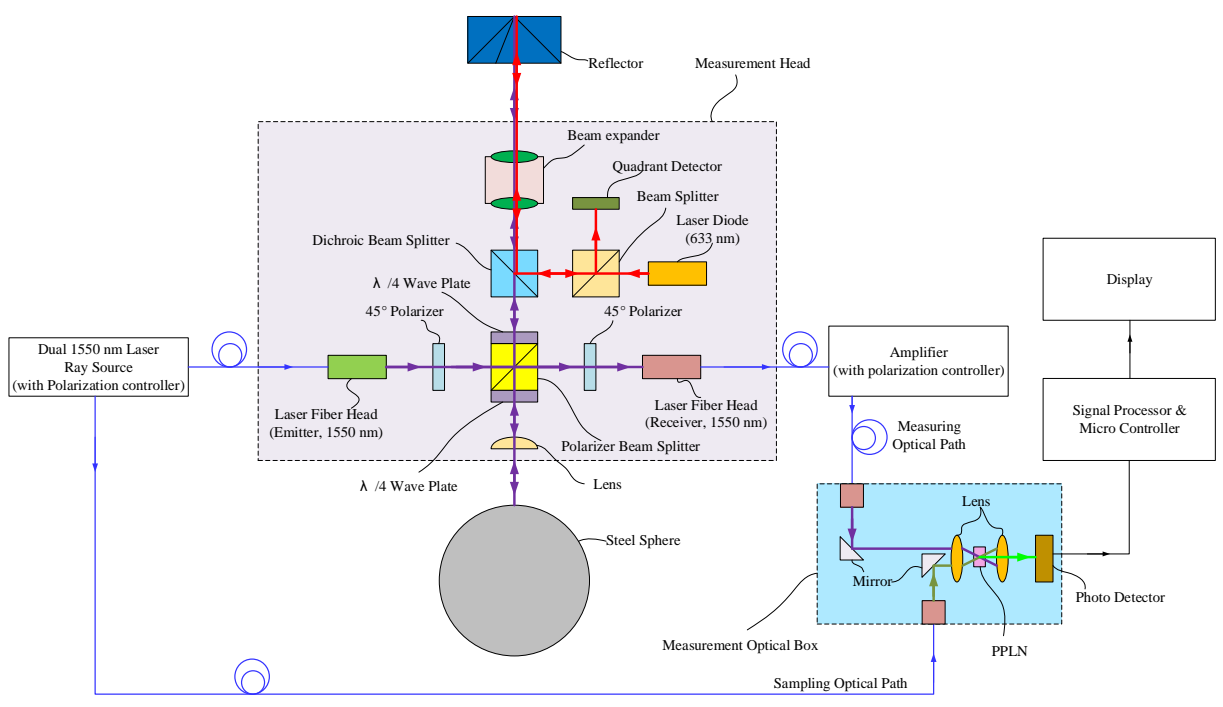


圖 2-1-24、雙光梳絕對測距與兩軸旋轉平台、追蹤光路之整合示意圖

由於雙光梳絕對測距所使用光源為波長 1550 nm 的不可見光，進行三維空間追蹤與量測時無法得知目前雷射光所在位置，故需要搭配可見光雷射以便進行追蹤時的對光。雙光梳絕對測距與兩軸旋轉平台整合的光路圖如圖 2-1-24 所示，虛線的部分即是未來整合後測距頭的模組，其中能將 1550 nm 和可見光整合在一起的關鍵元件是二向分光鏡 (Dichronic Beam Splitter)，二向分光鏡的特色是可讓 1550 nm 的光穿過，讓 633 nm 的紅光反射(轉折 90 度)。使用二向分光鏡及 633 nm 雷射光源的另一個理由是，1550 nm 的四象限感測器(Quadrant Detctor)比起 633 nm 來說貴上許多，而且在進行組裝時難以對光。

表 2-1-4、雙光梳絕對測距國內外發展現況

	NIST	北京師大	NML
鎖模雷射重複率	100 MHz	50 MHz	5 MHz
單脈衝測距範圍(理論值)	1.5 m	3 m	30 m

3.線上(In-processing)音頻、振動量測技術開發：

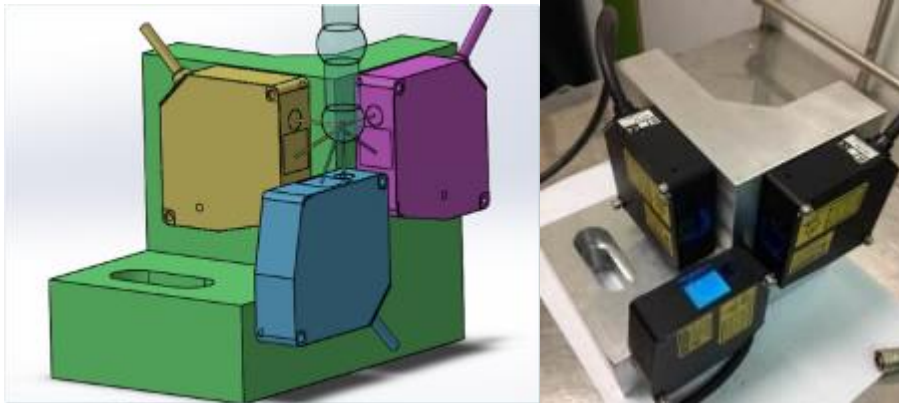


圖 2-1-25、軸、徑向主軸旋轉誤差雷射治具設計圖與成品

主軸旋轉精度誤差量測系統在使用時需使用三組雷射位移感測器分別架設於軸向與徑向的位置，如圖 2-1-25 所示，將三組雷射位移感測器安裝於治具上，再將主軸測試棒安裝於旋轉軸上，然後將主軸旋轉誤差測試標準件的球心移動至三組雷射位移感測器的交點上，即可進行主軸旋轉誤差量測與分析。系統組成圖如圖 2-1-26 所示，系統所採用是 Lion Masterball 測試棒作為主軸旋轉誤差測試標準件，配合軸、徑向雷射治具的安裝，可將訊號經由軸徑向雷射控制分析模組傳至訊號擷取裝置，利用自行開發的 LabVIEW 程式進行分析，並輸出主軸旋轉精度誤差分析評估結果。

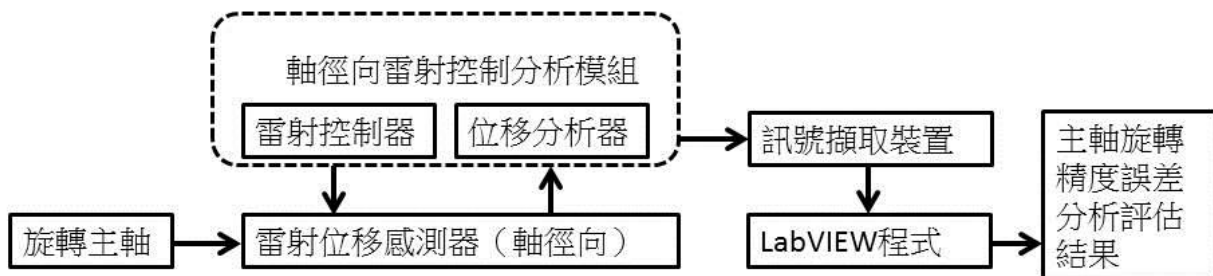


圖 2-1-26、主軸旋轉誤差分析系統組成

根據標準 ANSI/ASME B89.3.4M、ISO 230-7 及 CNS 14635，主軸旋轉中心是在某一

時間內對旋轉軸的旋轉運動進行平均計算的結果，因此旋轉中心在軸上的位置並非唯一固定不變。主軸上任一點的運動，都可以分解為同一截面內主軸實際旋轉軸線對平均旋轉軸線的運動，和該點對實際旋轉軸線的相對運動。實際旋轉軸線對平均旋轉軸線的位移運動改變了刀具和工件之間的相對位置，影響了加工後的幾何精度。切削點對於實際旋轉軸線的位移運動影響了被加工表面的粗糙度。主軸實際旋轉軸線對平均旋轉軸線的誤差運動則稱為主軸旋轉軸線的誤差運動，亦即旋轉誤差的定義：主軸旋轉時，其某一與主軸軸線垂直的平面內，瞬時旋轉中心與平均旋轉中心之間的距離變化範圍。於標準中所述，主軸旋轉精度誤差的評定方法需先定義下列特徵：

(1)最小區域圓 (Minimum Radial Zone Circle)：

最小區域法如圖 2-1-27(a)所示，以包含實際輪廓，且半徑差為最小的兩同心圓的圓心為理想圓心，但是至少有四個實測點內外相間地分布內外兩個圓周上，以角度位置相對應的運動誤差量與基圓間的關係來表示主軸旋轉運動，其中定義 $\max\{\}$ 表示此函數中最大的值； $\min\{\}$ 表示此函數中最小的值，其評定模型為

$$f(e, \alpha) = \max\{r_{oi}(e, \alpha)\} - \min\{r_{oi}(e, \alpha)\}, \quad (6)$$

其中， e 為輪廓中心 O_i 與理想圓心以極座標表示的角度差； α 則為理想圓心與輪廓中心座標軸的極座標角度差； r_{oi} 表示為理想圓心到輪廓的距離； r_i 為輪廓中心到最小區域圓的距離，此時極座標之角度標示為 θ_i ； r_o 表示為理想圓心到最小外接圓的距離。上式中 r_{oi} 須滿足下列條件：

$$r_{oi}(e, \alpha) = \left\{ [r_i - e \cos(\theta_i - \alpha)]^2 + e^2 \sin^2(\theta_i - \alpha) \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (7)$$

(2)最小外接圓 (Minimum Circumscribed Circle)：

以包含實際輪廓，且半徑差為最小的外接圓的圓心為理想圓心，以此圓為基圓，在該外接圓上至少有兩點與實際輪廓相切，顯示角度位置相對應的運動誤差偏差量與基圓間的關係，來表達主軸旋轉運動誤差檢測結果，如圖 2-1-27(b)所示，則最小外接圓的評定模型可表示為：

$$f(e, \alpha) = \max\{r_o(e, \alpha)\}. \quad (8)$$

(3)最大內切圓 (Maximum Inscribed Circle)：

以內切於實際輪廓(至少有兩點)，且半徑差為最小的最大內切圓圓心為理想圓的圓心，在極座標圖形中求作其最大的內切圓，以此圓為基圓，顯示角度位置相對應的運動誤差偏差量與基圓間的關係，來表示主軸旋轉運動誤差檢測結果，如圖 2-1-27(c)所示，則最大內切圓法的評定模型為：

$$f(e, \alpha) = \min\{r_o(e, \alpha)\}. \quad (9)$$

(4).最小平方圓 (Least Square Circle) :

以實際輪廓上各點到圓周距離的平方和為最小的圓的圓心為理想圓心，如圖 2-1-27

(d)所示，其評定模型為：

$$\sum_{i=1}^{n-1} (r_{oi} - r_o)^2 = \min , \quad (10)$$

上式中 r_{oi} 需滿足下列條件：

$$r_{oi}(e, \alpha) = e \cos(\theta_i - \alpha) + \left[r_o^2 - e^2 \sin^2(\theta_i - \alpha) \right]^{\frac{1}{2}} . \quad (11)$$

根據標準 ANSI/ASME B89.3.4M、ISO 230-7 及 CNS 14635，主軸旋轉精度誤差的評定方法分別定義如下：

- 總誤差值：可包含總誤差輪廓的兩同心最大內切圓與最小外接圓的半徑差值。
- 同步誤差值：可包含同步誤差輪廓兩同心最大內切圓與最小外接圓的半徑差值。
- 非同步誤差值：從輪廓中心延伸直線到非同步誤差輪廓之最大寬度值。

其中，同步誤差值與主軸加工真圓度有極大的關係；非同步誤差則與主軸加工後的表面粗糙度有關；總誤差可以評定一主軸的品質。自行開發的軟體程式則是依照上述標準規範進行撰寫以評估主軸旋轉精度誤差分析。

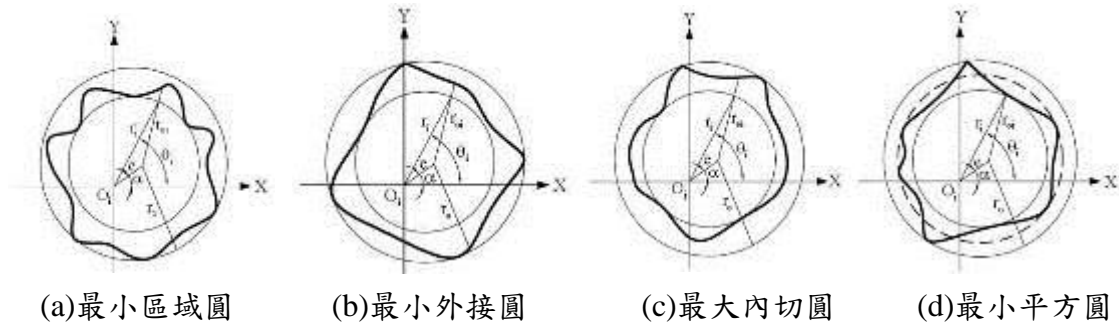


圖 2-1-27、主軸旋轉精度誤差評定方法

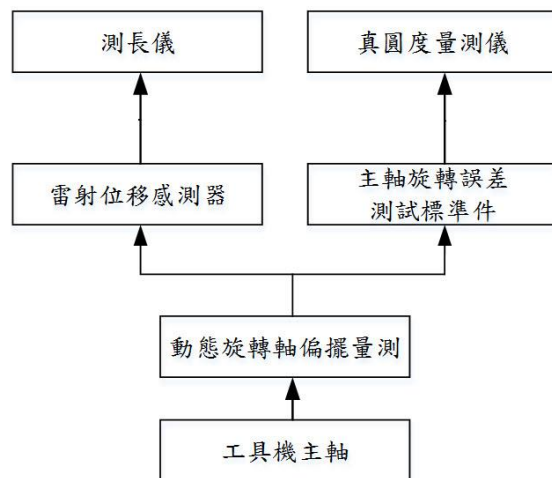


圖 2-1-28、主軸旋轉精度誤差量測系統追溯圖

圖 2-1-28 為主軸旋轉精度誤差量測系統追溯圖，雷射位移感測器追溯部分採用測長儀驗證雷射位移感測器，節錄部分報告內容如

表 2-1-5 所示，可以看出在雷射位移感測器可量測範圍（24.3 mm-37.3 mm）內，與測長儀之標準差均在 1 μm 內；另外採用真圓度測試主軸旋轉誤差測試標準件，參考其原廠測試報告可以得知其真圓度(roundness)為 49 nm。另採用已校正位移之加速規與雷射位移感測器進行比對以測試雷射位移感測器頻寬，將加速規放置於激振器上方，並將三組雷射位移感測器分別架設於加速規上方進行振動位移比對實驗。現場架設如圖 2-1-29 所示，實驗架構示意圖如圖 2-1-30 所示，利用已校正之動態頻譜分析儀(型號為 HP35670A)擷取加速規與雷射位移感測器於同一激振器振動所造成位移訊號分析比對後可得雷射位移感測器頻率響應圖則如圖 2-1-31 所示。

由於本系統採用成本較低、頻寬較窄的雷射位移感測器，導致實際量測位移時在超過 80 Hz 以上頻率時需要進行數值的修正。如圖 2-1-32 所示，採用旋轉軸分時量測技術，如當主軸轉速 20000 RPM 時（333.33 Hz），將透過多次取樣來進行，採用下列公式

$$f = \frac{n \times \omega}{300 \times n + 60}$$

其中，f 為雷射位移感測器取樣頻率（Hz）、 ω 為主軸轉速(RPM)、n 為每圈取樣點數，透過旋轉軸分時量測技術，如圖 2-1-33 所示，當每轉取 10 個點時，則雷射位移感測器取樣頻率為 65.360 Hz，抓取一圈所需時間為 0.153 秒。若每度記錄 10 個點，則雷射位移感測器取樣頻率為 66.663 Hz，全部則僅需 54 秒即可完成量測，如此不但可以降低系統成本也可以符合業界需求。

表 2-1-5、測長儀與雷射位移感測器測試報告

器示值 (mm)	量測值 (mm)			平均值 (mm)	標準差 (mm)
	第 1 組	第 2 組	第 3 組		
24.300	24.2997	24.2998	24.3005	24.3000	0.0004
25.300	25.2910	25.2915	25.2917	25.2914	0.0004
26.300	26.2878	26.2879	26.2882	26.2880	0.0002
27.300	27.2879	27.2880	27.2883	27.2881	0.0002
28.300	28.2902	28.2907	28.2905	28.2905	0.0003
29.300	29.2891	29.2893	29.2901	29.2895	0.0005
30.300	30.2935	30.2934	30.2935	30.2935	0.0001
31.300	31.3000	31.2996	31.3002	31.2999	0.0003
32.300	32.3057	32.3043	32.3045	32.3048	0.0008
33.300	33.3089	33.3097	33.3100	33.3095	0.0006
34.300	34.3144	34.3149	34.3148	34.3147	0.0003
35.300	35.3200	35.3205	35.3207	35.3204	0.0004
36.300	36.3252	36.3260	36.3258	36.3257	0.0004
37.300	37.3308	37.3315	37.3318	37.3314	0.0005



圖 2-1-29、加速規與雷射位移感測器比對現場量測照片



圖 2-1-30、加速規與雷射位移感測器比對實驗架構示意圖

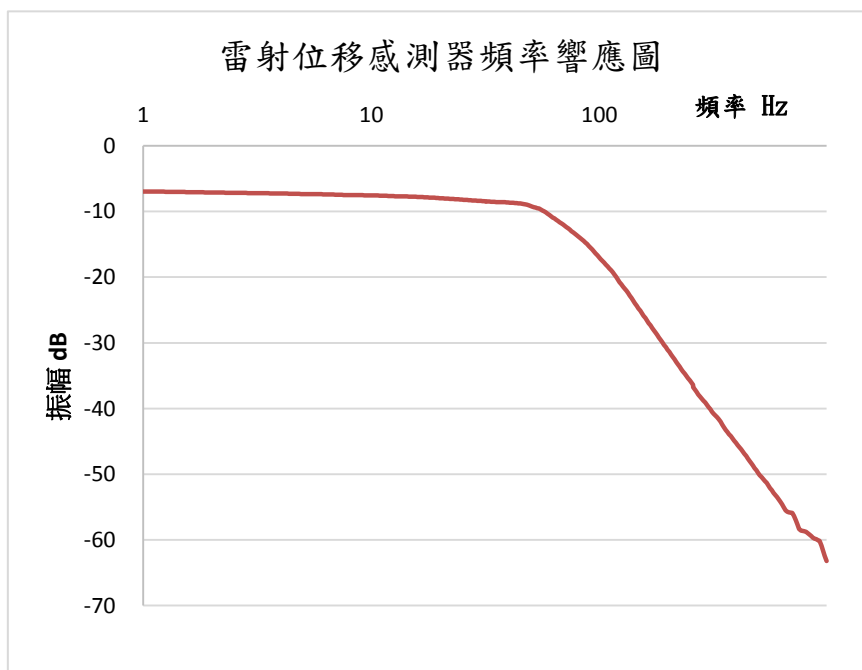


圖 2-1-31、雷射位移感測器頻率響應圖

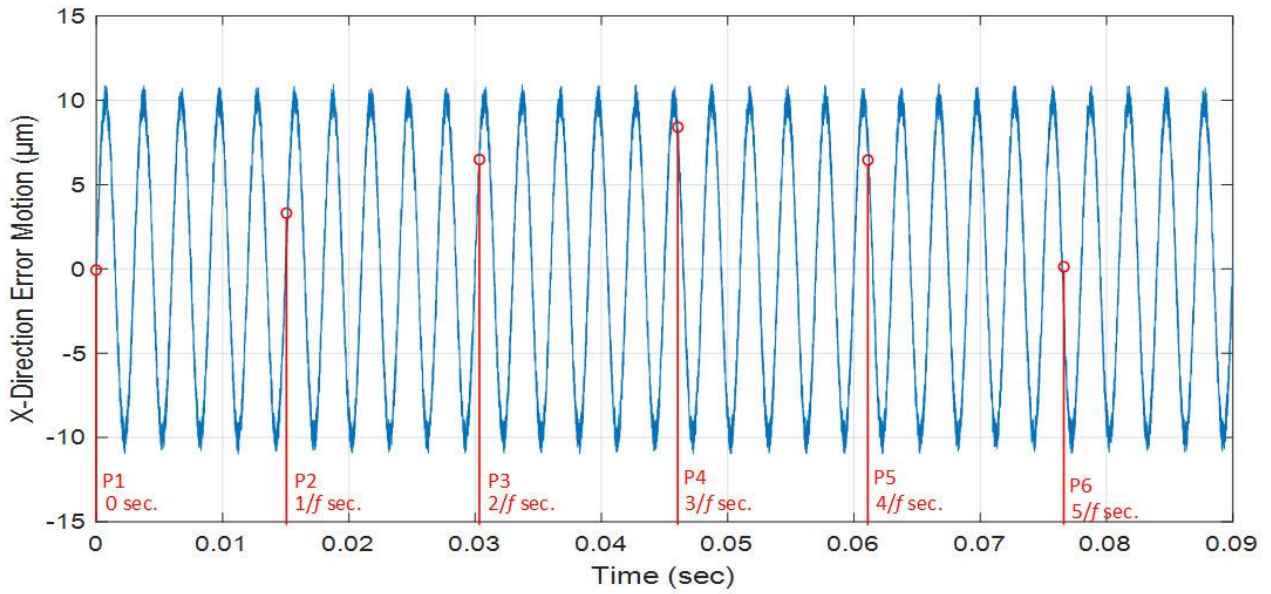


圖 2-1-32、旋轉軸分時量測技術時域訊號示意圖

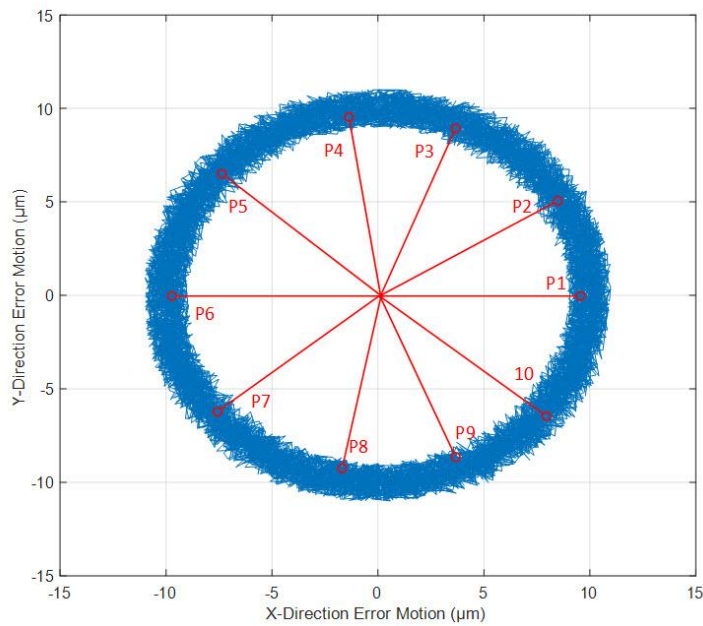


圖 2-1-33、旋轉軸分時量測技術極座標訊號示意圖

系統測試時採用工具機並套用主軸旋轉誤差測試標準件進行測試，開發軟體執行畫面如圖 2-1-34，所示，可以顯示同步誤差訊號與非同步誤差訊號，並同時輸出實驗數據報表。現場安裝測試照片如圖 2-1-34 左圖，將軸徑向主軸旋轉誤差雷射治具放置在工作台上，固定主軸轉速後分別進行軸向與徑向的訊號擷取與分析，同時輸出量測數據如圖

2-1-34 右圖所示，實際現場量測結果見圖 2-1-35，其中各符號表示說明如下：

- Total EM 表示總誤差；
- STDEV 為五次量測時總誤差值的標準差；
- Sync. EM 表示為同步誤差值；
- Async.EM 表示為非同步誤差值；
- rpm 表示為轉速（轉/分鐘）。

由表 2-1-6 看出本系統量測時標準差皆不大於 $1\ \mu\text{m}$ ，表示系統在測試的重複精度高。考慮本系統誤差源以評估系統不確定度，來探討軸向誤差量測不確定度與徑向量測誤差不確定度。經上述實驗分析可得表 2-1-7 與表 2-1-8，軸向誤差量測不確定度如表 2-1-7 所示，其有效自由度為 11、組合標準不確定度為 $0.59\ \mu\text{m}$ ，軸向誤差量測不確定度為 $1.3\ \mu\text{m}$ ；徑向誤差量測不確定度如表 2-1-8 所示，其有效自由度為 12、組合標準不確定度為 $0.61\ \mu\text{m}$ ，軸向誤差量測不確定度為 $1.4\ \mu\text{m}$ ，分別滿足本計畫的年度目標軸向誤差量測不確定度 $\leq 2\ \mu\text{m}$ 、徑向誤差量測不確定度 $\leq 3\ \mu\text{m}$ 。

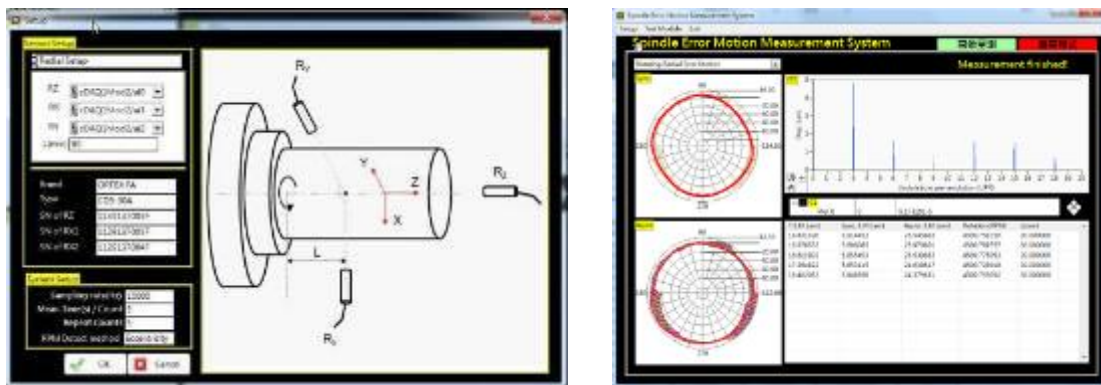


圖 2-1-34、主軸旋轉精度誤差分析系統量測軟體畫面

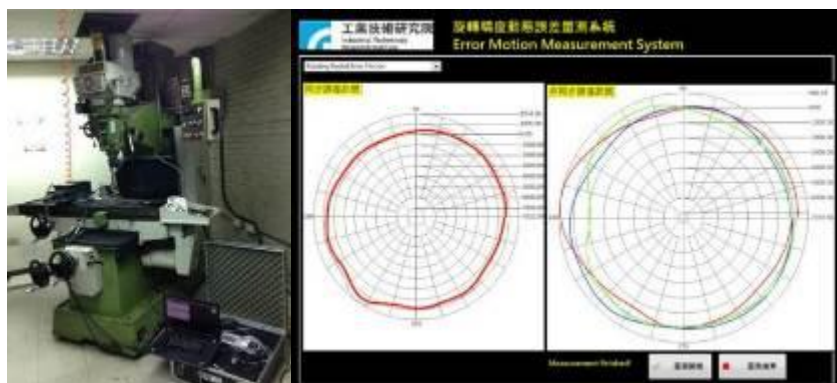


圖 2-1-35、實際現場量測照片(左)及量測結果畫面(右)

表 2-1-6、實際現場量測結果

	Total EM (μm)	STDEV (μm)	Sync. EM (μm)	Async. EM (μm)	Rotating Speed (rpm)
1" 偏心標準球	184.5	0.9	183.4	4.3	1223.0
	186.9	0.7	185.7	4.1	1568.2
	186.2	0.8	185.0	4.4	1960.8
	186.6	0.8	185.2	7.8	2178.7
20 mm 圓柱	207.2	0.5	205.8	22.0	1358.1
	207.3	1.0	205.5	29.8	1579.8
	207.7	0.9	205.6	32.1	1975.0
	209.3	0.9	206.9	44.0	2204.3

表 2-1-7、軸向誤差量測不確定度評估

誤差源	標準不確定度分量 μm	靈敏係數	相對標準不確定度 μm
雷射位移感測器追溯	0.155	1	0.155
測試標準件追溯	0.0245	1	0.0245
重複性	0.542	1	0.542
器差未修正	0.1525	1	0.1525
解析度	0.058	1	0.058
有效自由度	11		
組合標準不確定度	0.59 μm		
擴充不確定度	1.29 μm		
軸向誤差量測不確定度	1.3 μm		

表 2-1-8、徑向誤差量測不確定度評估

誤差源	標準不確定度分量 μm	靈敏係數	相對標準不確定度 μm
雷射位移感測器追溯	0.155	1	0.155
測試標準件追溯	0.0245	1	0.0245
重複性	0.423	1	0.423
器差未修正	0.215	1	0.215
解析度	0.058	1	0.058
有效自由度	12		
組合標準不確定度	0.61 μm		
擴充不確定度	1.32 μm		
軸向誤差量測不確定度	1.4 μm		

【未來推廣應用】

1.CMM 校正系統：

傳統 CMM 校正系統使用五個以上不同尺寸標準塊規，對 CMM 包含四條對角線、七個位置、重複量測三次，共計 105 筆以上量測數據進行運動誤差分析，這種 CMM 的校正方法不但步驟繁複而且只能進行 CMM 線性定位精度校正，無法得知 CMM 三個移動軸之間彼此的正交度。技術團隊使用 LaserTRACER 與多線交會技術，建立有別於傳統接觸式的 CMM 校正系統，可快速且完整地量測出 CMM 床台的運動誤差，並計算其補償值，以期提升 CMM 床台線性定位準確度。LaserTRACER 使用雷射干涉的測長技術，不但大幅提升量測系統的準確度，校正系統也可以直接追溯到 SI Unit，技術團隊以 LaserTRACER 完成 CMM 校正系統之量測不確定度評估，將於完成系統查驗流程後，正式對外提供檢校服務。

2.自動追蹤雷射絕對測距技術：

雷射追蹤技術有快速、方便、精準度高的眾多優點，不但提供機台之綜合空間精度量測，配合新型控制器可發揮最佳控制與補償效果，透過體積誤差補償可提升至少 2 倍精度。可大幅減少機台誤差量測時間，以三軸機台為例，約半天就能完成三軸量測，得到 21 項誤差的修正參數，大型工具機台不用再備雷射干涉儀或大型標準件(如直角規)；可解決以往工具機在空間移動時，因重力、慣性變形或熱變形導致無法精確檢測與耗時的問題。一般雷射干涉儀屬於積分型式的量測，量測過程中若是光路被遮斷或訊號中斷，整個量測數據即為失效，為解決這個問題技術團隊發展絕對測距技術，以自動追蹤配合絕對測距的技術整合，不但可解決傳統積分式雷射干涉儀量測不可中斷的問題，並可簡化數學運算複雜度，可應用於航太級加工設備檢測需求(大型與高精度)，除工具機外，也能應用於機械手臂或 3D 列印等多軸運動載具定位檢測。

3.線上(In-processing)音頻、振動量測技術：

技術團隊開發主軸旋轉精度誤差量測系統，為國內首套自製主軸旋轉精度分析系統，除掌握關鍵技術外，更藉由實現國際標準而建立主軸品質客觀評估方法，提供國內主軸廠一套成本合理、安裝容易，使用方便的評估系統，將有助於提升國內主軸廠競爭力。

(二)、電力計量標準系統

【全程技術建立時程】

	103 年度目標	104 年度目標
技術指標或系統規格	<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 (1)電壓/電流諧波 <ul style="list-style-type: none"> - 階次：2nd ~ 64th - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A (2)電壓/電流相量 <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 (1)電壓/電流諧波 <ul style="list-style-type: none"> - 階次：2nd ~ 64th - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A (2)電壓/電流相量 <ul style="list-style-type: none"> - 電壓：110 V、220 V - 電流：至 10 A

【本年度目標】

擴建三相交流電能量測系統(E20)及三相交流電功率量測系統(E26)，提供三相交流有效電力、三相交流無效電力、三相電壓/電流諧波及三相電壓/電流相量等參數校正服務。擴建完成後之計量範圍如下：

- 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 Lead/Lag、0.5 Lead/Lag、0.866 Lead/Lag、0.0 Lead/Lag
- 量測不確定度：
 - 三相交流有效電力：200 μ W(h)/VA(h)
 - 三相交流無效電力：200 μ var(h)/VA(h)

- 電壓/電流諧波：2nd ~ 64th (電壓：110 V、220 V；電流：至 10 A)
- 電壓/電流相量：電壓：110 V、220 V；電流：至 10 A。

【執行成果】

本子計畫為期兩年，工作內容為擴建單相電功率標準系統(E18)、單相電能標準系統(E19)、三相電功率標準系統(E26)及三相電能標準系統(E20) 四套與電力相關之標準系統，以滿足國內電力計量之追溯需求。標準系統可校正的電力儀器包括：單/三相之電功率源(表)、單/三相之電能表、單/三相之電壓諧波源(表)、單/三相之電流諧波源(表)。同時，所建能量未來亦可因應智慧電網廣域監測儀器之新興需求服務—同步相量量測器(Phasor Measurement Unit, PMU)之 IEEE C37.118.1_2014 符合性檢測。

104 年執行成果主要包含完成 E20、E26 兩套三相電力系統之校正服務範圍擴充、增加校正參數，並降低原校正範圍之量測不確定度，建立及驗證交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術，可提供 PMU 之 IEEE Std C37.118.1_2014 符合性檢測，順利達成計畫的年度目標。

除計畫既定目標外，技術團隊亦自主研發 480 V 電感式分壓器，期於未來 NML 的交流電力參數可逕自追溯至 NML 的直流電壓標準、交流電阻標準及交流電壓比率標準，不需要再將 NML 電力標準表送校至德國國家標準實驗室(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)，以達成交流電力標準 NML 自我追溯的目標。同時因應 101 年 9 月 3 日行政院核定之「智慧電網總體規劃方案」，政府將在 20 年期陸續投入預算推動台灣智慧電網建設之政府施政方向，鑒於智慧電網存在有動態能源（太陽能/風力發電），及非穩態負載（電動汽/機車充電/節能電器/軌道電氣/工廠）導致電力波形畸變，電力計量表屆時必須具備動態量測功能，才能準確地計量，故於今年亦著手應用 FY103 年與台科大的學術合作技術成果—電力監測系統在動態負載之電功率與電能量測前瞻研究，持續進行智慧電網之動態電力計量標準之先期研究。

1.三相交流電功率量測系統(E26)擴建

(1)系統簡介

三相交流電功率量測系統主要由精密三相交流電力校正器、三台交流電流轉換放大器、交流電力標準表 Radian RD-33-373(標準件)、交流電力表 Radian RD-33-374(查核件)及自動化電腦等儀器設備所組成。本量測系統可校正的電力儀器包括：三相之電功率源(表)、三相之電能表、三相之電壓諧波源(表)、三相之電流諧波源(表)，其校正示意圖如下：(圖全部改成黑色)

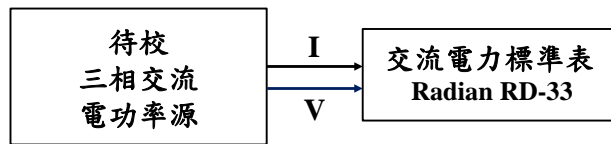


圖 2-2-1、三相交流電功率源之校正示意圖

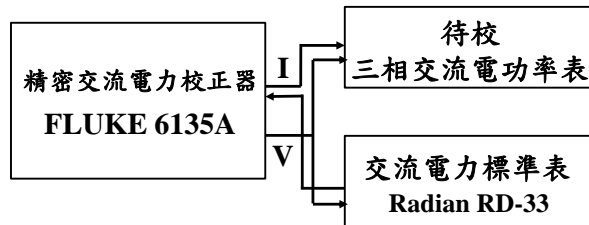


圖 2-2-2、三相交流電功率表之校正示意圖 ($10\text{ mA} \leq I \leq 20\text{ A}$)

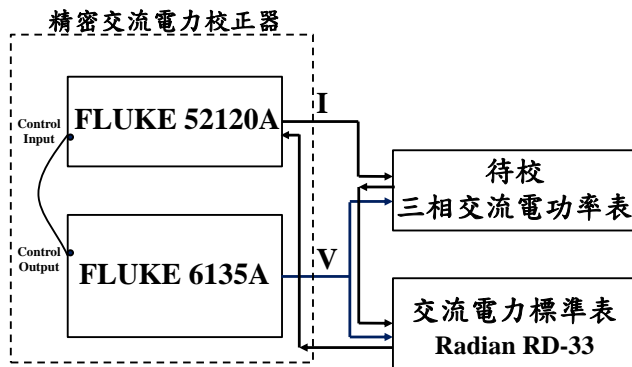


圖 2-2-3、三相交流電功率表之校正示意圖 ($20\text{ A} < I \leq 80\text{ A}$)

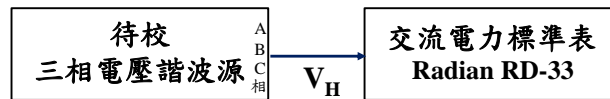


圖 2-2-4、三相電壓諧波源之校正示意圖

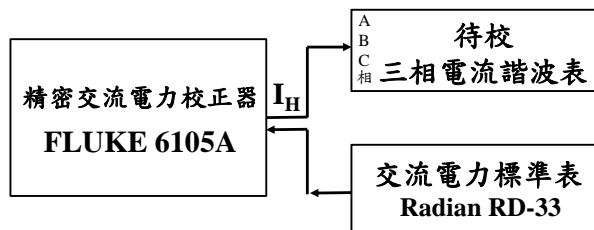


圖 2-2-5、三相電壓諧波表之校正示意圖

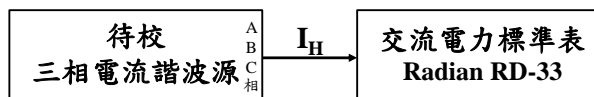


圖 2-2-6、三相電流諧波源之校正示意圖

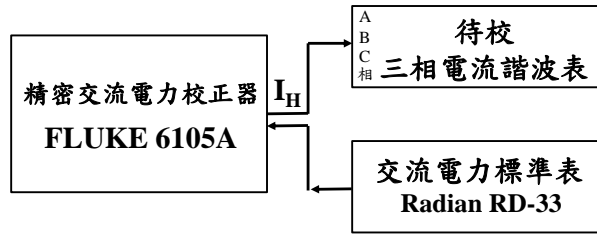


圖 2-2-7、三相電流諧波表之校正示意圖

(2) 標準追溯

標準件交流電力標準表(Radian RD-33-373)目前每兩年定期送往德國 PTB 校正，E26 系統之三相交流電功率標準系統追溯圖如下：

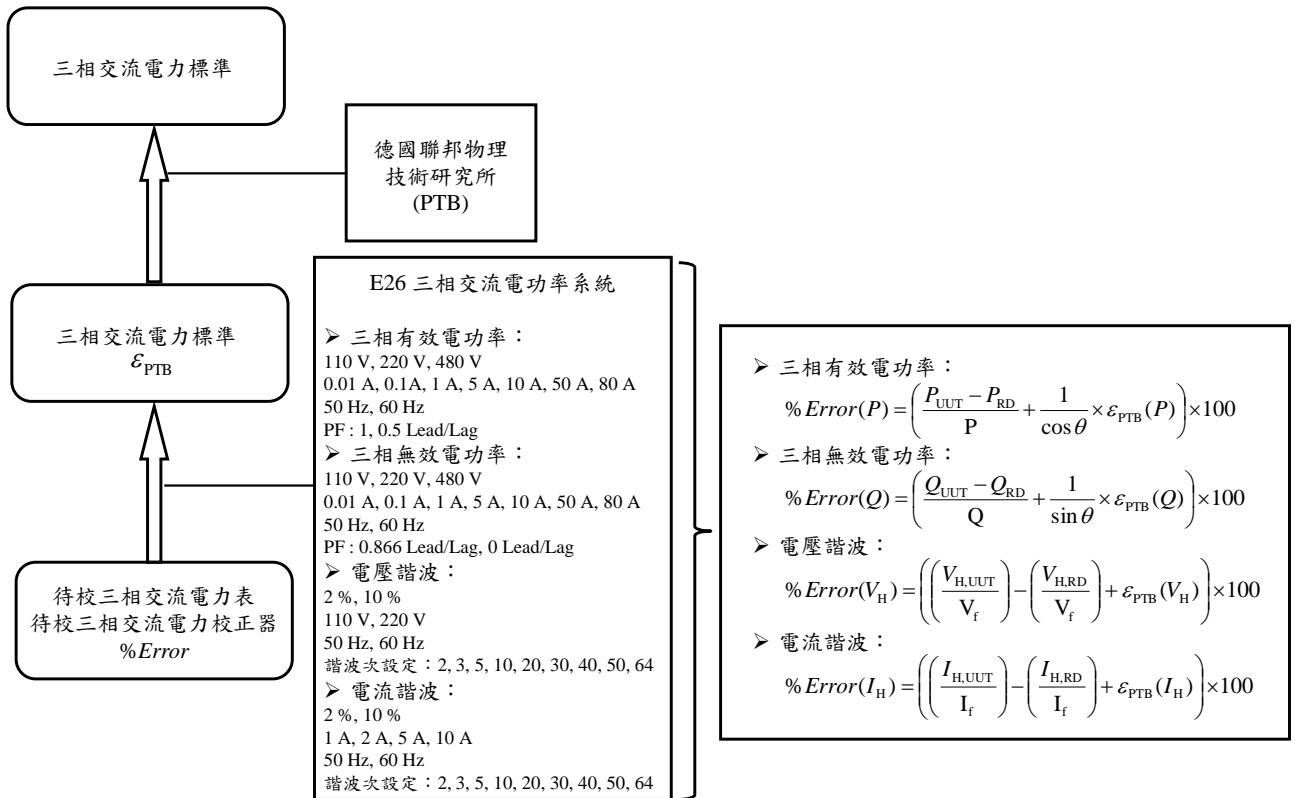


圖 2-2-8、三相交流電功率標準系統追溯圖

(3) 校正能量

E26 系統擴建前後之系統校正能量差異主要是校正參數、校正服務範圍及量測不確定度，詳細校正能量表如 2-2-1、表 2-2-2 及表 2-2-3 所示。

➢ 增加校正參數

除原有三相有效電功率，再增加三相無效電功率、電壓諧波及電流諧波等參數。

➤ 擴充校正服務範圍

從電壓 220 V 擴充至 480 V，電流 10 A 擴充至 80 A，頻率增加 50 Hz，及功率因數增加 0 Lead、0 Lag、0.866 Lead 及 0.866 Lag (無效電功率)。

➤ 降低原校正範圍之量測不確定度

系統擴建前之校正範圍的量測擴充不確定度從 0.20 mW/VA 降低至 70 μ W/VA。

表 2-2-1、E26 系統擴建前之校正能量表(三相有效電功率)

校正參數	電壓設定	電流設定	頻率設定	功率因數設定	擴充不確定度 (95 %信賴水準)
三相 有效電功率	110 V 220 V	1 A 5 A 10 A	60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	0.20 mW/VA

表 2-2-2、E26 系統擴建後之校正能量表(三相有效電功率、三相無效電功率)

校正參數	電壓設定	電流設定	頻率設定	功率因數設定	擴充不確定度 (95 %信賴水準)
三相 有效電功率	110 V 220 V 480 V	0.01A	50 Hz 60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	0.21 mW/VA
	110 V 220 V 480 V	0.1A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	50 Hz 60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	70 μ W/VA
三相 無效電功率	110 V 220 V 480 V	0.01A	50 Hz 60 Hz	0 Lead, 0 Lag 0.866 Lead, 0.866 Lag	0.21 mvar/VA
	110 V 220 V 480 V	0.1A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	50 Hz 60 Hz	0 Lead, 0 Lag 0.866 Lead, 0.866 Lag	70 μ var/VA

表 2-2-3、E26 系統擴建後之校正能量表(三相電壓諧波、三相電流諧波)

校正參數	相別 設定	基波 設定	(諧波/基波)比 設定	基頻 設定	諧波次 設定	擴充不確定度 (95 %信賴水準)
電壓諧波 (諧波/基波)比	A B C	110 V 220 V	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	2 3 5 10	0.31 mV/V
	A B C	110 V 220 V	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	20 30 40 50 64	0.63 mV/V
電流諧波 (諧波/基波)比	A B C	1 A 2 A 5 A 10 A	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	2 3 5 10	0.24 mA/A
	A B C	1 A 2 A 5 A 10 A	2 % 10 %	50 Hz 60 Hz	20 30 40 50 64	0.48 mA/A

2.三相交流電能量測系統(E20)擴建

(1)系統簡介

三相交流電能量測系統主要由精密三相交流電力校正器(附加脈波計數器)、三台交流電流轉換放大器、交流電力標準表 Radian RD-33-373(標準件)、交流電力表 Radian RD-33-374(查核件)及自動化電腦等儀器設備所組成。本量測系統可校正三相交流有效電能表及三相交流無效電能表，其校正示意圖如下：

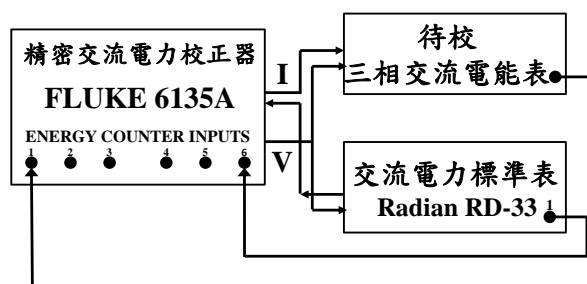


圖 2-2-9、三相交流電能表之校正示意圖 ($10 \text{ mA} \leq I \leq 20 \text{ A}$)

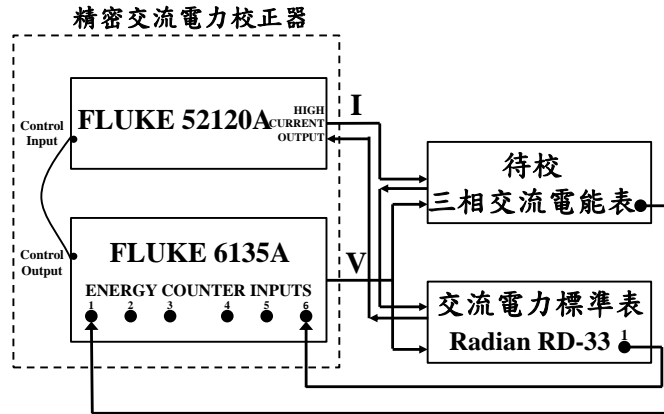


圖 2-2-10、三相交流電能表之校正示意圖 (20 A < I ≤ 80 A)

(2)標準追溯

標準件交流電力標準表(Radian RD-33-373)目前每兩年定期送往德國 PTB 校正，E20 系統之三相交流電能標準系統追溯圖如下：

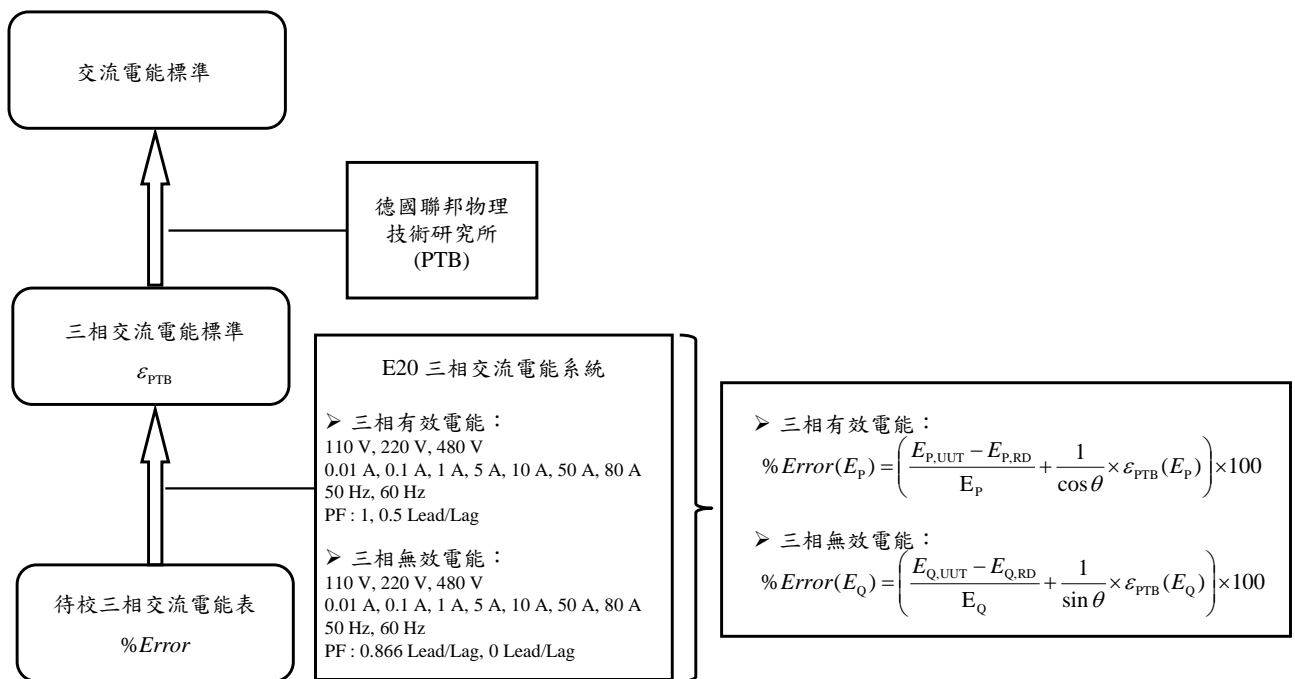


圖 2-2-11、三相交流電能標準系統追溯圖

(3)校正能量

E20 系統擴建前、後之系統校正能量差異主要是校正參數、校正服務範圍及量測不確定度，詳細校正能量表如 2-2-4 及表 2-2-5 所示。

➤ 增加校正參數

除原有的三相有效電能，再增加三相無效電能。

➤ 擴充校正服務範圍

從電壓 220 V 擴充至 480 V，電流 10 A 擴充至 80 A，頻率增加 50 Hz，及功率因數增加 0 Lead、0 Lag、0.866 Lead 及 0.866 Lag (無效電能)。

➤ 降低原校正範圍之量測不確定度

系統擴建前之校正範圍的量測擴充不確定度從 0.20 mWh/VAh 降低至 0.10 mWh/VAh。

表 2-2-4、E20 系統擴建前之校正能量表(三相有效電能)

校正參數	電壓設定	電流設定	頻率設定	功率因數設定	擴充不確定度 (95 %信賴水準)
三相有效電能	110 V 220 V	1 A 5 A 10 A	60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	0.20 mWh/VAh

表 2-2-5、E20 系統擴建後之校正能量表(三相有效電能、三相無效電能)

校正參數	電壓設定	電流設定	頻率設定	功率因數設定	擴充不確定度 (95 %信賴水準)
三相有效電能	110 V 220 V 480 V	0.01A	50 Hz 60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	0.24 mWh/VAh
	110 V 220 V 480 V	0.1A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	50 Hz 60 Hz	1, 0.5 Lead, 0.5 Lag	0.10 mWh/VAh
三相無效電能	110 V 220 V 480 V	0.01A	50 Hz 60 Hz	0 Lead, 0 Lag 0.866 Lead, 0.866 Lag	0.24 mvarh/VAh
	110 V 220 V 480 V	0.1A 1 A 5 A 10 A 50 A 80 A	50 Hz 60 Hz	0 Lead, 0 Lag 0.866 Lead, 0.866 Lag	0.10 mvarh/VAh

3. 交流電壓/電流波型數位取樣技術建立

交流電壓/電流波型數位取樣系統示意圖如下：

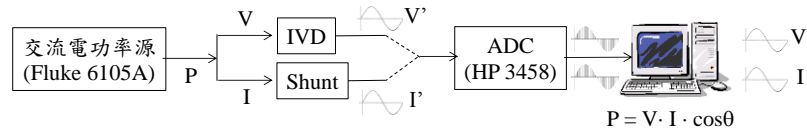


圖 2-2-12、交流電壓/電流波型數位取樣系統示意圖

► 交流電壓、電流數位取樣之量測不確定度評估

交流電壓、電流數位取樣之量測不確定度：電壓(基波) < 90 $\mu\text{V}/\text{V}$ ，電流(基波) < 80 $\mu\text{A}/\text{A}$ 。詳細之量測不確定度評估如表 2-2-6 及表 2-2-7 所示，優於三相交流電壓/電流波型數位取樣與重建技術之計畫目標：電壓(基波)：100 $\mu\text{V}/\text{V}$ ；電流(基波)：100 $\mu\text{A}/\text{A}$ 。

表 2-2-6 交流電壓數位取樣之量測不確定度評估表

不確定度源		機率分配	110 V	220 V
CONIMED DI-7 (IVD) 相對校正不確定度 @ 60 Hz (k=2)	Ratio校正不確定度 (k=2) ($\mu\text{V}/\text{V}$)	常態	50	70
HP 3458 相對量測不確定度	1 V 校正不確定度 (k=2) ($\mu\text{V}/\text{V}$)	常態	1	1
	ADC量測不確定度 (k=1) ($\mu\text{V}/\text{V}$)	常態	25	25
重複性 相對量測不確定度	Type A ($\mu\text{V}/\text{V}$)	t分配	7	5
相對擴充不確定度 $U_{\text{Sampling}} (\mu\text{V}/\text{V})$			72	87

表 2-2-7、交流電流數位取樣之量測不確定度評估表

不確定度源		機率分配	10 mA	100 mA	1 A	2 A	5 A	10 A	50 A	80 A
A40B 相對校正不確定度 @ 55 Hz (k=2)	AC-DC difference ($\mu\text{A}/\text{A}$)	常態	9	11	10	10	18	23	42	52
	Resistance ($\mu\text{W}/\text{W}$)	常態	6.0	7.2	9.7	7.8	9.5	11.0	15.0	17.0
HP 3458 相對量測不確定度	1 V 校正不確定度 (k=2) ($\mu\text{V}/\text{V}$)	常態	1	1	1	1	1	1	1	1
	ADC量測不確定度 (k=1) ($\mu\text{V}/\text{V}$)	常態	25	25	25	25	25	25	25	25
重複性 相對量測不確定度	Type A ($\mu\text{A}/\text{A}$)	t分配	22	2	2	2	2	2	2	2
相對擴充不確定度			67	52	52	52	54	56	67	74

➤ 研製 480 V 電感式分壓器

單相電力系統(E18、E19)及三相電力系統(E20、E26)在今年完成系統擴建後，此四套系統之交流電壓上限已從原系統的 220 V，擴建為 480 V。然而目前實驗室現有的電感式分壓器，其交流電壓上限為 300 V，已不敷使用。故於今年先行研製 480 V 電感式分壓器，為未來交流電力標準 NML 自我追溯的目標鋪路。

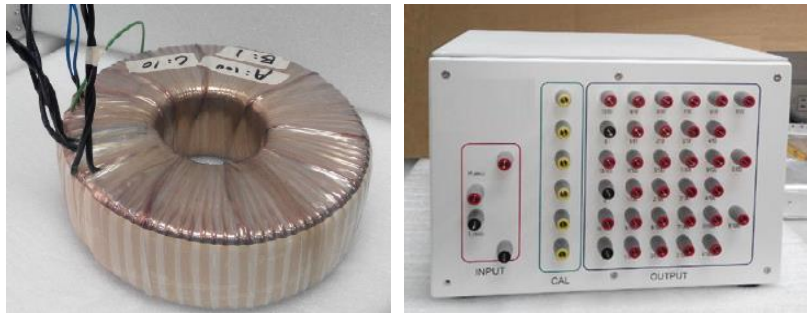


圖 2-2-13、NML 自製之 480 V 電感式分壓器原型與成品

此外，技術團隊並以 NML 的可編輯式約瑟夫森電壓標準(PJVS)系統(E01)驗證自製之 480 V 電感分壓器的比例誤差(1~1/1000)，其比例誤差優於 $1.5 \mu\text{V}/\text{V}$ ，其驗證架構及量測結果如圖 2-2-14 及表 2-2-8~表 2-2-10 所示。

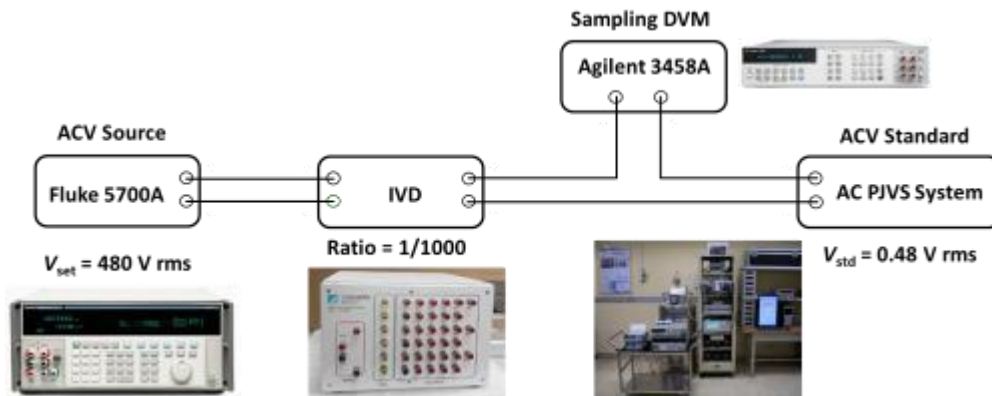


圖 2-2-14、NML 自製 480 V 電感式分壓器之比例誤差驗證架構圖

表 2-2-8、IVD 標稱比例 10:1 之驗證量測結果

IVD 標稱比例 ($r_{n_{10}}$)	比例計算值 ($r_{c_{10}}$)	比例誤差 ($\mu\text{V/V}$) ($r_{c_{10}} - r_{n_{10}}$)
1/10	0.099 998 742	-1.3
2/10	0.199 998 969	-1.0
3/10	0.299 998 769	-1.2
4/10	0.399 998 691	-1.3
5/10	0.499 998 949	-1.1
6/10	0.599 999 197	-0.8
7/10	0.699 999 675	-0.3
8/10	0.800 000 067	0.1
9/10	0.900 000 060	0.1

表 2-2-9、IVD 標稱比例 100:1 之驗證量測結果

IVD 標稱比例 ($r_{n_{100}}$)	比例計算值 ($r_{c1_{100}}$) (以 $V_{\text{out}}(1/10)$ 比例為基準)	比例計算值 ($r_{c2_{100}}$) (以 $V_{\text{out}}(1/1)$ 比例為基準)	比例誤差 ($\mu\text{V/V}$) ($r_{c2_{100}} - r_{n_{100}}$)
1/100	0.099 999 459	0.009 999 820	-0.2
2/100	0.200 000 158	0.019 999 764	-0.2
3/100	0.300 000 888	0.029 999 711	-0.3
4/100	0.400 001 489	0.039 999 646	-0.4
5/100	0.500 001 784	0.049 999 549	-0.5
6/100	0.600 001 835	0.059 999 429	-0.6
7/100	0.700 001 583	0.069 999 278	-0.7
8/100	0.800 001 190	0.079 999 112	-0.9
9/100	0.900 000 584	0.089 998 926	-1.1

表 2-2-10、IVD 標稱比例 1000:1 之驗證量測結果

IVD 標稱比例 ($r_{n_{1000}}$)	比例計算值 ($r_{c1_{1000}}$) (以 $V_{\text{out}}(1/100)$ 比例為基準)	比例計算值 ($r_{c2_{1000}}$) (以 $V_{\text{out}}(1/1)$ 比例為基準)	比例誤差 ($\mu\text{V/V}$) ($r_{c2_{1000}} - r_{n_{1000}}$)
1/1000	0.100 000 140	0.000 999 983	0.0
2/1000	0.200 000 153	0.001 999 966	0.0
3/1000	0.300 000 198	0.002 999 948	-0.1
4/1000	0.400 000 173	0.003 999 930	-0.1
5/1000	0.500 000 069	0.004 999 911	-0.1
6/1000	0.600 000 104	0.005 999 893	-0.1
7/1000	0.700 000 018	0.006 999 874	-0.1
8/1000	0.800 000 010	0.007 999 856	-0.1
9/1000	0.899 999 933	0.008 999 837	-0.2

4. 智慧電網之動態電力計量標準之先期研究

動態能源及非穩態負載會導致電力品質下降，因此需要動態量測技術來準確計算電功率與電能成分，以確保電力品質分析之正確性。然而目前主流的電力量測方法為採用傅立葉轉換之電力演算法，在動態電力(非週期性)量測會有較差的解析。本先期研究以小波轉換為基礎，設計一動態電力量測演算法，針對中國大陸國家標準實驗室(NIM)與加拿大國家標準實驗室(NRC)所提出的兩種典型具動態電能之檢測波形—正弦波包絡基頻訊號及梯形波包絡基頻訊號(圖 2-2-15)，來模擬及實測驗證小波轉換用於動態電力量測的可行性。

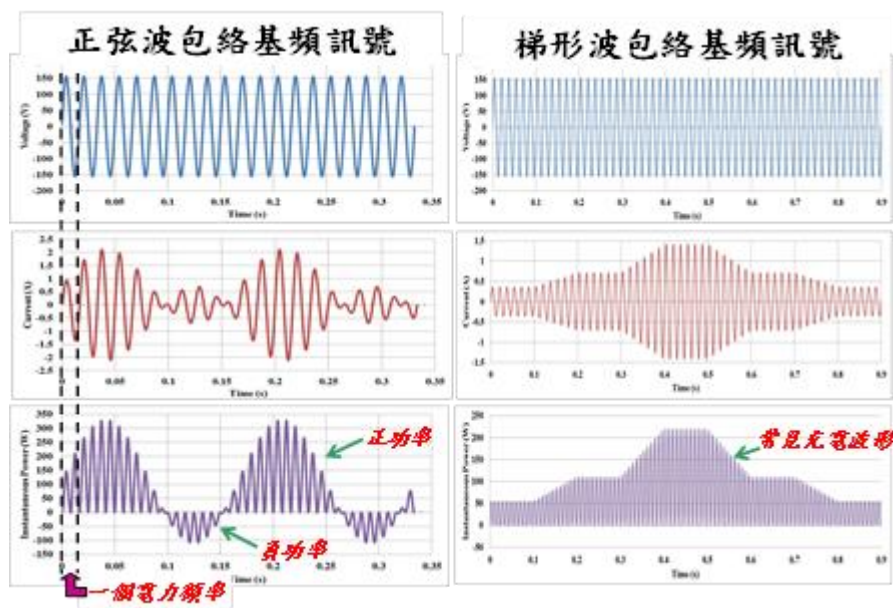


圖 2-2-15、NIM 及 NRC 提出之動態電能檢測波形

► 動態電力之模擬分析

針對 NIM 及 NRC 所提出的典型動態電能檢測波形，共設計六種案例，在不同的數位取樣解析度下(128、64、32 sample/cycle)，計算離散小波轉換與傅立葉轉換。並以 IEEE 1459 定義電力量為基準，進行準確度評估。結果證明在無硬體誤差的影響下，本研究提出的動態電力演算法在解析度為 64 sample/cycle，其誤差可小於 0.2%。此外，小波轉換與傅立葉轉換兩種演算法的誤差相同，主要是因為 NIM 及 NRC 所提出的典型動態電能波形，其本質上可以數學級數表示，因此還是適合傅立葉轉換演算法分析。

➤ 動態負載量測分析

在模擬驗證小波轉換之動態電力演算法後，將此演算法移植至 LabVIEW 軟體，並搭配 NI 同步數位取樣量測系統，完成一即時動態量測平台，如圖 2-2-16 所示。技術團隊以此量測平台進行 10 種動態負載實測，並將取樣率設定為 3840 Hz，進行量測準確度評估。然而實際負載並非正弦波組合，因此不能以 IEEE 1459 定義量為基準，必須依據 IEC 61000-4-30 量測標準，此標準主要採傅立葉轉換為電力量測演算法，為目前國際電力量測設備主要標準依據。技術團隊針對 10 種負載案例進行實測，量測結果包含有效電功率、無效電功率及有效電能。整體量測結果，小波演算法與 IEC 61000-4-30 標準(傅立葉轉換)相較之下的誤差不大，有效電功率皆小於 0.8 %，無效電功率皆小於 1.5 % 及有效電能皆小於 0.8 %。

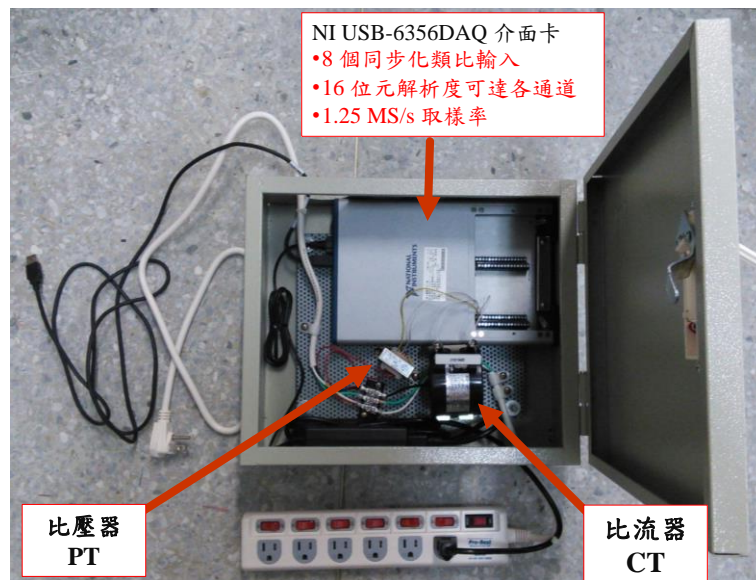


圖 2-2-16、動態負載量測之硬體架構

【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

依標準檢驗局度量衡法現行之「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，但於本子計畫執行前，NML 交流電力相關的四套標準系統(E18、E19、E20、E26)的校正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。目前技術團隊已完成單相電力標準系統(E18、E19)及三相電力標準系統(E20、E26)的校正能量擴建，電流已可達 80 A，且新增無效電功率/電能，可協助提供電業法處理功率因數過低的罰責追溯依據。

2.提供電力品質計量追溯，以提高工業及民生用電品質

近年來由於電力電子技術日益進步，非線性負載之工業設備或民生用電器產品也隨之增加，例如：變壓器、電弧爐、自動化設備所採用的靜態控制元件(Silicon Controlled Rectifier；SCR)、變頻器、電腦、不斷電系統、電子式安定器、電視機、電磁爐、微波爐…等等。由於非線性負載使用率的增加，造成了電力諧波問題日趨嚴重，使得電力品質劣化，因而造成馬達效率降低、電力設備使用壽命減少或毀損。為解決諧波電力汙染問題，必須仰賴精準的諧波量測以偵測諧波來源，才能有效地進行諧波的抑制與改善措施。鑑於早期 NML 所建置的交流電力標準系統並無諧波校正能量，故增建電壓諧波及電流諧波標準，以提供工業、民生用電的電力品質計量追溯。

3.提供 PMU 檢測，確保智慧電網之安全性及可靠度

應用於廣域監測系統的量測裝置 PMU 是以 GPS 作為時間參考基準，使安裝於智慧電網各處的 PMU 可透過即時通訊方式同步監測智慧電網的電力品質參數(如電壓相量、電流相量、頻率、頻率變動率...)，並記錄電力狀態與事故。故設置 PMU 於電網中，有助於精確地定位輸電網路故障點及調度電力，以預防連鎖性電力故障所導致的大規模停電，降低人民用電安全與產業經濟上的損失。技術團隊於今年完成的三相 PMU 檢測系統，可依據最新的 PMU 檢測國際標準規範—IEEE Std C37.118.1_2014 進行符合性檢測。此檢測可執行 PMU 製造商或研發單位的產品驗證，增加產品之國際競爭性。或是為電力公司安裝 PMU 於電網前，確認所採購之 PMU 的量測準確性及通訊相容性，以確保智慧電網之輸電安全性及可靠度。

(三)、半導體多維參數量測標準技術

【全程技術建立時程】

	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"> •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 $100 \mu\text{m}$ •矽穿孔深度量測標準技術建立 矽穿孔量測標準方法評估 孔深量測範圍：$5 \mu\text{m}$ 至 $100 \mu\text{m}$ 孔深量測不確定度：$\leq 0.5 \mu\text{m}$ @孔深 $100 \mu\text{m}$ 	<ul style="list-style-type: none"> •高深寬比 TSV 量測標準技術建立 孔深寬比$\geq 15:1$ @孔徑 $5 \mu\text{m}$ 孔深量測不確定度：$\leq 0.2 \mu\text{m}$ •μBGA 形貌量測標準技術建立 球體直徑：$250 \mu\text{m}$ 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"> •μBump 形貌量測標準技術建立 球體直徑：$20 \mu\text{m}$ 直徑量測不確定度：$\leq 0.2 \mu\text{m}$ 高度量測不確定度：$\leq 0.3 \mu\text{m}$

【本年度目標】

- $\mu\text{-BGA}$ 形貌量測標準技術建立
 - $\mu\text{-BGA}$ 形貌量測標準方法評估
 - 球體直徑： $250 \mu\text{m}$
 - 直徑量測不確定度： $\leq 2 \mu\text{m}$
 - 高度量測不確定度： $\leq 2.5 \mu\text{m}$
- 高深寬比 TSV 量測標準技術建立
 - 矽通孔量測標準方法評估
 - 孔深寬比 $\geq 10:1$ @孔徑 $5 \mu\text{m}$
 - 孔深量測不確定度： $\leq 0.5 \mu\text{m}$

【執行成果】

1. $\mu\text{-BGA}$ 形貌量測標準技術建立

(1)量測方法

半導體界一般最常用的錫球量測大致可分三種；主要是以高成本的 X-RAY 檢測分析及二種接觸式破壞性的三維檢測，包含滲透染紅檢測及電路板切片檢測，三種檢測方式都費時費工；此外亦有各家公司所自行研發檢測機台，主要目的在於藉由不同角度的光反射係數，來判斷其製程上錫球高度的差異。量測方法包含使用光學模式進行量測及接觸式破壞性量測，然而，由於光學系統本身存在著系統誤差，可能是因為環境因素、溫度、濕度、震動及光會因不同的錫球材質產生不同的反射率，造成計算上有其偏差值

及錫球材質與底板不同的光強反射量亦會造成數值上的換算誤差，技術團隊透過降低感測器對光強的靈敏度使影像不容易過曝，變更軟體演算法及不同的對位方式來增加其量測數值的穩定性。

(2) 疊紋投影模組

疊紋投影模組之硬體架構是由線型 3 line 電荷耦合元件、遠心鏡頭、光柵及準直光源組成的條紋投影模組，系統架構如圖 2-3-1 所示。照明光源經過透鏡，光柵及透過物鏡照射到待測樣品上，即疊紋圖案。這裡所使用之照明光源的波長範圍為(420-780) nm，在透鏡及光柵後加入一個 0.62 倍的遠心鏡頭，其可使待測樣品上有投影條紋，透過三張在不同相位上的影像，取得不同的灰階的三張影像，用相位移演算法去換算其高度。

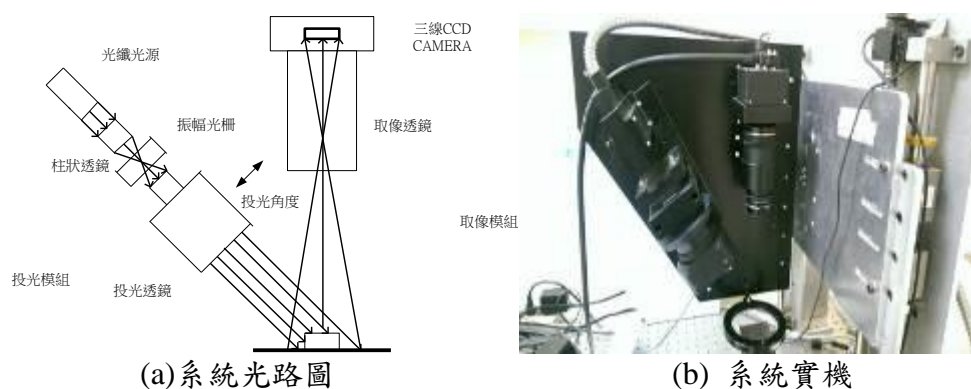


圖 2-3-1、疊紋干涉系統架構

(3) 投影疊紋系統原理

相移基本理論-投射疊紋掃描法量測原理

條紋反射法量測物體表面形貌，實投射疊紋掃描法是以傳統的投射條紋法為基礎，配合 CCD(Charge-coupled Device)掃描取像技術所產生的一套極為精準的量測方式。圖為掃描取像架構示意圖，CCD 與投射光柵固定不動，物體則朝單一方向移動，CCD 為線形 CCD，每次曝光只擷取一行影像，由於 CCD 與投射光柵不動，故所擷取的影像光強度值會隨著物體高度的不同而有所變化。圖 2-3-2 為掃描取像架構示意圖。

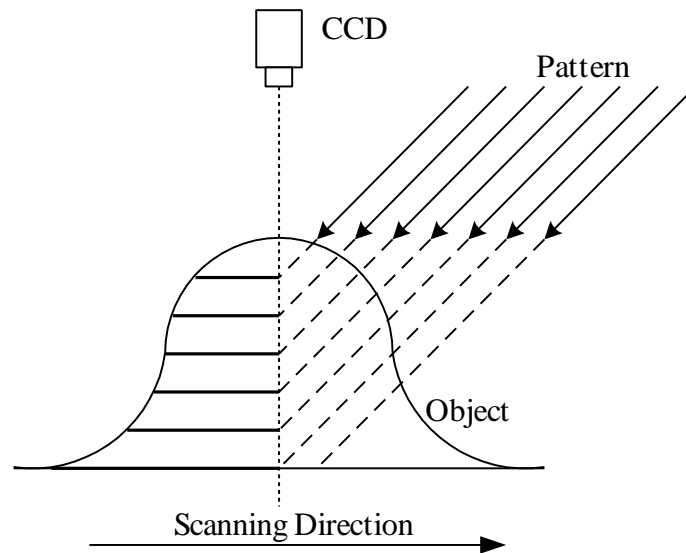


圖 2-3-2、掃描取像架構示意圖

- 相位分析理論

定量相移分析法則：在每次相移時引入固定的相移量 $\alpha = 2\pi/N$ 於干涉圖中，其中 N 為相移總次數，使得干涉條紋的強度分佈為

$$I_n(x, y) = I_0 + \gamma \cos[\Phi(x, y) + n\alpha] \quad (1)$$

$I_n(x, y)$ 為經第 n 次相移後的干涉條紋圖強度分佈， $\Phi(x, y)$ 為欲量測的相位分佈，由上式得知，欲解得相位 $\Phi(x, y)$ ，至少需要三張影像。為求能準確得到相位分佈，須引入固定的相移量於干涉圖中，相移量是經由相移器所產生。依干涉方式的不同，有不同的相移器，如 PZT、偏極板(polarizer)、高精密線性馬達，都是常見的相移器。在此計劃當中，我們並不使用相移器，而是以多線 CCD 在影像擷取時擷取不同位置的影像資料，使其具有類似相位調變的效應。如圖 2-3-3 使用三線 CCD Camera，條紋間距 P_0 被 a、b、c 三點分割成三等份。就相位而言，一個條紋間距相位等於 2π ，將一個間距等分三份，即是將 2π 分成三等份，每一等份等於 120° ，這 120° 就相當於取像時所引入的相移量。線形 CCD 的線距是 8 pixels，即條紋間距必須控制在 24 pixels 的大小。控制條紋間距大小有三個控制因素可調：鏡頭放大倍率、光柵間距、投光角度。使用三線 CCD 掃描拍取影像，可一次掃描得三張不同干涉條紋影像。圖 2-3-4 為相移量示意圖。

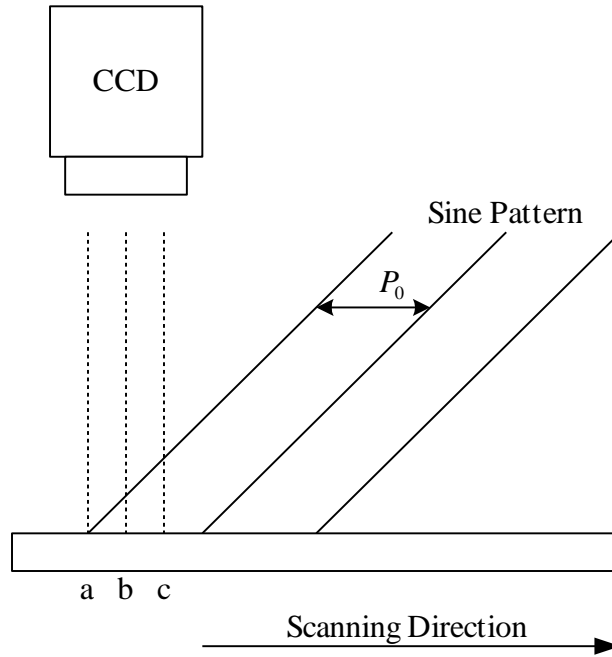


圖 2-3-3、相移量示意圖

使用三線 CCD Camera， $N=3$ ，相移量 $\alpha=120^\circ$ ，三張干涉條紋圖強度分佈為

$$I_1 = I_0 + \gamma \cos(\Phi - \alpha) \quad (2)$$

$$I_2 = I_0 + \gamma \cos \Phi \quad (3)$$

$$I_3 = I_0 + \gamma \cos(\Phi + \alpha) \quad (4)$$

經運算後可得相位分佈為

$$\phi = \tan^{-1} \left[\sqrt{3} \frac{I_1 - I_3}{2I_2 - I_1 - I_3} \right] \quad (5)$$

若使用三線 CCD Camera， $N=3$ ，相移量 $\alpha=90^\circ$ ，則相位計算可簡化為下式

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{I_3 - I_2}{I_1 - I_2} \right] \quad (6)$$

當 N =任意數，相移量 $\alpha=2\pi/N$ ，而 $\alpha_i=i2\pi/N$ ，相位的通解為下式

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{\sum I_i(x, y) \sin \alpha_i}{\sum I_i(x, y) \cos \alpha_i} \right] \quad (7)$$

- 線型 CCD 取像流程

本探頭採用三次相移之方式量測物體三維形貌，取像過程如圖 2-3-4。

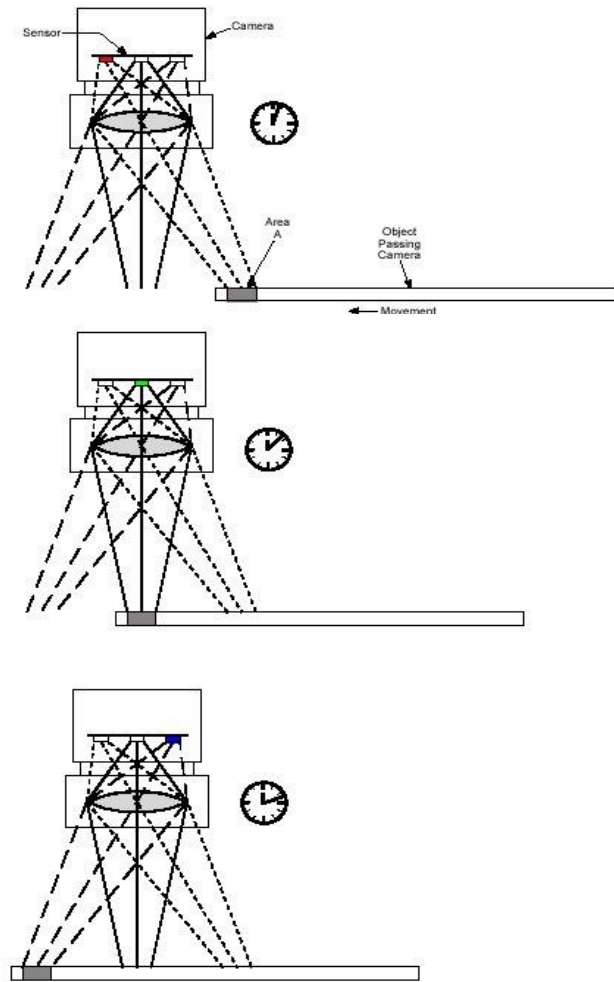


圖 2-3-4、線型 CCD 取像流程

- 相位分析流程圖

如圖 2-3-5 所示，當 Camera 掃描取得三步相位移干涉影像後，影像透過分析軟體做相位展開分析，進行相位還原重建，之後建構出三維行貌輪廓與校正，方可得到正確之數值。

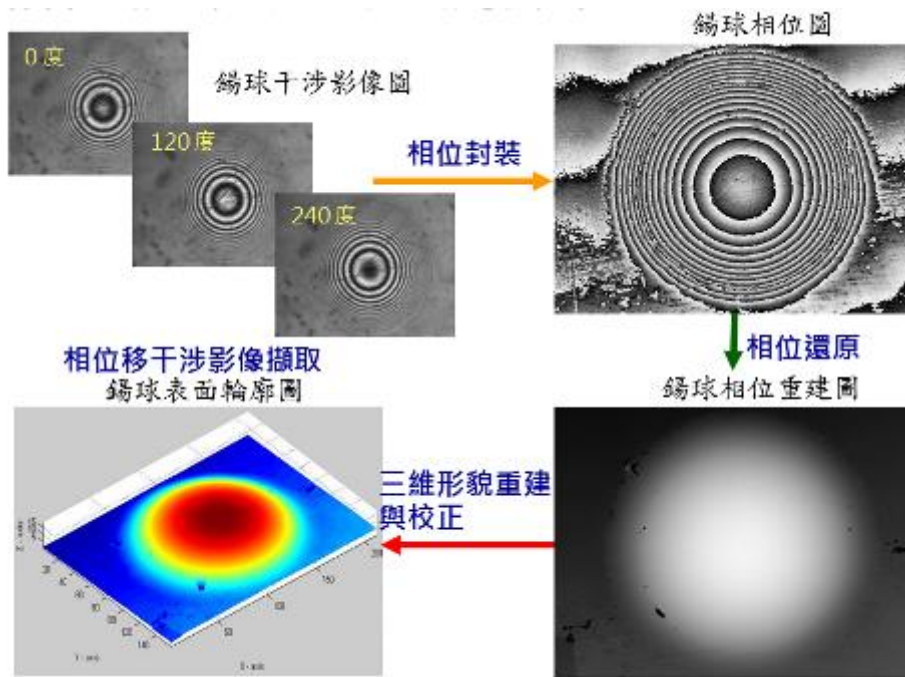


圖 2-3-5、相位分析流程圖

(4).標準件追溯校正

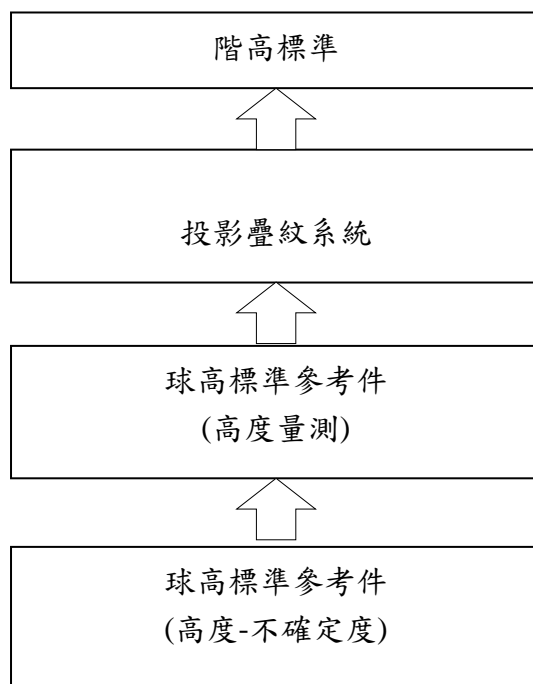


圖 2-3-6、系統及標準件追溯流程

圖 2-3-6 為此模組及標準件追溯流程，技術團隊使用工研院製作的 250 μm 直徑高 80 μm 圓標準件進行標準件追溯，標準件製作方式是以機械加工凹面深度再經過倒模方式，將原本的深度轉換成錫球的高度，採用不易因壓力或溫度變化而產生變形的鎳合金材質，經由奈米量測等級白光干涉機台檢測其高度值為 250.27 μm，透過經過校正的白光干涉機台來驗證製作之球高標準片。

為消除系統誤差，研發團隊使用此一圓標準件求得系統不確定度，量測流程如下。使用所建置的白光干涉系統量測階高標準件重複 30 次的量測。由表 2-3-1 的數據可得球高的量測誤差，因為白光為奈米等級精度的量測機台，其標準不確定度為 0.002 μm。由表 2-3-2 得球高參考件的校正報告可得高度的標準不確定度為 0.129 μm。以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 2-3-1、階高標準件之量測不確定度數值(白光機台)

次數	數值	次數	數值	次數	數值	
1	4.48	11	4.479	21	4.485	
2	4.487	12	4.48	22	4.481	
3	4.478	13	4.482	23	4.484	
4	4.479	14	4.489	24	4.482	
5	4.48	15	4.485	25	4.483	
6	4.48	16	4.481	26	4.481	
7	4.482	17	4.481	27	4.49	
8	4.482	18	4.479	28	4.478	
9	4.483	19	4.482	29	4.483	
10	4.482	20	4.48	30	4.483	
					平均值	4.482
					不確定度	0.002

表 2-3-2、球高標準件之不確定度

量測次數	錫球高度	錫球寬度
1	81.537	250.442
2	81.659	250.343
3	81.663	250.483
4	81.508	250.414
5	81.669	250.481
6	81.445	250.421
7	81.833	250.412
平均值	81.61629	250.428
標準不確定度	0.129808	0.047882

接著使用校正完成的球高參考件進行投影疊紋不確定度，其中錫球高度及錫球寬度分別為 80 μm 及 250 μm ，圖 2-3-2 為使用所建置的疊紋系統量測到的影像判定出錫球的數值。

由表 2-3-4 的投影疊紋系統對於球高不確定度之分析，透過球高參考片的量測，計算出其不確定度，分析可得其量測標準不確定度分別為 0.491 μm 及 0.22 μm 。

量測結果如表 2-3-5 所示，由表 2-3-3 對階高 80 μm 、寬度 250 μm 分別量測 7 次的結果，分析可得其標準不確定度分別為 0.491 μm 及 0.22 μm 。表 2-3-4 為投影疊紋系統對球高標準不確定度。再利用投影疊紋系統量測高球標準片，進而計算出投影疊紋系統之組合標準不確定度。

表 2-3-3、投疊紋度球高量測結果(μm)

量測次數	錫球高度	錫球直徑
1	82.214	249.79
2	82.263	250.351
3	82.488	250.350
4	81.451	250.412
5	82.011	250.225
6	82.438	250.309
7	83.332	250.473
平均值	82.313	250.274
標準不確定度	0.491	0.225

表 2-3-4、使用投影疊紋量測球高之不確定度分析

標準件-投影疊紋系統			
參數別	標稱值(μm)	量測值(μm)	標準不確定度(μm)
高度	80	82.313	0
直徑	250	250.428	0.22

表 2-3-5、投影疊紋系統之組合標準不確定度分析

投影疊紋系統不確定度分析表(1σ)		
量測項目	球高(μm)	直徑(μm)
球高標稱值(μm)	80	250
球高標準件不確定度	0.129	0.040
系統差異量	0.697	0.154
解析度不確定度	0.710	0.460
疊紋投影系統標準不確定度	0.491	0.220
組合標準不確定度	1.220	0.539
擴充標準不確定度	2.415	1.049

2. 高深寬比 TSV 量測標準技術建立

(1) 量測方法

反射儀常用於薄膜厚度的量測，特別是半導體製程中薄膜材料的堆積或是蝕刻厚度的監控。反射儀設備架構簡單，利用截取的寬頻反射光光譜可以推算薄膜的光學特徵參數，且此方法快速簡便。現今的光譜反射式膜層厚度檢測設備依照檢測面積需求，可以分為大光點式及顯微式。大光點式利用光纖探管與光譜儀結合，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，進而由演算法算出膜層的折射率、消光係數與厚度。相對於大光點式反射儀使用光纖為介面來收發光線，顯微鏡式反射儀具有檢測光點小的優點，可以用來檢測結構細微的膜層。

(2) 反射儀模組

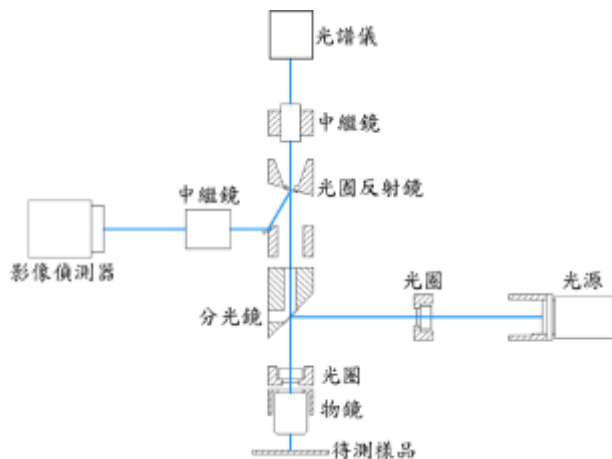
如圖 2-3-7 所示為反射儀模組的設計及實際架構，光源透過顯微物鏡入射於樣品，其反射光分成兩道光束，一道由影像偵測器所接收，可以即時觀察待測點位置。另外一道入射至光譜儀得到反射光譜，進而計算出光學特徵參數。

量測樣本採用之微結構，為在矽晶圓上製作的二維週期性排列矽通孔結構，如圖 2-3-8。由於其排列週期大於可見光入射波長的十倍以上，不會產生顯著的繞射現象，故不採用大計算量的耦合波理論來分析。此時採用側向干涉理論，也就是說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；換句話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：

$$\begin{aligned} R(k) &= (R_{\text{via}} + R_{\text{film}}) + [2 \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{R_{\text{via}} R_{\text{fn}}} \cos(2kd_{\text{via}} - \delta_n)] \\ &= (R_{\text{via}} + \sum_{n=1}^N R_{\text{fn}}) + [\sum_{n=m=1}^N \sqrt{R_{\text{fn}} R_{\text{fm}}} \cos(2k(d'_n - d'_m))] + [2 \sum_{n=1}^N \sqrt{R_{\text{via}} R_{\text{fn}}} \cos(2k(d_{\text{via}} - d'_n))] \end{aligned} \quad (8)$$

以下介紹上式代表的物理涵義。第一項是與光程差無關，稱為直流項。第二項是若表面有氧化層時的薄膜干涉項，隱含氧化層的厚度，由入射光在氧化層間來回多次反射與透射造成的結果；第三項是矽通孔反射光與氧化層反射光互相干涉的結果，隱含矽通孔的深度。假設氧化層薄膜材料的折射率及消光係數已知，從反射儀量到的反射光譜可以藉由與反射數學模型的差異程度做曲線擬合，進而推得膜層的厚度，而這正是想要知道的

薄膜參數。反射光譜在光程差越大的狀況下，其曲線會越來越密，所以一般來說矽通孔深度在數十微米左右，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通孔深度。從轉換後的振幅頻譜尖峰對應到的光程位置關係，測到矽通孔的深度。



(a) 反射儀模組光路圖



(b) 系統實機

圖 2-3-7、反射儀系統

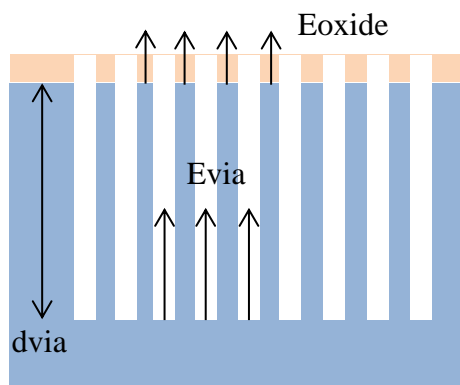


圖 2-3-8、干涉示意圖

(3) 反射光譜理論演算法

為了由反射儀所量測到的反射光譜求得矽穿孔的相關參數，技術團隊使用純量繞射理論分析反射光譜訊號。由於使用純量繞射理論，只須考慮入射光波前在晶圓表面及孔底表面反射所造成的光程差，其光程差的分佈因孔深，孔底的表面特性而由所不同，其在光譜儀上會呈現不同的光譜分佈。

由於所使用的反射儀其量測光點約為 30 μm ，當此量測光點入射在矽穿孔陣列上時將同時量測到數個矽穿孔孔洞。在此定義光點所量測到的總面積歸一化(normalization)為 1，而 α 為歸一化後矽穿孔開孔所占面積，則不含矽穿孔開孔的面積為 $(1-\alpha)$ 。 E_0 為入射光的電場， d 為矽穿孔孔深，入射光波長為 λ 。從孔底及矽晶圓表面反射光強總合為 \bar{I} ，即

$$\bar{I} = \text{Const} \left[\alpha E_0^2 + (1-\alpha) E_0^2 + 2\sqrt{\alpha(1-\alpha)} E_0^2 \cos[2\pi(2d/\lambda)] \right] \quad (9)$$

式 9 的第三項表示電場反射率包含其相角差(phase angle difference)。根據菲涅耳方程式(Fresnel equation)，光經由空氣傳輸由矽晶圓表面反射，將造成 180 度的相位差，且其電場的反射率將受反射係數 r_{si}^+ 的影響。反射強度可由反射係數 r_{si}^+ 求得為，

$$\bar{I} = \text{Const} \left[\alpha (r_{\text{si}}^+ E_0)^2 + (1-\alpha) (r_{\text{si}}^+ E_0)^2 + 2\sqrt{\alpha(1-\alpha)} (r_{\text{si}}^+ E_0)^2 \cos[2\pi(2d/\lambda)] \right] \quad (10)$$

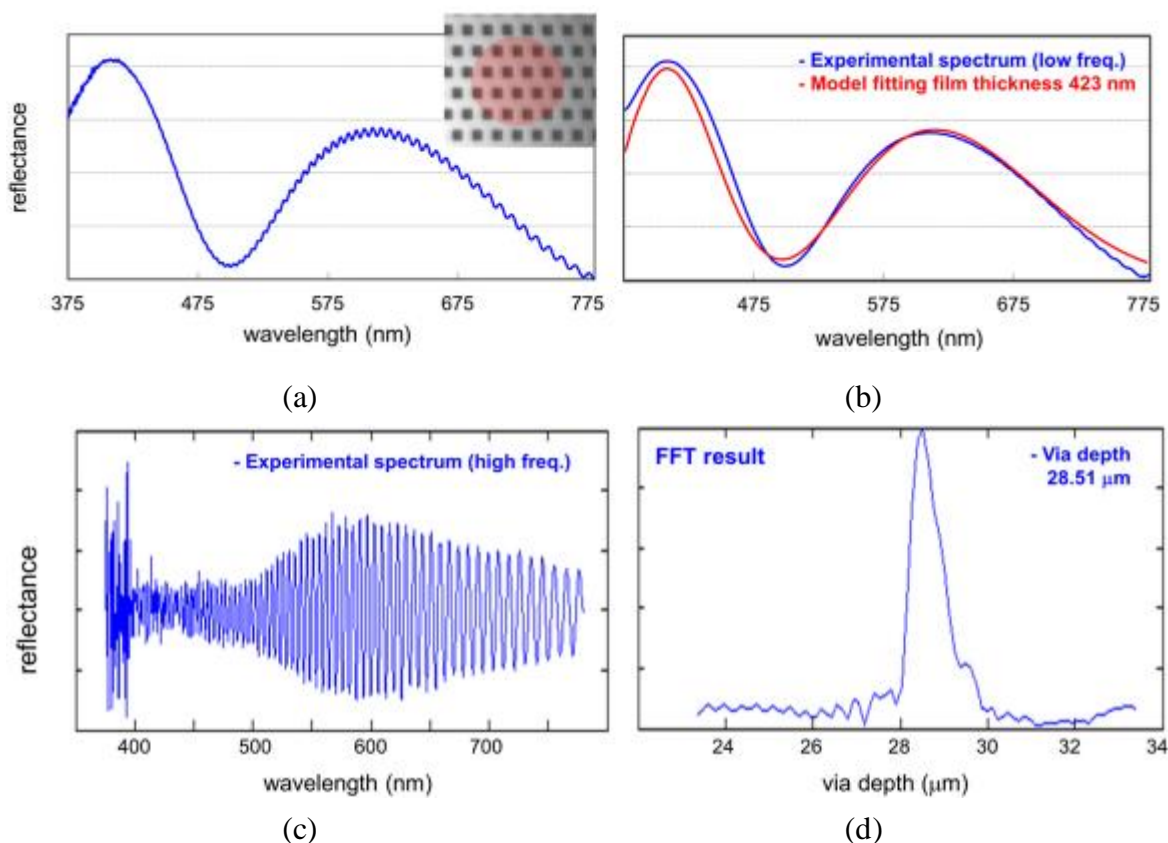


圖 2-3-9、(a)為開孔 3 μm 週期 6 μm 之矽穿孔量測之反射光譜，(b)為矽穿孔表面氧化層之反射光譜，(c)為矽穿孔深度之反射光譜，(d)為矽穿孔深度反射光譜之快速富利葉轉換之結果。

圖 2-3-9(a)為開孔 3 μm ，週期 6 μm 的方形矽穿孔量測光譜分佈。此方形矽穿孔表面具有一氧化層，量測光點大小將為 30 μm ，故非開孔面積及開孔面積占照明面積比率分別為 75%及 25%。反射光譜的低頻訊號及高頻訊號分別代表氧化層厚度及矽穿孔深度。

技術團隊利用頻譜處理演算法(spectrum-processing algorithm)可以把圖 2-3-9(a)的低頻及高頻訊號分離出來，如圖 2-3-9(b)及圖 2-3-9(c)所示。分別使用曲線擬合演算及快速富利葉轉換(Fast Fourier transform)於圖 2-3-9(b)及 2-3-9(c)，可以求得氧化層厚度為 423 nm 及矽穿孔深度分別為 28.51 μm (如圖 2-3-9(d)所示)。

(4).量測系統及標準件追溯校正

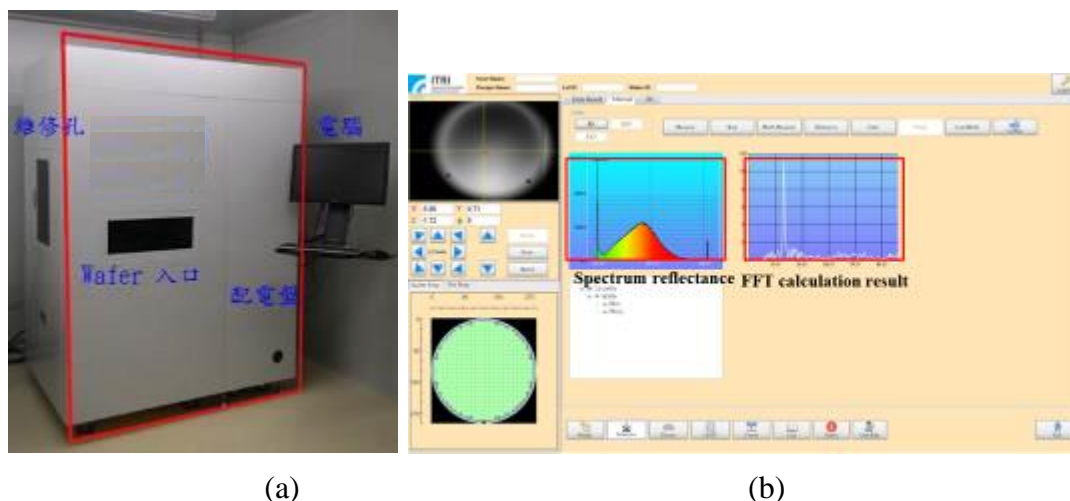


圖 2-3-10、(a)量測系統實機(b)量測系統操作軟體界面

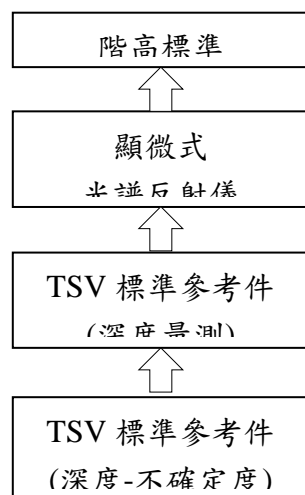


圖 2-3-11、標準件追溯流程

圖 2-3-10 為量測系統實機外觀樣式以及量測系統操作軟體界面，技術團隊以此系統作為階高以及 TSV 標準片之量測。接著評估系統的量測不確定度。圖 2-3-11 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 10 μm 、30 μm 及 50 μm ，經由 NML 檢測後之值分別為 10.440 μm 、30.266 μm 及 50.350 μm ，量測不確定度分別為

0.034 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。

由表 2-3-6 對階高 10 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 0.011 μm 及 0.027 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擴充不確定度為對不同階高分別為 0.60 μm 、0.13 μm 及 0.28 μm ，在計劃目標規格內。

表 2-3-6、階高量測結果

量測次數	標稱值(μm)		
	10	30	50
1	10.49	30.34	50.52
2	10.49	30.32	50.56
3	10.46	30.35	50.59
4	10.48	30.34	50.59
5	10.47	30.29	50.58
6	10.48	30.33	50.52
7	10.48	30.28	50.51
平均值	10.479	30.321	50.553
反射儀重複性(1σ)	0.011	0.027	0.035

表 2-3-7、使用反射儀量測階高之不確定度分析

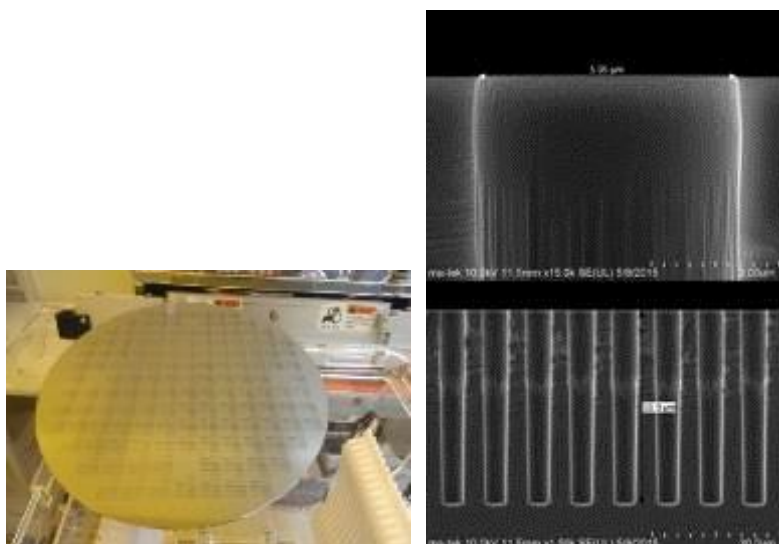
標準片-反射儀			
參數別	標稱值(μm)	標稱值(μm)	一倍標準差(μm)
階高	10	10.479	0.011
	30	30.321	0.027
	50	50.553	0.035

表 2-3-8、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	30	50
反射儀重複性(1σ)	0.011	0.027	0.035
階高不確定度(1σ)	0.017	0.049	0.086
系統差異量	0.019	0.028	0.101
解析度不確定度	0.003	0.003	0.003
組合標準不確定度	0.028	0.062	0.138
擴充不確定度	0.06	0.13	0.28

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 2-3-12 所示，其中量測孔徑為 5 μm 之矽通孔深度。量測結果如表 2-3-8 所示，分析可得矽通孔深度量測標準不確定度為 0.034 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，SEM 廠商所提供的系統不確定度為 0.002 μm ，求得矽通孔標準件深度的

擴充不確定度為 0.068 μm ，在計畫目標規格內。



(a)晶圓 (b)孔徑 5 μm 矽通孔結構

圖 2-3-12、矽通孔結構

表 2-3-9、孔徑 10 μm 矽通孔結構之深度量測

孔徑 5 μm 矽通孔結構之深度量測	
1	50.87
2	50.81
3	50.85
4	50.88
5	50.87
6	50.81
7	50.8
孔深平均值	50.841
孔深標準不確定度	0.034

【未來推廣應用】

- 1.技術團隊使用光譜式反射儀(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。
- 2.為滿足半導體 3DIC 製程發展的檢測需求，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 $\mu\text{-BGA}$ 形貌量測，或是提供相關的標準件。

(四)、中溫量測與熱物性測定技術研究

【本年度目標】

- 建立可攜式精密中溫標準熱源裝置技術
 - ✓ 溫度範圍：(40~350) °C
 - ✓ 穩定性：≤±0.02 °C within 30 min；含 RS485(RS232)界面
- 開發固態熱電材料 ZT 值性能之夾持裝置
 - ✓ 耐受溫度範圍：(27~127) °C
 - ✓ 可夾持樣品尺寸範圍：長度：8 mm 至 22 mm；寬度及厚度範圍：2 mm 到 4 mm。
 - ✓ 夾持力控制範圍：25 N 到 50 N

【執行成果】

1. 可攜式精密中溫標準熱源裝置研製

(1) 建立尺寸、材料模擬技術：

技術團隊研發標準熱源裝置係輔以熱傳及流場模擬分析，回饋在材料、機構、尺寸之設計與製作參數上，以完成中溫熱源裝置之建構，目的係為了提供一中溫、熱均勻分佈與熱穩定之標準熱源。分析使用之連續方程式(continuity equation)、動量方程式及能量方程式如公式(1)、(2)及(3)。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{\partial V}{\partial t} = \rho g - \nabla p + \nabla \cdot \tau_{ij} \quad (2)$$

$$\rho \frac{d\hat{u}}{dt} + p(\nabla \cdot V) = \nabla \cdot (k\nabla T) + \Phi \quad (3)$$

其中， V 為流體速度， p 為流場壓力， ρ 為流體密度(density)， t 為時間， ∇ 為梯度， $\nabla \cdot \tau_{ij}$ 表示流場線性動量(linear-momentum)， T 為溫度， $k\nabla T$ 表示為熱傳導流量(heat-conducting flow)， Φ 為黏滯消耗函數(viscous-dissipation function)。

依據能量守恆定律，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。因此，可得分別描述熱傳導、熱擴散與黏性消耗之能量守恆方程式如下：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \frac{\partial}{\partial x_i} [u_i(\rho E + p)] = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_i} - \sum_j h_j J_j + u_j (\tau_{ij})_{eff} \right] + S_h \quad (4)$$

式中， $E = p + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho gh$ ， h 表示高度， 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； $h_j J_j$ 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。

本裝置如圖 2-4-1 所示，使用非結構性網格建立網格（如圖 2-4-2），設定加熱源之邊界條件完成後，使用 ANSYS Fluent 軟體中連續方程式及能量方程式進行模擬分析以求解。依據三維熱場模擬技術之模擬結果，逐步調整熱源裝置工作區機構與材料設計，係為研製高穩定、高均溫熱源裝置之重要依據。以圖 2-4-3 為例，整體系統之熱場溫度變化顯示，持續加熱後則整體溫度隨之增加，工作區溫度逐漸接近加熱區溫度；待系統達穩定熱源後，加熱區溫度仍較其他區域溫度高(約 620.9 K)，而中央工作區溫度分佈較為均勻已接近加熱區溫度(約 596.3 K)，且達到預定需求之溫度。



圖 2-4-1、中溫精密標準熱源裝置圖

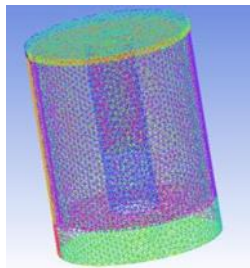


圖 2-4-2、模擬過程建立非結構網格

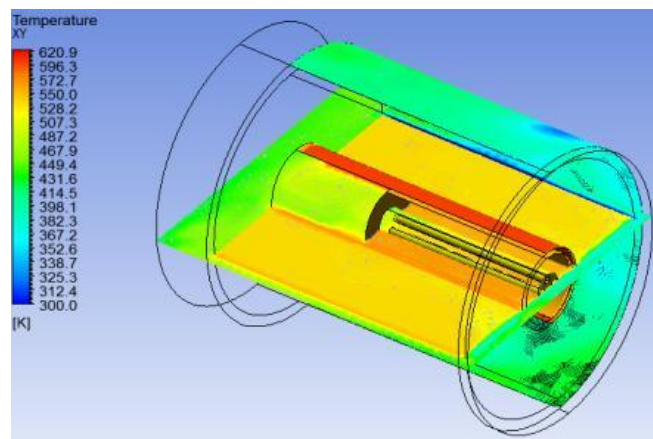


圖 2-4-3、系統到達穩定過程之溫度分佈模擬

2. 機電整合與儀器組件調制整合技術

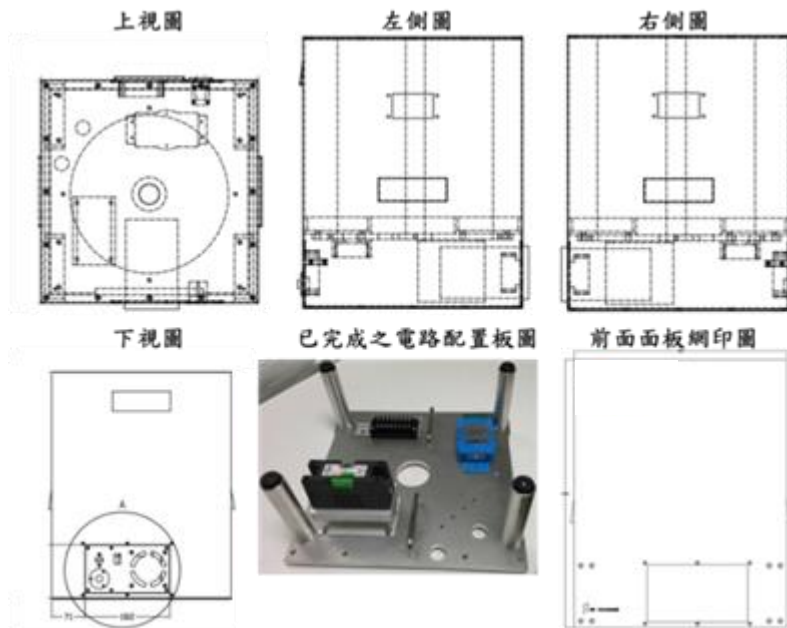


圖 2-4-4、機電整合之板金配置圖

標準熱源裝置之研發包括小型化需求之機電整合設計與製造技術建立，以及熱源模組、控制器、溫控機制、溫控元件之調制整合技術。機電整合設計必須同時考量主結構機械強度(足以荷重不產生形變)、電子零件與元件之安裝固定(相對位置與安裝固定方式)、電路 layout (就近引線整合於機械結構)與未來維修可行性與便利性，相關機電整合之板金配置如圖 2-4-4 所示。

另外，本裝置涵蓋熱源模組特性、控制器性能、溫控機制、溫控元件特性之調制整合技術。單獨使用性能較佳的市售控制器絕對無法達到符合本裝置需求之穩定控制目標，必須搭配特殊之跟隨溫控機制設計，輔以合適之溫控元件，始能將效能加乘達到更佳之溫控效果；再者，若只具前述之加乘溫控效果卻缺乏考量放射率、熱導率、熱容等參數所設計製作之優化熱源模組技術，斷然無法達到預設的穩定度規格目標。亦即必須具備熱源模組之材料與結構設計製作技術，搭配適宜的控制器，設計以較快速而過溫較少之加熱機制，由反應時間快速飄移較小之溫控元件反饋給控制器，調制整合這些技術以組構成較高穩定之標準熱源裝置。

(3)中溫標準熱源裝置原型機穩定性測試

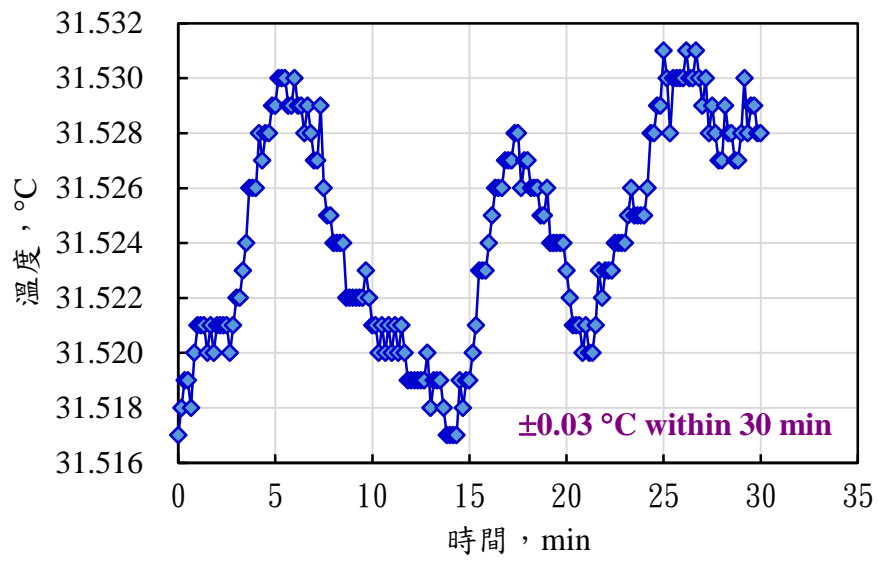


圖 2-4-5、中溫標準熱源裝置於約 30 °C 之穩定性測試結果

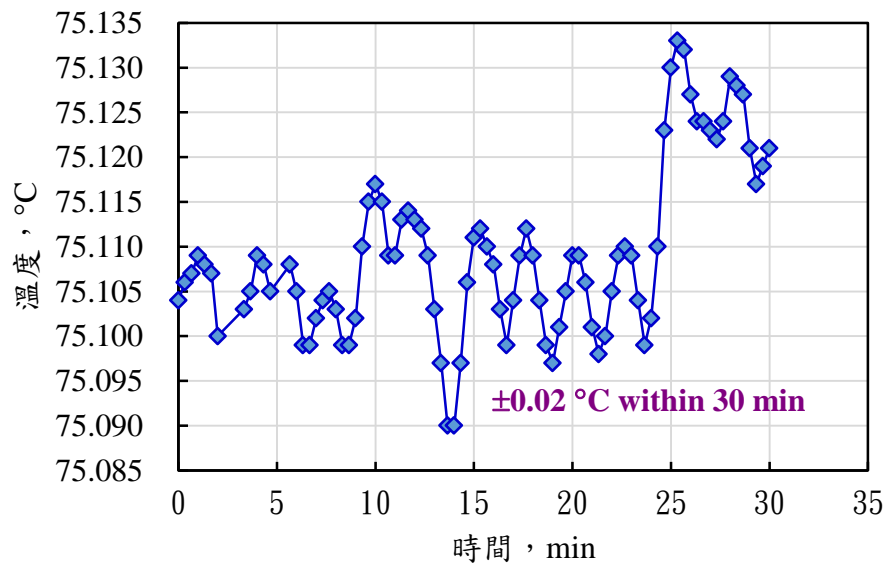


圖 2-4-6、中溫標準熱源裝置於約 75 °C 之穩定性測試結果

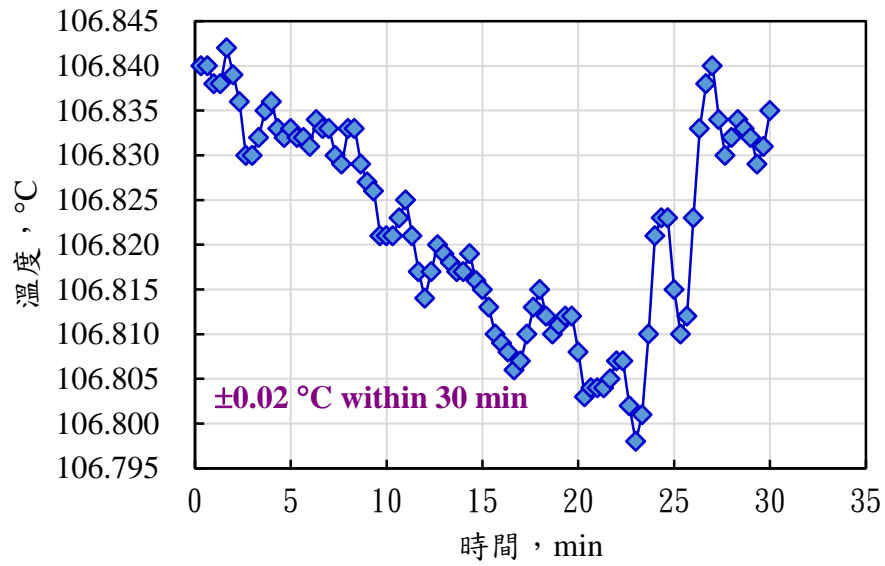


圖 2-4-7、中溫標準熱源裝置於約 110 °C 之穩定性測試結果

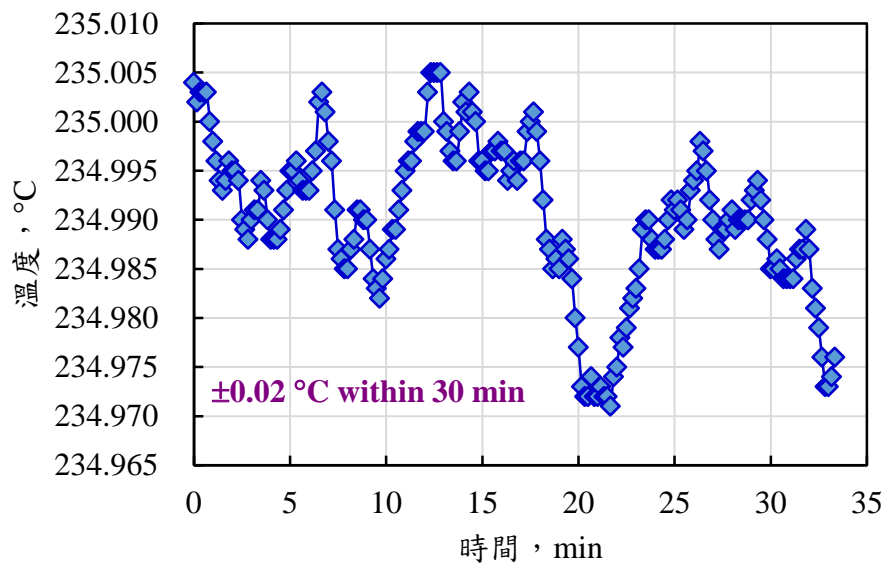


圖 2-4-8、中溫標準熱源裝置於約 235 °C 之穩定性測試結果

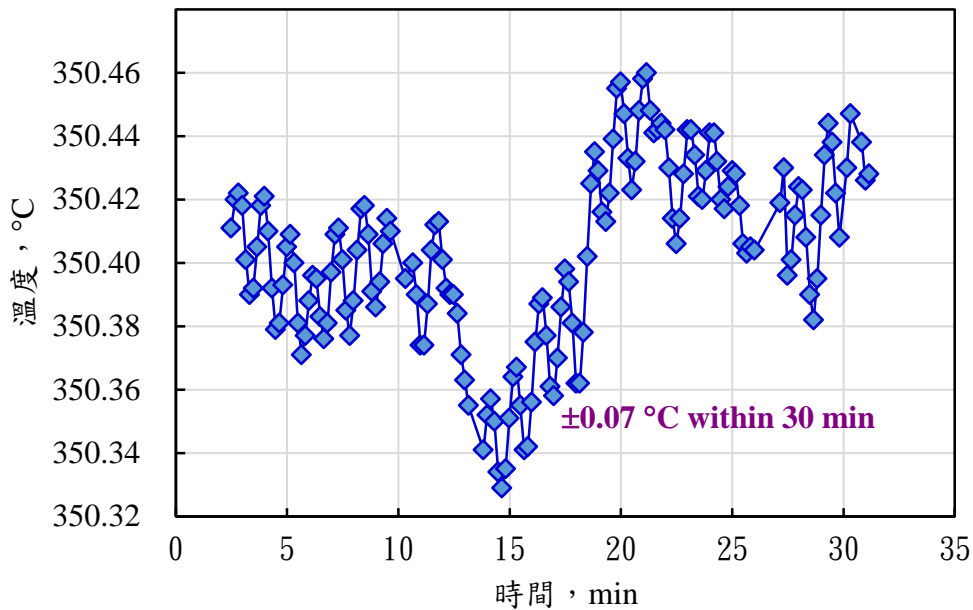


圖 2-4-9、中溫標準熱源裝置於約 350 °C 之穩定性測試結果

以校正過之電阻溫度計連接溫度儀表測試所研製之中溫標準熱源裝置，由自動化軟體程式自動擷取標準熱源內之溫度，並根據所得之溫度變化調整控制器之參數以使本裝置提供較佳之穩定標準熱源。圖 2-4-5~圖 2-4-9 為於約 30 °C~350 °C 之穩定性測試結果，顯示除了高溫極限的參數尚未調整到較佳穩定狀態外，其餘溫度範圍 30 分鐘內之穩定性不超過±0.02 °C，符合所訂定之規格目標。

2. 熱電材料 ZT 值快速量測裝置

近年來藉由熱電模組廢熱可有效產生電力而無需任何動件，具有簡便、安靜、在任何空間都可操作與高可靠度等優點，非常適合中低溫工業廢熱的回收，特別是對於開發新的高效率熱電材料方面。量測三個基本物理特性：席貝克係數(S : Seebeck Coefficient)、熱導率(κ : Thermal Conductivity)與電導率(σ : Electrical Conductivity)，即可測試與驗證新熱電材料的效率，三者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：

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T \quad (5)$$

傳統方式往往需要借助兩套系統：席貝克係數與電導率量測系統與雷射閃光法之熱導率量測來量測熱電材料三項參數。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；雷射閃光法將能量輸入於材料一端，另一端以紅外線(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。侷限於設備的設計大小，上述量測方法不但費時，而且樣品在不同機台上的備製往往會伴隨著加工變異等影響。

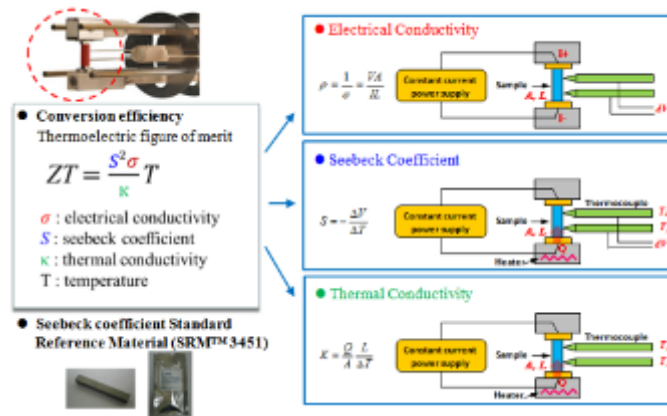


圖 2-4-10、固態塊狀熱電材料的量測系統

為了解決以上問題以因應對於各種新型熱電材料的開發研究與量測性能的驗證，技術團隊建立熱電材料 ZT 性能快速量測技術，應用在熱電材料的開發與品質檢測上。該技術整合熱電材料三項參數(席貝克係數、電導率及熱導率)的量測方法於同一台裝置上，可有效節省一半以上的量測時間，並能簡化樣品在不同機台上的備製與減少加工的性能變異。另外，增加自動化夾持壓力系統，降低壓力差異對席貝克係數與熱導率的影響，有助於提昇熱電材料 ZT 值的可信度，此量測系統的設計概念如圖 2-4-10 所示。

(1)熱電性能 ZT 快速量測夾持裝置的設計規格

根據國外文獻報導，以目前商用設備進行熱電材料 ZT 性能的量測，其不確定度高達 25%，其中又以席貝克係數與熱導率兩項影響最大(約佔不確定度 20% 以上)，主因在於樣品與發熱夾持裝置夾持壓力的不足、樣品表面平整度與熱散失等問題，造成與理論上能量傳遞所形成的溫差無法在熱電材料上完整的呈現。為此，技術團隊增加自動化夾持壓力系統，降低壓力差異對席貝克係數與熱導率的影響，並將其數值化，有助於提昇熱電材料 ZT 值的可信度。樣品高度尺寸的量測極限為 22 mm，最小為 8 mm，樣品寬度與長度範圍最大可達 4 mm，最小為 2 mm。同時皆由半自動化步進馬達提供樣品的夾持壓力，夾持力控制範圍可由 1 N 到 50 N。

(2)熱電性能 ZT 快速量測夾持力測試

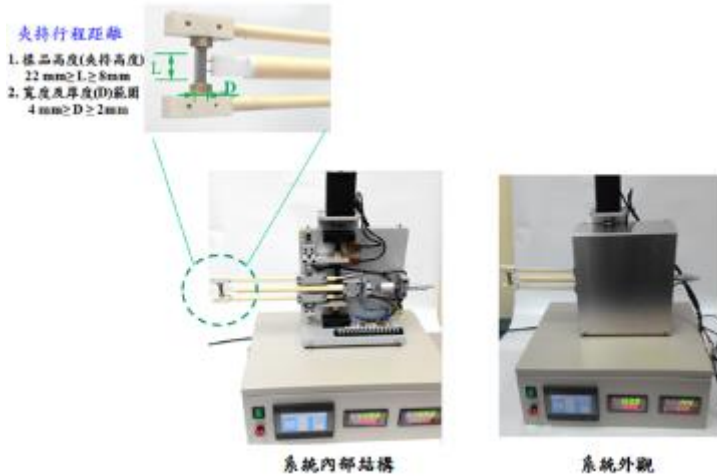


圖 2-4-11、熱電性能 ZT 快速量測夾持裝置實體圖

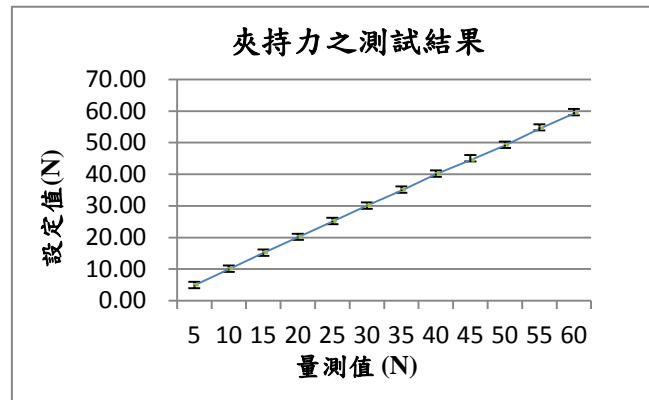


圖 2-4-12、熱電性能 ZT 快速量測裝置夾持力之測試結果

如圖 2-4-11 所示，以校正過之感力感測器(Load Cell)測試 ZT 快速量測裝置的夾持力，設定好系統夾持壓力數值，由半自動化步進馬達提供樣品的夾持壓力，跟根據實際所得的壓力數值微調夾持裝置。圖 2-4-12 為系統輸入與實際輸出的夾持壓力數值差異，壓力可由 5 N 測試到 60 N，量測誤差均在 $\pm 2\%$ 內，重複量測 5 次量測性不確定度小於 0.19 N 如表 2-4-1，符合所訂定之規格目標。

表 2-4-1、夾持壓力測試

設定值(N)	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00
量測平均值	4.91	9.97	15.13	20.07	25.05	30.04	34.88	40.04	44.44	49.15	54.39	59.29
重複性造成的不確定度	0.03	0.05	0.05	0.05	0.07	0.04	0.07	0.08	0.19	0.08	0.14	0.11

【未來推廣應用】

1. 可攜式精密中溫標準熱源裝置

- (1) 可提供產、學、業界標準熱源，作為熱感測元件之測試或校正使用。
- (2) 可提供客製化設計、製作之標準熱源裝置，擴大彈性應用範疇。

2. 熱電材料 ZT 值快速量測裝置

- (1) 高效率熱電材料效能量測技術，與國際市售產品具相同性能指標，具市場競爭力。
- (2) 國際領先熱電材料半自動化量測技術，具量測標準追溯，將可大幅提昇熱電材料之性能量測穩定性，有利於應用產品開發及擴大市場應用價值。

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
標準系統建立		-	1	擴建D27
專利	申請	3 件	1件	
	獲證	-	-	
論文	國內期刊	2 篇	4篇	
	國外期刊	2 篇	3篇	3篇為SCI
	國內研討會	2 篇	4篇	
	國外研討會	4 篇	7篇	
研究報告		5 份	8份	

註：原新/擴建系統非前瞻分項定位中所執行，因配合跨部會署科發基金，於本分項編列部分配合款而執行<精進奈米技術計量標準>子項，因此本分項年度完成一擴建系統。

【執行成果說明】

(一)精進奈米技術計量標準

◆ 低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術

【本年度目標】

將標準粒子計數器偵測效率校正系統之量測能力向下擴充至 1 cm^{-3} ，擴充不確定度小於等於 4%。

【執行成果】

1. 低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術

產業界常用的粒子計數器，除用於監測環境潔淨度外，亦廣泛應用在偵測機台的設備，對於粒子的低濃度量測系統有迫切的校正需求。國內粒子濃度量測技術能力原僅限於 10^3 cm^{-3} 以上，而美國、日本兩大工業先進國皆已開發低濃度量測技術，粒子濃度量測能力可達到 1 cm^{-3} ，其技術能力領先我國 1000 倍。故本計畫參考美、日兩國現行之奈米粒子低濃度量測技術，採用兩級氣膠粒子稀釋器之分流架構與遞迴校正方法向下擴充低濃度偵測極限。由同一氣膠粒子產生源經由分流器同時輸出固定濃度之氣膠粒子至法拉利杯電流計與凝核粒子計數器(Condensation particle counter, CPC)，再由氣膠粒子源後端串接的第一級稀釋器與待校件前端串接的第二級稀釋器來逐級調整輸出到凝核粒子計數器的氣膠粒子濃度，目前已可達成 1000:1 的高稀釋比，並藉由遞迴校正方法來分階段逐步校正至 1 cm^{-3} 之偵測效率。所建置之低濃度氣相奈米粒子量測系統採用兩級稀釋與遞迴的架構，可避開

串接多級稀釋器後造成不確定度隨著升高的問題，並完成每一步驟間不中斷之計量追溯。

(1)完成低濃度氣膠量測系統架構設計與硬體架設

低濃度氣膠量測系統之架構設計是以二級稀釋為主，除了原有的奈米粒子濃度量測系統，新增了兩組稀釋器，分別為粒子源稀釋器及主稀釋器。表 3-1-1 詳細列出了本系統所使用的硬體設備規格表。圖 3-1-1 則呈現了本系統的架構設計示意圖，奈米級氣膠粒子是由最前端的奈米粒子霧化器模組產生，此模組為量測中心自行開發組裝，適合校正系統長時間使用，可穩定產生一定濃度範圍的氣膠粒子，以本系統目前使用的聚苯乙烯微粒，是採用日本 JSR 公司出產的 100 nm 聚苯乙烯奈米粒子(polystyrene nanoparticle)，經適度稀釋後即可作為氣膠粒子來源溶液。由於所使用的奈米粒子霧化器模組是以高壓空氣衝擊液體產生氣膠粒子，其產生氣膠量可達 3 L/min，然而後端串連的微分電移動度篩分器僅可處理 1.5 L/min 氣膠量，故於微分電移動度篩分器前端提供一多餘氣膠分岔排出口，並經 HEPA 過濾器過濾後排出。

表 3-1-1、低濃度氣膠量測系統主要硬體設備規格表

設備(Equipment)					備註	
Generic name	MFR	Model		Quantity	Specification	Remark
名稱	廠牌	型號	序號	數量	規格	用途
奈米粒子霧化器	自組			1	(0.3 ~ 0.35) μm	粒子霧化
微分電移動度篩分器	TSI	3080	70613228	1	(10 ~ 1000) nm	粒子篩分
凝結粒子計數器	TSI	3776	70715001	1	> 2.5 nm	粒子計數
凝結粒子計數器	TSI	3775	70615465	1	> 4 nm	粒子計數
法拉第杯氣膠電流計	TSI	3068B	71028175	1	(0.002 ~ 5.0) μm	粒子計數
流量計	TSI	4140D	41401231009	1	(0.01 ~ 20) L/min	流量感測
氣流分歧器	TSI	3708	71028291	1	----	氣體分流
真空幫浦	TSI	3033	71021269	1	< 30 L/min	氣流抽取
層流計	Cosmo	LF-104N-2L	305-11684-07A	1	< 2 L/min	流量感測
質流控制器	HORIBA	SEC-Z512MGX	3454610556	1	< 1.5 L/min	稀釋流控
質流控制器	HORIBA	SEC-Z512MGX	3489870713	1	< 5 L/min	補給流控
粒子源稀釋器	Matter aerosol	MD19-3E	101723	1	(15~3000)倍	稀釋濃度
主稀釋器	自組			1	10 倍	稀釋濃度
壓力計	Vaisala	PTB330	H3620002	1	(500 ~ 1100) hPa	壓力感測
溫度計	Fluke	1529-R	A73465	1	解析度：0.0001 °	溫度感測
電腦	DELL	V3450	---	1	Windows XP	系統控制

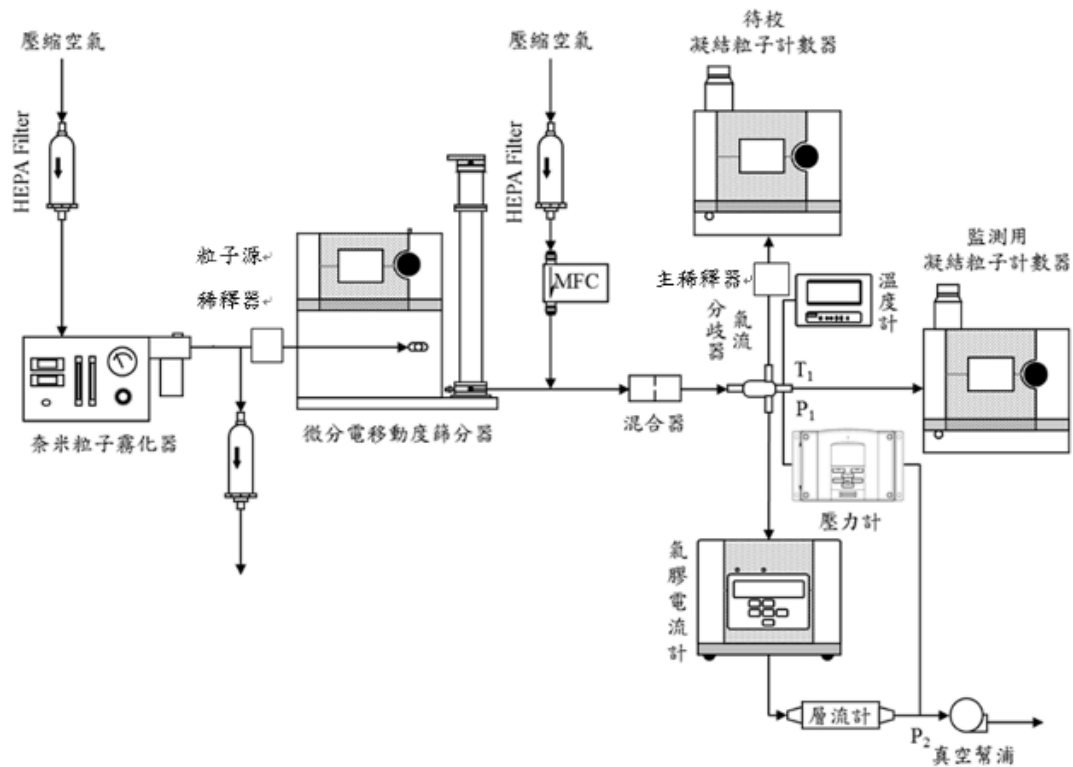


圖 3-1-1、低濃度氣膠量測系統架構圖

微分電移動度篩分器是利用電場與流場對不同尺寸的氣膠粒子進行篩選，篩選後的氣膠粒子主要是帶單一電荷且相同粒徑，可避免溶液中其餘雜質對粒子源造成干擾。微分電移動度篩分器後端將分流至三台氣膠粒子量測設備，分別是一台待校凝結粒子計數器、一台監測用凝結粒子計數器與一台法拉第杯氣膠電流計，這三台設備所量測的氣膠粒子流量皆設定為 1.5 L/min。為產生足夠且均勻之氣膠粒子流量，微分電移動度篩分器後端尚連接一流量控制之乾淨壓縮空氣以補足流量，並經由一混合器來混合均勻。此外，系統中備有溫度計、壓力計與層流計，用來記錄管路中的氣膠溫度與壓力差值，以供數據處理時修正濃度計算用。

新增的兩組稀釋器，其中粒子源稀釋器是位於粒子源之後，而主稀釋器則是串連在待校粒子計數器之前。粒子源稀釋器需要提供至少 100 倍的濃度稀釋能力，在此採用 Matter aerosol 公司出產的 MD19-3E，如圖 3-1-2 所示，粒子源稀釋器分成控制模組與稀釋盤模組，主要是由具有 8 孔或 10 孔的陶瓷圓盤，於設定的轉速下與潔淨空氣混合達成稀釋作用，此商用稀釋器可設定的稀釋倍率從 1:15 至 1:2000。此外，商用稀釋器內建有加熱模組，可避免氣膠粒子源於管線內冷凝成為水滴。

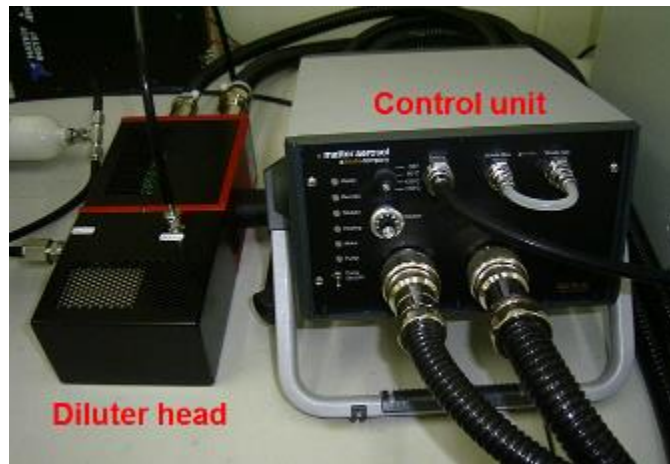


圖 3-1-2、粒子源稀釋器

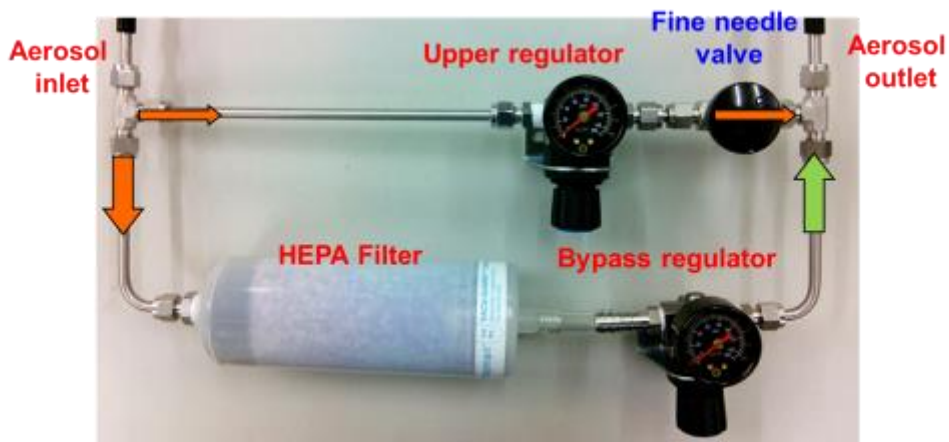


圖 3-1-3、主稀釋器

主稀釋器是由量測中心自行研發完成，如圖 3-1-3 所示，主要是採用橋式分流達成稀釋效果，其組成包括有兩個壓力調節閥、一個精密針閥、一 HEPA 過濾器及分流管件。當氣膠粒子源自左端進入後，會根據兩個壓力調節閥的設定達成某種比例的分流，其中流經下方管路的氣膠粒子會被 HEPA 過濾器過濾成潔淨空氣，再與部分原始氣膠粒子混合後，即成為稀釋後氣膠粒子。此自行研發的稀釋器可穩定提供 10 倍的稀釋能力，是用來提供待校件與監測用凝核粒子計數器(Condensation particle counter, CPC)於各濃度下具有特定比例濃度差，以供後續遞迴校正所需之稀釋倍數評估及待校件偵測效率評估所用。主稀釋器需進行稀釋倍率一致性測試，亦即在各濃度下，其稀釋倍率皆需維持一致；圖 3-1-4 顯示測試結果，於本系統校正濃度範圍 1 cm^{-3} 至 1000 cm^{-3} 內，主稀釋器皆能維持稀釋倍率一致。

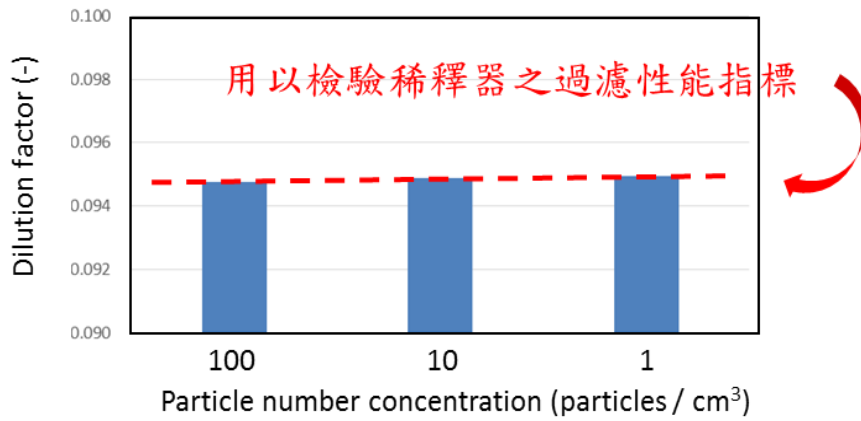


圖 3-1-4、主稀釋器之稀釋倍率一致性測試

(2)完成低濃度氣膠量測系統量測步驟與量測方程式

低濃度氣膠量測系統量測步驟主要是先讓待校件在 1000 cm^{-3} 之濃度下，藉由與法拉第杯電流計標準件進行絕對值校正，因此可得知此濃度下待校件的偵測效率，定義為 $\eta_{UT,1e3}$ ，如圖 3-1-5 所示。

接著進行主稀釋器之稀釋倍數評估，如圖 3-1-6 所示，在此參考美國作法，藉由待校粒子計數器與監測用粒子計數器之一系列濃度比比值來評定。先在各濃度下量測兩台粒子計數器之濃度比比值 k ，再於待校件前串聯加入主稀釋器，使待校件與監測用 CPC 固定具有 10 倍的濃度差比值，並將上述已知的 k 值代入估算，即可得知各濃度下的主稀釋器稀釋倍數 DF_2 。最後由待校件與監控 CPC 在各種濃度下 ($1 \text{ cm}^{-3} \sim 10^3 \text{ cm}^{-3}$) 之濃度比值運算取得主稀釋器之稀釋倍數的平均值。

將各濃度下待校件與監測用 CPC 之濃度量測值 (CR_x)、主稀釋器之稀釋倍數平均值 ($\overline{DF_2}$) 以及待校 CPC 在 10^3 cm^{-3} 濃度下之偵測效率 ($\eta_{UT,1e3}$) 帶入方程式(1)，即可以遞迴方式依序得到待校件於各濃度下之效率值 ($\eta_{UT,1e2}$ 、 $\eta_{UT,1e1}$ 、 $\eta_{UT,1e0}$)。方程式(1)即為本系統之量測方程式。

$$\eta_{UT,1e(x)} = \overline{DF_2} \cdot CR_x \cdot \eta_{UT,1e(x+1)} \quad (1)$$

其中 $\eta_{UT,1e(x)}$ 、 $\eta_{UT,1e(x+1)}$ ：待校件在 10^x cm^{-3} 下的偵測效率， $x=0、1、2$

$\overline{DF_2}$ ：為主稀釋器之稀釋倍數的平均值

CR_x ：待校件與監控CPC濃度比的比值， $x=0、1、2$

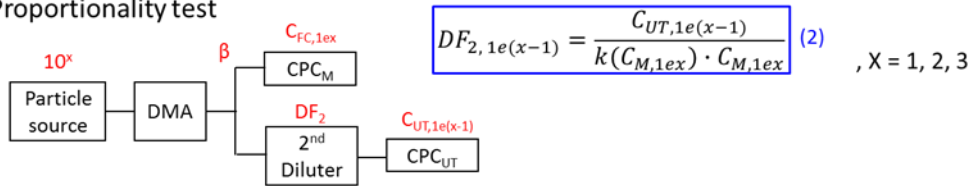


圖 3-1-5、待校件在 1000 cm^{-3} 之濃度下之偵測效率評估

(i) Comparison between CPCs



(ii) Proportionality test



From (1) and (2) \rightarrow
$$\overline{DF}_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n DF_{2,i}$$

圖 3-1-6、評估主稀釋器之稀釋倍數的平均值

(c) Evaluate the detection efficiency by two CPCs

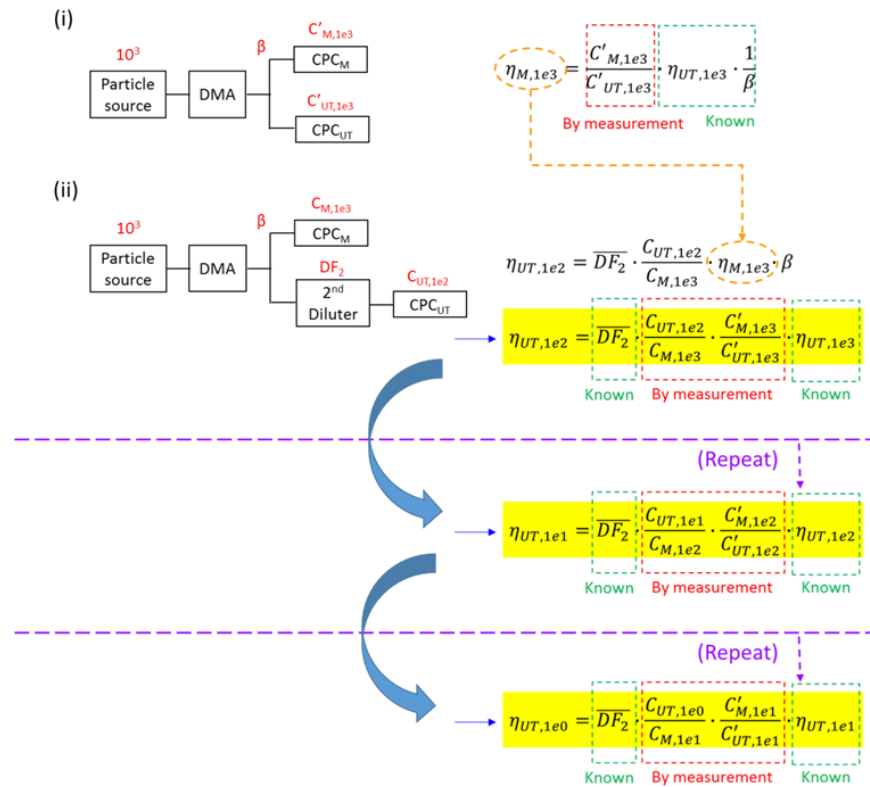


圖 3-1-7、以遞迴校正方式進行待校件於各濃度下之偵測效率評估

低濃度氣膠量測系統之待校件偵測效率不確定度評估，其相對組合標準不確定度可表示為下式：

$$u_c^2(\eta_{UT,1e(x)}) = \left(\frac{\partial \eta_{UT,1e(x)}}{\partial \overline{DF}_2}\right)^2 u^2(\overline{DF}_2) + \left(\frac{\partial \eta_{UT,1e(x)}}{\partial CR_x}\right)^2 u^2(CR_x) + \left(\frac{\partial \eta_{UT,1e(x)}}{\partial \eta_{UT,1e(x+1)}}\right)^2 u^2(\eta_{UT,1e(x+1)}) \quad (2)$$

而相對擴充不確定度則表示為下式：

$$\frac{u_c(\eta_{UT,1e(x)})}{\eta_{UT,1e(x)}} = \sqrt{\left(\frac{u(\overline{DF}_2)}{\overline{DF}_2}\right)^2 + \left(\frac{u(CR_x)}{CR_x}\right)^2 + \left(\frac{u(\eta_{UT,1e(x+1)})}{\eta_{UT,1e(x+1)}}\right)^2}$$

(3)

(3)完成低濃度氣膠量測系統不確定度評估與系統管制

主稀釋器之稀釋倍數是在三個濃度下進行各 10 次的重複性測試，以表 3-1-2 所示之稀釋倍數量測重複性數據來看，此次之稀釋倍數平均值為 10.5468 倍，即量測方程式 (1)之 \overline{DF}_2 。

表 3-1-2、主稀釋器之稀釋倍數量測重複性

Dilution factor evaluation, \overline{DF}_2

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.E+02	10.5966	10.4334	10.5587	10.5844	10.5186	10.5980	10.5848	10.5651	10.5563	10.5367
1.E+01	10.5789	10.6326	10.6720	10.4200	10.7359	10.7448	10.3864	10.3850	10.3932	10.4725
1.E+00	10.6632	10.4346	11.0484	10.2870	10.7074	10.4825	10.6353	10.7864	10.7557	9.6501
Average	10.5468									
STDEV	0.2279									

待校件於 1000 cm^{-3} 之濃度下與法拉第杯電流計標準件進行絕對值校正，其詳細偵測效率評估可參考量測中心『奈米粒徑量測系統評估報告-標準粒子計數器偵測效率校正』，在此引用其評估完成之偵測效率為 96.93 %，即 $\eta_{UT,1e3} = 96.93 \%$ 。

接下來進行各濃度下待校件與監測用 CPC 之濃度量測值(CR_x)之重複性量測，每個濃度進行各 10 次的重複性測試，詳細數據請見表 3-1-3。將各濃度下待校件與監測用 CPC 之濃度量測值(CR_x)、主稀釋器之稀釋倍數平均值(\overline{DF}_2)以及待校 CPC 在 10^3 cm^{-3} 濃度下之偵測效率($\eta_{UT,1e3}$)帶入方程式(1)，即可以遞迴方式依序得到待校件於各濃度下之效率值($\eta_{UT,1e2}$ 、 $\eta_{UT,1e1}$ 、 $\eta_{UT,1e0}$)。如表 3-1-3 所示，待校件於 100 cm^{-3} 、 10 cm^{-3} 、 1 cm^{-3} 下之偵測效率分別為 96.83 %、97.05 %與 96.94 %。而經由方程式(2)與方程式(3)評估完成的低濃度氣膠量測系統相對擴充不確定度於 100 cm^{-3} 、 10 cm^{-3} 、 1 cm^{-3} 下之偵測效率分別為 2.39 %、2.68 %與 3.70 % (涵蓋因子 $k=2$)，皆小於 4 %，符合計畫年度目標。

表 3-1-3、各濃度下待校件與監測用 CPC 之濃度量測值

Detection efficiency at 100 cm^{-3} , $\eta_{UT,1e2}$

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$CR_{2,a}$	1.05199	1.05584	1.05417	1.05637	1.05343	1.05190	1.05518	1.05408	1.05743	1.05418
$CR_{2,b}$	0.08971	0.09078	0.08984	0.08944	0.09025	0.08970	0.08953	0.08980	0.08959	0.09003
$\eta_{UT,1e2}$	96.43%	97.94%	96.78%	96.54%	97.14%	96.42%	96.54%	96.72%	96.80%	96.98%
Average	96.83%									
STDEV	0.0046									

Detection efficiency at 10 cm^{-3} , $\eta_{UT,1e1}$

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$CR_{2,a}$	1.06118	1.05394	1.05357	1.04831	1.05148	1.04983	1.06259	1.05185	1.06024	1.05376
$CR_{2,b}$	0.08908	0.08924	0.08894	0.09155	0.08859	0.08865	0.09061	0.09155	0.09075	0.09062
$\eta_{UT,1e1}$	96.70%	96.21%	95.86%	98.18%	95.29%	95.21%	98.49%	98.51%	98.43%	97.68%
Average	97.05%									
STDEV	0.0135									

Detection efficiency at 1 cm^{-3} , $\eta_{UT,1e0}$

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$CR_{2,a}$	1.06117	1.05225	1.03522	1.03661	1.05133	1.07881	1.03479	1.07841	1.05399	1.07853
$CR_{2,b}$	0.08837	0.09108	0.08743	0.09378	0.08883	0.08843	0.09087	0.08597	0.08821	0.09608
$\eta_{UT,1e0}$	95.75%	97.85%	92.41%	99.25%	95.35%	97.40%	96.00%	94.65%	94.92%	105.80%
Average	96.94%									
STDEV	0.0364									

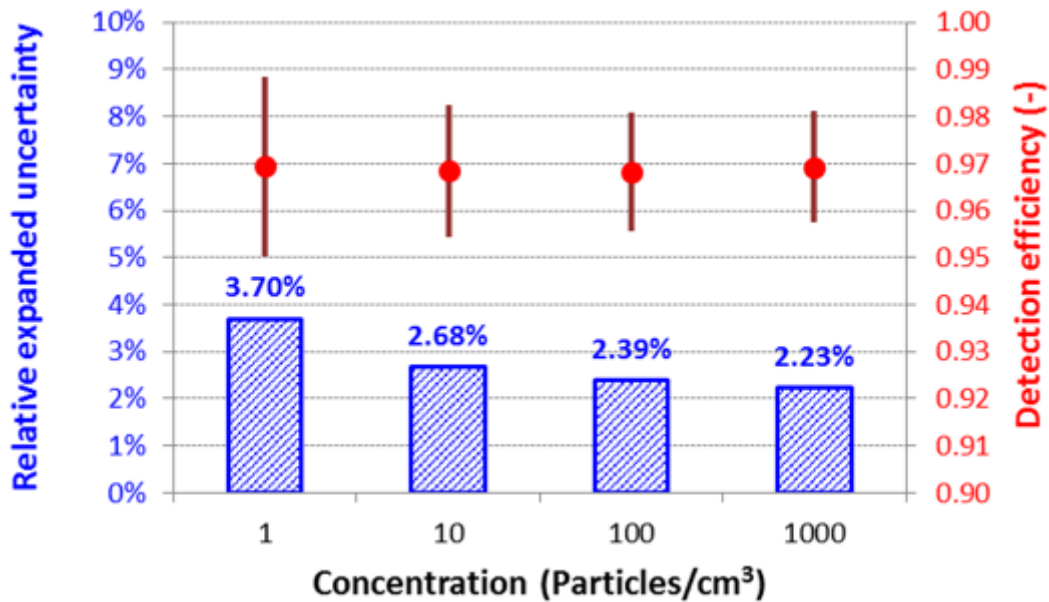


圖 3-1-8、各濃度下待校件之偵測效率及相對擴充不確定度

低濃度氣膠量測系統已初步完成不確定度評估，其量測不確定度分析採用國際標準組織建議的「量測不確定度表示法指引」，而量測品保則參考美國國家標準與技術研究院出版的 SP 676-II 第 4.6 節中的直讀式模式，設計一套查核參數和管制圖來監控量測系統。將系統評估階段所量測的 100 nm 之 100 cm^{-3} 、 10 cm^{-3} 、 1 cm^{-3} 查核參數值，計算其平均值、標準差、管制上下限後，繪成管制圖，如圖 3-1-9 所示。程序參數建立後，之後每 1 個月對系統執行例行監控。

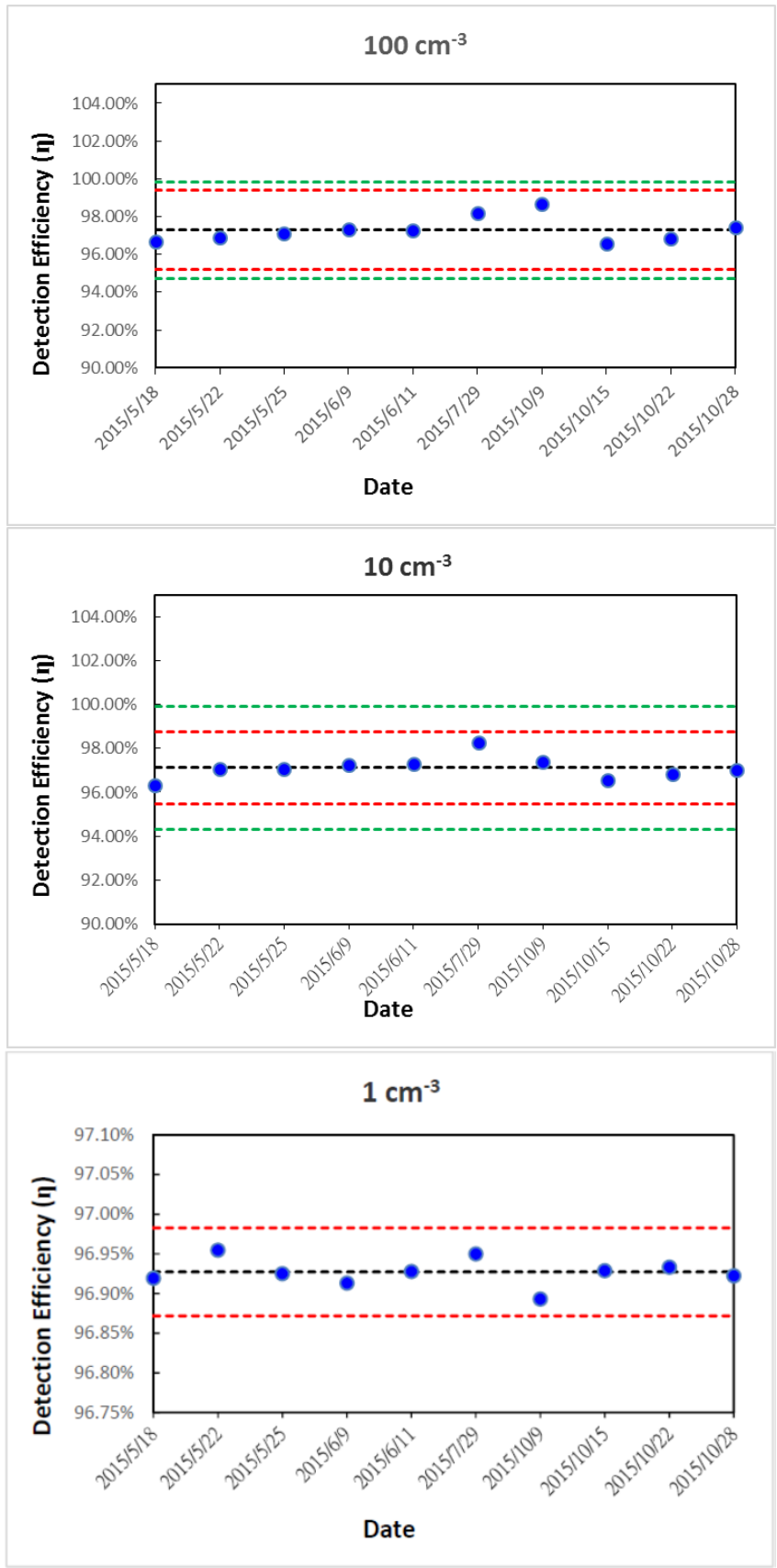


圖 3-1-9、低濃度氣膠量測系統於各濃度下系統管制圖

【技術創新】

1. 由自行設計組裝完成一組氣膠粒子稀釋器，可提供 10 倍濃度稀釋。
2. 美國現行作法僅評估加入二級稀釋器後之整體系統的不確定度，然缺乏對粒子計數器於各濃度下之偵測效率的完整評估；本計畫則包含對二級稀釋器之不確定度評估及完整之粒子計數器偵測效率評估。
3. 日本 NMIJ 現行作法是採用遞迴式校正對粒子計數器於各濃度下之偵測效率進行評估，然而卻將二級稀釋器之不確定度予以忽略。本計畫完整將第二級稀釋器之稀釋倍數進行不確定度評估，並更確保第二級稀釋器於各種濃度下可保持稀釋比例一致性。

【突破之瓶頸】

1. 一般商用稀釋器，於低粒子數量濃度時，其稀釋比例無法維持一致，導致無法正確評估待校件之偵測效率，因此量測中心自行設計組裝完成一組氣膠粒子稀釋器，取代商用稀釋器，提供正確之效率評估。
2. 低濃度氣相奈米粒子濃度量測系統採用自行研發的霧化器模組，可長時間提供穩定的氣膠粒子源，避免多數毛細管電噴灑系統管路易堵塞的問題。
3. 採用二級稀釋遞迴校正方法，可以避免多級稀釋器串聯造成不確定度擴大的問題。

【待改善之處】

1. 低濃度氣相奈米粒子濃度量測系統需要追溯至原奈米粒子濃度量測系統(D26)，其中法拉第杯電流計的不確定度在 D26 系統中至為關鍵，因此未來若可降低電流計的不確定度，則整體系統的不確定度也可進一步改善。
2. 目前低濃度氣相奈米粒子濃度量測系統所在之實驗室已有進行溫濕度控制，但因各儀器運作時亦會產生熱源，未來若能設計溫控腔體，將整體系統囊括其內，將可更精密控溫控濕，對降低系統之量測不確定度亦有助益。

【後續工作構想與重點】

1. 低濃度氣相奈米粒子濃度量測系統主要藉由兩組氣膠粒子稀釋器來完成遞迴校正，未來嘗試將自行設計組裝之稀釋器進行長期穩定性測試，並更完善稀釋器分流流率控制，為進行模組商用化作準備。
2. 持續管制整體系統穩定性，並於 2016 年第一季完成系統查驗。

◆ 薄膜及奈米臨界尺寸量測技術

【本年度目標】

- 建立高介電常數薄膜結構量測標準及參考物質技術

- 建立高介電常數/金屬閘極多層薄膜結構量測標準及參考物質技術

【執行成果】

1. 薄膜及奈米臨界尺寸量測技術

傳統光學檢測方法(例如:橢圓偏振儀),無法測量膜厚小於 3 nm 的厚度。而 X 射線反射法(X-ray reflectivity, XRR)利用分析 X 光極短波長的優點,藉由 X 光在薄膜各層介面中產生的干涉光圖譜得到多/單層薄膜樣品厚度、介面粗糙度與密度。故本計畫利用非破壞性 X 光量測方式,對於多層高介電常數氧化物/金屬閘極薄膜堆疊(各層厚度小於 2 nm)進行厚度量測,進而完成高介電常數/金屬閘極多層超薄薄膜結構量測標準及參考物質技術的建立。

本計畫主要使用 X-射線反射率(X-ray Reflectivity, XRR)分析 high-k 及 high-k/metal gate (HKMG)多層薄膜結構進行厚度量測校正,並將校正後的薄膜試片作為厚度標準樣品,此處使用三種不同的薄膜結構,分別為 (1) Capped Si/HfO₂ (1.5 nm)/Interlayer(1.0 nm)/Si sub, (2) TiN (1.0 nm)/HfO₂ (1.5 nm)/ Interlayer (1.0 nm)/Si sub, (3) TaN (0.9 nm)/TiN (1.0 nm)/HfO₂ (1.5 nm)/ Interlayer (1.0 nm)/Si sub。對於使用 XRR 量測試片厚度,其需針對其樣品結構建立模擬結構的假設,一般需操作者相關的背景知識才能建立合理的樣品結構模型。以下將三樣品其完整的結構分析與量測結果進行分述:

(1)Capped Si/HfO₂ (1.5 nm)/Interlayer(1.0 nm)/Si sub

針對樣品結構表層有一覆蓋層 Si,由於暴露於大氣環境或是量測環境下,Si 易與空氣中的水氧反應形成原生層二氧化矽(native SiO₂),因此於建立 XRR 擬合結構時,於最表層的覆蓋矽層上需外加一 native oxide。XRR 量測與擬合結果如下圖 3-1-10 所示,藍色曲線為量測的 XRR 頻譜,而紅色曲線則為擬合後的結果,縱軸為 X 光反射強度,橫軸為 X 光的入射角度。可發現,在量測範圍區間(0~4)度,XRR 可得到一良好的擬合結果。而在表 3-1-4 則為經 15 次重複性量測後的厚度、密度與粗糙度的平均結果。在關鍵層 HfO₂ 的表現上,其具有很好的重複性與再現性,其標準差僅 0.001 nm,顯示樣品在 XRR 的量測下具有很好的穩定性。

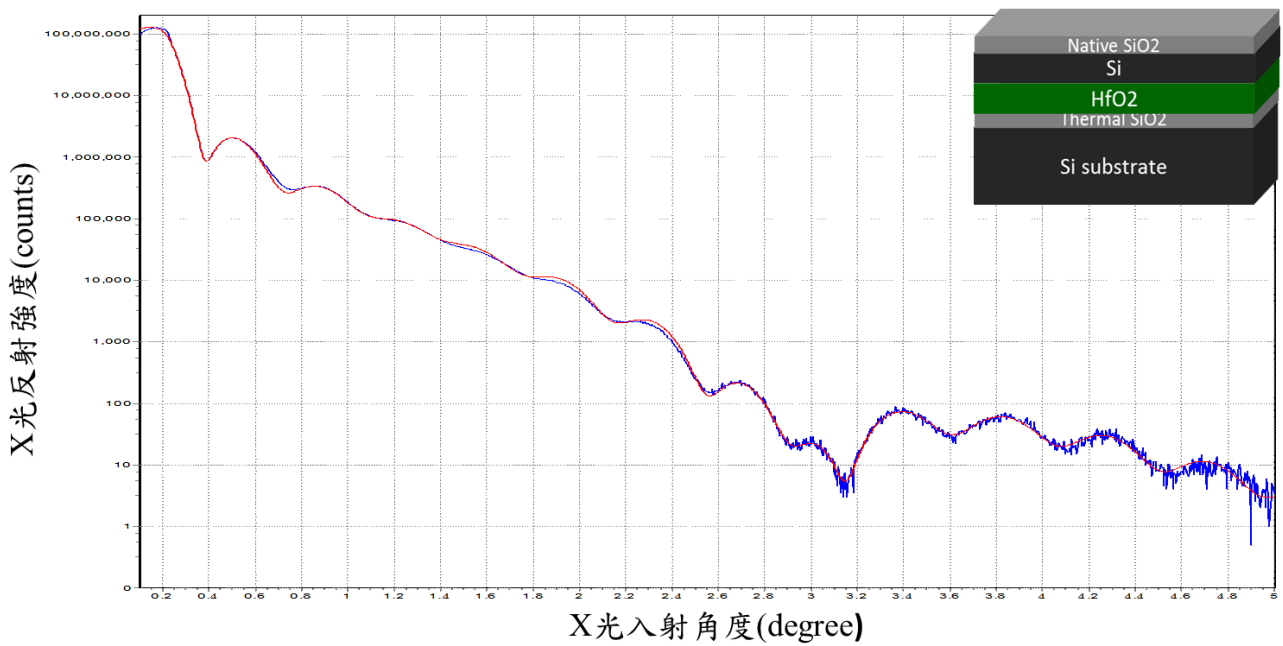


圖 3-1-10、樣品一的 XRR 量測與擬合結果

表 3-1-4、樣品一的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果

Layer	Density (g/cm ³)	Thickness (nm)	Roughness (nm)
Si Sub.	-	-	0.15
SiO ₂	2.26	1.11	0.32
HfO ₂	8.34	1.50 (std: 0.001 nm)	0.31
Capped Si	2.22	9.34	0.21
SiO ₂	1.52	1.76	0.51

樣品一的穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscope ; TEM)影像如圖 3-1-11(a)所示。由於 HfO₂ 與上下層的邊界有些微的元素擴散，造成邊界不明顯而無法直接分辨準確的厚度值，因此採 TEM 圖片的電子強度對比進行厚度分析。圖 3-1-11(a)中的綠色方框即為所選取的大範圍區域，而圖 3-1-11(b)則為其強度對比。利用強度波峰(local max)波谷(local min)間的半高寬定義為該 HfO₂ 層的厚度。圖 3-1-12 左圖中則為樣品的電子能量損失能譜圖(electron energy loss spectrum ; EELS)，利用 EELS 可得到各元素在樣品縱深分布，可發現此樣品有 O、Si、與 Hf 元素存在。而針對目標薄膜 HfO₂，取出 Hf 的能譜強度分布並使用高斯函數(Gaussian function)進行擬合，並以其 Gaussian function 的半高寬定義為 EELS 的量測厚度。表 3-1-5 為三種量測儀器的量測結果比較。可發現在 EELS 會得到比預期還大許多的數值，此可能起因於 Hf 元素的部分擴散，造成厚度

高估的情況；對比而言，由於 XRR 僅與薄膜密度差異有關，所得到的厚度為一大範圍之平均值，不受元素部分擴散的影響，對於薄膜厚度標準的建立上有其優勢。

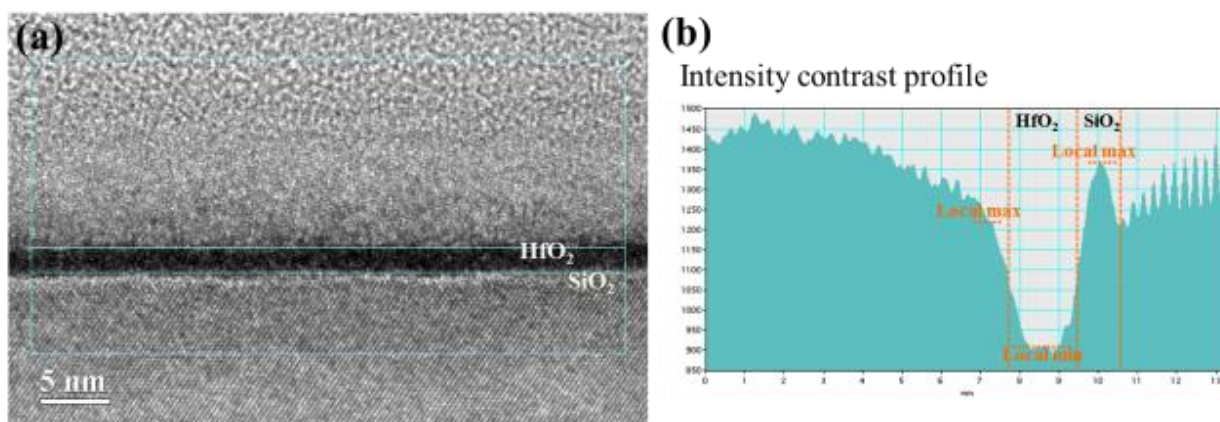


圖 3-1-11、(a)樣品一的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比

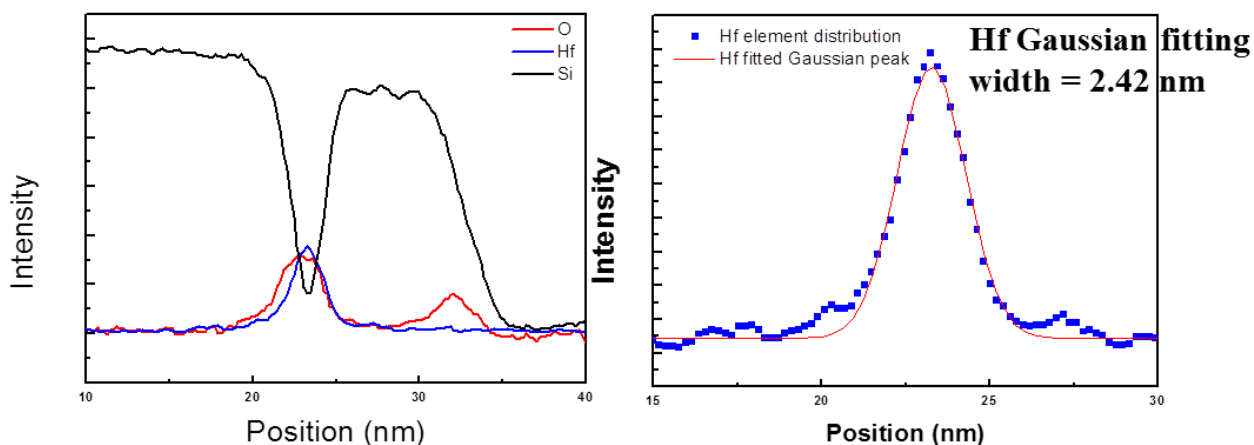


圖 3-1-12、樣品一的 EELS 元素分布與 Hf 的高斯擬合結果

表 3-1-5、樣品一三種量測工具的量測結果比較

	SiO ₂	HfO ₂
XRR (nm)	1.1	1.50
TEM image (nm)	1.185	1.723
EELS (nm)	--	2.42

(2)TiN (1.0 nm)/HfO₂ (1.5 nm)/ Interlayer (1.0 nm)/Si sub

XRR 量測與擬合結果如圖 3-1-13 所示，針對此 HKMG 堆疊的結構，採取的擬合結構即為樣品的堆疊結構，可發現在 XRR 的光譜擬合上有很好的重疊度。而在 XRR 擬合

的 15 次重複性量測後的厚度、密度與粗糙度的平均結果顯示在表 3-1-6。在關鍵層 HfO₂ 與 TiN 層的表現上，其具有很好的重複性與再現性，其標準差僅 0.004 nm 與 0.04 nm，顯示樣品在 XRR 的量測下同樣具有很好的穩定性。而此三層膜 SiO₂/HfO₂/TiN 的堆疊，也可以發現這三層的密度差異很大，因 XRR 對於密度差異大的薄膜具有很好的解析能力，所以 XRR 很適合使用於 HKMG 薄膜堆疊的結構檢測上。

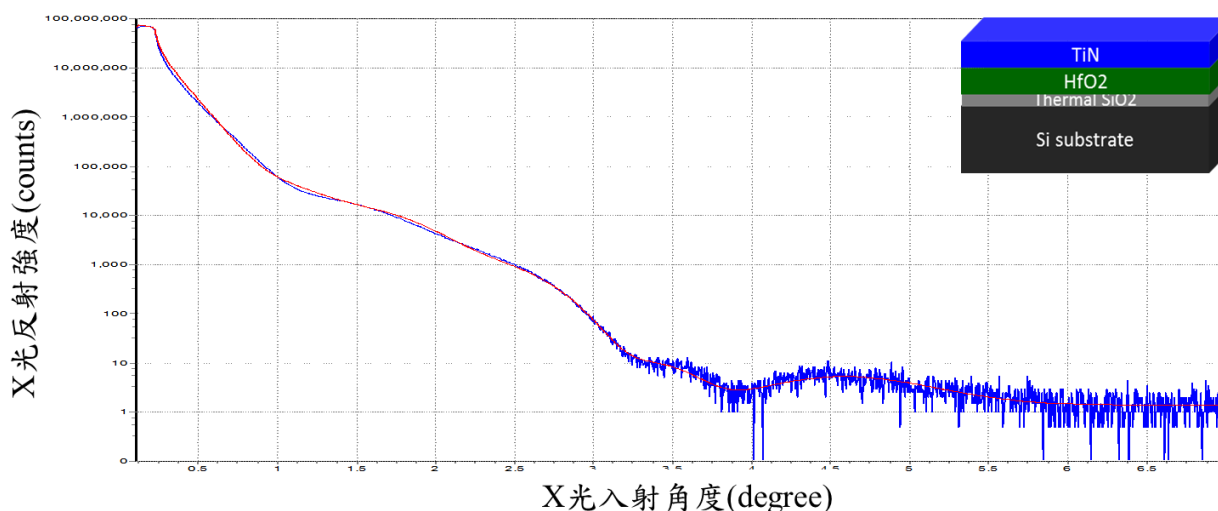


圖 3-1-13、樣品二的 XRR 量測與擬合結果

表 3-1-6、樣品二的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果

Layer	Density (g/cm ³)	Thickness (nm)	Roughness (nm)
Si Sub.	-	-	0.26
SiO ₂	3.95	1.70	0.27
HfO ₂	9.96	1.28 (std: 0.004 nm)	0.42
TiN	2.04	2.77 (std: 0.04 nm)	0.49

樣品二的穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscope; TEM)影像如圖 3-1-14(a) 所示。由於 HfO₂ 與上層 TiN 的邊界非常模糊，無法提供準確地厚度判斷，因此同樣採 TEM 圖片的電子強度對比進行厚度分析，而圖 3-1-14(b)則為其強度對比。但由於其強度變化並無明顯的波峰波谷出現，也無法使用前述的半高寬法進行判斷與計算；因此，此處選取強度對比 10 nm ~ 20 nm 的範圍內進行擬合，由於已知此單峰為雙層結構所疊合而成的結果，同樣利用高斯函數進行雙函數疊加，其結果如圖 3-1-15 所示。右邊深綠色高斯函數代表 HfO₂ 層，而左邊淺綠色高斯函數則代表 TiN 層，並由此二高斯函數的半高寬定義為該層厚度，所得出的 HfO₂ 層厚度為 1.503 nm，而 TiN 層則為 3.015 nm。

圖 3-1-16 左圖中則為樣品二的電子能量損失能譜圖(electron energy loss spectrum; EELS)，可發現此樣品有 O、Si、Hf、N 與 Ti 元素存在。而同樣針對目標薄膜 HfO₂ 與 TiN，取出 Hf 和 Ti 的能譜強度分布，並使用高斯函數(Gaussian function)進行擬合。可發現在分布擬合的過程，Hf 與 Ti 皆需要雙函數的疊加，才能得到最佳的擬合結果。若以 Hf 的能譜強度分布分析為例，根據高斯函數擬合的結果(圖 3-1-16)，可以發現需要兩個 Gaussian 波峰才能完整擬合，因此充分顯示 Hf 元素向 TiN 層擴散的跡象；相同的，若分析 Ti 的能譜強度分布，亦可發現 Ti 元素為向 HfO₂ 層擴散的結果。表 3-1-7 為三種量測儀器的量測結果比較。由於 TEM 不易分辨其電子強度對比，使用擬合方式也造成其不準度的提高；而 EELS 計算厚度不易分辨擴散層與目標薄膜層的分界，同樣造成量測厚度易於偏高。

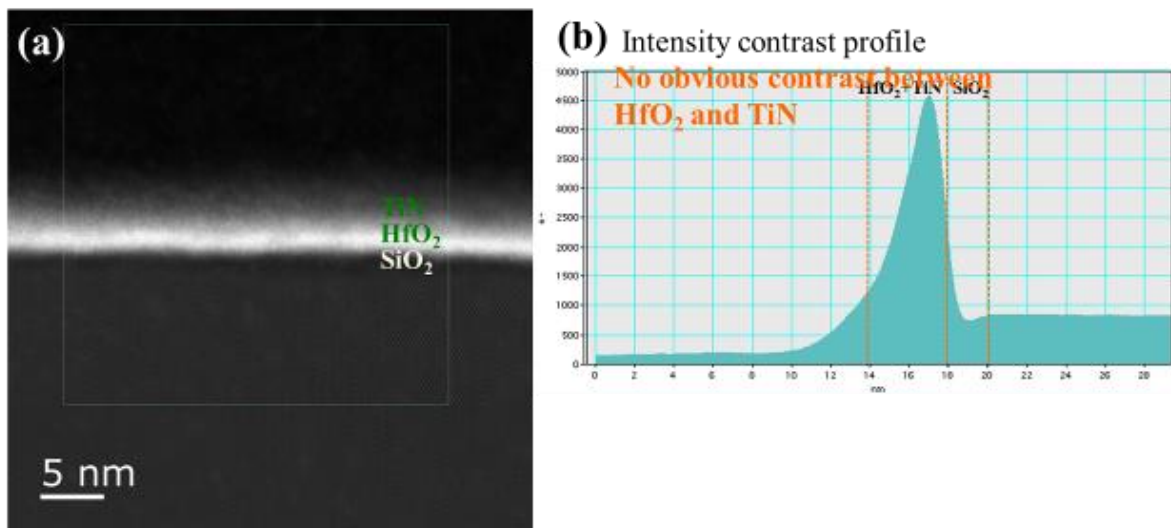


圖 3-1-14、(a)樣品二的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比

Use 2 Gaussian functions to fit profile

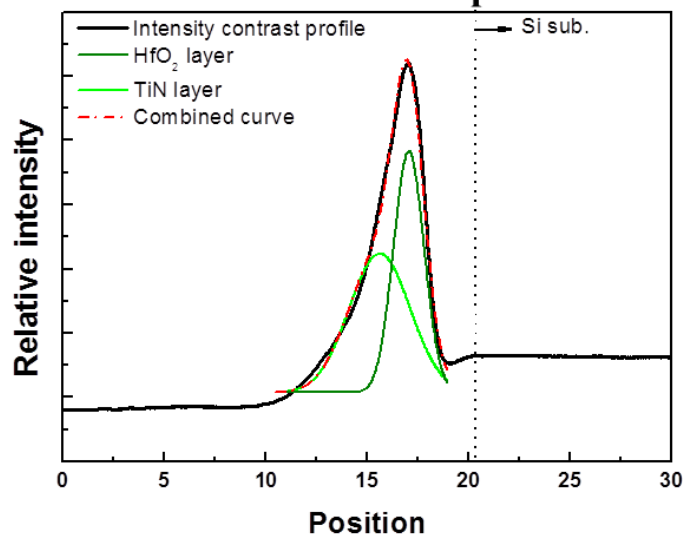


圖 3-1-15、針對上圖 0 nm~20 nm 的範圍內電子強度進行雙高斯函數擬合疊加

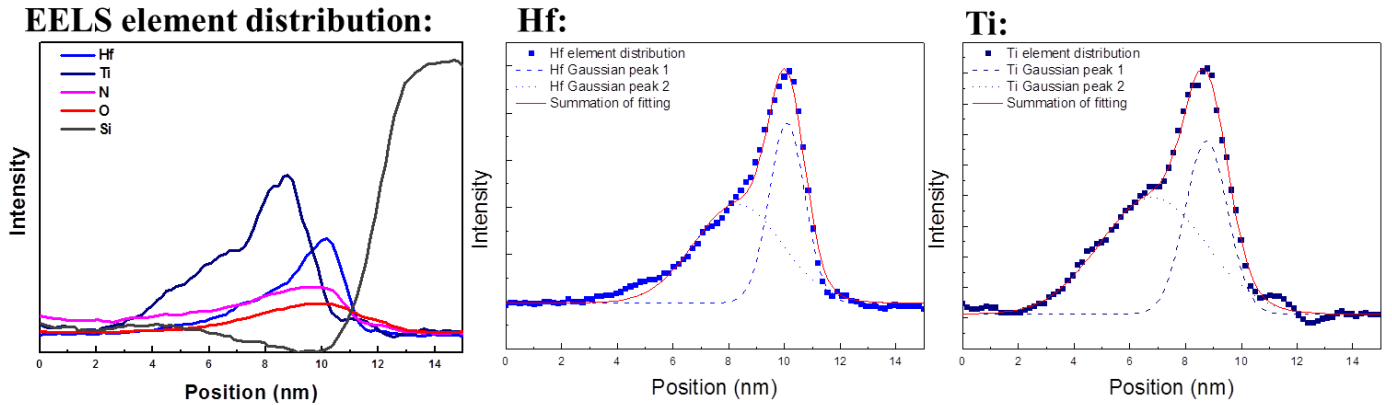


圖 3-1-16、樣品二的 EELS 元素分布與 Hf、Ti 的高斯擬合結果

表 3-1-7、樣品二-三種量測工具的量測結果比較

	SiO ₂	HfO ₂	TiN
XRR (nm)	1.70	1.28	2.77
TEM image (nm)	1.671	1.503	3.0148
EELS (nm)	-	1.27	3.80

(1)TaN (0.9 nm)/TiN (1.0 nm)/HfO₂ (1.5 nm)/ Interlayer (1.0 nm)/Si sub

樣品三 XRR 量測與擬合結果如圖 3-1-17 所示，針對此 HKMG 堆疊的結構，同樣採取的擬合結構亦為樣品的堆疊結構，同樣可發現在 XRR 的光譜擬合上有很好的重疊度。而在 XRR 擬合的 15 次重複性量測後的厚度、密度與粗糙度的平均結果顯示在表 3-1-8。在關鍵層 HfO、TiN 與 TaN 層的表現上，其具有很好的重複性與再現性，其標準差均小於 0.03 nm，顯示樣品在 XRR 的量測下同樣具有很好的穩定性。而在四層膜 SiO₂/HfO₂/TiN/TaN 的堆疊，同樣此四層的密度差異很大，因此 XRR 對於這樣的 HKMG 多層堆疊結構同樣具備良好的解析能力。

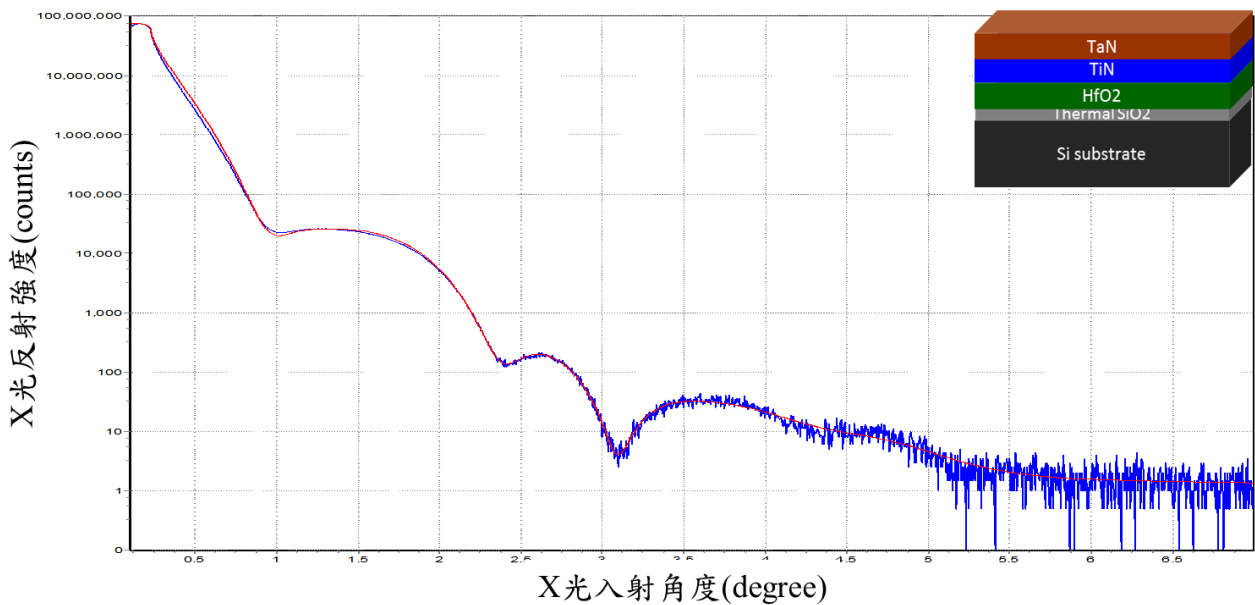


圖 3-1-17、樣品三的 XRR 量測與擬合結果

表 3-1-8、樣品三的 XRR 擬合厚度、密度與介面粗糙度之平均結果

Layer	Density (g/cm ³)	Thickness (nm)		Roughness (nm)
		mean	Std. (nm)	
Si Sub.	-	-	-	0.23
SiO ₂	3.36	1.76	-	0.23
HfO ₂	8.56	1.51	0.027	0.31
TiN	2.84	0.68	0.011	0.50
TaN	9.41	1.80	0.006	0.43

樣品三的穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscope ; TEM)影像如圖 3-1-18(a)所示。由於 HfO₂、TiN 與 TaN 層與層間的邊界非常模糊，無法提供準確地厚度判斷，因此同樣採 TEM 圖片的電子強度對比進行厚度分析，而圖 3-1-18(b)則為其強度對比。此處則利用其波峰(local maximum)與波谷(local minimum)間的半值定義為薄膜邊界，進而定義出薄膜厚度，並此法所得出的 TEM 厚度值，HfO₂ 層厚度為 1.651 nm，TiN 層為 0.926 nm，而 TaN 層則為 1.732 nm，顯示與 XRR 的結果，有一定的相似程度。圖 3-1-19 左上圖中則為樣品三的電子能量損失能譜圖(electron energy loss spectrum ; EELS)，可發現此樣品有 O、Si、Hf、N、Ti 與 Ta 元素存在。而同樣針對目標薄膜 HfO₂、TiN 與 TaN，取出 Hf、Ti 與 Ta 的能譜強度分布，並使用高斯函數(Gaussian function)進行擬合。可發現在分布擬合的過程，Ti 與 Ta 皆需要雙函數的疊加才能得到最佳的擬合結果。若以 Ti 的能譜強度分布分析為例，根據高斯函數擬合的結果(圖 3-1-19)，可以發現需要兩個 Gaussian 波峰才能完整擬合，因此充分顯示 Ti 元素向 TaN 層擴散的跡象；相同的，若

分析 Ta 的的能譜強度分布，亦可發現 Ta 元素為向 TiN 層擴散的結果。表 3-1-9 為三種量測儀器的量測結果比較。此處 TEM 與 XRR 有一定的相似程度，但 EELS 計算厚度不易分辨擴散層與目標薄膜層的分界，同樣造成量測厚度易於偏高。

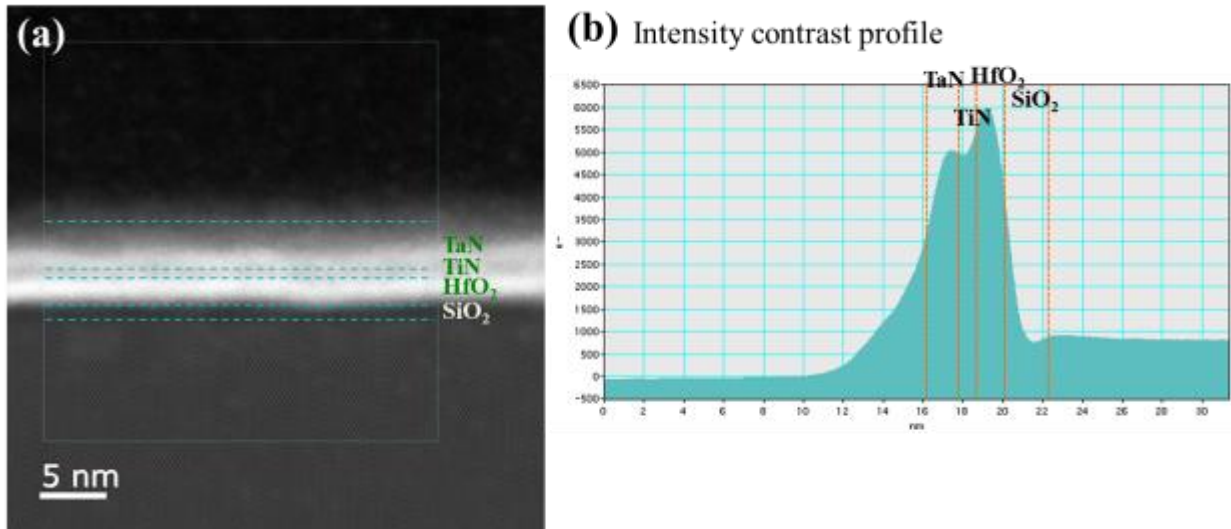
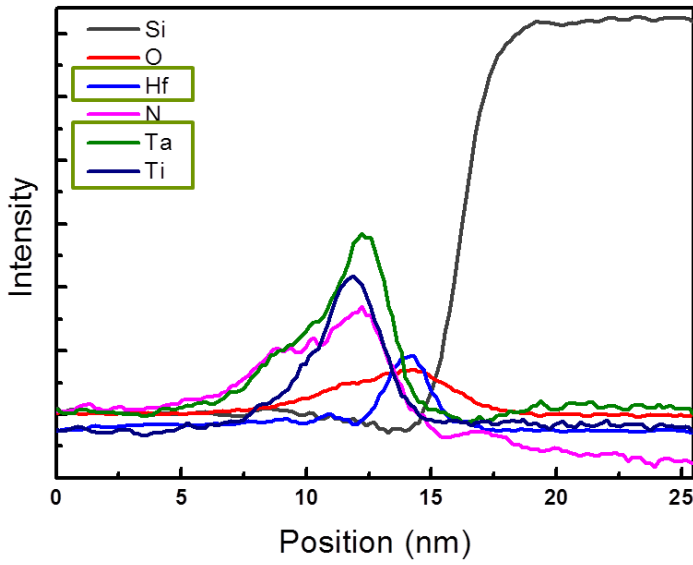
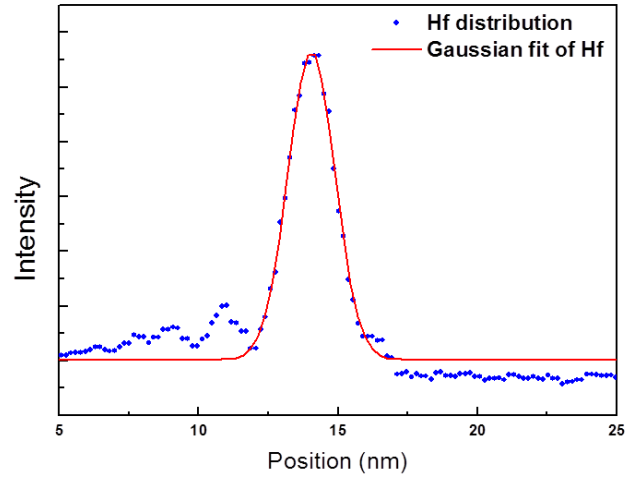


圖 3-1-18、(a)樣品三的 TEM 剖面圖；(b)其電子強度對比

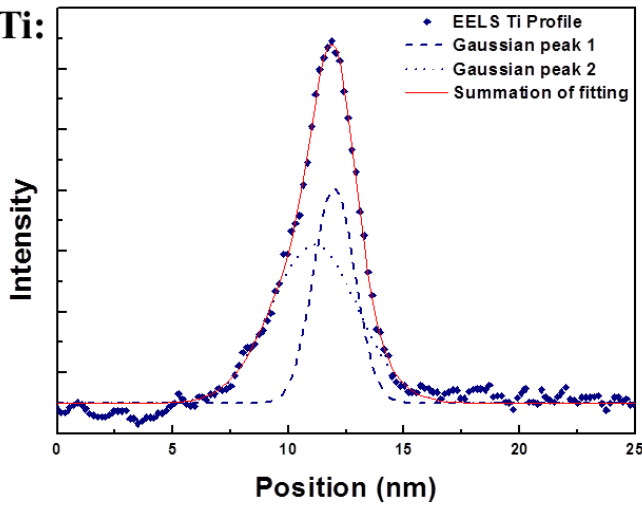
EELS element distribution:



Hf:



Ti:



Ta:

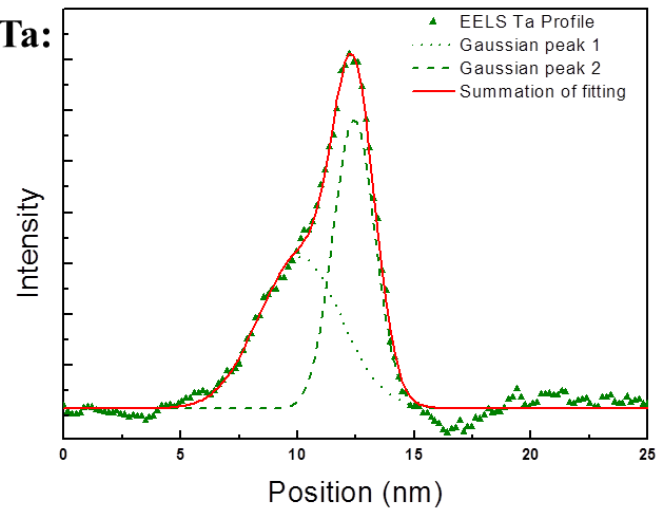


圖 3-1-19、樣品三的 EELS 元素分布與 Hf、Ti 與 Ta 的高斯擬合結果

表 3-1-9、樣品三-三種量測工具的量測結果比較

	SiO ₂	HfO ₂	TiN	TaN
XRR (nm)	1.76	1.51	0.68	1.80
TEM image (nm)	1.973	1.651	0.926	1.732
EELS (nm)	-	1.99	1.79	2.12

【技術創新】

XRR 可提供超薄多層 HKMG 堆疊結構的高準確膜厚分析，在奈米微觀尺度下，經由影像的分析要定義出層與層的清晰邊界進而定義厚度是很困難的，因此本計畫提出搭配使用其強度的對比 profile 進行分析。藉 intensity profile 的擬合與計算，確認 high-k 或 metal gate 的厚度並與 XRR 結果進行比較討論。相較 TEM 與 EELS 易受元素擴散造成邊界和成分分布的分析困難，XRR 提供高準確、高重複再現性的超薄多層膜量測結果。

【突破之瓶頸】

1. 傳統使用的厚度追溯樣品多為 SiO₂ 薄膜樣品，但 SiO₂ 薄膜與底層 Si 基板薄膜密度太接近，造成 XRR 分析上的困難；此外，目前半導體產業上的閘極氧化層均更改為使用 high-k 氧化層取代二氧化矽，因此 SiO₂ 參考物質的應用，已不敷 X 射線機台檢測的需求。
2. 建立超薄多層 HKMG 堆疊結構(單層膜厚小於 3 nm)奈米薄膜厚度標準品，並提供完整 XRR 與電子束檢測的分析結果。

【待改善之處】

1. X 射線反射儀因需高準直的平行 X 光入射，在入射到樣品之前曾經多道狹縫(slit)過濾 X 光，造成入射光源強度不足；若要達到高訊號雜訊比，單次量測時間需拉長到 20 至 30 分鐘，未來希望可藉提高 X 光的通量提高量測速度。
2. XRR 量測技術需藉由擬合得到厚度與結構資訊的結果，並無法提供縱深的元素分布；未來希望可開發高精確的 XRR 搭配 XRF 或 XPS 技術，利用 XRF 或 XPS 提供元素的分布並回饋至 XRR 的擬合，提供更高準確的膜厚與成份分析結果。

【後續工作構想與重點】

1. 在今年度的 XRR 量測技術中已完成多層的 HKMG XRR 量測分析與標準品的製備，在未來可將 XRR 量測系統搭配 XRF/XPS 分析儀器，得到更準確的薄膜元素縱深分布，並回饋至 XRR 的擬合過程中直到兩者可得到一收斂的結果，提供半導體產業目前 XRR 無法進行成分分析的解決方式。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家/單位現況	NML 目前技術狀況	計畫執行完成狀況	市場需求狀況
低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術	*NIST: 相對擴充不確定度 2.8 % *NMIJ: 相對擴充不確定度 3 %	已具有 $10^3 \text{ cm}^{-3} \sim 10^4 \text{ cm}^{-3}$ 範圍之奈米粒子數量濃度量測能力， $10^0 \text{ cm}^{-3} \sim 10^3 \text{ cm}^{-3}$ 之奈米粒子數量濃度量測能力尚待建立。	$10^0 \text{ cm}^{-3} \sim 10^3 \text{ cm}^{-3}$ 之標準粒子計數器偵測效率量測不確定度 < 4 %	提供低濃度氣膠之標準粒子計數器偵測效率量測的解決方案
薄膜驗證參考物質	NIST: SiO ₂ : SRM 2536 (10 nm) NMIJ: SiO ₂ : SRM 5204-b (3.42 nm)	完成此計畫後建立 high-k 與 HKMG 多層薄膜標準品(單層膜厚小於 3 nm)	完成追溯至原級標準且標示有信賴水準的參考物質。	可提供業界和奈米實驗室機台能力檢測及參考物質之健全計量與追溯管道

(二)高靈敏質量偵測量測技術研究

【全程技術建立時程】

技術指標或系統規格	103 年度目標	104 年度目標	105 年度目標
	<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 完成量測腔之傳輸效率分析與量測 	<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 500 nm ~ 5 μm) 	<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(沉積數量相對不確定度 $\leq 10\%$) 完成溶液中顆粒計數器，顆粒尺寸小於 50 nm

【本年度目標】

- 完成光學干涉式共振頻率量測系統，以及與微型力學共振器之整合架設；量測共振器震盪品質因子(Quality factor)，目標 Q 值 ≥ 2000
- 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)
- 完成符合系統使用之光學式粒子計數器原型設計與開發

【執行成果】

在懸浮微粒(Particulate Matters, PM 與 Total Suspended Particles, TSP)量測規範與標準中，皆以濾紙收集秤重法，其量測(收集)時間通常需 24 小時以上，因此無法提供即時量測結果。為達到即時掌握懸浮微粒的質量，則必須考量懸浮微粒的沉降使之能夠沉積在懸臂樑上，故發展跨領域量測技術，包含高靈敏質量量測技術、微/奈米粒子傳輸與沉降效率。

研發的內容包含架設共振頻率量測系統，以微/奈米機電(MEMS/NEMS)製程技術，研發設計高 Q 值(品質因子 Quality Factor)之微型力學共振器，整合粒子沉降系統之設計製作與測試，以量測粒子於量測腔體中之傳輸效率與沉積於力學共振器之粒子質量，實現皮克等級之微小質量量測技術。利用上述微小質量量測系統的微型力學偵測元件搭配自行發展之光學式粒子計數技術，即可成為空氣懸浮微粒質量即時監測設備。

本計畫成果：

1. 完成光學干涉式共振頻率量測系統，以及與微型力學共振器之整合架設；量測共振器震盪品質因子(Quality factor)，目標 Q 值 ≥ 2000

延續 103 年之懸臂樑製程經驗與結果，本計畫針對上一版懸臂樑不足之處，包含壓阻製程參數與配置、懸臂樑幾何尺寸與導電電極設計等方面進行改良與二次改版製做，以增加製程量率與元件性能。新版製程使用了七道光罩製程，在壓阻製程中導入兩種不同濃度之硼離子佈植，以形成佈植導體與電阻。懸臂樑設計繪於圖 3-2-1，概略製程流程如圖 3-2-2 所示。

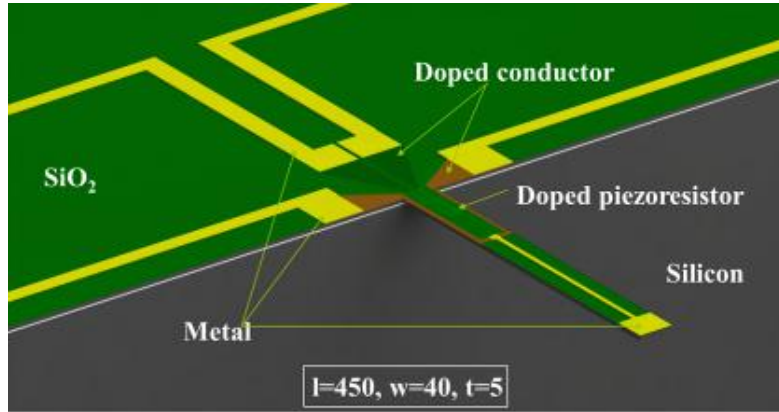


圖 3-2-1、新版微懸臂樑設計

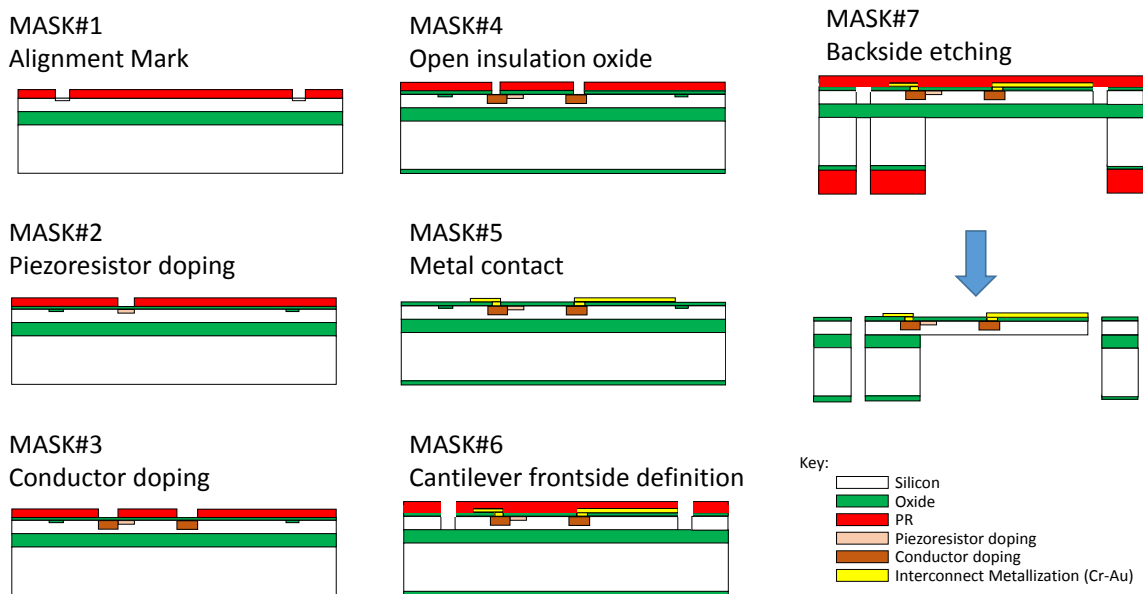


圖 3-2-2、新版微懸臂樑製程流程圖設計

懸臂樑質量感測器之基本靈敏度主要由兩個參數所決定，即懸臂樑等效質量與共振模之品質因子 Q (quality factor Q)。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

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

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；所以共振器質量吸附量 δ_m 與自然共振頻率偏移 δ_f 有以下之關係式

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

共振器上之質量變化 δ_m 可由觀測頻率變化量 δ_f 而得。等式(3-2-1)亦可看出自然共頻率越高，等效質量越小，元件對質量的改變量就越靈敏；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

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

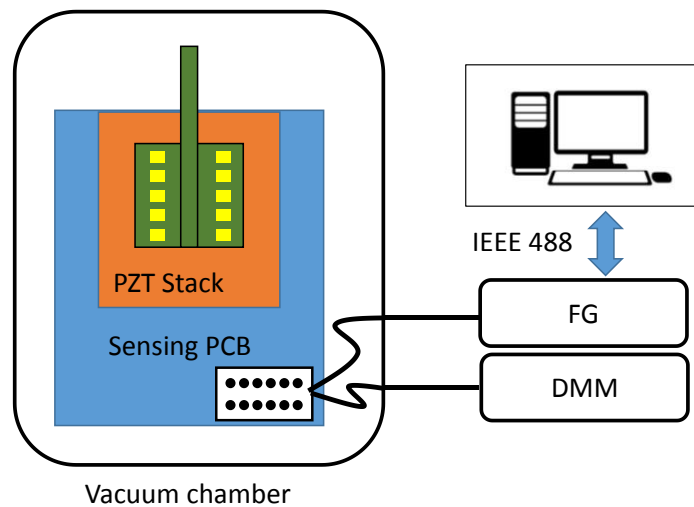


圖 3-2-3、懸臂樑共振頻率量測架構圖

考量後續研發成果儀器化與模組化，本計畫採用了電橋偵測量測懸臂樑之共振頻率頻譜。量測架構如圖 3-2-3 所示，待測之懸臂樑、PZT stack 與 Sensing PCB 置於一真空腔體中，激振訊號由函數產生器 FG 提供，並輸入至 PZT Stack 產生激振，懸臂樑振動所導致之壓阻變化訊號由 sensing PCB 轉換電壓訊號，並由數位電表 DMM 量測，量測程序與數據擷取由一台工業電腦控制。圖 3-2-4 為一組元件在大氣環境下所得之頻譜量測與擬合結果，所得品質因子為 $Q = 500$ ，主要之阻尼效應來自於空氣阻尼。在我們將腔體壓力降至 1 Pa 至 10 Pa 之間， Q 值便可來到 2000 以上，圖 3-1-5 顯示了數組頻譜量測與擬合結果，我們所測得之品質因子 Q 為 $Q = 2206 \pm 78$ 。此懸臂樑的最小可測得質量可由方程式(3-2-1)、(3-2-3)、懸臂樑彈簧常數(thermal noise method, $k = 24.02$ N/m)與共振頻率 $f_N = 282.35$ kHz 估算，得 $(\delta_m)_{\min} = 3.46$ pg。

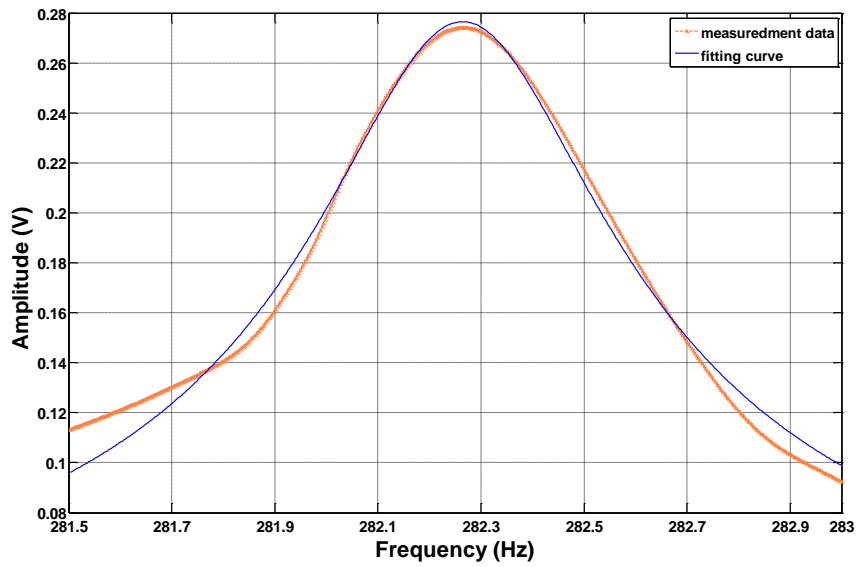


圖 3-2-4、一大氣壓下，懸臂樑共振頻率與品質因子量測結果

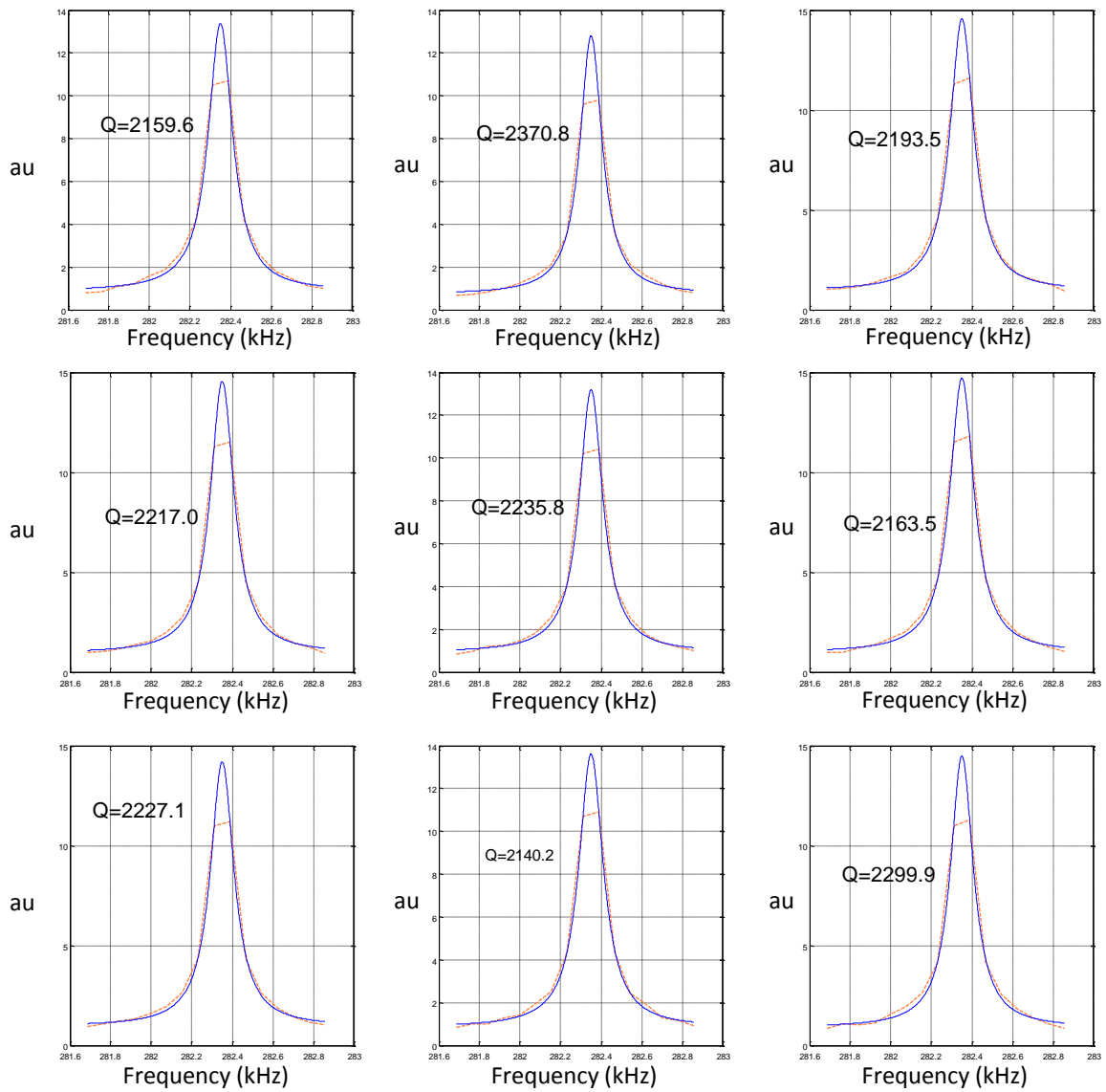


圖 3-2-5、在壓力介於 1 Pa 至 10 Pa 之間，懸臂樑共振頻率與品質因子量測結果

2. 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)

本研究之沈積架構乃採用微分電移動度篩分器(Differential Electrical Mobility Classifier, DEMC)進行微粒之篩選，並利用高效率佈植腔將 CMS-500 (514 nm 之聚苯乙烯球)微粒佈植於微型力學共振器 cantilever 表面。

2.1 篩分原理

電移動度 Z 所代表的物理意義為電場中粒子之運動速度 v 與電場強度 E 的比值，與微粒之粒徑 D 、帶電量 q 、滑溜修正係數 C 、以及流體之黏滯係數 η 有關，亦即：

$$Z_P = \frac{v_E}{E} = \frac{q \cdot C_C}{3\pi \cdot \eta \cdot D} \quad (3-2-4)$$

如圖 3-2-6 所示，微分電移動度篩分器乃是一軸對稱的基本幾何構造，具有一個半徑為 r_1 的圓柱形外罩套筒與一半徑為 r_2 的中心圓柱電極，圓柱長為 L 。中心圓柱電極連接高電壓 V ，而外罩套筒則接地，以形成一輻射高壓電場。

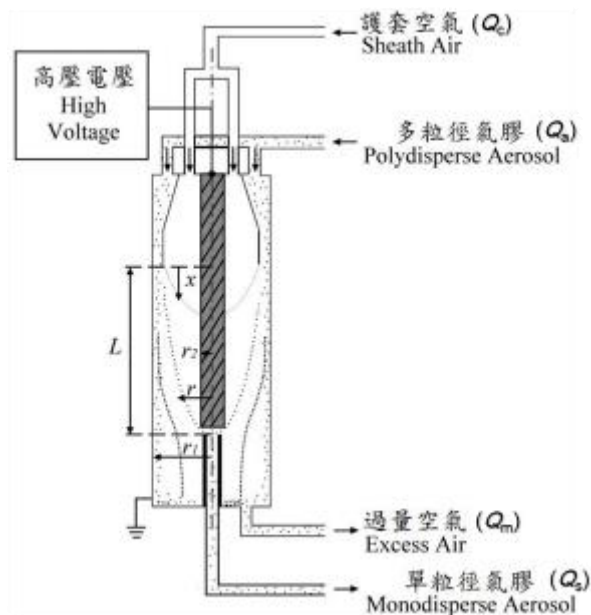


圖 3-2-6、微分電移動度篩分器原理

當多粒徑氣膠流量 Q_a 與單粒徑氣膠流量 Q_s 相等，護套空氣流量為 Q_c 時，微分電移動度分析儀之電移動度 Z 可以表示成：

$$Z_P = \frac{Q_s \cdot \ln(r_1/r_2)}{2\pi \cdot L \cdot V} \quad (3-2-5)$$

因此，由式(3-2-4)與式(3-2-5)即可求得奈米微粒的粒徑 D ：

$$D = \frac{2q \cdot L \cdot V \cdot C_c}{3\eta \cdot Q_s \cdot \ln(r_1/r_2)} \quad (3-2-6)$$

由前端之奈米微粒產生器所產生之氣膠，透過固定電壓與氣流流量之微分電移動度篩分器，即可將氣膠中數奈米之離子雜質與多重聚集而成之大顆粒微粒篩除，僅保留欲沈積之 CMS-500 微粒。

2.2 系統架構

本佈植系統主架構如圖 3-2-7 所示，包括奈米微粒產生器(Aerosol Generator)、電荷中和器(Charge Neutralizer, TSI 3077)、微分電移動度篩分器(TSI 3081)、控制器(Controller Platform, TSI 3080)、高效率佈植腔、以及凝結粒子計數器(Condensation Particle Counter, TSI 3776)等。其中，霧化器乃是藉由電場/流場的控制，或是藉由高流量氣體的摩擦，將奈米微粒抽離毛細管並使其懸浮於氣體中以形成氣膠(Aerosol)；電荷中和器主要藉由其所產生之電荷，使奈米微粒的帶電狀態成為近似波茲曼(Boltzmann)平衡分佈；凝結粒子計數器則是做為定量方法的測試設備，其基本原理是當微粒連續經過時，將原本較小而不易計數之奈米微粒，以飽和酒精蒸氣包圍凝結成較大之可計數微粒，當此凝結微粒通過光學感測器時會產生脈衝信號，經由計算產生之脈衝信號，即可測得微粒的顆粒數。第一部凝結粒子計數器可監控進入高效率佈植腔之微粒濃度，而第二部凝結粒子計數器則監控穿透高效率佈植腔，未沈積或是黏附於腔壁之微粒濃度。兩部凝結粒子計數器間的濃度差值，乘上噴灑之時間以及氣膠流量，即為沈積與黏附於腔壁之微粒數量和。

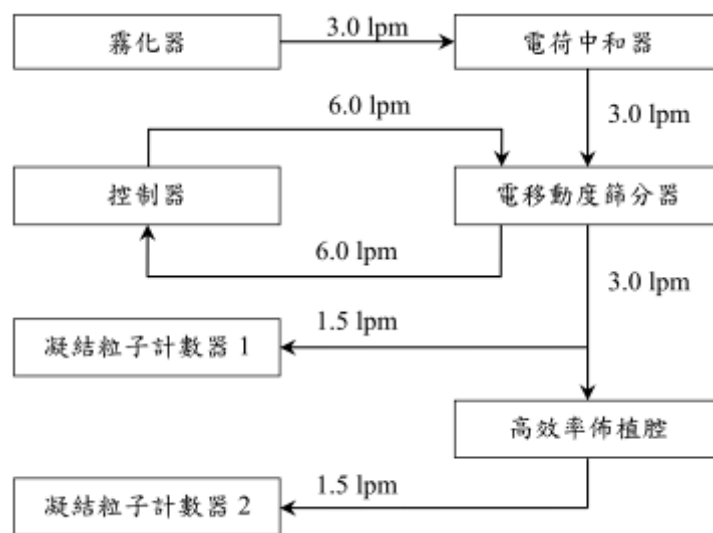


圖 3-2-7、佈植系統主架構

本佈植系統如圖 3-2-8、3-2-9 所示。首先，取標準聚苯乙烯奈米微粒溶液經由奈米

微粒產生器將奈米微粒與空氣混合形成穩定氣膠後，經由 Kr-85 電荷中和器使奈米微粒呈帶電狀態。接著帶電的奈米微粒進入微分電移動度篩分器中，並控制其電壓與相關流速，那麼具有特定電移動度的奈米微粒將受到電場的作用而依照特定的軌跡朝中心圓柱電極移動，即可將具有特定粒徑的奈米微粒篩選出來。篩選出之奈米微粒氣膠再藉由氣流分歧器(Splitter)將氣膠分成兩道，第一道氣膠流連接於第一部凝結粒子計數器以計數高效率佈植腔入口端氣膠之微粒濃度，第二道氣膠流則連接於高效率佈植腔之輸入埠，將篩選出之奈米微粒導至佈植腔中，並將第二部凝結粒子計數器則連接於高效率佈植腔之輸出埠。兩部凝結粒子計數器以相同之抽氣速率抽取氣流，以確保兩道氣膠流具有相同之微粒濃度。



圖 3-2-8、微分電移動度篩分器

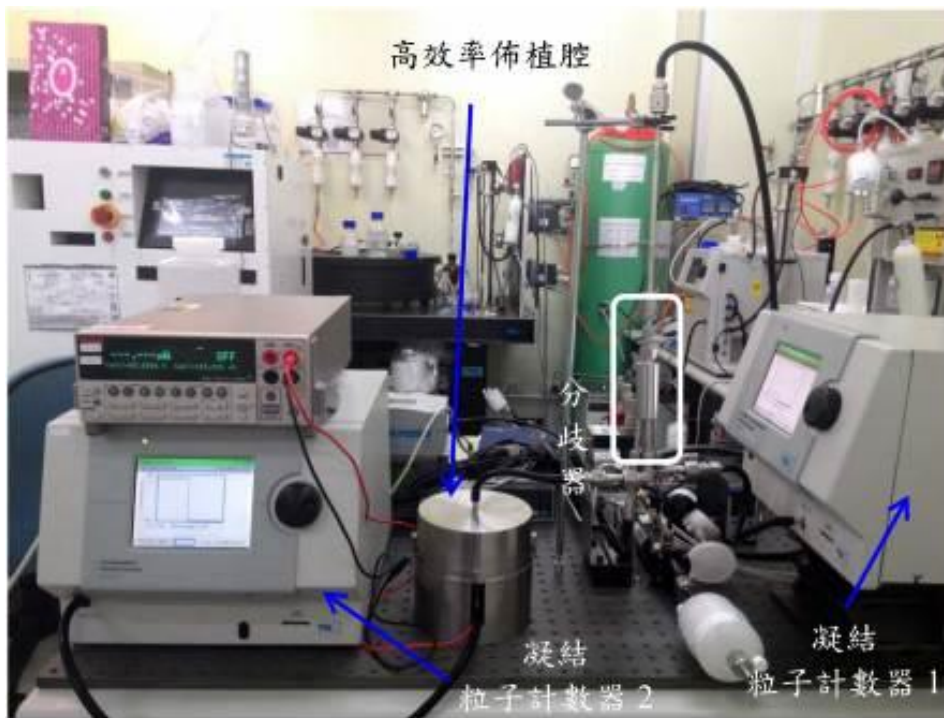


圖 3-2-9、佈植系統架構示意圖

2.3 高效率佈植腔

圖 3-2-10 所示為高效率佈植腔體結構圖。佈植腔蓋中心具有 1/4 英寸外徑之進氣口，由佈植系統所提供之氣膠將由此注入腔體中；晶圓托盤為導電之鋁合金結構，最大可承載 4 英寸之晶圓。托盤上具有 2 英寸及 4 英寸之同心圓凹槽以分別定位 2 英寸及 4 英寸之晶圓。托盤邊緣設計了三個缺口，除了具有導流作用之外，更方便以真空吸筆由晶圓背面吸取晶圓。托盤背面中心具有細長柱狀之高壓接點，可插入絕緣塑膠中，以與絕緣塑膠另一端之高壓電源供應器針腳連接；佈植腔底板具有一 1/4 英寸外徑之出氣口，可導引氣流與過剩之氣膠由此排出，以維持佈植腔內之壓力。其中心孔洞具有與升降調整螺絲匹配之螺紋；升降調整螺絲具有細緻之牙距，藉由旋轉升降調整螺絲可緩步調整晶圓托盤高度，改變晶圓表面與進氣口於佈植腔蓋內側之出口端的距離；絕緣塑膠為具有優異耐磨、耐候與絕緣特性之 PEEK 構成中心具有貫通之針孔的倒 T 型圓柱，高壓電源供應器之高壓針腳即於此中心針孔與晶圓托盤之高壓接點連接。其絕緣特性可作為托盤與佈植腔底板之絕緣媒介，避免操作人員遭受電擊意外。

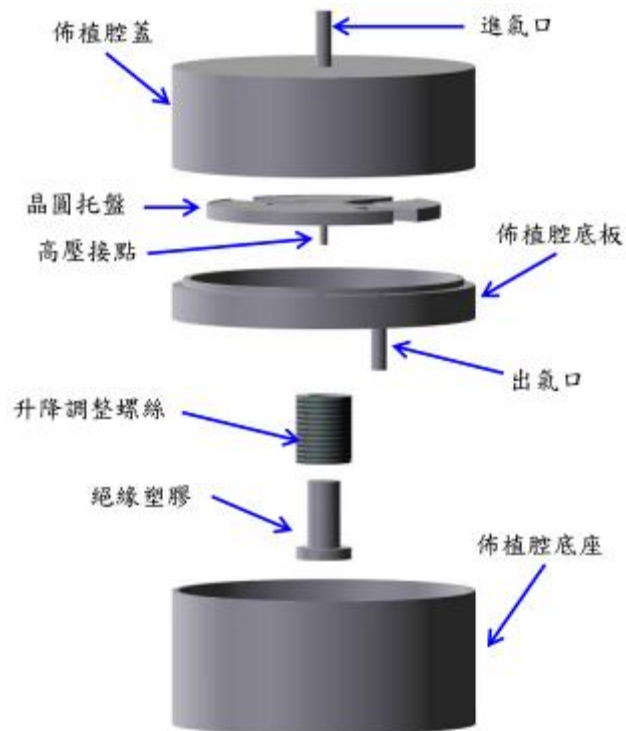


圖 3-2-10、高效率佈植腔結構圖

2.4 佈植效率量測

圖 3-2-11 為實際應用本佈植架構前，為確認並補償不同凝結粒子計數器之偵測效率差所做之偵測效率比對實驗。

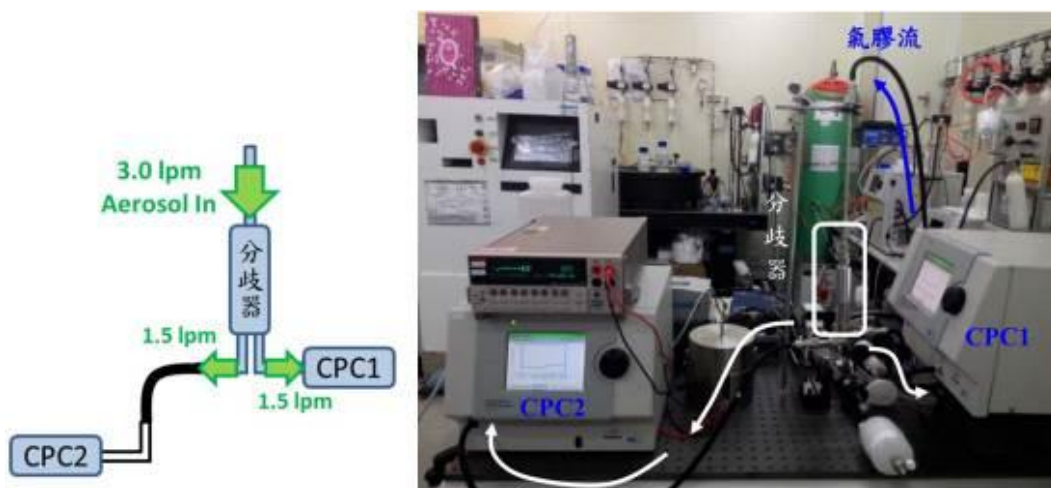


圖 3-2-11、凝結粒子計數器偵測效率比對圖

表 3-2-1 為兩部凝結粒子計數器同時量測 CMS-500 微粒顆粒數 3 次，每次量測 3 分鐘之微粒顆粒數與其比值。由比值可以發現第二部凝結粒子計數器之偵測效率僅約為第一部之 0.86 倍。此數值將於後續實驗時，作為偵測效率補償之用。

表 3-2-1、凝結粒子計數器之偵測效率比較表

CPC Efficiency ratio			
	CPC1	CPC2	ratio
1	189967	163930	0.863
2	194198	168672	0.869
3	203803	177827	0.873

圖 3-2-12 為利用微分電移動度篩分器篩選出單徑 CMS-500 並帶有+1 價電荷之氣膠微粒後，佈植於 2 英吋晶圓表面之示意圖。圖中之高壓電源供應器的電壓輸出並未開啟，因此帶電微粒乃隨著氣流之拖曳而慣性衝擊與自然沉降於晶圓表面。

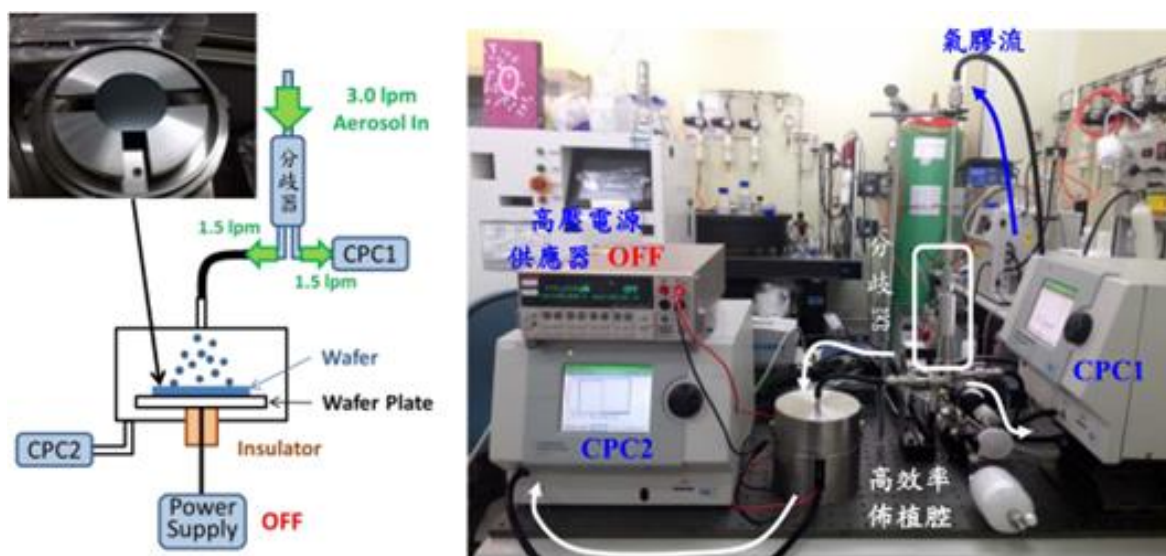


圖 3-2-12、未加電壓佈植示意圖

表 3-2-2 為高壓電源供應器的電壓輸出未開啟時，兩部凝結粒子計數器同時量測 CMS-500 微粒顆粒數，每次量測 3 分鐘之微粒顆粒數比值。由比對值可以發現，由於氣膠微粒進入第二部凝結粒子計數器之前，先經過晶圓表面之佈植過程而耗損了部分之微粒，因此其補償後之偵測顆粒數為第一部之 0.83 倍，較未接續高效率佈植腔前為低。而此數值與 1 的差值 0.17 即為高效率佈植腔未加電壓之微粒沈積效率。

表 3-2-2、未加電壓之微粒沈積效率表

	POW chamber Transmission Efficiency (CPC Efficiency Corrected)			Deposition Efficiency
	CPC1	CPC2	ratio	
1	227872	189844	0.833	0.172
2	200770	165364	0.824	
3	198013	163710	0.827	

圖 3-2-13 同樣為利用微分電移動度篩分器篩選出單徑 CMS-500 並帶有+1 價電荷之

氣膠微粒後，利用外加電壓將佈植於 2 英吋晶圓表面之示意圖。圖 3-2-13 與圖 3-2-12 的差別僅在於圖 3-2-12 中之高壓電源供應器的電壓輸出並未開啟，而圖 3-2-12 中之高壓電源供應器的電壓輸出已開啟。由於圖 3-2-13 中之高壓電源供應器的電壓輸出已開啟，因此帶電微粒主要藉由高壓電場之吸引並隨著氣流之拖曳而慣性衝擊於晶圓表面。

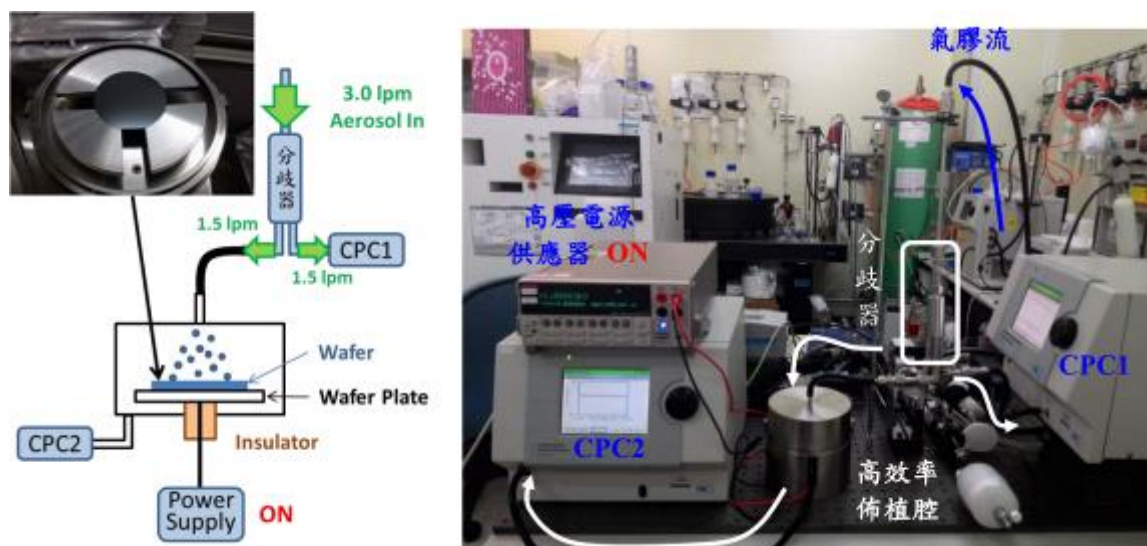


圖 3-2-13、加電壓佈植示意圖

表 3-2-3 為高壓電源供應器開啟電壓輸出時，兩部凝結粒子計數器同時量測 CMS-500 微粒顆粒數，每次量測 3 分鐘之微粒顆粒數比值。由比對值可以發現，由於氣膠微粒進入高效率佈植腔時，其中帶正電之微粒受到靜電力的吸引，而佈植於晶圓表面，因此其補償後之偵測效率約為第一部之 0.55 倍，較未加電壓時的 0.83 倍為低。此時之沈積效率為 0.55 與 1 之差值，即為 0.45。因此，高效率佈植腔之微粒沈積效率由未加電壓時之 0.17 提昇至加電壓後之 0.45，增加了 1.6 倍。

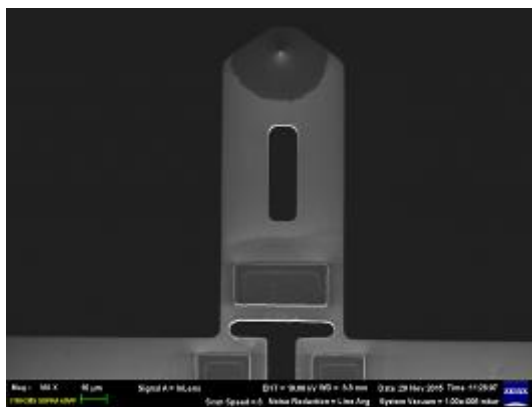
表 3-2-3、加電壓之微粒沈積效率表

POW chamber Transmission Efficiency (CPC Efficiency Corrected)			Deposition Efficiency	Enhancement
CPC1	CPC2	ratio		
1191842	106287	0.554	0.447	260 %
2195983	107774	0.550		
3197867	109709	0.554		

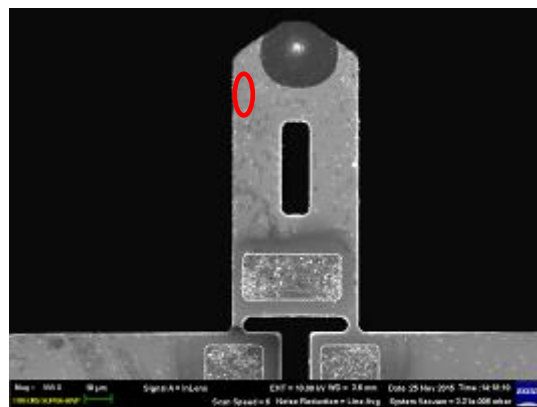
2.5 沉積微奈米顆粒於 cantilever 表面

將微型力學共振器 cantilever 置於高效率佈植腔之晶圓托盤中心位置，並利用上述

之佈植系統，將 CMS-500 佈植於 cantilever 表面。圖 3-2-14 為佈植後之光學顯微鏡觀測圖，由圖中可以觀察到 CMS-500 之微粒，成功佈植於 cantilever 與支持之電路板上。



(a) 粒子沉積前 cantilever 表面



(b) 粒子沉積後 cantilever 表面



(c) 粒子沉積後 cantilever 表面(圖(b)圈選處)局部放大

圖 3-2-14、Cantilever 表面微粒觀測圖

3. 完成符合系統使用之光學式粒子計數器原型設計與開發

從散射光理論原理的考量。設計一個光粒子計數器，本架構光源使用 PL 450B，450 nm 藍色 LED 雷射為主要光源，此光源水平發散角約 25 度，垂直發散角近 11 度，有大的功率及發散角，所以必須加裝高數值孔徑(Numerical aperture; NA)值的準直透鏡來做聚焦準直的動作，設計成所要的光束。依照光源最大發射角考慮，所計算出的 NA 為 0.22，必須選購 NA 大於 0.22 的準直透鏡，且通常以兩倍 NA 收斂效果最為理想，在此實驗中挑選三種不同焦距的準值透鏡以可來測試雷射光徑與訊號的關係，使氣體粒子的散射光訊號達最大值，又不因過大的光徑所產生的散光背景蓋掉訊號。光路構想於氣流處為片狀型態(2D 且垂直於氣流)的光，因此光源經由準直透鏡聚焦後，在經由兩個圓柱透鏡結合聚焦，一焦距為 40 mm，其曲面方向為垂直方向，其目的為將光源垂直方向聚焦於氣體出口附近(距

離氣體出口中心約 1.7 mm 位置，使得光源為片狀光源)，另焦距為 80 mm，其曲面方向為水平方向，可以增加將光源在氣體出口處的強度，並聚焦於 Beam dump 入口，防止反射光影響實驗。

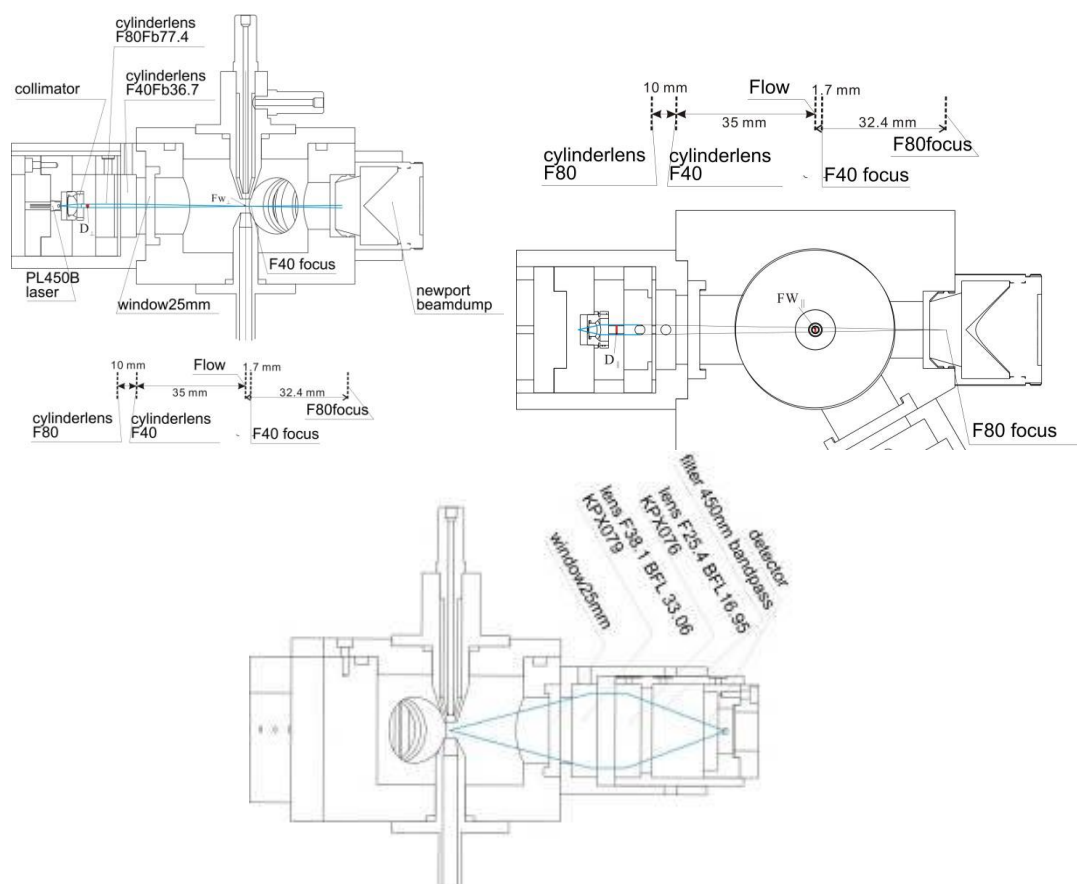


圖 3-2-15、收光機構側視圖

收光部分，由焦距為 38.1 mm 大小為 1 吋的平凸透鏡來做收光，並利用焦距 25.4 mm 透鏡將收到的光聚焦於偵測器表面，但為了實驗的準確度，加裝了 450 nm bandpass 的濾波鏡片，將 450 nm 以外的光線濾除，只留下氣膠所散射的 450 nm 附近的光散射強度。



圖 3-2-16、光學式粒子計數器(OPC)原型實體照片

【技術創新】

1. 在懸臂樑共振頻率與品質因子量測中，本計畫以時域下振幅量測方法取代價格昂貴之頻譜分析儀量測系統，可提供高頻率解析與高振幅解析之懸臂樑振動頻譜量測結果。
2. 利用有限元素法 Fluent 套裝軟體模擬三維立體氣膠流。利用 Magnetic Hydrodynamics 模組中的電位(Electrical Potential)模擬電場，提供顆粒額外所受之靜電力，觀察顆粒出噴嘴後，在電場作用力影響下之運動變化，並搭配分相模組(Discrete Phase Model)模擬顆粒於氣流場拖曳中之運動軌跡。藉由改變電位與氣流質量流率，分析聚焦之氣流流率，並探討可導致顆粒運動軌跡改變並最終吸附部分顆粒於微天平上的電位量級。可精準預測所施加電位的數量級大小，避免實驗時花費大量時間於重複試誤之摸索過程上，縮短計畫執行時間，有利於計畫時程的掌控。

【突破之瓶頸】

1. 改良壓阻式懸臂樑製作流程，包含以金屬蝕刻取代金屬 lift-off 製程，降低金屬膜脫落情形；新增重度硼離子佈植製程，取代先前部分金屬導線，並改良退火步驟，改善壓阻性能。
2. 所設計之高效率奈米粒子沉降系統，其中之升降機構可調整進氣噴嘴與晶圓表面之距離，並內建電極以供外加電壓於晶圓載台，利用電場快速吸附帶電荷之微奈米顆粒於 cantilever 之晶圓上。將原本需要數天之自然沉降等待時間，大幅縮短為不到十分鐘。結果顯示，利用靜電力吸附微奈米顆粒於晶圓表面，除了可大幅縮短沉降時間，並可提高吸附微奈米顆粒於晶圓表面之效率達兩倍以上。
3. 使用雙柱面鏡及高 NA 值聚焦透鏡修整光束。使光束於垂直聚焦於入射粒子束方向而水平向是為薄片狀。配合適當快速的脈衝分析電路以達到粒子計數之目的。

【待改善之處】

1. 利用高效率佈植腔之高壓接點所施加之高壓電場，將均勻分佈晶圓托盤之上，使得佈植之帶電微粒，廣泛的分佈於 cantilever 與支持之電路板表面，造成 cantilever 負載位置相當分散且數量眾多，相對應之共振頻率偏移量與負載質量的轉換解析上，非常複雜且不易得到解析解。

【後續工作構想與重點】

1. 後續工作重點將整合懸臂樑感測器、粒子沉積系統與光學式粒子計數器，實現皮克解析之粒子質量即時量測技術。
2. 未來將以探針將高電壓，直接施加於 cantilever 尖端之金屬電極之上，利用小面積之電極所產生之局部高強度電場，吸引帶電微粒集中沈積於金屬電極範圍內，如此將可侷限負載位置，對於負載質量的解析上將更為直觀與順利。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家現況	NML 目前技術狀況	計畫執行完成狀況	產業界需求狀況
• 微小質量量測技術	<ul style="list-style-type: none"> • 美國 MIT：NEMS 共振器，質量偵測解析度 $<10^{-15}$ g • 美國 NIST：Quartz-Crystal Microbalance 質量偵測解析度 $<10^{-12}$ g 	• 具備微小力量(μ N to nN)量測與精密雷射測長能力，未來將發展微型力學結構與微型光纖共振腔測長技術。	• 完成微奈米顆粒質量量測，質量解析度 $\leq 10^{-12}$ g。	• 依需求不同質量偵測解析度可介於 10^{-12} g 至 10^{-15} g 之間
• 微粒傳輸及沉積效率量測技術	<ul style="list-style-type: none"> • 美國 MSP 公司之校正標準晶圓佈值機的相對顆粒數量正確性 $\leq \pm 20\%$ • 美國 VLSI Standards 公司生產之絕對污染標準晶圓的相對顆粒數量正確性 $\leq 10\%$。 	• 目前具有微奈米顆粒沉積技術，對於沉積過程微奈米顆粒於流場中之行為與最終沉積之微奈米顆粒數量正確性並未有深入之研究。	• 完成微奈米顆粒沉積與數量量測技術(相對顆粒數量正確性 $\leq 5\%$)。	• 依不同需求，不同粒徑大小與數量濃度之微奈米顆粒標準樣品。
• 微粒計數量測技術	<ul style="list-style-type: none"> • NIST: 結合光學顯微與電感應區域法進行粒子計數，可同時觀察粒子數量、形狀 • NMIJ: 利用 DLS 方法量測粒子數量與粒徑分佈 • NPL: 利用螢光標計法量測粒子濃度 	• 已有氣膠粒子計數標準技術。但尚無液體中及動態計數技術。	• 完成適用於系統、自行開發之光散射式粒子計數器原型，並用於微奈米顆粒沉積與數量量測(相對顆粒數量正確性 $\leq 5\%$)。	• 需要小於價格低廉，體積小之粒子計數器，可用於環境微粒物質濃度快速評估。

(三) 光通訊頻率標準技術研究

【全程技術建立時程】

	104 年度目標	105 年度目標
系統規格 技術 指標 或	<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">• 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

【本年度目標】

- 微型環形共振腔製作(環形腔直徑<1 mm)
- 錐形光纖製作 (錐形光纖最細處直徑<10 μm ，傳輸率>30 %)
- 雷射耦合環形共振腔之光梳產生 (光梳間距>100 GHz，光梳數目> 8)

【執行成果】

下世代大容量光纖通訊市場之 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 技術，需要有多個不同波長標準的 DFB (Distributed Feedback laser, DFB) 雷射源與迴授控制電路，造成系統龐大、價格昂貴而且維護不易。本計畫利用 DFB 雷射，經錐形光纖耦合入環形共振腔(圖 1)，藉由其高非線性效應，即可產生 DWDM 光通訊波長(頻率)，大幅縮減系統設備，降低成本及維護經費，並且利用穩頻等技術，使每個波長皆具備作為頻率標準的功能。本計畫成果：

1. 石英環形共振腔製作

利用二氧化碳雷射對熔融石英棒進行加工，並蝕刻出環形結構的共振腔。圖 3-3-1 為製作環形共振腔之雷射加工系統示意圖與實體圖。將石英棒固定在旋轉台中央，並利用一條皮帶銜接馬達，利用馬達轉動旋轉台。對位雷射為可見光，經過一道反射鏡，反射到硒化鋅(ZnSe)之光束重合鏡，使其光束與二氧化碳雷射之光束疊合，並射向石英棒樣品。將另一個硒化鋅聚焦透鏡固定在三軸之電動平移台上，並利用此透鏡將二氧化碳雷射聚到樣品上，透鏡焦距約 2.5 cm，雷射光點大小>5 mm，以刀口法量測其聚焦後之光點大小約 90 μm 。利用三軸之電動平移台可改變光點聚焦的前後(縱向)位置，以及改變光點打在樣品上的橫向位置，並在雷射光路的尾端，放置一個光捕獲器，以避免雷射所造成的危險。

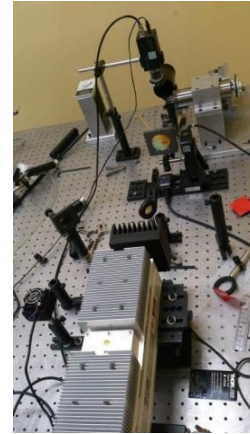
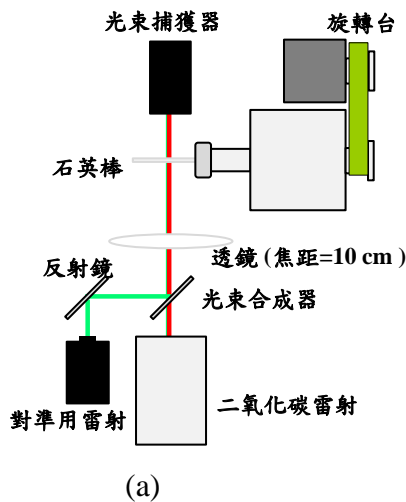


圖 3-3-1 二氧化碳雷射加工熔融石英棒共振腔之系統(a)示意圖與(b)實體圖

接著，利用二氧化碳雷射在石英棒上兩點進行蝕刻成凹槽，將石英棒加工成環形共振腔。首先將二氧化碳雷射調整至適當功率，對位雷射則用來確認所要加工的位置，調整兩點之距離可以改變共振腔之曲率半徑。我們設定二氧化碳雷射輸出功率在約 30 W 的條件下，而打到加工件上的功率則取決於其弦波調變頻率與雷射工作百分比(Duty cycle)，旋轉台的轉速為 200 RPM。由於石英棒直徑為 2 mm，為了加工腔長，使其對應產生光梳間距為 100 GHz，須將直徑縮小到~0.68 mm，因此先進行將石英棒直徑縮細的動作。表 3-3-1 為縮細參數，先將雷射離焦約 2 mm，沿著石英棒掃描一定距離（從 9000 μm 的位置掃到 3000 μm 的位置）後，往石英棒內部移動 10 μm 再掃描，共做 46 次(也就是移除了約 460 μm ，但實際上雷射融熔加工的結果會使得深度加深一些)，最後停的地方再多掃描 12 次當成退火。

接著將透鏡焦點移到石英棒表面上進行產生環形共振腔之加工。表 3-3-2 為加工參數，先加工產生兩個凹槽各約 5 sec，兩凹槽間距為 70 μm ，在選定之兩凹槽間，反覆快速來回加工凹槽 21 次。較特別的是藉由快速掃描來進行環形腔之退火，可避免一般在進行加工時，先加工完凹槽再退火時加工距離難控制與耗時的問題；且在交換位置時，不會將中間環形共振腔之結構破壞並具有相當的雷射退火功效。

表 3-3-1、雷射加工石英共振腔直徑縮細到 0.68 mm 之參數

石英棒頂端與夾爪面距離	轉台轉速	馬達控制				縮細控制					
		初始位置		速度		循環設定		雷射功率		次數	delta y (um)
		x	y	最小	最大	開始位置	結束位置	工作百分比	頻率		
13.5	200	9000	8900	300	300	9000	3000	45	1500	46	10

表 3-3-2、雷射加工石英產生環形共振腔之參數

縮細控制						馬達控制					
delta x(mm)	delta x (um)	次數	曝光時間	雷射功率		初始位置		速度		delta(mm)	
				工作百分比	頻率	x	y	最小	最大		
6	35	21	5	20	11500	7500	9495	20	20	-7	

圖 3-3-2 為利用此法加工出來環形腔的實際照片，用游標尺量測其直徑約 0.68 mm，中間形成一個圓環的共振腔，之後平移雷射調整參數以製作多個圓環，並可將石英棒黏於支撐座上。



圖 3-3-2、加工後之石英環形腔與其上之錐形光纖實體圖

2. 錐形光纖製作

雷射經光纖與共振腔耦合前，須先進行光纖拉伸之動作，使光纖變細以利於在最細處附近耦合入共振腔。實際做法為利用一熱源(氫焰)，加熱光纖後，可透過兩個移動平台將光纖拉開。我們架設朝上的火焰以及雙步進馬達的拉伸方式，噴嘴離光纖約 1.5 cm，系統如下圖 3-3-3 所示。

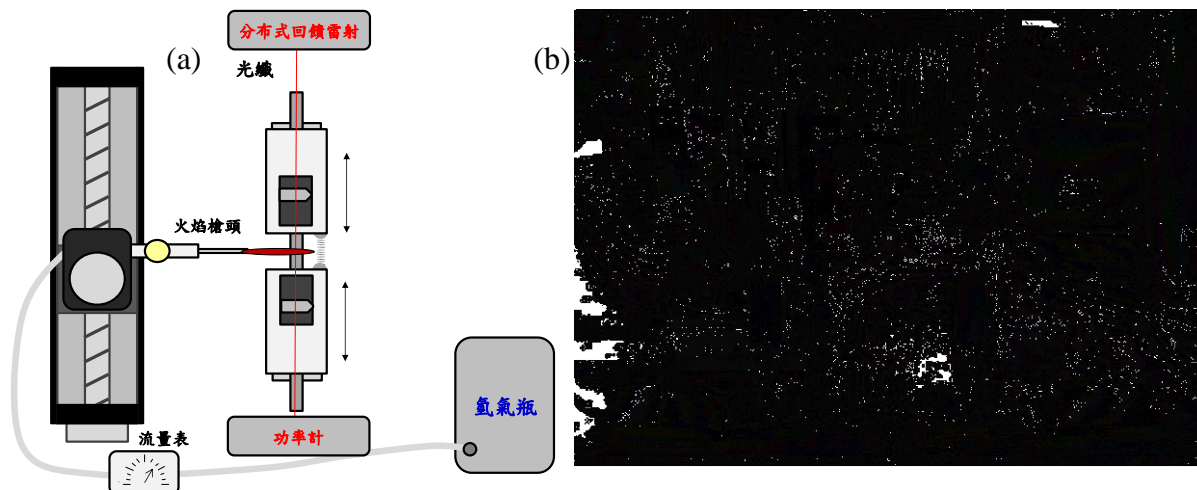
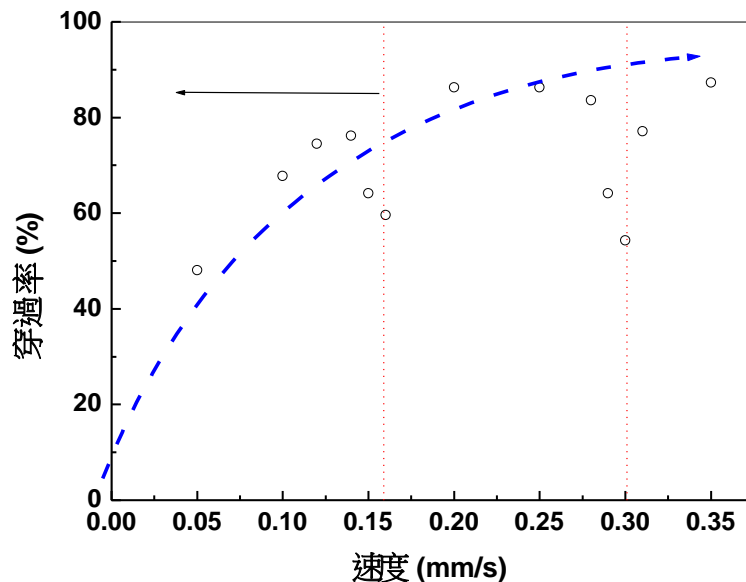


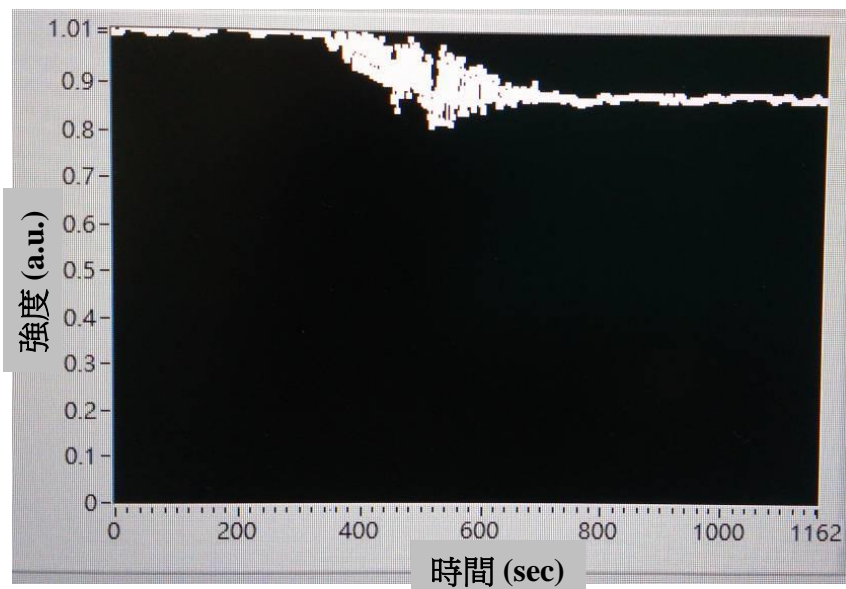
圖 3-3-3、錐形光纖拉伸之系統(a)示意圖與(b)實體圖

先用一般沒接頭的短光纖，嘗試不同氫氣流率與位置後，找到較佳且較不會拉斷的火焰位置，即改為熔接系統上的光纖(有接頭)，並剝掉塑膠層進行錐形光纖加工。改變拉伸速度觀察其與穿過率之關係如下圖 3-3-4(a)所示，左右同時預拉 0.15 mm，再一起各拉 12 mm。在兩平台拉伸速度皆為 0.15 mm/s 與 0.3 mm/s 左右處發生穿過率下降，原因有待釐清。穿過率隨著拉伸過程中有劇烈的週期性變化，拉到後面穿過率會變成相對穩定的值，

如圖 3-3-4(b)所示。而此時光纖有點向上凹，再稍為續拉約 0.15 mm 至 0.2 mm，則光纖拉直後，穿透率會再提高一點或保持不變。以掃描式電子顯微鏡(scanning electron microscope ; SEM)進行拍攝，在 0.35 mm/s 的速度下，錐形光纖最細處可達到~ 1 μm ，如圖 3-3-5 所示。



(a)



(b)

圖 3-3-4、(a)錐形光纖拉伸速度與(b)雷射之穿過率(或傳輸率)隨時間變化等之關係圖

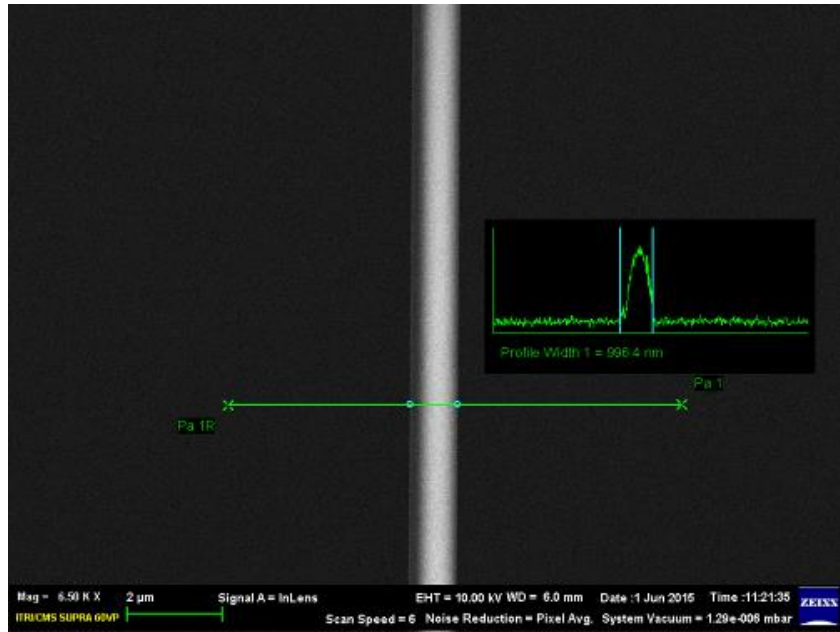


圖 3-3-5、錐形光纖最細處之 SEM 圖

3. 雷射經錐形光纖耦合進石英共振腔產生光梳

圖 3-3-1 為以可攜式微共振腔為基礎，用來產生光梳的耦合架設小裝置。所使用的微共振腔是從熔融石英棒加工出來的。圖 3-3-6(a)顯示微共振腔石英棒是如何連接到三維壓電陶瓷管(Lead Zirconate Titanate)驅動平台的。首先，用導熱膏將微共振腔石英棒黏到其支撐座上凹洞內，再用紫外(UltraViolet, UV)膠將導熱膏、石英棒與支撐座一起黏起來，並用 UV 燈照射使之固化。另外，石英棒支撐座是由一個陽極處理的鐵塊構成，以便使其可藉由一個電磁鐵吸住後被固定到平移台上。

將錐形光纖用 UV 膠黏在 U 型固定座的兩端，利用 UV 燈照射後即可固定在此支架上。藉由三維的 PZT 平移台，將微共振腔慢慢靠近錐形光纖，以便將雷射藉由錐形光纖耦合到微共振腔內。在達到所需的耦合條件後，即可產生光梳。此石英棒支撐座隨即用 UV 膠安裝沾黏，並照 UV 燈固定在 U 形光纖支撐架底板的上表面。在這種情況下，當我們將電磁鐵關閉使磁性消失後，石英棒支撐座隨即脫離平移台，而耦合條件(即錐形光纖和微共振腔之間的相對位置)即可不受影響。最後，以一個塑膠外殼覆蓋住圖 3-3-6(b)所示的耦合設置，以完成小巧可攜之封裝(如圖 3-3-6(c)所示)，其尺寸約 7 cm × 2 cm × 3 cm。

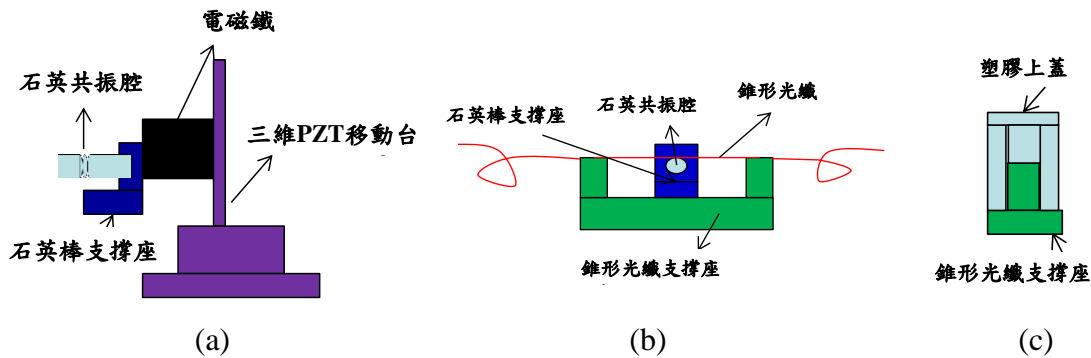
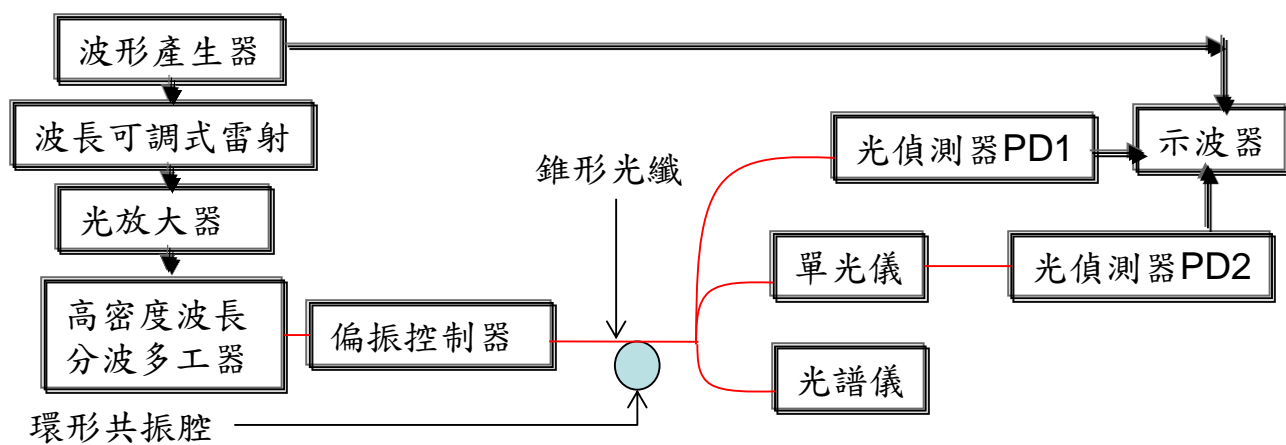


圖 3-3-6、以微共振腔為基礎的光梳產生器之耦合與封裝設計

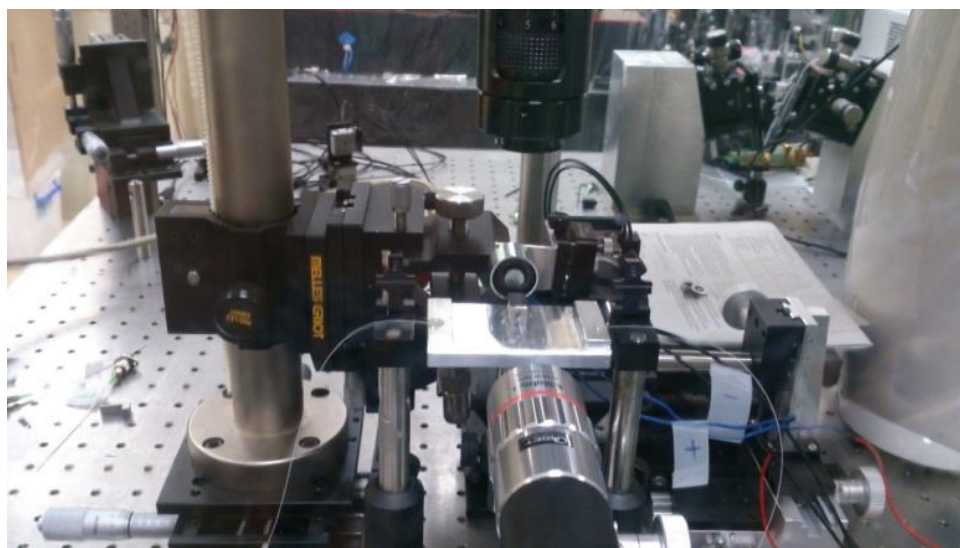
(a)結構設計(b)支撐座前視圖(c)封裝側視圖

圖 3-3-7(a)是光梳產生系統示意圖。將可調雷射的波長調到 ~ 1552.7 nm，用波形產生器輸出三角波進行波長掃描，輸出電壓為 ± 2 V(相當於 ± 20 GHz 的波長掃描範圍)雷射的輸出信號經一個自製的光纖功率放大器放大後，再以高密度波長分波多工器(dense wavelength division multiplexing ; DWDM)將 1552.7 nm 波長的光源濾出，使放大後其他波長的自發輻射雜訊被抑制。將得到的單波長雷射送到錐形光纖，如圖 3-3-7(b)實體圖所示，在最細處附近耦合入上述之熔融石英微共振腔，共振腔對應的自由頻譜範圍(free spectral range ; FSR)約為 0.8 nm，共振腔的 Q 值估計 $>10^8$ 。錐形光纖之雷射光傳輸率達 80 % 以上，錐形光纖之總拉伸速度為 0.7 mm/s，長度約 24 mm。

雷射輸入錐形光纖內的平均功率約為 30 mW，經耦合到微共振腔後的輸出雷射光被分到三個部分，一個送到 1 號光偵測器(PD1)並輸出到示波器，此道訊號是為了藉由調整偏振控制器、以及微共振腔與錐形光纖間的相對位置，來優化耦合條件。另一部分送到一個小型單光儀來篩選出激發波長附近的波長(本實驗選在 1556 nm，但其解析度約 >2 nm)，此信號由另一光偵測器(PD2)偵測，並顯示在示波器銀幕上。通過 PD1 和 PD2 偵測到光梳訊號的典型波形如圖 3-3-9 所示，可看到在雷射波長與共振腔之腔長達到熱鎖定(thermal locking)後，其 1556 nm 附近的光產生出來，表示光梳可能產生於此熱鎖定的波長下。



(a)



(b)

圖 3-3-7、光梳產生系統的(a)示意圖與(b)光纖耦合共振腔之實體圖

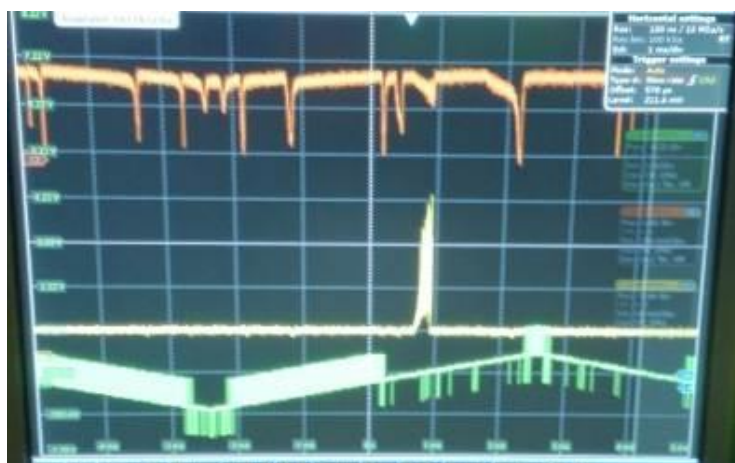
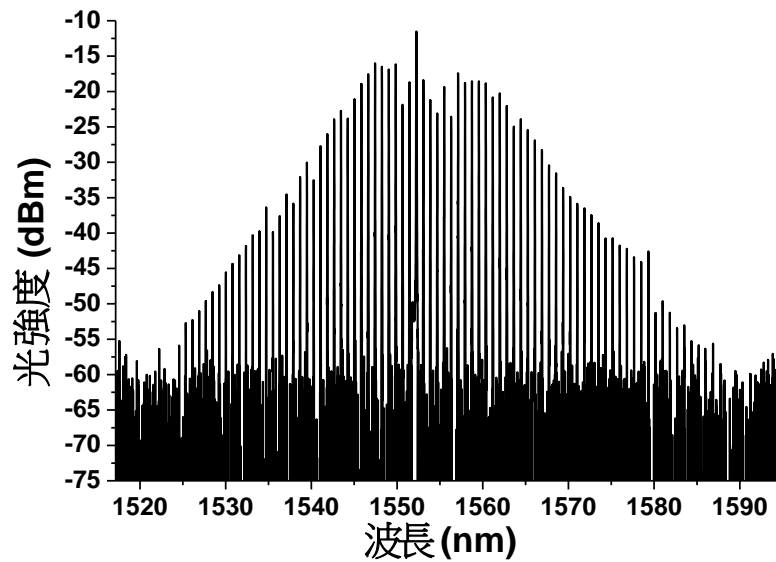
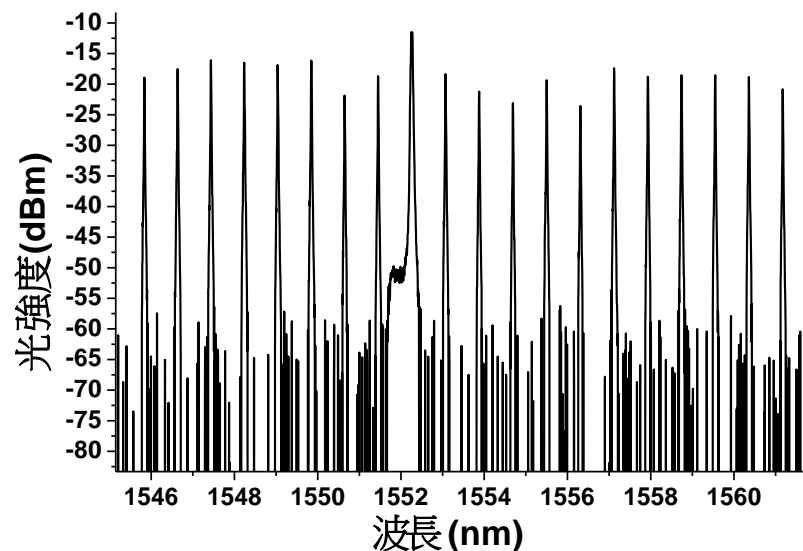


圖 3-3-8、將雷射耦合進環形共振腔後之光梳訊號典型波形

第三部分被送到一個光譜儀來觀察產生的光梳。當看到如圖 3-3-8 的光梳產生指示後，隨即藉由波形產生器選擇一個光梳產生的波長模態調到示波器中央，接著關掉波形產生器，並將雷射波長以藍移的方式(blue detune)，手動調到對應到圖 3-3-8 的熱鎖定區。此時在光譜儀上可看到如圖 3-3-9 (a)所示的產生大於 50 個光梳，放大後的光梳如圖 3-3-9(b)所示，其光梳間距為約 0.81 nm，相當於頻率間距 101 GHz，符合 DWDM 光通訊通道之 ± 0.3 nm 頻帶寬內。目前所知這是第一個利用石英共振腔產生 100 GHz 光通訊用的光梳。



(a)



(b)

圖 3-3-9、(a)雷射耦合熔融石英微共振腔產生的光梳頻譜圖。(b)為(a)之中間放大圖

在間格約 1 週後進行重複製作此共振腔，測試其重現性，結果如下圖 3-3-10 所示，可看到其標準差在光通訊通道帶寬範圍(± 0.3 nm)內。而重複性則是利用在同一個石英棒上重複製作多個共振腔，所得到的結果如圖 3-3-11 所示，亦符合光通訊頻寬標準。

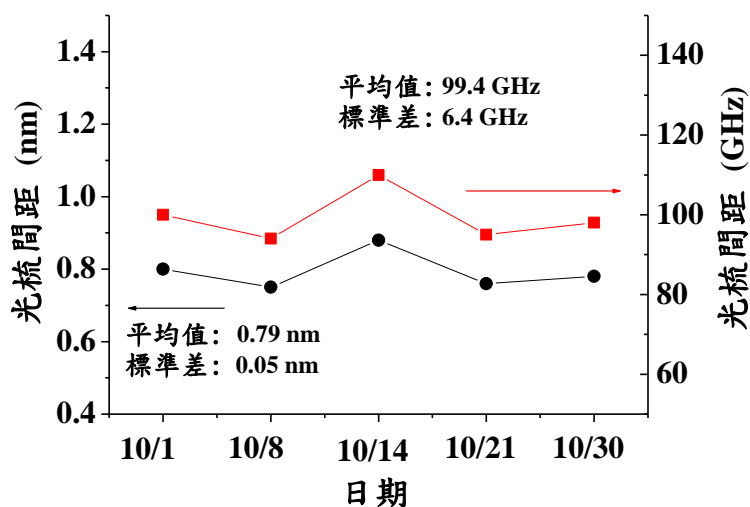


圖 3-3-10、光梳重現性測試

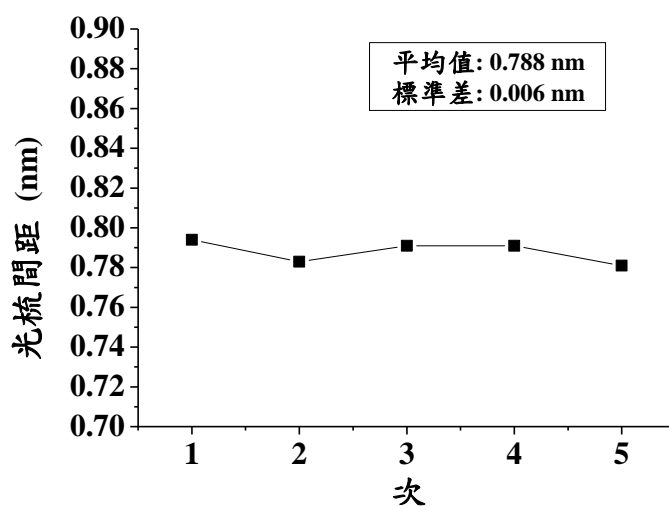


圖 3-3-11、光梳重複性測試

【技術創新】

1. 在雷射加工過程中，於選定之兩凹槽間，反覆快速來回加工凹槽多次，藉由快速掃描來進行環形腔之退火，可避免一般在進行加工時，先加工完凹槽再退火時加工距離難控制與耗時的問題；且在交換位置時，不會將中間環形共振腔之結構破壞並具有相當的雷射退火功效。
2. 用一個電磁鐵做為雷射經錐形光纖耦合用之精密移動台和微共振腔之間短暫的聯接，封裝後將電磁鐵電流關閉即可完成分離，完成一個可攜式的雷射耦合微共振腔設計。

【突破之瓶頸】

1. 在錐形光纖製作方面，利用控制加工火焰之位置使拉伸重複性提高，改變拉伸速度等參數以最佳化錐形光纖製作，拉伸長度約 24 mm，直徑 < 2 μm ，使穿透率最佳可達 > 85 %。
2. 在雷射加工石英共振腔方面，以 run out < 5 μm 之 spindo 進行雷射加工石英環形共振腔，並以雷射退火光滑化環形腔表面，使 Q 值 > 10^7 。
3. 在雷射耦合石英共振腔產生光梳方面，以掃描入射雷射波長與 PZT 平台調整光纖與共振腔相對位置之耦合的方式，並藉由偵測光梳產生波長處之訊號大小的方式，快速找到光梳耦合最佳位置。

【待改善之處】

1. 微共振腔之環境控制不佳。
2. 激發雷射與共振腔之縱模會隨時間個別飄移，飄移量過大即造成無法匹配，而使光梳功率降低甚至消失。

【後續工作構想與重點】

1. 利用惰性氣體充入石英環形共振腔所在之盒內，使其環境達到不受外界水氣等之影響。
2. 利用激發雷射與共振腔模態戶鎖的方式以達到穩定之光梳輸出。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家現況	NML 目前技術狀況	計畫執行完成狀況	產業界需求狀況
• 雷射耦合環形共振腔之光梳產生	• 美國 NIST\石英環形腔 環形腔直徑: 170 μm ($Q=2\times 10^8$)、220 μm ($Q=2\times 10^8$)、860 μm ($Q=6\times 10^8$) • 美國 Cornell University \SiN 半導體環形共振腔 環形腔直徑: 58 μm (輸出光梳間距 407 GHz) ($Q=5\times 10^5$)	• 100 GHz 光通訊用多波長光源	• 高功率與穩頻之 100 GHz 光通訊用多波長光源	• 提供光通訊或光載無線通訊產業 DWDM 光通道頻率標準及頻率源

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	水量計施行細則(CNPA49 草案) 與整體能量研究報告	1 份	2 份	詳見附件七，第 283 頁
	氣量計檢定檢查技術規範草案	1 份	4 份	
	法規相容性測試(荷重元認證) 研究報告	1 份	1 份	

【執行成果說明】

(一)、新版 CNPA 49 施行細則與整體能量評估

水量計國家標準 CNS 14866 參照國際規範 ISO 4064:2005 修訂，於 101 年 2 月 14 日正式公告施行。新版水量計國家標準最大變革是將熱水及電子式水量計納入標準規範範圍，因此水量計的型式不再侷限於傳統機械型式水量計，中大型管理用電子式水量計，得以納入管理。依據度量衡法規之度量衡器型式認證管理辦法規定，水量計為應經型式認證之法定度量衡器。但現行型式認證技術規範(CNPA 49 第 3 版)於 104 年 1 月開始施行，此規範仍未納入電子式水量計相關性能驗證。亦即現有使用之電子式水量計，並未針對電子性能加以驗證，僅針對機械性能測試驗證。為符合新版水量計國家標準 CNS 14866，水量計型式認證技術規範 CNPA 49 及水量計檢定檢查技術規範 CNMV 49 必須再進行修訂，納入相關新增電子性能及機械性能試驗項目。依據 CNS 14866 規範，水量計性能試驗項目，在機械性能測試中新增對於逆流、流速場不規則性、水溫等試驗項目。在電子性能試驗項目，包括確認其抗電磁干擾、耐環境溫濕熱、元件抗震、抗電力突波、靜電放電、以及電力維持等能力。

本計畫自 98 年起即執行水量計電子試驗相關研究，水量計技術發展歷程如圖 4-1-1 所示。本年度研究是針對現行 CNS 14866 所規範之機械與電子試驗項目加以確認未來可納檢項目，並對各項納檢項目之流量範圍、口徑尺寸、試驗方式清楚界定，評估各納檢項目之收費基準及計算方式。擬定新版水量計型式認證技術規範草案，作為標檢局後續推動規範修改的依據，藉此降低未來施行之阻力，排除國內業者之疑慮同時協助相關產業業者進行未來投資評估。

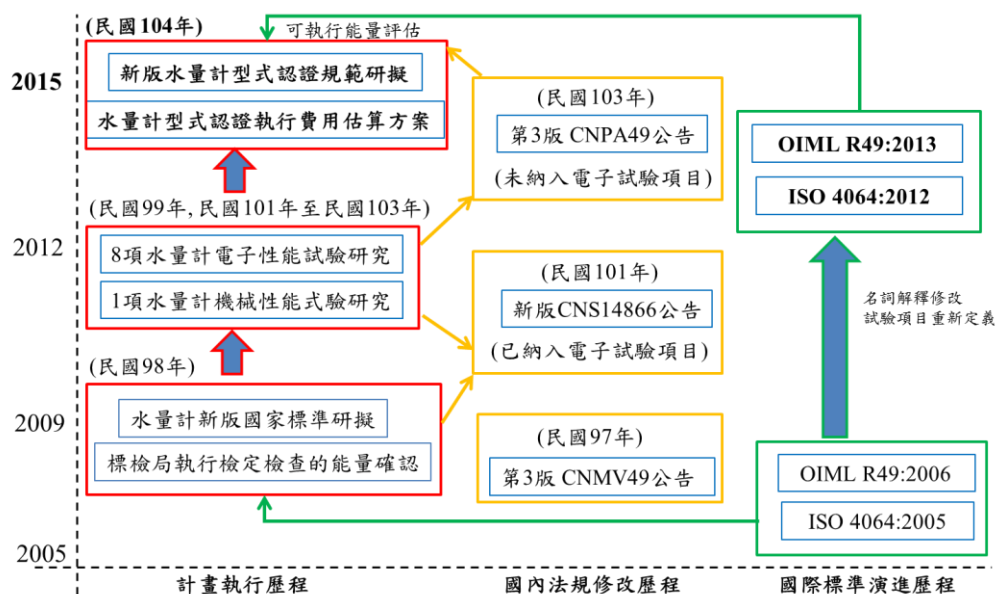


圖 4-1-1、水量計相關研究歷年技術發展歷程

【本年度目標】

本年度計畫執行，主要是為因應水量計相關執行規範後續改版，及實施前之公聽會舉辦，需有可供參考之準則以說明相關執行事宜。因此，必須確認未來需執行型式認證的各項測試，於各種水量計型式時的流量範圍與口徑及操作方式等，同時說明費用基準。所以主要的執行工作項目如下所述。

1. 依據各試驗項目及測試水量計(機械與電子)分類，完成流量範圍與口徑及操作方式界定與評估。
 - 1.1 完成如表 4-1-1 所示適用所有水量計機械性能檢驗項目水量計，可執行能量範圍的界定與試驗評估；主要範圍為口徑 50 mm(含)以上至 300 mm 水量計。
 - 1.2 完成電子試驗項目適用於電子式水量計，可執行能量範圍的界定與試驗評估；電子式水量計涵蓋電子式水量計及具電子裝置水量計，主要範圍為口徑 50 mm(含)以上至 300 mm 水量計，實流試驗方式執行。
2. 依據項次 1 之執行結果，進行相關費用評估，確認各試驗項目收費基準及計算方式。
3. 完成施行細則(CNPA 49 草案)與整體能量研究報告。
 - 3.1 依據工作項次 1 及 2 進行研究報告撰寫，詳細說明標檢局或其指定實驗室已具備能力的相關檢驗項目(範圍為口徑 50 mm(含)以上至 300 mm 水量計)、能量範圍及收費基準，同時提出 50 mm 以下水量計，如欲執行新版水量計標準之相關型式認證測試，

則執行單位應進行的系統改善方案。

3.2 依據 101 年版 CNS 14866 及歷年研究成果進行 CNPA49 草案撰寫。

表 4-1-1、水量計型式認證機械與電子性能試驗項目

CNS 14866-3 對應章節	適用所有水量計性能檢驗項目	是否已具備檢測能力
5.8	指示誤差(7 個測試點)	是
5.9	水溫試驗	否(建議不執行)
5.10	水壓試驗	否(建議不執行)
5.11	逆流試驗	是
5.12	流速場不規則性試驗	是
6	靜壓	是
7	壓力損失	是
8	耐久性試驗	是
CNS14866-3 對應章節	電子性能檢驗項目 (實流測試)	是否已具備檢測能力
9.3.1	乾熱(無凝結)	是
9.3.2	冷凍	否(建議不執行)
9.3.3	濕熱循環	是
9.3.4	振動(隨機)	否(建議不執行)
9.3.5	機械衝擊	否(建議不執行)
9.4.1	靜電放電	是
9.4.2	電磁耐受性	是
9.4.3	靜磁場	是
9.5.1、9.5.5、9.5.6	交流與直流電源電壓變動	是
9.5.2	交流電壓短時間中斷與降低	是
9.5.3	突波免疫力	否
9.5.4	電源快速暫態/叢訊	是

【執行成果】

1. 系統驗證與執行能量範圍界定

1.1 系統驗證

1.1.1 電磁耐受性試驗

本計畫建置採用之電磁耐受性(Electromagnetic Susceptibility)試驗，主要是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 61000-4-3，符合電磁輻射強度最大 10 V/m，干擾頻率範圍由 26 MHz 至 1 GHz 以每 1 % 頻率增加的方式進行試驗。電磁耐受性試驗天線的方向包括水平放置與垂直放置，測試件至天線的距離不得小於 1 m。試驗設備包含有電波隔離室、射頻信號產生器、功率放大器、訊號衰減器、場強產生天線及記錄功率位準的場強計。電波隔離室為訂製品外殼以 304 不鏽鋼板焊接而成，電波隔離室內面先披

覆合成木板，再以鎳、鋅、矽合成之吸波磚 6 面貼附；射頻信號產生器則採用 Agilent E4438c，其可產生之訊號範圍可由 250 kHz 至 6 GHz；功率放大器選用 Ophirrf/5126，於 20 MHz 至 1 GHz 頻率內可將訊號放大到 100 W 的強度；訊號衰減器則是訂製品，可負載 120W 訊號強度；場強產生天線使用 ETC/MCTD 2786，適用於 26 MHz 到 2 GHz 訊號的產生；場強計則選擇 DARE RSS1004A，可量測頻率 10 kHz 至 4 GHz 訊號之強度。此外，採用自行開發的應用軟體進行參數校正及測試操作調控。

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。

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，故電磁耐受性測試亦有兩種不同執行方式。當使用靜態啟始/結束的測試模式時，需先確認管路與水量計均為正常作動狀態，管路水流率調整好並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，待管路流率穩定即可啟動進行電磁耐受性測試，完成測試後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。水量計使用動態啟始/結束測試模式的程序，為管路水流率調整好並穩定後，開始啟動電磁耐受性測試，並同步啟動收集標準件脈波信號及擷取受測水量計顯示影像，完成測試後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。使用動態啟始/結束測試模式時需注意影像收集用之 CCD 必需不被電磁波干擾。上述設備均已完備並驗證操作功能正常。

1.1.2 靜電放電試驗

本計畫建置採用之靜電放電試驗設備主要是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 61000-4-2，符合直流電壓的靜電放電的儲能電容為 150 pF，放電電阻為 330 歐姆(硬體裝置)。接觸放電試驗的放電電壓設定為 6 kV，空氣放電試驗的放電電壓設定為 8 kV；每一個試驗點，可施加 10 次的放電，放電間隔 10 秒(可透過觸控面板設定)。操作時靜電放電槍必需接地。

空氣放電試驗，靜電放電槍由遠而近靠近耦合面，直至產生尖端放電(電弧, Arc)之位置，透過耦合面產生電磁感應，進而發生靜電現象。因此，需對空氣放電產生的電磁干擾進行防護，避免造成待測水量計以外的鄰近設備損壞或故障、或訊號干擾。所以，必要時可使用電磁波隔離室加以防護。測試場所的空氣濕度會影響靜電產生，

依據 OIML R49:2006 規範，相對濕度需控制在 30 % 至 60 %，試驗時需確實注意。

靜電放電試驗使用設備包含有，多功能綜合試驗機(廠牌/型號：EMC PARTNER/TRA3000D)，靜電放電槍(可更換接觸放電使用的尖型槍頭或空氣放電使用的鈍型槍頭)，耦合面板(依據 IEC 61000-4-2 製作)，獨立接地(必要要求，防止靜電回灌設備造成損壞)，流量管路系統(可安裝口徑 2 吋至 12 吋的水量計，系統操作模式為動態起始結束/靜態起始結束的標準表比較法)，及電磁波隔離室(活動式，可包覆管路及待測水量計)。上述設備均已完備並驗證操作功能正常。

1.1.3 電力叢訊

本計畫建置採用之電力叢訊試驗設備主要是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 61000-4-4，叢訊產生器輸出訊號符合持續時間達 15 ms，叢訊週期為 300 ms，尖峰最大振幅可設定為 1000 V 或 2000 V(可透過觸控面板設定)。電力叢訊主要為電力系統中所產生的瞬間高壓雜訊，所以試驗時透過 I/O 直流/交流電源埠將叢訊導引入待測水量計，瞬間高壓雜訊可能會造成電子元件或面板燒毀，導致水量計無法正常運作。

電力叢訊試驗使用設備包含多功能綜合試驗機(廠牌/型號：EMC PARTNER/TRA3000D)，須獨立接地(必要要求，防止瞬間高壓雜訊造成測試系統損壞)，及流量管路系統(可安裝口徑 2 吋至 12 吋的水量計，系統操作模式為動態起始結束/靜態起始結束的標準表比較法)。上述設備均已完備並驗證操作功能正常。此試驗對待測水量計屬於破壞性試驗，有可能導致水量計電子零組件故障，因此需詳加確認待測水量計環境等級(E1 或 E2)，施加正確的叢訊能量。

1.1.4 交流電壓短時間中斷或降低

本計畫建置採用之交流電壓短時間中斷或降低試驗設備主要是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 61000-4-11，電壓中斷是電壓由 U_{nom} 下降至 0 電壓，時間為電源頻率的半週期(一般台灣為 110 V 或 220 V，電源頻率為 60 Hz，即 1/120 秒由常態電壓下降至 0 電壓)，電壓降低是電壓由 U_{nom} 下降至 50 % U_{nom} ，時間是電源頻率的週期(即 1/60 秒由常態電壓下降至 50 % 常態電壓)，試驗的循環，每一循環至少 10 次的電源中斷及 10 次的電源降低，每次間隔時間最少 10 s，在待測水量計的器差量測時間內反覆循環，循環次數亦有可能達 10 次以上。交流電壓短時間中斷或降低主要為電力系統中所產生的電壓驟降，所以試驗時透過交流電源埠將交流電壓短時間中斷或降低導引入待測水量計。

交流電壓短時間中斷或降低試驗使用設備為多功能綜合試驗機(廠牌/型號：EMC PARTNER/TRA3000D)，獨立接地，流量管路系統(可安裝口徑 2 吋至 12 吋的水量計，系統操作模式為動態起始結束/靜態起始結束的標準表比較法)。上述設備均已完備並驗

證操作功能正常。此試驗對待測水量計屬於非破壞性試驗，有可能導致水量計計量不準確。

1.1.5 乾熱試驗

本計畫建置採用之乾熱試驗是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 60068-2-2、IEC 60068-3-1 及 IEC 60068-1，試驗水量計在高溫環境期間的耐受情形。試驗操作溫度為 55 °C，持續時間 2 小時，循環 1 次。試驗設備為一具 TERCHY 生產的 HB-1200 溫度控制箱，可以架設(50 至 300) mm 管徑管路，可程式化試驗流程並自動記錄溫度變化數據。設備已完備並驗證操作功能正常。

1.1.6 濕熱循環試驗

本計畫建置採用之濕熱循環試驗是參考 OIML R49:2006 版本及 IEC 60068-2-1、IEC 60068-3-1 及 IEC 60068-1，水量計在高濕度的狀態下反復溫度變化後，確認其零組件或機器的表面產生結露的條件下之適合性，循環試驗包括了溫度上升、高溫維持、溫度下降以及低溫保持四個步驟，溫度上升階段，溫度由 25 °C 上升至 55 °C 約需三小時左右，濕度保持在 95 % 以上；高溫保持階段，溫度維持在 55 °C 濕度保持在 95 % 左右，共持續 9 小時；溫度下降階段，溫度 55 °C 降至 25 °C 約花了三小時左右，濕度保持在 95 % 以上；低溫保持階段，溫度維持在 25 °C 濕度保持在 95 % 以上共持續 9 小時，共進行兩次循環 48 小時。溫度的上升及下降的斜率符合規範要求，整個過程變動程度小於± 3 °C。溫度上升與下降過程中濕度的控制亦可達到 95 % 以上如圖 4-1-2 所示。濕熱循環試驗設備為一具 TERCHY 生產的 HB-1200 濕熱循環試驗箱，試驗箱內溫度可控制在 23 °C 至 55 °C，相對濕度則可控制在 75 % 至 100 %，並可紀錄試驗箱內部溫濕度隨時間的變化情況，配合濕熱循環試驗箱的數據自動擷取模組，可將數據擷取至隨身碟中，讀取數據時只需透過電腦與軟體讀取，即可得知試驗箱內部溫濕度隨時間的變化。上述設備均已完備並驗證操作功能正常。

由於 48 小時的濕熱循環測試均在高濕的狀態下進行，試驗箱雖然有儲水箱，但容量不足以應付 48 小時的試驗，試驗過程中需要進行三至四次人工補水，或設置自動補水裝置，且濕熱循環試驗為連續執行 48 小時，因此人員需定時監看試驗狀況，防止突發狀況產生造成不必要的災害。所以在實驗時程設計上需加以考量。



圖 4-1-2、試驗箱自動化後實測結果

1.1.7 流速場不規則性試驗

本計畫建置採用之流速場不規則性試驗的擾動裝置，是參考 OIML R49:2006 版本的漩渦產生器(左旋或右旋)及非對稱的速度輪廓產生器，口徑是 50 mm、75 mm、100 mm、150 mm、200 mm 及 300 mm。試驗以 $0.9 Q_3$ 及 Q_3 之間的流量執行(Q_3 定義為“常設流量”)。試驗安裝需參照流動擾動試驗配置圖，將擾動裝置確實安裝於測試管路的相對位置上。某些型式水量計如容積式水量計，已經顯示對上游安裝條件不敏感，可以不適用本試驗。

1.1.8 其他

AC/DC(交流/直流)電源變動試驗，主要使用設備為 AC/DC 電源供應器及數位電表，本研究所使用之 AC 電源供應器最大需可以提供電壓 220 V_{ac} 以上，DC 電源供應器最大需可供應電壓 36 V_{dc}，且電源供應器應具有穩壓裝置，6 1/2 數位電表(HP 34410 A Multimeter)可作為輸出電壓及電壓改變確認使用。試驗時以並聯方式輸出，避免壓降情形產生。試驗前需確認待測水量計供電型式，避免因 AC/DC 供電錯誤或電壓超出額定範圍導致儀器損毀。

靜磁場試驗，主要設備為環形磁鐵(規格主要參考 OIML R49:2006，但磁場強度要求需放寬，以符合實際校正的可行性)，測試位置應以不小於 3 個測試點較為合適。

上述試驗設備均已具備且操作功能正常。

1.2 執行能量範圍界定

系統配置如圖 4-1-3 所示，可以安裝機械及電子水量計，口徑由 300 mm 至 50 mm，可操作流率範圍由 840 m³/h 至 0.12 m³/h。水流量測試設備是採用標準流量計法並為循環式操作的系統，工作流體為自來水，操作模式可以為動態起始結束法(flying-start-and-finish mode)或靜態起始結束法(standing-start-and-finish mode)，系統管路內的流體最大工作壓力

為 3 bar，工作溫度範圍為 15 °C 至 45 °C，工作現場空間環境條件因無特殊要求，因此只記錄但並未加以控制。可使用標準件包括有 2 具 6 吋電磁式流量計(流量範圍 420 m³/h 至 50 m³/h)、1 具 6 吋科氏力式流量計(流量範圍 420 m³/h 至 50 m³/h)、1 具 3 吋科氏力式流量計(流量範圍 120 m³/h 至 12 m³/h)、2 吋電磁式流量計(流量範圍 42 m³/h 至 0.3 m³/h)、2 吋科氏力式流量計(流量範圍 42 m³/h 至 0.3 m³/h)及 0.5 吋科氏力式流量計(流量範圍 4.8 m³/h 至 0.12 m³/h)，使用 2 具離心式幫浦(最大揚程 30 m，最大流率 8560 L/min) 搭配變頻器及管路流量控制閥件進行測試流率調整。測試時使用串聯安裝標準件及待測水量計於管路系統，待測水量計前後管路配置符合 OIML R49:2006 標準要求，儲水槽與 NML 大水流量校正系統共用。

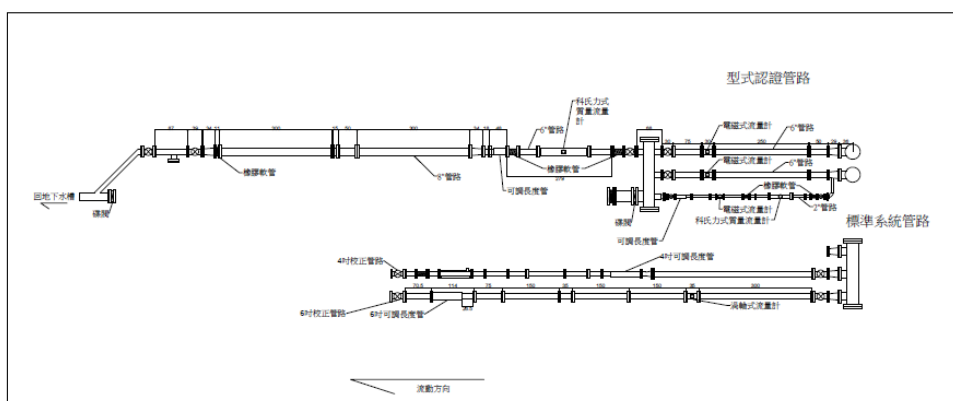


圖 4-1-3、水量計系統管路配置圖

2. 費用評估

費用評估適用範圍為流量由 0.12 m³/h 到 840 m³/h 及標稱口徑為 50 mm 至 300 mm 的各式水量計(符合 OIML R49:2006 標準)，最大許可溫度為 30 °C。各項測試費用分別以技術操作費、行政管理費、設備使用費及電費、網路費分攤等項目加以估算。行政管理費包含收發件、執行單位行政管理費等事宜。設備使用費依據系統建置整體費用 10 年分攤方式估計(不包含除水槽建置及後續修改費用、電費與網路使用費，且電子試驗設備及相關標準件校正費另計)。總整估算每單位小時預估費用設定為新台幣 2,100 元，所有費用估算以此為計價單位，以簡化估算。電費目前僅於部份使用耗電較大的設備或需長時運轉時加計。各項電子測試評估費用說明如下表 4-1-2 所示。

表 4-1-2、電子試驗項目預估費用一覽表

電子式水量計或含有電子零件之機械式水量計							單位：元
乾熱 檢驗	濕熱循環 檢驗	靜電放電 檢驗	電磁 耐受性	電源電壓 變動(a.c.)	電源電壓 變動(d.c.)	短時間 電源降低	電力叢訊 檢驗
30,743	128,648	68,000	128,500	9,535	9,535	12,900	12,400

註：此預估費用是一收費參考值，可以適用於口徑 50 mm 至 300 mm 電子水量計，費用預估之工作時數是採用平均預估的工作時數，實際公告執行時，可考量物價、薪資等變動及不同口徑水量計安裝的難易度等適度修正。

綜整水量計型式認證所執行之各項檢驗的費用評估方式說明如下。

(1).外觀及構造審查

工作項目	1. 型式認證提交文件之審查 2. 標示檢查 3. 口徑與外形尺度檢查 4. 指示裝置與檢定裝置檢查
費用估算項目	1. 行政管理(含收發作業) 2. 技術作業(含技術文件書面審查) 3. 預估技術作業計價時數為 1.6 小時

(2).壓力檢驗

工作項目	1. 檢驗組件與水量計安裝 2. 測試執行及數據處理
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數為 2 小時

(3).器差檢驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數(4 至 9)小時/次(7 個測試流率，B 級、C 級機械表、電子式水表)

(4).壓損檢驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 1.6 小時

(5).防磁檢驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理 3. 不同測試位置試驗(至少 3 測試點)
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數(5 至 15)小時(現行 6 個測試點 Q1 流率 B 級、C 級機械表、電子式水表)

(6).加速磨耗檢驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 磨耗運轉執行 3. 運轉監測 4. 器差檢驗(另計，需執行 2 次與器差檢驗同)
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 電費(網路費) 3. 儀器設備使用 4. 行政管理費
費用分析	<p>1. 連續運轉操作及監測人力費用估算如下。 每天操作與紀錄時間以平均 0.33 小時估算。 1 人/天×48 天×0.33 小時×2100 元/人小時+0.5 人/天×8 小時×2,100 元/人小時=41,664 元(N60 以下) 1 人/天×120 天×0.33 小時×2,100 元/人小時+0.5 人/天×8 小時×2,100 元/人小時=91,560 元(N100 以上)</p> <p>2. 電費支出涉及使用幫浦之功率消耗和運轉時間，以 3.78 元/(kW-h)電費基準並分別就不同水量計界定估算如下。</p> <p>N15： (2.2 kW×800h+7.5 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=12,323 元</p> <p>N25、N30、N35、DN50 渦流型： 7.52 kW×1000 h×3.78 元/(kW-h)=28,425 元</p> <p>N45、N50、N60： 7.63 kW×1000h×3.78 元/(kW-h)=28,841 元</p> <p>N100、DN75 渦流型： (24 kW×800h+31.1 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=96,087 元</p> <p>N150、DN100 渦流型： (27.5 kW×800h+34.45 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=109,204 元</p> <p>N250： (31 kW×800h+51.93 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=133,003 元</p> <p>N400： (45 kW×800h+90 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=204,120 元</p> <p>N600： (55 kW×800h+110 kW×200h)×3.78 元/(kW-h)=249,480 元</p>

(7).逆流試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝(水量計不同方位安裝) 2. 測試執行及數據處理
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 2 小時

(8).流速場不規則性試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理 3. 擾流裝置架設
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 8 小時

(9).乾熱試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理及操作流程參數設定(含試驗前後的器差檢驗) 3. 乾熱試驗機架設 4. 環境穩定後連續試驗監控 2 小時
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含溫度控制試驗設備) 3. 行政管理費 4. 電費(220 Vac) 5. 預估技術作業計價時數大於 12 小時
電力費用分析	$(4.5 \text{ kw} \times 4\text{h} + 3\text{kW} \times 4\text{h}) \times 3.78 \text{ 元}/(\text{kW-h}) = 113.4 \text{ 元}$

(10).濕熱循環試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理 3. 濕熱循環試驗機架設及操作流程參數設定(含試驗前後的器差檢驗) 4. 環境穩定後連續試驗監控 48 小時
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含溫濕控制試驗設備) 3. 電費(220 Vac) 4. 行政管理費 5. 預估技術作業計價時數大於 58 小時
電力費用分析	$(4.5 \text{ kw} \times 50\text{h} + 3\text{kW} \times 50\text{h}) \times 3.78 \text{ 元}/(\text{kW-h}) = 1,417.5 \text{ 元}$

(11).AC/DC 電源電壓變動試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理(含試驗前後的器差檢驗) 3. AC/DC 電源供應及數位電表架設 4. 電源及管路接地
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含電子試驗相關設備) 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 4 小時

(12).交流電壓短時間中斷或降低試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理(含試驗前後的器差檢驗) 3. 綜合試驗機參數設定(依據交流電壓短時間中斷或降低試驗要求) 4. 電源及管路接地
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含電子試驗相關設備) 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 4 小時

(13).電力叢訊試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理(含試驗前後的器差檢驗) 3. 綜合試驗機參數設定(依據電力叢訊試驗要求) 4. 電源及管路接地
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含電子試驗相關設備) 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 4 小時

(14).靜電放電試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理(含試驗前後的器差檢驗) 3. 綜合試驗機參數設定(依據靜電放電試驗要求) 4. 靜電放電槍架設及使用(依據接觸放電或空氣放電試驗需求) 5. 電源及管路接地
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含電子試驗相關設備) 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數 30 小時

(15).電磁耐受性試驗

工作項目	1. 水量計及管路配置安裝 2. 測試執行及數據處理(含試驗前後的器差檢驗) 3. 電波隔離箱架設 4. 天線、場強計及 CCD 架設 5. 訊號產生器及功率放大器使用電腦程式校正最佳參數，並將參數載入自動控制程式 6. 使用自動控制程式自動執行試驗頻率調整 7. 電源、隔離箱及管路接地
費用估算項目	1. 技術作業(含組裝及試驗執行) 2. 儀器設備使用(含電子試驗相關設備) 3. 行政管理費 4. 預估技術作業計價時數大於 40 小時

(16).報告出具

工作項目	1. 數據整理及交互審查 2. 報告撰寫及審查用印 3. 行政管理
費用評估項目	1. 技術作業(數據整理及計算) 2. 儀器設備使用(電腦、事務機使用) 3. 報告(含報告撰寫、審核及製作) 4. 行政管理 5. 預估工作時間 2 小時

3. 施行細則(CNPA49 草案)改善建議

3.1 OIML R49:2006 及 OIML R49:2013 比較

雖 ISO 4064 與 OIML R49 分別於 2012 及 2013 改版，但剛改版的 CNS 14866 係以 ISO 4064:2005 為依據，因此本次草案之研究仍以 OIML R49 之 2006 年版為依據進行，以與現行 CNS 14866 調和。但為配合新的國際趨勢，此研究亦分析了 2006 及 2013 年版 OIML R49 的差異，以隨時因應必要的修訂需求。兩個版本主要差異如下：

- (1)OIML R49-1:2013 刪除 OIML R49-1:2006 中 $Q_3/Q_1 = 31.5$ 以下比值，並增加 $Q_3/Q_1 = 1000$ 。
- (2)OIML R49-1:2013 刪除 OIML R49-1:2006 中精度 1 級的設計只適用 $Q_3 \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水量計及精度 2 級應適用 $Q_3 < 100 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水量計，但也可適用 $Q_3 \geq 100$ 水量計說明。
- (3)OIML R49-1:2013 增加說明當水量計使用電池供電顯示“low battery”說明時，須至少仍有 180 天的工作效能。
- (4)器差試驗的測試流率點定義不同，OIML R49-1:2006 第 6.2.4.1 節水量計之指示誤差(真實體積之量測)，應該以至少下列流量來決定。介於 Q_1 和 $1.1Q_1$ 之間；介於 $0.5(Q_1 + Q_2)$ 和 $0.55(Q_1 + Q_2)$ 之間(在 $Q_2/Q_1 > 1.6$ 時)；介於 Q_2 和 $1.1Q_2$ 之間；介於 $0.33(Q_2$

+ Q_3)和 $0.37(Q_2 + Q_3)$ 之間；介於 $0.67(Q_2 + Q_3)$ 和 $0.74(Q_2 + Q_3)$ 之間；介於 $0.9Q_3$ 和 Q_3 之間；以及介於 $0.95Q_4$ 和 Q_4 之間。

OIML R49-1:2013 7.2.3 水量計之指示誤差(真實體積之量測)，應該以至少下列流量來決定。 Q_1 ； Q_2 ； $0.35(Q_2 + Q_3)$ ； $0.7(Q_2 + Q_3)$ ； Q_3 ； Q_4 。但實際執行試驗係依據 OIML R49-2:2013 7.4.4，其操作流率要求與 2016 年版本相同。

- (5)檢定檢查(Initial verification)的器差檢驗流率說明修改，OIML R49-1:2006 第 6.3.3 節，在量測真實體積時水量計的指示誤差應至少以下列流量來決定：介於 Q_1 和 $1.1Q_1$ 之間；介於 Q_2 和 $1.1Q_2$ 之間；以及介於 $0.9Q_3$ 和 Q_3 之間。而 OIML R49-1:2013 第 7.3.4 節則要求於 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 ，無區間說明。
- (6)OIML R49-2:2013 刪除第 2 章標準術語說明，將標準術語的參照說明為直接引用 OIML R 49-1:2013 所述，不再重複說明。
- (7)OIML R 49-1:2013 第 7.4.2.2.7.5 節水量計標記有「V」時，至少要有一個送樣水量計，在檢驗時將管路的流動軸連接成垂直面，流動方向由下往上，至少要有一個送樣水量計，在檢驗時將管路的流動軸連接成垂直面，流動方向由上往下的 2 種測試條件，與 OIML R49-2:2006 不同。
- (8)電壓源變動試驗 OIML R 49-2:2013 第 8.5.4 節增加對 DC 電源變動中當電池供電中斷的試驗要求。
- (9)OIML R 49-2:2013 將暫態叢訊試驗分為訊號施加在 AC 與 DC 主電壓源(第 8.10 節，與 OIML R 49-2:2006 相同)及訊號施加在訊號線(第 8.9 節，新增測試)。
- (10)OIML R 49-2:2013 將電磁耐受性試驗分為第 8.12 節輻射性電磁干擾(與 OIML R 49-2:2006 的電磁耐受性試驗相同，但操作頻率範圍由(26 至 2000) MHz)及第 8.13 節傳導性電磁干擾(新增試驗項目)。
- (11)OIML R 49-2:2013 新增第 8.14 節的突波(Surge) 在 AC 與 DC 主電源供應線路試驗及第 8.15 節突波(Surge) 施加在訊號線試驗。
- (12)OIML R 49-2:2013 第 8.11 節靜電放電試驗推薦以接觸放電測試為主，除非無法執行接觸放電者才採用空氣放電測試，2006 年版無此說明。

3.2 精進水量計電子試驗之未來改善方案

如前所述，本草案以 OIML R49:2006 為依據，若需參考最新的 OIML R49:2013 電子試驗要求(如圖 4-1-4)，則傳導耐受性試驗需添購功率放大器及耦合/去耦合網路，以符合試驗操作要求於頻率範圍(0.15 至 80) MHz，電動勢(electromotive force, e.m.f.)達 10 V；輻射耐受性目前系統可操作最大頻率為 1 GHz，如欲達到 2 GHz 則需再添購功率放大器並修改天線與控制軟體。突波免疫試驗，可以於既有的多功能綜合試驗機(廠牌/型號：EMC

PARTNER/TRA3000D)增加功能模組，但因其操作能量高，需考量設備升級後的設備安全性。另外雜訊施加於電壓源及訊號源的操作方式，也需加以確認。正式實施相試驗前，所有施測使用儀器皆須經過適當的校正或測試比對，以確保施加的雜訊是符合標準要求。

3.3 CNPA49 (含電子試驗項目)草案研擬

CNPA49 (含電子試驗項目)草案如附件十二。

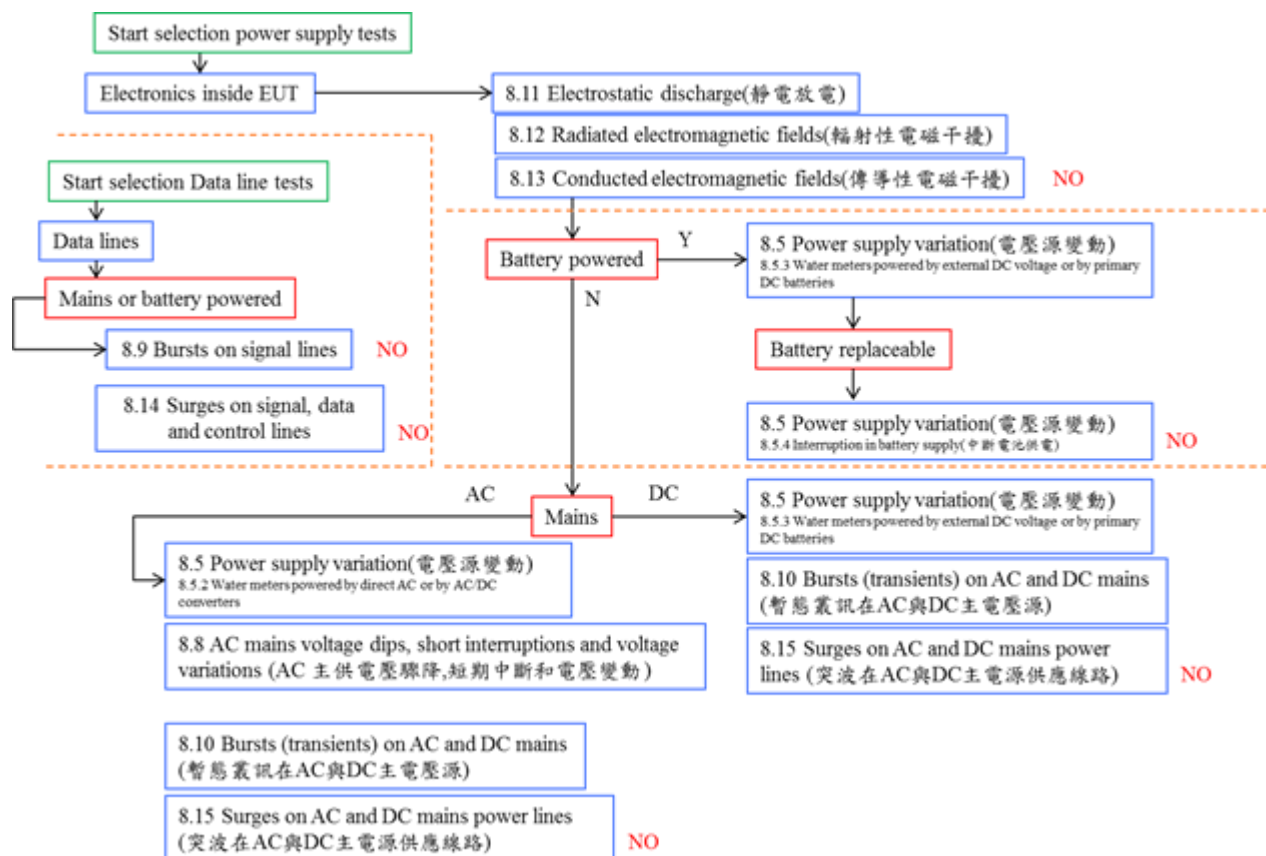


圖 4-1-4、OIML R49-2013 電子試驗要求

(二)、OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究

我國現行膜式氣量計檢定檢查技術規範 CNMV 31(第三版, 2010 年公告)係依據度量衡法第 14 條及第 16 條制定, 主要參考國家標準 CNS 14741(2003 年版), 以及國際規範 OIML R6(1989 年版)、OIML R31(1995 年版), 用以規範天然氣計量用氣量計, 然其所規範的氣量計型式僅有膜式氣量計單一型式, 並未包含其它型式之氣量計。另受限於早期僅能使用膜式氣量計於天然氣計量, 造成消費者無法選用其它類型之氣量計, 氣量計廠商掌握市場價格, 且天然氣供應商及消費者並沒有選擇氣量計類型的權利。依目前各式氣量計技術的進展及價格的變化, 天然氣業者希望能依使用目的需求、口徑、成本與性能等要因引進其它類型氣量計, 作一商品間良性競爭。

本計畫乃為因應 OIML 規範發展趨勢及國內天然氣計量產業之未來需求, 將進行 OIML R137-1&2:2012(E), 與目前使用的規範參考之 OIML R31 進行差異研究, 透過此研究了解二者差異為何, 並拜訪相關業者以評估天然氣氣量計新規範若要實施對業者之影響與政府管理部門必須進行之配套措施。此外對於未來可能作為交易用之超音波流量計及轉子式流量計, 將依據 OIML R137-1&2 進行初步性能評估, 確認其計量性能符合民生交易所需且其安裝條件影響可以降低至可容許程度後, 作為將其納入法定度量衡器之參考。氣量計技術發展歷程如圖 4-2-1。

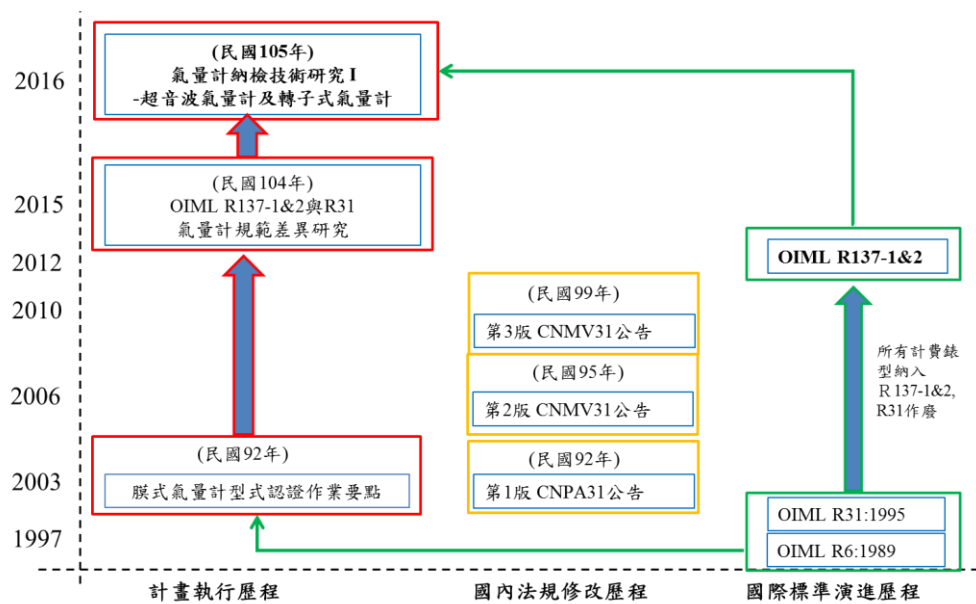


圖 4-2-1、氣量計相關研究歷年技術發展歷程

【本年度目標】

- 完成 OIML R137-1&2:2012(E)中譯，使相關人員能明瞭規範之相關要求。
- 進行 OIML R137-1&2 與 R31 差異性分析，比較二者對氣量計性能要求與測試條件是否有所不同?進行檢定檢查技術規範草案研擬，評估檢定檢查設備性能是否可以滿足等。
- 拜訪相關業者如瓦斯協會及氣量計業者，了解業界意見並進行評估實施條件。
- 依據 OIML R137-1&2 擬定檢定檢查技術規範草案，並針對與 R31 之技術差異對現行膜式氣量計進行計量相關性能測試實作，評估新規範對氣量計業者之影響。
- 依據 OIML R137-1&2 對其它類型氣量計(例如轉子式及超音波流量計等)於常壓條件、體積流率不超過 160 m³/h 之狀態下，進行氣量計性能實作評估，確保能符合氣量計準確等級及對應最大允許公差與最大允許加權平均器差等天然氣計量性能要求。並對超音波流量計進行各種擾動測試，確保安裝對其計量特性影響性可被控制。

【執行成果】

1. 完成 OIML R137-1&2:2012(E)中譯。

完成 OIML R137-1&2:2012(E)中譯技術文件，文件名稱為「OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究-OIML R137-1&2:2012(E)中譯」(技資編號：07-3-A4-0176)。

2. 完成 OIML R137-1&2 與 R31 差異性分析。

OIML R137-1&2:2012(E)相較於 OIML R31 主要差異為增加膜式氣量計以外之超音波及轉子式流量計等類型氣量計，並依不同準確等級訂定對應最大容許公差，現行之膜式氣量計規格對應其中準確等級 1.5，現有之設備可執行膜式氣量計相關檢定檢查工作。技術文件名稱為「OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究-OIML 建議文件-R137-1&-2(2012)與 R6 和 R31 間內容差異對照表」(技資編號：07-3-A4-0194)。

3. 拜訪相關業者如瓦斯協會及氣量計業者，了解業界意見並進行評估實施條件。

拜會大台北瓦斯(使用者氣量計)、台灣愛知(超音波流量計供應商)及功兆(轉子式流量計供應商)等公司，其相關意見如下：

3.1 大台北瓦斯 陳振東副總經理提供意見

- (1)將轉子式及超音波流量計(Q_{max} 在 65 m³/h 至 160 m³/h)納檢表示贊同，但對於誰來執行檢定、檢定有效期及檢定費用等事項，則希望一併考慮。
- (2)對於轉子式流量計使用之遠端傳輸單元希望能有認證。
- (3)目前該公司進行兩種氣量計之比較測試，但僅能進行大流部份，低流部份則無法進行。其需求流率範圍為 2 % 至 100 % 最大流率，建議法規起草期間能對此範圍進行測試以確保使用之要求。

(4)對於超音波氣量計使用壽命為何需進行評估。

3.2 台灣愛知 鄭綏村部長提供意見

(1)鄭部長近期前往大陸山東考察超音波流量計於大陸使用情形，目前大陸已將最大流量 $65 \text{ m}^3/\text{h}$ (含)以上之超音波流量計納入法定度量衡器，並依據“中華人民共和國國家計量檢定規程 JJG 1030-2007 超聲流量計”進行檢定。因應其環境條件，電池使用年限降低，檢定週期為 6 年。

(2)目前超音波流量計測試須將整流器(或噪整器)與流量計合併使用方可達穩定之特性。

(3)國內中壓表計量皆不進行即時之溫度與壓力補正，而採用約定之壓力補正值，此做法之影響隨流量不同而異，須於後續與瓦斯供應商討論。

(4)建議後續與大台北瓦斯陳振東副總經理討論納檢與業者意向等問題。

3.3 功兆公司許宏銘董事長提供意見

許董事長對於將轉子式流量計(Q_{\max} 在 $65\text{m}^3/\text{h}$ 至 $160\text{m}^3/\text{h}$)納檢表示贊同，亦應允提供該範圍之氣量計兩顆供我方進行測試(含遠端傳輸單元)。

綜整業界之意見皆為認同此方向，唯政府管理部門必須進行配套措施；如檢定設備與能量、收費辦法等。

4. 依據 OIML R137-1&2 擬定檢定檢查技術規範草案，並針對與 R31 之技術差異對現行膜式氣量計進行計量相關性能測試實作，評估新規範對氣量計業者之影響。

依計畫完成檢定檢查技術規範草案建議書，並使用 N16 之膜式氣量計進行計量相關性能測試實作，共計進行 Q_{\max} ， $0.7Q_{\max}$ ， $0.4Q_{\max}$ ， $0.2Q_{\max}$ ， $0.1Q_{\max}$ ， $0.02Q_{\max}$ 及 $0.01Q_{\max}$ 等流率共計 9 個循環，其結果如表 4-2-1，符合 R137-1&2 中準確等級 1.5 之相關要求，因此對於膜式氣量計業者應無影響。

5. 依據 OIML R137-1&2 對其它類型氣量計(例如轉子式及超音波流量計等)於常壓條件、體積流率不超過 $160 \text{ m}^3/\text{h}$ 之狀態下，進行氣量計性能實作評估，確保能符合氣量計準確等級及對應最大允許公差與最大允許加權平均器差等天然氣計量性能要求。並對超音波流量計進行各種擾動測試，確保安裝對其計量特性影響性可被控制。

依計畫分別使用轉子式流量計(Itron)- $Q_{\max}=100 \text{ m}^3/\text{h}$ 進行計量相關性能測試實作，共計進行 Q_{\max} 、 $0.7Q_{\max}$ 、 $0.4Q_{\max}$ 、 $0.2Q_{\max}$ 、 $0.1Q_{\max}$ 、 $0.05Q_{\max}$ 及 $0.02Q_{\max}$ 等流率共計 18 個循環，(其中 H-L 代表高流至低流，L-H 代表低流至高流)其結果如表 4-2-2，符合 R137-1&2 中準確等級 1.5 之相關要求。

使用超音波流量計- $Q_{\max}=150 \text{ m}^3/\text{h}$ 進行計量相關性能測試實作，共計進行 Q_{\max} 、 $0.7Q_{\max}$ 、 $0.4Q_{\max}$ 、 $0.2Q_{\max}$ 、 $0.1Q_{\max}$ 、 $0.05Q_{\max}$ 及 $0.02Q_{\max}$ 等流率共計 12 個循環，(其中 H-L 代表高流至低流，L-H 代表低流至高流)其結果如表 4-2-3，結果顯示在 Q_{\max} 、 $0.7Q_{\max}$ 、

0.4 Q_{max} 、0.2 Q_{max} 、0.1 Q_{max} 及 0.05 Q_{max} 符合 R137-1&2 中準確等級 1.5 之相關要求，但在 0.02 Q_{max} 則變動範圍較大，無法完全符合要求。研判為該氣量計省電功能導致之取樣數不夠影響，經過與廠商討論將設定值 K 由 1 Pulse/m³ 改成 100 Pulse/m³，重新測試 0.02 Q_{max} 20 次，其結果如表 4-2-4，即可完全符合 R137-1&2 中準確等級 1.5 之相關要求。

表 4-2-1、N16 膜式氣量計測試結果(H-L 代表高流至低流)

$Q_{max}=16 \text{ m}^3/\text{h}$	Run-1 (H-L)	Run-2 (H-L)	Run-3 (H-L)	Run-4 (H-L)	Run-5 (H-L)	Run-6 (H-L)	Run-7 (H-L)	Run-8 (H-L)	Run-9 (H-L)	平均值	標準偏差
Q_{max}	0.23	0.28	0.36	0.55	0.53	0.40	0.41	0.43	0.40	0.40	0.10
0.7 Q_{max}	0.14	0.12	0.13	0.31	0.20	0.18	0.06	0.11	0.09	0.15	0.08
0.4 Q_{max}	0.10	0.12	0.17	0.15	0.21	0.24	0.13	0.09	0.09	0.14	0.05
0.2 Q_{max}	0.45	0.43	0.39	0.48	0.54	0.55	0.49	0.52	0.47	0.48	0.05
0.1 Q_{max}	0.38	0.38	0.39	0.40	0.39	0.52	0.61	0.51	0.44	0.45	0.08
0.02 Q_{max}	0.66	0.85	1.08	0.61	0.69	0.95	0.68	0.66	0.74	0.77	0.16
0.01 Q_{max}	1.21	1.33	1.16	1.50	1.28	1.24	1.42	1.44	1.39	1.33	0.11

表 4-2-2、轉子式流量計(Itron)測試結果

$Q_{max}=100 \text{ m}^3/\text{h}$	Run-1 (H-L)	Run-2 (L-H)	Run-3 (H-L)	Run-4 (H-L)	Run-5 (L-H)	Run-6 (H-L)	Run-7 (H-L)	Run-8 (L-H)	Run-9 (H-L)	Run-10 (H-L)	Run-11 (L-H)
Q_{max}	-0.04	-0.07	-0.05	-0.08	-0.06	-0.06	-0.07	-0.05	-0.06	-0.15	-0.09
0.7 Q_{max}	-0.58	-0.58	-0.58	-0.60	-0.57	-0.57	-0.57	-0.58	-0.57	-0.66	-0.61
0.4 Q_{max}	-0.43	-0.47	-0.39	-0.44	-0.47	-0.44	-0.41	-0.43	-0.44	-0.51	-0.46
0.2 Q_{max}	-0.10	-0.17	-0.11	-0.06	-0.13	-0.06	-0.12	-0.05	-0.05	-0.03	-0.08
0.1 Q_{max}	-0.61	-0.72	-0.62	-0.64	-0.72	-0.72	-0.65	-0.61	-0.71	-0.76	-0.42
0.02 Q_{max}	-0.71	-0.94	-0.90	-0.82	-1.00	-1.16	-0.93	-1.09	-1.15	-0.88	-0.79
0.01 Q_{max}	-1.56	-1.81	-1.35	-1.62	-1.81	-1.60	-1.38	-1.48	-1.66	-1.68	-1.52

$Q_{max}=100 \text{ m}^3/\text{h}$	Run-12 (H-L)	Run-13 (H-L)	Run-14 (L-H)	Run-15 (H-L)	Run-16 (H-L)	Run-17 (L-H)	Run-18 (H-L)	平均值	標準偏差
Q_{max}	-0.07	-0.15	-0.09	-0.08	-0.10	-0.09	-0.05	-0.10	0.03
0.7 Q_{max}	-0.59	-0.64	-0.57	-0.56	-0.60	-0.59	-0.58	-0.60	0.03
0.4 Q_{max}	-0.47	-0.51	-0.49	-0.40	-0.47	-0.50	-0.43	-0.47	0.04
0.2 Q_{max}	-0.08	-0.10	-0.13	-0.15	0.00	-0.13	-0.07	-0.08	0.05
0.1 Q_{max}	-0.76	-0.68	-0.74	-0.59	-0.70	-0.77	-0.58	-0.67	0.12
0.02 Q_{max}	-1.06	-0.82	-1.04	-0.92	-0.81	-0.81	-0.70	-0.87	0.12
0.01 Q_{max}	-1.56	-1.57	-1.75	-1.31	-1.62	-1.53	-1.39	-1.55	0.13

表 4-2-3、超音波流量計測試結果

$Q_{\max}=150\text{m}^3/\text{h}$	Run-1 (H-L)	Run-2 (L-H)	Run-3 (H-L)	Run-4 (H-L)	Run-5 (L-H)	Run-6 (H-L)	Run-7 (H-L)
Q_{\max}	-0.27	-0.19	-0.25	-0.19	-0.17	-0.15	-0.08
$0.7 Q_{\max}$	0.33	0.41	0.40	0.39	0.38	0.42	0.44
$0.4 Q_{\max}$	-0.33	-0.24	-0.27	-0.31	-0.24	-0.37	-0.18
$0.2 Q_{\max}$	-0.44	-0.50	-0.57	-0.57	-0.35	-0.60	-0.37
$0.1 Q_{\max}$	-0.26	-0.22	0.28	0.17	-0.19	-0.02	0.16
$0.05 Q_{\max}$	-0.36	-0.45	-0.60	-0.52	-0.44	-0.56	-0.30
$0.02 Q_{\max}$	-2.56	-7.06	-4.99	-0.09	-0.10	-4.87	0.18

$Q_{\max}=150\text{m}^3/\text{h}$	Run-8 (L-H)	Run-9 (H-L)	Run-10 (H-L)	Run-11 (L-H)	Run-12 (H-L)	平均值	標準偏差
Q_{\max}	-0.25	-0.10	-0.04	-0.20	-0.22	-0.18	0.07
$0.7 Q_{\max}$	0.47	0.42	0.46	0.45	0.53	0.43	0.05
$0.4 Q_{\max}$	-0.27	-0.26	-0.24	-0.19	-0.15	-0.25	0.06
$0.2 Q_{\max}$	-0.41	-0.37	-0.42	-0.52	-0.35	-0.46	0.09
$0.1 Q_{\max}$	-0.16	0.37	0.16	-0.15	0.09	0.02	0.21
$0.05 Q_{\max}$	-0.24	-0.42	-0.29	-0.20	-0.20	-0.38	0.14
$0.02 Q_{\max}$	-2.31	-2.39	0.09	-2.37	-2.31	-2.40	2.30

表 4-2-4、超音波流量計測試結果(檢定模式)

檢定模式	24 次量測數據						平均值	標準偏差
$0.02 Q_{\max}$	0.25	0.24	0.26	0.23	0.21	0.12	0.16	0.05
	0.10	0.09	0.10	0.11	0.10	0.12		
	0.12	0.14	0.12	0.15	0.16	0.14		
	0.14	0.18	0.23	0.16	0.18	0.20		

(三)、新版非自動衡器型式認證規範(CNPA 76)研究

我國現行非自動衡器型式認證技術規範 CNPA 76 實施多年，是參考 1992 年版之 OIML R76 國際規範制定，而 OIML R76 國際規範為因應產業界的發展和需求，已於 2006 年修訂公佈，目前國際各國皆以 2006 年版 OIML R76 法規為目標，制定各項法定相關制度，而我國過去對於 2006 年版，因礙於產業、市場與檢測實務層面考量，仍處於研究評估階段，但在多次與業者召開的座談會及公聽會場合，獲得來自業者表示應該修改和補充的建議，且衡器運作原理不斷地更新，大都已跳脫原有傳統衡器的製造模式，因此，本計畫目的為符合 2006 年版 R76 國際規範及國內衡器目前產業狀況，進行 CNPA 76 非自動衡器型式認證技術規範之修訂及調和研究。

2006 年版 R76 國際規範在術語、計量要求、電子衡器要求、衡器和模組的標識、計量管理、測試程序等方面做了大幅度的增修，並將「模組」及「家族」的概念納入型式認證中，其中非自動衡器由各種模組組合而成，可對各模組單獨執行測試評估，授以認證證書，模組是非自動衡器的一個部分，與衡量結果以及任何主示值極為相關，故本計畫 104 年針對非自動衡器型式認證之荷重元模組進行認證可行性評估，105 年針對非自動衡器型式認證之新增電信測試部分進行可行性評估及其它模組的相關研究，並編修新版 CNPA 76 非自動衡器型式認證技術規範修訂草案。

【本年度目標】

- 進行相關規範與文獻之蒐集與研究，並與國內相關單位(包括經濟部標準檢驗局第四組、經濟部標準檢驗局第七組、財團法人電子檢驗中心及度量衡公會…等)進行意見討論及蒐集，以完成規範文獻及國內相關單位意見蒐集與研究。
- 依據 OIML R76:2006 及 OIML R60:2000 進行荷重元模組認證研究，以完成法規相容性測試(荷重元)程序。
- 完成法規相容性測試(荷重元)研究報告。

【執行成果】

1. 規範文獻及國內相關單位意見蒐集與研究：

1.1 完成 OIML R76:1992 與 OIML R76:2006 差異分析

OIML R76:2006 主要變更有三大章節：術語部分的變更、計量要求方面的變更、附錄部分的變更，重點說明如下：

(1) 術語部分的變更

術語定義修訂由 7 類 28 項改為 7 類 33 項，主要變更部分為 T.1.2.11 車載衡器

(Mobile instrument)、T.1.2.12 移動式衡器(Portable instrument)、T.2.2 模組(Module)、T.2.3.4 數位設備(Digital device) / T.2.3.5 輔助設備(Peripheral device)(包括印表機，次要顯示，鍵盤，終端機，資料儲存裝置，個人電腦等)、T.2.8 軟體(Software)、T.3.4 型式(Type)、T.3.5 家族(Family)。其中最重要的是模組定義的變更，如表 4-3-1 所示，規範中非自動衡器主要分為七個模組，如圖 4-3-1 所示，並對各模組增加定義及測試說明。

表 4-3-1、OIML R76:2006 模組定義的變更

OIML R76:1992	OIML R76:2006
<p>T.2.2 模組(module)</p> <p>用於完成特定功能，可以單獨測試並符合部分誤差範圍規定的部分。</p> <p>8.2.1 申請型式認證</p> <p>典型的模組有：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 荷重元， - 電子指示器，以及 - 機、電連接件。 	<p>T.2.2 模組(module)</p> <p>OIML R76:2006 模組(module)是完成某種或多種特定功能的可識別組件，可以根據計量和技術性能要求單獨進行評估，衡器中的模組應滿足相對應允許誤差的要求。</p> <p>註：典型的衡器模組為：荷重元(load cell)、指示器(indicator)、類比數據處理裝置(analog data processing device)、數位數據處理裝置(digital data processing device)、終端機 (terminal)、數位顯示器 (digital display)、衡量模組(weighing module)。</p> <p>可以單獨對模組頒發符合 OIML R76 的證書。</p>

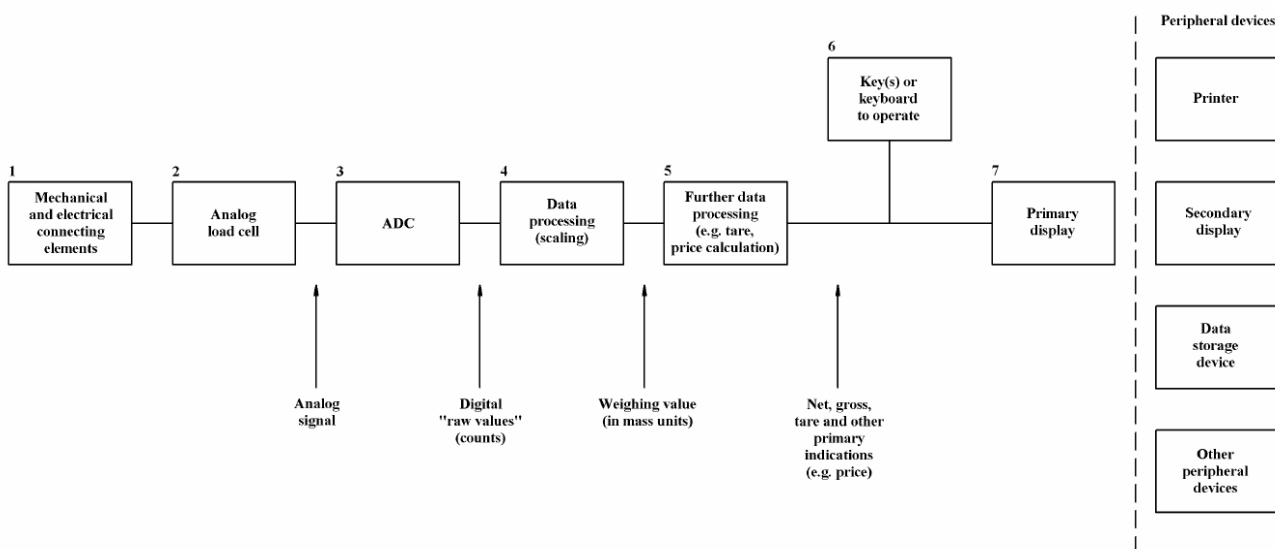


圖 4-3-1、IML R76:2006 非自動衡器模組

(2) 計量要求方面的變更

計量要求引入「家族」(Family)概念。指明「家族」是指屬於同一生產型式，並具有相同設計特點與計量量測原理的一組可識別的衡器或模組，例如：相同型式的指示器、相同設計型式的傳感器和載荷傳遞裝置，但它們的一些計量和技術性能特性可能不同，例如：最大秤量、最小秤量、檢定標尺分度數、檢定標尺分度值、衡器分度值、準確度等級等。另外，OIML R76:1992 與 OIML R76:2006 在計量要求上最大的變更是模組測試技術要求的增修，在型式認證測試部分區分整機測試及模組測試，型式認證測試應該盡可能對整個機台進行測試，但經認證機構同意，製造商可以定義和提交模組進行單獨檢查，尤其在以下相關情況下：

- 對整台衡器測試有困難或不可能；
- 模組作為獨立單元製造及/或銷售，用於組成整台衡器；
- 申請者要求將多個模組包括在型式認證中。

其中說明對荷重元模組的單獨測試是根據 OIML R60:2000 進行。模組單獨測試必須滿足誤差分配，即衡器最大允許誤差的 p_i 倍，典型模組組成的衡器，其誤差分配係數如表 4-3-2 所述。

表4-3-2、OIML R76:2006典型模組誤差分配

性能要求	荷重元	電子顯示器	連接元件等
綜合影響*	0.7	0.5	0.5
溫度對空載示值的影響	0.7	0.5	0.5
電源變化	—	1	—
蠕變影響	1	—	—
濕熱	0.7**	0.5	0.5
量程穩定度	—	1	—

*綜合影響：非線性、遲滯、溫度對量程及重複性等的影響。在製造廠規定的暖機時間之後，綜合影響誤差係數適用於模組。
 **根據 OIML R60 適用於對 SH 測試的荷重元($p_{LC} = 0.7$)。
 符號“—”表示不受影響。

(3) 附錄部分的變更

附錄部分新增附錄 C~G，附錄 A 非自動衡器測試程序在性能測試部份，考慮了實際測試中的可操作性，另增加移動式衡器及可攜式衡器之測試；附錄 B 電子衡器的附加測試要求，性能測試技術要求有所改變，配合新版 ISO/IEC 標準要求進行測試，測

試項目由七項改為十項；附錄 C 新增非自動衡器模組的指示器和類比數據處理裝置的測試及證書；附錄 D 新增非自動衡器模組的數位數據處理裝置、終端機與數位顯示器的測試及證書；附錄 E 新增非自動衡器模組的衡量模組的測試與證書；附錄 F 新增非自動衡器模組的相容性檢查；附錄 G 新增對軟體控制的數位裝置和衡器的附加檢查和測試。

1.2 OIML R60:2000 國際規範研究

對於非自動衡器而言，其最主要的核心元件即為衡量模組，而在衡量模組中的核心元件則為荷重元。OIML R76:2006 及 OIML R60:2000 定義荷重元(load cell)為在考慮使用所在地的重力加速度及空氣浮力效應後，藉由轉換受測量(質量)為其他受測量(輸出)，用來量測質量的力量傳感器。其量測單位為質量的公克(g)、公斤(kg)或公噸(t)。

如前所述，OIML R76:2006 引入「家族」概念並開放模組獨立測試，在此版國際規範中，不僅未針對荷重元模組新增獨立測試指引附錄，更將原本在 OIML R76:1992 中 4.12 荷重元的要求的部份改版於附錄 F.2 單獨測試荷重元中，此舉並非顯示此模組之不重要；相反地，誠如內文所說明，若荷重元已經根據 OIML R60 國際規範「荷重元的計量建議」單獨地進行測試，則荷重元模組可無需重複進行測試。本計畫亦將針對 OIML R76:2006 附錄 F 荷重元認證的部份進行可行性評估，完成依據 OIML R76:2006 及參考 OIML R60:2000 撰寫非自動衡器之荷重元模組測試程序，文件編號：07-3-A40157，以便提供荷重元模組獨立測試之因應建議。

1.3 國內相關單位訪談結果

(1) 訪談財團法人台灣電子檢驗中心(ETC)

財團法人台灣電子檢驗中心(ETC)是經濟部標準檢驗局委託執行非自動衡器型式認證之指定實驗室，其意見整理如下：

- a. ETC 表示 CNPA 76 法規改版實施以後比較爭議的是怎麼認定認可的範圍及模組如何判定，而業者希望是省錢又省時的方式。
- b. ETC 在過去執行上的困難度，最大的問題是模組判定問題，模組之間相容性問題，另外硬體上是治具的問題。
- c. ETC 表示：廠商抱怨認為型式認證項目做太多，系列認證作業要點有模糊地帶，比如說，非自動衡器 load cell 模組更換，軟體跟 load cell 可能有最佳化設計，因為 load cell 量測不可能為線性，某些範圍可能會經過軟體做最佳化修正，所以不能 A 機台測過，B 機台就不測，但廠商不認同，廠商認為規範中沒提到的項目就不用測，而站在從嚴的角度應該要全部測，全部組合後要做相容性測試。另外，如果廠商若換了 A 要測 10 項，換了 B 要測 3 項，換了 A+B 要測幾項？

若測 13 項廠商覺得太多。

- d. 過去一般廠商最常更換的只是一般外觀的變更，很少換到 load cell，因為換 load cell 幾乎要重測。理論上換 load cell 的機率不大，置換之後整體的相容性要考量，包含 load cell 與數據顯示以及支架，還有軟體部分等相容性問題的測試很重要。ETC 表示英展公司改最多是主機板及 load cell，改 load cell 是降低成本及一致化，改 load cell 依據系列認證只測某些項目，不用整機測，但廠商還是認為項目做太多，其實廠商最在意的是測試費用，因為整機測要二十萬多，而只測 load cell 系列認證也要十萬多，開銷很大。目前業者最希望主機板共用，60 kg、30 kg 可以共用主機板，但 load cell 不行，但一般大賣場最常見的秤是 60 kg、30 kg 及 15 kg，英展找到可以共用的 load cell，所以主機板及 load cell 共用下，未來比較不會更換到這二個模組。其它廠商大部分都是外型變更、顏色改變、稱盤改變。
- e. 目前 load cell 利用惠斯登電橋的電阻變化做同步資料自動擷取，擷取質量及電壓的參數，能量跟以前都不一樣，目前 ETC 沒有這方面的能量，包括治具及相關設備都缺乏，由於每一家的儀器不一樣，每一個 unit 不是制式的型式，要根據每一家的儀器要做不同的治具，不同的連接埠連結等，包括 load cell 也要在不同溫度下做，相關系統配備都要增加，如果真的要實施則能量的建立需要評估。另外，ETC 表示沒有靜法碼機，執行 load cell 測試有困難。
- f. 現在問題是誰申請做模組認證，load cell 模組都是國外做的，國內的廠商單獨做 load cell 模組認證機會不大。建議能夠實際安排到國外觀摩討論別人的做法，尤其是歐洲。

(2)訪談英展實業股份有限公司

英展實業股份有限公司為台灣電子秤專業研發製造廠商，生產的衡器多為組裝機台，相關模組會送至荷蘭 NMI 做認證測試，模組與整機皆取得 OIML 之型式認證證書，外銷至國外。英展公司表示已取得 OIML 型式認證證書的衡器與模組，我國是否可承認不用再做型式認證，以減少檢測成本，由於台灣目前衡器產業生存不易，而我國電子式非自動衡器型式認證採整機認證，測試項目太多、費用太高會導致衡器業者卻步，不願投入生產衡器，希望 CNPA 76 法規改版執行模組認證測試能減輕廠商的負擔。

(3)標準檢驗局七組

未來 load cell 模組認證相關測試業務，標檢局規劃由標檢局七組執行該項業務，相關認證技術及需求請量測中心提供協助。目前已至七組實驗室實地了解場地，並提供未來購置靜法碼機的相關規格及技術討論。

1.4問卷調查結果

本次收集到的問卷調查對象為計量技術人員，問題設計主要了解相關衡器計量人員對 CNPA 76 法規及 OIML R76:2006 國際規範的了解及看法。問卷回收樣本數 43 份，其中從事衡器相關業務者 28 份，佔 65%，問卷調查統計簡要結果如表 4-3-3 所示。由問卷調查統計可知對於法規了解的計量人員並不多，而大部分的衡器相關業務者會替換到衡器的模組。其中有意見表示，衡器型式認證檢測項目是否可減少，不要總是全機檢測。

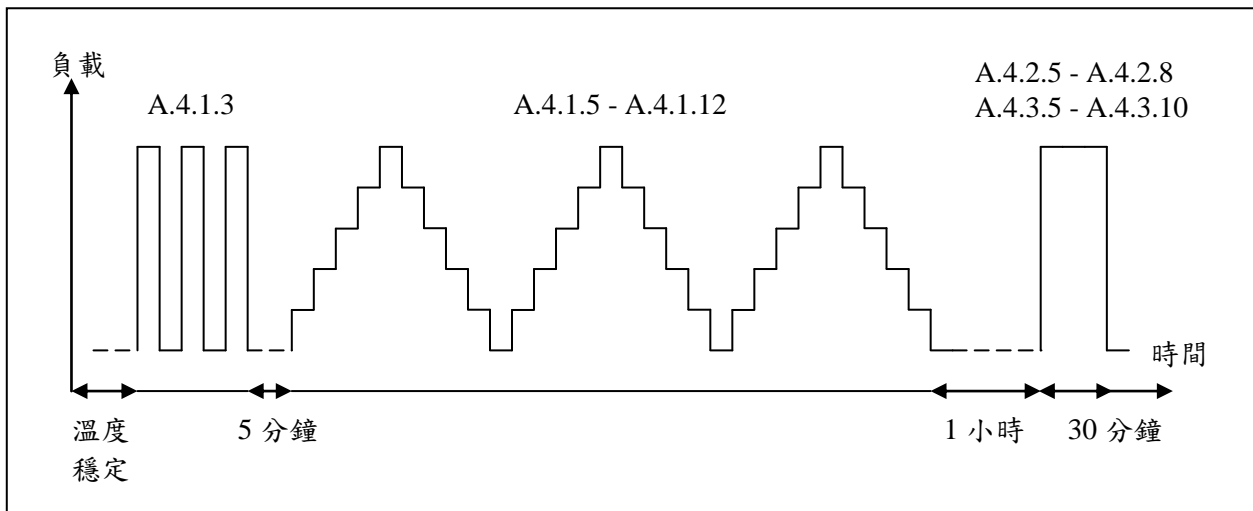
表4-3-3、衡器相關法規/規範問卷調查結果

問題	樣本數	佔總樣本百分比
有閱讀/研究過 OIML R76:1992 者	3	7 %
有閱讀/研究過 OIML R76:2006 者	2	5 %
有閱讀/研究過 CNPA 76 法規者	3	7 %
使用的儀器會應用到「模組」及「家族」概念者	15	35 %
對於 OIML R76:2006 國際規範的模組分類認為適當者	11	26 %

2.非自動衡器之荷重元模組法規相容性測試研究

2.1 完成非自動衡器之荷重元模組測試程序

荷重元模組測試主要進行三項測試，測試項目為實施遞增及遞減負載(決定荷重元誤差、重複性誤差和溫度效應)、潛變以及最小靜負載輸出回復測試，如圖 4-3-2 所示(圖中的英文數字為 OIML R60:2000 的對應章節編號)。每個測試項目為獨立的個別測試，無需連續進行；但在相同測試溫度時，可將此三項測試全部完成後，再換到下一個測試溫度。一般建議的穩定溫度是 20 °C，除了在最小靜負載輸出的溫度效應之外，荷重元的參考工作溫度範圍為-10 °C到+ 40 °C，除非另有說明荷重元的特定工作溫度界限，否則選擇-10 °C、20 °C及+ 40 °C為參考工作溫度執行不同溫度的相同測試項目。在完成前述的測試後，再單獨地實施濕度及大氣壓力測試(如果需要)。詳細測試程序及估算請參考非自動衡器之荷重元模組測試程序文件。



當所有測試在相同機器實行時，對每一測試溫度的建議次序（A.4.1.3—荷重元預載、A.4.1.5 - A.4.1.12—荷重元3次遞增及遞減測試、A.4.2.5-A.4.2.8—潛變測試、A.4.3.5-A.4.3.10—最小靜負載輸出回復測試）。

圖4-3-2、荷重元模組建議測試項目的次序

2.2 進行非自動衡器型式認證之荷重元模組法規相容性測試研究

為進行非自動衡器型式認證之荷重元模組法規相容性測試研究，依據 OIML R76:2006 及 OIML R60 修改原靜法碼標準機以執行荷重元模組測試可行性研究

靜法碼標準機台改裝設計圖如圖 4-3-3 所示，靜法碼調整質量及校正如圖 4-3-4 所示。靜法碼標準機台改裝設計要求及規格如下：

- (1) 能量：測試範圍 50 N 至 5000 N，靜法碼部分：含吊掛(50 N)總共 30 顆，材質 304 不鏽鋼。吊掛載荷靜法碼機構增加二層。
- (2) 機構：保留吊掛與吊掛定位馬達，直流馬達要換成伺服馬達連減速機一起更換，更換上頂板，滾珠導螺桿，立柱，鋁擠型外框架。
- (3) 軟體：軟體設計符合執行 OIML R60 荷重元模組可行性測試，可設定自動載荷作業。
- (4) 控制系統全部重建，含儀控箱。
- (5) 溫濕度控制系統：

溫度範圍：(-20 ~ +70) °C；溫度分布均度：± 1 °C；升溫時間：(-20 ~ +70) °C (50 min)；降溫時間：(+20 ~ -20) °C (60 min)；內部尺寸：(300 × 300 × 600) mm³；外部尺寸：(460 × 900 × 800) mm³。

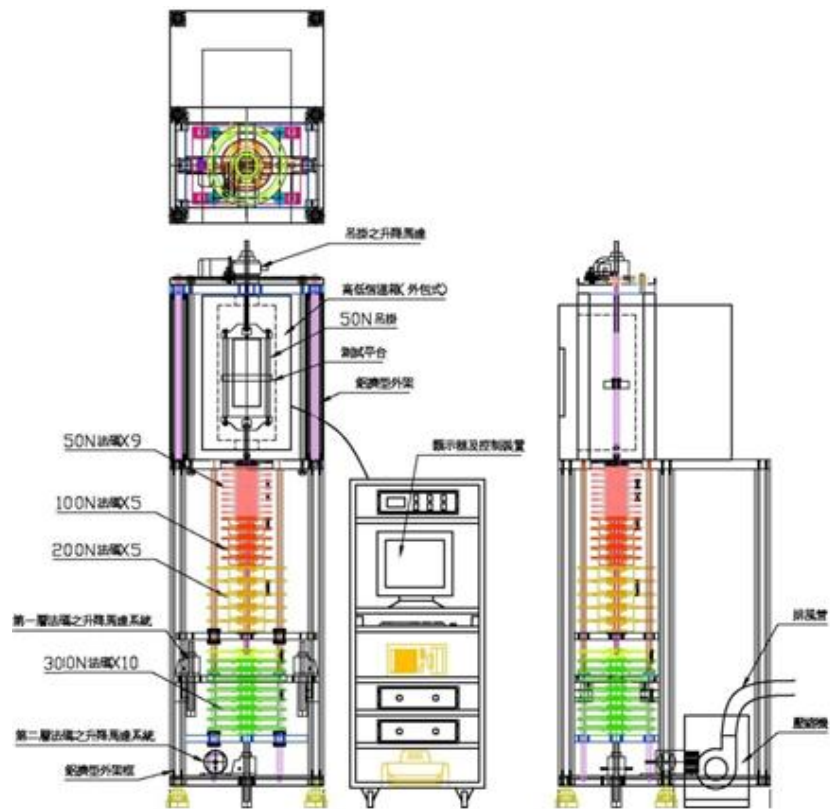


圖 4-3-3、靜法碼標準機測試用機台改裝設計圖

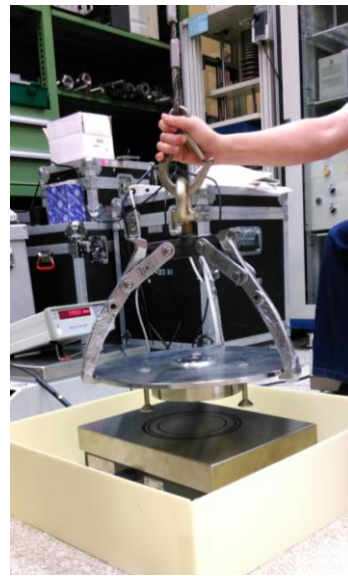


圖4-3-4、靜法碼調整質量及校正

(四)、精進法定度量衡技術

【本年度目標】

- 支援亞太法定計量論壇(APLMF)相關工作及規劃、法定計量技術支援及資料蒐集。

【執行成果與效益】

1. 支援亞太法定計量論壇(APLMF)，完成「APLMF 醫療工作小組」問卷設計。

亞太法定計量論壇 APLMF 現有 20 個經濟體，6 個準經濟體成員，大會與工作組(工作委員會)會議每年在成員經濟體輪流舉辦，目前有有七個工作組，第五個工作組醫療量測量測工作小組(Working Group on Medical Measurements)由我國經濟部標準檢驗局負責，以推動各會員經濟體對醫療器材領域對計量準確性的重視，並藉以做為不同主管機關監的橋樑。接續去年第 21 屆的報告，本年度需蒐集各會員經濟體因醫療測量儀器誤差引起的不良事件(Adverse events related to the medical measurement instrument errors)，並加以分析。與經濟部標準檢驗局討論後初擬 8 道問題包括不良事件分類、安全性分類、誤差/通報之醫療測量儀器及通報之方式等等，範例如下：

- Q1- Any voluntary or mandatory authorities/organization/program/database for medical device adverse event report

	Report	authorities/organization/program/database	regulation
Class I (Low risk)	no		
Class IIa (Low to medium risk)	yes		
Class IIb (Medium risk)	yes		
Class III (High risk)	yes		

- Q2- Please indicate the level of “ease of control” and “priority for improvement” for medical device adverse event

	Ease of control (1-10, the higher the harder)	Priority for improvement High (H), Medium (M), Low (L), No need (N)	Comment
Device	6	H	
User	7	H	
facility	3	M	
environment	3	M	
Patient	9	L	

➤ Q3- How many adverse events by medical device caused from your local database in 2014?

	Total number (percentage%) (number of high severity)	Comment
R 7 – Clinical thermometers, mercury-in-glass with maximum device	10 (5%) (1)	
R 16-1 –Mechanical non-invasive sphygmomanometers	10 (5%) (0)	
R 16-2 – Non-invasive automated sphygmomanometer	10 (5%) (0)	
R 26 –Medical syringes	10 (5%) (0)	
R 78 –Westergren tubes for measurement of erythrocyte sedimentation rate		
R 90 – Electrocardiographs - Metrological characteristics - Methods and equipment for verification		
R 104 -Pure-tone Audiometers		
R 114 –Clinical electrical thermometers for continuous measurement		
R 115 –Clinical electrical thermometers with maximum device		
R 128 –Ergometers for foot crank work		
R 135 –Spectrophotometers for medical laboratories		
Other category not listed (cholesterol, radiation dosimetry, glucose, blood pressure, tonometer, pulmonary...)		

2. 法定計量技術支援及資料蒐集

上述之資料蒐集關於標準文件部分的主要來自 ISO 與全球醫療器材法規協和會(The Global Harmonization Task Force, GHTF)的相關文件，包括：

- a. 現有主要之醫療器材定義：ISO 14155:2011 & (GHTF) SG1(PD)/N71R04；
- b. 現有主要之醫療器材分類：GHTF/SG1/N77:2012 及各國法規規定；
- c. 現有主要之醫療器材不良事件定義：GHTF/SG2/N54R8:2006 & ISO 14155:2011；
- d. 現有主要之醫療器材不良事件報告：GHTF/SG2/N21 R8, Annex 7 of Directives 90/385/EEC and Annex X of 93/42/EEC。

在醫療器材誤差引起之效應部分則分別來自不同領域，例如：

- a. 膽固醇：國際分析化學追溯性合作會議(Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry, CITAC) 的報告(W. May, NIST, 1999, 日本)；
- b. 糖尿病：國際糖尿病診療期刊 Diabetes Technol Ther.(2010)；
- c. 血壓：英國全科醫學期刊 British Journal of General Practice 61(2011)；
- d. 肺部診斷：國際胸腔期刊 Chest 132 2 (2007)等。

由上述報告中可以看到例如血糖量測之誤差可產生錯誤之治療方式等資訊。並將資料整理分析後提供經濟部標準檢驗局，做為本年度亞太法定計量論壇第二十二屆論壇會議及工作小組會議的報告依據。

附 件

附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表.....	262
附件二、一百萬元以上儀器設備清單.....	263
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表.....	264
附件四、專利成果一覽表.....	271
附件五、技術/專利應用一覽表.....	272
附件六、論文一覽表.....	275
附件七、技術報告一覽表.....	287
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表.....	297
附件九、研究成果統計表.....	299
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表.....	300
附件十一、執行進度與計畫符合情形.....	301
附件十二、法定分項 CNPA49 (含電子試驗項目)草案研擬.....	305
附件十三、104 年度結案審查委員意見回覆表.....	312
附件十四、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務.....	321
附件十五、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明.....	379

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	電阻電橋 (Resistance Bridge)	工研院 量測中心	台	1	3,005,582	3,005,582	1	
2	氣體式活塞壓力計(gas piston gauge)	工研院 量測中心	台	1	4,380,000	4,380,000	1	
3	麥克風比較式校正系統 (Microphone calibration system by comparison)	工研院 量測中心	台	1	7,881,345	7,881,345	1	
4	雷射都卜勒流速儀 (Laser Doppler Anemometry,LDA)	工研院 量測中心	台	1	4,993,500	4,993,500	1	
5	溫控型陣列音速噴嘴流量校正系統 (sonic nozzle system with temperature control)	工研院 量測中心	台	1	3,499,600	3,499,600	1	
6	座標量測儀(Coordinate Measurement Machine ,CMM)	工研院 量測中心	台	1	21,437,658	21,437,658	1	
7	電流轉換標準器 (Current Conversion Standard)	工研院 量測中心	台	1	7,190,000	7,190,000	1	
8	氣動粒徑分析儀 (Aerodynamic Particle Sizer)	工研院 量測中心	台	1	2,965,000	2,965,000		

填表說明：

- 1.本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
- 2.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)	應邀擔任新加坡國家標準實驗室(NMC)光輻射領域之同儕評鑑(peer review)評審員。	新加坡	104.01.12 -01.16	于學玲	光輻射領域系統負責人及研究	代表國家度量衡標準實驗室(NML)受邀評鑑，同時了解新加坡國家標準實驗室技術能量。	-
受邀評鑑(邀請單位支付差旅費)	接受日本國際認證組織(IAJapan)邀請赴日本國家計量研究院(NMIJ)擔任電量研究室之同儕評鑑(peer review)評審員。	日本	104.01.25 -01.31	許俊明	電量領域研究發展規劃	代表 NML 受邀評鑑，同時可了解日本 NMIJ 技術能量及技術交流。	-
受邀評鑑(邀請單位支付差旅費)	接受日本國際認證組織(IAJapan)邀請赴日本國家計量研究院(NMIJ)擔任電量研究室之同儕評鑑(peer review)評審員。	日本	104.01.25 -01.29	蔡琇如	電量領域系統負責人及研究	NML 技術能力受肯定，受邀擔任 NMIJ 同儕評鑑評審員，提升 NML 形象。	-
受邀評鑑(邀請單位支付差旅費)	接受日本國際認證組織(IAJapan)邀請赴日本國家計量研究院(NMIJ)擔任電量研究室之同儕評鑑(peer review)評審員。	日本	104.01.25 -01.29	陳士芳	電量領域系統負責人及研究	NML 技術能力受肯定，受邀擔任 NMIJ 同儕評鑑評審員評鑑，提升 NML 形象。	-
參加會議、發表論文	參加 2015 國際表面性質與粗糙度計量研討會(Met & Props 2015)，口頭發表論文。	美國	104.02.28 -03.07	傅尉恩	前瞻計量技術發展分項主持人	與表面性質量測技術及計量專家，進行知識交流，展現 NML 計量標準技術實力。	5
受邀會議(邀請單位支付差旅費)	受邀參加德國聯邦物理技術研究院(PTB)主辦之計量促進亞洲經濟體發展(MEDEA)計畫之國際合作小組工作啟動研討會。	德國	104.03.22 -03.29	馬慧中	國際事務關係維繫	了解 MEDEA 計畫宗旨與運作，加強亞太計量組織會員，尤其是開發中國家會員對我國 NML 能力的認識，以及 NML 在參與 MEDEA 計畫時，如何運用所組成之各國國合小組成員推廣所主辦的訓練課程或比對等活動。	-
考察(拜訪機構、參加會議)	1.拜訪 BIPM 進行公斤原器追溯工作，以維持我國質量最高量測標準。 2.參加奈米電子鑑定與計量新領域國際研討會(FCMN 2015)，蒐集半導體產業需求，提供奈米計量技術發展之參考。	法國	104.04.08 ~ 04.18	張啟生	計量技術規劃	攜帶公斤原器追溯 BIPM，並討論導引技術問題。與半導體技術及奈米計量專家技術交流，蒐集最新的半導體產業需求及解決方案，助於半導體相關計量規劃發展。	24(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
開會 (參加會議、發表論文)	1.參加 CIPM-WGFF 會議 2.參加流體流量量測國際研討會 (ISFFM),發表論文及 NIST workshop。 3.受邀參加音速噴嘴專家研討會(CFVN)。	美國	104.04.09 -04.23	蘇峻民	流量領域發展規劃	1.深化瞭解音速噴嘴計量特性與應用,取得國際標準 ISO 9300 修訂過程之第一手資料。2.瞭解各國家實驗室在標準領域的發展現況、系統量測能力評估與宣告方法以及國際比對計畫,強化國際同儕人脈連結。	7
開會 (參加會議、論文發表)	參加 2015 年電機電子工程師學會國際頻率控制研討會及歐洲頻率與時間研討會聯合會議 (IFCS/EFTF)發表論文及拜訪機構,與時頻、光頻領域專家技術交流。	美國	104.04.11 -04.22	彭錦龍	長度領域計量技術研發	展現 NML 在光纖雷射光梳的發展實力並推廣自製的飛秒光纖雷射光梳。藉此會議和時頻、光頻領域專家技術交流。	26(1)
開會 (參加會議、論文發表)	1.參加 CIPM-WGFF 會議 2.參加流體流量量測國際研討會 (ISFFM),發表論文及 NIST workshop。	美國	104.04.12 -04.23	郭景宜	系統負責人及流量領域計量技術研發	1.瞭解各國發展現況、系統量測能力評估與宣告方法以及國際比對計畫,做為流量量測系統維護及技術精進之參考。2.藉由與 NIST 進行 PVTt 系統實驗室間比對,提供 104 年度同儕評鑑時之系統能力參考依據。	23(1)
開會 (參加會議、論文發表)	1.參加流體流量量測國際研討會(ISFFM),發表論文及 NIST workshop 2.拜訪 NIST 流量計量部門進行三維皮托管校正技術實地量測與討論。	美國	104.04.14 -04.25	李信宏	流量領域計量技術研發	與各國計量專家進行技術交流,助於流量領域三維皮托管校正及應用技術研究及開發。助於亞太地區國際合作計畫之執行及技術提升。	23(2)
受邀評鑑(邀請單位支付差旅費)	受邀擔任澳洲國家劑量研究院(NMIA)溫度領域研究室之同儕評鑑(peer review)評審員。	澳洲	104.04.17 -04.23	蔡淑妃	溫濕度領域技術發展規劃	NML 技術能力受肯定,受邀擔任 NMIA 同儕評鑑評審員評鑑,提升 NML 形象。	-
受邀評鑑(邀請單位支付差旅費)	受邀擔任澳洲國家計量研究院(NMIA)振動聲量領域研究室之同儕評鑑(peer review)評審員。	澳洲	104.04.25 -05.01	黃宇中	聲音/振動領域技術規劃	NML 技術能力受肯定,受邀擔任 NMIA 同儕評鑑評審員評鑑,提升 NML 形象。	-
考察 (拜訪機構、參加會議)	1.至 BIPM 取回鉑銥公斤原器。 2.出席凡爾賽先進材料與標準計畫指導委員會(VAMAS)會議與技術研討會,代表亞太計量組織材料計量技術委員會報告。	英國、法國	104.05.10 -05.16	張啟生	計量技術規劃	BIPM 校正完成後,取回鉑銥公斤原器,持續提供國內質量追溯服務。我國為 VAMAS 正會員,保持參與並關切其前瞻性活動,有助對 NML 規劃發展方向。	24(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
開會 (參加會議、 論文發表)	參加國際光電工程學會光學計量研討會(SPIE)發表論文並推廣半導體多參數量測技術成果。	德國	104.06.19 - 06.27	顧逸霞	半導體多參數量測技術研發	推廣半導體多參數檢測技術之發展成果,瞭解國際技術發展現況及趨勢,藉交流互動尋求可能合作及推廣機會。	28
開會 (參加會議)	以 APMP 執行委員(EC)委員身分,參加 APMP 執行委員會與大會、實驗室參觀等。	柬埔寨	104.06.21 - 06.27	彭國勝	運轉維持與國際等同分項主持人	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。並以 NML 發展多年之技術與經驗為基礎,促進亞太地區計量技術交流與合作。	8(1)
考察 (拜訪機構)	赴中國計量科學研究院(NIM)進行「自由場麥克風靈敏度雙邊比對」比對量測討論及實驗室參觀。	中國大陸	104.06.30 - 07.04	郭淑芬	系統負責人及聲量計量技術研發	此比對也可證明我國具備麥克風自由場靈敏度校正之技術能量,並為未來參加 APMP 國際比對進行前期的規劃與準備工作。	25
開會 (參加會議、 拜訪機構)	參加美國國家標準實驗室大會(NCSLI)研討各國度量衡經營管理發展規劃課題。	美國	104.07.18 - 07.28	段家瑞	總計畫主持人	藉由擔任 NCSLI 亞太區之召集人,參與各國家標準實驗室主管會議,討論管理及技術規劃,做為 NML 未來之參考。	1(1)
開會 (參加會議、 發表論文)	參加 NCSLI 2015 Workshop & Symposium 發表論文及品質相關訓練課程。	美國	104.07.18 - 07.25	呂錦華	品質人員	瞭解管制圖建立與系統穩定性分析的方法,並向各國分享能力試驗的成果、以實際應用在 NML 量測系統管制圖之建立及穩定性之管制。	1(2)
開會 (參加會議)	參加 NCSLI 2015 Workshop & Symposium 及電量相關訓練課程。	美國	104.07.18 - 07.25	許俊明	電磁領域發展規劃	與各國實驗室專家及主管進行經驗交流,研習國際計量及技術的發展現況趨勢。	21(1)
開會(參加會議、 論文發表、 拜訪機構)	參加 2015 年座標計量協會國際研討會(CMSC),並發表論文及拜訪 API 公司、NIST,增加國際技術交流機會,提升長度領域量測標準技術。	美國	104.07.18 - 07.31	李浩璋	三維尺寸量測技術開發	進行 CMM 量測與補償技術交流討論,助於量測標準系統建置。	26(2)
開會(參加會議、 論文發表、 拜訪機構)	參加 2015 丹佛 X 射線會議並發表論文,並赴 NIST 參訪 X-ray 計量技術實驗室,進行交流。	美國	104.08.01 - 08.13	簡筠珊	前瞻材料計量技術開發	介紹 NML 在國際上奈米超薄薄膜量測技術之能力,並交流 X 光未來發展計量方向。	30(1)
考察 (拜訪機構、 參加會議)	參加 2015 國際計量研討會(IMS)、標準參考資料研討會(WSRD)及參觀 KRISS 實驗室。	韓國	104.08.24 ~ 08.28	林增耀	發展策略規劃	與韓國 KRISS 於 2008 年簽署合作備忘錄,2013 年續約,促進雙方計量標準技術交流及建立技術合作管道。	3(1)
考察	參加 2015 國際計量研討會	韓國	104.08.24	馬慧中	國際事務窗	代表出席 KRISS 40 周年慶祝	3(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
(拜訪機構、參加會議)	(IMS)、標準參考資料研討會(WSRD)及參觀 KRISS 實驗室。		~ 08.28		口	活動及研討會，維繫雙方友好關係，及瞭解美國與韓國於相關領域之發展趨勢。	
開會 (參加會議、論文發表)	參加國際量測聯合會世界大會(IMEKO)發表論文、拜訪 B&K 公司及 DFM 實驗室、dGmR 公司。	捷克、丹麥、荷蘭	104.08.29 -09.12	涂聰賢	振動噪音領域規劃	討論儀器發展與應用，進行麥克風靈敏度比對校正系統設備汰換及改良技術討論，提供振動噪音技術未來技術應用規劃參考。	22
開會 (參加會議)	拜會緬甸國家計畫發展部投資暨公司管理局及國營標準檢驗單位、參加第一屆臺緬局長級經貿對話會議。	緬甸	104.09.09 -09.12	饒瑞榮	校正領域室主任	配合主管機關參訪，雙方的交流，增進雙方產品檢驗與計量標準施行制度與檢驗能量了解，促進經貿的投資與往來。	21(2)
開會 (參加會議)	向國際度量衡委員會(CIPM)提出申請成為觀察員(observer)，並已獲得 CCL 新任主席同意，派員參加 CCL WGs(長度諮詢委員會工作小組會議)。	法國	104.09.20 -09.26	藍玉屏	協同計畫主持人	NML 雖非 BIPM 正式會員，但獲得 CCL 主席同意參加 CCL WGs，了解長度計量領域關鍵比對、量測與校正能量(CMC)等相互認可相關技術活動情形與未來趨勢。	6
研究 (國際合作研究)	參加 NIST 光度度量學課程(Photometry Short Course)。	美國	104.09.20 -09.27	陳鑫封	光量領域研發	增加各種光量量測的實作能力、光輻射系統的熟悉度，強化技術能力與了解未來趨勢。	31
開會 (參加會議、拜訪機構)	參加全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議(BIPM NMI director meeting)及訪巴黎第十一大學。	法國	104.10.11 -10.17	段家瑞	總計畫主持人	參與組織事務運作，瞭解 BIPM 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，增進 NML 國際能見度。	2
參加會議、拜訪機構	1.參加國際法定計量組織(OIML)之法定計量相關會議(CEEMS Seminar 與 CIML Meeting) 2.拜訪荷蘭 VSL 與英國 NPL 交流工業排放計量技術與蒐集研發訊息。	法國、荷蘭、英國	104.10.17 -10.31	李信宏	流量計量技術研發	藉此行與國際合作夥伴進行技術交流研討，同時取得歐盟最新研發方向與市場需求，有助 NML 流量計量之技術規劃與發展及國際合作之推展。	9(1)
開會 (參加會議)	1.參加 BIPM CCPR 光度與光輻射諮詢委員會工作小組(WG)會議。 2.參加 APMP 2015 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。	中國大陸	104.10.25 -11.05	于學玲	系統負責人及光領域計量技術研發	代表參加 CCPR 會議與 APMP TCPR 會議，進行光量領域計量技術交流。	14(1)
開會	1. 參加 APMP 2015 亞太質	中國大陸	104.10.26	陳生瑞	系統負責人	瞭解 APMP 組織運作現況、技	17

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)	量、力量與力矩量測技術研討會 2.參加 APMP 2015 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。	陸	-11.05		及質/力領域發展規劃	術發展。並代表參加 APMP TCM 會議，進行質量、力量與力矩等計量技術交流。	
開會 (參加會議)	參加亞太法定計量論壇 (APLMF)第二十二屆論壇會議及工作小組會議。	美國	104.10.27 -11.01	楊正財	法定分項計畫主持人	參與法定計量年度重要會議，蒐集國際法定計量法規制定最新資訊，促進我國與亞太地區之交流與合作。	9(2)
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 溫度技術委員(TCT)會議、及研討會、再生能源與氣候變遷研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.28 -11.05	蔡淑妃	溫濕度領域發展規劃	代表參加 APMP TCT 會議，進行溫、濕度領域計量技術交流。	15
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 流量技術委員(TCFF)會議及研討會、再生能源與氣候變遷研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.28 -11.05	蘇峻民	流量領域發展規劃	邀請擔任研討會議題討論引導人並代表參加 APMP TCFF 會議，進行流量領域計量技術交流。	18
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 物量技術委員(TCQM)會議及研討會、再生能源與氣候變遷研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.28 -11.05	林采吟	化學領域發展規劃	代表參加 APMP TCQM 會議，進行化學領域計量技術交流，瞭解技術比對現況，以及國際比對可能之新增項目。	19
開會 (參加會議)	參加再生能源與氣候變遷研討會、APMP 2015 材料技術委員(TCMM)會議及研討會、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.28 -11.05	傅尉恩	質/力/壓力/真空領域發展規劃	代表參加 APMP TCMM 會議，報告我國於奈米、材料檢測標準發展近況，並討論質量、材料計量在標準制定之角色扮演，展現我國技術發展成果。	20
受邀評鑑(邀請單位支付 差旅費)	受邀擔任中國計量科學研究院(NIM)力學與聲學研究所之同儕評鑑(peer review)評審員	中國大陸	104.10.28 -10.29	黃宇中	聲音/振動領域技術規劃	NML 技術能力受肯定，受邀擔任 NIM 同儕評鑑評審員評鑑，提升 NML 形象。	-
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 會員大會 (GA)、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。	中國大陸	104.10.30 -11.07	藍玉屏	協同及產業分項計畫主持人	參加 APMP TCL 會議進行長度領域技術交流，爭取下一屆執行委員會(EC)委員，以持續參與國際計量事務之運作與規劃。	10(1)
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 品質系統技術委員(TCQS)會議、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.30 -11.05	王品皓	品質系統發展規劃	參加 APMP TCQS 會議，代表品質主管報告 NML 品質系統之運作狀況及了解各領域計量技術現況及規劃。	16

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
開會 (參加會議)	參加亞太計量組織會員大會暨技術研討會。	中國大陸	104.10.31 -11.07	彭國勝	標準維持與國際等同分項主持人	參加 APMP EC 會議，促進亞太地區計量技術交流。	8(2)
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 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。	中國大陸	104.10.31 -11.05	饒瑞榮	電量領域發展規劃	代表參加 APMP TCEM 會議進行電量領域(直流、低頻、高頻) 技術交流。	11
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 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。	中國大陸	104.10.30 -11.05	許博爾	長度領域計量技術研發	代表參加 APMP TCL 舉辦之研討會，進行長度領域計量技術交流。	12
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 聲音/超音波/振動技術委員(TCAUV)會議、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.10.30 -11.05	黃宇中	聲音/振動領域技術規劃	代表參加 APMP TCAUV 舉辦之研討會，進行超音波/振動技術計量技術交流，同時討論國際比對之進度。	13
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 會員大會(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。	中國大陸	104.11.03 -11.08	段家瑞	總計畫主持人	代表 NML 出席年度 APMP 大會，參與國際事務運作討論，建立關係強化與各國計量合作。	4
開會 (參加會議)	參加 APMP 2015 會員大會(GA)、綜合技術研討會及實驗室參觀等。	中國大陸	104.11.03 -11.07	馬慧中	國際事務關係建立	代表國際事務主管，與各會員國代表進行交流，維繫國際溝通管道。並協助運作爭取 NML 擔任下一任 EC 委員，持續參與推動亞太地區計量技術之交流與合作。	14(2)
開會 (參加會議、 論文發表)	1.參加 2015 工程與科技年度研討會(ACEAT 2015) 2.參訪 NMIJ 粒子計測研究實驗室。	日本	104.11.03 -11.10	林彥良	前瞻材料計量技術研發	發表論文並參訪日本 NMIJ 粒子計測研究實驗室，與該領域專家進行研討交流。	29
開會 (參加會議、 論文發表)	1. 拜訪日本計量標準總和中心(NMIJ)粒子實驗室。 2.參加 2015 年國際微製程與奈米科技研討會並發表論文。	日本	104.11.08 -11.14	陳國棟	奈米計量技術研發	進行奈米粒子濃度量測交流，並發表 NML 在奈米量測技術，推廣 NML 在奈米粒子材料研究上之重大成果，展現計量標準技術實力。	30(2)
開會 (參加會議、 論文發表)	參加亞洲通訊與光電研討會(ACP2015)並發表論文。	中國大陸	104.11.18 -11.24	劉子安	長度領域計量技術研發	發表論文並與該領域之學術與業界專家進行技術與市場的交流，可加速研發時程與市場定位。	27
開會 (參加會議)	參加「2015 年海峽兩岸第 6 屆標準計畫檢驗驗證認證消費品安全研討會暨合作工作組會	中國大陸	104.11.20 -11.24	段家瑞	總計畫主持人	代表 NML 出席會議，促進兩岸計量標準技術交流及建立技術合作管道。	33

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
	議」等。						
開會 (參加會議)	參加 BIPM CCAUV(聲量、超音波、振動諮詢委員會)工作小組(WG)會議。	法國	104.11.22 -11.29	黃宇中	聲音/振動領域技術規劃	因當選 APMP TCAUV 下一任主席，今年為預備主席，協助現任主席處理相關事務，亦一同參加本次會議為交接主席做準備。	10(2)

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)	至 PTB 進行「三維座標量測技術研究」合作研究拜訪 Etalon 及 Leitz 公司。	德國	104.04.12 - 07.09	許博爾	三維尺寸量測技術研發	了解三維座標量測儀評估技術，亦將借重 PTB 的 LaserTRACER 的開發與應用經驗，將其先進技術進行延伸應用，發展相關技術以解決產業界所面臨的問題。	32(1)
研究 (國際合作研究)	赴美國國家標準與技術研究院(NIST)進行「微型共振腔製作與光梳技術」研究。	美國	104.05.15 - 12.31	莊宜蓁	光領域技術研發	與 NIST 研究群共同開發新微型化光通訊標準光源技術，增進雙方研究關係，建立國際領先地位之計量標準技術。	32(1)

附件四、專利成果一覽表

專利獲證(計3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	20150311	光學測量裝置	溫博浚,陳彥良	發明	中國大陸	ZL201210421089.X	標準維持
2	20150407	光學量測裝置	溫博浚,陳彥良	發明	中華民國	I476391	標準維持
3	20150408	干擾量測系統與干擾量測方法	賴岳益,徐紹維	發明	中華民國	I478576	標準維持

專利申請(3件)

項次	申請案號	專利名稱	發明人	類型	申請國家	分項別
1	14/843,990	熱探針熱導率量測儀器	葉建志	發明	美國	產業計量
2	104138835	光學共振腔之腔長量測裝置	陳生瑞	發明	中華民國	前瞻計量
3	14/981,567	光學共振腔之腔長量測裝置	陳生瑞	發明	美國	前瞻計量

◎審查中表示已完成專利申請並通過工研院專利審查委員會之審核，現專利局審查中。

附件五、技術/專利應用一覽表

※104 年度簽約數為 6,275,900 元，已開發票 7,409,378 元，已收款 6,689,378 元，繳庫數 4,013,627 元。

※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，收入 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	Uncertainty Evaluation Documentation	Pt Sentra Wahana	技術授權	170,478	170,478	102,287	103	103 年開發票依匯率算為 161,082 元，104 年度 Q3 收款後會匯率計算收入為 170,478 元。
2	薄膜製程光學量測技術授權	艾恩迪	技術授權	720,000	720,000	--	104	已簽約及開發票，為收款。
3	霧化器模組應用_提供 DMA 用霧化器模組裝置	新加坡商英 特格	技術授權	150,000	150,000	90,000	104	104 年度 Q3 收款。
4	長度與力量校正實驗室品質管理及校正能力 建立暨顧問服務計畫	隼星	技術授權	250,000	250,000	150,000	104	104 年度 Q2 收款。
5	霧化器模組技術應用	竣聖	技術授權	190,476	190,476	114,286	104	104 年度 Q4 收款。
6	雷射干涉儀量測技術授權運用	全研	技術授權	150,000	150,000	90,000	104	104 年度 Q3 收款。
7	階高標準量測技術授權應用	五鈴	技術授權	255,424	255,424	153,254	104	104 年度 Q2 收款。
8	B787 SKIN 專機性能提升技術運用	漢翔	技術授權	500,000	--	--	104	已簽約，尚未開發票。
9	空間尺寸量測與分析技術授權	計量學會	技術授權	280,000	--	--	104	已簽約，尚未開發票。
10	工具機標準檢驗系統建置技術授權與服務	勤益科大	技術授權	230,000	230,000	138,000	104	104 年度 Q4 收款。
11	符合 burn in 機構之定點熱原設計技術應用	台積電	技術授權	1,000,000	--	--	104	已簽約，尚未開發票。

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
12	建立標準直流大電流與交流大電流校正實驗室輔導技術授權	固緯	技術授權	500,000	500,000	300,000	104	104 年度 Q3 收款。
13	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	360,000	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
14	光污染影響及民眾感受認知研究計畫服務技術暨專利授權運用	計量學會	專利授權	700,000	700,000	420,000	103	104 年度 Q2 收款。
15	熱流情境的控制裝置及方法(TW201205007)專利授權運用	量測科技	專利授權	120,000	120,000	72,000	103	104 年度 Q2 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	162,000	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
17	耳溫計標準器研製暨專利授權	普陽	專利授權	250,000	120,000	72,000	103	103 年度已收 13 萬，104 年度 Q4 收款 12 萬。
18	製程尾氣濃度分析驗證技術運用	大陽日酸	專利授權	178,000	178,000	106,800	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
19	反射光譜式膜厚度量測專利授權	艾恩迪	專利授權	400,000	400,000	240,000	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
20	鋼管拉力測試實驗室建置規劃案專利授權	達豐	專利授權	250,000	250,000	150,000	104	104 年度 Q2 收款。
21	高畫素液晶 Cell Gap 量測技術專利授權	宏瀨	專利授權	1,500,000	1,500,000	900,000	104	104 年度 Q4 收款。
22	LED 光源量測方法智權應用	臺醫光電	專利授權	100,000	100,000	60,000	104	104 年度 Q2 收款。
23	電磁波發射源之特性與長期量測技術研究之智權應用	千一	專利授權	200,000	200,000	120,000	104	104 年度 Q3 收款。

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
24	光譜膜層厚度量測技術專利授權	艾恩迪	專利權利金	300,000	300,000	180,000	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
25	反射光譜式膜厚度量測專利授權	艾恩迪	專利權利金	55,000	55,000	33,000	103	103 年度已開發票，104 年度 Q1 收款。
	合 計			9,319,378	7,409,378	4,013,627		

附件六、論文一覽表

期刊論文 40、研討會論文 53 篇，總計 93 篇

(1).標準維持與國際等同分項：計 56 篇(國外期刊 10 篇(含 9 篇 SCI)；國內期刊 13 篇；國外研討會 14 篇；國內研討會 19 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	質量諮詢委員會重力 K2 關鍵比對	Olivier Francis, Henri Baumann, 謝文祺,	Metrologia	20150421	32	法國	期刊論文	075A40061	2.04
2	以非接觸方式進行耳道幾何外型之計測	涂聰賢, Jen-Fang Yu, Ren-Hung Wang, Yen-Sheng Chen, Chun-Chieh Fan, Ying-Chin Peng, Ching-I. Chen, Kuei-Yi Lin,	Applied Ergonomics	20150915	5	美國	期刊論文	075A40053	2.02
3	交流可編輯式約瑟夫森電壓標準系統作 10 V 均方根值電壓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,	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	20150425	5	美國	期刊論文	075A30216	1.79
4	使用四點探針法進行矽片電阻標準的國際比對	Jeon-Hong Kang, Gao-Ying, 程郁娟, Chang-Soo Kim, Sang-Hwa Le, Kwang-Min Yu,	Journal of Electrical Engineering & Technology	20150115	6	韓國	期刊論文	075A40112	0.53
5	以前饋方式穩定混合同步超快鏡和鈔光纖雷射系統的相對載波波封相位	Bo-Jyun Fong, Wei-Ting Lin, Shang-Ying Wu, 彭錦龍, 項維巍, Yinchieh Lai,	Optics Letters	20150315	4	美國	期刊論文	075A40183	3.29
6	曲面光源之亮度影像量測	于學玲, 蕭金釵, Richard Young,	Measurement Science and Technology	20151104	7	英國	期刊論文	075A40184	1.43

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
7	利用角位移增強外差式偏光儀研究膠原蛋白熱變性之光學性質	陳宏豪,	Experimental Techniques	20150415	6	英國	期刊論文	075A40009	0.55
8	APMP.M.P-K13 50 MPa to 500 MPa 關鍵比對最終報告	洪溱川,Hiroaki Kajikawa,Tokihiko Kobata,Sanjay Yadav,Wu Jian,Tawat Changpan,Neville Owen,Li Yanhua,Gigin Ginanjar,In-Mook Choi,	Metrologia	20150327	49	英國	期刊論文	075A40048	2.04
9	高溫下負載應力對於銅/錫介金屬化合物成長之影響	鄭雅琪,王瑜婷,許豐智,呂芳慶,吳忠霖,林明澤,	Journal of electronic materials	20150105	8	美國	期刊論文	075A40083	1.8
10	雷射追蹤儀空間定位計算之誤差探討	李浩璋,許博爾,劉惠中,潘善鵬	International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science World Congress	20151026	5	中華民國	期刊論文	075A40181	0
11	主軸旋轉精度誤差分析技術	張匡儀,涂聰賢,王聖涵,詹永吉,	World Congress in Mechanism and Machine Science	20151025	4	中華民國	研討會論文	075A40014	0
12	國家度量衡標準實驗室振動比對校正系統更新與評估	涂聰賢,崔廣義,陳俊凱,黃宇中,游培堯,張匡儀,	IMEKO World Congress	20150904	11	捷克共和國	研討會論文	075A40104	0
13	高溫黑體源之研究	柯心怡,葉建志,	International	20150923	1	中華民國	研討會論文	075A40146	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
			Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments						
14	以 AC PJVS 系統之差值取樣量測技術作熱效轉換器的效能驗證	天谷康孝,丸山道隆,陳士芳,山森弘毅,浦野千春,藤木裕之,金子晉久,	International Superconductive Electronics Conference	20150709	3	日本	研討會論文	075A40093	0
15	支援臺灣高科技產業所需之原子力顯微鏡校正技術與計量標準研究	傅尉恩,何柏青,林增耀,	International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces	20150305	8	美國	研討會論文	075A40098	0
16	使用配備自動負載替換機構的質量比較儀量測時的溫度變化	楊豐瑜,潘小晞,崔廣義,	XVII IMEKO WORLD CONGRESS	20150831	6	捷克共和國	研討會論文	075A40144	0
17	奈米化妝品與食物之奈米粒子先期比對	陳國棟,翁漢甫,呂珮嘉,廖家鼎,方毓廷,黃守潔,	International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments	20150923	1	中華民國	研討會論文	075A40172	0
18	模擬真實人體血壓波形之機械壓力產生裝置	陳生瑞,洪溱川,劉昱賢,	World Congress in Mechanism and Machine Science	20151026	4	中華民國	研討會論文	075A40178	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
19	鉑銱公斤原器質量傳遞至不鏽鋼原級法碼的不確定度分析	林以青,潘小晞,陳生瑞,	Proceedings of Asia-Pacific Symposium on Mass, Force and Torque	20151027	6	韓國	研討會論文	075A40186	0
20	國家度量衡標準實驗室新建置之壓力容積溫度時間校正器	郭景宜,何宜霖,林文地,蘇峻民,	International Symposium on Fluid Flow Measurement	20150415	14	美國	研討會論文	075A40059	0
21	振動與流場對科氏力式流量計的影響	江俊霖,高奕桓,蘇峻民,何宜霖,	International Symposium for Fluid Flow Measurement	20150412	9	美國	研討會論文	075A40068	0
22	台灣 2014 年外徑測微器校正能力試驗結果總結	陳意婷,呂錦華,王品皓,洪辰昀,	NCSL International Workshop and Symposium	20150721	9	美國	研討會論文	075A40117	0
23	使用雷射干涉儀校正量錶校正器之不確定度評估	呂錦華,劉惠中,張威政,黃煌琦,	NCSL International Workshop and Symposium	20150721	7	美國	研討會論文	075A40118	0
24	曲面 AMOLED 顯示器的空間與方向光學特性	徐紹維,鍾宗穎,	International Conference on Flexible and Printed Electronics (ICFPE)	20151023	1	中華民國	研討會論文	075A40143	0
25	以噪音計國際規範之演進脈絡探討國內檢定技術之發展趨勢	郭淑芬,盧奕銘,楊正財,陳兩興,	標準與檢驗	20150501	15	中華民國	期刊論文	075A40166	0
26	非破壞、非接觸式之薄膜光	劉子安,游博文,程郁娟,彭錦龍,	量測資訊雙月刊	20150101	5	中華民國	期刊論文	075A40001	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
	赫光學與電性量測技術								
27	國家最高標準之可編輯式與傳統式約瑟夫森直流電壓直接比對研究	陳士芳,	量測資訊雙月刊	20150301	6	中華民國	期刊論文	075A40015	0
28	空氣微粒計數器量測標準與技術	余大昌,	量測資訊雙月刊	20150101	6	中華民國	期刊論文	075A40072	0
29	奈米拉伸量測系統與應用	吳忠霖,	量測資訊雙月刊	20150101	6	中華民國	期刊論文	075A40082	0
30	定量包裝商品淨含量量測技術簡介	林以青	標準與檢驗雙月刊	20151201	8	中華民國	期刊論文	075A40164	0
31	超音波流量計於污染排放之應用	王文彬,楊峯銳,	量測資訊雙月刊	20150707	6	中華民國	期刊論文	075A40122	0
32	濕度對於流量控制器之性能影響探討	張瀚允,林文地,	量測資訊雙月刊	20150701	5	中華民國	期刊論文	075A40125	0
33	風洞用於懸浮微粒採樣器之研究回顧	高奕桓,林文地,楊正財,	量測資訊雙月刊	20150701	5	中華民國	期刊論文	075A40126	0
34	高壓氣體流量校正系統標準追溯比對	郭景宜,何宜霖,蕭俊豪,羅仁聰,吳志榮,黃財旺,陳中邦	中國石油學會石油季刊	20150923	16	中華民國	期刊論文	075A40202	0
35	奈米國際量測能力比對結果之回顧與分析	林秀璘,	量測資訊雙月刊	20150115	8	中華民國	期刊論文	075A40163	0
36	國家度量衡標準實驗室之交流可編輯式約瑟夫森電壓標準量測技術	陳士芳,	量測資訊雙月刊	20151101	8	中華民國	期刊論文	075A40092	0
37	高溫精密校正爐研製技術簡介	蔡淑妃,張威政,王聖涵,徐仁輝,	量測資訊雙月刊	20150501	5	中華民國	期刊論文	075A40115	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
38	台灣絕對重力觀測: 重力系統 2009、重力校正線及環境變遷之應用	李瓊武,謝文祺,彭森祥,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	4	中華民國	研討會論文	075A30296	0
39	固態熱電材料量測技術	柯心怡,葉建志,廖淑君,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A40030	0
40	振動與衝擊加速規國際比對於產業追溯	黃宇中,涂聰賢,王聖涵,陳俊凱,游培堯,崔廣義,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	6	中華民國	研討會論文	075A40035	0
41	迴路式熱管技術於顯示卡的冷卻	葉建志,林偉毅,柯心怡,	中華民國力學學會全國力學會議	20151121	5	中華民國	研討會論文	075A40161	0
42	總效經驗模態分解法應用於環境光監控之非線性分析	彭保仁,徐紹維,溫照華,鍾宗穎,洪紹棠,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	6	中華民國	研討會論文	075A30319	0
43	(2500~3000) nm 光生物安全評估方法	莊宜蓁,蔡淑妃,劉玟君,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A40025	0
44	光學干涉術用於洛氏硬度壓頭圓弧半徑之測定研究	倪懿池,潘小晞,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	3	中華民國	研討會論文	075A40044	0
45	開放渠道計量之線上校驗與數值模擬驗證	郭景宜,何宜霖,陳建源,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A40040	0
46	微粒採樣器流量計受濕度變異影響之分析研究	張瀚允,林文地,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	4	中華民國	研討會論文	075A40049	0
47	雨量計校正設備研製與性能評估	蔡昆志,何宜霖,王世堅,葉瑞元,臧靖宇,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A40050	0
48	ANOVA 於奈米領域量測能力比對之應用	林秀璘,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A30294	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
49	不同風速計尺寸校正時風洞內流場特性研究	陳建源,李信宏,蕭俊豪,	全國計算流體力學學術研討會	20150825	7	中華民國	研討會論文	075A40148	0
50	水流量校正系統導流噴嘴設計與模擬	陳建源,何宜霖,郭景宜,	全國計算流體力學學術研討會	20150827	6	中華民國	研討會論文	075A40150	0
51	奈米二氧化鈦粒子參考物質之量測與分析	陳國棟,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	1	中華民國	研討會論文	075A40085	0
52	薄膜量測系統研究與評估	陳國棟,段靜芬,	奈米工程暨微系統技術研討會	20150814	2	中華民國	研討會論文	075A40131	0
53	激振器橫向運動造成加速規校正之不確定度之影響	游培堯,涂聰賢,陳俊凱,張匡儀,崔廣義,	中華民國振動與噪音工程學會	20150627	5	中華民國	研討會論文	075A40074	0
54	交流可編輯式約瑟夫森電壓標準之交流電壓量測不確定度評估研究	陳士芳,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	5	中華民國	研討會論文	075A40019	0
55	溫、濕度計量標準與產品提昇	蔡淑妃,朱仁誠,	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	4	中華民國	研討會論文	075A40043	0
56	含奈米物質市售防曬乳奈米氧化物粒徑評估	簡筠珊,翁漢甫,	職業衛生研討會	20150306	1	中華民國	研討會論文	075A40037	0

(2).產業計量技術發展分項：計 19 篇(國外期刊 2 篇(含 1 篇 SCI)；國內期刊 8 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	日本 NMIJ 採用 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,	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	20150601	7	美國	期刊論文	075A40016	1.79

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
2	以兩個 70 MHz 的鎖模光纖雷射達到精密的絕對距離量測	劉子安,莊宜綦,李浩瑋,許博爾,彭錦龍,	Key Engineering Materials	20150630	7	瑞士	期刊論文	075A40165	0
3	以不同種類的雙鎖模雷射進行絕對距離量測之比較	劉子安,莊宜綦,李浩瑋,許博爾,彭錦龍,	International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science World Congress	20151028	4	中華民國	研討會論文	075A40011	0
4	應用於原子力顯微鏡三維尺寸量測之計量型掃描平台開發	許博爾,劉惠中,潘善鵬,何柏青,林增耀,	International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces	20150304	7	美國	研討會論文	075A40022	0
5	使用自動追蹤雷射干涉儀進行 ISO 230 測試結果與工具機定位準確度之關係評估	李浩瑋,劉惠中,潘善鵬,許博爾,	Cooridnate Metrology System Confernece	20150723	8	美國	研討會論文	075A40116	0
6	使用 LaserTRACER 進行 ISO 規範測試結果與工具機線性定位誤差之關係探討	李浩瑋,潘善鵬,劉惠中,許博爾,	The International Conference on Computing and Precision Engineering	20151129	7	中華民國	研討會論文	075A40194	0
7	毫赫茲相對線寬混合鎖模光纖雷射光梳內含保偏光	彭錦龍,劉子安,徐仁輝,程郁娟,	International Frequency Control	20150412	1	美國	研討會論文	075A30324	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
	纖波導電光調制器		Symposium/European Frequency and Time Forum (IFCS/EFTF)						
8	應用改良式條紋反射法量測晶圓翹曲度	張柏毅,顧逸霞,	SPIE Europe Conference on Optical Metrology	20150623	5	德國	研討會論文	075A40063	0
9	精密旋轉主軸動態量測技術	王聖涵,張匡儀,涂聰賢,陳希銘,	量測資訊雙月刊	20151101	6	中華民國	期刊論文	075A40077	0
10	雷射追蹤技術應用於工具機三維空間定位準確度檢測	潘善鵬,許博爾,劉惠中,李浩瑋,	機械技術雜誌	20150915	3	中華民國	期刊論文	075A40155	0
11	國家度量衡標準實驗室之單相交流電力量測系統擴建	蔡琇如,陳坤隆,	量測資訊雙月刊	20150301	4	中華民國	期刊論文	075A40023	0
12	電力監測系統在動態負載之電功率與電能量測前瞻研究	黃昭榕,陳坤隆,陳南鳴,	量測資訊雙月刊	20150301	4	中華民國	期刊論文	075A40024	0
13	精密電力品質量測系統	陳坤隆,蔡琇如,陳士芳,	電機月刊	20150601	14	中華民國	期刊論文	075A40089	0
14	台灣智慧電網之同步相量量測器檢測平台建置	陳坤隆,蔡琇如,陳士芳,	先進工程學刊	20151001	5	中華民國	期刊論文	075A40091	0
15	穩態法熱導率量測技術簡介	葉建志,柯心怡,	量測資訊雙月刊	20150501	5	中華民國	期刊論文	075A40073	0
16	放射率之量測技術與應用	柯心怡,葉建志,	量測資訊雙月刊	20150501	5	中華民國	期刊論文	075A40107	0
17	雷射光遮斷法檢測圓柱體	潘善鵬,李浩瑋,劉惠中,許博爾,	兩岸量測與檢測科技	20150320	4	中華民國	研討會論文	075A40012	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
	直線度的研究		學術研討會						
18	精密工具機主軸動態誤差量測技術	王聖涵,張匡儀,涂聰賢,陳希銘,	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20150627	6	中華民國	研討會論文	075A40076	0
19	智慧電網之動態電力計量標準研究	蔡琇如,陳坤隆,黃昭榕,陳南鳴,	中華民國電力工程研討會	20151212	6	中華民國	研討會論文	075A40160	0

(3).前瞻計量技術研究分項：計 17 篇(國外期刊 3 篇(含 3 篇 SCI)；國內期刊 4 篇；國外研討會 7 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	蜘蛛絲力學性能不易受到蛋白質成分營養介導改變所影響	Sean J. Blamires,廖鎮盤,張仲凱,莊裕鈞,吳忠霖,Todd A. Blackledge,許火順,卓逸民,	Biomacromolecules	20150312	8	美國	期刊論文	075A40105	5.75
2	以電洩-微分電移動度分析法量化奈米薄片石墨烯氧化物	何信佳,蔡德豪,	Analytical Chemistry	20150517	6	美國	期刊論文	075A40101	5.64
3	利用 X 射線反射儀技術進行有機矽酸鹽薄膜的孔隙尺寸及分佈量測	簡筠珊,葉育姍,陳延松,呂志鵬,傅尉恩,	Japanese Journal of Applied Physics	20150420	4	日本	期刊論文	075A40054	1.13
4	利用濕氣腔體研究超收縮之大壺狀腺蜘蛛絲	廖鎮盤,卓逸民,吳忠霖,	International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science World Congress	20151027	4	中華民國	研討會論文	075A40167	0
5	以凝核粒子計數器於每立	林彥良,陳國棟,何信佳,	Annual Conference on	20151105	9	日本	研討會論文	075A40180	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
	方公分單一奈米粒子偵測之可追溯性校正		Engineering and Technology						
6	超過 50 CD/ A 高電流效率之 CbzTAZ 藍色有機發光元件	邱天隆,何信佳,	SID International Symposium	20150603	3	美國	研討會論文	075A40102	0
7	利用數種量測技術進行化妝品及食物中之奈米粒子粒徑比對	陳國棟,簡筠珊,翁漢甫,	International Conference on Fundamental and Applied Science	20151105	1	日本	研討會論文	075A40191	0
8	應用 X 射線反射儀與電子顯微技術於半導體多層高介電常數薄膜堆疊之厚度研究	簡筠珊,葉育姍,何柏青,傅尉恩,何信佳,	The Denver X-ray conference and TXRF	20150803	1	美國	研討會論文	075A40128	0
9	利用 X 射線反射儀(XRR)與電鏡技術(EELS)於前瞻半導體高介電常數薄膜之特性研究	簡筠珊,傅尉恩,	International Symposium Measruement Technology & Intelligent Instruments	20150922	1	中華民國	研討會論文	075A40173	0
10	以熔融石英微共振腔為基礎產生緊緻型光頻率梳的可行耦合設計	劉子安,陳鑫封,程郁娟,莊宜蓁,許博爾,彭錦龍,	Asia Communications and Photonics Conferencen	20151122	3	香港	研討會論文	075A40106	0
11	溶液中超細微粒子線上監測系統之開發研究	林彥良,何信佳,	量測資訊雙月刊	20150101	6	中華民國	期刊論文	075A40007	0
12	X 射線反射儀於多孔隙奈	簡筠珊,	量測資訊雙月刊	20150105	6	中華民國	期刊論文	075A40004	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
	米薄膜上的檢測應用								
13	利用 X 射線反射儀(XRR)搭配電子能量損失能譜(EELS)於前瞻半導體高介電常數薄膜之特性研究	簡筠珊,	量測資訊雙月刊	20150501	6	中華民國	期刊論文	075A40094	0
14	雷射耦合石英微共振腔之緊緻型光梳產生設計	劉子安,陳鑫封,程郁娟,莊宜蓁,許博爾,彭錦龍,	量測資訊雙月刊	20151101	6	中華民國	期刊論文	075A40114	0
15	低濃度氣膠粒子檢測之稀釋器開發	林彥良,陳國棟,何信佳,	環境分析化學研討會	20150501	1	中華民國	研討會論文	075A40064	0
16	氣膠粒子計數器於低濃度之偵測效率量測技術與評估	陳國棟,林彥良,	環境分析化學研討會	20150501	1	中華民國	研討會論文	075A40086	0
17	石英共振腔器的耦合系統設計	程郁娟,劉子安,陳鑫封,莊宜蓁,許博爾,彭錦龍,	AOI Forum & Show	20151021	2	中華民國	研討會論文	075A40133	0

(4).法定計量技術發展分項：計 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	懸浮微粒檢測標準之比較	馮志成,陳兩興,彭國勝,楊正財	兩岸量測與檢測科技學術研討會	20150320	4	中華民國	研討會論文	075A40036	0

附件七、技術報告一覽表

評估報告(MSVP)70份、校正報告(ICT)69份、技術報告34份，總計173份研究報告

(1).標準維持與國際等同分項：計145份(MSVP 67份、ICT 66份、技術報告12份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	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—標準流量計法(負壓)	20150911	CMS-MSVP-388	中文	非機密	郭景宜	33	073A40066
2	原級參考混合氣濃度檢驗評估報告	20150430	CMS-MSVP-387	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟	32	073A40017
3	單相交流電功率量測系統(10 mA 至 80 A)評估報告	20150121	CMS-MSVP-386	中文	非機密	陳坤隆	80	073A30317
4	單相交流電能量測系統(10 mA 至 80 A)評估報告	20150116	CMS-MSVP-385	中文	非機密	陳坤隆	38	073A30320
5	大質量量測系統評估報告--Sartorius CCE10000U-L 質量比較儀	20150821	CMS-MSVP-383	中文	非機密	楊豐瑜	35	073A30251
6	酒精氣體產生與濃度量測系統評估報告	20150511	CMS-MSVP-380	中文	非機密	張君綾,林采吟	21	073A30198
7	氣體濃度稀釋裝置校正系統評估報告—氣相層析分析儀	20150511	CMS-MSVP-379	中文	非機密	張君綾,林采吟	23	073A30186
8	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度評估報告-秤重法	20150511	CMS-MSVP-377	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,劉信旺,林采吟	31	073A30180
9	氣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	20150505	CMS-MSVP-376	中文	非機密	林承翰	35	073A30080
10	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—標準流量計法(正壓)	20150911	CMS-MSVP-370	中文	非機密	郭景宜	29	073A20297
11	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	20150917	CMS-MSVP-369	中文	非機密	郭景宜	42	073A20295
12	天然氣成分濃度校正系統評估報告	20150513	CMS-MSVP-360	中文	非機密	黃炯坤,段靜芬,林采吟	60	073A10034
13	低壓氣體流量校正系統評估報告	20150925	CMS-MSVP-350	中文	非機密	林文地	45	073A02073

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
	—標準流量計法							
14	小質量量測系統評估報告-直接衡量法	20150821	CMS-MSVP-349	中文	非機密	段靜芬	39	073A01009
15	小質量量測系統評估報告-組合衡量法	20150821	CMS-MSVP-348	中文	非機密	段靜芬	15	073A01011
16	雙壓濕度產生器(2500)校正系統評估報告	20150923	CMS-MSVP-346	中文	非機密	柯心怡	25	073995146
17	微奈米機械性質量測系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-345	中文	非機密	吳忠霖	26	073994217
18	壓力控制/校正器(DHI PPC4)評估報告(英文版)	20150820	CMS-MSVP-339-1	英文	非機密	吳國真	30	073A40098
19	壓力控制/校正器(DHI PPC4)評估報告	20150417	CMS-MSVP-339	中文	非機密	吳國真	28	073984186
20	常溫輻射溫度計比較校正系統評估報告	20150827	CMS-MSVP-329	中文	非機密	柯心怡	15	073970002
21	Sartorius CC500 質量比較儀量測法碼密度系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-325	中文	非機密	楊豐瑜	36	073960073
22	長塊規校正系統評估報告—使用精密型長塊規量測儀	20150624	CMS-MSVP-310	中文	機密	唐忠基	22	073950034
23	雷射干涉式汞柱壓力計評估報告(英文版)	20150820	CMS-MSVP-294-1	英文	非機密	吳國真	37	073A40096
24	奈米壓痕系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-293	中文	非機密	吳忠霖,林以青	30	073930243
25	風速量測系統評估報告-雷射都卜勒法	20151005	CMS-MSVP-289	中文	非機密	陳建源	18	073930129
26	200kN 萬能校正機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-287	中文	非機密	陳其潭	25	073930095
27	雷射都卜勒量測系統評估報告-標準轉盤法	20151005	CMS-MSVP-286	中文	非機密	王文彬,陳建源,楊正財	15	073930094
28	500kN 萬能校正機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-283	中文	非機密	陳其潭	25	073930066
29	500 N 靜法碼力標準機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-280	中文	非機密	陳秋賢	13	073930025
30	直角規校正系統評估報告(絕對式)	20150624	CMS-MSVP-272	中文	非機密	黃煌琦	13	073910205
31	顯微維克氏硬度標準機系統評估報告	20150819	CMS-MSVP-270	英文	非機密	林以青	31	073910186
32	分光輻射系統光偵測器頻譜響應評估報告	20150108	CMS-MSVP-267	中文	非機密	莊宜蓁,鍾宗穎	61	073910089
33	氣體量測系統氣體分流器評估報告	20150511	CMS-MSVP-262	中文	非機密	李嘉真	24	073910077

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
34	氣體量測系統氣體監測設備評估報告	20150209	CMS-MSVP-261	中文	非機密	李嘉真	35	073910076
35	氣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	20150505	CMS-MSVP-259	中文	非機密	林承翰	40	073910074
36	維克氏硬度標準機系統評估報告	20150819	CMS-MSVP-253	中文	非機密	林以青	27	073910048
37	輻射溫度計定點校正系統評估報告	20150914	CMS-MSVP-244	中文	非機密	柯心怡	29	073900123
38	白金電阻溫度計定點量測系統評估報告	20150923	CMS-MSVP-243	中文	非機密	蔡淑妃	21	073900120
39	高壓氣體流量系統評估報告-比較法	20151005	CMS-MSVP-242	中文	非機密	王文彬	15	073900098
40	低壓氣體流量校正系統(F06) —標準流量計法評估報告	20150917	CMS-MSVP-227	中文	非機密	林文地	45	073890123
41	貴金屬型熱電偶溫度計定點量測系統評估報告	20150925	CMS-MSVP-224	中文	非機密	葉建志	16	073890020
42	原器天平系統評估報告	20150901	CMS-MSVP-210	中文	非機密	林以青	12	073880039
43	洛氏硬度標準系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-196	中文	非機密	陳秋賢	34	073870002
44	高壓氣體流量系統評估報告-稱重法	20151005	CMS-MSVP-189	中文	非機密	王文彬	28	073860112
45	低壓氣體流量校正系統評估報告 —Piston Prover	20150910	CMS-MSVP-187	中文	非機密	林文地	38	073860094
46	塊規校正系統評估報告-Federal 塊規比較儀	20150413	CMS-MSVP-181	中文	非機密	張明偉,張國明	27	073860028
47	小水流量系統評估報告-稱重法	20150914	CMS-MSVP-172	中文	非機密	江俊霖	55	073850095
48	低黏度油流量系統評估報告-稱重法	20150910	CMS-MSVP-168	中文	非機密	陳逸正	72	073850068
49	大水流量系統評估報告-稱重法	20150914	CMS-MSVP-167	中文	非機密	何宜霖,江俊霖	46	073850067
50	高黏度油流量系統評估報告-稱重法	20150910	CMS-MSVP-166	中文	非機密	陳逸正	70	073850063
51	小孔流通法真空標準系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-163	中文	機密	陳宏豪,潘小晞,陳生瑞,楊豐瑜	36	073850052
52	橫電磁波室電磁場強度量測系統評估報告	20150204	CMS-MSVP-160	中文	非機密	劉家維	18	073850043
53	電波暗室電磁場強度量測系統評估報告	20150204	CMS-MSVP-159	中文	非機密	劉家維	20	073850042
54	50 kN 靜法碼力標準機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-154	中文	非機密	陳生瑞	23	073840169

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
55	真空計比較校正系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-141	中文	非機密	陳宏豪	26	073840116
56	電阻溫度計量測系統評估報告	20150917	CMS-MSVP-133	中文	非機密	蔡淑妃,廖淑君	23	073840091
57	直流高壓系統評估報告	20150902	CMS-MSVP-126	中文	非機密	蘇聰漢	25	073840062
58	汞柱壓力原級標準(BAT 517990-00-110)評估報告(英文版)	20150820	CMS-MSVP-122-1	英文	非機密	吳國真	55	073A40092
59	標準尺量測系統評估報告	20151126	CMS-MSVP-120	中文	非機密	蔡錦隆	25	073840008
60	氣體動態膨脹真空校正系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-103	中文	非機密	陳宏豪,潘小晞	21	073830006
61	氣體式活塞壓力計(C-233) 評估報告	20150417	CMS-MSVP-078	中文	非機密	劉力維	25	073810028
62	黏度系統旋轉式黏度計評估報告	20150430	CMS-MSVP-074	中文	非機密	葉明泓	17	073800094
63	輻射溫度計比較校正系統評估報告	20150915	CMS-MSVP-064	中文	非機密	柯心怡	18	073800025
64	2MN 萬能校正機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-053	中文	非機密	陳其潭	25	073780049
65	50kN 萬能校正機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-026	中文	非機密	陳其潭	25	073760023
66	5kN 靜法碼力標準機系統評估報告	20150907	CMS-MSVP-022	中文	非機密	陳生瑞	21	073760022
67	直流大電流系統評估報告	20150306	CMS-MSVP-002	中文	非機密	陳溢寶	18	073760048
68	全光通量系統光通量標準燈校正程序—3 m 積分球	20151231	CMS-ICT-512	中文	非機密	陳政憲	20	073A40167
69	交流可編輯式約瑟夫森電壓量測系統校正程序	20151029	CMS-ICT-509	中文	非機密	陳士芳	12	073A40173
70	單相交流電功率量測系統(10 mA 至 80 A)校正程序	20150120	CMS-ICT-504	中文	非機密	蔡琇如	79	073A30312
71	單相交流電能量測系統(10 mA ~ 80 A)校正程序	20150108	CMS-ICT-503	中文	非機密	蔡琇如	33	073A30313
72	酒精氣體產生與濃度校正程序	20150511	CMS-ICT-495	中文	非機密	張君綾,林采吟	17	073A30197
73	氣體濃度稀釋裝置校正程序—氣相層析分析儀	20150511	CMS-ICT-494	中文	非機密	張君綾,林采吟	24	073A30185
74	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序-秤重法	20150430	CMS-ICT-493	中文	非機密	鄭瑞翔,黃炯坤,劉信旺,林采吟	24	073A30179
75	氣瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序-氣相層析儀搭配火焰離子偵測器	20150505	CMS-ICT-492	中文	非機密	林承翰	24	073A30079

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
76	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器) 氣量計校正程序-原級法	20150917	CMS-ICT-489	中文	非機密	郭景宜	26	073A20284
77	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器) 氣量計校正程序-標準流量計法	20150911	CMS-ICT-488	中文	非機密	郭景宜	26	073A20261
78	天然氣成分濃度校正程序	20150513	CMS-ICT-475	中文	非機密	段靜芬,黃炯坤,林采吟	26	073A10028
79	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-標準流量計法	20150925	CMS-ICT-470	中文	非機密	張瀚允,林文地	30	073A02020
80	雙壓濕度產生器(2500)校正系統校正程序	20150908	CMS-ICT-466	中文	非機密	柯心怡	11	073995145
81	微奈米機械性質測量系統校正程序	20150417	CMS-ICT-465	中文	非機密	吳忠霖	15	073994218
82	力量萬能校正機校正程序	20150907	CMS-ICT-464	中文	非機密	陳其潭	13	073992613
83	壓力控制/校正器校正程序(英文版)	20150820	CMS-ICT-459-1	英文	非機密	吳國真	32	073A40101
84	壓力控制/校正器校正程序	20150817	CMS-ICT-459	中文	非機密	吳國真	28	073984269
85	常溫輻射溫度計比較校正程序	20150827	CMS-ICT-448	中文	非機密	柯心怡	9	073970003
86	熱陰極離子化真空計校正程序-絕對校正法	20150907	CMS-ICT-445	中文	非機密	潘小晞,陳宏豪	10	073960097
87	旋轉轉子黏滯式真空計校正程序-絕對校正法	20150907	CMS-ICT-444	中文	非機密	潘小晞,陳宏豪,楊豐瑜	11	073960096
88	微流量量測系統微流量計與幫浦校正程序-稱重法	20151005	CMS-ICT-415	中文	非機密	蔡昆志	20	073940095
89	雷射干涉式汞柱壓力計校正程序(英文版)	20150820	CMS-ICT-412-1	英文	非機密	吳國真	59	073A40100
90	奈米壓痕系統校正程序	20150907	CMS-ICT-411	中文	非機密	吳忠霖,林以青	25	073930242
91	風速量測系統風速計校正程序-雷射都卜勒法	20151005	CMS-ICT-405	中文	非機密	陳建源	23	073930130
92	500N 靜法碼力標準機校正程序	20150907	CMS-ICT-399	中文	非機密	陳秋賢	18	073930021
93	直角規校正程序(絕對式)	20150624	CMS-ICT-390	中文	非機密	黃煌琦	17	073910170
94	顯微維克氏硬度標準機校正程序	20150819	CMS-ICT-388	中文	非機密	林以青	25	073910125
95	YOKOGAWA MT110 氣壓數字型壓力計校正程序	20150706	CMS-ICT-387	中文	非機密	劉力維	13	073910122
96	分光輻射系統光偵測器頻譜響應校正程序	20150108	CMS-ICT-385	中文	非機密	鍾宗穎,蕭金釵	27	073910088

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
97	氣體量測系統氣體監測設備校正程序	20150209	CMS-ICT-382	中文	非機密	李嘉真	16	073910072
98	氣體量測系統氣體分流器校正程序	20150505	CMS-ICT-381	中文	非機密	李嘉真	10	073910070
99	維克氏硬度標準機校正程序	20150819	CMS-ICT-376	中文	非機密	林以青	22	073910047
100	中低真空度真空計校正程序	20150907	CMS-ICT-373	中文	非機密	陳宏豪,潘小晞	21	073910044
101	輻射溫度計定點校正程序	20150914	CMS-ICT-366	中文	非機密	柯心怡	19	073900113
102	低壓氣體流量校正系統 氣量計校正程序-比較法/MOLBLOC	20150917	CMS-ICT-346	中文	非機密	林文地	34	073890126
103	貴金屬型熱電偶溫度計定點校正程序	20150925	CMS-ICT-336	中文	非機密	葉建志	16	073890009
104	原器天平法碼校正程序	20150901	CMS-ICT-333	中文	非機密	林以青	15	073880031
105	洛氏硬度標準塊校正程序	20150907	CMS-ICT-326	中文	非機密	陳秋賢,潘小晞	11	073870001
106	高壓氣體流量系統氣量計校正程序-比較法	20151005	CMS-ICT-325	中文	非機密	王文彬	28	073860115
107	高黏度油流量系統流量計校正程序-稱重法	20150910	CMS-ICT-320	中文	非機密	陳逸正	29	073860087
108	塊規校正程序-Federal 塊規比較儀	20150413	CMS-ICT-311	中文	非機密	張明偉,張國明	21	073860034
109	小水流量系統流量計校正程序-稱重法	20150910	CMS-ICT-301	中文	非機密	何宜霖,江俊霖	34	073850092
110	大質量量測系統法碼校正程序—Mettler KC1000 質量 比較儀搭配 ID5 終端機	20150914	CMS-ICT-287	中文	非機密	楊豐瑜	21	073850011
111	50 kN 靜法碼力標準機校正程序	20150907	CMS-ICT-284	中文	非機密	陳生瑞	30	073840170
112	電波暗室電磁場強度量測系統校正程序	20150204	CMS-ICT-276	中文	非機密	劉家維	20	073840125
113	橫電磁波室電磁場強度量測系統校正程序	20150204	CMS-ICT-275	中文	非機密	劉家維	15	073840121
114	標準尺校正程序	20151120	CMS-ICT-256	中文	非機密	蔡錦隆,劉惠中	14	073840055
115	汞柱壓力原級標準校正程序(英文版)	20150820	CMS-ICT-251-1	英文	非機密	吳國真	51	073A40102
116	大水流量系統流量計校正程序-稱重法	20150910	CMS-ICT-246	中文	非機密	何宜霖,江俊霖	33	073840002
117	低黏度油流量系統流量計校正程序-稱重法	20150910	CMS-ICT-244	中文	非機密	陳逸正	29	073830058
118	高壓氣體流量系統氣量計校正程序-稱重法	20151005	CMS-ICT-236	中文	非機密	王文彬	21	073830042

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
119	絕對輻射系統校正程序	20150805	CMS-ICT-232	中文	非機密	于學玲,陳鑫封	19	073830023
120	白金電阻溫度計定點校正程序(-189.3442 °C~961.78 °C)	20150917	CMS-ICT-220	中文	非機密	蔡淑妃	47	073820061
121	5 kN 靜法碼力標準機校正程序	20150907	CMS-ICT-215	中文	非機密	陳生瑞	29	073820053
122	黏度系統旋轉式黏度計校正程序	20150519	CMS-ICT-204	中文	非機密	葉明泓	22	073810063
123	旋轉轉子黏滯式真空計校正程序	20150615	CMS-ICT-168	中文	非機密	陳宏豪	15	073800079
124	熱陰極離子真空計校正程序	20150615	CMS-ICT-168	中文	非機密	陳宏豪	17	073800077
125	電容式真空計校正程序	20150907	CMS-ICT-167	中文	非機密	陳宏豪,潘小晞	21	073800078
126	50kN 萬能校正機系統校正程序	20150907	CMS-ICT-140	中文	非機密	陳其潭	30	073800029
127	輻射溫度計比較校正程序	20150915	CMS-ICT-133	中文	非機密	柯心怡	10	073790089
128	500kN 萬能校正機系統校正程序	20150907	CMS-ICT-124	中文	非機密	陳其潭	41	073790023
129	2MN 萬能校正機系統校正程序	20150907	CMS-ICT-115	中文	非機密	陳其潭	41	073780050
130	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-Piston Prover	20150910	CMS-ICT-050	中文	非機密	林文地	34	073760012
131	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-Bell 1093	20150910	CMS-ICT-049	中文	非機密	林文地,張瀚允	36	073760010
132	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-Bell 1090	20150910	CMS-ICT-048	中文	非機密	林文地,張瀚允	36	073760011
133	直流高壓系統校正程序	20151028	CMS-ICT-018	中文	非機密	蘇聰漢	12	073760081
134	氣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	20150505	CMS-FR-892	中文	非機密	林承翰	25	073910035
135	分光式橢圓偏光儀-量測薄膜材料的厚度與折射率分析	20151225	CMS-FR-3528	中文	機密	陳國棟,段靜芬	12	073A40223
136	計量追溯之定義實現的不同型態量測系統實例的進階研究報告	20151028	CMS-FR-3474	英文	非機密	周隆亨	8	073A40183
137	FY104 NML 內部稽核綜合報告	20151028	CMS-FR-3473	中文	非機密	洪辰昀,王品皓	52	073A40182

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
138	國際通用計量學基本術語(VIM)第三版 中文翻譯	20151023	CMS-FR-3463	中文	非機密	陳意婷,陳兩興,周隆亨,彭國勝	57	073A40164
139	氣體吸附 BET 法/比表面積測試程序	20150803	CMS-FR-3430	中文	非機密	翁漢甫,段靜芬,林以青	21	073A40086
140	交流可編輯式約瑟夫森電壓標準之交流電壓差值取樣量測不確定度評估研究	20150708	CMS-FR-3423	中文	非機密	陳士芳	14	073A40064
141	FY100 至 FY103 NML 顧客資料分析	20150603	CMS-FR-3414	中文	非機密	陳意婷,王品皓	52	073A40037
142	原級參考混合氣濃度穩定度查驗報告	20150511	CMS-FR-3412	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟,黃炯坤	31	073A40018
143	103 年度 NML 顧客滿意度調查研究報告	20150212	CMS-FR-3403	中文	非機密	洪辰昀,王品皓	14	073A40022
144	混合氣驗證參考物質生產作業指引	20150206	CMS-FR-2568	中文	非機密	鄭瑞翔,林采吟	13	073A02398
145	微流量量測系統評估報告-稱重法	20151005	CMS-FR-1381	中文	非機密	蔡昆志	53	073940071

(2).產業計量技術發展分項：計 13 份(ICT 2 份、MSVP 2 份、技術報告 9 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	三相交流電功率量測系統(10 mA 至 80 A)評估報告	20151026	CMS-MSVP-392	中文	非機密	蔡琇如	51	073A40145
2	三相交流電能量測系統(10 mA 至 80 A)評估報告	20151022	CMS-MSVP-391	中文	非機密	蔡琇如	25	073A40147
3	三相交流電功率量測系統(10 mA 至 80 A)校正程序	20151026	CMS-ICT-508	中文	非機密	蔡琇如	71	073A40146
4	三相交流電能量測系統(10 mA 至 80 A)校正程序	20151023	CMS-ICT-507	中文	非機密	蔡琇如	31	073A40148
5	以腔內波導電光調制器穩定鎖模光纖雷射的頻率	20151203	CMS-FR-3511	英文	機密	彭錦龍,劉子安,程郁娟	8	073A40240
6	u-BGA 疊紋量測系統評估研究報告	20151127	CMS-FR-3501	中文	非機密	李漢文	11	073A40224
7	高深寬比 TSV 顯微反射儀系統評估研究報告	20151126	CMS-FR-3500	中文	機密	魏祥鈞	11	073A40229
8	熱探針熱導率量測技術報告	20151111	CMS-FR-3494	中文	非機密	葉建志,柯心怡	10	073A40210
9	高精度絕對測距模組技術	20151120	CMS-FR-3492	中文	機密	程郁娟,劉子安,張威政,彭錦龍	12	073A40209
10	LaserTRACER 量測原理與硬體架構研究報告	20150814	CMS-FR-3434	中文	機密	李浩瑋,劉惠中,潘善鵬,許博	37	073A40093

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
						爾		
11	德國物理技術研究院之 Virtual CMM 客座研究	20150814	CMS-FR-3433	中文	機密	許博爾	17	073A40091
12	同步相量量測器 IEEE C37.118.1 符合性測試程序	20150115	CMS-FR-3399	中文	非機密	陳坤隆	17	073A40015
13	In-situ 動態旋轉軸偏擺量測技術報告	20151228	CMS-FR-3532	中文	非機密	張匡儀,王聖涵,涂聰賢	15	073A40247

(3).前導計量技術研究分項：計 8 份(ICT 1 份、MSVP 1 份、技術報告 6 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	奈米粒徑量測系統評估報告-奈米粒子低濃度量測系統校正	20151230	CMS-MSVP-394	中文	非機密	林彥良,陳國棟,林以青	22	073A40242
2	奈米粒徑量測系統校正程序 -奈米粒子低濃度量測系統校正	20151230	CMS-ICT-511	中文	非機密	林彥良,陳國棟	11	073A40195
3	沉積微奈米顆粒於微型力學共振器 cantilever 表面	20151215	CMS-FR-3517	中文	機密	余大昌,陳生瑞,潘小晞	9	073A40215
4	以微石英共振腔產生 100 GHz 間距之光通訊用光梳	20151102	CMS-FR-3483	中文	非機密	劉子安,陳鑫封,莊宜綦,程郁娟,許博爾,彭錦龍	13	073A40187
5	光學式粒子計數設計概要	20151016	CMS-FR-3466	中文	機密	潘小晞	37	073A40161
6	沈積微奈米顆粒於 cantilever 表面之沈積系統設計	20151019	CMS-FR-3465	中文	機密	余大昌,陳生瑞,潘小晞	18	073A40144
7	陣列式電光調制器製作(期中報告)	20151015	CMS-FR-3456	中文	非機密	劉子安,陳彥宏	14	073A40162
8	流場與電場下之帶電微奈米顆粒行為分析與模擬	20151014	CMS-FR-3454	中文	機密	余大昌,陳生瑞,潘小晞	18	073A40143

(4).法定計量技術發展分項：計 7 份(MSVP 0 份、ICT 0 份、技術報告 7 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	CNPA 水量計研究 期末研究報告	20151203	CMS-FR-3512	中文	非機密	江俊霖	230	073A40214
2	OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究	20151215	CMS-FR-3519	中文	非機密	林文地,江昭緯	234	073A40244

3	OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究-OIML R137-1&2:2012(E)中譯	20151117	CMS-FR-3497	中文	非機密	江昭緯,林文地	63	073A40176
4	OIML R137-1&2 與 R31 氣量計規範差異研究 - OIML 建議文件-R137-1&-2(2012)與 R6 和 R31 間內容差異對照表	20151117	CMS-FR-3496	中文	非機密	江昭緯	85	073A40194
5	膜式氣量計檢定檢查技術規範修訂建議	20151102	CMS-FR-3481	中文	非機密	林文地	9	073A40192
6	FY104 法定計量分項--CNPA 76 與新版 R76 (2006) 調和評估期末研究報告	20151229	CMS-FR-3540	中文	非機密	段靜芬	85	073A40263
7	荷重元型式評估測試程序	20151203	CMS-FR-3510	中文	非機密	楊豐瑜	37	073A40157

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	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－統計先修	104.01.20-104.01.20	新竹	7	9
2	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－基礎班	104.01.21-104.01.22	新竹	10	12
3	尺寸精密量測技術研討會-基礎班	104.03.30-104.03.31	新竹	11	14
4	噪音量測暨改善技術研討會	104.05.12-104.05.12	新竹	7	13
5	光量量測技術研討會	104.05.25-104.05.25	新竹	9	17
6	電量量測與校正技術研討會	104.05.26-104.05.26	新竹	12	19
7	溫度量測技術研討會	104.06.09-104.06.09	新竹	16	22
8	尺寸精密量測技術研討會-進階班	104.07.28-104.07.28	新竹	9	18
9	風速與風量量測研習班	104.08.11-104.08.11	新竹	15	25
10	低頻磁場與射頻電磁波量測技術研討會	104.08.13- 104.08.13	新竹	9	16
11	顯示器量測標準暨戶外照明視覺實務研討會	104.10.28-104.10.28	新竹	10	14
12	實驗室微量吸管校正暨質量追溯技術研討會	104.11.10-104.11.10	新竹	25	35
13	520 世界計量趨勢研討會(協辦)	104.05.18-104.05.18	台北	68	192
小計				208	406
貳、技術推廣說明會/成果發表會					
1	新世代工具機及機械產業之檢測應用技術研討會(台北場)	104.03.17-104.03.17	台北	29	67

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
2	新世代工具機及機械產業之檢測應用技術研討會(台南場)	104.03.27-104.03.27	台南	27	64
3	機械產業精密量測的有效性研討會(台北場次)	104.07.31-104.07.31	台北	28	51
4	機械產業精密量測的有效性研討會(台中場次)	104.08.05-104.08.05	台中	56	88
5	機械產業精密量測的有效性研討會(台南場次)	104.08.12- 104.08.12	台南	35	70
6	奈米力學性質暨半導體應用量測技術研討會	104.09.08- 104.09.08	新竹	37	65
7	2015 精密機械計量技術研討會	104.09.25- 104.09.25	台中	94	219
8	國家度量衡標準實驗室新能量開放服務暨成果展	104.12.17- 104.12.17	新竹	48	130
小計				354	754
參、計量人員訓練課程					
1	104 年計量技術人員教學觀摩(質量領域)	104.06.30-104.06.30	新竹	11	18
2	104 年計量技術人員教學觀摩(流量領域)	104.08.06-104.08.06	新竹	6	12
小計				17	30
總計				579	1190

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	3	0		23	33	145		35						21	15			23	1190	23
產業計量技術發展	0	2		10	9	13		4												
前瞻計量技術研究	0	1		7	10	8		4												
法定計量技術發展				0	1	7		2												
小計	3	3		40	53	173		45						21	15			23	1190	23
合計	6		-	93		218			-				-	-		-		-		

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

項次	領域別	104 年校正數量			合計
		收費校正	NML 自校	BSMI 免收費校正	
1	電 量	871	90	51	1012
2	磁 量	279	3	1	283
3	光 量	407	25	5	437
4	微 波	138	10	0	148
5	溫 度	111	47	11	169
6	濕 度	61	25	12	98
7	化 學	109	86	0	195
8	振 動	121	10	8	139
9	聲 量	295	25	3	323
10	長 度	673	65	6	744
11	質 量	61	43	43	147
12	力 量	329	21	1	351
13	壓 力	120	45	23	188
14	真 空	49	16	0	65
15	流 量	331	116	17	464
	小 計	3955	627	181	4763

附件十一、執行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 工作項目	104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) ——— (7) ——— (8)											
●維護電腦主機資訊系統與量測儀器	——— (9) ———											
●撰寫/修正 ICT 及 MSVP	——— (10) ——— (11)											
●客戶滿意度調查	——— (12) ———											
C.系統維持												
●維護標準系統	——— (1) ———											
●執行國內/外追溯	——— (2) ———											
●系統精進/改良												
-水流量校正系統	——— (3) ——— (4) ——— (5)											
-線刻度校正系統	——— (6) ——— (7) ——— (8) ——— (9)											
-膜厚度量測系統	——— (10) ——— (11) ——— (12)											
-全光通量校正系統	——— (13) ——— (14) ——— (15) ——— (16)											
-振動比較校正系統	——— (17) ——— (18) ——— (19) ——— (20)											
-約瑟夫森電壓量測系統	——— (21) ——— (22) ——— (23)											
●系統設備汰換	——— (24) ———											
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 \ 月份	104 年													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
A. 三維尺寸量測與技術														
• CMM 校正系統									(1)					(2)
• 自動追蹤雷射絕對測距技術				(3)				(4)						(5)
• In-situ 動態旋轉軸偏擺量測技術									(6)					(7)
B. 電力計量標準系統														
• 三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)				(2)							
• 建立交流有效/無效電功率、電能及三相電壓/電流諧波量測技術					(3)				(3)					
• 三相電力系統重新評估及系統自動化程式設計撰寫							(4)			(4)				
• 三相系統建置									(5)					(5)
C. 半導體多維參數量測標準技術														
• 光譜反射儀模組設計製作						(1)								
• 標準件製作				(2)										
• 評估光譜反射儀量測模組之孔深量測不確定度							(3)							(3)
• 疊紋量測系統建立			(4)				(4)							
• 評估疊紋量測系統之直徑及高度之量測不確定度									(5)					(5)

3. 前瞻計量技術研究分項

進度 \ 月份	104 年														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
A. 精進奈米技術計量標準															
• 低濃度氣相奈米粒子濃度量測技術				(1)				(2)				(3)			(4)
• 薄膜及奈米臨界尺寸量測技術			(5)				(6)				(7)			(8)	

進度 工作項目	月份	104 年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B.高靈敏質量偵測技術 •微小質量量測技術 •微粒組成及傳輸效率分析 與量測技術				(1)				(2)					(3)
						(4)			(5)				(6)
C.光通訊頻率標準技術研究 •微型環形共振波導設計與最佳化分析 •錐形光纖製作與對位機構設計 •微型石英環形共振腔加工製作 •雷射耦合微型共振腔產生光梳													
			(1)										
					(2)								
										(3)			
												(4)	

4.法定計量技術發展分項

進度 工作項目	月份	104 年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.新版 CNPA 49 施行細則與整體能量評估													
1.流量範圍與口徑及操作方式 界定與評估									(1)				
2.試驗項目收費基準及計算方式 評估										(2)			
3.施行細則(CNPA49 草案)與整體 能量研究報告												(3)	
B.OIML R137-1&2 與 R31 氣量 計規範差異研究													
1.完成 OIML R137-1&2:2012(E) 中譯及與 R31 差異性分析									(1)				
2.完成檢定檢查技術規範草案										(2)			
3.轉子式及超音波流量計可行性 評估測試												(3)	
C.新版非自動衡器型式認證規 範(CNPA 76)研究													
1.規範文獻及國內相關單位意						(1)							

進度 工作項目	104 年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
見蒐集與研究													
2.法規相容性研究			—————									(2)	——— (3)
D.精進法定度量衡技術	————— (1)												

附件十二、法定分項 CNPA49 (含電子試驗項目)草案研擬

主要條文內容如下說明如下。但附錄未列於本報告之中。

1. 適用範圍

1.1 本技術規範適用於依機械原理、依電氣或電子原理、依機械原理但結合電子裝置，用以計量冷飲水實際體積流量的水量計^註，亦包括水量計使用的電子輔助裝置。

1.2 本技術規範適用於冷飲水體積計量之水量計的型式認證，設定詳細的試驗項目與程序。

註：本技術規範適用水量計包含有容積式水量計、渦輪式水量計、電磁式水量計、超音波式水量計、科氏力式水量計、射流式水量計等(參照 CNS14866-3 9.2.6)

2 用詞定義

2.1 水量計及其組件 (water meter and its constituents)

2.1.1 水量計

一種儀器在測量條件下可用於連續地度量、記憶及顯示流經量測感應轉換器的水量。水量計至少包括量測傳感器、計算器(含調整裝置或可能有的修正裝置)、以及指示裝置，這三種裝置可以在不同的殼匣裏。

2.1.2 量測傳感器 (measurement transducer)

將被量測之水流量或體積轉換成訊號傳送到計算器之水量計部件。它的運作機構是可以根據機械、電機或電子原理，動力源可以是自主或採用外界能源。

2.1.3 計算器 (calculator)

水量計的一部份，它接受從量測感應轉換器輸出的訊號，以及可能由附屬量測儀器來的訊號，並將之轉換或視須要儲存於記憶體以等待取用。另外，計算器亦得有能力和輔助裝置進行雙向傳遞。

2.1.4 指示裝置 (indicating device)

水量計的一部份，它可以連續顯示或要求時顯示量測結果。

2.2 度量特性 (metrological characteristics)

2.2.1 實際體積(actual volume)

在不考慮所花之時間下，流經水量計之總體積。

2.2.2 器差 (error of indication)

指示體積真減去實際體積所得數值。

2.2.3 相對器差 (relative error of indication)

器差除以實際體積。

2.2.4 公差 (maximum permissible error)

本規範允許水量計相對誤差的極限值。

2.2.5 本質誤差 (intrinsic error)

水量計在基準條件運作時所測得的器差。

- 2.2.6 初始本質誤差 (initial intrinsic error)
水量計在所有各種性能測試之前測得的本質誤差。
- 2.2.7 偏差 (fault)
水量計的器差與本質誤差之間的差異。
- 2.2.8 顯著偏差 (significant fault)
水量計的偏差大於"上流量區段"公差的一半。
- 2.2.9 耐久性 (durability)
水量計經長期(需符合耐久運轉試驗要求)使用仍然可以保持其計量性能的能力。
- 2.2.10 量測條件 (metering conditions)
水體積被量測時的條件，例如水的溫度與壓力。
- 2.2.11 最小分度值(識別刻度間隔) (verification scale interval)
指示裝置第 1 個元件上的最小標度值。
- 2.2.12 指示裝置解析度 (resolution of an indicating device)
指示裝置之指示值可以有意義地區分出的最小差異。
- 2.3 運轉條件 (operating conditions)
- 2.3.1 流量 (flowrate, Q)
流過水量計的實際體積除以對應時間所得到的商數，以每小時立方米(m^3/h)表示。
- 2.3.2 額定運轉條件 (rated operating conditions)
試驗採用的條件，設定影響因子的數量範圍，以要求水量計的器差必須在公差內。
- 2.3.3 常設流量 (permanent flowrate, Q_3)
水量計在額定運轉條件下，可以順利運轉並且在公差內的上限流量。
- 2.3.4 最小流量 (minimum flowrate, Q_1)
水量計在公差內能夠運轉的下限流量。
- 2.3.5 超載流量 (overload flowrate, Q_4)
水量計以超過常設流量進行短期間運轉，而能在公差內的上限流量。在這之後，水量計在額定運轉條件下，必須保有其原先計量性能。
- 2.3.6 分界流量 (transitional flowrate, Q_2)
出現在常設流量 Q_3 及最小流量 Q_1 間的流量值，藉以將流量範圍分為"上流量區段"及"下流量區段"兩個區段，每區段各訂定有公差。
- 2.3.7 最大容許工作壓力 (maximum admissible pressure)
水量計在額定運轉條件下，不會使水量計的計量性能惡化，而且可以長久承受之最高水壓。

2.3.8 壓力損失 (pressure loss, ΔP)

在特定流量時，因管路中存在水量計而引起的壓力損失。最大壓力損失得異於常設流量 Q_3 及超載流量 Q_4 的壓力損失。

2.4 試驗條件 (test conditions)

2.4.1 影響量 (influence quantity)

該量不是待測的量，但會影響量測的結果。

2.4.2 影響因子 (influence factor)

在本規範規定的水量計額定運轉條件中具有影響量者。

2.4.3 擾動 (disturbance)

額定運轉條件並未規定到的影響量，則該影響量便成為擾動。

2.4.4 基準條件 (reference conditions)

影響量的一組基準數值或基準範圍，規定用於水量計的性能測試或量測結果的交互比較。

2.4.5 極限條件 (limiting conditions)

水量計必須承受且不會損害的流量、溫度、壓力、濕度及電磁干擾等極端條件，並且在後續額定運轉條件下，其器差符合本規範要求。

2.4.6 性能試驗 (performance test)

確定受測件是否能達到其預定之各項功能的一種試驗。

2.4.7 耐久性試驗 (endurance test)

確定水量計在一段期間內是否能維持其性能的一種試驗。

2.5 電子及電力設備 (electronic and electrical equipment)

2.5.1 電子裝置 (electronic device)

一種利用電子分裝配及執行特定功能的裝置，此一裝置通常是分離製造的單元並可單獨試驗。

2.5.2 電力供應裝置 (power supply device)

供應電子裝置所需電能的一種裝置，可利用單一或數個交流或直流電源。

3 外觀：水量計應於明顯之處，標示下列事項。

在安裝的正常情況下，至少下列的資訊要以不含糊的，不能拭除的，及清楚易讀的形式記載在水量計的本體上。

3.1 量測單位：立方公尺。

3.2 口徑大小應標示於蓋外表面之中心及水量計側面。

3.3 水流方向 (→)，在本體兩側都加以標示。

3.4 製造廠商的名稱或商標，應標示於水量計側面或指示裝置上。

3.5 型號、器號應標示於明顯處。

- 3.6 水量計之指示範圍（積算最大容量）及數字應標示於指示裝置上。
- 3.7 依據國家法規的型式認證號碼。
- 3.8 檢定合格有效期間，應標示於易見之處。
- 3.9 安裝方向（字母 V 或 H），若水量計僅能在垂直或水平位置運轉時。
- 3.10 水量計之度量等級、 Q_3 、 Q_3/Q_1 、 Q_2/Q_1 的比值（若不等於 1.6）、及壓力損失等級。
- 3.11 最大容許壓力，在超過 1 MPa 時。
 - 裝備有電子裝置的水量計應適當地加註下列事項；
- 3.12 外供電力時：其電壓及頻率。
- 3.13 可替換式電池時：最遲必須更換電池的日期。
- 3.14 非替換式電池時：最遲必須更換水量計的日期。

4 構造

4.1 主要尺度

4.1.1 水量計口徑及外型尺寸，可參考附錄 A 之規定

4.2 水量計的指示裝置應以透明窗來保護，也可使用型式合適且不易鬆動的外蓋以提供額外的保護。

4.3 水量計之指示裝置應符合附錄 B 之規定

4.4 水量計與輔助裝置的規定

4.4.1 電子零件間的連接

量測感應轉換器、計算器及指示裝置之間的電路連接應該要可靠及牢固。

4.4.2 調整裝置

水量計可以具有電子式調整裝置以取代機械式調整裝置。

4.4.3 修正裝置

水量計可以配置修正裝置，並且視之為水量計整合的一部份。在常態運轉時，未修正的體積不應顯示出來。修正裝置的目的是將器差減少到盡可能接近零，並應滿足第 5 節的性能試驗。如果有些參數在修正時必須被用到但是並未被量測，則所有這些參數在量測運轉開始前就都已置入計算器裏。型式認證證書上須描述在檢定修正裝置時，修正動作所須要檢查的參數。

4.4.4 計算器

所有受法定度量衡管制而又必須用在推算指示的參數，例如計算表或修正多項式，必須在量測運轉開始前就都已置入計算器裏。計算器可以配置介面以允許和周邊設備的聯結。當介面在使用時，水量計的硬體和軟體都必須保持正常功能而其度量衡功能不得受到影響。計算器得配置自動讀表系統，其讀表介面單元可以和水量計本體或與水量計的指示裝置部分整合成一體，或採用外加配置的方式，但均應具保護裝置並加以封印。

- 4.5 水量計的感應器具有可動元件，應有濾網裝置。
- 4.6 在低於 Q_1 的情形時，禁止使用加速裝置以提高水量計速度。
- 4.7 水量計如具有指針者，用手輕拉各指針，應不易鬆動。
- 4.8 水量計經檢定封印後，在外部不得有調整器差及歸零功能，若為特殊用途而具有歸零裝置者，在操作時歸零處應歸零，但總累積器不應歸零。
- 4.9 水量計之外殼不得塗蠟、水玻璃或其他止漏材料；水量計外殼必須光滑，不得有凹凸不平、擊傷及修補現象且應預留鉛封位置，以防止水量計或其調整裝置在不經損傷的情況下，得以拆卸或修改。標稱口徑 50 mm 以上大型水量計之外殼內外得塗防銹漆或粉體塗裝。
- 4.10 電子封印裝置
- 4.10.1 在讀取會影響量測結果的參數時，如果未受到機械式封印裝置的保護，則其保護必須充分滿足下列條款：
- (a) 祇有被授權人才能允許接觸，授權方式可以用密碼或是鑰匙之類的特定裝置，如為密碼則須為可變更；以及
 - (b) 應該有能力記錄至少最近一次的介入，該項記錄應包括日期和執行該次介入的被授權人的身份要件。如果後續介入沒有重新寫過，則最近一次介入的可追查性應該至少兩年以上。如果可記錄多筆介入，而且消除先前一筆之後才能登錄新記錄時，被消除者須為最舊的記錄。
- 4.10.2 水量計的零組件可以讓使用者拆卸下而互相更換時，下列條款必須充分達成：
- (a) 經由拆卸點，它不得有可能接觸到會影響量測結果的參數，除非 4.10.1 節的條款規定被充分達成；以及
 - (b) 任何會影響量測結果的外插入裝置，都要用電子及數據處理安全技術加以防制，如果無法達此一要求則須用機械方式。
- 4.10.3 水量計的零組件可以拆卸下而不能互相更換時，4.10.2 節的條款規定應該適用。此外，這類水量計應有某種裝置，以在零組件未依照製造廠商的組態連接時，不允許水量計運轉。

5 性能試驗

5.1 樣品數目

5.1.1 所有水量計

每一種型式認證試驗所須要的完整型水量計或其獨立可分離組件最少樣品數目，依表 1 的規定。

表 1、待測水量計的數目

水表標稱 $Q_3(\text{m}^3/\text{h})$	試驗水量計的最小數
$Q_3 \leq 160$	3
$160 < Q_3 \leq 1600$	2
$1600 < Q_3$	1

5.1.2 附電子裝置之水量計

除了表 1 所列樣品數目外，對於附電子裝置的水量計，須增加 5 個完整型水量計或其獨立可分離組件。

5.2 適用於所有水量計的性能試驗

所有水量計皆須執行的型式認證試驗項目如表 2 所列，試驗應依所列項目順序執行，試驗執行依附錄 C 之規定。

表 2、試驗項目—所有的水量計

試驗項目	說明
1 靜水壓	
2 器差	
5 逆流	
6 壓力損失	
7 流體擾動	
8 不連續流通試驗	限於 $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水量計； 在本試驗之後重新量測器差。
9 連續流通試驗 Q_3	限於 $Q_3 > 16 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水量計； 在本試驗之後重新量測器差。
10 連續流通試驗 Q_4	在本試驗之後重新量測器差。
11 磁場檢驗	限於具有電子組件的所有水量計、配備磁性耦合組件以驅動指示裝置的機械式水量計、或是機械組件可能受外部施加磁場影響的水量計。

5.3 電子式水量計、配置電子裝置的機械式水量計、以及其分離組件

電子式水量計及配置電子裝置的機械式水量計，除須執行表 2 所列的試驗外，尚須執行表 3 所列的性能試驗，其執行得採用任意的順序，試驗執行依附錄 D 之規定。

試驗以另外增加的 5 個完整型水量計或其獨立可分離組件執行，其中一個須依

其環境分類對應的嚴苛度要求，執行表 3 的試驗項目。每一試驗項目皆須通過，並不得以其餘樣本替代。

表 3、性能試驗(影響因素和擾動的施加)

章節	試驗	影響量本質	依環境分類之嚴苛度要求		
			室內固定安裝	室外固定安裝	移動式
1	乾熱(非凝結)	影響因素	55 °C/2 小時	55 °C/2 小時	55 °C/2 小時
2	濕熱循環凝	影響因素	40 °C,93 %, 25 °C,95 %, /2 天	55 °C,93 %, 25 °C,95 %, /2 天	55 °C,93 %, 25 °C,95 %, /2 天
3	電源變動(A.C./D.C)	影響因素	主電源電壓 + 10 %至-15 %	主電源電壓 + 10 %至-15 %	主電源電壓 + 10 %至-15 %
4	短期電力降低	擾動	100 % 電壓中斷 /100 ms 和 50 % 電壓降低/200 ms	100 % 電壓中斷 /100 ms 和 50 % 電壓降低/200 ms	100 % 電壓中斷 /100 ms 和 50 % 電壓降低/200 ms
5	電力叢訊(直/交流電源埠)	擾動	1 kV 或 2 kV	1 kV 或 2 kV	1 kV 或 2 kV
6	靜電放電	擾動	接觸模式 6 kV 空氣模式 8 kV	接觸模式 6 kV 空氣模式 8 kV	接觸模式 6 kV 空氣模式 8 kV
7	電磁耐受性	擾動	場強 10 V/m	場強 10V/m	場強 10 V/m

附件十三、104 年度結案審查委員意見回覆表

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（3/4）

104 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>此第三年度計畫四大分項在技術研發、系統維持與技術推廣與交流等之總計成果，均達成或超過年度設定目標，成果豐碩；另在經費運用上亦符合年度設定預算。以下有兩點一般性建議，供參考：</p>	
<p>1. 此計畫規模廣、細節多，且有多位專家學者之多次審查，而審查意見因為時間關係執行單位於審查會議中有口頭回覆，但事後缺乏書面形式供審查委員參考與追蹤，故建議斟酌建立相關機制。</p>	<p>感謝委員提醒，執行單位於審查後皆會進行修正。未來亦將於會議提供期中審查之審查後辦理情形，以利追蹤。</p>
<p>2. 計畫產出之技術報告有助審查委員更了解執行細節，亦有助技術推廣至產學研界，雖技術報告已公告於中心網頁，惟需付費購買，故建議斟酌相關資訊公開方式(案)。</p>	<p>感謝委員建議，本計畫產出之校正程序(ICT)及系統評估報告(MSVP)主要是售予於 TAF 二級實驗室使用，酌收費用。工研院對於技術資料流通，即使內部同仁要使用也要透過一定申請程序，無法像學術網路般開放，委員如果擬進一步了解某技術資料，敬請先告知，待申請後將資料寄送給委員。</p>
B 委員	
<p>1. 實際執行內容與量化成果大多達成目標，有些項目甚至超出目標，值得肯定。</p>	<p>感謝委員的支持與肯定。</p>
<p>2. 舉辦研討會參加人數比往年少，不知何故？</p>	<p>NML 研討會著重在計量基礎訓練，因此技術領域較專精，受訓之人員受限外，同時也受景氣之影響。計量技術知識擴散為 NML 任務之一，為擴大對國內產業之影響及廣度，NML 另外辦理 8 場免費技術推廣活動，以吸引業界對計量的重視，達人才培訓之效益，與會計 354 廠家 754 人次。</p>
<p>3. 某些重要委員會仍難正式參加，應繼續努力。</p>	<p>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(諮</p>

建 議 事 項	說 明
	<p>詢委員會)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 年度已成功申請成為光輻射諮詢委員會(CCPR)觀察員，2015 年度亦繼續向長度諮詢委員會(CCL)及振動/聲音/超音波諮詢委員會(CCAUV)申請，積極爭取 NML 成為觀察員。亞太計量組織(APMP)部分，獲選擔任下任執行委員會(EC)委員、聲音、超音波及振動領域之技術委員會(TCAUV)主席及流量領域之技術委員會(TCFF)預備主席。感謝委員建議與指導，將持續爭取參與國際活動，以維繫我國品質基磐與國際等同。</p>
<p>4.CMM 校正系統需用至少四部 LaserTRACER，成本會偏。</p>	<p>感謝委員對 CMM 校正系統之關心與重視，在理想的財務條件下，CMM 校正系統需要至少 4 部 LaserTRACER 才能夠在單次量測過程中完成校正作業；在僅有 1 部的狀態下，校正人員經由妥善的量測規劃方案，將量測程序分為 4 次，方能有效完成。本計畫於規劃之初，已考量國家財政條件現況，採用僅利用 1 部 LaserTRACER，亦將 CMM 本身的重複性與結構變異等問題納入評估。本子計畫也同時發展類似的量測儀器 - Laster，希望能夠解決 LaserTRACER 系統成本過高的問題，以利我國產業應用。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>1.本年度量測系統退庫 1 套，請說明該電磁波能量吸收比探頭校正系統退庫後，對廠商之影響為何?</p>	<p>目前國內測試實驗室皆陸續採用瑞士 SPEAG 系統進行 SAR 相關測試，且 SPEAG 系統已將其新一代系統之校正電子檔採軟體加密措施，使各實驗室無法自行將校正數據寫入其系統中，讓系統自動讀取校正所得的修正因子。本系統校正需求偏低，僅提供一家廠商(全國公證檢驗公司)的 IndexSAR 廠牌的 SAR 探頭提供校正服務，迄今並無業者送 SPEAG 的 SAR 探頭至 NML 校正。經詢問曾送校的廠商(全國公證檢驗公司)後，目前該廠商已停止執行 SAR 測試服務，因此 U08 系統停止服務後，並不影響其現有服務內容。其</p>

建議事項	說明
	他廠商一直都是送國外原廠校正，因此也不會受系統停止服務的影響。
2.本年度預期之校正服務收入目標數為 41,090 千元，至 11 月底達成數為 39,317 千元，請說明至年底實際之達成數為何？	本年度至 12 月底校正服務收入實際數為 43,720 千元。
3.本年度完成 4 套擴建系統，請說明該 4 套擴建系統預期之量化效益為何？	本年度完成 4 套擴建系統查驗，量化效益如附件一。
4.報告書之量化成果彙總表中建議加入 102 年及 103 年之成果。	將遵照委員建議辦理。
D 委員	
1.p11，歲入繳庫之專戶利息收入，實際數 73,753 元，未及預算數 200000 元之 40%，雖然數目很少，但請說明當初編列之考量。	專戶利息收入數據乃依主管機管主計處編列執行，至 12 月底實際數 160,923 元。
2.p23，客戶滿意度是否考慮列入 p41 之量化成果彙總表。	透過滿意度調查除瞭解外部客戶的滿意程度之外，另外可作為公司或各部門評估執行績效、改善服務內容、提昇用戶滿意的參考依據。但滿意度受受訪人員當時的心境、背景、感受等等而異，並不是完全客觀的，如以滿意度為 KPI 可能不盡合適。該滿意度調查工作為 NML 及主管機管所重視，一直以來皆列為計畫查核點查核管制，且亦需列為執行報告必要說明之工作。將與主管機關衡量客戶滿意度調查之工作權重，考慮是否列入 KPI 成果。
3.p41，5.量化成果彙總 若能將 10 年來(若已有 10 年)四個分項之 KPI 各子項的目標數(虛線)和達成數(實線)，再另加一項各年度總預算數，繪成一 10 年趨勢圖，對於本案各項成果的管考或許有所助益。	感謝委員建議，NML100 年經費已刪減至運作艱困，感於計量基礎建設之重要性，100 年標檢局召開「國家度量衡標準實驗室發展策略會議」-回復 NML 基本維運經費約 3 億元/年，103 年始回復至 3 億左右，故以 100 年至 104 年為分析之基礎，補充如附件二。
4.p.250，附件一 請說明儀器八-氣動粒徑分析儀-之購置執行情形及其使用狀況。	氣動粒徑分析儀為「高靈敏質量偵測量測技術」之重要研究設備，已於 104 年 7 月完成驗收。沉降微奈米顆粒之前，先經氣動粒徑分析儀以確認微粒之氣動粒徑，經由形貌因子修正後可得到微粒體積，再乘以微粒密度即可估計出單顆微粒之質量。 同時，本氣動粒徑分析儀亦用於開發光學式

建 議 事 項	說 明
	粒子計數器時，驗證大粒徑微粒之散射光強度之用。
E 委員	
1.本計畫研究成果相當豐碩，執行團隊之努力值得肯定。但如果分項二及三能多增加論文以外之量化成果，相信更能符合執行報告第 6 頁所揭露之本計畫目的。	感謝委員指導，除論文產出外，期末報告 p41 量化成果彙總之標準系統建立、專利申請、技術/專利應用件數及簽約數亦為分項二及三之量化成果。
2.初步推算本年度之專利應用每案約創造 372 千元收入，技術授權每案約 127.3 千元收入；建議執行團隊宜積極訂定中長期挑戰目標，並逐年檢視。另依據執行報告第 11 頁附註所載，成果運用繳庫比例為 60%，惟倘以第 17 頁所載數字換算，實際繳庫比例約為 58.79%，此疑義宜請執行團隊補充說明。	感謝委員提醒。於會計作業上，已開發票即認列為收入數，經查附件五、第 261~262 頁，第 5 及 17 項為已開發票(收入數)，但尚未收款，因此無繳庫數，其餘各項已開發票且有收到款的，皆已 60% 比例繳庫。 如以 已繳庫數總和/已開發票(收入數)總和，相除計算會是 58.79%，若以 已繳庫數總和/實際收款數總和，相除則是 60%，無誤。以上，請委員諒察。
3.從滿意度調查回收問卷的統計來看，NML 整體滿意度高達 9.4，顯見各界對執行團隊之認同度相當高。但倘從所發送之 3206 張問卷，僅回收 201 張來看，執行團隊似乎應該要有更積極的作為，方能真正掌握到顧客群的回饋意見。	顧客滿意度調查自發放問卷、電話追蹤問卷至分析完畢，需耗費約二~三個月方能完成。NML 以往採 2 年一次進行調查且以年度抽樣方式為之，回收率可達五成左右。103 年度起主管機關希望每年執行調查並改以 <u>普查方式</u> 為之，問卷乃隨每份校正報告發送，由於部分廠商全年送校不只一件，但多份報告可能只會回填一份問卷，或是一年送校兩次以上，只會回填一次問卷等情況，故以發放問卷數(校正報告數)計算回收率有偏低狀況。若以每年約 850 家廠商送校，回收率約 25% 左右。 未來除發放問卷外，並將增加請技術同仁於拜訪廠商時順道進行當面的滿意度調查，應可更深入了解客戶需求與滿意程度。
4.執行報告第 88 頁所列之顧客技術需求事項，其後續將如何因應，宜請執行團隊補充說明。	已補充說明如附件三。
5.執行報告第 XXXIII 頁之目錄所列“成果說明與檢討”，其相關內容似乎遺漏，請執行團隊釐清。	感謝委員指正。第 XXXIII 頁之目錄所列“成果說明與檢討”頁數非 53 頁，應更正為 51 頁，對應內容之標題應為“成果說明”；有關檢討部分，則於“參、執行績效檢討”，

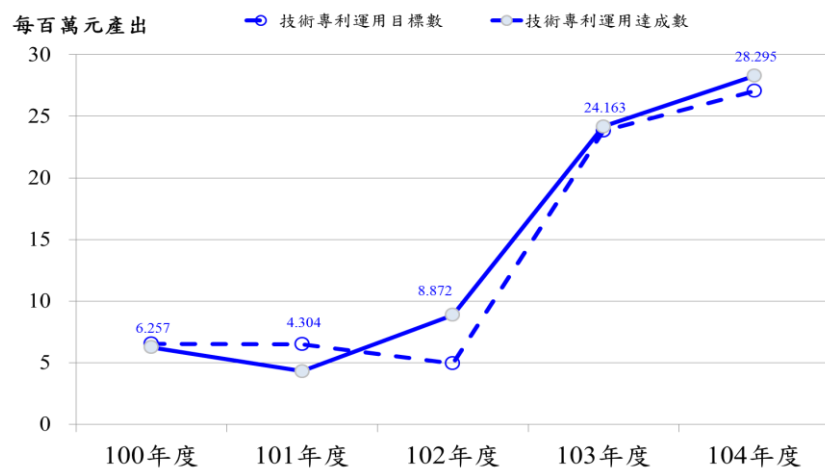
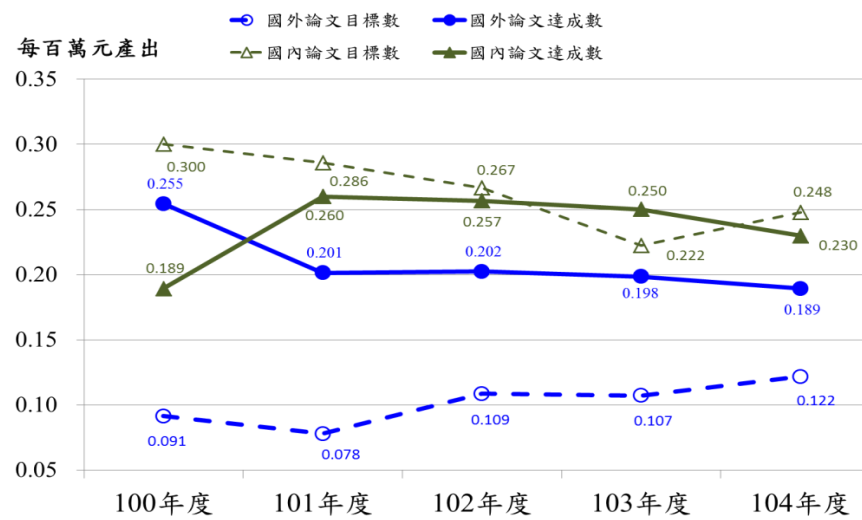
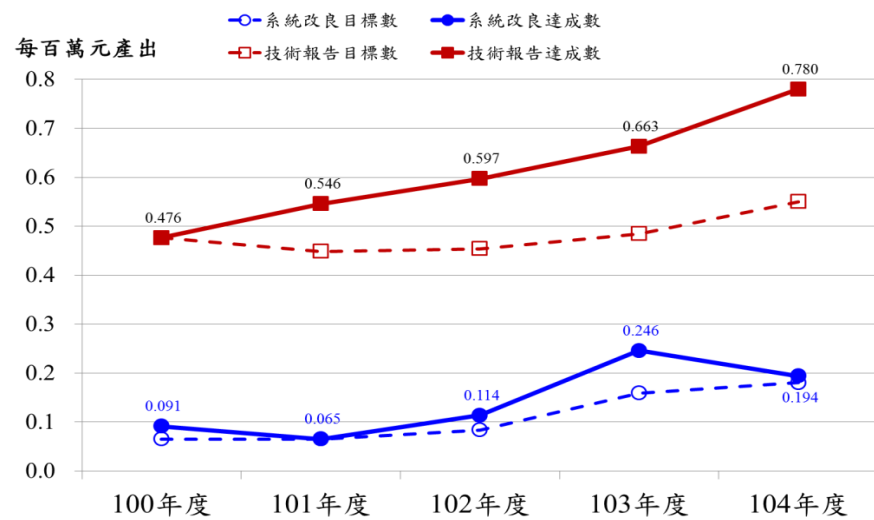
建議事項	說明
	有所論述。
6.執行報告第 XXI 頁所列之計畫間接效益（檢測驗證 600 萬件次以上，每年支援逾百億元之檢測市場），宜請執行團隊補充推估方式。	NML 校正服務對象(實驗室)中有經 TAF 認可的，也有未經 TAF 認可的，此等實驗室之儀器/標準件均會追溯至 NML，依據 TAF 統計其認可實驗室出具之校正/測試報告(不含醫學領域)，99 和 100 年分別為 424 萬及 440 萬份，以此推估 104 年大約出具 500 萬份報告；至於非認可實驗室較難調查，故粗估每年出具約 100 萬份校正/測試報告，合計國內實驗室於 104 年約共出具了至少 600 萬份校正/測試報告，以每份報告 3,000 計算，全年產值至少 180 億元以上(不含醫學領域)。
7.系統設備與環境設施之汰舊換新如為本期計畫之重點工作之一，建議仍宜再既定規劃目標之下，逐年檢視並納入執行報告中清楚交代，俾利主管機關能確實掌握進展。	感謝委員建議，本計畫規劃以十年三期汰換 147 項重要設備，影響逾 88 套系統之品質，104 年完成約 19% 汰換，本期程將完成約 26% 汰換。
主管機關	
1.建議 OIML 之 Recommendation 統一使用「國際規範」一詞。	感謝委員指正，已於新版執行報告中訂正。
2.第 241 頁第 4 行建議修正為「…檢定標尺分度數、檢定標尺分度值、衡器分度值、…」	感謝委員指正，已於新版執行報告中訂正。
3.第 243 頁「標檢局」，請修正為「標準檢驗局」。	感謝委員指正，已於新版執行報告中訂正。
4.第 245 頁圖 4-3-2 之說明(A)內容，請刪除波浪狀底線。	感謝委員指正，已於新版執行報告中訂正。
5.第 245 頁 2.2 節(1)所提靜法碼之吊掛為 50 N，測試範圍卻為 3 N 至 5000N，請說明 3 N 至 50 N 如何執行測試。	感謝委員指正，報告內數字誤植，修正測試範圍為 50 N 至 5000 N。本計畫係利用現在設備進行改裝，以進行程序及相關可行性評估，3 N 至 50 N 執行測試不在年度規劃內，請委員見諒。

意見附件一、擴建系統量化效益說明

代碼	量測系統名稱	服務別	可校正/驗證之儀器/參考物質	服務產業	預估產值與效益
C08	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	原級參考混合氣(標準氣體)供應	質量法高壓混合氣體供應及驗證設備	國內執行車輛排氣分析儀檢定檢查、以及車輛廢氣排放測試之 TAF 認可實驗室	<p>1. 預估該系統年供應驗證量約 20 件，年供應驗證收入約 15 萬元繳庫。</p> <p>2. 以目前國內相關的車輛排氣分析儀檢定檢查及車輛廢氣排放測試之 TAF 認可實驗室共五間，以每間實驗室一年之標準氣體需求量為 5 瓶估算，未來每年標準氣體供應量約為 25 瓶。以國內目前列管的高耗能鍋爐數量超過 400 座來看，以每座每三年需進行氧氣標準氣體更換估算，未來全台每年標準氣體需求量將超過 100 瓶。以每瓶標準氣體約 NT\$ 55,000 元計算，上述標準氣體的年產值約 NT\$ 700 萬元。</p>
C10	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	校正	<p>(1) 氣體濃度稀釋裝置(CO in N₂、CO₂ in N₂、CH₄ in Air、SO₂ in N₂、NO in N₂)</p> <p>(2) 氣體濃度分析設備(C₂H₅OH in Air)</p>	儀器設備供應商(如科榮、大翰)及二級校正/環檢驗證實驗室、政府環保相關單位(如環保署監資處品保室)	<p>1. 預估該系統年校正量約 20 件，年校正收入約 NT\$ 400 仟元繳庫。</p> <p>2. 氣體濃度稀釋裝置校正服務：全台灣環保署轄下約 74 個空品站，每一站次空品站一年之校正需求為 1 台，此外，國內執行環境監測、以及固定污染源排放檢測之 TAF 認可實驗室及環境檢驗實驗室，共有 35 間。全台約 74 個空品測站以及 35 間實驗室，汰換之稀釋裝置以每台 NT\$ 50 萬元計算，影響產值超過</p>

代碼	量測系統名稱	服務別	可校正/驗證之儀器/參考物質	服務產業	預估產值與效益
					5,450 萬元。 3. 酒精分析儀或偵測器校正服務：標準檢驗局制訂公告之「呼氣酒精測試器及分析儀檢定檢查技術規範」(CNMV 126)為呼氣酒精測試器性能檢定之主要依據的技術標準。呼氣酒精測試器售價約 NT\$ 13 萬元/台，呼氣酒精分析儀售價約 NT\$ 25 萬元/台，以總數 4,000 台計算，影響產值超過 5.5 億元。
E18	單相交流電功率量測系統	校正	單相/三相之交流電功率源	提供電力相關產業單相/三相之交流電功率/電能校正服務，包括供電業者(台電)、電度表代施檢定機構(台灣大電力、艾爾)、TAF 二級校正實驗室(標檢局、台灣電檢中心、量測科技、制宜、太一、儀寶、宇正...)、電度表製造商(大同、中興電工、玖鼎...)、電力儀器製造廠商(祥正、明緯、博計、士林電機、致茂、東元電機...)及電力檢校實驗室(福爾、台灣德國萊因實驗室、工研院...)。	1. 預估 E18、E19、E20、E26 等電力系統年校正量共約 60 件，年校正收入約 100 萬元繳庫。(E20 及 E26 為 104 年擴建，105 年 1 月將辦理查驗，四套系統一起提供服務) 2. 完善電度表檢定之電力標準追溯，確保電度表的準確度。民國 104 年經濟部標準檢驗局公開招標案委託代施電度表及變比器檢定金額約為 1.43 億元。而電度表檢定的準確性將關係著全台約 134 萬用電戶之 6324 億電費(103 年)的交易正確性。 3. 提供電度表製造商電力標準追溯，以目前台電已完成的智慧電表(電度表)採購標案為例，高壓表(約 2.4 萬具)的標案金額約 5 億元，低壓表(1 萬具)的標案金額約 2.4 億元。
E19	單相交流電能量測系統		單相/三相之交流電功率源表		
E20	三相交流電功率量測系統		單相/三相之交流電能表		
E26	三相交流電能量測系統				

意見附件二、五年成果產出成效



重點成果目標數	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度
標準系統改良/再評估(項)	10	10	17	40	40
國內論文發表(篇)	46	44	54	56	55
國外論文發表(篇)	14	12	22	27	27
技術報告(含ICT/MSVP撰寫修訂)	73	69	92	122	122
國際比對(項)	8	6	8	8	8
技術/專利運用簽約數(仟元)	1,000	1,000	1,000	6,000	6,000
重點成果實際數	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度
標準系統改良/再評估(項)	14	10	23	62	43
國內論文發表(篇)	29	40	52	63	51
國外論文發表(篇)	39	31	41	50	42
技術報告(含ICT/MSVP撰寫修訂)	73	84	121	167	173
國際比對(項)	9	12	13	12	9
技術/專利運用簽約數(仟元)	959	662	1,797	6,087	6,276

意見附件三、顧客技術需求事項評估資料

系統名稱/代號	顧客名稱	技術需求事項	NML 評估結果
直流電阻系統 (E13)	財團法人台灣電子檢測中心 (ETC)	<ul style="list-style-type: none"> 目前為 10 進位校正能量，建議提供 1 進位的能量範圍。 	<ul style="list-style-type: none"> 已規劃 105 年度系統精進/改良計畫中，進行 1 ohm ~ 100 kohm 非十進點電阻值校正方法建立與其不確定度評估。
風速校正系統 (F10)	量測科技股份有限公司中區服務部	<ul style="list-style-type: none"> 除了風速計之外，也能針對風量計的校正進行規劃，主要客戶在半導體廠房業者。 	<ul style="list-style-type: none"> 目前詢問風量計校正廠商並不多，已針對風量計的校正方法進行文件資料搜集，將再評估是否建置相關系統。
線刻度校正系統 (D05)	源台精密科技股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 影像長行程的校正服務能量建議擴充範圍至 1 米至 2 米。 對於超過 1 m 之影像機台，無適當標準件可用來驗證機台量測能力，是否 NML 能協助提供長行程機台量測能力驗證方法。 	<ul style="list-style-type: none"> 目前 NML 並無大尺寸二維機台能量(1 米至 2 米)(現有能量 400 mm×400 mm)，且業界在實務上也無大範圍標準件。CMM 校正系統經查驗後，可應用於大尺寸二維機台校正。
氣壓量測系統 (P04)	則葳實業有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 應考量重力場強度技術能量，滿足追溯需求。 	<ul style="list-style-type: none"> 重力場非本系統量測範圍，已告知可以量測的單位。
振動比較校正系統 (V02)	德凱宜特股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 應考量建立振動衝擊 10000 g 之校正能量，此範圍需求的客戶為蘋果供應鏈廠商/MEMS， 公司須定期由 Dekra 進行評鑑，Dekra 建議聲學量測儀器也應送校，但目前 NML 提供業界均為壓力場校正結果，希望 NML 可以建立自由場校正系統，滿足需求。 	<ul style="list-style-type: none"> 衝擊校正目前可提供約 1000 g 能量，105 年 V03 系統設備更新後可達 2000 g。因 5000 g 高衝擊校正使用不同方法，後續會再評估建立之可行性。 NML 已可提供麥克風自由場互換法的校正。
膜厚度量測校正系統 (D22)	新唐科技股份有限公司	<ul style="list-style-type: none"> 希望可以提供光阻型/金屬成分標準片的檢測。 	<ul style="list-style-type: none"> 因光阻型/金屬成分標準片的檢測方法，與現行系統之量測方式不同，目前僅可提供氧化矽標準片校正，未來待需求量較大時，再評估建立此技術。

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※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	5	23	1	19	5	53	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	107	151	132	71	103	564	盧奕銘	※		104年完成設備汰換之採購，105進行精進改良
			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	180	196	182	192	211	961	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※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	180	196	182	192	211	961	郭淑芬			
4	麥克風自由場靈敏度互換校正系統	A04	IEC 61094-1[7.1]之二分之一英吋 (13.2 mm)麥克風 校正頻率範圍為1000 Hz至20000 Hz	0.15 dB ~ 0.16 dB[p=95%,k=2.00]	訊號量測系統,發射元件/前置放大器,訊號調製放大器,大氣壓力計,電子式溫濕度計,麥克風定位裝置	103.08.11	v		電容式麥克風 (符合IEC 61094-1 LS2P)	-	-	-	-	4	4	郭淑芬	△	104年1月規費公告後,開放服務。	
5	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	64	83	98	102	117	464	蕭仁明			
6	磁通量測系統	B02	0.0001 Wb ~ 10 Wb	<0.02% [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	15	14	10	11	10	60	蕭仁明			
7	低磁場量測系統	B03	1 mT ~ 50 mT: 1 μT 至 1 mT 磁場範圍:0.500mG~70.00mG,頻率範圍:1kHz~400kHz 磁通密度值 (RMS 值) 範圍: 0.5 μT ~ 50 μT 頻率範圍: 50 Hz ~ 1000 Hz	0.0061 mT 至 0.19 mT [p=95%,k=2.00] 0.026 μT 至 3.7 μT [p=95%,k=1.98] 0.42% [p=95%,k=2.00] < 6.6×10 ⁻² μT [p=95%,k=1.98]	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	76	116	134	139	156	621	蕭仁明			

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
8	黏度計量測系統	C01	1 mPa.s~2×10 ⁵ mPa.s	4×10 ⁻³ mPa.s ~ 1×10 ³ mPas (組合標準不確定度、不含待校件) [p=95%,k=2.00]	標準黏度液、溫度計	80.06.30	v		旋轉式黏度計	12	13	16	13	12	66	葉明泓	◎		
9	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	(1)CO : (1000 ~ 200000) μmol/mol (2)CO ₂ : (1000 ~ 300000) μmol/mol (3)CH ₄ : (1000 ~ 100000) μmol/mol (4)C ₃ H ₈ : (1000 ~ 50000) μmol/mol (5)O ₂ (1000 ~ 250000) μmol/mol	(6~120)μmol/mol [p=95%,k=2.00]	具追溯性氣體參考物質	83.10.26	V		氣瓶氣體	9	4	11	10	27	61	林承翰 劉信旺	◎		
			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 ~ 4.3 μmol/mol [p=95%,k=2.00]	具追溯性氣體參考物質				氣瓶氣體										
			NO in N ₂ NO: (50至100) μmol/mol NO in N ₂ NO: (100至1000) μmol/mol NO in N ₂ NO: (300至2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ SO ₂ : (50至500) μmol/mol SO ₂ in N ₂ SO ₂ : (300至2000) μmol/mol	0.89 μmol/mol 2.2 μmol/mol 7.9 μmol/mol 0.82 μmol/mol 6.6 μmol/mol [p=95%,k=2.00]	具追溯性氣體參考物質				氣瓶氣體										

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
9 接上頁	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	CO : 10 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol CO ₂ : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol CH ₄ : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol C ₃ H ₈ : 100 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol	CO : 0.08 μmol/mol CO ₂ : 1.1 μmol/mol CH ₄ : 0.9 μmol/mol C ₃ H ₈ : 1.0 μmol/mol [p=95%,k=2.00]					氣瓶氣體							◎			
10	氣體量測系統	C07	CO、CO ₂ 、CH ₄ 、C ₃ H ₈ 分流率0% ~ 100%	0.5% ~ 0.7% [p=95%,k=2.78]	高精密氣體分析儀	84.08.10	V	氣體分流器	30	42	46	48	63	229	李嘉真	◎			
			(1)CO in N ₂ : (0.0 to 0.1) mol/mol (2)CO ₂ in N ₂ : (0 to 1) mmol/mol (3)CH ₄ in N ₂ : (0 to 100) %LEL; (0.00 to 0.05) mol/mol (4)C ₃ H ₈ in N ₂ : (0 to 100) %LEL; (0.00 to 0.02) mol/mol	(1)2 μmol/mol (2)6 μmol/mol (3)0.1 %LEL; 59 mol/mol (4)0.1 %LEL; 26 μmol/mol [p=95%,k=2.00]	氣體切割器			氣體分析儀，氣體警報器											

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
11	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	<p>濃度範圍：</p> <p>(1) CO in N₂ : (1 to 100) μmol/mol, (> 0.1 to 100) mmol/mol</p> <p>(2) CO₂ in N₂ : (100 to 1000) μmol/mol, (> 1 to 160) mmol/mol</p> <p>(3) CH₄ in N₂ : (100 to 1000) μmol/mol, (> 1 to 100) mmol/mol</p> <p>(4) C₃H₈ in N₂ : (0.1 to 50) mmol/mol</p> <p>(5) CF₄ in N₂ : (100 to 3000) μmol/mol</p> <p>(6) SF₆ in N₂ : (10 to 1000) μmol/mol</p> <p>(7) NO in N₂ : (50 to 2000) μmol/mol</p> <p>(8) SO₂ in N₂ : (50 to 2000) μmol/mol</p> <p>(9) O₂ in N₂ : (1 to 10) μmol/mol, (1 to 10) mmol/mol, (> 10 to 250) mmol/mol</p> <p>(10) CH₄ in air (1 to 20) mmol/mol</p>	<p>相對擴充不確定度 (Ur) :</p> <p>(1) (0.5 to 2.0) %, (0.2 to 1.0) %</p> <p>(2) (0.2 to 1.2) %, (0.1 to 0.8) %</p> <p>(3) (0.2 to 1.0) %, (0.1 to 0.8) %</p> <p>(4) (0.5 to 1.0) %</p> <p>(5) (0.3 to 1.0) %</p> <p>(6) (0.5 to 1.5) %</p> <p>(7) (0.8 to 2.0) %</p> <p>(8) (0.5 to 1.5) %</p> <p>(9) (1.5 to 3.0) %, (0.5 to 1.5) %, (0.3 to 1.0) %</p> <p>(10) (0.3 to 0.8) % [p=95%,k=2]</p>	標準法碼	83.10.26	v	原級氣體標準參考物質	21	18	27	92	65	223	鄭瑞翔	◎		<p>主要對內提供標準氣源，配合104年認證，103年大量配置氣體供化學其他系統追溯使用，故該年校正量增多。104則恢復往年供應情形。104年擴建部分，已完成查驗，105年1月將提供服務。</p>	
			<p>濃度範圍:</p> <p>(1)CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CO: (5 to 40) mmol/mol CO₂: (50 to 160) mmol/mol C₃H₈: (100 to 1600) μmol/mol</p> <p>(2)O₂ in N₂ : (10 to 250) mmol/mol</p>	<p>相對擴充不確定度(Ur):</p> <p>(1)CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CO: (0.2 to 0.8) % CO₂: (0.1 to 0.5) % C₃H₈: (0.5 to 1.0) %</p> <p>(2)O₂ in N₂ : (0.3 to 1.0) % [p=95%,k=2]</p>															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
12	低碳能源氣體濃度量測系統	C09	CH4 (0.1至95) cmol/mol C2H6 (0.1至10) cmol/mol C3H8 (0.1至10) cmol/mol iso-C4H10 (0.01至1.0) cmol/mol n-C4H10 (0.01至1.0) cmol/mol iso-C5H12 (0.01至0.3) cmol/mol neo-C5H12 (0.01至0.2) cmol/mol n-C6H14 (0.01至0.1) cmol/mol N2 (0.01至50) cmol/mol CO2 (0.01至20) cmol/mol	0.00013 cmol/mol ~ 0.18 cmol/mol [p=95%,k=2]	合成天然氣	102.05.24	v		合成天然氣	-	-	4	4	25	33	黃焜坤	◎		
			CO2: (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol CO2: (1.0至16.0) × 10 ⁻² mol/mol CH4: (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol CH4: (1.0至10.0) × 10 ⁻² mol/mol C3H8: (0.1至1.0) × 10 ⁻² mol/mol C3H8: (1.0至5.0) × 10 ⁻² mol/mol	0.5 % ~ 1.0 % [p=95%,k=2]	雙成份分氣體 (CH4 in N2, C3H8 in N2, CO2 in N3)		雙成份分氣體 (CH4 in N2, C3H8 in N2, CO2 in N3)												

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
13	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	校正濃度範圍 (μmol/mol): CO ₂ in N ₂ : (50至5000) μmol/mol CO in N ₂ : (1至100) μmol/mol CH ₄ in air: (1000至20000) μmol/mol 稀釋分率 (%): CO ₂ 、CO、CH ₄ : 0至100	0.03 % 0.02 % 0.15 % [p=95%,k=2]	CO in N ₂ , CO ₂ in N ₂ , CH ₄ in Air	103.12.18	v		氣體濃度稀釋裝置 (CO in N ₂ , CO ₂ in N ₂ , CH ₄ in Air)	-	-	-	-	3	3	張君綾	◎		103年完成新建，104年開放服務。104年擴建部分，已完成查驗，105年1月提供服務。
			C ₂ H ₅ OH in Air 0至1200 μmol/mol	3 μmol/mol [p=95%,k=2]	C ₂ H ₅ OH in Air				氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH in Air)										
			校正濃度範圍 (μmol/mol): NO: 50至2000 1至50 SO ₂ : 50至2000 1至50 稀釋分率 (%): NO: 0至100 SO ₂ : 0至100	0.26 % 0.11 % 0.13 % 0.048 % [p=95%,k=2]	NO in N ₂ , SO ₂ in N ₂ ,				氣體濃度稀釋裝置 (NO in N ₂ , SO ₂ in N ₂)										
14	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 $[(39)^2+(0.5L)^2]^{0.5}$ nm 陶瓷 $[(39)^2+(0.6L)^2]^{0.5}$ nm 碳化鎢 $[(40)^2+(0.8L)^2]^{0.5}$ nm 碳化鎢 $[(40)^2+(1.9L)^2]^{0.5}$ 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	19	24	19	29	114	張明偉			

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
15	塊規干涉校正系統	D02	0.5 mm~100 mm 等級為00級、K級、0級之公制矩形塊規	鋼質 $[(39)^2+(0.5L)^2]^{0.5}$ nm 陶瓷 $[(39)^2+(0.6L)^2]^{0.5}$ nm 碳化鎢 $[(40)^2+(0.8L)^2]^{0.5}$ nm 碳化鎢 $[(40)^2+(1.9L)^2]^{0.5}$ nm L為以mm為單位之塊規標稱長度值。 [p=95%,k=1.98]	塊規干涉儀, 塊規	82.07.20	v		塊規	3	0	2	3	1	9	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。
16	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	12	32	11	35	108	金瑞熙			
			1 mm ~ 20 mm	$[(0.013 D)^2 + (0.12)^2 + (2.26S/6^{0.5})^2]^{0.5}$ (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	$2[(0.088)^2 + (1.36E-3L)^2]^{0.5}$ μm l為塞規外徑尺寸, 單位為 mm [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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※ 比對△	備註說明
							是	否											
17	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	$U=(2.16)[(u^2(S_E)+u_A^2+(u_B \cdot L)^2)]^{1/2}$ nm 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	139	138	126	107	77	587	蔡錦隆		※	104年度進行系統改良, 曾暫停服務6個月。
18	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°	$U=(2.01)[(0.027")^2+(uGAGE/2.37)^2+S^2/6]^1/2$ [p=95%,k=2.01]	自動視準儀, 角度塊規	79.04.12	v		角度塊規	0	5	2	4	2	13	張威政		※	
19	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	5	7	5	12	3	32	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]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
20	小角度校正系統	D08	(1) $\theta = 0 \sim \pm 6'$, 電子水平儀解析度為0.2"; (2) $\theta = 0 \sim \pm 1'$, 電子水平儀解析度為1"; (3) $\theta = 0 \sim \pm 1'$, 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: $X = (\text{各校正點聯合樣本標準差})/2$ [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	21	22	25	31	29	128	張威政			
21	直角度校正系統	D09	直角規之高度 ≤ 600 mm	$U = (1.98)[(0.136)^2 + S^2]^{0.5}$ [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)	37	24	0	33	18	112	黃煌琦			
22	真圓度量測系統	D12	真圓度標準件 $0 \sim 2 \mu\text{m}$	$0.015 \mu\text{m}$ [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	5	16	16	11	13	61	蔡錦隆			
			$(0.001 \sim 2) \text{mm}$	$U = [4.79^2 + (67R)^2 + (2.14ss)^2]^{0.5}$ 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]															
			$(0 \sim 2) \mu\text{m}$	$0.015 \mu\text{m}$ [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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
23	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 nm [$p=95\%$, $k=1.98$]	表面粗度量測儀, 圓弧粗度量測儀, 表面粗度量測標準片	76.04.28	v		表面粗糙度標準片	39	47	40	48	64	238	蔡錦隆			
24	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 [$p=95\%$, $k=1.98$]	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	13	19	14	10	14	70	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
25	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, 多目標準儀	15	21	17	13	16	82	李瓊武			
26	穩頻雷射校正系統	D16	474 THz (或 633 nm)	20 kHz[p=95%,k=2.00]	穩頻氦氖雷射, 頻率計數器, 頻譜分析儀	102.03.20	v		穩頻雷射	19	18	19	17	17	90	劉子安			
			波長633 nm (或頻率474 THz)	$U_r=1.96/tL \cdot [580^2 + (S/\sqrt{256})^2]^{0.5}$ [p=95%,k=1.96]	鈷原子鐘	84.08.28			穩頻氦氖雷射										
27	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	2	26	27	33	0	88	張威政			104年3月起因元件故障, 暫停服務, 進行維修精進中。
			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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
28	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	30	50	38	51	57	226	張威政			104年8月故障，暫停提服務至105年1月	
			0 mm ~ 15 mm(解析度0.2 μm)	0.34 μm(解析度0.2 μm)															
			0 mm ~ 30 mm(解析度0.1 μm)	0.46 μm(解析度0.1 μm)															
			0 mm ~ 30 mm(解析度1.0 μm)	0.73 μm(解析度1.0 μm)															
			0 mm ~ 60 mm(解析度0.1 μm)	0.81 μm(解析度0.1 μm)[p=95%,k=1.96]															
			溫度：空氣感測計 15~35°C、物質感測計 15~35°C, 濕度：40~80 %RH, 壓力：800~1150 mbar	溫度：空氣感測器0.15 °C、物質感測器0.13 °C, 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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
29	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			線距(Pitch),光柵線距標準片						潘善鵬			因雷射繞射儀控制器故障，自104年4月~10月暫停服務，但AFM仍對外服務。	
			280 nm ~ 10 μm	$U = k \left[(1.69E-6 P)^2 + (8.42E-6 \cot \theta)^2 + (\delta_r)^2 + (S/\sqrt{3})^2 \right]^{0.5}$ P：線距量測值；單位為 nm θ：角度量測值；單位為 rad δr：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	11		11	12	13	11	58					
			Z 軸量測範圍: 100 nm to 6 μm XY 軸量測範圍: 70 μm × 70 μm	$U = 2.10 \left[(1.31 \times 10^{-4} Y_m)^2 + 0.1008^2 \right]^{0.5} [p=95\%, k=2.1]$															
			階高之量測範圍：20 nm 至 100 nm 最大量測區域：60 μm × 60 μm	$U = 2.21 \left[(0.018 \text{ nm})^2 + (u_e)^2 + (u_{rep})^2 + (1.39 \times 10^{-5} \text{ nm})^2 + (4.92 \times 10^{-7} L_x)^2 \right]^{0.5} [p=95\%, k=2.21]$															
			線寬 50 nm ~ 1000 nm	$U = 2.14 \left[1.67^2 + (X1/\sqrt{5})^2 + (0.5 \% / \sqrt{3} * L)^2 + (X2)^2 \right]^{0.5} [p=95\%, k=2.14]$	線距標準片	102.02.21		線寬標準片											

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
30	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 [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	24	60	7	11	6	108	彭淼祥			因二級校正實驗室家數增加，其能量不足的部分，才會送校NML，因此近3年校正量減少。	
31	階高校正系統	D21	0.01 μm 至100 μm	A.0.01 μm 至3 μm [$(3)^2+(1.2D)^2+(0.6\Delta D)^2$] ^{0.5} nm，其中D為以mm為單位之階高量測值，ΔD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，σD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	144	123	163	154	164	748	蔡錦隆	◎			

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
31 接上頁	階高校正系統	D21	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σD為以nm為單位之重複量測之標準差。 [p=95%,k=1.98]	穩頻雷射	94.05.02	v		階高標準片	144	123	163	154	164	748	蔡錦隆			
32	薄膜量測系統	D22	10 nm 至 200 nm	0.11 nm [p=95%,k=2.00]	橢圓偏光儀	91.08.01	v	二氧化矽薄膜標準片	61	96	91	121	84	453	陳國棟	※	104年進行系統改良		
			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 2 cm	0.3 nm [p=95%,k=2]															
33	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	17	32	15	31	38	133	唐忠基				
			125mm, 150mm, 175mm, 200mm, 250mm, 300mm, 400mm, 500mm, 600mm	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 m [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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明	
							是	否												
34	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~10mm。	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	1	1	3	3	2	10	劉子安				
35	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	$[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ $[(0.63)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ $[(0.77)^2 + (1.66L)^2]^{0.5} \mu\text{m}$ [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	11	19	17	19	27	93	唐忠基				
36	奈米粒徑量測系統	D26	20 nm - 1000 nm	4.5 nm至57 nm [p=95%,k=2.13~2.57]	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	12	20	30	17	23	102	翁漢甫				
			100 nm至500 nm	2.5 nm [p=95%,k=2.1]																
			20 nm至500 nm	U(20 nm ≤ D ≤ 250 nm)=1.3 nm U(250 nm < D < 350 nm)=(0.013×D) nm U(350 nm ≤ D ≤ 500 nm)=(0.026×D) 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/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																102.02.21
			-75 mV 至 75 mV		2.7 mV [p=95%,k=2.14]	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
37	奈米粒子功能性量測系統	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	100.04.25	v		表面奈米微粒粒徑	1	3	6	6	3	19	余大昌			104年9月25日獲局同意系統更名。
38	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	-	5	7	9	11	32	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]															
39	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	6	8	15	71	陳士芳	※	104年進行系統改良	
40	直流1~10 V 量測系統	E03	1 V, 1.018 V, 10 V	0.3 μ 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	16	19	16	19	12	82	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
41	直流電壓量測系統	E04	1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 100V, 1000 V	$0.7\text{mV/V}, 0.07\text{mV/V}, 7\mu\text{V/V}, 0.8\mu\text{V/V}, 0.4\mu\text{V/V}, 0.8\mu\text{V/V}, 6\mu\text{V/V}[p=95\%,k=2.00]$	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	92	99	102	113	94	500	陳士芳			
42	直流高壓量測系統	E05	1 kV ~ 200 kV	$U_r = 0.01\% [p=95\%,k=2.00]$	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	39	51	45	45	47	227	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
43	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	75	94	84	105	88	446	陳坤龍			
44	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,變比器匝數比測試儀,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	47	55	47	54	48	251	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
45	直流微電流量測系統	E08	10 pA, 100 pA, 1 nA 10 nA, 100 nA, 1 μA	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	12	9	12	11	9	53	蕭仁鑑			
46	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 μA 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	108	142	112	132	113	607	陳溢寶			
47	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	10	15	18	23	20	86	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
48	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	85	104	95	101	102	487	蔡琬如		△	
49	比流器量測系統	E12	比流器量測範圍： 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	64	85	57	60	85	351	蕭仁鑑			標準件追溯, 暫停服務4個月。

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
50	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	68	83	66	76	83	376	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]															
51	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	34	30	32	31	30	157	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
52	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	2 μ F/F, 0.9 μ F/F, 0.7 μ F/F, 1.2 μ 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	58	47	75	58	64	302	程郁娟				
			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) 0.001 μ F, (2) 0.01 μ F, (3) 0.1 μ F, (4) 1 μ F	四端點對(1) 30 μ F/F, (2) 30 μ F/F, (3) 70 μ F/F 兩端點(1) 0.56 μ F/F, (2) 60 μ F/F, (3) 30 μ F/F, (4) 70 μ F/F [p=95%,k=1.97~2.78]															
			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 校正頻率：100 kHz、1 MHz。 電容值範圍：1 pF、10 pF、100 pF、1000 pF。 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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
53	標準電感量測系統	E16	(1)100Hz,100 μ H, (2)100Hz,1mH, (3)100Hz,10mH, (4)100Hz,100mH, (5)100Hz,1H, (6)100Hz,10H (7)1kHz,100 μ 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	35	35	58	43	52	223	程郁娟			104年完成設備採購	
54	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 (1)單相有效/無效電功率 電壓 (110 V 、 220 V 、 480 V) 電流 (10 mA 、 100 mA 、 1 A 、 5 A 、 10 A 、 50 A 、 80 A) 功率因數 (1 、 0.5 Lead / Lag) 頻率 (50 Hz 、 60 Hz) (2)電壓(諧波/基波)比/電壓(諧波/基波)比 電壓 (110 V 、 220 V) 、 電流 (1 A 、 2 A 、 5 A 、 10 A) (諧波/基波)比設定 (2 % 、 10 %) 頻率 (50 Hz 、 60 Hz)	0.1 mW/VA [p=95%,k=2.00] (1) 80 μ W/VA 、 210 μ W/VA 90 μ var/VA 、 220 μ var/VA (2)350 μ V/V 、 650 μ V/V 260 μ A/A 、 490 μ A/A [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	33	27	31	32	146	陳溢寶			104年完成擴建查驗,105年1月將開放服務。	

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
55	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	10	9	7	8	7	41	陳溢寶			104年完成擴建查驗,105年1月將開放服務。	
			(1)單相有效/無效電功率 電壓 (110 V、220 V、480 V) 電流 (10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A) 功率因數 (1、0.5 Lead/Lag) 頻率 (50 Hz、60 Hz)	單相有效電功率 240 μ Wh/Vah 100 μ Wh/Vah 110 μ Wh/Vah 單相無效電功率 240 μ varh/Vah 100 μ varh/Vah 110 μ varh/Vah [p=95%,k=2.00]															
56	三相交流電能量測系統	E20	單相有效/無效電功率 電壓 (110 V、220 V、480 V) 電流 (0.01 A、0.1 A、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A) 頻率 (50 Hz、60 Hz)	0.24、0.10 mWh/VAh [p=95%,k=2.00]	電功率校正器,三相瓦時計,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	7	11	7	7	7	39	蔡琬如			104年完成擴建,105.1月將完成查驗並開放服務。	
57	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	3	3	4	4	18	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
58	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	2	1	1	6	蔡琇如			
59	量化霍爾電阻量測系統	E24	1 k Ω	0.08 μ Ω / Ω [p=95%,k=2]	氮3、氮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	2	2	1	1	2	8	陳士芳			
60	直流大電阻量測系統	E25	標準電阻器 100 k Ω 、1 M Ω 、10 M Ω 、100 M Ω 電阻器、多功能校正器及十進電阻器 100 k Ω 、1 M Ω 、10 M Ω 、100 M Ω 多功能電表 1 Ω 、10 Ω 、100 Ω 、1 k Ω 、10 k Ω 、100 k Ω 、1 M Ω 、10 M Ω 、100 M Ω	相對擴充不確定度 直流電阻器：6 m Ω / Ω 、8 m Ω / Ω 、11 m Ω / Ω 、9 m Ω / Ω 多功能電表、多功能校正器、十進電阻器：6 m Ω / Ω 、9 m Ω / Ω 、13 m Ω / Ω 、16 m Ω / Ω 多功能電表：8 m Ω / Ω 、1.2 m Ω / Ω 、0.3 m Ω / Ω 、0.4 m Ω / Ω 、0.6 m Ω / Ω 、6 m Ω / Ω 、9 m Ω / Ω 、13 m Ω / Ω 、18 m Ω / 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	71	72	66	79	58	346	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
61	三相交流電功率量測系統	E26	電壓: 110 V / 220 V / 480 V 電流: 0.01 A / 0.1 A / 1 A / 5 A / 10 A / 50 A / 80 A 頻率: 50 / 60 Hz 功率因數: 1.0、0.5 Lead, 0.5Lag、0 Lead, 0 Lag、0.866 Lead, 0.866 Lag	0.21 mW/VA 70 μ W/VA 0.21 mvar/VA 70 μ var/VA [p=95%,k=2.20]	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	2	4	2	7	4	19	蔡琇如			104年完成擴建，105年1月將完成查驗並開放服務。
62	片電阻校正系統	E27	0.15 Ω ~ 4000 Ω	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	20	29	40	28	30	147	蔡琇如			
63	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：Ur=0.55 μ F/F ~ 0.58 μ F/F 1592 Hz：Ur=0.20 μ F/F ~ 0.25 μ F/F； [p=95%,k=1.96]	標準電容 Standard capacitor 1000pF	94.05.02	v		標準電容	10	10	2	12	4	38	林文淇			原級系統，提供內部追溯。
64	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	0	1	1	1	1	4	林文淇				
			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]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
65	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: 6 m ³ /h至480 m ³ /h 質量流率: 6000 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	質量量測: $U_{CMC,m} = 0.04\% \cdot U_{Base,m} = 0.04\%$ 、 $k_{CMC} = 2.01$; 體積量測: $U_{CMC,v} = 0.04\% \cdot U_{Base,v} = 0.04\%$ 、 $k_{CMC} = 2.01$; 質量流量量測: $U_{CMC,qm} = 0.05\% \cdot U_{Base,qm} = 0.05\%$ 、 $k_{CMC} = 1.98$; 體積流量量測: $U_{CMC,qv} = 0.05\% \cdot U_{Base,qv} = 0.05\%$ 、 $k_{CMC} = 1.98$; 流速量測: $U_{CMC,v} = 0.5\%$ 、 $U_{Base,v} = 0.5\%$ 、 $k_{CMC} = 1.96$ 。 $u_{rep,BED} : 0.0005\%$ [p=95%,k=2.01,1.98,1.96]	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	56	63	70	42	29	260	何宜霖	◎		103年進行系統改良,校正受影響

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
66	小水流量校正系統	F02	溫度: 10 °C 至 45 °C ; 壓力: 0 kPa 至 500 kPa ; 體積流量: 0.12 m ³ /h 至 42 m ³ /h ; 質量流量: 120 kg/h 至 42000 kg/h ; 量測體積: 0.02 m ³ 至 0.6 m ³ ; 量測質量: 20 kg 至 600 kg ; 流速: 0.1 m/s 至 10 m/s 。	流率 100 L/min 至 700 L/min , 使用稱重 550 kg 進行評估 : 質量量測 : UCMC,m = 0.03 % 、 UBase,m = 0.03 % 、 k _{CMC} = 2.08 ; 體積量測 : UCMC,V = 0.03 % 、 UBase,V = 0.03 % 、 k _{CMC} = 2.08 ; 質量流量量測 : UCMC,qm = 0.04 % 、 UBase,qm = 0.04 % 、 k _{CMC} = 1.98 ; 體積流量量測 : UCMC,qv = 0.04 % 、 UBase,qv = 0.04 % 、 k _{CMC} = 1.98 ; 流速量測 : UCMC,v = 1.0 % 、 UBase,v = 1.0 % 、 k _{CMC} = 1.96 。 urep,BED : 0.005 % 。	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	46	46	46	46	40	224	江俊霖		※	104年度進行系統改良	

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
66 接上頁	小水流量校正系統	F02	溫度: 10 °C至45 °C ; 壓力: 0 kPa至500 kPa ; 體積流率: 0.12 m ³ /h至42 m ³ /h ; 質量流率: 120 kg/h至42000 kg/h ; 量測體積: 0.02 m ³ 至0.6 m ³ ; 量測質量: 20 kg至600 kg ; 流速: 0.1 m/s至10 m/s 。	流率2 L/min至10 L/min , 使用稱重20 kg進行評估 ; 質量量測 : UCMC,m = 0.06 % 、UBase,m = 0.06 % 、kCMC = 1.98 ; 體積量測 : UCMC,V = 0.06 % 、UBase,V = 0.06 % 、kCMC = 1.98 ; 質量流量量測 : UCMC,qm = 0.06 % 、UBase,qm = 0.06 % 、kCMC = 1.98 ; 體積流量量測 : UCMC,qv = 0.06 % 、UBase,qv = 0.06 % 、kCMC = 1.98 ; 流速量測 : UCMC,v = 1.0 % 、UBase,v = 1.0 % 、kCMC = 1.96 % 。 urep,BED : 0.005 % 。	壓力計 ,溫度計 ,液位計 ,渦輪式流量計 ,稱重平台	85.03.01	v	否	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	46	46	46	46	40	224	江俊霖		※	104年度進行系統改良
67	低黏度油流量校正系統	F03	流量計口徑: 250 mm及以下 溫度: 15 °C至45 °C 壓力: 0 kPa至490 kPa (0 kgf/cm ² 至5 kgf/cm ²) 黏度: 2.6 mm ² /s至4.8 mm ² /s (2.6 cSt至4.8 cSt) 體積流率: 3.6 m ³ /h至360 m ³ /h (60 L/min至6000 L/min) 質量流率: 50 kg/min至1800 kg/min 量測質量: 375 kg至6000 kg 量測體積: 0.47 m ³ 至7.47 m ³	$U_r = 0.046$ 、 0.026 、 0.05 、 0.04% [p=95%,k=1.97~2.09]	溫度轉換器 , 壓力傳訊器 , 正位式流量計 , 稱重平台	84.12.14	v	否	正位式流量計 , 渦輪式流量計 , 質量式流量計	28	36	24	33	26	260	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
68	高黏度油流量校正系統	F04	流量計口徑：250 mm及以下 溫度：15 °C至45 °C 壓力：0 kPa至490 kPa (0 kgf/cm ² 至5 kgf/cm ²) 黏度：37 mm ² /s至150 mm ² /s (37 cSt至150 cSt) 體積流率：3.6 m ³ /h至360 m ³ /h (60 L/min至6000 L/min) 質量流率：50 kg/min至1800 kg/min 量測質量：375 kg至6000 kg 量測體積：0.43 m ³ 至6.93 m ³	0.044、0.026、0.05、0.04% [p=95%,k=1.98~2.09]	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	13	7	5	8	41	陳逸正	◎		
69	高壓氣體流量系統	F05	體積流率範圍：(15 至 12000) m ³ /h (101.325 kPa, 23°C 狀態下) 質量流率範圍：(18 至 14000) kg/h 噴嘴上游壓力範圍：(5 至 60) bar 溫度範圍：常溫 校正使用流體：空氣	20 %最大流率以下 U_f : 0.102、0.104、0.124、0.130 % 20 %最大流率以上 U_f : 0.092、0.094、0.116、0.124 % [p=95%,k=1.96~1.98]	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	60	73	62	28	38	261	王文彬		※	104年完成設備汰換採購,105年系統改良	
			體積流率範圍：(15 至 18000) m ³ /h (101.325 kPa, 23 °C 狀態下) 質量流率範圍：(18 至 14000) kg/h 流量計壓力範圍：(0 至 60) bar 溫度範圍：常溫 校正使用流體：空氣	0.176、0.183、0.184 % [p=95%,k=1.97, 2.00, 2.01]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
70	低壓氣體流量校正系統(管式校正器)	F06	2 cm ³ /min 至 24 L/min	0.11 % (以評估出來的最大值表示) [p=95%,k=1.97]	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	96	93	113	80	115	497	林文地	◎	※	104年進行系統精進
			環境溫度: 22 °C 至 24 °C。 MOLBLOC/MOLBOX1 上游壓力: 350 kPa。 MOLBLOC/MOLBOX1 流率: 2 cm ³ /min至24 L/min。	0.13, 0.14% [p=95%,k=1.97,1.98]															
71	低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)	F07	Bell Prover 1090 : (40~100) L/min Bell Prover 1093 : (20~1000) L/min	Bell Prover 1090 : 0.16 % Bell Prover 1093 : 0.12 % [p=95%,k=1.97,1.98]	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	52	61	58	33	52	256	林文地	◎		
			4~100 L/min	0.15% [p=95%,k=2.0]															
72	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	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	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	55	53	89	56	62	315	林文地	◎		
			20~1000 L/min 體積流率範圍: (6.5至1000) L/min 噴嘴上游壓力範圍: (150至650) kPa 溫度範圍: (21.5至24.5) °C 氣體種類: 乾燥空氣	0.10% [p=95%,K=2.00] Ur 體積流率6.5 L/min至100 L/min : 0.17、0.18% 體積流率100 L/min至1000 L/min : 0.13、0.14% [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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※ 比對△	備註說明
							是	否											
73	風速校正系統	F10	風速範圍：(0.2至25) m/s 溫度範圍：常溫 校正使用流體：空氣	Ur=0.10 % [p=95%,k=2.23]	標準轉盤	94.05.02	v		風速計	29	42	26	37	43	177	陳建源	◎	※	104年完成設備汰換採購，105年系統改良。
			風速計風速範圍：0.2 m/s至25 m/s 溫度範圍：常溫 校正使用氣體：空氣	風洞 (r ≤ 40) mm 截面範圍：U _{CMC} = 0.53 % 風洞 (r ≤ 70) mm 截面範圍：U _{CMC} = 0.75 % [p=95%,k=2.07,2.06]	LDV 雷射都卜勒風速儀														
74	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 μL/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：1 kPa 至 200 kPa 流體：純水	Ur = 0.2 % 至 2.8 % [p=95%,k=1.99 ~ 2.45]	秤重器、E2法碼	95.01.16	v		微流量計	3	7	5	4	10	29	蔡昆志	◎		

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
75	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、氫氣、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。	$U_r = 0.10$ %[p=95%,k=1.96, 20.2]	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	41	54	郭景宜	◎		
			工作流率：(0.04至300) L/min。 被校件工作壓力：(70至1000) kPa。 環境條件：(23.0 ± 1.5) °C。	U_r 體積流率：0.12 % 質量流率：0.21 % %[p=95%,k=1.96]															
			工作流率：(0.04至300) L/min 被校流量計工作壓力：(70至1000) kPa 環境條件：(23.0 ± 1.5) °C	$U_{CMC} = 0.13$ %[p=95%,k=1.96]															
76	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	87	112	94	85	98	476	郭昇宗	◎			
			相對濕度:10 %~98 % , 露點:-27 °C ~68 °C , 溫度:0 °C ~69.5 °C	相對濕度: 0.07 %~0.40 % , 露點:0.054 °C ~0.071 °C , 溫度:0.064 °C ~0.12 °C , [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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
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)1.83*10 ⁻² ~1.78*10 ¹ Pa (3)1.78*10 ¹ ~1.77*10 ³ Pa[p=95%,k=1.96 ~ 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	56	74	65	63	56	314	潘小晞	◎		
			(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)1.83*10 ⁻² ~1.78*10 ¹ Pa (3)1.78*10 ¹ ~1.77*10 ³ Pa[p=95%,k=1.96 ~ 1.98]															
78	動態膨脹法真空量測系統	L02	(1)4.44×10 ⁻⁶ ~8.06×10 ⁻³ Pa(LEYBOLD IM 520) (2)6×10 ⁻⁴ ~2 Pa(MKS SRG: 20546G)	(1)3.27×10 ⁻⁷ ~5.03×10 ⁻⁴ Pa(LEYBOLD IM 520) (2)1.76×10 ⁻⁵ ~5.85×10 ⁻² Pa(MKS SRG: 20546G) [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	17	16	21	17	9	80	潘小晞			二級實驗室能力提升,部分廠商轉送該處,因此校正件減少
			10 ⁻⁴ Pa~ 10 ⁻¹ Pa	1.0 % ~ 2.9 % [p=95%,k=2.23 ~ 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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
79	小質量量測系統	M01	500 g 200 g 100 g 50 g 20 g 10 g 5 g 2 g 1 g 500 mg 200 mg 100 mg 50 mg 20 mg 10 mg 5 mg 2 mg 1 mg	0.018 mg 0.010 0.0071 0.0019 0.0011 0.0010 0.0009 0.00014 0.00013 0.00022 0.00017 0.00015 0.00009 0.00009 0.00019 0.00015 0.00014[p=95%,k=1.97,1.97,1.97,1.97,1.97,1.97,2.05,2.07,2.31,2.27,2.21,1.97,1.97,1.97,2.37,2.21,2.17]	質量比較儀, 法碼	74.04.23	v		法碼	88	66	58	48	67	327	段靜芬	◎	△	
80	公斤質量量測系統	M02	1 kg	31 μg [p=95%,k=2]	質量比較儀, 法碼	76.4.23	v		法碼	2	7	4	5	11	29	林以青	◎		原級系統, 提供M01及M03兩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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
81	大質量量測系統	M03	50 kg~1000 kg	1.04 g ~ 4.01 g [p=95%,k=1.96 ~ 1.98]	等臂天平,荷重元式質量比較儀,法碼	84.01.27	v	法碼	28	48	8	3	61	148	段靜芬	◎	△	10 kg以下能量老舊102年暫停服務,103年進行汰換,104年恢復收件。	
			1 kg,2 kg,5 kg,10 kg	0.17, 0.88, 1.7, 3.3 mg[p=95%,k=1.96]															
82	固體(標準法碼)密度量測系統	M05	(100、200、500、1000) g	17、8.6、3.6、2.2 kg/m ³ [p=95%,k=1.96]	法碼	95.11.22	v	法碼密度	0	8	2	4	8	22	林以青	◎		原級系統,提供M01系統之標準件追溯。	
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,其擴充不確定度為0.01 kgf。 (b)在(500~5000) kgf範圍,其相對擴充不確定度為各2.0E-5。 [p=95%,k=2.00]	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	48	58	41	47	54	248	陳生瑞	◎			
84	靜法碼量測系統(二)	N02	5 kgf~500 kgf (50 N~5000 N)	U _r = 2.0E-05 [p=95%,k=2.00]	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	40	47	39	44	44	214	陳生瑞	◎			
85	力量比較校正系統(一)	N03	100 kN~2000 kN	U _r = 4.3E-04 [p=95%,k=2.00]	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	21	26	26	20	22	115	陳其潭	◎	△	104年系統精進	

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
86	力量比較校正系統(二)	N04	50 kN~500 kN	$U_r = 2.4E-4$ [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	58	63	68	61	85	335	陳其潭	◎		依10年校正量, 最大最小變動幅度約40件。
			10 kN~200 kN	$U_r = 1.6E-4$ [p=95%,k=2.00]															
87	力量比較校正系統(三)	N05	5 kN~50 kN	$U_r = 1.9 \times 10^{-4}$ [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	2	5	5	5	7	24	陳其潭	◎		
88	洛氏及表面洛氏硬度原級標準機系統	N06	HRA ≥ 70, HRB ≥ 50, 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	32	44	33	57	71	237	陳秋賢	◎		
89	維克氏硬度原級標準系統	N07	100 HV ~ 900 HV	$U_r = 3.0 \%$ [p=95%,k=2.00]	維克氏硬度原級標準機	91.09.01	v		維克氏硬度塊	3	12	6	7	14	42	潘小晞	◎		
90	顯微維克氏硬度標準系統	N08	100 HV~900 HV	U_r 6.1 % 5.3 % 4.9 % 4.7 % 4.6 % 4.5 % [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	10	22	15	20	22	89	潘小晞	◎		
91	500 N靜法碼機系統	N09	10 N ~ 500 N	$U_r = 2.0E-5$ [p=95%,k=2.00]	法碼	94.05.02	v		荷重元、檢力環、環式動力計、拉力計	1	4	4	2	9	20	陳秋賢	◎		觀10年之量, 最高達到7件。
92	奈米壓痕量測系統	N10	力量範圍為0.5 mN至10 mN; 位移範圍為50 nm至300 nm	壓痕硬度: 2.7 % 減縮模數: 3.1 % [p=95%,k=2.00]	奈米壓痕標準機	94.11.03	v		奈米壓痕硬度標準塊、複合模數	5	11	16	13	17	62	吳忠霖	◎		
93	力量比較校正系統(四)	N11	(1) 0.1 mm ≤ 測長 ≤ 50 mm (2) 10 mN ≤ 力量 ≤ 200 mN	$U_r = 3.1 \%$ [p=95%,k=2.00]	法碼	97/03/07	v		線材料(楊氏係數量測)、力量傳感器	2	4	5	6	6	23	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※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	69	95	91	76	74	405	陳政憲	※	104年進行系統改良		
			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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
95	分光輻射量測系統	O03	波長：250 nm至2500 nm。 分光輻射照度：0.01 mW/(m ² ×nm)至240 mW/(m ² ×nm)	250 nm， $U_r=9.7\%$ 255 nm， $U_r=5.1\%$ 255 < $\lambda \leq 265$ ， $U_r=4.5\%$ 265 < $\lambda \leq 300$ ， $U_r=3.6\%$ 300 < $\lambda \leq 335$ ， $U_r=3.0\%$ 335 < $\lambda \leq 375$ ， $U_r=2.0\%$ 375 < $\lambda \leq 490$ ， $U_r=1.5\%$ 490 < $\lambda \leq 630$ ， $U_r=1.0\%$ 630 < $\lambda \leq 820$ ， $U_r=1.5\%$ 820 < $\lambda \leq 1030$ ， $U_r=2.0\%$ 1030 < $\lambda \leq 1340$ ， $U_r=2.5\%$ 1340 < $\lambda \leq 1770$ ， $U_r=3.0\%$ 1770 < $\lambda \leq 2160$ ， $U_r=3.5\%$ 2160 < $\lambda \leq 2500$ ， $U_r=4.0\%$ [p=95%,k=1.96~2.26]	分光輻射儀，偵測器，直流電源供應器，微電流計，直流電阻器，電腦，信號擷取及放大器，分光輻射照度標準燈	79.08.14	v	分光輻射照度標準光源	141	224	140	133	129	1405	蕭金釵				

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
95 接上頁	分光輻射量測系統	003	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 $U_r=2.5\% \sim 3.0\%$ B.亮度 $U_r=1.5\%$ C.色度 $U(x, y, u, v)=(0.0011, 0.0009, 0.0004, 0.0004)$ D.色溫 $U=13$ $K[p=95\%, k=1.96 \sim 1.97]$	分光輻射儀, 直流電源供應器, 微電流計, 電腦, 分光輻射亮度標準燈	79.08.14	v		亮度計, 分光輻射儀, 分光輻射亮度標準光源, 亮度標準光源, 亮度色度計	141	224	140	133			蕭金釵		※	
			(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: $U_r=0.51\% \text{ to } 4.5\%$ (2)視效函數光偵測器: $U = 0.0006 \text{ to } 0.013[p=95\%, k=1.96 \sim 1.97]$					矽光偵測器, 視效函數光偵測器, 鍺光偵測器, 砷化鎵網光偵測器										
			(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: $U_r=0.51\% \text{ to } 4.5\%$ (2)視效函數光偵測器: $U = 0.0006 \text{ to } 0.013[p=95\%, k=1.96]$	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, 氦氖雷射光學組件, 分光輻射標準燈				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										

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
96	色度量測系統	005	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=1.97~2.00] (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]	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	73	77	117	98	118	483	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
96 接上頁	色度量測系統	O05	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	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	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	73	77	117	98	118	483	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明	
							是	否												
96 接上頁	色度量測系統	005	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]	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		反射標準片	73	77	117	98	118	483	劉玟君				
			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]					穿透濾片											
97	絕對輻射量測系統	006	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	88	95	90	79	78	430	于學玲		△		
			波長範圍: 300nm~9000 nm,絕對輻射: 6μ 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]																
			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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※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	1	3	4	于學玲		△	
			輻射功率之量測範圍由10 μW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)	6	11	16	12	19	64	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	0	0	1	1	1	3	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
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		-	-	10	18	15	43	吳貴能				
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	61	54	49	50	44	258	吳國真	◎			
			(1 ~ 120) kPa	0.31 Pa~2.3Pa 含待校件 $U_r = 2.1 \times 10^{-5}$ $m^2/m^2[p=95\%,k=2.00]$															
			0 kPa ~ 700 kPa	(1)絕對壓力量測: 0.028 kPa (2)錶示壓力量測: 0.022 kPa (3)壓力轉換器 0.032 kPa (4)汞柱壓力計 0.086 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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
103	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 $\times 10^{-5}$ 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 $\times 10^{-5}$ 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： 0.026 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	29	28	22	30	31	140	洪溱川	◎			
			2.8 MPa~28Mpa	相對擴充不確定度經評估後為： 3.3 $\times 10^{-5}$ 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 $\times 10^{-5}$ 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]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
103 接上頁	油壓量測系統	P03	14 MPa 至280 Mpa	$U_r = 6.0E-05 \text{ Pa/Pa}$ 活塞壓力計6.2E-05 m2/m2 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]	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	29	28	22	30	31	140	洪濠川	◎			
			2.8 MPa 至28 Mpa	$U_r = 2.8E-05 \text{ Pa/Pa}$ 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]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
104	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} (Pa / Pa) 絕對壓力之相對擴充不確定度： 3.4×10^{-5} (Pa / Pa) 待校件為活塞壓力計之最佳校正能力： $3.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{m}^2$ 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, 微差壓力計, 汞柱壓力計, 無液大氣壓力計, 大氣壓力計, 差壓計	100	96	85	89	97	467	劉力維	◎	※		
			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]															
			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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
104 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，差壓計	100	96	85	89	97	467	劉力維	◎	※	104年完成設備汰換採購，105年系統改良。
			40 kPa ~ 700 kPa	錶示壓力 $U_r = 1.7 \text{ E-}05$ kPa / kPa 絕對壓力 $U_r = 2.3\text{E-}05$ kPa / kPa 待校件為活塞壓力計 $U_r = 2.0\text{E-}05 \text{ m}^2/\text{m}^2$ 待校件為壓力錶(數位與類比式) 0.014 kPa [p=95%,k=2.00]															
105	雷射干涉式微壓原級標準	P06	0 Pa ~ 10 kPa	0.0019 kPa [p=95%,k=2]	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、壓力轉轉換器、電容式真空計及熱電偶真空計	5	10	11	12	16	54	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
106	輻射溫度計量測系統	T01	(800~900)°C (>900~1000)°C (>1000~1100)°C (>1100~1200)°C (>1200~1300)°C (>1300~1400)°C (>1400~1500)°C	2 °C 3 °C 2 °C 3 °C 3 °C 4 °C 5 °C [p=95%,k=1.96~1.97]	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	23	11	70	11	33	148	柯心怡	◎	△	102年因支援執行機場防疫工作,校正量較要往年多。
			銀定點(961.78°C) 銅定點(1084.62°C)	0.3°C 0.4°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]															
107	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	11	18	14	15	1	59	柯心怡	◎	104.1規費公告後,熱電偶溫度計比較式校正該部分停止服務。	
			定點: Ga(29.7646 °C),錫Sn(231.928 °C), 鋅Zn(419.527 °C), 鋁Al(660.323 °C), 銀Ag(961.78 °C)	擴充不確定度: (1)定點: Ga(0.16 °C),錫Sn(0.12 °C), 鋅Zn(0.10 °C), 鋁Al(0.08 °C), 銀Ag(0.08 °C) [p=95%,k=1.96]															
108	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	87	132	110	127	122	578	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
109	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, 銻凝固點：1.8 mK, 鎵熔點：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, 鎵熔點維持裝置, 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, 銻凝固點囊, 鎵熔點囊, 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)	12	18	15	12	13	70	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
110	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=2.0]	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	26	36	35	32	47	176	林文琪				
			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														

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
111	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] (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	29	25	36	18	21	129	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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
112	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：11 % (1.1 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	70	68	74	75	78	365	劉家維		※	104年系統精進
			(2) 頻率範圍：1 GHz 至 8 GHz，最大電場強度範圍：100 V/m	(2)相對擴充不確定度：11 % (1.1 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 % (1.2 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]															
113	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	2	1	2	5	劉家維			104年9月23獲局同意，待105年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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
114	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	7	4	4	5	11	31	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]															
115	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	90	89	78	66	44	367	崔廣義		※	104年度進行系統改良	
			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]															

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	100年度	101年度	102年度	103年度	104年度	小計	負責人	第三者認證◎	改良/設備汰換※比對△	備註說明
							是	否											
116	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	13	16	11	14	64	陳俊凱			
117	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	71	69	49	68	69	326	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]															
118	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	0	1	2	1	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 ※:本年度進行系統改善者 △:本年度進行國際比對者 - :表未建置,無校正件										4139	4903	4629	4546	5542	23759				

105.1.3製表

●U08於104年9月23獲局同意停止服務,待105年規費公告後正式停止服務。

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	
系統代碼	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	C01	C03	C07	
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	麥克風自由場靈敏度互換校正系統	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	
系統類別(原級、次級、其他)	原級	其他	次級	原級	原級	次級	次級	其他	次級	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	103.08.11	81.12.28	82.09.15	82.04.19	80.06.30	83.10.26	84.08.10	
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	電容式麥克風(符合IEC 61094-1 LS2P)	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	
FY100系統服務次數	5	107	180	-	64	15	76	12	9	30	
FY101系統服務次數	23	151	196	-	83	14	116	13	4	42	
FY102系統服務次數	1	132	182	-	98	10	134	16	11	46	
FY103系統服務次數	19	71	192	-	102	11	139	13	10	48	
FY104系統服務次數	5	103	211	4	117	10	156	12	27	63	
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	
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)	11	113	193	4	93	12	125	14	13	46
	未來業界需求量	10	87	210	-	131	9	180	14	25	68
移轉分析	擴充二級實驗室能量或可提昇其技術										
	維持成本(仟元)										
	校正收費										
移轉分析	提供服務之實驗室數量及校正需求量										
	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

11 C08	12 C09	13 C10	14 D01	15 D02	16 D03	17 D05	18 D06	19 D07	20 D08	21 D09	22 D12	23 D13
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	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	塊規比較校正系統	塊規干涉校正系統	端點尺寸量測系統	線刻度校正系統	角度塊規校正系統	大角度校正系統	小角度校正系統	直角度校正系統	真圓度量測系統	表面粗糙度量測系統
原級	次級	次級	次級	原級	次級	原級	次級	次級	次級	次級	次級	次級
83.10.26	102.05.24	103.12.18	76.04.26	82.07.20	76.04.22	83.07.27	79.04.12	84.06.30	76.05.31	82.07.10	76.04.19	76.04.28
原級氣體標準參考物質	合成天然氣濃度、雙成份氣體濃度	氣體濃度稀釋裝置 (CO in N ₂ , CO ₂ in N ₂ , CH ₄ in Air) 氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH in Air)	塊規	塊規	長塊規、塞規、環規	銅直尺、標準玻璃尺、標準刻度尺	角度塊規	方規、分度盤、多邊規	自動視準儀、小角度產生器、電子水平儀	角尺、圓柱型直角量規、直角量規	真圓度標準件、真圓度倍率標準件	表面粗糙度標準片
21	-	-	23	3	18	139	0	5	21	37	5	39
18	-	-	19	0	12	138	5	7	22	24	16	47
27	4	-	24	2	32	126	2	5	25	0	16	40
92	4	-	19	3	11	107	4	12	31	33	11	48
65	25	3	29	1	35	77	2	3	29	18	13	64
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
45	11	3	23	2	22	118	3	7	26	23	13	48
94	32	-	27	2	32	71	4	7	34	14	16	63

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

50 E13	51 E14	52 E15	53 E16	54 E18	55 E19	56 E20	57 E21	58 E23	59 E24	60 E25	61 E26
直流電阻量測系統	直流高電阻量測系統	標準電容量測系統	標準電感量測系統	單相交流電功率量測系統	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
次級	次級	次級	次級	次級	次級	次級	次級	次級	原級	次級	次級
76.04.30	76.04.30	79.04.09	76.03.03	76.04.22	76.04.30	82.04.24	76.04.23	84.06.30	84.06.30	86.06.23	90.10.01
多功能數位電表、多功能校正器、數位微電阻表...	電阻校正器、複式標準電阻器、十進電阻器...	標準電容器、LCR測試器、超精密電容電橋...	標準電感器、十進電感器、LCR測試器	瓦特轉換器、交流電功率校正器、電力分析儀...	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
68	34	58	35	23	10	7	4	1	2	71	2
83	30	47	35	33	9	11	3	1	2	72	4
66	32	75	58	27	7	7	3	2	1	66	2
76	31	58	43	31	8	7	4	1	1	79	7
83	30	64	52	32	7	7	4	1	2	58	4
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
76	32	61	45	30	9	8	4	2	2	70	4
83	30	68	58	34	7	7	4	2	2	64	6

國家度量衡標準實驗室系統整合評估說明

88 N06	89 N07	90 N08	91 N09	92 N10	93 N11	94 O02	95 O03	96 O05	97 O06	98 O07	99 O08	100 O09
洛氏及表面洛氏硬度標準系統	維克氏硬度標準系統	顯微維克氏硬度標準系統	500 N靜法碼機系統	奈米壓痕量測系統	力量比較校正系統(四)	全光通量量測系統	分光輻射量測系統	色度量測系統	絕對輻射量測系統	低溫絕對輻射量測系統	霧度量測系統	光散射量測系統
原級	原級	原級	其他	原級	次級	次級	其他	次級	原級	原級	原級	原級
86.06.30	91.09.01	92.10.08	94.05.02	94.11.03	97.03.07	82.06.10	79.08.14	83.01.10	82.10.31	94.08.02	96.06.28	98.01.16
標準硬度片、洛氏及表面洛氏硬度塊	維克氏硬度塊	顯微維克氏硬度標準機	荷重元、檢力環、環式動力計、拉力計	奈米壓痕硬度標準塊、複合模數	線材料(楊氏係數量測)、力量傳感器	光澤計、光澤度標準板、光通量標準燈	亮度計、分光輻射標準光源、彩色分析儀...	色板、白板	光強度標準燈、光功率計	矽或鍺光偵測器之絕對分光光軸射功率響應	霧度標準片 (ASTM D1003, JIS K7105) (ISO 13468, JIS K7361) (ISO 14782, JIS K7136)	標準白板
32	3	10	1	5	2	69	141	73	88	0	6	0
44	12	22	4	11	4	95	224	77	95	0	11	0
33	6	15	4	16	5	91	140	117	90	0	16	1
57	7	20	2	13	6	76	133	98	79	1	12	1
71	14	22	9	17	6	74	129	118	78	3	19	1
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
48	9	18	4	13	5	81	154	97	86	1	13	1
75	14	25	9	21	8	79	119	130	76	3	21	2

