經濟部

一〇五年十一月出版

標準與檢驗

198

雙月刊

本期專題

AMI Zigbee互通性檢測平台介紹・
CNS 15016-1雷射產品測試簡介・

Bureau of Standards, Metrology and Inspection

「計量學習服務網」

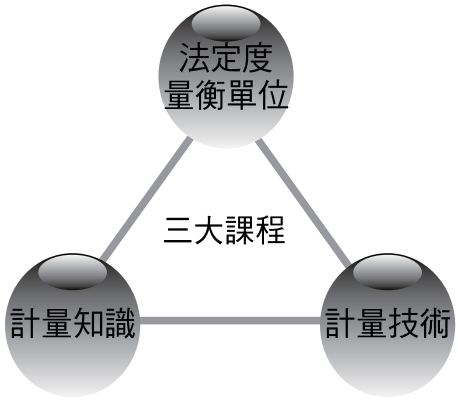
學習專業零時差

計量是科技的基礎。現在只要透過搜尋引擎，打入「計量學習」關鍵字，就可進入經濟部標準檢驗局「計量學習服務網」，輕鬆在家學習計量領域的知識、技術。

三大課程類別，滿足各階段的學習需求

法定度量衡單位：以動畫、遊戲及串流課程，培養民眾正確的法定度量衡單位概念，最適合全家一同學習。

計量知識：凡是工業工程等相關科系之在學青年或有志於從事計量相關行業的民眾，都可藉由此系列課程，隨地充實計量領域基礎知識。



計量技術：特為計量技術人員發展的課程，藉由講師的引導，讓學習者也能透過網路，更加瞭解校正實務及度量衡器之專業技術。

計量學習服務網 https://metrology.bsmi.gov.tw/

經濟部標準檢驗局「計量學習服務網」
專線客服電話: 02-66088668#5

標準與檢驗

雙月刊

一〇五年十一月出版

198 期

中華民國八十八年一月二十六日創刊

標準與檢驗雜誌，內容廣泛，資料豐富
是一份為工商界及消費者服務而辦的刊物
有經濟方面的專題，工商實務的報導
檢驗、品保、標準與量測等資訊
是工商界必備的參考資料
是消費指南的權威刊物
我們竭誠歡迎各界人士給
我們批評、指教、投稿

標準與檢驗

198 雙月刊

一〇五年十一月出版

發 行 人 劉明忠

發 行 者 經濟部標準檢驗局

總 編 輯 莊素琴

編輯委員 林傳偉、倪士瑋、林輝壎、陳秀女、賴俊杰
謝翰璋、吳鉅生、林炳壽、姜季鴻、楊秀丹
趙克強、陳麗美、劉秉沅、王俊超

發 行 所 經濟部標準檢驗局
地址：臺北市濟南路一段4號
電話：(02) 2343-1805
(02) 2343-1700~2
(02) 2343-1704~6

設計印刷 社團法人中華民國領航弱勢
族群創業暨就業發展協會
地址：108臺北市萬華區西園路2段261巷
12弄44號 1 樓
電話：(02) 2309-3138

標準與檢驗雙月刊
GPN 481050028

著作權利管理資訊：本局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求本局同意或書面授權。

目 錄

專題報導

1 AMI Zigbee互通性檢測平台介紹
■ 謝群相、林明山

25 CNS 15016-1雷射產品測試簡介
■ 朱耀中

檢驗技術

31 家電產品電磁干擾濾波器之特性與設計原理介紹
■ 林昆平、陳怡鈞、許勝詮、廖國勝

41 小型風力發電機控制模組設計驗證動態模擬分析-以Matlab結合FAST方法分析
■ 鐘榮欽、陳啟瑞

61 產業用防護頭盔衝擊吸收性試驗之量測不確定度分析
■ 林士正

廣角鏡

68 國際單位制的沿革與現況
■ 陳兩興

80 膜式氣量計音速噴嘴檢定系統評估與驗證
■ 林文地、王文彬

WTO/TBT通知文件

95 WTO/TBT 重要通知
■ 第五組

CONTENTS

新聞報導

99 「第17屆全國標準化獎頒獎典禮」隆重登場 標準檢驗局推動標準化成果斐然

100 標準檢驗局與美國在臺協會（AIT）合作，辦理「臺美消費品安全研討會」及「臺美水五金產品法規研討會」，促進臺美雙方產品安全，保護消費者及廠商權益，共創雙贏

101 針對「IKEA」有翻倒安全疑慮之抽屜櫃，標準檢驗局再次呼籲消費者應儘速聯繫IKEA將商品上牆固定或退貨

商品知識網系列

103 電鐵板燒器選購與使用指南
- 林昆平、蔡孟廷、鄭智瀚

108 一般室內照明用燈具選購與使用指南
- 林昆平、蔡孟廷、蔡孟伃

120 寢具選購與使用指南
- 宋志堅

動態報導

122 105年「自行車國家標準推廣說明會」紀要
- 陳正崑

123 105年「外銷水產品衛生管理法規教育訓練」紀要
- 皇甫建安

124 「電機類應施檢驗商品增加RoHS『含有標示』檢驗標準說明會」紀要
- 龍威丞

126 「衡器原理、校正及相關國際規範介紹訓練」紀要
- 蕭銓聖

127 「消費品安全：您出口到美國的產品可能在美國海關被攔截的主要原因研討會」紀要
- 曹碩修

129 「臺美水五金產品法規研討會」紀要
- 查全淑

經濟部標準檢驗局商品安全諮詢中心

將告訴你

1. 國家標準、國際標準及正字標記等相關業務查詢。
2. 化工、機械、電機、及電子等應施檢驗商品品目、檢驗方式等業務查詢。
3. 化工、機械、電機、及電子等應施檢驗商品型式試驗業務查詢。
4. 應施檢驗商品申請免驗條件查詢。
5. 檢舉違規商品、回收瑕疵商品訊息諮詢。
6. 管理系統驗證業務諮詢。
7. 法定度量衡器檢定、檢查、校正及糾紛鑑定等業務查詢。
8. 其他 (含民眾抱怨、申訴或非本局主管業務)。

聯絡資訊

- 電話：0800-007-123
- 傳真：(02)2321-1950
- 服務時間：週一～週五
  08:30～12:30
  13:30～17:30

AMI Zigbee互通性檢測平台介紹

謝群相／財團法人台灣電子檢驗中心副工程師
林明山／標準局第六組技士

摘　要

智慧型電表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)主要是由智慧型電表（Smart Meter）、通訊網路及控制中心所組成，連接智慧電網供電端與用電端間的電力流與資訊流，進行用電狀態監控與用電資訊紀錄，在未來台電需量反應措施推動與整個智慧電網運行扮演關鍵角色，AMI 通訊網路的互通性影響智慧電網系統效能，AMI Zigbee 互通性檢測驗證平台就是針對 Zigbee 無線通訊進行網路互通性檢測，提供國內 AMI 系統中集中器與智慧電表模組間，無線傳輸網路層互通性檢驗，確保不同 AMI 設備廠家產品規格相容與資料傳輸互通，降低國內 AMI 大量布建產生通訊互通性不足問題。本平台依循台灣智慧型電網產業協會發布的「AMI Zigbee 通訊網路之網路層互通性產業標準」建置，網路層互通性測試的待測裝置可分為 3 種類型：集中器、路由器與終端裝置，而測試項目可分為 3 大類：網路層測試、應用子層測試與安全測試項目。

AMI Zigbee 互通性檢測平台是由 Zigbee Pro Golden Unit 硬體與操控監測系統組成，平台模擬不同 AMI 互通情境，可分別設置成集中器、路由器與終端裝置組態，透過測試平台操控系統控制，與待測裝置進行連接通訊，測試平台監測系統擷取通訊封包，解析通訊封包，判讀待測裝置與測試平台的互通資訊，判定 AMI 是否符合標準的互通要求。本文將介紹測試項目、測試平台架構、測試方法、檢測流程與測試能量設備，讓大家更加了解本 AMI Zigbee 互通性檢測平台的檢測能量，及可提供的服務。

壹、前言

智慧電網用戶側設備中負責自動化即時監控的心臟即是智慧電表，經濟部能源局與台電公司自 2013 年起共同執行「智慧型電表基礎建設（AMI）推動方

案」，目前已有上萬高壓用戶換成智慧電表，台電也同時試辦不同的付費方案，經評估後，可望後續擴大為低壓用戶大規模裝設，國內各家廠商也紛紛嗅到商機而搶進市場，但是其實際裝置布建難度不低，必須要考慮到電力公司電表安裝工程，家庭建築體電表設置位置，整體配電網路等，以及所使用到的資通訊技術，個個都影響到智慧電表布建以及後續運行成效，其中智慧電表布建效益關鍵便是資通訊技術，而不同廠商的智慧電表互通性便是其加速市場流通及智慧電表普及的關鍵所在，也因為各家廠商的技術不同，導致電表的標準不一，且又涉及到國內外電力公司公營及民營的配電網路，因此目前各國還是採試驗性質，即使國內對國際標準大力支持，但還是得盡量避免圖利特定廠商，因此各家廠商智慧電表的互通性便很重要，也是台電大量建設智慧電表基礎建設考量關鍵。

經濟部標準檢驗局有鑑於此，召集國內產官學研各單位，以及台電和國內外電表業者訪談討論，提出「智慧電網用戶側標準及測試規範之制定與研究」計畫，制定「AMI Zigbee 通訊網路之網路層互通性產業標準」，並完成建置 AMI Zigbee 互通性檢測平台，以提供國內外電表廠商 AMI Zigbee 通訊模組檢測服務，協助國內智慧電表基礎建設的布建。

貳、AMI Zigbee 互通性檢測平台簡介

一、測試項目[1]

本互通性測試平台測試項目依據台灣智慧型電網產業協會制定之「AMI Zigbee 通訊網路之網路層互通性產業標準」，共有 21 個測試項目，其涵蓋網路搜尋、組網註冊、資料封包切割、資料傳送、及加密機制的確認等，不同測試項目對於待測物的要求也有不同，有關整體測試項目之要求，彙整如下表一：

表一　AMI Zigbee 互通性測試項目待測物要求

測項	DUT 類型	gZC	gZR	gZED	備註
1	ZR	2	0	0	網路搜尋
2	ZC	0	0	2	初始網路
3	ZC	0	0	1	加入網路-未允許; ※請客戶將 DUT 設定為 Permit Join False
4	ZR	1	0	0	路由器-加入網路; ※請客戶將 DUT 設定會加入 PAN 後，發出 Route Request
5	ZC	0	1	0	路由器-加入網路
6	ZED	1	0	0	終端裝置-加入網路; ※請客戶提供 2 個 ZED 的 DUT
7	ZC	0	0	2	終端裝置-加入網路
8	ZC/ ZR/ ZED	1	1	1	個人區域網路存在相同頻道; ※須將 DUT 設定為 ProfileId = 0xBEEF, ClusterId=0xFACE， DUT ZED 產生自 ZigBee 終端節點至 ZigBee 協調者每個封包大小為 60 位元組之傳輸
9	ZR	1	5	0	網路層最大深度; ※請客戶將 DUT ZR 設定網路層最大深度為 5
10	ZR	1	1	0	連結狀況指令; DUT ZR 設定 Permit join 關閉，且單點跳躍(one hop)，設定 nwkLinkStatus Period 時間為 15 Sec
11	ZC	0	2	1	具封包切割資料傳輸給予路由器及終端節點 ; ※請客戶將 DUT ZC 設定 apscMaxWindowSize 為 1,切割位元為 79 bytes,apsInterframeDelay 為 10 毫秒 ※須將 DUT ZC 設定可以關閉 Permit join 功能，在第一個 Router 加入後關閉(手動或是自動)

12	ZC	0	2	1	具封包切割資料傳輸給予路由器及終端節點 。 ※須將 DUT ZC 設定 apscMaxWindowSize 為 3,切割位元為 50 bytes, apsInterframeDelay 為 10 毫秒 ※須將 DUT ZC 設定可以關閉 Permit join 功能，在第一個 Router 加入後關閉(手動或是自動)
13	ZR	1	0	0	路由器傳送應用子層資料訊框 。 ※須將 DUT ZR 設定可以接受 ZC 傳送的 Freeform Request,Type 1.8-bit interger 2.character string(0x01) 3.coordinates(0x02)
14	ZC	0	1	1	協調者傳送應用子層資料訊框。 ※須將 DUT ZC 設定可以傳送的 Freeform Request,Type 1.8-bit interger 2.character string(0x01) 3.coordinates(0x02)
15	ZED	1	2	0	協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子層資料訊框 ;。 ※須將 DUT ZED 設定可以傳送的 Msg Datat,Type：1.0x10 2.0x40 3.0x41
16	ZR	1	1	1	協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子層資料訊框多點跳躍路由搜尋。 ※須將 DUT ZR 設定可以傳送的 Msg Datat,Type 1.0x10 2.0x40 3.0x41
17	ZC	0	2	1	協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子

					層資料訊框多點跳躍路由搜尋。 ※須將 DUT ZC 設定可以接受的 Msg Datat,Type 1.0x10,2.0x40,3.0x41 ※須將 DUT ZC 設定為加入到兩個 Device 後，Permit join off
18	ZC 1 ZR 2	0	1	1	路由器具安全性(無預設金鑰)加入網路; ※請客戶將 DUT ZC 設定 Network Key 為 Key0， 沒有預設金鑰，可以發出 Transport Key。 ※須將 DUT ZC 可以設定 Permit join on/off ※須將 DUT ZC 完成組網後，可以發送封包 Buffer Test Ruquest(手動/自動 50 秒內) 發送 Data：0a(1 byte)的 Buffer Test Request 給區域內所有 Device ※須將 DUT ZR 設定沒有預設金鑰，可以傳送 Transport Key ※須將 DUT ZR 可以設定 Permit join on/off ※須將 DUT ZR 可以設定可接收回復 Key0 buffer Test Response
19	ZR 1 ZED1	1	2	0	子節點具安全性(無預設金鑰)加入網路; 要求同上
20	ZC 1 ZR 2	0	1	1	路由器具安全性(預設金鑰)加入網路。 ※須將 DUT ZC 設定 Network Key 為 Key0，預設金鑰 ※須將 DUT ZC 可以設定 Permit join on/off ※須將 DUT ZC 完成組網後，可以發送封包 Buffer Test Request(手動/自動 50 秒內) 發送 Data：08(1 byte)的 Buffer Test Request 給區域內所有 Device ※須將 DUT ZR 設定預設金鑰 Key0

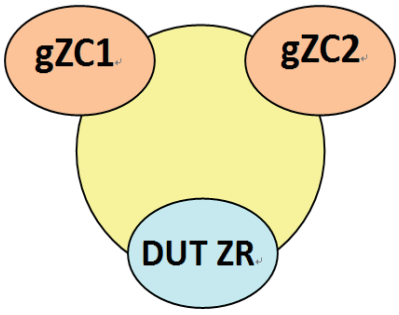
					※須將 DUT ZR 可以設定 Permit join on/off ※須將 DUT ZR 可以設定可接收回復 Key0 buffer Test Response
21	ZR 1 ZED1	1	2	0	子節點具安全性(預設金鑰)加入網路; 要求同上

註：
ZC：Zigbee Pro 集中器模組
ZR：Zigbee Pro 路由器模組
ZEND：Zigbee Pro 終端設備模組
gZC：Zigbee Pro 集中器 Golden Unit 模組
gZR：Zigbee Pro 路由器 Golden Unit 模組
gZEND：Zigbee Pro 終端設備 Golden Unit 模組

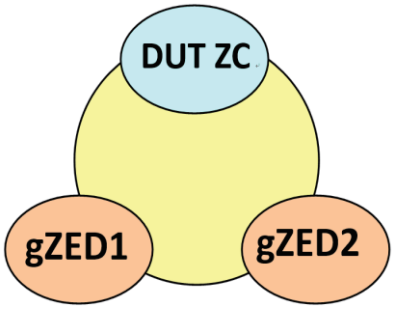
每個測試項目的內容概述如下，詳細測試項目資訊請查閱台灣智慧電網協會的 AMI Zigbee Pro 通訊網路之網路層互通性產業標準。

測試項目一：網路搜尋
測試目的：確認網路搜尋功能性能。

測試項目二：初始網路
測試目的：被測器件 ZigBee 協調者起始個人區域網路，ZigBee 終端節點 1 及 ZigBee 終端節點 2 加入此網路。



測試配置圖一



測試配置圖二

測試項目三：加入網路-未允許

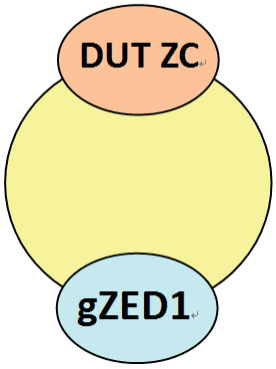
測試目的： 確認 ZigBee 協調者(或 ZigBee 路由器)拒絕被測器件加入個人區域網路。

測試項目四：路由器-加入網路(ZR)

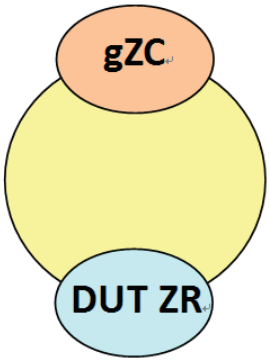
測試目的：確認路由器裝置可加入網路。

測試項目五：路由器-加入網路(ZC)

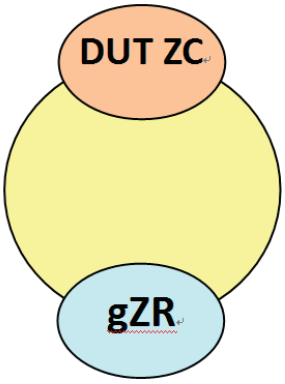
測試目的：確認協調者可使其他裝置加入網路。



測試配置圖三



測試配置圖四



測試配置圖五

測試項目六：終端裝置-加入網路(ZED)

測試目的：確認終端節點可加入網路。

測試項目七：終端裝置-加入網路(ZC)

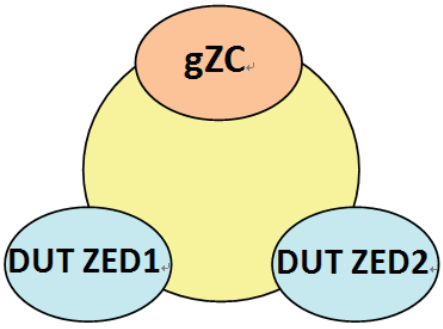
測試目的：確認終端節點可加入網路。

測試項目八：個人區域網路存在相同頻道

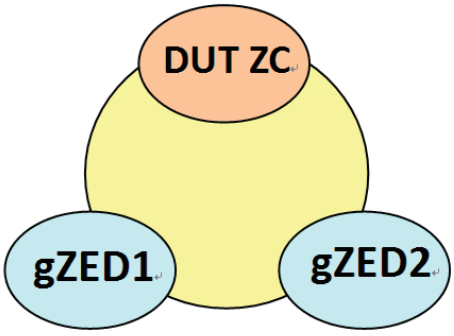
測試目的：確認被測器件個人區域網路可與其他個人區域網路使用相同頻道。

測試項目九：網路層最大深度

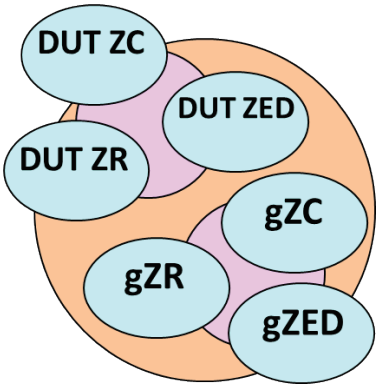
測試目的：確認被測器件可正確加入最大深度之網路(ZigBee PRO 最大深度為5) 。且被測器件不允許新的節點加入。



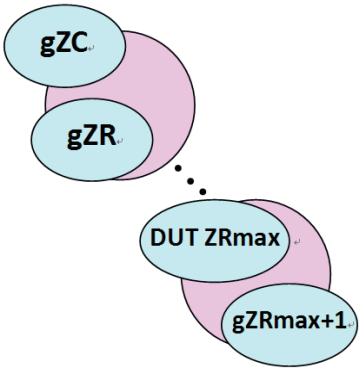
測試配置圖六



測試配置圖七



測試配置圖八



測試配置圖九

測試項目十：連結狀況指令

測試目的：確認 Link Status 指令中 nwkSymLink 之網路傳輸正確性。

測試項目十一、十二：具封包切割資料傳輸給予路由器及終端節點(79、50 bytes)

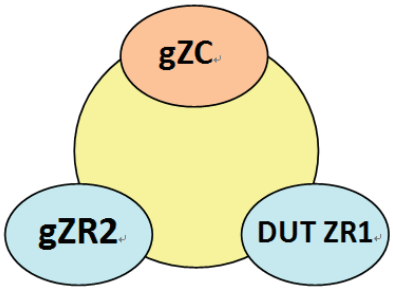
測試目的：確認單播需資料切割傳輸給予路由器及終點節點成功與否。

測試項目十三：路由器傳送應用子層資料訊框

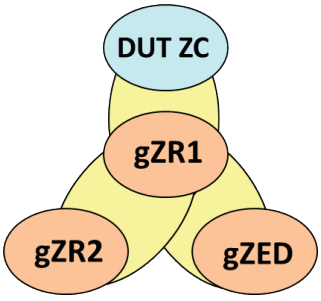
測試目的：確認被測器件做為 ZigBee 路由器角色可執行終端節點設定，叢集識別符：Freeform req(0xA0A8; RSP: 0xe000)。

測試項目十四：協調者傳送應用子層資料訊框

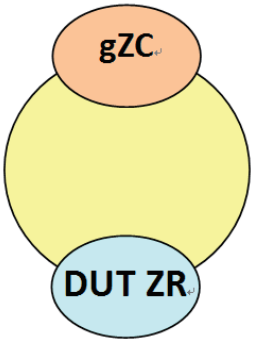
測試目的：確認被測器件做為 ZigBee 路由器角色可執行終端節點設定，叢集識別符：Freeform req (0xA0A8; RSP: 0xe000)。



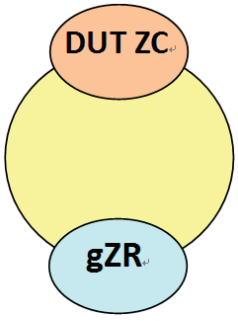
測試配置圖十



測試配置圖十一、十二



測試配置圖十三



測試配置圖十四

測試項目十五：協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子層資料訊框

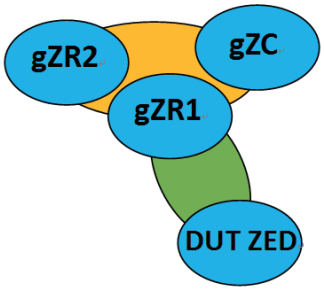
測試目的：確認被測器件被測器件做為 ZigBee 終端節點可透過 ZigBee 路由器進行多點跳躍傳輸，叢集識別符：Buffer_Test_req:(0x001c; RSP: 0x0054)。

測試項目十六：協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子層資料訊框多點跳躍路由搜尋(ZR)

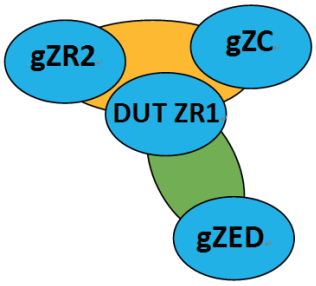
測試目的：確認被測器件做為 ZigBee 終端節點角色可透過 ZigBee 路由器進行多點跳躍傳輸，叢集識別符：Buffer_Test_req: (0x001c; RSP: 0x0054)。

測試項目十七：協調者/路由器/終端裝置直接傳送應用子層資料訊框多點跳躍路由搜尋(ZC)

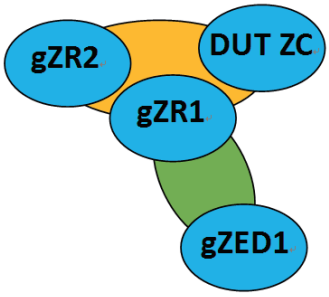
測試目的：確認被測器件做為 ZigBee 終端節點角色可透過 ZigBee 路由器進行多點跳躍傳輸，叢集識別符：Buffer_Test_req: (0x001c;RSP:0x0054)。



測試配置圖十五



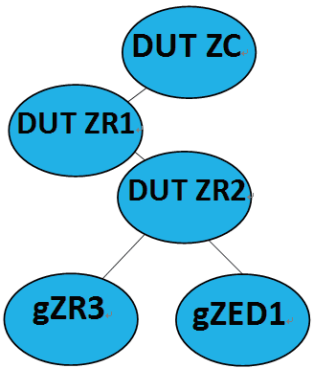
測試配置圖十六



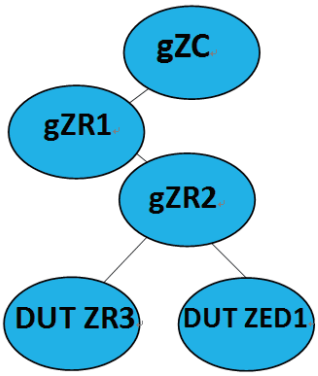
測試配置圖十七

測試項目十八：路由器具安全性(無預設金鑰)加入網路
測試目的：確認路由器加密功能，無預設金鑰。

測試項目十九：子節點具安全性(無預設金鑰)加入網路
測試目的：確認子節點具安全性，無預設金鑰。



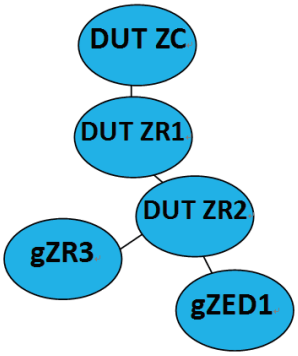
測試配置圖十八



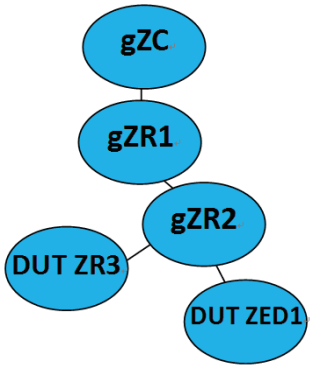
測試配置圖十九

測試項目二十：路由器具安全性(預設金鑰)加入網路
測試目的：確認路由器加密功能，預設金鑰。

測試項目二十一：子節點具安全性(預設金鑰)加入網路
測試目的：確認子節點具安全性，預設金鑰



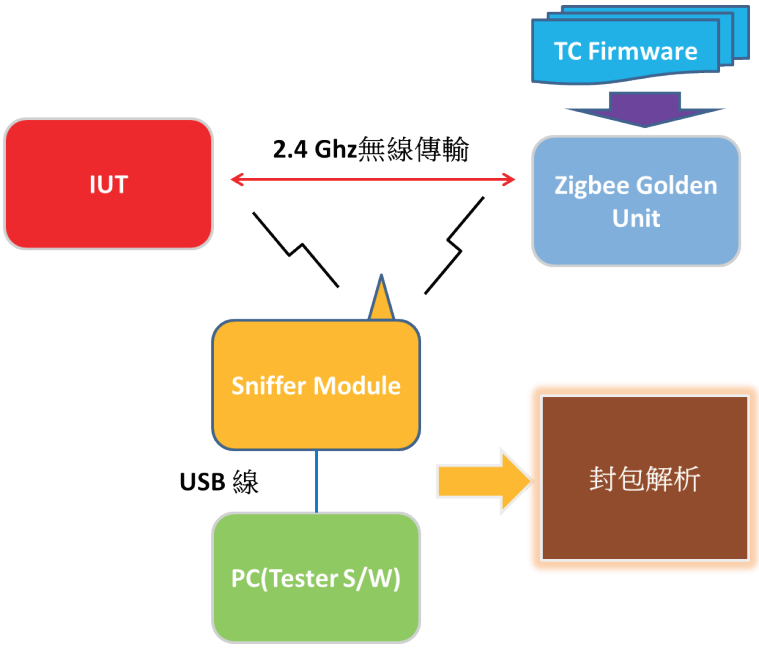
測試配置圖二十



測試配置圖二十一

二、測試架構

本測試平台測試架構圖如下圖一所示，包含 Zigbee Golden Unit、Zigbee Sniffer、測試控制 PC 與測試數據分析部分，由 Zigbee Golden Unit 與 Zigbee Sniffer 組成認證測試器(Tester)，測試執行是將待測裝置(Implementation Under Test, IUT)以無線方式連接到認證測試器(Tester)。IUT 和 Tester 之間以 Zigbee Pro 無線通訊技術連結，使用無線頻率 2.4GHz。圖中 Sniffer Module 的作用在於可以監聽接收 Tester 與 IUT 之間互通發送的所有封包，透過 USB 與控制電腦連線控制，在 PC 中所安裝的 Tester 軟體(S/W)包含 Golden Unit 韌體燒錄軟體、Sniffer Module 作業控制系統，以及封包分析軟體 WireShark，Sniffer Module 抓取的封包內容透過 WireSahrk 軟體呈現，便利測試人員判讀分析封包內容。每個測試案例抓取的封包內容，經過測試人員與測試標準要求比對分析後，判定產生 PASS 或 FAIL 的結果，擷取的測試封包中，需要內容程序及數據全部符合測試標準要求此測試項目才算 PASS，只有測項全部產生 PASS 結果，IUT 才能算是通過 AMI Zigbee 互通性測試。



圖一　測試架構圖

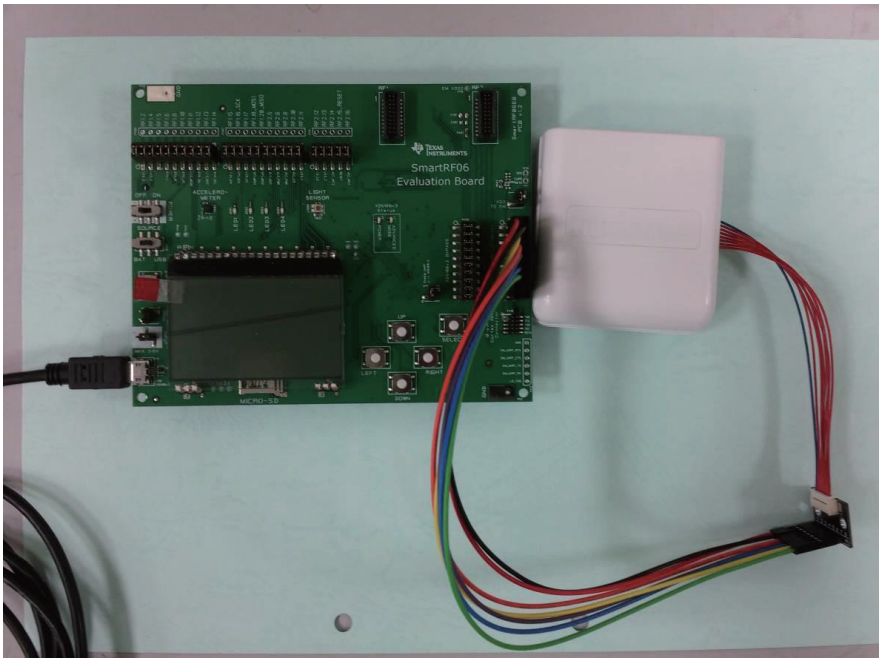
三、測試方法

IUT 是以黑盒子方式進行測試，通過 IUT 發送接收的 Zigbee Pro 數據幀(Frame)和訊息與 Tester 進行信息交換。因此，Tester 使用可以產生 request 並可接收觀察 response 的機制來進行測試，基 本上大部分透過 Zigbee Beacon 與 IEEE 802.15.4 request/response 方式進行。測試方式是 IUT 與 Tester 間進行各種測試案例情境 Zigbee Pro 封包發送及接收，使用 Zigbee Pro Sniffer 工具擷取 IUT 與 Tester 間通訊的封包，再將其封包利用網路封包分析輔助軟體 WireShark 進行分析，最後由測試人員依據封包分析結果判定測試結果。

Tester 利用台灣智慧型電網產業協會 Zigbee Pro IOT 程序構成的測試網路情境，包含多個安裝測試案例韌體的 Golden Unit，能發送接收回應 Zigbee 封包。

Golden Unit 韌體的燒錄程序如下所述：

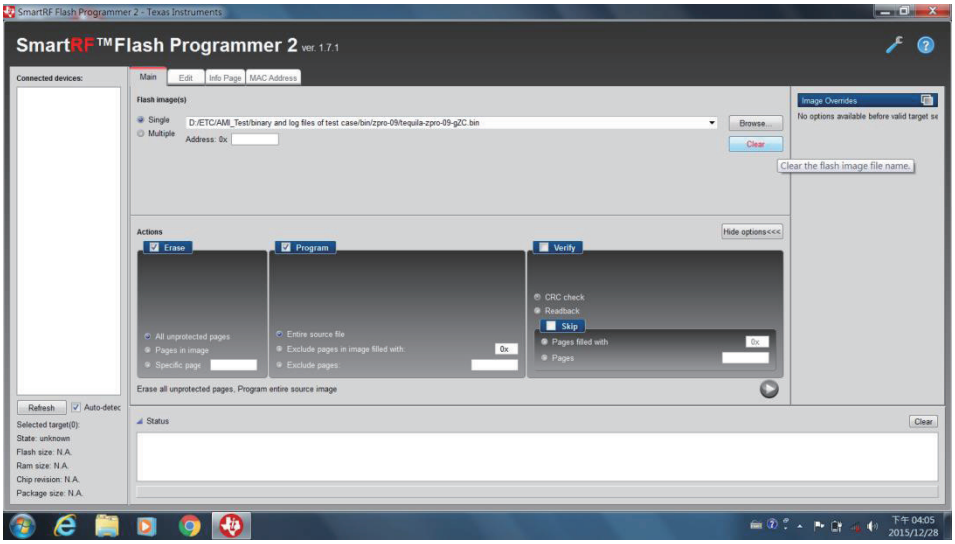
1. 將開發板與 Golden Unit 連接，連接方式請參照下圖二與圖三，再將開發板與 PC(USB)連接。



圖二　開發板與 Golden Unit 連接圖

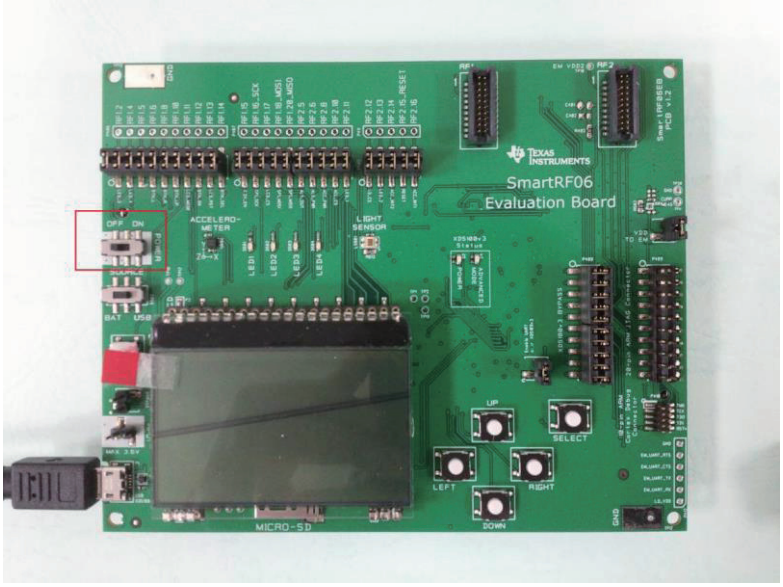
圖三　Golden Unit 接線圖

2. 開啟 PC 中 TI SmartRF Flash Programmer 2，程式介面如下圖四。

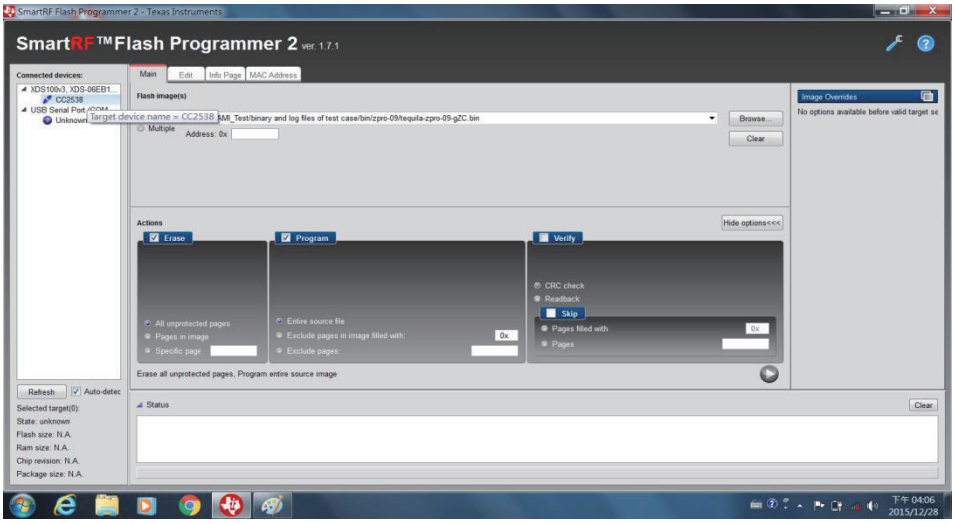


圖四　燒錄程式介面圖-1

3. 將開發板電源開關切換至 ON(圖五)，此時程式介面會自動偵測到裝置，如下圖六顯示(如無顯示則點選程式 Flash Icon)。

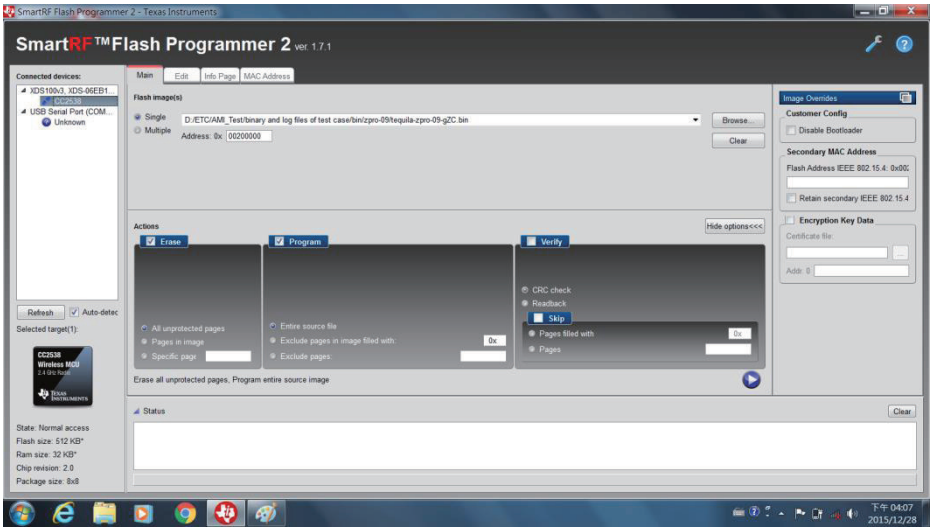


圖五　燒錄開發版



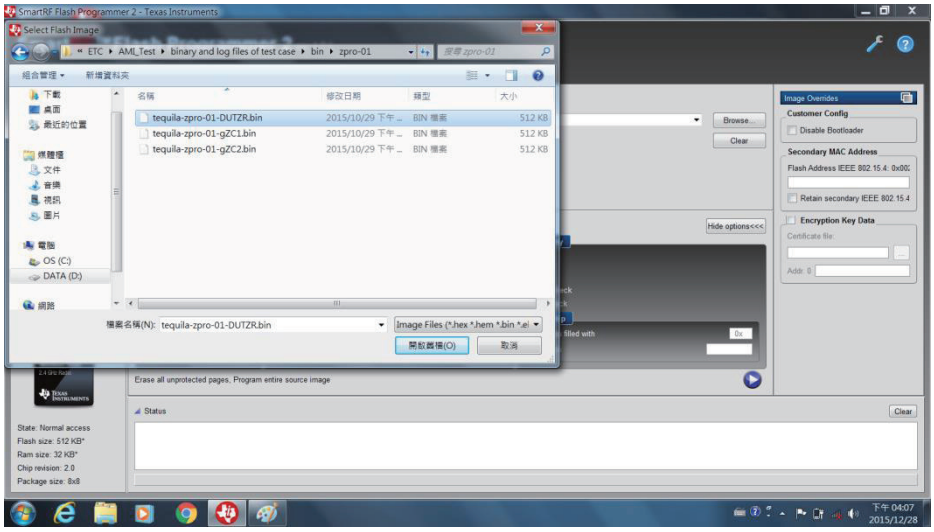
圖六　燒錄程式介面圖-2

4. 點選程式中裝置選項，程式部分視窗畫面顯示裝置資訊(如下圖七)。



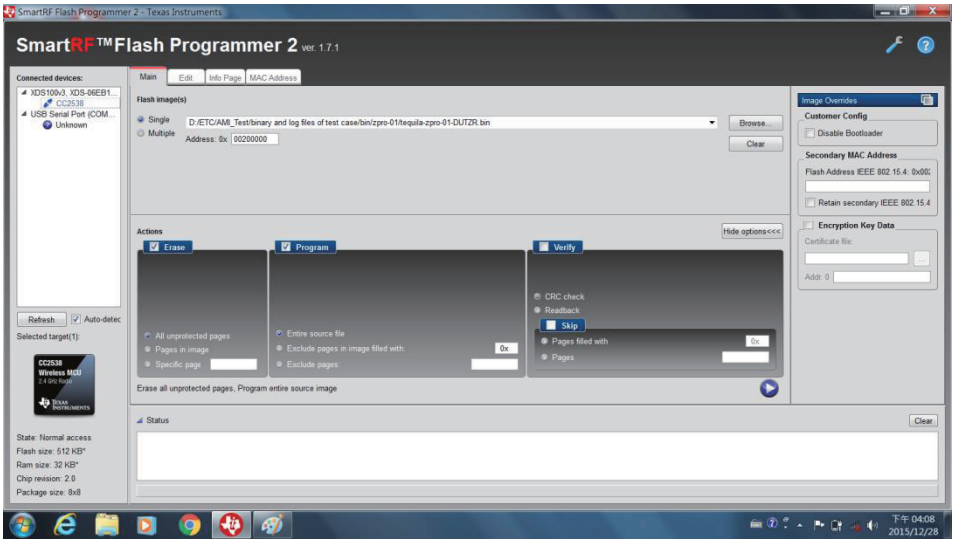
圖七　燒錄程式介面圖-3

5. 點選 Brower，選擇要燒錄韌體檔案位置，並點選(圖八)。



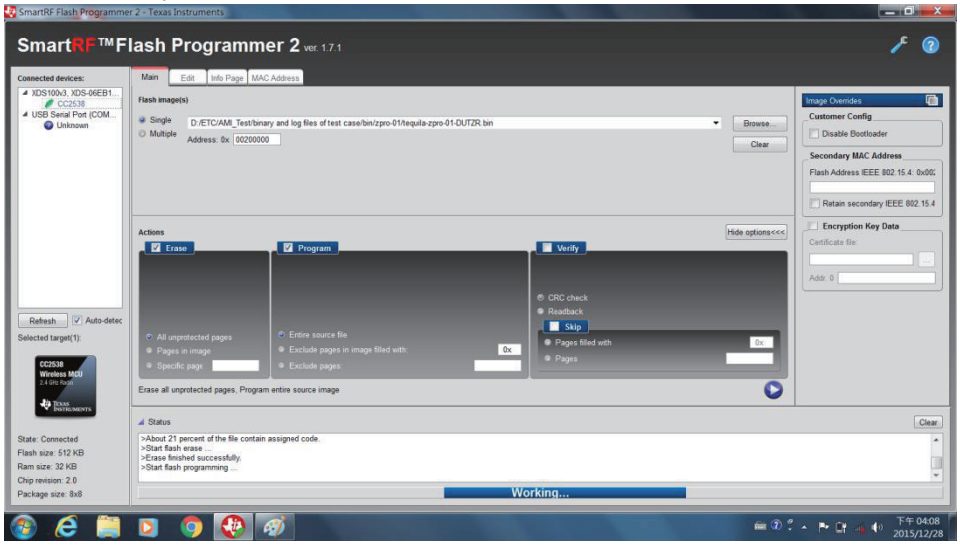
圖八　燒錄程式介面圖-4

6. 將下方燒錄設定參照如下圖九。



圖九　燒錄程式介面圖-5

7. 按下燒錄 Play Icon，程式訊息框顯示開始燒錄，圖十。



圖十　燒錄程式介面圖-6

8. 等待訊息框顯示燒錄狀態為完成。
9. 將開發板電源切換為 OFF，拔除開發板與 Golden Unit 連接線，燒錄完成。

Zigbee Pro Sniffer Module 可以接收正常 Zigbee Pro 無線訊號，並且搭配 Wireshark 軟體可擷取顯示封包資料。台灣電子檢驗中心的 AMI IOT 測試軟體工具已經整合 Sniffer Module 設定，以及由 Zigbee Pro Sniffer Module 擷取資料轉化為 Wireshark 封包解析軟體可解析格式，並且能進行 WireShark 軟體參數設定；也能針對不同測試項目顯示測試程序步驟，讓測試操作人員依循執行與確認狀態，最後判讀顯示測試項目結果。

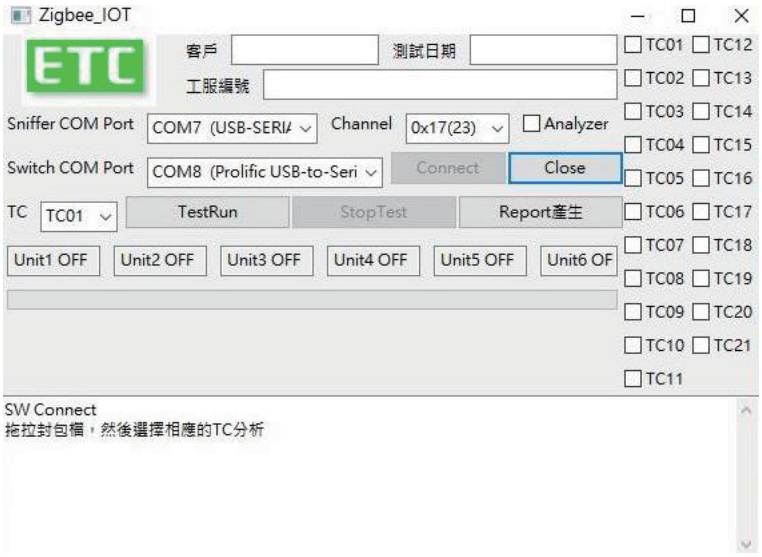
測試時 IUT 必須可以依據不同測試項目，設定為符合測試的測試狀態與功能，送測廠商需要提供設定好的 IUT，或是提供可設定 IUT 的工具。各測項測試項目說明中列出 IUT 需求，IUT 設定其起始狀態為測試項目需求，始可進行測試。

四、測試設備

本測試平台使用之測試設備符合台灣智慧型電網產業協會所公布 AMI 互通

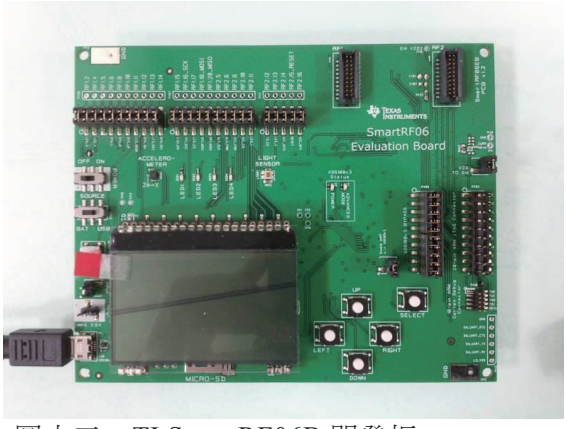
性(Zigbee Pro)測試標準要求，由財團法人資訊工業策進會整合設計生產 Golden Unit，搭配 TI 公司所生產 Sniffer 模組與燒錄板，最後台灣電子檢驗中心進行軟硬體整合的測試系統，軟體安裝在符合系統規格的電腦，測試設備照如下表二所示。

表二　AMI 互通性測試設備規格

測試設備	Zigbee Pro
軟體	■Zigbee Pro 測試案例韌體 ■InstantContiki 2.6.1 作業系統 ■VMware Player 軟體 ■TI SmartRF Flash Programmer 2 程式 ■WireShark 軟體 ■台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具  圖十一　台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具操作介面
硬體	■Zigbee Pro 互通性 Tester： 台灣電子檢驗中心整合測試系統儀器，包含資策會開發 Zigbee Pro Golden Unit，可燒錄測試案例韌體，分為 Coordinator(gZC)、Router(gZR)與 End Device (gZED);TI Sniffer Module；可程式控制開關。

圖十二　Zigbee Pro 互通性 Tester

■TI SmartRF06B 開發板



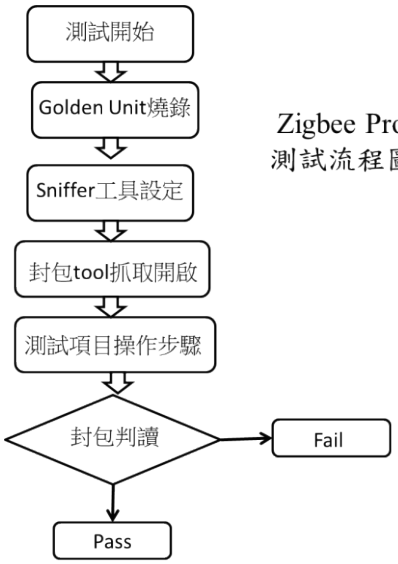
圖十三　TI SmartRF06B 開發板

■測試操作控制電腦

安裝測試軟體工具，可透過 USB 與 TI Sniffer Module 及 TI SmartRF06B 開發板連結。

五、檢測流程

介紹完測試項目、測試架構、測試方法和測試設備後，最後來介紹整個互通性測試的檢測流程，AMI Zigbee 互通性測試流程如下圖十四所示：

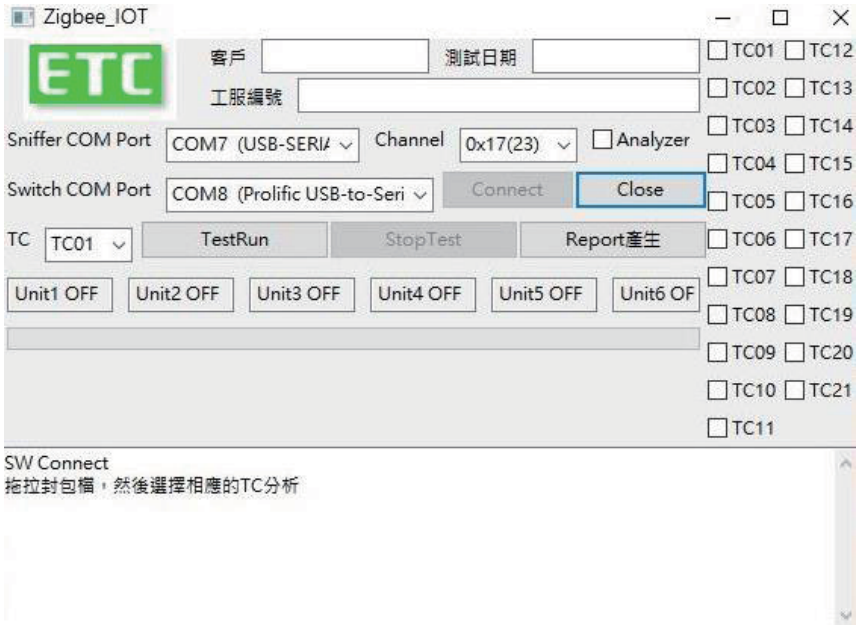


圖十四　AMI Zigbee 互通性測試流程圖

整個測試可以分為三大部分，第一部分為 Golden Unit 燒錄，此部分就是依據不同測試項目，將測試項目韌體燒錄到對應數目的 Golden Unit 內，韌體燒錄方式在前述測試方法中已有說明。將 Golden Unit 燒錄好測試項目韌體後，放置在 Zigbee Pro 互通性 Tester 中的 Golden Unit 安裝處，安裝處有 Golden Unit 編號 1 到 6，對應不同測試項目。

第二部分就是測試項目實施部分，包含了 Sniffer 工具的設定、封包解析軟體(Wireshark)開啟設定，以及測試項目測試步驟執行，這個部分可利用台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具達成，測試軟體工具操作說明如下：

1.點選測試軟體工具介面，選定 Sniffer COM Port 與 Switch COM Port，點選 Connect 按鍵進行 Golden Unit 控制連接。



圖十五　台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具操作畫面-1

2.選定要測試的項目(確認 Golden Unit 是燒錄對應的測試項目韌體)，按下 TestRun 按鍵，出現測試執行項目訊息框。

圖十六　台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具操作畫面-2

3.按下訊息框 OK，後續出現各項測試步驟提示，Sniffer、Wireshark 與 Golden Unit 將會依照測試步驟運行，測試人員遵照訊息框指示操作完成所有測試步驟。

圖十七　台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具操作畫面-3

第三部分就是測試數據封包判讀部分，在封包判讀部分，可能因為不同測試人員，或是測試人員在封包解讀過程產生影響變異，為降低測試人員在判讀封包數據的影響，台灣電子檢驗中心 AMI IOT 測試軟體工具能讀取測試步驟所得到的封包數據，經由電腦程式去判斷是否符合標準通過要求，但此軟體只是輔助，當遇到爭議測試結果，還需要人員仔細判讀;此軟體開發語言是 Python，及作業系統為微軟 Windows 系統。分析軟體主要功能為讀取測試項目 Wireshark 封包數據，進行分析最後判定測試結果通過或是失敗。

參、結論

針對 AMI Zigbee 互通性檢測平台的介紹，希望能幫助各位讀者更加了解 AMI 的互通性測試，我國台電 AMI 布建採購受制於採購法規範，需要公開招標，因此衍生 AMI 互通性問題，本 AMI 互通性測試標準與檢測驗證平台可以協

助降低台灣 AMI 互通性問題，但目前各國對於集中器與智慧電表間的網路層互通性標準，並沒有相關互通產業標準，大多是依循各電力公司採購電表時的採購規範要求，或是 AMI 廠商依據電力公司實際布建環境去規劃建置符合電力公司需求的系統，因此降低集中器與智慧電表間的互通問題，對於 AMI 布建網路層互通需求與台灣不同，台灣 AMI 互通性標準與測試平台並不一定適用國際，使本 AMI 互通標準與檢測驗證平台運用發展到國際 AMI 互通性檢測受到侷限。

雖本 AMI 互通性測試平台所使用的測試技術雖是針對 AMI 互通性，然 Zigbee Pro 通訊模組可以運用到其他領域，例如 Zigbee Pro 可以運用到物聯網產業領域與智慧家電產品領域，因此本 AMI 互通性測試技術的研究學習與 AMI 模組的檢測平台，在未來進行相關研究提升，可將此技術與平台能量加以延伸與擴充到不同智慧電網領域，如日本 HEMS 認證中心的 Echonet Lite 家電檢測實驗室，所運用的測試架構與方法類似 AMI 互通性 Zigbee Pro 測試平台的架構方法，而國內 TaiSEIA 標準中也有運用到 Zigbee 通訊技術，因此未來將 AMI 互通性測試技術深入研究擴展，可將部分測試能量運用到智慧家電互通性檢測，發揮本檢測平台技術的最大功效。

肆、參考文獻

1. 台灣智慧型電網產業協會，AMI Zigbee Pro 通訊網路之網路層互通性產業標準，網址：http://www.smart-grid.org.tw/

CNS 15016-1 雷射產品測試簡介

朱耀中／標準局第六組技士

一、前言

雷射筆為時下辦公室簡報時常被用來作為指示之用具，其發光源通常為雷射二極體(LD)，常見發光顏色為綠光或紅光之雷射二極體。由於雷射光束的波長、能量或脈衝特性範圍廣泛，使用時可能造成的危害也不一而足，因此也無法將雷射產品視為單一群組而以單一的安全通則來規範。目前國際上對於雷射相關產品之安全規範為 IEC 60825-1，而對應的國家標準為 CNS 15016-1。根據標準對於雷射產品之分類約略區分為 4 類，本文將以雷射筆為測試件簡述各種雷射產品是如何分類及各類產品之特性。

二、雷射產品安全標準 CNS 15016-1 測試相關名詞及設備

(一)名詞定義

1. 可觸及發射極限(Accessible Emission Limit, AEL)：在一特定等級中允許最大可觸及發射。
2. MPE(Maximum Permissible Exposure)：於正常情況下，人員可能暴露於該雷射輻射位準而不會遭受不良效應。
3. 最小視角差 α_{min}(minimum angular subtense, α_{min})：視光源視角差之值超過該值之光源被視為延伸光源。當視角差小於最小視角差 α_{min} 時，其 MPE 和 AEL 與此光源大小無關。

備考：α_{min}=1.5 mrad(1 mrad = 1x10-3 rad)

4. 最大視角差 α_{max} (maximum angular subtense, α_{max})：當視光源視角差之值大於最大視角差 α_{max} 時，其 MPE 和 AEL 與光源之大小無關。

備考：α_{max}=100 mrad

(二)測試設備

測試電源(AC 及 DC)、光功率計、光譜儀(Spectrometer)、限制孔徑(Limiting aperture, Lens)、光斑量測系統等。

三、量測方法

(一)限制孔徑之設定：請參照節錄 CNS 15016-1 表 11

條件 1：適用於平行光源(如望遠鏡及雙筒望遠鏡)

條件 2：適用於高發散型光源(如放大鏡、顯微鏡)

條件 3：適用於決定肉眼及掃描光線之輻射量

(二)量測距離設定：請參照節錄 CNS 15016-1 表 11

量測距離：從雷射光源發射端量至限制孔徑的距離等，如 CNS 15016-1 圖 3 所示

可見光範圍(400-700 nm)區分成兩種危險：

1.視網膜光化學(photochemical)危險：(400-600 nm)

2.視網膜熱(thermal)危險：(400-700 nm)

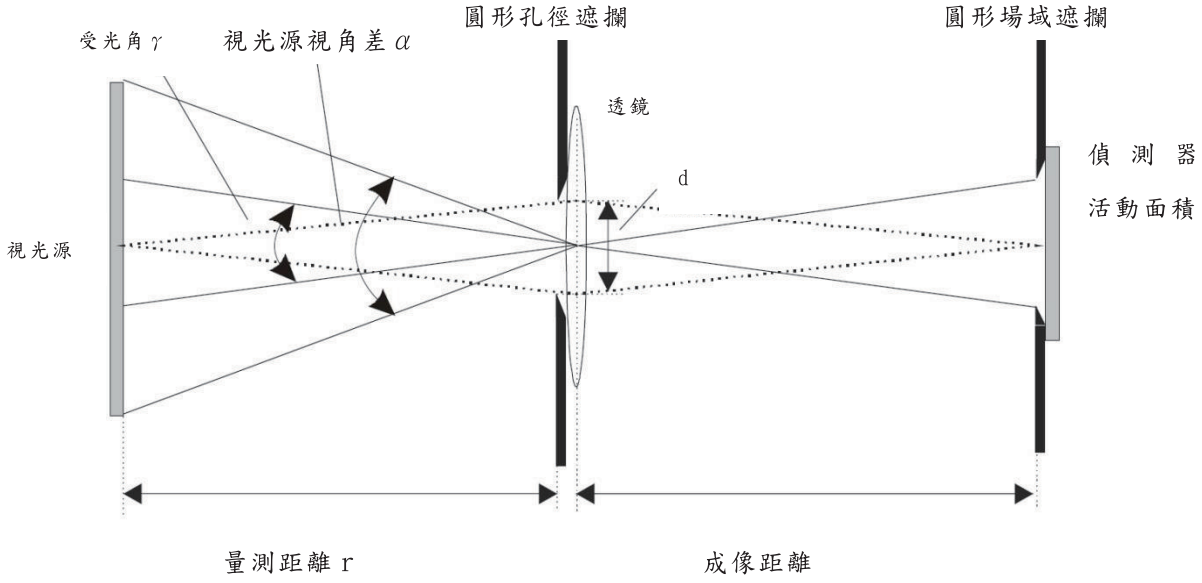
3.若待測物之波長介於 400-600 nm 間，則上述兩種危險均須評估

CNS 15016-1表11　對於預設(簡易)評估中孔徑直徑與距離之量測

	條件 1 適用於準直波束，例:以望遠鏡與雙筒望遠鏡觀測時可增加危害		條件 2 適用於發散波束，例:以放大鏡或顯微鏡觀測時可增加危害		條件 3 適用於測定裸視與掃描波束相關之輻射照度	
波長 nm	孔徑遮欄 mm	距離 mm	孔徑遮欄 mm	距離 mm	孔徑遮欄/ 限制孔徑 mm	距離 mm
<302.5	-	-	-	-	1	0
≧302.5~400	25	2,000	7	70	1	100
≧400~1,400	50	2,000	7	70	1	100
≧1,400~4000	7×條件3	2,000	7	70	1 對於$t \leq 0.35$ s $1.5\ t^{3/8}$ 對於$0.35\ s < t < 10\ s$	100

					3.5 對於t ≥ 10 s	
≧4000~10^5	-	-	-	-	1 對於t ≦0.35 s 1.5 $t^{3/8}$ 對於0.35s<t<10s 3.5對於t ≧ 10 s	0
≧10^5~10^6	-	-	-	-	11	0
備考:標題"條件"下之描述僅表示典型情況但並未包含所有應用						

舉雷射筆(Laser pointer)為例，雷射光為發散光束，適用於 CNS 15016-1 表 11 中條件 2。若其波長為 640 nm 之紅光雷射筆，測試距離為 70 mm。



CNS 15016-1 圖 3 藉由視光源成像於場域遮欄平面上，量測受光角之限制架設

以下舉待測物綠光雷射筆(Laser pointer)為例，簡單描述量測步驟如下。

因雷射光為發散光束，適用於 CNS 15016-1 表 11 中條件 2。測試距離為 7 cm。

步驟 1. 首先以光譜儀(spectrometer)量測待測物綠光雷射筆波長，量測結果假設為 532 nm。

步驟 2. 隨後根據 CNS 15016-1 圖 3 量測示意圖以功率計(power meter)量測待測物綠光雷射筆之輸出功率。

步驟 3. 然後以光斑量測系統決定待測物綠光雷射筆之發散角。正常情況下應小於 1.5 mrad。

若假設待測物綠光雷射筆量得之輸出功率為 0.1 W，根據波長並參考 CNS 15016-1 表 10 中修正因子。對於 $\alpha \leqq \alpha_{min}$ 、波長 400 nm~1400 nm 可得 C_6=1，由節錄 CNS 15016-1 表 9 中可判定該綠光雷射筆屬 3B 等級。

CNS 15016-1表 9 等級3B雷射產品之可觸及發射極限AEL

波長λ (nm)	發射持續期間t (s)		
	$<10^{-9}$	10^{-9}~0.25	0.25~$3x10^4$
180~302.5	$3.8x10^5$ W	$3.8x10^{-4}$ J	$1.5x10^{-3}$ W
302.5~315	$1.25x10^4C_2$ W	$1.25x10^{-5}C_2$ J	$5x10^{-5}C_2$ W
315~400	$1.25x10^8$ W	0.125 J	0.5 W
400~700	$3x10^7$ W	0.03 J 對於 t < 0.06 s 0.5 W 對於 t ≧ 0.06 s	0.5 W
700~1,050	$3x10^7C_4$ W	$0.03C_4$ J 對於t < 0.06 C_4 s 0.5 W 對於 t ≧ 0.06 C_4 s	0.5 W
1,050~1,400	$1.5x10^8$ W	0.15 J	0.5 W
1,400~10^6	$1.25x10^8$ W	0.125 J	0.5 W
對於修正因子C_2、C_4及單位，請參照CNS 15016-1 表10			

四、雷射產品安全分類

(一) 第 1 類雷射產品：在相應波長和發射持續時間內，人員接近雷射輻射不允許超過第 1 類 AEL 之任何雷射產品。

(二) 第 1M 類雷射產品：在相應波長和發射持續時間內，人員接近雷射輻射不允許超過第 1 類 AEL 之波長範圍從 302.5 nm 至 4000 nm 之任何雷射產品。然而用更小之量測孔徑或者距表觀光源更遠比用在第 1 類雷射產品更須評估。因此當使用光學儀器觀察時，第 1M 類產品之輸出具有潛在危害。

(三) 第 2 類雷射產品：在相應波長和持續發射時間內，人員接近雷射輻射不允許超過第 2 類 AEL 之任何雷射產品。

(四) 第 2M 類雷射產品：在相應波長和持續發射時間內，人員接近雷射輻射不允

許超過第 2 類 AEL 之波長範圍從 400 nm 至 700 nm 之任何雷射產品，而輻射位準依據 CNS 15016-1 第 9.2(h) 節量測。然而用更小之量測孔徑或者距表觀光源更遠比用在第 2 類雷射產品更須評估。因此當使用光學儀器觀察第 2M 類產品之輸出具有潛在危害。

(五) 第 3R 類及第 3B 類雷射產品：允許人員接近雷射輻射超過第 1 及第 2 類 AEL，但在任何發射持續時間及波長上，人員接觸雷射輻射分別不允許超過第 3R 類和第 3B 類 AEL 之任何雷射產品。

(六) 第 4 類雷射產品：人員接近雷射輻射允許超過第 3B 類 AEL 之任何雷射產品。

五、結語

目前使用雷射作為光源之科技產品包羅萬象，俯拾皆是。如雷射印表機、雷射測距儀、雷射筆等皆是。因雷射光束之波長、能量或脈衝特性範圍廣泛，於使用時其可能造成之危害亦不一而足，因此不可能將雷射產品視為單一群組而以單一之安全通則規範之。目前雷射產品之安全相關標準為 IEC 60825 其中 part 1：設備分類、需求及使用者指引 2007 年版(Equipment classification, requirements and user's guide)。對應國家標準為 CNS 15016-1 「雷射產品安全-第 1 部：設備分級與要求」(2014 年 7 月版)。於 IEC 60825 標準中將雷射產品依 AEL 分為 class 1、1M、2、2M、3R、3B 及 4(如附表 1 雷射產品安全分類簡表所示)。當雷射產品之 AEL 值小於 0.39 mW（1 mW = 10^{-3} W）時歸類為 class 1 或 1M，AEL 值大於 0.39 mW 小於 1 mW 時歸類為 class 2 或 2M，AEL 值大於 1 mW 小於 5 mW 時歸類為 class 3R，AEL 值大於 5 mW 小於 500 mW 時歸類為 class 3B，AEL 值大於 500 mW 為 class 4。較詳細之說明如附表 1 雷射產品安全分類簡表所示。

量測 AEL 值之前，需先決定光束之波長，然後量測輻射功率，再依量測所得波長、光束放射時間及輻射功率判定此產品屬於第幾類。第 1 類以上之雷射產品需加註標籤及警語於產品明顯之處。其中第 1M 類雷射產品勿用光學儀器直視，第 2 類雷射產品勿凝視光束，第 2M 類雷射產品勿凝視光束或用光學儀器直視，第 3R 類雷射產品(波長範圍 400 nm 至 1400 nm)避免眼睛直接暴露，第 3R

類雷射產品(其他波長) 避免暴露於光束，第 3B 類雷射產品避免暴露於光束，第 4 類雷射產品避免眼睛或皮膚暴露於直射或散射輻射。

附表 1　雷射產品安全分類簡表

	光束放射時間 t(second)	可觸及發射極限AEL	波長(nm)	備註
Class 1 and Class 1M	$10\sim10^2$	0.39 mW	450~700	雷射印表機
Class 2 and Class 2M	t<0.25 同 Class 1 AEL t≧0.25	1 mW	400~700	雷射筆
Class 3R	$0.35\sim3\times10^4$	5 mW	400~700	HeNe lasers 輻射功率大於 1 mW 但不超過 5 mW
Class 3B	$0.25\sim3\times10^4$	0.5 W	$315\sim10^6$	HeNe lasers 輻射功率大於 5 mW 但不超過 500 mW
Class 4		>0.5 W		CO_2 雷射

六、參考文獻

1. CNS 15016-1 : 2014，雷射產品安全-第1部 : 設備分級與要求，經濟部標準檢驗局。
2. IEC 60825-1 : 2007, Safety of laser products − Part 1 : Equipment classification and Requirements.

家電產品電磁干擾濾波器之特性與設計原理介紹

林昆平／標準局臺南分局技正
陳怡鈞／標準局高雄分局秘書
許勝詮／標準局高雄分局技正
廖國勝／標準局第五組技正

一、前言

現今家電產品常引用直流馬達或交直流兩用之串激馬達，加上應用電子電路控制基板，大量使用非線性電子元件之二極體與高速切換開關如 MOSFET 等，這些都使得產品衍生大量雜訊電流，並透過電源插座端宣洩。「傳導電壓干擾」指的是雜訊電流通過插座電源端阻抗所產生雜訊電壓的擾動，此擾動使插在同饋線之其它運轉電子產品誤動作或損毀；「輻射功率干擾」指的是雜訊導地所建立的雜訊接地電壓，反過來以供電線路或產品電源線當作天線進行輻射。不管如何，輻射功率係由共模雜訊所引起，電壓傳導係由共模雜訊及差模雜訊所引起，因此本文會詳談此兩種雜訊在濾波器電路中的流動途徑，對於構成濾波器的組件如何防堵與疏導雜訊電流的理解會有所助益，但濾波器整體主要功能還是在衰減電器所產生嚴重頻段上的干擾量，濾波器的轉折頻率必需設計在這些頻段範圍內。濾波器設計理論艱深難懂，但本文透過解釋共模與差模雜訊電流的定義，搭配其在濾波器電路內的流動途徑，使讀者可瞭解單獨組件對共模與差模雜訊的抑制效果、市售 EMI 對策元件的功能、濾波器轉折頻率的設計步驟。

二、雜訊電流在濾波器的流動路徑

2.1 共差模雜訊的定義

「差模雜訊」定義為只在 LN 間形成回路的雜訊電流，這裡所稱的 L 相為配電系統電源線中的火線，N 相則為中性線，因此它不會往導地點流通。「共模雜

訊」定義為導地的雜訊電流，導地有兩個途徑，一為供電系統接地點，一為產品接地線，都在地點產生接地電壓(共模電壓)後，再以供電線路及產品電源線當作天線，進行電磁波放射。

2.2 濾波器內的共差模雜訊流動途徑與組件抑制特性[1][2]

根據 2.1 節定義，共差模雜訊電流在濾波器電路流動的途徑可描繪如圖 1，假設此產品的主要干擾源為直流馬達，其碳刷火花衍生一些雜訊電流，成份包含差模雜訊電流 Idm 與共模雜訊電流 Icm，差模依定義僅於 LN 相間形成回流，故 Idm 由馬達碳刷端出發經 LN 相線路再流回馬達碳刷另一端，在 LN 相線上互為反向；共模雜訊電流依定義僅流往接地點且有兩個途徑，Icm1 流向供電系統中性點，Icm2 流向產品自備接地線，他們在 LN 相間形成同向，因此雜訊成份流經濾波器構成組件變得清楚，也可依此判定個別組件在 EMI 抑制上的效果，到底是對傳導干擾抑制有效？還是功率輻射抑制有效？畢竟這對電磁干擾工程師執行個別元件對策是重要的，至於濾波器如何衰減嚴重干擾頻段的設計，則留在 2.3 節介紹。

(1)X 電容(Cx)

高頻的差模雜訊電流 Idm 會使 X 電容(圖 1 中之 Cx)呈現低阻效應，進而疏導 Idm 返回直流馬達產生處；反之，若不安裝 X 電容，Idm 會直接倒流入電源插座端，經供電系統中性點再回至直流馬達產生處，因此 X 電容可以防制差模雜訊電流外洩至電源插座端，其值越大降低外洩量效果更佳，因其無法疏導共模雜訊電流，故僅對產品的傳導干擾有抑制效果，對功率輻射抑制無效。

(2)差模電感(Lx)

從字義看，此元件似乎僅能抑制差模雜訊電流，對共模雜訊電流抑制無效；若從圖 1 流動路徑看，其可以阻擋流經產品電源線 LN 相上的共模及差模雜訊電流量，故除使插座電源端的傳導電壓下降外，也使供電系統的接地電壓下降，故對傳導與輻射干擾的抑制都有效。道理就在差模電感對高頻共模雜訊電流 Icm1-

1’,-2’通過時仍會產生高電抗，共模雜訊電流被衰減成 Icm1-1”,-2”，連帶使接地共模電壓 Vcm1 變小，功率輻射量因而降低。

(3)共模電感(Lx)

從字義看，此元件似乎僅能抑制共模雜訊電流，對差模雜訊電流抑制無效；從圖 2 共模線圈纏繞方式看，當共模雜訊電流通過時其電抗變兩倍，差模雜訊電流通過時其電抗卻變成零，這說明其可使供電系統的接地共模電壓變小，對差模雜訊在 LN 相線路引起的傳導電壓干擾無效。但也別忘了!LN 相的傳導電壓干擾是由共模及差模雜訊一起貢獻，只是共模雜訊引起傳導電壓干擾量相對差模雜訊低，對傳導電壓干擾的抑制成效較不明顯，主要功能還是在功率輻射干擾的抑制。

(4)Y 電容(Cy)

Y 電容通常兩只，每只一腳裝置在 LN 相，另一腳則共同接地再連接至產品金屬外殼或接地線處，其因位於共模雜訊電流導地途徑，其產生負阻抗剛好可削減接地阻抗，使接地共模電壓變小，而達成線路輻射干擾的變小；另其因提供共模雜訊的分流途徑(詳圖 1 中的 Icm2-1 及 Icm2-2)，使本來全部經 LN 相電流往供電系統接地點的共模雜訊電流量變少了，相對也減少共模雜訊電流在 LN 相線路上產生的電壓干擾。但因傳導電壓干擾大部份由差模雜訊貢獻，加上安規對於電機電子產品洩漏電流的限制，Y 電容值無法無限加大，因此其在傳導及輻射干擾的抑制上並不明顯，主要用途在強化接地短路的補充絕緣。

(5)磁芯

磁環通常以產品電源線同向纏繞，LN 相上差模雜訊電流因互為反向，故在磁環上產生的磁通互相抵消使電抗變零，因此其對差模雜訊防制無效；當共模雜訊電流經過時，因同向而使磁通增強兩倍而電抗變兩倍，可衰減通過的共模雜訊電流，使接地共模電壓 Vcm1 變小，功率輻射量降低。

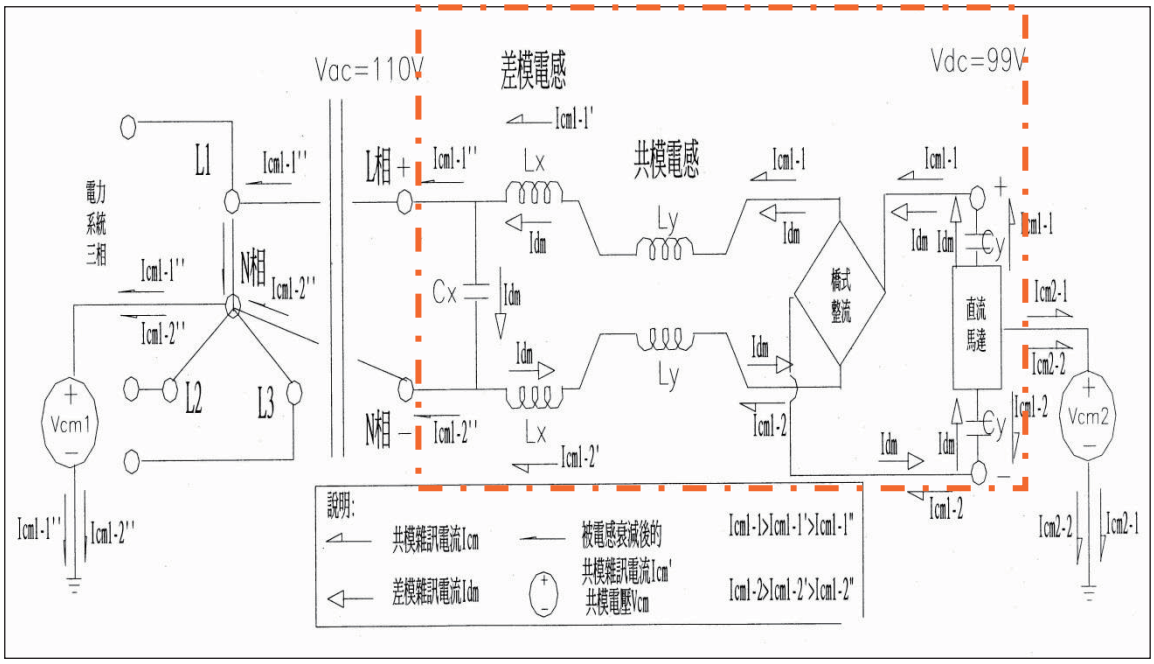


圖 1　共模及差模雜訊電流在濾波器內流動路徑分析(圖自創)

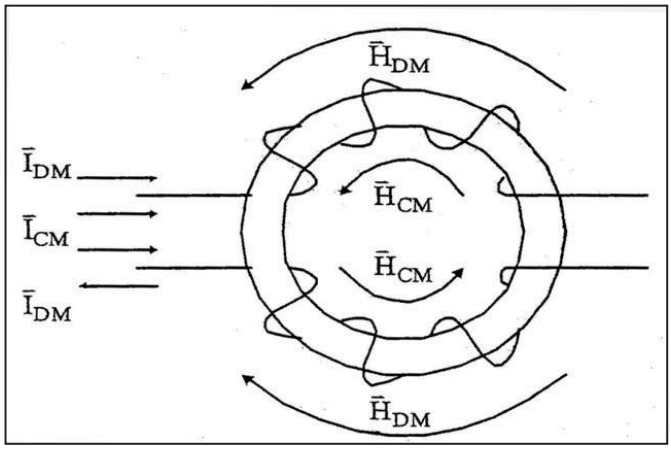


圖 2　共模電感的纏繞方式與原理

2.3 濾波器設計原理[3]

圖 1 虛線框架內電磁干擾濾波器的主要功能為抑制傳導電壓干擾，而不是用來抑制功率輻射的。但也有人將其結構分成差模濾波器與共模濾波器，乍聽之下!此濾波器的設計是可抑制傳導及輻射，其實那是誤解，很多人觀念就是：「差模雜訊對應傳導電壓干擾；共模雜訊對應功率輻射干擾」，但 2.2 節筆者已強調：「差模雜訊電流不會建立接地電壓，故沒有衍生功率輻射問題；共模雜訊可衍生功率輻射也可產生少量的傳導電壓干擾」，只不過是濾波器的個別組件本身有額外的傳導及輻射抑制特性，故將元件中防堵差模雜訊較有效的歸類為差模濾波器，防堵共模雜訊較有效的歸類為共模濾波器，前者由(Lx,Cx)組成，後者由(Ly,Cy)組成，其實濾波器真正的功能還是在衰減產品產生嚴重頻率段的干擾量。濾波器本身以衰減傳導電壓干擾為主，但為了增強其對功率輻射的抑制，其共模線圈電感值通常取很大(MHz 以上)，原因就在此。當產品的功率輻射還是無法有效降低時，於產品電源線出口處額外纏繞磁芯類(磁環及磁扣)，或於電子基板高速切換開關接腳串掛磁珠，也都是常見的設計手段。抑制傳導電壓干擾濾波器設計步驟介紹如下[3]：

【STEP1】量測並計算產品真正雜訊量

首先對電機電子產品產生的傳導性電壓干擾進行量測(圖 3)，每一頻率點所測得之電壓干擾，經雜訊分離器分離出共模雜訊電壓(Vcm)Db 與差模雜訊電壓(Vdm)dB，由於雜訊分離器內部電路結構設計，使量測值會比實際值高出 3 dB，故量測實際值需再減掉 3 dB，因此真正共差模雜訊電壓傳導干擾值為(式 1)及(式 2)。

(Vcm_act) dB=(Vcm) dB-3 dB (1)

(Vdm_act) dB=(Vdm) dB-3 dB (2)

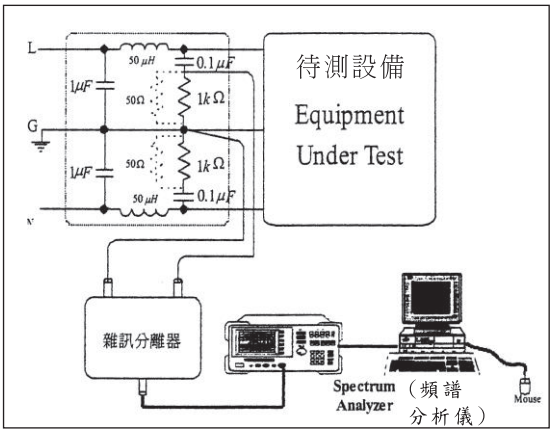


圖 3　傳導電壓干擾量測
(共模與差模雜訊引起的傳導電壓干擾)

【STEP2】計算每一頻率點之共模與差模傳導電壓干擾之衰減量

衰減後，每個頻率點干擾值都需符合表 1 家電類或表 2 燈具類之傳導電壓干擾限制值。先定義下列名詞：

(Vcm_filter) dB：共模雜訊傳導性電壓干擾改善量

(Vdm_filter) dB：差模雜訊傳導性電壓干擾改善量

(Vlimit) dB：CNS 14115 傳導性電壓干擾限制值

由(式 3)及(式 4)求出各頻率點衰減量(Vcm_filter) dB 及(Vdm_filter) dB。

(Vcm_act) dB - (Vcm_filter) dB ≦ (Vlimit) dB　(3)

(已知)　(已知)

(Vdm_act) dB - (Vdm_filter) dB ≦ (Vlimit) dB　(4)

(已知)　(已知)

考慮共模與差模傳導電壓干擾量被濾波器衰減至限制值時，可能發生雜訊同相位(0 度)或反相位(180 度)，這會使得 L 相及 N 相端之各頻率點雜訊量干擾量上升 6 dB(μV)，為了避開此現象，衰減量尚須考慮加上 6 dB，故先將(式 1)及(式 2)代入(式 3)及(式 4)，再分別加上 6 dB，即可改寫成(式 5)及(式 6)。

(Vcm_filter) dB = (Vcm_act) dB - (Vlimit) dB

= (Vcm) dB - (Vlimit) dB + 3 dB (5)

(Vdm_filter) dB = (Vdm_act) dB - (Vlimit) dB

= (Vdm) dB - (Vlimit) dB + 3 dB (6)

表 1 家電類傳導電壓干擾限制值

裝置類別	頻率範圍 MHz	電源端點	
		準峰值(dBμV)	平均值(dBμV)
家用產品和產生類似干擾的設備	0.15-0.5	66-56	59-46
		隨頻率的對數線性遞減	
	0.5-5	56	46
	5-30	60	50

表 2 燈具類傳導電壓干擾限制值

檢驗依據	限制值 dB(μV)		
	頻率範圍	準峰值	平均值
CNS 14115 第 4.3.1 節	9kHz~50kHz	110	-
	50kHz~150kHz	90~80	-
	150kHz~0.5MHz	66~56	56~46
	0.5MHz~2.51MHz	56	46
	2.51MHz~3.0MHz	73	63
	3.0MHz~5MHz	56	46
	5MHz~30 MHz	60	50

(Lx、Cx)組成差模濾波器，(Ly、Cy)組成共模濾波器。

【STEP4】(Ly、Cy)及(Lx、Cx)最佳化設計值。

(1) 依 STEP2 所求得各頻率點與其對應的共模雜訊傳導電壓改善量(Vcm_filter) dB，在半對數圖上作曲線圖，其中 X 軸為各點頻率，Y 軸為衰減量(圖 4)。

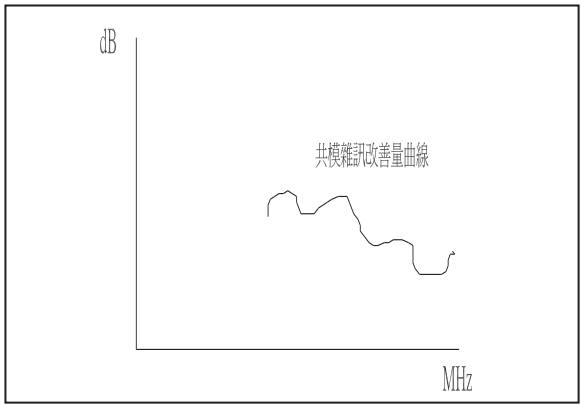


圖 4 差模雜訊傳導電壓干擾改善量之半對數圖

(2) 在半對數圖上作一 40 dB/dec 之斜線(圖 5)。

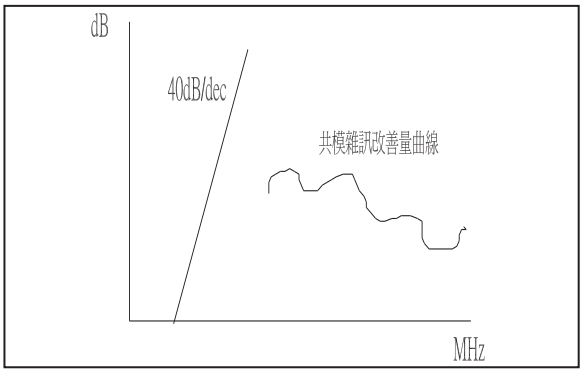


圖 5　40 dB/dec 之斜線

(3) 將此斜線往右移動，直到切到共模雜訊傳導性電壓干擾衰減曲線，且曲線需完全位於此斜線下方，此時斜線會與橫軸交相交於一點，此交叉點即為抑制共模雜訊傳導性電壓干擾之濾波器共振點設計值 fcm(圖 6)。

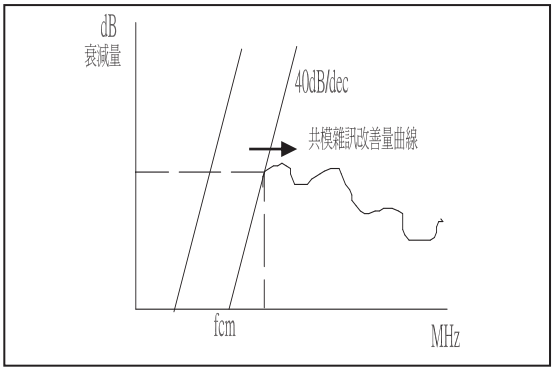


圖 6　共模雜訊傳導性電壓干擾濾波器之共振點設計

(4) 同理，重複(1)~(3)步驟，改為差模雜訊傳導性電壓干擾衰減量描繪曲線圖，找到交叉點即為抑制差模雜訊傳導性電壓干擾之濾波器共振點設計值 fdm 值。

(5) 計算元件規格(Ly,Cy)及(Lx,Cx)

1. 先由市售元件規格選取 Cy(注意產品安規洩漏電流的限制，Cy 值有限制)，再代入(式 7)取得 Ly 值。

2. 先由市售元件規格選取 Cx，再代入(式 8)取得 Lx 值。

$$Ly = \left(\frac{1}{2\ \pi\ f_{cm}}\right)^2 \times \frac{1}{2\ C_y} \qquad (7)$$

$$Lx = \left(\frac{1}{2\ \pi\ f_{dm}}\right)^2 \times \frac{1}{2\ C_x} \qquad (8)$$

(6) 依計算出的 Ly 值與 Lx 值，自市售電感元件規格品中挑選。

若無法取得，需洽對策元件製造商設計客製化之電感規格，或由現成電感規格品並串聯等效出設計值。

三、濾波器設計面臨的實務問題

前述濾波器設計雖有理論根據且可以軟體輔助進行最佳化設計，要作的僅是採購雜訊分離器與頻譜分析儀，但實務面可能碰到設計值找不到市售規格品的難題，這時可能需以多個電感串聯等效或改採客製化製作，但這兩者都會增加廠商成本，理論歸理論！廠商不可能因此投入更多 EMI 抑制費用，實務面還是先利用頻譜分析儀掃圖找出超出限制值的頻段及干擾量，再以市售規格電容值及電感值代入，以計算出濾波器各組適用的轉折頻率，最後選取落於嚴重頻段內的適當頻率點，觀察曲線自此點轉折 45 度後，可以完全落在限制值線下的可能設計頻率點，最後進行各組投入後掃圖測試，直到找到一組可以符合規範且成本最低的組合規格。

四、結論

本文依共模雜訊與差模雜訊的定義，描述家電或燈具在家中插座電源端產生傳導電壓干擾及供電系統接地點或產品接地線產生功率輻射干擾的原因，介紹濾波器安裝在電器內部如何衰減電磁干擾量的原理，強調濾波器主要功能是用在抑制傳導電壓干擾，但其組成元件差模電感、共模電感、X 電容、Y 電容等兼具抑制電磁干擾的能力，尤其共模電感及 Y 電容對功率輻射干擾的抑制兼具效果。濾

波器大部份可設計來抑制傳導電壓非常嚴重的產品，但其對功率輻射干擾的抑制卻是完全依賴元件共模線圈，單靠它不一定可以使輻射干擾符合規範，此時產品電源線出口處纏繞磁芯類可能必要。有關 2.2 節組成濾波器之元件對傳導電壓干擾與功率輻射抑制的特性，實驗驗證過程刊載於 103 年 3 月份第 224 期電子月刊－「X 電容、共差模電感、磁環等對高頻電磁干擾功率輻射抑制性能研究」，可上相關圖書館網站借閱。

五、參考文獻

1. 林昆平，Mar 2014，X 電容、共差模電感、磁環等對高頻電磁干擾功率輻射抑制性能研究，電子月刊第 224 期。
2. 2010，XY 電容、磁芯、磁珠、磁環、磁扣等技術資料，冠磁公司。
3. 羅有綱、羅天賜，2000，電腦輔助電磁干擾雜訊量測與濾波器設計，電力電子技術雙月刊。
4. CNS 14115，98 年版，電氣照明與類似設備之射頻干擾限制值與量測方法，經濟部標準檢驗局。
5. CNS 13783-1，102 年版，電磁相容性－家用電器、電動工具及類似裝置之要求－第 1 部：發射，經濟部標準檢驗局。

小型風力發電機控制模組設計驗證動態模擬分析-以Matlab結合FAST方法分析

鐘榮欽／標準局高雄分局課長
陳啟瑞／標準局高雄分局技士

壹、前言

台灣地區自產能源貧乏，99%以上的能源供應均需仰賴進口。因此，「擴大再生能源利用」一直是政府推動「電源開發」與「CO2 減量」的重要策略之一。風力發電為再生能源之一種，其優點為無空氣汙染及環境影響低(除噪音對生物的影響)。 風力發電之發展主要限制為風場條件，在自然環境中存在紊流及陣風風場，對風力發電之風能擷取有顯著影響，因此對風力機的性能及負載安全的評估值得注意，是故評估這些干擾狀態的影響程度是風力機發展的課題。

國外風機的驗證評估已有超過 30 年的歷史，最早為歐洲的國家，如丹麥、德國、英國及荷蘭等，近年來對小型風力機（Small Wind Turbine）也逐漸有需求。以美國和英國推行小型風力機驗證較為積極。因消費者意識抬頭，需要更清楚知道產品的功能、性能及耐久性，加上產業界外銷需求，如國內可以執行小型風力機驗證，可節省風力機運送至國外驗證之費用，降低成本，更可有效率縮短產品開發時程。

適值國內風力機驗證方興未艾，經過本局的大力推展，風力機性能驗證部分已取得大幅進展，本局台南七股風力機性能測試場已有多項實績；本局另外建置的澎科大的風力機試驗場也逐步進入軌道，兩者皆已獲國際認證，成為風力機測試體系的有力群組。風力機設計驗證部分目前以核能研究所最為純熟，已通過 SWCC 的認證。

本文對風力發電機組全系統動態模擬分析技術，以 ADAMS 動態模擬軟體建構全機組織動態模擬，並結合以 FAST 軟體發展之風機氣動力(Aerodynamic analysis)分析以及以 MATLAB/SIMULINK 軟體發展之次系統及閉迴路控制系統

分析，可進行風力機組於不同風速、風向等操作條件下之動態行為分析。次系統部分，以 MATLAB/SIMULINK 發展風力機組之旋角控制(pitch control)及轉向控制(yaw control)，進行閉迴路模擬，分析於不同風況下，不同旋角控制及不同轉向控制下，所產生之力量、轉速等。得以在更趨近於實際風況下進行動模擬分析，本文成功整合三種不同分析工具，包含：FAST(空氣動力)、ADAMS(風力機組動態)以及 MATLAB/SIMULINK(風機次系統及閉迴路控制系統)，克服三不同軟體整合介面困難，可同時進行三軟體平行動態模擬(Co-simulation)分析。

貳、文獻回顧

搜尋歷年來有關風力機論文，1919 年 Betz 提出風車轉子效率係數 Cp 最大為 59 %，1985 年 Johnson[1]提出頂端速度比 λ(Tip speed ratio, TSR)：葉片頂端速度與風速之比；風車轉子效率係數 Cp，用以比較出當時一般風力發電機設計特性。風力發電機動態模擬(Dynamic simulation)技術為風機設計發展過程中不可或缺之關鍵性技術，於設計階段評估風機之動態特性。近年來風力發電機動態模擬工具陸續被發展及應用，風機模擬軟體 FAST 於 2002 年由 NREL(National Renewable Energy Laboratory，美國國家再生能源實驗室)開發出第一個整合版本(FAST v4.0)，陸續再改版，現在最新的版本為 2012 年 2 月發行的 FAST v7.01.00a-bjj[2]。2005 年成大航太研究所徐彬堯碩士論文[3]"風車葉片運動模擬與動態分析"利用 FAST 建構水平軸式風車，然後將模型轉入 Adams 模擬軟體中進行分析與運動模擬；並利用 ANSYS 有限元素商用軟體建立一個完整的風車葉片模型進行動態模擬分析，將 FAST 所分析出作用在葉片上之等效力和等效力矩最大負載輸入計算，可得出整個葉片之變形量、應力分布和自然振動頻率。此論文已具風力機設計驗證雛形。2006 年 Boukhezzar[4]教授與 NREL 合作，提出創新 Multivariable 控制器整合力矩與旋角控制，使用 FAST 軟體建構風機非線性系統，並使用 PID 及 LQG 控制器比較其結果。行政院原子能委員會核能研究所的陸仁凱[5]提出 FAST/SIMULINK 進行 150 kW 風機 IEC 61400-1 負載計算。2010 年成大航太研究所吳文翔碩士論文[6]"複材風力發電機葉片設計與分析"，利用 Matlab 建立視覺化的使用者介面，在介面中建立葉片模型與材料分佈，輸出成純文字檔以供

ANSYS 讀取建模，並利用 BEM(葉片元素動量理論)計算理論受力，提供 ANSYS 分析應力分佈。

參、小型風力機控制模組動態模擬分析

小型風力機之壽命可採用一組風力機可能承受之最激烈情況之設計條件來表示，負載狀況應由特定組裝、豎立、維護及運轉或設計狀況與外部條件之組合而決定。每種設計狀況中，應考慮數個設計負載狀況，以驗證小型風力機組件之結構完整性。依 CNS 15176-2 規定至少應考慮表 1 所列之設計負載狀況。

一、設計評估定義

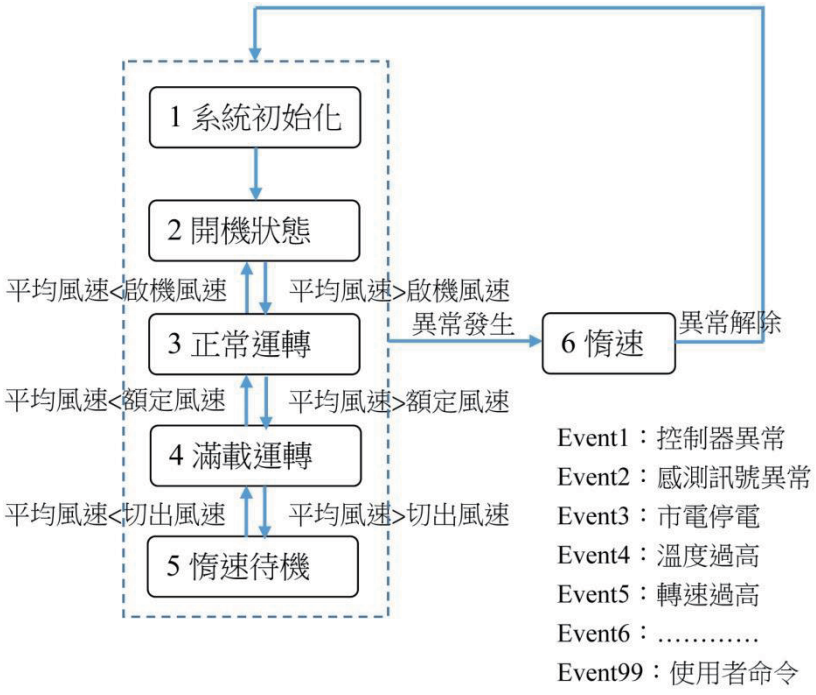
依據國際認可之標準，應用認可之計算工具，在風力發電系統考量之運轉條件下，確認中小型風力發電系統符合要求。依據標準國內參考 IEC 61400-2[7]訂定 CNS 15176-2[8]【風力機-第 2 部：小型風力機設計要求】。

二、操作模式分析

風力機的負載狀況和風機的控制狀態以及風況有很大的關係，所以實際的設計評估，就是要不同控制狀況和不同風況的計算組合。因此每一台風機的設計負載範圍分析，須要計算的案例非常的多，主要就是表 1 中的設計狀況加上 DLC 風況，再考慮計算極限負載或是疲勞負載，或是兩者皆計算，每一種案例皆須計算。並考慮主要設計部位的負載，如葉片根部，轉子轉軸及塔架等，最後計算其最大應力是否超過允許應力，用以判定風機是否安全。

以下圖示為完整的風力機操作模式，用以建立進行設計負載範圍分析：(以氣彈力模式用商用軟體進行分析)

【1】正常運轉程序



註：取自張欽然博士簡報資料[9]

【2】特殊運轉程序

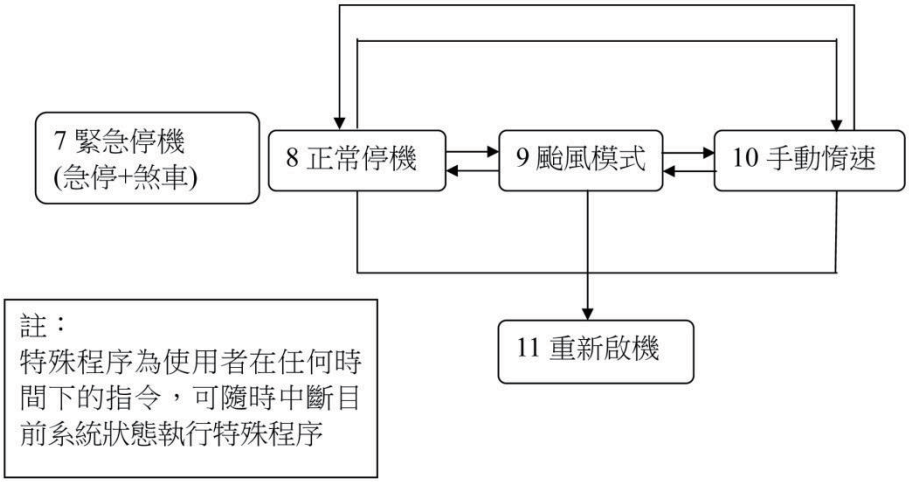


圖 1　風力機操作模式流程圖

表 1　氣彈力模型最小要求之設計負載狀況(節錄自 CNS 15176-2[8])

設計狀況	DLC	風況	其他條件	分析類型
(1)發電	1.1	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$ 或 $3V_{ave}$		F,U
	1.2	ECD $V_{hub} < V_{design}$		U
	1.3	EOG_{50} $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$ 或 $3V_{ave}$		U
	1.4	EDC_{50} $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$ 或 $3V_{ave}$		U
	1.5	ECG $V_{hub} < V_{design}$		U
(2)發電+故障發生	2.1	NWP $V_{hub} < V_{design}$ 或 V_{out} 或 $2.5V_{ave}$	控制系統故障	U
	2.2	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$ 或 V_{el}	控制或保護系統故障	F,U
	2.3	EOG_1 $V_{in} < V_{out}$ 或 $2.5V_{ave}$	喪失電網連接	U
(3)正常停機	3.1	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$		F
	3.2	EOG_1 $V_{hub} = V_{out}$ 或 $V_{max,shutdown}$		U
(4)緊急或手動停機	4.1	NTM 由製造商說明		U
(5)待機(靜止或惰轉)	5.1	EWM $V_{hub} = V_{e50}$	可能的電網連結之喪失	U
	5.2	NTM $V_{hub} < 0.7V_{ref}$		F
(6)待機與故障情況	6.1	EWM $V_{hub} = V_{el}$		U
(7)運輸、組裝、維護及修理	7.1	由製造商說明		U

NTM：正常擾流模型(Normal Turbulence Model)

ECD：方向變化之極端相干陣風(Extreme Coherent gust with Direction change)

EDC：極端風向變化(Extreme wind Direction Change)

EOG：極端運轉陣風(Extreme Operation Gust)

ECG：極端相干陣風(Extreme Coherent Gust)

NWP：正常風剖面模型(Normal Wind Profile model)

EWM：極端風速模型(Extreme Wind speed Model)

三、FAST 軟體研究分析

圖 2 是 FAST 的運算流程圖，執行 FAST 軟體須要的輸入檔，主要分成 Primary、Tower、Blade(s)及 ADAMS-Specific 等輸入檔，Primary 檔案內容包含

簡單的發電機、變旋角及偏航系統控制、初始條件、風力機幾何外型建構尺寸、風力機質量及慣性矩等數值。傳動系統採用等效彈簧與阻尼系統及齒輪比的轉換，作為增速齒輪箱或直驅式等用途。

Tower 及 Blade(s)輸入檔把塔架與葉片建構成柔性體。Tower 內部包含 fore-aft 與 side to side 方向的阻尼係數。Blade(s)包含 flapwise 與 edgewise 方向的阻尼係數，沿著葉片根部到葉尖不同的截面，計算 fore-aft 與 side-to-side 方向的剛性係數與慣性矩。

ADAMS-Specific 內容包含由 FAST 軟體產生的風力機模型匯入到 ADAMS 軟體上的尺寸規格，以及輸出檔案格式，以便可以在 ADAMS 上觀看模擬結果。

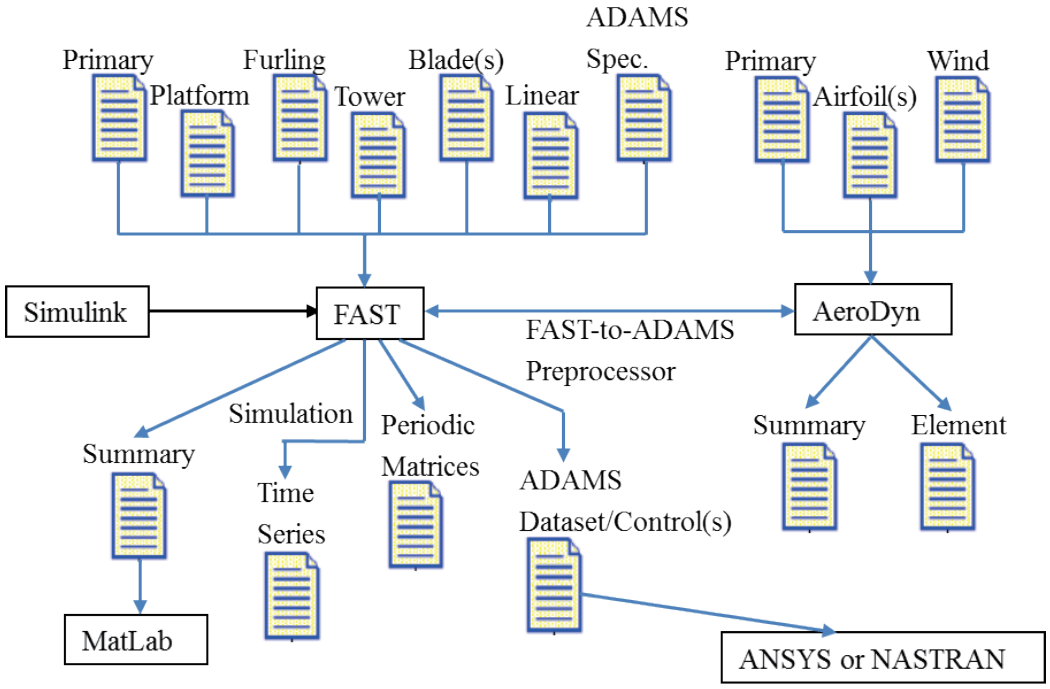


圖 2　FAST 運算流程圖(節錄自 FAST user Guide[2])

在時域分析模組，FAST 可以用很多方式模擬控制風力機。目前列出的控制模組大概有五種：

1. 葉片傾斜控制(Pitching the blades)

2. 發電機扭矩控制(Controlling the generator torque)
3. 高速主軸剎車控制(applying the HSS brake)
4. 機艙轉向控制(yawing the nacelle)
5. 尾翼剎車控制(deploying the tip brakes)

本文的探討重點著重在風力機的控制機制，並探討各控制模組對風力機各部位的受力情況。

四、FAST 結合 SIMULINK 對風力機動態控制模組模擬分析

本節利用 FAST 結合 SIMULINK 進行風力機負載分析，SIMULINK 的執行畫面如圖 3，FAST 可利用 SIMULINK 模擬轉向（Yaw）系統、葉片傾斜（Pitch）角度及發電機系統控制。在執行 Matlab 撰寫程式，即可進行風力機負載運算。Fast 結合 Matlab/Simulink 時，其輸入檔必須針對不同的控制模式，改變其參數的設定。

本節案例分析採用的 Matlab/Simulink 模擬架構圖如下：

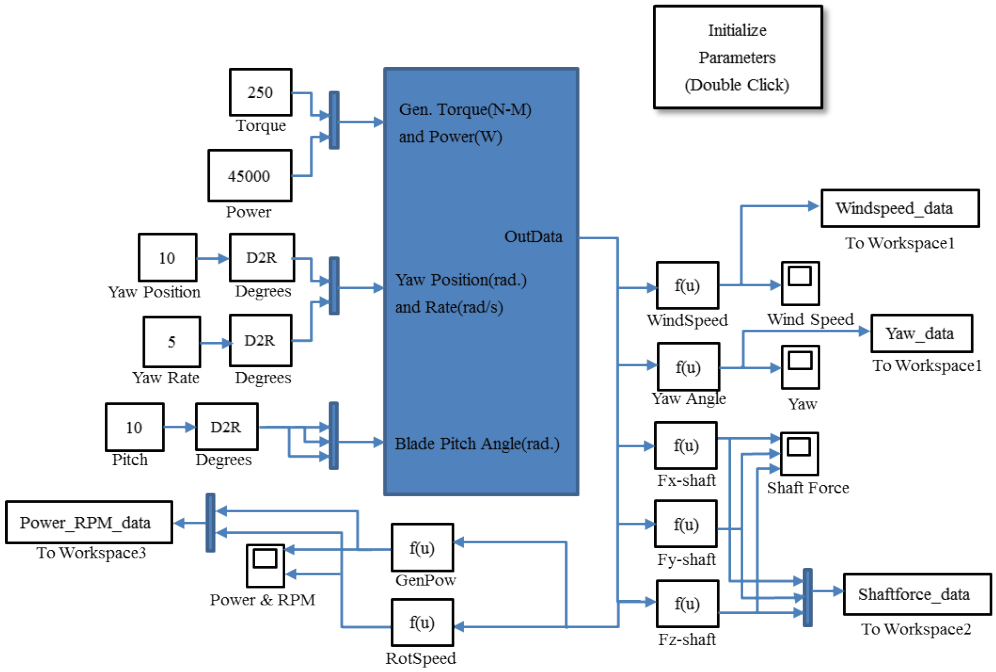


圖 3　FAST 結合 SIMULINK 運算結構圖

在 Matlab/Simulink 發電機非線性(Nonlinear)的控制模組如下圖：

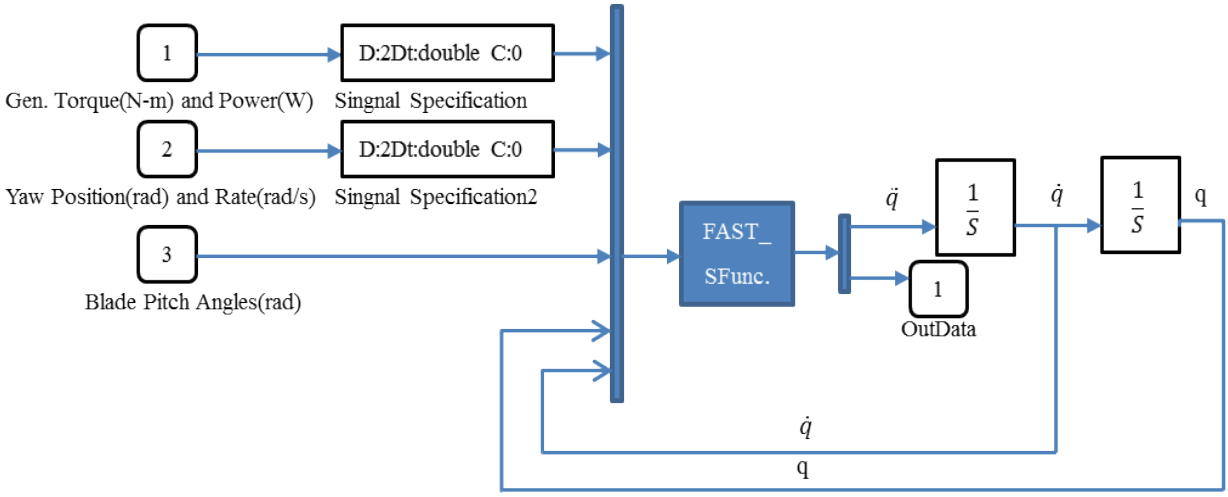


圖 4　發電機非線性(Nonlinear)的控制模組

圖 3 為 FAST 結合 Simulink 的運算結構圖，綠色部分為風力機的控制模組核心，其於 Simulink 的非線性控制模組運算邏輯展開後如圖 4 所示，其控制輸入點共有三處：1.葉片傾斜角度，2.偏航系統轉向角度及速率，3.發電機的轉矩及功率。

下述的研究案例將針對不同的輸入控制和單純 FAST 控制模式進行比較，以研究兩者之差異，對設計評估的計算方式提出建言。

研究探討案例：以葉片直徑 15 m，50 kW 之風力機，以 FAST 結合 Simulink 模組，計算以下三種控制狀況之負載

表 2　A 控制模組

案例	風力機編號	葉片數目	葉片直徑(m)	額定功率(kW)	控制狀況
PC	A	3	15	50	彈性體(Flexible)，葉片控制模式(blade pitch commands)，輸入葉片傾斜角度，穩流
YC	A	3	15	50	彈性體(Flexible)，機艙控制模式(nacelle yaw angle and rate commands)，輸入偏航系統轉向角度及速率，穩流
VS	A	3	15	50	彈性體(Flexible)，變速轉矩控制模式

					(variable-speed torque controller)，輸入發電機的轉矩及功率，穩流

將以上編號 A 之風機模組轉入 ADAMS 軟體後，可得外觀如圖 5：

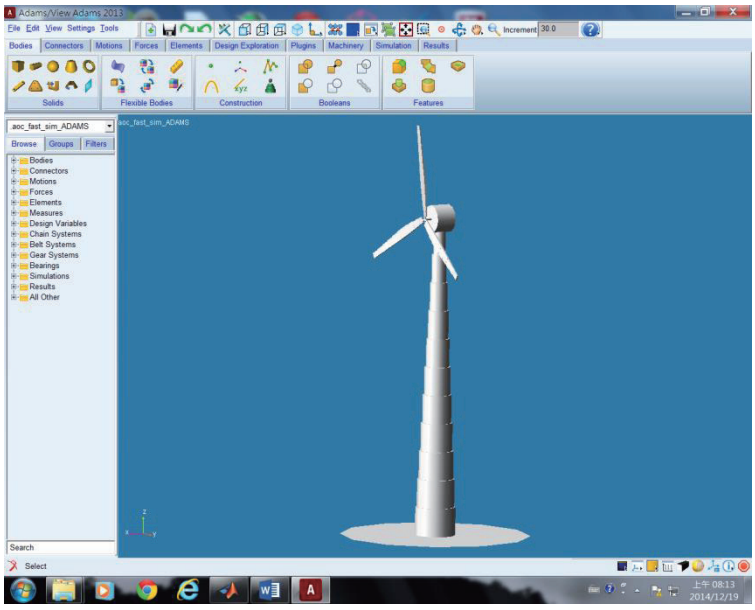


圖 5　編號 A 風力機示意圖

控制案例：

比較葉片控制模式(PC-Mode)、機艙控制模式(YC-Mode)及變速轉矩控制模式(VS-Mode)的控制案例，風力機葉片 、轉軸等主要組件皆視為彈性體。

PC-Mode：輸入葉片傾斜角度，

YC-Mode：輸入偏航系統轉向角度及速率

VS-Mode：輸入發電機的轉矩及功率

同時啟用葉片控制模式(PC-Mode)、機艙控制模式(YC-Mode)及變速轉矩控制模式(VS-Mode)，其參數 PCMode 設定為 2、TPCOn 設定為 0、YCMode 設定為 2、TYCOn 設定為 0、VSContrl 設定為 3、GenTiStr 及 GenTiStp 設定為 true、TimGenOn 設為 0、TimGenOf 的值必需大於 TMax。其中 Pitch 控制變數的輸入值為 10 deg、Yaw Position 控制變數的輸入值為 10 deg、Yaw Rate 控制變數的輸

入值為 5 deg/s、Torque 控制變數的輸入值為 250 N-m，Power 控制變數的輸入值為 45 kW。

(一)控制案例 1：

比較 Simulink 所有控制模式皆啟動(PC_YC_VS_mode)時和 FAST 控制模式下之運算結果：

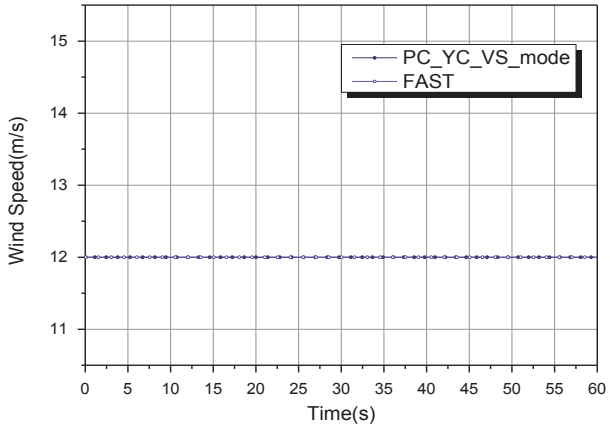


圖 6　Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之風力速度比較圖

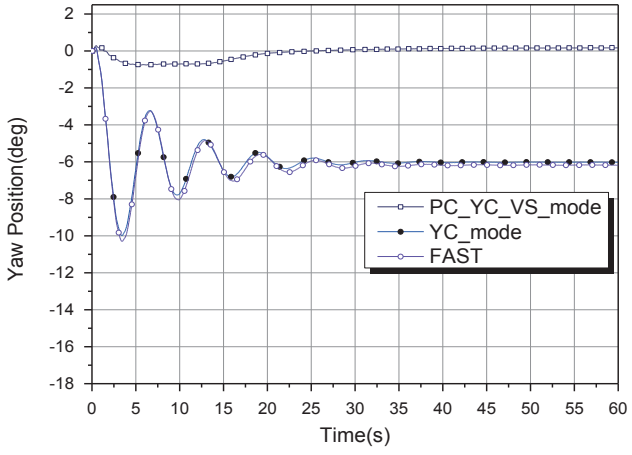


圖 7　Simulink/PC_YC_VS_mode、YC_mode 和 FAST 之機艙轉動角度比較圖

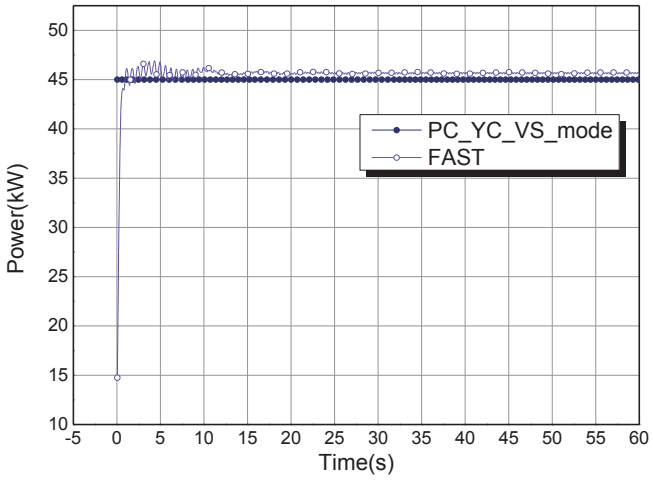


圖 8　Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之發電機功率比較圖

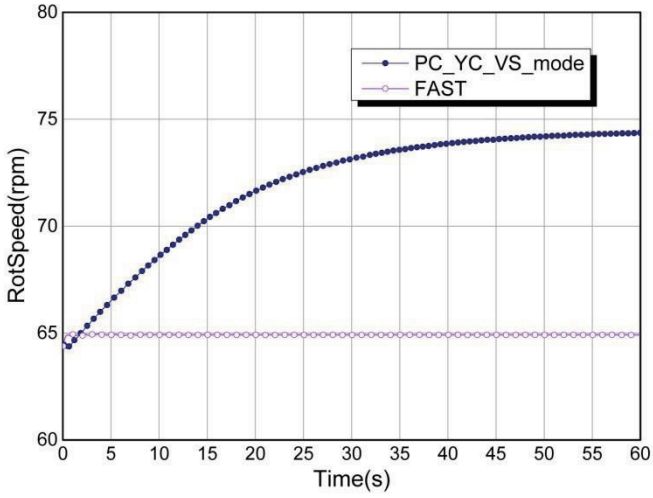


圖 9　Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之發電機轉速比較圖

(二)控制案例 1 討論與分析

1. 圖 6 為 Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之風力速度比較圖，因皆承受穩流風況，且風速皆設定為 12 m/s，所以整個運算時域過程風速都維持一樣。
2. 圖 7 為 Simulink/PC_YC_VS_mode、YC_mode 和 FAST 之機艙轉動角度比較圖，由圖形可以看出，simulink 單純設定 YC_mode 模式時，機艙的轉動角度，和 FAST 之運算結果較為接近，雖然有些許差異，但可以發現兩者對風力機控制模式相同，所以兩者都只是對 yaw 進行行為控制，反映於機艙的轉動角度也就幾乎一樣。但是如果加入其他組件的控制模式，如 PC_YC_VS_mode 是對葉片傾斜(Pitch)、機艙轉動角度(yaw)和發電機扭矩及發電功率同時進行控制，就會有很不一樣的機艙轉動行為模式發生，由圖形就可發現差異實在很大，因此各種控制模式實有進行研究討論的必要，也可和實際行為相互比對。
3. 圖 8 為 Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之發電機功率比較圖，由圖形可以發現，PC_YC_VS_mode 因有輸入發電機功率 45 kW，所以整個運轉過程功率皆控制在 45 kW。而 FAST 是以感應發電機的控制模組來模擬，由圖形可以發現運轉初期的發電機功率有上下起伏的抖動現象，直到後期才維持在約 46 kW 的功率運轉，但比表列的額定功率 50 kW 來得小。
4. 圖 9 為 Simulink/PC_YC_VS_mode 和 FAST 之發電機轉速比較圖，由圖形顯示 FAST 運算模組，其轉軸速度接維持定值，PC_YC_VS_mode 則是一緩升的曲線，其差異主要是多重控制模式組合的結果，詳細比較在下節討論，本節著重於闡述使用 Simulink 運算模式，確實會和單純用 FASAT 程式運算得到不同的結果，如何選用控制模式，是風力機設計驗證時不可忽略的課題。

(三)控制案例 2

在相同的 FAST 輸入檔參數之下，比較由 FAST 程式模擬的結果以及 Matlab/Simulink 各控制模式之結果。

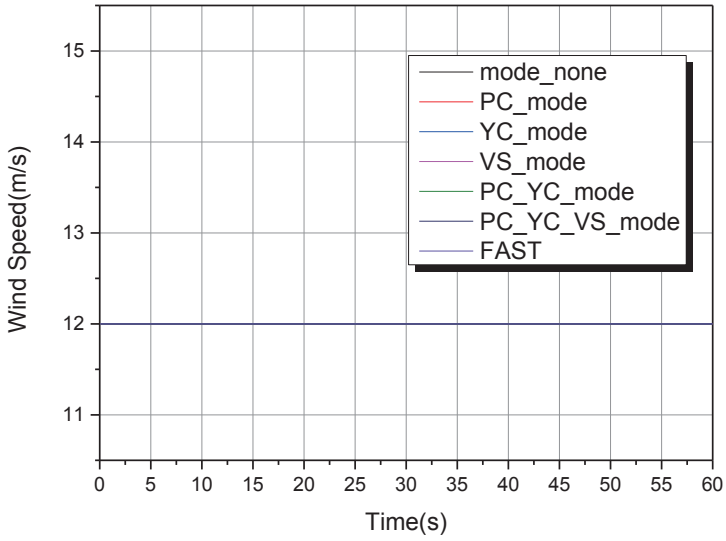


圖 10　Simulink/各種控制模式和 FAST 之風力速度比較圖

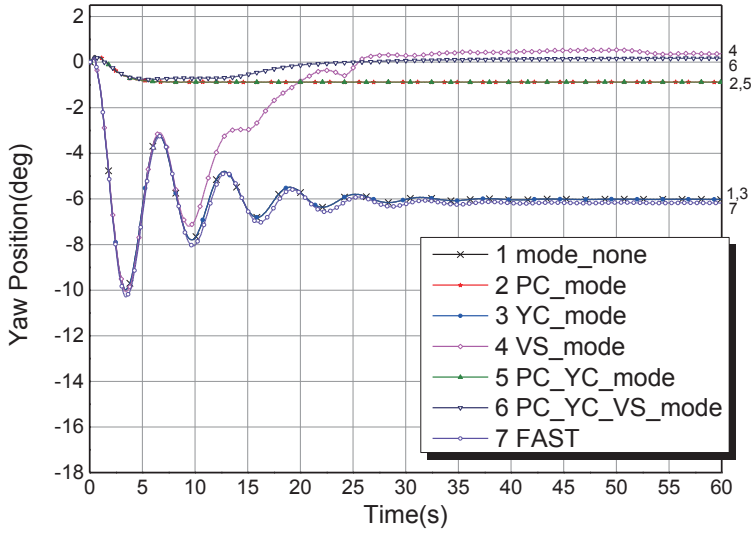


圖 11　Simulink/各種控制模式和 FAST 之機艙轉動角度比較圖

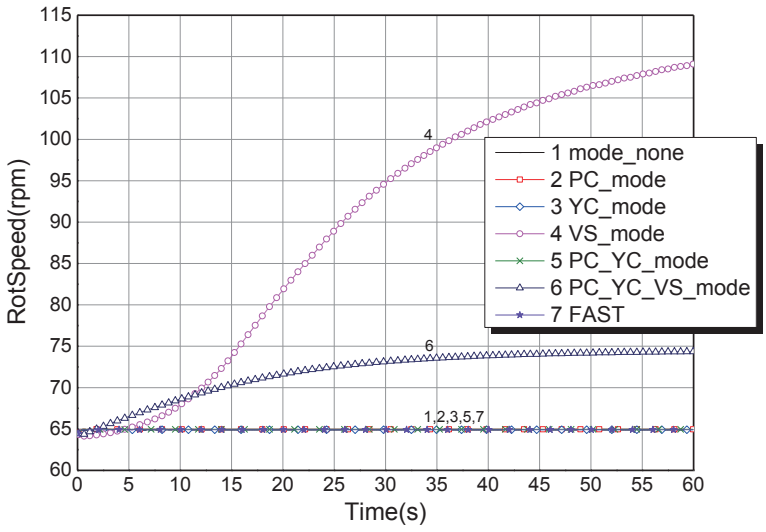


圖 12　Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸轉速比較圖

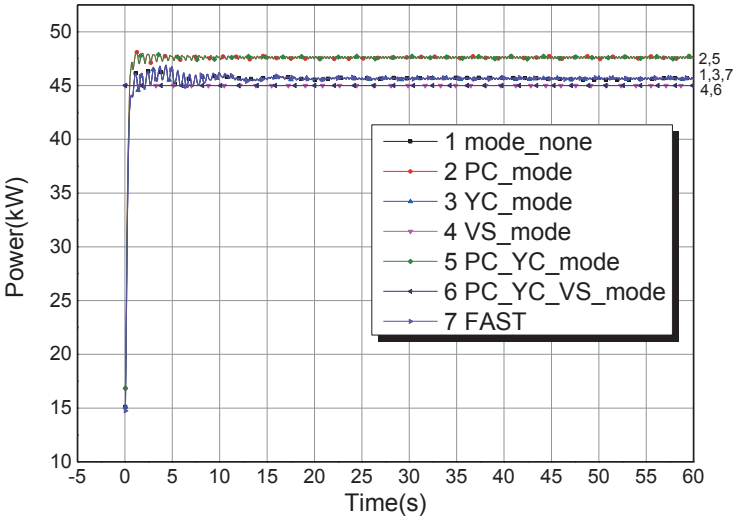


圖 13　Simulink/各種控制模式和 FAST 之發電機功率比較圖

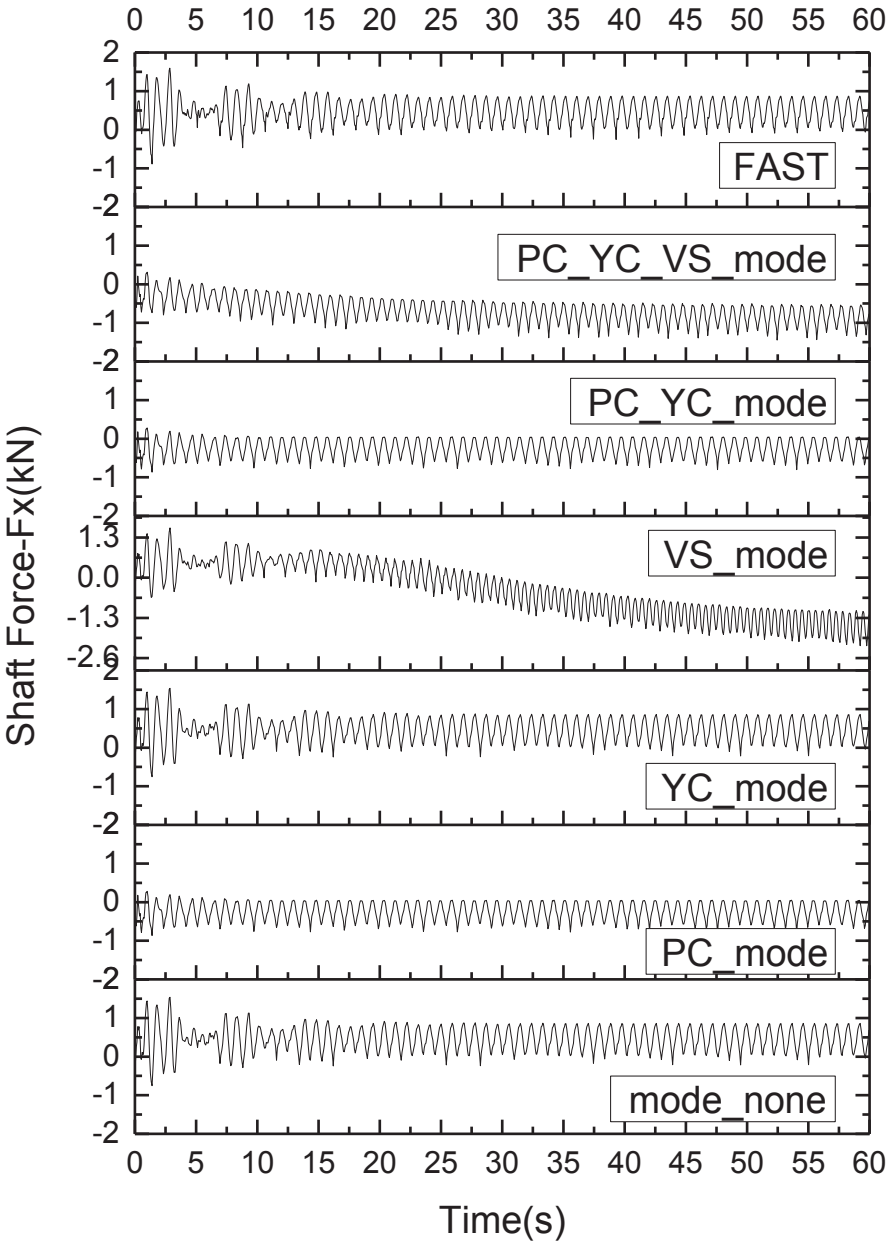


圖 14　Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸 x 向受力比較圖

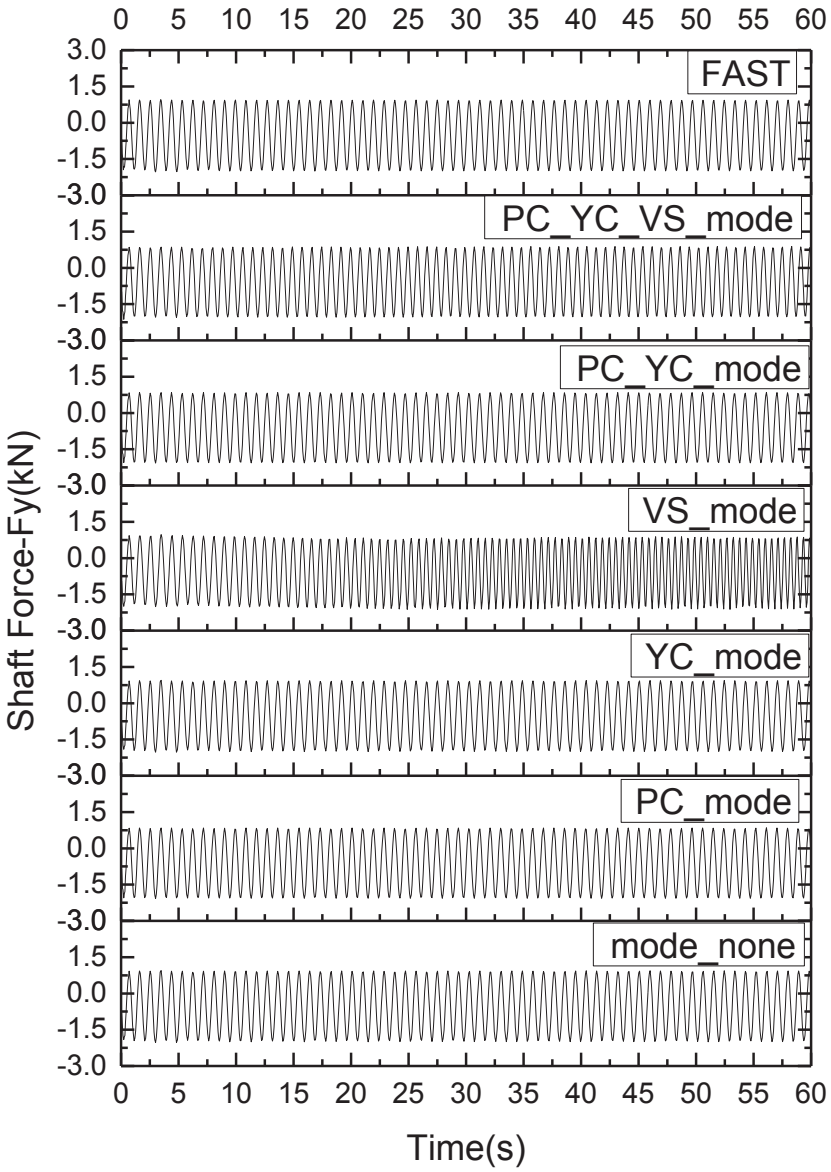


圖 15　Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸 y 向受力比較圖

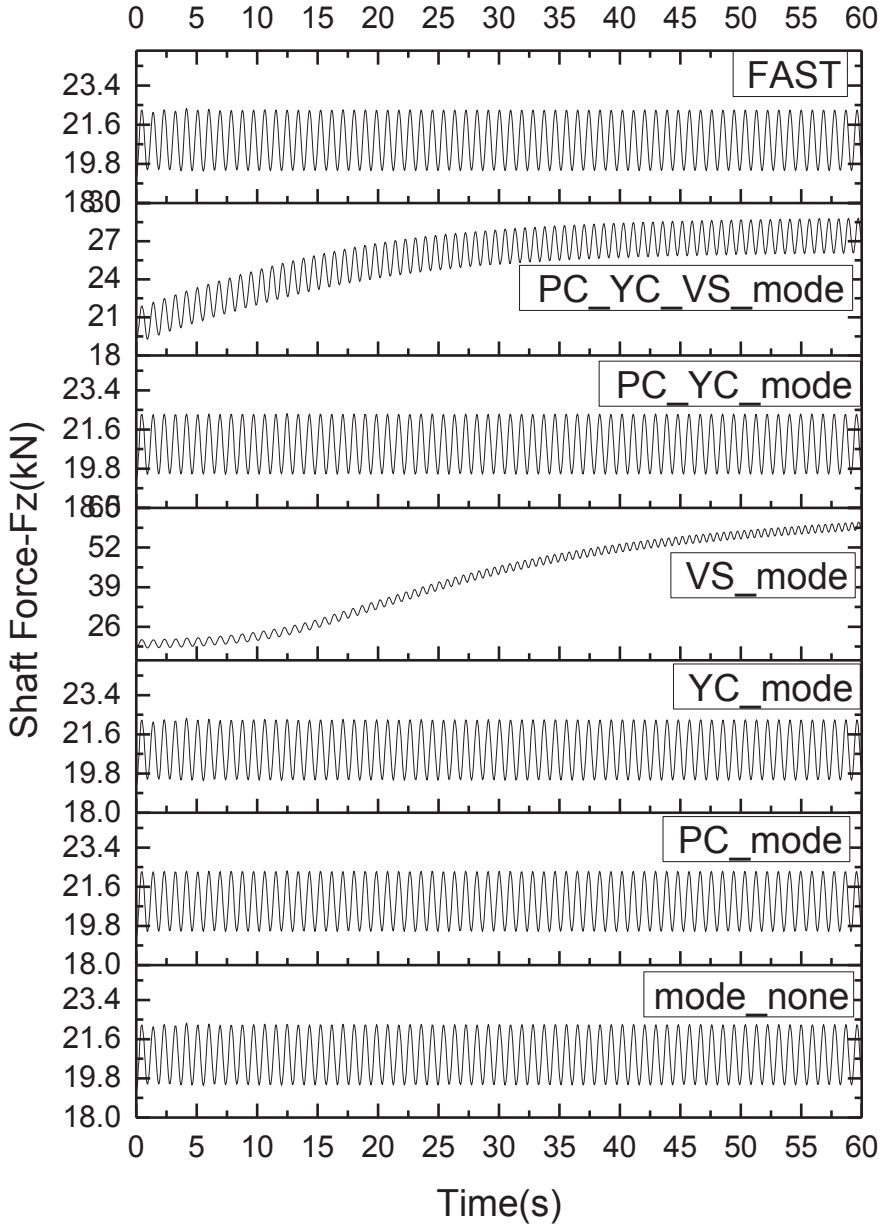


圖 16　Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸 z 向受力比較圖

(四)控制案例 2 討論與分析：

1. 圖 10 為 Simulink/各種控制模式和 FAST 之風力速度比較圖，因皆承受穩流風況，且風速皆設定為 12 m/s，所以整個運算時域過程風速都維持一樣。
2. 圖 11 為 Simulink/各種控制模式和 FAST 之機艙轉動角度比較圖，由圖可以比較各種控制模式對機艙轉動角度的影響。基本上 Simulink/ YC_mode 和 FAST 控制模式所得機艙轉動角度趨勢一致，轉角數值只略有差異(線 1,3,7 比較)，加入葉片傾斜控制 PC_mode 後，機艙轉動角度行為和 FAST 就有很大差異(線 2,5/PC_YC_mode 行為相同)，另加入發電機扭矩及功率控制模式(線 4/VS_mode)，就可發現機艙轉動角度由原先的一致，角度開始有很大偏離，和 FAST 模式有很大差異，比較接近 PC_mode 控制模式角度，但兩者還是有差異，而同時受三種模式控制的 PC_YC_VS_mode，則由線 2,5/PC_YC_mode 轉動角度行為，逐漸逼近線 4/VS_mode，所以 PC_YC_VS_mode 受 VS_mode 影響角大，從圖形就可發現其間影響行為的從屬關係。
3. 圖 12 為 Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸轉速比較圖，由圖形可以發現，控制模式 PC_mode/YC_mode/PC_YC_mode(線 1,2,3,5)之轉軸速度固定，和 FAST 控制模式一樣。VS_mode 轉軸速度大幅飆升，連帶具三種控制行為的 PC_YC_VS_mode 的轉速和 FAST 控制模式就產生偏離，但基本上和 FAST 控制模式結果差距較小，和單純的 VS_mode 控制模式差異較大，但明顯的偏離是受 VS_mode 的影響。
4. 圖 13 為 Simulink/各種控制模式和 FAST 之發電機功率比較圖。分析圖形顯示的結果，各種控制模式所得之發電機功率可分為 3 個族群，控制模式 VS_mode(線 4)和 PC_YC_VS_mode(線 6)產生之功率相同，可見如上所述，兼具三種控制模式合成的 PC_YC_VS_mode 其實受 VS_mode 影響甚巨，甚至控制行為是由 VS_mode 所主導；mode_none(線 1)、YC_mode(線 3)和 FAST(線 7)控制模式產生之功率相同，運轉初期的功率曲線皆有抖動的現象，然後才發展至穩定功率，且數值比 PC_YC_VS_mode 大些，可見調整控制轉動角度可取得較大功率;控制模式 PC_mode(線 2)和 PC_YC_mode(線 5)所產生之發電功

率相同，且運轉初期的功率曲線皆有抖動的現象，然後才發展至穩定功率，可見葉片傾斜的控制下，讓發電機功率趨於穩定，且發電功率比 YC_mode 所產生之功率來得大，可見葉片傾斜控制比偏航轉動控制來得有效。所以整體而言 VS_mode 發電機扭矩及功率控制可取得和額定功率恆定之功率效果，偏航轉動控制和葉片傾斜控制可取得較大之發電機功率，且葉片傾斜控制比偏航轉動控制對增加發電機功率來得有效。

5. 圖 14~16 為 Simulink/各種控制模式和 FAST 之轉軸 x/y/z 向受力比較圖，x 向受力就是轉軸之軸向力，y 向即側邊徑向力，z 向為往上之徑向力，很明顯 x/y 向受力很小，只有 1kN 左右的受力，而 z 向受力則有 20kN 以上的受力，比 x/y 向力大很多。
6. 就圖 14 之 x 向受力而言，控制模式 FAST/YC_mode/mode_none 受力幾乎相同，PC_mode 和 PC_YC_mode 相同，以上模式皆在 0 值附近震盪，可見受力很小。而比較 VS_mode 的受力行為，初期和 YC_mode 一樣，後來往負值逐漸擴大。PC_YC_VS_mode 則為 PC_YC_mode 之受力行為，受 VS_mode 的影響而略向負值偏移。
7. 由圖 15 可發現各種控制模式 y 向的受力行為幾乎相同，皆在 0 值附近震盪，可見轉軸 y 向的側向徑力受力值很小。
8. 由圖 16 可發現 FAST/YC_mode/PC_mode/PC_YC_mode/mode_none 之 z 向的受力皆相同，所以控制機艙轉向和控制葉片傾斜，對轉軸的 z 向垂直受力並無太大影響。控制轉軸扭矩及功率的 VS_mode 對轉軸 z 向垂直力就有較大的影響，整個運轉過程受力會不斷改變，PC_YC_VS_mode 三種控制模式兼具者，很明顯受 VS_mode 的影響受力比 YC_mode 和 PC_mode 來得大，但是受其他模式的牽制，受力比 VS_mode 來得小。

肆、建議

本研究主要針對風力機的設計評估進行各種控制模式的研究分析，對風力機各組件的負載進行分析，由研究的成果，對各種控制模式對風力機的影響，已有模擬數據上的具體成果，各種控制模式間相互影響的關係，由成果的討論，也獲

得更深的了解。但此為商用軟體的理論分析結果，建議若能有實際的實物設計案例進行比較分析，將可更深化風力機的設計評估驗證制度研究的能量。

伍、參考文獻

1. Johnson, G. L., 1985, Wind Energy Systems, Prentic Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
2. FAST v7.01.00a-bjj, 2012, FAST user's Guide, Jason M. Jonkman. Marshall L. Buhi Jr., National Renewable Energy Laborabory(NREL).
3. 徐彬堯，2005，風車葉片運動模擬與動態分析，成功大學航太工程學系研究所碩士論文。
4. B. Boukhezzar, L. Lupu, H. Siguerdidjane, M. Hand, 2007, Multivar -iable control strategy for variable speed, variable pitch wind trubines, Renewable Energy volume 32, Issue 8, 1273-1287.
5. 陸仁凱，張欽然，2009，應用 FAST/SIMULINK 進行 150kW 風機 IEC-61400-1 負載計算，2009 臺灣風能學術研討會，台北科技大學，1-6。
6. 吳文翔，2010，複材風力發電機葉片設計與分析，成功大學航太工程學系研究所碩士論文。
7. IEC 61400-2, "Wind turbines-Part II".
8. CNS 15176-2：2011，風力機-第 2 部：小型風力機設計要求，經濟部標準檢驗局。
9. 張欽然，2008，核研所中小型風機的設計驗證。

產業用防護頭盔衝擊吸收性試驗之量測不確定度分析

林士正／標準局臺南分局技士

摘 要

在執行產業用防護頭盔的衝擊吸收性試驗過程中，其檢測的流程係以一個重 5 公斤的衝擊頭由距離防護頭盔上方 1 公尺的位置，以自由落體方式落下撞擊防護頭盔，再由人頭模型下方的載重計感應器量測出衝擊力量。在衝擊吸收性量測中，衝擊頭與防護頭盔間的衝擊距離可能會因操作人員安裝方式及樣品結構不同等因素，造成衝擊器落下高度產生些微差異性，本研究利用實驗方式，求得衝擊器落下高度對於衝擊吸收性的敏感係數(即輸入量和被量測量單位間的轉換因子)為 14.128 N/mm。再者，依據 CNS 1336 Z3001(101.12.27)執行產業用防護頭盔衝擊吸收性之量測不確定度評估，經分析結果，本局產業用防護頭盔專業實驗室對於衝擊吸收性量測之組合標準不確定度為 25.48 N，在 95 %信賴水準內，其量測不確定度為 0.982 %。藉由本次專題研究建立產業用防護頭盔衝擊吸收性量測不確定度評估報告，可提供同仁更加了解量測過程的影響因素，並作為修正量測操作說明的重要參考依據，使檢測作業更趨一致性，可有效提升防護頭盔之檢驗技術。

壹、前言

鑑於本局同仁在檢驗產業用防護頭盔之衝擊吸收性試驗時，雖然皆依照國家標準之規定執行檢測，然而一些操作手法及相關細節，偶有造成檢驗數據些微差異之情形，有時甚至因而導致檢驗結果的不同，影響廠商權益甚大，藉由分析該試驗項目的量測不確定度，將所有可能影響檢驗數據的因素加以考量，以提供同仁在檢驗實務上檢驗結果的一個較客觀的科學判定準則。

貳、量測不確定度評估數學模式

在產業用防護頭盔衝擊吸收性量測活動上，影響試驗值(AV)量測之變異包含了下列各項：

(1)E_s PCB 224C FORCE SENSOR 載重計感應器標稱值之可能變異

(2)E_m 試驗機量測衝擊吸收性時之可能變異

(3)E_{mr}試驗機讀數最小解析度所造成之可能變異

(4)其它影響試驗值之環境及待測物等變異性。

本研究為簡化量測結果因環境及待測物等因素造成之量測變異性，使用查核墊作為待測物進行量測，在現有專業實驗室環境溫濕度管控下，即可合理假設前述因素所造成誤差很小，可以忽略不計，故其量測不確定度評估數學模式可表示為：

$$AV = f(E_s, E_m, E_{mr}) \quad 【1】$$

此外，根據量測不確定度的傳播定律可得：

衝擊吸收性量測之組合不確定度：

$$u_{AV} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial Es}\right)^2 u_{Es}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial Em}\right)^2 u_{Em}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial Emr}\right)^2 u_{Emr}^2} \quad 【2】$$

其中 $\left(\frac{\partial f}{\partial Es}\right)$ 為載重計感應器標稱值之靈敏係數。

$\left(\frac{\partial f}{\partial Em}\right)$ 為試驗機量測衝擊吸收值之靈敏係數。

$\left(\frac{\partial f}{\partial Emr}\right)$ 為試驗機讀數最小解析度之靈敏係數。

u_{Es} 為載重計感應器標稱值之標準不確定度。

u_{Em} 為試驗機量測衝擊吸收值之標準不確定度。

u_{Emr} 為試驗機讀數最小解析度之標準不確定度。

參、敏感係數分析

在理論上，利用實驗方式來決定出敏感係數是簡單且方便的。就衝擊吸收性

的量測而言，對於一個感興趣的變數 x，我們開始選擇在一特定值的小範圍內。這個範圍的選擇有利於我們對每一個試件進行實驗，將實驗結果繪在一圖表上，以變數 x 為水平軸，量測結果為縱軸。利用最小平方法來描述所有通過的數據點，則這條線的斜率即為敏感係數。這個方法對於輸入變數 x 與量測結果為線性變化關係是有用的，若兩者的關係為非線性關係時，則這個方法是不適用的。

此外，對於已知函數模式時，其敏感係數可以由數學方式來評估。偏微分係表示固定其它輸入量，微小改變輸入量對被量測量的變化量。因此，我們可以利用最小平方法來評估衝擊器落下高度與衝擊吸收性試驗量測結果，如表 1 所示。

表 1　衝擊器落下高度與衝擊吸收性試驗量測結果

衝擊器落下高度(cm)	衝擊吸收值(N)
28	4907.1
29	5033.6
30	5204.6
31	5367.8
32	5446.4

由此可知，其衝擊吸收性試驗的敏感係數為 141.28 N / cm(≒ 14.13 N / mm)。這個結果顯示輸入變數與量測結果為線性變化關係。因此，我們可以利用實驗方式來求得衝擊器落下高度對於衝擊吸收值的敏感係數，另外，這個實驗方式亦可運用於其他線性系統中，求各個輸入變數與量測結果的敏感係數。

肆、衝擊吸收性試驗之量測不確定度評估

量測結果的不確定度根據估計方法的不同，可區分為 A 類與 B 類標準不確定度等兩個分量所構成，其中 A 類標準不確定度係用統計方法評估的分量，而 B 類標準不確定度係用其他方法評估的分量。本研究考量之可能變異的標準不確定度評估如下：

一、載重計感應器標稱值之標準不確定度 u_{Es}

根據試驗時所使用之載重計感應器(序號 1020)的校正報告(PCB

PIEZONTRONICS INC.，日期 6/12/2014，編號 525429)，其輸入力量位準 5000 N 校正結果之相對擴充不確定度為 1 % ，在相對應約 95 % 之信賴水準、涵蓋因子為 2，其標準不確定度為：

相對擴充不確定度 / 涵蓋因子＝ 1 % / 2 ＝ 0.5 % ，

換算為標準不確定度值為 u_{Es} ＝ 5000 N × 0.5 % ＝ 25 N。

此變異之涵蓋因子 k＝2，相對應約 95 %信賴水準，查表可得其自由度 v_{Es}＝60。

二、試驗機量測衝擊吸收值時之可能變異的標準不確定度 u_{Em}

因產業用防護頭盔衝擊吸收性試驗為破壞性試驗，無法使用同一頂產業用防護頭盔進行重覆量測，遂使用參考物質─查核墊來進行 A 類評估。使用經『加拿大 CADEX 公司』驗證之參考物質─查核墊，試驗條件為使用 CNS 1336(101.12.27)之鎂合金標準頭型、落下重量 5.0 kg、衝擊點：頂頭部、前處理溫度：常溫 4 小時以上，落下高度 300 mm，以確保衝擊力量在 5 kN 左右。於 104.1.2 ～ 104.11.6 期間，在相同試驗條件下計查驗 20 次，每次衝擊 3 回，其衝擊吸收性試驗量測結果，如表 2 所示。

表 2　衝擊吸收性試驗量測結果(單位：牛頓)

測 試 序 號	第一回	第二回	第三回
1	5188.5	5215.3	5158.1
2	5169.5	5194.5	5169
3	5203.2	5174.3	5159.9
4	5250.2	5170.9	5186.3
5	5217.8	5120.4	5145
6	5208.4	5228.9	5154
7	5222.1	5183.1	5139.9
8	5235.6	5311.7	5160.5
9	5205.8	5258.5	5158.1
10	5248.3	5180.4	5152.7
11	5274.3	5190.4	5135
12	5212.3	5175.9	5154.7
13	5180.7	5171.4	5184.5

14	5239.9	5177.2	5163.6
15	5238.1	5151.6	5174.7
16	5195	5120.1	5169.6
17	5226.1	5146.8	5188.2
18	5241.3	5198.7	5146
19	5217.3	5175.7	5175.8
20	5200.7	5208.1	5170.1
平均值 $\bar{x}$	5189.578	σ 的估計值 s (x_j)	38.15281
標準差 σ	37.83353	$\bar{x}$ 標準差 s ($\bar{x}$)	4.925507

根據 20 次計 60 回的試驗結果，求出的標準差，僅為一組特定抽樣值的標準差 σ，並非抽樣的唯一值，如果再重覆一次，就會得到另一組值，進而產生不同的 $\bar{x}$ 及 σ，因此必須求得 σ 值可能的估計值，其值可以下式求得：

$$S(x_j) = \sqrt{\left(\frac{1}{59}\sum_{j=1}^{60}(x_j-\bar{x})^2\right)} = 38.15$$

而其平均值 $\bar{x}$ 亦非真正由無限多個樣本所得的平均值，因此可由群體估計標準差獲得所謂平均值的實驗標準差：

$$S(\bar{x}) = \frac{S(x_j)}{\sqrt{60}} = 4.93$$

此即為所求之 A 類標準不確定度，u_{Em} = 4.93 N。

由 60 回測試過程可知自由度為 v_{Em} = 59。

三、試驗機讀數最小解析度之可能變異的標準不確定度 u_{Emr}

假設最小解析度 0.1N 為矩形分配，相對不確定性為 10 %，自由度為：

$v_{Emr} = 1/2 * (100/10)^2 = 50$

估算其標準不確定度為：

$u_{Emr} = (0.1*1/2)/\sqrt{3} = 0.0289$ N

四、組合標準不確定度評估

依照【2】式，將各標準不確定度與敏感係數帶入計算組合標準不確定度，

如表 3 所示。

表 3　組合標準不確定度計算表

不確定度來源	不確定度值	類型	機率分配	涵蓋因子 k	標準不確定度值 u_i	靈敏係數 c_i	u_i*c_i	$(u_i*c_i)^2$
u(E_S)	50 N	B	t 分配	2	25 N	1	25 N	625 N^2
u(Em)	4.93 N	A	常態	1	4.93 N	1	4.93 N	24.3 N^2
u(Emr)	0.1 N/2	B	矩形	$\sqrt{3}$	0.03 N	1	0.03 N	0.0009 N^2
$\sum(u_i*c_i)^2 = 649.3\ N^2$ $u_{AV} = 25.48$ N								

所以本報告之組合標準不確定度計算結果為 25.48 N。

在本研究衝擊吸收性試驗中，組合不確定度為 u_{AV}= 25.48 N，載重計感應器標稱值 E_S、重覆量測值 E_m、試驗機讀值解析度 E_{mr} 的標準不確定度分別為 25 N、4.93 N、0.03 N。相對應的自由度分別為 60、59、50。最後，敏感係數皆設為 1，利用 Welch-Satterthwaite 公式來計算組合標準差的有效自由度：

$$\nu_{eff} = \frac{u_c^4}{\frac{c_s^4 u_s^4}{\nu_s} + \frac{c_m^4 u_m^4}{\nu_m} + \frac{c_{mr}^4 u_{mr}^4}{\nu_{mr}}}$$

$$= \frac{(25.48)^4}{\frac{(1)^4(25)^4}{60} + \frac{(1)^4(4.93)^4}{59} + \frac{(1)^4(0.03)^4}{50}}$$

$$\fallingdotseq 64.64$$

由 t 分佈-表中，對應其自由度(64.64)與信賴水準 95 %得到 t = 2.00，所以衝擊吸收性試驗結果的擴充不確定度為：

U = k u_c = (2.00)(25.48 N) = 50.96 N

本報告 20 次查驗結果數據呈常態分配，在 95 % 之信賴水準可以採用涵蓋因子 k=2，擴充不確定度 U = k × u_{AV} = 50.96 N，轉換成百分比表示如下：

U / y = (50.96 / 5189.578)× 100 % = 0.982 %

量測結果表示為 y ± U，衝擊吸收性查驗結果可以表示為 5189.578 N ± 50.96 N，相對擴充不確定度為 0.982 % 。

伍、結論與建議

本研究所做之相關試驗數據及分析是利用衝擊吸收墊去測試，排除實際測試樣品—「產業用防護頭盔」無法針對同一樣品進行重覆試驗的情形，可以幫助我們進一步了解整個試驗設備的穩定性，以及在同一基準的條件下，造成測試數據不同的主要影響因素分析。經由研究結果，我們可以發現載重計感應器的標準不確定度占總不確定的極大部分，另外，使用電腦設定衝擊高度亦會造成相當程度的不確定度影響，而本局產業用防護頭盔衝擊吸收性量測的組合標準不確定度計算結果為 25.48 N，在 95 %信賴水準內，其量測不確定度為 0.982 %。

對於整個試驗分析的結果，可提供檢驗人員參考，除了載重計感應器等的不確定度之外，針對使用電腦設定衝擊高度的部分，亦可能影響量測結果，本研究顯示衝擊距離與量測之衝擊吸收性間的轉換因子「敏感係數」為 14.128 N / mm 作為操作工作說明修訂的重要參考。實務上，建議在衝擊頭懸掛上吊鉤之後，以游標卡尺量測衝擊頭下緣與樣品上方衝擊點之距離，據以修正設定上升高度，以確保衝擊高度之準確性，在衝擊高度修正後，再考慮衝擊高度造成之不確定度影響，當檢驗數據接近(不)合格邊緣值時，考量不確定度因素進行判定，藉以提升檢驗技術精度。

陸、參考文獻

1. 方冠權、郭晃銘、蔡森南，2005，材料抗拉強度量測不確定度與誤差分析問題的探討，經濟部標準檢驗局。
2. 1996，量測資訊計量技術專刊③量測不確定篇，財團法人工業技術研究院量測技術發展中心。
3. 2013，量測不確定度研討會(基礎班)訓練教材第 8.3 版，財團法人工業技術研究院量測技術發展中心。
4. 2006，量測不確定度評估理論與實務，財團法人工業技術研究院量測技術發展中心。

國際單位制的沿革與現況

陳兩興／工業技術研究院量測技術發展中心工程師

一、單位制

國際計量學詞彙 ISO/IEC Guide 99：2007 對「單位制」的定義為：對於給定的量制，依給定的規則所定義之基本單位、導出單位及其倍數和分數的集合。即先決定少數的基本單位，再從這幾個基本單位相互組成各種導出單位，並與其倍數和分數集合成一個單位體系。

米制是國際上最早公訂的單位制，1790 年法國國民會議提出有關十進單位制的想法，而為實現這個想法，法國科學院擬從自然界選取本質上不易變化，且容易複現之長度和重量的單位。而後在 1795 年頒布了米制最初的形式，先假設一個暫時的米長度，並作了幾項規定：(1)採用 10 進制；(2)米(公尺)的長度為通過巴黎的地球子午線長度的 1/40 000 000；(3)升(公升) 的容量為 1/10 米長度的立方體之容量。(4)千克(公斤) 的重量為 1/10 之米長度的立方體(1 dm^3)之純水在 4 ℃時的重量。

為複製長度的標準原器，法國科學家從法國的敦克爾克至西班牙的巴塞隆納之間的地球子午線進行了精密的長度量測。並用純鉑製成了寬 35 mm、厚約 4 mm 的「米」標準模型及一只略帶圓角的圓柱體之千克模型作為標準原器。此外，將「升」定為 1/10 米的立方體，當作計量液體或穀物的單位。

1875 年有 17 個國家代表在巴黎召開國際米制會議，正式簽署了米制公約，公認米制為國際通用的度量衡單位制，奠定了米制的國際基礎。國際度量衡委員會(General Committee on Weights and Measures, CIPM) 亦開始著手於米和千克等新國際原器之建構。1889 年獲得第一屆國際度量衡大會(General Conference on Weights and Measures, CGPM)批准的米和千克國際原器，連同作為時間單位的天文秒，構成以米、千克、秒為基本單位的 MKS 制。

1901 年義大利物理學家喬吉(Giovanni Giorgi)提議結合如安培或歐姆等實際電量單位，形成單一且具一致性的 MKSA(米-千克-秒-安培)絕對實用單位制，使

電磁領域的方程式得以改寫成合理化形式。隨著科技的發展，為適應工業和商業的需要，一些新的度量衡單位不斷出現。於是逐漸形成了適用於各種科技領域的單位制。如 1904 年英國提出的 MKSC(米-千克-秒-庫侖)的絕對實用單位制，1925 年法國建議的 MTS(米-噸-秒) 制等。然而這些單位制彼此之間欠缺關聯性，有的應用並範圍不廣，甚至物理觀念也不清楚。因此，進一步改善和統一度量衡單位制，再度成為科學家們關心的問題。

二、國際單位制(SI)的沿革

1939 年 CIPM 下之電量諮詢委員會(Consultative Committee for Electricity, CCE)提出採用以米、千克、秒和安培為基本單位之四量綱制，此 MKSA 制的提案在 1946 年獲得 CIPM 批准。

1954 年第 10 屆國際度量衡大會決議在原本的基本單位米、千克和秒之外，另增加電流單位安培(ampere)、熱力學溫度單位克耳文(kelvin)和光強度單位燭光(candela)作為基本單位，建立一種國際通的實用度量衡單位制。1956 年，CIPM 將此單位制命名為國際單位制(International Unites Systeme)，1958 年，CIPM 又通過了單位制名稱的符號和構成倍數單位與分數單位的前綴詞之建議。

1960 年第 11 屆 CGPM 正式決定將此實用度量衡單位制命名為“國際單位制”，並以”SI”為國際符號，它來源於法語的“國際單位制”(Le Systeme Internationald’ Unites)。至此國際單位制在立法及內容上更加完備。1971 年為適應化學領域的需要，第 14 屆國際度量衡大會中，決定增加一個基本單位莫耳(mole) 作為物量(amount of substance)的單位，使基本單位總數達到 7 個。

近 50 多年來，國際度量衡大會仍不斷地在促使國際單位制更趨完善，如在 1991 年決議將前綴詞從原 16 個增加到 20 個；在 1995 年決定將原為補助單位的平面角單位弧及立體角單位立弧改列於導出單位的行列。

三、國際單位制

現在的國際單位制(SI)結構如圖 1 所示。其包含(1)SI 基本單位、(2)SI 導出單位、(3)SI 單位 10 的整數倍和 SI 前綴詞語。此外，另有容許與 SI 單位併用之非

SI 單位和被接納可與 SI 單位併用之單位。

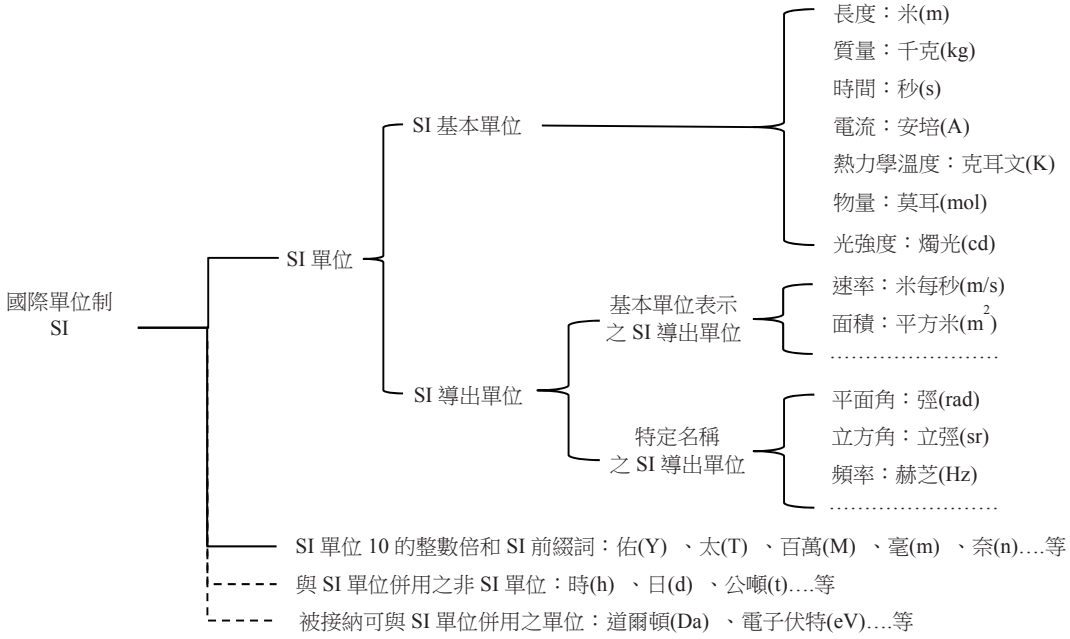


圖 1　國際單位制(SI)結構

四、SI 基本單位

在某一量制裡，公認在函數關係上相互獨立的量，稱為基本量，它不能用其他基本量的次方乘積來表示。目前國際單位制有米、千克、秒、克耳文、安培、莫耳、燭光等七個基本單位，以對應長度、質量、時間、電流、熱力學溫度、物量、光強度等七個相互獨立的基本量。其名稱與符號如表 1。

表 1　SI 基本單位名稱與符號

基本量		SI 基本單位		定義
名稱	符號	名稱	符號	
長度	*l, x, r* 等	米或公尺	m	米為光在真空中於 299 792 458 分之 1 秒時間間隔內所行經之長度。
質量	*m*	千克或公斤	kg	千克為質量的單位，等於國際千克原器之質量。

時間	*t*	秒	s	秒為 ^{133}Cs 原子於基態之兩個超精細能階間躍遷時所放出輻射的週期之 9,192,631,770 倍之持續時間。
電流	*I, i*	安培	A	安培為 2 條圓形截面積可忽略之極細無限長直線導線，於真空中平行相距 1 米，其每公尺長之導體間產生 2 × 10-7 牛頓作用力之恆定電流。
熱力學溫度	*T*	克耳文	K	克耳文為水在三相點之熱力學溫度之 273.16 分之 1。
物量	*n*	莫耳	mol	莫耳為物質系統中所含之基本顆粒數與質量為 0.012 千克之 ^{12}C 所含原子顆粒數相等時之物量。使用莫耳時，基本實體應予以界定，可以是原子、分子、離子、電子及其他粒子，或是這些粒子的特定組合。
光強度	I_v	燭光	cd	燭光為頻率 540 × 10^{12} 赫芝之單色輻射光源，在給定方向發出之每立弼輻射通量為 683 分之 1 瓦特之發光強度。

五、SI 導出單位

對給定的量制和選定的基本單位之集合而言，由基本單位的次方和 1 這唯一比例因子相乘積之導出單位，稱為一致導出量。譬如在國際量制(International System of Quantities, ISQ)中，其基本量含有長度和質量，而質量的密度是由質量和體積(長度的三次方)的商所定義，此密度即為該量制的導出量。相對地，在某一特定的單位制中其基本單位的函數，即藉由方程式的乘除關係所構成的單位就是一致導出單位。如平方米(m^2)是面積(area)的導出單位。導出單位如表 2。

表 2　用基本單位表示之 SI 一致導出單位

導出量	用基本單位表示之 SI 導出單位	
名稱	名稱	符號
面積	平方米	m^2
體積	立方米	m^3
速率、速度	米每秒	m/s
加速度	米每平方秒	m/s^2
波數	米的倒數	m^{-1}
密度	千克每立方米	kg/m^3

導出量	用基本單位表示之 SI 導出單位	
面密度	千克每平方米	kg/m^2
比容	立方米每千克	m^3/kg
電流密度	安培每平方米	A/m^2
磁場強度	安培每米	A/m
物量濃度	莫耳每立方米	mol/m^3
質量濃度	千克每立方米	kg/m^3
亮度	燭光每平方米	cd/m^2
折射率	1	1
相對磁導率	1	1

然而，有些導出量的單位若以基本單位來表示，會顯得相當冗長而不便，如電阻(electric resistance) 以基本單位表示則為 kg m^2 s^{-3} A^{-2}。因而對於這些導出單位，就採用特定名稱(special name)和符號表示，其中大都以相關領域的科學家的姓來命名。以人名作為單位名稱的單位，其符號的第一個字母都採用大寫，如表 3。

表 3 用特定名稱和符號表示之 SI 一致導出單位

導出量	導出單位			
名稱	名稱	符號	以其他 SI 單位表示	以 SI 基本單位表示
平面角	弳	rad	1	m/m
立體角	立弳	sr	1	m^2/m^2
頻率	赫芝	Hz		s^{-1}
力	牛頓	N		kg m s^{-2}
壓力	帕斯卡	Pa	N/m^2	kg m^{-1} s^{-2}
功	焦耳	J	N m	kg m^2 s^{-2}
功率	瓦特	W	J/s	kg m^2 s^{-3}
電荷量	庫侖	C		A s
電位差	伏特	V	W/A	kg m^2 s^{-3} A^{-1}
電容	法拉	F	C/V	kg^{-1} m^{-2} s^4 A^2
電阻	歐姆	Ω	V/A	kg m^2 s^{-3} A^{-2}
電導	西門	S	A/V	kg^{-1} m^{-2} s^3 A^2
磁通量	韋伯	Wb	V s	kg m^2 s^{-2} A^{-1}
磁通密度	特士拉(tesla)	T	Wb/m^2	kg s^{-2} A^{-1}
電感	亨利	H	Wb/A	kg m^2 s^{-2} A^{-2}
攝氏溫度	攝度	℃		K

光通量	流明	lm	cd sr	cd sr
光照度	勒克斯	lx	lm/m^2	cd sr m^{-2}
放射核種活性	貝克	Bq		s^{-1}
吸收劑量	戈雷	Gy	J/kg	m^2 s^{-2}
等效劑量	西弗	Sv	J/kg	m^2 s^{-2}
催化活性	卡塔爾	kat		mol s^{-1}

表 3 這些特定名稱和符號又可用來和其他導出單位表示更多的導出單位，使這些單位的導出比用基本單位要更為簡便，如表 4。

表 4　SI 一致導出單位之例，係以一致導出單位和特定名稱和符號表示之

導出量	導出單位		
名稱	名稱	符號	以 SI 基本單位表示
黏度	帕斯卡秒	Pa s	kg m^{-1} s^{-1}
力矩	牛頓米	N m	kg m^2 s^{-2}
表面張力	牛頓每米	N/m	kg s^{-2}
角速度	弳每秒	rad/s	m m^{-1} s^{-1} = s^{-1}
角加速度	弳每平方秒	rad/s^2	m m^{-1} s^{-2} = s^{-2}
熱通量密度	瓦特每平方米	W/m^2	kg s^{-3}
熱容量	焦耳每克耳文	J/K	kg m^2 s^{-2} K^{-1}
比熱容	焦耳每千克克耳文	J/(kg K)	m^2 s^{-2} K^{-1}
比能	焦耳每千克	J/kg	m^2 s^{-2}
導熱係數	瓦特每米克耳文	W/(m K)	kg m s^{-3} K^{-1}
能量密度	焦耳每立方米	J/m^3	kg m^{-1} s^{-2}
電場強度	伏特每米	V/m	kg m s^{-3} A^{-1}
電荷密度	庫侖每立方米	C/m^3	A s m^{-3}
表面電荷密度	庫侖每平方米	C/m^2	A s m^{-2}
電通量密度	庫侖每平方米	C/m^2	A s m^{-2}
電容率	法拉每米	F/m	kg^{-1} m^{-3} s^4 A^{-2}
磁導率	亨利每米	H/m	kg m s^{-2} A^2
莫耳能	焦耳每莫耳	J/mol	kg m^2 s^{-2} mol^{-1}
莫耳熱容量	焦耳每莫耳克耳文	J/(mol K)	kg m^2 s^{-2} mol^{-1} K^{-1}
曝露(χ及γ射線)	庫侖每千克	C/kg	A s kg^{-1}

吸收劑量率	戈雷每秒	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
輻射強度	瓦特每立弳	W/sr	$kg\ m^{-2}\ s^{-3}\ sr^{-1}$
輻射亮度	瓦特每平方米立弳	$W/(sr\ m^2)$	$m\ kg\ s^{-3}\ sr^{-1}$
催化活性濃度	卡塔爾每立方米	kat/m^3	$mol\ s^{-1}\ m^{-3}$

雖然導出單位可以用基本單位和導出單位的專有名稱等方式表示，但為了使相同量綱的量較容易區別，CIPM 認為可以採用某些組合名稱或某些專有名稱表示。譬如通常用赫芝(Hz)來表示周期頻率而不用秒(s)的負一次方，雖然 1 Hz = $1\ s^{-1}$；又 1 N m = 1 J，但常用牛頓米(N m)來表示力矩而不用焦耳(J)。

六、SI 單位制的 10 進制倍數及分數和 SI 前綴詞

SI 單位制在科學上已較早期的各種單位制涵蓋更廣泛的領域及具實用性，但是有些情況下，SI 單位實際應用時不是過大就是過小，感到諸多不便。譬如以千克來表示原子的質量則單位太大，而以千克來表示地球的質量則單位太小。因此，為了表示同類量的不同大小量值，需要比單位大或小的適當倍數單位。實際上已廣被採用的 10 進制倍數及分數單位，是以原單位乘以 10 的次方而得到。利用相應之前綴詞構成的 10 進制倍數及分數單位之名稱係屬於倍數及分數單位的一部分。

1960 年 CGPM 正式決定採用前綴詞的名稱和符號來構成 SI 單位制之 10 進制倍數及分數的名稱和符號，範圍從 10^{12} 至 10^{-12}。而後 CGPM 逐漸增加前綴詞的範圍，目前從 10^{24} 至 10^{-24} 的範圍係 1991 年 CGPM 擴增的，如表 5。

表 5　SI 單位制的 10 進制倍數及分數和 SI 前綴詞

10 進制倍數及分數單位 (前綴詞)					
因子	名稱	代號	因子	名稱	代號
10^1	十	da	10^{-1}	分	d
10^2	百	h	10^{-2}	厘	c
10^3	千	k	10^{-3}	毫	m
10^6	百萬	M	10^{-6}	微	μ
10^9	吉	G	10^{-9}	奈	n

10 進制倍數及分數單位 (前綴詞)					
因子	名稱	代號	因子	名稱	代號
10^{12}	兆	T	10^{-12}	皮	p
10^{15}	拍	P	10^{-15}	飛	f
10^{18}	艾	E	10^{-18}	阿	a
10^{21}	皆	Z	10^{-21}	介	z
10^{24}	佑	Y	10^{-24}	攸	y

前綴詞既不是數也不是獨立的詞，而是分別代表 10 的不同次方的大小，因而不能單獨使用，只有放在單位的前面才有意義。譬如：50 MHz，而不是 50 M；28 cm，而不是 28 c。一個前綴詞符號附加到一個單位符號則構成一個新而不可分的單位符號，並且可以和其它單位符號組成複合單位符號。如：

- $2.8\ cm^3 = 2.8\ (cm)^3 = 2.8\ (10^{-2}\ m)^3 = 2.8 \times 10^{-6}\ m^3$
- $7\ cm^{-1} = 7\ (cm)^{-1} = 7\ (10^{-2}\ m)^{-1} = 700\ m^{-1}$
- $3000\ \mu s^{-1} = 3000\ (\mu s)^{-1} = 3000\ (10^{-6}\ s)^{-1} = 3 \times 10^9\ s^{-1}$
- $345\ nm = 345 \times 10^{-9}\ m = 3.45 \times 10^{-7}\ m$

七、與 SI 單位併用之非 SI 單位

如前面所述，建立 SI 單位制的主要目的是實用性，故將以往的各種單位制合理地整合為一種單位制。不過，在科技界及民生經濟領域裡，常常遇到相同物理量，其量值卻相差千萬倍。譬如微波波長從 1 mm 至 1 m，可視光的波長從 0.38 μm 至 0.77 μm，而 X 射線的波長從 10^2 Å(ångström) 至 10^{-2} Å (即 10^{-8} m 至 10^{-11} m)，γ射線的波長約在 10^{-2} Å 以下。在這種情況下，若規定只能使用唯一的單位表示，顯然無法解決許多科學課題對單位制的要求。因此在應用 SI 的同時，還得允許一些 SI 單位制之外的單位(non-SI units) 也可一併採用。BIPM 目前將這些單位分為以下幾類：

(1) 可與 SI 單位併用的非 SI 單位：SI 單位係採用 10 進制，而非 10 進制的時間單位和幾何角度單位雖然不能加入 SI 單位，卻仍可以和 SI 單位合併使用，如 km/h、L/min 等。此外，在 1879 年獲得 CIPM 同意之面積單位的公頃、體積單位的公升、質量單位的公噸以及長度單位的天文單位，如表 6。

表 6　可與 SI 單位併用的非 SI 單位

量名	單位名稱	單位符號	依 SI 單位之值
時間	分	min	1 min = 60 s
	時	h	1 h = 60 min = 3600 s
	日	d	1 d = 24 h = 86 400 s
平面角度	度	°	1° = (π/180) rad
	分	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
	秒	"	1"= (1/60)' = (π/648 000) rad
面積	公頃	ha	1ha = 1 hm^2 = 10^4 m^2
體積	公升	L 或 l	1 L = 1 l = 1 dm^3 = 10^3 cm^3 = 10^{-3} m^3
質量	公噸	t	1 t = 10^3 kg
長度	天文單位	au	1 au = 149 597 870 700 m

(2) 須通過實驗獲得而以 SI 單位表示其值之非 SI 單位：如表 7 所列之單位，其值必須通過實驗來確定，因此具有不確定度，且都與基本物理常數相關連。前兩個單位中係非 SI 單位，分別為電子伏特，符號為 eV，道爾頓或統一原子質量單位，符號為 Da 或 u，已經被 CIPM 所接受可與 SI 單位一併使用。

(3) 須通過實驗獲得而以 SI 單位表示其值之非 SI 單位：有不少單位在許多領域中使用自然基本常數表達實驗觀察結果或理論計算相當方便。以基本常數為基礎的單位制中，最重要的兩個為用於高能物理或粒子物理中使用的自然單位 (natural unit, n.u.) 制，以及用於原子物理和量子化學中的原子單位(atomic unit, a.u.) 制。

表 7 所列共 10 個自然單位和原子單位，其值係以 SI 單位表示。不過，由於這些單位和 SI 所依據的量制不同，CIPM 還未正式接受他們與國際單位制併用。

表 7　須通過實驗獲得而以 SI 單位表示其值之非 SI 單位

量名	單位名稱	單位符號	依 SI 單位之值
被接受可與 SI 單位一併使用之單位			
能量	電子伏特	eV	1.1 eV = 1.602 176 6208(98) ×10^{-19} J (CODATA 2014)
質量	道爾頓	Da	1 Da = 1.660 539 040(20) (CODATA 2014)
	原子質量單位	u	1.1 u = 1 Da
自然單位制(n.u.)			
速度	速度的自然單位	c_0	299 792 458 m/s

量名	單位名稱	單位符號	依 SI 單位之值
作用	作用的自然單位	$\hbar$	$1.054\ 571\ 68\ (18) \times 10^{-34}$ J s
質量	質量的自然單位	m_e	$9.109\ 3856\ (11) \times 10^{-31}$ kg (CODATA 2014)
時間	時間的自然單位	$\hbar/(m_e c_0^2)$	$1.288\ 088\ 6677\ (86) \times 10^{-21}$ s
原子單位制(a.u.)			
電荷	電荷的原子單位	e	$1.602\ 176\ 53\ (14) \times 10^{-19}$ C
質量	電荷的原子單位	m_e	$9.109\ 3856\ (11) \times 10^{-31}$ kg (CODATA 2014)
作用	作用的原子單位	$\hbar$	$1.054\ 571\ 68\ (18) \times 10^{-34}$ J s
長度	長度的原子單位，波耳(bohr)	a_0	$0.529\ 177\ 2108\ (18) \times 10^{-10}$ m
能量	能量的原子單位，哈崔[哈崔能量]	E_h	$4.359\ 744\ 17\ (75) \times 10^{-18}$ J
時間	時間的原子單位	$\hbar/E_h$	$2.418\ 884\ 326\ 505\ (16) \times 10^{-17}$ s

(4) 其他非 SI 單位：基於在特定領域各種的理由所使用的非 SI 單位，雖然 CIPM 已強調使用 SI 單位應列為首選，然而任何人還是有權在認為最適合他們的目的時，使用這些非 SI 單位。不過，為使以 SI 單位表示所有其他單位能有國際一致性，CIPM 建議當使用表 8 和表 9 中的單位時，其定義仍必須依據 SI 單位。表 8 和表 9 的差別在於表 9 的單位與早期含 CGS 電量單位的 CGS 單位制相關，而以不同表列出。

表 8　其他非 SI 單位

量名	單位名稱	單位符號	依 SI 單位之值
壓力	毫米汞柱	mmHg	1.1 mmHg = 133.3224 Pa
	巴	bar	1 bar = 0.1 MPa = 100 kPa = 10^5 Pa
長度	埃	Å	1 Å = 0.1 nm = 100 pm = 10^{-10} m
距離	海里	M	1 M = 1852 m
面積	邦	b	1 b = 100 fm^2 = $(10^{-12}$ cm$)^2$ = 10^{-28} m^2
速度	節	kn	1 kn = (1852/3600) m/s

對數比率量	奈培	Np	聲稱 $L_A = n$ Np 時(n 為一個數)，表示正弦信號的振幅 A_2 及 A_1 的自然對數比 $n = \ln(A_2/A_1)$。$\ln(A_2/A_1) = 1$ Np 時，$A_2/A_1 = e$ (e 為 Euler's number，等於 2.7182818)。L_A 可稱為自然對數振幅比，或自然對數振幅級差。 聲稱 L_X = m dB = (m/10) B (m 為一個數)時，表示以 X 為均方信號或似功率的量，$\lg(X/X_0) = m/10$。因此，當 $L_X = 1$ B，則 $X/X_0 = 10$，當 $L_X = 1$ dB，則 $X/X_0 = 10^{1/10}$。L_X 為以 X_0 為參考基準之功率位準。 1 B = 10 dB = (ln10)/2 Np = 1.151 293 Np 1 dB = 0.1 B = 0.115 129 3 Np
	貝爾	B	
	分貝	dB	

表 9　與 CGS 單位制及 CGS-高斯單位制相關之非 SI 單位

量名	單位名稱	單位符號	依 SI 單位之值
能量	爾格	erg	1 erg = 10^{-7} J
力	達因	dyn	1 dyn = 10^{-5} N
動力黏度	泊	P	1 P = 1 dyn s cm^{-2} = 0.1 Pa s
運動黏度	史托克	St	1 St = 1 cm^2 s^{-1} = 10^{-4} m^2 s^{-1}
亮度	熙提	sb	1 sb = 1 cd cm^{-2} = 10^4 cd m^{-2}
照度	輻透	ph	1 ph = 1 cd sr cm^{-2} = 10^4 lx
加速度	伽	Gal	1 Gal = 1 cm s^{-2} = 10^{-2} m s^{-2}
磁通量	馬克士威	Mx	1 Mx = 1 G cm^2 = 10^{-8} Wb
磁場密度	高斯(gauss)	G	1 G = 1 Mx cm^{-2} = 10^{-4} T
磁場強度	奧斯特(oersted)	Oe	1 Oe ≙ ($10^3/4\pi$) A m^{-1}

八、結語

計量單位是社會發展的產物，它將隨著科學科技的進步而不斷發展和改進。SI 與早先自發性的單位制不同，它是建立在嚴密的科學基礎上的一個完整體系，具有統一性和國際性。SI 不是固定不變的，而是為滿足全球對量測越來越高的要求而不斷發展，目前仍有許多有關 SI 預期的修訂工作正在進行。不過即使今後

有所改進和發展，也是在目前的基礎上加以完善，一定可以保持相當長時期的穩定性。

SI 的功能對於基礎的科學或產業等領域的量測結果的可靠度都是非常重要的，隨著時代的進步，新技術的引進亦使基本單位的定義日益更新；同時由於應用各國先進技術的成果和國際間的互動而逐漸進步。相信在國際共同推動下，SI 終將成為一個更合理、更完備的單位制。

誌謝

感謝工業技術研究院量測技術發展中心彭國勝副主任熱忱指正。

九、參考文獻

1. BIPM, 2006, Brochure of the International System of Units (SI), 8th Edition.
2. BIPM, 2014, Supplement updates to 8th edition (2006) of the SI Brochure.
3. 小泉袈裟勝，1992 年 2 月，単位のいま・むかし，日本規格協会。
4. 松山裕，1996 年 1 月，やさしい計量単位の話，財団法人省エネルギーセンター。
5. 2003，法定度量衡單位及其所用之倍數、分數之名稱、定義及代號，經濟部標準檢驗局。

膜式氣量計音速噴嘴檢定系統評估與驗證

林文地／工業技術研究院量測技術發展中心正工程師
王文彬／工業技術研究院量測技術發展中心資深工程師

摘　要

膜式氣量計廣泛使用於天然氣之計量，其準確性攸關買賣雙方權益。國際上普遍參考國際法定計量組織 (OIML) R31 建議之性能測試方法，對此法定度量衡器，進行型式認證及檢定檢查等業務。

本文係將流量特性穩定之音速噴嘴，應用於膜式氣量計檢定檢查等法定計量領域，建置自動化之膜式氣量計檢定系統。檢定系統採正壓操作模式，以三個不同尺寸之噴嘴並聯排列，藉由上游三個獨立調壓閥分別調節流量，並以上下游氣動閥控制開關，使其能達到自動化切換檢定流率進行三個不同流率批次檢定。整套系統設計完成後，可提供最大流率範圍 2.5 m^3/h 至 6 m^3/h 之膜式氣量計檢定。

系統評估依據 ISO GUM 建議方式進行，此設備決定標準體積 (受測量) 在 95 %之信賴水準下之相對擴充不確定度為 0.23 %，低於 1/3 檢定公差，符合 OIML R31 (1995 年版) 對檢定設備準確度要求。並以 5 個重複性良好之膜式氣量計進行同一氣量計於不同表位間之相對器差比較，驗證其再現性。

一、前言

膜式氣量計之外型如圖一，廣泛使用於天然氣之計量。其構造如圖二，可分成下半部之計量部與上半部之計數部。若再加以細分，下半部可分為：(a)膜片，(b)連動機構，(c)進氣閥，及(d)翼部。上半部可分為：(a)計數器，(b)計數器帶動齒輪，及(c)連接軸。

膜式氣量計之工作原理如圖三所示，係利用固定循環體積 (Cyclic Volume) 的氣囊作為計量單元，當氣體由進氣口進入，要往出口排出時，進氣口與出口間之壓差推動氣囊之膜片，並帶動連動機構，再由連動機構傳至計數器之連接軸，連接軸再帶動齒輪與計數器，顯示流過之氣體體積。

依度量衡法相關規定，凡供交易使用或與公共安全、醫療衛生及環保有關之度量衡器，經經濟部指定者，皆應接受管理。

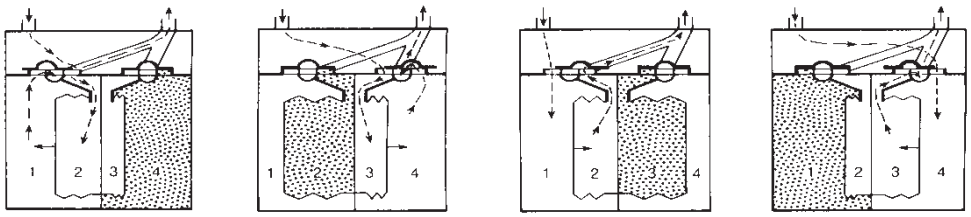
由於國內法定計量器製造能力提升及加入世界貿易組織 (WTO) 的現實考量，加上原有氣量計施檢規範已不符合國際潮流趨勢，因此經濟部標準檢驗局委託國家度量衡標準實驗室參考 OIML R31 及 R6 (1989 年版)，就相關之型式認證技術規範、檢定檢查技術規範等進行修訂，以滿足業界之需要。

在此項變革後，檢定檢查流率點數由一點增加為三點，且檢定設備須適用各種不同廠牌規格之膜式氣量計，其所需具備之準確性也受到規範，因此檢定設備效率與準確性特別受到重視。

基於上述問題，幾經思考評估，擬定檢定系統架構如圖四所示，最終完成檢定設備如圖五所示。以圖六之音速噴嘴作為標準器，其長期穩定性佳，可減少送校頻率。此外檢定機台可符合不同廠牌規格之膜式氣量計，且自動化程度高，利用圖七之檢定系統軟體達到批次操作及資料擷取功能，產生檢定報表，節省檢定時間，增加設備使用效率及減少人為影響性，確保量測準確性。

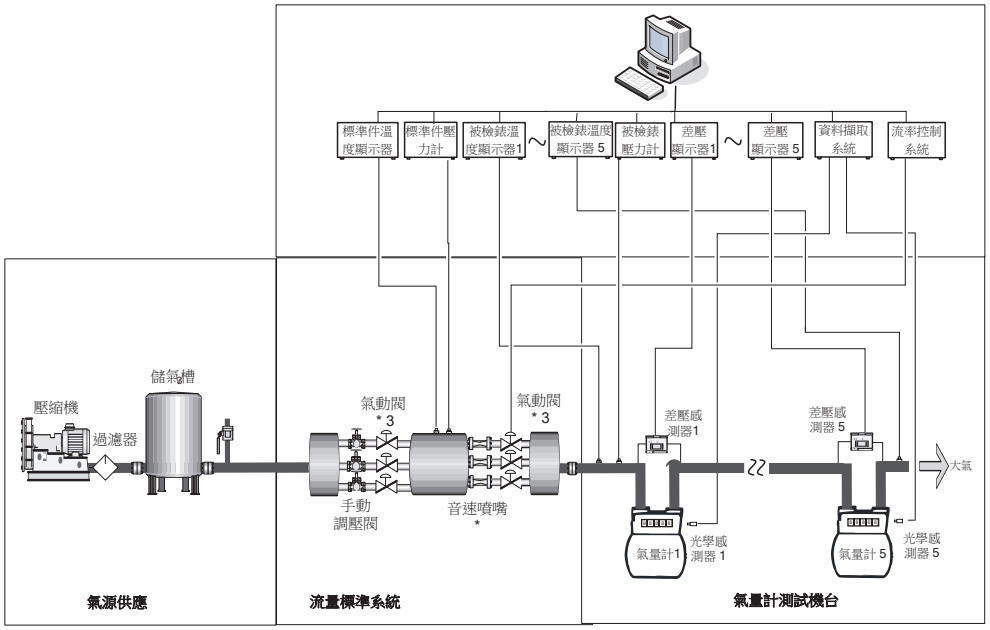
圖一　外型

圖二　內部構造



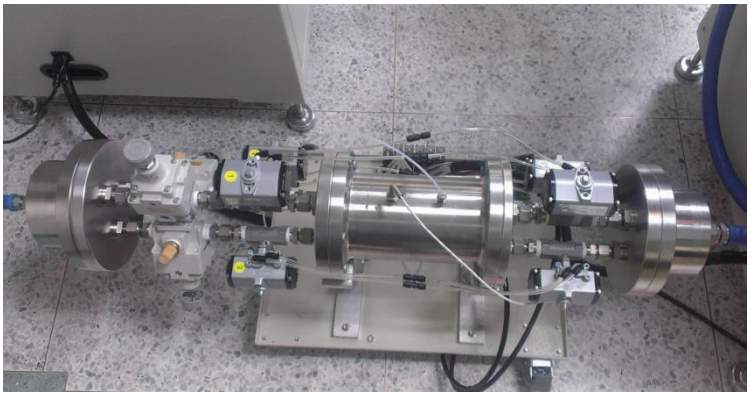
圖三　工作原理(出自 ISA，FUNDAMENTALS OF FLOW MEASUREMENT)

1 室正在排空	1 室剛排空	1 室正在填充	1 室剛填滿
2 室正在填充	2 室剛填滿	2 室正在排空	2 室剛排空
3 室剛排空	3 室正在填充	3 室剛填滿	3 室正在排空
4 室剛填滿	4 室正在排空	4 室剛排空	4 室正在填充

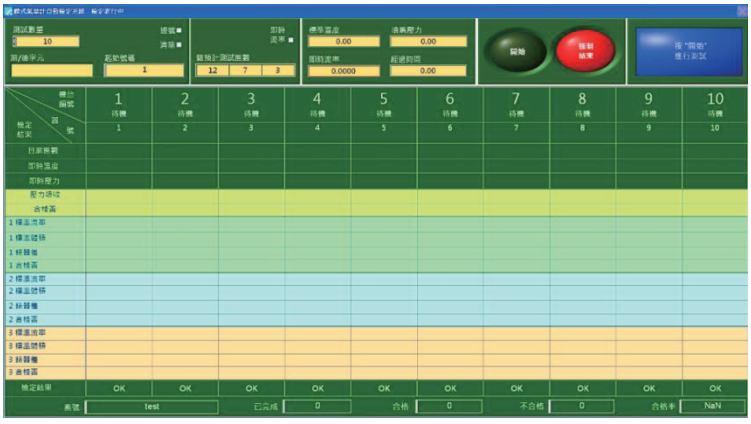


圖四　正壓操作檢定系統架構

圖五　控制系統及檢定機台



圖六　陣列音速噴嘴組



圖七 檢定系統軟體畫面

二、本文

(一) 音速噴嘴檢定系統量測原理

音速噴嘴之量測原理，係利用噴嘴下游壓力與上游壓力比，低於某一臨界值時，產生所謂滯塞 (Choke) 現象，此時流經噴嘴喉部之流速為音速，且下游壓力擾動不會傳至上游。其質量流率可以(1)式計算。

$$q_m = C_d q_{mth} = C_d A^* C^* P_o \Big/ \sqrt{\overline{R} T_o / M} \quad \text{.....(1)}$$

其中 C_d：音速噴嘴流出係數。

A^*：音速噴嘴喉部截面積，使用噴嘴標稱直徑計算求得，可視為常數。

C^*：音速噴嘴臨界流函數(Critical Flow Function)，為噴嘴上游氣體溫度和壓力之函數。

P_0：音速噴嘴上游氣體的絕對壓力，使用單位為 kPa。

T_0：音速噴嘴上游氣體的溫度，須為絕對值，使用單位為 K。

$\overline{R}$：萬有氣體常數，其值為 8.314471 Pa • m^3/mol • K。

M：空氣分子量，其值定為 0.028964 kg/mol，視為常數。

音速噴嘴應用於膜式氣量計之檢定時，係利用壓力調節閥調整噴嘴上游壓力，產生所需穩定之質量流率通過受檢膜式氣量計，並利用氣量計銀線反射光電開關觸發計時裝 置，進行收集時間量測，其起始期間通過膜式氣量計之標準體積 V_s，依據 q_m 值和收集時間值 t (使用單位為 s)，及受檢氣量計出口溫度與入口壓力計算如下：

$$V_s = q_m t Z_m \overline{R} T_m / (P_m M) \quad \text{.....(2)}$$

Z_m：膜式氣量計內部氣體的壓縮係數。

T_m：膜式氣量計出口氣體溫度，須為絕對值，使用單位為 K。

P_m：膜式氣量計入口氣體壓力，須為絕對值，使用單位為 kPa。

由式(1)和(2)進行推導，以音速噴嘴檢定膜式氣量計時，其 V_s 值的計算式如下：

$$V_s = q_m t Z_m \bar{R} T_m / (P_m M)$$
$$= (C_d A^* C^* P_0 / \sqrt{\bar{R} T_0 / M}) t Z_m \bar{R} T_m / (P_m M)$$
$$= (C_d A^* C^* P_0 \sqrt{\bar{R}/(M T_0)}) t Z_m T_m / P_m$$
$$= f(C_d, A^*, C^*, P_0, T_0, T_m, P_m, \bar{R}, M, t, Z_m) \quad \text{.....(3)}$$

(二) 檢定系統不確定度分析評估

通過膜式氣量計標準體積的不確定度評估，依照 ISO 指引 (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) 所提出的方法來計算其相對組合標準不確定度 (combined standard uncertainty)。根據不確定度傳播定律，V_s 值的量測不確定度可推導表示如下：

$$u_c(V_s)$$
$$= \{ \left(\frac{\partial f}{\partial C_d} u(C_d)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial A^*} u(A^*)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial C^*} u(C^*)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial P_0} u(P_0)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial T_0} u(T_0)\right)^2$$
$$+ \left(\frac{\partial f}{\partial P_m} u(P_m)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial T_m} u(T_m)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \bar{R}} u(\bar{R})\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial M} u(M)\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial t} u(t)\right)^2$$
$$+ \left(\frac{\partial f}{\partial Z_m} u(Z_m)\right)^2 \}^{1/2} \quad \text{.....(4)}$$

其中 $A^*, \bar{R}, M$ 為固定常數，不確定度為 0。因此可簡化為

$$\frac{u_c(V_s)}{V_s} = \{ \left(\frac{u(C_d)}{C_d}\right)^2 + \left(\frac{u(C^*)}{C^*}\right)^2 + \left(\frac{u(P_0)}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{u(T_0)}{2T_0}\right)^2 + \left(\frac{u(P_m)}{P_m}\right)^2$$
$$+ \left(\frac{u(T_m)}{T_m}\right)^2 + \left(\frac{u(t)}{t}\right)^2 + \left(\frac{u(Z_m)}{Z_m}\right)^2 \}^{1/2} \quad \text{.....(5)}$$

(三) 結果與討論

校正系統各量測變數的量測標準不確定度以及自由度，評估說明如下。

(1) 流出係數之相對標準不確定度— $\frac{u(C_d)}{C_d}$

Case 1：CMS/d=1.307 mm

(A) 依據校正報告 F160120A，所使用範圍內引用 C_d 值之相對標準不確定度 $\frac{u_1(C_d)}{C_d}$ 為 0.062 %，自由度 $\nu_{Cd1}=100$，屬 B 類不確定度。

(B) 為使用檢定時方便，將 C_d 值與 $Re_{th}^{-0.5}$ 回歸得到 $C_d=-2.71287\times Re_{th}^{-0.5}+1.01336$，其預測值與校正值之最大差異相對於預測值皆不超過 0.1 %。此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $\frac{u_2(C_d)}{C_d}$ 為 0.058 %，屬 B 類不確定度。

$$\frac{u(C_d)}{C_d}=\{[\frac{u_1(C_d)}{C_d}]^2+[\frac{u_2(C_d)}{C_d}]^2\}^{1/2}=(0.062^2+0.058^2)^{1/2}\ \%=0.085\ \%$$

$$\nu_{Cd}=\frac{(0.085\ \%)^4}{\frac{(0.062\ \%)^4}{100}+\frac{(0.058\ \%)^4}{100}}=199$$

同理，Case 2 及 Case 3：CMS/d = 0.580 mm 及 CMS/d = 0.184 mm 之評估結果分別為：

$$\frac{u(C_d)}{C_d}=\{[\frac{u_1(C_d)}{C_d}]^2+[\frac{u_2(C_d)}{C_d}]^2\}^{1/2}=(0.055^2+0.058^2)^{1/2}\ \%=0.080\ \%$$

$$\nu_{Cd}=\frac{(0.080\ \%)^4}{\frac{(0.055\ \%)^4}{100}+\frac{(0.058\ \%)^4}{100}}=199$$

$$\frac{u(C_d)}{C_d}=\{[\frac{u_1(C_d)}{C_d}]^2+[\frac{u_2(C_d)}{C_d}]^2\}^{1/2}=(0.065^2+0.058^2)^{1/2}\ \%=0.087\ \%$$

$$\nu_{Cd}=\frac{(0.087\ \%)^4}{\frac{(0.065\ \%)^4}{100}+\frac{(0.058\ \%)^4}{100}}=197$$

(2) 臨界流函數之相對標準不確定度—$\frac{u(C^*)}{C^*}$

(A) 臨界流函數為噴嘴上游氣體溫度和壓力之函數，參考 TN D-2565 之 Table 值，並引用回歸公式如下，

$$C^*=\frac{0.68434061+2.2287972\times10^{-6}\times(P_0/6.8948)-1.8010306\times10^{-3}\times(T_0\times9/5)}{1+1.4232959\times10^{-5}\times(P_0/6.8948)-2.6312291\times10^{-3}\times(T_0\times9/5)}$$

P_0：音速噴嘴上游氣體的絕對壓力，使用單位為 kPa。

T_0：音速噴嘴上游氣體的溫度，須為絕對值，使用單位為 K。

其回歸誤差低於 0.004 % 。此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $\frac{u_1(C^*)}{C^*}$ 為 0.003 %，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(B) 至於溫度和壓力量測對 C^*值之影響，以差分方式進行評估。溫度之靈敏係數為 0.000012/K，壓力之靈敏係數為 0.000003/kPa，以目前使用之溫度計與壓力計量測不確定度(標準不確定度為 0.11 K 及 0.039 kPa)估算，$\frac{u_2(C^*)}{C^*}$ 可忽略不計。

$$\frac{u(C^*)}{C^*}=\{[\frac{u_1(C^*)}{C^*}]^2+[\frac{u_2(C^*)}{C^*}]^2\}^{1/2}=0.003\ \%$$

$$\nu_{c^*}=\infty$$

(3) 收集時間量測之相對標準不確定度— $\frac{u(t)}{t}$

收集時間以 Counter Card 提供之高頻脈波作為時頻基準，此型 Counter Card 時頻以萬用計頻器- Agilent 53131A /3736A048111 (校正報告 10507C01102-1-1-03) 進行評估，其計時量測誤差低於 1×10^{-6}，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，$\frac{u(t)}{t}$=0.0001 %。(自由度以 100 代入計算)

(4) 膜式氣量計內空氣壓縮係數量測之相對標準不確定度— $\frac{u(Z_m)}{Z_m}$

(A) 膜式氣量計內部氣體的壓縮係數，依據

$$Z_m=1.0-2.7290\times10^{-5}\times(P_m/6.8948)+9.4630\times10^{-9}\times(P_m/6.8948)^2$$
$$+1.7959\times10^{-12}\times(P_m/6.8948)^3+3.8920\times10^{-7}\times(P_m/6.8948)\times(T_m\times9/5-522)$$

T_m：校正器內部氣體溫度，須為絕對值，使用單位為 K。

P_m：校正器內部氣體壓力，須為絕對值，使用單位為 kPa。

其回歸誤差低於 0.015 %。此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $\frac{u_1(Z_m)}{Z_m}$ 為 0.01 %，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(B) 溫度和壓力量測對 Z_m 值造成之影響，以差分方式進行評估，溫度之靈敏係數 0.00001/K，壓力之靈敏係數 0.00001/kPa，以目前使用之溫度與壓力量測之標準不確定度為 0.16 K 及 0.035 kPa)估算，$\frac{u_2(Z_m)}{Z_m}$ 可忽略不計。

$$\frac{u(Z_m)}{Z_m}=\{[\frac{u_1(Z_m)}{Z_m}]^2+[\frac{u_2(Z_m)}{Z_m}]^2\}^{1/2}=0.01\ \%$$

$$\nu_{Z_m}=\infty$$

(5) 膜式氣量計出口氣體溫度量測之相對標準不確定度－$\frac{u(T_m)}{T_m}$

(A) 依據溫度計校正報告，膜式氣量計所使用溫度計追溯之標準不確定度 $u_1(T_m)$ 為 0.02 K，自由度為∞，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(B) 將校正得到之器差代入修正器示值後，各個溫度點量測之最大偏差皆在 0.1 K 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_2(T_m)$為 0.06 K，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(C) 膜式氣量計內氣體溫度分佈不均勻亦可能導致量測誤差，估計此項之最大偏差在 0.25 K 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_3(T_m)$為 0.15 K，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

以上三項以 Root-Sum-Square 方式合併得到 $u(T_m)$為 0.16 K，自由度為 135。T_m 以 296.15 K 代入計算，$\frac{u(T_m)}{T_m}$ 為 0.055 %，自由度為 135。

(6) 膜式氣量計入口氣體壓力量測之相對標準不確定度－$\frac{u(P_m)}{P_m}$

(A) 依據壓力計校正報告 10507C00551-2 ，膜式氣量計所使用壓力計追溯之標準不確定度 $u_1(P_m)$為 0.03 kPa，自由度為 30，屬 B 類不確定度。

(B) 將校正得到之器差代入修正器示值後，各個壓力點量測之最大偏差皆在 0.01 kPa 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_2(P_m)$為 0.006 kPa，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(C) 氣量計內氣體壓力校正前後之變化亦可能導致量測誤差，估計此項之最大偏差在 0.03 kPa 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_3(P_m)$為 0.018 kPa，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

以上三項以 Root-Sum-Square 方式合併得到 $u(P_m)$為 0.035 kPa，自由度為 57。P_m 以 100 kPa 代入計算，$\frac{u(P_m)}{P_m}$ 為 0.035 %，自由度為 57。

(7) 音速噴嘴上游壓力量測之相對標準不確定度－$\frac{u(P_0)}{P_0}$

(A) 依據壓力計校正報告 10507C00551-1，音速噴嘴所使用壓力計追溯之標準不確定度 $u_1(P_0)$為 0.03 kPa，自由度為 30，屬 B 類不確定度。

(B) 將校正得到之器差代入修正器示值後，各個壓力點量測之最大偏差皆在 0.03

kPa 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_2(P_0)$為 0.018 kPa，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(C) 音速噴嘴上游壓力取校正期間之平均值代入計算，經過調壓閥之壓力相當穩定，其變化導致量測誤差不超過 0.030 kPa，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_3(P_0)$為 0.018 kPa，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

以上三項以 Root-Sum-Square 方式合併得到 $u(P_0)$為 0.039 kPa，自由度為 82。P_0 以最低工作壓力 245 kPa 代入計算，$\frac{u(P_0)}{P_0}$ 為 0.016 %，自由度為 82。

(8) 音速噴嘴上游溫度量測之相對標準不確定度— $\frac{u(T_0)}{T_0}$

(A) 依據溫度計校正報告，音速噴嘴上游溫度量測所使用溫度計追溯之標準不確定度 $u_1(T_0)$為 0.02 K，自由度為∞，屬 B 類不確定度。

(B) 將校正得到之器差代入修正器示值後，各個溫度點量測之最大偏差皆在 0.1 K 以內，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_2(T_0)$為 0.06 K，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

(C) 音速噴嘴上游溫度取校正期間之平均值代入計算，校正期間其變化導致量測誤差不超過 0.15 K，此項可視為矩形分佈且自由度為∞，因此 $u_3(T_0)$為 0.09 K，屬 B 類不確定度。(自由度以 100 代入計算)

以上三項以 Root-Sum-Square 方式合併得到 $u(T_0)$為 0.11 K，自由度為 185。T_0 以 296.15 K 代入計算，$\frac{u(T_0)}{2T_0}$ 為 0.019 %，自由度為 185。

依據式(5)和以上的分析方法，Q_{max}，$0.2Q_{max}$ 及 $3Q_{min}$ 等不同檢定流率下之量測標準體積 V_s 值的相對擴充不確定度分析試算詳見表一，表二及表三，彙整如下表，三者皆低於 0.23 %，符合預期之設計要求。

	Q_{max}	0.2 Q_{max}	3 Q_{min}
自由度	415	428	406
涵蓋因子	1.97	1.97	1.97
擴充不確定度	0.22%	0.21%	0.23%

表一 量測不確定度分析表 - Q_{max}

x_i	不確定度來源			評估類型	機率分佈	標準不確定度		相對標準不確定度	靈敏係數		$\lvert c_i \rvert u(x_i)/x_i$	自由度n_i
		估計值	Valve			$u(x_i)$	*unit*	$u(x_i)/x_i$	c_i	*unit*		
Cd	流量係數	1									0.085%	199
	校正追溯			B	常態分佈	0.062%			1.000	%/%	0.062%	100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.058%			1.000	%/%	0.058%	100
C^*	臨界流函數							0.0030%	1	%/%	0.003%	100
	引用函數(TND-2565)			B	矩形分佈			0.0030%				100
	溫度量測			B	矩形分佈	0.11	K	0.00013%	0.0012	%/K		185
	壓力量測			B	矩形分佈	0.039	kPa	0.000012%	0.0003	%/kPa		82
T_0	音速噴嘴上游溫度(K)	296.15	K			0.11	K		$0.5/T_0$	1/K	0.019%	185
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.09	K					100
P_0	音速噴嘴上游壓力(kPa)	245	kPa			0.039	kPa		$1/P_0$	1/kPa	0.016%	82
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
	壓力變化			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
t	收集時間量測(sec)	100	sec	B	矩形分佈	0.00006	sec		1/(t)	1/sec	0.000%	100
Z_m	空氣壓縮係數							0.010%	1	%/%	0.010%	100
	引用函數(FLOW SYSTEM)			B	矩形分佈			0.01%				100
	溫度引用值			B	矩形分佈	0.16	K	0.00016%	0.001	%/K		135
	壓力引用值			B	矩形分佈	0.035	kPa	0.000035%	0.001	%/kPa		57
T_m	氣量計出口溫度(K)	296.15	K			0.16	K		$1/T_m$	1/K	0.055%	135
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.15	K					100
P_m	氣量計入口壓力(kPa)	100	kPa			0.035	kPa		$1/P_m$	1/kPa	0.035%	57
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.006	kPa					100
	壓力量測			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
										u	0.110%	415
											0.22%	1.97
										U	0.22%	

表二 量測不確定度分析表 - 0.2 Q_{max}

x_i	不確定度來源			評估類型	機率分佈	標準不確定度		相對標準不確定度	靈敏係數		$\lvert c_i \rvert u(x_i)/x_i$	自由度n_i
		估計值	Valve			$u(x_i)$	unit	$u(x_i)/x_i$	c_i	unit		
Cd	流量係數	1									0.080%	199
	校正追溯			B	常態分佈	0.055%			1.000	%/%	0.055%	100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.058%			1.000	%/%	0.058%	100
C^*	臨界流函數							0.0030%	1	%/%	0.003%	100
	引用函數(TND-2565)			B	矩形分佈			0.0030%				100
	溫度量測			B	矩形分佈	0.11	K	0.00013%	0.0012	%/K		185
	壓力量測			B	矩形分佈	0.039	kPa	0.000012%	0.0003	%/kPa		82
T_0	音速噴嘴上游溫度(K)	296.2	K			0.11	K		$0.5/T_0$	1/K	0.019%	185
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.09	K					100
P_0	音速噴嘴上游壓力(kPa)	245	kPa			0.039	kPa		$1/P_0$	1/kPa	0.016%	82
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
	壓力變化			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
t	收集時間量測(sec)	100	sec	B	矩形分佈	0.0001	sec		1/(t)	1/sec	0.000%	100
Z_m	空氣壓縮係數							0.010%	1	%/%	0.010%	100
	引用函數(FLOW SYSTEM)			B	矩形分佈			0.01%				100
	溫度引用值			B	矩形分佈	0.16	K	0.00016%	0.001	%/K		135
	壓力引用值			B	矩形分佈	0.035	kPa	0.000035%	0.001	%/kPa		57
T_m	氣量計出口溫度(K)	296.2	K			0.16	K		$1/T_m$	1/K	0.055%	135
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.15	K					100
P_m	氣量計入口壓力(kPa)	100	kPa			0.035	kPa		$1/P_m$	1/kPa	0.035%	57
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.006	kPa					100
	壓力量測			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
										u	0.107%	428
											0.21%	1.97
										U	0.21%	

表三 量測不確定度分析表 - 3 Q_{min}

x_i	不確定度來源			評估類型	機率分佈	標準不確定度		相對標準不確定度	靈敏係數		$\lvert c_i \rvert u(x_i)/x_i$	自由度n_i
		估計值	Valve			$u(x_i)$	unit	$u(x_i)/x_i$	c_i	unit		
Cd	流量係數	1									0.087%	197
	校正追溯			B	常態分佈	0.065%			1.000	%/%	0.065%	100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.058%			1.000	%/%	0.058%	100
C*	臨界流函數							0.0030%	1	%/%	0.003%	100
	引用函數(TND-2565)			B	矩形分佈			0.0030%				100
	溫度量測			B	矩形分佈	0.11	K	0.00013%	0.0012	%/K		185
	壓力量測			B	矩形分佈	0.039	kPa	0.000012%	0.0003	%/kPa		82
T_0	音速噴嘴上游溫度(K)	296.2	K			0.11	K		0.5/T_0	1/K	0.019%	185
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.09	K					100
P_0	音速噴嘴上游壓力(kP	245	kPa			0.039	kPa		1/P_0	1/kPa	0.016%	82
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
	壓力變化			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
t	收集時間量測(sec)	100	sec	B	矩形分佈	0.0001	sec		1/(t)	1/sec	0.000%	100
Z_m	空氣壓縮係數							0.010%	1	%/%	0.010%	100
引用函數(FLOW SYSTEM)				B	矩形分佈			0.01%				100
	溫度引用值			B	矩形分佈	0.16	K	0.00016%	0.001	%/K		135
	壓力引用值			B	矩形分佈	0.035	kPa	0.000035%	0.001	%/kPa		57
T_m	氣量計出口溫度(K)	296.2	K			0.16	K		1/T_m	1/K	0.055%	135
	校正追溯			B	常態分佈	0.02	K					100
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.06	K					100
	溫度分布			B	矩形分佈	0.15	K					100
P_m	氣量計入口壓力(kPa)	100	kPa			0.035	kPa		1/P_m	1/kPa	0.035%	57
	校正追溯			B	常態分佈	0.03	kPa					30
	回歸誤差			B	矩形分佈	0.006	kPa					100
	壓力量測			B	矩形分佈	0.018	kPa					100
										u	0.112%	406
											0.22%	1.97
										U	0.23%	

(四) 系統驗證

系統完成後須依序進行下列測試。

(A) 系統洩漏測試

完成氣量計架表後，關閉機台出口閥，檢定設備系統管路加壓至 3 kPa，待壓力穩定平衡後（壓力變化量低於 0.01 kPa/min、溫度變化量低於 0.01 ℃/min），關閉壓力入口閥，開啟洩漏偵測系統，偵測檢定設備系統洩漏量 2 分鐘，洩漏量應小於 0.8 cm^3/min (參考 OIML R31 對檢定設備洩漏量要求，需低於使用最低測試流率之 0.1 %，此設備使用最低流率約為 800 cm^3/min) ，確保檢定設備系統之氣密性，防範洩漏對後續器差測試產生影響。系統洩漏測試，實測結果僅為 0.4 cm^3/min。

(B) 器差重複性測試

為了篩選出器差特性穩定之氣量計以作為後續再現性測試之用，初步訂定篩選門檻為標準差低於檢定公差之 1/7。選用流量 6.0 m^3/h 且重複性較佳之機械 N 型表 5 只，依照檢定流率進行重複測試 30 次，5 只氣量計器差之標準差於 Q_{max} 及 0.2 Q_{max} 須小於 0.2 %；於 3 Q_{min} 須小於 0.4 %，實測結果如表四。

表四　器差重複性測試

	Q_{max}		0.2 Q_{max}		3 Q_{min}	
	平均器差 (%)	標準差 (%)	平均器差 (%)	標準差 (%)	平均器差 (%)	標準差 (%)
表 1	-0.48	0.04	1.26	0.05	1.45	0.14
表 2	-0.45	0.06	0.41	0.03	0.75	0.17
表 3	-0.43	0.04	0.68	0.02	1.02	0.11
表 4	0.10	0.05	0.59	0.02	0.83	0.18
表 5	-0.61	0.06	0.19	0.02	0.64	0.14

(C) 器差再現性測試

使用通過重複性測試合格之 5 只氣量計，進行 0.2 Q_{max}，Q_{max} 再現性測試，

每只氣量計在同 1 表位測試 10 次，再變換架表位置，每 1 具表共測 5 個位置，同 1 具表於各表位的器差平均值相差應小於 0.2 % (檢定公差之 1/7)，實測結果如表五。

表五　器差再現性測試

表 1			表 2			表 3			表 4			表 5		
放置表位	Q_{max}	$0.2Q_{max}$	放置表位	Q_{max}	$0.2Q_{max}$	放置表位	Q_{max}	$0.2Q_{max}$	放置表位	Q_{max}	$0.2Q_{max}$	放置表位	Q_{max}	$0.2Q_{max}$
1 表位	-0.44%	1.25%	2 錶位	-0.42%	0.44%	3 錶位	-0.35%	0.76%	4 錶位	0.14%	0.61%	5 錶位	-0.57%	0.19%
2 表位	-0.38%	1.26%	3 錶位	-0.45%	0.43%	4 錶位	-0.43%	0.68%	5 錶位	0.02%	0.66%	1 錶位	-0.58%	0.17%
3 表位	-0.40%	0.80%	4 錶位	-0.34%	0.42%	5 錶位	-0.40%	0.75%	1 錶位	0.00%	0.61%	2 錶位	-0.60%	0.23%
4 表位	-0.47%	0.84%	5 錶位	-0.39%	0.43%	1 錶位	-0.41%	0.68%	2 錶位	0.08%	0.63%	3 錶位	-0.63%	0.22%
5 表位	-0.49%	1.27%	1 錶位	-0.41%	0.46%	2 錶位	-0.36%	0.74%	3 錶位	0.17%	0.65%	4 錶位	-0.57%	0.25%
max	-0.38%	1.27%	max	-0.34%	0.46%	max	-0.35%	0.76%	max	0.17%	0.66%	max	-0.57%	0.25%
min	-0.49%	0.80%	min	-0.45%	0.42%	min	-0.43%	0.68%	min	0.00%	0.61%	min	-0.63%	0.17%
max-min	0.11%	0.47%	max-min	0.11%	0.04%	max-min	0.08%	0.08%	max-min	0.17%	0.06%	max-min	0.06%	0.08%

(五) 結論

目前完成之檢定系統，適用流量範圍為 2.5 m^3/h 至 6 m^3/h，只要更換音速噴嘴規格，即可擴充能量至 25 m^3/h，相較於其他類型之基準器，系統擴充彈性大，成本較低。

系統經過評估驗證，在 95 %信賴水準之相對擴充不確定度為 0.23 %，低於 1/3 檢定公差 (0.5 %)，符合檢測設備準確性之要求。控制系統及檢定機台之自動化批次檢定功能，可大幅減少檢定人員之負擔，提昇檢定效率。

音速噴嘴為不鏽鋼加工而成，無任何可動件，流量特性穩定，可長期維持良好特性，送校頻率可較低，減少設備送校期間無法檢定之影響，使用率可維持在較高水準。

三、參考文獻

1. 1995, Diaphragm Gas Meters, OIML R31.

2. 1993, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO.

WTO/TBT 重要通知

（2016 年 8 月～2016 年 9 月）

第五組

序號	發出會員/文件編號	措施通知日/措施預訂公告日	產品內容	內容重點
1	美國 G/TBT/N/USA/1178	2016.08.08 待決定	卜特蘭水泥	美國環境保護署擬修改卜特蘭水泥製造產業的危險空氣汙染國家排放標準，本次直接公布最終規定，修正非故意的錯誤並暫時修改鹽酸的測試及監測要求。
1	美國 G/TBT/N/USA/1180	2016.08.10 2016.10.31	公車	美國聯邦運輸局擬發布該局公車測試計畫所管轄之公車的新通過標準及新累進積分制度，內容包含結構完整性、安全、可維護性、可靠性、耗油、排放、噪音及性能。此外，要求製造商提供公車零組件測試元件之原產國資訊，取代購買美國貨之要求。
2	美國 G/TBT/N/USA/1181	2016.08.10 待決定	不斷電電源供應器	美國能源部擬就不斷電電源供應器提出新的節能標準。
3	馬來西亞 G/TBT/N/	2016.08.10 2016.10.4	充液體式電熱包、電熱	禁止不符合標準 MS IEC 60035-1:2005 的電熱包、電熱墊、電熱枕、電熱袋或電熱板

	MYS/69		墊、電熱枕、電熱袋或電熱板	進口、生產、顯示、廣告和銷售。
4	美國 G/TBT/N/USA/1185	2016.09.05 待決定	鄰苯二甲酸酯及兒童用品	美國消費者產品安全委員會(CPSC)擬提出法規，判定某些含有指定添加物的塑膠不會含有禁止用於兒童玩具和兒童用品之指定的鄰苯二甲酸酯。基於這些決議，這些含有指定添加物的塑膠不需要經由第三方測試，證明其符合兒童玩具和兒童用品禁用鄰苯二甲酸酯的規定。
5	日本 G/TBT/N/JPN/534	2016.09.14 2017.01.01	災用攜帶式移動衛星通訊系統	修改衛星通訊設備相關規定第 4 項。
6	美國 G/TBT/N/USA/1187	2016.09.16 待決定	危險物質	美國管道和危險材料安全管理局(PHMSA)提案修正危險材料法規(HMR)，納入許多修正，包括適當的海運名稱、危險分類、包裝類別、特別法規、包裝授權、空運數量限制和船舶配載要求，以維持與國際法規和標準一致。
7	美國 G/TBT/N/USA/1188	2016.09.16 待決定	限速裝置和道路車輛系統	NHTSA 和 FMCSA 擬提案要求總重超過 11,793.4 公斤(26,000 磅)之車輛，需裝備限速裝置，速率限制不可大於規定於最終法規中之速率，以及要求在跨州商業貿易中營運此種車輛之汽車運輸業者，車輛需維

				持具有功能的限速裝置，在車輛的行駛年限以內，其速率限制不可大於規定於最終法規中之速率。
8	美國 G/TBT/N/USA/1189	2016.09.16 待決定	冷藏機、冷凍機及其他冷藏或冷凍設備	修正某些步入式冷藏和冷凍櫃零件之測式流程，透過改善流程的明確性、更新相關認證和強制性法規來處理步入式冷藏和冷凍櫃設備的性能節約能源標準，和建立標示要求來協助製造商決定使用哪些零件以合乎規定。
9	南韓 G/TBT/N/KOR/671	2016.09.19 2016.12 月或之後	塑膠浴墊	塑膠浴墊通知之自我管制安全確認標準擬修改如下: 增加塑膠浴墊實體安全要求和危險材料(鉛, 鎘, 鄰苯二甲酸酯塑化劑)安全要求; 列為自我管制安全確認之消費產品，製造商或進口商必須檢附由指定測試實驗室及檢驗機構核發之產品測試報告及檢驗機構證書，向安全驗證機構通報，以在產品上市或通關前確認其符合安全標準。
10	美國 G/TBT/N/USA/1190	2016.09.19 待決定	步入式冷藏和冷凍系統	美國能源局(DOE)提案制定某些類別的步入式冷藏和冷凍系統能源節約標準。
11	美國 G/TBT/N/USA/1191	2016.09.19 待決定	移動式空調、大口徑吊扇、高速小口徑吊扇	美國貿易委員會提出能源標示法規修正案，要求該等商品須予以能源標示。此外，委員會提出對某些水管產品減少標誌的要求。

			和即熱式電熱水器	
12	中國大陸 G/TBT/N/CHN/1181	2016.09.29 通知後 90 天	輕型汽車	訂定輕型汽車的能源消耗標示標準。
13	美國 G/TBT/N/USA/1178	2016.08.08 待決定	卜特蘭水泥	美國環境保護署擬修改卜特蘭水泥製造產業的危險空氣汙染國家排放標準，本次直接公布最終規定，修正非故意的錯誤並暫時修改鹽酸的測試及監測要求。

上述內容主要擷取自與我重要貿易國家之工業產品技術性措施 TBT 通知文件。
如有其他 TBT 通知文件需求或相關意見，請逕與本局 TBT 查詢單位聯絡，
電話：02-33435191　　傳真：02-23431804　e-mail:tbtenq@bsmi.gov.tw

新聞報導

一、「第 17 屆全國標準化獎頒獎典禮」隆重登場 標準檢驗局推動標準化成果斐然

(105 年 10 月 14 日)

為鼓勵國內各行業或團體及公司制定、推行標準化作業流程，提升國際競爭力，經濟部標準檢驗局定期舉辦「全國標準化獎」徵選活動，今年已邁入第 17 年，各類獎項之角逐者經過初審、複審及決審之嚴格審查後脫穎而出，並在本（10）月 14 日於該局大禮堂舉辦之「第 17 屆全國標準化獎頒獎典禮」中頒獎表揚，場面盛大隆重，展現該局推動標準化的豐碩成果。

本（17）屆全國標準化獎共計評選出 8 個獲獎者，分別為「公司標準化獎」：上銀科技股份有限公司、大量科技股份有限公司、信鼎技術服務股份有限公司、裕隆汽車製造股份有限公司等 4 家；「團體標準化獎」：台灣銲接協會；「標準化前瞻貢獻獎」：財團法人工業技術研究院巨量資訊科技中心、財團法人紡織產業綜合研究所等 2 單位；「標準化成就獎」：傅偉光先生，並由標準檢驗局劉明忠局長親自頒發本年度獲獎企業、團體及個人獎狀。

本次活動並邀請到中華民國消費者文教基金會陸雲董事長、中華民國產業科技發展協進會高辛陽理事長及中華民國正字標記協會趙世欽理事長等貴賓蒞臨，會中另表揚 30 年以上資深優良標準委員、正字標記資深廠商（持續取得證書逾 50 年者）、推廣有功廠商及正字標記「好品牌，新故事」網路讚聲票選活動得獎廠商，讓與會來賓共同見證國內推動標準化成果。

本年度「世界標準日」主題為「標準建立信任」（Standards build trust），意味著標準是透過一套值得信賴的溝通模式、做事方法與合作架構，讓人與人之間產生了連結，並成為企業貿易互利雙贏的基礎，而一個符合共通標準的產品或服務內容，就好像蓋上了代表品質優良、安全或具備相容性的標章，值得信賴。活

動中另邀請到物聯網資深專家台積電公司王耀東處長進行「物聯網市場趨勢」專題演講，以及本屆得獎代表分享標準化推動心得，提升社會大眾對標準化的認識，以傳達「世界標準日」之意義。

二、標準檢驗局與美國在臺協會（AIT）合作，辦理「臺美消費品安全研討會」及「臺美水五金產品法規研討會」，促進臺美雙方產品安全，保護消費者及廠商權益，共創雙贏

(105 年 9 月 10 日)

經濟部標準檢驗局自本（105）年 8 月下旬到 9 月中旬與美方互動密切，除了 8 月 30 日在 AIT 協助下與美國消費品安全委員會（CPSC）合辦「消費性產品安全：產品在美國港口被阻擋的關鍵原因研討會」外，也將在 9 月 20 日與 AIT 及美國國家衛生基金會（NSF）合辦「臺美水五金產品法規研討會」。此外，該局劉局長明忠也在 9 月 7 日與 AIT 新任經濟組組長 Mr. Jeffery Horwitz 及代理副組長 Mr. Kris Kvols 會晤，就臺美未來在相關領域之長期合作交換意見。

標準檢驗局指出，我國與美國在消費品安全領域的合作源於我駐美國臺北經濟文化代表處與 AIT 在 2004 年簽署的消費品安全合作備忘錄。近幾年來，CPSC 為加強輸美產品符合美方法規，數次指派專家來臺辦理研討會，希望能直接向我業者解說輸美產品應符合的規定。本年研討會在該局大禮堂辦理，由 CPSC 符合性辦公室市場調查處處長 Mr. Dennis Blasius，以及東亞及太平洋區域計畫經理 Mrs. Sylvia Chen 擔任講師，講解美國在市場、網路及邊境針對不合格產品的篩選機制，並以 CPSC 處理消費品事故的經驗，建議業者如何在產品設計階段降低產品危險。該研討會計有產官學研界共 133 人參加，與會者認同「安全」為產品設計第一優先考量，而以最高標準要求自己的產品才能確保在各國市場的競爭力。

標準檢驗局表示對於同樣屬於民生消費用品的水五金產品，因應國內民眾對於飲水用水龍頭含鉛問題的關切，該局已公告自 106 年 1 月 1 日起將飲水用水龍頭列為應施檢驗品目，水龍頭材料的含鉛量不得超過 0.25%。而 NSF 所訂定之飲

用水系統零組件標準 NSF 61 已被美國 48 州的州政府採用為強制性規定，且為許多國家所使用，如韓國與沙烏地阿拉伯等。為使我水五金業者瞭解北美洲國家有關水五金產品之規定並熟悉我國規定，該局與 AIT 及 NSF 選定「水龍頭故鄉」彰化鹿港的台灣水五金創新精品館辦理「臺美水五金產品法規研討會」，歡迎相關業者踴躍報名。

三、針對「IKEA」有翻倒安全疑慮之抽屜櫃，標準檢驗局再次呼籲消費者應儘速聯繫 IKEA 將商品上牆固定或退貨

(105 年 8 月 16 日)

有關宜家家居公司（IKEA）在台販售之 Malm 3 抽抽屜櫃 14,526 個、Malm 4 抽抽屜櫃 13,434 個及 Malm 6 抽抽屜櫃 30,558 個，標準檢驗局經洽 IKEA 公司瞭解，迄今已辦理退貨回收者 80 件，免費上牆服務者 30 件，標準檢驗局呼籲，請消費者檢查家中之抽屜櫃是否有上牆，若未正確上牆，可與 IKEA 聯繫進行下列協助。

一、IKEA 免費提供抽屜櫃固定配件及借用電鑽工具，消費者可自行上牆，或是請 IKEA 提供到府免費抽屜櫃上牆服務；

二、若消費者仍有疑慮，也可將商品退回 IKEA，取得全額退款；

標準檢驗局呼籲消費者應儘速聯繫 IKEA 公司以將抽屜櫃固定上牆或退貨，避免使用時發生危險，詳情請至該公司網站(http://www.ikea.com/ms/zh_TW/customer-service/about-services/secure-it/index.html)進一步瞭解。

Malm(馬爾姆) 3 抽抽屜櫃

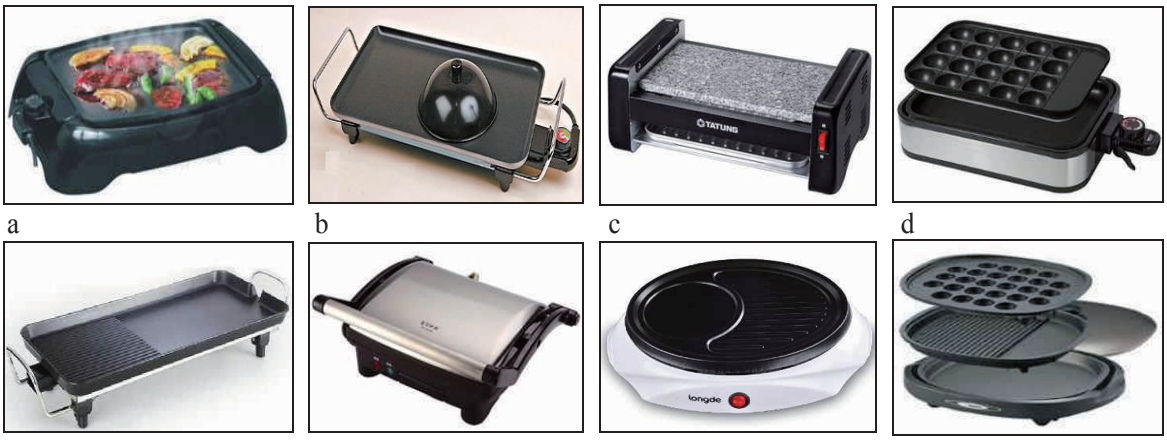
Malm(馬爾姆) 4 抽抽屜櫃

Malm(馬爾姆) 6 抽抽屜櫃

電鐵板燒器選購與使用指南

林昆平／標準局臺南分局技正
蔡孟廷／標準局臺南分局技士
鄭智瀚／標準局臺南分局技佐

一、前言



a b c d

e f g h

圖 1　電鐵板燒器各式機種 (圖片來源 a~h[1]~[8])

鐵板燒發源於日本歷史已超過 40 年，筆者在臺灣第一次嚐鮮已是 37 年前的事，依稀記得是在石門水庫內的某家飯店。鐵板燒是以上乘食材如龍蝦、大蝦、鮑魚、雞牛羊、蔬菜、豆腐等，由廚師於食客面前即時烹飪，除挑動食客味覺，更能欣賞廚師烹製過程，堪稱視覺與味覺大融合，對食慾促進有激化作用，對用餐而言是一大享受。為了實現民眾家中也能獨享鐵板燒的烹調樂趣，市面上這幾年來已有數款電鐵板燒器出現(圖 1)，強調鐵板採用不粘鍋鐵氟龍材質更易清洗，火源採用電熱管通電取代瓦斯，鐵板底下直接嵌入電熱管，熱傳導迅速均勻，功能上除增加自動保溫功能外，有些機種具備溫度調整能力，對於電器異常溫升則有溫控開關切離電源，因此對食材的煎、炒、烙等可掌控的更好，使用上也更安全，使此類電器漸漸受到喜歡生活品味之民眾所接受。其實電鐵板燒器在

業界被稱為「電烤盤」，運作跟傳統電鍋很相似，只是不用添加水的蒸煮方式，而是添加食用油的煎炒，跟傳統家中油煎鍋是一樣的，不過鍋體被攤成平板狀，讓人可欣賞到食材的新鮮度與逐漸轉熟的過程，平添不少用餐樂趣。

二、構造與運作原理

圖 2 顯示電鐵板燒器外觀及結構，主要由塗有鐵氟龍之鐵板、高功率電熱管、集油盤、溫控開關、保過載保護熔絲構成，為了防止漏電，鐵板底部通常會有接地線連接至外部；為防止操作疏忽所引起鐵板異常溫升，鐵板底部裝置有溫控開關；為防止電器運轉於過載狀況，另於電源端串接保護熔絲；為了讓鐵板立即升溫，鐵板底端直接鑿溝嵌入電熱管，因此使用此器材需留意不要碰觸鐵板部位，因溫度可能都在 200 ℃左右，尤其家中有小孩及失能老人，尤應小心。

a.外觀

b.機座內部配線與鐵板底部(嵌入電熱管)

圖 2　電鐵板燒器外觀與內部結構(購樣拆解)

三、選購技巧

電鐵板燒器列屬標準檢驗局強制性應施檢驗商品範圍，檢驗範圍為單相交流 300 V 以下者，其適用之檢驗標準為 CNS 3765、IEC 60335-2-9、CNS 13783-1。檢驗方式採「驗證登錄」或「型式認可逐批檢驗」雙軌並行制，無論國內產製或自國外進口前，須先取得本局認可之指定實驗室所出具之型式試驗報告，再向本局申請驗證登錄證書或型式認可證書，其中若採取「型式認可逐批檢驗」方式

者，於取得型式認可證書後，尚需向本局報請檢驗，符合檢驗規定後，於商品本體上標貼「商品安全標章」（ 或 ）始得出廠陳列銷售。故消費者購買時應檢視本體上是否有安全標章，若有疑義可至標準檢驗局「商品檢驗業務申辦服務系統」網站(網址 http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/index.jsp)查詢真偽，或撥打該局免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

選購時應注意事項：

(1)檢視產品包裝是否標示產品規格(如電壓、功率或電流)、型號、廠商名稱、地址等，尤其本體上需貼有或印製「商品安全標章」。

(2)選購時要檢查是否附有產品使用說明書及保證書，讓消費者瞭解使用方法、保養維護方法、使用應注意事項及保固期限等。

四、使用及其他注意事項

詳細閱讀產品使用說明書，遵照說明書內容使用，尤其所列警告、注意事項（如：接地及使用後之清洗作業等），另下列事項也需留意：

(1)爲了避免燙傷，請勿以手或身體觸碰發熱部位。

(2)請勿將電烤盤曝置於雨水或濺水處的環境使用，以免發生短路及觸電的危險。

(3)切勿以尖銳物品敲擊電烤盤面，以免發生觸電危險，如發現烤盤有裂痕，請勿再使用並洽廠商。

(4)電烤盤沒有防水，不可在水龍頭下或浸泡於水中清洗。

(5)爲避免觸電危險，勿將機體拆開，如需維修時請委託專門維修人員。

(6)勿將機體側邊散熱通氣孔遮蓋，以免造成散熱不良。

(7)使用時切勿將電源線壓於烤盤下、擱置於發熱體表面或掛於銳利物品上，以免受損壞。

(8)沒有成人的正確指引下，請勿讓兒童或殘弱人士單獨使用電烤盤，以免發生燙傷或觸電之危險。

(9)接地線應適當的連接，以避免因漏電短路或絕緣體劣化所產生的電擊。

(10) 電烤盤使用時，應放置於平穩平面上，切勿置於傾斜或不平穩的檯面上，以

免使用中機體翻覆發生危險。

(11) 集油盤的使用：

a. 集油盤的作用是當烹煮時有過多的油或水份，使用者可將這些油或水撥至集油盒裡，使用時注意集油盒中的液體不要過滿，以免取出時溢出而發生燙傷危險。

b. 勿讓兒童自行拿取集油盤，以免盒內液體高溫燙傷；另請取出者應戴用烹調手套，以免燙傷。

c. 集油盤若為塑膠製品，請勿敲擊、碰撞及掉落地面，以免破裂造成高溫液體滲出而燙傷。

(12) 電烤盤屬高功率電熱產品，電源插座應使用獨立電源插座，避免與其它電器共用，且避免使用延長線連接電烤盤。

(13) 所附電源線插頭應儘可能牢固插入電源插座，如果插頭未完全插入時，可能因接觸不良產生高溫而發生危險。

(14) 如長時間不使用電烤盤時，請將電源線插頭從插座拔出。

五、清潔保養

(1) 清洗時，切記不可用清潔球等硬質工具清洗烤盤表面，以免刮傷不粘塗層。

(2) 每次燒烤完畢清洗烤盤表面時，可趁烤盤餘溫用清水澆淋少許，再以帶柄鬃毛刷清洗盤體，並將污水推入集油盒內，最後以濕布擦淨即可，注意烤盤及污水具高溫，應防燙傷。

(3) 清洗集油盤時，注意油水水位不要過高，以免不易取出。

(4) 若於清洗時不慎讓水流入機體內部，切記不可插電使用，一定要等到水份完全乾燥才可插電使用。

六、參考文獻

1. 圖 1a，2014/11/1 檢索，超級商城網，取自網址 https://tw.mall.yahoo.com/item/ZOJIRUSHI-象印鐵板燒電烤爐-EB-CF15-免運費-p01451208898。

2. 圖 1b，2014/11/1 檢索，阿里巴巴網，取自網址 http://tw.1688.com/pic/-

BAABB9FABFBEC8 E2BFBEC5CC.html。

3. 圖 1c，2014/11/1 檢索，露天網，取自網址 http://goods.ruten.com.tw/item/show?21404269561550。
4. 圖 1d，2014/11/1 檢索，東京美眉購物網，取自網址 http://www.tokyomm.com.tw/tokyomm/goods.php?gdsid=1875。
5. 圖 1e，2014/11/1 檢索，馬哇哇網，取自網址 http://mawawa.com/tag/view/k/jiayongwuyandianshaokaoluhanshibuzhandiankaoludahaodiankaopandiankaoroujikaorouguotiebanshao.htm。
6. 圖 1f，2014/11/1 檢索，愛逛街網，取自網址 http://tshop.iguang.tw/tw/product.php? pid=tmall_1202257。
7. 圖 1g，2014/11/1 檢索，淘寶網，取自網址 http://tw.taobao.com/item_suggests/40321745628.htm。
8. 圖 1h，2014/11/1 檢索，kuai3 網，取自網址 http://www.tkec.com.tw/pt.aspx?pid=146439。

一般室內照明用燈具選購與使用指南

林昆平／標準局臺南分局技正
蔡孟廷／標準局臺南分局技士
蔡孟伃／標準局臺南分局課員

一、前言

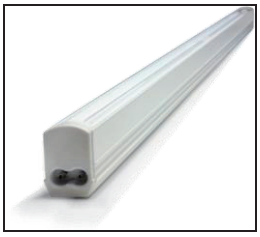
一般室內照明用燈具種類繁多，依用途可以是吸頂燈、T-BAR 燈具、筒燈、檯燈、層板燈(支架燈)、夾燈、平板燈、小夜燈、崁燈、落地燈、軌道燈、吊扇燈、壁燈、大樓天井用燈具、神明燈等(如圖 1a~圖 1r)。依選用光源可以是鎢絲燈泡、省電燈泡、鹵素燈泡、LED 燈泡(管)、日光燈管、冷光燈管、緊密型螢光燈管等(如圖 1s)。依使用電壓可以是交流 110 V 及安全超低電壓 42 V 以下。單就用途與光源組合就可產出多種造型、配光曲線及演色差異的燈具；若以安裝情形看，就僅能歸類成三類，消費者較能辨別，分別為：一、固定型燈具，如上述壁燈、吸頂燈、層板燈、支架燈、軌道燈、吊扇燈及吊燈等，都是採用螺絲及相關組件固定於水泥牆或水泥天花板上，其適用安規標準為 CNS 14335 燈具安全通則及 IEC 60598-2-1 固定式燈具個別標準；二、嵌入型燈具，如上述之 T-BAR 燈具與筒燈，都是直接擺放在裝潢有輕鋼架的天花板內，常見於學校、辦公室及百貨公司等地方，適用安規標準為 CNS 14335 及 IEC 60598-2-2 嵌入式燈具個別標準；三、攜帶型燈具，如上述檯燈、夾燈、小夜燈、落地燈、神明燈等，通常具有不可分離式電源線組，可隨時拔除插頭移至別處使用，其適用安規標準除 CNS 14335 外，還有 IEC 60598-2-4 可攜式燈具個別標準；另耶誕樹燈串雖也屬可攜式，但構造上與該類又有差異，尤其大範圍擺放並無一定的固定方式，另以 IEC 60598-2-20 燈串個別標準加以規範。一般室內照明用燈具種類大致如上所說明，其選購使用指南會因用途與安裝不同出現很大差異，本文無法一語道盡，僅先就上班族、學生及百貨公司每日必相處且用量最多的燈具－「嵌燈」談起，其它後續介紹。

a 吸頂燈具

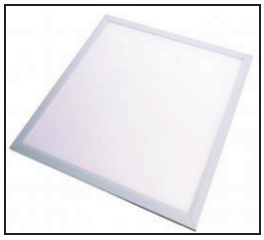
b T-BAR 燈具

c 筒燈

d 檯燈


e 層板燈具(支架燈)

f 夾燈


g 平板燈

h 耶誕樹用燈串

i 水族箱燈

j 小夜燈

k 崁燈

l 落地燈

m 軌道燈

n 吊扇燈

o 壁燈

p 室內舞台燈具

q 天井用燈具

r 神明燈

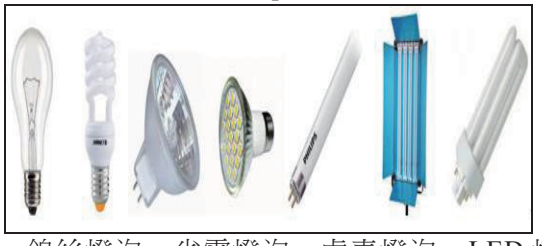

s 鎢絲燈泡、省電燈泡、鹵素燈泡、LED 燈泡、日光燈管、冷光燈管、緊密型螢光燈管

圖 1　各型室內燈具與光源種類 (圖片來源[1]~[19])

二、室內燈具外殼防電擊型態

消費者購買燈具後最關心在使用上是否可能遭電擊，燈具外殼防電擊型態依CNS 14335 燈具安全規範之第二節定義有 0 類、0I 類、I 類、II 類及 III 類等五種方式，為了讓消費者了解燈具附贈電源線型態對連接電源及接地的重要性，必須對燈具防電擊型態加以介紹。

1. 0 類燈具

燈具帶電部僅以一層絕緣物包覆當外殼，一旦絕緣裂化，人體碰觸外殼會被電擊，這類燈具通常要求安裝在人體無法碰觸的地方，或周遭有絕緣物屏蔽的環境，燈具的光源用久總是要更換，人體總有一天會接觸這類燈具外殼，要是外殼絕緣劣化仍有被電擊的可能，標準局目前是禁止 0 類燈具於國內市場生產的。

2. I 類燈具

附贈有 3 pin 插頭電源線是它的特色，電源線採三芯線，一條火線，一條中性線，一條接地線，插頭必需插入具有提供接地系統的插座，若消費者家中插座並沒提供接地端，屬舊式配電系統的 2 pin 插座，那購買此型態燈具就失去防電擊功能，縱使將插頭的接地 pin 拔掉或者使用 3 pin 轉 2 pin 轉接頭也都無用，剩下只是時間長短，一旦外殼劣化就有被電擊的可能，正確作法是改買 01 類燈具。I 類燈具是利用金屬外殼與內部金屬部件共同接地至接地端子，再從此端子將接地線連接至配電系統的接地，一旦帶電體漏電至金屬部，就可因金屬部件全部接地而變成零電位，等同基本絕緣型態來防止碰觸電擊。

3. 0I 類燈具

是專為舊式無提供接地之配電系統開發的燈具，因插座無接地端常見為 2 pin 插座，此類燈具會附贈一條黃綠相間之接地線，而燈具金屬外殼與內部金屬部件同 I 類燈具會留下一個接地端子，消費者只要將這條附贈的接地線，一端固鎖在燈具接地端子，另一端夾在附近可接地的水泥牆或金屬物，就等同上述 I 類燈具的防電擊型態，一旦帶電體漏電，可觸及金屬部都被迫變成零電位以避免遭

電擊，故消費者不要忽視此接地線的功能。

4. Ⅱ類燈具

II 燈具外殼防電擊型態並不是以接地方式迫使外殼變成零電位來防護，相反是採用加大絕緣層厚度或增加更多層絕緣物包覆帶電體，迫使帶電部漏電流無法穿透到燈具外殼上，但這不表示 II 類燈具需花費很多層絕緣材料來包覆帶電部，空氣本身就是天然絕緣物，燈具只要有一層薄薄金屬或塑膠外殼來阻擋人體伸入碰觸帶電部，並使此阻礙層於帶電部一個適當的空間距離，就足以媲美以多層塑膠絕緣物層層包覆帶電部的強化絕緣效果。有關 II 類燈具外殼離帶電部要多少距離才算是強化絕緣？在 CNS 14335 第 11 節絕緣距離有明確的規定。

5. Ⅲ類燈具

綜觀 1~4，燈具外殼防電擊原理不外是利用接地變零電位的基本絕緣，不然就是讓外殼遠離帶電部形成強化絕緣，其實除這兩種防電擊型態，還有一種是讓帶電部電壓降到人體無感的超低安全電壓 42 V 以下，採用降壓整流電源驅動器就可達成，當然光源也只能選用低電壓的鹵素燈、LED、鎢絲燈等，所以這類燈具光源絕不會是螢光燈或複金屬燈，我們稱為Ⅲ類燈具，其外殼雖不會因帶電部漏電而電擊人體，但 CNS 14335 規定其外殼至少需有基本絕緣要求。

上述是重要的知識！消費者購買嵌燈時，就會發現該商品有些附贈 3PIN 插頭電源線，有些附贈 2 PIN 插頭電源線，有些除 2 PIN 插頭電源線還附贈接地線，有些附贈低電壓輸出電源驅動器，這時候你就可清楚辨別這些燈具採用何種型態來防電擊，同時考慮家中插座端及電源是否提供接地系統，你更應知道購買那一防電擊型態的燈具最安全。

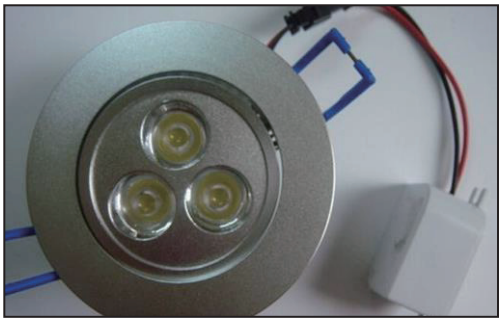
三、嵌燈構造與運作原理

嵌燈指的是燈具安裝具有輕鋼架支撐的天花板上，燈具照射面與天花板面貼齊，本體躲藏於輕鋼架內不外露，整體房室空間視覺質感極佳並兼具照明效果。嵌燈分為筒燈及 T-BAR 燈兩種燈具，前者通常搭配色溫較高的光源如鎢絲燈泡及鹵素燈泡，其外觀採筒狀設計，照射後的配光曲線屬不易散射的集中照明，非

常適用講究氣氛的高級餐廳及視覺效果的百貨公司，筒燈杯口若再加上濾鏡，更可創造出紅、藍、綠、橘等色光環境，對聲色場所也非常適用。但後者 T-BAR 燈具用途卻在閱讀照明上，講究的是房間內的均勻照度，光源大都採用白色系的日光燈及 LED，燈具外觀四四方方搭配散射金屬鋁板散射，兩種嵌入式燈具介紹如下：

1.筒燈

筒燈顧名思義就是燈具外觀為筒狀者，此筒狀可以為圓柱、杯形、圓錐等，燈具深度可深可淺，射出配光曲線略有差異。筒燈都為一線到底燈具，燈具最後露出一只 E27 燈座，方便更換燈泡，燈泡一般採用鹵素燈最多，其有高低電壓兩型，均需電源驅動器點燈，驅動器有些與燈具分開獨立，有些直接固定燈具底端，獨立者最後隨筒燈嵌入天花板內隱藏起來。筒燈嵌入天花板的直徑規格都在 15 公分以下；直立筒嵌入深度 20 公分上下，斜立筒深度 15 公分之間，深度很淺的也有，一般都是 LED 筒燈；採用 LED 光源者都是模組化，並無可更換光源的 E27 燈座，且都是用壞即丟(圖 2)。



a.具整流器低電壓 LED 淺狀筒燈 (24V,10Wx1)

b.具驅動器高電壓鹵素燈筒燈 (220V,200Wx1)

圖 2　嵌入式筒燈實體(購樣拍攝)

有些人買了筒燈卻不會安裝，下列是指導步驟(圖 3)：

(1)關閉電源，用驗電筆測試配線回路是否帶電。

(2)將欲裝置筒燈的輕鋼架用天花板取下一塊，將筒燈照射面貼齊天花板，以筆沿著筒燈照射孔畫一圈，以開孔器於畫線天花板上開洞。

(3)將筒燈的電源引線與家中配線回路接好，以絕緣膠布包紮，線路整理束排固定天板裏層。

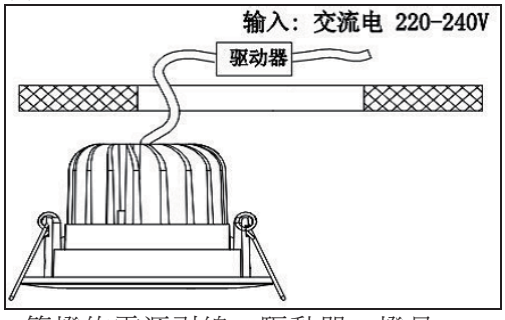
(4)筒燈若附驅動器者，驅動器也是固定好在天花板內層上。

(5)接著將筒燈嵌入天花板開孔內，筒燈異於其他燈具結構就是左右附有一只支撐卡簧，先將卡簧往上舉以手壓住，燈體慢慢塞入天花板孔內並貼齊天花板面為止。

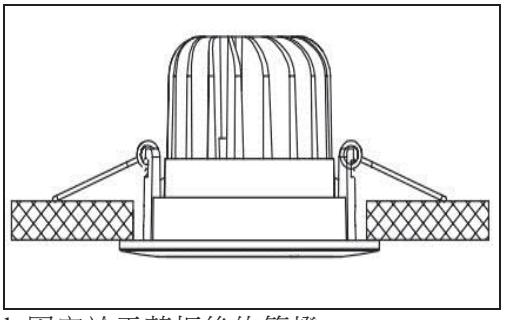
(6)塞入後的卡簧會自動彈開而抵住天花板內層固定。

(7)將這塊取下的天花板連同安置好的筒燈，一起放回輕鋼架承載。

(8) 點燈測試。



a.筒燈的電源引線、驅動器、燈具

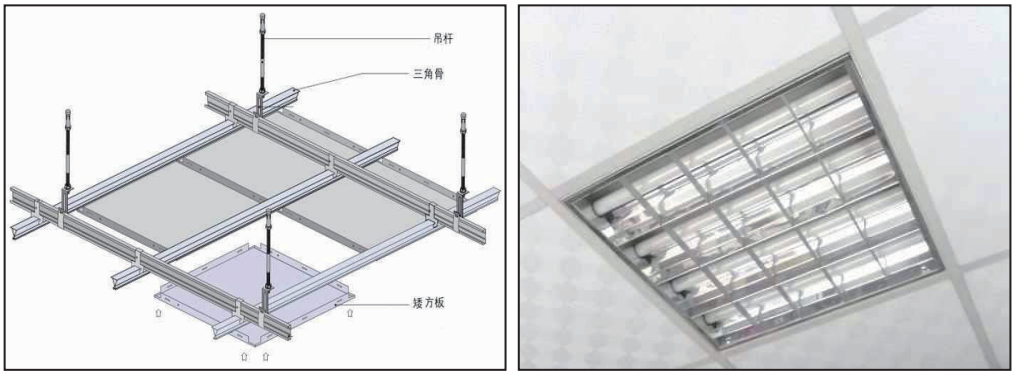


b.固定於天花板後的筒燈

圖 3　筒燈的安裝(圖片來源[20])

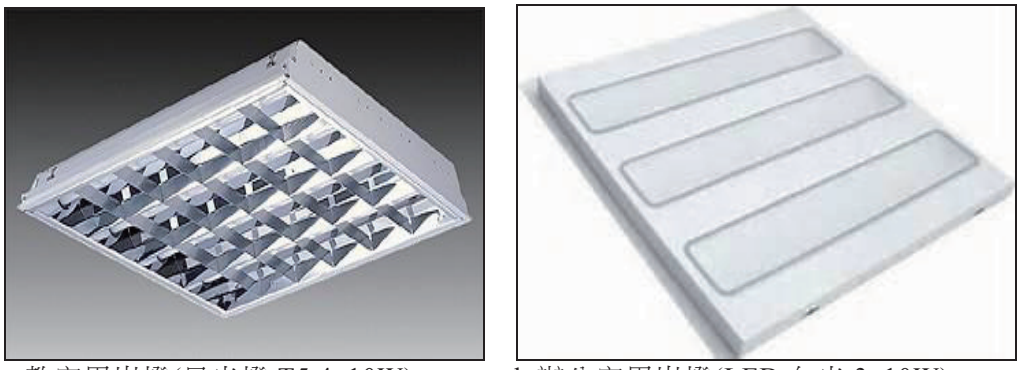
2.T-BAR 燈

T-BAR 指的就是懸吊支撐大面積天花板用的輕鋼架，因輕鋼架每間距會以一支鐵桿固鎖樓層水泥板內，掀開裝潢天花板內可觀察到密密麻麻的固定柱，其間距形成一 T 字形，故稱 T-BAR 輕鋼架；T-BAR 燈具就是只適用安裝在 T 型輕鋼架天花板上的燈具，一般天花並不適用，燈具外觀尺吋與每塊天花板大小相同，安裝時只要將天花板取下，置放燈具即可(圖 4)。至於輕鋼架每個框架乘載重量是一定的，T-BAR 燈具製造商也都已考慮燈具的載重量，T-BAR 燈具的光源目前已由螢光燈管漸轉向 LED 燈管，不管是螢光燈管或 LED 燈管，都需驅動器且都安置固定在燈具本體上(圖 5)。



a.T-BAR 輕鋼架結構　　b.裝在輕鋼架上的嵌燈

圖 4　T-BAR 結構與嵌入式燈具安裝(圖片來源[21]-[22])



a.教室用嵌燈(日光燈 T5 4x10W)　　b.辦公室用嵌燈(LED 白光 3x10W)

圖 5　嵌入式 T-BAR 燈具實體(圖片來源[23]-[24])

有些人買了 T-BAR 燈具不大會安裝，下列是指導步驟(圖 5)：

(1) 關閉電源，用驗電筆測試配線回路是否帶電。

(2) 將燈具黑色電源引線接至家中電源火線，並將燈具白色電源引線接至電源中性線。若有黃綠相間接地線，可能還需要添加引線和接地跳線來完成接地。

(3) 驅動器一般都已固定在燈具上，安裝燈具時不宜撞擊驅動器。

(4) 嵌燈左右也附有一只支撐卡簧特殊裝置，先將卡簧往上舉以手壓住，燈體慢慢塞入輕鋼架框上，直至照射面貼齊天花板面為止。

(5) 塞入後的卡簧會自動彈開而抵住輕鋼架鋼骨固定。

(6) 點燈測試。

3.嵌燈採用光源特性介紹

嵌燈採用的光源可以是白熾燈、鹵素燈、螢光燈(日光燈)、LED 燈(半導體螢光燈)等，茲介紹特性如下：

(1)白熾燈

以鎢絲通電發光，功率規格 15 W~1000 W，色溫 2800 K 左右，壽命約 1000 小時，規格電壓大都採交流市電，燈具無需額外安定器驅動運轉。

(2)鹵素燈

也是以鎢絲通電發光，但燈管內部增填碘和溴或它們的化合物，可以減少鎢絲過熱蒸發致燈泡燒壞，因此鹵素燈壽命比起白熾燈長，功率規格有 35 W～1000 W，色溫在 2700 K～3300 K，電壓規格有交直流兩種，採直流電壓者都為 12 V，不管高低電壓，鹵素燈都需額外整流變壓器驅動。

(3)螢光燈(日光燈)

日光燈發光效率高達 90 Lm/w，是辦公室及教室光源最佳的選擇，顏色有晝光色、冷白色、暖白色等三種，功率規格 6 W~40 W 甚至達 125 W，壽命約 1500～5000 小時，形狀分直管、環管、緊密型燈管、省電燈泡，燈具需額外安定器驅動運作。

(4)LED 燈(半導體螢光燈)

LED 燈和前述光源發光原理完全不同，是採用半導體電子與電洞複合特性來釋放光能，光色均為單色調如紅藍黃綠紫，如需產生白光通常需以螢光粉作為間接轉換，LED 燈需定電壓定電流的驅動器運作。

四、選購技巧

標準檢驗局已將嵌燈燈具列屬強制性應施檢驗商品範圍(限檢驗一般室內照明用者)，其適用安規檢驗標準為「CNS 14335（88 年版）與 IEC 60598-2-2(1979

年版)」，適用電磁干擾標準為「CNS 14115（93 年版）」。商品檢驗方式則由標準檢驗局規定採「驗證登錄」或「型式認可逐批檢驗」雙軌並行制，無論國內產製或自國外進口前，須先取得標準檢驗局認可之指定實驗室所出具之型式試驗報告，再向標準檢驗局申請驗證登錄證書或型式認可證書，其中若採取「型式認可逐批檢驗」方式者，於取得型式認可證書後，尚需向標準檢驗局報請檢驗，符合檢驗規定後，於商品本體上標貼「商品檢驗標識」（ 或 ）始得出廠陳列或銷售。故消費者購買產品時應檢視本體上是否有標貼，若有疑義可至標準檢驗局「商品檢驗業務申辦服務系統」網站(網址 http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/index.jsp)查詢真偽，或撥打該局免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

1. 選購時，檢視產品之廠商名稱、地址、電器規格(如電壓、消耗功率或電流)、型號等各項標示是否清楚，本體上是否貼有標準局印製之合格「商品檢驗標識」。
2. 選購時，應考慮嵌燈適用場所環境

(1) 筒燈杯口孔徑大小形狀的配光曲線是否適合場所需求。

(2) 筒燈光源若為高消耗功率高溫升之鎢絲燈泡與鹵素燈，應注意其溫度對天花板內空間的輻射熱，必要時採取隔熱與散熱等防火保護措施。

(3) 四方形嵌燈應選用節能效率高的 LED 燈管為宜。

(4) 四方形嵌燈若欲安裝在有火災、粉塵、潮濕、爆炸等疑慮環境時，應選用燈具外殼如防爆、防塵、防水等特殊結構者。

(5) 四方形嵌燈若用於具空調的房室，可考慮與其與空調回風口結合，以達降溫雙贏。

五、使用注意事項

1. 閱讀產品使用說明書並遵內容使用，尤其對於警告及注意事項應特別留意。
2. 依說明書指示將燈具所附電線，依顏色與家中電源線搭接。
3. 對於具高溫光源的筒燈，若其安裝天花板位置恰在房室邊緣接近窗簾處，應於天花板內與窗簾處加裝隔熱板作阻隔。
4. 天花板內若有採用隔熱材料區隔嵌燈熱源時，應固定好並考慮倒塌時可能覆蓋

燈具本體的距離。

5. 高溫筒燈若照射區域與易燃物接近，應將易燃物移至更遠距離。
6. 嵌燈具高溫，請不要將燈具安裝在人可以觸及的地方，以免燙傷。更換光源前請確認光源已冷卻以免燙傷。
7. 為了不引起被照物產生變化色，變質，烤焦等不良現象，請保持燈具與被照物之距離。
8. 嵌燈由於裝設在天花板上，不可自行修改及變更使用材料及零件，以免不適用在天花板環境。
9. 應每半年一次觀察嵌燈結構是否有破損或劣化，尤其是非金屬外殼的筒燈，若有，應立即停止使用並送負責廠商維修。
10. 確認嵌燈操作電壓與電源電壓一致。
11. 接地線應確實連接。
12. 燈具及光源不得以水或清潔劑直接沖洗。
13. 更換光源或進行清潔維修時須確認為斷電狀態後進行，並戴手套以免割傷。
14. 更換光源時請先確認使用光源規格及瓦特數，查一下更換光源的 E27 燈座，上頭會有光源功率及電壓標示，更換時不可超過標示上的規格及瓦數，同時這也是安規標準規定的。
15. 安裝前，應再確認固定處是否有足夠強度承受燈具重量，以免燈具掉落。
16. 搬運及安裝時須注意防止撞擊造成損壞以免發生危險。
17. 使用中時勿將光源取下。
18. 燈具發生異常狀況時請立即關閉電源，並通知廠商維修。
19. 應每 3~5 年請專業人員進行一次檢查，更換不合格部件，因超過使用壽命可能引起火災等事故。

六、清潔保養

1. 清潔及保養時，應先關閉電源並拔掉電源插頭
2. 電源驅動器不可浸水中清洗，以免機板損壞。
3. 為了安全使用產品，應定期檢查燈具，若發現覆蓋灰塵，應用柔軟布料浸肥皂

水擰乾擦拭，再用乾布擦淨。

4.清潔燈具外殼，勿用會使燈具變色或損壞的清潔劑。

七、參考文獻

1. 圖 1a，2016/07/12 檢索，愛逛街網，取自網址 http://iguang.tw/ihouse/product/016044614.html。
2. 圖 1b，2016/07/12 檢索，百昱電子有限公司網，取自網址 http://www.t5.com.tw/t_bar.htm。
3. 圖 1c，2016/07/12 檢索，I-House 網，取自網址 http://i-house.com.tw/product/detail/id/125117。
4. 圖 1d，2016/07/12 檢索，日象網，取自網址 http://www.zushiang.com/Products/zol-2302/。
5. 圖 1e，2016/07/12 檢索，綠晟網，取自網址 http://www.gsec.com.tw/front/bin/ptdetail.phtml?Part=C08-10W133-WP。
6. 圖 1f，2016/07/12 檢索，特力屋網，取自網址 https://www.i-house.com.tw/。
7. 圖 1g，2016/07/12 檢索，奇玉網，取自網址 http://www.garnetw.com/p4_detail.php?id=44。
8. 圖 1h，2016/07/12 檢索，1688 網，取自網址 https://detail.1688.com/offer/36604866215.html。
9. 圖 1i，2016/07/12 檢索，寵物百科網，取自網址 http://petbird.tw/article6329.html。
10. 圖 1j，2016/07/12 檢索，特力合樂網，取自網址 https://www.hola.com.tw/zh_TW/p/009421887。
11. 圖 1k，2016/07/12 檢索，舜盛網，取自網址 http://www.t5led.asia/t5 燈具-節能輕鋼架標準型崁燈-5.html。
12. 圖 1l，2016/07/12 檢索，GENS 網，取自網址 http://cens.com/cens/html/zh/product/product_main_67942.html。
13. 圖 1m，2016/07/12 檢索，全球五金網，取自網址

http://www.wjw.cn/product/mbr100701112708011664/pro100715134149302535.html。
14.圖 1n，2016/07/12 檢索，blogbus 網，取自網址
http://www.blogbus.com/smartfive-logs/232884935.html。
15.圖 1o，2016/07/12 檢索，新浪家居網，取自網址
http://jiaju.sina.com.cn/news/2011-08-09/1057339255.html。
16.圖 1p，2016/07/12 檢索，燈力網，取自網址
http://tzsnw.com/article/201406/15/374521.html。
17.圖 1q，2016/07/12 檢索，群能科技網，取自網址
http://trinityitech.pixnet.net/blog。
18.圖 1r，2016/07/12 檢索，隨意窩網，取自網址
http://blog.xuite.net/piaoilu/twblog/。
19.圖 1s，2016/07/12 檢索，大力光源網，取自網址
http://tzsnw.com/article/201406/15/374521.html。
20.圖 3，2016/07/12 檢索，燈力寶網，取自網址
http://jingyan.baidu.com/album/27fa7326859df746f8271fdc.html?picindex=7。
21.圖 4a，2016/07/12 檢索，輕鋼架 T5 網，取自網址 http://www.T5.com.tw。
22.圖 4b，2016/07/12 檢索，辦公室 t-bar 網，取自網址 http://www.myled.com.tw。
23.圖 5a，2016/07/12 檢索，富騰建材網，取自網址
http://www.oub8.com/products/oulv/。
24.圖 5b，2016/07/12 檢索，建築世界網，取自網址
http://www.arch-world.com.tw/manage/VipAddProducts。

寢具選購與使用指南

宋志堅／標準局第六組技正

寢具係消費者每天必接觸用品，該類用品每天與身體長時間且密切性接觸，是以於選購及使用上，必需特別注意。應施檢驗寢具範圍包括：(1)床罩組：床單、床罩、枕套(含可供正常睡眠時使用之非造型抱枕套)、被套、床裙、床飾巾、床包等。(2)枕、被胎：被類(包括蓋被褥、棉被)、毛巾被、睡袋、枕頭(含可供正常睡眠時使用之非造型抱枕)、毯及旅行用毯等。【羽絨(毛)製寢具及客製紡織品除外】。

為保障消費者權益及使用上安全，請消費者選購與使用寢具時注意下列事項。

一、優先選購貼有商品檢驗標識之寢具(圖1)。

二、對於商品標示不明之產品建議不要購買，除注意品質、價格外，請選購中文標示資訊清楚、詳細的產品，標示內容(圖2、3)須包含有：

(一) 國內產製者，應標示製造廠商名稱、電話及地址；其為進口者，應標示進口廠商名稱、電話及地址。

(二) 尺寸或尺碼。

(三) 生產國別（產品主要製程地之生產國別）。

(四) 纖維成分。

(五) 洗燙處理方法。

三、建議挑選寢具時，以嗅覺查看是否有無刺鼻異味。

四、建議在使用前最好先以清水洗滌過，以減少化學物質殘留。

圖1　本局印製之商品檢驗標識(左)及廠商自印商品檢驗標識圖例(右)

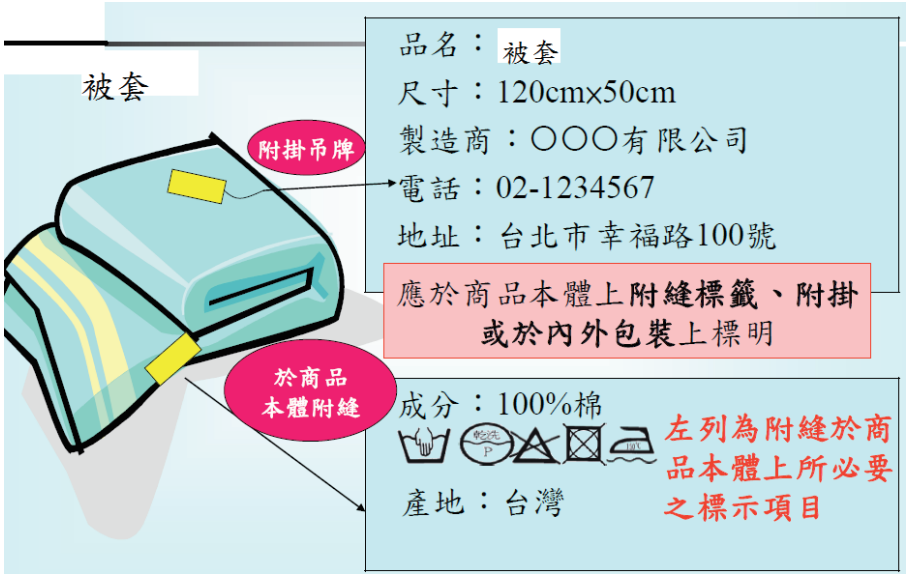


圖 2　中文標示圖例

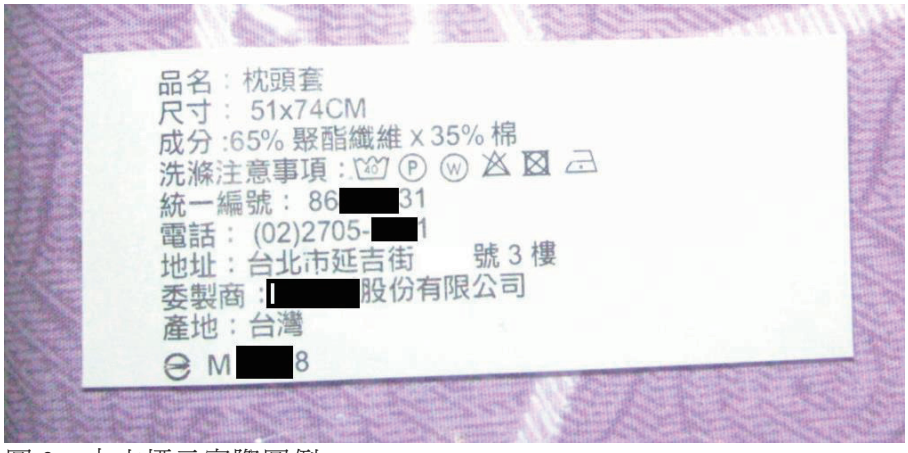


圖 3　中文標示實際圖例

105 年「自行車國家標準推廣說明會」紀要

陳正崑／標準局第一組技正

我國去(104)年自行車出口近 400 萬輛，排名全球第四，產值則位居全球第二，為我國重要之出口產業。此外，國內自行車規律運動人口約 245 萬人，騎乘自行車已成為全民運動，安全性相形重要。有鑑於此，經濟部標準檢驗局為協助自行車產業發展，維護民眾騎乘安全，已制定 86 種自行車相關國家標準，自 98 年起，每 2 年於北、中、南、東等區域共舉辦 22 場「自行車國家標準推廣說明會」，加強推廣自行車相關國家標準並宣導安全騎乘之觀念。因此，於今(105)年 5 月至 8 月間，標準檢驗局分別在臺北總局、新竹分局、臺中分局、臺南分局、高雄分局及花蓮分局舉辦 6 場說明會，共計 347 人參與。

今年之說明會由財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心常挽瀾博士主講，講授內容涵蓋「自行車相關國家標準及正字標記」與「如何掌握自行車之騎乘安全」兩大主題，其中在自行車騎乘安全方面包括：如何正確調整設定自行車、正確騎乘姿式、正確變速方法與變速時機、正確調整煞車之方法、正確煞車方法與時機及騎乘自行車常見之傷害等重要注意事項。說明會之教材電子檔於會前置於該局之網站，開放與會者自由下載。教材內容生動活潑，穿插大量圖表，易於瞭解。此外講授過程中，常博士特別準備相關影片作為輔助教材，透過動態呈現之方式，使與會者對於自行車騎乘時之各種狀況及應變方法，彷彿身歷其境，有助於加深印象，進而在實際騎乘時可充分應用。

參與本次說明會之各界人士，包含業餘之騎乘自行車愛好者、專業之自行車廠商及自行車隊成員，以及參與自行車採購之機關團體等，可藉此瞭解自行車安全騎乘技巧、應注意事項、如何選購自行車、國家標準之相關規定以及認識正字標記等，不論在運動休閒、研發製造、採購驗收及從事相關業務方面均有所助益。每場說明會後均安排意見交流時間，與會者對於講授內容中不明瞭之部分提出疑問，由常博士逐一解答，涉及標準及正字標記業務部分，該局之業務同仁亦進行詳盡之說明，現場互動熱絡。今年「自行車國家標準推廣說明會」參與人數踴躍，與會者表示獲益良多，活動圓滿成功。

105 年「外銷水產品衛生管理法規教育訓練」紀要

皇甫建安／標準局第二組技士

為有效管控外銷水產品之衛生安全，經濟部標準檢驗局自民國 95 年起邀請行政院農業委員會漁業署（以下簡稱漁業署）及動植物防疫檢疫局（以下簡稱防檢局）共同建立跨部會輸歐盟水產品官方管制體系，由各機關依權責訂定原料至產品之一系列水產品官方管制規定，迄今已協助我國業者輸銷水產品至歐盟、俄羅斯、巴西、越南及其他要求證明符合歐盟法規的第三國（如以色列、土耳其）。該局亦依據歐洲議會及歐盟理事會第 882/2004 號規章規定，於 95 年起逐年辦理外銷水產品衛生安全相關教育訓練課程，期使相關業者及官方管制人員對輸入國管理法規有更深入的瞭解，業者據以強化及落實自主管理以確認外銷水產品符合輸入國衛生安全要求，並透過官方管制措施，順利輸銷海外市場。

本年度教育訓練訂於本（105）年 9 月 21 日至 22 日在標準檢驗局行政大樓 2 樓簡報室辦理第 1 場次，及 9 月 29 日至 30 日在該局高雄分局大禮堂辦理第 2 場次，課程包含「歐盟法規介紹」、「歐盟水產品管理」、「外銷水產品廠場驗證基準之修訂說明」、「申請核發外銷水產品衛生證明之相關文件常見缺失」、「輸歐盟漁獲認證機制在臺實踐與查核案例解析」、「中國大陸水產品之衛生管理規範」、「病媒防治」及「水產品工廠空調及硬體規劃」等，俾使參訓學員透過法規持續再訓練、廠區環境衛生管理及官方管制實務面的介紹，更精實自主管理成效。該 2 場次教育訓練共計官方管制人員 45 人及加工廠業者 57 人參訓。

於綜合討論中除告知加工廠業者歐盟將於本年 12 月 13 日對直接販售給消費者的包裝水產品強制要求標示營養成分資訊，請業者應妥為因應，並蒐集參訓學員建議，考量於 106 年度邀請食品藥物管理署或專業講師講授不同水產品官方管控及衛生管理等課程；另有關強化水產品原料端之管理部分，該局將與漁業署持續檢視所要求之相關規定表單間如何勾稽及簡化，完備水產品原料端至產品端之追蹤追溯流程。

「電機類應施檢驗商品增加 RoHS『含有標示』檢驗標準說明會」紀要

龍威丞／標準局第三組技術員

有關歐盟「危害限制物質指令」(RoHS：Restriction of the use of Hazardous Substance)於 95 年 7 月 1 日生效，限制部分電機電子產品使用六種毒性化學物質（鉛、鎘、汞、六價鉻、多溴聯苯、多溴二苯醚），並在 100 年 7 月 1 日公布新修訂的 RoHS 指令將醫療器材及監控儀器並以階段納入限制範圍。

標準檢驗局吳秋文副組長

標準檢驗局為協助國內產業因應國際貿易之環保趨勢，並促成其販售之產品達到國際環保水準，參照歐盟 RoHS 指令，並引用 JIS C0950「電子及電氣設備特定化學物質的含有標示方法」，於 102 年 7 月 30 日制定公布國家標準 CNS 15663「電機電子類設備降低限用化學物質含量指引」。

有鑑於世界各國逐漸納管 RoHS 指令要求及對綠色環保意識的重視，並考量歐盟、中國大陸、日本及韓國 RoHS 管制作法，標準檢驗局規劃電機類應施檢驗商品增加 CNS 15663 第 5 節「含有標示」檢驗標準要求，規範商品標示含有限用化學物質之情形（包括：限用物質含有情況超出百分比含量基準值、未超出百分比含量基準值的標示方式及排除項目），其重點在要求廠商誠實標示，逐步降低使用化學物質含量，達到儘量減少使用的目的。

標準檢驗局於 8 月 31 日邀請相關廠商業者、公協會及政府單位等，舉辦說明會（共計有 92 個單位，94 人出席），說明會內容包括「電機類應施檢驗商

品」檢驗範圍及實施期程，由該局第三組吳秋文副組長致歡迎詞並說明規劃方向，續由陳啟銘技正簡報該案規劃背景及列檢公告內容。該局已就「自動資料處理機等 6 類應施檢驗商品」、「網路多媒體播放器及投影機」、「開飲機」及「配線用插接器及電源線組商品」等商品召開多場說明會，並將說明會簡報及檢驗規定修正對照表放置於該局網站供參閱，本次說明會業者僅針對檢驗規定公告實施後之執行細節提問，說明會順利圓滿完成。

8 月 31 日上午場次業者參與情形

「衡器原理、校正及相關國際規範介紹訓練」紀要

蕭銓聖／標準局第四組技士

為使衡器業者與從事相關行業的計量人員能更深入瞭解衡器相關原理及相關國際規範，標準檢驗局於本(105)年 9 月 9 日假該局臺中分局舉辦「衡器原理、校正及相關國際規範介紹」之訓練課程。當天特別邀請該局臺中分局王分局長石城致詞，為充實課程內容，本次課程並安排國家度量衡標準實驗室潘小晞研究員、林以青副研究員、段靜芬副工程師等 3 位專家擔任講師。

本次訓練課程規畫衡器原理與校正、國際法定計量組織荷重元國際建議規範簡介、國際法定計量組織非自動衡器建議規範介紹等 3 項講題，希望透過這些精心設計的課程內容，讓參加者不僅能充分瞭解政府的度量衡相關法令規範之外，更有助於加深參與講習人員在衡器技術層面的知識及掌握相關國際規範發展趨勢，是日共計有 39 位學員參加。

在當日訓練課程中，講師們透過自身專業知識及實務經驗，以淺顯易懂、深入簡出的方式進行介紹與民眾生活息息相關的衡器各種知識與規範。另外，與會的講習人員對於不懂的課程內容亦紛紛提出詢問，業者與計量人員彼此間也充分交流有關資訊，讓參與的學員都深深覺得值回票價。藉由本次課程，衡器相關的技術原理及相關國際規範已充分使參加者瞭解，亦使該課程達到預定效益與目標。

潘小晞研究員講授「衡器原理與校正」課程，學員聚精會神聆聽

「消費品安全：您出口到美國的產品可能在美國海關被攔截的主要原因研討會」紀要

曹碩修／標準局第五組技士

美國 CPSC 專家 Mr. Dennis Blasius（右）及 Mrs. Sylvia Chen（左）講解商品安全設計

為增進我國消費品相關主管機關與業者對美國消費品安全在法規面要求與實務面運作之瞭解，以及美國消費品安全委員會(Consumer Product Safety Commission, CPSC)向我國業者介紹如何設計、製造安全的消費品以輸銷到美國，經濟部標準檢驗局於 105 年 8 月 30 日假該局大禮堂舉行「消費品安全：您出口到美國的產品可能在美國海關被攔截的主要原因」研討會。與會者背景涵蓋產、官、學界，包含行政院消費者保護處、經濟部商業司、國際貿易局、相關公協會、製造商、進口商及實驗室等單位均派員參加，報名踴躍，共計約有 133 人參與。

本研討會邀請到 CPSC 的 2 位資深專家擔任講師，分別是符合性辦公室市場調查處處長 Mr. Dennis Blasius 與東亞及太平洋區域計畫經理 Mrs. Sylvia Chen 來臺擔任研討會講師。B 氏主要分享 CPSC 在邊境上的產品安全管理，CPSC 藉由進口商品資料的蒐集以及其所開發的風險評估方法來分析具高風險的進口商品，並將評估資料回饋給邊境的調查人員，調查人員得以在第一時間就高風險商品進行抽樣檢驗，原則上被扣留的商品在未經 CPSC 同意前，海關不會放行，但扣留的時間以不超過 60 天為限，遭扣留的產品，CPSC 會將樣品送至實驗室做分析，若違反相關規定，則將處以銷毀、沒收、有條件放行或退貨至原出口國、召回等措施。

C 氏則接著分享如何設計出安全的產品，CPSC 建議業者應建立符合性計畫，即內控機制以蒐集相關資訊來回饋到產品的安全設計上，包含從經銷端退貨的產品、消費者抱怨與評價、零售商回饋意見與事故通報資料等都有助於改善現有產品的安全性，此外，在產品供應鏈的管理上，應注意任何環節的改變，包含材料選用與製程技術的調整等，並應就每一環節建立追縱機制，俾利於獲知當產品有瑕疵時，可迅速地識別出需進行矯正措施的產品範圍。

經由 2 位講師的經驗分享，與會者對於產品出口到美國後，在海關面臨的抽樣檢驗程序以及若產品涉違規可能面臨的後果等都有更進一步的瞭解。此外，在雙向意見交流（Q&A）時，關於如何及早防止不安全的商品流通在市場上，美方講者特別強調廠商應建立產品安全文化，設立一個安全設計審查團隊，在產品設計階段時，要求產品設計不應低於法規所要求的標準，與會業者除認同此一理念外，另回饋其在設計玩具時，即將安全性置於第一優先考量的重點，舉例來說，為能滿足每一國家對於玩具安全的不同要求，業者採以最高的標準來進行設計與檢驗，因此在拓銷各國市場時有較高的競爭力。

本研討會之舉辦除促進臺美雙方對彼此在法規面與實務面的了解外，更加深臺美雙方在消費品安全的合作關係。與會者皆受益於講師寶貴的經驗與專業知識，講師亦對與會者踴躍提問與回饋表達感謝，整體活動圓滿完成。

研討會現場情形

「臺美水五金產品法規研討會」紀要

查全淑／標準局第五組秘書

與會貴賓合影

右起：AIT商務經理錢德泰及商務官高子健、美國NSF總經理Dave Purkiss、標準檢驗局劉明忠局長

左起：金工中心崔海平處長、黃秀芳立委服務處代表、王惠美立委服務處代表、鹿港黃振彥鎮長、彰化縣水五金協會吳俯達理事長

為讓我水五金業者深入瞭解美國飲用水系統標準 NSF 61 規定，協助產品輸銷國外，並同時熟悉我國飲水用水龍頭檢驗規定，經濟部標準檢驗局於 105 年 9 月 20 日下午與美國在臺協會及美國國家衛生基金會（NSF）在「水龍頭故鄉」彰化鹿港辦理「臺美水五金產品法規研討會」，研討會場地特別選在彰化縣水五金產業發展協會協助建置的「台灣水五金創新精品館」辦理，作為我水五金產品前進國際的最佳註腳。研討會計有立法委員洪宗熠、鹿港鎮鎮長黃振彥、立法委員黃秀芳與王惠美服務處代表等各界貴賓、水五金產業鏈業者、實驗室及政府單位等約七十餘人參與。

飲用水安全問題近年來引起國內民眾的關注，標準檢驗局參照 NSF 61 標準有關人體健康（如含鉛量、重金屬等）部分修訂 CNS 8088 水龍頭國家標準，並已於 105 年 5 月 11 日公告「飲水用水龍頭」商品自 106 年 1 月 1 日起實施輸入

及國內產製出廠相關產品須強制檢驗。NSF 61 標準在國際上已廣泛被採用，不僅被美國 48 州的州政府採用為強制性規定，且為其他許多國家所使用，如加拿大、韓國與沙烏地阿拉伯等。

本項研討會由標準檢驗局局長劉明忠、美國在臺協會商務官高子健及彰化縣水五金產業發展協會理事長吳佾達致開幕詞，從法規、標準、檢測驗證等面向闡述水五金產品所面對的市場規範，以及水五金產業未來推進國際的可能策略。針對主題，美方由 NSF 水五金產品驗證部門總經理 Mr. Dave Purkiss 擔任講師，詳細介紹了美國及加拿大聯邦及州政府對於水五金產品的跨部門管理措施、相關法規、NSF 61 標準重要內容及產品驗證程序；我方則由標準檢驗局 3 位講師就 106 年 1 月 1 日起實施「飲水用水龍頭」商品輸入及國內產製出廠強制檢驗措施，分別解說 CNS 8088 水龍頭國家標準的內容、檢驗規定及檢測方法。我水五金業者透過此類法規資訊的交流及實務經驗的分享，不僅避免因資訊不完整而造成產品上市銷售的不確定性，更進而因掌握關鍵資訊而洞悉布局先機。

「臺美水五金產品法規研討會」的舉辦同時也間接反映了社會大眾對於飲用水安全問題的關注，標準檢驗局將持續與產業界及其他相關部會合作，使國內飲用水安全能夠與國際同步，讓民眾喝得放心。

研討會現場情形

標準與檢驗雙月刊徵稿

1. 本刊園地公開，敬請踴躍投稿，歡迎各界人士有關檢驗、標準、度量衡、品保制度方面之撰稿。
2. 專題報導、檢驗技術及廣角鏡專欄之文稿，文字以不超過6000字、圖表10禎為原則。商品知識網系列專欄文稿，文字以不超過2000字、圖表4禎為原則。動態報導專欄文稿，文字以不超過1000字、照片3禎為原則。圖表請加註說明，並於內文中標示圖表號。
3. 來稿請附作者真實姓名、服務單位、職稱、通訊地址、電話及電子郵件地址等聯絡方式，發表時得用筆名。
4. 稿件一律送專業審查，不通過者，恕不退稿。本刊對來稿有修改或刪減權，若不同意，請事先聲明。
5. 著作人投稿於本刊物，經本刊收錄刊登後，即薄致稿酬，應同意其著作財產權即與標準檢驗局，但作者仍保有著作人格權及使用之權利，稿件文責並由作者自負。
6. 翻譯之稿件應註明為翻譯文章，並註明原作者姓名及出處。摘錄或引用專刊文字及圖表，應註明參考資料來源。
7. 文章如引用參考文獻，應依其引用之次序，編號排列於文末參考文獻，並於文內以中括號〔 〕附註編號。文獻之書寫方式，如為期刊依序為作者、年份、標題、期刊或雜誌名稱、期號或卷(期)數及頁數。如屬書本、研討會論文或報告，依序為作者、年份、出版人(會議名稱或出版機構名稱)及出版地。如為國際(家)標準資料依序為編號、年份、標題、版次及出版人。如引用網路資料依序為作者、年份、標題、檢索日期、網頁名稱及網址。
   參考範例如下：
   （1）期刊：
   蔡耀宗，2008，員工品管圈活動得到更好的效果，品質月刊，44（8），9-12。
   Su, C.-T., Chiang, T.-L. and Chiao K., 2005, Optimizing IC Delamination Quality via Six Sigma Approach, IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing, 28, 241-243.
   （2）書本、研討會論文或報告：
   榮泰生，2009，Amos 與研究方法，五南圖書出版股份有限公司，台北。
   林俊秀、張意萱，2011，公部門知識管理研習會，行政院所屬機關因公出國人員出國報告書。
   蔡采芳，2003，顧問業知識管理象統煞構之研究，大葉大學資訊管理研究所碩士論文，彰化。
   （3）國際(家)標準資料：
   CNMV 201：2013，液化石油氣流量計檢定檢查技術規範，第2版，經濟部標準檢驗局。
   CNS 12953：1992，輕質碳氫化合物密度試驗法，經濟部標準檢驗局。
   ISO/IEC 31010:2009 Focuses on risk assessment concepts, processes and the selection of risk assessment techniques.
   OIML R 92:1989 Wood-moisture meters - Verification methods and equipment: general provisions.
   （4）網路資料：
   ASTM D4806 Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasolines for Use as Automotive Spark-Ignition Engine Fuel，2015/6/17檢索，美國材料試驗協會(American Society for Testing and Materials, ASTM)，取自 http://www.astm.org/
   林天祐，2010，APA 格式第六版，2015/8/4檢索，臺北市立教育大學圖書館，取自http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf
8. 本局網站刊載187期(104年1月)以後之「標準與檢驗」雙月刊，歡迎下載利用(網址：http://www.bsmi.gov.tw/wSite/lp?ctNode=2129&xq_xCat=d&mp=1)。
9. 來稿請寄臺北市中正區濟南路一段4號，標準檢驗局第五組第三科陳俊廷先生(chuntin.chen@bsmi.gov.tw)，連絡電話：02-23431808或02-23431700分機808。