



國家度量衡標準實驗室 106 年度執行報告

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫

(第 1 年度)

全程計畫：自 106 年 1 月至 109 年 12 月止

本年度計畫：自 106 年 1 月至 106 年 12 月止

中華民國 107 年 1 月

【期末報告摘要資料】

科資中心編號	PG10602-0237			
計畫中文名稱	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(1/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	106-1403-05-10-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	106-1403-05-10-01	
年度	106	全程期間	106.01-109.12	
本期經費	316,308千元			
執行單位出資0%				
經濟部標準檢驗局 委託(補助) 100%				
執行進度		預定進度	實際進度	落後比率(比較)
	當年	100%	100%	0
	全程	100%	25%	0
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	316,308 仟元	315,184 仟元	99.6 %
	全程	1,201,348 仟元	315,184 仟元	26.2 %
中文關鍵詞	標準傳遞；校正；量測；比對；追溯；評鑑			
英文關鍵詞	Calibration；Measurement；Comparison；Traceability；Assessment；			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	林增耀		Tzeng-Yow Lin	
	藍玉屏		Yu-Ping Lan	
	傅尉恩		Wei-En Fu	
	許俊明		Chun-Ming Hsu	
	楊正財等		Cheng-Tsair Yang	
中文摘要	<p>本計畫肩負維持國家品質價值鏈「計量」源頭(國家度量衡標準實驗室)運轉效能之責，配合政府五大創新研發產業政策，分就「系統能量精進」、「國際影響力擴展」、「產業環境基磐技術建構」及「前瞻技術研究」四大方向維持與強化 NML 技術，達到與國際先進實驗室能量一致性之技術實力，並取得國際認同。建立、拓展具國際等同性之國家最高實體量測標準，提供國內產業民生之量測追溯，確保研發階段及生產製造之量測一致性及準確性，滿足國家科技、產業、民生、安全之量測儀器追溯校正需求，維繫國家品質基磐。本年度重點工作包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)之簽署與效力，達到全球化計量調和及相互承認，促使我國在國際貿易上保有公平自由交易。 ● 精進改良/再評估標準系統，維持 15 個領域、118 套量測系統正常運作。提供國家最高量測標準之一級校正服務。 ● 配合創新研發產業政策之計量需求，發展「自動追蹤雷射測距與校正技術」、「超薄次奈米膜厚度量測技術」及「無機元素計量技術」。協助精密機械及半導體等產業改善製程迫切性量測問題，並透過計量技術之擴散，提供更貼近產業的服務。 ● 與國際趨勢同步進行前瞻計量技術及 SI 單位新定義研究，建構我國計量 			

標準技術自主能量。

- 配合主管機關檢討國內所需規範項目與內容，協助研擬/修訂法定計量器相關計量技術研究與規範。

年度執行成果：

- 全球相互認可機制之實現與維持，建立國家量測標準之國際等同
 - (1) 完成年度階段工作以持續合格登錄於國際度量衡局(BIPM)關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)，證明我國在計量技術上之實力，維持國家最高標準之國際等同性。
 - ◇ 完成 9 項國際比對量測，6 項已獲登錄於 BIPM KCDB 資料庫。在國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM-MRA)架構下累計參與 102 項國際比對，完成 72 項，尚有 30 項持續進行中。
 - ◇ 274 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。
 - (2) 構建維繫與國際計量相關機構間互動關係，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。
 - ◇ 參與亞太計量組織(APMP)及國際度量衡委員會(CIPM)等相關會議，協助區域計量組織間之連結與運作。
 - 擔任 CIPM 長度諮詢委員會(CCL)、光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員。
 - 擔任 APMP 執委會(EC)委員、聲量/超音波/振動領域技術委員會(TCAUV)主席及醫學計量工作組主席，協助亞太計量組織之運作。
- 傳遞國家最高量測標準，校正服務支援百億元檢測市場
 - (1) 維持國家最高實體量測標準，提供我國量測追溯體系內所需之品質活動。
 - ◇ 維護國家度量衡標準實驗室(NML)15 個領域 118 套量測標準系統、環境設施等，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，提供一級校正服務 4801 件次，透過直接或間接之標準傳遞服務，每年支援逾百億元之檢測市場。
 - ◇ 提供 123 份全球相互認可協議(CIPM-MRA)架構認可之英文校正報告，提供具有國際認可之校驗報告，拓展國際市場。
 - ◇ 策略性汰換 2 項使用年限逾期或故障/性能退化之設備，與改良精進 5 套系統，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。
 - 針對精密製造產業所需之量測追溯，完成低頻加速規校正系統 1 套改良。
 - 針對半導體產業所需之量測追溯，完成 1 套奈米壓痕量測系統改良。
 - 針對電力產業所需之量測追溯，完成約瑟夫森電壓量測系統及交流電流量測系統 2 套系統改良。
 - 針對能源、公平交易及民生所需，完成電磁場強度量測系統 1 套改良、低壓氣體流量量測系統及大質量量測系統共 2 項重要設備汰換。
 - (2) 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

- ◇完成 6 場次智慧機械與半導體業等相關計量技術擴散活動辦理。
- ◇完成 3 場次度量衡教育推廣活動辦理，並邀請偏遠地區學校共同參與，縮短城鄉教育資源落差，讓度量衡的科普概念有更廣的延伸。

●協助精密機械及半導體產業升級、提升國際競爭力

(1) 新建標準系統補強追溯鏈能量，滿足精密機械及半導體產業之新興計量需求

- ◇建立「自動追蹤雷射測距與校正技術」，協助國內相關產業提升三維精密量測技術，提高競爭力。

- 完成角度型雙軸旋轉機構設計與製作，雙軸可移動角度範圍，實測水平旋轉角達 $\pm 180^\circ$ ，俯仰旋轉角 -25° 到 $+88^\circ$ ，上下轉軸角度元件選擇解析度皆小於 $0.5''$ 。

- 完成 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體撰寫與整合，含測距取值、座標一致化及 ISO 230 測試，並在 NML 之座標量測儀上進行量測，重複性可在 $\pm 3 \mu\text{m}$ 內。

- 發展之技術可滿足工具機實機快速調校需求，以自動追蹤雷射測距儀取代傳統雷射干涉儀，進行機台的 ISO 230-2/-6 測試；另外，相較於使用傳統雷射干涉儀來進行量測，於儀器架設、對光操作上更為便利，並可取代傳統直規等實體規器進行直度或正交度量測，不受限實體尺寸之限制。

- ◇建立「無機元素計量技術」，協助半導體產業據以確認、分析製程過程之污染物，提升製程品質。

- 完成電子級超純硝酸純度分析技術建立，鈣元素偵測極限為 47.3 ng/kg，鐵元素偵測極限為 11.0 ng/kg，其餘各元素之偵測極限均可低於 10 ng/kg。不純物鉛含量之測量結果為 2.2 ng/kg，達標準品配製之規格要求。

- 完成鉛金屬塊材純度分析技術建立，各元素包含鋰(Li)、鈉(Na)、鎂(Mg)、鋁(Al)、鉀(K)、鈣(Ca)、鈦(Ti)、釩(V)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、砷(As)、銀(Ag)、鎘(Cd)、及銦(In)之偵測極限均小於 50 ng/kg，經計算鉛塊材之純度分析結果為 99.9939 %。

- 完成液態鉛元素靜態重力法技術建立，鉛離子溶液配製濃度為 1000.0 mg/kg，進行秤重、濃度驗證與均勻性評估，量測不確定度為 0.4 mg/kg，涵蓋因子為 2.04。

- 發展之技術可應用於半導體酸鹼試劑，協助國內電子級試劑供應商針對如過氧化氫、氨水、硫酸等產品，檢測其中之金屬離子污染物，確認品質穩定性，提升半導體廠產業之製程良率，拓展過去由外商產品壟斷之市場。

- ◇建立半導體前瞻製程所需之次奈米薄膜厚度非破壞性薄膜量測技術。

- 完成鋁靶材 X 光反射儀硬體架設之 θ 軸之偏心及 $\theta/2\theta$ 軸共軸校正技術， θ 軸校正後偏心量為 $15\ \mu\text{m}$ ， θ & 2θ 軸經校正後之共軸偏移量為 $78\ \mu\text{m}$ 。此校正目的係使樣品旋轉掃描時能減少量測角度之誤差，同時光斑皆能固定停留在待測區域而不會偏移。
- 完成鋁靶材 X 光反射儀硬體架設之光路調校，並可量測分析厚度為 14.7 奈米之薄膜標準品。
- 完成 HfO_2 、 TaN 及 TiN 薄膜螢光元素定性分析， HfO_2 、 TaN 使用之光源能量為 $10\ \text{KeV}$ ， TiN 使用光源能量為 $6\ \text{KeV}$ 。其峰值量測重複性誤差最大為 1.5% 。
- 發展之長波長低略角 X 射線反射技術(GIXRR)可應用於半導體薄膜製程之厚度量測，解決現有橢圓偏光儀於膜厚 $1\ \text{nm}$ 以下之量測解析度不足問題，同時搭配低略角 X 射線螢光光譜(GIXRF)可建構正確之膜層模型，增加 GIXRR 薄膜量測之數據擬合準確度，以提升半導體廠產業之製程良率。

● 進行國際領先之前瞻計量技術研究，建構我國計量標準技術自主能量

(1) 發展符合 SI 單位新定義之新壓力量測技術，以縮短 SI 追溯管道及追溯時程

◇ 發展光干涉式絕對壓力量測技術，完成以超低膨脹玻璃為共振腔結構之 Fabry-Perot 干涉儀設計與製作，高反射鏡面與共振腔之接合(玻璃與玻璃)採用氫氧催化鍵結，以確保鍵結之高機械強度與穩定度，達成之 Fabry-Perot 干涉儀之精細度為 24200 ± 240 。

◇ 執行 SI 單位新定義之新質量與新溫度標準建置先期研究

— 完成了矽晶球表層質量量測系統之核心零組件規格確認與採購，並完成與德國聯邦物理技術研究院(PTB)之國際合作合約”Realization of the Mass unit Kilogram”簽署。完成核心零組件為(i)Al- $\text{K}\alpha$ X 光光源組件、(ii)光電子分析儀組件與(iii)矽漂移偵測器組件購置。

— 完成聲學氣體溫度系統之氣體分析儀及溫度定點購置。

(2) 研發毫米波光纖通訊頻率源技術及光通訊所需之通道雷射源技術，支援通訊產業產品研發所需計量基磐技術

◇ 建立最佳化雷射加工光梳微共振腔技術，以吸收光譜法量測共振腔品質因子達 1.44×10^8 ，完成高品質微共振腔製作。以錐形光纖將波長可調雷射耦合進微共振腔，產生重複率約 $95\ \text{GHz}$ 之多波長鎖模脈衝雷射光梳，重複率線寬 $\sim 15\ \text{kHz}$ ，完成多波長光梳鎖模。

◇ 因應產業特定需求，未來除可支援大容量之高密度分波多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)通訊所需頻率計量技術外，亦可應用於環境溫度、細菌、病毒之檢測技術發展。

◇ 完成重複率 $1\ \text{GHz}$ 飛秒光纖雷射製作，光譜寬度 $4\ \text{nm}$ ，平均輸出功率 $4\ \text{mW}$ ，經 4 級摻鉍光纖功率放大器放大至 $513\ \text{mW}$ ，脈衝壓縮至 $91\ \text{fs}$ ，

並經由高非線性光纖產生八度光頻寬超連續光譜含蓋(1100~2200) nm，平均功率 350 mW。為國際上技術領先之 GHz 間距八度光頻寬摻鉍光纖雷射光梳。飛秒光纖雷射光梳為貴重儀器，有高附加價值，本計畫建立自主技術，強化 NML 對學術、產業界研發時，提供相關技術支援能力。

◇ 除了原訂光通訊的應用外，飛秒光纖雷射技術也可應用於絕對測距、多重氣體分子光譜量測、光頻率計數器等相關儀器的開發。

● 配合執法機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂

(1) 修訂「電子式非自動衡器型式認證作業要點」草案，以符合 2006 年版 OIML R76 國際規範，完成對國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相容性及可行性研究，辦理專家座談會，彙整相關意見及資訊，以提供標準檢驗局實施電子式非自動衡器型式認證規劃之參考。

(2) 完成標準局使用中氣量計檢定設備性能評估，比對結果使用中之 5 套 (2.5 ~ 6) m³/h 氣量計檢定系統具一致性。配合標準局年度抽檢活動，檢查數量共計 1900 具，不合格數量共計 43 具，合格率为 97.7 %。耐久測試研究結果，測試前後器差變化量最大 1.33 %，且所有表在耐久測試後都能符合檢查合格規範 3 %。

(3) 參考「度量衡法施行細則」所稱法定度量衡器，完成「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」的修訂草案之新增與修訂項目，修定第 3、5、7、11、12、13、22-23、27-28、30、31-34、37、39、40、41 項，刪除第 14 項(國內無製造業與修理業)。

英文摘要

This project is initiated from the origin of National Quality Infrastructure (NQI) and value chain, "Metrology", i.e. National Measurement Laboratory (NML) operated by CMS/ITRI to take the operational responsibility, and according to five national key industrial policies on innovative research and development, for subcategorizing the project into four directions: System Capability Refinement, International Influence Spread, Development of Infrastructure Technology in industrial Metrology, and Advanced Metrology Technology, for achieving the technology strength in parallel with the capability of internationally advanced laboratory, and the International recognition, then coming together to establish and spread widely the highest national material measures and measurement standard with international equivalence, to provide metrological traceability for industry and people's livelihood domestically, in order to assure the measurement conformance and precision during the stages of R&D and manufacturing production, and thus satisfying the traceability and calibration demands of measuring instruments in national science and technology, industry, people's livelihood, and safety and security, finally keeping the NQI firm in our country. The yearly main work items are pointed in the following:

- To maintain NML's qualification of calibration and measurement capabilities (CMCs) registered to BIPM-KCDB Appendix C in compliance with CIPM Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) for reaching global metrology harmonization and mutual recognition, and then to enable our country keeping fair and free trade status in the international trading affairs.
- To improve, refine, and re-evaluate NML's standard systems for maintaining normal operation in 15 categories and 118 sets of measurement systems, providing the primary calibration service at the highest level of measurement standard in our country.
- In accordance with the metrological demand of national industrial policies on innovative research and development, to develop the measurement and calibration technology of automatic tracking laser system for measuring distance, the ultra-thin film measurement technique at the sub-nm film thickness level, and the metrology technique of inorganic element for evaluating and assisting the precision manufacturing, semiconductor related industries to improve the urgent measurement problem initiated needs in manufacturing process, and finally providing the industry with much closer service through the dissemination of metrology technology.
- To devote in the study paralleled with the international trend of advanced metrology technological development, and the study of new definition of SI (the International System of Units), for establishing our country's autonomous capability in metrology standard technology.
- To comply with law enforcement agency to review the necessary items and contents of legal metrology for assisting in the legal metrology technology study for drafting and revising the technical specifications in terms of legal metering units (devices).

Yearly Project Outcome:

- To realize and keep the designed framework of global mutual recognition, and to establish the international equivalence of national measurement standards
- (1) Completed yearly planned work items for being continuously registered to the databank on BIPM-KCDB website, to confirm the strength of our country's metrology technology and keep the international equivalence of the highest national standards.
- ◇ Completed the participation in 9 international comparisons, and 6 comparisons registered to BIPM-KCDB databank. Within the framework of CIPM-MRA, it shows on BIPM-KCDB website totally 102 comparisons registered to BIPM-KCDB Appendix B with 72 comparisons completed and another 30 comparisons still in progress.

- ◇ 274 calibration and measurement capabilities (CMC) items have been registered to BIPM-KCDB Appendix C.
- (2) Continuously keeping the interrelationship among the international metrology institutions to maintain and reinforce the international NMI brand impression on our strength in NML.
- ◇ Participated in the related meetings of Asia Pacific Metrology Programme (APMP) and the International Committee for Weights and Measures (CIPM) for assisting the linking and operation among the Regional Metrology Organizations (RMOs).
 - Holding the position of official observers in three consultative committees, Consultative Committee for Length (CCL), Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration (CCAUV), and Consultative Committee for Photometric and Radiometry (CCPR) by CIPM.
 - Holding the position of Member of Executive Committee (EC/APMP), and Chair for Technical Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration (TCAUV) and Medical Metrology Working Group for assisting the operation of APMP.
- Continuously perfecting the standard transfer from the highest national standard, providing calibration services to support ten billions TWD dollars of inspection, certification and testing market.
- (1) Maintained the highest national material measures and measurement standard to provide the quality activities required in our country's metrological traceability hierarchy.
 - ◇ Maintained 118 sets of measuring systems in 15 metrology areas and associated environmental facilities to ensure regular operations and service quality of NML, providing 4801 primary calibration services, and to transfer standards and provide secondary calibration services, test and certification nationwide, and that accrues to more than ten billions TWD dollars of inspection, certification and testing market annually.
 - ◇ Provided 123 international calibration reports in English edition certified under the CIPM-MRA framework to issue manufacturers internationally certified calibration or certification reports for the expansion of international market.
 - ◇ Strategically completed 2 system replacements/renewing due to expired use or equipment malfunction/decay and 5 system improvement/refinements to keep the systems in stable service quality and in precision.
 - Completed 1 system improvement/refinements for calibration system of

low frequency accelerometers to meet the metrological traceability needs toward the precision manufacturing industry.

– Completed 1 system improvement/refinement for the nano-indentation measuring system to meet the metrological traceability needs toward the semiconductor industry.

– Completed 2 system improvement/refinement for the Josephson Voltage Standards measurement system and alternating current measuring system to meet the metrological traceability needs toward the electricity industry.

– Completed 1 system improvement/refinements for the electric-magnetic field measuring system, and 2 important system replacements/renewing for the high-capacity mass weighing system and low pressure gas flow system to meet the needs toward energy resource, fair trade and people's livelihood.

(2) Disseminated metrology technology and knowledge to train and cultivate the domestic manpower in metrology.

✧ Completed holding 6 technology disseminating activities on smart machinery and semiconductor industry application.

✧ Completed holding 3 metrological education disseminating activities, in order to shorten the educational resource gap between urban and rural areas and allow popular science concept of metrology – weights and measures more widely extended.

● Enhancing international competitiveness of the precision manufacturing and semiconductor industry.

(1) To establish calibration systems for the capability reinforcement of metrological traceability chain to meet the emerging metrology needs of the precision manufacturing and semiconductor industry.

✧ Developed the measurement and calibration technology of automatic tracking laser system for measuring distance to provide high precision coordinate measurements for enhancing the capability of precision manufacturing and increasing the competitiveness of machine tool industry .

– Completed the tracking system comprising the following capabilities: moving range of dual-axis rotational fixture with angle components $\pm 180^\circ$ in horizontal rotation and $- 25^\circ$ to $+ 88^\circ$ in vertical tilt. The resolution of the angle components is smaller than $0.5''$.

– Completed an software for conducting ISO 230-2/-6 tests, with the software validated through the calibrated CMM at NML. The results showed that the goal of $\pm 3 \mu\text{m}$ repeatability in coordinate

measurements was achieved.

— Compared with the traditional interferometer, the developed technique of auto tracking laser system for measuring distance can meet the requirement of rapid measurement. The procedure of using auto tracking laser system for measuring distance is also more simple and convenient than using the traditional interferometer to operate the ISO 230-2/-6 tests. This technique can also replace the straightness gauge and squareness gauge to achieve the longer straightness and squareness measurements.

✧ To develop the metrology technique of inorganic element to assist the semiconductor industry to confirm and analyze the contaminants of manufacturing process and improve the quality of process.

— The purity analysis of ultrapure grade nitric acid has been successfully established. The detection limits of calcium and iron were 47.3 ng/kg and 11.0 ng/kg, respectively. In addition, the detection limits of other elements were lower than 10 ng/kg. The lead impurity existed in nitric acid was measured to be 2.2 ng/kg, which was sufficient low and fulfilled the requirement for preparation of lead standards.

— The purity analysis of lead metal was also established. The detection limits of elements including Li, Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Cd were less than 50 ng / kg. In addition, the calculated purity of lead metal was 99.9939 %.

— The lead ion standard solution was prepared by gravimetric method. The concentration of lead solution was 1000.0 mg/kg. The combined relative standard uncertainties of the property values were estimated by considering the uncertainties of the homogeneity, weight, analysis, and stability. The minimum expanded uncertainty was 0.4 mg/kg and the coverage factor was 2.04.

— The established analysis methods and techniques can not only be applied to semiconductor industry, but also can help the domestic electronics-grade reagent suppliers to determine the metal ion impurities in their products. These will make domestic acid-base reagent companies to improve the quality of their products and expand the market monopolized by foreign products in the past.

✧ To develop the non-destructive thin film measurement technique to meet the sub-nm film thickness required in advanced semiconductor front-end process.

— Completed with the calibrations of the eccentricity for θ -axis and the coaxial correction for $\theta/2\theta$ axis, which are two critical alignment issues for the long wavelength X-ray reflectivity measurement

instrument. θ -axis eccentricity was 15 μm after calibration, and $\theta/2\theta$ axis of the coaxial offset was 78 μm after calibration. The purpose of the calibrations is to reduce the errors of the measurement angle when the sample is rotated during the scanning, to keep the spot size fixed on the test area.

- Established the optical path adjustment of the X-ray reflectometry with Al source, then to measure the GIXRR characteristic fringes of SiO_2 thin films with 14.7 nm in thickness.
- Completed the GIXRF element qualitative analysis of HfO_2 · TaN and TiN thin films, with the X-ray source energy as 10 KeV for HfO_2 and TaN thin films and 6 KeV for TiN thin films. The maximum repeatability of measurements was 1.5 %.
- The long wavelength GIXRR technology can be applied to measure the thickness of thin films in semiconductor industries with the technique achieving sufficient thickness measurement resolution for thin films below 1 nm, which is superior to that of the existing ellipsometers. In addition, using GIXRF can build a more correct model of thin film layers to increase fitting accuracy of film thickness. These technology will enhance the process yield in semiconductor industries.

● To pioneer internationally leading technology research on advanced metrology for establishing and perfecting our country's autonomous capability in metrology standard technology.

(1) To establish optical interferometric pressure (new pressure) measurement technique for complying with the new definition of SI to shorten the traceability path and time towards SI

✧ Completed the design and fabrication of an optical Fabry-Perot interferometer (FPI) made from ultra-low-expansion (ULE) glass, with the mirrors and ULE glass bonded by using hydroxide-catalysis bonding technique to ensure high mechanical strength and stability in bonding, and the measured finesse of the FPI were achieved to be 24200 ± 240 .

✧ New mass and new temperature standard establishment: (a) the project team completed the specifications setup and purchase for the core modules of the silicon sphere surface mass measurement system, and completed the signing of cooperation contract “Realization of the Mass unit Kilogram” with PTB. The following core modules were purchased (i)Al- $\text{K}\alpha$ X-ray source package, (ii)Photoelectron analyzer package and (iii)Silicon drift detector. (b) Completed the purchase of gas analyzer and fixed point temperature standard for the acoustic gas temperature system.

(2) Research on optical comb technologies for frequency standards of 4G and

5G optical communications

- ◇ The technology of laser fabricated micro-cavity optimization had been established. The quality factor of 1.44×10^8 had been measured from the absorption spectrum and thus obtained the high-quality micro-resonator. The wavelength tunable laser was coupled into the micro-resonator through a tapered fiber. Multi-wavelength, mode-locked laser pulses with a repetition rate of about 95 GHz were generated, with repetition rate linewidth as ~ 15 kHz, and thus the mode-locked multi-wavelength optical comb was obtained.
 - ◇ This technology can be applied not only to high-capacity Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) communication in the future, but also for the inspections of environmental temperature, bacteria and virus, etc.
 - ◇ A femtosecond fiber laser with repetition rate of 1 GHz, optical spectrum of 4 nm and average output power of 4 mW had been finished. The power was amplified to 513 mW after using 4 stages of Er-doped fiber amplifier. The pulse width was then compressed down to 91 fs, and the optical spectrum was broadened to octave-spanning supercontinuum containing (1100~2200) nm with average power of 350 mW. This is the leading research, in which the Er-doped fiber laser comb can generate GHz-spacing, octave spanning spectrum, in the world. The femtosecond fiber laser comb is a precious instrument and its technique is with highly added value. This project establishes independent, home-made technology and strengthens the NML's capabilities to support research of the academy and industry of Taiwan.
 - ◇ The technique developed can not only be applied to the planned applications, but also be applied to measurements of the absolute distance, multiple molecular spectroscopy, and developments of optical frequency measurement related instruments.
- To comply with law enforcement agency for proceeding in the legal metrology technology study for drafting and revising the technical specifications in terms of legal metering units (devices).
 - (1) Amendment for the "Procedural Guidelines for Type Approval of Non-automatic Weighing Instruments" to a draft to comply with the OIML R76 International Recommendation (2006); Completion of the study for the harmonization and feasibility of national legal regulation to adopt the type approval program for NAWI with module and family approval; Collection the opinions and information with the call of the expert forum to provide the reference for BSMI to plan the implementation of NAWI.

	<p>(2) Performance evaluation for BSMI gas meter verification systems has been accomplished. 5 sets of gas meter verification systems (2.5 ~ 6) m³/h were used for comparison and results were in good agreement. To work co-operatively with annual sampling activity held by BSMI, 1900 meters were selected for sampling inspection. Results showed 43 meters failed to meet their requirement, meaning the pass rate was 97.7 %. All of the tested meters conformed to the required inspection spec. of 3 % after long term running test with a maximum deviation of 1.33 % before and after the test.</p> <p>(3) Completed the draft revision of "Weights and Measures Standards and Traceability Inspection Institutions to be Weighed in Weights and Measures", which refer to the "Enforcement Rules of Weights and Measures Act". It is proposed to amend sections 3, 5, 7, 11, 12, 13, 22-23, 27-28, 30, 31-34, 37, 39, 40 and 41 and delete clauses 14 (No manufacturing and repair domestically)</p>
報告頁數	381 頁
使用語言	中文

報告內容

目 錄

壹、全程計畫說明.....	1
一、配合政府五大創新研發產業政策.....	9
二、國家度量衡標準實驗室定位與任務.....	9
三、產業需求實施方法與效益.....	9
四、實施方法與效益.....	9
五、全程計畫架構.....	9
貳、106 年度計畫背景及研究內容.....	29
參、執行績效檢討.....	33
一、資源運用情形.....	33
(一)、人力運用情形.....	33
1.人力配置.....	33
2.計畫人力.....	33
(二)、經費運用情形.....	34
1.歲出預算執行情形.....	34
2.歲入繳庫情形.....	35
(三)、設備購置與利用情形.....	36
二、計畫達成情形.....	37
(一)、計畫目標達成情形.....	37
1.標準維持與國際等同分項.....	37
2.工業計量技術發展分項.....	53
3.科學計量技術研究分項.....	56
4.法定計量技術發展分項.....	59
5.SI 新標準計量技術發展分項.....	63
6.量化成果彙總.....	65
(二)、技術交流與合作.....	66
(三)、標準量測系統維持情形.....	73
(四)、106 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要.....	74
肆、計畫變更說明.....	78
伍、成果說明.....	81
一、標準維持與國際等同分項.....	81
(一)、產業服務.....	81

1.提供校正服務，維持國內檢校體系運轉與各產業產品品質之確保.....	81
2.配合度量衡文物數位典藏，辦理3場次度量衡科普教育活動.....	87
3.訪客接待.....	90
4.辦理技術訓練課程及推廣活動.....	91
5.支援標準檢驗局(BSMI)及TAF活動辦理度量衡人員相關訓練活動.....	96
(二)、國際等同.....	97
1.BIPM校正量測能力(CMC)資料庫，共登錄274項.....	98
2.參與9項國際比對、1項國際比對主導及16項國際追溯.....	100
3.完成8領域監督評鑑.....	110
4.支援國際相互認可技術活動.....	101
5.參與國際重要會議/活動，維繫國際關係.....	111
(三)、系統維持與精進.....	121
1.品質管理.....	121
2.客戶需求關懷訪談.....	126
3.系統改良5套.....	127
4.系統設備汰換，共2項.....	160
5.小型系統精進研究與改善4套.....	161
二、工業計量技術發展分項.....	165
(一)、自動追蹤雷射測距與校正技術.....	165
(二)、超薄次奈米膜厚度量測技術研究.....	176
(三)、無機元素計量技術研究.....	192
三、科學計量技術研究分項.....	205
(一)、光干涉式絕對壓力實現方法研究.....	205
(二)、微共振腔多波長穩頻技術研究.....	211
(三)、光梳5G RoF及光通訊雷射源技術研究.....	219
四、法定計量技術發展分項.....	225
(一)、新版電子式非自動衡器型式認證作業要點草案研究.....	225
(二)、度量衡業應備置之度量衡標準器技術規格修訂研究.....	235
(三)、家用氣量計長期使用準確性研究.....	241
五、SI新標準計量技術發展分項.....	261
陸、附件.....	269
附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表.....	271

附件二、一百萬元以上儀器設備清單	271
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表	272
附件四、專利成果一覽表	281
附件五、技術/專利應用一覽表	282
附件六、論文一覽表	285
附件七、技術報告一覽表	292
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表	298
附件九、研究成果統計表	300
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表	301
附件十一、106 年度結案審查委員意見回覆表	302
附件十二、106 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以分類排序).....	309
附件十三、名詞索引表	312
附件十四、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務	317
附件十五、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明	372

圖 目 錄

圖 0-1-1、行政院創新研發產業政策.....	1
圖 0-1-2、智慧機械產業生態體系.....	2
圖 0-1-3、法人創新商業模式-服務客戶的客戶推動策略(智機方案).....	2
圖 0-1-4、本期程 NML 計畫與智機方案之相關執行項目.....	4
圖 0-1-5、國家計量與品質基磐的關聯性.....	9
圖 0-1-6、相互認可協議實現自由經濟架構圖.....	10
圖 0-1-7、無線通訊與光纖網路的連結.....	17
圖 0-1-8、國內進口液化天然氣主要應用示意圖.....	18
圖 0-1-9、NML 於我國度量衡器管理之角色.....	25
圖 0-3-1、史國計量人員基礎原理及應用課程實驗室參觀與合影.....	67
圖 0-3-2、地震儀低頻校正技術訓練課程學員合影.....	67
圖 0-3-3、越南國家計量院流量人員來台訓練合影.....	68
圖 1-1-1、我國量測追溯體系.....	81
圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比.....	82
圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖.....	83
圖 1-1-4、520 世界計量日 SI 單位教育推廣活動.....	88
圖 1-1-5、度量衡偏鄉扎根教育推廣活動.....	89
圖 1-1-6、跨越時空的度量衡研討會推廣活動.....	89
圖 1-1-7、中山醫大參訪狀況.....	90
圖 1-1-8、嘉義市立民生國中參訪.....	91
圖 1-1-9、520 世界計量日貴賓合照.....	92
圖 1-1-10、國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會.....	93
圖 1-1-11、聲量、超音波與振動計量技術應用於工業 4.0 之智慧機械國際研討會.....	93
圖 1-1-12、國家量測標準於化學分析之應用-臺日雙邊技術交流研習會.....	94
圖 1-1-13、2017 精密機械計量技術研討會.....	95
圖 1-1-14、奈米粒徑與成份分析之量測標準與應用.....	95
圖 1-1-15、數位課程畫面.....	96
圖 1-2-1、全球相互認可機制架構.....	98
圖 1-2-2、APMP CMC 登錄流程.....	99
圖 1-2-3、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1).....	100
圖 1-2-4、全球區域計量組織.....	100
圖 1-2-5、國際比對流程(以 APMP.L-K1 為例).....	101
圖 1-2-6、NML 參與 APMP.T-S6 國際比對結果.....	103
圖 1-2-7、NML 參與 APMP.QM-S2 國際比對結果.....	105
圖 1-2-8、CCM.FF-K3 國際比對結果(0.5 m/s).....	106

圖 1-2-9、NML 參與 APMP.AUV.V-K2 國際比對結果(800 Hz)	107
圖 1-2-10、NML 參與 APMP.EM.BIPM-K11.3 國際比對結果 (直流 1.018 V 與 10 V) ..	108
圖 1-2-11、低壓氣體流量國際比對傳遞標準件	108
圖 1-2-12、國際計量組織會議與運作	112
圖 1-3-1、NML 地震應變處理流程	122
圖 1-3-2、103 年度至 106 年度整體滿意度比較圖	125
圖 1-3-3、106 年度 NML 各校正領域整體滿意度比較圖	126
圖 1-3-4、106 年度各服務項目滿意度比較圖	126
圖 1-3-5、AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差量測之系統架構圖	129
圖 1-3-6、AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差校正之實體照片	129
圖 1-3-7、三段十進制(three-decade)之 IVD 電路設計圖	129
圖 1-3-8、AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移量測之系統架構圖	132
圖 1-3-9、AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移校正之實體照片	132
圖 1-3-10、電流分流器 FLUKE A40B 系列之部份實體照片	133
圖 1-3-11、AC PJVS 執行電流分流器之相位偏移量測結果	133
圖 1-3-12、應用歐姆定律之交流電流校正實體圖	138
圖 1-3-13、交流電流校正種類	138
圖 1-3-14、交流電流源之自動化校正示意圖	139
圖 1-3-15、交流電流源之自動化校正程式畫面	139
圖 1-3-16、交流電流轉換放大器之自動化校正示意圖	140
圖 1-3-17、交流電流表之自動化校正示意圖	140
圖 1-3-18、交流電流表之自動化校正示意圖	140
圖 1-3-19、交流電流分流器之自動化校正示意圖	141
圖 1-3-20、交流電流分流器之自動化校正程式畫面	141
圖 1-3-21、分貝壓縮點量測結果	146
圖 1-3-22、2 次與 3 次諧波量測結果	147
圖 1-3-23、方向耦合器量測結果	147
圖 1-3-24、U06 系統量測架構圖	148
圖 1-3-25、U06 系統實際架構圖	149
圖 1-3-26、U06 系統量測程式	149
圖 1-3-27、低頻加速規正弦逼近法校正系統接線示意圖	152
圖 1-3-28、低頻加速規正弦逼近法校正系統實體圖	153
圖 1-3-29、校正軟體撰寫	153
圖 1-3-30、奈米壓痕系統架構圖	155
圖 1-3-31、電子天平校正奈米壓痕實驗架設圖	156
圖 2-1-1、雙軸旋轉機構對心結果	166
圖 2-1-2、雙軸旋轉機構設計圖	168
圖 2-1-3、下轉軸實際旋轉角度	168

圖 2-1-4、上轉軸實際仰角	168
圖 2-1-5、上下轉盤角度編碼器安裝後位置示意	169
圖 2-1-6、原廠提供之角度元件準確度資訊，可達 $\pm 0.22''$	169
圖 2-1-7、角度元件測試架構	169
圖 2-1-8、ISO 230-2/-6 軟體測距讀值功能	171
圖 2-1-9、ISO 230-2/-6 軟體操作介面	171
圖 2-1-11、產生 ISO 230-2/-6 量測路徑	172
圖 2-1-12、於 NML 實驗室進行 ISO 230-2/-6 軟體實測結果(X 軸)	173
圖 2-2-1、1.2 nm HfO ₂ /SiO ₂ /Si 基板的銅靶材 XRR 量測光譜	177
圖 2-2-2、GIXRR/GIXRF 量測薄膜整合流程示意圖	178
圖 2-2-3、量測系統光路設計	178
圖 2-2-4、樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)有(a)橫向與(b)縱向差異	179
圖 2-2-5、實測高真空高精密二環旋轉台樣品軸與偵測器軸之共軸誤差	179
圖 2-2-6、實測高真空高精密二環旋轉台樣品軸偏心誤差	180
圖 2-2-7、藉由偵測器軸旋轉角度收直光，所得到之峰值位置為 0° 角，確認狹縫開口位置對齊 X 光束	180
圖 2-2-8、模擬不同 X 光發散角度與相對應之反射訊號曲線	181
圖 2-2-9、藉由偵測器軸旋轉角度收集直光訊號，可從訊號峰之底部寬度評估發散角度	181
圖 2-2-10、不同狹縫開口大小相對應之發散角度以及收光強度	182
圖 2-2-11、藉由樣品掃描旋轉斫光得到之訊號峰雙邊對稱，確認 X 光打在軸心上	182
圖 2-2-12、偵測器軸(2θ)分別固定在(a) 8° 及(b) 4° 時，樣品軸(θ)旋轉掃描所得之訊號峰	183
圖 2-2-13、量測 12 奈米 SiO ₂ 薄膜標準片之長波長 (鋁靶材) X 光反射訊號與擬合 ...	184
圖 2-2-14、不同 SiO ₂ 薄膜厚度分析方法比較	184
圖 2-2-15、HfO ₂ 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果	185
圖 2-2-16、TiN 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果	185
圖 2-2-17、TaN 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果	186
圖 2-2-18、HfO ₂ 薄膜樣品螢光量測光譜	187
圖 2-3-1、10 % 超純硝酸鈉檢量線	193
圖 2-3-2、10 % 超純硝酸鐵檢量線	194
圖 2-3-3、10 % 超純硝酸鉛檢量線	194
圖 2-3-4、鉛基質濃度對離子回收率之影響	196
圖 2-3-5、C13 量測系統追溯圖	198
圖 3-1-1、以雙 Fabry-Perot 干涉儀(FPI)量測氣體折射率之架構圖	205
圖 3-1-2、雙 FPI 干涉儀整體結構設計	206
圖 3-1-3、雙 FPI 腔體設計圖	206
圖 3-1-4、ULE 玻璃加工完成之 FPI 腔體零件照片	206

圖 3-1-5、HCB 法接合完成之光學組件	207
圖 3-1-6、Fabry-Perot 干涉儀測試光路	208
圖 3-1-7、Fabry-Perot 干涉儀穿透光之 Airy 函數	209
圖 3-1-8、振盪衰減效應(Ring down effect)量測與 Fabry-Perot 干涉儀精細度擬合	209
圖 3-2-1、雷射加工微共振腔參數最佳化法	212
圖 3-2-2、掃描雷射波長經微共振腔之吸收曲線	212
圖 3-2-3、量測 9 次微共振腔之 Q 值數據圖	213
圖 3-2-4、雷射經錐形光纖耦合微共振腔產生穩定多波長光梳	213
圖 3-2-5、微共振腔之穿透率變化曲線	214
圖 3-2-6、將光纖耦合微共振腔產生的光梳光譜	214
圖 3-2-7、多波長光梳產生之示意圖與實體圖	215
圖 3-2-8、雙錐形光纖與微共振腔之間接膠黏封裝示意圖與實體圖	215
圖 3-2-9、雙錐形光纖耦合微共振腔雷射輸出之(a)多波長與(b)鎖模脈衝圖	216
圖 3-2-10、旁模間之拍頻示意圖	216
圖 3-2-11、微共振腔多波長光梳之重複率線寬量測系統示意圖	216
圖 3-2-12、鎖模光梳經電光調制器產生的拍頻頻譜圖	217
圖 3-3-1、GHz 重複率飛秒光纖雷射光梳的架構	220
圖 3-3-2、(a)鎖模之後的電訊號頻譜(100 kHz 解析頻寬)(b)鎖模之後的光譜	220
圖 3-3-3、經過各級光纖放大器放大及壓縮之後的光譜(左邊)及自動相關信號(右邊)	222
圖 3-3-4、高非線性光纖產生的八度光頻寬超連續光譜	222
圖 4-1-1、OIML R76 申請非自動衡器(NAWI)型式認證的途徑	226
圖 4-1-2、荷重元及支撐架	227
圖 4-1-3、OIML R76 申請非自動衡器(NAWI)型式認證的途徑	229
圖 4-1-4、CNPA 76 非自動衡器(NAWI)申請型式認證導入家族方案的途徑	231
圖 4-1-5、7/31 日辦理第 1 場次專家座談會	233
圖 4-1-6、9/8 日辦理第 2 場次專家座談會	233
圖 4-1-7、11/29 日辦理第 3 場次專家座談會	234
圖 4-1-8、技術深耕分享座談會簡報	234
圖 4-3-1、膜式氣量計測試系統	242
圖 4-3-2、全部 1900 具氣量計檢查結果分析 - Q_{max}	251
圖 4-3-3、全部 1900 具氣量計檢查結果分析 - $0.2 Q_{max}$	251
圖 4-3-4、全部不合格表檢查結果分析 - Q_{max}	252
圖 4-3-5、全部不合格表檢查結果分析 - $0.2Q_{max}$	252
圖 4-3-6、CMS 重測結果與標準局測試結果差異 - Q_{max}	253
圖 4-3-7、CMS 重測結果與標準局測試差異 - $0.2Q_{max}$	253
圖 4-3-8、氣量計耐久運轉系統示意圖	254
圖 4-3-9、耐久運轉進行中照片	254

圖 4-3-10、2.5 m ³ /h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(一).....	254
圖 4-3-11、2.5 m ³ /h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(二).....	255
圖 4-3-12、6 m ³ /h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(一).....	255
圖 4-3-13、6 m ³ /h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(二).....	256
圖 5-1-1、4 個 SI 新標準計量技術發展規劃及經費來源規劃	262
圖 5-1-2、XFlash SDD 型號與序號	264
圖 5-1-3、無視窗偵測機構與 CF35 (DN40) flange.....	264
圖 5-1-4、X 射線單光光源套件之型號與序號.....	264
圖 5-1-5、光電子頻譜儀之型號與序號	265
圖 5-1-6、X 射線光電子頻譜技術(X-Ray Photoelectron Spectroscopy)	265
圖 5-2-1、聲學氣體溫度計之氣體分析儀整體外觀	266
圖 5-2-2、聲學氣體溫度計之溫度定點外觀.....	267

表 目 錄

表 0-1-1、本計畫與行政院智機方案推動作法之關聯性	3
表 0-1-2、一般工具機測試與補償方法與使用自動追蹤雷射測距儀之比較表	12
表 0-1-3、預定 2018 年開始實施的新 SI 定義	24
表 0-3-1、受邀擔任其它 NMI 之評審員	70
表 0-3-2、106 年度 NML 標準量測系統維持情形	73
表 1-1-1、校正服務對象項目分類	83
表 1-1-2、我國前十大製造廠商	83
表 1-1-3、106 年度數位訓練課程 3 小時課程內容	96
表 1-2-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計	99
表 1-2-2、NML 參與國際比對統計資料	101
表 1-2-3、106 年度 NML 國際比對情形	102
表 1-2-4、NML 參與 APMP.T-S6 國際比對的 En 值	103
表 1-2-5、NML 參與 APMP.M.FF-K2 國際比對結果	104
表 1-2-6、NML 參與 APMP.QM-S2 國際比對量測結果總表	105
表 1-2-7、NML 參與 CCM.FF-K3 國際比對量測結果總表	106
表 1-2-8、106 年度 NML 國外追溯情形	109
表 1-2-9、106 年度 NML 監督評鑑列表	110
表 1-2-10、NML 參與 CMC 審查工作小組項目	111
表 1-2-11、NML 參與亞太計量組織一覽表	115
表 1-2-12、2017 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會 NML 出國人員與討論重點	116
表 1-3-1、106 年度系統查驗完成項目	121
表 1-3-2、顧客訪談資料表	127
表 1-3-3、106 年度系統改良成果一覽表	127
表 1-3-4、IVD 分壓比率誤差量測結果(量測頻率：50 Hz)	130
表 1-3-5、IVD 分壓比率誤差量測結果(量測頻率：62.5 Hz)	131
表 1-3-6、AC PJVS 量測電壓分壓器分壓比率誤差之不確定度分量表	135
表 1-3-7、AC PJVS 量測電流分流器相位偏移之不確定度分量表	137
表 1-3-8、交流電流量測系統量測不確定度	142
表 1-3-9、交流電流源之不確定度分量表	142
表 1-3-10、交流電流轉換放大器之不確定度分量表	143
表 1-3-11、交流電流表之不確定度分量表	143
表 1-3-12、交流電流分流器之不確定度分量表	144
表 1-3-13、交流電流源之校正結果比對表	145
表 1-3-14、交流電流表之校正結果比對表	145

表 1-3-15、最大輸出雜訊分析表	148
表 1-3-16、修正因子量測不確定度分析表	150
表 1-3-17、電磁場強度系統量測能量表	150
表 1-3-18、U06 系統改良後校正結果比較	151
表 1-3-19、V04 系統不確定度分量表 I(以頻率 20 Hz 為例)	154
表 1-3-20、V04 系統不確定度分量表 II(以頻率 20 Hz 為例)	154
表 1-3-21、V04 系統各頻率不確定度評估結果((0.1~20) Hz)	155
表 1-3-22、力量校正之相關資料	158
表 1-3-23、力量量測不確定度分析表	159
表 1-3-24、力量校正改良前後比較表	159
表 1-3-25、50 kg 質量比較儀驗收結果	160
表 1-3-26、低壓氣體流量校正系統驗收結果	160
表 2-1-1、兩旋轉軸旋轉角度設計與實測結果	167
表 2-2-1、不同 SiO ₂ 薄膜厚度分析方法比較	184
表 2-2-2、五片薄膜樣品之厚度資訊	186
表 2-2-3、五片薄膜樣品之元素質量沉積量	187
表 2-2-4、樣品 1 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差	188
表 2-2-5、樣品 2 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差	188
表 2-2-6、樣品 3 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差	189
表 2-2-7、樣品 4 之六筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差	189
表 2-2-8、樣品 5 之六筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差	190
表 2-2-9、五片薄膜樣品之氧化物質量沉積量	190
表 2-3-1、感應耦合電漿質譜儀量測設定參數	193
表 2-3-2、10 % 超純硝酸偵測極限與 70 % 超純硝酸背景當量濃度	195
表 2-3-3、10 mg/kg 鉛基質下各元素之操作參數、偵測極限及背景當量濃度	197
表 2-3-4、鉛金屬塊材之空氣浮力修正不確定度	200
表 2-3-5、鉛溶液之空氣浮力修正不確定度	200
表 2-3-6、鉛金屬塊材純度不確定度評估表	201
表 2-3-7、秤重法不確定度 $u(C_w)$ 分析表	201
表 2-3-8、溶液濃度不確定度 U 分析表	202
表 4-1-1、荷重元與衡器相應的準確度等級	228
表 4-1-2、指示器與衡器相應的準確度等級	228
表 4-2-1、新增與修訂項目表	235
表 4-2-2、「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂摘要表	236
表 4-3-1、膜式氣量計檢定設備量測比對參與單位	242
表 4-3-2、量測比對測試日期	243
表 4-3-3、量測比對使用比對件	243
表 4-3-4、比對範圍(約定流率)	244

表 4-3-5、量測比對件 Qmax 在 CMS 測試結果.....	245
表 4-3-6、量測比對件 0.2Qmax 在 CMS 測試結果.....	245
表 4-3-7、台中分局量測比對結果.....	246
表 4-3-8、台南分局量測比對結果.....	246
表 4-3-9、基隆分局量測比對結果.....	247
表 4-3-10、標準局七組第一套量測比對結果.....	247
表 4-3-11、標準局七組第二套量測比對結果.....	247
表 4-3-12、全部抽檢表檢查結果(I).....	248
表 4-3-13、全部抽檢表檢查結果(II).....	248
表 4-3-14、不同檢查單位檢查結果統計表.....	249
表 4-3-15、不同表型檢查結果統計表.....	249
表 4-3-16、不同年份檢查結果差異表.....	250
表 4-3-17、AP-S3 表型不同年份表測試結果.....	250
表 4-3-18、2.5 m ³ /h 表型耐久測試前重複性測試數據.....	256
表 4-3-19、2.5 m ³ /h 表型耐久測試後重複性測試數據.....	256
表 4-3-20、2.5 m ³ /h 表型耐久測試前後器差變化.....	257
表 4-3-21、2.5 m ³ /h 表型耐久測試前後標準差變化.....	257
表 4-3-22、6 m ³ /h 表型耐久測試前重複性測試數據.....	257
表 4-3-23、6 m ³ /h 表型耐久測試後重複性測試數據.....	258
表 4-3-24、6 m ³ /h 表型耐久前後器差變化.....	258
表 4-3-25、6 m ³ /h 表型耐久前後標準差變化.....	258

壹、全程計畫說明

一、配合政府五大創新研發產業政策

國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)定位為結合國家計量機構(National Metrology Institute, NMI)社群，促使國家品質基磐與國際接軌，維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)以展現我國家計量技術能力之實力，協助產業界在邁向全球貿易之過程，減少技術貿易障礙(Technical Barriers to Trade, TBT)，並透過維持計量基磐輔助國家整體科技發展。因此，持續實質傳遞全球一致性計量基準，善用國際技術交流與合作，發展適合國內特定產業界現有與未來之計量技術與建置量測能量，從而提供校正/測試實驗室認證體系運作所需之計量追溯基礎，向為 NML 運作與發展的重心。

基於技術規範具備形成新型隱性貿易門檻之策略考量，東南亞各國近十年陸續參照先進國家習之有年的做法，在強化與國際接軌的前提下，持續加碼精進與突顯其國家計量機構(NMI)計量技術軟硬體實力。時值政府重行檢視國內科技發展方向與研發課題以聚焦五大創新研發產業，制定以「創新、就業、分配」為新經濟發展核心之產業政策願景，提升產業競爭力以開創新機會，發展特定產業技術與製造能力，為國產設備與產品加值，以於國際市場擴張關鍵產業話語權的同時，斷然不能忽視落實國家計量基磐之任務，俾能穩定與支撐國家及社會經濟永續發展之基礎技術能量。

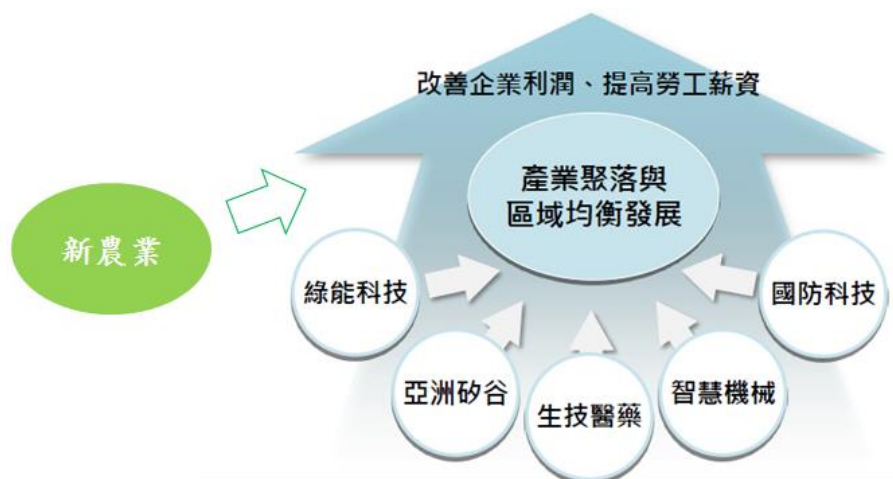


圖 0-1-1、行政院創新研發產業政策

本計畫已獲列為行政院智慧機械產業推動方案(簡稱智機方案)協同計畫⁽¹⁾，在體認面臨全

球經濟成長及貿易活動持續不振，臺灣經濟結構亟待調整以突破既有格局的迫切性，確保國家賦予之常態任務得以穩定與有效執行之前提下，就整體技術能力與量測能量現況、可運用資源予以審慎評估，並考量技術因應範疇與貼近產業能力，主動調整重要研發與運作項目的推展重心，從發展量測方法、計量儀器以檢測出具國際公信力、可供標準追溯之計量數據，提供國產儀器設備或生產環境所需之功能加值與品質保障著眼，期能為臺灣廠商建立創新能力以迎向新挑戰而盡份心力。因此，本期程計畫除了國家度量衡標準實驗室應持續堅守維持品質基磐技術與能量，不在行政院此階段五大創新研發產業政策諸項推動方案中缺席外，更將積極以配合智慧機械創新產業政策為主要推動方向，同時亦投入不等項目輔助綠能科技創新產業政策之推展工作。

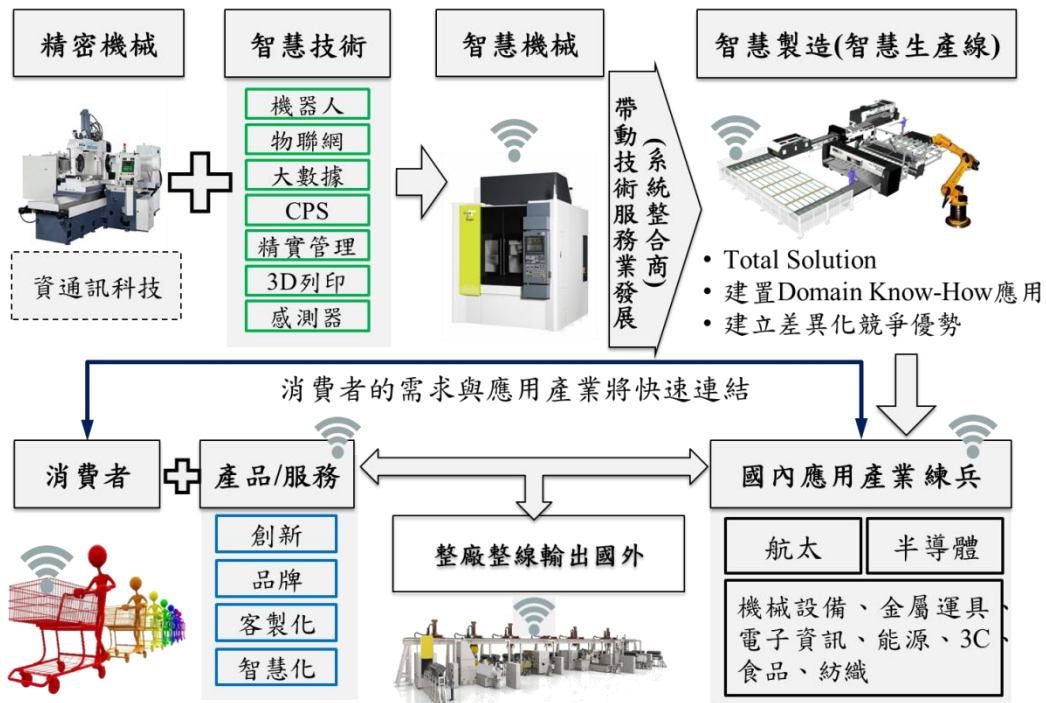


圖 0-1-2、智慧機械產業生態體系

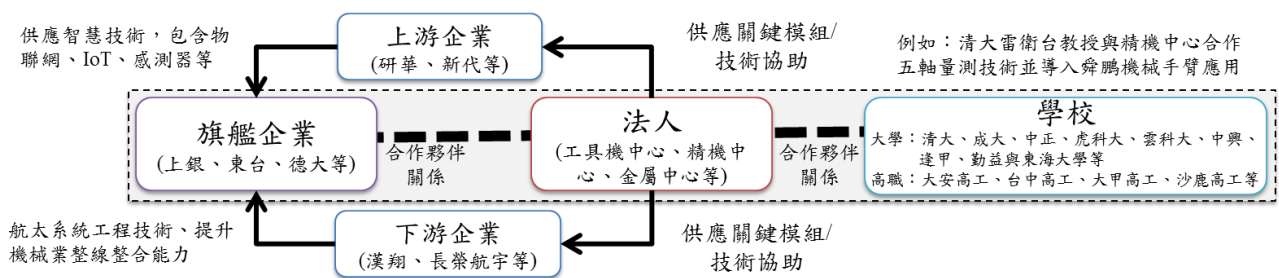


圖 0-1-3、法人創新商業模式-服務客戶的客戶推動策略(智機方案)

表 0-1-1、本計畫與行政院智機方案推動作法之關聯性

策略	與 17 項推動作法有無關聯	
A. 連結 在地	(一)打造智慧機械之都 A1.整合中央與地方資源，建構關鍵智慧機械產業平台 A2.結合臺灣都市發展規劃，提供產業發展腹地與示範場域 A3.推動智慧機械國際展覽場域，拓銷全球市場布局 (二)結合產學研能量 A4.法人創新商業模式-服務客戶的客戶 A5.推動智慧車輛及無人載具應用 A6.加強產學研合作，培訓專業人才	■有□無 □有■無 □有■無 ■有□無 □有■無 □有■無
B. 連結 未來	(一)技術深化，並以建立系統性解決方案為目標 B1.推動航太、先進半導體、智慧運輸、綠色車輛、能源等產業，廠與廠之間的整體解決方案 B2.推動「智慧型人機協同」與「機器視覺之機器人結合智慧機械產業應用」 B3.發展高階控制器，提高智慧機械利基型機種使用國產控制器比例 B4.打造台式工業物聯科技 B5.開發智慧機械自主關鍵技術、零組件及應用服務，透過應用端場域試煉驗證其可操作性，再系統整合輸出國際 (三)提供試煉場域 B6.強化跨域合作開發航太用工具機，並整合產業分工體系建構聚落 B7.半導體利基型設備、智慧車輛及智慧機器人進口替代	■有□無 □有■無 ■有□無 □有■無 □有■無 □有■無 □有■無 ■有□無
C. 連結 國際	(一)國際合作 C1.強化台歐、台美及台日智慧機械產業交流 (二)拓展外銷 C2.系統整合輸出 C3.推動工具機於東南亞等市場整體銷售方案 C4.強化航太產業之智慧機械行銷，拓展國際市場	■有□無 □有■無 □有■無 □有■無

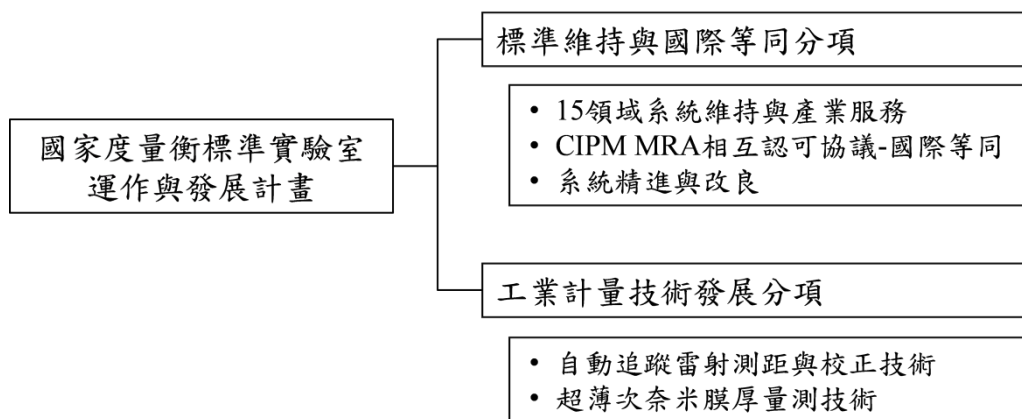


圖 0-1-4、本期程 NML 計畫與智機方案相關之執行項目

本期程計畫實施與研發重心和各產業政策相關之工作項目，概述如下：

◇ 智慧機械創新產業(智機方案)

檢視德、美、日、中、韓近年投入於未來先進製造的規劃與發展內容，皆透過智慧機器、物聯網與大數據分析等技術，推動產業設備智能化、工廠智慧化與系統虛實化整合發展。由此可知，「智慧化」功能的展現程度，亦就是差異化競爭優勢建立與否的重要影響指標。從技術層面來看，能夠提供具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能與客製化的儀器設備者，就是接近具有完整解決方案能力的競爭力廠商。要能夠達到這個程度的能力，除了廠商必須擁有具足夠發展資源的技術團隊，得以逐步建立豐富的製造技術領域知識與累積經驗外，取得具備國際公信力的計量數值與採行相對較低成本的量測方法、更為省時的線上回饋補償機制，則更能有其畫龍點睛之效。

本計畫就智慧機械產業推動方案規劃方向，與其 17 項推動做法內容相關者，予以配合調整重點任務，具關聯性之優先工作項目如下所述：

☒ 整合中央與地方資源，建構關鍵智慧機械產業平台

維持 15 領域國家量測標準技術與能量與國際同軌，以既有之計量能量為基礎，於不影響國家計量體系既有量測服務品質的要求下，配合智機方案之推展，就來自產業新增量測方法與檢測能量之需求，主動進行跨領域計量技術能量之整合與研發，策略性持續就特定技術能量進行精進汰換，如低頻振動及奈米壓痕等系統能量，重點強化長度、溫度、力量、壓力及振動等領域量測追溯能量與能力，及時提供智機產業測

校技術服務平台之所需。

☒ 法人創新商業模式－服務客戶的客戶

以 NML 傳統之定位與任務而言，乃以國內二級校正實驗室為主要客戶，被動提供具國際認同的校正追溯服務。但考量國情變化，已逐漸調整方向，研發適切之技術解決方案以回應來自廠商較為迫切的計量課題。而今為因應臺灣產業面臨結構重整之變革，本計畫將加大調整資源比例，優先協助解決來自智機產業因創新而於未來會遭遇之計量技術困擾。亦即，運用國內外建立之技術合作管道，主動於第一線持續發掘、分析、篩選產業問題與需求，導入新量測技術與設備，並結合國家計量標準、儀器開發，期滿足產業在線檢校技術應用需求，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術，以協助國內產業技術增值及提升國產品品質國際認同度，增進國際競爭力。

☒ 推動航太、先進半導體、智慧運輸、綠色車輛、能源等產業，廠與廠間整體解決方案

航太加工件的特色為大型、形狀複雜、難切削之複合材料、少量多樣、高精度、高品質及高附加價值等，實施極高安全需求之品質檢驗時，則必須結合可攜式三維量測儀器與智慧型機器人之結合應用，由智慧型機器人肩負搬運、加工、檢測等工作，並搭配空間量測儀器量測誤差參數，提供控制器進行補償，以提升智慧型機器人空間定位準確度。

機器人產業近年持續發展與待突破的重點之一為雙手臂關節型機器人及多機器人協同工作(用於航太業複材與組裝)，其中，除透過進行控制器的控制訊號同步外，兩隻機器手臂定位準確度也是協同運動的關鍵因子。現階段工業機器人無法達到「工具機化」以及在工廠內自由移動工作之關鍵問題在於：工業機器人雖具高空間定位重複性，但定位準確度低，無法進行多軸同動循跡運動，若欲運用於量測工作，則工業機器人的空間定位準確度必須予以校正與評估，再經由可信賴的量測後位置誤差值，使用控制器進行閉回路控制或是前饋補償，改善其定位穩態誤差。本計畫持續發展出用以量測之自動追蹤雷射測距儀與技術，不僅可以大幅降低相關廠商所需耗費之取得成本與維護成本，更可大幅改善智慧機器運動誤差補償所需之時間之本與提升定位準確度，所建立之校正系統，可減少廠商送校期間之替代與時間成本。此技術能力若能推展至廠商，即能透過實施經驗累積建置數據資料庫，擴大發展領域計量知識，除了可供狀態診斷、機台狀態預估外，亦可支援國產控制器製造商與機台生產者之間的整

合，完善廠與廠間整體解決方案，有助於發展智能化機器運動誤差量測與補償技術。

另，現為知識網路與智慧傳輸等資訊量爆炸的時代，網路傳輸容量顯得越發重要，目前無線網路傳輸的覆蓋率與傳輸率一直是個不易解決的課題。為強化廠間智慧機械互通互連，通訊容量需求必然與日遽增，物聯網、雲端及大數據分析均將成為智慧機械所需資通訊技術的關鍵角色；5G 行動通訊技術則基於對更高傳輸速率、同時傳輸裝置數量之需求，已然成為未來支持並提升物聯網、雲端及大數據分析效益的重要通訊技術。其中，具較低成本、高網路覆蓋率之毫米波傳輸及小型基地台則將成為未來的發展趨勢；因此，為簡化現有光通訊系統對通訊通道頻率的監管，從而大幅降低整體系統建置成本，本計畫將發展簡化 5G 光載射頻毫米波產生源技術，開發用於後四代或第五代的高容量光纖載無線通訊上之微共振腔穩頻多波長產生技術，產生多波長光通訊用光源，以解決隧道傳輸問題，提高網路覆蓋率，並解決都市傳輸死角與網通業多重服務時的成本問題，增加下世代網通市場普及率。

☞ 發展高階控制器，提高智慧機械利基型機種使用國產控制器比例

無論是結構剛性不足、熱變位或是長期磨耗所導致的工具機結構變形，現階段可行之解決方案有二，一為透過空間量測儀器多線交會與多點量測，計算結構的變形量；二則採用類似德國絕對式多線量測技術(Absolute Multiline Technology)，在結構上裝置多頻道的絕對距離量測裝置，監測結構變形。但，前者無法在工具機進行加工時進行線上量測，而後者不僅所費不貲(遠高於工具機售價)且裝設費時，較適合研發階段使用。因此，臺灣若欲自行發展高品質、高附加價值，符合機台性能測試國際規範、能夠智慧化診斷問題與量測，且操作成本具競爭力的工具機，必然要能夠同時解決取得高性價比、低購置成本、低人力負擔的空間量測儀器之技術與貨源的課題。工具機達到智慧化至少需具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能，其中智能化/自動化精度補償以及自動參數設定之關鍵在於，高階控制器與智能化量測設備之整合，智能化量測設備除提供靜態誤差量測與補償參數外，更需具備動態誤差量測與補償功能，如結構熱變位、機床振動等。

本計畫針對工具機組裝後結構變形、各軸向直線運動與角度運動誤差，整機結構熱變位、空間幾何精度，加工件公差與維持加工機長期使用的穩定性及可靠度等計量課題，擬建立自動追蹤雷射測距與校正技術，以提供智慧機器人/工具機檢測技術與航

太產業加工製程檢測所需的相關技術，調和產線機台量測能力並確保數據正確性，提升製程參數優化與產程調配，達成產品高值化與智能化目標，相關技術也可供研發人員在進行機台開發時做為參考，以達到最佳設計與提高機台長期使用之可靠度。

☒ 半導體利基型設備、智慧車輛及智慧機器人進口替代

我國半導體(晶圓製造與封裝測試)產值持續位居全球第一，惟國內廠商常面臨取得設備成本居高不下、受制於人的困擾，政府將透過智機方案基盤計畫之整合力量，發展半導體先進封裝整機設備，提升高階零組件製造技術，借力使力達成設備進口替代、產業機械升級之可能。在此同時，伴隨著國際競爭日益激烈，全球半導體業者皆朝著提升元件處理速度、縮小元件體積等目標前進，製程尺寸也從 16 奈米縮小至 10 奈米，更將會持續實現 5 奈米製程之量產。未來，現有量測設備將無法滿足先進製程對於更高量測解析度、高準確度和非破壞性檢測的新量測方法與設備的需求。因此，在發展半導體利基型設備，以期達成設備進口替代目標的階段，絕不應忽略對應量測設備與檢測方法的研發工作，這將會大為提升成功推動智機方案的可行性。

因此，本計畫擬建立超薄次奈米膜厚度量測技術，發展低掠角 X 射線反射光譜量測系統與低掠角 X 射線螢光光譜量測元件(GIXRR-GIXRF)整合技術，研發新的樣品模型及數據分析方法，提升膜層變多、結構變複雜情況下之量測準確性；深入研究硬體設計、數據分析流程、量測穩定性、準確度等檢測設備商品化等重要議題，並結合低掠角 X 射線螢光光譜技術(GIXRF)，發展出可於一次量測中獲得膜層厚度及不同元素縱向分布的狀態，大幅提升量測準確度及穩定性，為先進半導體薄膜製程提供具備高度穩定及可靠度之量測工具，以解決不同膜厚度量測機台或操作人員因各項結構量測參數不同所造成的量測結果差異，從而協助促進半導體先進製程之開發與量產。

☒ 強化台歐、台美及台日智慧機械產業交流

配合政府積極支持國產設備發展之聚焦政策，本計畫亦將視國產技術發展進度，善用國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA)架構之常態運作活動，適時就可運用資源啟動經營廿餘年之國際標準組織網絡，透過交流與引薦，讓計量機構高層專家能夠側面瞭解臺灣智機產業設備製造能力與品質，協助我國與歐美日智機產業技術交流合作，以逐步建立口碑，創造新商機。

◇ 綠色能源科技創新產業

開發電源、用電管理及發展綠能產業為政府既定實現非核家園政策目標的三大策略。而天然氣燃燒時產生的氮氧化物(NO_x)僅為煤炭之 20 % 至 40 %，二氧化碳(CO_2)為煤炭之 60 %，相對具低碳概念，較有機會在中短期內穩定補上能源缺口，已是達成目標的優先項目之一，預期未來天然氣在發電量的能源組合占比將由目前約 30 % 提高至 50 %，以滿足國內發電燃料需求。

由此衍生的一項重要計量課題就是，隨著天然氣在國家能源控管所扮演的角色更加重要，應用層面亦將更為多元，其相關計量數值的準確度，不僅影響到供需雙方權益，甚而導致可能發生的糾紛，更會進一步影響全台 1360 餘萬家庭、商業、工業用電戶的荷包。天然氣及水蒸氣等以液態或氣態流體形式作為能源供應的來源，已被大量使用於交通工具、住宅與廠區供熱、集中式電力生產等，未來更將應用於分散式發電與區域能源供應。這些能源流體從開始的傳輸到最終的應用過程中，均涉及到流量、成分、水蒸氣含量、熱值及能量等的計算。本計畫配合國家能源發展政策，由國家計量標準的角度切入，建置與維持相對應的計量標準能量與設施，以提供整個產業核心儀表及周邊儀器設備的校正追溯，做為交易計價與能源轉換效益評估的基準，甚至可滿足天然氣與水蒸氣以熱量計價的計量技術需求。未來並可配合法定計量技術與管理規範的持續修訂，進一步協助新能源政策。

此外，為有效進行熱管理與提高能源使用率，降低能源傳輸與儲存過程中損失，相關節能與儲能材料產業的開發勢必激增，因此快速而精密的鑑別材料能量傳遞效能的熱導率量測技術將成為重要的檢測需求。

然而，目前國內並無法提供熱導率儀器與標準片校正之服務，因應未來節能、儲能、綠色建材與航太複合材料產品開發對外出口之驗證需求，國內極需建立熱導率標準系統，以提供校正與追溯服務，協助產品輸出與輸入的買賣評估依據，帶動營建、節能、航太科技等產業的競爭力，創造新的商機，以利國家綠能政策之推動。

二、國家度量衡標準實驗室定位與任務

國家品質基磐包含計量、標準、認證、驗證與檢測五大元素，國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)被賦予國家品質價值鏈「計量」源頭之責任，串連國家品質價值鏈，並確保與全球品質基磐之調合(如圖 0-1-5)。

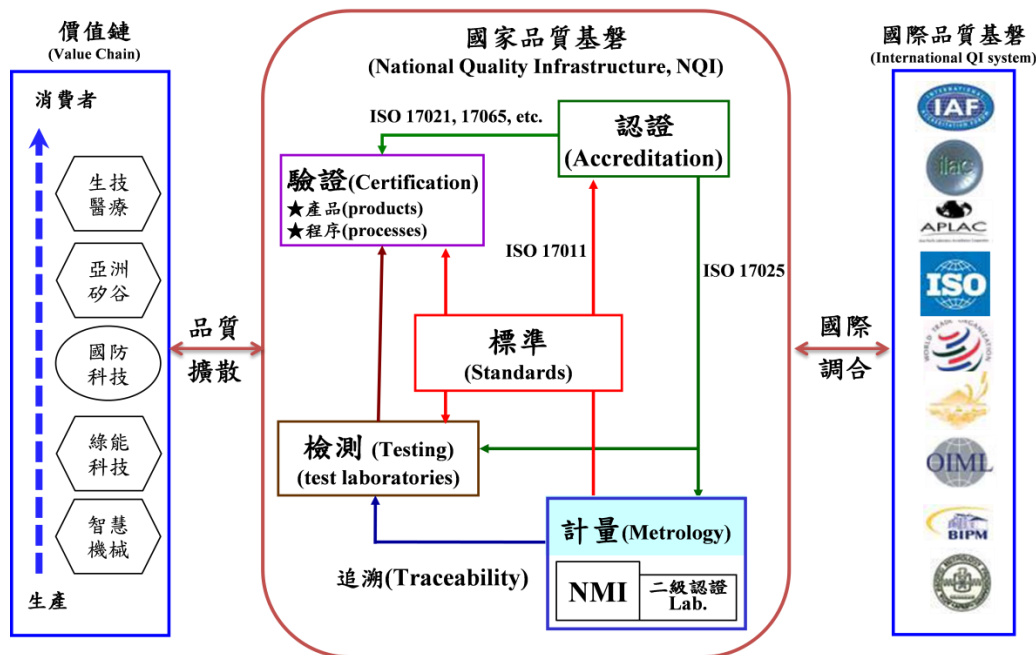


圖 0-1-5、國家計量與品質基磐的關聯性

國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)與國際實驗室認證聯盟相互認可協議(ILAC Mutual Recognition Arrangement, ILAC MRA)等國際相互認可協議，是國家品質基磐與國際接軌的必要手段，MRA 可將國家品質基磐所代表的品質形象，推廣為國際市場所認知(如圖 0-1-6)。NMI 作為國家計量機構(National Metrology Institute, NMI)社群一份子之關鍵定位，維持 CIPM MRA 之效力，促使國家品質基磐與國際接軌，協助產業界在邁向全球貿易之過程，減少技術貿易障礙(Technical Barriers to Trade, TBT)，同時達成具社會功能導向之持續經濟發展。另外在參與全球性之環境、健康衛生、安全和消費者保護議題上，也可取得一致性基準；提供校正/測試實驗室認證體系運作所需之計量追溯基礎，確保專業的量測儀具校正之執行，有效進行製程品質管制提高生產良率，最終保證消費大眾所購得之產品或服務品質，保障民眾的生活福祉。

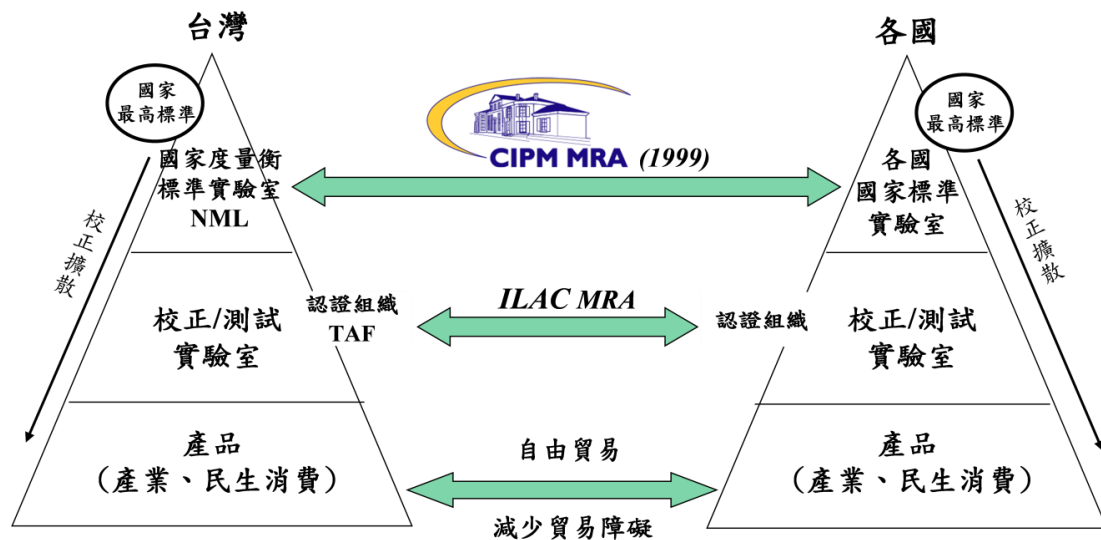


圖 0-1-6、相互認可協議實現自由經濟架構圖

NML 之定位及任務，乃爰於度量衡法第 4 條「度量衡專責機關得設國家度量衡標準實驗室，負責全國度量衡最高標準之研究實驗、建立、維持、保管、供應、校正及其他相關事宜。」之法源，度量衡專責機關_標準檢驗局以委辦計畫方式，委託工研院量測中心籌建國家度量衡標準實驗室並運作執行至今。

凡具科技實力之國家，體認計量標準為支撐國家及社會經濟永續發展之基礎能量，為維持與擴張其關鍵產業於國際市場之話語權，無不持續投入國家計量技術精進與強化，加碼增強該國國家計量機構的軟硬體實力。國家度量衡標準實驗室存在之本質在於維繫國家計量技術主權，於國際等同的前提下，保持與國際技術接軌，主要任務為建立、維持及傳遞國家最高計量標準，滿足國家於科技、產業、民生及安全所需之量測儀器追溯校正需求。

本計畫就「標準維持與國際等同」、「工業計量技術發展」、「科學計量技術研究」及「法定計量技術發展」等四個分項執行，運行重心係力求成為國家推展政策目標所需之計量標準技術支撐單位，以維繫與保障國家計量標準能量水準為基本要求，配合國家科技、產業、民生、安全等發展所衍生之技術品質需求，著力於建立符合追溯性、關鍵量測原級標準，協助籌劃及研究發展新興科技產業既存與未來需要的計量與校正技術，與研究法定計量技術規範。另因應國際計量組織重新定義 SI 單位之演進趨勢，將透過常態性國際技術交流活動實質觀察與瞭解先進國家研究進展，並集合研究團隊就第一手蒐集資訊進行必要分析與預判，據以適時檢視與調整可運用資源，依國情與產業對計量技術需求變化情況，在既有計量技術基

礎上，進行相關前瞻計量技術研究，以縮短未來建置相關技術能量以完善 SI 追溯管道之時程，期能與國際先進實驗室同步維持更完整的國家量測標準，守護我國計量技術主權，以逐步完善研發基磐實力，繼續為國家建構永續發展環境盡份心力。

三、產業需求

(一)、智慧機械創新產業

近年來，德國工業 4.0、美國先進製造業夥伴關係(Advance manufacturing partnership, AMP)振興製造業計畫、日本人機共存未來工廠、韓國下世代智慧型工廠或是中國大陸十三五計畫等，其規劃皆是透過智慧機器、物聯網與大數據分析等技術，推動產業設備智能化、工廠智慧化與系統虛實化整合發展⁽²⁾。而我國經濟部所推動之「智慧機械產業推動方案」，利用「智機產業化」及「產業智機化」兩項措施，期使我國成為全球智慧機械研發製造基地及終端應用領域整體解決方案提供者。

智機產業化的目的是希望將我國精密機械長期推動的成果，加入各種智慧技術元素，使其具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能，建立差異化競爭優勢之功能，使我國機械設備業者具備提供完整解決方案之能力；而產業智機化則是產業導入智慧機械，透過雲端及網路與消費者快速連結，提供大量客製化之產品，形成聯網製造服務體系。

從政策的論述中可以發現「精密機械」將是該方案推動成功與否的關鍵，因此如何有效的協助並支援產業界設計與生產精密機械，將是本計畫的重要指標之一。工具機是目前機械產業中的主要製造機台，也是我國重要的出口產品，與智慧機器人同為未來智慧機械產業中的核心產品之一。根據臺灣區工具機零組件工業同業公會統計 103 年至 104 年全球工具機生產排名，第一名為中國大陸，其次為日本、德國、義大利與韓國，臺灣排名第七^(3,4)，相較於過去，臺灣的排名仍舊維持第七。工具機出口排名則是以德國為第一，其次是日本與義大利，原先臺灣出口排名第四已被中國大陸超越，目前排名第五。就工具機市場面來看，以中國大陸消費排名最高，接下來是美國、德國與日本；近年來，對於高精特性的四、五軸工具機以及複合式工具機的市場需求漸漸提升，已成為智慧機械之母，臺灣工具機亦朝向此技術發展。

根據中華民國精密機械發展協會(CMD)的規範分類，我國大部分的工具機產品被歸

類為「中品級」(定位準確度 $10\ \mu\text{m}$ 、重複性 $\pm 2\ \mu\text{m}$)或以下的級別，是故許多工具機大廠仍致力測量與降低工具機產品的幾何誤差議題上。以表 0-2 誤差運動量測方法比較表為例，可以看到使用自動追蹤雷射測距儀進行量測，可大幅減少誤差運動量測所花費的時間。

表 0-1-2、一般工具機測試與補償方法與使用自動追蹤雷射測距儀之比較表

	一般傳統工具機測試與補償方法				使用自動追蹤雷射測距儀
使用儀器	直規	直角規	雷射干涉儀	電子水平儀等	自動追蹤雷射測距儀
準確度	約 $3\ \mu\text{m}$		0.5 ppm	2"	$0.2\ \mu\text{m} + 0.3\ \mu\text{m}/\text{m} \times L$ (LaserTRACER 最佳)
量測範圍	$\leq 1\ \text{m}$		$> 40\ \text{m}$	$\leq 10\ \text{m}$	$< 15\ \text{m}$
工具機 21 項 誤差參數	單一設備僅能量測部分誤差，須分次量測				能同時量測 21 項誤差
ISO 230-2/-6 測試	每次僅量測一個方向，不同向需重新架設調整				藉由空間六點計算相對位置，即可產生量測路徑的程式，不需重新架設儀器
量測時間	約 2 至 3 天(架設與調整時間長)				約 0.5 至 1 天(無需調整)
補償功能	無法自動產生補償值 (需計算各誤差並逐一手動輸入)				可自動產生補償值(LaserTRACER) (支援 FANUC、SIEMENS、與 HEIDENHAIN 等控制器)

工具機的另外一個問題為結構變形。工具機結構產生變形的主要成因有結構設計(剛性)不良、熱變位以及長期磨耗造成結構負載變化所產生變形等，可透過以下兩種方式進行量測，以避免長時間量測或是分次/段量測所造成的累積誤差。一是透過空間量測儀器(如自動追蹤雷射測距儀)，利用多線交會與多點量測的方式，估算結構的變形量與發生位置，其缺點是無法在工具機進行加工時進行線上量測；二是透過如德國 Etalon AG 所研製的絕對式多線量測技術(Absolute Multiline Technology)，在結構上裝置多頻道的絕對距離量測裝置，監測結構變形，此方法雖然可進行工具機加工時的結構變形線上量測，但一套動輒數千萬元，遠高於工具機的售價，且裝設費時，較適合研發階段使用，對於量產型工具機出廠前檢驗還是以空間量測儀器為優先考量。目前工具機產業可用的空間量測儀器有自動追蹤雷射測距儀(如：LaserTRACER、Laser Tracker)以及雙球桿(Ball Bar)等，LaserTRACER 型式的自動追蹤雷射測距儀，是所有自動追蹤雷射測距儀中量測不確定度最低的儀器，相較於其他空間量測儀器其價格較為昂貴，其最大的優勢在於可用於大行程的機台量測，對於運動誤差補償的效果也最明顯。所配合使用的軟體則需除按

國際規範(如 ISO 230-2/-6)進行機台性能測試外⁽⁵⁻¹⁰⁾，也需具備誤差補償、問題診斷以及智慧化量測(如 tab-to-start(一按就啟動))。

工具機組裝的上游產業(關鍵零組件，如導螺桿、線性滑軌、齒輪、齒條等)，對於尺寸量測的需求較集中於座標量測儀(Coordinate Measuring Machine, CMM)及一般常用的一維(如游標卡尺、直規、指示量錶、雷射干涉儀等)或二維(如影像量測儀)量具，只有少數需要使用到三維以上的量具(如主軸誤差運動量測)。在工具機產業鏈中，對於自動追蹤雷射測距技術需求較大為產業中、下游，如工具機組裝業與終端使用者，以友嘉、台中精機、百德以及福裕等公司為例，共同需求除了組裝後各項運動誤差補償與量測外，也包括工具機組裝後的結構變形量測、組裝過程當中各軸向直線運動時的角度誤差運動、以及整機熱變位的量測。對於五軸加工機的加工件，如發動機葉片，則可透過 CMM 或是手臂關節型座標量測儀(Arm CMM)加雷射線掃描探頭(Laser Line Scanner)進行量測，配合自動追蹤雷射測距儀與校正計量技術(含追溯)可提升空間量測精度，以保持加工件公差與維持加工機長期使用的穩定性及可靠度。

近年來，雙手臂關節型機器人及多機器人協同工作，是機器人產業發展的重點之一，以國內航太業複合材與組裝龍頭廠商漢翔為例，使用超音波進行大型薄型工件(如機翼蒙皮複材件)瑕疵檢測，需要使用兩隻機器手臂(一隻裝設超音波發射頭，一隻裝設接收頭)進行協同運動，量測過程除了必需讓兩隻機器手臂同動外，還需保持固定間距。為讓兩隻機器手臂可進行協同運動，除了透過進行控制器的控制訊號同步外，兩隻機器手臂的定位準確度也將會是協同運動的關鍵因子。

未來智慧製造工廠，工廠每一區都由數台機器人負責，這些機器人亦可跨區支援其他工作，機器人將不再只是在固定位置進行工作，也不再透過線性平移載台進行長距離的移動，而是可以像人類一樣在工廠內自由行走、工作，要達此目的則機器人需一機多功能，人類為決策者，工作則是應用線上監測及大數據分析技術，推估最佳化智慧型機械人產能利用率以提升產能。

現階段，工業機器人無法達到「工具機化」以及在工廠內自由移動工作之關鍵問題在於：工業機器人雖具高空間定位重複性，但定位準確度低，無法進行多軸同動循跡運動；因力臂較長，結構剛性與關節強度不足，無法像中心加工機(machine center)一樣進行銑削工作。結構剛性提升的主要關鍵除了連桿剛性之外，還包括致動器輸出扭力以及減速機齒輪比與背隙等問題；多軸同動循跡運動需要透過控制的方法來提升，例如閉回

路控制及前饋補償，另外一項重點在於各軸之間的同動與伺服匹配；欲使定位穩態誤差為零，最簡單的方式是量測位置誤差，使用控制器進行閉回路控制。機器手臂定位準確度較差的問題在於，機器手臂末端位置是透過關節角度配合順、逆向運動學計算得來，關節角定位準確度、連桿結構與關節角度幾何誤差，造成實際位置與理想差異可能達數百微米(μm)。若不以數學方法計算末端位置，可透過空間量測儀器(如自動追蹤雷射測距儀、具長度和角度量測功能的雙球桿或是具長度、角度量測功能之被動式追蹤儀)量測機器手臂末端位置變化。在一些機器人產品手冊中或許有提供如直線定位重複性和直線路徑準確度等資料，但若欲將工業機器人運用於量測工作，則工業機器人的空間定位準確度必須被校正與評估。

綜上所述，臺灣產業在發展智慧型機器或國機國造的政策推進，工具機與機器手臂定位準確度的提升是最基本的要求，大型曲面工件的加工與量測可確保加工件精度與品質，自動量測與校正對於智慧化機械更是不可或缺的技术。自動追蹤雷射測距技術相較於傳統量測方法，具有量測時間短、可靠度高、量測不確定度低等優點，除可提升產能效率與機台性價比外，與控制器連線並配合軟體計算後，可進行智慧化量測與校正，讓加工設備具備智慧化生產以及智慧化校正功能之智慧型機器。然而目前若非下游廠商要求，國內廠商對於這類儀器的採購意願相當低，除了購置成本高之外，日後的維持費用也相當驚人，舉例來說，雷射追蹤儀目前只能送回原廠或國外實驗室進行校正，一次的校正費用至少三十萬元，校正時間約需一個月，廠商需要另外準備一台備用機供校正期間使用，否則在送出國校正的這段時間內將造成產線量測空窗期，由此可見國內對於自動追蹤雷射測距技術的需求日與劇增，技術產業化的主要考量將會是成本低、可靠度高、維護成本低(包括維修與校正所需時間)。

(二)、半導體產業

國際半導體科技技術藍圖(International Technology Roadmap for Semiconductors, ITRS)於2010年即指出半導體製造技術，形成兩個發展方向的綜合趨勢：第一個方向仍遵循摩爾定律極致地窄縮尺寸，獲致傳統上的好處，此方向一般稱為後摩爾定律(More Moore)；第二個方向為擴大IC的功能，將數位訊號處理器(digital signal processor)、類比訊號處理器(analog signal processor)、記憶體、以至於微機電系統(MEMS)等不同製程下製做的模組整

合至系統中，或稱為多元異質模組整合(heterogeneous integration)，不必然一定需要窄縮尺寸，此方向一般稱為超摩爾定律(More than Moore)。然而 More Moore 窄縮尺寸的技術挑戰越來越高，以致量產延遲時間逐漸拉長，使得獲取技術領先紅利的模式變得困難；而 More than Moore 目前競爭已呈白熱化，將面臨市佔率流失以及價格上的壓力。⁽¹¹⁾

Intel、Samsung、台積電三大半導體廠正如火如荼進行 10 奈米製程(N10)、甚至 7 奈米製程(N7)競賽，市場頻傳各家所規劃或發出的時程宣告，例如：Intel 於 2016 年第 3 季推出 10 奈米製程的「Cannonlake」處理器，並積極爭取 Apple 的訂單；Samsung 在 2016 年底量產 10 奈米製程鰭式場效電晶體(Fin Field-Effect transistor, FinFET)產品，2017 年第 1 季試產、2018 年第 2 季量產 7 奈米製程產品；台積電於 2016 年底量產 10 奈米製程產品、2017 年第 1 季試產 7 奈米製程產品。不過 Intel 隨即再傳出延後，將 10 奈米製程晶片的發表時間推遲整整一年，預期要到 2017 年下半年面市。然而，技術上 10 奈米製程以下將導入極紫外光(Extreme Ultraviolet, EUV)微影技術，勢必在提升 EUV 產量方面穩定進步、以及製程品質充分掌握，才能順利量產。異於廠商所宣告的時程，最保守(延遲最久)的估計，10 奈米製程要到 2017-2018 年方可進入早期投產(early production)、2020 年才能開始進入大批量生產(High Volume Manufacturing, HVM)。

無論樂觀或保守估計，均表示半導體領先廠商競逐 More Moore 的努力方向不變，未來幾年，半導體關鍵尺寸(Critical Dimension, CD)仍將逐步窄縮，進入 10 奈米、7 奈米，甚至 5 奈米製程樣品亦已見於實驗室。然而進入 10 奈米製程面臨極為嚴峻的挑戰，其原因是 1 顆原子的大小約為 0.1 奈米，10 奈米即意謂著不到 100 顆原子。這在製造上是極為困難的任務，而且只要有 1 個原子的缺陷，像是在製程中有原子掉出或是雜質，即會產生不知名的故障，影響良率。製程中關鍵檢測技術，涉及半導體製造、封裝的迫切需求，涵蓋：前段製程檢測參數(例如：CD、形貌、膜厚、瑕疵、成分及應力等)；晶圓級封裝(Wafer Level Packaging, WLP)製程檢測參數(例如：凸塊形貌、晶圓翹曲及直通矽晶穿孔等)；製程監控參數(例如：超微粒子之尺寸、濃度及成分等)。

要生產新一代尺寸更小、性能更高的晶片，半導體廠商必須採用多重圖案(Multi-Pattern)、3D 製程、系統級封裝(System in Package, SiP)以及新一代記憶體等技術，甚至 EUV 微影，創造產品差異化的能力，越來越仰賴製程與製程控制的相互搭配。由於晶片電路設計更趨複雜，製程的每一個步驟都需要有最嚴格的控制與品質管理，才能確保晶片成品達到客戶要求的良率與性能。在與國內業者訪談及請益，包括：台積電、聯電、漢民、

漢微科、上銀、大銀微、旭東、均豪、廣運、帆宣及台灣科磊等量測設備之系統及關鍵模組等業者，形成應積極投入高階半導體檢測技術開發，推動本土化深根技術之共識，共同建立臺灣半導體產業藍色產業鏈。方能共同面對更窄縮的前瞻製程(N10、N7)，遭遇三維關鍵參數檢測的瓶頸，提供創新檢測技術、解決方案，以掌控制造品質。

在半導體製造廠商挑戰新世代製程之際，亟需即時且在地之突破性檢測技術，發展全球領先技術，發揮引領效應，補足我國檢測產業技術缺口，從而升級轉型，並促成半導體產業與檢測產業間的正向合作循環。藉由計量測技術自製深化，既可提高量測設備進口替代，並支持半導體產業保有安全差距，續保我國半導體產業領先優勢，提高整體半導體及相關產業鏈產值。

(三)、資通訊產業

近年由於電腦與智慧行動裝置的進一步普及，大量資訊透過聯網獲得，造成網路傳輸速度及容量需求越發重要，促使無線通訊技術快速的由 2G、3G、4G 朝向下世代 5G 邁進。除了民生上，於工業上，在全球工業 4.0 智慧製造的趨勢下，政府也將結合精密機械與資通訊技術的智慧機械列為產業創新政策之推動重點。其中，物聯網、雲端及大數據分析是智慧機械所需之資通訊技術中的關鍵角色。而 5G 行動通訊技術由於其更高的傳輸速率、可同時傳輸裝置數量，已經成為未來支持並提升物聯網、雲端及大數據分析效益的重要未來通訊技術。

5G 行動通訊的目標是比 4G 高上 10 至 100 倍的資料傳輸速率，100 倍的同時連線裝置數量，而目前無線網路傳輸的覆蓋率與傳輸率一直是個不易解決的問題，因此需要有新技術可以解決此問題。由 AT&T 實驗室與喬治亞技術學院(Georgia Institute of Technology)擘劃的下一代光纖網路與無線通訊連結示意圖(圖 0-7)中，可看出毫米波傳輸及小型基地台將是未來的發展趨勢。

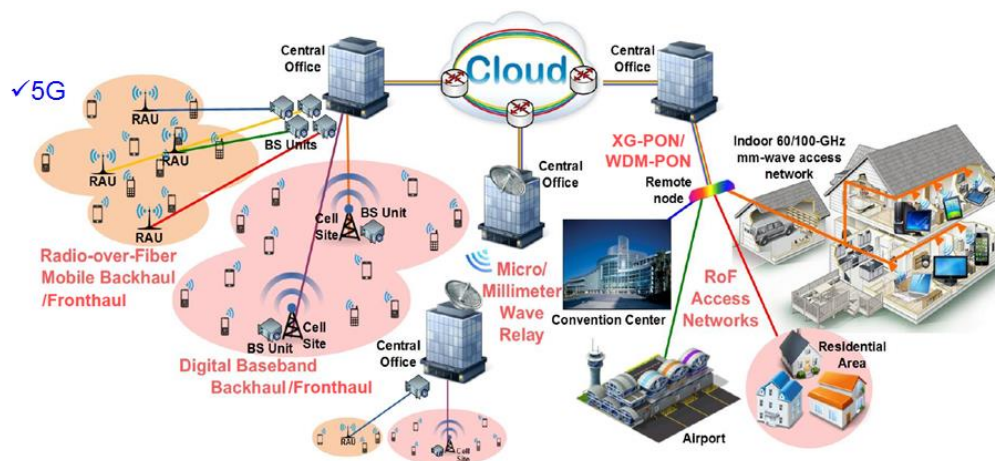


圖 0-1-7、無線通訊與光纖網路的連結

(引自 Gee-Kung Chang and Cheng Liu, "1-100GHz microwave photonics link technologies for next-generation WiFi and 5G wireless communications," 2013 International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP), 5-8, 28-31 Oct. 2013)

(四)、綠色能源科技創新產業

政府預定 2025 年完成非核家園，蔡總統在 104 年 12 月 10 日即曾明示實現這個目標的三大策略，包括電源開發、用電管理及綠能產業。其中首要除確保現有的電源開發方案能如期完成外，便是要逐步更新火力發電設備、增加天然氣發電比例、提高火力電廠效率、加嚴排放標準。天然氣的增加應用，已是達成目標的優先項目之一。再更深層的分析，國內 104 年發電量 2191 億度中火力發電量占比達 78.4%，其中燃煤 35.7%、燃油 4.7%、燃氣 35.1%、汽電共生 2.9% (不含垃圾及沼氣)。以甲烷為主的天然氣燃燒時無硫氧化物(SO_x)產生，而氮氧化物(NO_x)僅為煤炭之 20% 至 40%，二氧化碳(CO₂)為煤炭之 60%，遂成為較有機會在中短期內穩定補上能源缺口，滿足國內發電與各式燃燒甚至是氫能相關應用之燃料需求，同時具有相對低碳概念的能源，因此預期未來將會在各個層面持續擴大使用。

國內天然氣用量至民國 104 年全年使用量已超過 1350 萬公噸，交易金額超過 3000 億，這些天然氣以液化方式(LNG)進口，氣化後以高壓或低壓氣體型態供應給使用者。其中約八成用於發電，預期未來天然氣在發電量的能源組合中的占比將由目前的約 30% 提高至 50%。另外兩成的天然氣則透過中油及全國其他 24 家公用天然氣事業公司提供給終端約 330 萬家庭、機關、商業及工業用戶。

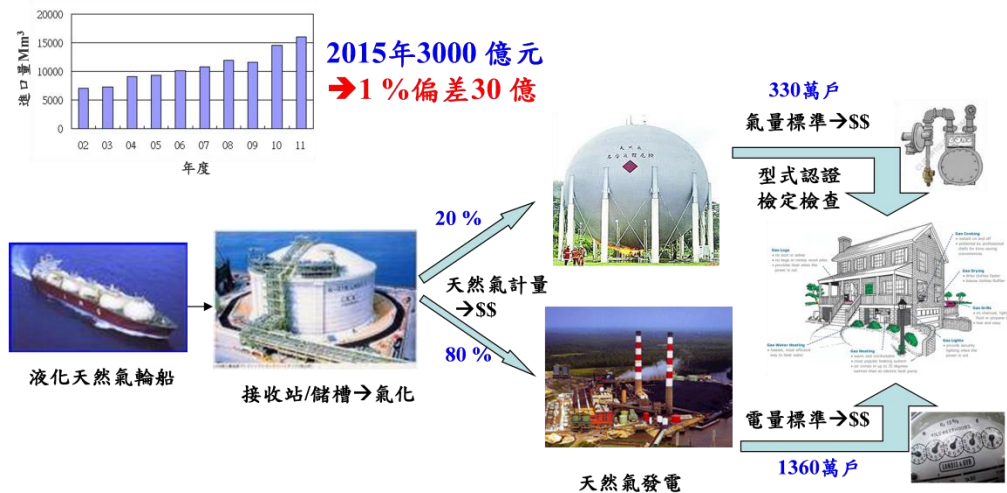


圖 0-1-8、國內進口液化天然氣主要應用示意圖

圖 0-8 為國內進口液化天然氣後的主要應用路徑圖。在直接發電應用上，天然氣所用氣量計間接影響了民用電價；而透過地區性天然氣系統將天然氣供應至家戶，則氣量計的準確性直接影響了人民的直接付費行為。也就是說天然氣計量的準確度，不僅影響到供需雙方的權益與可能的糾紛，更進一步影響全台 1360 餘萬家庭、商業、工業用電戶的荷包。

而在未來，配合加速擴大天然氣的使用以及液態天然氣(LNG)第三接收站建置後，天然氣在國家能源使用中所扮演的角色將會更加重要，應用的層面也會更為多元，如氣態到液態供應以利 LNG 相關如交通工具、分散式發電及區域能源供應等應用的推展、LNG 冷能的擴大利用、燃油鍋爐改用天然氣等等，其所衍生的天然氣及蒸汽之流量、成分及水蒸氣含量、熱值、能量等等的計量，以及周邊儀表的校正追溯、氣量計電腦/遠程終端單元 (Remote Terminal Unit, RTU)的驗證、能源轉換的效益評估、甚至是天然氣全面熱值計價等等，都是需要 NML 從計量標準出發，配合法定計量技術與管理規範的持續修訂以進一步去滿足新能源政策的需求。

四、實施方法與效益

為維繫計畫定位與任務並達成預期目標，本計畫分由標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究與法定計量技術發展四個分項運作，實施方法如下：

(一)、標準維持與國際等同分項

本分項任務在建構維持國內計量追溯體系，每年於國內提供約 4,000 件校正服務(收

入約 41,000 千元繳交國庫)，進行標準量值傳遞，確保國家研發、生產製造等活動之量測一致性及準確性。衍生全國專營測校實驗室與廠商自行建置品保實驗室(1,700 家二級實驗室)之相關檢測服務約 600 萬件，支援逾百億元之檢測市場規模。

另我國已於 91 年 6 月正式加入國際度量衡大會(CGPM)之仲會員及簽署國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA) (目前簽署共計 102 會員組織)，各國相互承認各國家計量機構所核發之校正或測試報告，亦即相互承認各 NMI 之量測能力。持續接受第三者認證再評鑑活動以確認品質系統，透過國際間標準的追溯與比對，維持 MRA 效力。

本分項計畫團隊除透過常態性國際技術交流活動取得第一手資訊，以及觀察國際先進標準實驗室於 BIPM 標準校正與量測能量(CMC)登錄內容之變化，持續掌握國際計量標準能量之演進趨勢外，尚經由系統管制圖、送校廠商現場訪談和不定期赴重點廠商訪廠所獲得訊息進行產業需求現況評估，從而制訂系統改良/精進項目之執行優先序，並藉由下述工作之展開，維持我國量測追溯體系之運作與計量技術擴散，期能達成強化產業競爭力、保障民眾民生福祉、實現經濟公平交易、減少貿易障礙及促進經濟之發展之效益。

• 建立、維持國家量測標準之國際等同

- 針對國家度量衡標準實驗室 15 領域校正能量，本期程完成光量/長度/電量/磁量/微波等共 11 領域，第三者認證延展評鑑活動(循環週期每五年一次)以確認品質系統，維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA)之簽署與效力。
- 完備現有標準系統能量與技術能力以達與國際一致性，積極參與或主導國際比對，主動促成標準校正與量測能量(CMC)之擴增與更新，俾能持續合格登錄於 BIPM 之關鍵比對資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
- 於經費許可情況下，就已超過使用年限的設備或故障/性能退化之設備，除了優先鎖定服務需求、追溯位階較高之影響性較大標準系統進行汰換精進，另配合政府五大產業優先汰換智機及綠能等相關設備，使能穩定維持系統的服務品質與準確性，以順行擴展全球國際實力等同、國際能力比對及國際相互認可，維繫國家民生福祉及產業之競爭力之政策使命。
- 展現國家度量衡標準實驗室之任務與功能，擔任區域計量組織委員會主席或執行委員，藉由參與或舉辦國際標準會議，構建維繫與國際標準相關機構間互動關係，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。

- 建立、維持國家最高量測標準及提供校正服務
 - 維護硬體環境設施與系統設備，減少系統故障率，並依 ISO/IEC 17025 標準規範持續以量測品保數據與管制圖查核管制量測系統，確保國家度量衡標準實驗室的服務品質。
 - 運用計量標準技術，著眼於智機產業待強化之力量、長度、壓力、振動領域，綠能產業必備之電量、流量、溫度領域，以及民生與公務執法依據來源之質量及微波等領域，進行計量標準技術之精進改良工作。本期程預定完成 18 套系統精進改良，並配合每年 29 套系統再評估，維持 15 個領域、117 套量測系統運作。
 - 提供與國際接軌之校正服務，傳遞標準至國內各實驗室及業界，作為研發、生產製造、認證、驗證等品質管理與活動之基準。
 - • 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣
 - 推廣傳播計量標準技術和資訊，舉辦計量標準研討會和發行專業期刊，配合產業、實驗室需求，進行智機及綠能等產業之技術說明會，散播前瞻、衍生性技術發展與應用趨勢最新訊息，協助培育國內計量人才。
 - 提供計量標準技術諮詢與服務。

(二)、工業計量技術發展分項

本分項將以智慧機械計量測技術自製深化、發展計量技術、促進機械產業升級、提高量測設備進口替代及提供工業計量標準，調和廠與廠間品質一致性為計畫目標與主軸，利用已建立之量測技術及合作管道，持續於第一線發掘、分析、篩選產業問題與需求，期能以結合國家計量標準、儀器開發及產業技術應用、新/擴建標準系統、研製標準件及滿足在線檢校需求，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術。

於精密製造技術中深具關鍵影響力之工具機產業，正面臨既有市場競爭者實力大增，而於中、高階產品強化技術附加價值上，則尚缺臨門一腳的技術支持，因此，對於精密製造及檢校技術需求益發殷切。而我國領先的半導體產業，為有效掌控成本與減少商貿受制於人的籌碼，亦著手朝向推動檢測設備國產化的方向努力，從而產生了對自製儀器設備檢校與驗證技術的需求。因此，在工業計量技術發展的規劃上，期許能以我國產業政策為依歸，促進量測技術自製深化、機械產業升級，提高量測設備進口替代。

本分項基於上述，將精密機械與半導體等臺灣優勢產業，列為優先投入技術發展的量測標準應用領域。

在精密機械產業，發展自動追蹤雷射測距技術、建置自動追蹤雷射測距儀校正系統與技術，提供智慧機器人/工具機檢測技術與航太產業加工製程檢測所需的精密量測技術，提高工具機、智慧機器人的穩定性及可靠度等，調和產線機台量測能力並確保數據正確性，提升製程參數優化與產程調配，達成產品高值化與智能化目標。提供國內產業界更省時便捷的追溯途徑，並提升量測準確度與補足量測技術的缺口。

於半導體產業，製程中薄膜厚度、密度、樣品元素組成、含量及分布等，是半導體製程良率及元件可靠度提升之關鍵，因此發展半導體高介電常數/金屬閘級薄膜材料低掠角 X 射線螢光光譜(Grazing incidence X-ray fluorescence, GIXRF)搭配低掠角 X 射線反射技術(Grazing incidence X-ray reflectivity, GIXRR)分析技術，進行單光源 GIXRR-GIXRF 分析技術建置，並設計 GIXRR-GIXRF 數據處理演算法，找到數據處理軟體的最佳化，進而建置可替換式雙光源 GIXRR-GIXRF 量測技術，解決半導體產業及半導體核心製程所需之次奈米薄膜厚度(0.8 nm ~ 2 nm)的精確量測。

半導體製程對於許多製程溶劑或氣體中的污染物非常敏感，即使是極微量的污染如氧氣、水氣、二氧化碳、微粒、過渡金屬或是重金屬等，若半導體元件的表面在製造過程時受到微量金屬污染會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，在要求較小線寬的同時，亦維持產品高良率的情況下，半導體製造商必需重視每道製程步驟中所使用試劑可能遭遇到之微量金屬污染物。須精確分析鍍膜製程使用之高純度濺鍍靶材的不純物濃度，及分析污染物種類，以解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。因此，發展高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術、靜態重力法配製技術、液態參考物質配製及濃度分析技術、塑膠基質中無機元素之同位素稀釋法、奈米金粒子驗證參考物質製備技術、電子級 H₂O₂ 試劑及電子級 H₂SO₄ 試劑中粒子成分分析技術等，可以精確分析鍍膜製程使用之高純度濺鍍靶材的不純物濃度，及分析污染物種類，以解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。

(三)、科學計量技術研究分項

本分項計畫於本期程將著力於前瞻計量技術之研發與產業應用，協助強化國家計量體系、提升 NML 國際地位，並支援我國產業發展所需量測或儀器相關技術，以提升技術

水準及產品價值。因此，於審視先進國家挹注計量技術研究之幅度與進展，以及考量將可期的有限資源予以較有效運用並兼顧國內產業發展後之未來計量技術需求，將聚焦於發展符合國際趨勢之計量標準追溯技術，與前瞻及高階計量儀器核心技術。包括，為因應國際度量衡大會重新定義 SI 單位之新趨勢：消除對人造標準物之依賴並追溯至基本物理常數(參考表 1-3)，從國際計量技術發展大國競技方興未艾且未達決勝點的時刻，除持續透過實質國際技術交流活動中來掌握重點國家研究進程資訊外，即時選擇我國現有技術與資源較適切入的領域著手投入研究，擬發展新的壓力量測技術與原級標準，以縮短未來 SI 追溯管道及追溯時程，並藉此提高國內量測科學與儀器技術水準；此外，更著眼於國內未來有機會降低受制於人的發展中產業，就其可能面臨之前瞻計量技術課題同步投入研究，首先為能滿足因應智慧機械於物聯網發展及後 4G 及 5G 通訊朝向更高速、高容量、高密度發展之產業計量需求趨勢，著手研發微共振腔穩頻及毫米波光纖通訊頻率源技術，支援我國通訊產業產品研發並協助產品品質提升，力求配合解決擴大 NML 產業效益時將會面臨之計量技術課題：

- 發展汞柱壓力法以外之絕對壓力實現方法，研發可利用量測氣體折射率與溫度量得絕對壓力之新型量測系統，同時透過量測高純度氬氣折射率量測波茲曼常數 k_B (溫標 Kelvin 重新定義之重要基本常數)。

由於真空度對於製程中原物料的物理性維持，良率及品質掌控程度都扮演關鍵角色，以顯示器、太陽能或半導體產業為例，真空度對於磊晶、參雜與鍍膜等製程之膜厚的電性、物理與化學等特性影響相當巨大，確實掌控真空度可降低製程中因不純物所產生之耗損，進而提升產品良率與品質；而真空均質乳化與冷凍真空乾燥等技術亦普遍用於提高藥物製劑的安定性，穩定藥物的有效成分，進而延長藥物的保存期限；再者，真空機械產業的持續發展，有助於真空設備的精度和穩定度的提升，而精良的真空設備(如用於淬火、硬焊、退火、回火等真空熱處理之真空爐)，則可確保機械工件的品質穩定性、提升工件壽命、提升機械性能與耐用性。

因此，從技術源頭而言，為確保與提升各產業在這方面的製程品質，必須定期對真空、壓力量測設備進行校正。目前我國真空、壓力最高標準(1 大氣壓以下絕對壓力標準)由汞柱壓力標準系統提供，本分項計畫將於本期配合創新研發產業政策重點規劃研發光干涉式絕對壓力量測技術，發展全新光學式氣體密度量測方法，

壓力可由氣體密度與溫度直接定出，不需仰賴汞之物質特性，將兼顧環保與技術提升之優點。未來除涵蓋舊汞柱系統之量測範圍，並可延伸至真空區段(≤ 1 Pa)，可協助產業確保真空設備的性能，為高科技產業產品研發及製程提供品質保證。

- 因應光纖通訊產業朝向高速與多通道發展之趨勢，提高光纖通訊通道之波長準確度並降低雜訊。
- 發展可提供毫米波源及光載射頻(RoF)多通道雷射頻率源所需之 5G 毫米波通訊先進技術。

基於資通訊產業在亞洲矽谷計畫中扮演著重要角色，本期程另一重點工作則是投入發展前瞻光通訊核心技術，包括：光梳第五代光纖載微波 (5G Radio over Fiber, 5G RoF)及高密度分波多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)光通訊用雷射源技術，及微共振腔穩頻多波長產生技術。透過以微共振腔穩頻產生之低雜訊多波長雷射源或光梳毫米波產生技術與光纖網路的連結，可用於 4G 或 5G 的高容量光纖載無線通訊上，除了可以解決隧道及都市死角傳輸問題提高網路覆蓋率外，所創新技術用於多重服務時可簡化電信設備並降低成本。此外，此技術並可提供做為 5G 行動通訊與分波多工(WDM)光通訊技術研究平台，在先進國家早已積極發展 5G 行動通訊技術的此刻，此工作極有機會促進國內在前瞻通訊系統建立起智慧財產權。

表 0-1-3、預定 2018 年開始實施的新 SI 定義

基本單位	目前 SI 定義	新 SI 參考物理常數
second (秒), s	$\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ 一秒等於銻 133 原子於基態之兩超精細能階間躍遷時所放出輻射之週期的 9,192,631,770 倍時間。	$\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ (未改變)
meter (米), m	c 光在真空中於 299,792,458 分之一秒時間內所行經的距離。	c (未改變)
kilogram (公斤), kg	$m(\text{K})$ 一公斤等於國際公認原器之質量。唯一由人工製品所定義的基本單位。	h Plank constant (普郎克常數)
ampere (安培), A	μ_0 一安培等於二條截面積為圓形無限長且極細之導線，相距一公尺平行放置於真空中，通以同值恒定電流時，使每公尺長之導線間產生千萬分之二牛頓作用力之電流。	e Elementary charge (基本電荷)
kelvin (克耳文), K	T_{TPW} 1 K 等於水在三相點熱力學溫度之 1/273.16	k Boltzmann constant (波茲曼常數)
mole (莫耳), mol	$M(^{12}\text{C})$ 一莫耳為物質系統中所含之基本顆粒數等於碳十二之質量為千分之十二公斤時所含圓子顆粒數之物質。	N_{A} Avogadro constant (亞佛加厥常數)
candela (燭光), cd	K_{cd} 一燭光等於頻率 540 太赫之光源發出之單色輻射，在一定方向每立徑之放射強度為 1/683 瓦特之發光強度。	K_{cd} (未改變)

(四)、法定計量技術發展分項

法定計量為政府公權力展現的工具之一，用以規範並保障人民在食、衣、住、行、健康、安全上的需求與權益，但同時又必須能兼顧國內外業者在經營事業上的可發展性。本分項於政府制訂規範的過程即扮演製訂技術提供者、引進者與設備研發者的角色(如圖 1-9)，藉由下述工作之展開，務使政府所制訂或修訂的規範具有實務上的可執行性與公正性，並確保一切計量器具均具有追溯性。

- 運用在計量技術與標準的研發能量，適時與主管機關共同檢討國內所需規範項目與內容，建構合乎國情之法定發展策略與運行架構。
- 參酌國際法定計量組織所建議之技術規範(OIML Recommendations)，在兼顧國際等同性與國內執行能量的要求下，修訂國內法定度量衡器技術規範，以保障全民利益並促進業界提升技術能力。
- 為確保交易、公務檢測、醫療衛生、環保、公共安全所用法定度量衡器的性能要求，對現有型式或新興度量衡器進行檢測技術研究，以供權責機關制定相關規範參考，並提供性能測試或其技術移轉之服務。

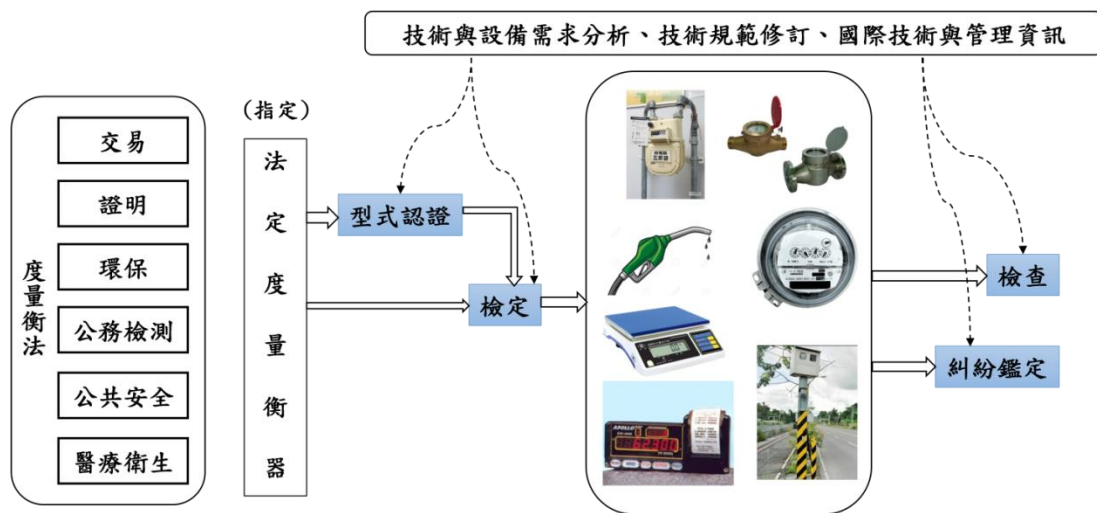


圖 0-1-9、NML 於我國度量衡器管理之角色

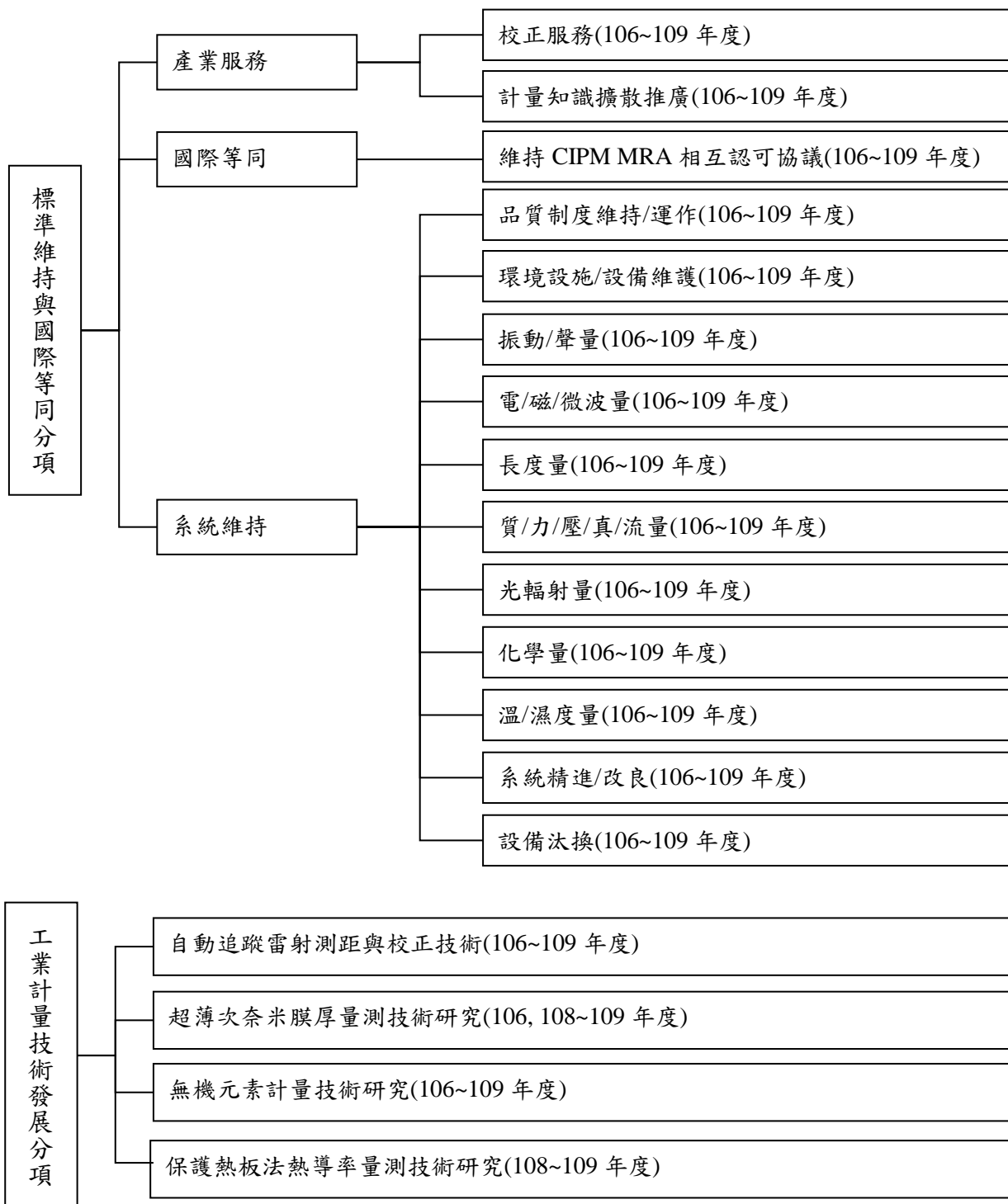
5. SI 新標準計量技術發展分項

配合科專計畫結餘款使用時限及 SI 新定義標準技術發展工作之急迫性，擬與德國聯邦物理研究院(PTB)簽訂 X 射線光電子頻譜(XPS)/X 射線螢光頻譜(XRF)技術授權，以建立發展新質量標準所需之矽晶球表層質量分析儀技術，並購置矽晶球表層質量分

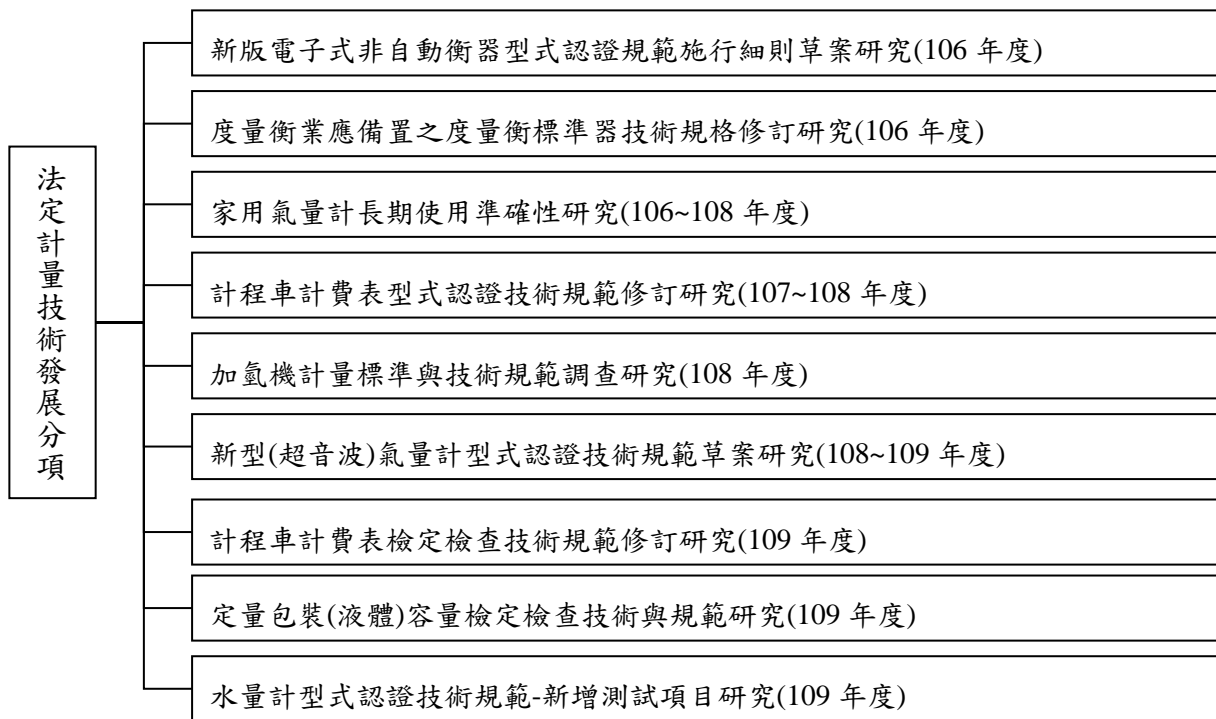
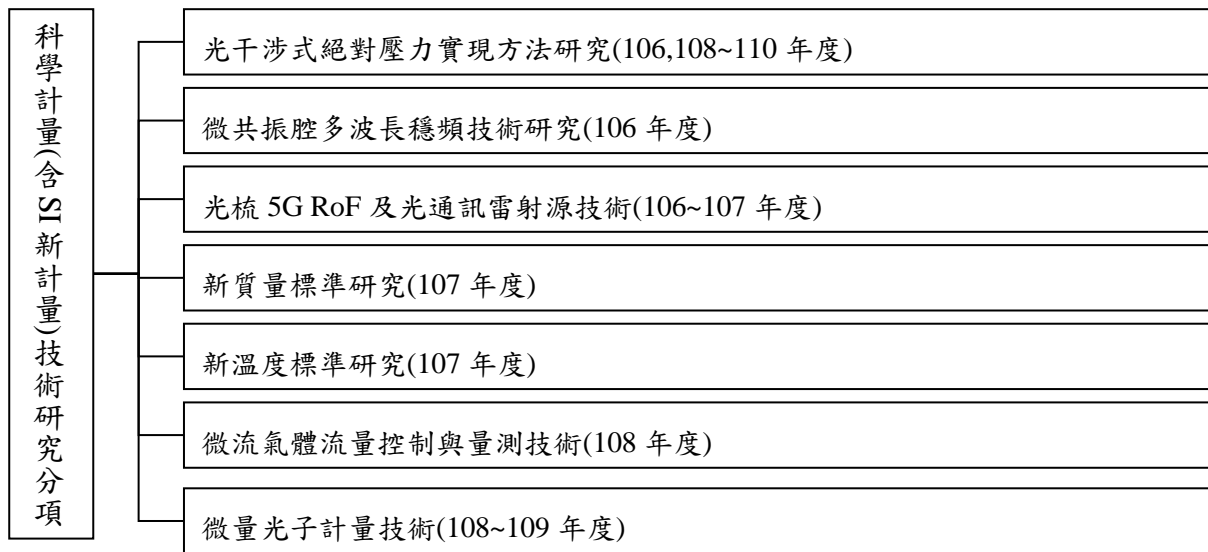
析儀相關硬體設備。另著手建立新溫度標準技術，購置實現 SI 新溫度標準之聲學氣體溫度計系統所需之氣體分析儀、溫度定點設備。

五、全程計畫架構

本計畫分為標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量(含 SI 新計量)技術研究及法定計量技術發展，共四個分項執行，全程計畫架構如下：



註：106 年「無機元素計量技術」計畫名稱 107 年度將改為「超微量金屬粒子分析暨標準技術」。



106 年度因 106 年 9 月方獲科專計畫結餘款 4000 萬，以獨立「SI 新標準計量技術發展分項」執行該分攤款工作內容，107 年則回歸於科學計量技術研究分項下執行 SI 新標準計量技術。

貳、106 年度計畫背景及研究內容

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

一、標準維持與國際等同分項

(一) 建立、維持國家最高量測標準及提供一級校正服務

- 執行校正工作，提供校正服務，傳遞標準至國內各實驗室及業界作為研發、生產製造、認證、驗證等品質管理與活動之基準。
- 維持 15 個領域量測系統正常運作，藉由實驗室品保制度運作，符合 ISO/IEC 17025 及 ISO Guide 34 之標準規範，系統查核管制以確保國家標準實驗室的服務品質。
- 進行質量及流量 2 項設備汰換作業、5 項精進改良及系統再評估，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。

(二) 建立、維持國家量測標準之國際等同

- 擔任亞太計量組織(APMP)執行委員會委員及聲量/超音波/振動領域技術委員會主席，並主導醫學計量焦點工作組。參與國際計量組織運作，構建與國際標準相關機構間互動關係，提升我國於國際之能見度及影響力。
- 參與國際比對活動，主動促成標準校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)之擴增與更新，持續合格登錄於國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)之關鍵比對資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
- 辦理 NML 30 週年慶祝活動及國際研討會，實質展現國內外計量技術應用模式與經驗，藉以強化與產業之連結。

(三) 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣

- 推廣傳播計量標準技術和資訊，辦理計量標準研討會、技術推廣說明會、發行專業期刊，協助製作數位學習課程及國家度量衡文物數位典藏計畫之執行，配合產學界實驗室需求培育國內計量人才。
- 提供計量標準技術服務，協助產業建立品管及量測技術能力。

二、工業計量技術發展分項

- (一)滿足我國智慧機械之計量需求，建立「自動追蹤雷射測距與校正技術」，提供智慧製造所需之計量標準與技術。
- (二)建立次奈米關鍵參數及膜厚度量測標準，以滿足半導體奈米製程線寬節點持續縮小，及 10 奈米以下邏輯元件與記憶體元件製程膜厚之量測需求。
- (三)建立「無機元素計量技術」，提供製造業污染物排放、生技產業等量測技術與其標準追溯。

三、科學計量技術研究分項

- (一)因應國際計量組織追溯基本物理常數以消除對人造標準物依賴，而重新定義 SI 單位之趨勢，發展新的壓力量測技術與原級標準，縮短 SI 追溯管道及追溯時程，並應用研發成果協助提高國內量測科學與儀器技術水準。
- (二)滿足後 4G 及 5G 通訊朝更高速、大容量、高密度發展之計量需求，研發微共振腔穩頻及毫米波光纖通訊頻率源技術，以支援我國通訊產業產品研發並協助產品品質提升。

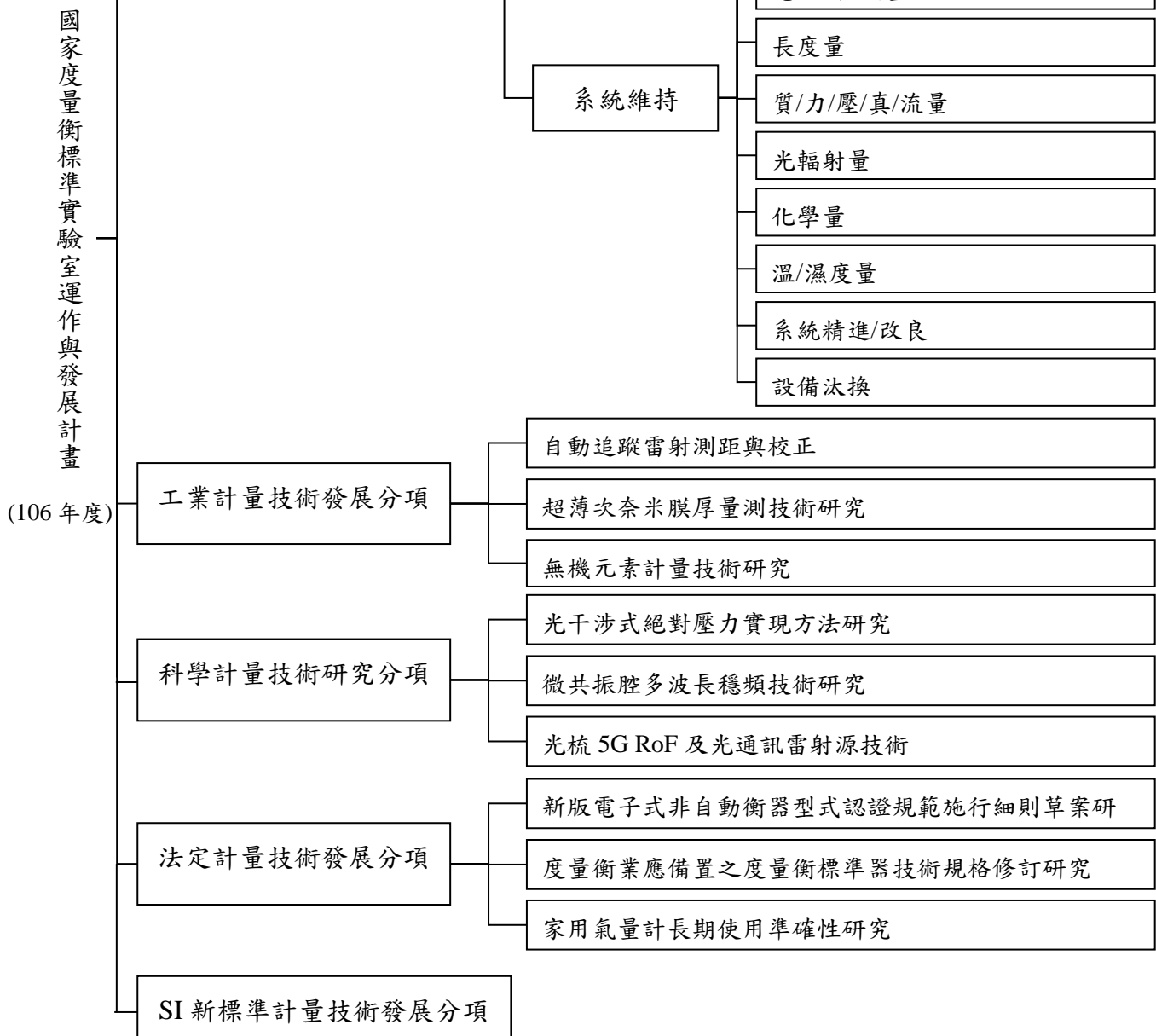
四、法定計量技術發展分項

- (一)建立法定所用計量儀表所需之技術標準，並參考國際間相關技術規範與管理制度，協助研擬國家法定計量器檢規規範草案，支援法定計量型式認證與檢定檢查工作，展現公信力。

五、SI 新標準計量技術發展分項

- (一)配合科專計畫分配款使用時限及 SI 新定義標準技術發展工作之急迫性，與德國聯邦物理研究院(PTB)簽訂 X 射線光電子頻譜(XPS)/X 射線螢光頻譜(XRF)技術授權，以建立發展新質量標準所需之矽晶球表層質量分析儀技術，並購置矽晶球表層質量分析儀相關硬體設備。另著手建立新溫度標準技術，購置實現 SI 新溫度標準之聲學氣體溫度計系統所需之氣體分析儀及溫度定點設備。

本年度計畫架構



參、執行績效檢討

一、資源運用情形

(一)、人力運用情形

1.人力配置

主持人	分項計畫 (名稱及主持人)	預計 人年	實際人年
計畫主持人： 林增耀 協同計畫主持人： 藍玉屏	(1)標準維持與國際等同分項 計畫主持人：藍玉屏	78.31	75.30
	(2)工業計量技術發展分項 計畫主持人：傅尉恩	9.00	9.49
	(3)科學計量技術研究分項 計畫主持人：許俊明	8.00	8.02
	(4)法定計量技術發展分項 計畫主持人：楊正財	3.89	3.62
	(5)SI 新標準計量技術發展分項 計畫主持人：傅尉恩	0.00	0.00
合 計		99.2	96.43

2.計畫人力

單位：人年

年度	分類 狀況	職稱					學歷					合計
		研究員級以上	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
106	預計	91.20	4.00	4.00	-	-	28.46	44.46	14.28	12.00	-	99.20
	實際	80.65	7.68	8.10		-	24.81	46.86	12.03	12.73	-	96.43

註：本表採用國科會職級計算。

(二)、經費運用情形

1.歲出預算執行情形

單位：元

會計科目	預算數		實際數	
	金額(B)	佔預算數總計 %(C=B/A)	金額(D)	佔實際數總計 %(E=D/A)
(一)經常支出				
1.直接費用				
(1) 直接薪資	126,202,000	39.90	126,202,000	40.04
(2) 管理費	30,288,000	9.58	30,250,619	9.6
(3) 其它直接費用	103,384,000	32.68	103,384,000	32.8
2.公費	1,514,000	0.48	1,514,000	0.48
經常支出小計	261,388,000	82.64	261,350,619	82.92
(二)資本支出				0
1.土地				0
2.房屋建築及設備				0
3.機械設備	54,320,000	17.17	53,377,579	16.94
4.交通運輸設備				0
5.資訊設備	290,000	0.09	338,743	0.11
6.雜項設備				0
7.其他權利	310,000	0.10	117,100	0.03
資本支出小計	54,920,000	17.36	53,833,422	17.08
合 計(A)	316,308,000	100	315,184,041	100

註：上表預算數為 106/9/13 日計畫變更後之預算。

2.歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目		本年度預算數	實際數	差異說明
財產收入				
不動產租金				
動產租金				
廢舊物資售價				
權 利 售 價	專利授權金 ^註		198,000	
	權利金			
	技術授權金 ^註		3,901,091	
	製程使用			
	其他－專戶利息收入	200,000	109,985	銀行利率低，因此達成率低。
罰金罰鍰收入				
罰金罰鍰			31,910	供應商逾期罰款
其他收入				
審查費(校正服務費)		41,090,000	46,232,040	
供應收入－ 資料書刊費		280,000	184,430	計量技術涉及領域、產業層面廣泛，但特定客戶群有限，以推廣計量觀念為主要目的，同步以網路之運用、推廣說明會、科普教育投入度量衡標準推廣。
服務收入－ 教育學術服務 技術服務		1,000,000	948,600	
業界合作廠商配合款				
收回以前年度歲出				
其他雜項				
合 計		42,570,000	51,606,056	

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

(三)、設備購置與利用情形

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

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

二、計畫達成情形

(一)目標達成情形

1.標準維持與國際等同分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 產業服務 •提供國內各界校正服務與線上技術諮詢。	•校正件之收發、審核處理及提供校正服務 4095 件次	•完成儀器校正服務及儀器功能測試及檢討，計校正服務 4801 件，收入 46,232,040 元繳庫。	•超出目標。
•舉辦研討會/在職訓練	•完成 10 場研討會	•辦理 13 場次研討會，共 177 廠家、307 人次參加，收入 948,600 元繳庫。研討會課程一覽表詳見附件八。	•超出目標。
•出版「量測資訊」	•完成 6 期量測資訊(雙月刊)出版	•完成 6 期量測資訊 (173 ~ 178 期) 出刊，主題分別為「THz 技術發展與產業應用」、「力學量測技術與產業應用」、「現代化航遙測感應器校正技術」、「智慧機械檢測技術與應用」、「次世代醫療器材的研發藍圖」及「戶外及道路新興照明計量技術－智慧、安全與節能之全面性發展」，訂戶 141 家，刊物及相關資料販售，累計收入 184,430 元繳庫。	•無。
•維護更新 NML 網站	•因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料	•國家度量衡標準實驗室(NML) 網頁不定期內容更新：中/英最新消息(「跨越時空的度量衡研討會」、「臺灣好棒 國際量測技術大競賽 我主辦低壓氣體流量關鍵比對」、「Training Course on Seismometer	•無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>Calibration at Low Frequency」等) 等)共 31 則、更新校正服務資訊公告 40 則、資訊更新(第三者證書更新、更新對外網站之訓練課程連結網址、度量衡~談古說今：(SI)的基本單位介紹-時間的單位：秒(s)、因應「度量衡規費收費標準」，進行校正能量與收費更新作業，5/2 規費正式公告、各國實驗室網址更新、更正體積單位換算表標示、更正國內度量衡相關機構標示、更新TAF證書等)10 則、回覆留言 183 則等。進站人次本年度計達 1,458,578 人次。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> •執行新聞、推廣業務 	<ul style="list-style-type: none"> •辦理國際計量日活動及計量知識擴散推廣相關活動共 6 場次，新聞供稿 4 則。 	<ul style="list-style-type: none"> •慶祝 NML 開放服務 30 週年，完成辦理 5/3 日「國際計量技術發展趨勢研討會」，計 81 廠家 204 人次參加。(520 世界計量日主題為「計量與運輸」，520 慶祝活動併入 5/3 日國際研討會) •辦理「國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會」、「2017 精密機械計量技術研討會」、「奈米粒徑與成份分析之量測標準與應用」等 5 場技術推廣說明會，計 138 廠家 224 人次參加。 •完成新聞供稿 5 則 →經濟部標準檢驗局新建立甲 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>醛氣體分析設備校正服務甲 醛超標，無所遁形</p> <p>→標準檢驗局舉辦 NML 30 週 年慶活動—「國際計量發展趨 勢研討會—計量與產業創新」</p> <p>→Measurement Standard for Calibration of Formaldehyde Measurement and Detection.</p> <p>→台灣好棒！國際量測技術大 競賽 我主辦低壓氣體流量關 鍵比對家</p> <p>→NML Pilots CIPM Low-pressure Gas Flow Key Comparison</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> •協助標準局辦理文物典藏相 關工作及度量衡單位推廣活 動 	<ul style="list-style-type: none"> •文物典藏依標準局 106 年度計 畫需求規範完成度量衡數位典 藏網資料擴充，包括立體度量 衡文物數位化典藏 20 件、平面 文物 1000 頁，口述歷史影像紀 錄短片 3 支，台南分局早期歷 史建築 3D 虛擬影像製作，及度 量檢定數位教材影片 50 分鐘， 並舉辦 3 場次度量衡科普教育 活動。 →呼應世界計量日主題，於國立 科學工藝博物館舉辦「520 世 界計量日度量衡科學知識推 廣活動」，以度量衡教學探索 箱體驗，搭配度量衡文物展 出。5/6 日、5/13 日、5/20 日、 5/27 日分上、下午場，共舉辦 8 個梯次、2375 人次報名參 	<ul style="list-style-type: none"> •無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>加。</p> <p>→9/26 日於高雄國立科學工藝博物館舉辦「度量衡偏鄉扎根活動」，邀請偏鄉學童參觀度量衡文物、體驗度量衡探索箱及度量衡趣味問答與桌遊活動，寓教於樂，總計 211 人參加。</p> <p>→11/21 日於高雄國立科學工藝博物館舉辦度量衡廣場暨科普咖啡站開幕活動，並辦理「跨越時空的度量衡研討會」，參加人數共計有 407 人。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> •執行公關業務 	<ul style="list-style-type: none"> •NML 訪客接待 12 批次，120 人次。 	<ul style="list-style-type: none"> •接待訪客：中國大陸中國科學院福建物質結構研究所、經濟部加工出口區管理處臺中分處率區內事業、日本大鐵鋼企業公司、新加坡南洋理工大學、加拿大國家實驗研究院、國際計量趨勢研討會」與會專家、台灣橡膠暨彈性體工業同業公會及泰國食品研究院(NFI)等 20 批共 281 人次。 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標。
<ul style="list-style-type: none"> •進行技術/專利運用推廣 	<ul style="list-style-type: none"> •技術/專利運用 6 件簽約 5,000 千元 	<ul style="list-style-type: none"> •完成與昭俐等廠商 20 案之專利與技術授權/權利金簽約，簽約金額 8,760,166 元。另 9 案為 104、105 年遞延。執行中共 29 案。 •本年度已開出發票計 6,931,817 元，完成漢翔等廠商 27 案之成果運用收款 6,831,817 元，依據合約 60%繳庫(即 4,099,091 元 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		繳庫)，細項資料請參見陸、研發成果運用情形。	
(二) 國際等同			
<ul style="list-style-type: none"> • 第三者認證監督評鑑 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成流量/力量/質量/壓力/真空/化學(含參考物質生產機構(RMP))/溫度/濕度 8 領域第三者認證監督評鑑工作。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成流量/力量/質量/壓力/真空/化學(含參考物質生產機構(RMP))/溫度/濕度 8 領域第三者認證監督評鑑工作。 →2/17 日完成化學領域實驗室認證與參考物質生產機構之監督評鑑(N2346 & R001)。 →配合亞太實驗室認證聯盟(APLAC)稽核全國認證基金會(TAF)如何辦理評鑑案。5/16 日由 TAF 稽核 NML, APLAC 從旁觀察, 完成第二次化學領域參考物質生產機構之監督評鑑(R001)。 →6/29 日完成溫濕領域監督評鑑(N0881)。 →7/19 日完成流量/力量/質量/壓力/真空領域監督評鑑(N0882)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 執行國際比對 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與 6 項國際比對, 確保國家標準與國際標準之等同性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成溫度 (-50 ~ 400) °C (APMP.T-S6)、油流量 (APMP.M.FF-K2.a)、風速 (CCM.FF-K3.2011)、氧氣 (APMP.QM-S2.2015)、直流電壓 (APMP.EM.BIPM-K11.3)、及加速規 (APMP.AUV.V-K2) 等 6 項登錄於 BIPM 網站。 • 完成分光穿透 (SIM.PR-K6)、水流量 (CCM.FF-K1-2015) 及線刻度 (APMP.L-K7) 等 3 項比對量 	<ul style="list-style-type: none"> • 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		測工作。 •完成標準白金電阻溫度計 (APMP.T-K9)國際比對第一次量測，於10月將比對件送至中國計量院(NIM)。	
•參與國際活動	•參加 CGPM、APMP 技術委員會會議等相關技術活動，建立國際關係。	•擔任 APMP 技術委員會委員/主席共 3 名，協助國際計量事務之推動。 →藍玉屏組長擔任 APMP 執行委員會(EC)委員。 →黃宇中室主任擔任聲量、超音波及振動領域之技術委員會 (TCAUV)主席。 →陳生瑞室主任擔任醫學計量工作組主席。 •以觀察員身分出席國際度量衡委員會(CIPM)諮詢委員會年度會議。 →藍玉屏組長出席長度諮詢委員會相互認可工作小組會議 (CCL WG-MRA)。 →黃宇中室主任以 TCAUV 主席及 NML 觀察員身分出席聲量、超音波、振動諮詢委員會工作小組會議 (CCAUV WG)。 →吳貴能資深研究員出席光度與光輻射諮詢委員會工作小組會議(CCPR WG)。 →陳生瑞博士受邀以觀察員身分，參加質量技術諮詢委員會 CCM 壓力真空工作組(WG	•無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>PV)會議。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 出席凡爾賽先進材料與標準計畫(VAMAS)第 42 屆指導委員會會議(42th Steering Committee Meeting) 與 技術 研 討 會 (Technical Workshop) • 參加 2017 APMP 年度大會(GA) 及出席 10 個領域技術委員會 (TC)會議，共 13 人次。 • 出席國際法定度量衡委員會 (CIML)第 52 屆年會及第 24 屆亞太法定計量論壇年會及工作小組相關會議(24th APLMF Forum and Working Group Meetings)，協助標準局參與國際活動。 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 擔任同儕評鑑評審員及 CMC 資料審查成員，協助國際等同業務之推動。 	<ul style="list-style-type: none"> • 擔任同儕評鑑技術評審員 →1/22 ~ 1/25 日黃宇中室主任至香港標準及校正實驗所 (SCL)進行振動聲學領域校正系統之國際同儕評鑑。 →7/24 ~ 7/26 日蔡淑妃資深研究員至泰國國家實驗室 (NIMT)進行溫度領域校正系統之國際同儕評鑑。 →10/17 ~ 10/21 日黃宇中室主任至韓國國家計量標準研究院(KRISS)進行振動領域校正系統之國際同儕評鑑。 →11/5 ~ 11/10 日何宜霖資深研究員至日本國家實驗室 (NMIJ)進行流量領域校正系 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>統之國際同儕評鑑。</p> <ul style="list-style-type: none"> •協助亞太計量組織(APMP)完成跨區域計量組織之校正與量測能力(CMC) 所提之項目審查，共 6 項： <ul style="list-style-type: none"> →COOMET.AUV.8.2017(歐 亞 國家計量組織聯盟) 提交聲學領域審查。 →COOMET.AUV.9.2017(歐 亞 國家計量組織聯盟) 提交聲學領域審查。 →AFRIMET.AUV.5.2017(非 洲 計量體系) 提交聲學振動領域審查。 →EURAMET.T.22.2017(歐洲計量組織聯盟) 提交 UME(土耳其)露點計 CMC 審查。 →COOMET.T.12(歐 亞 國 家 計量組織聯盟) 提交露點計以及露點濕度產生器 CMC 審查。 →EURAMET.AUV.17.2017(歐 洲 計量組織聯盟) 提交振動領域審查。 	
	<ul style="list-style-type: none"> •參與/主導國際計量技術合作 	<ul style="list-style-type: none"> •1/17 ~ 1/24 日隨同標準檢驗局參加「臺史備忘錄技術合作會議」，針對臺史品質基礎建設技術合作深入討論，並簽署臺史備忘錄。3/10 日及 3/22 日參加研商標準檢驗局與史瓦濟蘭技術合作 Roadmap 會議，NML 主要為項目 6 之「工業計量標 	<ul style="list-style-type: none"> •無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>準」，配合標準檢驗局負責精進史方度量衡服務能量及協助法定計量相關法規及技術建立。5/8 日於 NML 大流量實驗室辦理度量衡基礎原理及應用課程，參加人員包含史瓦濟蘭訪臺人員共 6 人及標準檢驗局人員 6 人。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 主導低壓氣體流量國際比對 (CCM.FF-K6.2017) 活動，為跨區域內圈比對，共有 10 個國家參與，包含義大利、法國、德國、捷克、瑞典、韓國、日本、澳洲、美國。我國因政治因素通常只能參加區域性(例如：APMP)的比對，此次能突破現狀參與內圈比對，更取得主辦地位，象徵 NML 的實力在國際上已深獲肯定。 • 10 月 31 日至 11 月 3 日於 NML 舉辦「地震儀低頻校正技術訓練課程」，此訓練課程係為德國聯邦物理技術研究院 (PTB) 推動亞洲地區計量發展專案 (Metrology Enabling Developing Economies in Asia, MEDEA) 計畫項目之一，並與 APMP 及亞太法定計量論壇 (Asia-Pacific Legal Metrology Forum, APLMF) 共同舉辦之課程，會中共有來自印尼、越南、泰國、馬來西亞及臺灣企業等 5 國 14 	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>位人員接受訓練，有助提升我國振動計量領域於東南亞國家之國際影響力。</p> <ul style="list-style-type: none"> •參與 APMP 麥克風低頻靈敏度技術委員會促進合作計畫(TCI projects)，進行麥克風低頻靈敏度(10 Hz ~ 25 kHz)與中國計量院雙邊比對先期研究工作。 	
(三) 系統維持			
<ul style="list-style-type: none"> •進行內部稽核與管理審查，維持品質運作審核業務 	<ul style="list-style-type: none"> •完成維持品質運作出具之 NML 校正報告審核業務累計 4095 件 	<ul style="list-style-type: none"> •配合廠商送校，累計完成維持品質運作之審核業務計 4801 件。 •完成審查與修訂 ICT、MSVP 等技術報告，計 82 份。 •6/13 ~ 6/14 日完成 106 年度 NML 內部稽核(包含校正、參考物質生產機構 RMP 及個資計畫)稽核結果計有 0 項不符合事項(NCR)，42 項建議事項，已完成改善。 •完成 NML 校正資訊管理系統(LIMS)國庫收據電子化功能模組新增及 LIMS 功能調整。 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標。
<ul style="list-style-type: none"> •進行實驗室環境與安全維護定期檢查/活動 	<ul style="list-style-type: none"> •實驗室環境與安全維護、定期檢查活動、不定期配合實驗室環境故障排除 	<ul style="list-style-type: none"> •維護國家度量衡標準實驗室硬體環境(水源、電力、電話、溫濕度空調、照明、消防系統等)品質，減少設施之故障率，以維持實驗室之正常運作，如發電機運轉每周定檢；實驗室電梯安全、空調冷卻水塔更新及除垢處理、冰水主機、火災監視器、海龍消防系統、空壓機 	<ul style="list-style-type: none"> •無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>等每月定檢；除濕機、接地電阻測試、高低壓電器設備等安全檢查每季定檢；電動吊車安全檢查每半年定檢。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 不定期配合實驗室環境故障排除及改善，如： <ul style="list-style-type: none"> → 配合台電公司輸配電系統由 11 kV 全面提升至 22 kV 政策，以量測中心自有資金採購大流量實驗室高壓系統，於 5 月完成更新。 → 以量測中心自有資金採購，6 月完成大流量 3 樓冰水機主機及 8 館氣體實驗室空調箱之更新。 → 4 月完成分光輻射通量標準校正系統暗室牆面重新粉刷，減少外部光對校正之影響。及 16 館各層走道油漆施作中、部份實驗室天花板更換。 → 6 月因梅雨季節暴雨，NML 建築物老舊，造成部分實驗室牆面滲水或淹水，10 月完成實驗室排水工程，降低系統儀器損傷之風險。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 維護電腦主機資訊系統與量測儀器 	<ul style="list-style-type: none"> • 實驗室儀器、設備之檢修 	<ul style="list-style-type: none"> • 支援實驗室設備零組件/夾治具之設計加工及設備故障/異常檢修等約計 105 件。 • 實驗室主機硬體與網路、作業系統(OS)與網站伺服器、資料庫系統、網頁程式弱點掃描及維持運轉，確保實驗室主機資訊 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> • 客戶滿意度調查 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成客戶滿意度調查 	<p>系統運作正常。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成顧客滿意度分析回收問卷共計 422 份，NML 整體滿意度為 9.6 分(滿分為 10 分)，維持與去年等同之高度滿意度表現。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 標準系統維持正常運作 	<ul style="list-style-type: none"> • 維持 15 個領域、118 套量測系統正常運作 • 完成 2 套系統查驗(扭矩及階規系統) 	<ul style="list-style-type: none"> • 運用管制圖及相關統計品保方法，進行 118 套系統管理與品質監控，以符合 ISO/IEC 17025 標準規範，確保系統正常與安全運作，提供準確的校正服務。 • 完成 2 套系統查驗 <ul style="list-style-type: none"> →2/9 日完成「階規校正系統(D30)」系統查驗會議辦理，4/26 日主管機關標準檢驗局(BSMI)復文同意新建「D30 階規校正系統」可對外提供服務。 →2/23 日完成「扭矩校正系統(N12)」系統查驗會議辦理，4/27 日 BSMI 復文同意新建「N12 扭矩校正系統」可對外提供服務 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 執行國內、外追溯 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成國內追溯 400 件、國外追溯 14 件。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成國內追溯 534 件。 • 完成交流電流量測系統(E11)熱效電流轉換器及交流電流分流器、掃描式電子顯微量測系統(D28)標準線距、電磁場強量測系統(U06)標準增益天線、對數/錐形天線、環狀天線及電磁場強度計、色度量測系統(O05)白板、線距校正系統(D19) 543 nm 	<ul style="list-style-type: none"> • 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		雷射波長、端點尺寸量測系統(D03)針規、分光輻射量測系統(O03)光偵測器、標準電感量測系統(E16)電感標準器、直流大電流量測系統(E10)直流電流分流器、動態膨脹法真空量測系統(L02)熱陰極離子式真空計力量比較校正系統(N03~05)力量傳感器、油壓量測系統(P03)活塞壓力計等 16 項共 27 件國外追溯工作。	
<ul style="list-style-type: none"> 系統改良/精進 5 項系統及設備汰換 2 套系統 	<ul style="list-style-type: none"> 約瑟夫森電壓量測系統(E01)改良 <ul style="list-style-type: none"> -電壓：110 V、220 V、480 V -電流：10 mA ~ 80 A -頻率：50 Hz、60 Hz -電壓分壓比率誤差不確定度：(0.1 ~ 5) $\mu\text{V/V}$ -電流分流相位偏移不確定度：(0.5 ~ 10) mdeg 交流電流量測系統(E11)改良 <ul style="list-style-type: none"> -量測範圍：(0.001 ~ 100) A -量測不確定度：(40 ~ 600) $\mu\text{A/A}$ 	<ul style="list-style-type: none"> 完成交流可編輯式約瑟夫森電壓標準(AC PJVS)雙電壓波形之差值取樣技術建立 完成系統改良與評估 <ul style="list-style-type: none"> -電壓：110 V、220 V、480 V -電流：10 mA ~ 80 A -頻率：50 Hz、60 Hz -電壓分壓比率誤差不確定度：1.4 $\mu\text{V/V}$ -電流分流相位偏移不確定度：0.80 mdeg 完成交流電流系統之量測方法設計、校正自動化程式撰寫及軟體驗證。 完成系統改良與評估 <ul style="list-style-type: none"> 量測範圍：(0.0001 ~ 100) A 不確定度：(70 ~ 170) $\mu\text{A/A}$ 	<ul style="list-style-type: none"> 無。 量測範圍優於目標。 不確定度在最大值優於目標。範圍於 0.001 A 時，因標準件須追溯至德國

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
			PTB，標準件傳遞之不確定度已達 68 $\mu\text{A}/\text{A}$ ，故最小不確定度略高於原目標。
	<ul style="list-style-type: none"> • 電磁場強度量測系統(U06)改良 - 頻率範圍：(4 ~ 8) GHz - 場強範圍：(1 ~ 200) V/m - 量測不確定度：1.1 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成電磁場強度量測系統架構設計、訊號擷取及校正人機介面之儀控程式撰寫與驗證。 • 完成系統改良與評估 - 頻率範圍：(0.5 ~ 4) GHz 場強範圍：(1 ~ 100) V/m 不確定度：1.0 dB - 頻率範圍：(4 ~ 8) GHz 場強範圍：(1 ~ 200) V/m 不確定度：0.7 dB 	• 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 低頻加速規校正系統(V04)改良 - 量測範圍：(0.1 ~ 20) Hz - 量測不確定度：1 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成雷射干涉儀正弦逼近法建立及自動化擷取電壓及干涉訊號程式撰寫。 • 完成系統改良與評估 量測範圍：(0.1 ~ 20) Hz 量測不確定度：(0.46 ~ 0.91) % 	• 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 奈米壓痕量測系統(N10)改良 - 量測範圍：(0.2 ~ 10) mN - 不確定度：2 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成力量校正技術建立，藉由校正試驗設計調整電壓轉換克重(mV/g)參數，降低系統力量量測範圍器差至 1.11 %。 • 完成系統改良與評估 量測範圍：(0.2 ~ 10) mN 不確定度：(0.01 ~ 2.04) % 	• 因天平傳遞之不確定度高於原先預估，故評估結果略高於原目標。
	• 設備汰換	• 完成「自動化管式校正器」、	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		「50 kg 質量量測系統」，2 項設備採購與驗收。	
	• 維持系統運轉，完成 29 套系統再評估	• 完成系統再評估 29 套系統。	• 無。
	• 校正服務規費報部	• 提報擬調價之 11 套系統 18 項規費資料，8/29 日完成發文報局作業，待財政部通過 107 年公告。	• 無。
• 其他	• 新 SI 定義及汰換之規劃與預算爭取	<ul style="list-style-type: none"> • 3/21 日林主任信函致李前世光部長表達 SI 新定義對台灣經貿可能影響暨因應建議，懇請安排親自面報。 • 3/27 日向李前部長報告之汰舊換新計畫及 SI 新標準研發計畫規劃，由量測中心先行對標準局長、副局長報告說明與討論。 • 4/7 日主管機關標準局及工研院段協理、量測中心林主任等一同對李前部長報告，李前部長表示支持。 • 4/19 日向王次長說明 4/7 日之汰舊換新計畫及 SI 新標準研發計畫規劃，獲次長表示支持。 • 5/19 日科技會報辦公室召開 NML 因應 SI 新定義之提案溝通會議。 • 6/14 日王次長召開「建置 SI 新定義計量標準及配合精進更新相關量測標準系統之經費需求」討論會議，邀集技術處、會計處、標準檢驗局、量測中心等進行討論。 	• 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<ul style="list-style-type: none"> • 後續在標準局的帶領下，積極配合局方指示，進行「SI 新定義計量標準」優先申請 106 年度跨部會署科發基金，及「精進更新量測標準系統計畫」申請 108 年新興重點政策計畫之相關作業。 • 8/9 日行政院科技會報辦公室召開跨部會署科發基金之國際基本單位 SI 新標準建置計畫檢視會議，建議經費申請上限為新台幣 8,000 萬元。SI 相關計畫申請情形，詳細請見 SI 分項執行內容。 • 技術處函文同意以 106 年分攤款 4,000 萬，協助增建符合新定義之 SI 標準系統一案，9 月 12 日依據標準局經標四字第 10640005680 號文，變更計畫新增 SI 新標準計量技術發展分項，先執行一部分設備購置工作。 	

2.工業計量技術發展分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一)自動追蹤雷射測距與校正技術			
<ul style="list-style-type: none"> • 角度感測型雙軸旋轉追蹤機構 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成角度感測型雙軸旋轉追蹤機構設計 <ul style="list-style-type: none"> - 可量測角度範圍，水平旋轉角$\pm 180^\circ$，俯仰旋轉角-10°到$+80^\circ$ - 旋轉型光柵柵距$20\ \mu\text{m}$，外徑大於$55\ \text{mm}$，內徑大於等於$25\ \text{mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成角度感測型雙軸旋轉追蹤機構設計與製作，實測雙軸可移動角度範圍，其結果如下：水平旋轉角達$\pm 180^\circ$，俯仰旋轉角-25°到$+88^\circ$，符合計畫目標。 • 完成旋轉型光柵性能測試結構件組裝，旋轉型光柵柵距實測結果為$20\ \mu\text{m}$，外徑實測結果為$57\ \text{mm}$，內徑實測結果為$26\ \text{mm}$，符合計畫目標。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成角度感測型雙軸旋轉追蹤機構組裝與調整 <ul style="list-style-type: none"> - 兩旋轉軸對心，徑向誤差小於$5\ \mu\text{m}$，軸向小於$2\ \mu\text{m}$ - 角度量測解析度小於$0.5''$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成角度感測型雙軸旋轉追蹤機構組裝，使用千分表確認可透過調心機構進行調心，並利用座標量測儀(CMM)確認軸向誤差 X 軸為$0.6\ \mu\text{m}$，Y 軸為$0.6\ \mu\text{m}$，小於$2\ \mu\text{m}$內。利用座標量測儀(CMM)量測徑向偏心率，平均結果 Z 軸為$(0.6 \pm 0.5)\ \mu\text{m}$，X 軸為$(0.7 \pm 0.5)\ \mu\text{m}$，符合徑向誤差$< 5\ \mu\text{m}$目標。 • 使用自動視準儀及多面鏡確認角度解析度為$0.036''$ (小於$0.5''$)符合計畫目標。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體撰寫與整合 <ul style="list-style-type: none"> - 量測距離在$2000\ \text{mm}$(含)以內，每公尺至少需取五點(固定間距) - 量測距離超過$2000\ \text{mm}$，至少每$250\ \text{mm}$取一點 	<ul style="list-style-type: none"> • 繪製 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體流程圖，包含測距模組連線、座標一致化、ISO 230-2/-6 量測路徑規劃與量測自動抓值，並完成 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體撰寫與整合，以 NML CMM 做為量測對象，X 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
	<ul style="list-style-type: none"> - 量測距離超過 4000 mm，可由製造廠/供應商以及使用者自行訂定 - 每一直線需重複量測 5 次(去回算一次) - 以 NML CMM 做為量測對象，單一目標點量測重複性在 $\pm 3 \mu\text{m}$ 內 • 完成 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體操作說明書 1 份及雙軸旋轉治具安裝與設計技術說明書 1 份 	<p>軸量測距離為 860.9 mm，符合量測距離在 2000 mm(含)以內，且在量測範圍內等間距取五個點作計算，每一直線重複量測 5 次(去回算一次)，最後得到定位重複性為 $0.66 \mu\text{m} \sim 1.1 \mu\text{m}$，小於目標值 $\pm 3 \mu\text{m}$，符合計畫目標。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成 ISO 230-2/-6 量測與評估軟體操作說明書 1 份及雙軸旋轉治具安裝與設計技術說明書 1 份。 	差異分析
(二) 超薄次奈米膜厚度量測技術研究			
<ul style="list-style-type: none"> • GIXRF 系統軟硬體與光路設計 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 GIXRF 軟/硬體規格制定與光路設計圖 - 量測樣品旋轉角度範圍 $0^\circ \sim 10^\circ$ - 量測能量範圍(0.5 ~ 20) keV 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成低略角 X 射線反射技術(GIXRF)軟/硬體規格制定與光路設計圖，量測樣品旋轉角度範圍為 $0^\circ \sim 10^\circ$，量測 X 光能量為(0.5 ~ 20) keV 以內。 • 實際進行 GIXRF 軟/硬體規格量測，其樣品旋轉角度範圍為 $-10^\circ \sim 180^\circ$，光源能量為 17.479 KeV (Mo-$\text{k}\alpha$)。 	•無。
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 GIXRF 系統控制軟體撰寫與整合報告一份； 完成可程式化 GIXRF 光譜量測軟體，功能需達成可重複量測至少 3 次； 完成數據軟體可輸出至少一種數據格式，為美國資訊交換標準代碼或類似格式 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 GIXRF 系統控制軟體撰寫與整合報告一份，其可程式化光譜量測軟體，可重複量測 3 次；其撰寫之軟體量測訊號可輸出 xnn 檔並輸入至擬合軟體進行分析，並完成擬合軟體輸出格式碼轉換手冊，符合計畫目標。 	•無。
<ul style="list-style-type: none"> • 薄膜樣品製作與定性分析技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 3 種半導體製程薄膜材料(Hf、Ta、Ti)樣品製作； 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 HfO_2、TaN、TiN 3 種半導體薄膜樣品之製作。 	•無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
	完成以 TEM 或橢圓偏光儀確認薄膜厚度小於 10 nm	<ul style="list-style-type: none"> 完成 TEM 膜厚度量測，HfO₂ 量測厚度為 2.96 nm、TaN 量測厚度為 3.67 nm 及 TiN 量測厚度為 2.91 nm，符合計畫目標。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 完成薄膜樣品定性分析技術 - Hf、Ta、Ti 單層薄膜樣品材料定性分析 元素峰值定位分析，重複量測峰值誤差 ≤ 10 % 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 HfO₂、TaN 及 TiN 薄膜螢光元素定性分析，HfO₂、TaN 使用之光源能量為 10 KeV，TiN 使用光源能量為 6 KeV。 其重複量測峰值誤差(變異係數)最大為 1.5 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(三) 無機元素計量技術研究			
<ul style="list-style-type: none"> 塊材及溶劑純度分析技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高純度溶劑中元素不純物濃度分析方法 定量酸溶液中各無機元素不純物之濃度，量測各元素之偵測極限 < 50 ng/kg 	<ul style="list-style-type: none"> 高純度硝酸中鉛元素不純物濃度分析系統架設及機台潔淨度評估，確認純水在添加濃度 0.1 % 硝酸(HNO₃)的微酸條件下，鈣元素偵測極限 1.3 ng/kg，其餘各元素之偵測極限(0.1 ~ 4.3) ng/kg，機台潔淨度測試正常。 完成 10 % 高純度硝酸中金屬不純物分析，鈣元素偵測極限 47.3 ng/kg，其餘各元素之偵測極限(0.04 ~ 5.7) ng/kg。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
	<ul style="list-style-type: none"> 完成高純度鉛金屬塊材純度分析方法 定量鉛塊材溶解液中各無機元素不純物之濃度，量測各元素之偵測極限 < 50 ng/kg 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高純度鉛金屬塊材切割技術方法探討。 完成高純度鉛金屬塊材表面氧化層清洗流程、乾燥方式與酸溶解方法探討。確認不同濃度鉛基質對訊號抑制的影響，鉛濃度高於 10 mg/kg 時開始會對其他金屬離子產生訊號抑制。 完成鉛金屬塊材金屬不純物分析，除鈦(Ti)偵測極限為 33.42 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		ng/kg、鈉(Na)偵測極限為 8.5 ng/kg,其餘 17 種元素偵測極限小於 5 ng/kg,計算之鉛金屬塊材純度為 99.9939 %。	
• 無機元素參考物質配製暨濃度驗證技術	<ul style="list-style-type: none"> • 完成液態鉛溶液靜態重力法配製程序技術報告 1 篇 • 完成液態鉛元素無機元素參考物質之滴定法濃度驗證程序,鉛元素參考物質濃度: 1000 mg/kg 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成液態鉛溶液靜態重力法配製濃度驗證程序設計。 • 完成液態鉛溶液靜態重力法配製程序方法確認及完成液態鉛溶液靜態重力法配製程序技術報告 1 篇。 • 液態鉛元素靜態重力法技術建立完成,鉛離子溶液配製濃度為 1000.0 mg/kg,量測不確定度為 0.4 mg/kg,涵蓋因子為 2.04。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。 • 無。

3.科學計量技術研究分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 光干涉式絕對壓力實現方法			
• 光學共振腔設計	• 完成低膨脹係數材料選用與光學共振腔腔體設計	• 完成低膨脹係數材料選用與光學共振腔腔體設計:訂定共振腔所需高反射鏡面規格、設計雙 Fabry-Perot Interferometer(雙法布利-培若干涉儀)腔體規格並繪圖委外加工、建構腔體與 o-ring(O形環)夾持固定裝置有限元素模型、分析腔體因受夾持力與壓力差所導致腔長變化。最終腔長設定為 15 cm,對應之自由頻譜範圍 (Free Spectrum Range) 為 999.3 MHz,腔內光點尺寸(半徑)介於 0.345 mm 至 0.38 mm	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>之間，材料為超低膨脹陶瓷玻璃 (ULE Glass)，干涉儀鏡面為平面鏡與凹面鏡(曲率半徑 1 m)之組合。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • 入射光源架設 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成入射光源光路設計與相關元件架設 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成入射光源光路設計與相關元件架設，鏡面接合採用氫氧化物觸媒鍵結 (hydroxide-catalysis bonding)，使用矽酸鈉溶液 (Sodium silicate solution, from Sigma-Aldrich product No 338443-1L)；ULE 玻璃零件委託美國 Glass Fab, Inc. 製作；設計與購置鈹鋼合金(Invar)雙法布利-培若干涉儀(DFPI)及包覆 DFPI 之紅銅真空恆溫腔體；設計並架設入射光源與相關元件，雷射入射功率為 1.2 W，經過光學阻隔器、相位調制器、二分波片、偏極分光鏡、法拉第旋轉鏡後，光功率為 0.7 W，大部分功率損耗來自雷射本身之橢圓線偏振；完成氬氣理論折射率文獻研讀，確定後續計算方向。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。
<ul style="list-style-type: none"> • 光學共振腔製作與安裝 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成光學共振腔製作與安裝，光穿透率 $\geq 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成光學共振腔製作與安裝：計算光源特性量測之模態匹配、設計頻率與相位調制參數、委外製作 ULE (Corning 7972 standard) 玻璃腔體；完成兩組 ULE 玻璃腔體送廠商後續研磨，再送儀科中心進行研磨拋光結果(平面度)量測與驗證。經研磨拋光光學共振腔體三處之平坦度量測，峰谷值略大於 $\lambda/10$ ($\lambda = 633 \text{ nm}$)，符合 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		鏡面接合需求。最終完成 ULE 玻璃光學共振腔與鏡面以矽酸鈉溶液接合，與入射光與干涉儀間之調光工作。光學共振腔入射光功率為 0.7 W，出射光功率為 0.083 W，光穿透率約為 11.85 %。	
• 光學共振腔細度量測	• 完成光學共振腔精細度量測，精細度 ≥ 500	• 完成 Fabry-Perot 干涉儀精細度量測：原規劃使用反射率較低之鏡面進行干涉儀組裝，以降低 ULE 玻璃腔體加工公差要求，提高干涉儀組裝成功率。在收到完成加工製作 ULE 玻璃後腔體後，計畫團隊決定先以規格較高之高反射鏡面進行測試，獲得了不錯之成果，測得之精細度為 24200 ± 240 ，精細度超出計畫預期目標。	• 超出目標。
(二) 微共振腔多波長穩頻技術			
• 微共振腔加工參數最佳化	• 完成高品質微共振腔製作，微共振腔品質因子(Q factor) $> 10^8$	• 完成高品質微共振腔製作：進行微共振腔之雷射加工參數最佳化研究，並以此最佳化參數製作得高品質微共振腔，以吸收光譜法量測共振腔，其品質因子可達 1.44×10^8 。	• 無。
• 多波長模態穩定化	• 完成多波長光梳鎖模，重複率線寬 < 200 kHz	• 完成多波長光梳鎖模：以錐形光纖將波長可調雷射耦合進微共振腔，多波長鎖模脈衝雷射最佳重複率可達 95 GHz，重複率線寬 ~ 15 kHz。	• 無。
(三) 光梳 5G RoF 及光通訊雷射源技術			
• 飛秒矽基底光纖雷射	• 完成雷射鎖模：重複率 1 GHz，功率大於 1 mW	• 完成鎖模光纖雷射製作：設計環	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
射製作		形共振腔鎖模雷射架構、鎖模器並完成委外製作，測試結果為鎖模產生重複率 1 GHz，功率 4 mW。	
• 光纖放大器製作	• 完成雷射功率放大： > 500 mW	• 完成雷射功率放大：架設雷射腔光路、鎖模，完成光纖雷射振盪器組裝及 4 級摻鉕光纖功率放大器製作，功率經放大可達 513 mW。	• 無。
• 脈衝壓縮	• 完成脈衝寬度 < 100 fs	• 完成脈衝寬度 < 100 fs：製作 4 級光纖功率放大器，完成超連續 (1130~2260) nm 產生，功率 > 400 mW，並將脈衝壓縮至 91 fs。	• 無。
• 光譜擴展	• 產生八度光頻寬光譜： (1100 ~ 2200) nm	• 產生八度光頻寬光譜：完成雷射底板溫控、封裝製作，產生八度光頻寬光譜含蓋 (1100~2200) nm，功率為 350 mW。	• 無。

4.法定計量技術發展分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 新版電子式非自動衡器型式認證作業要點草案研究			
• 非自動衡器納入模組及家族認證方案之相容性研究	• 完成國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相容性研究報告	• 訪談國內衡器主要製造商與參考 OIML R76、歐盟法定計量 WELMEC 衡器型式認證相關測試規範及美國型式認證程序 (National Type Evaluation Program, NTEP)，完成「國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相容性研究報告」。	• 無。
• 專家座談會辦理	• 完成專家座談會 2 場辦理	• 完成「電子式非自動衡器型式認證作業要點規範修訂」	• 超出目標。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>專家座談會 3 場次辦理。各場次會議重點摘要如下：</p> <p>→第 1 場次(7/31 日辦理)：邀請國內各衡器製造商進行三個議題討論：一、非自動衡器型式認證作業要點之家族型式認證導入；二、非自動衡器型式認證作業要點修訂測試項目討論；三、草案臨時動議(廠商提出各項議題討論)。本依會議討論建議事項，修改「電子式非自動衡器型式認證作業要點」，並列入下一次專家座談會中再進行確認。</p> <p>→第 2 場次(9/8 日辦理)：邀請國內度量衡公會理事長及各衡器製造商參與，進行非自動衡器型式認證作業要點家族型式認證導入及相關申請表格填寫討論。於座談會中度量衡公會理事長們表示表格的填寫對衡器商來說略有困難，因此座談會後修改表格內容及拜訪相關廠商再進行確認。</p> <p>→第 3 場次(11/29 日辦理)：邀請國內各衡器製造商，參與業者共 11 家，針對「非自動衡器型式認證作業要點修訂版」的草案內容及表格填寫進行討論。本次會議內容根據前二次座談會的決</p>	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
		<p>議作作業要點修訂版修訂後的說明，以案例介紹申請時應準備及填寫的相關資料，與會人士對草案最終版本及表格填寫方式皆無特殊意見。標準檢驗局表示，若國內各界衡器業者對非自動衡器型式認證納入家族認證之方案沒有進一步的意見回饋，則明年可望施行此方案。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • 電子式非自動衡器型式認證作業要點修正草案 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成「電子式非自動衡器型式認證作業要點」修正草案 	<ul style="list-style-type: none"> • 參考國際規範、依據廠商訪談與專家座談會決議，並與型式認證指定單位台灣電子檢驗中心(ETC)及主管機關標準局共同研討，確認非自動衡器型式認證作業要點改版方向為： <ul style="list-style-type: none"> → 衡器重要組件定為三部分：荷重元、電子指示器和連接組件。 → 測試申請明確分為：單機型式認證、家族型式認證、系列認證以及核准四種。 → 規劃現行系列認證與家族認證並行。 → 新增家族認證之測試相關技術條文及表單，並完成召開座談會與業界達成共識。 → 研究模組測試認證可行方案，提供標準局未來執行模組認證參考。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(二) 度量衡業應備置之度量衡標準器技術規格修訂研究			
<ul style="list-style-type: none"> 研商度量衡業應備置之度量衡標準器之新增與修訂項目 	<ul style="list-style-type: none"> 完成度量衡業應備置之度量衡標準器之新增與修訂項目建議草案 	<ul style="list-style-type: none"> 連結至「度量衡法施行細則」，完成度量衡標準器之新增與修訂項目，建議修定第3、5、7、11-13、22-23、27-28、30、31-34、37、39、40、41項，刪除第14項(國內無製造業與修理業)。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
<ul style="list-style-type: none"> 「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂建議 	<ul style="list-style-type: none"> 完成「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂建議 	<ul style="list-style-type: none"> 於2/21、7/4、7/10日至標準局報告「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂建議內容， 依據10/17日至標準局報告「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂內容建議，11/2日已依局方意見修改並回傳修訂版，11/28日赴標準局再次溝通後完成修訂建議定版。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。
(三) 家用氣量計長期使用準確性研究			
<ul style="list-style-type: none"> 研究使用之標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成研究使用之標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成標準局七組、台中、台南及基隆分局實驗室檢定檢查設備性能測試評估，比對件選用市購4 m³/h膜式氣量計。 評估結果量測結果指標 En 都小於0.8，驗證標準局內檢定設備量測結果與參考值一致。 	<ul style="list-style-type: none"> 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
• 使用中(5 年以上至 10 年以內)氣量計器差特性測試	• 完成使用中(5 年以上至 10 年以內)氣量計器差特性測試	• 完成使用中氣量計器差特性測試。 →抽檢市面上使用 3、5、7 及 9 年的氣量計進行測試。 →檢查數量共計 1900 顆，不合格數量共計 43 顆，合格率为 97.7 %。共計有 5 顆氣量計為啞巴表(氣體通過不運轉的表)。	• 無。
• 重新檢定合格之氣量計耐久性模擬測試研究	• 完成重新檢定合格之氣量計進行耐久性模擬測試研究	• 完成重新檢定合格之氣量計 6 m ³ /h 及 2.5 m ³ /h 表各 5 具耐久性模擬測試研究，共計進行 2011 小時，2.5 m ³ /h 表累積通過氣量超過 5000 m ³ ，6 m ³ /h 表型累積通過氣量超過 12000 m ³ 。 • 耐久測試前後器差變化量最大 1.33 %，所有表在耐久測試後都能符合檢查合格規範 3 %。所有表在耐久測試後，其器差均比耐久測試前小，換句話說，耐久後表的特性是器差偏小，計量低估。	• 無。

5. SI 新標準計量技術發展分項

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
(一) 矽晶球表層質量分析儀			
• 矽晶球表層質量 XPS/XRF 量測技術移轉	• 完成自德國 PTB 技術移轉矽晶球表層質量 XRF XPS 量測技術，德國 PTB 提供 XRF XPS 矽晶球表層質量量測系統所有相關文件，包含零件清單、系統設計圖、電	• 進行雙方合作內容協商與訂定並經相關法務部門檢視等，11/1 日完成我 NML 與德國 PTB 雙方合作協議書簽署，協議自 2017/10/01 生	• 無。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異分析
	路圖、元件架設示意圖與電路板配置圖等文件。	效，效期五年（未來可展延）。 • 12/5 依約取得德國 PTB 提供之 XRF XPS 矽晶球表層質量測系統之零件表與 3D CAD 圖檔等所有相關設計文件。	
• 矽晶球表層質量分析儀系統主設備採購及驗收	• 完成矽晶球表層質量分析儀系統主設備採購及驗收，包括 XFlash 矽漂移偵測器，主要規格為能量解析度 $\leq 123 \text{ eV @ Mn K}\alpha$ 在 50 kcps 脈衝計數率以及小於等於 50 % dead time。	• 完成 XFlash 矽漂移偵測器採購申請，10/31 日完成議價，12/22 到貨，符合原訂規格，於 12/26 日完成驗收。	• 無。
	• 完成矽晶球表面光電子頻譜分析儀，主要規格為 X 射線光源 能量 1486.6 eV、光點大小 1 mm、線寬 250 meV、光功率 600 W。	• 完成矽晶球表面光電子頻譜分析儀採購申請，10/19 日完成議價，12/18 到貨，符合原訂規格，12/21 日完成驗收。	• 無。
(二) 聲學氣體溫度計			
• 氣體分析儀及溫度定點採購與驗收	• 完成氣體分析儀及溫度定點採購，主要規格分別為偵測氫氣中的水氣濃度範圍至少涵蓋 (0-9) ppm、金屬純度至少達 99.9999 %。	• 完成氣體分析儀採購申請、公開招標程序，10/28 日完成訂購，12/15 日到貨，符合原訂規格，12/22 日完成驗收。 • 完成溫度定點採購申請，10/6 日完成議價訂購，12/20 日到貨，符合原訂規格，12/26 日完成驗收。	• 無。

5. 量化成果彙總 (計畫五個分項總計)

	產出項目	106年 目標數	106年 達成數	說明	105年 成果	104年 成果
技術研發	標準系統建立(項)	1	1	新建1套C13。	2	4
	標準系統改良/再評估(項)	29	29		40	43
	論文發表(篇)	國內 49 國外 27	國內 46 國外 40	SCI 11 篇。	國內 60 國外 47	國內 51 國外 42
	專利申請(件)	0	1	詳如附件四。	4	3
	專利獲證(件)	1	2	詳如附件四。	4	3
	技術報告(含 ICT/MSVP 撰寫修訂)	100	110	詳如附件七。	142	173
	系統運轉維持(套)	118	118		117	118
	國際合作	0	0		1	0
系統維持	國內追溯(件)	400	534		589	627
	國外追溯(件)	14	27		21	21
	國際比對(項)	6	9		8	9
	新聞發布供稿(則)	4	5		4	7
技術擴散	訪客接待(人次)	120	281		233	324
	計量知識擴散推廣 (說明會/座談會、文物典藏等)	6	7		7	8
	校正服務(件次)	4095	4801	詳如附件十。	4825	4763
	研討會(場)	10	13	詳如附件八。	12	12
	量測資訊(期)	6	6		6	6
	技術/專利應用(件)	6	29	詳如附件五。	23	25
	技術/專利運用簽約數(仟元)	5,000	6,831	詳如附件五。	5,916	6,276
歲入收入 (千元)	校正服務	41,090	46,232		43,640	43,720
	技術/專利運用推廣 ^{註1}	--	4,099		3,903	4,014
	書刊供應(量測資訊、技術資料)	280	184		213	169
	研討會、在職訓練	1,000	949		982	647
	專戶利息收入	200	110		121	161
	罰金罰款收入	--	32		117	177
	廢舊物資售價、收回以前年度歲出	--	0		16	--
	歲入合計	42,570	51,606	歲入採百位數四捨五入進位千位數	48,992	48,888

註1：技術/專利應用推廣歲入繳庫金額，為106年度已收之技術/專利授權金額其60%繳庫。

(二)技術交流與合作

1. 國際技術交流活動

(1) 支援臺史經濟合作會議，強化史國品質基礎建設能力

依據史瓦濟蘭提交臺史雙方技術合作藍圖，標準局召集相關單位進行多次研商，並與史方透過電子郵件協調確認，在 4 個主要合作議題：1).認證人員能力與資源之發展與建置、2).協助史方建置電腦化 ISO 管理系統及建立驗證機構、3).精進度量衡服務能量、4).制訂標準的評估準則及相關標準委員會之組成，發展出 12 個主要技術合作事項，並衍生出各工作細項。另外，也規劃每年我方與史方各互訪 2 次，提升技術交流及訓練效率。同時為利雙方執行，計畫採滾動式檢討，以保留彈性空間，發揮合作較佳效益。

NML 主要是與標準局第四組及第七組配合，負責精進史方度量衡服務能量及協助法定計量相關法規及技術建立。主要工作包含有 1).以史方現有建立的質量、長度及容積標準基礎為主，提供必要訓練與諮詢，協助史方加強人員的專業技術能力，並精進現有度量衡基礎。2).於水量計法定計量專業，提供相關必要的協助與諮詢，及必要的人員訓練。3).提供相關油量計檢測與校正訓練，並依據 ISO 17025 測試實驗室建立要求，提供必要的技術人員訓練與諮詢。基於上述原則，規劃於 2017 年展開的工作細項包含有 1).計量人員基礎原理及應用課程、2).各量別計量人員進階應用課程、3).作業流程及系統評估實作及驗證。並協助史方分析及評估其工業及法定度量衡的迫切需求，並作為後續合作規劃之依據。

於 5/8 日在 NML 大流量實驗室開設 6 小時之計量人員基礎原理及應用課程。史方由商工貿易部法規暨品質基礎建設研發處(RQID)處長 Phindile Priscilla Dlamini 女士，率 5 名相關技術官員來台參與。本基礎課程包含 3 個部分，分別為 1).計量標準發展趨勢、2).計量相關名詞與觀念解析、3).量測不確定度計算基礎課程。課程主要目標是使史國人員了解計量標準的演進、計量組織的運作模式及建立國家度量衡標準實驗室應有的規劃流程及準備；並建立史國人員基本的專業素養，如計量專業用語的了解、建立追溯鏈不可間斷的概念及各級標準間的傳遞及相關性、認證組織與國家標準實驗室及各國國家標準實驗室之間的關聯性；及協助史國人員了解量測不確定度的評估及計算方法，建立量測不確定度評估的基礎概念。史方人員可以初步建立對於計量標準及計量相關要求的了解，有助於史方未來進一步發展其各領域標準的規劃及執行。

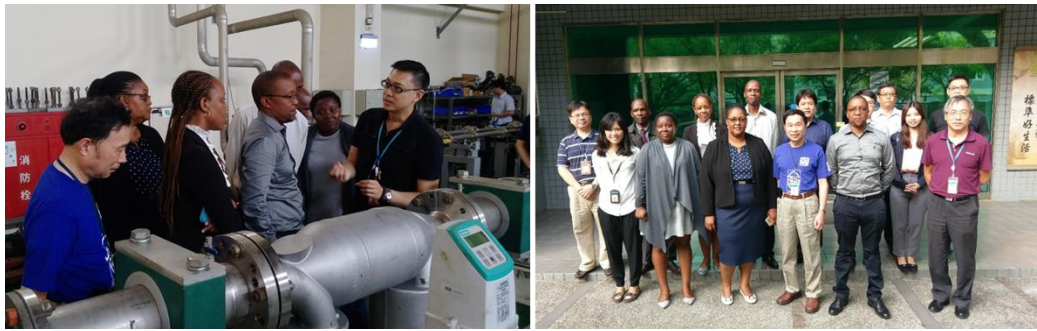


圖0-3-1、史國計量人員基礎原理及應用課程實驗室參觀與合影

(2) 辦理「地震儀低頻校正技術訓練課程」，訓練亞太地區開發中國家之實驗室

10月31日至11月3日於NML舉辦「地震儀低頻校正技術訓練課程」(Training Course on Seismometer Calibration at Low Frequency)，此訓練課程係為德國聯邦物理技術研究院(PTB)推動亞洲地區計量發展專案(Metrology Enabling Developing Economies in Asia, MEDEA)計畫項目之一，並與 APMP 及亞太法定計量論壇(Asia-Pacific Legal Metrology Forum, APLMF)共同舉辦之課程，會中邀請來自日本國家計量研究院(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)、韓國國家標準與科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)、日本昌橋護謨工業株式會社、三聯科技股份有限公司之地震儀低頻振動專家與 NML 國家振動實驗室共同指導及訓練亞太地區開發中國家之實驗室，以利建置低頻振動校正系統，會中共有來自印尼、越南、泰國、馬來西亞及臺灣企業等 5 國 14 位人員接受訓練，對提升我國振動計量領域於東南亞國家的國際影響力極有助益。



圖0-3-2、地震儀低頻校正技術訓練課程學員合影

(3) 越南國家計量院流量人員訓練

越南國家計量院(VMI)人員一行六人，於11月15日至11月23日於NML流量室進行為期七天的訓練，課程包含流量基礎、氣體與液體流量校正設備、量測不確定度、流量量測系統設計等。透過此次訓練，VMI人員確實了解國家度量衡標準實驗室在流量校正系統建置及相關校正實務的經驗與能量，未來擬加強與國家實驗室建立的緊密合作關係。



圖0-3-3、越南國家計量院流量人員來台訓練合影

2. 與先進國家實驗室合作研究

(1) 與德國PTB進行「原級流量標準系統技術」交流研究

郭景宜博士赴德國PTB進行「原級流量標準系統技術」合作研究，以雙方的原級流量標準系統校正音速噴嘴，並透過不同氣體來研究邊界層效應、分子間作用力、噴嘴尺寸與製程精度對音速噴嘴計量特性影響等。藉由研究成果後續擬建立ISO 9300於低雷諾數之資料庫與理論模式、發展音速噴嘴質量流率之經驗公式(包含邊界層與氣體分子間作用力的影響)、取得我國NML系統與德國PTB氣體流量標準系統間的調和性(harmonization)並降低系統校正與量測能力的不確定度(CMC uncertainty)。透過此次合作研究亦了解音速噴嘴用於計量時須注意量測特性，當其量測不確定度要宣稱在0.2%以內時，須完成掌握其量測特性(包括良好的線性度、再現性及長期穩定性等)，音速噴嘴的製作良率亦相當重要。另外，音速噴嘴的量程可透過擴張段的角度與長度來改善，使用空氣以外氣體時其流出係數僅使用現行的邊界層理論來預測是不夠的，這些課題的研究未來仍將持續與PTB共同合作研究。

拜訪期間與德國PTB液體系統研究員Daniel Schumann一同參加由荷蘭國家計量院(VSL)與美國科羅拉多工程實驗室(CEESI)聯合辦理之歐洲流量量測研討會(EFMWS

2017)，會議中各國針對天然氣、液化天然氣(LNG)與石化燃料等流體計量的流量計其技術發展、使用經驗、量測精確度提升及相關法規等做個報告。研討會的報告內容比較偏向產品實際應用的狀況或產品能力的驗證，讓與會者能更清楚歐洲在計量領域發展的方向。綜合來看，於LNG計量上一致認為使用現行體積桶計量(tank gaging)其量測準確度是不夠的，應傾向採用靜態秤重與動態秤重並存方式執行，而流量計的選用目前均以科氏力式流量計為主流。由於成分分析所需的GC價格昂貴且取樣時間較長，因此有數家廠商正著手開發替代的儀器。LNG計量技術的發展與演進會影響臺灣未來對LNG接收站採用的交易計量方法，此行獲取的資訊將作為國內針對LNG計量技術的參考。

(2) 與日本NMIJ進行「座標量測儀量測技術」合作研究

座標計量(coordinate metrology)乃指於空間中量測待測物上的各個座標點，配合擬合演算法以獲得待測物之幾何特徵，包含尺度、表面粗糙度等，座標量測儀(coordinate measuring machine, CMM)之軟、硬體即為此範疇內具代表性的量測系統。NML於104年引進Leitz公司的「座標量測儀」作為長度領域追溯的系統，並建立「座標量測儀校正系統」及「階規校正系統」，以協助政府發展「智慧機械」產業。日本國家計量研究院(NMIJ)於座標計量技術的發展相當完整，1999年至2001年間與德國物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)共同發展及測試VCMM(Virtual Coordinate Measuring Machine, VCMM)，同時也自行開發過自動追蹤雷射干涉儀，因此對於幾何誤差分析方法、自由曲面校正等相關技術擁有深厚能量。

許博爾博士赴日本NMIJ進行「座標量測儀(Coordinate Measuring Machine, CMM)量測技術」合作研究，合作主題為「二維標準件校正方法」及「CMM幾何誤差模型」建立，所建立之座標量測儀技術基礎，有助於NML參與未來二維標準件國際比對，及確保我國校正CMM標準件(CMM artefacts)的能力與國際等同，並利用長度資訊建立CMM幾何誤差，以建構三維尺寸的相關校正及產業應用技術，如自由曲面校正技術、非接觸式三維尺寸量測標準、工具機線上量測/補償功能及標準件提供等。後續將持續精進相關技術，包含發展即時式幾何誤差模型、大量三維空間點處理(point cloud processing)等，以應用於光學式空間座標量測(optical coordinate measuring machine)系統及X-ray電腦斷層掃描儀(X-ray and computed tomography, XCT)等領域，對於日後線上量測及積層製造(additive manufacturing, AM)等產業應用將有顯著幫助。NMIJ另安排拜訪其國內廠商、研究單位及展覽，廠商包括日本三豐(Mitutoyo)及黑崎播磨兩大量測設備廠商，以瞭解日本國內技術發展的情況及產業運用趨勢，也針對後續可能採用的元件、製品等進行資訊蒐集，作為後續技術建立發展之參考。

(3) 與日本NMIJ進行「單一粒子感應耦合電漿質譜」合作研究

NML於104年開始進行無機實驗室之建立，陸續完成超微量金屬分析、氨水基質下超微量金屬分析及砷、汞物種分析等技術，106~109年度規劃建置高純度金屬塊材及溶劑純度分析技術、靜態重力法配製技術、溶液濃度滴定量測技術、奈米粒子標準品配製與成分量測技術及電子級H₂O₂或H₂SO₄試劑中粒子成分分析等技術，為了進一步拓展無機分析能量與協助半導體及食品相關產業，故林芳新博士赴日本NMIJ進行「單一粒子感應耦合電漿質譜」合作研究。

以探討不同ICP-MS進樣系統對於奈米粒子量測之影響為主軸，展開一系列之相關研究，包含：ICP-MS儀器性能評估、奈米粒子特性鑑定及進樣系統性效能評估。利用NMIJ自行研發之高效能霧化器並搭配不同霧化室進行奈米粒子量測，由實驗結果可知，自製霧化器所產生的氣膠平均粒徑較商用霧化器小，平均氣膠粒徑小有助於提高整體進樣量，增加傳輸效率。將其應用於奈米粒子量測方面，自製霧化器搭配APEX，可提高進樣流速至100 μL/min並維持高傳輸效率(70%)，比傳統霧化器(廠牌為MicroMist)搭配旋風室霧化室(流速為100 μL/min)傳輸效率(7%)高10倍，且粒徑與顆粒濃度偵測極限也比傳統進樣系統低2倍及5倍，顯示其自製霧化器搭配APEX為高效能之進樣系統。在環境食品標準品製備/定量方面，亦了解NMIJ驗證參考物質的製備驗證流程其及重要性。由於臺灣近年來也頻繁出現環境污染及食安風暴等事件，若未來能提供相關原級標準作為化學計量追溯來源，將能為國內環境及食品安全進行把關。

3. 受邀擔任其它 NMI 之評審員

NML所孕育之計量專家亦受到國際肯定。本年度3位4人次同仁受邀擔任其它NMI之評審員，評鑑之實驗室及領域別如下表所示：

表 0-3-1、受邀擔任其它 NMI 之評審員

評鑑國家/實驗室	領域	NML受邀專家
日本NMIJ/液體流量實驗室	流量	何宜霖
泰國國家實驗室(NIMT)溫度實驗室	溫度	蔡淑妃
韓國標準與科學研究院(KRISS)	聲學/超音波/振動	黃宇中
香港標準及校正實驗所(SCL)	聲學/超音波/振動	黃宇中

4. 受邀演講

- (1) 黃宇中室主任受邀至台北科技大學之振動噪音產學技術聯盟演講，介紹NML振動計量技術應用於軌道產業，主要內容為振動量測技術應用於軌道車輛，如台灣高鐵、台北捷運及桃園捷運，透過計量標準以確保軌道結構安全、監測數據正確與乘車舒適。
- (2) 楊正財博士於106.10.13受台電核能發展處邀請於核能一廠氣象儀器品保技術研會演講_國家度量衡標準業務介紹與氣象參數品保。
- (3) 郭景宜博士106.10.31受邀擔任「虎門科技2017 CAE 應用年會」講師，專題演講題目為「血液幫浦流場分析與性能改善」，分享電腦輔助工程在管道內流場量測與分析之應用。
- (4) 徐繹翔博士於106.11.11-11.18受邀第七屆亞太電漿光譜化學冬季會議進行NML研究活動演講，報告題目為”spICP-MS併用氣體交換技術分析特殊氣體中的微量元素不純物(Analysis of trace element impurity in special gases by spICP-MS coupled with gas exchange technique)”，其主要內容為介紹特殊氣體中的微量金屬粒子的分析方法開發。此技術可應用於特殊氣體中微量金屬純度分析，同時針對顆粒種類與數量進行統計，可應用於半導體產業與氣體供應商進行線上分析使用。

5. 與學界進行學術合作

(1) 工具機空間幾何誤差量測之顫振預測軟體開發

在工具機空間幾何誤差量測，倘若顫振發生，將會造成機台主體或主軸永久形變，加工上應儘可能避免，本年度委託逢甲大學精密系統設計系蔡鈺鼎老師開發顫振預測軟體。由於顫振發生的頻率會因為不同的切削深度、進給率、主軸轉速以及材料特性等而發生變化，因此難以透過建立單一模型或是頻譜比對的方式，於線上即時判斷是否發生顫振等問題。對此，逢甲團隊提出將所量測之距離變化轉換建立多重頻率樣本值之建議，透過數值控制(Numerical Control, NC)程式所決定的觸發時間與各頻率行為結合成一多變量問題，以機械學習法(決策演算法Gradient Boosting)進行估測及分析量測變量的行為，藉此找出頻率響應與顫振之間的相干性，最後將機械學習演算過程以模組化方式提供一套可電腦執行的軟體。此軟體開發，結合自動追蹤雷射測距技術，將有助於在工具機產業之應用推廣，提升加工效率，也能延長機台使用壽命。

(2) 微共振腔多波長雷射之數位通訊研究

與交通大學光電所鄒志偉教授合作，進行微共振腔雷射優化並應用於長程數位光通訊。將約 98 GHz之微共振腔多波長光纖雷射封裝後攜至交大測試，只要功率 > -14 dBm，經傳輸20 km光纖後，其誤碼率(BER)仍可 < 10^{-5} 以下，符合通訊品質要求。

(3) 精準量測氦4雙光子能階躍遷 $2^1S_0-3^1D_2$ 的頻率

與清大物理系施宙聰教授合作，以國家度量衡標準實驗室所研發之飛秒光纖雷射光梳，量測氦4雙光子能階躍遷 $2^1S_0-3^1D_2$ 的頻率，量測到的數值是594 414 291 803(13) kHz，比前人的量測結果好了25倍，氦是最簡單的多電子原子，能夠用多體量子電動力學計算其能階，本研究可以檢驗量子電動力學的計算，實驗結果顯示相符合。

6. 博碩士生培訓

- (1) 交通大學機械工程研究所研究生盧昕逸，參與NML流量標準系統電腦監控設備更新之研究，協助完成水量計校正程式撰寫，可以自動執行不同流率調節並得以連續進行校正；以及低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)壓力數據篩選程式撰寫，可以將校正過程無需進行分析的大量壓力量測數據進行篩選和排除，並得以減輕後續程式的執行負擔。
- (2) 交通大學電控工程所研究生楊人灃，參與NML光源閃爍量測技術開發，進行光源閃爍量測技術的量測與驗證。
- (3) 馬來西亞拉曼大學機械系學生林均穎於10月2日至明年(107年)1月12日至NML流量室進行短期學習，除研習液體與氣體流量校正知識外，並實地練習流量計校正實務，有利於NML計量技術能力的海外推展。
- (4) 交通大學博士班羅俊道參與薄膜厚度標準片之設計製作，協助HfO₂、TiN及Ta₂N薄膜之製備，並藉由TEM分析薄膜結構組成與厚度，量測值分別為2.96 nm、2.91 nm及3.67 nm。
- (5) 交通大學碩士生何若菁參與長波長X光硬體架設之光路調校，調校後可量測出SiO₂薄膜特性峰曲線並進行薄膜厚度分析，分析結果為(14.74 ± 0.06) nm，而商用XRR機台量測結果為(14.72 ± 0.04) nm，驗證長波長XRR膜厚度量測可行性。
- (6) 台灣科技大學碩士生蔡成皓參與薄膜量測軟體之撰寫開發，以現有之商用軟體為基礎，增加長波長之光源參數以及相對材料之吸收係數，並實際執行XRR數據擬合，擬合分析厚度結果與商用機台量測分析結果一致。
- (7) 交通大學博士班趙軒毫參與長波長XRR量測技術開發，完成長波長X光硬體架設之 θ 軸之偏心及 $\theta/2\theta$ 軸共軸校正技術，此校正目的係使樣品旋轉掃描時能減少量測角度之誤差，同時光斑皆能固定停留在待測區域而不會偏移。
- (8) 培訓清華大學化學系王柏鈞同學參與錐形光纖製作與微共振腔雷射之整機設計：完成超過8個穿透率> 90 %之錐形光纖，與微共振腔與錐形光纖固定用之封裝與間接膠黏載具，大小約10 cm × 9 cm × 4 cm，以及微共振腔鎖模光纖雷射模組與整機之設計，大小約40 cm × 30 cm × 8 cm。

- (9) 清華大學動力機械工程研究所博士生劉恩睿，參與法定計量技術之CNPA衡器研究計畫，協助執行衡器內部架構之零組件特定功能分析與模組測試研究，確認衡器內部重要零組件的判定與法規模組測試的關連性，以修改我國非自動衡器型式認證作業要點；以及進行衡器量測環境監控程式更新撰寫，確保監控衡器測試時環境效應的影響。
- (10) 中興大學資訊工程系學士生彭皓惟，參與法定計量技術之CNPA衡器研究計畫，協助執行國內外衡器型式認證之家族及模組測試可行性分析，瞭解國內衡器測試之技術能力，並辦理二場專家座談會，進行國際規範要求與國內衡器產業現況之調合研究，以規劃我國非自動衡器型式認證法規改版的可行性方案。

(三) 標準量測系統維持情形

表 0-3-2、106 年度 NML 標準量測系統維持情形 (106/12/31 止)

項次	領域別	代碼別	系統數 105/12/31	106 年 4 月 28 日財政部公告	系統數 106/12/31
1	聲量	A--	4		4
2	磁量	B--	3		3
3	化學	C--	6	增 2 套 C11 及 C12	8
4	長度	D--	25	增 2 套 D29、D30	27
5	電量	E--	26	減 4 套 • 105 年 6 月 7 同意 E19、E20、 E26 併入 E18 • E30 併入 U02	22
6	流量	F--	11		11
7	濕度	H--	1		1
8	真空	L--	2		2
9	質量	M--	4		4
10	力量	N--	11	增 1 套 N12	12
11	光量	O--	8		8
12	壓力	P--	4		4
13	溫度	T--	4		4
14	微波	U--	3		3
15	振動	V--	5		5
合計			117		118

◎以財政部『度量衡規費收費標準』公告，計入系統數

➤ 105 年辦理新擴建查驗，106 年 4 月財政部公告納入度量衡規費

105 年 5 月申請「單相交流電功率量測系統(E18)」、「單相交流電能量測系統(E19)」、「三相交流電能量測系統(E20)」及「三相交流電功率量測系統(E26)」合併為「單相交流電功率量測系統(E18)」，同時亦申請「高頻介電常數量測系統(E30)」、「微波散射參數及阻抗量測系統(U02)」系統合併為「微波散射參數及阻抗量測系統(U02)」，105 年 6 月獲局同意，106 年 4 月『度量衡規費收費標準』公告完成合併。

另 105 年度由民生化學計量標準計畫及本計畫計完成 4 套擴建「質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)」、「奈米粒子功能性量測系統(D27)」、「三相交流電能量測系統(E20)」及「三相交流電功率量測系統(E26)」及 3 套新建「甲醛氣體分析設備校正系統(C11)」、「質量法環境荷爾蒙供應驗證系統(C12)」、「座標量測儀校正系統(D29)」，105 年度已進行系統查驗及獲局同意，106 年 4 月『度量衡規費收費標準』公告對外提供服務。

➤ 106 年辦理新擴建查驗，106 年 4 月財政部公告納入度量衡規費

106 年 1 月及 2 月分別完成「階規校正系統(D30)」、「扭矩校正系統(N12)」2 套新建系統查驗，106 年 4 月獲局同意，同時 106 年 4 月『度量衡規費收費標準』公告，開始對外提供服務。

(四) 106 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以時間排序)

時間	內容	分類
106.01.06	105 年度結案實地查證會議。	計畫管理
106.01.10	中國大陸中國科學院福建物質結構研究所一行 5 人參訪我國家度量衡標準實驗室(NML)。	來訪
106.01.17 ~ 01.24	隨同標準檢驗局劉局長率團至史瓦濟蘭，參加「臺史備忘錄技術合作會議」與其商工暨貿易部法規暨品質基礎建設研發處簽署「技術合作瞭解備忘錄」，及拜會史瓦濟蘭標準局(SWASA)等機構。	國際活動
106.01.22	黃宇中室主任受邀至香港標準及校正實驗所(SCL)進行第三者同儕評鑑	受邀評鑑
106.02.08	新聞供稿—經濟部標準檢驗局新建立甲醛氣體分析設備校正服務甲醛超標，無所遁形。	知識傳播
106.02.09	辦理新建「階規校正系統(D30)」之系統查驗會議，106 年 4 月 26 日經標四字第 10600037700 號函同意作為國家度量衡標準對外提供服務。	系統查驗
106.02.23	辦理新建「扭矩校正系統(N12)」之系統查驗會議，106 年 4 月 27 日經標四字第 10600041150 號函同意作為國家度量衡標準對外提供服務。	系統查驗
106.03.01 ~ 07.04	郭景宜君赴德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)進行「原級流量標準系統技術」研究。	合作研究

時 間	內 容	分 類
106.03.07	經濟部加工出口區管理處臺中分處一行 16 人參訪交流。	來訪
106.03.20 ~22	標準局前來進行 105 年度標準局委辦計畫會計查核作業。	計畫管理
106.03.22	107 年度綱要計畫主管機關(標準局)審查會議。	計畫管理
106.03.22	日本大鐵鋼企業 JFE TEC 公司一行 2 人參訪交流。	來訪
106.03.24	柯心怡工程師獲第 11 屆「傑出計量工程師」。	獲獎
106.04.05	新聞供稿—標準檢驗局舉辦 NML 30 週年慶活動—「國際計量發展趨勢研討會—計量與產業創新」。	知識傳播
106.04.11	辦理國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會，介紹扭矩及階規校正、質量法高壓混合氣體供應驗證、甲醛氣體分析設備校正及質量法環境荷爾蒙供應驗證技術等五項新能量。	技術擴散
106.04.25	新加坡南洋理工大學教授一行 7 人參訪交流。	來訪
106.04.26	加拿大國家實驗研究院副院長一行 4 人參訪交流。	來訪
106.05	106 年文物典藏計畫—呼應世界計量日主題，於高雄科工館內辦理 SI 單位教育活動(5 月每週六)共舉辦八個梯次，計有 2375 人參加。	教育推廣 知識傳播
106.05	東森新聞「新公斤」視訊採訪(陳生瑞君受訪)，於 5/4 晚間即時播出民視新聞 5/24 專訪中心主任—「公斤」重新定義的原理說明。	知識傳播
106.05.03	協辦 2016 年 520 世界計量日—國際計量發展趨勢研討會—計量與產業創新。會中邀請國際度量衡委員會(CIPM)主席 Dr. Barry Inglis 及德國 PTB、日本 NMIJ、亞太計量組織開發中國家委員會(APMP DEC)主席、美國 NIST 資深專家等專題演講，經濟部王美花次長前來致詞，與會者計 81 廠家 204 人次參與。	知識傳播
106.05.02 ~05.03	於新竹辦理「聲量、超音波與振動計量技術應用於工業 4.0 之智慧機械國際研討會」及國內技術推廣說明會，計亞太地區 7 個國家之領域專家 18 人、國內產業界 34 人參與。	辦理國際 研討會及 技術擴散
106.05.04	「國際計量趨勢研討會」與會專家一行 26 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.05.05	辦理 NML 開放 30 年週年慶。接獲澳洲 NMIA、日本 AIST、香港 SCL、泰國 NIMT、新加坡 NMC 等之祝賀影片。	知識傳播
106.05.08	配合臺史技術合作，史瓦濟蘭訪臺 6 人員及標準局人員 6 人，前來 NML 大流量實驗室接受度量衡基礎原理及應用訓練課程。	國際活動
106.05.08	辦理「量測標準於化學分析之應用」台日雙邊技術交流研習會，交流氣體環境樣品或高階材料樣品中之超微量金屬元素分析前瞻計量技術。	技術擴散
106.05.11 ~05.12	陳生瑞君受邀以觀察員身分，參加質量技術諮詢委員會 CCM 壓力真空工作組(WG PV)會議。	國際會議

時 間	內 容	分 類
106.05.16	與勤益科技大學共同於台中舉辦精密機械計量技術研討會，發表「工具機非接觸量測技術與實務應用」、「座標量測儀應用實務」、「精密靜壓軸承應用與設計」等於精密機械產業之量測技術。	技術擴散
106.05.18 ~ 08.11	許博爾君赴日本 NMIJ 進行「座標量測儀(Coordinate Measuring Machine, CMM)量測技術」合作研究。	合作研究
106.05.22 -05.27	以亞太計量組織(APMP)執行委員會之執行委員身分，參加 2017 年亞太計量組織年中會議及相關活動。	國際會議
106.06.10 ~06.12	吳貴能君代表 NML 參加光度與光輻射諮詢委員會工作小組會議(CCPR WG)。	國際會議
106.06.27	主管機關前來進行本年度第一次不定期稽核，1 項建議事項。	計畫管理
106.07.18	高鐵局呂新喜副總工程司等一行 12 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.07.21	7/13 日 107 年度科技計畫之核定數初步規劃刪減 15.89%，按比例刪減後本中心 236,228 千元(刪減 44,646 千元，已扣 200 千元行政費)。7/21 技術處通知標檢局 107 年度科技計畫核定數金額為前述刪減金額，另增加 4,500 萬元提供國家度量衡標準實驗室整體運作及發展計畫運用，7/28 局方移撥 1,000 千元予核能研究所游離輻射領域，107 年度中心 NML 預算為 280,228 千元，9/9 新內閣重審，本中心 267,384 千元(刪減 12,844 千元，已扣 185 千元行政費)。	計畫管理
106.07.23 ~07.26	蔡淑妃君應邀擔任泰國 NIMT 溫度實驗室同儕評鑑評審員。	受邀評鑑
106.08.08	優肯科技(股)公司一行 2 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.08.14	嘉義市民生國中一行 36 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.08.23	CHINO、台裕公司一行 8 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.09.04	江蘇省淮安市質量技術監督局一行 10 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.09.06	台灣橡膠暨彈性體工業同業公會理監事一行 46 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.09.13	技術處函文同意以 106 年分攤款 4000 萬，協助增建符合新定義之 SI 標準系統一案，9 月 12 日依據標準局經標四字第 10640005680 號文，變更計畫新增_SI 新標準計量技術發展分項，先執行一部分設備購置工作。	計畫變更
106.09.19 ~09.22	黃宇中以亞太計量組織聲音/超音波/振動技術委員(APMP TCAUV)主席身分出席，第 11 屆 CCAUV 聲量/超音波/振動諮詢委員會會議(Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration; CCAUV Meeting)及工作小組(Working Group; WG)會議，報告區域組織近年技術活動，並與各國家標準實驗室代表交流互動	國際會議

時 間	內 容	分 類
106.09.21	泰國食品研究院(NFI)院長等一行 7 人參訪國家度量衡標準實驗室。	來訪
106.9.26	於高雄國立科學工藝博物館舉辦「度量衡偏鄉扎根活動」，寓教於樂，總計 211 人參加。	教育推廣 知識傳播
106.10.02 ~10.06	受泰國 NIMT 邀請於泰國實驗室進行光纖雷射光梳(Optical comb)比對，完成泰國 NIMT 光梳比對，雙方量測頻率差值 22 Hz，並協助 NIMT 瞭解其系統問題。	雙邊比對
106.10.13	受台電核能發展處邀請於核能一廠氣象儀器品保技術研會演講_國家度量衡標準業務介紹與氣象參數品保。	受邀演講
106.10.17 ~10.20	藍玉屏君代表 NML 參加長度諮詢委員會相互認可工作小組會議(CCL WG-MRA)。	國際會議
106.10.17 ~10.21	黃宇中至韓國國家標準與科學研究院(KRISS)進行聲學/超音波/振動第三者同儕評鑑。	受邀評鑑
106.10.31	日本國家計量院(NMIJ/AIST)院長一行 6 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	來訪
106.10.31	工研院與日本國家計量院假工研院 51 館辦理 ITRI-AIST 6 th 雙邊研討會，四個 Session 中其一為”Metrology”領域技術，開放業界參加，雙方各報告三項技術交流。	技術擴散
106.10.31 ~11.03	亞洲地區計量發展專案(MEDEA Project)於新竹舉辦 Training Course on Seismometer Calibration at Low Frequency，講師來自 NMIJ / KRISS / CMS / TOKYO SOKUSHIN CO.,LTD./ Sanlien，參與之 NMI 來自泰國/越南/馬來西亞/越南/臺灣等 5 國 14 位人，課程中將參訪氣象局與地震中心並安排參觀振動實驗室與現場展示實作訓練。	國際活動
106.11.01	中山醫學大學醫學檢驗暨生物技術學系師生一行 28 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識國家度量衡標準。	來訪
106.11.03	亞太計量組織(APMP)開發中國家接受國家量測標準訓練學員暨講師一行 12 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	來訪
106.11.05 ~10	何宜霖君獲日本國家計量研究院(NIMJ)邀請擔任液體流量系統 ISO 17025 同儕評鑑之評審員	受邀評鑑
106.11.07 ~08	主管機關前來進行本年度第二次不定期稽核，3 項建議事項。	計畫管理
106.11.08	日本產業綜合研究院(AIST)專家一行 3 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	來訪
106.11.15	俄羅斯科學院(RAS)一行 10 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識我國國家度量衡標準。	來訪
106.11.21	於高雄國立科學工藝博物館舉辦度量衡廣場暨科普咖啡站開幕活動，並辦理「跨越時空的度量衡研討會」，參加人數共計有 107 人	教育推廣 知識傳播

時 間	內 容	分 類
106.11.23 ~12.01	林增耀主任率相關主管及資深同仁共 13 人前往參加於印度舉辦之 2017 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，除於各領域報告我國實驗室現況外並進行領域技術交流及國際事務討論。	國際會議
106.11.	陳生瑞室主任於本年度 APMP 會議中，當選質量及其相關量(TCM)領域之技術委員會(Technical Committee Fluid Flow, TCFF)下屆主席。	獲選擔任 國際職務
106.11.27 ~25	參與標準局執行臺史瓦濟蘭王國「技術合作瞭解備忘錄」之合作路徑圖第二期交流活動，NML 派員吳玉忻博士參團共赴史瓦濟蘭，擔任質量(mass)課程及協助史國度量衡評估及分析。	國際活動
106.12.12 ~19	越南國家計量院(VMI)派 7 位學員前來 NML 接受電量計量訓練課程。	國際活動
106.12.14	福建省質監局暨福建省計量院一行 6 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	來訪
106.12.15	高雄大學半導體光電製程學程師生一行 35 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識國家度量衡標準。	來訪

肆、計畫變更說明

全年度辦理計畫變更情形如下：

項次	變更內容	申請變更文號	標檢局回覆同意備查文號
1	出國計畫變更	中華民國 106 年 1 月 9 日 工研量字第 1060000350 號	中華民國 106 年 1 月 13 日 經標四字第 10600502380 號
2	出國計畫變更	中華民國 106 年 1 月 25 日 工研量字第 1060001323 號	中華民國 106 年 2 月 13 日 經標四字第 10600510100 號
3	出國計畫變更	中華民國 106 年 6 月 16 日 工研量字第 1060010510 號	中華民國 106 年 6 月 26 日 經標四字第 10600562950 號
4	計畫變更(管理費用項 下明細變更、勘誤季工 作進度與經費分配表)	中華民國 106 年 6 月 26 日 工研量字第 1060010906 號	中華民國 106 年 7 月 14 日 經標四字第 10600565880 號
5	出國計畫變更	中華民國 106 年 7 月 12 日 工研量字第 1060012374 號	中華民國 106 年 7 月 25 日 經標四字第 10600572840 號
6	計畫變更(法定計量分 項內容變更)	中華民國 106 年 8 月 3 日 工研量字第 1060013401 號	中華民國 106 年 8 月 21 日 經標四字第 10600087010 號
7	出國計畫變更	中華民國 106 年 9 月 5 日 工研量字第 1060015970 號	中華民國 106 年 9 月 12 日 經標四字第 10600592300 號
8	出國計畫變更	中華民國 106 年 9 月 20 日 工研量字第 1060016974 號	中華民國 106 年 10 月 13 日 經標四字第 10600598000 號
9	出國計畫變更	中華民國 106 年 9 月 29 日 工研量字第 1060017551 號	中華民國 106 年 10 月 13 日 經標四字第 10600598000 號
10	申請計畫變更(資本門 科目流用)及延期 展延至 12 月 20 日	中華民國 106 年 9 月 30 日 工研量字第 1060017558 號	中華民國 106 年 10 月 12 日 經標四字第 10600602950 號
11	申請計畫變更(SI 分項 設備採購內容變更)	中華民國 106 年 10 月 19 日 工研量字第 1060018654 號	中華民國 106 年 10 月 30 日 經標四字第 10600608400 號

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

標檢局來函通知辦理契約書變更及辦理新增 SI 分項事宜如下：

項次	變更內容	標檢局通知依據
1	因應國際最新計量標準實施，擬新增 SI 新標準計量技術標準發展分項，經費為新臺幣 4,000 萬元，爰修正旨揭計畫之計畫書及行政契約書。	中華民國 106 年 9 月 12 日 經標四字第 10640005680 號

伍、成果說明

一、標準維持與服務分項

本分項藉由產業服務、國際等同及系統維持三大項工作之開展，遵循度量衡法所賦予之劃一全國度量衡標準之任務，建立、維持及傳遞國家最高量測標準，以滿足業界量測儀器追溯校正需求，各項工作執行成果分述如下：

(一)、產業服務

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

1. 提供校正服務，維持國內檢校體系運轉與各產業產品品質之確保

為維持我國量測追溯體系之運轉(如圖 1-1-1)，本年度提供 4801 件校正服務，繳庫數約新台幣 46,232 千元，及免費提供標準局及各分局之校正需求共 166 件，校正金額 2,341 千元。其中直接/間接服務全國認證基金會(TAF)認可之二級校正及測試實驗室與廠商，標準傳遞服務全國檢驗驗證 600 萬件次以上，檢測案件保守估計以每件 3,000 元計價，NML 每年則支援逾數百億元之檢測市場，間接影響國家「機械、電子電機及資通訊」等產業仟億之外銷產品。

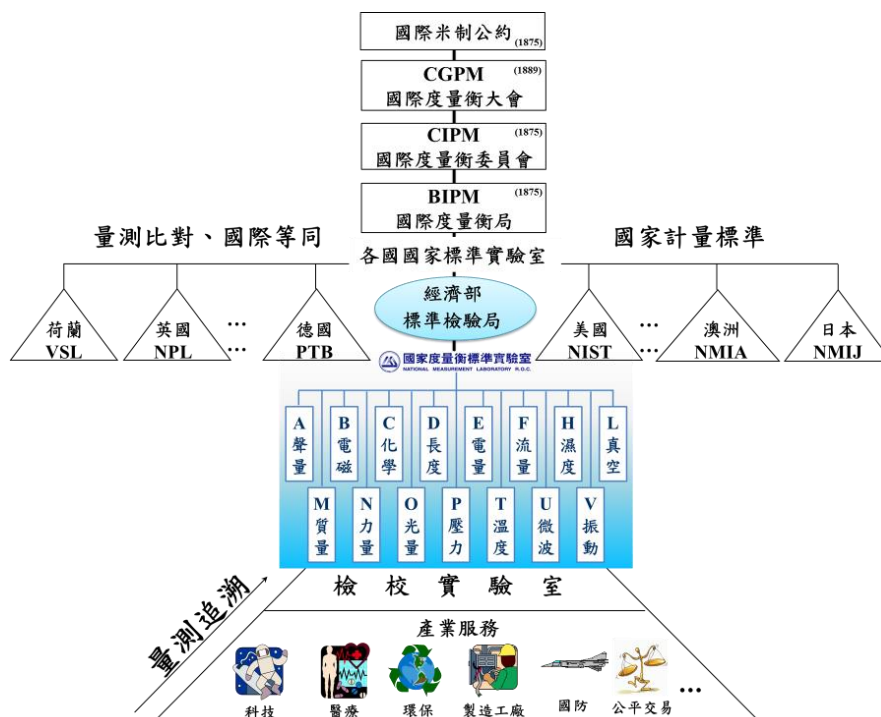


圖 1-1-1、我國量測追溯體系

(1) 服務領域及類型分析

前五大服務技術領域為長度、電量、流量、力量及光量，所提供的服務佔NML年校正量67%，其中長度與電量屬於產業應用最廣的領域，佔NML年校正量的42%，長度領域提供各種製程尺寸與產品尺寸標準、衛星導航與道路里程或計程車里程計價之基準，電量標準則確保工業製造、學術研究、電力供應、交通運輸及國防等使用之電子儀器及電力設備準確性。流量主要配合中油體系完整追溯鏈與水、油及氣等公平交易佔9%；力量則維持傳統產業及進出口運輸等之校正需求約佔8%；光量則是符合綠色產業需求約佔8%。其次聲量、磁量則是多著重在滿足資通訊產業與民生類之校正需求。

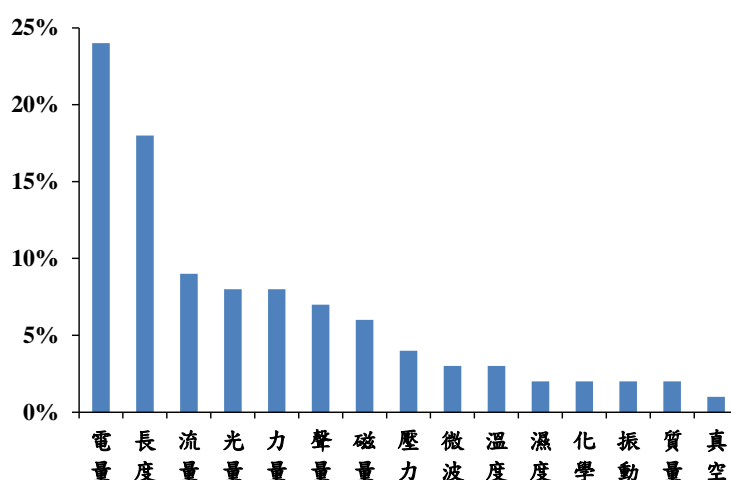


圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比

NML服務產業分類項目如表1-1-1所示，年度服務產業分析如圖1-1-3。二級校正/測試實驗室與代理商的校正量佔51%左右，二級校正/測試實驗室除商業經營之實驗室外，亦包含研究機構及學術單位，如：工研院、國實院、紡研所、車測中心、成功大學、交通大學等，提供我國產業技術及學術研究發展所需之量測追溯，確保研發品質。另提供政府機關執行法規或政策所需之儀器或設備之公信力如如環保署、內政部、交通部及標準局等。而二級校正/測試實驗室考量經濟效益不大或技術門檻較高未提供的部分，則由NML直接服務產業，以南O塑膠公司為例，公司內部研究發展中心檢驗處校正實驗室之標準法碼每年送NML校正，再由其往下傳遞滿足該企業國內300家以上之關係企業製造工廠在質量標準上的需求，建立關係企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之質量值具追溯性，也作為工廠進料、驗收之準則，為公司品質把關並樹立良好形象。

表 1-1-1、校正服務對象項目分類

項目	細分類
金屬機械工業	機械、交通車輛、金屬/原材
資訊電子工業	光電、半導體、3C、電機、電子
化學工業	環境衛生、生技、能源、塑化
校正測試	政府機關、研究機構、學術單位、校正檢測實驗室/公司
儀器/代理商	儀器製造商、代理商
其它	食品、紡織、國防、建材等

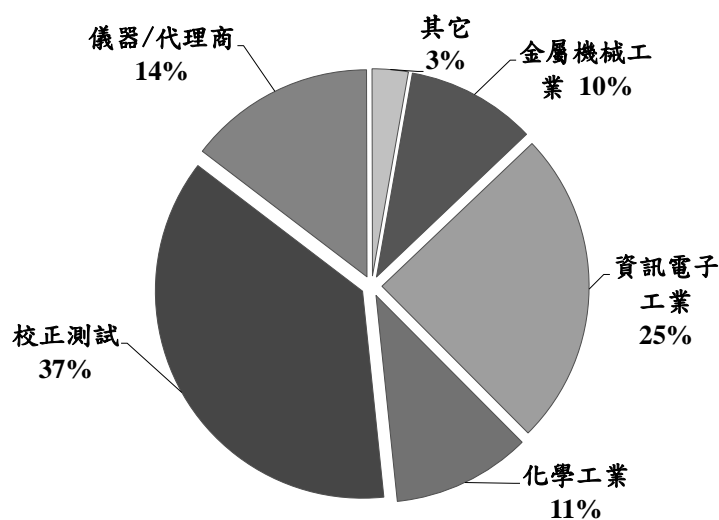


圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖

以我國前十大製造廠商為例如表1-1-2（資料來源天下雜誌2017年兩千大調查結果，網址：http://topic.cw.com.tw/cw2000_2017/article.html），NML今年度共提供這10家廠商237件校正服務，除確保其在生產製造之品質保證，在地提供具國際等同效力之報告，以符合國際規範要求，維持國際競爭力。

表 1-1-2、我國前十大製造廠商

2016 排名	2015 排名	2014 排名	公司名稱	營業收入 (億元)
1	1	1	鴻海精密工業	43,587.33
2	2	3	和碩聯合科技	11,577.10
3	6	7	台灣積體電路製造	9,479.38
4	3	4	廣達電腦	8,939.82
5	4	6	仁寶電腦工業	7,668.10
6	5	2	台灣中油	7,646.30
7	8	8	緯創資通	6,599.08
8	7	5	台塑石化	5,461.61
9	10	9	英業達	4,284.66
10	9	11	統一企業	4,133.64

產業/民生應用效益列舉如下：

- 精密儀器設備商服務擴散

以知名儀器三 O 公司為例，其校正實驗室之標準件(標準尺、角尺、表粗及真圓度)，每年送 NML 校正約 25 件，校正費約 25 萬元，該公司藉此送 NML 校正件，提供國內約 480 家企業，服務之校正收入每年約為 1000 萬，為企業各機電產業的產品品質把關，衍生效益約 40 倍。NML 提供之校正服務，協助建立企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之長度值具追溯性，為公司以及其所銷售至各機電產業的產品品質把關。

永 O 機械工業股份有限公司為國內工具機產品製造公司，該公司以「品質、技術、服務、交期」為核心價值，提供客戶優質產品、快速服務及準確交期。擁有完備的研發團隊，秉持「追求最佳，永無止進」的經營理念，不斷提升「自製率」，目前已領先臺灣其他工具機廠，成功開發出五軸頭及自製分度盤。並在全球 40 多個國家擁有 50 個據點。近年鑑於產品競爭日益激烈且趨於大型化，其客戶對產品規格要求逐漸提高，尋求 NML 提供協助直角度、垂直度之校正追溯(D06~D09)，藉由直角度之追溯與傳遞，協助該公司確認工具機製造組裝中各軸間之垂直度，使其得以製造出合乎準確度高的產品，使其產品都能符合客戶之要求，提升公司整體競爭力。

- 資通訊製造商服務擴散

近幾年隨著科技的進步，手機、平板、電腦等裝置的普遍化，語音技術已逐漸變成一股新興科技，從早期蘋果的 Siri、亞馬遜的 Alexa 和 skype 與近期微軟推出的 cortana 等以人工智慧技術開發出的語音助理，根據市場研究公司 IHS Markit 預估，今年全球將突破 40 億台的消費者裝置，另外華碩的 Zenbo 及富士康的 Pepper，均運用語音技術完成家用機器人的研發。然而語音計量量測上，須有符合 ETSI、Cortana 及 Skype 等規範之標準音質量測環境，NML 提供音場特性、殘響時間及隔音量量測設備所需之量測追溯，間接確保微 O、羅 O、富 O、立 O 及瑞 O 等公司之語音測試音場性能驗證符合國際規範，拓展人工智慧、深度學習、語音處理等技術，支援政府推動智慧科技之前瞻創新計畫。

- 水資源計量管理服務擴散

水錶計量為台北自來水事業處(北水處)的售水營收依據，水錶準確性及計量運轉特性直接影響營收，對計算售水率與無費水量(Non-Revenue Water, NRW)具有直接和重大影響性。依據檢定檢查技術規範規定，水錶的使用年限為 8 年，並須依法進行檢查，每年新裝/汰換水錶約有 100 萬只，採購金額達 8 億元。透過 NML 提供水流量標準追溯，北水處得以自主完成新購水錶驗收之抽驗工作，同時對已安裝使用水錶的抽驗或是異常計費水錶進行拆回檢驗工作，提升試驗之準確度與公正性，維護民生消費權益，有效進行用水管理。

(2) 在全球相互認可協議(CIPM MRA)之架構下，提供國際認可之英文校正報告，共123份(至11/30日)，協助廠商拓展國際市場。

➤ 提供國外實驗室或公司國際認可之英文報告

• 提供亞太地區國家實驗室標準件之量測追溯

(a) 印尼計量研究中心(RCM-LIPI)過去除流量及長度標準件追溯至NML，今年增加振動、及光量標準件之追溯校正。

(b) 馬來西亞國家計量研究院(National Metrology Institute of Malaysia)聲量及振動標準件之追溯校正。

(c) 菲律賓國家計量實驗室(National Metrology Laboratory, NML-ITDI) 由於並未建立約瑟夫森電壓原級標準，因此每兩年固定送至NML進行校正，提供其電壓追溯校正。

➤ UL Japan為UL在日本實驗室，提供當地客戶進行安規之服務。由於日本國家實驗室並未提供光澤度校正，因此每年固定送至NML進行校正。提供英文校正報告，以符合其國外客戶之需求。

➤ 直接提供國內產業具國際認可之英文報告

• 和O聯合科技股份有限公司以強大的設計實力與經驗，在電子代工產業獨樹一格，產品組合涵蓋了電腦設備：筆記型電腦、桌上型電腦及主機板；消費性電子產品：平板電腦、遊戲機、液晶電視及多媒體播放器；通訊產品：智慧型手機、寬頻及網路通訊產品。產品銷售需經過完整的檢測流程，由於該公司在全球各地包括亞洲、歐洲及美洲皆設有製造及服務中心，NML提供儀器設備之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，達到最完善的全球化服務。

• 大O國際鋼鐵股份有限公司主要從事螺絲及螺帽的買賣業務，為美國扣件業大盤商之領導廠商、全球最大螺絲通路商。美國三大工業產品通路商GRAINGER、FASTENAL、MSC INDUSTRIAL SUPPLY都是公司客戶之一。因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。

• 台O企業股份有限公司主要從事光學精密量儀買賣，目前為美國MicroVu光學量儀大中華區(臺灣、大國大陸、香港)總代理，公司從成立至今一直專注於光學量儀行業，以專業良好的服務熱誠，贏得國內各大廠的肯定，成為長期的合作夥伴，近年更從事光學設備的研究及開發，期使開創更好的量測設備提升國內產業。因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。

• 全O通航業股份有限公司主要從事商港或工業專用港船舶加油業務、石油輸出業務、商港區拖駁船業務、船舶勞務承攬業務及船務代理業務，藉由NML提供國際認可之

英文校正報告，協助國外客戶確認油量計具有完整的計量追溯鏈，確保油品計量的可追溯性與交易公平性，符合國外客戶計量需求。

- 台O公司為全球最大交換式電源供應器廠商，主要客戶有電腦大廠DELL、APPLE、Fujitsu、HP、IBM、微軟、遊戲機大廠SONY、通訊設備廠Cisco等知名品牌科技大廠。其生產的車載充電器供應美國三大車廠通用汽車(GM)、福特(Ford)和克萊斯勒(Chrysler)。其聲音實驗室已經由外國客戶DELL認證，NML所提供國際認可之英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，獲得國際大廠訂單。
- 東O電機已由傳統的重電、家電產業，邁向全球化的科技企業，事業版圖橫跨全球五大洲、三十餘國，合作的夥伴包括美國奇異、日本安川、美國西屋、瑞典易利信、日本三菱、NEC、美國柯達伊仕曼及德國G&D等公司。藉由NML所提供之英文校正報告，1)滿足該公司申請UL認證之需求，2)確保該公司內部各國測試實驗室之報告具一致性，3)提供國外客戶具國際等同性之校正報告，免除再校之金錢及時間成本，拓展國際市場。
- 制O公司主要產品包括電氣用品自動測試系統、電機產品測試系統、空調設備性能測試系統、生產線上自動化檢驗設備、綜合電器特性試驗設備、線圈綜合試驗器、電腦化馬達轉矩測試器。這些設備系統除了內銷，亦外銷東南亞、韓國、泰國、菲律賓及日本等國家，且國外買家都會要求制O公司出具設備系統之校驗報告，並要求該報告可追溯至國家實驗室，因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。
- 世O電子股份有限公司主要產品為電機/環保測試儀器，設備系統在外銷之際，國外買家都會要求該公司出具測試儀器之校驗報告，並要求該校驗報告可追溯至國家實驗室，以獲得歐美CE與UL認證，OEM/ODM行銷全世界。因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。
- 陽O公司是國內第一家依英國標準BS 7346 part II、BS 848、德國DIN EN 12101-3及ISO5801，經德國萊因技術監護顧問(TUV)公司驗證的實驗室，亦獲得ISO 9001國際品質認證及全國認證基金會(TAF)評鑑，同時取得AMCA及UL認證通過之測試實驗室。產品包含各種高溫與常溫風機，排煙閘門、百葉，消音箱及防煙垂壁等，藉由NML所提供之英文校正報告，確保該公司的產品品質，並藉此國際等同性之校正報告，獲得全球顧客之肯定與信任，朝向國際化的經營。
- 帝O公司為車燈製造大廠，產品遍佈全世界。曾榮獲第六屆國家磐石獎，取得ECE、SAE、MQVP、TS 16949之認證及ISO 9001、QS 9000、ISO 14001證書；2005年至2010年連續6年榮獲國際品牌評鑑機構評選為「臺灣20大國際品牌」。並以自有品牌車燈銷售全球AM市場，為全球AM車燈市場龍頭企業。NML提供之英文校正報告，確立其量測車燈規格之儀器於國際上具可追溯性，有助於該產品在國際市場銷售。

- 挪威商聯O驗證股份有限公司(Nemko AS)臺灣分公司(Nemko AS Taiwan Branch)，於1994年成立。為國際指定具有發證能力且參與安全標準制訂的公告認證機構(Notified Body)，亦是NCS/EMKO北歐認證委員CCA-歐洲電氣標準委員會、CB-國際電工協會、NCB國際及國家級的安規認證機構之組織委員，同時亦為SWEDAC及TCO所認可之實驗室。提供有關資訊、通訊、光電、視訊、家電、醫療器材、測試儀器、防爆設備、照明/燈飾、機械設備、電動工具、電子零組件等類產品之國際性安規測試及認證、電磁相容性測試、環境測試、人體工學測試及 ISO 9001、ISO 9002、ISO 14001及EMAS等認證服務。直接在地提供具國際等同之英文校正報告，縮短校正追溯之時程。
- 康O船務代理有限公司因其客戶為美國航運公司，船隻貨運往返於全世各大國家之港口，該校正件係用於貨物吊卸秤重，為維持船隻之平衡，裝載貨物必須知道載物重量，甚至貨品涉及商品交易及貨運費計價。故必須取得相關英文校正證明，以確保載運之安全性及交易之公平性。
- 台灣防O科技股份有限公司主要產品為防潮箱，其商品外銷新加坡、美國及俄羅斯等各國。透過國家標準實驗室所提供之英文校正報告之溫濕度計進行防潮箱的測試，如此方可提供國際客戶所需之依據，利於產品之銷售。
- 中O鋼鐵股份有限公司為國際公司，主要產品鋼鐵製品，行銷於全世界。該產品為取得國際客戶之認可，相關品質之英文檢驗報告尤其重要。中O公司送校之荷重元係用於產品檢驗之依據，有關產品之抗壓強度及抗拉強度等，均須附檢驗證明、數據及依據。

2. 配合度量衡文物數位典藏，辦理3場次度量衡科普教育活動

(1) 辦理「520世界計量日」度量衡科學推廣活動

為讓社會大眾了解「米制公約」的歷史以及「520世界計量日」的由來以推廣度量衡科普教育，於國立科學工藝博物館舉辦「520世界計量日度量衡科學知識推廣活動」，以計畫所開發之「度量衡教學探索箱」進行體驗教學，搭配度量衡文物展出。參與者透過度量衡文物及探索箱的操作體驗了解公制的由來、認識SI基本單位及度量衡標準的發展，及不同度量衡器的適用範圍，並學會單位換算概念。本活動於五月的四個周末(5/6、5/13、5/20、5/27)共舉辦八個梯次，計有2375人參加。

活動內容除度量衡探索箱的手動體驗外，並透過闖關互動遊戲、學習單問答加強參與者的認知。「520世界計量日」度量衡科學推廣活動內容如下：

- 「長度」探索箱-主題「度長幫大」：透過認識公尺文物，了解公制「公尺」的由來，長度如何被定義及量測。透過手動操作了解不同度器的適用範圍，並學會單位換算概念，使用不同度器量測物品，並記錄、比較量測結果。

- 「容量」探索箱-主題「容量的量測與檢定」：讓參與者操作加油機教具，並了解計量檢定與校正的重要，透過加油機教具的操作，理解度量衡器需適時校正及定期檢定的重要。
- 「重量」探索箱-主題「秤心如意」：認識不同秤重原理的衡器。了解「力與形變」和「槓桿原理」，讓參與者實際操作各種衡器。學會使用不同的衡器（天平、彈簧秤、桿秤、電子秤），並且了解其分別屬於哪種秤重科學原理。
- 文物展示：現場展示公尺副原器、公斤原器、新莽嘉量、標準量桶等度量衡文物並由導覽志工解說。



圖1-1-4、520世界計量日SI單位教育推廣活動

(2) 辦理「度量衡偏鄉扎根活動」

為深耕與推廣度量衡科學知識，以活潑有趣的方式寓教於樂推廣度量衡相關政策與知識，縮短城鄉學校教育差距，於9月26日假國立科學工藝博物館舉辦「度量衡偏鄉扎根活動」，特別邀請臺南偏鄉學校安佃國小二年級到五年級學童211人到館，讓南臺灣的偏鄉學生能有機會接觸度量衡科學知識、體驗度量衡科學活動、參觀度量衡科學文物，培養學生對度量衡科學的興趣。

本次活動特別規畫「度量衡與土地測量特展」，在科工館開放式典藏庫展出多項百年歷史的「度量衡」與「土地測量」主題文物，從臺灣日據時期迄今的「度量衡」與「土地測量」設備，讓學生透過文物了解量測技術的演進。

活動中另設計度量衡體驗活動，包括度長幫大、加油槍、秤心如意、望遠尋萌找碴等遊戲單元，讓學童實際操作計量儀器，學習長度、容量、重量等度量衡量測標準。同時利用時下受歡迎的桌遊設計「單位高手-填填看」、「單位捕手-桌遊」主題桌遊，讓學生透過遊戲學習度量衡，大幅提高學習興趣與效果。



圖1-1-5、度量衡偏鄉扎根教育推廣活動

(3) 辦理「跨越時空的度量衡研討會」

基於國立科學工藝博物館與標準局度量衡文物數位典藏多年的合作，以所累積的度量衡文物蒐藏品為基礎，加上台鐵地下化後將設置「科工館站」，為推廣科普教育，協助科工館規劃設置「度量衡廣場」及「科普咖啡站」在各界期待下於11月21日舉辦開幕典禮，計有300人參加，廣場融合了度量衡大型公共藝術品、中西科技名人度量衡史觀及度量衡審美標準趣味面板等，同時設置「科普咖啡站」，咖啡站內裝置展示各種臺灣早期的度量衡文物，將計量科學知識與生活休閒結合。開幕當天為擴大度量衡知識推廣效益，特辦理「跨越時空的度量衡研討會」，共107位學員報名參加。藉此研討會回顧我國度量衡文物歷史、展望未來度量衡單位(New SI)重新定義，以促進各界瞭解我國對度量衡文物典藏研究以及維持計量標準與國際等同之重要，同時掌握國際度量衡發展訊息。



圖1-1-6、跨越時空的度量衡研討會推廣活動

3. 訪客接待

年度共接待經濟部加工出口區管理處臺中分處區內事業、日本大鐵鋼企業公司、新加坡南洋理工大學、加拿大國家實驗研究院、中國大陸中國科學院福建物質結構研究所、「國際計量趨勢研討會」與會專家、中山醫大、台灣橡膠暨彈性體工業同業公會及泰國食品研究院(NFI)等20批共281人次訪客參觀實驗室，藉以推廣國家度量衡標準實驗室之存在功能，建立良性互動關係。以中山醫大為例，去年亦來訪NML，希望藉由國家實驗室參訪，增加醫學計量相關系統之知識，今年參訪重點說明如下：

中山醫大於11/1日參訪NML，為使參訪學生對醫學計量標準有一定的認知，又能與學生產生互動教學，特別挑選與醫療體系相關之溯源系統進行介紹，如「度量衡歷史沿革介紹」、「血壓模擬器實驗室」以及「耳溫計的校正與使用」。透過此課外教學，除可推廣NML校正業務外，亦可廣宣醫療器材校正的重要性。



圖1-1-7、中山醫大參訪狀況

嘉義市立民生國中於8/14日參訪NML，為使參訪學生對國家度量衡標準有一定的認知，又能與學生產生互動教學，特別帶領學生認識國家度量衡標準之溯源與標準傳遞系統，如「度量衡歷史沿革介紹」、「國際標準單位」以及「國家度量衡標準之產業應用」等。透過此課外教學，除可加強學生認識基礎之物理與化學研究之重要，同時，知道國家品質系統與經貿、環境、國防與民生等之重要關聯。



圖1-1-8、嘉義市立民生國中參訪

4. 辦理技術訓練課程及推廣活動

辦理電量、長度、振動、力量及品質等相關收費課程，共13場次，177家、307人次參加(附件八)，協助產業培養計量技術人員，以確保內部品質與技術系統之正常運轉。另配合產業技術現況需求及技術成果與未來規劃，辦理1場國際技術研討會及5場技術推廣活動，茲就辦理成果說明如下：

(1) 辦理「國際計量趨勢研討會」

為慶祝「國家度量衡標準實驗室」成立30周年及配合520世界計量日知識傳播，NML於5/3日在臺北舉辦「國際計量趨勢研討會」，主題探討30年中「計量標準」在國內經貿發展、國外技術競爭優勢的重大貢獻，進行系列專題演講與經驗分享。活動由經濟部次長王美花主持，並邀請國際計量最高組織—國際度量衡委員會(CIPM)主席Dr. Barry Inglis、及世界各國頂尖的計量領域專家，分享未來國際計量與量測技術的發展趨勢以及計量對智慧生活各層面的影響與應用。

經濟部王次長致詞時表示，「國家度量衡標準實驗室」在70年代銜命成立，要藉計量標準，協助國家排除非關稅貿易障礙，讓經濟起飛。30年來「國家度量衡標準實驗室」的校正服務報告在國際計量組織的效力下提供MIT產品行銷全球的通行證，支援出口貿易值2,804億美元，佔國內生產總額53%，並以計量標準支援政府產業政策，支持民生經濟、強化國家防疫、捍衛政府公信、保護國人健康，以計量標準提升臺灣全球產業地位。期許團隊在下一個30年持續以計量標準提升臺灣全球產業地位，以計量標準持續翻越每一座技術高峰，作國家最精準的技術後盾。

國際度量衡委員會(CIPM)主席Dr. Barry Inglis此次特別從澳洲蒞臨擔任研討會的演講貴賓，分享國際單位的最新國際趨勢；研討會亦針對2017年世界計量日主題「計量與

運輸」，探討如何透過各種量測技術，減低能源耗損、保障交通運輸安全及減低對環境的衝擊等。CIPM 主席Dr. Barry Inglis、美國國家標準與技術研究院(NIST)、日本國家計量研究院(NMIJ)、德國聯邦物理技術研究院(PTB)及亞太計量組織發展中經濟體委員會(APMP DEC)主席等專家蒞臨，分享產業創新經驗；同時，越南計量研究院(VMI)院長、韓國標準與科學研究院(KRISS)副院長等則專程來臺祝賀30週年慶；計有204人，81廠家參加。同時，接獲日、澳、泰、新、香港、中國大陸等祝賀。



圖1-1-9、520世界計量日貴賓合照

(2) 辦理「國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會」

為推廣NML新能量服務，於4/11日舉辦「國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會」，活動發表內容主要分為兩大主軸，一為配合行政院智慧機械產業推動方案，建立智慧機械產業所需之計量技術基礎，開放扭矩校正系統服務能量，提供高階手工具產品製造廠商之產品檢測及校正追溯。另整合高準確度之座標量測儀 (Coordinate Measuring Machine, CMM)，開放階規校正系統服務，提供工具機於三維尺寸之量測追溯。主軸二為配合環保民生等議題，及因應主管機關公告之「室內空氣品質管理法」，要求規範內場所需進行定期與即時室內空氣品質檢驗，及「室內空氣污染物檢驗測定方法」，標準氣體要求應追溯至國家或國際標準，NML建立甲醛氣體分析設備校正系統、質量法高壓混合氣體供應驗證及質量法環境荷爾蒙供應驗證技術等3項新能量。進行計量技術知識之擴散，期以最佳化服務能量，滿足國內相關量測追溯需求。



圖1-1-10、國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會

(3) 辦理「聲量、超音波與振動計量技術應用於工業4.0之智慧機械國際研討會」

隨著國內製程生產設備與工具機產業發展，加工精緻化、控制智能化一直是產業永續發展面臨之重要議題。振動、聲量與超音波之技術是目前最直接應用於智慧與精密加工之監測物理參數，依靠感測器在機械作業期間正確地感知監測與適當地迴授控制，是協助機械加工之智慧化、精密化與綠能化最重要之工作。於5/2~5/3日配合APMP國際研討會舉辦國內技術推廣說明會，邀請國內產業與技術開發業者34人與亞太地區7個國家之領域專家18人，共同探討與分享振動、聲量、超音波之計量需求與應用技術，藉由與國際技術專定之交流，提升國內產業之技術水準。



圖1-1-11、聲量、超音波與振動計量技術應用於工業4.0之智慧機械國際研討會

(4) 辦理「國家量測標準於化學分析之應用-臺日雙邊技術交流研習會」

化學量測的計量追溯需求遍及環保產業與民生工業，並逐步受到法規與採購交易的重視。化學分析的量測標準源自標準濃度的產生源，其產品一般稱之(驗證)參考物質。以氣體分析而言，其型式可大致分為高壓氣瓶或線上動態混合產生裝置，應用領域包含：室內與大氣空氣品質監測管理、工業區污染排放管制、各類型監測/檢測儀器校正測試(如：能源氣體供應或工業氣體、電子級氣體供應)。以無機金屬元素分析而言，其型式可為固

態純物質、含基質之固態物質(Matrix CRM)及溶液。此外，近年來氣態環境樣品或高階材料樣品中的超微量金屬元素分析備受環保監測領域與科技產業的重視，也因此成為新興的前瞻計量技術。綜合上述技術議題，於5/8日辦理「國家量測標準於化學分析之應用-臺日雙邊技術交流研習會」，由日本產業技術綜合研究所專家與NML技術專家進行技術專題演講，邀請國內產業與技術開發業者與會，進行臺日雙邊技術交流，並推廣NML化學領域相關技術發展現況。



圖1-1-12、國家量測標準於化學分析之應用-臺日雙邊技術交流研習會

(5) 辦理「2017精密機械計量技術研討會」

近年來，臺灣的精密機械產業在德國、美國、日本、韓國以及中國大陸的競爭壓力下，迫使國內的精密機械業者朝高精度、高效率、高可靠度與多工複合化等發展，如發展高值化航太級加工設備與應用，提升產品的附加價值。然而，在不斷追求產品高值化的同時，國內計量、品管、品檢、量測等人才，已漸漸出現斷層。計量技術並非只能落實在產品生產後端，而是可以在前期設計就導入，除了可減少資源浪費外，更可提升產品的一致性與可靠度。

於5/16日與國立勤益科技大學加工與量測技術研發聯盟、台灣三豐公司、中興大學機械系，逢甲大學精密機械產業發展中心、台中科技大學應用統計系、中華民國計量學等共同辦理本次研討會，研討會議題聚焦在產業計量人才培育、如何減少學用落差以及落實產業應用等三面向，先以精密機械產業作為著眼點，透過產、學、研三方座談會、專題演講以及實物展覽等方式，讓與會者更加了解產業計量可以給予產業何種協助、帶來什麼效益、可以協助產業解決哪些問題，期望透過人才、技術與產業的結合，讓產業計量的應用更加落實。



圖1-1-13、2017精密機械計量技術研討會

(6) 辦理「奈米粒徑與成份分析之量測標準與應用」

臺灣半導體產業發展日益精進，隨著超大型積體電路不斷地發展，對於微小缺陷的敏感度要求日益提高，因其內含的不純物污染會影響元件而導致良率下降。為了降低缺陷且達到一定的良率及可靠性，嚴格的監控污染來源成為必要手段，因此製程使用原物料的純度要求及分析方法亦愈受重視。以單一成分而言，數十奈米的粒子質量約為 10^{-16} 至 10^{-17} 克重，參考目前SEMI對於電子級化學品中允許的不純物元素濃度約與現今分析方法之偵測極限相當，座落在pg/g(ppt)區間，此相當於每毫升的化學品中可能含有10萬顆以上的奈米粒子。有鑑於粒子量測標準與產業的密切相關，為促進國內半導體相關產業、二級及其他相關檢測實驗室對於奈米粒子分析技術之提升，於7/7日辦理本次研討會並邀請日本國家計量研究院(NMIJ)分享於半導體氣體量測經驗，協助各界瞭解粒子量測技術之重要性及國內標準追溯之現況。



圖1-1-14、奈米粒徑與成份分析之量測標準與應用

5. 支援標準局(BSMI)及TAF活動辦理度量衡人員相關訓練活動

(1) 支援標準局業務

- 為提升國內計量技術人員素質，標準局自99年推行計量技術人員考試制度。計量技術人員考試依據屬性區分為甲級計量技術人員與乙級計量技術人員兩種，其考試內容包含法規、品質管理、計量知識以及量測不確定度等科目。NML係參與106年計量技術人員考試甲、乙級「量測不確定度」工作小組，新增「量測不確定度」甲級題庫，共計2題；調整乙級題庫數據或選項，共計35題。另亦協助講授「106年度計量講習課程」，共計2場。此外，為確保學員能夠充分吸收新知且不受地理位置、學習時間之影響，建立數位訓練課程資料庫成為首要。本年度製作「常用計量基本術語介紹」與「2017 NML新能量開放說明會」，共計3小時。

表1-1-3、106年度數位訓練課程3小時課程內容

常用計量基本術語介紹	2017 NML 新能量開放說明會
前言	前言
一、計量與標準	一、扭矩校正技術
1-1 計量概念的形成	二、階規校正系統
1-2 標準的概念與起源	三、質量法高壓混合氣體供應驗證技術
二、VIM3 重要名詞介紹	四、甲醛氣體分析設備校正系統說明
2-1 計量觀念	五、塑化劑原級參考物質供應驗證與產業服務
2-2 計量	
2-3 量測	
2-4 量測結果	
三、延伸閱讀	
四、課程總評量	



圖1-1-15、數位課程畫面

(2) 支援TAF與推廣NML業務：為了廣宣NML計量標準，積極參與TAF工作小組，協助制訂實驗室管理相關規範，另外，NML亦可搭配TAF相關活動將量測標準傳遞至業界，因此如何與TAF相配合也是NML的一項重點工作，本年度NML與TAF共計合作完成以下工作。

- 受邀擔任TAF召開之「ISO 13528:2015-Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison工作小組」成員，主要任務是接受統計諮詢與確認中文翻譯內容。ISO 13528係實驗室間比對統計方法之國際標準，NML為求各系統之標準與國際等同，須積極參與或主辦國際關鍵比對；二級實驗室或業界為了解校正/測試技術能力、監控校正/測試作業的有效性、了解標準追溯制度是否完整與落實等目的，亦須積極參與能力試驗或量測稽核，故實驗室間比對不論對於NML或業界都是相當重要。NML藉由參與此工作小組，除可了解比對統計方法之國際標準外，亦可透過工作小組成員討論，獲得其他領域比對方法的新知，同時將標準追溯與實驗室間比對之關聯性及重要性，於工作小組間進行廣宣。
- 擔任參考物質生產機構(RMP)工作小組。TAF為因應原ISO Guide 34 General requirements for the competence of reference material producers即將轉換為ISO 17034，特召開工作小組共同確認中文翻譯內容並釐清其異同之處，以確保原已認可或欲申請認可之RMP能持續符合ISO 17043的要求。NML藉由參與此工作小組，可預先評估為符合ISO 17034所需投入之人力、時間與成本，並確保其相關規定符合國際間一致性作法。另亦可透過工作小組成員討論，與國內RMP專家互相交流，提升參考物質生產品質。

(二)、國際等同

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

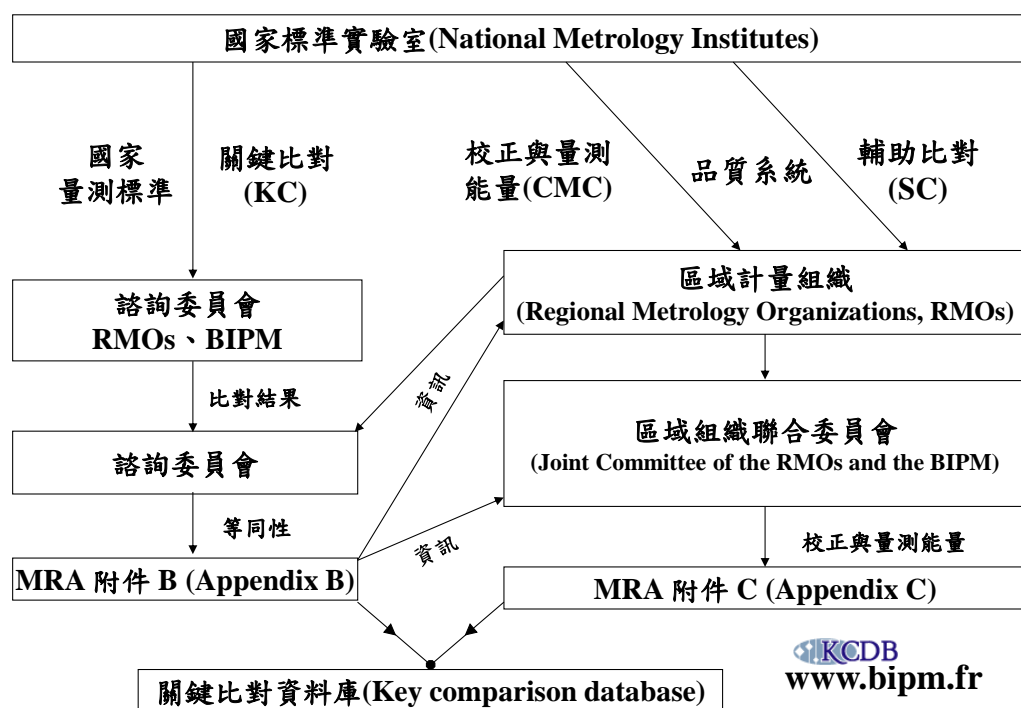


圖1-2-1、全球相互認可機制架構

國際等同年度執行成果說明如下：

1. BIPM校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)資料庫，共登錄274項

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

本年度領域更新與擴增項目如下：

- (1) 流量領域完成CMC登錄更新申請，美洲計量體系(Inter-American Metrology System, SIM)於4/14日回覆審查意見同意申請內容。歐洲國家計量組織聯盟(European Association of National Metrology Institutes, EURAMET)之審查建議事項NML已於10月完成回覆，並透過TCFF主席Dr. Shimada回應給EURAMET，完成跨區域計量組織審核(Inter-RMO review)，確認核可後便可登錄公告在BIPM網站上，完成CMC改版登錄。
- (2) 溫濕度領域完成CMC 12項增項、9項更新/整併申請，7/31日已全數通過所屬區域計量組織審核(Intra-RMO review)，接下來若再通過跨區域計量組織審核(Inter-RMO review)，則CMC項目總數將由27項增加到42項。

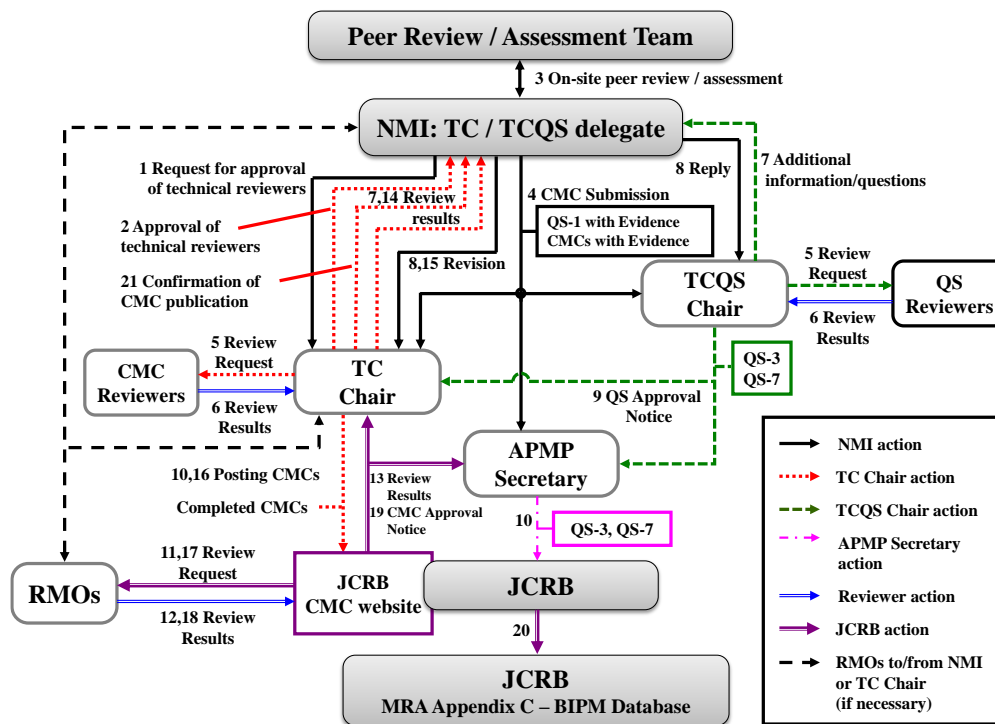


圖1-2-2、APMP CMC登錄流程

表1-2-1、NML於BIPM KCDB CMC登錄資料統計

代碼	領域別	APMP TC	BIPM CC	CMC 登錄項數
A	聲量	TCAUV	CCAUV	21
C	化學	TCQM	CCQM	7
D	長度	TCL	CCL	58
E	電量	TCEM	CCEM	48
F	流量	TCFF	CCM	21
H	濕度	TCT	CCT	2
L	真空	TCM	CCM	3
M	質量	TCM	CCM	9
N	力量	TCM	CCM	7
O	光學	TCPR	CCPR	45
P	壓力	TCM	CCM	9
T	溫度	TCT	CCT	25
U	微波	TCEM	CCEM	1
V	振動	TCAUV	CCAUV	18
合 計				274

2. 參與9項國際比對、主導1項國際比對及16項國際追溯

由於全球性的比對相當耗時，因此制度上先依區域分為EURAMET(歐洲計量組織聯盟)、COOMET(歐亞國家計量組織聯盟)、APMP(亞太計量組織)及SIM(美洲計量體系)等區域計量組織(Regional Metrology Organizations, RMOs)。以AUV.A-K1麥克風國際比對為例(如圖1-2-3)，由各區域的代表國先參加所謂的內圈比對(CCAUV.A-K1)，由此取得全球比對參考值(KCRV)，再由這些國家於該所屬區域內的關鍵比對活動中(APMP.AUV.A-K1, EUROMET.AUV.A-K1, SIM.AUV.A-K1等)，將此全球KCRV傳遞到區域內的其它國家，藉此系列性的活動取得全球量測之一致性。在CIPM-MRA架構下，NML共參與102項，已完成72項，30項持續進行中，如表1-2-2。

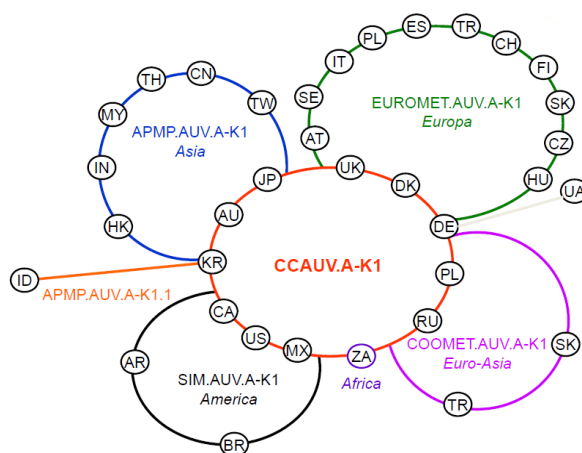


圖1-2-3、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1)

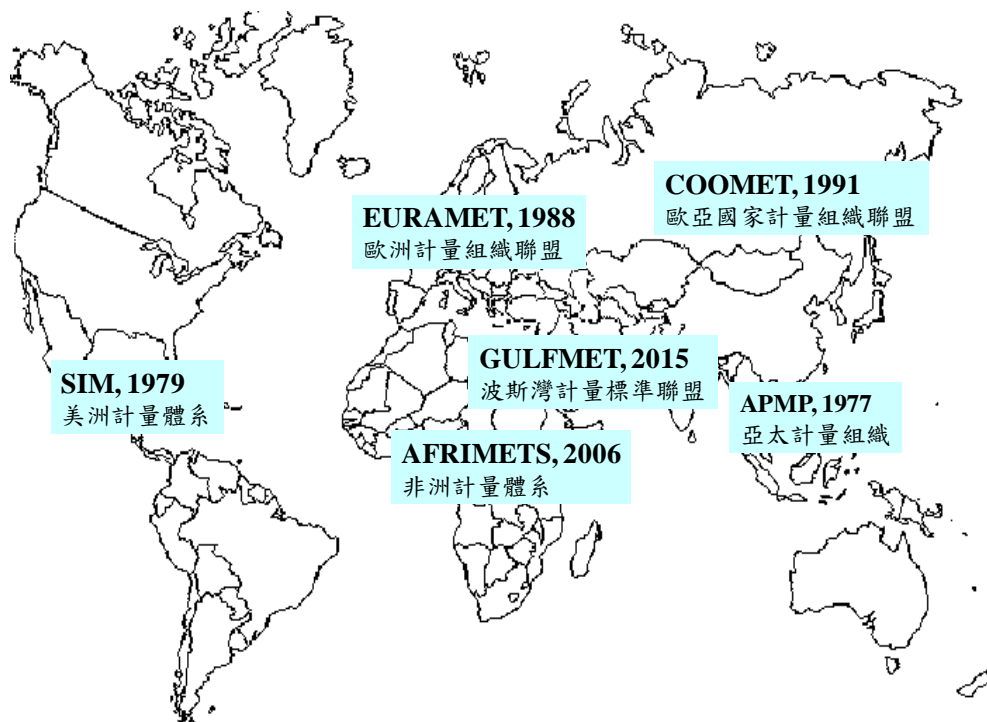


圖1-2-4、全球區域計量組織

表 1-2-2、NML 參與國際比對統計資料

領域	完成/發表項目	進行中項目
聲量、超音波、振動 Acoustics, Ultrasound, Vibration (AUV)	6	0
電/磁 Electricity and Magnetism (EM)	13	3
長度 Length (L)	17	3
質量及相關量 Mass and related quantities (M)	17	9
光度和光輻射量 Photometry and Radiometry (PR)	6	6
物量 Amount of Substance (QM)	6	0
溫度 Thermometry (T)	7	9
合計	72	30

比對流程依序為1)各區域組織技術委員會或諮議委員會比對發起，先詢問欲參與之國家及數目，再決定主辦國(pilot)，由其擬定比對規劃書(protocol)，2)依protocol內之比對時程及傳遞國家排序，進行比對件傳遞及量測，3)各參與國將完成比對之結果及數據分析，送給主辦國進行比對資料之彙整分析，4)比對報告依程序分為draft A、draft B及final report，draft B完成後送區域組織技術委員會同意後為final report，最後final report登錄於BIPM KCDB資料庫。國際比對時程一般至少需4~5年，以APMP.L-K1為例由2001年開始傳遞比對件，最後完成登錄為2006年，其比對流程如圖1-2-5。106年參與/完成國際比對項目共9項(如表1-2-3)，確保NML能量與國際等同。

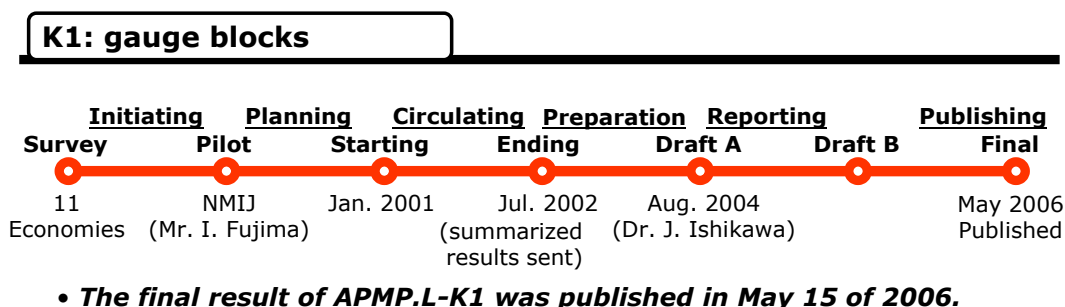


圖1-2-5、國際比對流程(以APMP.L-K1為例)

本年度NML共參與9項國際比對活動(如表1-2-3)，其中6項正式登錄BIPM KCDB資料庫，3項完成量測比對。另進行主導1項國際比對及1項受邀雙邊比對，展現NML計量技術能力。

表1-2-3、106年度NML國際比對情形

比對項目	系統代碼	傳遞標準件 (中文名稱)	比對編號或國家	結果與說明 (或現況說明)
(-50 ~ 400) °C 溫度	T04	白金電阻溫度計	Supplementary Comparison APMP.T-S6	比對結果於 106.01 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 07007。
油流量	F03	正位式流量計	Key Comparison APMP.M.FF-K2.a	比對結果於 106.01 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 03001。
風速	F10	雷射都卜勒流速儀	Key Comparison CCM.FF-K3.2011	比對結果於 106.05 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 07013。
氧氣標準氣體	C08	氧氣鋼瓶	Supplementary Comparison APMP.QM-S2.2015	比對結果於 106.05 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 08014。
電荷靈敏度	V01	加速規組	Key Comparison APMP.AUV.V-K2	比對結果於 106.07 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 09004。
直流電壓	E01	固態電壓標準器	Key Comparison APMP.EM.BIPM-K11.3	比對結果於 106.08 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2017, 54, <i>Tech. Suppl.</i> , 01012
分光穿透	O05	濾片	Key Comparison SIM.PR-K6	NML 已於 106.5 完成量測，比對進行中。
水流量	F01	科氏力式流量計/渦輪式流量計	Key Comparison CCM.FF-K1.2015	NML 已於 106.7 完成量測，比對進行中。
線刻度	D05	標準尺	Key Comparison APMP.L-K7	NML 已於 106.7 完成量測，比對進行中。

- 6項正式登錄BIPM KCDB Appendix B之比對結果如下：

(1) APMP.T-S6

APMP.T-S6比對項目為溫度(-50 ~ 400) °C(NML系統代碼：T04)，傳遞標準件為工業級白金電阻溫度計(Industrial Platinum Resistance Thermometer)，共有16個國家標準實驗室參與量測比對，由馬來西亞國家計量機構(NMIM；昔稱NML-SIRIM)主辦。圖1-2-6及表1-2-4摘錄工業級白金電阻溫度計輔助比對(Supplementary Comparison)結果，由比對結果可知NML之量測結果接近此次亞太計量組織參考值(Comparison Reference Value, CRV)，且(-50 ~ 300) °C的En值皆小於1。工業級白金電阻溫度計是所有工業級溫度計中最準確的一種溫度計，也是在學界或業界相當被普遍使用的溫度計，藉由國際比對來確保與國際標準的等同一致性，裨使學、研、產業界於溫度應用

源頭之品質保證是必須且重要的，而本比對結果係提供此溫度標準傳遞源頭的高可信度證明，影響的層面包括學術界、產業界、食品安全運送儲存、民生醫療及氣象觀測等領域。以台灣O驗科技(股)公司為例，其所建立的空氣溫度計校正系統主要校正醫療用滅菌鍋之工作標準件，以達到滅菌確效功能，溫度標準的傳遞依序是NML國家溫度標準(由定點囊傳遞)→T04工作標準溫度(由SPRT傳遞)→SGS TAF0143溫度標準(由PRT傳遞)→空氣溫度計校正系統工作標準溫度(由PRT傳遞)→滅菌鍋遊校用工作標準溫度→滅菌鍋溫度(由空氣溫度計傳遞)。透過此次比對結果確立了T04工作標準之量值保證，也降低了該公司滅菌確效風險。

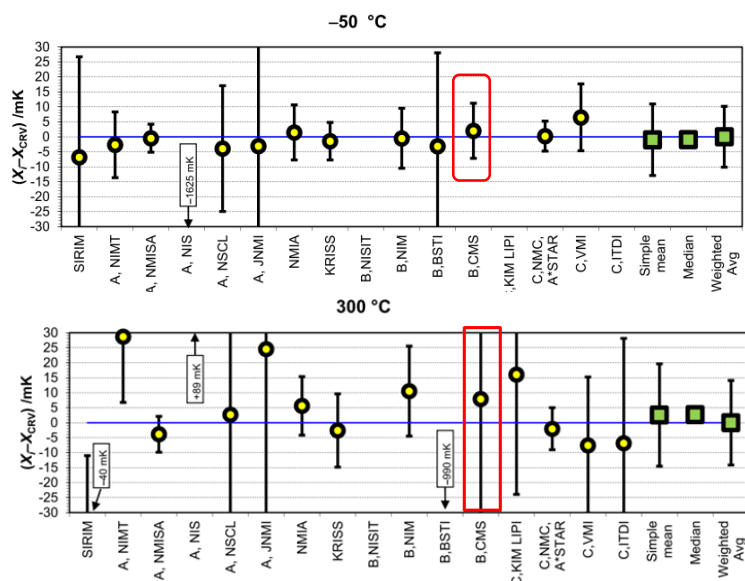


圖 1-2-6、NML 參與 APMP.T-S6 國際比對結果

(縱軸為各國家實驗室與參考值的差異)

表 1-2-4、NML 參與 APMP.T-S6 國際比對的 En 值

Participants	-50 °C	-30 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C
SIRIM	-0.19	-0.19	-0.40	-0.05	-1.24	-2.15
A, NIMT	-0.18	-0.09	0.31	0.46	1.10	2.52
A, NMISA	-0.04	0.12	-0.05	-0.01	-0.25	-0.03
A, NIS	-93.06	-39.32	5.86	4.06	4.12	4.48
A, NSCL	-0.17	-0.38	0.08	0.14	0.06	0.41
A, JNMI	-0.05	0.00	0.30	0.33	0.40	0.35
NMIA	0.11	-0.01	0.17	0.00	0.33	0.35
KRIS	-0.12	-0.05	-0.04	-0.05	-0.14	-0.16
B, NISIT	---	0.01	-0.83	-0.60	---	---
B, NIM	-0.03	-0.09	0.21	0.25	0.51	---
B, BSTI	-0.09	-0.33	-0.50	-1.51	-22.84	-14.03
B, CMS	0.15	0.13	0.48	0.03	0.12	---
C, KIM LIPI	---	-0.11	0.42	0.23	0.38	0.36
C, NMC, A*STAR	0.02	0.04	-0.09	0.00	-0.13	-0.17
C, VMI	0.43	0.13	0.13	-0.10	-0.28	-0.09
C, ITDI	---	-0.08	-0.02	-0.16	-0.18	---

(2) APMP.M.FF-K2a

APMP.M.FF-K2a比對項目為油流量(NML系統代碼：F03)，傳遞標準件為正位式流量計(Positive Displacement Flow Meter)，共有3個國家標準實驗室參與量測比對，由

日本國家計量研究院(NMIJ)主辦，參與國為臺灣NML以及澳洲國家計量研究院(NMIA)。由於2009年以前舉辦之CCM.FF-K2內圈比對，亞太區域(APMP)僅有日本NMIJ與臺灣NML參加，故此次比對NMIJ與NML為傳遞CCM.FF-K2 關鍵比對參考值(Key Comparison Reference Value, KCRV)之中心實驗室。

國內在此流率範圍之送校追溯，主要為桃園國際機場公司的6吋標準流量計，其需將油流量標準傳遞至對各家航空公司交易用的流量計。由於桃園國際機場之航運量極大，油品交易之計量如有顯著差異，除了影響機場之營運成本，也會影響臺灣的國際形象。藉由本次比對結果，NML於2個低流率之En值均小於0.2，可確保傳遞至國內油流量標準正確，往下傳遞保證對各家航空公司油品公平交易，維持臺灣國際形象。

表1-2-5、NML參與APMP.M.FF-K2國際比對結果

Re	Laboratory	Liquid, Temp.	Flow rate (m ³ /h)	d' _{APMP,i} (%)	U(d' _{APMP,i}) (%)	En
70 000	CMS	Light oil, 25 °C	113.06	-0.005 1	0.061	0.08
		Light oil, 30 °C	99.19	-0.011 3	0.061	0.19
	NMIA	D 130	168.50	-0.053 6	0.052	1.03
	NMIJ	Light oil, 25 °C	179.98	-0.038 5	0.052	0.75
		Light oil, 30 °C	156.68	-0.038 8	0.052	0.75
100 000	CMS	Light oil, 25 °C	160.56	-0.007 4	0.061	0.12
		Light oil, 30 °C	141.77	-0.011 1	0.061	0.18
	NMIA	Norpar 12	72.16	-0.059 3	0.052	1.14
		D130	226.04	-0.059 0	0.052	1.13
	NMIJ	Light oil, 20 °C	298.10	-0.034 3	0.052	0.67
		Light oil, 25 °C	257.11	-0.038 5	0.052	0.75
		Light oil, 30 °C	224.20	-0.040 8	0.052	0.79
		Kerosene, 25 °C	78.05	-0.035 4	0.052	0.69
		Kerosene, 30 °C	71.81	-0.039 2	0.052	0.76
300 000	NMIA	Norpar 12	207.79	-0.037 9	0.059	0.65
	NMIJ	Kerosene, 25 °C	234.12	-0.020 6	0.058	0.35
		Kerosene, 30 °C	215.48	-0.021 2	0.058	0.36

(3) APMP.QM-S2

人們生活與工作環境空氣中氧氣濃度約為0.208 mol/mol，環境中氧氣濃度太高或太低皆會造成人體危害甚至死亡，故必須量測以及監控氧氣含量。而工業中常使用鍋爐系統作為熱源及動力來源提供，過程中須監控氧氣濃度進行製程最佳化調整及提升能源使用效率，因此對國家實驗室而言具備準確量測氧氣濃度是重要的，可提供國內相關氧氣量測與監控設備廠商具可追溯至國家與國際之標準。

APMP.QM-S2比對項目為0.2 mol/mol 氮氣中氧氣(NML系統代碼：C08)，比對件為濃度0.2 mol/mol之氣瓶氣體(gas mixtures of 0.2 mol/mol oxygen in nitrogen)，共有5個國家標準實驗室參與量測比對，由NMIJ主辦。圖1-2-7及表1-2-6摘錄0.2 mol/mol 氮氣中氧氣輔助比對(Supplementary Comparison)結果，由圖1-2-7及表1-2-6可知NML量

測結果接近主辦實驗室提供比對件之參考值(Comparison Reference Value, Ref)，Degree of equivalence(D)值小於不確定 $U(D)$ ，亦即En值小於1。本次APMP.QM-S2補充比對為展示參與實驗室的能力而設計，用以支持和改進參與實驗室的CMCs。因此本比對結果顯示NML製備與量測0.2 mol/mol 氮氣中氧氣的能力良好，且可於CMC宣告具備0.05 mol/mol 至 0.30 mol/mol氮氣中氧氣標準氣體製備與量測能力。

提供鍋爐使用業(如中O鋼鐵公司、東O鋼鐵公司)、氣體販售廠商(如三O氣體公司、新O僑氣體公司)、氣體偵測器開發與校正商(如山O科學公司)、製程條件監控(如矽O科技公司)以及工廠或者實驗室二級標準品之標準追溯等需求，解決以往須仰賴進口標準氣體以及追溯是否完整的問題，同時供提具國際等同性之量測結果。

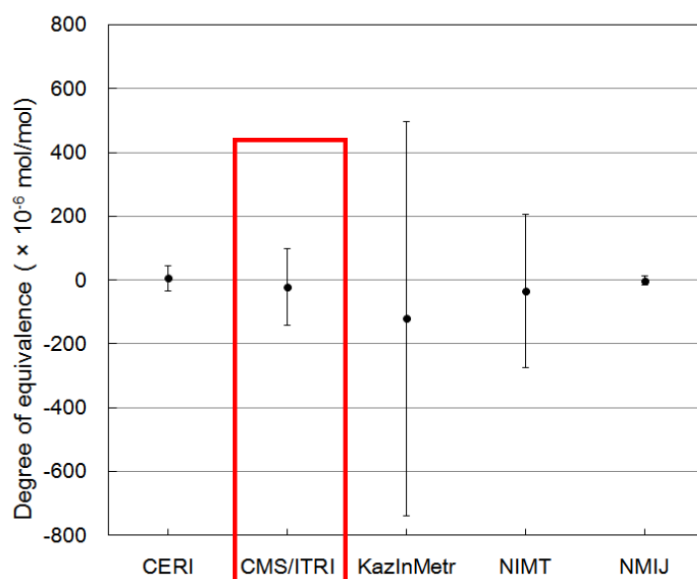


圖 1-2-7、NML 參與 APMP.QM-S2 國際比對結果

表 1-2-6、NML 參與 APMP.QM-S2 國際比對量測結果總表

Laboratory acronym	x_{ref} (mol/mol)	u_{ref} (mol/mol)	Reported Value (mol/mol)		U_{lab} (mol/mol)	k_{lab}	D (mol/mol)	$U(D)$ (mol/mol)	k
			x_{lab}	U_{lab} (relative)					
CERI	0.2017145	6.0×10^{-6}	0.20172	0.019%	38×10^{-6}	2	5.5×10^{-6}	40×10^{-6}	2
CMS/ITRI	0.2032915	6.2×10^{-6}	0.20327	0.012 cmol/mol	120×10^{-6}	2	-21.5×10^{-6}	121×10^{-6}	2
KazInMetr	0.2058388	7.0×10^{-6}	0.205718	0.3%	617×10^{-6}	2	-120.8×10^{-6}	617×10^{-6}	2
NIMT	0.2004254	5.9×10^{-6}	0.20039	0.12%	240×10^{-6}	2	-35.4×10^{-6}	241×10^{-6}	2
NMIJ	0.1980561	6.3×10^{-6}	0.1980543	0.004%	8×10^{-6}	2	-1.8×10^{-6}	15×10^{-6}	2

(4) CCM.FF-K3.2011

CCM.FF-K3.2011比對項目為風速量(NML系統代碼：F10)，傳遞標準件為雷射都卜勒流速儀(Laser Doppler Anemometry, LDA)，共有9個國家標準實驗室參與量測比對，由德國聯邦物理技術研究院(PTB)主辦，在亞太區域(APMP)僅有日本NMIJ與臺灣NML與中國大陸NIM參加，本次比對之風速量範圍為0.5 m/s至40 m/s，圖1-2-8 為風

速0.5 m/s比對結果，表1-2-7為摘錄自風速量關鍵比對結果，NML E_n 值皆小於1，顯示NML具有與KCRV之間的一致性。

本次參與CCM.FF-K3比對除可參與評估本身實驗室的能力外，也可用以支持國內二級實驗室風速校正系統風速計校正的準確性，例如量O科技公司、台灣O驗科技公司與太O電子檢驗公司等。此外，也可協助臺灣國內風速計製造廠商，例如宇O科技公司及世O電子公司等不同的風速計產品的開發與驗證，當產品開發完成後，NML提供新產品風速計的校正報告以驗證儀器的準確性，得以成功拓展外銷市場。

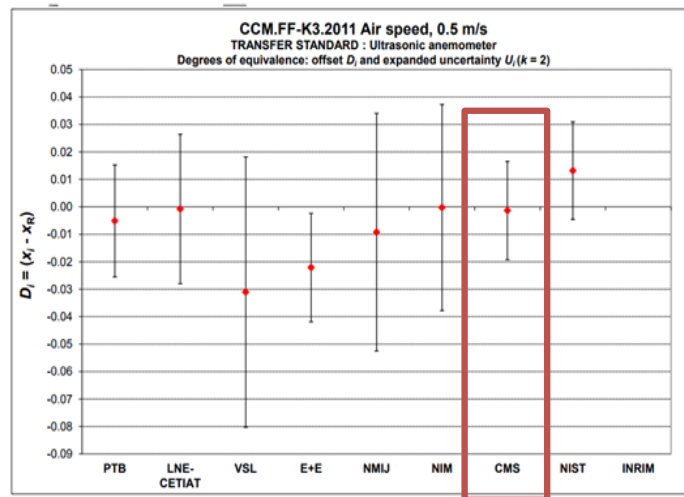


圖1-2-8、CCM.FF-K3國際比對結果(0.5 m/s)
(縱軸為各國量測結果與參考值的差異)

表1-2-7、NML參與CCM.FF-K3國際比對量測結果總表

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	K_{KCRV}	$U(K_{KCRV})$	CMS			NIST			INRIM		
			d_i	$U(d_i)$	E_i	d_i	$U(d_i)$	E_i	d_i	$U(d_i)$	E_i
0.5	0.9993	0.0034	-0.003	0.004	0.65	0.002	0.005	0.51			
1	1.0000	0.0032	-0.001	0.006	0.13	0.003	0.005	0.65			
2	1.0013	0.0024	0.000	0.007	0.07	0.000	0.007	0.04	0.003	0.010	0.33
5	1.0006	0.0018	-0.0018	0.0050	0.35	0.001	0.004	0.19	0.0004	0.0089	0.05
10	1.0016	0.0017	0.0003	0.0054	0.06	-0.0009	0.0038	0.24	-0.0088	0.0089	0.99
15	1.0016	0.0018	0.0006	0.0051	0.12	-0.0006	0.0037	0.17	-0.0077	0.0090	0.85
20	1.0016	0.0017	-0.0008	0.0050	0.16	-0.0009	0.0038	0.23	-0.0066	0.0091	0.72
30	1.0012	0.0019				-0.0002	0.0037	0.06	-0.0066	0.0090	0.73
40	1.0007	0.0019				0.0005	0.0037	0.13	-0.0059	0.0092	0.64

(5) APMP.AUV.V-K2

APMP.AUV.V-K2比對項目為加速度(NML系統代碼：V01)，日本NIMJ為主辦實驗室。比對內容為加速規電荷靈敏度，加速度由10 m/s²至200 m/s²，頻率範圍為40 Hz至5 kHz，標準件為雙頭背對背參考加速規組(Back-to-back reference standard accelerometer)及單頭傳遞標準加速規組(Single-ended transfer standard accelerometer)，

比對結果NML能量範圍之En值皆小於1，顯示NML具有與KCRV之間的一致性，標準傳遞至我國12個TAF認可之加速規二級校正實驗室、8個振動計校正實驗室，提供高科技電子廠房全廠微振動評估、微奈米製程檢測設備振動評估、軌道運輸引致環境振動/噪音量測及車廂內噪音舒適分析、水庫橋樑地震儀遊測及電子產品環境振動模擬機振動評估所需之量測追溯。以金O科技公司為例，透過NML校正服務提供振動量測設備開發及製造之量測追溯，確保其衝擊測試能力獲得國際系統廠商認證，拓展國際市場。

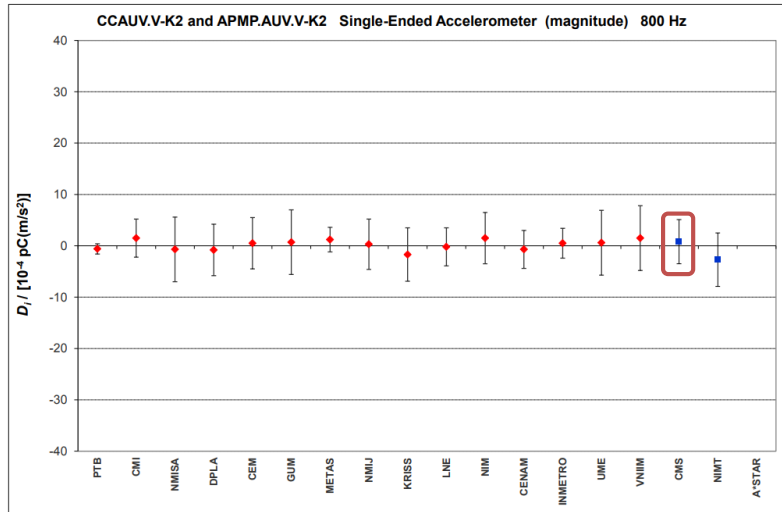


圖 1-2-9、NML 參與 APMP.AUV.V-K2 國際比對結果(800 Hz)
(縱軸為各國量測結果與參考值的差異)

(6) APMP.EM.BIPM-K11.3

APMP.EM.BIPM-K11.3比對項目為約瑟夫森電壓(直流1.018 V與10 V) (NML系統代碼：E01)，傳遞標準件為由日本NMIJ提供的3台固態電壓標準器(Zener standard)，共有10個國家標準實驗室參與量測比對，由韓國國家計量研究院(KRIS)主辦。圖1-2-10摘錄約瑟夫森電壓關鍵比對結果，由圖1-2-10可知NML之直流1.018 V與10 V的電壓量測結果皆非常接近BIPM.EM-K11.3關鍵比對參考值(Key Comparison Reference Value, KCRV)，顯示NML與KCRV之間極具有量測一致性。約瑟夫森電壓標準為我國直流電壓的最高標準，此次比對結果顯示NML電壓標準傳遞結果的高可信度與國際等同性，也足以確保電子、電機、電力、光電及半導體等產業之電量相關儀器設備的量測準確性。例如國內專營電機與馬達產品特性精密檢驗設備的制O電測公司，其客戶群包括：松O、大O、東O、日O、士O電機、台O電機及中O電工等國內電機大廠。該公司透過NML所提供之高準確度的電量標準校正與追溯能量，滿足其電量標準儀器的追溯需求並得以提升其檢驗設備之量測準確度與公信力，以及解決精密設備檢驗時的量測誤差問題，藉此該公司亦成功地將產品打進泰國、菲律賓、越南、以及馬來

西亞等國際市場。

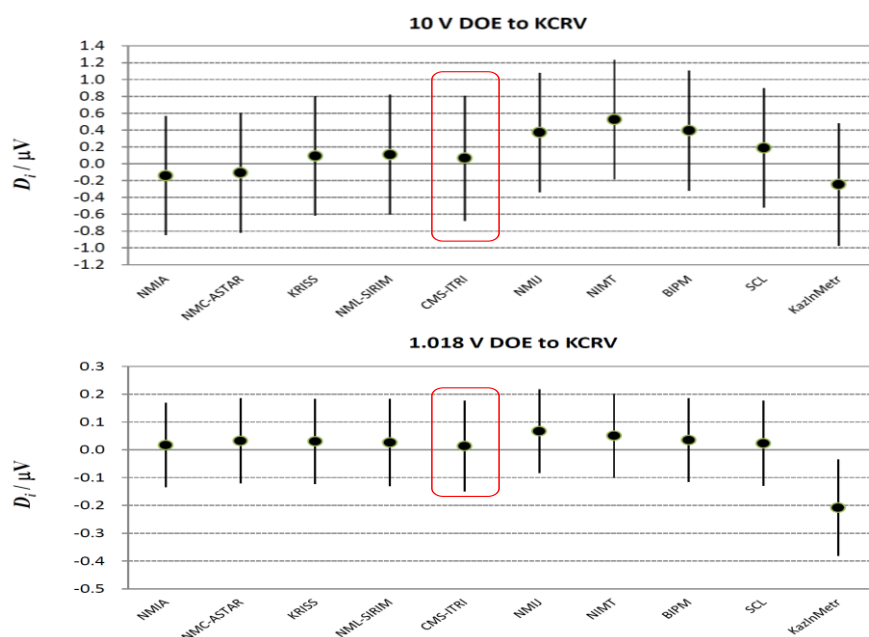


圖 1-2-10、NML 參與 APMP.EM.BIPM-K11.3 國際比對結果 (直流 1.018 V 與 10 V)
(縱軸為各國量測結果與參考值的差異)

- 主導1項國際比對活動

國際度量衡委員會流量工作小組(CIPM-WGFF)分別於2005年至2006年，以及2010至2012舉辦2次的CCM.FF-K6(低壓氣體流量)內圈比對。今年由NML主辦CCM.FF-K6.2017跨區域的內圈比對，共有10個國家參與，包含義大利、法國、德國、捷克、瑞典、韓國、日本、澳洲、美國，於106年8月開始執行，目前比對件已傳遞至義大利，預計2019年7月底完成所有量測工作。我國因政治因素通常只能參加區域性(例如：APMP)的比對，此次能突破現狀參與內圈比對，更取得主辦地位，表示NML的實力在國際上已深獲肯定。



圖1-2-11、低壓氣體流量國際比對傳遞標準件

- 受邀赴泰國國家計量研究院(NIMT)進行光纖雷射光梳比對

應泰國NIMT邀請，攜帶NML光纖雷射設備至泰國進行光纖雷射光梳雙邊比對，比對結果將作為NIMT申請登錄BIPM CMC之參考。比對的方式是用雙方的光梳同時量測633 nm HeNe 雷射頻率，再計算雙方所量測到的頻率差異。NIMT之光梳是德國MenloSystems(以下簡稱Menlo)商用設備，其重複率為250 MHz，NML是自製，重複率為500 MHz。經過5天(10/2~6日)量測比對工作，雙方633 nm的頻率差值最接近的約為22 Hz，2010年NML與日本NMIJ量測1064 nm雷射頻率比對結果，平均頻率差值32 mHz，2009年日本NMIJ與澳洲NIMA量測633 nm雷射頻率比對結果，平均頻率差值38 mHz。此次比對結果差值較大，主要是源於Menlo的拍頻訊噪比不夠好，造成頻率計數器無法量測到正確的頻率。透過此次比對協助NIMT發現其系統問題，除有助於雙方的交流與關係建立，也可藉此將光梳技術往東南亞推廣及增加NML國際比對實戰經驗。

- 國外追溯共完成16項27件

表1-2-8、106年度 NML國外追溯情形

追溯項目	件(組)數	所屬量測系統代號名稱	追溯國家/機構	追溯日期
針規	1	D03 端點尺寸量測系統	美國/NIST	106.08
直流電流分流器	1	E10 直流大電流量測系統	美國/NIST	106.05
熱效電流轉換器	1	E11 交流電流量測系統	德國/PTB	106.02
交流電流分流器	1	E11 交流電流量測系統	德國/PTB	106.02
標準電感	3	E16 標準電感量測系統	美國/NIST	106.07
光偵測器	2	O03 分光輻射量測系統	英國/NPL	106.05
白板	2	O05 色度量測系統	加拿大 NRC	106.03
標準增益天線	2	U06 電磁場強量測系統	英國 NPL	106.03
對數/錐形天線	2	U06 電磁場強量測系統	英國 NPL	106.03
環狀天線	1	U06 電磁場強量測系統	英國/NPL	106.03
電磁場強度計	1	U06 電磁場強量測系統	英國 NPL	106.03
熱陰極離子式真空計	1	L02 動態膨脹法真空量測系統	德國/PTB	106.06
力量傳感器	4	N03~05 力量比較校正系統	德國/PTB	106.08
活塞壓力計	3	P03 油壓量測系統	德國/PTB	106.10
標準線距	1	D28 掃描式電子顯微量測系統	德國/PTB	106.02
543 雷射波長	1	D19 線距校正系統	英國/NPL	106.05
計 16 項 27 件			註：追溯日期係指校正報告日期	

3. 完成8領域監督評鑑

NML除了量測技術與國際計量機構並駕齊驅，管理系統也須與國際接軌，向亞太計量組織(APMP)證明我國實驗室自主管理之能力，以確保我國的校正及量測能量(CMC)能持續登錄在國際比對能量庫(KCDB)上。一方面考量強化國際交流，一方面考量支持國內認證制度，故我國選擇以ISO/IEC 17025為評鑑基準，透過同儕評鑑(Peer Review)來證明我國實驗室自主管理之能力。自90年度開始向全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)申請第三者認證，藉由第三者的客觀角度來證明NML的品質系統運作是符合世界(ISO/IEC 17025)標準。配合TAF認可證書之3年效期，將NML 15個領域分3年執行認證工作，所以NML每年都會有一次正式的評鑑，歷經12年，每個實驗室都已經過四輪的評鑑，在歷次的評鑑中，NML展現的優異品質，均讓各國評審員印象深刻，此表現也獲得TAF極高的信心支持，在99年度將NML校正領域的證書效期延長為5年。另於101年度，NML化學領域之分析氣體亦通過TAF參考物質生產機構(RMP)認證，使NML的品質系統除依循ISO/IEC 17025，也符合ISO Guide 34之要求。105年起，TAF參考物質生產機構認證之證書效期亦延長為5年。證書公告於NML網站第三者認證項下(http://www.nml.org.tw/components/com_article.asp?sm_id=199)，供業界與民眾查詢與下載。

本年度NML共計有化學(認證編號：N2346)、溫度/濕度(認證編號：N0881)、流量/力量/質量/壓力/真空(認證編號：N0882)等8領域及參考物質生產機構(認證編號：R001)之TAF監督評鑑，各評鑑完成時間如表1-2-9所示，不符合事項共計3項，皆已完成改善。2場參考物質生產機構(認證編號：R001)監督評鑑活動則是配合全國認證基金會(TAF)為持續維持與運用國際認證組織之相互承認協議機制，以符合ISO/IEC 17011之要求，其評鑑週期為5年，106年適逢週期已屆，故於今年進行延續相互認可年限之認證活動。現場評鑑由亞太認證組織(APLAC)組成評鑑團隊，也酌派任觀察員來觀摩評鑑狀況。為展現TAF管理國內參考物質生產機構之認可品質，TAF從認可機構中挑選優良之生產機構，適當安排監督評鑑之觀摩事宜。NML所屬之參考物質生產機構(認證編號R001)被列為觀摩項目之一，故今年度TAF特別安排兩次監督評鑑，分別於106年2月與5月執行。

表1-2-9、106年度NML監督評鑑列表

證書編號	認證領域	時間	評審員	NCR	改善完成
R001	RMP/化學	106/2/17	TAF/高寶珠	2	Y
N2346	化學	106/2/17	蕭德瑯	0	-
R001	RMP/化學	106/5/16	TAF/張淑芬、高寶珠 崑山科技大學/許逸群	1	Y
N0881	溫度/濕度	106/6/29	蕭德瑯	0	-
N0882	流量/力量/質量/壓力/真空	106/7/19	黃鴻昌	0	-

4. 支援國際相互認可技術活動

擔任CMC審查工作小組，協助跨區域計量組織之CMC審查項目，參與項目如下表。

表1-2-10、NML參與CMC審查工作小組項目

領域	隸屬委員會	工作小組
溫度	TCT	標準白金電阻溫度計、定點囊
		工業溫度計
長度	TCL	奈米粒徑、電子測距、穩頻雷射端點尺寸(含內外直徑)、表面形貌、線刻度、角度塊規等
電/磁	TCEM	阻抗
品質	TCQS	品質系統
流量	TCFF	油流量、高壓氣體流量、風速

年度完成以下跨區域計量組織之CMC項目審查：

- ✓ COOMET.AUV.8.2017(歐亞國家計量組織聯盟) 提交聲學領域審查。
- ✓ COOMET.AUV.9.2017(歐亞國家計量組織聯盟) 提交聲學領域審查。
- ✓ AFRIMET.AUV.5.2017(非洲計量體系) 提交聲學振動領域審查。
- ✓ EURAMET.T.22.2017(歐洲計量組織聯盟) 提交UME(土耳其)露點計CMC審查。
- ✓ COOMET.T.12(歐亞國家計量組織聯盟) 提交露點計以及露點濕度產生器CMC審查。
- ✓ EURAMET.AUV.17.2017(歐洲計量組織聯盟) 提交振動領域審查。

年度完成以下APMP區域之CMC項目/比對報告審查：

- ✓ 韓國標準與科學研究院(KRISS)提交APMP工業溫度計CMC審查。
- ✓ 印尼計量研究中心(RCM-LIPI)提交Hg, Ga, In Sn and Zn定點囊CMC審查。
- ✓ 馬來西亞NMIM與韓國KRISS雙邊比對APMP.T-K3.5之比對報告審查。
- ✓ 香港計量院(SCL)提交長度領域之CMC審查。
- ✓ 新加坡國家計量中心(NMC_A*STAR)提交振動領域之CMC審查。

5. 參與國際重要會議/活動，維繫國際關係

國際度量衡委員會(CIPM)諮詢委員會(Consultative Committees, CCs)任務為提供CIPM業務上的意見並且在CIPM MRA扮演重要角色，每位諮議委員係由CIPM成員、國際計量機構(NMI)代表及其他專家擔任。NML已參與CCPR(光量)、CCM-WGFF(流量)、

CCM-WGG(重力)、CCL-WG(長度)及CCQM-GAWG(氣體)，國際計量組織會議與運作如圖1-2-12。原受制於「須受技術諮詢委員主席邀請方可參與」，由於NML之技術研發能力受國際肯定與注目，歷年來積極參與各項組織活動，建立良好充沛之國際人脈，因此受到CIPM組織內成員的支持，NML於2014年及2015年獲同意成為光輻射與光度諮詢委員會(Consultative Committee for Photometry and Radiometry, CCPR)、長度諮詢委員會(CCL)和聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員，擴展國際計量組織參與之自主性。

除參與CIPM相關活動，NML亦積極參與亞太計量組織(APMP)之運作。APMP主要任務在結合亞太地區之國家計量機構，經由會員實驗室間之經驗和技術分享，改進亞太地區之計量能力。NML於APMP擔任執行委員會(Executive Committee, EC)委員、聲量/超音波/振動領域之技術委員會(Technical Committee Acoustics, Ultrasound and Vibration, TCAUV)主席、醫學計量焦點工作組主席及APMP各領域技術委員會成員，適時參與蒐集計量技術的最新發展趨勢，或主導相關活動。參與國際活動內容說明如下：

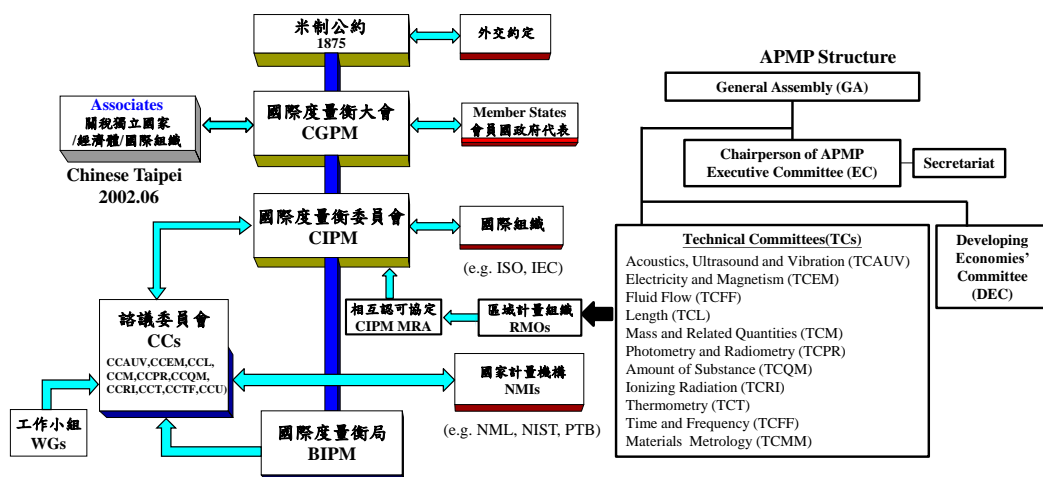


圖 1-2-12、國際計量組織會議與運作

(1) 出席技術諮詢委員會會議

國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)是國際度量衡組織的最高指導單位，其成立的宗旨是在確保計量科學的發展及國際度量衡標準的一致化，其成員由米制公約簽署國的國家度量衡機構所組成。其下有10個諮詢委員會(Consultative Committees, CCs)，負責研究及協調所屬專業領域的計量問題，各諮詢委員會另設立數個工作小組(WG)。本年度參與質量(CCM)、光度與光輻射(CCPR)、聲量/超音波/振動(CCAUV)及長度(CCL)共4個CC相關會議。

- 參加質量技術諮詢委員會壓力真空工作組會議(CCM WG PV)

NML 受邀以觀察員身分參與「壓力質量技術諮詢委員會壓力真空工作組會議」

(CCM WG Pressure and Vacuum meeting), CCM WG PV 會議為真空最高國際組織之內部會議。會議主軸為工作小組內部事務，如組織章程、成員身分審核、關鍵比對執行進度等，從討論過程也可以一窺目前壓力真空的計量發展重點，如動態壓力量測標準與光學式氣體壓力量測技術。光學式氣體壓力量測技術方面，目前僅有美國、法國與德國在發展此技術，美國的發展進度更是遙遙領先德法。後續將投入此技術研發的目前有中國大陸、日本、韓國及印度，NML 為亞太地區首先展開此研究之單位，已於今年展開了四年期的「光干涉式絕對壓力量測技術」，計畫成員熟悉光干涉儀與真空技術，未來將有機會優先完成此項技術開發，也將持續與技術領先之國際實驗室保持聯繫，並期盼有更多的技術交流與合作。

- 參加光度與光輻射諮詢委員會工作小組會議(CCPR WG)

光度與光輻射諮詢委員會(Consultative Committees for Photometry and Radiometry, CCPR) 為國際度量衡局(BIPM)十個諮詢委員會之一，為光輻射計量領域最高技術組織，今年於日本東京舉行校正與量測能量(WG-CMC)、關鍵量比對(WG-KC)、策略規劃(WG-SP)等三個工作小組的討論會，會議討論摘要如下：

- 本次 WG-CMC 會議限制只能由 WG-CMC 成員(區域國際組織的光輻射 TC 主席)及邀請 1 位專家(通常為前任 APMP TCPR 主席)參加，本次會議致力討論比對分析一致性方法，未來將會作為國家實驗室比對結果判定及不確定度合理性之依據，更加著重檢討關鍵比對(KC)以及輔助比對(SC)的結果以回饋到 CMC 表。
- 現任 CCPR 主席為義大利國家實驗室(INRIM)的 Maria Luisa，原主席日本 NMIJ 的 Takashi Usuda 卸下 CCPR 主席職務。另本次會議中 WG-SP 主席加拿大 NRC 的 Joanne Zwinkels 以及 WG-KC 主席美國 NIST 的 Yoshi Ohno 提出打算要卸下 WG 主席的職務，希望有意願接任者可提名。
- SI 單位新定義在光輻射方面沒變，由工作小組(TG)討論燭光定義之文件描述方式修改。技術上量子燭光各國尚在研究當中。本次會議美國提出由光壓作為大功率雷射的標準追溯源。

- 參加聲量/超音波/振動諮詢委員會會議(CCAUV WG)

聲量/超音波/振動諮詢委員會(Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration, CCAUV)，屬BIPM十個諮詢委員會之一，為聲量/超音波/振動計量領域最高技術組織。CCAUV成立於1998年，現有18個會員(Member Institutes)與14個觀察員(Observer Institutes)，其中會員包括APMP之國家計量機構(NMI)有日本、韓國、中國大陸與澳洲屬於正式會員，印度、新加坡與臺灣則屬於觀察員。這次APMP計有8位代表參加，中國大陸2位、日本2位、韓國1位、澳洲1位、新加坡1位及臺灣1位。CCAUV每兩年於BIPM召開會議，下一次第12屆會議定在明年九月於BIPM召開。目前CCAUV有

3個工作小組，分別是策略規畫工作小組(Strategic Planning Working Group, SPWG)、關鍵比對工作小組(Key Comparison Working Group, KCWG)及區域計量組織工作小組(Regional Metrology Organization Working Group, RMOWG)。雖然AUV通稱三大技術領域，但CCAUV主要涵蓋4個主要技術領域：空氣音Airborne sound (A)、超音波Ultrasound (U)、振動(含線性與衝擊)Vibration (V) 與水下聲學 Underwater acoustics (W)，一般國家在水下聲學方面較少涉獵，但由於近年來鑽油探勘與離岸風機工程，因此海底噪音之影響日益重視。

此次CCAUV SPWG規劃出未來10年2016至2026之策略發展方向，大部分議題為現有持續發展之技術，其中振動領域新增加一個方向議題為慣性加速度(Inertial Acceleration)，主要是因為消費電子產品、汽車產業、無人車與數位化需求日益增加，建議NML振動聲量領域，可針對感測器應用於產線監測與驗證方式蒐集資料，配合我國產業未來發展需要，建置相關計量技術與校正服務，協助我國產業與國際同步發展。

- 參加長度諮詢委員會相互認可工作小組會議(CCL WG-MRA)

國際度量衡委員會(CIPM)下的長度諮詢技術委員會(CCL)每三年召開會議，其下三個工作組WG-MRA (相互認可工作小組)、WG-S (策略規劃工作小組)及WG-N (奈米工作小組)，原則上每年召開會議。今年由芬蘭國家實驗室(VTT MIKES)主辦，搭配Macroscale 2017研討會，前後安排EURAMET TCL和CCL WG-MRA會議，並安排參觀VTT MIKES實驗室。由於NML不是EURAMET成員，主要參加Macroscale 2017研討會、CCL WG-MRA會議和參觀VTT MIKES實驗室。Macroscale研討會每三年一次，此研討會主要為各國國家實驗室長度領域在計量技術發展及標準系統精進方面深入交流研討的會議，也有歐盟EMRP計畫研究成果的發表。除可以了解先進實驗室在長度計量的研究發展方向外，並可深入了解他們對於系統改良精進的作法，對於NML系統精進應有所助益。CCL WG-MRA會議就像是國際長度計量的立法及法規小組，參與此會議，能夠提早獲知遊戲規則是否有改變，以及早因應。會議討論摘要如下：

- NML申請成為WG-MRA工作小組成員，中國計量院亦提出，待明年CCL會議核定。若申請成功，將不需要事前經主席同意，未來將可以獲得更多細部資訊。
- 今年討論的議題主要著重在CMC，以Flexible CMC(或稱generic CMC)項目涵蓋多個既有CMC以減少CMC數目，進而減輕BIPM網站維護的負擔是趨勢，
- DimVIM也將同步作修訂，以及未來可能採用Risk-based的審查方式。後年NML長度領域要進行第三者認證，將持續關注何時採用新的CMC項目，以利認證通過後CMC的更新申請。

(2) 出席亞太計量組織相關國際活動

APMP現有經濟體正會員25個及副會員11個，其中機構正會員有44個，而副會員

機構則有12個，轄下共有12個領域之技術委員會(Technical Committee, TC)，分別為聲量/超音波/振動(TCAUV)、電/磁(TCEM)、流量(TCFF)、長度(TCL)、質量(TCM)、光度與光輻射(TCPR)、物量(TCQM)、品質系統(TCQS)、游離輻射(TCRI)、溫度(TCT)、時頻(TCTF)及材料計量(TCMM)等。

NML於亞太計量組織擔任執行委員會委員、技術委員會主席及焦點工作組主席，協助亞太區域計量事務之推動，負責工作說明如表1-2-11。年度參與活動說明如下：

表 1-2-11、NML 參與亞太計量組織一覽表

擔任項目	負責工作/補充說明
EC 委員 (2015 ~ 2018)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 連結開發中經濟體委員會(Developing Economic committee, DEC)與醫學計量焦點工作組(Focus Group, FG) ◇ 負責亞太計量組織促進研究案(TC Initiative, TCI)計畫的審核與執行進度掌控
TCAUV 主席 (2015 ~ 2018)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 主持技術委員會之定期會議 ◇ 區域內與區域間各 NMI 所提之 CMC 審查 ◇ 國際同儕評鑑委員核定 ◇ 規劃申請 TCI
醫學計量 焦點工作組主席	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 焦點工作組相關業務處理 ◇ 主持及辦理年度會議

- 出席亞太計量組織年中會議

亞太計量組織(APMP)一年召開兩次主要會議:年中會議(mid-year meeting)和大會(General Assembly, GA)。2017年年中會議於馬來西亞馬六甲召開，NML由藍玉屏組長以APMP執行委員(Executive Committee, EC)身分出席EC會議，了解並參與APMP重大決策，與亞太其他先進國家執行委員交流互動，建立良好關係，以增進未來國際合作機會。同時亦參與開發中國家執行委員(Developing Executive Committee, DEC)會議，了解開發中國家在計量上的發展和關心的重點，並參訪主辦方馬來西亞國家標準實驗室(NMIM)。這是新APMP團隊接手後召開的第一次會議。以現任主席日本NMIJ的Dr. Toshiyuki Takatsuji為首，目前共有6位執行委員，會議討論的重點議題包括：會員、財務、CIPM-MRA檢討現況、MoU修訂、與其他組織的連結互動、獎項、網站及未來會議等。本次會議確認通過伊朗NMCI和伊拉克CQSQC成為APMP仲會員(Associate member)、澳門PHL成為會員。會議另一個重點議題為以commercial comparison作為支持CMC證據方案，EC、DEC、技術委員會主席委員會(TCC)充分討論草案內容的執行細節和注意事項，目前只是APMP的初步想法，透過本次會議的討論，仍有許多執行細節需要進一步釐清和討論。針對商業型比對(commercial comparisons)的討論，結論是等到區域內有較確實的結論(共識)時再提至區域組織聯合委員會(JCRB)討論決定。

將來是否能獲得其他區域組織或諮詢委員會(CC)甚至JCRB的認同，還有一段長路要走。但可以確定這是APMP未來要推動的方向，必須關切其後續發展。此外，明年TCAUV(聲量/超音波/振動)、TCEM(電/磁)、TCM(質量)、TCPR(質量)、TCQM(化學)、TCQS(品質)及TCT(溫度)等主席到任，今年要選出預備主席。建議爭取擔任相關職務，除了可以參與主導國際計量事務的討論外，亦能增加我們特色技術的能見度，促進國際合作。德國聯邦物理技術研究院(PTB)主辦之「計量促進亞洲經濟體發展計畫」(Metrology-Enabling Developing Economies in Asia, MEDEA)將進入第二期，此計畫雖以支援開發中國家NMI為主，但在執行方面很多地方需要已開發國家NMI的協助。臺灣在第一期參與的比較少，建議與開發中國家NMI合作，透過他們申請MEDEA計畫經費，在臺灣辦理技術訓練課程或研討會，配合政府南向政策，以計量標準技術實力拓展強化我們對開發中國家的影響力。同時，APMP很重視和其他利益相關者(stakeholder)的連結互動，特別是APLMF及APLAC，無論在法規或實驗室認證方面希望它們了解和重視計量標準的重要性。今年APMP國家計量機構負責人研討會(NMI Director's workshop)之研討會主題為"Revised SI: what does it mean for APMP members?"，契合目前NML發展方向，屆時可以和亞太計量組織其他NMIs共同交流研討。

- 參加 2017 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，加強與亞太計量組織間之技術交流。

亞太計量組織(APMP)會員大會(General Assembly, GA)為該組織之最高決策單位，每年舉辦1次大會，與大會同時召開之會議有各領域之技術委員會會議(Technical Committee, TC)、執行委員會會議(Executive Committee, EC)、各技術委員會主席會議(Technical Committee Chair, TCC)、執行委員會與技術委員會主席聯席會議(TCC/EC)、開發中國家委員會會議(Developing Executive Committee, EC)、國家計量機構負責人研討會(NMI Director's Workshop)等。

本次會議由印度國家物理實驗室(CSIR-National Physical Laboratory of India, CSIR-NPLI)主辦，NML由林增耀主任率相關主管及資深同仁共13人前往參加，參與團員除負責報告我國實驗室現況外，各領域討論事項摘要如表1-2-12。

表1-2-12、2017年亞太計量組織會員大會暨技術研討會NML出國人員與討論重點

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
TCAUV	聲量、超音波、振動 Acoustics, Ultrasound and Vibration	黃宇中 涂聰賢	• 為加速 CMC 之審查 APMP TCAUV 依聲量、振動、超音波技術分成三個工作團隊，分別由中國大陸 NIM、韓國 KRISS、日本 NMIJ 擔任領域審查負責

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>人，NML 則擔任振動與聲量領域之 CMC 審查人員。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 明年 NML 將與中國大陸 NIM 合作主導 1 英吋實驗室標準麥克風(LS1P)之壓力場互換校正比對，頻率範圍為 2 Hz 至 10 kHz，另提出低頻振動比對申請，待 APMP 同意申請。 • 在 CCAUV 會議中已將 AUV 領域之關鍵比對執行之時程進行規劃，建議 NML 可依據比對時程規劃系統改良精進與能量建立。
TCEM	電量、磁量 Electricity and Magnetism	許俊明 饒瑞榮	<ul style="list-style-type: none"> • APMP TCEM 將於明年展開新一輪的 CMC review，針對 EM 領域各參數的審核小組負責人與成員名單進行確認，確保屆時審核工作的適當分配與順利進行。 • 商業型比對(commercial comparisons)方式討論，雙方校正報告經第三國計量院公證後，即可作為其申請 CMC 的佐證。 • 建議後續可針對開發中國家基礎計量需求如公平交易、民生計量，申請 MEDEA 經費舉辦相關訓練課程，提升我國對東南亞國家之能見度與影響力。
TCFF	流量 Fluid Flow	江俊霖	<ul style="list-style-type: none"> • 報告我國 CCM.FF.K6 2017 國際比對執行現況及注意事項。 • CMC review 新方案及 KCDB 2.0 說明，目的是更容易的確認各實驗室系統的能力並減少 CMC 數量。 • 確認各領域 CMC review 成員名單及具擔任同儕評鑑資格的人選。 • CCM-WGFF 及 APMP TCFF 國際比對的現況、結果與未來規劃。 • 新 TC Initiative project 報告及討論，確認計畫內容與先前差異性，及經費刪除確認。
TCL	長度 Length	許博爾	<ul style="list-style-type: none"> • 各項國際比對狀況說明、未來比對規劃及時程討論。

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<ul style="list-style-type: none"> • Focus Group (焦點工作組) 確認聯繫代表，我方為「醫療診斷設備」項目聯繫代表。醫療設備範圍涵蓋廣大，建議焦點工作組應先定義待測物，再由 TC 進行技術支援。 • 商業型比對架構討論，主要是由比對需求 NMI 向他國 NMI 提出校正申請，收費、量測後將量測結果交由需求 NMI 及第三方，在由比對需求 NMI 撰寫比對報告後交由第三方審核，再由 TCL 主席審確認。
TCM	質量及其相關量 Mass and Related Quantities (Mass, Density, Volume, Pressure, Vacuum, Force, Torque, Hardness, Gravity, etc)	陳生瑞	<ul style="list-style-type: none"> • 新質量各成員國研究進展方面，韓國 KRISS 建構中之瓦特天平已來不及於今年 7 月前產出首次普朗克常數量測結果，年度目標修正為以普朗克常數實現公斤，相對不確定度 5×10^{-7}。中國大陸 NIM 代表僅報告法碼真空運送架構方法，並未提及目前焦耳天平之進展。 • TCM 主席報告 CMC Review 未來可能會由商業校正取代；德國 MEDEA 2.0 計畫預計於 2018 年 5 月徵求提案；討論 TCI 計畫之申請方向與條件，需以 TCM 多數會員之利益為考量。 • TCM 主席改選，共有印度、中國大陸與我方派出代表競選，最後由我方代表陳生瑞以超過 60 % 之得票率當選下屆 TCM 主席。
TCPR	光度與光輻射 Photometry and Radiometry	莊宜蓁	<ul style="list-style-type: none"> • 國際比對事務進度討論：主席擬跟催比對進行進度，若主辦國無故延誤草案規劃進度，主席可強制中止進行中比對。比對主席為 TC 主席，但可指派 TC 副主席或其他專家協助。比對進行效率不佳之主辦國，恐影響其未來取得主辦權之機會。 • 目前 CCPR 正進行 K2.b 與 K5 (剛擬進行準備工作)，原參與國可選擇與近十年前的 CCPR 比對結果連結，或再待 CCPR

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			比對完畢後，與近期這輪比對結果連結。
TCQM	化學與生物 chemistry and biology	林采吟	<ul style="list-style-type: none"> • CMC 申請時間說明與討論，本年度各計量機構依照往例應於 12 月 15 日前提出申請。另提出申請時，需同時提供同儕評鑑之品質系統報告給 TCQS 主席。 • 7 年內將積極進行各 CMCs re-review，確保 NMIs 仍保有登錄的技術能量。 • CCQM 自 2017 到 2026 年的策略發展規劃要點之一為加強全球化學與生物量測標準的一致性與可比較性，且積極將計量標準推廣至其他研究領域機構，促進計量標準的應用價值。 • 2018 年 APMP 會議前，將擴充增加兩天的氣體分析研討會，讓各國研究員或相關研究機構可共同參與。 • CCQM 的 25 周年慶將於 2019 年 4 月 10 日辦理研討會。 • 氣體分析工作小組希望 NML 開始於亞洲區擔任比對工作的 coordinator。
TCQS	品質系統 Quality Systems	王品皓	<ul style="list-style-type: none"> • 工作小組(Working Group)任務重新分派-WG-1&WG-2 <ul style="list-style-type: none"> ■ WG-1：負責 APMP 品質系統管理程序建立、審查、維護。 ■ WG-2：審查各國 CMC 申請案(QMS 部份)，品質工程部王品皓經理仍獲選參與此工作小組。 • 各國 CMC 審查進度，NML 的流量(FF)、溫度(T)領域 CMC 均已經提交 JCRB；光學(PR)CMC 正由 TCQS 成員審查中。主席重申 CMC 審查時應提交文件清單，請 TCQS 成員將訊息帶回宣導，以協助各國順利提交 CMC 審查。 • 38th Meeting of the JCRB 指出幾項重點 CMC 審查程序仍然混亂，CMC 提交未經過 TCQS 審查即送交 JCRB，應該是各 TC 主席未能清楚瞭解程序，應

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			多加宣導。
TCT	溫度、濕度與熱物 Thermal Measurement (Temperature, Humidity, Thermophysical quantities)	蔡淑妃	<ul style="list-style-type: none"> • 各項國際比對狀況說明、未來比對規劃及時程討論。 • 韓國 KRISS 欲重新啟動 APMP Ag 定點比對，現場調查想要參加的 NMI。因上次比對失敗主因都肇因於比對件使用溫度計而非定點囊(CCT 比對則使用定點囊)。因此韓國 KRISS 決定先和參加過 CCT 比對的日本 NMIJ、中國大陸 NIM 先進行 Pilot study 後再主導比對。 • 白金電阻溫度計 CMC 的跨區域計量組織審核(Inter-RMO review)進度討論。
TCMM	材料計量 Materials Metrology	傅尉恩	<ul style="list-style-type: none"> • 各國在材料計量發展，以粒子計量、薄膜厚度計量及相關之參考標準物質為主。 • TCMM 除擴充參加成員包含印度及伊朗外，亦須積極與 CCQM、VAMAS 作連結。 • 低粒子濃度逐漸受到各國重視，未來極可能使用在空氣汙染、食物、醫藥等應用。
Medical Metrology Focus Group (MMFG)	醫學計量 Medical Metrology	陳生瑞	<ul style="list-style-type: none"> • 於 11/23-24 日舉辦第三屆 MMFG 研討會與會議，第一天包含血壓計量、骨密度與輻射醫學影像與各種醫學領域共 3 個技術議程，共有 8 篇論文報告，其中包含 2 個邀請演講。 • MMFG 邀請中國大陸 NIM 的定翔博士擔任未來之共同主席，並預定從明年 APMP 2018 GA 後由定博士接任此 MMFG 之主席。 • 制訂 2018 年之工作計畫，內容包含加強與醫學團體之合作、開展血壓量測之 Pilot Study 國際合作(擬提 FGI 計畫)並籌備舉辦規模較大之醫學計量研討會。

(三)、系統維持與精進

為維持15領域之系統運轉，年度工作分為「系統品質管理、客戶需求關懷訪談、系統精進/改良及設備汰換」四大方向展開，以確保系統運作維持及校正服務品質，年度執行情形如下：

1. 品質管理

品質提升一直是國家度量衡標準實驗室所追求的目標，每年都會常態進行一連串的產品措施，以符合ISO/IEC 17025:2005的持續改進精神。

NML在量測系統品質管理上已有的措施，包含量測品保、內部稽核與管理審查等例行性活動。95年度開始正式實施農曆春節過後之長假後量測系統查核，於長假結束後要求各系統進行開機檢查並執行量測系統查核，在確認系統正常穩定後，始能展開校正服務。自98年度起併同例行之量測品保數據與管制圖，由實驗室室主任與品保人員共同審查各量測系統上一年度的查核數據，以更進一步確保校正作業之有效性，也藉由系統化方式綜觀量測系統的運作品質。本年度有關品質管理之工作成果說明如下：

- (1) 系統查驗：本年度共計完成2套新建系統之查驗作業，新建系統分別為「階規校正系統(D30)」、「扭矩校正系統(N12)」。審查結論均為建議通過，可以對外服務。

表1-3-1、106年度系統查驗完成項目

系統名稱	代碼	備註
階規校正系統	D30	106年04月26日經標四字第10600037700號函同意作為國家度量衡量測標準
扭矩校正系統	N12	106年04月27日經標四字第10600041150號函同意作為國家度量衡量測標準

- (2) 量測系統合併與停止服務：NML系統數去年度提出「單相交流電功率量測系統(E18)」、「單相交流電能量測系統(E19)」、「三相交流電能量測系統(E20)」、「三相交流電功率量測系統(E26)」合併為「交流電力量測系統(E18)」；「高頻介電常數量測系統(E30)」併入「微波散射參數及阻抗量測系統(U02)」，已獲主管機關105年6月7日經標四字第10500561090號函同意合併。經濟部於106年4月28日以經標字第10603807920號令修正發布『度量衡規費收費標準』，完成4套系統代碼註銷(E19、E20、E26、E30)。
- (3) 量測系統年度查核數據審查：NML各量測系統均依照其特性設計量測品保程序，每年定期進行數次查核，以確保量測系統的完備性與校正作業的有效性。另於農曆春節結束，復工第一天即刻啟動量測系統查核機制，由各系統負責人先行回報量測系統開機檢查結果，並展開量測系統查核作業。本年度共計完成118套系統之查核數據統計及審查，審查各量測系統是否按照其量測品保程序實施查核，並根據量測系統的特性給予適當的管制查核方式與管制圖繪製建議，例如：查核數據累積25筆數據後，應重新訂定上下界限或適時更換；查核數據呈漂移特性或已偏移，應確認查核參數的適合性、檢視系統與查核件的功能性或適時更新管制界限，以有效監控量測系統之正常運作。

審查結果與建議均整理成彙整表，作為各系統改進之方向。除此之外，量測系統的例行查核活動，更與內部稽核活動、系統異常原因調查與後續追蹤等作業緊密結合，使能更加確保各系統所提供的工業服務品質。

(4) 緊急應變機制：

• 地震應變機制

因應105年度數個有感地震，如：105年2月6日3時57分(編號105006號)，震央位於高雄市美濃區，芮氏規模6.4級；105年5月12日11時17分(編號第105060號)，震央位於宜蘭縣政府東方22.4 km，芮氏規模6.1級，新竹市最大震度3級。為此，NML增建並實施地震應變機制，經一年試行後，並彙整與評估中央主管機構與民間處理方式，於年初管理審查會議修訂NML地震應變機制，如圖1-3-1。

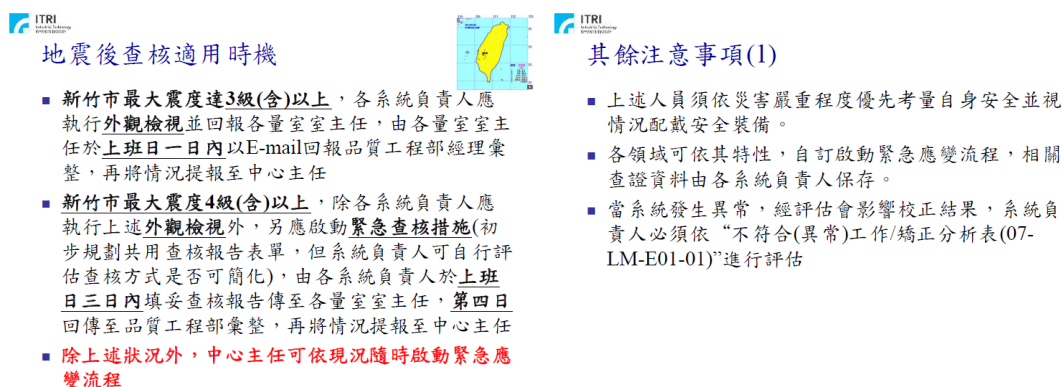


圖1-3-1、NML地震應變處理流程

• 豪雨應變機制

因應6月北部豪雨連日侵襲，為確保不致影響NML量測系統及其運作，啟動實驗室全面檢視作業，請各系統負責人針對地板、牆面、天花板逐一確認是否有滲水或淹水情況並及時回報。少數實驗室有滲水與輕微淹水狀況，進行抽水與妥善修繕後處理完成，並經系統負責人開機測試確認量測系統正常。

• 不預期停電應變機制

8月15日台電不預期停電，為確認或避免NML量測系統造成損壞，通知各系統負責人至實驗室進行勘查或保護措施(如拔除電源接頭)，並於復電後進行開機測試，經回報量測系統運作均屬正常。已陸續調查各量測系統具不斷電系統狀況與規格，以因應類似狀況之發生。

(5) 內部稽核及管理審查：NML每年定期辦理內部稽核，以確保各實驗室運作持續符合相關規範和NML管理系統之規定。本年度分別完成符合ISO/IEC17025:2005及ISO Guide 34:2009規範之內部稽核，共計有0項不符合事項，42項建議事項，均已改善完成。另為求內部稽核的有效性與長久性，NML也積極培養年輕稽核員，除了基本資格的養成，再透過至少一次觀察員的經歷，使得其稽核技巧趨於熟練。本年度共計培訓5位觀察員，以期持續增加內部稽核員數量，目前已有ISO/IEC17025稽核員約75位，ISO Guide

34稽核員約10位。此外，NML每年也定期召開管理審查會議，以確保NML管理系統持續之有效性與適合性。年初的管理審查會議主要在審查前一年度品質目標的達成情形、訂定該年度品質目標及檢視各項品質工作進行的成果，年中的管理審查會議則偏向年度中執行狀況的審查。本年度完成符合ISO/IEC17025:2005及ISO Guide 34:2009之管理審查各兩次，共計有2項追蹤事項，將列於下一年度年初管理審查確認執行狀況。

- (6) 新人與在職人員訓練：人員為實驗室運作之重要一環，實驗室管理階層應確保所有操作特定設備、執行校正工作、評估結果、以及簽署校正報告人員之能力。為使新進人員迅速銜接實驗室運作實務、充分瞭解相關規範與NML管理系統之規定，本年度共計舉辦6場內部訓練課程與品質講座。

- 泛標準組研發計畫執行作業說明會

為有效提昇實驗室人員對「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」之執行能力，確保計畫順利執行以達成目標並產生效益，於1/18日舉辦「2017泛標準組研發計畫執行作業說明會」品質講座，向實驗室人員介紹泛標準組研發計畫執行作業手冊之規定要點、研發計畫執行之作業流程、各執行階段文件產出與審查作業、計畫執行與管制實務運作。藉由此課程訓練，協助新進同仁與計畫執行成員瞭解如何將計畫目標與工作項目向下展開、擬定工作項目內容與時程、監控計畫執行有效性並確保查核點如期完成。會中並說明工研院整合管理系統對計畫執行與管制之相關要求，以稽核的觀點提醒同仁執行研發計畫時常見問題與注意事項，以期提升實驗室於計畫執行之效率與品質，達成計畫目標並提升顧客滿意。

- 實驗室間比對概論與能力試驗參與計畫規劃實務

「ISO/IEC 17025 測試與校正實驗室能力一般要求」為國家度量衡標準實驗室運作的重要執行依據，其中「第5.9節 試驗與校正結果品質之保證」要求實驗室應有品質管制程序，以監控試驗或校正作業之有效性，而實驗室間比對或能力試驗活動是實驗室展現其校正與量測能力(CMC)，取得國際相互承認的最佳技術佐證。為使人員充分認知實驗室間比對的重要性，並確保實驗室品質監控活動的順利執行，於3/15日舉辦「實驗室間比對概論與能力試驗參與計畫規劃實務」品質講座，介紹實驗室間比對之類別與重要性、國際度量衡委員會相互承認協議(CIPM MRA)之國際比對類別、比對結果之分析與判定等，讓實驗室人員瞭解國家實驗室實現CIPM MRA比對要求的規定及實務運作，期使實驗室未來在參與或主辦國際比對活動上能更順利與完備。

- 常用計量基本術語介紹(一)

計量學為量測及其應用的科學，因此計量涉及的領域相當廣泛，當然也包含國家度量衡標準實驗室之15個量測領域。在國際計量組織的努力下，「國際計量學詞彙-基

本和通用概念及相關術語(ISO/IEC Guide 99，簡稱VIM 3)」在96年發行第3版，共賦予144個計量詞彙新的定義，包含量測、校正、計量追溯、量測不確定度等對校正實驗室相當重要之詞彙。為使實驗室人員能瞭解新的計量觀念和計量基本術語，並能與國際計量領域接軌，特於3/17日召開此品質講座，期望實驗室人員能透過講師深入淺出與生動的案例介紹，對常用計量基本術語有深刻及清楚的認知，並能正確地應用於實驗室相關產出。

- 儀器校正管理與校正週期決定原則

實驗室能夠持續提出可追溯又可靠的量測結果，重點之一就在於決定採用的標準件和量測儀器，以及對這些儀器進行校正管理與建立校正方案。為了能讓實驗室人員瞭解儀器校正管理之基本概念與校正週期訂定原則，特於4/28日舉辦此品質講座，介紹儀器之定義與分類、追溯校正，及美國國家標準實驗室大會(NCSLI)與ILAC-G24:2007所建議之量測儀器校正週期決定原則等內容，以期實驗室人員能將儀器觀念落實於實驗室運作，確保校正結果的準確性。

- 溫度量測導論

溫度量測係為各領域量測之基石，大部份實驗室之環境規格皆把溫度條件列為必要項目，並透過適合之量測儀器持續監控與記錄實驗室環境變化，以確保其環境條件不會使量測結果無效，或對所要求的量測品質造成不良影響。故特於5/19日舉辦此品質講座，介紹溫度的定義、量測原理、溫度計應用與相關注意事項等內容，期望對於實驗室人員在選擇適合的溫度計、正確使用以及評估溫度對量測結果的影響上有所幫助。

- 常用計量基本術語介紹(二)

常用計量基本術語介紹(一)已先就部分常用計量基本術語進行介紹，故10/13日所舉辦之品質講座，重點則放在執行NML作業須具備之核心觀念，即計量追溯與校正。期望實驗室人員透過講師深入淺出的介紹與案例介紹，瞭解計量追溯與校正之相關名詞，並清楚自身所屬領域之各量測系統的計量追溯圖，以及每一層級量測結果間的關係。

(7) NML基磐扎根計畫：有鑒於人員為NML最重要的資產，為避免因專業技術人員流動導致NML基磐動搖，106年度啟動NML基磐扎根計畫，主要目的係持續培養新一代計量人才，除了穩固NML量測系統的運作，也期望為NML注入與世界各國接軌之計量發展技術。此計畫活動含例行性品質講座辦理、報告簽署人培訓計畫、系統運作品質精進計畫。

- 報告簽署人培訓計畫：為培訓各領域新一代報告簽署人，擬定「報告簽署人訓練計畫」，並輔以品質講座系列課程(如常用計量基本術語介紹等)，以精進人員在計量領域之能力。106年度NML共計8領域提報9位報告簽署人候選人，經NML主

任核定其訓練紀錄，向全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)申請報告簽署人新增之異動查訪。於7月至8月底陸續完成評鑑認可，9位報告簽署人均已具資格可簽署對應TAF認可範圍之NML校正報告。

- (8) 顧客服務與滿意度調查：提供校正服務是NML主要任務，透過滿意度的調查，可檢視NML的服務是否滿足顧客的期待與需求。91年度NML開始著手顧客滿意度調查工作，由歷年的資料可觀察出顧客對於NML的整體滿意度為中上，且逐年穩定成長，亦即NML校正服務之努力方向確實受到顧客肯定。自103年度起，NML顧客滿意度調查因應主管機關標準局之要求，由原每年度抽樣調查方式修改為隨每份校正報告發送顧客意見調查表。106年度自1月1日起始，截至12月31日，服務廠商家數共計758家，回收問卷共計422份。經統計分析結果可知，NML整體滿意度為9.6分(滿分為10分)，維持與去年等同之高度滿意度表現，如圖1-3-2所示。顧客針對NML不同領域之整體滿意度分數亦皆在9.3分以上，如圖1-3-3所示。圖1-3-4為106年度各服務項目滿意度比較結果，包含報告內容完整性、報告結果可靠性、報告格式、NML專業程度與NML收件態度，均在9.6分以上，顯示顧客對NML各項服務項目持續地給予高度肯定。然而，NML校正時效仍為顧客期望改善的首要項目，故NML除藉由原有的電子化系統並指派專人監控與稽催各項作業流程外，更進行各系統校正時效分析，彙整出校正日期過長系統及其困難點，以便檢討並作為爾後努力的方向。106年度問卷另新增服務項目重要度評估，經分析以報告內容完整性、報告結果可靠性、NML專業程度為顧客最為重視的服務項目，而三大項目亦得到顧客高度的滿意結果。

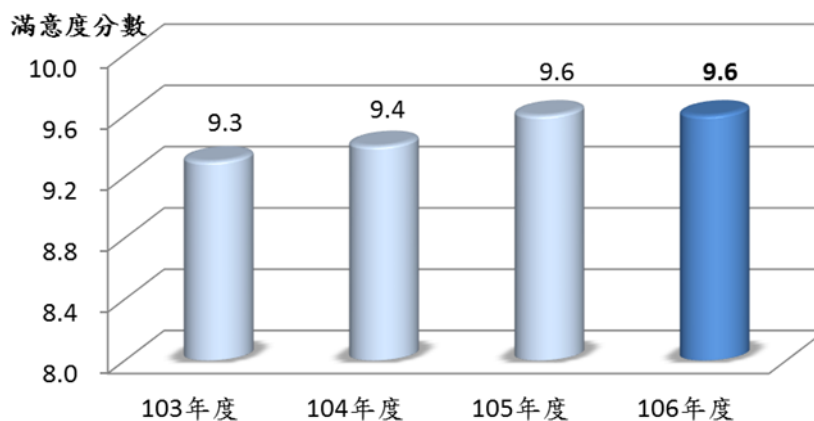


圖 1-3-2、103 年度至 106 年度整體滿意度比較圖

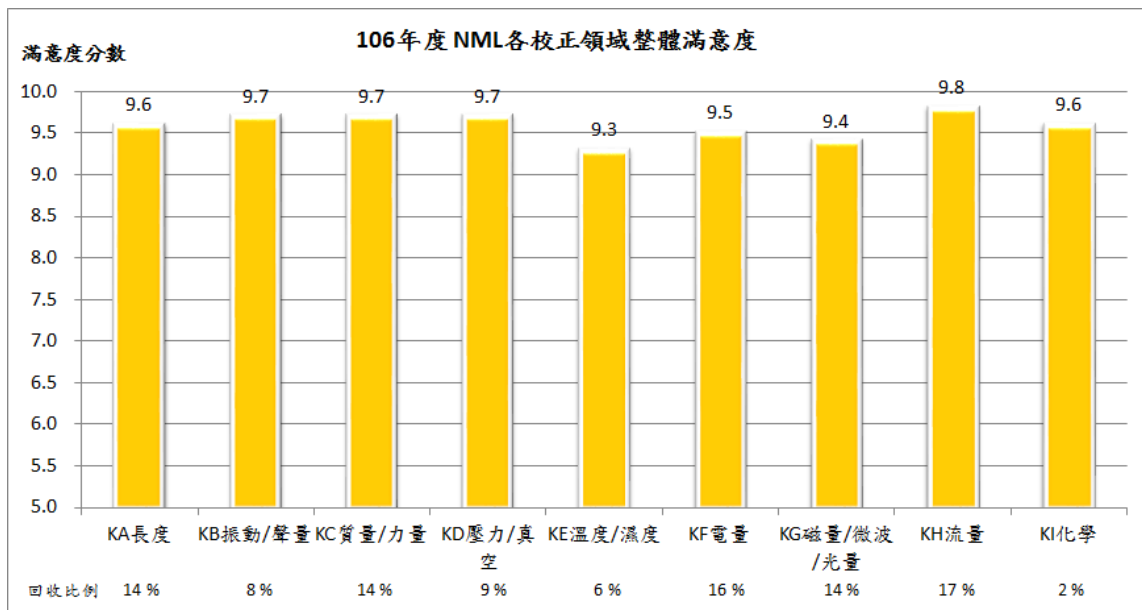


圖 1-3-3、106 年度 NML 各校正領域整體滿意度比較圖

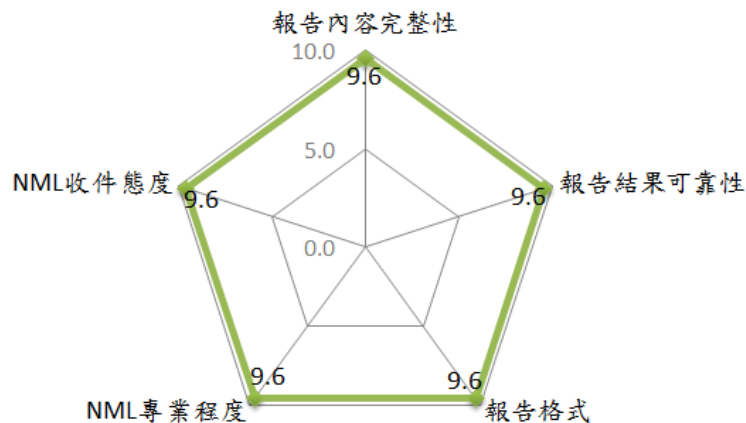


圖 1-3-4、106 年度各服務項目滿意度比較圖

2. 客戶需求關懷訪談

藉由顧客訪談說明本年度系統改良或設備汰換，預定計畫目標與預定完成之系統量測範圍與量測不確定度，藉此近距離跟顧客進行交流，瞭解各個領域顧客送件至NML的評估因素、想法與出發點，也藉由此互動方式，深入瞭解各類型顧客收到NML校正報告後如何使用報告內容及進行後續追溯方式。同時，也請各訪談顧客提供目前業界需求的技術能量，而NML現階段尚無法提供的技術項目及對目前NML服務項目提供建議事項，作為NML各系統後續技術改良與建置及服務項目之參考。顧客訪談的系統與顧客資料彙整如下表1-3-2所示。訪談技術需求與回饋摘要如下：

(1) 建議NML新增服務能量/類型

- 電容 1 μF 以上@頻率 120 Hz 及電感 1 H 以上@頻率 120 Hz 的校正；

- 在車用(倒車雷達/防撞機制)/軍用無線應用範圍部分，校正能量頻率至 40 GHz；場強擴增至 200 V/m，部分頻段須達 400 V/m；
- 關於 EMC 天線校正事宜，目前臺灣只能追溯至 ETC，希望 NML 可以建立相關校正能量。

(2) 建議辦理技術交流研討會，讓廠商可更了解校正程序與不確定度評估。

(3) NML應多擔任TAF的實驗室評審員，廠商於評鑑過程可學習更多校正應了解/注意之事項。

針對廠商所提新增服務需求，以EMC天線校正為例，目前NML因場地受限(至少需擁有10 m測試距離之電波暗室(22 m×16 m×9 m)或開闊測試場(60 m×30 m)暫時無法建置。未來將衡量計畫資源、空間及校正量，適時投入資源建置相關系統

表 1-3-2、顧客訪談資料表

系統名稱/代號	顧客名稱	顧客類型
交流電流量測系統(E11)	台証科技股份有限公司	TAF 校正實驗室
電磁場強度量測系統(U06)	德凱認證科技股份有限公司	TAF 校正實驗室
低頻加速規校正系統(V04)	國家地震工程研究中心	TAF 校正實驗室
奈米壓痕量測系統(N10)	聯華電子股份有限公司	半導體製造
低壓氣體流量校正系統(F06)	志尚儀器股份有限公司	代理/製造/銷售/TAF 校正實驗室
大質量量測系統(M03)	太平洋電線電纜股份有限公司	製造/銷售/TAF 校正實驗室

3.系統改良5套，「約瑟夫森電壓量測系統(E01)」、「交流電流量測系統(E11)」、「電磁場強度量測系統(U06)」、「低頻加速規校正系統(V04)」及「奈米壓痕量測系統(N10)」：

表 1-3-3、106 年度系統改良成果一覽表

系統代碼/名稱	原有規格	改良後預定規格	完成規格
E01 約瑟夫森電壓量測系統	量測範圍： DC 電壓：1 mV ~ 10 V 不確定度：(9.8 ~ 50) nV/V AC 電壓：(0.1 ~ 7) V rms 頻率：(1 ~ 500) Hz 不確定度：(0.2 ~ 8) μ V/V	電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA ~ 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 電壓分壓比率誤差不確定度：(0.1 ~ 5) μ V/V 電流分流相位偏移不確定度：(0.5 ~ 10) mdeg	電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA ~ 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 電壓分壓比率誤差不確定度：1.4 μ V/V 電流分流相位偏移不確定度：0.80 mdeg

系統代碼/名稱	原有規格	改良後預定規格	完成規格
E11 交流電流量測系統	量測範圍：(0.001 ~ 20) A 不確定度：(40 ~ 120) μ A/A	量測範圍：(0.001 ~ 100) A 不確定度：(40 ~ 600) A/A	量測範圍：(0.0001 ~ 100) A 不確定度：(70 ~ 170) μ A/A
U06 電磁場強度量測系統	頻率範圍：(0.5 ~ 4) GHz 場強範圍：(1 ~ 100) V/m 不確定度：1.1 dB	頻率範圍：(0.5 ~ 4) GHz 場強範圍：(1 ~ 100) V/m 不確定度：1.1 dB	頻率範圍：(0.5 ~ 4) GHz 場強範圍：(1 ~ 100) V/m 不確定度：1.0 dB
	頻率範圍：(4 ~ 8) GHz 場強範圍：(1 ~ 30) V/m 不確定度：1.1 dB	頻率範圍：(4 ~ 8) GHz 場強範圍：(1 ~ 200) V/m 不確定度：1.1 dB	頻率範圍：(4 ~ 8) GHz 場強範圍：(1 ~ 200) V/m 不確定度：0.7 dB
V04 低頻加速規校正系統	量測範圍：(0.5 ~ 20) Hz 不確定度：2.8 %	量測範圍：(0.1 ~ 20) Hz 不確定度：1.0 %	量測範圍：(0.1 ~ 20) Hz 不確定度：(0.46 ~ 0.91) %
N10 奈米壓痕量測系統	量測範圍：(0.5 ~ 10) mN 不確定度：2.8 %	量測範圍：(0.2 ~ 10) mN 不確定度：2 %	量測範圍：(0.2 ~ 10) mN 不確定度：(0.01 ~ 2.04) %

各項改良執行成果說明如下：

(1) E01 約瑟夫森電壓量測系統改良

A. 目標

- 完成約瑟夫森電壓量測系統改良與評估

電壓量測範圍：110 V、220 V、480 V

電流量測範圍：10 mA ~ 80 A

量測頻率：50 Hz、60 Hz

電壓分壓比率誤差量測不確定度：(0.1 ~ 5) μ V/V

電流分流相位偏移量測不確定度：(0.5 ~ 10) mdeg

B. 工作成果

- 完成交流可編輯式約瑟夫森電壓標準(AC PJVS)執行電壓分壓比率誤差量測之操作程序建立

a. 建立 AC PJVS 系統執行電壓分壓器之分壓比率誤差量測架構與操作程序

採用 AC PJVS 系統執行電感式分壓器(Inductive Voltage Divider, IVD)分壓比率誤差量測之實驗架構圖如圖 1-3-5 所示，圖 1-3-6 則是 NML 以 AC PJVS 系統執行 IVD 校正之實體照片。其中，待校 IVD 的電壓輸入信號由交流電壓源(Fluke 5700A)提供，該 IVD 採用三段十進制(three-decade)的線路設計，其完整的電路設計圖如圖 1-3-7，該 IVD 的輸出分壓比率可以區分為(0.001 至 0.01)、(0.01 至 0.1)以及(0.1 至 1.0)等三段範圍。

為了執行 IVD 分壓比率誤差的精密量測，交流電壓源與取樣電表皆透過由 AC PJVS 系統之偏壓源所發出之觸發信號作同步控制。其中，該取樣電表亦須進行改裝並採用外部時頻基準信號，以提高交流電壓之取樣量測準確度。而系統所使用之任意波形產生器皆須採用追溯到國家時頻標準 10 MHz 作為參考信號源。

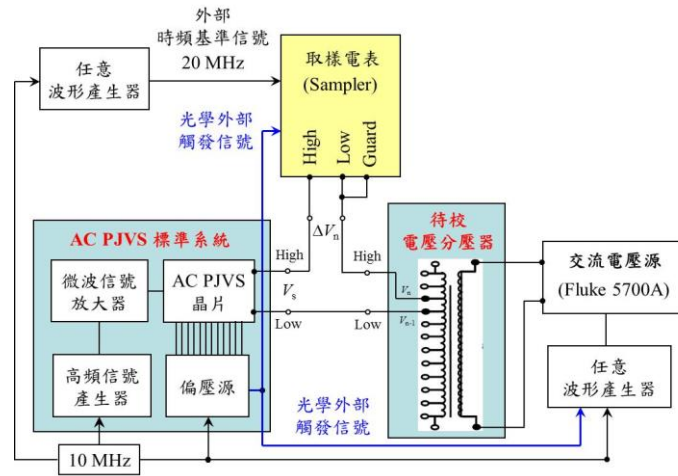


圖 1-3-5、AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差量測之系統架構圖



圖 1-3-6、AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差校正之實體照片

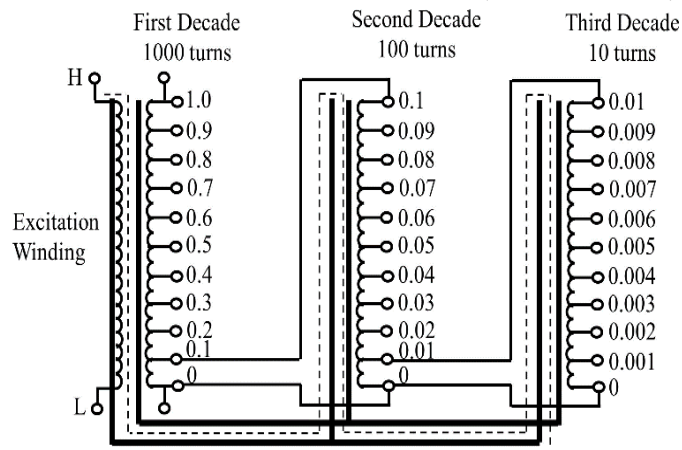


圖 1-3-7、三段十進制(three-decade)之 IVD 電路設計圖

以 AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差量測時，每次僅會針對 IVD 同一比率段中任兩個相鄰的分壓輸出端所輸出的電壓(V_n 、 V_{n-1})作量測，該待校 IVD 任兩個相鄰的分壓輸出端直接與 AC PJVS 系統的標準電壓輸出端(V_s)作連接，並利用取樣電表(sampler)針對標準與待校訊號之間的交流電壓差值(ΔV_n)執行精密的取樣量測，量測時的接線方式可參考圖 1-3-5 之系統架構示意圖。因此，IVD 同一比率段中的各段分壓比率(k_i)可透過下列公式作計算：

$$k_i = \frac{iV_s - \sum_{n=1}^i \Delta V_n}{10V_s - \sum_{n=1}^{10} \Delta V_n} \quad (1-3-1)$$

b. AC PJVS 系統執行電壓分壓器分壓比率誤差量測之結果說明

以 AC PJVS 系統執行 IVD 分壓比率誤差之量測結果如表 1-3-4 及表 1-3-5，該量測與評估數據皆是依據總共 50 次的量測結果作平均，第一段十進制(分壓比率為 0.1 至 1.0)至第三段十進制(分壓比率為 0.001 至 0.01)的輸入電壓分別為 10 V、480 V 與 480 V，量測頻率則包含為 50 Hz 與 62.5 Hz。其中，相對於輸入電壓的 IVD 分壓比率誤差(ratio error)之計算方式定義為：

$$\text{分壓比率誤差} = \text{分壓比率量測值} - \text{分壓比率標稱值} \quad (1-3-2)$$

表 1-3-4、IVD 分壓比率誤差量測結果(量測頻率：50 Hz)

IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)	IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)	IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)
0.1	0.43	0.01	0.06	0.001	0.01
0.2	0.30	0.02	0.10	0.002	0.01
0.3	0.21	0.03	0.13	0.003	0.02
0.4	0.01	0.04	0.17	0.004	0.02
0.5	-0.09	0.05	0.21	0.005	0.03
0.6	-0.20	0.06	0.25	0.006	0.03
0.7	-0.28	0.07	0.29	0.007	0.04
0.8	-0.32	0.08	0.33	0.008	0.05
0.9	-0.27	0.09	0.37	0.009	0.05

表 1-3-5、IVD 分壓比率誤差量測結果(量測頻率：62.5 Hz)

IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)	IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)	IVD 標稱比率	比率誤差平均值 ($\mu\text{V}/\text{V}$)
0.1	0.34	0.01	0.05	0.001	0.01
0.2	0.22	0.02	0.08	0.002	0.01
0.3	0.07	0.03	0.12	0.003	0.02
0.4	-0.06	0.04	0.15	0.004	0.02
0.5	-0.21	0.05	0.17	0.005	0.02
0.6	-0.33	0.06	0.20	0.006	0.03
0.7	-0.43	0.07	0.22	0.007	0.03
0.8	-0.47	0.08	0.26	0.008	0.04
0.9	-0.33	0.09	0.29	0.009	0.04

從量測結果得知，該 IVD 各個比率段之分壓比率誤差皆小於 $\pm 0.5 \mu\text{V}/\text{V}$ 。其中，對電力計量標準而言，最重要的 IVD 分壓比率是 0.001，該分壓比率可以將電力標準所需之電壓量測值如 110 V、220 V、以及 480 V 降壓至數位電壓表 1 V 檔位可以執行精準量測的範圍，而其分壓比率誤差在 50 Hz 與 62.5Hz 皆是 $0.01 \mu\text{V}/\text{V}$ ，此量測誤差足以符合電力計量標準的校正需求。

- 完成 AC PJVS 執行電流分流相位偏移量測之操作程序的建立

- a. 建立 AC PJVS 系統執行電流分流器之相位偏移量測架構與操作程序

採用 AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移量測之實驗架構圖如圖 1-3-8，圖 1-3-9 則是 NML 以 AC PJVS 系統執行電流分流器校正之實體照片。其中，當待校電流分流器(Fluke A40B)的輸入電流小於 2 A 時，可直接由交流電壓源(Fluke 5700A)提供電流信號；另外，當待校電流分流器的輸入電流範圍為(2 ~ 80) A 時，則需以 Fluke 5700A 輸出適當電壓至電流轉換標準器(Fluke 52120A)，以提供較大的電流信號。

當電流信號輸入至電流分流器後，該電流分流器將轉換成電壓信號輸出。此時，該待校電流分流器的電壓輸出端直接與 AC PJVS 系統的標準電壓輸出端(V_s)作連接，並利用取樣電表針對標準與待校訊號之間的交流電壓差值(ΔV_n)執行精密的取樣量測，並分析電流分流器的相位偏移量，量測時的接線方式可參考圖 1-3-8 之系統架構示意圖。

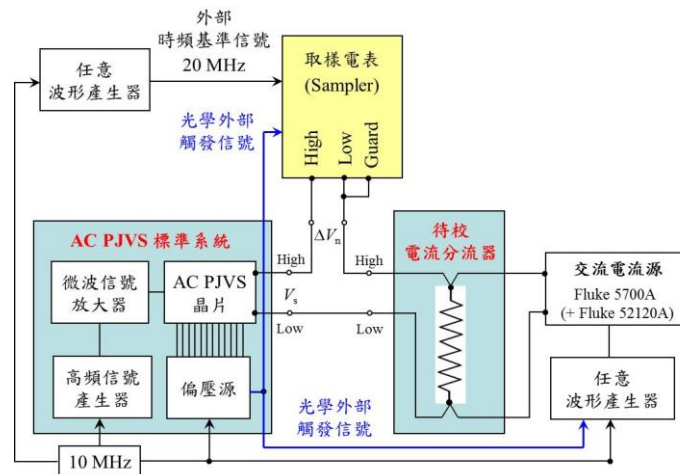


圖 1-3-8、AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移量測之系統架構圖



圖 1-3-9、AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移校正之實體照片

b. AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移量測之結果說明

以 AC PJVS 系統執行電流分流器(FLUKE A40B 系列，實體照片如圖 1-3-10)之相位偏移量測結果如圖 1-3-11，該量測數據是依據總共 50 次的量測結果作平均，電流分流器輸入電流分別為 10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、以及 80 A，量測頻率則分別為 50 Hz 與 62.5 Hz。

其中，相位偏差(phase error)的定義是指電流分流器輸出端電壓波形相對於輸入端電流波形的相位偏移量。從圖 1-3-11 可知，電流分流器在頻率為 50 Hz 或 62.5 Hz 的相位偏移量測結果幾近相同且皆在各自的誤差線範圍區間內，其輸入電流為 10 mA 與 100 mA 的相位偏移量小於 0.5 mdeg；輸入電流為 1 安培的相位偏移量小於 1.6 mdeg；輸入電流為 5 A 與 10 A 的相位偏移量小於 3.6 mdeg；輸入電流為 50 安培與 80 安培的相位偏移量則小於 5.9 mdeg，此相位偏移量皆在 FLUKE 原廠規格內。



圖 1-3-10、電流分流器 FLUKE A40B 系列之部份實體照片
(輸入電流分別為 10 mA、10 A、50 A)

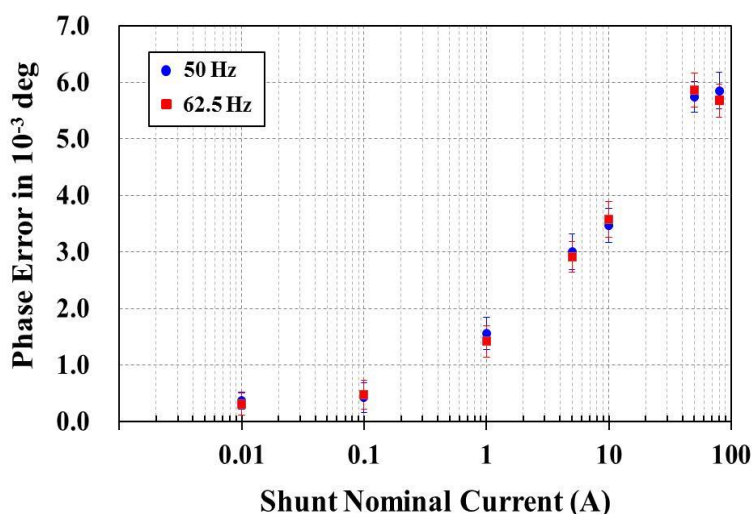


圖 1-3-11、AC PJVS 執行電流分流器之相位偏移量測結果
誤差線(error bars)代表量測平均值標準差($k=2$)

- 完成 AC PJVS 執行電壓分壓比率誤差量測之不確定度評估

以 AC PJVS 系統執行電感式分壓器(Inductive Voltage Divider, IVD)分壓比率誤差量測之不確定度經審慎分析與評估後，其量測不確定源共包含以下五項：

- ✓ A 類標準不確定度之量測平均值標準差
- ✓ 取樣電表增益誤差
- ✓ 取樣電表溫度效應不確定度
- ✓ 取樣電表共模干擾不確定度
- ✓ AC PJVS 與交流電壓源之鎖相誤差不確定度

由於評估用的待校電感式分壓器是採用三段十進制(three-decade)的線路設計，其第一段十進制之輸出分壓比率為(0.1 至 1.0)，第二段十進制之輸出分壓比率為(0.01 至 0.1)以及第三段十進制之輸出分壓比率為(0.001 至 0.01)。因此，以下量測不確定度評估結果皆會依第一段十進制至第三段十進制之分壓比率範圍作各別運算。針對

各個量測不確定源的評估結果，分別說明如下：

a. A 類標準不確定度之量測平均值標準差不確定度

A 類標準不確定度是依據 AC PJVS 系統總共執行 50 次電壓分壓器分壓比率的量測結果所得到之量測平均值標準差作計算。因此，三段十進制(dacade)的 A 類標準不確定度分別為：0.07 $\mu\text{V}/\text{V}$ (第一段十進制)、0.01 $\mu\text{V}/\text{V}$ (第二段十進制)、0.01 $\mu\text{V}/\text{V}$ (第三段十進制)。此三段十進制的 A 類標準不確定度乃各自取量測頻率分別在 50 Hz 與 62.5 Hz 條件下所得到之最大平均值標準差作保守估計。

b. 取樣電表增益誤差

當取樣電表(Agilent 3458A)執行交流電壓差值取樣量測時，其直流電壓檔位皆固定在 1 V 檔位，而取樣電表在 1 V 檔位的增益誤差經由 PJVS 系統直接進行量測所得到的結果約為 17 $\mu\text{V}/\text{V}$ 。通常，AC PJVS 系統在進行交流電壓取樣量測時，標準交流電壓與待校交流電壓之電壓差值乃小於 10 mV。因此，取樣電表增益誤差可以計算為：17 $\mu\text{V}/\text{V} \times 10 \text{ mV} = 0.17 \mu\text{V}$ 。假設取樣電表增益誤差不確定度來源之機率分布為矩形分配，其相對於 1 V 之標準不確定度可計算為： $(0.17 \mu\text{V}/\text{V})/\sqrt{3} = 0.1 \mu\text{V}/\text{V}$ 。

c. 取樣電表溫度效應不確定度

取樣電表溫度效應不確定度主要是考量在量測過程中來自取樣電表本身所產生的偏壓漂移量，而取樣電表的偏壓漂移量可藉由取樣電表讀值的漂移量來進行評估。因此，在自動歸零功能(auto-zero function)關閉情況下，將取樣電表(Agilent 3458A)直接讀取由 PJVS 系統所輸出之直流 1 V 電壓，總量測時間為一小時，該量測時間亦為 AC PJVS 針對電壓分壓器單一十進制之分壓比率誤差量測所需執行的時間。經評估結果顯示，在實驗室內的溫度變化量小於 $\pm 1^\circ\text{C}$ 的情況下，取樣電表讀值的漂移量約為 0.8 μV 。假設取樣電表溫度效應之機率分布為矩形分配。因此，相對於 1 V 之取樣電表溫度效應不確定度可計算為： $(0.8 \mu\text{V}/\text{V})/\sqrt{3} = 0.46 \mu\text{V}/\text{V}$ 。

d. 取樣電表共模干擾不確定度

由於以 AC PJVS 執行電壓分壓器校正的量測架構中，取樣電表是連接在電壓分壓器分壓輸出側與 AC PJVS 晶片的正緣(high side)輸出端。因此，必須考量取樣電表共模干擾(Common Mode Rejection Ratio, CMRR)不確定度。依據取樣電表(Agilent 3458A)的規格，其直流電壓的共模干擾為 140 dB。

因此，針對 AC PJVS 執行電壓分壓器之分壓比率量測時，三段十進制的分壓輸出電壓分別為：1 V (第一段十進制)、4.8 V (第二段十進制)、與 0.48 V (第三段十進制)而言，其取樣電表共模干擾不確定度變異量可分別計算為： $1 \text{ V} \cdot 10^{-(140/20)} = 0.1 \mu\text{V}$ (第一段十進制)、 $4.8 \text{ V} \cdot 10^{-(140/20)} = 0.5 \mu\text{V}$ (第二段十進制)、 $0.48 \text{ V} \cdot 10^{-(140/20)} = 0.05 \mu\text{V}$ (第三段十進制)。而假設取樣電表共模干擾不確定度來源之機率分布為矩

形分配，其相對於 1 V 之標準不確定度分別為：0.06 $\mu\text{V/V}$ (第一段十進制)、0.29 $\mu\text{V/V}$ (第二段十進制)、0.03 $\mu\text{V/V}$ (第三段十進制)。

e. AC PJVS 與交流電壓源鎖相誤差不確定度

依據 AC PJVS 系統在不同相對相位差條件下執行交流電壓差值取樣之基波振幅評估結果而論，當相位偏差從 $\pm 0.01^\circ$ 改變至 $\pm 2^\circ$ 時，其交流電壓量測平均值之最大變異量約為 $\pm 0.6 \mu\text{V/V}$ 。假設相位誤差來源之機率分布為矩形分配，AC PJVS 與交流電壓源鎖相誤差標準不確定度可以計算為： $(0.6 \mu\text{V/V})/\sqrt{3} = 0.35 \mu\text{V/V}$ 。

總結而論，以 AC PJVS 系統在量測分壓比率範圍為 0.001 至 1.0，頻率為 50 Hz 與 62.5 Hz 條件下，執行電壓分壓器分壓比率誤差量測之量測不確定度可保守估計為 1.4 $\mu\text{V/V}$ (涵蓋因子 $k=2$)，此量測不確定度符合計畫目標。表 1-3-6 為 AC PJVS 系統量測電壓分壓器分壓比率誤差之不確定度分量表。

表 1-3-6、AC PJVS 量測電壓分壓器分壓比率誤差之不確定度分量表

量測頻率	50 Hz 與 62.5 Hz							
	不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	不確定度分量 ($\mu\text{V/V}$)			自由度
					第一段 十進制	第二段 十進制	第三段 十進制	
	量測平均值標準差	A	t 分配	1	0.07	0.01	0.01	49
	取樣電表增益誤差	B	矩形	1	0.10	0.10	0.10	∞
	取樣電表溫度效應	B	矩形	1	0.46	0.46	0.46	∞
	取樣電表共模干擾	B	矩形	1	0.06	0.29	0.03	∞
	鎖相誤差	B	矩形	1	0.35	0.35	0.35	∞
	組合標準不確定度				0.60	0.66	0.59	$\geq 2.6 \times 10^5$
	量測不確定度 ($k=2$)				1.2	1.4	1.2	

註：第一段十進制之輸出分壓比率為(0.1 至 1.0)，第二段十進制之輸出分壓比率為(0.01 至 0.1)以及第三段十進制之輸出分壓比率為(0.001 至 0.01)。

• 完成 AC PJVS 執行電流分流相位偏移量測之不確定度評估

以 AC PJVS 系統執行電流分流器相位偏移量測之不確定度經審慎分析與評估後，其量測不確定源共包含以下三項：

- ✓ A 類標準不確定度之量測平均值標準差
- ✓ 取樣電表量化誤差
- ✓ AC PJVS 與電流分流器之間的相位偏差不確定度

針對各個量測不確定源的評估結果，分別說明如下：

a. A 類標準不確定度之量測平均值標準差不確定度：

A 類標準不確定度是依據 AC PJVS 系統總共執行 50 次的電流分流器相位偏移量測結果所得到之平均值標準差作計算。因此，電流分流器在輸入電流範圍為 10 mA 至 80 A 之 A 類標準不確定度約為(0.34 ~ 0.38) mdeg。由於電流分流器在頻率為 50 Hz 或 62.5 Hz 的相位偏移量測結果幾近相同，因此各個不同輸入電流值的 A 類標準不確定度乃取量測頻率分別在 50 Hz 與 62.5 Hz 條件下所得到之最大平均值標準差作保守估計。

b. 取樣電表量化誤差不確定度：

當系統利用取樣電表執行相位量測時，必須考量取樣電表內部之類比數位轉換器(analog-to-digital converter, ADC)所產生的量化誤差(quantization error)，該取樣電表量化誤差不確定度變異量之計算方式如下列公式：

$$u_{\phi} = \frac{\Delta}{\sqrt{6N}} \sqrt{\frac{1}{Y_1^2} + \frac{1}{Y_P^2}} \text{ rad} \quad (1-3-3)$$

其中， $\Delta = 2D/2^K$ ， $D = 1 \text{ V}$ 是取樣電表所採用之量測檔位的全距， $K = 16$ 是取樣電表 ADC 的位元數(bit number)。 Y_1 及 Y_P 則分別代表電流分流器的輸出電壓與 AC PJVS 輸出的標準電壓。因此， $Y_1 = Y_P = 0.8 \text{ V}$ (輸入電流為 10 mA 至 50 A)、以及 0.64 V (輸入電流為 80 A)。 $N = 64$ 是取樣電表在執行量測時每個週期的取樣總點數。依據上方公式，其取樣電表量化誤差不確定度變異量可分別計算為：0.16 mdeg(輸入電流為 10 mA 至 50 A)與 0.20 mdeg(輸入電流為 80 A)。而假設取樣電表量化誤差不確定度來源之機率分布為矩形分配，其標準不確定度分別為：0.09 mdeg(輸入電流為 10 mA 至 50 A)與 0.11 mdeg(輸入電流為 80 A)。

c. AC PJVS 與電流分流器之間的相位偏差不確定度：

電流分流器相位偏移量的定義是指電流分流器輸出端電壓波形相對於輸入端電流波形的相位偏差。而電流分流器輸入端的電流波形必須在執行校正前即由 AC PJVS 系統完成相位校準程序，使其與 AC PJVS 標準電壓波形之間的相位差達到最小。經多次評估結果得知，即使經過系統縝密的相位校準程序，電流分流器輸入端的電流波形與 AC PJVS 標準電壓波形之間仍會存有約 0.1 mdeg 的相位偏差(phase offset)。假設相位偏差來源之機率分布為矩形分配，AC PJVS 與電流分流器之間的相位偏差標準不確定度可計算為： $0.1 \text{ mdeg} / \sqrt{3} = 0.06 \text{ mdeg}$ 。

總結而論，以 AC PJVS 系統在量測輸入電流範圍為 10 mA 至 80 A，頻率為 50 Hz 與 62.5 Hz 條件下，執行電流分流器相位偏移量測之量測不確定度可保守估計為 0.80 mdeg(涵蓋因子 $k = 2$)，符合計畫目標。表 1-3-7 為 AC PJVS 系統量測電流分流器相位偏移之不確定度分量表。

表 1-3-7、AC PJVS 量測電流分流器相位偏移之不確定度分量表

量測頻率				50 Hz 與 62.5 Hz							
輸入電流				10 mA	100 mA	1 A	5 A	10 A	50 A	80 A	自由度
不確定度源	類型	機率 分布	靈敏 係數	不確定度分量(mdeg)							
量測平均值 標準差	A	<i>t</i> 分配	1	0.38	0.36	0.38	0.35	0.34	0.37	0.34	49
取樣電表 量化誤差	B	矩形	1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	∞
相位偏差	B	矩形	1	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	∞
組合標準不確定度				0.40	0.38	0.40	0.37	0.36	0.39	0.37	> 60
量測不確定度 ($k=2$)				0.80	0.76	0.80	0.74	0.72	0.78	0.74	

(2) E11 交流電流量測系統改良

A. 目標

- 完成交流電流量測系統改良

量測範圍：(0.001 ~ 100) A @ (20 ~ 10 k) Hz

量測不確定度：(40 ~ 600) A/A

B. 工作成果

- 完成校正方法設計及自動化量測程式撰寫

本系統改良計畫改採用新型低電感同軸電流分流器為標準件，其同軸型、開放式之機構設計及高精密度的組成元件，使其受外部的磁場影響小、自加熱功率係數小、溫度係數低及頻率響應變動小。因此，可搭配交流電壓標準表，透過追溯至交流電壓標準、直流電阻標準、交直流差標準及修正交流電壓量測之負載效應，完成交流電流標準之建立。以歐姆定律為基礎的交流電流自動化校正方法，取代大部分以熱效電流轉換器(Thermal Current Comparator, TCC)為標準件的校正服務。除可解決 NML 現有交直流電流轉換校正系統維護不易的問題，並可將交流電流校正服務範圍從 20 A 提高至 100 A。待校件包括交流電流源、交流電流轉換放大器、交流電流表及交流電流分流器。



(a) 自動化控制/擷取系統



(b) E11 交流電流量測系統

圖 1-3-12、應用歐姆定律之交流電流校正實體圖



待校件

交流電流

電流轉換放大

交流電流

交流分流

圖 1-3-13、交流電流校正種類

a. 交流電流源之自動化校正

交流電流源自動化校正示意圖如圖 1-3-14 所示，先由自動化程式透過通用接口介面(General Purpose Interface Bus, GPIB)設定儀器，再由待校交流電流源輸出已設定的交流電流($I_{setting}$)至標準交流電流分流器，等待分流器之交流電壓輸出穩定後，由程式透過 GPIB 介面自動擷取標準交流電壓表的交流電壓量測數據($V_{rd,S}$)。再根據標準交流電流分流器的直流電阻標準值(R_{STD})、交直流差標準值(δ_{STD})、標準交流電壓表量測標準交流電流分流器之交流電壓輸出時所造成的負載誤差(Load Error, $e_{loading}$)、標準交流電壓表的交流電壓器差值(e_{5790B})、交流電壓量測值($V_{rd,S}$)，計算該待校交流電流源的輸出標準值(I_{source})及輸出器差值(e_{source})，並將此校正結果顯示於程式畫面(圖 1-3-15)。

$$I_{source} = \frac{(V_{rd,S} - e_{5790B})}{R_{STD}} (1 + \delta_{STD} - e_{loading})$$

$$e_{source} = I_{setting} - I_{source} \quad (1-3-4)$$

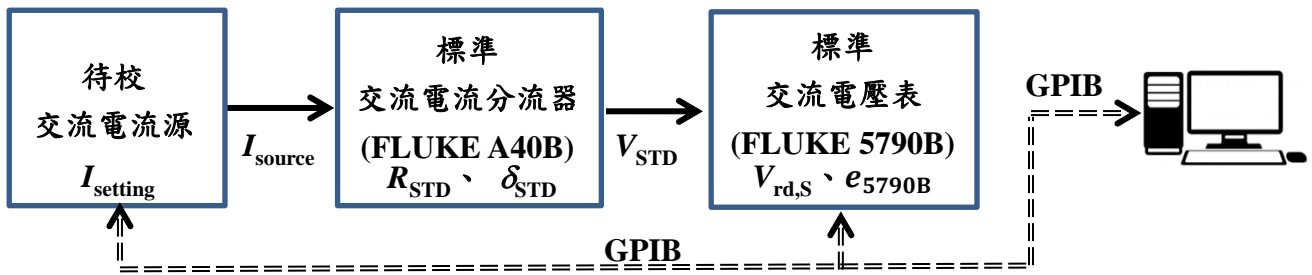


圖 1-3-14、交流電流源之自動化校正示意圖



圖 1-3-15、交流電流源之自動化校正程式畫面

b. 交流電流轉換放大器之自動化校正

交流電流轉換放大器自動化校正示意圖如圖 1-3-16 所示，由系統的標準交流電壓源(廠牌/序號:FLUKE/5730A)輸出標準交流電壓至待校交流電流轉換放大器，再由待校交流電流轉換放大器將此標準輸入電壓轉換成輸出電流，此時可將系統的標準交流電壓源與待校交流電流轉換放大器視為一組交流電流源，其校正方法與所使用的自動化程式與校正交流電流源相同(參考章節(a))。

c. 交流電流表之自動化校正

校正交流電流表時，採用兩階段式校正：

第一階段：先校正交流電流源(廠牌/序號：FLUKE/5730A 與 52120A)，參考(a)章節。

$$I_{source} = \frac{(V_{rd,S} - e_{5790B})}{R_{STD}} (1 + \delta_{STD} - e_{loading})$$

$$e_{source} = I_{setting} - I_{source} \quad (1-3-5)$$

第二階段：再用已校正之交流電流源(廠牌/序號：FLUKE/5730A 與 52120A)去校正待校交流電流表，其自動化校正示意圖如圖 1-3-16 所示。程式擷取待校交流電流表的待校交流電流表讀值 I_{rd} ，計算該待校交流電流表之讀值 I_{rd} 與設定值 $I_{setting}$ 之間的器差值 (e'_{meter})，並將此校正結果顯示於程式畫面(圖 1-3-17)。

$$e'_{meter} = I_{rd} - I_{setting} \quad (1-3-6)$$

由第一階段的 e_{source} 及第二階段的 e'_{meter} ，計算出待校交流電流表的量測誤差值 e_{meter} 。

$$e_{meter} = I_{rd} - I_{source}$$

$$e_{meter} = I_{rd} - (I_{setting} - e_{source}) = (I_{rd} - I_{setting}) + e_{source} = e'_{meter} + e_{source} \quad (1-3-7)$$

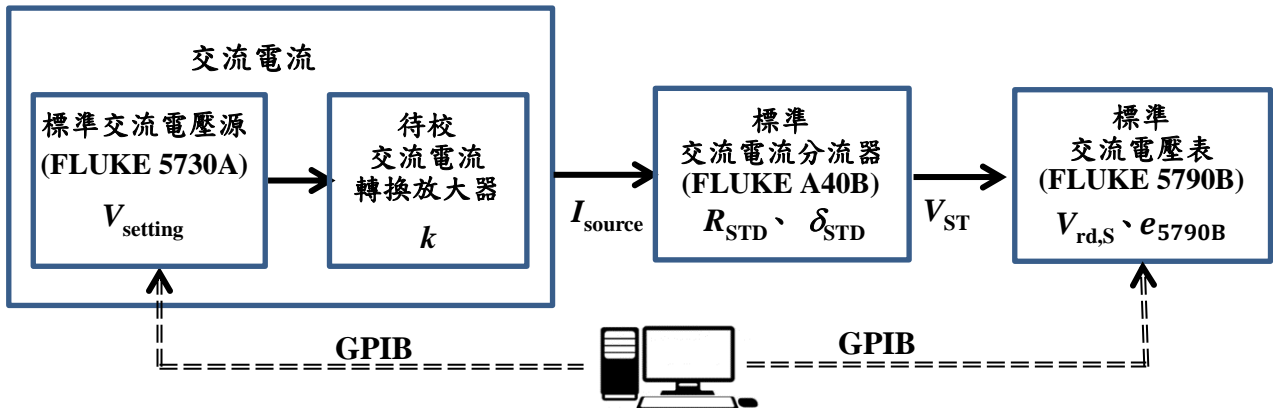


圖 1-3-16、交流電流轉換放大器之自動化校正示意圖

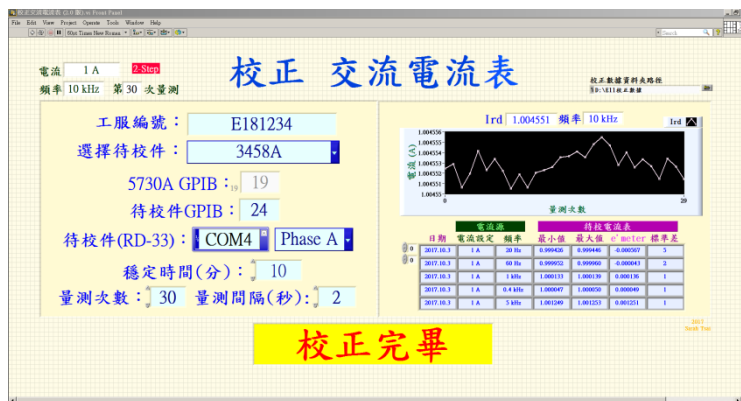


圖 1-3-17、交流電流表之自動化校正示意圖

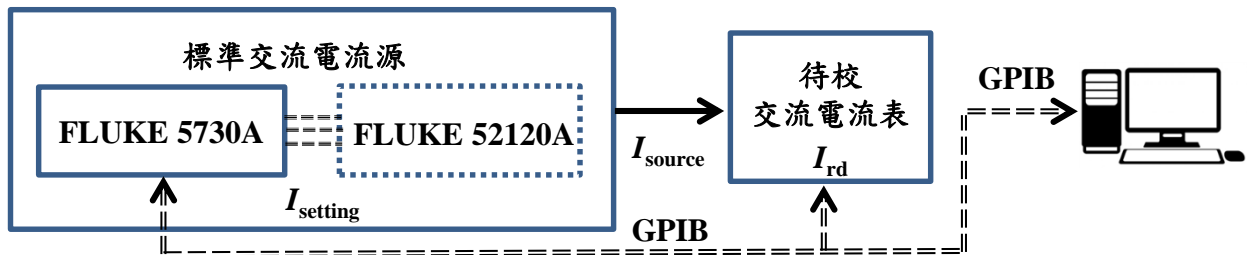


圖 1-3-18、交流電流表之自動化校正示意圖

d. 交流電流分流器之自動化校正

校正交流電流分流器時，採用兩階段式校正：

第一階段：先校正交流電流源(廠牌/序號：FLUKE/5730A 與 52120A)，參考章節(a)。

$$I_{\text{source}} = \frac{(V_{\text{rd,S}} - e_{5790\text{B}})}{R_{\text{STD}}} (1 + \delta_{\text{STD}} - e_{\text{loading}}) \quad (1-3-8)$$

第二階段：再用已校正之交流電流源(廠牌/序號：FLUKE/5730A 與 52120A)去校正待校交流電流分流器，其自動化校正示意圖如圖 1-3-19 所示。程式擷取標準交流電壓表的交流電壓讀值 $V_{\text{rd,T}}$ 及其量測器差值 $e_{5790\text{B}}$ ，計算該待校交流電流分流器之交流電壓輸出標準值 V_{shunt} ，並將此校正結果顯示於程式畫面(圖 1-3-20)。

$$V_{\text{shunt}} = V_{\text{rd,T}} - e_{5790\text{B}} \quad (1-3-9)$$

由第一階段的 I_{source} 及第二階段的 V_{shunt} ，計算出待校交流電流分流器的交流電阻標準值 R_{shunt} 。

$$R_{\text{shunt}} = \frac{V_{\text{shunt}}}{I_{\text{source}}} \quad (1-3-10)$$

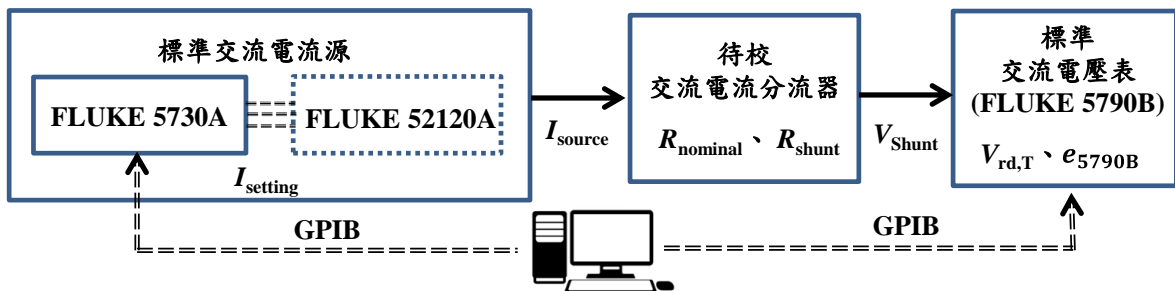


圖 1-3-19、交流電流分流器之自動化校正示意圖



圖 1-3-20、交流電流分流器之自動化校正程式畫面

• 完成系統量測不確定度評估

本系統以標準交流電流分流器、標準交流電壓表及標準交流電壓源為標準件，校正待校之交流電流源、交流電流轉換放大器、交流電流表及交流電流分流器。校正服務範圍為電流：100 μA 至 100 A，頻率：20 Hz 至 10 kHz，量測不確定度如表 1-3-8 所示，信賴水準約為 95 %，涵蓋因子 k 為 2。不確定度分量表如表 1-3-9~12。

表 1-3-8、交流電流量測系統量測不確定度

待校件	量測不確定度 (95 % 信賴水準, $k = 2$)
交流電流源	0.12 mA/A (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 0.07 mA/A (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)
交流電流轉換放大器	0.13 mA/A (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 0.09 mA/A (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)
交流電流表	0.13 mA/A (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 0.08 mA/A (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)
交流電流分流器	0.17 m Ω/Ω (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 0.09 m Ω/Ω (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)

表 1-3-9、交流電流源之不確定度分量表

符號	不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	相對標準不確定度	自由度
$u_r(V_{\text{STD}})$	標準交流電壓表 (交流電壓)	—	—	1	54.7 (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 25.5 (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \mu\text{A}$)	—
$u_{r,1}$	解析度	B	矩形	1	0.4	∞
$u_{r,2}$	量測讀值重複性	A	t 分配	1	22.2	3
$u_{r,3}$	器差值校正	B	常態	-1	50.0 (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 12.5 (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)	∞
$u_{r,4}$	交流電壓校正值漂移	B	矩形	-1	1.1	∞
$u_r(R_{\text{STD}})$	標準交流電流分流器 (直流電阻)	—	—	-1	10.7	—
$u_{r,5}$	直流電阻校正	B	常態	1	7.5	∞
$u_{r,6}$	直流電阻校正值漂移	B	矩形	1	7.6	∞
$u_r(\delta_{\text{STD}})$	標準交流電流分流器 (交直流差)	—	—	1	20.1	—
u_7	直流差校正	B	常態	1	20.0	∞
u_8	直流差校正值漂移	B	矩形	1	1.6	∞
相對組合標準不確定度 $u_{c,r}(I_{\text{source}}) = \sqrt{[u_r(V_{\text{STD}})]^2 + [u_r(R_{\text{STD}})]^2 + [u_r(\delta_{\text{STD}})]^2}$ 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 152$ (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) $= 17$ (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$) 量測不確定度 U (95 % 信賴水準, 涵蓋因子 $k = 2$) $U = k \times u_{c,r}(I_{\text{source}}) = 0.12 \text{ mA/A}$ (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) $= 0.07 \text{ mA/A}$ (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)						

表 1-3-10、交流電流轉換放大器之不確定度分量表

符號	不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	相對標準不確定度	自由度
$u_r(V_{STD})$	標準交流電壓表 (交流電壓)	-	-	1	54.7 ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) 25.5 ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$)	-
$u_{r,1}$	解析度	B	矩形	1	0.4	∞
$u_{r,2}$	量測讀值重複性	A	t 分配	1	22.2	3
$u_{r,3}$	器差值校正	B	常態	-1	50.0 ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) 12.5 ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$)	∞
$u_{r,4}$	交流電壓校正值漂移	B	矩形	-1	1.1	∞
$u_r(R_{STD})$	標準交流電流分 流器(直流電阻)	-	-	-1	10.7	-
$u_{r,5}$	直流電阻校正	B	常態	1	7.5	∞
$u_{r,6}$	直流電阻校正值漂移	B	矩形	1	7.6	∞
$u_r(\delta_{STD})$	標準交流電流分 流器(交直流差)	-	-	1	20.1	-
u_7	直流差校正	B	常態	1	20.0	∞
u_8	直流差校正值漂移	B	矩形	1	1.6	∞
<p>相對組合標準不確定度 $u_{c,r}(k_I) = \sqrt{[u_r(V_{STD})]^2 + [u_r(R_{STD})]^2 + [u_r(\delta_{STD})]^2 + [u_r(V_{5730A})]^2}$ 有效自由度 $\nu_{eff} = 219$ ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) $= 43$ ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$) 量測不確定度 U (95 % 信賴水準, 涵蓋因子 $k=2$) $U = k \times u_{c,r}(k_I) = 0.13 \text{ mA/A}$ ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) $= 0.09 \text{ mA/A}$ ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$)</p>						

表 1-3-11、交流電流表之不確定度分量表

符號	不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	相對標準不確定度	自由度
$u_r(I_{source})$	標準交流電流 源(交流電流)	B	常態	-1	59.3 ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) 34.2 ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$)	∞
$u_r(I_{rd})$	待校交流電流 表(交流電流)	-	-	1	17.6	-
$u_{r,11}$	解析度	B	矩形	1	0.6	∞
$u_{r,12}$	量測讀值重複 性	A	t 分配	1	17.6	3
<p>相對組合標準不確定度 $u_{c,r}(e_{meter}) = \sqrt{u_r(I_{source})^2 + u_r(I_{rd})^2}$ 有效自由度 $\nu_{eff} = 458$ ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) $= 68$ ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$) 量測不確定度 U (95 % 信賴水準, 涵蓋因子 $k=2$) $U = k \times u_{c,r}(e_{meter}) = 0.13 \text{ mA/A}$ ($100 \mu A \leq I < 300 \mu A$) $= 0.08 \text{ mA/A}$ ($300 \mu A \leq I \leq 100 A$)</p>						

表 1-3-12、交流電流分流器之不確定度分量表

符號	不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	相對標準不確定度	自由度
$u_r(I_{\text{source}})$	標準交流電流源 (交流電流)	B	常態	-1	59.3 (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 34.2 (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)	∞
$u_r(V_{\text{shunt}})$	標準交流電壓表 (交流電壓)	-	-	1	54.7 (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 25.5 (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)	-
$u_{r,1}$	解析度	B	矩形	1	0.4	∞
$u_{r,2}$	量測讀值重複性	A	t 分配	1	22.2	3
$u_{r,3}$	器差值校正	B	常態	-1	50.0 (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) 12.5 (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)	∞
$u_{r,4}$	交流電壓校正值漂移	B	矩形	-1	1.1	∞
<p>相對組合標準不確定度 $u_{c,r}(R_{\text{shunt}}) = \sqrt{u_r(I_{\text{source}})^2 + u_r(V_{\text{shunt}})^2}$ 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 524$ (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) $= 41$ (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$) 量測不確定度 U (95 % 信賴水準，涵蓋因子 $k = 2$) $U = k \times u_{c,r}(R_{\text{shunt}}) = 0.17 \text{ m}\Omega/\Omega$ (100 $\mu\text{A} \leq I < 300 \mu\text{A}$) $= 0.09 \text{ m}\Omega/\Omega$ (300 $\mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$)</p>						

• 完成系統改良前後之量測比對

為驗證改良後歐姆定律交流電流校正方法與現有交直流電流轉換校正方法之校正結果是否一致，採用 ISO/IEC 17043 符合性評鑑(Conformity Assessment)國際標準規範中的 E_n 值來判定，若 $|E_n| \leq 1$ 則表示兩套不同校正系統的量測值具有符合性。

$$|E_n| = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}} \quad (1-3-11)$$

上式中， X_1 及 U_1 為改之校正值及量測不確定度， X_2 及 U_2 為現有系統之校正值及量測不確定度。

表 1-3-13 及表 1-3-14 為分別採用交流電流源(廠牌/序號：FLUKE/5730A 與 52120A)及交流電流表(廠牌/序號：FLUKE/8508A 與 HP/ 3458A)作為校正比對件，並以增建及現有交流電流校正系統量測所得到之校正結果比較表。從結果得知其比對結果 $|E_n| \leq 0.4$ ，驗證了這兩套交流電流系統的校正結果具有一致性。

表 1-3-13、交流電流源之校正結果比對表

待校交流電流源：廠牌/序號為 FLUKE/5730A 校正參數：電流輸出值							
電流	頻率	歐姆定律		交直流電流轉換		$ I_1 - I_2 $ ($\mu\text{A/A}$)	$ E_n $
		電流校正值 I_1 (A)	U_1 ($\mu\text{A/A}$)	電流校正值 I_2 (A)	U_2 ($\mu\text{A/A}$)		
1 mA	60 Hz	0.99999	70	1.00000	40	10	0.1
	1 kHz	1.00000	70	0.99998	40	20	0.2
10 mA	60 Hz	10.0000	70	10.0000	40	0	0.0
	1 kHz	10.0001	70	10.0000	40	10	0.1
100 mA	60 Hz	100.001	70	100.000	50	10	0.1
	1 kHz	100.000	70	100.000	50	0	0.0
1 A	20 Hz	1.00003	70	1.00001	70	20	0.2
	60 Hz	1.00002	70	1.00003	60	10	0.1
	400 Hz	1.00002	70	1.00004	60	20	0.2
	1 kHz	1.00003	70	1.00007	70	40	0.4
	10 kHz	0.99960	70	0.99959	110	10	0.1

表 1-3-14、交流電流表之校正結果比對表

待校交流電流表：廠牌/序號為 FLUKE/8508A 校正參數：電流量測器差值									
電流	頻率	歐姆定律			交直流電流轉換			$ e_1 - e_2 $ ($\mu\text{A/A}$)	$ E_n $
		電流量測器差值 e_1		U_1 ($\mu\text{A/A}$)	電流量測器差值 e_2		U_2 ($\mu\text{A/A}$)		
1 mA	60 Hz	0.00002	mA	80	0.00003	mA	40	10	0.1
1 mA	1 kHz	0.00007	mA	80	0.0001	mA	40	30	0.3
10 mA	60 Hz	0.0001	mA	80	0.0002	mA	40	10	0.1
10 mA	1 kHz	0.0006	mA	80	0.0009	mA	40	30	0.3
100 mA	60 Hz	0.005	mA	80	0.009	mA	60	40	0.4
待校交流電流表：廠牌/序號為 HP/3458A 校正參數：電流量測器差值									
電流	頻率	歐姆定律			交直流電流轉換			$ e_1 - e_2 $ ($\mu\text{A/A}$)	$ E_n $
		電流量測器差值 e_1		U_1 ($\mu\text{A/A}$)	電流量測器差值 e_2		U_2 ($\mu\text{A/A}$)		
1 mA	60 Hz	0.00002	mA	80	0.00003	mA	40	10	0.1
1 mA	1 kHz	0.00007	mA	80	0.0001	mA	40	30	0.3
10 mA	60 Hz	0.0001	mA	80	0.0002	mA	40	10	0.1
10 mA	1 kHz	0.0006	mA	80	0.0009	mA	40	30	0.3
100 mA	60 Hz	0.005	mA	80	0.009	mA	60	40	0.4
100 mA	1 kHz	0.011	mA	80	0.015	mA	60	40	0.4
1 A	60 Hz	-0.00003	A	80	0.00000	A	70	30	0.3
1 A	1 kHz	0.00011	A	80	0.00010	A	70	10	0.1

(3) U06 電磁場強度量測系統

A. 目標

- 完成電磁場強度校正系統改良與評估

量測頻率範圍：(0.5 ~ 4) GHz

量測場強範圍：(1 ~ 100) V/m

量測不確定度：1.1 dB

量測頻率範圍：(4 ~ 8) GHz

量測場強範圍：(1 ~ 200) V/m

量測不確定度：1.1 dB

B. 工作成果

- 完成功率放大器參數量測、耦合器特性量測與放大器雜訊指數量測

根據 IEEE 1309 與 IEC 61000-4-3 標準的建議，執行電磁場強度量測時，需確認在服務頻段下之微波放大信號特性，主要針對之參數為 2 次與 3 次諧波訊號與放大信號的線性度進行相關量測，估針對 NML 之 4 GHz 至 8 GHz 高功率放大器設備進行 2 次諧波訊號、3 次諧波訊號與 1 分貝壓縮點之相關參數確認，圖 1-3-21 與圖 1-3-22 為相關參數之量測結果。

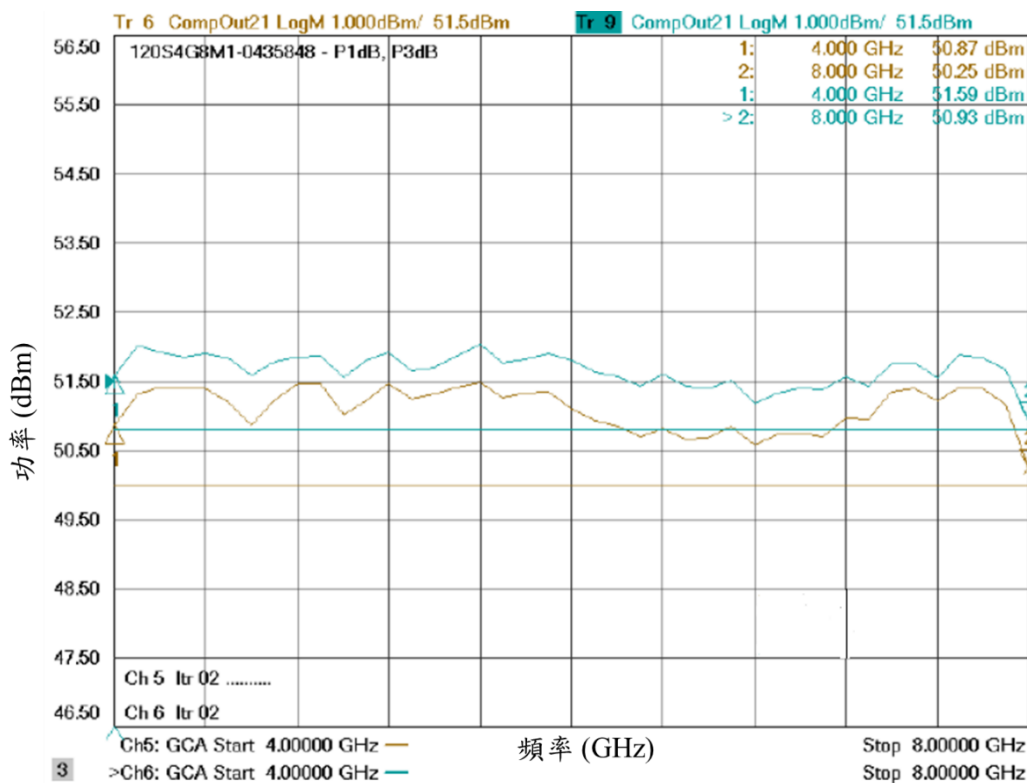


圖 1-3-21、分貝壓縮點量測結果

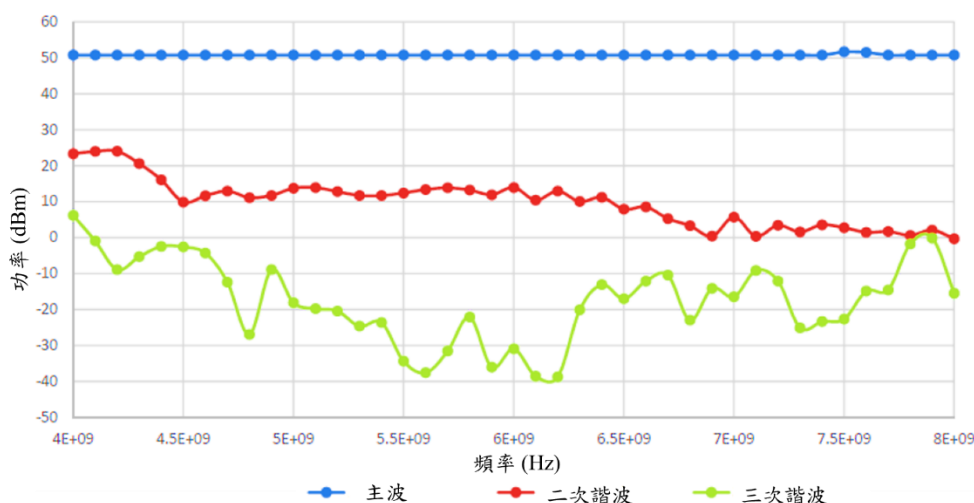


圖 1-3-22、2 次與 3 次諧波量測結果

在執行電磁場強度訊號確認時，需藉由方向耦合元件搭配射頻功率感測元件，量測出入射訊號之功率大小，在此選用擁有 50 分貝衰減之方向耦合元件進行相關系統整合，以下為耦合衰減參數之量測參數確認結果：

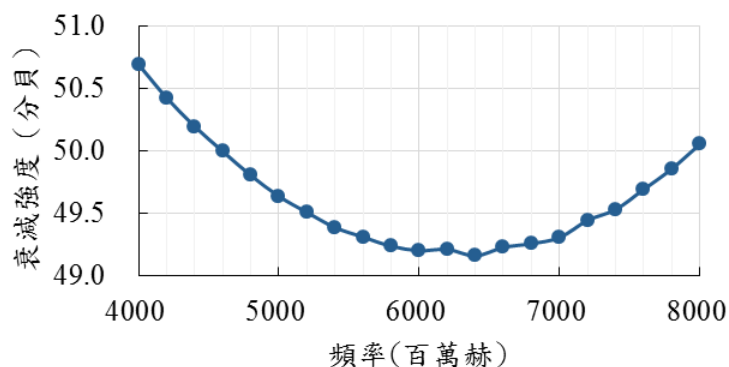


圖 1-3-23、方向耦合器量測結果

在產生標準電磁場時，常需藉由高功率放大器進行射頻訊號放大以達到高電磁場強度量測需求，因此訊號源與儀器本身雜訊，會隨著功率放大器運作也隨之放大，因此亦需探討放大的雜訊源對產生的標準電磁場造成多少影響。

欲評估此雜訊影響，可藉由功率放大器的特性參數：雜訊指數(Noise Figure, NF)進行評估。雜訊指數主要是以熱雜訊來討論，在 290 K 的輸入雜訊溫度下，輸入與輸出端的雜訊比值，當使用訊號功率與雜訊功率進行表示時，可如下式所示，再藉由放大器之使用頻寬與放大增益，即可估算出功率放大器之輸出雜訊功率。

$$NF = 1 + \frac{\text{Noise}_{\text{added}}}{\text{Noise}_{\text{input}}} = 1 + \frac{\text{Noise}_{\text{added}}}{k T_0 B} \quad (1-3-12)$$

在此，針對用於電波暗室內訊號放大的功率放大器，進行雜訊指數參數量測。再以量測結果估算出最大的總輸出雜訊功率，並以標準場地法進行雜訊之標準電磁場計算(天線增益為 10 分貝與量測距離為 1 公尺)，即可得出雜訊的電場強度，其結果如表 1-3-15 所示。若以量測 3 V/m 之電場強度為例，其放大器在低電磁場強度產

生之誤差依序為 8.3 %、11.5%與 2.4 %；若以量測 60 V/m 之電場強度為例，其放大器在低電磁場強度產生之誤差依序為 0.018 %、0.025 %與 0.01 %。因此若需做低電磁場強度之量測時，須多考慮功率放大器產生之雜訊因素，方可使量測更加精準。

表 1-3-15、最大輸出雜訊分析表

放大器 編號	起使頻率 (MHz)	結束頻率 (MHz)	雜訊 指數	增益 (dB)	輸出雜訊 (W)	雜訊之電場強度 (V/m)
1	80	1000	23.53	59.87	0.004325	1.14
2	800	4200	8.85	62.98	0.00576	1.32
3	4000	8000	13.77	62.16	0.001445	0.66

• 完成電磁場強度系統設計

系統設計係以標準場法的方式對 0.5 GHz 至 8 GHz 的電磁場強度計進行校正，其產生方式是使用追溯至英國國家物理研究院的雙脊波導號角天線與標準增益號角天線於模擬自由空間環境的全電波暗室內發射微波信號，在暗室內的特定待校區域內建立一個功率密度值可精確計算的標準電磁場。校正電磁場強度計時，將待校的電磁場強度計感測頭置於發射天線正前方適當距離的待校區內，量測自天線所發射出來的電磁場強度，由所測得的電磁場強度值 E_{dut} (V/m)與利用上述算式所計算得的標準電磁場強值 E_{std} (V/m)相比較，即可得到待校電磁場強度計的特性的修正因子 (CF)特性如下：

$$CF = \frac{E_{std}}{E_{dut}} \quad (1-3-13)$$

系統量測架構與實際架設圖如圖 1-3-24 與 1-3-25 所示。系統中所使用的天線、微波功率、微波阻抗與測試距離之相關參數，分別可從英國國家物理研究院之校正報告、NML 微波量別與長度量別校正結果所提供。

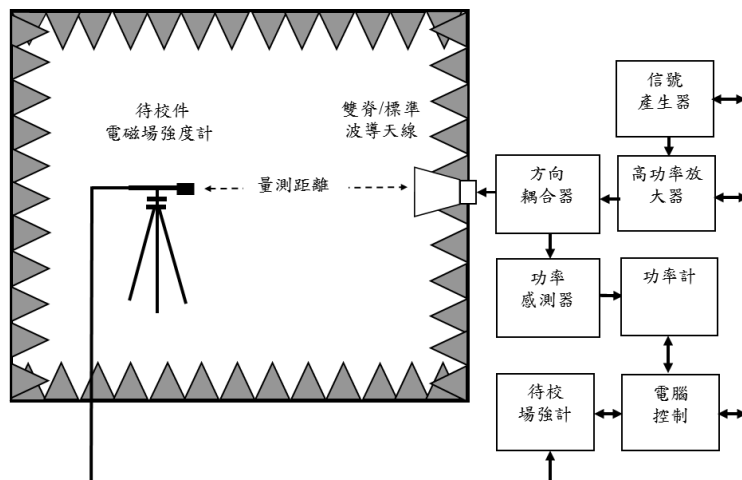


圖 1-3-24、U06 系統量測架構圖

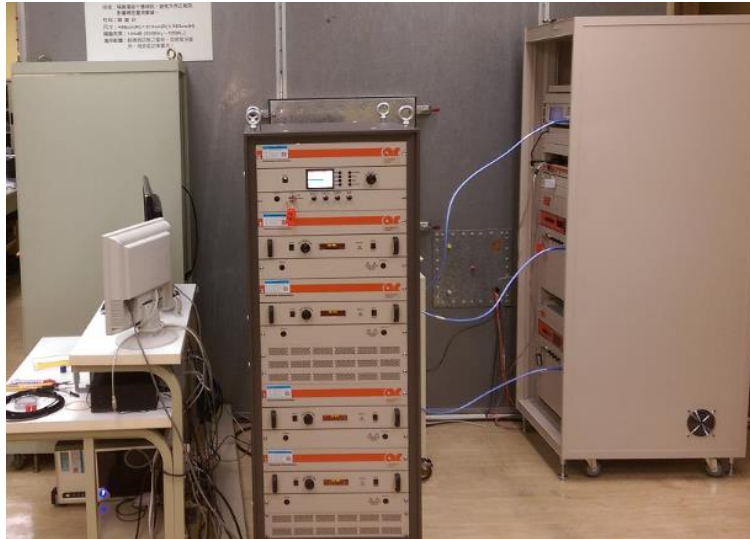


圖 1-3-25、U06 系統實際架構圖

- 完成校正量測程式

系統中所產生的標準電磁場強度確認，可藉由自行撰寫之電磁場強度量測程式，進行即時標準電磁場強度分析，並同時記錄當下產生之標準電磁場相關參數記錄於 EXCEL 檔案中。此量測程式含有對訊號產生器、功率放大器、移動平台與相關參數（校正頻率、校正場強與量測距離）控制與設定的人機介面、簡單除錯判斷、接收訊號之修正與微調機制與擷取部分電磁場強度計量測數據，其程式介面如圖 1-3-26 所示。因此可減少人為調整與運算處理錯誤，並節省執行校正及產出報告所需之時間。

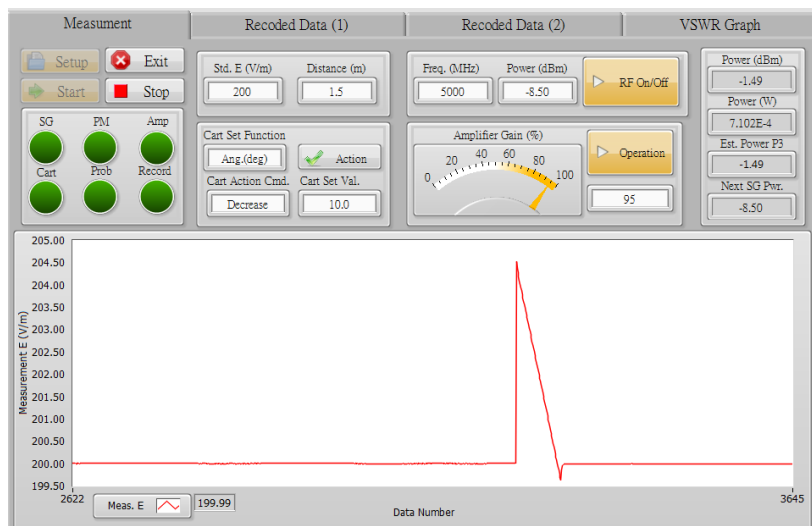


圖 1-3-26、U06 系統量測程式

- 完成電磁場強度量測系統之系統評估與校正程序

此系統之量測不確定度的評估方式以頻率為 1 GHz；場強為 100 V/m 為例，其量測不確定度之分量表如表 1-3-16。電磁場強度量測系統量測範圍如表 1-3-17。

表 1-3-16、修正因子量測不確定度分析表

不確定度源 x_i	機率 分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $ c_i \cdot u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
待校電磁場強度計 讀值 $u(E_{\text{dut}})$	常態	0.00923 V/m	$0.01396 \text{ (V/m)}^{-1}$	1.29×10^{-4}	4
標準電磁場強度值 $u(E_{\text{std}})$	常態	3.81528 V/m	$0.01181 \text{ (V/m)}^{-1}$	4.40×10^{-2}	56
修正因子(CF)值 = 1.18 相對組合標準不確定度 $u_c(CF) = 3.728 \%$ 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 56$ 涵蓋因子 $k = 2.01$ 量測不確定度 $U(CF) = k \cdot u_c(CF) = 7.67 \%$ (約 0.69 dB) $\approx 0.7 \text{ dB}$ (約 95% 信賴水準)					

表 1-3-17、電磁場強度系統量測能量表

量測範圍 (GHz)	0.5 ~ 4	4 ~ 8
場強範圍 (V/m)	1 ~ 100	1 ~ 200
量測不確定度 (dB)	(0.5 GHz – 0.55 GHz) @ 1.0 (0.55 GHz – 1 GHz) @ 0.8 (1 GHz – 4 GHz) @ 0.7	0.7

- 完成電磁場強度校正方法之量測比對

本系統在執行電磁場強度計校正時，是以標準場法之原理進行校正。以一經追溯至英國國家物理研究院(NPL)的 WG/EMR-300 電磁場強度計作為比對標準件，來確認 NML 系統與 NPL 系統（使用標準場法）的一致性。其量測結果與計算之 E_n 結果如表 1-3-18。由表 1-3-18 的比較結果得知，兩者之比對結果 $|E_n| \leq 0.76$ ，故驗證其校正結果具有一致性。

表 1-3-18、U06 系統改良後校正結果比較

頻率 (GHz)	標準電磁場 強度(V/m)	NML		NPL		E _n
		量測結果 (V/m)	修正因子 (CF)	量測結果 (V/m)	修正因子 (CF)	
0.50	60	57.94	1.04	55.26	1.09	0.27
0.55	60	54.39	1.10	56.55	1.06	0.20
0.60	60	58.63	1.02	57.81	1.04	0.11
0.65	60	62.37	0.96	55.39	1.08	0.65
0.70	60	65.54	0.92	58.47	1.03	0.60
0.75	60	59.86	1.00	57.48	1.04	0.21
0.80	60	55.52	1.08	60.02	1.00	0.43
0.85	60	52.42	1.14	59.62	1.01	0.76
0.90	60	51.92	1.16	57.98	1.03	0.72
0.95	60	54.23	1.11	54.32	1.10	0.05
1.00	60	53.19	1.13	53.60	1.12	0.05
1.20	60	55.95	1.07	56.71	1.06	0.00
1.40	60	60.15	1.00	56.05	1.07	0.44
1.60	60	63.74	0.94	61.63	0.97	0.16
1.80	60	60.97	0.98	53.52	1.12	0.72
2.00	60	54.76	1.10	56.95	1.05	0.29
2.20	60	58.21	1.03	58.80	1.02	0.06
2.40	60	59.26	1.01	61.03	0.98	0.16
2.60	60	60.30	0.99	57.73	1.04	0.23
2.80	60	57.67	1.04	51.69	1.16	0.59
3.00	60	54.37	1.10	53.51	1.12	0.10
3.20	60	58.66	1.02	55.71	1.08	0.35
3.40	60	60.00	1.00	57.22	1.05	0.23
3.60	60	61.28	0.98	58.59	1.02	0.20
3.80	60	56.29	1.07	56.32	1.07	0.00
4.00	60	56.70	1.06	57.69	1.04	0.11
4.20	200	193.71	1.03	192.42	1.04	0.05
4.40	200	204.79	0.98	201.91	0.99	0.05
4.60	200	209.43	0.95	208.64	0.96	0.04
4.80	200	216.91	0.92	210.83	0.95	0.15
5.00	200	205.34	0.97	217.9	0.92	0.26
5.20	200	201.05	0.99	212.21	0.94	0.24
5.40	200	217.63	0.92	214.47	0.93	0.05
5.60	200	223.89	0.89	229.36	0.87	0.11
5.80	200	227.59	0.88	213.95	0.93	0.26
6.00	200	229.44	0.87	225.44	0.89	0.15
8.00	200	259.1	0.77	248.62	0.80	0.43

(4) V04 低頻振動校正系統改良

A. 目標

- 完成極低頻加速規原級校正系統改良

量測範圍：(0.1 ~ 20) Hz

量測不確定度：1 %

B. 工作成果

校正系統架構如圖 1-3-27，系統電腦(PXIe 1082)經由訊號產生裝置(PXI 5406)，輸出校正頻率訊號，經過激振器訊號放大器及位移控制器，使水平激振器(APS 500)產生穩定低頻振動，而待校低頻加速規受到低頻振動後將產生低頻電壓輸出，藉由低頻加速規訊號調節器，最後將低頻電壓送至電壓擷取裝置(PXI 4462)得到量測系統方程式公式(1-3-14)中的電壓 \hat{u} 。另一方面，由雷射干涉儀之雷射經由分光鏡及反射鏡組等，最後由沃爾斯頓稜鏡，分出兩道雷射光，由光接收器得到干涉訊號，將訊號送至高速波形擷取裝置，計算後得到加速度 \hat{a} 。最後透過量測系統方程式可得到待校低頻加速規電壓靈敏度 S_u 。量測系統方程式即為加速規電壓靈敏度計算式，如下式：

$$S_u = \frac{\hat{u}}{\hat{a}} \quad (1-3-14)$$

其中 S_u 為待校件之電壓靈敏度，單位為 $V/(m/s^2)$

\hat{u} 為待校件之輸出電壓均方根值，單位為 V

\hat{a} 為振動加速度，單位為 m/s^2

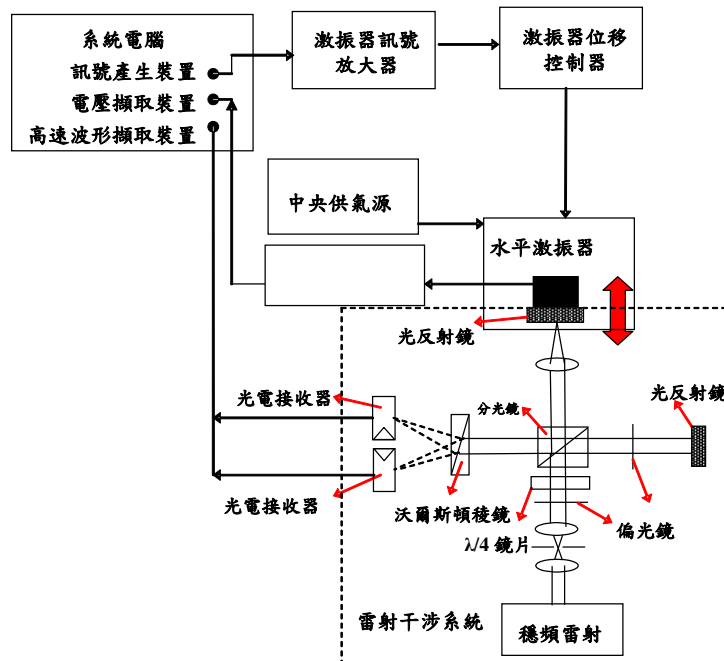
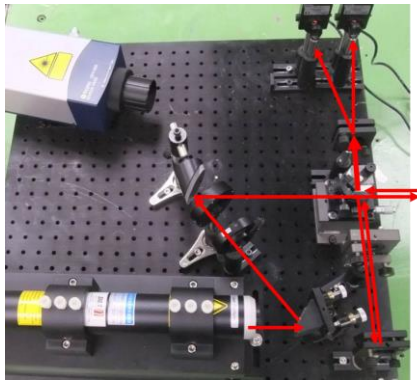
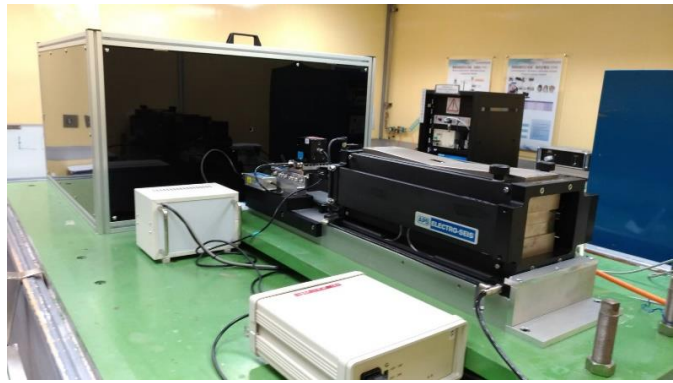


圖 1-3-27、低頻加速規正弦逼近法校正系統接線示意圖



(a)雷射干涉系統示意圖



(b)系統外觀示意圖

圖 1-3-28、低頻加速規正弦逼近法校正系統實體圖

V04 低頻振動標準系統之電腦控制裝置(NI PXI 1082)開啟後，進入 Window 7 系統作業環境，執行 LabVIEW2016，程式名稱為絕對式低頻加速規系統校正，將出現主畫面如圖 1-3-29。主畫面中包含：1. 程式功能欄、2. 校正狀態及感測器校正資料、3. 輸入激振器之電壓、4. 加速規電壓靈敏度校正結果、5. 加速規校正時電壓波形。

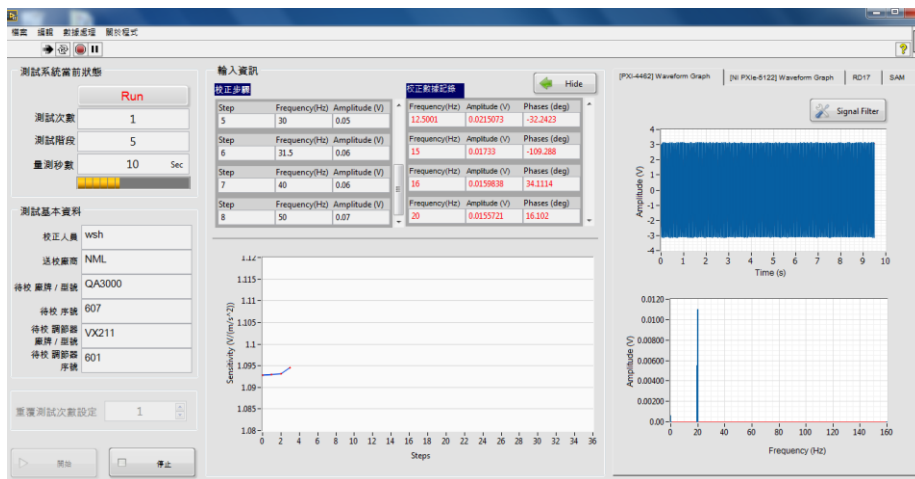


圖 1-3-29、校正軟體撰寫

系統不確定度分量表以頻率 20 Hz 為例，如表 1-3-19 及表 1-3-20，各頻率不確定度評估結果如表 1-3-21。評估結果頻率範圍：(1 ~ 20) Hz，量測不確定度為(0.46 ~ 0.91) %。

表 1-3-19、V04 系統不確定度分量表 I (以頻率 20 Hz 為例)

不確定度源 x_i	變異範圍 %	機率 分配	除數	型態 A/B	相對不確定度分量 $\left \frac{c_i u(x_i)}{y} \right $	自由 度
A類標準不確定度(電壓量測 \hat{u})	$2.39E-02 \times \sqrt{10}$	t	$\sqrt{10}$	A	2.39E-02	9
A類標準不確定度(加速度量測 \hat{a})	$1.95E-01 \times \sqrt{10}$	t	$\sqrt{10}$	A	1.95E-01	9
正弦波形扭曲失真及類比數位解析 (ADC-resolution) 之影響, q_1	$0.100 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.100	200
電壓濾波及頻寬限制, q_2	$0.010 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.010	200
加速規電壓量測失真及雜訊干擾之影響, q_3	$0.010 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.010	200
加速規橫向靈敏度之影響, q_4	$0.050 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.050	200
加速規電壓失真、重現性與穩定性之影響, q_5	$0.030 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.030	200
雷射波長之影響, q_6	$0.001 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.001	200
光接收器頻率響應之影響, q_7	$0.010 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.010	200
干涉儀相位調制之影響, q_8	$0.100 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.100	200
干涉儀訊號濾波及雜訊之影響, q_9	$0.100 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.100	200

表 1-3-20、V04 系統不確定度分量表 II (以頻率 20 Hz 為例)

不確定度源 x_i	變異範圍 %	機率 分配	除數	型態 A/B	相對不確定度分量 $\left \frac{c_i u(x_i)}{y} \right $ %	自由 度
函數產生器之頻率穩定, q_{10}	$0.005 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.005	200
增益放大器設置、濾波之影響, q_{11}	$0.010 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.010	200
治具安裝固定、溫度暫態變化及其他環境效應隨機誤差之影響, q_{12}	$0.030 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.030	200
加速規輸出電壓相位量測之影響, q_{13}	$0.100 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.100	200
雷射干涉儀之相位量測之影響, q_{14}	$0.001 \times \sqrt{3}$	矩形	$\sqrt{3}$	B	0.001	200
量測值, S_u	1.097 V/(m/s ²)					
有效自由度, ν_{eff}	41		涵蓋因子, k		2.02	
相對組合標準不確定度, u_{rc}	0.00289		量測不確定度, U_r		0.58 %	

表 1-3-21、V04 系統各頻率不確定度評估結果((0.1~20) Hz)

頻率 Hz	振幅 m/s ²	量測不確定度 U_r	頻率 Hz	振幅 m/s ²	量測不確定度 U_r
0.1	0.01	0.88 %	2	1	0.57 %
0.2	0.05	0.83 %	2.5	2	0.65 %
0.315	0.1	0.67 %	3.15	2	0.55 %
0.4	0.1	0.91 %	4	5	0.46 %
0.5	0.1	0.81 %	5	5	0.48 %
0.63	0.1	0.87 %	6.3	5	0.48 %
0.7	0.2	0.90 %	8	2	0.60 %
0.8	0.2	0.78 %	10	2	0.62 %
0.9	0.5	0.72 %	12.5	5	0.46 %
1	0.5	0.61 %	15	5	0.61 %
1.25	1	0.70 %	16	5	0.59 %
1.6	1	0.67 %	20	5	0.58 %

(5) 奈米壓痕量測系統改良

A. 目標

- 完成奈米壓痕系統改良

力量量測範圍：0.2 mN ~ 10 mN

力量量測不確定度：2 %

B. 工作成果

奈米壓痕系統改良後，架構如圖 1-3-30 所示。系統控制器由類比控制提昇為數位控制，系統施力更為精準，利用具追溯之天平實現系統施力校正，並透過天平校正追溯至質量標準，提高系統量測準確度。

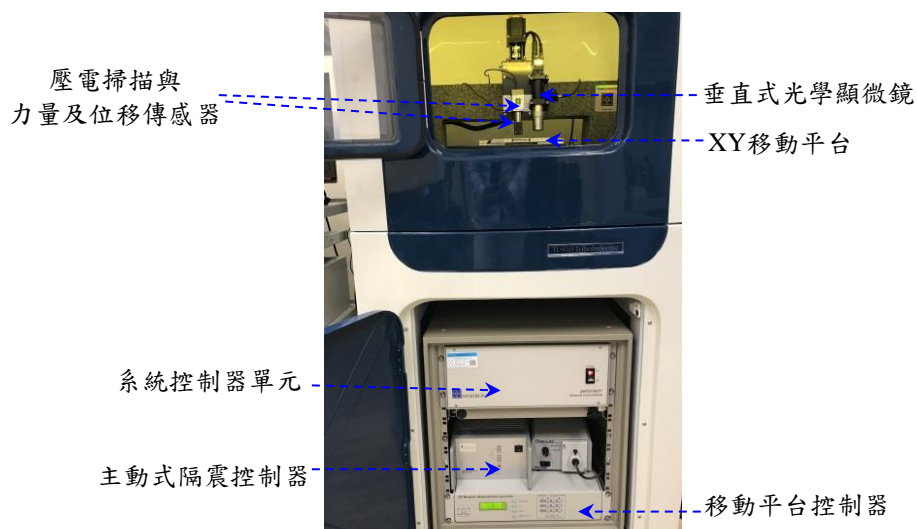


圖 1-3-30、奈米壓痕系統架構圖

電子天平校正奈米壓痕實驗架設圖如圖 1-3-31 所示。奈米壓痕系統力量校正與其不確定度評估說明如下。

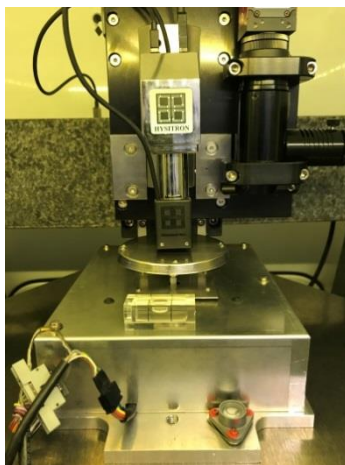


圖 1-3-31、電子天平校正奈米壓痕實驗架設圖

利用奈米壓痕系統軟體中載重控制(Load Control)功能，以探針壓頭對電子天平進行施載，如圖 1-3-31 所示，並獲得奈米壓痕系統力量示值 F 與天平示值 I_m 乘以重力加速度 g 之器差 Δ_F ，其校正模式可表示成

$$F = I_m \times g + \Delta_F \quad (1-3-15)$$

其中 g 為系統所在地之重力加速度。由於往後不針對校正之器差進行修正，因此將校正時之器差值納入力量之不確定度，考慮器差 Δ_F 的不確定度來源： $u(F_r)$ 為力量傳感器解析度所造成之標準不確定度， $u(F_n)$ 為系統力量雜訊漂移之標準不確定度， $u(F_z)$ 為力量零點之標準不確定度， $u(\overline{\Delta F})$ 為量測重複性之標準不確定度， $u(\Delta F)$ 為器差未修正之標準不確定度。展開力量 F 的組合標準不確定度平方項如下式所示，

$$u^2(F) = [u(I_m) \times g]^2 + [I_m \times u(g)]^2 + u^2(F_r) + u^2(F_n) + u^2(F_z) + u^2(\overline{\Delta F}) + u^2(\Delta F) \quad (1-3-15)$$

其中 $u(I_m)$ 為天平之標準不確定度，

$u(g)$ 為重力加速度之標準不確定度。

系統中，力量不確定度來源各項參數說明如下：

a. 天平之標準不確定度 $u(I_m)$

電子天平由 1 mg 至 1 g 之標準法碼校正，考慮天平之線性、偏載及重複性。由電子天平追溯報告，在範圍 20 mg、50 mg 與 100 mg 至 1000 mg 之擴充不確定

度分別為 0.08 mg、0.10 mg 與 0.03 mg (涵蓋因子 $k = 2$)，可得出對應天平範圍之標準不確定度 $u(I_m)$ 分別為 0.04 mg、0.05 mg 與 0.015 mg。以量測 50 mg 為例，天平之標準不確定度為

$$u(I_m) = \frac{0.10}{2} (\text{mg}) = 0.05 (\text{mg})$$

b. 重力加速度之標準不確定度 $u(g)$

根據國家度量衡標準實驗室之絕對重力點加速度 g 量測值為，其擴充不確定度為 $4.1 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 涵蓋因子為 2，因此，重力加速度值之標準不確定度為 $u(g) = 2.05 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 。以量測 50 mg 為例，受重力加速度影響之不確定度分量為

$$u(g) \times I_m = 2.05 \times 10^{-8} \times 0.0515 \times 1000 = 1.06 \times 10^{-6} (\mu\text{N})$$

c. 力量傳感器解析度之標準不確定度 $u(F_r)$

奈米壓痕之力量傳感器之力量解析度為 1 nN，假設解析度所造成之不確定分佈為矩形分佈，因此力量傳感器解析度之標準不確定度為

$$u(F_r) = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0.288675 (\text{nN})$$

d. 力量雜訊之標準不確定度 $u(F_n)$

系統力量雜訊(Noise Floor)之標準不確定度評估，以玻氏探針對熔融石英進行壓痕量測，壓痕力量設定為 0 N，壓頭停留時間為 20 秒，並於 20 秒內取得 501 筆系統力量雜訊值，並計算此 501 筆系統力量雜訊值之一倍標準差。為保守估計，重複十次量測，獲得最大力量雜訊之標準不確定度 $u(F_n)$ 為 0.0226 μN 。

e. 力量零點之標準不確定度 $u(F_z)$

系統力量零點不確定度以玻氏壓頭針對熔融石英進行壓痕實驗，採用載重控制模式操作，施加力量由零以等速率方式於 10 秒鐘內增加 20 μN ，之後再以等速率降低至零，將實驗中起始位移為零時與最終位移數據位置所相對應的力量值視為該次實驗的力量零點差異值，並重覆十次量測，獲得之最大力量零點差異值為 0.0384 μN ，亦即系統力量零點之標準不確定度。

f. 量測重複性之標準不確定度 $u(\overline{\Delta F})$

電子天平校系統之力量校正，採用玻氏針對電子天平進行壓痕實驗，實驗之架設如圖 1-3-30 所示，採用載重控制的施力模式，校正時施加力量最小為 200 μN ，接著為 500 μN 再以等間隔增加 500 μN 方式依序遞增至 10000 μN ，相同力量之校正實驗重複三次。利用三次天平校正實驗之器差值平均值標準差 $(u(\overline{\Delta F}))$ 為量測重

複性之標準不確定度，各力量之量測重複性請參照表 1-3-22，以量測 500 μN 為例，其值為 0.1433，自由度為 2。

g. 器差未修正之標準不確定度 $u(\Delta F)$

因系統無法對器差進行修正，故將三次試驗的系統最大施力值與天平讀值(I_m)之平均值，兩者間器差值之平均值作為系統未修正之標準不確定度($u(\Delta F)$)。對應不同力量等級時的不確定度值請參照表 1-3-22，而最大不確定度發生在力量 500 μN 時，獲得其相對標準不確定度 $u(F) = 5.0553$ (μN)

將奈米壓痕力量校正之相對標準不確定度 $u(F)/F$ (%) 資料整理於表 1-3-22，由表中得知奈米壓痕系統在 0.2 mN ~ 10 mN 範圍內，力量之相對標準不確定為 0.0043 % ~ 1.0162 % (力量不確定度分析表如表 1-3-23 所示)。

表 1-3-22、力量校正之相關資料

F (μN)	\bar{F} (μN)	\bar{I}_m (g)	$\bar{I}_m \times g$ (μN)	$\bar{\Delta F}$ (μN)	$u(\Delta F)$ (μN)	$u(\Delta F)$ (μN)	$u(F)$ (μN)	$u(F)/F$ (%)	自由度
200	198.5282	0.0204	199.2743	-0.7460	0.2324	0.7460	0.8751	0.4376	378
500	498.6612	0.0515	503.7165	-5.0553	0.1433	5.0553	5.0812	1.0162	204
1000	998.2536	0.1029	1007.5309	-9.2773	0.1159	9.2773	9.2793	0.9279	200
1500	1498.5244	0.1543	1510.2358	-11.7114	0.3191	11.7114	11.7167	0.7811	200
2000	1998.4000	0.2054	2010.5261	-12.1261	0.1574	12.1261	12.1281	0.6064	200
2500	2498.3200	0.2566	2511.5669	-13.2469	0.3158	13.2469	13.2516	0.5301	200
3000	2998.6686	0.3077	3012.4446	-13.7760	0.3661	13.7760	13.7817	0.4594	200
3500	3498.6963	0.3588	3511.8865	-13.1902	1.0110	13.1902	13.2298	0.3780	202
4000	3998.4897	0.4099	4012.7315	-14.2418	0.3701	14.2418	14.2474	0.3562	200
4500	4498.7576	0.4611	4513.3155	-14.5579	0.2299	14.5579	14.5605	0.3236	200
5000	4998.6891	0.5120	5012.1374	-13.4482	0.0405	13.4482	13.4492	0.2690	200
5500	5498.9396	0.5629	5510.7635	-11.8239	0.5993	11.8239	11.8400	0.2153	201
6000	5998.9944	0.6140	6010.2707	-11.2763	0.2399	11.2763	11.2798	0.1880	200
6500	6499.0114	0.6651	6510.6915	-11.6801	0.3850	11.6801	11.6874	0.1798	200
7000	6999.0067	0.7156	7004.7168	-5.7101	3.2958	5.7101	6.5947	0.0942	355
7500	7498.8904	0.7665	7503.5713	-4.6809	1.1396	4.6809	4.8200	0.0643	224
8000	7999.2559	0.8176	8003.3069	-4.0510	0.3711	4.0510	4.0708	0.0509	203
8500	8499.2464	0.8685	8502.0309	-2.7845	0.2326	2.7845	2.7983	0.0329	204
9000	8999.2033	0.9194	8999.9066	-0.7033	0.1561	0.7033	0.7362	0.0082	240
9500	9499.4880	0.9704	9499.3811	0.1069	0.3648	0.1069	0.4093	0.0043	42995
10000	9999.2295	1.0211	9995.9842	3.2453	0.6426	3.2453	3.3118	0.0331	216

表 1-3-23、力量量測不確定度分析表

不確定度源 x_i	機率 分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	不確定度分量 $ c_i \cdot u(x_i)$ (μN)	自由度 ν_i
I_m	常態	0.05 mg	9.78913698 m/s^2	0.4895	60
g	常態	2.05E-08 m/s^2	51.5 mg	1.06E-06	60
F_r	矩形	2.89E-04 μN	1	2.89E-04	∞
F_n	常態	0.0226 μN	1	0.0226	500
F_z	矩形	0.0384 μN	1	0.0384	200
$\overline{\Delta F}$	常態	0.1433 μN	1	0.1433	2
ΔF	常態	5.0553 μN	1	5.0553	200
力量(F)為 500 μN 組合標準不確定度 $u(F)$ 為 5.0812 μN 相對組合標準不確定度 $\frac{u(F)}{F} = 1.02\%$, 自由度 $\nu_{\text{eff}} = 204$					

奈米壓痕系統透過追溯質量標準之精密天平，完成建立系統力量校正技術，藉由試驗設計調整電壓轉換克重(mV/g)參數，降低系統力量量測器差。比較系統改良前後差異，如表 1-3-24 所示。在 0.2 mN ~ 10 mN 施力範圍內，力量量測不確定為 0.01 % ~ 2.04 %。明顯降低力量雜訊與零點所引起之不確定度，降低系統力量量測不確定度，進而提高奈米壓痕系統力量控制之能力。

表 1-3-24、力量校正改良前後比較表

項 次	系統改良前	系統改良後
力量量測範圍	0.5 mN ~ 10 mN	0.2 mN ~ 10 mN
力量雜訊不確定度	0.066 μN	0.023 μN
力量零點不確定度	1.097 μN	0.038 μN
力量最大量測不確定度	2.80 %	2.04 %

4. 系統設備汰換，共2項

(1)完成「50 kg 質量比較儀」汰換後系統驗收

A.目標

完成「50 kg 質量比較儀」請購、組裝及驗收。

B.組裝及驗收結果

表 1-3-25、50 kg 質量比較儀驗收結果

驗收規格	驗收結果
最大衡量值 (Maximum capacity/ load) : ≥ 60 kg	實測放置標稱值 60 kg 的法碼於天平秤盤上，可量測顯示讀值。
最小可讀數 (Readability) : ≤ 0.1 mg	實測最小可讀數為 0.1 mg
重複性 (Repeatability) : ≤ 0.4 mg	實測重複性 ≤ 0.4 mg
具自動機構可執行法碼或法碼組合之 4 個位置自動量測。	具備自動機構可執行法碼組合之 4 個位置自動量測，並具備法碼偏載修正自動定位功能。
具備法碼移動吊臂輔助裝置	具備法碼移動輔助裝置之機械手臂，安裝為活動台車之底板配重方式，使固定吊掛法碼不致傾倒，實測可執行最低搭配法碼推車吊掛 2 kg 至 50 kg 法碼，最高高度可配合質量比較儀機台尺寸，以避免造成撞傷的高度擺放法碼。

(2)完成「低壓氣體流量校正系統」汰換後系統驗收

A.目標

完成「低壓氣體流量校正系統」請購、組裝及驗收。

B.組裝及驗收結果

表 1-3-26、低壓氣體流量校正系統驗收結果

驗收規格	驗收結果
絕對壓力感測器，最大量測範圍： 1. 300 kPa (絕對壓力)1 具。 2. 700 kPa (絕對壓力)1 具。	絕對壓力感測器，最大量測範圍： 1. 實點最大量測範圍:300 kPa (絕對壓力)1 具。 2. 實點最大量測範圍:700 kPa (絕對壓力)1 具。
雷射位移計輸出需為正弦波(sin)波型。	雷射位移計輸出為正弦波(sin)波型。
時間基準不確定度優於 2 ppm。	時間基準不確定度優於 2 ppm。
需附標準玻璃管尺寸檢測報告，並符合設備規格要求。 1. 內徑(16.50 ± 0.01) mm，厚度大於或等於 2.5 mm，長度(1000 ± 2) mm。 2. 內徑(27.00 ± 0.01) mm，厚度大於或等於 4.9 mm，長度(1000 ± 2) mm。	實測玻璃尺寸，提供標準玻璃管尺寸檢測報告，符合規範。 1. 內徑 16.492 mm，厚度 2.90 mm，長度 1000 mm。 2. 內徑 27.003 mm，厚度 5.40 mm，長度 1000 mm。

驗收規格	驗收結果
3. 內徑(45.00 ± 0.02) mm，厚度大於或等於 5 mm，長度(1000 ± 2) mm。	3. 內徑 44.990 mm，厚度 5.38 mm，長度 1000 mm。
4. 內徑(80.00 ± 0.03) mm，厚度大於或等於 4.7 mm，長度(1000 ± 2) mm。	4. 內徑 79.979 mm，厚度 5.30 mm，長度 1000 mm。
5. 內徑(160.00 ± 0.05) mm，厚度大於或等於 1 mm，長度(1000 ± 2) mm。	5. 內徑 160.008 mm，厚度 7.63 mm，長度 1000 mm。
此自動化管式校正器，完成後系統流量範圍為 0.002 L/min 至 40 L/min。	實測流率範圍：0.002 L/min 至 40 L/min。
氣流推動活塞向上移動過程，在起始結束感測器間之測試段，壓力變化量需低於 30 Pa。	壓力變化量實測低於 10 Pa。
玻璃管內氣流溫度與外罩之間溫差低於 0.15 °C。	溫差實測低於 0.15 °C。

5. 小型系統精進研究與改善，共4套

(1) 直流電阻量測系統(E13)

• 系統待改善問題

直流電阻量測系統之恆溫油槽購於民國76年，迄今已使用30餘年。近年其槽內攪拌機制已多次發生故障情形，包括動力馬達、傳動轉接器、變速器等均曾先後進行維修，至105年其轉盤的轉軸組件也故障漏油，經詢問原廠Guildline，原廠表示已不支援該油槽之維修組件，建議換購原廠所推出的新型油槽，該新型油槽已改以循環泵浦系統取代原來的機械式攪拌系統，但其最大容量僅達100公升(後來原廠於今年方推出300公升的機型)，不及實驗室現有油槽(344公升)的三分之一，且售價高，經評估後，乃決定與國內廠商配合，自行進行整組恆溫油槽之設計改裝。

• 解決方案

改裝方式主要參考原廠作法，改採用循環泵浦系統取代原來的機械式攪拌系統，在原油槽旁另增設一組循環泵浦，將油槽內的恆溫油抽出後經由外部調溫系統使油料接近原油槽之溫度，再加壓送回油槽內。調溫後之油料經加壓送回油槽內時，即同時推動油槽內恆溫油進行攪拌，使槽內的油料維持均勻的恆溫分佈。於今年完成改善後，經以霍爾電阻系統進行標準電阻之傳值量測評估，確認改善後的量測穩定度約為0.01 ppm，優於改善前的0.02 ppm。

(2) 大小水流量校正系統(F01、F02)

• 系統待改善問題

液區儀控系統更新後進行測試過程發現問題包括有，1) 批次校正功能無法正常運作，2) 數據處理之EXCEL試算表與報告格式欄位不符合，3) 儀控系統邏輯控制程式前後順序及判讀需求調整，4) 電流讀值須修正補償係數等問題。

- 解決方案

針對上述問題進行儀控系統監控程式及儀控系統邏輯控制程式更新，在儀控系統監控程式方面，重新建立批次校正功能，修訂數據處理之EXCEL速算表，可正常計算監控系統所紀錄之原始數據，並對應報告格式欄位。同時完成多套系統同時進行運作測試，包含可同時進行水系統及油系統的校正執行。並整理監控系統電子秤接線與監控盤位置，確保相關連接線路不會因拉扯或其他因素造成斷線，使信號輸出或接收不正常。在系統邏輯控制程式方面，重新撰寫邏輯控制程式順序及判讀方式，並與圖控介面程式連線測試，測試結果顯示系統可以正常運作。

(3) 高壓氣體流量系統(F05)

- 系統待改善問題

系統換向用伺服閥作動時，抖動很厲害且有很大聲響，發生故障，原因研判可能是因為HUP油太髒，且已5年沒有更換導致，所以需更換HUP油後，再組裝修復伺服閥。另加熱器對受測氣量計位置溫度穩定性控制效能需進行測試，以確保控制溫度穩定性符合要求。稱重桶前關斷閥需增加安全機制，避免誤動作造成危險。

- 解決方案

伺服閥經修復及更換HUP油，系統已恢復正常。加熱器對受測氣量計位置溫度穩定性控制效能測試，經過適當調整加熱器的加熱功率，已可控制溫度穩定性約在 ± 0.2 °C，符合系統需求。稱重桶前關斷閥新增 limit switch，此limit switch可以偵測閥位置，避免閥誤動作造成危險。

(4) 甲醛氣體分析設備校正系統(C11)

- 系統待改善問題

由於部分待校件不具主動式採樣口，在校正時需要將待校件置於一個氣體腔室內，以提供均勻混和的標準氣體提供校正，但目前系統尚缺此類氣體混合腔體。

- 解決方案

針對上述問題，設計一氣體混合腔體，此混合腔室以不銹鋼為材質，避免通入氣體與腔體產生反應，並且此腔室設計亦提供溫度(0 ~ 60) °C及濕度(10 ~ 95) %RH耐受性，以預留日後系統擴充能量，及環境干擾測試研究。

【分項結論】：

國家度量衡標準實驗室(NML)依度量衡法所設置，負責全國度量衡最高標準之研究實驗、建立、維持、校正等事宜。運作、維持我國國家15領域最高量測標準及國際度量衡委員會(CIPM)相互認可協議(MRA)之簽署與效力，確保量測的一致性及準確性提供業界校正服務，奠基國家品質基磐，滿足產業、民生、安全等校正與追溯之需求。

1. 本年度共執行 4810 件/年之一級校正服務，提供國內民間校正、檢測業(二級實驗室)所出具之 600 萬份報告具追溯性，支持 180 億元之檢測市場規模，確保國家研發、生產製造等活動之量測一致性及準確性。提供標準檢驗局每年約 200 件，協助法規面之執行，確保公務執法及民生用之水表/電表/瓦斯表等公平交易，保障民生福祉。
2. 參與 APMP、國際比對及 BIPM 校正量測能量(CMC)登錄等國際活動，共執行 9 項年度國際比對活動、登錄 274 項 CMC，確保我國計量主權。擔任 CIPM 長度諮詢委員會(CCL)、光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員，及擔任 APMP 執委會(EC)委員、聲量/超音波/振動領域技術委員會(TCAUV)主席及醫學計量工作組主席，建構與國際組織之連結，達成全球品質基磐之調合及相互認可。
3. 辦理 2 場次振動計量領域相關國際研討會，完成亞太/東南亞地區人員訓練；協助越南計量院計量流量/電量領域人員培訓 2 場次，及配合標準局負責精進史瓦濟蘭度量衡服務能量及協助法定計量相關法規及技術建立，辦理度量衡基礎原理及應用等課程，藉由此活動強化國際計量機構之關係，提昇我國於亞太地區之知名度。
4. 辦理 3 場次度量衡教育推廣活動，邀請偏遠地區學校共同參與，縮短城鄉教育資源落差，促進各界瞭解我國對度量衡文物典藏研究，以及維持計量標準與國際等同之重要。

二、工業計量技術發展分項

(一)、自動追蹤雷射測距與校正技術

【全程技術建立時程】

106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
<p>技術指標或系統規格</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動追蹤雷射測距技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 角度感測型雙軸旋轉技術：轉軸對心徑向誤差 < 5 μm，軸向誤差 < 2 μm 水平旋轉軸旋轉角度：± 180° 俯仰旋轉軸旋轉角度：- 10° ~ + 80° 角度解析度 < 0.5" ✓ ISO 230-2/-6 量測與評估技術：量測重複性在 ± 3 μm 內 (以 NML CMM 做為量測對象) 	<ul style="list-style-type: none"> 自動追蹤雷射測距技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 光機電軟體系統整合技術：雷射測距模組整合，解析度 ≤ 0.1 μm，及兩軸角度輸出顯示。 智慧工具機自動量測與補償技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 至少完成 1 種機台結構之空間誤差模型 ✓ 工具機機台實測：量測重複性在 ± 10 μm 內 (不含待測件不確定度) 及產生工具機線性軸空間誤差補償表 	<ul style="list-style-type: none"> 自動追蹤雷射測距技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 旋轉軸量測技術：旋轉軸角度模型建立，至少求得 3 項誤差運動之誤差值 智慧工具機自動量測與補償技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 工具機空間運動誤差模型建立，至少可求得 17 項誤差運動之誤差值 自動追蹤雷射測距儀校正技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 標準桿跨距量測技術，量測變異在 ± 1.5 μm 內 (碳纖) 	<ul style="list-style-type: none"> 自動追蹤雷射測距技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 旋轉軸角度模型建立，完成 3 項誤差運動之誤差值驗證 智慧工具機自動量測與補償技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 完成多線交會空間量測軟體功能驗證 自動追蹤雷射測距儀校正技術： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 空間準確度校正，量測不確定度：$3 \times 10^{-6} \times L$ ✓ 位移校正：量測範圍 ≤ 12 m 量測不確定度：$1 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times L$

【本年度目標】

自動追蹤雷射測距技術(含角度感測型雙軸旋轉追蹤機構)

- 兩旋轉軸對心，徑向誤差 < 5 μm，軸向誤差 < 2 μm
- 水平旋轉軸旋轉角度為 ± 180°，俯仰旋轉軸旋轉角度為 - 10° ~ + 80°
- 角度量測解析度 < 0.5"
- ISO 230-2/-6 量測與評估技術，以 NML 座標量測儀 (CMM) 作為量測對象，單一目標點量測重複性在 ± 3 μm 內

【執行成果】

自動追蹤雷射測距係整合兩軸旋轉治具、雷射測距頭以及光機電控制系統等三大部件，對於兩軸旋轉治具來說，其機構設計關鍵技術在於兩個旋轉軸與量測光束軸心需三軸共交於一點(以下稱三軸共心)。因此，今年度的兩軸旋轉治具機構建置，上轉軸的徑向誤差，雖不會影響干涉儀的光程差(與測距同一軸向)，但若存在雙軸徑向及軸向誤差，將會造成光路偏差，使光軸無法通過球心，進而造成三軸無法共心，因此計畫中兩旋轉軸分別選擇規格 P2 等級高精度軸承，偏轉誤差(Runout)小於 5 μm ，所以期望旋轉軸對心誤差亦能控制在小於 5 μm 。

1. 完成兩旋轉軸對心

為了縮短兩旋轉軸對心調整時間，下轉軸先使用千分表確認一轉是否在 2 μm 以內，靜置 8 小時使結構應力釋放後，再上座標量測儀(CMM)確認旋轉中心 X 軸為 0.6 μm ，Y 軸為 0.6 μm ，符合軸向誤差 < 2 μm 之目標。上轉軸因使用千分表作為調心工具於架設上不方便，因此直接在 CMM 進行量測與調整，最終調整後分三次，相隔各約 8 小時對徑向旋轉中心偏心量測如圖 2-1-1，平均結果 Z-X 平面得到 Z 為(0.6 \pm 0.5) μm ，Y-X 平面得到 X 為(0.7 \pm 0.5) μm ，符合徑向誤差 < 5 μm 目標。

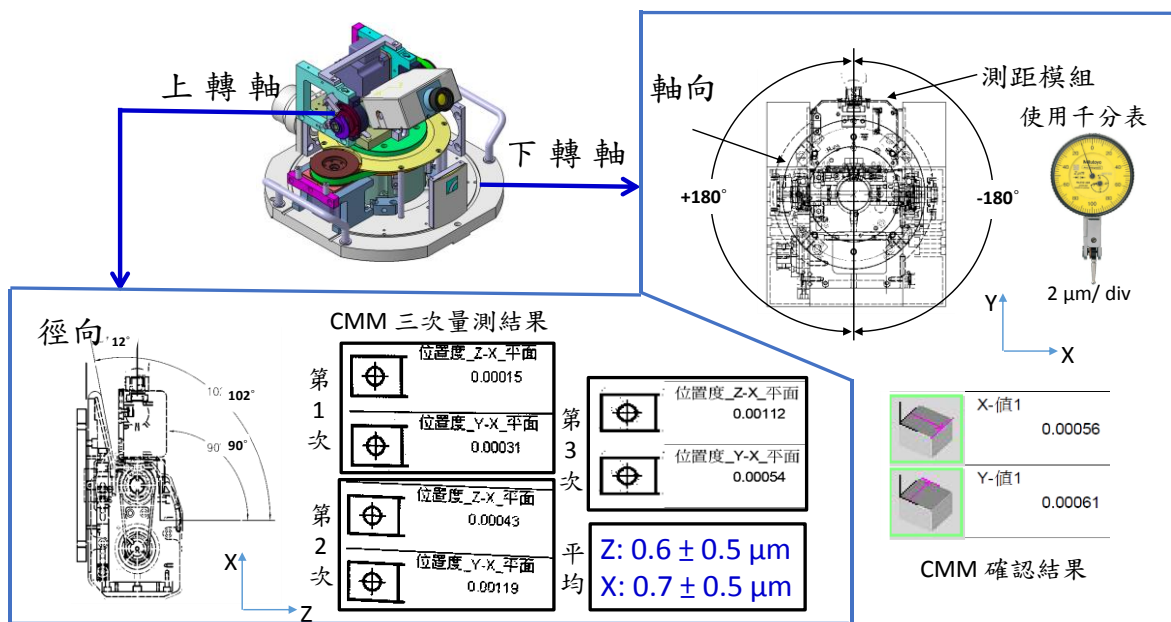


圖 2-1-1、雙軸旋轉機構對心結果

2. 完成角度型雙軸旋轉機構設計

自動追蹤測距系統主要由兩個元件組成，一為測距元件，另一為角度元件。角度元件可輸出兩旋轉軸的旋轉角度讀值。於旋轉機構上，影響旋轉角度量測能力的主要因素，

可分為旋轉編碼器安裝後的準確度及旋轉角度編碼元件的解析度。旋轉編碼器安裝後的準確度，可以透過增加角度讀取感測器的數量來提升，例如在旋轉編碼器(即圓盤型光柵)的對稱邊各裝設位移感測器，以消除安裝誤差；而旋轉角度編碼元件的解析度，取決於經設計後，選用之編碼元件規格與雙軸轉動角度範圍，及雙軸旋轉機構限制著旋轉角度編碼元件的尺寸大小。

本計畫角度型雙軸旋轉機構之設計圖如圖 2-1-2，組裝後，實際量測雙軸可移動角度範圍，水平旋轉角 $\pm 180^\circ$ (圖 2-1-3)，俯仰旋轉角 -25° 到 $+88^\circ$ (圖 2-1-4)，目標角度範圍與設計、成品的角度範圍如表 2-1-1 所示，雖然在製造、組裝上使成品的角度與設計值有落差，但其規格仍在預期的目標內。

上下安裝的編碼器(圖 2-1-5)，是由光柵與訊號細分割盒兩元件所組成，在同樣規格的光柵尺寸，外徑越大，解析度就越小，但本計畫所選之光柵尺寸需配合雙軸旋轉追蹤機構本體，外徑配合軸承規格可大於 55 mm，但又不得太大，因此，上轉軸挑選直徑 57 mm 封閉圓中有 9000 個圖案(lines)之元件，並搭配 4000 細分割訊號盒，使連接到電腦後可得到每一個脈衝 0.036" 角度解析度訊號，下轉軸挑選直徑 150 mm 封閉圓中有 23600 個圖案(lines) 之元件，並搭配 4000 細分割訊號盒，連接到電腦後可得到每一個脈衝 0.014" 角度解析度訊號，而原廠提供之角度元件準確度資訊，可達 $\pm 0.22''$ (圖 2-1-6)，確認適用在重複性 10 μm 等級工具機量測 (0.01 mm/ 1000 mm $\sim 2''$)。

本計畫使用自動視準儀搭配轉軸角度元件進行解析度實測(圖 2-1-7)，雖然自動視準儀解析能力可以達到 0.001"，但旋轉平台受限規格與環境(溫度、振動)因素，難以準確地驅動 0.036" 以下位移量，因此測試方式為將自動視準儀(廠牌/型號為 Möller-Wedel ELCOMAT /3000，數位解析度 0.001")結合多邊規進行旋轉一圈 360°量測，自動視準儀讀值為 1296310" $\pm 3.3''$ ，並透過電腦計數卡擷取到脈衝量，結果取得(36008612 ± 91) pulse，換算結果與設計值 0.036" 相符合，也符合小於 0.5" 計畫目標。

表 2-1-1、兩旋轉軸旋轉角度設計與實測結果

	上轉軸	下轉軸
目標值	$-10^\circ \sim +80^\circ$	$+180^\circ \sim -180^\circ$
設計值	$-12^\circ \sim 90^\circ$	$+180^\circ \sim -180^\circ$
組裝後實測	$-25^\circ \sim +88^\circ$	大於($+180^\circ \sim -180^\circ$)

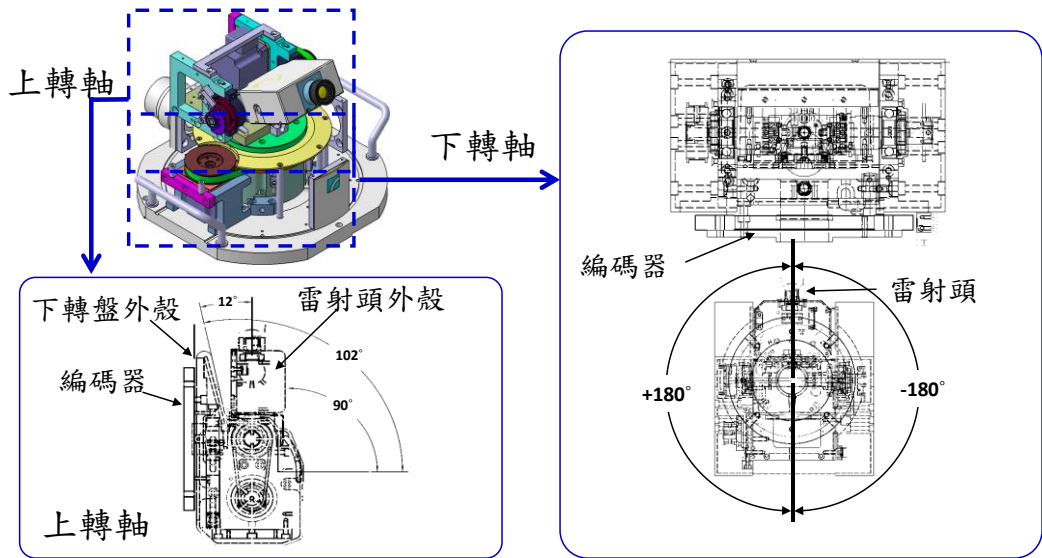
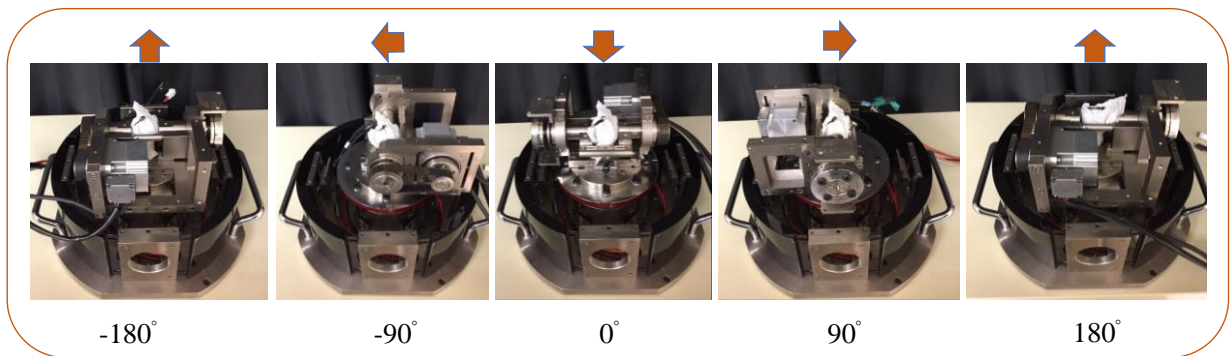
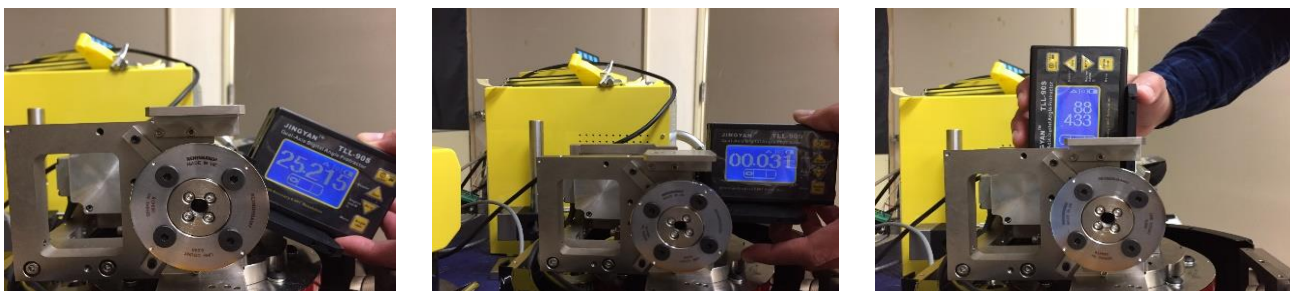


圖 2-1-2、雙軸旋轉機構設計圖



下轉軸實際旋轉角度 (箭頭所指方向為測距方向)

圖 2-1-3、下轉軸實際旋轉角度



(a) 向下仰角 -25°

(b) 水平仰角 0°

(c) 向上仰角 88°

圖 2-1-4、上轉軸實際仰角

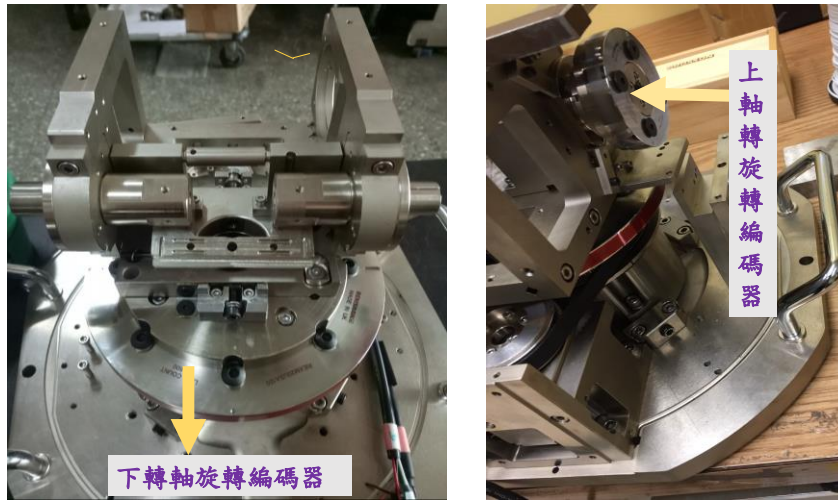


圖 2-1-5、上下轉盤角度編碼器安裝後位置示意

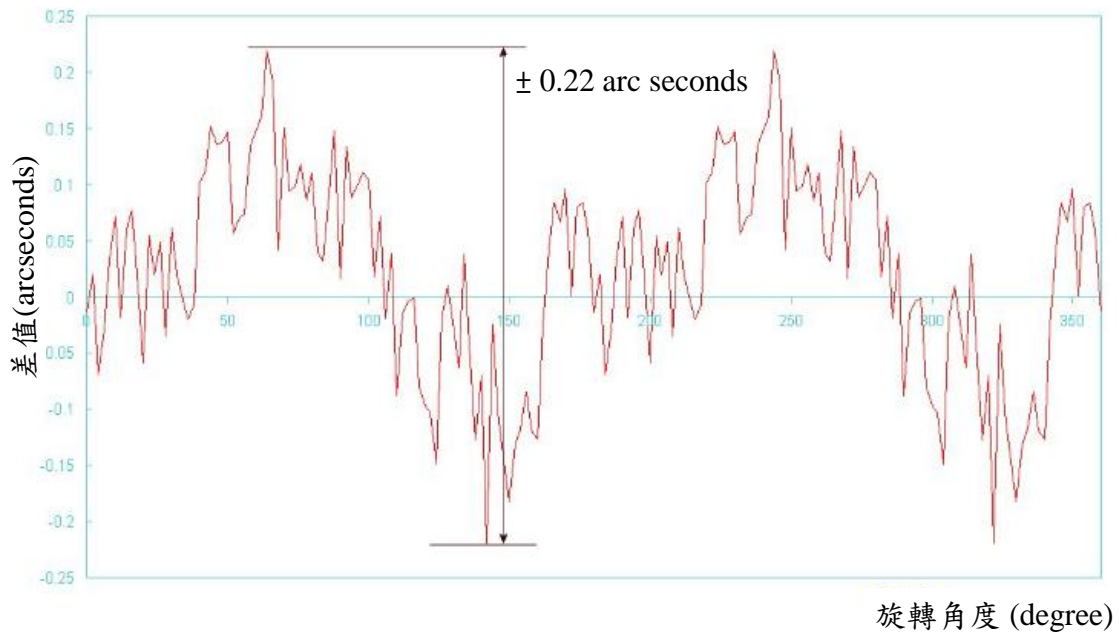


圖 2-1-6、原廠提供之角度元件準確度資訊，可達 $\pm 0.22''$

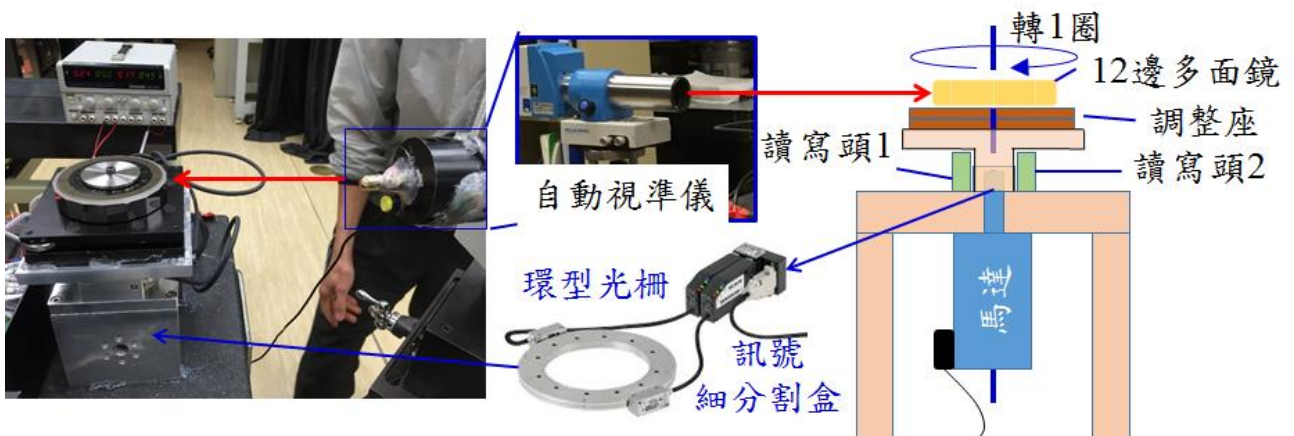


圖 2-1-7、角度元件測試架構

3. ISO 230-2/-6 軟體功能設計與測試

自動追蹤雷射干涉儀軟體已建立了 ISO 230-2/-6 的量測程式，可供使用者進行快速簡單的 ISO 230-2/-6 量測，跟使用傳統雷射干涉儀比較，此法可節省量測時間，並減少人工重複對光的步驟。本研究開發設計之 ISO 230-2/-6 軟體功能包含測距讀值自動取值(圖 2-1-8)、座標一致化(圖 2-1-9)及機台表現評估，操作流程如圖 2-1-10 所示，軟體功能簡述如下：

- (1) 雷射干涉儀連線：當確定雷射干涉儀已進入穩頻狀態，選擇 USB 通訊埠，並按下圖 2-1-8 軟體畫面中的連線圖示，連線成功後，測距讀值將即時地顯示於軟體畫面中。
- (2) 進入 ISO 230-2/-6 量測介面：按下圖 2-1-8 中的量測路徑規劃(Testing)按鈕，將會開啟量測路徑規劃介面。
- (3) 設定工作空間：設定機台工作空間，包含各軸行程(Stroke of Machine)，位移為反射鏡偏移量(Reflector Offset)，及空間中心之量測位移量(Moving Stroke)。
- (4) 產生座標一致化目標點：產生 6 個目標點的座標值。
- (5) 產生路徑程式碼：接著輸出目標點的座標值的程式碼供機台移動，並可事先設定機台移動速度(Feed Rate)及取值時機台靜止時間(Dwell Time)，設定完之後儲存路徑程式碼。
- (6) 進行座標一致化量測：依據機台震動情形，決定與設定動抓值功能之閾值(Stable Threshold Value)，及決定平均的點個數(Average Number Per Point)，Start 鍵按下即開始座標一致化動作，量測完後可結果儲存成*.lrf 檔案。
- (7) 儀器座標位置計算：按下計算(Calculate)鍵，即計算出自動追蹤測距儀位於機台座標系的 X、Y、Z 位置，得到位置之後，軟體將可自動判斷出可進行量測的路徑。
- (8) 產生 ISO 230-2/-6 量測路徑：產生並儲存程式碼，並將此路徑檔案輸入至量測機台中。
- (9) 進入 ISO 230-2/-6 量測介面：點選 ISO 230-2/-6 量測介面按鈕，進入量測頁面(圖 2-1-11)。
- (10) 讀取量測設定檔：選取載入初始資料按鈕，可載入量測的設定檔(.lrf 檔案)。
- (11) 開始量測：選取欲量測的路徑，軟體會自動判斷無法量測之路徑，讓使用者無法選取，按下啟動(Start)鍵，即可開始自動量測程序。
- (12) 儲存量測資料：量測完畢，可儲存量測資料(.tdf 檔案)。
- (13) 量測結果計算：設定當時量測時的溫度，進行溫度修正。之後，再於 ISO 230-2/-6 量測介面中點選量測結果計算按鈕，並對(.tdf 檔案)進行 ISO 230-1 指標計算，並產生量測結果及數據報表。

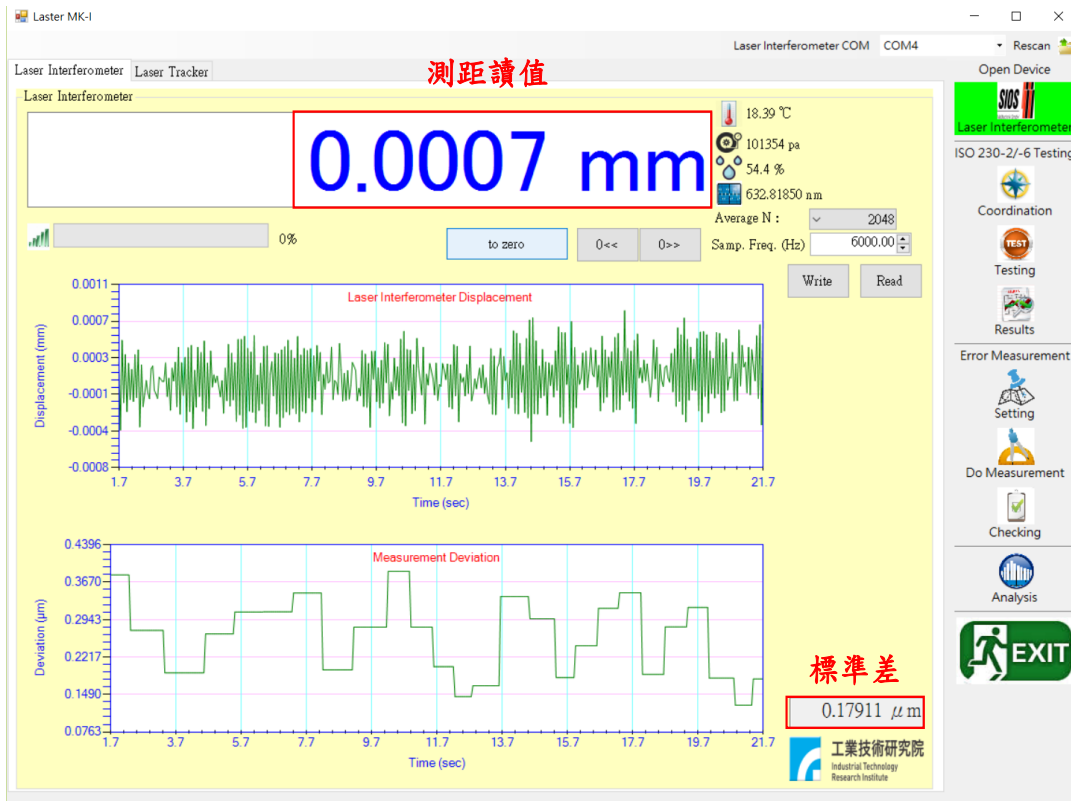
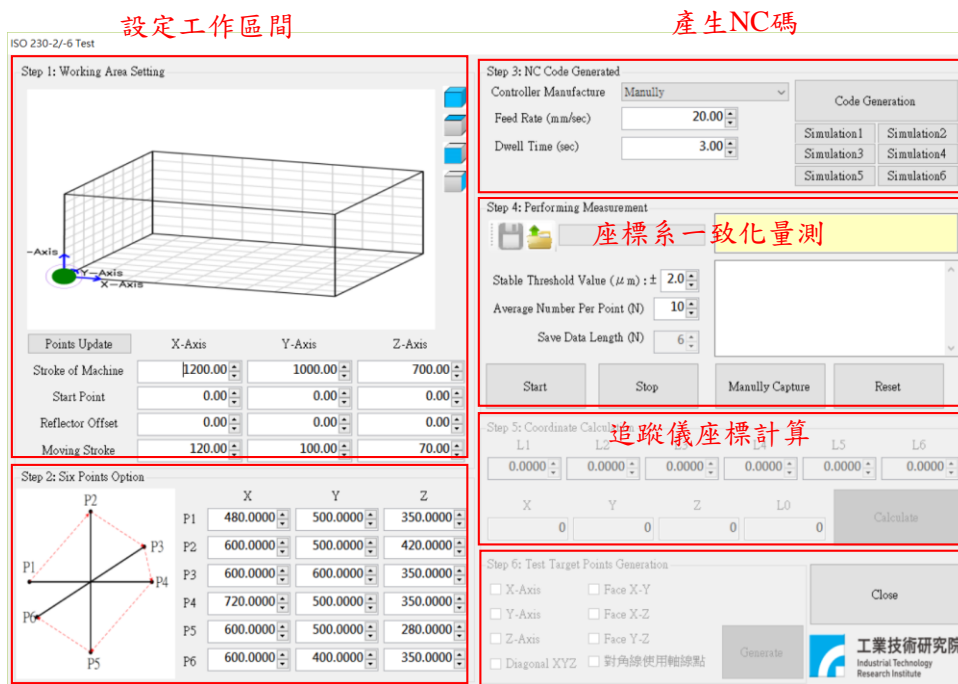


圖 2-1-8、ISO 230-2/-6 軟體測距讀值功能



產生目標點

產生測試點NC碼

圖 2-1-9、ISO 230-2/-6 軟體操作介面

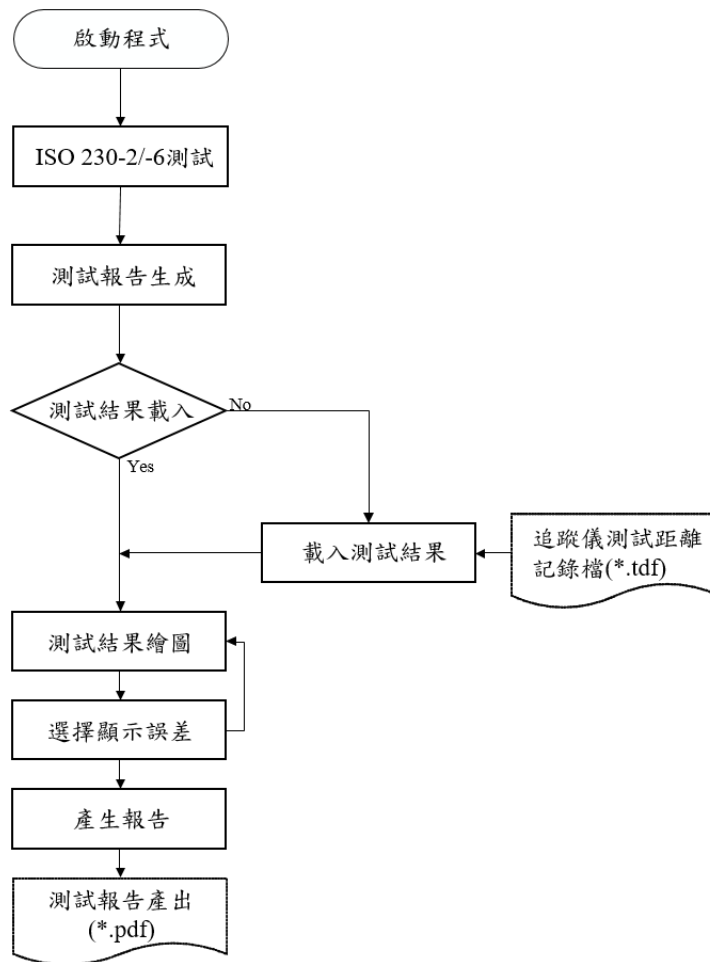


圖 2-1-10、ISO 230-2/-6 軟體操作流程

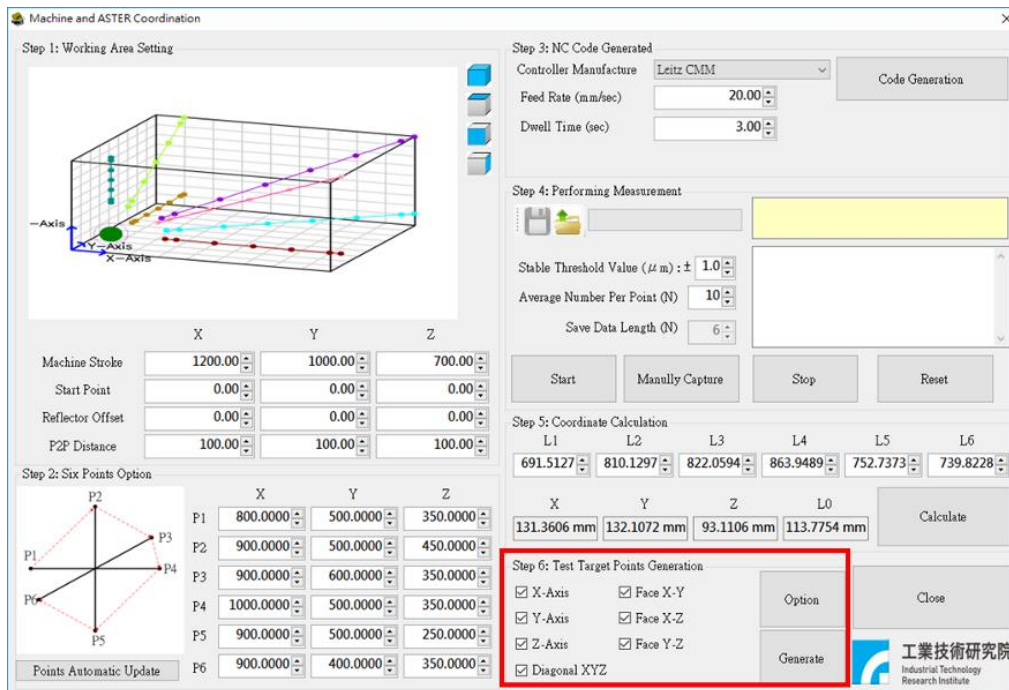


圖 2-1-10、產生 ISO 230-2/-6 量測路徑

ISO 230-2/-6 軟體測試方面，因 NML CMM 機台本身 1 米量測之量測不確定度為 $1 \mu\text{m}$ ，足以提供軟體有效測試。驗證軟體計算結果如圖 2-1-12，其 X 軸量測結果顯示其重複性 (R) ($0.66 \sim 1.01$) μm ，與市售 Etalon TRACER 所量測及計算的 ($0.89 \sim 1.18$) μm ，結果相近如圖 2-1-13。另外又針對 NML CMM Y 軸，XY、XZ、YZ 面對角線及 XYZ 體對角線進行更多測試，量測結果如圖 2-1-14，定位重複性(R)的量測結果如表 2-1-2，由量測結果得知，數據皆在目標 $\pm 3 \mu\text{m}$ 內規格，確認軟體執行與估算結果之正確性。

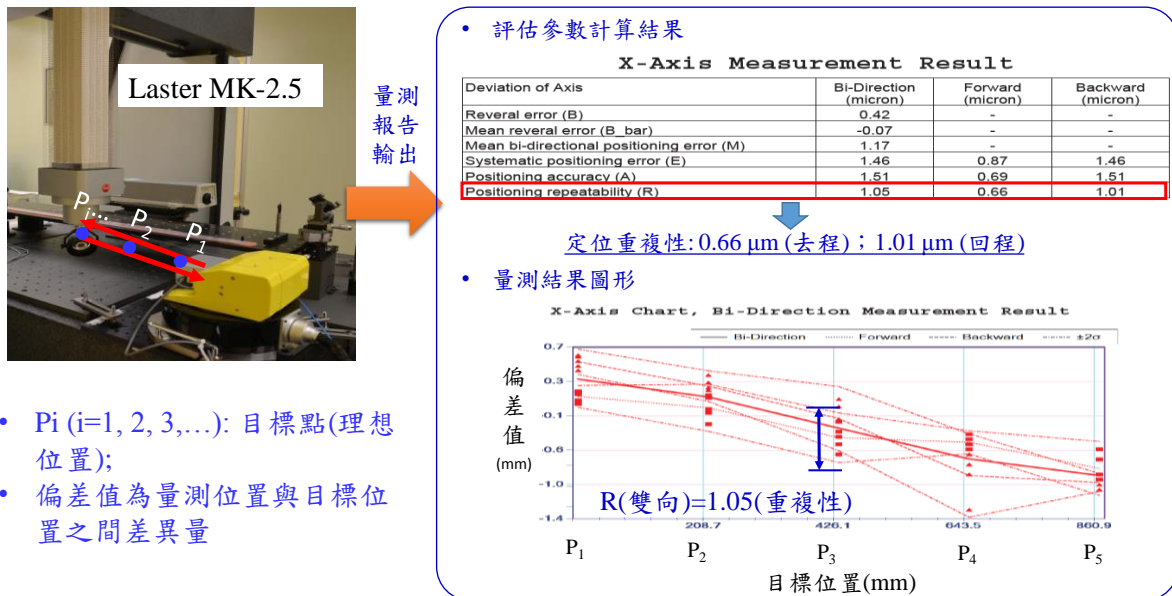


圖 2-1-112、於 NML 實驗室進行 ISO 230-2/-6 軟體實測結果(X 軸)

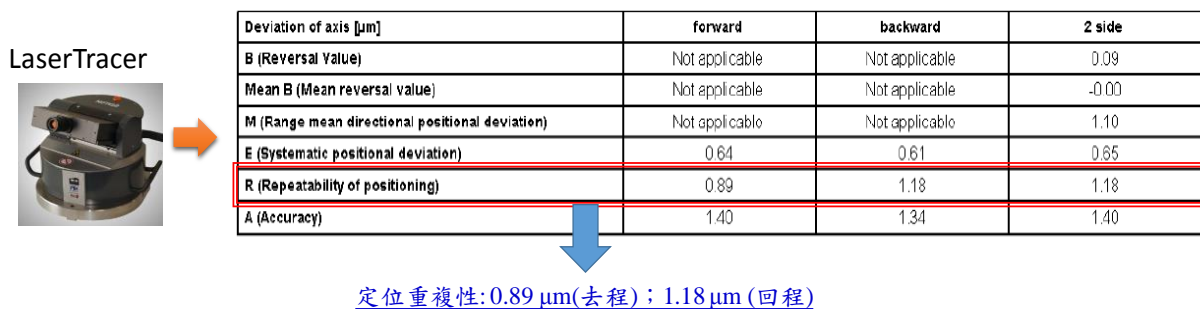


圖 2-1-13、LaserTracer 與 ISO 230-2/-6 軟體實測比較(X 軸)

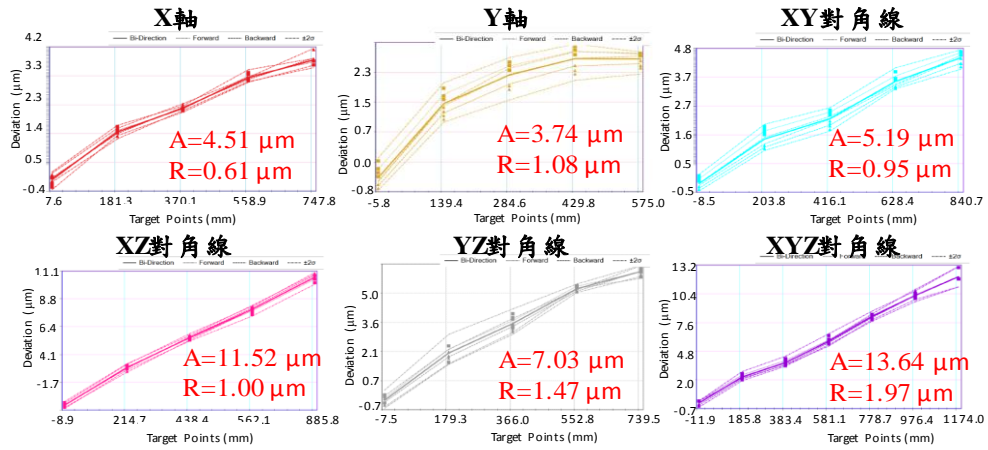
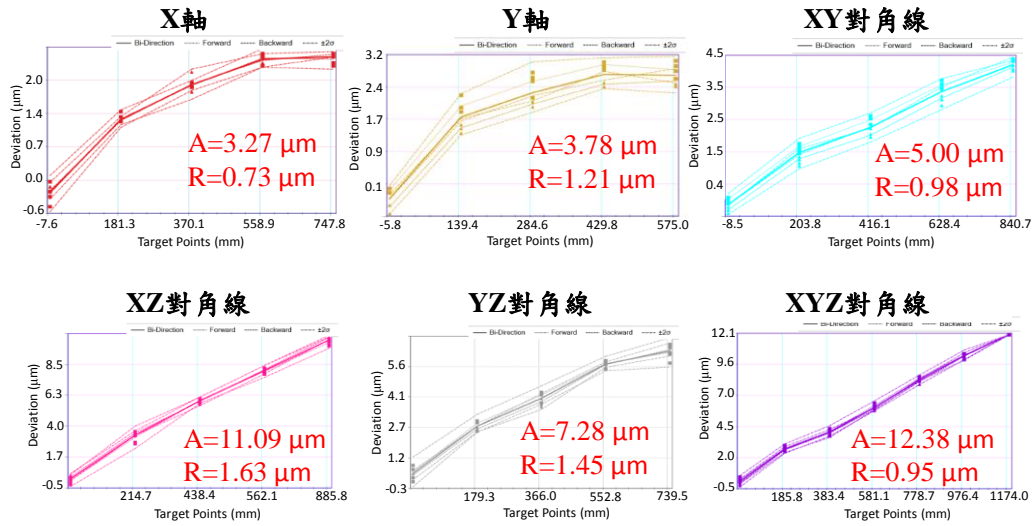


圖 2-1-14、ISO 230-2/-6 軟體實測與 Etalon LaserTracer 定位準確度與重複性之比較

表 2-1-2、ISO 230-2/-6 軟體實測與 Etalon LaserTracer 定位重複性結果

量測軸線	NML	LaserTracer
X	0.73 μm	0.61 μm
Y	1.21 μm	1.08 μm
X-Y	0.98 μm	0.95 μm
X-Z	1.63 μm	1.00 μm
Y-Z	1.45 μm	1.47 μm
X-Y-Z	0.95 μm	1.97 μm

【未來推廣應用/效益】

1. 自動追蹤雷射測距技術發展，乃依業界需求提供符合規格之空間誤差量測方法，預期可在 1 米以上機台量測使用，取代中大型機台習用規器檢測的不準確性量測方式，若與雷射干涉儀相比，亦可減少人工對光繁複流程，縮減機台量測時間達 40 % (從 4 天預期減至 2.5 天)，因此預期可提升相對產能，並確保加工品質。
2. 自動追蹤雷射測距技術發展可滿足工具機業者在機台操作空間誤差計量技術的需求，預期可協助提升機台空間精度 30 % 以上(或依 ISO 10791 規範要求，1 米定位誤差在 32 μm 以下)，並協助公司提升加工機台使用壽命及產品於國際競爭能力。

(二)、超薄次奈米膜厚度量測技術研究

【全程技術建立時程】

	106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> •單光源 GIXRF 量測技術： ✓ GIXRF 光譜量測技術：光源能量介於(0.5 ~ 20) keV ✓ GIXRF 標準樣品定性分析(材料：Hf、Ti、Ta)：重複量測峰值誤差≤ 10 % 		<ul style="list-style-type: none"> •單光源 GIXRR-GIXRF 量測技術： ✓ 量測範圍角度介於 -10° ~ 100° ✓ 偵測極限材料厚度小於 200 nm (材料：Hf or Ti or Ta) •雙光源 GIXRR-GIXRF 量測技術： ✓ 量測能量範圍可介於 1 keV ~ 20 keV 	<ul style="list-style-type: none"> •雙光源 GIXRR-GIXRF 量測技術： ✓ 多層薄膜厚度標準品光譜量測技術，單層膜厚≤ 2 nm，厚度量測誤差 ≤ 10 %

【本年度目標】

- 完成單光源GIXRF光譜量測技術，光源能量介於(0.5 ~ 20) keV
- 完成GIXRF薄膜樣品定性分析(材料為Hf、Ta、Ti)，重複量測峰值誤差≤ 10 %

【執行成果】

目前半導體廠內多是使用橢圓偏光儀(Ellipsometry)進行薄膜厚度量測，其數百奈米的量測波長已經無法提供足夠的量測解析度，且分析厚度數據時，需要進行數據擬合以同時獲得材料折射率、消光係數及厚度。然而當膜厚達到次奈米時，量測訊號過於微弱而無法準確地擬合訊號以獲得上述參數，進而影響膜厚度量測準確度；此外，其厚度值係使用穿透式電子顯微鏡(Transmission Electron Microscope, TEM)進行校正，但一來 TEM 為破壞性量測，經分析後之元件將無法使用，再者 TEM 為局部量測，當量測不同位置時可能會有不同量測結果，導致量測變異值大，因此量測代表性不足。傳統 GIXRR 光譜量測使用的 X 光光源所使用靶材為銅(Cu)，其被激發之 X 光波長為 0.154 nm(在此稱之為短波長)，相較數百奈米之可見光波長，此 X 光波長非常小，因此具有極高之解析度。然而當膜厚製程已要求至數奈米甚至到 1 nm 以下，Cu 靶在高掃描角度區域雜訊明顯產生，無法獲得完整干涉峰(Fringe)週期。圖 2-2-1 為一 1.2 nm HfO₂/SiO₂/Si 基板的量測光譜，短波長 GIXRR 量測所得到欲分析區域約為 3° ~ 6.5°，但可以看出在高角度區域雜訊影響產生，會造成模擬及數據處理上的問題。使用鋁(Al)靶材為激發光源，其激發之 X 光波長為 0.8338 nm(在此稱為長波長)，相較於短波長 GIXRR，可增加量測角度區間到 0.5° ~ 34.5°。搭配適當的 X 光光路元件，長波長 GIXRR 技術可針對高 2θ 角度區域進行微區域化與高精準度的量測，突破

現有短波長 GIXRR 技術受限於高雜訊比的影響，可有效提升量測數奈米甚至到 1 nm 以下之薄膜厚度準確度。

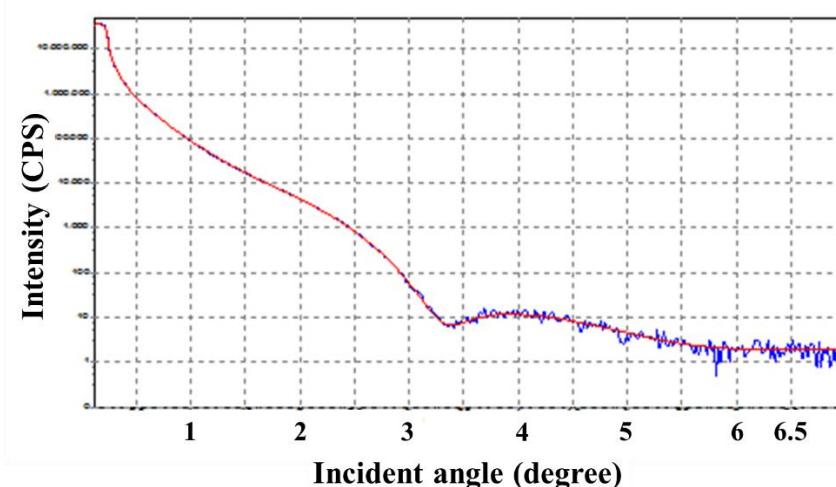


圖 2-2-1、1.2 nm HfO₂/SiO₂/Si 基板的銅靶材 XRR 量測光譜

此外，針對使用 GIXRR 技術擬合分析薄膜厚度數據時，必需建立薄膜層結構模型，然而半導體薄膜製程中常出現熱處理，此熱處理容易導致薄膜與基材，甚至薄膜與薄膜層間可能產生原子擴散現象(Diffusion)，進而產生新的介面層，改變薄膜層結構模型，此時如果在 GIXRR 數據擬合過程中忽略掉此新的介面層，將會影響膜厚量測準確度。因此，需要有另一輔助技術來量測膜層中各個不同元素的含量及分布，以提升膜厚量測的準確度。GIXRF 可用來鑑定樣品元素之種類及含量，當改變入射光角度，將入射角由低掠角增加至大角度，因入射光穿透至樣品的深度不同，可獲得自樣品表面以至於數百奈米深度下之元素含量分布。除了各元素之總量，利用 GIXRF 可鑑定表面微量污染物種類及分析含有離子植入之薄膜樣品，也可獲得膜層厚度、密度及膜層界面結構等資訊。由於 GIXRR 與 GIXRF 量測架構類似，擬將兩者整合於同一套量測系統中，可於一次量測中獲得更多、更準確的膜層資訊，GIXRR/GIXRF 量測薄膜整合流程示意圖如圖 2-2-2。

此外，由於計畫 GIXRR 所使用鋁靶所產生之長波長，在光路上相對於傳統的銅靶之短波長是不一樣的，然而目前尚無針對鋁靶光路設計出商業化 GIXRR/GIXRF 機台，因此本計畫需要針對欲開發之 GIXRR/GIXRF 薄膜量測系統自行設計光路，並針對長波長調校光路，驗證光路量測可行性。同時亦針對半導體前段製程所使用之薄膜，如高介電常數薄膜 (HfO₂、TiN 或 TaN) 厚度標準品進行製作，並使用適合光源能量之 GIXRF 分別進行 Hf、Ti 或 Ta 元素定性分析，評估量測重複性，以確認後續模型建立之準確性。

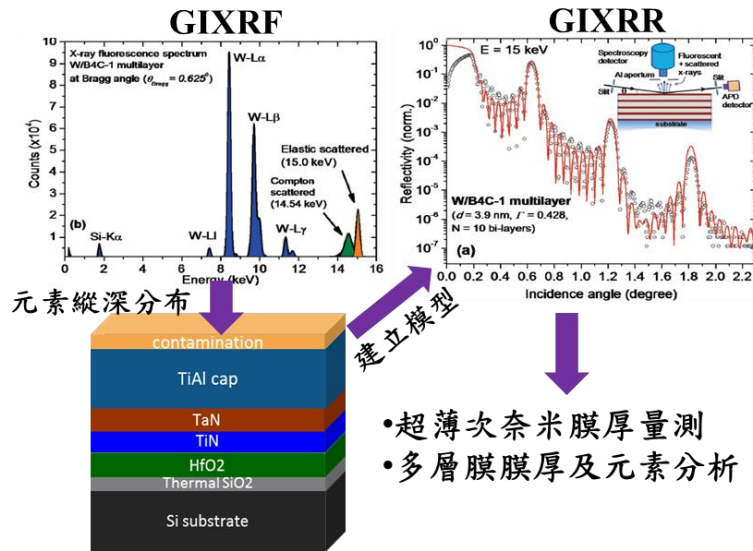


圖 2-2-2、GIXRR/GIXRF 量測薄膜整合流程示意圖

1. X 光量測系統硬體規格制定與光路設計調整

X 光量測系統簡易光路設計如圖 2-2-3，光路依循圖中箭頭進行，首先於 X 光源端激發出 X 光，經由單光器(Monochromater)進行 X 光聚焦後，再經過前後兩組狹縫(Slit)進行斫光及過濾其它不必要漫射及散射光後，將照射在置於高精度二環旋轉台(Goniometer)上之薄膜樣品，樣品表面膜厚反射 X 光訊號將會再經過一組狹縫以濾掉不必要之漫射光訊號後，由偵測器吸收。

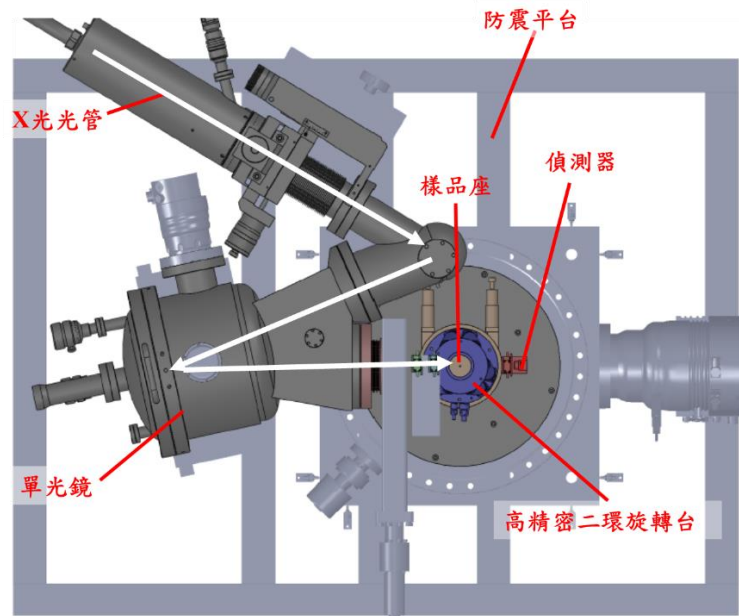


圖 2-2-3、量測系統光路設計

由於 X 光跟一般光學不同，大多數的物質對於 X 光而言折射率幾乎是 1，因此要聚焦 X 光就相當不簡單。此外，我們選用的長波長 X 光由鋁靶材激發，鋁靶材 X 光質量

衰減係數(Mass attenuation coefficients)值(μ/ρ)，質量能量吸收係數(Mass energy-absorption coefficient), μ_{en}/ρ 在能量 1.5 keV 時分別為 $4.022 \times 10^2 (\text{cm}^2/\text{g})$ 、 $4.001 \times 10^2 (\text{cm}^2/\text{g})$ ，在空氣 ($\rho=10^{-3} \text{ g/cm}^3$) 只要 1.7325 cm 就衰減至 1/2 強度，因此需要在超高真空中操作。此外，樣品轉軸(θ)與偵測器軸(2θ)設計規範相當重要。經由計算，如圖 2-2-4(a)與圖 2-2-4(b)，分別為樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)有橫向與縱向差異值時，導致偵測器無法收到正確 2θ 反射訊號強度，進而造成量測訊號擬合誤差，影響膜厚分析結果。

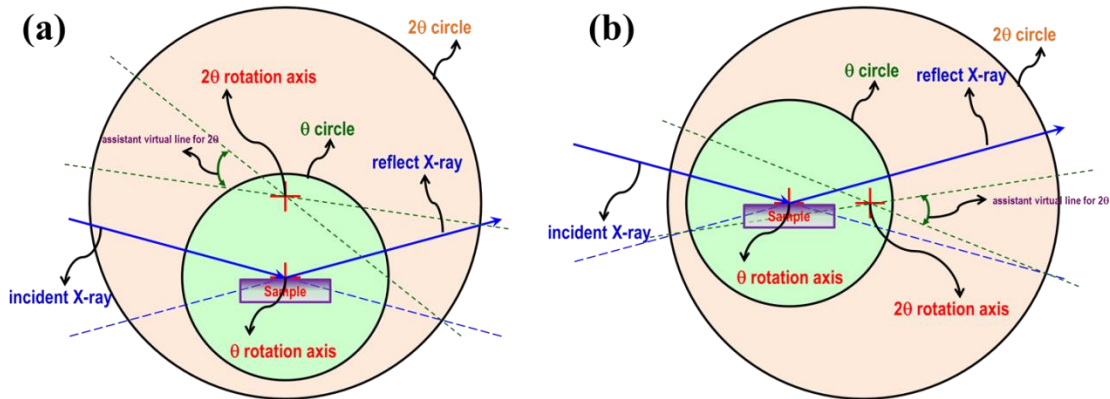


圖 2-2-4、樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)有(a)橫向與(b)縱向差異

實測高真空高精密二環旋轉台，將探針量錶(Dial Indicator)一端固定在偵測器環上，量測樣品環軸，量測樣品環為 0° 、 90° 、 180° 、 270° 而偵測器環為 0° 、 90° 、 180° 及 270° ，總共 16 點值，分析結果其差異值為 $78 \mu\text{m}$ ，稱此差異值之為共軸誤差如圖 2-2-5。另外如圖 2-2-6 所示，探針量錶一端固定在地(Ground)另一端量測樣品表面，在樣品環為 0° 、 90° 、 180° 及 270° 時，其差異值為 $15 \mu\text{m}$ ，稱此差異值為偏心誤差。上述之量測差異值為國內加工所能達到之最小差異值。



1. 探針量錶架設於 2θ 軸臂上
2. 探針端量測樣品環軸(θ 軸)

其差異值是小於 $80 \mu\text{m}$

- @ $\theta = 0^\circ$ ($2\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$)
- $\theta = 90^\circ$ ($2\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$)
- $\theta = 180^\circ$ ($2\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$)
- $\theta = 270^\circ$ ($2\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$)

圖 2-2-5、實測高真空高精密二環旋轉台樣品軸與偵測器軸之共軸誤差

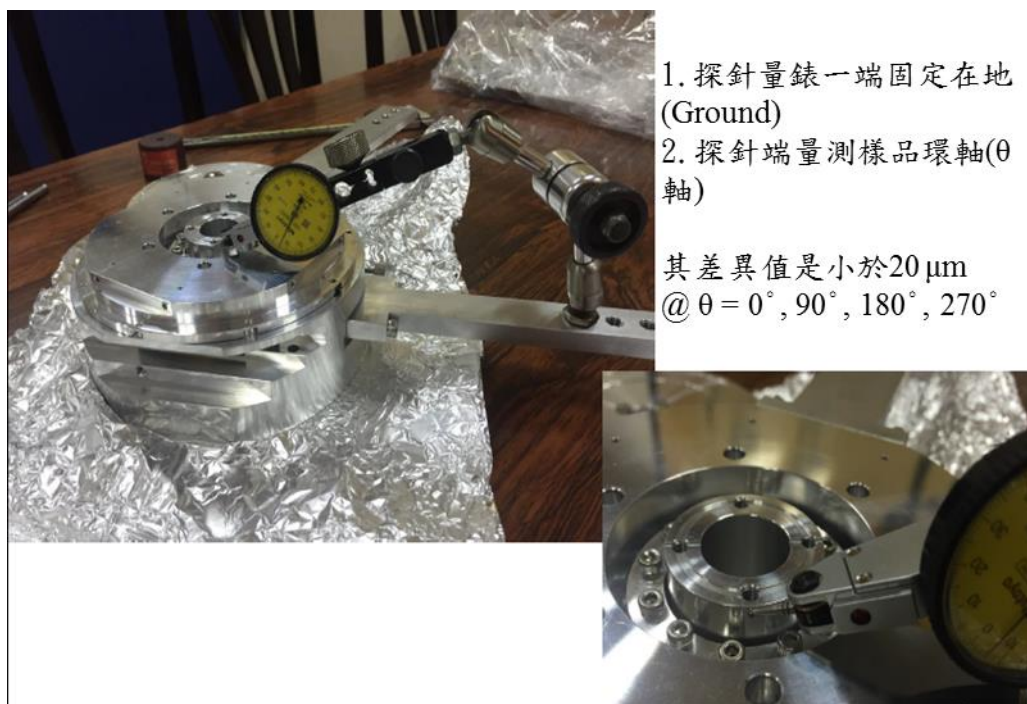


圖 2-2-6、實測高真空高精密二環旋轉台樣品軸偏心誤差

接下來進行光路之調校，包含入射狹縫的開口以及位置、樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)光軸校正。首先針對狹縫位置進行校正，目的是使狹縫開口中心位置與 X 光束中心位置對齊，使狹縫在斫光時皆能讓 X 光束強度最大之區域通過，以有效獲得解析訊號強度。經校正後，旋轉偵測器軸(2θ)於 -4° 至 $+4^\circ$ 收光，此時不放置樣品，即偵測器收的光為直光(Direct Beam)。量測結果如圖 2-2-7 所示。從圖可觀察峰值坐落在 0° 角，確認狹縫位置已完成校正。

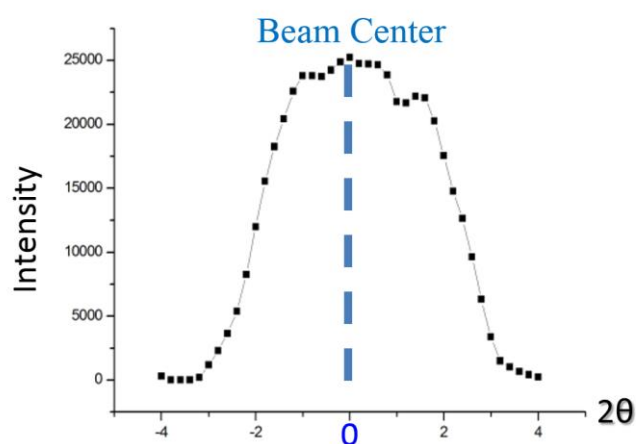


圖 2-2-7、藉由偵測器軸旋轉角度收直光，所得到之峰值位置為 0° 角，確認狹縫開口位置對齊 X 光束

另外在量測膜厚時，量測解析度會受到 X 光發散角度(Divergence Angle)所影響。圖 2-2-8 為模擬掃描薄膜樣品時，不同發散角度相對應之 X 光反射訊號曲線，經模擬可發現，當發散角度在 2° 以下時，反射特性峰(18° 至 25° 位置)才會顯現出來。而發散角度可透過狹縫開口來調整，因此實驗規劃不同狹縫開口大小參數並針對每個參數進行偵測器軸旋轉角度掃描訊號，所得之訊號可量測發散角度，如圖 2-2-9 所示。進行不同狹縫開口之訊號量測後，可得到相對應之發散角度及收光強度，如圖 2-2-10 所示，從此圖可得知，當狹縫開口小於 0.8 mm 時，即可得到小於 2° 之發散角度。

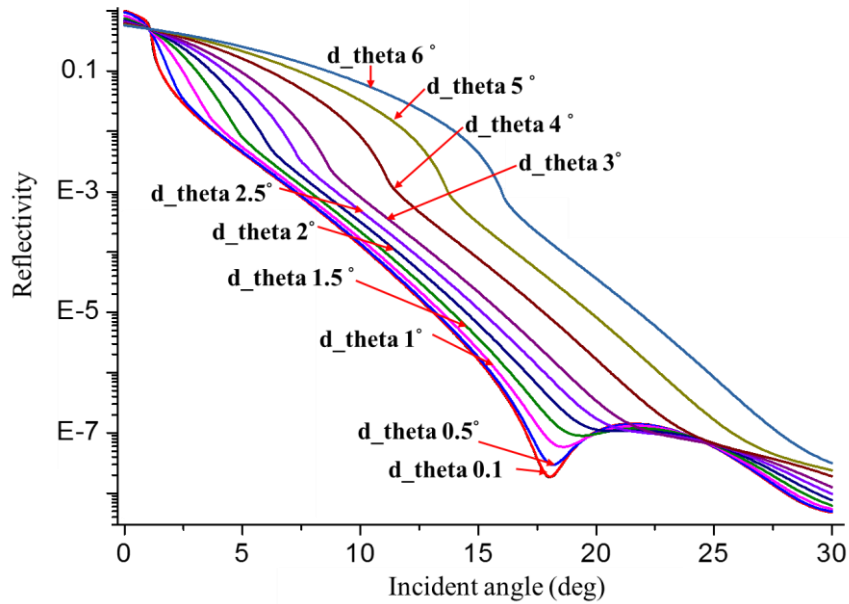


圖 2-2-8、模擬不同 X 光發散角度與相對應之反射訊號曲線

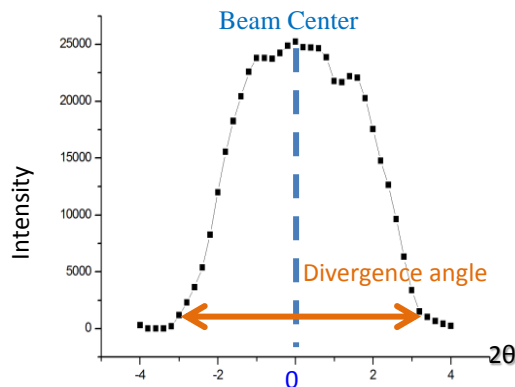


圖 2-2-9、藉由偵測器軸旋轉角度收集直光訊號，可從訊號峰之底部寬度評估發散角度

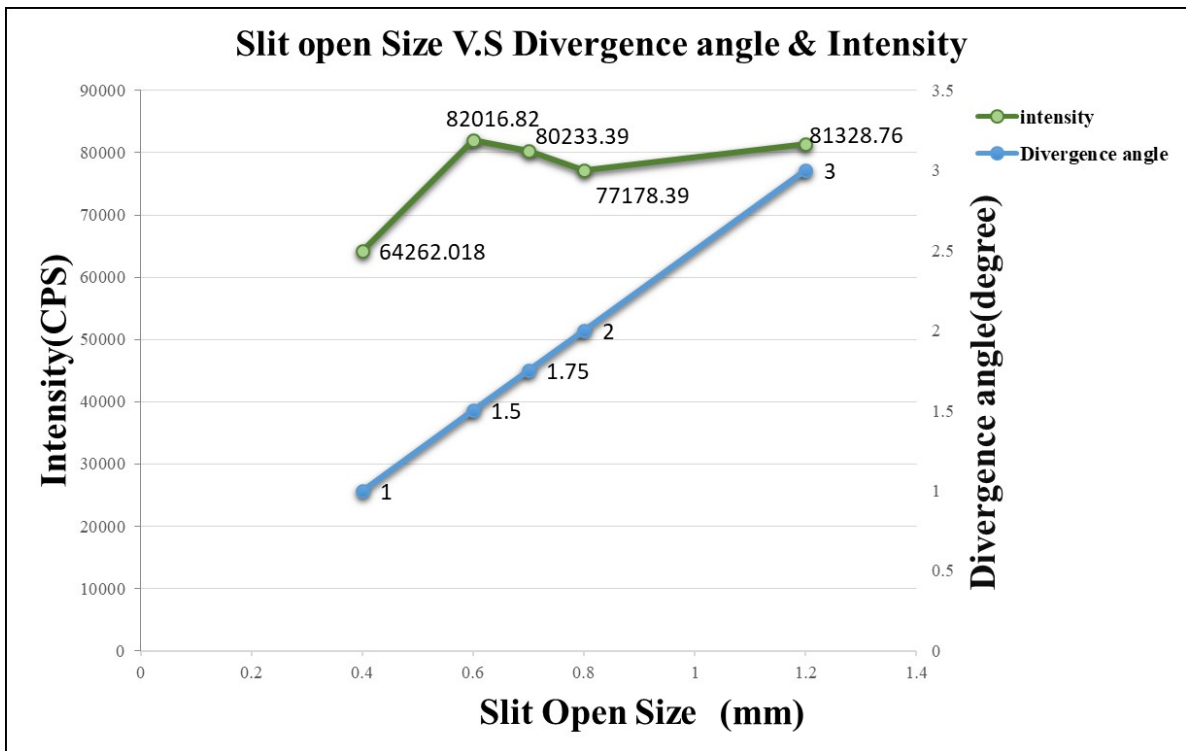


圖 2-2-10、不同狹縫開口大小相對應之發散角度以及收光強度

在光軸校正部分，為了確保 X 光打到薄膜樣品時是否都在軸心上，將偵測器軸(2θ)固定為 0°，用切半光來量測樣品轉動時軸心是否有偏移，實驗圖形如圖 2-2-11 所示。橫軸為 θ 角度，縱軸為光電二極管(Photodiode)電流，從此訊號峰兩側呈現對稱，可判斷 X 光是有打在軸心上。

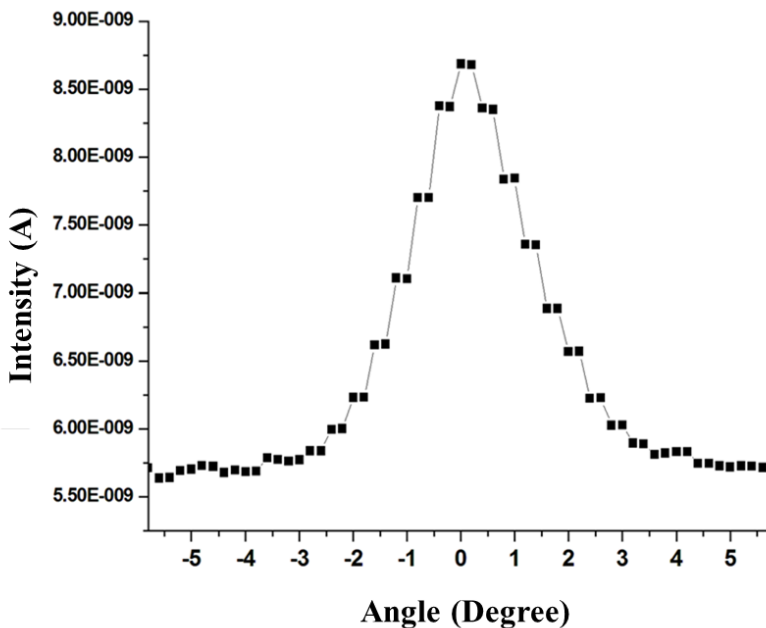


圖 2-2-11、藉由樣品掃描旋轉斫光得到之訊號峰雙邊對稱，確認 X 光打在軸心上

在針對樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)光軸校正上,先將偵測器軸(2θ)分別固定在 8° 及 4° ,樣品軸(θ)相對旋轉掃描 2° 至 6° 以及 0° 至 4° ,觀察訊號峰之峰值位置是否在 4° 及 2° 。以確認樣品軸(θ)與偵測器軸(2θ)之相對角度是否正確,經校正旋轉軸後,量測結果如圖 2-2-12 所示,所得之訊號峰座落位置皆為偵測器軸(2θ)設定角度之一半,證明在掃描樣品時,偵測器軸(2θ)移動至正確角度上。

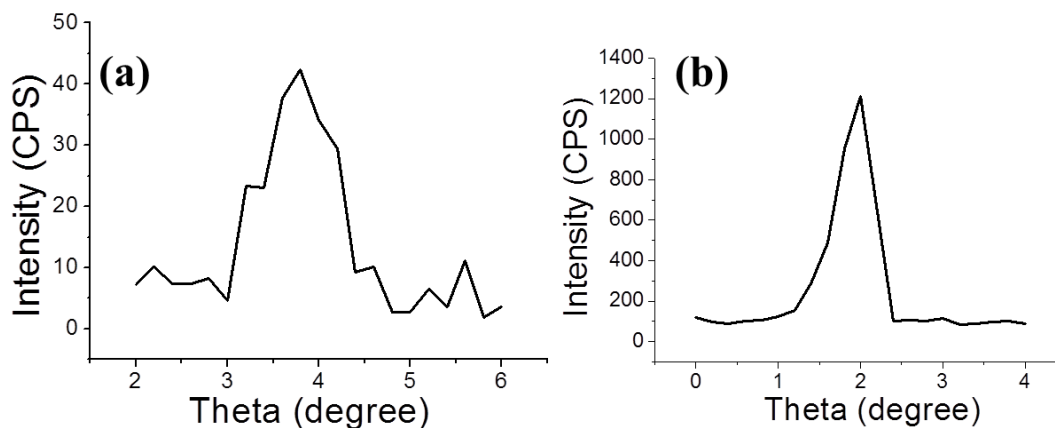


圖 2-2-12、偵測器軸(2θ)分別固定在(a) 8° 及(b) 4° 時,樣品軸(θ)旋轉掃描所得之訊號峰

在完成上述光路調校之後,對 SiO_2 薄膜標準片進行膜厚度量測,其膜厚額定值為 12 nm ,經量測後得到反射曲線,如圖 2-2-13 所示。當中厚度與特性峰之週期($\Delta\theta$)及波長相關。其公式如下 2-2-1 所示:

$$\text{厚度} = \lambda(\text{波長}) / \Delta\theta \quad (2-2-1)$$

實際將長波長 GIXRR 量測訊號曲線帶入軟體進行厚度擬合分析,分析得到之二氧化矽(SiO_2)薄膜厚度結果為 14.74 nm 。此薄膜樣品同時使用橢圓偏光儀(Spectroscopic Ellipsometer, SE)量測,也帶至同步輻射使用 0.154 nm 波長進行 GIXRR 量測,得到膜厚度量測分析結果(包含擬合誤差)。將分析結果製作成圖表如表 2-2-1 及圖 2-2-14 所示,結果發現長波長量測分析膜厚區間與其它兩種常用薄膜量測方法之區間都有重疊到,因此驗證了長波長 X 光量測薄膜可行性。

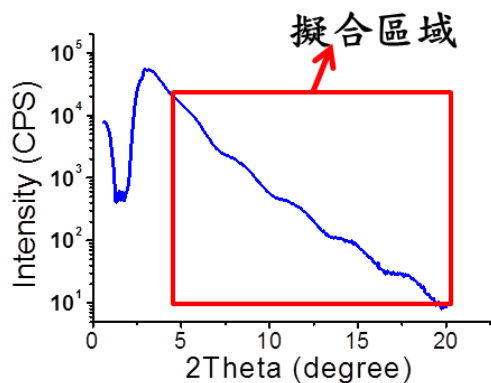


圖 2-2-13、量測 12 奈米 SiO₂ 薄膜標準片之長波長（鋁靶材）X 光反射訊號與擬合

表 2-2-1、不同 SiO₂ 薄膜厚度分析方法比較

量測方法	SiO ₂ 薄膜厚度量測分析結果
橢圓偏光儀	(14.84 ± 0.10) nm
GIXRR(0.838 nm X 光波長)	(14.74 ± 0.06) nm
GIXRR(0.154 nm X 光波長)	(14.72 ± 0.04) nm

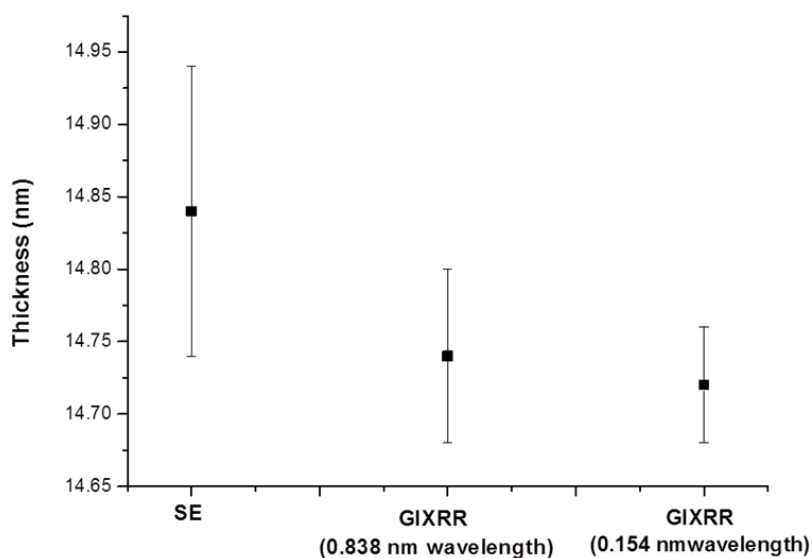


圖 2-2-14、不同 SiO₂ 薄膜厚度分析方法比較

2. GIXRF 薄膜樣品定性分析技術

GIXRF 薄膜樣品定性分析技術執行內容分為兩部分，第一部分先進行薄膜厚度參考樣品之製備，本計畫委託國家實驗研究院國家奈米元件實驗室製作高介電常數薄膜 (HfO₂、TiN、TaN) 厚度樣品，樣品 TEM 分析結果分別如圖 2-2-15 至 2-2-17 所示。

在 TEM 分析中，可以明顯看出 HfO₂、TiN 及 TaN 的薄膜，各樣品由左至右分別可分析為矽基板、二氧化矽、超薄高介電常數薄膜以及鈍化層。另外，同時對這些樣品進

行電子能量損失分析儀 (Electron Energy Loss Spectroscopy, EELS)厚度分析。由此分析可獲得，製作 HfO_2 薄膜可達 2.96 nm 的厚度，TiN 薄膜達到 2.91 nm 的厚度，而 TaN 薄膜厚度則為 3.67 nm。後續將會再針對此三種薄膜分別製作不同厚度參數，作為未來 GIXRF 量測螢光強度與相對應厚度之檢量線，將有助於建立更精確之 GIXRR 擬合模型。

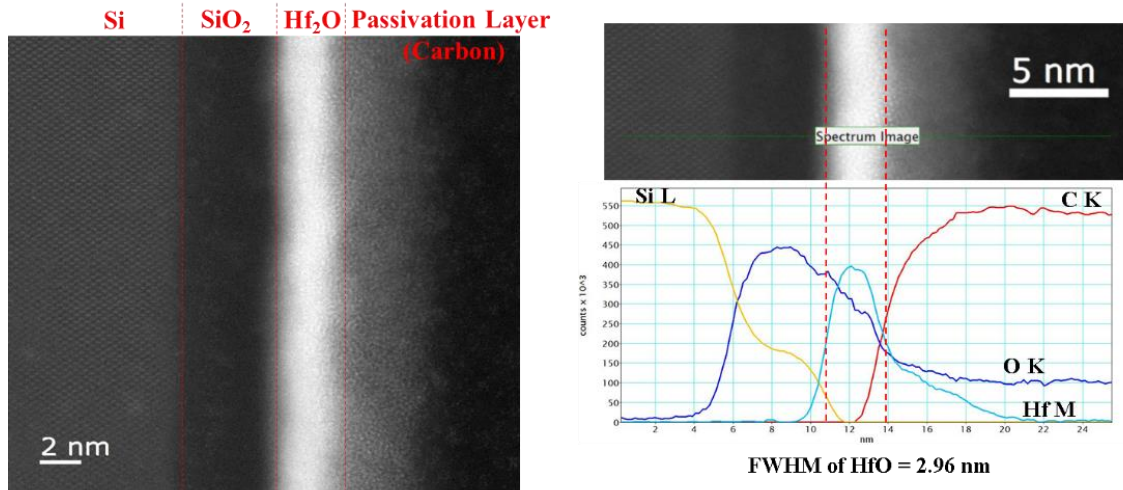


圖 2-2-15、 HfO_2 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果

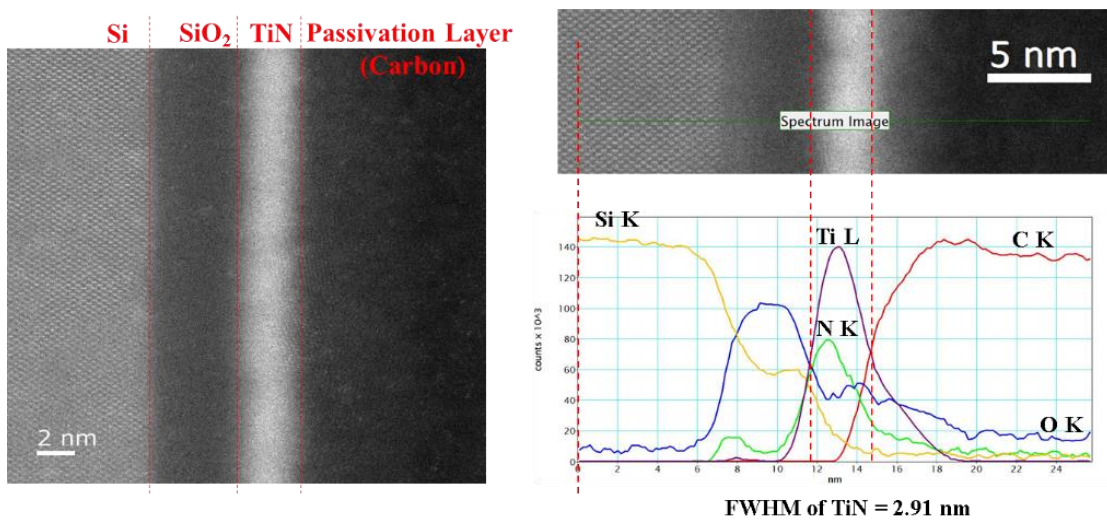


圖 2-2-16、TiN 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果

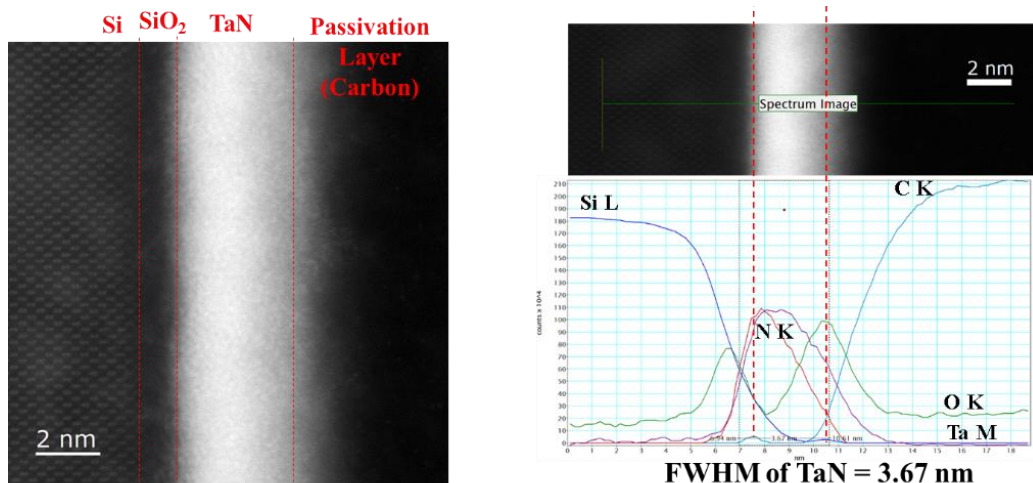


圖 2-2-17、TaN 薄膜樣品之 TEM 影像及 EELS 分析結果

於第二部分，使用 GIXRF 針對另一組薄膜樣品進行元素分析，評估量測 HfO₂、TiN、TaN GIXRF 訊號量測重複性，以確認後續使用 GIXRF 模型建立之準確性，五片樣品的資訊如表 2-2-2。HfO₂ 及 TaN 元素定性量測所選用之光源能量為 10 KeV，TiN 所使用之光源能量為 6 KeV。分別量測每個塗佈的奈米層內的金屬元素質量沉積(Mass Deposition)，而每次量測都在樣品的中心位置處。

表 2-2-2、五片薄膜樣品之厚度資訊

樣品編號	樣品成分	樣品密度(g/cm ³)	使用光源能量(KeV)
1	HfO ₂ on Si	9.68	10
2	HfO ₂ on Si	9.68	10
3	TaN on Si	16.3	10
4	TiN on Si	5.22	6
5	TiN on Si	5.22	6

量測樣品編號 2HfO₂ 光譜訊號之螢光光譜如圖 2-2-18 所示，螢光光譜 Hf 能量值經積分後可換算得到元素質量沉積量。量測五片得到的元素質量沉積值如表 2-2-3 所示，每一元素質量沉積值為不同入射角度之量測平均結果，以及包括量測標準差，如表 2-2-4 至表 2-2-8 所示。當中重複量測峰值誤差，是從不同入射角之量測標準差(σ)與量測平均值(μ)之比值(C_v)獲得，即所謂變異係數(Coefficient of Variation)，其公式如 2-2-2 所示。經計算結果五片樣品重複量測峰值誤差皆小於 10%，達成計畫設定目標。

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2-2-2)$$

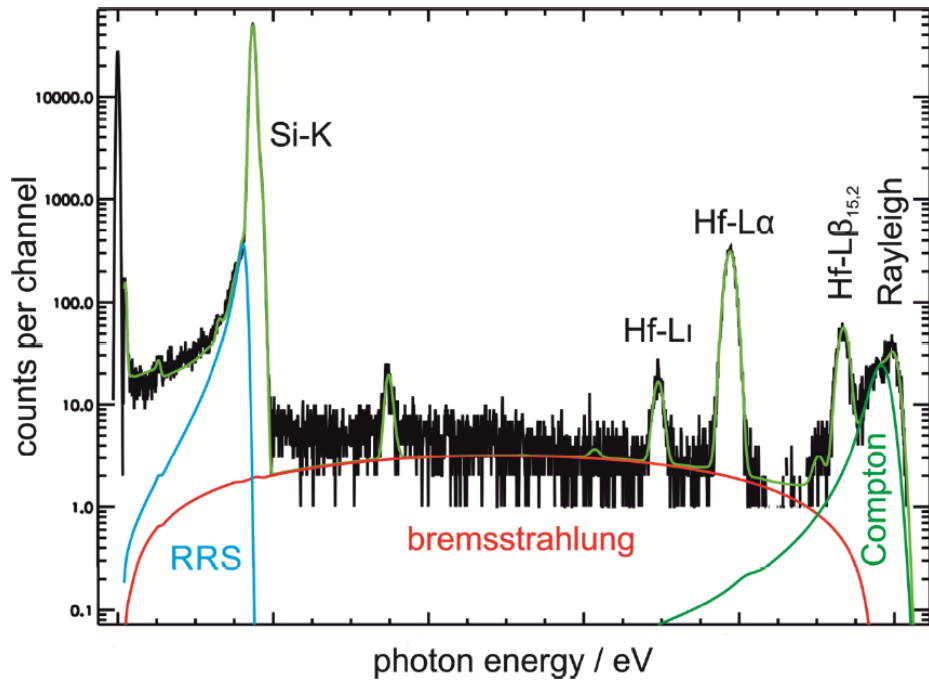


圖 2-2-18、HfO₂ 薄膜樣品螢光量測光譜

表 2-2-3、五片薄膜樣品之元素質量沉積量

樣品編號	元素	元素質量沉積 (ng/cm ²)
1	Hf	832
2	Hf	1278
3	Ta	2879
4	Ti	621
5	Ti	667

表 2-2-4、樣品 1 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差

樣品	1	元素質量沉積 (ng/cm ²)
入射角度(°)	元素	
3	Hf	817
4		833
5		842
6		830
7		842
8		837
9		821
10		836
平均值(Mean)		832
樣本標準差(STDDEV)		9
重複量測峰值誤差 (變異係數)	1.1 %	

表 2-2-5、樣品 2 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差

樣品	2	元素質量沉積 (ng/cm ²)
入射角度(°)	元素	
3	Hf	1293
4		1282
5		1288
6		1273
7		1293
8		1263
9		1269
10		1266
平均值(Mean)		1278
樣本標準差(STDDEV)		12
重複量測峰值誤差 (變異係數)	0.9 %	

表 2-2-6、樣品 3 之八筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差

樣品	3	元素質量沉積 (ng/cm ²)
入射角度(°)	元素	
3	Ta	2877
4		2871
5		2850
6		2901
7		2868
8		2956
9		2893
10		2812
平均值(Mean)		2879
樣本標準差(STDDEV)		42
重複量測峰值誤差 (變異係數)	1.5 %	

表 2-2-7、樣品 4 之六筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差

樣品	4	元素質量沉積 (ng/cm ²)
入射角度(°)	元素	
5	Ti 4 元素	624
6		616
7		619
8		625
9		629
10		612
平均值(Mean)	621	
樣本標準差(STDDEV)	6	
重複量測峰值誤差 (變異係數)	1.0 %	

表 2-2-8、樣品 5 之六筆元素質量沉積值、平均值和樣本標準差

樣品	5	元素質量沉積 (ng/cm ²)
入射角度(°)	元素	
5	Ti	672
6		667
7		660
8		672
9		653
10		678
平均值(Mean)		667
樣本標準差(STDDEV)		9
重複量測峰值誤差 (變異係數)		1.3 %

五片相對應的金屬元素沉積值經化學計量換算，可得到氧化物的質量沉積結果如表 2-2-9 所示。經相對應樣品平均密度，則可計算相對應的氧化物沉積厚度。

表 2-2-9、五片薄膜樣品之氧化物質量沉積量

樣品編號	元素	元素質量沉積 (ng/cm ²)	厚度 (nm)
1	HfO ₂	981	1.0
2	HfO ₂	1508	1.6
3	TaN	3101	1.9
4	TiN	802	1.5
5	TiN	862	1.7

【未來推廣應用/效益】

2016 年國內半導體產業占國內 GDP 約 13 %，台灣的半導體產業中以製造業產值達到 1.3 兆元，居產業鏈之首，藉由強化前瞻製程檢測技術能量，提升國內半導體製造業技術能力與良率，將有助於擴大我國半導體技術門檻與其他競爭國間之技術差異。在半導體前瞻製程中，因應元件(Die)尺寸不斷微縮，各類的薄膜厚度僅數奈米，甚至到次奈米等級，遠超過半導體光學厚度量測解析極限，一旦半導體元件前段製程(Front end of the line, FEOL)中，因量測解析不足，而無法精確地獲得薄膜厚度值，導致膜厚超出設定的容許範圍，將會影響元件製作完成後之性能表現，更甚者將導致元件無法使用，降低其製程良率。

目前傳統商用 X-Ray 反射儀，其波長為 0.154 nm，入射於待測表面之投影光斑大小為 cm^2 等級，遠大於元件待測區域(TestKey)，無法直接於元件上量測。本技術建立以 Al 靶材為長波長 X 光光源，改變樣品掃描角度，減小入射 X 光投影光斑至 $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ ，提供半導體直接於元件上量測的可能性，而不用量測待測區域，並將此待測區域捨去，留下之空間可製作更多可用之元件，進而增加產能。概觀而言，GIXRR 對量測薄膜厚度準確性較高，而 GIXRF 則可準確量測樣品中元素組成及分布，惟單獨使用 GIXRR 及 GIXRF 這兩種量測技術，皆會遇到數據擬合時，因變數過多造成準確性不佳的問題。此兩種技術之量測架構及數據處理方法類似，又能獲得不同的樣品資訊，結合此兩種技術可截長補短，增加量測數據之完整性、彌補使用單一技術進行量測之不足，除了可獲得更多樣品資訊，也提高數據擬合流程之準確性及可靠度。

檢測奈米等級的薄膜，不僅在技術上有其難度，更在科學或計量定義上尚有許多國際調和工作亟需進行。國家度量衡標準實驗室將藉由向國內產學研各界持續請益以提升本身技術能力，更在國際計量技術及相關標準化平台上與國外先進機構保持合作，共同促進薄膜量測技術的產業化，同時為國內產業營造更大的全球競爭力。

(三)、無機元素計量技術研究

【全程技術建立時程】

	106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> •高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術 ✓高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術：偵測極限< 50 ng/kg •靜態重力法無機元素供應驗證系統： ✓靜態重力法配製技術 鉛濃度：1000 mg/kg 	<ul style="list-style-type: none"> •靜態重力法無機元素供應驗證系統： ✓液態鉛元素驗證參考物質 濃度：1000 mg/kg 量測不確定度< 10 mg/kg •奈米金粒子驗證參考物質粒徑量測技術： ✓粒徑量測技術：粒徑偵測極限< 10 nm 	<ul style="list-style-type: none"> •奈米金粒子驗證參考物質粒徑量測技術： ✓奈米金粒子核粒徑：60 nm，量測不確定度< 12 nm •塑膠基質中無機元素濃度量測技術： ✓無機元素同位素稀釋量測技術，量測不確定度< 1 % 	<ul style="list-style-type: none"> •電子級試劑中粒子成分分析技術： ✓酸鹼基質線上透析技術，基質透析效率 > 90 % ✓H₂O₂ 分析技術 粒徑偵測極限：< 10 nm ✓H₂SO₄ 分析技術 粒徑偵測極限：< 10 nm

【本年度目標】

- 溶劑及鉛金屬塊材純度分析技術建立，偵測極限< 50 ng/kg
- 液態鉛元素靜態重力法配製技術建立，濃度：1000 mg/kg

【執行成果】

1. 高純硝酸中金屬元素不純物濃度分析技術

硝酸常作為試劑空白溶液和洗滌/沖洗溶液，因為硝酸是所有酸中最容易進行純化且潔淨度較高的酸，除此之外，樣品前處理也常利用其氧化力進行樣品酸解與消化反應。而半導體產業除了在製程上會使用硝酸，半導體實驗室中也會以硝酸進行其它半導體材料的分析，因此開發高純硝酸中金屬元素不純物濃度分析有其必要性。在今年度計畫中硝酸作為溶解鉛金屬塊材之溶劑，如硝酸中含有鉛金屬不純物則會影響鉛標準液配製的濃度準確性。因此本計畫以感應耦合電漿質譜儀(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)進行硝酸中金屬不純物的分析，儀器的量測設定參數如表 2-3-1 所述。本技術主要係利用感應耦合電漿質譜儀，進行高純硝酸(HNO₃)中金屬元素不純物濃度分析方法開發。選用感應耦合電漿質譜儀進行分析是因該儀器具有卓越的超微量 (ng/L 或百萬分之一) 檢測能力、快速測定、高靈敏度與同位素比分析的能力，因此目前此技術已廣泛應用於各類濕式化學品中微量金屬元素的分析。

表 2-3-1、感應耦合電漿質譜儀量測設定參數

感應耦合電漿質譜儀	Perkin Elmer NexION™ 350D
霧化室	Quartz Cyclonic
火炬	Standard Quartz
火炬注射器	2-mm Quartz
採樣錐	Platinum
傾斜錐	Platinum
噴霧器	Meinhard® Type A Concentric Quartz
電漿氣流	18 L/min
輔助氣流	1.2 L/min
噴霧器氣流	1.02 L/min
射頻功率	1500 W
積分時間	1 sec/mass
重複次數	3 次

使用感應耦合電漿質譜儀分析超純硝酸試劑時需將濃度稀釋至 10%，其原因為 70% 硝酸含有大量硝酸根離子，進入電漿端時會導致金屬原子之游離能力變差，進而影響分析時訊號感度，但稀釋倍數過高時有可能連帶導入污染物質，且需回乘稀釋比例，因此當有背景當量濃度存在時有可能導致計算時背景濃度提高，而稀釋至 10% 濃度可避免嚴重基質抑制問題。

本計畫使用 10% 超純硝酸進行標準添加，添加濃度 10 ng/kg 至 50 ng/kg，鈉離子的線性如圖 2-3-1 所示，可發現鈉雖然沒有複合離子干擾，但初始背景濃度值還是偏高，此可能原因其一為開蓋時造成的污染，此污染可用新開的硝酸確認是否是此污染造成；另一可能原因為機台本身的潔淨度尚未達到最好的狀態，可將系統進行長時間清洗再確認背景值；還有一可能性是酸本身潔淨度就有問題，可更換不同品牌之硝酸溶液確認是否有潔淨度差異。但圖 2-3-1 計算出的鈉離子濃度值為 550.3 ng/kg，與配製之鉛離子溶液 1000 mg/kg 濃度低 10^6 倍，因此不會影響鉛溶液配製結果。

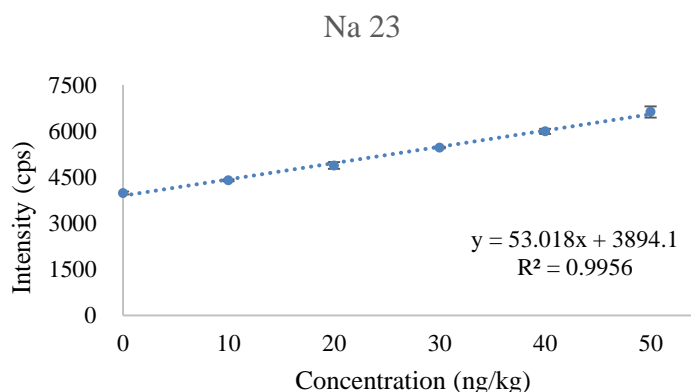


圖 2-3-1、10% 超純硝酸鈉檢量線

鐵離子的線性如圖 2-3-2 所示，鐵的背景變高可能來源為硝酸根離子(NO_3^-)解離產生氧原子(O)並與氬(Ar)結合形成氧化氬離子($^{56}\text{ArO}^+$)之複合離子干擾，或本身硝酸裡面就有鐵不純物，其判定方式可藉由 $^{56}\text{Fe}^+$ 與 $^{57}\text{Fe}^+$ 之比例關係確認是否有符合同位素比，如差異過大則有可能為 $^{56}\text{ArO}^+$ 所造成的干擾訊號，此外由於高背景訊號，導致空白分析的跳動偏大，進而影響偵測極限，與 0.1 % 超純硝酸相比，其偵測極限提高了約 2.55 倍，也由於背景過高導致線性不佳。雖是如此，以此計算出的鐵離子濃度值為 691.7 ng/kg，與配製之鉛離子溶液 1000 mg/kg 濃度低 10^6 倍，因此不會影響鉛溶液配製結果。

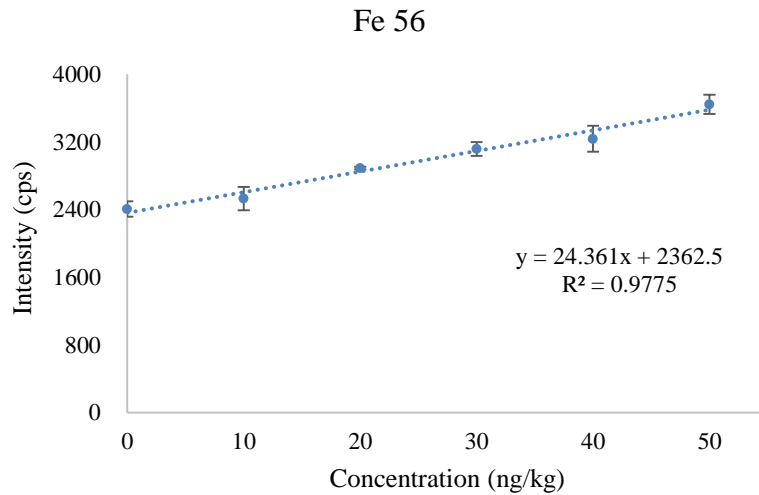


圖 2-3-2、10 % 超純硝酸鐵檢量線

鉛離子的線性如圖 2-3-3 所示，環境中造成鉛的污染相對較少，且酸純化時容易去除，且由於原子量大於 200 以上，極少有複合離子干擾，因此空白背景值非常低，此外空白背景與添加 10 ng/kg 之感度有明顯鑑別，相對標準偏差皆小於 4 %，偵測極限為 0.04 ng/kg，70 % 硝酸鉛離子背景濃度為 2.2 ng/kg。

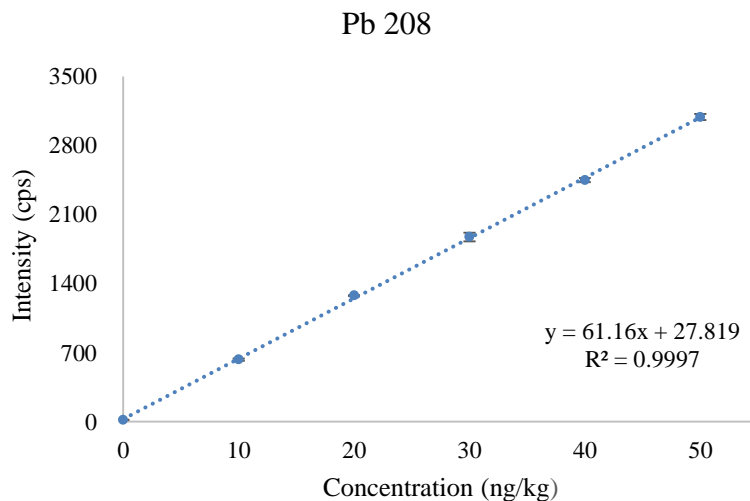


圖 2-3-3、10 % 超純硝酸鉛檢量線

超純硝酸 10 % 濃度偵測極限(Limit of Detection, LOD)與回推 70 % 背景當量濃度如表 2-3-2 所示。鈣偵測極限偏高緣故是由於電漿主要為 $^{40}\text{Ar}^+$ 之同位素離子干擾，雖然透過動態反應池可對 $^{40}\text{Ar}^+$ 進行移除，但也導致跳動增加導致偵測極限上升。

表 2-3-2、10 % 超純硝酸偵測極限與 70 % 超純硝酸背景當量濃度

	10 % HNO ₃ LOD (ng/kg)	70 % HNO ₃ 濃度 (ng/kg)
Na 23	2.6	550.3
Mg 24	0.4	13.8
Al 27	2.1	87.8
K 39	0.5	73.6
Ca 40	47.3	11.1
Cr 52	5.7	115.2
Fe 56	11.0	691.7
Co 59	0.3	4.9
Ni 60	1.2	23.5
Cu 63	0.3	22.8
Zn 64	1.3	48.9
Ag 107	0.1	1.8
Au 197	0.3	14.7
Pb 208	0.04	2.2

在本計畫，利用感應耦合電漿質譜儀能有效地分析超純硝酸中 14 種金屬不純物含量。在 10 % 硝酸基質條件下，除鈣元素的偵測極限為 47.3 ng/kg，鐵元素的偵測極限為 11.0 ng/kg，其餘金屬元素偵測極限皆可以小於 10 ng/kg，硝酸中的鉛金屬不純物則為 2.2 ng/kg，符合液態鉛元素靜態重力法配製需求。

2. 鉛金屬塊材純度分析方法之建立

鉛金屬塊材純度會直接影響液態鉛元素靜態重力法配製之驗證濃度值，因此在量測鉛塊材中的金屬不純物時，如何精確的定量為其關鍵。然而在利用感應耦合電漿質譜儀進行不純物分析時，儀器靈敏度常因為高濃度塊材基質的影響而有明顯的下降，因此，在進行鉛塊材中金屬不純物定量前，需探討不同濃度鉛基質對靈敏度之影響探討。在本實驗中，將鉛基質稀釋成四個濃度，分別為 0.1 mg/kg、1 mg/kg、10 mg/kg 及 100 mg/kg，

並於不同鉛基質樣品中添加 1 µg/kg 之輕(⁷Li)、中(¹¹⁵In、¹³⁸Ba)、重(²⁰⁵Tl、²⁰⁹Bi)質量數之元素，再利用 ICP-MS 進行分析。由圖 2-3-4 可知，當鉛基質濃度大於 10 mg/kg，回收率會有明顯的下降，當鉛濃度為 100 mg/kg 時，各元素之回收率僅有 60%，各元素離子的訊號強度會明顯下降。因此將以鉛基質稀釋至 10 mg/kg 為最佳化條件，進行各金屬元素不純物之量測。

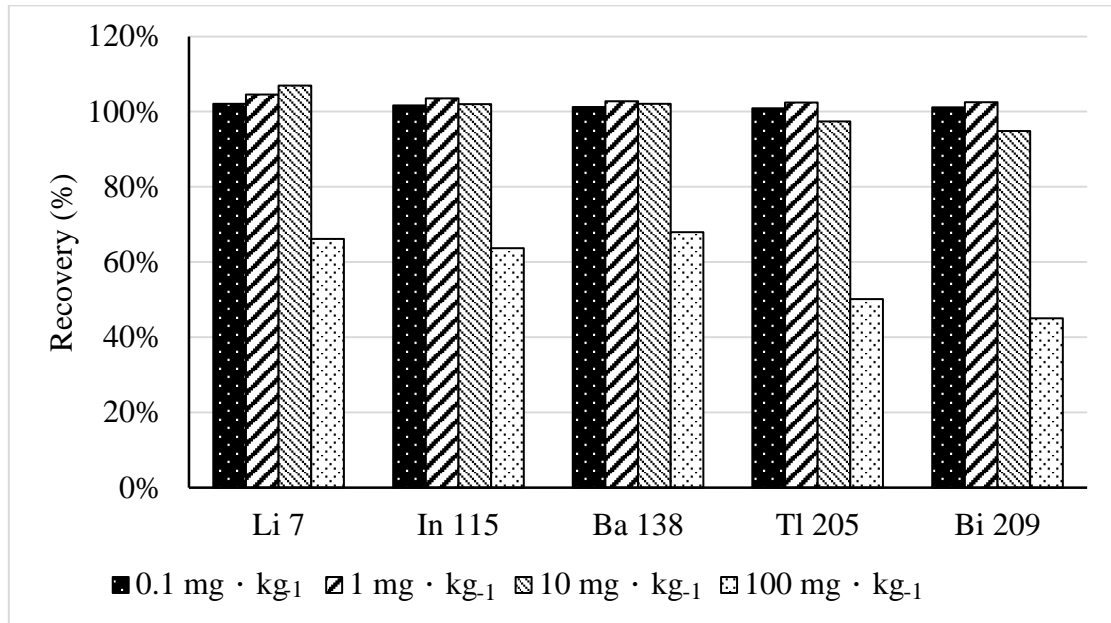


圖 2-3-4、鉛基質濃度對離子回收率之影響

鉛塊材純度分析驗證方法為不純物分析，亦即量測鉛中其他金屬元素之濃度，再用扣除法，將各元素濃度扣除，以求得最終鉛塊材之純度。本計畫係利用 ICP-MS 並搭配標準添加法以定量 10 mg/kg 鉛溶液中其他元素之濃度，而實驗所得結果及參數詳如下表 2-3-3。由表 2-3-3 可知，在 10 mg/kg 的鉛溶液中，以鈉(Na)、鈦(Ti)等元素之背景當量濃度(Background Equivalent Concentration, BEC)較高，其餘元素的 BEC 值皆小於 100 mg/kg。由於各元素之 BEC 值是在鉛濃度為 10 mg/kg 時所量測之結果，因此，為了求得原塊材中鉛的純度，必須再回乘稀釋倍率與單位換算因子，如式(2-3-1)所示，其中 10⁵ 為稀釋倍率，10⁻¹² 為單位換算因子（將 ng/kg 轉換成 g/g）。求得各元素之原始濃度後，再用 1 扣除所有金屬不純物之濃度，即可得到鉛塊材之原始純度，如式(2-3-2)所示。而詳細計算之鉛塊材純度為 99.9939%，符合液態鉛元素靜態重力法配製需求。

$$C_{element} = BEC \times 10^5 \times 10^{-12} \quad (2-3-1)$$

$$Pb \text{ purity}(\%) = (1 - (C_{element 1} + C_{element 2} + C_{element 3} + \dots)) \times 100\% \quad (2-3-2)$$

表 2-3-3、10 mg/kg 鉛基質下各元素之操作參數、偵測極限及背景當量濃度

元素名稱	質量數	模式	氣體流量 (mL/min)	RPq ^{*3}	LOD (ng/kg)	BEC (ng/kg)
Li	7	STD ^{*1}	0	0.25	0.82	0.29
Na	23	STD ^{*1}	0	0.25	8.50	269.32
Mg	24	STD ^{*1}	0	0.25	0.77	1.85
Al	27	STD ^{*1}	0	0.25	2.79	66.86
K	39	DRC ^{*2}	0.6	0.5	2.79	45.62
Ca	40	DRC ^{*2}	1	0.5	3.89	34.24
Ti	48	DRC ^{*2}	0.3	0.5	33.42	129.45
V	51	DRC ^{*2}	0.6	0.5	1.11	0.08
Cr	52	DRC ^{*2}	0.3	0.5	0.97	9.57
Mn	55	DRC ^{*2}	0.6	0.7	0.99	0.90
Fe	56	DRC ^{*2}	0.6	0.5	1.07	20.13
Co	59	DRC ^{*2}	0.3	0.5	0.53	0.37
Ni	60	DRC ^{*2}	0.3	0.7	1.22	3.18
Cu	63	DRC ^{*2}	0.3	0.5	0.28	8.92
Zn	64	DRC ^{*2}	0.3	0.45	1.22	9.34
As	75	STD ^{*1}	0	0.25	2.35	0.82
Ag	107	STD ^{*1}	0	0.25	0.29	0.54
Cd	114	STD ^{*1}	0	0.25	2.05	0.23
In	115	STD ^{*1}	0	0.25	0.59	0.06

註 1：Standard (STD)為標準模式。

註 2：Dynamic Reaction Cell (DRC)為動態反應室模式。

註 3：Corresponding q parameter (RPq)為質量篩選參數。

3. 液態鉛元素靜態重力法配製技術

本計畫使用 2 台上皿式天平(廠牌/型號分別為 Mettler Toledo / XP205 與 Mettler Toledo / MS6002TS)進行鉛離子溶液(Lead Ion Solution)配製質量的量測、配製溶液濃度估算與其不確定度評估。本實驗室實際量測時，係針對鉛金屬塊材與硝酸溶液進行稱重，稱重數值利用空氣浮力修正項進行修正，即可得樣品配製瓶中溶質質量、溶液質量及其不確定度。而配製溶液之濃度不確定度來源為：(1)溶質質量不確定度、(2)溶液質量不確定度、(3)溶質純度不確定度、(4)溶質空氣浮力修正項不確定度、(5)溶液空氣浮力修正項不確定度。此外由本系統所配製完成之原級驗證參考物質(Primary Reference Material, PRM)需利用可行之分析設備，如自動滴定分析儀 (Automatic Titration Apparatus) 進行濃度檢驗 (Concentration Verification)、均勻性評估 (Homogeneity Evaluation) 與穩定性評估 (Stability Assessment)，以達到濃度確效與分裝後均勻性與穩定性評估之目的。

溶液濃度配製原理主要是利用質量法，經由天平的稱重程序，計算配製溶液之濃度，其可追溯至 SI 單位，是具高準確度的方法。計算公式如式 (2-3-3) 所述。

$$C_w = 10^6 \times P \times \frac{m \times f_{Pb}}{M \times f_{solution}} \quad (2-3-3)$$

C_w ：鉛溶液濃度 [mg/kg]

P ：鉛塊材純度

m ：鉛塊材質量讀值 [g]

M ：鉛配製溶液質量讀值 [g]

f_{Pb} ：鉛塊浮力修正係數

$f_{solution}$ ：鉛溶液浮力修正係數

欲配製溶液需量測鉛塊材質量與硝酸溶液質量，依序將鉛塊材秤重並使用硝酸溶解並添加溶劑至樣品配製瓶中，樣品配製瓶與參考配製瓶必須利用以下所述步驟完成質量秤重。

- (1) 將表面氧化層清洗乾淨之鉛金屬塊材，於秤重室恆溫 3 小時。將天平校正後進行秤重，並將溫度、壓力與秤重值紀錄進行紀錄，並利用溫度與壓力值修正空氣浮力之偏差。
- (2) 將秤重之鉛金屬塊材置於燒杯中加入硝酸溶液加熱溶解，過程避免噴濺導致鉛含量損失，溶解後的高濃度鉛金屬溶液倒入已秤重之樣品配製空瓶，並再加入硝酸溶液秤重配製至 1000 mg/kg，並將溫度、壓力與秤重值進行紀錄，利用溫度與壓力值修正空氣浮力之偏差。
- (3) 由鉛金屬塊材秤重值與溶液（鉛加硝酸溶液）秤重值，並利用空氣浮力修正項準確估算樣品配製瓶的溶液添加質量，進而估算配製溶液濃度，相關估算公式可參考圖 2-3-5 量測系統追溯圖。

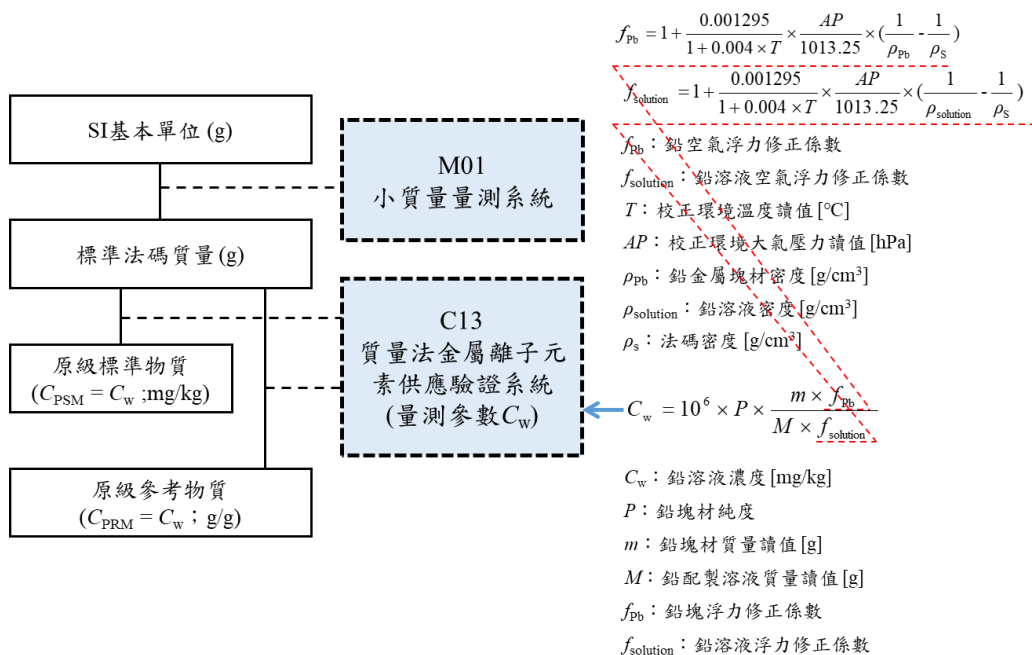


圖 2-3-5、C13 量測系統追溯圖

鉛塊材秤重使用之天平(廠牌/型號為 Mettler Toledo / XP205)，經校正後之天平讀值在 1 g 時修正量為 0.00001 g，標準不確定度為 1.04×10^{-5} g，秤重不確定度引用自校正報告，屬於 B 類評估。估計此項不確定度之相對不確定性為 10%，故自由度 $\nu(m) = 50$ 。

鉛溶液秤重使用之天平為(廠牌/型號為 Mettler Toledo / MS6002TS)，經校正後之天平讀值在 1000 g 時修正量為 0.00 g，標準不確定度為 6.58×10^{-3} g，將空瓶歸零後加入鉛溶液並量測質量。秤重不確定度引用自校正報告，屬於 B 類評估。估計此項不確定度之相對不確定性為 10%，故自由度 $\nu(M) = 50$ 。

依環境規格，溫度允許範圍為 (23 ± 3) °C，因此溫度之不確定度以矩形分布計算，其結果如下。

$$u(T) = \frac{3}{\sqrt{3}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

大氣壓力允許範圍為 (1000 ± 100) hPa，因此大氣壓力之不確定度以矩形分布計算，其結果如下。

$$u(PA) = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ hPa}$$

鉛密度(ρ_{Pb})根據 PubChem 查表為 11.34 g/cm^3 ，因此鉛密度之不確定度以矩形分布計算，其結果如下。

$$u(\rho_{\text{Pb}}) = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} \text{ g/cm}^3。$$

鉛溶液密度(ρ_{Solution})使用密度計進行量測，20 °C 鉛溶液密度為 1.0134 g/cm^3 ，26 °C 鉛溶液密度為 1.0117 g/cm^3 ，因此鉛溶液密度(ρ_{Solution})以矩形分布計算不確定度，其結果如下。

$$u(\rho_{\text{Solution}}) = \frac{0.0017}{2\sqrt{3}} \text{ g/cm}^3$$

法碼密度(ρ_s)依標示為 $(8.000 \pm 0.030) \text{ g/cm}^3$ ，因此法碼密度(ρ_s)之不確定度以矩形分布計算，其結果如下。

$$u(\rho_s) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} \text{ g/cm}^3$$

以上皆屬於 B 類評估。估計此項不確定度之相對不確定性為 20%，故自由度 $\nu = 12.5$ 。

鉛金屬塊材之空氣浮力修正不確定度與鉛溶液之空氣浮力修正不確定度如下表 2-3-4 與表 2-3-5 所述。

鉛溶液濃度組合不確定度 $u_c(C)$ 包括秤重法不確定度 $u(C_w)$ 、濃度檢驗不確定度 $u(C_{\text{anal}})$ 、均勻性評估不確定度 $u(C_{\text{homo}})$ 與穩定性評估不確定度 $u(C_{\text{stab}})$ ，故溶液濃度組合標準不確定度 $u_c(C)$ ，如式(2-3-4)所述。

$$u_c(C) = \sqrt{u^2(C_w) + u^2(C_{\text{anal}}) + u^2(C_{\text{homo}}) + u^2(C_{\text{stab}})} \quad (2-3-4)$$

表 2-3-4、鉛金屬塊材之空氣浮力修正不確定度

鉛空氣浮力修正係數 f_{Pb}	不確定度源 x_i	標準不確定度 u	自由度 ν
0.999956	環境溫度變化, T	1.8 °C	12.5
	環境壓力變化, AP	57.8 hPa	12.5
	鉛金屬密度, ρ_{Pb}	0.0058 g/cm ³	12.5
	法碼密度, ρ_s	0.0174 g/cm ³	12.5
	標準不確定度, $u(f_{Pb})$	2.55×10^{-6}	13.4

表 2-3-5、鉛溶液之空氣浮力修正不確定度

鉛溶液空氣浮力修正係數 f_{Pb}	不確定度源 x_i	標準不確定度 u	自由度 ν
1.001008	環境溫度變化, T	1.8 °C	12.5
	環境壓力變化, AP	57.8 hPa	12.5
	鉛溶液密度, $\rho_{Solution}$	0.0005 g/cm ³	12.5
	法碼密度, ρ_s	0.0174 g/cm ³	12.5
	標準不確定度, $u(f_{Solution})$	5.83×10^{-5}	12.0

本評估依據 ISO/IEC Guide 98-3:2008 所提供之方式進行評估，即找出適當之方程式及誤差來源後，再分別以 A 類或 B 類評估方式求出每一來源之標準不確定度 $u(x_i)$ 。溶液濃度計算為

$$C_w = 10^6 \times P \times \frac{m \times f_{Pb}}{M \times f_{solution}} = 10^6 \times 0.999939 \times \frac{1.00536 \text{ g} \times 0.999956}{1004.26 \text{ g} \times 1.001008} = 1000.0 \text{ mg/kg}$$

鉛金屬塊材之不純物濃度各項不純物之不確定度評估以矩形分佈進行評估，因此自由度以 B 類評估計算，估計此項不確定度之相對不確定性為 10%，故自由度 $\nu(P) = 50$ ，其評估如表 2-3-6 所述。以配製溶液濃度為 1000 mg/kg 鉛離子溶液為例，透過上述之不確定度評估，其秤重法不確定度 $u(C_w)$ 如表 2-3-7 所述。

表 2-3-6、鉛金屬塊材純度不確定度評估表

不純物元素	分析結果	稀釋倍率 與濃度轉 換	機率分佈	不確定度, u_i
	(ng/kg)	(g/g)		(g/g)
Li	≤ 0.82	8.20E-08	矩形分佈	4.73E-08
Na	269.32	2.69E-05	矩形分佈	1.55E-05
Mg	1.85	1.85E-07	矩形分佈	1.07E-07
Al	66.86	6.69E-06	矩形分佈	3.86E-06
K	45.62	4.56E-06	矩形分佈	2.63E-06
Ca	34.24	3.42E-06	矩形分佈	1.98E-06
Ti	129.45	1.29E-05	矩形分佈	7.47E-06
V	≤ 1.11	1.11E-07	矩形分佈	6.41E-08
Cr	9.57	9.57E-07	矩形分佈	5.53E-07
Mn	≤ 0.99	9.90E-08	矩形分佈	5.72E-08
Fe	20.13	2.01E-06	矩形分佈	1.16E-06
Co	≤ 0.53	5.30E-08	矩形分佈	3.06E-08
Ni	3.18	3.18E-07	矩形分佈	1.84E-07
Cu	8.92	8.92E-07	矩形分佈	5.15E-07
Zn	9.34	9.34E-07	矩形分佈	5.39E-07
As	≤ 2.35	2.35E-07	矩形分佈	1.36E-07
Ag	0.54	5.40E-08	矩形分佈	3.12E-08
Cd	≤ 2.05	2.05E-07	矩形分佈	1.18E-07
In	≤ 0.59	5.90E-08	矩形分佈	3.41E-08
Pb 純度	0.999939	$u(P)$標準不確定度		1.81E-05

表 2-3-7、秤重法不確定度 $u(C_w)$ 分析表

不確定度源 x_i	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial f}{\partial x_i} \right u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
P	1.81×10^{-5}	1000.04	1.81×10^{-2}	50.0
m	$1.04 \times 10^{-5} \text{ g}$	994.65 g^{-1}	1.03×10^{-2}	50.0
M	$6.58 \times 10^{-3} \text{ g}$	0.9957 g^{-1}	6.55×10^{-3}	50.0
f_{Pb}	2.55×10^{-6}	1000.03	2.55×10^{-3}	13.4
f_{solution}	5.83×10^{-5}	998.98	5.82×10^{-2}	12.0
標準不確定度 $u(C_w) = 6.3 \times 10^{-2} \text{ mg/kg}$ 自由度 $\nu(C_w) = 16.4$				

本評估參考 ISO 6142-1:2015、ISO 6143:2001 及 ISO Guide 35:2006，由本計畫所配製完成之 PRM 需利用可行之分析設備，如自動滴定分析儀進行濃度檢驗、均勻性評估與穩定性評估，以達到濃度確效、分裝後均勻與穩定性評估與 PRM 有效使用期限評估之目的。其濃度檢驗、均勻性與穩定性評估結果可得其標準不確定度及自由度如下所列。

$$u(C_{\text{anal}}) = 8.2 \times 10^{-2} \text{ mg/kg} \quad , \quad v(C_{\text{anal}}) = 16.8$$

$$u(C_{\text{homo}}) = 1.2 \times 10^{-2} \text{ mg/kg} \quad , \quad v(C_{\text{homo}}) = \frac{1}{2} \times \left(\frac{100}{20} \right)^2 = 12.5$$

$$u(C_{\text{stab}}) = 1.2 \times 10^{-1} \text{ mg/kg} \quad , \quad v(C_{\text{stab}}) = \frac{1}{2} \times \left(\frac{100}{20} \right)^2 = 12.5$$

由式 (2-3-4) 可計算溶液濃度組合標準不確定度為

$$u_c(C) = \sqrt{u^2(C_w) + u^2(C_{\text{anal}}) + u^2(C_{\text{homo}}) + u^2(C_{\text{stab}})} = 0.16 \text{ mg/kg}$$

由 Welch-Satterthwaite 公式可計算有效自由度為

$$v_{\text{eff}}(C) = \frac{u_c^4(C)}{\frac{u^4(C_w)}{v(C_w)} + \frac{u^4(C_{\text{anal}})}{v(C_{\text{anal}})} + \frac{u^4(C_{\text{homo}})}{v(C_{\text{homo}})} + \frac{u^4(C_{\text{stab}})}{v(C_{\text{stab}})}} = 32$$

綜整前述之結果，完成滴定法濃度驗證程序，評估 1000 mg/kg 鉛元素參考物質濃度，其不確定度(U)如表 2-3-8 所述。

表 2-3-8、溶液濃度不確定度 U 分析表

不確定度源 x_i	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial f}{\partial x_i} \right u(x_i)$	自由度 $v(x_i)$
C_w	0.063 mg/kg	1	0.063 mg/kg	16.4
C_{anal}	0.082 mg/kg	1	0.082 mg/kg	16.8
C_{homo}	0.012 mg/kg	1	0.012 mg/kg	12.5
C_{stab}	0.12 mg/kg	1	0.12 mg/kg	12.5
溶液濃度 $C_w = 1000.0 \text{ mg/kg}$ 組合標準不確定度 $u_c(C) = 0.16 \text{ mg/kg}$ 有效自由度 $v_{\text{eff}}(C) = 32$ 涵蓋因子 $k = 2.04$ 量測不確定度 $U = k \times u_c(C) = 0.4 \text{ mg/kg}$				

【未來推廣應用/效益】

1. 半導體製程對於許多製程溶劑污染物非常敏感，即使是極微量的污染如微粒、過渡金屬或是重金屬等都會造成影響，若半導體元件的表面在製造過程時受到微量金屬污染會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，在要求較小線寬的同時，亦維持產品高良率的情況下，半導體製造商必需重視每道製程步驟中所使用試劑可能遭遇到之微量金屬污染物。須精確分析鍍膜製程使用之高純度濺鍍靶材的不純物濃度，及分析污染物種類，以解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。因此，發展高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術，可以精確分析鍍膜製程使用之高純度濺鍍靶材的不純物濃度，及分析污染物種類，以解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。
2. 國內目前有 60 多間 TAF 認證之微量金屬元素分析實驗室，所購買的金屬元素標準品皆向國外進行購買，國內尚未建立原級金屬標準溶液系統，為發展工業計量技術，建立產業計量標準(如粒子、微量元素等)，維持半導體產業廠與廠間之量測一致性，提升生產品質與產值，因此需建立國內金屬元素分析追溯體系。

【分項結論】：

- 自動追蹤雷射測距與校正技術，本年度建立角度感測型雙軸旋轉追蹤機構，並完成符合 ISO 230-2/-6 的工具機量測評估軟體之開發，未來將持續發展與驗證三軸 21 項幾何誤差分析軟體，以滿足工具機產業量測需求。
- 超薄次奈米膜厚量測技術已初步完成長波長 X 光光路調校，並可量測到樣品特性峰訊號，未來將進行數據分析並持續光路優化調校，同時朝更小膜厚(1 nm)量測分析，以符合半導體產業膜厚檢測需求。
- 無機元素計量技術已完成靜態重力法配製程序，並利用滴定法進行液態鉛元素無機參考物質濃度驗證，107 年度進行系統查驗，並規劃將此技術以“前瞻電子級試劑純度分析”為題，推廣無機參考物質及純度分析技術。

三、科學計量技術研究分項

(一)、光干涉式絕對壓力實現方法研究

【全程技術建立時程】

	106 年度目標	107 年度目標*	108 年度目標	109 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> 完成高穩定度雙光學共振腔建置，光學共振腔精細度 ≥ 500 	<ul style="list-style-type: none"> 由於經費限制，暫緩一年 	<ul style="list-style-type: none"> 完成真空恆溫量測腔體設計與建置，溫度穩定度 ≤ 10 mK 	<ul style="list-style-type: none"> 完成雙光學共振腔腔長變化量測，腔長穩定度 ≤ 50 pm

【本年度目標】

- 完成高穩定度雙光學共振腔之設計與建置，光學共振腔精細度 ≥ 500

【執行成果】

1. 高穩定度雙 Fabry-Perot 干涉儀設計與製作

以雙 Fabry-Perot 干涉儀(FPI)量測氣體折射率 n_{gas} (其架構如圖 3-1-1 所示)，並以測得之折射率計算氣體分子數量密度 ρ ，則氣體之絕對壓力 p 可由溫度 T 與波茲曼常數 k_B 求得

$$p = \rho k_B T \quad (3-1-1)$$

氣體折射率可由比較氣體 FPI 與真空 FPI 之共振頻率求得，所以在氣壓量測過程中，腔體需克服由上下壓力差所產生之形變，並維持 FPI 之鏡面準直度。此外，由溫度引起之腔長變化也需降至最低。考量這些因素，研究團隊採用超低膨脹玻璃(ULE glass Corning 7972)做為 FPI 之腔體材料，FPI 干涉儀整體結構與 FPI 腔體設計分別如圖 3-1-2 與 3-1-3 所示。圖 3-1-4 為實際以 ULE 玻璃加工完成之零件照片。

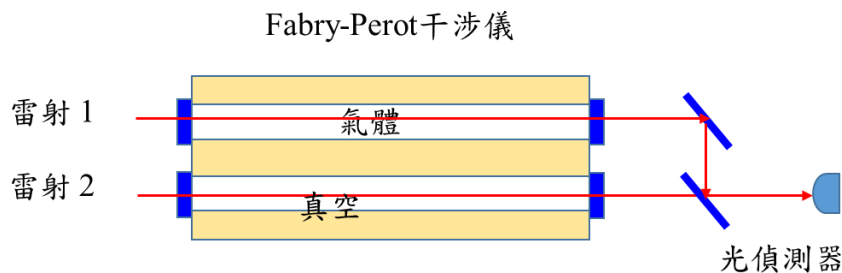


圖 3-1-1、以雙 Fabry-Perot 干涉儀(FPI)量測氣體折射率之架構圖

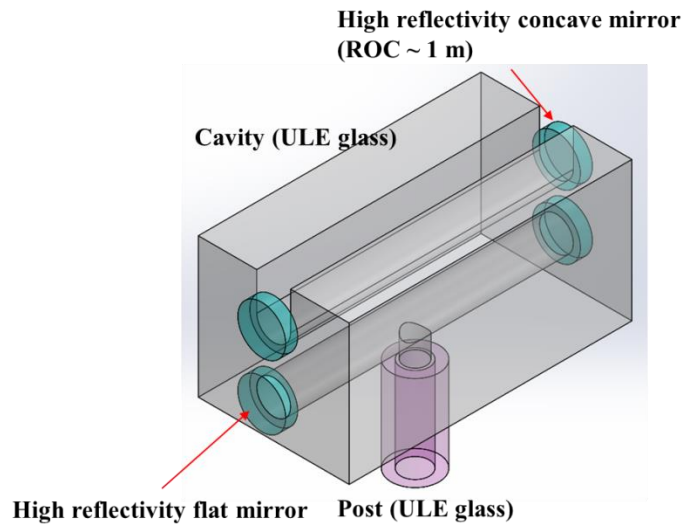


圖 3-1-2、雙 FPI 干涉儀整體結構設計

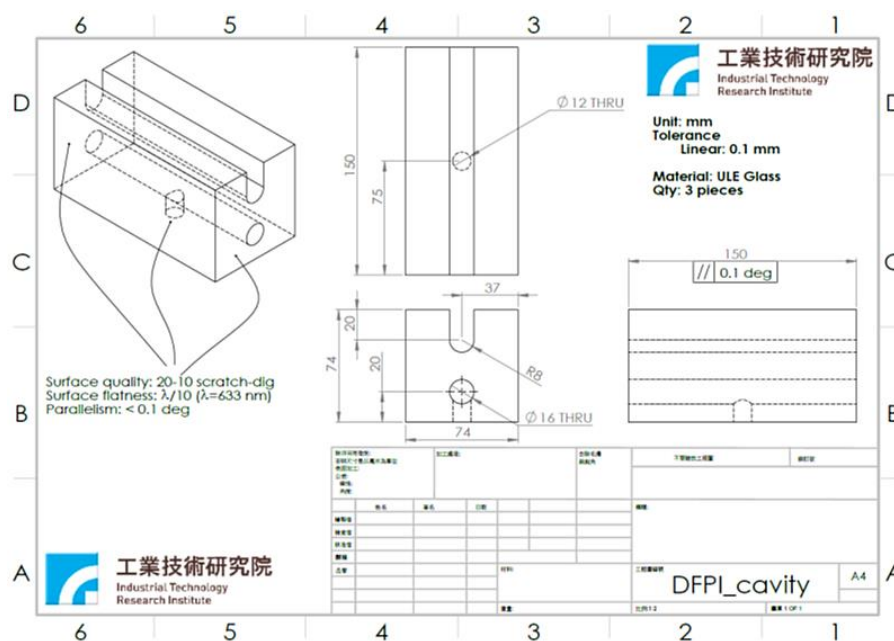


圖 3-1-3、雙 FPI 腔體設計圖

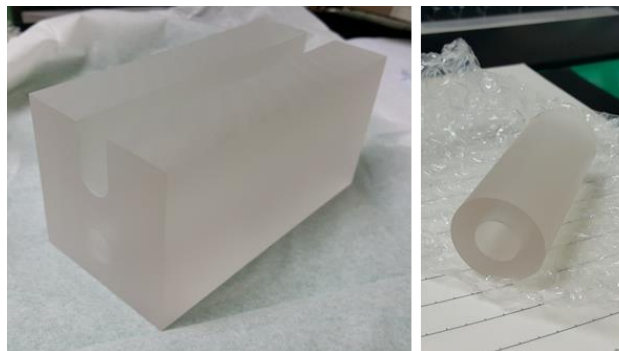
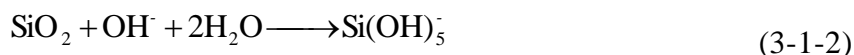


圖 3-1-4、ULE 玻璃加工完成之 FPI 腔體零件照片

在 FPI 干涉儀鏡面與腔體接合方面，研究團隊採用常用於太空探測光學系統組裝的氫氧化物催化鍵結(hydroxide-catalysis bonding, HCB)法，以確保鏡面與腔體之間接合機械強度與穩定度。以 HCB 所形成之鍵結本身結構與玻璃相似，所以 HCB 法組裝而成之 Fabry-Perot 干涉儀，其機械強度與一體成形之玻璃結構相當。此鍵結形成過程可由以下三個步驟描述：

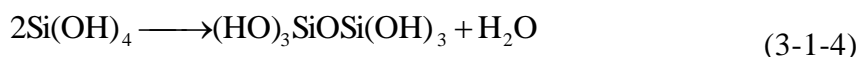
(1) 玻璃表面(二氧化矽)與鍵結溶液中氫氧根作用，產生矽離子；



(2) 當矽離子大量生成後，氫氧根數目下降，導致溶液之 pH 值下降，當 pH 值下降至 11 以下，矽離子開始解離，並形成 $\text{Si}(\text{OH})_4$ ；



(3) $\text{Si}(\text{OH})_4$ 分子可相互結合，並聚合產生矽氧烷與水



當接合面乾燥脫水後，剩餘之矽氧烷將成為鍵結分子，並提供接合所需之機械強度。本計畫所使用之鍵結溶液為矽酸鈉(Sodium silicate)溶液(俗稱水玻璃)與純水，以體積比 1:6 混合而成之溶液，接合可在 1 天後固化完成，最高強度在四週後達成。圖 3-1-5 為接合完成之光學組件。

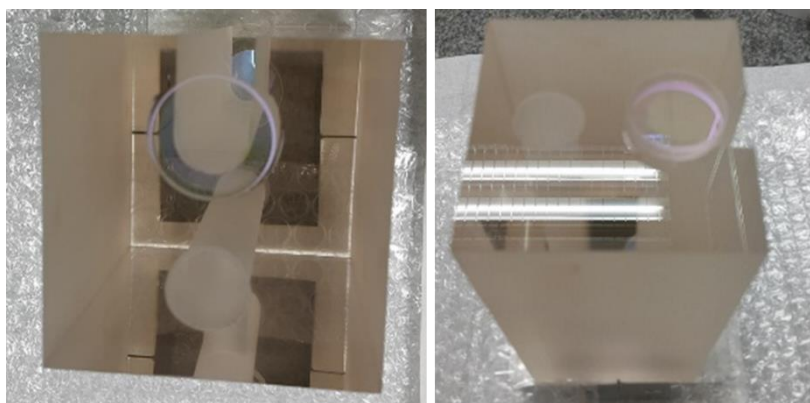


圖 3-1-5、HCB 法接合完成之光學組件

2. Fabry-Perot 干涉儀精細度量測

在 Fabry-Perot 干涉儀完成製作後，為了確認鏡面組裝準直程度與干涉儀精細度，研究團隊架設了如圖 3-1-6 之光學測試系統。波長 1064 nm 之 Nd:YAG 雷射首先通過

光學隔離器 OI，再經過配模透鏡 ML 使雷射與 FPI 之橫向模匹配以增加耦合率。Fabry-Perot 干涉儀入射光功率為 0.7 W，出射光功率為 0.083 W，光穿透率約為 11.85 %。由穿透率數值無法得知雷射是否共振在高精細度模態，精細度才是影響後續折射率量測之重要參數，精細度愈高表示光在兩面高反射鏡間來回之次數愈多，對稀薄氣體之折射率量測能有較高之靈敏度。傳統量測 Fabry-Perot 干涉儀精細度方法，以自由頻譜範圍(Free Spectral Range, FSR)與共振頻率線寬量測法為主，此方法適用於精細度較低，干涉儀鏡面可線性位移(或 FSR 較小)的干涉儀，對高精細度與 FSR 大之干涉儀較不適用。本計畫所發展之干涉儀長度約 15 cm，對應之 FSR 約為 1 GHz，雷射可調之頻率範圍僅達 ± 250 MHz，無法通過多個共振頻進行上述之傳統 FSR 與線寬比之量測方法。所以本計畫利用光頻掃過 FPI 共振頻產生的振盪衰減效應，進行精細度量測。當雷射光頻緩慢掃過 FPI 共振頻時，穿透光強度(Transmission)與調頻(Detuning)的變化為如圖 3-1-7 所示之 Airy 函數，共振頻左右兩側對稱。當雷射頻率快速掃過 FPI 共振頻時，穿透光強度對時間之變化將如圖 3-1-8 所示，此即稱為振盪衰減效應(Ring down effect)。根據文獻，此穿透光強度隨時間之震盪效應可由下式描述：

$$I_t(t) = \frac{I_i T^2}{4 R^2} \frac{\Omega_F}{\Omega} \exp\left[-\frac{\pi}{F} - 2\frac{\Omega_F}{\Omega} \frac{\phi_1(t)}{F}\right] \text{erfc}[\Lambda(t)]^2 \quad (3-1-5)$$

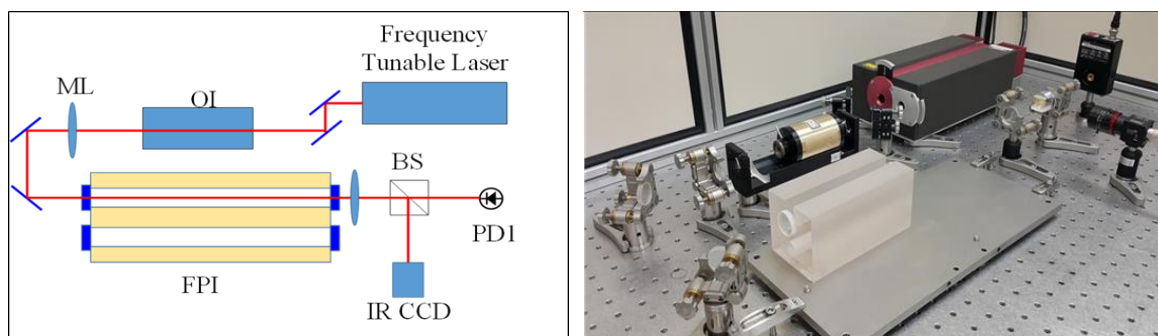


圖 3-1-6、Fabry-Perot 干涉儀測試光路

式中之參數 F 即為待測之干涉儀精細度。圖 3-1-8 顯示一組振盪衰減效應量測之數據與由式(3-1-5)為理論模型所得之精細度擬合結果。此測試共取了 12 組振盪衰減波形，所得之干涉儀精細度為 24200 ± 240 。此結果與高反射鏡面出廠規格之計算結果相當，說明了 Fabry-Perot 干涉儀 HCB 接合組裝流程並未污染鏡面，也確認鏡面之間之準直度符合當初設計。

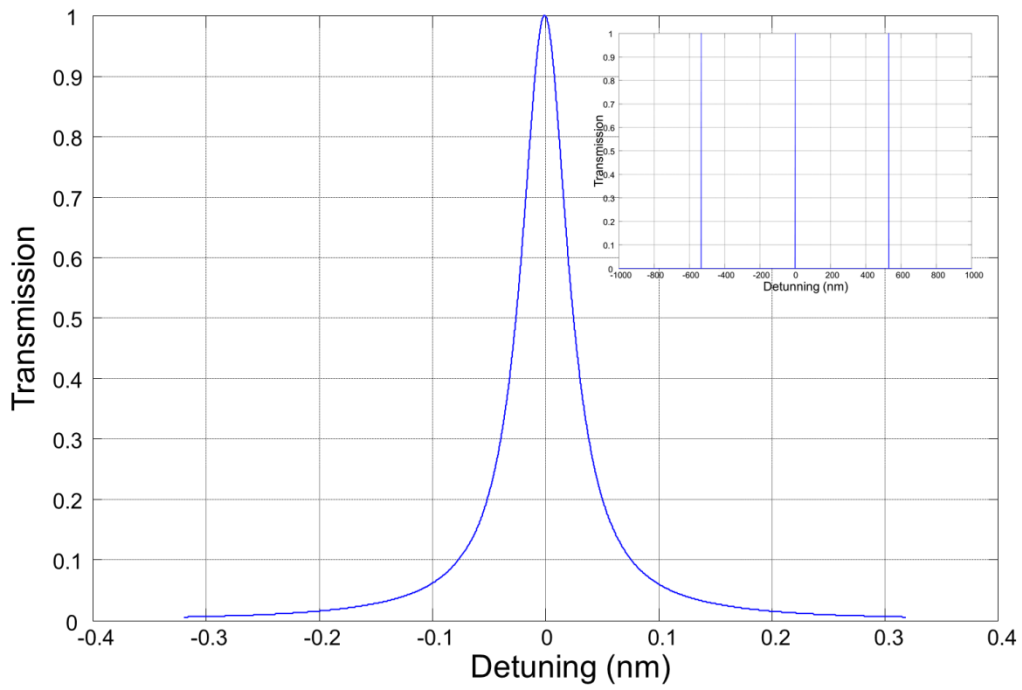


圖 3-1-7、Fabry-Perot 干涉儀穿透光之 Airy 函數

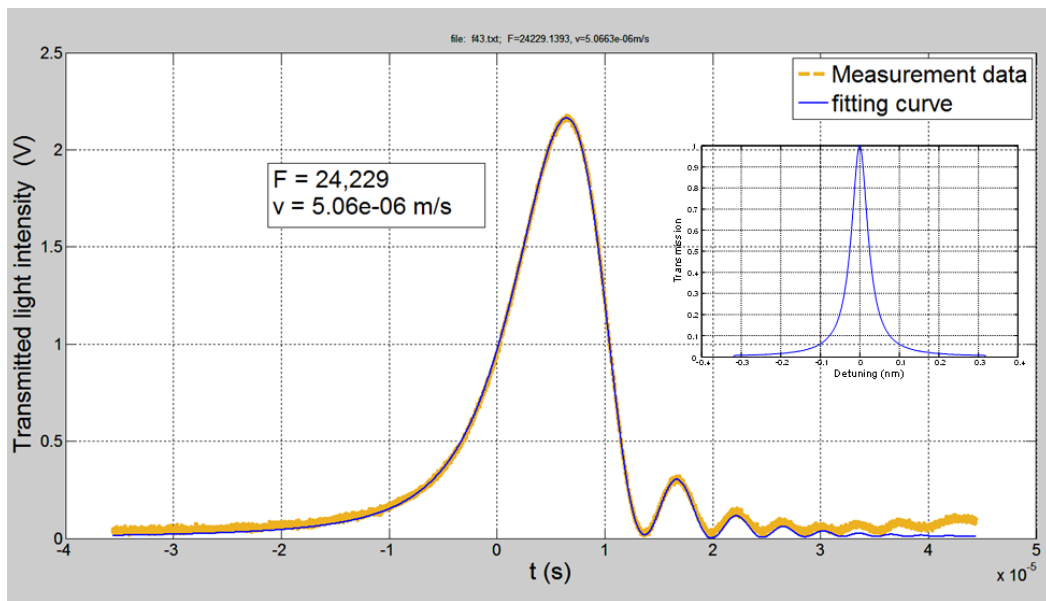


圖 3-1-8、振盪衰減效應(Ring down effect)量測與 Fabry-Perot 干涉儀精細度擬合

【技術創新】

- 法布利-培若干涉儀(Fabry-Perot Interferometer, FPI)共振腔測距技術：
與傳統外差式干涉儀累積相位差位移量測技術不同，FPI 本身就具備極高之光學基本解析度，且不需連續相位積分，即使光源被中斷，在光源恢復後仍能給出原有之位移或距離訊號。本計畫擬將此技術應用於高精密氣體折射率量測。

【突破之瓶頸】

- 成功以氫化合物催化鍵結法完成 ULE 玻璃與高反射鏡面之接合，並達成高度準直與高精細度之 Fabry-Perot 干涉儀製作。

【待改善之處】

- HCB 接合溶液之施加方式可更系統化，以確保接合溶液施加量與位置之一致性。

【後續工作構想與重點】

- 進行與真空腔體之組裝，測試 HCB 接合方法之氣密性。
- 完成雷射穩頻控制電路，並進行拍頻量測。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家/單位現況	NML 目前技術狀況	計畫執行完成狀況	市場需求狀況
光干涉式絕對壓力量測技術	<ul style="list-style-type: none">• 美國 NIST：自 2003 年開始發展以 Fabry-Perot Interferometer 為基礎之氣體折射率量測技術。目前可量測 100 Pa 至 180 kPa 之絕對壓力，並已完成此區間與 NIST 原級汞柱壓力計之比對實驗。後續將以氬氣為介質，完成無汞絕對壓力原級實現法。• 其他 NMIs 在絕對壓力實現目前仍仰賴汞柱壓力計或活塞壓力計，但兩者皆不符合未來 SI 重新定義之方向。	<ul style="list-style-type: none">• 本年度完成高穩定度 ULE 玻璃 Fabry-Perot 干涉儀設計與製作，達成干涉儀精細度為 24200。	<ul style="list-style-type: none">• 建立光干涉式氣體折射率量測技術，適用氣體壓力範圍在 100 Pa 至 100 kPa 之間，折射率量測相對重複性$\leq 0.01\%$。• 提供 NML 汞柱壓力計以外之絕對壓力實現方法。	以光干涉折射率技術為基礎，開發新型壓力感測器。

(二)、微共振腔多波長穩頻技術研究

【全程技術建立時程】

技術 指標 或 系 統 規 格	106 年度目標
	<ul style="list-style-type: none">• 建立高品質因子之微共振腔技術✓ 高品質因子(Q factor)之微共振腔 $Q > 10^8$✓ 微共振腔多波長鎖模後重複率線寬 < 200 kHz

【本年度目標】

- 完成高品質因子(Q factor)之微共振腔製作， $Q > 10^8$ 。
- 完成微共振腔之光梳鎖模，重複率線寬 < 200 kHz。

【執行成果】

為建立並掌握微共振腔多波長雷射之鎖模技術，研究團隊成功發展出高品質因子(Q factor)之微共振腔加工，與微共振腔多波長鎖模與其重複率線寬量測技術，本年度成果分別描述如下：

1. 高品質因子(Q factor)之微共振腔加工技術

為製作取得高品質因子的微共振腔，用以產生光固子態的鎖模光梳，研究團隊採用雷射加工熔融石英玻璃的方式，蝕刻出環形結構的共振腔。由前期可知需先將石英棒切削到約 $670 \mu\text{m}$ 並進行蝕刻微共振腔，而影響 Q 值主要來自於(a)切削時之移動平台橫向切削速度，(b)蝕刻時之兩刻痕間距與深度，(c)連續蝕刻次數，與(d)加工時之雷射焦點位置等參數；由於這些參數互為影響，因此需採用矩陣型參數最佳化，即先找到一個參數，並每次微調一項參數，接著量測光梳特性與 Q 值；當此參數達最佳化(Q 值最高或者於微波諧頻之拍頻頻譜雜訊最低)後，再著手改變下個參數，並微調此項參數，重複上述步驟逐一完成這幾項參數最佳化。圖 3-2-1 為矩陣型加工參數最佳化法之研究結果，可看到改變蝕刻時，兩刻痕間距(Δx)與深度(Δy)對於 Q 值有較大的影響。

Q 值	共振腔加工												
	轉台速度	speed setting		initial position		focus	Laser power		delta x	delta y	exposure time	times	
		x	y	x	y		duty cycle	frequency					
Q~1.4x10 ⁷	350	1000	300	11000	3565	-16.5	20	15000	72	640	5	15	FSR~94 GHz
Q~1.5x10 ⁷	350	1000	300	11000	3565	-16.5	20	15000	70	640	5	15	FSR~96 GHz
Q~1.4x10 ⁸	350	1000	300	11000	3565	-16.5	20	15000	70	660	5	15	FSR~108 GHz

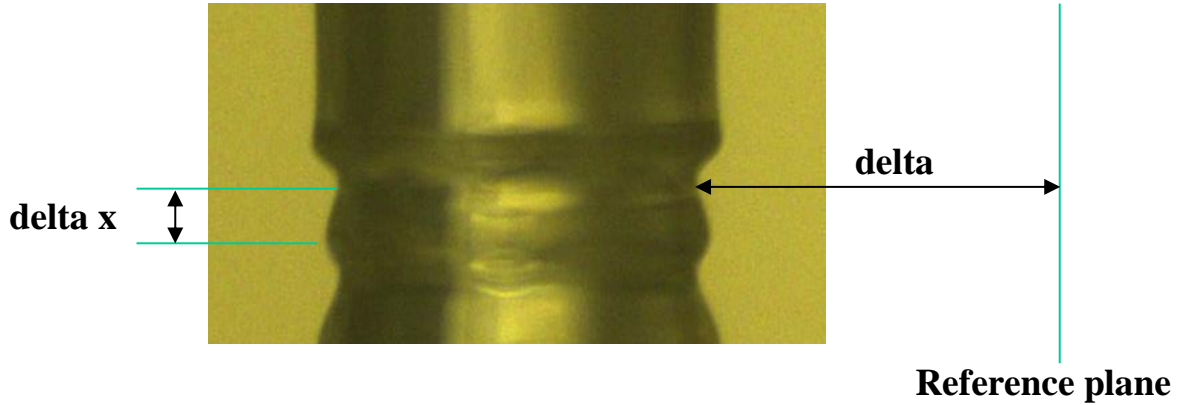


圖 3-2-1、雷射加工微共振腔參數最佳化法

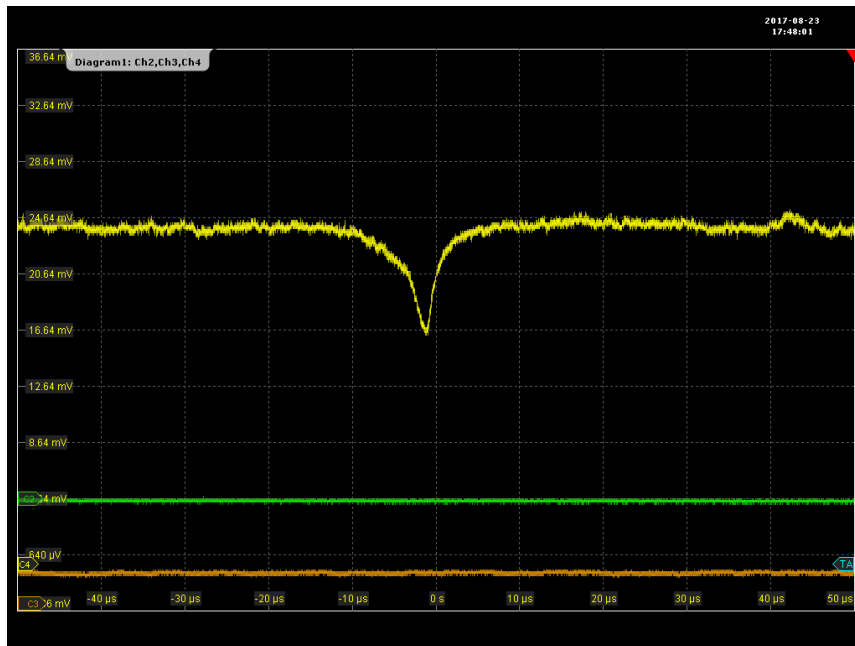


圖 3-2-2、掃描雷射波長經微共振腔之吸收曲線

將雷射激發功率降到 5 μW ，由錐形光纖耦合進微共振腔，接到光偵測器並以示波器量測訊號，當掃描(漸變)雷射波長，可得到吸收曲線(如圖 3-2-2 所示)。由其半高寬可經由公式($Q = \text{雷射頻率} / \text{吸收曲線半高寬}$)計算得 Q 值。量測 9 次吸收譜線半高寬，計算之 Q 值如圖 3-2-3 所示，可看到平均 Q 值達到 1.44×10^8 ，確認所製作之微共振腔已達到高品質要求。

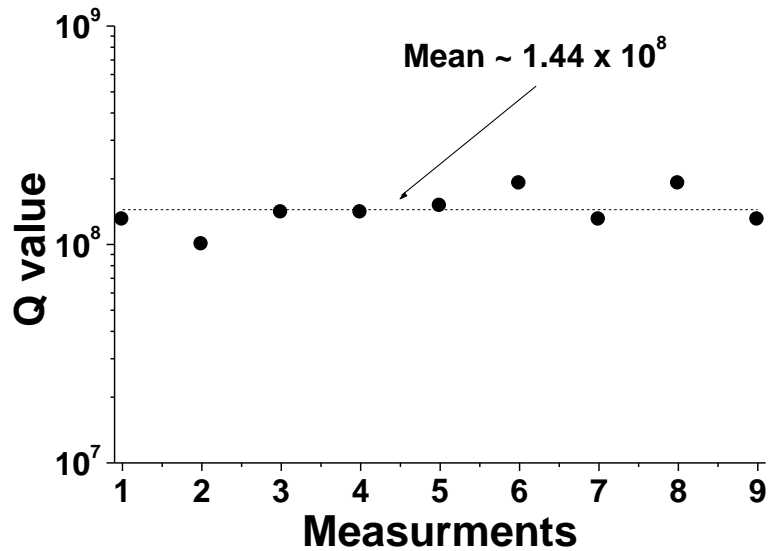


圖 3-2-3、量測 9 次微共振腔之 Q 值數據圖

2. 微共振腔多波長鎖模技術

為了找到低雜訊的光梳鎖模(或鎖相)區，先將高 Q 值的共振腔搭配雷射耦合共振腔參數，例如耦合位置(含縱向與橫向)、激發功率、偏極方向，並調整到適當之激發熱三角形波長，從而找到穩定的光梳，如圖 3-2-4 所示。

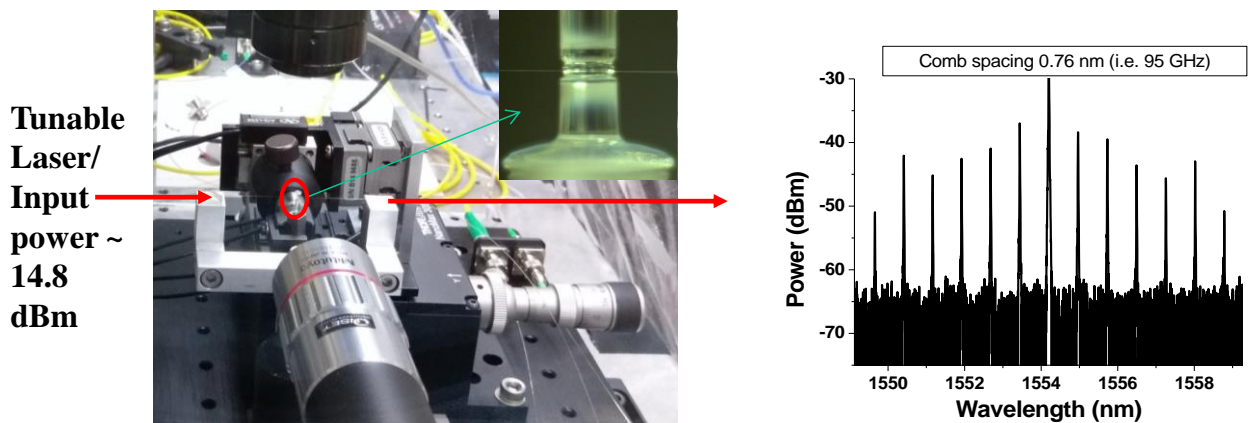


圖 3-2-4、雷射經錐形光纖耦合微共振腔產生穩定多波長光梳

接著調整耦合位置至光纖最細處附近，再掃描雷射波長觀察微共振腔之穿透曲線，最終可看到如圖 3-2-5 所示之較長時間穩定之平坦似安靜區。圖 3-2-5 左圖：掃描雷射波長觀察微共振腔之穿透曲線(上曲線為吸收線，下曲線為光梳訊號線)，右圖：雷射波長固定在左方圈圈所示之波長時，穿透率(上曲線)與光梳訊號(上曲線)隨時間之變化曲線。

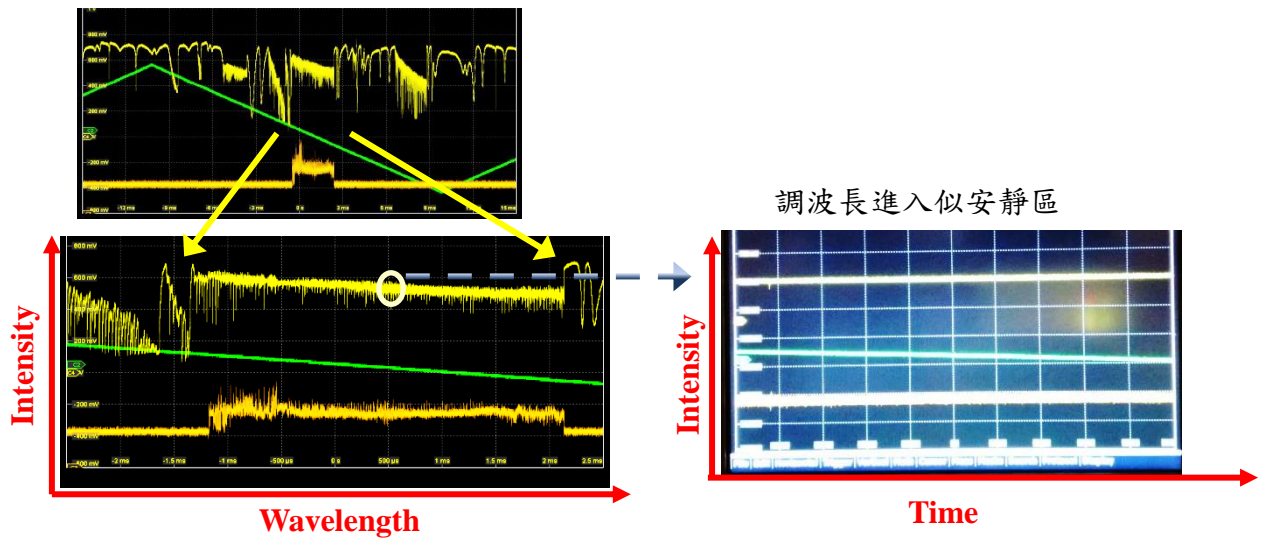


圖 3-2-5、微共振腔之穿透率變化曲線

為測試是否已達到鎖模態，將輸出經過後端的光功率放大，產生如圖 3-2-6 前級(摻鉕光纖)與後級(鉕鏡共摻光纖)放大之輸出光譜(a)與(b)，輸出功率放大到將近(-5 ~ -10) dBm，以自相關儀量測，結果如圖 3-2-6(c)示波器所示，可看到脈衝輸出，脈衝寬度 < 2 ps，證實其為鎖模態，確認完成多波長光梳鎖模測試。

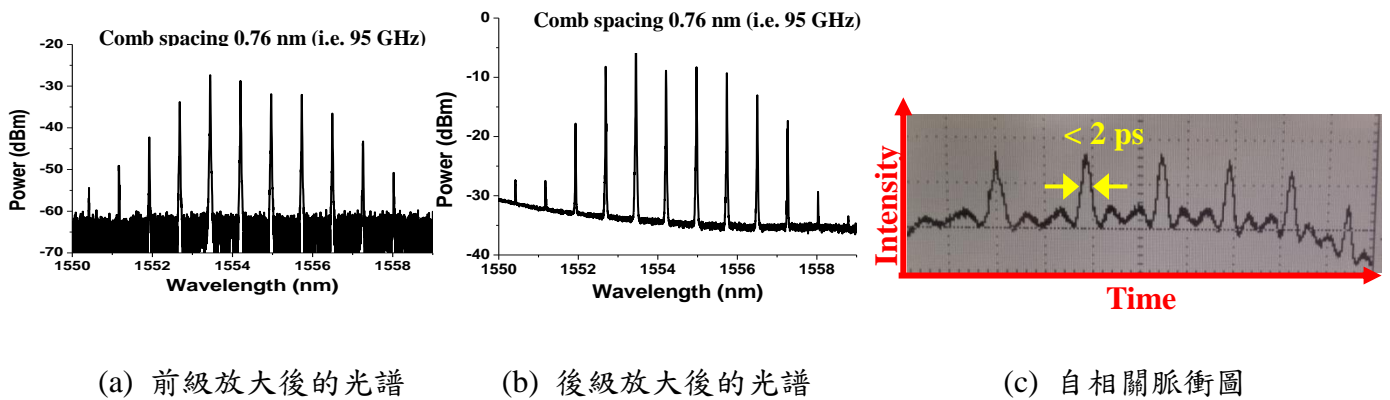


圖 3-2-6、將光纖耦合微共振腔產生的光梳光譜

為了產生穩定、可攜式而且無須調整激發波長的多波長雷射，利用雙錐形光纖耦合微共振腔，並搭配腔外的增益介質產生雷射的方式來產生多波長光梳，如圖 3-2-7 所示，整體大小約 40 cm × 30 cm × 8 cm。

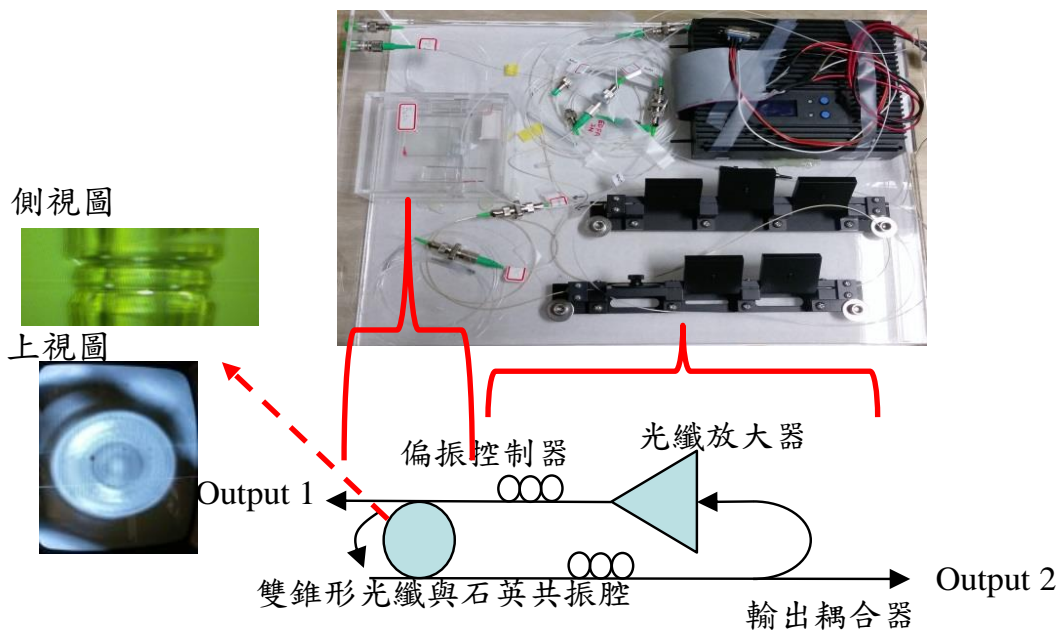


圖 3-2-7、多波長光梳產生之示意圖與實體圖

其中，在雙錐形光纖與微共振腔之固定方面，參考國外的間接膠黏方式，將雙錐形光纖與微共振腔分別固定於玻璃板上，再將這些玻璃板以 UV 膠固定，完成雙錐形光纖與微共振腔之間接膠黏封裝，如圖 3-2-8 所示，大小僅約 10 cm × 9 cm × 4 cm。

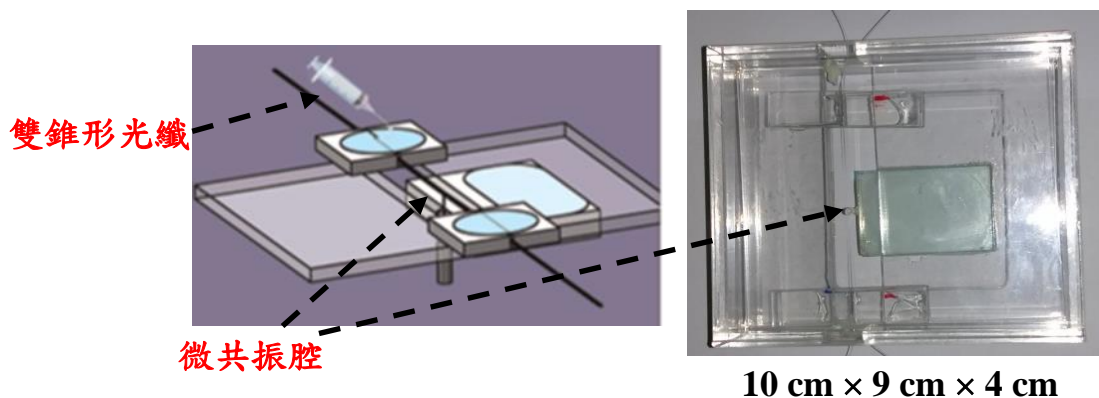


圖 3-2-8、雙錐形光纖與微共振腔之間接膠黏封裝示意圖與實體圖

經適當調整雷射腔內偏振器，並將光纖放大器之激發功率提高到 700 mW 以上，可產生高功率之多波長光梳，經自相關儀後可量到脈衝寬度約 2.5 ps，如圖 3-2-9 所示。

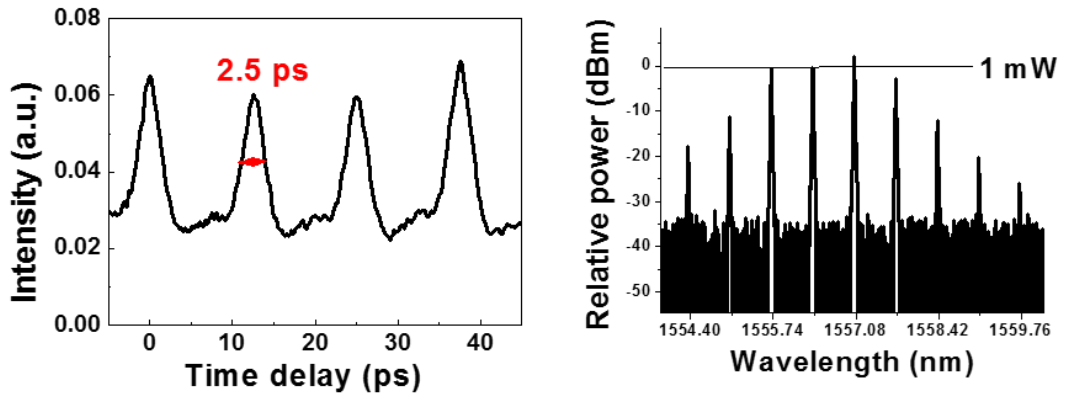


圖 3-2-9、雙錐形光纖耦合微共振腔雷射輸出之(a)多波長與(b)鎖模脈衝圖

3. 微共振腔多波長重複率線寬量測技術

將雷射耦合微共振腔產生的多波長光梳(假設為~100 GHz)經電光調制器(以 33 GHz 頻率驅動)調制後產生旁模，如圖 3-2-10 所示，再將每個光梳產生的旁模之間互相拍頻產生低頻訊號(~ 1 GHz)，如此便可藉由一般低頻頻譜分析儀量測。拍頻(beat note)之線寬可視為微光梳重複率的頻率擾動量，系統示意如圖 3-2-11 所示。

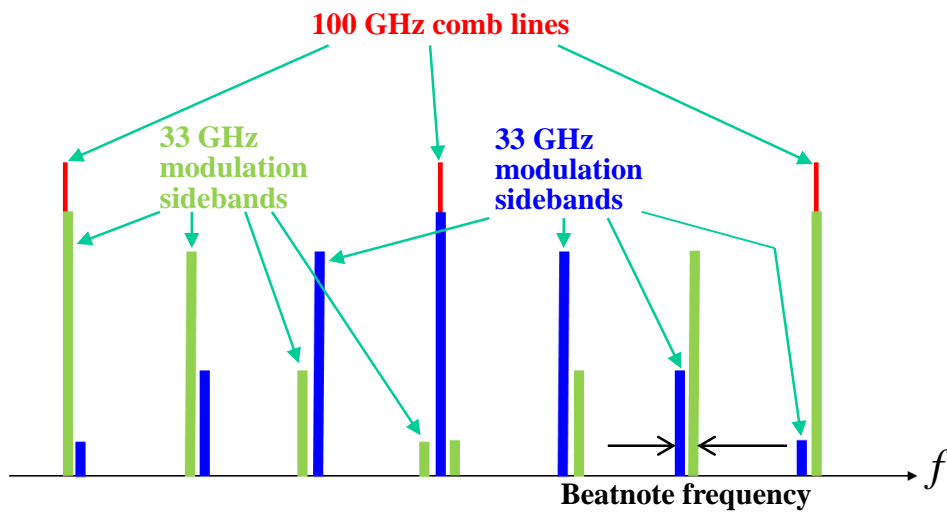


圖 3-2-10、旁模間之拍頻示意圖

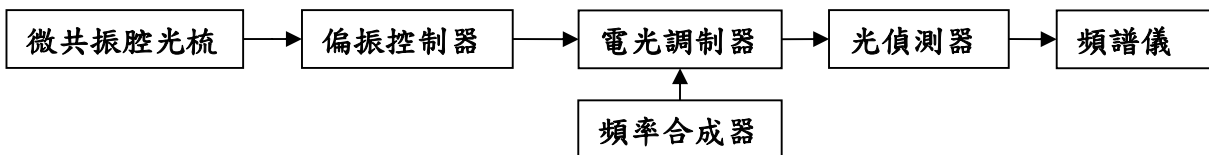


圖 3-2-11、微共振腔多波長光梳之重複率線寬量測系統示意圖

將單錐形光纖耦合微共振腔及雙錐形光纖耦合微共振腔所產生的鎖模光梳分別打進此系統(上圖：將雷射經單錐形光纖耦合微共振腔，下圖：雙錐形光纖耦合微共振

腔所產生的鎖模光梳)，可看到如圖 3-2-12 之拍頻頻譜圖(左)，細看其頻譜(右)半高寬分別約 15 kHz 與 18 kHz。

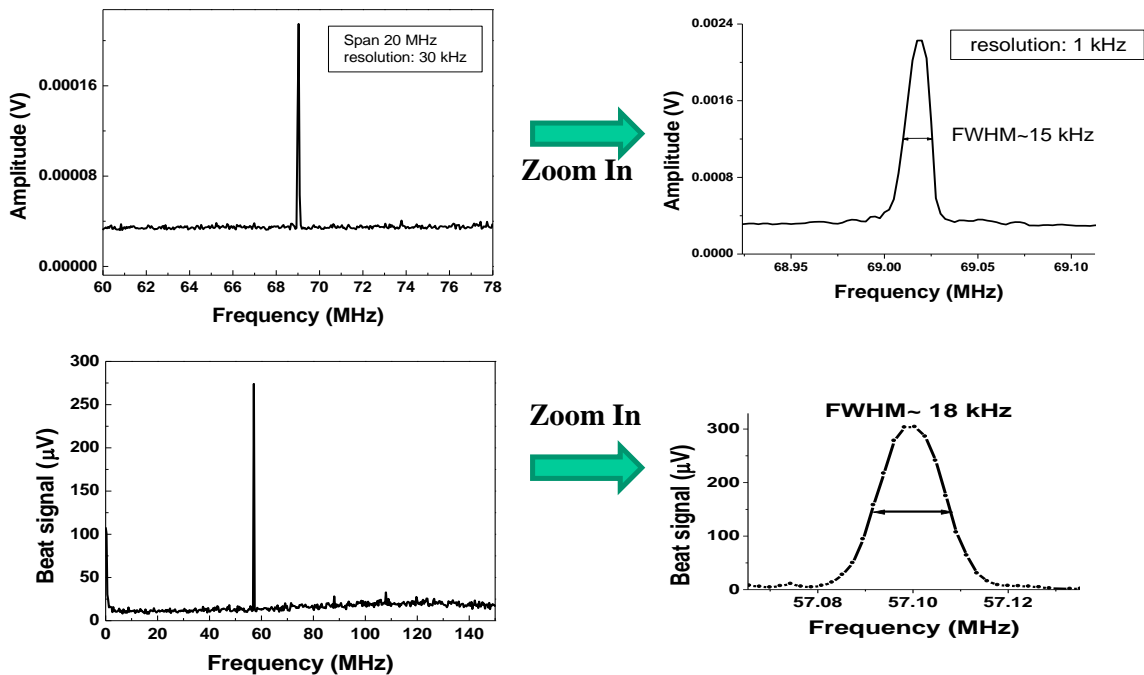


圖 3-2-12、鎖模光梳經電光調制器產生的拍頻頻譜圖

【技術創新】

- 改善單錐形光纖需要花時間連續調整激發波長與最佳化耦合位置之耦合方式，以雙錐形光纖將雷射耦合進微共振腔，並搭配外腔增益介質迴授方式產生鎖模多波長雷射，使對位耦合膠黏之誤差容許度增大，易於成為可攜式裝置。
- 與半導體微共振腔雷射比較，本技術以石英玻璃取代須要花長時間與經費開發的半導體製程，並以UV膠將錐形光纖與石英微共振腔間接膠黏於玻璃基座上，避免以光纖耦合入半導體晶片所產生的插入損耗，提高功率。

【突破之瓶頸】

- 利用雙錐形光纖耦合微共振腔搭配外腔增益介質，產生鎖模多波長雷射，克服需要花時間連續調整激發波長與尋找最佳化耦合位置之技術瓶頸。
- 利用調整耦合位置於光纖最細處附近，觀察掃描雷射波長時微共振腔之穿透曲線，藉由尋找較長時間穩定之平坦似安靜區，找到鎖模之窄重複率線寬光梳。

【待改善之處】

- 目前產生的光梳受限於產生的根數與功率間的互相影響(trade-off)，未來可利用調整耦合輸出率與提高激發功率的方式，達到較高的輸出功率與較多的光梳根數。

【後續工作構想與重點】

- 尋找最佳的耦合方式產生穩定與更低閾值的光梳；
- 以光學透鏡補償法加工更短的微共振腔以達到20 nm光梳間距，可利於低成本之分波多工應用；
- 搭配低成本後端調制器(例如矽光子晶片)，可縮短商品化研發時程。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家/單位現況	NML 執行計畫前技術狀況	計畫執行完成狀況	市場需求狀況
雷射耦合微共振腔之光梳產生技術	<ul style="list-style-type: none"> • 瑞士光量子量測實驗室(LPQM)：以 DUV 製作 Si₃N₄ 微共振腔 (Q=10⁶)，以單通道耦合法，可產生 >150 根低雜訊光梳(~100 GHz)，最高功率約-15 dBm，激發功率約 3.2 W。 • 交大光電所：以 DUV 製作 SOI 微共振腔 (Q=4×10⁴)，以雙通道耦合搭配腔外增益法，可產生 >10 根鎖模(脈衝寬度約 2.9 ps)光梳(~110 GHz)，最高功率約-25 dBm，激發功率約 300 mW。 • 美國 NIST：以雷射製作石英微共振腔 (Q=2×10⁸)，以單通道耦合法，可產生 >150 根低雜訊光梳(~300 GHz)，最高功率約-5 dBm，激發功率約 100 mW。 	<ul style="list-style-type: none"> • 以雷射製作石英微共振腔，Q=1×10⁷ • 可產生>8 根光梳(~100 GHz) • 最高功率約-10 dBm • 激發功率約>100 mW 	<ul style="list-style-type: none"> • 以雷射製作石英微共振腔，Q=1.44×10⁸ • 以雙通道耦合搭配腔外增益法，可產生 >8 根低雜訊(重複率線寬約 18 kHz) 之鎖模(脈衝寬度約 2.5 ps)光梳(~100 GHz) 	光通訊或光載無線通訊產業 DWDM 光通道頻率標準及頻率源，目前最常見的 DWDM 頻率間距規格為 100 GHz，功率為 mW 等級。

(三)、光梳 5G RoF 及光通訊雷射源技術研究

【全程技術建立時程】

	106 年度目標		107 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 GHz 飛秒摻鉍光纖雷射製作： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 重複率：1 GHz ✓ 功率：> 1 mW ✓ 光譜擴展至涵蓋八度光頻寬度(1100 ~ 2200) nm，功率 > 300 mW 		<ul style="list-style-type: none"> • 完成 5G RoF 毫米波源產生： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 光梳拍頻產生(10 ~ 70) GHz 單一頻率之毫米波：功率 > -30 dBm • 完成 DWDM 光通訊雷射源： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 重複率 25 GHz ✓ 涵蓋 DWDM 光通訊 S、C、L 頻帶(1490 ~ 1610) nm ✓ 功率 > 200 mW

【本年度目標】

- GHz 重複率飛秒光纖雷射光梳製作
重複率：1 GHz，功率：> 1 mW
- 光纖功率放大器製作及脈衝壓縮
功率 > 500 mW，脈衝 < 100 fs
- 光譜擴展：涵蓋八度光頻寬度(1100 ~ 2200) nm

【執行成果】

1. 1 GHz 重複率飛秒光纖雷射光梳製作

雷射振盪器採用環形共振腔的設計如圖 3-3-1 所示，980 nm 二極體雷射經由分波多工器(WDM)直接耦合到摻鉍光纖，與傳統作法不同的是，分波多工器中的共同埠(Common port)直接由摻鉍光纖來製作，以增加摻鉍光纖的長度，摻鉍光纖的長度為 15 公分。腔內有一個光隔離器，讓雷射光僅能在單一方向傳播，雷射光經由偏極分光鏡反射之後，經過一個四分之一波片，然後由透鏡聚焦到半導體飽和吸收鏡。反射光經過四分之一波片後可以通過偏極分光鏡，雷射是由半導體飽和吸收鏡(SESAM)來啟動鎖模。SESAM 的飽和吸收類似二能階原子的吸收，由於激發態原子的數目最多只會和基態一樣多，因此強光時吸收便會飽和強度反而變弱，這樣的飽和吸收效應是產生鎖模雷射的基本要件。光隔離器出口前方的四分之一波片($\lambda/4$)讓打入光纖的雷射光是橢圓偏極，利用光纖的非線性偏極旋轉效應有助於壓縮雷射脈衝，分波多工器前方的二分之一($\lambda/2$)波片和四分之一波片則是補償光纖的殘餘雙折射以及調整雷射光的輸出比例。雷射腔內有一個壓電致動器(PZT)拉扯光纖可以調控雷射的重複率，藉由調整偏極分光鏡右方及下方的

波片可以達到鎖模產生 1 GHz 的雷射脈衝，光譜寬度為 4 nm，平均輸出功率約 4 mW。圖 3-3-2(a)是鎖模之後的電訊號頻譜，1 GHz 的重複率訊號訊噪比有 65 dB (在 100 kHz 解析頻寬)。圖 3-3-2(b)是鎖模的光譜，光譜上顯示有干涉的條紋，這個條紋的產生是因為在雷射主脈衝後面還有一個小脈衝存在，這個小脈衝可能是雷射腔內某個元件的反射所造成，目前還不清楚是由哪裡產生的。

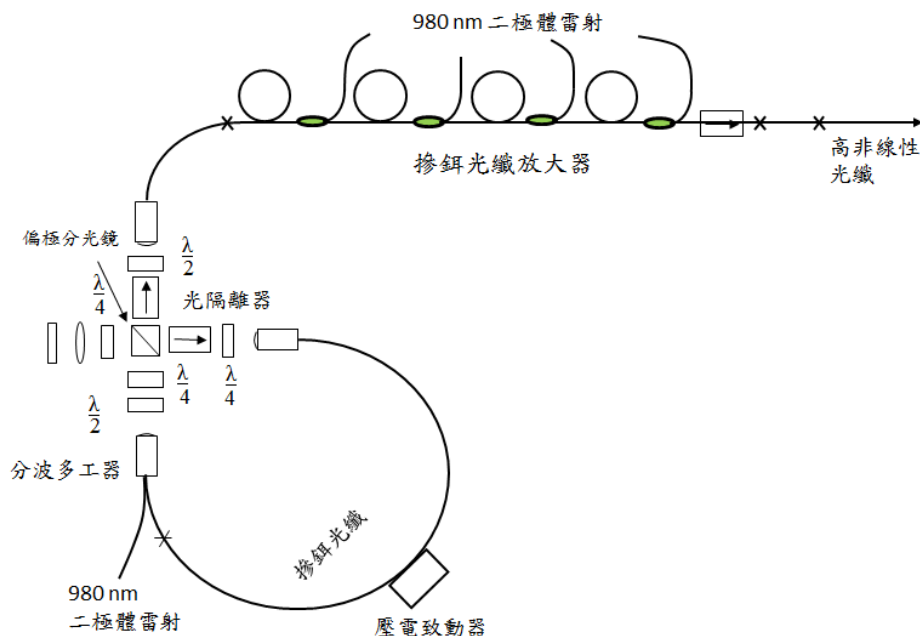


圖 3-3-1、GHz 重複率飛秒光纖雷射光梳的架構

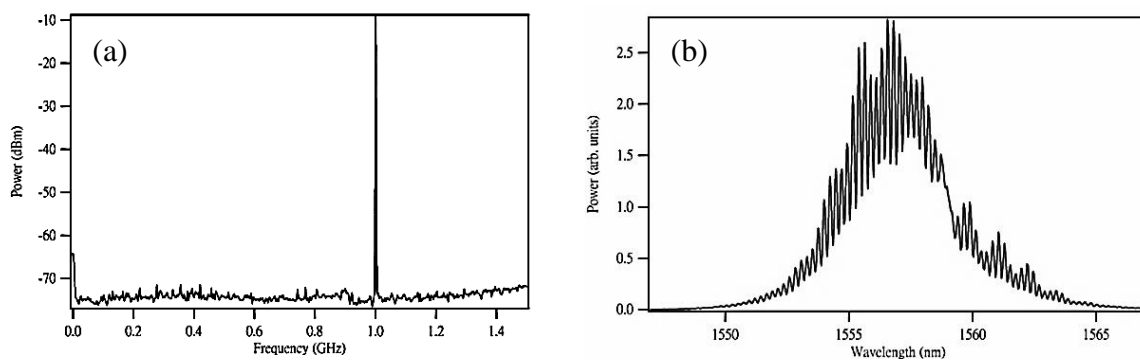


圖 3-3-2、(a)鎖模之後的電訊號頻譜(100 kHz 解析頻寬)(b)鎖模之後的光譜

環形共振腔相較於線性共振腔的好處是 980 nm 泵浦光會被光隔離器(isolator)所阻隔，不會照射到半導體飽和吸收鏡(SESAM)，可以避免 SESAM 被泵浦光打壞。目前全世界僅有兩個研究團隊曾發表過八度光頻寬光譜的 1 GHz 光纖雷射光梳，分別是美國麻省理工學院(MIT)Kärtner 教授和美國的 IMRA 公司，都採用線性腔的架構。麻省理工學院(MIT)Kärtner 教授 2010 年於雷射與光電國際聯合會議(Conference on Lasers and Electro-Optics, CLEO)研討會所發表的 1 GHz 摻鉕光纖雷射光梳，由於是線性共振腔，殘餘沒有被吸收的 980 nm 泵浦光會照射到 SESAM 上，需要在 SESAM 表面特殊設計高反

射 980 nm 雷射光以降低泵浦光的破壞，一般市售的 SESAM 並無此功能。因此 NML 採用環形共振腔的設計，以避免無法取得需要特殊設計的 SESAM。此外他們也需要使用較龐大的 10 W 拉曼光纖雷射來泵浦光纖放大器以產生八度光頻寬的超連續光譜。

美國 IMRA 公司 2009 年於 CLEO 研討會所發表的 1 GHz 摻鏡光纖雷射光梳，由於摻鏡光纖對 976 nm 泵浦光的吸收遠大於摻鉍光纖，因此摻鏡光纖雷射沒有殘餘泵浦光破壞 SESAM 的問題，不需要特殊設計的 SESAM，但需要高濃度的摻鏡光纖。相較於摻鉍光纖雷射光梳，摻鏡光纖雷射光梳比較無法做到全光纖連結，主要是因為摻鏡光纖雷射的波長在(1.03~1.1) μm ，在這個波段、一般單模光纖的色散是正的，因此需要用光柵和反射鏡等塊狀光學元件來壓縮脈衝，因此不易做到堅固、小型的全光纖連結。

雖然這兩個機構已經發表過能產生八度光頻寬光譜的光纖雷射光梳，但是到目前為止，市場上還沒有自參考穩頻的 1 GHz 光纖雷射光梳在販售，NML 所研發的 1 GHz 自參考光纖雷射光梳是目前市場上最高的重複率。但是 1 GHz 間距的光梳目前還沒有技術可以解析出每一支光梳，文獻已有報導利用虛像相位陣列(VIPA)和光柵的組合，可以解析出 1 GHz 的鈦藍寶石雷射光梳(中心波長為 800 nm) [Phys. Rev. Lett., 108, 183901, (2012)]。NML 下一年度將嘗試 VIPA 和光柵的組合來解析光纖光梳，以應用在光通訊、絕對測距和分子光譜量測等方面的研究。

2. 光纖功率放大器製作及脈衝壓縮

雷射輸出經由光隔離器後耦合到保偏光纖中，一個二分之一波片調整雷射的偏極與保偏光纖的慢軸一致，4 級摻鉍光纖放大器用來放大雷射的功率，如圖 3-3-1 所示。每一級光纖放大器的摻鉍光纖長度約為 120 公分，相較於 MIT 使用較昂貴的拉曼光纖雷射當泵浦雷射，我們使用 980 nm 泵浦二極體雷射，每一顆最大輸出功率是 950 mW，泵浦雷射經由分波多工元件耦合到摻鉍光纖中，經由 4 級放大後脈衝雷射的平均功率為 513 mW。功率放大之後的脈衝利用單模光纖來壓縮其脈衝寬度，脈衝寬度由自動相關儀 (autocorrelator) 來量測，一開始先熔接一段較長的單模光纖，藉由逐漸剪裁單模光纖的長度，可以將脈衝壓縮到最短的寬度。圖 3-3-3 是經過各級光纖放大器放大及壓縮之後的光譜及自動相關信號 (autocorrelation signal)，實際的脈衝寬度是將自動相關信號的半高全寬的寬度除以 1.414，經由 4 級放大與壓縮後脈衝寬度可達 90 fs。相較於 MIT 使用 10 W 的拉曼光纖雷射，我們使用半導體雷射的總功率約 4 W 的泵浦光功率就可以達到產生八度光頻寬光譜。未來如果能在雷射振盪器的製作上改進，有機會只用 1 或 2 顆半導體雷射就可能達到八度光頻寬的光譜。

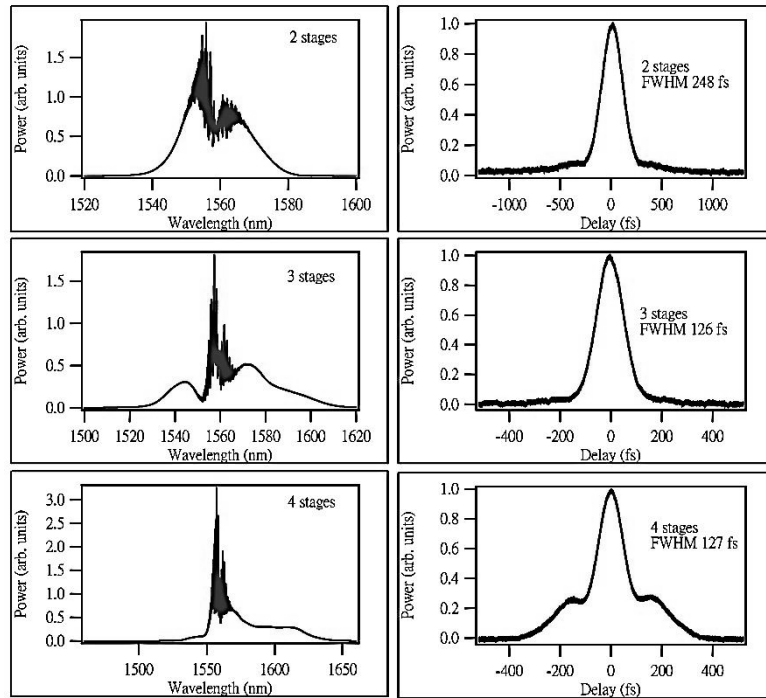


圖 3-3-3、經過各級光纖放大器放大及壓縮之後的光譜（左邊）及自動相關信號（右邊）

3. 光譜擴展

壓縮脈衝的單模光纖後面熔接到高非線性光纖來擴展光梳的光譜，高非線性光纖的長度約 60 公分，藉由光纖的自相位調變(self phase modulation)、四波混頻(four wave mixing)、以及拉曼(Raman)等效應可以將光譜擴展到八度光頻寬。圖 3-3-4 顯示經由高非線性光纖產生的超連續光譜涵蓋八度光頻寬(1100~2200) nm，光譜的總功率為 350 mW。由於高非線性光纖的纖核直徑只有 3.9 μm 而且構造特殊，一般光纖的纖核直徑有 8 μm ，因此熔接的耗損比一般光纖大得多。下一階段將完成 f-2f 的架設偵測偏差頻率及穩頻以及發展相關應用研究。

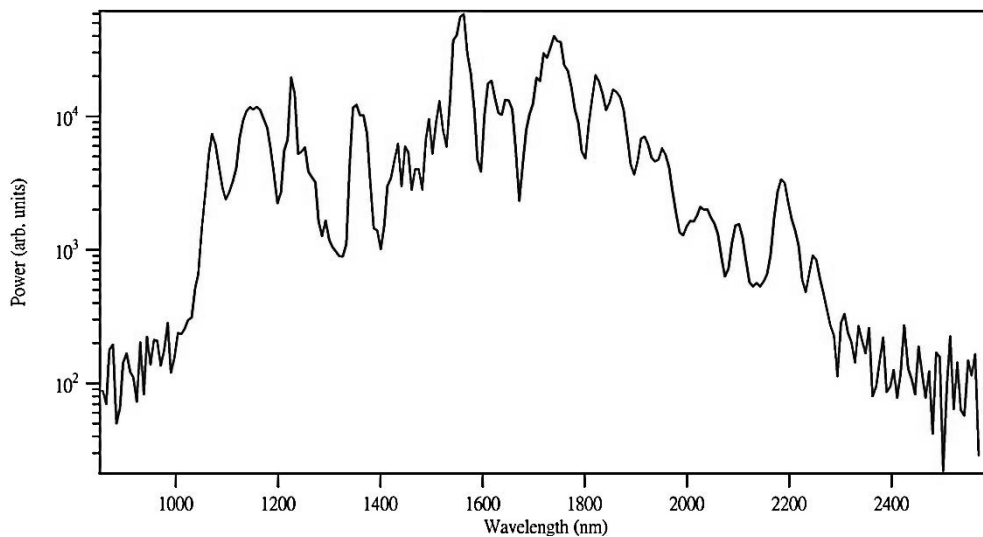


圖 3-3-4、高非線性光纖產生的八度光頻寬超連續光譜

【技術創新】

- 以摻鉀光纖製作分波多工器的共同埠，將泵浦雷射在分波多工器中就耦合進摻鉀光纖。
- 國際上領先以環形共振腔產生1 GHz 重複率鎖模摻鉀光纖雷射。

【突破之瓶頸】

- 將1 GHz重複率的飛秒光纖雷射光譜擴展至八度光頻寬的超連續光譜。

【待改善之處】

- 雷射振盪器輸出光譜有干涉條紋存在，顯示除了主脈衝之外，還有另外一個小脈衝緊跟在後，可能雷射腔內部有那個元件有較大的反射所造成，有待改進。
- 雷射振盪器輸出的功率及光譜寬度仍然不夠高、不夠寬，因此會需要用到4級的光纖功率放大器，如能改用磷基底的摻鉀光纖來做雷射振盪器，有機會用兩級甚至1級放大就可以得到八度光頻寬的光譜。

【後續工作構想與重點】

- 完成f-2f偵測偏差頻率及穩頻。
- 解析出每一支光梳，利用兩支光梳產生毫米波實現5G RoF的概念。
- 用濾波器過濾光梳產生DWDM光通訊用雷射源。

【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家/單位現況	NML 目前技術狀況	計畫執行完成狀況	市場需求狀況
1 GHz 重複率飛秒摻鉀光纖雷射光梳	•美國麻省理工學院 Kärtner 於 2010 年發表 1 GHz 重複率飛秒光纖雷射光梳，光譜展寬至八度光頻寬，但未有穩頻結果發表。	•完成 1GHz 重複率飛秒摻鉀光纖雷射光梳，光譜擴展至八度光頻寬。	•可完成自參考穩頻的 1 GHz 飛秒摻鉀光纖雷射光梳。	市場上尚無自參考穩頻的 1 GHz 光纖雷射光梳，學術研究領域需要高重複率光梳以應用在光頻量測、絕對測距、光譜量測。GHz 間距的光梳可以加速這些領域的產出高附加價值的商用儀器。此外，應用於未來光通訊領域，可取代現有 DFB 半導體雷射。

【分項結論】：

1. 本分項 106 年度執行三個子項工作，包括：光干涉式絕對壓力實現方法研究、微共振腔多波長穩頻量測技術及光梳 5G RoF 及光通訊雷射源技術，各子項皆完成計畫目標所訂之各項指標。
2. 於光干涉式絕對壓力量測技術，完成具雙光學共振腔之法布利-培若干涉儀 (Fabry-Perot Interferometer, FPI) 之高穩定度共振腔設計及製作。腔體採用超低膨脹 (ULE) 玻璃製作，高反射鏡面與 ULE 玻璃接合採用氫氧化物催化鍵結，以確保接合具高機械強度與穩定度。並以衰盪效應 (ring down effect) 及理論模型之曲線擬合，計算出共振腔之精細度為 (24200 ± 240) 。
3. 於微共振腔多波長穩頻技術，延續 105 年度之工作，完成雷射加工微共振腔參數最佳化，以錐形光纖將波長可調雷射耦合進微共振腔，可產生重複率約 95 GHz 之多波長鎖模脈衝，其重複率線寬約 15 kHz。並以吸收光譜法量測共振腔，其 Q 值可達 1.44×10^8 。並利用雙錐形光纖耦合微共振腔，搭配腔外增益介質產生雷射的方式產生多波長光梳，經 4 km 光纖傳輸後，其誤差向量值 (EVM) $< 2\%$ ，符合光通訊之要求 (EVM $< 2.5\%$)。
4. 於光梳 5G RoF 及光通訊雷射源技術，以短環形光纖雷射並整合單模二極體雷射幫浦光纖放大器及半導體飽和吸收鏡 (SESAM) 自啟動鎖模技術，完成重複率 1 GHz 之鎖模光纖雷射。經摻鉍光纖放大器放大，功率可達 513 mW，並藉由光纖自相位調變、四波混頻及拉曼等效應，將光譜擴展到八度光頻寬 (約 1100 nm 至 2200 nm)，功率可達 350 mW。

四、法定計量技術發展分項

(一)、新版電子式非自動衡器型式認證作業要點草案研究

非自動衡器的檢測技術在國際上屬於一項成熟穩定的技術，其所對應的國際規範 OIML R76 即為各國衡器法定計量要求及檢測技術建立的基礎，在世界各國獲得廣泛的認可，因此在歐洲和其他國家皆依據國際法定計量組織 OIML 之 R76 訂定各國非自動衡器的計量標準，如歐洲 EN 45501 標準即基於 OIML R76 訂定非自動衡器的測試標準；歐盟 WELMEC 組織為建立統一和一致性的歐洲法定計量管理方法，則依據 EN 45501 及 OIML R76 訂定了衡器法定計量的相關指引。

我國現行「非自動衡器型式認證技術規範」CNPA 76 係依 OIML R76:1992 訂定，而 OIML R76 已於 2006 年改版，在國際上實施多年，我國現行規範早已不符合衡器市場的需求，故在各界有共識前提下，逐步推動新版 OIML R76:2006 型式認證工作，進行我國電子式非自動衡器型式認證法規的改版。此改版研究為三年計畫，本年度工作係依據 104 年荷重元模組認證部份之法規相容性測試研究，以及 105 年 OIML R76:2006 「電子衡器附加測試」部份之差異調和與法規相容性測試研究的結果，進行國內電子式非自動衡器型式認證作業要點改版草案之研究。

作業要點改版研究方向以 OIML R76:2006 之非自動衡器型式認證測試要求，納入「模組」及「家族」概念於型式認證範疇中，並考量國內衡器廠商需求與衡器市場生存與發展，進行拜訪相關衡器商、舉辦專家座談會及法規調合相容性研究，將結論整合以修訂「電子式非自動衡器型式認證作業要點」草案，提供經濟部標準檢驗局法規改版參考。

【本年度目標】

- 完成國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相容性研究。
- 完成「電子式非自動衡器型式認證作業要點」修正草案。
- 舉辦專家座談會，邀約國內專家針對規範建議草案進行討論。
- 針對標準檢驗局及各分局辦理技術分享座談會。

【執行成果】

1. 完成國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相容性研究報告

我國現行電子式非自動衡器型式認證採用整機方式進行測試，衡器製造商於型式認證新申請或變更型式時皆須經過審查及相關測試，當衡器商申請衡器之型式多樣但重要組件卻相同時，將形成相同的測試增加，因此造成衡器商成本增加。國際規範 OIML R76 於 2006 年納入的家族(family)概念，目的即是為了減少型式認證的測試要求。除此之外，規範中非自動衡器由各種模組(module)組合而成，可對各模組單獨執行測試評估，通過

衡器模組認證的模組可自由組合搭配成整機衡器，在實務運用上增加衡器設計的靈活度，滿足對衡器市場上的變化與需求，對廠商而言是一大福音。唯國內衡器產業規模不大，面對大陸低價衡器進口競爭，我國非自動衡器型式認證該如何滿足國際規範要求又不造成廠商負擔，是一項重要研究課題，以下即分別說明非自動衡器型式認證納入模組及家族認證方案的可行性。

(1) 整機認證與模組認證

在 OIML R76:2006 規範中描述，衡器分為整機認證及模組認證二種途徑，其非自動衡器(Non-automatic weighing instruments：以下簡稱 NAWI)型式認證方案的二個途徑示意圖，如圖 4-1-1 所示。

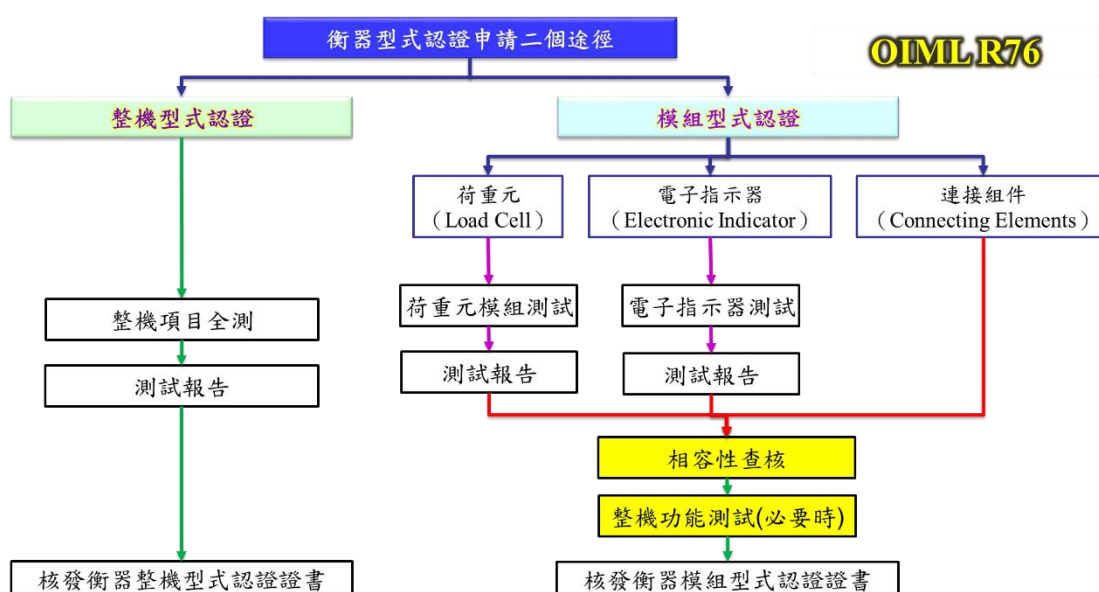


圖 4-1-1、OIML R76 申請非自動衡器(NAWI)型式認證的途徑

由圖 4-1-1 可知，NAWI 以整機新型式申請型式認證，需執行整機所有測試項目後出具整機的測試報告；而另一途徑以模組認證方式申請型式認證，則衡器各別模組單獨執行測試，接著再進行模組與 NAWI 的相容性查核及必要的 NAWI 功能測試。此二種申請途徑由廠商自行選擇，再由權責機關或型式認證指定機構做測試判定。

a. 衡器結構與模組

NAWI 的模組分類由衡器的結構而來，NAWI 無論是國產電子天平，進口電子天平，精度高或精度低的電子天平其基本構造皆相同，主要由以下幾個組件組成：秤盤、荷重元(load cell)、位置檢測器、PID 調節器、功率放大器、低通濾波器、A/D 轉換器、終端機、顯示器、機殼、底腳等。其中荷重元是 NAWI 的重要關鍵組件，

猶如 NAWI 的心臟，由外殼、磁鋼、極靴和線圈等組成，裝在秤盤的下方，如圖 4-1-2 所示。

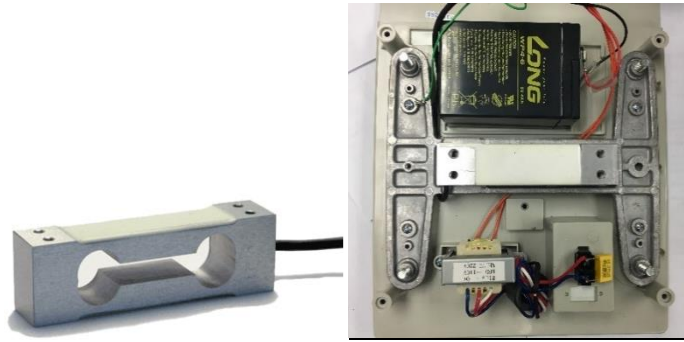


圖 4-1-2、荷重元及支撐架

OIML R76:2006 模組(module)定義是完成某種或多種特定功能的可識別組件，因此衡器結構組成具有特定功能者可視為模組，可以根據計量和技術性能要求單獨進行評估。典型的衡器模組為：荷重元(load cell)、指示器(indicator)、類比數據處理裝置(analog data processing device)、數位數據處理裝置(digital data processing device)、終端機(terminal)、數位顯示器(digital display)、衡量模組(weighing module)。

規範中提及對機械結構，如秤重樑、載荷傳遞裝置和機械或電氣連接件是按成熟的工業設計製造的，不需要進行測試，例如用同一材料製作的槓桿且槓桿系有兩個對稱面(縱向和橫向)。因此，衡器模組的測試依重要組件簡化分為荷重元、電子指示器及連接件等。在日本，NMIJ 大致依循 OIML R76 國際規範建置相關量測設備，且 NMIJ 依據其國內需求將衡器模組測試主要分為指示器及荷重元模組二類，針對衡器產業狀況做必要的測試。基於此，我國 NAWI 的模組分類可採用重要組件為荷重元、電子指示器及連接組件，如圖 4-1-1 所示。

b. 型式認證模組測試與相容性檢查

模組單獨測試必須滿足誤差分配，即整機衡器最大允許誤差的 p_i 倍。對任一模組而言，此分數應視為與整個衡器具有相同的準確度等級和檢定標尺分度數。分數 p_i 應滿足下列關係式：

$$p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots \leq 1 \quad (4-1-1)$$

對於採用模組認證方案，模組組合成整機衡器時，應對衡器模組執行相容性查核，如圖 4-1-1 所示。模組的相容性應由製造商制定並聲明。衡器及模組的相容性查核需要一組特定資料，即相關計量及技術的資料。規範中說明對荷重元模組的單獨測試是根據 OIML R60:2000 進行，單獨測試模組荷重元(LC)的準確度等級，包括

溫度範圍和濕度與蠕變的穩定性評估，必須滿足對衡器(WI)的要求，如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1、荷重元與衡器相應的準確度等級

WI	準確度等級				參考規範
	I	II	III	III	
LC	A	A*, B	B*, C	C, D	OIML R60

對於單獨測試模組指示器及類比資料處理裝置的準確度等級，包括溫度範圍和濕度與蠕變的穩定性評估，必須滿足對衡器(WI)的要求，如表 4-1-2 所示。相容性查核即在確認各模組功能是否能滿足其所對應衡器等級。

表 4-1-2、指示器與衡器相應的準確度等級

WI	準確度等級				參考規範
	I	II	III	III	
IND	I	I*, II	II*, III	III, IIII	OIML R76

c. 國內型式認證模組測試之可行性

NAWI 模組的測試應盡可能與整機衡器相同，若廠商只申請一種衡器型式，則選擇申請模組認證會增加測試項目及成本，除非衡器商會單獨販售模組或提供未來組合成其它型式的衡器，才有利基。因此，OIML R76:2006 規範中特別說明，型式認證測試應該盡可能對整個機台進行測試，但經認證機構同意，製造商可以定義和提交模組進行單獨審查，尤其在以下情況時可申請模組認證。

- 對整台衡器測試有困難或不可能；
- 模組作為獨立單元製造及/或銷售，用於組成整台衡器；
- 申請者要求將多個模組包括在型式認證中。

NAWI 模組認證相對於整機認證測試項目技術考量較多，模組組合成衡器的適切性判定涉及專業判斷，執行不易，若模組無法執行完整測試，則整機衡器仍需加測相關測試，測試項目可能增加。且基於下列因素：

- 模組測試系統新建費用昂貴；
- 申請認證數量無法反映投資費用；
- 型式認證檢驗人員的要求素質較高；
- 模組組合規則與適合性判定不易；
- 不同或相同測試機構間的測試報告整合需要技術上的考量等，所以執行

上會有困難且相關的配套措施需要長期的研究才能完善。

我國非自動衡器型式認證指定實驗室為台灣電子檢驗中心(ETC)，目前尚無執行衡器荷重元模組測試的設備及能力，且目前國內市場上無單獨銷售非自動衡器的荷重元，故尚無單獨申請衡器荷重元模組測試的需求；另針對衡器指示器模組，國內衡器商自行研發製造型式眾多，可單獨販售，ETC 對衡器指示器模組測試能力，具備完善的電子性能測試系統，惟缺乏荷重模擬器設備，若未來進行衡器指示器模組測試需再添購此設備，相關準確度亦需再評估。因此視國內現行市場狀況而言，非自動衡器型式認證模組測試，以衡器指示器模組測試發展較具可行性；而荷重元模組測試則需要做進一步的設備建置，且荷重元大多為進口，現今又無法採認國外 OIML R60 的認證報告，荷重元模組測試在測試方法、報告整合、技術判定、廠商間的相互授權等作法上仍有許多需協調探討的空間，短期將暫不施行。

(2) 家族認證

OIML R76:2006 計量要求方面引入家族(Family)概念。指明家族是指屬於同一生產型式，並具有相同設計特點與計量量測原理的一組可識別的衡器或模組，例如：相同型式的指示器、相同設計型式的荷重元和載荷傳遞裝置，但具有不同的計量和技術性能特性，例如：最大秤量、最小秤量、檢定分度數、檢定分度值、衡器分度值、準確度等級等。家族的概念主要目的在減少型式認證的測試要求。其 OIML R76 描述非自動衡器(NAWI)型式認證導入家族方案的申請途徑示意圖，如圖 4-1-3 所示。

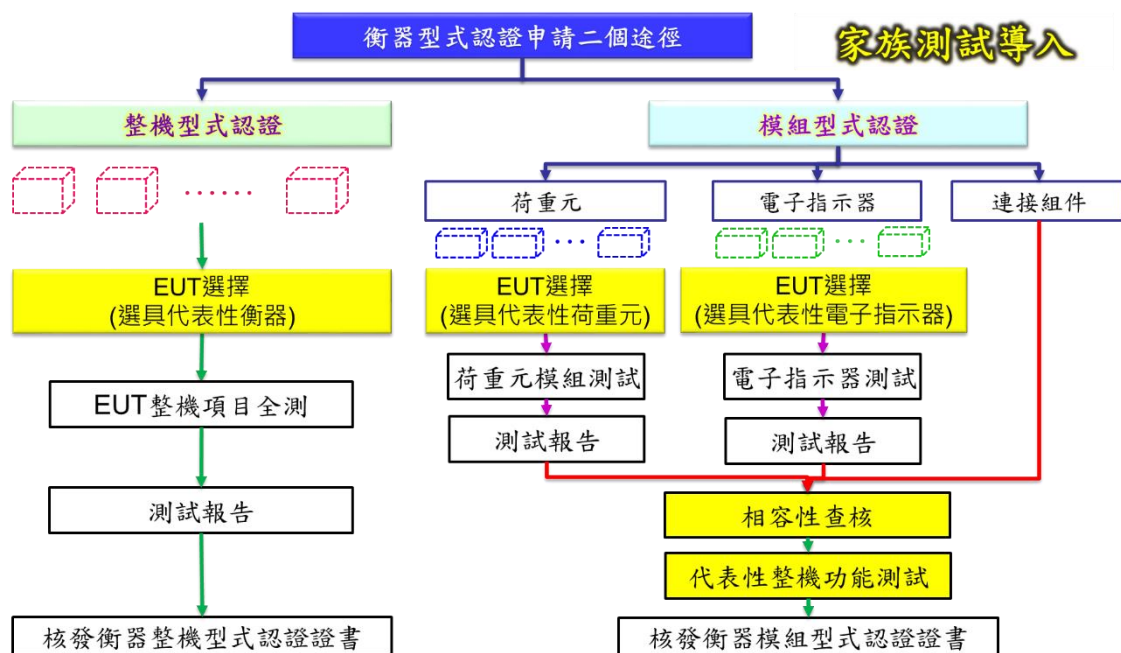


圖 4-1-3、OIML R76 申請非自動衡器(NAWI)型式認證的途徑

由圖 4-1-3 可知，衡器整機可申請多個型式為一個家族，衡器各別模組亦可申請多個型式為一個家族，具有家族認證證書，各模組家族成員可互相組合成不同整機衡器的家族，衡器模組搭配家族方案，為衡器認證提供更大的彈性，可減少認證測試項目及數量，降低整機認證的成本。

a. 家族認證待測設備(Equipment Under Test, EUT)的選擇

對用於型式認證所提交的各種秤量和特性的衡器或模組的家族，可不用每台設備都經過測試，只需選擇適當的待測設備(Equipment Under Test, EUT)提供測試，但具足夠代表性，而且應使其數量最少。當計量性能最高的 EUT 獲得型式認證時，意味著計量性能比其低的衡器或模組也獲得認證。因此，在實際選擇時，應選擇具有最高計量特性的 EUT 進行測試。家族中較高準確度等級的 EUT 已進行完整測試，則較低準確度等級的 EUT 只需進行較高準確度等級未包含的測試。所有計量相關的特性和功能必須儘可在一個 EUT 上至少進行一次測試，且儘可能在同一台 EUT 上進行。例如，不允許在一個 EUT 上進行溫度對空載示值影響的測試，而在另一個 EUT 上進行綜合影響的測試。

對任意家族，至少應選擇具有最大檢定標尺分度數(n)和最小檢定標尺分度值(e)的類型作為 EUT。除考量 EUT 的不同秤量和不同計量特性外，其他計量相關特性在實際中也必須考慮，並可能導致額外的一台或多台 EUT。

b. 國內衡器家族型式認證的可行性

國內衡器商會同時設計性能相近，不同能量的衡器，如相同型號荷重元搭配不同型號指示器組成不同能量範圍(60 kg、30 kg、15 kg 等)的各型式衡器，此各型式衡器則需要申請家族認證。若申請模組家族認證，我國目前模組測試能力仍不足，且國內衡器荷重元大多為進口，荷重元模組的測試需求可能性很低，因此，可申請整台衡器的家族認證。各型式衡器依據家族 EUT 抽樣原則，選擇具代表性的衡器執行測試，故家族認證規劃考量衡器整機的家族認證以修改電子式非自動衡器型式認證作業要點。

2. 「電子式非自動衡器型式認證作業要點」修正草案

參考國際規範、依據廠商訪談與專家座談會決議，並與型式認證指定單位台灣電子檢驗中心(ETC)及主管機關標準檢驗局共同研討，納入家族型式認證規劃，非自動衡器型式認證作業要點改版之申請途徑分類如圖 4-1-4 所示。

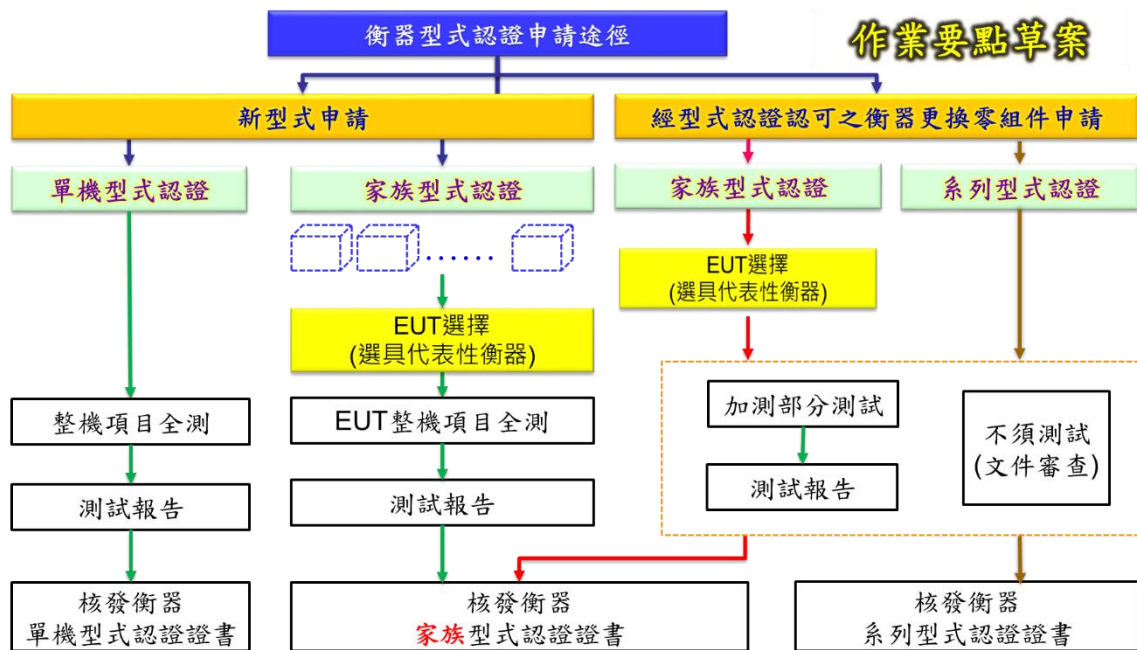


圖 4-1-4、CNPA 76 非自動衡器(NAWI)申請型式認證導入家族方案的途徑

電子式非自動衡器型式認證作業要點修改內容主要為：

- (1) 電子式非自動衡器型式認證分為單機型式認證、家族型式認證、系列認證以及核准四種。依據我國衡器環境及檢測技術，尚無法完全執行模組測試，故此次作業要點修改朝向整機衡器納入家族認證方向修訂。各認證名詞定義如下：
 - a. 單機型式認證：新申請型式認證之電子式非自動衡器，對整機衡器執行測試，予以評估及核准之程序；核發新型式認證號碼。
 - b. 家族型式認證：新申請或經型式認證認可之電子式非自動衡器，可識別且屬於相同製造型式，在量測上具有相同設計特點與計量原理，如相同型式的指示器、相同設計型式的荷重元和載荷傳遞裝置，但具有某些不同計量和技術性能的特性，如最大秤量(Max)、最小秤量(Min)、實際標尺分度值(d)、檢定標尺分度值(e)、準確度等級不同等的一組衡器。以抽樣選擇足夠代表性的衡器執行測試，予以評估及核准之程序；核發新型式認證號碼。
 - c. 系列認證：經型式認證認可之電子式非自動衡器，變更外觀、構造、材質、技術特性及型號者，予以評估及核准之程序；保留原認證內容及型式認證號碼，核發變更認可內容新型式認證號碼。
 - d. 核准：經型式認證認可之電子式非自動衡器，變更外觀、構造、材質、技術特性之認證內容，但不變更型號者，予以評估及核准之程序；以變更認可內容取代原認證內容，沿用原型式認證號碼。
- (2) 規劃現行系列認證與家族認證並行。由於現行的系列認證轉換成家族認證的運作及發

證方式，牽扯到已通過的衡器認可之法源依據，以及轉換工作可能龐大，局內仍需再做進一步探討，故規劃暫開放系列認證與家族認證並行。

- (3) 定義衡器重要組件，重要組件：指衡器中完成一種或多種特定功能的可識別部件，可以根據相關計量和技術要求單獨評估。重要組件依據章節 1 所述，定為荷重元、電子指示器、連接組件。由於現行作業要點各條文，大部分是為了曾經發生過爭議的案件所做的修訂，導致各條文之關連及分類不明確，加上文字表述不夠直接，易混淆不易判讀，故修改作業要點以重要組件分類做個別差異之測試說明，無形中將模組的概念涵蓋其中，也利於未來可能進一步的朝模組的方向編修。各重要組件定義如下：
- a. 荷重元：類比式荷重元或數位式荷重元。
 - b. 電子指示器：可包括類比/數位轉換器(ADC)、數據處理單元(如微電腦處理器等)、進階數據處理單元、按鍵或鍵盤、主要顯示器等。
 - c. 連接組件：機械與電子連接元件。
- (4) 針對 OIML R76:2006 國際規範新增內容部分，以及本計畫的研究結果做可行性的修訂。規範中衡器的電子性能測試之新增部分的內容，基於 105 年研究成果，修改作業要點條文適當增加突波、射頻傳導耐受性的測試；及增加家族認證之測試相關技術條文及表單，並召開座談會與業界達成共識。
- (5) 增加附件內容為：
- 附件一、荷重元相關計量和技術規格定義；
 - 附件二、一般說明文件。衡器一般規格表單；
 - 附件三、技術說明文件。技術相關規格表單，細分為衡器相關、荷重元相關、指示器相關、連接組件相關；
 - 附件四、家族認證測試衡器抽樣原則。

3. 專家座談會辦理

完成「電子式非自動衡器型式認證作業要點規範修訂」專家座談會 3 場次辦理，邀請衡器型式認證申請主要廠商參與，各場次會議重點說明如下：

第 1 場次於 7/31 日辦理，與會參與的衡器廠商有 7 家，為英展實業股份有限公司、廣企科技有限公司、鈺恆股份有限公司、宏兆電子有限公司、華興度量衡器股份有限公司、芄昕興業有限公司及立諾儀器有限公司，廠商專家代表共 8 人。進行三個議題討論：一、非自動衡器型式認證作業要點之家族型式認證導入；二、非自動衡器型式認證作業要點修訂測試項目討論；三、草案臨時動議(廠商提出各項議題討論)。會中對修改之電子式非自動衡器型式認證作業要點草案逐條討論，及說明家族型式認證的導入以及新編

修的內容。廠商專家們皆熱絡地將實務面會遇到的問題提出進行討論，會後將不明確的內容及建議修改，再列入下一次專家座談會中進行確認。



圖 4-1-5、7/31 日辦理第 1 場次專家座談會

第 2 場次於 9/8 日辦理，與會參與的衡器廠商有 8 家，為桃園度量衡公會理事長、台中度量衡公會理事長(芄昕興業有限公司)、高雄度量衡公會理事長、英展實業股份有限公司、廣企科技有限公司、鈺恆股份有限公司、宏兆電子有限公司及立諾儀器有限公司，廠商專家代表共 11 人。進行前一次專家座談會有疑慮的部分之修改確認，及家族型式認證導入的相關申請表格填寫討論。家族認證須對衡器之重要組件進行判定，廠商須提供明確詳細的規格，故根據相關規範及各廠牌型錄設計重要組件的規格表單，座談會中度量衡公會理事長們表示表格的填寫對衡器商來說略有困難，因此座談會後進行修改表格內容及拜訪相關廠商再進行試填確認。



圖 4-1-6、9/8 日辦理第 2 場次專家座談會

第 3 場次於 11/29 日辦理，與會參與的衡器廠商有 11 家，為英展實業股份有限公司、廣企科技有限公司、鈺恆股份有限公司、宏兆電子有限公司、立諾儀器有限公司、致沅貿易股份有限公司、頂尖科技股份有限公司、上準衡器股份有限公司、德普尼實業有限公司、台衡國際有限公司及煜昕科技有限公司，廠商專家代表共 14 人。本次座談會會議主要內容係根據前二次座談會的決議，進行修改後的「非自動衡器型式認證作業要點修

訂版」草案的內容及表格填寫說明。本次作業要點表格的修改以群組分類方式呈現，採納廠商意見及彙集國內衡器製造商常用之荷重元及電子指示器各廠牌型錄為參考，加以增修相關資訊，並設計案例以介紹申請時應準備及填寫的相關資料。會中與會人士對草案最終版本及表格填寫方式皆無特殊意見，會議最終標準檢驗局表示，若國內各界衡器業者對非自動衡器型式認證納入家族認證之方案沒有進一步的意見回饋，則明年可望施行此非自動衡器型式認證納入家族認證之方案。



圖 4-1-7、11/29 日辦理第 3 場次專家座談會

在各場次座談會臨時動議中，衡器商皆對大陸低價衡器來台及網路販售提出問題，希望標準檢驗局能把關，維護國內衡器業者的生存空間。

4. 技術分享座談會

本年度於 106 年 1 月在量測中心對標準檢驗局(含分局)同仁進行 1 場技術分享座談會，分享非自動衡器型式認證之模組及家族測試技術要求的介紹，如圖 4-1-8。

工業技術研究院
National Institute of Standards and Technology

國家度量衡標準實驗室
National Metrology Laboratory

新版非自動衡器型式認證技術規範研究與修訂

國家度量衡標準實驗室運作計畫
法定計量技術分項

CNPA 76與新版R76 (2006)調和評估
技術討論

OIML R76:2006 - 模組(Module)

非自動衡器模組的組合

模組名稱	OIML 2006 編號	模組組合形式
標記符號元 (T.2.2.1)	(1,2,2.1)	2
數位式荷重元 (T.2.2.2)	(1,2,2.2)	2 + 3 + (4)*
類比式荷重元 (T.2.2.3)	(1,2,2.3)	(3) + 4 + (5) + (6) + 7
類比式淨重處理裝置 (T.2.2.4)	(1,2,2.4)	(1) + 5 + (6)
秤橋機 (T.2.2.5)	(1,2,2.5)	(5) + 6 + 7
主顯示器 (T.2.2.6)	(1,2,2.6)	7
副顯示器 (T.2.2.7)	(1,2,2.7)	1 + 2 + 3 + 4 + (5) + (6)

* 括弧中的數字表示的可選附加件

模組測試

優點	缺點與困難
<ul style="list-style-type: none"> 有利整體衡器測試有困難或不可能者，例如大秤量衡器。 模組作為獨立單元製造和/或銷售，用於組成整體衡器。 申請者需對多個模組包含在認證型式中，如家族認證。 若模組單獨測試具有與整體衡器相同或相對應的測試，則組成或整體不需再重複測試。 	<ul style="list-style-type: none"> 需增加設置相關設備，測試系統昂貴。 模組組合適切性涉及專業判斷，執行不易。 需經申請家族認證，單一型式認證個別模組測試，測試成本較高。 國內無單獨銷售荷重元，可能無單獨衡器符號元的需求，若經無法執行完整測試，則整體仍需加測相關測試。

工業技術研究院
National Institute of Standards and Technology

國家度量衡標準實驗室
National Metrology Laboratory

OIML R76:2006 - 家族(Family)

- 可識別且屬於相同製造型式的衡器或模組。
- 在量測方面具有相同設計特點與計量原理(例如相同型式的指示器，相同設計型式的荷重元和載荷傳遞裝置)。
- 可以具有某些不同的計量和技术性能特性(例如：最大秤量(Max)、最小秤量(Min)、實際標尺分度值(d)、檢定標尺分度值(c)、準確度等級等)。
- 家族的概念主要目的在減少型式評估的測試要求。
- 在一份證書裏，可列出一個以上家族的可能性。

家族測試的選擇

● 非自動衡器家族EUT選擇的可接受方案：

類別	Max	e	d	n	EUT
家族1	1.1	200 g	0.01 g	0.001 g	20 000
準確度等級II	1.2	400 g	0.01 g	0.001 g	40 000
溫度範圍： 10 ℃/50 ℃	1.3	2 000 g	0.05 g	0.05 g	40 000
家族2	2.1	1.5 kg	0.5 g	0.5 g	3 000
準確度等級III	2.2	3 kg	1 g	1 g	3 000
溫度範圍： -10 ℃/40 ℃	2.3	5 kg	2 g	2 g	2 500
家族3	2.4	15 kg	5 g	5 g	3 000
溫度範圍： -10 ℃/40 ℃	2.5	60 kg	20 g	20 g	3 000

圖 4-1-8、技術深耕分享座談會簡報

(二)、度量衡業應備置之度量衡標準器技術規格修訂研究

我國標準檢驗局依據度量衡法第三十八條第二項所訂之「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」於 92 年 6 月公告施行，後經 94 年及 100 年兩度進行修訂。然而部分度量衡業製造業及修理業所需備置之標準器的規定及規格訂定已不符目前實際執行所需，原因包括管理與技術規範的新訂、度量衡器製造技術的精進、管理實務上遇到困難、基層人力技術能力不足及部分項目欠缺可以追溯的管道。例如 103 年 11 月新訂之「硬質玉米水分計檢定檢查技術規範」(CNMV 59-2)，及 104 年 10 月新訂「倍頻濾波器噪音計檢定檢查技術規範」(CNMV 58-2)，其相關業者所須標準器尚未列入。另外，就目前的技術看來，溫度計標準器的要求為 1 °C 已過於寬鬆，此等種種因素均值得對此一法規進行多方探討與修訂。本計畫逐項檢視各度量衡業標準件備置的合理性，並瞭解各度量衡業者在備置這些標準件的問題後，完成「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」的修訂建議。

【本年度目標】

- 檢視現有規定之標準器的種類與規格，研究新技術的引入、並參酌業者意見及國內 TAF 檢校實驗室現況以進行修正。
- 檢視近年新增技術規範中，該度量衡器製造業或修理業所需要的標準器，並制訂其相關規格。
- 進行「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」的修訂草案。

【執行成果】

連結至「度量衡法施行細則」，完成新增與修訂項目如表 4-2-1，「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂摘要如表 4-2-2。

表 4-2-1、新增與修訂項目表

修改方案 (項數)	條文編號																			
建議刪除項目 (1)	14																			
完成修訂項目 (19)	3	5	7	11	12	13	22	23	27	28	30	31	32	33	34	37	39	40	41	
保留項目 (23)	1	2	4	6	8	9	10	15	16	17	18	19	20	21	24	25	26	29	35	
	36	38	42	43	44															

表 4-2-2、「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」修訂摘要表

項目	法定度量衡器	度量衡製造/修理業	應備置之標準器或管理要求	更新建議	增/修/刪/維持
3	-	-	本度量衡業應備置之標準器均應於明顯處加刻註使用廠商名稱或標記	本度量衡業應備置之標準器均應於明顯處加刻註使用廠商名稱(或標記)及唯一識別碼。	文字修訂
5	-	-	經營法定度量衡器製造或修理業者之標準器追溯檢校計畫，應至少包括標準器之器號、量測範圍、校正週期、允收標準、追溯校正機關(構)、維護保養週期、標示等項目。	經營法定度量衡器製造或修理業者之標準器追溯檢校計畫，應至少包括標準器之器號、量測範圍、校正週期、允收標準、追溯校正機關(構)、維護保養週期、標示及照片等項目。	文字修訂
7	一、度器	直尺、捲尺、摺尺、角尺業	標準直尺	全長 1 m(含)以上	維持
		捲尺製造業	標準鋼捲尺	全長 5 m(含)以上	維持
		角尺製造業	直角規	長邊之全長須 300 mm(含)以上	修
11	法碼	法碼、增錘業	標準法碼	質量標稱值應依製造器量設置	文字修訂
			標準衡器	維持	維持
12	力量器	抗壓試驗機、拉力試驗機及萬能拉壓試驗機業	標準檢力環或荷重試驗器	量測範圍應依製造器量設置。	文字修訂
13	溫度計	溫度計業 (溫度計係指溫度感測頭搭配顯示器整組)	標準溫度計	最小分度值 0.01 °C 以下,輻射溫度計製造業可免	修
			黑體爐	溫度範圍 -30 °C 至 300 °C 最小分度值 0.1 °C 以下,溫度範圍 300 °C 至 3000 °C 最小分度值 1 °C 以下,(接觸式溫度計製造業可免),溫度範圍 35 °C 至 42 °C,最小分度值 0.01 °C 以下(非接觸式體溫計製造業用)	增
			微伏電壓產生器	刪除此項	刪
22	體積計	氣量計業	標準氣量計	流量量測範圍應依製造氣量計之最大流量設置。	修文字
			溫度計	0 °C 至 50 °C 以上,最小分度值 0.1 °C 以下。	增
			差壓計	差壓量測範圍可依製造氣量計之壓力吸收規格設置。	增

項目	法定度量衡器	度量衡製造/修理業	應備置之標準器或管理要求	更新建議	增/修/刪/維持
			外部氣密試驗裝置	壓力量測範圍可依製造氣量計之最大工作壓力設置。	增
23	體積計	水量計業	標準量槽	其精密度或最小分度值應為檢定檢查水量的 1/500 以下，容量範圍可依檢定檢查水量計種類及標稱口徑設置	維持
			標準衡器及量槽	依製造水量計之最大流量流過至少 30 秒之秤量以上，且其精密度或最小分度值應為檢定檢查水量的 1/500 以下（未具備標準法碼者，本項應送校正）。	維持
23	體積計	水量計業	標準流量計	量測範圍可依製造水量計之器量	維持
			溫度計	0 °C 至 50 °C 以上，最小分度值 1 °C 以下	維持
			耐壓試驗裝置	該裝置應能提供最大試驗壓力 2 MPa（20 kgf/cm ² ）以上	修
			計時裝置	該裝置應能提供最小分度值 0.2 秒以下，累積計時 30 分以上（免送校正）。	維持
27	速度計	轉速計業	閃光測頻式或電子式標準轉速計	振盪頻率的準確度為 10 ⁻⁵ 以上。	增
		車用速度計業	標準速度計	器差為±0.25 km/h	增
28	熱量計	熱量計業	溫水用標準量槽	1.容量 500 L 以上者，最小分度值 1 L 以下；容量未滿 500 L 者，最小分度值為全量的 1/500 以下。 2.能在 0 °C 至 100 °C 範圍使用。	修
			耐壓試驗裝置	該裝置應能提供最大試驗壓力 1.72 MPa（17.5 kgf/cm ² ）以上。	維持
			溫度計	0 °C 至 100 °C 以上，最小分度值 1 °C 以下。	維持
30	密度計	呼氣酒精測試器及分析儀業	乾式酒精標準氣體濃度 0.150 mg/L	容許度±0.015 mg/L，擴充不確定度 2 % 以下。	修
			乾式酒精標準氣體濃度 0.250 mg/L	容許度±0.025 mg/L，擴充不確定度 2 % 以下。	修
			濕式酒精氣體濃度 0.150 mg/L 及 0.250	刪除	刪

項目	法定度量衡器	度量衡製造/修理業	應備置之標準器或管理要求	更新建議	增/修/刪/維持
			mg/L 產生器		
			紅外線呼氣酒精分析儀	修理業可免	維持
			溫度計	可讀取 4 °C 至 40 °C，最小分度值 0.5 °C 以下。	維持
31	電度表	電度表業	標準電力表或 標準電力源	等級為製造電度表準確度之 20 % 以下。	增
			瓦時標準器	刪除	刪
			高阻計	直流 500 V	維持
32	電度表	電度表用比流器業	標準比流器	準確度等級 <small>小於</small> 0.1 級。	修
			交流耐壓試驗裝置	輸出電壓值範圍依所製比流器所需試驗電壓而定。	維持
			誤差測試裝置	刪除	刪
			負擔箱裝置	刪除	刪
			極性試驗裝置	刪除	刪
33	電度表	電度表用比壓器業	標準比壓器	準確度等級 <small>小於</small> 0.1 級	修
			交流耐壓試驗裝置	輸出電壓值範圍依所製比壓器所需試驗電壓而定。	維持
			誤差測試裝置	刪除	刪
			負擔箱裝置	刪除	刪
			極性試驗裝置	刪除	刪
34	皮革面積計	皮革面積計業	面積標準器	<ol style="list-style-type: none"> 1.於面積標準器上之明顯位置，必須標示其所表示的面積值。 2.使用於面積標準器的材料，從常溫常濕的狀態下至變化 10 °C 和濕度變化 10 % 的時，面積標準器的面積不可產生所標示面積值 0.25 % 以上的變化。 3.面積標準器不可因有刮傷、腐蝕，孔洞、凹凸和表面光滑等現象，而無法進行正常的的使用。 5.面積標準器的形狀必須是圓形、正方形或長方形。 6.面積標準器的厚度應在 0.5 mm 至 4 mm 的範圍內。 7.面積標準器的公差為所標示面積值的 1 %。 	修

項目	法定度量衡器	度量衡製造/修理業	應備置之標準器或管理要求	更新建議	增/修/刪/維持
			標準直尺	全長 1 m 以上	維持
37	噪音計	噪音計業	聲音校正器	改脈衝信號產生器為聲音校正器 最大擴充不確定度小於 0.2 dB	修
			標準麥克風	工作標準麥克風, 頻率範圍至少為 31.5 Hz 至 16 kHz, 最大擴充不確定度 ≤ 0.2 dB。	修
			無響裝置或耦合器	刪除	刪
			電壓表	頻率範圍至少為 20 Hz 至 20 kHz, 電壓量測誤差 $\leq 1\%$	增加
37	噪音計	噪音計業	正弦訊號產生器	頻率範圍至少為 20 Hz 至 20 kHz, 輸出頻率誤差 $\leq 0.25\%$	修
			耦合腔聲源或無響音場裝置(含音場測試聲源)	<p>1. 耦合腔聲源： 輸出音壓位準：至少 90 dB 以上。 輸出音壓位準不確定度：0.3 dB。 輸出頻率範圍：至少含 31.5 Hz 至 16 kHz (1/1 倍頻中心頻率)。</p> <p>2.1 無響音場裝置： 背景噪音：20 dB(A)以下。 自由場特性：(距音源中心位置 0.5 m 至 1.1 m 範圍)1/3 倍頻中心頻率 ≤ 630 Hz, 容許偏差 ± 1.5 dB。1/3 倍頻中心頻率 800 Hz 至 5000 Hz, 容許偏差 ± 1.0 dB。 1/3 倍頻中心頻率 ≥ 6300 Hz, 容許偏差 ± 1.5 dB。 註：由上述的容許偏差決定無響音場裝置可使用的頻率範圍。</p> <p>2.2 音場聲源： 輸出音壓位準：至少 70 dB 以上。 輸出頻率範圍：至少為 250 Hz 至 20 kHz。 註：測試頻率低於音場截止頻率時，以耦合腔聲源取代音場聲源。 前各項標準器可為各單項組合為一體之設備。</p>	增加
39	濃度計	稻穀水分計及硬質玉米水分計業	標準衡器	最小分度值 1 mg 以下 (未具備標準法碼者, 本項應送校正)	修
			烘箱 (含溫度計)	可讀取室溫至 150 °C 以上, 最小分度值 0.5 °C 以下。	維持

項目	法定度量衡器	度量衡製造/修理業	應備置之標準器或管理要求	更新建議	增/修/刪/維持
40		車輛排氣分析儀業	CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 標準氣體鋼瓶 4 只	成分與濃度如下表相對擴充不確定度 2 % 以下	修
			CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 標準氣體鋼瓶 1 只	鋼瓶之濃度各成分含量為 CO：4 %、CO ₂ ：14 %、HC：1600 ppm)，相對擴充不確定度 1 % 以下，另應備置氣體切割器。	修
			零氣體	THC 小於 1 ppm，CO 小於 10 ppm，CO ₂ 小於 10 ppm，無須驗證 (修理業可免)。	維持
			計時裝置	該裝置應能提供最小分度值 0.1 秒以下 (免送校正)。	維持
41		雷達測速儀業	標準器為標準轉速計 (閃光測頻式或電子式)	標準器為計頻器，頻率 ≥ 38 GHz。	修

(三)、家用氣量計長期使用準確性研究

天然氣不僅是重要的民生與工業物資，更在國家須同時滿足用電需求與推動節能減碳的矛盾中扮演關鍵策略性的角色。標準檢驗局自民國 93 年開始對膜式氣量計實施型式認證制度，對於實施型式認證前之氣量計則未訂定退場機制，無法強制瓦斯公司於檢定有效期 10 年屆滿更換新品，業者基於成本考量，仍有不少採用維修後重新檢定的情形，導致市面上長期有性能標準不一的表種存在，影響用戶安全。

經濟部標準檢驗局於「104 年政風機構會同業務單位辦理自行檢定業者查核研提興革措施實施計畫」中，透過與業務單位至膜式氣量計自行檢定廠場進行查核過程，檢視各項查核流程有無確切落實，及符合經濟部標準檢驗局 103 年度新增或修訂之相關法規。經過查核發現市場上流通或使用中之膜式氣量計，部分未經型式認可一事，認為應該施行配套措施，以維護使用者安全。並建議針對型式認證施行前的膜式氣量計，訂定最長使用年限。

經濟部標準檢驗局考量於規範中，訂定最長使用年限是否會影響到廠商對產品持續改良的意願，且各瓦斯公司須達成共識後始得實施，影響層面廣泛，因此進行「訂定膜式氣量計最長使用年限可行性評估」工作，本計畫以使用中氣量計及重新檢定合格之氣量計為研究對象，分別進行氣量計器差特性測試及耐久性模擬測試研究，以實證數據提供未來規範修訂及管理參考。

【本年度目標】

- 完成使用中之標準檢驗局檢定檢查設備性能測試評估。
- 配合標準檢驗局例行年度檢查計畫，完成使用中氣量計器差特性測試。
- 完成氣量計耐久性模擬測試研究

【執行成果】

1. 檢定檢查設備性能測試評估

(1) 量測比對實施依據

本次量測比對活動係依據國際規範 ISO/IEC 17043 執行，各參與單位除提供測試結果外，另需提供符合 ISO/IEC Guide 98-3:2008 (原 ISO GUM:1995) 評估方式之不確定度，量測結果將以 $|E_n|$ 值作為衡量各單位測試能力之指標。

(2) 參與單位

本次量測比對係為確保標準局膜式氣量計檢定系統執行 CNMV31 檢定業務時之正確性與一致性，特辦理此項比對活動，參與單位共計有量測中心(CMS)、標準局台中分局、台南分局、基隆分局及七組，其中七組有兩套系統，所以總共有 5 個單位 6

套系統進行此次量測比對活動，各系統標準件都是音速噴嘴，各單位宣告之系統量測不確定度如表 4-3-1。

表 4-3-1、膜式氣量計檢定設備量測比對參與單位

參加單位名稱	設備資訊	宣告之 量測不確定度
量測中心	音速噴嘴式 1 套	0.21%
標準檢驗局台中分局	音速噴嘴式 1 套	0.25%
標準檢驗局台南分局	音速噴嘴式 1 套	0.25%
標準檢驗局基隆分局	音速噴嘴式 1 套	0.25%
標準檢驗局七組第一套	音速噴嘴式 1 套	0.25%
標準檢驗局七組第二套	音速噴嘴式 1 套	0.25%

此次量測比對是以量測中心膜式氣量計測試系統(圖 4-3-1)作為參考值，所有參加單位的測試結果與參考值進行比對，進行 $|E_n|$ 值計算。



圖 4-3-1、膜式氣量計測試系統

為確保量測比對進行過程比對件性能不變，須對比對件長期效應評估，在每一個單位測試完成後，比對件會回到量測中心進行相對器差測試，所以每個單位測試的前後都會有量測中心的測試結果作為參考。如果前後兩次測試結果差異太大表示此比對件性能有改變，有此狀況發生就需要更換比對件，重新進行測試。此次量測比對各實驗室測試日期如表 4-3-2。

表 4-3-2、量測比對測試日期

順序	日期	測試實驗室
1	2017/06/01	CMS 第一次測試
2	2017/06/02	標準局台中分局系統
3	2017/06/05	CMS 第二次測試
4	2017/06/06	標準局台南分局系統
5	2017/06/07	CMS 第三次測試
6	2017/06/09	標準局基隆分局系統
7	2017/06/12	CMS 第四次測試
8	2017/06/13	標準局七組檢定設備第一套
9	2017/06/16	標準局七組檢定設備第二套
10	2017/06/19	CMS 第五次測試

(3) 量測比對件

本次比對件採用台灣愛知公司製造，最大流率 4 m³/h 的膜式氣量計共計 5 只進行，5 只比對件列表如下：

表 4-3-3、量測比對使用比對件

放置表位	廠牌	型號	型式認證號碼	序號
1	AICHI	N4U 号	FC096022-1	0300923
2	AICHI	N4U 号	FC096022-1	0300924
3	AICHI	N4U 号	FC096022-1	0300925
4	AICHI	N4U 号	FC096022-1	0305185
5	AICHI	N4U 号	FC096022-1	0305187

(4) 氣量計量測比對測試方法

a. 為確保標準局各分局系統在良好狀態進行量測比對，所以比對前會針對比對單位膜式氣量計自動測試系統進行調適及確認，確認系統狀況沒問題方可進行比對測試，系統確認及調適項目如下：

- 系統使用標準件測試係數確認，包含 3 只音速噴嘴及 2 只壓力計。
- 針對所有輔助儀表進行功能測試與確認。
- 系統調壓閥設定壓力確認。
- 自動化軟體功能確認。

- 針對機台進行洩漏測試，確保系統洩漏率在 $0.8 \text{ cm}^3/\text{min}$ 以下，當洩漏率控制在 $0.8 \text{ cm}^3/\text{min}$ 以下，對此次量測比對最小流率 $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 來說，相對器差的影響量將小於 0.006% ，其影響量將可以忽略。

b. 量測比對測試要求及測試方式說明如下：

- 實驗室環境建議控制在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，所以須提早開啟空調系統。
- 比對測試前，系統先以最大流量 $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 運轉暖機至少 1 小時。
- 比對件安裝完成後，須執行洩漏測試，洩漏率在 $0.8 \text{ cm}^3/\text{min}$ 方可進行測試，洩漏率如果超過此標準，須進行查漏工作。
- 測試時先執行壓力吸收測試 60 秒，然後進行 Q_{\max} 及 $0.2Q_{\max}$ 兩個流率，此為一個循環，如此重複 10 次循環，最後結果以此 10 個循環的平均值計算。
- 比對流率為 Q_{\max} 及 $0.2Q_{\max}$ 兩個流率，每個流率的收集體積參考 CNMV31 建議列表如表 4-3-4。
- 依據 CNMV31 要求調整比對設備的實際流率與約定流率之差異須小於 5% ，但在此次量測比對時，調整的流率將儘量接近約定流率。

表 4-3-4、比對範圍(約定流率)

範圍	Q_{\max}	$0.2Q_{\max}$
流率(m^3/h)	4.0	0.8
收集體積(L)	70	50

(5) 量測比對結果計算與說明

本次量測比對活動所使用之統計方法與程序均依據相關之統計學與 ISO 17043 之規定執行。量測比對結果的表示是以相對器差表示，將比對件之體積與標準體積進行計算，求出相對器差 (E_R)，公式如下：

$$E_R = \frac{V_m - V_s}{V_s} \quad (4-3-1)$$

V_m : 比對件體積量測值。

V_s : 標準件修正至比對件狀態之體積量測值。

本次量測比對依據 ISO/IEC 17043，以 $|E_n|$ 值來評估各參與單位所宣告的量測不確定度之合理性， $|E_n|$ 之計算方式如下：

$$|E_n| = \left| \frac{E_R - E_{R-CMS}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{CMS}^2 + U_{Transfer\ standard}^2}} \right| \quad (4-3-2)$$

上式中：

E_R ：參與單位相對器差量測結果。

E_{R-CMS} ：量測中心比對過程所有五次量測相對器差的平均值。

U_{lab} ：參與單位氣量計檢定系統的量測不確定度。

U_{CMS} ：量測中心氣量計測試系統的量測不確定度，為 0.21 %。

$U_{Transfer\ standard}$ ：量測比對件長期效應引起的量測不確定度。

* 量測不確定度均以 95 % 信賴水準表示

其中參與單位的系統量測不確定度可參考表 4-3-1。至於量測比對件長期效應的量測不確定度 $U_{Transfer\ standard}$ 評估方式是以量測中心 2017/6/1 至 2017/6/17 針對量測比對件進行的 5 次測試結果計算標準差，並以此標準差視為標準不確定度進行計算。量測比對件在量測中心 5 次測試結果及其計算標準差參考表 4-3-5 及表 4-3-6。

表 4-3-5、量測比對件 Q_{max} 在 CMS 測試結果

4m ³ /h 10 次平均	表 1 (0300923)	表 2 (0300924)	表 3 (0300925)	表 4 (0305185)	表 5 (0305187)
E_{CMS} (20170601)	0.25	0.83	0.33	0.01	0.13
E_{CMS} (20170605)	0.10	0.60	0.40	-0.16	0.21
E_{CMS} (20170607)	0.16	0.76	0.44	-0.16	0.22
E_{CMS} (20170612)	0.24	0.73	0.42	-0.20	0.18
E_{CMS} (20170619)	-0.05	0.72	0.16	-0.12	0.09
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.73	0.35	-0.13	0.17
比對表標準差(%)	0.12	0.08	0.11	0.08	0.06

表 4-3-6、量測比對件 0.2 Q_{max} 在 CMS 測試結果

0.8 m ³ /h 10 次平均	表 1 (0300923)	表 2 (0300924)	表 3 (0300925)	表 4 (0305185)	表 5 (0305187)
E_{CMS} (20170601)	0.50	0.78	0.91	0.52	0.70
E_{CMS} (20170605)	0.42	0.55	0.93	0.50	0.70
E_{CMS} (20170607)	0.46	0.64	1.02	0.60	0.82
E_{CMS} (20170612)	0.32	0.56	1.00	0.68	0.69
E_{CMS} (20170619)	0.25	0.78	0.89	0.47	0.71
$E_{R-CMS}(\%)$	0.39	0.66	0.95	0.55	0.72
比對表標準差(%)	0.10	0.11	0.06	0.09	0.05

(6) 量測比對結果說明

依據 ISO/IEC 17043，若 $|E_n| \leq 1$ ，表示參與比對單位之量測結果與參考值一致；若 $|E_n| > 1$ ，表示參與比對單位之量測結果與參考值可能不一致。此次氣量計檢定系統量測比對結果 (表 4-3-7~11) 顯示，所有參與單位其量測結果指標 $|E_n|$ 都小於 1，此結果可證明此次所有參與單位量測結果具一致性。

表 4-3-7、台中分局量測比對結果

	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
結果	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h
$E_R(\%)$	0.06	0.39	0.76	0.53	0.37	0.93	-0.05	0.28	0.27	0.72
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.39	0.73	0.66	0.35	0.95	-0.13	0.55	0.17	0.72
$S_{Transfer\ standard}(\%)$	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.06	0.05
$E_R-E_{R-CMS}(\%)$	-0.08	0.00	0.04	-0.14	0.02	-0.02	0.08	-0.28	0.11	0.00
$ E_n $	0.20	0.00	0.10	0.34	0.06	0.06	0.21	0.75	0.31	0.01

表 4-3-8、台南分局量測比對結果

	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
結果	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h
$E_R(\%)$	0.01	0.25	0.62	0.46	0.33	0.75	-0.32	0.34	-0.04	0.45
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.39	0.73	0.66	0.35	0.95	-0.13	0.55	0.17	0.72
$S_{Transfer\ standard}(\%)$	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.06	0.05
$E_R-E_{R-CMS}(\%)$	-0.13	-0.14	-0.11	-0.20	-0.02	-0.20	-0.19	-0.21	-0.21	-0.27
$ E_n $	0.32	0.36	0.29	0.51	0.05	0.58	0.53	0.58	0.60	0.80

表 4-3-9、基隆分局量測比對結果

	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
結果	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h
$E_R(\%)$	0.01	0.17	0.63	0.39	0.19	0.75	-0.20	0.51	0.18	0.60
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.39	0.73	0.66	0.35	0.95	-0.13	0.55	0.17	0.72
$S_{Transfer\ standard}(\%)$	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.06	0.05
$E_R-E_{R-CMS}(\%)$	-0.13	-0.22	-0.10	-0.27	-0.16	-0.20	-0.07	-0.04	0.01	-0.12
$ E_n $	0.32	0.57	0.27	0.68	0.40	0.58	0.20	0.12	0.04	0.36

表 4-3-10、標準局七組第一套量測比對結果

	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
結果	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h
$E_R(\%)$	-0.05	0.33	0.64	0.51	0.3	1.02	-0.27	0.38	0.13	0.71
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.39	0.73	0.66	0.35	0.95	-0.13	0.55	0.17	0.72
$S_{Transfer\ standard}(\%)$	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.06	0.05
$E_R-E_{R-CMS}(\%)$	-0.19	-0.06	-0.09	-0.15	-0.05	0.07	-0.14	-0.17	-0.04	-0.01
$ E_n $	0.47	0.16	0.24	0.38	0.13	0.20	0.39	0.47	0.10	0.04

表 4-3-11、標準局七組第二套量測比對結果

	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
結果	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h	4m ³ /h	0.8m ³ /h
$E_R(\%)$	-0.11	0.23	0.79	0.53	0.22	0.87	-0.02	0.56	0.27	0.67
$E_{R-CMS}(\%)$	0.14	0.39	0.73	0.66	0.35	0.95	-0.13	0.55	0.17	0.72
$S_{Transfer\ standard}(\%)$	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.06	0.05
$E_R-E_{R-CMS}(\%)$	-0.25	-0.16	0.06	-0.13	-0.13	-0.08	0.11	0.01	0.10	-0.05
$ E_n $	0.61	0.41	0.17	0.33	0.33	0.23	0.29	0.02	0.30	0.16

2. 使用中氣量計器差特性測試

配合標準局年度檢查作業，抽檢放置在用戶端使用中的氣量計進行測試，此次共計抽檢 1900 具氣量計，其中使用 3 年的表共計 329 具，5 年表有 389 具，7 年表有 353 具，9 年表有 328 具，另外 501 具沒有標示使用年份。此次作業所有抽檢單位、數量及檢查結果整理如表 4-3-12 及表 4-3-13：

- 總計檢查數量為 1900 具，不合格數量共計 43 顆，合格率为 97.7 %。
- 共計有 4 顆氣量計為啞巴表(氣體通過不運轉的表)及 1 具銀色線脫落無法執行檢查。
- 量測中心選取相對器差較大(絕對值大於 2.5 %)及不合格表至量測中心氣量計檢定機台進行重複性測試。

表 4-3-12、全部抽檢表檢查結果(I)

	基隆分局	標準局七組		
廠牌	MICOMTEK	ROCKWELL	YAZAKI	MICOMTEK
型號	MT40N-A3	RW-200	VY3A	MT40M-A3
抽檢	200	400	400	300
啞巴表	0	0	0	0
銀色線脫落	0	0	0	0
CMS 重測數量	0	0	0	0
不合格數量	0	0	0	0
合格率(%)	100	100	100	100

表 4-3-13、全部抽檢表檢查結果(II)

	台中分局		台南分局		新竹分局
廠牌	MICOMTEK	東洋計器	DAESUNG	AICHI	MICOMTEK
型號	MT40N-A3	N4	G2.5T	AP-S3	MT40M-A3
抽檢	100	100	100	100	200
啞巴表	1	0	0	0	3
銀色線脫落	0	0	0	0	1
CMS 重測數量	8	0	10	22	5
不合格數量	4	0	9	22	8
合格率(%)	95	100	91	78	96

此次共計抽測檢查數量為 1900 具氣量計，標準局各單位抽檢數量及檢查結果如表 4-3-14 所示，由此表顯示各檢查單位執行檢查結果合格率差異很大，有待進一步探討其原因。

表 4-3-14、不同檢查單位檢查結果統計表

抽測單位	檢定數量	合格數量	不合格數量	合格率(%)
台南分局	200	169	31	84.5
台中分局	200	196	4	98.0
新竹分局	200	192	8	96.0
基隆分局	200	200	0	100.0
標準局七組	1100	1100	0	100.0
總計	1900	1857	43	97.7

此次共計抽檢表型共計有 7 種，每種表型檢查結果如表 4-3-15，由此表顯示合格率分佈為：

- AP-S3 表型合格率最低。
- N4, RW-200, VY3A 四種表型合格率为 100 %。

表 4-3-15、不同表型檢查結果統計表

表型	檢查數量	合格數量	不合格數量	合格率(%)
AP-S3	100	78	22	78.0
G2.5T	100	91	9	91.0
MT40M-A3	496	488	8	98.4
MT40N-A3	304	300	4	98.7
N4	100	100	0	100.0
RW-200	400	400	0	100.0
VY3A	400	400	0	100.0
總計	1900	1857	43	97.7

另外為研究不同使用年份對氣量計性能差異的影響，配合標準局提供氣量計樣品，此次規劃抽測 3 年、5 年、7 年及 9 年的表進行測試，其中台中分局、新竹分局及基隆分局抽檢的表共計有 501 具氣量計未標示年份，將之列在未標示年份欄位，不同使用年份抽樣數量及檢查結果統計如表 4-3-16：

表 4-3-16、不同年份檢查結果差異表

使用年份	檢查數量	合格數量	不合格數量	合格率(%)
3 年	329	311	18	94.5
5 年	389	383	6	98.5
7 年	353	348	5	98.6
9 年	328	323	5	98.5
未標示年份	501	492	9	98.2
總計	1900	1857	43	97.7

由表 4-3-16 顯示以下資訊：

- 使用 3 年的表不合格比例最高，此結果不同於一般認知。
- 因為抽測表型眾多，彼此性能不同，暫時無法由此表得到不同年份氣量計合格比率的差異。

以不合格比例最高的 AP-S3 表型進行比較，不同年份的器差差異結果如表 4-3-17，由表 4-3-17 可看出：

- 合格率由低至高依序為 5 年表/3 年表/9 年表/7 年表。但因 5 年表數量太少，無法確認原因，需進一步探討。

表 4-3-17、AP-S3 表型不同年份表測試結果

不同年份	檢查數量	合格數量	不合格數量	合格率(%)
3	40	31	9	77.5
5	10	6	4	60.0
7	25	21	4	84.0
9	25	20	5	80.0
總計	100	78	22	

此次標準局共計抽檢 1900 具氣量計進行檢查，分析此全部抽檢表器差結果，可得到圖 4-3-2 大流(Qmax) 的器差分佈分析及圖 4-3-3 中流(0.2Qmax) 的器差分佈分析，由兩個分析結果可看出：

- 大流(Qmax) 部分器差分佈非常均勻，器差並沒有明顯偏向正或負。
- 中流率(0.2Qmax) 部分器差分佈明顯有偏向正的方向，換句話說，中流率計量會偏向多計量。

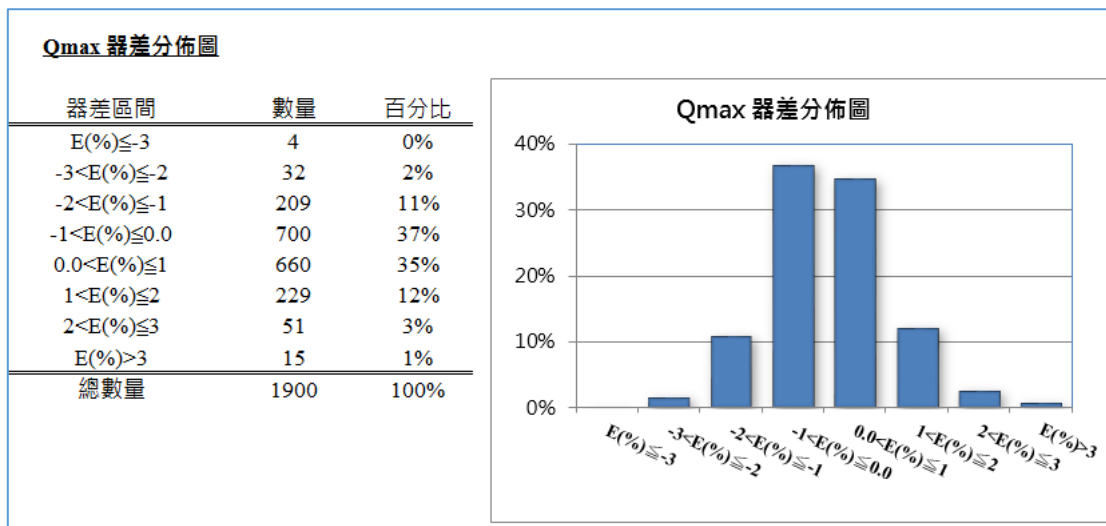


圖 4-3-2、全部 1900 具氣量計檢查結果分析- Qmax

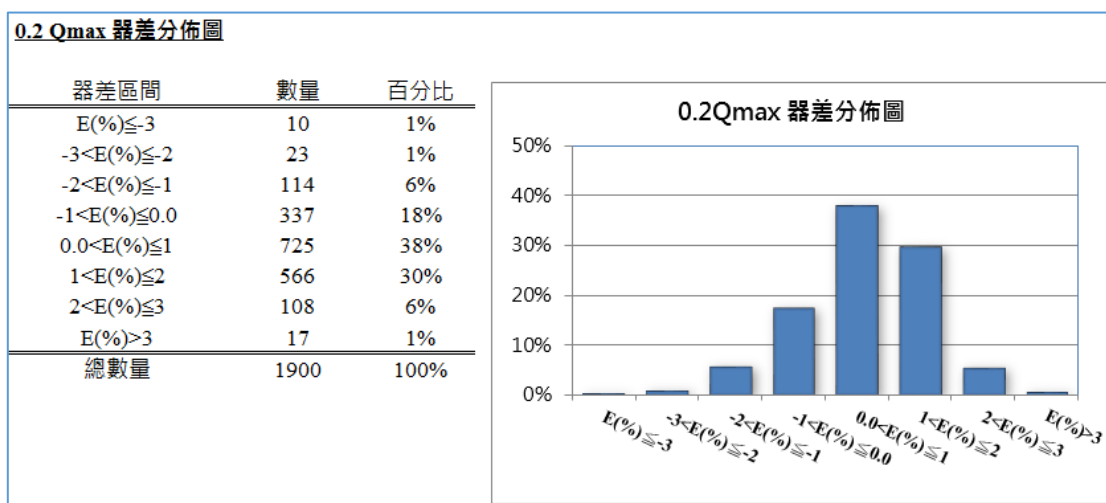


圖 4-3-3、全部 1900 具氣量計檢查結果分析- 0.2 Qmax

此次抽檢中不合格表共計有 43 具，扣除啞巴表及銀色線脫落無法檢查的表，其餘檢查不合格表（大流或中流相對器差絕對值大於 3%）共計 39 具，此 39 具氣量計檢查結果，大流及中流兩個流率相對器差分佈如圖 4-3-4 及圖 4-3-5。

由圖 4-3-4 及圖 4-3-5 兩圖可歸納出以下現象：

- 不合格表大流(Qmax) 相對器差明顯偏向正(多計量)，中流(0.2Qmax) 相對器差偏一邊的現象並不明顯。
- 共計有 19 具氣量計大流(Qmax) 不合格；27 具中流 (0.2Qmax)，兩個流率都不合格的表共計有 7 具。

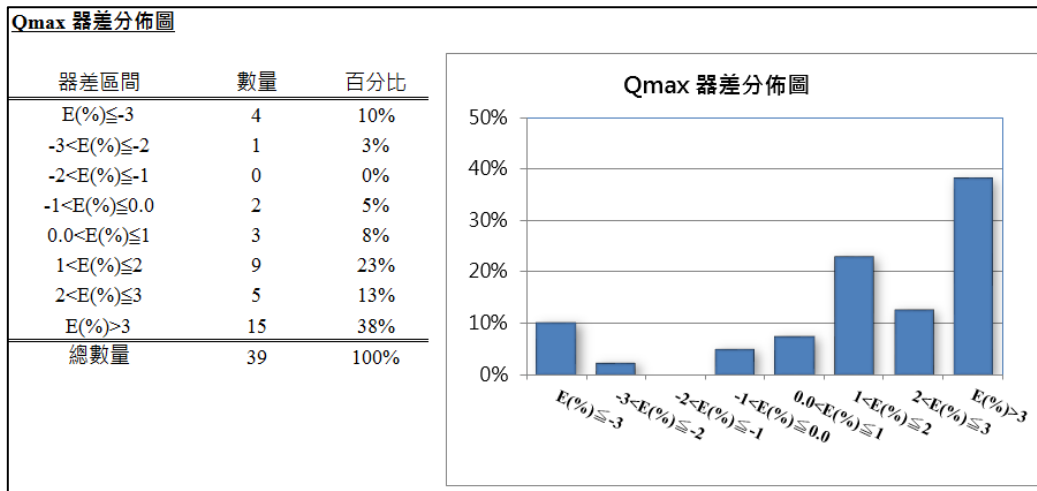


圖 4-3-4、全部不合格表檢查結果分析-Qmax

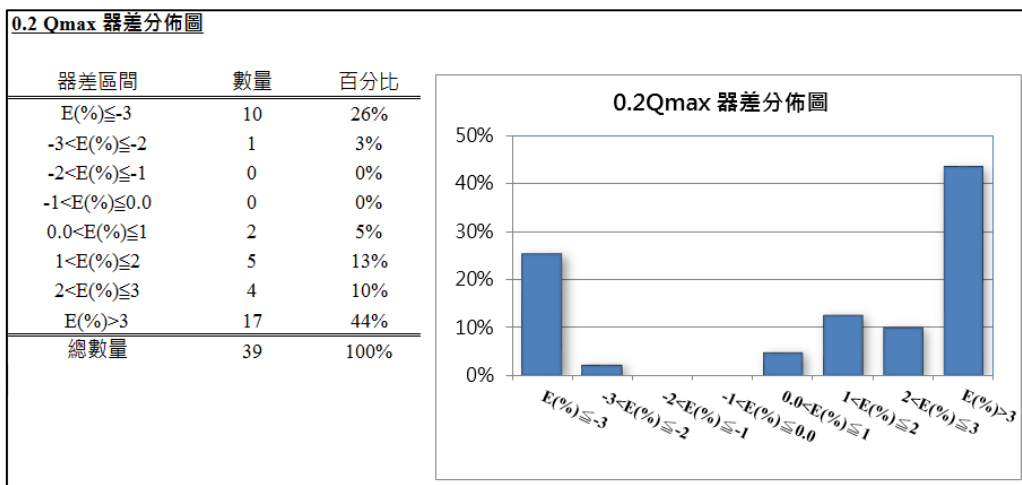


圖 4-3-5、全部不合格表檢查結果分析-0.2Qmax

此次研究計畫中，針對不合格表或相對器差比較大（相對器差絕對值大於 2.5 %）的表，送至量測中心進行重新測試，在量測中心的測試每一具表重複測試 15 次，其結果平均後再與原來在標準局檢查結果比較得到差異值（量測中心器差 - 標準局器差），測試結果統計表如圖 4-3-6 及圖 4-3-7，說明如下：

- 在量測中心共計重新測試 45 具氣量計，其中 7 具於標準局檢查結果合格，其餘 38 具氣量計為不合格。
- 有 3 具氣量計在標準局測試合格（但相對器差絕對值大於 2.5 %），但在量測中心測試不合格。
- 有 1 具氣量計在標準局測試不合格，但在量測中心測試合格。
- 下表為量測中心測試結果與標準局測試結果差異，由圖可以看出兩者差異大於 0.5 % Qmax 共計有 11 具，0.2 Qmax 也為 24 具。
- 兩個系統檢查器差的差異，原因為舊表重現性比較差，測試器差變化大，所以很容易有誤判的機會，但是因為檢定檢查都是測試 1 次，所以誤判是可理解的。

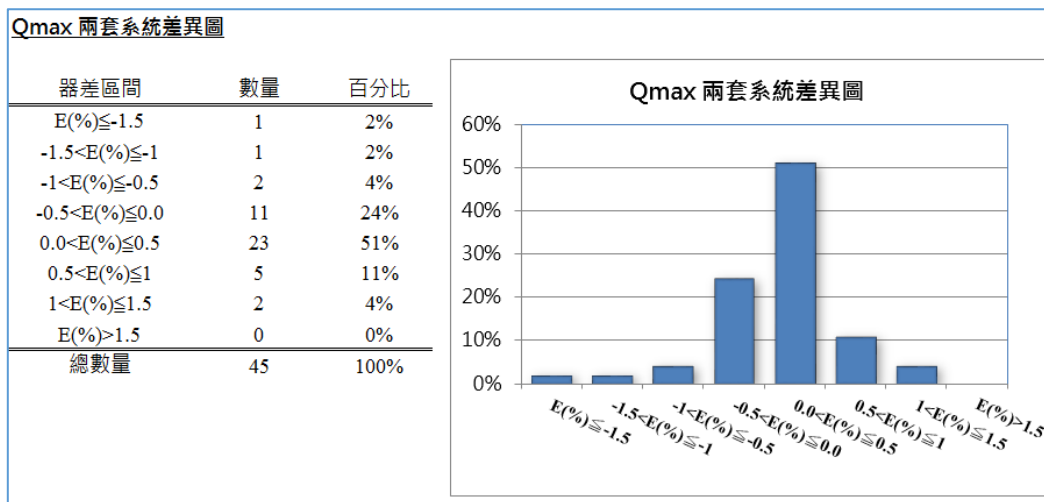


圖 4-3-6、CMS 重測結果與標準局測試結果差異- Qmax

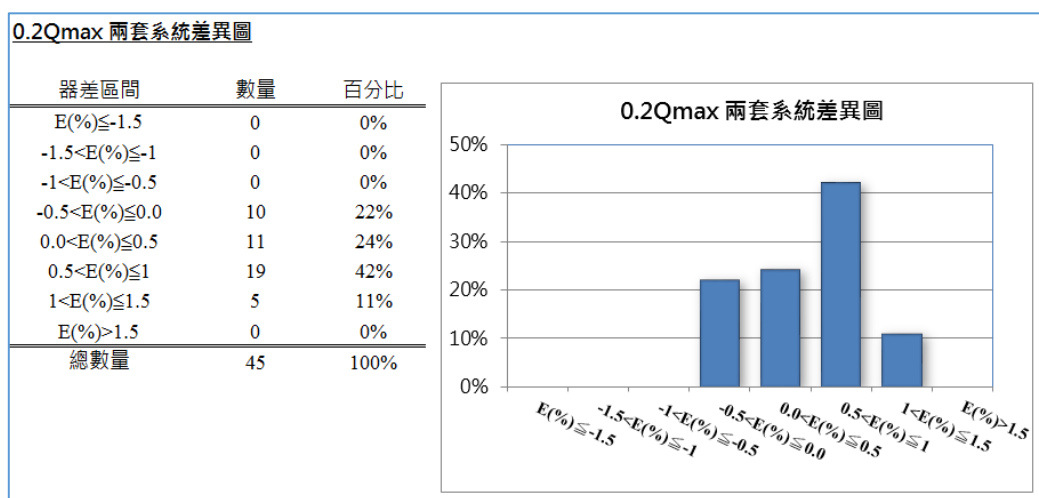


圖 4-3-7、CMS 重測結果與標準局測試差異- 0.2Qmax

3. 重新檢定氣量計耐久性模擬測試研究

此項測試選取重新檢定表，此次選取的表型以前標示為 N5(5 m³/h)及 N3(3 m³/h)重新檢定後，參考現行表分類，歸類為 6 m³/h 及 2.5 m³/h 表各五具進行耐久測試，耐久測試開始時間為 2017/6/16 18:09，結束時間為 2017/9/8 13:58，共計進行 2012 小時。且 2.5 m³/h 表累積通氣量都超過 5000 m³，6 m³/h 表型累積通氣量都超過 12000 m³。

氣量計耐久測試使用並聯方式，以變頻器控制鼓風機運轉速度以調控流率，並以球閥控制兩種表的運轉流率，系統示意圖如圖 4-3-8。耐久測試過程表安裝架構如圖 4-3-9 所示。另外總共 10 具氣量計其耐久測試開始前及結束後照片累積量如圖 4-3-10 至圖 4-3-13 所示：

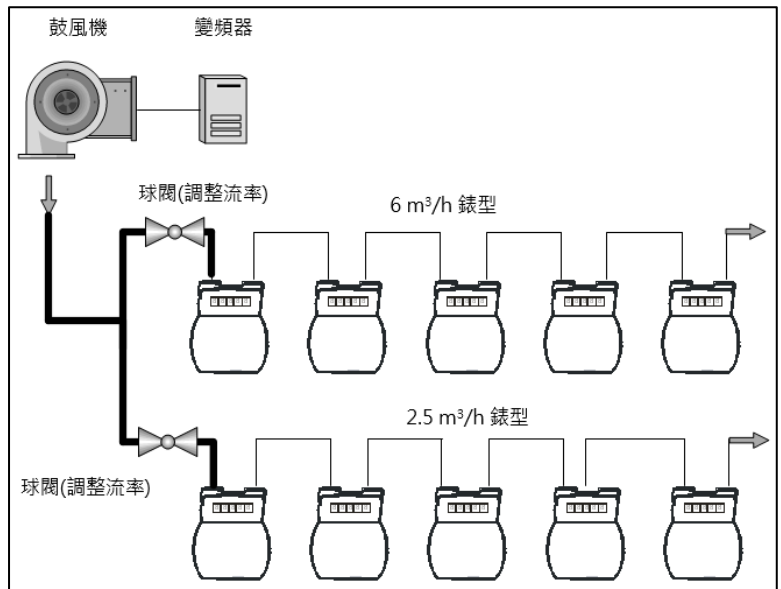


圖 4-3-8、氣量計耐久運轉系統示意圖



圖 4-3-9、耐久運轉進行中照片

 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/6/16 18:08:51</td><td>4.2</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/6/16 18:08:51	4.2	 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/6/16 18:09:05</td><td>4.2</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/6/16 18:09:05	4.2	 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/6/16 18:09:15</td><td>4.1</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/6/16 18:09:15	4.1
時間	讀數													
2017/6/16 18:08:51	4.2													
時間	讀數													
2017/6/16 18:09:05	4.2													
時間	讀數													
2017/6/16 18:09:15	4.1													
 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/9/8 13:58:00</td><td>5177.793</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/9/8 13:58:00	5177.793	 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/9/8 13:58:00</td><td>5162.502</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/9/8 13:58:00	5162.502	 <table border="1"> <tr><th>時間</th><th>讀數</th></tr> <tr><td>2017/9/8 13:58:00</td><td>5163.25</td></tr> </table>	時間	讀數	2017/9/8 13:58:00	5163.25
時間	讀數													
2017/9/8 13:58:00	5177.793													
時間	讀數													
2017/9/8 13:58:00	5162.502													
時間	讀數													
2017/9/8 13:58:00	5163.25													
<table border="1"> <tr><th>總耐久運轉時間 (hour)</th><td>2012</td></tr> <tr><th>總運轉體積 (m3)</th><td>5174</td></tr> </table>	總耐久運轉時間 (hour)	2012	總運轉體積 (m3)	5174	<table border="1"> <tr><th>總耐久運轉時間 (hour)</th><td>2012</td></tr> <tr><th>總運轉體積 (m3)</th><td>5158</td></tr> </table>	總耐久運轉時間 (hour)	2012	總運轉體積 (m3)	5158	<table border="1"> <tr><th>總耐久運轉時間 (hour)</th><td>2012</td></tr> <tr><th>總運轉體積 (m3)</th><td>5159</td></tr> </table>	總耐久運轉時間 (hour)	2012	總運轉體積 (m3)	5159
總耐久運轉時間 (hour)	2012													
總運轉體積 (m3)	5174													
總耐久運轉時間 (hour)	2012													
總運轉體積 (m3)	5158													
總耐久運轉時間 (hour)	2012													
總運轉體積 (m3)	5159													
2.5 m ³ /h 表型 編號 1	2.5 m ³ /h 表型 編號 2	2.5 m ³ /h 表型 編號 3												

圖 4-3-10、2.5 m³/h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(一)




時間	讀數
2017/6/16 18:09:24	4.2




時間	讀數
2017/9/8 13:58:00	5179

總耐久運轉時間 (hour)	2012
總運轉體積(m3)	5175

2.5 m³/h 表型 編號 4



時間	讀數
2017/6/16 18:09:32	4.1



時間	讀數
2017/9/8 13:58:00	5137.49

總耐久運轉時間 (hour)	2012
總運轉體積(m3)	5133

2.5 m³/h 表型 編號 5

圖 4-3-11、2.5 m³/h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(二)



時間	讀數
2017/6/16 18:09:50	9.8375



時間	讀數
2017/9/8 13:58:00	12100

總耐久運轉時間 (hour)	2012
總運轉體積(m3)	12090

6 m³/h 表型 編號 1




時間	讀數
2017/6/16 18:09:58	9.8727




時間	讀數
2017/9/8 13:58:00	12057

總耐久運轉時間 (hour)	2012
總運轉體積(m3)	12047

6 m³/h 表型 編號 2



時間	讀數
2017/6/16 18:10:10	9.8526



時間	讀數
2017/9/8 13:58:00	12026

總耐久運轉時間 (hour)	2012
總運轉體積(m3)	12016

6 m³/h 表型 編號 3

圖 4-3-12、6 m³/h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(一)

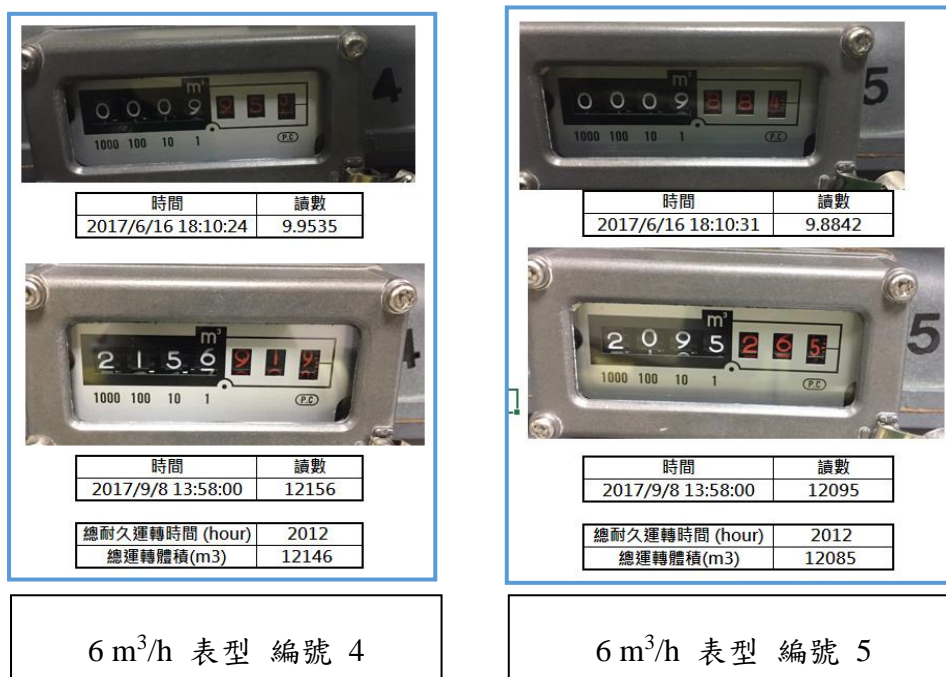


圖 4-3-13、6 m³/h 表耐久測試表耐久前後照片及累積時間(二)

每一具表在耐久運轉測試前，先在量測中心法定計量流量測試機台進行 3 個流量測試，每個流率重複 15 次，求得其 15 次平均器差及標準差；在 2000 小時耐久運轉後，再一次進行重複性能測試，並將兩次測試進行比較，以此方式來確定氣量計在耐久運轉前後其性能是否有變化。2.5 m³/h 表型耐久測試前後測試數據及結果如表 4-3-18 及表 4-3-19 所示：

表 4-3-18、2.5 m³/h 表型耐久測試前重複性測試數據

	測試日期	Qmax 器差 (%)	Qmax 標準差 (%)	0.2Qmax 器差 (%)	0.2Qmax 標準差 (%)	3Qmin 器差 (%)	3Qmin 標準差 (%)
表 1	2017/6/15	1.52	0.08	1.05	0.25	0.71	0.44
表 2	2017/6/15	0.83	0.10	0.71	0.28	0.77	0.44
表 3	2017/6/15	0.41	0.10	0.42	0.19	-0.11	0.38
表 4	2017/6/15	1.01	0.06	0.57	0.10	0.35	0.26
表 5	2017/6/15	0.15	0.07	0.04	0.12	-0.30	0.31

表 4-3-19、2.5 m³/h 表型耐久測試後重複性測試數據

	測試日期	Qmax 器差 (%)	Qmax 標準差 (%)	0.2Qmax 器差 (%)	0.2Qmax 標準差 (%)	3Qmin 器差 (%)	3Qmin 標準差 (%)
表 1	2017/9/8	0.20	0.07	0.12	0.22	-0.62	0.51
表 2	2017/9/8	0.43	0.10	0.39	0.25	0.13	0.48
表 3	2017/9/8	0.30	0.06	0.17	0.18	-0.17	0.41
表 4	2017/9/8	0.57	0.11	0.27	0.11	-0.37	0.28
表 5	2017/9/8	-0.31	0.10	-0.38	0.11	-0.86	0.24

由表 4-3-18，表 4-3-19 可計算得到，2.5 m³/h 表型其耐久測試前後器差及標準差變化如表 4-3-20 及表 4-3-21。

表 4-3-20、2.5 m³/h 表型耐久測試前後器差變化

	Qmax 器差變化(%)	0.2Qmax 器差變化(%)	3Qmin 器差變化(%)
表 1	-1.32	-0.93	-1.33
表 2	-0.4	-0.32	-0.64
表 3	-0.11	-0.25	-0.06
表 4	-0.44	-0.3	-0.72
表 5	-0.46	-0.42	-0.56

表 4-3-21、2.5 m³/h 表型耐久測試前後標準差變化

	Qmax 標準差變化(%)	0.2Qmax 標準差變化(%)	3Qmin 標準差變化(%)
表 1	-0.01	-0.03	0.07
表 2	0	-0.03	0.04
表 3	-0.04	-0.01	0.03
表 4	0.05	0.01	0.02
表 5	0.03	-0.01	-0.07

6 m³/h 表型共計 5 具，耐久測試前後重複性測試數據如表 4-3-22 及表 4-3-23。

表 4-3-22、6 m³/h 表型耐久測試前重複性測試數據

	測試日期	Qmax 器差 (%)	Qmax 標準差 (%)	0.2Qmax 器差 (%)	0.2Qmax 標準差 (%)	3Qmin 器差 (%)	3Qmin 標準差 (%)
表 1	2017/6/14	-0.64	0.12	0.67	0.10	1.20	0.19
表 2	2017/6/14	0.01	0.06	0.60	0.09	1.06	0.25
表 3	2017/6/14	-0.62	0.13	1.13	0.03	1.60	0.28
表 4	2017/6/14	0.71	0.07	0.95	0.02	1.07	0.24
表 5	2017/6/14	-0.34	0.08	0.69	0.07	0.94	0.22

表 4-3-23、6 m³/h 表型耐久測試後重複性測試數據

N6	測試日期	Qmax 器差 (%)	Qmax 標準差 (%)	0.2Qmax 器差 (%)	0.2Qmax 標準差 (%)	3Qmin 器差 (%)	3Qmin 標準差 (%)
表 1	2017/9/12	-1.39	0.10	-0.09	0.08	0.39	0.15
表 2	2017/9/12	-0.33	0.07	0.52	0.07	0.65	0.25
表 3	2017/9/12	-0.94	0.12	0.75	0.05	1.17	0.26
表 4	2017/9/12	-0.04	0.06	0.39	0.04	0.69	0.21
表 5	2017/9/12	-0.70	0.07	0.40	0.09	0.46	0.13

由表 4-3-22，表 4-3-23 可計算得到，6 m³/h 表型其耐久測試前後器差及標準差變化如表 24 及表 25。

表 4-3-24、6 m³/h 表型耐久前後器差變化

	Qmax 器差變化 (%)	0.2Qmax 器差變化 (%)	3Qmin 器差變化 (%)
表 1	-0.75	-0.76	-0.81
表 2	-0.34	-0.08	-0.41
表 3	-0.32	-0.38	-0.43
表 4	-0.75	-0.56	-0.38
表 5	-0.36	-0.29	-0.48

表 4-3-25、6 m³/h 表型耐久前後標準差變化

	Qmax 標準差變化 (%)	0.2Qmax 標準差變化 (%)	3Qmin 標準差變化 (%)
表 1	-0.02	-0.02	-0.04
表 2	0.01	-0.02	0
表 3	-0.01	0.02	-0.02
表 4	-0.01	0.02	-0.03
表 5	-0.01	0.02	-0.09

測試結果說明

- 2.5 m³/h 表型耐久測試前後相對器差變化量最大 1.33 %，6 m³/h 表型耐久測試前後器差變化量最大 0.81 %。
- 兩種表型共計 10 具氣量計除了 2.5 m³/h 表型編號 1 在最大流率器差 1.52 % 些微

超過檢定公差外，其餘 9 具氣量計 3 個流率不管耐久運轉前後測試結果都符合檢定公差 1.5 %。

- 10 具氣量計在耐久後如果以 Q_{max} 及 $0.2Q_{max}$ 兩個流率檢查公差 3 % 來判定都合格。
- 所有表在耐久測試後，其相對器差均比耐久測試前小，換句話說，耐久後表的特性是器差偏小，計量偏低。
- 所有表在耐久運轉前後均進行重複性測試，重複次數 15 次，並求得標準差，由標準差來看， $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 表型 Q_{max} 及 $0.2Q_{max}$ 兩個流率耐久前後其量測標準差最大變化量為 0.05 %，而 $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 表型 Q_{max} 及 $0.2Q_{max}$ 兩個流率耐久前後其量測標準差最大變化量 0.02 %，由此結果可看出，耐久測試後氣量計還是有很好的重複性。

【分項結論】：

1. 國內衡器製造商大多有自行開發及單獨販售指示器的能力，並與荷重元搭配組成各型式 NAWI 銷售，因此市場上流通的衡器即具有家族特性。考量國內衡器商的需求以及現有的測試設備，本計畫了完成對非自動衡器型式認證的整機家族認證方案。至於認證模組測試則因國內執行單位尚無完整的檢測設備及能力，短期實現可能性低，仍待國內相關單位建立適當技術能量後再予商榷。
2. 參考「度量衡法施行細則」所稱法定度量衡器，完成「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」的修訂，作為度量衡業管理實務之參考。
3. 完成標準檢驗局膜式氣量計檢定系統性能一致性之測試，並進行使用中氣量計器差特性測試及耐久性模擬測試研究，將以三年實證數據提供規範及使用年限之修訂依據，並作為日後對使用中氣量計的管理資料。

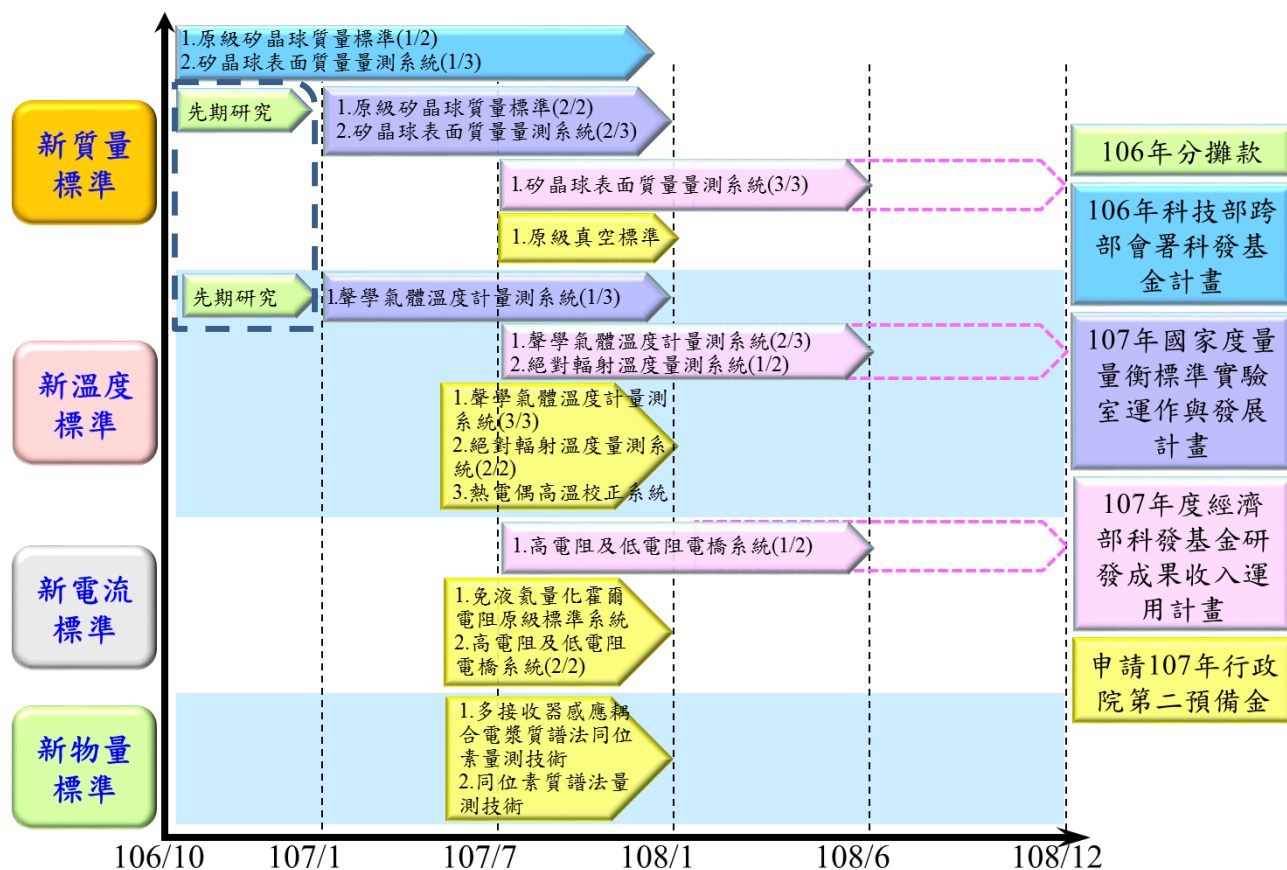
五、SI 新標準計量技術發展分項

國際度量衡大會(CGPM)將於 2018 年底通過 SI 基本單位新定義，7 個 SI 基本單位其中 4 個將以定值的物理常數來定義(質量-公斤以普朗克常數 h 定義、電流-安培以基本電荷 e 定義、溫度-克耳文以波茲曼常數 k_B 定義及物量-莫耳以亞佛加厥常數 N_A 定義等)，因應 SI 基本單位定義之變革，保障國內產業生產設備、儀器準確度校正及追溯，提升 MIT 產品品質以確保國際競爭力。NML 規劃並陸續爭取資源，以執行以下工作，使我國計量標準符合 SI 新定義：

- (1)購置高純度矽晶球配合真空質量比較儀及矽晶球表面層分析儀等設備，建立 X 光晶體密度法來實現新的公斤定義，確保我國質量標準追溯不受新定義影響；
- (2)購置貴金屬定點裝備並搭配現有水三相點設備，實現符合新定義之溫度標準，進一步解決目前採用之國際溫標 ITS-90 以內插法導出定點值間溫度之誤差問題；
- (3)購置氣體分析儀，利用氣體分析儀將聲學氣起溫度計內工作氣體之分量濃度予以量化，以得到單一原子或分子氣體的平均質量 m 等氣體參數值，進而決定熱力學溫度值。
- (4)購置免液氦量化霍爾電阻系統搭配約瑟夫森電壓標準，建立完整符合產業需求並與新定義接軌之電流標準。
- (5)購置多接收器感應耦合電漿質譜儀及同位素質譜儀建立新物量(mol)標準，準確量測元素物質莫耳質量，降低標準參考物質濃度計量追溯之不確定度，建立符合 SI 新定義之物量標準。

上述 4 項新標準建立所需經費估計約為 5 億元，國家預算有限爭取不易，在主管機關及相關部會、首長協助下，已申請「106 年科技部跨部會署科發基金計畫」(79,143 千元)執行優先性最高之新質量標準建置，及運用 106 年經濟部科技計畫分攤款(40,000 千元)，於本計畫本分項執行新質量與新溫度標準建置先期研究，並於本計畫 107 年科學計量分項下(43,627 千元)，規劃執行部分「新質量」與「新溫度」標準建置。而「107 年經濟部科發基金研發成果收入運用計畫」則持續爭取中，規劃執行「新質量」、「新溫度」及「新電流」標準建置及系統整合、組裝、測試等工作。其餘不足之經費，規劃申請 107 年行政院第二預備金。

【全程技術建立時程】



註：本分項為運用106年經濟部科技計畫分攤款執行虛線框內之先期研究

圖 5-1-1、4 個 SI 新標準計量技術發展規劃及經費來源規劃

【本年度目標】

1. XRF XPS 矽晶球表層質量分析儀技術移轉及系統建置

- 完成自德國聯邦物理研究院(PTB)技術移轉 XRF XPS 矽晶球表層質量量測技術。德國 PTB 提供 XRF XPS 矽晶球表層質量量測系統所有相關文件，包含零件清單、系統設計圖、電路圖、元件架設示意圖與電路板配置圖等文件。
- 完成矽晶球表層質量分析儀系統主設備採購，包括 XFlash 矽漂移偵測器與矽晶球表面光電子頻譜分析儀。

2. 聲學氣體溫度系統建置

- 完成聲學氣體溫度計氣體純度分析所需之氣體分析儀，及產生穩定相平衡熱源所需之溫度定點採購驗收。

【執行成果】

本分項經費源自 106 年經濟部科技計畫分攤款，9 月中旬方撥款，考量 SI 新定義標準技術發展工作之急迫性及經費使用時限約 3 個月，主要工作為與德國聯邦物理研究院(PTB) 簽訂 X 射線光電子頻譜(XPS)/X 射線螢光頻譜(XRF)技術授權，以建立發展新質量、新溫度標準所需之硬體設備。

1. XRF XPS 矽晶球表層質量分析儀技術移轉及系統建置

(1) 完成德國聯邦物理研究院(PTB)技術移轉 XRF XPS 矽晶球表層質量量測技術。

- 進行雙方合作內容協商與訂定並經相關法務部門檢視等，11/1 日完成與 PTB 合作契約簽署，合約有效期間 2017/10/01 ~ 2022/09/30。本技術移轉重點為：
 - A. 建立矽 28 高度純化之 1 kg 標稱質量矽晶球作為質量標準。
 - B. 建立 XPS/XRF 儀器，用於矽晶球表層特性量測。
 - C. XPS/XRF 設備之運作與分析測量結果。
- 德國 PTB 依約已提供 XRF XPS 矽晶球表層質量量測系統所有相關文件，包含零件清單、系統設計圖、電路圖、元件架設示意圖與電路板配置圖等文件。

(2) 完成矽晶球表層質量分析儀系統主設備採購，包括 XFlash 矽漂移偵測器與矽晶球表面光電子頻譜分析儀。

- 完成 XFlash 矽漂移偵測器(SDD)採購申請：9/14 日開立採購單，10/31 日完成議價。SDD 矽漂移偵測器為國外採購，採購契約到貨日期即國外廠商出貨日期。德國原廠於 12/20 日出貨，12/22 日抵達 NML，並於 12/26 日完成採購驗收會議，XFlash SDD 偵測器型號與序號如圖 5-1-2 所示，其無視窗偵測機構與 CF35 (DN40) flange 則如圖 5-1-3 所示。

為確保原級矽晶球之質量準確性，需訂出矽晶球表層質量，以提供原級矽晶球質量之修正值。利用 XFlash 矽漂移偵測器(SDD)檢測矽晶球表層螢光輻射(Fluorescence radiation)，並以高解析模式記錄樣品光譜資訊，偵測矽晶球表面主要元素如碳與氧的螢光線條，以提供矽晶球表層碳化層、水層與氧化層等膜厚厚度與組成成分，並進行定量量測分析。

本次所採購之 SDD 偵測器，允收規格如下：(a)有效偵測面積為 30 mm²，(b)能量解析度(Energy resolution)：≤123 eV at Mn-Kα, ≤54 eV at F-Kα, ≤46 eV at C-Kα，且最小偵測光子能量(Smallest detectable photon energy)≤100 eV。



圖 5-1-2、XFlash SDD 型號與序號



圖 5-1-3、無視窗偵測機構與 CF35 (DN40) flange

- 完成矽晶球表面光電子頻譜分析儀採購申請，10/19 日完成議價。Scienta Omicron 原廠已於 12/13 日貨抵達臺灣，12/18 日抵達 NML。於 12/21 日完成採購驗收會議。矽晶球表面電子分析儀之 X 射線單光光源套件型號與序號如圖 5-1-4，光電子頻譜儀型號與序號如圖 5-1-5。



圖 5-1-4、X 射線單光光源套件之型號與序號



圖 5-1-5、光電子頻譜儀之型號與序號

矽晶球表面主要由碳化物與氧化物所構成，表層厚度與組成成分之定量量測，為矽晶球質量完整評估不可或缺之一環，也是質量不確定來源中最主要的影響項目。X 射線光電子頻譜分析儀(X-Ray Photoelectron Spectroscopy, XPS)是一種表面特性很靈敏的分析技術，經由量測分析提供關於元素化學鍵結的狀態。通過樣品的照射獲得光譜單色 X 射線，釋放的光電子能量取決於化學元素及其結合狀態。XPS 其分析原理為利用 X 光光束照射待測物體表面可游離發射光電子(photoelectron)，透過量測到的光電子動能並從而推算出該光電子的束縛能，可用以研判發射光電子之原子元素種類及其化學態。本次採購的矽晶球表面電子光譜分析儀包含 X 射線光源與光電子頻譜儀，如圖 5-1-6 圓圈所示。參照德國聯邦物理技術研究院(PTB)所選用之廠牌型號，儀器廠牌為 Scienta Omicron。

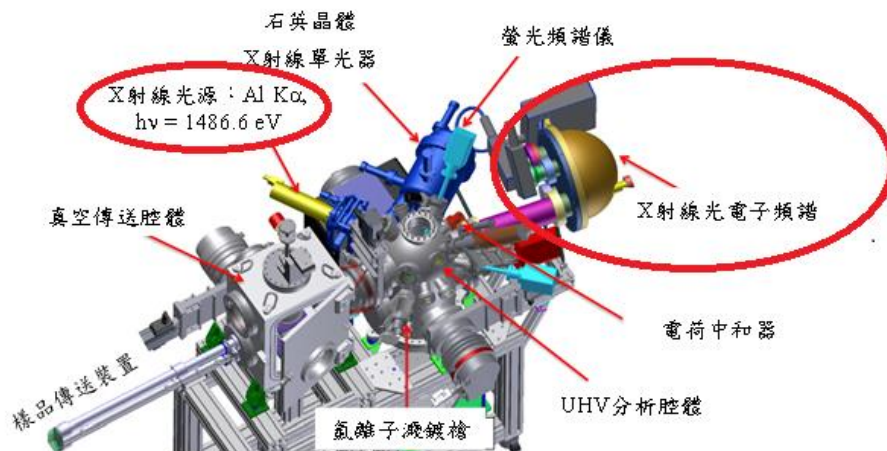


圖 5-1-6、X 射線光電子頻譜技術(X-Ray Photoelectron Spectroscopy)

本次所採購之光電子頻譜分析儀，允收規格為(a)設備型號為 ARGUS CU XPS，(b)擁有快速和低噪音電子儀器規格(Fast and low noise electronics) EAC 2000，(c)光電子的強度在過濾能量(pass energy)：(5 ~ 200) eV，(d)工作距離 (Working distance)：300 mm，(e) 128 個陽極通道檢測器 (striped anode detector)且可快速拍攝量測 < 10 ms /每個頻譜(per spectrum)。

此分析儀擁有陽極 X 射線光源，其規格為：陽極 Al 靶材，帶有快速連接端子(quick-connect terminals)(水冷)互鎖 (interlock)裝置，此光原能量為 1486.6 eV、光點大小 1 mm、線寬 250 meV 及光功率 600 W。

2. 聲學氣體溫度系統建置

- (1) 完成聲學氣體溫度計氣體純度分析所需之氣體分析儀採購申請、公開招標，10/28 日完成訂購，12/15 日到貨，12/22 日完成驗收。

藉由聲學氣體溫度計，溫度標準可由波茲曼常數 k_B 及氣體之參數(如比熱、平均分子質量)推導出。而聲學氣體溫度計內氣體之純度決定氣體參數值的準確度，因此，氣體的純度必須予以精確量測。一旦氣體聲學溫度計建置完成開始量測，必須立即有搭配之氣體分析儀能投入使用。

本次所採購之氣體分析儀，其規格為：(a)適用標準氣體包括 N_2 、Ar、 H_2 、He、 O_2 、空氣，(b)準確度：± 4 % 或 1/2 of LDL(最低偵測極限)，(c)響應時間：< 3 min 達 95 %，(d)Ar 氣中的 Trace H_2O 範圍：(0 ~ 9) ppm / N_2 氣中的 Trace H_2O 範圍：(0 ~ 20) ppm，(e)Ar 氣中的 Trace H_2O LDL：200 ppt / N_2 氣中的 Trace H_2O LDL：400 ppt，(f)流量：50 sccm ~ 1.8 slpm，(g)入口壓力：(10 ~ 125) psig。



圖 5-2-1、聲學氣體溫度計之氣體分析儀整體外觀

- (2) 完成產生穩定相平衡熱源所需之溫度定點採購申請，10/6 日完成議價訂購，12/20 日到貨，12/26 日完成驗收。

溫度單位重新定義後，原 ITS-90 所定義之溫度定點和熱力學溫度已有差異，所以必須藉由溫度定點裝備提供穩定之相平衡熱源，利用聲學氣體溫度計量測其熱力學溫度，來標定溫度單位重新定義後之溫度定點標準，以作為國內實施新溫度定義後的溫度標準追溯依據。

本次所採購之溫度定點，其規格為：(a)純度： $\geq 99.9999\%$ ，(b)Ag Cell 不確定度：2.4 mK (涵蓋因子 $k=2$) (c)Al Cell 不確定度：1.3 mK (涵蓋因子 $k=2$)，(d)Zn Cell 不確定度：0.9 mK (涵蓋因子 $k=2$)，(e)In Cell 不確定度：0.7 mK (涵蓋因子 $k=2$)。為確保未來實現溫度定點時能趨近零雜質之理想固-液相平衡值，採購項目尚包括溫度定點內同批金屬樣品、與委送美國 EAG 公司進行，輝光放電質譜技術(glow discharge mass spectrometry；GDMS)分析，以確認所採購之溫度定點其純度規格符合 $\geq 99.9999\%$ 之要求。且到貨後也抽測銀溫度定點，利用熱分析模式推估其純度亦符合此重要規格之要求。

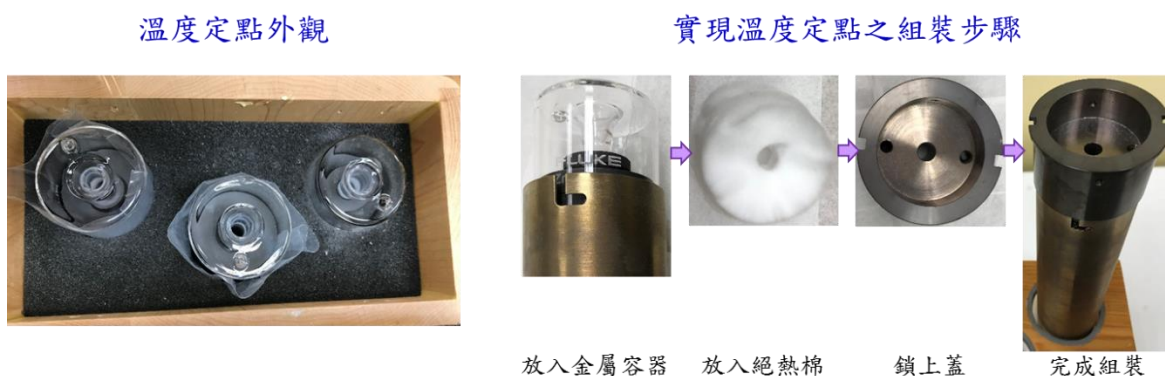


圖 5-2-2、聲學氣體溫度計之溫度定點外觀

【分項結論】：

1. 國際度量衡大會(CGPM)將於2018年底重新定義SI基本單位(含質量-kg、溫度-K、電流-A、物量-mol)，為維持計量主權完整之計量基磐，自主追溯至SI基本單位，NML必須及時因應，以免我國計量標準產生斷鏈之危機。NML預計於108年底完成「新質量」、「新溫度」、「新電流」、「新物量」四套新標準系統建置，以保障國內產業生產設備、儀器準確度校正及追溯，提升MIT產品品質以確保國際競爭力。
2. 四項新標準建置共需5.2億元，目前規劃分由數個計畫執行，包括「106年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」、「106年跨部會署科發基金計畫」、「107年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」、「107年度科發基金研發成果收入運用計畫」及擬向行政院申請第二預備金。其中本計畫為SI新標準建置中第一筆經費，總金額為4,000萬元，由技術處協助分攤，併入106年NML整體運作

計畫以第五分項計畫實施。

3. 本分項計畫完成購置矽晶球表層質量分析儀系統主設備（含矽晶球表面電子光譜分析儀和 XFlash 矽漂移偵測器），及量測聲學氣體溫度計工作氣體純度之氣體分析儀及標定溫度定點值之溫度定點。此外，本分項計畫也自德國聯邦物理技術研究院（Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB）技術移轉 XRF XPS 矽晶球表層質量量測技術，包含矽晶球表層質量分析儀系統全套設計圖，作為日後分析與監控矽晶球表層之質量及採購 XRF XPS 矽晶球表層質量量測設備及其他零組件及組裝、調整之用。後續將銜接其它計畫，完成系統整合、組裝、測試、不確定度評估等工作，建立 SI 新標準系統。
4. 本分項經常門預算數 7,200,000 元，經常門決算數 7,425,675 元，超出本分項預算部分，由其他四各分項勻支及量測中心自行吸收；資本門預算 32,800,000 元，資本門決算數 32,369,579 元，繳回採購結餘款 430,421 元。

附 件

附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表	271
附件二、一百萬元以上儀器設備清單	271
附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表	272
附件四、專利成果一覽表	281
附件五、技術/專利應用一覽表	282
附件六、論文一覽表	285
附件七、技術報告一覽表	293
附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表	298
附件九、研究成果統計表	300
附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表	301
附件十一、106 年度結案審查委員意見回覆表	302
附件十二、106 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以分類排序)	309
附件十三、名詞索引表	312
附件十四、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務	317
附件十五、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明	372

附件一、三百萬元以上科學儀器設備彙總表

機關(學校)名稱：經濟部標準檢驗局

單位：新臺幣元

編號	儀器名稱 (英文名稱)	使用 單位	單位	數量	單價	優先 順序	儀器廠牌及型號
1	50 kg 質量比較儀	工研院 量測中心	台	1	12,990,000	1	METTLER TOLEDO/ AX64004
2	自動化管式校正器	工研院 量測中心	台	1	5,018,000	1	NML設計
3	無機元素驗證參考物質生產系統	工研院 量測中心	台	1	3,000,000	1	Mettler/ T7
4	XFlash 矽漂移偵測器	工研院 量測中心	台	1	5,400,579	1	Bruker/XFLASH613 0
5	矽晶球表面電子光譜分析儀	工研院 量測中心	台	1	20,320,000	1	Scienta Omicron/XM 1200
6	氣體分析儀	工研院 量測中心	台	1	3,050,000	1	TigerOptics/HALOK A
7	溫度定點	工研院 量測中心	台	1	3,599,000	1	Fluke/5904(銅)、 5906(鋅)、 5907(鋁)、5908(銀)

填表說明：

- 1.本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
- 2.依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。

附件二、一百萬元以上儀器設備清單

單位：新臺幣元

儀器設備名稱 (中/英文)	主要功能規格	預算數	單價	數量	總價	備註
無						

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

附件三、出國暨赴陸會議人員一覽表

短期訓練

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
參加「臺史備忘錄技術合作會議」及拜會史瓦濟蘭標準局(SWASA)等機構	史瓦濟蘭/墨巴本	2017.01.17 - 01.24/8 天	彭國勝	發展策略規劃	促進雙方計量標準技術交流及建立技術合作管道，提高 NML 國際影響力與計量推廣。	23(1)	* 「臺史備忘錄技術合作會議」相關簡報資料
參加「臺史備忘錄技術合作會議」及拜會史瓦濟蘭標準局(SWASA)等機構	史瓦濟蘭/墨巴本	2017.01.17 - 01.24/8 天	江俊霖	流量系統負責人及法定氣量計研究	促進兩國度量衡標準技術合作，提高 NML 國際影響力。	23(2)	* 「臺史備忘錄技術合作會議」相關簡報資料
受邀至香港標準及校正實驗所(SCL)進行第三者同儕評鑑	中國大陸/香港	2017.01.22 - 01.25/4 天	黃宇中	聲量/振動/超音波領域規劃	技術能力受肯定，受邀同儕評鑑，提升 NML 形象。	--	* 香港標準及校正實驗所(SCL) 評鑑技術文件
1. 赴德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)進行「原級流量標準系統技術」合作研究。 2. 拜訪荷蘭國家應用科學研究機構(TNO)，及參加歐洲流量量測研討會	德國/布朗施威克、荷蘭/達夫特、諾特維克	2017.03.01 - 07.04/126 天	郭景宜	流量領域計量技術發展	透過技術交流與雙邊系統測試研究，提升計量技術。	33	* 歐洲流量量測研討會 LNG 論文簡報資料
1.參加第六屆 CCMPV 暨第五屆 IMEKO TC16 研討會及發表論文 2.參加 CCM WG PV 小組會議	哥倫比亞/佩雷拉	2017.05.05 - 05.15/11 天	陳生瑞	力質量系統負責人及領域規劃	瞭解未來 SI 重新定義後，壓力與真空計量之最新研發重點、標準新定義等發展，以供未來發展規劃之參考。	31	* 第六屆 CCMPV 論文摘要集 * PTB Force-Balance Piston Gauge 論文簡報 * CCM WG PV 2017 會議紀錄
參加全球計量學院長度與尺寸計量課程(Global Metrology Academy, GMA)	韓國/大田	2017.05.21 - 06.03/14 天	陳智榮	長度系統負責人及領域規劃	蒐集國外長度相關計量標準追溯之設備與標準技	12(1)	* 長度計量課程手冊

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
					術，作為未來計量標準追溯規劃之參考。		
代表亞太計量組織執行委員會之執行委員身分，參加 2017 年亞太計量組織年中會議及相關活動	馬來西亞/馬六甲	2017.05.22-05.27/6 天	藍玉屏	協同計畫主持人	了解並參與 APMP 重大決策，同時與亞太其他先進國家執行委員交流互動，建立良好關係。	8(1)	* EC 年中會議的結論和追蹤事項紀錄
參加 2017 IMEKO 研討會第四屆國際振動相關計量研討會(TC22 研討會)發表論文，及拜訪 B&K 公司	芬蘭/赫爾辛基、丹麥/哥本哈根	2017.05.28 - 06.04/8 天	王聖涵	振動系統負責人	發表論文交流振動領域原級量測標準之發展趨勢，參訪設備尋求提升感測器研究發展技術，供未來規劃參考。	24	* IMEKO 2017 TC22 等論文資料
1.光度與光輻射諮詢委員會工作小組會議(CCPR WG) 2.第十三屆國際光輻射新發展和應用研討會(NEWRAD 2017)	日本/東京	2017.06.09 - 06.15/7 天	吳貴能	光輻射領域技術規劃	參與國際會議與各會員國代表互動，搜集光輻射計量領域相互認可相關技術活動情形與未來趨勢。	16(1)	* CCPR WG 會議簡報資料 * NEWRAD 2017 研討會論文集
凡爾賽先進材料與標準計畫(VAMAS)第 42 屆指導委員會會議(42th Steering Committee Meeting)與技術研討會(Technical Workshop)	澳洲/雪梨	2017.06.11 - 06.18/8 天	何柏青	質量及奈米計量技術研究	蒐集與技術交流尺寸、奈米力學、生物及化學等領域的相關量測方法與標準制定，續保我國於國際活動之能見度。	9(1)	* VAMAS 工作提案電子文件
參加第十三屆國際光輻射新發展和應用研討會(NEWRAD 2017)發表論文	日本/東京	2017.06.12 - 06.17/6 天	劉玟君	系統負責人及光輻射計量研究	瞭解發未來 SI 重新定義後在光輻射計量方面因應和研究，以及其他光領域最新發展。	26	* NEWRAD 2017 研討會論文集
第 16 屆國際工程表面性質與粗糙度計量研討會	瑞典/哥登堡	2017.06.25 - 06.30/6 天	傅尉恩	產業計量技術發展分項主持人	發表論文及知識交流，期發展表面性質量測技術合作機會之可能性。	5(1)	* Met&Props2017 論文摘要集

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
歐洲頻率與時間論壇暨國際頻率控制研討會	法國/柏桑松	2017.07.07 - 07.15/9 天	莊宜蓁	光量與頻率計量研究	蒐集光頻與雷射領域最新國際研發趨勢，並吸取專家經驗，增加研發實力。	32	* EFTF-IFCS 2017 論文摘要集
1.參訪 PTB 布朗斯威克院區，學習 XRCD 相關技術，洽談未來合作方式。 2.拜訪 PTB 柏林院區真空與 X 光頻譜實驗室	德國/布朗斯威克、柏林	2017.07.23 - 08.04/13 天	陳生瑞	力質量系統領域規劃	交流 X 射線晶體密度法相關技術，作為後續新公斤標準建置計畫之規劃與執行參考。	3(1)	* PTB 技術簡報 "Dissemination of the Kilogram via Silicon Spheres" * PTB 期刊論文接受稿 "Determination of SiO ₂ and C layers on a monocrystalline silicon sphere by reference-free X-ray fluorescence analysis" * PTB-ITRI XRCD 合作項目清單(初稿) * PTB 技術簡報 "Materials characterization at nanoscale by X-ray spectrometry"
受邀至泰國 NIMT 擔任溫度領域評審員進行第三者同儕評鑑	泰國/曼谷	2017.07.23 - 07.26/4 天	蔡淑妃	溫度系統負責人及領域規劃	技術能力受肯定，受邀同儕評鑑，提升 NML 形象。	--	* 泰國 NIMT 溫度評鑑技術文件
受邀參加日本 NMIJ 所舉辦之 "Sakura Exchange Program in Science"	日本	2017.08.27 - 09.03/8 天	王盛翰	奈米計量技術研發	與中日韓國家標準實驗室青年計量研究人員進行技術交流，維持亞太區域友好關係。	--	* 課程簡報資料 * ESW2017 會議論文集
參加 2017 年美國機械工程師學會流量工程部門夏季會議發表論文	美國/夏威夷	2017.07.29 - 08.05/8 天	江俊霖	流量計量研究	技術交流及展現 NML 在流體模擬及微奈流體的研究能力。	25	* ASME 2017 論文簡報資料
1.參加美國國家標準實驗室大會國際	美國/馬里蘭州	2017.08.11 -	林秀璘	品質管理	論文發表及參加訓練課	1(1)	* NCSLI 2017 論文集

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
研討會暨論文發表會(2017 NCSL International Workshop & Symposium) 2.參訪美國國家標準與技術研究院(NIST)		08.23/13 天			程，掌握 ISO/ IEC 17025:2017 新版標準之精神與應用，強化品質管理系統。		
1.參加美國國家標準實驗室大會國際研討會暨論文發表會(2017 NCSL International Workshop & Symposium) 2.參訪愛默森(Emerson)流量與控制公司	美國/馬里蘭州、休士頓、達拉斯	2017.08.13 - 08.23/11 天	蕭俊豪	標準與法定計量發展策略規劃	與各國該領域專家進行研討交流，強化關係促進合作。	7	* NCSLI 2017 論文集 * Emerson 公司介紹簡報
1.參加 2017 年美國國家標準實驗室大會國際研討會暨論文發表會(2017 NCSL International Workshop & Symposium) 2.拜訪美國國家標準與技術研究院(NIST)	美國/馬里蘭州	2017.08.13 - 08.24/12 天	林增耀	計畫主持人	代表 NML 出席該組織年度大會，與國外實驗室專家及主管經驗交流，提升計量技術及管理新知，促進亞太計量組織與國際接軌。	1(2)	* NCSLI 2017 論文集
1.參加 2017 年美國國家標準實驗室大會國際研討會暨論文發表會(2017 NCSL International Workshop & Symposium) 2.拜訪美國國家標準與技術研究院(NIST)	美國/馬里蘭州	2017.08.13 - 08.24/12 天	姚斌誠	產業計量資料蒐集	蒐集精密量測技術發展現況，拜訪國際先進實驗室，協助持續推動與國家級計量標準實驗室的雙方合作。	27(1)	* NCSLI 2017 論文集
參加全球計量學院溫度與濕度計量課程 (Global Metrology Academy Group Course in Thermometry and Humidity Metrology)	韓國/大田	2017.08.18 - 09.01/15 天	葉建志	溫度與濕度領域規劃	蒐集國外溫度與濕度計量標準追溯之設備與標準技術，作為未來追溯規劃參考。	12(2)	* 溫度與濕度計量課程手冊
1.參加國際噪音控制工程研討會	中國大陸/香港	2017.08.23 -	涂聰賢	聲量/振動領域	瞭解國際間振動噪音量測	27(2)	* Inter-Noise 2017 論文集

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
(International Congress on Noise Control Engineering, Inter-Noise 2017) 發表論文 2.拜訪創新科技署標準及校正實驗所 及香港環境保護署環保法規管理科		08.31/9 天		規劃	控制技術之發展、與國際間相關之專家交流聯繫。		
參加 CCAUV WGs(聲量、超音波、振動諮詢委員會工作小組會議)	法國/塞伏爾	2017.09.17 - 09.24/8 天	黃宇中	聲量/振動/超音波領域規劃	以 TCAUV 主席身分出席，報告區域組織近年技術活動，並與各國家標準實驗室代表交流互動。	6(1)	* CCAUV WGs 報告資料 * CCAUV 各國簡報資料.
參加第 52 屆國際法定計量委員會 (CIML)年會	哥倫比亞/迦太基娜	2017.10.06 - 10.14/9 天	王文彬	流量系統負責人	以 NML 代表標準局參加，年會，以蒐集瞭解法定計量規範新訂與修訂的項目。	11	* 第 52 屆 CIML 會議資料
參加 MacroScale 2017(大尺度長度計量研討會)及 CCL WG-MRA (長度諮詢委員會相互認可工作小組會議)	芬蘭/艾斯博	2017.10.15 - 10.21/7 天	藍玉屏	協同計畫主持人	瞭解長度計量領域關鍵比對、量測與校正能量 (CMC)等相互認可相關技術活動情形與未來趨勢。	6(2)	* CCL WG-MRA 會議紀錄及相關簡報資料
參加「全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議」	法國/塞伏爾	2017.10.16 - 10.21/6 天	林增耀	計畫主持人	瞭解國際度量衡局未來規劃及計量相關國際組織合作發展現況。	2	* NMI Directors and Government Reps Meeting 會議資料
受邀至韓國國家標準與科學研究院 (KRISS)進行第三者同儕評鑑。	韓國/大田	2017.10.17 - 10.21	黃宇中	聲量/振動/超音波領域規劃	技術能力受肯定，受邀同儕評鑑，提升 NML 形象。	--	* 韓國 KRISS 評鑑技術文件
參加 APMP.T-K9 國際比對活動，攜帶溫度比對件至中國計量院(NIM)並拜訪相關實驗室。	中國大陸/北京	2017.10.23 - 10.25/3 天	蔡淑妃	溫度系統負責人及領域規劃	藉由參加國際比對，檢視 NML 維持的溫度標準在國際等同的目標下所執行之成效。	9(2)	* 中國計量院(NIM)聲學氣體溫度量測現況文件
參加第 24 屆亞太法定計量論壇	柬埔寨/暹粒	2017.10.24 -	楊正財	法定計量分項	了解最新的法定計量發展	10	* 第 24 屆亞太法定計量論壇會

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
(APLMF Forum)年會及工作小組相關會議		10.28/5 天		主持人	趨勢並協助主管機關主導之醫療器材工作小組蒐集議題相關資訊。		議資料
受邀至日本國家計量研究院(NIMJ),擔任該國流量實驗室水和油流量標準系統之同儕評鑑技術專家。	日本/筑波	2017.11.05 - 11.10/6 天	何宜霖	流量領域系統負責人	技術能力受肯定,受邀同儕評鑑,提升 NML 形象。	--	* 日本 NMIJ 流量評鑑技術文件
參加工程與科技年度研討會(ACEAT 2017)會議 並發表論文	日本/福岡	2017.11.05 - 11.10/6 天	陳國棟	超薄次奈米膜厚量測技術負責人	介紹推廣 NML 奈米量測技術,在薄膜量測研究上之成果。	29	* ACEAT 2017 論文集
拜訪德國 PTB、參加 Design & Production 2017 研討會並發表論文	德國/布蘭斯維克、法國/巴黎	2017.11.08 - 11.16/9 天	陳智榮	自動追蹤雷射測距子項計畫負責人	收集並討論座標空間計量研發近況及補償技術發展之趨勢。	28	* Design & Production 2017 論文集
參加 第 7 屆亞太冬季電漿光譜研討會 (APWC 2017)研討會並發表論文	日本/島根縣松江市	2017.11.11 - 11.18/8 天	徐繹翔	無機元素計量技術負責人	論文發表廣宣技術成果外,並與化學計量領域相關人員進行交流。	30	* APWC 2017 論文集
拜訪泰國國家計量研究院(NIMT)並參加其主辦之亞太質量、力量與力矩量測技術研討會(APMF 2017)	泰國/喀比	2017.11.18 - 11.24/7 天	彭國勝	策略發展及技術規劃	與各國在質量、力量與力矩等之量測技術交流,並加強與之友好關係	3(2)	* APMF 2017 會議論文集 * APMF 更新章程
1.參加 APMF 2017 國際研討會,主持議程與發表論文 2.參加 APMP 2017,主持醫學計量會議、參加 TCM 會議與 GA 會議等	泰國/喀比及印度/新德里	2017.11.18 - 12.01/14 天	陳生瑞	系統負責人及質/力領域發展規劃	發表論文並擔任國際議程委員主持議程。蒐集、討論 MRQ(質量及相關量)國際比對及技術資訊,維持國際等同。	19 5(2)	* APMF 2017 會議論文集 * APMF 更新章程 * APMP Medical Metrology Focus Group GA report 2017 * 3rd APMP Medical Metrology Workshop Proceedings * APMP TCM 會議各國技術簡報及會議紀錄

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
參加 APMP 2017 物量技術委員 (TCQM)會議與焦點工作組技術研討會及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.23 - 11.30/8 天	林采吟	化學領域發展規劃	發表 NML 技術研究成果，瞭解各區域組織技術比對現況，加強與亞太區技術交流。	21	* 氣體分析 workshop 資料 * TCQM meeting 簡報資料
參加 APMP 2017 會員大會(GA)、執行委員會會議(EC)、焦點工作組研討會(FG workshop)及綜合技術研討會等	印度/新德里	2017.11.23 - 12.02/10 天	藍玉屏	協同及產業分項計畫主持人	以 EC 委員出席 APMP 各會議，瞭解並參與 APMP 重大決策，同時與亞太其他先進國家執行委員交流互動。	8(2)	* APMP 年度大會 EC 會議結論和追蹤事項紀錄
參加 2017 APMP 會員大會(GA)、質量計量技術委員(TCM)會議、材料計量技術委員(TCMM)會議及研討會及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	傅尉恩	質/力/壓力/真空領域發展規劃	報告我國於奈米、材料檢測標準發展近況，討論質量、材料計量在標準制定之角色扮演，展現我國在奈米材料標準技術發展成果。	22	* TCMM meeting 簡報資料
參加 APMP 2017 溫度技術委員(TCT)會議及研討會及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	蔡淑妃	溫濕度領域發展規劃	與亞太各國溫、濕度領域實驗室主管及專家交流，瞭解領域技術活動、發展現況。	17	* TCT workshop 資料 * TCT meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 電磁技術委員會 (TCEM)技術研討會與會議及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	許俊明	電磁領域發展規劃	強化 NML 於電/磁/微波領域之能見度及與專家交流，並瞭解各國在計量標準發展現況。	35(1)	* TCEM meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 聲量/超音波/振動技術委員(TCAUV) 技術研討會與會議及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	涂聰賢	聲量/超音波/振動領域技術規劃	蒐集、交流聲量/超音波/振動(AUV)領域之研究技術，同時受邀於 workshop 報告 NML 於聲量領域之	35(2)	* TCAUV workshop 資料 * TCAUV meeting 各國簡報資料

主要內容	出差國家/城市	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次	參與會議獲得資料明細
					技術發展成果。		
參加 APMP 2017 電磁技術委員會 (TCEM)技術研討會與會議及綜合技術研討會等	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	饒瑞榮	電量等校正與量測技術室主任	與亞太各國電量領域實驗室主管及專家交流，並瞭解計量標準發展現況。	13	* TCEM meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 長度技術委員會 (TCL)技術研討會與會議及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24-11.30/7 天	許博爾	長度領域計量技術研發	蒐集長度領域技術發展、討論國際比對及技術資訊交流，維持長度領域國際等同。	14	* TCL workshop 資料 * TCL meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 光度與光輻射技術委員(TCPR)會議及研討會及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	莊宜蓁	光量領域研發	蒐集技術發展、討論光輻射國際比對及技術資訊交流，維持國際等同。	16(2)	* TCPR meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 品質系統技術委員 (TCQS)會議、研討會及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.24 - 11.30/7 天	王品皓	品質系統發展規劃	報告 NMI 品質系統之運作狀況，以維持校正與量測能量(CMC)之登錄，進行品質管理系統技術交流。	18	* TCQS workshop 資料 * TCQS meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 會員大會(GA)、聲量/超音波/振動技術委員(TCAUV)會議及綜合技術研討會等	印度/新德里	2017.11.24-12.01/8 天	黃宇中	聲量/振動領域技術規劃	以 TCAUV 主席身分參加，討論國際比對進度，協助亞太地區計量技術交流與合作。	15	* TCAUV workshop 資料 * TCAUV meeting 各國簡報資料
參加 APMP 2017 流量技術委員(TCFE)會議及綜合技術研討會等。	印度/新德里	2017.11.26 - 11.30/5 天	江俊霖	流量領域發展規劃	蒐集、交流流量領域計量技術發展、討論國際比對，維持國際等同。	20	* TCFE meeting 簡報資料
參加亞太計量組織會員大會(APMP 2017 GA)及綜合技術研討會	印度/新德里	2017.11.28 - 12.02/5 天	林增耀	計畫主持人	代表 NML 出席年度 APMP 大會，參與國際事務運作討論。	4	* 2017 年 GA 會員大會資料

長期訓練

主要內容	出差國家	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益	計畫書 項次
1.赴德國 PTB「原級流量標準系統技術」合作研究。 2.拜訪荷蘭國家應用科學研究機構 (TNO)，及參加歐洲流量量測研討會，蒐集國際最新能源管理與流量量測發展趨勢	德國/布朗施威克、 荷蘭/達夫特、諾特維克	2017.03.01 - 07.04/126 天	郭景宜	流量領域計量 技術規劃研發	透過雙邊原級流量標準系統測試研究，可使 NML 流量標準與 PTB 取得一致性，同時蒐集國際於天然氣、氫能與石化燃料等能源流體的計量發展趨勢。	33
赴日本 NMIJ 進行「座標量測儀 (coordinate measuring machine, CMM)量測技術」合作研究	日本/筑波	2017.05.18-0 8.11/86 天	許博爾	長度領域計量 技術規劃研發	1.瞭解利用 CMM 與雷射干涉儀校正 ball plate 之方法，可參與國際比對，以登錄校正與量測能量 (CMC)。 2.建立 CMM 幾何誤差分析方法，未來可應用於產業之線上量測功能發展。	34(1)
赴日本 NMIJ 進行「單一粒子感應耦合電漿質譜技術與環境樣品標準品配製」合作研究	日本/筑波	2017.08.20 -10.07/49 天	林芳新	化學領域計量 技術規劃研發	赴日研究 1.單一粒子感應耦合電漿質譜儀進樣系統與分析方法。2.環境驗證參考物質之製作程序，以及採樣方式與重金屬分析技術。	34(2)

附件四、專利成果一覽表

專利獲證(計 2 件)

項次	獲證日期	專利名稱	發明人	類型	申請國家	專利證號	專利起期	專利迄期	分項別
1	20170302	熱感測應用技術研究	葉建志	發明	中華民國	I570412	20170211	20360103	科學計量
2	20170904	三維尺寸量測系統與技術	劉子安, 李浩瑋, 劉惠中, 潘善鵬, 許博爾	發明	中華民國	I595252	20170811	20360509	工業計量

專利申請(1 件)

項次	申請案號	申請日	專利名稱	發明人	類型	申請國家	分項別
1	106106421	20170301	雷射測距裝置	李浩瑋,陳智榮, 潘善鵬	發明	中華民國	工業計量

附件五、技術/專利應用一覽表

◎本年度完成與昭俐等廠商 20 案之專利與技術授權/權利金簽約，簽約金額 8,760,166 元。另 9 案為 104、105 年遞延。執行中共 29 案。

◎累計已開出發票計 6,931,817 元，完成漢翔等廠商 27 案之成果運用收款 6,831,817 元，依據合約 60%繳庫(即 4,099,091 元繳庫)

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	目前 收入數 (元)	目前 繳庫金額 (元)	簽約 年度	備註
1	B787 SKIN 專機性能提升技術運用	漢翔	技術授權	500,000	500,000	300,000	104	105 Q4 開發票 500 千元，106 Q1 已收款。
2	風速計及水量計校正系統建置暨校正實驗室管理系統能力提昇顧問服務計畫	宇田	技術授權	540,000	180,000	108,000	105	105 已收款 360 千元，並開 180 千元發票，於 106Q1 已收款。
3	線距標準量測應用	友達	技術授權	200,000	200,000	120,000	105	105 Q3 已開發票 200 千元，106 Q1 已收款。
4	液態粒子計數器比對技術運用	台灣思百吉	技術授權	100,000	100,000	60,000	105	105 Q4 已開發票 100 千元，106 Q1 已收款
5	高速薄膜厚度光學檢測技術授權	艾恩迪	技術授權	200,000	200,000	120,000	105	105 Q4 已開發票 200 千元，106 Q1 已收款
6	精密熱源裝置建置與熱電偶量測系統能力提昇計畫	量測科技	技術授權	350,000	350,000	210,000	105	105 Q4 已開發票 350 千元，106 Q1 已收款
7	衝擊游校系統顧問輔導計畫技術服務暨授權	金頓	技術授權	700,000	400,000	240,000	105	105 已開發票 300 千元已收款，106 Q1 已開發票 200 千元 Q2 已收款，106 Q2 已開發票 200 千元 Q3 已收款。
8	動態顯微流體晶片技術應用	台灣電鏡	技術授權	130,476	130,476	78,286	105	105 Q4 已開發票 130 千元，106 Q1 已收款
9	加速規暨振動試驗機量測技術運用	昭俐	技術授權	600,000	600,000	360,000	106	106 Q1 已開發票 286 千元，106 Q1 已收款，Q2 已開發票 314

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	目前 收入數 (元)	目前 繳庫金額 (元)	簽約 年度	備註
								千元 Q3 已收款。
10	振動訊號擷取驗證技術運用	嘉鴻	技術授權	100,000	100,000	60,000	106	106 Q1 已開發票 100 千元， Q2 已收款
11	振動訊號擷取驗證技術運用	協崑	技術授權	228,000	228,000	136,800	106	106 Q2 已開發票 108 千元已收 款，Q2 已開發票 120 千元 Q3 已收款
12	無響室與聆聽室性能量測與驗證技術運用	騰群	技術授權	200,000	200,000	120,000	106	106 Q3 已開發票 200 千元， Q4 已收款
13	機台空間精度補償技術授權運用	亞太菁英	技術授權	100,000	100,000	60,000	106	106 Q2 已開發票 100 千元， Q2 已收款
14	階高標準量測技術授權運用	五鈴	技術授權	460,000	460,000	276,000	106	106 Q2 已開發票 460 千元， Q2 已收款
15	機台溫度回饋補償技術授權應用	金頓	技術授權	105,000	105,000	63,000	106	106 Q2 已開發票 105 千元， Q3 已收款
16	階規與量錶校正器校正技術顧問與技術運用	建大	技術授權	700,000	388,175	232,905	106	106 Q3 已開發票 388 千元， Q4 已收款
17	真空泵抽氣速率曲線量測技術服務暨授權	漢桓	技術授權	190,476	190,476	114,286	106	106 Q1 已開發票 190 千元， Q1 已收款
18	液態粒子計數器量測分析與技術運用	璽嘉	技術授權	100,000	100,000	0	106	106 Q4 已開發票 100 千元，未 收款
19	真空與釋氣率量測技術授權服務	微程式	技術授權	165,000	165,000	99,000	106	106 Q4 已開發票 165 千元， Q4 已收款
20	蜘蛛絲表面形貌及機械性質量測技術運用	東海大學	技術授權	120,000	120,000	72,000	106	106 Q4 已開發票 120 千元， Q4 已收款

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	目前 收入數 (元)	目前 繳庫金額 (元)	簽約 年度	備註
21	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測	兆晟	技術授權	727,000	160,000	96,000	106	106 年 Q4 簽約已開發票 160 千元已收款
22	寬頻光源與偵測器量測技術運用	臺醫光電	技術授權	188,500	188,500	113,100	106	106 Q2 已開發票 1188.5 千元，Q2 已收款
23	非甲烷碳氫化物量測技術服務暨運用	華亞	技術授權	350,000	350,000	210,000	106	106 Q1 已開發票 350 千元，106 Q1 已收款
24	有機物降解比例與氣體濃度量測技術運用	帆宣	技術授權	110,000	110,000	66,000	106	106 Q2 已開發票 110 千元，Q3 已收款
25	前瞻電子級試劑純度分析技術開發計畫	宏廣	技術授權	2000,000	500,000	300,000	106	106 Q3 已開發票 500 千元，Q4 已收款
26	多成分氣體濃度檢測技術研發技術服務暨授權	晶元光電	技術授權	476,190	476,190	285,714	106	106 Q3 已開發票 476 千元，未收款
27	非游離輻射長期監測設備校驗技術研究之智權應用	千一	專利授權	300,000	200,000	120,000	105	105 已開發票 100 千元已收款，106 Q1 已開發票 200 千元 Q2 已收款。 專利號 P07920036CN
28	奈米壓痕薄膜硬度與減縮模數量測技術授權運用	英商思睿	專利授權	130,000	130,000	78,000	106	106 Q1 開發票，Q2 已收款。 專利號 P07960032TWC1
29	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測	兆晟	技術權利金	1,710,000	0	0	106	
合計				8,760,166	6,931,817	4,099,091		

※目前收入數：表示已開發票。

※目前繳庫金額：表示已開發票且已收到款，並依據合約 60% 繳庫。

附件六、論文一覽表

期刊論文 40 篇、研討會論文 46 篇，總計 86 篇

(1).標準維持與國際等同分項：計 53 篇(國外期刊 7 篇(含 7 篇 SCI)；國內期刊 23 篇；國際研討會 14 篇；國內研討會 9 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI
1	工業白金電阻溫度計-50 °C to 400 °C APMP.T-S6 比對總結報告	蔡淑妃,廖淑君	Metrologia	20170331	128	美國	期刊論文	075A60146	3.411
2	APMP.AUV.V-K2 關鍵比對報告	黃宇中,崔廣義,Takashi Usuda,Akihiro Ota,Hideaki Nozato,Tamio Ishigami,Wataru Kokuyama,Virat Plangsangmas,Pairoj Rattanangkul,Chan Chee Keong,Cui Shan	Metrologia	20170630	72	法國	期刊論文	075A60070	3.411
3	以積分球量測曲面之 d:x 反射	劉玟君,蕭金釵,Richard Young,Hsueh-Ling Yu	Journal of the Society for Information Display	20170801	10	美國	期刊論文	075A60054	0.877
4	蜘蛛絲隨個體發生的強韌化現象:以穴居型結網蜘蛛為例	D. Piorkowski,S. J. Blamires,N. E. Doran,C.-P. Liao,吳忠霖,I.-M. Tso	Journal of Zoology	20170810	9	英國	期刊論文	075A60161	2.186
5	油流量關鍵比對 APMP.M.FF-K2.a 總結報告	陳逸正,蘇浚民,Takashi Shimada,Simon Dignan	Metrologia	20170201	74	日本	期刊論文	075A60010	3.411
6	CIPM 風速關鍵比對 CCM.FF-K3.2011 總結報告	Harald Muller,Isabelle Care,Peter Lucas,Dietmar Pachinger,Noboru Kurihara,Cui Lishui,蘇浚民,Iosif Shinder,Pier Giorgio Spazzini	Metrologia	20170731	75	美國	期刊論文	075A60088	3.411
7	APMP.QM-S2 國際比對:0.2 mol/mol 氦氣中氧氣	Takuya Shimosaka,劉信旺,黃焜坤,林采吟	Metrologia	20170728	36	日本	期刊論文	075A60075	3.411
8	自製高壓分壓器之比率校正方法與驗證	蘇聰漢	三聯科技季刊	20171201	3	中華民國	期刊論文	075A60150	0
9	國家重力基準與重力測量	彭焱祥,李瓊武,黃鉅富,廖純傑	科學月刊	20170125	4	中華民國	期刊論文	075A50213	0
10	壓電型與 MEMS 加速規之振	王聖涵,張匡儀,黃宇中	機械資訊	20170310	7	中華民國	期刊論文	075A60041	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI
	動量測技術								
11	剪切式加速規結構設計與驗證	黃宇中,游培堯,張匡儀,王聖涵,陳俊凱	量測資訊雙月刊	20170501	7	中華民國	期刊論文	075A60064	0
12	風力發電機噪音模擬及現場量測技術	涂聰賢,游培堯,鍾秋峰,唐文元,陳瑞麒	台電工程月刊	20170531	10	中華民國	期刊論文	075A60014	0
13	風力發電機噪音調查技術與探討	涂聰賢,游培堯,鍾秋峰,唐文元	應用聲學與振動學刊	20170801	6	中華民國	期刊論文	075A60077	0
14	數位型鑽石導熱儀的開發簡介	葉建志,郭晉榮,柯心怡	量測資訊雙月刊	20170901	6	中華民國	期刊論文	075A60083	0
15	絕對輻射溫度計之簡介	柯心怡,葉建志	量測資訊雙月刊	20171101	6	中華民國	期刊論文	075A60112	0
16	地震儀驗證技術探究	陳俊凱,黃宇中	三聯技術雜誌	20171201	7	中華民國	期刊論文	075A60159	0
17	小型化兆赫時域頻譜分析系統	劉子安,張威政,彭錦龍	量測資訊雙月刊	20170101	6	中華民國	期刊論文	075A60008	0
18	5 kNm 扭矩原級校正系統建立	陳秋賢	量測資訊雙月刊	20170101	4	中華民國	期刊論文	075A60081	0
19	力量傳感器之校正不確定度分析	吳國真	量測資訊雙月刊	20170301	7	中華民國	期刊論文	075A60120	0
20	Ruska 2465 低壓活塞壓力計原理與不確定度分析	劉力維	量測資訊雙月刊	20170301	6	中華民國	期刊論文	075A60122	0
21	超音波式流量計壓力效應研究	郭景宜,何宜霖,羅仁聰	量測資訊雙月刊	20170331	5	中華民國	期刊論文	075A60079	0
22	PVTt 系統雙邊比對成果	郭景宜	量測資訊雙月刊	20170703	6	中華民國	期刊論文	075A60080	0
23	國際計量學詞彙-基本和通用概念及相關術語(VIM 3)介紹	陳意婷,陳兩興,周隆亨,彭國勝	標準與檢驗	20170530	15	中華民國	期刊論文	075A60034	0
24	田口品質工程於露點計校正之應用	林旂萱,徐瑋宏	品質月刊	20170615	6	中華民國	期刊論文	075A60055	0
25	能力試驗指定值選用方法之分析-以塊規校正為例	陳意婷,洪辰昀	量測資訊雙月刊	20170703	5	中華民國	期刊論文	075A60024	0
26	變異數分析於計量領域之迴歸模式的應用	洪辰昀,林旂萱	標準與檢驗月刊	20170727	13	中華民國	期刊論文	075A60086	0
27	交流可編輯式約瑟夫森電壓標準執行電流分流器相位偏移校正之研究	陳士芳	量測資訊雙月刊	20171101	6	中華民國	期刊論文	075A60084	0
28	NML 應用歐姆定律新建之交流電流校正系統	蔡琇如,何宗翰,陳溢寶	量測資訊雙月刊	20171101	10	中華民國	期刊論文	075A60093	0
29	電磁場強度的校正與不確定度評估	劉家維	量測資訊雙月刊	20171130	4	中華民國	期刊論文	075A60072	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI
30	奈米壓痕材料機械性質量測分析與應用	吳忠霖	量測資訊雙月刊	20170301	8	中華民國	期刊論文	075A60018	0
31	應用多物理量模擬和電阻脈衝感測研究金屬與非金屬奈米粒子在不同鹽濃度中的影響	江俊霖	ASME FLUIDS ENGINEERING CONFERENCE	20170802	5	美國	研討會論文	075A60118	0
32	曲面光源光度量測	Hsueh-Ling Yu, Richard Young, 蕭金釵, 劉玟君	International Meeting on Information Display	20170830	1	韓國	研討會論文	075A60114	0
33	風力發電機噪音模擬及現場量測技術	涂聰賢, 游培堯, 鍾秋峰, 陳瑞麒	International Congress and Exposition on Noise Control Engineering	20170829	7	香港	研討會論文	075A60044	0
34	(2500~3000) nm 光生物安全評估替代方法	莊宜蓁, 蔡淑妃, 劉玟君	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20170613	2	日本	研討會論文	075A60013	0
35	穿透霧度在 APMP 之先期研究	劉玟君, Jisoo Hwang, Annette Koo, Houping Wu, Rojana Leecharoen, Hsueh-Ling Yu	International Conference on New Development and Applications in Optical Radiometry	20170613	2	日本	研討會論文	075A60026	0
36	曲面顯示器之光學特性量測	劉玟君, 蕭金釵, Hsueh-Ling Yu, Richard Young	International Display Manufacturing Conference	20170921	3	中華民國	研討會論文	075A60117	0
37	利用原子力顯微鏡檢測細胞剛性	Yu-Wei Leu, Chun-Hsin Tung, Chia-Chen Hsu, Shu-Huei Hsiao, 何柏青, 傅尉恩	International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces	20170627	3	瑞典	研討會論文	075A60073	0
38	在藍寶石(0001)表面上佈置奈米結構之步階排列以建立易於使用的次納米級高度(Z軸)標準規格	何柏青, K. Sugawara, 傅尉恩, H. Gonda	International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces	20170627	4	瑞典	研討會論文	075A60074	0
39	CMS 的 5 kNm 校準能力的扭矩標準機器的雙平衡桿	陳秋賢, 潘小晞	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20171028	7	中華民國	研討會論文	075A60165	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI
40	使用的高精度緊緻型激光干涉儀洛氏硬度測定標準系統	潘小晞,陳秋賢	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20171029	12	中華民國	研討會論文	075A60167	0
41	經由量測稽核分析實驗室於數字型壓力計之校正能力 - 能力試驗之替代方案	林秀璘,呂錦華,劉力維	NCSLI Workshop & Symposium	20170816	13	美國	研討會論文	075A60124	0
42	藉由實驗室間比對比較不同類型儀器於奈米粒子粒徑之量測結果	林秀璘	NCSLI Workshop & Symposium	20170817	10	美國	研討會論文	075A60125	0
43	原子力顯微鏡之細胞剛性研究	傅尉恩,何柏青,Chun-Hsin Tung,Chia-Chen Hsu,Yu-Wei Leu,Shu-Huei Hsiao	International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces	20170629	3	瑞典	研討會論文	075A60076	0
44	利用極低頻原級振動校正系統評估 MEMS 加速度規及無線傳輸技術	王聖涵,張匡儀,黃宇中	IMEKO TC3, TC5 and TC22 International Conference	20170531	4	芬蘭	研討會論文	075A60040	0
45	非游離輻射長期監測設備校驗技術研究	饒瑞榮,蕭振龍	環境科技論壇	20170626	8	中華民國	研討會論文	075A60045	0
46	風場噪音量測與模擬	游培堯,涂聰賢,鍾秋峰,石振宇	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20170603	6	中華民國	研討會論文	075A60038	0
47	ANSYS CFX 應用於風力發電機流固耦合模擬技術建立與導入	涂聰賢,陳精一,林育暉	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20170603	7	中華民國	研討會論文	075A60046	0
48	掌上型熱管探針熱導率儀的校正與測試	葉建志,徐瑋宏,柯心怡,郭晉榮	中華民國力學學會全國力學會議	20171124	4	中華民國	研討會論文	075A60149	0
49	高溫輻射溫度計之標準與量測	柯心怡,葉建志,徐瑋宏	運輸與能源計量研討會	20171215	5	中華民國	研討會論文	075A60148	0
50	臺灣無人飛行載具小像幅攝影系統幾何校正之研究-以南崗校正場為例	李瓊武,彭焱祥,李明軒,徐百輝	運輸與能源計量研討會	20171215	5	中華民國	研討會論文	075A60151	0
51	雷射測距於三軸線性運動機構	何炳林,陳智榮,許博爾,潘善鵬,謝宗翰	運輸與能源計量研討會	20171215	2	中華民國	研討會論文	075A60171	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI
	之垂直度評估						文		
52	NML 高壓氣體流量校正系統改良	王文彬,楊峯銳,羅仁聰	天然氣應用與計量研討會	20170420	18	中華民國	研討會論文	075A60028	0
53	晶圓載運車振動訊號記錄器之校正技術	王聖涵,張匡儀,黃宇中	運輸與能源計量研討會	20171215	4	中華民國	研討會論文	075A60168	0

(2).工業計量技術發展分項：計 24 篇(國外期刊 4 篇(含 3 篇 SCI)；國內期刊 4 篇；國際研討會 10 篇；國內研討會 6 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	階規校正系統設計與發展	陳智榮,許博爾,李浩瑋,潘善鵬,謝宗翰	Journal of Applied Mechanical Engineering	20171113	1	法國	期刊論文	075A60162	0
2	具三自由度光學式主軸誤差量測裝置	李浩瑋,陳智榮,何炳林,王啟昌	Sensors and Materials	20171124	11	日本	期刊論文	075A60184	0.519
3	製備不同尺寸金-磁鐵礦蛋殼奈米反應器及其硝基芳烴化合物催化還原之應用	林芳新,董瑞安	Journal of Physical Chemistry C	20170313	10	美國	期刊論文	075A60021	4.536
4	反射式小角電子散射用於不透明基材上之奈米結構量測	Lawrence H. Friedman,吳文立,傅尉恩, Yunsan Chien	Applied Physics Letters	20170922	4	美國	期刊論文	075A60156	3.411
5	超精密加工機刀具路徑精度補正技術	陳智榮,陳炤彰	量測資訊雙月刊	20170101	6	中華民國	期刊論文	075A60023	0
6	長波長 X 射線反射技術量測薄膜厚度	劉軍廷	量測資訊雙月刊	20171101	6	中華民國	期刊論文	075A60153	0
7	氬氣中金屬粒子線上量測技術之建立	林芳新,劉益宏,徐繹翔,陳威宏	量測資訊雙月刊	20170501	6	中華民國	期刊論文	075A60042	0
8	鉛金屬塊材純度分析方法之建立	劉益宏,林芳新,徐繹翔	量測資訊雙月刊	20170701	5	中華民國	期刊論文	075A60068	0
9	自動追蹤雷射干涉儀於工具機幾何誤差量測	陳智榮,何炳林,李浩瑋,潘善鵬,謝宗翰	International Conference on Inventions	20171001	6	中華民國	研討會論文	075A60126	0
10	自動追蹤測距原理用於量測三軸龍門型機構之測距模擬	何炳林,李浩瑋,陳智榮	International Conference on Inventions	20171001	4	中華民國	研討會論文	075A60127	0
11	雷射干涉儀整合 IoT 技術透過樹莓派 Pi3	謝宗翰,劉惠中,陳智榮,何炳林,李浩瑋	International Conference on Inventions	20171001	4	中華民國	研討會論文	075A60128	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
12	利用 X 光反射儀及電子顯微鏡評估超薄之高界電多層膜厚度量測	陳國棟,何柏青	Annual Conference on Engineering and Information Technology (ACEAIT)	20170329	1	日本	研討會論文	075A60052	0
13	利用軟 X 光反射率量測薄膜厚度	劉軍廷,陳婷婷,何柏青,傅尉恩	TACT International Thin Films Conference	20171017	1	中華民國	研討會論文	075A60133	0
14	用於發電和製氫的光電化學生物燃料電池	劉軍廷,何柏青,陳國棟,陳婷婷	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20171028	1	中華民國	研討會論文	075A60152	0
15	利用穿透式小角度散射量測關鍵尺寸之先進量測技術	陳國棟,何柏青,劉軍廷	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20171028	1	中華民國	研討會論文	075A60154	0
16	利用軟 X 光反射儀發展薄膜量測系統	陳國棟,何柏青,陳婷婷	The Annual Conference on Engineering and Applied Science	20171107	1	日本	研討會論文	075A60155	0
17	使用單粒子感應耦合電漿質譜儀在氣瓶氣體中在線監測顆粒物	林芳新,劉益宏,張君綾,徐繹翔	International Gas Analysis Symposium & Exhibition	20170613	20	荷蘭	研討會論文	075A60069	0
18	利用單一粒子感應耦合電漿質譜技術串聯氣體交換裝置應用於特殊氣體中微量元素汙染物分析	徐繹翔,林芳新,劉益宏,張君綾	Asia-Pacific Winter Conference on Plasma Spectrochemistry	20171113	15	日本	研討會論文	075A60177	0
19	自製偏振雷射干涉儀模組研究	謝宗翰,劉惠中,潘善鵬,陳智榮	精密機械與製造科技研討會	20170519	6	中華民國	研討會論文	075A60043	0
20	應用簡易微流體搭配影像分析技術於自然水體中鉻離子快篩檢測	朱盈樺,施宗廷,徐繹翔,孫毓章	分析技術交流研討會	20170527	9	中華民國	研討會論文	075A60051	0
21	通過 spICP-MS 與氣體交換技術分析特種氣體中的微量元素雜質	林芳新,劉益宏,張君綾,徐繹翔	台灣質譜年會暨學術研討會	20170629	1	中華民國	研討會論文	075A60056	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
22	利用 spICP-MS 技術分析超純級溶液中微量金屬顆粒雜質	林芳新,劉益宏,徐繹翔	台灣質譜年會暨學術研討會	20170629	1	中華民國	研討會論文	075A60067	0
23	低風速微型風速計設計	范盛詮,林盈君	中國機械工程學會全國學術研討會論文集	20171201	4	中華民國	研討會論文	075A60181	0
24	低風速微型風速計設計	范盛詮,林盈君	運輸與能源計量研討會	20171215	6	中華民國	研討會論文	075A60191	0

(3).科學計量技術研究分項：計 9 篇(國外期刊 1 篇(為 SCI 論文)；國內期刊 2 篇；國際研討會 4 篇；國內研討會 2 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	利用雙光纖耦合熔融石英微共振腔製作的緊緻型 84 GHz 被動鎖模光纖雷射	劉子安,徐雍,鄒志偉,莊宜蓁,丁維若,王柏鈞,彭錦龍,Guan-Hong Chen,Yuan-Chia Chang	Optical Engineering	20171026	4	美國	期刊論文	075A60085	1.082
2	氣體動態膨脹真空量測標準與技術	余大昌	量測資訊雙月刊	20170301	10	中華民國	期刊論文	075A60107	0
3	頻率穩定之微共振腔光梳與其實用化開發技術	丁維若,劉子安,莊宜蓁,陳鑫封,程郁娟,許博爾,彭錦龍	量測資訊雙月刊	20170501	7	中華民國	期刊論文	075A60032	0
4	使用具溝槽雙變形薄膜改善 CMOS-MEMS 電容式壓力感測器靈敏度	林維謙,鄭照霖,吳忠霖,方維倫	International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems	20170622	4	中華民國	研討會論文	075A60065	0
5	用於量測氣體折射率與絕對壓力之光學 Fabry-Perot 干涉儀	陳生瑞,潘小晞	Asia-Pacific Symposium on Measurement of Mass, Force and Torque (APMF)	20171121	3	泰國	研討會論文	075A60189	0
6	100 GHz 微光梳系統現場實測評估	莊宜蓁,劉子安,丁維若,程郁娟,彭錦龍	International Frequency Control Symposium/European Frequency and Time Forum (IFCS/EFTF)	20170709	2	法國	研討會論文	075A60012	0
7	非線性偏極演化全保偏與非保偏光纖飛秒雷射的雜訊表現	彭錦龍,丁維若	Optics and Photonics Taiwan, International Conference	20171207	2	中華民國	研討會論文	075A60091	0
8	以熔融石英微共振腔製作的被	劉子安,徐雍,鄒志偉,莊宜蓁,丁維若,	光電與通訊工程應用研討	20171124	5	中華民國	研討會	075A60105	0

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
	動鎖模光纖雷射應用於光通訊	王柏鈞,彭錦龍,陳冠宏,張元嘉,溫照華	會				論文		
9	以非線性熔融石英微共振腔實現 100 GHz 之被動鎖模光纖雷射	劉子安,莊宜蓁,丁維若,程郁娟,許博爾,彭錦龍,溫照華	國際光學與光電研討會暨科技部光電學門成果發表會	20171208	2	中華民國	研討會論文	075A60090	0

(4).法定計量技術發展分項：無

附件七、技術報告一覽表

評估報告(MSVP)41份、校正報告(ICT)41份、技術報告 28 份，總計 110 份研究報告

(1).標準維持與國際等同分項：計 87 份(MSVP 39 份、ICT 40 份、技術報告 8 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	交流電流量測系統評估報告	20171030	CMS-MSVP-414	中文	非機密	蔡琇如	34	073A60094
2	階規校正系統評估報告	20170428	CMS-MSVP-411	中文	非機密	許博爾,陳智榮,潘善鵬,李浩瑋	20	073A50192
3	交流可編輯式約瑟夫森電壓量測系統評估報告	20170927	CMS-MSVP-395	中文	非機密	陳士芳	23	073A50027
4	單相交流電功率量測系統評估報告	20171013	CMS-MSVP-386	中文	非機密	何宗翰	60	073A30317
5	奈米粒徑校正系統評估報告-Zeta 電位校正	20171113	CMS-MSVP-374	中文	非機密	王盛翰	33	073A30148
6	可編輯式約瑟夫森電壓量測系統評估報告	20170824	CMS-MSVP-359	中文	非機密	陳士芳	14	073A10201
7	碘穩頻氦氬雷射校正評估報告	20171113	CMS-MSVP-356	中文	非機密	劉子安,丁維若	13	073A10125
8	氣體式活塞壓力計(DHI PG7607)評估報告	20170922	CMS-MSVP-354	中文	非機密	吳國真	24	073A02377
9	晶圓表面奈米微粒粒徑校正系統評估報告-偏振散射光分析法	20170921	CMS-MSVP-347	中文	非機密	余大昌	39	073996694
10	雙壓力濕度產生器(2500)校正系統評估報告	20171116	CMS-MSVP-346	中文	非機密	徐瑋宏,柯心怡	26	073995146
11	光散射量測系統評估報告	20170104	CMS-MSVP-335	中文	非機密	劉政君	19	073970139
12	奈米粒徑量測系統評估報告-電重力氣膠平衡法	20170921	CMS-MSVP-333	中文	非機密	余大昌	27	073971770
13	液晶盒間隙尺寸校正系統評估報告	20171003	CMS-MSVP-323	中文	非機密	劉子安,張國明	17	073960038
14	材料微波介電特性量測評估報告-介質共振法	20170330	CMS-MSVP-322	中文	非機密	林文琪	29	073960028
15	分光測色系統穿透率量測評估報告	20170104	CMS-MSVP-314	中文	非機密	劉政君	18	073950054
16	低頻振動計校正系統評估報告-比較法	20170710	CMS-MSVP-300	中文	非機密	崔廣義	26	073940085
17	雷射干涉式汞柱壓力計評估報告	20171103	CMS-MSVP-294	中文	非機密	吳國真	37	073940014
18	奈米壓痕系統評估報告	20171225	CMS-MSVP-293	中文	非機密	吳忠霖	30	073930243
19	氣瓶氣體濃度量測系統評估報告-氣相層析儀	20170921	CMS-MSVP-259	中文	非機密	張君綾	55	073910074
20	低壓氣體流量校正系統評估報告-標準流量計法(MOLBLOC)	20171219	CMS-MSVP-227	中文	非機密	林文地,林盈君	47	073890123
21	貴金屬型熱電偶溫度計定點量測系統評估報告	20171114	CMS-MSVP-224	中文	非機密	葉建志	18	073890020

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
22	低頻加速規校正系統評估報告—正弦逼近法	20171120	CMS-MSVP-198	中文	非機密	王聖涵	39	073870011
23	直流中電流系統評估報告	20171020	CMS-MSVP-190	中文	非機密	陳溢寶	32	073860113
24	高壓氣體流量系統評估報告-稱重法	20170109	CMS-MSVP-189	中文	非機密	王文彬	32	073860112
25	低壓氣體流量校正系統評估報告 -Piston Prover	20171225	CMS-MSVP-187	中文	非機密	林文地,林盈君	40	073860094
26	電波暗室電磁場強度量測系統評估報告	20171120	CMS-MSVP-159	中文	非機密	劉家維	26	073850042
27	穩頻雷射校正系統評估報告	20171122	CMS-MSVP-158	中文	非機密	丁維若,劉子安	10	073850033
28	低磁場(1 μ T 至 1 mT)校正系統評估報告	20170706	CMS-MSVP-157	中文	非機密	蕭仁明	17	073850032
29	微電流系統評估報告	20171024	CMS-MSVP-137	中文	非機密	蕭仁鑑	19	073840110
30	氣壓數字型壓力計評估報告(MENSOR-DPG II-15000)	20170922	CMS-MSVP-123	中文	非機密	劉力維	19	073820087
31	絕對輻射系統燭光標準評估報告	20171113	CMS-MSVP-119	中文	非機密	劉玟君	15	073830080
32	低磁場(1 mT 至 50 mT)校正系統評估報告	20171031	CMS-MSVP-095	中文	非機密	蕭仁明	17	073820048
33	核磁共振磁通密度系統評估報告	20170120	CMS-MSVP-092	中文	非機密	蕭仁明	15	073820022
34	直流高電阻量測系統評估報告	20171024	CMS-MSVP-033	中文	非機密	蕭仁鑑	20	073760055
35	直流電壓系統評估報告	20170104	CMS-MSVP-031	中文	非機密	陳士芳	18	073760056
36	相位角量測系統評估報告	20170505	CMS-MSVP-009	中文	非機密	郭君潔	12	073770003
37	交直流電壓轉換量測系統評估報告	20170123	CMS-MSVP-005	中文	非機密	郭晉榮	37	073760047
38	直流大電流系統評估報告	20171106	CMS-MSVP-002	中文	非機密	陳溢寶	18	073760048
39	電感量測系統評估報告	20171106	CMS-MSVP-001	中文	非機密	程郁娟	29	073760052
40	交流電流量測系統校正程序	20171030	CMS-ICT-529	中文	非機密	蔡琇如	71	073A60095
41	光學露點計校正程序	20170731	CMS-ICT-527	中文	非機密	徐瑋宏,柯心怡	14	073A60045
42	階規校正程序	20170512	CMS-ICT-526	中文	非機密	陳智榮,許博爾,潘善鵬,李浩瑋	13	073A50193
43	交流可編輯式約瑟夫森電壓量測系統校正程序	20170927	CMS-ICT-509	中文	非機密	陳士芳	25	073A40173
44	單相交流電功率量測系統校正程序	20171013	CMS-ICT-504	中文	非機密	何宗翰	79	073A30312
45	奈米粒徑量測系統校正程序-Zeta 電位校正	20171113	CMS-ICT-490	中文	非機密	王盛翰	16	073A30064
46	碘穩頻氬氫雷射校正程序	20171113	CMS-ICT-478	中文	非機密	劉子安,丁維若	12	073A10124
47	可編輯式約瑟夫森電壓量測系統校正程序	20170609	CMS-ICT-477	中文	非機密	陳士芳	21	073A10079
48	氣體式活塞壓力計(DHI PG7607)校正程序	20170922	CMS-ICT-474	中文	非機密	吳國真	24	073A02378
49	小質量量測系統法碼校正程序-組合衡量法	20170718	CMS-ICT-468	中文	非機密	段靜芬	22	073A01010
50	晶圓表面奈米微粒粒徑校正程序 - 偏振散射光分析法	20170921	CMS-ICT-467	中文	非機密	余大昌	21	073996693
51	微奈米機械性質量測系統校正程序	20170711	CMS-ICT-465	中文	非機密	吳忠霖	15	073994218

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
52	奈米粒徑校正程序-電重力氣膠平衡法	20170921	CMS-ICT-454	中文	非機密	余大昌	46	073971771
53	液晶盒間隙尺寸校正程序-間隙尺寸量測儀	20171003	CMS-ICT-440	中文	機密	劉子安,張國明	26	073960036
54	材料微波介電特性量測系統校正程序-介質共振法	20170320	CMS-ICT-438	中文	非機密	林文琪	25	073960029
55	分光測色系統穿透率校正程序	20170104	CMS-ICT-431	中文	非機密	劉政君,徐榕鎂	9	073950053
56	雷射干涉式汞柱壓力計校正程序	20171103	CMS-ICT-412	中文	非機密	吳國真	56	073940018
57	奈米壓痕系統校正程序	20171225	CMS-ICT-411	中文	非機密	吳忠霖	23	073930242
58	氣壓數字型壓力計校正程序	20170718	CMS-ICT-358	中文	非機密	劉力維	16	073900067
59	氣體式活塞壓力計(比較校正法)校正程序	20170922	CMS-ICT-357	中文	非機密	劉力維	27	073900066
60	貴金屬型熱電偶溫度計定點校正程序	20171114	CMS-ICT-336	中文	非機密	葉建志	16	073890009
61	低頻加速規校正程序-正弦逼近法	20171120	CMS-ICT-327	中文	非機密	王聖涵	27	073870004
62	高斯計校正程序	20170118	CMS-ICT-318	中文	非機密	蕭仁明	18	073860071
63	直流大電流系統校正程序	20171106	CMS-ICT-316	中文	非機密	陳溢寶	11	073860056
64	直流中電流系統校正程序	20171023	CMS-ICT-313	中文	非機密	陳溢寶	20	073860036
65	穩頻雷射校正程序	20171110	CMS-ICT-294	中文	非機密	劉子安,丁維若	17	073850051
66	電波暗室電磁場強度量測系統校正程序	20171120	CMS-ICT-276	中文	非機密	劉家維	15	073840125
67	單相交流電功率原級量測系統校正程序	20170706	CMS-ICT-267	中文	非機密	蔡琇如	19	073840094
68	低磁場(1 μ T 至 1 mT)校正系統校正程序	20170706	CMS-ICT-263	中文	非機密	蕭仁明	14	073840081
69	電容量測系統校正程序-1 kHz 電容標準	20170320	CMS-ICT-262	中文	非機密	程郁娟	16	073840076
70	高壓氣體流量系統音速噴嘴校正程序-稱重法	20170109	CMS-ICT-236	中文	非機密	王文彬	21	073830042
71	電阻式溫度計校正程序	20171117	CMS-ICT-219	中文	非機密	蔡淑妃	21	073820060
72	標準參考磁鐵校正程序	20170118	CMS-ICT-188	中文	非機密	蕭仁明	18	073810021
73	交直流電壓轉換校正程序	20170123	CMS-ICT-184	中文	非機密	郭晉榮	21	073810014
74	低磁場(1 mT 至 50 mT)校正系統校正程序	20171031	CMS-ICT-181	中文	非機密	蕭仁明	12	073810011
75	輻射溫度計比較校正程序	20171106	CMS-ICT-133	中文	非機密	劉春媛,柯心怡	13	073790089
76	相位角量測系統校正程序	20170505	CMS-ICT-033	中文	非機密	郭君潔	13	073760085
77	直流高電阻量測系統校正程序	20171024	CMS-ICT-012	中文	非機密	蕭仁鑑	9	073760086
78	電感量測系統校正程序	20171106	CMS-ICT-006	中文	非機密	程郁娟	14	073760090
79	直流電壓系統校正程序	20170104	CMS-ICT-001	中文	非機密	陳士芳	12	073760088
80	氣瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序-氣相層析儀	20170921	CMS-FR-892	中文	非機密	張君綾	30	073910035
81	雙壓濕度產生器(2500)安裝程序	20171030	CMS-FR-3813	中文	非機密	柯心怡	10	073A60098
82	量測系統查驗總結報告-扭矩校正系統(N12)	20171017	CMS-FR-3810	中文	非機密	呂錦華,陳秋賢,林秀璘,王	54	073A60108

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
						品皓		
83	高壓氣體流量校正系統氣流溫控設計與測試	20170922	CMS-FR-3805	中文	非機密	楊峯銳,王文彬	17	073A60092
84	量測系統查驗總結報告—階規校正系統 (D30)	20170913	CMS-FR-3801	中文	非機密	呂錦華,許博爾,林旂萱,王品皓	65	073A60087
85	106 年度 NML 內部稽核綜合報告	20170829	CMS-FR-3798	中文	非機密	林旂萱,洪辰昀,王品皓	56	073A60080
86	105 年度 NML 顧客滿意度調查研究報告	20170424	CMS-FR-3772	中文	非機密	洪辰昀,王品皓	15	073A60031
87	麥克風自由場靈敏度雙邊比對報告	20170810	CMS-COMP-074	中文	非機密	郭淑芬	27	073A60004

(2).工業計量技術發展分項：計 14 份 (ICT 1 份、MSVP 1 份、技術報告 12 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	鉛離子溶液配製質量與濃度評估報告—秤重法	20171122	CMS-MSVP-416	中文	非機密	劉益宏,林芳新,徐繹翔	16	073A60104
2	鉛離子溶液配製質量與濃度驗證程序—秤重法	20171122	CMS-ICT-531	中文	非機密	劉益宏,林芳新,徐繹翔	11	073A60099
3	低風速微型風速計設計	20171229	CMS-FR-3883	中文	非機密	范盛詮,林盈君	14	073A60191
4	工具機線上(顫振)量測技術計畫期末執行報告(分包)	20171228	CMS-FR-3876	中文	非機密	蔡鈺鼎	23	073A60156
5	利用全進樣樣品導入系統搭配單一粒子感應耦合電漿質譜技術進行鉑奈米粒子之量測	20171207	CMS-FR-3838	中文	機密	林芳新,徐繹翔,劉益宏	18	073A60119
6	擬合軟體輸出格式碼轉換手冊	20171127	CMS-FR-3830	中文	非機密	劉軍廷	5	073A60126
7	鉛離子溶液濃度驗證評估報告	20171122	CMS-FR-3825	中文	非機密	劉益宏,林芳新,徐繹翔	12	073A60105
8	自動追蹤雷射干涉儀之軟體操作流程與程式架構技術報告	20171113	CMS-FR-3820	中文	非機密	何炳林,陳智榮,許博爾,謝宗翰,潘善鵬	31	073A60111
9	自動追蹤雷射干涉儀之角度型兩軸旋轉治具設計組裝技術報告	20171110	CMS-FR-3818	中文	非機密	陳智榮,何炳林,許博爾,謝宗翰,潘善鵬	22	073A60110
10	長波長 X 射線反射技術硬體規格書	20170913	CMS-FR-3800	中文	非機密	劉軍廷	9	073A60079
11	GIXRR 系統控制與整合操作手冊	20170913	CMS-FR-3799	中文	非機密	劉軍廷	24	073A60078
12	工具機線上(顫振)量測技術(分包)	20170803	CMS-FR-3788	中文	非機密	蔡鈺鼎	17	073A60063
13	熱探針熱導率量測程序	20170516	CMS-FR-3775	中文	非機密	葉建志,郭晉榮,柯心怡	6	073A60036
14	高純度硝酸中金屬元素不純物濃度分析技術報告	20170407	CMS-FR-3769	中文	非機密	劉益宏,林芳新,徐繹翔	15	073A60025

(3).科學計量技術研究分項：計 3 份(技術報告 3 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	微光梳非常態特性	20171013	CMS-FR-3808	英文	機密	莊宜綦,劉子安,丁維若,程 郁娟,鍾宗穎,彭錦龍,王柏 鈞	11	073A60091
2	非線性偏極旋轉鎖模全保偏光纖雷射	20171117	CMS-FR-3823	中文	機密	彭錦龍	8	073A60128
3	法布立一培若干干涉儀精細度量測結案技術報告	20171229	CMS-FR-3888	中文	非機密	陳生瑞	7	073A60194

(4).法定計量技術發展分項：計 6 份((MSVP 1 份、技術報告 5 份)

項次	名稱	產出日期	輔助編號	語言	機密等級	作者	頁數	資料編號
1	氣量計檢定系統評估報告 (10 m ³ /h~300 m ³ /h)	20170612	CMS-MSVP-412	中文	非機密	林文地,王文彬	109	073A60044
2	度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構 草案修 訂研究報告	20171229	CMS-FR-3884	中文	非機密	柯心怡,楊正財	37	073A60158
3	使用中氣量計性能測試報告	20171129	CMS-FR-3833	中文	非機密	王文彬,林文地	9	073A60141
4	重新檢定合格之氣量計性能測試報告	20171129	CMS-FR-3832	中文	非機密	王文彬,林文地	7	073A60142
5	標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試與評估	20171127	CMS-FR-3831	中文	非機密	王文彬,林文地	10	073A60143
6	國內非自動衡器納入模組及家族認證方案之法規調合相 容性研究報告	20170930	CMS-FR-3809	中文	非機密	段靜芬,楊豐瑜,陳其潭,劉 家維	18	073A60100

附件八、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
壹、研討會					
1	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－統計先修	106.03.28-106.03.28	新竹	12	17
2	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－基礎班	106.03.29-106.03.30	新竹	16	31
3	智慧機械尺寸計量應用研討會-基礎班	106.04.06-106.04.07	新竹	11	13
4	光量量測技術研討會	106.05.16-106.05.16	新竹	11	21
5	扭矩量測技術研討會	106.08.30-106.08.30	新竹	22	34
6	流量量測技術基礎研習班(一)	106.09.12-106.09.12	新竹	21	56
7	流量量測技術基礎研習班(二)	106.09.13-106.09.13	新竹	10	29
8	智慧機械尺寸計量應用研討會-進階班	106.09.18-106.09.18	台中	6	9
9	智慧機械振動計量應用研討會	106.09.19-106.09.19	台中	9	13
10	醫檢實驗室之溫度計自我查核技術研討會	106.09.27-106.09.27	新竹	12	14
11	無人機應用與計量技術研討會	106.09.29-106.09.29	新竹	8	10
12	壓力量測技術研討會	106.10.16-106.10.16	新竹	14	22
13	電量量測與校正技術研討會	106.10.25-106.10.25	新竹	25	38
小計				177	307
貳、技術推廣說明會/成果發表會					
1	國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會	106.04.11-106.04.11	新竹	30	55

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
2	聲量、超音波與振動計量技術應用於工業 4.0 之智慧機械國際研討會	106.05.02-106.05.03	新竹	20	34
3	量測標準於化學分析之應用-台日雙邊技術交流研習會	106.05.08-106.05.08	新竹	17	43
4	2017 精密機械計量技術研討會	106.05.16-106.05.16	台中	36	77
5	奈米粒徑與成份分析之量測標準與應用	106.07.07-106.07.07	新竹	35	15
6	520 世界計量日國際計量技術發展趨勢研討會(協辦)	106.05.03-106.05.03	台北	81	204
小計				219	428
總計				396	735

附件九、研究成果統計表

成果 項目	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉 或專利應用		技術服務		研討會		
	獲證	申請		期刊	研討會	技術	調查	訓練	產品	製程	應用軟體	技術		項數	廠家	項數	廠家	場次	人數	日數
標準維持與國際等同				30	23	87		38						29	27			19	735	22
工業計量技術發展	1	1		8	16	14		5												
科學計量技術研究	1			3	6	3		1												
法定計量技術發展				0	0	6		2												
SI新標準計量技術				0	0	0														
小計	2	1		41	45	110		46						29	27			19	735	22
合計	3		-	86		156			-				-	-		-		-		

註：(1) 技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

(2) 專利權及著作權項數以當年度核准項目為主，若為申請中案件則於次年度中列報。

(3) 研討會含在職訓練、成果發表會、說明會、論壇。

附件十、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表

項次	領域別	106 年校正數量(件)			合計
		收費校正	NML 自校	BSMI 免收費校正	
1	電 量	995	121	56	1172
2	磁 量	299	4	0	303
3	光 量	379	20	6	405
4	微 波	128	15	1	144
5	溫 度	84	29	9	122
6	濕 度	53	21	3	77
7	化 學	76	40	2	118
8	振 動	103	2	10	115
9	聲 量	298	17	1	316
10	長 度	814	64	3	881
11	質 量	28	24	29	81
12	力 量	389	14	4	407
13	壓 力	112	60	25	197
14	真 空	29	9	0	38
15	流 量	314	94	17	425
	小 計	4101	534	166	4801

附件十一、106 年度結案審查委員意見回覆表

計畫名稱：「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」

106 年度 細部計畫審查

期中報告

期末報告

建議事項	說明
A 委員：	
1.本計畫架構係以標準維持與國際等同、工業、科學、法定、SI 新標準計量等分向規劃目標並撰寫報告，但不易與前述四大方向做連結，建議能進行適當呼應。	感謝委員提醒，本計畫期程分就「系統能量精進」、「國際影響力擴展」、「產業環境基磐技術建構」及「前瞻技術研究」四大方向維持與強化 NML 技術，達到與國際先進實驗室能量一致性之技術實力，並取得國際認同。計畫以五個分項執行，與四大方向連結之關聯性如附件一。
2.歲出預算執行情形中，本年度預算與實際數（11/30 止）仍有相當差距，請做補充說明。	感謝委員意見。 本(第一版)執行報告，內容截止日為 11/30 日，各分項都還有一個月的動支未顯現；加上甫於 106 年 9 月 13 日獲科專計畫分攤款 4000 萬，用以執行 SI 新標準建置工作，包括:1 項國外技術引進(720 萬)及 4 項設備國外採購(3280 萬)，未能於 11/30 日前完成採購及驗收，因此預算數與實際數的差異相當大。 至 106/12/31 日，5 個分項(含 SI 新標準分項)預算數 316,308,000 元，決算數為 315,184,041 元，餘額 1,123,959 元為設備採購議價結餘款(繳回國庫)。
3.各個分項成果撰寫，建議參考科學計量技術研究分項之段落，包括時程、目標、成果、創新、瓶頸、改善、後續工作與國際比較等，惟各工作項目應自有一個小結論。	感謝委員的建議。 · 由於工業計量分項與科學計量分項性質類似(標準維持與國際等同分項及法定計量分項與科學計量性質差異較大)，將於下一年度(107 年度)參考本年度科學計量技術研究分項之各個章節，調整結案報告格式，撰寫工業計量分項之計畫成果。 · 將於本年度期末報告內補充科學計量及工業計量技術研究分項各工作項目之小結論。
4. SI 新標準計量技術發展攸關國內產業銜接國際趨勢與競爭力，惟距採用新定義僅剩一年，建議宜檢討期程、人力與設備資源等規劃與分配，以確保我國計量標準符合 SI 新定義。	謝謝委員意見。 · 按目前 CIPM(國際度量衡委員會)時程規劃，新版 SI 單位定義將於 2018 年 11 月中之 CGPM(國際度量衡大會)中通過，正式開始實施時間，目前取得之資訊為 2019 年 5 月 20 日世界計量日，但仍需以 2018 CGPM 會議結論為準。 · 四項 SI 新標準系統之建置將在 2019 年第四季前完成，經查驗程序後，提供產業服務。另，四項 SI 新標準系統之建置期程與設備資源等規劃與分配，請委員參考附件二。
B 委員	
1.第 9 頁，分項計畫(5)SI 新標準計量技術發展之人力配置為何為零，且實際人年數亦低於預計人年數，宜予說明。	謝謝委員意見。 SI 新標準計量技術發展工作如第 A4 題所述，於本年度 106 年 9 月 13 日獲科專計畫分攤款 4000 萬，執行 1 項國外技術引進(業務費 720 萬)及 4 項設備國外採購(設備費 3280 萬)，該經費不含人事費，以原有計畫人力執行，因此人力配置為零。

建 議 事 項	說 明
2.第 10 頁，截至 11.30 日止，歲出預算執行實際數約為預算數的 76.3%，其餘額有否相應之運用計畫，請說明。	<p>謝謝委員意見。</p> <p>同第 A2 題之回覆，主要原因為於 106 年 9 月 13 日獲科專計畫分攤款 4000 萬，執行技術引進(業務費 720 萬)及設備國外採購等工作(設備費 3280 萬)，至 11 月 30 日止尚不及驗收。至 106/12/31 日止，所有設備已完成驗收，最終決算數為 315,184,041 元(預算數 316,308,000 元)，餘額為設備採購議價結餘款，該部份需繳回國庫。</p>
3.第 25 頁之交流電流量測系統(E11)改良及第 26 頁之奈米壓痕量測系統(N10)改良，其不確定度均略高於原設定目標，有否相應之補正計畫，請說明。	<ul style="list-style-type: none"> 交流電流量測系統(E11)改良後量測不確定度為(70 ~ 170) $\mu\text{A/A}$，原定目標為(40 ~ 600) $\mu\text{A/A}$。不確定度 70 $\mu\text{A/A}$ 高於 40 $\mu\text{A/A}$ 之原因係標準件追溯不確定度高於預期(達 68 $\mu\text{A/A}$)，致總不確定度高於預定目標。70 $\mu\text{A/A}$ 不確定度仍可滿足大部分產業界追溯需求，若需要 40 $\mu\text{A/A}$ 不確定度，則可由 E11 另一子系統提供校正服務。 奈米壓痕量測系統(N10)因不確定度評估所使用之天平已使用超過十年，不確定度明顯增加，致評估結果略高於預期，後續將規劃設備更新，以將不確定度由 2.04% 降至 2.00%。
4.第 39 頁，至 12 月底方能達成目標之 SI 新標準計量技術發展分項，其所支用之總經費預計將為何？	<p>謝謝委員意見。</p> <ul style="list-style-type: none"> SI 新標準計量技術發展分項執行技術引進(業務費 720 萬)及設備國外採購等工作(設備費 3280 萬)，預算數為 4,000 萬元，決算數為 3,957 萬元，因資本門採購議價而結餘 43 萬元。 但經常門(業務費)預算因漏估技術移轉需繳交之營業稅，致不足 34 萬 985 元，因無法於分項內由資本門流用，不足數由其他分項支應 22 萬 5,675 元，由量測中心吸收 11 萬 5,310 元。
5.第 13 頁計畫達成情形顯示，在目標達成、技術交流與合作、標準量測系統維持三部分，絕大多數均逾原訂之目標數，執行情況值得肯定。	<p>感謝委員肯定，將持續努力。</p>
C 委員	
1.本計畫在標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究、法定計量技術發展、SI 新標準計量技術發展等五個分項，已達到當年預定進度，且有部份分項超過當年預定目標，且工作執行情形分列說明完整，計畫執行進度符合預期。	<p>感謝委員肯定與支持。</p>
2.本計畫執行第一年之經費支出僅在資訊設備項目微幅高於預算，但全年實際預算支出為 241,372 千元，佔全年預定支用經費 316,308 千元的支用比率 76.3%，整體經費支出尚屬合理。	<p>感謝委員肯定，至 106/12/31 日，SI 新標準計量技術發展分項設備採購已全部驗收，整體經費決算數為 315,184,041 元，動支率 99.7 %。</p>
3.質化、量化成果彙總 (1)KPI 達成度: 本計畫於系統維持、技術擴散、歲入收入等等項目超出年度目標數，僅在技術研發部份的論文發表篇數上與目標數略有差異，但整體計畫完程度	<p>(1)感謝委員肯定與支持。</p>

建 議 事 項	說 明
<p>高。</p> <p>(2)研究方向: 研究相當全面並且建立起多種計量技術，其中超薄次奈米膜厚度測技術研究，對材料分析與校正準度有所貢獻；在半導體參數量測，建立量測標準技術對未來半導體製程有相當前瞻性的貢獻，希望能在 107 年以後進行專利佈局與專利審查。</p> <p>(3)國際等同性: 進行光量/長度/電量/磁量/微波/溫度/溼度/質量/力量/壓力/真空/流量等領域之多項國際比對與認證評鑑，參與國際比對確保國家標準與國際標準之等同性，整體比對項目與認證評鑑完成度高，盼 107 年度以後能夠陸續完成更多項目的國際等同認證。</p> <p>(4)產業服務(校正服務量、產業服務): 校正服務量於工作期間已達到 4473 件的校正服務量，且舉辦研討會、出版資訊與度量衡教育推廣做得相當不錯。另外建議現在智慧型手機普及於社會，若能設計一些手機 app，從資料技術整理甚至整合成問答形式，可以達成用非主動的方式，讓更廣泛的年齡層與非專業相關人士接觸到國家度量衡的相關資訊。</p> <p>(5)專利申請: 本計畫年度目標為國際論文發表 27 篇與專利獲證 1 件，雖然計畫於 106 年度已達成目標數，但與 104~105 年之論文與專利成果相比，仍有些許之差距；本計畫於工業計量技術發展、科學計量技術研究等兩個分項已有許多成果，希望 107 年度能將重要相關技術撰寫成論文與專利。</p>	<p>(2)感謝委員的肯定與建議。超薄次奈米膜厚度測技術研究中，長波長 GIXRR 技術已於 105 年度提出專利申請(US 20160341674 A1)，後續計畫在驗證 GIXRF 薄膜材料成分分析技術後，將可進一步進行此技術之專利申請布局。</p> <p>(3)感謝委員建議，國際比對與認證評鑑，為持續維持我國相互認可協議(CIPM MRA)有效之重要工作，日後也將持續參加國際比對等活動，確保國家標準與國際標準之等同性。</p> <p>(4)感謝委員建議，除了舉辦研討會、出版量測資訊與度量衡教育推廣，NML 透過網站提供國家度量衡的相關資訊，並透過「常見問答」專區及留言版問題回覆，讓各界人士皆可透過 NML 網站認識國家度量衡標準實驗室及獲得計量相關問題解答。因應智慧型手機普及，除網站維持，將再評估手機 APP 等推廣工具之可行及影響性。</p> <p>(5)感謝委員的建議。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 於工業計量分項，自動追蹤雷射測距子項計畫於 107 年度規劃將成果發表於精密工程領域之國際大型研討會，並投稿至國際期刊；無機元素計量子項計畫因 106 年度為首年執行，現已針對研究成果著手進行論文撰寫，107 年度將可提出投稿。 • 於科學計量分項，107 年度 3 個子項計畫規劃將發表國內論文及國外論文各 5 篇。
D 委員	
1.計畫執行成效良好，在標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究、法定計量技術發展還有 SI 新標準計量技術等五個主要分項在執行進度、執行成果上大致上均達到或超前預期。不過在經費運用表格的資本支出的機械設備項目上似乎達成率不足 40%，不知道是否是內容上提到 SI 新標準分項部分採購要 12 月底才完成所致，似乎未見明確對照說明。	誠如委員所述，至 11/30 日資本動支率低之原因是 SI 新標準分項設備採購需至 12 月底方能完成到貨驗收。於 12/31 日止，國外採購已全部到貨驗收，資本門預算數 3,280 萬元，決算數 3,237 萬元，達成率 98.7%，未動支數 43 萬元為採購議價結餘款，將依規定繳回國庫。
2.報告中有提到包括國中生的參訪，10 月份的細部審查會議中提到由於中心的性質不適合接待太多一般學生，當時建議在知識擴散的方面，可以考慮增加像高中生特殊競賽項目(如奧林匹亞競賽等)的參賽學員的參訪，以吸引較為優秀的學生未來有機會投入國家標準及計量技術領域。	感謝委員建議，107 年將針對成績優秀或資優高中生辦理計量科技營活動，以啟發優秀青年對計量技術的興趣，瞭解計量對產業及民生的重要性，期能吸引他們完成學業後投入國家計量標準技術發展的行列。
3.報告中提到與學術界的合作中，有與數所大學的碩士班博士班學生有合作關係，不知未來這類合作案有否考慮吸納這些學生加入？或是有其他未	感謝委員的建議。 NML 多年來皆與碩士生或博士生合作，除協助 NML 研發工作外，研究成果並可產出畢業論文，亦誠如委

建 議 事 項	說 明
來新進人才的培育構想。	員所述，亦有畢業之碩博士生獲聘加入 NML 成為新血，未來將依委員建議，視人力需求持續這樣的機制。
4.與日本 NMIJ 進行的「單一粒子感應耦合電漿質譜」日方自製的霧化器可顯著改善效能，未來國內是否也有可能開發相關自製技術。另外，報告中提及此類系統可應用於環境污染及食安檢測的計量追溯源，那麼是否有可能從環保署或福衛部爭取相關技術開發的經費？	感謝委員的建議。 目前同仁對相關霧化器效能提升已進行初步規劃，後續將依委員建議對環保與生醫相關產業進行技術推廣以爭取技術開發經費。
5.工業計量技術發展分項中自動追蹤雷射測距與校正技術執行成效看起來不錯，未來兩年也持續有精進的目標。10 月份細部審查會議時提過開發的系統檔案格式似乎是與國內廠商合作而非主流國際廠商，未來是否有考慮修正方向？另外，未來推廣應用/效益方面似乎只提及可達成的系統效益，但是欠缺主動推廣至廠商的明確計畫。	感謝委員肯定與建議。 本技術已經落實於國內控制器開發廠商的格式，未來會參考委員的建議，計畫方向將朝驗證空間幾何誤差量測為主，不侷限使用國內或國外的控制器。 此外，在未來推廣應用方面，目前已與台中一指標性廠商接洽，擬提供五軸工具機量測技術，並將共同研提大型政府科專計畫，期能精進台灣的工具機產業技術。考量雙方合作保密協議，尚無法提供明確的計畫內容，還請委員見諒。
E 委員	
1.大事記要以時間作為表列，建議另以分類做表列。	感謝委員建議。大事記除按時間先後表列外，將依委員建議以分類做表列，列為附件。
2.報告書中的英文代碼請列中英文對照表。	感謝委員建議。將依委員建議，於附件中增加中英文對照表。
3.服務滿意度調查與回收方式如何執行？回收比例偏低的原因為何？顧客的訪談方式如何進行？	感謝委員意見。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 顧客滿意度調查問卷乃隨每份校正報告發送給送校廠商，由於諸多廠商全年送校不只一件，但多份校正報告大部分只會回填一份問卷，或是一年送校兩次以上，亦只會回填一次問卷，故以發放之問卷數(即校正報告數)計算回收率確實偏低。 ▪ 顧客訪談對象是挑選與當年度系統改良或設備汰換相關之重點廠商，由主管帶領執行同仁至該公司相關部門拜訪，瞭解送校正件至 NML 的動機及收到 NML 校正報告後如何使用報告及標準傳遞方式。同時，也請受訪談廠商提供目前的校正或計量技術需求，有無 NML 現階段尚無法提供的項目，或對 NML 目前服務項目提出建議，以作為 NML 未來技術改良與系統建置規劃之依據。
4.校正的數據圖或表，應有施行時間、施作及主管相關人員的名字及簽署。	感謝委員意見。 NML 所出具之校正報告皆由指定之報告簽署人及 NML 主任簽署，並依據 ISO/IEC 17025，相關之校正數據、圖或表皆記錄施行時間、施作人姓名並由施作人及校正系統負責人簽字。
5.參與會議請註明獲得的資料或報告。	感謝委員建議。 NML 同仁或主管參與國際會議或研討會回國後皆須依規定繳交出國報告書，於報告中敘述心得及獲取之資訊、資料或報告，出國報告則循本院規定呈主管簽核。
6.參與的會議或發表的會議論文需要註明會議舉行的國家及城市。	感謝委員建議。 依合約本計畫出國 1 個月前皆需向標準局報備，報備

建議事項	說明
	內容包括出國地點(國家/城市)、日行程、交通費、生活費及其他費用(如手續費、保險費、行政費及雜費)等經費估算方式及任務概述及效益。 感謝委員建議，附件三出國暨赴陸會議人員一覽表已列出國家，將再補充前往之城市資料。
7.三百萬以上的科學儀器匯總表，請附上各儀器的廠牌及型號。	感謝委員建議。 附件一為既有格式，將增加一欄位附上各儀器的廠牌及型號。

意見回覆_附件一、計畫執行與四大方向連結之關聯性

本期程推展重心(106~109年度)

亞太地區→國際地區 擴大影響力

- 擔任APMP執委會執行委員，聲音/超音波/振動領域、流量領域技術委員會及焦點工作小組主席
- 擔任CCPR、CCL、CCAUV觀察員

前瞻技術研發 連結新SI

- 光干涉式絕對壓力實現方法
- 新質量標準
- 新溫度標準
- 光子量測技術



汰換精進 提升校正服務品質

- 全程累計新增40.5%已超過使用年限或故障/性能退化之設備汰換
(計畫經費與自籌資金)

支援國內、連結國際 提升競爭力

- CIPM-MRA架構維持，95項→110項比對參與
- 產業技術支援
智慧機械、節能、半導體

意見回覆_附件二、整體 4 項 SI 新標準建置工作彙整

系統	次系統	期別	工作內容	重要設備 (金額千元)	經費需求及來源(千元)												
					106 年度國家 度量衡標準實 驗室運作與發 展計畫		106 年度行政 院跨部會署科 發基金計畫		107 年度國家 度量衡標準實 驗室運作與發 展計畫		107 年度科發基 金研發成果收 入運用計畫		擬向行政院申 請 107 年度第 二預備金				
					經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門			
新質量標準	原級矽晶球質量標準建置	1	<ul style="list-style-type: none"> 高純度矽晶球質量原級標準規格制訂與採購申請。 真空相容質量比較儀規格制訂與系統採購。 建立質量標準真空至大氣導引技術及法碼氣體吸附效應量測流程建置 	<ul style="list-style-type: none"> 矽晶球(36,000) 真空相容質量比較儀(28,000) 			7,543	64,000									
		2	<ul style="list-style-type: none"> 氣體吸附效應法碼設計與採購申請。 完成吸附效應量測實驗，吸附質量相對標準不確定度小於 65 % 	<ul style="list-style-type: none"> 吸附效應參考法碼組(4,500) 					1,379	4,500							
		3	<ul style="list-style-type: none"> 完成 1 mg 至 1000 kg (1 mg, 2 mg, 5 mg, 10 mg, ..., 100 kg, 200 kg, 500 kg, 1000 kg)標準法碼之質量重新導引，與不確定度評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 一公斤質量比較儀自動量測系統(18,000) 一百克質量比較儀全自動量測系統(31,000) 十克質量比較儀全自動量測系統(17,000) 									2,938	66,000			
	矽晶球表面質量測量系統建置	1	<ul style="list-style-type: none"> 自德國 PTB 技術移轉 XRF/XPS 矽晶球表層質量量測技術。 矽晶球表層質量分析儀系統主設備採購。 	<ul style="list-style-type: none"> 矽晶球表層質量分析儀(I)-XFlash 矽漂移偵測器、X 射線光電子頻譜分析儀(26,000) 	7,200	26,000											
		2	<ul style="list-style-type: none"> 系統設計與各次系統規格訂定。 建立矽晶球表面水層、碳化汙染層與氧化層定量量測技術建立，完成螢光頻譜與電子頻譜數據分析軟體建置 	-			6,792										
		3	<ul style="list-style-type: none"> 整合型 X 射線光電子頻譜與 X 射線螢光頻譜表層分析儀之超高真空腔體與五軸樣品移動座採購與驗收。 	<ul style="list-style-type: none"> 矽晶球表層質量分析儀(II)-超高真空系統及載台(11,500) 					5,926	11,500							
		4	<ul style="list-style-type: none"> X 射線光電子頻譜與 X 射線螢光頻譜技術表層分析儀系統整合。 完成矽晶球表層質量量測評估，表層質量量測範圍大於 10 µg，相對擴充不確定度小於等於 30 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 矽晶球表層質量分析儀(III)-小偵測面積 XFlash 矽漂移偵測器(5,000) 									5,861	5,000			
		5	<ul style="list-style-type: none"> 完成整合型 SE/XRF/XPS 表層質量分析系統不確定度評估 	-											2,638	-	
	新電流標準	原級真空標準建置	-	<ul style="list-style-type: none"> 完成靜態膨脹真空標準系統與技術建立，壓力校正範圍 0.1 mPa 至 1 kPa，相對不確定度(0.1-2.5) %。 	<ul style="list-style-type: none"> 靜態膨脹真空標準系統(25,000) 										3,239	25,000	
			<ul style="list-style-type: none"> 完成免液氬 QHR 系統建置及量測不確定度評估 	<ul style="list-style-type: none"> 免液氬氬化霍爾電阻系統(10,000) 										1,586	10,000		
新電流標準	直流通電阻及高電阻系統改良與評估	1	<ul style="list-style-type: none"> 完成低電阻電橋系統採購及驗收 完成低電阻電橋系統之大電流校正程序建立 	<ul style="list-style-type: none"> 低電阻電橋(4,200) 								4,069	4,200				
		2	<ul style="list-style-type: none"> 完成高電阻系統與低電阻電橋系統量測不確定評估 	<ul style="list-style-type: none"> 高精度多通道高阻電橋(4,500) 精密標準電阻器及其恆溫儲存槽(2,420) 新電流標準建置之精密電阻校正器(3,500) 									1,386	10,420			
新溫	聲學氣體溫度	1	<ul style="list-style-type: none"> 購置量測聲學氣體溫度計工作氣體純度之氣體分析儀。 購置溫度定點供聲學氣體溫度計標定新溫度定義下之溫度定點值。 	<ul style="list-style-type: none"> 氣體分析儀(I)-H₂O 濃度分析(3,200) 		6,800											

系統	次系統	期別	工作內容	重要設備 (金額千元)	經費需求及來源(千元)												
					106 年度國家 度量衡標準實 驗室運作與發 展計畫		106 年度行政 院跨部會署科 發基金計畫		107 年度國家 度量衡標準實 驗室運作與發 展計畫		107 年度科發基 金研發成果收 入運用計畫		擬向行政院申 請 107 年度第 二預備金				
					經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門	經常門	資本門			
度標準	計量測 系統建 置			•溫度定點(I)-Ag、Al、Zn、In 定點(3,600)													
		2	•新 SI 國際合作研究**	-			808										
		3	•完成聲學氣體溫度計共振腔採購與組裝，目標為操作溫度範圍涵蓋(213~373) K；(213~373) K 下之溫度穩定度 $\leq \pm 5$ mK。 •建立工作氣體純度分析技術。						13,422	6,900							
		4	•建立(213 ~ 505) K 聲學氣體溫度計量測系統，量測不確定度： $u(T-T_{90}) \leq 2$ mK (涵蓋因子 $k = 1$)	•聲學共振腔組(II)-圓柱型聲學共振腔及相關感測、聲學、微波、真空組件(33,000) •氣體分析儀 II-H ₂ 、O ₂ 、N ₂ 、CO、CO ₂ 濃度分析(2,800) •溫度定點裝備 II-Sn、In、Ga 定點(2,000) •精密電阻電橋(5,500)							1,989	43,300					
		5	•完成系統整合與量測不確定度評估												3,437	-	
熱電偶 高溫量 測系統	-	•建立熱電偶溫度計高溫校正程序流程 •完成熱電偶溫度計高溫量測系統評估	熱電偶高溫校正系統設備(22,300)											3,196	22,300		
	1	•購置金屬碳定點囊及相關高溫加熱設備與標準傳遞件。 •建立輻射溫度計校正量測技術，溫度範圍涵蓋 800 °C 至 2474 °C。 •購置高溫黑體爐設備與標準傳遞件(線性高溫計)。 •依 CCT-WG5 (國際度量衡局溫度技術委員會第 5 工作組)要求，完成 Co-C(1324 °C)共晶定點囊短期重複性評估，重複性 ≤ 20 mK。 •完成建立絕對式輻射溫度計及相關參數追溯	輻射超高溫校正系統設備 (I)-Co-C、Pd-C 等定點及高溫定點黑體爐、傳遞用高溫計(23,000)							4,581	23,000						
絕對輻 射溫度 量測系 統建置	2	•完成絕對輻射溫度量測系統建置與系統評估	輻射超高溫校正系統設備 (II)-Re-C、HfC-C 等定點及高溫變溫黑體爐(15,000)											2,637	15,000		
	多接收 器感應 耦合電 漿質譜 量測系 統建置	-	•建立高濃度超純四甲基氫氧化銨試劑純度(w(X))分析技術(LOD < 50 ppt, 20 elements) •建立四甲基氫氧化銨溶解砂晶體之前處理技術 •建立高純度 28Si 富集晶體之莫耳質量量測技術(不確定度 < 10 ⁻⁷) •系統不確定度評估	•多接收器感應耦合電漿質譜(35,000) •高解析感應耦合電漿質譜(20,000)											6,474	55,000	
同位素 比例量 測系統 建置		-	•樣品與標準品自動切換進樣設備建置 •樣品中干擾物質評估與排除技術建立 •分析設備檢量線建立 •CO ₂ 同位素量測技術建立 •CO ₂ 同位素氣體製備技術建立 •系統不確定度評估	•同位素比例質譜儀(16,000) •5 x Si sphere (2,000) •高潔淨度環境設施建置(含空調設施)(5,230)										6,174	23,230		
合計					7,200	32,800	15,143	64,000	20,727	22,900	16,500	75,500	33,705	226,950			
					40,000		79,143		43,627		92,000		260,655				

附件十二、106 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以分類排序)

分類	內 容	時 間
雙邊比對	受泰國 NIMT 邀請於泰國實驗室進行光纖雷射光梳(Optical comb)比對，完成泰國 NIMT 光梳比對，雙方量測頻率差值 22 Hz，並協助 NIMT 瞭解其系統問題。	106.10.02~10.06
獲選擔任國際職務	陳生瑞室主任於本年度 APMP 會議中，當選質量及其相關量(TCM)領域之技術委員會(Technical Committee Fluid Flow, TCFF)下屆主席。	106.11.
獲獎	柯心怡工程師獲第 11 屆「傑出計量工程師」。	106.03.24
辦理國際研討會及技術擴散	於新竹辦理「聲量、超音波與振動計量技術應用於工業 4.0 之智慧機械國際研討會」及國內技術推廣說明會，計亞太地區 7 個國家之領域專家 18 人、國內產業界 34 人參與。	106.05.02~05.03
教育推廣知識傳播	106 年文物典藏計畫—呼應世界計量日主題，於高雄科工館內辦理 SI 單位教育活動(5 月每週六)共舉辦八個梯次，計有 2375 人參加。	106.05
教育推廣知識傳播	於高雄國立科學工藝博物館舉辦「度量衡偏鄉扎根活動」，寓教於樂，總計 211 人參加。	106.09.26
教育推廣知識傳播	於高雄國立科學工藝博物館舉辦度量衡廣場暨科普咖啡站開幕活動，並辦理「跨越時空的度量衡研討會」，參加人數共計有 107 人	106.11.21
國際會議	以亞太計量組織(APMP)執行委員會之執行委員身分，參加 2017 年亞太計量組織年中會議及相關活動。	106.05.22-05.27
國際會議	陳生瑞君受邀以觀察員身分，參加質量技術諮詢委員會 CCM 壓力真空工作組(WG PV)會議。	106.05/11~05/12
國際會議	吳貴能君代表 NML 參加光度與光輻射諮詢委員會工作小組會議(CCPR WG)。	106.06.10~06.12
國際會議	黃宇中以亞太計量組織聲音/超音波/振動技術委員(APMP TCAUV)主席身分出席，第 11 屆 CCAUV 聲量/超音波/振動諮詢委員會會議(Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration; CCAUV Meeting)及工作小組(Working Group; WG)會議，報告區域組織近年技術活動，並與各國家標準實驗室代表交流互動	106.09.19~09.22
國際會議	藍玉屏君代表 NML 參加長度諮詢委員會相互認可工作小組會議(CCL WG-MRA)。	106.10.17~10.20
國際會議	林增耀主任率相關主管及資深同仁共 13 人前往參加於印度舉辦之 2017 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，除於各領域報告我國實驗室現況外並進行領域技術交流及國際事務討論。	106.11.23~12.01
國際活動	隨同標準檢驗局劉局長率團至史瓦濟蘭，參加「臺史備忘錄技術合作會議」與其商工暨貿易部法規暨品質基礎建設研發處簽署「技術合作瞭解備忘錄」，及拜會史瓦濟蘭標準局(SWASA)等機構。	106.01.17~01.24
國際活動	配合臺史技術合作，史瓦濟蘭訪臺 6 人員及標準局人員 6 人，前來 NML 大流量實驗室接受度量衡基礎原理及應用訓練課程。	106.05.08
國際活動	亞洲地區計量發展專案(MEDEA Project)於新竹舉辦 Training Course on Seismometer Calibration at Low Frequency，講師來自 NMIJ / KRISS / CMS / TOKYO SOKUSHIN CO.,LTD./ Sanlien，參與之 NMI 來自泰國/越南/ 馬來西亞/越南/臺灣等 5 國 14 位人，課程中將參訪氣象局與地震中心並安排參觀振動實驗室與現場展示實作訓練。	106.10.31~11.03
國際活動	參與標準局執行臺史瓦濟蘭王國「技術合作瞭解備忘錄」之合作路徑圖第二期交流活動，NML 派員吳玉忻博士參團共赴史瓦濟蘭，擔任質量(mass)課程及協助史	106.11.27~25

分類	內 容	時 間
	國度量衡評估及分析。	
國際活動	越南國家計量院(VMI)派 7 位學員前來 NML 接受電量計量訓練課程。	106.12.12~19
計畫變更	技術處函文同意以 106 年分攤款 4000 萬，協助增建符合新定義之 SI 標準系統一案，9 月 12 日依據標準局經標四字第 10640005680 號文，變更計畫新增_SI 新標準計量技術發展分項，先執行一部分設備購置工作。	106.09.13
計畫管理	105 年度結案實地查證會議。	106.01.06
計畫管理	標準局前來進行 105 年度標準局委辦計畫會計查核作業。	106.03.20~22
計畫管理	107 年度綱要計畫主管機關(標準局)審查會議。	106.03.22
計畫管理	主管機關前來進行本年度第一次不定期稽核，1 項建議事項。	106.06.27
計畫管理	7/13 日 107 年度科技計畫之核定數初步規劃刪減 15.89%，按比例刪減後本中心 236,228 千元(刪減 44,646 千元，已扣 200 千元行政費)。7/21 技術處通知標檢局 107 年度科技計畫核定數金額為前述刪減金額，另增加 4,500 萬元提供國家度量衡標準實驗室整體運作及發展計畫運用，7/28 局方移撥 1,000 千元予核能研究所游離輻射領域，107 年度中心 NML 預算為 280,228 千元，9/9 新內閣重審，本中心 267,384 千元(刪減 12,844 千元，已扣 185 千元行政費)。	106.07.21
計畫管理	主管機關前來進行本年度第二次不定期稽核，3 項建議事項。	106.11.07~08
知識傳播	新聞供稿—經濟部標準檢驗局新建立甲醛氣體分析設備校正服務甲醛超標，無所遁形。	106.02.08
知識傳播	新聞供稿—標準檢驗局舉辦 NML 30 週年慶活動—「國際計量發展趨勢研討會—計量與產業創新」。	106.04.05
知識傳播	東森新聞「新公斤」視訊採訪(陳生瑞君受訪)，於 5/4 晚間即時播出民視新聞 5/24 專訪中心主任—「公斤」重新定義的原理說明。	106.05
知識傳播	協辦 2016 年 520 世界計量日—國際計量發展趨勢研討會—計量與產業創新。會中邀請國際度量衡委員會(CIPM)主席 Dr. Barry Inglis 及德國 PTB、日本 NMIJ、亞太計量組織開發中國家委員會(APMP DEC)主席、美國 NIST 資深專家等專題演講，經濟部王美花次長前來致詞，與會者計 81 廠家 204 人次參與。	106.05.03
知識傳播	辦理 NML 開放 30 年週年慶。接獲澳洲 NMIA、日本 AIST、香港 SCL、泰國 NIMT、新加坡 NMC 等之祝賀影片。	106.05.05
受邀演講	受台電核能發展處邀請於核能一廠氣象儀器品保技術研會演講_國家度量衡標準業務介紹與氣象參數品保。	106.10.13
受邀評鑑	黃宇中室主任受邀至香港標準及校正實驗所(SCL)進行第三者同儕評鑑	106.01.22
受邀評鑑	蔡淑妃君應邀擔任泰國 NIMT 溫度實驗室同儕評鑑評審員。	106.07.23~07.26
受邀評鑑	黃宇中至韓國國家標準與科學研究院(KRISS)進行聲學/超音波/振動第三者同儕評鑑。	106.10.17~10.21
受邀評鑑	何宜霖君獲日本國家計量研究院(NIMJ)邀請擔任液體流量系統 ISO 17025 同儕評鑑之評審員	106.11.05~10
來訪	中國大陸中國科學院福建物質結構研究所一行 5 人參訪我國家度量衡標準實驗室(NML)。	106.01.10
來訪	經濟部加工出口區管理處臺中分處一行 16 人參訪交流。	106.03.07

分類	內容	時間
來訪	日本大鐵鋼企業 JFE TEC 公司一行 2 人參訪交流。	106.03.22
來訪	新加坡南洋理工大學教授一行 7 人參訪交流。	106.04.25
來訪	加拿大國家實驗研究院副院長一行 4 人參訪交流。	106.04.26
來訪	「國際計量趨勢研討會」與會專家一行 26 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.05.04
來訪	高鐵局呂新喜副總工程司等一行 12 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.07.18
來訪	優肯科技(股)公司一行 2 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.08.08
來訪	嘉義市民生國中一行 36 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.08.14
來訪	CHINO、台裕公司一行 8 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.08.23
來訪	江蘇省淮安市質量技術監督局一行 10 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.09.04
來訪	台灣橡膠暨彈性體工業同業公會理監事一行 46 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.09.06
來訪	泰國食品研究院(NFI)院長等一行 7 人參訪國家度量衡標準實驗室。	106.09.21
來訪	日本國家計量院(NMIJ/AIST)院長一行 6 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	106.10.31
來訪	中山醫學大學醫學檢驗暨生物技術學系師生一行 28 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識國家度量衡標準。	106.11.01
來訪	亞太計量組織(APMP)開發中國家接受國家量測標準訓練學員暨講師一行 12 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	106.11.03
來訪	日本產業總合研究院(AIST)專家一行 3 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	106.11.08
來訪	俄羅斯科學院(RAS)一行 10 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識我國國家度量衡標準。	106.11.15
來訪	福建省質監局暨福建省計量院一行 6 人參訪國家度量衡標準實驗室，交流國家度量衡標準。	106.12.14
來訪	高雄大學半導體光電製程學程師生一行 35 人參訪國家度量衡標準實驗室，認識國家度量衡標準。	106.12.15
系統查驗	辦理新建「階規校正系統 (D30)」之系統查驗會議，106 年 4 月 26 日經標四字第 10600037700 號函同意作為國家度量衡標準對外提供服務。	106.02.09
系統查驗	辦理新建「扭矩校正系統 (N12)」之系統查驗會議，106 年 4 月 27 日經標四字第 10600041150 號函同意作為國家度量衡標準對外提供服務。	106.02.23
技術擴散	辦理國家度量衡標準實驗室新能量開放服務說明會，介紹扭矩及階規校正、質量法高壓混合氣體供應驗證、甲醛氣體分析設備校正及質量法環境荷爾蒙供應驗證技術等五項新能量。	106.04.11
技術擴散	辦理「量測標準於化學分析之應用」台日雙邊技術交流研習會，交流氣態環境樣品或高階材料樣品中之超微量金屬元素分析前瞻計量技術。	106.05.08
技術擴散	與勤益科技大學共同於台中舉辦精密機械計量技術研討會，發表「工具機非接觸量測技術與實務應用」、「座標量測儀應用實務」、「精密靜壓軸承應用與設計」等於精密機械產業之量測技術。	106.05.16
技術擴散	工研院與日本國家計量院假工研院 51 館辦理 ITRI-AIST 6 th 雙邊研討會，四個 Session 中其一為「Metrology」領域技術，開放業界參加，雙方各報告三項技術交流。	106.10.31
合作研究	郭景宜君赴德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)進行「原級流量標準系統技術」研究。	106.03.01 ~ 07.04
合作研究	許博爾君赴日本 NMIJ 進行「座標量測儀(Coordinate Measuring Machine, CMM)量測技術」合作研究。	106.05.18~ 08.11

附件十三、名詞索引表

簡 稱	全 名	中文譯稱
A*STAR	National Metrology Centre ,Singapore	新加坡計量中心
AFRIMET	Intra-Africa Metrology System	非洲計量體系
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	日本產業技術綜合研究所
AMP	Advance manufacturing partnership	先進製造業夥伴關係
ANSI	American National Standards Institute	美國國家標準協會
AOI	Automatic Optical Inspection	自動光學檢測
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	亞太經濟合作會議
APLMF	Asia-Pacific Legal Metrology Forum	亞太法定計量論壇
APMF	Asia-Pacific Symposium on Measurement of Mass , Force and Torque	亞太質量、力學及扭力論壇
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
ASEAN	The Association of Southeast Asian Nations	東南亞國家協會 簡稱東協
ASTM	American Society for Testing and Material	美國試驗與材料協會
AUV	Acoustics, Ultrasound, Vibration	聲量、超音波、振動
AVS	American Vacuum Society	美國真空學會
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures 《International Bureau of Weights and Measures》	國際度量衡局
BIML	International Bureau of Legal Metrology	國際法定度量衡局
CC	Consultative Committee	諮詢委員會
CCAUV	Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration	聲量、超音波、振動諮詢委員會
CCDM	Comité Consultatif pour la Définition du Mètre 《Consultative Committee for Definition of the Meter》	公尺定義諮詢委員會
CCDS	Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde 《Consultative Committee for the Definition on the Second》	秒定義諮詢委員會
CCE	Comité Consultatif d'Électricité《Consultative Committee on Electricity》	電量諮詢委員會
CCEM	Consultative Committee for Electricity and Magnetism	電量/磁量/微波諮詢委員會
CCEMRI	Comité Consultatif pour la les Étalons de mesure des Rayonnements Ionisants 《Consultative Committee for the Standards on Measurement of Ionizing Radiation 》	游離輻射量測標準諮詢委員會
CCL	Consultative Committee for Length	長度諮詢委員會
CCM	Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées	質量及相關量諮詢委員會
CCPR	Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie 《Consultative Committee for Photometric and Radiometry》	光輻射諮詢委員會
CCQM	Comité Consultatif pour la Quantité de Matière Consultative Committee for Amount of Substance –	物量諮詢委員會

簡 稱	全 名	中文譯稱
	Metrology in Chemistry	
CCRI	Consultative Committee for Ionizing Radiation	游離輻射諮詢委員會
CCT	Comitè Consultatif de Thermométrie 《Consultative Committee on Thermometry》	溫度諮詢委員會
CCTF	Consultative Committee for Time and Frequency	時間及頻率諮詢委員會
CCU	Consultative Committee for Photometry (CCP) Comitè Consultatif des Unitès 《Consultative Committee of SI Unites》	國際單位諮詢委員會
CD	Critical Dimension	關鍵尺寸、臨界尺寸
CENAM	Centro Nacional de Metrologia	墨西哥國家計量中心
CGPM	Conférence Gèneral des Poids et Mesures 《General Conference of Weights & Measures》	國際度量衡大會
CIE	Commission internationale de l'éclairage ;《International Commission on Illumination》	國際照明委員會
CIML	International Committee of Legal Metrology	國際法定計量委員會
CIPM	Comittee International des Poids et Mesures 《International Committee of Weights & Measures》	國際度量衡委員會
CIPM MRA	CIPM Mutual Recognition Arrangement	國際度量衡委員會相互認可協議
CMC	Calibration and Measurement Capabilities	校正與量測能量
CMM	Coordinate Measuring Machine	座標量測儀
COOMET	Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions	歐亞國家計量組織聯盟
CPEM	Conference on Precision Electromagnetic Measurements	精密電磁量測大會
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research	南非科學與工業研究院
DEC	Developing Economies Committee	發展中經濟體委員會，開發中國家
DFM	Danish Institute of Fundamental Metrology	丹麥國家計量院
DFPI	Dual Fabry-Perot Interferometer	雙光學共振腔
DG	Discussion Group	專業討論小組
DIN	Deutsches Institute for Normung	德國標準協會
DSM	Department of Standards Malaysia	馬來西亞標準局
DSQ	Directorate of Standards and Quality	越南標準與品質總局
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	高密度分波多工
EC	European Communities	歐洲共同體
EC	Executive Committee	執行委員會
EMRP	European Metrology Research Programme	歐洲計量研究計畫
EOM	Electro-optical modulator	電光調制器
EURAMET	the European Association of National Metrology Institutes	歐洲計量組織聯盟
EUSPEN	European Society for Precision Engineering and Nanotechnology	歐洲精密工程及奈米技術研討會
FFT	Fast Fourier Transform	快速傅立葉轉換
FG	Focus Group	焦點工作組

簡 稱	全 名	中文譯稱
FinFET	Fin Field-Effect transistor	鳍式場效電晶體
GA	General Assembly	會員大會
GIXRR	Grazing incidence X-ray reflectivity	低略角 X 射線反射技術
GIXRF	Grazing incidence X-ray fluorescence	低略角 X 射線螢光光譜
GULFMET	Gulf Association for Metrology	波斯灣計量標準聯盟
GUM	Guide to the expression of Uncertainty in Measurement	ISO 量測不確定度表達指引文件
ICT	Instrument Calibration Technics	校正程序
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer	感應耦合電漿質譜分析儀
IEC	International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.	美國電機與電子工程師協會
ILAC MRA	International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement	國際實驗室認證聯盟相互認可協議
IMEKO	International Measurement Confederation	國際量測聯合會
INM	Institute National de metrologie 《National Institute on Metrology》	法國國家計量研究院
INMS	Institute for National Measurement Standards	加拿大國家量測標準研究院
INRIM	Istituto Nazionale per La Ricerca Metrologica	義大利國家實驗室
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
ITRS	International Technology Roadmap for Semiconductors	國際半導體科技技術藍圖
ITU	International Telecommunication Union	國際通訊聯盟
JCRB	Joint Committee of RMOs and the BIPM	區域組織聯合委員會
JPT	Joint Proficiency Test program	聯合能力試驗計畫
KC	Key comparison	關鍵比對
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
KCRV	Key comparison reference value	關鍵比對參考值
KOLAS	Korea Laboratory Accreditation Scheme	韓國實驗室認證組織
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
LIMS	Laboratory Information Management System	實驗室資訊管理系統
LNE	Laboratoire national de métrologie et d'essais,	法國國家計量標準實驗室
LNG	Liquefied natural gas	液化天然氣
MAA	Mutual Acceptance Arrangement	型式認證相互承認協議
METAS	Federal Institute of metrology	瑞士計量聯合協會
MOU	Memorandum of Understanding	合作備忘錄
MRA	Mutual Recognition Arrangement	相互承認協定
MSVP	Measurement System Validation Procedures	量測系統評估報告
NATA	National Association of Testing Authorities	澳大利亞國家試驗組織協會
NBS	National Bureau of Standards	美國國家標準局
NCSL	National Conference of Standards Laboratories	美國國家標準實驗室大會
NDL	National Nano Device Laboratory	國家毫微米實驗室
NDIR	Nondispersive Infrared	非分散式紅外線
NEL	National Engineering Laboratory	英國國家工程實驗室
NIM	National Institute of Metrology	中國計量科學研究院

簡 稱	全 名	中文譯稱
NIMT	National Institute of Metrology(Tailand)	泰國國家計量研究院
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準與技術研究院
NMC	National Metrology Center	新加坡國家計量中心
NMI	National Metrology Institute	國家計量機構
NMIA	National Measurement Institute Australian	澳洲國家計量研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
NMISA	National Metrology Institute of South Africa	南非計量研究院
NPL	National Physical Laboratory	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council	加拿大國家研究委員會
NRCCRM	National Research Center for Certified Reference Materials	中國國家標準物質中心
OIML	Organisation Internationael de Metrologie Legale 《International Organization of Legal Metrology 》	國際法定計量組織
PMU	Phasor Measurement Unit	同步相位量測系統
PJVS	Programmable Josephson Voltage Standard	可編輯式約瑟芬電壓標準
PR	Photometry and Radiometry	光度和光輻射量
PT	Proficiency Test	能力試驗
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt 《Physikalisch Technische Reichsanstalt》	德國聯邦物理技術研究院
PWL	Physical Absorbed Water Layer	物理性吸附水氣層
PZT	Piezo-electric transducer	電致動器
QM	Amount of Substance	物量
RI	Ionizing Radiation	游離輻射
RMO	Regional Metrology Organization	區域計量組織
RoF	Radio over Fiber	光載射頻
SASO	Saudi Arabian Standards Organization	沙烏地阿拉伯標準組織
SAXS	Small-angle X-ray scattering	小角度 X 光散射
tSAXS	Transmission Small-angle X-ray scattering	穿透式小角度 X 光散射
SBR	saturable Bragg Reflctetor	半導體飽和吸收體
SC	Supplementary Comparison	輔助比對
SCRV	Supplementary Comparison Reference Value	輔助比對參考值
SDAC	Southern African Development Commuinty	南非國家地區發展組織
SEM	Scan electronic microscope	掃描式電子顯微鏡
SEMI	Semiconductor Equipment and Materials International	美國半導體設備與材料國際商會
SESAM	Semiconductor Saturable Absorber Mirror	半導體飽和吸收鏡
S.H.E.T	Safe、Health、Environment、Trade	安全健康環境貿易
SI	International System of Units; SystèmeInternational d'Unités	國際單位制
SIM	Sistema Interamericano de Metrologia (Inter-american Metrology System)	美洲計量體系
SIRIM	Standards and Industrial Research Institute of Malaysia	馬來西亞標準與工業研究院

簡 稱	全 名	中文譯稱
SMD	Belgian National Metrology Institute	比利時國家計量院
SMR	Spherically Mounted Retroreflector	角耦反射鏡
SP	Swedish National Testing and Research Institute	瑞典國家試驗研究院
SPIE	International Society for Optical Engineering	國際光學工程學會
spICP-MS	Single Particle Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry	單微粒感應偶合電漿質譜儀
SPM	Scanning Probe Microscope	探針掃描顯微鏡
SPM	Self phase modulation	自相位調制
SRM	Standard Reference Material	標準參考物質
STM	Scanning Tunneling Microscope	穿隧掃描顯微鏡
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TBT	Technical Barriers to Trade	技術貿易障礙
TCAUV	Technical Committee Acoustics, Ultrasound and Vibration	聲音/超音波/振動領域之技術委員會
TCFF	Technical Committee for Fluid Flow	流量領域之技術委員會
TCI	Technical Committee Initiative projects	技術委員會促進合作計畫
TCL	Technical Committee for Length	長度技術委員會
TCM	Technical Committee for Mass	質量技術委員會
TCMM	Technical Committee for Materials Metrology	APMP 材料計量技術委員會
TCT	Technical Committee for Temperature	溫度技術委員會
TEM	Tunnel electronic microscope transmission electron microscope	穿透式電子顯微鏡
TF	Time and Frequency	時間與頻率
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	聯合國工業發展組織
VIM	international vocabulary of basic and general terms in metrology	國際計量基本與通用詞彙
VMI	Vietnam Metrology Institute	越南計量研究院
VNIIFTRI	National Scientific Research Institute for Physical-Technical and Radio-Technical Measurements	俄羅斯國家物理與無線電技術量測科學研究院
VNIIM	All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service	俄羅斯計量科學研究院
VSL	Van Swinden Laboratory	荷蘭國家計量院
WG	Working Group	工作小組
WGFF	Working Group of Fluid Flow	流量工作小組
WTO	World Trade Organization	世界貿易組織
XPS	X-Ray Photoelectron Spectroscopy	X 射線光電子頻譜技術
XRCD	X-Ray-Crystal-Density	X 光晶體密度法
XRCD	X-Ray-Crystal-Density	X 光晶體密度法
XRD	X-Ray Diffractometer	X 光繞射儀
XRR	X-ray reflectivity	X 射線反射技術
XSW	X-ray standing wave	X 射線駐波

附件十四、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [®]	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
1	標準麥克風互換校正系統	A01	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1P) 頻率：20 Hz to 12.5 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2P) 頻率：20 Hz to 25 kHz	(1) 0.06 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.05 dB (40 Hz(不含) to 5 kHz) · 0.08 dB (5 kHz(不含) to 10 kHz) · 0.12 dB (10 kHz(不含) to 12.5 kHz) (2) 0.06 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.05 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) · 0.11 dB (8 kHz(不含) to 20 kHz) · 0.20 dB (20 kHz(不含) to 25 kHz)	83.06.30	電容式麥克風 (Condenser Microphone)	1	19	5	23	4				原級系統，提供 A02 與 A03 兩套系統之標準件追溯。
2	標準麥克風比較校正系統	A02	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1 and 61094-4 WS1) 頻率：20 Hz to 12.5 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2 and 61094-4 WS2) 頻率：20 Hz to 20 kHz (2) 1/4 英吋(符合 IEC 61094-4	(1) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) · 0.16 dB (8 kHz(不含) to 12.5 kHz) (2) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40	81.05.25	電容式麥克風 (Condenser Microphone)	132	71	103	129	103				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			WS3) 頻率：20 Hz to 20 kHz	Hz(不含) to 8 kHz) · 0.16 dB (8 kHz(不含) to 20 kHz) (3) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) · 0.16 dB (8 kHz(不含) to 16 kHz) · 0.20 dB (16 kHz(不含) to 20 kHz)											
3	聲音校正 器校正系 統	A03	(1) (90 to 120) dB re 20 µPa (31.5 Hz to 16 kHz) (2) (90 to 130) dB re 20 µPa (250 Hz) (3a) 頻率 250 Hz (124 dB)或 1 kHz (94 dB or 114 dB) (3b) 頻率 31.5 Hz 至 16 kHz (94 or 104 or 114) dB	(1)(2) 比較法：0.14 dB · 內插電壓法：0.08 dB to 0.18 dB (3a) 0.2 dB (3b) 0.2 dB to 0.6 dB	81.12.07	(1)聲音校 正器 (Sound Calibrator) (2)活塞式 校正器 (Pistonpho ne) (3) 噪 音 計 (Sound Level Meter)	182	192	211	211	206				
4	麥克風自 由場靈敏	A04	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1P)	(1) 0.16 dB (1 kHz to 3.15 kHz) · 0.17 dB (4	103.08.11	電容式麥克 風	-	-	4	5	3				103 年 8 月完 成 查 驗 · 104

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
	度互換校正系統		頻率：1 kHz to 10 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2P) 頻率：1 kHz to 20 kHz	kHz to 10 kHz) (2) 0.16 dB (1 kHz to 5 kHz) · 0.17 dB (6.3 kHz to 20 kHz)		(Condenser Microphone)									年 1 月開放服務。
5	核磁共振磁通密度量測系統	B01	50 mT to 1.5 T	0.001 % to 0.01 % (相對)	81.12.28	高斯計 (Gaussmeter) 、標準參考磁鐵 (Standard Reference Magnet)	98	102	117	134	147				
6	磁通量測系統	B02	(1) 10^{-4} Wb to 2 Wb (2) 0.001 m ² to 1 m ² (turns)	(1) 0.78 μ Wb to 2.6 mWb (2) 21 mm ² to 0.0027 m ² (turns)	82.09.15	(1) 磁通計 (Fluxmeter) (2) 探索線圈(Search Coils)	10	11	10	13	13				
7	低磁場量測系統	B03	(1) 1 mT to 50 mT (2) 1 μ T to 1 mT (3) 0.5 μ T to 50 μ T @ (50 Hz to 1 kHz)	(1) 0.38 % (相對) (2) 0.36 % to 0.48 % (相對) (3) 0.09 % to 0.47 % (相對)	82.04.19	高斯計 (Gaussmeter) 、標準參考磁鐵 (Standard Reference Magnet)	134	139	156	147	143				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證◎	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
8	黏度計量測系統	C01	1 mPa·s to 2 × 10 ⁵ mPa·s	0.04 mPa·s to 2300 mPa·s	80.06.30	旋轉式黏度計 (Rotational Viscometer)	16	13	12	11	1	◎			105年10月暫停收件，預計107年1月恢復收件。該1件為加購報告。
9	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	CO : (10 to 200000) μmol/mol CO ₂ : (100 to 300000) μmol/mol CH ₄ : (100 to 100000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 50000) μmol/mol O ₂ : (1000 to 250000) μmol/mol NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol C ₂ H ₅ OH in Air : (137 to 547) μmol/mol	0.08 μmol/mol to 0.12 mmol/mol	83.10.26	鋼瓶氣體濃度之驗證	11	10	27	14	28	◎			104年配合RMP認證配置氣體，故該年鋼瓶驗證量較多。SO ₂ 、NO自106年1月暫停收件，106年11月恢復收件。
10	氣體量測系統	C07	(1) CO : (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol	(1) 視其解析度與功能而定	84.08.10	(1) 氣體濃度檢知管、	46	48	63	33	48	◎			104年配合RMP認證配置

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol (0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol (0 to 100) %LEL) (2) 分流率 : 0 % to 100 %	(2) 視範圍氣體成份而定		警報器、測漏儀、氣體濃度分析儀 (2)氣體分流器									氣體，故該年鋼瓶驗證量較多。另因 105 年 8 月暫停收件，106 年 2 月恢復收件，故 105 年校正量減少約 10 件。
11	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	(1) CO in N ₂ : (0.001 to 100) mmol/mol CO ₂ in N ₂ : (0.1 to 160) mmol/mol CH ₄ in N ₂ : (0.1 to 100) mmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol SF ₆ in N ₂ : (10 to 1000) μmol/mol CF ₄ in N ₂ : (100 to 3000) μmol/mol NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000)	(1) CO in N ₂ : 0.1 % to 2.0 % CO ₂ in N ₂ :0.1 % to 1.5 % CH ₄ in N ₂ :0.1 % to 1.0 % C ₃ H ₈ in N ₂ : 0.2 % to 1.0 % SF ₆ in N ₂ : 0.2 % to 1.5 % CF ₄ in N ₂ : 0.1 % to 1.0 % NO in N ₂ : 0.5 % to 2.0 % SO ₂ in N ₂ : 0.5 % to 1.5	83.10.26	(1) 雙成分氣體 (CO in N ₂ 、CO ₂ in N ₂ 、CH ₄ in N ₂ 、C ₃ H ₈ in N ₂ 、CF ₄ in N ₂ 、SF ₆ in N ₂ 、NO in N ₂ 、SO ₂ in N ₂ 、O ₂ in N ₂ 、CH ₄ in Air) (2) 多成分氣體	27	92	65	39	18	◎			主要對內提供標準氣源，配合 104 年認證，103 年大量配置氣體供化學其他系統追溯使用，故該年校正量增多。105 年因 C07 自 8 月暫停收件，106 年 2 月恢復收件，氣體經盤點數量足夠，故 C08 105

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			μmol/mol O ₂ in N ₂ : (1 to 10) μmol/mol (1 to 14) mmol/mol CH ₄ in Air : (1 to 20) mmol/mol N ₂ O in N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol (2) (CO + CO ₂ + C ₃ H ₈) in N ₂ CO : (5 to 40) mmol/mol CO ₂ : (50 to 160) mmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 1600) μmol/mol (3) C ₂ H ₅ OH in N ₂ : (80 to 140) μmol/mol H ₂ S in N ₂ : (10 to 100) μmol/mol (4) VOC (含 Benzene、 Toluene、Ethylbenzene、 Xylenes) in N ₂ : 1 μmol/mol	% O ₂ in N ₂ : 1.5 % to 3.0 %、0.2 % to 1.5 % CH ₄ in Air : 0.1 % to 0.5 % N ₂ O in N ₂ : 0.5 % to 1.5 % (2) (CO + CO ₂ + C ₃ H ₈) in N ₂ CO : 0.2 % to 0.8 % CO ₂ : 0.1 % to 0.5 % C ₃ H ₈ : 0.5 % to 1.0 % (3) C ₂ H ₅ OH in N ₂ : 2 % to 5 % H ₂ S in N ₂ : 1.5 % to 5.0 % (4) VOC in N ₂ (含 Benzene、Toluene、 Ethylbenzene、 Xylenes) : 5 % to 10 %		(CO+CO ₂ + C ₃ H ₈) in N ₂ (3) 雙成分 參考混合氣 (C ₂ H ₅ OH in N ₂ 、H ₂ S in N ₂) (4) VOCs in N ₂ (含 Benzene、 Toluene、 Ethylbenz ene、 Xylenes)									年、106 年配 置數量均減 少。SO ₂ in N ₂ 、NO in N ₂ 自 106 年 1 月 暫停收件、106 年 11 月恢復收 件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
12	低碳能源氣體濃度量測系統	C09	(1) 以具有計量追溯性之合成天然氣標準氣體進行待校氣體的濃度驗證，可執行驗證之濃度以實驗室具備之天然氣標準件濃度範圍為依據，濃度大於 1 % 之主成分氣體，可驗證濃度為標準氣體濃度的 1/2 倍至 2 倍之間 (2) CH ₄ in N ₂ : (0.1 to 10) cmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 5) cmol/mol CO ₂ in N ₂ : (0.1 to 16) cmol/mol	(1) 0.2 % to 1.2 % (相對) (2) 0.5 % to 1.0 % (相對)	102.05.24	(1) 合成天然氣濃度 (2) 雙成分氣體濃度 (CH ₄ in N ₂ 、C ₃ H ₈ in N ₂ 、CO ₂ in N ₂)	4	4	25	20	12	◎			104 年、105 年中油有大量鋼瓶需求。因待校氣體鋼瓶有效期限約 2 年，故預計 107 年再送校。
13	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	(1) CO in N ₂ : (1 to 100) μmol/mol CO ₂ in N ₂ : (50 to 5000) μmol/mol CH ₄ in Air: (0.1 to 2) cmol/mol NO in N ₂ : (1 to 2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (1 to 2000) μmol/mol (2) C ₂ H ₅ OH in Air: (90 to 1200) μmol/mol	(1) 0.048 % to 0.26 % (相對) (2) 1.3 % to 2.0 % (相對)	103.12.18	(1) 氣體濃度稀釋裝置 (CO in N ₂ 、CO ₂ in N ₂ 、CH ₄ in Air、NO in N ₂ 、SO ₂ in N ₂) (2) 氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH in	-	-	3	6	6	◎			104 年擴建部分，已完成查驗，105 年 2 月開放服務。SO ₂ 、NO 自 106 年 1 月暫停收件，預計 107 年 1 月恢復收件。氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH in

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						in Air)									Air) 自 106 年 6 月暫停收件·預計 107 年 1 月恢復收件。
14	甲醛氣體分析設備校正系統	C11	(1 to 10) $\mu\text{mol/mol}$	0.0067 $\mu\text{mol/mol}$	105.12.26	甲醛氣體分析設備	-	-	-	-	4				105 年 10 月完成查驗·106 年 5 月開放服務。
15	質量法環境荷爾蒙供應驗證系統	C12	50 mg/kg	6 % (相對)	105.12.26	甲醇中鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	-	-	-	-	1				105 年 10 月完成查驗·106 年 5 月開放服務。但因實驗室搬遷·106 年 5 月暫停收件·106 年 10 月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
16	塊規比較校正系統	D01	0.5 mm to 100 mm	鋼 質： $[(39)^2 + (0.5L)^2]^{1/2}$ nm 陶 瓷： $[(39)^2 + (0.6L)^2]^{1/2}$ nm 碳化鎢： $[(40)^2 + (0.8L)^2]^{1/2}$ nm 碳化鎢： $[(40)^2 + (1.9L)^2]^{1/2}$ nm L 為以 mm 為單位之塊規標稱長度值	76.04.26	標準塊規(公制)(Gauge Blocks)	24	19	29	20	22				
17	塊規干涉校正系統	D02	0.5 mm to 100 mm	$[19^2 + (0.3L)^2]^{1/2}$ nm · L 為單位 mm 之塊規標稱長度值	82.07.20	標準塊規(公制)(Gauge Blocks)	2	3	1	2	1				原級系統，提供 D01 系統與 D23 系統兩套系統之標準件追溯。
18	端點尺寸量測系統	D03	(1) 環 規：1 mm to 200 mm (2) 針 規：1 mm to 20 mm (3) 塞 規：20 mm to 100 mm	(1) 環 規： $2 \times [(0.132)^2 + (0.00136D)^2]^{1/2}$ μm · D 為單位 mm 之環規內徑尺寸 (2) 針 規： $[(0.22)^2 + (0.013 D)^2]^{1/2}$ μm · D 為單位 mm 之針規外徑尺寸	76.04.22	(1) 環規 (2) 針規 (3) 塞規	32	11	35	10	36				廠商校正週期約 2 年。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(3) 塞規：2 × $[(0.088)^2 + (0.00136D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ · D 為單位 mm 之塞規外徑尺寸											
19	線刻度校正系統	D05	(1) 標準玻璃尺、標準尺、顯微鏡標準片 0.01 mm to 200 mm (2) 標準玻璃尺、標準尺 0.01 mm to 500 mm (3) 標準玻璃尺、標準尺 0.01 mm to 1000 mm	$[74.2^2 + (0.159L)^2]^{1/2}$ nm · L 為單位 mm 之量測長度	83.07.27	標準玻璃尺、標準尺、顯微鏡標準片	126	107	77	188	125				104年4月至6月進行系統改良；6月至9月其一元件故障，10月恢復收件。故部分廠商延後送校，導致105年校正量明顯增加。
20	角度塊規校正系統	D06	1" to 45°	0.29"	79.04.12	角度塊規	2	4	2	3	4				
21	大角度校正系統	D07	(1) 3面 to 72面(120° to 5°) (2) 0.1° to 360° (3) 3面 to 72面(120° to 5°)	(1) 方規、多邊規：0.23" (2) 分度盤：0.29" (3) 多邊規與轉盤(互校)：0.04"	84.06.30	(1) 方規、多邊規、(2) 分度盤、(3) 多邊規與轉盤(互校)	5	12	3	9	5				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
22	小角度校正系統	D08	(1) -6' to +6' (解析度 0.2") (2) -1° to +1° (解析度 1") (3) -1° to +1° (解析度 2")	(1) 0.4" (2) 1.3" (3) 2.0"	76.05.31	電子水平儀 (Electronic Level)	25	31	29	22	26				
23	直角度校正系統	D09	高度 ≤ 600 mm	0.28"(0.82 μm / 600 mm)	82.07.10	圓柱型直角量規、直角量規、角尺	0	33	18	41	33				102 年系統維修、重新查核與評估。
24	真圓度量測系統	D12	直徑：≤ φ 200 mm；失圓度：0 μm to 2 μm	15 nm	76.04.19	真圓度標準件 (圓球狀、半球狀、圓柱狀)	16	11	13	13	8				
25	表面粗度量測系統	D13	Ra : 0.01 μm to 20 μm	Ra · Rq : $[5^2 + (13R)^2]^{1/2}$ nm Rmax · Rt · Rz : $[20^2 + (13R)^2]^{1/2}$ nm R : 各項參數 · 以 μm 為單位	76.04.28	表面粗度標準片 (Surface Roughness Standard)	40	48	64	48	68				
26	大地長度儀器校正系統	D14	0 m to 432 m	$[0.8^2 + (0.4L)^2]^{1/2}$ mm · L 為單位 km 之量測距離 (解析度 0.1 mm) $[1.0^2 + (0.4L)^2]^{1/2}$ mm · L 為單位 km 之量測距離 (解析度 1.0 mm)	84.04.12	電子測距儀 (Electronic Distance Meters) · 全站儀 (Total Stations)	14	10	14	11	14				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
27	大地角度儀器校正系統	D15	0° to 360°	0.7"	84.04.14	光學經緯儀 (Optical Theodolites)、電子經緯儀 (Electronic Theodolites) 全站儀 (Total Stations)	17	13	16	15	16				
28	穩頻雷射校正系統	D16	(1) 波長 633 nm (或頻率 474 THz) (2) 波長 633nm (或頻率 474 THz)	(1) 0.03 fm (2) 0.002 fm	84.08.28	(1) 穩頻氦氖雷射(雷射波長及頻率校正)(2) 碘穩頻氦氖雷射(光梳絕對頻率量測)	19	17	17	26	24				
29	長尺校正系統	D17	(1) 0.1 m to 10 m (2) 0.1 m to 3 m	(1) $[5.95^2 + (2.63L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ (2) $[5.88^2 + (2.75L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ L : 以 m 為單位之量測長度	86.04.18	(1) 標準捲尺 (Standard Tape)、(2) 條碼鋼尺 (Invar Bar)	27	33	0	22	22				104 年因元件故障暫停收件，進行維修精進。105 年 5 月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Code Staff)									
30	雷射干涉儀校正系統	D18	(1) 位移：0 m to 10 m · 溫度：15 °C to 30 °C · 相對濕度：40 % to 60 % · 壓力：85 kPa to 105 kPa (2-1) 0 mm to 15 mm (解析度：0.2 μm) (2-2) 0 mm to 30 mm (解析度：0.1 μm) (2-3) 0 mm to 30 mm (解析度：1.0 μm) (2-4) 0 mm to 60 mm (解析度：0.1 μm)	(1) 位移(加入環境感測器時)： $2.0 \times [u^2(D_i) + 6^2 + (5.6 \times 10^{-8})^2 \times D^2]^{1/2}$ nm 位移(不加入環境感測器時)： $2.0 \times [u^2(D_i) + 6^2 + (2.9 \times 10^{-8})^2 \times D^2]^{1/2}$ nm D 為以 m 為單位之量測位移數值； $u(D_i)$ 為待校件之重複性的標準不確定度 溫度(空氣感測器)：0.1 °C · 溫度(物質感測器)：0.1 °C · 相對濕度：1.0 % · 壓力：16 Pa (2-1) 0.34 μm (2-2) 0.46 μm (2-3) 0.73 μm (2-4) 0.81 μm	90.10.01	(1) 雷射干涉儀(含環境感測器)(Laser Interferometer)、(2) 量錶校正器(Dial Indicator Calibrator)	38	51	57	63	58				
31	線距校正系統	D19	(1) 50 nm to 25 μm (2) 280 nm to 10 μm (3) 50 nm to 1000 nm	(1) 0.13 nm to 1.7 nm (2) 0.009 nm to 6.3 nm	91.08.01	(1) 線距標準片 (Pitch Standard)	12	13	11	14	10				線寬標準片自106年1月暫停收件 · 106

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(3) 3.3 nm to 20 nm		(使用原子力顯微鏡 · AFM) (2) 線距標準片 (Pitch Standard) (使用雷射繞射儀) (3) 線寬標準片 (Line Width Standard) (使用原子力顯微鏡 · AFM)									年 10 月恢復收件。
32	衛星定位儀校正系統	D20	0 m to 25 km	(1) 靜態相對定位—超短距離(≤ 50 m) : 4.8 mm · 中距離(≤ 25 km) : 19 mm (2) 動態相對定位—超短距離(≤ 50 m) : 4.8 mm (3) 單點絕對定位 : 35 mm	92.10.08	衛星定位儀	7	11	6	16	8				因二級校正實驗室家數增加，其能量不足的部分，才會送校 NML，因此近幾年校正量減少。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
33	階高校正系統	D21	(1) 光學式：0.01 μm to 100 μm (2) 探針式：0.01 μm to 50 μm	(1) 光學式($D \leq 3 \mu\text{m}$)： $[3^2 + (1.2D)^2]^{1/2}$ nm 光學式($D > 3 \mu\text{m}$)： $[9.5^2 + (3.6D)^2]^{1/2}$ nm (2) 探針式： $[5^2 + (3.2D)^2]^{1/2}$ nm D ：階高量測值·單位 μm	94.05.02	階高標準片 (Step Height Standards)	163	154	164	173	170				
34	薄膜量測系統	D22	(1) 1.5 nm to 1000 nm (2) 1.5 nm to 200 nm (3) 標稱孔徑尺寸為 2.0 nm	(1) 0.10 nm (2) 0.02 nm (3) 0.3 nm	91.08.01	(1) 二氧化矽薄膜標準片 (SiO ₂ Reference Materials: Spectroscopic Ellipsometry) (2) 薄膜標準片 (SiO ₂ , HfO ₂ , Al ₂ O ₃ Reference Materials:	91	121	84	95	97				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						X-ray Reflectivity) (3) 孔隙薄膜標準片 [材質： SiOCH·膜厚：2 nm to 200 nm] (Porous Thin Film Standards)									
35	精密型長塊規校正系統	D23	(1) 100 mm to 600 mm (2) 100 mm to 1000 mm	(1) $[84^2 + (735L)^2]^{1/2}$ nm (2) $[65^2 + (285L)^2]^{1/2}$ nm L：以 m 為單位之塊規標稱長度	95.11.22	長塊規	15	31	38	25	27				
36	液晶間隙尺寸校正系統	D24	(1) 0.1 μm to 10 μm (2) 0.1 μm to 10 μm	(1) 26 nm (2) 37 nm	96.06.28	(1) 穿透式 TN 液晶盒之液晶層厚度 (2) 穿透式 VA 液晶盒之液晶層厚度	3	3	2	1	2				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
37	二維影像標準校正系統	D25	(1) 二維：10 μm × 10 μm to 1.4 mm × 1.0 mm (2) 一維：10 μm to 400 mm (3) 二維：10 μm × 10 μm to 400 mm × 400 mm	(1) $[(0.36)^2 + (1.66 \times L)^2]^{1/2} \mu\text{m} \cdot L$ 為線距長度 · 單位 m (2) $[(0.63)^2 + (1.66 \times L)^2]^{1/2} \mu\text{m} \cdot L$ 為線距長度 · 單位 m (3) $[(0.77)^2 + (1.66 \times L)^2]^{1/2} \mu\text{m} \cdot L$ 為線距長度 · 單位 m	99.02.03	影像標準片 (Image Standards)	17	19	27	27	36				
38	奈米粒徑量測系統	D26	(1) 20 nm to 1000 nm (2) 100 nm to 500 nm (3) 20 nm to 500 nm (4) 100 nm to 300 nm	(1) 3.3 nm to 34 nm (2) 2.5 nm (3) 1.3 nm (4) 100 nm to 200 nm(不含) : 8.1 nm 200 nm to 300 nm : 19 nm	95.11.24	標準粒子 (聚苯乙烯、PSL) [Standard Particles (Polystyrene)] (1) 動態光散射法 (DLS) (2) 電重力氣膠平衡法(EAB) (3) 微分電移動度分析	30	17	23	27	32				106年5月暫停收件，106年11月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						法(DMA) (4) 表面奈米微粒粒徑標準件									
39	奈米粒子功能性量測系統	D27	(1a) 粒徑:100 nm;濃度:1 cm ⁻³ to 1000 cm ⁻³ (1b) 粒徑 : 50 nm to 200 nm ; 濃度 : 1000 cm ⁻³ to 10000 cm ⁻³ (2) -75 mV < Zeta 電位 < 75 mV (粒徑 > 20 nm) (3) 5 m ² /g to 550 m ² /g	(1a) 2.3 % to 3.7 % (相對) (1b) 2.2 % to 2.4 % (相對) (2) 2.7 mV (3) 2.1 % (相對)	100.04.25	標準粒子 (Standard Particles) 、標準粒子計數器 (Standard Particle Counter) (1) 奈米粒子濃度量測 (標準粒子計數器之偵測效率) (2) Zeta 電位量測 (聚苯乙烯標準粒子) (3) 比表面積量測(標準粒子)	6	6	3	13	9				104年9月25日獲局同意系統更名。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
40	掃描式電子顯微量測系統	D28	(1) 標準粒子之粒徑：10 nm to 60 nm (2) 線距標準片之線距：70 nm to 1000 nm	(1) 1.5 nm to 5.4 nm (2) 0.30 nm to 3.0 nm	101.1.17	(1) 標準粒子 (Standard Particles) (2)線距標準片(Pitch Standards)	7	9	11	10	24				106年11月暫停收件，預計107年5月恢復收件。
41	座標量測儀校正系統	D29	1200 mm × 1000 mm × 700 mm	$1.96 \times (0.3 \mu\text{m} + 6.3 \times 10^{-7} L)$ L：量測長度	106.01.19	座標量測儀	-	-	-	-	1				105年8月完成查驗，106年5月開放服務。
42	階規校正系統	D30	10 mm to 1010 mm	$1.98 \times [(0.28 \mu\text{m})^2 + (4.01 \times 10^{-7} L)^2]^{1/2}$ L：量測長度	106.04.26	階規、卡尺校正器	-	-	-	-	3				106年2月完成查驗，106年5月開放服務。
43	約瑟夫森電壓量測系統	E01	1 mV to 10 V	50 nV to 98 nV	81.06.30	固態型電壓標準器 (Solid State Voltage Standard) 、數位電壓表(Voltage	6	8	15	10	12		※		106年進行系統改良。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Meter)									
44	直流 1 ~ 10 V 量測系統	E03	1 V、1.018 V、10 V	0.3 μ V/V(相對)	81.09.01	固態型電壓標準器 (Solid State Voltage Standard)、直流電壓標準器(DC Voltage Standard)	16	19	12	16	19				
45	直流電壓量測系統	E04	1 mV to 1000 V	6 μ V/V to 0.7 mV/V (相對)	76.04.25	直流電壓標準器(DC Voltage Standard)	102	113	94	131	115				
46	直流高壓量測系統	E05	1 kV to 200 kV	100 μ V/V (相對)	83.12.20	直流高壓分壓器 (DC High Voltage Divider)、直流高壓電表 (DC High Voltage Meter)、	45	45	47	53	75				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						直流高壓源 (DC High Voltage Source)									
47	交流電壓量測系統	E06	1 mV to 1000 V · 20 Hz to 1 MHz	4 μ V/V to 0.5 mV/V (相對)	76.04.20	熱效電壓轉換器 (Thermal Voltage Converter) 、熱效轉換標準器 (Thermal Transfer Standard)	84	105	88	129	94				部分廠商校正週期為2年。
48	比壓器量測系統	E07	(1) 1 kV to 100 kV / 10 V to 240 V (一次側 / 二次側) · 60 Hz (2) 1 kV to 100 kV / 60 Hz	(1) 82 μ V/V (相對) ; 60 μ rad (2) 82 μ V/V (相對)	76.06.25	(1) 比壓器 (Potential Transformer) (2) 交流高壓分壓器 (AC High Voltage Divider) 、	47	54	48	57	49				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						交流高壓電表 (AC High Voltage Meter)、交流高壓源 (AC High Voltage Source)									
49	直流微電流量測系統	E08	10 pA to 1 μA	0.07 mA/A to 0.9 mA/A (相對)	84.04.10	(1) 直流電流分流器 (DC Current Shunt) (2) 直流電流源 (DC Current Source)、直流電流表 (DC Current Meter)	12	11	9	18	14				
50	直流中電流量測系統	E09	10 μA to 100 A	17 μA/A to 67 μA/A (相對)	76.03.23	(1) 直流電流分流器	112	132	113	154	130				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
	統					(DC Current Shunt) (2) 直流電流源(DC Current Source)·直流電流表(DC Current Meter)									
51	直流大電流量測系統	E10	300 A to 1000 A	0.34 mA/A to 0.46 mA/A (相對)	76.03.23	(1) 直流電流分流器(DC Current Shunt) (2) 直流電流源(DC Current Source)·直流電流表(DC Current Meter)	18	23	20	27	22				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
52	交流電流量測系統	E11	10 μ A to 20 A / 20 Hz to 100 kHz	11 μ A/A to 0.25 mA/A (相對)	76.04.20	交流電流分流器(AC Current Shunt)、熱效電流轉換器(Thermal Current Converter)、交流電流源(AC Current Source)、交流電流表(AC Current Meter)	95	101	102	113	111		※		
53	比流器量測系統	E12	(1) 5 A to 5000 A / 1 A 或 5 A (一次側 / 二次側) / 60 Hz (2) 5 A to 5000 A	(1) 0.0070 %, 0.024 mrad (2) 0.29 mV/V (相對)	76.04.24	(1) 比流器(Current Transformer) (2) 交流電流分流器(AC Current	57	60	85	85	100				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Shunt)、交流電流轉換器(AC Current Converter)									
54	直流電阻量測系統	E13	0.1 mΩ to 100 kΩ	0.10 μΩ/Ω to 4.2 μΩ/Ω (相對)	76.04.30	標準電阻器 (Standard Resistor)	66	76	83	83	90				
55	直流高電阻量測系統	E14	100 MΩ、1 GΩ、10 GΩ、100 GΩ、1 TΩ	(0.09、0.18、0.19、0.23、0.6) mΩ/Ω (相對)	76.04.30	(1) 標準高電阻器、 (2) 高阻計 / 表、十進高電阻器	32	31	30	32	38				
56	標準電容量測系統	E15	1 pF to 1000 pF (1 kHz to 1 MHz) · 1 pF to 1 μF (1 kHz)	0.7 μF/F to 0.61 mF/F (相對)	79.04.09	(1) 標準電容器 (Standard Capacitor)、 (2) 精密電容表、RLC 表	75	58	64	64	61				
57	標準電感量測系統	E16	100 μH to 10 H	0.22 mH/H (相對)	76.03.03	(1) 標準電感器 (Standard Inductor)	58	43	52	60	71				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						、(2) RLC 表									
58	交流電力量測系統	E18	(1.1) 單相有效電功率： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (1.2) 單相無效電功率： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag (1.3) 電壓諧波： 基波電壓：110 V、220 V (諧波/基波)比：2 %、10 % 基頻：50 Hz、60 Hz 諧波次：2、3、5、10、20、30、40、50、64 (1.4) 電流諧波： 基波電流：1 A、2 A、5 A、10 A (諧波/基波)比：2 %、10 %	(1.1) 70 μ W/W to 0.41 mW/W (1.2) 70 μ var/var to 0.41 mvar/var (1.3) (0.31 to 0.63) mV/V (1.4) (0.24 to 0.48) mA/A (2.1) (0.10 to 0.47) mWh/Wh (2.2) (0.10 to 0.47) mvarh/varh (3.1) (0.10 to 0.47) mWh/Wh (3.2) (0.10 to 0.47) mvarh/varh (4.1) 70 μ W/W to 0.41 mW/W (4.2) 70 μ var/var to 0.41 mvar/var	76.04.22	(1) 單相交流電功率源 (Single-Phase AC Power Source)、單相交流電功率表 (Single-Phase AC Power Meter)、單相交流瓦特轉換器 (Single-Phase AC Watt Converter) (2) 單相交流電能表 (Single-Phase AC Energy Meter)、單	43	53	50	61	56				106 年 5 月單相交流電功率量測系統 (E18)、單相交流電能量測系統 (E19)、三相交流電能量測系統 (E20) 及三相交流電功率量測系統 (E26) 合併為交流電力量測系統 (E18)。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			基頻：50 Hz、60 Hz 諧波次：2、3、5、10、20、30、40、50、64 (2.1) 單相有效電能： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (2.2) 單相無效電能： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag (3.1) 三相有效電能： 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (3.2) 三相無效電能：			相交流瓦時轉換器 (Single-Phase AC Watthour Converter) (3) 三相交流電能表 (Three-Phase AC Energy Meter) (4) 三相交流電功率源 (Three-Phase AC Power Source)、三相交流電功率表 (Three-Phase AC Power Meter)									

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag (4.1) 三相有效電功率： 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (4.2) 三相無效電功率： 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag													
59	相位角量測系統	E21	5 V, 60 Hz, 90° 5 V, 10 kHz, 180° 5 V, 60 Hz, 180° 5 V, 50 kHz, 90° 5 V, 400 Hz, 90° 5 V, 50 kHz, 180°	0.02°	76.04.23	相位表 (Phase Meter)、相位信號產生器 (Phase	3	4	4	2	7					

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			5 V, 400 Hz, 180° 50 V, 60 Hz, 180° 5 V, 1 kHz, 90° 50 V, 400 Hz, 180° 5 V, 1 kHz, 180° 100 V, 60 Hz, 180° 5 V, 10 kHz, 90° 100 V, 400 Hz, 180°			Signal Generator)									
60	單相交流電功率原級量測系統	E23	單相有效電功率、單相有效電能： 電壓：120 V、240 V 電流：1 A、5 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag、0 Lead、0 Lag	(15 to 43) μW(h)/VA(h)	84.06.30	單相交流瓦特轉換器 (Single-Phase AC Watt Converter) 單相交流瓦時轉換器 (Single-Phase AC Watthour Converter) 單相交流電功率表 (Single-Phase AC	2	1	1	1	1				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Power Meter)									
61	量化霍爾電阻量測系統	E24	1 kΩ	0.08 μΩ/Ω (相對)	84.06.30	標準電阻器 (Standard Resistor)	1	1	2	1	1				
62	直流大電阻量測系統	E25	(1) 100 kΩ to 100 MΩ (2) 1 Ω to 100 MΩ	(1) (6·9·13·16) μΩ/Ω (相對) (2) 0.3 μΩ/Ω to 18 μΩ/Ω (相對)	88.06.23	(1) 標準電阻器 (Standard Resistor) (2) 多功能電表 / 校正器、十進電阻器	66	79	58	59	61				
63	片電阻校正系統	E27	0.15 Ω to 4000 Ω	0.46 % (相對)	91.08.01	矽片電阻標準 (Silicon Sheet Resistance Standards)	40	28	30	48	29				
64	電容標準追溯電阻標準校正系統	E29	1 pF, 10 pF · 100 pF · 1000 pF (1000 Hz · 1592 Hz)	(0.20 to 0.58) μF/F (相對)	94.05.02	標準電容 (Standard Capacitor)	2	12	4	10	16				原級系統·提供內部追溯。
65	大水流量校正系統	F01	(100 to 8000) L/min	0.04 % (計量) 0.05 % (計率)	84.12.05	渦輪式流量計、正位式	70	42	29	32	40	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				0.5 % (計速)		流量計、時間差法超音波式流量計、電磁式流量計、質量式流量計、渦流式流量計、差壓式流量計、可變面積式流量計、蹠輪式流量計、葉輪式流量計									
66	小水流量校正系統	F02	(2 to 700) L/min	計量：0.03 % (60 kg ≤ 稱重量) · 0.06 % (20 kg ≤ 稱重量 < 60 kg) 計率：0.04 % (60 kg ≤ 稱重量) · 0.06 % (20 kg ≤ 稱重量 < 60 kg) 計速：1.0 %	85.03.01	渦輪式流量計、正位式流量計、時間差法超音波式流量計、渦流式流量計、電磁式流量計、質量式流量計、可變面積式流	46	46	40	51	44	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						量計、蹼輪式流量計、葉輪式流量計									
67	低黏度油流量校正系統	F03	(60 to 6000) L/min · (2.6 to 4.8) cSt / (45 to 15) °C	0.05 %	84.12.14	正位式流量計、渦輪式流量計	24	33	26	27	33	◎		▲	
68	高黏度油流量校正系統	F04	(60 to 6000) L/min · (37 to 150) cSt / (45 to 15) °C	0.05 %	84.12.05	正位式流量計、渦輪式流量計	7	5	8	4	6	◎			
69	高壓氣體流量系統	F05	(15 to 18000) m ³ /h	0.17 %	76.05.31	渦輪式流量計、正位式流量計、超音波流量計、質量式流量計、孔口板流量計、差壓式流量計、文氏管流量計、噴流嘴流量計、速度式流量計、層流式流量計、渦流式流量計、特殊	62	28	38	37	58	◎			104 年完成設備汰換採購，105 年系統改良。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						設計氣體流量計									
70	低壓氣體流量校正系統(管式校正器)	F06	(1) (0.002 to 24) L/min (2) (0.002 to 24) L/min	(1) 0.10 % to 0.11 % (2) 質量流率 0.13 %、 體積流率 0.14 %	76.04.30	(1) 管式校正器：音速噴嘴、熱質式流量計、差壓式流量計、層流式流量計、活塞管式流量計、可變面積式流量計 (2) 標準流量計法：熱質式流量計、差壓式流量計、音速噴嘴、層流式流量計、皂泡式流量計、可變面積式流量計、活塞管式流量計	113	80	115	111	99	◎	◆		104 年進行系統精進。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						計、正位式 流量計									
71	低壓氣體 流量校正 系統 (小 鐘形校正 器)	F07	(4 to 100) L/min	0.16 %	84.06.30	音速噴嘴、 熱質式流量 計、差壓式 流量計、層 流式流量 計、活塞管 式流量計、 可變面積式 流量計、正 位式流量計	58	33	52	51	37	◎			
72	低壓氣體 流量校正 系統 (大 鐘形校正 器)	F08	(20 to 1000) L/min	0.12 %	76.04.30	音速噴嘴、 熱質式流量 計、差壓式 流量計、層 流式流量 計、活塞管 式流量計、 可變面積式 流量計、正 位式流量計	89	56	62	27	39	◎			105 年其一儀 器雷射光學尺 故障，已申請 購置，目前與 其他系統共用 以對外提供服 務，另部分校 正件轉由 F12 提供服務，故 校正量減少。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
73	風速校正系統	F10	0.2 m/s to 25 m/s	0.52 %	94.05.02	熱線式風速計、超音波式風速計、輪葉式風速計、差壓式風速計	26	37	43	27	37	◎			104 年完成設備汰換採購，105 年系統改良。
74	微流量測量系統	F11	0.1 µL/min to 10 mL/min	0.2 % to 2.0 %	95.01.16	微量液體流量計、液體計量幫浦(如注射式幫浦)	5	4	10	3	13	◎			
75	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)	F12	(1) 10 cm ³ /min to 300 L/min (2) 10 cm ³ /min to 300 L/min	(1) 體積流率:0.12 % to 0.13 % 質量流率: 0.11 % to 0.13 % (2) 0.10 %	102.12.06	(1) 標準流量計法:音速噴嘴、熱質式流量計、層流式流量計、差壓式流量計、可變面積式流量計、正位式流量計 (2) PVTt 法:音速噴	-	13	41	32	19	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證◎	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						嘴、層流式流量計、差壓式流量計									
76	雙壓力濕度產生器量測系統	H01	濕度：10 % to 98 % 溫度：0 °C to 69.5 °C 露點溫度：-27 °C to 68 °C	濕度：0.08 % to 0.41 % 溫度：0.064 °C to 0.12 °C 露點溫度：0.068 °C to 0.089 °C	77.12.02	電子式濕度計、電子式溫濕度計、光學式露點計、電子式乾溫球溫度計、濕度信號轉換器、溫濕度信號轉換器	94	85	98	102	77	◎			光學露點計自106年2月暫停收件，106年4月恢復收件。
77	真空比較校正系統	L01	0.1 Pa to 100 kPa	1.8 % (相對)	80.04.30	(1) 電容式真空計 (Capacitance Diaphragm Gauge)、(2) 中低真空度真空計 (Vacuum Gauge)	65	63	56	31	32	◎			105年4月中暫停收件，105年7月恢復收件。暫停期間部分廠商轉送二級實驗室，因此校正件減少。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證◎	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
78	動態膨脹法真空量測系統	L02	(1) 5×10^{-6} Pa to 0.008 Pa (2) 6×10^{-4} Pa to 1 Pa	(1) 6.9 % to 7.4 % (相對) (2) 2.9 % (相對)	83.03.15	(1) 離子真空計 (Ionization Gauge) (2) 旋轉轉子黏滯式真空計 (Spinning Rotor Viscosity Gauge)	21	17	9	8	6	◎			二級實驗室能力提升，部分廠商轉送該處，因此校正件減少。真空計自 106 年 5 月暫停收件，預計 107 年 2 月恢復收件。
79	小質量量測系統	M01	1 mg to 1 kg	0.0007 mg to 0.069 mg	74.04.23	法碼 (Weight)	58	48	67	36	50	◎			104 年配合鉑鈹公斤原器追溯，系統標準件亦重新追溯，所以該年量較多。部分廠商校正週期為 2 年。
80	公斤質量量測系統	M02	1 kg	0.032 mg	76.04.23	法碼	4	5	11	3	9	◎			原級系統，提供 M01 及 M03 兩套系統之標準件追溯。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
81	大質量量測系統	M03	(1) 2 kg、5 kg、10 kg、20 kg (2) 1000 kg	(1) 0.88 mg、1.7 mg、3.3 mg、8.4 mg (2) 3.3 g	84.01.27	法碼 (Weight)	8	3	61	22	22	◎	◆		20 kg 自 104 年 4 月暫停收件，預計 108 年 1 月恢復收件；1000 kg 自 106 年 5 月暫停收件，預計 109 年 1 月恢復收件。
82	固體（標準法碼） 密度量測系統	M05	(1) 1 g to 100 g (2) 200 g to 1 kg (3) 2 kg to 50 kg	2.2 kg/m ³ to 17 kg/m ³	95.11.22	標準法碼密度	2	4	8	2	0	◎			原級系統，提供 M01 系統之標準件追溯。106 年 6 月暫停收件，預計 109 年 1 月恢復收件。
83	靜法碼量測系統 （一）	N01	50 kgf to 5000 kgf (500 N to 50 kN)	2 × 10 ⁻⁵ (相對)	84.05.23	檢力環 (Proving Ring)、力量 傳感器 (Force Transducer) 、荷重元 (Load	41	47	54	62	73	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Cell)、環式動力計(Ring Dynamometer)、測力計(Force Gauge)									
84	靜法碼量測系統(二)	N02	5 kgf to 500 kgf (50 N to 5 kN)	2×10^{-5} (相對)	76.04.24	檢力環(Proving Ring)、力量傳感器(Force Transducer)、荷重元(Load Cell)、環式動力計(Ring Dynamometer)、測力計(Force Gauge)	39	44	44	55	51	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
85	力量比較校正系統 (一)	N03	10000 kgf to 200000 kgf (100 kN to 2000 kN) [壓縮]	5×10^{-4} (相對)	78.06.01	力量傳感器 (Force Transducer)、荷重元 (Load Cell)、環式動力計 (Ring Dynamometer)、測力計 (Force Gauge)	26	20	22	33	26	◎			
86	力量比較校正系統 (二)	N04	5000 kgf to 50000 kgf (50 kN to 500 kN)[壓縮] · 1000 kgf to 20000 kgf (10 kN to 200 kN)[拉伸]	2×10^{-4} to 3×10^{-4} (相對)	76.04.28	檢力環 (Proving Ring)、力量傳感器 (Force Transducer)、荷重元 (Load Cell)、環式動力計 (Ring Dynamometer)	68	61	85	72	100	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						eter)、測力計(Force Gauge)									
87	力量比較校正系統(三)	N05	500 kgf to 5000 kgf (5 kN to 50 kN)	2×10^{-4} (相對)	76.05.01	檢力環(Proving Ring)、力量傳感器(Force Transducer)、荷重元(Load Cell)、環式動力計(Ring Dynamometer)、測力計(Force Gauge)	5	5	7	5	5	◎			待校件為英制時或特殊拉力計才會使用此系統校正，每年來自客戶委託約2至3件。
88	洛氏及表面洛氏硬度標準系統	N06	HRA · HRB · HRC	0.30 HRA · 0.40 HRB · 0.30 HRC	86.06.30	洛氏硬度標準塊(Rockwell Hardness Standard Block)	33	57	71	27	58	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
89	維克氏硬度標準系統	N07	100 HV to 900 HV ; HV2 to HV30	3.0 % (相對)	91.09.01	維克氏硬度標準塊 (Vickers Hardness Standard Block)	6	7	14	15	14	◎			
90	顯微維克氏硬度標準系統	N08	100 HV to 900 HV ; HV0.05 to HV1	4.5 % to 6.1 % (相對)	92.10.08	顯微維克氏硬度標準塊 (Micro Vickers Hardness Standard Block)	15	20	22	31	48	◎			
91	500 N 靜法碼機系統	N09	10 N to 500 N [壓縮或拉伸]	2×10^{-5} (相對)	94.05.02	力量傳感器 (Force Transducer) 、荷重元 (Load Cell) 、環式動力計 (Ring Dynamometer) 、測力計 (Force	4	2	9	9	12	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Gage)									
92	奈米壓痕量測系統	N10	位移：50 nm to 300 mm ; 力量：0.5 mN to 10 mN	壓痕硬度：2.7 % (相對) · 減縮模數：3.1 % (相對)	94.11.03	塊材(Bulk Material) · 薄膜(Thin Film Specimen)	16	13	17	19	11	◎	※		
93	力量比較校正系統 (四)	N11	0.1 mm ≤ 測長 ≤ 50 mm ; 10 mN ≤ 力量 ≤ 200 mN	(1) 楊氏模數：3.1 % (相對) (2) 力量：0.37 mN	97.03.07	(1) 線材料 (楊氏模數量測) [Wire Materials (Young's modulus)] (2) 力量傳感器 (Force Transducer)	5	6	6	5	6	◎			
94	扭矩校正系統	N12	10 N×m to 5 kN×m	1×10^{-4} (相對)	106.04.27	扭矩傳感器	-	-	-	-	3				106年2月完成查驗 · 106年5月開放服務。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
95	全光通量量測系統	002	(1) 1 lm to 20000 lm (2) 10 GU to 100 GU	(1) 1.0 % (相對) (2) 0.4 GU (20° · 高光澤) · 0.4 GU (60° · 高光澤) · 0.5 GU (85° · 高光澤) · 0.8 GU (20° · 中光澤) · 0.5 GU (60° · 中光澤) · 1.1 GU (85° · 中光澤)	82.06.10	(1) 全光通量標準燈 (2) 光澤度標準板、光澤度計	91	76	74	60	58				
96	分光輻射量測系統	003	(1) 250 nm to 2500 nm · 0.01 mW/(m ² ·nm) to 240 mW/m ² ·nm (2) 200 nm to 1100 nm (3) 380 nm to 780 nm (4) 5 cd/m ² to 50,000 cd/m ² (5) 色度：近標準 A 光源色度 x,y 值 · 亮度：5 cd/m ² to 50,000 cd/m ² (6) 亮度、色度、色溫及光譜 (380 to 780) nm (7) 亮度、色度、色溫及光譜 (380 to 780) nm (8) 900 nm to 1600 nm	(1) 1.9 % to 7.6 % (相對) · 依波段不同 (2) 0.8 % to 5.1 % (相對) · 依波段不同 (3) 0.0006 to 0.013 · 依波段不同 (4) 亮度：1.5 % (相對) (5) 亮度：1.5 % (相對)；色度 x: 0.0011 · y: 0.0009 (6)(7) 亮度：1.5 % (相對)；色度 x: 0.0011 · y: 0.0009；色溫：13 K；光譜：2.5 % to 3.0 % (相對) · 依波段不同 (8) 0.93 % to 1.8 % (相	79.08.14	(1) 分光照度標準燈 (Spectral Irradiance Standard Lamp) (2) 矽光偵測器 (Si Detector) (3) 視效函數光偵測器 (V(λ) Detector) (4) 亮度計 (Luminance Meter)	140	133	129	129	136				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				對) · 依波段不同		(5) 亮度色度計 (Luminance Colorimeter) (6) 分光輻射儀 (Spectroradiometer) (7) 分光輻射亮度標準燈(Spectral Radiance Standard Lamp) (8) 鍺光偵測器(Ge Detector)									
97	色度量測系統	O05	(1) 標準色板 反射率 Y : (1 to 100) % · 色度 x, y : 0 to 1 濾片 穿透率 : (1 to 100) % (2) 反射率 Y : (1 to 100) % · 波長 : 250 nm to 2500 nm	(1) 白板 反射率 Y : 0.38 % to 0.54 % · 依幾何條件不同 ; 色度 x,y : 0.0002 色板 反射率 Y : 0.17 %	83.01.10	(1) 標準色板 (Standard Color Plate) · 濾	117	98	118	149	120			▲	

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				to 0.22 % · 依顏色不同；色度 x : 0.0005 to 0.0046 · y : 0.0009 to 0.0048 · 依顏色不同 濾片 穿透率 : 0.07 % to 0.25 % · 依範圍不同 (2) 反射率 Y : 0.10 %		片(Filter) (2) 反射片 (Reflectance Standard)									
98	絕對輻射量測系統	O06	(1) 70 cd to 10000 cd (2) 照度(光源) : 25 lx to 90000 lx ; 照度(偵測器) : 25 lx to 1500 lx (3) 照度 : 25 lx to 1500 lx ; 色度 : 近標準 A 光源色度 x,y (4) 6 μW to 100 mW (300 nm to 9000 nm) (5) 50 μW to 150 mW	(1) 0.8 % (相對) (2) 0.81 % to 1.4 % (相對) 依照度範圍不同 (3) 照度 : 0.81 % to 1.4 % (相對) 依照度範圍不同 ; 色度 : 0.0007 to 0.0012 依色度項目不同 (4) 0.28 % to 0.52 % (相對) 依項目與波段不同 (5) 4.1 % (相對)	82.10.31	(1) 光強度標準燈 (Luminous Intensity Standard Lamp) (2) 照度計 (Illuminance Meter) (3) 照度色度計 (Chroma Meter) (4) 光偵測器 (Optical Detector) (5) 雷射光	90	79	78	80	65				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						源(Laser Light Source)									
99	低溫絕對輻射量測系統	O07	(1) 280 nm to 1100 nm (2) 800 nm to 1700 nm	(1) 0.38 % to 3.1 % (相對) 依波段不同 (2) 0.36 % to 2.1 % (相對) 依波段不同	94.08.02	(1) 矽光偵測器 (Si Photodiode) (2) 鍍光偵測器 (Ge Photodiode)	0	1	3	2	0				原級系統，提供 O03 標準件追溯。106 年 7 月暫停收件，預計 107 年 7 月恢復收件。
100	霧度量測系統	O08	0 % to 40 %	0.04 % to 1.7 % 依規範與霧度範圍不同	96.06.28	穿透霧度標準片	16	12	19	20	12				
101	光散射量測系統	O09	波長範圍：(380 to 800) nm · 幾何條件：-60° ≤ 入射角 ≤ 60°。	0.56 % to 0.59 % 依入射角度不同	98.01.16	標準白板 (雙向反射分佈函數 (BRDF) 量測)	1	1	1	1	1				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
102	分光輻射 通量標準 校正系統	O10	波長範圍：350 nm to 830 nm 分光輻射通量範圍：0.5 mW/nm to 150 mW/nm 色溫範圍：2800 K to 3400 K 色度項目：x, y, u, v	分光輻射通量：1.5 % to 2.7 % (相對) 依波 段不同；全光通量：1.1 % (相對) 色溫：15 K；色度： 0.0003 to 0.0008 依色 度項目不同	101.11.02	分光輻射通 量標準燈	10	18	15	15	13				
103	汞柱壓力 量測系統	P01	1 kPa to 700 kPa	0.032 kPa	83.06.24	(1) 水銀式 大氣壓力計 (Mercury Barometer) 、(2) 汞柱 壓力計 (Mercury Manometer) 、(3) 數字 型壓力計 (Digital Pressure Gauge)	49	50	44	52	35	◎			
104	油壓量測 系統	P03	2.8 MPa to 280 MPa	3.3×10^{-5} to 7.4×10^{-5} (相對)	77.06.29	(1) 油壓式 活塞壓力計 (Oil Piston Gauge)·(2)	22	30	31	25	32	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證◎	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						油壓壓力錶 (Oil Pressure Gauge)·(3) 數字型壓力計(Digital Pressure Gauge)									
105	氣壓量測系統	P04	(1) 17 kPa to 7000 kPa (2) 1 kPa to 6895 kPa (3) 17 kPa to 7000 kPa	(1) 2.6×10^{-5} to 4.2×10^{-5} (相對) (2) 4.3 kPa (3) 2.6×10^{-5} to 4.2×10^{-5} (相對)	76.04.29	(1) 氣體式 活塞壓力計 (Gas Piston Gauge) · (2) 氣壓壓力錶(Gas Pressure Gauge) · (3) 數字型 壓力計 (Digital Pressure Gauge)	85	89	97	102	109	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
106	雷射干涉式微壓原級標準	P06	1 Pa to 10 kPa	0.25 Pa	95.11.22	(1) 活塞壓力計 (Piston Gauge) (2) 真空計 (Vacuum Gauge) · 差壓計 (Differential Pressure Gauge) · 數字型壓力計 (Digital Pressure Gauge)	11	12	16	21	21	◎			
107	輻射溫度計量測系統	T01	(1) 800 °C to 2000 °C (2) 10 °C to 90 °C	(1) 0.3 °C to 4.0 °C (2) 0.1 °C	79.06.28	(1) 輻射溫度計 (Radiation Thermometer) (2) 常 / 低溫紅外輻射溫度計	70	11	33	14	19	◎			102 年因支援執行機場防疫工作 · 校正量較要往年多。
108	熱電偶溫度計量測	T03	0 °C to 961.78 °C (定點)	0.11 °C to 0.20 °C	76.05.01	B. R. S.型熱電偶(Type	14	15	1	5	2	◎			104 年 1 月熱電偶溫度計比

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證 [◎]	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
	系統					B, R. or S. Thermocouple)定點校正									較式校正停止服務。105年3月暫停收件。106年8月恢復收件。
109	電阻溫度計量測系統	T04	-70 °C to 300 °C	0.007 °C to 0.018 °C	84.04.07	電阻式溫度感測器、數位式溫度計、熱敏電阻	110	127	122	131	93	◎		▲	部分廠商轉送二級實驗室。因此 106 年校正件減少。
110	白金電阻溫度計定點量測系統	T05	-190 °C to 962 °C	0.16 mK to 6.0 mK	76.04.29	標準白金電阻溫度計 (Standard Platinum Resistance Thermometer)	15	12	13	12	8	◎			106 年 6 月暫停收件。106 年 11 月恢復收件。
111	微波功率量測系統	U01	(1) 頻率：10 MHz to 18 GHz · 功率：1 μW, 1 mW (2a) 頻率：50 MHz · 功率：1 mW (2b) 功率：(-25 to 20) dBm	(1) 1.3 % to 3.0 % (相對) (2a) 0.51 % (相對) (2b) 0.28 % (相對)	78.07.31	(1) 各式之微波功率感測器(校正因子量測) (2) 各式之微波功率計	35	32	47	29	44				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
112	微波散射參數及阻抗量測系統	U02	(1) 頻率：45 MHz to 26.5 GHz (2) 頻率：100 MHz to 26.5 GHz · 介電常數 ϵ_r 範圍為 1 to 50 · 介質損耗 $\tan(\delta)$ 範圍為 0.0001 to 0.01	(1) (0.0043 to 0.011) (linear) (反射) ; (0.053 to 0.29) dB (透射) (2) 0.2 % (相對)	80.11.05	(1) 空氣傳輸線 (Air Line)、開路器 (Open Circuit)、短路器 (Short Circuit)、滑動式短路器 (Sliding Short Circuit)、終端器 (Load)、滑動式終端器 (Sliding Load)、不匹配器 (Mismatch)、同軸傳輸線 (Coaxial Line)、衰減器 (散射參數量測) (2) 高頻介質材料	37	19	22	29	19				106年5月高頻介電常數量測系統(E30)、微波散射參數及阻抗量測系統(U02)系統合併為微波散射參數及阻抗量測系統(U02)。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
113	電磁場強度量測系統	U06	頻率：100 kHz to 8 GHz · 最大電場強度：140 V/m (100 kHz to 500 MHz) · 100 V/m (500 MHz to 8 GHz)	1.2 dB (100 kHz to 500 MHz) · 1.1 dB (501 MHz to 1 GHz) · 1.0 dB (1001 MHz to 8 GHz)	84.08.30	電磁場強度計、微波洩漏測試器	74	75	78	80	81		※		
114	雷射干涉振動校正系統	V01	(1a) 50 Hz to 700 Hz (條紋計數法) (1b) 50 Hz to 10 kHz (正弦逼近法) (2) 10 Hz to 10 kHz	(1a) 條紋計數法：0.5 % (相對) (1b) 正弦接近法：0.52 % to 1.9 % (相對) (2) 0.20 % to 1.2 % (相對)	83.06.15	(1) 標準加速規 (2) 電荷放大器	4	5	11	9	9				
115	振動比較校正系統	V02	50 Hz to 7 kHz	(1) 1.5 % to 4.4 % (相對) (2) 1.7 % to 2.3 % (相對)	76.04.30	(1) 壓阻式或壓電式加速規 (Piezo-Resistance or Piezoelectric Accelerometer) (2) 振動計	78	66	44	1	56				儀器故障於104年10月暫停收件，歷經修復與第三者認證，105年12月恢復收件。
116	衝擊振動比較校正系統	V03	200 m/s ² to 100000 m/s ² 之電壓靈敏度	(1) 200 m/s ² to 10000 m/s ² ：1.9 % (相對) (2) 100000 m/s ² ：2.7	81.01.09	壓阻式或壓電式加速規 (Piezo-Res	16	11	14	1	11				105年3月實施系統改良，105年11月恢

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				% (相對)		istance or Piezo-Electric Accelerometer)									復收件。105年6月因校正系統位置變更，針對查核件實施自校1件。
117	低頻振動校正系統	V04	(1) 3.15 Hz to 50 Hz (2) 0.5 Hz to 160 Hz (比較式) (3) 0.1 Hz to 160 Hz (絕對式)	(1) 1.8 % to 2.7 % (相對) (2) 1.9 % (相對) (3) 1.0 % (相對)	85.06.30	(1) 低頻振動計、 (2) 低頻加速規(比較式)、 (3) 低頻標準加速規(絕對式)	49	68	69	24	38		※		105年進行設備汰換，106年系統改良。105年2月暫停收件，105年11月恢復收件。低頻振動計自106年1月暫停收件，106年7月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	102年度	103年度	104年度	105年度	106年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
118	衝擊振動原級校正系統	V06	200 m/s ² to 10000 m/s ² 之電壓靈敏度	0.8 % (相對)	99.02.26	壓阻式或壓電式加速規 (Piezo-Resistance or Piezo-Electric Accelerometer)	1	2	1	2	1				原級系統·提供 V03 系統之標準件追溯。
						總計	4629	4546	4763	4825	4801				

附件十五、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明

國家度量衡標準實驗室106年度系統整合評估

項次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
系統代碼	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	C01	C03	C07	C08
系統名稱	標準麥克風互換校正系統	標準麥克風比較校正系統	聲音校正器校正系統	麥克風自由場靈敏度互換校正系統	核磁共振磁通密度測量系統	磁通量測量系統	低磁場量測系統	黏度計量測系統	鋼瓶氣體濃度量測系統	氣體量測系統	質量法高壓混合氣體供應驗證系統
系統類別(原級、次級、其)	原級	其他	次級	原級	原級	次級	次級	其他	次級	次級	原級
系統建置成本(仟元)											
系統完成日期	83.06.30	81.05.25	81.12.07	103.08.11	81.12.28	82.09.15	82.04.19	80.06.30	83.10.26	84.08.10	83.10.26
可校正之儀器名稱	電容式麥克風	電容式麥克風	喉音計、聲音校正器、活塞式校正器	電容式麥克風	高斯計、標準參考磁鐵	磁通計、探索線圈	高斯計、標準參考磁鐵	旋轉式黏度計	鋼瓶氣體濃度之驗證	氣體濃度檢知管、警報器、測漏儀、氣體濃度分析儀、氣體分流器	鋼瓶氣體之驗證及供應
102年系統服務次數	1	132	182	-	98	10	134	16	11	46	27
103年系統服務次數	19	71	192	-	102	11	139	13	10	48	92
104年系統服務次數	5	103	211	4	117	10	156	12	27	63	65
105年系統服務次數	23	129	211	5	134	13	147	11	14	33	39
106年系統服務次數	4	103	206	3	147	13	143	1	28	48	18
計畫行單位建議方案(合併、改良、推廣、停止、移轉及繼續服務等；並請填寫下列相對應分析)	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	停止服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務
合併分析	合併前系統維持成本(仟元)										
	合併後系統維持成本(仟元)										
	合併需改善之成本(仟元)										
	欲併入本系統服務成本(仟元)										
改良分析	國際發展趨勢										
	需求調查										
	技術可行性評估										
	經費需求										
	預期成果										
停止分析、繼續服務分析、推廣分析	國家度量衡標準實驗室量測標準追溯之完整性							N			
	國家度量衡標準實驗室之核心技術							N			
	全國認證基金會認證之二級實驗室數量							1			
	近五年來之校正量(平均量)	11	108	201	4	120	12	144	11	18	48
	未來業界需求	14	108	221	3	159	14	152	1	30	45
	擴充二級實驗室能量或可提昇其技術							N			
	維持成本(仟元)							553			
	校正收費							4,200元/台(每加1點加1,500元)			
	提供服務之實驗室數量及校正需求							18			
移轉分析	經符合前開停止評估，再洽詢本局各實驗室接受移轉意願；										
	可用優惠方式，促進廠商接受標準系統技術移轉										
本局建議方案											
備註								105.10.01 ~ 107.01.02 暫停服務			

註1：僅建議方案為停止服務之系統進行相對應之「停止分析」評估，其餘空白欄位代表尚未進行評估。

註2：系統服務次數欄位標示“-”，代表該年度系統尚未建立，無資料顯示。

註3：未來業界需求欄位標示“-”，代表年度系統服務次數資料不足，尚無法進行迴歸預測。

