



經濟部標準檢驗局 101 年度執行報告

能源計量標準技術發展計畫(2/4)

(第二年度)

全程計畫：自 100 年 1 月至 103 年 12 月止

本年度計畫：自 101 年 2 月至 101 年 12 月止

委託單位：經濟部標準檢驗局

執行單位：工業技術研究院

中華民國 101 年 12 月

【期末報告摘要資料】

科資中心編號				
計畫中文名稱	能源計量標準技術發展計畫(2/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	101-1403-05-05-10	
執行機構	財團法人工業技術研究院	審議編號		
年度	101	全程期間	10004-10312	
本期經費	9,980 仟元			
執行單位出資 0 %				
經濟部標準檢驗局委託 100 %				
執行進度		預定進度	實際進度	落後比率 (比較)
	當年	100 %	100 %	0 %
	全程	50 %	50 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	9,980 仟元	9,980 仟元	100.00%
	全程	23,430 仟元	23,420 仟元	99.96%
中文關鍵詞	LED 標準模組、分光輻射通量、配光曲線儀、雜光修正、線光譜分散函數、雜光分佈函數、計量標準、計量追溯、溫室氣體、全氟化物、碳排放減量、傅立葉紅外光譜分析、氣體純度分析、天然氣、生命週期分析、衡量法、靜態重力法			
英文關鍵詞	LED measurement standard module、Spectral radiant flux、Goniophotometer、Goniophotometer、Stray light correction、Line spread Function(LSF)、Stray-light distribution function(SDF)、metrology standard、Metrological traceability、Greenhouse Gas、; Perfluorinated Compounds(PFCs)、Carbon Emission Reduction、FT-IR analysis、Purity Analysis、Natural Gas、Life Cycle Analysis(LCA)、Gravimetric method、Static Gravimetric Method			
研究人員	中文姓名	英文姓名		
	彭國勝	Gwo-Sheng Peng		
	吳貴能	Kuei-Neng Wu		
	林采吟 等	Tsai-Yin Lin etc.		
研究成果中文摘要	<p>1. 建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成分光輻射通量標準校正系統評估並通過系統查驗。 • 建立 LED 分光輻射通量雜光修正技術。 <p>2. 研發 LED 分光輻射通量標準燈技術：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建立高功率 LED 標準件技術。 • 建立介面溫度條件控制技術。 			

	<p>3. 建置溫室氣體原級計量標準</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成製程氣體 LCA 計量需求實證評估。 • 完成製程氣體利用率與排放處理效能評估。 <p>4. 低碳綠色能源氣體純度計量標準</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成天然氣成分濃度驗證技術建置 • 完成靜態衡量配製技術可行性評估
英文摘要	<p>1. Calibration standard system for total spectral radiant flux and reference lamp</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verification and uncertainty evaluation for total spectral radiant flux calibration system • Spectral stray light correction method for LED measurement • Control method for junction temperature condition of high power LED <p>2. Standard LED lamp for total spectral radiant flux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standard high power LED <p>3. Primary measurement standard of greenhouse gases</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigation on the LCA of process gases and its metrology • Evaluation on the process gases use rate and its destruction efficiency after emission treatment <p>4. Primary measurement standard of greenhouse gases</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technique for concentration certification of the compositions of natural gas using gas chromatography • Technique for weighing cylinder using static gravimetric method
報告頁數	92
使用語言	中文
全文處理方式	可對外提供參考

報 告 內 容

目 錄

壹、101 年度重要活動	1
貳、前 言	2
參、計畫變更說明	7
肆、執行績效檢討	8
一、計畫達成情形	8
(一) 進度與計畫符合情形	8
(二) 目標達成情形	9
(三) 配合計畫與措施	12
二、資源運用情形	13
(一) 人力運用情形	13
(二) 經費運用情形	14
(三) 設備購置與利用情形	15
(四) 人力培訓情形	16
伍、成果說明與檢討	18
一、LED 照明計量標準技術發展分項	18
二、能源化學量標準技術發展分項	44
陸、結論與建議	73
柒、附件	75
一、新台幣 5 百萬元以上(含)之儀器設備清單	75
二、國外出差人員一覽表	75
三、專利成果統計一覽表	76
四、論文一覽表	76
五、研究報告一覽表	77
六、研討會/成果發表會/說明會一覽表	78

七、中英文對照表	80
八、研究成果統計表	81
九、參考文獻索引	82
十、執行報告委員意見彙整	83
十一、期末查證暨驗收會議記錄	90

圖 目 錄

圖 1 綠能產業發展五大策略	4
圖 2 國家品質基磐體系	5
圖 3 角度驗證實驗架設圖	21
圖 4 角度驗證結果圖	22
圖 5 空間雜光驗證結果	23
圖 6 空間雜光驗證及防雜光擋板	23
圖 7 線譜燈驗證波長準確性	26
圖 8 波長驗證實驗架構圖	26
圖 9 分光輻射通量評估結果	27
圖 10 E10 轉接座示意圖	29
圖 11 GY6.35 轉接座示意圖	29
圖 12 超連續、窄頻之波長可調光梳產生與雜光修正系統	30
圖 13 TI: SAPPHIRE 雷射激發光子晶體光纖之光譜	30
圖 14 超連續光梳經雙分光儀產生波長可調之窄頻光譜圖	31
圖 15 窄頻光梳與 CW LASER 入射待測光譜儀之光譜圖	32
圖 16 單波長窄頻光源輸入待測光譜儀結果(右上角)	32
圖 17 雜光分析流程圖	33
圖 18 雜光分佈函數示意圖	33
圖 19 雜光分析程式畫面	34
圖 20 雜光修正白光 LED 之光譜結果	35
圖 21 高功率 LED 樣品穩定性驗證圖	37

圖 22 介面溫度條件控制原理	38
圖 23 介面溫度條件控制系統實體圖	39
圖 24 光訊號與順向電壓關係圖	39
圖 25 計算值與量測值關係圖	40
圖 26 高科技廠製程氣體生命週期流程圖	45
圖 27 FTIR 量測技術於科技廠現場執行測試之採樣系統配置圖	47
圖 28 量測系統組成示意圖	50
圖 29 PR10003 質量直讀儀.....	53
圖 30 質量秤重 ABA 替代模式說明	53
圖 31 氣瓶質量量測流程圖	55
圖 32 氣瓶質量自動量測裝置	64
圖 33 自動化進樣分析裝置配管示意圖	65
圖 34 CNS 13275 技術文件真空進樣裝置配管示意圖	65

表 目 錄

表 1 分光輻射通量不確定度分析示意表.....	20
表 2 空間雜光影響評估結果.....	24
表 3 線性度修正係數.....	24
表 4 線性度影響結果.....	25
表 5 波長偏差量結果.....	25
表 6 搜尋鹵素燈結果.....	28
表 7 標準燈穩定後測試結果.....	28
表 8 雜光修正結果.....	35
表 9 高功率 LED 標準樣品驗證.....	37
表 10 國際標準發展與技術現況比較表(LED 照明分項).....	41
表 11 某高科技廠 2011 年 PFC 製程原物料使用調查表.....	46
表 12 PFCS 排放推估減量效益.....	48
表 13 系統量測濃度範圍.....	48
表 14 本系統適用之雙成分混合氣體濃度驗證範圍.....	49
表 15 天然氣各成分系統能量及相對不確定度.....	52
表 16 不同氣瓶質量量測模式之特點比較.....	54
表 17 氣瓶秤重之量測不確定度分量表__模式 1.....	57
表 18 氣瓶秤重之量測不確定度分量表__模式 2.....	58
表 19 國際標準發展與技術現況比較表(能源化學分項).....	60
表 20 設備(L/S)燃料使用量最佳化評估結果.....	67
表 21 LED 廠商諮詢及技術需求表.....	68
表 22 能源化學產業廠商諮詢及技術需求表.....	69

壹、101 年度重要活動

日期	活動內容簡述
101.02.09	簽約完成，本計畫開始執行。
101.04.02	於工研院光復院區舉辦「低碳能源氣體計量標準技術與量測品保實務」研討會，介紹利用符合計量追溯要求之標準氣體進行線上氣相層析熱值分析儀量測品保工作，並以實際案例進行品保作業流程說明，使學員在理論與實務經驗的交流研討過程，增強對低碳能源氣體計量分析技術與維持分析品質的瞭解。計有台電、中油、台塑、清華大學等產學研 20 家 32 位領域專家共襄盛舉。
101.05.01	於 5 月量測資訊刊物發表「LED 光量標準件之順向電壓與光量關係分析技術」，為使 LED 產品評價、品質管控及交易時有可參考之標準樣品，本計畫針對 LED 的特性進行補償，使樣品的長期再現性更佳，並將技術成果發表。
101.05.17	計畫成員林采吟博士前往 KRISS 參加第十屆 workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group，發表國家標準氣體計量發展規劃，並針對技術與規劃內容交流，獲取寶貴之意見。
101.05.17	計畫成員鄭瑞翔研究員赴 KRISS 參加「溫室氣體原級參考物質配製技術研習與系統操作工安訓練」，吸收溫室氣體原級參考物質配製方式及分析方法，縮短計畫溫室氣體原級計量標準系統建置時程。
101.09.18	舉辦「能源計量標準技術論壇」邀請中油、三福、南亞科技、成功大學、中央大學、工研院量測中心等產學研專家針對氣體化學計量標準帶動國家綠色貿易發展相關議題進行討論及交流，會中專家們針對會議議題進行了熱烈地探討與建言，並達成多項共識。
101.10.16	於工研院國際會議廳舉辦「LED 量測技術與設備實務研討會」，邀請韓國國家標準與科學研究院(KRISS) 分光輻射及 LED 量測專家 SeongChong Park，針對 LED 全光通量特性及對分光輻射量測、色度等量測準確性的影響，與國際光量計量標準及國際比對活動做精闢的講解。搭配量測中心儀器與感測技術發展組之楊富程研究員講解「LED 量測設備與實務方法」，內容完整，計有 39 位產業人士參加。
101.11.01	於 11 月量測資訊刊物發表「氣體純度鑑定技術於製程氣體供需交易之實務應用」，以實務案例介紹氣體純度鑑定技術於氣體採購交易之實務應用與國內鑑定技術的發展現況。
101.11.02	本計畫新建之國家標準「分光輻射通量標準校正系統」，101.09.03 舉行系統查驗會議，標檢局以經標四字第 10100143030 號文，同意「分光輻射通量標準校正系統」作為國家度量衡標準，公告後可對外服務。
101.11.29	計畫成員陳政憲研究員完成德國國家標準實驗室(PTB)客座研究，進行雜光修正技術之比對，研究 LED 分光輻射通量技術應用，厚植國家標準實驗室分光輻射通量技術能力。

貳、前言

一、計畫摘要

本計畫目標在籌建與國際同步之國家能源計量標準，提供業界光量參數與天然氣成分濃度校正驗證服務，完備國內朝向低碳高值化發展過程「綠能產品國際驗證實驗室」認證能量之追溯，以為國內綠能產業發展之基磐。

台灣的天然資源缺乏，能源進口比例幾乎達百分之百，但擁有極佳的技術研發與製造能力。在世界各國積極發展綠色能源產業之際，綠色能源與節能減碳亦為政府近年來大力推動的政策。本計畫配合行政院六大產業榮景再現能源政策，建置與國際同步之國家能源計量標準，提供檢測/二級實驗室追溯驗證，期達量測之一致性及準確性，奠基國家能源品質基磐。

計畫內容包含：(1) LED 照明計量標準技術發展：針對 LED 照明產業應用所需之光輻射計量標準，建立 LED 量測追溯能量，包括分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈、LED 分光輻射通量標準燈。(2) 能源化學計量標準技術發展：投入綠能與高科技產業用溫室氣體(PFCs 及 CO₂、CH₄ 等)原級計量標準建置，及低碳綠色能源產業氣體純度計量技術研發，包括低碳綠色能源氣體純度計量標準之建立。

二、緣起及目的

(一)、緣起

自 1985 年能源危機及近年 CO₂ 溫室效應，喚起全球高度重視氣候變遷與節能減碳議題，世界主要國家投入經費人力資源，推動振興方案，發展綠色運輸系統以及先進綠色城市，綠色新政儼然成為全球施政新潮流，帶起了一波新興能源技術和期望的風潮。

台灣能源資源有限，98% 能源仰賴進口，近幾年國際能源價格持續高漲，致使台灣各產業面臨嚴峻之考驗，在世界能源日漸枯竭之際，能源議題對台灣尤其重要。在世界各國積極發展綠色能源產業之際，綠色能源與節能減碳亦為政府近年來大力推動的政策，2009 年 4 月行

行政院核定我國綠色能源產業旭升方案，確立綠色能源產業之「主力產業」光電雙雄為太陽光電與LED照明產業，以此作為推動發展目標、重點推動方向及策略之整合規劃。台灣正把握這一波全球技術及產業板塊移動契機，引領我國邁入社會低碳化與產業高值化的競爭優勢。

針對綠色能源產業，政府研擬一連串政策與推動措施。2009年全國能源會議，對我國能源產業發展之結論與建議為「選定重點產業，依產業特性與技術潛力加以扶植」。建構節能低碳經濟發展綠色能源產業過程，選定產業已有良好基礎，具躍升能量之主力產業(能源光電雙雄)為LED照明與太陽光電，預定2015年二項產業產值達兆元。

綠能產業的發展起源於全球對能源安全以及溫室效應議題的重視；除了驗證綠能產品性能，如：LED照明、太陽能電池、氫能與燃料電池，及該性能所衍生的減碳效益之外，未來趨勢將進一步導入產品生命週期分析(Life Cycle Analysis, LCA)及綠色製造(Green Manufacturing)的概念，加強重視產業上下游原物料供應與產品製程物料使用履歷，以整體評估可能被長期忽視，而隱藏於新興綠能產業供應鏈中的碳排放；這也是台灣各高科技產業協會，這十年來，在尚無法源要求下，自願投入千億以上營運成本，配合主管機關之溫室氣體盤查輔導，依據ISO/CNS 14064執行碳排放評估與登錄的主因。

行政院2007年產業科技策略會議以「能源科技」做為主軸推動機制/措施：制定「2020年CO₂減量科技發展藍圖」；行政院2010年「節能減碳推動委員會」首次會議則通過短、中、長期節能減碳目標，規劃從淨源、節流、境外採購碳權和開徵能源稅、碳權交易、擴大民營電廠、重大投資案抵換碳權等方向，多管齊下訂出各項目減量配額。其中配額最高、減量最大宗的是潔淨能源的利用，預計透過政策提高低碳能源，如：天然氣、再生能源，以利能源三法全數立法施行(「溫室氣體減量法」、「再生能源發展條例」、「能源管理法」)。

2011年3月日本強震促使各國反思能源運用的革新策略。歐盟自2010年9月開始展開為期3年的天然氣計量計畫(Joint Research Project on Metrology for LNG)。2011年5月總統府召開「國家能源政策會議」

後，經濟部研議訂出新版能源政策--特別聚焦電力政策。預期此政策基於環境基本法非核家園政策的推動，以及國家能源安全的考量，將確定核電廠除役後的替代方案；原則上以低碳能源「天然氣發電」取代「核能發電」，預計將提高天然氣年使用量由 1200 萬公噸成長 40 % 為 1600 萬公噸(預計 2020 年達成)，因此相關部會正積極規劃「天然氣事業法」。

本計畫配合行政院六大產業榮景再現能源政策，政策推力之環境塑造中，建構「再生能源、節約能源產品標準及檢測平台」，與國際同步，訂定產品相關法規、標準。

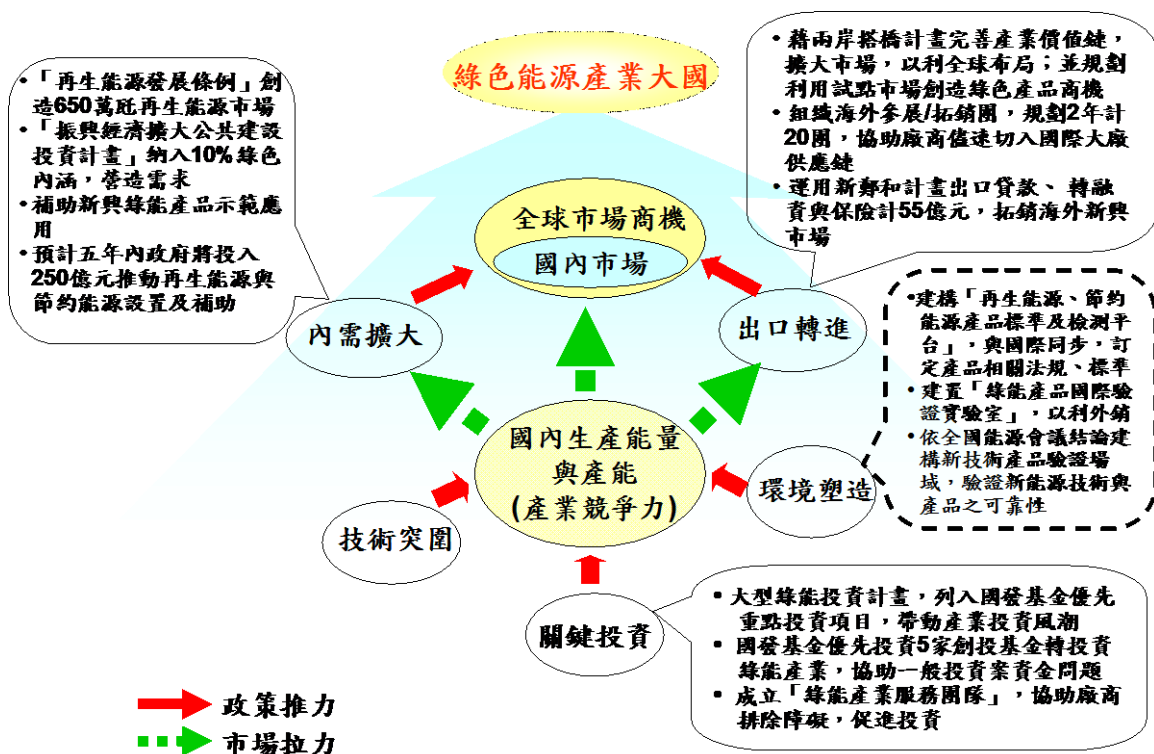


圖 1 綠能產業發展五大策略

(資料來源：經濟部「綠色能源產業旭升方案」行動計畫資料)

(二)、計畫目的

國家品質基磐(National Quality Infrastructure, NQI)體系內含認證、驗證、標準、檢測與計量等五大要素。能源計量標準技術發展計畫目的在建立、維持及傳遞國家最高能源計量標準，以滿足業界能源量測儀器追溯校正需求。相關技術發展與規劃，朝建立計量追溯性、量測原級標準、新興能源科技產業需求(如：LED 產業、能源供應產業)，及未來各種新能源量測技術研究為發展方向；為維持更完整的國家能源量測標準，持續分階段建置、通過查驗之量測系統陸續納入標準維持並對業界提供校正服務，以促進國家永續經濟發展，降低業界貿易技術障礙(如：WTO/TBT)，擴增國際市場。

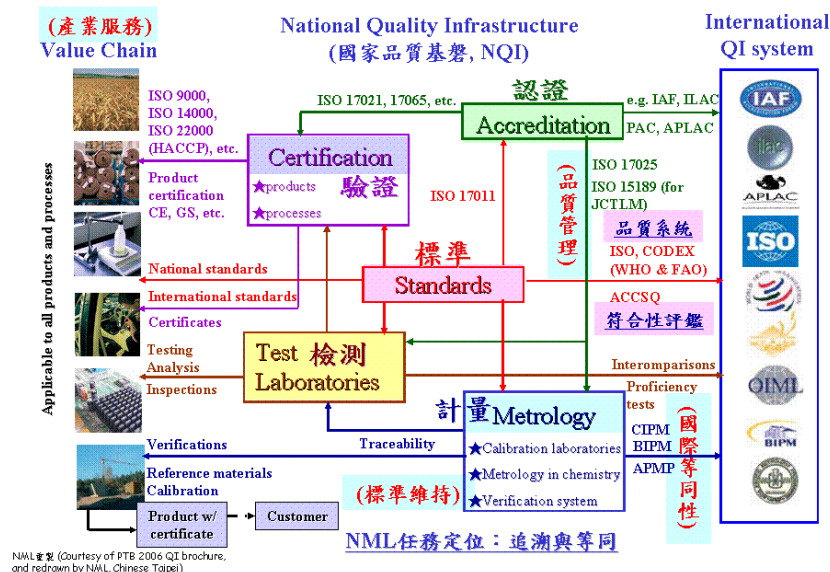


圖 2 國家品質基磐體系

本計畫所建置之國家能源計量標準，將積極加入國際標準實驗室計量能源社群，追求國際等同。其執行始於計量科技研發，產生量測標準，提供國內一致追溯之基礎，透過認證比對過的系統/實驗室，執行專業量測器具系統校正，獲取之精確可靠量測數據，可對業界/二級實驗室進行品質管理，進而提高生產良率，保障消費大眾交易產品或服務之品質，為人民生活福祉保障關鍵基磐之一。國家能源計量標準

量測系統建置完成後擬納入國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)運作計畫維持運轉，在國家品質基磐中佔關鍵性之角色。

能源計量標準技術發展計畫之任務，如下：

1. 建立及維持國家最高能源計量標準：投入關鍵性之能源標準計量技術與量測系統研發，建立與維持國家能源計量標準，並維持國際等同。
2. 提供產業服務：提供業界校正服務，滿足相關權益群體追溯需求。

本計畫依據政府政策及產業需求，分為二個分項執行，分別為 LED 照明計量標準技術發展、及能源化學計量標準技術發展。FY101 主要工作內容如下：

1. LED 照明計量標準技術發展分項

本計畫針對 LED 照明產業應用所需之光輻射計量標準，建立 LED 量測追溯能量，建置內容包括：

(1) 建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈：

- a. 分光輻射通量標準校正系統：具分光輻射通量量測追溯能量，分光輻射通量範圍為(2.5~100) mW/nm，不確定度範圍 $\leq 2.0\%$ ，波長範圍(350~830) nm，可提供空間分佈量測技術之分光輻射通量(mW/nm)、輻射通量(mW)及光通量(lm)之國家標準追溯。
- b. 分光輻射通量參考標準燈(白熾燈) 追溯能量，波長(350~830) nm，範圍為(2.5 ~ 100) mW/nm，不確定度範圍 $\leq 3.0\%$ 。

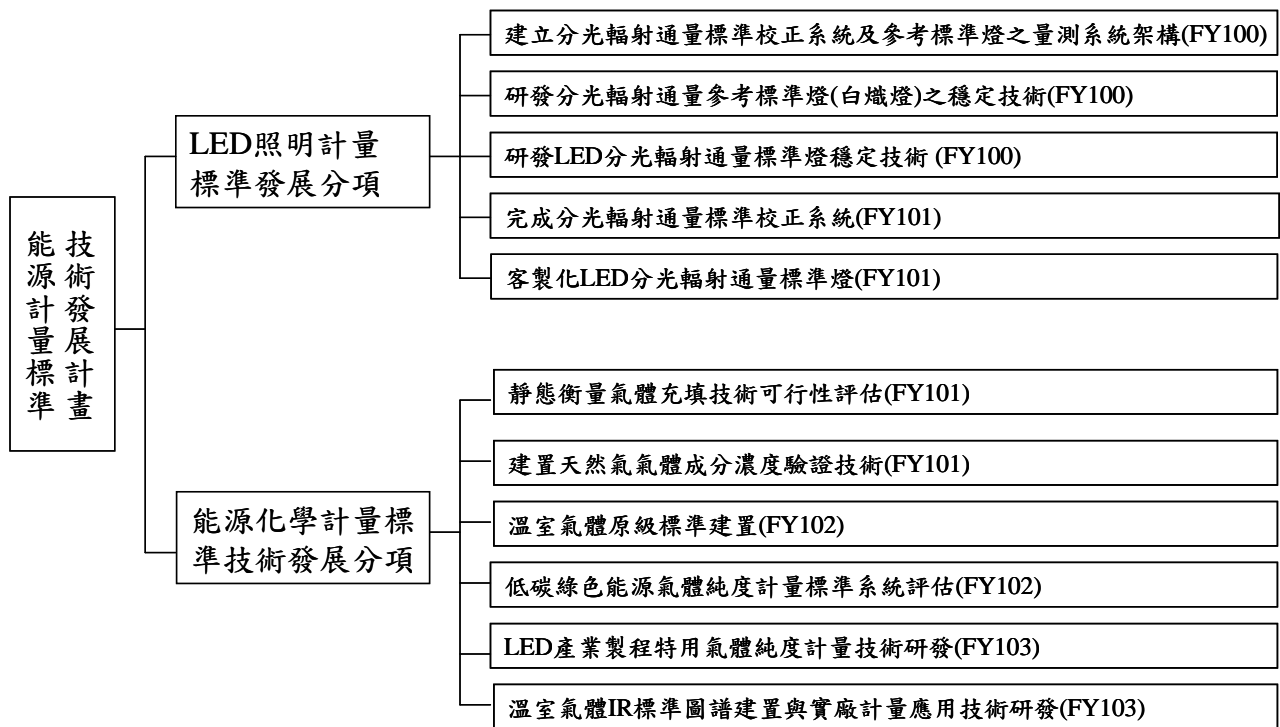
(2) 研發LED分光輻射通量標準燈技術：全光通量(lm) 穩定性(變異量)及再現性(變異量)均 $\leq 0.5\%$ ，可提供國內產業實驗室之量測系統及配光曲線儀之驗證及比對。

以促進國內 LED 照明相關量測實驗室在分光輻射通量、輻射通量、全光通量之量測標準一致性及公信力。

2. 能源化學計量標準技術發展分項

為提供我國溫室氣體減量政策推動、前瞻能源產業發展、及低碳潔淨能源運用之檢測、驗證與計量標準依據；本計畫以建置溫室氣體原級計量標準，完備計量追溯體系；並投入低碳潔淨能源氣體濃度計量標準技術開發，以逐步整合綠能產業上下游相關氣體化學計量標準之需求，藉由提供計量追溯服務，促進能源三法的立法推動與節能減碳政策的落實。

全程計畫架構如下：



參、計畫變更說明

本年度無計畫變更。

肆、執行績效檢討

一、計畫達成情形

(一) 進度與計畫符合情形

進度 月份 工作項目	FY101												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<div style="text-align: right;"> 預期進度 實際進度 </div>													
一、LED照明計量標準技術發展分項													
A. 分光輻射通量測系統之系統評估													
• 線性度及波長不確定度評估	■ (A1)												
• 空間雜光系統不確定度評估	■ (A2)									■ (A3)			
• 完成分光輻射通量系統評估及查驗申請	■												
B. 建立LED分光輻射通量雜光修正技術													
• 建立雜光分析程序	■ (B1)												
• 建立單波長光源平台	■ (B2)												
• 完成光譜雜光修正矩陣			■ (B3)										
C. 建立高功率LED標準燈													
• 建立高功率LED標準燈	■ (C1)												
二、能源化學計量標準技術發展分項													
D. 溫室氣體原級計量標準系統													
• 製程氣體LCA計量需求實證評估			■ (D1)										
• 製程氣體利用率與排放處理效能評估					■ (D2)								
E. 低碳綠色能源氣體純度計量標準系統													
• 天然氣成分濃度驗證技術建置	■ (E1)												
• 靜態衡量配製技術可行性評估	■ (E2)												
進度百分比 % (依經費之比重計算)	25%			50%			75%			100%			

(二) 目標達成情形

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
1.LED 照明計量標準技術發展分項			
(1) 分光輻射通量量測系統之系統評估			
<ul style="list-style-type: none"> 線性度及波長不確定度評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成分光偵測部份線性度不確定度影響$\leq 0.5\%$、波長偏差量$\leq 0.2\text{ nm}$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成分光輻射通量量測系統之 CCD 光譜儀的線性度影響評估為 $0.48\% \leq 0.5\%$。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 空間雜光系統不確定度評估 	<ul style="list-style-type: none"> 空間掃描機構部分空間雜光不確定度影響$\leq 0.5\%$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成空間雜光影響實驗，以點亮 1600 流明光源，再以光偵測器量測四周環境雜光對各方向之偵測位置之照度量，實驗評估計算結果空間雜光影響量為 0.06% 優於 0.5% 查核點目標。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 完成分光輻射通量系統評估及查驗申請 	<ul style="list-style-type: none"> 完成分光輻射通量系統評估及查驗申請。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成分光輻射通量系統評估，於 101.09.03 舉行查驗會議，標檢局以經標四字第 10100143030 號文，同意「分光輻射通量標準校正系統」作為國家度量衡標準，公告後可對外服務。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
(2) 建立 LED 分光輻射通量雜光修正技術			
<ul style="list-style-type: none"> 建立雜光分析程序燈 	<ul style="list-style-type: none"> 完成雜光分析程序及軟體，波長範圍(350 ~ 830) nm 。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成雜光分析軟體撰寫，將各波長之雜光分佈函數(SDF)整合為雜光修正矩陣之計算架構。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 建立單波長光源平台 	<ul style="list-style-type: none"> 完成單波長光源平台，包含雷射、雙分光儀及線譜燈。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成波長 473 nm、515 nm、589 nm、671 nm 之單波長雷射光源搜尋及單波長雜光修正平台。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 完成光譜雜光修正矩陣 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光譜雜光修正矩陣，雜光影響$\leq 10^{-5}$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成光譜雜光修正矩陣，雜光影響$\leq 10^{-5}$。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
(3) 建立高功率 LED 標準燈			
<ul style="list-style-type: none"> 建立高功率 LED 標準燈 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高功率 LED 標準件，訊號變異性$< 3\%$。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成初步封裝與穩定程序，並在在溫控環境溫度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 時，進行穩定性及再現性實驗。其再現性與穩定性(均以變異量表示)優於查核值 3%。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
• 建立 LED 溫度及老化參數實驗程序及計算程式	• 建立 LED 溫度及老化參數實驗程序及計算程式。	• 完成順向電壓與光量關係擬合迴歸計算式，可得順向電壓反應接合溫度對光量之影響量，如期完成查核點執行工作。	• 無差異
• LED 標準件性能驗證	• 建立 LED 分光輻射通量標準元件，光量穩定性(變異量)及再現性(變異量)≤0.5%。	• 完成回饋控制 LED 標準件，光量穩定性(變異量)為 0.4%，穩定時間可縮短約為 5 分鐘。再現性(變異量)為 0.2%。	• 無差異
2.能源化學計量標準技術發展分項			
(1) 溫室氣體原級計量標準系統			
• 製程氣體 LCA 計量需求實證評估	• 完成「製程氣體 LCA 計量需求實證評估」，評估內容包含：氣體純度計量需求調查、氣體純度示範測試結果說明，並完成一份調查結果說明書。	• 完成「製程氣體 LCA 計量需求實證評估」，包括氣體供應商及製程設備供應商，科技廠製程氣體純度之計量需求，並完成報告一份。	• 無差異
• 製程氣體利用率與排放處理效能評估	• 完成「製程氣體利用率與排放處理效能評估」報告一份，評估內容包含：利用率示範測試結果說明、溫室氣體排放量實證評估比較；綜合查核點 D1 與 D2 之結果，彙整製程氣體與低碳能源氣體之研究成果，進行氣體計量技術發展規劃與實證示範測試。	• 完成國內某高科技廠之製程氣體利用率與排放處理效能實場測試工作與數據分析，並完成報告 1 份。	• 無差異
(2) 低碳綠色能源氣體純度計量標準系統			
• 天然氣成分濃度驗證技術建置	• 依據 ASTM 及 CNS 系列技術文件標準，完成「天然氣成分濃度驗證技術」建置與報告一份；使用分析設備為 GC-TCD/FID，分析濃	• 利用 GC-TCD/FID，完成天然氣成分濃度驗證技術之建置。分析濃度範圍為%等級至 500 ppm 等級，量測系統相對標準不確定度為 0.5~1.2%。	• 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	度範圍為%等級至 500 ppm 等級，量測系統之相對標準不確定度為 0.5~1.2 %。		
<ul style="list-style-type: none"> 靜態衡量配製技術可行性評估 	<ul style="list-style-type: none"> 依據 ISO 6142 以及 ISO Guide 34 等系列文件標準，完成「靜態衡量配製技術可行性評估」報告一份，針對不確定度影響因子進行靈敏係數的分析，以規劃 PRM 配製系統之各項設備校正允收標準。 	<ul style="list-style-type: none"> 以兩種模式進行鋼瓶質量衡重測試，模式一為使用補償法碼將參考鋼瓶與樣品鋼瓶的衡重質量控制在 1 g 差異內；模式二為使用已校正天平進行鋼瓶質量的直接量測（不使用補償法碼），如期完成靜態衡量配製技術可行性評估與報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 增加文件產出一份「電子式天平 PR10003 評估報告」

其他：

- 本計畫新建之國家標準「分光輻射通量標準校正系統」，101.09.03 舉行系統查驗會議，標檢局以經標四字第 10100143030 號文，同意「分光輻射通量標準校正系統」作為國家度量衡標準，公告後可對外服務。
- 舉辦「能源計量標準技術論壇」邀請中油、三福、南亞科技、成功大學、中央大學、工研院量測中心等產學研專家針對氣體化學計量標準帶動國家綠色貿易發展相關議題進行討論及交流，會中專家們針對會議議題進行了熱烈地探討與建言，並達成多項共識。
- 於工研院光復院區舉辦「低碳能源氣體計量標準技術與量測品保實務」研討會，介紹利用符合計量追溯要求之標準氣體進行線上氣相層析熱值分析儀量測品保工作，並以實際案例進行品保作業流程說明，使學員在理論與實務經驗的交流研討過程，增強對低碳能源氣體計量分析技術與維持分析品質的瞭解。計有台電、中油、台塑、清華大學等產學研 20 家 32 位領域專家共襄盛舉。
- 計畫成員林采吟博士前往 KRISS 參加第十屆 workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group，發表國家標準氣體計量發展規劃，並針對技術與規劃內容交流，獲取寶貴之意見。
- 計畫成員鄭瑞翔研究員赴 KRISS 參加「溫室氣體原級參考物質配製技術研習與系統操作工安訓練」，吸收溫室氣體原級參考物質配製方式及分析方法，縮短計畫溫室氣體原級計量標準系統建立時程。
- 計畫成員陳政憲研究員至德國國家標準實驗室(PTB)客座研究，進行雜光修正技術之比對，研究 LED 分光輻射通量技術應用，厚植國家標準實驗室分光輻射通量技術能力。
- 於工研院國際會議廳舉辦「LED 量測技術與設備實務研討會」，邀請韓國國家標準與科學研究院(KRISS) 分光輻射及 LED 量測專家 SeongChong Park，針對 LED 全光通量特性及對分光輻射量測、色度等量測準確性的影響，與國際光量計量標準及國際比對活動做精闢的講解。搭配量測中心儀器與感測技術發展組之楊富程研究員講解「LED 量測設備與實務方法」，內容完整，計有 39 位產業人士參加。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> • 於量測資訊刊物發表「LED 光量標準件之順向電壓與光量關係分析技術」，為使 LED 使產品評價、品質管控及交易時有可參考之標準樣品，本計畫針對 LED 的特性進行補償，使樣品的長期再現性更佳，並將技術成果發表。 • 於量測資訊刊物發表「氣體純度鑑定技術於製程氣體供需交易之實務應用」，以實務案例介紹氣體純度鑑定技術於氣體採購交易之實務應用與國內鑑定技術的發展現況。 • 於標準與檢驗月刊發表「我國低碳能源氣體計量標準發展與產業應用現況分析」，說明國際標準規範對實場天然氣供氣管路熱值監測設備之量測品保要求，國內天然氣成分濃度實體量測標準建置現況等，並提供低碳或無碳能源氣體供需產業於未來建立熱值計量追溯制度與量測品保制度之參考。 			

(三) 配合計畫與措施

合作項目名稱	合作單位	合作計畫內容	經費	執行情形	突破點或創新成果
無					

二、資源運用情形

(一) 人力運用情形

1. 人力配置

單位：人年

主持人	分項計畫（主持人）	預計人年	實際人年
計畫主持人：彭國勝	(1)LED 照明計量標準技術發展分項(吳貴能)	2.09	1.49
	(2) 能源化學計量標準技術發展分項(林采吟)	1.66	2.32
	合 計	3.75	3.81

註：本表資料為決算數。

2. 計畫人力

單位：人年

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	
100	預計	2.34	1.41	0	0	0	1.13	2.17	0.45	0	0	3.75
	實際	2.87	0.94	0	0	0	1.24	2.16	0.41		0	3.81

註：本表採用工研院職級計算，為決算數。

(二) 經費運用情形

1. 歲出預算執行情形

單位：新台幣千元

會計科目	預算金額	佔預算%	動支金額	佔動支%	差異說明
(一)經常支出					
1.直接費用	9,922	99.42%	9,922	99.42%	
(1)直接薪資	4,604	46.13%	4,604	46.13%	
(2)管理費	1,151	11.53%	1,151	11.53%	
(3)其他直接費用	4,167	41.76%	4,167	41.76%	
2.公費	58	0.58%	58	0.58%	
經常支出小計	9,980	100.00%	9,980	100.00%	
(二)資本支出					
1.土地					
2.房屋建築及設備					
3.機械設備					
4.交通運輸設備					
5.資訊設備					
6.雜項設備					
7.其他權利					
資本支出小計					
合計	9,980	100.00%	9,980	100.00%	

註：預算數按簽約計畫書之填列，動支金額為計畫決算數。

2. 歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			<ul style="list-style-type: none"> • 本計畫氣體純度鑑定技術服務業界，技術移轉收入數 130,000 元。 • 繳庫數 91 仟元計算如下： 130 仟元 x 70% = 91 仟元 • 本計畫 FY100 學術分包中央大學「LED 標準光源光學模擬及設計分析」未動支經費 560 元繳回。
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉		91,000	
權利金			
技術授權		91,000	
製程使用			
其他－專戶利息收入			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰			
其他收入			
供應收入－資料書刊費			
服務收入			
教育學術服務			
技術服務			
審查費			
業界合作廠商配合款			
收回以前年度歲出		560	
其他轉項			
合計		91,560	

註：本表為技轉簽約並實際收款後，上繳國庫金額。

(三) 設備購置與利用情形

本計畫 FY101 未購置設備。

(四) 人力培訓情形

1. 國外出差或客座研究

- (1) 計畫成員林采吟博士前往 KRISS 參加第十屆 Workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group，發表國家標準氣體計量發展規劃，並針對技術與規劃內容交流，獲取寶貴之意見。
- (2) 計畫成員鄭瑞翔研究員赴 KRISS 參加「溫室氣體原級參考物質配製技術研習與系統操作工安訓練」，吸收溫室氣體原級參考物質配製方式及分析方法，縮短計畫溫室氣體原級計量標準系統建置時程。
- (3) 計畫成員陳政憲研究員至德國國家標準實驗室(PTB)客座研究，進行雜光修正技術之比對，研究 LED 分光輻射通量技術應用，厚植國家標準實驗室分光輻射通量技術能力。

2. 國際技術交流

- (1) 計畫成員鄭瑞翔至韓國 KRISS 參加 10th APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop，口頭發表一篇研討會論文「PFC 處理設備燃料使用量最佳化評估(Optimization of Fuel Use in PFC-treating Local Scrubbers)」，會中與日、韓等國代表針對此量測方法及評估結果進行技術交流及經驗分享，並瞭解目前亞太區各國國家實驗室於氣體計量技術之發展現況，以建立領域專業人脈蒐集國際趨勢，助益計畫之發展執行。另外，也參加了 KRISS 舉辦的溫室氣體原級參考物質配製技術研習與系統操作工安訓練課程，學習溫室氣體原級參考物質配製方式及分析方法，以利本計畫溫室氣體原級計量標準的建立。
- (2) 邀請韓國國家標準與科學研究院(KRISS) 分光輻射及 LED 量測專家 SeongChong Park，至 CMS 參觀訪問，並受邀在 10 月 16 日舉辦之「LED 量測技術與設備實務研討會」中講授分光輻射量測、色度等量測準確性的影響，會中吸引 39 人 11 家廠商參加。

- (3) 計畫成員林采吟博士前往 KRISS 參加第十屆 Workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group，發表國家標準氣體計量發展規劃，並針對技術進行寶貴之意見交換。

伍、成果說明與檢討

一、LED 照明計量標準技術發展分項

(一) 非量化執行成果說明

1. 執行主要成果與績效

本計畫分項執行之核心為建立分光輻射通量標準，進行系統評估並經標檢局系統查驗建立追溯體系，以提供國內廠商分光輻射通量之校正需求。同時也進行 APMP 主辦分光輻射通量比對業務規劃聯繫，以確保達到國際等同。

(1) 研發成果：分光輻射通量系統評估及查驗

完成系統評估量測品保方法、以及不確定度分析，依評估實驗結果訂定目前系統可提供之校正能量。由分光輻射通量之數學模式如式(1)。

$$\Phi(\lambda) = r^2 \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} E(\theta, \phi, \lambda) \sin \theta d\theta d\phi \quad (1)$$

為方便分析，以 E_{ij} 表示為在 (θ_i, ϕ_j) 位置，且波長為 λ 時的分光輻射照度值。因此可改寫為如(2)式表示。

$$\Phi_{\lambda} = r^2 \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{ij} \cdot \sin \theta_i \cdot \Delta\theta \cdot \Delta\phi + \varepsilon(\Phi_p) + \varepsilon(\Phi_{lg}) \quad (2)$$

其中 n 為 θ 角掃描點數， m 為 ϕ 角掃描點數， $\varepsilon(\Phi_p)$ 為量測重複性誤差， $\varepsilon(\Phi_{lg})$ 為長期穩定性誤差。根據 ISO GUM 進行組合標準不確定度之估算方法如式(3)。

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1} \left(\frac{\partial f}{\partial X_i} \right)^2 u^2(X_i) + 2 \sum_{i=1} \sum_{j=i+1} \frac{\partial f}{\partial X_i} \cdot \frac{\partial f}{\partial X_j} u_i(X_i, X_j) \quad (3)$$

可合理假設距離 r 及各位置間之分光輻射照度值 E_{ij} 互相獨立，因此可進一步簡化為(4)式。

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1} \left(\frac{\partial f}{\partial X_i} \right)^2 u^2(X_i) \quad (4)$$

因此

$$\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial r} = 2r \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{ij} \cdot \sin \theta_i \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial E_{ij}} = r^2 \cdot \sin \theta_i \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi \quad (6)$$

$$\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial \theta_i} = r^2 \cdot \left(\sum_{j=1}^m E_{ij} \right) \cdot \cos \theta_i \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi \quad (7)$$

因此組合標準不確定度分析計算如下式(8)。

$$\begin{aligned} u^2(\Phi_\lambda) &= \left[\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial r} \right]^2 \cdot u^2(r) + \sum_j \sum_i \left(\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial E_{ij}} \right)^2 \cdot u^2(E_{ij}) + \sum_i \left(\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial \theta_i} \right)^2 \cdot u^2(\theta_i) \\ &\quad + \left(\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial \varepsilon(\Phi_p)} \right)^2 \cdot u^2(\varepsilon(\Phi_p)) + \left(\frac{\partial \Phi_\lambda}{\partial \varepsilon(\Phi_{lg})} \right)^2 \cdot u^2(\varepsilon(\Phi_{lg})) \\ &= (2r \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{ij} \cdot \sin \theta_i \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot u^2(r) + (r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot \sum_j \sum_i \sin^2 \theta_i \cdot u^2(E_{ij}) \\ &\quad + \sum_i [r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi \cdot \left(\sum_j E_{ij} \right) \cdot \cos \theta_i]^2 \cdot u^2(\theta_i) + u^2(\varepsilon(\Phi_p)) + u^2(\varepsilon(\Phi_{lg})) \end{aligned} \quad (8)$$

由於各位置之分光輻射照度之不確定度 $u(E_{ij})$ 相近，同時各位置之角度不確定度 $u(\theta_i)$ 相近，可合理假設不同位置均相等。式(8)可進一步簡化為式(9)。

$$\begin{aligned} u^2(\Phi_\lambda) &= \left(\frac{2\Phi_\lambda}{r} \right)^2 \cdot u^2(r) + (r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot m \cdot \left(\sum_i \sin^2 \theta_i \right) \cdot u^2(E_\lambda) \\ &\quad + (r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot \sum_i \left[\left(\sum_j E_{ij} \right)^2 \cdot \cos^2 \theta_i \right] \cdot u^2(\theta) + u^2(\varepsilon(\Phi_p)) + u^2(\varepsilon(\Phi_{lg})) \end{aligned} \quad (9)$$

令

$$C_1^2 = \left(\frac{2\Phi_\lambda}{r} \right)^2$$

$$C_2^2 = (r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot m \cdot \left(\sum_i \sin^2 \theta_i \right)$$

$$C_3^2 = (r^2 \cdot \Delta \theta \cdot \Delta \phi)^2 \cdot \sum_i \left[\left(\sum_j E_{ij} \right)^2 \cdot \cos^2 \theta_i \right]$$

則組合標準不確定度之估算可改寫成下式(10)之公式。

$$u^2(\Phi_\lambda) = C_1^2 \cdot u^2(r) + C_2^2 \cdot u^2(E_\lambda) + C_3^2 \cdot u^2(\theta) + u^2(\varepsilon(\Phi_p)) + u^2(\varepsilon(\Phi_{lg})) \quad (10)$$

因此分光輻射通量之不確定度來源為距離(r)、分光輻射照度(E)、垂直角度(θ)、量測重複性誤差 $\varepsilon(\Phi_p)$ 及長期穩定性誤差 $\varepsilon(\Phi_{lg})$ 。其中距離的不確定度來源可進一步分析為：長度標準追溯 $u(l_s)$ 、距離重複性 $u(l_p)$ 、解析度 $u(l_{rs})$ 、溫度膨脹 $u(l_t)$ 及定位誤差 $u(l_a)$ 之不確定度因素影響。分光輻射照度量測之不確定度來源可進一步分析為標準追溯 $u(E_s)$ 、光源穩定性 $u(E_b)$ 、點燈電流 $u(E_c)$ 、線性度 $u(E_{lin})$ 、光譜雜光影響 $u(E_{str})$ 、波長準確性 $u(E_v)$ 、空間雜光影響 $u(E_{sf})$ 、燈體定位 $u(E_{po})$ 等不確定度因素影響。垂直角度方面不確定度來源可進一步分析為角度標準追溯 $u(\theta_s)$ 、角度重複性 $u(\theta_p)$ 、角度解析度 $u(\theta_{rs})$ 、角度定位 $u(\theta_a)$ 。另外也包含量測重複性 $u(\Phi_p)$ 及長期穩定性 $u(\Phi_{lg})$ 。如下表 1 所示。不確定度分析示意如下表 1 所示。

表 1 分光輻射通量不確定度分析示意表

分光輻射通量不確定度	距離不確定度 $u(r)$	長度追溯 $u(l_s)$
		距離重複性 $u(l_p)$
		解析度 $u(l_{rs})$
		溫度膨脹 $u(l_t)$
		距離定位 $u(l_a)$
	分光輻射照度不 確定度 $u(E)$	分光輻射照度追溯 $u(E_s)$
		光源穩定性 $u(E_b)$
		點燈電流 $u(E_c)$
		線性度 $u(E_{lin})$
		光譜雜光影響 $u(E_{str})$
		波長準確性 $u(E_v)$
		空間雜光影響 $u(E_{sf})$
		燈體定位 $u(E_{po})$
	角度不確定度 $u(\theta)$	角度追溯 $u(\theta_s)$
		重複性 $u(\theta_p)$
		解析度 $u(\theta_{rs})$
		角度定位 $u(\theta_a)$
量測重複性 $u(\Phi_p)$		
長期穩定性 $u(\Phi_{lg})$		

其中雙懸臂設備之偵測旋轉半徑驗證所使用之內徑分厘卡序號為 68970，追溯量測科技公司長度標準塊規，由追溯報告 A98-02-020-01。其它項目如重複性解析度等請參考評估報告。

a. 角度不確定度 $u(\theta)$ 角度說明分析：

以長度實驗室雙懸臂設備之偵測旋轉角度驗證所使用之水平儀序號為 310409，追溯三聯科技公司精密分度盤，由追溯報告編號為 990406。過程中，修改了空間掃描機轉軸以皮帶連動編碼器，但因此導致些微誤差。修改後將皮帶去除，以編碼器直接裝置於轉軸上，避免帶動之角度誤差。以水平儀確認角度正確性，實驗架設如圖 3 所示。



圖 3 角度驗證實驗架設圖

角度驗證結果如圖 4 所示。修正後為差異小於等於 0.2° 。角度不確定度影響量 $\leq 0.5\%$ 。

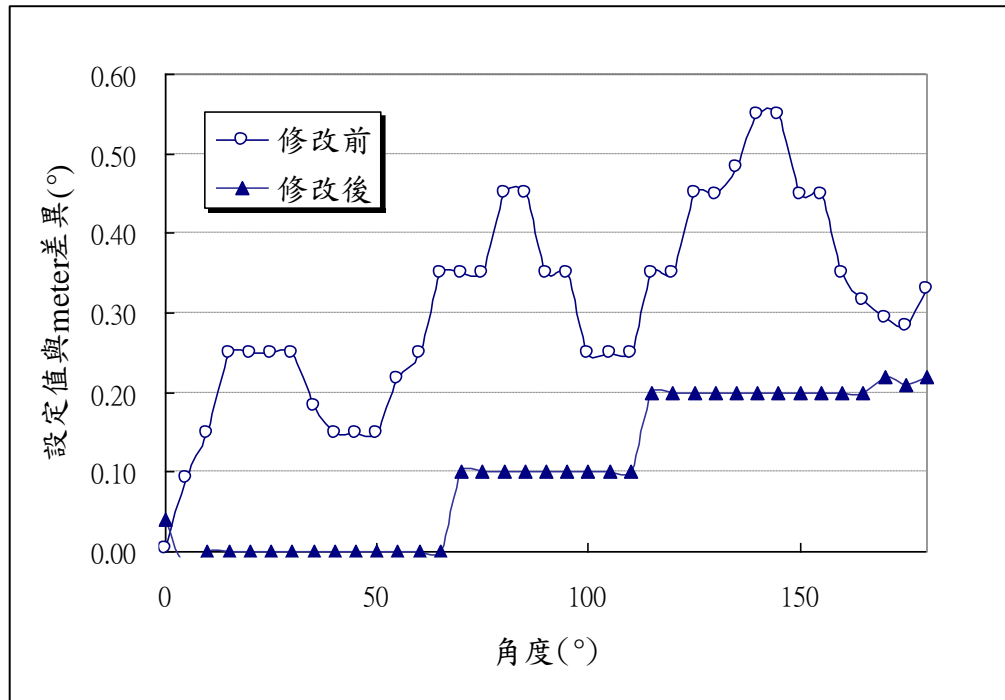
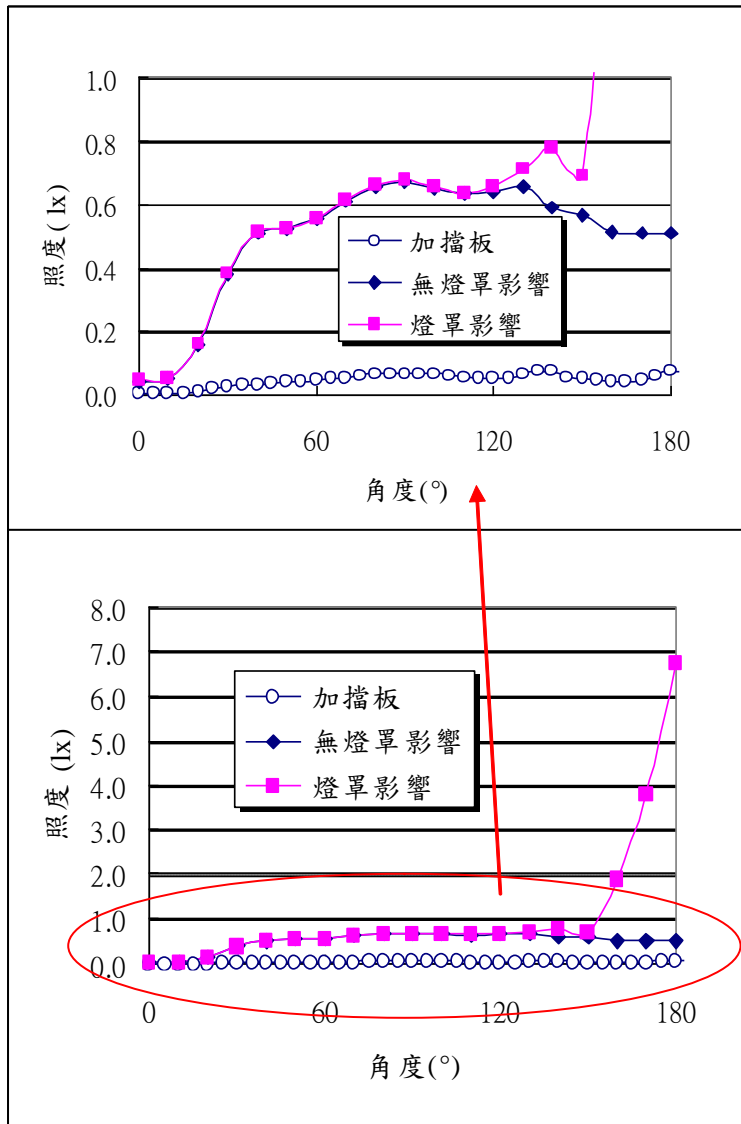


圖 4 角度驗證結果圖

b. 分光輻射照度不確定度 $u(E)$ 說明分析：

追溯源為分光輻射照度標準燈，標準追溯為分光輻射照度標準燈為 BN-9101-482，其分光輻射照度標準追溯至英國國家物理研究院 (NPL)，校正報告編號為 2011050472/SIB2-11。

空間雜光影響為評估在點亮燈後，空間環境對偵測器訊號之影響。雖然量測系統設置於暗室中，相關元件表面也以塗黑處理，但仍可能有反射之雜散光進入偵測器造成影響。評估時點亮查核標準燈 IWA-75W-02，其全光通量為 1671 lm，以視效函數偵測器安裝於旋臂上(如圖 6 左)，背對於光源處量測空間反射光之照度值進而積分計算對全光通量之影響。評估實驗結果如圖 5 所示。在未將上方日光燈之燈罩以黑布遮住時，其在 150°~180°位置的雜光影響極大。因此設計遙控遮光布簾，將燈罩遮住後有效降低雜光。另在製作偵測面之擋板後(如圖 6 右)則進一步大幅降低雜光量如表 2 結果。空間雜光影響量為 0.06%，小於查核值 0.5%。



上圖為
放大圖

圖 5 空間雜光驗證結果

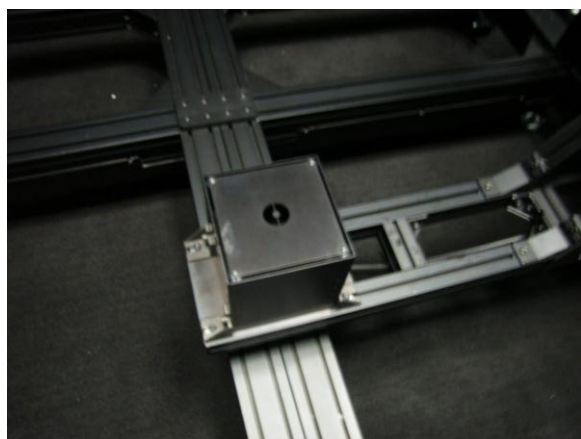


圖 6 空間雜光驗證及防雜光擋板

表 2 空間雜光影響評估結果

條件	雜光產生影響 (lm)	影響比例
加擋板	1.0	0.06 %
無燈罩影響	11.3	0.67 %
燈罩影響	55.2	3.30 %

由於 CCD 光譜儀量測高入光量及低入光量會調整積分時間，不同的積分時間可能會造成線性度的差異。線性度評估時以穩定光源調整積分時間，量測其光訊號。量測時會用到之積分時間範圍為 500 ms 至 1000 ms。建立修正方式為 7 階之多項式，其係數如表 3 所示：

表 3 線性度修正係數

截距	0.9743
1 階	1.307×10^{-6}
2 階	1.718×10^{-11}
3 階	-2.908×10^{-15}
4 階	9.816×10^{-20}
5 階	-1.676×10^{-24}
6 階	1.515×10^{-29}
7 階	-5.953×10^{-35}

線性度影響修正結果如表 4 所示，當調整 CCD 光譜儀的積分時間由 100 ms 至 1000 ms 量測一穩定光源，在修正前之差異最大為 1.12 %。再以表 3 線性度修正係數修正後，以積分時間 500 ms 為例，其差異量由 -0.28 % 降為 -0.17 %。然而，積分時間 800 ms 至 1000 ms 之差異量未有顯著的改善。因此，以此 CCD 光譜儀量測時，其適用之積分時間可為 500 ms 至 800 ms。

表 4 線性度影響結果

積分時間(ms)	修正前	修正後
100	-1.12 %	-0.04 %
200	-1.08 %	-0.32 %
300	-0.76 %	-0.27 %
400	-0.76 %	-0.48 %
500	-0.28 %	-0.17 %
600	-0.26 %	-0.24 %
700	-0.11 %	-0.13 %
800	0.00 %	0.00 %
900	0.13 %	0.21 %
1000	0.22 %	0.43 %

分光輻射通量量測系統之 CCD 光譜儀的波長準確性驗證，包括 Hg、Ar、Ne 波長實驗。波長正確性測試結果如表 5 及圖 7 所示，波長偏差量 ≤ 0.2 nm。

表 5 波長偏差量結果

燈源	標準值(nm)	測試結果(nm)	波長差異(nm)
Hg	404.66	404.73	0.07
Hg	435.83	435.81	-0.02
Hg	546.07	546.12	0.05
Ne	692.97	692.82	-0.15
Ne	724.52	724.39	-0.13
Ar	750.39	750.26	-0.13

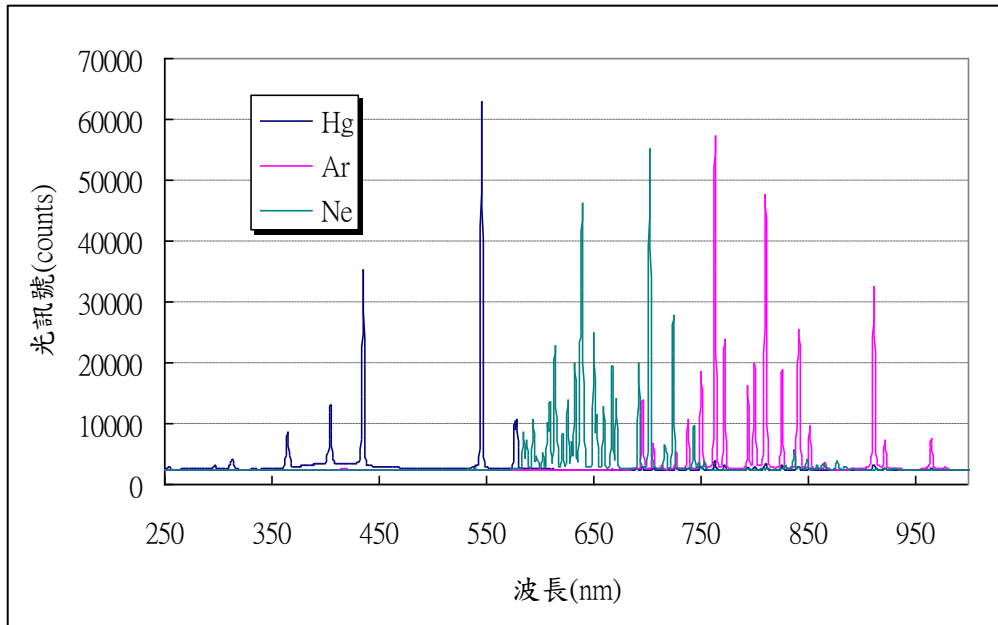


圖 7 線譜燈驗證波長準確性

波長驗證實驗架構如圖 8。以分別以 Hg、Ar、Ne 線譜燈點亮待穩定後，照射入分光輻射通量校正系統之分光偵測部件。由積分球均勻化後，光纖導光至系統之 CCD 光譜儀。分別讀取各線譜燈之分光訊號值，由分光訊號值計算峰波長。

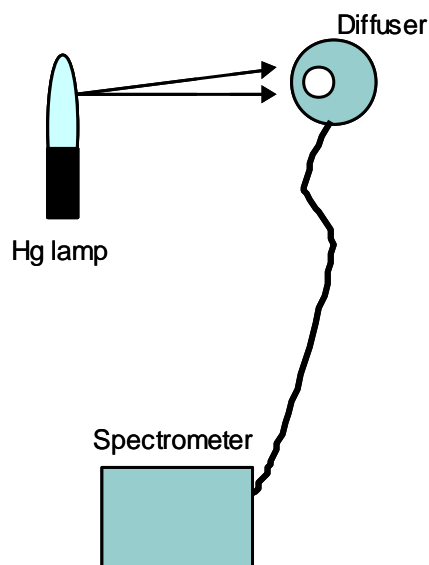


圖 8 波長驗證實驗架構圖

分光輻射通量系統之評估結果為相對擴充不確定度範圍 1.3 %~ 2.8 % (約 95 % 之信賴水準)，波長範圍為 350 nm 至 830 nm。不確定度評估結果如下圖 9 所示，其中分光輻射通量在 400 nm 以下波段，因其分光輻射通量較弱，所以量測時之訊噪比較長波長部分差，所以不確定度較高。

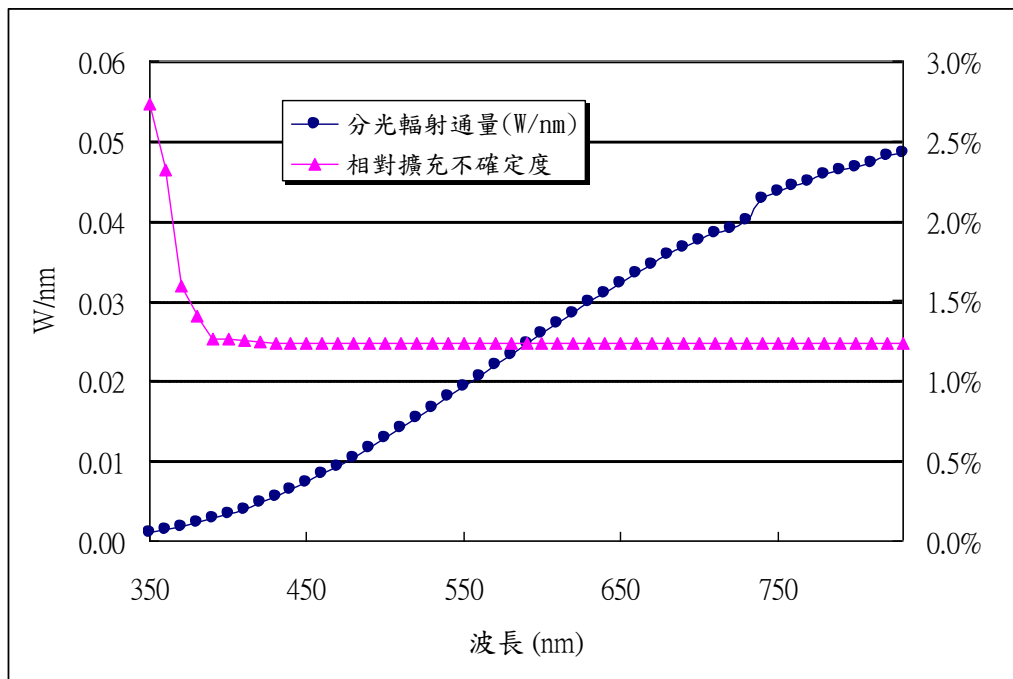


圖 9 分光輻射通量評估結果

(2) 研發成果：分光輻射通量參考標準燈

探討現有市場之鹵素燈做為參考標準燈之候選燈，其為壽命不能太短、約為 2000 小時、色溫較高約為 3000 K 左右，功率在 50 W~150 W。搜尋結果如表 6。經超過 24 小時的老化後，進行穩定性及再現性驗證確認標準燈效果。穩定性(變異量)為暖燈後 8 小時之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。再現性(變異量)為分三天在暖燈後之光訊號讀值之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。結果如表 7。顯示所列之標準燈符合計畫需求。

表 6 搜尋鹵素燈結果

廠牌	型號	序號	功率 (W)	電壓 (V)	電流 (A)	壽命 (hr)	色溫 (K)	燈座
Osram	HLX 64623	OSR-100W-01	100	12	8	2000	2900	G6.35
Osram	HLX 64610	OSR-50W-03	50	12	4	2000	2900	G6.35
Iwasaki	JD28V75W	IWA-75W-10	75	28	2.7	2000	3000	E10
International Light	L7390A	ILT-75W-06	100	12	8	2000	3000	G6.35
Phoenix	JD110V85WNP	(survey)	85	110	0.8	2000	2900	E11
Phoenix	JD110V150W/E11	(survey)	150	110	1.4	2000	3000	E11

表 7 標準燈穩定後測試結果

廠牌	型號	序號	功率(W)	穩定性 (8 小時)	再現性 (三天)
Osram	HLX 64623	OSR-100W-01	100	0.05 %	0.28 %
International Light	L7390A	ILT-75W-06	75	0.22 %	0.21 %
Osram	HLX 64610	OSR-50W-03	50	0.18 %	0.31 %
Iwasaki	JD28V75W	IWA-75W-10	75	0.15 %	0.05 %

Phoenix 為日本 NMIJ 推薦之燈體，近日才由 APMP 會議取得樣品，未來將進一步確認其適用性。

並製作相對應之轉接座，因廠商常用燈座為 E27。因此製作 E10 轉 E27 燈座及 GY6.35 轉 E27 燈座，以提供相關服務之便利性。

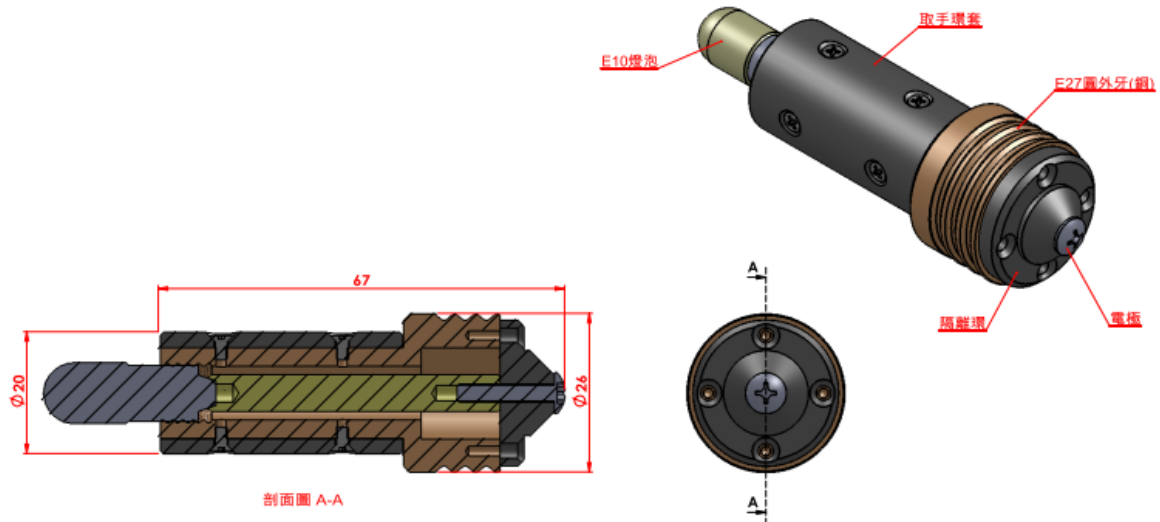


圖 10 E10 轉接座示意圖

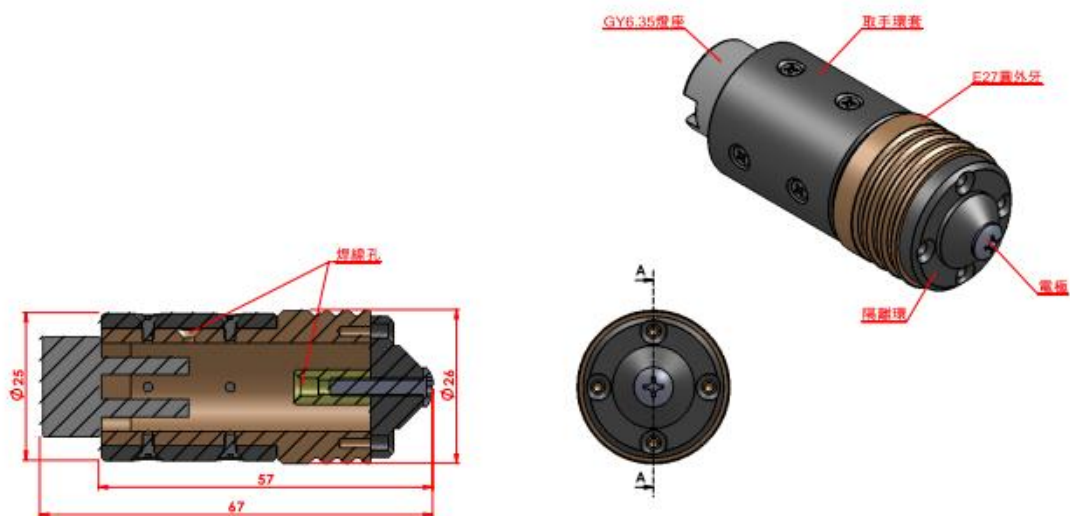


圖 11 GY6.35 轉接座示意圖

(3) 研發成果：建立LED分光輻射通量光譜雜光修正技術

光譜雜光影響為 CCD 光譜儀之雜散光造成。由於入射光為鎢絲燈連續光譜光源，進入分光儀內，由光柵分光時，除了理論上的波長外，尚有其他波長的雜光會進入到偵測器造成光電流，例如：分

光儀內部元件、支柱、擋板的表面散射、內部材質的螢光、光柵的高階繞射、灰塵所造成的散色等。而這部分的光電流會造成量測上的誤差。

可見光之超連續、窄頻之波長可調光梳產生與雜光修正系統，如圖 12 所示。利用色散補償後達最佳化雷射脈衝寬度(約 70 fs)之中心波長約 820 nm 之 Ti: sapphire 超短脈衝雷射，輸出功率約 300 mW，以 20 倍物鏡聚焦激發穩固封裝之光子晶體光纖，經最佳化調整後可使耦合入之功率~80 mW，利用光子晶體光纖之光固子傳輸與四波混頻等高非線性效應，可輸出超寬頻(430 nm~900 nm) 之超連續光梳，如圖 13 所示。

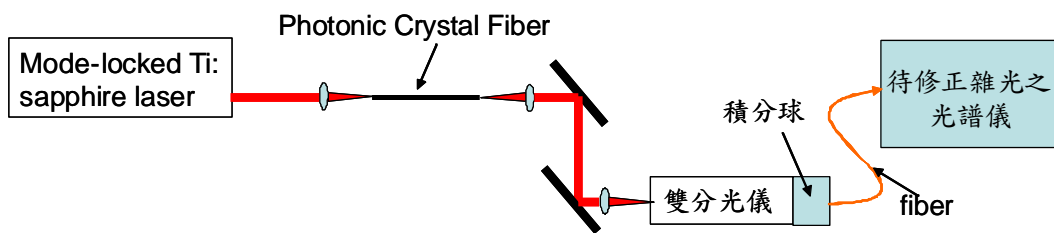


圖 12 超連續、窄頻之波長可調光梳產生與雜光修正系統

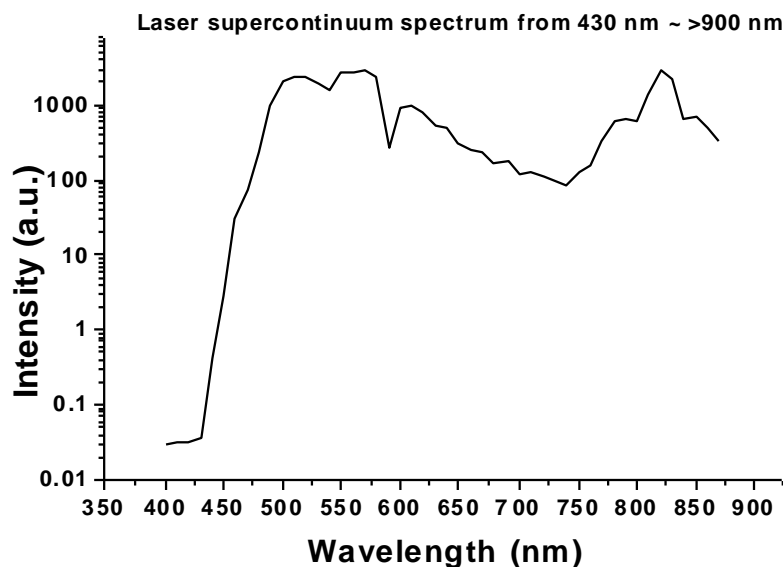


圖 13 Ti: sapphire 雷射激發光子晶體光纖之光譜

將超連續光梳打入雙分光儀，將雙光譜儀之狹縫關小到 0.3 mm，使超寬頻可見光梳經雙光譜儀後產生線寬(FWHM)約 2 nm 之可見光光梳，可調範圍:430 nm~850 nm。亦即藉由雙分光儀之波長調整，產生波長間距可設定為 2 nm 之連續可調窄頻寬雷射，完成將分成雷射叢模態間距 >1 nm 之超寬頻可見光。雙分光儀將波長為 460 nm、500 nm、600 nm、700 nm、800 nm、900 nm 之窄頻光梳輸出，經積分球後接到光纖輸出打入待測光譜儀中，以一個 Ocean Optics 光譜儀為例，掃描每個入射波長的光譜(範圍為 250 nm~1000 nm)，在入射 500 nm 之單波長光梳時，可看到光譜儀於 700 nm 附近有明顯雜光所產生的訊號效應。如圖 14 所示，箭頭為此光譜儀引起之雜光效應。

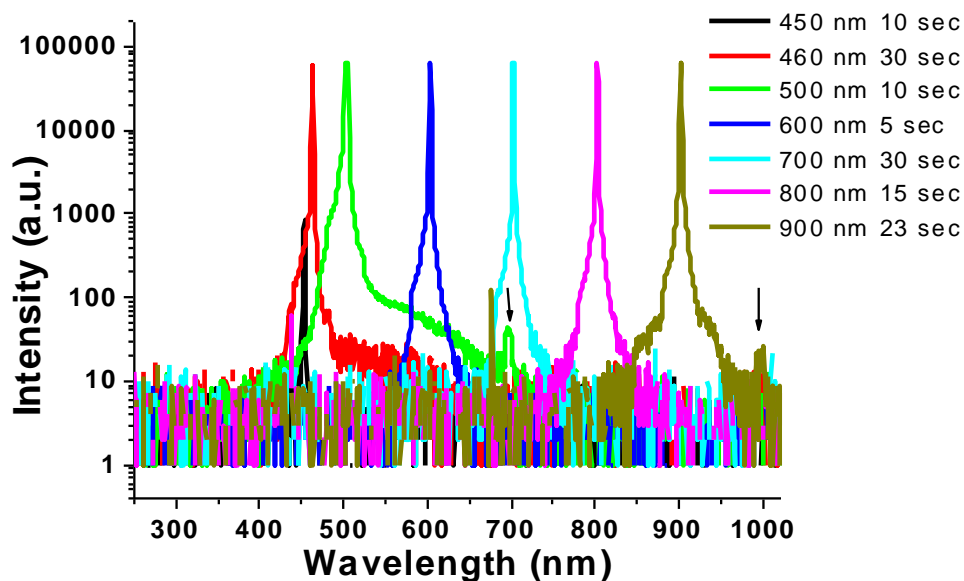


圖 14 超連續光梳經雙分光儀產生波長可調之窄頻光譜圖

為了測試光梳與一般 CW 雷射的結果，我們將 CW laser (671 nm) 經雙分光儀(0.3 mm)入射光譜儀的結果，與 comb 比較，如圖 15 所示，可看到兩者完全吻合，證明以光梳搭配雙分光儀可輸出非常純的單頻光。

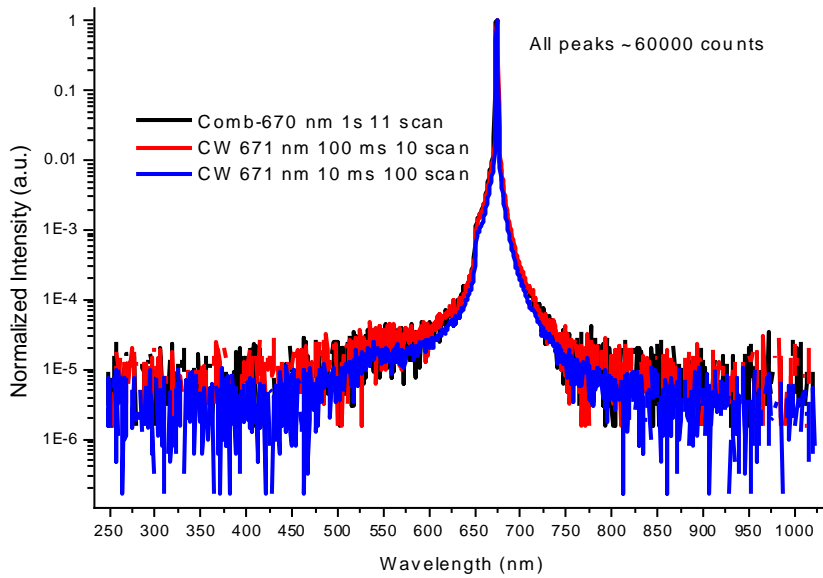


圖 15 窄頻光梳與 CW laser 入射待測光譜儀之光譜圖

將超連續光譜光梳經雙分光儀輸出 470 nm ~ 830 nm 之窄頻光梳，打入待測光譜儀中，針對不同波長可測得各雜光分佈函數如圖 16 右上角所示，在入射光梳波長為 490 nm~570 nm 時，可看到有明顯雜光所產生的訊號效應，長波長較不明顯，如圖 16 中央幾個箭頭所示。經後端雜光修正軟體作業修正雜光，完成雜光修正，證明光梳修正光譜儀雜光為可行。

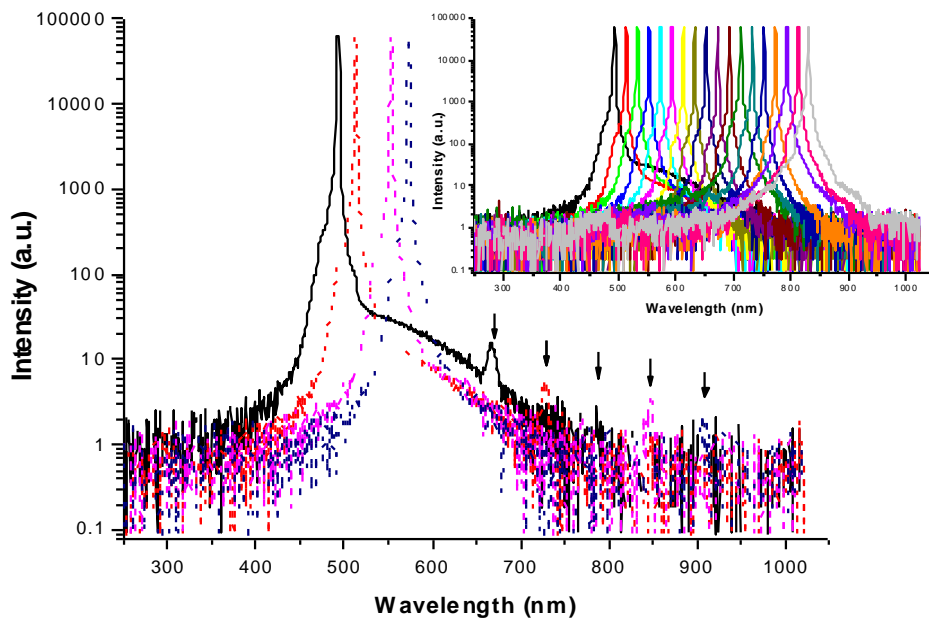


圖 16 單波長窄頻光源輸入待測光譜儀結果(右上角)

(中間為 490 nm~570 nm 的光譜圖)

雜光分析之流程如圖 17：

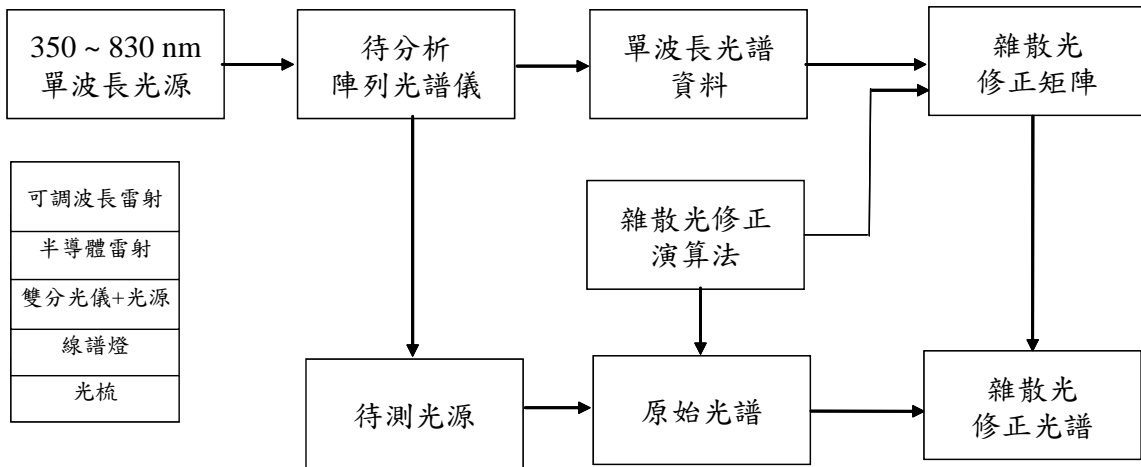


圖 17 雜光分析流程圖

雜光分析之演算公式如下：

$$d_{i,j} = \begin{cases} \frac{f_{LSF,i,j}}{\sum_{i \in IB} f_{LSF,i,j}} & ; i \notin IB \\ 0 & ; i \in IB \end{cases}$$

其中 $f_{LSF,i,j}$ 表示為第 j 個單波長光源在陣列光譜儀的第 i 個波段光譜讀值， IB 代表屬於此波段之光譜，如圖 18 為一些單波長光譜範例。

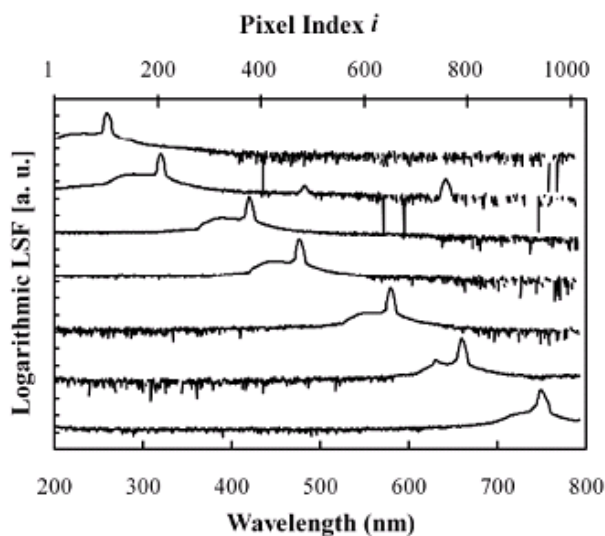


圖 18 雜光分佈函數示意圖

由 $d_{i,j}$ 建立雜散光修正矩陣如下：

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & \dots & d_{1j} & \dots & d_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & \dots & d_{ij} & \dots & d_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & \dots & d_{nj} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

並經由下列公式可獲得雜光修正公式；

$$\bar{Y}_{Stray} = \mathbf{D} \cdot \bar{Y}_{IB}$$

$$\bar{Y}_{Meas} = \bar{Y}_{Stray} + \bar{Y}_{IB} = (\mathbf{I} + \mathbf{D}) \cdot \bar{Y}_{IB}$$

$$\bar{Y}_{IB} = (\mathbf{I} + \mathbf{D})^{-1} \cdot \bar{Y}_{Stray}$$

如雜光分析程序發展之程序，開發可將陣列光譜儀量測光源之雜光 (Stray Light) 項修正，提高量測準確度。依據上述流程及演算法，建立雜光分析軟體，其程式面板如圖 19：

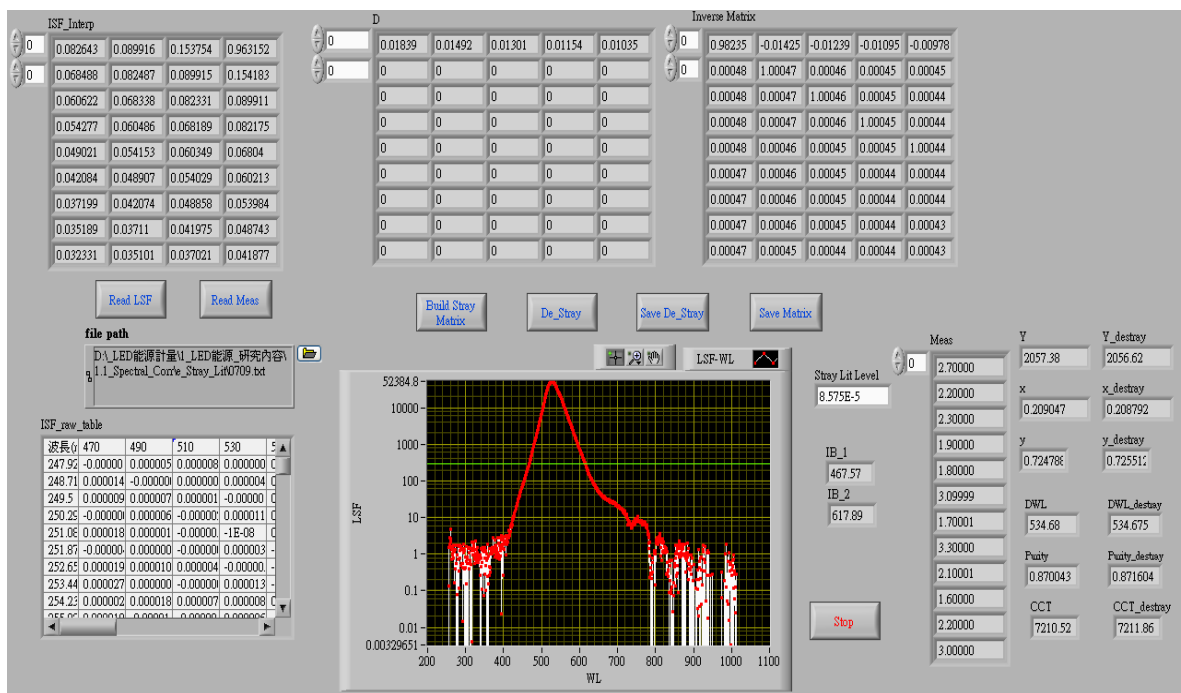


圖 19 雜光分析程式畫面

以 RGBW 之光譜分析結果如圖 20 所示。藍色線條為原本未經修正之分光輻射通量結果，紅色線條為經光譜雜光修正後之結果。本計畫實

驗結果發現 300 nm~400 nm 間之光譜雜光明顯降低。修正前為 10^{-4} ，修正後約為 10^{-5} 。

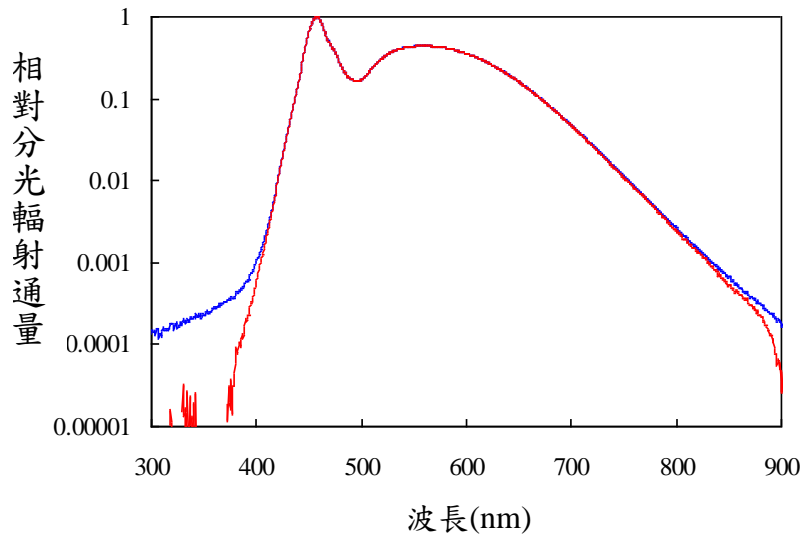


圖 20 雜光修正白光 LED 之光譜結果

雜光修正結果對相關光量及色度影響如表 8 所示。本計畫實驗發現修正前後光通量差異達 1.5%，色溫差異達 38 K。顯示在量測白光 LED 時，需注意雜光影響量測結果之問題。

表 8 雜光修正結果

	光通量	x	y	相關色溫 (K)
無修正	35.03	0.3168	0.3328	6266
雜光修正	34.52	0.3162	0.3314	6304
差異	1.5 %	0.0006	0.0014	-38

註：光通量差異為無修正結果減修正結果再除以修正結果

x、y及相關色溫之差異為無修正結果減修正結果

(4) 研發成果：高功率LED標準件技術

由於 LED 的發光形式和光譜特性與一般的鎢鹵素燈有所差異，利用鎢鹵素標準燈校正的儀器在量測 LED 光源時容易產生誤差。而

這些誤差可能導致 LED 製造商與下游廠商對於 LED 晶片品質上的見解有所出入，因此需要有 LED 的標準燈來做為校正及比對光源。

進行高功率 LED 標準樣品製作，初步採用 Luxeon 之 LXW8-PW50 LED 元件，而採用鋁基板之導熱係數為 $1.3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。完成初步樣品，測試其 25°C 熱阻約為 $21^\circ\text{C}/\text{W}$ ，進行穩定性及再現性驗證。穩定性(變異量)為暖燈 30 分鐘後 3 小時之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。再現性(變異量)為分三天在暖燈 30 分鐘後之光訊號讀值之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。本計畫實驗結果初步樣品之穩定性(變異量)為 0.53%，再現性(變異量)為 0.33%。穩定性實驗之結果仍在持續衰減中，因此尚需再改進。因此搜尋以散熱較佳之晶片 Cree EZ700 其晶片面積為 $680 \mu\text{m} \times 680 \mu\text{m}$ ，應用高導熱係數之銀膠 $45 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 製作，結果如表 9 及圖 21。其 25°C 熱阻約為 $11^\circ\text{C}/\text{W}$ 。可以發現改良後穩定性(變異量)為 0.06%，再現性(變異量)為 0.01% 符合計畫要求。

表 9 高功率 LED 標準樣品驗證

	初步樣品	改良樣品
3 小時光訊號	光訊號(uA)	光訊號(uA)
最大值	182.917	108.516
最小值	181.941	108.452
差異	0.976	0.06
平均值	182.307	108.479
穩定性(變異量)	0.53 %	0.06 %

三天光訊號	光訊號(uA)	光訊號(uA)
1	183.16	108.50
2	182.65	108.49
3	182.56	108.49
平均值	182.79	108.49
最大值	183.16	108.5
最小值	182.56	108.49
差異	0.60	0.01
再現性(變異量)	0.33 %	0.01 %

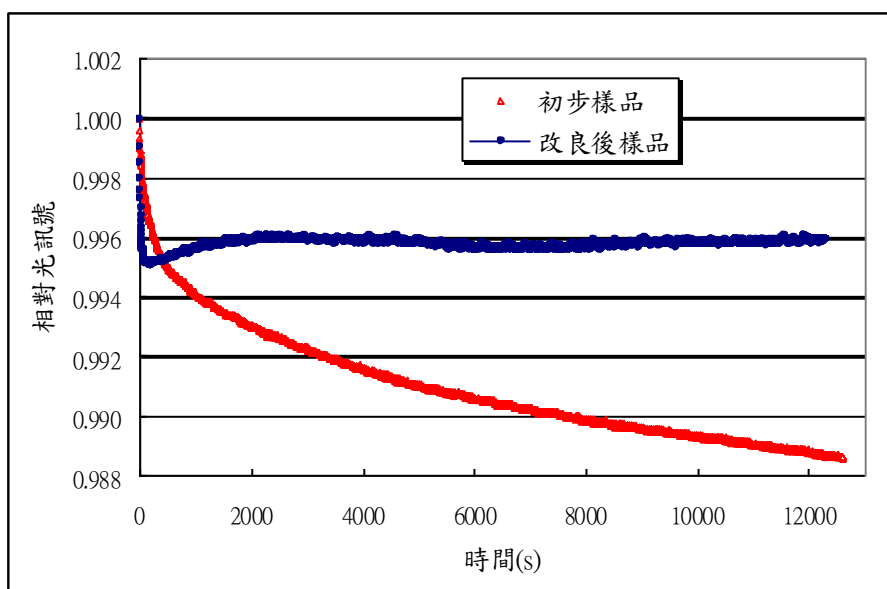


圖 21 高功率 LED 樣品穩定性驗證圖

由於高功率 LED 發熱高，導致介面溫度變化因而光特性改變。計畫應用快速電壓量測、調制電流源以及溫控座，研究高功率 LED 介面溫度條件控制技術。LED 不點亮時與環境熱平衡後，其介面溫度與環境溫度可視為均為 T_j 。若此時以剛點亮未發熱之 LED 順向電壓為 $V_F(0)$ 即代表介面溫度為 T_j 。LED 持續點亮後即發熱，其順向電壓就變化。應用溫控座使順向電壓 $V_F(t)$ 達到未點亮之 LED 順向電壓為 $V_F(0)$ ，可做為量測條件之設定。如圖 22 所示，系統實體如圖 23。實行時以脈衝點亮 LED 方式，每到達一設定溫度時，維持該溫度之變化在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以內，經穩定時間約為 60 s，脈衝寬度為 1.5 ms，平均三次脈衝，每次脈衝間隔 3 s 所量測得順向電壓之結果為 $V_F(0)$ 。再以定電流點亮 LED，調控溫控座溫度，使測得之順向電壓 $V_F(t) = V_F(0)$ ，則此狀態視為介面溫度為 T_j 。可進行相關光量色度之量測。未來將一方面密切與國際照明學會(CIE)之 CIE TC2-63 Optical Measurement of High-Power LEDs 草案發展保持聯繫。確保與國際規範同步，使國內廠商與國際競爭無時間落差。一方面技術上將針對溫控座溫度均勻性以及熱平衡時之溫控座與 LED 元件是否有溫度差異議題進行研究驗證。

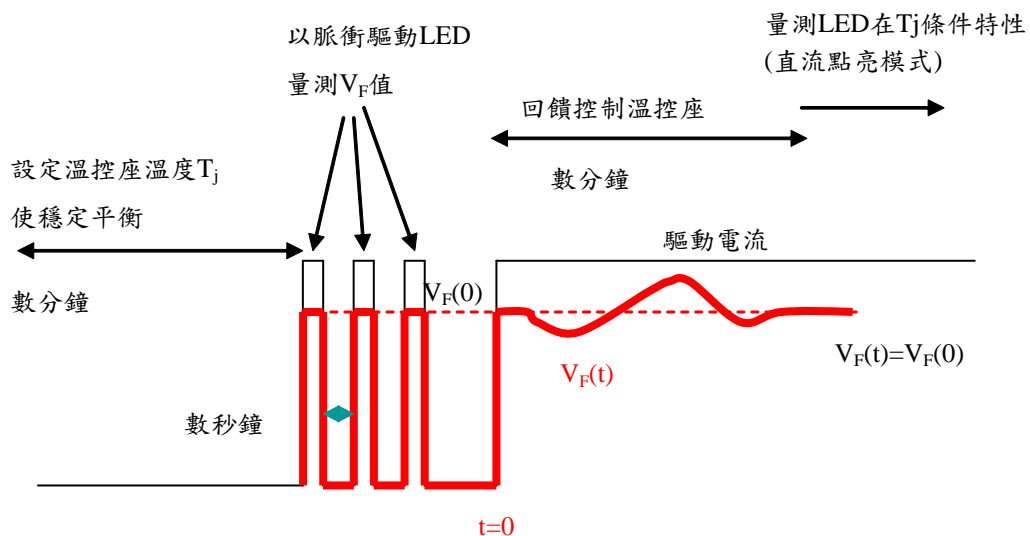


圖 22 介面溫度條件控制原理

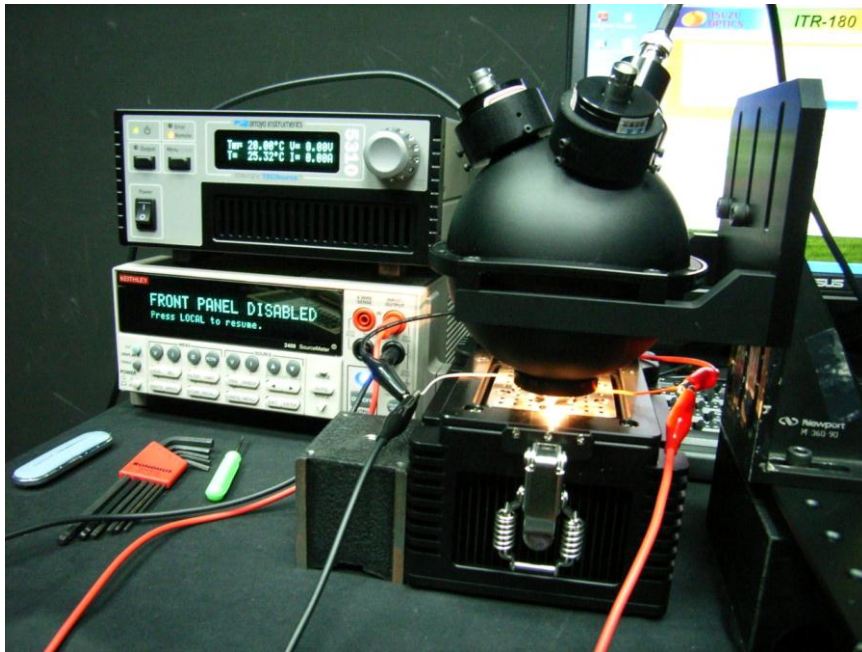


圖 23 介面溫度條件控制系統實體圖

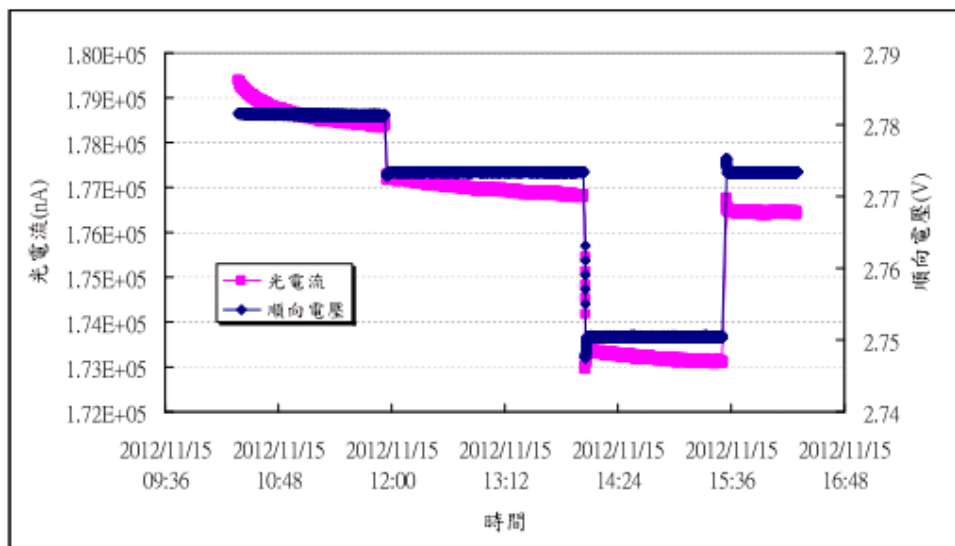


圖 24 光訊號與順向電壓關係圖

定電流監控順向電壓方法，以 350 mA 的恆定電流施加於高功率 LED，環境或散熱基板溫控變化條件下，量測其順向電壓與光輸出(如全光通量、光強度、或光電流)之變化關係，範例如圖 24。由溫控座溫度 (約為 LED 底板溫度) 範圍由 20°C 至 60 °C。由迴歸分析得出下式。計算值與量測值差異在 0.2 %~0.7 %。如圖 25 所示。

$$I_V(V_F, t) = f(V_F) \cdot S(t)$$

$$\approx (87705 \cdot V_F - 13674 \cdot V_F^2 - 133224) \cdot (1.00602 - 0.0034 \cdot \ln(t))$$

其中 $I_V(V_F, t)$ 表示光量之 V_F 及 t 函數， V_F 為順向電壓， t 為時間。
 $S(t)$ 為老化效應項，由穩定態計算。 $F(V_F)$ 為順向電壓函數，為除去老化
 效應項之後，再求出光輸出與順向電壓之間的理論參數。由此技術可
 應用於廠商在與標準實驗室不同條件下之修正光量值。

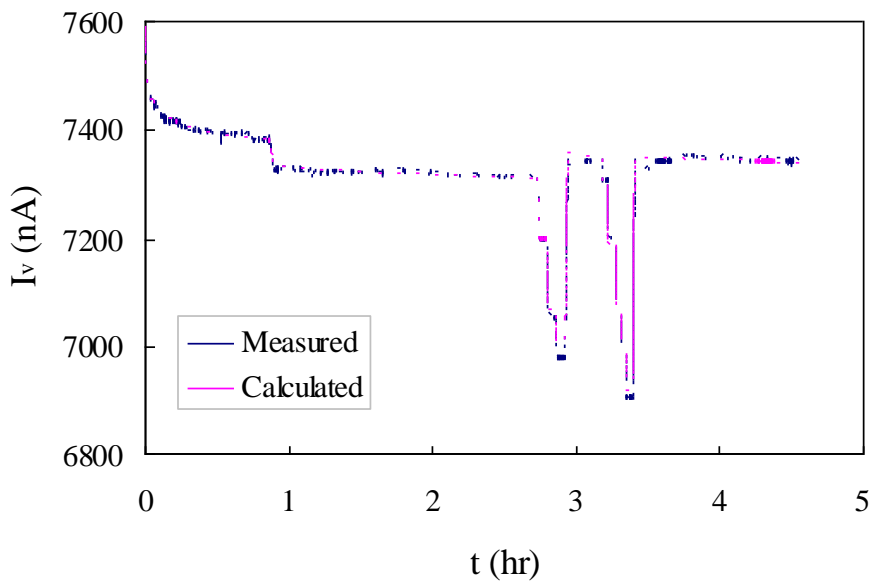


圖 25 計算值與量測值關係圖

本計畫 FY101 技術建置完成，與國際標準發展之技術規格比較如表
 10 所示。

表 10 國際標準發展與技術現況比較表(LED 照明分項)

技術或量測系統名稱	技術領先國家現況	國內目前技術狀況	執行後完成狀況	產業界需求狀況
FY100~FY101 分光輻射通量標準校正系統	<ul style="list-style-type: none"> •美國 NIST 波長範圍(360~830) nm.不確定度範圍(1.0 ~ 1.8) % •英國 NPL 波長範圍(350~830) nm.不確定度範圍(3.0~ 3.6) % 	無分光輻射通量標準追溯系統	FY101 建置具分光輻射通量量測追溯能量，不確定度範圍 \leq 2.0 %，波長範圍(350~830) nm	<ul style="list-style-type: none"> • 需要分光輻射通量標準燈（白熾燈、LED 燈），以應用於產品設計品管貿易等。需要參考標準件，釐清並協助解決國內二級實驗室標準一致性問題。
FY101 雜光修正技術	<ul style="list-style-type: none"> •美國 NIST 以多種可調雷射，進行雜光修正矩陣建立，使雜光影響可達 10^{-5} 以下 •英國 NPL 以濾片法，降低雜光影響量 10^{-1}。 	目前無雜光修正技術	FY101 建置具可調雷射結合低雜光雙分光儀之雜光修正技術，使雜光影響可達 10^{-5} 以下。	<ul style="list-style-type: none"> • 為相關 LED 分光量測設備之重要分析修正技術。可滿足檢測及廠商品保實驗室設備分析需求

後續工作構想及重點：

1. 系統建置完成，將進一步確認國際等同，持續辦理 APMP 分光輻射通量國際比對(編號 TC Initiative-2012-05-TCPR)。目前與大陸 NIM、日本 NMIJ、韓國 KRISS 交流相關比對方式及樣品規格。與其他國家負責窗口聯繫，如 KRISS 之 Seongchong 及 NMIJ 之 Goudo 共同討論比對標準件事宜。獲得不少建議及協助。例如燈座型式以 E26 或 E27 為大家能接受之規格。比對燈之色溫最好是在 3000 K 以上，使短波長部份有較佳之輻射通量。為監控比對燈在比對過程的飄移，建議以 star type 傳遞標準件。Goudo

也提供可參考做為比對燈之資料。Seongchong 則提到他們的標準燈穩定程序及系統，可以協助比對件之製備。預計於 2013 年 6 月至 2014 年完成國際比對。

2. 後續將推廣分光輻射通量系統服務，協助國內需要之廠商能獲得充分之服務資訊，包含系統能量及功能。

(二) 量化成果說明

1. 專利申請 1 件

- 「車用警示裝置與方法」，申請案號 13/404,089。

2. 國內期刊 1 篇

- 「LED 光量標準件之順向電壓與光量關係分析技術」量測資訊雙月

3. 技術報告 3 份

- 分光輻射通量標準燈評估報告
- 分光輻射通量標準燈校正程序
- LED 元件熱阻量測及介面溫度條件控制程序

4. 訓練報告 1 份

- LED 分光輻射通量技術應用研究__出國訓練報告

5. 技術移轉推廣：

- 阿瑪光電光譜儀波長測試
- 台灣超微標準光源測試
- 崇貿科技閃爍測試

(三) 技術創新及突破瓶頸之處

1. 完成分光輻射通量不確定度評估技術，建立分光輻射通量校正追溯系統，由不確定度原理推導出計算分光輻射通量之組合標準不確定度公式。可分析各影響因子(如分光輻射照度、距離及角度)與分光輻射通量之不確定度關係，使分光輻射通量不確定度評估有所依循。同時改善空間雜光、角度控制、線性度等提昇系統不確定度之結果。
2. 建立應用光梳技術之光譜儀雜光修正方法及程式，可協助分析 CCD 光譜儀之光譜雜光效應。利用光子晶體光纖之光固子傳輸與四波混頻等高非線性效應，使原中心波長約 820 nm 在近紅外光波段之 Ti:Sapphire 超短脈衝雷射產生輸出可見光至近紅外光範圍(430 nm~900 nm)之之超連續光梳。再經低雜光雙分光儀產生近單波長之雷射光源

及開發之分析程式。協助需要之廠商分析其分光量測設備之雜光效應影響評估及修正。

二、能源化學量標準技術發展分項

(一) 非量化執行成果說明

1. 執行主要成果與績效

依據本計畫之全程 (FY101~FY103) 發展目標，於溫室氣體原級計量標準與低碳潔淨能源氣體濃度計量標準兩工作子項，分別規劃 FY101 計畫目標如下

- 綠色產業製程氣體 LCA (Life Cycle Analysis) 計量需求實證評估
- 低碳能源氣體濃度量測技術：依據 CNS 以及 ASTM 相關技術標準規範進行天然氣氣體成分濃度驗證技術評估
- 溫室氣體驗證參考物質配製技術評估：進行靜態重力法 (Static Gravimetric Method) 氣體質量充填技術可行性評估

主要成果與績效說明於下：

(1) 研發成果：製程氣體 LCA (Life Cycle Analysis) 計量需求實證評估

本研究以業界合作模式，尋找一家國內科技廠為示範單位，串連其上游製程氣體供應商，以及下游廢氣處理設備商，針對製程氣體中的溫室氣體計量需求進行調查，以及進行製程氣體的純度分析，並且提供實場測試示範服務與技術諮詢，針對兩項重要的溫室氣體排放係數，包括尾氣處理設備對 PFCs 的處理效率 (DRE 或 d_i 值)，以及製程機台對 PFCs 的利用率 (U_i 值)，進行實場量測，除了針對量測結果進行不確定度評估外，並比較目前所引用之溫室氣體盤查係數與實際排放係數之差異，綜合評估製程氣體之 LCA 計量需求，做為溫室氣體原級計量標準建置之參考依據，以建立我國碳排放評估與盤查之相關計量標準與檢測技術為標的，協助產業落實減碳措施。

台灣高科技產業製程氣體原物料的生命週期流程如圖 26 所示，製程原物料首先會經過製程機台的高能解離進行晶圓的製造生產，產生的

製程殘餘廢氣隨後進入尾氣處理設備進行破壞去除，之後再進入廠務端的中央廢氣洗滌塔，最後排放至大氣環境中。

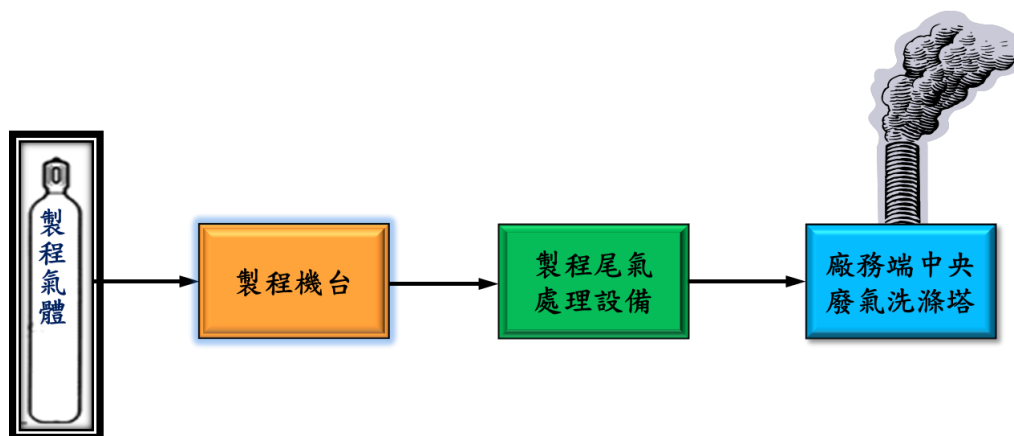


圖 26 高科技廠製程氣體生命週期流程圖

因此本研究優先針對高科技廠的溫室氣體製程原物料使用狀況進行調查，表 11 為國內某高科技大廠所提供的高潛勢溫室氣體製程原物料資訊，藉由此表可瞭解目前高科技廠在製程氣體生命週期分析(LCA)計量需求的源頭端，使用量最高的氣體種類及其純度，由氣體物料供應非單一廠商的情況來看，亦可見科技廠在採購物料時，針對不同廠商所提供的氣體規格，實有必要尋求量測支援技術予以鑑別，以利後續驗收。本次所配合調查之科技廠所使用的 PFCs 種類共有 6 種，分別為 CF_4 、 NF_3 、 SF_6 、 C_4F_8 、 CHF_3 及 CH_2F_2 ，其中 NF_3 的年使用量最高，達 46275 kg，其次為 CF_4 的 4911.3 kg。由於 NF_3 屬於毒性物質，其八小時日時量平均容許濃度 (TWA) 為 10 ppm，考量其危害性，在計畫所屬實驗室尚未建置廢氣處理設備等相關環境安全設施的情況下，本研究明年度開始選擇 CF_4 驗證參考物質的研製為首要目標。

此外，雖然 SF_6 於科技廠的使用量並不如 NF_3 及 CF_4 來得大，但是其溫室效應潛值高達二氧化碳的 22800 倍，為科技廠使用之 PFC 氣體中最高者，也是電廠常用的絕緣氣體，乃京都議定書管制的六大類溫室氣體 (CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、PFC、HFC、 SF_6) 中，單獨列出的管制氣體之一。因此，於 102 年度將選擇 SF_6 作為第二種驗證參考物質的研製目標。

氣體純度是影響參考物質研製品質的重要參數，進行驗證參考物質研製之前，必須進行所使用氣體的純度分析，而目前氣體供應產業與工業製程對於所運作使用之氣體物料亦有 ppm 等級的氣體濃度量測分析技術需求，因此本研究規劃於 103 年度開發包含直讀式質譜分析、傅立葉紅外光譜分析等氣體純度分析技術，以因應產業在計量追溯上的需求。

表 11 某高科技廠 2011 年 PFC 製程原物料使用調查表

PFC 種類	CF ₄	NF ₃	SF ₆	C ₄ F ₈	CHF ₃	CH ₂ F ₂
100 年溫室效應 潛值(GWP ₁₀₀)	7390	17200	22800	10300	14800	675
年度使用量(kg)	4911.3	46275	500	630	540	155
氣體純度	99.999 %	99.99 %	99.999 %	99.99 %	99.999 %	99.999 %
氣體製造供應商	台灣大陽日 酸	中普氣體、 三福氣體、 台灣大陽日 酸、基佳電 子	昭和特殊氣 體、京和科 技	聯華氣體、 昭和特殊氣 體	聯華氣體	昭和特殊氣 體

在製程氣體利用率與排放處理效能實場評估方面，本研究係利用廣泛應用在國內半導體、面板、太陽能、LED 等高科技及綠能產業之 FTIR 量測技術，進行 PFCs 的 d_i 值及 U_i 值實場量測(圖 27)。目前國內高科技產業計算 PFC 排放量的方式係依照聯合國 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 所公佈之 Tier 2a Method 或 Tier 2b Method 來推估，而 Tier 3 Method 雖然亦是聯合國 IPCC 所明訂的統計方法之一，但由於需要投入大量的排放係數量測工作，在運作成本的考量下，一直未受各公司 PFCs 統計單位的重視。

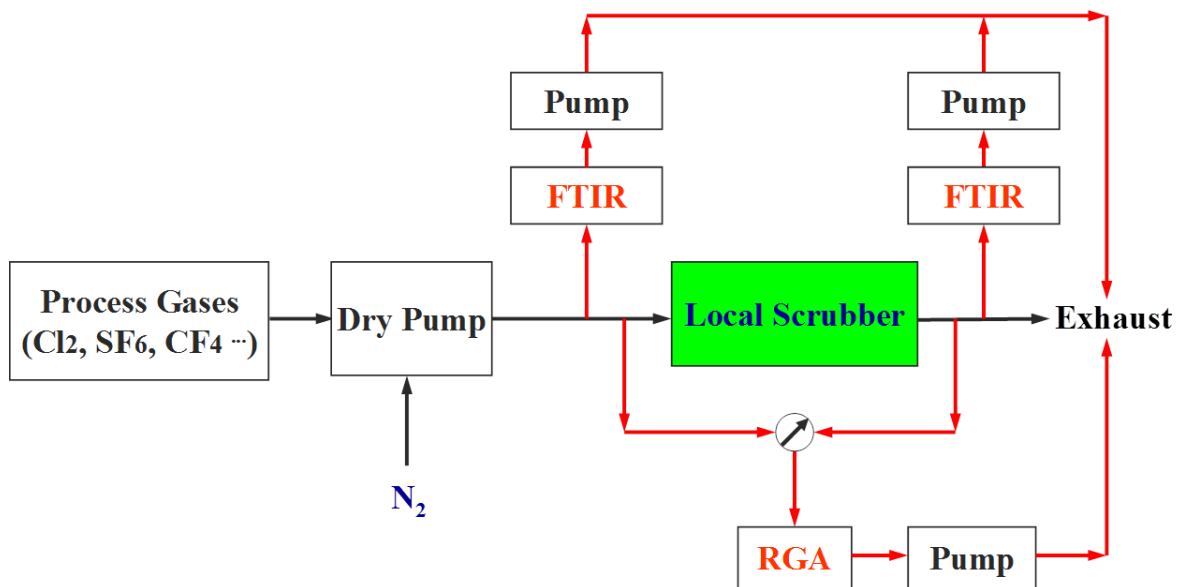


圖 27 FTIR 量測技術於科技廠現場執行測試之採樣系統配置圖

Tier 2b Method 主要優點在於各公司可使用其實測值來取代原始之設定參數值(Default Value), Default Value 主要包括 U_i 值(製程機台對 PFC_i 利用率)、 d_i 值(L/S 對 PFC_i 處理效率)及 B_i 值(PFC_i 產生其它 PFC 副產物之比例, 如 CF₄、C₂F₆...), 由於 Tier 2a 與 Tier 2b 中 U_i 及 d_i 的 default value 往往都相對低於實測值, 因此以實測值代入 Tier 2b 估算排放量會較以 default value 代入 Tier 2a 及 Tier 2b 更加接近真實(較低)之排放值。

本次研究於力晶科技 Fab P2 實場量測之製程機台 U_i 值(= 0.943)、L/S 的最佳 d_i 值(= 0.994)以及製程產生其它 PFC 副產物的 B_i 值(由於過程中 NF₃ 經製程解離後不會產生如 CF₄、C₂F₆... 等 PFC 副產物, 因此 B_i 之實場量測值=0), 代入 Tier 2b Method 作計算後, 並與以 default value ($U_i = 0.98$, $d_i = 0.95$, $B_{i(CF_4)} = 0.02$) 代入計算之結果比較, 可得到如表 12 所示之 PFCs 排放推估減量效益。由表 12 中數據顯示, 若以實場量測值取代 IPCC 公告係數值進行廠內溫室氣體 NF₃ 排放量計算, 則該製程使用之 NF₃ 其排放量估算值可再減少 81.6 %。

表 12 PFCs 排放推估減量效益

IPCC method	PFCs	GWP _i	GWP _{CF4}	d _{CF4}	default value (IPCC)				the measured value (CMS/ITRI)				the performance of PFCs emission reduction { 1- (b / a) }
					U _i	d _i	B _i	(1-U _i)(1-d _i) (GWP _i) + (B _i)(1-d _{CF4}) (GWP _{CF4})a	U _i	d _i	B _i	(1-U _i)(1-d _i) (GWP _i) + (B _i)(1-d _{CF4}) (GWP _{CF4})b	
Tier 2b	NF ₃	17200	7390	0.9	0.98	0.95	0.02	31.98	0.943	0.994	0	5.88	81.6 %

註1：PFC_i排放量 = (1-h)Σ_p(PFC_{i,p})[(1-C_{i,p})(1-a_{i,p}•d_{i,p})(GWP_{i,p})+(B_{i,p})(1-a_{i,p}•d_{CF4,p})(GWP_{CF4})]

(2) 研發成果：天然氣氣體成分濃度量測技術建置

本研究參考 ASTM D1945-03 與 CNS 13275 技術文件標準使用氣相層析儀(GC/TCD、GC/FID)建置 C₁ ~ C₆ 天然氣氣體成分濃度量測技術。本系統於成分濃度量測過程採用單點濃度比對方式執行量測，並且遵守 CNS 13275 標準所述原則「標準氣體內各主成分濃度與相對之試樣成分濃度應相近，須不小於試樣成分濃度之 1/2，亦不大於 2 倍」。本系統氣體成分濃度量測範圍如表 13 所示

表 13 系統量測濃度範圍

氣體成份	濃度 (mol/mol)
N ₂	(0.01 至 100) × 10 ⁻²
CO ₂	(0.01 至 20) × 10 ⁻²
CH ₄	(0.1 至 95) × 10 ⁻²
C ₂ H ₆	(0.1 至 10) × 10 ⁻²
C ₃ H ₈	(0.1 至 10) × 10 ⁻²

iso-C ₄ H ₁₀	(0.01 至 1.0) × 10 ⁻²
n-C ₄ H ₁₀	(0.01 至 1.0) × 10 ⁻²
neo-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 0.2) × 10 ⁻²
iso-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 0.3) × 10 ⁻²
n-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 0.3) × 10 ⁻²
C ₆ H ₁₄ isomers	(0.01 至 0.1) × 10 ⁻²

本系統亦可針對天然氣與雙成分氣體鋼瓶進行成分濃度驗證，其相對應之規格如表 14 所示。

表 14 本系統適用之雙成分混合氣體濃度驗證範圍

待校件名稱	規 格
CO ₂ /N ₂	CO ₂ : (0.1 至 16) × 10 ⁻² mol/mol
CH ₄ /N ₂	CH ₄ : (0.1 至 10) × 10 ⁻² mol/mol
C ₃ H ₈ /N ₂	C ₃ H ₈ : (0.1 至 10) × 10 ⁻² mol/mol

執行天然氣氣體成分濃度量測時使用之儀器主要包含 GC-TCD/FID 與自動化天然氣進樣分析裝置，如圖 28。其中自動進樣系統可進行系統評估時 GC-TCD/FID 偵測器之線性查核，取代 CNS 13275 文件所使用之 U 型水銀壓力計，並且可於氣體鋼瓶濃度驗證時連接多瓶氣體鋼瓶，自動化執行不同氣體鋼瓶的進樣切換與分析。

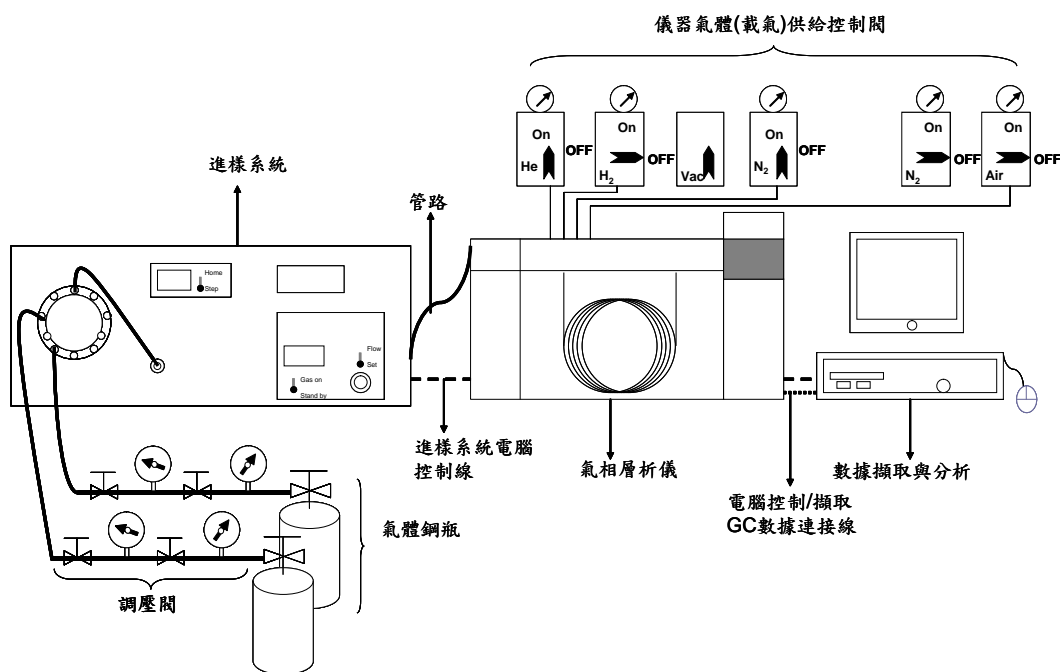


圖 28 量測系統組成示意圖

量測作業程序採用標準氣體鋼瓶 (R) 與待校氣體鋼瓶 (S) 交叉比對方式進行，共執行交叉比對 3 次，順序如下： $R_1 \rightarrow S_1 \rightarrow R_2 \rightarrow S_2 \rightarrow R_3 \rightarrow S_3$ ，其中 R 代表標準氣體鋼瓶；S 代表待校正氣體鋼瓶。每次序氣體鋼瓶量測取 3 次連續讀值之平均值作後續數據分析。待測樣品成分濃度校正之量測模式參考 ASTM D1945-03 建立，各成分莫耳濃度計算公式如下：

$$C_S = \bar{r} \times C_R \quad (11)$$

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3} \quad (12)$$

$$r_i = \frac{B_{Si}}{B_{Ri}}, \quad i = 1, 2, 3 \quad (13)$$

其中

C_S ：待校件氣體鋼瓶中某一成分之濃度；

C_R ：標準件氣體鋼瓶中某一成分之濃度；

\bar{r} ：待校件與標準件某一成分積分面積比之平均值；

r_i ：待校件與標準件某一成分第 i 次積分面積比值；

B_{Si} ：待校件中某一成分第 i 次積分面積 3 次連續讀值之平均；

B_{Ri} ：標準件中某一成分第 i 次積分面積 3 次連續讀值之平均值；

各成分濃度由分析數據之積分面積運算所得，量測所得各成分濃度為未正規化濃度，參考 CNS 13275 以及 ASTM D1945-03 所述「未正規化濃度總合應介於 $(99.0 \sim 101.0) \times 10^{-2} \text{ mol/mol}$ 之間」，若量測結果未正規化濃度總合在此界限範圍之外，則須確認儀器及各系統條件狀態是否正常，待系統確認無誤後再重新執行校正。

各成分未正規化濃度須執行正規化計算，各成分正規化濃度總合應為 $(100.0) \times 10^{-2} \text{ mol/mol}$ 。其各成分正規化濃度計算公式如下。

$$C_s^* = 100 \times \left(\frac{C_s}{\sum C_{\text{total}}} \right)$$

C_s^* ：某一成分正規化濃度 (10^{-2} mol/mol)

C_s ：某一成分未正規化濃度 (10^{-2} mol/mol)

$\sum C_{\text{total}}$ ：各成分未正規化濃度總和 (10^{-2} mol/mol)

由量測模式中式(11)可知，本系統之量測不確定度貢獻主要有二項來源，為量測積分面積之平均值(\bar{r})及標準件濃度(C_R)所貢獻的不確定度，其中量測平均值之不確定度為重覆量測的變異。經不確定度評估，本量測技術於信賴水準為 95 % 之各成分的量測能力整理如表 15 所示。

表 15 天然氣各成分系統能量及相對不確定度

氣體成份	濃度 (mol/mol)	相對擴充不確定度 (%)
N ₂	(0.01 至 100) × 10 ⁻²	0.19
CO ₂	(0.01 至 20) × 10 ⁻²	0.50
CH ₄	(0.01 至 100) × 10 ⁻²	0.20
C ₂ H ₆	(0.01 至 100) × 10 ⁻²	0.41
C ₃ H ₈	(0.01 至 100) × 10 ⁻²	0.51
iso-C ₄ H ₁₀	(0.01 至 10) × 10 ⁻²	0.51
n-C ₄ H ₁₀	(0.01 至 10) × 10 ⁻²	0.51
neo-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 2) × 10 ⁻²	1.20
iso-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 2) × 10 ⁻²	0.81
n-C ₅ H ₁₂	(0.01 至 2) × 10 ⁻²	0.80
n-C ₆ H ₁₄	(0.01 至 2) × 10 ⁻²	1.27

綜合以上研究成果，本研究建立天然氣成分濃度與雙成分混合氣成分濃度驗證技術，其系統量測能量為 mmol/mol 濃度等級，且依據不同成分濃度其量測相對擴充不確定度為 0.19 % ~ 1.27 %。大部分成分濃度之相對擴充不確定度皆在預期目標 0.5 % ~ 1.2 % 之間，唯在 n-C₆H₁₄ 仍有可精進之處，除了所使用標準氣體的相對擴充不確定度已達 1.0 % 以外，量測技術本身尚未利用火焰離子偵測器作為訊號來源，因此由重複量測所評估之標準不確定度較其他成分偏高，此問題預期將可藉由改用火焰離子偵測器進行低濃度烷類分析而獲得解決。

(3) 研發成果：溫室氣體驗證參考物質配製技術評估

由國際標準組織氣體分析工作小組 ISO TC 158 之建議，依據靜態重力法 (Static Gravimetric Method) 進行不同成分氣體之氣瓶充填後，以秤重質量及氣體分子量估算氣體莫耳數、及各成分氣體莫耳分率 (mol/mol)，可為參考混合氣體濃度表示法。

本研究參考 ISO 6142: 2001 利用靜態重力法執行高壓氣瓶氣體充填技術研究，並使用 Mettler Toledo-PR10003 上皿式天平（圖 29）進行氣瓶氣體充填質量量測，作為未來國家實驗室建置混合氣體充填質量量測操作程序參考。

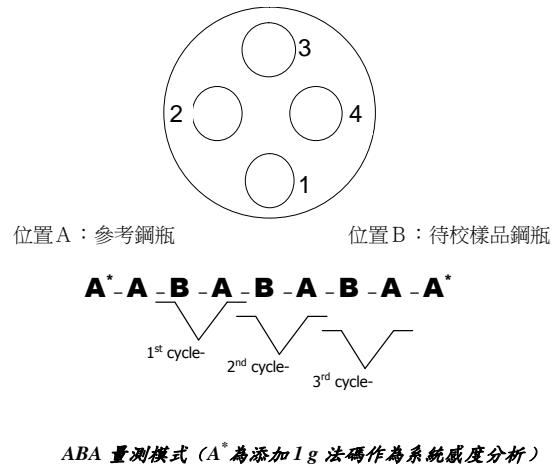


圖 29 PR10003 質量直讀儀

圖 30 質量秤重 ABA 替代模式說明

執行質量量測時，利用 ABA 替換模式（ABA substitution method）由天平讀出參考氣瓶與樣品氣瓶質量（圖 30），運用於氣體充填配製技術的建置時，可進而推算出樣品氣瓶於氣體充填前後之質量差值。所運用之氣瓶質量量測模式有二：

- a. 使用補償法碼將參考氣瓶與樣品氣瓶的質量控制在 1 g 的差異內，此方法需執行法碼的定期校正，且在每次質量量測程序中，需利用 1 g 法碼進行天平的感量測試。
- b. 使用已校正天平執行氣瓶質量的直接量測，量測過程不使用補償法碼。

兩種量測模式之特點與差異綜合分析如表 16 所示。本研究完成兩種量測模式建立以後（量測流程如圖 31），並進行氣體充填質量的估算與量測不確定的評估分析，用以規劃下年度執行氣瓶質量量測時，相關使用設備之校正允收標準。

表 16 不同氣瓶質量量測模式之特點比較

	質量量測模式 1	質量量測模式 2
操作特點	<ul style="list-style-type: none"> • 量化成果說明添加補償法碼 (Tare Mass) 使樣品氣瓶與參考氣瓶的質量差異控制在 1 g 以內 • 所使用的法碼必須定期送校並建立管制圖等記錄 	<ul style="list-style-type: none"> • 無須使用補償法碼
	<ul style="list-style-type: none"> • 每次質量量測時，系統均須以 1 g 的已校正法碼進行質量量測差值的修正 	<ul style="list-style-type: none"> • 無須使用 1 g 的感量法碼
	<ul style="list-style-type: none"> • 所使用的法碼必須進行定期校正 • 天平必須建立使用管制圖等記錄 	<ul style="list-style-type: none"> • 天平必須進行定期校正 (以 NML 校正追溯之法碼執行)，且建立使用的管制圖等記錄
	<ul style="list-style-type: none"> • 需利用系統環境條件的監控結果進行空氣密度的計算，以便執行空氣浮力修正項評估 	<ul style="list-style-type: none"> • 需利用系統環境條件的監控結果進行空氣密度的計算，以便執行空氣浮力對於質量量測不確定度的貢獻
量測不確定度評估參數	<ul style="list-style-type: none"> • 環境溫度 (空氣密度計算參數之一) • 環境相對濕度 (空氣密度計算參數之一) • 大氣壓力 (空氣密度計算參數之一) • 法碼體積 • 法碼質量 • 讀值量測重複性 (系統穩定度綜合評估) 	<ul style="list-style-type: none"> • 環境溫度 • 環境相對濕度 • 大氣壓力 • 讀值量測重複性 (系統穩定度綜合評估)

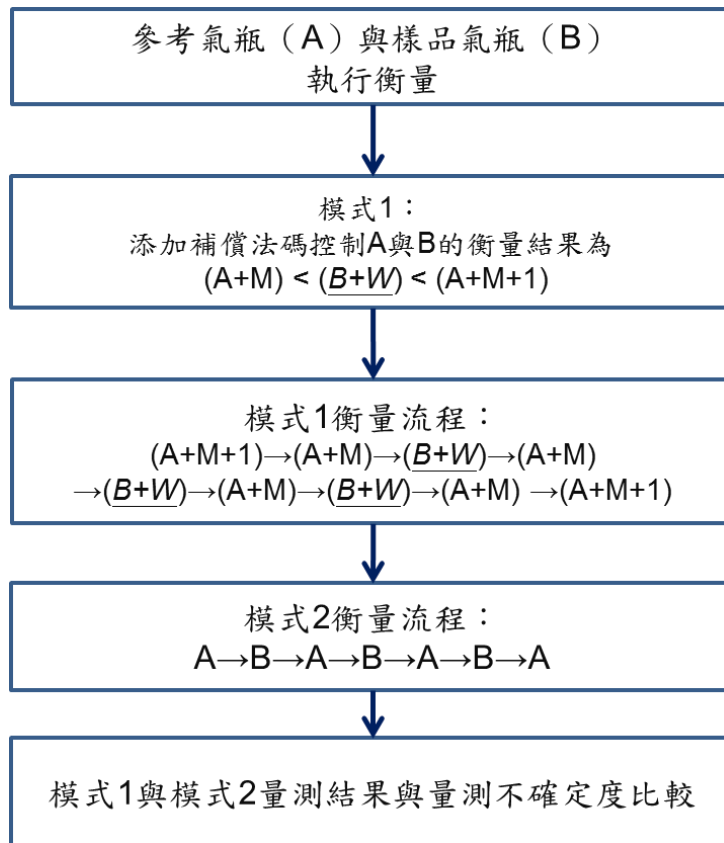


圖 31 氣瓶質量量測流程圖

質量量測模式 1 設定參考氣瓶與待校樣品氣瓶在量測過程之質量差在 1.0 g 以內。本研究依據 ISO 6142:2001 所陳述之方法，逐項探討氣瓶秤重的不確定度來源，以建立氣體充填質量之不確定度評估方程式。樣品氣瓶質量與參考氣瓶質量之差異之運算公式如下所示：

$$(m_S + M - \rho_a V_M) - (m_R + W - \rho_a V_W) = \delta \quad (14)$$

$$\delta = (m_S + M) - (m_R + W) - [\rho_a (V_M - V_W)] \quad (15)$$

當以 1 g 之感量法碼確認 $(m_S + M)$ 與 $(m_R + W)$ 量測區間的線性靈敏度，則公式應修改為

$$\delta = \frac{(m_S + M) - (m_R + W)}{a} - [\rho_a (V_M - V_W)] \quad (16)$$

其中

ρ_a 空氣密度 $(V_M - V_W)$ 為空氣浮力修正項

m_S ：樣品氣瓶的質量

m_R ：參考氣瓶的質量

M ：樣品氣瓶使用之補償法碼的質量

V_M ：補償法碼 M 的體積

W ：參考氣瓶使用之補償法碼的質量

V_W ：補償法碼 W 的體積

ρ_a ：空氣密度

δ ：修正後的天平讀值差

a ：1 g 感量法碼之天平測試讀值與校正值的比值

由上式可知，氣瓶秤重量測系統之不確定度來源為：

- 天平量測之不確定度
- 法碼本身之不確定度
- 空氣浮力造成的不確定度

其量測不確定度來源之評估方式詳述於技術研究報告「靜態衡量配製技術可行性評估」（工研院技資編號：07-3-A1-0172-01），模式 1 之量測不確定度分量表摘要如表 17 所示

表 17 氣瓶秤重之量測不確定度分量表__模式 1

不確定度源	不確定度 評估模式	靈敏係數	標準不確定度 u
A. 量測過程			
◎ $u(\delta)$ _量測重複性	A	a	$a \times u(\delta)$
◎ u_1 _天平讀值	B	1	參考天平校正研究報告[10.3]
◎ $u(a)$ _1 g 感量法碼讀值	A	$(1 + \rho_a \times (V_M - V_W))$	$(1 + \rho_a \times (V_M - V_W)) \times u(a)$
B. $u(M)$ _樣品氣瓶補償法碼	A	1	$u(M)$
C. $u(W)$ _參考氣瓶補償法碼	A	1	$u(W)$
D. 浮力效應			
◎ $u(\rho_a)$ _空氣密度	A	$(a \times (V_M - V_W))$	$(a \times (V_M - V_W)) \times u(\rho_a)$
◎ $u(V_M), u(V_W)$ _法碼體積	B	$(a \times \rho_a)$	$(a \times \rho_a) \times \sqrt{u^2(V_M) + u^2(V_W)}$

量測模式 2 不使用補償法碼，因此樣品氣瓶質量與參考氣瓶質量之差異之運算如公式(4)所示：

$$(m_{S_i} + m_{c,S_i}) - (m_{R_i} + m_{c,R_i}) = \delta_i \quad (17)$$

上式中

m_S ：待校樣品氣瓶的質量讀值

m_R ：參考氣瓶的質量讀值

$m_{c,S}$ ：待校樣品氣瓶的質量讀值修正量

$m_{c,R}$ ：參考氣瓶的質量讀值修正量

δ ：待校樣品氣瓶與參考氣瓶質量差

量測模式 2 所需考量之氣瓶秤重量測系統之不確定度主要來源為：天平量測之不確定度。其不確定度分量來源如表 18：

表 18 氣瓶秤重之量測不確定度分量表_模式 2

不確定度源	不確定度 評估模式	靈敏係數	標準不確定度 u
◎ $u(\delta)$ _量測重複性	A	1	$u(\delta)$
◎ u_1 _天平讀值	B	1	參考天平校正研究報告

本研究利用兩種氣瓶質量秤重模式進行氣體充填質量之量測，結果如下所示：

	氣體充填質量	量測組合不確定度
模式 1	542.517 g	0.063 g
模式 2	542.549 g	0.088 g

以實驗室比對之常用結果判定公式（如下）進行兩種量測模式之結果比較，

$$E_n = \frac{w_1 - w_2}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}} \quad (18)$$

其中， w_1 與 w_2 代表模式 1 與模式 2 之氣體充填質量量測值， U_1 與 U_2 代表模式 1 與模式 2 之氣體充填質量量測擴充不確定度。由上表的結果可計算得其 E_n 絕對值小於 1，表示兩個量測模式的結果具一致性。

本研究利用不同衡量模式進行氣體充填質量量測，分析不同模式之主要量測不確定度誤差來源說明如下，並依此建議氣體充填質量量測使用設備之校正允收規格：

1. 量測模式 1 為依據 ISO 6142: 2001 所建立之量測模式，量測模式 2 參考 A-B-A 量測模式建立較為簡單（不需添加補償法碼）量測程序。結果顯示，量測模式 2 與量測模式 1 之結果一致，

因此本研究建議未來執行氣體充填質量量測可採取量測模式 2 之作法。

2. 使用量測模式 2 時，天平須定期執行校正，若僅使用特定等級法碼的最大允許誤差（The Maximum Permissible Error, δ ）來決定其質量不確定度，根據「電子式天平 PR10003 評估報告」之結果發現，法碼的質量不確定將佔 95 % 以上之不確定度貢獻來源。因此，若系統採取天平自校程序，則建議比照量測模式 1 使用 E2 等級法碼，且定期送至國家實驗室執行校正。
3. 模式 1 所使用 500 g 質量補償法碼校正結果的擴充不確定度為 0.025 mg，模式 2 所使用 500 g 質量法碼的擴充不確定度評估值為 0.0025 g，兩者相差達 100 倍。由此結果建議：未來系統所使用之 1 kg 至 10 kg 法碼校正的允收標準應比照 OIML R111 之規範要求或是以國家實驗室之既有質量校正能量為訂定原則。

由理論計算結果顯示，實驗室溫度介於 (20 ~ 23) °C，大氣壓力介於(1000 ~ 1020) hPa，相對濕度介於 (40 ~ 60) %RH，本系統之空氣密度變化小於 0.0392 kg/m³。在氣體充填質量為 10 g 至 700 g 的情況下，空氣浮力效應所衍生之量測不確定度約為 4.0 mg，對於運算結果並無顯著影響。本次實驗測試過程中，均維持環境溫度，相對濕度，以及大氣壓力變化的監測，結果佐證上述理論假設。因此，建議本系統所使用之環境條件監測設備應定期送校，且根據校正報告顯示之結果，修正監測設備之器示值，建立系統操作之器示容許環境條件規格。本計畫 FY103 技術建置完成後，與國際標準發展之技術規格比較如表 19 所示。

表 19 國際標準發展與技術現況比較表(能源化學分項)

技術或量測系統名稱	技術領先國家現況	國內目前技術狀況	執行後預估完成狀況	產業需求狀況
FY101-FY103 溫室氣體原級計量標準	包括美國 NIST、日本 NMIJ、韓國 KRISST、等標準實驗室均已具有 PFCs 氣體成份分析與標準氣體配製技術。100 ~ 5000 $\mu\text{mol/mol}$ 之 SF_6 之計量標準系統的相對擴充不確定度為 0.5~1.5 %。	二級實驗室已具備檢測分析技術。但，分析設備所使用之校正用參考氣體與 FTIR 參考圖譜不具備計量追溯性；實驗室間難能取得量測結果的一致性。	建立國內 PFCs 計量追溯系統。 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SF_6 計量標準系統的相對擴充不確定度為 0.5~1.5 % (依濃度而異)。	<ul style="list-style-type: none"> • PFCs 碳排減量評估與盤查所需之檢測作業品保程序與技術規範。 • FTIR 光徑校正標準氣體濃度驗證服務。 • 溫室氣體減量評估設備內建具準確度之濃度比對用標準圖譜。 • 溫室氣體盤查中有關不確定度之諮詢服務。
FY101-FY103 低碳潔淨 能源氣體成份濃度計量標準系統	目前世界各國，包含：NIST，VSL，NMIJ，KRISST，LNE，NPL 均具備有天然氣 6 成份以上原級計量標準系統。 60~95 % CH_4 以及 2~20 % C_2H_6 之相對擴充不確定度小於 0.5 %。	目前並無完整技術可以進行天然氣組成份的全量計量及熱值評估；各實驗室所引用的熱值計算國際標準不一致。	建立國內天然氣計量標準追溯系統及具共識且一致化的熱值評估模式。60~95 % CH_4 以及 2~20 % C_2H_6 之相對擴充不確定度小於 0.5 %。	天然氣產業對於熱值計量不確定度評估品質的要求逐年提升，但國內目前有關低碳能源之供需雙方所使用的計量標準不一，而國內目前亦無相關技術系統及計量追溯體系可支援產業解除交易紛爭（如：台灣中油公司與台電，台灣中油公司與工業用戶）。

2. 後續工作構想及重點：

延續 101 年度之技術成果，本計畫將在 FY102-FY103 完成溫室氣體原級計量標準與天然氣原級計量標準的建置；其內容包含：

- (1) 參考 ISO Guide 34: 2009 General requirements for the competence of reference material producers 建置驗證參考物質配製技術及其品質管理系統
- (2) 參考 ISO 6143: 2001 Comparison methods for determining and checking the compositions of calibration gas mixtures 建置驗證參考物質濃度檢驗技術及其品質管理系統

在溫室氣體部分，根據 101 年度所完成之「製程氣體 LCA 計量需求實證評估」，102 年度將進行配製的驗證參考物質為 100 $\mu\text{mol/mol}$ 以上濃度之 CF_4/N_2 以及 SF_6/N_2 ，並利用傅立葉紅外光譜儀建置濃度檢驗量測技術。在天然氣部分，102 年度將首先嘗試配製 CH_4 濃度達 80 cmol/mol 以上之多成分混合氣體 ($\text{CH}_4/\text{C}_2\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8/\text{N}_2/\text{CO}_2$)，並前往荷蘭國家計量標準研究機構 VSL 進行短期研究，研習合成天然氣（達 10 成分）之驗證參考物質配製技術，以利於 103 年度完成天然氣原級計量標準的建置。

產業技術服務方面，規劃重點如下：

(1) 製程氣體濃度驗證技術服務規劃：

目前半導體、面板、太陽能及 LED 等現代高科技及綠能產業，所使用之製程氣體多數為具高毒性/反應性/爆炸性氣體 (Cl_2 、 F_2 、 H_2 ...)，以及高潛勢之溫室氣體 (CF_4 、 SF_6 、 NF_3 ...)，並且為了達到較高的精密度與良率，在產品製造過程中常會使用到如蝕刻、化學氣相沉積、離子植入等高能量製程，而原物料經高能作用及複雜之物理化學反應，除了未完全使用之製程氣體外，往往會產生更多具毒性、腐蝕性、爆炸性之製程廢氣。如圖 32 所示，製程廢氣會經由機台後端真空幫浦抽引進入尾氣處理設備 (Local Scrubber)，之後沿著次排氣管、主排氣管再進入中央處理設備 (Central Scrubber)，最後排入大氣中，倘若這些尾氣處理設備處理效能不佳，危害性氣體就會沿著煙道排放進入廠區周界，影響空氣

品質及產生溫室效應等環境問題，甚至部份會經由空調系統進入廠內，影響作業環境及製程良率。因此，本計畫將規劃利用傅立葉紅外光譜儀（Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR）氣體分析技術，以及殘氣分析質譜技術（Residual Gas Analyzer, RGA），搭配計畫研製之參考物質，提供科技產業實場製程氣體濃度驗證服務需求。

FY102 預計將透過與英國 Local Scrubber 製造商 Edwards 公司的合作，進入國際半導體大廠台積電進行技術服務，規劃項目如下：

- a. 進行 Local Scrubber 的效能驗證，協助國內高科技產業有效減少危害物質及碳的排放。
- b. 以具追溯性之參考物質進行製程氣體濃度驗證，協助國內產業所稱之碳排減量具一致性及國際等同性。
- c. 進行 Local Scrubber 的操作最佳化評估，在降低操作成本（如減少燃燒式 Local Scrubber 的燃料使用量）的狀況下，仍可維持一定的處理效能（如 PFC 的去除效率達 95 % 以上、爆炸性氣體 H₂ 的排放濃度低於 1/4 爆炸下限...等廠內工安環保要求）。

(2) 「低碳能源氣體濃度量測系統」建置：

配合天然氣成分濃度量測程序的建立，FY102 將針對系統量測不確定度之影響參數進行進一步評估，並完成評估報告。於後，提報經濟部申請於國家度量衡標準實驗室建置「低碳能源氣體濃度量測系統」，並完成系統查驗以及校正服務之公告。在天然氣濃度驗證服務上，預計可提供包含台灣中油公司以及台灣電力公司轄下超過 30 支標準氣體的定期濃度驗證服務，以建立其天然氣熱值監測設備的計量追溯性，確保量測結果的準確度（Accuracy）與可比較性（Comparability）。而雙成分混合氣體濃度的驗證服務則可以協助國內混合氣體配製廠，檢測實驗室完成工業排放管制氣體濃度的計量追溯。

(3) 國際比對申請規劃：

從 FY102 開始將與民生化學計畫進行國際比對之整體規劃，明年度預計參與由韓國 KRISS 主辦的兩項參考物質配製與分析能力之國際比

對活動，分別為 2000 $\mu\text{mol/mol}$ 的 CO_2 in N_2 (APMP.QM-S4) 以及 2000 $\mu\text{mol/mol}$ 的 CH_4 in N_2 (APMP.QM-S5)，預計參與比對之國家實驗室有 CMS/ITRI(台灣)、A*STAR(新加坡)，以及 UME(土耳其)。比對之規劃時程表如下。

- 2013/02: KRISS 將比對用參考氣體鋼瓶寄送至各參與比對單位。
- 2013/03: 將分析比對結果回傳至 KRISS。
- 2013/04: 將比對用參考鋼瓶回寄至 KRISS。
- 2013/05: KRISS 針對比對用參考鋼瓶進行第二次濃度分析驗證。
- 2013/06: KRISS 公布比對結果 (Draft A report)。
- 2013/07: KRISS 公布比對結果 (Draft B report)。

(二) 量化成果說明

1. 專利申請 1 件

- 容器自動清洗充填系統及其控制方法，申請案號：101143922

2. 會議論文 1 篇，國外研討會 1 篇

- 校正用混合氣稀釋配製技術之誤差來源分析與不確定度評估，林采吟，黃焜坤，第 26 屆環境分析化學研討會。
- PFC 處理設備燃料使用量最佳化評估，鄭瑞翔，林采吟，10th APMP/TCQM GAWG KRISS, Korea, May 21-25, 2012。

3. 國內期刊 1 篇

- 「氣體純度鑑定技術於製程氣體供需交易之實務應用」，林采吟，徐繹翔，量測資訊雙月刊。

4. 技術報告 6 份

- 天然氣體成分之濃度校正程序，段靜芬，黃焜坤，林采吟。
- 電子式天平 PR10003 評估報告，林以青。
- 靜態衡量配製技術可行性評估，林采吟，林以青。
- 製程氣體利用率與排放處理效能評估，鄭瑞翔。

■ 氣體配製分析技術及系統操作工安訓練報告，鄭瑞翔。

■ 製程氣體 LCA 計量需求實證評估，鄭瑞翔。

5. 訓練報告 1 份

■ 出國訓練報告...氣體計量技術，林采吟。

(三) 技術創新及突破瓶頸之處

1. 自動化高壓氣瓶衡量裝置設計與運用

本年度能源化學分項參考國外國家實驗室之鋼瓶自動化秤重系統，自行客製化設計與製作一套可以執行氣瓶質量自動量測的裝置（如圖 32 所示）。



圖 32 氣瓶質量自動量測裝置

此系統功能若購自韓國國家實驗室或是荷蘭國家計量標準研究院，設備投資金額需達 300 至 500 萬新台幣。目前由技術團隊所設計完成的機構雛形已初步具備等同之運作功能，估計未來透過專案計畫的執行，將於國家標準實驗室自製開發氣瓶之自動化質量量測系統，且系統可依據不同尺寸及質量的氣瓶進行客製化設計。預計系統開發與製作的成本僅需 100 至 150 萬新台幣。

2. 自動化天然氣進樣分析裝置設計

除建立天然氣量測技術外，依據 CNS 13275 技術文件標準需建立真空進樣裝置，以針對氣相層析儀偵測器之線性評估，CNS 13275 技術文件既有之進樣系統如圖 33 所示。於本計畫中將設計一款創新之進樣裝置，其示意圖如圖 34 所示：

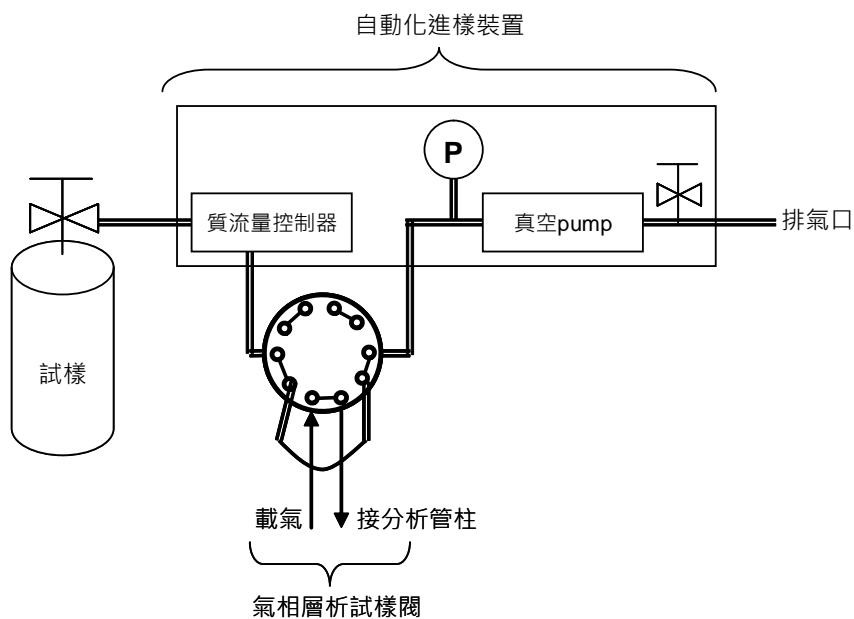


圖 33 自動化進樣分析裝置配管示意圖

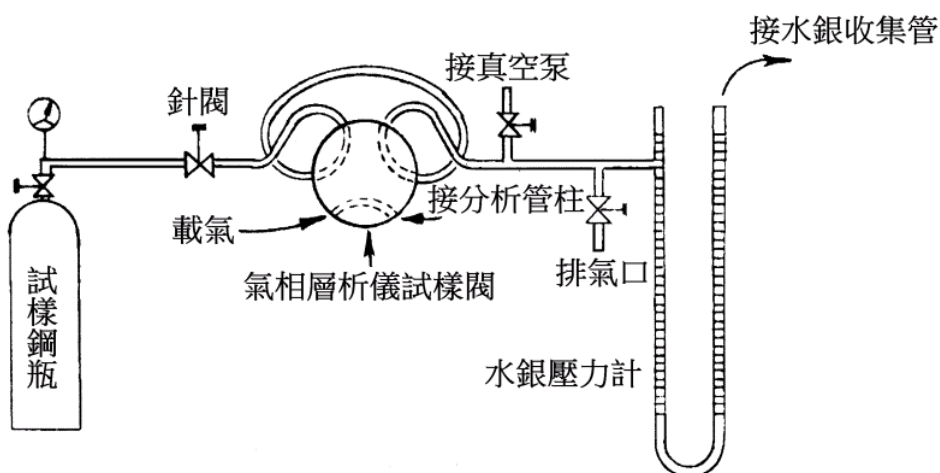


圖 34 CNS 13275 技術文件真空進樣裝置配管示意圖

自動化進樣分析裝置具備之特點：

- (1) 以數位壓力計取代U管型水銀壓力計，增進壓力讀值閱讀便利性，並可避免與水銀接觸，唯數位式壓力須進行校正。
- (2) 真空進樣時，藉由進樣裝置之閥件控制真空pump抽引速率，可便利調控試樣於試樣閥之壓力，進行偵測器之線性評估。
- (3) 試樣以持續流方式通入試樣閥件區，進行管路清洗，減低人員操作時間，並可減低管路清洗期間，外氣進入試樣管路機會。
- (4) 進樣裝置具備試樣進樣流量控制與可程控之自動化試樣切換動作，用以控制試樣分析順序，可使試樣穩定通入。

3. 自動化容器清洗充填及其控制方法設計

本年度能源化學分項進行專利申請一項「容器自動清洗充填系統及其控制方法」，該專利係以一壓力量測裝置，量測一管路壓力，並將壓力值傳送至一控制單元，並以一排氣裝置，將管路及至少一容器內之填充氣體排出。該系統再以一低真空以及一高真空抽氣單元將管路以及儲存容器內之壓力調至高真空或低真空狀態。該容器清洗充填系統控制方法，可預先設定該系統之操作程序，並可依該充填氣體種類，設定適當之清洗充填程序。技術創新之處為在該系統中連結一分析設備，可即時分析該容器充填氣體之不純物含量以及容器清洗之潔淨度，並於容器清洗與氣體充填完畢之後，進一步出具充填氣體之分析報告。本項技術可應用於國內中小型氣體廠建置高壓氣瓶清洗系統，系統特點為利用不純物分析訊號迴饋控制氣瓶的清洗程序，假設原設定之清洗程序需要三個循環，若完成第二次循環清洗後，分析訊號顯示氣瓶潔淨度已經符合產品規格要求，則控制單元將產生一個控制訊號停止清洗動作，達到節能的功效。

4 製程廢氣處理設備燃料使用節能驗證技術

科技產業目前所使用的製程廢氣處理設備，大致上可分為電熱觸媒式、電熱式、電漿式及燃燒式，其中以燃燒式最為被廣泛應用，原因為其具有可處理大量製程尾氣，以及極佳的 PFCs 處理效率等特性，但缺點為在使用過程中往往會耗用大量的天然氣燃料，以目前全球天然資源匱乏，油、電、天然氣等民生工業必要燃料持續上漲的情況下，為樽節營運支出，科技產業均已開始正視該如何降低廢氣操作處理成本，但仍可維持有效的廢氣處理效能。

有鑑於此，於本年度計畫中，即以台灣高科技廠力晶科技為示範單位，使用兩台 FTIR，在不同的處理設備操作條件下，進行處理效率測試及燃料使用量最佳化評估，(現場量測方式如圖 27 所示)，藉由此量測可以決定兩項重要的溫室氣體排放係數，包括製程機台對 PFC 的利用率(U_i 值)、L/S 對 PFC 的處理效率(d_i 值)。

另一方面，亦藉由執行處理設備 L/S 效率測試之同時，利用 FTIR 量測技術的物種線上濃度監測功能，進行 L/S 運作參數之一：燃料(天然氣)使用量的調整，成功地協助力晶科技在減少 20% 天然氣使用量的狀況下，仍可維持 L/S 對 NF_3 的高處理效能，如表 20 所示。此燃料使用節能驗證技術將可全面應用在各高科技廠，協助其降低營運成本，提升產業競爭力。

表 20 設備(L/S)燃料使用量最佳化評估結果

L/S操作條件	L/S對 NF_3 之處理效率	天然氣使用量(lpm)	天然氣減量率
O_2 :20 lpm, Air:120 lpm	> 99.4 %	15	20 %
O_2 :10 lpm, Air:120 lpm	99.3 %	12	

二、成果與推廣

(一)、推廣案例說明

本計畫針對 LED 照明產業與能源化學相關產業，共提供 36 件次技術諮詢服務，分述如下：

1. 計畫 LED 照明計量標準技術發展分項技術成果，針對對國內 LED 照明產業，提供標準燈穩定性量測技術、分光儀量測線性修正方法、積分球量測、標準燈追溯法、波長與線性度修正、分光輻射通量校正方法等諮詢服務，包括：東貝光電、光寶科技、中國電器、立德電子、交通大學等。計畫並同時對廠商進行需求初級資料收集，各廠商，分光輻射通量校正波長需求規格記錄如下表 21。

表 21 LED 廠商諮詢及技術需求表

洽談日期	需求單位/公司	技術規格需求	諮詢內容
101.01	東貝光電	分光輻射通量校正波長 (350~1100)nm	標準燈穩定性量測
101.01	光寶科技	分光輻射通量校正波長 (350~1100)nm	分光儀量測線性度修正 法
101.02	中國電器	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	標準追溯方法
101.03	立德電子	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	積分球量測特性
101.03	隆達電子	分光輻射通量校正波長 (350~830)nm	光譜儀標準追溯
101.03	億光電子	分光輻射通量校正波長 (350-1100)nm	標準追溯方法
101.04	金屬中心	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	光譜儀標準追溯
101.04	SGS Taiwan	分光輻射通量校正波長 (350-1100)nm	標準燈追溯法
101.04	岡業科技	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	標準燈追溯法
101.04	崇貿科技	Flicker量測 10 Hz~200 Hz，flicker	LED調光器之flicker效應

		效應判定規範	及量測方法
101.05	量測科技	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	積分球空間特性
101.05	五鈴光學	分光輻射通量校正波長 (380-800)nm	波長及線性度修正法
101.06	交通大學	分光輻射通量校正波長 (380-780)nm	分光輻射通量校正方法
101.09	致茂電子	LED照明之全光通量、分光輻射通量 量測技術	全光及分光輻射通量量測技術
101.09	阿瑪光電	LED照明之全光通量、色度及配光 曲線量測技術	全光及分光輻射通量量測波長驗證、線性度、光源穩定性驗證

2. 台灣超微：該公司為小型CCD光譜儀製造及研發公司，其分光響應及絕對響應須要能校正才能出貨。提供該公司之波長驗證、線性度、光源穩定性驗證諮詢及標準光源校正。
3. 致茂電子：該公司開發LED快速量測產品。需要全光通量分光輻射通量之量測特性分析及驗證。協助確認該產品是否俱有快速且正確量到LED產品全光通量及色度之能力。
4. 阿瑪光電：該公司為LED照明產品檢測設備供應商，須要提供客戶可靠準確之產品。協助其需要全光通量分光輻射通量之量測特性分析及驗證。並提供波長驗證、線性度、光源穩定性及配光曲線量測驗證諮詢。
5. 本計畫能源化學計量標準分項技術成果，FY101對國內廠商提供18件次技術諮詢服務，服務內容包括：氣體純度鑑定與量測、溫室氣體排放檢測技術、能源氣體熱值計量，並衍生相關之技術服務收入，重要技術諮詢內容說明如下，技術諮詢廠商詳如表22。

表 22 能源化學產業廠商諮詢及技術需求表

諮詢內容	需求廠商
------	------

氣體純度鑑定與量測	南亞科技、華立企業、Yamaha、亞東氣體、工研院綠能所、台灣大陽日酸
溫室氣體排放檢測技術諮詢	衡準科技、力晶科技、恆鑫科機、旺宏科技、群創、友達、華亞科技、高通
能源氣體熱值計量	台灣中油、台灣電力、國光電力、星元電力

- (1) 本計畫於FY101開始投入氣體純度分析計量技術建置，並於101年05月接獲南亞科技公司有關製程氣體CF₄之純度鑑定技術諮詢需求；目前已利用傅立葉紅外光譜分析之技術運用，成功協助南亞科技進行製程失敗之要因分析，技術運用內容包含：紅外光譜之氣體成分定性與定量，氣體濃度量測追溯概念建立，以及氣體純度量測品保制度建議方案。本計畫移轉之技術，提供南亞科技在一週內有效解決與氣體供應廠商華立企業之間的氣體純度分析疑慮(約新台幣三億的損失評估)，經由南亞科技與氣體供應商華立企業雙方協商，該技術授權運用金額130仟元，由華立企業全額支付，收入依規定比例上繳國庫。
- (2) 台灣中油：針對民營電廠質疑台灣中油天然氣配氣站監測熱值一致性問題，受邀至台灣中油彰化配氣站，與中油、星元/星能電廠進行三方討論，量測中心並於會議中提供相關問題之技術諮詢服務。星能及星元電廠提出彰化配氣站與中油永安廠天然氣熱值比較長期存在正偏差一事，雙方會議紀錄達成由量測中心協助進行定向偏差來源之要因分析。
- (3) 工研院綠能所：由於綠能所合作客戶(科技廠)有製程機台內氣體濃(純)度分析之需求，包括，氫氣、一氧化碳、二氧化碳、氮氣、水氣...等，本計畫提供綠能所氣體濃(純)度分析技術相關的諮詢服務，包括分析物種種類、濃度範圍、使用儀器等。另外得知該客戶正評估是否自行建立量測分析技術，後續將再與綠能所及該廠商針對細節進行更進一步的討

論。結案為止已經提供製程氣體中CO含量的測試分析，且分析結果發現，客戶的製程預測CO濃度值與實測值有很大的差異；因此本案之測試結果也提供客戶端有利的數據進行製程的調整。

- (4) 力晶科技：力晶科技有廠內製程(溫室)氣體處理設備效能評估之需求，因此本計畫提供力晶科技初步之量測技術諮詢服務，並且規劃後續製程(溫室)氣體排放實場測試示範服務案。此案選定廠內一台處理設備進行：(A)溫室氣體機台利用率與排放處理效率實場測試；(B)若選定之處理設備為燃燒型式，可一併進行燃料使用量最佳化評估。
- (5) 衡準科技：衡準科技有建立溫室氣體量測技術及認證實驗室之需求，因此本計畫提供衡準科技，包括產業現況及應用、量測分析方法、計量追溯等技術諮詢服務。未來兩年內，該企業將配合國家實驗室溫室氣體計量標準建置之期程，利用技術授權運用的方式，建立完成供其做實體計量追溯。

產出成果一覽表

成果項目		分項計畫		LED照明		能源化學		合計		備註
		目標	實際	目標	實際	目標	實際			
專利	申請		1	1	1	1	2		• 車用警示裝置與方法 (P07000040US) • 容器自動清洗充填系統及其控制方法 (101143922)	
	獲得									
論文	國內期刊	1	1	1	1	2	2			
	國外期刊									
	國內研討會(口頭)			0	1	0	1			
	國內研討會(書面)									
	國外研討會(口頭)			1	1	1	1			
	國外研討會(書面)									
研究報告	技術	2	3	2	6	4	9			
	調查									
	訓練	1	1	1	1	2	2			
合作研究	學術合作研究									
	業界合作研究									
	國外合作研究									
研討會	場次	1	1	0	1	1	2			
	人數(人次)	25	39	0	32	25	71			
技術論壇				1	1	1	1			
技術授權運用		目標數：1件(收入金額100仟元) 實際達成數：1件(收入金額130仟元)								
技術服務						10	36			

- 本計畫新建之國家標準「分光輻射通量標準校正系統」，101.09.03 舉行系統查驗會議，標檢局以經標四字第 10100143030 號文，同意「分光輻射通量標準校正系統」作為國家度量衡標準，公告後可對外服務。
- 論文「我國低碳能源氣體計量標準發展與產業應用現況分析」，技資編號 07-5-A1-0330，發表於「標準與檢驗月刊」將於 102.01 出刊，本計畫 FY102 該時間尚未簽約，成果以此附註方式記錄。

陸、結論與建議

- 一、本計畫建立雙懸臂式分光輻射通量標準燈校正系統，並完成不確定度評估，其可校正產業所需之分光輻射通量標準燈。相對擴充不確定度範圍 1.3 %~ 2.8 % (約 95 % 之信賴水準)，波長範圍為 350 nm 至 830 nm。待主管機關完成公告程序，即可對業界提供校正服務。量測中心並積極規劃國際比對相關事宜，使分光輻射通量校正水準達國際等同。
- 二、LED 固態照明與傳統光源在光電特性上不同，是否對人體造成新的潛在危機，有待進一步探討。照明產業尚需相關 LED 照明對健康影響之參數規格(如閃爍造成之影響)，建議可針對閃爍相關議題研究擬定標準方法保障消費者。
- 三、本計畫延續天然氣成分濃度量測技術的建立，將於 102 年度建置低碳能源氣體濃度量測系統，提供國內氣體供應商以及能源氣體濃度檢測或供需產業相關氣體濃度計量追溯服務。目前國內已針對實驗室的天然氣成分量測建立 CNS 文件標準，建議未來可參考 ISO 或是 ASTM 的技術標準，針對天然氣的線上分析系統建立量測品保的文件標準，以供作業現場的維護人員參考使用。

附 件

柒、附件

一、新台幣 5 百萬元以上(含)之儀器設備清單

無

二、國外出差人員一覽表

短期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人 員姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫之助益	出國 項次
參加會議	(1)前往 KRISS 參加第十屆 workshop of APMP/TCQM gas analysis working group (2)NML 氣體計量發展規劃報告與 2013 研討會籌辦進度說明	KRISS/韓國	101.05.17 ~ 101.05.27	林采吟	能源化學分項計畫主持人，負責分項規劃、執行與管理	蒐集國際能源產業最新發展趨勢及標準發展規劃方向，探訪技術合作之可行性，並建立合作機制。	2
發表論文	(1)溫室氣體原級參考物質配製技術研習與系統操作工安訓練 (2)參加 10 th APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop，並口頭發表研討會論文	KRISS/韓國	101.05.17 ~ 101.05.31	鄭瑞翔	FTIR 於溫室氣體之檢測實證評估	(1)瞭解 KRISS 溫室氣體原級參考物質配製方式及分析方法，以利本計畫溫室氣體原級計量標準系統之建立。 (2)瞭解目前亞太區各國國家實驗室於氣體計量技術之發展現況，並建立領域專業人脈蒐集國際趨勢，助益計畫之發展執行。	3
客座研究	進行雜光修正技術之比較，與研究 LED 分光輻射通量技術應用。	PTB/德國	101.08.30 ~ 101.11.29	陳政憲	光輻射標準追溯	本計畫所建置之國家能源計量標準，研發計量科技，產生量測標準。透過此次客座研習協助本計畫建立完成高功率 LED 標準燈研製與量測技術，以提升 LED 量測技術的核心能力，並提供國內一致追溯之基礎與應用。	1

長期訓練

無

三、專利成果統計一覽表

專利申請

項次	類別	專利名稱	官方申請日	申請國家	申請案號/專利號碼	申請人
1	發明	車用警示裝置與方法	101.02.24	美國	13/404,089	陳政憲、吳貴能、梁瑋耘、高士欽
2	發明	容器自動清洗充填系統及其控制方法	101.11.23	台灣	101143922	林采吟、鄭瑞翔、徐繹翔、黃炯坤

四、論文一覽表

研討會論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	會議名稱	作者	國家	頁數
1	校正用混合氣稀釋配製技術之誤差來源分析與不確定度評估	101.05.04	以海報方式發表	第 26 屆環境分析化學研討會	林采吟，黃炯坤	台灣	1 海報
2	PFC 處理設備燃料使用量最佳化評估	101.05.24	07-5-A1-0105	10 th APMP/TCQM GAWG KRISS, Korea, May 21-25, 2012	鄭瑞翔，林采吟	韓國	18

期刊論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	期刊名稱	作者	國家	頁數
1	LED 光量標準件之順向電壓與光量關係分析技術	101.05.01	07-5-A1-0016	量測資訊雙月刊	徐紹維 鍾宗穎 吳貴能	台灣	6
2	氣體純度鑑定技術於製程氣體供需交易之實務應用	101.11.01	07-5-A1-0296	量測資訊雙月刊	林采吟 徐繹翔	台灣	3

附註：論文「我國低碳能源氣體計量標準發展與產業應用現況分析」，技資編號 07-5-A1-0330，發表於「標準與檢驗月刊」將於 102.01 出刊，本計畫 FY102 該時間尚未簽約，成果以附註方式記錄於此。

五、研究報告一覽表

技術報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
1	天然氣體成分之濃度校正程序	101.04.03	07-3-A1-0028-01	中文	一般	段靜芬 黃炯坤 林采吟	25
2	分光輻射通量標準燈校正程序	101.05.31	07-3-A1-0073	中	一般	吳貴能	20
3	分光輻射通量標準燈評估報告	101.06.25	07-3-A1-0094-01	中	一般	吳貴能	36
4	氣體配製分析技術及系統操作工安訓練報告	101.06.26	07-3-A1-0082-01	中文	一般	鄭瑞翔	19
5	電子式天平 PR10003 評估報告	101.06.26	07-3-A1-0098-01	中文	一般	林以青	13
6	LED 元件熱阻量測及介面溫度條件控制程序	101.11.02	07-3-A1-0231-01	中	一般	吳貴能 陳政憲	10
7	靜態衡量配製技術可行性評估	101.11.15	07-3-A1-0172-01	中文	一般	林采吟 林以青	25
8	製程氣體利用率與排放處理效能評估	101.11.15	07-3-A1-0180-01	中文	一般	鄭瑞翔	24
9	製程氣體 LCA 計量需求實證評估	101.11.26	07-3-A1-0253-01	中文	一般	鄭瑞翔	10

出國訓練報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
1	出國訓練報告...氣體計量技術	101.11.13	07-1-A1-0020-01	中文	非機密	林采銀	15
2	PTB 客座研究報告-高功率LED 研究與量測	101.12.18	07-3-A1-0318-01	中文	非機密	陳政憲	100

六、研討會/成果發表會/說明會一覽表

研討會

項次	研討會名稱	日期	舉辦地點	主/協辦	參與廠家數	參加人數	備註
1	「低碳能源氣體計量標準技術與量測品保實務」研討會	101.04.02	新竹	主辦	20	32	
2	LED量測技術與設備實務研討會	101.10.16	新竹	主辦	11	39	

☑ 技術論壇

能源計量標準技術論壇

於 101.09.18 協助標檢局召開「能源計量標準技術論壇」，邀請中油、三福、南亞科技、成功大學、中央大學、工研院量測中心等產學研專家針對「氣體化學計量標準帶動國家綠色貿易發展」主題進行討論及交流，會中專家們針對下列各項議題進行熱烈探討與建言，並達成多項共識。

1. 促進能源供應公平交易之氣體計量標準需求（台灣中油）
2. 科技產業製程品管之氣體計量需求（南亞科技）
3. 氣體供應市場之量測追溯需求現況（三福氣體）
4. 標準氣體於工業排放管制之功能應用（成大永續環境科技研究中心）
5. 減碳政策推動對氣體計量標準建置的挑戰（中央大學 化學系）
6. 建置氣體計量標準追溯體系提昇產業競爭力（工研院量測中心）

綠能產業與綠色貿易的發展起源來自於全球對於能源安全、溫室效應、以及節能減碳議題的重視；除了驗證綠能產品性能所直接衍生的再生能源效益之外，未來的趨勢潮流將進一步導入產品生命週期分析及綠色製造的概念，加強重視產業上下游原物料供應與產品製程物料使用履歷，以整體評估可能被長期忽視，而隱藏於新興綠能產業供應鏈中的碳排放。

此外，行政院 2010 年「節能減碳推動委員會」首次會議，通過短、中、長期節能減碳目標，短期為 2020 年回到 2005 年水準；其中減碳配額最高、減量最大宗的是潔淨能源，低碳能源（如：天然氣）的利用。

因此站在提昇台灣重點產業競爭力的角度，經濟部標準檢驗局均應該擔任協助產業快速發展進步的推動力。今年開始委託工研院量測中心執行能源化學計量標準計畫，建立產業所需之國家級量測追溯體系，以確保我國各項氣體計量技術之研發為產業所運用，為國際社會所認同，為我國產業及經濟發展奠基。

七、中英文對照表

英文	中文
APMP , Asia Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
APMP/TCQM, Asia Pacific Metrology Programme/Technical Committee for Amount of Substance	亞太計量組織物量技術委員會
ASTM, American Society for Testing and Materials	美國材料試驗協會
CCD, Charge Couple Device	電荷耦合元件
CNS, Chinese National Standards	中華民國國家標準
DRE, Destruction or Removal Efficiency	削減移除效率
FWHM, Full Width at Half Maximum	半高全寬
ISO/TS 16949 (International Organization for Standardization/Technical Specification TS 16949 為條文名稱)	國際標準組織/技術規範
GC-TCD/FID, Gas Chromatograph-Thermal Conductivity Detector/Flame Ionization Detector	氣相層析-熱導偵測器/火焰離子偵測器
KRISS, Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
LCA, Life Cycle Analysis	生命週期分析
LNG, Liquefied Natural Gas	液化天然氣
NIM, National Institute of Metrology	中國計量科學研究院
NMIJ, National Metrology Institute of Japan	日本計量標準總和中心
PFC, Perfluorocarbons	全氟碳化物
PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt	德國聯邦物理技術研究所

八、研究成果統計表

分項計畫名稱	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		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
LED 照明計量標準技術發展分項計畫		1		1		3		1				2				18	12	1	39	1
能源化學計量標準技術發展分項計畫		1		1	2	6		1				4		1	1	18	18	2	48	1.5
合 計		2		2	2	9		2				6		1	1	36	30	3	87	2.5

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、說明會及論壇。

九、參考文獻索引

編號	資料出處
LED 照明計量標準技術發展分項	
1-1	Y Ohno, Y. Zong,2004 “NIST Facility for Total Spectral Radiant Flux Calibration”, Symposio de Metrologia.
1-2	Y Ohno, 1998. Detector-based luminous-flux calibration using the absolute integrating-sphere method Metrologia 35 473–8
1-3	Y. Zong , S. W. Brown, “Simple spectral stray light correction method for array spectroradiometers”, Applied Optics, 45, No.6, 1111-1119, 2006
1-4	CIE 1997. The measurement of LEDs, CIE Publication No.127
1-5	CIE 1989. The measurement of luminous flux, CIE Publication No.84
1-6	Y Ohno, Y. Zong,2004 “NIST Facility for Total Spectral Radiant Flux Calibration”, Symposio de Metrologia.
1-7	M. Shaw, T. Goodman, “Array-based goniospectroradiometer for measurement of spectral radiant intensity and spectral total flux of light sources”, Applied Optics, 47, No.14, 2637-2647, 2008
1-8	Y. Zong , 2008 “New practical method for measurement of high power LEDs”, CIE Expert Symposium 2008 on Advances in Photometry and Colorimetry
1-9	ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
能源化學計量標準技術發展分項	
2-1	CNS 14064 產品標準含環境考量面之指引
2-2	CNS 14064-1 溫室氣體－第 1 部：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告附指引之規範
2-3	CNS 14064-2 溫室氣體－第 2 部：計畫層級溫室氣體排放減量或移除增量之量化、監督及報告附指引之規範
2-4	CNS 14064-3 溫室氣體－第 3 部：溫室氣體主張之確認與查證附指引之規範
2-5	ASTM D1945 - 03(2010) Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography
2-6	CNS 13275 天然氣成分試驗法（氣相層析法）
2-7	ISO 6142: 2001 Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Gravimetric method.
2-8	ISO Guide 34 : 2000 General requirements for the competence of reference material producers.
2-9	OIML R 111-1: 2004 Weights of classes E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₁₋₂ , M ₂ , M ₂₋₃ and M ₃ Part 1: Metrological and technical requirements

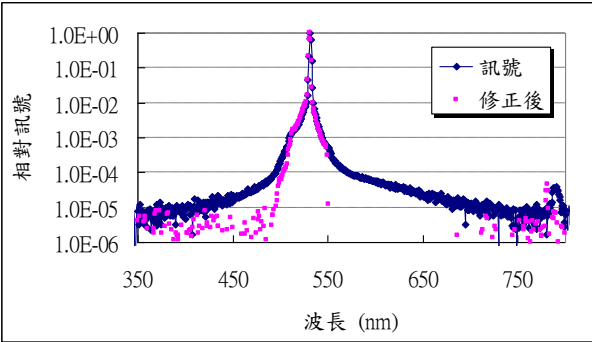
十、執行報告委員意見彙整

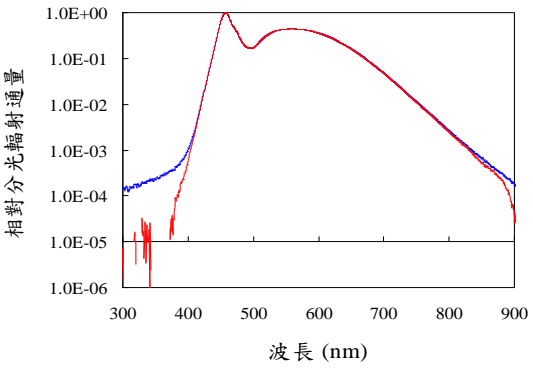
審查意見彙整表

計畫名稱：能源計量標準技術發展計畫（2/4）

101 年度 計畫審查 不定期實地稽核期中報告 期末報告

建議事項	回覆說明
A委員：	
1. 請說明計畫報告書第30頁表7所載之穩定性及再現性其百分比之物理意義為何？	<p>• 年度執行報告第30頁表7「標準燈穩定後測試結果」，穩定性(變異量)為暖燈後8小時之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。再現性(變異量)為分三天在暖燈後之光訊號讀值之光訊號變異量(最大值減最小值)除以平均值。此二項是為評估標準燈之適用程度。確保其在量測過程及不同時空下仍能重現標準量。</p>
2. 請說明計畫報告書第41頁所載之公式適用之溫度變化之範圍為何？又同頁所載之 $F(V_F)$ 及 $f(V_F)$ 不一致。	<p>• 感謝委員的指正。年度執行報告第41頁所載之$F(V_F)$及$f(V_F)$不一致，應為$f(V_F)$ 將於年度執行報告審核後修正版修正。第41頁所載之公式適用範圍為溫控座溫度(約為LED底板溫度)由20℃至60℃。</p>
3.請說明計畫報告書第69頁所載之技術服務23件之收入金額為何？	<p>• 感謝委員的詢問。本計畫目的在建立、維持及傳遞國家最高能源計量標準。對業界服務主要分二個部分：(1)技術移轉/技術服務：FY101本計畫提供氣體鑑定技術服務業界，技術移轉收入130k，依規定繳庫91k。委員所提之23件技術服務為無償服務，其過程計畫以諮詢、討論方式針對業界之標準檢測相關問題提供服務，同時蒐集業界需求資訊，以為後續系統服務參考。(2)校正服務：本計畫FY101新建之國家標準「分光輻射通量標準校正系統」，於101.09.03舉行系統查驗會議，標檢局以經標四字第10100143030號文，同意「分光輻射通量標準校正系統」作為國家度量衡標準，目前標檢局進行公告作業，預計102上半年公告完成後，對外</p>

建議事項	回覆說明
	提供校正服務。
4. 請說明專利申請「車用警示裝置與方法」是否與本計畫具關連性？	<p>• 感謝委員的提問。「車用警示裝置與方法」為本計畫分光輻射通量量測技術研發成果，該技術可同時應用在LED空間分佈以及色度分佈量測技術。本專利為執行計畫進行廠商諮詢時，廠商對於LED導光應用，需要之空間分佈以及色度分佈量測，以進行產品光色特性模擬及評估，該專利技術為計畫成果之擴充運用。</p>
B委員：	
5. 就「建立LED分光輻射通量雜光修正技術」，有關“完成光譜雜光修正矩陣，雜光影響 10^{-5} ”的部份，建議本案執行團隊宜作更清楚的說明，包括究竟是如何量測到相關數據。	<p>• 感謝委員的建議。本計畫「LED分光輻射通量雜光修正技術」之光譜雜光修正效果之驗證，是以單波長雷射進行雜光修正前後之比較。本計畫運用單波長雷射，照射分光輻射通量標準校正系統之CCD光譜儀，量測而得分光輻射訊號；如圖1藍線；該訊號經本計畫研發之雜光修正技術，修正後訊號如粉紅線。雜光訊號影響量在修正前為$10^{-4} \sim 10^{-5}$，修正後約為10^{-5}。</p> <p>圖1：雷射雜光修正比較圖</p>  <p>白光LED光譜比較雜光修正前後結果，如圖2。在300 nm~400 nm間之光譜雜光明顯降低。</p> <p>圖2：白光LED雜光修正比較圖</p>

建議事項	回覆說明
	
<p>6. 建議本案執行團隊應就如何直接量測LED介面溫度所建構的量測平台，以及如何實際運作等作一完整說明為宜。</p>	<p>• 感謝委員的提問。本計畫LED介面溫度是以順向電壓推估，目前無法直接量測，以順向電壓為介面溫度指標得出。量測方法為溫控座設定特定溫度，讓溫控座與LED(未點亮)達成此溫度之熱平衡後，再以脈衝方式點亮LED，量測此時之順向電壓值，紀錄順向電壓與介面溫度。建立一系列溫度與順向電壓列表後，找出關係式。以恆定電流點亮LED，待穩定後量測順向電壓由關係式而得出此時之介面溫度。(該技術成果，記錄於「LED元件熱阻量測及介面溫度條件控制程序」技術報告，技資編號：07-3-A1-0231-01)。</p>
<p>C委員：</p>	
<p>7.計畫內容有2分項，包括LED照明計量標準技術發展，及能源化學計量標準技術發展，依計畫書看，人力經費與技術執行良好</p>	<p>• 感謝委員的肯定。</p>
<p>8.本計畫2個分項皆在目前產業有重要性與急迫性，同時技術也在發展中，因此在各子項工作應加入國際標準發展與技術現況比較表，方能了解本計畫技術狀況。</p>	<p>• 感謝委員對計畫執行內容的肯定，本計畫將於年度執行報告審核後修正版，加入最新之國際標準發展與技術現況比較表。</p>
<p>9.LED已廣泛為使用，本計畫有作LED廠</p>	<p>• 感謝委員的肯定。本計畫將持續蒐集廠商需求</p>

建 議 事 項	回 覆 說 明
<p>商技術需求表，了解廠商需求，是一件不錯的事，反應不錯，因此有加強推廣。能源化學計量目前似以大廠商為主，是否與產業現況有關？</p>	<p>資訊，調整計畫服務內容強化推廣，致力協助產界計量技術提昇。委員所提能源化學計量的部份，本計畫FY101開始投入溫室氣體以及低碳能源氣體項目，產業服務說明如下：</p> <p>1.溫室氣體：本年度除服務南亞科技以及華立企業協助鑑定CF₄純度以外，還有包含協助台灣中小企業衡準科技股份有限公司建置溫室氣體處理性能評估測試實驗室（詳見執行報告第68頁），以及協助英商Edwards，力晶公司，昭和氣體，恆鑫科機等公司進行測試諮詢服務。</p> <p>2.低碳能源氣體：包含天然氣供需產業的技術測試與計量知識諮詢服務（台灣中油，台灣電力，以及民營電廠共計4個單位）。</p> <p>另根據本計畫所建置之基礎氣體濃度分析技術，尚提供產業不同氣體物種的濃度分析，技術需求單位包含：亞東氣體，環科工程，長春石化樹脂等。</p>
<p>D委員：</p>	
<p>10.報告中有部份圖或表在文章中沒有對應的說明。圖與表均需有編號，在文章中需指明圖及表之編號，不宜用上下圖或表之方式呈現。且需適當對圖及表的內容加以解釋說明，不宜由讀者自行判讀。</p>	<p>• 感謝委員的指正。本計畫將於年度執行報告審核後修正版，將依委員指正，強化下列部份；</p> <p>1.強化圖、表對應說明、解釋。</p> <p>2.於說明文章指出對應圖表之編號(本計畫書圖表說明，部份指出圖表編號，部份用上、下圖/表說明，圖3、4、8、17、18、20，表3、4、7、8之說明文章，將全數指明圖表編號)。</p>
<p>11.照片檔請用灰階或彩色影印以確保清晰可讀。</p>	<p>• 感謝委員的指正。本年度執行報告為求清晰可讀，部份圖表用彩色印刷(圖14、15、16、19、20、21、24、25)，部份圖表(如圖6、10、11)因印刷廠印製濃淡問題導致清晰度降低，後續將與印刷廠協調解決，若仍無法解決將以彩色印製。</p>
<p>12.有關分析程式或程序應單獨列出其source code為技術報告。</p>	<p>• 感謝委員的建議。本計畫開發之程式目前以電子檔備份方式存檔，將依委員建議將其列入技</p>

建 議 事 項	回 覆 說 明
	術報告，保護技術成果。
13.高功率LED標準燈請說明其第電氣及光學特性。	<ul style="list-style-type: none"> 高功率LED目前標準件之全光通量值約在35 lm，色溫約在6600 K。以350 mA點亮其順向電壓約為3.14 V。因應廠商各式各樣需求，其他規格及需求可應用順向電壓及時間回歸關係式應用。
14.P.46頁表10可以代表製程氣體LCA計量需求之意義不清楚	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的指正。本年度執行報告P.46表10為國內高科技大廠所提供的廠內使用之高潛勢溫室氣體PFC製程原物料資訊，藉由此表可瞭解目前高科技廠在製程氣體LCA計量需求的源頭端使用量最高的PFC種類，及各類PFC原物料的氣體純度，以做為後續溫室氣體原級計量標準參考物質研製之依據。如上資料將補充於年度執行報告審核後修正版中。
15.P.65頁請說明協助力晶科技減少20%天然氣使用量與表11及圖31之關係。	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的指正。本年度執行報告初稿中的圖31為使用兩台FTIR進行高科技廠尾氣處理設備(L/S)的效能評估示意圖，藉由此量測可以決定兩項重要的溫室氣體排放係數，包括製程機台對PFC的利用率(Ui值)、L/S對PFC的處理效率(di值)。為使執行成果的陳述條理更為清晰，初稿中之圖31已調整為P.47圖27 <u>FTIR量測技術於科技廠現場執行測試之採樣系統配置圖</u>。 表11為使用FTIR量測技術於力晶科技廠內得到之Ui與di實測值取代聯合國IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)之公告設定值，進行NF₃排放計算。結果顯示該製程使用之NF₃，若使用實測di值進行排放估算，可再減少81.6%的排放量。另外，本計畫亦藉由執行力晶科技L/S效能評估之同時，利用FTIR量測技術的物種線上濃度監測功能，進行L/S運作參數之一：燃料(天然氣)使用量的調整，成功地協助力晶科技在減少20%天然氣使用量的狀況下，仍可維持L/S對NF₃符合設備性能規格的高

建 議 事 項	回 覆 說 明
	處理效能。如上資料已補充於年度執行報告審核後修正版P.67以及表20中。
16.請說明車用警示裝置與方法及容器自動情況兩專利與本計畫之關連性。產出之專利及技術報告等應與本計畫執行內容有關。	<p>• 感謝委員的建議。本計畫FY101共完成2件專利申請，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 專利「車用警示裝置與方法」為本計畫分光輻射通量量測技術，該技術可同時應用在LED空間分佈以及色度分佈量測技術。本專利為執行計畫進行廠商諮詢時，廠商對於LED導光應用，需要之空間分佈以及色度分佈量測，以進行產品光色特性模擬及評估，該專利技術為計畫成果之擴充運用。 2. 專利「容器自動清洗充填系統及其控制方法」為能源化學計量標準分項FY101產出。在執行驗證參考物質的配製之前，所使用的氣瓶容器需要進行內部容積的高壓氣體充填清洗與真空清洗等步驟，以確保其潔淨度，以便進行後續氣體的充填。此外，目前氣體供應廠商在充填氣體至儲存氣瓶的過程中，常因氣體鋼瓶沒有清洗乾淨，或充填程序中管線的拆裝，而造成原物料的污染（常見的污染是空氣進入清洗或充填系統的管路造成N₂與O₂對物料純度產生污染）。本發明藉由分析儀器的線上即時分析，可確保儲存裝置在充填之前的潔淨度是否符合要求，亦可在不拆卸管路的情況之下，完成容器自動清洗，高純度氣體充填，與純度分析等動作，有效解決目前高純度原物料在充填至儲存裝置的程序中，容易被污染的問題。確保物料供應品質符合供應契約要求，避免引發交易糾紛。
E委員：	
17.目前LED有元件，模組，光源及燈具等，不同產品態樣，報告中無明確規範其適用範圍。	• 感謝委員的提問。本計畫目前僅針對元件部份進行標準件之研究，模組光源及燈具的部份尚未投入。

建 議 事 項	回 覆 說 明
18. 針對模組如COB或MCPCB type的量測結果，可以作進一步說明。	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。本計畫標準件主要以重現所傳遞的光量及分光輻射通量值為主要考量。COB或MCPCB由於牽涉較多的影響因素，本計畫尚未投入。
19. 高功率LED標準件之改良後樣品，未明確說明，如色溫，演色性，總流明，效率，熱阻，信賴性和壽命...等。及其標準件的代表性？	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問。本計畫高功率標準件主要以傳遞光量標準或分光輻射通量標準值為主。演色性為分光輻射通量之導出量，效率為全光通量及電功率導出量，熱阻為光量、溫度及電壓之量測計算。目前標準件之全光通量值約在35 lm，色溫約在6600 K。其他規格及需求可應用順向電壓及時間回歸關係式應用。

十一、期末查證暨驗收會議記錄

經濟部標準檢驗局 101 年度「能源計量標準技術發展計畫」期
末報告審查暨驗收會議紀錄

一、時間：101 年 12 月 26 日（星期三）下午 1 時 30 分

二、地點：財團法人工業技術研究院量測技術發展中心 223 會議室（新
竹市東區光復路 2 段 321 號 16 館）

三、驗收主持人： 記錄：王藜樺

四、出席委員：

董委員必正		黃委員文正	
江委員雨龍		王委員欽戊	
張委員正陽			

五、監辦單位：

會計室：

政風室：

六、會辦、協辦人員：

財團法人工業技 術研究院（受託 單位）	
---------------------------	--

本局秘書室	
本局第四組	

七、業務單位報告：略。

八、受託單位報告：如期末報告及簡報資料。

九、委員審查：詳如委員審查意見表。

十、案號及契約號：1D151010209-43

十一、採購金額：未達公告金額 公告金額以上未達查核金額 查核金額以上未達巨額 巨額

十二、履約期限：101年12月20日

十三、完成履約日期：101年12月20日

十四、履約有無逾期：逾期 未逾期

十五、契約金額：新台幣 998 萬元整。

十六、契約變更或加減價次數：0 次

十七、決議事項

- (一) 本年度計畫經費執行率達 100%，執行成果與預定目標無差異或超出目標，值得肯定。
- (二) 執行報告中，標準配件之規格請詳述，例如第 30 頁表六「搜尋鹵素燈結果」，請補充色溫資訊；另年度執行報告第 38、39 頁之 LED 標準樣品之型號，請補充樣品經物理改良前後差異之意義。
- (三) 期末報告書請仔細校閱基本文字以臻完善，（例如：圖或表在文章中之對應的說明；圖與表均需有編號，在文章中需指明圖及表之編號，不宜用上下圖或表之方式呈現；適當對圖及表的內容加以解釋說明）。

- (四) LED 元件熱阻量測及介面溫度條件控制技術，請補充說明驅動 LED 之脈衝及間隔時間之資訊；另 LED 介面溫度所建構的量測平台，不同位置溫度可能不同，建議介面溫控應多點，以確認溫控座與 LED 溫度之溫度均勻性，以降低溫度變化對電流及 LED 發光之影響。
- (五) 本計畫已完成單一 LED 晶片標準件樣品，建議未來考慮投入 LED 高功率元件之標準件研究。
- (六) 經與會委員審核後，上述委辦計畫之成果符合契約書要求，同意驗收，惟須依以上意見及委員書面意見確實注意改正，於 102 年 1 月 2 日前將修正後之期末報告書提送本局，並經本局審核無誤後，再辦理結案事宜。

十八、臨時動議：無

十九、散會：101 年 12 月 26 日下午 3 時 50 分。