


# 常用節能光源照明效率及品質 之實驗研究



內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 97 年 12 月

PG9710-0111

# 常用節能光源照明效率及品質 之實驗研究



研究人員：徐虎嘯 副研究員  
高嘉隆 副研究員

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 96 年 12 月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

# The Experimental analysis of Energy Efficient for Energy Saver Fluorescent Lamp



BY

HSU HU HSIAO

KAO CHIA LOONG

December 17, 2008

常用節能光源照明效率及品質之實驗研究

內政部建築研究所自行研究報告 97 年度



## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	V
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與目的 .....	1
第二節 研究方法 .....	4
第三節 收集之資料及文獻分析 .....	7
第二章 光源基本概念與節能標章簡介.....	9
第一節 光源的基本概念 .....	9
第二節 常用光源介紹 .....	22
第三節 我國節能標章發展近況 .....	32
第三章 實驗儀器與流程簡介 .....	37
第一節 積分球量測系統 .....	37
第二節 照明燈具配光曲線系統 .....	46
第四章 節能光源樣本試驗結果分析.....	55
第一節 節能光源樣本之選取.....	55
第二節 螢光燈管節能光源測試結果 .....	58
第三節 PL 型螢光燈管節能光源測試結果 ...	66
第四節 U 型螢光燈管節能光源測試結果.....	72
第五節 螺旋型省電燈泡節能光源測試結果 .	78
第六節 節能光源測試結果比較分析 .....	91
第六節 節能光源測試結果與標稱數據之差異性 分析 .....	105

<b>第五章 結論與建議</b> .....	<b>109</b>
<b>第一節 結論</b> .....	<b>109</b>
<b>第二節 建議</b> .....	<b>113</b>
<b>參考書目</b> .....	<b>115</b>
<b>附錄</b> .....	<b>117</b>



## 表次

表 2-1 常用光源名詞的定義 .....	9
表 2-2 各種光源之輝度大小 .....	11
表 2-3 各種光源與色溫 .....	14
表 2-4 各種光源色溫分類 .....	15
表 2-5 照度與色溫度及氣氛之關係 .....	16
表 2-6 不同 Ra 值的光源適用範圍.....	17
表 2-7 各種光源發光效率(Lm/W).....	18
表 2-8 綠建築解說與評估手冊中各種光源發光效率 (Lm/W).....	19
表 2-9 各種光源產品分類特性及光源效率(Lm/W) 比較.....	20
表 2-10 白熾燈泡特性與效率 .....	23
表 2-11 鹵素燈特性與效率 .....	24
表 2-12 高壓水銀燈泡特性與效率 .....	26
表 2-13 石英複金屬燈泡特性與效率 .....	27
表 2-14 雙頭石英複金屬燈泡效率與特性 .....	27
表 2-15 高壓鈉氣燈泡效率與特性 .....	28
表 2-16 省電燈泡特性與效率 .....	29
表 2-17 螢光燈管外型尺寸 .....	30
表 2-18 螢光燈管節能標章能源效率基準 .....	34
表 3-1 本所人工光與自然光實驗室通過 TAF 認證 項目.....	37
表 3-2 燈具(源)量測環境需求表 .....	49

表 3-3 燈具或光源尺寸與滑門移動距離關係表 .....	54
表 4-1 FL40T9 螢光燈管數據資料.....	59
表 4-2 T8F18W 螢光燈管數據資料 .....	60
表 4-3 T8F36W 螢光燈管數據資料 .....	61
表 4-4 TL5HE14W 螢光燈管數據資料 .....	61
表 4-5 T8FL20W 螢光燈管數據資料.....	62
表 4-6 T8FL40D 螢光燈管數據資料.....	63
表 4-7 T8FL30D 螢光燈管數據資料.....	64
表 4-8 T5FH14D 螢光燈管數據資料 .....	64
表 4-9 F13DBX PL 型螢光燈管數據資料 .....	67
表 4-10 PL-F27W PL 型螢光燈管數據資料 .....	67
表 4-11 PL-BB27W PL 型螢光燈管數據資料.....	68
表 4-12 FDL27D-EX PL 型螢光燈管數據資料.....	69
表 4-13 FML27EX-D PL 型螢光燈管數據資料.....	70
表 4-14 FHT16EX-L U 型螢光燈管數據資料.....	73
表 4-15 GENIE 5W U 型螢光燈管數據資料.....	73
表 4-16 GENIE 11W U 型螢光燈管數據資料.....	74
表 4-17 ESSENTIAL 18W U 型螢光燈管數據資料 .....	75
表 4-18 ESSENTIAL 23W U 型螢光燈管數據資料 .....	76
表 4-19 FLEHLX45 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	79
表 4-20 FLEHLX21W 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	80
表 4-21 FLEHLX13W 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	81
表 4-22 DMINITWIST 27W 螺旋型省電燈泡數據 資料.....	81



表 4-23 TWIST 23W 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	82
表 4-24 MINITWIST 5W 螺旋型省電燈泡數據資料....	83
表 4-25 HELIX 27W 螺旋型省電燈泡數據資料.....	85
表 4-26 HELIX 13W 螺旋型省電燈泡數據資料.....	85
表 4-27EFS75D-B 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	87
表 4-28 EFQ27D-G1 螺旋型省電燈泡數據資料 .....	88
表 4-29 EFS13D-G3 螺旋型省電燈泡數據資料.....	89
表 4-30 PL-F27W PL 型螢光燈管數據比對資料.....	105
表 4-31 PL-BB27W PL 型螢光燈管數據比對資料....	107
表 4-32 FML27W PL 型螢光燈管數據比對資料.....	107
表 4-33 FDL27D-EX PL 型螢光燈管數據比對資料...	108
表 4-34 F13DBX PL 型螢光燈管數據比對資料.....	108
表 5-1 整體發光效率優劣評價分析表 .....	110
表 5-2 整體演色性優劣評價分析表 .....	110
表 5-3 各類型光源發光效率之影響關係表 .....	112



## 圖次

圖 1-1	研究流程圖 .....	6
圖 2-1	配光曲線 .....	12
圖 2-2	各種光源之色溫 .....	13
圖 2-3	節能標章圖樣 .....	36
圖 3-1	積分球球體 .....	39
圖 3-2	光度計感測頭 .....	39
圖 3-3	光度計感測頭所貼之濾片 .....	39
圖 3-4	U1000 電子顯示單元 .....	40
圖 3-5	遮蔽裝置 .....	40
圖 3-6	輔助燈泡 .....	41
圖 3-7	積分球量測系統線路 .....	42
圖 3-8	歸零設定 .....	42
圖 3-9	點亮標準燈 20 分鐘以上 .....	43
圖 3-10	調整衰減器電位計 .....	43
圖 3-11	輔助燈泡移入積分球內 .....	44
圖 3-12	輔助燈泡之間接照度值 .....	44
圖 3-13	測角儀示意圖 .....	46
圖 3-14	試件中心點位置 .....	51
圖 3-15	EN13032-1-2002 試件中心點位置 .....	52
圖 3-16	8 個接頭端子 (電源供應器側) .....	53
圖 3-17	8 個接頭端子 (配光曲線儀側) .....	53
圖 4-1	試驗光源樣本 (1) .....	56
圖 4-2	試驗光源樣本 (2) .....	56

圖 4-3	試驗光源樣本 (3)	57
圖 4-4	試驗光源樣本 (4)	57
圖 4-5	FL40T9 螢光燈管光譜圖	58
圖 4-6	T8F18W 螢光燈管光譜圖	59
圖 4-7	T8F36W 螢光燈管光譜圖	60
圖 4-8	T8F20W 螢光燈管光譜圖	62
圖 4-9	T8FL40D 螢光燈管光譜圖	63
圖 4-10	F13DBX PL 型螢光燈管光譜圖	66
圖 4-11	PL-F27W PL 型螢光燈管光譜圖	68
圖 4-12	PL-BB27W PL 型螢光燈管光譜圖	69
圖 4-13	FDL27D-EX PL 型螢光燈管光譜圖	70
圖 4-14	FHT16EX-L U 型螢光燈管光譜圖	72
圖 4-15	GENIE 5W U 型螢光燈管光譜圖	74
圖 4-16	GENIE 11W U 型螢光燈管光譜圖	75
圖 4-17	ESSENTIAL 18W U 型螢光燈管光譜圖	76
圖 4-18	ESSENTIAL 23W U 型螢光燈管光譜圖	77
圖 4-19	FLEHLX45 螺旋型省電燈泡光譜圖	78
圖 4-20	FLEHLX21W 螺旋型省電燈泡光譜圖	79
圖 4-21	FLEHLX13W 螺旋型省電燈泡光譜圖	80
圖 4-22	DMINITWIST 27W 螺旋型省電燈泡光譜圖	82
圖 4-23	TWIST 23W 螺旋型省電燈泡光譜圖	83
圖 4-24	MINITWIST 5W 螺旋型省電燈泡光譜圖	84
圖 4-25	HELIX 27W 螺旋型省電燈泡光譜圖	84
圖 4-26	HELIX13W 螺旋型省電燈泡光譜圖	86

圖 4-27 EFS75D-B 螺旋型省電燈泡光譜圖 .....	87
圖 4-28 EFQ27D-G1 螺旋型省電燈泡光譜圖 .....	88
圖 4-29 EFS13D-G3 螺旋型省電燈泡光譜圖 .....	89
圖 4-30 螢光燈管發光效率與色溫關係圖 .....	91
圖 4-31 螢光燈管發光效率與演色性關係圖 .....	92
圖 4-32 螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖 .....	92
圖 4-33 螢光燈管發光效率與單價關係圖 .....	93
圖 4-34 螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖 .....	94
圖 4-35 單位長度螢光燈管發光效率關係圖 .....	94
圖 4-36 單位價格螢光燈管發光效率關係圖 .....	94
圖 4-37 PL 型螢光燈管發光效率與色溫關係圖 .....	95
圖 4-38 PL 型螢光燈管發光效率與演色性關係圖 .....	96
圖 4-39 PL 型螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖 .....	96
圖 4-40 PL 型螢光燈管發光效率與單價關係圖 .....	96
圖 4-41 PL 型螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖 .....	97
圖 4-42 單位長度 PL 型螢光燈管發光效率關係圖 .....	97
圖 4-43 單位價格 PL 型螢光燈管發光效率關係圖 .....	98
圖 4-44 U 型螢光燈管發光效率與色溫關係圖 .....	98
圖 4-45 U 型螢光燈管發光效率與演色性關係圖 .....	98
圖 4-46 U 型螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖 .....	99
圖 4-47 U 型螢光燈管發光效率與單價關係圖 .....	99
圖 4-48 U 型螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖 .....	100
圖 4-49 單位長度 U 型螢光燈管發光效率關係圖 .....	100
圖 4-50 單位價格 U 型螢光燈管發光效率關係圖 .....	100

圖 4-51 螺旋型省電燈泡發光效率與色溫關係圖 .....	101
圖 4-52 螺旋型省電燈泡發光效率與演色性關係圖.....	102
圖 4-53 螺旋型省電燈泡發光效率與燈管長度關係圖...	102
圖 4-54 螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖 .....	102
圖 4-55 螺旋型省電燈泡發光效率與試驗功率關係圖...	103
圖 4-56 單位長度螺旋型省電燈泡發光效率關係圖.....	103
圖 4-57 單位價格螺旋型省電燈泡發光效率關係圖.....	103
圖 4-58 PL 型螢光燈管排除安定器性能測試圖 .....	106
圖 4-59 PL 型螢光燈管排除安定器性能測試圖 .....	106





## 摘要

關鍵詞：綠建築、日常節能指標、發光效率、節能標章

### 一、研究緣起

科技的進步與民生經濟的發展，為人類帶來舒適且更便利的生活，各類型家電產品與照明設備的使用，不斷增加電力的需求，而照明設備除了在夜間提供生活上的必須光明外，也在白天的上班及商業作息佔居重要的地位。

隨著國民所得逐年增加，人民生活水準不斷提高，電器用具的普及化，使得用電量持續攀升，而照明器具的耗電量為一般家庭中所有用電器具之冠。在現代家庭的生活中，照明器具已不再如以往僅純粹「照明」為目的，其間包含著裝飾、生活情趣、個人品味等生活品質與個人性格的表現，因此耗電也相對地提高。此外對於都市叢林中林立的辦公大樓，辦公大樓用電時間多集中在用電尖峰時間，故提高照明效率，減少照明耗電量實屬當務之急。

住宅建築物之耗能，照明約佔 30%，如在相同照度需求下，以省電燈泡取代白熾燈泡約可省電 75~80%，而以 T5 螢光燈取代舊式 T8 或 T9 螢光燈則約可省電 15~20%。因此在現階段綠建築設計中，特別於日常節能指標中，將照明節能納為重要評估項目，並已成為國內建築節能工作推動之重點，就是希望利用節能光源替代較耗能的光源，透過節約照明用電方式，創造優質的光環境生活。

照明光源的選擇，攸關照明品質與整體的感受，因此除了節能考慮的發光效率外，還應考慮光源的演色性、色溫度及使用壽命。目前市面上所販售之光源，均是經過省電設計之節能光源，包括精緻型螢光燈管及省電燈泡。精緻型螢光燈管及省電燈泡都是螢光燈，比傳統式白熾燈泡是有省電 60 至 70% 的效果，但不會比直管



型螢光燈省電，目前種類與外觀繁多，可視需要而安裝，運用上極為方便。

然而目前坊間光源的種類眾多，並均如上所訴宣稱具有省電功效，但究竟其光源之照明效率如何？國內尚未有相關調查研究可供參考，因此本研究擬針對市售光源的節能特性與光源照明效率，以及演色性、色溫與光譜等光源品質，進行相關調查及量測，俾供未來綠建築解說與評估手冊中日常節能指標相關基準修正之參考。

## 二、研究方法及過程

依據上述研究目的，本研究的研究方法及過程概述如下：

### (一) 光源的基本特性及產品種類

照明光源的選擇，攸關照明品質與整體的感受，因此除了節能考慮的發光效率外，還應考慮光源的使用壽命、色溫度及演色性。各種光源均有其獨特的特徵，在既有建築物照明及市場上，仍應用各種傳統人工光源如白熾燈、螢光燈、鹵素燈、鈉氣燈、複金屬水銀燈等，其效率、演色性、色溫、壽命等光電特性較目前先進環保光源如省電燈泡、T8 三波長螢光燈、T5 超細管徑螢光燈等差很多。瞭解各種常用光源之發光原理、特性及效率，有助於光源之選擇及節能之參考。

### (二) 國內節能標章之發展及光源產品之認證基準

我國節能標章制度由經濟部於 2001 年正式開始推動，希望推動節約能源、鼓勵廠商生產高效率商品，並促使消費者優先選用，其基本精神在於透過授予省能高效率的產品節能標章，引導消費者在選購產品的時候，能一眼辨認出哪些產品較為省能，引導消費者買到真正省能的產品，藉以創造出經濟性的誘因，激發廠商自發性持

續提昇產品的能源效率，達到節約能源並降低二氧化碳排放量的目標。而目前在節能標章中與光源有關之認證項目，為螢光燈管及安定器內藏式螢光燈泡兩項，並分別訂定有能源效率基準與標示方法，藉由此標章認證之方式，以提供消費者作為選用高能源效率產品之依據。

### (三) 市場節能光源產品樣本試驗結果分析

目前坊間光源產品種類眾多，且均號稱具有省電及節能的效益，此外依建築空間使用型態的不同，其所需光源種類亦有所差異，為實際瞭解其光源發光效率、演色性等性能，是否符合其產品宣稱效能，本研究針對一般住家常用的光源產品，挑選了市售光源品牌通路佔有率較高之螢光燈管、PL 型螢光燈管、U 型螢光燈管與螺旋型省電燈泡等 4 種型式部分光源產品，於本所台南性能試驗中心之人工光與自然光試驗室，進行光源發光效率、色溫、演色性及光譜等性能測試，並提出初步研究成果，以期提供一般民眾作為居家照明汰換之參考。

### 三、重要發現

本研究完成市售品牌通路之螢光燈管、PL 型螢光燈管、U 型螢光燈管與螺旋型省電燈泡 4 類，共計 29 件光源樣本的發光效率、演色性及光譜等性能測試，並依據試驗測試結果與其商品標稱數據或節能標章公布資訊進行產品之相關性能比對分析，同時更進一步將發光效率與這些光源樣本的燈管長度、色溫、演色性、試驗功率及價格等因子納入評估分析，將可有效提供政府在推行制訂節能減碳相關政策之依據，以及消費者響應政府政策汰換更新節能光源產品之參考。

依據本研究收集的 4 種光源樣本，若以整體發光效率之試驗效

能進行優劣分析，以螺旋型省電燈泡之效能最好，依序為螢光燈管及 U 型螢光燈管，而 PL 型螢光燈管的效能最差。另外亦需特別注意，即便為發光效率高的螺旋型省電燈泡及螢光燈管，其不同產品之間的發光效率亦存有約 20% 的差異量，故在選取時仍須特別留意。

此外由於光源產品的演色性與光源對物體的顯色能力有關，故亦為另一項消費者選購之評價標準，本研究亦就此 4 類光源試驗樣本的整體演色性進行優劣評價分析，其順序依序為螺旋型省電燈泡、螢光燈管、PL 型螢光燈管與 U 型螢光燈管，但值得注意的是 PL 型螢光燈管雖評價排序不高，但其產品演色性的變異程度（差異性），明顯較螺旋型螢光燈及螢光燈兩種高評價光源來得小，換句話說，這類產品在選取時就其演色性而言，其差別並不會太大。

最後為產品外包裝標稱數據之一致性，對消費者而言，產品外包裝標示的數據資料，以及相關政府機關或者民間團體核發的標章資訊，為評價該商品是否購買的參考依據，而這部分經本研究比對發現，在演色性部分，整體而言不論何種型式的光源，其試驗結果與產品外包裝標示數據或與有節能標章認證的產品資訊相比，其差異性並不大，最多只有 8% 的差異量。此外在電壓及電流部分，則有管電壓、管電流及額定電壓與額定電流不同的標示方式，對消費者而言恐將造成混淆。另在發光效率部分，整體而言，部分取得節能標章認證的螺旋型省電燈泡，其於節能標章記載的效率值與試驗數據結果相差較低，約僅有 4% 的差異量，但若與產品外包裝的資訊相比，其差異量卻高達 20%。其他不論是螢光燈管、PL 型螢光燈管以及 U 型螢光燈管，其試驗數據與外包裝標示或節能標章公告資料相比，其均有顯著差異，差異量約可達 18~45%，消費者需審慎選擇

#### 四、主要建議事項

依據上述研究成果，本研究提出具體建議如下：

立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部能源局

本計畫目前完成的光源性能測試，僅有品牌通路中市售光源產品佔有率較高的樣本 29 件，對於大賣場等零售市場屬於自有品牌部分的產品，囿於時程緊迫目前尚未進行相關測試，為能完整有效呈現試驗成果，應儘速完成，俾利民眾瞭解並作為選取依據。

立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部能源局

本次研究在螢光燈管部分共計挑選了 8 件產品樣本，其中有 7 件取得節能標章認證，但研究中發現，這些取得節能標章認證的產品，其所提供的光源效率數值，與本研究測試結果間存有相當大的差異性，目前透過本所試驗室既有檢測系統回路改裝方式，初步分析證實問題應是發生在光源的安定器效率上。本所台南性能試驗中心之人工光與自然光試驗室，雖取得財團法人全國認證基金會(TAF)認證，但認證內容僅有配光曲線及光通量部分，並未有單一光源效率檢測所需的示波器等設備，建議應儘速著手建置採購。

長期性建議

主辦機關：經濟部商檢局

協辦機關：內政部建築研究所

依本次研究試驗所挑選的光源樣本可以發現，國內在光源產品

的性能規格標稱部分，除取得節能標章的產品，依其規定有明確的之發光效率(Lm/W)與平均演色性指數 (Ra) 標示外，一般像是色溫、光束及燈管長度等基本資訊，並未明確要求應於產品外包裝上標示，甚至在電壓及電流部分，究竟應標示管電壓、電流，還是額定電壓、電流，均未能有一定共識，故消費者無法由產品外包裝窺其產品性能，並據以評判優劣，建議主管機關應訂定相關規範，以保障民眾消費權益，並據以落實政府節能減碳之美意。



## ABSTRACT

Keywords: Green Building, Daily Energy Saving Index, Luminous Efficiency, Energy Saver Label

Lighting plays a big part in making a first impression for your establishment and ensuring a comfortable environment. The right light levels will make people feel welcomed and at home. A compact fluorescent lamp (CFL) is a type of fluorescent lamp. Many CFLs are designed to replace an incandescent lamp and can fit in the existing light fixtures formerly used for incandescents.

The CFLs provide lighting people are accustomed to in their homes, with the added benefit of long life and lower total operating costs. They last up to 13 times longer and use significantly less energy than an incandescent, which reduces maintenance and electricity costs. Depending on the compact fluorescent lamp you use, you can save significantly in energy costs as compared to a standard incandescent lamp. These lamps also have considerably less greenhouse emissions than incandescents so they are better for the environment.

The purpose of this study is to research the quality light output of residential lighting. The residential lighting involve linear fluorescent lamps, PL type CFLs, U type CFLs and twister type CFLs. The quality light output include luminous efficiency, color temperature, color-rendering index (CRI) and spectrum. These informations shall provide select energy saver lamps concepts to consumers. Based on this study, the authors recommend the twister type CFLs in luminous efficiency. The best choice is twister type CFLs in CRI. The information can be also an advice to improve for lack of daily energy saving index of

Green Building, except that this work can be a frame of reference when the government sets up the relevant polices.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與目的

#### 一、研究緣起

十萬年來，生活經驗的累積形成了文明，這文明包含了一切人文及科技；這文明改善了我們的生活、起居及作息的環境。在這環境中，「光」是重要的元素之一。任何的活動及活動的空間都需要光，因有光才有照明，有照明我們才能看得見，因此光是構成這大環境的重要元素之一。光可以延展我們生活作息的活動時空，在白天我們試著掌握及引用自然光源如陽光及日光，來擴大我們作息的空間範圍；前人用人造光源—火燭、油燈等來延長我們起居時間，這種基本方式一直延續到愛迪生時期。

愛迪生將電波轉換成了光波，整個人文史起了極大的變化，隔夜間，這種新的科技引導我們進入了一個“未知”的時代，這新科技所給我們的是一個無比有力的新工具—燈光。此新工具更完全改變了我們的環境及作息規律，不再是日出而作、日落而息的自然規律。對一切空間活動而言，晝夜的界線也因新的人為光而消失了。

近年來，照明的要求早已不是夠不夠亮、看不看得見的問題了，生理、心理同樣重要，因此，光所帶來的不只是我們對生活品質上的要求，同時也帶來了許多不良的副產品，如能源的流失及光污染的泛濫等，所以防範因使用光而造成的能源的浪費與不良環境的影響，也成了我們的課題。

台灣地區天然資源蘊藏貧乏，98%能源仰賴進口。隨著工商業的發達，二氧化碳排放量不斷提升，政府為減緩氣候持續暖化及臭氧層破壞日益嚴重，以盡身為地球村一份子的責任，於全國能源會議結論提出加強推動節約能源及提高能源使用效率，具體抑低溫室



氣體排放量的行動方案。

隨著國民所得逐年增加，人民生活水準不斷提高，電器用具的普及化，使得用電量持續攀升，而照明器具的耗電量為一般家庭中所有用電器具之冠。在現代家庭的生活中，照明器具已不再如以往僅純粹「照明」為目的，其間包含著裝飾、生活情趣、個人品味等生活品質與個人性格的表現，因此耗電也相對地提高。此外對於都市叢林中林立的辦公大樓，辦公大樓用電時間多集中在用電尖峰時間，故提高照明效率，減少照明耗電量實屬當務之急。

依 2006 年研究統計，台灣照明年用電量約為 260 億度，住宅及商業大樓照明耗電分別佔用戶總用電量的 20% 及 34%。特別是在全台屋齡超過 20 年的老舊住宅估計超過 450 萬戶，及全國到處可見商店、飯店與餐廳的照明場所，仍大量使用效率低、壽命短，且非常耗電之白熾燈及鹵素燈，依統計白熾燈的使用約達 2,075 萬只，估計年用電量約為 10.4 億度，可見用電量之大，所以光源的改善，以節省用電量，仍有很大的空間。

## 二、研究目的

自從 1879 年愛迪生發明了白熾燈，掀開了照明史的第一頁，隨著科技的發展，光源、燈具、控制、設計上亦進步神速，尤其在光源大幅提昇效率後，如新世代綠色環保光源 T5 及 T8 三波長燈管、省電燈泡(管)、陶瓷複金屬燈、LED 燈等，都可取代白熾燈及鹵素燈，節能效率可達 50% 以上。再加上節能管理指標與政策訂定，都擴大了節能改善的空間。

科技的進步與民生經濟的發展，為人類帶來舒適而更便利的生活，各類型家電產品與用電設備不斷增加電力的需求，而照明設備除了在夜間提供生活上的必須光明外，也在白天的上班及商業作息佔居重要的地位，照明與插座用電已逐漸增加電力負載的比重。全球各主要工業國的照明用電比例都在 10% 至 25% 之間，已成為僅次於冷氣空調的電力負載，因此有效提高用電設備的能源使用效率，並節約而合理的用電，已成為全球性的共同問題，而照明設備的高效率及節能要求也成為廿一世紀的指標。

照明需求不分都市與鄉村、白天與夜間、室內與屋外、靜態或行車、男女老少等等，照明已是生活上的重要必須用品。自從電燈發明以來，各類型適用於不同場所的新光源推陳出新，發光效率也節節升高，代表了照明光源的用電量逐步降低，但在此同時，高照度的需求也增加了燈具的裝置量與用電量，因此合理照明工程的規劃除應考慮節約能源外，尤應注意照明品質的舒適性與實務面。從設計之始，兼顧節能與照明需求設計照明與控制系統，選用省電照明燈具，並且正確的使用照明習慣，及定期做好燈具的維修，更是保持舒適的照明環境的重點。

照明光源的選擇，攸關照明品質與整體的感受，因此除了節能考慮的發光效率外，還應考慮光源的演色性、色溫度及使用壽命。

目前市面上所販售之光源，均是經過省電設計之節能光源，包括精緻型螢光燈管及省電燈泡。精緻型螢光燈管及省電燈泡都是螢光燈，比傳統式白熾燈泡是有省電 60 至 70% 的效果，但不會比直管型螢光燈省電，目前種類與外觀繁多，可視需要而安裝，運用上極為方便。

新一代光源已有 T5 及 T8 三波長發光螢光燈管，其燈光效率可達 96~100Lm/W，遠高於傳統螢光燈管。螢光燈管管徑愈小，其發光效率愈高，使用汞的含量愈低，更加符合環保的要求。而螢光燈管已由經濟部能源委員會訂定有節能標章，取得節能標章的螢光燈管無論在發光效率、演色性及色溫多樣性上，均符合高效能及節能的要求，自然是照明光源選擇上的優先對象。

然而目前坊間光源的種類眾多，並均如上所述宣稱具有省電功效，但究竟其光源之照明效率如何？國內尚未有相關調查研究可供參考，因此本研究擬針對市售光源的節能特性與光源照明效率，以及演色性、色溫與光譜等光源品質，進行相關調查及量測，俾供未來綠建築解說與評估手冊中日常節能指標相關基準修正之參考。

## 第二節 研究方法

照明光源的選擇，攸關照明品質與整體的感受，因此除了節能考慮的發光效率外，還應考慮光源的使用壽命、色溫度及演色性。各種光源均有其獨特的特徵，選擇光源之主要重點大略如下：

- 1.效率與壽命：光源之效率與壽命都會在製造廠之型錄上列出，基於經濟及維護的考量，應選用發光效率高且壽命長，又可以兼顧換裝費用低廉者，目前室內照明仍以螢光燈管最為實用與普遍。一般說來，大瓦特數(40W)較小瓦特數的燈管(20W)效率高；直管

比環管效率高；省電燈管(精緻型或緊密型省電燈泡)中，燈管外型螺管型的冰淇淋形狀者較多角轉彎或急轉彎的 U 型及 PL 燈管效率高。

- 2.光色 (色溫度 K): 光色一般稱為色溫，它影響了使用場所的氣氛，故應隨照度高低而適當地變化。一般而言，色溫低於 5000K 者為暖色系，給人較溫暖而休閒的氛圍環境；反之溫高於 5500K 為冷色系，會產生清涼而較具活潑的感覺。
- 3.演色性：演色性是光源對於物體顏色顯現程度，以白熾燈泡的連續光譜分布較接近自然陽光的分布而作為比較的基準，其他光源對於同一物體不同顏色的表現傳真度，經加權平均所計算得出者稱為相對演色性評價係數(Ra 或 CRI)，並以白熾燈作為(100 %)，所以選用 Ra 值愈高的光源，對於色彩的表現愈鮮豔，但價格也愈貴，一般以功能區別，Ra 在 80 以上稱為高演色性光源。如三波長域發光螢光燈管效率高，演色性好，發光分布接近太陽光色，色調自然，因此可以達到高演色性及色澤鮮麗的效果，提高物品之價值感與鮮度感。

雖然目前坊間眾多光源種類，均宣稱具有相當之省電功效，但其確實照明效率如何？國內並無相關調查研究可供參考，因此本研究擬針對市售光源的節能特性與光源照明效率，以及演色性、色溫與光譜等光源品質，進行相關調查及量測，相關研究內容規劃如下，研究計畫流程則如圖 1-1 所示：

- 1.國內市售節能光源產品現況調查及相關文獻蒐集比較。
- 2.國內市售節能光源性能調查與驗證樣品選取。
- 3.進行光源照明效率，以及演色性、色溫與光譜等品質試驗，並與其標稱數據進行比對。

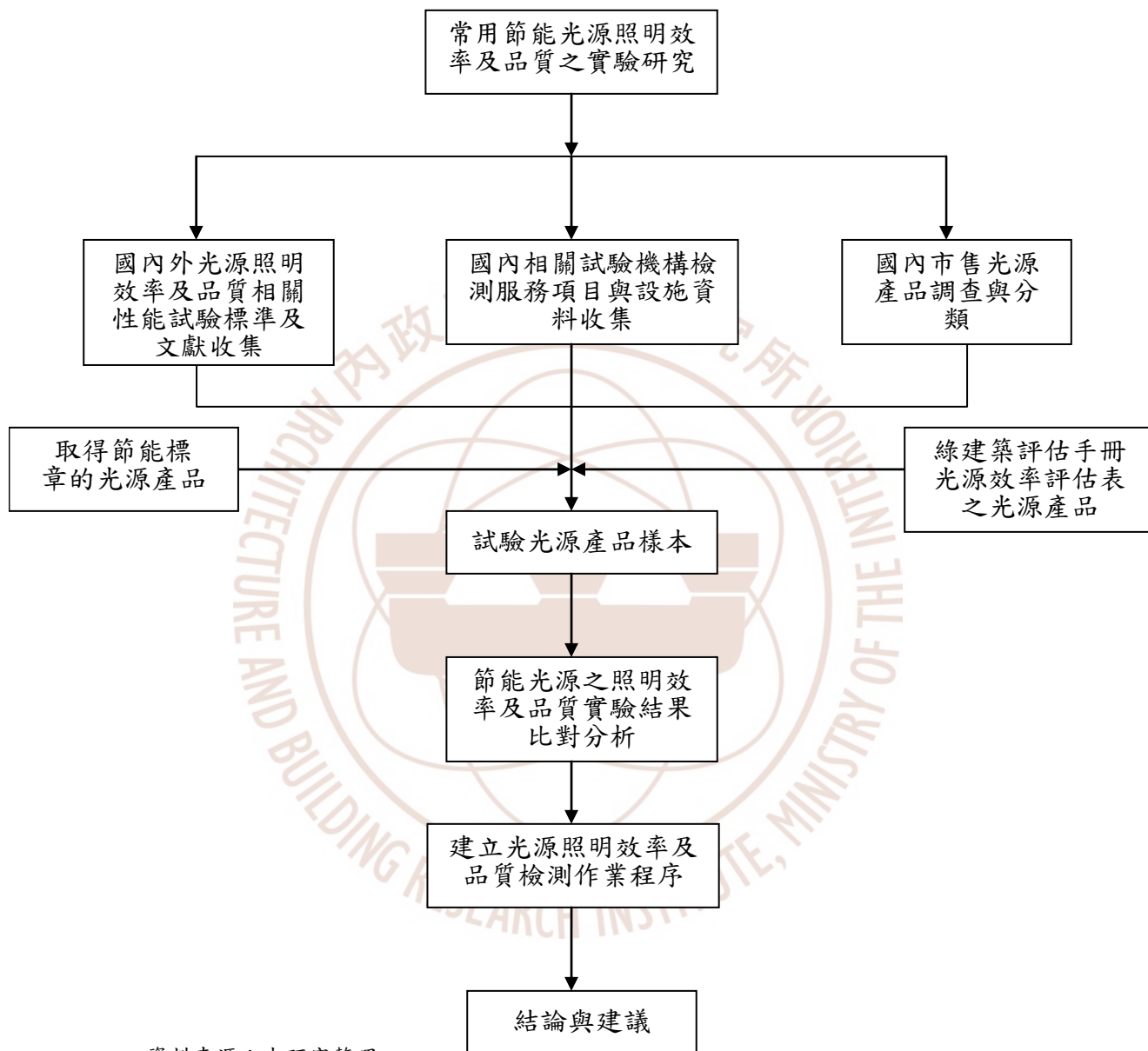


圖 1-1 研究流程圖

### 第三節 收集之資料及文獻分析

依據本計畫研究之目的及研究內容，本計畫擬收集下列相關資料進行分析，結果將作為常用節能光源照明效率及品質之實驗研究之依據。初步收集之資料項目如下：

- 本所人工光及自然光實驗相關試驗設備資料
- 常用光源介紹
- 全球能源標章制度分類
- 我國節能標章制度
- 申請節能標章應符合之能源效率基準與標示方法

本計畫將彙整上述資料進行分析探討，詳細探討內容將於後面各章節說明。





## 第二章 光源基本概念與節能標章簡介

本章主要介紹光源的基本概念、常用光源以及我國節能標章發展之現況，以利能源用戶可瞭解如何獲得正確的光源資訊，而順利進行節能改善。

### 第一節 光源的基本概念

介紹光源就要從它的定義及單位說起，大致包含光線之定義、輻射光譜、光通量、立體角、光強度(簡稱光度)、輝度、照度、配光曲線、光束發散度、光源的效率、黑體與色溫、演色性、光源之效率及照明裝置之功率等，說明如下：

#### 一、常用光源名詞的定義

表 2-1 常用光源名詞的定義

名稱	符號	單位	說明
光束(光通量) Luminous Flux	$\Phi$	流明Lm (Lumen)	發光源每秒鐘所發出的光能量之總和，簡單的說就是發光量。
光度 Luminous Intensity	I	燭光Cd (Candela)	光的強度，在某一特定方向角內所放射光的光能量。
照度 Illuminance	E	勒克司 Lm/m <sup>2</sup> (Lux)	單位面積內所射入光能量，也就是光束除以面積(m <sup>2</sup> )所得到的值，用來表示某一場所的明亮度。
輝度 Luminance	L	nt (Cd/m <sup>2</sup> ) Stilb (Cd/cm <sup>2</sup> )	從某一方向所看到物體反射光線的強度。也就是單位面積對某一方向反射的光之強度。照度是表示單位面積內所射入光能量，輝度則是表示眼睛從某一方向所看到物體的反射光的強度。



平均壽命	h (時間)		指一批燈泡點燈至50%之數量損壞不亮時之時數。
經濟壽命	h (時間)		在同時考慮燈泡之損壞以及光束輸出衰減之狀況下，其綜合光輸出至一特定比例之時數。此比例在一般用於室外之光源為70%，用於室內之光源如日光燈則為80%。

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 二、 光線之定義

光線 (Light) 是放射能源之一部份，在照明工程上稱光線是如放射能源多寡一樣，以產生視覺能力之大小作評估之根據。

## 三、 輻射光譜

凡是以電磁波狀態傳播的能量統稱為輻射 (The Radiant Energy)，而依波長長短將輻射排列成序的，叫做光譜 (Spectrum)。

其中使人發生光的感覺的波長，分散在  $0.38 \times 10^{-4}$  cm 起至  $0.76 \times 10^{-4}$  cm 之間。波長不同，感受顏色亦不同。光的波長以奈米 (nm) 為單位表示 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )。

## 四、 光通量

光源發出的總光量稱之為光通量 (Luminous Flux:  $F$  或  $\psi$  = 光束)，有時稱為光束，其單位為流明，例如 100 Watts 鎢絲電泡及 40 Watts 螢光燈之光通量約各為 1,300 Lm 及 2,500 Lm。

## 五、 光度

一個光源在某一方向上之發光強度為光強度，其單位為燭光 (Candela, Cd)。在照明學上光強度 (Luminous Intensity, I) 與燭光度 (Candle Power) 有時混用不清，尤其是很多一般性雜誌、報紙，以照明之程度使用「燭光」代替，事實上「燭光」是表示光源之發

光強度，也就是光源強度表示單位，如果要表示室內照明之程度應以照度作表示。

## 六、輝度

輝度 (Luminance, Photometric Brightness, L) 是單位投射面積上之光強度，單位為每平方米之燭光 [Cd/m<sup>2</sup>]，有時用 nit [nt] 或 Stilb [sb] = Cd/cm<sup>2</sup> 表示，英制單位以 Foot Lambert [ft-L] 表示各種光源之輝度大小如表 2-2。

表 2-2 各種光源之輝度大小

光源	輝度 Cd/cm <sup>2</sup>
太陽	160,000
碳極弧燈	18,000~120,000
電泡鎢燈絲	200~2,000
碳絲電泡	70
電泡球面	20 ~50
電石燈焰 (Acetylene 瓦斯燈)	10
螢光燈	0.5~1.5
蠟燭的焰	0.5~1.0
藍天	0.8

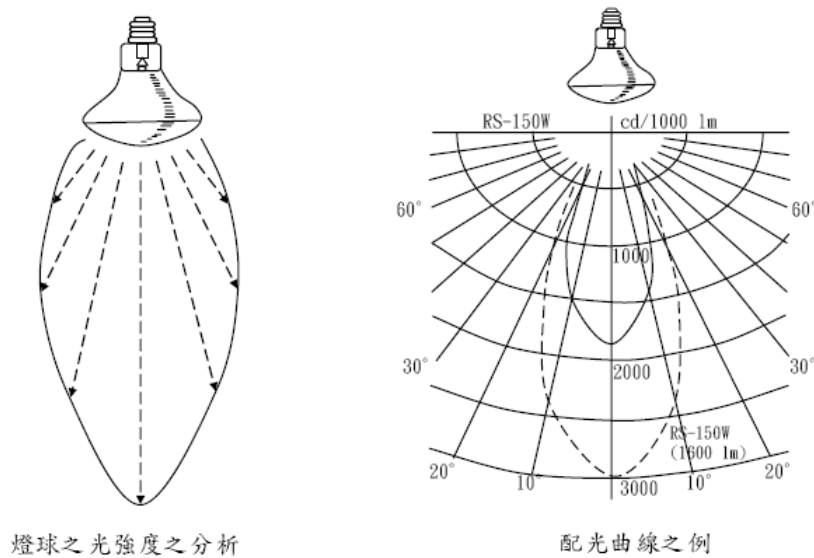
資料來源：經濟部能源局，2008。

## 七、照度

被照的物體，其表面上每單位面積所接受之光通量稱為照度 (Intensity of Illumination, E)，其單位稱為勒克斯 (Lux, Lx)。即每平方公尺內所收之光通量為 1 Lm 時之照度。

## 八、配光曲線

一個光源的光強度依其方向而異，如圖 2-1 則中心軸方向最強，若將在左右  $10^\circ$  之間隔繪其光強度，則此光強度分佈稱為配光，將此先端連結的曲線稱為配光曲線 (Luminous Intensity Distribution Curve)，設光源之軸為排成垂直時，截光源之水平面上之配光稱之為水平配光曲線，截光源之垂直平面上之配光為垂直配光曲線。一般而言，水平配光曲線都近似圓形，而通常指配光曲線為平均垂直配光曲線，圖 2-1 為其一例。



資料來源：經濟部能源局，2008。

圖 2-1 配光曲線

## 九、亮度及光束發散度

- (一)亮度(B)：光源在投光方向上單位面積(S)，所發出之光通量( $\psi$ )密度。
- (二)光束發散度(M)：被照體單位受照面積(A)，所反射之光通量( $\psi$ )為光束發散度。

通常某作業面之明暗程度均以照度表示，但讓吾人之眼睛有感

覺程度之明暗，仍以光束發散度（Luminous Emittance, M）表示之，其單位仍為〔Lm/m<sup>2</sup>〕每單位平方公尺之流明數。

#### 十、光源效率及壽命

光源效率（Luminous Efficacy）以光通量除以其消費電力之比表示。

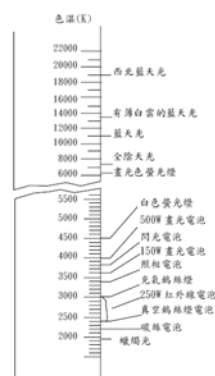
例：100 W 之電泡之光通量為 1,300 Lm。則

$$\text{光源效率} = (1,300 \text{ Lm} \div 100 \text{ W}) = 13 \text{ Lm/W}$$

電光源之壽命有兩種法：例如電泡一直到燈絲斷線為止之使用時間稱之為斷線壽命（Burnout Life），但燈絲雖尚未斷線，而光通量減少到當初之 80% 時間之使用時間為有效壽命（Useful Life）。一般而言，電光源之有效壽命一到應即換新，以得到高效率之電能利用率。

#### 十一、黑體與色溫

將所有射進的能量完全吸收而不反射，不透過的假設體稱之為黑體。光源在某種溫度所放射之熱光顏色，若以放射相似顏色之黑體溫度（Blackbody, Color Temperature）而表示其顏色，則此放射相似顏色之黑體溫度可用來表示說光源所發出光之顏色，則此溫度稱之色溫。例如 4,500 K 之白色螢光燈，即表示白色螢光燈的顏色與 4,500 K 之黑體顏色極為相似。色溫之單位在實驗室採用 Kelvin (K) 表示，各種光源之色溫情況，如圖 2-2 及表 2-3 所示。



資料來源：經濟部能源局，2008

圖 2-2 各種光源之色溫

表 2-3 各種光源與色溫

光 源	色 溫 (K)
太陽 (在正午時，依計算)	<b>5,600</b>
太陽 (在正午時，依地表面測定)	<b>5,250</b>
滿月 (於地表面測定)	<b>6,200</b>
晴天	<b>4,125</b>
陰天	<b>12,000</b>
蠟燭	<b>7,000</b>
乙炔燈	<b>1,930</b>
瓦斯燈	<b>2,350</b>
60 W 複線繞燈泡	<b>2,160</b>
1,000 W 單線繞燈泡	<b>2,830</b>
溫白色日光燈	<b>3,080</b>
白色日光燈	<b>3,500</b>
晝光色日光燈	<b>4,500</b>
400 W 水銀燈	<b>6,500</b>
400 W 螢光水銀燈	<b>4,600</b>

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 十二、色溫度

色溫度(Color Temperature)是以絕對溫度 K (kelvin)來表示，乃

是將一標準黑體(例如鐵)加熱，溫度升高至某一程度時顏色開始由深紅→淺紅→橙黃→白→藍白→藍，逐漸改變，利用這種光色變化的特性，某種光源的光色與黑體的光色相同時，我們將黑體當時的絕對溫度稱為該光源之色溫度。

色溫是表示光源光色的尺度，表示單位是 K (Kelvin)。色溫度在 3,000 K 以下時，光色就開始有偏紅的現象如蠟燭，白熾燈泡，給人一種溫暖的感覺。色溫度超過 5,000 K 時顏色則偏藍光，如晝光色螢光燈，給人是一種清冷的感覺，通常亞熱帶地人較喜歡 4,000 K 以上色溫度，而寒帶的人喜歡 4,000 K 以下的色溫度。

### 十三、光源之色溫及其演色性之關係

如表 2-4 所示是各種光源之色溫感覺分類，色溫影響到我們之視覺，視覺之感度可以影響亮暗，所以節能下之選擇光源必須重視光源之色溫。實際上色溫一般以 ( Warm White )，( Neutral White )，( Daylight White ) 來表示。

表 2-4 各種光源色溫分類

色溫 Light Colour	Most similar Colour Temperature
Warm White Light Colour (WW)	< 3,300 K
Neutral White Light Colour (NW)	3,300K-5,000 K
Daylight White Light Colour (DW)	> 5,000 K

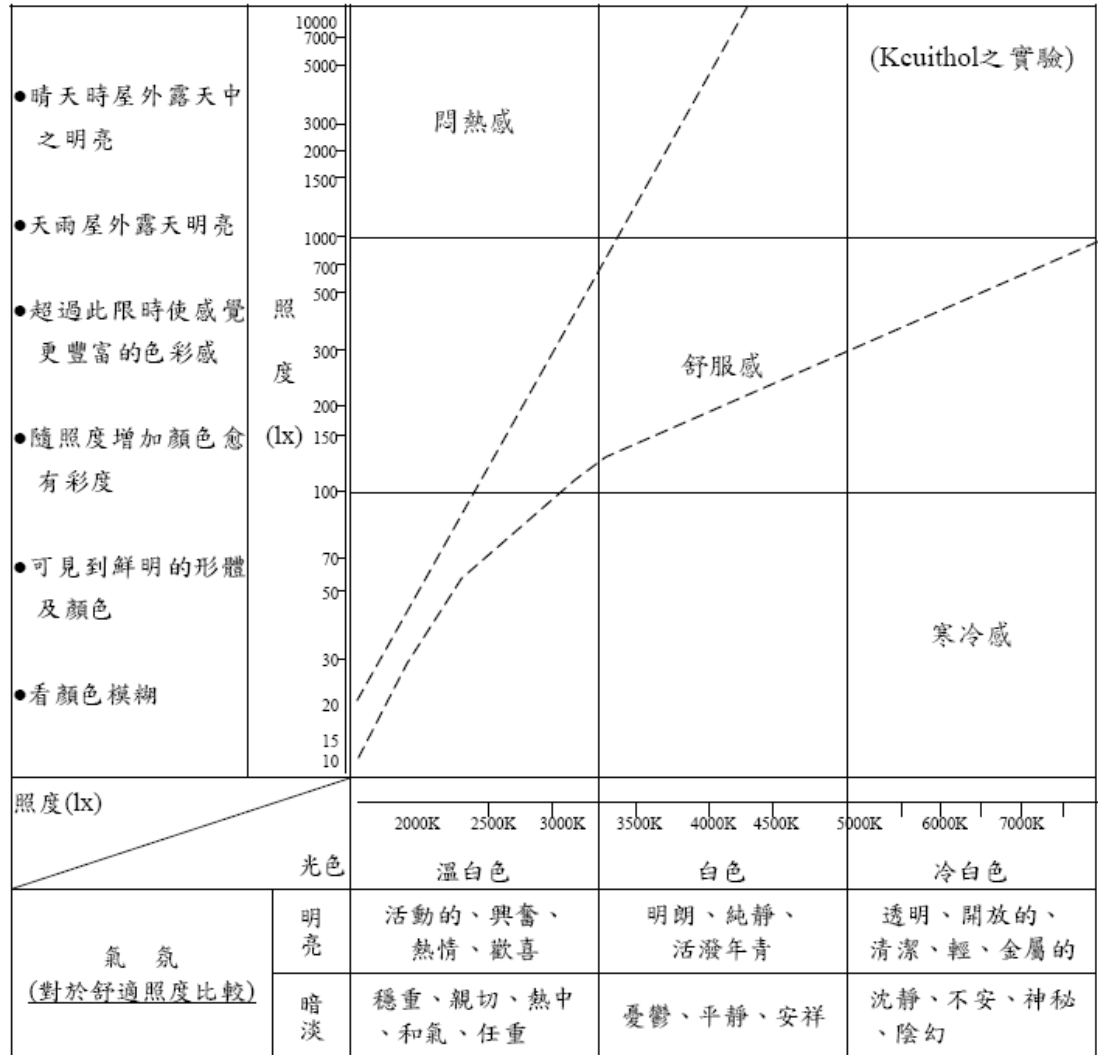
資料來源：經濟部能源局，2008。

照度與色溫度會造成環境氣氛之不同感受，如表 2-5 所示，由表中可以瞭解，節能照明在選擇光源時，需注意光源之色溫所產生之視覺感受。

### 十四、演色性

光源對物體顏色呈現的程度稱為演色性 CRI (或 Ra)，也就是顏

表 2-5 照度與色溫度及氣氛之關係



資料來源：經濟部能源局，2008。

色逼真的程度。演色性高的光源對顏色的表現較好。演色性高低關鍵在於該光線之分光特性。可見光之波長在 380 nm~760 nm 之範圍內，也就是我們在光譜中見到之紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫的範圍。如果光源所放射的光中所含的各色光的比例和自然光接近，則我們眼睛所看到顏色也就較為逼真，再好的裝璜、擺設、藝術品、衣服等也會因選擇不適當的光源而失色。

### 十五、平均演色評價指數(Ra)

(一)平均演色評價指數(Ra)表示光源的演色性與色彩傳真的程度，即色的色視度優劣的代表。對於用標準光(規定為基準的光)看見的各種色彩，再分別用各種類光源照明時的各色彩再現地保真程度。一般平均演色評價指數 Ra 80 以上，基本上就可以滿足色彩要求較高的照明應用。

(二)演色性之實際應用：CIE 根據照明的使用領域或用途建置了一定的基準，如表 2-6 表示出不同平均演色性評價指標 Ra 值的光源適用範圍。

表 2-6 不同 Ra 值的光源適用範圍

平均演色評價指數(Ra)	用途範圍
Ra>90	色檢查、臨床檢查、美術館
90>Ra≥90	印刷廠、紡織廠、飯店、商店、醫院、學校、精密加工、辦公大樓、住宅等
80>Ra≥90	一般作業場所
60>Ra≥90	粗加工工廠
40>Ra≥90	一般照明場所

資料來源：經濟部能源局，2008。

### 十六、光源經濟效率

光源的發光效率是以其所發出的光的流明數除以其用電量所得之值。

$$\text{光源效率}(\text{Lm/W}) = \text{流明}(\text{Lm}) \div \text{用電量}(\text{W})$$

也就是每一瓦電力所發出光的量，其數值越高，表示光源的效



率愈高，如表 2-7 所示。所以對於使用時間較長之場所，如辦公室、走廊、道路、隧道等，其發光效率通常是一個重要的考量因素。

各種燈源中以高壓鈉燈的效率最高。另外，在燈的輻射能中，可見光的比例越高，則效率越高。而且，可見光中黃綠色系的光能量越多也越明亮，效率也越高。

光源的發光效率高是選擇照明光源的基準之一，且依根據使用目的之不同，往往需選擇演色性高或容易進行配光控制的光源作為照明應用。



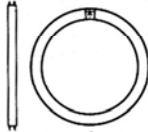


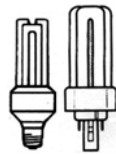
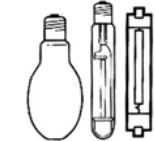

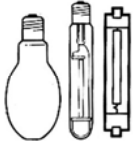
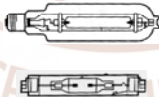
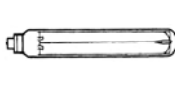
表 2-7 各種光源發光效率(Lm/W)

光源種類	發光效率(Lm/W)
白熾燈	15
石英鹵素燈	25
LED 燈	45
緊密型省電型螢光燈	60
水銀燈	65
普通螢光燈管	70
單管型螢光燈管	85
雙管型螢光燈管	85
石英複金屬燈	90
三波長自然色省電燈管	96
高壓鈉光燈	130
低壓鈉光燈	200
無電極電磁感應燈	85

資料來源：經濟部能源局，2008。

本所 2007 年版綠建築解說與評估手冊，亦提供各種光源之效率比較如表 2-8，由於出版年代較早，故與表 2-7 略有不同，本計畫之目的亦即透過實驗的手段，來比對不同廠商各種光源之效率，以作為綠建築解說與評估手冊修正之參考。

表 2-8 綠建築解說與評估手冊中各種光源發光效率(Lm/W)

	光源種類	效率 (lm/W)	效率比 ri	光源圖示	光源種類	效率 (lm/W)	效率比 ri	光源圖示
白熱燈系	白熾燈泡	7.6-21	0.21		鹵素燈泡	18-20	0.28	
	螢光燈系	一般 螢光燈管	48-80	1.00		LED 燈	20~35	0.5
省電燈泡		30-50	0.57					
高效率 螢光燈管		89-100	1.18		PL 型螢光 燈管	58-87	1.10	
三波長 T5 螢光燈管		100-	1.25					
高強度放電燈系 (HID)	水銀燈泡	32-55	0.64		高壓鈉氣 燈泡	90-120	1.57	
	複金屬 燈泡	70-90	1.14		低壓鈉氣 燈泡	140	2.00	

本表數據只為本手冊參考值，若有特殊照明效率者可提出規格說明，即可採用之

資料來源：內政部建築研究所，2007。

### 十七、光源之效率及照明裝置之功率

光源之發光效率可作為許多能源使用效率之依據，例如，使用在工場之水銀燈消耗一瓦可以發出 60 流明，就標示發光效率 60 Lm/W；但如改用高壓鈉氣燈則發光效率可高達 140 Lm/W，能源利用效率就提高 57%。

$$\text{節約率} = (140 - 60) \text{ Lm/W} \div 140 \text{ Lm/W} \times 100\% = 57\%$$

所以高效率的光源及照明裝置功率之降低是節電最有效的方法。目前市面上銷售之各種光源產品分類特性及光源效率(Lm/W) 比較，如表 2-9 所示。

表 2-9 各種光源產品分類特性及光源效率(Lm/W) 比較

光源種類	類型	效率 (Lm/W)	平均壽命 (小時)	特性	適用範圍
白熾燈 Incandescent Lamp	白熾燈泡 Incandescent Lamp 反射燈泡 Reflector Lamp	8~18	1,000	安裝及使用容易立即啟動、成本低、反射燈泡可做聚光投射。	住宅之基本照明及裝飾性照明、反射燈泡可用於重點照明。
鹵素燈 Halogen Lamp	石英鹵素燈 Quartz Halogen Lamp	12~24	2,000 ~3,000	體積小、亮度高、光色較白、安裝容易、壽命較普通燈泡長。	商業空間之重點照明。
省電燈泡 CFL-1	球型省電燈泡 圓滿省電燈泡 3U 省電燈泡 螺旋省電燈泡	39~50	6,000 ~8,000	效率高、省電、能直接取代白熾燈泡。	大部分使用白熾燈泡的場所均可使用。
緊密型螢光燈管 CFL-N.1	PL 燈管 PL Lamp PLC 燈管 Compact Light	46~87	8,000 ~10,000	體積小、壽命長、效率高、省電。	局部照明、安全照明、方向指標照

					明。
螢光燈管 Fluorescent Lamp	普通螢光燈管 Tubular Fluorescent Lamp	60~80	6500~ ~8,000	有各種不同的光色供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
	T-5、T-8 高效率螢光燈管 High Efficiency Fluorescent Lamp	80~104	13,000 ~20,000	高效率、高演色性、省電，有各種不同的光色供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
氣體放電燈 H.I.D Lamps	高壓水銀燈泡 High Pressure Mercury Lamp	40~61	10,000 ~12,000	有各種不同的光色可供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
	免用安定器水銀燈泡 Mercury Lamp	10~26	6,000	體積小、壽命長、效率高、省電。	局部照明、安全照明、方向指標照明。
	石英複金屬燈泡 Quartz Metal Halide Lamp	66~108	4,000 ~10,000	效率高、省電、能直接取代白熾燈泡。	大部分使用白熾燈泡的場所均可使用。

高壓鈉氣燈泡 High Pressure Sodium Lamp	68~150	8,000 ~16,000	效率高、壽命 特長、光輸出 穩定。	道路、隧道 等公共照明 、投光照明 、工業照明 、植栽照射 。
低壓鈉氣燈泡 Low pressure Sodium Lamp	99~203	12,000	效率極高、壽 命極長、明視 度高、演色性 差為單一色 光。	講求節約能 源及效率顏 色不重要的 各種場所。
陶瓷複金屬燈泡 Ceramic Metal Halide Lamp CDM(Mastercolour Lamp)	78~95	6,000 ~12,000	採精密陶瓷 作為放電管 材料，效率更 高、光色穩定 ，不會造成色 差，體積小、 輝度高、光束 控制容易。	辦公大樓之 公共空間、 商場等之基 本照明與重 點照明、公 園廣場建築 物等之景觀 照明。

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 第二節 常用光源介紹

在既有建築物照明及市場上，仍應用各種傳統人工光源如白熾燈、螢光燈、鹵素燈、鈉氣燈、複金屬水銀燈等，其效率、演色性、色溫、壽命等光電特性較目前先進環保光源如省電燈泡、T8 三波長螢光燈、T5 超細管徑螢光燈等差很多。瞭解各種常用光源之發光原理、特性及效率，有助於光源之選擇及節能之參考。

### 一、白熾燈泡

白熾燈泡構造為一玻璃球內抽真空後，充填氫氣和氮氣以抑制燈絲之蒸發，為最早成熟的電光源，構造簡單，通上電流加熱燈絲，利用物體受熱發光的原理發光，於溫度高達攝氏 2,700°C，而發出光與熱，所以泡殼亦處於高溫態，故遇到急遽冷卻如沾水等狀況時，燈殼會破裂。

白熾燈泡屬於點光源，配光相當容易，雖然壽命不長僅約 1,200 小時，但因其為連續光譜且偏紅色光，演色性佳(Ra 100)，光衰現象不明顯，色溫度低使人有溫暖感覺，惟發光效率偏低僅 8~15 Lm/W，是屬於低發光效率光源。

常用白熾燈泡效率與特性見表 2-10 所示。其主要光電特性包括演色性佳、可立即起動、安裝及使用容易、價格便宜、不需安定器、可連續調光、光束衰減少、及不受環境溫度影響等。

表 2-10 白熾燈泡特性與效率

編號	規格	電壓 V	型式	消耗 電力 W	全光束 Lm	壽命 h	效率 Lm/W
TM2205	220V/5W	220	磨砂	5	40	1,500	8
TM22010	220V/10W	220	磨砂	10	80	1,500	8
TM22040	220V/40W	220	磨砂	40	320	1,200	8
TM22060	220V/60W	220	磨砂	60	570	1,200	9.7
TM220100	220V/100W	220	磨砂	100	1,050	1,200	10.5
TM220200	220V/200W	220	磨砂	200	2,700	1,200	13.5
100PAR/FL/27	PAR38	220	珠寶燈	100	800	2,000	8
120PAR/SP/27	PAR38	220	珠寶燈	120	1,200	2,000	10
150PAR/FL/27	PAR38	220	珠寶燈	150	1,350	2,000	9

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 二、 石英鹵素燈

鹵素燈是由耐高溫的石英管、鎢絲、鉬箔、燈帽及內部的高壓氬氣與微量之碘或溴等鹵素所構成。

一般白熾燈泡之點燈過程中，鎢絲在高溫中蒸發附著於玻璃內壁，產生所謂之黑化現象而使光束逐漸降低，鹵素燈泡就是為對抗這種情況，防止黑化而開發之燈泡，鹵素燈泡內部有微量之鹵素氣體，藉著鹵素循環作用，減輕燈泡的光束衰減和壽命末期的黑化現象，並保持初期之發光效率。

常用鹵素燈效率與特性見表 2-11 所示。其主要光電特性包括(1)壽命長，相當於一般白熾燈泡的 2~3 倍。(2)發光效率高，11.4 Lm/W ~20 Lm/W 比一般白熾燈泡省電。(3)體積比白熾燈泡小，光源小而集中，配光設計容易。(4)光束衰減小，壽命終了時光輸出仍高達初光束之 90%。(5)採用石英玻璃製成，有極強的耐熱衝擊性。

表 2-11 鹵素燈特性與效率

規格	電壓 V	型式	消耗電力W	全光束 Lm	壽命h	效率 Lm/W
120V/ 75W	120	JVC型	75	1,100	1,000	14.7
120V/100W	120	JVC型	100	1,600	1,500	16.0
120V/150W	120	JVC型	150	2,800	2,000	18.7
120V/250W	120	JVC型	250	5,000	2,000	20.0
230V/50W	230	PAR20	50	570	2,000	11.4
230V/75W	230	PAR30	75	1,030	2,000	13.7
230V/100W	230	PAR30	100	1,400	3,000	14.0
120V/250W	120	PAR38	250	3,600	4,200	14.4

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 三、 螢光燈

螢光燈(俗稱日光燈)當燈起動時，燈絲會先加溫約 1~2 秒，以使燈絲溫度提高，以釋放電子，接著高電壓會施加在兩個電極之間

，使充入氣體和水銀氣體傳導電流而產生放電，此流動之電子(電流)會激發氣態水銀原子而發出紫外線，由於玻璃燈管內壁有塗一層螢光粉，此螢光粉在紫外線照射下會發出可見光。充入氣體(氬氣或是氬氣與氬氣的混合氣體)也會放電發光，但是所發出的只有微量之藍光，而且只有在沒有塗佈螢光粉的燈管才可看得到，此藍光約只佔螢光燈總發光量的3%，另外97%的光來自於螢光粉發光。

#### 四、高壓水銀燈

高壓水銀燈泡之發光管又稱之為內管，是由兩只主要電極或兩只補助電極所組成，管中封入適量水銀及惰性氣體，補助電極連接有電阻與其他端之主電極連接成一通路。

當電壓加在於兩主電極之時，介於兩電極間之距離很大而無法產生放電，同時相同之電壓也加在補助電極與相鄰之主電極之間，並且在其間產生輝光(Glow)放電，此時為限制補助電極之放電電流起見，接有電阻R(約25 k $\Omega$ )，輝光放電後兩主電極間之電場不斷的擴展，最後達到主電極端，這時之電流是依靠安定器來加以限制，因電流不斷增加之結果，主電極之溫度漸升而發出電子，終於自輝光放電而移轉為弧光放電，由於惰性氣體之弧光放電，發光管之溫度隨之而上昇，水銀漸漸蒸發，水銀蒸氣壓也漸漸提高，數分鐘後全變為水銀蒸氣之穩定放電。

高壓水銀燈泡效率與特性見表2-12 所示。其主要光電特性包括：  
(1)可靠性高、用途廣泛、符合經濟效益、壽命長。  
(2)點燈發光穩定，即使在電源稍微有變動的地區，亦有出色的功能表現。  
(3)因不需要使用外起動器點燈設備，所以線路簡單且安裝容易。  
(4)具有極高

高壓水銀燈泡效率與特性見表2-12 所示。其主要光電特性包括：  
(1)可靠性高、用途廣泛、符合經濟效益、壽命長。  
(2)點燈發光穩定，即使在電源稍微有變動的地區，亦有出色的功能表現。  
(3)因不需要



表2-12 高壓水銀燈泡特性與效率

型號規格	電壓 V	耗電 W	全光束 Lm	色溫 K	壽命 h	效率 Lm/W
HPL-N 50W E27	220	50	1,800	4,200	12,000	36.0
HPL-N 80W E27	220	84	3,700	4,200	12,000	44.5
HPL-N 125W E27	220	125	6,200	4,100	12,000	50.0
HPL-N 125W E40	220	125	6,200	4,100	12,000	50.0
HPL-N 250W E40	220	250	12,700	4,100	12,000	51.0
HPL-N 400W E40	220	400	22,000	3,900	12,000	55.0
HPL-N 700W E49	220	700	38,500	3,900	12,000	55.0
HPL-N 1000W E40	220	1000	58,500	3,900	12,000	59.0

資料來源：經濟部能源局，2008。

使用外起動器點燈設備，所以線路簡單且安裝容易。(4)具有極高可靠性，故使用在室內或戶外同樣有其多方面適用性。(5)配合正確額定電流的水銀燈安定器點燈，可延長點燈壽命。(6)絕佳的銀白色光，通常對景色較不重視的地方，可以採用強而有力的清光型高壓水銀燈泡；需要更佳合理演色性的地方可以採用螢光型高壓水銀燈泡。發光效率約36~59 Lm/W，但近來有漸漸被複金屬燈取代之趨勢。

## 五、石英複金屬燈

石英複金屬燈(Crystal Metal Halide Lamps)是氣體放電燈的一種，具有高演色性、良好的發光效率及壽命長等優點，近來在光源應用的比例上逐漸增加。石英複金屬燈係由硬質外管、石英玻璃發光管、主電極、起動電阻補助電極及支架所構成。在石英玻璃發光管內封入金屬鹵化物，作為發光物質，在高溫及高壓之水銀電弧中，金屬鹵化物分解為金屬原子與鹵元素，並使金屬原子產生特有之光譜而發光。及至低溫之管壁時，金屬再與鹵化物結合而成金屬鹵化物，這就是石英複金屬燈最大之特點。金屬鹵化物循環，可改善發光演色性。石英複金屬燈與大多數氣體放電燈一樣，呈現負電阻的電氣特性，點亮前燈管兩電極間有極高的電位梯度，所以驅動石英

複金屬燈的安定器，必須具備限制燈管電流以及高電壓點燈的兩個基本功能。石英複金屬燈主要光電特性包括：(1)壽命長：在相同的流明下，一個石英複金屬燈相當於 45 個白熾燈的壽命。(2)光色自然：標準的石英複金屬燈發出白色光，其色溫從 3,200 K 到 4,000 K，演色性 Ra 從 65 到 70。(3)效率高：石英複金屬燈發光效率是白熾燈的 3~5 倍，並且減少能源浪費與熱的損失。(4)小型化：石英複金屬燈弧光放電管長小於 1 英吋，其所產生之光束相當於 84 英吋長高輸出型螢光燈所發出之光束。(5)規格多樣化：石英複金屬燈瓦特數從 32 ~2,000 W，光束從 2,000~210,000 Lm 寬廣的範圍，包含所有室內、室外各種場所均能適用。(6)如表 2-13 及表 2-14 所示，依形式、電壓及瓦特不同，發光效率約 70~107.4 Lm/W。

表2-13 石英複金屬燈泡特性與效率

型號規格	電壓 V	耗電 W	全光束 Lm	色溫 K	壽命 h	效率 Lm/W
HP1 PLUS 250W BU	220	256	18,000	4,300	10,000	70.3
HP1 PLUS 400W BU	220	395	32,500	4,300	10,000	82.2
HP1 T PLUS 250W	220	250	19,000	4,500	10,000	76.0
HP1 T PLUS 400W	220	390	35,000	4,300	10,000	90.0
HP1 T PLUS 1000W	220	985	85,000	4,300	10,000	86.3
HP1 T PLUS 2000W/220V	220	1960	189,000	4,200	10,000	96.4
HP1 T PLUS 2000W/380V	220	1955	210,000	3,800	10,000	107.4

資料來源：經濟部能源局，2008。

表2-14 雙頭石英複金屬燈泡效率與特性

型號規格	電壓 V	管功率 W	全光束 Lm	色溫 K	演色性 Ra	壽命 H	效率 Lm/W
MQI70/T6/30	220	70	5,500	3,000	75	6,000	78
MQI70/T6/43	220	70	5,000	4,300	75	6,000	71
MQI150/T6/30	220	150	11,250	3,000	75	6,000	75
MQI150/T6/43	220	150	5,500	4,300	75	6,000	73

資料來源：經濟部能源局，2008。

## 六、高壓鈉氣燈

高壓鈉氣燈泡，係採用具有優良耐熱性、耐鈉性與透光性之鋁瓷發光管，在其管內封入鈉、水銀和氬氣，利用高壓鈉蒸氣放電而發光之燈泡，此型燈泡在起動時必須要有一個電子起動器給燈泡起動所需要的瞬間脈衝電壓。電源加入時，脈波立刻造成氬氣的游離，發出暗淡的青白色光，而游離的正負粒子以及再結合時所放出的能量很快就造成水銀的放電，發光顏色立刻呈較亮的青白色，這些都是瞬間的變化，大約 10 秒左右金屬鈉就跟著融解、放電、發出單色黃色光，然後鈉蒸氣壓逐漸升高，光色也逐漸增強而轉白，大約 5 分鐘就達成穩定的放電狀態，發出高壓鈉氣燈固有的金白色光，起動時間要比水銀燈快些，且由於發光管的氣壓比水銀燈低，因此電源中斷之後的再起動時間很短，僅需 1 分鐘便能再點亮，3-4 分鐘即趨於穩定。

表2-15 高壓鈉氣燈泡效率與特性

型號規格	電壓 V	管功率 W	全光束 Lm	色溫 K	演色性 Ra	壽命 H	效率 Lm/W
SON-70I	220	70	5,800	4,500	25	12,000	82.5
SON-100	220	100	9,500	4,500	25	12,000	95.0
SON-150	220	150	14,500	4,500	25	12,000	90.0
SON-250	220	250	27,000	4,500	25	12,000	100.0
SON-400	220	400	48,000	4,500	25	12,000	117.5
SON-1000	220	1,000	5,800	4,500	25	12,000	120.0
SON-T100	220	100	10,000	4,500	25	12,000	100.0
SON-T150	220	150	15,000	4,500	25	12,000	93.3
SON-T250	220	250	28,000	4,500	25	12,000	108.0
SON-T400	400	220	48,000	4,500	25	12,000	117.5
SON-T1000	220	1,000	130,000	4,500	25	12,000	125.0

資料來源：經濟部能源局，2008。

高壓鈉氣燈效率與特性見表 2-15 所示。其主要光電特性包括

：(1)最佳高發光效率。(2)富於節約能源、經濟效益。(3)具有金黃略帶白色光，光色穩定。(4)安定點燈，可靠而且壽命長。(5)光衰低絕佳的光束維持率。(6)再點燈起動時間短。(7)高壓鈉氣燈是 HID 放電燈泡中效率最高，以 SON-400 W 為例，效率高達 130 Lm/W，約有水銀燈 2 倍以上的高效率。(8)卓越的性能，以較少燈數即可以獲得相同的照明水準，達成節約能源的經濟效益。(9)發出以黃澄為主的金白色光，在這光源的照射下，可以有限度地分辨物體顏色，帶來溫暖感覺之照明。(10)採用具有優良耐熱、耐鈉以及透光性之鋁瓷發光管，點燈安定而可靠。(11)燈泡內部保持高真空，僅約需 2 分鐘短時間，即可達成再起動點燈。依形式、電壓及瓦特之不同，具發光效率約 82.5~125 Lm/W。

#### 七、安定器內藏型緊密型螢光燈管(俗稱：省電燈泡)

小瓦特之緊密型螢光燈管加上安定器內藏型或外加組合型，市面上都簡稱為省電燈泡。其特性包括有：(1)點燈壽命更持久，達 6,000 小時以上；(2)亮度高，發出全光束高；(3)光線柔和不刺眼；(4)更省電；(5)外型輕巧美觀；(6)不閃爍、保護眼睛視力健康。其特性與效率如表 2-16，依型式及電壓之不同，其發光效率約 40~63.7 Lm/W。

表 2-16 省電燈泡特性與效率

規格	電壓 V	型式	耗電 W	全光束 Lm	色溫 K	壽命 h	效率 Lm/W
11W/D	220	HELIX 電子式螺旋型	11	569	6,500	6,000	51.7
13W/D	220	HELIX 電子式螺旋型	13	828	6,500	6,000	63.7
20W/D	220	HELIX 電子式螺旋型	20	1,115	6,500	6,000	55.8
23W/D	220	HELIX 電子式螺旋型	23	1,296	6,500	6,000	56.3
25W/D	120	HELIX 電子式螺旋型	25	1,589	6,500	6,000	63.6
27W/D	120	HELIX 電子式螺旋型	27	1,632	6,500	6,000	60.4
20W/D	120	SLED 電子式球型	20	1,080	6,500	6,000	54.0
17W/D	220	SLD 電子式球型	17	680	6,500	6,000	40.0
18W/D	120	SLD 電子式球型	18	810	6,500	6,000	45.0


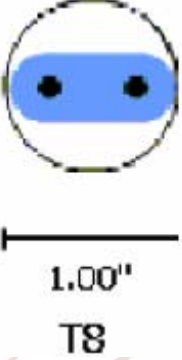
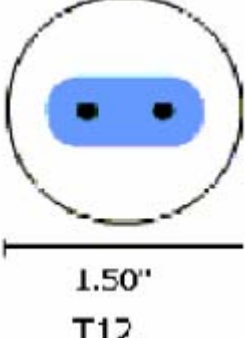
資料來源：經濟部能源局，2008。

### 八、 T8 高頻環保螢光燈管

目前辦公室採用之光源方面以直型螢光燈居多，管徑從 T12(38mmφ)、T10(32 mmφ)、T9(29 mmφ)、T8(25.5 mmφ)、T5(15.5 mmφ)，螢光燈管管徑縮小；而光源效率由 60 Lm/W 提高到 104 Lm/W，節省電力 40%。螢光燈管外型尺寸，見表 2-17 所示，電燈管長度由 T9 40 W、20 W 日光燈具改成 T5 日光燈時，應注意長度不同。

一般型燈管大多採用鹵磷酸鈣螢光粉製造，由於價格相當便宜，所以在國內外銷售量佔燈管類 80%，但其有發光效率、演色性、

表2-17 螢光燈管外型尺寸

	T5	T8	T12
燈管直徑	 0.625" T5	 1.00" T8	 1.50" T12
燈管長度	549 mm	590 mm	590 mm
	849 mm	895 mm	895 mm
	1149 mm	1199 mm	1199 mm

資料來源：經濟部能源局，2008。

壽命、光束維持率均偏低的缺點。三波長燈管採用最高效率的稀土類螢光粉，集中了對人類肉眼色覺識別能力最佳的藍色(435 nm)、綠色(543 nm)、紅色(611 nm)三個狹窄光譜組合出一種效率既高、演色性又佳的白光色。其特點為：

- (1)天然光線：接近太陽光，不傷眼，色調自然，氣氛溫馨。
- (2)高演色性：色澤鮮麗，提高物品之價值感與鮮度感。
- (3)高亮度：比一般型燈管亮度增加 30%以上。
- (4)效率好：可省電 5%以上。(以 40 W 為例，普通燈管效率為 72Lm/W，三波長燈管 84 Lm/W，二者比較相差約 17%。
- (5)壽命長：平均壽命 10,000 小時以上。

### 九、T5 超細管徑螢光燈

1995 年首次展出管徑縮小為 5/8 英吋，約為 16 mm  $\psi$  的 T5 超細管徑螢光燈相較傳統燈管 T12 (38 mm $\phi$ )、T10 (32 mm $\phi$ )、T9 (29mm $\phi$ )、T8 (26 mm $\phi$ )，燈管管徑縮小，等於光源體積縮小，對於燈具製造有以下幾個優點：(1)光源截面積的縮小，使光的投射擴散或集中角度能控制得更好，使燈具的器具效率更高。(2)光源直徑的縮小，使燈具在相同的光擴散性及眩光控制下，其燈具的厚度能真正減低，達到 6 公分以下，燈具的體積縮小減少原材料的使用。(3)較細支燈管提供光源設計者更大自由之設計空間。

由現在的 T8(26 mm $\phi$ )減至 T5(16 mm $\phi$ )，種類區分高效率型及高輸出型兩種，高效率型包含 14 W、21 W、28 W、35 W，高輸出型包含 24 W、39 W、49 W、54 W、80 W。T5 燈管需搭配電子安定器使用，是目前最節能最環保的燈管，因此有利於環境保護逐漸成為市場主流。

燈光效率最佳，燈管尺寸由 14 W 至 35 W(每 7 W/尺)，發光效率 100 Lm/W~105 Lm/W 比較傳統 T12(38mm $\phi$ )20W~65W(10 W/尺)或 T8(26mm $\phi$ )18 W~58 W(9 W/尺)其光效率約為 55 Lm/W~90 Lm/W 大幅提升。

以往傳統燈管使用液態水銀，液態水銀在恒溫下是以液態呈現

，所以當燈管被廢棄破裂時，水銀立刻以液態滲入地下水源或河川造成污染，在生態中循環，對生物的殘害將是永遠的。而 T5 燈管採固態汞設計每支燈管約 3mg，所使用的是汞合金，在恆溫狀態下是固態，僅有在燈管高電壓激發的狀態下呈氣態，所以當燈管破裂，水銀固態合金於接觸常溫的時候呈固態，無水銀污染問題，大幅減少廢棄燈管對環境的污染。

T5 燈管直徑減少 40%，燈管水銀劑約為傳統燈管的 20%，即水銀污染僅有原有的 20%，如加上壽命增加 2.5 倍，以相對比例而言，水銀的量僅有傳統燈管的 8%，目前國內每年市場上，消耗的燈管約為八千萬支，所以 T5 的 8%水銀污染比傳統燈管的水銀汞污染大幅減少，且因採用傳統回收處理容易較不易造成汞污染危害。

### 第三節 我國節能標章發展近況

節約能源一直是全球各國都十分重視的議題，在溫室效應逐漸引起重視之際，降低二氧化碳排放量已成為具有急迫性的全球共同議題，節約能源更是具備了經濟與環保雙重層面的意義與重要性。為鼓勵消費者優先選用高能源效率的產品，並引導廠商持續改進產品能源效率，目前已有許多國家推動能源標章（Energy Label）制度，藉由提供產品能源效率資訊或對高效率產品進行特別標示的方式，讓消費者能夠直接分辨並選購省能高效率的產品。

目前全球能源標章制度大約可分為兩類，一類為評鑑或評分制度，另一類則為標示制度。評鑑類制度未必設定特定能源效率基準，有時僅採用該國政府容許的最低能源效率要求，對市面上的所有產品進行評鑑，依等級的區別，引導消費者比較各產品的能源效率，進而選購高效率的產品。而另一類標示制度則如同我國節能標章，預先設定一高標準的能源效率基準，接受廠商申請，而符合該基

準的產品可獲得標章認證。我國目前以家電用品為主要開放目標。未來，將隨著節能標章產品項目持續推廣，使節能潛力繼續擴大。

兩類制度各有其優缺點，評鑑（或評分）制度的優點在於涵蓋產品較廣，不限於自願前來申請的產品與廠商，缺點則是消費者選購產品時，需具備基本能源常識且多方進行比較，方能挑選出相對較省能的產品，採用此一方式的國家有日本、澳洲等國。而標示制度的優點在於消費者無須對能源效率或耗電量定義多作瞭解，僅需於購物時留意產品是否貼有標章，便可輕易購得省電高效率的產品，此一方式除我國外，最具代表性的就是美國的「能源之星」。

我國節能標章制度由經濟部於 2001 年正式開始推動，希望推動節約能源、鼓勵廠商生產高效率商品，並促使消費者優先選用，其基本精神在於透過授予省能高效率的產品節能標章，引導消費者在選購產品的時候，能一眼辨認出哪些產品較為省能，引導消費者買到真正省能的產品，藉以創造出經濟性的誘因，激發廠商自發性持續提昇產品的能源效率，達到節約能源並降低二氧化碳排放量的目標。為了落實節能標章的基本精神，基準研擬的主要考量有三點：一是參考我國國家標準（節能標章基準約較我國國家標準 CNS 高 10 至 15%）；二是以市場現況的調查資料分析評估，以 20 至 30% 的產品（或銷售量）能通過標準為原則；三是考量廠商對該項產品能源效率提昇的技術能力與成本負擔。審核的過程中，皆需經過完整的第三者驗證，且檢測報告須由國內具公信力之檢測單位依最新公告之標準檢測，再經由工研院能資所節能標章申辦作業小組進行文件初審，初審結果再由經濟部能源委員會召開之審議委員會審查確認。

目前我國節能標章制度是以家電用品為主要開放目標，希望針對消費量大、省能潛力高的產品為初期的產品項目，目前已推出冷氣機、電風扇、除濕機、電冰箱、電視機、螢光燈管、洗衣機、乾



衣機、吹風機、烘手機、溫熱型開飲機、冰溫熱型開飲機、冰溫熱型飲水機、汽車、機車、安定器內藏式螢光燈泡、電腦用薄膜電晶體液晶顯示器、瓦斯台爐、瓦斯熱水器、電鍋、貯備型電熱水器、電熱水瓶、出口及避難指示燈、DVD 錄放影機、溫熱型飲水機等，共計 25 項產品。其中與光源有關之項目為螢光燈管及安定器內藏式螢光燈泡兩項，依據節能標章的規定，能源效率基準與標示方法分述如下：

一、 螢光燈管：

螢光燈管的節能標章係依經濟部能技字第 09404015980 號令，自 94 年 10 月 24 日公告修訂實施，申請節能標章認證，其產品需符合依國家標準 CNS691、CNS13755、CNS10839 及 CIE13.3 進行測試，實測值需符合表 2-18 所列標準：

表 2-18 螢光燈管節能標章能源效率基準

燈管發光長度 未達 100cm		
標準色度範圍	節能標章能源效率基準	
	搭配 CNS 691 試驗要求試驗用安定器	搭配 CNS 13755 驗證登錄合格電子式安定器
燈泡色(L-EX：2600~3150K) 溫白色(WW-EX：3200~3700K) 白色(W-EX：3900~4500K)	發光效率≥84 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥87 lm/W 平均演色性指數≥80
晝白色(N-EX：4600~5400K) 冷白色(CW-EX：4600~5400K)	發光效率≥81 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥84 lm/W 平均演色性指數≥80
晝光色(D-EX：5700~7100K)	發光效率≥78 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥81 lm/W 平均演色性指數≥80

燈管發光長度 100cm 以上		
標準色度範圍	節能標章能源效率基準	
	搭配 CNS 691 試驗要求試驗用安定器	搭配 CNS 13755 驗證登錄合格電子式安定器
燈泡色(L-EX：2600~3150K) 溫白色(WW-EX：3200~3700K) 白色(W-EX：3900~4500K)	發光效率≥92 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥96 lm/W 平均演色性指數≥80
晝白色(N-EX：4600~5400K) 冷白色(CW-EX：4600~5400K)	發光效率≥90 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥94 lm/W 平均演色性指數≥80
晝光色(D-EX：5700~7100K)	發光效率≥86 lm/W 平均演色性指數≥80	發光效率≥90 lm/W 平均演色性指數≥80

資料來源：經濟部能源局節能標章網站。

以上之節能標章能源效率基準之標示，應注意下列事項：

- (一)標章使用者之名稱及住址需清楚記載於產品或包裝上。
- (二)標章使用者若為代理商，其製造者之名稱及地址需一併記載於產品或包裝上。
- (三)產品型錄應標示產品之發光效率(Lm/W)與平均演色性指數。
- (四)產品之實測發光效率，計算至整數，小數點後第一位數即四捨五入。

## 二、安定器內藏式螢光燈泡

安定器內藏式螢光燈泡的節能標章係依經濟部能技字第09404017350號令，自94年10月24日公告修訂實施，申請節能標章認證，其產品需符合國家標準 CNS14125 之規定，實測值需符合下列基準：

- (一)發光效率需高於(含)60Lm/W。
- (二)平均演色性指數需高於(含)80。
- (三)「2000小時之光束維持率需高於85%」(94年12月31日前之試驗報告適用)或「1000小時之光束維持率需高於90%」(95年1月1日後之試驗報告適用)。

節能標章能源效率基準之標示，應注意下列事項：

- (一)標章使用者之名稱及住址需清楚記載於產品或包裝上。
- (二)標章使用者若為代理商，其製造者之名稱及地址需一併記載於產品或包裝上。
- (三)產品型錄應標示產品之發光效率(Lm/W)。
- (四)產品之實測發光效率，計算至整數，小數點後第一位數即四捨五入。

另依我國節能標章申請及使用須知第七條規定，產品能源效率證明文件可為：

- (一)由國內具公信力之檢測單位(含取得中華民國實驗室認證體系認可之實驗室)，依公告之能源效率測試方法進行檢測，並出具該項能源效率之測試報告正本或視同正本之影印本乙份(車輛除外)。
- (二)經濟部或各車輛製造國政府認可之車輛檢測機構，出具該車型耗能測試報告正本或視同正本之影印本乙份(車輛適用)產品如已取得國內具公信力單位核發之其他標章或其他品質認證者，得檢附相關證明文件影本乙份。
- (三)若國內檢測單位無法檢測該產品之能源效率時，則檢附國外檢測之能源效率證明文件，並證明該實驗室屬國際實驗室認證聯盟(ILAC)或亞太實驗室認證聯盟(APLAC)認可實驗室，以報請審議委員會審議。

亦即，我國節能標章之核發，係由產商自行檢送受測樣本至國內具公信力之檢測單位，依公告之能源效率測試方法進行檢測並出具該項能源效率之測試報告，若國內檢測單位無法檢測該產品之能源效率時，則檢附國外檢測之能源效率證明文件，以報請審議委員會審議，而不是由能源局自行量測。因此在節能標章網站上均會加註：「以上效率資訊皆為實測值。本資訊由獲證公司提供，僅供參考，本網站不負內容之保證責任」。



圖2-3 節能標章圖樣

### 第三章 實驗儀器與流程簡介

為推動國內建築照明產業升級，促成國內照明產品效率與性能開發，本所於性能實驗中心規劃建置國內最完備之人工光及自然光實驗室，提供照明燈具配光性能、人工光源性能、及材料光學性能等量測服務與進行照明及自然光之相關實驗研究，其中配光曲線試驗及人工光源全光通量試驗於 97 年 7 月 17 日通過財團法人全國認證基金會(TAF)認證，其認證基準與認證範圍如表 3-1 所示。

表 3-1 本所人工光與自然光實驗室通過 TAF 認證項目

認證項目	認證基準	認證範圍
配光曲線試驗	CIE 121-1987 EN13032-1	10-50000 Lm
人工光源全光通量試驗	CIE 69-1987 CIE 84-1989	10-50000 Lm

本研究主要係應用該實驗室之全光束積分球及配光曲線測定儀，以量測光源之光通量、光強度分佈、電性資料（電流、電壓、功率）及光譜分析、色度、演色性等資料加以分析。以下將分別予以介紹。

#### 第一節 積分球量測系統

##### 一、功能說明：

主要實驗設備包括：LMT 直徑 1m、2m 全光束積分球、Chroma 可程式電源供應器、YOKOGAWA 電性量測設備、追溯 PTB (Physikalisch-technische Bundesanstalt) 實驗室標準燈 3 個，可依據 CIE69-1987、CIE84-1989 及 DIN5032 規範進行光源之全光通量 (Total Luminous Flux) 及發光效率量測，量測時分別依序將標準光源與待測光源置於積分球中央，藉由球體內部所塗佈的反射材質，將光源發射之光束均勻散射後，利用球體表面之光度計量測之比例

關係，可計算求得待測光源全光通量。

## 二、適用範圍：

2m 全光束積分球可量測範圍為  $4 \times 10^{-3} \sim 10^6 \text{Lm}$ (理論最大值)、  
1m 全光束積分球可量測範圍為  $1 \times 10^{-3} \sim 10^5 \text{Lm}$ (理論最大值)；可量  
測最大光源尺寸為球體直徑之 1/1.7 倍。

## 三、環境需求：

可操作溫度範圍 5 至 50°C、儲存溫度範圍 -10 至 +60°C；因目前  
實驗室可追溯 PTB 標準燈之校正報告之環境條件為  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，應盡  
量將室內溫度控制在此條件，否則參照 CIE69-1987 建議公式修正：

$$E = E(T) \left[ \frac{\alpha}{100} \Delta T + 1 \right]^{-1} \quad (3-1)$$

$\alpha$ ：溫度係數 (temperature coefficient)， $0.01\%/^\circ\text{C}$  (校正報告)

$\Delta T = T - T_0$ ：溫差 (temperature difference)  $^\circ\text{C}$

$T_0$ ：校正報告之環境溫度

$T$ ：量測過程之環境溫度

## 四、試驗儀器：

### (一)球體：

LMT 製造之積分球如圖 3-1 係由多元酯玻璃纖維製成，可打開  
成兩個半球以裝置待測件。球體內面塗有特殊感光塗料，其具散射  
性並與可視光波長獨立，而隨著塗層老化以及灰塵、砂土之影響，  
靈敏度會下降。建議塗層應至少三年更新一次，但若流明校正設定  
無法藉衰減器調整達成時則需立即更新。

### (二)光度計感測頭：

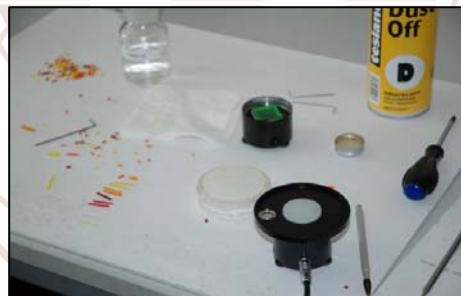
球體內壁裝置之光度計感測頭如圖 3-2，包含精密之  $V(\lambda)$  矽光  
學元件 ( $f1 < 1.0\%$ )，感光面直徑 30mm，其感光面上並附有散射物質。  
光度計感測頭可控制溫度於  $35^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$  以防止因量測件功率消耗產



資料來源：內政部建築研究所，2006。

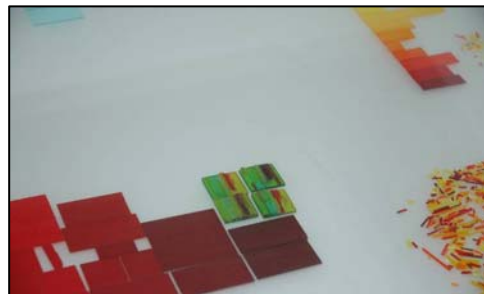
圖 3-1 積分球球體

生之溫升效應造成量測誤差，應每二年送回原廠以標準光源 A 進行精密校正。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-2 光度計感測頭



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-3 光度計感測頭所貼之濾片

另為符合 CIE 標準光度觀測者之規定，目前常見光度計感測頭儀器以貼各種顏色濾片如圖 3-3 方式達到需求。

另光度計感測頭在 2000lm 條件下，對 UV-response、IR-response 應小於 0.1%，Fatigue 測試應小於 0.1%。

(三)U1000 電子顯示單元：

含四位數之”衰減器電位計”，可調降顯示數值、歸零設定“U-zero”及暗電流補償控制”I-zero”。可直接量取光電電流、提供解析度 0.1°C 之球內溫度顯示。(如圖 3-4)



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-4 U1000 電子顯示單元

(四)遮蔽裝置：



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-5 遮蔽裝置

遮蔽裝置如圖 3-5，必須防止量測物光線直接照射光度計感測頭。自光度計感測頭觀查，必需看不到光源之表面，必要時可調整遮蔽裝置與光度計感測頭之距離或使用較大之遮蔽裝置。

(五)標準燈：

在設定工作條件下，流明值為已知值，且品質合於要求者，通常選擇白熾燈泡作為標準燈。

(六)輔助燈泡：

量測時應全程將輔助燈泡(如圖 3-6)點亮，以減少穩定所須之時間，藉以修正標準燈與待測燈形狀因子。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-6 輔助燈泡

五、量測原理：係利用待測件光通量與積分球內壁間間接照度之正比關係。

$$\Phi = E_{ind} \times A \times (1 - \rho) / \rho \quad (3-2)$$

$\Phi$ ：光通量

$E_{ind}$ ：積分球內壁間接照度值

$A$ ：球表面積

$\rho$ ：積分球內壁反射率

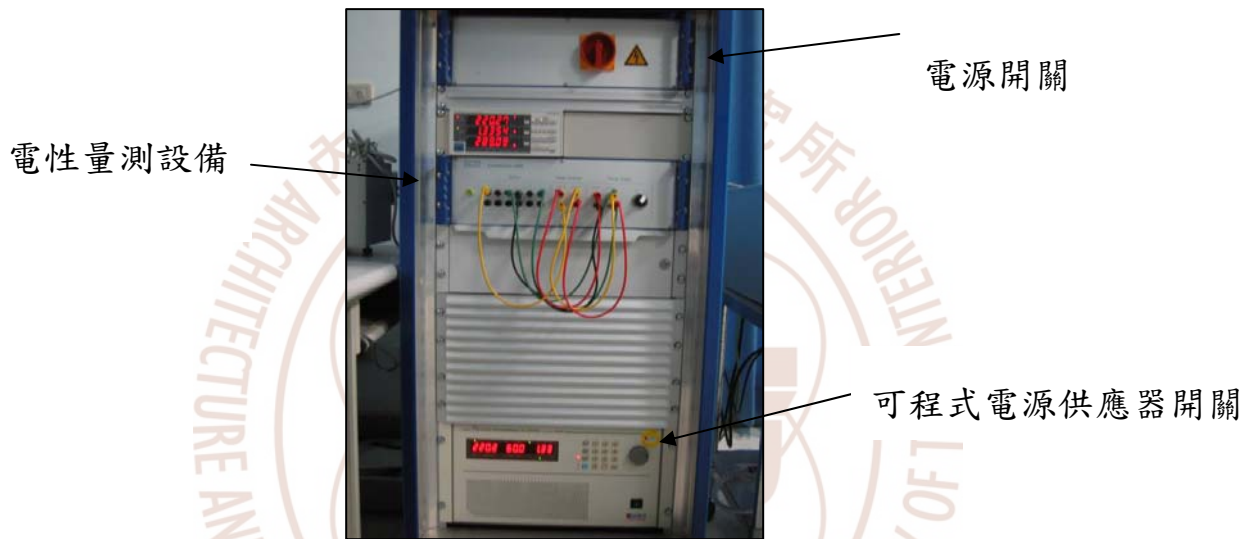
六、試驗步驟：

(一)線路安裝，開啟量測設備電源，暖機至少 5 分鐘。



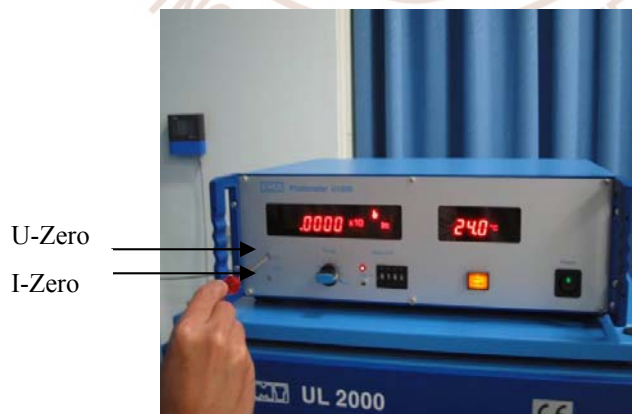
(二)歸零設定：

在將儀器暖機約 5 分鐘之後，於球體關閉及滅燈下，先將儀器設定至最低靈敏度之範圍（1m 全光束積分球設定在 105、2m 全光束積分球設定在 106），調整歸零設定"U-Zero"(補償電壓調整)使其讀值為零；再將儀器設定至最高靈敏度之範圍（1m 全光束積分球設定在 100、2m 全光束積分球設定在 101）並調整電位計"I-Zero"(暗電流補償)，藉此補償雜光所造成之影響。（如圖 3-7~3-8）



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-7 積分球量測系統線路



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-8 歸零設定

(三)選標準燈源：

安裝於積分球中心（若是軸向燈源，應將長軸方向平行對準光度計感測頭），點燈 20 分鐘以上，並同時打開積分球上之輔助燈泡，將輔助燈泡整個往外拉到底，點燈 20 分鐘以上。（如圖 3-9）

(四)經點燈穩定後，調整 U1000 四位衰減器電位計如圖 3-10，設定對應間接照度 EN 值等於標準燈流明值。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-9 點亮標準燈 20 分鐘以上



資料來源：內政部建築研究所，2006。

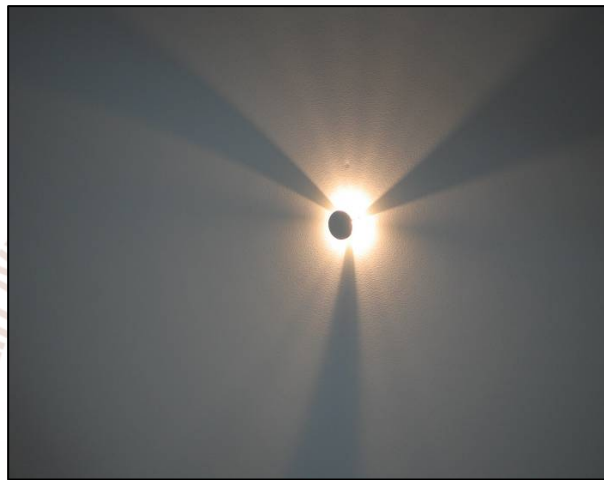
圖 3-10 調整衰減器電位計

(五)調降供應電壓並關掉標準燈，將點亮之輔助燈泡移入積分球，

該燈泡應保持點亮以免去暖機程序。待球內溫度穩定，量測對應間接照度 EHN 值，並記錄之。（如圖 3-11）

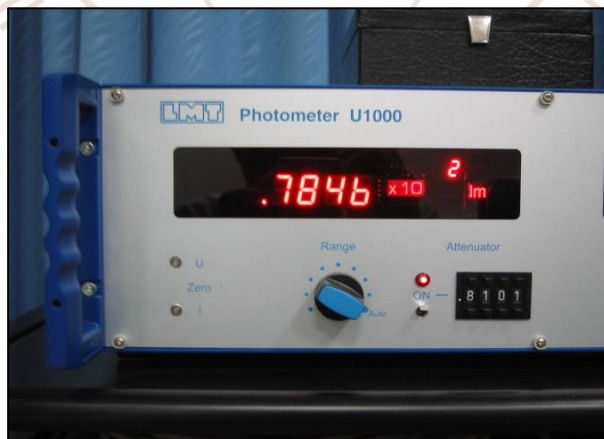
(六)將標準燈取出積分球再將待測燈泡安裝於積分球中心，輔助燈泡保持點亮，量測對應間接照度 EHX 值。（如圖 3-12）

(七)將輔助燈泡推出積分球外，此時輔助燈之遮蔽裝置會封閉積分球。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-11 輔助燈泡移入積分球內



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-12 輔助燈泡之間接照度值

(八) 點亮待測燈 20 分鐘以上（若是量測高功率燈源時，建議將球

體打開以防溫度升高)，經點燈穩定穩定後，量測對應間接照度 EX 值，同時紀錄相關（含電壓、電流、功率等）資料。

(九)待測燈泡之光通量依標準燈泡之光通量可以用下列公式計算：

$$\Phi_x = \Phi_n \times [E_x/E_n] \times [E_{h_n}/E_{h_x}] \quad (3-3)$$

$\Phi_x$ :待測光源之絕對光通量

$E_x$ : 待測光源之光通量測試值

$E_{h_x}$ :有待測光源在球內時之輔助燈泡光通量測試值

$\Phi_n$ :標準光源之絕對光通量

$E_n$ : 標準光源之光通量測試值

$E_{h_n}$ :有標準光源在球內時之輔助燈泡光通量測試值

其中  $E_{h_n}/E_{h_x}$  係數代表待測燈泡與標準燈泡因不同型式及尺寸之補償。

(十)燈源發光效率：每輸入一瓦特功率該光源所能轉換發出的光線流明值，單位是 Lm/W，愈高則效率愈佳。

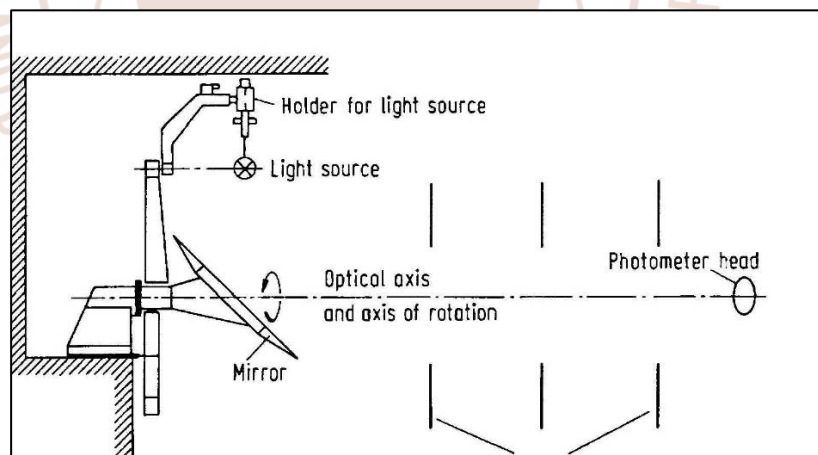
## 第二節 照明燈具配光曲線系統

### 一、功能說明：

配光曲線系統主要實驗設備包括：配光曲線測定儀、可程式電源供應器、自動化軟體與解析繪圖系統。可進行照明用燈具及各類光源的基本性能進行量測，包括：(1) 室內外燈具、道路與隧道照明燈具、大型場所與空間照明及 LED 燈具等各式燈具、(2) 白熾燈、鹵素燈、日光燈、氣體放電燈等各式光源。可進行量測項目包括：(1) 燈具配光曲線特性、(2) 光通量、照度分佈及光強度分佈、(3) 電性資料（電流、電壓、功率）等。

### 二、儀器規格：

本系統主要量測原理係利用測角儀(goniometer)(如圖 3-13)掃描燈源(具)整個空間球殼各角度之光學特性，藉由光通道內之感測頭接收，搭配 Limes 多功能整合軟體，可獲得燈具(源)相關實驗數據。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-13 測角儀示意圖

### (一)配光曲線儀

(1) 原理—為同心轉動式反射鏡

(依據 (CEN) EN13032.1 和 CIE70 國際規範及考量儀器對

位及精準度要求，故採用同心轉動式原理)

- 無偏心(同心)
- 水平
- 固定 (不會沿大圓轉動)

利用反射鏡之配光機，光源沿垂直軸旋轉而反射鏡則依水平軸旋轉，感測頭係固定不動。垂直軸旋轉角度範圍為上下各 180 度。

- (2) 測試件 (含最基本固定架) 重量最大需為 50 kg。
- (3) 測試件最大尺寸(含對角線) 1.6 m，高 0.8 m。
- (4) 量測距離需為 25m 以上。若實驗室空間距離不足可搭配第二反射鏡 (path folding mirror) 來增加量測距離，其設備包含第二反射鏡、鏡面固定裝置、集光束管。
- (5) 載物平台可上下調整(+/-50 mm)，有刻度，馬達驅動且可遙控。
- (6) 內建可遙控之雷射校準器，方便測試件定位。
- (7) 可變速之馬達驅動器，以利配光機垂直/水平軸之轉動。
- (8) 手動操控之顯示器以顯示馬達之轉軸及轉速。
- (9) 馬達之轉速與轉軸可遙控、顯示。
- (10) 垂直/水平軸之定位精度：0.1°。
- (11) 角度量測方式：光學編碼器 (安裝方式不可產生對轉軸之滑移)；解析度：0.1°。
- (12) 旋轉角度顯示器為數位方式，安裝於機櫃中，可遙控。
- (13) 燈軸與旋轉軸間之角度對應精度：0.5°。
- (14) 八極轉環接觸式之電源供應器可提供測試件 360° (垂直軸向) 連續轉動，且最大功率可達 380V/5 KW。
- (15) 反射鏡面系統 (包含第二反射鏡) 符合 BS 5225 part 1 之 F6 國際標準之要求。

- (16) 配光機之配重應配備馬達、定位尺且可遙控。
- (17) 防止意外及損壞之安全系統包含機械及電性兩套系統。
- (18) 馬達驅動、角度量測及遙控皆透過電腦整合以利電腦操作及量測。

## (二)光學量測系統( Photometric measurement systems)

- (1) 原理—為反射鏡配光機之光度計；可量測並顯示照度及光度。
  - (2) 感測頭 (system-photometer head) 為半濾鏡式，高精度角度 $\pm 35^\circ$ ，範圍  $V(\lambda)=f1: 0.5\%$ ，解析度  $0.0001\text{Lx}$ 。恆溫穩定裝置，內建放大器，集光束管可防止散射餘光。連結電纜線可長達  $100\text{ m}$ 。顯示器安裝於機櫃中且可遙控。
  - (3) 搭配 2 組感測頭，量測距離可切換，無需再調校。
  - (4) 含其他量測所需配件如遮光罩、可調式安裝架及電纜線。
  - (5) 照度量測範圍 (Measuring range):  $0.0001\text{ Lux} \sim 200,000\text{ Lux}$ 。
  - (6) 光強度量測範圍 (Measuring range)  $0.1 \sim 8 \times 10^7\text{Cd}$
  - (7) 光靈敏度： $20\text{nA/Lux}$
  - (8) 光學量測系統透過電腦整合以利電腦操作及量測。
- (三)多功能整合自動化軟體：包含圖形輸出軟體 11 種，表格輸出軟體 9 種。

## (四)光源量測用電源供應器設備

- (1) 點燈用精密電源供應器之輸出功率應高於  $2,500\text{W}$ 。電壓及頻率必須可調，且適用於一般常用光源，精度  $0.1\%$ 。
- (2) 量測設備應可精確測量電壓、電流及功率。
- (3) 電源供應器與電性量測設備均可透過電腦介面與控制軟體進行自動操作。
- (4) 自動產生電性資料的測試報告。
- (5) AC 電源供應器 (AC Power Source)，Power 達  $3,000\text{VA}$  以

上，精度達 0.1%。

(五)電子磅秤

- (1) 通過 CC 測試(防干擾)，高精度荷重元(Load Cell)。
- (2) 液晶 LCD 顯示，自動背光裝置。
- (3) 有"扣重"功能及"預扣重"功能。
- (4) 累計記憶功能、數量檢校。
- (5) 最大秤重 120kg 以上，具有零點追蹤之功能，有公斤/台斤/磅轉換之功能。

(六)高空作業台

- (1) 油壓動力系統，需配有緊急安全停止裝置。
- (2) 地面至工作台面全高 8m，工作高度 10m。
- (3) 載重：150kg 以上。移動方式：轉輪。

(七)其他：溫溼度紀錄器、3m 捲尺等。

三、環境需求：參照 EN13032-1-2002 規定，各類型燈具（源）環境需求如表 3-2。

表 3-2 燈具（源）量測環境需求表

	白熾燈 鹵素燈	螢光燈	高壓水銀燈	複金屬燈	低壓鈉燈	高壓鈉燈
供應電壓穩定度	DC±0.1% AC ±0.2%	±0.2%				
光通量之重現性	DC±1% AC ±2%	±2%				
光源老化時間	1h或壽命少於 100h則為1%	100h, 每24h有8 次關閉10min	100h, 每6h關 閉15min	100h	100h, 每6h 關閉15min	100h, 每6h 關閉15min
光源穩定時間	≥ 10min			≥ 15min	≥ 10min	
光源固定之方位	垂直,燈座朝上	一般:水平 省電燈泡:垂 直,燈座朝上	垂直,燈座朝上	依各類型製 造商要求	水平	
環境溫度	(20~27) ±3°C	25±1°C	(20~27) ±3°C			

資料來源：內政部建築研究所，2006。

四、試驗步驟：



- (一)開機：開啟配光曲線設備(GO-DS1600)總電源開關，將安全裝置(Safety unit)除鎖並向右轉動以開啟電源，按下綠色按鈕以提供電源供應器電源。除測角儀(goniometer)，測光儀(Photometer)，顯示器，電源供應面板以外之所有附加裝置，均須在按下綠色按鈕後才有電源供應。電源供應器電源其功能主要是提供試驗件所需之電源。
- (二)開啟電腦：選取 LIMES2000 程式，輸入密碼以便登入。
- (三)旋臂旋下至固定燈具位置：利用牆邊控制單元或 LIMES2000 程式將旋臂旋下至垂直地面。
- (四)選取治具：委託單位應配合不同燈具或光源試驗，選取適合治具，以便能將燈具或光源中心點固定於正確位置。
- (五)測量重量：測量燈具重量或光源與治具之總重量，以調整重量法碼，做為硬體機構平衡之用，重量誤差須在 5 公斤之內，若沒有做重量平衡之動作會影響測試之進行，當重量誤差太大，儀器本身會中止測試以保護其硬體機構，並發出警報聲音，以示警示。
- (六)測量尺寸：測量燈具或光源之尺寸，包含其物理尺寸與發光尺寸，應記錄於紀錄表中，尤其發光尺寸特別重要，一般規範是由其發光部位來定義其試驗中心位置，因此其發光尺寸會直接影響到雙向拉門之尺寸大小，間接影響到測試之結果。
- (七)固定試件：將治具與試驗件組合完成後，再將組套件固定至試驗位置，CIE 法規標準中定義一般燈具之設置以 C0-C180 為燈具發光最強之方向，而 IES 之角度定義與 CIE 之角度定義相差 90 度。
- (八)調整重量砝碼：利用黃色線控把手調整重量砝碼位置以平衡試件與治具總重量。
- (九)確認初始位置：利用黃色線控把手啟動定位雷射，確認試件中心點是否位於正確位置（如圖 3-14、3-15）。若非，則利用黃色線控把手微調接合器位置。一般法規定義之燈具與光源試驗中心

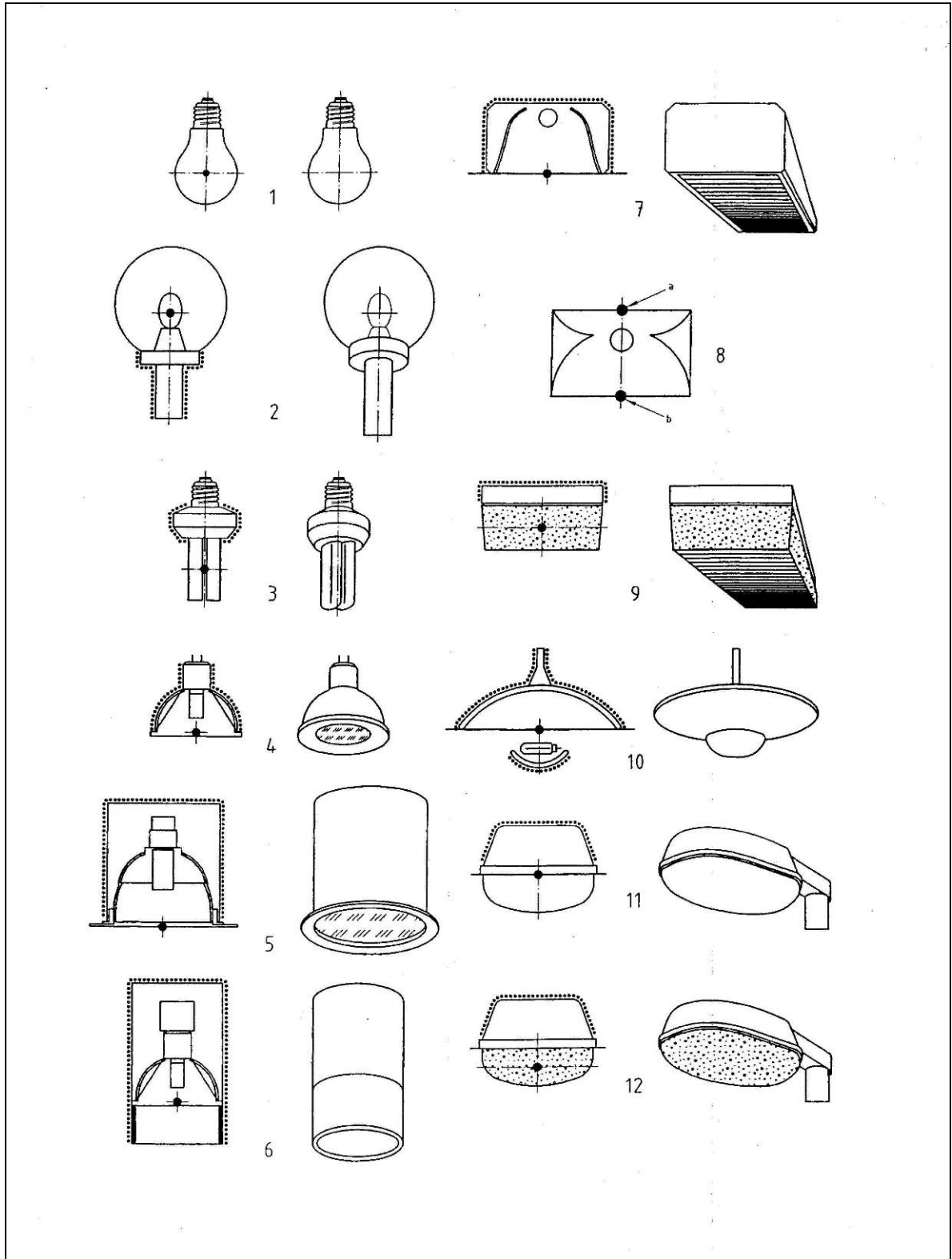
點如下圖所示，視各國標準規定而有些許不同，進行試驗前需先與廠商溝通，若與標準規定不同，應於記錄表內標明。



資料來源：內政部建築研究所，2006。

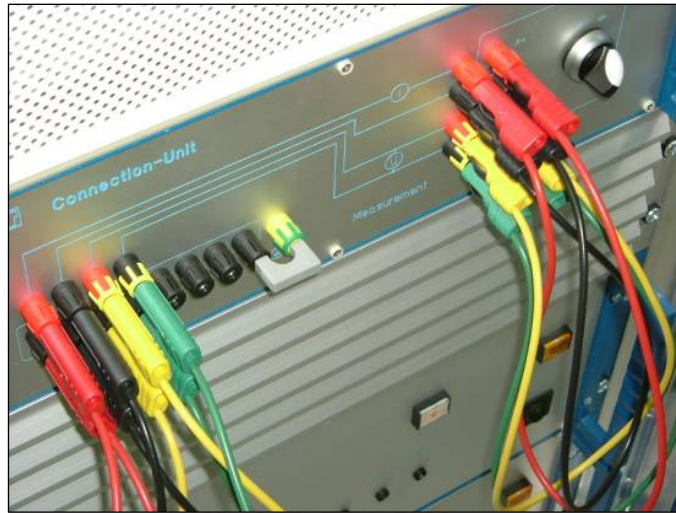
圖 3-14 試件中心點位置

- (十)連接電源輸入：接合器上方共有 8 個端子可供使用，配合各種不同試驗件，將電源連接完成，接頭編號即為 GD-DS1600 之 connect unit 編號。(如圖 3-16、3-17)
- (十一)調整雙向拉門：配合試驗件之大小尺寸，需調整雙向拉門之尺寸，以防止雜散光進入，其尺寸調整依表 3-3 所示。
- (十二)啓動 Limes2000：從桌面捷徑或〔開始〕—>〔程式集〕中啓動 Limes2000。
- (十三)選取試驗檔案：可選取已有之試驗檔案或建立新的試驗檔案。
- (十四)選取試驗程式：選定試檔案之後，可選取已設計完成之試驗程式或建立新的試驗程式。
- (十五)設定硬體、軟體輸出圖表：若有需要，可設定各項硬（軟）體功能及試驗各項動作，亦可在完成量測後選取分析所需之圖形與表格。
- (十六)結果輸出、儲存所需資料。



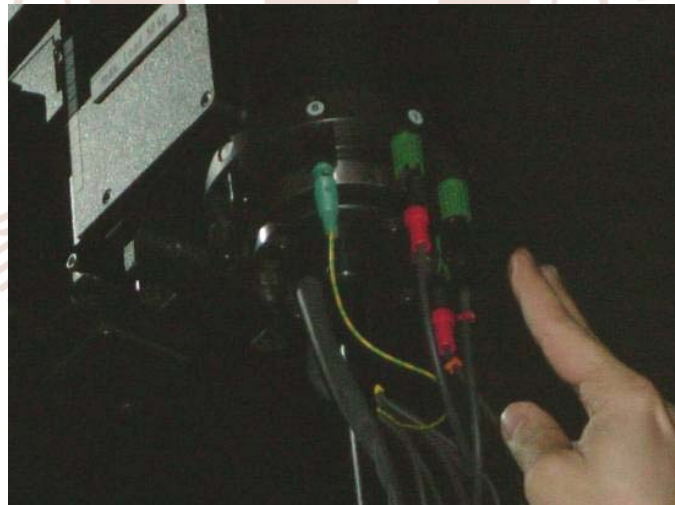
資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-15 EN13032-1-2002 試件中心點位置



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-16 8 個接頭端子（電源供應器側）



資料來源：內政部建築研究所，2006。

圖 3-17 8 個接頭端子（配光曲線儀側）

表 3-3 燈具或光源尺寸與滑門移動距離關係表

燈具或光源尺寸(mm)	滑門移動距離(mm)	燈具或光源尺寸(mm)	滑門移動距離 (mm)
1600	819	750	384
1550	793	700	359
1500	768	650	333
1450	742	600	307
1400	717	550	281
1350	691	500	256
1300	665	450	231
1250	640	400	205
1200	614	350	179
1150	589	300	153
1100	563	250	128
1050	537	200	103
1000	512	150	77
950	486	100	51
900	461	50	25
850	435	0	0
800	409		

資料來源：內政部建築研究所，2006。

## 第四章 節能光源樣本試驗結果分析

由於目前坊間光源產品種類眾多，且均號稱具有省電及節能的效果，此外依建築空間使用型態的不同，其所需光源種類亦有所差異，為實際瞭解其光源發光效率、演色性等性能，是否符合其產品宣稱效能，本研究將挑選部分光源產品，於本所台南性能試驗中心之人工光與自然光試驗室，進行相關測試，而光源樣本的挑選範圍也僅針對一般住家常用的光源產品為主，以期提供一般民眾作為居家照明汰換之參考。

### 第一節 節能光源樣本之選取

本研究初步針對市售光源進行調查，依其佔有率分類，大體上可分成品牌通路（如：飛利浦、歐斯朗及東亞）及自有品牌通路（主要為大賣場通路，如：特力屋與家樂福）2類，若依燈具使用光源型式分類，則有螢光燈管、PL型螢光燈管、U型螢光燈管與螺旋型省電燈泡4種型式。

配合本所台南性能試驗中心，人工光與自然光試驗室受理檢測案件之排程空檔，本研究僅能先就品牌通路，挑選上述4種型式光源進行試驗測試比較分析，並提出初步研究成果，後續年度若有機會將再進一步完成自有品牌通路的光源樣本比對分析，俾供本所未來綠建築解說與評估手冊，日常節能指標相關基準修正，以及一般民眾選取之參考。

依上述原則，本研究目前已收集光源樣本共計29件，分別為螢光燈管8件、PL型螢光燈管5件、U型螢光燈管5件及螺旋型省電燈泡11件（如圖4-1~4-4）。而樣本試件取得方式係經由一般通路購買，並均送往本所台南性能試驗中心進行光源發光效率、色溫、演色性及光譜等性能測試，以下將依光源型式分別就測試結果進行說明。



圖 4-1 試驗光源樣本 (1)



圖 4-2 試驗光源樣本 (2)

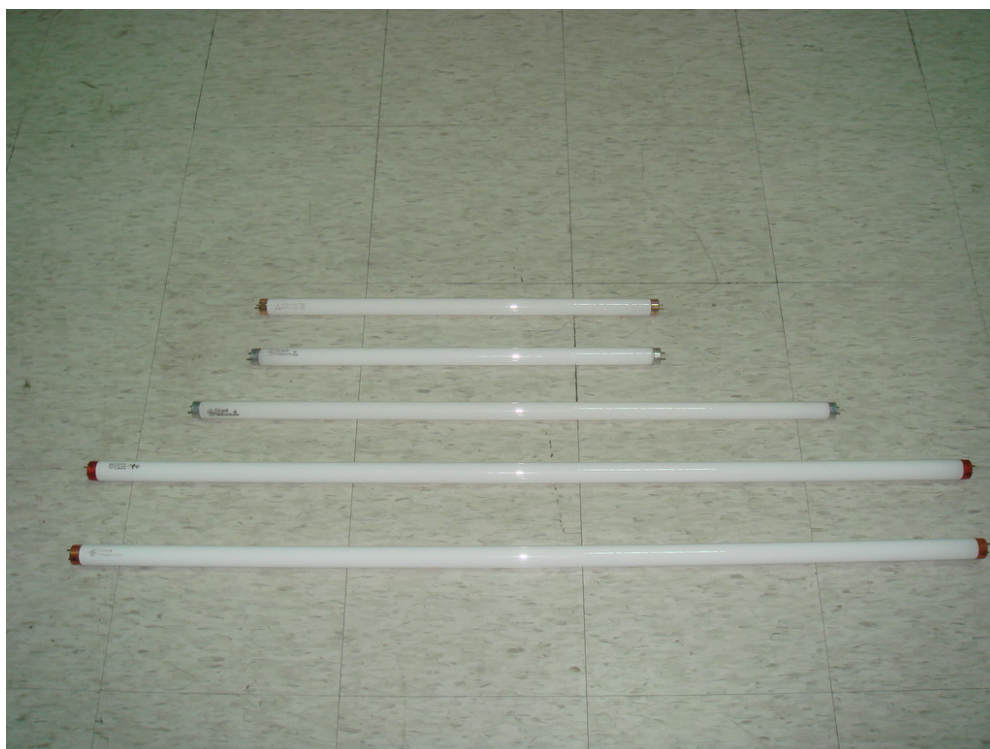


圖 4-3 試驗光源樣本 (3)



圖 4-4 試驗光源樣本 (4)



## 第二節 螢光燈管節能光源測試結果

本研究共計收集了目前市面品牌通路，一般民眾常用的螢光燈管樣本有 8 件，依廠牌分類其分別為 G 公司的 T8、T9 螢光燈管 3 件、C 公司的 T5、T8 螢光燈管 4 件，以及 P 公司的 T5 螢光燈管 1 件。至於 O 公司的螢光燈管未列其中，其主要原因為該公司所生產的螢光燈管，在目前市面上的銷售量並不大，且其電壓均為 220V，甚少用於一般室內居家，因此本研究並未採用。以下為這 8 件樣本之光源效率、色溫、演色性及光譜等測試資料結果，分述如下：

### 一、 G 公司螢光燈管

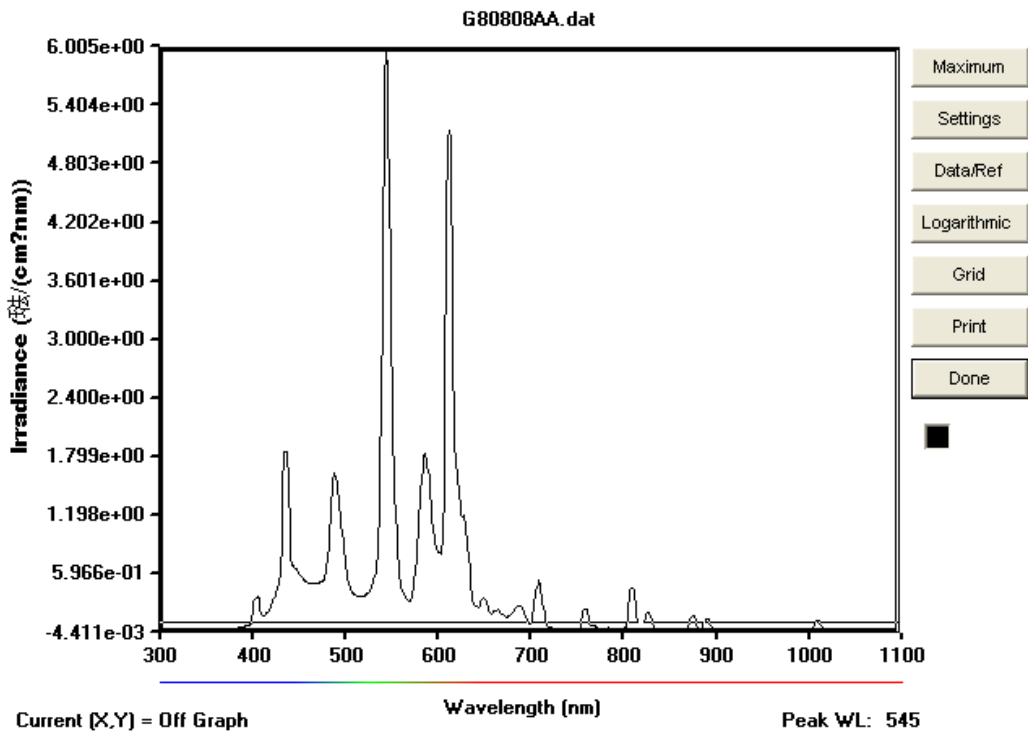


圖 4-5 FL40T9 螢光燈管光譜圖

表 4-1 FL40T9 螢光燈管數據資料

FL40T9/EXW	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	—	41.9
光束 (Lm)	—	—	2980
色溫 (K)	—	—	3975
電壓 (V)	—	—	110.02
電流 (mA)	—	—	392
發光效率 (Lm/W)	—	—	71.12
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84.2
燈管長度 (mm)	1210		
節能標章證書字號	—		

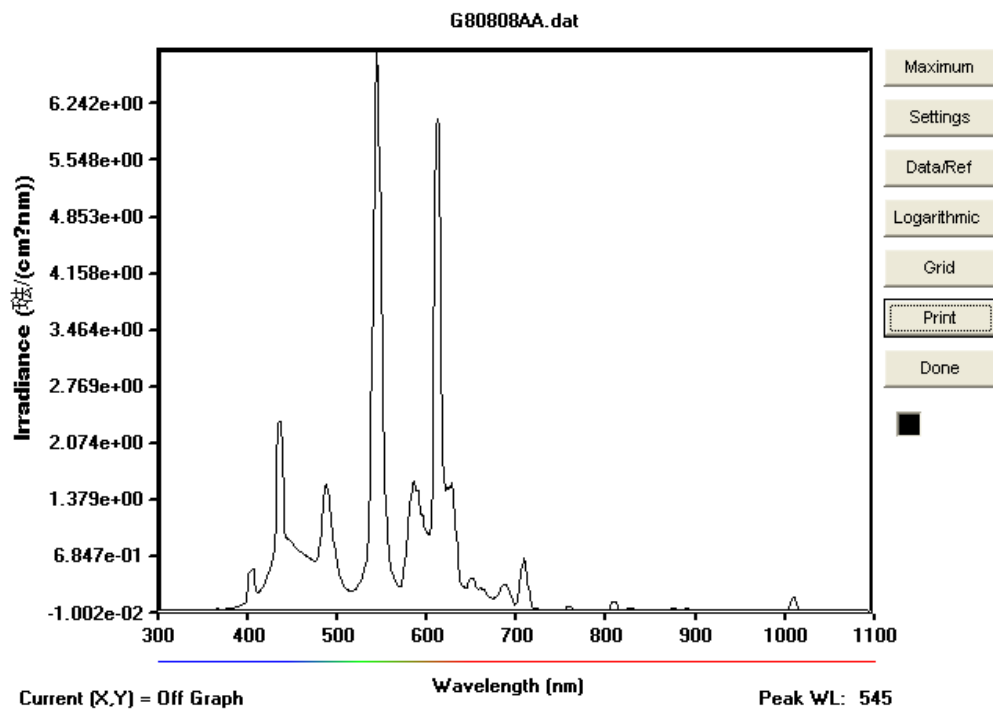


圖 4-6 T8F18W 螢光燈管光譜圖

表 4-2 T8F18W 螢光燈管數據資料

T8F18W/840/CW	節能標章之性能規格	產品標稱性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	17.05	—	21
光束 (Lm)	—	—	1277
色溫 (K)	—	—	4043
電壓 (V)	—	—	110.08
電流 (mA)	—	—	211
發光效率 (Lm/W)	89.75	—	60.81
平均演色性指數 (Ra)	84.2	—	83.6
燈管長度 (mm)	604		
節能標章證書字號	960081		

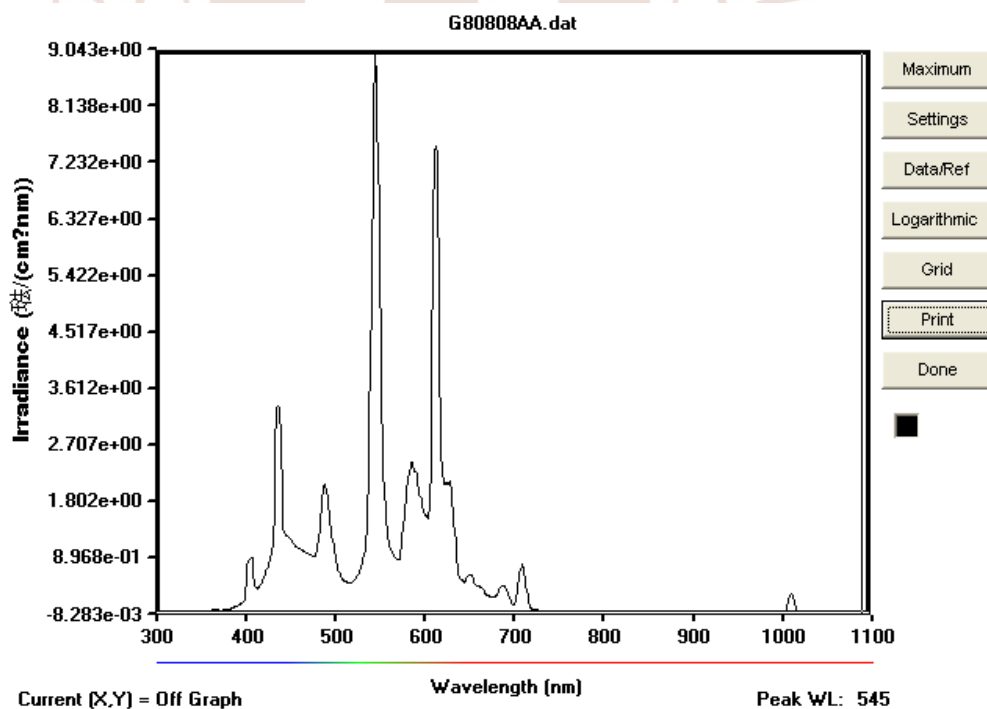


圖 4-7 T8F36W 螢光燈管光譜圖

表 4-3 T8F36W 螢光燈管數據資料

T8F36W/840	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	36.12	—	44
光束 (Lm)	—	—	2687
色溫 (K)	—	—	4077
電壓 (V)	—	—	110.02
電流 (mA)	—	—	437.7
發光效率 (Lm/W)	96.59	—	61.07
平均演色性指數 (Ra)	83.81	—	80.1
燈管長度 (mm)	1214		
節能標章證書字號	960065		

## 二、P 公司螢光燈管

表 4-4 TL5HE14W 螢光燈管數據資料

TL5 HE 14W/865	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	13.07	—	17.71
光束 (Lm)	—	—	1098.25
色溫 (K)	—	—	—
電壓 (V)	—	—	110.08
電流 (mA)	—	—	156.88
發光效率 (Lm/W)	86.64	—	62.01
平均演色性指數 (Ra)	86.86	—	—
燈管長度 (mm)	563		
節能標章證書字號	960096		

因其試驗色溫、平均演色性指數與光譜分析等部分試驗，囿於台南性能試驗中心之人工光與自然光試驗室排程滿檔，本年度試驗測試尚未進行，現階段無法提出相關數據進行比對。

### 三、C 公司螢光燈管

表 4-5 T8FL20W 螢光燈管數據資料

T8FL20W-EX/18	節能標章之性能規格	產品標稱性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	17.34	—	21.8
光束 (Lm)	—	—	1151
色溫 (K)	—	—	6506
電壓 (V)	—	—	110.08
電流 (mA)	—	—	212
發光效率 (Lm/W)	96.4	—	52.8
平均演色性指數 (Ra)	81.68	—	88.5
燈管長度 (mm)	580		
節能標章證書字號	950007 續 1		

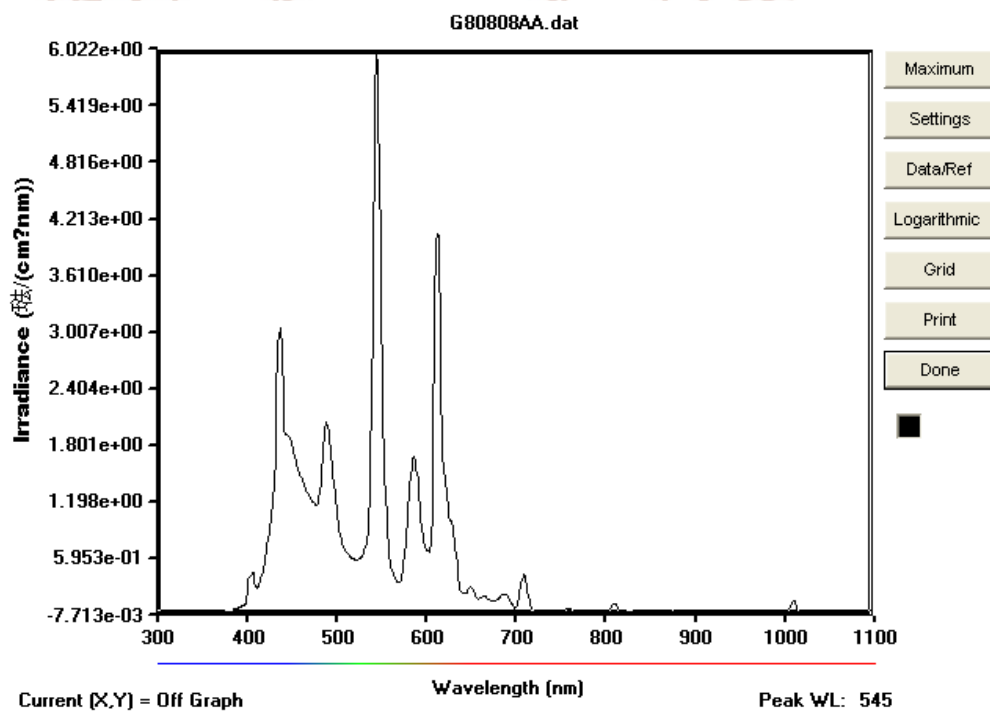


圖 4-8 T8FL20W 螢光燈管光譜圖

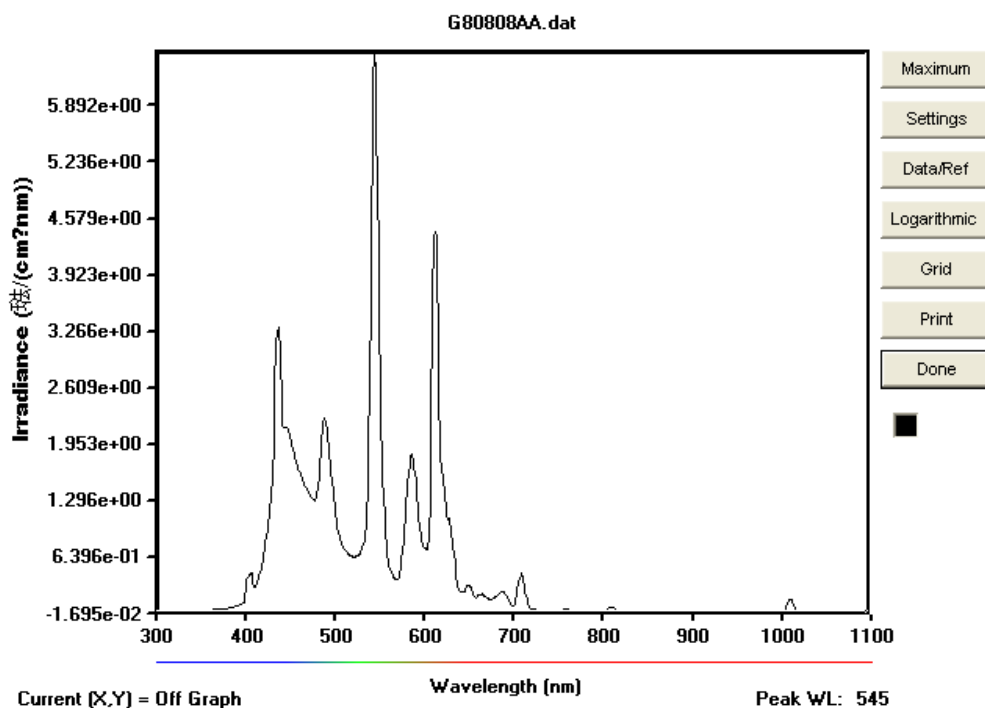


圖 4-9 T8FL40D 螢光燈管光譜圖

表 4-6 T8FL40D 螢光燈管數據資料

T8FL40D-EX/38	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	38.13	—	41.6
光束 (Lm)	—	—	2540
色溫 (K)	—	—	6642
電壓 (V)	—	—	110.02
電流 (mA)	—	—	300
發光效率 (Lm/W)	89.17	—	61.06
平均演色性指數 (Ra)	82	—	88.7
燈管長度 (mm)	1198		
節能標章證書字號	920011 續 2		

表 4-7 T8FL30D 螢光燈管數據資料

T8FL30D-EX/29	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	30	—	41.89
光束 (Lm)	—	—	2294.7
色溫 (K)	—	—	—
電壓 (V)	—	—	110.08
電流 (mA)	—	—	436.8
發光效率 (Lm/W)	82	—	54.78
平均演色性指數 (Ra)	86.01	—	—
燈管長度 (mm)	893		
節能標章證書字號	940046 續 1		

表 4-8 T5FH14D 螢光燈管數據資料

T5 FH14D-EX	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	14	—	16.61
光束 (Lm)	—	—	1042.6
色溫 (K)	—	—	—
電壓 (V)	—	—	110.08
電流 (mA)	—	—	172.47
發光效率 (Lm/W)	91.63	—	62.77
平均演色性指數 (Ra)	81.73	—	—
燈管長度 (mm)	549		
節能標章證書字號	940026 續 1		

至 T5 FH14D-EX 與 T8FL30D-EX/29 光源樣本，因其試驗色溫、平均演色性指數與光譜分析等部分試驗，亦因本年度試驗測試尚未進行，故本研究現階段無法提出相關試驗數據予以比對。

整體來說，本次螢光燈管試驗樣本的測試結果，其發光效率數值約在 52.8~71.12 Lm/W 之間，平均演色性指數落在 80.1~88.7，顯示不同型式的燈管間，的確存在著顯著的差異，然而在光譜分析部

分，不同公司因採用的螢光粉及塗佈技術不同，則可於波長為 380~780 nm 可見光譜區間的光譜圖看出，在成分分佈上的確具有些微差異，但一般說來其差異量並不大，且相同的是，不論何種廠牌，基本上都是呈現三波長的分佈，也就是在約藍光區（450nm）、綠光區（545nm）及橙光區（620nm）各有一個主成分波，同時因樣本均為色溫在 6500K 的晝光色系列產品，故最大成分波均落在波長為 545nm 的綠光區。此外，針對部分取得節能標章的螢光燈管，其與試驗數據相比，在平均演色性指數部分最多只有約 8% 的差異量，但在發光效率部分最多卻有高達將近 45% 的差異，應進行瞭解。





### 第三節 PL 型螢光燈管節能光源測試結果

在 PL 型螢光燈管部分，本研究收集了目前市面品牌通路一般民眾常用的樣本共計有 5 件，依廠牌分類其分別為 G 公司 1 件、C 公司 2 件，以及 P 公司 2 件。至於 O 公司的產品則因在市面上的銷售量並不大，故本研究並未採用。以下將針對這 5 件樣本之光源效率、色溫、演色性及光譜等測試資料結果，分述如下：

#### 一、 G 公司 PL 型螢光燈管

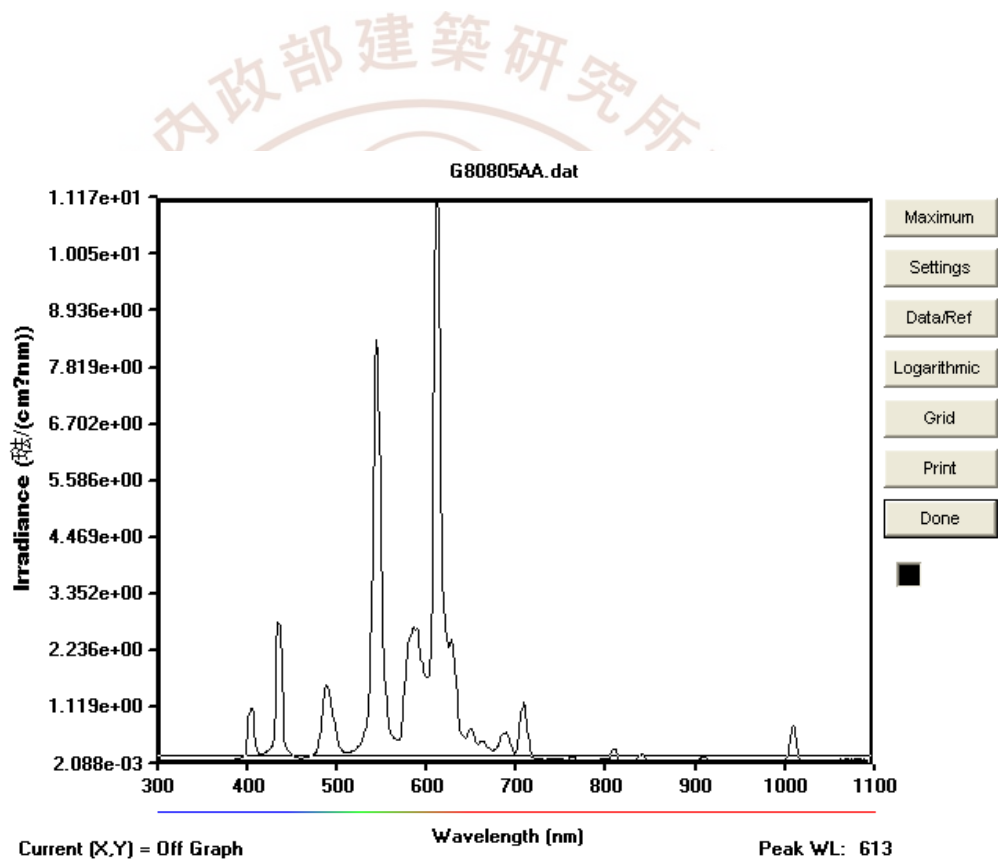


圖 4-10 F13DBX PL 型螢光燈管光譜圖

表 4-9 F13DBX PL 型螢光燈管數據資料

F13DBX/827/4P	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	13	21.16
光束 (Lm)	—	900	1048.91
色溫 (K)	—	2700	2721
電壓 (V)	—	91	110.10
電流 (mA)	—	175	312.92
發光效率 (Lm/W)	—	69.23	49.57
平均演色性指數 (Ra)	—	82	82
燈管長度 (mm)	123		
節能標章證書字號	—		

## 二、P 公司 PL 型螢光燈管

表 4-10 PL-F27W PL 型螢光燈管數據資料

PL-F 27W/865/4P	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	27	19.98
光束 (Lm)	—	—	952.49
色溫 (K)	—	—	6174
電壓 (V)	—	110	110.09
電流 (mA)	—	—	264.45
發光效率 (Lm/W)	—	—	47.67
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84.4
燈管長度 (mm)	155		
節能標章證書字號	—		

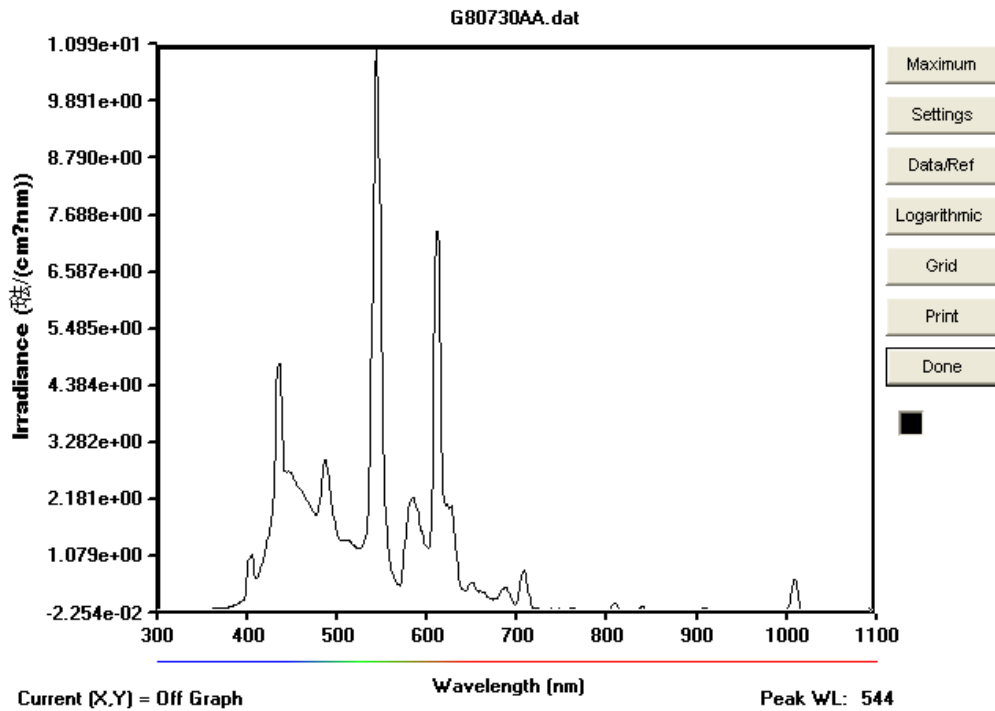


圖 4-11 PL-F27W PL 型螢光燈管光譜圖

表 4-11 PL-BB27W PL 型螢光燈管數據資料

PL-BB 27W/865/4P	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	27	20.94
光束 (Lm)	—	—	933.42
色溫 (K)	—	—	6096
電壓 (V)	—	110	110.01
電流 (mA)	—	—	250.39
發光效率 (Lm/W)	—	—	44.6
平均演色性指數 (Ra)	—	—	83.4
燈管長度 (mm)	127		
節能標章證書字號	—		

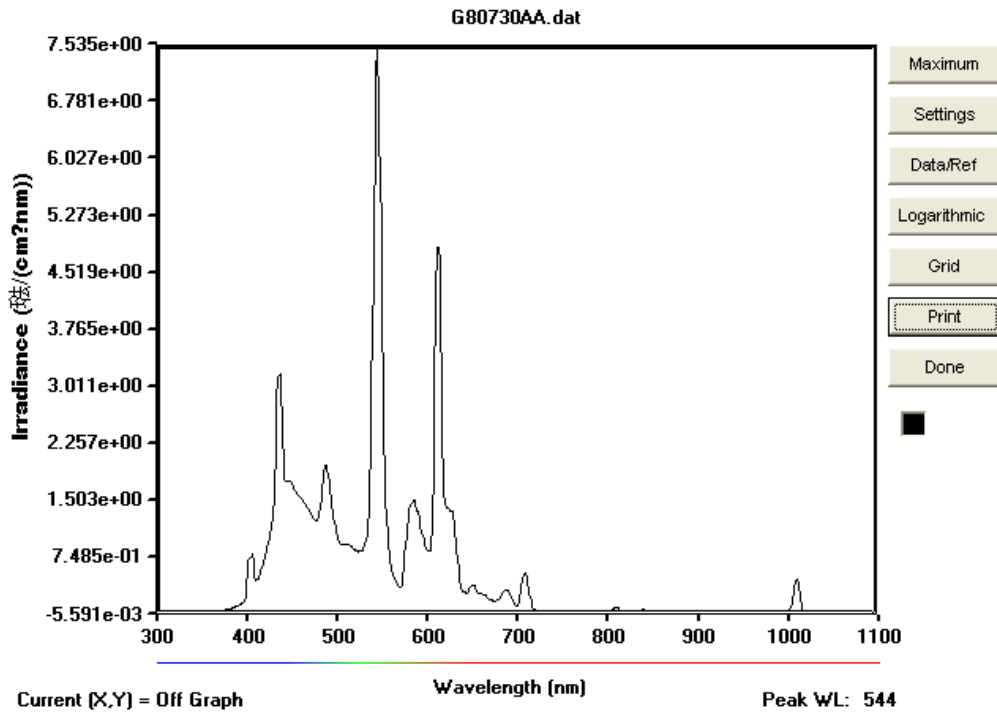


圖 4-12 PL-BB27W PL 型螢光燈管光譜圖

三、C 公司 PL 型螢光燈管

表 4-12 FDL27D-EX PL 型螢光燈管數據資料

FDL27D-EX	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	27	21.02
光束 (Lm)	—	1380	1022.17
色溫 (K)	—	6500	6008
電壓 (V)	—	56 (管電壓)	110.08
電流 (mA)	—	610 (管電流)	261.44
發光效率 (Lm/W)	—	51.11	48.63
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84
燈管長度 (mm)	146		
節能標章證書字號	—		

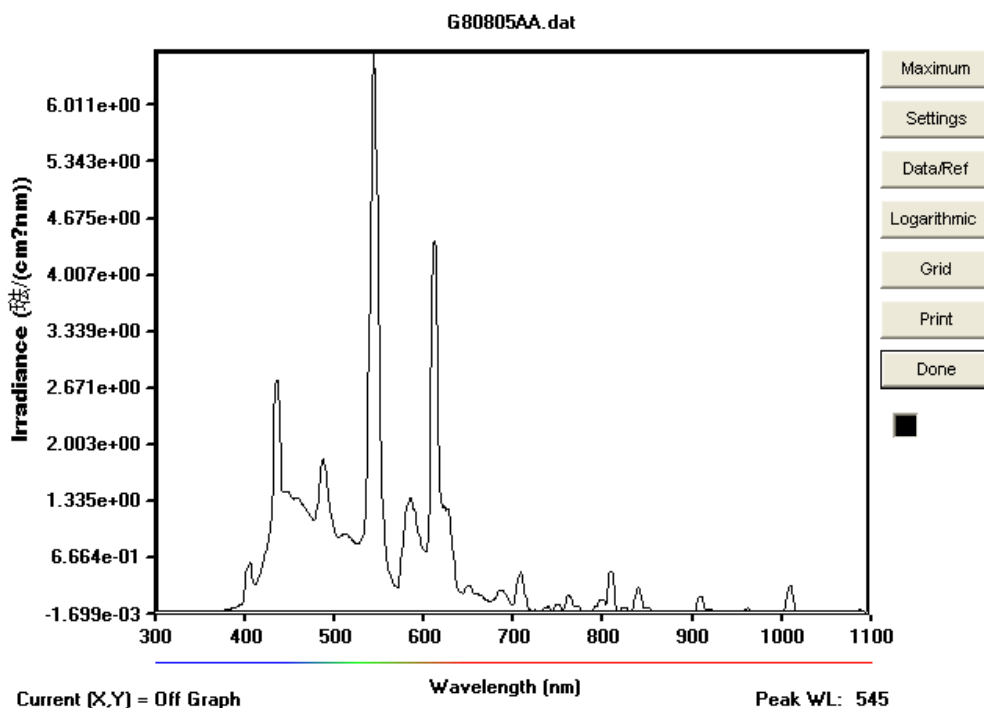


圖 4-13 FDL27D-EX PL 型螢光燈管光譜圖

表 4-13 FML27EX-D PL 型螢光燈管數據資料

FML 27EX-D	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	27	20.69
光束 (Lm)	—	1410	961.51
色溫 (K)	—	6500	—
電壓 (V)	—	56 (管電壓)	110.07
電流 (mA)	—	610 (管電流)	244.86
發光效率 (Lm/W)	—	52.22	46.47
平均演色性指數 (Ra)	—	—	—
燈管長度 (mm)	155		
節能標章證書字號	—		

其中 FML27EX-D PL 型螢光燈管，因其試驗色溫、平均演色性指數與光譜分析等部分試驗，亦囿於試驗室排程，尚未進行測試，故本研究現階段無法提出相關數據進行比對。

依整體試驗結果來看，本次 PL 型螢光燈管試驗樣本的測試結果，其發光效率數值約在 44.6~49.57 Lm/W 之間，平均演色性指數約為 82~84.4，顯示不同型式的燈管間的差異變化並不大，此外在光譜分析部分，同樣可在 380~780 nm 波長的可見光譜區間的光譜圖看出，因不同公司採用的螢光粉及塗佈技術不同，其成分分佈上的差異，基本上不論何種廠牌也都是呈現三波長的分佈，也就是在約藍光區（450nm）、綠光區（545nm）及橙光區（620nm）各有一個主成分波，但最大成分波發生的波段則有差別，大部分燈管為色溫在 6500K 的晝光色系產品，故波長是落在 544nm 或 545nm 的綠光區，但其中 G 公司 F13DBX/827/4P 的燈管因色溫為 3100K 的暖色系產品，故最大成分波落在 613nm 的橙光區。

此外，這些燈管目前均無取得節能標章，本研究另針對部分產品的外包裝標稱數據與試驗數據相比，平均演色性指數部分幾乎相同，但在發光效率部分最多卻有高達將近 28% 的差異量。

#### 第四節 U型螢光燈管節能光源測試結果

在 U 型螢光燈管部分，經調查瞭解，在目前市面品牌通路部分，一般民眾常用的產品，幾乎全為國外品牌的天下，而本研究也特別從中挑選收集了 5 件光源樣本，依其廠牌分類分別為 O 公司 1 件，P 公司有 4 件。以下亦分別針對這 5 件樣本之光源效率、色溫、演色性及光譜等測試資料結果，分述如下：

##### 一、O 公司 U 型螢光燈管

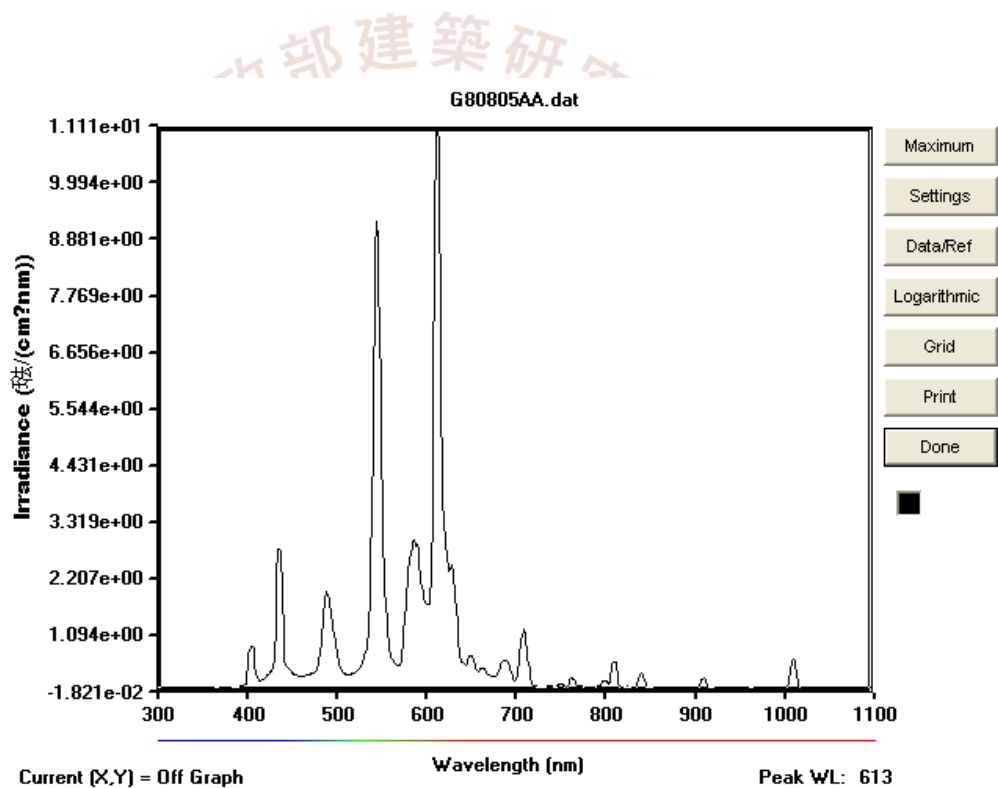


圖 4-14 FHT16EX-L U 型螢光燈管光譜圖

表 4-14 FHT16EX-L U 型螢光燈管數據資料

DULUXTE FHT16EX-L	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	18	23.43
光束 (Lm)	—	1200	1275.9
色溫 (K)	—	3000	2970
電壓 (V)	—	80	110.08
電流 (mA)	—	210	325.12
發光效率 (Lm/W)	—	66.67	54.46
平均演色性指數 (Ra)	—	—	83.7
燈管長度 (mm)	110		
節能標章證書字號	—		

## 二、P 公司 U 型螢光燈管

表 4-15 GENIE 5W U 型螢光燈管數據資料

GENIE 5W/D/120V	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	5	4.5
光束 (Lm)	—	—	232.26
色溫 (K)	—	6500	6188
電壓 (V)	—	120	110.22
電流 (mA)	—	—	77.6
發光效率 (Lm/W)	—	47	51.65
平均演色性指數 (Ra)	—	—	81
燈管長度 (mm)	107		
節能標章證書字號	—		



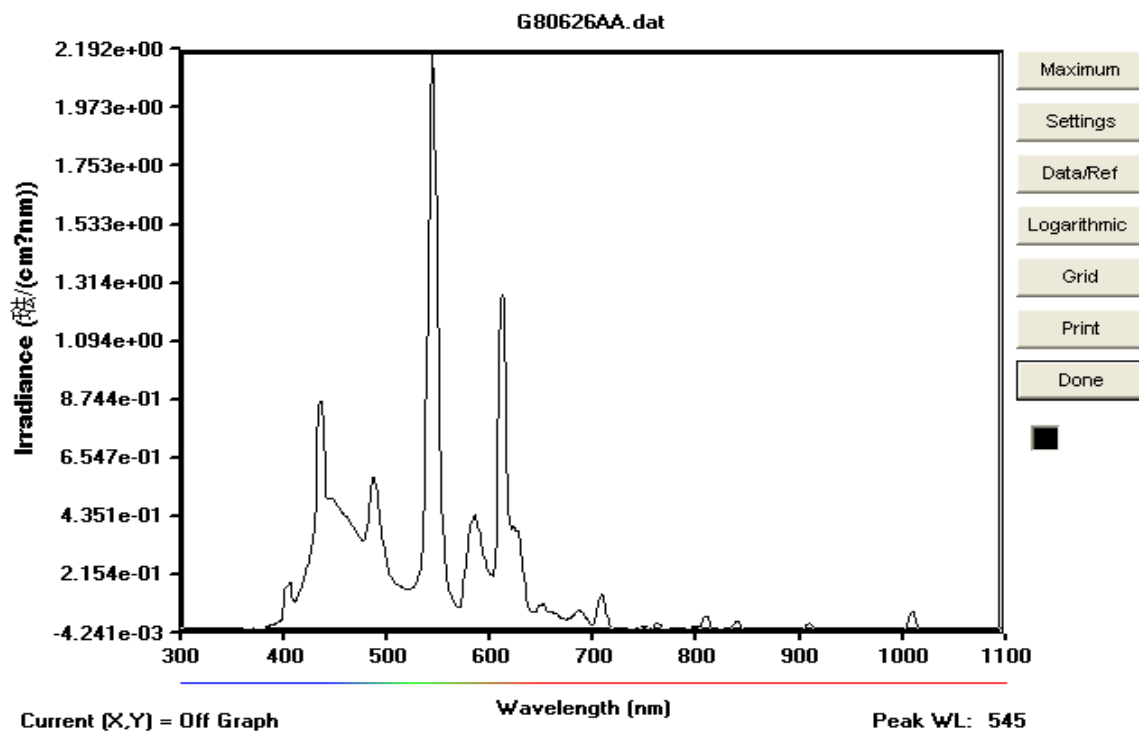


圖 4-15 GENIE 5W U 型螢光燈管光譜圖

表 4-16 GENIE 11W U 型螢光燈管數據資料

GENIE 11W/D/120V	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	11	9.21
光束 (Lm)	—	—	530.87
色溫 (K)	—	6500	6113
電壓 (V)	—	120	110.23
電流 (mA)	—	—	146.86
發光效率 (Lm/W)	—	54	57.64
平均演色性指數 (Ra)	—	—	85.6
燈管長度 (mm)	118		
節能標章證書字號	—		

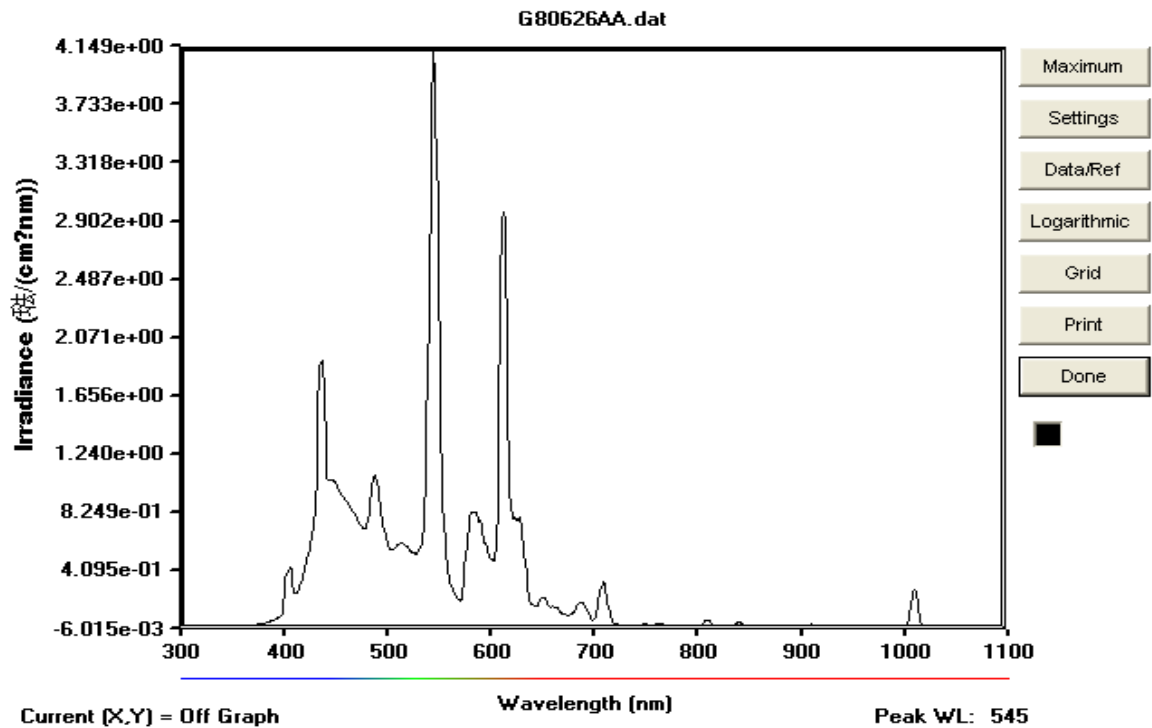


圖 4-16 GENIE 11W U 型螢光燈管光譜圖

表 4-17 ESSENTIAL 18W U 型螢光燈管數據資料

ESSENTIAL 18W/D	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	18	15.68
光束 (Lm)	—	—	910.67
色溫 (K)	—	6500	6092
電壓 (V)	—	120	110.01
電流 (mA)	—	—	243.43
發光效率 (Lm/W)	—	57	58.09
平均演色性指數 (Ra)	—	—	80.3
燈管長度 (mm)	171		
節能標章證書字號	—		



圖 4-17 ESSENTIAL 18W U 型螢光燈管光譜圖

表 4-18 ESSENTIAL 23W U 型螢光燈管數據資料

ESSENTIAL 23W/D	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	23	10.98
光束 (Lm)	—	—	649.84
色溫 (K)	—	6500	6069
電壓 (V)	—	120	110.09
電流 (mA)	—	—	164.32
發光效率 (Lm/W)	—	67	59.18
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84
燈管長度 (mm)	182		
節能標章證書字號	—		

同樣地依整體試驗結果看來，U 型螢光燈管試驗樣本的測試結果，其發光效率數值約在 51.65~59.18 Lm/W 之間，平均演色性指數約為 80.3~85.6，亦顯示不同型式的燈管間的差異變化並不大，另外在光譜分析部分，同樣由 380~780 nm 波長的可見光譜區間的光譜圖可看出，不同公司採用的螢光粉及塗佈技術不同，所造成的成分分佈差異，但不論何種廠牌基本上也都是呈現三波長的分佈，分別在約藍光區（450nm）、綠光區（545nm）及橙光區（620nm）各有一個主成分波，但最大成分波發生的波段則有些許不同，大部分的樣本因屬色溫 6500K 晝光色系產品，其波長是落在 545nm 的綠光區，但 O 公司 DULUX T/E FHT16EX-L 的燈管因屬色溫 3100K 的暖色系產品，故波長是落在 613nm 的橙光區。

此外，這些燈管目前也均無取得節能標章，本研究同樣針對部分產品的外包裝標稱數據與試驗數據相比，平均演色性指數因無相關資料無法比對，但在發光效率部分最多有將近 18% 的差異量。

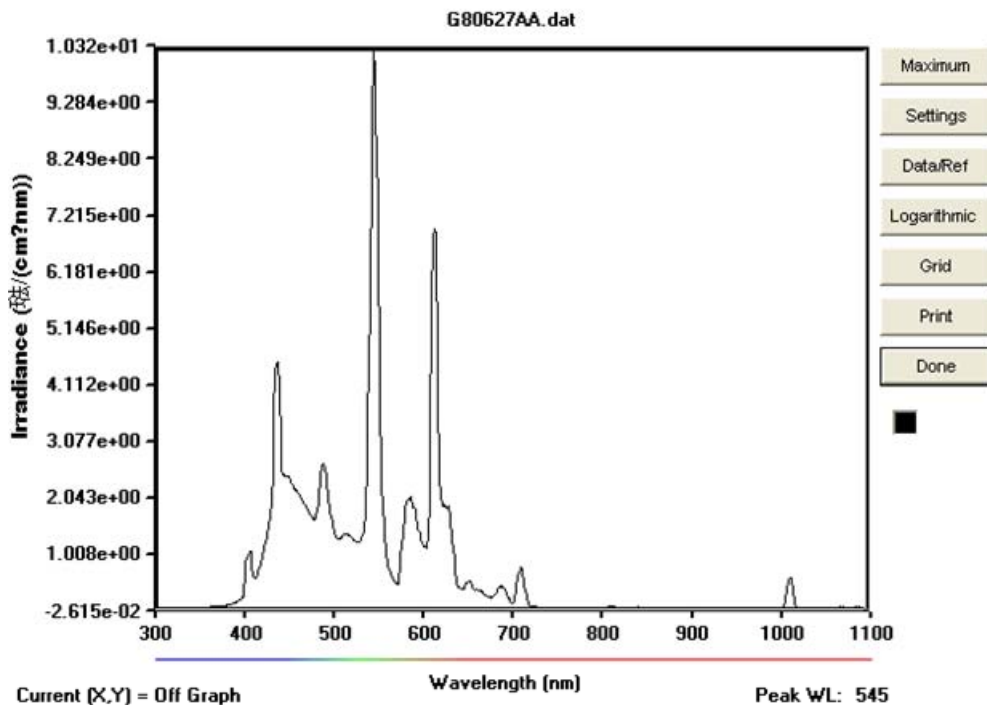


圖 4-18 ESSENTIAL 23W U 型螢光燈管光譜圖

## 第五節 螺旋型省電燈泡節能光源測試結果

螺旋型省電燈泡因具有體積小、發光效率高及省電等優點，目前已逐漸取代傳統圓形省電燈泡球以及上述 PL 型與 U 型螢光燈管，成為市場之主流。國內外相關品牌產品不斷改良推陳出新，除研發大瓦數產品意圖取代許多運用於商場百貨展場空間的水銀燈外，另一方面則積極研發尺寸更小，但光源效率仍佳的迷您型產品，以符合實際居家設計需要。

因此，本部分產品種類及數量相當多，本研究亦於目前市售品牌通路中，挑選一般民眾常用的光源產品，依其廠牌分類分別為 G 公司 3 件、O 公司 3 件、P 公司 2 件，以及 C 公司 3 件共計 11 件。以下亦分別針對這些樣本之光源效率、色溫、演色性及光譜等測試資料結果，分述如下：

### 一、 G 公司螺旋型省電燈泡

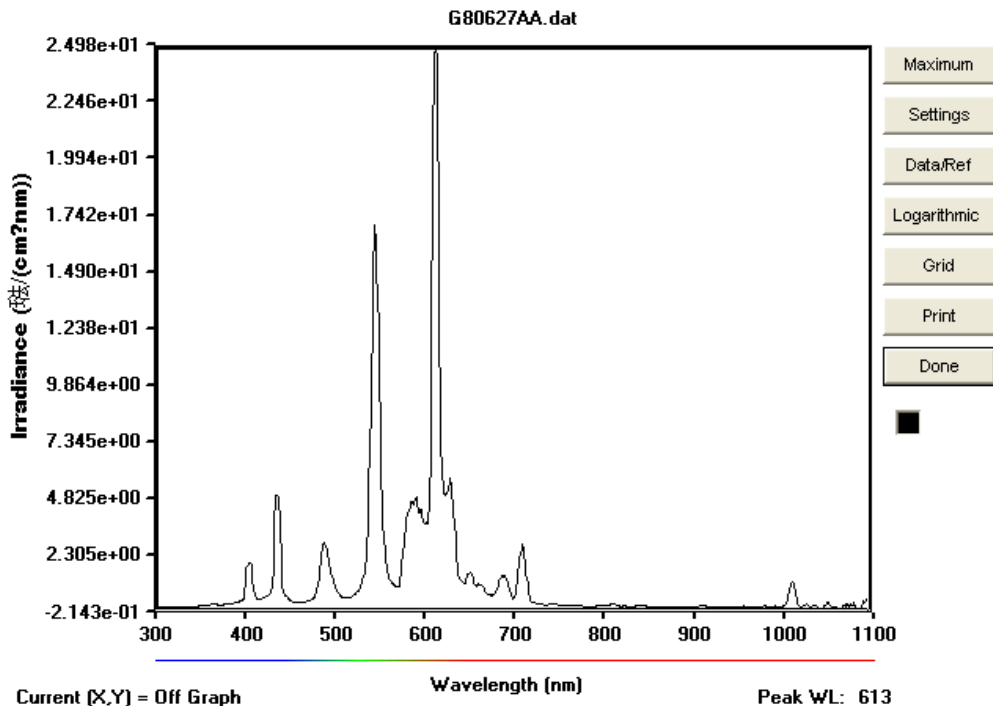


圖 4-19 FLEHLX45 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-19 FLEHLX45 螺旋型省電燈泡數據資料

FLEHLX45/827/E27 Edison	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	45	42.17
光束 (Lm)	—	—	3182.59
色溫 (K)	—	2700	2626
電壓 (V)	—	120	110.08
電流 (mA)	—	660	643.3
發光效率 (Lm/W)	—	60	75.47
平均演色性指數 (Ra)	—	—	83.7
燈管長度 (mm)	215		
節能標章證書字號	—		

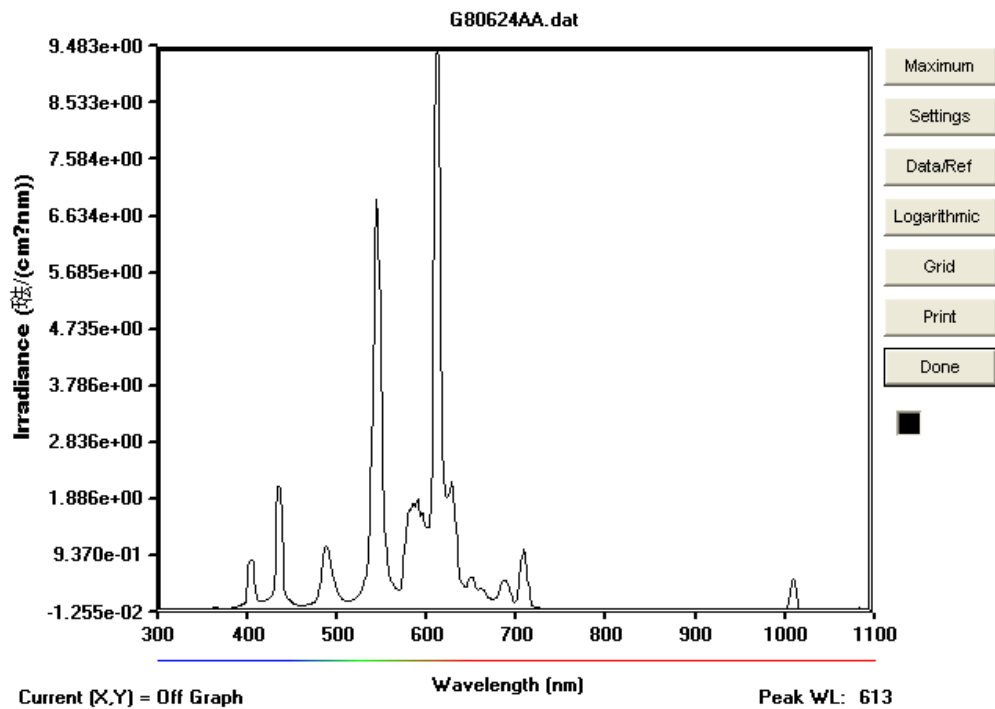


圖 4-20 FLEHLX21W 螺旋型省電燈泡光譜

表 4-20 FLEHLX21W 螺旋型省電燈泡數據資料

FLEHLX21W/827/E27	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室 量測性能
功率 (W)	—	21	18.14
光束 (Lm)	—	—	1206.4
色溫 (K)	—	2700	2727
電壓 (V)	—	120	110.09
電流 (mA)	—	300	279.47
發光效率 (Lm/W)	—	60	66.5
平均演色性指數 (Ra)	—	—	82.7
燈管長度 (mm)	127		
節能標章證書字號	—		

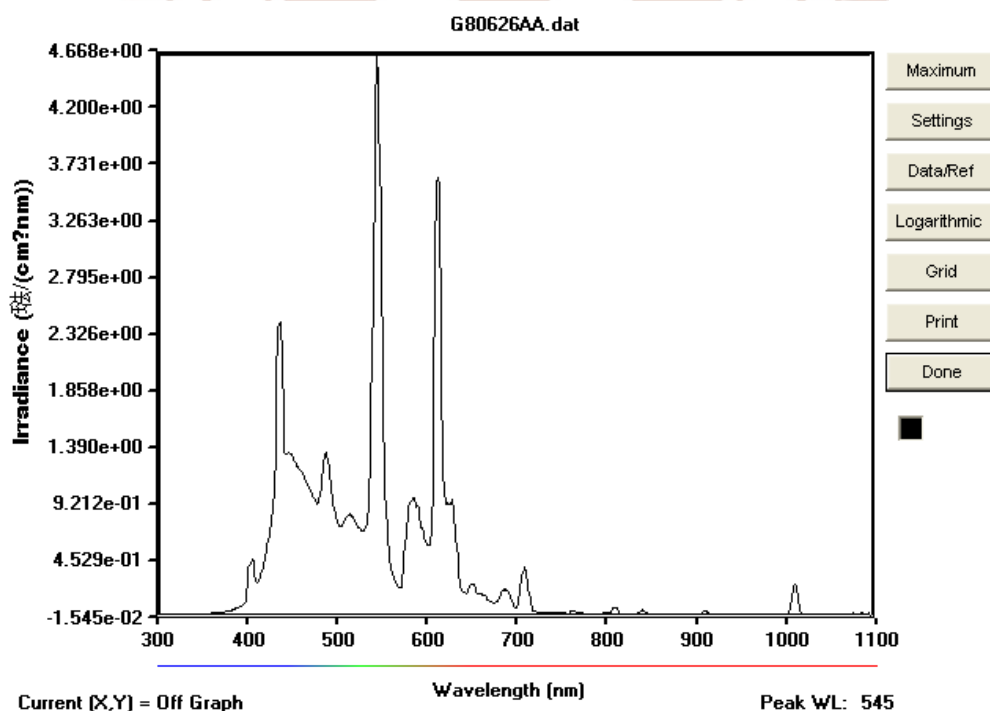


圖 4-21 FLEHLX13W 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-21 FLEHLX13W 螺旋型省電燈泡數據資料

FLEHLX13W/865/E27/T2	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	13	11.42
光束 (Lm)	—	—	734.9
色溫 (K)	—	6500	6434
電壓 (V)	—	120	110.21
電流 (mA)	—	238	173.67
發光效率 (Lm/W)	—	60	64.37
平均演色性指數 (Ra)	—	—	87.7
燈管長度 (mm)	100		
節能標章證書字號	—		

## 二、O 公司螺旋型省電燈泡

表 4-22 DMINITWIST 27W 螺旋型省電燈泡數據資料

DMINI TWIST 27W/827	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	27	22.01
光束 (Lm)	—	1755	1565.21
色溫 (K)	—	2700	2698
電壓 (V)	—	120	110.07
電流 (mA)	—	—	333.42
發光效率 (Lm/W)	—	65	71.11
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84.3
燈管長度 (mm)	151		
節能標章證書字號	—		



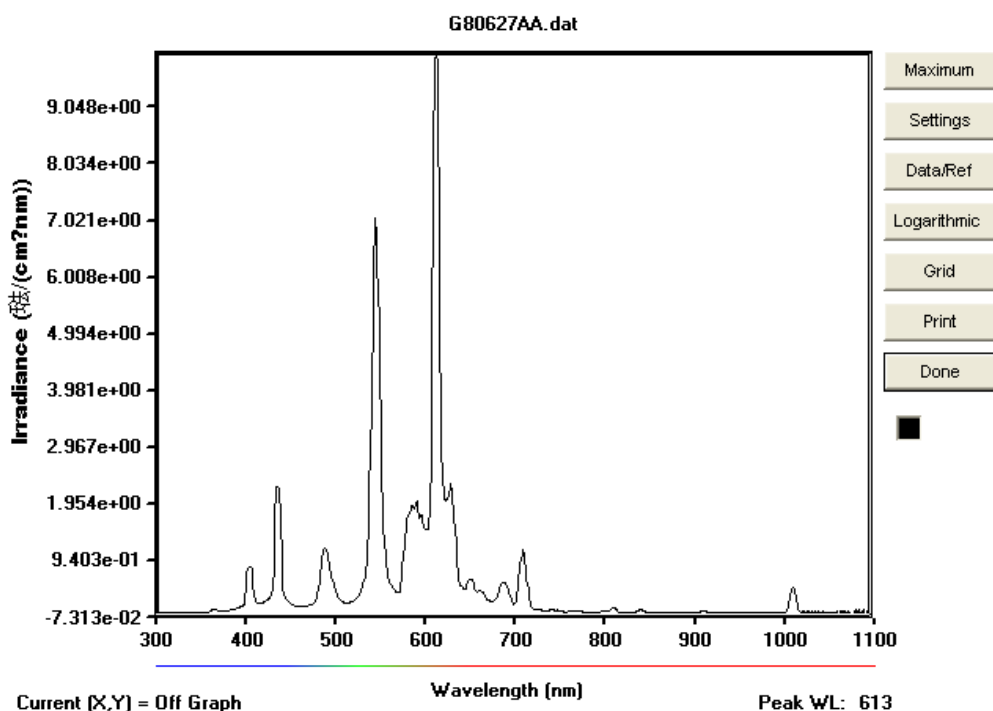


圖 4-22 DMINITWIST 27W 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-23 TWIST 23W 螺旋型省電燈泡數據資料

TWIST 23W	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	23	17.8
光束 (Lm)	—	1495	1274.82
色溫 (K)	—	2700	2620
電壓 (V)	—	120	110.22
電流 (mA)	—	—	269.28
發光效率 (Lm/W)	—	65	71.62
平均演色性指數 (Ra)	—	—	83.7
燈管長度 (mm)	145		
節能標章證書字號	—		

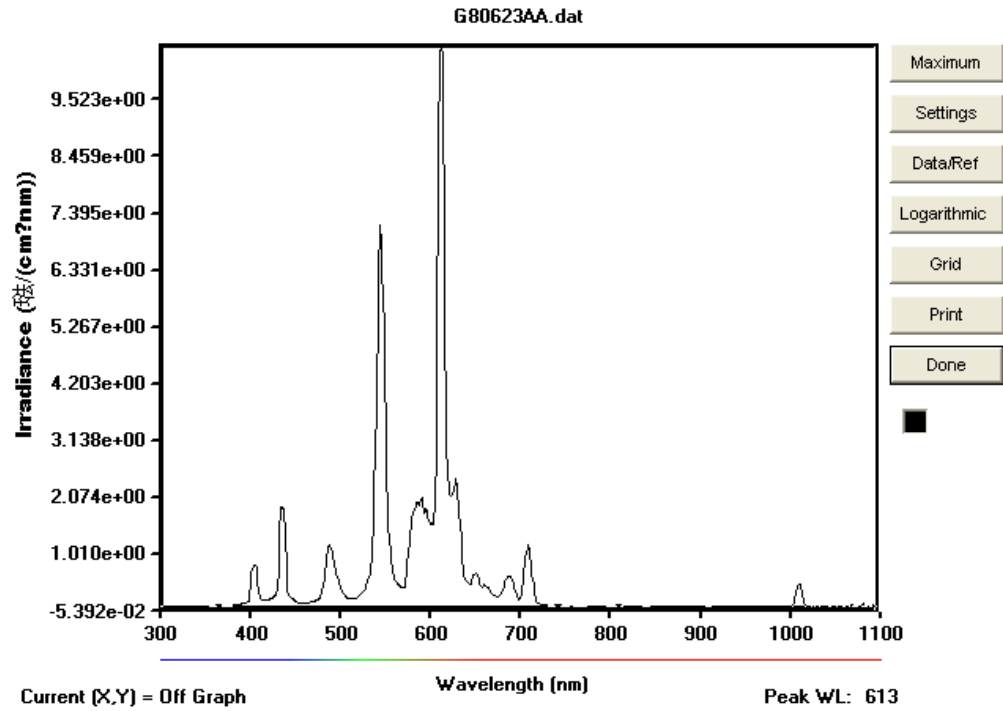


圖 4-23 TWIST 23W 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-24 MINITWIST 5W 螺旋型省電燈泡數據資料

MINI TWIST 5W/827 E27	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	5	4.45
光束 (Lm)	—	275	262.08
色溫 (K)	—	2700	2745
電壓 (V)	—	120	109.76
電流 (mA)	—	—	70.18
發光效率 (Lm/W)	—	55	58.88
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84.3
燈管長度 (mm)	80		
節能標章證書字號	—		

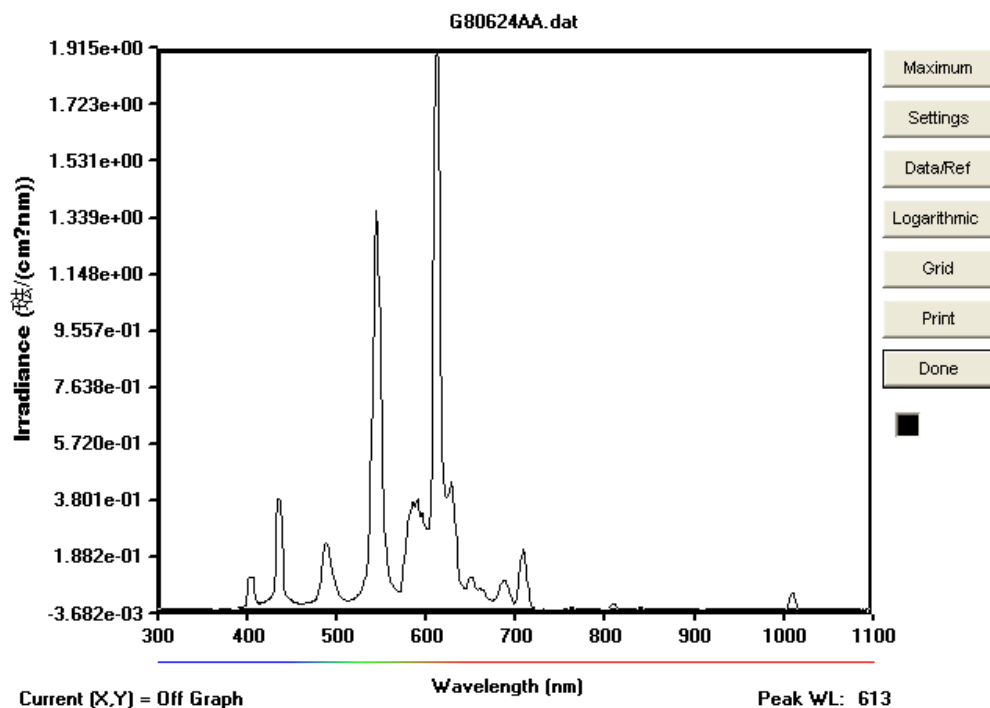


圖 4-24 MINITWIST 5W 螺旋型省電燈泡光譜圖

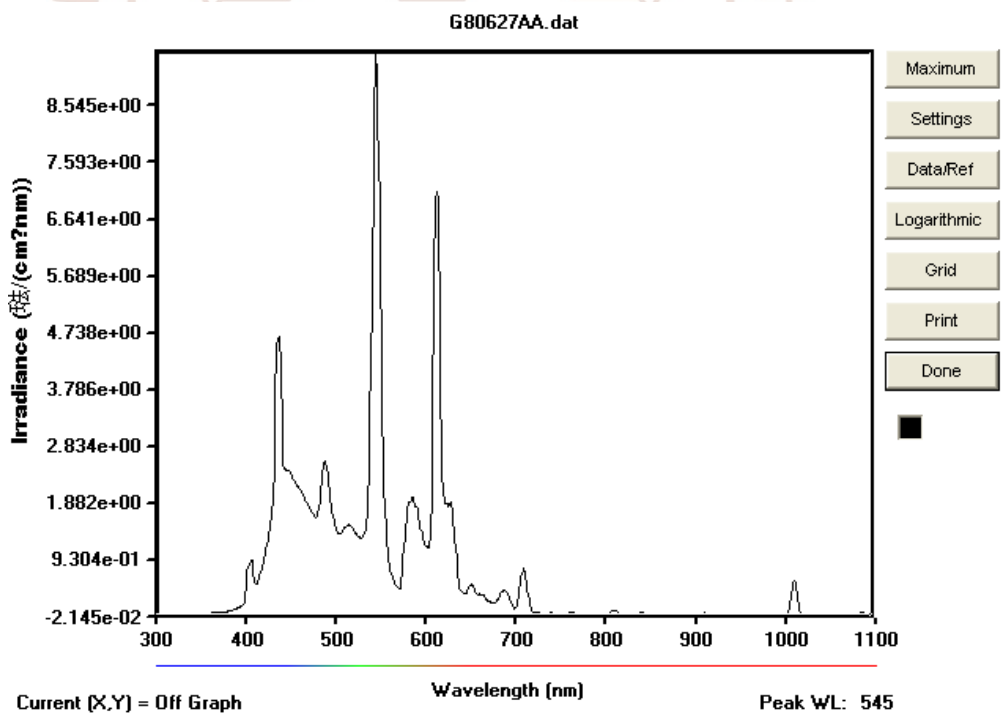


圖 4-25 HELIX 27W 螺旋型省電燈泡光譜圖

## 三、P 公司螺旋型省電燈泡

表 4-25 HELIX 27W 螺旋型省電燈泡數據資料

HELIX 27W	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	27	20.24
光束 (Lm)	—	—	1411.39
色溫 (K)	—	6500	6080
電壓 (V)	—	120	110.08
電流 (mA)	—	—	327.29
發光效率 (Lm/W)	—	65	69.75
平均演色性指數 (Ra)	—	—	86.4
燈管長度 (mm)	143		
節能標章證書字號	—		

表 4-26 HELIX 13W 螺旋型省電燈泡數據資料

HELIX 13W/D	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	13	13.08
光束 (Lm)	—	—	872.83
色溫 (K)	—	6500	6110
電壓 (V)	—	120	110.02
電流 (mA)	—	—	208.74
發光效率 (Lm/W)	—	60	66.72
平均演色性指數 (Ra)	—	—	84.1
燈管長度 (mm)	127		
節能標章證書字號	—		

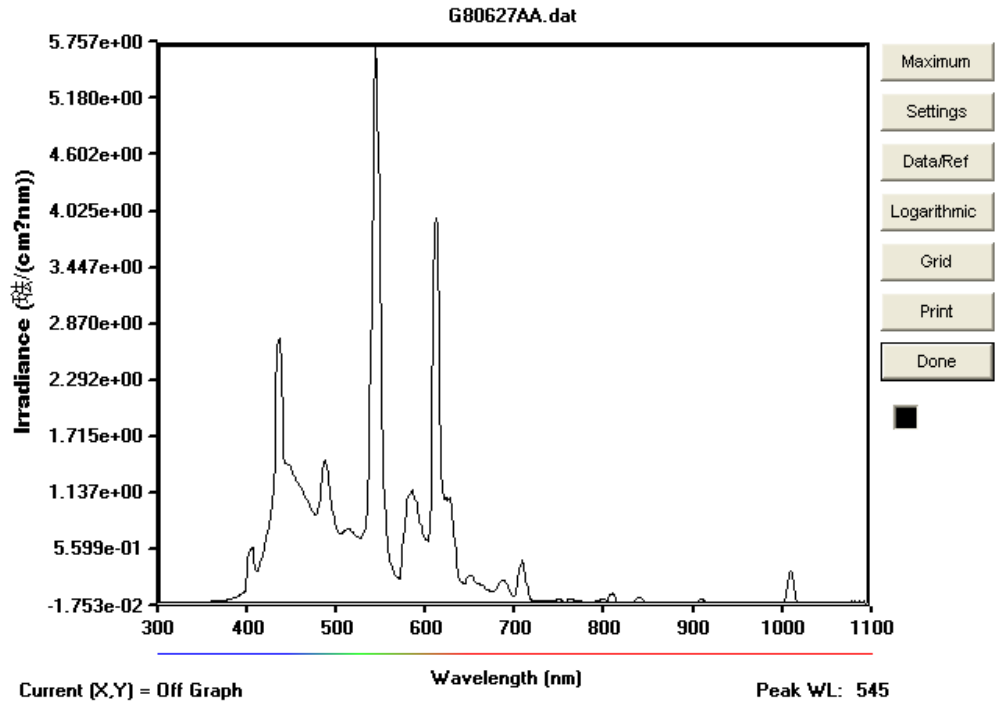


圖 4-26 HELIX 13W 螺旋型省電燈泡光譜圖

四、C 公司螺旋型省電燈泡

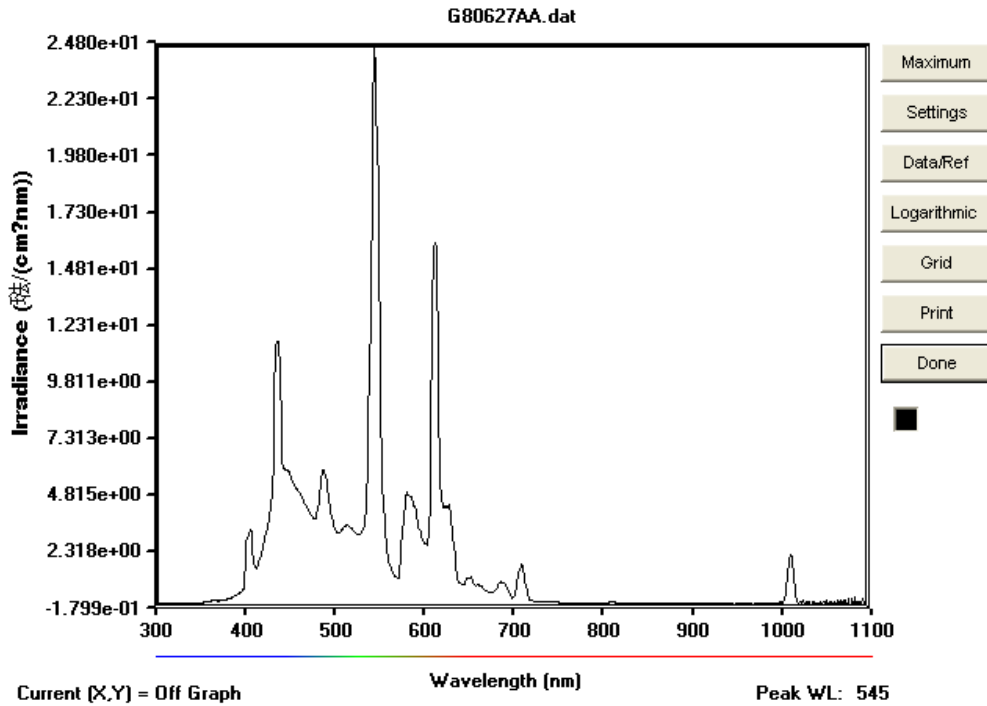


圖 4-27 EFS75D-B 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-27 EFS75D-B 螺旋型省電燈泡數據資料

EFS75D-B	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	試驗室量測性能
功率 (W)	—	75	63
光束 (Lm)	—	4500	4101.55
色溫 (K)	—	6500	6238
電壓 (V)	—	110	110.08
電流 (mA)	—	—	1046
發光效率 (Lm/W)	—	60	65.1
平均演色性指數 (Ra)	—	—	81.9
燈管長度 (mm)	270		
節能標章證書字號	—		

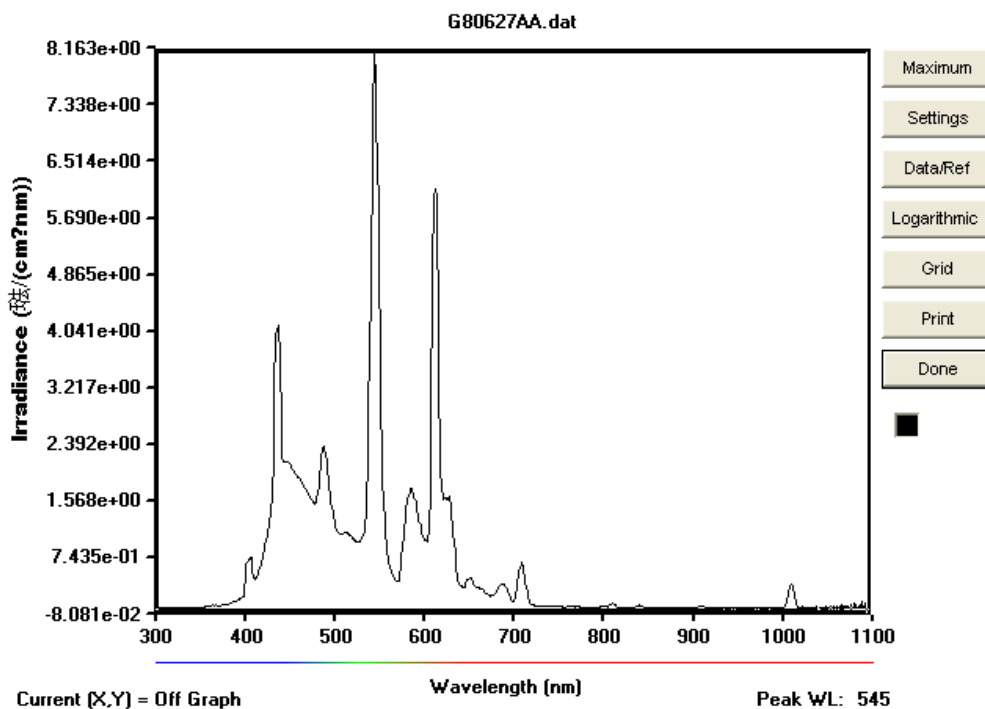


圖 4-28 EFQ27D-G1 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-28 EFQ27D-G1 螺旋型省電燈泡數據資料

EFQ27D-G1	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	實驗室量測性能
功率 (W)	27	27	25.8
光束 (Lm)	—	—	1691.37
色溫 (K)	—	6500	6158
電壓 (V)	—	120	110.08
電流 (mA)	—	—	394.31
發光效率 (Lm/W)	63.3	62	65.57
平均演色性指數 (Ra)	85	—	87.2
燈管長度 (mm)	152		
節能標章證書字號	970026		

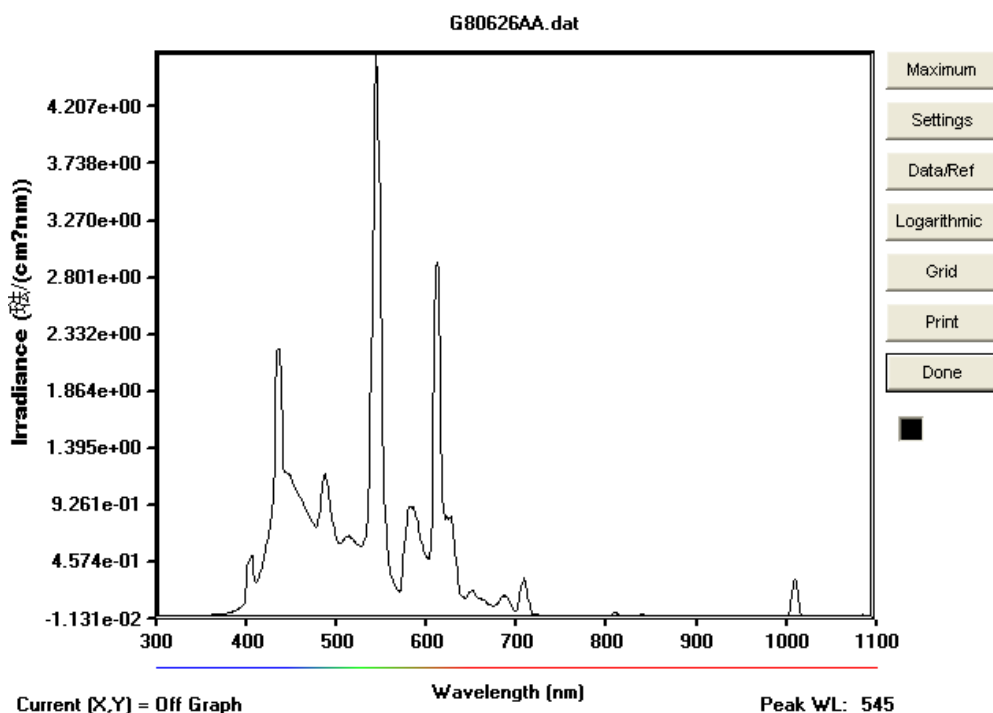


圖 4-29 EFS13D-G3 螺旋型省電燈泡光譜圖

表 4-29 EFS13D-G3 螺旋型省電燈泡數據資料

EFS13D-G3	節能標章之 性能規格	產品標稱 性能規格	實驗室量測性能
功率 (W)	—	13	11.33
光束 (Lm)	—	715	727.27
色溫 (K)	—	6500	6503
電壓 (V)	—	120	110
電流 (mA)	—	175	166.87
發光效率 (Lm/W)	—	55	64.17
平均演色性指數 (Ra)	—	—	81.9
燈管長度 (mm)		115	
節能標章證書字號		—	



在本次試驗樣本最多的螺旋型省電燈泡部分，整體看來，其測試結果，在發光效率部分，值約在 58.8~75.47 Lm/W 之間，平均演色性指數落在 81.9~87.7，顯示依燈管型式不同，其亦存有明顯差異變化，然而在光譜部分的分析結果，同樣顯現因不同公司採用的螢光粉及塗佈技術不同，會有成分分佈上的差異，這部分同樣可由波長為 380~780 nm 可見光譜區間的光譜圖看出，但一般說來不論何種廠牌，其差異量並不大，基本上也都分別在約藍光區（450nm）、綠光區（545nm）及橙光區（620nm）各有一個主成分波，以三波長的分佈方式呈現，而最大成分波依產品色溫屬性不同，若屬 6500K 晝光色系產品其波長落在 545nm 的綠光區，若為 3100K 暖色系產品，則會落在波長 613nm 的橙光區。

此外，針對取得節能標章螺旋型省電燈泡與試驗數據的比對部分，在平均演色性指數部分只有約 3% 的差異量，發光效率也僅有 4% 的差異值，差別並不大。但若與外包裝標稱數據相比，其發光效率卻有將 20% 的差異量。

## 第六節 節能光源測試結果比較分析

由於全球氣候暖化異常，能資源短缺，近年來全世界吹起一股節能減碳的綠色風潮，只要具備省能省錢功效的產品，必能造成熱烈的搶購，甚至形成市場的主流商品。而在這股風潮席捲之下，目前許多市售的光源產品，均號稱具有一定的節能效果，消費者面對這些琳瑯滿目的商品，究竟該如何選擇？政府為倡導節能減碳政策鼓吹民眾選購這些產品，甚至核發相關證明標章，但是否真能發揮節能功效？本研究將透過上述挑選的光源產品測試結果進一步分析探討，期能透過相關數據比對，有效提供未來消費者在節能光源相關產品選購之參考，並作為政府制訂推動節能政策之依據。

由於產品的種類眾多，為求研究的連慣性及一致性，接下來的比較分析亦將延續前面分類方式，將光源產品分成螢光燈管、PL 型螢光燈管、U 型螢光燈管與螺旋型省電燈泡 4 種型式，透過光源效率分別與長度、色溫、演色性、功率及價錢等因子進行比對分析。此外，目前收集產品的發光效率、功率及演色性等數據資料，除了本研究的測試結果外，尚有部分係由產品外包裝與節能標章網站得知的資訊，為求統一，後續的分析將以本研究測試的數據來進行。

### 一、 螢光燈管

首先進行光源效率與色溫關係的比對如圖 4-30，本次研究在螢

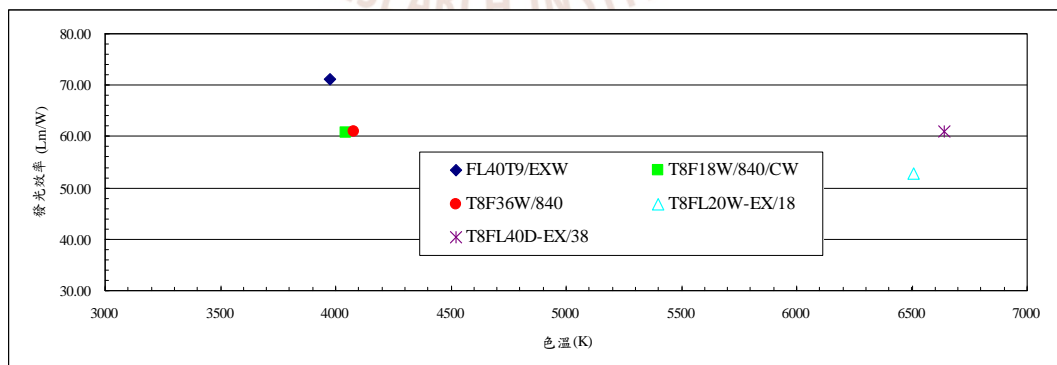


圖 4-30 螢光燈管發光效率與色溫關係圖

光燈管產品部分，雖收集了目前市面品牌通路一般民眾常用的螢光燈管樣本有 8 件，但由於有部分樣本測試數據資料尚未完成，故本次研究僅就已完成試驗部分進行比對。由圖 4-30 的結果中可以看出，低色溫的螢光燈管其發光效率較高色溫螢光燈管佳。

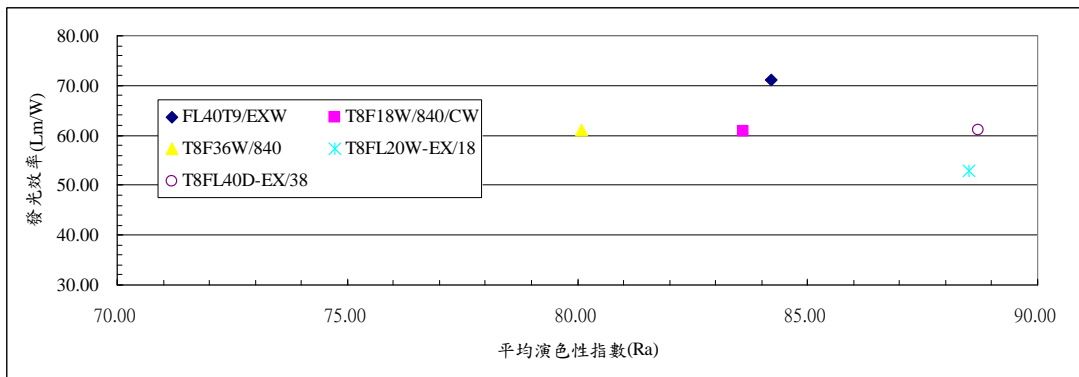


圖 4-31 螢光燈管發光效率與演色性關係圖

圖 4-31 為針對螢光燈管的光源效率與演色性關係的比對分析，高演色性雖可提供較佳的顯色效果，但卻未必能提供較高的光源效率，由圖中可以明顯看出，光源效率的大小與演色性高低的關係並無絕對的對應關係。

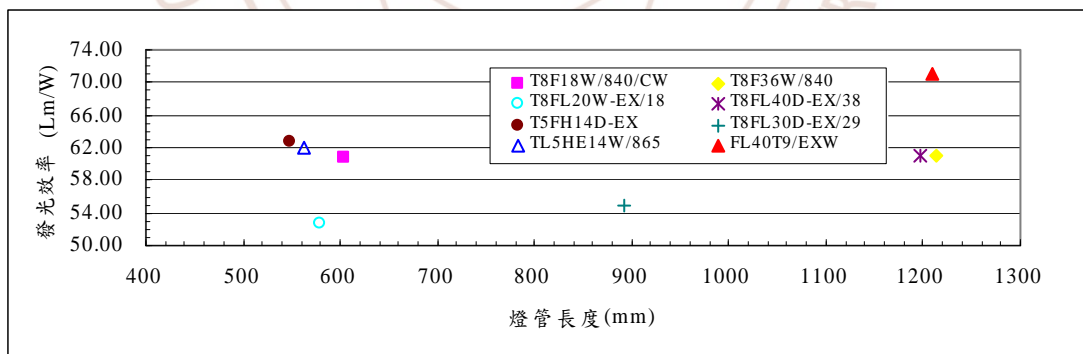


圖 4-32 螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖

圖 4-32 為將燈管長度與螢光燈管的光源效率關係的比對分析圖，由圖中可以看見，如果均為 T8 螢光燈管，大體上燈管長度越長其光源效率較高，但是 T5 螢光燈管則無此趨勢。此外若將 T5 與 T8 螢光燈管一起比較，則可以明顯看出 T5 螢光燈管的發光效率比

T8 螢光燈管高，且其燈光長度的尺寸明顯縮短一半，這也將使得搭配的燈具尺寸與所需居室空間減少，故目前已逐漸被許多照明設計案例所採用。

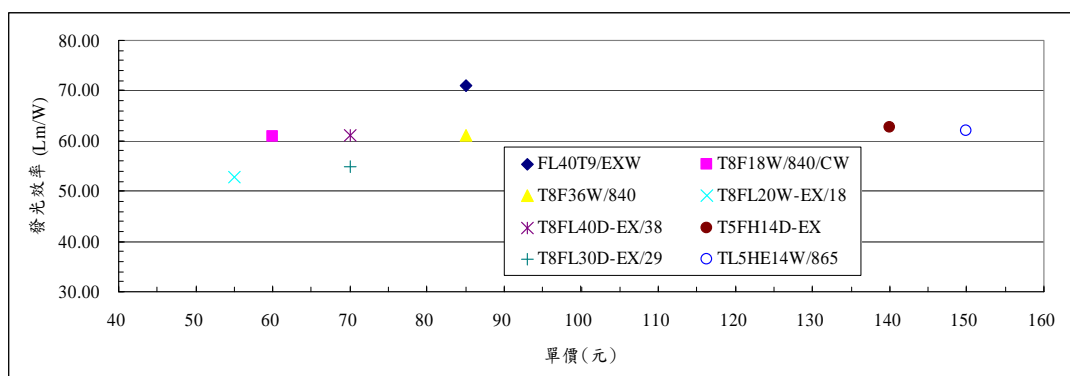


圖 4-33 螢光燈管發光效率與單價關係圖

由於目前市售螢光燈管的價錢差異非常大，其高低差可高達約 3 倍之多，所謂的「一分錢，一分貨」這樣的關係是否適用於光源產品，本研究嘗試透過燈管的單價與螢光燈管的光源效率關係進行比對分析如圖 4-33，由圖中可以看出，T5 螢光燈管的價錢明顯較 T8 及 T9 燈管高，但其發光效率卻未必較佳，如果均為 T5 或 T8 螢光燈管，其發光效率亦未隨著價錢的增加而提升，因此消費者應可破除高單價有高效率品質的迷思。

此外針對一般電器產品，其功率基本上為顯現其產品優劣之參考，圖 4-34 為本研究透過此一試驗數據值與發光效率進行之比較分析，由圖中可以發現，功率越大的光源產品，不論是 T5 或 T8 螢光燈管，其功率與發光效率的關係並不顯著，並無功率越大發光效率越高的趨勢。

圖 4-35 為本研究另一項嘗試，由於圖 4-32 的比較係將燈管總長度納入分析，同時發現 T8 螢光燈管似乎其發光效率會隨著燈光長度越長而升高，這樣是否意味著只要將燈管長度加長，就可以達到提升發光效率的效果，因此本研究透過圖 4-35 的單位長度發光效率關係圖進行比較分析，由圖中可以看到原本在圖 4-32 發光效率較

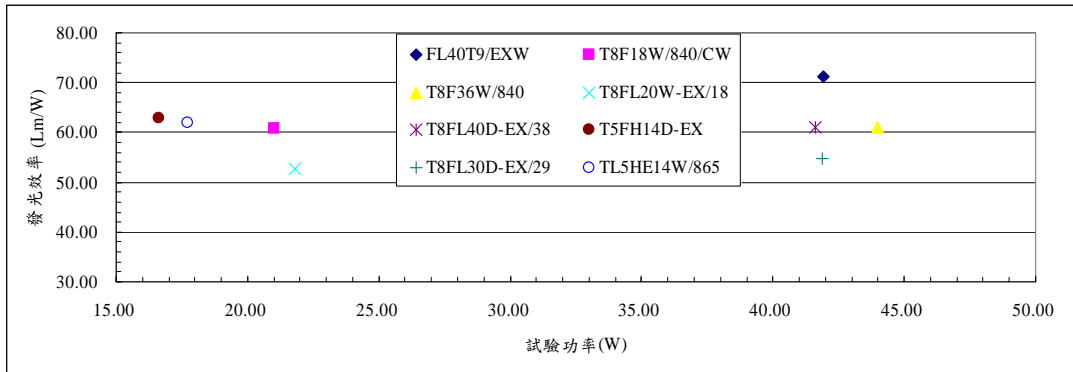


圖 4-34 螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖

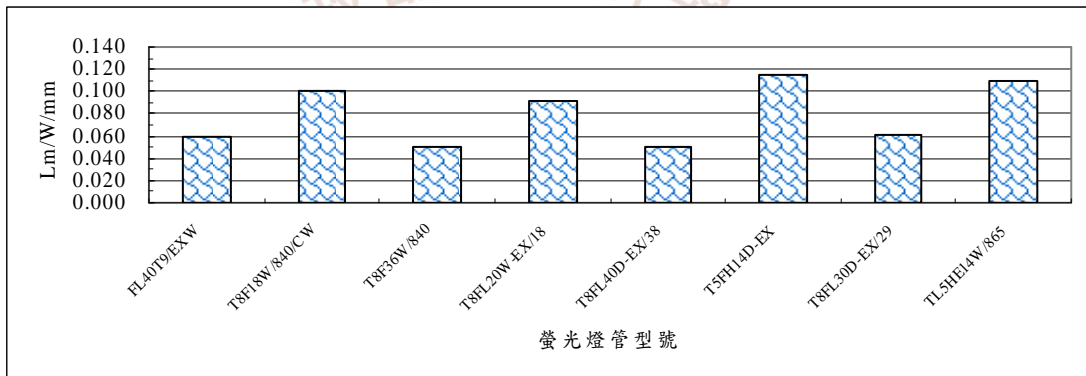


圖 4-35 單位長度螢光燈管發光效率關係圖

高的 T8F36W/840 與 T8FL40D-EX/38 兩支 T8 螢光燈管，及 FL40T9/EXW 這支 T9 螢光燈管，若以單位長度的發光效率來看，其效率並不高，因此增加燈管長度的方式並不能有效提升發光效率。

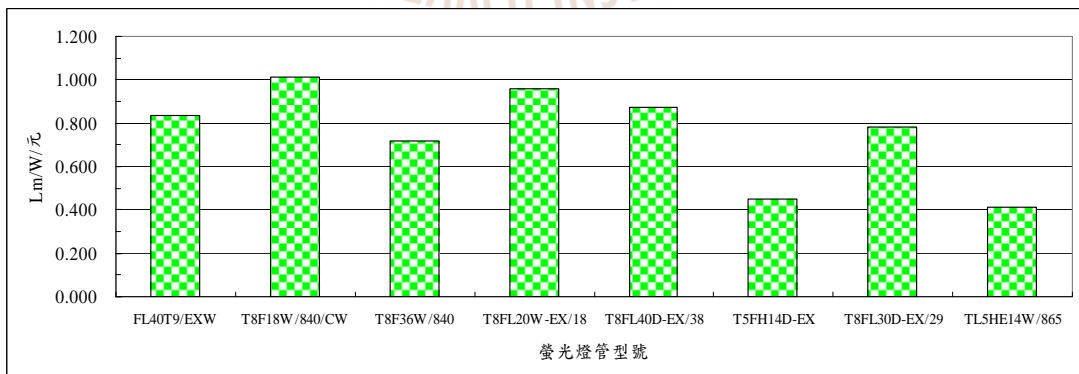


圖 4-36 單位價格螢光燈管發光效率關係圖

上述已透過圖 4-33 瞭解未必價錢高的螢光燈管會有較佳的發光效率，但究竟本研究目前收集的試驗樣本，若考量其成本價格後，哪一件光源樣本的本益比較高，換句話說就是消費者購買最划算的商品是哪一件，因此本研究提供個別產品的單位價格發光效率圖，透過本圖可以明顯看出，本次試驗樣本中以 T8F18W/840/CW 的產品單位價格發光效率最高，消費者應可優先列入考量。

## 二、PL 型螢光燈管

接著進行 PL 型螢光燈管光源效率與色溫關係的比對如圖 4-37，同樣的在本次研究收集的 PL 型螢光燈管產品雖有 5 件，但由於有部分樣本測試數據資料尚未完成，故本次研究僅就已完成試驗部分進行比對。由圖 4-37 的結果發現，色溫對發光效率的影響與前面螢光燈管一樣，其發光效率均是色溫低的 PL 型螢光燈管較色溫高的 PL 型螢光燈管佳。

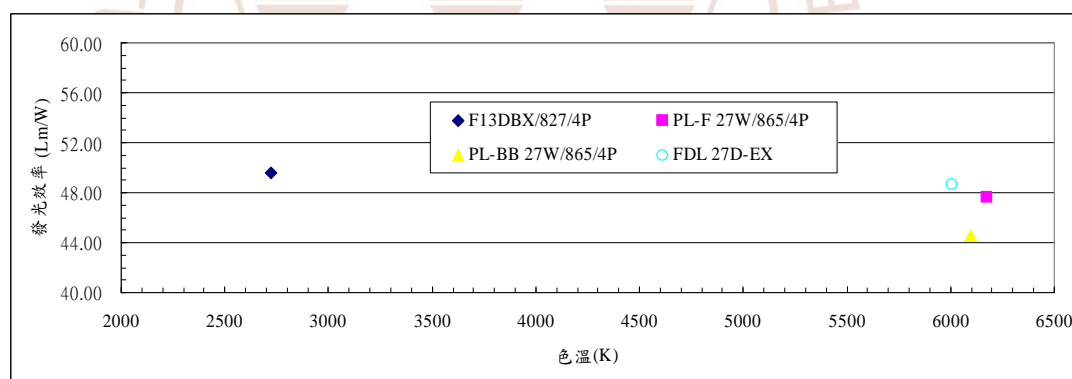


圖 4-37 PL 型螢光燈管發光效率與色溫關係圖

圖 4-38 則係為 PL 型螢光燈管的光源效率與演色性關係的比對分析，由圖中亦可以明顯看出，與螢光燈管的比較分析相同，光源效率的大小並未與演色性高低有顯著關係。

另在燈管長度與 PL 型螢光燈管的光源效率關係比對分析部分，由圖 4-39 中可以看出，燈管長度越長其光源效率未必明顯升高。

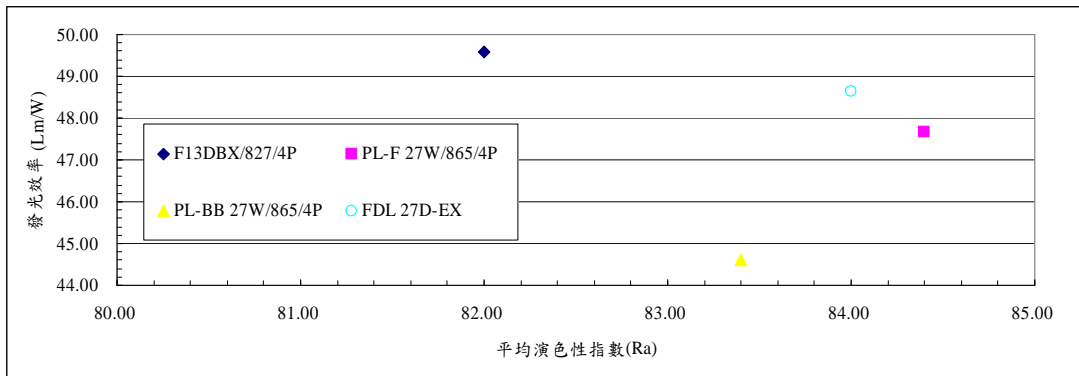


圖 4-38 PL 型螢光燈管發光效率與演色性關係圖

同樣地因為市售 PL 型螢光燈管價格差異頗大，為瞭解價格是否可提供作為消費者選擇的依據，圖 4-40 為將價格與 PL 型螢光燈管的光源效率關係比對分析圖，由圖中亦可以發現，發光效率並未隨

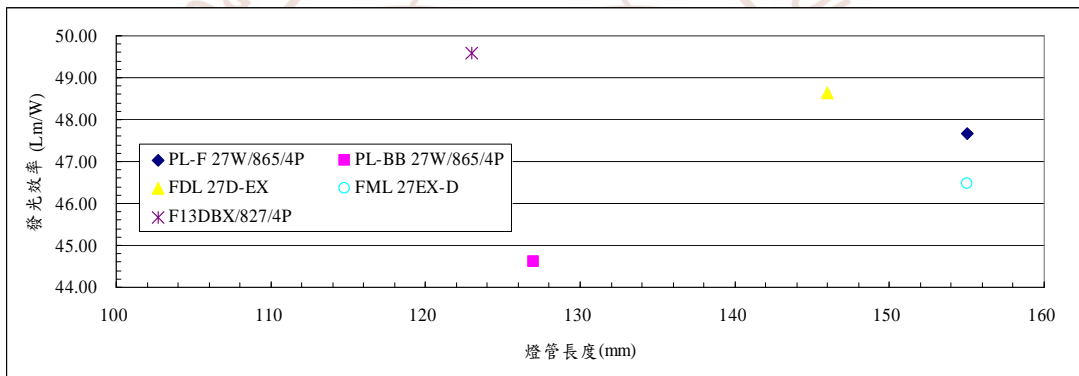


圖 4-39 PL 型螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖

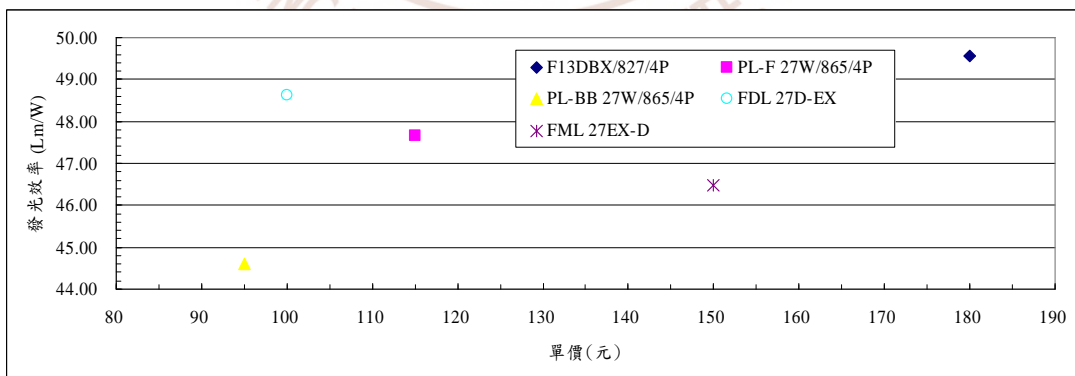


圖 4-40 PL 型螢光燈管發光效率與單價關係圖

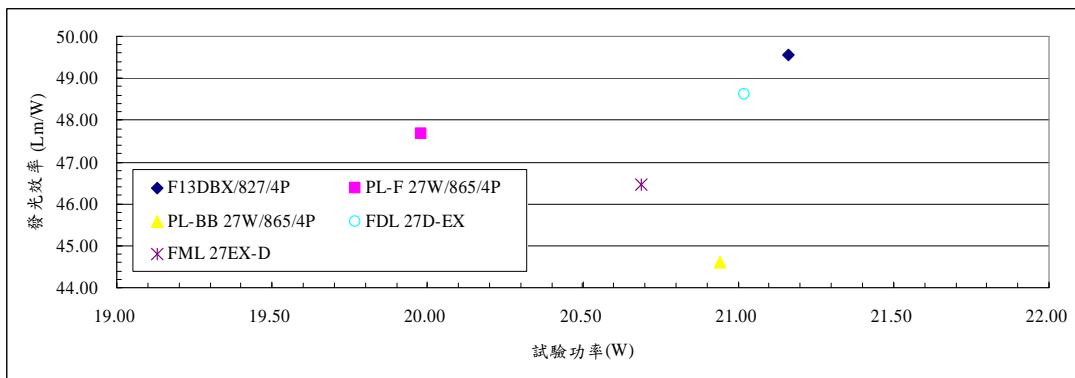


圖 4-41 PL 型螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖

著價錢的增加而提升，因此選購本系列商品時，價格應不是絕對的考量因素。

圖 4-41 為 PL 型螢光燈管試驗功率值與發光效率之關係圖，其結果顯示，光源產品的功率越大，其發光效率並不一定增加，兩者之間的關係並無絕對的對應關係。

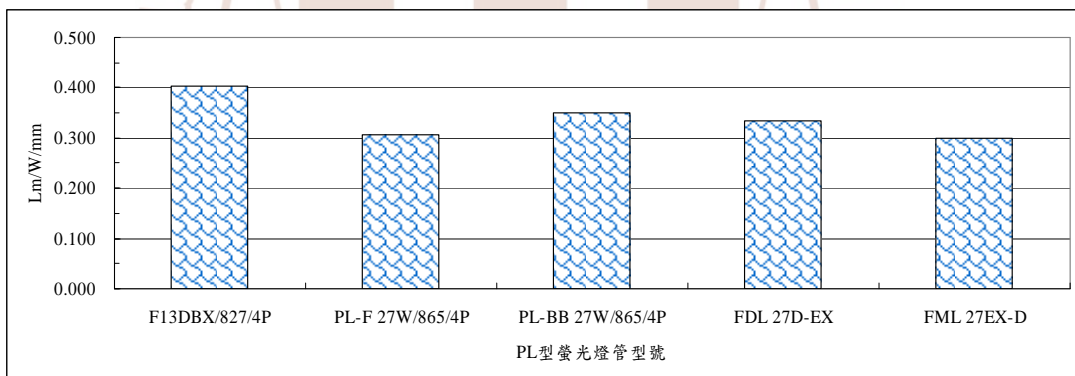


圖 4-42 單位長度 PL 型螢光燈管發光效率關係圖

圖 4-42 為不同 PL 型螢光燈管光源樣本的單位長度發光效率關係圖，由此圖同樣可已明顯瞭解，燈管長度越長，其對發光效率之提升並不顯著。

同樣為瞭解本次研究收集的試驗樣本，哪一件光源產品的本益比較高，消費者購買哪一件商品最划算，本研究亦藉由個別產品的單位價格發光效率圖可以明顯看出，本次 PL 型螢光燈管試驗商品中以 FDL27D-EX 的產品單位價格發光效率最高，消費者可優先考



量購買。

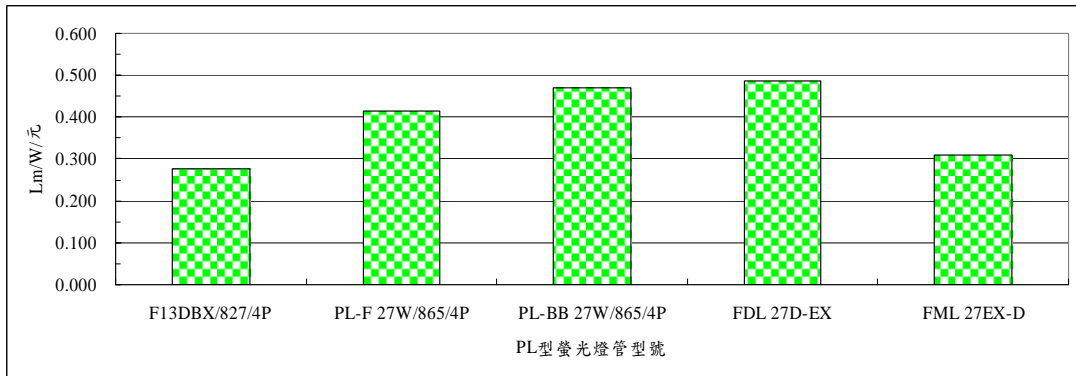


圖 4-43 單位價格 PL 型螢光燈管發光效率關係圖

### 三、U 型螢光燈管

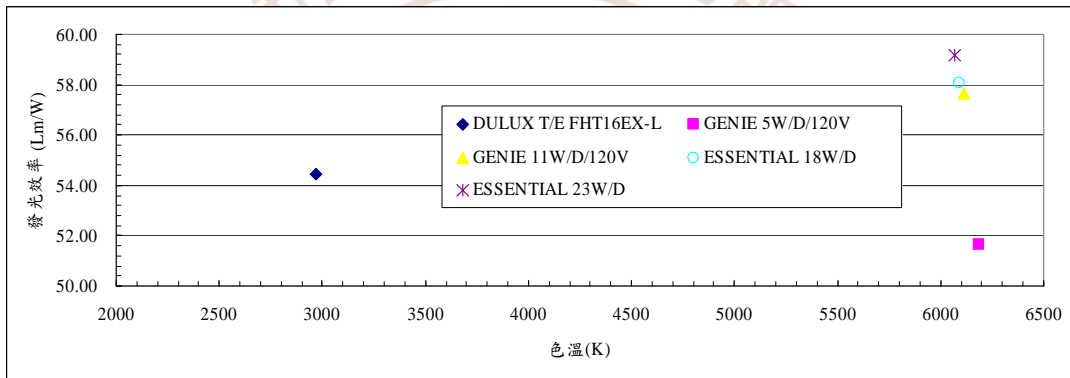


圖 4-44 U 型螢光燈管發光效率與色溫關係圖

針對本次研究收集的 U 型螢光燈管產品 5 件，透過圖 4-44 的 U 型螢光燈管光源效率與色溫關係圖分析發現，其色溫對發光效率的影響與前面螢光燈管與 PL 型螢光燈管不同，大體上其發光效率是

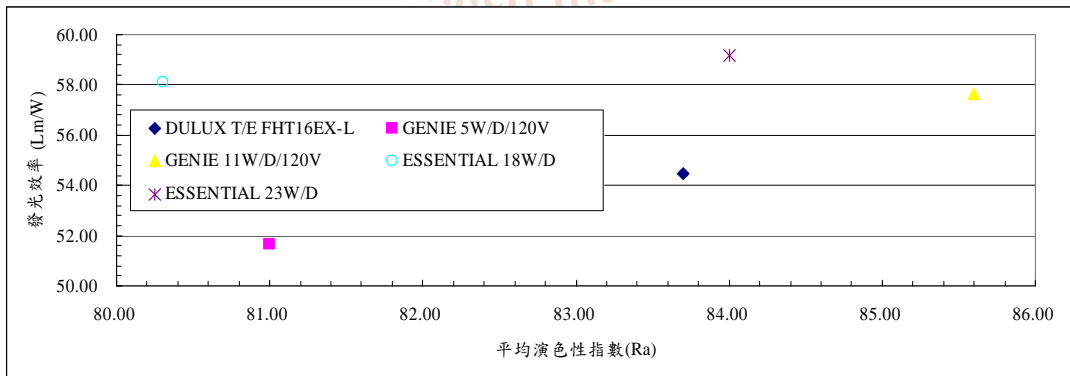


圖 4-45 U 型螢光燈管發光效率與演色性關係圖

以色溫高的 U 型螢光燈管較色溫低的 U 型螢光燈管佳。

另外 U 型螢光燈管的光源效率與演色性關係的比對分析部分，由圖 4-45 可以看出與前面的螢光燈管及 PL 型螢光燈管的分析結果相同，光源效率的大小與演色性高低的關係並無絕對的對應關係。

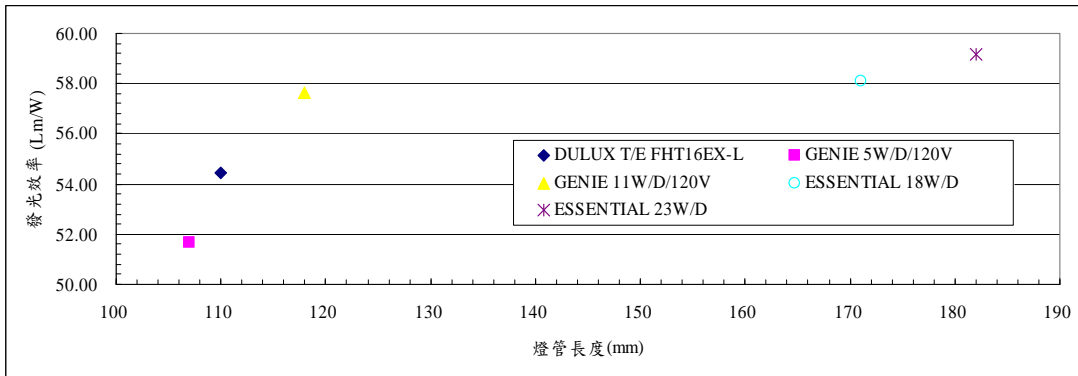


圖 4-46 U 型螢光燈管發光效率與燈管長度關係圖

而在圖 4-46 燈管長度與 U 型螢光燈管的光源效率的比對部分，燈管的長短似乎影響著發光效率，也就是 U 型螢光燈管的長度越長其光源效率的確較大，這部分的結果也明顯與螢光燈管與 PL 型螢光燈管不同。

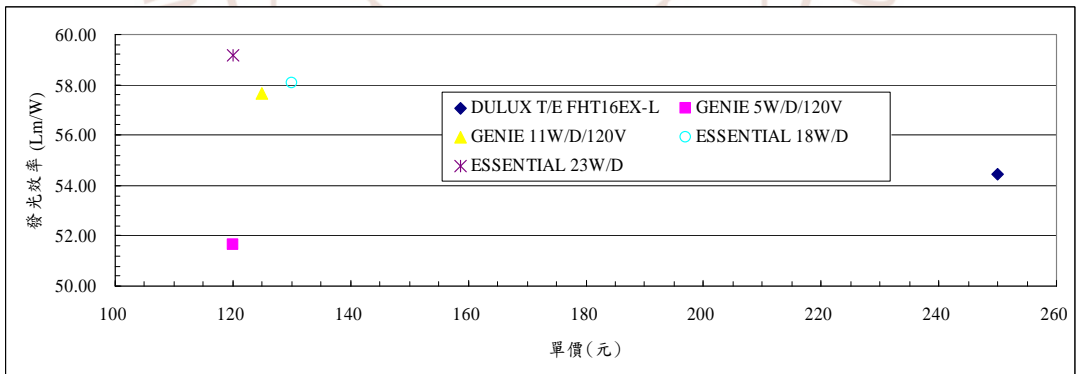


圖 4-47 U 型螢光燈管發光效率與單價關係圖

圖 4-47 及圖 4-48 分別為 U 型螢光燈管價格以及試驗功率值對發光效率之關係比較，由其結果亦同樣可以看出，光源產品的價格越高或功率越大，其發光效率並不一定增加，意即光源產品的價格與功率對發光效率的影響並不明顯。

圖 4-49 為以 U 型螢光燈管光源樣本的單位長度發光效率比對

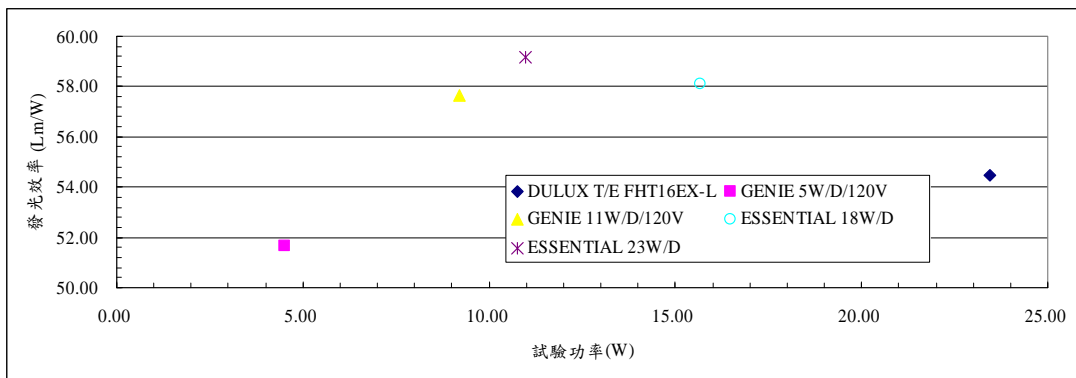


圖 4-48 U 型螢光燈管發光效率與試驗功率關係圖

分析圖，由圖中可以看到原本在圖 4-46 發光效率較高的 ESSENTIAL 23W/D 與 ESSENTIAL 18W/D 這兩支 U 型螢光燈管，若換算成單位長度的發光效率來看，其效率並不是最高，因此增加燈管長度的方式並不一定具有提升發光效率的效果。

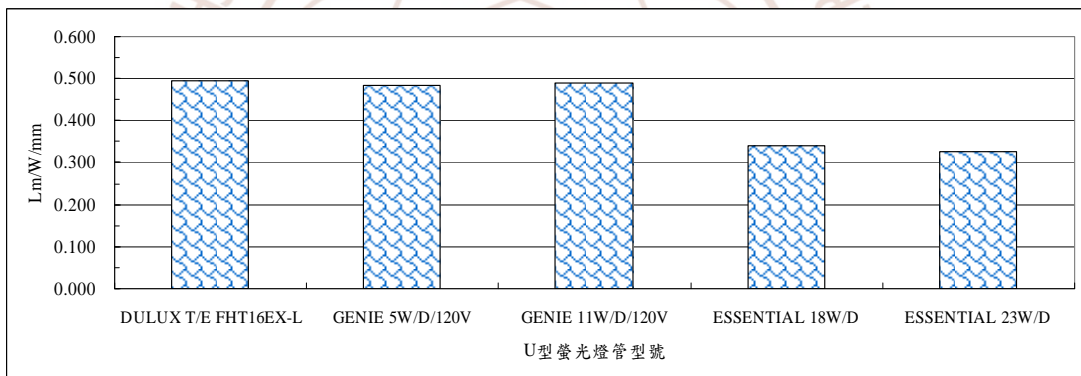


圖 4-49 單位長度 U 型螢光燈管發光效率關係圖

同樣為針對本次研究收集的試驗樣本，提供消費者購買哪一件商品最划算的參考，圖 4-50 為個別產品的單位價格發光效率圖，由

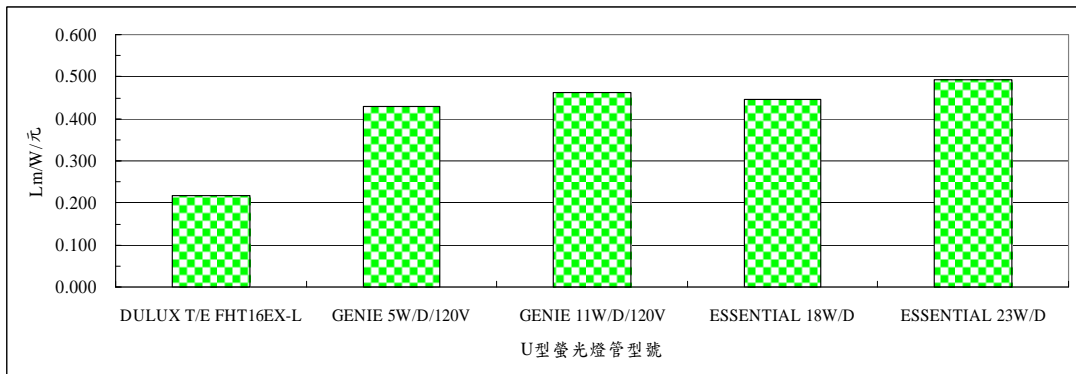


圖 4-50 單位價格 U 型螢光燈管發光效率關係圖

圖中可以明顯看出，本此所採購的 U 型螢光燈管試驗商品中，以 ESSENTIAL 23W/D 的產品單位價格發光效率最高，消費者可列入優先採購產品項目。

#### 四、螺旋型省電燈泡

最後是針對具有體積小、發光效率高及省電等優點，且已逐漸取代傳統圓形省電燈泡球以及上述 PL 型與 U 型螢光燈管，成為目前市場之主流，並且也是本次研究測試樣本數最多的螺旋型省電燈泡。首先來看螺旋型省電燈泡光源效率與色溫關係部分，圖 4-51 為針對本次收集的 11 件螺旋型省電燈泡產品，其光源效率與色溫關係的分佈情形，由該圖可以發現，若暫不考量 MINITWIST 5W/827/E27 這支小尺寸的迷你型產品，基本上其色溫對發光效率的影響與前面螢光燈管與 PL 型螢光燈管相同，即色溫低的螺旋型省電燈泡較色溫高的螺旋型省電燈泡有較佳的發光效率。

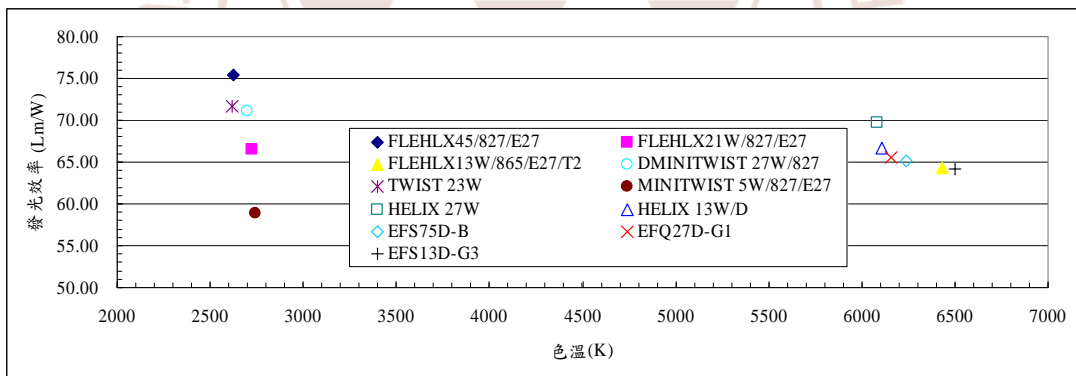


圖 4-51 螺旋型省電燈泡發光效率與色溫關係圖

接著在螺旋型省電燈泡的光源效率與演色性關係部分，由圖 4-52 的比對分析可以看出，與前面三種型式的螢光燈管分析結果相同，光源效率的大小與演色性高低的關係並無絕對的對應關係。

而在燈管長度與螺旋型省電燈泡的光源效率的比對部分，由圖 4-53 的分析可以看出，若不將 EFS75D-B 這支新研發的大功率燈管納入考量時，大體上具有與 U 型螢光燈管相同的趨勢，即螺旋型省電燈泡的長度越長，其光源效率也隨之增大。

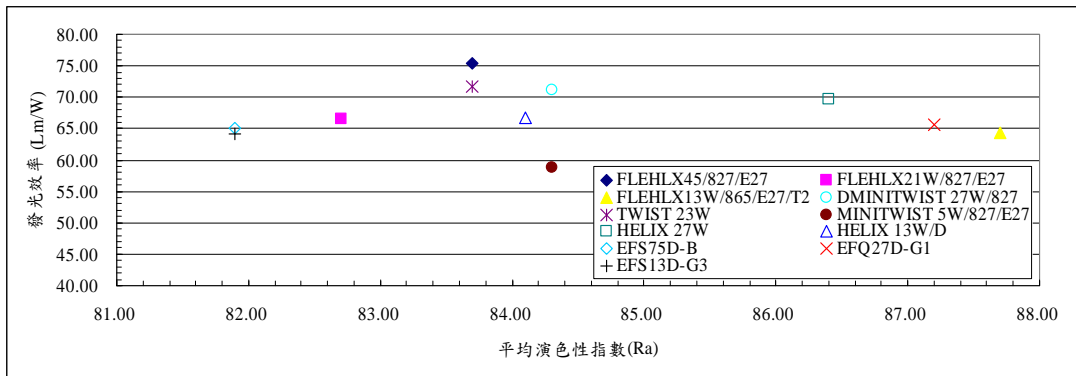


圖 4-52 螺旋型省電燈泡發光效率與演色性關係圖

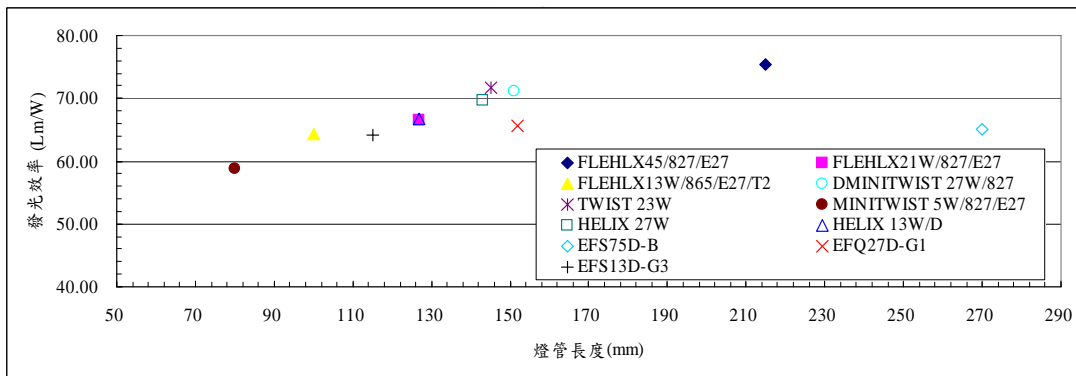


圖 4-53 螺旋型省電燈泡發光效率與燈管長度關係圖

圖 4-54 則是螺旋型省電燈泡價格對發光效率之關係比較，同樣地可以明顯看出，光源產品的價格高低，並不會對發光效率造成決定性的影響。

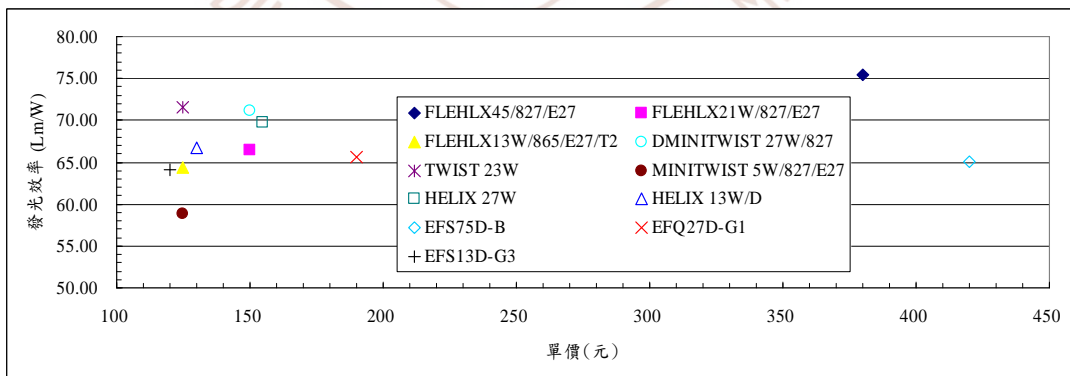


圖 4-54 螺旋型省電燈泡發光效率與單價關係圖

另外在試驗功率部分，圖 4-55 為螺旋型省電燈泡試驗功率與發光效率之分佈關係圖，同樣地若暫不考慮 EFS75D-B 這支新研發的大功率燈管時，由其結果可看出，大體上隨著光源產品的功率增加，其發光效

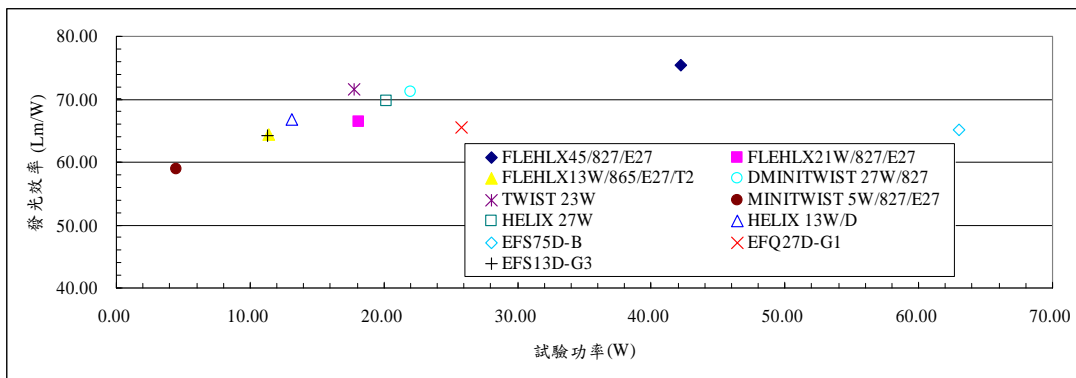


圖 4-55 螺旋型省電燈泡發光效率與試驗功率關係圖

率也隨之升高。

緊接著進行螺旋型省電燈泡光源樣本的單位長度發光效率分析，由圖 4-56 的結果可以看到，原本在圖 4-53 中發光效率較高的 FLEHLX45/827/E27 螺旋型省電燈泡，若換算成單位長度的發光效率來看，其效率反而減小並不是最高，因此增加燈管長度的方式，對提升發光效率並不一定具有效果。

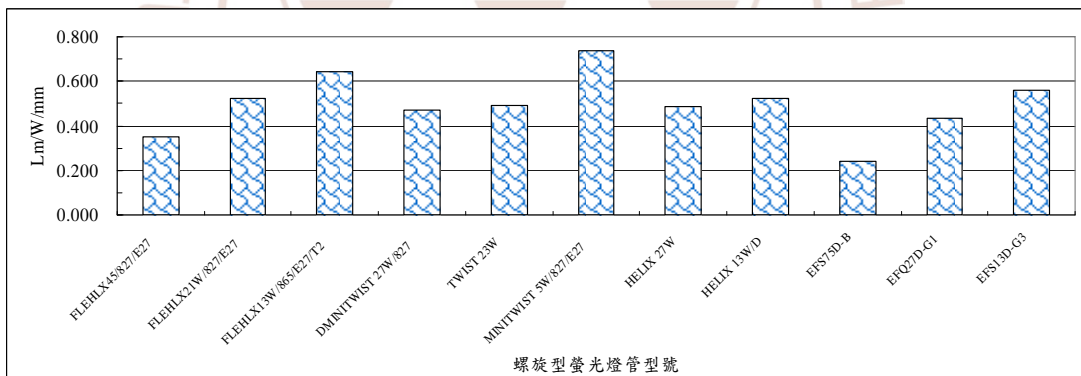


圖 4-56 單位長度螺旋型省電燈泡發光效率關係圖

最後針對本次研究收集的螺旋型省電燈泡試驗樣本，進行單位價格發光效率分析，由圖 4-57 可以明顯看出，本次所採購的螺旋型省電燈泡試驗商品中，以 TWIST 23W 的產品單位價格發光效率最高，應為最超值划算的商品，消費者應可列入優先採購產品項目。

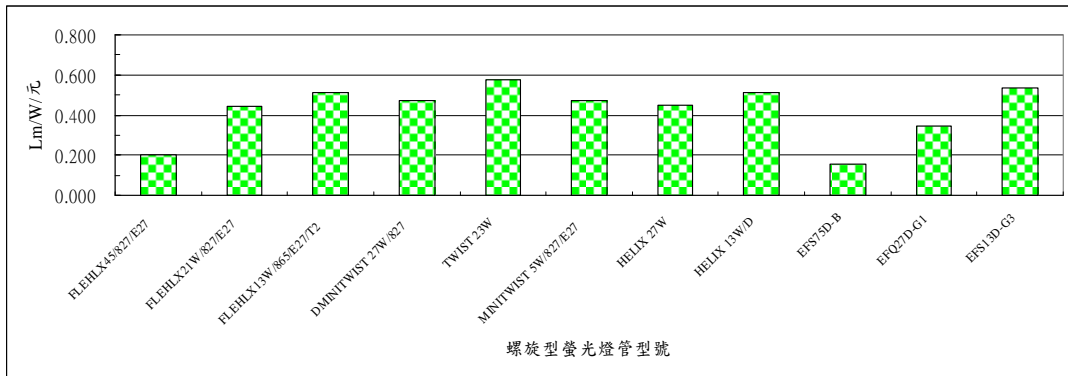


圖 4-57 單位價格螺旋型省電燈泡發光效率關係圖



### 第七節 節能光源測試結果與標稱數據之差異性分析

本次試驗研究之光源樣本，依其型式可分成螢光燈管、PL 型螢光燈管、U 型螢光燈管與螺旋型省電燈泡等 4 種類型。但若依照其所採用之安定器型式分類，大體上則可分成安定器內藏與外加兩類，在本案期中審查時，許多委員亦針對如螢光燈管及部分 PL 型與 U 型螢光燈管，這類無內藏安定器，需以外加安定器方式之光源產品試驗數據，提出其相關試驗數據可能會受這外加安定器的產品規格影響，建議本研究可進行相關測試與瞭解。

據此，本研究重新檢討樣本測試結果，並將其與產品標稱之性能規格，或與取得節能標章產品認證之性能規格相比發現，採外加安定器之光源樣本，本研究之試驗數據，在測試功率及電壓等數據部分，均遠較其產品標稱之性能數據高。此外，本研究亦透過文獻資料蒐集，並向相關測試單位進行查詢，初步瞭解一般在進行光源產品之性能測試時，因測試對象為光源產品本身，故電路系統中其他組件之阻抗及功率等，應予以排除，方屬合理。基此，相關試驗單位在受理這類產品檢測申請時，大多採用示波器設備單獨量測。

表 4-30 PL-F27W PL 型螢光燈管數據比對資料

PL-F 27W/865/4P	試驗室量測性能 (含安定器)	試驗室量測性能 (不含安定器)	產品標稱 性能規格
功率 (W)	19.98	17.30	27
電壓 (V)	110.09	64.62	110
電流 (mA)	264.45	335.15	—
發光效率 (Lm/W)	47.67	55.06	—
燈管長度 (mm)	155		
光束 (Lm)	952.49		
平均演色性指數 (Ra)	84.40		
色溫 (K)	6174		
安定器規格	115V, 60Hz, 0.58A, 30W, PF=0.52		



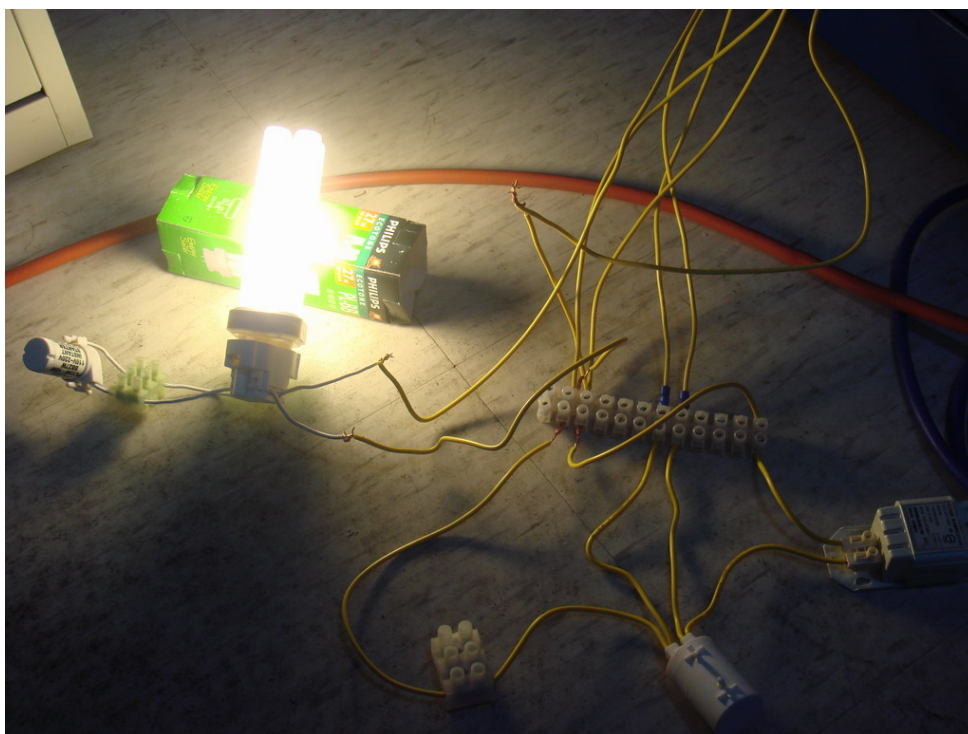


圖 4-58 PL 型螢光燈管排除安定器性能測試圖



圖 4-59 PL 型螢光燈管排除安定器性能測試圖

經洽本所台南性能試驗中心，人工光與自然光試驗室負責人瞭解，本所並無該項設備，故本研究嘗試透過既有系統回路改裝方式，將本次試驗所採用功率係數 (PF) 0.52 之安定器排除 (如圖 4-58 及圖 4-59 所示)，並先就 PL 型的光源重新量測，數據比對結果如表 4-30~表 4-34。由這些數據資料比對結果可明確看出，安定器的確會對試驗結果有所影響，其電壓由原先的 110V 降至 60V 左右。其中以表 4-32 的 FML 27EX-D 及表 4-33 的 FDL 27D-EX，這兩支光源樣

表 4-31 PL-BB27W PL 型螢光燈管數據比對資料

PL-BB 27W/865/4P	試驗室量測性能 (含安定器)	試驗室量測性能 (不含安定器)	產品標稱 性能規格
功率 (W)	20.94	17.83	27
電壓 (V)	110.01	59.17	110
電流 (mA)	250.39	369.11	—
發光效率 (Lm/W)	44.60	52.35	—
燈管長度 (mm)	127		
光束 (Lm)	933.42		
平均演色性指數 (Ra)	83.40		
色溫 (K)	6096		
安定器規格	115V, 60Hz, 0.58A, 30W, PF=0.52		

表 4-32 FML27W PL 型螢光燈管數據比對資料

FML 27EX-D	試驗室量測性能 (含安定器)	試驗室量測性能 (不含安定器)	產品標稱 性能規格
功率 (W)	20.69	17.49	27
電壓 (V)	110.07	64.82	56 (管電壓)
電流 (mA)	244.86	335.20	610 (管電流)
發光效率 (Lm/W)	46.47	54.97	52.22
燈管長度 (mm)	155		
光束 (Lm)	961.51		
平均演色性指數 (Ra)	—		
色溫 (K)	—		
安定器規格	115V, 60Hz, 0.58A, 30W, PF=0.52		

表 4-33 FDL27D-EX PL 型螢光燈管數據比對資料

FDL 27D-EX	試驗室量測性能 (含安定器)	試驗室量測性能 (不含安定器)	產品標稱 性能規格
功率 (W)	21.02	17.74	27
電壓 (V)	110.08	64.60	56 (管電壓)
電流 (mA)	261.44	345.67	610 (管電流)
發光效率 (Lm/W)	48.63	57.62	51.11
燈管長度 (mm)	146		
光束 (Lm)	1022.17		
平均演色性指數 (Ra)	84		
色溫 (K)	6008		
安定器規格	115V, 60Hz, 0.58A, 30W, PF=0.52		

表 4-34 F13DBX PL 型螢光燈管數據比對資料

F13DBX/827/4P	試驗室量測性能 (含安定器)	試驗室量測性能 (不含安定器)	產品標稱 性能規格
功率 (W)	21.16	19.58	13
電壓 (V)	110.10	82.43	91
電流 (mA)	312.92	323.67	175
發光效率 (Lm/W)	49.57	53.57	69.23
燈管長度 (mm)	123		
光束 (Lm)	1048.91		
平均演色性指數 (Ra)	82		
色溫 (K)	2721		
安定器規格	115V, 60Hz, 0.58A, 30W, PF=0.52		

本的數據最為顯著，其電壓由原先的 110V 左右下降至 64V，而此數值也較接近原標稱的管電壓數值，但在其電流及功率等部分，仍有明顯誤差。而藉由這樣地資料比對，亦可發現國內對此光源產品的性能標示並不統一，由上述表 4-30~表 4-34 可以看到，以電壓為例就有管電壓及額定電壓兩種不同的標稱方式，此對消費者而言並不容易分辨理解。

## 第五章 結論與建議

本研究已依據原規劃時程，完成市售品牌通路之螢光燈管、PL 型螢光燈管、U 型螢光燈管與螺旋型省電燈泡 4 類，共計 29 件光源樣本的發光效率、演色性及光譜等性能測試，並於前一章節中，依據試驗測試結果與其商品標稱數據或節能標章公布資訊進行產品之相關性能比對分析，同時更進一步將發光效率與這些光源樣本的燈管長度、色溫、演色性、試驗功率及價格等因子納入評估分析，期能有效提供政府在推行制訂節能減碳相關政策之依據，以及消費者響應政府政策汰換更新節能光源產品之參考。

此外，為充實本案研究計畫成果，於所內辦理之期初及期中審查時，建議應針對市售節能光源之照明效率、品質與省電功效，提出具體簡要評價，俾供一般民眾選購參考。根據上述研究目的，本計畫依據挑選的試驗樣本結果分析，相關研究成果與建議說明如後。

### 第一節 結論

#### 一、螺旋型省電燈泡之發光效率最好

發光效率為一般評判光源優劣之主要參考指標，針對本次研究收集的 4 種光源樣本，若以整體發光效率之試驗效能進行優劣分析，其評析結果彙整如表 5-1。

依據該評價表格資料分析可以發現，若採整體發光效率進行評價時，以螺旋型省電燈泡之效能最好，依序為螢光燈管及 U 型螢光燈管，而 PL 型螢光燈管的效能最差。另外亦需特別注意，即便為發光效率高的螺旋型省電燈泡及螢光燈管，其不同產品之間的發光效率亦存有約 20% 的差異量，故在選取時仍須特別留意。

表 5-1 整體發光效率優劣評價分析表

光源型式	發光效率分佈及平均值(Lm/W)	整體排序
螢光燈管	52.8~71.12 (61.96)	2
PL 型螢光燈管	44.6~49.57 (47.09)	4
U 型螢光燈管	51.65~59.18 (55.42)	3
螺旋型省電燈泡	58.8~75.47 (67.14)	1

## 二、螺旋型省電燈泡之演色性較佳

除了上述發光效率為一般選取的參考外，光源產品的演色性因與光源對物體的顯色能力有關，故為另一項評價的標準。表 5-2 為針對本次研究 4 類光源試驗樣本的整體演色性優劣評價分析表，由

表 5-2 整體演色性優劣評價分析表

光源型式	平均演色性指數(Ra)及平均值	整體排序
螢光燈管	80.1~88.7 (84.4)	2
PL 型螢光燈管	82.0~84.4 (83.2)	3
U 型螢光燈管	80.3~85.6 (82.95)	4
螺旋型省電燈泡	81.9~87.7 (84.8)	1

該表資料分析可以看到，若針對整體演色性進行評價時，其順序依序為螺旋型省電燈泡、螢光燈管、PL 型螢光燈管與 U 型螢光燈管，但值得注意的是 PL 型螢光燈管雖評價排序不高，但其產品演色性的變異程度（差異性），明顯較螺旋型螢光燈及螢光燈兩種高評價光源來得小，換句話說，這類產品在選取時就其演色性而言，其差別並不會太大。

## 三、所有的光源樣本均為三波長產品

為提升光源產品的光效與演色性，所謂的三波長螢光塗佈技術，逐漸取代傳統螢光技術，而各大廠商亦研發許多不同配方成分的三波長螢光粉，以使光譜能量主要分佈於藍（短波）、綠（中波）及紅（長波）三區段，如此可大幅改善螢光燈的演色性至 Ra 80 以上，色溫在 2500~6000K。

依據本研究試驗樣本實際測試結果可以發現，目前收集的 29 件樣本之光譜，均呈現三波長的分佈，也就是在波長為 380~780 nm 的可見光譜區間，分別於藍光區（450 nm）、綠光區（545 nm）及橙光區（620 nm），各出現一個主成分波，但最大主成分波則會依螢光粉成分配方不同而異，這部分可由其色溫加以判別，如果色溫在 6000K 左右，屬晝光系列產品，其最大主成分波的波長會落在波長為 545 nm 的綠光區，但如果色溫為 3000K 的暖色系產品，這時候的最大主成分波就會落在波長 610 nm 附近的橙光區。此外，檢視樣本的演色性與色溫，演色性 Ra 的試驗數值均超過 80，色溫亦均在 2500K 以上，都能符合三波長螢光粉光源產品之特性。

#### 四、產品性能的外包裝標示不清

對消費者而言，產品外包裝標示的數據資料，以及相關政府機關或者民間團體核發的標章資訊，為評價該商品是否購買的參考依據，因此本研究亦針對這部分進行探討。

在演色性部分，整體而言不論何種型式的光源，其試驗結果與產品外包裝標示數據或與有節能標章認證的產品資訊相比，其差異性並不大，最多只有 8% 的差異量。此外在電壓及電流部分，則有管電壓、管電流及額定電壓與額定電流不同的標示方式，對消費者而言恐將造成混淆。

另在發光效率部分，整體而言，部分取得節能標章認證的螺旋型省電燈泡，其於節能標章記載的效率值與試驗數據結果相差較

低，約僅有 4% 的差異量，但若與產品外包裝的資訊相比，其差異量卻高達 20%。其他不論是螢光燈管、PL 型螢光燈管以及 U 型螢光燈管，其試驗數據與外包裝標示或節能標章公告資料相比，其均有顯著差異，差異量約可達 18~45%，消費者需審慎選擇。

### 五、各類型光源產品的整體評價

本次研究 29 件的光源樣本，依其 4 種分類型式，並進一步針對其發光效率與色溫、燈管長度、價格、試驗功率等因子關係，以及由單位長度或價格之發光效率進行產品評價時之分析結果，彙整如表 5-3 所示。

表 5-3 各類型光源發光效率之影響關係表

光源型式	發光效率與色溫關係	發光效率與演色性關係	發光效率與燈管長度關係	發光效率與價格關係	發光效率與試驗功率關係	單位長度發光效率最高產品	單位價格發光效率最高產品
螢光燈管	色溫低效率高	無絕對的對應關係	T8 燈管長效率高；T5 無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	T5FH14D-EX	T8F18W/840/CW
PL 型螢光燈管	色溫低效率高	無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	F13DBX/827/4P	FDL27D-EX
U 型螢光燈管	色溫高效率高	無絕對的對應關係	燈管長效率高	無絕對的對應關係	無絕對的對應關係	DULUXTE FHT16EX-L	ESSENTIAL 23W/D
螺旋型省電燈泡	色溫低效率高	無絕對的對應關係	燈管長效率高	無絕對的對應關係	功率高效率高	MINITWIST 5W/827/E27	TWIST 23W

## 第二節 建議

### 建議一

自有品牌通路產品光源產品性能測試：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部能源局

本計畫目前完成的光源性能測試，僅有品牌通路中市售光源產品佔有率較高的樣本 29 件，對於大賣場等零售市場屬於自有品牌部分的產品，囿於時程緊迫目前尚未進行相關測試，為能完整有效呈現試驗成果，應儘速完成，俾利民眾瞭解並作為選取依據。

### 建議二

螢光燈管試驗發光效率與節能標章之差異：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部能源局

本次研究在螢光燈管部分共計挑選了 8 件產品樣本，其中有 7 件取得節能標章認證，但研究中發現，這些取得節能標章認證的產品，其所提供的光源效率數值，與本研究測試結果間存有相當大的差異性，目前透過本所試驗室既有檢測系統回路改裝方式，初步分析證實問題應是發生在光源的安定器效率上。本所台南性能試驗中心之人工光與自然光試驗室，雖取得財團法人全國認證基金會(TAF)認證，但認證內容僅有配光曲線及光通量部分，並未有單一光源效率檢測所需的示波器等設備，建議應儘速著手建置採購。



### 建議三

光源產品性能規格標稱之一致性：中長期建議

主辦機關：經濟部商檢局

協辦機關：內政部建築研究所

依本次研究試驗所挑選的光源樣本可以發現，國內在光源產品的性能規格標稱部分，除取得節能標章的產品，依其規定有明確的發光效率(Lm/W)與平均演色性指數(Ra)標示外，一般像是色溫、光束及燈管長度等基本資訊，並未明確要求應於產品外包裝上標示，甚至在電壓及電流部分，究竟應標示管電壓、電流，還是額定電壓、電流，均未能有一定共識，故消費者無法由產品外包裝窺其產品性能，並據以評判優劣，建議主管機關應訂定相關規範，以保障民眾消費權益，並據以落實政府節能減碳之美意。

## 參考書目

1. 石曉蔚，室內照明設計原理，淑馨出版社，民國 85 年 4 月。
2. 王文中，統計學與 EXCEL 資料分析之實習應用，博碩文化股份有限公司，民國 89 年。
3. 蔡介峰，常見人工光源測試研究，內政部建築研究所研究成果報告，民國 95 年 12 月。
4. 內政部建築研究所，人工光源全光通量試驗標準書，民國 95 年 12 月。
5. 內政部建築研究所，照明燈具配光曲線試驗標準書，民國 95 年 12 月。
6. 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊—2007 年更新版，民國 96 年 1 月。
7. 照明系統 Q&A 節能技術手冊，經濟部能源局，民國 97 年 1 月。
8. 中國電器股份有限公司，東亞照明綜合型錄，民國 97 年 1 月。
9. 台灣飛利浦公司網站，[www.philips.com.tw/index.page](http://www.philips.com.tw/index.page)。
10. 台灣歐司朗股份有限公司網站，[www.osram.com.tw](http://www.osram.com.tw)。



## 附錄 期中、期末會議記錄及處理情形

時間：97年8月29日（星期五）上午9時30分

地點：內政部建研所簡報室

主持人：李主任秘書玉生

出席人員：略

<p>中華民國建築師公會全聯會（陳建築師俊芳）</p> <p>1.建議另案辦理後續研究，納入更多市面上之光源產品，以提供更為完整資訊，供設計者及使用者參採。</p> <p>2.本研究案請與「節能光源之效率衰減與耐久性研究」研究案能採用相同之光源樣品，以整體判斷光源的使用成本及生命週期。</p>	<p>本建議將納入後續年度研究計畫持續辦理。</p> <p>已納入本次研究辦理。</p>
<p>台灣省建築材料商業同業公會聯合會</p> <p>1.本研究內容貼近一般民眾需求，建議增加不同廠牌之產品，以擴大樣品數，獲致更客觀之結論。</p> <p>陳副總經理文卿（書面意見）</p> <p>1.資料收集十分完整，分析極有系統，報告品質極佳。</p> <p>2.研究顯示一般螢光灯管之效率比 PL 省電燈泡更佳，此重要結論應可對外公開發表，破除社會大眾迷思。</p> <p>3.LED 燈之效率似亦偏低，但報告中對 LED 的探討較少，建議可再加強。此外，LED 一般應以指示光源為主，與照明光源應區別，建議亦可多描述。</p>	<p>囿於時程緊迫，本次研究僅能先就品牌通路部分產品進行測試，其他如大賣場通路產品，將配合本所研究方向，納入後續研究辦理。</p> <p>謝謝委員指教。</p> <p>謝謝委員指教。</p> <p>本建議將納入後續年度研究計畫辦理。</p>
<p>馮協理文信</p> <p>1.基本研究方向正確，惟量測方法需再確認，要與 CNS 定義相同。</p>	<p>謝謝委員指教，本研究已納入研究計畫辦理。</p>

<p>2.量測數據建議與原生產廠相互比對探討。</p> <p>3.量測方式確認後，數據亦不同，結論亦需調整。</p>	<p>已於期末報告提出，請參見第四章。</p> <p>謝謝委員指教，已納入期末報告第五章辦理。</p>
<p>李教授訓谷</p>	
<p>1.期中成果符合預期目標。</p> <p>2.測試光源之選用建議與「節能光源之效率衰減與耐久性研究」所用之光源一致，以使本計畫之成果能與「節能光源之效率衰減與耐久性研究」計畫之成果相互連結。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>已納入本次研究辦理。</p>
<p>3.價格對發光效率之影響，建議加入耐久性以及效能衰減、使用壽命等因子。</p>	<p>囿於時程緊迫，本計畫目前無法與「節能光源之效率衰減與耐久性研究」計畫成果搭配，將配合本所研究方向，納入後續研究辦理。</p>
<p>周教授鼎金</p>	
<p>1.研究內容與進度，符合原規劃目標，目前已有良好的初步研究成果。</p>	<p>謝謝委員指教。</p>
<p>2.測量樣本標稱功率與測試功率有很大之差異，後續應檢討原因並說明之。</p>	<p>已於期末報告提出，請參見第四章。</p>
<p>3.測試內容有些數據可以導正目前照明節能改善之方法；後續將合理研究方法所得之結果予以彙整，將可具實質貢獻。</p>	<p>本案之研究方向已依委員建議方向辦理。</p>
<p>蕭教授弘清</p>	
<p>1.第 2 章之各種光源原理圖及圖片宜更新清楚，數據更新排版宜配合次序，如第 32 頁及 33 頁，省電燈泡特性表卻出現在 T5 燈管之文字內。第 59 頁漏了字卻出現在 61 頁。</p>	<p>已依委員意見重新檢視調整，並將與本研究關係不大部分圖文刪除。</p>
<p>2.燈管種類名詞用法可口語化，但不宜混淆，螺旋型燈管事實上宜正名為螺旋型省電燈泡，否則就要用全名：安定器內藏式螺旋型螢光燈泡。</p>	<p>謝謝委員指教，已於期末報告中更正。</p>
<p>3.測試過程中，第 4 章各表格所列試驗功率</p>	<p>已將本次試驗使用的安定器規格</p>

<p>是燈管輸入或燈具輸入，會影響到評比；又省電燈泡是以電子安定器為主，T8/18W卻是在標準條件下測試(使用傳統安定器)，一起評比不公平。而第 5 章之光源評比表也有同樣情形，必須同瓦特數範圍，同種安定器才比較公平、客觀，而且不同廠牌之驅動高頻頻率不同，也會影響發光效率高低。</p> <p>4.本研究有意義，惟樣品數尚顯不足，以致所提出之部分結論，在數據分析之佐證資料稍嫌薄弱，請再補強之。</p> <p>陳組長瑞鈴</p> <p>1.本研究所獲致之成果，為目前業界未曾發表之資料，建議應再審慎比對研究方法與實驗步驟，以提出嚴謹、正確之結論。</p> <p>李主任秘書玉生</p> <p>1.本研究目前使用之樣本數偏低，可能影響研究之結論；對於測試結果異常之樣本，建議重作實驗，以獲得正確之數據。</p> <p>2.建議研究主持人審慎思考，本研究光源樣本之品牌應否直接呈現於期末報告。</p>	<p>提出，並也於報告中說明安定器的確會對光源性能造成影響。</p> <p>謝謝委員指教，囿於時程緊迫，本次研究僅能先就品牌通路部分產品進行測試，其他如大賣場通路產品及增加產品樣本數等，將配合本所研究方向，納入後續研究辦理。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>謝謝委員指教，囿於本所試驗室排程緊湊，無法進一步針對異常樣本重新檢測，將配合本所研究方向，納入後續研究辦理。</p> <p>已於期末報告修正。</p>
--	--

常用節能光源照明效率及品質之實驗研究

時間：97年12月19日（星期五）上午9時30分

地點：內政部建研所簡報室

主持人：陳組長瑞鈴

出席人員：略

<p>李教授訓谷</p> <p>1.本研究完成國內市售節能光源產品調查與照明效率檢測，成果與預期目標相符，值得肯定。</p> <p>2.期末報告書中提及本案所完成取得節能標章光源產品的實驗數據，與其標示性能規格有所差異，建議計畫執行團隊後續能深入比對節能標章產品性能測試所採用的試驗方法，進一步探討其原因。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>本建議將配合本所研究方向，納入後續年度研究計畫辦理。</p>
<p>周教授鼎金(書面意見)</p> <p>1.本研究依原規劃內容，均已順利完成，研究成果對於照明節能改善等課題，提供良好的參考資料，特予肯定。</p> <p>2.本案研究成果可導正照明節能改善措施中，有關檢討汰換燈具時間點評估之觀念；建議於後續成果報告中將有關內容彙整比較，以供未來推廣應用之參考。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>本建議將配合本所研究方向，納入後續年度研究計畫辦理。</p>
<p>馮協理文信</p> <p>1.本計畫執行內容相當廣泛，值得肯定，惟建議再將相關量測數據進一步分析比較，俾使本計畫研究成果更加具體，並提高應用價值。</p> <p>2.建議將光源或燈具產生之熱能與發光效率變動之關係，納為未來研究課題。</p>	<p>謝謝委員指教，相關資料將納入未來年度研究計畫辦理。</p> <p>謝謝委員指教，本建議將納入未來年度研究計畫辦理。</p>
<p>蕭教授弘清</p> <p>1.本案研究成果非常具體亦具參考價值，雖</p>	<p>謝謝委員指教。</p>

<p>尚未深入探討光學物理現象與用電特性間之關連性，但已開始著手進行螢光燈系列光學特性間之差異性比較，為過去台灣大電力試驗研究中心與工業技術研究院未深入研究的課題，值得肯定。</p>	
<p>2.實測發光效率誤差大，原因在於節能標章係由廠商自行搭配電子安定器送測，而本案則以參考安定器(傳統安定器)測試造成誤差所致(因為目前尚無電子安定器之參考安定器(標準安定器))，這在裸光源會產生明顯差異，但在節能燈泡(安定器內藏型)就不會有差異。</p>	<p>謝謝委員指教，本研究也發現可能原因為安定器所引起，已於期末報告第四章提出，將一併納入後續年度研究探討。</p>
<p>3.建議性能實驗中心人工光與自然光實驗室，應儘速建置電器量測設備，以提高該實驗室之設備及品質，將有助於建立該實驗室之權威地位。</p>	<p>謝謝委員指教，本建議將納入未來年度研究計畫研議辦理。</p>
<p>4.本研究報告之用語及專有名詞宜統一(勒克司、勒克斯)；表 2-1 之定義說明宜再修正，使之更為正確精準；第 38 頁量測範圍 105、106 是否應為 <math>10^5</math>、<math>10^6</math>，請查明修正。</p>	<p>謝謝委員指教，已於成果報告中更正。</p>
<p>5.建議明(98)年度可考慮進行節能燈具之測試比較研究。</p>	<p>謝謝委員指教，本建議將納入未來年度研究計畫研議辦理。</p>
<p>主席</p>	
<p>1.本研究因使用之樣本數偏低，雖已利用實驗數據作成完整的研究分析與建議，惟代表性仍稍嫌不足；後續研究可再持續辦理，逐步累積光源發光效率的資料庫。</p>	<p>囿於時程緊迫，本次研究僅能先就品牌通路部分產品進行測試，其他如大賣場通路產品及增加產品樣本數等，將配合本所研究方向，納入後續研究辦理。</p>
<p>2.各類型光源發光效率之影響關係分析內容中，有關...關係「不顯著」一詞，建議修</p>	<p>已於成果報告中更正。</p>



<p>正為「無絕對的對應關係」較為妥適；另各種光源之量測結果，建議應以明顯之標題呈現，以凸顯本研究之成果。</p>	
---	--




# 常用節能光源照明效率及品質 之實驗研究



內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 97 年 12 月

PG9710-0111

# 常用節能光源照明效率及品質 之實驗研究



研究人員：徐虎嘯 副研究員  
高嘉隆 副研究員

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 96 年 12 月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

# The Experimental analysis of Energy Efficient for Energy Saver Fluorescent Lamp



BY

HSU HU HSIAO

KAO CHIA LOONG

December 17, 2008

常用節能光源照明效率及品質之實驗研究

內政部建築研究所自行研究報告 97 年度

