

舊有建築物照明節能技術應用之研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 98 年 12 月

舊有建築物照明節能技術應用之研究

計畫主持人：李玉生 主任秘書

協同主持人：周鼎金 教授

研究人員：謝宏仁 教授

研究助理：周澤亞、林羽賢

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 98 年 12 月

目次

壹、研訂計畫篇	
目次	I
表次	IIII
圖次	V
貳、舊有建築物照明節能改善指南	
目次	VII
表次	IX
圖次	XI
摘要	XIII
英文摘要	XV

壹、研訂計畫篇

第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目標	1
第二節 研究方法與流程	3
第三節 工作項目與具體成果	5
第四節 執行進度	7
第二章 相關文獻回顧	9
第三章 案例調查與分析	15
第一節 舊有建物老舊燈具調查	15
第二節 舊有建物室內照明改善案例	29
第四章 燈具測試與分析	37
第一節 實驗介紹	37
第二節 螢光燈管測試結果	39
第三節 避難方向及逃生出口燈測試結果	43
第四節 省電燈泡及U型螢光燈管測試結果	45
第五章 結論與建議	47
附錄一 期初簡報紀錄及處理情形	49
附錄二 期中簡報紀錄及處理情形	51
附錄三 期末簡報紀錄及處理情形	57
附錄四 第一次座談會議紀錄	63
附錄五 第二次座談會議紀錄	67

表 次

表 1-1	執行進度表	7
表 2-1	CFL 等級品質表	9
表 3-1	辦公建築 A 之現況調查結果	15
表 3-2	辦公建築 B 之現況調查結果	16
表 3-3	辦公建築 C 之現況調查結果	17
表 3-4	學校建築 A 之現況調查結果	18
表 3-5	學校建築 B 之現況調查結果	19
表 3-6	學校建築 C 之現況調查結果	20
表 3-7	住宅建築 A 之現況調查結果	19
表 3-8	住宅建築 B 之現況調查結果	21
表 3-9	住宅建築 C 之現況調查結果	23
表 3-10	工廠建築 A 之現況調查結果	24
表 3-11	工廠建築 B 之現況調查結果	25
表 3-12	工廠建築 C 之現況調查結果	26
表 3-13	其他區域之現況調查結果	27
表 3-14	北區工程處照明節能效益表	31
表 3-15	教室照度測試比較表	32
表 3-16	展示區現況紀錄表	32
表 3-17	展場天花空間照明改善建議表	33
表 3-18	展場軌道燈照明改善建議表	34
表 3-19	台灣藝術大學照明節能效益表	34
表 3-20	待改善區域現況紀錄表	35
表 3-21	會計室照明現況紀錄表	36
表 3-22	行政院衛生署桃園醫院照明節能效益表	36
表 4-1	市售 T5 高效率螢光燈管 14W 比較表	39
表 4-2	市售 T5 高效率 14W 螢光燈管電力省電監測器數據資料 (含安定器) 比較表	40
表 4-3	市售 T5 高效率 14W 螢光燈管電力分析儀數據資料 (含安定器) 比較 表	40
表 4-4	TL5 HE 14W/865 螢光燈數據資料表	41
表 4-5	避難方向及逃生出口燈電力省電監測器數據資料比較表	43
表 4-6	避難方向及逃生出口燈電力分析儀數據資料比較表	43
表 4-7	省電燈泡及 U 型螢光燈管電力省電監測器數據資料比較表	45
表 4-8	省電燈泡及 U 型螢光燈管省電力分析儀數據資料比較表	45

圖 次

圖 1-1	計畫流程圖	4
圖 3-1	自來水北區工程處大門外觀	29
圖 3-2	1F 辦公區現況照片	30
圖 3-3	公共走道區現況照片	30
圖 3-4	電子式高效率燈具更換示意圖	30
圖 3-5	台灣藝術大學大樓外觀照片	31
圖 3-6	教室照明改善燈具示意圖	33
圖 3-7	桃園醫院建物外觀	35
圖 4-1	電力省電監測器功能表	38
圖 4-2	電力分析儀照片	38

目次

貳、舊有建築物照明節能改善指南

第一章 舊有建築物之照明節能概論	69
1.1 舊有建築物照明節能之重要性	69
1.2 基本名詞	71
1.2.1 照明物理量	71
1.2.2 照明原理相關名詞	73
1.3 常用光源介紹	83
1.4 常用燈具介紹	87
1.5 舊有照明器具節能改善主要項目	91
第二章 舊有建築物照明節能改善步驟	93
2.1 步驟一：現況調查	95
2.1.1 舊有建築照明設備之現況	97
2.2 步驟二：檢討照明模式及維護燈具	99
2.2.1 利用照明模式之節能	99
2.2.2 維護燈具	103
2.3 步驟三：檢視低效率光源及燈具	105
2.4 步驟四：高效率光源及燈具導入	107
2.4.1 汰換光源	107
2.4.2 選用具有節能標章之光源	115
2.4.3 採用電子式安定器	121
2.4.4 採用高效率燈具	123
2.5 步驟五：檢視照明功率密度	125
2.6 步驟六：檢討照明控制	127
2.7 步驟七：評估改善效益	131
2.8 步驟八：照明節能改善施工與驗收	133
第三章 示範案例	137
3.1 辦公室案例（直潭污水處理廠）	137
3.2 教室案例（台灣科技大學）	141
3.3 住宅案例	145
第四章 Q&A	151
附錄一 CNS 照度標準	161
附錄二 各類空間照明品質及耗能建議基準	169
附錄三 國內市售螢光燈之參考資料	171
附錄四 螢光燈管用安定器光效因數基準	175
附錄五 諮詢單位	177

參考文獻 179

表 次

表 1-1	工作面的推薦照度與照度範圍及對工作適用性的關係.....	74
表 1-2	辦公室及教室之輝度比限制建議值.....	77
表 1-3	辦公室及教室之室內裝修材料反射率建議值.....	77
表 1-4	演色指數與演色性評價.....	79
表 1-5	眩光種類表.....	80
表 1-6	眩光控制方式.....	81
表 1-7	白熾燈介紹.....	83
表 1-8	螢光燈介紹.....	83
表 1-9	省電燈泡介紹.....	84
表 1-10	緊湊型螢光燈介紹.....	84
表 1-11	複金屬燈介紹.....	85
表 1-12	鹵素燈泡介紹.....	85
表 1-13	水銀燈介紹.....	85
表 1-14	LED 燈介紹.....	86
表 1-15	吸頂燈介紹.....	87
表 1-16	吊燈介紹.....	87
表 1-17	天花嵌燈介紹.....	87
表 1-18	層板燈介紹.....	88
表 1-19	壁燈介紹.....	88
表 1-20	筒燈介紹.....	88
表 1-21	軌道燈介紹.....	89
表 2-1	照明節能改善作業基本資料表.....	95
表 2-2	舊有建築照明設備現況說明.....	97
表 2-3	低效率燈具及光源之判斷原則.....	105
表 2-4	各類光源使用量表.....	107
表 2-5	T8、T5 耗電量及光通量關係比較表.....	113
表 2-6	螢光燈管發光長度 100cm 以上之節能標章節源效率基準.....	116
表 2-7	螢光燈管發光長度未達 100cm 之節能標章節源效率基準.....	117
表 2-8	省電燈泡（安定器內藏式螢光燈泡）能源效率基準表.....	117
表 2-9	室內照明燈具能源效率基準.....	123
表 2-10	綠建築標章中對主要空間之照明功率密度基準.....	125
表 2-11	ASHRAE GREENGUIDE 之照明功率密度基準.....	125
表 2-12	停車場調光控制案例.....	129
表 2-13	「電費折扣獎勵節能措施」折扣標準表.....	132
表 2-14	「電費折扣獎勵節能措施」案例說明.....	132
表 3-1	辦公室基本資料表.....	137
表 3-2	辦公空間改善前後對照表.....	138

表 3-3	教室基本資料表.....	141
表 3-4	教室空間改善前後對照表.....	142
表 3-5	住宅基本資料表(共用部分).....	145
表 3-6	住宅基本資料表(專用部分).....	146
表 3-7	照明改善前後對照表.....	147
表 3-8	照明節能改善效益評估表.....	149
表 4-1	商業大樓採用電子安定器年省電費金額.....	155
表 4-2	燈具 IP 分類防異物的等級和程度.....	156
表 4-3	燈具 IP 分類防水等級和程度.....	157
表 4-4	省電燈泡特性與效率.....	158

圖次

圖 1-1	新舊建物比例圖	69
圖 1-2	現有建築物耗能比例圖	69
圖 1-3	照明物理量	71
圖 1-4	照度示意圖	73
圖 1-5	照度計	73
圖 1-6	測量位置圖	73
圖 1-7	教室均勻度不佳示意照片	75
圖 1-8	室內輝度分佈不均示意照片	76
圖 1-9	LED 夜間應用示意照片	76
圖 1-10	國際照明委員會色溫度表	78
圖 1-11	整體性導入照明節能技術之節能效果	91
圖 1-12	照明節能技術及潛力圖	91
圖 2-1	舊有建築物照明節能改善流程圖	93
圖 2-2	作業照明圖	99
圖 2-3	選用高明度裝修材示意照片	99
圖 2-4	調整燈具高度示意圖	100
圖 2-5	採用直接照明示意圖	100
圖 2-6	減燈照明示意圖	101
圖 2-7	減燈照明實例	101
圖 2-8	燈具維護示意圖	103
圖 2-9	拆除燈罩示意圖	103
圖 2-10	人工光源體系圖	107
圖 2-11	各類光源之耗能比例圖	108
圖 2-12	白熾燈汰換之節能效益	108
圖 2-13	水銀燈汰換之節能效益	108
圖 2-14	鹵素燈汰換之節能效益	109
圖 2-15	神明燈汰換之節能效益	109
圖 2-16	T8 20W 螢光燈管汰換之節能效益	109
圖 2-17	T8 40W 螢光燈管汰換之節能效益	110
圖 2-18	T-Bar 型 T8 20Wx4 汰換之節能效益	110
圖 2-19	T-Bar 型 T8 40Wx2 汰換之節能效益	110
圖 2-20	樓梯間螢光燈樓梯方向指示燈汰換之節能效益	111
圖 2-21	螢光燈逃生避難方向指示燈汰換之節能效益	111
圖 2-22	T8 與 T5 之管徑比較圖	112
圖 2-23	節能標章	115
圖 2-24	東亞螢光燈管標示意涵	115
圖 2-25	PHILIPS 螢光燈管標示意涵	116
圖 2-26	燈管長度優劣比較圖	118
圖 2-27	色溫優劣比較圖	118
圖 2-28	燈管粗細優劣比較圖	119

圖 2-29 燈管及燈具型式優劣比較圖	119
圖 2-30 點燈管外觀	121
圖 2-31 預熱型傳統安定器外觀	121
圖 2-32 傳統燈具外觀圖	122
圖 2-33 電子安定器	122
圖 2-34 不同尺寸 T5 燈管之比較	123
圖 2-35 燈具型式優劣比較圖	124
圖 2-36 具有反射罩的燈具	124
圖 2-37 具有格柵及反射板的燈具	124
圖 2-38 教室照明案例	126
圖 2-39 晝光利用示意圖	127
圖 2-40 分區控制示意圖	127
圖 2-41 時序控制示意圖	128
圖 2-42 紅外線感知器示意圖	128
圖 2-43 自動感知器示意圖	128
圖 2-44 調光控制系統節能效益圖	129
圖 2-45 擴大電費折扣獎勵節能措施適用範圍圖	131
圖 2-46 照度測量範圍圖	135

摘要

關鍵字：舊有建築物、照明節能、指南

一、研究緣起

節能減碳為當前政府之重要政策，政府近年已透過所屬單位進行節能減碳措施之示範實施，有效的將節能減碳政策由公家單位逐步向民間推展並獲致一定成果。在政府示範引導之節能減碳措施中，照明節能乃為其中極具潛力之節能減碳措施。然而，對政府機構、民間機構及一般民眾而言，目前照明節能可供運用之技術種類，以及各種技術之實際節能效益與導入評估等議題，仍缺乏具整合性且淺顯易懂之參考資料供其運用。因此，本研究乃針對現階段較為有效且適合舊建築導入之照明節能減碳技術，進行基礎技術資料建立及應用方式探討，進而提出「舊有建築物照明節能改善指南」，以作為政府落實推展全面節能減碳行動中，針對舊有建築物照明節能之推廣資料。

二、研究方法及過程

本研究首先透過資料收集法、調查法、實驗法、專家意見收集法與比較分析法，完成舊有建築物照明節能改善技術之基礎技術資料建立及應用方式探討；而後運用上述成果與專家座談研訂出「舊有建築物照明節能改善指南」。本研究所提出「舊有建築物照明節能改善指南」之內容乃包括”舊有建築物之照明節能概論、舊有建築物照明節能改善步驟、示範案例及 Q&A”等四部分；其中”舊有建築物照明節能改善步驟”乃將照明節能技術依據改善實施流程，進行應用技術資料與評估方法之整合，並透過淺顯易懂之文字說明，輔以大量之圖、表、照片，使不具照明工程專業背景之閱讀者，亦可依此改善步驟逐步進行照明節能改善之評估、規劃與工程實施與驗收。

三、重要發現

節能減碳為近年來日趨熱門之話題，經由本研究資料整理結果顯示，舊有建築物之占有比例約有 9 成以上，若能進行正確之照明節能改善，將對國家整體節能有極大之貢獻。再進行舊有建築物照明節能改善，將傳統照明燈具汰換為高效率燈具，再配合照明控制預估可以節約用電 66.5%。

四、主要建議事項

一、立即可行建議：

本計畫已完成指南及初步美編工作，建議後續能召開專業編輯小組，審議內容，以更為趣味性的方式呈現，爾後編印成小手冊來推廣之。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：台灣建築中心

說明：本研究針對舊有建物之照明節能概念，做系統性解說，從照明節能概論到改善步驟至案例說明，最後以 Q&A 方式作結，希冀以最為簡潔明瞭的方式呈現，配合趣味性圖說，製成專業且豐富的操作指南，予非照明專業背景的一般民眾，充分了解照明能節之相關知識，確實達到推廣普及之目的。藉由編輯小組之審議，以求內容之正確性與完整性。

二、長期性建議

本計畫已初步完成可供參考之指南，建議後續能舉辦照明相關研討會，以本指南為教材來教育大眾，藉以達到推廣與提升改善成效。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：台灣建築中心

說明：本研究目前針對舊有建築之照明節能改善進行資料整合，發現經過維護燈具、汰換低耗能光源、選用電子式安定器及採用高效率燈具等改善步驟，可以有效達到節能之效。然部分內容仍具相當專業性，建議可透過照明相關研討會推廣說明，培養國人正確之照明節能觀念。

ABSTRACT

Keywords: exist buildings, energy saving, guideline

1. Introduction

Currently, energy saving and carbon reduction has become an important policy for our government, and through their subordinate unit buildings to proceed energy saving and carbon reduction method for demonstration purpose. The energy saving and carbon reduction policy have good achievements from these government unit buildings to private agency buildings gradually. The energy saving and carbon reduction method that is leaded and demonstrated by government for lighting energy saving has very big potential. But it does not have an easy understanding guideline for lighting energy saving technique and energy saving profit evaluation. Therefore, the study is aim at lighting energy saving and carbon reduction technique to provide basic technical data and application method that is effective for exist buildings at this moment. Then complete the energy saving guideline of lighting reform for exist buildings that will be a promotion data for government actions to promote energy saving and carbon reduction for exist buildings.

2. Research approach and course

The study collect lighting and energy saving relative reference to investigate and analyze lighting environment at present, and test the prototype lamps by lighting power meter, to analyze and provide all kinds of the energy saving method for building lighting, to complete basic technical data and application method, then take a meeting inviting expert to accomplish energy saving guideline of lighting reform for exist buildings. The content of this guideline include four parts: introduction of energy saving guideline for exist buildings, the process of energy saving guideline of lighting reform for exist buildings, case study and Q&A, the energy saving guideline of lighting reform process for exist buildings.

3. Important discovery

Energy saving and carbon reduction has become a hot topic for present that people are familiar with gradually, there have ninety percent of building energy consumption for exist buildings. So it should be have an important contribution to whole nation energy saving by correct lighting reform of energy saving. If we retrofit traditional lighting to high efficiency lighting with lighting control system that will have 66.5 percent energy saving.

4. Propose the item mainly

(1)Immediately feasible propose

This project has completed the energy saving guideline of lighting reform for exist buildings, the contents will have an art arranging preliminary. Then following suggested that to establish an edition team for checking its contents where by a more interesting way. It will be published as a booklet for promotion purpose in the future.

The organizer: Architecture and Building Institute, Ministry of the interior

The co-organizer: Taiwan Architecture & Building Center

(2)Medium and long-term propose

This project has completed the energy saving guideline of lighting reform for exist buildings and suggested that continue holding the lighting related seminar that will

take this guideline as the teaching materials, so as to spread information of the guideline and to increase the effects of energy saving that lighting reform for exist buildings.

The organizer: Architecture and Building Institute, Ministry of the interior

The co-organizer: Taiwan Architecture & Building Center

壹、研訂計畫篇

第一章 緒論

第一節 研究動機與目標

節能減碳為目前政府重要政策，行政院 97 年 8 月 6 日頒佈政府機關及學校全面節能減碳措施，有關政府部門辦理節能減碳措施，藉由政府機關及學校率先推動節約能源，以示範引導民間採行，落實全民節能減碳行動。其中採行節能減碳措施包括空調與照明等，有關照明措施包括：第四項、照明燈具新設或汰換時，應請專業技師或廠商進行規劃設計適當照明配置，採用高效率照明燈具及電子式安定器。第五項、交通號誌燈、出口指示燈、避難方向指示燈、消防指示燈等新設或汰換時，應採用省電 LED 應用產品等。

這些措施之並無實際技術與省電效益，例如何謂高效率燈具？如何判斷？應該如何更換才正確與合理？省電效益為何？這些都需要經由研究分析，提出更詳細之技術資料供參考與推廣，才能達到正確之節能改善目標。

本計畫擬對於政府機關及學校全面節能減碳措施，進行有關照明節能之改善策略。

本計畫之內容如下：

1. 蒐集既有建築照明使用現況，以及國內外照明節能技術與應用之現況。
2. 分析舊有建築物照明節能改善之各項節能技術與應用方式。
3. 研擬舊有建築物照明節能改善方法與節能效益。
4. 彙整上述研究成果，編撰成「舊有建築物照明節能改善手冊」。供政府機關及學校、民間機構、一般民眾對於照明節能改善之參考與推廣。

第二節 研究方法與流程

一、研究方法

本研究計畫主要分為國內外照明節能改善案例蒐集及舊有建築物照明使用現況調查，與舊有建築物照明節能改善技術之建立兩大部分，是為「舊有建築物照明節能改善手冊」之先期規劃與準備，預定之研究方法如下：

(一) 資料收集法

蒐集國內外照明節能技術與應用之現況。

(二) 調查法

實際調查國內舊有建築照明使用現況。

(三) 實驗法

實際測量照明節能改善之各項節能技術之省電效益。

(四) 專家意見收集法

舉辦座談會或訪談專家學者，獲得相關資訊，以利計畫之進行。

(五) 比較分析法

綜合資料蒐集、調查、實驗內容，歸納分析舊有建築物照明節能改善方法與節能效益。

二、研究方法採用之原因

藉由蒐集國內外有關高效率及省電燈具之評估標準，以及有關舊有建築物照明節能之文獻，了解當前國內外照明節能之趨勢；實際測量國內舊有建築物照明節能之使用現況及使用性能，對文獻之內容進行驗證；再篩選國內各大廠之燈具進行高效率及省電燈具之使用效能測試，印証是否達其型錄所述之性能；舉辦2次專家座談會訪問專家學者，獲得相關資訊，用以檢討修正研究之內容與方式，以利手冊之編撰；最後綜合資料蒐集、調查、實驗內容，比較分析出舊有建築物照明節能技術之建立。

三、研究步驟

本研究之研究流程如下：

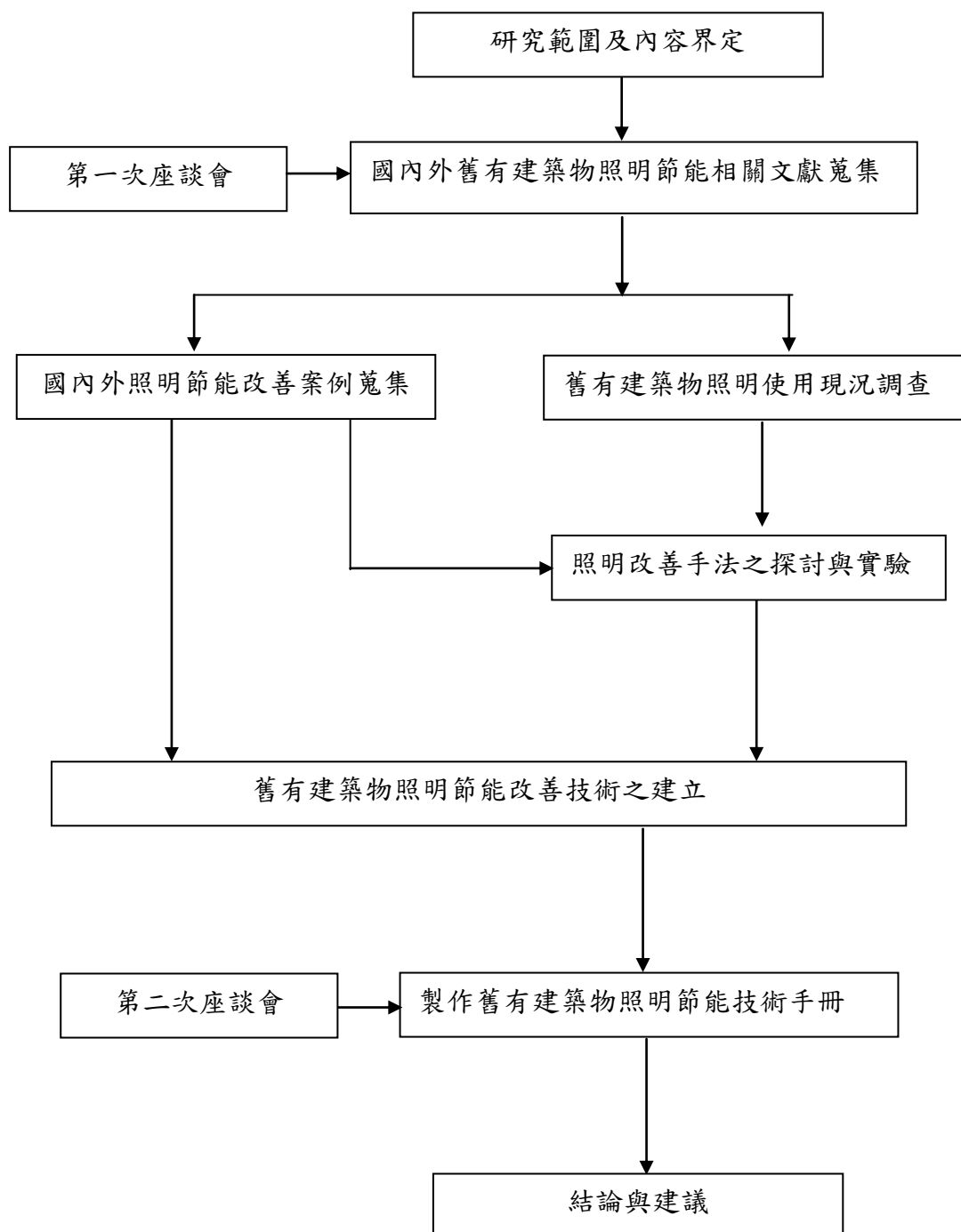


圖 1-1 計畫流程圖

第三節 工作項目與具體成果

本研究計畫預期將完成以下之工作項目與具體成果：

- 一、完成國內外照明節能技術與應用之現況，供有關單位參考。
- 二、完成舊有建築物節能燈具應用調查，供有關單位參考。
- 三、提出舊有建築照明節能改善方法與節能效益分析，以達正確之照明節能改善成效。
- 四、研究成果「舊有建築物照明節能技術手冊」，可作為政府機關及學校全面節能減碳措施，針對舊有建築物照明節能之推廣資料。

第四節 執行進度

本計畫之進行項與執行進度，如下表所示。

表 1-1 執行進度表

工作項目	月												備註
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
國內外舊有建築物照明節能相關文獻蒐集			■	■									
第一次座談會				■									
國內外照明節能改善案例蒐集				■	■	■							
舊有建築物照明使用現況調查				■	■	■							
照明改善手法之探討與實驗						■	■	■					
舊有建築物照明節能改善技術之建立								■	■	■			
第二次座談會											■		
製作舊有建築物照明節能技術手冊											■	■	
預定進度 (累積數)	0%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
說明： 1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。 2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本計畫之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。 3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。													

第二章相關文獻回顧

本計畫蒐集國內外有關照明節能改善技術之相關文獻，並整理出其研究重點，供本計畫之參考，茲分別敘述如下：

文獻一：辦公室照明設計節能參考手冊之研究，內政部建築研究所。

本研究利用軟體模擬方式，將市面上辦公室相關應用燈具，使用 DIALUX 模擬其照度及用電密度，並利用照明實驗室進行測試應證。提出各種照明方式於實際應用之改善方式與耗能相關數據，提供辦公室日後照明設計節能參考準則。

過去辦公室照明設計往往只顧及基本的照度需求量，本研究期望滿足工作者於照明環境中所需的質與量，同時兼具節能的照明設計。

照明設計節能重要方法之一是選擇高效率的光源並注意照度、輝度、均齊度、眩光、演色性、色溫。

文獻二：周鼎金、江哲銘，「學校教室照明與節能手冊」2004.5 教育部。

- (一) 此手冊依據教育部 92 年度「試辦部分學校汰換高效率燈具計畫」補助學校照明改善計畫，並透過規劃達成省電效率 30% 以上。
- (二) 其手法包括使用高效率燈具、電子安定器、迴路控制節能、自動點滅裝置及高明度裝修材。
- (三) 設備維護為照明效果管理重點：設備檢查、設備更換、照明燈具清潔、維護紀錄。

文獻三：吳照麟，「全球節能燈概況與規範倡導」，(2009.03.11)

http://www.ledlightfair.com/ft/mrzx_list.asp?id=54

在地球暖化的威脅與減少二氧化碳風潮下，廠商開始推出取代 GLS(鎢絲燈泡)之 CFL(省電燈泡)以及高效率直管螢光燈，但生產 CFL 廠商產品品質差異甚大(詳表 2-1)，故應推動標準加以規範。

表 2-1 CFL 等級品質表 (CFL 的品質與壽命長短有關，可將 CFL 區分為四種等級品質)

品質	壽命 (Hrs)
特優	$X \geq 8,000$
佳	$6,000 \leq X < 8,000$
可	$3,000 \leq X < 6,000$
劣	$X < 3,000$

文獻四：The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ)，

<http://www.eccj.or.jp/index.html>

依據政府制定節能辦法，利用照明使用場所分類，制定照明節能之手段與改善方法。茲分述如下：

- (一) 住宅：一般家庭照明佔 16% 電力，為達省能效果採用以下方式

- (1) 省電燈泡替換白熾燈
- (2) 選擇有節能標章之照明器具
- (3) 配合晝光照明方式
- (4) 選擇南向開窗位置

(二) 商業：

- (1) 使用照明控制系統分散點燈迴路
- (2) 走廊與更衣室採用自動點滅裝置
- (3) 晝光利用
- (4) 利用照明器具反射光源
- (5) 照明器具定時清潔
- (6) 天花板、牆面、地板選用反射率高的材質
- (7) 採用高效率燈具
- (8) 螢光燈管定時更換

(三) 工廠：

- (1) 使用高效率燈具
- (2) 適當的照度管理
- (3) 自動點滅裝置與局部照明利用
- (4) 休息時間關燈及晝光利用
- (5) 燈具位置與迴路劃分
- (6) 燈具清潔與設備更新

文獻五：DIANE Publishing, Energy Saver\$: Tips on Saving Energy& Money at Home (U.S. Department Of Energy) .20.

室內省能有以下幾點方式：

- (一) 使用能源標章產品
- (二) 隨手關燈
- (三) 替換全面照明改用視場合使用單點照明
- (四) 使用 three-way lamps

文獻六：ENERGY STAR，<www.energystar.gov>

美國能源局針對一般照明常用省能優點提供下列要點：

- (一) 使用 CFLs 燈替換白熾燈及鹵素燈，降低燈具溫度。
- (二) 使用符合 ENERGY STAR 螢光燈，可降低 75%發熱量、提高生活舒適性。
- (三) 符合 ENERGY STAR 裝置和燈泡滿足使用壽命。

文獻七：黃建誠、林延彥，「綠色照明改善案例」，海峽兩岸第十五屆照明科技與營銷研討會：頁 340-350。

本文利用國際節能效益量策與驗證協定 IPMVP 所制定之方法，針對工廠、辦公大樓、住宅等案例進行照明節能改善，其效能可確保節能率達 25~30%及提高照明照度 5~10%。

文獻八：科學技術政策研究所，省エネルギーに寄与する照明の効率化技術，http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt094j/0901_03_featurearticles/0901fa01/200901_fa01.html，(2009.01)。

因應日本簽訂京都議定書，減少溫室氣體排放量，各大學研究機構和製造商研擬可以使照明光源變得更有效率和改用熒光燈，而 LED 燈具亦正在擬定中。在這種情況下，科學技術委員會在 2008 年 5 月，“環境能源技術創新計劃”，這包括所需要的技術，減少溫室氣體排放使用高效率的照明設備和新光源。本文內容為提高照明系統效率化所採用對策。

文獻九：羅憶、劉忠偉主編。建築節能技術與應用。北京市：化學工業出版社，2007。

建築節能不僅包括建築維護結構節能設計，同時還包括建築門窗的節能及應用、建築照明節能技術與產品、採暖空調節能技術與產品、分散式能源冷熱電聯產技術以及地源熱泵在建築上的應用等內容，在照明節能篇提出下列重點：

- (一) 推廣使用高光效光源
- (二) 採用高效率節能燈具
- (三) 優選氣體放電燈啟動設備
- (四) 確定合理照明方式
- (五) 燈具的控制方案先進
- (六) 做好照明日常維護管理
- (七) 定期清潔照明燈具

文獻十：松下 進，図解入門よくわかる最新照明の基本と仕組み。秀和システム 2008。

為因應地球暖化，住宅照明需要下列改進方法加以節能：

- (一) 一室一燈方式改為多燈分散式照明方式
- (二) 利用方面運用採光及導光手法引進室外晝光
- (三) 採用高效率燈具
- (四) 裝潢前須將照明設備的配置、照度的設定、空間大小加以適當選定規劃

文獻十一：黃建誠、林振芳，節能省電救地球：一本提供省錢妙招的環保小百科。新自然主義出版社，2006。

在住宅及商業辦公大樓上有幾點節能上的建議，分述如下：

- (一) 家庭照明節能：
 - (1) 選用省電型安定器可節省照明耗能，如日光燈具。
 - (2) 燈具的高度、方向、數量要適當。
 - (3) 選用較淡色的油漆或壁紙，可提高牆壁的反射光度。
- (二) 商業節能、上班族節能：
 - (1) 辦公大樓照明用電佔耗電量 40%，上下班隨手關燈。
 - (2) 適當的燈光，在商業場所是不可或缺的，選用高效率的燈具及電子式安定器日光燈具，可以省下能源花費。

文獻十二：專家診斷系統於建築省能最佳化設計應用，李振綱。國立中山大學機械與機電工程研究所碩士論文，2008.08。

照明節約能源最重要的是提升照明效率，藉由光源、電控元件、燈具及照明管理等四方面著手。

(一) 光源：選用高效率光源及燈具並搭配電子式安定器

(二) 電控元件：改變照明方式

(1) 全般照明

(2) 局部全般照明

(3) 作業面重點照明

(4) 局部照明

(四) 照明控制的主要功能包括點滅控制、調光控制、配合偵測元件自動調控、時程設定、晝光調節、流明衰減調節及電力需量控制等。

文獻十三：建築物節能升級手冊，行政院環境保護署。2001.11。

(一) 依據使用者之工作與需求來設計與調整照明亮度與照明品質；

(二) 使用最具能源效率之燈泡/燈管與安定器(如環保標章照明相關產品)；

(三) 使用最具能源效率之燈具/照明器具；

(四) 使用定時器並依據使用狀況來控制燈具之開關；

(五) 建立燈具之操作、維護與廢棄處置作業程序並遵照實施；

(六) 使用具有能源之星標章之緊急出口燈具(exit sign)。

文獻十四：台灣經濟部，白熾燈年底禁售，5年內全面汰換為省電燈泡或LED照明，2008.03.28

經濟部於2008年3月28日宣佈，將用5年的時間全面汰換白熾燈泡，改為省電燈泡或LED照明，2008年底將公告全面禁止製造、進口、銷售白熾燈，2009年公家機關也將先全面禁用白熾燈。

將在五年內推動螢光棒白熾燈汰換計畫，鼓勵政府與民間部門改裝省電燈泡或其他高效率燈具；全面汰換後，估計每年可以省下約八億度電，減少近50萬公噸的二氧化碳排放量，減碳效益相當於造林2784萬棵樹。

經濟部為了推動LED燈具的使用，能源局也要提出預算1億3千萬元、4千多盞LED燈，供地方政府申請。而消費面將由公部門帶頭，2009年起，台灣7890個公務機關使用的白熾燈需汰換時，必須全面改換省電燈泡、LED燈具、T5螢光燈管等。公有市場則在2009年底全面改用省電燈泡。

文獻十五：黃馨儀，兼具節能環保LED成新綠巨人，2008.04.08，中國時報

2008年3月底，經濟部宣布今年將禁止全國近8000個公部門使用白熾燈，全額補助地方裝置4000多盞LED路燈；2012年正式禁止生產、進口及銷售白熾燈，屆時每年可省下8億度電量，減少排放近50萬噸CO₂。中央大學光電科學研究所教授孫慶成指出，短期來說，省電燈泡的確為汰換白熾燈泡的最佳選擇，但長期而言，LED將成為新一代的綠色照明光源。

LED最大優勢就是節能、省電與環保，不但體積小、發光效率佳、壽命長，也不含熱輻射與汞，不會提高室溫、增加空調負擔，更可省下50%照明電力。

工研院能源與環境研究所助商節能技術組副組長李麗玲也指出，由於LED本身的半導體發光材料特性，只要有光的三原色為基調，即可按比例如調色般

調配出各種色彩，讓照明光源的色彩更活潑、具變化性。

在發光效率方面，白熾燈泡的發光效率僅有 10 至 20lm/w，相當耗電；日光燈發光效率有 60 至 100lm/w，但其中含汞會汙染環境。LED 發光效率達 100lm/w，預估 2020 年提升至 200lm/w 的最終目標。工研院電子與光電研究所光電元件與系統應用組長朱慕道指出，LED 還可配合需求製成不同效果燈具，近年來已大量應用在專業用途、輔助照明與情境照明上。

文獻十六：李明宗，政院推低碳 5 年 6 城市，2009. 07. 29，中央社

行政院政務會報於 2009 年 7 月 29 日聽取全國能源會議結論執行情形，規劃低碳城市推動方案，未來 2 年每縣市完成 2 個低碳示範社區，未來 5 年推動 6 個低碳城市，2020 年完成 4 個低碳生活圈。

經濟部指出，將推動綠色生產及綠色消費，推廣源頭減量、資源回收、再使用及再生利用；推廣低碳運具，建置智慧型運輸及自行車網路系統，推廣 LED 照明及交通號誌，提高運具能源效率標準，並推廣綠建築及節能綠建材，應用生命週期思考，提升家電能源效率標準。

經濟部規劃的「16 項旗艦整合方案」，重要事項包括執行「綠色能源產業旭升方案」，結合「綠色能源國家型科技計畫」發展相關科技，5 年內至少投入新台幣 200 億元提升太陽光電、LED 照明光電、風力發電、氫能與燃料電池、生質燃料、能源資通訊與電動車輛產業發展。

第三章 案例調查與分析

第一節 舊有建物老舊燈具調查

本調查選擇辦公室、學校、住宅三種主要建築樣態為主，並針對各重點空間現況進行紀錄，藉以了解目前舊有建物照明使用情形。

表 3-1 辦公建築 A 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照	片
辦公建築 A	大廳區	40w 螢光燈管 採間接照明		
	辦公區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明		
	走道區	40w 螢光燈管 採嵌入式直接搭配間接 照明		
	廁所區	23W 螺旋燈管 吸頂式燈具 採直接照明		
	樓梯間	23W 螺旋燈管 吸頂式燈具 採直接照明		

表 3-2 辦公建築 B 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
辦公建築 B	大廳區	長壽命 40w 螢光燈管 26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式 直接照明	
	辦公區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	走道區	26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	
	廁所區	40w 螢光燈管 26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	
	樓梯間	20w 螢光燈管 採用壁掛式直接照明	

表 3-3 辦公建築 C 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
辦公建築 C	辦公區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	走道區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	廁所區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	樓梯間	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	

辦公建築使用上以 T-BAR 20W×4 之螢光燈管為主，部分在大廳及走道區會採用 40W×2 之螢光燈管，大致上省電燈泡已取代白熾燈泡，多應用於梯間、廁所、走道等空間。

表 3-4 學校建築 A 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
學校建築 A	走道區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	廁所區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	教室區	40w 螢光燈管×2 懸吊式燈具 採用直接照明	
	圖書館	T-Bar 20w 螢光燈管×4 水銀燈 吸頂式燈具 採用直接照明	
	樓梯間	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	活動中心	高壓納氣燈泡 54w T5 螢光燈管×2 懸吊式燈具 採用直接照明	

表 3-5 學校建築 B 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
學校建築 B	走道區	75w 大功率螺旋燈管 吸頂式燈具 採直接照明	
	廁所區	40w 螢光燈管x2 嵌入式燈具 採用直接照明	
	電梯 等候區	T-Bar 20w 螢光燈管x4 採直接照明	
	教室區	40w 螢光燈管x2 懸吊式燈具 採用直接照明	
	樓梯間	75w 大功率螺旋燈管 吸頂式燈具 採直接照明	
	圖書館	T-Bar 40w 螢光燈管x3 採直接照明	

表 3-6 學校建築 C 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照 片
學校建築 C	走道區	40w 螢光燈管 採用間接照明	
	廁所區	23w 螺旋燈管×2 23w U型燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明	
	教室區	40w 螢光燈管×2 懸吊式燈具 採用直接照明	
	圖書館	40w 螢光燈管×1 吸頂式燈具 採用直接照明	
	樓梯間	40w 螢光燈管×1 吸頂式燈具 採用直接照明	

在學校方面，為了提高照度及均齊度，教室區普遍使用懸吊式 40W×2 之螢光燈管；走道、梯間及廁所等空間之照明並無特定型式，大致可分為 T-BAR 20W×4 或 40W 之螢光燈管，抑或省電燈泡；圖書館大都選用 40W 螢光燈管，採直接照明，型式則依空間上之設計而有差異；活動中心則以高壓鈉氣燈之使用為主。

表 3-7 住宅建築 A 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
住宅建築 A	廚房區	30w 螢光燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明	
	公共 走道區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	客廳區	23w 螺旋燈管×2 23w U 型燈管×4 吸頂式燈具 採直接照明	
	餐廳區	21w 省電燈泡×5 吸頂式燈具 採直接照明	
	臥房區	30w 螢光燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明	
	廁所區	23w 螺旋燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明	

表 3-8 住宅建築 B 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
住宅建築 B	廚房區	40w 螢光燈管x1 吸頂式燈具 採直接照明	
	陽台 走道區	32w 圓形螢光燈管x1 吸頂式燈具 採直接照明	
	客廳區	21w 省電燈泡x1 23w 螺旋燈管x5 吸頂式燈具 採直接照明	
	餐廳區	21w 省電燈泡x2 23w 螺旋燈管x1 吸頂式燈具 採直接照明	
	臥房區	21w 省電燈泡x1 23w 螺旋燈管x1 23w U 型燈管x1 吸頂式燈具 30w 螢光燈管x1 懸吊式燈具 採直接照明	
	廁所區	23w 螺旋燈管x2 吸頂式燈具 採直接照明	

表 3-9 住宅建築 C 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照	片
住宅建築 C	廚房區	40w 螢光燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明		
	客廳區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明		
	餐廳區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明		
	臥房區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明		
	廁所區	30w 螢光燈管×2 吸頂式燈具 採直接照明		

一般住家以美觀為重點考量，因此普遍使用藝術燈配合省電燈泡。在螢光燈使用上，以 30W 之環形燈管搭配壓克力罩為最；40W×2 之裸露燈管搭配山型燈具次之，使用上較少考慮眩光問題；20W×4 T-BAR 型燈具則偶爾出現於住宅中。近來，層板燈之間接照明被廣泛應用住宅設計中。

表 3-10 工廠建築 A 之現況調查結果






建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
工廠建築 A	作業區	T8 40w 螢光燈管×2 採直接照明	
	小型機械加工區	26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	
	大型機械加工區	26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	
	檢測室	26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	
	組裝區	26w 緊湊型螢光燈管×2 採用嵌入式直接照明	

表 3-11 工廠建築 B 之現況調查結果




建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
工廠建築 B	作業區 A	T8 40w 螢光燈管×2 採懸吊式直接照明	
	作業區 B	T8 40w 螢光燈管×2 採懸吊式直接照明	
	加工區	T8 40w 螢光燈管×2 採懸吊式直接照明	
	機器區	T8 40w 螢光燈管×2 採懸吊式直接照明	
	包裝區	T8 40w 螢光燈管×2 採懸吊式直接照明	

表 3-12 工廠建築 C 之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
工廠建築 C	入口區	T8 40w 螢光燈管×3 採直接照明	
	作業區	T8 40w 螢光燈管×2 採直接照明	
	無塵室區	40w 緊湊型螢光燈管×3 採用嵌入式直接照明	
	機器區	T-Bar 20w 螢光燈管×4 採直接照明	
	包裝區	T8 40w 螢光燈管×2 採含燈罩吸頂照明	

在工廠方面以作業區作業面照度為主，普遍使用懸吊式 40W×2 之螢光燈管；其次採用嵌入式 40W×2 螢光燈管採直接照明；入口區及機器區等空間之照明並無特定型式，大致可分為嵌入式 26W×2 緊湊型螢光燈管或懸吊式 40W×2 之螢光燈管，抑或 T-BAR 20W×4 之螢光燈管；其他作業空間幾乎以使用螢光燈管為大宗，嵌入式直接照明次之。

表 3-13 其他區域之現況調查結果

建築型式	空間分類	照明現況簡述	照片
其他區域	避難指示燈	10w 螢光燈管×1	
	電梯區	32w 圓形螢光燈管×3 嵌入式燈具 採直接照明	
	地下停車場區	40w 螢光燈管×2 懸吊式燈具 採直接照明	

其他如梯間的避難指示燈、電梯中的照明及地下停車場等特殊空間，仍以螢光燈管之使用為大宗。

綜上所述，一般民眾在照明使用習慣上，依空間型式不同，可區分為以下幾種情況：辦公空間以 T-Bar 20W×4 之螢光燈具為主流；教室空間基於照度及均齊度之考量，通常裝設 40W×2 之吊桿式螢光燈具；在走道區方面，不論是辦公、學校或住宅型式，皆使用螢光燈或省電燈泡，螢光燈有 T-Bar 20W×4、40W×2 或 PL 型等較多呈現方式，省電燈泡上則以大功率螺旋燈管為重點；廁所空間依照設計不同而有較多種類，如 T-Bar 20W×4、40W×1、26W 緊湊型、23WU 型等螢光燈型式，省電燈泡以 23W 螺旋燈管為主；樓梯間的現況與廁所類似，螢光燈有 T-Bar 20W×4、40W×1、20W×1 等型式，省電燈泡則採用 75W 大功率螺旋燈管；其他特殊使用上，緊急避難指示燈大都為 10W 之螢光燈管。

本次舊有建物老舊燈具調查在螢光燈方面，仍以傳統 T8 螢光燈管配合傳統安定器為主，部分空間採用 PL 燈型式，顯示在螢光燈部分節能改善潛力大。

第二節 舊有建物室內照明改善案例

內政部建築研究所辦理綠建築更新診斷與改造計畫，針對都市環境生態改善及減緩都市熱島效應較有貢獻之項目為主，以期改善後能提升節水、節電及保水效益 10%以上，其中照明節能亦為重點改善項目之一。基此，就目前進行之照明節能改善工程，依空間使用性質，選擇學校、辦公室、醫院等案例各一詳述之。

一、台灣自來水股份有限公司-北區工程處

(一) 案例現況概述

自來水北區工程處位於台北縣永和市水源街 52 號，主要職掌水源開發及區域性自來水系統，水庫下游自來水工程及供水需全盤性考慮之新市鎮、工業區供水工程之規劃、設計、施工。



圖 3-1 自來水北區工程處大門外觀

(二) 現況問題分析

此辦公大樓為 5 層式之鋼筋混凝土建築物。辦公區現況目前使用傳統 T8 螢光燈管耗能且老舊，使用山型無格柵燈具，燈管裸露於外，易造成眩光問題；走道區部分則使用 T-BAR 20Wx4 之螢光燈管；僅有在部分區域有省電燈泡及 LED 燈之使用。



圖 3-2 1F 辦公區現況照片



圖 3-3 公共走道區現況照片

(三) 改善策略

經實地踏勘與評估結果，建議將既有傳統燈具更換電子式高效率燈具，因既有傳統式燈具效能不佳且耗損能源，為達節能效益，使用高效率電子式燈具(28W×2 型)，可有效節省 20%以上之照明耗電量。



圖 3-4 電子式高效率燈具更換示意圖

(四) 效益評估

依據綠更新於 98 年度提出之室內照明節能改善規範(草案)，第二大項照明節能改善基準中第一小項照明功率密度：辦公室、教室、會議室、閱覽室等照明功率密度應小於 $15 (W/m^2)$ 。於此原則下進行照明改善工程，除有效達到節能效果，亦可符合照度需求，北區工程處之改善效益如下表所示。

表 3-14 北區工程處照明節能效益表

改善前				改善後				節能效益
燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	
40W×2	80	165	13,200	T5 28W×2 吸頂燈	56	137	7672	42%
40W×3	80	44	3,520	T5 28W×3 T-bar 燈	84	21	1764	
省電燈泡 26W×2	52	15	780	T5 28W×23 T-bar 燈	56	13	728	
LED 燈		12	0	T5 14W×4 T-bar 燈	56	22	1232	
20W×1	20	16	320	T5 14W×3 T-bar 燈	42	8	336	
20W×4	80	19	1,520	T5 14W×2 T-bar 燈	28	1	28	
40W×2	80	26	2,080	T5 28w 山型燈	28	1	28	
省電燈泡 26W×1	26	12	312	防紫外線燈 40W×2	80	10	800	
合計		309	21,732	合計		213	12,588	

二、台灣藝術大學

(一) 案例現況概述

台藝大位於台北縣板橋市，為一所完全的藝術大學，擁有豐稠的人文素養，蘊育出許多傑出人才。在校內政策改革上，積極投入各項節能減碳措施，包括照明、空調等方面，亦以綠建築為目標邁進中。



圖 3-5 台灣藝術大學大樓外觀照片

(二) 現況問題分析

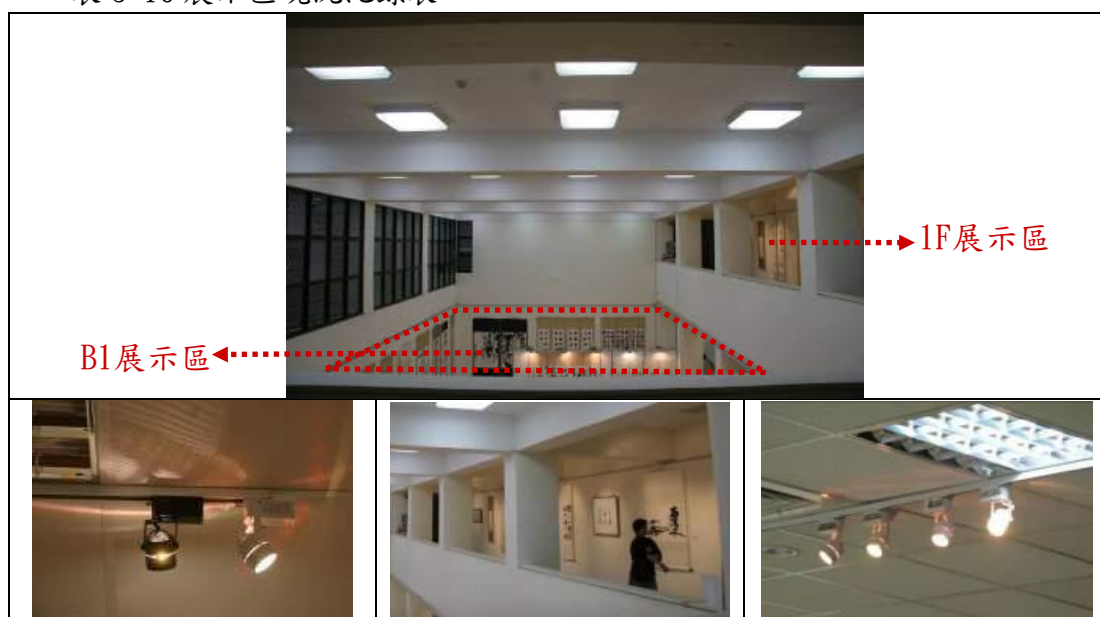
本次改善範圍主要分為兩大部分：一為綜合大樓 1 樓至 3 樓教室照明空間。這些教室現況採用 40W×3 管之燈具，經由照度計實測結果，發現最高照度達 859lx，最低照度為 408lx，而一般教室的照度需求為 500lx，現況環境明顯過亮且均齊度不足，加上燈具屬於裸露型無格柵設計，實地於體驗後發現眩光問題相當嚴重，易造成眼睛不適。

表 3-15 教室照度測試比較表

		
<p>教室現況照片</p>	<p>最高照度</p>	<p>最低照度</p>

一為美術大樓 B1 至 1 樓展場照明空間。展示區現況裝設之軌道燈為鹵素燈，不僅耗能且溫度高，易對展出作品造成損害，此外，挑高處為吸頂式日光燈具，設有燈罩，造成現場照度及均齊度不足。

表 3-16 展示區現況紀錄表



(三) 改善策略

在教室照明部分，將既有 40W×3 傳統燈具拆除，更換為 T5 28W×2 之三波長燈管，採用電子式高效率格柵燈具，延用原本吊桿設計，改善先前過亮且均齊度不足之問題。



圖 3-6 教室照明改善燈具示意圖

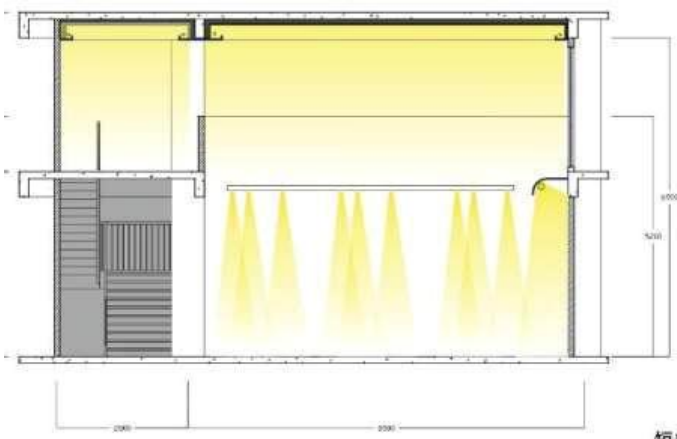


在展場照明部分，針對天花空間及軌道燈 2 部分進行改善。挑高之天花板空間，採用懸掛式電子式 T5 日光燈具並結合造型天花

表 3-17 展場天花空間照明改善建議表

<p>長向剖面</p>	
<p>改善前為吸頂式日光燈</p>	<p>改善後為懸掛式電子式 T5 日光燈具並結合造型天花</p>

除維持基本照明外，於作品懸掛處將 75W 鹵素燈置換成 20W 複金屬燈，在節能的同時亦減少燈具所散出的熱對於作品的損害。

表 3-18 展場軌道燈照明改善建議表

 <p style="text-align: right;">短向剖面</p>	
 <p>改善前為 75W 鹵素燈</p>	 <p>改善後為 20W 複金屬燈</p>

(四) 效益評估

在符合照明用電密度的條件下，綜合教室與展場空間於燈具全面更換後，約有 43% 的節能效益。

表 3-19 台灣藝術大學照明節能效益表

改善前				改善後				節能效益
燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	
40W×2	80	47	3,760	28W×2 T5 電子式 高效率格柵燈	56	216	12,096	43%
40W×3	120	182	21,840					
40W×1	40	10	400	28W×1 T5 電子式 高效率燈	28	36	1,008	
75W×1	75	60	4,500	T5 14W×4 高效率格柵燈	56	52	2,912	
				複金屬軌道燈 20W	20	70	1,400	
合計		299	30,500	合計		374	17,416	

三、行政院衛生署桃園醫院

(一) 案例現況概述

桃園醫院成立於民國 68 年，位於桃園縣縱貫公路之中心點。隨著社會環境與醫療生態的改變，醫院本身亦不斷於硬體、軟體部分力求創新，並結合衛生署所屬新竹、竹東、苗栗及桃園療養院等醫院組成之北區聯盟，提供民眾完善的醫療照護，預防保健、及社區服務。



圖 3-7 桃園醫院建物外觀

(二) 現況問題分析

為因應政府提倡之節能政策要求每年節能達 1%，因此公共走道區平時均不開燈，導致整體環境昏暗，亦有安全上的疑慮。此外，現況使用燈具為傳統 T8 燈管，耗能且老舊。

表 3-20 待改善區域現況紀錄表

<p>2F 走廊區現況照片</p>	<p>1F 梯廳區現況照片</p>

在政策倡導下，大眾逐漸有節能之概念，卻並非是正確之觀念。單位往往將整批 T8 燈管淘汰，在原處直接以 T5 燈管代替，但未考慮使用 T5 螢光燈管光效提升，數量應減少，導致辦公室過亮，使用者眼睛不舒適的情形。

表 3-21 會計室照明現況紀錄表

	
會計室桌面實測照度=1166Lux : 標準照度=500Lux	

(三) 改善策略

將既有傳統燈具更換為高效率電子式燈具，採用 T5 28W×2 之光源，依據現場環境選擇 T-BAR 或吸頂式型式，並將原本出口指示燈的部分，更換為小瓦數 LED 燈，增加節能效益。

(四) 效益評估

低於辦公室照明用電密度 15 (w/m²) 及走廊 10 (w/m²) 的前提下，進行燈光配置，整棟行政大樓照明改善後，約有 38% 的節能效益。

表 3-22 行政院衛生署桃園醫院照明節能效益表

改善前				改善後				節能效益
燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	燈具型式	瓦數	數量	消耗功率	
吸頂式 40W×4	160	22	3,520	T5 28W×2 T-BAR 型	56	453	25,368	38%
吸頂式 40W×2	80	42	3,360					
吸頂式 30W×2	60	4	240					
吸頂式 20W×4	80	28	2,240					
吸頂式 20W×1	20	3	60					
嵌入式 40W×3	120	83	9,960	T5 28W×2 吸頂式	56	14	784	
嵌入式 40W×2	80	13	1,040					
嵌入式 30W×3	90	22	1,980					
嵌入式 20W×4	80	190	15,200	出口指示燈 LED 燈	2.5	18	45	
筒燈 60W×2	120	36	4,320					
壁燈 60W×1	60	8	480					
合計		451	42,400	合計		485	26,197	

第四章 燈具測試與分析

第一節 實驗介紹

目前有相當多的節能燈具在市面上流通，各廠牌皆號稱具有省電及節能效果，因此本實驗挑選一般民眾常用光源進行耗電量測試，再與各大廠型錄進行比對，目的在於印證國內各大廠之光源是否符合宣稱性能，並於實驗完成後，將比對結果彙整後納入手冊中，供機關至一般民眾在照明汰換下的參考。

特別對於T5螢光管進行光效之比較，選定經成大台南實驗室測試結果之14W及28W螢光燈管各一，作為本實驗之對照組，用以推估其他廠牌之流明數，計算出發光效率。以下為2組對照組之基本資料：

- (一) 28W燈源: 2400 Lm/支
燈源廠牌：飛利浦
型號：TL5 HE28W/865
燈座T5
安定器廠牌：飛利浦
型號：HF-1/14/21/28/35 TLS SLIM

- (二) 14W燈源: 1200 Lm/支
燈源廠牌：飛利浦
型號：TL5 HE14W/865
燈座T5
安定器廠牌：飛利浦
型號：HF-1/14/21/28/35 TLS SLIM

除耗電量之測試外，亦對各種光源進行照度量測，求証現在光源是否在提倡省電的同時，依然維持照度上的需求。

此外，在耗電量的測試上，使用 2 種設備儀器進行實測。一者為電力省電監測器，為一般民眾方便購買使用之簡易型測試工具；一者為電力分析儀，為實驗用精密測試儀器，將 2 者測試結果進行比較，便可驗證電力省電監測器之準確性。以下就 2 種測試儀器之外觀特性分述之。

(一) 電力省電監測器

此儀器為一多功能監測器，操作簡易，只要將此監測器插入牆壁上插座，再將欲測試之光源接到它的插座上，銀幕即可顯示電壓 (V)、電流 (A)、瓦特 (W)、頻率 (Hz)、功率因素 (PF)，用電度數 (KWH)，用電時間 (Hour) 等數值，工作電壓為 90-250V，基本上市售光源燈具皆可以此測試，而廠商號稱誤差值在 1~2% 之間。



圖 4-1 電力省電監測器功能表

(二) 電力分析儀

此儀器具有四個視埠可以同時顯示，瓦特(W)、功率因素(PF)、電壓(V)、電流(A)，可依據時間紀錄實驗數據，並可連接至電腦上進行資料處理。操作上需將機器的一端接至普通插座，另一端則將欲測試之光源置入，面板上即顯示出光源資訊，一般準確度約在 0.5% 左右。



圖 4-2 電力分析儀照片

第二節 螢光燈管測試結果

本試驗主要針對品牌通路進行測試，依市佔率選定 4 家廠牌為實驗樣本，分別為 C 牌、P 牌、O 牌、G 牌，在正式實驗前先匯整型錄資料（如表 4-1），了解目前 T5 螢光燈管的規格及所宣稱之效能。

表 4-1 市售 T5 高效率螢光燈管 14W 比較表

編號	色溫度 (°k)	消耗電力(w)	燈管長度 (mm)	燈管直徑 (mm)	最初光束 (lm)	燈管效率 (lm/w)	備註
1	6500	14	549	16	1350	96	C 牌
2	6500	14	549	17	1100	79	P 牌
3	6500	14	549	16	1100	79	O 牌
4	6500	14	549	16	1250	89	G 牌
5	4000	14	549	16	1350	96	C 牌
6	4000	14	549	17	1200	86	P 牌
7	4000	14	549	16	1200	86	O 牌
8	4000	14	549	16	1350	96	G 牌
9	3000	14	549	16	1350	96	C 牌
10	3000	14	549	17	1200	86	P 牌
11	3000	14	549	16	1200	86	O 牌
12	3000	14	549	16	1350	96	G 牌
13	2700	14	549	17	1200	86	P 牌
14	2700	14	549	16	1200	86	O 牌
15	2700	14	549	16	1350	96	G 牌

資料來源：各廠牌之型錄

本次試驗在 T5 燈管方面，針對 14W 燈管蒐集 P 牌、C 牌、G 牌三家公司產品，以及 P 牌、G 牌、O 牌三家安定器，進行雙向測試，其一以同廠牌之產品組合進行量測，其二以不同廠牌之燈管及安定器進行交叉測試，藉由實驗結果了解燈管與安定器之間的關係。

表 4-2 市售 T5 高效率 14W 螢光燈管電力省電監測器數據資料 (含安定器) 比較表

編號	型號	安定器型號	實測消耗電力(w)	安培	備註
1	TL5HE 14W/865	P 牌 HF1/14	17	0.160	P 牌+ P 牌安定器
2	FH 14DEx	P 牌 HF1/14	17	0.159	C 牌+ P 牌安定器
3	F14W/865	P 牌 HF1/14	17.3	0.161	G 牌+ P 牌安定器
4	HE 14W/865	G 牌 BLS/E/1x14	17.6	0.163	P 牌+G 牌安定器
5	F14W/865	O 牌 QT1x14-35	17.4	0.163	G 牌+O 牌安定器
6	FH 14DEx	O 牌 QT1x14-35	18	0.169	C 牌+O 牌安定器
7	FH 14DEx	G 牌 BLS/E/1x14	16.9	0.159	C 牌+ G 牌安定器

表 4-3 市售 T5 高效率 14W 螢光燈管電力分析儀數據資料 (含安定器) 比較表

編號	型號	安定器型號	實測消耗電力(w)	安培	備註
1	TL5HE 14W/865	P 牌 HF1/14	18.1	0.163	P 牌+ P 牌安定器
2	FH 14DEx	P 牌 HF1/14	17	0.160	C 牌+ P 牌安定器
3	F14W/865	P 牌 HF1/14	17.7	0.160	G 牌+ P 牌安定器
4	HE 14W/865	G 牌 BLS/E/1x14	17.9	0.162	P 牌+G 牌安定器
5	F14W/865	O 牌 QT1x14-35	17.7	0.159	G 牌+O 牌安定器
6	FH 14DEx	O 牌 QT1x14-35	18.5	0.166	C 牌+O 牌安定器
7	FH 14DEx	G 牌 BLS/E/1x14	17.1	0.155	C 牌+ G 牌安定器

經測試結果發現，T5 14W 螢光燈管含安定器之實際耗電量與型錄上 T5 14W 螢光燈管用電子安定器輸入功率並無太大差異，含安定器測試後耗電量大約在 17.1W-18.5W 之間，以 C 牌+ P 牌安定器 17W 最小，而 C 牌+O 牌安定器為 18.5W 最大，其中 P 牌+ P 牌安定器為 18.1W，顯示同廠牌之燈管與安定器組合，並不一定為最省電的搭配。

其中 P 牌 TL5 HE 14W/865 螢光燈管為節能標章產品，其節能標章證書字號為 960096。建研所台南性能試驗中心曾針對此產品進行測試，與節能標章上所稱之規格進行比對，實驗結果如下。

表 4-4 TL5 HE 14W/865 螢光燈數據資料表

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		

資料來源：常用節能光源照明效率及品質之實驗研究

第三節 避難方向及逃生出口燈測試結果

在避難方向及逃生出口燈方面，針對光源不同進行耗電量測試，比較螢光燈管與 LED 的差異，印證 LED 是否真如廠商所宣稱之節能。

表 4-5 避難方向及逃生出口燈電力省電監測器數據資料比較表

編號	型號	實測 消耗電力(w)	安培(A)	備註
1	LED 避難方向及逃生出口燈 48ASER	2	-	
2	日光燈避難方向及逃生出口燈 FB11761EDH	12	-	

表 4-6 避難方向及逃生出口燈電力分析儀數據資料比較表

編號	型號	實測 消耗電力(w)	安培(A)	備註
1	LED 避難方向及逃生出口燈 48ASER	2.7	0.053	
2	日光燈避難方向及逃生出口燈 FB11761EDH	13.5	0.133	

2 種儀器測試結果，均顯示 LED 較為省能，如果在避難方向及逃生出口燈方面採用 LED 為光源，約節省 80%。

第四節 省電燈泡及 U 型螢光燈管測試結果

在省電燈泡及 U 型螢光燈管測試上，選擇 P 牌及 C 牌各 3 件產品進行測試，測試結果如表 4-7, 4-8。

表 4-7 省電燈泡及 U 型螢光燈管電力省電監測器數據資料比較表

編號	型號	搭配安定器 型號	原廠標示消耗 電力(w)	實測消耗電力 (w)	安培	備註
1	EFS23D--G1	×	23	20.4	0.292	C 牌 23W 螺旋燈泡
2	HELI× 23W/D	×	23	20.3	0.319	P 牌 23w 螺旋燈泡
3	EF23D-ExE-G1	×	23	22.1	0.324	C 牌 23W.3U 燈管
4	ESSENTIAL 23W/D	×	23	20.9	0.326	P 牌 23W.3U 燈管
5	EFS75D-B	×	75	70.2	1.081	C 牌大功率螺旋燈管
6	PLEH65W	×	65	66.5	0.613	P 牌高效率電子式省 電燈泡

表 4-8 省電燈泡及 U 型螢光燈管省電力分析儀數據資料比較表

測試結果顯示，市售之省電燈泡及 U 型螢光燈管均有不足瓦數的現象，

編號	型號	搭配安定器 型號	原廠標示消耗 電力(w)	實測消耗電力 (w)	安培	備註
1	EFS23D--G1	×	23	20	0.29	C 牌 23W 螺旋燈泡
2	HELI× 23W/D	×	23	20	0.32	P 牌 23w 螺旋燈泡
3	EF23D-ExE-G1	×	23	21	0.32	C 牌 23W.3U 燈管
4	ESSENTIAL 23W/D	×	23	20	0.32	P 牌 23W.3U 燈管
5	EFS75D-B	×	75	71	1.14	C 牌大功率螺旋燈管
6	PLEH65W	×	65	62	0.58	P 牌高效率電子式省 電燈泡

落差約在 3W 左右，在 23W 省電燈泡上，P 牌及 C 牌的耗電量接近；23W U 型燈管上，P 牌較 C 牌略省 1W 左右。

經三個實驗測試，發現省電達令及電力分析儀的數據差異值不大，約 1-2W 的差異性，故建議一般民眾自行測試家中耗電，可選擇簡便型的省電達令進行初步測試。

第五章 結論與建議

本手冊之研訂係經由文獻蒐集、整理、分析、歸納而成，並召開座談會以徵詢相關專家學長之意見，除廣徵各界意見外，透過淺顯易懂之文字及大量圖說呈現，並舉實際案例依循步驟逐步改善以為示範，希冀本手冊使不具照明工程專業背景之閱讀者，亦能運用自如，藉此達到推廣之目的。經由此研訂之程序，初步完成了一份完整且具實用性的手冊，而在研訂的過程與成果中，有以下之結論與建議：

1. 節能減碳為近年來日趨熱門之話題，經由本研究資料整理結果顯示，舊有建築物之占有比例約有 9 成以上，若能進行正確之照明節能改善，將對國家整體節能有極大之貢獻。再進行舊有建築物照明節能改善，將傳統照明燈具汰換為高效率燈具，再配合照明控制預估可以節約用電 66.5%。
2. 本計畫已完成指南及初步美編工作，建議後續能召開專業編輯小組，審議內容，以更為趣味性的方式呈現，爾後編印成小手冊來推廣之。
3. 本計畫已初步完成可供參考之指南，建議後續能舉辦照明相關研討會，以本指南為教材來教育大眾，藉以達到推廣與提升改善成效。

附錄一、期初簡報紀錄及處理情形

發言人	問題	處理情形
林之瑛	本案手冊，建請除燈具壽命、價格、能源效率外，另應納入健康、舒適及產品環境影響評估以及「燈具設計因地制宜」等建議，供民眾參閱。	感謝委員意見，所提建議將會納入本研究內容中。
楊冠雄	本手冊於撰寫時，請就實際之既有建築照明現況所發生之問題，及所提出之改善方式，配合案例之改善前後效益做一一對應之呈現，可發揮較大之示範推廣效果。	本手冊將會依不同使用現況，研擬各種改善方法，感謝委員意見。
陳伯勳	舊有建築物照明方式因種類而異，能否區分為辦公類、住宅類、工廠、學校等大分類之不同，應用狀況予以研擬照明節能改善建議。	感謝意見，本研究將納入參考。
李台光	本研究案建議可蒐集國外相關重要文獻，作為參考之依據。	將加強相關文獻之蒐集。
梁漢溪	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人為因素可強化使用行為之導正藉申調查。 2. 燈具廠牌與燈具使用後時效之效率是否納入可先行考量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將有人員出入之偵測管理等技術知識。 2. 不會有廠牌名稱，有關後之光衰問題將會納入研究中。
蕭教授弘清	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關編撰「既有建築物照明節能改善手冊」，宜與其他單位參考觀摩，互相一致性，以免出現對應不同單位之建議手法出現矛盾或衝突之處。 2. 題目是否正名為「既有」而非「舊有」，原因是「舊有」如何定義？可能有困難。「舊有」翻新改造算不算？ 3. 「辦公室」用高效率 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫將會參考相關節能手冊中有關照明節能之技術。 2. 依據案名稱為舊有建築，舊有應包含既有之意義。 3. 感謝意見，將納入研

<p>蕭教授弘清</p>	<p>照明燈具有節能標章之性能標準，宜納入節能效率燈具之介紹及經濟性效評估。</p> <p>4. 廠商性能規格確認查核或推測，是否提供追蹤查核機制，可否略作建議有關配電施工事宜。</p>	<p>究內容。</p> <p>4. 會呈現驗資料，但不會有廠商名稱，以代號表示之。</p>
<p>建研所陳組長瑞玲</p>	<p>1. 照明節能參考手冊，早期已完成學校照明手冊等，本計畫與之前手冊之區別？</p> <p>2. 手冊之適用範圍如何？是各種建築物或優先針對政府機關及學校推動節能減碳政策？</p>	<p>1. 早期之計畫主要針對新建建築物之照明設計手冊，本計畫則針對舊有建築物之照明，提出改善手參考手冊。</p> <p>2. 適用範圍涵蓋辦公室、教室、住宅、商店等主要空間，供政府機關及一般民眾參考之用。</p>

附錄二、期中簡報紀錄及處理情形

發言人	問題	處理情形
<p>經濟部工業局</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫定位及目標明確，內容架構嚴謹，有系統地規畫、執行舊有建築照明節能技術建立、推廣相關工作，對於我國推動綠建築，落實節能減碳工作有其正面積極的意義。 2. 壹、研訂計畫篇，第二章 相關文獻回顧進行時，請將國內相關照明設備節能政策納入參考。(如經濟部能源局2008年起推動為期5年之「585白熾燈汰換計畫」)同時建議針對國內外照明節能技術與相關措施，進行綜合比較分析並提出小結(指出現況問題點、國外技術之到達點等)。 3. 建議於壹、研訂計畫篇，第一章 序論中加強研究對象(舊有建築)之相關說明。(如以建築物之建造年限，照明設備之施工時期，與綠(新)建築相對照等為界定基準等)。 4. 建議於壹、研訂計畫篇，第三章 案例調查與分析中，增列學校體育館、活動中心等(挑高等設計與教室有顯著差異)項目。另依本 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。已納入研究中。(於期末報告補充) 3. 感謝委員意見。舊有建築是以既有建築為觀念，在使用中建築物；低效率耗能為更新對象。 4. 感謝委員意見。已納入研究中。(於期末報告補充)

<p>經濟部工業局</p>	<p>局製造業節能減碳服務團所執行之諮詢輔導、訪視輔導等技術輔導服務經驗，發現許多工廠(尤其是傳統產業)之舊有廠房，亦有照明設備改善或汰換等相關需求。爰建議後續可將工廠廠房納入，以增加本計畫成果之廣泛性與實用性。</p> <p>5. 觀察國際趨勢可知，在省能燈具之選擇，歐美近來除 LED 燈具外，亦廣泛利用陶瓷複金屬燈，因此建議於貳、研究成果篇之 1.4 節有關照明本原理及名詞部分，增列陶瓷複金屬燈之相關說明，並進行其應用於舊建築照明改善、汰換之適用性分析評估。</p>	<p>感謝委員意見。已納入研究中。</p>
<p>陳建築師世芳 (中華民國建築師公會全國聯合會)</p>	<p>建議增加照明改善成本與回收年限之評估方式，以增進民眾改善之意願與能力。</p>	<p>感謝委員意見。已納入研究中。</p>
<p>王總幹事榮吉 (台灣省建築材料商業同業公會聯合會)</p>	<p>本研究案研究目標、目標明確，編撰之「舊有建築物照明節能改善手冊」，請加入「參考」名詞，並積極從家庭學校推廣。</p>	<p>感謝委員意見。已納入研究中。</p>
<p>台灣區照明燈具輸出業同業公會</p>	<p>1 舊有建築物使用之照明設備均較老舊耗能，有相當之改善空間。</p> <p>2. 照明設備近年來有長足之進步，新式省能設備上市，但無法順利供應，除價格較高</p>	<p>感謝委員意見。</p>

<p>台灣區照明燈具輸出業 同業公會</p>	<p>外，主因教育消費者工作一直無法順利推廣。</p> <p>3. 照明改善成效良好，費用低，回收時程短，適合大力宣導，業界相當期待該手冊之編成，期能為國內節能減碳帶來具體貢獻。</p>	
<p>周處長志宏</p>	<p>1. 市售高效或節能相關產品之評估極為重要，相關資訊除公信力數據外，持續更新新產品的效能亦顯重要，建議可透過網站或其它平台更新資訊。</p> <p>2 路燈或景觀燈部分亦有許多新技術與產品被陸續推出，建議納入研究。</p>	<p>感謝委員意見。已納入本研究參考。</p>
<p>許副處長芳銘</p>	<p>建議更簡化其節能指引，俾使一般中學學生易懂，未來並可透過學校宣導，以進一步誘導家長推動居家節能工作</p>	<p>感謝委員意見。已納入手冊編撰之參考。</p>
<p>廖處長海瑞 (書面資料)</p>	<p>1. 研究內容豐碩，但如何推廣與執行，應建立簡易基準。</p> <p>2. 手冊內容與未來執行策似過於專業，需仰賴專業技師或廠商進行整體設計。另建議考量應否有認證制度，並搭配碳稅或能源稅輔助推行，民間部分則建議以節省電費 (cost down) 為誘因。</p>	<p>感謝委員意見。已納入本研究參考。</p>
	<p>1. 本研究深入瞭解並掌握舊有建築物之照明</p>	<p>感謝委員意見。已納入本研究參考。</p>

<p>蕭教授弘清 (書面資料)</p>	<p>缺失，並對於未來改進之技術方向及作法有深入之研究，且邀集各界富有經驗之專家學者諮詢，成果可行。</p> <p>2. 未來生活空間之照明，建議應採用演色性高之光源，高壓鈉、氬燈光源宜逐漸減少，並可考量以陶瓷複金屬燈來取代之。</p> <p>3. 照明節能檢討亦應一併探討「合現」之設計，尤其新完成之建築物或新完成之照明改善個案，均有照度偏高之傾向（新光源無老化），故如何進行初期照度調整，導入節電控制技術並應用迴路調光型安定器來進行調光控制，建議納入未來研究議題。</p>	
<p>鄭教授明仁</p>	<p>1. 建議將大學配置方式較複雜的教室照明案例納入分析，應頗具示範效果。</p> <p>2. 請補充說明戶外照明是否在研究範圍，若無，則建議另案規劃課題進行研究。</p> <p>3. 有關狹長型之辦公室亦建議考量納入案例分析。</p>	<p>感謝委員意見。本指南主要以室內照明為主。</p>
	<p>1. 本研究案整合辦公</p>	<p>遵照辦理。已增加住宅之</p>

<p>陳副所長瑞鈴</p>	<p>室、住宅及學校舊有建築物照明設計，建議納入新照明燈具、新光源之說明；另建議新增住宅案例說明，俾供一般民眾參考。</p> <p>2. 有關室外照明、路燈及景觀燈等照明設備是否納入研究議題，請補充說明。</p> <p>3. 本研究未來成果之手冊名稱，建議朝「指南」方向規劃，較為淺顯易懂且可吸引民眾閱讀。</p>	<p>案例，手冊名稱已改為指南。本指南以室內照明為主。</p>
<p>何所長明錦</p>	<p>1. 有關研究項目可否納入戶外路燈、景觀燈？請考量。</p> <p>2. 彙編完整之照明手冊，以及如何應用宣導，為後續重要工作項目，請配合審慎規劃。</p> <p>3. 有關照明改善成本與回收年限之評估，以及未來資訊更新作業，應詳加考量並有適當更新程序，請列為後續研究事項並納入成果。</p>	<p>遵照辦理。成本效益已納入指南中，有關後宣導工作將於研究建議中說明。</p>

附錄三、期末簡報紀錄及處理情形

發言人	問題	處理情形
<p>經濟部能源局</p>	<p>1. 建議實驗室儀器應列出，本文僅列出電力省電監測器及電力分析儀，疑尚有儀器未列出。</p> <p>2. 報告 P. 34” 經測試結果發現 T5 14W 燈管之實際耗電量與型錄上所宣告並無太大差異”，請補充燈管之實際耗電量測試數據証實。</p> <p>3. 報告 P. 35 表 4-4 節能標章之性能規格為燈管數據，試驗室量測性能為燈管加安定器，兩者無法比較卻列在同一張表比較，建議修正，另報告 P. 39 表 4-7 型號 EFS23D-G1 之安培為 0.929，電流過大建議進一步查証。</p> <p>4. 報告 P. 50 “溫度小於 33000° K 為暖色(白熾燈 30000° K)；大於 50000° K 為冷色(日光燈及水銀燈在 4000~65000° K 之間)”，色溫多 10 倍建議宜修正，且° K 宜修</p>	<p>1. 本測試係採用電子測試。</p> <p>2. 已修正為 T5 14W 螢光燈管含安定器之實際耗電量與型錄上 T5 14W 螢光燈管用電子安定器輸入功率並無太大差異。</p> <p>3. 表 4-4 為參考資料，表 4-7 之安培值誤植，已修正。</p> <p>4. 感謝委員意見。已修正。</p> <p>5. 已增加照度及均勻度；模擬說明。</p>

	<p>正為 K。</p> <p>5. 第三章示範案例，均只有燈具置換造成的消耗電力降低，未見照度要求及照度均勻度是否合乎要求，請說明。</p> <p>6. 照明節能除建議應考慮節能外亦需考量照明品質，建議能加以重視照明品質。</p> <p>7. 建築物改善照明節能時，建議加入模擬軟體先行模擬改善後節能狀況，包括照明品質、用電密度及平均照度、照度均勻度等，俾達改善效果。</p> <p>8. 舊有建築物照明節能改善是否僅有置換省電燈具一種方法，建議再進一步考量其他節能改善方法。</p>	<p>6. 感謝委員意見。謝謝指正。</p> <p>7. 本指南供一般民眾及機關承辦人員參考，主要以淺顯易懂來呈現，以照明功率密度之簡易計算來進行模擬。</p> <p>8. 除了置換省電燈具外，也增加照明方式與善方法。</p>
<p>台灣電力公司</p>	<p>1. 報告 P. 101 頁下方擴大電費折扣獎勵節能措施說明可以補充一些說明，基本折扣的差別。</p> <p>2. 報告中部分文字誤植，請修正，如 P. 25 表 3-11 40W×3 後的瓦數標示錯誤，P. 122 第四點回答比率 4~20% 應為 14~20%。</p>	<p>感謝委員意見。已納入修正。</p>
<p>台灣省建築材料商業同業公會聯合會</p>	<p>1. 舊有建築物照明節能</p>	<p>1. 已將公有建築標明地點。</p>

	<p>技術應用之研究，其辦公室、教室之案例，是否能標示座落地點場所所以做為學習觀摩之參考。</p> <p>2. 本研究案預期成果，大致符合研究目的，建議納入能提升多項標準節能配置案例，及國內舊有建築物市場的預估量，及整體節能效益評估。</p>	<p>2. 感謝委員寶貝意見。已將舊有建築照明改善市場評估量納入。</p>
<p>台灣區照明燈具輸出業同業公會</p>	<p>1. 舊有建築使用舊有照明設備普遍效率較低，如何引進新形式高效率照明設備，在研究案中提供十分完整之評估方式。</p> <p>2. 舊有之 T8、T9 型螢光燈之長度與最新之 T5 型螢光燈有 5 公分之差距，其不能共用，故應於指南上列出替代方案，如波長燈管可省 15%，讓使用者選擇，以避免資源浪費。</p>	<p>1. 感謝寶貴意見。</p> <p>2. 感謝寶貴意見。已將三波長燈管納入指南中。</p>
<p>友達光電股份有限公司</p>	<p>舊有建築物在既有架構下進行可行的技術或控制改善是正面的，但硬體改善對電子廠所有的燈管改善是非常大衝擊(因需更換基座)，建議政府輔助研發此議題之改善，即“不需更換基座的改善方式”。</p>	<p>感謝委員意見。已納入本研究參考。</p>
<p>周處長志宏</p>	<p>1. 本研究案成果達預期目標，其舊有建築物照明改善成果可實際應</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p>

	<p>用，應推廣說明，建議準備相關教材或資料，供未來使用。</p> <p>2. 德國有綠能專業能源認證制度，建議我國亦能推動相關活動，培訓專業人才。</p> <p>3. 我國自 2010 年起，白熾燈泡將禁用，及現用省電燈泡其因體積小，回收不重視，均請建議納入指南，教育民眾。</p>	<p>2. 感謝委員意見。已納入本研究參考。</p> <p>3. 感謝委員意見。已納入本研究參考。</p>
許副處長芳銘	符合預期成果需求，建議轉化為對社會宣傳之資料，使適用於機關行號、社區與家庭。	感謝委員意見。
陳教授天佑	第四章 Q&A 中的問題排序是否能與 P. 65 中的舊有建築物照明節能改善步驟(流程圖)有所關連?	感謝委員意見。已納入修正。
楊建築師逸詠	期末報告內容與預期成果符合，建議舊有建築照明之整體節能效益是否有更具體之數值(即使是假設亦無妨)，以擴大宣傳效果。	感謝委員意見。已增加一些省能效果實質數據。
廖處長海瑞 (張經理郁豪代)	以工廠設計而言，一般僅考量照度與節能，報告中所提之照明品質研究如均勻度、輝度等，提供人員舒適性與健康促進的新思維，建議指南可將相關指標工廠案例列入驗收或設計考量。	感謝委員意見。本指南於驗收規範中以照明功率密度及單位照度之照明功率密度來作驗收，暫不考慮健康相關議題。
鄭教授明仁 (書面意見)	1. 內容編排明確有條理，改善指南之內容由簡入深，未來落實推行皆會有顯著的成效。	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 感謝委員意見。</p>

	<p>2. 計畫內容所提及的「小祕技」，富有趣味性與實務性的簡易推廣模式，極具未來宣導發展效益，建議本計畫能依照此方法發展出系統式宣導手冊，俾有效落實於舊有建築。</p> <p>3. 報告 P. 63 提到照明節能潛力的百分比整理表，是否能發展出以雷達圖的方式，作成一簡易評估模式，衡量舊有建物之節能效益與改善空間評估。</p>	<p>3. 感謝委員意見。已改為圖示說明。</p>
<p>主席</p>	<p>本研究編撰之指南，重點為如何使用該指南，俾利照明節能改善，其相關燈具照明資訊納入資料即可。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>陳副所長瑞鈴</p>	<p>建議儘速召開編輯小組，就本指南進行彙編，並納入多些範例及 Q & A，俾未來宣導。</p>	<p>遵照辦理。已增加 Q&A。</p>
<p>鄭組長元良</p>	<p>1. 本指南第一章即進入概要，建議指南宜增加序言，說明如何使用本指南。</p> <p>2. 指南 P.1 之圖 1.1 其內容及說明有誤，請修正。</p>	<p>1. 遵照辦理，已增加如何使用指南。</p> <p>2. 感謝指正。</p>
<p>林專案助理霧霆</p>	<p>1. 指南部分文字誤植，及編排格式不適，建議</p>	<p>1. 謝謝指正，已修正。</p>

	<p>先行檢視，俾未來編輯小組召開討論。</p> <p>2. 研究案之期末報告內缺摘要及結論部分，建議依本所規定格式寫修正。</p>	<p>2. 謝謝指正，已修正。</p>
--	--	---------------------

附錄四、第一次座談會議紀錄

第一次專家座談會-舊有建築物照明節能技術應用之研究諮詢會議

一、開會時間：中華民國九十八年五月二十一日（星期四）上午十點

二、開會地點：台北科技大學設計館2樓252室

三、主 席：周鼎金 教授 紀錄：周澤亞、林羽賢

四、出席單位及人員：

王義宏總經理	(鑫榮照明設備有限公司)
宋福生高級專員	(台灣區照明燈具公會)
呂有得總經理	(三通實業有限公司)
林霧霆助理研究員	(內政部建築研究所)
周祖珍建築師	(周祖珍建築師事務所)
林文燦總經理	(伍禾股份有限公司)
吳進寶總經理	(巨紫工程顧問有限公司)
胡宗賢先生	(台灣歐司朗股份有限公司)
徐嘉志經理	(雄雞有限公司)
馮文信協理	(中國電器股份有限公司)
張嘉倫副理	(台灣飛利浦股份有限公司)
黃紹求總經理	(邦訊科技有限公司)

五、會議內容：

馮文信：

- (一) 有建築物照明節能改善評估首要完整進行現狀分析。(線路安全、環境特性、維護能力、照明需求)，再依分析結果，提供適用燈具及安全耗電與照度之計算。
- (二) 照明器具光源若減亦可列入建議評估參考。

宋福生：

現有建築物照明系統常見之缺失：

- (一) 照度方面
 1. 老舊建築物
 - (1) 照度偏低
 - (2) 照度不均均
 2. 新建建築物
 - (1) 照度偏高
 - (2) 照明場所區域劃分不明確
 - (3) 照度選用不當
 - (4) 無單位照明耗能 (w/m^2) 觀念
- (二) 光源、燈具效率及維護方面
 1. 老舊建築物
 - (1) 光源效率低
 - (2) 燈具效率低
 - (3) 室內照明效率偏低
 - (4) 燈具缺乏管理

2. 新建建築物

- (1) 選用低效率光源
- (2) 選用低效率光源當基礎照明
- (3) 選用太多講求氣氛之白熾燈耗電多

(三) 採光及控制方面

1. 老舊建築物

- (1) 無利用室外採光
- (2) 點燈迴路不配合作業變動
- (3) 點燈不配合作業時間

2. 新建建築物

- (1) 點燈迴路不配合採光
- (2) 建築環境照明無加省能控制設計
- (3) 點燈迴路不配合作業狀況
- (4) 點燈迴路規劃不當

胡宗賢：

- (一) 現階段歐美國家在進行照明設計時，普遍性上均會考量是否有自然光源進入的各方面數據，因此在規劃時導引控制裝置來有效率降低能源的使用，而這樣的觀念在國內一般來說難以推廣以及普遍討論，原因在於初期投入資本將遠遠高於一般的開關設計，因此如何由公共工程來導入而使一民間企業及家庭能有所了解，有著開創的使命。
- (二) 如何將 CNS 中規定以及現有節能標章中所規定的數據，有效及深入淺出的轉化為一般民眾所能了解的方式編列入手冊中，應該教育民眾及要求設計師及裝設者出相關檢測標章。
- (三) 一般公家單位為達到立即節能之效果，往往關燈不開，不僅危險也有礙觀感，應於手冊中多加說明。

吳進寶：

- (一) CNS 照度標準過於籠統，是否可採照度標準於手冊中定訂更於精確，方便設計更精準。
- (二) 期待手冊訂定空間屬性，除 T5 以外 LED 亦同，提供新燈具之配置方法。

黃紹求：

- (一) 使用環境的需求，管理與控制應用，要有一套完善的系統模式。
- (二) 節能減碳、風力及太陽能如何與照明結合使用，照明光源的改變是最有效的匹配，如 LED 光源，或其他更省電的光源。
- (三) 燈具的效率設計方式

呂有得：

- (一) 舊有建築照明有低效率、高效率並陳，照度現況相當零亂建議改善時，可採用調光型電子安定器在任何情況下如初期設計高照度時，可運用陽光補償方式降低照度與用電量當燈具使用，多年後因光衰而使效率降低時，可運用調光功能利用陽光補償而達到與初期相同的照度，此方式可滿足使用者的需求與達到節能的目標。
- (二) 可附加燈控系統調節或利用電源調光方式調控。

徐嘉志：

- (一) 制定照明改善評估表，供勾選提供評比之分類需求。
- (二) 節能就是節電費，電費是很重要的依據。
- (三) 照明品質的提昇需訂定器具效率，燈具效率需達到一定百分比才可使用，70%以上是必需的，唯以照明功能以燈具為主。
- (四) 照明的基本原則：照度、均勻度、耗能。
- (五) 照明普遍有過亮之情形，需訂定標準，例如：T8 28W*2 辦法、教室……不同需求，與平方米來設置為數量依據，但需以燈具效率為主要考量。
- (六) 照明設備發光效率是非常重要的，需優先考量

周祖珍：

- (一) 公家要求每年節能達1%，很多單位因此減少點燈區域以因應政策。然現在辦公處很多對於照明節能觀念不正確，導致燈具過量，造成照度超過之過亮情形。例如：廁所、走廊可50-100lx。
- (二) 壽命。針對光源壽命列表，
- (三) 98年度室內照明改善案發包結果，約更換經費約6折結標，規格、價格是否成正比？可否於手冊中提供

伍禾：

- (一) 照明需依空間需求來設計。
- (二) 燈管、安定器均有其生命週期，手冊中可否提供生命週期與更換經費之資料。

張嘉倫：

- (一) 手冊建議加入UGR值，因在室內眩光指數、高效率輸出情況下，使用者並不舒服。
- (二) 目前國內針對LED並無規範，一般廠商宣稱為原廠晶片效率，但在燈具系統下發光效率約少33%，是不準確的數據。因此，LED需建立IES檔，誤差值將小於5%。
- (三) 耗能計算需加入安定器來考量。
- (四) 歐洲T5使用普遍，在使用上有最佳點燈溫度及最低啟動門檻，故室內空間填充度與空調有關。空調出風與燈管過近會產生冷凝水，亦會影響點燈，而空調型燈具需要回風，並非出風，需要教育。

六、主席結論：

本次諮詢座談會敬邀各位業界先進，提供對於舊有建築物照明節能技術應用的相關建議，承辦單位將彙整各位先進之意見，作為日後手冊編撰之重要參考方向，以納入未來研究計畫中。

七、散會：中午十二時三十分。



附錄五、第二次座談會議紀錄

第二次專家座談會-舊有建築物照明節能技術應用之研究諮詢會議

七、開會時間：中華民國九十八年十月六日（星期二）上午十點

八、開會地點：台北科技大學設計館 6 樓 652 室

九、主 席：周鼎金 教授 紀錄：周澤亞、林羽賢

十、出席單位及人員：

宋福生高級專員 (台灣區照明燈具公會)

呂有得總經理 (三通實業有限公司)

周祖珍建築師 (周祖珍建築師事務所)

馮文信協理 (中國電器股份有限公司)

十一、會議內容：

馮文信 (中國電器)：

- (一) 改善步驟各次查核表方式，表示淺顯易懂。
- (二) 手冊應揭露相關各類空間之照明基準，及執行過程所應遵守之法規如電工法規、或可參考資訊如：節能標章、CNS 標準、綠建築基準等。
- (三) 明確定位手冊之使用對象及目的、用法。
- (四) 教育使用者何為優良的照明環境。
- (五) 提供諮詢單位供民眾諮詢。

宋福生 (台灣照明燈具輸出業同業公會)：

- (一) 照度標準應加入在現況調查或第一章內，以便讓使用者知道建築物之照明標準值。
- (二) 各種光源要加入使用注意事項，避免更換光源造成意外傷害。
- (三) 應考慮從燈具設計系統著手，從配光曲線重新設計，設計一套 T5 新系統。
- (四) 1 對 3 的電子安定器較傳統安定器划算，且愈多燈愈省錢。
- (五) 一般模擬照度與實際測試結果數值有差異，因模擬時有加入維護系數的考量，因此初期照度一般會多 2 成。

呂有得 (三通實業有限公司)：

- (一) 舊有天花板 600mmx600mm 使用 20Wx4，若改為 28Wx2 300mmx1200mm 有其位置上的困難，若改為吊式，在其高度許可下，亦可行。
- (二) CNS 照度標準放入。
- (三) 初期照度偏高的問題，可以建議使用調光系統來配合改善。

周祖珍：

- (一) 改善步驟五之照明功率密度，建議補充照明高度因子，及光源因子。以利本手冊使用者（一般民眾）可簡易計算燈具用量。
- (二) 建議加入各式光源的衰減值，以利初始設計照度能控制在合理值內。（註：目前普遍初始完工測值偏高）。

謝宏仁：

- (一) 剪天花輕鋼架，對於結構影響很大，假使空間大易產生較大危險性。
- (二) 天花老舊須更換時，應同燈具一起更換，配合建築物整體更新，單就照明單一項目而言，不合成本。對於一般改善方式，建議既有燈具以轉接頭配合，簡單且便利。
- (三) 除簡單的更換燈管外，其餘有涉及危安問題者，應找建議找專業人士尋求協助，手冊目的為教育民眾發現問題，及如何改善之。

十二、 散會：中午十二時整。



貳、舊有建築物照明節能 改善指南

舊有建築物照明節能改善指南

第一章 舊有建築物之照明節能概論

1.1 舊有建築物照明節能之重要性

目前台灣 100 棟建築物當中，有 97 棟屬舊有建築，且建築生命週期中「使用階段」之耗能量佔九成以上(圖 1-1)，由此可見舊有建築物之耗能評估改善具有極大之節能意義與潛力。

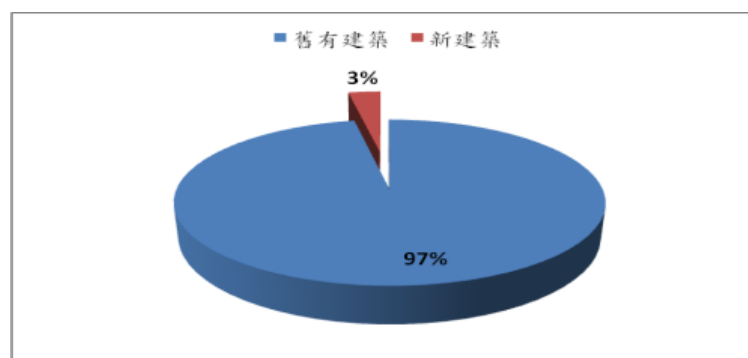


圖 1-1 新舊建物比例圖

在建築全年的耗能中，照明的耗電全年相差不大，以辦公室為例照明耗電的比例最高約占 45%，空調、電氣耗能約分別占 30%、25% (圖 1-2)，足見舊有建築物若能進行正確之照明節能改善，將對國家整體節能有極大之貢獻。

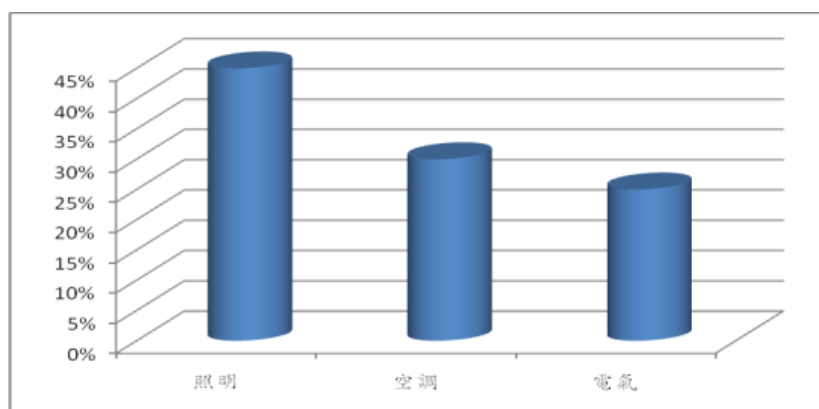


圖 1-2 現有建築物耗能比例圖

此外，根據台電公司統計，自 97 年 7 月 1 日實施「電費折扣獎勵節能措施」算起一年以來，總共節電度數達到 45 億度，總節省電費金額高達 64 億元；累計住宅及國中小學共有 2,475 萬戶享受電費折扣，約為同類用電戶數的 39%；總共節電度數相當於台北市全部住宅用戶全年用電量的 60%，或是台南縣市全部住宅用戶全年的用電量；換算約減少二氧化碳排放 288 萬公噸，大約等於 7,784 座大安森林公園或 2 座玉山國家公園 1 年的二氧化碳吸收量。（資料來源：台灣商務新聞通訊社）

1.2 基本名詞

1.2.1 照明物理量

一般而言，要進行照明節能改善工作，須認識照度、輝度等照明基本物理量(圖 1-3)及均齊度、眩光等照明品質相關名詞。

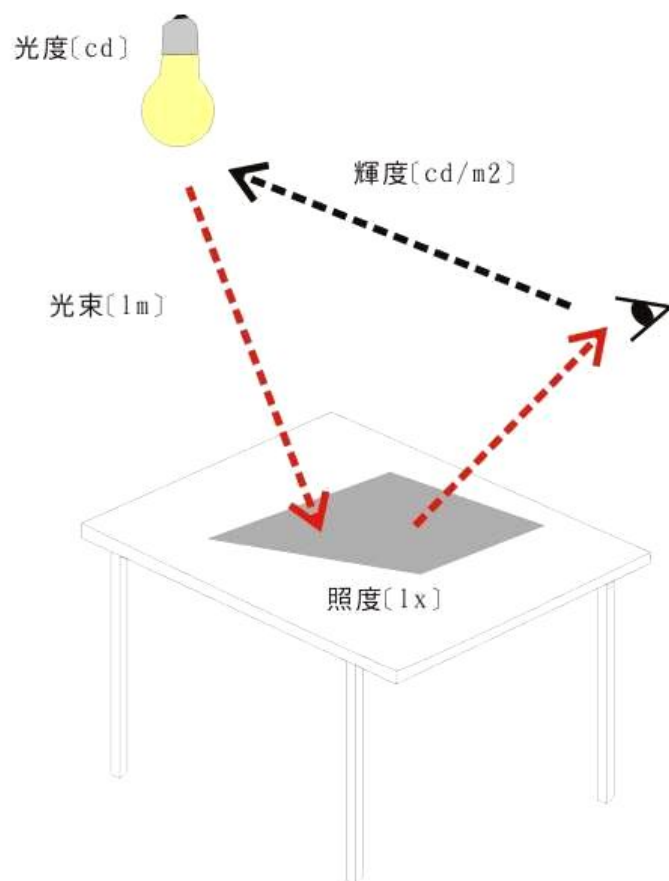


圖 1-3 照明物理量

1.2.2 照明原理相關名詞

一、光通量 (Luminous flux)

光通量又稱為光束，為光源單位時間內所發出的光之總能量，單位為流明(lumen, lm)。

二、照度 (Illuminance)

照度乃指單位受照面積上所接受的光通量的數，亦即物體或被照面上(圖 1-4)，被光源照射所呈現的光亮程度，單位為勒克司 (Lux，代號 lx)。1 lux 之照度為 1 lumen 之光通量均勻分佈在面積為一平方米之區域。實務上被照面之照度可以照度計直接進行照度值量測(圖 1-5、1-6)。

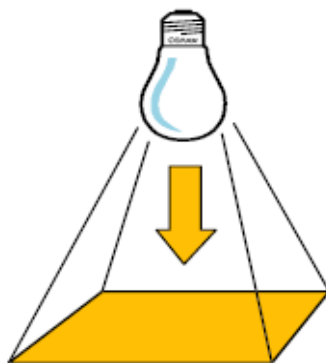


圖 1-4 照度示意圖





【小秘笈：各類工作之工作面照度要求為何？】

一般而言，要求事物看得越清楚，越需要有高的照度，工作面的推薦照度與照度範圍及對工作適用性的關係（表 1-1）。

表 1-1 工作面的推薦照度與照度範圍及對工作適用性的關係

參考基準		照明品質	
空間分類			
建物類別	空間類別	作業面照度 (Lux)	其他項目
通用	出入門廳	75-150	
	走廊	75-150	
	梯間	25-75	
	休憩	75-150	
	一般餐廳	75-150	
	停車位	25-75	
	室內車道	75-150	低眩光燈具
	戶外活動空間	25-75	
辦公室	辦公座位區	500-750	低眩光燈具 高演色性光源 水準作業面均齊度 0.5 以上
教室	座位區	500-750	低眩光燈具 高演色性光源 水準作業面均齊度 0.5 以上
	黑板	500-750(垂直面)	低眩光燈具 垂直作業面均齊度 0.7 以上
住宿	臥室	75-150	
商場	產品展售區	300-1500	
	營業餐廳	150-300	

上述標準可參考我國“中國國家標準”（CNS）總號 12112 之“照度標準”，其適用範圍包括辦公室、工廠、學校、醫院等凡 28 種建築或場所，詳表請參附錄三。

三、均勻度 (Uniformity)

均勻度是指作業面上之最低照度與平均照度的比值。如果在作業場所內環境的明暗差異過大，則眼睛須經常交替適應，導致視力工作發生困難，更易造成視覺疲勞(圖 1-7)。



圖 1-7 均勻度不佳示意照片



【小秘笈：一般辦公室及教室之均勻度要求為何？】

一般而言，對於採用均勻照明之學校教室或辦公室，由於此類場所要求場所內照度分佈均勻，因此水準桌面照度之均勻度建議應在 0.5 以上，垂直黑板面則建議應在 0.7 以上。

四、光度(Luminous Intensity)

指光的強度，在某一特定方向角內所放射光的量，單位：燭光 Cd。

五、輝度 (Luminance)

輝度係指光源體在某方向上，每單位投影面積所發出的光度，是用來評估發光體對眼睛的刺激程度，亦即評估光源或發光體的光亮程度，單位為 cd/m^2 或 nt 。夜間黑暗的背景中汽車燈顯得特別刺眼，書本的白底黑字明顯性較高，這些都是輝度比的關係。如果室內輝度的分佈不均勻，經常變化，容易造成視覺不舒適感及眼睛的疲勞(圖 1-8)。然而，在某些狀況下，高輝度比亦可作為照明設計之重要手法之一，例如夜間建築外觀照明設計(圖 1-9)。



圖 1-8 室內輝度分佈不均示意照片
天花與燈具對比過於強烈，易造成眼睛不適與疲勞



圖 1-9 LED 夜間應用示意照片
利用 LED 高輝度特性，亦可應用於夜間照明設計之中



【小秘笈：一般辦公室及教室之輝度要求為何？】

一般而言，辦公室或教室之輝度對比限制建議如表 1-2 所示。另一方面，由於輝度與室內表面裝修材反射率亦有相關性，建議辦公室或教室之裝修材料反射率如表 1-3 所示。

表 1-2 辦公室及教室之輝度比限制建議值

視 覺 對 象	輝度比限制
作業對象物：緊鄰周圍之亮面	1 : 3
作業對象物：緊鄰周圍之暗面	3 : 1
作業對象物：稍遠平面間之亮面	1 : 10
作業對象物：稍遠平面間之暗面	10 : 1
作業對象物：普通視野內物體	30 : 1

表 1-3 辦公室及教室之室內裝修材料反射率建議值

項 目	反射率 (%)
天 花	70~90
牆 壁	50~70
作業面	30~50
樓地板	20~40

六、光源色溫度 (color temperature)

在照明領域裡常用色溫度定量描述光源的顏色。色溫度的單位是以絕對溫度 K(Kelvin)來表示，符號為 T_c 。一般而言，光源色溫度與光色之關係、光源色溫度與照度之關係，可說明如下(圖 1-10)。

1. 光源色溫度與光色之關係：光源色溫度愈高，光色愈藍，感覺愈冷。光源色溫度小於 3300K 為暖色(白熾燈 3000K)；大於 5000K 為冷色(日光燈及水銀燈在 4000~6500K 之間)。
2. 光源色溫度與照度之關係：不同光源色溫度有不同之光色，將影響室內的氣氛。使用低色溫光源時，室內呈現紅色光的暖和與穩定的氣氛，使用高色溫光源時，即呈現色光憂鬱氣氛。有關色溫度與照度的關係。

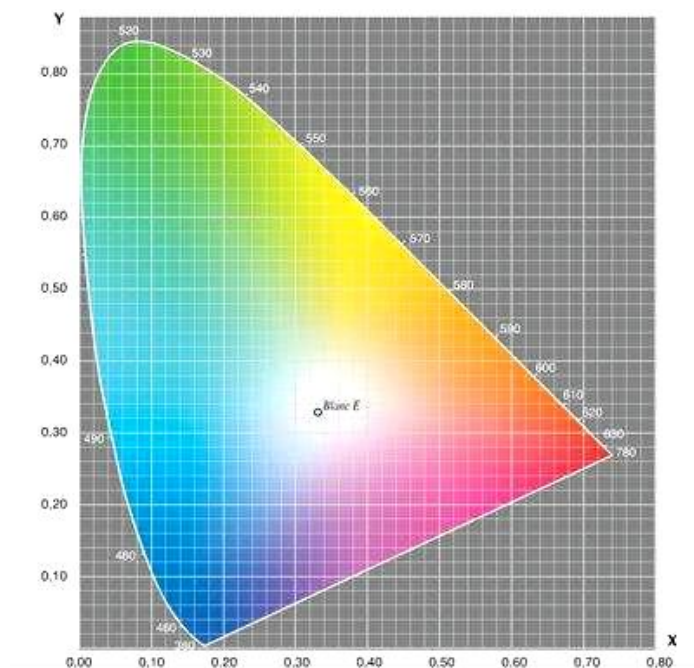


圖 1-10 國際照明委員會色溫度表

七、演色性 (color rendering)

光源對物體的顯色能力稱為演色性，以演色性指數表式。一般而言，以晝光與白熾燈的演色指數定義為 100，視為理想的基準光源，不同的人工光源種類，演色性不同，故其演色性指數也不同。



【小秘笈：各類場所之演色性要求為何？】

對於物體顏色的辨別要求較高之空間，例如：美術館、服飾店、學校教室等空間，應採演色性指數較高之照明光源為宜。演色指數與演色性評價之關係及其一般應用場所如表 1-4 所示。

表 1-4 演色指數與演色性評價

指數 (Ra)	演色性評價	一般應用
90~100	優	需要色彩精確比對與檢核之場所
80~89	良	需要色彩正確判斷及討好表觀之場所
60~79	普	需要中等演色性之場所
40~59	通	演色性的要求較低，唯色差不可過大之場所
20~39	較差	演色性不重要，明顯色差亦可接受之場所

八、眩光 (Glare)

照明環境中因光源輝度過強造成刺眼的現象，或視覺對象與背景環境間之過強輝度比所產生之不快感並造成視力的降低，通稱為眩光。一般可分為：直接眩光、反射眩光、對比眩光（表 1-5）。

表 1-5 眩光種類表



	<p>直接眩光</p> <p>眼睛直視光源時感到的刺眼眩光，如直視太陽或夜間對方來車的車燈，閱讀時的直接眩光即看燈管時的刺眼眩光。</p>
	<p>反射眩光</p> <p>光源投射物件後物件後反射至眼睛的刺眼光線，一般常稱為反光，此種眩光對舒適影響最大。</p>
	<p>對比眩光</p> <p>室內主燈與背景明暗比過大時，即會有對比眩光，。</p>



【小秘笈：控制燈具直接眩光的方式為何？】

控制燈具直接眩光的方法，一般包括下列兩種（表 1-6）：

表 1-6 眩光控制方式

	
<p>直接限制光源輝度或採用漫射透光材料減弱眩光，但這種方法易降低燈具效率，故較不考慮採用。</p>	<p>增加燈具保護角控制眩光，這種方法比較不影響燈具效率，故較可行。</p>

十、燈具效率

燈具效率又稱燈具光輸出比，是用來評估燈具之能源效率的一項重要標準。燈具效率值是將裝有光源的燈具所發出之光通量除以所裝光源本身所發出光通量所得之商值。

十一、照明功率密度(Light Unit Power Density)

照明功率密度值係指某空間在一平方公尺的單位面積範圍內，燈具所消耗的電力功率，照明功率密度之單位元為 W/m^2 。照明功率密度值之計算方式為『某一空間全部照明器具耗電量』除以『該空間淨面積』所得的商值。若再考慮燈具安裝後之照度，則以單位元照度之照明功率密度為指標，其含意就是某一空間在獲得單位照度下所需使用之照明功率密度量，單位元為($W/m^2 \cdot Lux$)。

十二、環境照明 (ambient lighting)

為照亮整個被照面而設置的照明裝置，燈具均勻分佈在被照場所上空，在作業面上形成均勻的照度，提供基本的照明，優點為在空間任意地點均可進行工作，大多數辦公室採用之。

十三、作業照明 (Task lighting)

在工作點附近，專門為照亮工作站而設置的照明裝置，可由個人控制點滅或可調光，使用上較彈性，並可減少環境照明的照度，增加節能效益，如檯燈的使用。

1.3 常用光源介紹

表 1-7 白熾燈介紹

白熾燈 (Incandescent Lamp)				
一般 	色溫度(°K)	2,700	發光效率(lm/W)	12-16
	演色性(Ra)	100	平均壽命(小時)	1,000
特徵及用途				
反射型 	白熾燈又稱鎢絲燈或燈泡，構造簡單，利用物體受熱發光的原理發光。白熾燈安裝及使用容易、成本低，點燈後可立即啟動，可用簡單設備調光，色溫度低，使人有溫暖感。白熾燈的燈殼溫度高，因此需要低溫的場所或易燃的環境不宜使用，一般適用於住宅之基本照明及裝飾性照明，反射型燈泡亦可用於重點照明。			
資料來源：中國電器官網				

表 1-8 螢光燈介紹



螢光燈 (Fluorescent Lamp)					
普通螢光燈管 	色溫度(°K)	<3100°K 3100~4000°K 4100~5000°K >5000°K	溫白色 白色 冷白色 晝光色	發光效率(lm/W)	≥90
	演色性(Ra)	≥80		平均壽命(小時)	10,000
特徵及用途					
三波長螢光燈管 	螢光燈即俗稱的日光燈，發熱量低、發光效率高，較白熾燈省電，為優良之照明燈源。螢光燈依燈管形狀可分為直管型、環管型、U字型等，依管徑大小則有T5(16mm，高效率燈管)及T8(25mm，一般螢光燈管)等。螢光燈有各種不同的光色供選擇，可達到高照度並兼顧經濟性。適用於辦公室、商場、住宅及一般公共建築。				
資料來源：中國電器官網					

表 1-9 省電燈泡介紹

省電燈泡(CFL-1)				
<p>球狀</p>  <p>螺旋狀</p>  <p>資料來源：中國電器官網</p>	色溫度(°K)	2,700	發光效率(lm/W)	45-60
	演色性(Ra)	85	平均壽命(小時)	4,000-6,000
	特徵及用途			
	<p>省電燈泡相較於白熾燈而言，效率高、省電，能直接取代白熾燈泡，然其效率及耗電量仍較螢光燈差。省電燈泡適用於大部分可使用白熾燈泡的場所。</p>			

表 1-10 緊湊型螢光燈介紹

緊湊型螢光燈管(PL Lamp)				
 <p>資料來源：中國電器官網</p>	色溫度(°K)	3,000	發光效率(lm/W)	45-85
	演色性(Ra)	100	平均壽命(小時)	8,000-10,000
	特徵及用途			
	<p>緊密型螢光燈管體積小、壽命長、效率高、省電。適用於局部照明、安全照明、方向指標照明。</p>			

表 1-11 複金屬燈介紹


複金屬燈 (Metal Halide Lamp)				
 <p>資料來源：中國電器官網</p>	色溫度(°K)	4,000	發光效率(lm/W)	70-95
	演色性(Ra)	65-92	平均壽命(小時)	7,500-20,000
	特徵及用途			
	複金屬燈亦稱金屬鹵化物燈，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。外泡玻璃種類有清玻璃、螢光塗層及鋁反射塗層。清光型有較大光輸出量，螢光型可提供較均勻的亮度及較暖光色，鋁反射塗層型可製成PAR燈，供投射照明光源使用。			

表 1-12 鹵素燈泡介紹


鹵素燈泡(Halogen Lamp)				
 <p>資料來源：中國電器官網</p>	色溫度(°K)	3,000	發光效率(lm/W)	20-25
	演色性(Ra)	100	平均壽命(小時)	1,000-3,000
	特徵及用途			
	鹵素燈泡亦稱鎢鹵燈泡，是白熾燈的一種。鹵素燈泡體積小、亮度高、光色較白、安裝容易、壽命較普通燈泡長，不過與其他光源相較之下，有效率不高及大量熱能散逸的缺點。適用於商業空間之重點照明。			

表 1-13 水銀燈介紹



水銀燈 (Mercury Vapor Lamp)				
 <p>資料來源：中國電器官網</p>	色溫度(°K)	4,000	發光效率(lm/W)	35-55
	演色性(Ra)	36	平均壽命(小時)	10,000-24,000
	特徵及用途			
	水銀燈即為汞燈，也是所謂汞氣弧燈，係利用水銀蒸汽中之放電現象的電氣發光。有各種不同的光色可供選擇，可達到高照度並兼顧經濟性。適用於辦公室、商場、住宅及一般公共建築。			

表 1-14 LED 燈介紹

LED 燈(Light-Emitting Diode)				
	色溫度(°K)	3,000-7,000	發光效率(lm/W)	50-75
	演色性(Ra)	75	平均壽命(小時)	50,000-100,000
	特徵及用途			
<p>LED 光源在照明領域的應用，是半導體發光材料技術快速發展的產物。LED 為低壓供電，體積小、壽命長、省電、防潮、抗振性好等優點。適用於緊急照明、招牌、交通號誌及建築外觀景觀照明。</p>				

1.4 常用燈具介紹

表 1-15 吸頂燈介紹

吸頂燈	
	直接安裝在天花板的照明燈具，由於安裝方便，住宅內使用較多。在於一室一燈的室內，多數使用含乳白色燈罩螢光燈具，並安裝於天花板中央。

表 1-16 吊燈介紹


吊燈	
	從天花板懸掛下來的燈具，一個燈頭稱為單燈吊燈，多個燈頭的稱為枝形吊燈。作為一般照明、局部照明、裝飾照明使用。

表 1-17 天花嵌燈介紹

天花嵌燈	
	將燈具嵌入於天花板中的照明燈具，當配合設置格柵及反射罩，可有效避免眩光產生。在安裝的過程中，須留意天花板內空間是否足夠容納燈具。

表 1-18 層板燈介紹

層板燈	
	屬於間接光源，隱藏於層板中，可避免直接燈具眩光，如配置得宜，亦有增高空間的效果。近來廣泛應用於住宅及商業空間。

表 1-19 壁燈介紹


壁燈	
	直接安裝在牆面上的照明燈具，可作為投光燈及間接照明使用。具有裝飾功能外，亦可提高空間氣氛與展示效果。

表 1-20 筒燈介紹



筒燈	
	開口小嵌入天花板的燈具。為了空間內不突顯燈具存在，使用多盞燈作為室內的一般照明，可當投光燈應用於展示空間，亦可照射牆面產生洗牆效果。

表 1-21 軌道燈介紹

軌道燈	
	<p>將燈具置入軌道內，軌道本身即為簡便之電力分佈系統，應用彈性大，可直接安裝於天花板或牆面。經常使用於展示空間中。</p>

1.5 舊有照明器具節能改善主要項目

若照明設計規劃之初，即導入相關之照明節能技術，如：採用高頻燈管與電子式安定器、晝光利用、初期照度調整、時間設定控制、感知控制等，將可省下 $2/3$ 以上之照明用電(圖 1-11)。由此可見，整體性之照明節能技術導入，具有可觀之節能潛力。

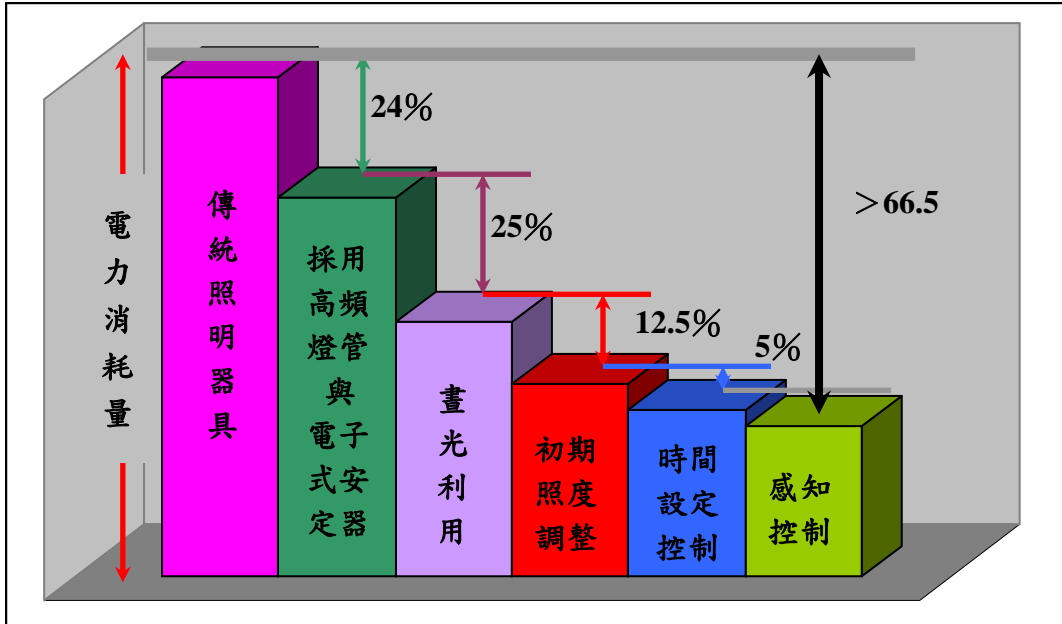


圖 1-11 整體性導入照明節能技術之節能效果圖 (資料來源：日本三菱電機公司)

一般而言，照明節能之可能途徑，包含“燈具及光源”、“照明模式”、及“控制系統”“維護更新”等四大方向。

上述照明節能之四大途徑，與相對應節能技術及節能潛力如下圖 1-22 所示。

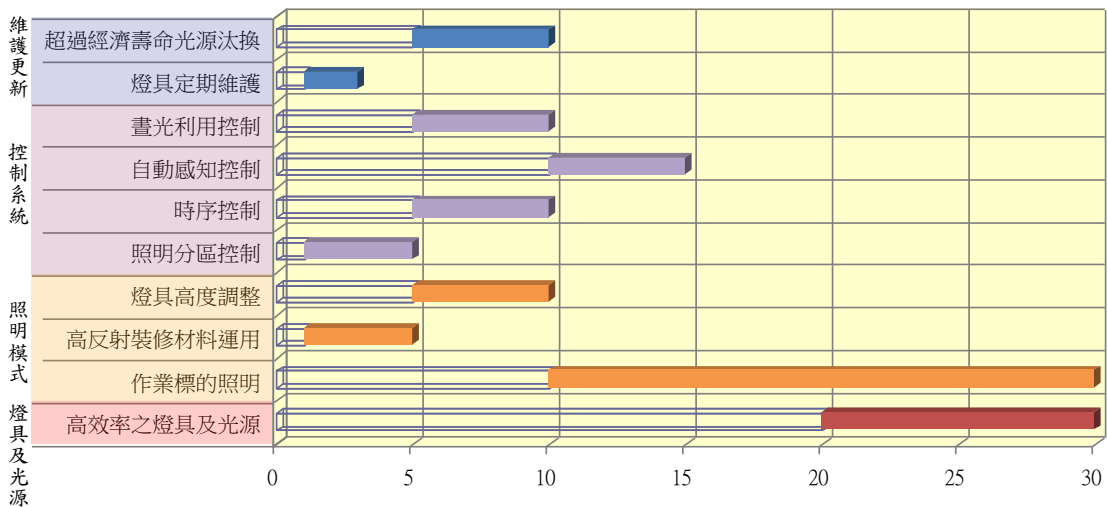


圖 1-22 照明節能技術及潛力圖

第二章 舊有建築物照明節能改善步驟

舊有建築物之照明節能改善，可透以下八個步驟進行，各步驟分別為：現況調查、檢討照明方式及維護、檢視低效率光源及燈具、汰換高效率光源及燈具、檢視照明功率密度、檢討照明控制、評估改善效益、照明節能改善施工與驗收(圖 2-1)。

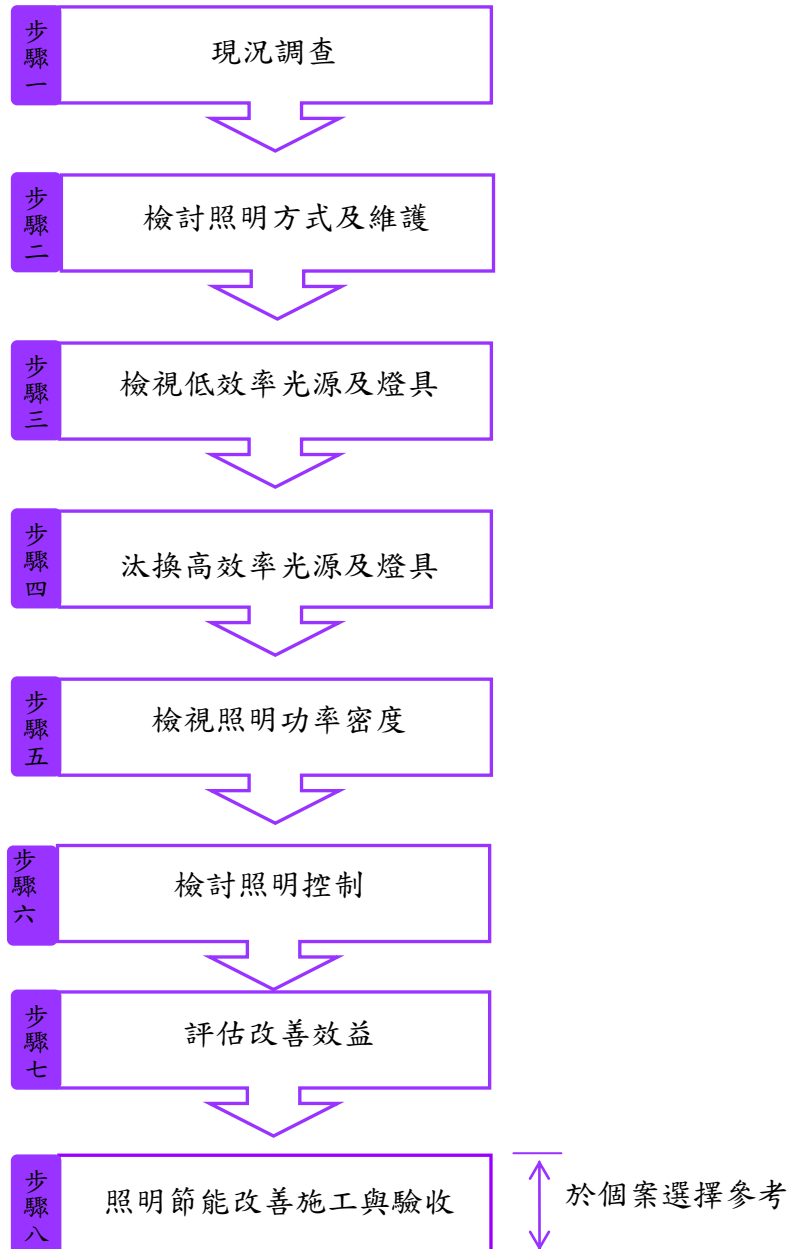


圖 2-1 舊有建築物照明節能改善流程圖

2.1 步驟一：現況調查

進行照明節能改善，首先須收集照明現況基本資料，其包括改善對象空間之基本資料、照明設備現況及照明現況自我檢核等三部分。上述各種基本資料，可利用”照明節能改善作業基本資料表”（表2-1）進行彙整。

表2-1 照明節能改善作業基本資料表

改善對象空間基本資料						
1. 建物名稱						
2. 建物總樓地板面積						
3. 建物使用類別						
4. 建物地址						
5. 空間所在樓層數						
6. 空間主要用途						
7. 空間面積						
8. 空間樓層高度						
9. 空間使用者人數						
照明設備現況						
空間名稱	面積m ² (長×寬)	燈管形式	安定器型式	燈具消耗功率	數量 (盞)	設備容量合計 (KW)
照明現況自我檢核表						
1. 燈具是否汰換過？						
<input type="checkbox"/> 從來沒有 <input type="checkbox"/> 三年以內 <input type="checkbox"/> 一年以內 <input type="checkbox"/> 半年以內 <input type="checkbox"/> 三個月以內						
2. 照度是否足夠？						
<input type="checkbox"/> 非常不足 <input type="checkbox"/> 不太足夠 <input type="checkbox"/> 尚可接受 <input type="checkbox"/> 足夠 <input type="checkbox"/> 非常足夠						
3. 燈具是否定期檢查維護？						
<input type="checkbox"/> 從來沒有 <input type="checkbox"/> 壞掉才換 <input type="checkbox"/> 亮度不足才檢查 <input type="checkbox"/> 偶爾檢查 <input type="checkbox"/> 定期維護						
4. 燈光的顏色是否覺得滿意？						
<input type="checkbox"/> 非常不滿意 <input type="checkbox"/> 不滿意 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 滿意 <input type="checkbox"/> 非常滿意						

2.1.1 舊有建築照明設備之現況

表 2-2 舊有建築照明設備現況說明

	案例說明	案例照片
辦公室	一般辦公室之照明模式常採用直接照明，包括 T-Bar 型、嵌入式及吸頂式等三種。光源則大多使用螢光燈配合傳統安定器(案例為 T8、20W×4)或鹵素燈。	
教室	一般教室之照明模式常採用直接照明。常用之燈具型式，包括吸頂式、嵌入式及懸吊式等三種。光源則大多使螢光燈配合傳統安定器(案例為 T8、40 W×2)。	
住宅	一般住宅之照明模式常採用直接照明、間接照明。常用之燈具型式需配合裝潢選用，包括吸頂式、嵌入式及懸吊式等三種。光源則大多使用鹵素燈、螢光燈。	
室內停車場	一般停車場之照明模式常採用直接照明。懸吊式燈具為常見之燈具型式。光源大都採用螢光燈管配合傳統安定器(案例為 T8、40W×1)。	
戶外路燈	一般戶外路燈之照明模式常採用直接照明。常用光源為高壓鈉燈及水銀燈。	

2.2 步驟二：檢討照明模式及維護燈具

2.2.1 利用照明模式之節能

若能依據使用性質，選擇合適之照明模式，不但能充分滿足使用需求，亦可有效達到節能。以下列舉幾種手法，供使用者參考。

一、採用作業面照明：降低環境基礎照明併用作業面照明，可獲得同樣照度卻可有效節能。(圖 2-2)。

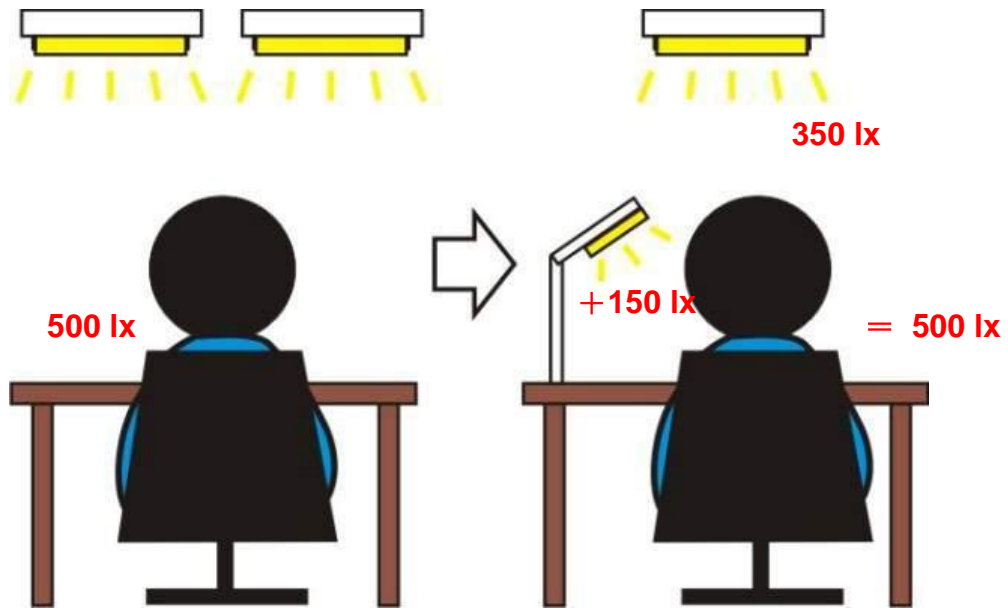


圖 2-2 作業照明圖

二、運用顏色明度高的裝修材料：將明度低的裝修材變更為明度高的裝修材，可增加照度。(圖 2-3)



圖 2-3 選用高明度裝修材示意照片

三、調整燈具高度：空間若照度不足，可考慮降低燈具高度，例如使用懸吊式燈具。依照度平方反比定律，高度降低 50 公分，燈正下方照度可提升 44% (圖 2-4)。因此提高了照明利用效率，也有可能可以降低燈具之功率。

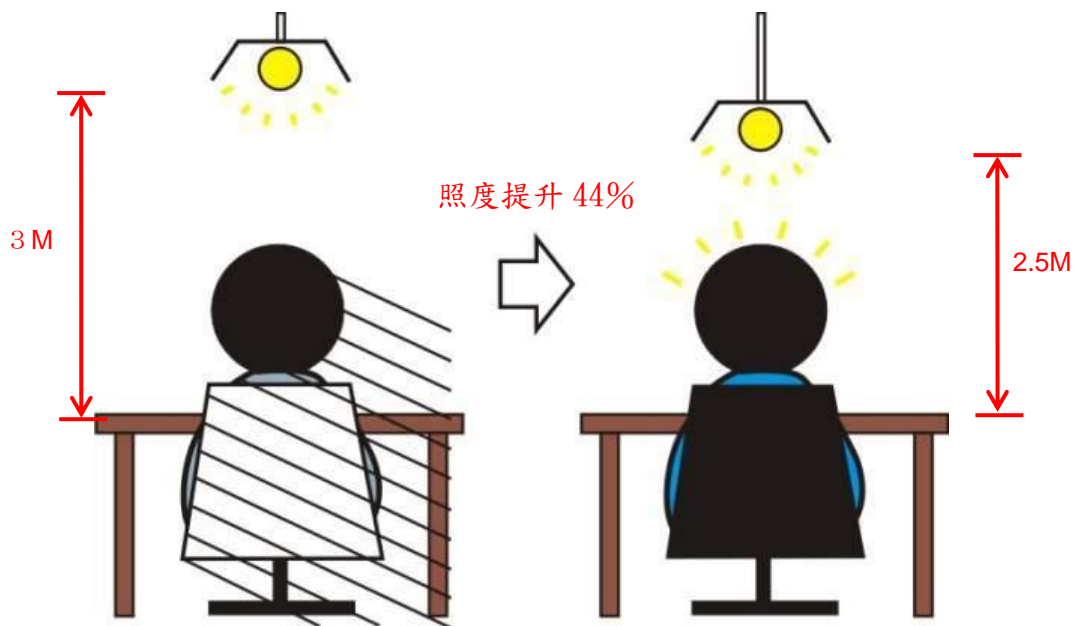


圖 2-4 調整燈具高度示意圖

四、避免間接照明：空間盡量避免使用層板燈等間接照明的方法，採用直接照明提高了照明利用效率，也可減少燈具數量。(圖 2-5)

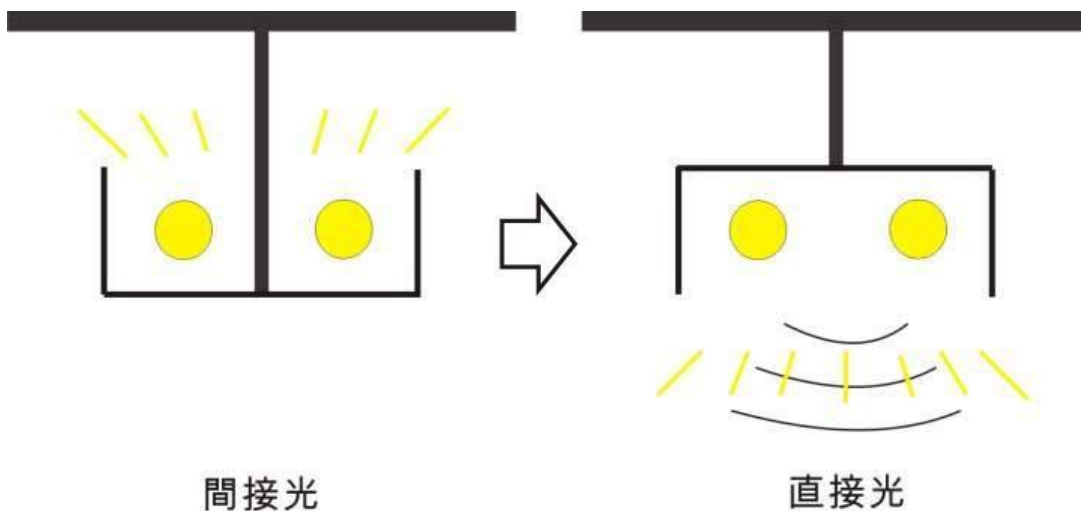


圖 2-5 採用直接照明示意圖

五、減少燈具數量：空間中不重要的場所若照度過高時，可減少天花面燈具，例如採用隔盞點燈來省電。(圖 2-6、圖 2-7)

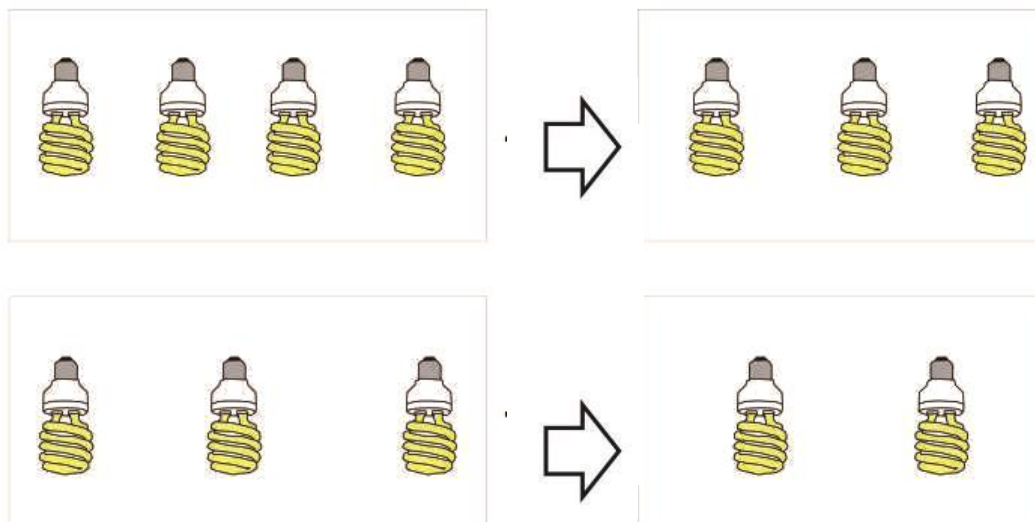


圖 2-6 減燈照明示意圖



圖 2-7 減燈照明實例

2.2.2 維護燈具

一般燈管發黑或閃爍故障時，其安定器仍會消耗用電；燈管及反射罩髒汙也會直接影響燈具之發光效率；故良好之照明燈具維護管理，可有效提高照明效率。以下列舉幾項簡易之燈具維護管理手法：

一、燈管及反射罩應定時清洗，發黑或閃爍燈管應及時換新，以維持適度照明。

(圖 2-8)

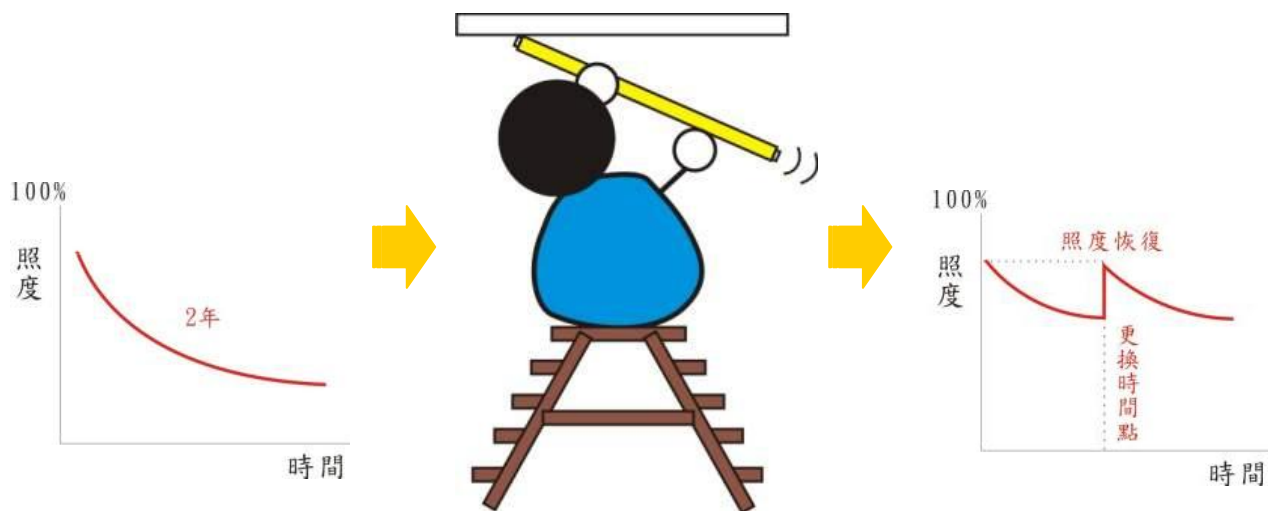


圖 2-8 燈具維護示意圖

二、當燈罩經長年使用老化、積塵、減少光線時，可拆除燈罩。(圖 2-9)

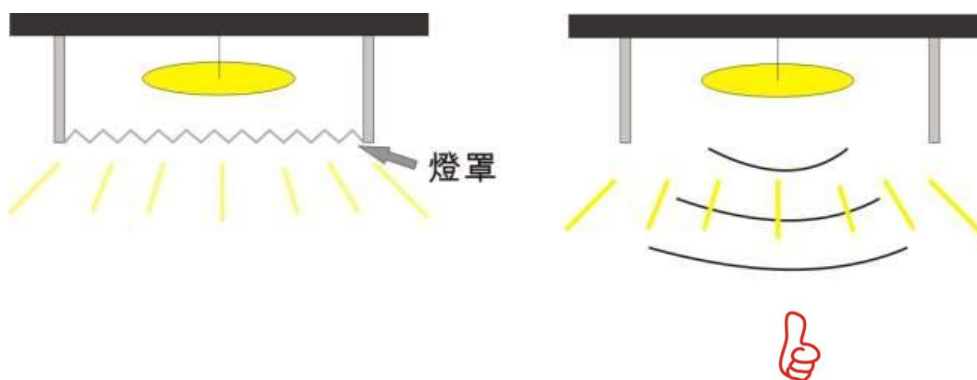








圖 2-9 拆除燈罩示意圖

2.3 步驟三：檢視低效率光源及燈具

本步驟目的在於檢視改善對象空間之照明燈具及光源，找出耗能及低效率狀態之照明燈具及光源。以下列舉幾項簡易之低效率燈具及光源之判斷原則。(表 2-3)

表 2-3 低效率燈具及光源之判斷原則

	
<p>燈具是否過於老舊，超過使用年限？ 例如：使用超過 14 年未更換，造成燈具泛黃，功率下降。</p>	<p>光源是否黑管、閃爍？</p>
	
<p>是否使用效率較低之傳統式安定器？</p>	<p>燈具是否為間接光源？例如：層板燈。</p>
	
<p>光源是否屬於低效率光源？例如：白熾燈、鹵素燈等。</p>	<p>夜間照明開啟時之作業面照度是否不足？例如：教室桌面不足 500 Lux。</p>

2.4 步驟四：高效率光源及燈具導入

本步驟乃針對上一步驟所指認出之低效率燈具及光源，將其汰換為高效率燈具及光源。

2.4.1 汰換光源

首先針對現有之人工光源體系介紹如下。(圖 2-10)

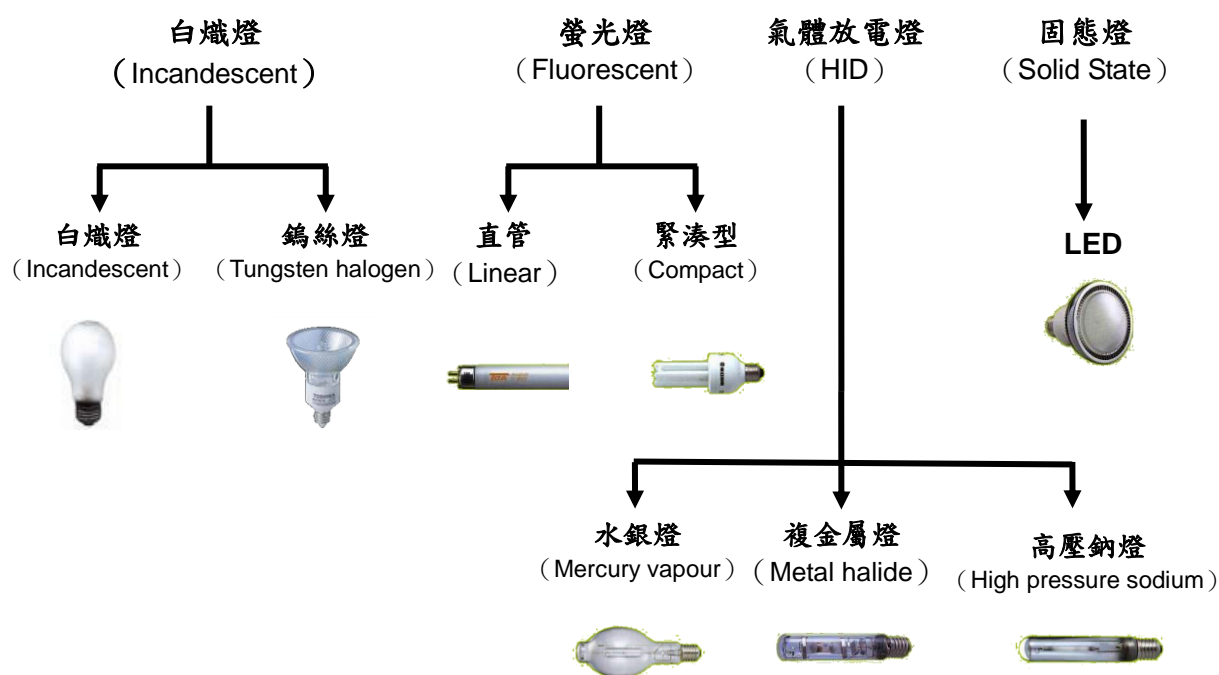


圖 2-10 人工光源體系圖

針對目前台灣地區各類光源體使用狀況，以下將分成各類光源使用量(表 2-4) 及各類光源之耗能比例 (圖 2-11) 兩部分進行介紹。

表 2-4 各類光源使用量表

	年消耗量 (萬支)	壽命 (小時)	負載用量 (萬支)
40W 直管螢光燈	3,600	10,000	9,400
20W 直管螢光燈	3,800	7,500	11,400
10W 直管螢光燈	500	7,500	1,300
省電燈泡	1,000	6,000	2,055
白熾燈泡	3,250	1,000	1,370
鹵素燈泡	400	2,500	342
水銀燈	80	12,000	329
高壓鈉燈	70	12,000	115
複金屬燈	50	9,000	92

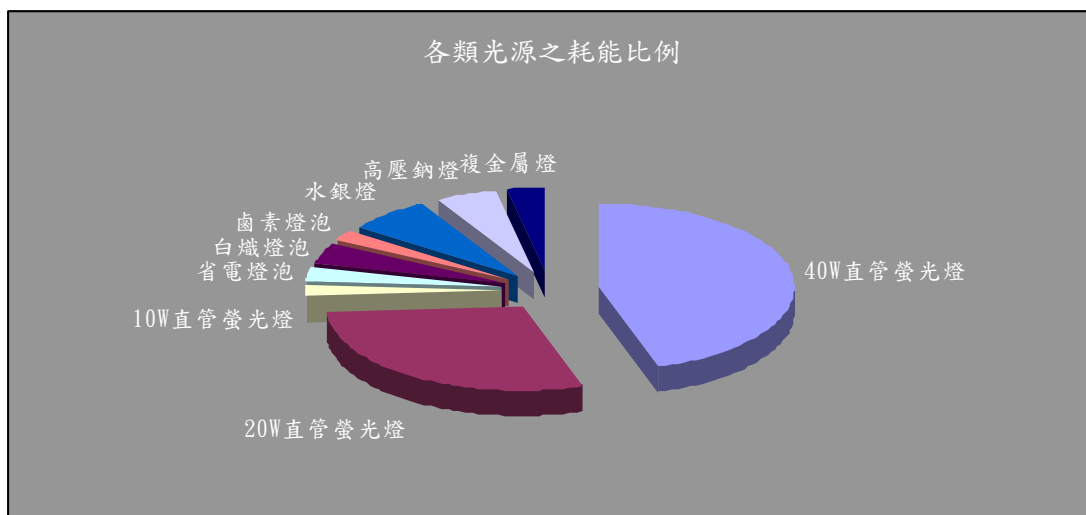


圖 2-11 各類光源之耗能比例圖

以高效率光源取代傳統光源可獲得極大節能效益，以下列舉幾項簡易之光源汰換手法。(圖 2-12、2-13、2-14、2-15)



圖 2-12 白熾燈汰換之節能效益



圖 2-13 水銀燈汰換之節能效益

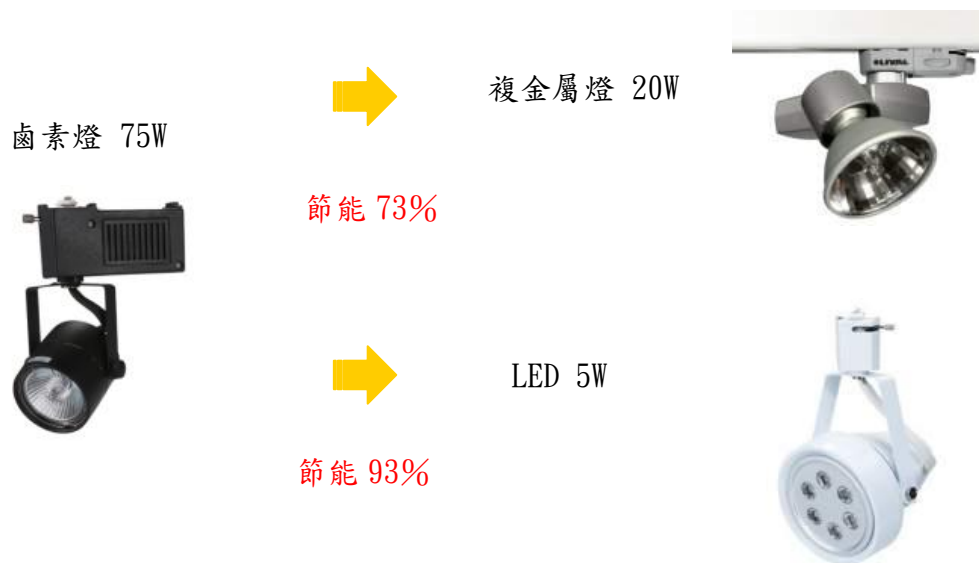


圖 2-14 鹵素燈汰換之節能效益



圖 2-15 神明燈汰換之節能效益

台灣地區使用光源中螢光燈具約 80%，足見其節能改善之迫切性，以下列舉幾項常見之光源汰換手法。(圖 2-16、2-17、2-18、2-19)

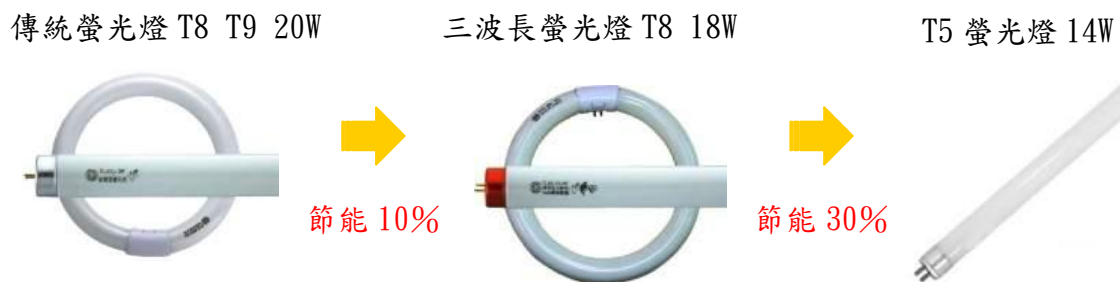


圖 2-16 T8 20W 螢光燈管汰換之節能效益

傳統螢光燈 T8、T9 40W



→
節能 30%

T5 螢光燈 28W



→
節能 70%

LED 8.5W



圖 2-17 T8 40W 螢光燈管汰換之節能效益

T- BAR 型 傳統 T8 20WX4 螢光燈具



→
節能 30%

T- BAR 型 T5 14WX4 螢光燈具



圖 2-18 T-bar 型 T8 20WX4 汰換之節能效益

傳統 T8 40WX2 螢光燈具



→
節能 30%

T5 28WX2 螢光燈具



圖 2-19 T-bar 型 T8 40WX2 汰換之節能效益

LED 照明具有低功率壽命長的優點，目前尚未有室內照明相關標準。指示燈主要功能為導引方向，所需亮度低且長時間使用，充分利用 LED 的高輝度及低耗能特性取代傳統燈具，省電效果大，目前已經通過相關消防規定之產品。
(圖 2-20、2-21)

樓梯間螢光燈樓梯方向指示燈 18WX2

LED 樓梯方向指示燈 2.5W



圖 2-20 樓梯間螢光燈樓梯方向指示燈汰換之節能效益

螢光燈逃生避難方向指示燈 12W

LED 逃生避難指示燈 2.5W



圖 2-21 螢光燈逃生避難方向指示燈之節能效益



【小秘笈：如何判斷 T8、T5 燈管？】

T5 燈管直徑約小於 T8 燈管 40~60% 左右(圖 2-22), 且長度亦略短於 T8 燈管, 也因此 T5 型螢光燈管無法直接應用於 T8 原有的燈座及安定器, 因此在替換原有燈管時, 需將整個燈具替換成 T5 系統, 但現在也有轉接頭來墊充此長度差距而不用更換燈具, 現階段 T5 燈管主要是應用於新的建築物及照明改善工程。

PS. 螢光燈管管徑計算： $TX=X/8in$, $T8=8/8=1in=2.54cm$ 。

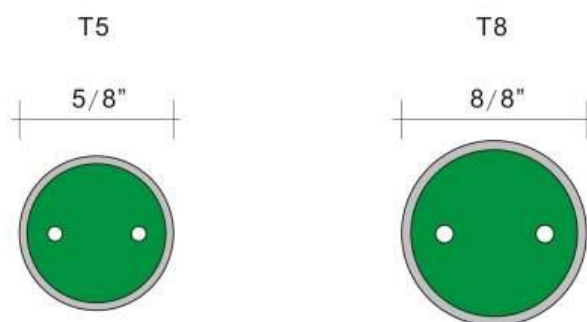


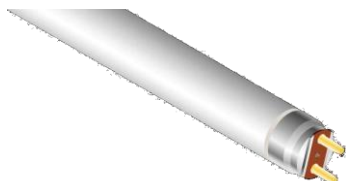
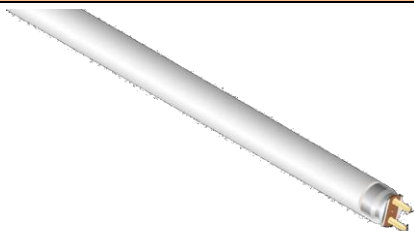
圖 2-22 T8 與 T5 之管徑比較圖



【小秘笈：T8、T5 燈管之比較】

T8、T5 燈管除了管徑有所差異外，就其發光效率而言 T5 亦高於 T8，以下就耗電量及光通量關係整理比較。（表 2-5）

表 2-5 T8、T5 耗電量及光通量關係比較表


T8 (Ø 26 mm)					
	耗電量 (W)	18	30	36	58
	光通量 (lm)	1,350	2,400	3,350	5,000
T5 (Ø 16 mm)					
	耗電量 (W)	14	21	28	35
	光通量 (lm)	1,350	2,100	2,900	3,650

2.4.2 選用具有節能標章之光源


一般消費大眾可由『節能標章』(圖 2-23)，簡單明確的辨識出何者為政府認可之高效率光源產品。



圖 2-23 節能標章

 【小秘笈：螢光燈管上的文字意涵】

案例 1: 東亞螢光燈管



FL：螢光燈管 (Fluorescent Tube)

D：DAYLIGHT 晝光色

CNS：國家標準

18：消耗電力18W

圖 2-24 東亞螢光燈管標示意涵

The image shows a white fluorescent tube with a grey base. On the tube, there is a Mitsubishi logo, the text 'FL200/18', and '省電型晝光色'. A globe icon and a recycling symbol are also present. Lines connect these features to their respective labels: 'FL' points to the tube type, 'D' points to the 'DAYLIGHT' text, 'CNS' points to the globe icon, and '18' points to the '18' in the model number.

案例 2: PHILIPS 螢光燈管

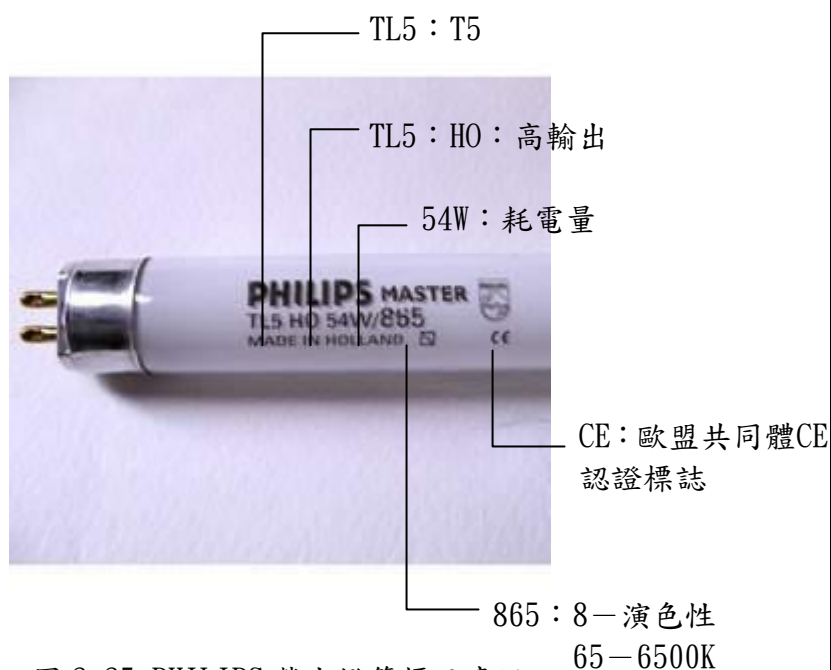


圖 2-25 PHILIPS 螢光燈管標示意涵

常見之螢光燈管，其節能標章能源效率基準，可分燈管發光長度 100cm 以上與燈管發光長度未達 100cm 兩類；此兩類螢光燈管之節能標章節源效率基準如表 2-6 及表 2-7 所示。

表 2-6 螢光燈管發光長度 100cm 以上之節能標章節源效率基準

標準色度範圍	節能標章節源效率基準	
	搭配 CNS691 試驗要求試驗用安定器	搭配 CNS13755 試驗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

表 2-7 螢光燈管發光長度未達 100cm 之節能標章節源效率基準

標準色度範圍	節能標章節源效率基準	
	搭配 CNS691 試驗 要求試驗用安定器	搭配 CNS13755 試驗登 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

資料來源：經濟部能源局

省電燈泡的能源效率基準如表 2-8，可知省電燈泡選用無罩的發光效率較佳。

表 2-8 省電燈泡（安定器內藏式螢光燈泡）能源效率基準表（99.01.01 生效）

安定器內藏式螢光燈泡能源效率基準表		
外型	額定消耗電功率	發光效率 (lm/W)
無罩	低於 10W	40
	10W 以上，低於 15W	50
	15W 以上，低於 25W	60
	25W 以上	65
有罩	低於 15W	40
	15W 以上，低於 20W	48
	20W 以上，低於 25W	50
	25W 以上	55

註：

1. 發光效率 (lm/W) 之測試依 CNS14125 安定器內藏式螢光燈泡 (一般照明用) 試驗方法規定。
2. 實測之發光效率不得小於上表基準值，並須在產品標示值之 95% 以上。



【小秘笈：以”節約能源”為優先目標之螢光燈管選用原則】

一、相同的外觀形狀下，長的燈管優於短的燈管。（圖2-26）

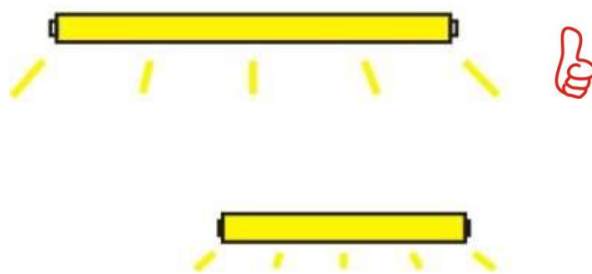


圖2-26 燈管長度優劣比較圖

二、直的燈管優於彎曲燈管，環管(圓圈型或螺圈型)優於急彎型燈管(U型)，外觀轉彎越多，效率越低。

三、高瓦特額定燈管的效率高於低瓦特額定燈管，以40W雙管螢光燈替代20W四管螢光燈，可省電31%。

四、高演色性燈管發光效率優於低演色性燈管。

五、低色溫螢光燈管(燈泡色3000K、4000K)優於高色溫螢光燈管(晝光色6500K)。（圖2-27）

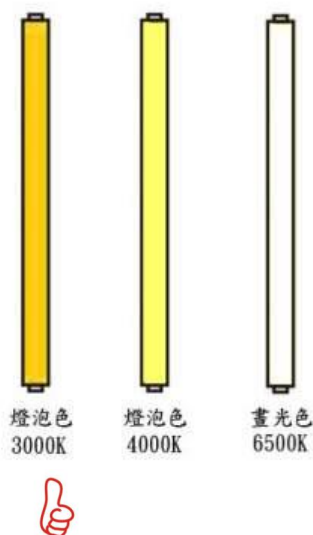


圖2-27 色溫優劣比較圖

六、使用電子安定器的螢光燈管與省電燈泡，發光效率及發光穩定性均優於傳統安定器的螢光燈管或省電燈泡。

七、低電流諧波的安定器較高電流諧波的安定器安全。

- 八、高功率因數(90 %以上)的螢光燈管優於低功因(低於80%)的螢光燈管。
九、低含汞量的環保燈管(T8、T5)優於普通型或粗管徑燈管(T12、T10)。(圖 2-28)

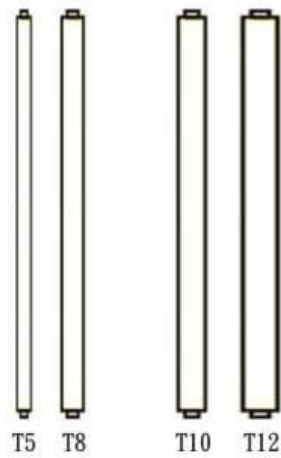


圖2-28 燈管粗細優劣比較圖

- 十、螢光省電燈泡優於白熾燈泡，無外殼者優於有外殼之省電燈泡。(圖2-29)

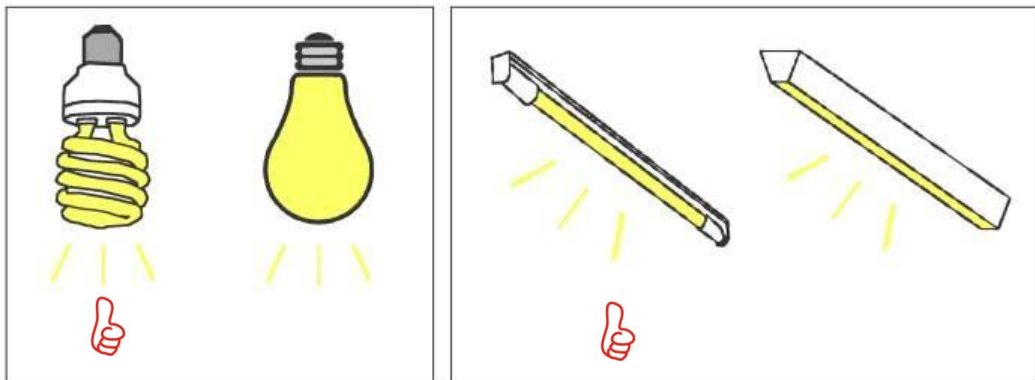


圖 2-29 燈管及燈具型式優劣比較圖

2.4.3 採用電子式安定器

傳統安定器屬於低頻（60Hz）點燈，因此光波穩定不閃，肉眼很容易察覺到閃爍。傳統安定器壽命雖可長達數十年，但功率因數低，燈具的耗電量往往很大。（圖 2-30、2-31）



圖 2-30 點燈管外觀



圖 2-31 預熱型傳統安定器外觀

一般而言，傳統安定器與燈管關係為一對一。因此，傳統 2 呎 x 2 呎的燈具，共有 4 支燈管、4 個安定器所組成。(圖 2-32)



圖 2-32 傳統燈具外觀圖

電子安定器具有瞬時點燈、免用起動器、功率因數高(90%以上)、不閃爍、無噪音且能省電(25%以上)之優點。然而，必須特別注意電子安定器會產生輻射及電導等干擾，不適用於高熱、潮濕及化學業等場所。(圖 2-33)

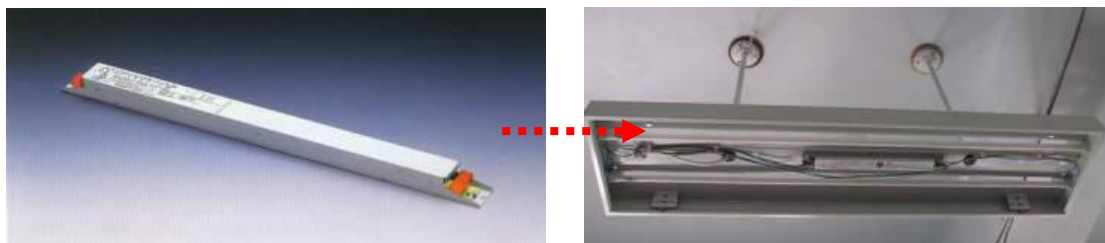


圖 2-33 電子安定器



【小秘笈：如何分辨傳統安定器與電子安定器？】

可利用開關電源的动作，觀察螢光燈啟動的瞬間。傳統安定器屬於預熱啟動，需預熱燈絲一段時間，才能起動點亮燈管，且啟動瞬間會出現頻閃現象；而電子安定器屬於瞬時起動，電源接通後瞬間起動點亮燈管，免用起動器。

2.4.4 採用高效率燈具

燈具形式會對光源所發出光線傳至作業面的質與量產生影響。能有效的將光源所發出之光線傳播至作業面，且不產生影響視覺負面作用之燈具稱為高效率燈具。室內高效率燈具之能源效率要求及照明品質要求須符合下表基準。(表 2-9) 由表中可知使用燈具尺寸較大者，具較高能源效率。

表 2-9 室內照明燈具能源效率基準

燈具分類	色溫標示範圍	能源效率要求	品質要求
燈具尺寸 65公分以下	2580K以上，未達4600K	≥ 64.0 lm/w	統一眩光指數 ≤ 19.0 且演色性指數 ≥ 80.0
	4600K以上，未達5700K	≥ 62.0 lm/w	
	5700K以上，7100K以下	≥ 60.0 lm/w	
燈具尺寸 大於65公分	2580K以上，低於4600K	≥ 74.0 lm/w	
	4600K以上，低於5700K	≥ 72.0 lm/w	
	5700K以上，7100K以下	≥ 70.0 lm/w	

同樣使用 T5 燈管，不同尺寸燈管亦會產生不同之節能效果。例如：T5、2呎 x 2呎與 T5、4呎 x 2呎的兩種燈管組合均可獲得相同照度，然而後者較前者可減少用電 30%。(圖 2-34)

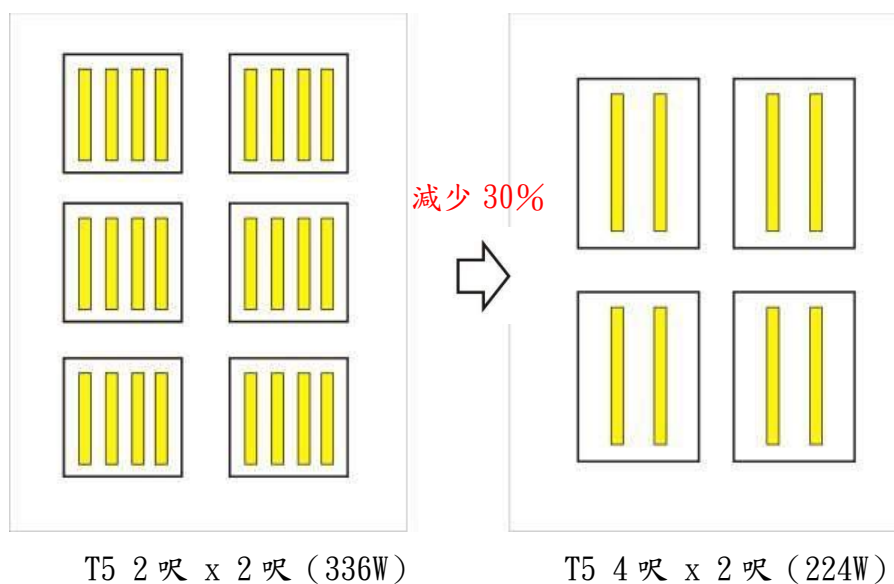


圖 2-34 不同尺寸 T5 燈管之比較

加裝反射罩，可以有效提升燈具效率。市面上有 1 管抵 2 管之燈具型式，就是因為加裝反射罩有效提升燈具效率。(圖 2-35、2-36)

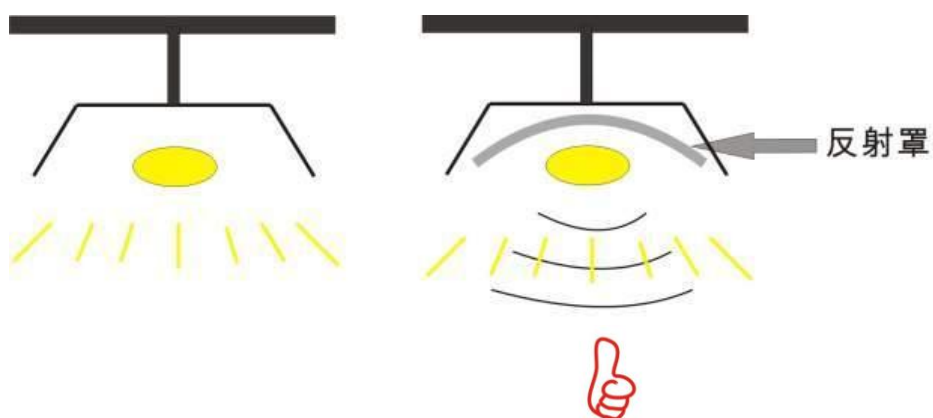


圖 2-35 燈具型式優劣比較圖

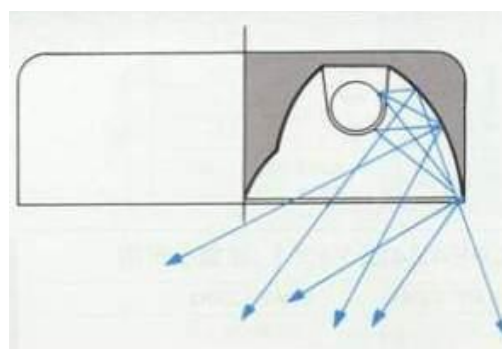


圖 2-36 具有反射罩的燈具

透過燈具效率提升，光輸出亦會相對提升。再者，為保持良好之視覺品質，燈具應適當加裝防眩光之配件，例如：格柵，以減少燈具眩光的產生。(圖 3-37)



圖 2-37 具有格柵及反射板的燈具

2.5 步驟五：檢視照明功率密度

目前在評估與管制建築照明耗能之簡單有效方法，是以照明功率密度值最具代表性。其意義就是由『某一空間全部照明器具耗電量』除以『該空間淨面積』所得的商值。也就是該空間在一平方公尺的單位面積範圍內，燈具所消耗的電力功率，照明功率密度之單位元為 W/m^2 。

綠建築標章中對主要空間之照明功率密度基準，如下表 2-10 所示，可作為照明節能之檢討指標參考。

表 2-10 綠建築標章中對主要空間之照明功率密度基準

空間型態	照明功率密度基準 (W/ M^2)
辦公室	15
教室、視聽教室	15
會議室	10
飯店、餐廳之餐飲區及門廳	15
實驗室	15
閱覽室	15

在美國冷凍空調協會之 ASHRAE GreenGuide 對綠色建築提供設計規範，其中針對照明功率密度基準規範更為嚴格，如表 2-11 所示，然而目前國內之空間照明均超過此標準。由此可知，在配合節能減碳策略，降低照明密度將是未來節能之重點，未來基準值再降低時，空間採用的照明燈具所消耗功率就要更低才行。

表 2-11 ASHRAE GREENGUIDE 之照明功率密度基準

空間型態	LPD 照明功率密度基準 (W/ M^2)
開放辦公室	9
個人工作室	10
教室	10
會議室等	13
大廳、梯廳等	9
走道、儲藏室	8

以某學校之教室照明為例如照片所示（圖 2-38），採用 T8 螢光燈 16 盞燈具計算照明功率密度如下： $16 \times 92\text{W}/(9\text{m} \times 7.2\text{m})=22.7(\text{W}/\text{m}^2)$ ，可知為超量設計很浪費能源。若改善 T5 螢光燈 16 盞燈具： $16 \times 64\text{W}/(9\text{m} \times 7.2\text{m})=15.8(\text{W}/\text{m}^2)$ ，可以省電 30%，但是尚無法符合綠建築規範之基準值 $15(\text{W}/\text{m}^2)$ 。若再將燈具數量為 T5 燈具 12 盞，則 $12 \times 64\text{W}/(9\text{m} \times 7.2\text{m})=11.9(\text{W}/\text{m}^2)$ ，可以省電 48%，但是尚未達到上述 ASHRAE GreenGuide $10(\text{W}/\text{m}^2)$ 之標準，因此若再將燈具數量為 T5 燈具 9 盞： $9 \times 64\text{W}/(9\text{m} \times 7.2\text{m})=8.9(\text{W}/\text{m}^2)$ ，可以省電 61%，而且遠低於 ASHRAE GreenGuide 標準。

由以上步驟，可知照明功率密度檢討之重要性，縱使更換為高效率燈具，最後仍需檢討照明功率密度值，以確保更加省電。



圖 2-38 教室照明案例

2.6 步驟六：檢討照明控制

良好的照明控制能有效達到節約能源及避免不必要之浪費，以下列舉幾種常用之照明控制手法，供使用者參考：

- 一、照明分區控：利用照明分區控制進行節能，例如：教室空間靠窗區與非靠窗區之照明迴路分開設計，有利於使用者依據窗戶採光狀況進行照明調整，可更有效利用晝光進而達成節能目標(圖 2-39)。



圖 2-39 晝光利用示意圖

每個獨立空間宜應有獨立的開關。開放式辦公室，宜依空間屬性分成若干區域，使各區域能獨立控制燈具。大型空間外圍與核心區，亦需獨立控制開關。(圖 2-40)

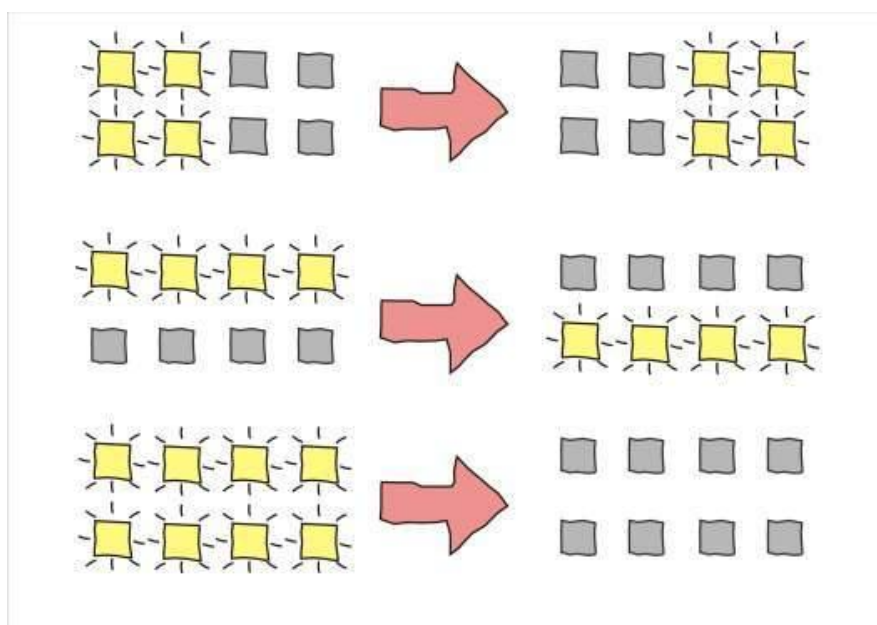


圖 2-40 分區控制示意圖

二、時序控制：使用時序控制，可依預定的時間自動對照明環境需求作模式切換，或燈具的明滅控制，不須手動操作控制，可避免因忘記關燈而浪費電能。例如：戶外夜間照明及非經常使用之照明場所，如廁所、茶水間等，使用照明自動點滅裝置(圖 2-41)。



圖 2-41 時序控制示意圖

三、自動感知控制：利用自動感知控制，進行照明之點滅控制，有效降低無人使用時之照明能源消耗。例如，利用紅外線燈光感知器控制樓梯燈，可發揮有人開燈，無人自動熄滅的節約能源功能(圖 2-42、2-43)。

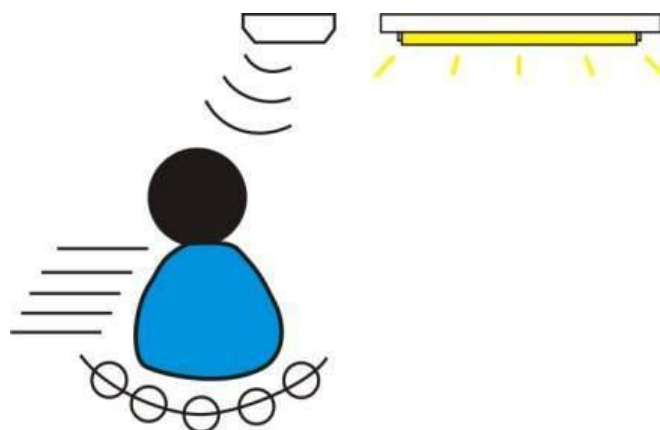


圖 2-42 紅外線感知器示意圖



圖 2-43 自動感知器示意圖

四、晝光利用控制：配合晝光感知器，當太陽光線足夠時，可自動地調降靠窗燈具的亮度或關閉燈具。

五、調光控制：當燈具更新後剛開始使用時照度會較高，可藉由感應調光控制燈管之光輸出量進而減少耗電。(圖 2-44、表 2-12)

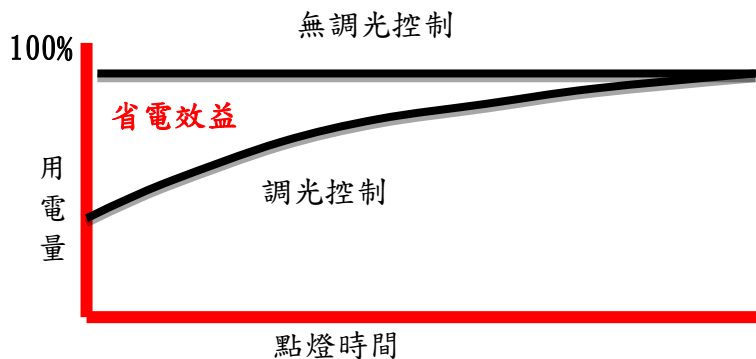


圖 2-44 調光控制系統節能效益圖

表 2-12 停車場調光控制案例

<p>平時燈管為10%光輸出，維持基礎照明。</p>	<p>當有人、車經過時，才提供 100%光輸出，達到省電效果。</p>
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin: 0 20px; text-align: center;">  <p>節能70%</p> </div>  </div> <p>改善前電錶顯示 19198 度</p>	<p>改善後電錶顯示 5751度</p>

2.7 步驟七：評估改善效益

評估改善效益可充分瞭解節能手段是否有成效，進而作為是否要實際進行節能改善工程之參考。簡單的估算方式如下所示。

1. 條件：假定每天使用 12 小時，電費為台幣 3.3 元/度。
2. 改善前：使用 24 盞 T8 40W×2 傳統安定器螢光燈管
 總耗電量： $24 \times (48W \times 2) \times 12 \text{ 小時} \times 30 \text{ 天} \times 12 \text{ 月} = 9,953,280W$
 電費： $9953 \text{ 度} \times 3.3 \text{ 元} = 32,844 \text{ 元}$
3. 改善後：使用 20 盞 T5 28W×2 螢光燈管
 總耗電量： $20 \times (32W \times 2) \times 12 \text{ 小時} \times 30 \text{ 天} \times 12 \text{ 月} = 5,529,600W$
 電費： $5,530 \text{ 度} \times 3.3 \text{ 元} = 18,249 \text{ 元}$
4. 節能效益
 - (1) 節省電量： $9953 \text{ 度} - 5529 \text{ 度} = 4423 \text{ 度}$
 - (2) 改善後省電：44%
 - (3) 節省電費： $32,844 \text{ 元} - 18,249 \text{ 元} = 14,595 \text{ 元}$
 - (4) 若購買每盞 T5 28W×2 螢光燈之費用為 1,200 元，20 盞汰換費用為 24,000 元，因此投資回收年限為 1.6 年。



【小秘笈：台電「擴大電費折扣獎勵節能措施」說明】

- ◎ 實施時間：98 年 7 月 1 日實施
- ◎ 適用範圍：住宅用戶及國中、小學校及社區公共設施

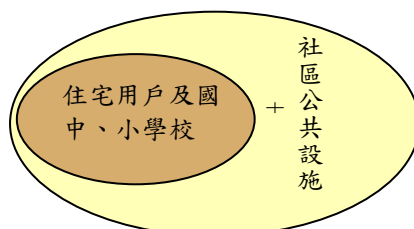


圖 2-45 擴大電費折扣獎勵節能措施適用範圍圖

- ◎ 電費折扣說明：住宅用戶、社區公共設施及國中小學之用電，依下列情形給予電費折扣（如下表）
 1. **基本折扣率**：當年度本期用電量與上一年同期比較零成長或負成長者適用「基本折扣率」給予電費折扣。
 2. **擴大折扣率**：為鼓勵用戶長期節約用電，連續兩年同期用電量零成長或負成長而均享電費折扣，且兩年節電率合計達 20% 以上者，依當期用電量成長率級距適用「擴大折扣率」給予電費折扣。

表 2-13 「電費折扣獎勵節能措施」折扣標準表

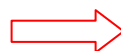
用電量成長率級距	基本折扣率	擴大折扣率
$-5\% < X \leq 0$	5%	10%
$-10\% < X \leq -5\%$	10%	20%
$X \leq -10\%$	20%	30%

註：本措施之適用不包括用電未及底度及 1 年內曾辦理過戶、分戶、終止契約、廢止用電及用電種別變更者。

◎ 舉例

表 2-14 「電費折扣獎勵節能措施」案例說明

用戶用電成長率			折扣率變化		
98 年 7 月	97 年 7 月	兩年合計	基本折扣率	擴大折扣率	適用優惠
-4%	-17%	-21%	5%	10%	V
-6%	-15%	-21%	10%	20%	V
-10%	-11%	-21%	20%	30%	V



2.8 步驟八：照明節能改善施工與驗收

以下之照明節能改善施工與驗收規範，較適用於大型及公共工程，一般住宅或小型改善案時，可自行評估是否略過此步驟。

2.8.1 施工規範

1. 承包廠商施工前需依規範提出改善單元之施工圖說，含燈具位置與開關迴路位置等項目，並檢送施工圖說審查，若承包廠商發現室空間不夠或與現場設施衝突時，必須向主辦單位反應。上述事項得到指示與審查核可後方能施工。
2. 承包廠商在施工前需事先確定結構、材料等安全問題，如因安裝燈具而破壞結構，承包廠商必須全權負責。
3. 所有配線及開關等均應採用經標準檢驗局檢驗合格者，配線直徑應採取 2.0mm 之 PVC 電線。
4. 將燈具產品穩固的固定在建築物結構體上。
5. 垂直與水平安裝燈具時，應使各行列的燈具位置對齊。
6. 拆除之老舊燈具及燈管，若經主辦單位確認不需保留時，承包廠商應負責清運。

2.8.2 驗收規範

一、適用範圍

本規範適用於既有建築室內燈具節能改善工程，汰換設備包含電源開關組、迴路更新、高效率燈具組及相關零配件，訂定基本性能之設計與驗收規範，供招標文件擬定之參考。其餘有關設計、製造、供應、安裝、測試及檢驗等相關規定，請參照公共工程委員會公共工程施工綱要規範等相關規定。

二、照明節能改善基準

(一) 照明功率密度：

1. 辦公室、教室、會議室、閱覽室等照明功率密度應小於 15 (W/m^2)，單位元照度之照明功率密度 ($W/m^2 \cdot lux$) 應小於 0.03。
2. 走廊、大廳、書庫等照明功率密度基準應小於 10 (W/m^2)，單位元照度之照明功率密度 ($W/m^2 \cdot lux$) 應小於 0.03。
3. 樓梯間照明功率密度基準應小於 6 (W/m^2)，單位元照度之照明功率密度 ($W/m^2 \cdot lux$) 應小於 0.03。

註：(1) 照明功率密度 (W/m^2)，即照明區域內之所有燈具之總耗電功率 (W)，除以照明區域內之樓地板面積 (m^2)。設計階段，審查規劃資料，完工階段實際測量驗收。

(2) 單位元照度之照明功率密度，即照明區域內之照明功率密度 (W/m^2)，除以照明區域平均照度 (lux)。設計階段，審查規劃資料，完工階段實際測量驗收。

(二) 光源：

1. 螢光燈應採用具節能標章認證之燈管。
3. 檢驗標準：

所有光源須取得商品驗證登錄並取得驗證登錄證書，光源(燈管)亦需取得節能標章之驗證。

(三) 燈具：

1. 燈具效率 (燈具發出之總光通量與燈具內所有光源發出的總光通量之比)：

格柵式燈具 (燈具本體+反射器+格柵，如 T-BAR 燈) 應達 70% 以上，燈罩式燈 (燈具本體+ (反射器)+燈罩，如 T-BAR) 具應達 55% 以上，開放式燈 (無燈具本體、無反射器、無燈罩、無格柵等，如中東型燈具) 具應達 85% 以上。

2. 檢驗標準：

具有 TAF 認證之實驗室，所出具之測試報告。

(四) 照明控制：

照明回路與燈具點滅可以配合使用區域、使用時間、晝光利用等要求。

(五) 出口標示燈及避難方向指示燈：

1. 符合內政部消防署頒佈之『出口標示燈及避難方向指示燈認可基準』，並得到型式認可驗證登錄。
2. 產品需通過『財團法人消防安全中心基金會』個別認可，並貼附個別認可之合格標籤。

三、燈具送審項目及資料

廠商應於燈具安裝前檢送設備相關資料，審標合格後方可進行施做。送審資料需包含：

(一) 光源：

所有光源須取得商品驗證登錄並取得驗證登錄證書。

(二) 電子安定器：

檢附商品驗證登錄證書，並注意電子安定器需與燈管相互匹配。

1. CNS13755 或同等級驗證報告。
2. 出產之工廠認證 ISO9001 或同等級驗證合格書。

(三) 燈具：

承包廠商於得標後送審燈具資料，依據施工製造圖所列之各項設備組件，列出零件編號，包含所欲使用之燈具原廠商型號、完整原始型錄資料(附有燈具尺寸、材質、光源、配光曲線及安規…等)，且需通過國家標準 CNS14335、CNS14115 或同等級之驗證登錄證書，操作維護檔(含建議之備品及耗品)。

(四) 室內用小型開關：

除設計圖說另有規定外，開關型式、額定電壓及額定電流應符合 CNS 695 C4015 或同等級檢測試驗合格之規定。

四、查驗

- (一) 完工現場燈具抽驗，查驗燈管、安定器之規格是否與送審資料相符。

(二)改善前後之消耗功率量測承包廠商應進行改善前後之照明燈具消耗功率電力量測，承包廠商進行測量時，應通知甲方及台灣建築中心之委員會同指定照明回路，測量其消耗功率。

(三)改善前後之照度量測：

1. 承包廠商應進行改善前後之照度量測，照度量測方式依照燈具之標準配置型式，選定代表性空間範圍進行測量（應盡量選取房間中央區域），空間範圍平均分割測點，測點間隔小餘 1 公尺（如圖 2-46）。
2. 平均照度為各測點照度（最少應該有 60 點）值總和之平均值。若有晝光影響時各點照度，應採用開燈時之照度減熄燈時之照度。
3. 照度計應使用 CNS5119 所規定之 aa 級照度計，辦公室、教室等空間測試時，照度計置於水平面 85 公分（室內有桌面時可置於桌面上），走道、大廳等於地面上作為測試點高度，注意讀取照度計數值不會影響光線照射。
4. 應點燈至少 30 分鐘以後，方進行測試。
5. 測試位置盡量選擇避免周遭環境之干擾或影響者。
6. 承包廠商進行測量時，應通知甲方及台灣建築中心之委員會同擬定個案之測量範圍量測。

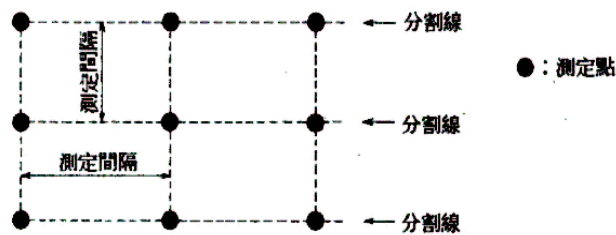


圖 2-46 照度量測範圍圖

(四)照明功率密度 (W/m^2) 計算，得由上述測量燈具之回路之功率，推算房間內所有燈具之總消耗功率，再除以房間內之樓地板面積 (m^2)。單位元照度之照明功率密度 ($W/m^2 \cdot lux$) 計算，得由上述選定代表性空間範圍之平均照度，作為房間內之平均照度，將前述照明功率密度 (W/m^2)，再除以平均照度得知。

五、保固

應有兩年之保固條款。

第三章 示範案例

參照舊有建築物照明節能改善步驟，以下以辦公、教室及住宅空間各一案例，說明照明節能改善工作之實際操作流程。

3.1 辦公室案例（直潭污水處理廠）

步驟一：建置基本資料

表 3-1 辦公室基本資料表

照明設備現況						
空間名稱	面積 ^{m²} (長 x 寬)	燈管形式	安定器型式	燈具消耗功率	數量 (盞)	設備容量合計 (kW)
辦公室	28.47	T8	傳統安定器	48Wx2	24	2,304

照明現況自我檢核表
<p>1. 燈具是否汰換過？</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>從來沒有 <input type="checkbox"/>三年以內 <input type="checkbox"/>一年以內 <input type="checkbox"/>半年以內 <input type="checkbox"/>三個月以內</p> <p>2. 照度是否足夠？</p> <p><input type="checkbox"/>非常不足 <input type="checkbox"/>不太足夠 <input checked="" type="checkbox"/>尚可接受 <input type="checkbox"/>足夠 <input type="checkbox"/>非常足夠</p> <p>3. 燈具是否定期檢查維護？</p> <p><input type="checkbox"/>從來沒有 <input checked="" type="checkbox"/>壞掉才換 <input type="checkbox"/>亮度不足才檢查 <input type="checkbox"/>偶爾檢查 <input type="checkbox"/>定期維護</p> <p>4. 燈光的顏色是否覺得滿意？</p> <p><input type="checkbox"/>非常不滿意 <input type="checkbox"/>不滿意 <input checked="" type="checkbox"/>尚可 <input type="checkbox"/>滿意 <input type="checkbox"/>非常滿意</p>

註：業主陳述未曾更換過燈具，顯示本辦公室之燈具老舊，亟需汰換更新。

步驟二：檢討照明模式及維護


1. 使用吸頂式燈具，照度略有不足。
2. 辦公桌未配合檯燈使用。
3. 室內牆壁採用乳白色反射材，有效增加反射照度。

步驟三：檢視低效率燈具及光源

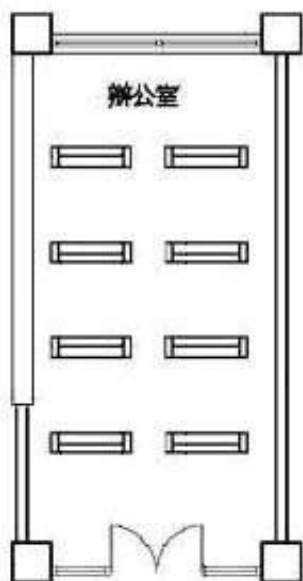
1. 燈具過於老舊：使用迄今逾 14 年，未換過燈具。
2. 使用低效率光源：使用 T8 傳統安定器螢光燈具。
3. 使用低效率燈具：燈具含燈罩且久未清理，呈泛黃狀。
4. 眩光問題：吊桿式燈具無格柵。

步驟四：高效率燈具及光源導入

表 3-2 辦公空間改善前後對照表

改善前	改善後
	
吸頂式 40W×2 傳統 T8 螢光燈具	吊桿式 28W×2 T5 高效率螢光燈具
	
吊桿式 40W×2 傳統 T8 螢光燈具	吊桿式 28W×2 T5 高效率螢光燈具

步驟五：檢視照明功率密度



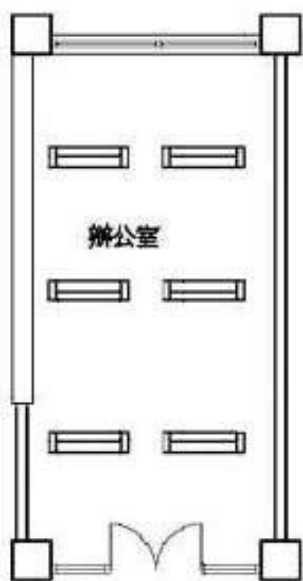
改善前：

$$\text{面積} = 3.65 \times 7.8 = 28.47 \text{ m}^2$$

$$\text{T8 燈具} : (46\text{W} \times 2) \times 8 = 736\text{W}$$

$$\text{照明功率密度} = 736 / 28.47 \doteq 25.9 \text{ W/ m}^2 > 15 \text{ W/ m}^2$$

圖 3-1a 改善前燈具配置圖



改善後：

$$\text{面積} = 3.65 \times 7.8 = 28.47 \text{ m}^2$$

$$\text{T5 燈具} : (32\text{W} \times 2) \times 6 = 384\text{W}$$

$$\text{照明功率密度} = 384 / 28.47 \doteq 13.5 \text{ W/ m}^2 < 15 \text{ W/ m}^2$$

圖 3-1b 改善後燈具配置圖

步驟六：評估是否需要照明控制

1. 根據使用分區來配置控制迴路，例如迴路與窗戶平行。(圖 3-2)



圖 3-2 分區控制配置迴路實例

2. 時序控制-戶外走廊可使用照明自動點滅裝置，避免因忘記關燈而浪費電能。(圖 3-3)



圖 3-3 時序控制現況照片

步驟七：評估改善效益

1. 將 24 盞 T8 螢光燈管，更換為 18 盞 28W×2 T5 螢光燈管，總功率由 2,304W 降為 1,152W，節能約 50%。
2. 改善前照度實測結果為 443.83lx，均齊度約為 0.67；改善後照度實測結果為 684.7 lx，均齊度約為 0.67。改善後照度有效提升，而均齊度亦大於標準值 0.5，顯示空間照明品質獲得改善。
2. 每年預估可節省照明用電為： $1,152\text{w} \times 10\text{h} \times 240(\text{天}) = 2,765$ 度(kWh)。

3.2 教室案例（台灣科技大學）

步驟一：建置基本資料

表 3-3 教室基本資料表

照明設備現況						
空間名稱	面積 m^2 (長 x 寬)	燈管形式	安定器型式	燈具消耗功率	數量 (盞)	設備容量合計 (KW)
教室	140.7	40Wx2	傳統式	48Wx2	24	2.30

照明現況自我檢核表
<p>1. 燈具是否汰換過？</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>從來沒有 <input type="checkbox"/>三年以內 <input type="checkbox"/>一年以內 <input type="checkbox"/>半年以內 <input type="checkbox"/>三個月以內</p> <p>2. 照度是否足夠？</p> <p><input type="checkbox"/>非常不足 <input checked="" type="checkbox"/>不太足夠 <input type="checkbox"/>尚可接受 <input type="checkbox"/>足夠 <input type="checkbox"/>非常足夠</p> <p>3. 燈具是否定期檢查維護？</p> <p><input type="checkbox"/>從來沒有 <input checked="" type="checkbox"/>壞掉才換 <input type="checkbox"/>亮度不足才檢查 <input type="checkbox"/>偶爾檢查 <input type="checkbox"/>定期維護</p> <p>4. 燈光的顏色是否覺得滿意？</p> <p><input type="checkbox"/>非常不滿意 <input type="checkbox"/>不滿意 <input checked="" type="checkbox"/>尚可 <input type="checkbox"/>滿意 <input type="checkbox"/>非常滿意</p>

步驟二：檢討照明模式及維護

1. 使用直接照明方式，教室燈具為 T8 螢光燈管懸吊式燈具。

步驟三：檢視低效率燈具及光源

1. 燈具過於老舊：民國 87 年設置迄今逾 11 年，未換過燈具。
2. 使用低效率光源：使用 T8 螢光燈具配傳統安定器。
3. 使用低效率燈具：懸吊式燈具，無格柵有眩光問題。

步驟四：高效率燈具及光源導入

表 3-4 教室空間改善前後對照表

改善前	改善後
	
<p>懸吊式 40W×2 傳統 T8 螢光燈具</p>	<p>懸吊式 28W×2 T5 高效率螢光燈具</p>
	
<p>懸吊式 40W×2 傳統 T8 螢光燈具</p>	<p>懸吊式 28W×2 T5 高效率螢光燈具</p>

步驟五：檢視照明功率密度

改善前

教室面積： $11.94 \times 11.78 = 140.7 \text{ m}^2$

T8 燈具： $(48\text{W} \times 2) \times 24 = 2304\text{W}$

照明功率密度 = $2304 / 140.7 \approx 16.4 \text{ W/ m}^2$ 大於 15 W/ m^2

改善後：

教室面積： $11.94 \times 11.78 = 140.7 \text{ m}^2$

T5 燈具： $(32\text{W} \times 2) \times 24 = 1536\text{W}$

照明功率密度 = $1536 / 140.77 \approx 10.9 \text{ W/ m}^2$ 小於 15 W/ m^2 ，符合標準。

步驟六：評估是否需要照明控制

使用分區控制，電源分二迴路，控制迴路分 6 迴路。(圖 3-4)

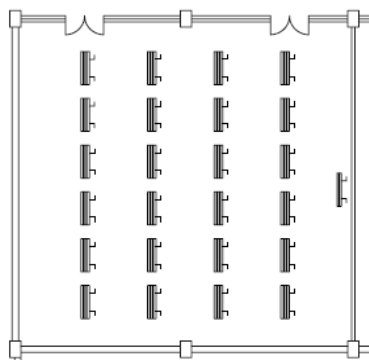


圖 3-4 教室現況平面圖

步驟七：評估改善效益

1. 將 24 盞 T8-40W×2 螢光燈管，更換為 24 盞 28W×2 T5 螢光燈管，總功率由 2304W 降為 1536W，有效節能約 33%。
2. 以一天點燈 8 小時計算，總計每年預估可節省照明用電為： $768\text{W} \times 8\text{H} \times 160(\text{天}) = 983 \text{ 度(kWh)}$ 。

3.3 住宅案例

步驟一：建置基本資料

表 3-5 住宅基本資料表(共用部分)

照明設備現況						
空間名稱	面積 m^2	燈管形式	安定器型式	燈具消耗功率	數量(盞)	設備容量合計(KW)
地下停車場	200	螢光燈 40W×2	傳統	96W	20	1.92
戶外庭園	60	水銀燈 100W×5	傳統	600W	4	2.4
大廳	120	螢光燈 40W×1	傳統	48	25	1.2

照明現況自我檢核表	
1. 燈具是否汰換過？	<input type="checkbox"/> 從來沒有 <input checked="" type="checkbox"/> 三年以內 <input type="checkbox"/> 一年以內 <input type="checkbox"/> 半年以內 <input type="checkbox"/> 三個月以內
2. 照度是否足夠？	<input type="checkbox"/> 非常不足 <input type="checkbox"/> 不太足夠 <input checked="" type="checkbox"/> 尚可接受 <input type="checkbox"/> 足夠 <input type="checkbox"/> 非常足夠
3. 燈具是否定期檢查維護？	<input type="checkbox"/> 從來沒有 <input checked="" type="checkbox"/> 壞掉才換 <input type="checkbox"/> 亮度不足才檢查 <input type="checkbox"/> 偶爾檢查 <input type="checkbox"/> 定期維護
4. 燈光的顏色是否覺得滿意？	<input type="checkbox"/> 非常不滿意 <input type="checkbox"/> 不滿意 <input checked="" type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 滿意 <input type="checkbox"/> 非常滿意

表 3-6 住宅基本資料表(專用部分)

照明設備現況						
空間名稱	面積m ² (長 x 寬)	燈管形式	安定器型式	燈具消耗功率	數量 (盞)	設備容量合計 (KW)
客廳	22	白熾燈		60W	1	0.36
主臥房	14	20Wx4	傳統	88W	1	0.105

照明現況自我檢核表
1. 燈具是否汰換過？ <input checked="" type="checkbox"/> 從來沒有 <input type="checkbox"/> 三年以內 <input type="checkbox"/> 一年以內 <input type="checkbox"/> 半年以內 <input type="checkbox"/> 三個月以內
2. 照度是否足夠？ <input type="checkbox"/> 非常不足 <input type="checkbox"/> 不太足夠 <input checked="" type="checkbox"/> 尚可接受 <input type="checkbox"/> 足夠 <input type="checkbox"/> 非常足夠
3. 燈具是否定期檢查維護？ <input type="checkbox"/> 從來沒有 <input checked="" type="checkbox"/> 壞掉才換 <input type="checkbox"/> 亮度不足才檢查 <input type="checkbox"/> 偶爾檢查 <input type="checkbox"/> 定期維護
4. 燈光的顏色是否覺得滿意？ <input type="checkbox"/> 非常不滿意 <input type="checkbox"/> 不滿意 <input checked="" type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 滿意 <input type="checkbox"/> 非常滿意

步驟二：檢討照明模式及維護



1. 大廳採用間接照明，氣氛佳但是照明效率差。
2. 臥室燈具採用具有壓克力燈罩之吸頂燈，室內照度不足。

步驟三：檢視低效率燈具及光源

地下停車場使用 T8 燈管、戶外庭園燈為水銀燈、客廳使用白熾燈泡、鹵素燈泡，皆為低效率的光源。

步驟四：高效率燈具及光源導入

表 3-7 照明改善前後對照表

改善前	改善後
	
<p>庭園採用全面擴散之白熾燈，效率差且有光污染，入夜後依然點燈，浪費能源。</p>	<p>燈具汰換為全遮蔽型燈具，光源採用複金屬燈並結合雙功率系統，深夜光源減半點亮。</p>
	
<p>地下停車場採用螢光燈 40Wx2</p>	<p>採用 T528Wx1 螢光燈</p>
	
<p>大廳天花面層板燈為螢光燈 40W</p>	<p>採用 T528W 層板燈</p>
	
<p>樓梯間避難方向指示燈為螢光燈 14W</p>	<p>採用 LED 燈具</p>

	
<p>客廳吸頂燈光源為白熾燈 60W</p>	<p>採用 13W 省電燈×6</p>
	
<p>餐廳採用 50w 鹵素燈</p>	<p>採用 5WLed 燈</p>
	
<p>主臥室螢光燈 20W×4</p>	<p>採用省電燈泡 23w×1</p>

步驟五：檢視照明功率密度

目前對於住宅空間尚無照明功率密度基準值，因此本步驟可略過。

步驟六：評估是否需要照明控制

地下停車場係 24 小時使用，若能導入控制系統，將有節能效益。因為僅計畫採用人員感知與分區迴路控制之管理模式，所以不需重新檢討燈具之型式。戶外庭園，採用雙功率系統所以需要選擇具有該功能之燈具。果。

步驟七：照明節能改善效益評估

表 3-8 照明節能改善效益評估表

空間名稱	燈管形式	數量 (盞)	功率 (KW)	更換燈具	功率 (KW)	省電百分比
地下 停車場	螢光燈 40W×2	20	1.92	T5 28W×1 燈管	0.64	67%
戶外庭園	白熾燈 20w×5	5	1.0	複金屬燈管 35W×1	0.35	65%
大廳	螢光燈 40W×1 層板燈	25	1.2	T5 28W×1 層板燈	0.80	33%
樓梯間	避難方向指示燈 10W×1	10	0.12	LED 避難方向 指示燈 2.5W	0.025	79%
客廳	白熾燈 60W×6	1	0.36	省電燈泡×6 13W	0.078	78%
餐廳	鹵素燈 50W	3	0.15	LED 燈泡 5W	0.015	90%
主臥室	螢光燈 20W×4	1	0.096	省電燈泡 23W	0.023	76%

第四章 Q&A

【總論】

一、什麼是綠色照明？

答：綠色照明是國際上對採用節約電能、保護環境的照明系統的名詞。實施綠色照明計畫旨在發展和推廣高效率照明，逐步取代傳統的低效率照明，節約照明用電，建立高品質高效率、經濟舒適、安全可靠、有益環境和改善人們生活質量、提高工作效率、保護身心健康的照明環境，以滿足經濟發展、生活水準提昇對照明質量、照明環境和減少環境污染的需要。實施綠色照明計畫是節約照明用電和減少二氧化碳等有害氣體排放量的重要措施。

二、近來 LED 號稱相當省電，因此迅速在照明界中竄起，然 LED 是否如廠商所宣稱省電，並可取代目前既有之照明產品？

答：目前高功率LED (Light-Emitting Diode)單顆發光效率，為50~75 lm/W，比起白熾燈泡發光效率12-16lm/W、鹵素燈泡20-25 lm/W還要好，亦高於水銀燈泡35-55 lm/W，加上LED的演色性比高壓鈉氣燈佳，因此雖然在效率上略遜於高壓鈉燈，但目前於路燈的應用上仍有其利基，可加以推廣。另一方面，LED應用於室內照明上，由於現階段其發光效率仍低於T5螢光燈之100 lm/W及複金屬燈之70-95 lm/W，再加上LED之眩光及高價位困擾，因而目前仍無法有效取代現有之室內照明產品。然而，LED但在緊急避難指示燈方面，由於可利用2.5W的LED取代10W之螢光燈管，因此可因功率之大幅降地，達到顯著之節能效果，亦可因LED之長壽命特性，有效降低使用階段之光源替換衍伸之人力維護成本。

三、一般集合式住宅的管委會已透過各種管道，取得各式各樣的省電方法，如法炮製為何還是成效不大？（資料來源：奇摩知識+）

答：一般民眾可自行執行的省電方法有限，最常見的是拆燈管諸如此類方式，直接就不使用，節約能源不是減少使用能源，降低生活品質；正確的說，節約能源應該是有效率的使用能源，也就是「當用則用、能省則省」，省電應該是有效率的使用，並不是停用電器設備，最好的方式應該是，建立能源管理正確觀念，導入能源服務業者，使用先進的儀器來輔助，才能依實際需求做最佳化的節能。

四、台灣大概幾年才禁止使用白熾燈呢？

答：為減緩地球暖化程度，節能減碳成為全球共識，全球自2007年開始，各國陸續發布白熾燈等耗電燈具的淘汰計畫。台灣經濟部能源局也宣布，將在2009年第1季全面淘汰白熾燈泡，採用LED照明，預計2010年起陸續停產白熾燈，2012年底將全面禁止白熾燈泡。

【照明方式及維護】

五、一般照明是否省能，如何自我檢討？

答：管理者可依建築物的照明省能改善分類的三個方向執行：

1. 建築物的直接關係：如，照明與採光的配合。
2. 照明設備的改造與增設：如，照明過剩的防止、照明範圍的限制、良好的照明效率。
3. 照明設備運轉保養及其他方面管理：如，照明設備點燈管理、維護保養管理、其他方面管理。

六、溫度會怎樣影響T5型螢光燈的性能？

答：T5標準型和T5高輸出型螢光燈在35℃時的亮度輸出最高，而T8型螢光燈的亮度在25℃時最大。

七、供電電源電壓高低對螢光燈有何影響？

答：若供電電源電壓升高10%，燈管電力及光束會增加約20%，但燈管壽命會降低，因此應注意供電電壓應以額定電壓為宜。

八、燈具頻繁點滅是否會耗電？

答：燈具啟動時瞬間電流會增大而後回復正常，因此電燈不使用應該關燈即是省電，若關燈後想要開燈，應該稍等幾分鐘，以避免降低燈管之壽命。

【光源及燈具】

九、何謂T85？（資料來源：奇摩知識+）

答：T85為T8演進到T5的過度產品，T85之安裝方式為，將舊款之T8燈具取下燈管及啟動器，直接將T85燈具裝入T8燈具之燈腳，結合即成為最新省電之T5燈具組而不必更換T8燈具，用T8之舊燈架，使用如T5之省電燈具，故名T85。

十、什麼是三波長螢光燈管？

答：塗佈於日光燈管壁之螢光物質採用三基色即紅、綠、藍三種基本顏色或稱三波長域的螢光粉，比普通燈管具有演色性佳及發光效率高之優點，因此省電效果較普通燈管高。

十一、螢光燈壞掉沒換會耗電嗎？

答：一定會耗電！因為螢光燈未取下燈具本身會形成通路，惟獨是耗電量的多寡而已。一般來說，燈管如果會閃爍表示燈管損壞，啟動器仍有啟動的效果，因此螢光燈是頻繁的在一直啟動，此時的耗電量絕對很大。

十二、燈管壽命的意義為何：

答：照明設備的壽命主要決定於燈的壽命和其他元件，例如啟動器、變壓器以及安定器等等。壽命之定義有兩種說法：

1. 平均壽命：指一批燈泡點燈至百分之五十的數量損壞不亮之時間
2. 經濟壽命：在同時考慮燈泡之損壞以及光束輸出衰減之狀況下，其綜合光束輸出減至一特定比例之時數。此比例一般用室外之光源為百分之七十，用於室內之光源如日光燈則為百分之八十。

十三、螢光燈管環保標章規格為何？

- 答：
1. 產品係指預熱型螢光燈管，不含省能源精緻型螢光燈管 (CFL)。
 2. 螢光燈管使用 2,000 小時後，光束維持率應達初期光束之 85% 以上。
 3. 燈管輸出光效率 (lm/W) 及演色性評價指數應達 80 以上。
 4. 燈管內水銀 (Hg) 含量應不大於 15 毫克。
 5. 工作環境空氣中之水銀蒸氣平均值應不大於 0.23mg/m³。
 6. 標章使用者的名稱以及住址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及地址須一併記載於產品或包裝上。
 7. 產品或包裝上須標示「節省能源及減少汞污染」。



圖 4-1 環保標章

十四、請問要怎樣配合回收廢日光燈管？(資料來源：台灣地區照明燈具輸出業同業公會)

答：環保署自 91 年 1 月 1 日起全面開始正式回收，您可以將整支廢日光燈管送至原販賣點(水電行等)、清潔隊(垃圾資源回收車)、回收點(如回收商等)統一回收。

十五、請問未回收之前，家裡廢日光燈管要如何保管？（資料來源：台灣地區照明燈具輸出業同業工會）

答：第一要項絕不可敲破，因為一敲破，燈管裡面的有毒汞蒸氣外溢會產生危害，最好能完整包好，放置在孩童無法到達的地方，以避免污染。

十六、220V 的螢光燈會比 110V 螢光燈省電嗎？

答：螢光燈管因工作電壓與市電的差距、安定器種類的不同，因此在電能交換上的效率也會有很大的差別。基本上 220V 比 110V 省電的日光燈有：一、40W 傳統或高功螢光燈。二、40W 電子螢光燈。由於 40 瓦日光燈管的工作電壓約 128 伏特，起輝電壓約 205 伏特，在 110V 的電路上使用必須昇壓才能運轉，加上升壓消費的電能會比降壓多。所以 40 瓦日光燈使用 220V 的電路上，因電路設計是降壓，且電壓差距較小因此自能比 110V 省電。

十七、省電燈泡較一般燈泡有何優點？（資料來源：台灣地區照明燈具輸出業同業公會）

答：1. 點燈壽命更持久，達 6000 小時以上。
2. 亮度高，發出全光束高。
3. 三波長域陽光色，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（電子式）。

十八、為什麼省電燈泡不能做為緊急照明？

答：通常緊急照明點燈時間最少要 2 小時以上，而省電燈泡耗電較大最小為 13W，緊急照明所用充電電池無法支應。此外，省電燈泡是用交流 110V，而一般緊急照明電源為直流 6V 或 12V，故無法適用。

十九、「省電燈泡不省電」究竟對不對？

答：政府推動「白熾燈汰換計畫」宣導將「白熾燈汰換為省電燈泡或其他高效率燈具」，並非將日光燈（T9、T8 或 T5 燈管）汰換為省電燈泡，主要原因省電燈泡因其接頭與白熾燈泡相同，且發光效率及壽命均高於白熾燈泡，因此在變動最少的情況下，可用省電燈泡替代白熾燈泡。但對已裝設日光燈之場所，從發光效率及節能觀點來看，不應將日光燈管汰換為省電燈泡。

二十、如何回收廢省電燈泡？（資料來源：台達電子文教基金會）

答：台灣自民國 96 年七月一日起，公告廢省電燈泡為應回收物品，與廢燈管一樣都應妥善交由回收商處理。因為雖然省電燈泡裏的汞，不如 T9 燈管內含 25 毫克的汞來得多，但一顆裏也有 3-5 毫克，若民眾隨意丟棄的話，仍可能會造成土地及水源的污染，並會循食物鍊進入人體，損傷神經系

統。在英國，甚至有研究建議，如果在家裏打破燈管或省電燈泡，最好是打開窗戶通風，民眾並至少離開室內十五分鐘(聯合報 7-Jan-08)。

由於每顆省電燈泡內都含有汞，以目前白熾燈的銷量每年約有 2000 萬顆換算，若全改為省電燈泡，每年國人就多產生 100 公斤的汞。如果這些汞沒有好好處理，以每 5 毫克汞會污染 6000 加侖水換算(中國新聞周刊 4-May-08)，新增的廢棄燈泡將會污染 454 百萬立方公尺的水，比一個石門水庫的容量都還來得多。

目前省電燈泡的回收方式，除了可以直接拿給清潔隊員、拾荒業者及回收站外，包括便利商店、大賣場甚至是水電行，也都可以作逆向回收。有部份地方縣市如台北市，則是訂有單行法規，如果民眾把省電燈泡這類應回收物品，混入一般垃圾裏的話，依規定可罰新台幣 1200 元。基管會執秘林建輝也保證，由於清潔隊員會把燈管等回收品，賣給處理廠當外快，因此也不用擔心他們事後會把回收品混入一般垃圾裏，民眾可多多利用。

二十一、傳統安定器與電子安定器何者壽命長？

答：一般而言螢光燈的安定器使用壽命都很長，不過，傳統型安定器雖本身壽命可長達數十年，但本身功率因數低，因此燈具的耗電量往往很大。而電子安定器的使用壽命雖然不如傳統安定器長，多半只有數年至十幾年左右的壽命，但因功率因數高且可有效舒緩機體與燈管的熱度，可降低燈管溫度與延緩燈管黑化。以普通的日光燈管為例，使用傳統安定器僅能維持一年左右的壽命，但是搭配電子安定器使用的同級燈管卻能維持超過三年的使用壽命。

二十二、電子安定器比傳統安定器省電及電費多少？(資料來源：照明系統 Q&A 節能技術手冊)

答：表4-1 所示為某商業大樓採用電子安定器每年省電費之金額，(電子式與傳統式安定器省能比較)，由表4-2可以清楚地瞭解省電之比率約4~20%。

表4-1 商業大樓採用電子安定器年省電費金額

型式	電壓 (V)	消費電力 (W)		降低耗電		降低用電 (kWh/年)	節省金額 (元/年)
		一般型安定器	電子式安定器	(W)	%		
20W 2 燈	220V	48	39	9	19	19,710	43,362
20W 3 燈	220V	72	60	12	17	26,280	57,816
32W 2 燈	220V	72	72	0	0	-	0
32W 3 燈	220V	106	106	0	0	-	
40W 2 燈	220V	88	76	12	14	26,280	57,816
40W 3 燈	220V	132	112	20	15	43,800	96,360

註：年省電金額是使用500 套燈具，一年點燈4,380 小時。每度電費是依一般商業大樓2.2 元為基準。

二十三、LED 燈節能照明適合住家嗎？

答：LED 照明其實目前尚未完全成熟，尚有問題仍未解決。第一，散熱問題，紅綠燈是由多個單顆 LED 燈泡組成，因散熱無法充分獲得解決，故 LED 很容易燒掉，常常發現裡頭燈泡不亮的情形；第二，散射問題，目前都還在使用單點投射階段，還沒完全研發完成，無法像一般 T5、T8 燈管散射；第三，單價問題，比一般省電燈泡及螢光燈管貴數倍，回收年限相對時間長。綜上所述，目前 LED 並不適於廣泛應用於居家照明，但可取代走廊燈等短暫停留性空間，以及鹵素燈等氣氛照明。

二十四、燈具之 IP 防護等級為何？

答：燈具防止異物和水進入的程度用 IP (ingress protection) 符號表示。在 IP 符號後面緊跟著二個數字，第一個數字表示防止手指、工具以及塵埃進入燈具的程度，第二個數字表示防止水進入的成度。防止異物為第一特徵，共分七級：0、1、2、3、4、5、6；防止水進入為第二特徵，共分九級：0、1、2、3、4、5、6、7、8。其防止的程度分別如表 4-2 和表 4-3 所示。

例如：IP23 燈具，2 表示防止 12mm 的硬物體蹣入，3 表示防止 60° 角方向來的水滴，因此可以說是防雨的燈具。此外，國際上根據防止漏電程度，將燈具按防止漏電的程度分為四級：0、1、和 3 級。0 級燈具是只依賴於基本絕源體來防止觸電的燈具，它沒有接地設備，這種燈具在英國是不允許使用的。1 級燈具不僅依賴於基本絕緣材料來防止觸電，而且還附加接地的安全裝置，一旦帶電部份基本絕緣材料失效後後可使燈具不電。2 級燈具雖然不用接地設備，但除基本絕緣材料以外，還有附加絕緣材料，形成雙層絕緣或外層絕緣的燈具。3 級燈具用安全超低壓 (SELV) 電源防止漏電，或在電源中有不會產生高於對人體有危害的電壓裝置，人接觸這種帶電部件沒有觸電的危險。

表 4-2 燈具 IP 分類防異物的等級和程度

特徵 等級	防護程度	
	簡述	防護細節
0	無防護	無特殊防護要求
1	防止大於 50mm 異物進入	防止大面積的物體進入，例如手掌等
2	防止大於 12mm 異物進入	防止手指等物體進入
3	防止大於 2.5mm 異物進入	防止工具、導線等進入
4	防止大於 1.0mm 異物進入	防止導線，條帶等進入
5	防止小於 1.0mm 異物進入	不嚴格防塵，但不允許過量的塵埃進入以致使設備不能滿意的工作
6	完全防塵	不准塵埃進入

表 4-3 燈具 IP 分類防水等級和程度

特徵 等級	防護程度	
	簡述	防護細節
0	無防護	無特殊防護要求
1	防止水滴進入	垂直下滴水滴應無害
2	防止斜傾 15° 的水滴	燈具外在正常位置和直到傾斜 15° 角時垂直下滴水滴應無害
3	防止灑水進入	與垂直 65° 角處灑下的水應無害
4	防止潑水進入	任意方向對燈具封閉體潑水應無害
5	防止噴水進入	任意方向對燈具封閉體噴水應無害
6	防灌水進入	防止強力噴射的灌水或進入量不損害燈具
7	防浸水	以一定壓力和時間將燈具浸在水中時，進入水量不有害於燈具
8	防淹水	在規定的條件下燈具能持續淹沒在水中而不受影響

【照明控制】

二十五、什麼是照明二線式系統與 DALI 系統？

答：所謂二線式系統係指燈具除了供應電源的電力線之外，另外應用二條訊號線串聯所有的控制開關與控制單元，在進行點滅或調光控制時，控制開關的訊號由二線式系統傳到控制單元，進行實際的點滅或調光控制。DALI (Digital Addressable Lighting Interface)，是數位定址照明通訊協議，DALI 協議是一種用於在照明設備之間傳送數字信息的協議，其核心在於每一個照明燈具都有其自己的設備特定的地址通過一臺主機 (Master) 來實施控制，可以達成照明系統自動控制節能目的。

【效益評估】

二十六、省電燈泡取代白熾燈泡之節能效益如何？（資料來源：照明系統 Q&A 節能技術手冊）

答：(1) 一個 17W 球型省電燈泡，其發出全光束在 680 lm 以上，相當於一個 60W 傳統白熾燈泡之全光束 570lm。所以省電燈泡消耗電力只需傳統白熾燈泡的 1/4 消耗電力，即可發出與傳統白熾燈泡相同之光束，故省電可達 3/4。(詳表 4-4)

表 4-4 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

(2) 經濟效益：(飯店公共場所照明，用電電價一度電以 2 元，每年 6,000 小時點燈計算)

- A. 60W 傳統白熾燈泡點燈 6,000h/年所消耗電力為 360 度電，
 $(60W \div 1,000W/kW) \times 6,000h/年 = 360kWh/年$ ，
 而 60W 傳統白熾燈泡每個壽命只 1,200h 左右，點燈 6,000h/年需用 5 個傳統白熾燈泡。
- B. 17W 省電燈泡點燈 6,000h 所消耗電力為 102 度電，
 $(17W \div 1,000W/kW) \times 6,000h/年 = 102kWh/年$ ，
 17w 省電燈泡點燈壽命在 6,000h 以上
- C. 使用每粒省電燈泡可省電為
 $= (\text{白熾燈泡} - \text{省電燈泡}) \text{用電} = (360 - 102) \text{度}/年 = 258 \text{度}/年$ 。
- D. 使用每粒省電燈泡可省電費為
 $= (\text{白熾燈泡} - \text{省電燈泡}) \text{用電} = (360 - 102) \text{度}/年 \times 2 \text{元}/度$
 $= (720 - 204) \text{元}/年 = 516 \text{元}/年$
- E. 使用每粒省電燈泡投資費用

$$\begin{aligned} &= (\text{省電燈泡} - \text{白熾燈泡}) \text{費用 (電位差)} \\ &= (250 \text{ 元/個} \times 1 \text{ 個} - 13 \text{ 元/個} \times 5 \text{ 個}) = (250 - 65) \text{ 元} = 185 \text{ 元} \end{aligned}$$

F. 回收年限 = 省電燈泡投資費用電價差 ÷ 省電燈泡節省電費
= 185 元 ÷ 516 元/年 = 0.36 年回收

附錄一、CNS 照度標準

辦公室			
照度 Lux	場所 (1)		作業
2000	—		—
1500	—		○設計 ○製圖 ○打字 ○計算 ○打卡
1000	辦公室 (a) (2)，營業所，設計室，製圖室，正門大廳 (日間) (3)		
750	—		—
500	—	辦公室 (b)，主管室，會議室，印刷室，總機室，電子計算機室，控制室，診療室 ○電器機械室等支配電盤及繼器盤 ○服務台	
300	禮堂，會客室，大廳，餐廳，廚房，娛樂室，休息室，警衛室，電梯走道	書庫，會客室，電氣室，教室，機械室，電梯，雜務室	
		—	
200	—	盥洗室，茶水間，浴室，走廊，樓梯，廁所	
150	—	—	
		—	
100	飲茶室，休息室，值夜室，更衣室，倉庫，入口 (靠車處)	—	
75		—	
50	安全梯		
30	安全梯		

註：

- (1)關於室內停車場請參照表 10。
- (2)辦公室如作精細工作，且日間因光線之影響而室外明亮，室內黑暗之感覺希望能選擇 a 之標準
- (3)為避免日間已適應屋外數萬 Lux 的自然光，自進入屋內正門大廳時呈現昏暗之情形，正門大廳照度應予提高，正門大廳日夜間照度可分階段點減調光。

備考：有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

工廠		
照 度 Lux	場 所	作 業
	—	—
3000	○控制室等之儀表盤及控制盤	精密精械，電子零件製造，印刷工廠及細之視力作業如： ○裝配 (a)，○檢查 (a)，○試驗 (a) ○篩選 (a)，○設計，○製圖
2000		
1500	設計室，製圖室	纖維工廠之選別、檢查，印刷工廠之排字、校正，化學工廠之分析等細緻視力工作，如： ○裝配 (b)，○檢查 (b)，○試驗 (b) ○篩選 (b)
1000		
750		
500	控制室	一般之製造工程等之普通視力作業，如： ○裝配 (c)，○檢查 (c)，○試驗 (c) ○篩選 (c)，○包裝 (a)，○倉庫內辦公
300		
200	電氣室，空調機械室	較粗之視力工作，如： ○可限定之工作 ○包裝 (b)，○物品製造 (a)
150		
100	進出口，走廊，通道，樓梯，化粧室，	極粗之視力工作，如：

75	廁所，內具作業場之倉庫	○可限定之工作 ○包裝 (c)，○網紮 (b) (c)
50	安全梯，倉庫，屋外動力設備	○裝貨，卸貨，存貨之移動等諸作業
30		
20	室外 (通道，警備區)	—
10		

備考：

1. 有關相同作業名稱以所看對象物及作業性質之不同而有三種分別。
 - (1) 附表中之 (a) 乃細小物件，深暗色物件，對比不明顯物件尤其據高價值產品，衛生嚴謹場合高精密度作業工作時間長久者等事項。
 - (2) 附表中之 (c) 乃粗物件，亮麗物件，對比明顯物件，環狀物件尤其不具高價值物件等事項。
 - (3) 附表中之 (b) 乃屬於 (1) 和 (2) 之間之諸事項。
2. 具危險性之作業，應有兩倍之照明。
3. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

學校			
照度 Lux	場所 (室內)		作業
--		—	—
1500	—————	製圖教室	○精密製圖 ○精密實驗 ○縫紉 ○打鍵工作 ○圖書閱覽 ○精密工作 ○工藝美術製作 ○黑板書寫 ○天秤計量
1000		縫紉教室	
750		電腦教室	
500			
300	辦公室，教職員休息室，會議室，保健室，餐廳，廚房，配膳室 廣播室，印刷室，總機室，守衛室， 室內運動場		
200	—————	大教室， 禮堂， 儲櫃室， 休息室， 樓梯間， 走廊， 電梯走道， 廁所， 值班室， 工友室， 天橋	
150			
100			
75			
50	倉庫，車庫		
30	安全梯		

備考：

1. 如屬視力、聽力不良之兒童、學生使用之教室、實驗、實習工廠時，可將照度提高上述所定基準值兩倍(其原因係因聽力不良之兒童，必告看別人口唇之動作去判斷別人所說的詞句)。
2. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

醫院			
照度 Lux	場所	作業	
--	—	—	
10000	視功能檢查室（眼科明室）(4)		
7500			
5000	—	○解剖檢查，○助產，○急救，○視診，○注射，○製藥，○調藥，○檢查，○技術加工，○櫃台事務	
3000			
2000			
1500			
1000	開刀房 (5)	○繃帶更換（病房） ○裝卸石膏模	
750	診療室，治療室，急救室，產房，院長室，辦公室，研究室，會議室，護士室，藥局，製藥室，配藥室，解剖室，病理細菌檢查室，事務室，圖書室，正門。		
500		--	
300		嬰房，紀錄室，候診室，會客室，門診部走廊	○病床上看書
200			
150	麻醉室，回復室，太平間，更衣室，浴室，化粧室，洗手間，污物處理室，洗衣場，病歷室，值夜室，樓梯	病房，X光室（攝影、操作、判讀），物理治療室，溫水浴室，冷水浴室，運動機械室，聽力檢查室，滅菌室，藥品倉庫	
100			
75			--
50	動物室，暗室（照片），安全梯	—	
30	—		
20			
10			
5			
2			
1	深夜之病房及走廊 (7)		

註：

(4)最好能調光至 50Lux

(5)開刀房隻照度應以無影燈將手術台上直徑 30cm 範圍內維持 20000Lux 以上

(6)能調至 0 Lux

(7)使用照腳燈等

備考：

1. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

2. 診所照度與醫院同

商店、百貨店、其他												
照度 Lux	商店之一般共同事項	日用品店 (雜貨、食品)	超級市場 (自助式)	大型店 (8) (百貨公司、大批發店)	服飾店 (衣料、眼鏡、鐘錶等)	文化品店 (家電、樂器、書籍)	趣味休閒用品店	生活別專用店 (家庭工藝器具、育嬰、料理等)	高級專門店 (貴金屬、衣服、藝術品等)			
--	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
3000	○局部陳列室	—	○主陳列室	○櫥窗之重點， ○展示部， ○店內重點陳列部	○櫥窗之重點	○櫥窗之重點， ○店內之陳列部	—	—	○櫥窗之重點			
2000				○專櫃， ○店內陳列						舞台商品之重點	○櫥窗之重點	○店內重點陳列品
1500				—						—	○櫥窗之重點	○店內重點陳列品
1000	○重點陳列部， ○結帳櫃檯， ○電扶梯上下處， ○包裝台	○重點陳列部	店內全般 (鬧區商店)	主商品銷售， 特價品部份， ○服務專櫃	○重點陳列， ○專案櫃， ○試穿室	○室內陳列， ○服務專櫃， 試穿室 (9)， 櫥窗之全般	○室內陳列之重點， 模特兒表演場， 櫥窗之全般	○展示室	○一般陳列品			
750	電梯大廳， 電扶梯	○重點部份， ○店面	店內全般 (郊外商店)	一般樓層之全般	店內全般 (特別部份除外)， ○特別陳列部	店內全般， ○具鼓舞性指標之陳列	○店內一般陳列， ○特別陳列， ○服務專櫃	店內全般， ○服務專櫃	○服裝專櫃， 設計發表專櫃			
500	○一般陳列室， 洽商室	店內全般		高樓層之全般					—	—	—	—
300	接待室		—	—	—	—	—	—	—			
200	化粧室，廁所，樓梯，走廊		—	—	—	○特別部之全般	○具鼓舞性指標之陳列部之全般	—	—	店內全般		
150	—	—	—	—	—	—	特別部之全般	—	—			
100	休息室，店內全般	—	—	—	—	—	—	—	—			
75												

註：

(8)大型店之量販場因業別而需必要效果時，可用相對事項。

(9)試穿室等乃希望設調光裝置以方便減光。備考：1.有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

2. 白天屋外正面櫺窗之重點希望 10000Lux 以上。
3. 重點陳列之局部照明之照度，希望在全般照明之三倍以上。

美術館、博物館、公共會館、旅館、公共浴室、美容院、理髮店、飲食店、戲院								
照度 Lux	美術、博物館	公共會館	旅館、飯店	公共浴室	美容院、理髮店	餐廳、飲食店	旅遊飲食店	戲院 (11)
--	—	—	—		—	—		
1500	○雕刻 (石、金屬) ○模型	○化妝室面鏡(11) ○特別展示室	○前廳櫃檯， ○結帳櫃檯	—	○剪燙髮， ○染髮， ○整髮， ○化妝	○食品樣品櫃	—	—
1000								
750	○雕刻 (石膏、木、紙) ○西畫、研究室、調查室、販賣部、大廳	圖書閱覽室，教室	停車處，大門，廚房，事務室	○櫃檯 ○衣物櫃 ○浴場走廊	○修臉， ○整裝，○洗髮， ○前廳掛號台	集會室，廚房調理房， ○餐桌， ○帳房， ○前廳掛號台， ○貨物收受台	○餐桌， ○帳房， ○貨物收受台	出入口，販賣店，樂隊區，售票室
500								
300	○繪畫 (附玻框) ○國畫， ○工藝品， ○一般陳列品，廁所，小集會室，教室	宴會場所，大會議場，展示會場，集會室，餐廳	○行李櫃檯， ○洗面鏡 (10)	宴會場所	出入口，更衣室，淋浴處，泡浴槽，廁所	店內廁所	正門，休息室，餐室，洗手間	觀眾，前廳休憩室，電氣室，機械室，洗手間，廁所
200								
150	○模仿製品，標本展示，餐飲部，走廊樓梯	禮堂，結婚禮堂，準備室，樂隊區，洗手間	娛樂，更衣室，走廊	走廊	走廊，樓梯	走廊，樓梯	出入口走廊，正門，樓梯，房間內(全般)	放映室，控制室，樓梯，走廊， ○後場作業場所

100			客房(全 般), 樓 梯,浴 室	○庭院 重點照 明					
75	收藏室	儲藏室						—	—
50									
30									
20	幻燈片放 映用之簡 報室	—	—	—	—	—	—	以氣氛 為主之 酒吧,咖 啡廳	控制室 (上演 中) 放映室 (上映 中)
10								酒廊之 座位, 走廊	—
5									
2	—		安全燈					—	觀眾席 (上演 中)

註：

(10)以對人物垂直面照度

(11)不含舞台照明

備考：有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

住宅																												
照度 Lux	起居間	書房	兒童 作業室	客廳	廚房 餐廳	臥房	家事室 工作室	浴室 更衣室	洗手間	走廊 樓梯	儲倉室	玄關 (內側)	門、玄關 (外側)	車庫	庭園													
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
2000	○手藝 ○縫紉	—	—	—	—	—	○手工藝 ○縫紉 ○縫衣機	—	—	—	—	—	—	—	—													
1500																												
1000																												
750	○閱讀	○寫作	○作業 ○閱讀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
500	○化粧 (10) ○電話 (14)	—	—													○餐桌 ○調理 ○水洗槽	○看書 ○化粧	○工作	○修臉(10) ○化妝(10) ○洗臉	○鏡子	—	○清潔 ○檢查	—					
300	○團聚	—	○遊玩	○桌面 (12) ○沙發	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
200	○娛樂 (13)		—													○洗衣	—	○裝飾櫃										
150	—		—	—												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○宴會 ○聚餐		
100	—	—	全般	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
75			—													—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
50	全般	—	—	全般	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○門牌 ○信箱 ○門鈴鈕	全般	陽台， 全般												
30	—			—										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
10																—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5																—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
1																	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						深夜							安全燈		安全燈													

- 註：
- (12)對全般照明照度另作局部性的提高照明設備使室內照明不流於平凡而富有變化為目的。
 - (13)趣味性讀書當作娛樂看待。
 - (14)其他場所也準用。

- 備考：
1. 各類場所依其用途全般照明及局部照明能併用較妥。
 2. 居住間、客廳、臥房等最好有可調光設施。
 3. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

附錄二、各類空間照明品質及耗能建議基準

照明節能改善之基本思維，乃為於確保應有照明品質之條件下，追求最低之照明耗能。因此，進行照明節能時，首應確認照明之品質是否良好。一般而言，照明品質與照度、眩光、演色性、輝度及均齊度等項目有關。其中，照度值(Lux)應可視為目前評估照明品質之最重要基礎指標。另一方面，在照明耗能部分，目前國內外均使用照明功率密度(W/m²)做為基礎評估指標之一，若再考慮空間環境及照明器具安裝狀況之整體照明效果後，則可以單位照度之照明功率密度(W/m²·Lux)進行評估。

綜合上述，本指南以空間分類為基礎，提出照明品質面向之“作業面照度”及“其他項目”等兩項，耗能面向之“照明功率密度”及“單位照度之照明功率密度”等兩項，上述共計四項之“照明品質及耗能現況評估參考指標與基準”(表)，供舊有建築物進行照明節能改善時參考。

此外，有關出口標示燈及避難方向指示燈部分，於符合法規之照明條件要求下，本指南建議可採用低耗能且低維護需求之LED光源燈具，以節省能源使用。

各類空間之照明品質及耗能評估參考基準表			
參考基準		耗能	
空間分類			
建物類別	空間類別	照明功率密度 (W/m ²)	單位照度之照明功率密度 (W/m ² ·Lux)
通用	出入門廳	≤10	≤0.03
	走廊	≤10	≤0.03
	梯間	≤6	≤0.03
	休憩	≤10	≤0.03
	一般餐廳	≤10	≤0.03
	停車位	≤6	≤0.03
	室內車道	≤10	≤0.03
	戶外活動空間	≤6	≤0.03
辦公室	辦公座位區	≤15	≤0.03
教室	座位區	≤15	≤0.03
	黑板	-	-
住宿	臥室	≤10	≤0.03
商場	產品展售區	≤20	≤0.03
	營業餐廳	≤12	≤0.03

附錄三、國內市售螢光燈之參考資料

國內市售螢光燈之參考資料，由於各家廠牌特性略有不同，此表僅供參考。照明設計者應根據欲選用廠牌之登載資料參考之。(資料來源：本研究整理)

市售 T5 高效率螢光燈管 14W 各廠型錄比較表							
編號	色溫度 (°k)	消耗電力(w)	燈管長度 (mm)	燈管直徑 (mm)	最初光束 (lm)	燈管效率 (lm/w)	備註
1	6500	14	549	16	1350	96	東亞
2	6500	14	549	17	1100	79	飛利浦
3	6500	14	549	16	1100	79	OSRAM
4	6500	14	549	16	1250	89	奇異
5	4000	14	549	16	1350	96	東亞
6	4000	14	549	17	1200	86	飛利浦
7	4000	14	549	16	1200	86	OSRAM
8	4000	14	549	16	1350	96	奇異
9	3000	14	549	16	1350	96	東亞
10	3000	14	549	17	1200	86	飛利浦
11	3000	14	549	16	1200	86	OSRAM
12	3000	14	549	16	1350	96	奇異
13	2700	14	549	17	1200	86	飛利浦
14	2700	14	549	16	1200	86	OSRAM
15	2700	14	549	16	1350	96	奇異

市售 T5 高效率螢光燈管 28W 各廠型錄比較表							
編號	色溫度 (°k)	消耗電力(w)	燈管長度 (mm)	燈管直徑 (mm)	最初光束 (lm)	燈管效率 (lm/w)	備註
1	6500	21	849	16	2100	100	東亞
2	6500	21	849	17	1750	83	飛利浦
3	6500	21	849	16	1750	83	OSRAM
4	6500	21	849	16	1950	93	奇異
5	4000	21	849	16	2100	100	東亞
6	4000	21	849	17	1750	83	飛利浦
7	4000	21	849	16	1900	90	OSRAM
8	4000	21	849	16	2100	100	奇異
9	3000	21	849	16	2100	100	東亞
10	3000	21	849	17	1900	90	飛利浦
11	3000	21	849	16	1900	90	OSRAM
12	3000	21	849	16	2100	100	奇異
13	2700	21	849	17	1900	90	飛利浦
14	2700	21	849	16	1900	90	OSRAM
15	2700	21	849	16	2100	100	奇異

市售螺旋燈泡綜合比較表							
編號	色溫度 (°k)	消耗電力 (w)	燈管長度 (mm)	燈管直徑 (mm)	最初光束 (lm)	燈管效率 (lm/w)	備註
1	6500	13	110	46	715	55	東亞
2	2800	13	110	46	715	55	東亞
3	6500	13	124	46	831	64	飛利浦
4	2700	13	124	46	901	69	飛利浦
5	2700	13	118	52	850	65	OSRAM
6	6500	13	118	52	800	62	OSRAM
7	2700	13	96	60	933.14	71.78	奇異
8	6500	13	96	60	813.93	62.61	奇異
9	6500	21	134	50	1155	55	東亞
10	2800	21	134	50	1155	55	東亞
11	6500	20	133	49	1115	56	飛利浦
12	2700	20	133	49	1129	56	飛利浦
13	2700	20	127	60	1200	60	OSRAM
14	6500	20	127	60	1200	60	OSRAM
15	2700	20	148	-	1483.2	74.16	奇異
16	6500	20	148	-	1312	65.6	奇異
17	6500	23	140	50	1265	55	東亞
18	2800	23	140	50	1265	55	東亞
19	6500	23	140	52	1417	62	飛利浦
20	2700	23	140	52	1449	63	飛利浦
21	2700	23	132	60	1380	60	OSRAM
22	6500	23	132	60	1380	60	OSRAM
23	2700	23	136	-	1440.72	62.64	奇異
24	6500	23	136	-	1404.15	61.05	奇異

市售螢光燈綜合比較表							
編號	型號	色溫度 (°k)	消耗電力(w)	燈管長度 (mm)	燈管直徑 (mm)	最初光束 (lm)	燈管效率 (lm/w)
1	FH 14DEX	6500	14	549	16	1350	96
2	FH 14WEX	4000	14	549	16	1350	96
3	FH 14LEX	3000	14	549	16	1350	96
4	FH 21DEX	6500	21	849	16	2100	100
5	FH 21WEX	4000	21	849	16	2100	100
6	FH 21LEX	3000	21	849	16	2100	100
7	FH 28DEX	6500	28	1149	16	2900	104
8	FH 28WEX	4000	28	1149	16	2900	104
9	FH 28LEX	3000	28	1149	16	2900	104

附錄四、螢光燈管用安定器光效因數基準

螢光燈管用安定器包括傳統式安定器及電子式安定器，其光效因數須符合如下之基準。

安定器類型	型式	預熱型								非預熱型 (含瞬時型)			
	適用螢光燈管區分	直管型					環管型			20	40	60	100
	10	15	20	30	40	20,22	30,32	40					
安定器光效因數 (BEF)	額定燈管功率 W	10	11~15	16~20	21~30	31~40	18~20 19~22	28~30 30~32	38~40	16~20	31~40	51~60	100~110
	1燈	6.260	4.510	4.780	2.900	2.290	4.405	2.900	2.290	4.780	2.290	1.059	0.629
	2燈	3.000	2.307	2.450	1.460	1.170	2.202	1.460	1.170	2.450	1.170	0.536	0.390
	3燈	2.000	1.552	1.675	0.970	0.750	1.450	0.970	0.750	1.675	0.750	0.357	0.211
	4燈	1.500	1.169	1.200	0.730	0.600	1.200	0.730	0.600	1.200	0.600	0.269	0.159
<p>1. 適用螢光燈管類別係依 CNS 691 螢光燈管(一般照明用)規定。</p> <p>2. 安定器光效因數(BEF)之計算為燈管平均光輸出比乘以 100 再除上安定器、燈管系統輸入功率，並以四捨五入方式計算至小數點第三位數，光輸出比之試驗方法依照 CNS 13755 相關規定，安定器光效因數實測值不得低於上表基準值，並在產品標示數值之 95% 以上。</p> $\text{安定器光效因數} = \frac{\text{燈管平均光輸出比} \times 100}{\text{代測安定器、燈管系統輸入功率 (W)}}$ <p>3. 安定器光效因數檢測時，如 CNS 13755 附錄 1 及附錄 2 無試驗用安定器及試驗用燈管可供測試使用者，不在本基準適用範圍內。</p>													

資料來源：經濟部能源局

附錄五、諮詢單位

提供國內部分具有照明專業單位，供民眾諮詢解惑，進一步了解照明之節能改善技術。

單位名稱	地址/聯絡電話
內政部建築研究所	台北市敦化南路二段 333 號 13 樓 電話：(02) 2736-2389 傳真：(02) 2378-0355
經濟部能源委員會	台北市復興北路二號 13 樓 電話：(02) 2772-1370 網址： ttp://www.moeaec.gov.tw/Ecw.asp
教育部環保小組	台北市忠孝東路一段 172 號 3 樓 電話：(02)3343-7893
財團法人中華建築中心	台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓 電話：(02) 8667-6398 傳真：(02) 8667-6397
台北科技大學 永續環境與綠建築研發中心	台北市大安區忠孝東路三段 1 號 電話：(02) 2771-2171 分機 2906 傳真：(02) 2771-8018
國立台灣科技大學電機系	台北市大安區基隆路 4 段 43 號 電資館 2 樓 電話：(02) 2737-6685 傳真：(02) 2737-6699
工業技術研究院能資所	新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 53 館 101 室 電話：(03) 591-2396~8 網址： http://www.itri.org.tw/chi/index.jsp
台灣區照明燈具輸出業 同業公會	三重市重新路 5 段 609 巷 14 號 9F-3 電話：(02) 2999-7739
中華民國建築學會	台北市基隆路一段 369 號 9 樓 電話：(02) 2758-9959 傳真：(02) 2729-2653
台灣照明學會	台北市羅斯福路三段 242 號 0702 室 電話：(02) 2366-7662
財團法人台灣 綠色生產力基金會	台北縣新店市寶橋路 48 號 5 樓 網址： http://www.tgpf.org.tw/
中華民國電機技師公會 全聯會	台北市忠孝東路四段 9 之 10 號 13 樓 電話：(02) 2778-8898 傳真：(02) 2778-8900
中華民國建築師公會 全聯會	臺北市基隆路二段 51 號 13 樓之 1 電話：(02) 2377-5108

參考文獻

中文書目

1. 照明系統 Q&A 節能技術手冊，經濟部能源局/財團法人台灣綠色生產力基金會。
2. 辦公室照明設計節能參考手冊之研究，內政部建築研究所。
3. 周鼎金、江哲銘，2004.5，學校教室照明與節能手冊，教育部。
4. 黃建誠、林延彥，綠色照明改善案例，海峽兩岸第十五屆照明科技與營銷研討會：頁 340-350。
5. 羅憶、劉忠偉主編，2007，建築節能技術與應用，北京市：化學工業出版社。
6. 黃建誠、林振芳，2006，節能省電救地球：一本提供省錢妙招的環保小百科，新自然主義出版社。
7. 李振綱，2008.08，專家診斷系統於建築省能最佳化設計應用，國立中山大學機械與機電工程研究所碩士論文。
8. 建築物節能升級手冊，2001.11，行政院環境保護署。
9. 照明設計手冊，2006，北京照明學會照明設計專業委員會。
10. 照明裝置能源效益守則，2007，能源效益事務機電工程署。
11. 學校教室照明與節能參考手冊，2004，教育部。
12. 蕭弘清，照明系統之節能技術。
13. 合理教室照明與節約能源，2000，台灣照明學會。
14. 許招庸，1998，現代照明實務，全華科技圖書股份有限公司。
15. 許招庸，1999，照明設計，全華科技圖書股份有限公司。
16. 石曉蔚，1996，室內照明設計原理，淑馨出版社。
17. 石曉蔚，1997，室內照明設計應用，淑馨出版社。
18. 李碩重，1993，照明設計學，全華科技圖書公司。
19. 林品章，1993，設計與視覺環境，藝術家出版社。
20. 袁宗南，2004，照明設計之光饗宴，百順資訊管理顧問有限公司。
21. 詹慶旋，1991，建築光環境，淑馨出版社。
22. 葉素玲，1999，視覺與認知，遠流出版事業有限公司。
23. 周鼎金、陳海曙，1995，建築設備法規彙編，裕祥出版社。
24. 吳財福、吳永駿、余德鴻，1996，調光電子安定器，全華科技圖書公司。
25. 周鼎金，1998，學校教室照明推廣手冊，內政部建築研究所。
26. 屠其非、徐蔚，2004，學校照明，上海市：復旦大學出版社。

研究報告

1. 徐虎嘯、高嘉隆，2008.12，常見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。
2. 蔡介峰、徐富國，2008.12，節能光源效率雖衰減與耐久性實驗，內政部建築研究所自行研究期末報告。
3. 蔡介峰，2006.12，常見人工光源測試研究，內政部建築研究所自行研究報告。
4. 工業技術研究院，2008.12，室內照明燈具節能標章能源效率基準及標示期末報告。
5. 周鼎金，1996.07，建築物照明耗電評估模式之研究，行政院國家科學委員

會專題研究計劃成果報告。

6. 謝冠群、宋平生、吳福泉、尹守信，1995.01，調光型電子式日光燈安定器之研製，財團法人台灣大電力研究試驗中心建教合作計劃成果報告。

外文書目

1. DIANE Publishing, Energy Saver\$: Tips on Saving Energy& Money at Home (U.S. Department Of Energy) .20。
2. Kao Chen, 1919, ENERGY Management in Illuminating Systems。
3. 松下 進, 2008, 図解入門よくわかる最新照明の基本と仕組み. 秀和システム。
4. PIER, 2003, Draft Lighting Applications Evaluation Report, PIER Lighting Research Program。
5. Judith Block, 1993, Iesna Lighting Handbook Preference & Application, Illuminating Engineering Society of North America New York。
6. Kevin Dowling, 2005/11, Crossing the CHASM。Lighting Design+ Application。
7. Ron Newbold, 2006, LEDs For General Illumination-LEDs A Call for Standards。Lighting Design+ Application。
8. Randall Whitehead, 1998, The Art of Lighting. Gloucester Massachusetts: Rockport PublishersInc。
9. Gordon& Gary, 2003, Interior Lighting For Designers. 4rd. Hoboken New Jersey: John& Sons Inc。

網站

1. 吳照麟, 2009. 3. 11, 「全球節能燈概況與規範倡導」
<http://www.ledlightfair.com/ft/mrzx_list.asp?id=54>
2. The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ),
<<http://www.eccj.or.jp/index.html>>
3. ENERGY STAR, <www.energystar.gov>
4. 台灣電力公司網站, <<http://www.taipower.com.tw>>
5. 中國電器股份有限公司, <www.chinaelectric.com.tw>

舊有建築物照明節能技術應用之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：台北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：

出版年月：98 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-986-02-1863.