

辦公室照明設計節能參考手冊之研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國九十六年十二月

辦公室照明設計節能參考手冊之研究

受委託者：國立臺北科技大學

研究主持人：陳瑞鈴組長

協同主持人：周鼎金教授

研究助理：黃竣道 賀大行 林成翰

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國九十六年十二月

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

A study of energy saving manual for office lighting

BY

Chen, Ruei-Ling

Chou, Ding-Chin

December, 2007

目次

表次 (研訂計畫篇)	I
圖次 (研訂計畫篇)	III
表次 (研究成果篇)	V
圖次 (研究成果篇)	VI
摘要	IX
壹、研訂計畫篇	
第一章 緒論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究方法與流程	2
第三節 工作項目與具體成果	4
第二章 相關文獻回顧	5
第三章 研訂過程	13
第一節 國內辦公室照明與使用現況分析	13
第二節 實驗計畫	19
第三節 電腦模擬	23
第四節 實驗與模擬數值分析	43
第五節 執行進度	53
第四章 結論與建議	55
附錄一 第一次專家座談會－辦公室照明設計節能諮詢會議	57
附錄二 期末簡報記錄及處理情形	59
附錄三 第二次專家座談會－辦公室照明設計節能諮詢會議	61
附錄四 期末簡報記錄及處理情形	63

貳、研究成果篇

第一章 前言.....	67
第二章 良好的辦公室照明.....	69
第一節 辦公室照明的目的與條件.....	69
第二節 辦公室照明設計指標.....	70
第三節 辦公室照明系統.....	75
第四節 良好辦公室照明實例.....	81
第三章 辦公室照明節能.....	85
第一節 光源.....	85
第二節 燈具.....	90
第三節 電子安定器.....	92
第四節 照明控制.....	94
第五節 照明節能評估.....	96
第四章 辦公室照明設計節能參考範例.....	105
附錄一 辦公室照明設計節能檢核表.....	133
附錄二 辦公室照明設計節能參考基準表.....	135
附錄三 實驗燈具配光曲線資料.....	137
附錄四 辦公室自我照明檢測時所需儀器.....	143
附錄五 辦公室照明之維護管理.....	145
參考文獻.....	149

摘要

關鍵詞：辦公室照明、節能、照明設計

一、研究緣起

根據台灣台電公司統計國內之建築照明耗能佔全國總耗能之 5% 以上，亦佔建築耗能之 30%，並有逐漸上升之趨勢。台灣建築耗能現況在辦公建築中，夏季以空調用電為最大比例，冬季則以照明用電為主。一般辦公室照明用電約佔總用電之 35~40%，並且綠建築評估指標之日常節能指標以建築外殼、空調系統及照明系統之能源效率為主要評估對象，故如何有效的降低辦公室照明之耗能為重要課題。目前國內並無針對設計者提出辦公室照明之參考手冊，本研究期望提供建築師、電機技師等設計者之參考資料，以建立正確之照明設計節能觀念。

二、研究內容

- 1、蒐集國內外辦公室照明與節能之相關文獻。
- 2、分析國內目前辦公室照明之使用現況。
- 3、用照明實驗室之設施與儀器，實際模擬具代表性之辦公室照明型式之照度、輝度分佈與用電情形。
- 4、利用照明軟體模擬分析與實驗比對，進一步利用電腦模擬各種照明設計之照度與節能之效果。
- 5、分析各種辦公室照明設計節能之方式。

三、研究方法

- 1、資料收集法
- 2、實驗法
- 3、專家意見收集法
- 4、電腦模擬法
- 5、比較分析法

四、主要建議事項

- 1、本計畫利用本所性能實驗中心之照明實驗室，進行實際測試，所得數據可印證模擬軟體之可信度，亦可實際分析照明效果，因此本實驗室之功能藉此計畫驗證可以發揮相當好的功效，建議後續可以加強推廣利用。
- 2、本計畫研究初步分析得到照明節能的手法，但是由於照明節能涉及甚多因素，未來可繼續利用本所性能實驗中心實驗設備進一步探討之，所得資料可以作為未來研擬設計規範之參考。
- 3、本計畫所完成的參考手冊，已具初步架構及內容，建議後續能再加以美編，並以圖文並茂方式呈現，爾後印製成小手冊來推廣之。

ABSTRACT

keywords : office lighting, energy saving, lighting design

It is counted that building artificial lighting consumes 5% of energy consumption in Taiwan, and which normally consumes 30% overall energy of a building and is getting higher during past, therefore to reduce lighting energy consumption become an important concern .Office buildings have major ratio at air condition power consumption in summer times and lighting power consumption in winter times. Office building normally consumes lighting power 35% ~40% overall energy of a building, and Taiwan green building evaluation index has an energy saving index which contains building envelope, air condition system and lighting system, so it is an important issue for reducing office lighting power consumption. But it is short of an office lighting energy saving manual for lighting designer. This study tries to provide a reference for architect, electric engineer to establish an accurate concept for energy saving of office lighting design.

Research contents include:

1. To collect office lighting and energy saving relative reference.
2. To investigate and analyze office lighting environment at present.
3. To test the prototype office lighting by lighting laboratory equipment at ABRI building performance experiment group.
4. To simulate the performance of office lighting and energy saving by lighting software.
5. To analyze and provide all kinds of the energy saving method for office lighting.

壹、研訂計畫篇

貳、研究成果篇

第一章 緒論

第一節 研究動機

依照全國能源會議結論，為推動節約能源政策，率先由政府機關推動執行，祈產生示範效果，引導民間工商業採行，並藉此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識。因此對於政府機關之節能，照明用電之節約，是重要推展與宣導項目。

目前對於建築物照明之節能研究，大多為現況調查與建立耗能指標，尚無實際之實驗。而本所人工光及自然光實驗室已建置完成，其中照明實驗室係屬國內最具特色之照明實驗室，本研究期望藉由操作運用本實驗室 6m 高之電動升降式活動天花板，以及 25 點照度檢出器、點線面輝度與色度分佈測定裝置，進行室內空間照度分佈品質之實驗分析，以實際與科學性的分析，提出辦公室照明設計節能之方式，將具有非常重要之參考價值。並可藉此檢討照明實驗室之操作功能，進而使本實驗室能發揮最佳效益。

第二節 研究方法與流程

一、研究方法

本研究計畫主要分為實驗室標準試驗程序與電腦模擬之資料收集兩大部分，是為辦公室照明設計節能參考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

1. 蒐集國內外有關照明設計與使用現況。
2. 蒐集國內外有關照明節能之文獻。

(二) 實驗法

1. 實際模擬實驗不同形式之燈具。
2. 實際模擬實驗不同室型之照明之質量。

(三) 專家意見收集法

舉辦座談會或訪談專家學者，以利實驗之進行，並獲得相關資訊，以利手冊之編撰。

(四) 電腦模擬法

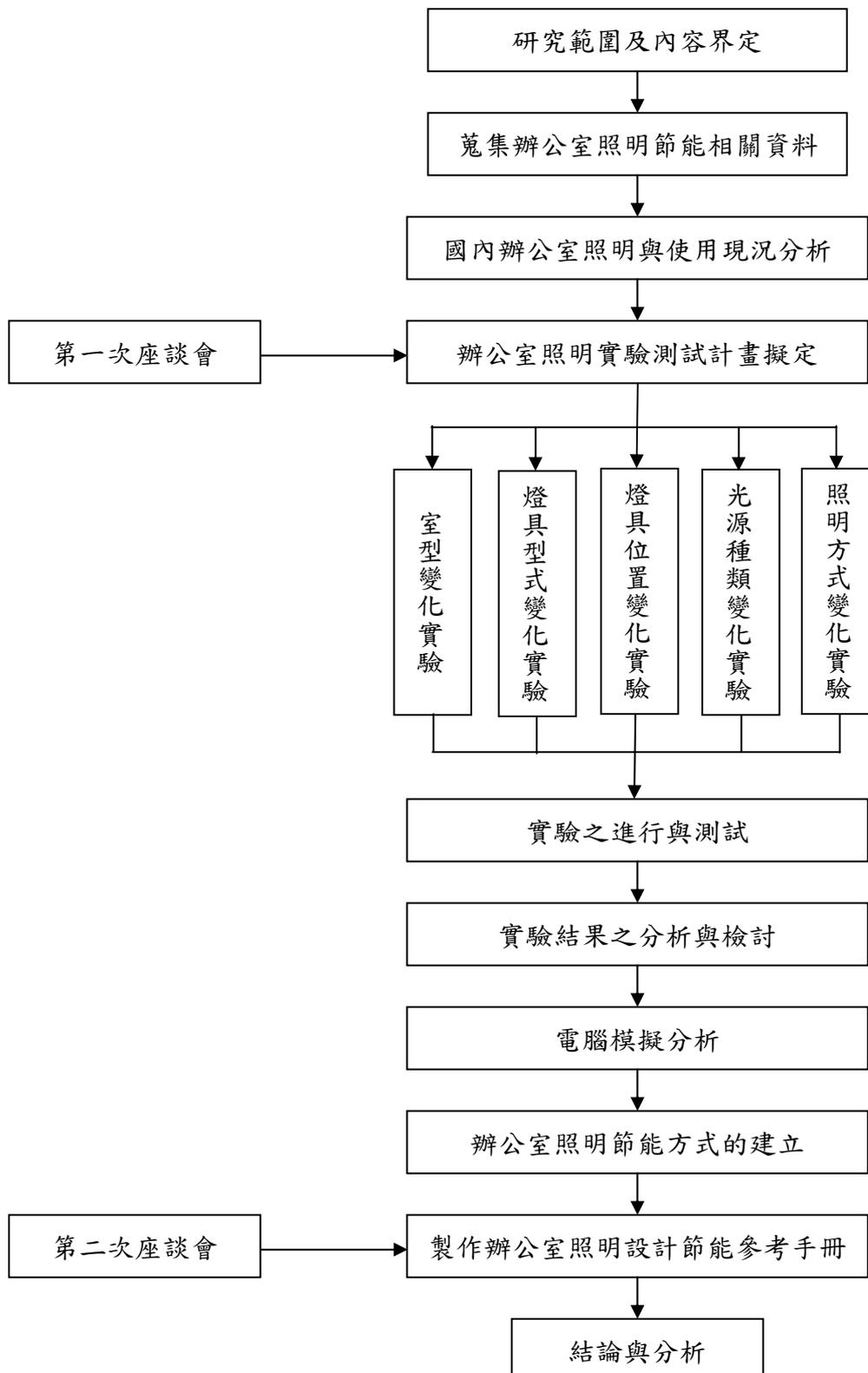
經由實驗結果，可進一步利用照明軟體修正比對，進而利用電腦模擬分析各種不同之辦公室照明方式。

(五) 比較分析法

綜合資料蒐集、實驗內容、電腦模擬分析，比較分析出辦公室照明設計之節能方式。

二、研究步驟

本研究之研究流程如下：



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：

1. 完成辦公室室型變化與各種照明型式之照明效果。
2. 完成之各種辦公室照明環境與照明節能之方式，供照明設計相關人員參考。
3. 完成之研究成果，可供行政機關推動辦公室照明節能之參考依據。
4. 對於性能實驗中心人工光環境實驗室之照明實驗室之研究與推廣，提出實驗應用之範例。

第二章 相關文獻回顧

本計畫蒐集國內外有關辦公室照明與節能之相關文獻，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：許招墉（2006.10），”照明手冊（第二版）”，〈照明學會〉

首先進行照明設計，根據資料確認辦公大廈的概要：

- (1) 確認辦公室的用途、目的。
- (2) 確認與建築相關的項目。
 - ①建築物的條件：建築物用地、方位。
 - ②房間的條件：建築內部房間的配置、房間的大小、窗戶的位置與形狀、房間的分隔、房間的內飾。
- (3) 房間的利用形態：工作內容、桌子與物品的配置、工作人員的年齡構成。
- (4) 活動路線設計：在辦公室進行的工作內容為各式各樣，隨著各房間工作內容的不同，照明環境也要不同，當在各房間走動時為了不會產生差異感，要掌握好活動路線狀況。
- (5) 照明方式的選擇：辦公室中的大房間很多，為使辦公桌與物品在任何地方都可以放置，採用一般照明的比較多；分隔小房間時，注意不要發生照明不足的現象，或使照明點燈迴路獨立，可以分別亮燈。

隨著最近出現的準單間傾向，為使工作人員更加集中，或保護工作人員的隱私，確保每個工作人員的空間，很多採用格板分割的方式。為了適應工作人員的個別照度水準，節約能源，應採”目標環境照明”。由於建築的用途、使用方法的不同，能量的消耗也不同，需對建築實施適當的節能措施。為了減少建築的能量消耗，首先把握建築耗能的特徵、實際狀態非常重要。

以前，照明燈具多是安裝在天花板作為一般照明使用。如果採用目標環境照明，在桌子上放置燈具，只需安裝相當於於天花板一般照明的 1/3 左右燈具。一般辦工場所，人周圍的照度應為 600 lx。桌面與周圍的照度比應控制在 3：1 以下，故環境照明 200 lx，人附近照明 400 lx。

文獻二：蔡必超、簡永和、陳文周（2005.09），”建築照明節能設計規範初探”，
 <照明學刊，第 22 期>

我國對於照明節能設計規範尚未有明確的專章出現，散見於如下：

- (1) CNS 照度標準：我國國家標準總號 12112 即訂有照度標準，適用範圍包括辦公室、工廠、學校、醫院等凡 28 種建築或場所。

表 2-1 辦公室照度標準

場 所(1)		作業
2000	—	—
1500	辦公室(a)(2), 營業所, 設計室, 製圖室, 正門大廳(日間)(3)	○設計 ○製圖 ○打字 ○計算 ○打卡
1000		
750	—	○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 ○電器機械室之配電盤及計器盤 ○服務台
500	禮堂, 會客室, 大廳, 餐廳, 廚房, 娛樂室	
300	休息室, 警衛室, 電梯走道	
200	書庫, 會客室, 電器室, 教室, 機械室, 電梯雜物室	
150	—	
100	盥洗室, 茶水間, 浴室, 走廊, 樓梯, 廁所	
75	飲茶室, 休息室, 值夜室, 更衣室, 倉庫, 入口(靠車處)	
50	—	
30	安全梯	

資料來源：中國國家標準

- (2) 螢光燈管能源效率標準：在節能標章產品要求發光效率達需達 90lm/w，演色性指數 $Ra \geq 80$ ，緊密型螢光燈管之能源效率標準亦在研議中。
- (3) 換器與空氣調節設備技術規範：係內政部營建署於 1986 年所公佈的換氣與空氣調節設備技術規範中，依照建築物種類的不同，規定各主要空間的照明電力 (w/m^2) 如下表所示：

表 2-2 辦公空間之照明電力規範基準

建 築 物 種 類		照 明 電 力 (w/m^2)	
		一 般	高 級
辦公室建築	辦公室	20~30	50~55
	銀行業務室	60~70	70~100

文獻三：陳瑞軒（2004.12），照明系統規劃設計對節約能源之考量，

〈照明學刊，第 22 期〉

- (1) 桌的排列方式是規則排列或不規則排列，以決定燈具的組合方式。
- (2) 室有兩個單位使用，內部格局不一致，形成部分桌面照度不均勻，周圍背景亮度比太大，讓瞳孔不停地進行調節，使眼睛感到疲勞。
- (3) 統式安定器（線圈型）改成可調光電子式安定器，進行調光及系統控制。
- (4) 燈具分 T-Bar 型、嵌入式、吸頂式三種，配合裝潢使用。目前辦公室 T 型輕鋼架天花板採用 T-Bar 型燈具較多，T-Bar 型燈具可分為空調型與非空調型。
- (5) 辦公室採用全般照明與局部照明混合使用，以全般照明方式照明室內各部份。
- (6) 一年約有 113 小時的晝光可利用，以一棟座北朝南建築物面積約 7545 平方公尺，窗戶面向南方及北方，如充分利用晝光，一年約可節省 2350 度電。
- (7) 辦公室需求之照度約為 450~650Lux，而繪圖、設計、打字等精細工作場所約需 1000Lux 之照度。

文獻四：蔡必超、簡永和（2004.09）”辦公室建築照明品質與能源節約實例分析”，

〈照明學刊，第 21 期〉

本研究由台灣各地現有辦公室建築的照明用電密度與室內照度實測的結果進行群組分析，發現商業辦公建築的各種空間平均照度水準都較機關辦公室的照度水準高。經由照明理論及實務之探討，針對這兩群組不同照度水準的辦公建築，提出不同的照度改善方法，更進一步對實際的改善案例預估其節約能源之投資效益。

根據經濟部能源委員會的資料顯示，辦公大樓的照明用電佔大樓總用電量約 40%，在各類建築物中僅次於百貨公司之照明，所以如何提高照明效率並獲得良好的照明品質，不僅是節約能源的問題，也是地球環境的問題，過去總認為節能改善的投資沒有經濟效益，其實只要針對缺點選對產品，用對改善方法，導入先進的照明設備和技術，根據國內的經驗可以節省 24~50% 的能源，預期節能的照明設計將是今後的主流。

文獻五：周鼎金（1998.10），”辦公建築照明設計耗電簡易評估與應用之研究”，
 <中國工商學報，第 20 期>

本研究首先分析比較國內外照明耗電評估方法之優劣點，並調查辦公室之照明使用現況，了解其照明耗電，再經由電腦模擬分析建立照明耗電模式，並建立更合理且簡易的評估指標，以方便掌握照明耗電情形，以照明最大電力限制之觀念，建立耗電評估基準值。

利用本研究之模式（包含安定器），40w 光源效率定為 60 (lm/w)，器具效率定為 74 (%)，所建議之照明目標效能值 (w/m²)，如表 2-3 所示；20w 光源效率定為 35 (lm/w)，器具效率定為 74 (%)，所建議之照明目標效能值 (w/m²)，如表 2-3、2-4 所示。

表 2-3 建議光源 40 W 之照明目標效能值 (W/m²)

		照度 (lx)							
		100	150	200	300	500	750	1000	1500
室 空 間 比	1	1.87	3.67	5.46	9.05	16.23	25.20	34.18	52.13
	2	9.63	11.43	13.2	16.81	23.99	32.97	41.94	59.89
	3	12.22	14.0	15.81	19.40	26.58	35.55	44.53	62.48
	4	13.51	15.31	17.10	20.69	27.87	36.85	45.82	63.77
	5	14.29	16.08	17.88	21.47	28.65	37.62	46.60	64.55
	6	14.80	16.60	18.39	21.98	29.16	38.14	47.11	65.06
	7	15.17	16.97	18.76	22.35	29.53	38.51	47.48	65.43
	8	15.45	17.24	19.04	22.63	29.81	38.78	47.76	65.71
	9	15.67	17.46	19.26	22.85	30.03	39.00	47.98	65.92
	10	15.84	17.63	19.43	23.02	30.20	39.17	48.81	66.10

表 2-4 建議光源 20 W 之照明目標效能值 (W/m²)

		照度 (lx)							
		100	150	200	300	500	750	1000	1500
室 空 間 比	1	8.21	10.00	11.80	15.39	22.57	31.54	40.52	58.47
	2	15.97	17.76	19.56	23.15	30.33	39.30	48.28	66.23
	3	18.55	20.35	22.14	25.73	32.91	41.89	50.86	68.81
	4	19.85	21.64	23.44	27.03	34.21	43.18	52.16	70.11
	5	20.62	22.42	24.21	27.80	34.98	43.96	52.93	70.88
	6	21.14	22.94	24.73	28.32	35.50	44.48	53.45	71.40
	7	21.51	23.31	25.10	28.69	35.87	44.85	53.82	71.77
	8	21.79	23.58	25.38	28.97	36.15	45.12	54.10	72.05
	9	22.00	23.80	25.59	29.18	36.36	45.34	54.31	72.26
	10	22.18	23.97	25.77	29.36	36.54	45.51	54.49	72.44

文獻六：周鼎金（1998.08），”辦公建築照明設計耗電簡易評估指標與基準之研究”，〈電力電子技術，工業技術研究院能源與資源研究〉

本研究對象為辦公室之人工照明採用全面均齊照明，而照明方式以直接照明為主，且室內空間為完全開放無隔間，光源係選定20W及40W之晝光色標準省電型螢光燈管。照明設計耗電模擬解析模型是依直接照明方式，分別按設計變因及水準利用實驗計畫法之直交排列方式建立，依據結果證實在直接照明之統計迴歸式中，以取E（照度）、 η （光源效率）等2個變數時為最佳模式。

因此，可得到直接照明之簡易模式（UPDs）之耗電評估模式： $UPD_s=0.0366E-0.21156\eta+16.11413$ 。本研究所擬出合理的照明設計用電基準值為 20.9 W/m^2

表 2-5 本模式建立之照明用電基準值 (W/m^2) (不含安定器)

項目		照度 (lx)										
		1500	1000	750	500	300	200	150	100	75	50	30
光源	20W	57.5	39.2	30.0	20.9	13.6	9.9	8.1	6.2	5.3	4.4	3.7
	40W	55.1	36.8	27.7	18.5	11.2	7.6	5.7	3.9	3.0	2.1	1.3

文獻七、郭華生（1998.03），”辦公大樓照明節能改善方法與策略”，〈能源節約技術報導〉

- (1) 合理化檢討並減光。
- (2) 燈採用電子式安定器。
- (3) 省電燈泡取代白熾燈泡。
- (4) 高效率三波長日光燈。
- (5) 高效率電子式安定器匹配 T-8 三波長日光燈管之燈具。
- (6) 自動點滅器及時間控制器。
- (7) 清洗更換燈罩。
- (8) 用自然採光。

重視上列幾點照明節能方法，必可節省照明電費 5~30%不等的效益，由改善辦公室、家庭，到全國各角落的照明，相信可全面降低國內照明耗電，提昇日常生活環境照明品質，並可帶動國內照明產業，擴大產值及經濟發展之長遠效益。

文獻八、周鼎金（1997.09），”建築物照明設計耗電評估模式之研究”，〈中華民國建築學會建築學報，第22期〉

本研究利用理論推導找出耗電影響因素，經統計迴歸分析，得到最具影響的四個變數；照度、光源效率、室指數、器具效率，利用實驗計劃法模擬324個解析模型，分別建立；

直接照明耗電評估模式： $UPD_1=0.0359E-0.2535\eta-3.1039K-0.2306\varepsilon+46.1435$

間接照明耗電評估模式： $UPD_2=0.0630E-1.5048\eta-9.5726K-0.7421\varepsilon+184.7361$

其複修正判定係數分別為0.92、0.80。

本模式並與理論式比較，其複相關係數達0.98，證實本模式預估值與理論公室之計算值具有高度之相關性，本模式僅包含四個變數因此使用簡單，且可隨變數之不同預測照明設計之耗電量，因此較單一固定值為合理。

文獻九：周鼎金（1996.12），”辦公室窗邊人工照明點滅對視覺影響之研究”，〈中華民國建築學會建築學，第19期〉

本研究主要在探討辦公室為了利用晝光而裝設自動點滅系統時，人工照明之點滅過程以及窗邊晝光之投射是否造成室內作業之不良影響，利用實驗之方法來了解室內作業之反應，實驗分為三個部分，一為人工照明燈具點滅干擾作業之視覺心理反應實驗，一為人工照明點滅時窗邊晝光與不同角度的人工光投射作業者臉部所造成臉部表情等感受度之視覺心理反應實驗，一為人工照明點滅時光線變化造成視覺心理與生理反應之實驗，實驗結果發現窗邊配合晝光利用時，進行人工照明燈具之點滅對作業者視覺心理、生理之影響很小。

文獻十：Banu Manav（2007），” An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminance”，〈Building and Environment, 42〉

辦公室中色溫度與照度標準影響主觀評價，本實驗研究得知在舒適度、寬敞度、明亮度及飽和度等之評價 2000 lx 優於 500 lx。色溫度在舒適度與寬敞度之評價 4000 K 優於 2700 K，而 2700 K 較適於放鬆及飽和之評價。另外，實驗結果也顯示，作業面與背景之輝度對比是相當重要之因素，受測者喜歡照明為色溫度混合之氣氛。

**文獻十一：Y. Akashi、P.R.Boyce(2006)，” A field study of illuminance reduction”，
<ENERGY and BUILDINGS, 38>**

許多辦公室之作業面之照度標準較一般需求高出很多，因此降低作業面周圍之照度值，以維持作業面之照度之作業面周圍照明（task-ambient lighting），就可以節約能源，且不會降低視覺效能。實驗研究顯示，降低作業面周圍降低原有照度之 1/3，經過一段時間，室內人員會習慣作業周圍之照度降低，但是以局部照明滿足工作照度的需要，可以達到減少照明耗能的目標。另外，以 6500K 光源，可以減少因為作業面周圍照度降低所產生陰暗感。

**文獻十二：Robed Yearout and Stephan Konz（1989），”Visual display unit
workstation lighting”，<International Journal of Industrial
Ergonomics, 3>**

辦公室個人工作站照度標準應設定在 200~500 lux 間；室內照度分佈與輝度分佈，若只將視覺對象照得很亮，而整體周圍空間很暗時，當眼睛四圍環視時易產生視覺疲勞，相反的，如與注視對象相比，周圍環境過亮時，則難以集中精神工作，因此必須保持整個空間的輝度適當，故建議使用者工作站之電腦銀幕上方的文字輝度與背景輝度比值為 7:1，同時間接照明+直接照明設備混合，應考慮工作站周圍照明設備。

第三章 研訂過程

第一節 國內辦公室照明與使用現況分析

藉由蒐集建築設計案例有關照明設計之資料，了解辦公室照明環境使用燈具之形式與配置方式，分析國內辦公室配合輕鋼架天花板的設計，照明燈具多採用 4 呎×2 呎或 2 呎×2 呎之 T-BAR 型燈具，至於光源多採用 T8 螢光燈管，整理調查案例之相關資料如下所示。

表 3-1 CASE STUDY 1

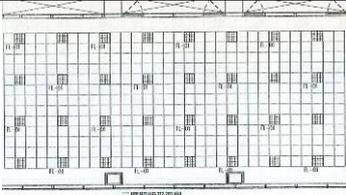
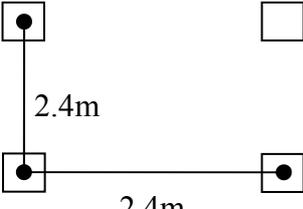
案例名稱		照明型式
○○辦公大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		Philips FBS601 光源：PL-L36W×3 尺寸：60×60×14 高頻電子式安定器 格柵罩
21m×8.7m×3.1m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	18.56W/m ²	嵌入式

表 3-2 CASE STUDY 2

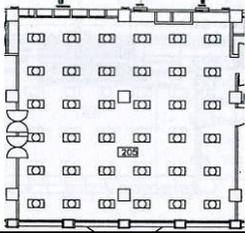
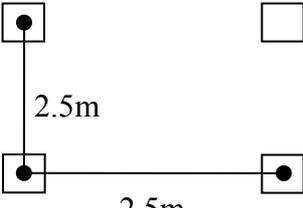
案例名稱		照明型式
○○辦公大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞FVS-H4341XEB 光源：FL40D/38W×3 尺寸：122×60×9 電子式安定器 格柵罩
15m×14m×3m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	19.2 W/m ²	T-BAR

表 3-3 CASE STUDY 3

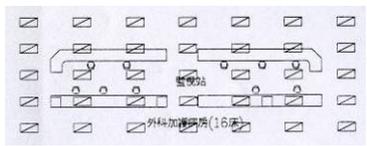
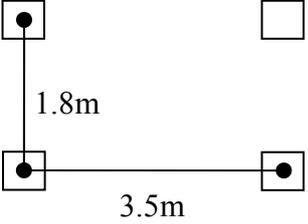
案例名稱		照明型式
○○醫院門急診中心		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞FVS-H4341XEB 光源：FL40D/38W×3 尺寸：122×60×9 電子式安定器 格柵罩
25m×10m×4.2m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	15.68 W/m ²	T-BAR

表 3-4 CASE STUDY 4

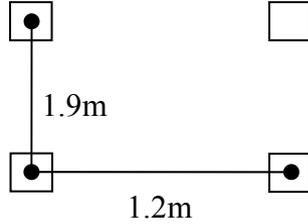
案例名稱		照明型式
○○材料大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		光毅KY2486E 光源：20W×4 尺寸：60×60×6.5 三波長防止飛散行 高功率電子式安定器
50.5m×9m×3.1m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	7.04 W/m ²	T-BAR

表 3-5 CASE STUDY 5

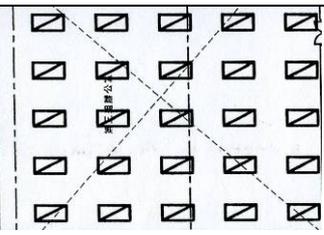
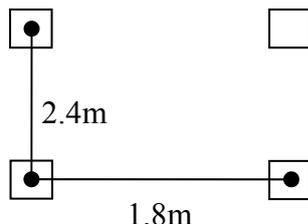
案例名稱		照明型式
○○警察局		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞 FVS-H4341LEBEX 光源：FL40D/38W×3 尺寸：122×60×8 高頻電子式安定器 格柵罩
9.6m×13m×3m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	22.44 W/m ²	T-BAR

表 3-6 CASE STUDY 6

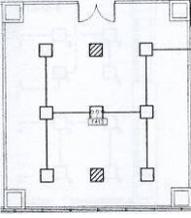
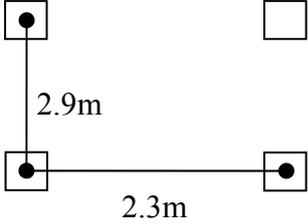
案例名稱		照明型式
○○銀行南港分行		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞FVS-G144005EB 光源：T5/14W×4 尺寸：60×60×8 電子式安定器 格柵罩
8m×9m×2.9m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	8.5 W/m ²	T-BAR

表 3-7 CASE STUDY 7

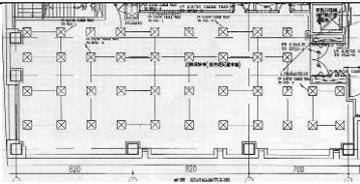
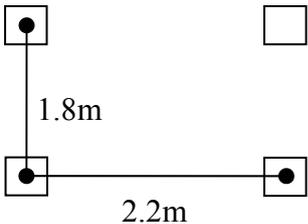
案例名稱		照明型式
○○辦公大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		Philips FBS601 光源：PL-L36W×3 尺寸：60×60×14 高頻電子式安定器 格柵罩
23.4m×9.48m×3.2m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	19.11 W/m ²	嵌入式

表 3-8 CASE STUDY 8

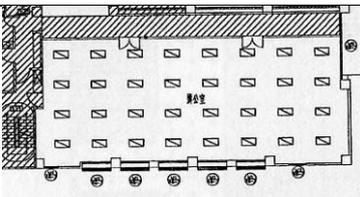
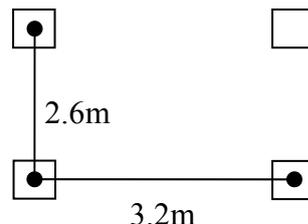
案例名稱		照明型式
○○行政大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞FVS-H43412L 光源：FL40D/38W×3 尺寸：122×60×8 電子式安定器 格柵罩
25.6m×10.4m×2.8m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	13.46 W/m ²	T-BAR

表 3-9 CASE STUDY 9

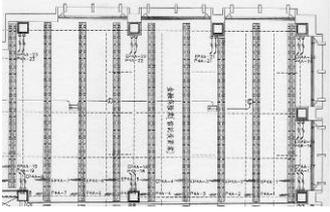
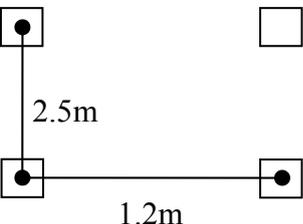
案例名稱		照明型式
○○集團企業總部大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
 24m×14.4m×3m		OA M5 光源：PL36W×2 尺寸：121×30×9 高頻電子式安定器 格柵罩
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	42.91 W/m ²	T-BAR

表 3-10 CASE STUDY 10

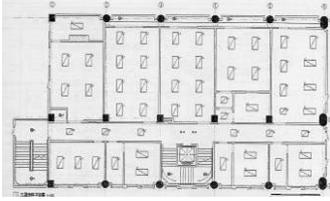
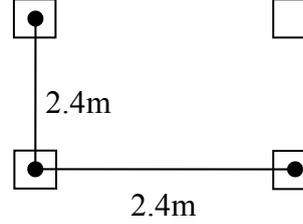
案例名稱		照明型式
○○行政大樓工程		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
 10m×5.5m×2.65m		東亞 FVS-H4341J 光源：FL40D/38W×3 尺寸：123×60×9 高頻電子式安定器 格柵罩
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	16.29 W/m ²	T-BAR

表 3-11 CASE STUDY 11

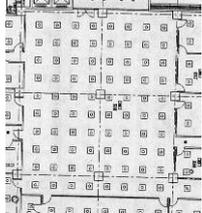
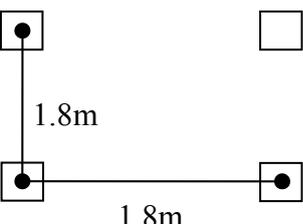
案例名稱		照明型式
○○大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
 18.8m×15.9m×3.2m		東亞 FVS-H2241XEB 光源：FL20D/18W×4 尺寸：60×30×6 高頻電子式安定器 格柵罩
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	21.41 W/m ²	T-BAR

表 3-12 CASE STUDY 12

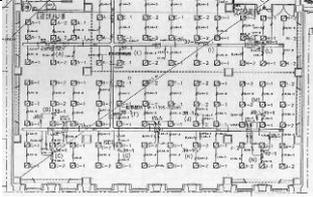
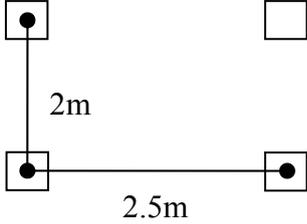
案例名稱		照明型式
○○大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		Philips FBS601 光源：PL-L36W×3 尺寸：60×60×14 高頻電子式安定器 格柵罩
33.6m×21.05m×3.2m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	14.32 W/m ²	嵌入式

表 3-13 CASE STUDY 13

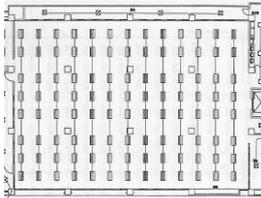
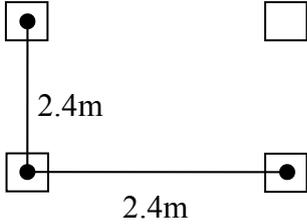
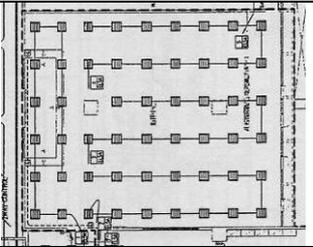
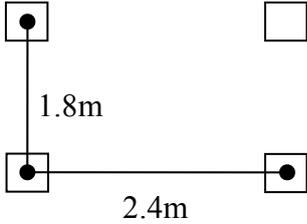
案例名稱		照明型式
○○郵局		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		東亞FVS-H4341LEB 光源：FL40D/38W×3 尺寸：122×60×8 電子式安定器 格柵罩
32.5m×23.5m×2.9m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	15.25 W/m ²	T-BAR

表 3-14 CASE STUDY 14

案例名稱		照明型式
○○辦公大樓		直接照明
辦公室類型	燈具配置間距	燈具型式
		Philips FBS601 光源：PL-L36W×3 尺寸：60×60×14 高頻電子式安定器 格柵罩
14.4m×16.8m×3.2m		
設計照度	照明用電密度	安裝形式
500Lux	23.22W/m ²	嵌入式

經案例分析得知，燈具均採用T-BAR型燈具，光源多數為T8螢光燈管，也有PL螢光燈及T5螢光燈，安定器皆使用電子安定器，具有瞬時點燈、無噪音及省電的功能，燈具配置之燈心距在1.5m~2.5m間，照明用電密度UPD最大值42.91W/m²，最小值為7.04 W/m²，14個案例平均照明用電密度為18.39 W/m²。

表 3-1 至表 3-14 資料來源為本研究整理。

第二節 實驗計畫

一、實驗室介紹

本研究之實驗部分係利用內政部建築研究所性能實驗中心環境設備館四樓之照明實驗室，進行相關之實驗工作。照明實驗室概略說明如下：

照明實驗室之活動壁體可彈性組合建立一淨空間約 8mL × 6mW × 6mH 之實驗空間，可針對不同實驗需求，改變空間大小與更換牆壁裝修材、吸音材。主要分為隔間框架與活動布幔兩種規格，隔間框架為固定高度 300cm，作為一般空間高度的照明實驗；活動布幔可配合實驗需求調整高度在 0-600cm 的範圍間，可測量挑高空間的照明實驗。

照明實驗室之天花面設置活動燈架之照明系統，可依需求選用標準型 2'x2'、2'x4'、T-bar 燈具或其他燈具及燈管、燈泡或其他光源。

照明實驗室之環境控制，提供恆溫、恆濕的設定條件，溫濕度範圍控制全尺寸時 20~35°C±1°C/45~90%RH±5%，且可設定不同溫溼度條件。

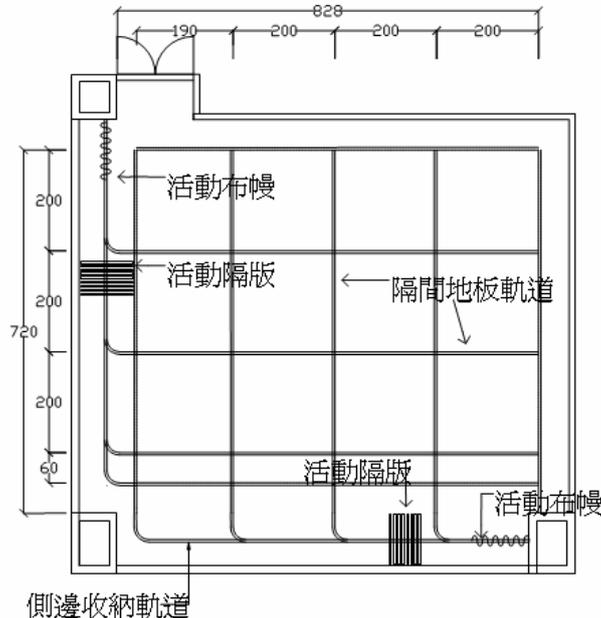


圖 3-1 照明實驗室平面圖

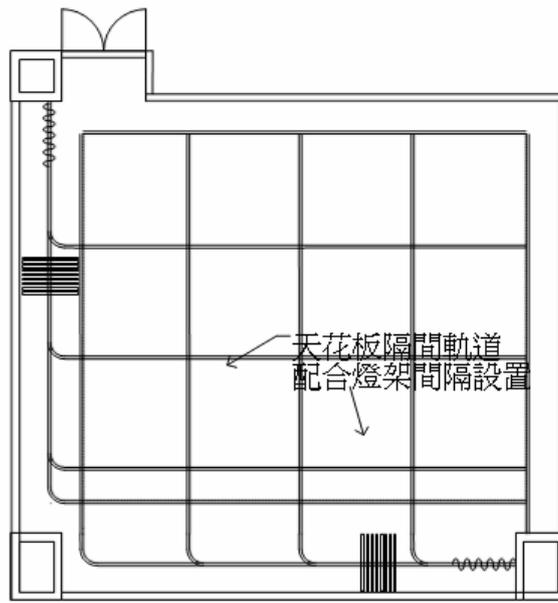


圖 3-2 照明實驗室天花板平面圖



圖 3-3 照明實驗室之活動天花



圖 3-4 照明實驗室之活動天花



圖 3-5 多點水平面照度測定



圖 3-6 點線面輝度與色度分佈測定

資料來源：本研究拍攝

二、規劃實驗內容

1. 室型變化實驗

目的：分析辦公室不同燈具配置，符合標準照度值所需燈具數量。

方法：照明實驗室隔間板軌道單元為 185 cm × 185 cm，共有 12 單元組成，故依燈具尺寸能夠均勻分布為原則，作為劃分之基準，將 2 呎 × 2 呎室型變化分為三種形式（a. 370 cm × 370 cm、b. 555 cm × 555 cm、c. 740 cm × 555 cm），將 4 呎 × 2 呎室型變化分為兩種形式（a. 555 cm × 555 cm、b. 740 cm × 555 cm），加上 2 呎 × 2 呎最大室型（740 cm × 555 cm）與 4 呎 × 2 呎最大室型（740 cm × 555 cm），搭配三種高度 2.5m、3 m、3.5 m，配合燈具型式變化之組合模式，進行實驗測試。

2. 燈具型式變化實驗

目的：分析辦公室常用燈具型式變化之照明效果。

方法：a. 選擇 PHILIPS、東亞、旭光廠牌之 T-BAR 型燈具。

b. 燈具型式 2 呎 × 2 呎（光源 18W×4）、4 呎 × 2 呎（光源 36W×3）。

c. 配合室型變化不同之組合模式，進行實驗測試與電腦模擬。

3. 燈具安裝位置變化實驗

目的：分析不同辦公室模矩，燈具安裝位置變化的比較。

方式：a. 先用 DIALux 軟體，模擬依不同燈具及光源之排列方式與所需數量。

b. 依照模擬結果於實驗室實際量測。

4. 光源種類變化實驗

目的：分析辦公室常用燈具採用不同光源的照明效果。

方式：a. 選擇 PHILIPS、東亞、旭光廠牌之 T-BAR 型燈具。

b. 燈具型式 2 呎 × 2 呎。

c. 光源 T5 14W、T8 18W、PL36W。

5. 照明方式變化實驗

目的：分析全面照明與局部照明之配合性。

方式：a. 降低全面照明的照度。

b. 以局部照明補足工作面所需照度。

第三節 電腦模擬

本研究之電腦模擬使用 DIALux 軟體，依 PHILIPS、東亞、旭光廠商提供燈具之配光曲線 IES 檔，進行模擬實驗。本研究電腦模擬空間基本因子如下；

- (1) 工作面高度 85 cm。
- (2) 天花反射率：70%。
- (3) 牆面反射率：50%。
- (4) 地面反射率：20%。
- (5) 維護係數：0.8。
- (6) 不考慮壁面開口進入之自然光。

一、辦公室燈具 2 呎×2 呎電腦模擬

表 3-15 PHILIPS TBS305/418 電腦模擬數據

燈具型號	PHILIPS TBS305/418	光源	T8 - 18W × 4
燈具尺寸	2 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1：3.7m×3.7m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	386 lx
		最大照度	838 lx
		平均照度	627 lx
		均齊度	0.62
		總光束	22400 lm
		總消耗電力	296 W
		用電密度	21.62 W/m ²
室型 2：5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	402 lx
		最大照度	957 lx
		平均照度	732 lx
		均齊度	0.55
		總光束	50400 lm
		總消耗電力	666 W
		用電密度	21.62 W/m ²

室型 3-1 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	401 lx
		最大照度	979 lx
		平均照度	761 lx
		均齊度	0.53
		總光束	67200 lm
		總消耗電力	888 W
		用電密度	21.62 W/m ²
室型 3-2 : 7.4m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	417 lx
		最大照度	1061 lx
		平均照度	835 lx
		均齊度	0.50
		總光束	67200 lm
		總消耗電力	888 W
		用電密度	21.62 W/m ²
室型 3-3 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3.5m			
等照度分佈圖		最小照度	398 lx
		最大照度	936 lx
		平均照度	717 lx
		均齊度	0.55
		總光束	67200 lm
		總消耗電力	888 W
		用電密度	21.62 W/m ²

表 3-16 東亞 FVS-H2441 電腦模擬數據

燈具型號	東亞 FVS-H2441	光源	T8 - 20W × 4
燈具尺寸	2 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 3.7m×3.7m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	345 lx
		最大照度	698 lx
		平均照度	535 lx
		均齊度	0.65
		總光束	18400 lm
		總消耗電力	348 W
		用電密度	25.42 W/m ²
室型 2 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	371 lx
		最大照度	818 lx
		平均照度	628 lx
		均齊度	0.59
		總光束	41400 lm
		總消耗電力	783 W
		用電密度	25.42 W/m ²
室型 3-1 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	372 lx
		最大照度	843 lx
		平均照度	653 lx
		均齊度	0.57
		總光束	55200 lm
		總消耗電力	1044 W
		用電密度	25.42 W/m ²

室型 3-2 : 7.4m×5.55m×安裝高度 2.5m		
等照度分佈圖		
	最小照度	355 lx
	最大照度	953 lx
	平均照度	734 lx
	均齊度	0.48
	總光束	55200 lm
	總消耗電力	1044 W
用電密度	25.42 W/m ²	
室型 3-3 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3.5m		
等照度分佈圖		
	最小照度	358 lx
	最大照度	784 lx
	平均照度	610 lx
	均齊度	0.59
	總光束	55200 lm
	總消耗電力	1044 W
用電密度	25.42 W/m ²	

表 3-17 東亞 FVS-H14441 電腦模擬數據

燈具型號	東亞 FVS-H14441	光源	T5 - 14W × 4
燈具尺寸	2 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 3.7m×3.7m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	395 lx
		最大照度	684 lx
		平均照度	572 lx
		均齊度	0.69
		總光束	21600 lm
		總消耗電力	260 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 2 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	432 lx
		最大照度	918 lx
		平均照度	710 lx
		均齊度	0.61
		總光束	48600 lm
		總消耗電力	585 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 3-1 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	441 lx
		最大照度	954 lx
		平均照度	753 lx
		均齊度	0.59
		總光束	64800 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²

室型 3-2 : 7.4m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	431 lx
		最大照度	1066 lx
		平均照度	833 lx
		均齊度	0.52
		總光束	64800 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 3-3 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3.5m			
等照度分佈圖		最小照度	432 lx
		最大照度	874 lx
		平均照度	683 lx
		均齊度	0.63
		總光束	64800 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²

表 3-18 旭光 L14446A1 電腦模擬數據

燈具型號	旭光 L14446A1	光源	T5 - 14W × 4
燈具尺寸	2 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 3.7m×3.7m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	319 lx
		最大照度	633 lx
		平均照度	475 lx
		均齊度	0.67
		總光束	19200 lm
		總消耗電力	260 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 2 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	347 lx
		最大照度	772 lx
		平均照度	574 lx
		均齊度	0.60
		總光束	43200 lm
		總消耗電力	585 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 3-1 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	346 lx
		最大照度	795 lx
		平均照度	603 lx
		均齊度	0.57
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²

室型 3-2 : 7.4m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	376 lx
		最大照度	888 lx
		平均照度	671 lx
		均齊度	0.56
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²
室型 3-3 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3.5m			
等照度分佈圖		最小照度	341 lx
		最大照度	727 lx
		平均照度	561 lx
		均齊度	0.61
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	780 W
		用電密度	18.99 W/m ²

表 3-19 旭光 L36436 電腦模擬數據

燈具型號	旭光 L36436	光源	PL - 36W × 3
燈具尺寸	2 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 3.7m×3.7m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	422 lx
		最大照度	787 lx
		平均照度	622 lx
		均齊度	0.68
		總光束	30000 lm
		總消耗電力	432 W
		用電密度	31.56 W/m ²
室型 2 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	446 lx
		最大照度	968 lx
		平均照度	750 lx
		均齊度	0.59
		總光束	67500 lm
		總消耗電力	972 W
		用電密度	31.56 W/m ²
室型 3-1 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	466 lx
		最大照度	999 lx
		平均照度	789 lx
		均齊度	0.59
		總光束	90000 lm
		總消耗電力	1296 W
		用電密度	31.56 W/m ²

室型 3-2 : 7.4m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	449 lx
		最大照度	1100 lx
		平均照度	872 lx
		均齊度	0.51
		總光束	90000 lm
		總消耗電力	1296 W
		用電密度	31.56 W/m ²
室型 3-3 : 7.4m×5.55m×安裝高度 3.5m			
等照度分佈圖		最小照度	462 lx
		最大照度	935 lx
		平均照度	735 lx
		均齊度	0.63
		總光束	90000 lm
		總消耗電力	1296 W
		用電密度	31.56 W/m ²

二、辦公室燈具 4 呎×2 呎電腦模擬

表 3-20 PHILIPS TBS305/336 電腦模擬數據

燈具型號	PHILIPS TBS305/336	光源	T8 - 36W × 4
燈具尺寸	4 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1：5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	318 lx
		最大照度	761 lx
		平均照度	581 lx
		均齊度	0.55
		總光束	38400 lm
		總消耗電力	432 W
		用電密度	14.02 W/m ²
室型 2-1：6.8m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	361 lx
		最大照度	1071 lx
		平均照度	746 lx
		均齊度	0.48
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	648 W
		用電密度	17.17 W/m ²
室型 2-2：6.8m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	322 lx
		最大照度	1289 lx
		平均照度	816 lx
		均齊度	0.40
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	648 W
		用電密度	17.17 W/m ²

室型 2-3 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3.5m			
等照度分佈圖		最小照度	359 lx
		最大照度	921 lx
		平均照度	684 lx
		均齊度	0.53
		總光束	57600 lm
		總消耗電力	648 W
		用電密度	17.17 W/m ²

表 3-21 東亞 FVS-H4341 電腦模擬數據

燈具型號	東亞 FVS-H4341	光源	T8 - 40W × 3
燈具尺寸	4 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	225 lx
		最大照度	776 lx
		平均照度	523 lx
		均齊度	0.43
		總光束	32760 lm
		總消耗電力	512 W
		用電密度	16.62 W/m ²
室型 2-1 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	267 lx
		最大照度	1015 lx
		平均照度	673 lx
		均齊度	0.40
		總光束	49140 lm
		總消耗電力	768 W
		用電密度	20.35 W/m ²
室型 2-2 : 6.8m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	199 lx
		最大照度	1360 lx
		平均照度	736 lx
		均齊度	0.27
		總光束	49140 lm
		總消耗電力	768 W
		用電密度	20.35 W/m ²

室型 2-3 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3.5m															
等照度分佈圖															
	<table border="1"> <tr> <td>最小照度</td> <td>298 lx</td> </tr> <tr> <td>最大照度</td> <td>836 lx</td> </tr> <tr> <td>平均照度</td> <td>615 lx</td> </tr> <tr> <td>均齊度</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td>總光束</td> <td>49140 lm</td> </tr> <tr> <td>總消耗電力</td> <td>768 W</td> </tr> <tr> <td>用電密度</td> <td>20.35 W/m²</td> </tr> </table>	最小照度	298 lx	最大照度	836 lx	平均照度	615 lx	均齊度	0.48	總光束	49140 lm	總消耗電力	768 W	用電密度	20.35 W/m ²
	最小照度	298 lx													
	最大照度	836 lx													
	平均照度	615 lx													
	均齊度	0.48													
	總光束	49140 lm													
總消耗電力	768 W														
用電密度	20.35 W/m ²														

表 3-22 東亞 FVS-H28341 電腦模擬數據

燈具型號	東亞 FVS-H28341	光源	T5 - 28W × 3
燈具尺寸	4 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	214 lx
		最大照度	781 lx
		平均照度	512 lx
		均齊度	0.42
		總光束	34800 lm
		總消耗電力	344 W
		用電密度	11.17 W/m ²
室型 2-1 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	240 lx
		最大照度	979 lx
		平均照度	648 lx
		均齊度	0.37
		總光束	52200 lm
		總消耗電力	516 W
		用電密度	13.67 W/m ²
室型 2-2 : 6.8m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	208 lx
		最大照度	1323 lx
		平均照度	707 lx
		均齊度	0.29
		總光束	52200 lm
		總消耗電力	516 W
		用電密度	13.67 W/m ²

室型 2-3 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3.5m		
等照度分佈圖		
	最小照度	276 lx
	最大照度	809 lx
	平均照度	593 lx
	均齊度	0.47
	總光束	52200 lm
	總消耗電力	516 W
用電密度	13.67 W/m ²	

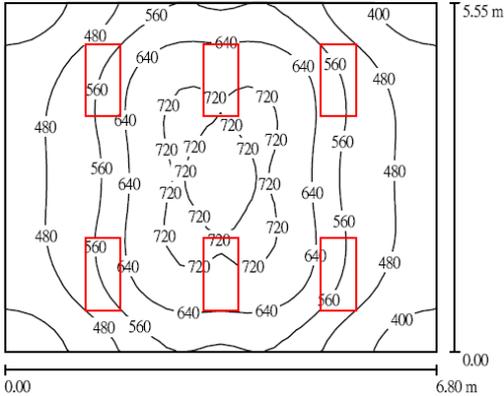
表 3-23 旭光 L40436 電腦模擬數據

燈具型號	旭光 L40436	光源	T8 - 40W × 3
燈具尺寸	4 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	335 lx
		最大照度	840 lx
		平均照度	633 lx
		均齊度	0.53
		總光束	40800 lm
		總消耗電力	460 W
		用電密度	14.93 W/m ²
室型 2-1 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	366 lx
		最大照度	1133 lx
		平均照度	809 lx
		均齊度	0.45
		總光束	61200 lm
		總消耗電力	690 W
		用電密度	18.28 W/m ²
室型 2-2 : 6.8m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	310 lx
		最大照度	1336 lx
		平均照度	884 lx
		均齊度	0.35
		總光束	61200 lm
		總消耗電力	690 W
		用電密度	18.28 W/m ²

室型 2-3 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3.5m		
等照度分佈圖		
	最小照度	387 lx
	最大照度	977 lx
	平均照度	739 lx
	均齊度	0.52
	總光束	61200 lm
	總消耗電力	690 W
用電密度	18.28 W/m ²	

表 3-24 旭光 L28436 電腦模擬數據

燈具型號	旭光 L28436	光源	T5 - 28W × 3
燈具尺寸	4 呎×2 呎	安定器	電子式
室型 1 : 5.55m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	307 lx
		最大照度	704 lx
		平均照度	485 lx
		均齊度	0.63
		總光束	31200 lm
		總消耗電力	376 W
		用電密度	12.21 W/m ²
室型 2-1 : 6.8m×5.55m×安裝高度 3m			
等照度分佈圖		最小照度	351 lx
		最大照度	873 lx
		平均照度	628 lx
		均齊度	0.56
		總光束	46800 lm
		總消耗電力	564 W
		用電密度	14.94 W/m ²
室型 2-2 : 6.8m×5.55m×安裝高度 2.5m			
等照度分佈圖		最小照度	309 lx
		最大照度	1102 lx
		平均照度	696lx
		均齊度	0.44
		總光束	46800 lm
		總消耗電力	564 W
		用電密度	14.94 W/m ²

室型 2-3：6.8m×5.55m×安裝高度 3.5m		
等照度分佈圖		
	最小照度	350 lx
	最大照度	735 lx
	平均照度	567 lx
	均齊度	0.62
	總光束	46800 lm
	總消耗電力	564 W
用電密度	14.94 W/m ²	

三、小結

經電腦模擬結果分析，在相同燈具配置的條件下，室型越大之空間平均照度越佳，但因為照度值的較高，因此均齊度較室型小之空間略差。在相同室型的條件下，燈具安裝位置越低，平均照度越高，而均齊度沒有太大的差異。在相同室型及相同燈具配置的條件下，不同的光源的用電密度及平均照度會有差異，以本研究模擬之光源：T5 螢光燈、T8 螢光燈及 PL 螢光燈為例，用電密度的部份，T5 螢光燈最低，T8 螢光燈次之，PL 螢光燈最高，在平均照度的部份，T8 螢光燈及 PL 螢光燈均優於 T5 螢光燈，以上電腦模擬出的照度值及數據，可作為實驗規劃的參考，藉由比較電腦模擬與實測值，進一步提供電腦模擬有關參數的修正。

表 3-15 至表 3-24 資料來源為本研究整理。

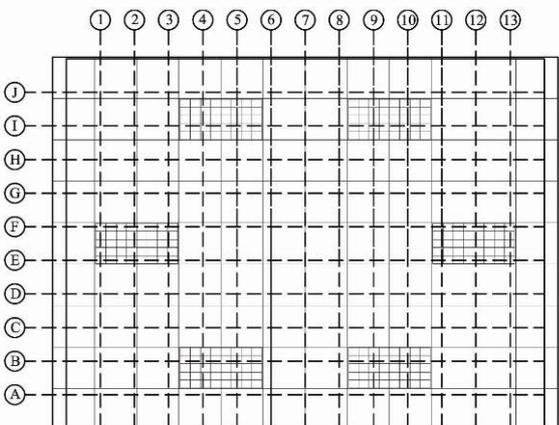
第四節 實驗與模擬數值分析

一、辦公室 4 呎×2 呎 T-Bar 燈具

表 3-25 4 呎×2 呎不同光源數值比較表

室型：5.55m×5.55m×3m				
照片	模擬數值	項目	實驗數值	
光源	T8 	389	最小照度	471 lx
		848	最大照度	864 lx
		654	平均照度	692 lx
		0.59	均齊度	0.68
		16.62 W/m ²	用電密度	16.62 W/m ²
	T5 	375 lx	最小照度	438 lx
		892 lx	最大照度	874 lx
		656 lx	平均照度	666 lx
		0.57	均齊度	0.66
		11.17 W/m ²	用電密度	11.17 W/m ²
	T5 + 節 能 轉 接 器 	307 lx	最小照度	328 lx
		648 lx	最大照度	609 lx
		509 lx	平均照度	511 lx
		0.60	均齊度	0.64
		9.8 W/m ²	用電密度	9.8 W/m ²

表 3-26 4 呎x2 呎不同高度數值比較表

室型：7.4m×5.55m 光源：T5					
					
照片		模擬數值	項目	實驗數值	
高度	2.5 m		311 lx	最小照度	293 lx
			1327 lx	最大照度	1231 lx
			839 lx	平均照度	820 lx
			0.37	均齊度	0.36
			12.56 W/m ²	用電密度	12.56 W/m ²
	3 m		350 lx	最小照度	349 lx
			1010 lx	最大照度	1004 lx
			767 lx	平均照度	791 lx
			0.46	均齊度	0.44
			12.56 W/m ²	用電密度	12.56 W/m ²
	3.5 m		357 lx	最小照度	384 lx
			871 lx	最大照度	922 lx
			704 lx	平均照度	771 lx
			0.51	均齊度	0.5
			12.56 W/m ²	用電密度	12.56 W/m ²

二、辦公室 2 呎×2 呎 T-Bar 燈具

表 3-27 2 呎×2 呎不同光源數值比較表 (一)

室型：3.7m×3.7m×3m					
照片		模擬數值	項目	實驗數值	
光源	T8		375 lx	最小照度	510 lx
			576 lx	最大照度	736 lx
			501 lx	平均照度	635 lx
			0.71	均齊度	0.8
			25.42 W/m ²	用電密度	25.42 W/m ²
	PL		780 lx	最小照度	919 lx
			1338 lx	最大照度	1303 lx
			1124 lx	平均照度	1150 lx
			0.69	均齊度	0.8
			31.56 W/m ²	用電密度	31.56 W/m ²
	T5		438 lx	最小照度	508 lx
			827 lx	最大照度	749 lx
			667 lx	平均照度	636 lx
			0.66	均齊度	0.8
			18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²

表 3-28 2 呎x2 呎不同光源數值比較表 (二)

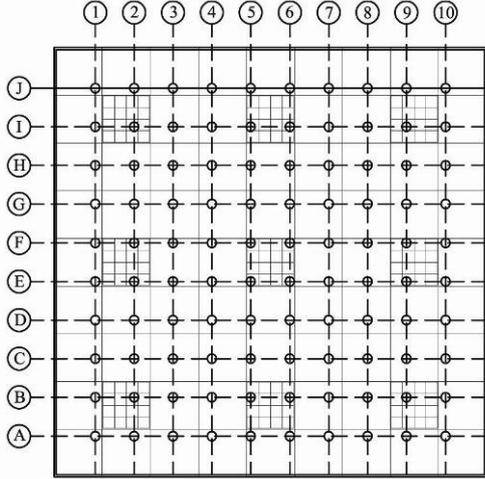
室型：5.55m×5.55m×3m					
					
照片		模擬數值	項目	實驗數值	
光源	T8		439 lx	最小照度	483 lx
			793 lx	最大照度	934 lx
			642 lx	平均照度	756 lx
			0.68	均齊度	0.64
			25.42 W/m ²	用電密度	25.42 W/m ²
	PL		920 lx	最小照度	870 lx
			1738 lx	最大照度	1670 lx
			1405 lx	平均照度	1389 lx
			0.65	均齊度	0.63
			31.56 W/m ²	用電密度	31.56 W/m ²
	T5		507 lx	最小照度	513 lx
			1032 lx	最大照度	945 lx
			813 lx	平均照度	777 lx
			0.62	均齊度	0.66
			18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²

表 3-29 2 呎x2 呎不同光源數值比較表 (三)

室型：7.4m×5.55m×3m				
照片		模擬數值	項目	實驗數值
光源	T8 	461 lx	最小照度	499 lx
		839 lx	最大照度	996 lx
		688 lx	平均照度	841 lx
		0.67	均齊度	0.59
		25.42 W/m ²	用電密度	25.42 W/m ²
	PL 	975 lx	最小照度	870 lx
		1846 lx	最大照度	1709 lx
		1494 lx	平均照度	1448 lx
		0.65	均齊度	0.6
		31.56 W/m ²	用電密度	31.56 W/m ²
	T5 	537 lx	最小照度	536 lx
		1083 lx	最大照度	1025 lx
		855 lx	平均照度	838 lx
		0.63	均齊度	0.64
		18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²

表 3-30 2 呎x2 呎不同高度數值比較表

室型：7.4m×5.55m 光源：T5					
		照片	模擬數值	項目	實驗數值
高度	2.5 m		574 lx	最小照度	588 lx
			1172 lx	最大照度	1027 lx
			940 lx	平均照度	862 lx
			0.61	均齊度	0.68
			18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²
	3 m		537 lx	最小照度	536 lx
			1083 lx	最大照度	1025 lx
			855 lx	平均照度	838 lx
			0.63	均齊度	0.64
			18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²
	3.5 m		486 lx	最小照度	528 lx
			978 lx	最大照度	1006 lx
			784 lx	平均照度	809 lx
			0.62	均齊度	0.65
			18.99 W/m ²	用電密度	18.99 W/m ²

三、辦公室 2 呎×2 呎 T-Bar 燈具與局部照明配合性

由表 3-27 所示，將室型 3.7m×3.7m×3m 減少 1/2 T5 光源其結果如下表；

表 3-31 減少 1/2 光源數值表

室型：3.7m×3.7m×3m				
光源	T5		最小照度	221 lx
			最大照度	407 lx
			平均照度	332 lx
			均齊度	0.67
			用電密度	10.81 W/m ²

由表 3-31 所示，將 2 呎×2 呎 T-Bar 燈具減少 1/2 光源後與局部照明配合，實驗結果如下表；

表 3-32 減少 2 呎×2 呎 1/2 光源與局部照明作業面數值比較表

室型：3.7m×3.7m×3m				
局部照明	關燈		最小照度	396 lx
			最大照度	420 lx
			平均照度	410 lx
			均齊度	0.97
			用電密度	10.81 W/m ²
	開燈		最小照度	481 lx
			最大照度	913 lx
			平均照度	625 lx
			均齊度	0.77
			用電密度	12.99 W/m ²

四、辦公室 2 呎×2 呎 T-Bar 燈具與不同牆面材質之照度比較

將室型 3.7m×3.7m×3m 搭配不同牆面材質（白布幔與黑布幔）其照度結果如下表；
表 3-33 2 呎×2 呎 T5 光源與不同牆面材質之照度數值比較表

室型：3.7m×3.7m×3m				
牆面材質	白布幔		最小照度	508 lx
			最大照度	749 lx
			平均照度	636 lx
			均齊度	0.8
			用電密度	18.99 W/m ²
	黑布幔		最小照度	332 lx
			最大照度	572 lx
			平均照度	447 lx
			均齊度	0.74
			用電密度	18.99 W/m ²

五、實驗與模擬數值分析比較

本計畫之實驗部份藉由 DIALux 電腦軟體進行模擬比對，模擬採用之配光曲線 IES 檔，為內政部建築研究所性能實驗中心將實驗燈具輸出製作而成，以確保公正性。

在相同條件下，結論與本章第四節的小結一致，實驗與模擬之數據，惟有 T8 光源 2 呎x2 呎燈具，數據呈現較大差異，經過與廠商配光曲線檔比對，發現模擬使用 IES 檔光強度不完整，以至於造成誤差，其他數據無太大差異，DAILux 軟體可作為使用者裝設燈具時，用來推測效果之工具，將維護率設定為 1，而反射率依現場狀況而定，就能模擬照度分布情形。

減少全面照明搭配局部照明的照明方式，滿足作業者照度的需要，同時降低照明用電密度，此方向可供製作辦公室照明設計節能案例之參考。

表 3-25 至表 3-33 資料來源為本研究整理。

第五節 執行進度

本計畫之進行項目與執行進度，如下表所示。

表 3-34 研究執行進度表

工作項目	月次	2007 年										備註
		3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
辦公室照明節能 相關資料蒐集												
國內辦公室照明與使用 現況分析												
第一次專家座談會												96/05/09 舉行
電腦模擬分析												
辦公室照明實驗測試準備												96/07/25 期中報告
辦公室照明實驗測試												
綜合比較分析												
第二次專家座談會												96/10/30 舉行
製作辦公室照明設計節 能參考手冊及期末報告												96/11/22 期末報告

第四章 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者之意見，除廣徵各界意見外，並實際驗證手冊之照明技術實務內容是否正確，並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. 本計畫研究方法中，利用內政部建築研究所性能實驗中心：照明實驗室，進行實際測試，所得數據可印證模擬軟體之可信度，亦可實際分析照明效果，因此本實驗室之功能藉此執行成果，將可後續推廣利用。
2. 本計畫研究內容，初步分析得到照明節能的手法，由於照明節能涉及甚多因素，未來可繼續利用內政部建築研究所性能實驗中心深入分析之。
3. 本計畫所完成的成果參考手冊，已具初步架構及內容，建議後續能再加以美編並以更淺顯文字呈現，爾後編印成小手冊來推廣之。

附錄一、第一次專家座談會—辦公室照明設計節能諮詢會議

- 一、開會時間：九十六年五月九日（星期二）下午六時整
- 二、開會地點：台北科技大學設計館六樓 652 室
- 三、主 席：周鼎金 教授 記錄：黃竣道、賀大行
- 四、出席單位及人員：
 - 中國電器股份有限公司 馮文信 協理
 - 台灣日光燈股份有限公司 陳清水 協理
 - 台灣區照明燈具公會 宋福生 高級專員
 - 光環境設計應用中心 鮑達芃 專案經理
 - 楊雪雲建築師事務所 邱瑞深 專案經理

五、會議內容：

馮文信：

1. 針對將來手冊使用者探討其需求，再設計編輯內容與驗證實驗。
2. 全般照明與重點照明之應用環境，所產生光品質及耗能之差異實驗比較。
 1. 事先界定各種辦公室環境之照度需求及耗能基準，做為實驗參考依據。

陳清水：

1. 除了新設燈具之外，關於舊有燈具汰換可製作簡單查核表，供使用者參考。
2. 針對螢光燈管以及安定器新的管制標準，做為實驗的基本要點。

宋福生：

1. 將國內取得之辦公照明器具，如東亞、旭光、飛利浦等廠牌常用形式列入，先取得 IES 檔模擬再與實測比對。
2. 空間比，長、寬及高方面，原則上以大、中、小三種型式，如何讓設計之建築師或機電技師容易取得參考。

鮑達芃：

1. 可參考歐美辦公室空間的案例。
2. 利用照明控制系統，達到照明節能效果。

邱瑞深：

1. 室型變化與燈具之使用數量，需依設計照度標準配置。
2. 選擇燈具宜採多數使用者之廠牌：東亞、旭光、飛利浦三種，避免設限單一廠牌。
3. 室型種類及天花板規劃高度，建議各做三種即可。

陳鼎周（書面意見）：

1. 實驗實測與電腦模擬之差異性：目前電腦照明模擬軟體應用已相當普及，是否需要花費人力、時間進行實驗室足尺比例模擬實驗，藉以分析比較實驗實測與電腦模擬之差異性。
2. 建議加入口字型之燈具排列方式：天花板燈具排列方式，在均佈整齊的考慮因素下，除點狀、條狀外，可嘗試加入入口字型排列方式，藉以增加辦公空間燈具配置設計之豐富性。

- 3.考慮辦公室空間型態之多樣性：辦公室空間組織包含辦公區、會議室、門廳櫃台、招待室等，建議一併考量。
- 4.辦公桌椅形式、擺設之可變性：天花板燈具排列之固定性能否因應辦公桌椅形式、擺設之可變性，包括辦公桌(OA 隔屏)、辦公傢俱等。

六、主席結論：

本次諮詢座談會敬邀建築業界與照明設計之專家，提供對於辦公室照明設計節能參考手冊撰寫及相關實驗操作的建議，承辦單位將彙整各位先進之意見，作為日後實驗計畫與手冊編撰之重要參考方向，以納入未來研究計畫中。

七、散會：下午八時三十分。



附錄二、期中簡報記錄及處理情形

發言人	問題	處理情形
<p>宋專員福生 (台灣區照明燈具輸出業同業公會)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 常用之辦公室照明燈具配光曲線、相關資料請補足，列入手冊。 2. 內外照明燈具使用之光源、安定器等詳細資料，可供建築業者採用參考者，均可列入手冊中。 3. 整體研究中詳細將室型(長、寬、高)大小列入，讓使用者運用上減少誤差，值得大家效法。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已列入手冊附錄中。 2. 已列入手冊內文中。 3. 謝謝指正。
<p>楊教授冠雄</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究經由全尺度實驗進行室內空間照度分佈品質分析，提供辦公室照明設計節能之方式，具良好參考價值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。
<p>蔡教授尤溪</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議以較高效率之光源、合理之 LPD (Light Power Density) 值作為分析之對象，俾利於推廣高效率之燈具。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已列入手冊內文中。
<p>蕭教授弘清</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究目標及執行程序合理且切合未來應用之需求。 2. 執行進度與預期規劃符合，日前初步模擬結果可用以檢討各場所用電之合理性。 3. 預擬規劃之辦公室照明設計推廣手冊之章節安排及內容，實用性符合需求。 4. 本計畫之執行情況良好，也切合實際需求，可考慮將照明效果及用電密切結合一起作節能評估，較符合節能推廣及檢討改善空間之目標。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。 2. 謝謝指正。 3. 謝謝指正。 4. 謝謝指正。

附錄三、第二次專家座談會—辦公室照明設計節能諮詢會議

一、開會時間：九十六年十月三十日（星期二）下午六時整

二、開會地點：台北科技大學設計館六樓 652 室

三、主 席：周鼎金 教授 記錄：黃竣道、賀大行

四、出席單位及人員：

- | | | |
|----------------|-----|------|
| ● 台灣區照明燈具公會 | 宋福生 | 高級專員 |
| ● 中國文化大學建築系 | 邱英浩 | 助理教授 |
| ● 日大技術照明股份有限公司 | 張文貴 | 總經理 |
| ● 中國科技大學總務處 | 陳鼎周 | 副總務長 |
| ● 中國電器股份有限公司 | 馮文信 | 協理 |

五、會議內容：

宋福生：

3. 光源分類部份，請依據國內燈管分類方式。
4. 所列出之節能案例均為 T5 燈具（未來趨勢），T5 燈管目前國內尚無生產，使用進口光源成本較高，將會造成推廣之困擾，可增列現有 T8 或 T9 燈具，以符合市場現況。
5. 節能案例可否列出總表，將室型大小，平均照度、用電密度列入，依照節能效果之優劣排序，供業主參考，採用最佳節能之設計，達到推廣節能設計之依據。

邱英浩：

1. 節能案例 10 之輔助光模擬，建議模擬高度應提出，或應可模擬不同高度輔助光差異。
2. 研究報告顯示數值模擬與實驗誤差不大，是否可增加不同光源之模擬，以了解不同光源之用電密度，耗能排序。
3. 燈具配置及辦公室配置與節能有相關性，建議研究報告中是否提出基本原則。
4. 燈具之反射板及擴散板並不於節能之考量，建議是否可能初步探討反射板於節能中之影響程度。
5. 模擬中室內反射率皆相同，是否為辦公室常見之反射率，否則可嘗試改變反射率了解其參數對省能的幫助。
6. 水平和垂直配光曲線是否也可一併考量。
7. 節能應仍顧及舒適，故辦公室照明之舒適標準應於文中提出。
8. 建議研究報告中應說明是針對人工光源省能為主，自然光之影響不於此考慮。
9. 建議研究報告之末應提出見定量描述之設計方法及設計原則，及可達之省能效果。

張文貴：

1. 是否再強調新的概念：用燈的觀念，桌面為局部照明（重點照明）+環境光照明。
2. 照度可依個人需求強弱，自行開關，環境光只要少許能源即可， 5w/m^2 以下可達到。

陳鼎周：

1. 照度標準在不同場所皆有一定的範圍，例如：辦公室(a)750~1500lx。何者為正確標準，建議探討之。
2. 材料反射率建議提出現有常見建材作參考。
3. 節能案例大多數均齊度皆未達 0.6，可考慮受測面的範圍（例如：從牆邊算起 1m 內不算）。
4. 10 個節能案例優劣比較，是否能列表提出建議。

馮文信：

1. 增加舒適度照明之參考章節。
2. 增加自我節能診斷之檢核表。
3. 總結手冊所談節能手段之重點步驟。

六、主席結論：

本次諮詢座談會敬邀建築業界與照明設計之專家，提供對於辦公室照明設計節能參考手冊初稿編撰及相關照明設計範例之建議，承辦單位將彙整各位先進與專家學者之意見，作為修正手冊編撰與期末報告書之重要參考方向。

七、散會：下午九時整。



附錄四、期末簡報記錄及處理情形

發言人	問題	處理情形
<p>王總幹事榮吉 (台灣省建築材料商業同業公會聯合會)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未來如有照明設計節能，應不限於辦公室照明。 2. 目前公務行政辦公室系統，已積極辦理省能措施方案及節能辦法，建議手冊之研訂能包括賣場、百貨公司或一般住宅案例，俾利民間推廣。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝寶貴意見，將納入後續研究計畫參考。 2. 謝謝寶貴意見，將納入後續研究計畫參考。
<p>宋專員福生 (台灣區照明燈具輸出業同業公會)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 照明節能是容易且有效率之節能方法，除了節省照明能源外，亦可節省空調之能源。 2. 公部門率先做節能之示範，讓全民能夠群起效法是相當重要之節能推動步驟。 3. 本次將辦公室照明設計之節能手冊，列入了相當完整，將來在推廣上，可在設計階段對所有的建築師、裝潢業者，做教育訓練，另外在使用者方面對所有公部門之維護保養者做完整之教育，讓辦公室照明節能能夠落實。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。 2. 謝謝指正。 3. 謝謝寶貴意見，將納入後續研究計畫參考。
<p>林組長之瑛</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 照明設備占辦公室建築耗電量之四成，投資照明設備節能經費具回收性，因此，照明節能效益佳，值得推廣。 2. 張院長前次擔任院長所推動擴大公共建設計畫，曾編列相當經費協助國中小學更換 T5、T8 等燈具，本案利用國家級實驗室驗證前項燈具及設計軟體驗證廠商所提供數據之可靠性，讓研究與實例結合，建請敘明驗證成果。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。 2. 謝謝指正，已列入手冊中。

	<p>3. 本案手冊內容已相當完備，如能再補充採本手冊設計可節能多少電力經費，對國人身心及視力健康之貢獻；或補充使用管理方面之 Ideal，也許可使手冊更具宣傳推廣效果。</p>	<p>3. 謝謝指正，增加管理部份，置於手冊附錄中。</p>
楊教授冠雄	<p>1. 本計畫已經完成良好之成果。其中，個人之局部化照明可有效降低用電密度而同時達到接近或一樣之照度水準，而兼顧節約能源，具應用潛力，可進一步研究其應用分析。</p> <p>2. 另外，為呼應 LED 之逐步普及化，似可於後續進行其進一步應用及可行性分析。</p>	<p>1. 謝謝指正。</p> <p>2. 謝謝指正，將列入後續研究計畫。</p>
蔡教授允溪	<p>1. P 15 表 3-9 Case Study 9 照明用電密度達 $42.91\text{W}/\text{m}^2$ (500Lux)，似為太高，請檢討。</p> <p>2. 研究成果篇表 2-7，市售螢光燈效率比較請說明比較基準，如同長度燈管之比較。</p> <p>3. 建議進一步討論 LPD 如何達成國際先進之水準。</p>	<p>1. 該案例照明需求特殊，500 lx 為設計照度，實際照度達 1000 lx 以上。</p> <p>2. 遵照辦理。</p> <p>3. 謝謝指正，利用局部照明可達成，於報告中補充。</p>
李教授訓谷	<p>1. 研究計畫對於辦公室照明之節能手冊與資料庫成果豐碩。</p> <p>2. 建議研究團隊能於期末報告中增加模擬數據與實測數據之分析，以修正模擬軟體參數設定，可供室內照明設計之參考。</p>	<p>1. 謝謝指正。</p> <p>2. 遵照辦理，已納入報告中。</p>
梁教授從主	<p>1. 利用局部照明降低用電密度，可有效節省電力使用。</p> <p>2. 建議提供建築師/電機技</p>	<p>1. 謝謝指正。</p> <p>2. 已列入手冊附錄中。</p>

	<p>師簡單又方便的參考表格，提昇推廣效益（例如建築物高度、需求照度與照明設備之關係）。</p>	
<p>蕭教授弘清</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究完成電腦模擬及實地驗證之相互比對，對於照明節能效益之確認有初步之成效。 2. 實際上目前公務部門及政府各單位間之照明節能仍然作得並不夠，公務部門編列經常費淘汰設備經費仍嚴重落後，故本計畫研究成果很好，但重點在落實，尤其政府單位之決心。 3. 本研究提出以降低全面照明之照度水準，但輔以桌面局部照明方式來降低用電密度，是一項嘗試，可繼續加強性能整體評估。建議未來在執行時可進一步評估輝度、均勻度之影響。 4. 報告格式、單位、英文摘要需要再修整，中文摘要未說出重點，有點像是背景說明，可略加補強，過程方法及結果之敘述。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。 2. 謝謝寶貴意見。 3. 謝謝寶貴意見，將列入後續研究計畫參考。 4. 遵照辦理。
<p>建研所陳組長瑞鈴</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案主要呼應行政院公部門節能，探討如何有效降低辦公室照明耗能，提出建議設計模式。 2. T8 燈具之實驗與模擬應再增加，俾供現有辦公室照明改善參考依據。 3. 建議手冊內容能納入照明設計不良之案例，以為殷鑑。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指正。 2. 已補充資料於手冊中。 3. 謝謝指正，已增加優良案例介紹，取代介紹不良案例之負面影響。

表次 (研訂計畫篇)

表 2-1 辦公室照度標準.....	6
表 2-2 辦公空間之照明電力規範基準.....	6
表 2-3 建議光源 40 W之照明目標效能值 (W/m ²)	8
表 2-4 建議光源 20 W之照明目標效能值 (W/m ²)	8
表 2-5 本模式建立之照明用電基準值 (W/m ²) (不含安定器)	9
表 3-1 CASE STUDY 1.....	13
表 3-2 CASE STUDY 2.....	13
表 3-3 CASE STUDY 3.....	14
表 3-4 CASE STUDY 4.....	14
表 3-5 CASE STUDY 5.....	14
表 3-6 CASE STUDY 6.....	15
表 3-7 CASE STUDY 7.....	15
表 3-8 CASE STUDY 8.....	15
表 3-9 CASE STUDY 9.....	16
表 3-10 CASE STUDY 10.....	16
表 3-11 CASE STUDY 11.....	16
表 3-12 CASE STUDY 12.....	17
表 3-13 CASE STUDY 13.....	17
表 3-14 CASE STUDY 14.....	17
表 3-15 PHILIPS TBS305/418 電腦模擬數據	23
表 3-16 東亞 FVS-H2441 電腦模擬數據.....	25
表 3-17 東亞 FVS-H14441 電腦模擬數據.....	27
表 3-18 旭光 L14446A1 電腦模擬數據	29
表 3-19 旭光 L36436 電腦模擬數據.....	31
表 3-20 PHILIPS TBS305/336 電腦模擬數據	33
表 3-21 東亞 FVS-H4341 電腦模擬數據.....	35
表 3-22 東亞 FVS-H28341 電腦模擬數據.....	37
表 3-23 旭光 L40436 電腦模擬數據.....	39
表 3-24 旭光 L28436 電腦模擬數據.....	41
表 3-25 4 呎x2 呎不同光源數值比較表.....	43
表 3-26 4 呎x2 呎不同高度數值比較表.....	44
表 3-27 2 呎x2 呎不同光源數值比較表 (一)	45
表 3-28 2 呎x2 呎不同光源數值比較表 (二)	46
表 3-29 2 呎x2 呎不同光源數值比較表 (三)	47
表 3-30 2 呎x2 呎不同高度數值比較表.....	48
表 3-31 減少 1/2 光源數值表	49

表 3-32 減少 2 呎x2 呎 1/2 光源與局部照明作業面數值比較表	50
表 3-33 2 呎x2 呎T5 光源與不同牆面材質之照度數值比較表	51
表 3-34 研究執行進度表.....	53

圖次 (研訂計畫篇)

圖 3-1 照明實驗室平面圖.....	19
圖 3-2 照明實驗室天花板平面圖.....	20
圖 3-3 照明實驗室之活動天花.....	20
圖 3-4 照明實驗室之活動天花.....	20
圖 3-5 多點水平面照度測定.....	21
圖 3-6 點線面輝度與色度分佈測定.....	21

第一章 前言

現今台灣的照明耗電量約佔全國總電力之 10~12 % (照明設備用電量佔建築物總用電量 40%~43.7%)，並且正快速增加當中，國內辦公建築實際用電比例：夏季以空調為主，佔 41%；冬季以照明為主，佔 58%，為了節約能源及降低尖峰負載用電，因此各單位漸漸重視辦公室照明節能，採用相關照明技術以降低用電，以符合目前綠建築與永續環境之政策。尤其全球暖化之議題，使得節約能源之課題亦顯重要，而辦公室照明節能是可以獲得具體節能成效之項目，更值得有關單位與人士共同努力與參與。

作業環境中照明來源主要由全面照明提供，除應滿足工作時所需的基本照度外，塑造舒適的照明環境，對於長時間處於人工照明環境下之工作者，能夠有效降低視覺疲勞的產生，相對工作效率也隨之提升，而在永續發展政策推廣下，照明系統更是綠建築評估日常節能指標對象之一，國內辦公室多採 T 型輕鋼架天花板，因此配合使用 120cm×60cm 或 60cm×60cm T-bar 型燈具，過去辦公室照明設計往往只顧及基本的照度需求量，藉此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。

本手冊之目的，期望提供建築師、電機技師等設計者之參考資料，以建立正確之照明設計節能觀念。因此，手冊內容除了參考國內外相關文獻，並利用實驗與電腦模擬，完成辦公室室形變化與各種照明型式之照明效果，提供各種辦公室照明環境與照明節能之方式，本手冊內容也可以可供行政機關推動辦公室照明節能之參考依據。

第二章 良好的辦公室照明

第一節 辦公室照明的目的與條件

辦公場所係為工作人員提供一工作環境。辦公室場所照明，不僅在於要求明亮，亦要照顧到上班族的生理及心理感受。經由現代室內照明設計，使辦公室及會議室等上班場所，不僅達到合適的明亮度，亦可因場所及時間等不同需求，營造不同的氣氛，提高工作效率。不同的辦公室活動諸如檔案處理、跟工作站或人溝通、思考、組織等對辦公室空間、工作站、環境、室內陳設、設備都提出不同的要求，並透過照明來達到目的。

辦公室之照明環境應該具備性能、舒適、氣氛和作業效率等基本需求。公司的生產力有賴於每一個員工有效率的工作能力，因此現代的辦公室都設計成具有優良的性能。良好的照明有利於員工視覺的舒適，並產生健康、安全的感覺。照明也可以設定或改變辦公室內的情緒。它能夠被用來清楚的產生情緒反應以至影響員工、客戶和訪客。



第二節 辦公室照明設計指標

1. 照度 (Illuminance)：單位勒克司 (Lux, 代號 lx)，物體或被照面上，被光源照射所呈現的光亮程度，稱為照度。一般來說，要求事物看得越清楚，越需要高的照度。要使照度之質越好，則照度要求越高。雖然照度之強度是視覺之基本條件，但並非意味著強度愈大，對視覺愈有利。強度增加視覺靈敏度也增加，強度低靈敏度也低，但強度高到某種程度時，視力即停止增進，而低於某一限度時，視力亦會呈緩慢減退。

CNS 照度標準：我國國家標準總號 12112 即訂有照度標準，適用範圍包括辦公室、工廠、學校、醫院等凡 28 種建築或場所。如表 2-1 所示，列出辦公建築物或場所內部各空間的一般照明及作業區的局部照明。

表 2-1 辦公室照度標準

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	—	○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 ○電器機械室之配電盤及計器盤 ○服務台
500	禮堂, 會客室, 大廳, 餐廳, 廚房, 娛樂室	
300	休息室, 警衛室, 電梯走道	書庫, 會客室, 電器室 教室, 機械室, 電梯 雜物室
200	—	—
150	—	盥洗室, 茶水間, 浴室 走廊, 樓梯, 廁所
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	—	

資料來源：中國國家標準

- 註：(1) 關於室內停車場請參照 CNS 照度標準。
- (2) 辦公室如做精細工作，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。
- (4) 有"○"記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

2. 輝度 (Luminance)：用來評估光源或發光體的光亮程度，簡單來說，輝度是用來評估發光體對眼睛的刺激程度。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。單位為 cd/m^2 或 nt 。室內照度分佈，若只將視覺對象照得很亮，而周圍環境空間全體很暗時，當眼睛四圍環視時易產生視覺疲勞，相反的，如與注視對象相比，周圍環境過亮時，則難以集中精神工作，因此必須保持整個空間的亮度合適。辦公室輝度對比之限制如表 2-2 所示。

表 2-2 辦公室輝度對比之限制

視 野 對 象	輝度比限制
作業對象物和其周圍之亮面	1 : 3
作業對象物和其周圍之暗面	3 : 1
作業對象物與其稍遠平面間之亮面	1 : 10
作業對象物與其稍遠平面間之暗面	10 : 1
作業對象物與普通視野內	30 : 1

由於輝度與室內表面裝修材反射率有關，因此建議辦公室之裝修材料反射率如表 2-3、表 2-4 所示。

表 2-3 室內裝修材料反射率之建議

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

表 2-4 材料的反射率

1 正反射材料 (垂直入射)		3 擴散性材料 (b) 紙類、布類	
鋁特殊合金電解研磨面	90-95	白紙	85-91
玻璃鏡面 (鋁合金)	80-85	新聞紙	40-50
水銀、鋁	70-75	淡色布幔	30-50
銅、鋼	50-60	黑布	1-3
透明玻璃	20-30	木棉、麻 (白)	60-70
水面	5	木棉 (黑)	2-3
2 擴散材料 (a) 金屬、玻璃、塗料		4 擴散材料 (c) 建築材料	
碳酸鎂、氧化鎂	98	木材 (檜木)	55-65
氧化鋁	80-85	木材 (杉)	30-50
鍍鋅鐵板	30-40	紅磚 (新)	25-35
乳白玻璃 (全乳)	60-70	磁磚 (白色)	70-80
乳白玻璃	30-40	磁磚 (淡色)	50-70
型板玻璃	15-25	磁磚 (濃色)	10-20
白色塗料	80-85	淡色塑膠地磚	40-70
淡色塗料 (一般)	30-70	濃色塑膠地磚	10-20
濃色塗料 (一般)	15-40	砂、混凝土、鋪石	15-30

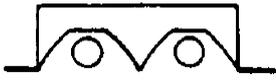
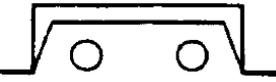
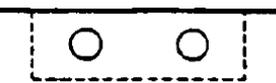
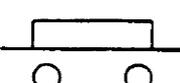
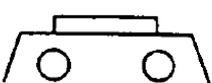
3.均齊度 (Uniformity)：如果在工作上存在照度極不相同的表面，則眼睛從一個表面轉移到另一個表面時要發生適應過程，在適應過程中，眼的視覺能力是要降低的。適應需要一定的時間，如果經常交替適應，整個的視力工作就發生困難，導致視覺的疲勞，因此良好的辦公室照明要求照度分佈均勻，尤其桌面照度更應該要求一致。照度均齊度可用工作面上的最低均齊度及平均均齊度來表示。所謂最低均齊度是最小照度與最大照度之比。而所謂平均均齊度是最小照度與平均照度之比。一般全面照明平均均齊度建議在 0.5 以上。

4.眩光 (Glare)：當光源與環境的配合不當時，往往會造成視覺範圍內的景物看不清楚，而此種現象是因為視覺範圍內有比景物亮度還高的光源存在所造成，此種強光則稱之為眩光。眩光種類可分直接、間接、反射、光幕、對比、斜照、順應及過照等眩光。光源引起的眩光一般係為①眼睛順應的輝度愈低，②光源的輝度愈高，③光源愈在視線附近，④光源的視在面積愈大，⑤光源數愈多愈顯著。

照明燈具依照照明燈具的光學構造及構造的特徵而有三個分類 (G1~G3)，如表 2-4 所示。G1 係指利用擴散板或百葉板等可充分控制眩光的照明燈具。G2 係指自水平方向視之，見不到燈管，可限制眩光的照明燈具。G3 係燈管露出而無法限制眩光的照明燈具，所以此眩光分類，G1 最能限制眩光的照明燈具，而 G2、G3 依序對眩光限制之程度較差，故本研究建議使用 G1 分類之燈具形式。

表 2-5 燈具之眩光分類

分類	器具類型	示範圖例	構造特徵
G1 (低眩光)	器具 1		利用百葉及反射板將燈管完全遮蔽。
	器具 2		具擴散形反射板，燈罩是平面狀乳白色板將燈管包覆。
	器具 3		具擴散形反射板，燈罩是箱形乳白色板將燈管包覆。
	器具 4		具鏡面反射板，與燈管縱向無法遮光，與燈管垂直可較大的遮光。

	器具 5		與燈具 4 相同，反射板是擴散面，燈具間具擴散性遮光反射板，遮光角較小。
C2 (略有眩光)	器具 6		下面開放結構，具擴散反射板，與燈具 5 類似，燈管間無遮光反射板，自燈管縱向視遮光角較小。
	器具 7		燈管具箱形擴散板將其全面覆蓋。
C3 (眩光過大)	器具 8		燈管露出，燈管上方無反射板，兩燈管間具擴散性反射板。
	器具 9		燈管裸露，燈管上方具擴散反射板，亦兼具遮光板作用。
	器具 10		燈管露出，反射板與天花板面同一面，兩燈管間無遮光板。
	器具 11		利用擴散板橫方向所視可遮光，與燈管縱向所視無法遮光。

5. 演色性 (Color Rendering)：物體色隨著不同照明條件而變化，物體在待測光源下的顏色同它在參照光源下的顏色相比的符合程度，定義為待測光源的演色性。

參照光源是人們相信它能呈現出物體真實顏色的光源。一般公認為中午的日光是理想的參照光源。實際上，日光的光譜組成在一天中有很大的變化，但是這種大幅度的變化被人眼的顏色適應補償了，所以，覺察不到物體顏色的相應變化。因此，以日光做為評定人工照明光源演色性的參照光源是合理的，其前提條件是兩者的色溫要接近。

演色數值的最大值定為 100。一般認為：Ra=100~80，演色性優良；Ra=79~50，演色性一般；Ra<50，演色性較差。本研究建議值為 80 以上。

6.色溫 (Color Temperature)：在照明應用領域常用色溫定量描述光源的色表，當一個光源的顏色與黑體（完全輻射體）在某一溫度時發出的光色相同時，黑體的溫度就會稱為該光源的色溫，單位為 K。

黑體為既不反射也不透射，能把投射到它上面的輻射全部吸收的物體。將黑體加熱到高溫時便產生輻射，黑體輻射的光譜功率分布完全取決於它的溫度，在 800 K 的溫度下，黑體輻射呈紅色，3000 K 呈黃白色，5000 K 左右呈白色，在 8000 K 呈淡藍色。熱輻射光源如白熾燈，其光譜功率分布與黑體輻射非常接近，都是連續光譜。因此，色溫能恰當地表示熱輻射光源的顏色。對於非熱輻射光源，如螢光燈、水銀燈，它們的光功率分布形成，與黑體輻射相差甚大。因此，用與某一溫度黑體輻射最接近的顏色來近似確定這類光源的色溫，稱為相關熱溫。依 CIE 之室內常用照明光源的顏色表現效果說明見表 2-5。一般而言，3,300 K 的色溫給人溫暖的感覺，適合用在家庭；5,000 K 以上的色溫給人清涼的感覺，非常適合用在辦公室，讓上班的人都很有精神。

表 2-6 CIE 光源的色表

色表類別	色 表	相 關 色 溫 (K)
1	暖	< 3300
2	中間	3300 ~ 5300
3	冷	> 5300

第三節 辦公室照明系統

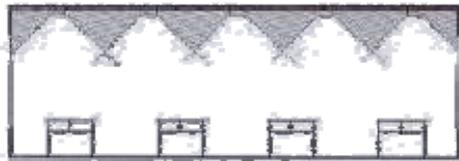
(一) 照明方式：

一般建築之照明方式依照明器具之配光方式，可依其向上光束與向下光束的百分比，可區分為直接照明（向下光束佔 90~100%），半直接照明（向下佔 60~90%），全般擴散照明（向下佔 40~60%），半間接照明（向下光束佔 10~40%，向上光束佔 60~90%）及間接照明（向下僅佔 0~10%，向上光束佔 90~100%）等五種。

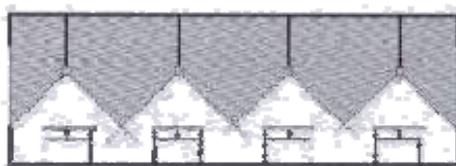
另外依空間分類之照明方式，有下列四種：

1.全面照明（General Lighting）：它是在工作場所內不考慮特殊的局部照明，為照亮整個被照面而設置的照明裝置，燈具均勻分布在被照場所上空，在作業面上形成均勻的照度。大多數辦公室均採用全面照明方式，即在天花板裝置一定數量之燈具，使整個工作區域獲得均勻照明。其優點為辦公室內任意地點均可進行工作，更改工作位置時亦可不牽動燈光的佈置。其缺點為未使用之角落，亦照常加以高水準照明。這在中小型辦公室還不至於太大影響，但在面積較大者即發生甚大用電損失。

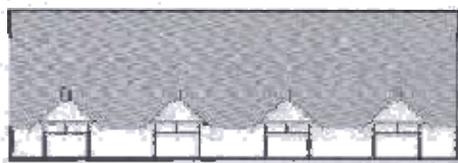
全面照明的設置，最先需要計算燈具數量，然後決定燈具的佈置以獲得均勻的照度。這時燈具間隔不宜過大，至於燈具距牆面距離通常為兩排燈具間距離的一半。惟如工作區域靠近牆壁或牆面輝度欲予提高時，上述佈置當然可稍加修改。



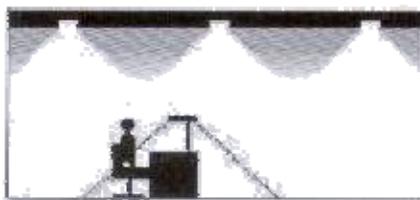
2.分區全面照明（Localized Lighting）：當一工作區需要高於全面照明照度時可採用分區全面照明。例如在開敞式辦公室中有辦公區、休息區等，它們要求不同的一般照明的照度，就常採用這種照明方式。



3.局部照明 (Local Lighting)：它是在工作點附近，專門為照亮工作站而設置的照明裝置，它常設置在要求照度高或對光線方向性有特殊要求處。不像分區照明之將燈具裝設在天花板，局部照明將燈具帶到作業點，而將其裝設在工作面或附近。此時作業照度與房間照明完全分離，各自有獨立裝置。



4.混合照明 (Amalgamative Lighting)：混合照明是在同一工作場所，既有全面照明，解決整個工作面的均勻照明，又有局部照明，以滿足工作點的高照度和光方向性的要求。在高照度時，這種照明方式是較經濟的，也是目前工業建築和照度要求較高的建築中大量採用的照明方式。



(二) 光源：

辦公室目前主要使用的光源為螢光燈，螢光燈發展至今半個世紀之多，經過不斷改進，目前為止仍然是光源中的主流。螢光燈之選擇考慮在發光效率的同時，更應該照顧舒適的照明環境，根據各種用途的需要設定，考量發光效率、色溫度、演色性等因素，如表 2-6 辦公室光源之要求。

表 2-6 辦公室光源之要求

辦公室類型	光色要求	演色性要求
辦公室 a (1500 lx)	中間 冷	80 以上
辦公室 b (750 lx)	中間 冷	80 以上
主管室	暖 中間 冷	80 以上
設計室、製圖室	中間 冷	80 以上
會議室	暖 中間 冷	80 以上

表 2-7 係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。一般而言，T5 燈管及三波長燈管之發光效率及演色性較普通燈管為佳。

表 2-7 國內市售螢光燈之資料

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	38	1198	29.5	2850	75	T9 普通
2	4000	38	1198	29.5	3100	81.5	T9 普通
3	6500	38	1198	29.5	3325	88	T9 三波長
4	5000	38	1198	29.5	3800	95	T9 三波長
5	6500	38	1198	29.5	3400	90	T9 高頻
6	5000	38	1198	29.5	3650	96	T9 高頻
7	4200	38	1198	29.5	3650	96	T9 高頻
8	6200	36	1198	25.5	2500	69	T8 普通
9	4300	36	1198	25.5	2700	75	T8 普通
10	6500	36	1198	25.5	3250	90	T8 三波長
11	5000	36	1198	25.5	3350	93	T8 三波長
12	4000	36	1198	25.5	3450	95.8	T8 三波長
13	6500	32	1198	25.5	3000	94	T8 高頻
14	5000	32	1198	25.5	3200	100	T8 高頻
15	4200	32	1198	25.5	3200	100	T8 高頻
16	5000	36	420	17.5	2750	76.4	PL 型
17	6500	28	1149	16	2900	104	T5 三波長
18	4000	28	1149	16	2900	104	T5 三波長
19	3000	28	1149	16	2900	104	T5 三波長
20	6500	14	549	16	1350	96	T5 三波長
21	4000	14	549	16	1350	96	T5 三波長
22	3000	14	549	16	1350	96	T5 三波長

資料來源：本研究整理

(三) 燈具：

1. 燈具之功能與特性

照明燈具是控制光源發出的光並對光再分配的裝置，它包括光源與電源連接的照明用部件。照明燈具統稱燈具。它能改變光源光通量的空間分佈或光譜分佈。要獲得舒適的人工光環境，調整光源的投射方向，就要採用適當的燈具。

燈具的主要功能有下列各項：

- (1) 適合場所的用途，有效的利用光能，使光的分佈合理。
- (2) 防止或限制眩光，保護視力。
- (3) 提高光源的利用率，取得節能效益。
- (4) 外表美觀，能美化環境，創造人工光的環境需求。
- (5) 保證安全，防止發生事故，如防火、防爆。
- (6) 保護光源，免致受損，且能防濕、防潮、防水等。

照明燈具的基本特性可用下述二個因素來說明：

- (1) 光分佈：照明燈具的光分佈特性一般用其周圍空間的光強分佈（一般稱為配光特性），或用與照明線垂直或平行的假想平面上的照度來說明。如果照明燈具的尺寸比其與被照明的距離小很多，則用光強分佈特性表明光分佈是足夠準確的。光強分佈特性常用配光曲線或數值表來表示。
- (2) 光效率：照明燈具的光效率 η 是照明燈具輸出的光通量 ψ 與光源光通量 ψ_s 之比。即

$$\eta = \psi / \psi_s$$

一般照明燈具的材料有冷軋壓鋼板、鋁板、黃銅板、玻璃、合成樹脂及其它材料，因此為提高照明燈具效率，應選用材質反射率較高，表 2-8 為照明燈具常用材料的反射率。

表 2-8 照明燈具常用之材料反射率

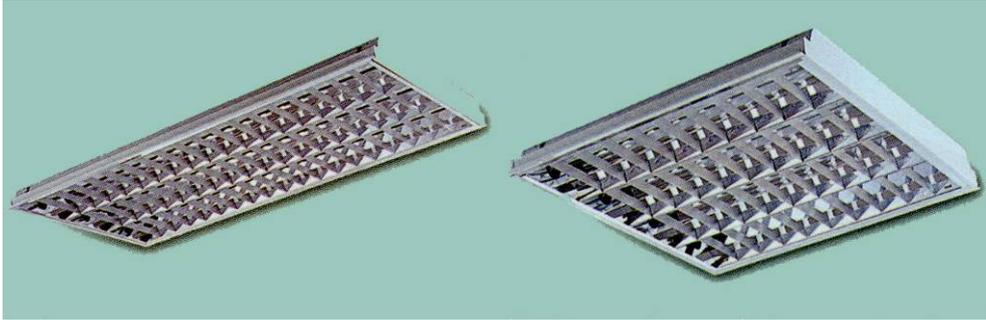
	材 料 名 稱	反 射 率 (%)		材 料 名 稱	反 射 率 (%)	
磨 光 金 屬 面	銀	90~95	塗 漆 面	白 琺 瑯	75	
	鋁	60~75		粗 面 白 琺 瑯	60	
	銅	50~60		白 漆	66~80	
	鉻	65		淡 色 漆	35~55	
	鎳	55		深 色 漆	10~30	
鋼	55~65	黑 漆		5		
玻 璃 面	淡 乳 色	10~20				
	濃 乳 色	40~50				
	玻 璃 鏡 面	80~90				

各種燈具分配光通量的特性可以由各種燈具的配光曲線來表示。燈具的配光曲線是表示燈具的發光強度在空間分佈狀況，所以又稱光強分佈曲線。大部分燈具的形狀是它的軸線旋轉體，所以它們的發光強度在空間分佈也是和軸線對稱的。因此，只需藉由燈具軸線的一個截面上的配光曲線，就能說明該燈具發光強度在空間分佈的狀況，這種配光稱為對稱配光。也有一些燈具的形狀是不對稱的，則需藉由燈具軸線的幾個截面上的配光曲線，才能說明該燈具的發光強度在空間的分佈狀況，這種配光稱為非對稱配光。

配光曲線上的每一點，表示燈具在該方向上的發光強度。因此，知道燈具對稱計算點的投射角，便可查到相應的發光強度，為便於比較，配光曲線都是假定光源的光通為 1000 lm 來繪製的。實際光線發出的光通不是 1000 lm 時，在配光曲線上查出的發光強度應加以修正，即乘以實際光源發出的光通與 1000 之比。

2. 燈具之型式

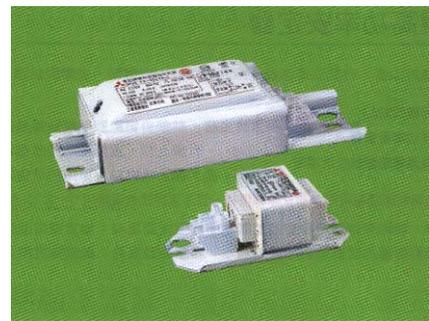
辦公室燈具型式分 T-Bar 型、嵌入式、吸頂式三種，配合裝潢使用。目前辦公室 T 型輕鋼架天花板採用 T-Bar 型燈具較多，T-Bar 照明燈具可分為空調型與非空調型；適用於台灣標準規格之輕鋼架使用場所，此類燈具可產生舒適柔和的光源適用於辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。嵌入式照明燈具適用於非輕鋼架所使用之場所，透過天花板設計裝潢自然嵌入照明燈具適用於住家、辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。吸頂式照明燈具適用於非輕鋼架所使用之場所，此燈具色彩自然適用於辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。



(四) 安定器：

1. 傳統安定器

螢光燈需利用安定器來啟動並穩定電流，以延長燈管壽命。一般傳統安定器係以矽鋼片繞製而成，因此會造成電力耗損，故在節能之考慮下應注意螢光燈具內藏安定器之效率。為抑止螢光燈用安定器耗電量，經濟部目前訂定之螢光燈之功率因數應達 90% 以上。



2. 電子安定器

電子安定器係利用濾波器及直流電路之高頻震盪產生器，將交流電源之 60HZ 頻率電壓轉換為 20~40KHZ 高頻率電壓，用以點亮日光燈，其功率因數均在 90% 以上。

電子安定器可瞬時點燈，免用起動器，具有不閃爍無噪音，省電 25% 以上之優點。但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。



第四節 良好辦公室照明實例

一、實例：日本京王品川大樓

(一) 概要

日本京王品川大樓為地下一層、地上十九層規模之建築物，地上一到二層為店鋪，地上三至十九層為辦公室使用。

(二) 照明設備

辦公室基準層面積為 1567 m²，天花板採用輕鋼架天花高度 2.8m，使用 2 呎x2 呎燈具，在 600mmx600mm 單元內，燈具兩側為空調出風口，燈具本身由兩組燈具組成，使用 24W 色溫 5000K 晝白色之螢光燈，中間部份結合廣播系統與偵煙感知器，桌面平均照度為 750 lx，對於眩光防治，以反射板減少電腦作業者視覺疲勞的產生，提供舒適的照明工作環境。



圖 2-1 辦公室基準層照明



圖 2-2 辦公室照明使用燈具
資料來源：日本照明學會誌

二、實例：日本 JR 品川辦公大樓

(一) 概要

日本 JR 品川辦公大樓為地下三層、地上二十層規模之建築物，低樓層為商業中心，中、高層為擁有先進設備的辦公室。

(二) 照明設備

辦公室基準層面積為 1710 m²，室內無柱空間設計，基準層天花板使用基本模矩 3600 mm×3200mm 的系統天花，可對應所需明亮度的改變，而更改其形式。燈具採用埋入式燈具，光源使用 32W 螢光燈，採線性配置，在燈具間設置空調出風口與各種感知器，桌面平均照度達到 670 lx。

中央監控室設置兩台照明控制系統，藉由天花板內及分電盤內信號接收器，達到自動點滅管理的可能。



圖 2-3 辦公室基準層照明



圖 2-4 照明控制系統

資料來源：日本照明學會誌

三、其他照明實例

(一) 辦公空間

圖 2-5 的辦公室，使用感知器與自動調光系統，並結合晝光與人員不在時減光的併用，照明燈具搭配 32W 螢光燈，與傳統辦公大樓比較，約可節省 30% 的電力。



圖 2-5 辦公室照明實例

(二) 銀行營業空間

設計概念為使窗邊晝光與室內照明一致性，使用 32W 直管型螢光燈如圖 2-6 所示，採線性配置，創造出具有開放感的空間。



圖 2-6 銀行營業照明實例

(三) 會議空間

圖 2-7 的會議室，使用機能性的系統天花，採用高效率反射板燈具與高效率螢光燈，以確保充足的照度，並設計弧形間接照明搭配，刻劃出兼具機能與感性的光環境。



圖 2-7 會議室照明實例

資料來源：新・照明教室 オフィス照明

第三章 辦公室照明節能

第一節 光源

照明設計節能重要方法之一是選擇高效率的光源，因此本研究簡單介紹五種節省能源的螢光燈。

第一種屬一般型螢光燈，亦稱標準型，是將消耗電力減少的省電力型螢光燈，這是將封入氣體從以前之氬氣變更為氬氣等之混合氣體，或者是進一步將燈管變細，則包含安定器之消耗電力將可減少 2~10% 電力。

第二種屬於省電型螢光燈，是高品質省電力型，除了具有第一種省電力型之特徵外，另外，燈管製法改良（如水銀封入方法之改良、新型電極之採用等），以減少點燈中光束減退，且延長壽命（例如 FL40S 自 10000 小時至 12000 小時）。光束減退之改良的壽命延長，並非降低直接的消耗電力，但是可減少新設時之器具燈數，並降低維護時之運轉費用達到節約能源。

第三種是高效率高演色型螢光燈。以往若將光源演色性變佳則效率將降低，而新開發的螢光燈則打破此種反比的關係。在青、綠、紅之三波長域具有狹帶發光之三波長型效率，較具有連續發光，且價格便宜的連續發光型者為高。將重視演色性而使用天然白色的螢光燈管，換成高效率高演色性螢光燈，而減少使用燈管數可達節約省電之目的。

第四種是屬高輸出型螢光燈，是不改變消耗電力而將燈管正下方的照度約提高 20% 之高照度型燈管。此種燈管比同一消耗電力可得較明亮的照明，為一廣義之省能型燈管。

第五種是精緻型螢光燈，同時也是電子式省電螢光燈。螢光燈光源發展將燈管彎折成小型化，並且可使用於燈泡之燈具上，僅有一個燈頭故亦稱為單口螢光燈。

螢光燈管能源效率標準：目前我國政府對於照明光源訂有「螢光燈管能源效率標準」（89 年 1 月訂定，90 年 1 月開始實施）參閱表 3-1。在節能標章產品要求發光效率達需達 90lm/w，演色性指數 $Ra \geq 80$ ，緊密型螢光燈管之能源效率標準請參閱表 3-2。

表 3-1 螢光燈管能源效率標準

類別	螢光燈管區分	額定螢光燈管功率 W	發光效率 (lm/W)						
			一般型			三波長域發光型			
			D	N(CW)	W,WW	D-EX	N-EX (CW-EX)	W-EX, WW-EX	
預熱起動型	直管型	10	10	44	45	47	45	50	53
		15	11~15	48	52	55	59	63	65
		20	16~20	60	67	71	71	74	77
		30	21~30	63	70	74	76	80	84
		40	31~40	72	78	81	84	88	90
	環管型	20	20,18	45	47	50	51	53	57
		22	22,19	45	47	50	51	53	57
		30	30,28	47	52	55	57	58	60
		32	32,30	53	56	59	65	67	69
		40	40,38	63	68	72	70	77	81
瞬時起動型	20	16~20	55	68	71	62	71	74	
	40	31~40	75	76	77	75	81	84	
	60	51~60	62	67	72	67	72	75	
	110	100~110	80	82	86	85	87	91	
平均演色性指數 (Ra)			69	67	50	80			

註：

1. 類別、螢光燈管區分依 CNS 691 螢光燈管（一般照明用）規定。
2. 螢光燈管光源色區分依 CNS 10839 螢光燈管之色度分類規定：晝光色(D：5700~7100K)、冷白色(CW：4600~5400K)、白色(W：3900~4500K)、溫白色(WW：3200~3700K)，三波長域發光型(EX)。
3. 發光效率為光源全光束(lm)與螢光燈管功率(W)之比，光源全光束與螢光燈管功率之測試方法依 CNS 3936 螢光燈管（一般照明用）檢驗法規定。
4. 實測之發光效率及平均演色性指數應在上表標準值及標示值 95% 以上。
5. 植物培植燈、捕蟲燈、半導體專用燈、滅菌燈等彩色螢光燈管及高演色性螢光燈管(Ra>95% 以上者)免試發光效率。
6. 平均演色性指數之測試方法依 CIE13.3 method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources 規定。
7. 晝光色(N：4600~5400K)螢光燈管發光效率及平均演色性指數比照冷白色(CW：4600~5400K) 螢光燈管規定；燈泡色(L：2600~3150K)螢光燈管之發光效率及平均演色性指數比照白色(W：3900~4500K)螢光燈管規定。

資料來源：經濟部能源局

表 3-2 緊密型螢光燈管能源效率基準

類別	管徑區分	額定消耗電功率 (W)	發光效率(lm/W)	
			晝光色 (D)	燈泡色 (L)
雙管(P 型、PX 型)	一般型、 細管型(S);	低於 6	45	47
	一般型、 細管型(S)	6~7	50	53
雙管(P 型、PX 型) 四管(D 型、DX 型、M 型、W 型) 六管(T 型、TX 型)	一般型、 細管型(S)	10	55	58
	一般型	9、13		
	細型管(S)	9、13	63	66
	一般型、 細管型(S)	11	72	77
	一般型	14~26	56	60
	細管型(S)	14~26	62	66
雙管(P 型、PX 型)	一般型、 細管型(S)	27	63	66
四管(D 型、DX 型、M 型、W 型)	一般型、 細管型(S)	27	54	57
雙管(P 型、PX 型) 四管(D 型、DX 型、M 型、W 型) 六管(T 型、TX 型)	一般型、 細管型(S)	28~30	65	69
雙管(P 型、PX 型)	一般型、 細管型(S)	高於 30	72	77
四管(D 型、DX 型、M 型、W 型) 六管(T 型、TX 型)	一般型、 細管型(S)	高於 30	66	70

註：

1. 緊密型螢光燈管光源色區分依 CNS 10839 螢光燈管之色度分類規定：晝光色(D：5700~7100K)、燈泡色(L：2600~3150K)。
2. 晝白色(N：4600~5400K)、冷白色(CW：4600~5400K)、白色(W：3900~4500K)、溫白色(WW：3200~3700K)燈管之發光效率比照燈泡色(L)燈管規定。
3. 發光效率(lm/W)為燈管全光束與燈管功率之比，燈管全光束與燈管功率之測試方法依 CNS14576 緊密型螢光燈管(一般照明用)規定試驗。
4. 實測之發光效率不得小於上表基準值，並在標示值 95%以上；額定消耗電功率未列於表內者，以同一類別之鄰近較大發光效率者為基準。
5. 發光效率檢測時如 CNS 14576 表 3 無相關試驗用安定器可供測試使用者，可採用適用之安定器進行試驗。
6. 植物培植燈、捕蟲燈、半導體專用燈、滅菌燈等彩色螢光燈管及高演色性螢光燈管(Ra>95 以上者)等免試發光效率。

資料來源：經濟部能源局

節能標章之產品能源效率基準，係針對該項產品市場現況各品牌之能源使用效率，擇其分佈曲線之中上階層，作為訂定之參考依據，並配合定期的檢討隨著分佈曲線的變化加以調升，以確保『節能標章』產品所具有的高能源效率的特性。因此，一般消費大眾便可由『節能標章』，簡單明確的辨識出何者為高能源效率產品。螢光燈管節能標章能源效率基準分燈管發光長度 100cm 以上與燈管發光長度未達 100cm：

- 燈管發光長度 100cm 以上：螢光燈管申請節能標章認證，其產品需符合依國家標準 CNS691、CNS13755、CNS10839 及 CIE13.3 進行測試，實測值需符合下列標準；

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

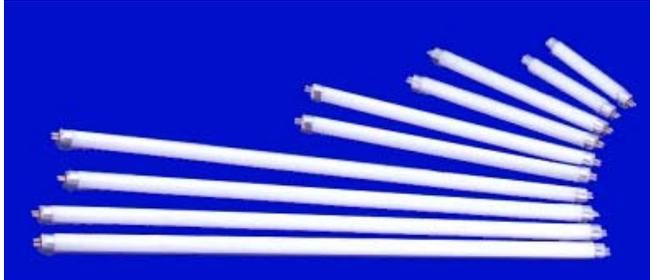
- 燈管發光長度未達 100cm：螢光燈管申請節能標章認證，其產品需符合依國家標準 CNS691、CNS13755、CNS10839 及 CIE13.3 進行測試，實測值需符合下列標準；

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

T5 燈管介紹

- 1.壽命長：可達 20,000 小時以上。
- 2.最環保：水銀含量僅有 5.0mg。
- 3.光輸出速度快：點燈後，瞬間即可獲得最有效的光輸出。
- 4.節省燈具空間：燈管口徑細小，僅 16 mm，可節省空間。
- 5.光輸出效果佳：燈管發光效率高不浪費。



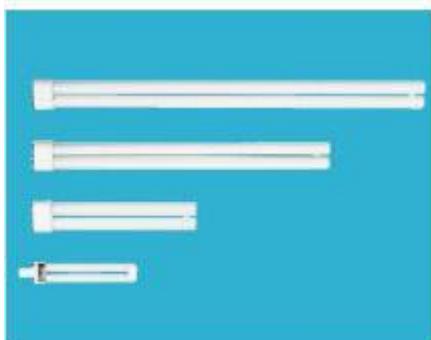
T8 燈管介紹

- 1.一般長形日光燈管的規格，直徑約 26mm。
- 2.演色佳，色彩亮麗自然。
- 3.壽命佳，效率佳。



PL 燈管介紹

- 1.雙管型緊密型日光燈。
- 2.體型輕巧緊湊，可使用於小型化燈具上。
- 3.高輸出功率，發光效率高，燈色柔和。
- 4.啟動快、不閃爍。



第二節 燈具

燈具分 T-Bar 型、嵌入式、吸頂式三種，配合裝潢使用。目前辦公室 T 型輕鋼架天花板採用 T-Bar 型燈具較多，T-Bar 照明燈具可分為空調型與非空調型；適用於台灣標準規格之輕鋼架使用場所，此類燈具可產生舒適柔和的光源適用於辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。嵌入式照明燈具適用於非輕鋼架所使用之場所，透過天花板設計裝潢自然嵌入照明燈具適用於住家、辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。吸頂式照明燈具適用於非輕鋼架所使用之場所，此燈具色彩自然適用於辦公室、會議室及圖書館等室內照明用。



圖 3-1 T-BAR 式 T5 日光燈具 (2 呎x4 呎)



圖 3-2 T-BAR 式 T8 日光燈具 (2 呎x4 呎)



圖 3-3 T-BAR 式 T5 日光燈具 (2 呎x2 呎)

資料來源：東亞照明 2007 年綜合型錄

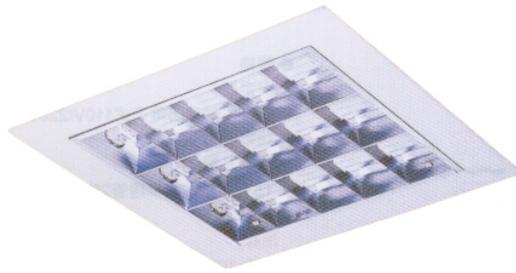


圖 3-4 T-BAR 式 FPL 日光燈具 (2 呎x2 呎)



圖 3-5 T-BAR 式 T5 日光燈具 (2 呎x2 呎)



圖 3-6 口字型系統天花板

資料來源：東亞照明 2007 年綜合型錄

第三節 電子安定器

電子式安定器以高頻點燈、不閃爍、照明品質較佳，安定器損失較傳統式低，放散和傳導的熱量較少。靠窗邊採用調光電子式安定器，用光感測器元件來自動調整，照度較均勻、明暗差別較小，其餘採用非調光電子式安定器以一般單切開關來控制。電子式安定器需與電子式安定器專用燈管配合使用，較能發揮整體（安定器與燈管）的發光特性，若安定器與燈管匹配不佳，不能完全發揮光效率。圖 3-7 所示選用 220V 高功型安定器與燈管 38W、36W、32W 匹配，當電壓變動時所產生發光效率變化圖，圖 3-8 所示選用 220V 主動功因電子式安定器與燈管 38W、36W、32W 匹配，當電壓變動時所產生發光效率變化圖，安定器與三種燈管組合，當電壓變化所測出發光效率關係，詳如圖 3-7、圖 3-8 所示。

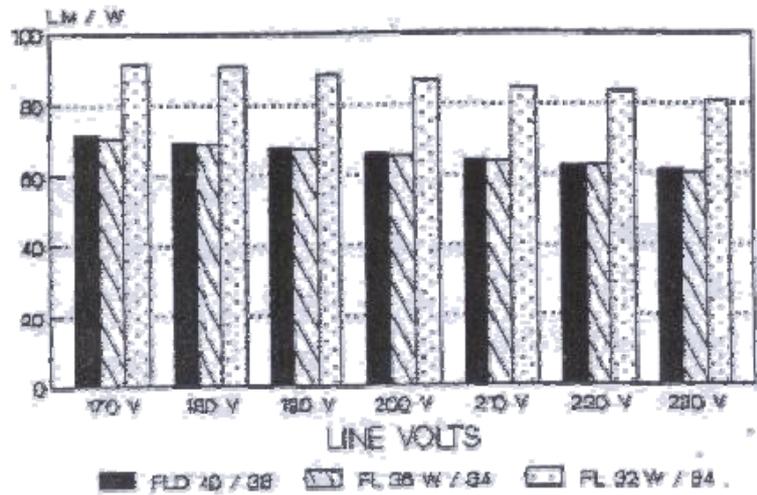


圖 3-7 高功型安定器與燈管發光效率關係圖

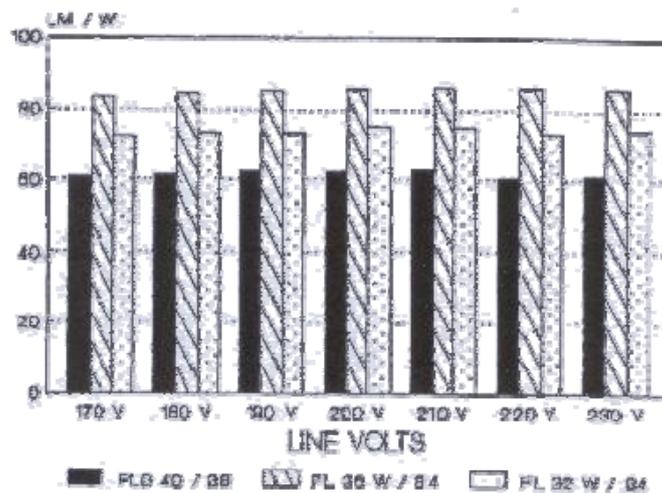


圖 3-8 主動功因安定器與燈管發光效率關係圖

螢光燈管用安定器包括傳統式安定器及電子式安定器，其光效因數基準如下表 3-3：

表 3-3 螢光燈管用安定器光效因數基準表

安定器類型	型式	預熱型								非預熱型 (含瞬時型)			
	適用	直管型					環管型			20	40	60	100
	螢光燈管區分	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

第四節 照明控制

辦公室內工作人員自己控制照明的方式是目標環境照明方式。目標照明的控制由使用者自行控制，環境照明的控制根據整個利用狀態進行控制即可，屬於非常單純的控制系統。

A.可預期時程管理

1. 根據使用者習慣，將規律時程設定在系統中，使照明設備可以定時開關。
2. 配合時序控制器，可於預定的時間自動地對照明環境作模式切換，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。例如上班、下班、午休時間之照明自動點滅。

B.日照特性分析與應用

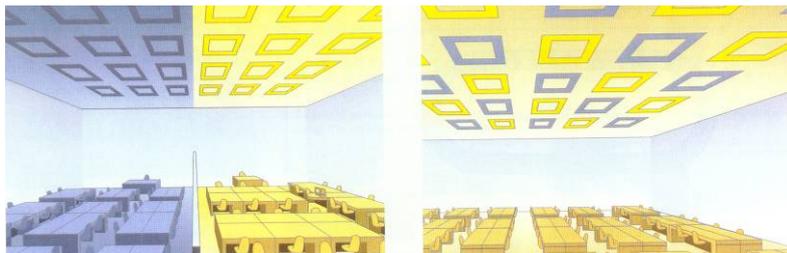
1. 系統透過感測器將日照及環境變數輸入系統進行分析與管理，使照明空間與日照及周遭環境做最佳的搭配，以提升照明系統效率。
2. 配合晝光感知器，當太陽光線足夠時，可自動地調降靠窗燈具的亮度或關閉燈具。

C.機動調節管理

1. 使用者可以隨時依據不預期的需要做機動調整。
2. 熱感開關宜裝置在辦公大樓的小型會議室、會客室、廁所...等場所，單獨使用熱感自動點滅，有人時自動開燈，沒人時自動關燈，既方便又可避免浪費能源。
3. 附感知器之自主控制型燈具，可自主控制燈具之明滅或調節亮度。
4. 附亮度檢知器可感知周圍亮度，當周圍亮度太暗時，自動調亮燈具亮度；當周圍亮度太亮時，自動調暗燈具亮度，可節省能源。

D.群組與模式控制

系統可以依據空間分佈進行群組控制，能夠在空間配置改變時，在不更動設備的情形下，改變控制模組；模式控制可以依空間使用目的不同做調整。



E. 中央集中控制

透過自動化的管理系統，可以僅僅由一個人甚至無人操作的方式，管理大範圍的照明系統，節省維護成本。



第五節 照明節能評估

一、照明用電基準

若將照明區域內之照明用電量除以照明區域 (m^2)，即得單位面積照明用電密度 (Unit Lighting Power Density)，簡稱 UPD。因此利用此評估方法可瞭解此一區域之照明用電量是否合理。此評估方法，適用於採用全面照明方式者，整個照明區域要求均一照度之條件。

美國各州政府由 ASHRAE 90.1 擇取適合當地的法條經過公聽會及議會通過後成為各州的節能法規，所以各州對於照明規範不盡相同，但是基本上要先符合強制性條款 (Mandatory Provisions)，然後再選擇要用法條式規範 (Prescriptive Path) 或能源價值預算法 (Energy Budget)。

1. 法源及法源架構

美國的節能法規是由聯邦推動的標準與準則方案 (Building Standards & Guidelines Program) 由美國能源部支持美國冷凍空調協會 ASHRAE 在 1975 年制定了 ASHRAE STANDARD 90-75，各州政府對於建築節能管理是以地方自治的程序各自立法，立法程序要由專業團體起草經過公評或聽證會，經議會通過後成為可執行的法規，地方專業團體提出的節能規範草案大多是 ASHRAE/IES 90.1 為藍本。

2. 管理方式

關於建築節能設計之落實仍就依照一般於申請新建、增建、改建之建築執照時之審查制度，由各級地方政府之建管單位在進行機電設備審查時一併檢討其照明設計是否符合節能規範，對於採用性能是分析 (Performance Approach) 者，其節能計算軟體需經地方政府能源委員會之認可。

3. 管理對象

ASHRAE/IES 90.1 的適用對象為四層以上的建築物，對於空調負荷超過 $15w/m^2$ 或熱氣負荷超過 $10w/m^2$ 的建築物審查其外殼，對於伴隨建築物的空調、通風、熱水、電力、照明等設備審查其節能事項，對於三樓以下住宅，不使用

電力及燃油建築物，工業生產有關設備等不適用本規範。

4. 耗能指標與基準

首先應符合強制性條款，然後申請人可選擇以下兩種方式進行省能設計的整合。

- (1) 法條式檢驗
- (2) 能源價值預算法（由電腦程式計算比較設計建築物與預設的門檻值建築物的能源價值）
- (3) 小型建築物可採用簡易法，只檢討部分條款。

法條式的規範（Prescriptive Path）對於室內照明電力的允許值可由建築面積法或逐室空間法來計算，同一個範圍不能分成兩部份而採用不同的方法計算，如表 3-4 所示。

表 3-4 建築物照明用電標準-美國 ASHRAE/IESNA 90.1

建築物類型	LPD (90.1-2001) W/ft ²	LPD (90.1-2004) W/ft ²
辦公室	1.3 (14.1 W/m ²)	1.0 (11.0 W/m ²)

二、照明系統節能評估法

綠建築評估節能與評估手冊之照明系統節能評估法以提高燈具效率與照明功率為主，其合格判斷如下式所示：

$$EL = IER \times IDR \times (1.0 - \beta_1 - \beta_2 - \beta_4) \leq 0.7 \text{-----公式3.1}$$

式中所有居室與燈具效率係數IER與主要作業空間照明功率係數IDR，依下列公式計算：

$$IER = (\sum ni \times wi \times Bi \times Ci \times Di) / (\sum ni \times wi \times ri) \text{-----公式3.2}$$

$$IDR = (\sum swj) / (\sum UPDj \times Aj) \text{-----公式3.3}$$

其中

EL：照明系統節能效率，無單位

IER：所有居室燈具效率係數，無單位

IDR：主要作業空間照明功率係數，無單位

ni：某i類燈具數量，應附燈具配置圖並以圖例標明燈具種類並列出各空間燈具數量表

wi：某i類燈具之功率（W）

ri：某i類光源之效率比，查表3-5

Bi：安定器係數，查表3-6

Ci：照明控制係數，查表3-7

Di：燈具效率係數，查表3-8

β_1 ：20.0×再生能源節能比例Rr，見表3-12

β_2 ：建築能源管理系統效率，見表3-12

β_4 ：如光導管、光纖集光裝置等其他特殊採光照明節能優待係數，由申請者提出計算值，經認定後採用之。

swj：主要作業空間之照明總功率（w），為該空間燈具功率之和，主要作業空間型態如表3-9

非主要作業空間免評估IDR。 $\sum swj = \sum wj$

Aj：主要作業空間樓地板面積（m²）

UPDcj：主要作業空間照明功率基準，如表3-9

IER為實際總用電功率與總用電力率基準之比，IDR為主要作業空間之設計照明功率密度與照明功率基準之比，判斷式（公式1）之意義在於要求採用高效率燈具，並抑制過度照明設計，希望能達成以全面螢光燈設計來達成現行國際照度水準標準之30%節能量。為了達成此目的，設計者可以選擇高發光效率光源以及採用安定器Bi、照明控制方式Ci、高效率燈具Di，同時必須依據國際照明謹慎防止過大設計來達。為了查核方便起見，評估法必須如表3-10~3-11所示，檢附各層照明燈具配置圖與各層燈具數量表以供確認。本方法是以健康照明為前提之總耗能量管制法，希望能尊重照明設計之自由度，並同時取得照明效率與節能要求之平衡。選用太多鹵素燈、白熾燈、水銀燈等低效率光源；或採用無安定器、無反射燈罩之低效率燈具；或採用太多間接照明之設計，或過高照度水準之設計，自然較難以通過本指標的查核。

公式1同時也針對太陽能、風力、汽電共生等再生能源，以其節約發電量之二十倍計算列於β1係數之中（再生能源在空調與照明評估可重複優惠計算），以配合政府推動再生能源之政策。最後，本照明評估乃是以照明水準較具共同標準之供公眾使用之空間為限，至於儲藏室、停車場、倉庫、樓梯間、茶水間、廁所等非居室空間，與住宅、宿舍、療養院、旅館客房等屬於私人生活氣氛之住宿空間，以及開刀房、工廠生產線、實驗室、音樂廳、娛樂場所、展覽場、商場等商業展示及特殊照明需求之空間，暫不列入本手冊之評估範圍。若某建築物之所有空間均屬免予評估之空間，則逕令指標EL=0.7即可。

表 3-5 各種光源之效率比較

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

本表數據只為綠建築評估節能與評估手冊參考值，若有特殊照明效率者可提出規格說明，即可採用之

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-6 安定器效率係數 Bi

燈具種類	安定器效率係數	備註
電子安定器	0.8	應附擬採用規格或功能圖說
高功率安定器	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
普通安定器	1.0	

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-7 照明控制係數 Ci

照明設備控制種類	照明控制係數	備註
最佳營運模式自動開關控制系統（照明之 BEMS）	0.70	應附擬採用規格或功能圖說
晝光感知控制自動點滅控制空能	0.75	應附擬採用規格或功能圖說
採用低背景照度輔助以作業面檯照明的設計	0.80	應附擬採用規格或功能圖說
具有自動調光控制、紅外線控制照明點滅等功能	0.85	應附擬採用規格或功能圖說
具有自動點滅控制功能	0.90	應附擬採用規格或功能圖說
具良好之分區開關控制	0.95	應附分區開關控制圖
無自動控制功能	1.0	

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-8 燈具效率係數 Di

照明種類	照明效率係數	備註
附防眩光隔柵或裝置之高反射塗裝反射板燈具	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
一般反射板、筒狀嵌燈或裸露光源之燈具	1.0	
外加玻璃罩、壓克力罩或裝飾燈罩的燈具	1.1	
嵌入天花板內間接反射照明設計的燈具	1.2	

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-9 主要作業空間照明功率密度基準 UPDj (W/m²)

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

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-10 燈具效率係數 IE 計算表

樓層	光源種類 (編號)	燈具 數量 n_i	每盞燈具 光源功率 w_i	光源效率比 r_i	安定器 係數 B_i	照明控制 係數 C_i	燈具效率 係數 D_i	總用電功率 基準(w) $n_i \times w_i \times r_i$	實際總用電功率(w) $n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i$
總用電功率基準 $\Sigma n_i \times w_i \times r_i =$									
總用電功率 $\Sigma n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i =$									
燈具效率係數 $IER = (\Sigma n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i) / (\Sigma n_i \times w_i \times r_i) =$									

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-11 主要作業空間照明功率檢核表

空間名稱	面積 A_j (m^2)	照明用電密度基準 UPD _{cj} (w/m^2)	用電總功率 sw_j (w)	$A_j \times UPD_{cj}$ (w)
合計			$\Sigma sw_j =$	$\Sigma A_j \times UPD_{cj} =$
$IDR = (\Sigma sw_j) / (\Sigma UPD_j \times A_j)$				

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

表 3-12 節能技術簡易評估表

節能對象	節能技術	效率	效率標準值	送審設計圖說
自然能源、 再生能源、 節能管理等 其他總系統 節能技術	再生能源	β_1	$20.0 \times$ 再生能源節能比例 R_r (*3)	採用率計算書、系統 流程、規格書
	建築能源管理系統 (必須提出系統功能說明)	β_2	具監視、警報、運轉控制、計測等功能者：0.03	附系統流程及監測規 範圖說
			具能源、效率、設施計測與控制管理功能者：0.05	附系統流程及監控管 理規範圖說
			具最佳化策略控制管理功能者：0.10	附系統流程及最佳化 策略控制規範圖說
	其他	β_3	(提出計算證明自填)	附系統流程及節能技 術規範圖說
其他總系統節能效率 $R_m = 1.0 - \Sigma \beta_k =$				

資料來源：綠建築解說與評估手冊 2007 年更新版

案例計算實例

計算實例：辦公大樓（地點：台北市）

【建築基本資料】

- (1) 本大樓位於台北市，為地上 11 層，地下 2 層之建築，主要用途係供辦公廳使用，地下一層防空避難室兼地下停車場，台電受電室等，地下二層空調機械室及停車場。
- (2) 照明採用一般螢光燈設計。
- (3) 建築物高度 40.4m，總樓地板面積 10,480 m²。

表 3-13 案例主要作業空間照明功率檢核表

樓層	光源種類 (編號)	燈具 數量 ni	每盞燈具 光源功率 wi	光源效率比 ri	安定器 係數 Bi	照明控制 係數 Ci	燈具效率 係數 Di	總用電功率 基準(w) ni×wi×ri	實際總用電功率(w) ni×wi×Bi×Ci×Di
B2	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
B1	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
1F	鹵素燈	50	50	0.28	1.0	1.0	1.0	700	700
1F	T-BAR 螢光燈 20w×4	60	20×4=80	1.00	0.8	1.0	0.9	4800	3456
2F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
2F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
3F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
3F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
4F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
4F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
5F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
5F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
6F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
6F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
7F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
7F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
8F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
8F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
9F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
9F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
10F	T-BAR 螢光燈 40w×2	80	40×2=80	1.00	0.8	0.95	0.9	6400	4377.6
10F	T-BAR 螢光燈 20w×3	20	20×3=60	1.00	0.9	0.95	0.9	1200	923.4
11F	鹵素燈	50	50	0.28	1.0	1.0	1.0	700	700
11F	T-BAR 螢光燈 20w×4	60	20×4=80	1.00	0.8	1.0	0.9	4800	3456
總用電功率基準 $\Sigma ni \times wi \times ri =$								92200w	
總用電功率 $\Sigma ni \times wi \times Bi \times Ci \times Di =$									64776.2w
燈具效率係數 $IER = (\Sigma ni \times wi \times Bi \times Ci \times Di) / (\Sigma ni \times wi \times ri) =$									0.70

表 3-14 案例主要作業空間照明功率檢核表

空間名稱	面積 A_j (m^2)	照明用電密度基準 UPD_{cj} (w/m^2)	用電總功率 sw_j (w)	$A_j \times UPD_{cj}$ (w)
一樓辦公室	100 m^2	15 w/m^2	1600w	1500w
一樓會議室	200 m^2	10 w/m^2	3000w	2000w
二樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
三樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
四樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
五樓辦公室	300 m^2	15 w/m^2	4500w	4500w
五樓會議室	200 m^2	10 w/m^2	2200w	2000w
六樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
七樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
八樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
九樓辦公室	500 m^2	15 w/m^2	6500w	7500w
十樓辦公室	400 m^2	15 w/m^2	6000w	6000w
十一樓辦公室	450 m^2	10 w/m^2	5400w	4500w
合計			$\Sigma sw_j = 68200w$	$\Sigma A_j \times UPD_{cj} = 73000w$
$IDR = (\Sigma sw_j) / (\Sigma UPD_j \times A_j) = 68200 \div 73000 = 0.93$				

代入公式 1，進行 EL 評估。

由於本棟建築物並沒有使用特殊的再生能源，因此 $\beta = 0$

$EL = IER \times IDR \times (1.0 - \beta_1 - \beta_2 - \beta_4) = 0.7 \times 0.93 \times 1.0 = 0.65 \leq 0.7$ ，因此本項評估通過。

第四章 辦公室照明設計節能參考範例

辦公室照明之設計，首先利用光束法（公式 4.1），求得辦公室空間天花面之全面照明，所需燈管數量。

$$N \times F = E \times A / U \times M \text{-----公式4.1}$$

式中，F：光源之光通量（lm）

N：燈管數

A：面積（m²）

M：維護率（%）

U：照明率（%）

E：設計照度

將求得之燈管數量，換算成所選用的燈具數量，辦公室原則上使用全面照明方式，應把照明燈具均勻對稱配置，以使室內空間感覺均稱，讓辦公室空間獲得均勻的光線分佈。

減少全面照明搭配局部照明的照明方式，是將天花面的燈具數量減少 1/3 或 1/2，重新把燈具均勻對稱配置，降低作業面周圍原有照度，以局部照明滿足工作照度的需要，達到減少照明耗能的目標。下表為各辦公室照明設計節能案例，在相同照度下用電情形之比較。

表 4-1 辦公室照明設計節能案例比較表

範例	平均照度 (lx)	用電密度 (W/m ²)	等照度用電密度 (W/m ² ×100lx)
案例 (一)	669	14.97	2.24
案例 (二)	648	14.97	2.31
案例 (三)	626	12.24	1.96
案例 (四)	585	10.78	1.84
案例 (五)	620	12.00	1.94
案例 (六)	595	14.67	2.47
案例 (七)	576	14.50	2.52
案例 (八)	543	13.75	2.53
案例 (九)	572	11.92	2.08
案例 (十)	668	12.86	1.93
案例 (十一)	604	13.13	2.17
案例 (十二)	566	10.42	1.84
案例 (十三)	575	8.67	1.51

辦公室照明設計節能案例（一）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 60cm (2)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	825 lx
作業面最小照度	446 lx
作業面平均照度	669 lx
均齊度	0.67
用電密度	14.97 W/m ²

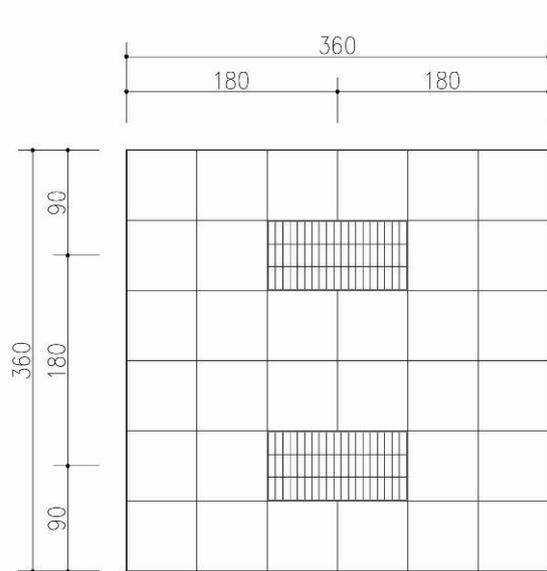


圖 4-1 燈具配置圖

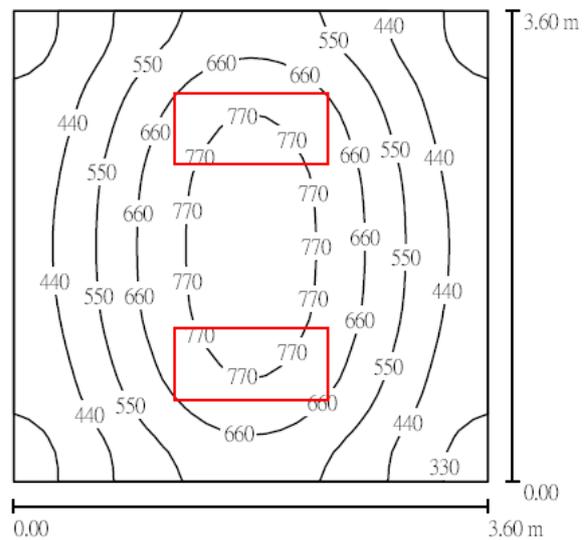


圖 4-2 等照度分布圖



圖 4-3 室內照明模擬圖（一）



圖 4-4 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（二）

燈具尺寸(盞數)	60cm × 60cm (4)
光源(數量)	T5 螢光燈 14W (4)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	833 lx
作業面最小照度	415 lx
作業面平均照度	648 lx
均齊度	0.64
用電密度	14.97 W/m ²

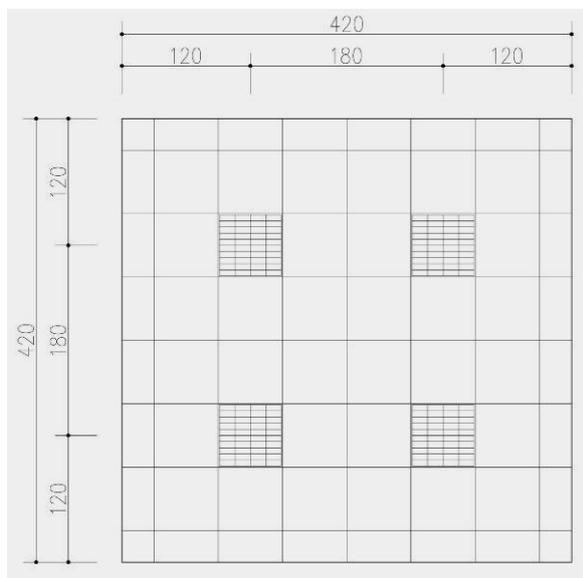


圖 4-5 燈具配置圖

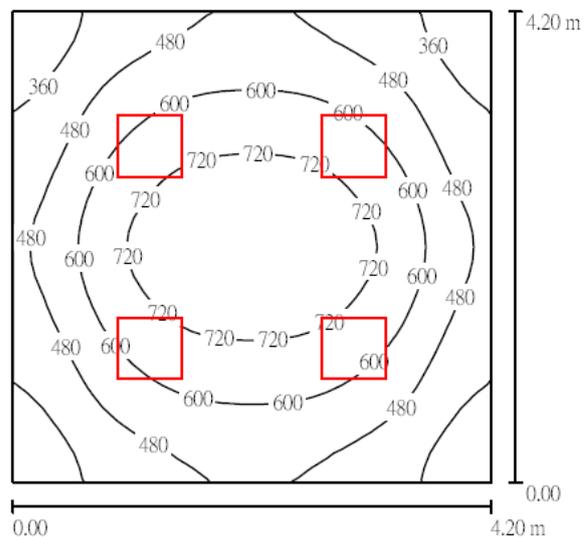


圖 4-6 等照度分布圖



圖 4-7 室內照明模擬圖（一）



圖 4-8 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（三）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 60cm (2)
光源(數量)	T8 螢光燈 36W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	866 lx
作業面最小照度	394 lx
作業面平均照度	626 lx
均齊度	0.63
用電密度	12.24 W/m ²

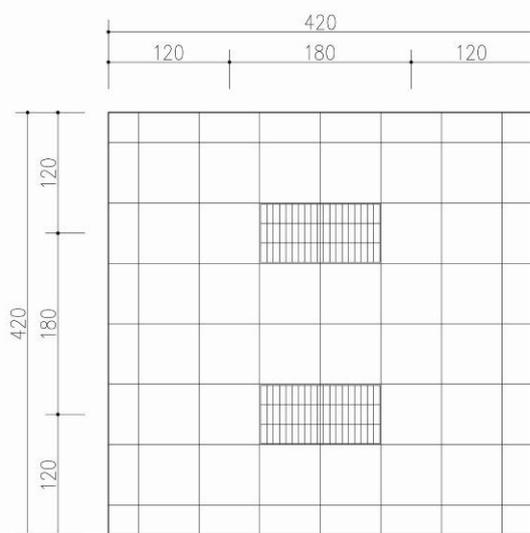


圖 4-9 燈具配置圖

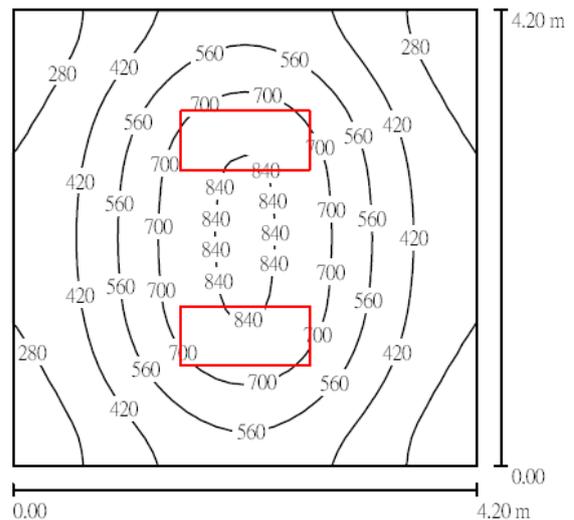


圖 4-10 等照度分布圖



圖 4-11 室內照明模擬圖（一）



圖 4-12 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（四）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 60cm (4)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	30%
維護率	0.8
作業面最大照度	712 lx
作業面最小照度	304 lx
作業面平均照度	585 lx
均齊度	0.52
用電密度	10.78 W/m ²

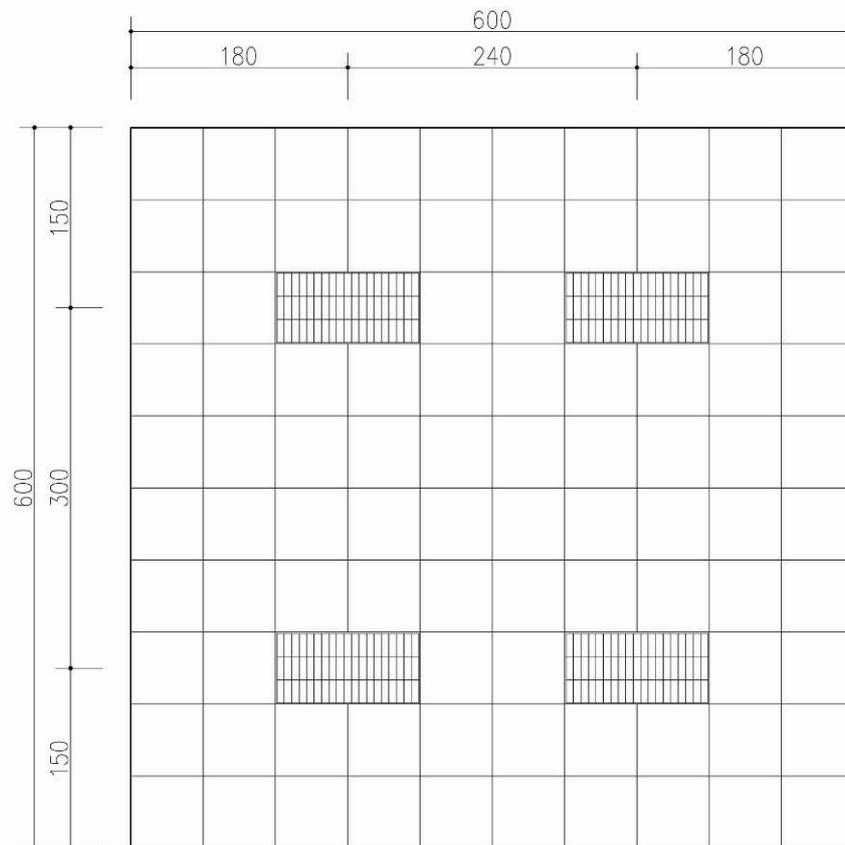


圖 4-13 燈具配置圖

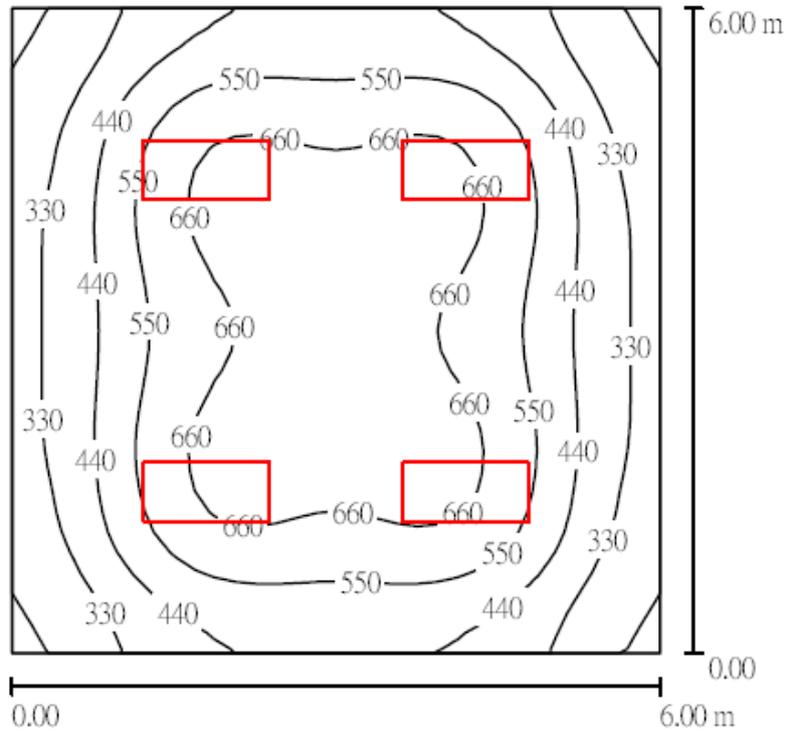


圖 4-14 等照度分布圖



圖 4-15 室內照明模擬圖（一）



圖 4-16 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（五）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 60cm (4)
光源(數量)	T8 螢光燈 36W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	769 lx
作業面最小照度	315 lx
作業面平均照度	620 lx
均齊度	0.51
用電密度	12.00 W/m ²

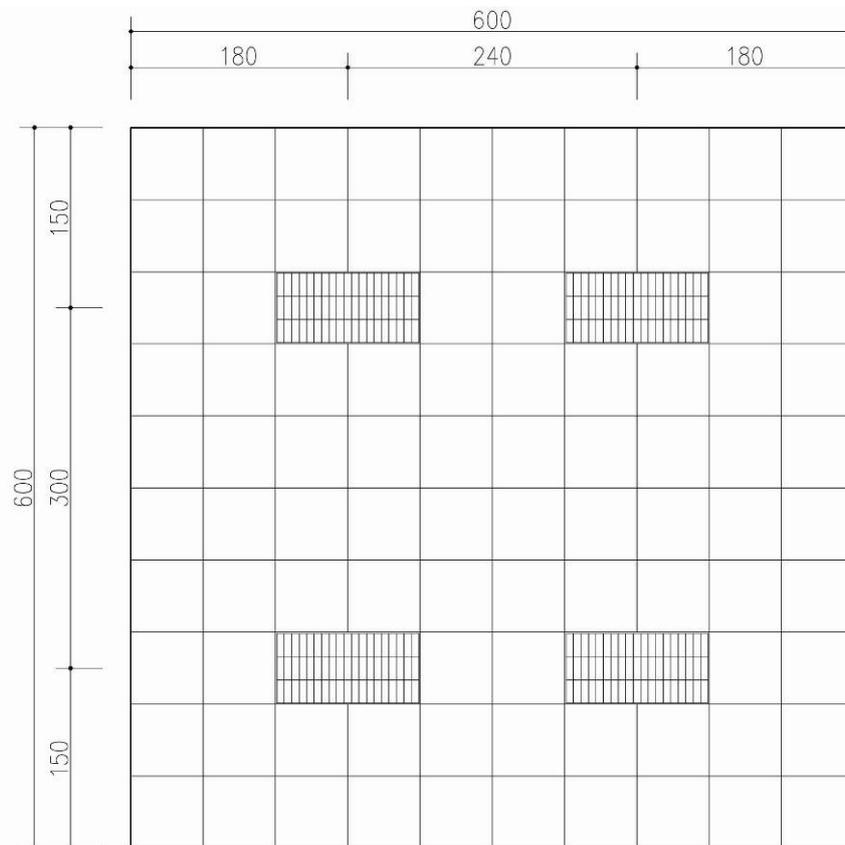


圖 4-17 燈具配置圖

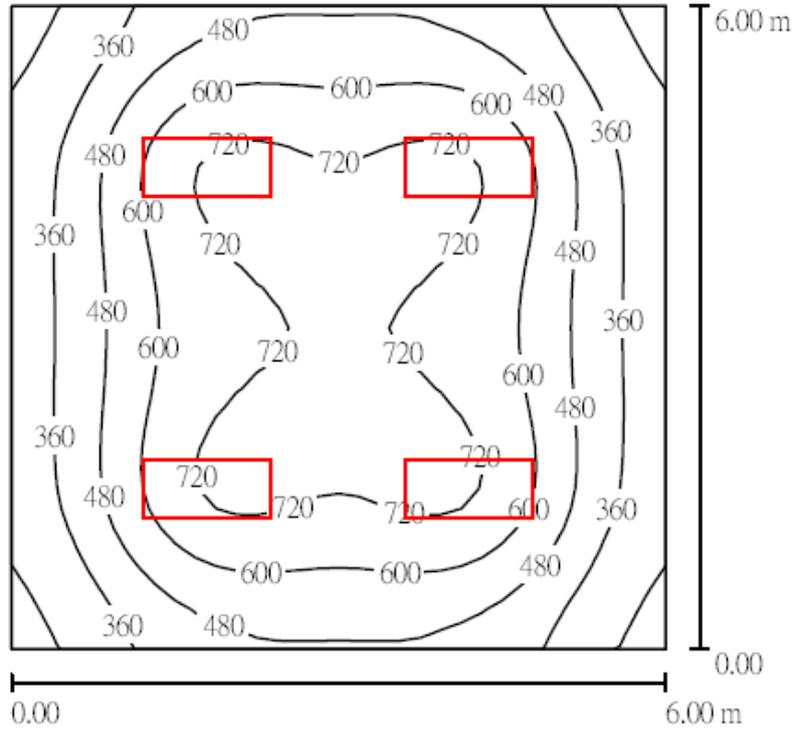


圖 4-18 等照度分布圖



圖 4-19 室內照明模擬圖（一）



圖 4-20 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（六）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 20cm (16)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (1)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	690 lx
作業面最小照度	417 lx
作業面平均照度	595 lx
均齊度	0.7
用電密度	14.67 W/m ²

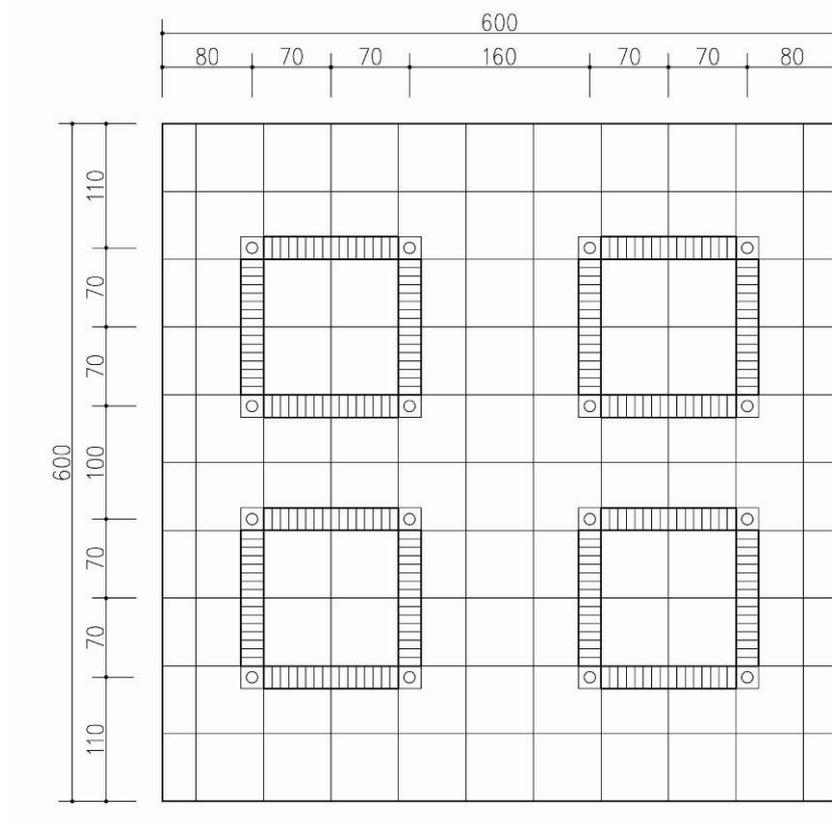


圖 4-21 燈具配置圖

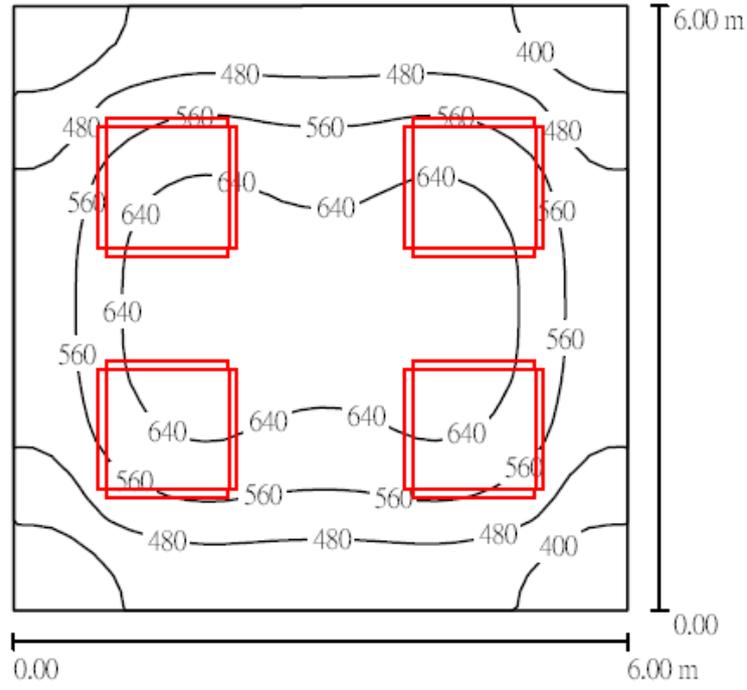


圖 4-22 等照度分布圖



圖 4-23 室內照明模擬圖（一）



圖 4-24 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（七）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 30cm (9)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (2)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	714 lx
作業面最小照度	367 lx
作業面平均照度	576 lx
均齊度	0.64
用電密度	14.50 W/m ²

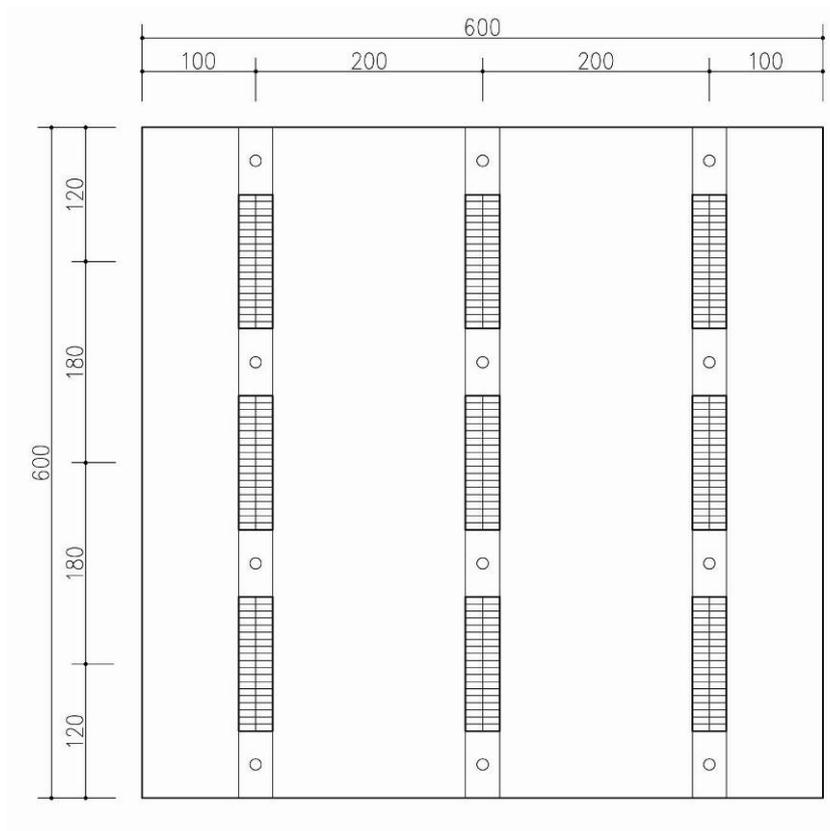


圖 4-25 燈具配置圖

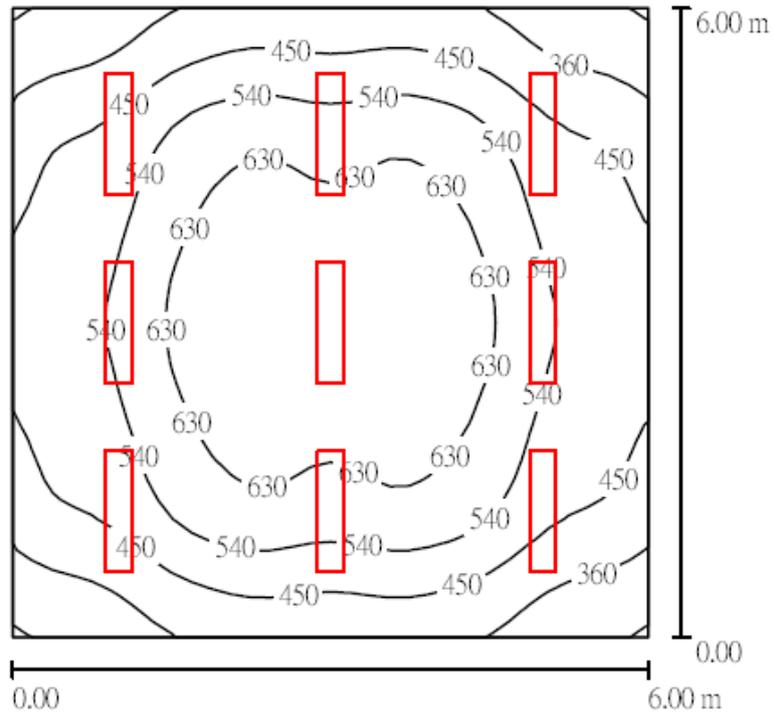


圖 4-26 等照度分布圖



圖 4-27 室內照明模擬圖（一）



圖 4-28 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（八）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 20cm (15)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (1)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	30%
維護率	0.8
作業面最大照度	618 lx
作業面最小照度	424 lx
作業面平均照度	543 lx
均齊度	0.78
用電密度	13.75 W/m ²

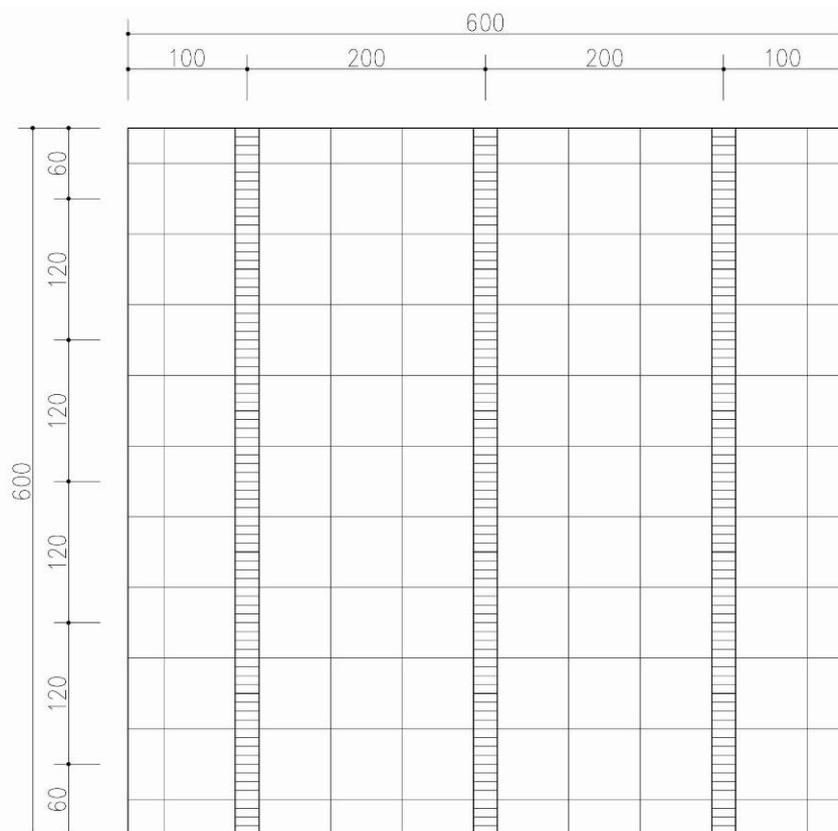


圖 4-29 燈具配置圖

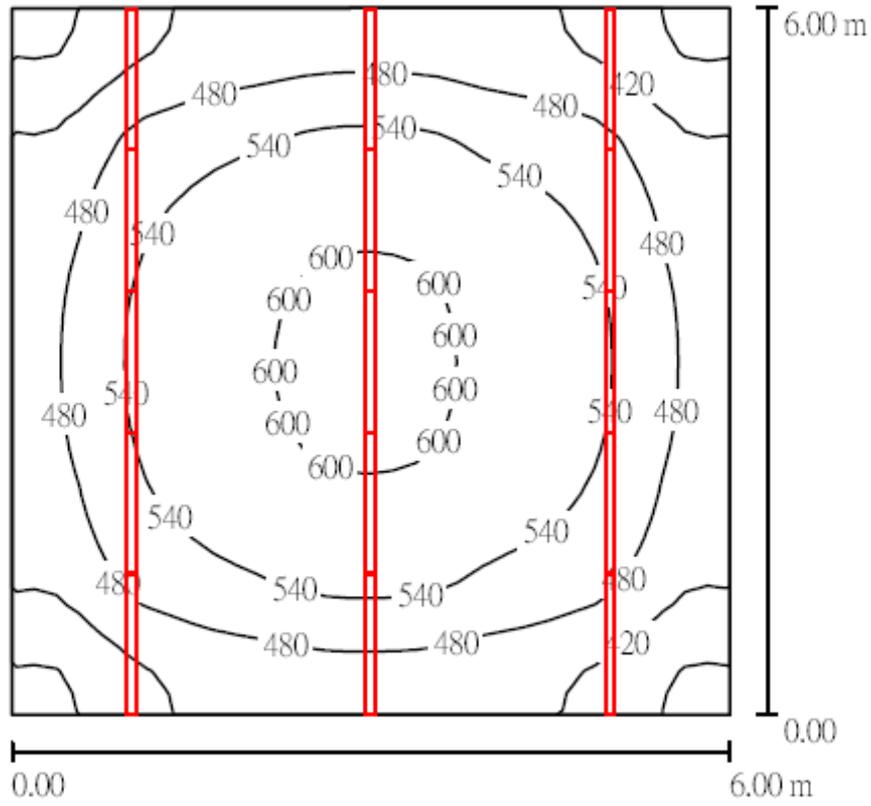


圖 4-30 等照度分布圖



圖 4-31 室內照明模擬圖（一）



圖 4-32 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（九）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 20cm (10)
光源(數量)	T5 螢光燈 28W (1)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	30%
維護率	0.8
作業面最大照度	422 lx
作業面最小照度	282 lx
作業面平均照度	388 lx
均齊度	0.73
補助 10W 局部照明最大桌面平均照度	615 lx
補助 10W 局部照明最小桌面平均照度	468 lx
補助 10W 局部照明平均桌面平均照度	572 lx
用電密度	9.17 W/m ² (未補助局部照明) 11.92 W/m ² (補助局部照明)

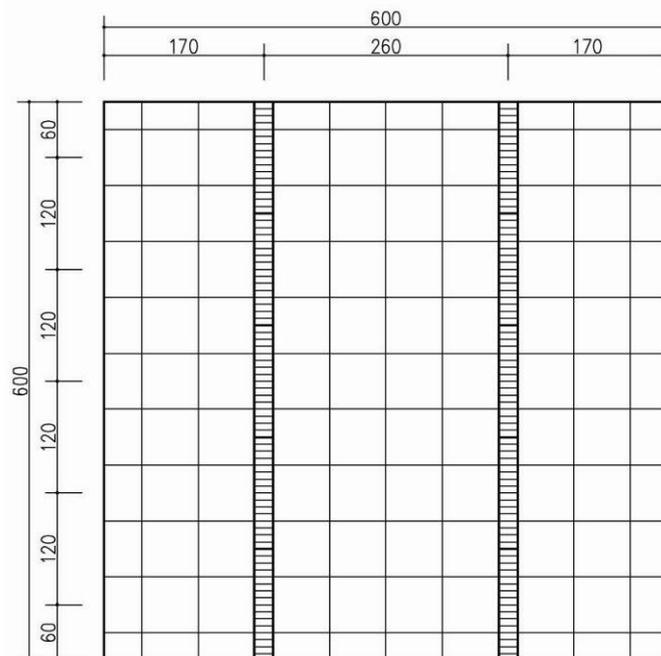


圖 4-33 燈具配置圖

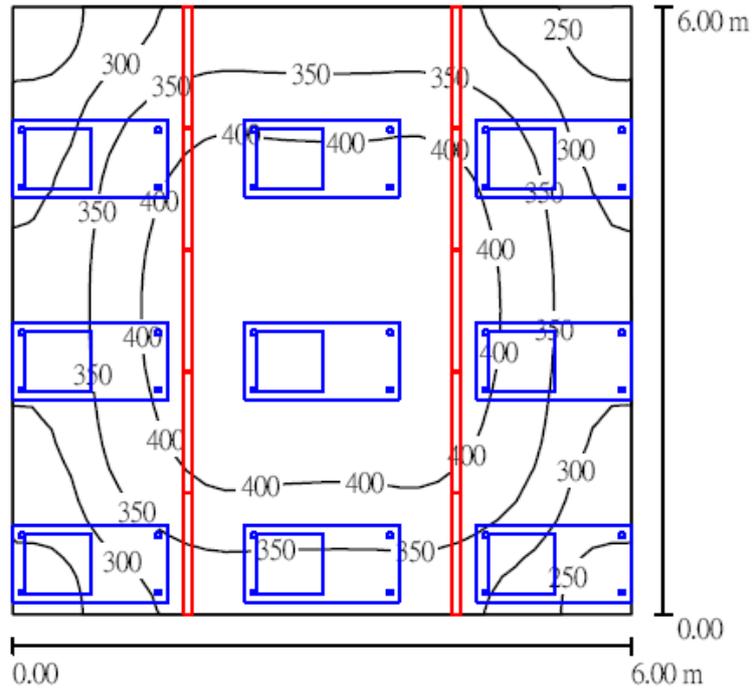


圖 4-34 等照度分布圖 (作業面)



圖 4-35 室內照明模擬圖 (一)



圖 4-36 室內照明模擬圖 (二)

辦公室照明設計節能案例（十）

燈具尺寸(盞數)	120cm × 60cm (6)
光源(數量)	T8 螢光燈 36W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	842 lx
作業面最小照度	329 lx
作業面平均照度	668 lx
均齊度	0.5
用電密度	12.86 W/m ²

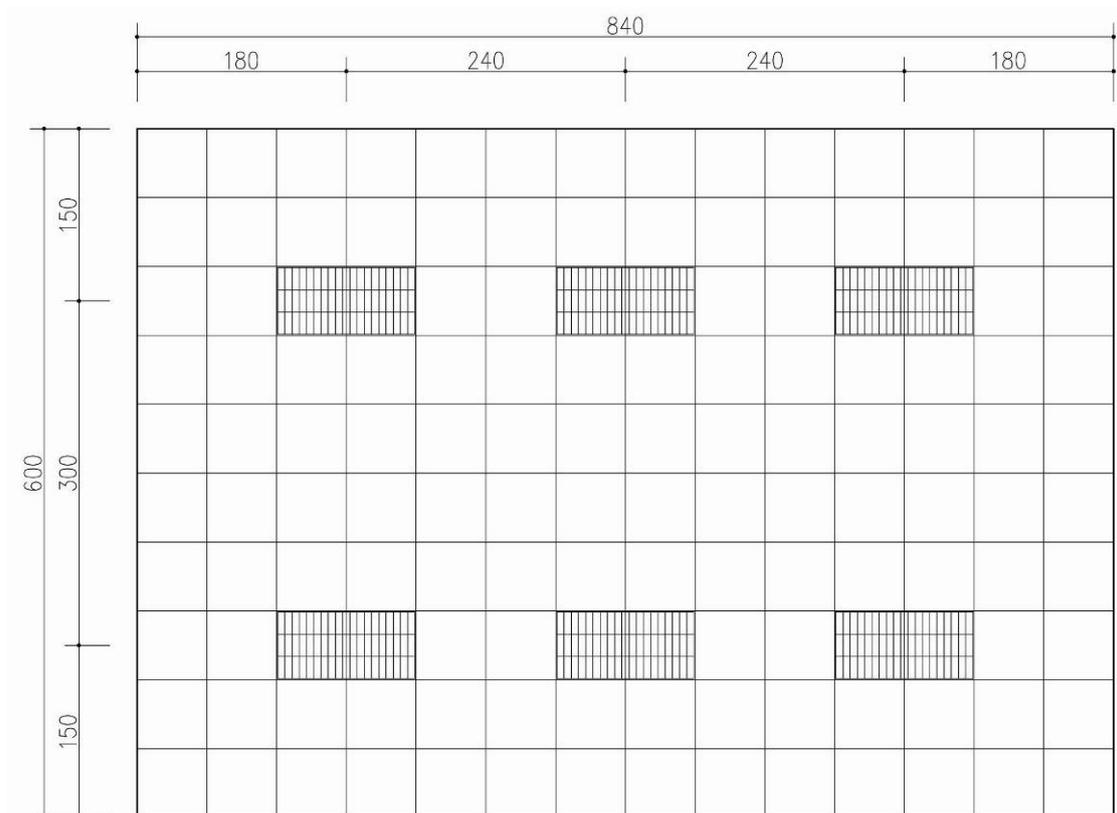


圖 4-37 燈具配置圖

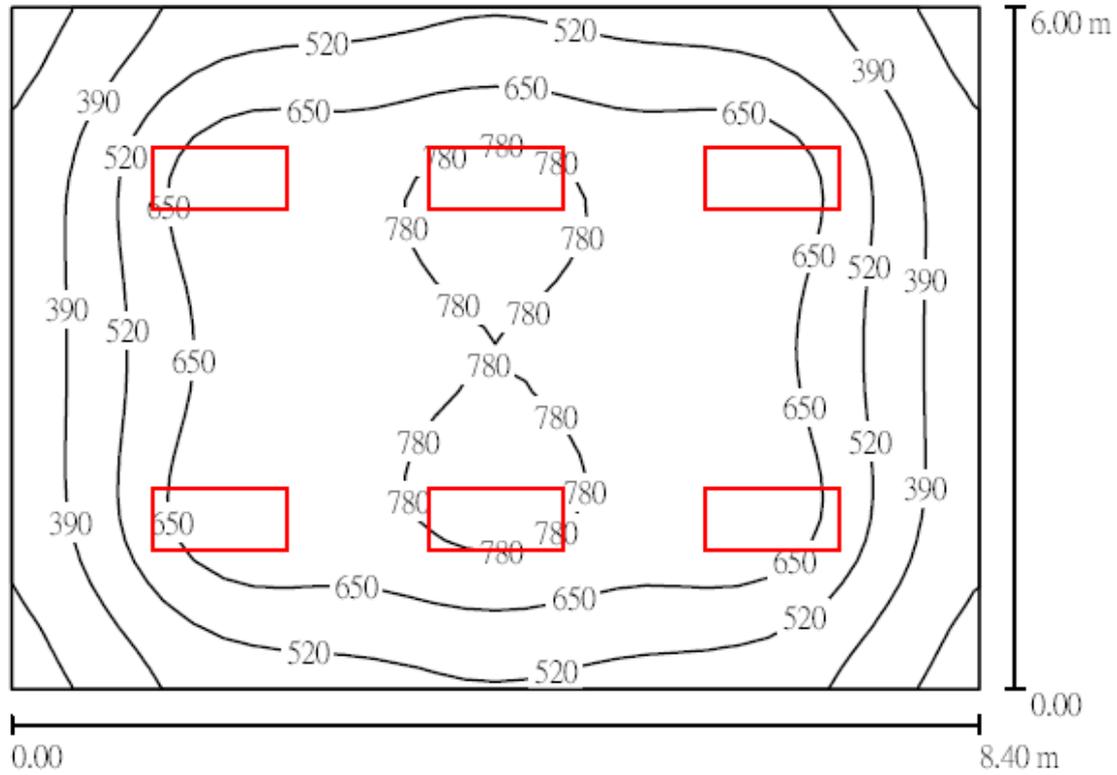


圖 4-38 等照度分布圖



圖 4-39 室內照明模擬圖（一）



圖 4-40 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（十一）

燈具尺寸(盞數)	60cm × 60cm (15)
光源(數量)	T5 螢光燈 14W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	764 lx
作業面最小照度	320 lx
作業面平均照度	604 lx
均齊度	0.53
用電密度	13.13 W/m ²

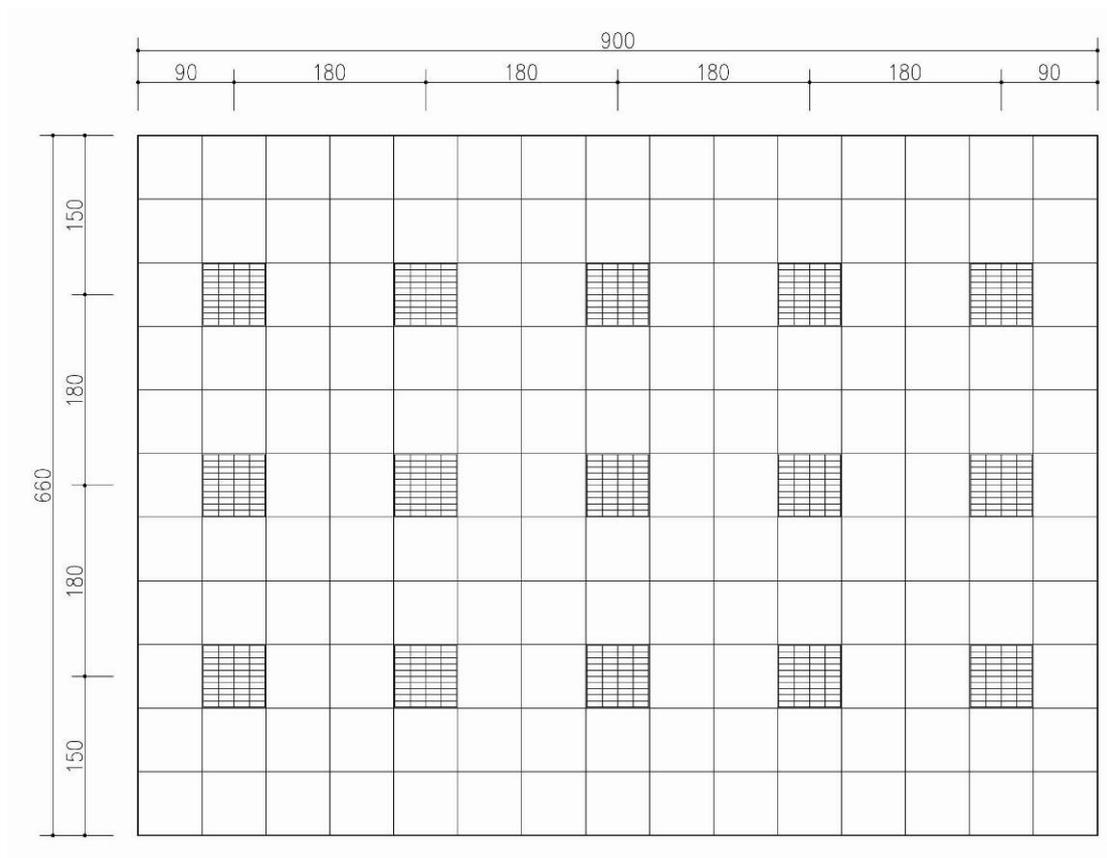


圖 4-41 燈具配置圖

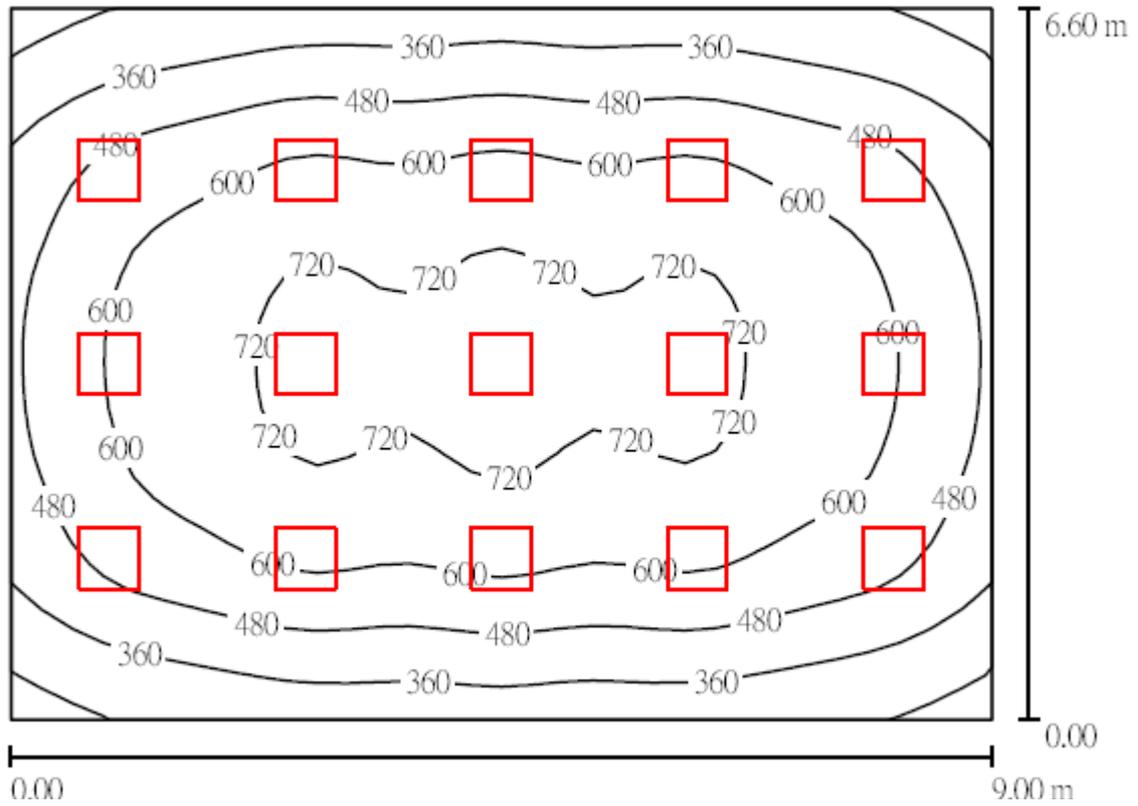


圖 4-42 等照度分布圖



圖 4-43 室內照明模擬圖（一）



圖 4-44 室內照明模擬圖（二）

辦公室照明設計節能案例（十二）

燈具尺寸(盞數)	60cm × 60cm (10)
光源(數量)	T5 螢光燈 14W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	485 lx
作業面最小照度	234 lx
作業面平均照度	382 lx
均齊度	0.61
補助 10W 局部照明最大桌面平均照度	665 lx
補助 10W 局部照明最小桌面平均照度	503 lx
補助 10W 局部照明平均桌面平均照度	566 lx
用電密度	8.75 W/m ² (未補助局部照明) 10.42 W/m ² (補助局部照明)

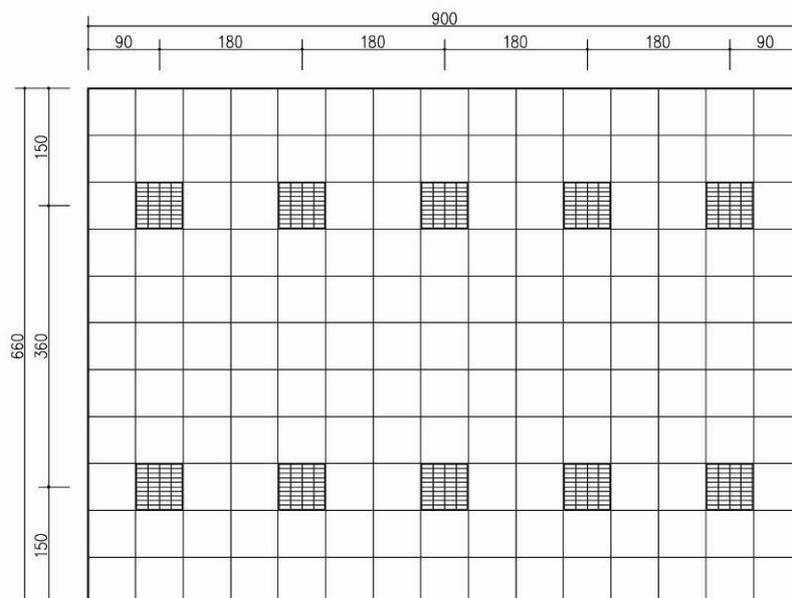


圖 4-45 燈具配置圖

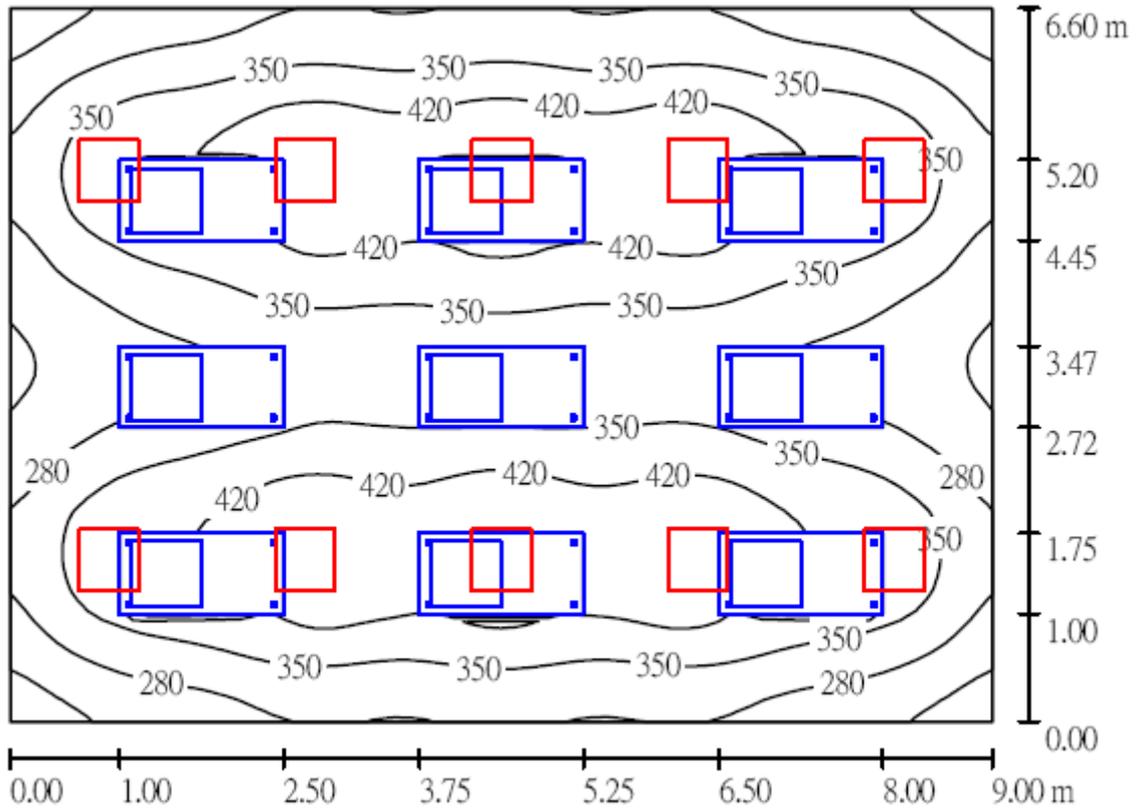


圖 4-46 等照度分布圖 (作業面)



圖 4-47 室內照明模擬圖 (一)



圖 4-48 室內照明模擬圖 (二)

辦公室照明設計節能案例（十三）

燈具尺寸(盞數)	60cm × 60cm (8)
光源(數量)	T5 螢光燈 14W (3)
安定器	電子式
天花板高度	280cm
天花板反射率	70%
牆面反射率	50%
地板反射率	20%
維護率	0.8
作業面最大照度	438 lx
作業面最小照度	147 lx
作業面平均照度	335 lx
均齊度	0.44
補助 10W 局部照明最大桌面平均照度	603 lx
補助 10W 局部照明最小桌面平均照度	497 lx
補助 10W 局部照明平均桌面平均照度	575 lx
用電密度	7 W/m ² (未補助局部照明) 8.67 W/m ² (補助局部照明)

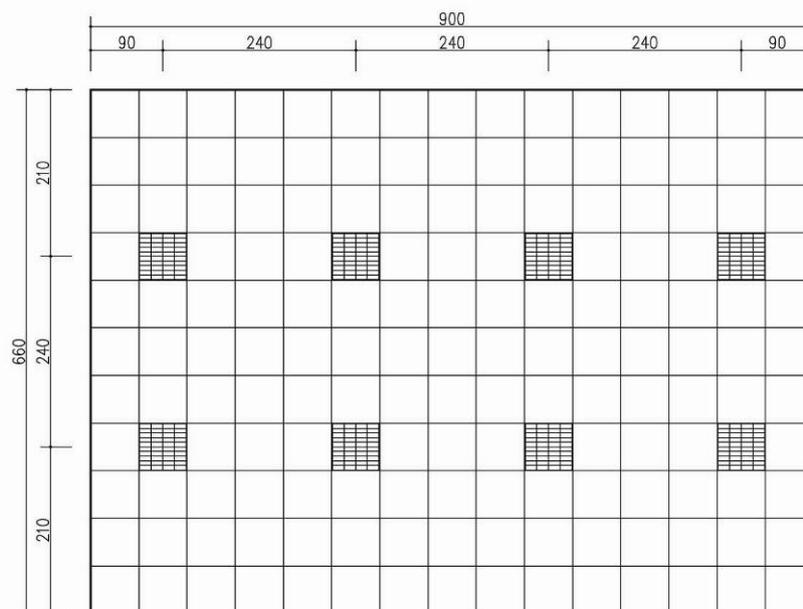


圖 4-49 燈具配置圖

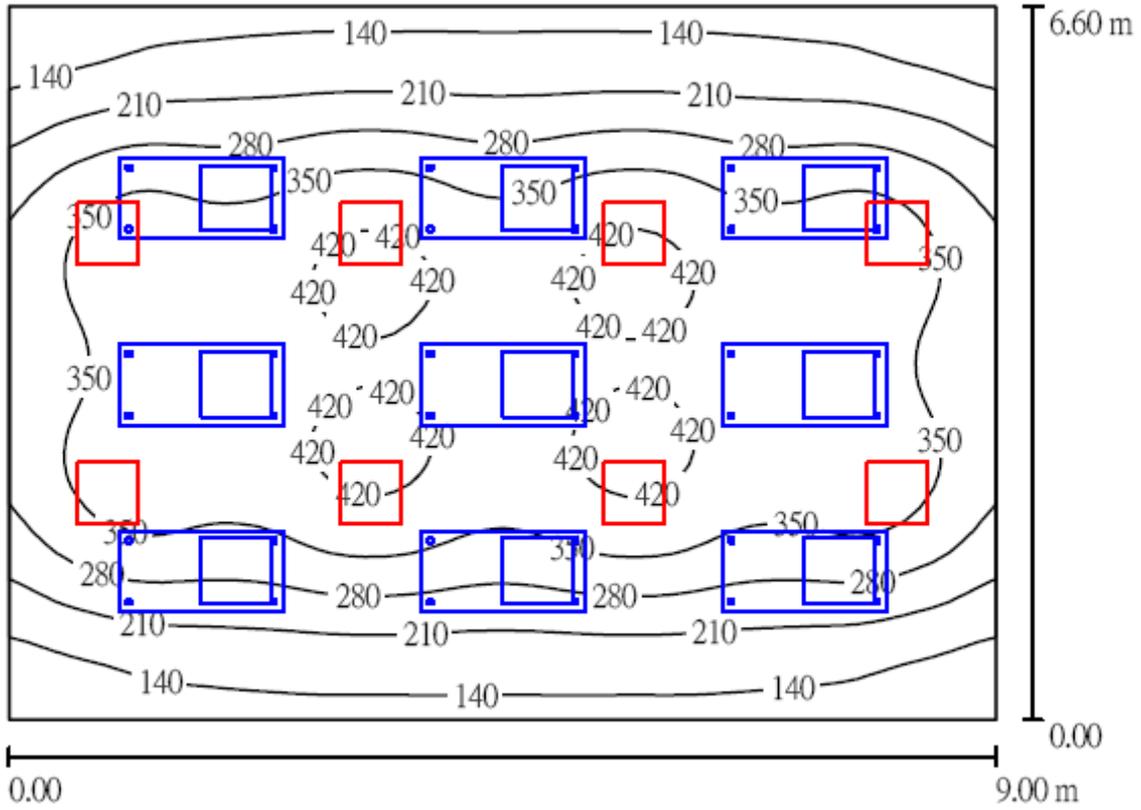


圖 4-50 等照度分布圖 (作業面)



圖 4-51 室內照明模擬圖 (一)



圖 4-52 室內照明模擬圖 (二)

附錄一、辦公室照明設計節能檢核表

項目	項次	檢核注意要點	檢核結果	
			是	否
照明指標	1	作業面照度標準建議為 500lx，滿足作業者需求。		
	2	平均均齊度應達到 0.5 以上，避免視覺疲勞產生。		
	3	照明用電密度 $UPD \leq 15W/m^2$ 。		
照明方式	1	明視作業之照明方式應採用全面照明與局部照明並用。		
	2	對於欲提高明視作業的照度時採用局部照明補足。		
	3	降低安裝燈具高度來增加照度或維持相同照度減少燈具。		
	4	室內裝修材料應選擇反射率較高之材料。		
燈具	1	選用適合且高效率燈具。		
	2	選用有節能標章（高發光效率與高演色性）之高效率燈管。		
	3	選用功率因數在 90% 以上的電子式安定器。		
	4	選擇利用擴散板等可充分控制眩光的燈具。		
	5	為減少室內空調熱負荷應採用發熱量較少之燈具，或者將空調系統結合。		
照明控制	1	充分利用窗邊所導入晝光。		
	2	照明回路配線設計應平行窗戶以配合窗邊利用晝光而可以熄燈。		
	3	配合晝光感知器，可自動調降靠窗燈具亮度或關閉燈具。		
	4	使用時序控制器，自動點滅，可避免忘記關燈。		
	5	於會客室、廁所...等場所，使用熱感開關裝置避免能源浪費。		

附錄二、辦公室照明設計節能參考基準表

空間	燈具	光源	平均照度
3.7m×3.7m×3m	2呎×2呎	T8 20W×4	635 lx
		T5 14W×4	636 lx
		PL 36W×3	1150 lx
5.55m×5.55m×3m	2呎×2呎	T8 20W×4	756 lx
		T5 14W×4	777 lx
		PL 36W×3	1389 lx
	4呎×2呎	T8 40W×3	692 lx
		T5 28W×3	666 lx
7.4m×5.55m×2.5m	2呎×2呎	T8 20W×4	871 lx
		T5 14W×4	862 lx
		PL 36W×3	1511 lx
	4呎×2呎	T8 40W×3	866 lx
		T5 28W×3	820 lx
7.4m×5.55m×3m	2呎×2呎	T8 20W×4	841 lx
		T5 14W×4	839 lx
		PL 36W×3	1448 lx
	4呎×2呎	T8 40W×3	831 lx
		T5 28W×3	791 lx
7.4m×5.55m×3.5m	2呎×2呎	T8 20W×4	807 lx
		T5 14W×4	809 lx
		PL 36W×3	1377 lx
	4呎×2呎	T8 40W×3	791 lx
		T5 28W×3	771 lx

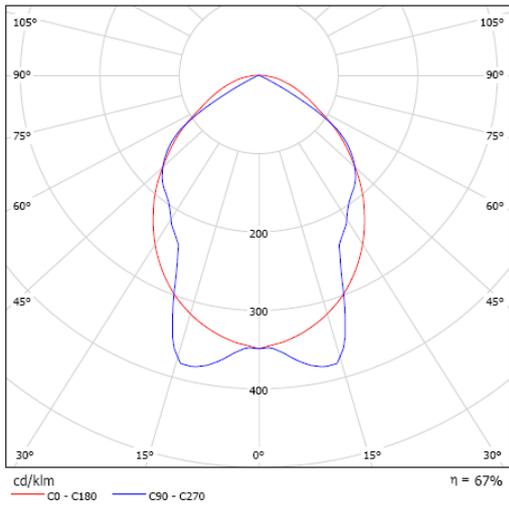
附錄三、實驗燈具配光曲線資料

型號：FVS-H28341EB2

光源：T5 28W×3

安定器：高頻電子式安定器 220V 60Hz

配光曲線圖



光強度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	349	349	349	349	349	349	349
5.0°	342	344	347	351	353	354	356
10.0°	332	336	345	358	361	367	376
15.0°	319	329	343	360	362	369	381
20.0°	302	318	335	352	327	316	316
25.0°	282	299	304	296	267	248	236
30.0°	258	274	265	231	218	214	220
35.0°	232	245	235	200	194	194	196
40.0°	204	206	196	174	172	176	186
45.0°	174	166	157	147	151	160	171
50.0°	144	136	130	126	130	138	151
55.0°	116	110	105	103	103	108	120
60.0°	85	82	78	74	61	54	54
65.0°	66	61	54	46	24	11	5.21
70.0°	49	44	36	27	11	2.06	1.20
75.0°	34	30	23	16	6.18	1.08	0.66
80.0°	23	19	13	7.49	2.95	0.56	0.30
85.0°	9.84	8.59	6.11	2.40	0.98	0.24	0.20
90.0°	0.36	1.32	1.23	0.09	0.08	0.07	0.06

數值單位：cd/klm

輝度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	4170	4170	4170	4170	4170	4170	4170
5.0°	4261	4257	4239	4207	4184	4154	4126
10.0°	4541	4533	4462	4325	4197	4113	4057
15.0°	4625	4624	4567	4431	4255	4045	3951
20.0°	4086	4101	4196	4307	4227	3981	3827
25.0°	3200	3211	3405	3791	4057	3894	3676
30.0°	2951	2915	2884	3120	3664	3737	3507
35.0°	2817	2777	2751	2777	3168	3513	3335
40.0°	2839	2764	2596	2618	2752	3177	3155
45.0°	2884	2765	2535	2417	2570	2776	2923
50.0°	2800	2608	2357	2266	2359	2399	2647
55.0°	2605	2341	2055	2018	2107	2129	2333
60.0°	1398	1325	1581	1679	1832	1859	1933
65.0°	111	141	557	1235	1483	1696	1785
70.0°	30	50	234	910	1287	1534	1638
75.0°	26	43	123	737	1125	1403	1559
80.0°	22	36	74	515	1046	1261	1456
85.0°	22	34	68	338	961	1228	1476

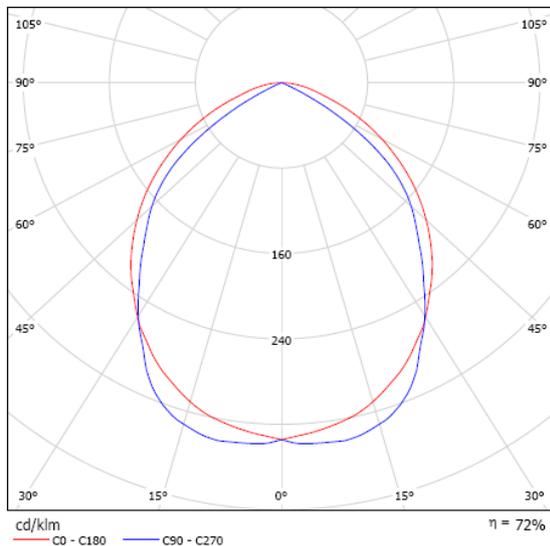
數值單位：Candela/m².

型號：FVS-H4341L

光源：T8 40W×3

安定器：高頻電子式安定器 220V 60Hz

配光曲線圖



光強度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	334	334	334	334	334	334	334
5.0°	329	328	330	334	336	338	339
10.0°	322	323	326	331	335	338	341
15.0°	313	316	320	326	330	333	334
20.0°	299	302	306	312	316	319	322
25.0°	282	286	290	294	293	295	297
30.0°	263	267	269	268	264	263	265
35.0°	240	243	242	237	232	230	230
40.0°	218	219	214	205	199	198	199
45.0°	193	191	184	171	167	168	173
50.0°	168	162	153	140	139	140	144
55.0°	138	134	126	117	109	105	104
60.0°	110	105	97	87	72	61	56
65.0°	82	78	69	54	34	21	12
70.0°	55	53	43	24	11	2.78	0.78
75.0°	34	32	24	11	4.65	1.17	0.45
80.0°	20	19	14	5.12	2.18	0.59	0.34
85.0°	9.71	8.43	5.73	1.60	0.74	0.26	0.17
90.0°	0.24	0.19	0.16	0.16	0.11	0.09	0.11

數值單位：cd/klm

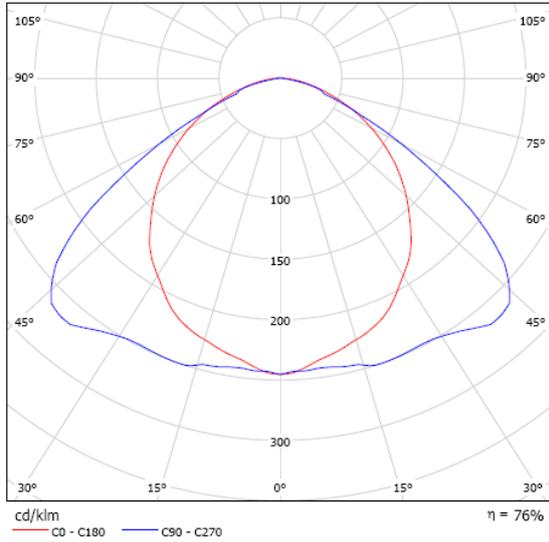
輝度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	2334	2334	2334	2334	2334	2334	2334
5.0°	2235	2232	2244	2270	2283	2295	2308
10.0°	2150	2156	2176	2210	2236	2256	2271
15.0°	2065	2083	2110	2148	2175	2194	2205
20.0°	1964	1986	2016	2054	2081	2101	2116
25.0°	1868	1892	1917	1939	1939	1946	1963
30.0°	1762	1786	1796	1790	1765	1759	1771
35.0°	1638	1661	1654	1616	1583	1569	1572
40.0°	1529	1535	1504	1436	1399	1387	1400
45.0°	1402	1390	1338	1246	1219	1224	1261
50.0°	1270	1234	1167	1070	1061	1070	1099
55.0°	1116	1078	1020	941	878	844	840
60.0°	950	906	840	753	619	528	482
65.0°	765	734	646	501	322	192	113
70.0°	563	550	445	248	109	29	8.07
75.0°	391	367	278	126	54	14	5.24
80.0°	271	249	181	68	29	7.81	4.56
85.0°	153	133	91	25	12	4.12	2.70

數值單位：Candela/m².

型號：FVS-H14441XEB
光源：T5 14W×4
安定器：高頻電子式安定器 220V 60Hz

配光曲線圖



光強度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	245	245	245	245	245	245	245
5.0°	240	241	242	244	243	243	243
10.0°	233	234	235	237	240	241	243
15.0°	226	228	231	235	241	244	245
20.0°	220	222	228	237	243	248	250
25.0°	210	215	222	234	242	247	249
30.0°	195	202	212	227	236	244	249
35.0°	183	191	202	218	234	246	256
40.0°	165	176	191	209	234	253	266
45.0°	147	159	176	198	231	253	264
50.0°	128	141	163	194	214	228	238
55.0°	108	122	145	177	184	188	189
60.0°	88	104	124	147	133	126	124
65.0°	68	84	95	101	84	74	71
70.0°	48	61	66	61	48	40	38
75.0°	31	39	42	38	32	29	30
80.0°	18	21	22	20	12	8.01	8.70
85.0°	7.81	8.54	8.86	8.78	4.68	2.02	0.81
90.0°	0.93	1.68	1.86	1.48	0.91	0.76	1.02

數值單位：cd/klm

輝度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407
5.0°	4351	4335	4356	4409	4476	4516	4497
10.0°	4287	4255	4277	4385	4599	4715	4706
15.0°	4212	4167	4237	4436	4762	4967	4992
20.0°	4118	4079	4221	4464	4872	5191	5234
25.0°	3998	3982	4170	4436	4847	5293	5376
30.0°	3829	3876	4098	4315	4656	5148	5373
35.0°	3622	3755	3942	4085	4352	4643	4868
40.0°	3376	3575	3745	3794	3744	3905	4106
45.0°	3116	3378	3454	3301	3071	3218	3525
50.0°	2869	3140	3152	2780	2544	2781	3193
55.0°	2541	2822	2728	2323	2091	2071	2335
60.0°	2165	2399	2346	1933	1287	828	788
65.0°	1961	2136	2004	1387	465	110	67
70.0°	1710	1891	1769	1037	251	71	35
75.0°	1513	1654	1508	804	152	67	36
80.0°	1398	1477	1191	588	105	71	45
85.0°	1054	1171	1010	444	110	92	78

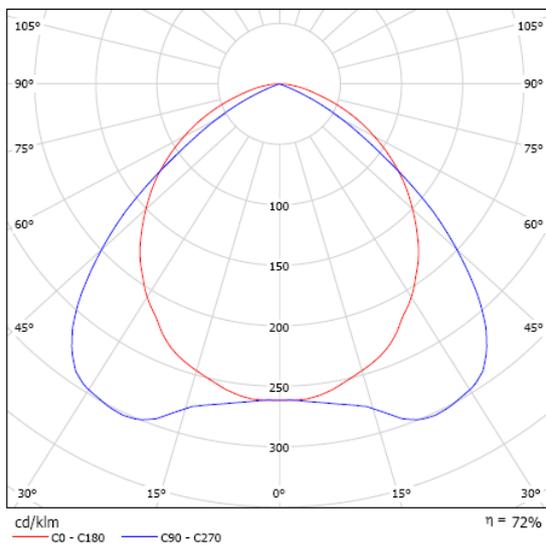
數值單位：Candela/m².

型號：FVS-H2441

光源：T8 20W×4

安定器：高頻電子式安定器 220V 60Hz

配光曲線圖



光強度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	262	262	262	262	262	262	262
5.0°	262	262	262	262	262	263	264
10.0°	258	257	259	261	264	266	269
15.0°	248	249	254	261	268	273	278
20.0°	240	242	250	264	278	288	295
25.0°	227	232	245	266	283	296	302
30.0°	211	220	238	265	280	292	299
35.0°	195	208	228	257	271	283	290
40.0°	177	194	214	238	248	257	263
45.0°	158	176	194	212	213	215	217
50.0°	138	156	170	180	170	164	164
55.0°	115	135	144	141	120	108	103
60.0°	93	110	112	99	76	63	61
65.0°	71	83	80	61	42	31	28
70.0°	50	55	50	36	16	4.98	1.54
75.0°	31	33	28	17	6.39	0.99	0.46
80.0°	18	19	16	8.22	3.14	0.47	0.20
85.0°	8.09	8.28	6.47	2.67	1.04	0.18	0.11
90.0°	0.67	0.36	0.22	0.26	0.16	0.11	0.11

數值單位：cd/klm

輝度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	4249	4249	4249	4249	4249	4249	4249
5.0°	4017	4026	4026	4017	4029	4039	4049
10.0°	3759	3771	3793	3823	3870	3909	3943
15.0°	3508	3528	3591	3697	3790	3860	3908
20.0°	3302	3336	3445	3627	3822	3965	4054
25.0°	3063	3133	3305	3581	3824	3990	4079
30.0°	2816	2928	3168	3535	3740	3889	3981
35.0°	2584	2756	3032	3411	3604	3752	3854
40.0°	2362	2579	2848	3168	3310	3422	3505
45.0°	2109	2370	2619	2856	2868	2891	2926
50.0°	1871	2140	2341	2475	2331	2259	2258
55.0°	1619	1905	2027	1987	1698	1523	1460
60.0°	1355	1608	1641	1453	1111	926	898
65.0°	1094	1268	1217	940	641	469	425
70.0°	809	895	813	564	260	81	25
75.0°	536	568	485	288	111	17	7.90
80.0°	344	356	292	154	59	8.82	3.66
85.0°	167	170	133	55	21	3.73	2.24

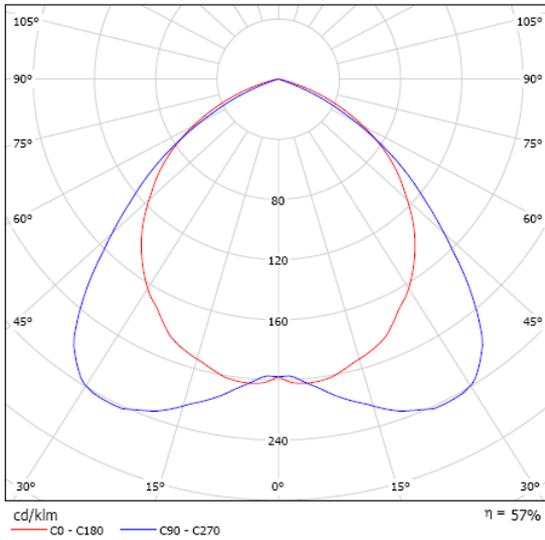
數值單位：Candela/m².

型號：FPL-G363412TG2

光源：PL 36W×3

安定器：高頻電子式安定器 220V 60Hz

配光曲線圖



光強度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	198	198	198	198	198	198	198
5.0°	203	202	202	202	202	202	202
10.0°	201	202	204	207	211	213	214
15.0°	194	198	204	212	219	223	224
20.0°	189	195	204	216	227	233	235
25.0°	178	187	200	217	229	238	242
30.0°	167	178	194	213	228	238	241
35.0°	154	169	187	208	221	228	230
40.0°	139	155	174	194	199	202	202
45.0°	122	139	156	171	168	165	161
50.0°	104	122	134	141	133	127	125
55.0°	87	102	109	108	101	97	94
60.0°	67	79	83	78	70	65	62
65.0°	48	55	55	48	42	37	34
70.0°	27	30	29	23	18	14	9.78
75.0°	9.31	10	9.17	6.55	4.37	2.88	1.48
80.0°	3.10	2.92	2.33	1.34	1.23	1.06	0.83
85.0°	0.97	0.78	0.60	0.41	0.37	0.33	0.31
90.0°	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17

數值單位：cd/klm

輝度表

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	3073	3073	3073	3073	3073	3073	3073
5.0°	2968	2948	2944	2955	2953	2953	2957
10.0°	2797	2808	2835	2878	2928	2958	2989
15.0°	2595	2647	2724	2827	2917	2970	2988
20.0°	2441	2520	2635	2786	2931	3015	3039
25.0°	2252	2363	2527	2742	2896	3000	3054
30.0°	2077	2219	2410	2650	2840	2957	3001
35.0°	1900	2087	2309	2587	2724	2814	2838
40.0°	1717	1920	2148	2401	2461	2493	2496
45.0°	1515	1735	1939	2125	2096	2057	2009
50.0°	1321	1539	1693	1783	1679	1612	1582
55.0°	1120	1325	1417	1397	1309	1250	1219
60.0°	891	1061	1105	1022	936	870	827
65.0°	642	762	770	667	580	517	480
70.0°	389	443	426	340	268	202	143
75.0°	145	157	143	102	68	42	23
80.0°	52	49	39	23	21	18	14
85.0°	18	14	11	7.57	6.73	6.10	5.68

數值單位：Candela/m².

附錄四、辦公室自我照明檢測時所需儀器

各辦公室為了確保照明的品質應準備照度計，以供日常測試，及教導工作者明瞭照度及輝度等特性之使用。



● 照度的測定

各辦公室之作業面照度檢測，由辦公室周圍向內100公分即量測範圍，其範圍內每50cm為一測點，作業面高度85cm；量測時應注意量測者應盡量低於照度計，以不干擾照度之檢測為原則。

1. 照度計規格：

應採用符合中國國家標準CNS5119、C4165的照度計。在重要照度的測定時，應使用CNS5119所規定之AA級。

2. 照度計特性之掌握：

為維持照度測定之精確度，必須掌握照度計之下列特性質，且應正確地使用關於此等特性及試驗方法應依CNS5119規定。

- (1) 精確度。
- (2) 斜入射光特性。
- (3) 分光靈敏度特性。
- (4) 指示部特性。
- (5) 疲勞特性。
- (6) 溫度特性。
- (7) 濕度特性。
- (8) 對斷續光特性。

3. 測定前應確認之事項：

進行測定前應掌握照度測定之目的，並依上圖方法決定測定點，並確認下列各項。

- (1) 電源之狀態及電燈之狀態。
- (2) 光源之形式及大小，有需要時初點亮後之總點亮時間。
- (3) 照明器具之狀態。
- (4) 光源安裝於照明器具之狀態及點燈狀態。
- (5) 環境條件。

4. 測定時之注意事項

- (1) 測定開始前，原則上燈泡應點亮5分鐘以上，放電燈應點亮30分鐘以上。
- (2) 測定電源電壓時，應盡量在接近照明器具位置測定。
- (3) 應將照度計受光部之測定基準面盡量與想測定照度之面一致，並應將通過受光部受光面中央與測定基準面垂直之直線相交於測定基準面之點一致。
- (4) 應注意測定者之投影及服裝之反射不致影響測定。
- (5) 在測定範圍切換型之照度計，盡量不要採用0~1/4之刻度範圍讀取之。
- (6) 有測定對象以外光線之影響(晝光等)時應將其影響除去，最好是夜晚量測並將開燈照度值扣掉關燈照度值。
- (7) 測定多數點之照度時，應訂定特定之測定點，每隔一定測定時間間隔，測定特定點之照度，以掌握照度測定中之光源輸出之變動。

5. 測定結果之整理

測定條件之記錄：依測定之目的關於會影響測定值之事項最好作適宜之記錄。通常希望作紀錄之主要事項，有下列各項。

- (1) 照明條件：電源電壓及其測定點、光源、照明器具之種類、照明器具之配置(適當之平面圖及截面圖)。
- (2) 測定方法：照度計、測定點及其高度、測定面(水平、鉛直、法線、傾斜面等)、測定方向、測定者。
- (3) 環境條件：測定年月日、開始時間、完畢時間、氣候、溫度。

6. 測定結果之記錄：

訂定適當形式記錄測定結果並整理之。測定結果應標示測定點數、平均照度、最大照度與最小照度及位置，均齊度等結果。

附錄五、辦公室照明之維護管理

為維持辦公室照明設備的效果，應注意照明設備的維護，若使用效率高的光源或照明燈具，但卻因光源光束的減弱、污穢，而造成效率的降低，則不合乎經濟效益，且在視覺方面也不符合照明本來的目的。適當的維護管理，不僅可節省能源，在電器設備安全上，也是很重要的。

照明設備的維護，本來在照明計畫時就應予以考慮，它和照明設計計算時的設定維護率有很深的關係，維護率是用初期照度 E_i 和維護作業前的照度（其設備應該確保的 E_t ）的比，即 E_t/E_i 來定義。具體來說，是根據使用的光源、照明燈具種類、環境條件（如室內的換氣條件等之考慮）、照明設備維護作業（光源的更換、燈具的清掃等）之頻率而決定，尤其是維護的執行情形對維護率有很大的影響。

造成燈具效率降低的原因如下：

1. 燈管壽命將屆或老化、損壞。
2. 燈管、燈具沾染灰塵。
3. 室內壁面、天花板沾染灰塵或骯髒。
4. 啟動器、安定器損壞。

因此，最重要的是教室照明維護應依照本研究準則建議的維護計畫，確實執行。教室照明設備的維護如下：

1. 檢查
2. 更換光源
3. 照明燈具清掃
4. 記錄

一、檢查

照明設備檢查，依下列項目辦理。其週期依其項目、周圍環境和設備內容而不同，一般每三個月一次。尤其地震、颱風之後，更應依 1、2、3 項實施檢查。

1. 點燈狀況（有無不亮）。
2. 照明燈具的安裝狀況。
3. 配線、受配電盤等狀況。
4. 照明燈具外內面（包含光源）的污穢程度。
5. 照度測定（代表性場所）。

須儘早做檢查並加以修補，光源更換、燈具清掃等維護，對於原訂維護計畫，尤其是設計照度（須確保的照度），依照照度測定結果及經濟性等。在決定期實施時間較實際。

二、更換光源

照明設備的維護管理中，最重要的就是光源更換，其更換方式和更換週期的選定，對照明經濟有顯著的影響。

辦公室照明設備之更換適合採用個別集體更換方式，當發現辦公室有點不亮的光源即刻更換，並經一定時間後，再將所有的光源全部更換。

光源最適當的更換時期，一般而言，是在光源的平均壽命過 70~80% 的時期為經濟。擬確切知道最適當的更換時間，只要計算電費、光源的更換費用，設備的拆舊費用等最少的綜合照明費用之更換時間。

(1) 日光燈管更換

40W 日光燈管的壽命雖有 8000 小時，但因日光燈管有發光量隨時日逐漸衰減的特性（通常在使用 1000 小時變為新燈管的 95%，2000 小時變為 92%，4000 小時變為 90%，7000 小時變為 87%），因此最好在使用 5000 小時左右就更換燈管。如果是一直用到不再發光為止，在末期用電量還是不變，光線卻減少很多，並不符合效益。因此為提高照明之使用效率，除應每年清掃燈具外，建議辦公室每天平均點燈 8 小時以上，應每兩年全面更換燈管。

(2) 點燈管（啟動器）的更換

每只點燈管可供 6000 次以上的點燈動作，但有些點燈管在壽命末了的時候會發生動作失常現象，例如僅使燈管兩端發光而不能啟動，於是就連帶地嚴重影響燈管的壽命，因此不要等到點燈管壞掉，最好能略為提早將它更換。更換週期可配合換燈管的時機，在燈管兩年一換或四年一換燈具，其點燈管可每四年換一次；在燈管為八年一換的燈具，其點燈管可每八年換一次。

(3) 安定器與燈具的更換

日光燈的安定器不可無正字標記的製品充數。未經檢驗合格的安定器，通常耗電較多、安全性較差，也可能減損燈管的壽命，所以若發現用了這種安定器時就應越早換掉。

三、照明燈具清掃

照明燈具及光源表面經年的汙染，會影響對照明燈具效率，帶來很大的影響。其影響程度因下列的因素而有不同。

1. 照明燈具種類及其安裝狀態：照明燈具的密閉性等構造上，光學上的材質及表面加工程度、安裝地點、安裝角度等。
2. 照明燈具的周圍環境，灰塵的性質、灰塵的數量、室內的換氣狀態等。
3. 光源種類、形狀安裝方向等。因此，這些清掃週期並非一定，根據維護管理的現況調查，目前多半一年一次，若要稍增加次數，可每六個月一次。尤其最近重視照明燈具的光學上性能開發，不易汙染燈具構造或汙染容易清掃的材質、或表面加工之

燈具，故合乎經濟原則，應選用此類照明燈具。

4. 清拭工作應包給專業人員去做，若能配合燈管更換的時機做清拭工作，那麼當時該換燈管就即省掉清拭功夫。

四、記錄

維護管理，需做好記錄，並確實記錄檢查結果、光源清掃的日期、照度策定結果等。同時，定期確認記錄的內容、是否影響照明效果等，依場所，對於光源更換、清掃的週期是否適當，需再作檢討。

參考文獻

中文書目

1. 學校教室照明推廣手冊，內政部建築研究所。
2. 台灣區照明燈具輸出業同業公會，「照明辭典」。
3. 中國國家標準 CNS，經濟部標準檢驗局。
4. 優良的辦公室照明，中華民國照明學會 / 台灣電力公司。
5. 學校教室照明設計技術手冊之研訂，內政部建築研究所。

期刊

1. 周鼎金，1998.10，辦公建築照明設計耗電簡易評估與應用之研究，中國工商學報，第20期。
2. 周鼎金，1998.08，辦公建築照明設計耗電簡易評估指標與基準之研究，電力電子技術，工業技術研究院能源與資源研究。
3. 周鼎金，1997.09，建築物照明設計耗電評估模式之研究，中華民國建築學會建築學報，第22期。
4. 周鼎金，1996.12，辦公室窗邊人工照明點滅對視覺影響之研究，中華民國建築學會建築學報，第19期。

外文書目

1. 昼間和男，2000.12，最近のオフィス建築の照明計画事例—大林組東京本社（品川インターシティ B 棟），明學学会誌。
2. インテリジェントオフィスの（照明実態調査報告書），照明学会東京支部。
3. Henri Jusle, Marius Woutersb, Ariadne Tennerb, The influence of controllable task-lighting on productivity: a field study in a factory, 2007, Applied Ergonomics, 38.
4. Banu Manav, An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminance, 2007, Building and Environment, 42.
5. Y. Akashi and P.R. Boyce, A field study of illuminance reduction, 2006, Y. Akashi and P.R. Boyce, Energy and Buildings, 38.
6. Robed Yearout and Stephan Konz, Visual display unit workstation lighting, 1989, International Journal of Industrial Ergonomics, 3.

表次 (研究成果篇)

表 2-1 辦公室照度標準.....	70
表 2-2 辦公室輝度對比之限制.....	71
表 2-3 室內裝修材料反射率之建議.....	71
表 2-4 材料的反射率.....	71
表 2-5 燈具之眩光分類.....	72
表 2-6 CIE光源的色表.....	74
表 2-6 辦公室光源之要求.....	76
表 2-7 國內市售螢光燈之資料.....	77
表 2-8 照明燈具常用之材料反射率.....	79
表 3-1 螢光燈管能源效率標準.....	86
表 3-2 緊密型螢光燈管能源效率基準.....	87
表 3-3 螢光燈管用安定器光效因數基準表.....	93
表 3-4 建築物照明用電標準-美國ASHRAE/IESNA 90.1	97
表 3-5 各種光源之效率比較.....	99
表 3-6 安定器效率係數Bi.....	100
表 3-7 照明控制係數Ci.....	100
表 3-8 燈具效率係數Di.....	100
表 3-9 主要作業空間照明功率密度基準UPDj (W/m^2)	100
表 3-10 燈具效率係數IE計算表.....	101
表 3-11 主要作業空間照明功率檢核表.....	101
表 3-12 節能技術簡易評估表.....	101
表 3-13 案例主要作業空間照明功率檢核表.....	102
表 3-14 案例主要作業空間照明功率檢核表.....	103
表 4-1 辦公室照明設計節能案例比較表.....	105

圖次 (研究成果篇)

圖 2-1	辦公室基準層照明.....	81
圖 2-2	辦公室照明使用燈具.....	81
圖 2-3	辦公室基準層照明.....	82
圖 2-4	照明控制系統.....	82
圖 2-5	辦公室照明實例.....	83
圖 2-6	銀行營業照明實例.....	83
圖 2-7	會議室照明實例.....	83
圖 3-1	T-BAR式T5 日光燈具 (2 呎x4 呎)	90
圖 3-2	T-BAR式T8 日光燈具 (2 呎x4 呎)	90
圖 3-3	T-BAR式T5 日光燈具 (2 呎x2 呎)	90
圖 3-4	T-BAR式FPL日光燈具 (2 呎x2 呎)	91
圖 3-5	T-BAR式T5 日光燈具 (2 呎x2 呎)	91
圖 3-6	口字型系統天花板.....	91
圖 3-7	高功型安定器與燈管發光效率關係圖.....	92
圖 3-8	主動功因安定器與燈管發光效率關係圖.....	92
圖 4-1	燈具配置圖.....	106
圖 4-2	等照度分布圖.....	106
圖 4-3	室內照明模擬圖 (一)	107
圖 4-4	室內照明模擬圖 (二)	107
圖 4-5	燈具配置圖.....	108
圖 4-6	等照度分布圖.....	108
圖 4-7	室內照明模擬圖 (一)	109
圖 4-8	室內照明模擬圖 (二)	109
圖 4-9	燈具配置圖.....	110
圖 4-10	等照度分布圖.....	110
圖 4-11	室內照明模擬圖 (一)	111
圖 4-12	室內照明模擬圖 (二)	111
圖 4-13	燈具配置圖.....	112
圖 4-14	等照度分布圖.....	113
圖 4-15	室內照明模擬圖 (一)	113
圖 4-16	室內照明模擬圖 (二)	113
圖 4-17	燈具配置圖.....	114
圖 4-18	等照度分布圖.....	115
圖 4-19	室內照明模擬圖 (一)	115
圖 4-20	室內照明模擬圖 (二)	115
圖 4-21	燈具配置圖.....	116

圖 4-22 等照度分布圖.....	117
圖 4-23 室內照明模擬圖（一）.....	117
圖 4-24 室內照明模擬圖（二）.....	117
圖 4-25 燈具配置圖.....	118
圖 4-26 等照度分布圖.....	119
圖 4-27 室內照明模擬圖（一）.....	119
圖 4-28 室內照明模擬圖（二）.....	119
圖 4-29 燈具配置圖.....	120
圖 4-30 等照度分布圖.....	121
圖 4-31 室內照明模擬圖（一）.....	121
圖 4-32 室內照明模擬圖（二）.....	121
圖 4-33 燈具配置圖.....	122
圖 4-34 等照度分布圖（作業面）.....	123
圖 4-35 室內照明模擬圖（一）.....	123
圖 4-36 室內照明模擬圖（二）.....	123
圖 4-37 燈具配置圖.....	124
圖 4-38 等照度分布圖.....	125
圖 4-39 室內照明模擬圖（一）.....	125
圖 4-40 室內照明模擬圖（二）.....	125
圖 4-41 燈具配置圖.....	126
圖 4-42 等照度分布圖.....	127
圖 4-43 室內照明模擬圖（一）.....	127
圖 4-44 室內照明模擬圖（二）.....	127
圖 4-45 燈具配置圖.....	128
圖 4-46 等照度分布圖（作業面）.....	129
圖 4-47 室內照明模擬圖（一）.....	129
圖 4-48 室內照明模擬圖（二）.....	129
圖 4-49 燈具配置圖.....	130
圖 4-50 等照度分布圖（作業面）.....	131
圖 4-51 室內照明模擬圖（一）.....	131
圖 4-52 室內照明模擬圖（二）.....	131

國家圖書館出版品預行編目資料

辦公室照明設計節能參考手冊之研究

陳瑞鈴主編

內政部建築研究所，民國 96 年

ISBN 978-986-01-3004-1

1.辦公室照明 2.節能 3.照明設計

辦公室照明設計節能參考手冊之研究

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：陳瑞鈴等編

出版年月：九十六年十二月

版(刷)次：初版

工本費：

GPN：

ISBN：978-986-01-3004-1

GPN :

ISBN : 978-986-01-3004-1

辦公室照明設計節能參考手冊之研究

內政部建築研究所協同研究報告