

便利商店之照明環境品質與 耗能狀況之研究（1/3）

內政部建築研究所 自行研究報告

中華民國 99 年 10 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

便利商店之照明環境品質與 耗能狀況之研究（1/3）

計畫編號：099301070000G2016

執行方式：委託研究 協同研究 自行研究

執行單位：內政部建築研究所

研究主持人：蔡介峰

內政部建築研究所 自行研究報告

中華民國 99 年 10 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次.....	I
表次.....	II
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機與目的.....	1
第二節 研究內容與限制條件.....	3
第三節 研究流程與步驟.....	5
第四節 相關文獻回顧.....	6
第二章 視覺與便利商店照明.....	8
第一節 視覺系統.....	8
第二節 便利商店定義.....	12
第三節 商店室內照明評估指標.....	13
第四節 商店照明對外部光環境影響.....	40
第五節 國內外照明設備能源效率規範.....	46
第三章 現場量測調查.....	59
第一節 調查之便利商店規模.....	59
第二節 便利商店內部光環境調查.....	63
第三節 便利商店外部光環境調查.....	80
第四章 便利商店照明設計模擬.....	86
第一節 便利商店照明模擬設定.....	86
第二節 便利商店照明模擬結果分析.....	93
第五章 結論與建議.....	104
參考書目.....	105
附錄.....	107

表 次

表1-2.1	研究內容與進度說明	3
表2-1.1	眼睛功能與相機之類比	9
表2-2.1	各集團便利商店家數	13
表2-3.1	IESNA規範照度分級	14
表2-3.2	各國照度分級比較	15
表2-3.3	IESNA商店照度規範	17
表2-3.4	各國商店照度基準比較	17
表2-3.5	各國商店均齊度	22
表2-3.6	周圍環境照度規定	21
表2-3.7	視野背景水平照度規定	23
表2-3.8	各種光源色溫度	25
表2-3.9	GB 規範對光源色溫度適用場所建議	26
表2-3.10	眩光等級、輝度曲線與設計照度對照表	34
表2-3.11	輝度曲線之眩光等級	34
表2-3.12	CGI眩光指數與感受關係	35
表2-3.13	UGR眩光指數與感受關係	36
表2-3.14	CIE等規範對燈具遮光角限制	36
表2-3.15	CIE等規範對燈具遮光角限制	37
表2-3.16	CIE等規範對光幕反射眩光限制	38
表2-4.1	CIE對道路均齊度等規定	40
表2-4.2	CIE對道路照明分級	41
表2-4.3	CIE對光侵擾防制規定	42
表2-5.1	美國ASHARE 90.1戶外照明用電標準	48
表2-5.2	日本建築物CEC/L基準	50
表2-5.3	新加坡室內照明用電密度基準	51
表2-5.4	CIE等規範對光幕反射眩光限制	52

表2-5.5	大陸建築照明之節能規範.....	54
表2-5.6	我國綠建築作業空間照明功率密度.....	54
表2-5.7	高效率照明燈具節能標章能效基準.....	58
表3-1.1	便利商店之賣場、騎樓面積.....	60
表3-1.2	便利商店裝設燈源種類.....	60
表3-1.3	便利商店裝設燈具.....	61
表3-1.4	便利商店燈具維護情形.....	61
表3-2.1	室內照明規範與實測值比較.....	66
表3-2.2	便利商店水平照度、均齊度.....	67
表3-2.3	便利商店空間縱向輝度.....	69
表3-2.4	便利商店鮮乳製品照度.....	71
表3-2.5	便利商店櫃檯水平照度.....	72
表3-2.6	便利商店商品架上立面照度.....	74
表3-2.7	燈源色座標、色溫及演色性.....	75
表3-2.8	燈具0~90度累積光通量.....	77
表3-2.9	燈具UGR眩光指標.....	78
表3-2.10	便利商店照明消耗功率密度.....	79
表3-3.1	騎樓地面中心點水平照度.....	80
表3-3.2	騎樓照明功率密度.....	81
表3-3.3	便利商店外部地面均齊度.....	82
表3-3.4	便利商店外部地面輝度.....	83
表3-3.5	便利商店外部空間縱向輝度.....	85
表4-1.1	便利商店模擬空間尺寸.....	87
表4-1.2	模擬燈具選用.....	88
表4-1.3	DIALux模擬不同條件下UGR值.....	92
表4-2.1	各項照明品質指標建議之加權百分比.....	96
表4-2.2	燈具(1)、(2)全年耗電量比較.....	97
表4-2.3	燈具(3)、(4)用電密度 S_{LPD} 評價比較.....	98

表4-2.4	燈具(11)、(6)燈具輝度 S_{lum} 評價比較	99
表4-2.5	燈具(2)、(5)平均照度與用電密度比較.....	100
表4-2.6	燈具(7)、(8)眩光評價比較.....	101
表4-2.7	燈具(12)、(14)燈具輝度、眩光評價比較	102

圖 次

圖1-3.1	研究流程與步驟	5
圖2-1.1	人眼對光反應示意圖.....	8
圖2-1.2	錐狀細胞、桿狀細胞在視網膜密度分布.....	9
圖2-1.3	明視覺 $V(\lambda)$ 與暗視覺 $V'(\lambda)$ 光譜靈敏度曲線.	10
圖2-1.4	60~69歲年齡與20~29歲水晶體透過率之比值曲線.	11
圖2-3.1	照度、輝度示意圖.....	19
圖2-3.2	等照度圖	21
圖2-3.3	8種彩度中等的標準色樣.....	28
圖2-3.4	眩光示意圖	30
圖2-3.5	Guth位置指數示意圖.....	32
圖2-4.1	斑馬效應示意圖	41
圖2-4.2	環境分區示意圖	43
圖2-4.3	平均路面輝度量測佈點示意圖.....	45
圖2-4.4	不舒適眩光量測示意圖.....	45
圖2-5.1	ASHARE 90.1-2007照明用電標準.....	47
圖3-1.1	便利商店採用山型吸頂燈具及配光曲線圖.....	62
圖3-2.1	LMT POCKET-Lux 2照度計.....	63
圖3-2.2	Minolta LS-100輝度計.....	64
圖3-2.3	水平照度量測	65
圖3-2.4	賣場鮮乳製品垂直照度量測.....	71
圖3-2.5	商品架立面照度量測.....	73
圖3-3.1	騎樓地面水平照度量測.....	80
圖3-3.2	外部空間縱向立面輝度量測.....	84
圖4-1.1	DIALux空間設定畫面.....	89
圖4-1.2	DIALux模擬空間建立畫面.....	89
圖4-1.3	DIALux燈具配置與排列方式畫面.....	90

圖4-1.4	DIALux空間照明效果模擬畫面.....	90
圖4-1.5	DIALux等照度模擬圖及結果數據畫面.....	91

摘 要

關鍵詞：便利商店、照明環境品質、節能

便利商店24小時營運之產業，為國人帶來更舒適而便利的生活環境和品質。隨著便利商店在「量」成長的同時，如何提升照明環境品質，並落實「節能減碳」，乃重要課題。因此，本研究主要蒐集國內外相關照明規範與趨勢，並實際選定相關案例，進行現況調查與案例解析，爾後利用電腦軟體模擬規範推薦之照度環境與耗電推估，最後綜整蒐集規範、現場調查及電腦模擬分析資料，提出合理照明環境品質與耗能指標建議及簡易評估公式，俾供後續研究參考。

在便利商店照明環境現況調查部分，本研究選定鄰近本所性能實驗中心20個調查樣本，調查結果顯示賣場水平照度平均值在664~1184Lux之間，均高於CIE（國際照明委員會）及ISO公告之建議值(500Lux)，普遍明顯偏高，櫥窗夜間立面輝度在50~125 cd/m²之間，天花板按裝無防眩格柵螢光燈具輝度在1,300~3,300 cd/m²之間，該區域立面輝度與櫥窗立面輝度比值高達20倍以上，顯見目前普遍存在著照度過高及衍生眩光問題，可能引起消費者或街道使用者視覺不舒適，亦浪費寶貴能源，建議可從器具能源效率及光汙染防治加以管制，建立優質節能照明環境。

在電腦軟體模擬部分，本研究採用「DIALux」進行照明設計及效果模擬，利用該軟體建立5種不同空間尺寸便利商店模型，然後將市場上選樣蒐集15種燈具配光曲線數據置入，進行照明品質之模擬，包括平均照度、統一眩光指標、均齊度、用電密度等4項指標，並加入燈源演色性指標（Ra）及燈具輝度等2項因子，訂定一套簡易評比標準，作為優質照明節能設計應用參考。

ABSTRACT

KEYWORDS: convenience store, lighting quality, energy-saving

The industry of the convenience store 24 hours operation brings more comfortable but convenient living environment and quality for the people. Along with convenience store while "quantity"ing growth, for illuminate environment "quality", it promotes, and implementation the economy energy reduces carbon" efficiency.

This thesis has analyzed and compared with other countries' present lighting standards, and has surveyed 20 convenience stores nearby ABRI to assess the lighting quality and electric power consumption. The results show that all horizontal illuminance of all the stores is over the CIE recommendation value by 500Lux.

Additionally, this thesis made simulations of light distribution of space illuminance of 5 kinds of different convenience store fixtures by software DIALux, 15 typical parameters of fixture efficacy and average illuminance 500Lux in the convenience store spaces. Finally, the performances by means of simulating data can let us get the fixture counts setted up the ceiling, distribution illuminance rate, lighting power density, and total electricity consumption of lighting. After a quantitatively evaluation based on the lighting parameters, a more practical and valuable conservation evaluation method were proposed to provide a batter lighting conservation code for convenience store lighting design.

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

隨著台灣經濟成長，提供人們生活便利的超商也快速展店。從早期的雜貨店(甘嫻店)、傳統市場，到現在連鎖超級市場、便利商店。其中零售業連鎖加盟店發展尤其更為快速。根據商業司2001年產業動態文獻報告，零售業產值為3兆506億元、餐飲產值為2,228億元合計約3兆2735億元。流通業連鎖店產值約1兆1,500億元，其中綜合零售為6,207億元(百貨、超市、量販、便利商店)，餐飲為800億元，其他為服務及加油站3,500億元，連鎖產業佔比為35.1%。但相較於美國及歐洲連鎖化達60%的情況，台灣連鎖店發展還有很大的發展空間，尤其是生活服務產業。在台灣地區的連鎖便利商店截至95年底止，主要連鎖便利商店營業據點總數為8,823家店，家數密度全球最高，營業額高達1,800億元，對經濟發展及便民服務之貢獻很大 [1]。

便利商店遍佈於全台灣各大街小巷，成為國人生活上好鄰居，但根據本研究先期調查發現，目前國內便利商店照明方式大抵以全面照明為主，採用之燈具以開放型無防眩格柵之吸頂倒山型螢光燈具為大宗，為吸引顧客上門消費，室內、騎樓及招牌之照明效果以越亮越好為設計考量，普遍存在著照度過高及眩光問題，不但引起消費者或街道使用者視覺不舒適，亦浪費寶貴能源，而其他商業場所亦有類似照明品質問題，然以往研究比較著重照明器具性能或節能技術改良，較少針對合理照明環境提供品質及耗電指標建議。

因此，本研究擬分3年進行，第1年蒐集便利商店國內外相關照明規範與趨勢，瞭解照度、輝度分佈、均齊度、眩光等各項室內照明環境品質及耗電評估指標，作為我國相關規範研訂之參考；然後進行便利商店照明現況調查與案例蒐集解析，瞭解其照明環境，並進一步利用電腦軟體模擬規範推薦之照度環境與耗電推估；綜整蒐集規範、現場調查及電腦模擬分析資料，提出合理照明環境品質與耗能指標建議及簡易評估公式，俾後續研究參考。

第2~3年擬分別針對補習班、速食店或加油站等場所探討其照明環境品質與耗能狀況，並與國內外規範進行分析比較，彙整提出相關建議。

本計畫採用之方法主要包括以下項目：

(一) 資料收集法：

1. 文獻回顧法，蒐集國內外便利商店照明規範與基準等，包括照度、輝度分佈、均齊度、眩光、耗電指標等，以助於改善現有觀念。
2. 蒐集有關便利商店照明技術文獻資料及研究論文，進行比較分析。

(二) 調查分析法：

1. 實際選定相關案例，調查與分析便利商店照明環境現況及採用燈具之型式與光源種類，掌握相關問題所在，進而提供所需改善之依據。
2. 選樣測量照明燈具之配光曲線、發光效率，推估目前便利商店照明耗電數據。
3. 利用 DIALux 電腦軟體模擬分析各種不同之照度環境與耗電量推估。

(三) 專家諮詢法：

訪談專家學者，獲得相關資訊，以利研究進行。

(四) 分析比較法：

綜合資料蒐集、調查及實驗內容進行比較分析，俾供後續研究建議參考。

第二節 研究內容與限制條件

表 1-2.1 研究內容與進度說明

月次 工作項目	第一 月	第二 月	第三 月	第四 月	第五 月	第六 月	第七 月	第八 月	第九 月	第十 月	備註
研究課題確立	■										
界定研究範圍 及條件		■	■								
相關文獻資料 蒐集及整理		■	■	■	■						
國內外照明標 準分析			■	■	■	■					
照明環境現況 調查				■	■	■	■				
燈具光學數據 量測及DIALux 電腦模擬						■	■	■	■		
期中簡報						■					
資料整理、分析							■	■	■		
實驗結果及討 論								■	■		
期末簡報										■	
繳交報告書										■	
預定進度 (累積數)	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	
說明：研究進度以粗線表示其起訖日期。											

本計畫限制條件如下：

1. 囿於時間、成本等因素，現場調查範圍僅限於本所性能實驗中心鄰近台南縣（市）、高雄縣便利商店之照明環境現況。
2. 本研究照明耗電數據，係由實驗室量測一組相同燈源之燈具樣本推估得到，因此研究結果應用有其限制。

第三節 研究流程與步驟

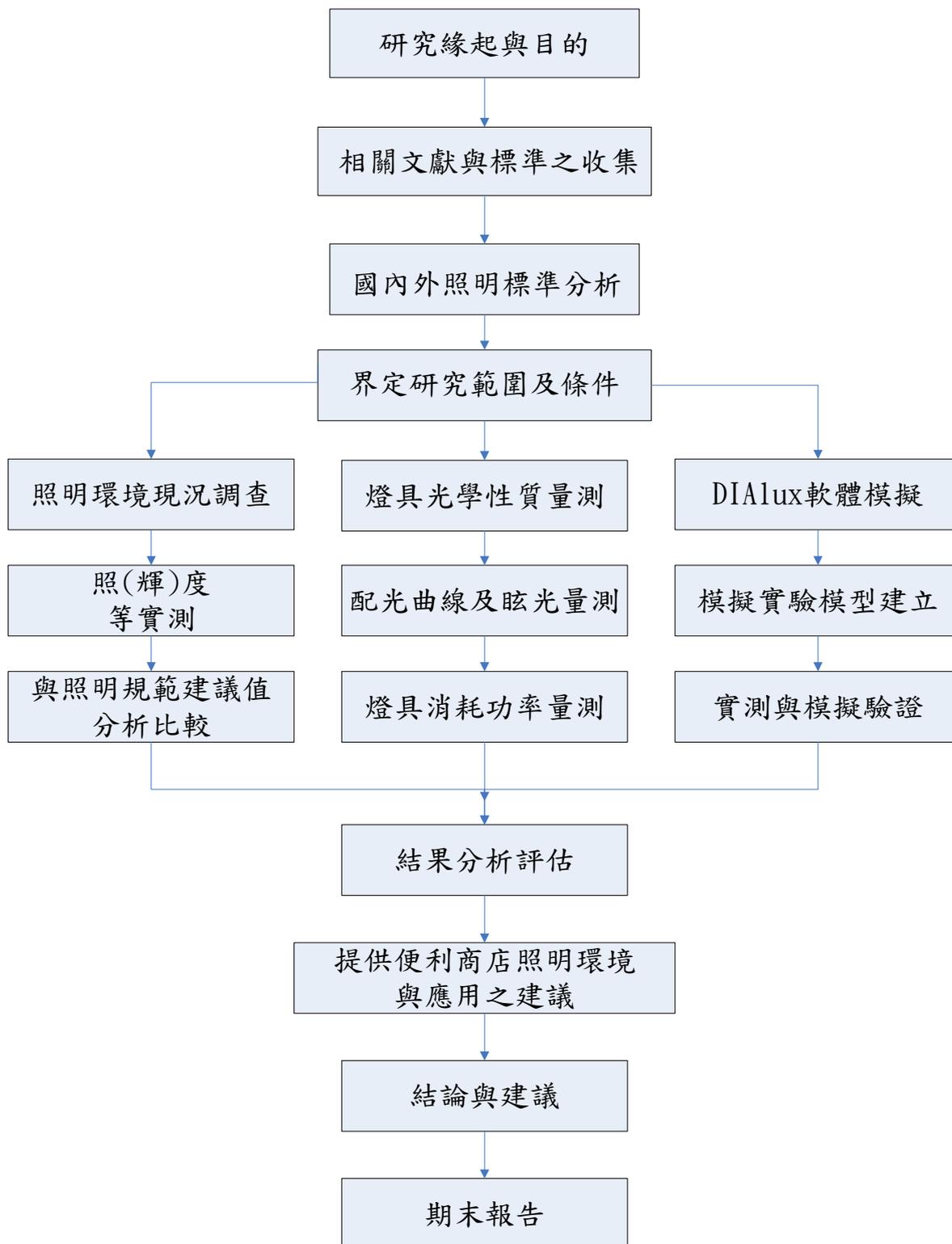


圖 1-3.1 研究流程與步驟

第四節 相關文獻回顧

文獻一：李博淵（2010），”便利商店照明環境之調查研究-以南部地區某連鎖便利商店為例”，〈碩士論文〉

本研究進行照明環境之燈具使用及室內照度之實測調查，並透過消費者對於室內照明環境之感受滿意程度問卷調查，交叉分析照明環境之差異性，研究結果發現，照明環境之照度高低與所使用燈具耗用之電力成本成正比，照度愈高，耗電成本愈高，但照度高低之照明環境卻與消費者對於照明感受滿意度呈反比，照度提高，滿意度降低。

文獻二：鄭忠志等（2009），”便利商店優質節能光環境設計初探”，〈中華民國建築學會成果發表會，第21屆〉

本研究以連鎖便利商店為例，由照明環境性能設計切入，提出優質節能照明設計原則及設計構想，以DIALux光環境模擬軟體輔助，進行設計評估，發現傳統便利商店一味追求明亮的照明方式，不僅無法顧及照明品質而且耗電，若能加以改善設計包含改變燈具的照明方式，藉由重點照明來改善立面照度不足，來客量與時段利用尖峰及離峰的時段性差異，及引入晝光來進行調光控制，不僅可提升商品、空間照明品質，且可有效降低照明用電。

文獻三：林文祥、謝為晃、宋福生（2009），”台灣連鎖便利商店在照明節能推動成效”，〈照明科技研討會發表，第16屆〉

本研究探討國內主要集團便利商店於2006年參與自願性節約能源簽署協議，預定3年內節能5~10%，後續節能改善現況調查，結果顯示各集團針對電力系統、空調系統、照明系統、冷藏系統及其他設備，透過操作調整、控制調整、系統整合及設備更新等節能措施，2006~2008年集團便利商店節約用電目標達成率達343%，成果顯著。

文獻四：陳介慧（2009），”建築用電密度標準之研究”，〈碩士論文〉

本研究將建築用電標準分為5大類別：(1)辦公室、(2)休閒、文教、(3)醫療、福利、更生類、(4)商業類、(5)住宿類，並選取商業類中26個業種，實際現場調查用電密度資料。結果顯示便利商店用電密度值(EUI)最高，達1661.61(kWh/m²·a)，次之為連鎖速食店EUI則有1458.20(kWh/m²·a)。

文獻五：趙又嬋（2009），”住宅區戶外照明光侵擾之研究”，〈博士論文〉

本研究以都市住宅區之鄰里公園作為研究對象，選定台南市16個調查樣本解析項目。調查結果顯示鄰里公園周邊住宅受到來自公園燈具的光線影響，有立面照度過高之情形，並以住宅區之道路路燈為光侵擾研究對象，實測結果窗面照度幾乎均高於CIE建議值，提出控制燈具與住宅的距離、有效控制燈具配光方向或是加設燈具的遮光設施，以降低光害問題。

文獻六：經濟部能源局（2002），”便利商店節能技術手冊”

本手冊蒐集各項有關便利商店電力、照明及空調冷凍冷藏等多方面的經驗及技術資料，以一問一答方式彙編成技術手冊，並介紹各種節能技術改良手法與案例，提供便利商店經營業者節能規劃應用參考。

第二章 視覺與便利商店照明

第一節 視覺系統

一、視覺系統構造：

視覺系統是從事視野內的對象獲取光線，透過眼球所構成的光學系統在視網膜上形成影像，並透過光接受器的視網膜神經細胞，將影像光強弱與顏色轉換成生理電信號，藉助傳遞視覺信號得視覺神經系統，在傳遞過程中對信號進行處理，進而到達中轉作用外側膝狀體處，對傳來的視覺信號再次進行處理，最後到達大腦視覺區域〔有限區域〕，從而可辨別光量、顏色、形狀與運動〔2〕，整個視覺系統構造如下圖2-1.1所示。

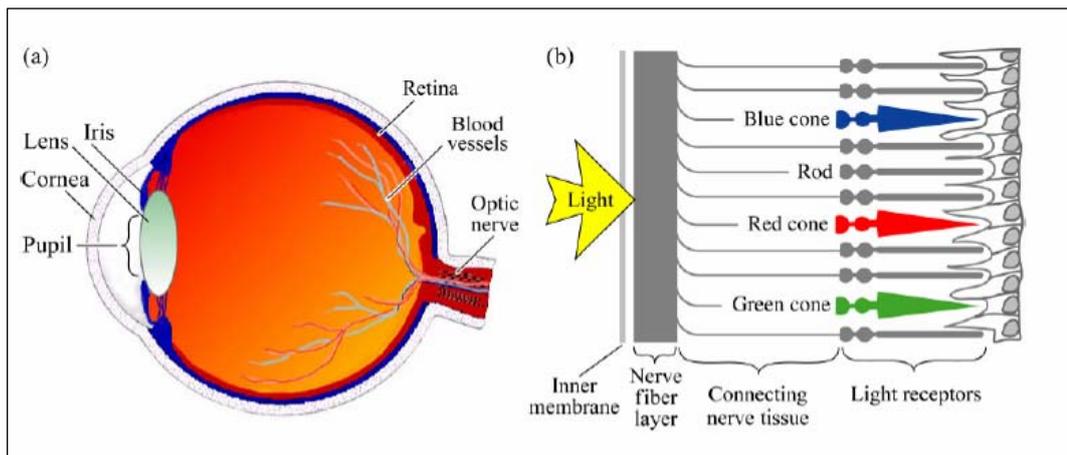


圖 2-1.1 人眼對光反應示意圖 (資料來源: M Richter)

物體表面或透射某些特定光波，成為視覺刺激的來源；眼睛是這些刺激的接收器，能對反射光波產生反應並做成視覺訊號；這些訊號傳遞至大腦經過分析釋意，以影響觀者的意識與行為表現，此三階段構成整個視覺感知體系。人類的視覺系統主要的感官器官是眼睛。眼睛是接收光，其構造與照相機非常相似，包括控制進入光量、使光折射對焦及呈現外部影像等功能〔如表 2-1.1〕。

表 2-1.1 眼睛功能與相機之類比

眼睛構件	功 能	相機構件
眼皮	保護眼睛	鏡頭蓋
鞏膜	眼白、支撐眼球	機身
角膜	保護、滋潤眼珠	護鏡
水晶體	對焦	鏡頭
虹膜	收縮、擴張瞳孔	光圈
瞳孔	控制進入光亮	快門
視網膜	呈象	底片

資料來源：文獻〔3〕

二、明視覺、暗視覺、中間視覺：

1. 明視覺

錐狀細胞 (Cones) 是一種感光細胞，它們集中在眼睛視網膜的黃斑處。在黃斑的外圍，錐狀細胞減少的非常快 (如圖 2-1.2)，視網膜上的黃斑是這樣一個區域，緊靠在視線方向的小面積，清晰的像就成在它的上面，對應於”中心”視覺或”線上”視覺，當適應亮度大於約 $3\sim 10\text{cd}/\text{m}^2$ ，錐狀細胞最活躍，這時視覺，我們稱為明視覺。錐狀細胞有紅 (Red cone)、藍 (Blue cone)、綠 (Green cone) 3 種，因此能分辨顏色，明視覺的光譜靈敏度用 $V(\lambda)$ 來表示，其最大值約在 555nm 附近相當於綠-黃色。通常所有照明量測儀器 (光通量、光強度、照度、輝度) 都是採用明視覺光譜視效函數 $V(\lambda)$ 。

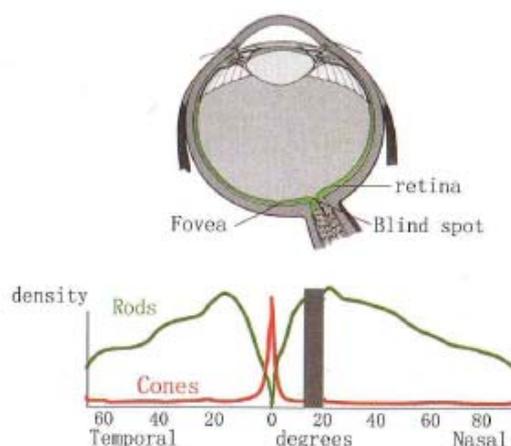


圖 2-1.2 錐狀細胞、桿狀細胞在視網膜密度分布

(資料來源：文獻〔4〕)

2. 暗視覺

桿狀細胞 (Rods) 是靈敏度很高感光細胞，在黃斑處沒有桿狀細胞，它們的密度從黃斑向外逐漸增加，到離視線約 15° 處達到最大，因此對” 周邊” 視覺或、” 線外” 視覺是很重要，由於許多桿狀細胞互相連在一起，因而所成的像不是很清晰。在小於 $0.01 \sim 0.003 \text{cd/m}^2$ 的適應亮度下，桿狀細胞最活躍，我們稱為暗視覺。桿狀細胞不能分辨色彩，暗視覺的光譜靈敏度用 $V'(\lambda)$ 來表示，其最大值約在 505nm 附近相當於藍-綠色 (如圖 2-1.3)。可以採用 S/P 比值反應光源光譜在暗視覺情況下有效程度。

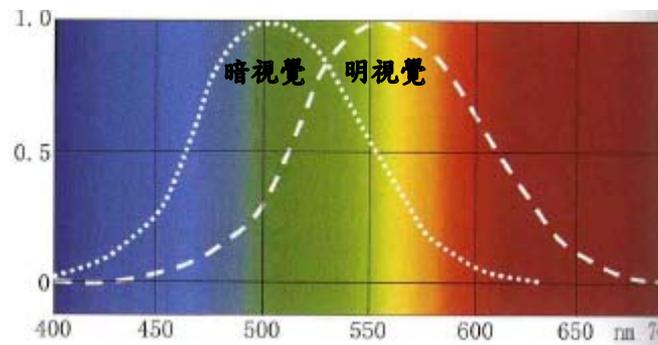


圖 2-1.3 明視覺 $V(\lambda)$ 與暗視覺 $V'(\lambda)$ 光譜靈敏度曲線
(資料來源：文獻 [4])

3. 中間視覺

當適應亮度在 $10 \sim 0.003 \text{cd/m}^2$ 時，錐狀細胞、桿狀細胞都在起作用。適應亮度由高變低時，桿狀細胞的作用越來越重要。整個光譜靈敏度逐漸往短波長方向移動，也就是藍色方向移動。該效應稱為” Purkinje” 效應。為了確定中間視覺範圍內光譜靈敏度逐漸移動實際影響，我們必須區分線上 (中心) 視覺和線外 (周遭) 視覺。

3.1 線上的中間視覺

既然在黃斑處幾乎沒有桿狀細胞，因此錐狀細胞扮演決定角色， $V(\lambda)$ 曲線提供一個很好預測，此時可採用正常明視覺單位。

3.2 線外的中間視覺

要從本質上確定不同亮度水準時之線外中間視覺真實光譜靈敏度，即使可能的話，也十分困難，因而解決的辦法就是決定不同光譜對功能判斷的影響。通常線外視覺研究角度約 10°

3.3 在中間視覺範疇內的彩色視覺

在中間視覺情況下，能產生彩色視覺錐狀細胞還能部分被激活，因而可以認為，色彩分辨能力對視覺功能還有貢獻，事實上近來研究顯示：採用演色性大於 50 的白光，比演色性只有 25 的高壓鈉燈更容易識別面孔，而要獲得同樣辨識機率，所需白光照度水準約黃光一半左右。

3.4 中間視覺對年齡影響

人眼水晶體會隨著年齡增長逐漸變黃，結果造成藍色和綠色（短波長）視覺的損失。圖 2-1.4 顯示 60~69 歲年齡與 20~29 歲水晶體透過率之比值。

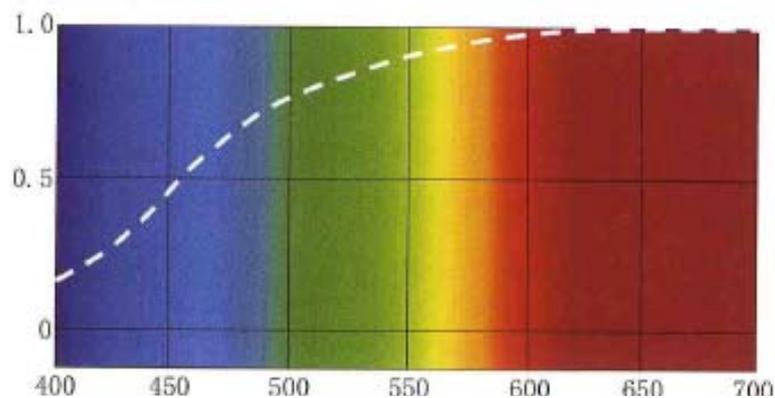


圖 2-1.4 60~69 歲年齡與 20~29 歲水晶體透過率之比值曲線

（資料來源：文獻〔4〕）

第二節 便利商店定義

便利商店在 1927 年創始於美國南方公司，而台灣的便利商店雛形源自於1977 年之青年商店，但真正採用「便利商店」一詞作為店名，則是1979 年之7-eleven（經濟部，民85）。根據日本MCR 協會（Manufacture CVS Research）為便利商店的定義如下（經濟部商業司編印，民83）：

1. 賣場：25~40 坪。
2. 營業時間：24 小時營業且全年無休。
3. 商品結構：食品類商品至少須佔整個店裡銷售品項的50%以上，並且一定要販售速食品，非食品類則必須是日常必需品，同時須提供服務性商品（如代售電話卡、郵票、代收服務等），及能滿足顧客即時所需之商品。
4. 商品種類：2,000 至3,000 種左右，並提供無形的服務及型錄。
5. 門市：照明光鮮亮麗，賣場乾淨整潔。
6. 工作人員：由於門市銷售是採自助式的服務方式，門市人員組織精簡，主要是店長與數位店員所組成。
7. 組織型態：為追求經營的效率性，故展店模式宜採多店舖連鎖的方式。
8. 經營理念：提供最便利的服務與商品，以達顧客最大的滿意。

台灣地區便利商店依 95 年度統計，主要集團有 8 個，統一超商（7-eleven）、全家便利店、萊爾富、ok 便利店、福客多、中日超商、台糖蜜鄰及中油複合商店等，合計各所屬集團共有 8,823 家店，較 94 年 8,519 家，成長 304 家約 3.6%如表一所示。便利商店遍佈於大街小巷，家數密度全球最高，營業額高達 1,800 億元以上，員工人數共約 11,000 人。依照業者推估，台灣便利商店約有 12,000 家容量，可見未來便利商店持續發展，對國內就業市場、便民服務及經濟發展之貢獻極大。

表 2-2.1 各集團便利商店家數[1]

編號	廠商名稱	所屬集團	家數	占%
1	統一超商(股)公司 (7-eleven)	統一企業	4200	
2	全家便利店(股)公司 (family mart)	日本	1929	
3	萊爾富(股)公司(Hi-life)	光泉關係企業	1200	
4	富祥超商(股)公司 (OK 便利店)	富群集團	900	
5	福客多商店(股)公司(福客多)	泰山企業	350	
6	中日超商企業(股)公司 (中日超商)	中日集團	100	
7	台糖蜜鄰	台糖	20	
8	中油複合商店	中油	124	
合計			8823	100

(註：福客多已於 96 年 7 月正式歇業，部分門市由全家承接經營)

第三節 商店室內照明評估指標

良好的商店照明設計，包括多項評估指標，本節針對常用之各項因素逐一介紹，並將蒐集之國內外相關照明規範進行分析比較，包括 ISO 8995[5]、CIE S008[6]、日本 JIS Z9125[7]、歐盟 EN12464-1[8]、新加坡 SS 531[9]、澳洲 AS/NZS 1680[10]、北美照明協會 IESNA[11]、大陸 GB50034[12]、CNS12112[13] 等規範俾供參考：

一、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，越需要有高的照度。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。

1. 照度分級：

根據研究，人類視覺主觀明顯感覺到照度的變化，其差值大約為1.5倍，而在一般照明條件下，提供20 Lux水平照度，就能正確辨別人臉部特徵。因此CIE、ISO、EN、新加坡SS規範以此為照度分級最小值，並區分20、30、50、75、100、150、200、300、500、750、1000、1500、2000、3000、5000Lux等15級。

日本JIS規範考量自然光應用，以CIE分級為基準，往上增加7500、10000 Lux等2級。

大陸GB規範分級與CIE標準大體一致，但為調和既有國內規範，照度分級往下延伸到0.5 Lux，共增加0.5、1、3、5、10、15 Lux等6級。

美國IESNA規範分級，不以人類視覺主觀感受變化為基礎，而以照明活動或工作性質為分類依據，共區分為A~G 7等級，如表2-3.1所示。

表2-3.1 IESNA規範照度分級

照度分級	照度值 (Lux)	活動或工作性質
A	30	公共空間
B	50	短暫停留處所
C	100	簡單視覺作業
D	300	高對比且大件物體視覺作業
E	500	高對比且小件物體、低對比且大件物體視覺作業
F	1000	低對比且小件物體視覺作業
G	3000~10000	精密或特殊視覺作業場所

(資料來源：本研究整理)

澳大利亞AS/NZS規範亦以照明活動或工作性質為分類依據，區分40、80、160、240、320、400、600、800、1200、1600Lux等10級。

我國CNS規範照度分級係按建築或工作場所不同，除與CIE等國規範區分20~5,000Lux15級外，向下延伸1、2、5、10等4級，往上增加7,500、10,000、15,000、20,000Lux等4級，共計23等級，各國照度分級比較如表2-3.2所示。

表2-3.2 各國照度分級比較

室內照明規範	照度分級		
	視覺感覺到照度的變化	活動或工作性質	等級數
CIE	√	√	15
ISO	√	√	15
EN	√	√	15
SS	√	√	15
JIS	√	√	17
GB	√	√	21
IESNA		√	7
AS/NZS		√	10
CNS	√	√	23

(資料來源：本研究整理)

2. 維持照度基準：

我國CNS 12112訂有照度標準，此標準依據各場所使用性質不同，訂定不同照度標準，範圍包括辦公室、工廠、學校、醫院、商店等28種建築或場所。其中商店照明按功能分為店內全般照明、一般陳列、重點陳列和櫥窗4部分，而且按商店性質（如日用品店、超級市場……等8類）分別提出不同的照度範圍。4個部分的照度比例在不同的商店略有不同，如百貨公司為1：2：3：6。有些商店還會因樓層的不同（大百貨公司）、商店所處位置的不同（市中心或郊區的超級市場）而規定不同的水平照度值，照度值係以0.85m水平面為量測基準。

量測方法採用CNS 5065-1988「照度測定法」，將受測區域等分為大小相同之面積，以切割交點為測點，總數為10~50點。

CIE、ISO、JIS、SS、EN規範，對零售商店照明部分列出結帳櫃檯、包裝台、大型售貨區和小型售貨區的水平照度值，分別要求達到500、500、500、300Lux。

大陸GB規範則列出一般商店營業廳、一般超市營業廳、高檔商店營業廳、高檔超市營業廳、收款台的水平照度值，分別要求達到300、300、500、500、500Lux，照度值係以0.75m水平面為量測基準。

美國IESNA規範按商店性質區分超級市場、購物中心和一般售貨店3種，分別不同商店場所之水平照度和垂直照度基準值，有關一般售貨店部分摘錄如表2-3.3所示，其中水平照度值係以0.76m水平面為量測基準，並建議重點照明照度值應較其周遭區域高3~5倍，以突顯商品的形象。

另澳洲AS/NZS規範只列舉結帳櫃檯水平照度值需達到240Lux、商品售貨區需達到160Lux，各國照度商店照度基準比較如表2-3.4所示。

表2-3.3 IESNA商店照度規範

商店場所	水平照度值 (Lux)	垂直照度值 (Lux)
商品儲藏室、包裝區	300	50
結帳櫃檯	300	-
賣場走道	100	-
商品陳列區	500	100
重點照明	1000	300
展示櫥窗	3000~10000	500

(資料來源：本研究整理)

表2-3.4 各國商店照度基準比較

室內照明規範	商店照度基準 (Lux)	
	結帳櫃檯	商品陳列區
CIE	500	500
ISO	500	500
EN	500	500
SS	500	500
JIS	500	500
GB	500	500
IESNA	300	500
AS/NZS	240	160
CNS	750~1000	150~500

(資料來源：本研究整理)

CNS 12112, Z 1-044

附表 5 商店、百貨店、其他

照度 Lux	商店之一般共同事項	日用品店 (雜貨、食品)	超級市場 (自助式)	大型店 (百貨公司、大型商店)	服飾店 (衣料、樂器、眼鏡、輔鏡等)	文止品店 (家電、樂器、書籍)	趣味休閒用品店	生活別業門店 (家庭工藝器具、廚具、料理等)	高級專門店 (黃金、衣服、藝術品等)
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	○局部陳列室	—	○主陳列部	○櫥窗之重點 ○展示部 ○店內重點陳列部	○櫥窗之重點	○櫥窗之重點 ○店內之陳列部	—	—	○櫥窗之重點
1500	—	—	—	○專櫃 ○店內陳列	—	舞台商品之重點	—	○櫥窗之重點	○店內重點陳列品
1000	○重點陳列部 ○結帳櫃台 ○電扶梯上下處 ○包裝台	○重點陳列部	店內全般 (隔區商店)	主商品櫃檯 特價品部份 服務專櫃	○重點陳列 ○專案櫃 ○試穿室	○室內陳列 ○服務專櫃 ○試穿室(1) 櫥窗之全般	○室內陳列之重點 獨特兒童保潔場 櫥窗之全般	○展示室	○一般陳列品
750	電梯大廳 電扶梯	○重點部份 ○店面	店面全般 (郊外商店)	一般樓層之全般	店內全般 (特別部份除外) ○特別陳列部	店內全般 具裝飾性指標之陳列	○店內一般陳列 ○特別陳列 ○服務專櫃	店內全般	○服裝櫥櫃 設計發售專櫃
500	○一般陳列品 右商室	—	—	高層樓之全般	—	—	—	—	接待室
300	接待室	店內全般	—	—	—	—	店內全般	—	—
200	化粧室、廁所、樓梯、走道	—	—	—	○特別部之全般	○具裝飾性指標陳列部之全般	—	—	店內全般
150	—	—	—	—	—	—	特別部之全般	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	休息室, 店內全般	—	—	—	—	—	—	—	—

註：(8) 大型店之販賣場因業別而需必要效果時，可用相對事項。

(9) 試穿室等乃希望設置調光裝置以方便減光。

備考：1. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

2. 白天屋外正面櫥窗之重點希望 10000 Lux 以上。

3. 重點陳列之局部照明之照度，希望在全般照明之三倍以上。

二、輝度 (Luminance)：

用來評估光源或受照物體反射的光亮程度，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 。

人的眼睛雖然對於視覺範圍內的各種物品之輝度差異值具有調適能力，但是如果輝度分布明暗對比太大時，會使視線不易集中，且需不斷調適各處不同的輝度值，眼睛明、暗調整變換頻率過高，易造成眼睛疲勞，導致視覺效能的減退。物體輝度與人因及視覺探討包括：Jin Sook Lee[14]將作業面照度值分別控制在平均照度為200、500、1000 lx，窗面輝度控制在23000、15000、8000、5000、3000 cd/m^2 ，受測者實驗時間10秒，以問卷方式，探討受測者舒適感、眼睛恢復時間、輕鬆感等，藉由統計與迴歸分析，建立簡易眩光評價方法，調查結果顯示輝度越高，眼睛恢復時間越長。另詹永舟[15]改變螢幕輝度從0到255燭光，發現瞳孔直徑變化由大到小分佈在3.5~6.5公釐。

但相反的，如與輝度太接近，會使空間趨於平淡缺乏活力，因此各國主要規範室內表面反射率、輝（亮）度比，整理如下：

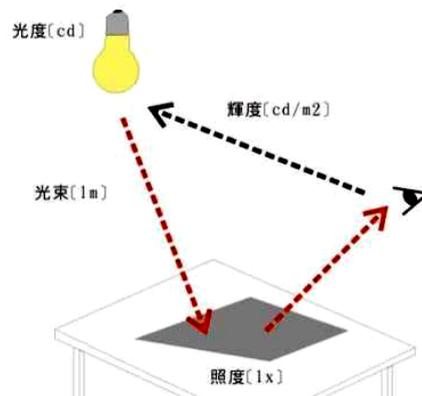


圖 2-3.1 照度、輝度示意圖[16]

1. 室內表面反射率：

受照物體輝（亮）度主要由各表面的反射率與照度決定，CIE、ISO、JIS、SS、GB規範考量室內各表面亮度對比對視覺之影響，提出主要表面反射率建議範圍，分別為：

- 天花板：0.6 ~ 0.9
- 牆面：0.3 ~ 0.8
- 作業面：0.2 ~ 0.6
- 地面：0.1 ~ 0.5

EN規範對室內主要表面反射率建議範圍：

- 天花板：0.7 ~ 0.9
- 牆面：0.5 ~ 0.8
- 地面：0.2 ~ 0.4

AS/NZS規範對室內主要表面反射率建議範圍：

- 天花板：大於0.6
- 牆面：大於0.5
- 地面：0.2 ~ 0.4

IESNA規範對室內辦公室主要表面反射率提出建議範圍：

- 天花板：0.75~ 0.9
- 牆面：0.5 ~ 0.7
- 規定室內天花板與牆面輝（亮）度比，不可大於3：1。

三、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，眼的視覺能力會降低，如果經常交替適應，容易導致視覺的疲勞，因此良好的室內照明環境應要求配光分佈均勻，

1. 作業面均齊度

商店作業面包括：商品陳列區、結帳櫃檯等，CIE、ISO、JIS、SS、GB 規範定義均齊度是空間水平照度最小值與平均值的比值，並規定作業面照度均齊度不應小於0.7，而鄰近周圍環境照度均齊度不應小於0.5。

大陸GB規範考量國情，除參考CIE規範訂定作業面均齊度外，另加註：

(1) 房間或場所內的通道和其他非作業區域的一般照明的照度值不宜低於作業區域一般照明照度值的1/3。

(2) 在有電視轉播的體育場館，其主攝影方向上的照明應符合下列要求：

- 場地垂直照度最小值與最大值之比不應小於0.4；
- 場地平均垂直照度與平均水準照度之比不應小於0.25；
- 場地水準照度最小值與最大值之比不應小於0.5；
- 觀眾席前排的垂直照度不應小於場地垂直照度的0.25。

AS/NZS規範規定作業面照度均齊度不應小於0.7、鄰近周圍環境照度均齊度不應小於0.5、流動空間照度均齊度不應小於0.3，各國商店均齊度比較如表2-3.5所示。

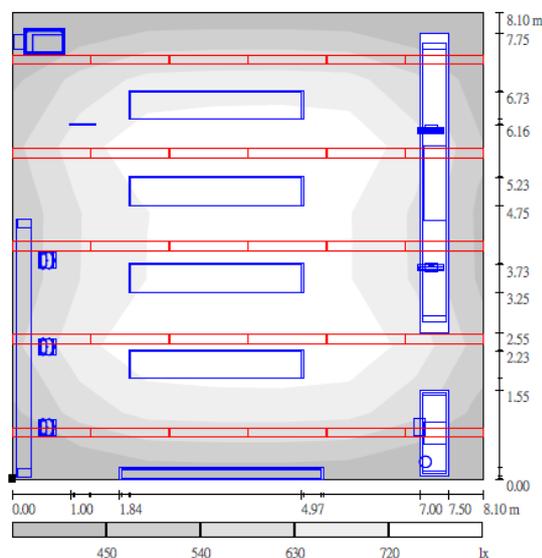


圖 2-3.2 等照度圖

(資料來源：本研究整理)

表2-3.5 各國商店均齊度

室內照明規範	商店照度均齊度	
	作業面	周圍環境
CIE	0.7	0.5
ISO	0.7	0.5
EN	0.7	0.5
SS	0.7	0.5
JIS	0.7	0.5
GB	0.7	0.5
AS/NZS	0.7	0.5
IESNA	-	-
CNS	-	-

(資料來源：本研究整理)

2. 周圍環境照度規定

周邊環境的照度應與作業區域照度有關，適當周圍環境照度可提供視野範圍內一個平衡亮度分布，若作業區周邊環境的照度快速空間變化，可能會導致視覺上的緊張和不舒適。因此CIE、ISO、JIS、SS、GB規範規定水平照度應不低於如表2-3.6數值，其中GB 50034-2004加註周圍環境係指作業面外0.5公尺範圍。

表2-3.6 周圍環境照度規定

作業面照度值(Lux)	周圍環境照度值(Lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	與工業面照度值相同

(資料來源：本研究整理)

EN規範除作業面與周圍環境規定外，另要求視野背景水平照度值應不低於如表2-3.7數值。

表2-3.7 EN對視野背景水平照度規定

作業面照度值(Lux)	周圍環境照度值(Lux)	視野背景照度值(Lux)
≥750	500	100
500	300	100
300	200	50
200	200	50
150	150	50
100	100	50
≤50	與作業面照度值相同	作業面照度值/2

(資料來源：本研究整理)

AS/NZS規範規定作業面與周圍環境照度值不可大於10：1。IESNA規範建議為讓顧客可容易看清架上商品與手提籃，商品陳列區與賣場走道照度比應不低於3：1。

四、光色特性 (Color Aspects)

光源的顏色品質，通常用二個指標來描述：光源本身顏色、影響受照物體或人顏色呈現演色能力。

1. 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佈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，其光譜功率分佈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，它們的光功率分佈形成，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，稱為相對色溫。

一般說來，暖色系(黃~橙，紅~紫紅)在視覺感受上趨近於視者，有溫暖感；寒色系(藍紫~藍，藍綠~黃綠)則看起來後退，有清冷感。光的色調(color tones)亦可喚起觀測者對自然環境或生活經驗的記憶與印象，例如火紅的太陽、陰藍的月色、魅綠的螢光等。在劇場燈光的運用上，除特定時間場景的光色使用外，琥珀色可以強調自然膚色，用粉紅色突顯正派人物，如惡棍等反派角色則以綠光來照，光源中若缺乏紅色波長會使人產生蒼白或不健康的膚色。

即便是通稱為白色的晝光，亦因其色溫的變化而呈現不同的環境觀感，例如陽光的溫暖與陰天的冷漠，此係因色溫度影響觀測者心理感受之故：色溫度在 3300 K 以下光色開始偏黃，使人感覺較為溫暖；色溫度超過 5300 以上，光色轉向青白，則感覺清冷。甚至環境的色調或光色的冷

暖亦會影響觀者對環境溫度的感知。

當照明的光色改變時，反映於兩眼視野內所接受到的光色刺激也會跟著產生變化。然而，人眼具有一種稱為「色適應」(chromatic adaptation)的機制，當習慣了某種顏色之後，會開始漸漸把所習慣的顏色刺激視為白色，而調整兩眼所接收到的刺激。

國內外相關色溫對人體影響研究相當多，例如謝明燁(2009)[17]研究受測者紙本閱讀行為，探討人員對紅、藍、綠、2800K、5200K、13850K等6種光色之色適應，研究結果發現，5200K下的色適應狀態最為穩定，其次是2800K、13850K與藍色光，而綠色光與紅色光下的色適應狀態最為不穩定，換言之，綠色光與紅色光對於閱讀行為最容易產生妨礙，對於應用在室內閱讀行為空間方面較為不利。

表 2-3.8 各種光源色溫度

光 源	色 溫
北方晴空	8000~8500 K
陰天	6500~7500 K
夏日正午陽光	5500 K
複金屬燈	4000~4600 K
下午陽光	4000 K
冷色螢光燈	4000~5000 K
水銀燈	3750~3450 K
暖色螢光燈	2500~3000 K
鹵素燈	3000 K
鎢絲燈	2700 K
高壓鈉燈	1950~2250 K
蠟燭	2000 K

(資料來源：本研究整理)

綜上所述，光源色溫度選擇涉及心理學、美學以及使用者對環境特性的理解，如何選擇色溫度，取決於照度、空間和傢俱的顏色以及周圍的環境和用途。在溫暖的氣候中，使用者通常喜歡冷色系的光，而在寒冷的氣候中，使用者則喜歡較暖色系的光。CIE、ISO、EN、JIS、SS、GB、AS/NZS 規範依據光源色溫度分為溫暖、中間值、寒冷等三組，其中大陸 GB 50034 規範列舉適用場所。

表2-3.9 光源色溫度適用場所 (GB 50034)

顏色特徵	色溫度 (k)	適用場所 (舉例)
溫暖	小於3300	客房、臥室、病房、酒吧、餐廳
中間值	3300~5300	辦公室、教室、閱覽室、看診室、 檢驗室、機械加工房間、儀表裝配
寒冷	大於5300	熱加工房間、高照度場所

(資料來源：本研究整理)

4.2 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。

目前 CIE13.3-1995 標準定義平均演色指數 (Average Color Rendering Index, CRI) 系統作為評量指標。該系統以 8 種彩度中等的標準色樣來檢驗，如圖 2-3.2 所示。比較在測試光源下與在同色溫的基準光源下此 8 色的偏離 (deviation) 程度，以測量該光源的演色指數，取平均偏差值，計算方式如下：

$$Ra = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 R_i = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (100 - 4.6\Delta E_i) \quad (2-2)$$

$$\Delta E_i = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]$$

$$L = 116 \times f(Y/Y_n) - 16$$

$$a = 500 \times [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b = 200 \times [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

$$f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3} \quad \text{if}(X/X_n) > (24/116)^3$$

$$f(X/X_n) = (841/108) \times (X/X_n) + 16/116 \quad \text{if}(X/X_n) \leq (24/116)^3$$

$$f(Y/Y_n) = (Y/Y_n)^{1/3} \quad \text{if}(Y/Y_n) > (24/116)^3$$

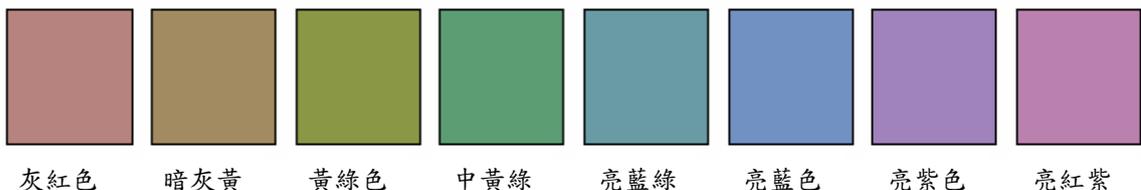
$$f(Y/Y_n) = (841/108) \times (Y/Y_n) + 16/116 \quad \text{if}(Y/Y_n) \leq (24/116)^3$$

$$f(Z/Z_n) = (841/108) \times (Z/Z_n) + 16/116 \quad \text{if}(Z/Z_n) \leq (24/116)^3$$

$$f(Z/Z_n) = (Z/Z_n)^{1/3} \quad \text{if}(Z/Z_n) > (24/116)^3$$

X、Y、Z：測試物體反射光源之三刺激值

X_n、Y_n、Z_n：標準色板反射光源之三刺激值



灰紅色

暗灰黃

黃綠色

中黃綠

亮藍綠

亮藍色

亮紫色

亮紅紫

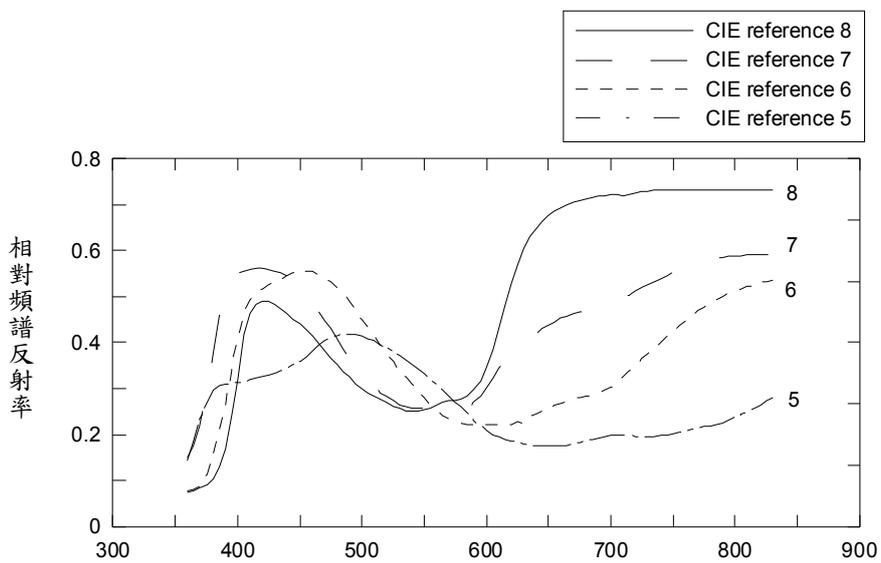
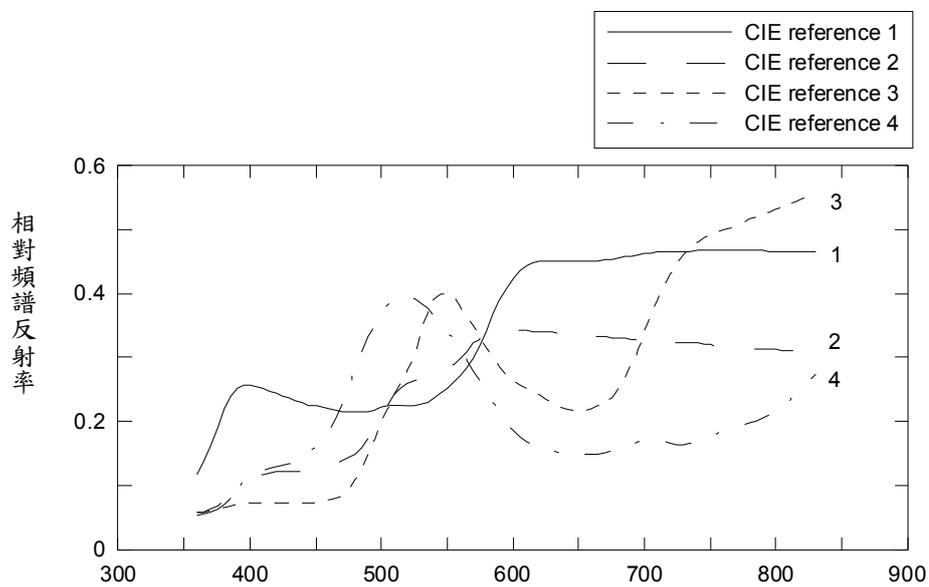


圖 2-3.2 8 種彩度中等的標準色樣[本研究繪製]

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。

商店照明需提供顧客容易分辨商品，因此CIE、ISO、JIS、SS、GB、IESNA、AS/NZS 規範規定商店照明光源的演色性指數（Ra）應大於80。

五、眩光（Glare）〔18〕：

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。而眩光主要造成的生理反應主要有以下三點：

- (1)由於受到高亮度的刺激，使得瞳孔縮小。
- (2)由於角膜或水晶體產生光的散射，因而在眼睛內形成光幕。
- (3)由於視網膜受到高亮度的刺激，使的適應狀態因此破壞。

(一) 眩光的種類：

眩光的種類一般可分為三類，分別為「直接眩光」、「反射眩光」以及「背景對比眩光」，其個別之意義分述如下：

(1)直接眩光：

直接眩光是眼睛直視光源所形成。若於眼睛水平線上下各30°、左右兩側各75°的視覺範圍內有高輝度光源存在，即有可能對眼睛形成直接眩光。如圖 2-3.3 光線〔a〕〔b〕所示，對於站立者而言，上方兩個裸露光源所發出的光線，皆有可能直接進入視線範圍而形成直接眩光。

(2)反射眩光：

反射眩光係光源經由反射所形成。高輝度光源所發出之光線，經由鏡面或光滑表面的反射而進入視覺範圍內，導致眼睛無法清楚辨識景物。如圖 2-3.3 光線〔c〕所示，光源發出之光線經由桌面反射後直接進入視線範圍成為反射眩光；而光線〔d〕則成為良好的光線反射，有助於桌面工作進行。

(3)背景眩光：

背景眩光係當主體較暗而背景太亮時所形成。眼睛所注視之目標物，其背後存有高輝度光源，使得目標物相對於較黑暗，以致於眼睛看不清楚目標物。如圖 2-3.3 光線〔c〕所示，觀測者面對站立者時，由於站立者後面具有強烈的太陽光線，使其相對較暗，故對於觀測者而言及形成背景眩光。

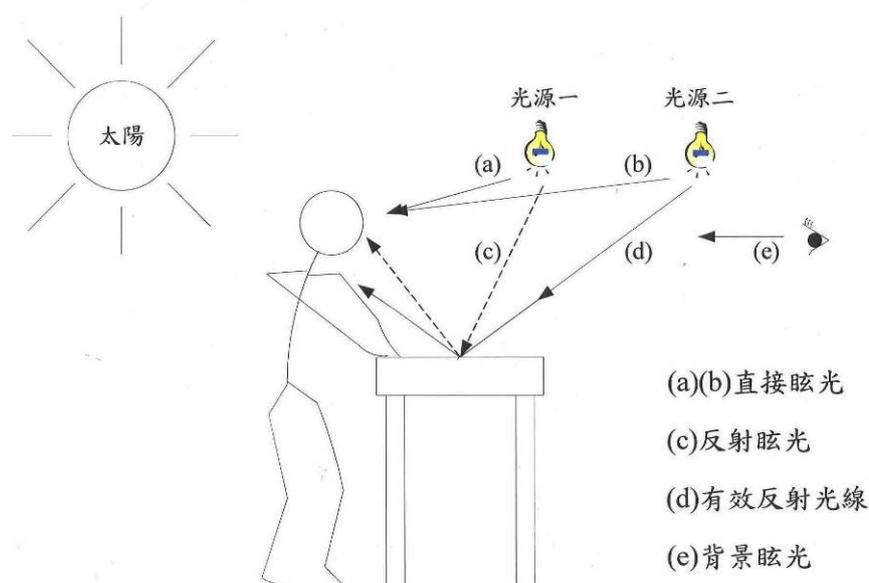


圖 2-3.3 眩光示意圖[18]

若由眩光引起的視覺效應來區分眩光的種類，則可分為三類，分別為「失能眩光」、「不舒適眩光」與「目盲眩光」，其個別之意義分述如下：

(1)失能眩光(disability glare)

視覺能力降低，使得眼睛辨別事物能力變差的眩光。

(2)不舒適眩光 (discomfort glare)

令人眼睛產生不舒服感覺的眩光，未必會干擾視覺能力。

(3)目盲眩光(blinding glare)

強烈眩光移開一段時間後仍無法看到任何東西。

通常在室內照明中較重視不舒適眩光的防治，若不舒適眩光控制得宜，失

能眩光也就同時得以解決。造就眩光的原因眾多，一般由光源所引起的眩光大致可分為下列五種原因：

- (1) 眼睛所能適應之光輝度愈低。
- (2) 光源的輝度愈高。
- (3) 光源愈接近視線附近。
- (4) 光源所形成之發光面積愈大。
- (5) 光源數目愈多更能顯著

不舒適眩光可以以下式表示：

$$G = \frac{L_s^a \cdot W^b}{L_f^c \cdot f(\theta)} \quad (2-3)$$

其中

G：眩光指數

W：光源對觀測者眼睛所形成的立體角。

a、b、c：係數

f(θ)：位置指數。

(二) 不舒適眩光的評估方法：

國際間針對眩光提出若干量化評估方法，其中較具代表性的方法為下列幾項，分述如下：

(1) 英國照明學會眩光指數法 (BGI 法)：

英國照明學會於 1961 年發表此法，若以眩光指數 GI 來評估不舒適眩光之程度，須先使用式 (2-4) 計算出燈具所產生之眩光量 G，接著使用式 (2-6) 將眩光量轉換為眩光指數 GI，其計算方式如下：

$$G = \sum_{i=1}^n G_i \quad (2-4)$$

其中 n：燈具數目

$$G_i = K \frac{L_s^{1.6} \cdot W^{0.8}}{L_b \cdot P^{1.6}} \quad (2-5)$$

式中 K：係數，當輝度使用單位為 cd/m² 時，其值等於 0.478。

L_s ：光源在觀測者眼睛方向的輝度 (cd/m^2)。

ω ：光源對觀測者眼睛所形成的立體角。

L_b ：觀測者視野內的不含光源之綜合輝度 (背景輝度) (cd/m^2)。

P：Guth 位置指數。可使用圖 2-3.4 之相關示意圖，並配合附錄表一 [13] 之位置指數表查出相對數值。

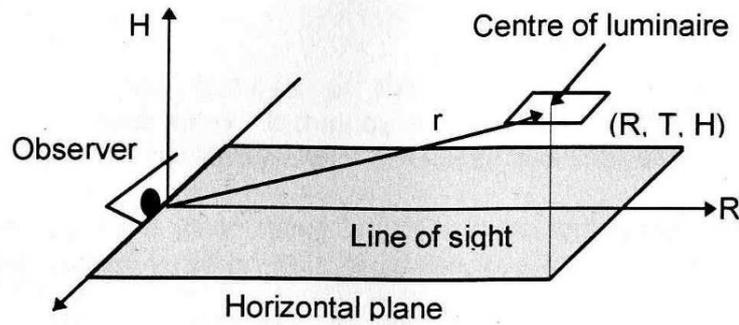


圖 2-3.4 Guth 位置指數示意圖 [17]

眩光指數

$$GI = 10 \log(0.5 \times G) \quad (2-6)$$

眩光指數和不適眩光程度對照表如下

眩光指數GI	眩光程度
28以上	有強烈刺眼的現象
28	開始感覺有強烈刺眼的現象
22-28	有不舒服刺眼的現象
22	開始感覺有不舒服刺眼的現象
16-22	有刺眼現象
16	開始感覺有刺眼現象
10-16	略有刺眼現象
10	感覺略有刺眼現象
10以下	無刺眼現象

(2) 視覺舒適機率法 (Visual Comfort Probability Method ; VCP):

美國照明學會於 1966 年 3 月所發表，由於此法乃利用觀測人員對於照明系統在視覺舒適度上評估合格之人數百分比來表示，因此稱為視覺舒適機率法。欲使用 VCP 法評估眩光程度，首先必須以式(2-7)計算出不舒適眩光額定值 (DGR)，再由相關曲線轉換為 VCP 值，計算方法如下：

$$DGR = \left[\sum_{i=1}^n M_i \right]^a \quad (2-7)$$

其中 n ：燈具數目； $a = n^{-0.0914}$

$$M_i = K \frac{L_s \cdot Q}{L_F^{0.44} \cdot P}$$

式中 K ：係數，當輝度使用單位為 cd/m^2 時，其值等於 0.5018。

L_s ：光源在觀測者眼睛方向的輝度 (cd/m^2)。

Q ：光源對觀測者眼睛所形成的立體角 ω (sr) 的函數。

$$Q = 20.4\omega + 1.52\omega^{0.2} - 0.075$$

L_F ：針對天花板來說，水平視線上方 53° 以內包含天花板、牆壁、地面以及照明燈具之平均輝度 (cd/m^2)。

P ：Guth 位置指數。

$$VCP = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{6.374 - 1.3227 \ln DGR} e^{-t^2/2} dt$$

(3) 歐洲輝度曲線法 (Glare limiting curve system ; LC):

此法乃針對不同工作及活動給予不同等級之建議，使用兩組輝度限制曲線，其一為燈具縱長發光面與視線平行，另一則與視線垂直。

輝度曲線法主要針對眩光指數法加以限制，通常眩光限制的對象為照明器於鉛直角 (γ) 為 $45^\circ < \gamma \leq \gamma_{\max}$ 範圍內之輝度，其中 γ_{\max} 為房間內

最深處的照明器具在觀測者眼睛方向之角度，可用(2-8)方式來表示之。

$$\tan\gamma_{\max} = \frac{a_{\max}}{h_s} \quad (2-8)$$

式中 α_{\max} ：觀測者至照明器具之最大水平距離。

h_s ：觀測者眼睛之高度(通常為 1.2m)至照明器具的距離。

配合表 2-3.10，根據設計照度以及品質等級(表 2-3.11 所示)，從八條輝度界線曲線選擇適用的特性曲線，與被評價的照明器具之輝度比較，如果被評價之器具輝度較界線輝度曲線低，則不會產生眩光；反之則燈具之眩光越刺眼。

表 2-3.10 眩光等級、輝度曲線與設計照度對照表

等級	設計照度							
	A	2000	1000	500	≤ 250			
B		2000	1000	500	≤ 250			
C			2000	1000	500	≤ 250		
D				2000	1000	500	≤ 250	
E					2000	1000	500	≤ 250
曲線	a	b	c	d	e	f	g	h

表 2-3.11 輝度曲線之眩光等級

品質等級	眩光等級	說明
A	1.15	非常高的品質
B	1.5	高品質
C	1.85	中等品質
D	2.20	低品質
E	2.55	非常低的品質

(4) 國際照明委員會眩光指數(CIE Glare Index)：

由於世界各國對於眩光評價方法眾多，因此在國際照明委員會(CIE)第19屆會期中，Einhorn綜合各國眩光評估法，提出眩光指數修正公式CGI，其計算方式如(2-9)式所示：

$$CGI = 8 \log \left[\frac{1 + \frac{E_d}{500}}{E_i + E_d} \right] \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{P^2} \quad (2-9)$$

式中 E_d ：所有照明燈具於觀測者眼睛垂直面之直射照度 (Lux)。

E_i ：所有照明燈具於觀測者眼睛垂直面之間接照度 (Lux)。

L ：單一燈具於觀測者眼睛方向上之輝度 (cd/m^2)。

ω ：單一燈具與觀測者眼睛構成之立體角。

P ：Guth 位置指數。

對於室內照明之 CGI 指數，其計算規則為觀測者位於房間中線靠後牆之位置，以平視作為計算條件，其眩光等級分類如表 2-3.12 所示。

表 2-3.12 CGI 眩光指數與感受關係

眩光等級	眩光指數	說明
A	28	剛好不能忍受
B	22	剛好有不舒適感
C	16	剛好能接受
D	8	剛好感覺到

(5) 統一眩光等級 (Unified Glare Rating)：

由於 CGI 眩光指數不易使用，因此 CIE 又於 1995 年提出統一眩光等級法 (UGR)，以便於在照明設計階段，找出會產生不舒適眩光之元件，UGR 評估法之發展也解決了 CGI 公式於實際計算之困難，其計算方法如(2-10)

式所示：

$$UGR = 8 \cdot \log \left[\frac{0.25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right] \quad (2-10)$$

L_b : 背景輝度值(單位：cd/m²)

L : 光源在觀察人員眼睛方向上的輝度(單位：cd/m²)

ω : 光源與觀察人員眼睛所構成的立體角

P : 光源與觀察人員視線相關位置係數

UGR 眩光指數與眩光感受之關係如表 2-3.13 所示。若於一般室內空間使用 UGR 法來評估照明設備之眩光程度，必須使用電腦軟體輔助計算，方可得到較為準確之計算數值。

表2-3.13 UGR眩光指數與感受關係

等級	UGR值
剛無法容忍	31
不舒適的	28
剛不舒適	25
不被接受的	22
剛可接受	19
可察覺出	16
不可察覺出	10

(三) 眩光限制：

(1) 燈具遮光角限制：

眩光是由視野內的過高亮度或過強對比造成的，會影響物體的視覺成像，照明燈具應用合適的燈罩限制遮光角以減少眩光，CIE、ISO、JIS、GB 規範對燈具遮光角限制規定如表 2-3.14 所示。

表 2-3.14 CIE 等規範對燈具遮光角限制

燈具輝度 (kcd/m ²)	最小遮光角限制 (CIE、ISO、JIS、 GB 等規範)	最小遮光角限制 (EN 規範)
1~20	10°	-
20~50	15°	15°
50~500	20°	20°
大於 500	30°	30°

(資料來源：本研究整理)

AS/NZS對燈具遮光角限制規定如表2-3.15所示。

表 2-3.15 AS/NZS 規範對燈具遮光角限制

燈具安裝場所	最小遮光角限制 (燈具輝度) kcd/m ²		
	1~25	25~500	大於500
學校、辦公室	30°	30°	40°
一般工業場所	20°	20°	30°
儲藏室、走廊	-	20°	20°
局部照明	20°	40°	40°

(資料來源：本研究整理)

(2) 不舒適眩光限制

室內工作場所的不舒適眩光通常採用統一眩光值 (UGR) 評價，可以採用(2-10)公式現場量測計算出來，亦可以由照明燈具配光曲線量測及電腦軟體輔助計算得到。

CIE、ISO、JIS、SS、EN零售商店照明部分列出結帳櫃檯、包裝台、大型售貨區和小型售貨區的UGR限制值，分別要求下限為19、19、22、22。

大陸GB 50034-2004則分列出一般商店營業廳、一般超市營業廳、

高檔商店營業廳、高檔超市營業廳、收款台的UGR限制值，分別要求下限為22、22、22、22。

(3) 光幕反射眩光防制

視覺作業中的鏡面反射常常被稱為光幕反射或反射眩光，通常對視覺是有害的，會改變作業可見度，可用下列方法防止或減少光幕反射和反射眩光：

- 避免將燈具安裝在干擾區內。
- 採用低光澤度表面裝飾材料。
- 限制燈具亮度。
- 增加燈具的發光面。
- 照亮天花板和牆面，但避免出現光斑。
- 配有螢幕顯器的工作場所照明應限制燈具中垂線以上等於和大於65°高度角的輝度，CIE、ISO、EN、JIS、GB 規定燈具在該範圍角度之平均輝度限值應符合表 2-3.16 的規定。

表 2-3.16 CIE 等規範對光幕反射眩光限制

螢幕等級	I	II	III
螢幕品質	佳	普通	差
燈具在該範圍角度之限制值	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$
備註	1. 本表適用於仰角小於 15° 的螢幕。 2. 對於敏感螢幕或仰角可變的螢幕，表中燈具輝度限制值應用在更低的燈具垂直角（如 55° 上）。		

（資料來源：本研究整理）

六、晝光率 (Daylight Factor)

將自然光有效導入室內環境不僅僅能降低人工光源使用，達到節能目的，也能夠對人產生較高的視覺功能以及提供效率。太陽是晝光 (Daylight) 的來源，當太陽光進入大氣層時，空氣中塵埃與氣體分子會使光線折射或漫射，最終在天空中呈現一定的亮度，稱為天空光 (Skylight)，而太陽直射至地表稱為日光 (Sunlight)。晝光是天空光與日光的組合。

日光強度高且變化快，當過多的日光入射至室內空間時，會造成室內過熱。因此一般室內採光設計都會針對天空光來考量，室內晝光率可由下式進行評估：

$$DF = \frac{E_{in}}{E_{out}} \times 100 \%$$

其中 E_{in} ：室內照度平均值

E_{out} ：室外照度值（考慮為最小的狀況，也就是曇天狀態。）

在有側窗之室內場所，隨著與窗的距離增大，可得到的自然光會明顯減少，CIE、ISO、JIS 規範規定室內場所距離窗邊 1~3m 範圍內，晝光率不得小於 1%。

第四節 商店照明對外部光環境影響

便利商店照明對外部光環境影響可分為均齊度、光侵擾和眩光 3 項指標來探討，本節針對上述各項因素逐一介紹，並綜整蒐集之相關照明規範，包括 CIE 115[20]、CIE 150[21]、CIE S015[22]、大陸[23]等規範俾供參考：

一、均齊度 (Uniformity)：

均齊度的定義是被測面積上各點接收到光通量的均勻程度，不良的均齊度將造成夜間道路呈現「斑馬效應」，容易導致偵測物體的視覺嚴重失誤，目前便利商店以開放型無防眩格柵之吸頂倒山型螢光燈具為大宗，相關研究[1]指出騎樓照明之地面平均照度可高達 500 至 750Lux，外洩光線對道路照明之均齊度影響為何，將於現場調查探討。

道路均齊度有下列二種：

(1)總均齊度 (Overall Uniformity, U_0)

定義為路面輝度的最小值與平均值之比值

(2)縱向均齊度 (Longitudinal Uniformity, U_L)

定義為每車道中心線上最小輝度與最大輝度之比值。

其中道路照明總均齊度較可能受便利商店影響，而 CIE115-1995 依據道路類型區分 M1~M5 等 5 種照明等級，其中規定總均齊度 U_0 的值應不低於 0.4，如表 2-4.1、2-4.2 所示。

表 2-4.1 CIE 對道路均齊度等規定

照明等級	平均亮度 (cd/m^2)	均齊度 (U_0)	眩光 (TI%)	交叉路口縱 向均勻度 (U_L)
M1	2	0.4	10	0.7
M2	1.5	0.4	10	0.7
M3	1.0	0.4	10	0.5
M4	0.75	0.4	15	-
M5	0.5	0.4	15	-

(資料來源：本研究整理)

表 2-4.2 CIE 對道路照明分級

道路類型分類	說明	照明等級
有分離車道的高速公路	交通密度與道路複雜程度 -高 -中 -低	M1 M2 M3
雙車道的高速公路	交通控制程度程度，分流與匯合 -弱 -強	M1 M2
重要城市道路	交通控制程度程度，分流與匯合 -弱 -強	M2 M3
連接住宅之區域道路	交通控制程度程度，分流與匯合 -弱 -強	M4 M5



圖 2-4.1 斑馬效應示意圖

二、光侵擾 (Obtrusive Light):

CIE 150-2003、CIE S015 將侵擾光線分為「窗戶表面的垂直面照度 (Illuminance in vertical plane)」、「燈具光強度(Luminous intensity emitted by luminaires)」、「閾值增量(Threshold Increment)」,「上射光通比 (Upward Light Ratio)」和「建築物立面(含廣告標識面)的亮度(Building Façade Luminance ; Sign Luminance)」5 個項目,各項目再依照「環境分區」與「深夜熄燈前後時段 (before curfew and after curfew)」提出建議值[24]。

表 2-4.3 CIE 對光侵擾防制規定

環境分區	垂直面照度 (Lux)		燈具發光強度 (kcd)		建築物立面亮度 (cd/m ²)	
	23 時前	23 時後	23 時前	23 時後	建築物	廣告標識
E1	2	0 ^{註1}	2.5	0 ^{註2}	0	50
E2	5	1	7.5	0.5	5	400
E3	10	2	10	1.0	10	800
E4	25	5	25	2.5	25	1000

其中

E1—環境暗的地區,如公園、自然風景區

E2—環境輝度低的地區,如田園地、村落

E3—環境輝度中等的地區,如都市近郊、工業區或都市住宅區

E4—環境亮度高的地區,如城市中心、商業區

註1:如果使用公共(道路)照明燈具,此值可提高至 1 lx

註2:如果使用公共(道路)照明燈具,此值可提高至 0.5kcd



圖 2-4.2 環境分區示意圖[24]

大陸北京市「北京城市夜景照明技術規範」也針對建築物立面亮度提出建議值包括：居住區、休閒區之低亮度背景建築物立面亮度應小於 10 cd/m^2 、一般公共區之中亮度背景建築物立面亮度應小於 20 cd/m^2 、城市中心區、商業中心區之高亮度背景建築物立面亮度應小於 45 cd/m^2 。若建築物採用泛光照射時，其局部最大亮度不宜大於該建築物平均亮度 10 倍。

另 IESNA 規範規定戶外照明輝度比不得大於 20:1，若輝度分布明暗對比太大時，需不斷調適各處不同的輝度值，眼睛明、暗調整變換頻率過高，容易造成視覺不舒適。

三、眩光 (Glare)

戶外照明環境由眩光引起的視覺效應可分為 2 類，分別為「失能眩光(disability glare)」與「不舒適眩光(discomfort glare)」，前者屬於生理因素，後者屬於心理因素。

1. 失能眩光(disability glare)：

CIE 對失能眩光限制以門檻增量值 (Threshold Increment, TI) 來表示，單位是百分比，依表 2-4.1 CIE 對道路照明規定，需小於 15%。

TI 可以由光幕輝度 (Veiling Luminance, L_{vl}) 和平均路面輝度 (L_{av}) 利用下列公式計算

$$TI = 65 \frac{L_{vl}}{L_{av}}$$

$$\text{其中 } L_{vl} = 10 \sum \frac{E_{eye}}{\theta_i^2}$$

L_{vl} 係以水平夾角 20° 視野內所有燈具產生光幕輝度為評估眩光的標準。

L_{av} 由下列方式量得：

(1) 佈點方式：

配置計算點之矩陣，每一車道之橫向矩陣係由外側車道由內四分之一與內側車道由內四分之一所構成，縱向為燈具間距，橫向為車道寬度，縱向至少取 10 點 (各點間距不超過 5 公尺)，橫向每個車道取 2 點。

(2) 觀測者位置：

觀測者位於每一佈點位置外 83 公尺，眼睛高度 1.45 公尺，向下 1° 度角量測路面輝度，矩陣範圍內所測得路面輝度平均值就是 L_{av} 。

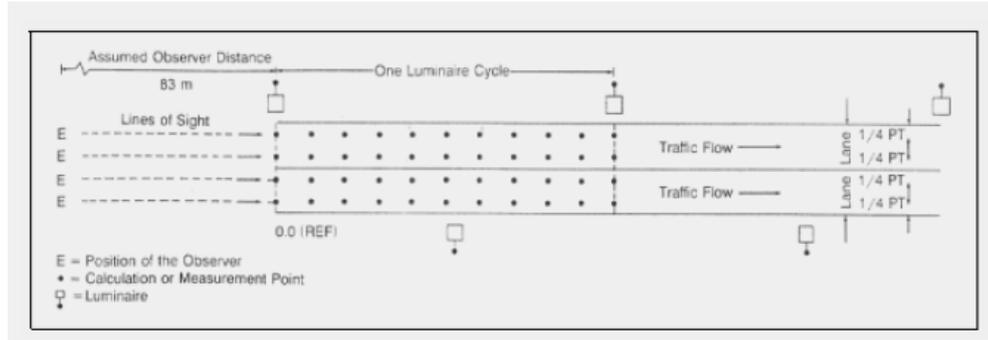


圖 2-4.3 平均路面輝度量測佈點示意圖[11]

2. 不舒適眩光(discomfort glare)

CIE 對不舒適眩光以 GR (Glare Rating) 來表示，GR 可以由燈具產生之光幕輝度 (Veiling Luminance, L_{vl}) 和環境產生之光幕輝度 (L_{ve}) 利用下列公式計算

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left[\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0.9}} \right]$$

$$\text{其中 } L_{vl} = 10 \sum \frac{E_{eye}}{\theta_i^2}$$

$$L_{ve} = 0.035 L_{av}$$

L_{av} ：視野水平照射場地的平均亮度

$$L_{av} = \rho \cdot E_{hav} \cdot \pi^{-1}$$

E_{hav} ：視野水平照射場地的平均照度

ρ ：視野水平照射場地的平均反射率

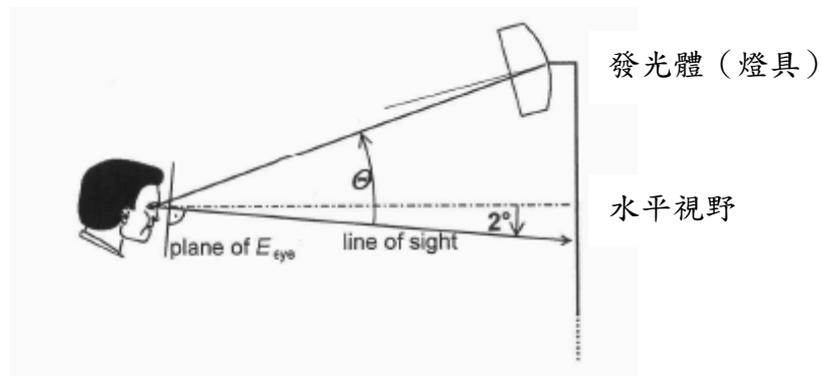


圖 2-4.4 不舒適眩光量測示意圖[23]

第五節 國內外照明設備能源效率規範

由於綠色節能環保意識抬頭及全球化趨勢，目前大部分國家多已將照明設備之能源效率納入規範管理，而建築物整體之節能設計及規範，也開始能源效率管理的概念並建立規範管理，故本章節擬彙整美國、日本、新加坡、大陸與我國對於建築物照明節能設計之規範及架構。

1. 美國建築照明之節能規範[25]：

美國能源主管機關為能源部，美國照明節能規範主要係依據美國聯邦能源部建築節能計畫之標準與指導方案(Building Standards & Guide-lines Program, BSGP)所建立，其主要之節能標準為美國冷凍空調學會與照明學會所共同制定之ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2007(Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-rise Residential Buildings)為基準。

照明節能的基準要求係採以規定照明功率密度LPD (lighting power density, W/m²)基準值，再依據實際建築空間使用類型以面積檢核方式或是採用逐室空間檢核方式，檢核其是否超過各該基準值。

照明功率密度(LPD)計算式如下：

$$\text{照明功率密度(LPD)} = \text{照明器具用電 (W)} / \text{房間面積(m}^2\text{)}$$

ASHARE 90.1 在照明設計方面強制之規定包括：

- (1) 照明之控制
- (2) 雙座電線，二燈具共用一個安定器
- (3) 室內照明用電耗能標準
- (4) 照明器具之用電耗能標準
- (5) 室外照明器具標準

照明耗電規範之建築面積法(building area method, ASHARE 90.1-2007)要求各照明光環境的用電標準(建築面積法)，如零售業(Retail)空間之照明電力負載以16W/m²標準設計。

**TABLE 9.5.1 Lighting Power Densities
Using the Building Area Method**

Building Area Type ^a	<i>LPD</i> (W/m ²)
Automotive facility	10
Convention center	13
Courthouse	13
Dining: bar lounge/leisure	14
Dining: cafeteria/fast food	15
Dining: family	17
Dormitory	11
Exercise center	11
Gymnasium	12
Health-care clinic	11
Hospital	13
Hotel	11
Library	14
Manufacturing facility	14
Motel	11
Motion picture theater	13
Multifamily	8
Museum	12
Office	11
Parking garage	3
Penitentiary	11
Performing arts theater	17
Police/fire station	11
Post office	12
Religious building	14
Retail	16
School/university	13
Sports arena	12
Town hall	12
Transportation	11
Warehouse	9
Workshop	15

圖 2-5.1 ASHARE 90.1-2007 室內照明用電標準 [26]

表2-5.1美國ASHARE 90.1-2007戶外照明用電標準（摘錄）

Type of building exteriors		Maximum lighting power
Buidling grounds	Walkways less than 3m wide	3.3 W / linear meter
	Walkways 3m wide or greater	2.2 W / m ²
	Plaza areas	
	Special feature areas	
	Stairways	10.8 W / m ²
Buidling entrances and exits	Main entries	98W / linear meter of door width
	Other doors	66W / linear meter of door width

2. 日本建築照明之節能規範[25]：

日本在1993年7月29日頒布之「有關建築物內能源使用之合理化」法令，並自1994年8月1日執行，有關建築物照明節能規範則以日本照明學會及照明學者所訂出照明能源耗費係數CEC/L(coefficient of energy consumption for lighting)作為建築物照明設計之規定。CEC/L定義如下：

$$\begin{aligned} \text{CEC/L} &= \frac{\text{全年照明設備實際消耗能源量}}{\text{標準全年照明設備實際消耗能源量 (kcal/年)}} \\ &= \frac{\sum E_T \times 2550(\text{kcal})}{\sum E_s \times 2550(\text{kcal})} \\ &= \frac{[\sum (W_T \times A \times T \times F / 1000)] \times 2550(\text{kcal})}{[\sum (W_s \times A \times T \times Q_1 \times Q_2 / 1000)] \times 2550(\text{kcal})} \end{aligned}$$

E_s ：各室之照明設備耗費電量基準 (kWh) / 年

E_T ：各室實際的照明設備耗費電量 (kWh) / 年

W_s ：照明消耗功率基準 (每單位面積) (W/m²)

W_T ：照明設備實際消耗功率 (W/m²)

A ：各室之地板面積

T ：各室全年間照明點燈時間

Q_1 ：依照明設備之種類產生修正常數

Q_2 ：依照明設備之照度產生修正常數

F ：依照明設備控制系統等產生之修正常數

日本有關建築物節約能源措施方面，新法規定除原有之空調設備外，以政令追加其它耗能設備，其中包括照明設備、機械換氣設備、熱水供給設備及電梯設備等，分別制定其能源消費係數(CEC)判斷基準，促進建築物進一步節約能源。

對於特定建築物則追加辦公室、商店、旅館、學校、醫院診療所等類建築。因此基於以上省能源法之規定，對於特定建築物於1993年11月1日以後的建築執照申請，必須提出省能源計畫書(包含計算書)。建築物的CEC/L值必需符合表2-5.2 的要求。

飯店、商店的判斷基準值特別規定為1.2，主要是考慮到這些建築物的照明必須為顧客創造一種舒適明亮的照明環境。當建築物滿足CEC/L基準值時，根據節能、再利用支持法，其照明設備系統中的高效率照明設備可以享受低利貸款，以鼓勵建築物採用高效率照明設備。

表2-5.2日本建築物CEC/L基準

單位	一般基準值	獎勵基準值
事務所、學校、醫院	$CEC/L \leq 1.0$	$CEC/L \leq 0.9$
飯店、商店	$CEC/L \leq 1.2$	$CEC/L \leq 1.1$

3. 新加坡建築照明之節能規範：

新加坡之室內照明用電密度基準，如表2-5.3所示，商店單位面積耗電指標為25 W/m²。

表2-5.3新加坡室內照明用電密度基準

Type of usage	Maximum lighting power budget (Watts/m ²)
Offices	15
Classrooms	15
Lecture theatres	15
Auditoriums / Concert halls	10
Shops / Supermarkets / Departmental stores (including general, accent & display lighting)	25
Restaurants	15
Lobbies / Atriums / Concourse	10
Stairs / Corridors	10
Car Parks	5
Electronic manufacturing and fine detail/Assembly industries	20
Medium and heavy industries	15
Warehouses / Storage areas	10

4. 香港建築照明之節能規範[27]：

香港之室內照明用電密度基準，如表2-5.4所示，商店單位面積耗電指標為20 W/m²。

表2-5.4香港建築照明功率密度規範

空間編號	空間類別	最高照明功率密度(W/m ²)
A	共同活動空間	
A.1	中庭/大堂 (淨空高度不少於5 米)	25
A.2	停車場	6
A.3	會議室/演講室	18
A.4	走廊	12
A.5	資料處理室	16
A.6	貯物室	11
A.7	廚房/茶水間	13
A.8	升降機大堂	15
A.9	機房/電掣房	13
A.10	接待處/等候區/排隊區	14
A.11	休息室/康樂室	13
A.12	樓梯	8
A.13	廁所/洗手間/淋浴間	13
A.14	汽車維修站	11
B	辦公室	
B.1	開放式辦公室/獨立辦公室	17
B.2	繪圖室	20
C	酒店	
C.1	睡房	17
C.2	宴會室/活動室/酒會室	23
D	教育機構	

空間編號	空間類別	最高照明功率密度(W/m ²)
D.1	課室/演講廳/實驗室	17
D.2	圖書館	17
E	人潮聚集區	
E.1	電影院/劇場/演奏廳	25
E.2	人潮聚集區/大堂	18
E.3	展覽廳/展覽廊	23
F	室內運動場地	
F.1	看台座位區	16
F.2	用作羽毛球、籃球、排球或乒乓球場的室內運動場地	
	<input type="checkbox"/> 供業餘球手用 <input type="checkbox"/> 作舉辦巡迴比賽之用	17 28
F.3	壁球場	
	<input type="checkbox"/> 供業餘球手用 <input type="checkbox"/> 作舉辦巡迴比賽之用	17 28
F.4	室內游泳池	
	<input type="checkbox"/> 供業餘手用 <input type="checkbox"/> 作舉辦巡迴比賽之用	15 28
F.5	溜冰場	
	<input type="checkbox"/> 供業餘手用 <input type="checkbox"/> 作舉辦巡迴比賽之用	15 28
G	零售店	20
H	食肆	23

5. 大陸建築照明之節能規範[12]：

大陸照明節能規範規定了兩種照明用電密度基準，即現行值和目標值，如表2-5.5所示。現行值是根據對大陸各類建築的照明能耗現狀與國際規範調和結果，而目標值則是預測到幾年後隨著照明科學技術的進步、光源燈具等照明產品性能水準的提高，從而照明能耗會有一定程度的下降而制訂的。目標值比現行值降低約為10%~20%，商店單位面積耗電現行指標為20 W/m²，目標值為17 W/m²。

表2-5.5大陸建築照明之節能規範

商店類型	照明用電密度 (W/m ²)		對應照度值(lx)
	現行值	目標值	
一般商店營業廳	12	10	300
高檔商店營業廳	19	16	500
一般超市營業廳	13	11	300
高檔超市營業廳	20	17	500

6. 我國綠建築照明系統之節能評估法：

綠建築照明系統之節能評估法係以提高燈具效率與照明功率密度為主，其照明系統合格判斷如下式所示：

$$EL = IER \times IDR \times (1 - \beta_1 - \beta_2 - \beta_3)$$

式中所有居室燈具效率係數IER 與主要作業空間照明功率係數IDR：

$$IER = \left(\sum n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i \right) / \left(\sum n_i \times W_i \times B_i \times r_i \right)$$

$$IDR = \sum sw_j / \left(\sum UPD_j \times A_j \right)$$

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

n_i ：某i類燈具數量。

w_i ：某i類燈具之功率(W)

r_i ：某i類光源之效率比

B_i ：安定器效率係數

C_i ：照明控制係數

D_i ：燈具效率係數

β_1 ：20.0×再生能源節能比例 R_r

β_2 ：建築能源管理系統效率

β_3 ：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。

sw_j ：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。

A_j ：主要作業空間樓地板面積(m^2)

UPD_j ：主要作業空間照明功率密度基準，摘錄如表2-5.6所示。

表2-5.6我國綠建築作業空間照明功率密度

空間型態	UPDj (W/m ²)
辦公室	11.8
教室、視聽室	15.1
會議室	13.9
實驗室	15.1
停車場	2.2
閱覽室	12.9
書庫	18.3

IER 為實際總用電功率與總用電功率基準之比，IDR 為主要作業空間之設計照明功率密度與照明功率密度基準之比。綠建築之照明評估範圍係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，並不列入評估範圍。

7. 我國之燈管環保標章規格標準及節能標章能源效率基準[28]：

照明產品自2000年施行驗證登錄制度已達9年時間，包含螢光燈管、安定器內藏式螢光燈泡、螢光燈管用安定器（包含電子式與傳統式）與燈具等產品均需檢驗合格，並在經濟部標準檢驗局登錄完成取得證書，方可進行進口及出廠作業。驗證登錄之檢驗方法乃是採用型式驗證之方式，此種試驗方式大幅降低廠商之試驗費用，但因驗證方式係架構在產品品質符合性之保證下，因此生產廠場必須簽署符合型式聲明書，保證採用各項品質管理措施，確保所生產之產品與型式報告之原型式一致。若經消費者反應驗證登錄有瑕疵者，檢驗專責單位將向生產廠場、港口倉儲場、進口商或經銷商等實施取樣檢驗或對工廠實施品質管理之追查作業，經測試若不符合標準要求，將撤銷其證書，且要求作市場產品回收，因此後市場管理相形重要。唯有建立健全之後市場管理機制，才能達到品質管控及節能之效力，否則反而會造成守法廠商之成本增加，喪失市場競爭能力。

另現行螢光燈管發光效率與安定器光效因數，自98年3月1日開始實施，其產品規範範圍主要在於10-40W之常用燈管，管徑範圍為25.4mm~30.48mm (T8~T12)，經濟部能源局於2006年1月6日公告螢光燈管用安定器之光效因數基準，配合目前標檢局產品檢驗之施行，安定器廠商將產品送指定實驗室檢驗時，不僅其性能須符合CNS13755或CNS927要求，同時必須滿足能源局規定之安定器光效因數(BEF)，但執行測試時若無CNS13755附錄1及附錄2無試驗用安定器及試驗用燈管可供測試基準使用者，不在本基準適用範圍內。因此安定器光效因數規範之範圍主要在於10-40W之常用燈管，管徑範圍為25.4mm~30.48mm (T8~T12)，主要以目前一般辦公大樓或教室普及使用之燈管，施行日期為2009年3月1日，目前中華民國國家標準(CNS)已配合完成檢驗標準之修訂，已將安定器光效因數納入CNS13755(螢光燈管用交流電子式安定器)與CNS927(螢光燈管用安定器)規範內，亦即2009年3月以後配合驗證登錄產品檢驗一併施行，此規範施行同時，原螢光燈管用安定器耗能標準停止適用，相關檢驗方法

可參考2006年7月10日最新修訂版標準。另2008年11月經濟部能源局亦公告實施高效率照明燈具節能標章能效基準如表2-5.7所示，並已廣泛使用於各照明光環境中。

表 2-5.7 高效率照明燈具節能標章能效基準

燈具分類	基準規範		品質要求
	效率要求		
燈具24 英吋 (65 公分)以下	燈泡色 (L-EX : 2600~3150K) 溫白色 (WW-EX : 3200~3700K) 白色 (W-EX : 3900~4500K)	≥ 64.0 lm/W	UGR ≤ 19.0 Ra ≥ 80.0
	晝白色 (N-EX : 4600~5400K) 冷白色 (CW-EX : 4600~5400K)	≥ 62.0 lm/W	
	晝光色 (D-EX : 5700~7100K)	≥ 60.0 lm/W	
燈具24 英吋 (65 公分)以上	燈泡色 (L-EX : 2600~3150K) 溫白色 (WW-EX : 3200~3700K) 白色 (W-EX : 3900~4500K)	≥ 74.0 lm/W	
	晝白色 (N-EX : 4600~5400K) 冷白色 (CW-EX : 4600~5400K)	≥ 72.0 lm/W	
	晝光色 (D-EX : 5700~7100K)	≥ 70.0 lm/W	

第三章 現場量測調查

本研究針對便利商店之照明方式、燈具（型式、配光類型、數量）、燈源（種類、數量、瓦數）、照度、輝度、照明環境等項目進行調查，再將量測結果進行分析，詳細說明如下所述：

第一節 調查之便利商店規模

囿於時間限制及店家配合意願等各項因素，本研究篩選本所性能實驗中心鄰近台南（縣）市、高雄縣共 20 間加盟連鎖便利商店為研究對象，包括 7-※ 13 間、全※ 6 間、萊爾※ 1 間，其中編號 N04~編號 N013 等 10 間座落於台南市政府附近，屬於市區，其餘 10 間位於台南縣、高雄縣轄區，較屬於郊區。

接受調查之便利商店規模賣場平均面積約為 75 m²，其中 50~75 m²佔比率最高為 50%。天花板平均高度約為 2.7m，騎樓平均面積為 34 m²，其中 20~40 m²佔比率最高為 50%，皆採用全般照明之方式，以吸頂燈之燈具型式居多，部分店家裝飾少量吊燈，光源大部分採用螢光燈系。

現場量測時間為民國 99 年 06 月 01 至 07 月 31 日，並於夜間（下午 18:30~21:00）晴朗無雲天氣進行，盡量避免於晝光時間或雨天量測，降低不必要的光反射干擾，調查之便利商店面積及安裝燈具等基本資料如表 3-1.1~3-1.4 所示。

本研究之調查方式採用問卷與現場照明環境量測兩種方式進行。問卷調查內容包括受訪者個人基本屬性資料、燈具維護情形等事項；現場實測包括便利商店賣場水平照度、乳製品照度、收銀機櫃檯水平照度、商品架立面照度、空間縱向輝度、騎樓中心點地面水平照度、騎樓中心點地面輝度、騎樓邊緣地面輝度、距離騎樓 1.5m 及 3 處之地面輝度、建築物立面背景輝度、廣告招牌立面輝度、天花板螢光燈具輝度、櫥窗中心立面輝度等，並記錄燈具型式、燈源（種類、數量、瓦數）等。

本研究調查案例，以裝設無格柵山型吸頂燈佔大部分約 90%（如圖 3-1.1），搭配燈源亦以 T8 晝光色螢光燈管最多約 90%。另定期維護擦拭或更換燈管在便利商店仍十分罕見，調查案例只有 1 家回覆有訂定保養計畫，其餘都是不定期或感覺燈源暗才更換。

表 3-1.1 便利商店之賣場、騎樓面積

便利商店 調查項目	範圍(m ²)		家數	百分比(%)
面 積	賣 場	小於 50 m ²	1	5
		50~75 m ²	10	50
		75~100 m ²	6	30
		100 m ² 以上	3	15
	騎 樓	小於 20 m ²	4	20
		20~40 m ²	10	50
		40~60 m ²	4	20
		60 m ² 以上	2	10

表 3-1.2 便利商店按裝燈源種類

便利商店 調查項目	類型	種類	家數	百分比(%)
裝 設 燈 源 種 類	奇異 PolyLux F36w/860	T8	8	40
	東亞 FL40D/38	T8	4	20
	Philips TLD 32W/865 HF	T8	6	30
	Well power HF T5 28W/865	T5	2	10

表 3-1.3 便利商店裝置燈具

便利商店 調查項目	類型		家數	百分比(%)
裝 設 燈 具	賣 場	無格柵	18	90
		有格柵	2	10
	騎 樓	無格柵螢光燈	19	95
		桶燈	1	5

表 3-1.4 便利商店燈具維護情形

便利商店 調查項目	類型		家數	百分比(%)
燈 具 維 護	賣 場	不定期維護擦拭更換	14	70
		定期維護擦拭更換	1	5
		等到壞(或感覺暗)才更換	5	25
	騎 樓	不定期維護擦拭更換	10	50
		定期維護擦拭更換	1	5
		等到壞(或感覺暗)才更換	9	45

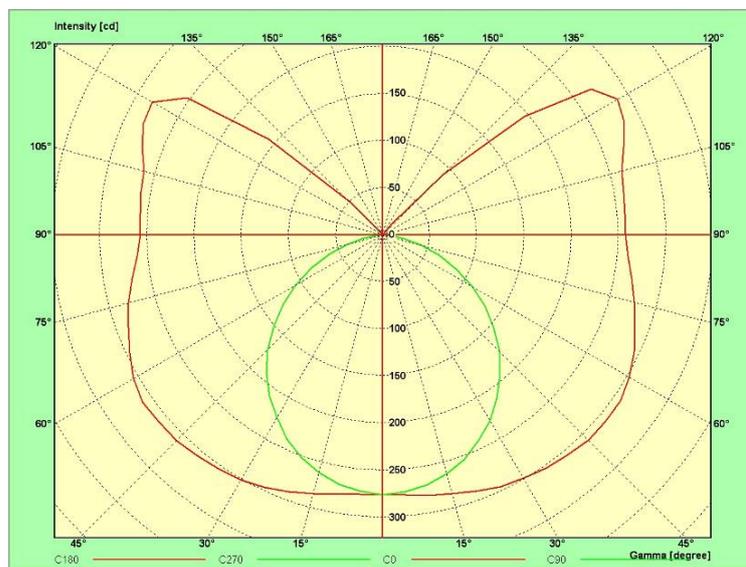


圖 3-1.1 山型吸頂燈具及配光曲線圖

[資料來源：本研究整理]

第二節 便利商店內部光環境調查

一、量測儀器簡介

1. 攜帶式照度計：

本研究照度紀錄使用 LMT POCKET-Lux 2照度計（圖3-2.1），對於CIE 光譜照度靈敏度 $V(\lambda)$ 的偏差 f_i 在 $\pm 3\%$ 以內，對紫外光及紅外線分光靈敏特性（UV-response、IR-response）小於 0.1% ，溫度係數（temperature coefficient）小於 $0.1\%/^{\circ}\text{C}$ ，可量測範圍： $0.1\sim 19,000\text{ lx}$ ，可操作溫度範圍： $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，該型照度計符合CNS 5119 之AA 級標準，測得數值取小數點以下一位四捨五入記錄。



圖 3-2.1 LMT POCKET-Lux 2 照度計

[資料來源：本研究拍攝]

2. 攜帶式輝度計：

本研究輝度紀錄使用 Konica Minolta LS-100輝度計（圖3-2.2），對於CIE 光譜照度靈敏度 $V(\lambda)$ 的偏差 f_i 在 $\pm 8\%$ 以內，對紫外光及紅外線分光靈敏特性（UV-response、IR-response）小於 0.1% ，準確度（Accuracy）在 $\pm 2\% \pm 1$ 位顯示數值內，重複性（Repeatability）：應小於 1% ，溫度係數（temperature coefficient）小於 $0.1\%/^{\circ}\text{C}$ ，可量測範圍： $0.1\sim 290,000\text{ cd/m}^2$ ，可操作溫度範圍： $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，測得數值取小數點以

下一位四捨五入記錄。



圖 3-2.2 Minolta LS-100 輝度計

[資料來源：本研究拍攝]

二、便利商店賣場水平照度調查

本研究採用CNS 5065照度測定法進行量測，同時亦依據該規範進行4點法室內全般照度之計算。照度測定高度，依CNS 5065規定，應距離地面80±5cm，但在室內桌上或作業台時，定為其面或離台上5公分以內為假想面。測定點之配置，原則上將測定區域分割成相等大小之面積，以每一分割線交點為一點，全體為10~50點。

測量照明時之注意事項包括：照度計需定期校正、測定者勿著反光衣著或陰影遮住照度計之感光面、照度計之感光面應與待測定基準面一致等。

平均照度單位之計算係求每單位面積之平均照度，以其相加平均值為全測定範圍之平均照度，水平照度量測如圖3-2.3。

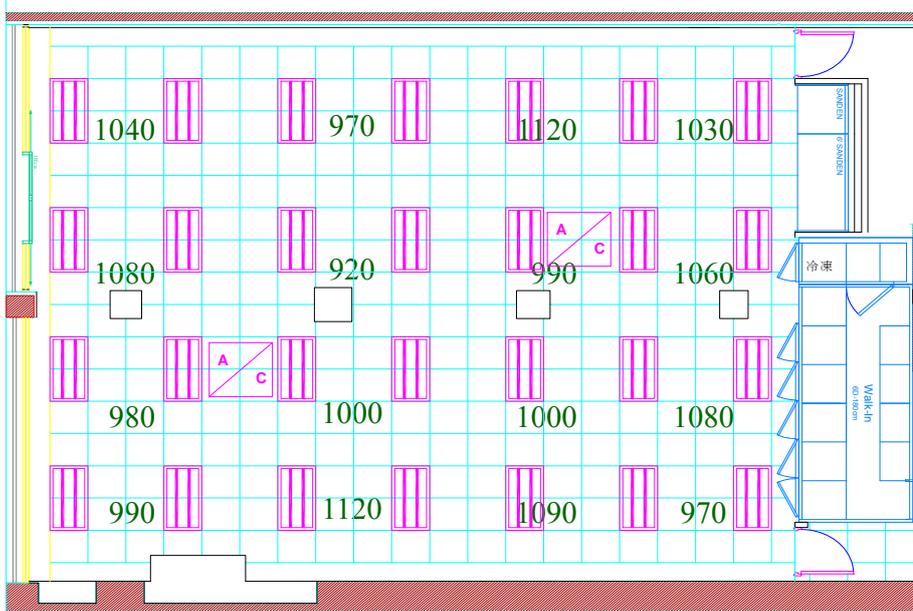


圖 3-2.3 水平照度量測

[資料來源：本研究整理]

本研究便利商店水平平均照度之計算採用4點法，將測定範圍長分為m等分，寬分為n等分，分為 $m \times n$ 個區域，平均照度計算方式如下：

$$E_{ave} = \frac{1}{4MN} (\sum E_a + 2\sum E_b + 4\sum E_c)$$

其中 E_a ：外頂點照度值

E_b ：邊點照度值

E_c ：內點照度值

在現場量測時，先在周壁處拉出互相垂直的皮尺直線，間距約為 1 ~ 2 公尺處的地板做記號，以此類推將地板做網格打點，將照度計設定約 85cm 高之位置，即可進行量測。

在量測出室內照度分布後，可以進行均齊度計算。均齊度 (Q) 計算方式如下：

$$Q = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ave}}}$$

其中 E_{\min} ：為所量測最小照度值

E_{ave} ：室內平均照度值

藉由均齊度可以看出室內光環境分布狀況，當均齊度過小時代表室內照明環境分布不平均，此狀況會造成使用者眼睛負擔。

量測結果商品陳列區夜間水平照度平均值在 664~1184Lux 之間，均遠高於 CIE 等公告之建議基準值(500Lux)，其中座落市區 10 間便利商店平均值為 994Lux、座落郊區 10 間便利商店平均值為 847Lux，均齊度量測結果平均為 0.83，均符合規範要求。

表 3-2.1 室內照明規範與實測值比較

室內照明規範 與實測值	商店照明基準	
	商品陳列區	均齊度
CIE	500	0.7
ISO	500	0.7
EN	500	0.7
SS	500	0.7
JIS	500	0.7
GB	500	0.7
IESNA	500	-
AS/NZS	160	0.7
CNS	150~500	-
實測平均值 (大於規範%家數)	878 (100%)	0.83 (100%)

表 3-2.2 便利商店水平照度、均齊度

便利商店 編號	平均照度± 標準偏差(Lux)	最小照度 (Lux)	最大照度 (Lux)	均齊度
No1	758±54	630	830	0.83
No2	962±109	780	1120	0.81
No3	664±61	560	790	0.84
No4	868±60	760	960	0.88
No5	987±133	760	1100	0.77
No6	1024±133	830	1280	0.81
No7	1025±128	840	1260	0.82
No8	967±81	810	1050	0.84
No9	968±84	800	1090	0.83
No10	953±89	780	1080	0.82
No11	1184±76	1010	1270	0.85
No12	963±94	770	1070	0.80
No13	1002±98	850	1160	0.85
No14	976±92	820	1100	0.84
No15	908±96	770	1090	0.85
No16	809±77	640	900	0.79
No17	995±51	890	1070	0.89
No18	791±53	700	880	0.89
No19	758±54	630	830	0.83
No20	853±79	710	980	0.83

二、空間縱向輝度調查

CNS 5064 輝度測定法主要是針對人工光源所擬定，主要目的有三，分別為：第一、審查輝度是否符合標準之規定，第二、於不同設備中進行輝度的量測比較，以獲得光源改善及維護的資訊，第三、得到視覺環境和視覺的評估基準。

標準中特別強調，「輝度計在光學系統上因測量的距離遠近，會影響誤差。故量測距離與輝度計的焦距距離必須很大」。量測時應注意測量方向是否正確？視角內的輝度是否分布均勻？對於視角大小，標準有列詳加規定。並提及「在基準點測量時，須遵照測量目的，可用較大角度，只要輝度在視覺範圍是接近均勻的」。CNS 5064 輝度測定法室內照明之測量基準點高度為 1.5 公尺、輝度計視角約 30°。

一般店員平均待在便利商店時間最久，因此以其所站立之櫃檯後方為空間縱向輝度量測基準，分別量測螢幕、櫃檯桌面、距離櫃檯外邊緣約 1 公尺地面、視野水平線、最遠邊緣天花板等輝度值，探討室內輝度分布情形，結果分述如下：

- (1) 螢幕：量測到輝度值 80~120 cd/m²。
- (2) 櫃檯桌面：部分便利商店桌墊內會放置不同顏色備忘錄，輝度量測值與色相有關，變化範圍 80~400 cd/m²。
- (3) 地面：大部分商店採用淺色地磚，量測到輝度值 75~150 cd/m²。
- (4) 視野水平線：若面對櫥窗量測到輝度值 5~120 cd/m²（與戶外環境有關），若面對商品展示架輝度量測值 40~80 cd/m²，若面對飲料冷藏室輝度量測值大約 80~120 cd/m²。
- (5) 天花板輝度：按裝格柵燈具天花板量測到輝度值 70~90cd/m²，無格柵天花板量測到輝度值達 200~400cd/m²。
- (6) 若縱向輝度分布明暗對比太大時，人員眼睛需不斷調適各處不同的輝度值，容易感覺不舒適，可更換照明器具、方式或櫃檯等傢俱擺放位置，減緩眩光發生。

表 3-2.3 便利商店空間縱向輝度

便利商店 調查項目	量測位置	輝度 (cd/m ²)
空間 縱 向 輝 度	螢幕	80~120
	櫃檯桌面	80~400
	地面 (距離櫃檯外邊緣約 1 公尺)	70~150
	視野水平線	5~120
	天花板 (有格柵燈具)	70~90
	天花板 (無格柵燈具)	200~400

三、罐裝鮮乳製品照度調查

光是一種具能量之電磁波，不是所有的電磁波均可看見的，人類眼睛可看見的電磁波波長約為380~780nm左右，我們把這範圍的電磁波稱之為可見光。

比可見光波長更短一點的就是紫外線(UV)，反之，比可見光波長更長一點的就是紅外線(IR)。

電磁波的能量公式為

$$E=nhv$$

其中E為電磁波能量，單位為焦耳。

n為光子的數目。

h為普朗克常數約為 6.626×10^{-34} ，

v為電磁波的頻率，單位為赫茲(Hz)。

目前便利商店販售鮮乳製品均以可透光PE塑膠瓶罐裝，若持續受光照射，味道可能改變甚至壞掉，目前IESNA[12]建議鮮乳製品存放光環境應該500Lux以下。

本研究在測量便利商店「賣場水平照度」時，也同步紀錄鮮乳製品上的「水平照度」、「垂直照度」，平均照度計算方法如下式所示：

$$E_{ave} = \frac{1}{2}(E_h + E_v)$$

其中 E_{ave} ：鮮乳製品總平均照度值

E_h ：鮮乳製品水平照度值

E_v ：鮮乳製品垂直照度值

調查發現便利商店鮮乳製品之水平照度均大於IESNA建議之500 Lux，垂直照度有75%大於500 Lux，總平均照度值高達751 Lux。

表3-2.4 便利商店鮮乳製品照度

便利商店 調查項目	類型	平均值± 標準偏差 (Lux)	照度大於 規範建議值 家數 (百分比)
鮮 乳 製 品	水平照度值	842±98	20 (100%)
	垂直照度值	660±165	15 (75%)
	總平均照度值	751	20 (100%)



圖 3-2.4 賣場鮮乳製品垂直照度量測

[資料來源：本研究整理]

四、收銀機櫃檯水平照度調查

本研究調查案例之櫃檯長度約 2.5~5.0 公尺、寬度約 1.0 公尺，不全然適用 CNS 5065 照度測定法中大面積的平均照度測量方式，因此採用平均分佈取 3 點量測水平照度值，而後取其平均。

收銀機櫃檯需進行大量現金工作，精神要集中避免差錯，各國標準均定為 500Lux，量測結果平均為 912 Lux，均符合規範要求。

表 3-2.5 便利商店櫃檯水平照度

便利商店 調查項目	類型	平均值± 標準偏差 (Lux)	大於規範建議值 家數(百分比)
收 銀 機 櫃 檯	櫃檯水平照度值	912±126	20 (100%)

五、商品架立面照度調查

便利商店之商品架高度約 1.2 公尺、商品架走道寬度約 1 公尺，夜間主要照明來源由天花板燈具直接照明供應，立面照明效果如何，光線是否均勻照射商品，將於現場調查探討。

於每間商店篩選 3 處量測位置，分別記錄商品架上、中、下（離地面約 5 公分），而後各取其平均，探討立面照度與均齊度，商品架上層平均照度、均齊度計算方法如下式：

$$E_{ave(L)} = \frac{1}{3} (E_{1(u)} + E_{2(u)} + E_{3(u)})$$

其中 $E_{1(u)}$ ：第 1 處商品架上立面照度值

$E_{2(u)}$ ：第 2 處商品架上立面照度值

$E_{3(u)}$ ：第 3 處商品架上立面照度值

$$U_1 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

其中 U_1 ：第 1 處立面均齊度

E_{\min} ：第 1 處立面所量測最小照度值

E_{\max} ：第 2 處立面所量測最大照度值

$$U_{\text{ave}} = \frac{1}{3}(U_1 + U_2 + U_3)$$

結果發現呈現上高下低不平均現象，主要因商品架相對位置燈具配光無法完整照射至商品陳列面上，以均佈照明所呈現的照度分佈，並無法有效達到商品照明的目的，很多都屬於無效照明，使得能源的使用上沒有達到最佳的效果。



圖 3-2.5 商品架立面照度量測

[資料來源：本研究整理]

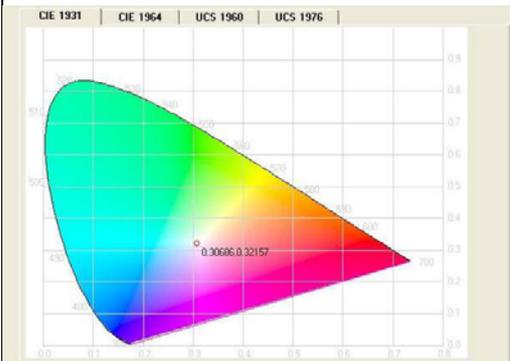
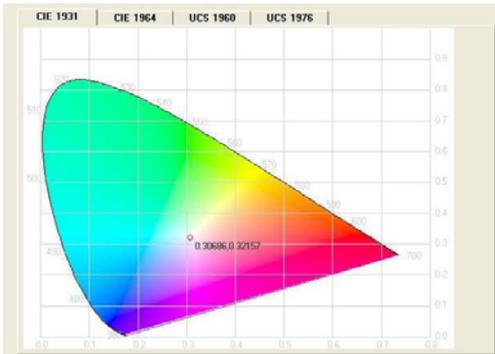
表 3-2.6 便利商店商品架上立面照度

便利商店 編號	$E_{ave(上)}$ (Lux)	$E_{ave(中)}$ (Lux)	$E_{ave(下)}$ (Lux)	均齊度 (U_{ave})
No1	950	560	310	0.33
No2	923	653	433	0.47
No3	560	363	257	0.46
No4	887	617	320	0.36
No5	907	513	360	0.40
No6	583	427	290	0.50
No7	783	577	403	0.51
No8	717	487	323	0.45
No9	703	473	300	0.43
No10	627	413	300	0.48
No11	923	753	507	0.55
No12	727	447	310	0.43
No13	690	460	317	0.46
No14	683	523	323	0.47
No15	647	440	317	0.49
No16	777	460	307	0.39
No17	763	493	307	0.40
No18	660	443	343	0.52
No19	447	350	240	0.54
No20	650	435	320	0.49

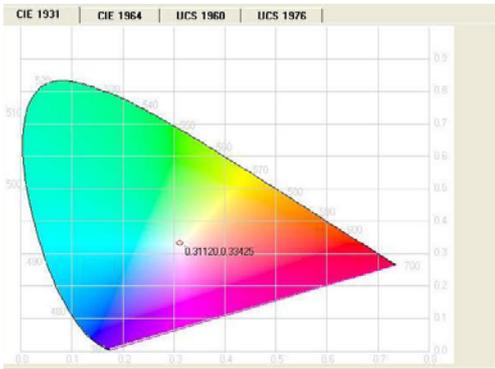
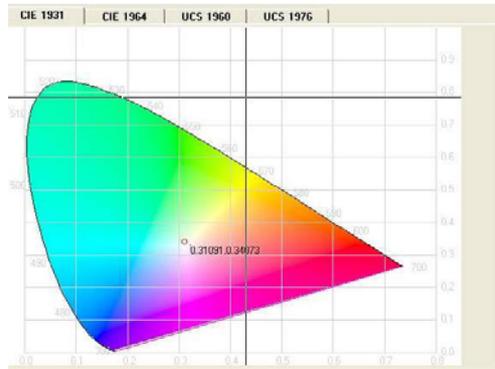
六、燈源色溫及演色性調查

光源的顏色品質，通常用二個指標來描述：光源本身顏色（色溫）及影響受照物體或人顏色呈現演色能力（演色性）。本研究調查案例之燈源以晝光色螢光燈管居多，少部分裝設燈泡色吊燈，燈源色座標、色溫及演色性整理如表 3-2.7 所示。商店照明需提供顧客容易分辨商品，因此 CIE、ISO、JIS、SS、GB、IESNA、AS/NZS 等規範演色性指數（Ra）均定 80，量測結果均大於 80，符合規範要求。

表 3-2.7 燈源色座標、色溫及演色性

奇異 PolyLux F36w/860		東亞 FL40D/38	
			
光色座標	$x=0.3234$ $y=0.3486$ $u'=0.1979$ $v'=0.4800$	光色座標	$x=0.3069$ $y=0.3216$ $u'=0.1965$ $v'=0.4634$
演色性 色溫	CRI=84.6 T=5893	演色性 色溫	CRI=89.4 T=6908

[資料來源：本研究量測]

Philips TLD 32W/865 HF		Well power HF T5 28W/865	
			
光色座標	$x=0.3112$ $y=0.3343$ $u'=0.1948$ $v'=0.4709$	光色座標	$x=0.3109$ $y=0.3407$ $u'=0.1923$ $v'=0.4742$
演色性 色溫	CRI=82.5 T=6545	演色性 色溫	CRI=83.4 T=6512

[資料來源：本研究量測]

七、燈具眩光指標量測

燈具配光曲線表示燈具光強度分布，若是垂直角在 45 度以上累積量過高，則燈具較容易造成眩光，表 3-2.8、表 3-2.9 分別為調查案例在 0~90 度累積光通量及 UGR 眩光指標之表現，格柵型燈具在 60 度累積光通量已達 93%，燈具將大部分光往下投射，且平行燈軸方向之光束角為 84°、垂直燈軸方向之光束角為 44°，該燈具可將光束導引至設計方向，另 UGR 眩光指標平行燈軸方向為 18.3、垂直燈軸方向為 11.0，可符合 CIE、ISO、JIS、SS、EN 等規範對結帳櫃檯、包裝台、大型售貨區和小型售貨區限制

值分別為 19、19、22、22 之要求。

而無格柵型燈具在 60 度累積光通量約 41%，至 90 度累積光通量約 70%，約有 30% 光往上投射，平行燈軸方向之光束角為 106° 、垂直燈軸方向之光束角為 262° ，該燈具屬於全般擴散型照明，造成燈具光型依據燈管光束輸出形成全周型，此種燈具是將燈管裸露在燈具之外，因燈管表面輝度非常高，尤其是燈管管徑越細其燈管表面輝度就越高。相同全光束輸出之管徑 T8（直徑 26mm）燈管與管徑 T5（直徑 16mm）燈管，因 T5 燈管其表面積較少之故，T5 燈管表面輝度就較 T8 燈管高出許多，以調查案例無格柵燈具來說，其 UGR 眩光指標約介於 23~29，無法滿足 CIE 等規範對便利商店眩光限制之要求。

表 3-2.8 燈具 0~90 度累積光通量

便利商店調查項目	裝設燈源	0°	30°	60°	90°
累積光通量	奇異 PolyLux F36w/860	0%	12%	41%	70%
	東亞 FL40D/38	0%	12%	41%	70%
	Philips TLD 32W/865 HF	0%	12%	40%	70%
	Well power HF T5 28W/865	0%	46%	93%	100%

[資料來源：本研究量測]

表 3-2.9 燈具 UGR 眩光指標

便利商店調查項目	裝設燈源	種類	眩光指標 (UGR)	
			平行燈軸 (Endwise View)	垂直燈軸 (Crosswise View)
眩光指標	奇異 PolyLux F36w/860	無格柵	24.2	28.3
	東亞 FL40D/38	無格柵	23.4	27.8
	Philips TLD 32W/865 HF	無格柵	24.1	28.2
	Well power HF T5 28W/865	有格柵	18.3	11.0

[資料來源：本研究量測]

八、商店照明功率密度 (LPD) 比較

囿於研究期程、成本與店家配合意願，本研究照明功率消耗數據無法長時間於現場監測得到，因此採用推估方式進行，說明如下：

請店家提供或自行採購與便利商店安裝相同之燈源，再將燈源安裝於本研究採用之樣本燈具上，量測其消耗功率，再乘以便利商店安裝燈具數量，推估得到總照明耗電數據。

便利商店 調查項目	便利商店 燈源種類	本研究搭配之安定器	輸入電源
樣本 燈具 量測	T8	東亞 FX-32115 預熱啟動型 安定器	115V、60Hz
	T5	東亞 FX-35 ADE-BS 電子式安定器	220V、60Hz

量測結果如表 3-2.10 所示，達到 ASHRAE 90.1-2007 照明節能規範 (16 W/m^2) 僅一家，達到大陸及香港照明節能規範 (20 W/m^2) 共 2 家，達到新加坡照明節能規範 (25 W/m^2) 共 6 家。

表 3-2.10 便利商店照明消耗功率密度

便利商店 調查項目	範圍 (W/m^2)	家數	百分比 (%)
賣場 功率 密度	小於 16 W/m^2	1	5
	$16 \sim 20 \text{ W/m}^2$	1	5
	$20 \sim 25 \text{ W/m}^2$	4	20
	$25 \sim 30 \text{ W/m}^2$	4	20
	$30 \sim 35 \text{ W/m}^2$	7	35
	大於 35 W/m^2	3	15

第三節 便利商店外部光環境調查

一、便利商店夜間騎樓（中心點）地面水平照度調查

調查案例之騎樓皆採用全般照明之方式，以開放無格柵燈具占大部分，共19家（佔95%），另1家安裝燈具為桶燈。

本研究測量騎樓地面水平照度，採用於中心線按2m 的間隔佈置測點，每間隔2m 測量一次水平照度值，至少量測3點，而後取其平均值，量測結果各騎樓地面中心點總平均水平照度值為391 Lux，範圍分布如表3-3.1 所示。

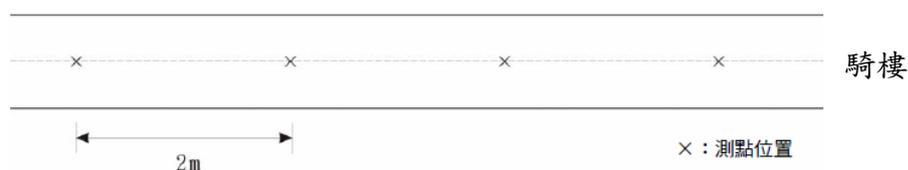


圖 3-3.1 騎樓地面水平照度量測

[資料來源：本研究整理]

表 3-3.1 騎樓地面中心點水平照度

便利商店 調查項目	範圍 (Lux)	家數	百分比 (%)
騎樓地 面照 度值	小於 200	2	10
	200~300	4	20
	300~400	8	40
	400~500	3	15
	500 以上	3	15

騎樓照明功率密度調查結果為 $37.82\text{W}/\text{m}^2$ ，因ASHRAE 90.1對騎樓或大門入口之照明功率密度計算係採用（瓦/單位騎樓寬度），換算後照明功率密度值約為 $109\text{ W}/\text{單位騎樓寬度}$ ，範圍分布如表3-3.2所示。

表 3-3.2 騎樓照明功率密度

便利商店 調查項目	範圍 (W/單位寬度)	家數	百分比 (%)
照 明 功 率 密 度	小於 50	1	5
	50~98	7	35
	98~150	10	50
	150 以上	2	10

調查結果顯示目前便利商店大門入口與騎樓走道照明均採同一基準值進行設計，達到ASHRAE 90.1-2007大門入口照明節能規範（ $98\text{ W}/\text{單位寬度}$ ）為7家，沒有1家達到ASHRAE 90.1-2007騎樓照明節能建議規範（ $3.3\text{ W}/\text{單位寬度}$ ）。

二、便利商店外部地面輝度調查

目前便利商店以開放型無防眩格柵之吸頂倒山型螢光燈具為大宗，依據本研究調查 20 間便利商店之騎樓地面平均水平照度值約為 391 Lux，逸散光線是否影響商店外圍道路照明之均齊度，擬量測探討。

本研究考量人員進出，以出入口大門與騎樓垂直水平地面為調查區域，分別量測騎樓中心點地面輝度 (Lc)、騎樓邊緣地面輝度 (Le)、距離騎樓約 1.5m 處地面輝度值 (L_{1.5m})、3m 處地面輝度值 (L_{3.0m}) 及鄰近車道之地面輝度值 (Ln)，然後利用下列公式計算均齊度如表 3-4.3、3-4.4 所示。

$$U_1 = L_{3.0m} / [1/3 (L_e + L_{1.5m} + L_{3.0m})]$$

$$U_2 = L_n / [1/2 (L_n + L_{3.0m})]$$

其中 U1 表示騎樓邊緣至距離 3m 處區域之均齊度

U2 表示距離騎樓 3m 處至鄰近車道之均齊度

量測結果 U1 平均值為 0.49、U2 平均值為 0.52，範圍分布如表 3-3.3 所示。

表 3-3.3 便利商店外部地面均齊度

便利商店 調查項目	範圍		家數	百分比 (%)
外部 地 面 輝 度	U1	小於 0.4	4	27
		0.4~0.6	6	40
		0.6 以上	5	33
	U2	小於 0.4	4	27
		0.4~0.6	4	27
		0.6 以上	7	46

表 3-3.4 便利商店外部地面輝度

便利商店 編號	騎樓中心點 (cd/m ²)	騎樓邊緣 (cd/m ²)	距離 1.5m 處 (cd/m ²)	距離 3m 處 (cd/m ²)	鄰近車道 (cd/m ²)
No1	22.7	18.0	12.0	5.7	1.0
No2	87.3	34.7	26.7	17.7	4.0
No3	52.3	21.3	17.0	13.0	3.0
No4	77.7	5.0	1.7	1.0	0.6
No5	32.3	13.0	7.0	3.3	1.0
No6	33.3	22.3	15.3	7.0	2.0
No7	49.0	35.0	18.3	5.0	1.5
No8	31.3	18.0	15.7	7.0	2.1
No9	22.7	11.7	4.0	2.3	1.2
No10	11.3	5.0	3.3	2.3	1.0
No11	63.0	33.3	7.0	2.7	1.3
No12	68.7	20.0	14.3	10	2.0
No13	42.7	26.3	17.0	11	5.0
No14	16.7	12.3	7.7	4	2.0
No15	45.0	12.0	7.0	3	1.5
No16	27.1	15.2	6.1	2.0	1.0
No17	40.2	20.1	12.2	3.2	1.0
No18	31.8	19.5	18.2	6.5	2.0
No19	18.3	7.9	3.8	2.0	1.0
No20	52.4	23.1	14.6	7.2	2.0

三、便利商店外部空間縱向立面輝度調查

通常國際規範對眩光限制範圍為發光體於鉛直角(γ)為 $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ 範圍內，因此本研究以廣告招牌頂點與水平視野夾約 45° 處為量測基準分別量測建築物立面背景輝度、廣告招牌立面輝度、天花板螢光燈具輝度、櫥窗中心立面輝度等，結果分述如下：

- (1)建築物立面背景輝度：量測到輝度值 $0.5 \sim 3 \text{ cd/m}^2$ 。
- (2)廣告招牌立面輝度：廣告招牌不同，輝度量測值與色相有關，白色部分量測值約 $250 \sim 600 \text{ cd/m}^2$ 、橙色 $50 \sim 250 \text{ cd/m}^2$ 、紅色 $20 \sim 100 \text{ cd/m}^2$ 、綠色 $20 \sim 70 \text{ cd/m}^2$ 。
- (3)櫥窗立面輝度：量測到輝度值 $50 \sim 125 \text{ cd/m}^2$ 。
- (4)無防眩格柵燈具輝度：量測到輝度值 $1,300 \sim 3,300 \text{ cd/m}^2$ ，該螢光矩陣區域平均輝度值遠大於 CIE 150 或大陸相關規範規定，與櫥窗立面輝度比亦高達 20 倍以上。
- (5)防眩格柵燈具輝度：量測到輝度值 $50 \sim 100 \text{ cd/m}^2$ ，調查結果顯示燈具裝設防眩格柵可大幅降低燈具輝度，避免視野輝度對比過高。



- (1)建築物立面背景輝度
- (2)廣告招牌立面輝度
- (3)櫥窗立面輝度
- (4)燈具輝度

圖 3-3.2 外部空間縱向立面輝度量測

[資料來源：本研究整理]

表 3-3.5 便利商店外部空間縱向輝度

便利商店 調查項目	量測位置	輝度 (cd/m ²)
空間 縱 向 輝 度	背景輝度	0.5~3
	廣告招牌立面	20~600
	無防眩格柵燈具	1,300~3,300
	防眩格柵燈具	50~100
	櫥窗	50~125

第四章 便利商店照明設計模擬

囿於時間限制、成本考量及店家配合等因素，本研究無法逐一現場量測所有便利商店，因此輔以照明軟體「DIALux」進行照明設計及效果模擬，首先利用該軟體建立5種尺寸的便利商店模型，然後將市場上選樣蒐集到燈具及本研究量測之配光曲線數據置入，進行照明品質之模擬，包括平均照度、統一眩光指標、均齊度、用電密度等4項指標，並分析結果提供改善建議。

第一節 便利商店照明模擬設定

一、照明模擬軟體「DIALux」：

DIALux 為德國 DIAL 公司進行開發設計的免費照明計算軟體，主要協助提供設計師詳盡的照明計算與分析，該軟體對於人工光源的模擬相當擅長，其運算原理與 3D MAX 或 Lightscape 一樣，均採用「輻射度法」運算，將空間切割成無數的三角面後，分別計算表面接受的所有光線，若未被吸收則必須被該表面重新釋放出來。該軟體對於照明與晝光的模擬也具有相當高的準確性，是目前國際間廣泛使用的照明軟體。

二、便利商店空間建立

(1)便利商店尺寸

對於便利商店環境之建構，主要參考本研究調查之樣本，空間長度分別設定3H、4H、5H，寬度分別設定2H、3H、4H，其中H為室內高度，燈具採吸頂方式安裝，模擬尺寸如表4-1.1所示。

(2)工作面高度與區域

便利商店之工作高度設為0.85m，俾利模擬運算之水平照度值與實測解析比對。其排列範圍為便利商店空間前後左右側各預留0.5m之區域。

表4-1.1 便利商店模擬空間尺寸

便利商店編號	空間尺寸		燈具安裝高度 (天花板高度)
	長	寬	
a	8.1	5.4	2.7
b	8.1	8.1	2.7
c	10.8	8.1	2.7
d	10.8	10.8	2.7
e	13.5	10.8	2.7

(3) 室內空間材料反射率

至於空間各部面(天花板、牆面、地板等)之反射率則採一致之設計。

(4) 燈具安裝區域及間距之決定

對於照明燈具之安裝區域，以便利商店前後左右側各縮減1m的範圍為主，有格柵燈具高度設為2.7m、無格柵開放型燈具高度設為2.6m。而燈具之間距則於計算燈具數量後，決定列與行的個別數目，經由軟體平均排列。

三、燈具選擇

對於燈具種類之選用，以下列原則決定，彙整如表4-1.2所示：

- (1) 燈具規格相同、燈源種類不同：選定8盞燈具，燈具編號(1)~(4)、(6)、(9)~(11)。
- (2) 燈具尺寸不同、燈源種類相同：選定4盞燈具，燈具編號(2)與(5)、(7)與(6)。
- (3) LED與傳統燈管：選定4盞燈具，燈具編號(12)~(15)。

模擬採用之燈具所發出之光通量、光強度、消耗功率、光源色溫、演色性Ra指標及UGR眩光指數，係由本所LMT GO-DS1600配光曲線儀、Gamma 1250光譜分析儀量測數據計算得到，彙整如附錄二所示。

表4-1.2 模擬燈具選用

燈具選用	燈具編號	燈管數 (支)	燈源種類	格柵板
燈源不同	1、2	4	T5、T8螢光燈	有
	3、4	4	T5、T8螢光燈	有
	6、9、10、11	-	T5、LED	有
尺寸不同	2、5	2、3	T5螢光燈	有
	7、8	2	T5螢光燈	無
LED與傳統燈管	12~15	-	LED、T8	-

四、相關參數之決定

(1) 維護係數：

對於燈具維護係數之決定，將本文之便利商店歸類為良好環境屬空氣清淨，含塵量少之場所，其維護係數訂為0.8。

(2) 目標照度與燈具光通量

依照各國商店照度基準大部分為500Lux，故本研究將便利商店照度目標設定為500Lux。

五、照明模擬軟體「DIALux」操作

(1) 便利商店基本資料建立：

開啟DIALux燈光精靈後，會出現資料輸入視窗，依模型規劃輸入「空間尺寸」、「反射係數」、「工作面高度」、「燈具選用」、「燈具安裝方式」、「家具」、「顏色」等資料。

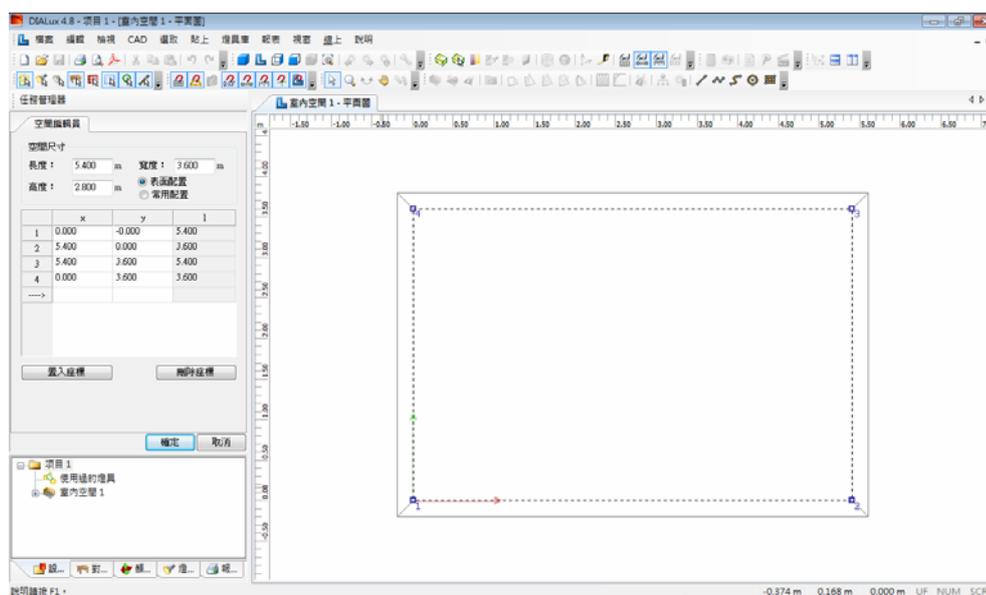


圖 4-1.1 DIALux 空間設定畫面

[資料來源：本研究整理]

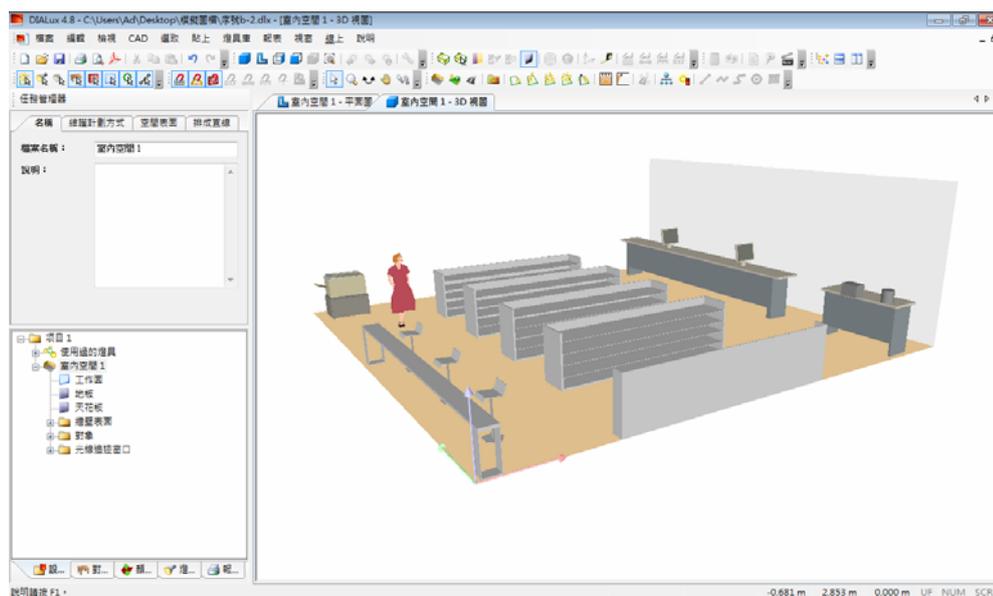


圖 4-1.2 DIALux 模擬空間建立畫面

[資料來源：本研究整理]

(2)目標照度建立：

輸入計算參數「照度」、模擬燈具光學數據 IES 檔、「位置」、「安裝高度」、「旋轉」、「排列」與距離牆面數據資料後，完成空間平均照度初步模擬規劃。

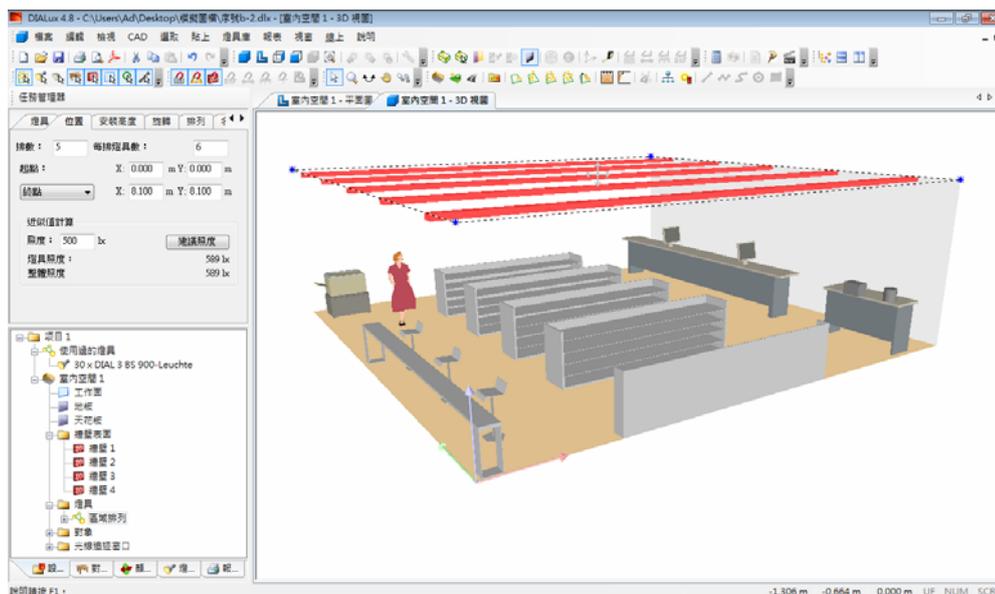


圖 4-1.3 DIALux 燈具配置與排列方式畫面

[資料來源：本研究整理]

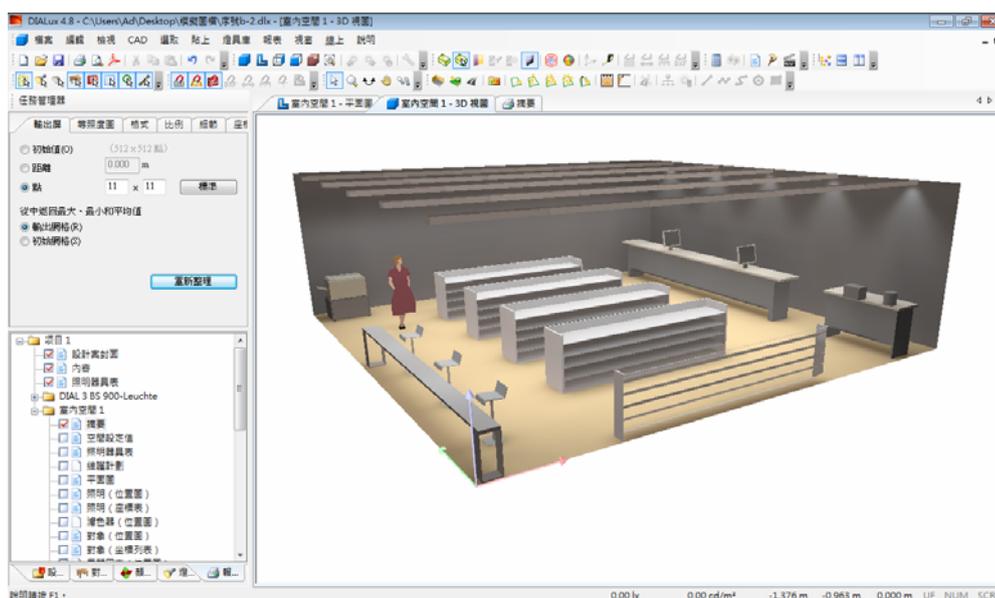


圖 4-1.4 DIALux 空間照明效果模擬畫面

[資料來源：本研究整理]

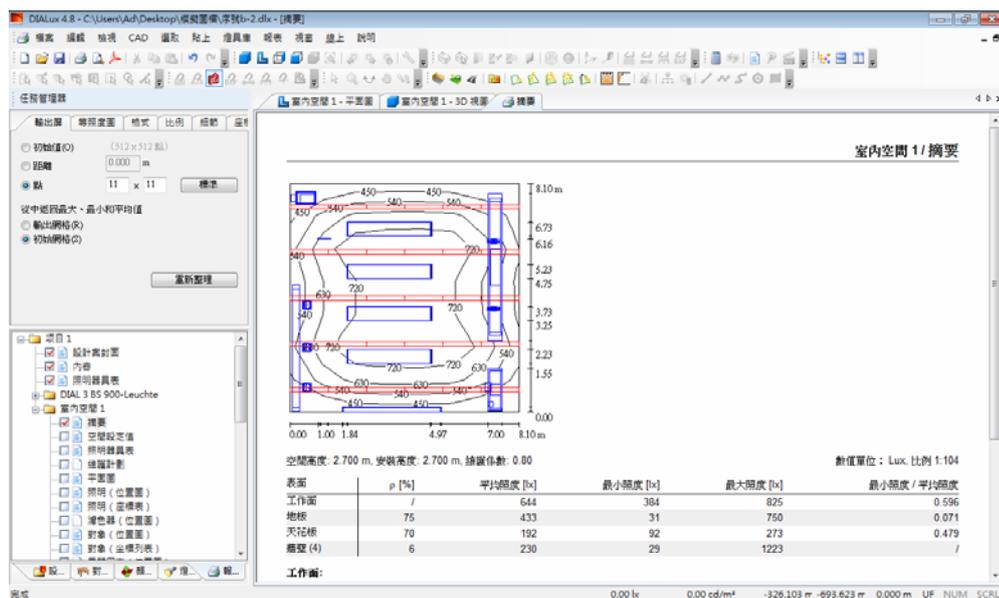


圖 4-1.5 DIALux 等照度模擬圖及結果數據畫面

[資料來源：本研究整理]

六、照明模擬輸出參數

針對商店照明之模擬，其輸出指標共有「平均照度」、「統一眩光指標」、「均齊度」、「用電密度」等4項，參數定義分別如下：

(1) 平均照度：

本研究對於便利商店平均照度之量測，主要針對工作面 0.85m 高之水平照度。

(2) 統一眩光指標：

觀測面高度為座立時之眼睛高度，軟體預設高度是 1.2m，經過模擬計算可得到空間中不同觀測位置、空間尺寸及反射率之統一眩光指標（UGR）值，如表 4-1.3 所示。

本研究 UGR 測試條件使用係數係參考能源局 97 年 11 月 17 日公告實施「室內照明燈具節能標章能源效率基準及標示方法」，其定義如下：(a)天花板反射係數：0.3、(b)牆面反射係數：0.3、(c)地面反射係數：0.2、(d)室內長寬尺寸 4H:3H(其中 H 為室內高度)。

表4-1.3 DIALux模擬不同條件下UGR值

參照 UGR的照射評估											
ρ 天花板	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ 牆壁	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ 地板	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
空間尺寸 X Y		橫向觀察方向 向燈軸					縱向觀察方向 向燈軸				
2H	2H	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2
	3H	11.8	12.5	12.1	12.8	13.0	11.9	12.6	12.1	12.8	13.0
	4H	11.8	12.4	12.1	12.7	12.9	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0
	6H	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9
	8H	11.7	12.2	12.0	12.5	12.8	11.7	12.2	12.0	12.5	12.8
	12H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8
4H	2H	11.8	12.4	12.1	12.7	12.9	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0
	3H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.7	12.2	12.0	12.5	12.8
	4H	11.6	12.0	11.9	12.4	12.7	11.6	12.0	12.0	12.4	12.7
	6H	11.5	11.9	11.9	12.2	12.6	11.5	11.9	11.9	12.3	12.6
	8H	11.4	11.8	11.9	12.2	12.6	11.5	11.8	11.9	12.2	12.6
	12H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6
8H	4H	11.4	11.8	11.9	12.2	12.6	11.5	11.8	11.9	12.2	12.6
	6H	11.4	11.6	11.8	12.0	12.5	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5
	8H	11.3	11.5	11.8	12.0	12.5	11.3	11.6	11.8	12.0	12.5
	12H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4
12H	4H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6
	6H	11.3	11.5	11.8	12.0	12.5	11.3	11.6	11.8	12.0	12.5
	8H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4
對應照射距離，改變觀察者位置 S											
S = 1.0H	+3.5 / -18.6					+3.5 / -28.4					
S = 1.5H	+5.6 / -88.1					+4.9 / -88.1					
S = 2.0H	+7.6 / -86.1					+6.9 / -86.1					
標準表格	BK00					BK00					
更正加數	-8.9					-8.9					
更正的閃光指數，參照 3350lm 總光通量											

[資料來源：本研究整理]

(3)均齊度：

本軟體針對照度量測區域中計算出 3 種定義之均齊度，本研究選用最小照度與平均照度之比作為評估指標。

(4)用電密度：

對於便利商店之照明用電評估，經由軟體模擬將自動計算出單位照明功率密度（LPD），本研究以該指標作為耗電量之評比。

第二節 便利商店照明模擬結果分析

一、便利商店照明評比標準建立

照明品質之具體量化評比，需有一客觀之評比參考，針對便利商店照明之評估，本研究參考林士凱[29]、張智鴻[30]建議以 DIALux 模擬軟體輸出「平均照度」、「統一眩光指標」、「均齊度」、「用電密度」等 4 項參數作為評估基準，再加入燈源演色性指標 (Ra) 及燈具輝度等 2 項因子，訂定一套簡易評比標準，作為客觀評比參考。

(1) 工作面平均照度之評價法

一般來說，於工作面上若要求事物看得越清楚，則需有足夠的照度，然而並非意味著照度越高即對視力保健越有幫助。本研究使用介於 -90° ~ $+90^\circ$ 間之正弦函數 (sine function) 表示之，並參考 CIE 等規範設定平均基準值為 500Lux，並將平均照度之區間限定為 1400Lux 與 300Lux 之範圍。

$$S_{E_{av}} = \begin{cases} 0 & , E_{av} < 300 \\ 50 \cdot \left[1 + \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \frac{|E_{av}| - |E_{ref}|}{10}\right) \right] & , 300 \leq E_{av} < 1400 \\ 100 & , E_{av} > 1400 \end{cases} \quad (4-1)$$

式中 E_{av} ：工作面平均照度值 (Lux)

E_{ref} ：工作面平均照度基準值 (Lux)

(2) 統一眩光等級 (UGR) 評價法

對於 UGR 之計算值而言，一般皆介於 10~30 之間，數值越大則表示眩光影響較為嚴重，應得到較低的評分；反之則代表眩光感受較低，故可得較高之分數。統一眩光等級之眩光評估值 UGR 的評價函數 S_{UGR} 可表示為：

$$S_{UGR} = 4 \cdot (35 - UGR) \quad (4-2)$$

根據 CIE 等規範對結帳櫃檯、包裝台、大型售貨區和小型售貨區限

制值分別為 19、19、22、22 之要求，以 (4-2) 式計算後可得眩光指標之評分分別為 64 分及 52 分，也就是評估便利商店照明品質時，就眩光程度單項而言，UGR 指標必須介於 19~22，計算後才能高於 60 分，達到眩光合格最低標準。

(3)均齊度評價法

對於便利商店照明來說，全般照明之均齊度越佳代表環境中的光線明暗對比越低，人員視覺感覺越舒適。均齊度之定義通常為最低照度除以平均照度，照明均齊度評估值 Uniformity 的評價函數 S_{uni} 可表示為：

$$S_{uni}=100 \cdot \text{Uniformity} \quad (4-3)$$

(4)用電密度評價法

本文對於耗電量之評估，採單位用電密度 (LPD) 作為指標，其定義為單位面積之用電量 (W/m^2)，故於決定評價函數時，若 LPD 數值越大即表示耗電量越多，此時應得到較低之分數；反之，則有較高之評價，值得注意的是，此評分可視照明方式種類而改變。本研究對於便利商店照明 LPD 標準 16 (W/m^2)，則給予 80 分，低於 12 (W/m^2)，則給予滿分，高於 32 (W/m^2)，則給予 0 分作為限制，故耗電量用電密度 LPD 的評價函數

$$S_{UPD}=160-5 \cdot \text{UPD} \quad (4-4)$$

就照明耗電程度單項而言，LPD 指標必須小於 20 (W/m^2)，經由 (4-4) 式計算後才能高於 60 分，達到合格最低標準。

(5)演色性指標評價法

對於商店照明來說，商店照明需提供顧客容易分辨商品，因此 CIE、ISO、JIS、SS、GB、IESNA、AS/NZS 規範規定商店照明光源的演色性指數 (Ra) 應大於 80，照明演色性評估值的評價函數 S_{Ra} 可表示為：

$$S_{Ra}=Ra \quad (4-5)$$

(6)燈具輝度

便利商店夜間外部縱向立面輝度分布明暗對比太大時，人員經過時需不斷調適各處不同的輝度值，眼睛明、暗調整變換頻率過高，容易造成眩光感覺不舒適，而 CIE 等國際規範對眩光限制範圍為發光體於鉛直角 (γ) 為 $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ 範圍內，IESNA 規範亦建議戶外夜間照明環境輝度比不得大於 20:1，另依本研究調查案例顯示，便利商店櫥窗夜間立面輝度值約 $50 \sim 125 \text{ cd/m}^2$ ，因此建議將燈具鉛直角 $45^\circ \sim 85^\circ$ 之最大輝度值 (L_{\max}) 間限定於 100 cd/m^2 與 7300 cd/m^2 之範圍，燈具輝度評估值的評價函數 S_{lum} 以 (4-6) 式表示為：

$$S_{\text{lum}} = \begin{cases} 100 & , L_{\max} < 100 \\ \frac{1}{60} \cdot [7300 - L_{\max}] & , 100 \leq L_{\max} < 7300 \\ 0 & , L_{\max} > 7300 \end{cases} \quad (4-6)$$

就燈具輝度單項而言，在鉛直角 $45^\circ \sim 85^\circ$ 之最大輝度值 (L_{\max}) 必須小於 2500 cd/m^2 ，經由 (4-6) 式計算後才能高於 80 分，達到 IESNA 規範建議標準。

(7)照明品質整體評價法

本研究針對上述所提之單項指標評價法，採用加權計算以作為整體照明品質之評估方式。一般而言，平均照度、演色性、眩光、燈具輝度應為便利商店照明品質指標之首要條件，其次則是耗電量，最後則為配光均齊度，因此各項指標之加權百分比建議如表 4-2.1 所示，設整體照明品質評分函數為 S_{Total} ，其評價函數 S_{Total} 為：

$$S_{\text{Total}} = 0.2 \times S_{\text{Eav}} + 0.2 \times S_{\text{Ra}} + 0.2 \times S_{\text{UGR}} + 0.2 \times S_{\text{lum}} + 0.15 \times S_{\text{LPD}} + 0.05 \times S_{\text{Uni}} \quad (4-7)$$

表 4-2.1 各項照明品質指標建議之加權百分比

照明指標函數	照明品質指標重要性	加權百分比 (%)
S_{Eav}	高	20
S_{Ra}	高	20
S_{UGR}	高	20
S_{lum}	高	20
S_{LPD}	中高	15
S_{Uni}	中低	5

[資料來源：本研究整理]

二、模擬結果分析與探討

照明模擬結果如附錄(三)所示，依照結果將進行相關參數探討，包括燈具種類與空間尺寸，分述如下：

1. 燈具規格相同、燈源種類不同：

燈具(1)、(2)具有相同外觀尺寸及構造，差別在於使用 T8 與 T5 不同燈源，發光效率分別為 45Lm/W (N0.1)、53Lm/W (N0.2)，放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作目標照度 500Lux，經過 DIALux 軟體模擬，燈具(1)分別需裝設 6、9、12、16、20 盞，而燈具(2)只需裝設 9、12、16、20、25 盞即可達到相同照度，以消耗電力來看，燈具(1)照明用電密度 (LPD) 分別 $15.78W/m^2$ 、 $15.78W/m^2$ 、 $15.78W/m^2$ 、 $15.78W/m^2$ 、 $15.78W/m^2$ 、燈具(2)照明用電密度 (LPD) 分別 $15.43W/m^2$ 、 $13.72W/m^2$ 、 $13.72W/m^2$ 、 $12.86W/m^2$ 、 $12.86W/m^2$ ，降低 $0.35 W/m^2$ (2%)、 $2.06 W/m^2$ (13%)、 $2.06 W/m^2$ (13%)、 $2.92 W/m^2$ (19%)、 $2.92 W/m^2$ (19%)，而以整體照明評價指標 (S_{Total}) 來看，燈具(1)按裝在(a)~(e)空間得分分別為 74、74、73、75、75，燈具(2) S_{Total} 分別為 78、79、78、79、79。故以模擬設計結果說明，使用 T5 燈源較 T8 節省能源，整體照明品質評價亦較高，以每度流動電費 3 元概算，最大模擬空間(e)可年省約 3,723 度電(kWh)，以

生產1度電排放0.67kg-CO₂來計算(經濟部能源局, 2009), 可以減少2,372公斤CO₂的排放, 對於地球環保有莫大幫助。

表 4-2.2 燈具(1)、(2)全年耗電量比較

模擬空間	燈具(1)			燈具(2)		
	每具消耗電力(W)	全年耗電量(kWh)	全年電費(元)	每具消耗電力(W)	全年耗電量(kWh)	全年電費(元)
a	115	6,044	18,132	75	5,913	17,739
b	115	9,067	27,201	75	7,884	23,652
c	115	12,089	36,267	75	10,512	31,536
d	115	16,118	48,354	75	13,140	39,420
e	115	20,148	60,444	75	16,425	49,275

[資料來源：本研究整理]

燈具(3)、(4)具有相同外觀尺寸, 除使用 T8 與 T5 不同燈源, 另一差別在於光型不同, 燈具(3)屬於廣角型, 平行與垂直燈軸光束角分別約 122°、111°, 燈具(4)光型較集中, 平行與垂直燈軸光束角分別約 89°、84°, 發光效率分別為 32Lm/W (N0.3)、42Lm/W (N0.4), 放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作面目標照度 500Lux, 經過 DIALux 軟體模擬, 燈具(3)分別需裝設 16、20、25、30、35 盞, 而燈具(4)只需裝設 12、16、20、25、30 盞即可達到相同照度, 以消耗電力來看, 燈具(3)照明用電密度 (LPD) 分別 29.63W/m²、24.69W/m²、23.15W/m²、20.83W/m²、19.44W/m²、燈具(4)照明用電密度 (LPD) 分別 18.38W/m²、16.34W/m²、15.32W/m²、14.36W/m²、13.79W/m², 降低 11.25 W/m² (38%)、8.35 W/m² (34%)、7.83 W/m² (34%)、6.47 W/m² (31%)、5.65 W/m² (29%)。而以整體照明評價指標 (S_{Total}) 來看, 燈具(3)按裝在(a)~(e)空間得分分別為 58、61、61、63、64, 燈具(4)S_{Total} 分別為 71、73、72、74、74。其中燈具(3)與燈具(4)

用電密度評價(S_{LPD})差異值及占整體照明評價指標 (S_{Total}) 百分比分別為 56.2 (86%)、41.7 (70%)、39.1 (71%)、32.3 (59%)、28.3 (57%)。故以模擬設計結果說明，除使用 T5、T8 不同燈源參數影響耗電外，本研究推估光型亦是原因之一，廣角型燈具其光型向四面散射，因此照射至工作面之光束較集中型少，故整體用電量需提高，影響整體照明評價大幅降低。

表 4-2.3 燈具(3)、(4)用電密度 S_{LPD} 評價比較

模擬空間	燈具(3)		燈具(4)		敏感度分析
	用電密度 (S_{LPD})	整體評價 (S_{Total})	用電密度 (S_{LPD})	整體評價 (S_{Total})	S_{LPD} 差異值 (占 S_{Total} 百分比)
a	11.9	58	68.1	71	56.2 (86%)
b	36.6	61	78.3	73	41.7 (70%)
c	44.3	61	83.4	72	39.1 (71%)
d	55.9	63	88.2	74	32.3 (59%)
e	62.8	64	91.1	74	28.3 (57%)

[資料來源：本研究整理]

燈具(6)、(9)~(11)具有相同外觀尺寸，差別在於燈具(6)使用 T5 燈源、燈具(9)~(11)使用 LED 燈源，發光效率分別為 56Lm/W (NO. 6)、44Lm/W (NO. 9)、56Lm/W (NO. 10)、40Lm/W (NO. 11)，其中燈具(6)、(9)~(10)等 3 盞燈具發光尺寸均為長 550mm、寬 550mm，而燈具(11)發光面積較小長 460mm、寬 230mm，放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作面目標照度 500Lux，經過 DIALux 軟體模擬，燈具(6)分別需裝設 12、20、25、30、36 盞，燈具(9)需裝設 16、20、30、36、49 盞，燈具(10)需裝設 15、20、

25、30、36 盞，燈具(11)需裝設 20、30、36、49、56 盞即可達到相同照度。以消耗電力來看，燈具(11)發光效率最低，所以照明用電密度 (LPD) 最高分別 $18.75\text{W}/\text{m}^2$ 、 $18.75\text{W}/\text{m}^2$ 、 $16.87\text{W}/\text{m}^2$ 、 $17.22\text{W}/\text{m}^2$ 、 $15.75\text{W}/\text{m}^2$ ，而燈具(6)、(10)發光效率最高，照明用電密度 (LPD) 分別均為 $12.62\text{W}/\text{m}^2$ 、 $14.02\text{W}/\text{m}^2$ 、 $13.15\text{W}/\text{m}^2$ 、 $11.83\text{W}/\text{m}^2$ 、 $11.36\text{W}/\text{m}^2$ 。而以整體照明評價指標 (S_{Total}) 來看燈具(11)按裝在(a)~(e)空間得分分別為 63、64、64、65、65，均是這 4 盞燈具中得分最低者，若比較燈具(11)與燈具(6)燈具輝度評價 (S_{lum}) 差異值及占整體照明評價指標 (S_{Total}) 百分比，可得分別為 24.3 (44%)、24.3 (44%)、24.3 (49%)、24.3 (49%)、24.3 (49%)。故以模擬設計結果說明，因燈具(11)發光面積較小，所以輝度值較大，影響整體照明評價降低。

表 4-2.4 燈具(11)、(6)燈具輝度 S_{lum} 評價比較

模擬空間	燈具(11)		燈具(6)		敏感度分析
	燈具輝度 (S_{lum})	整體評價 (S_{Total})	燈具輝度 (S_{lum})	整體評價 (S_{Tot})	S_{lum} 差異值 (占 S_{Total} 百分比)
a	47.8	63	72.1	74	24.3 (44%)
b	47.8	64	72.1	75	24.3 (44%)
c	47.8	64	72.1	74	24.3 (49%)
d	47.8	65	72.1	75	24.3 (49%)
e	47.8	65	72.1	75	24.3 (49%)

[資料來源：本研究整理]

2. 燈具尺寸不同、燈源相同：

燈具(2)、(5)均使用 T5 燈源，差別在於燈具(2)使用 1 對 3 電子安定器匹配 3 支 T5 燈源、燈具(5)使用 1 對 2 電子安定器匹配 2 支相同 T5 燈源，發光效率分別為 53Lm/W (N0.2)、48Lm/W (N0.5)，以燈具能源效率比較，燈具(2)省能約 10%。而放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作面目標照度 500Lux，經過 DIALux 軟體模擬，燈具(2)分別需裝設 9、12、16、20、25 盞，燈具(5)需裝設 12、16、24、30、36 盞，以系統消耗電力來看，燈具(2)照明用電密度 (LPD) 分別 15.43W/m²、13.72W/m²、13.72W/m²、12.86W/m²、12.86W/m²、燈具(5)照明用電密度 (LPD) 分別 15.09W/m²、13.41W/m²、15.09W/m²、14.15W/m²、13.58W/m²，故以模擬設計結果說明，雖燈具(2)能源效率比較高，但每具消耗電力亦較高，按裝於尺寸較小模擬空間(a)、(b)，在需達到目標照度條件下，照明用電密度 (LPD) 反而較燈具(5)高約 2%，另按裝於模擬空間(c)、(d)，燈具(2)模擬平均照度分別 597Lux、590Lux、燈具(5)模擬平均照度分別 581Lux、592Lux，二者平均照度模擬值接近時，燈具(2)照明用電密度 (LPD) 可省能約 10%。

表 4-2.5 燈具(2)、(5)平均照度與用電密度比較

模擬空間	燈具(2)			燈具(5)		
	每具消耗電力 (W)	平均照度 (Lux)	用電密度 (LPD)	每具消耗電力 (W)	平均照度 (Lux)	用電密度 (LPD)
a	75	608	15.43	48	561	15.09
b	75	576	13.72	48	526	13.41
c	75	597	13.72	48	581	15.09
d	75	590	12.86	48	592	14.15
e	75	611	12.86	48	581	13.58

[資料來源：本研究整理]

燈具(7)、(8)均使用 1 對 2 電子安定器匹配 2 支 T5 燈源，差別在於燈具(7)使用 T5-28W 燈管、燈具尺寸長 1200mm、寬 180mm，而燈具(8)使用 T5-14W 燈管、燈具尺寸長 600mm、寬 180mm，發光效率分別為 76Lm/W (N0.7)、64Lm/W (N0.8)，以燈具能源效率比較，燈具(7)省能約 15%，而放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作面目標照度 500Lux，經過 DIALux 軟體模擬，燈具(7)分別需裝設 12、15、16、20、25 盞，燈具(8)需裝設 25、30、36、49、56 盞，以系統消耗電力來看，燈具(7)照明用電密度 (LPD) 分別 17.01W/m²、14.17W/m²、11.34W/m²、10.63W/m²、10.63W/m²、燈具(8)照明用電密度 (LPD) 分別 18.86W/m²、15.09W/m²、13.58W/m²、13.86W/m²、12.67W/m²，燈具(7)照明用電密度 (LPD) 約可省能約 2~10%。而以整體照明評價指標 (S_{Total}) 來看，燈具(7)按裝在(a)~(e)空間得分分別為 52、54、53、53、53，燈具(8)S_{Total} 分別為 53、55、55、56、56，均明顯偏低，其中燈具(7)與燈具(8)眩光指標評價(S_{UGR})得分分別為 16、17.6，主要原因這 2 個燈具均屬於全般擴散型照明，此型燈具是將燈管裸露在燈具之外，因燈管表面輝度非常高，造成 UGR 眩光指標分別高達 31.0 及 30.6，影響整體照明評價降低。

表 4-2.6 燈具(7)、(8)眩光評價比較

模擬空間	燈具(7)		燈具(8)	
	眩光 評價 (S _{UGR})	整體 評價 (S _{Total})	眩光 評價 (S _{UGR})	整體 評價 (S _{Uni})
a	16	52	17	53
b	16	54	17	55
c	16	53	17	55
d	16	53	17	56
e	16	53	17	56

[資料來源：本研究整理]

3. LED 與傳統燈管（山型吸頂燈具）：

燈具(12)~(14)使用 LED 燈源，燈具尺寸長約 1200mm、寬分別為 110mm、34mm、30mm，另燈具(15)使用 T8 燈源，燈具尺寸長 1200mm、寬 100mm，發光效率分別為 49Lm/W(N0.12)、61Lm/W(N0.13)、82Lm/W(N0.14)、60Lm/W (N0.15)，以燈具能源效率比較，燈具(14)最省能，而放入設定相同模擬空間尺寸(a)~(e)及工作面目標照度 500Lux，經過 DIALux 軟體模擬，燈具(12)分別需裝設 16、25、30、36、42 盞，燈具(13)需裝設 36、48、64、72、90 盞，燈具(14)分別需裝設 36、48、64、72、90 盞，燈具(15)需裝設 25、35、42、49、56 盞。以系統消耗電力來看，燈具(14)照明用電密度 (LPD) 最低分別 11.60W/m²、10.32W/m²、10.32W/m²、8.7/m²、8.7W/m²，燈具(15)照明用電密度 (LPD) 最高分別 20.86W/m²、19.47W/m²、17.52W/m²、15.33/m²、14.02W/m²，而以整體照明評價指標 (S_{Total}) 來看，燈具(13)~(15)按裝在(a)~(e)空間得分約介於 45~54，均明顯偏低，燈具(12)按裝在(a)~(e)空間得分分別為 62、63、62、63、64，相對整體照明評價值較高，探討主要原因，燈具(12)發光面積較其他 3 盞燈大，相對輝度值及眩光指標均較小，整體照明評價亦較高。

表 4-2.7 燈具(12)、(14)燈具輝度、眩光評價比較

模擬空間	燈具(12)			燈具(14)		
	燈具 輝度 (S _{lum})	眩光 評價 (S _{UGR})	整體 評價 (S _{Total})	燈具 輝度 (S _{lum})	眩光 評價 (S _{UGR})	整體 評價 (S _{Total})
a	45.4	55.6	62	0	39.6	54
b	45.4	55.6	63	0	39.6	54
c	45.4	55.6	62	0	39.6	53
d	45.4	55.6	63	0	39.6	52
e	45.4	55.6	64	0	39.6	53

[資料來源：本研究整理]

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究執行期間，首先透過文獻及標準比較分析，完成國內外相關照明規範與趨勢資料蒐集，以瞭解照度、輝度分佈、均齊度、演色性、眩光、光侵擾、照明功率密度等各項照明環境品質及耗電評估指標，作為我國相關規範研訂之參考。在便利商店照明環境現況調查部分，本研究選定鄰近本所性能實驗中心 20 個樣本，進行案例調查與解析，並利用 DIALux 電腦軟體建立 5 種尺寸的便利商店模型，將市場上選樣蒐集 15 種燈具之光學數據置入進行模擬，研究結果初步獲致以下幾點結論：

(一) 現場調查部分

1. 本研究調查結果顯示賣場夜間水平照度平均值在664~1184Lux之間，均高於CIE（國際照明委員會）及ISO公告之建議基準值(500Lux)。
2. 商品架立面照度平均值在240~950Lux之間，並呈現上高下低不平均現象，主因為商品架立面靠的是天花板燈具提供之直接照明，而燈具配光無法完整照射至商品陳列面上，建議可調整照明方式、燈具型式或配置位置，以提升照明品質與能源使用效率。
3. 使用燈源以晝光色螢光燈管居多，量測結果演色性指數（Ra）均大於80，符合CIE等規範要求。
4. 目前按裝無格柵型燈具居多，因燈管裸露在燈具之外，燈管表面輝度非常高，故量測之UGR眩光指標約介於23~29，無法滿足CIE等規範要求。
5. 櫥窗夜間立面輝度在50~125 cd/m²之間，天花板按裝無防眩格柵螢光燈具輝度在1,300~3,300 cd/m²之間，該區域立面輝度與櫥窗立面輝度比值高達20倍以上，容易造成街道使用者視覺不舒適，建議更換為防眩格柵燈具。

(二) DIALux電腦軟體模擬與照明品質評價部分

1. 在燈具規格及模擬空間相同條件下，T5燈源較T8節省能源。
2. 廣角型燈因其光型向四面散射，照射至工作面之光束較集中型少，在相同目標照度條件下，整體耗電量較高。
3. 燈具發光面積越小，越容易造成輝度過高及眩光指標變大，影響整體照明品質。

第二節 建議

一、立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

本(99)年度已完成便利商店光環境現況調查量測，並利用 DIALux 照明模擬軟體完成 5 種不同空間尺寸與 15 種燈具之分析探討，為提昇國內光環境品質及推動建築照明節能，建議持續進行不同建築空間之照明環境品質與耗能狀況調查研究，俾供我國相關規範研訂參考。

二、立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部標準檢驗局

國內商店照明相關 CNS 標準，僅有民國 76 年訂定之照度標準，其餘包括輝度分佈、均齊度、演色性、眩光、光侵擾、照明功率密度等各項照明環境品質及耗電評估指標均付之闕如，亟需與國際照明委員會（CIE）或 ISO 等國際標準進行調和接軌，建議研擬標準草案，送請經濟部標準檢驗局進行法制化作業，俾供遵循。

三、中長期建議

主辦機關：經濟部能源局

協辦機關：內政部建築研究所、行政院環保署

本研究調查結果及蒐集顯示便利商店用電密度值（EUI）是商業類最耗能產業，目前照明水準均高於 CIE（國際照明委員會）及 ISO 公告之建議基準值，普遍存在著照度過高及衍生眩光問題，不但引起消費者或街道使用者視覺不適，亦浪費寶貴能源，建議可從器具能源效率及光污染防治加以管制，建立優質節能照明環境。

參考書目

1. 郭華生，“台灣地區集團便利商店自願性節約能源推動”，綠基會通訊, 2007年。
2. 李農、楊燕譯/許招墉校訂，“照明手冊（第二版）”，全華科技圖書, 2006年。
3. 石曉蔚，“室內照明設計原理”，淑馨出版社, 2000年。
4. 周大明、林燕丹譯，“光源的光譜與低照明水準-中間視覺的基礎”，固態照明, 2010年。
5. ISO 8995, “Lighting of indoor work places”, 2001.
6. CIE S008, “Lighting of indoor work places”, 2002.
7. JIS Z9125, “日本屋內作業場の照明基準 ”, 2004.
8. prEN12464-1, “Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places”, 2009.
9. SS 531, “Part 1 CODE OF PRACTICE FOR Lighting of work places”, 2006.
10. AS/NZS 1680, “Interior and workplace lighting - General principles and recommendations”, 2006.
11. IESNA, “Lighting Handbook”, 2000.
12. GB50034, “建築照明設計規範”, 2004年。
13. CNS12112, “照度標準”, 1987年。
14. Jin Sook Lee, “Development of the nomo-graph for evaluation on discomfort glare of windows” <SOLAR ENERGY42>, 2007.
15. 詹永舟, “瞳位追蹤應用於眼控系統及眼球動態量測儀器之製作與分析”, 碩士論文, 1999年。
16. 李玉生、周鼎金, “舊有建築物照明節能技術應用之研究”, 內政部建築研究所協同研究, 2009年。
17. 謝明燁、林振湜, “照明光色對閱讀時視覺色適應之影響”, 中華民國建築學會

「建築學報」第 68 期, 2009 年。

18. 張智鴻, “人工智慧應用於室內照明最佳化設計之研究”, 碩士論文, 2006 年。
19. CIE117, “Discomfort glare in interior lighting”, 1995.
20. CIE 115, “Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic”, 1995.
21. CIE 150, “Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations”, 2003.
22. CIE S015, “Lighting of outdoor work places”, 2005.
23. 大陸, “北京城市夜景照明技術規範”, 2006 年。
24. 趙又嬋, “住宅區戶外照明光侵擾之研究”, 博士論文, 2009 年。
25. 經濟部能源局, “便利商店節能技術手冊”, 2002 年。
26. ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2007, “Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-rise Residential Buildings”, 2007.
27. 香港機電工程署, “節能效益手冊-照明裝置”, 2007 年。
28. 財團法人台灣綠色生產力基金會, “照明節能產品應用手冊”, 2009 年。
29. 林士凱, “辦公室照明燈具性能與節能效益研究”, 碩士論文, 2009 年。
30. 張智鴻、蕭弘清, “照明燈具遮光角對於照明品質之影響研究”, 台灣照明學會論文集, 2006 年。

附 錄 一

(Guth 位置指數)

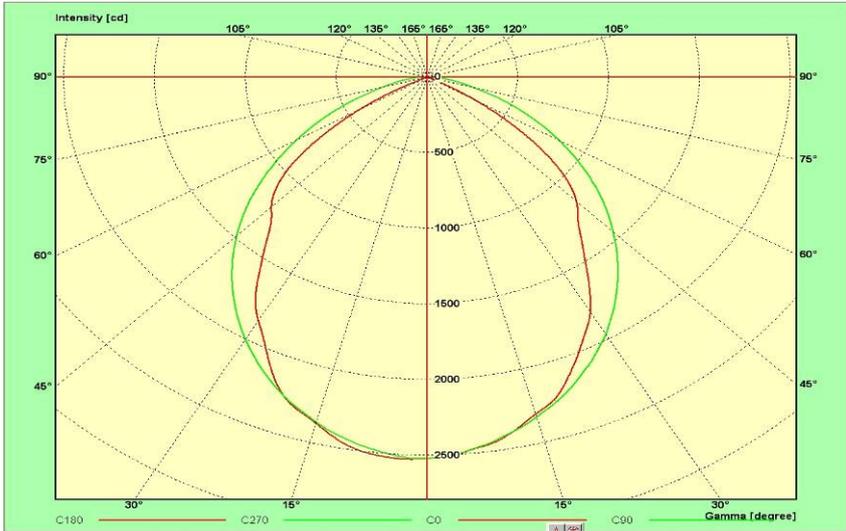
H/R T/R	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
0.00	1.00	1.26	1.53	1.90	2.35	2.86	3.50	4.20	5.00	6.00
0.10	1.05	1.22	1.46	1.80	2.20	2.75	3.40	4.10	4.80	5.80
0.20	1.12	1.30	1.50	1.80	2.20	2.66	3.18	3.88	4.60	5.50
0.30	1.22	1.38	1.60	1.87	2.25	2.70	3.25	3.90	4.60	5.45
0.40	1.32	1.47	1.70	1.96	2.35	2.80	3.30	3.90	4.60	5.40
0.50	1.43	1.60	1.82	2.10	2.48	2.91	3.40	3.98	4.70	5.50
0.60	1.55	1.72	1.98	2.30	2.65	3.10	3.60	4.10	4.80	5.50
0.70	1.70	1.88	2.12	2.48	2.87	3.30	3.78	4.30	4.88	5.60
0.80	1.82	2.00	2.32	2.70	3.08	3.50	3.92	4.50	5.10	5.75
0.90	1.95	2.20	2.54	2.90	3.30	3.70	4.20	4.75	5.30	6.00
1.00	2.11	2.40	2.75	3.10	3.50	3.91	4.40	5.00	5.60	6.20
1.10	2.30	2.55	2.92	3.30	3.72	4.20	4.70	5.25	5.80	6.55
1.20	2.40	2.75	3.12	3.50	3.90	4.35	4.85	5.50	6.05	6.70
1.30	2.55	2.90	3.30	3.70	4.20	4.65	5.20	5.70	6.30	7.00
1.40	2.70	3.10	3.50	3.90	4.35	4.85	5.35	5.85	6.50	7.25
1.50	2.85	3.15	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.20	6.80	7.50
1.60	2.95	3.40	3.80	4.25	4.75	5.20	5.75	6.30	7.00	7.65
1.70	3.10	3.55	4.00	4.50	4.90	5.40	5.95	6.50	7.20	7.80
1.80	3.25	3.70	4.20	4.65	5.10	5.60	6.10	6.75	7.40	8.00
1.90	3.43	3.86	4.30	4.75	5.20	5.70	6.30	6.90	7.50	8.17
2.00	3.50	4.00	4.50	4.90	5.35	5.80	6.40	7.10	7.70	8.30
2.10	3.60	4.17	4.65	5.05	5.50	6.00	6.60	7.20	7.82	8.45
2.20	3.75	4.25	4.72	5.20	5.60	6.10	6.70	7.35	8.00	8.55
2.30	3.85	4.35	4.80	5.25	5.70	6.22	6.80	7.40	8.10	8.65
2.40	3.95	4.40	4.90	5.35	5.80	6.30	6.90	7.50	8.20	8.80
2.50	4.00	4.50	4.95	5.40	5.85	6.40	6.95	7.55	8.25	8.85
2.60	4.07	4.55	5.05	5.47	5.95	6.45	7.00	7.65	8.35	8.95
2.70	4.10	4.60	5.10	5.53	6.00	6.50	7.05	7.70	8.40	9.00
2.80	4.15	4.62	5.15	5.56	6.05	6.55	7.08	7.73	8.45	9.05
2.90	4.20	4.65	5.17	5.60	6.07	6.57	7.12	7.75	8.50	9.10
3.00	4.22	4.67	5.20	5.65	6.12	6.60	7.15	7.80	8.55	9.12

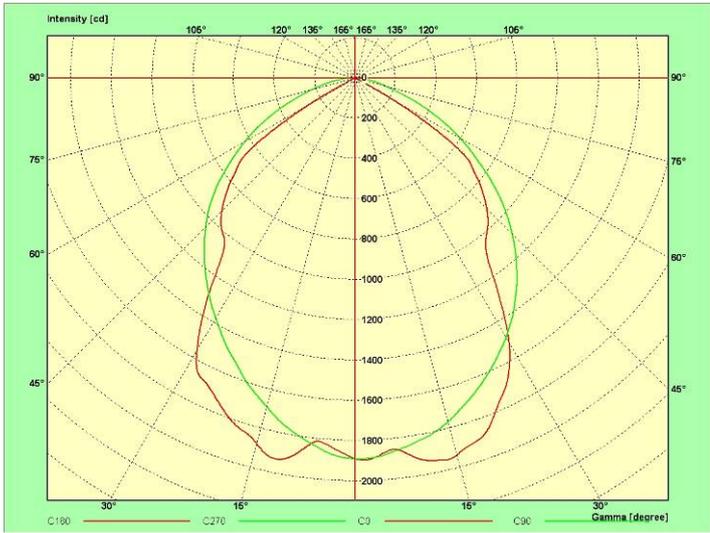
便利商店之照明環境品質與耗能狀況之研究

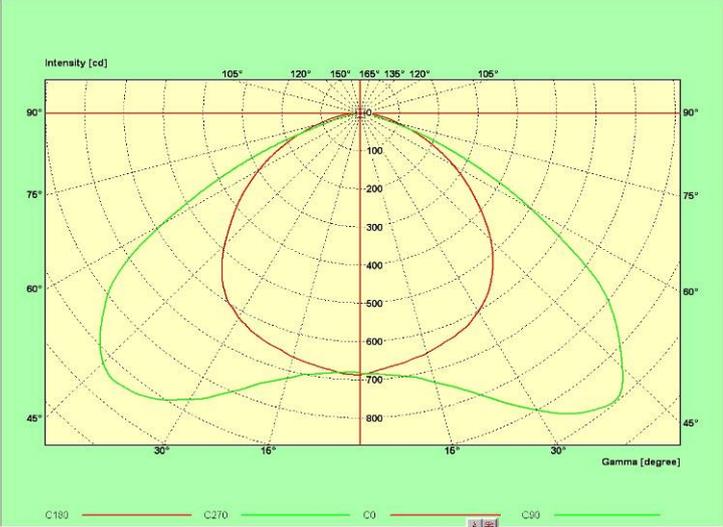
H/R T/R	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90
0.00	7.00	8.10	9.25	10.35	11.70	13.15	14.70	16.20	-	-
0.10	6.80	8.00	9.10	10.30	11.60	13.00	14.60	16.10	-	-
0.20	6.50	7.60	8.75	9.85	11.20	12.70	14.00	15.70	-	-
0.30	6.45	7.40	8.40	9.50	10.85	12.10	13.70	15.00	-	-
0.40	6.40	7.30	7.30	9.40	10.60	11.90	13.20	14.60	16.00	-
0.50	6.40	7.30	8.30	9.40	10.50	11.75	13.00	14.40	15.70	-
0.60	6.40	7.35	8.40	9.40	10.50	11.70	13.00	14.10	15.40	-
0.70	6.50	7.40	8.50	9.50	10.50	11.70	12.85	14.00	15.20	-
0.80	6.60	7.50	8.60	9.50	10.60	11.75	12.80	14.00	15.10	-
0.90	6.75	7.70	8.70	9.65	10.75	11.80	12.90	14.00	15.00	16.00
1.00	7.00	7.90	8.80	9.75	10.80	11.90	12.95	14.00	15.00	16.00
1.10	7.20	8.15	9.00	9.90	10.95	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1.20	7.50	8.30	9.20	10.00	11.02	12.10	13.10	14.00	15.00	16.00
1.30	7.70	8.55	9.35	10.20	11.20	12.25	13.20	14.00	15.00	16.00
1.40	8.00	8.70	9.50	10.40	11.40	12.40	13.25	14.05	15.00	16.00
1.50	8.20	8.85	9.70	10.55	11.50	12.50	13.30	14.05	15.02	16.00
1.60	8.40	9.00	9.80	10.80	11.75	12.60	13.40	14.20	15.10	16.00
1.70	8.50	9.20	10.00	10.85	11.85	12.75	13.45	14.20	15.10	16.00
1.80	8.65	9.35	10.10	11.00	11.90	12.80	13.50	14.20	15.10	16.00
1.90	8.80	9.50	10.20	11.00	12.00	12.82	13.55	14.20	15.10	16.00
2.00	8.90	9.60	10.40	11.10	12.00	12.85	13.60	14.30	15.10	16.00
2.10	9.00	9.75	10.50	11.20	12.10	12.90	13.70	14.35	15.10	16.00
2.20	9.15	9.85	10.60	11.30	12.10	12.90	13.70	14.40	15.15	16.00
2.30	9.30	9.90	10.70	11.40	12.20	12.95	13.70	14.40	15.20	16.00
2.40	9.40	10.00	10.80	11.50	12.25	13.00	13.75	14.45	15.20	16.00
2.50	9.50	10.15	10.85	11.55	12.30	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00
2.60	9.55	10.10	10.90	11.60	12.32	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00
2.70	9.60	10.16	10.92	11.63	12.35	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00
2.80	9.65	10.20	10.95	11.65	12.35	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00
2.90	9.70	10.23	10.95	11.65	12.35	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00
3.00	9.70	10.23	10.95	11.65	12.35	13.00	13.80	14.50	15.25	16.00

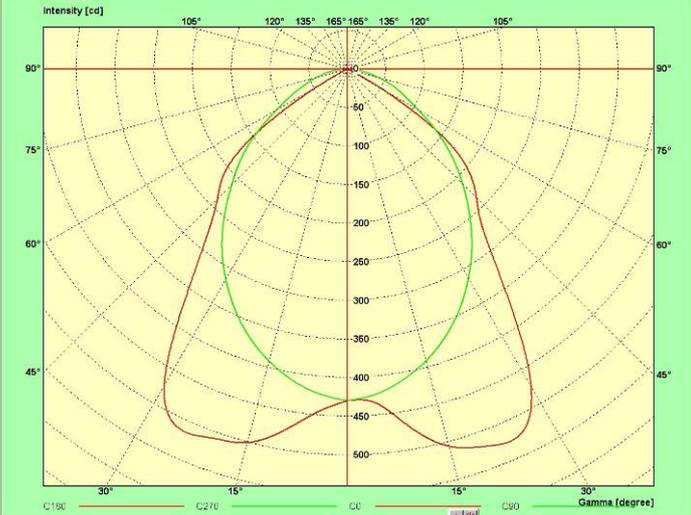
附 錄 二

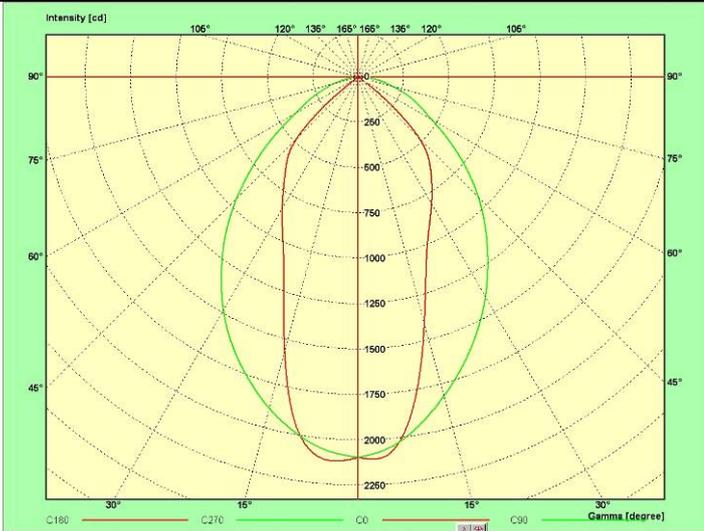
(模擬採用燈具之光學數據)

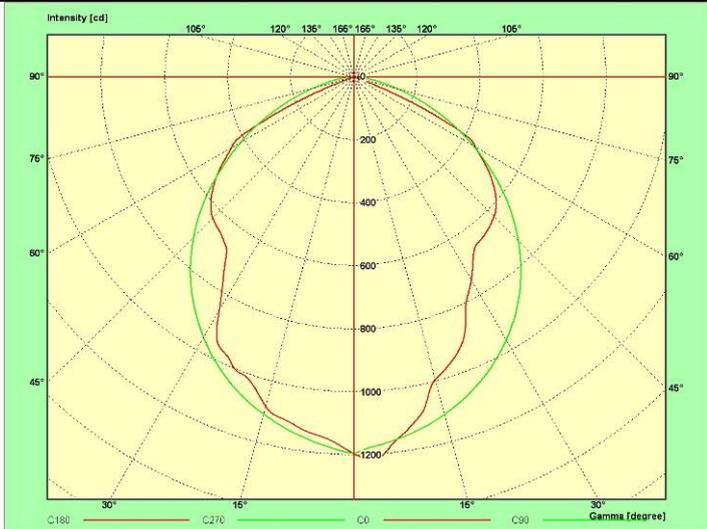
編號	01				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1200mm、寬600mm、發光尺寸:長1160mm、寬550mm 2. 燈源色溫:6150 K、演色性:88 3. 使用T8 40W燈管3支 4. 燈具光輸出5137 lm、輸入功率115 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率 (Lm/W)	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
		平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	45	19.2	15.5	100	84
燈具配光					
燈具照片					

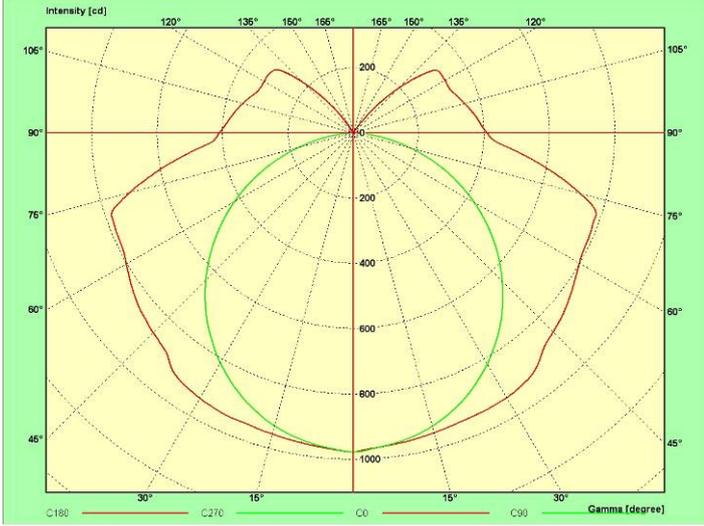
編號	02				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1200mm、寬600mm、發光尺寸:長1160mm、寬550mm 2. 燈源色溫:6384 K、演色性:86 3. 使用T5 28W燈管3支 4. 燈具光輸出4007 lm、輸入功率75 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率 (Lm/W)	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
		平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	53	18.2	14.8	99	85
燈具配光					
燈具照片					

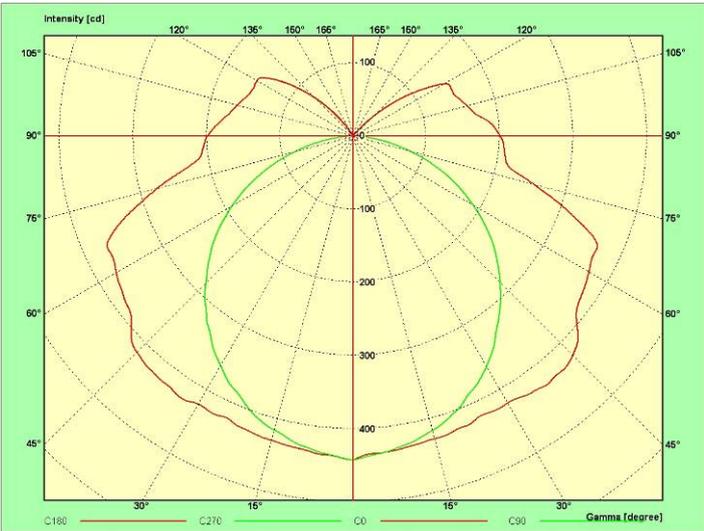
編號	03				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長550mm、寬550mm 2. 燈源色溫:6535 K、演色性:88 3. 使用T8 20W燈管4支 4. 燈具光輸出2544 lm、輸入功率81 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	32	20.6	19.1	122	111
燈具配光					
燈具照片					

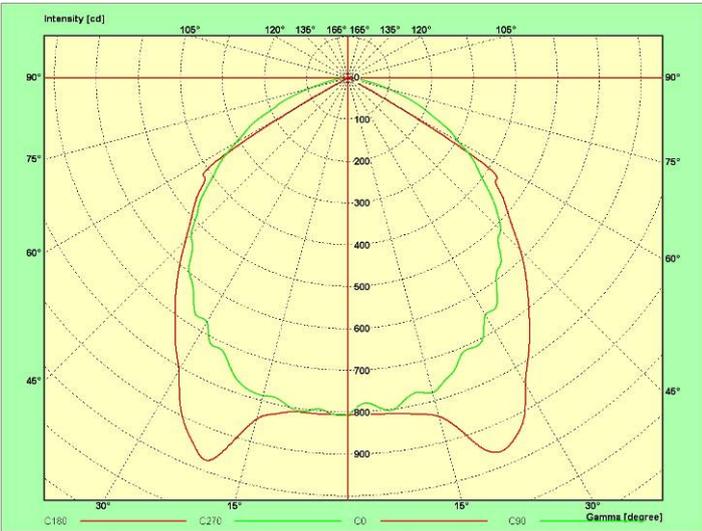
編號	04				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長550mm、寬550mm 2. 燈源色溫:6339 K、演色性:87 3. 使用T5 14W燈管4支 4. 燈具光輸出2795 lm、輸入功率67 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	42	18.2	15.6	89	84
燈具配光					
燈具照片					

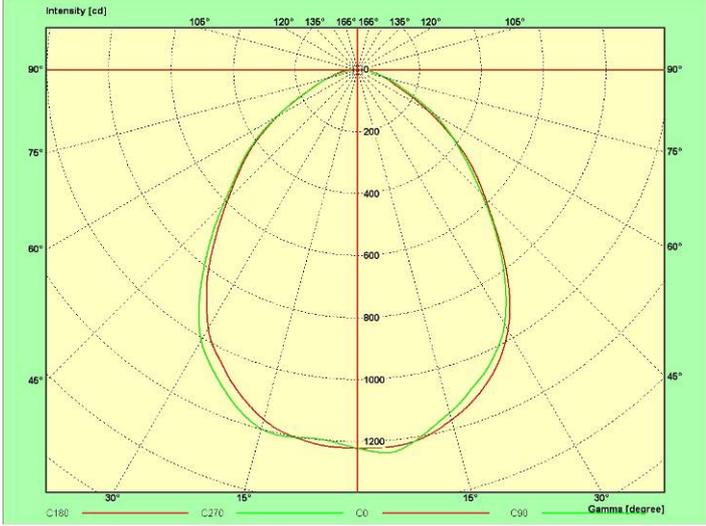
編號	05				
燈具描述	<p>1. 燈具尺寸:長1200mm、寬300mm、發光尺寸:長1150mm、寬280mm</p> <p>2. 燈源色溫:6384K、演色性:86</p> <p>3. 使用T5 28W燈管2支</p> <p>4. 燈具光輸出2621 lm、輸入功率55 w、具格柵板設計。</p>				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	48	18.3	11.0	84	44
燈具配光	 <p>The diagram is a light distribution curve (LDC) plot. The vertical axis represents Intensity in candelas (cd), ranging from 0 to 2250. The horizontal axis represents Gamma in degrees, ranging from 0 to 106. Two curves are shown: a red curve for the parallel axis and a green curve for the vertical axis. The red curve peaks at approximately 2000 cd at 0 degrees. The green curve peaks at approximately 1500 cd at 0 degrees. The plot includes a grid of dashed lines for intensity and angle.</p>				
燈具照片	 <p>The photograph shows a long, narrow, rectangular lighting fixture. It has a white metal grille with a grid pattern. The fixture is mounted on a wall or ceiling. The lighting fixture is shown from a perspective view, highlighting its length and the grille design.</p>				

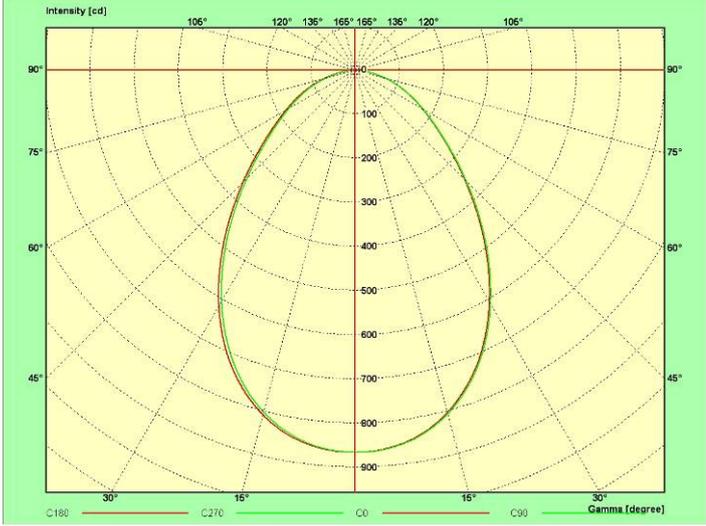
編號	06				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長550mm、寬550mm 2. 燈源色溫:6339 K、演色性:87 3. 使用T5 14W燈管3支 4. 燈具光輸出2593 lm、輸入功率46 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	56	19.0	18.2	103	96
燈具配光					
燈具照片					

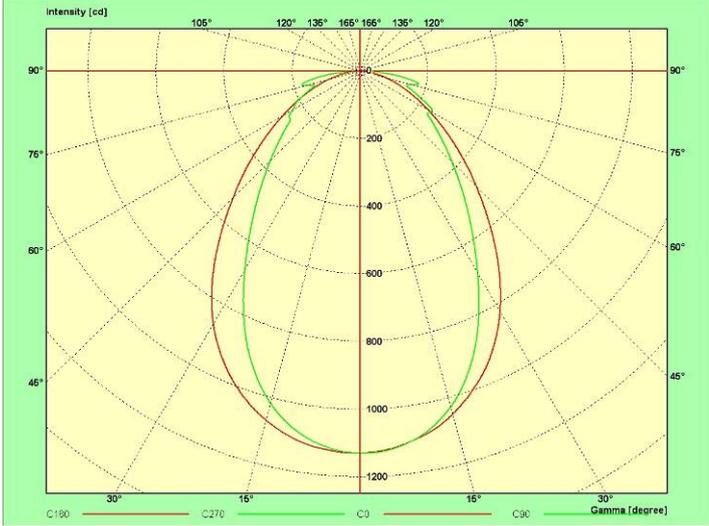
編號	07				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1200mm、寬180mm、發光尺寸:長1200mm、寬32mm 2. 燈源色溫:6384 K、演色性:86 3. 使用T5 28W燈管2支 4. 燈具光輸出4747 lm、輸入功率62 w、無格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	76	27.3	31.0	113	168
燈具配光					
燈具照片					

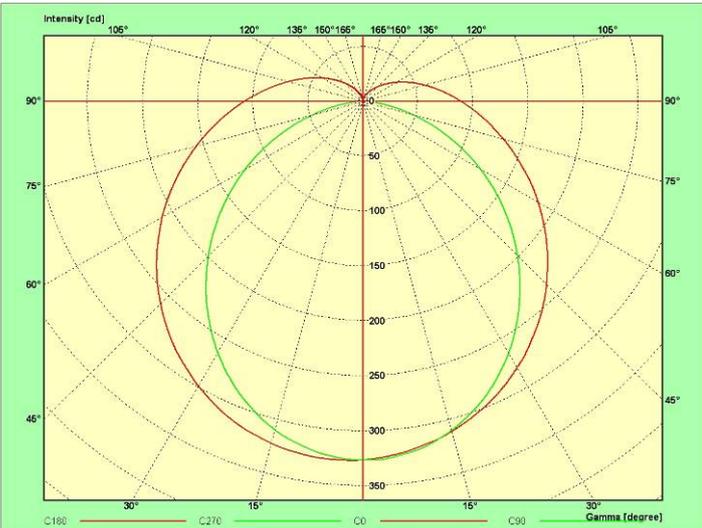
編號	08				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬180mm、發光尺寸:長600mm、寬32mm 2. 燈源色溫:6339 K、演色性:87 3. 使用T5 14W燈管2支 4. 燈具光輸出2120 lm、輸入功率33 w、無格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	64	27.2	30.6	111	158
燈具配光	 <p>The diagram is a light distribution plot with 'Intensity [cd]' on the vertical axis (0 to 105) and 'Gamma [degree]' on the horizontal axis (0 to 105). It features two curves: a red curve for the parallel axis and a green curve for the vertical axis. The red curve shows a wider beam spread, while the green curve is more focused. The plot includes a grid of dashed lines and a legend at the bottom identifying the curves: C180 (red), C270 (green), C0 (red), C90 (green).</p>				
燈具照片	 <p>The photograph shows a long, white, rectangular lighting fixture. It has a sleek, modern design with two T5 fluorescent tubes visible inside. The fixture is mounted on a wall or ceiling, and the background is a plain, light-colored surface.</p>				

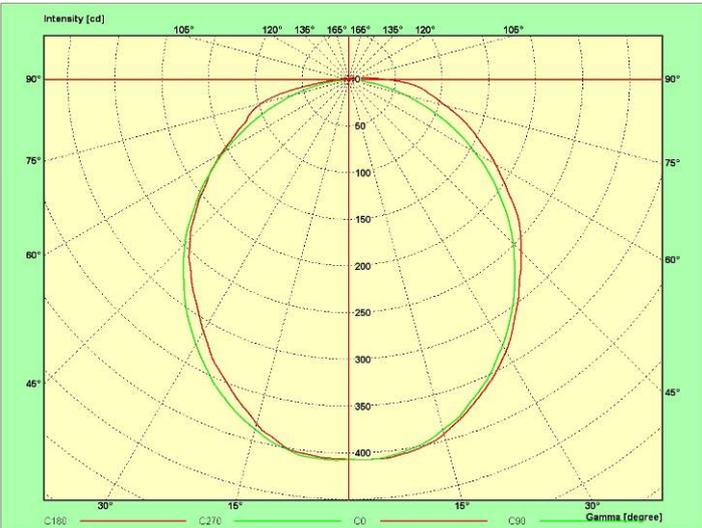
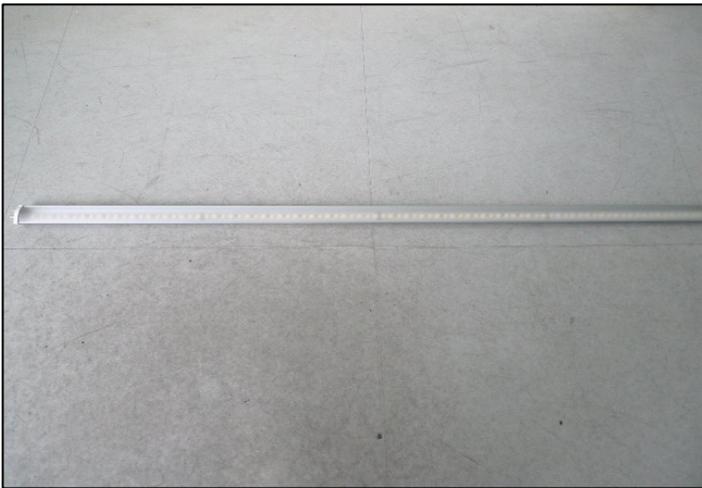
編號	09				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長550mm、寬550mm 2. 燈具色溫:7068 K、演色性:67 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出2125 lm、輸入功率48 w、具格柵板設計。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	44	18.2	15.9	107	100
燈具配光					
燈具照片					

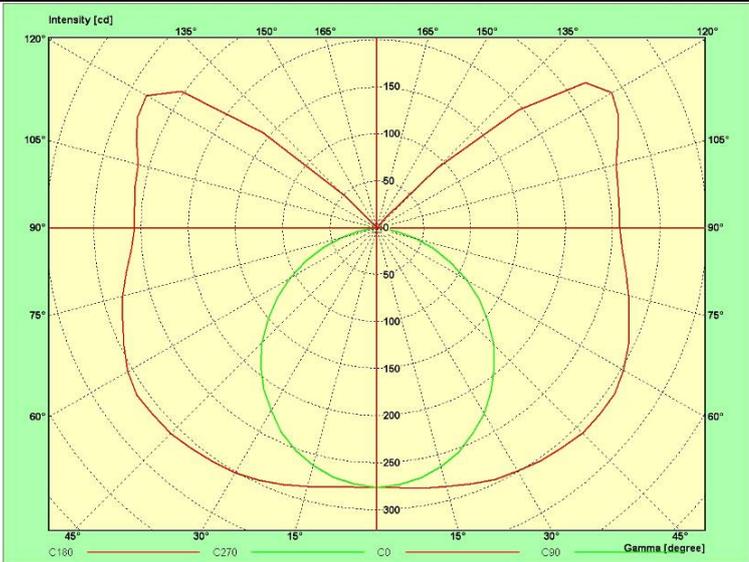
編號	10				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長550mm、寬550mm 2. 燈具色溫:6258 K、演色性:76 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出2556 lm、輸入功率46 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	56	17.4	17.3	88	88
燈具配光					
燈具照片					

編號	11				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長600mm、寬600mm、發光尺寸:長460mm、寬230mm 2. 燈具色溫:6956 K、演色性:83 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出1643 lm、輸入功率41 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	40	19.5	19.4	80	80
燈具配光					
燈具照片					

編號	12				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1160mm、寬110mm、發光尺寸:長1130mm、寬95mm 2. 燈具色溫:5411 K、演色性:74 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出2106 lm、輸入功率43 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	49	21.1	21.1	70	84
燈具配光					
燈具照片					

編號	13				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1200mm、寬34mm、發光尺寸:長1200mm、寬34mm 2. 燈具色溫:5768 K、演色性:67 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出1224 lm、輸入功率20 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	61	22.7	25.3	104	139
燈具配光					
燈具照片					

編號	14				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1195mm、寬30mm、發光尺寸:長1200mm、寬30mm 2. 燈具色溫:6777 K、演色性:83 3. 使用LED 燈源 4. 燈具光輸出1155 lm、輸入功率14 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	82	24.4	25.1	104	107
燈具配光					
燈具照片					

編號	15				
燈具描述	1. 燈具尺寸:長1200mm、寬100mm、發光尺寸:長1200mm、寬26mm 2. 燈具色溫:6545 K、演色性:83 3. 使用T8 燈源 4. 燈具光輸出2228 lm、輸入功率37 w。				
燈具性能	發光效率	眩光指標 (UGR)		光束角 (1)	光束角 (2)
	(Lm/W)	平行燈軸	垂直燈軸	平行燈軸	垂直燈軸
	60	24.1	28.2	111	262
燈具配光	 <p>The diagram is a light distribution plot with 'Intensity [cd]' on the vertical axis (0 to 300) and 'Gamma [degree]' on the horizontal axis (0 to 180). It features two curves: a red curve for the parallel axis and a green curve for the vertical axis. The red curve shows a wide beam spread, while the green curve shows a narrower, more focused beam. The plot includes a grid of dashed lines and is set against a yellow background with a green border.</p>				
燈具照片	 <p>A photograph of a long, thin, white fluorescent light fixture lying horizontally on a light-colored tiled floor. The fixture has two small red caps at each end.</p>				

附 錄 三

(便利商店照明模擬結果)

表 1 便利商店編號(a)DIALux 模擬結果

燈具編號	平均照度 (Lux)	均齊度 (Uni)	用電密度 (LPD)	演色性 (Ra)	燈具輝度 (cd/m ²)	眩光指標 (垂直燈軸)
01	530	0.822	15.78	88	3115	15.5
02	608	0.802	15.43	86	2405	14.8
03	605	0.665	29.63	88	4009	19.1
04	562	0.765	18.38	87	3284	15.6
05	561	0.795	15.09	86	4143	11.0
06	500	0.831	12.62	87	2972	18.2
07	636	0.730	17.01	86	6033	31.0
08	594	0.710	18.86	87	5165	30.6
09	537	0.760	17.56	67	2396	15.9
10	500	0.818	12.62	76	2870	17.3
11	534	0.760	18.75	83	4434	19.4
12	533	0.820	15.73	74	4577	21.1
13	534	0.669	16.46	67	34499	25.3
14	553	0.704	11.60	83	952128	25.1
15	553	0.694	20.86	83	24473	28.2

表 2 便利商店編號(a)照明品質評價結果

編號	平均照度 (S_{Eav})	均齊度 (S_{Uni})	用電密度 (S_{LPD})	演色性 (S_{Ra})	燈具輝度 (S_{lum})	眩光指標 (S_{UGR})	整體評價 (S_{Total})
01	52.6	82.2	81.1	88	69.8	78	74
02	59.4	80.2	82.9	86	81.6	80.8	78
03	59.1	66.5	11.9	88	54.9	63.6	58
04	55.4	76.5	68.1	87	66.9	77.6	71
05	55.3	79.5	84.6	86	52.6	96	75
06	50.0	83.1	96.9	87	72.1	67.2	74
07	61.8	73.0	75.0	86	21.1	16	52
08	58.2	71.0	65.7	87	35.6	17.6	53
09	53.2	76.0	72.2	67	81.7	76.4	70
10	50.0	81.8	96.9	76	73.8	70.8	73
11	53.0	76.0	66.3	83	47.8	62.4	63
12	52.9	82.0	81.4	74	45.4	55.6	62
13	53.0	66.9	77.7	67	0.0	38.8	47
14	54.6	70.4	100.0	83	0.0	39.6	54
15	54.6	69.4	55.7	83	0.0	27.2	45

表 3 便利商店編號(b)DIALux 模擬結果

燈具編號	平均照度 (Lux)	均齊度 (Uni)	用電密度 (LPD)	演色性 (Ra)	燈具輝度 (cd/m ²)	眩光指標 (垂直燈軸)
01	552	0.798	15.78	88	3115	15.5
02	576	0.774	13.72	86	2405	14.8
03	553	0.722	24.69	88	4009	19.1
04	536	0.790	16.34	87	3284	15.6
05	526	0.728	13.41	86	4143	11.0
06	610	0.817	14.02	87	2972	18.2
07	610	0.733	14.17	86	6033	31.0
08	547	0.706	15.09	87	5165	30.6
09	512	0.714	14.63	67	2396	15.9
10	602	0.794	14.02	76	2870	17.3
11	574	0.755	18.75	83	4434	19.4
12	618	0.764	16.38	74	4577	21.1
13	587	0.503	14.43	67	34499	25.3
14	603	0.521	10.32	83	952128	25.1
15	602	0.683	19.47	83	24473	28.2

表 4 便利商店編號(b)照明品質評價結果

編號	平均照度 (S_{Eav})	均齊度 (S_{Uni})	用電密度 (S_{LPD})	演色性 (S_{Ra})	燈具輝度 (S_{lum})	眩光指標 (S_{UGR})	整體評價 (S_{Total})
01	54.5	79.8	81.1	88	69.8	78	74
02	56.6	77.4	91.4	86	81.6	80.8	79
03	54.6	72.2	36.6	88	54.9	63.6	61
04	53.1	79.0	78.3	87	66.9	77.6	73
05	52.3	72.8	93.0	86	52.6	96	75
06	59.5	81.7	89.9	87	72.1	67.2	75
07	59.5	73.3	89.2	86	21.1	16	54
08	54.1	70.6	84.6	87	35.6	17.6	55
09	51.0	71.4	86.9	67	81.7	76.4	72
10	58.9	79.4	89.9	76	73.8	70.8	73
11	56.4	75.5	66.3	83	47.8	62.4	64
12	60.2	76.4	78.1	74	45.4	55.6	63
13	57.6	50.3	87.9	67	0.0	38.8	48
14	58.9	52.1	100.0	83	0.0	39.6	54
15	58.9	68.3	62.7	83	0.0	27.2	47

表 5 便利商店編號(c)DIALux 模擬結果

燈具編號	平均照度 (Lux)	均齊度 (Uni)	用電密度 (LPD)	演色性 (Ra)	燈具輝度 (cd/m ²)	眩光指標 (垂直燈軸)
01	582	0.536	15.78	88	3115	15.5
02	597	0.613	13.72	86	2405	14.8
03	531	0.559	23.15	88	4009	19.1
04	517	0.648	15.32	87	3284	15.6
05	581	0.689	15.09	86	4143	11.0
06	576	0.641	13.15	87	2972	18.2
07	511	0.593	11.34	86	6033	31.0
08	505	0.577	13.58	87	5165	30.6
09	571	0.569	16.46	67	2396	15.9
10	571	0.643	13.15	76	2870	17.3
11	523	0.639	16.87	83	4434	19.4
12	555	0.660	14.75	74	4577	21.1
13	555	0.571	14.63	67	34499	25.3
14	562	0.564	10.32	83	952128	25.1
15	549	0.547	17.52	83	24473	28.2

表 6 便利商店編號(c)照明品質評價結果

編號	平均照度 (S_{Eav})	均齊度 (S_{Uni})	用電密度 (S_{LPD})	演色性 (S_{Ra})	燈具輝度 (S_{lum})	眩光指標 (S_{UGR})	整體評價 (S_{Total})
01	57.1	53.6	81.1	88	69.8	78	73
02	58.4	61.3	91.4	86	81.6	80.8	78
03	52.7	55.9	44.3	88	54.9	63.6	61
04	51.5	64.8	83.4	87	66.9	77.6	74
05	57.0	68.9	84.6	86	52.6	96	74
06	56.6	64.1	94.3	87	72.1	67.2	74
07	51.0	59.3	100.0	86	21.1	16	53
08	50.4	57.7	92.1	87	35.6	17.6	55
09	56.2	56.9	77.7	67	81.7	76.4	71
10	56.2	64.3	94.3	76	73.8	70.8	73
11	52.0	63.9	75.7	83	47.8	62.4	64
12	54.8	66.0	86.3	74	45.4	55.6	62
13	54.8	57.1	86.9	67	0.0	38.8	48
14	55.4	56.4	100.0	83	0.0	39.6	53
15	54.3	54.7	72.4	83	0.0	27.2	46

表 7 便利商店編號(d)DIALux 模擬結果

燈具編號	平均照度 (Lux)	均齊度 (Uni)	用電密度 (LPD)	演色性 (Ra)	燈具輝度 (cd/m ²)	眩光指標 (垂直燈軸)
01	610	0.756	15.78	88	3115	15.5
02	590	0.739	12.86	86	2405	14.8
03	511	0.616	20.83	88	4009	19.1
04	515	0.750	14.36	87	3284	15.6
05	592	0.655	14.15	86	4143	11.0
06	549	0.758	11.83	87	2972	18.2
07	507	0.649	10.63	86	6033	31.0
08	567	0.606	13.86	87	5165	30.6
09	553	0.643	14.81	67	2396	15.9
10	548	0.747	11.83	76	2870	17.3
11	582	0.673	17.22	83	4434	19.4
12	532	0.741	13.27	74	4577	21.1
13	523	0.413	12.35	67	34499	25.3
14	531	0.407	8.7	83	952128	25.1
15	530	0.608	15.33	83	24473	28.2

表 8 便利商店編號(d)照明品質評價結果

編號	平均照度 (S_{Eav})	均齊度 (S_{Uni})	用電密度 (S_{LPD})	演色性 (S_{Ra})	燈具輝度 (S_{lum})	眩光指標 (S_{UGR})	整體評價 (S_{Total})
01	59.5	75.6	81.1	88	69.8	78	75
02	57.8	73.9	95.7	86	81.6	80.8	79
03	51.0	61.6	55.9	88	54.9	63.6	63
04	51.3	75.0	88.2	87	66.9	77.6	74
05	58.0	65.5	89.3	86	52.6	96	75
06	54.3	75.8	100.0	87	72.1	67.2	75
07	50.6	64.9	100.0	86	21.1	16	53
08	55.8	60.6	90.7	87	35.6	17.6	56
09	54.6	64.3	86.0	67	81.7	76.4	72
10	54.2	74.7	100.0	76	73.8	70.8	74
11	57.1	67.3	73.9	83	47.8	62.4	65
12	52.8	74.1	93.7	74	45.4	55.6	63
13	52.0	41.3	98.3	67	0.0	38.8	48
14	52.7	40.7	100.0	83	0.0	39.6	52
15	52.6	60.8	83.4	83	0.0	27.2	48

表 9 便利商店編號(e)DIALux 模擬結果

燈具編號	平均照度 (Lux)	均齊度 (Uni)	用電密度 (LPD)	演色性 (Ra)	燈具輝度 (cd/m ²)	眩光指標 (垂直燈軸)
01	634	0.700	15.78	88	3115	15.5
02	611	0.703	12.86	86	2405	14.8
03	505	0.602	19.44	88	4009	19.1
04	512	0.714	13.79	87	3284	15.6
05	581	0.716	13.58	86	4143	11.0
06	551	0.724	11.36	87	2972	18.2
07	543	0.612	10.63	86	6033	31.0
08	547	0.572	12.67	87	5165	30.6
09	598	0.641	16.13	67	2396	15.9
10	548	0.713	11.36	76	2870	17.3
11	548	0.680	15.75	83	4434	19.4
12	519	0.738	12.39	74	4577	21.1
13	534	0.588	12.35	67	34499	25.3
14	543	0.591	8.70	83	952128	25.1
15	513	0.554	14.02	83	24473	28.2

表 10 便利商店編號(e)照明品質評價結果

編號	平均照度 (S_{Eav})	均齊度 (S_{Uni})	用電密度 (S_{LPD})	演色性 (S_{Ra})	燈具輝度 (S_{lum})	眩光指標 (S_{UGR})	整體評價 (S_{Total})
01	61.6	70.0	81.1	88	69.8	78	75
02	59.6	70.3	95.7	86	81.6	80.8	79
03	50.4	60.2	62.8	88	54.9	63.6	64
04	51.0	71.4	91.1	87	66.9	77.6	74
05	57.0	71.6	92.1	86	52.6	96	76
06	54.4	72.4	100.0	87	72.1	67.2	75
07	53.7	61.2	100.0	86	21.1	16	53
08	54.1	57.2	96.7	87	35.6	17.6	56
09	58.5	64.1	79.4	67	81.7	76.4	72
10	54.2	71.3	100.0	76	73.8	70.8	74
11	54.2	68.0	81.3	83	47.8	62.4	65
12	51.7	73.8	98.1	74	45.4	55.6	64
13	53.0	58.8	98.3	67	0.0	38.8	49
14	53.7	59.1	100.0	83	0.0	39.6	53
15	51.1	55.4	89.9	83	0.0	27.2	49

附 錄 四

研究業務協調會會議紀錄及處理情形

項次	審查意見	辦理情形
1	1.本案計畫同意分三年辦理，第一年研究案名稱修正為「便利商店之照明環境品質與耗能狀況之研究」。	已調整修正。
2	2.調查內容應將照明燈具之型式、光源及安定器種類、是否加裝防眩格柵或反射板等資料納入。	已納入調查項目。

期中審查會議紀錄及處理情形

項次	審查意見	辦理情形
1	<p><u>台灣區照明燈具輸出業同業公會</u></p> <p>1. 台灣地區便利商店共約 9,186 家 (97 年統計), 營業額達 1,677.2 億元, 年用電量約 15.28 億度, 在商業部門中是耗能較大之行業。</p> <p>2. 能源局於 95 年邀集國內五大集團連鎖便利商店業者共同推動節約能源工作, 計畫在 3 年內達到自行節約用電量 5~10% 之目標, 且由各集團各自訂定照明節能措施, 目前均已圓滿達成。</p> <p>3. 便利商店遍佈大街小巷, 店數密度高, 且 24 小時營業, 如何採行節能措施, 改變民眾對便利商店照明過量、高耗能不好印象, 並推廣節能經驗, 值得研究探討。</p> <p>4. 建議照度標準之合理修訂由目前 1300 lx 向下修為 1000~1100lx。</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 感謝委員意見。</p> <p>3. 感謝委員意見。</p> <p>4. 感謝委員意見。</p>
2	<p><u>李副組長麗玲</u></p> <p>1. 騎樓之光源輝度請加入與人因有關資料蒐集, 並列為品質指標建議項目。</p> <p>2. 請針對特殊案例做個案分析, 進行差異比較其商業效益。</p> <p>3. 請蒐集國外最新便利商店照明節能方法。</p> <p>4. 建議依便利商店坐落位置 (如市區或郊區) 作比較分析, 另晝光因素亦可納入考量。</p>	<p>1. 已列為品質指標項目之一。</p> <p>2. 已進行模擬案例分析比較。</p> <p>3. 將加強蒐集。</p> <p>4. 囿於時間限制, 晝光因素將不納入探討。</p>

3	<p><u>周教授伯丞</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究調查進度符合預期成果需求，有助於釐清便利商店照明品質與耗能之關連性。 2. 後續可再加強說明便利商店照明節能策略之建言。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。
4	<p><u>馮協理文信</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 初期環境調查相當用心，蒐集了很多光環境數據，建議把維護成本（電費+設備費）及壽命週期納入調查數據。 2. 光環境之色溫及演色性建議納入參考評估。 3. 照明設備的選擇影響光環境表現至大，建議經由此次研究提出一些參考意見。 4. 量測數據的時間點可再確認是在燈管壽命之期初、期中、期末。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究係進行現況調查，囿於時間限制，將不納探討入。 2. 已將燈源色溫及演色性納入調查項目。 3. 感謝委員意見。 4. 本研究係進行現況調查，較難確認燈管壽命。
5	<p><u>張教授又升</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 傢俱規劃（陳列櫃）與燈具配置影響照明品質甚高，建議可列為未來照明設計之建議事項。 2. 便利商店照明可能兼具保全（社會安全）之功能，建議可進行討論。 3. 請提供超量設計之改善建議。 4. 建議加入白天照明使用現況調查。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 囿於時間限制，將不納入探討。 3. 遵照委員補充修正。 4. 囿於時間限制，將不納入探討。
6	<p><u>蕭教授弘清</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 南北地區之差異會因氣候條件而造成空調、照明用電方式、用電容量之差異，連同選用光源色溫也會有所不同，故地區性差異宜略加注意。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。

	<p>2. 便利商店靠窗面向面積大小，對光、隔熱等條件也會影響，研究中可加以留意。</p> <p>3. 目前研究先著眼於夏季條件（並限於夜間）未來是否涵蓋一年四季及全日記錄、晝光利用與人工照明之比例及實際用電量等。</p> <p>4. 台科大過去曾幫台電作過便利商店之研究，範圍擴大至空調、電熱、照明、事務機器等，現場資料收集包括中國大陸及日本，可參考部分經驗。</p>	<p>2. 感謝委員意見。</p> <p>3. 本研究案執行期程為1年，建議納入後續研究探討。</p> <p>4. 感謝委員意見。</p>
<p>7</p>	<p><u>鄭組長元良</u></p> <p>1. 請分析不同便利商店節能改善情形，俾供比對參考。</p>	<p>1. 遵照委員補充修正。</p>