

2013中華民國營建工程學會第十一屆營建工程與 永續能源研討會 燈具配置對教室照明之影響

張謙允 (Chian-Yeuh Chang)
中原大學室內設計系

沈國瑞* (Kuo-Jui Shen)
萬能科技大學營建科技系
中原大學室內設計系

摘要

教室照明是影響學生學習的要素之一，良好的照明條件除了應滿足 CNS 規範之要求外，與光分佈相關的物理參數--均齊度，與視覺舒適度相關之物理參數--眩光指數，均是必要考慮的項目。本研究以一般大學教室規模與燈具配置方式做分析基礎，運用數值模擬方法，分別採用國內外的 T5 雙燈管燈具組，探討燈具配置數量、燈具配置高度、配置方向對照明成效之影響。分析結果顯示燈具的種類、燈具數量、燈具配置方向對教室照度、均齊度、眩光指數均有顯著之影響，研究成果可提供學校未來在燈具選擇與配置上的參考。

關鍵字：照明、均齊度、眩光指數

Classroom Illumination Effects in different Lamp Layout

Abstract

Classroom lighting is one of the factors affecting student learning. Good classroom lighting parameters pertaining to lighting quality should be basically consistent with the requirements of CNS specification. The physical parameters related to the distribution of Uniformity, and parameters related visual Unified Glare Rating are also indispensable. In this study, numerical lighting simulation methods are used to investigate university classroom lighting parameters for different lamp type, different number of lamps, and different lamp configuration height. The results showed that the aforementioned variety of lighting conditions affect the classroom illumination parameters quite remarkable.

Keywords: lighting, uniformity, glare index

一、前言

教育部學校教室照明與節能參考手冊，2004 指出：“學校教室的照明應以視覺的健康舒適作為考慮的要點。因為學生在教室進行學習活動時，幾乎全是靠短距離的注視，為了適應教室環境，人類視覺器官會自行調節，而使眼部肌肉過份緊張，故長期在不良的教室照明環境下學習，將造成視覺生理上的疾病”。顯見教室照明的重要性。良好的照明條件除了應滿足 CNS12112 規範之照度要求外，光的物理參數如均齊度與眩光指數，均是必要考慮的項目。許招墉，1998 將一般建築之照明方法依照明器具之配光方式區分為直接照明、半直接照明、擴散照明，半間接照明、間接照明等五種。國內教室中為使光源充分利用，仍以配置直接照明燈具為主。

本研究之照明分析係使用德國的 Dialux 照明軟體，Sabah 等人 2011 指出：“DIALux 照明設計軟體可以用於照明設計、照明規劃和專業照明計算，評估所有用於室內和室外各種環境的照明系統的照明參數時可以提供清晰和精確的結果”。研究數值模擬對象係針對一般大學教室空間配置，以直接照明燈具做分析基礎，為了比較燈具影響性，分別採用國內外的 T5 雙燈管燈具組，探討一般教室內燈具配置 12 組與 15 組情況下，燈具配置高度、配置方向對照明成效之影響。

二、主要內容

2.1 相關文獻

教育部學校教室照明與節能參考手冊，2004指出，要求事物看得清楚，需要有足夠的照度，也就是被照射物體的明亮程度；除了照度充足外，被照射物體的光線是否均勻，是否有強烈的對比，是視力保健的關鍵，建議普通教室桌面照度為500lux以上(此值較教育部民國89年5月17日函，公布學校一般教室照明標準桌面照度不低於350lux為高)。手冊另指出，眼睛適應時，需要一定的時間才會恢復正常視力，如果經常交替適應，整個視力工作就發生困難，更導致視覺的疲勞，手冊建議良好的桌面均齊度應在0.5 以上。

陳志堅，2009，提出：「室內照明耗費大量的用電，基於節能減碳的考量，經濟部於2008年底公告實施CNS14335室內燈具之節能標章規範。依據該規定，室內燈具需滿足發光效率及眩光指數範圍，方能通過認證。目前大部分市售高效率室內燈具多滿足發光效率要求，卻有過大的眩光指數」。洪國豪，(2005) 指出：“目前國內現有的教室照明燈具為10 年前之設計產品，已不能滿足多元化教學得空間使用……，亦指出，現有學校教室多採用直接照明式燈具，雖較有效率但無法達到保護學童視力與提供一個真正舒適的學習與視覺環境”，因此設計新式教室照明燈具以為改善。

2.2 研究方法

本文研究程序與方法說明如下：

1. 蒐集燈具之照明參數資料：國外燈具之配光曲線可由該公司網頁中搜尋得知，如圖1 燈具A即為選用之美國T5-28w雙燈管燈座。國內燈具之配光曲線則直接將燈具組透過配光曲線儀實際量測求得，圖2 燈具B即為國內教室常用之T5燈具及實測配光曲線
2. 選定分析教室及桌椅配置：選定一般大學教室，量測教室大小、桌椅尺寸和桌椅高度，作為數值模擬分析依據。
3. 燈具配置：設定燈具配置之方向，包含與黑板平行配置及與黑板垂直配置，數值模擬燈具設置高度範圍為2.75m~4.0m。
4. 數值模擬運算：使用DIALUX照明分析軟體，繪製實體教室圖形（如圖3），設定分析的桌面區範圍及需要量測之參數，執行運算，輸出照度、均齊度和眩光指數。
5. 結果整理：整理所得之照明物理參數，繪製分析成果圖。

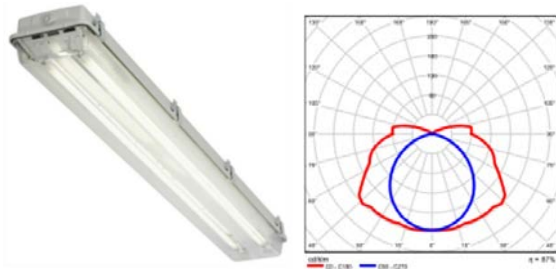


圖1. 燈具A-WHITECROFT ACFH228P ACF DURALITE T5燈具及配光曲線



圖2. 燈具B-國內教室常用之T5燈具及實測配光曲線



圖3. 繪製實體教室圖形

2.3 資料分析與討論

最小照度

本研究數值模擬所得閱讀區的最小照度成果如圖4，圖中12h表示28w兩支一組，共12組燈具，平行黑板排列，15v表示共15組燈具，垂直黑板排列。在相同的燈具數量及配置方向情況下，燈具A與燈具B測得之最小照度相近，最小照度由高到低的排列方式為：垂直黑板15組最小照度 > 平行黑板15組最小照度 > 垂直黑板12組最小照度 > 平行黑板12組最小照度，顯示燈具組多時閱讀區的最小照度會提高的合理性。由於配光曲線係向燈管兩側佈光，燈具組數量相同情況下，垂直黑板時的照度較平行黑板時為高。

教室桌面的最小照度依教育部規定，至少需大於350 lux，但由圖4觀察，無論燈具A或燈具B於配置12組的條件下，均無法達到相關規定。燈具A或燈具B於垂直黑板配置15組時均能達到350 lux要求，燈具B(即國內教室常用之T5燈具)平行黑板配置15組時必須在配置在高度2.9m以上，才能符合大於350 lux的需求。燈具A平行黑板配置15組時則須設置在3m以上方能符合規定。

由圖4看出，在多燈具燈光重疊條件下，燈具A(國外T5燈具組)與燈具B於垂直黑板配置時不論12組或15組均約於高度3.3m達到最大值，反之，燈具平行黑板配置時，在測試高度範圍內，最小照度則隨高度增加而增高。

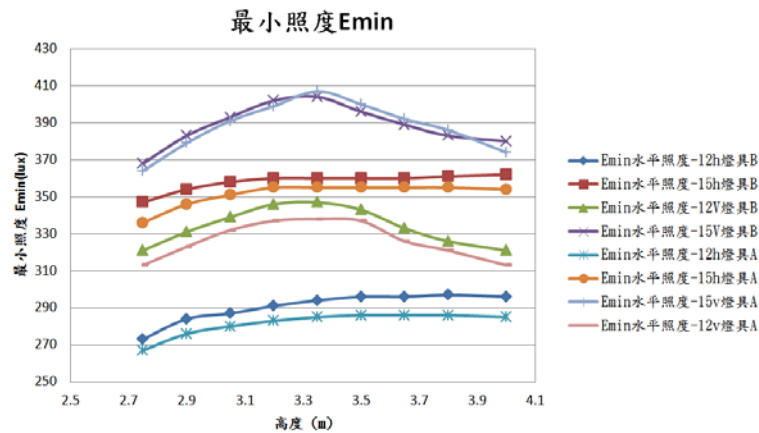


圖4 燈具高度與最小照度關係圖

均齊度分析

均齊度是指作業面上之最低照度與平均照度的比值，依「學校教室照明與節能參考手冊」2004建議，良好的均齊度桌面應在0.5 以上。數值模擬所得閱讀區燈具高度與均齊度關係如圖5所示，均齊度分析由高到低的排列方式為：垂直黑板燈具12組 > 垂直黑板燈具15組 > 平行黑板燈具12組 > 平行黑板燈具15組，簡言之，燈具12組均齊度較燈具15組時佳，此現象可能起因於燈具15組情況下使局部照度增強所致。由圖形5觀察顯示，除了燈具採平行黑板配置且配置高度低於2.8m情況外，均齊度均可達到0.5的要求。

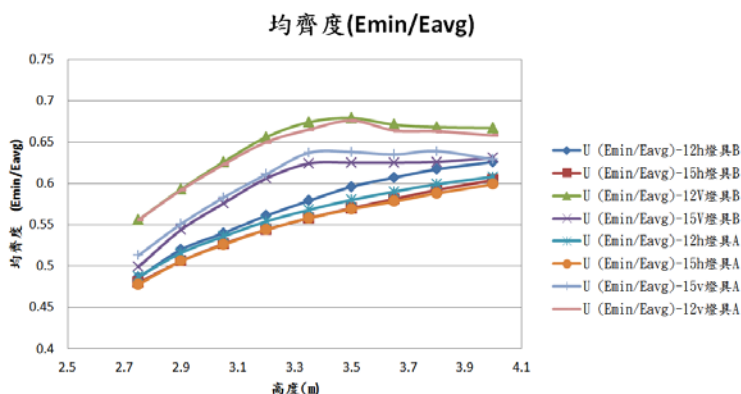


圖5 燈具高度與均齊度關係圖

最大統一眩光指數分析

教育部學校教室照明與節能參考手冊，2004指出「若教室照明環境中因為燈具的輝度過強造成刺眼的現象或過強的輝度比會產生不快感，造成視力的降低，稱為眩光。教室中由燈具所造成的直接眩光最為嚴重，教室照明工程中應當重視」。數值模擬所得閱讀區朝上課時學生眼睛方向，燈具A之最大統一眩光指數均小於10，燈具B燈具高度與最大眩光指數關係見圖6，分析結果顯示，最大眩光指數幾乎不受燈具組數影響，而與燈具配置方向、配置組數有關，最大統一眩光指數隨燈具配置高度增加而減少，依據國際照明委員會標準CIE建議，閱讀區統一眩光指數以小於19為宜，圖6中燈具B在垂直黑板配置情況高度需達到3.2m以上方能滿足，反之，燈具採平行黑板配置時只有高度需達到4m時恰符合。燈具B採平行黑板配置眩光指數較高之可能原因(1)由於眩光指數具有方向性，燈管發光方向主要係與管軸垂直，當燈具B採平行黑板配置時，光分佈方向與評估之眩光指數方向一致，使眩光指數較高，(2)燈具B本身不具有燈罩，無法達到學校教室照明與節能參考手冊2004中敘述”減少眩光主要是控制光源在投射角45°~85°範圍內的輝度”的建議。

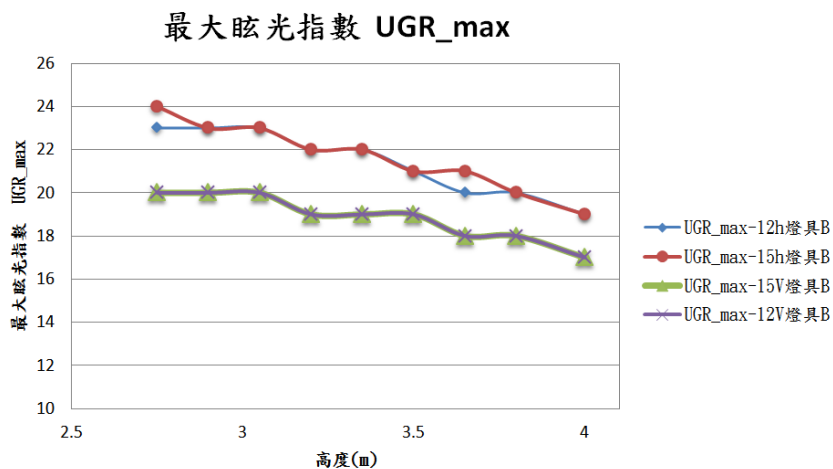


圖6 燈具B高度與最大眩光指數關係圖

2.4 結論

本研究分別採用國內外的28w T5雙燈管燈具組，以一般大學教室規模與燈具配置方式做分析基礎，運用數值模擬方法，探討燈具配置數量、燈具配置高度、配置方向對教士閱讀區照明成效之影響。數值分析結果顯示：

- (1) 由於配光曲線係向燈管兩側佈光，燈具組數量相同情況下，垂直黑板時的照度較平行黑板時為高，配置15組時兩者均能達到350 lux照度，但均無法達到2004年教育部建議之照度500 lux值。
- (2) 不論國外有燈罩燈具或國內無燈罩燈具，最小照度於垂直黑板配置時不論12組或15組均約於高度3.3m時達到最大值，惟配置12組28w T5雙燈管燈具時均無法達到350 lux要求。
- (3) 國內教室常用之28w雙燈管T5燈具組必須配置15組且配置高度在2.9m以上，才能符合大於350 lux的需求。
- (4) 燈具垂直黑板配置較平行黑板配置可獲得更高的均齊度，分析顯示，除了燈具採平行黑板配置且配置高度低於2.8m情況外，均齊度均可達到0.5的要求。
- (5) 最大統一眩光指數幾乎不受燈具組數影響，而與燈具配置方向、配置組數有關，最大眩光指數隨燈具配置高度增加而減少。
- (6) 國內教室常用之無燈罩28w T5雙燈管燈具造成的統一眩光指數遠較國外有燈罩燈具者高，燈具採平行黑板配置時閱讀區統一眩光指數幾乎均超過CIE建議值19，反之，雖然垂直黑板配置情況統一眩光指數較低，但燈具配置高度亦需達到3.2m以上方能符合CIE建議值。

依據前述分析成果，建議國內教室用28w T5雙燈管燈具宜改用有燈罩燈具，採垂直黑板配置，若天花板高度足夠，燈具配置15組時，高度最好能達到3.3m，使閱讀區內照度能得到較佳結果，同時均齊度、統一眩光指數也能符合規範要求。

三、參考文獻

1. 教育部，學校教室照明與節能參考手冊，2004
2. 許招墉，現代照明實務，全華科技圖書股份有限公司，1998。
3. Sabah A. Abdul-Wahab, Syed Uzair Ahmed, "Improvement of the Illumination Levels Combined with Energy Savings for a Residential Building," *Sick Building Syndrome*, pp 463-479, 2011
4. 陳志堅，「二次光學構件對燈具效能之研究—以輕鋼架螢光燈具符合節能標章為例」，中原大學室內設計研究所碩士論文，2009
5. 洪國豪，「學校教室照明燈具設計之研究」，碩士論文，國立台北科技大學建築與都市設計研究所，2005。