



## 5.2 實務篇

### 5.2.1 校園照明設備選用及設計原則

行政院於 100 年 5 月核定「政府機關及學校四省(省電、省油、省水、省紙)專案計畫」,對於每年度辦理之機關學校執行成效評鑑。

考核項目,擴大為「省電、省油、省水、省紙」4 項;然而,為協助各級學校在學童視力和節能減碳任務中取得平衡,並以維護學童視力發育為優先目標,本章節介紹了校園各區域照明設備選用及設計原則及校園常見照明節能設計方式,期許能為永續校園的發展與打造學童健康、舒適、節能的學習環境做努力。

#### 一、校園各區域照明設備選用與設計原則

學校各種教學場所主要包括各類型教室(音樂、電腦、美術、一般教室等)、禮堂、圖書館、活動中心及游泳池等場所,依據 CNS12112 的照度標準除美術教室、製圖教室為 750Lux 較高外,其餘教學場所大多以 500Lux 為標準;各場所除照度的基本要求外,燈具安裝位置、是否利用自然採光或因眩光而易對視力產生影響皆為空間照明選用與設計時的重要參考依據。故本節將依據學校之空間特性如圖書館、教室、辦公室、停車場、體育館等及燈具配置、燈具種類選用原則等做介紹與說明。

#### (一)、一般教室

針對一般課堂教學空間,舉凡一般教室、專業教室、講演為主之教學場所,學生視線方向長時間朝向黑板聽講,有時需在桌面上寫字或閱讀,眼睛視線偏向水平線及其上方,屬於上仰方向,因此照明品質除照度之充足外,尤應著重在眩光的防制與閃爍的降低,以提供舒適而穩定之照明環境。在照度標準上一般教室皆以 500Lux 為基準。



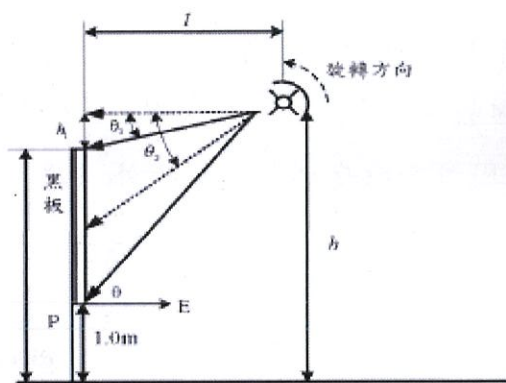
### 【燈具配置與選用】

教室內的燈具配置主要可分為黑板用燈具及課桌區照明燈具兩大區塊，以下針對其燈具配置原則說明如下。

#### 教室黑板用燈具配置原則：

黑板照明原則以上下、左右應保持均勻照度，其照度標準以 750Lux 為基準，並具備有下列諸條件：

1. 防止學生注視黑板時，因黑板光源引起反光現象。
2. 照射黑板之光源應裝設於教室內學生視線仰角 45 度上端，避免燈具產生刺眼現象，如圖 5.2.1 所示。
3. 教師眼睛的高度平均為 1.55 公尺，其仰角 45 度內也不應有照射黑板之光源。



資料來源：經濟部能源局-「照明節能產品應用手冊」

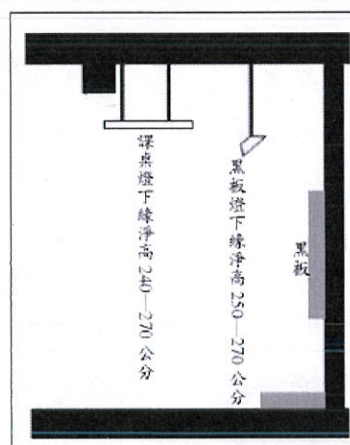


圖 5.2.1 黑板燈具裝設位置與投光照射角度<sup>23</sup>

#### 教室課桌區照明燈具配置原則：

一般教室若在桌面上方正面反射區域有照明器具存在時，將會產生嚴重的反射，因此照明燈具的裝設位置，必須避開正反射區域，如圖 5.2.2 所示。另外在照明燈具與黑板平行或垂直的實驗比較中，其中燈具與黑板平行方式較易使眼睛疲勞，而燈具與黑板垂直配置，視線方向與光源方向平行可防止眩光的產生，另外；可搭配燈具迴

<sup>23</sup>參考資料：經濟部能源局《照明節能產品應用手冊》



路控制設計，靠窗兩邊可以單獨迴路，日照充足時可以關閉靠窗迴路。如圖 5.2.3 所示

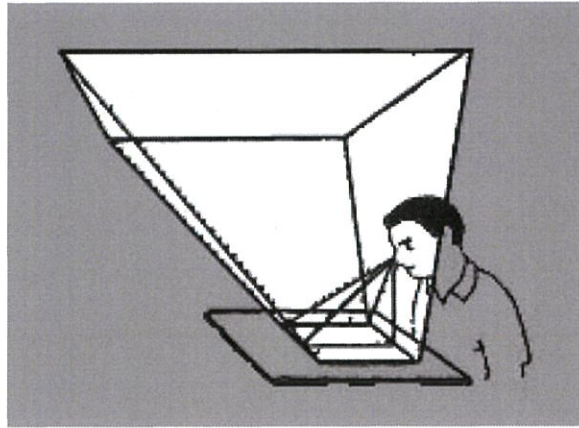


圖 5.2.2 容易產生反射光幕之正反射區<sup>24</sup>

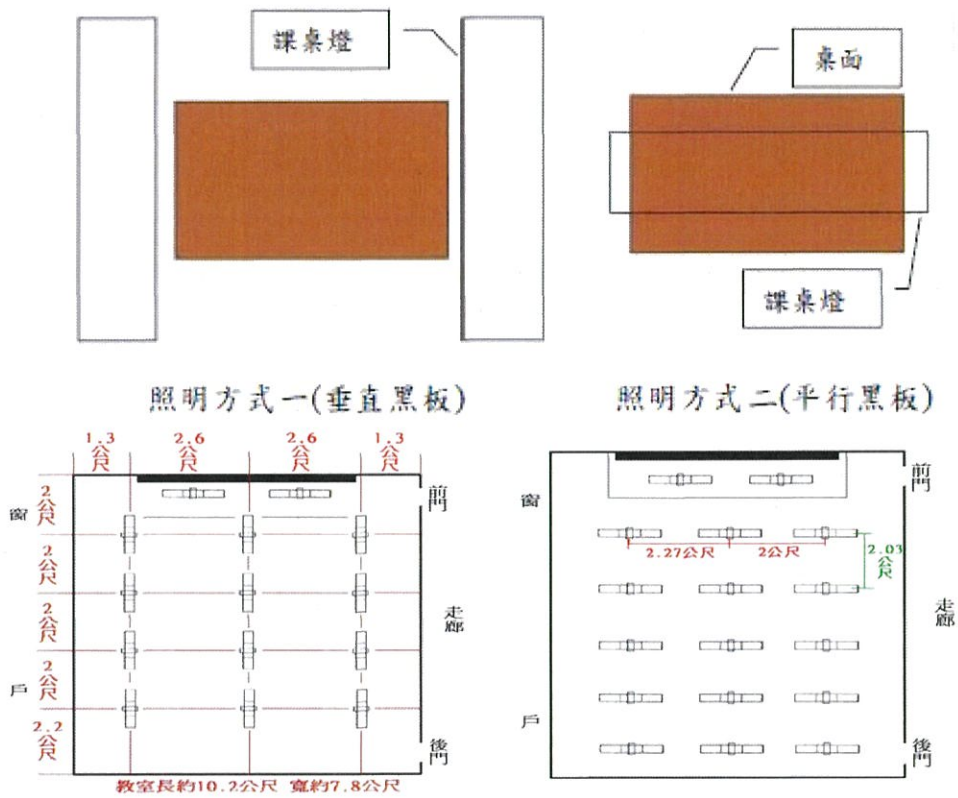


圖 5.2.3 桌面與燈具擺設相關位置圖<sup>25</sup>

<sup>24</sup> 參考資料：教育部《學校教室照明節能手冊》

<sup>25</sup> 參考資料：經濟部能源局《照明節能產品應用手冊》



### 教室燈具該採用何種形式：

一般教室在燈具選用上建議採用 T5 電子式螢光燈具，並搭配鏡面反射提升整體照度並減少燈具數量，其較 T8 傳統式螢光燈具約有 30% 節能效率。LED 燈具部分除單價較高外，考慮藍光因素目前尚未有適合教室使用之 LED 燈檢驗標準，故仍不建議使用於各類型教學場所。此外，目前國內學校教室的天花板燈仍採用裸露式燈管，在改善照明的要求下，天花板面照明應選擇低眩光之燈具，如具遮光角或格柵型燈具，其相關燈具種類與排列配置建議如下表 5.2.1 所示。

表 5.2.1 燈具遮光角與排列關係建議<sup>26</sup>

等級	燈具種類	燈具排列原則
1	無遮光角	與黑板垂直
2	具遮光角(24度以上)	與黑板平行
3	具遮光格柵	與黑板平行或垂直

### (二)、辦公室

辦公室工作時間較長，且辦公室人員使用電腦、書寫文字通常眼睛視線方向長時偏向水平線及其下方，屬俯角方向，因此偏重在閃爍之防制；至於眩光，僅剩下反射眩光部分，則以桌面擺設與採用低反射桌面材料來降低，與燈具種類較無直接關係。在照度標準方面參考 CNS12112 訂定之標準辦公室以 500Lux 為基準。

#### 【燈具配置與選用】

辦公室空間在燈具選用上建議採用 T5 電子式螢光燈具，並搭配鏡面反射提升整體照度並減少燈具數量。此外，辦公室成員一般進

<sup>26</sup> 參考資料：工業技術研究院《照明節能實務與應用》



出頻繁易造成燈具控制難度較高，故建議，再配置桌燈(閱讀燈)之型式，輔助局部需求照度之要求，並分區分組進行開關設計。



圖 5.2.4 辦公室應採分區開關並搭配桌燈使用<sup>27</sup>

### (三)、圖書館、禮堂等開放空間

圖書館、禮堂等開放空間常有挑高設計與使用過多間接照明等問題，由於燈具照度與其照射距離成反比往往造成空間照度不足或燈具排列過密等問題，故應選用適當燈具、降低燈具高度並減少間接照明使用。在照度標準方面參考 CNS12112 訂定之標準，除書架照度需求 200Lux 較低外，其餘閱讀區、櫃台等空間照度皆以 500Lux 為基準。此外，在圖書館中通常眼睛視線方向長時偏向水平線及其下方，屬俯角方向，因此較偏重閃爍防制及桌面反光部分。

#### 【燈具配置與選用】

學校圖書館、禮堂等開放空間在燈具配置上建議靠窗邊之迴路設計可採用自動點滅裝置或自動晝光控制系統，當光線充足時會自動切掉光源，當光線不足即點燈補充光線，達到節能及照明之需求。另外，書庫(架)區也可採用感應式自動點滅裝置，平時無人取書時可用基本通道照明，當人員進入書庫區再點亮該區照明即可。而在燈具選用上

<sup>27</sup>參考資料：周鼎金《學校照明節能改善手法》



一般仍建議以 T5 電子式安定器之燈具優先使用，且燈具上須設置鏡面反射板，以提高燈具效率增加工作面之照度。

#### (四)、停車場

學校停車場一般針對地下停車場部分有較大節能改善空間，包括透過時序控制、照明減載、搭配感應式開關、利用自然採光及汰換高效率燈具等手法。在照度標準方面參考 CNS12112 訂定之標準，除在進出口部分需辨識來往車輛所以有較高照度需求(約 300Lux)之外，其餘車道、停車位等處照度要求約在 75~150Lux 之間即可。

##### 【燈具配置與選用】

在燈具配置上，一般地下停車場往往採用全面式照明，建議停車場車道上方燈具可區分為單、雙區迴路控制，並在上下班尖峰期採雙迴路開啟提高照度，平時則採用單迴路開啟、停車區間採用感應式開關控制區間照明啟閉，如圖 5.2.5 所示。而在燈具選用上由於地下停車場較無長時間閱讀等需求，且燈具使用時間長，故建議可汰換為節能效率較佳之 LED 燈具，提高節能成效。





	
平時燈管為 10% 光輸出，維持基礎照明。	當有人、車經過時，才提供 100% 光輸出，達到省電效果。
	
改善前電錶顯示 19198 度	改善後電錶顯示 5751 度

圖 5.2.5 地下停車場調光控制案例<sup>28</sup>

<sup>28</sup>參考資料：周鼎金《學校照明節能改善手法》



### (五)、體育館、游泳池、活動中心等場所

一般體育館、游泳池及活動中心等教學場所大多可利用自然採光提高室內照度，其需要人工輔助照明主要為陰天或夜間運動時使用，故其設計目地主要在於提供必要之最低照度以供辨別環境之需，對於眩光與閃爍之要求並非重點，燈具安裝位置及是否易維護、汰換及節約能源才是設計重點。

#### 【燈具配置與選用】

在燈具配置上除體育館因為球類運動需求較難降低燈具高度之外，活動中心及游泳池可透過適當降低燈具提高照度，並減少燈具數量及提升維修便利性。此外，應多利用自然採光提高室內照明亮度，在白天光線充足情況下亦可減少照明設備開啟時間，如圖 5.2.6 與 5.2.7 所示。在燈具選用上，考慮燈具維護性與挑高距離影響燈具照度等因素，一般不建議採用螢光燈具，而應該以複金屬燈、LED 燈等較大光輸出量及發光效率之燈具為主。



圖 5.2.6 學校游泳池應多利用自然採光(左圖)並減少間接照明(右圖)



圖 5.2.7 活動中心可利用自然採光(左圖)，不建議使用螢光燈具(右圖)