

# 照明燈具節能管理 及維護應用手冊

指導單位 /  經濟部能源局

執行單位 /  財團法人台灣產業服務基金會

# 目錄

<b>一、挑選注意事項</b>	2
(一) 照明基本概念	2
(二) 照明燈具種類	7
(三) 選購要點	10
<b>二、節能改善方式</b>	12
(一) 提高燈具效率	12
(二) 調整空間照度	12
(三) 改善燈具控制模式	13
(四) 教育宣導	14
<b>三、維護保養注意事項</b>	15
(一) 設備檢查	15
(二) 設備更換	15
(三) 照明燈具的清掃	15
<b>四、常見問題與改善方法</b>	17
(一) 眩光問題	17
(二) 閃爍(頻閃)現象	17
(三) 照度不足	18
(四) 藍光問題	19
<b>五、節能相關案例</b>	20
(一) 案例說明	20
(二) 改善策略	20
(三) 成效分析	21
(四) 效益推估	22
<b>六、結論</b>	23

# 一、挑選注意事項

因為各種光源具有獨自之特徵，所以如果能適當選擇燈具，對於各場所所需之照明目的及節能都有很大之影響。因此對於光源的選擇、燈具的搭配、電源控制與調光、自動點滅節能設計及例行性的維護管理等，均與整體照明節能效益息息相關。

## (一) 照明基本概念

針對光環境的各種特性與實際的應用，有許多常見的基本名詞，對於這些名詞概念的理解，有助於學校或節能專責人員對於光源的認識及相關數值的實作測量上，有進一步的認知與見解。一般常用照明節能技術術語及計算單位大致包含光線之定義、輻射光譜、光通量、立體角、光強度、輝度、照度、配光曲線、光束發散度、光源的效率、黑體與色溫、演色性、光源之效率及照明裝置之功率等，說明如下：

### 光源

通常指能發出可見光的發光體，如太陽、恆星、燈以及燃燒著的物質等都是。而太陽、恆星或物體撞擊產生的火花屬於自然光源，另外如蠟燭、燈泡、螢光燈、水銀燈、LED 燈等人工製造發出的光則稱為人工光源。

而在人工光源中，不同的光源種類其發光效率、演色性或色溫均不相同，使用者應就其空間需求挑選適合之光源，如學校教室適合選用白色光源的燈具，可以促進學習效果；戶外球場則需選用高流明之燈具，以達到戶外活動適合的照度需求，不同類型的光源種類的特性說明於后。

## 光通量（單位：流明 lm）

光源每秒鐘所發出的光能量之總和，簡單的說就是發光量。眼睛對光線感覺多寡的尺度並作為計測光線能量的專有名詞稱為光通量(luminous flux)，是按照國際約定的人眼視覺特性評價的輻射通量，光通量的單位是流明(lm)。

## 光度（單位：坎德拉 cd）

指光源在某方向的光強度，單位是坎德拉(cd)。光強度常用於說明光源和照明燈具發出的光通量在空間各方向或在選定方向上的分布密度。

## 照度（單位：勒克司 lux）

照度是指單位受照面積上所接受的光通量的數，一般來說，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，也是視力保健的關鍵。若要使精細作業場所照明的品質愈好，則照度的要求愈高，但並非照度越高越好，不同場所空間要求合宜的照度是非常重要的。

## 輝度（單位：cd/m<sup>2</sup>）

輝度是用以評量發光體或被照面對於人體眼睛刺眼眩光的比較參數，發光光度越高者、發光體對眼睛的投影面積越小者，輝度值越高，對眼睛的刺激與不舒服也越高。晚上怕來車的遠光燈、喜歡看日出卻又不敢直視太陽，都是輝度偏高而刺激眼睛不舒服的案例。因此基礎照明應採高效率低輝度之照明燈具，如常用的格柵板反射鏡面型螢光燈具，既可以產生足夠的照度與輝度，又可以格柵遮蔽刺眼的高輝度眩光。但是高輝度也不是沒有應用

方式，若被照面所呈現的輝度較高可以產生更明亮的突出效果，如珠寶店採用高輝度聚光照明燈具來突顯珠寶與名錶的價值感。

## 眩光

若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。為避免眩光對人眼造成的不適，一般控制燈具眩光的方法有兩種：

- 直接限制光源輝度或採用漫射透光材料減弱眩光，但這種方法易降低燈具效率。
- 限制燈具保護角控制眩光，這種方法比較不影響燈具效率。

## 色溫（單位：K）

照明學上以光源所發出的光線顏色與黑體在某一絕對溫度下輻射出來的光線顏色相同時，便以黑體當時之溫度稱為光源之色溫度(color temperature)，而以絕對溫度 K(Kelvin)來表示。不同種類光源所發出的光顏色也不同，一般分成白色、黃色、橙色三大類，例如白熾電燈泡的色溫為 2,700 K，給人的感覺是溫暖；而中午時刻天空晴朗的天光接近 6,500 K，明亮而開朗；因此適當選用不同色溫度之光源，在房間表現出來之感受均不同。

## 演色性

光源對於被照物顏色所呈現之效果稱為演色性(color rendering)，也就是物體在燈光下的顏色與在太陽光線下作比較，物體顏色的逼真程度，演色性越高，色彩越逼真。但太陽光一天之中時時刻刻顏色效果均在改變，於是以白熾燈泡作比較基準，稱為 100%相對演色性評價係數(Ra)，評價係數越高，光源的表現效果

越逼近自然顏色，因此對於物體顏色辨別要求較高的場所，應採演色性指數較高者為佳。

## 發光效率（單位：lm/W）

指照明產品在指定操作條件下使用(例：110V 電壓、60Hz)，其光通量與功率比值，相同光通量產品，發光效率愈高，其耗電量愈低愈省電。因此在選用時，單顆燈泡或單盞燈具之發光效率值愈高愈好。

## 燈具效率

燈具效率又稱為燈具光輸出比，主要用來評估燈具之能源效率，燈具效率的計算為盛有光源燈具所發出之光通量除以燈具內光源所發出光通量的比值。經濟部能源局指出，照明燈具是控制光源發出的光輸出方向，並對光通量再分配到主要照明環境的裝置，其包括光源、電源連接的照明用部件與燈具本體，若要獲得舒適的人工光效環境，必須適度調整光源輸出光的投射方向，因此採用適當的燈具乃照明設計的關鍵成功因素。

另外，根據國際照明委員會(CIE)建議，燈具依光通量於上下空間分佈及配光比例等分為五類，如下說明。

- 直接照明燈具(direct lighting luminaire)：此類燈具絕大部分光通量(90-100%)直接投照下方，所以燈具的光通量利用率最高。
- 半直接照明燈具(semi-direct lighting luminaire)：這類燈具大部分光通量(60-90%)射向下半球空間，少部分射向上方，射向上方的分量將減少照明環境所產生的陰影的硬度並改善其各表面的亮度比。

- 全般擴散照明燈具(diffused lighting luminaire)：燈具向上向下的光通量幾乎相同(各占 40%-60%)，最常見的是乳白玻璃球形燈罩，這種燈具將光線均勻地投向四面八方，因此光通利用率較低。
- 間接照明燈具(indirect lighting luminaire)：燈具的小部分光通(10%以下)向下。設計得好時，全部天棚成爲一個照明光源，達到柔和無陰影的照明效果，由於燈具向下光通很少，只要布置合理，直接眩光與反射眩光都很小。此類燈具的光通利用率比前面四種都低。
- 半間接照明燈具(simi-indirect lighting luminaire)：燈具向下光通占 10%-40%，它的向下分量往往只用來產生與天棚相稱的亮度，此分量過多或分配不適當也會產生直接或間接眩光等一些缺陷。上面敞口的半透明罩屬於這一類。它們主要作爲建築裝飾照明，由於大部分光線投向頂棚和上部牆面，增加了室內的間接光，光線更爲柔和宜人。

## 配光曲線

任何燈具在空間各方向上的發光強度都不一樣，若將照明燈具發光強度在空間的分佈狀況以數據或圖形方式記錄下來，並以縱坐標來表示照明燈具的光強分佈，以坐標原點爲中心，把各方向上的發光強度標注出來並連接其先端端點，即形成光強分佈曲線，也叫配光曲線(luminous intensity distribution curve)。而配光曲線又分爲水平及垂直面配光曲線兩種，水平配光曲線是通過光中心水平面之各角度之光度分佈。垂直面配光是指通過光中心垂直面之各垂直角方向之光度。故一般配光曲線通常指的是平均垂直配光曲線。

## 經濟壽命（單位：h）

電子產品的壽命是以壞掉來評判，但 LED 是一種壽命很長的光源，可使用很久都不會壞。但光通量的輸出卻會隨著時間而衰減，因此通常用光衰至 70% 所需的時間來定義 LED 光源的壽命。

在同時考慮燈泡之損壞以及光通量輸出衰減之狀況下，其綜合光輸出至一特定比例之時數，此比例在一般用於室外之光源為 70%，用於室內之光源如日光燈則為 80%。

## 照明用電密度（單位：W/m<sup>2</sup>）

為照明空間單位面積所使用電力，為能源消耗評估準則，其數值愈低愈好。「照明用電密度值」就是由『空間全部照明器具耗電量』除以『空間淨面積』所得的值。其含意就是空間在一平方公尺的單位面積範圍內，燈具所消耗的電力功率(瓦特)。

## 光生物安全等級

依據國家標準 CNS15592 光源及光源系統之光生物安全性進行產品驗證，可分為無風險、低度風險、中度風險及高度風險四級，LED 燈泡產品依國家標準 CNS15436 規定，光生物安全須符合「無風險」或「低度風險」等級。

## (二) 照明燈具種類

常用照明光源主要有螢光燈管、省電燈泡、複金屬燈、LED 等，隨著 LED 光源效率快速提升，LED 燈具之發光效率已大幅超越傳統燈具，以下就商、辦公空間常見燈具型態作介紹：



## 白熾燈泡

白熾燈泡為一玻璃球內抽真空後，充填氫氣和氮氣以抑制燈絲之蒸發，為最早成熟的電光源，構造簡單，利用物體受熱發光的原理，通上電流加熱燈絲，溫度高達攝氏 2,700 °C 而發出光與熱。

白熾燈別稱為鎢絲燈，或俗稱燈泡。白熾燈為最早成熟的人工電力光源，構造簡單，利用物體受熱發光的原理發光，與以相同原理發光的鹵素燈合稱熱光燈。處於點燈狀態中的燈絲溫度可達 2,700 °C，其外殼亦是處於高溫，故遇到急驟冷卻如沾水等狀況，燈殼便會破裂。

## 鹵素燈

鹵素燈泡與白熾燈的最大差別在於其內含的氣體。鹵素燈的玻璃外殼中充有一些鹵族元素氣體(通常是碘或溴)。當燈絲發熱時，鎢原子被蒸發後向玻璃管壁方向移動。鎢原子接近玻璃管壁時，鎢蒸氣會被冷卻到大約 800°C 並與鹵素原子結合在一起，形成鹵化鎢。鹵化鎢因熱流向玻璃管中央繼續移動，然後回到被氧化的燈絲上。由於鹵化鎢非常不穩定，其遇熱後又會重新分解成鹵素蒸氣和鎢，這樣鎢又在燈絲上沉積下來，彌補被蒸發掉的部分。通過這種再生循環過程，燈絲的使用壽命不僅得到了大大延長，同時由於燈絲可以在更高溫度下工作，從而得到了更高的亮度、更高的色溫和更高的發光效率。

## 複金屬燈

複金屬燈亦稱為金屬鹵化物燈，是目前高強度放電燈系列中較為被廣泛採用之光源。複金屬燈主要為高壓水銀燈添加鹵化金屬，可以依照不同用途變換適合之光能分布，除了可以常使用在

一般室外照明外，並可作為複寫，光化學，植物育成及漁業用等多元用途的光源。另外，清光型的複金屬燈可以提供較大的光輸出量，適用於具有控光設計之燈具，而螢光型燈泡則可提供較均勻亮度及較暖光色，所塑造的光影效果亦較柔和，應用鋁反射塗層可製成 PAR 燈，提供為投射照明用光源。

## 螢光燈

螢光燈即為俗稱之日光燈，主要為利用管內低壓水銀蒸氣放電發出紫外線，以激發管壁上之螢光物質發出可見光之照明裝置。與一般燈泡不大相同，傳統式螢光燈需要設有安定器及啟動器的配合讓氣體發生電離的瞬間高壓。螢光燈的基本構件為一玻璃管，根據瓦數與設計而有不同的管徑與長度，一般學校教室或辦公室採用光源方面以直型螢光燈管居多，常見螢光燈類型有 T8 型、T5 型及燈泡 (PL 燈、省電燈泡及螺旋型省電燈泡) 等。

## LED 燈

LED 燈主要利用半導體 PN 接合面發光原理製成，將微小半導體晶片封裝在環氧樹脂物中，當兩端加上順向電壓使電子經過晶片時，電子便會移動至電洞區域並與之複合進而產生光子，因為其能量分佈在可見光的頻譜範圍內，不同的半導體材料具有不同的能帶隙，故能發出不同顏色的光，若再利用不同螢光粉可將光顏色轉變成演色性更高且更舒適的色光。

LED 燈優異的特性包括省電、耐震動，回應速度快、冷光源、壽命長可降低燈具維護費用，另外，由於 LED 體積小，可便於發展輕便薄短小型照明產品。所以，目前 LED 光源被廣泛用於家庭、辦公室及路燈等照明，例如家用電器、電話機、車用電子、各類指示燈及信號燈等。

光源種類	發光效率(lm/W)	演色性(Ra)	色溫度(K)	經濟壽命(小時)
白熾燈泡	15	100	2,700	1,000~5,000
鹵素燈	25	100	3,000	2,000~5,000
複金屬燈	90	65~85	3,000~4,700	10,000~20,000
螢光燈泡	90-100	85	2,700	15,000~20,000
螢光燈管	120~140	80~85	6,000	25,000~30,000
LED 燈管	80~120	80~95	2,700~6,500	25,000~30,000

### (三) 選購要點

#### 1. 符合工作要求的照度水準：

依工作場所與作業需求之不同，訂定適合其工作的照度水準，所有空間維持一定的平均照度要求，並且要求配光的均勻，而需要高照度的場所，可儘量採用局部照明。

#### 2. 使用高效率的光源：

現在新型 LED 燈其燈具效率比螢光燈高，壽命長，具有良好的節能效益。

#### 3. 依環境需求選擇光源的色溫：

一般而言，色溫低於 5,000K 者為暖色系，反之色溫高於 5,500K 為冷色系，色溫的選擇可依使用場所的氣氛自由選擇。

#### 4. 照明器具的選擇：

應當採用效率高、舒適、易清掃和更換燈管容易的照明器具，採用設計不合理的照明器具和使用不當，是造成眩光的原因。

## 5. 天然光的利用：

天然光線高演色性與節能的優點仍是人工光源難以取代的，因此設置大小適當的窗戶，可兼顧居住者和工作者的精神和生理上必需的採光、通風與節能。

## 6. 對照明環境的考慮：

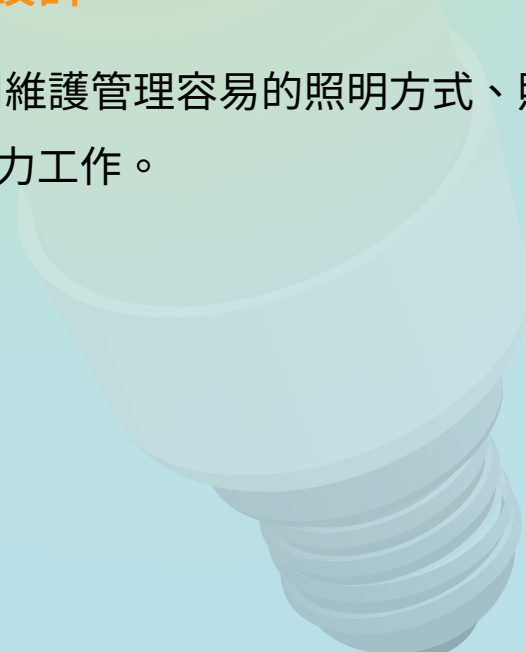
不論是天然光或人工光源，室內牆壁可以採用明亮系列的顏色來裝飾，以增加反射光，提高室內照度水準，而且照明品質也因反射而呈現較佳的感覺。

## 7. 有效的配線設計：

適當的配線及自動開關設計可配合天然採光適度關掉靠窗邊燈具或自動調光，如街燈、庭院燈則採用自動開關器和定時開關來進行自動控制。

## 8. 易於維護管理的設計：

設計時，應採用維護管理容易的照明方式、照明器具和光源，將可減少維修的人力工作。



## 二、節能改善方式

針對可實施之節約能源措施，將依照不同執行面相進行區分，以調整空間照度、提升設備效率或是建置智慧調控之模式等，提高燈具使用效率，並有效達到自主管理與節能之目的。

### (一) 提高燈具效率

1. 近年 LED 照明技術快速提升，LED 燈具發光效率較螢光燈具高出六成以上，在維持相同照度的條件下，若將螢光燈管汰換為 LED 燈管，約可節省 40%~60%的用電支出。
2. 螢光燈可搭配 M 型高效率反光燈罩，降低光線被自身燈管的遮蔽作用，並以較少燈管瓦數及燈管數目而達到相同照度。
3. 室內牆壁、天花板、窗簾採用白色、乳白色等淡色系列，光的反射效果較佳，可提高光線漫射效果節省電能。
4. 燈具至少每三個月定期清潔一次，避免表面髒污影響燈具發光情形，以維持燈具輸出效率。

### (二) 調整空間照度

1. 照明方面應配合國家標準(CNS)所訂定的照度標準，對於不同的工作場所與作業環境應規劃不同之照度標準，且需維持空間一定的平均照度要求。
2. 全面照明與局部照明相互配合，一般情形只需要符合環境空間基礎照度即可，若有特殊高照度要求區域，則可採用局部照明

或半腰式照明(降低照明設備高度)，提供所需照度即可，以降低照明設備使用電能。

3. 善加利用建築物的自然採光，可有效節省能源，自然光的引用有多種方式，例如，天井及中庭充分利用陽光，可使環境煥然一新，改善陰鬱的情形，因此充分利用自然光源，除可減少照明用電外，亦可改善環境，但採用自然光時需注意戶外熱能進入室內導致空調負載提升，因此可使用隔熱玻璃及室外遮陽蓬，以減低輻射熱進入室內。

### (三) 改善燈具控制模式

1. 廁所、走廊及茶水間等照明需求較低的場所，在無安全顧慮下，可以減少燈管數達到節能效果。
2. 合理的燈具及分區開關迴路配置，可以依據空間使用性質關閉無人使用區域之照明設備，或於白天晝光充足時關閉靠窗區燈具，減少不必要的電能浪費。
3. 調光燈具裝設調光開關，依當時區域照度自動調配燈具亮度，不僅可節省電力，亦可因光源輸出的改變，變化室內氣氛。
4. 配合時序控制器，於預定的時間自動地對照明環境作模式切換，或燈具的明滅控制，不須手動操作控制，可避免因忘記關燈而浪費電能，例如上班、下班、午休時段、夜間景觀照明之自動點滅照明燈具。
5. 配合晝光感知器或附亮度檢知器，當屋外陽光線充足明亮時，可自動的調降可調光型電子安定器的輸出，而降低靠窗燈具的亮度或直接關閉燈具，因此其電路設計需採平行靠窗方向來配

置，適合於辦公場所靠窗側燈具、靠窗走廊、採光井、夜間室外景觀燈等的自動控制。

6. 利用熱感開關及定時裝置，在辦公大樓的小型會議室、會客室、廁所等場所，由熱源感知器檢測空間內人體溫度，當室內有人時自動開燈，沒人時自動關燈，既方便又可避免浪費能源，目前已廣泛地使用於國內。
7. 使用附加感知器，部分較少有人員進出之場所燈具可使用附加感知器之自主控制型燈具，可自動控制燈具之明滅或調節亮度，例如當感測到有人接近時，自動點亮燈具，於人員離開後，經過預設定時間而自動熄滅燈具，可避免浪費能源。
8. 整體群控式照明控制系統，例如採照明中央監控系統、二線式照明控制系統等，可機動配合辦公大樓作息變動需求或學校課表安排，來加以監控管理，節約照明用電。

#### (四) 教育宣導

1. 利用課程或各種集會場合，加強宣導隨手關燈的觀念及作法。
2. 張貼海報文宣宣導照明燈具之節能觀念及相關做法。
3. 燈具應定期清潔擦拭，以維持燈具發光效率。

## 三、維護保養注意事項

使用效率高的光源或照明燈具，但卻因光源光束的衰減、燈具的污穢，而造成照明效果的降低，則不合乎經濟效益。定期維護保養除延長設備壽命外，亦可在使用期限維持照明設備的能效，以達到節省能源的效果。照明設備的維護主要分成設備檢查、設備更換、照明燈具的清潔等內容。

### (一) 設備檢查

1. 照度是否符合國家標準 CNS 12112 之照度要求。
2. 燈具的安裝狀況是否有固定、未鬆動。
3. 線路及配電箱是否完整及未有浸水的情況。
4. 點燈情況是否明亮。
5. 點燈情況是否穩定未有閃爍的現象。
6. 線路及配電箱是否處於常溫未有過熱的情況。
7. 燈具、反射片及光源表面是否有乾淨未有積塵的情況。
8. 控制設備是否正常運作。

### (二) 設備更換

1. 燈管經濟壽命係指新燈管使用至光束衰減為原有光束 70% 的時間，超過經濟壽命之燈管，不僅燈管光束輸出劇降，照明效率



不佳且浪費電能。最好參考光源廠商之產品型錄，在燈管經濟壽命將至之前，定期分批更換燈管，即便此時燈管尚可點燈，亦請更換為宜。

2. 設備的更換應依設備特性及失效損壞情況，做適當的處理，包括光源(螢光燈、LED 燈等)、起動器、安定器、開關及整個燈具的更換等。

### (三) 照明燈具的清掃

1. 定期擦拭燈具、燈管，以避免污染物之累積而降低燈具之照明效率，並依不同光源及落塵量多寡來決定燈具之清潔週期與預估最經濟清掃時間。
2. 燈具會因結構特性而很容易積塵髒污，影響整體發光效率與照明效果，負責人員在設計時應將此影響以積塵減光補償係數來考慮，若能勤加清潔與整理，則能提高燈具的發光效率與被照面之實質照度。
3. 除燈具本身外，天花板、牆壁的積塵與顏色、反光條件等也會影響被照面之照度，而被照面之照度可經由周圍牆壁的噴漆、燈具的清潔，以及光源的換新而提高。

## 四、常見問題與改善方法

照明通常因為刺眼之眩光、閃爍的光線及照度不足等因素，造成視力衰退或損害，以及近視急速上升等問題，以下針對照明常見問題，包含眩光、閃爍或照度不足等原因及適當改善方法進行說明。

### (一) 眩光問題

眩光是指視野中由於不適宜亮度分佈，或在空間或時間上存在極端的亮度對比，以致引起視覺不舒適和降低物體可見度的視覺條件。在視野中某一局部地方出現過高的亮度或前後發生過大的亮度變化，導致人眼無法適應的光亮感覺，可能引起視覺疲勞、不舒服或喪失明視度的情況。而眩光的種類分成以下三種：

1. 直接眩光：眼睛直視光源時感到的刺眼眩光，如直視太陽或夜間對方來車車燈，閱讀時直接看到燈管的刺眼眩光等。
2. 反射眩光：光源投射物件後，反射至眼睛的光線來源，一般常稱為反光，此種眩光對舒適度的影響最大。
3. 對比眩光：室內主燈與桌燈明暗對比過大時，會產生對比眩光，這也是只開檯燈會帶來不舒服感的主因。

**改善：**反射罩是燈具的基本控光部件，它的反射比越高，規則反射越強，控光的能力也越顯著。

- 降低「直接眩光」:主要是利用格柵、檔板等設備以控制光的輝度在視覺角 $45^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 範圍內，以減少直接眩光。
- 降低「反射眩光」:主要是利用燈具之反光罩、透光稜鏡、格柵或散光罩等可以控制燈光及照明燈具的光強分佈等。
- 降低「對比眩光」:主要是利用燈具投射燈光於背光面，以降低對比眩光。

## (二) 閃爍/頻閃現象

發光效率與穩定的發光特性為照明工程中首要的目標，但由於電壓變動導致發光不穩定及閃爍現象，容易造成眼睛的疲勞與視力的損害。另外，若因負載快速的變動，使得電壓快速變化，會造成燈具光源閃爍而影響視覺的現象。由於我國照明電源為 110/220V 60Hz 系統，即交流電的頻率為 60Hz，表示每秒鐘電流正負極性互換 60 次，故每秒改變電流的方向為 120 次，反應在燈管上意即燈光每秒有 120 次的一亮一暗閃動出現。而人的眼睛對光閃爍的識別只能達到每秒 12 次，超過每秒 12 次的閃爍，眼睛就很難察覺燈光的閃動，眼睛能識別出的稱為閃爍，眼睛無法識別的，在專業用法上稱為頻閃。此外，學校空間則常因為教室內的風扇擺設位置不當，將吊扇葉片置於光源下造成光干擾或閃爍光影等問題，長期可能引起視覺疲勞、視力下降、少年近視、及中年老花等。

**頻閃的改善方式：**可改用高頻電子式安定器 (20~40kHz)可改善傳統日光燈每秒60~120次/秒低頻閃爍。

**風扇造成的閃爍問題改善方式：**將風扇置於燈具上方，或改用吸頂式及嵌入式節能風扇來解決。

## (三) 照度不足

若要使精細作業場所照明的品質愈好，則照度的要求愈高，雖然照度的高低是視力的基本條件，但並非意味著照度愈大，對視力愈有利，不同的作業空間要求的照度也不盡相同，因此合宜的照度非常重要。

**改善：**提升光源的發光效率或改善燈具效率，使區域照度達到國家要求之基本標準以上但不過高，以避免能源浪費。

## (四) 藍光問題

日常生活中所使用之光源(如太陽光、日光燈、白熾燈、鹵素燈及 LED 燈等)，其光譜均涵蓋藍光範圍，爰無需對於藍光過度恐慌，惟需注意使用燈具時應避免長時間近距離直視光源，以免傷害視力。生活周遭除了照明光源外，更值得關注的是 3C 產品螢幕藍光，若長使用時間或近距離直視，對視力的傷害更大於一般照明，如果長時間面對光源時感覺到刺眼就是一種警訊，應設法降低光的強度。

**改善：**挑選具有國家標準 CNS15592 光源及光源系統之光生物安全性驗證的產品。

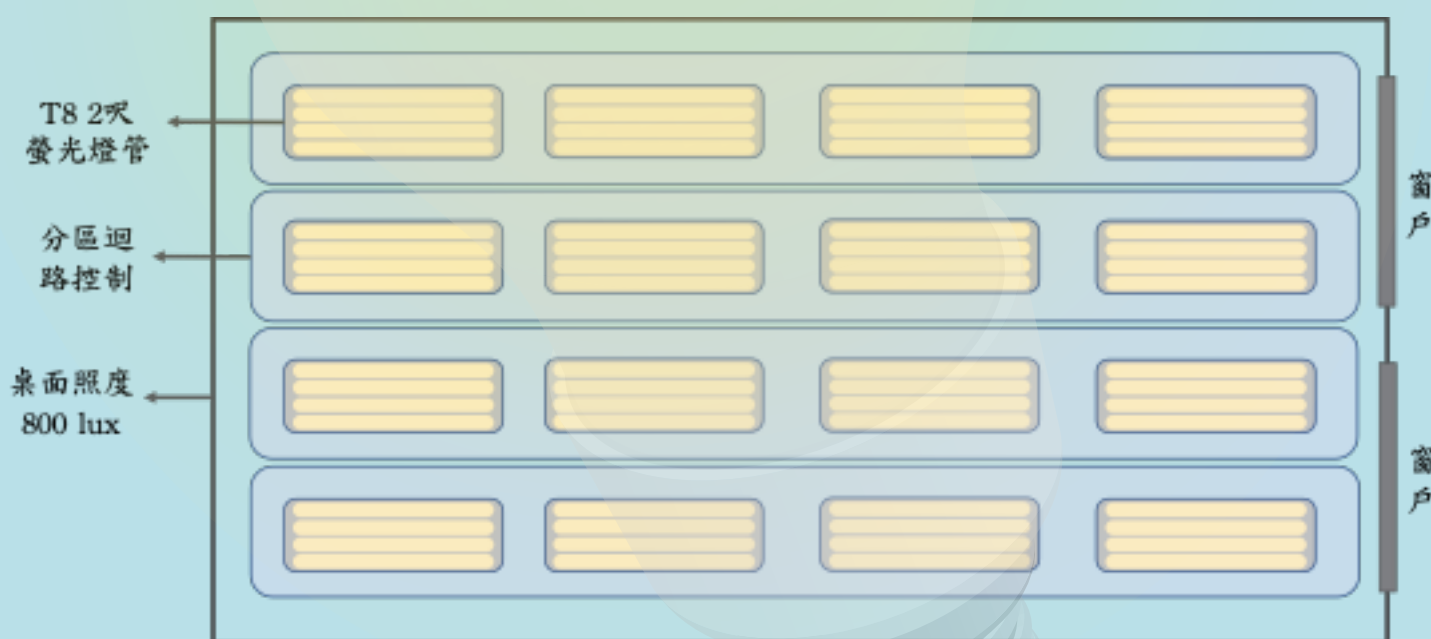


## 五、節能相關案例

針對公部門及學校照明設備可實施之節約能源措施，包括提高發光效率、調整適合照度及改善控制管理模式等三大面向，下方將舉一案例進行節能改善說明。

### (一) 案例說明

A 空間裝設燈具 16 盞，每盞 4 支 2 吋 T8 螢光燈管，全年開啟約 2,000 小時，其照明分區迴路控制分為 4 段迴路，並垂直於窗面，但平時均全數啟用，室內桌面平均照度約為 800 lux。



### (二) 改善策略

1. 燈具由 T8 螢光燈管汰換為 LED 燈具，並適當檢討其發光效率與桌面照度，因 LED 燈具發光效率較高，維持同樣照度水準可

減少燈管安裝數量。

2. 燈具迴路目前採用垂直於窗面配置，白天晝光充足時無法單獨關閉靠窗側燈具，因此建議調整燈具迴路，改為平行於窗面，則可視晝光強弱調整燈具啟用數量。
3. 照明設備應定期擦拭保養，以維持正常發光效率。

### (三) 成效分析

1. 原燈具使用能耗(運轉時間 2,000 小時)

$$16 \text{ 盞} \times 4 \text{ 支} \times 2,000 \text{ 小時} \times (20 + 4) \text{ 瓦特} = 3,072 \text{ 度}$$

2. 汰換及購買設備(LED燈具)

$$\text{LED 燈具} : 16 \text{ 盞} \times 500 \text{ 元} = 8,000 \text{ 元}$$

3. 改善後使用能耗(運轉時間 2,000 小時)

$$12 \text{ 盞} \times 30 \text{ 瓦特} \times 2,000 \text{ 小時} = 720 \text{ 度}$$

晝光減盞 汰換 LED

### (四) 效益推估

1. 節省能源：3,072 度－720 度＝2,352 度/年
2. 節約電費：2,352 度/年×2.5 元/度＝5,880 元/年

3. 回收年限： $8,000 \text{ 元} / 5,880 \text{ 元/年} = 1.36 \text{ 年}$
4. 減少碳排： $5,880 \text{ 度/年} \times 0.492 \text{ 公斤 CO}_2\text{e/度} = 2.9 \text{ 公噸/年}$   
(109 年 CO<sub>2</sub> 電力排放係數：0.492 公斤 CO<sub>2</sub>e/度)



## 六、結論

照明燈具在執行節能評估時，現場環境及燈具選用狀況等各部分都是環環相扣的，因此任何一個部分出現問題都將使整體使用效率降低。即使已採用高發光效率的照明設備，如果不從整體觀點進行考量，也不一定會達到節能的效果。

在燈具配置設計之初，即應考量環境整體照度需求及線控模式等規劃，選擇空間最適合的操作與控制模式，且燈具裝設在最恰當的位置，不但能維持空間基本照度水準，亦可減少燈具設置成本。

燈具在使用過程中，操控及管理模式是影響整體能耗的關鍵因素，除了採用高發光效率的燈具外，透過適當的管制、宣導與智慧調控模式，亦能大幅減少無效照明的使用，減少整體電費支出。

除了良好的規劃、設計及使用，後續的維護保養更是維持燈具發光效率的不二法門。從簡易的設備狀況判斷、擦拭等，到定期的檢查、汰換，不僅具有節能效益，亦可延長設備使用壽命。

最後爲了使照明設備的使用更具節能效益，應透過使用數據蒐集、整理及分析，獲取有用的資訊並做出合理的改善行動。而在執行後也應持續地蒐集、分析資料以追蹤改善成效，並藉此訂定符合各空間之照明設備調控規則，在有限資源下達到最大的節能成效。



指導單位 /  經濟部能源局

執行單位 /  財團法人台灣產業服務基金會