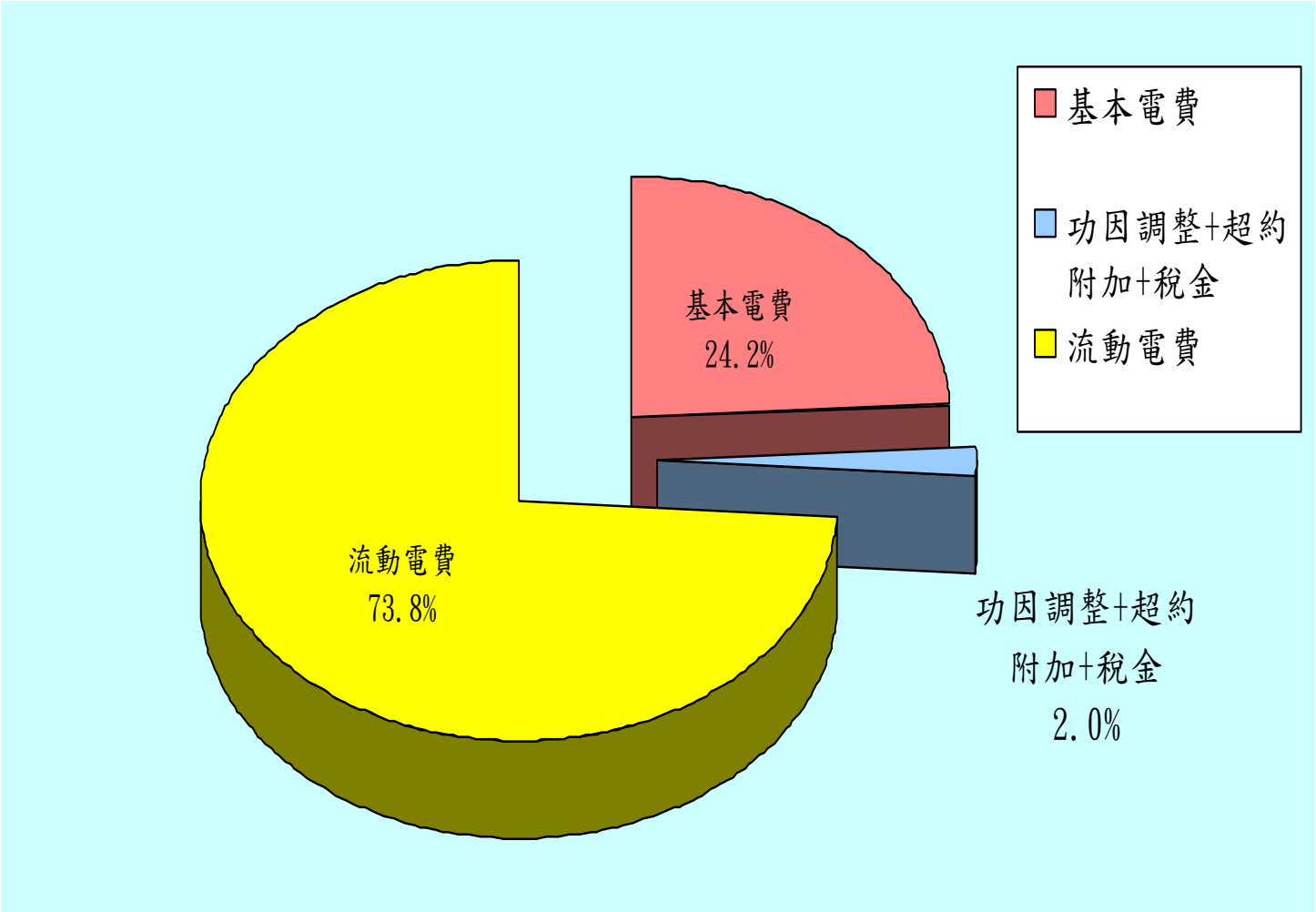
照明

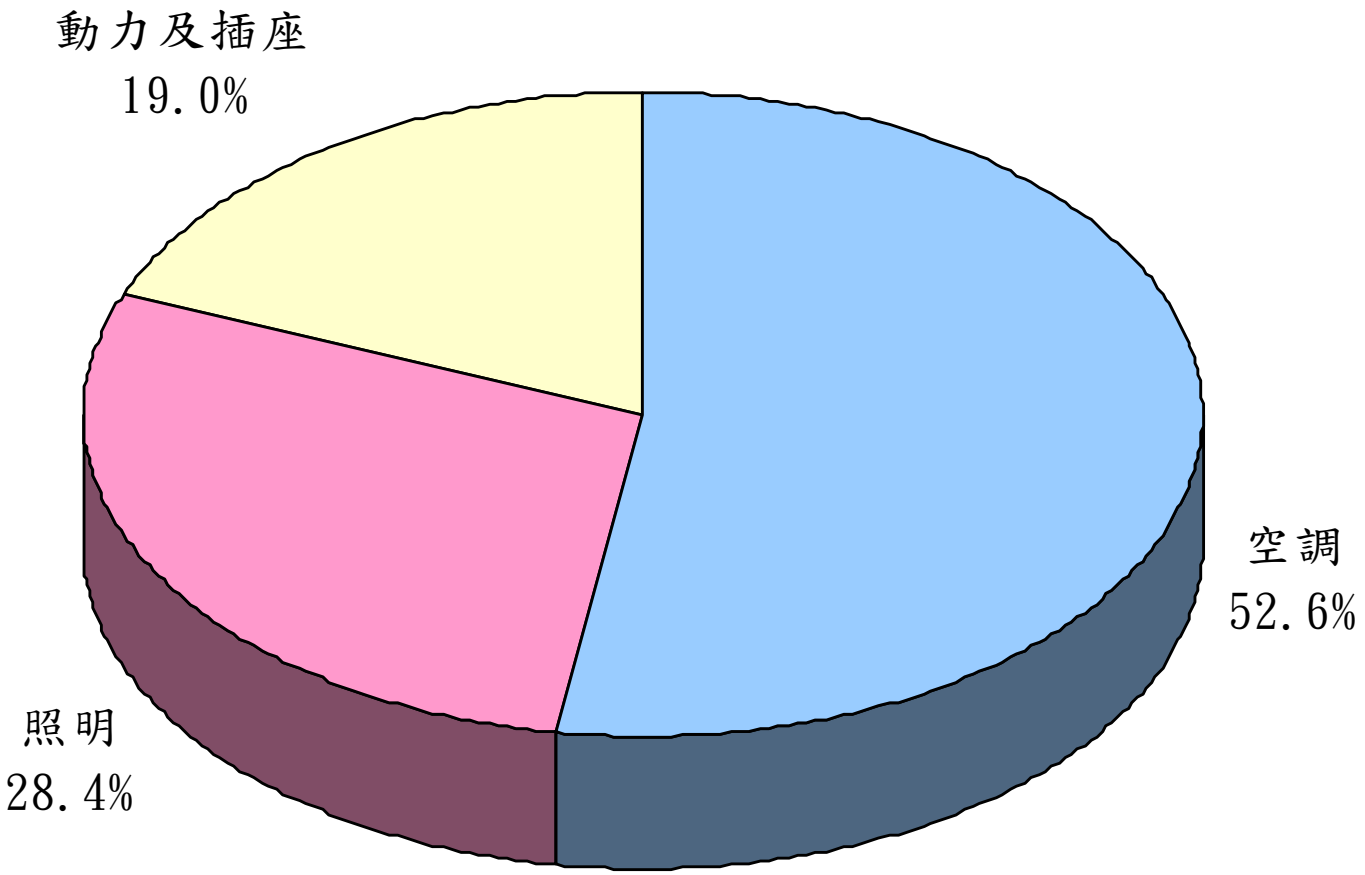
電費分析

•照明基本概念介紹



用電分佈

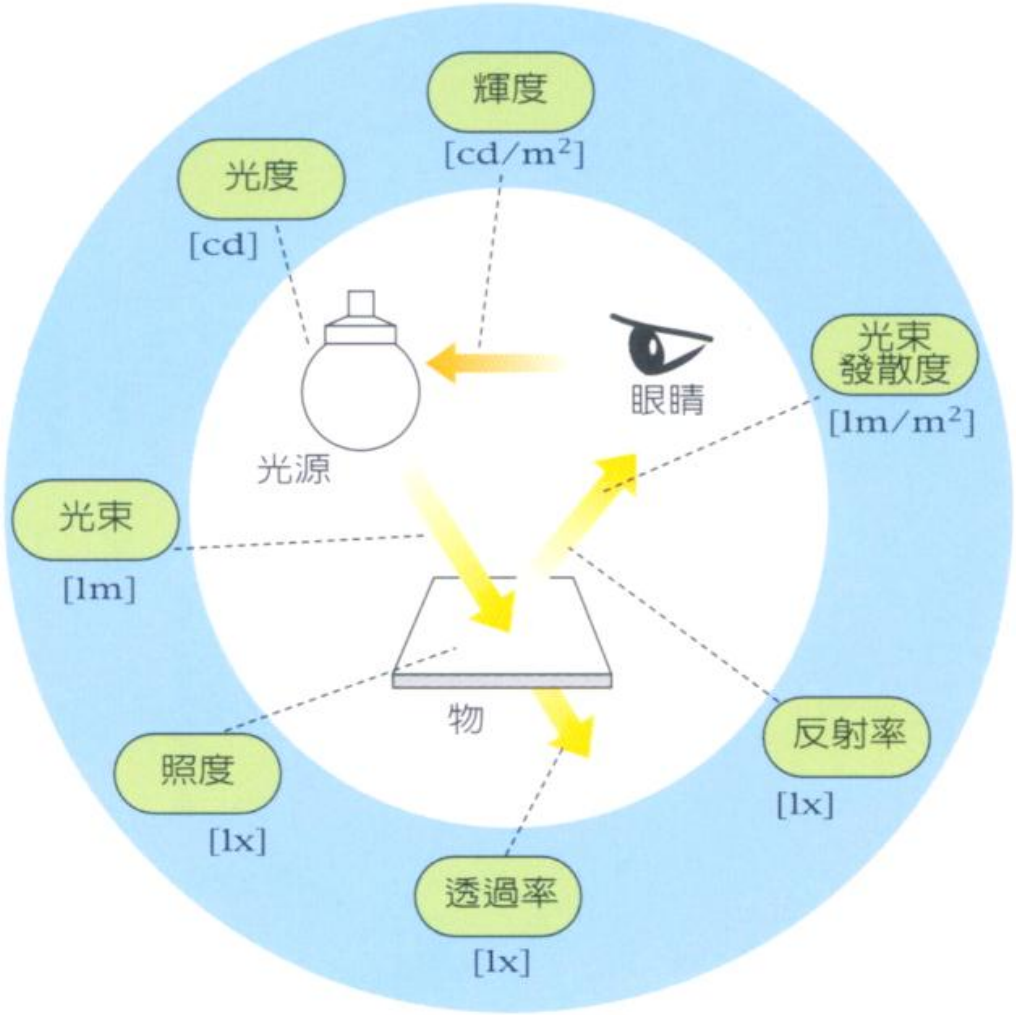
- 用電



彰化師大
車輛所

光的單位名稱

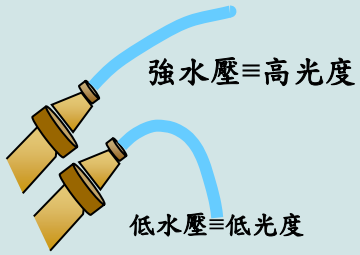
•照明基本概念介紹

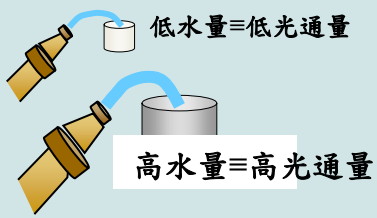


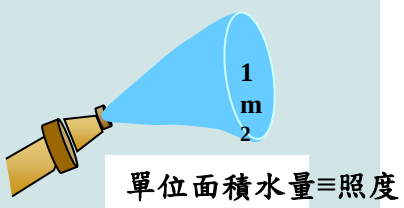
彰化師大
車輛所

照明基本名詞定義

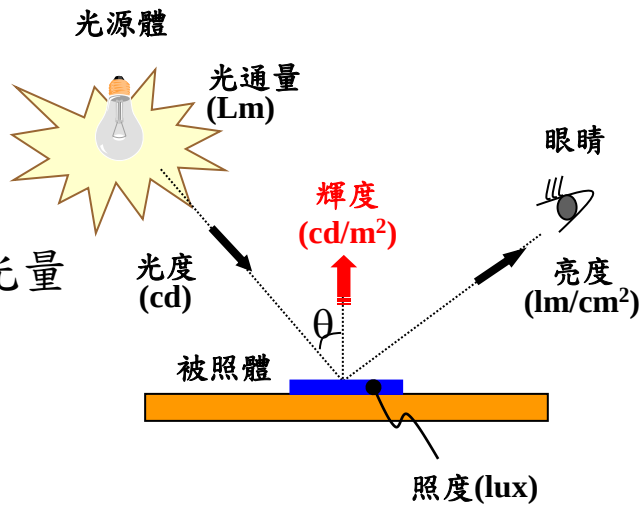
•照明基本概念介紹







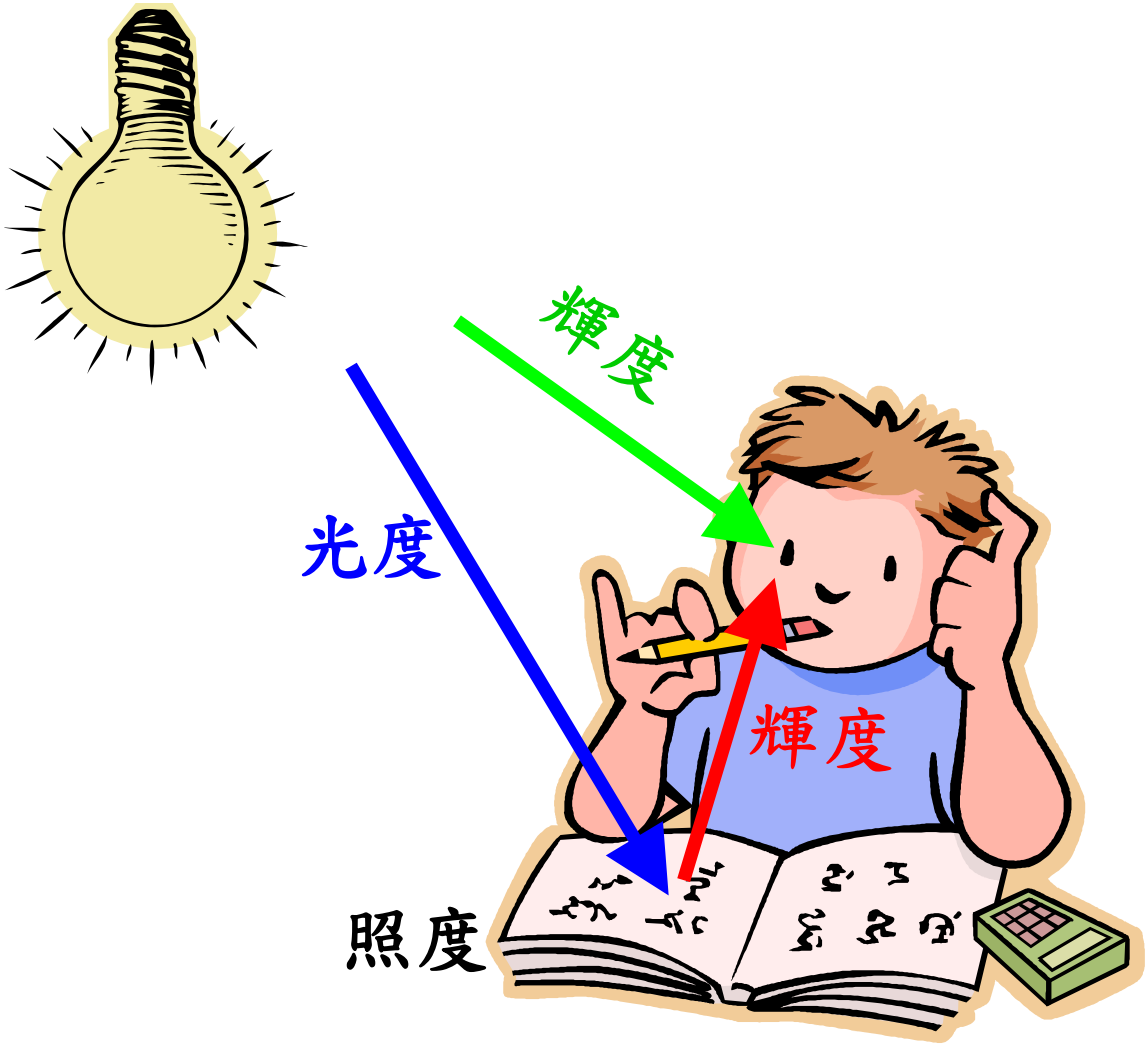
- 光度 (Luminous intensity, I)
  - 光源體光強度之定義
  - 單位：燭光 (cd)
- 光通量 (Luminous flux, F)
  - 光源體單位時間內發出所有之光量
  - 單位： 流明 (Lm)
- 照度 (Illumination, E)
  - 被照物面呈現的光亮程度
  - 單位： 勒克斯 (lux)
- 輝度 (Luminance, L)
  - 光源體或被照物在單位面積內呈現具方向性的光亮程度
  - 單位： 尼特 (cd/m2 ； nt)



彰化師大
車輛所

照明基本名詞定義

- 照明基本概念介紹



照明基本名詞定義

- 照明基本概念介紹

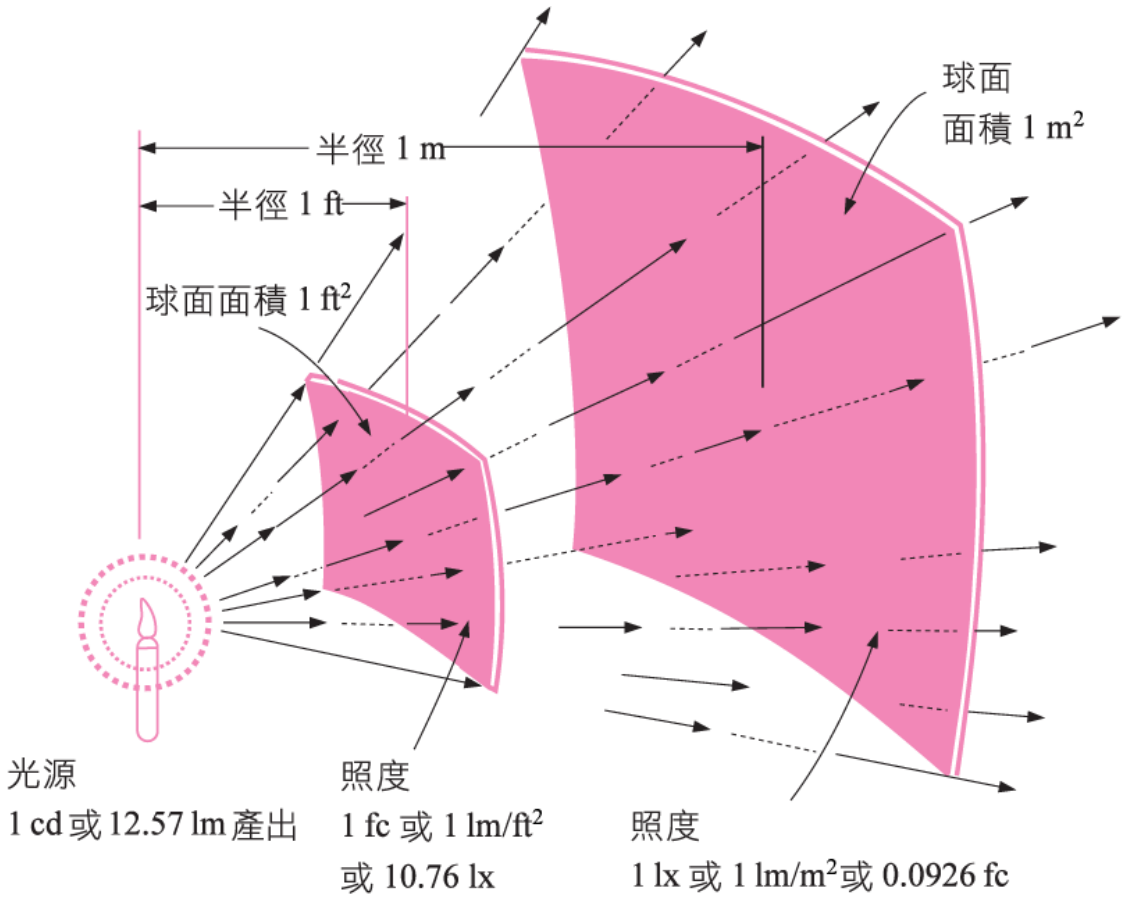
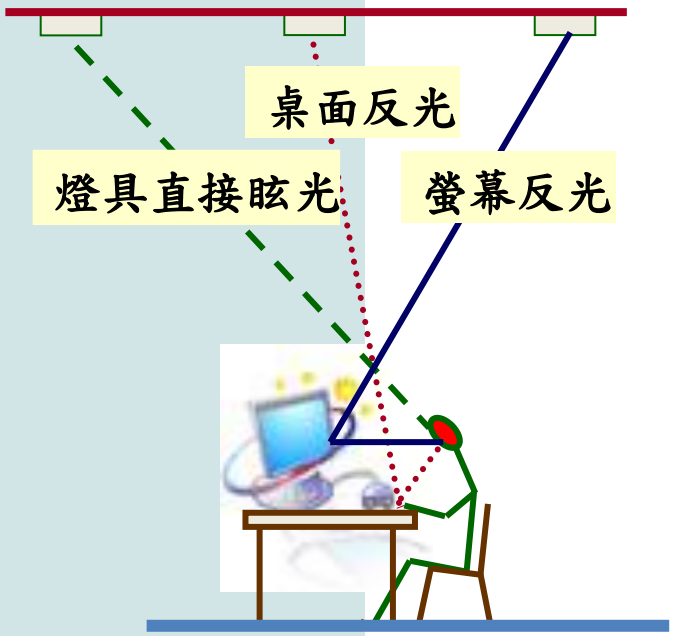


圖 12.4 依循平方反比定律的光源光線分布 (Light Measurement and Control, 1965)

眩光與均勻度

•照明基本概念介紹



- 眩光 (Glare)

  眩光就是令人不舒服的照明；光源與背景環境不配合時，對眼睛造成刺激。可分為：

  (1) 直接眩光：直接或餘光目視光源，輝度大且讓人刺眼而不舒服，人眼直接眩光區自垂直面45～85°。

  (2) 反射眩光：黑板或桌面反射光源而產生。

  (3) 背景眩光：主題較暗而背景太亮而產生，背景光線對比過強烈。

- 配光均勻度(Uniformity)

  照明空間內對光線分佈之均勻性定義

  照度均勻度＝(最低照度) / (平均照度)

  (0~1 之間， “1”為理想值)

演色性定義及比較

- 定義：光源對被照物色彩表現能力，定義為光源照射有彩色物體時，其色彩與基準光源（白熾燈）所見之色彩相同程度。(0~100 之間，“100”為理想值)

Ra：90

Ra：80

Ra：60

指數 (Ra)	等級	演色性評價	一般應用	燈源
90~100	1A	優良	需要色彩精確比對與檢核之場所。	鹵素燈、白熾燈、三波長燈管
80~89	1B		需要色彩正確判斷即討好表觀之場所	複金屬燈、省電燈泡
60~79	2	普通	需要中等演色性之場所。	螢光燈
40~59	3		演色性要求較低，但色差不可過大。	
~39	4	較差	演色性不重要，明顯色差亦可接受。	水銀燈、鈉燈

光源色溫

- 色溫的定義
  - 將一個能夠完全吸收射能的標準黑體加熱，溫度提高之後，顏色由深紅— 淺紅— 橙黃— 白 — 藍白— 藍，逐漸改變。
  - 利用這種光色變化的特性，將光源的光色與黑體的光色比較，得到相同顏色對應於黑體的絕對溫度，稱為該光源的色溫度。
  - Kelvin (K)
- 暖色: 小於3300K
- 白色: 3300K ~ 5000 K
- 寒色: 大於5000 K

黑體溫度與光色

黑體溫度	發出光色
室溫	黑
800	紅
3,000	黃白
4,000	白
5,000	冷白
8,000	藍白
60,000	深藍

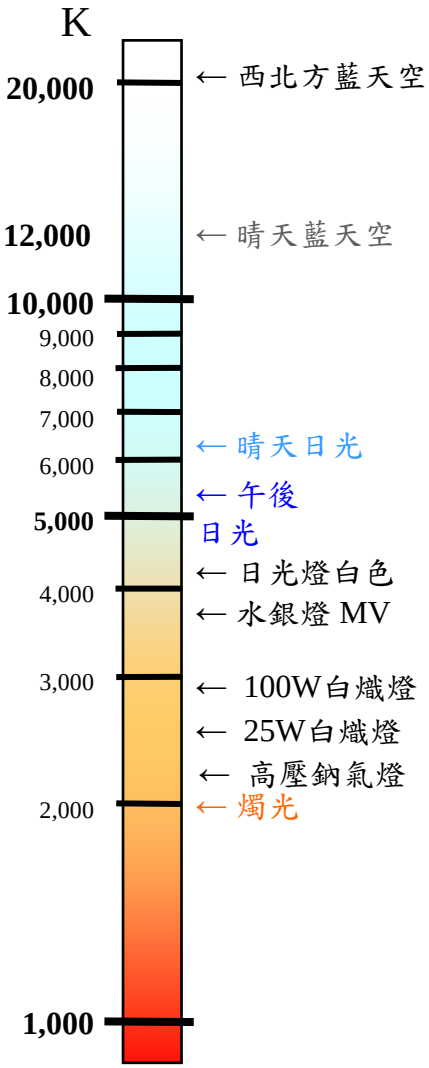
彰化師大
車輛所

光源色溫

•照明基本概念介紹

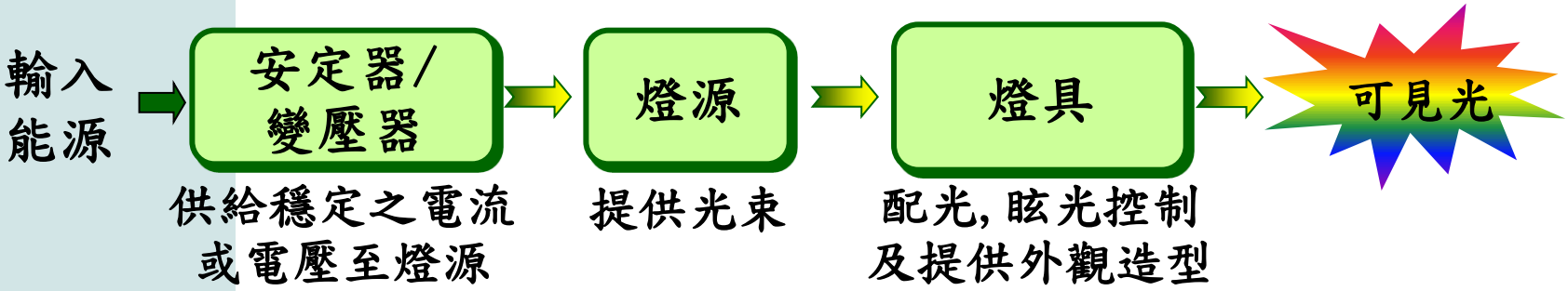
不同光源的相關色溫度

光　源	色　溫
北方晴空	8,000-8,500 K
陰天	6,500-7,500 K
夏日正午陽光	5,500 K
月光	4,100 K
複金屬燈	4,000-4,600 K
下午陽光	4,000 K
冷色螢光燈	4,000-5,000 K
水銀燈	3,750-3,450 K
暖色螢光燈	2,500-3,000 K
鹵素燈	3,000 K
鎢絲燈	2,700 K
高壓鈉燈	1,950-2,250 K
蠟燭	2,000 K
螢光燈	2,700-7,500 K
白色鈉燈	2,500 K



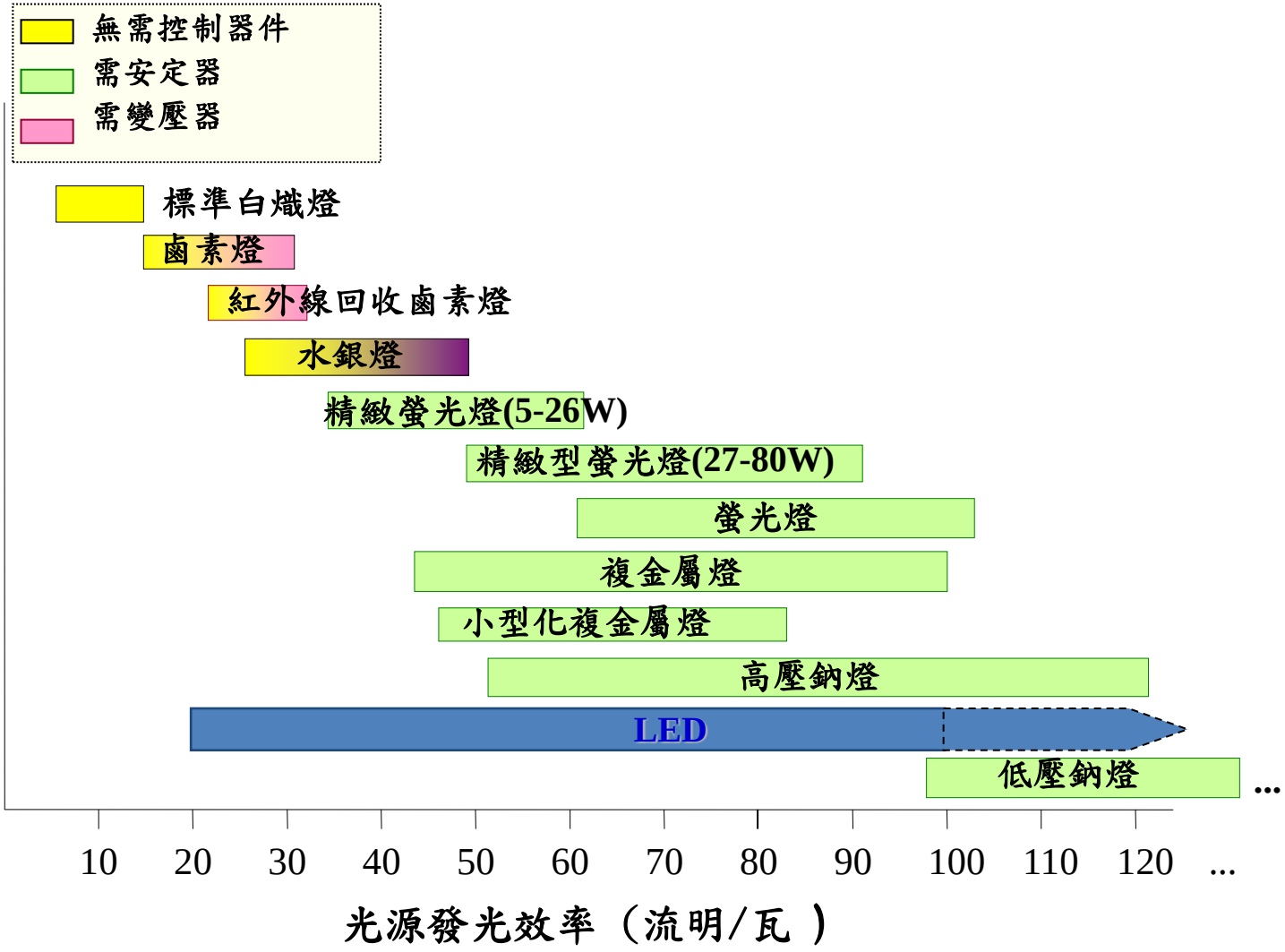
電光轉換效率

- 光源種類：熱輻射發光、氣體放電發光、固態場效發光、同調發光。
- 發光效率：單位電能點亮光源產生之流明數；單位：流明/瓦 (Lm/W)
- 照明電光轉換三元素
  - 光源體：白熾燈、螢光燈、高強度氣體放電燈、LED等
  - 安定器/變壓器：傳統式與電子式
  - 燈具：嵌入式、吸頂式、懸吊式等....



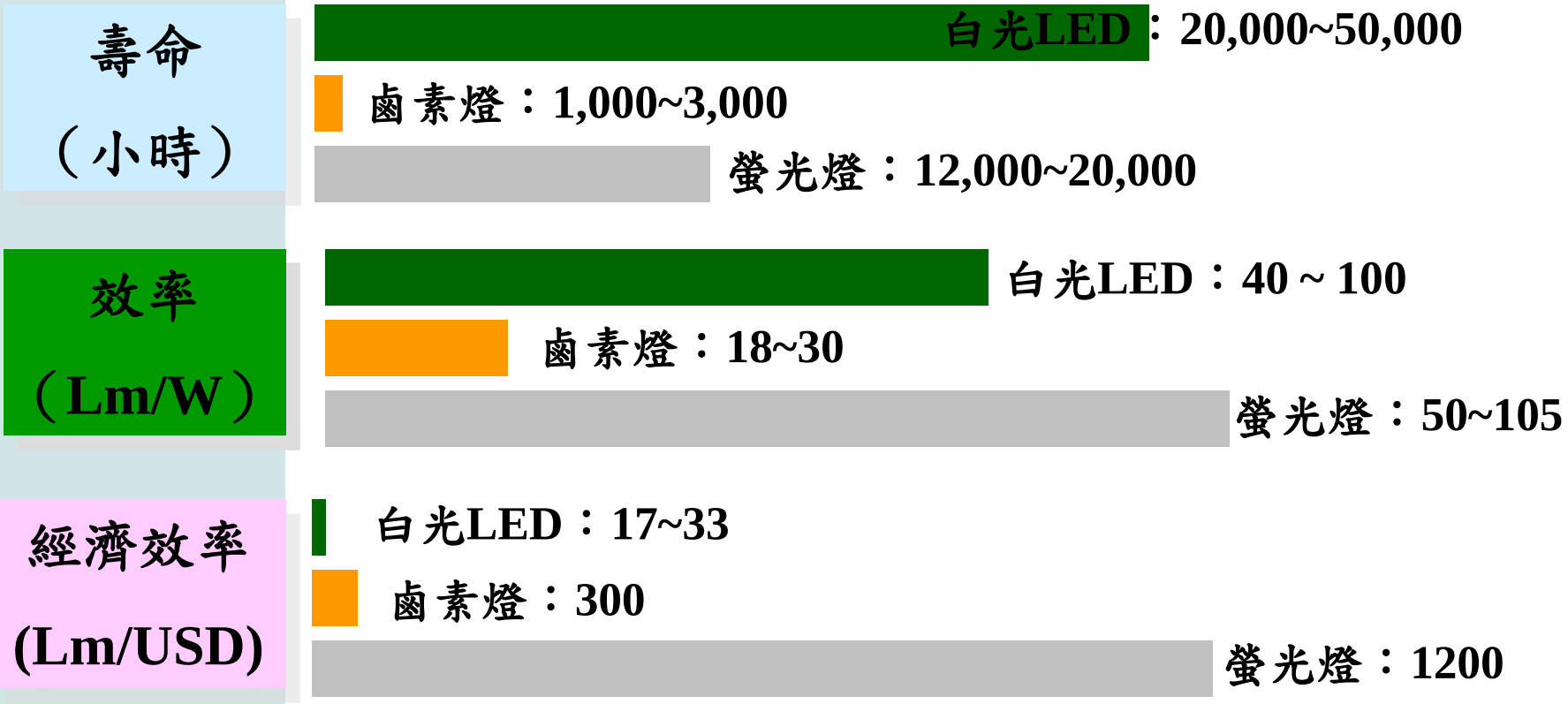
光源發光效率

- 照明基本概念介紹



白光LED 現況

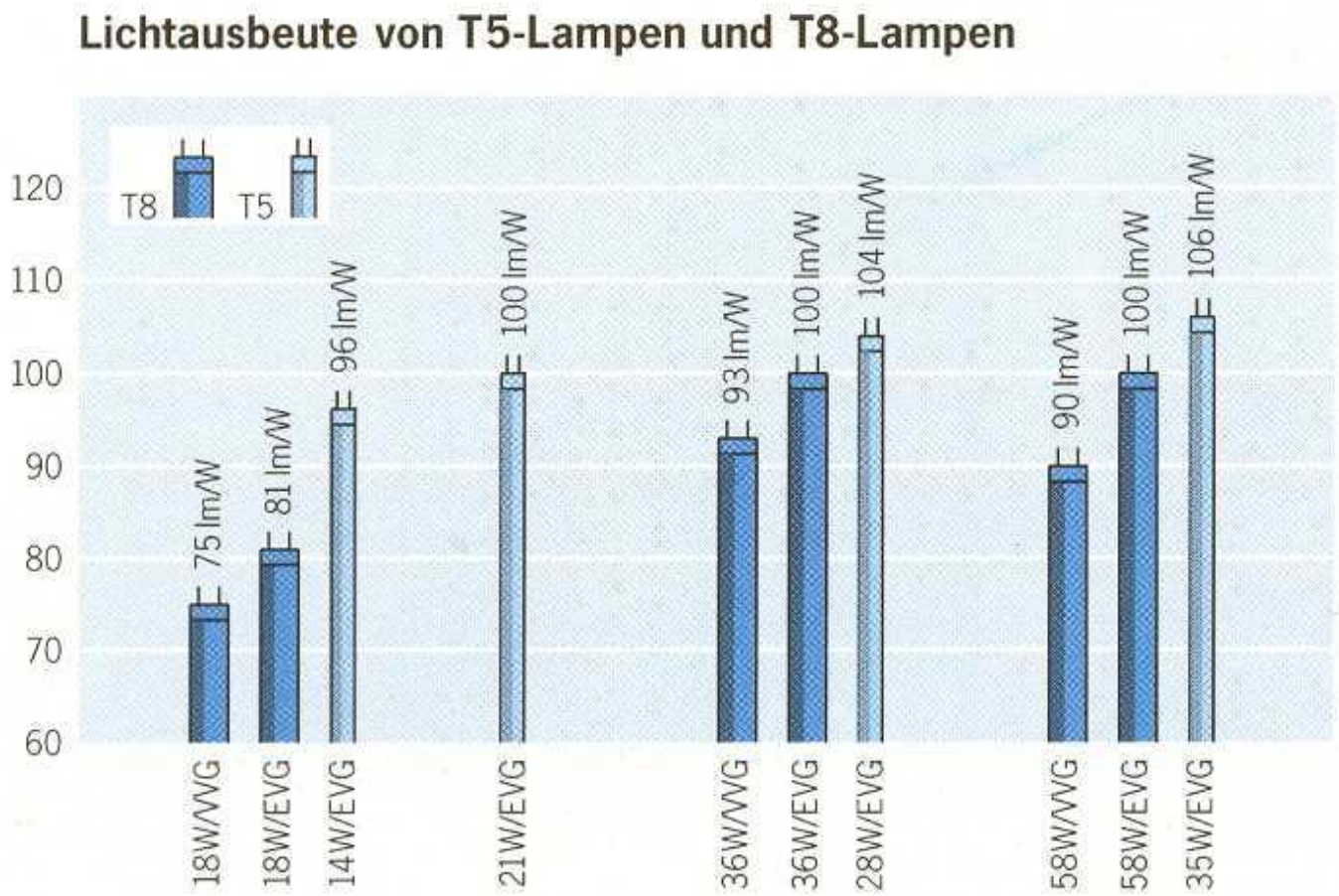
- 成本高、性能不確定性高，替換難度高



彰化師大
車輛所

T8 & T5燈管

•照明基本概念介紹



光源體之特性比較

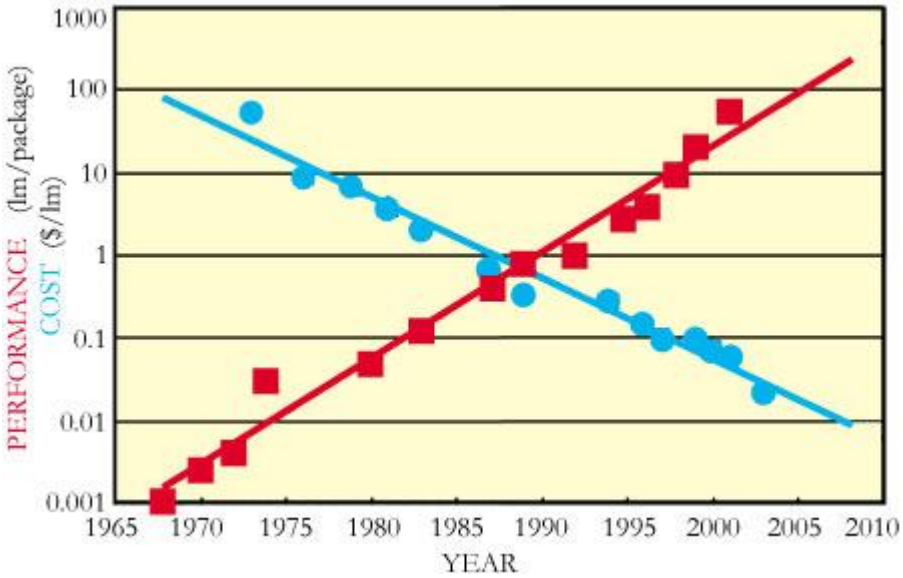
- 光源壽命：光源體光輸出衰減至70%初始光衰之時數 。

光源種類	壽命(KHrs)	色溫（K）	演色性（%）
白熾燈	0.5～1	2800～3000	100
鹵素燈	1～3	2900～3200	100
普通螢光燈	10～20	4000～6500	60～75
三波長螢光燈	10～20	2700～6500	80～98
省電燈泡	3～6	2700～7000	80～85
PLC燈泡	6～10	2700～6500	80～90
高壓鈉氣燈	16～24	2000～2500	20～85
低壓鈉氣燈	14～18	2000～2500	20～30
複金屬燈	7.5～20	3000～6000	60～96
水銀燈	16～24	3300～5700	10～60
無電極燈	10～60	3300～5700	10～80
白光LED	10～100	3300～5700	50～60

白光LED

•照明基本概念介紹

- LED照明成本達到＄0.05/Lm則可望替代省電燈泡，若能降至＄0.01/Lm就足以取代現行螢光燈，保守估計此一目標在2012年可達到。
- 特性：
  - 發光強度與驅動電流成正比
  - 體積小
  - 反應速度快
  - 耐震性佳
  - 可塑性高
  - 元件壽命長
  - 直流電壓起動



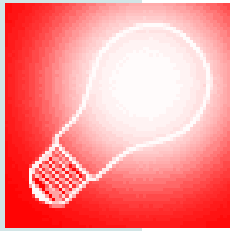
資料來源：Lumileds

光源體特性與應用

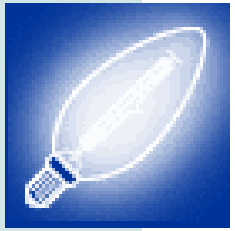
•照明基本概念介紹

光 源 種 類		特 性	用 途
白熾燈		效率低、裝置成本低、演色性佳、連續調光、易集光、使用成本高	一般照明但不適於高照度環境
低壓鹵素燈		光色優、演色性佳、集光性佳、使用成本高	最適於重點照明
高壓鹵素燈			大區域照明（立燈）
直管螢光燈	一般啟動型	發光效率高、價格低	辦公室、工廠、住宅等一般照明
	三波長	發光效率及演色性均高	辦公室、商店照明
	快速啟動型	發光效率高、價格低、立即點燈、可調光	辦公室、工廠、住宅等一般照明
	高演色性型	發光效率稍差但演色性極佳	店舖、百貨公司、電影院等
精緻型螢光燈		直接替代白熾燈提高發光效率、壽命長	店舖、飯店、住宅、餐廳等一般照明及重點照明，亦可作為燈
複金屬燈		發光效率高、演色性高、壽命高、光衰減率低，啟動時間長	間接照明、一般照明及重點照明，亦可用於路燈、工業照明及立燈
無電極燈		壽命長、發光效率高、近似日光	維護困難區域
LED		體積小、光色多、耐震、易驅動	指示、號誌、裝飾、輔助

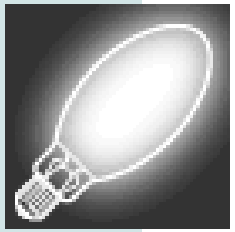
光源產品替代趨勢



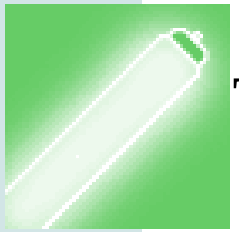
白熾燈泡



鹵素燈泡

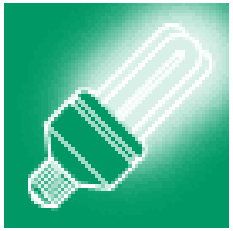


水銀燈

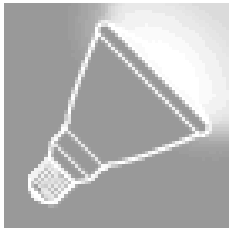


T12

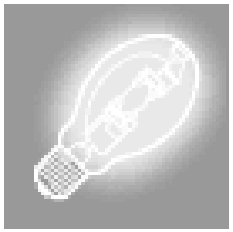
緊湊型螢光燈



複金屬燈

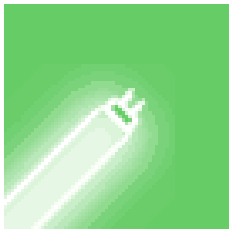


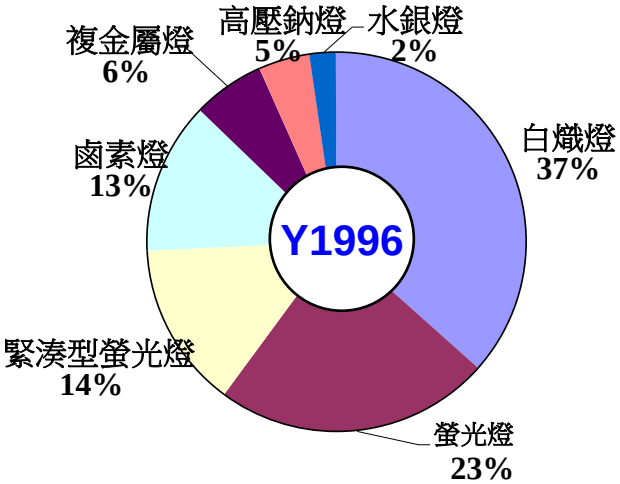
高壓鈉燈

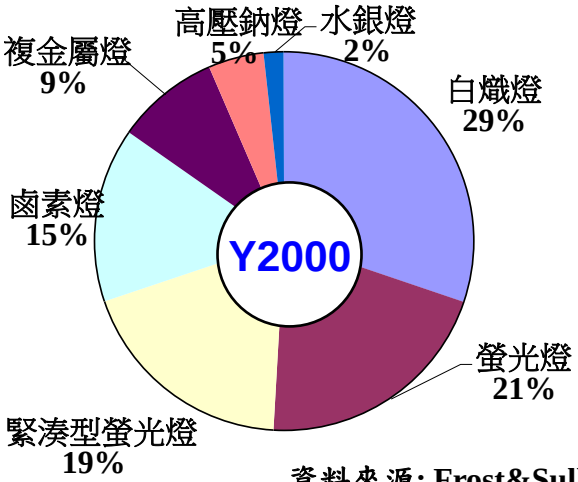


T8

T5







資料來源: Frost&Sullivan

安定器

- 提供一阻抗穩定放電燈的燈管電流，確保燈管性能與壽命之元件。
- 傳統式：CNS927（螢光燈）

  主要構造為矽鋼片鐵心以漆包線纏繞，構成一抗流線圈；又稱傳統式或標準型安定器。
- 電子式：CNS13755（螢光燈）

  利用半導體元件，匹配燈管特性設計高頻電力電子電路，點亮燈管與提供穩定電流，可附加異常保護、功因修正、調光等功能；體積小，效率較傳統式高約10-15%。

電子安定器性能要項

- 安定器耗能
  - 安定器本身消耗的能量；愈低愈好。
- 安定器因數（Ballast Factor; BF）
  - 相同燈管搭配待測安定器與試驗用安定器之光輸出比值；愈高愈好。
- 安定器效率因數（Ballast Efficiency Factor; BEF）
  - 安定器因數除以輸入功率；愈高愈好。
- 功率因數（Power Factor；PF）
  - 安定器輸入功率與電壓、電流之乘積的比值， 可評估安定器將輸入電源轉為有效電源之能力；愈高愈好。
- 總諧波失真（Total Harmonic Distortion; THD）
  - 輸入電流失真程度，愈低愈好，一般安定器之THD需低於33%。

燈具之定義與重要元素

- 燈具定義 (Fixture)：
  - 由光源體與外部結構體構成之照明器具，以達到配置光線與保護光源體之目的，並提供光源體之電源供應。
- 燈具重要元素：
  - 配光效果
  - 美觀造型
  - 光輸出效率
  - 使用舒適度
  - 特殊用途

燈具與效率

- 燈具效率 (Luminaire Efficiency)

  燈具實際發出之光通量佔內含光源所發出光通量比值。

- 燈具能源效率比（Luminaire Efficiency Rating)

  LER＝（EFF× TLL× BF）/W

  LER：燈具能源效率比（Lm/W）

  EFF：燈具效率（%）

  TLL：燈管總輸出（Lm）

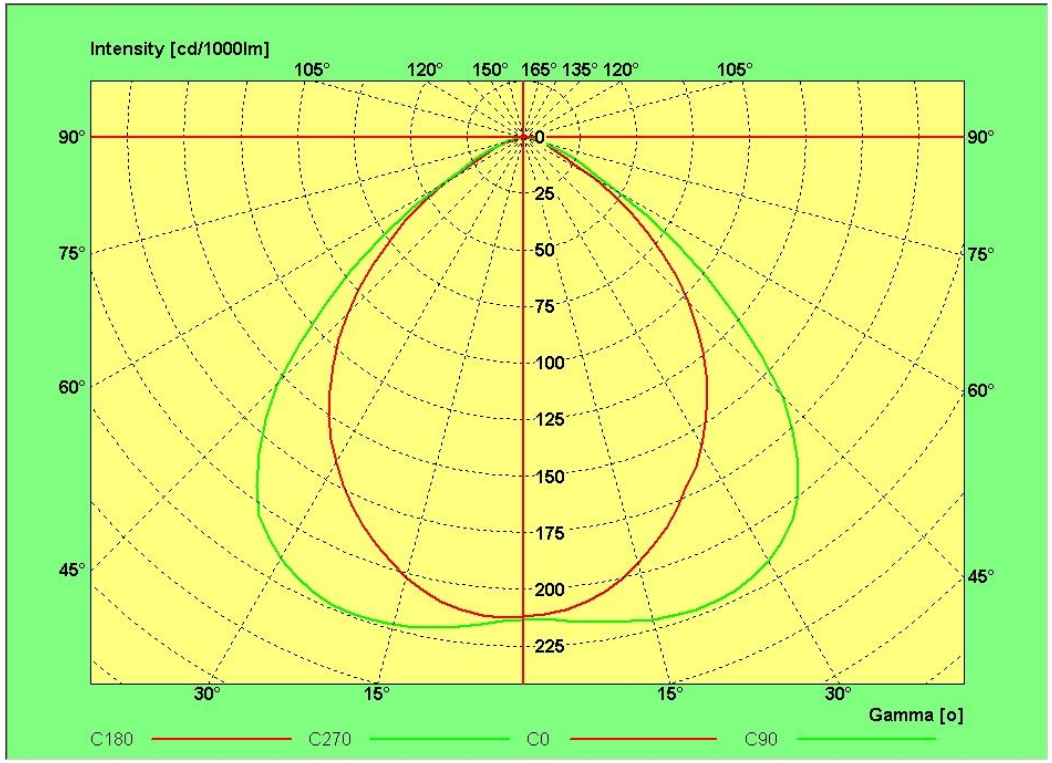
  BF：安定器因數（安定器光輸出比）

  W：燈具輸入功率

燈具配光曲線

- 配光曲線（Candlepower Distribution Curves）

  配光曲線係以極座標（Polar Diagram）表示燈具發光強度分佈之情形，測量通過燈具中心在各個角度方向上的發光強度，單位為cd/1000 lm 。

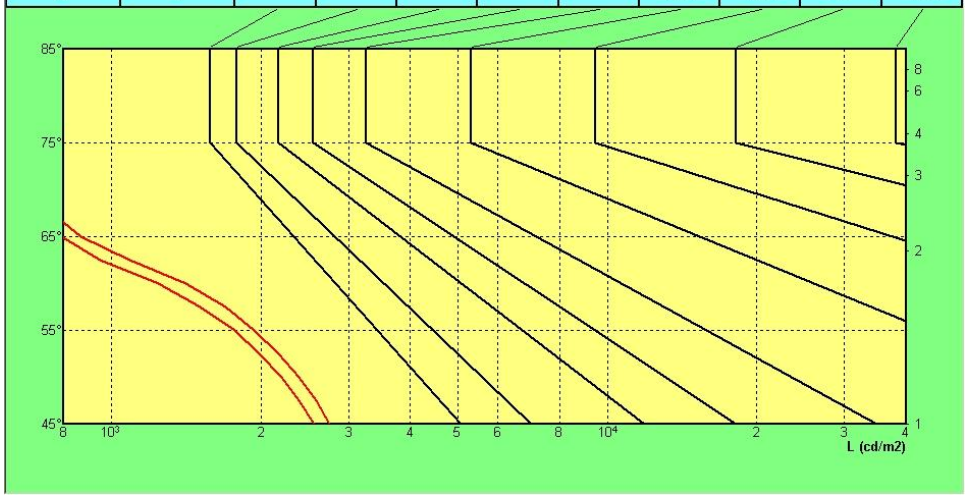


燈具眩光

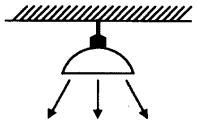
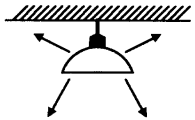
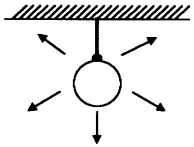
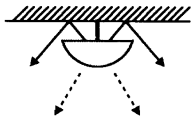
- 眩光限制曲線（Glare Limitation Curves）

在視角45～85°範圍內，根據照度水平與視覺工作特性建立一套眩光限制的臨界線，核對燈具安裝環境的特性， 選擇一條眩光限制曲線，再比較燈具亮度曲線是否皆位於該曲線之左側。

Quality class		Valid for nominal illuminance (lx)								
A	A	1000	750	500	-	<300	-	-	-	-
1	B	2000	1500	1000	750	500	<300	-	-	-
2	D					2000	1000	500	<300	-
3	E						2000	1000	500	<300

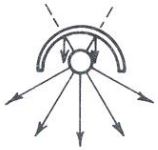
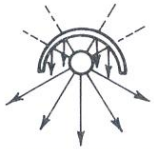
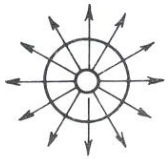
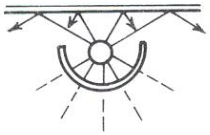
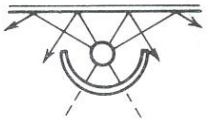


照明方式與配光特徵

方式	特徵	示意圖
直接照明	可提高作業面效率之經濟性照明方式，是一種*有目的的照明*。不過相反地，因上方幾無光，故天花板面是暗的。	
半直接照明	較直接照明更考慮到上部光源，故*廣為一般所使用*。可*讓室內全亮，是一種讓人空間擴大的感覺*。	
全般擴散照明	是一種來自光源的均一照明法。採懸吊玻璃泡（glass globe）的方式。不過其吊懸的高度很低，橫向的光尤其強，故會*產生眩光*，有必要注意。	
半間接照明	所謂的半直接照明是因其有對稱的配光特性。作業面的亮度與直接照明器具相比，即使是使用大小相同的燈式，其*亮度也會比較低*。	
間接照明	往天花板、牆壁打光，然後再利用其反射光的照明方式。這因如此，它會影響到屋內的裝潢、塗漆的顏色，所以必要考慮其照明效果。利用間接光可*營造柔軟詳和的氣氛，故可提高室內設計的效果。*	

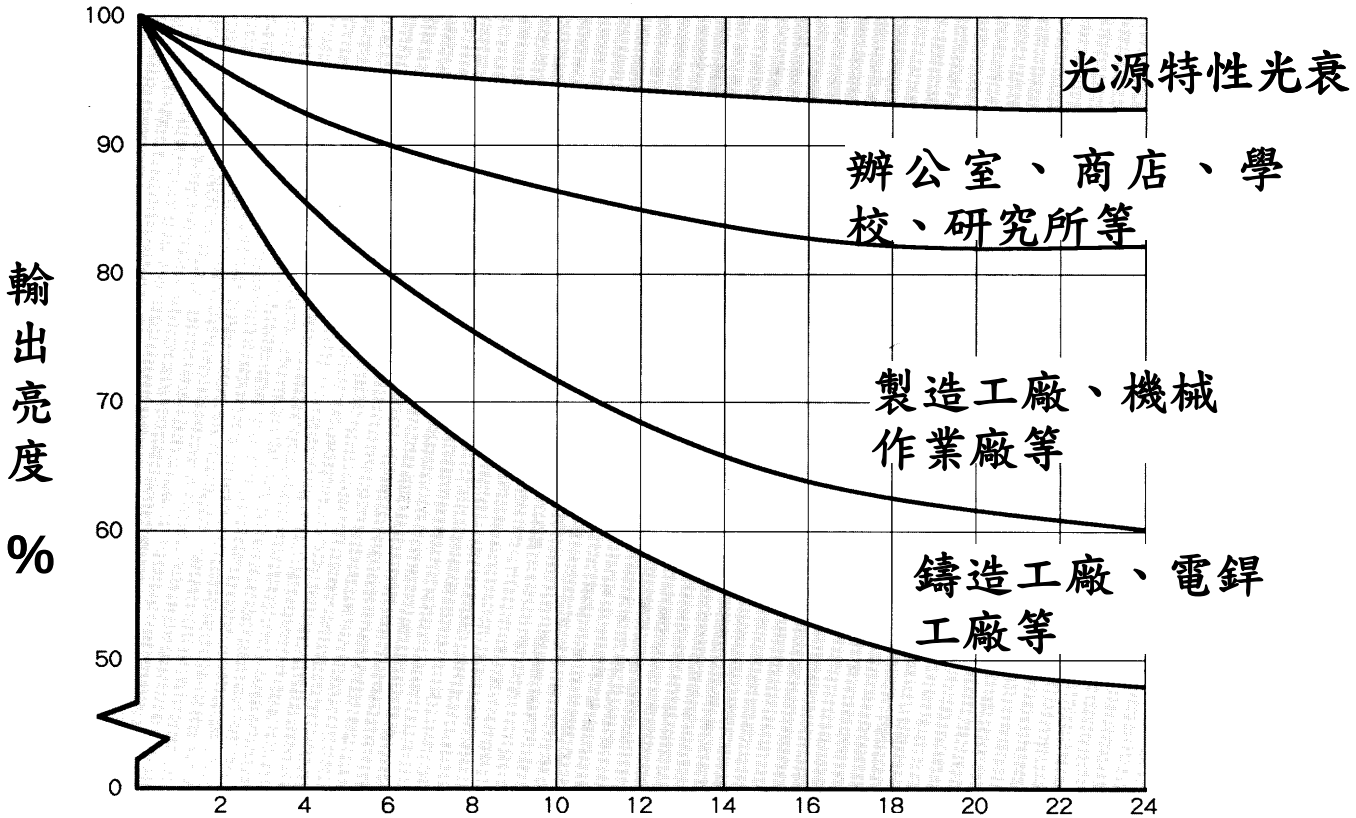
照明燈具的形式

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

形式名稱	示　意　圖	向上光束 %	向下光束 %
直接照明型		0 ~ 10	100 ~ 90
半直接照明型		10 ~ 40	90 ~ 60
全部擴散照明型		40 ~ 60	60 ~ 40
半間接照明型		60 ~ 90	40 ~ 10
間接照明型		90 ~ 100	10 ~ 0

照明器具之塵埃與光輸出

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法



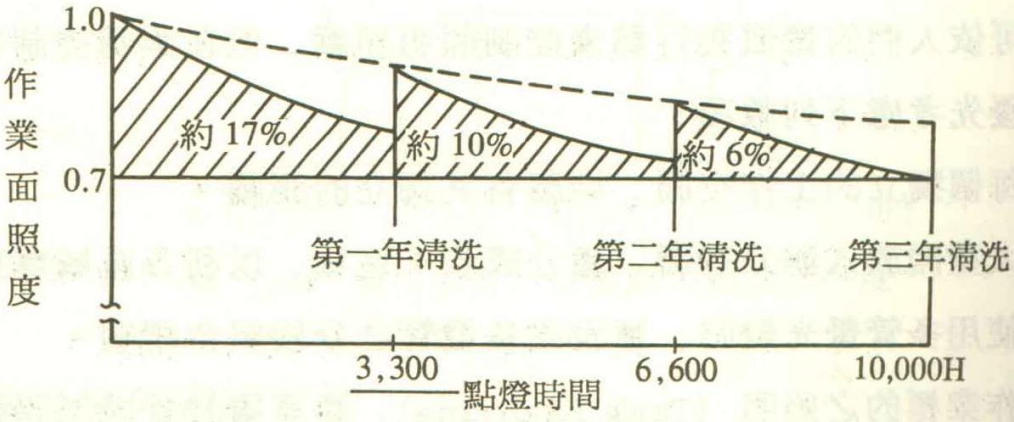
塵埃累積的時間（月）（CIE：國際照明委員會）

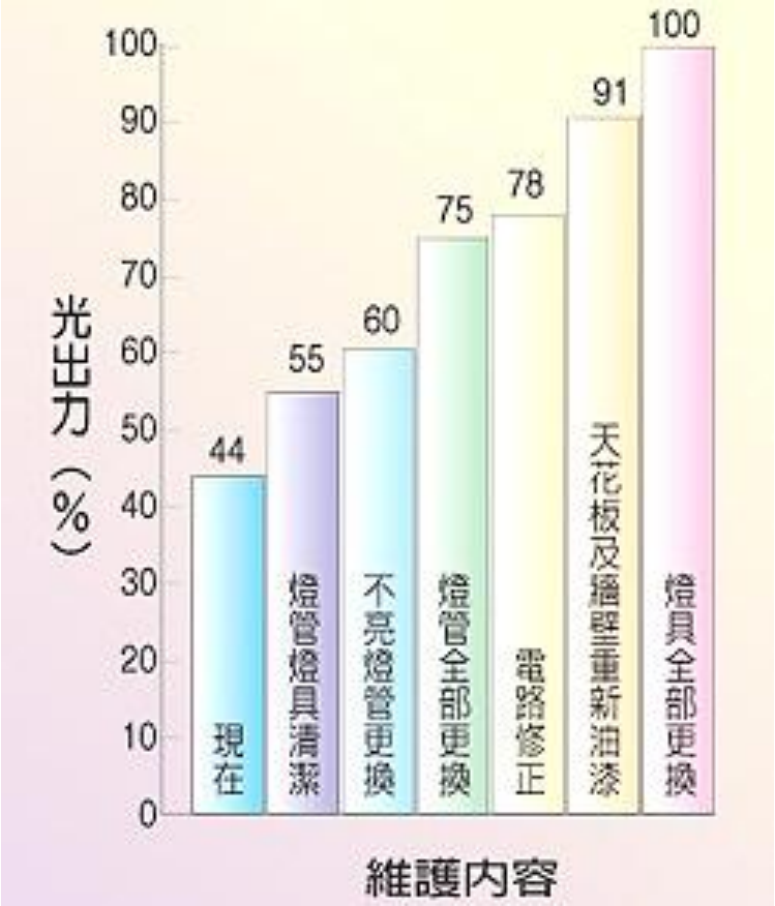
彰化師大
車輛所

照明系統之清潔維護

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

- 照明器具使用之後，照度會有不同程度衰減，故需清潔維護 。





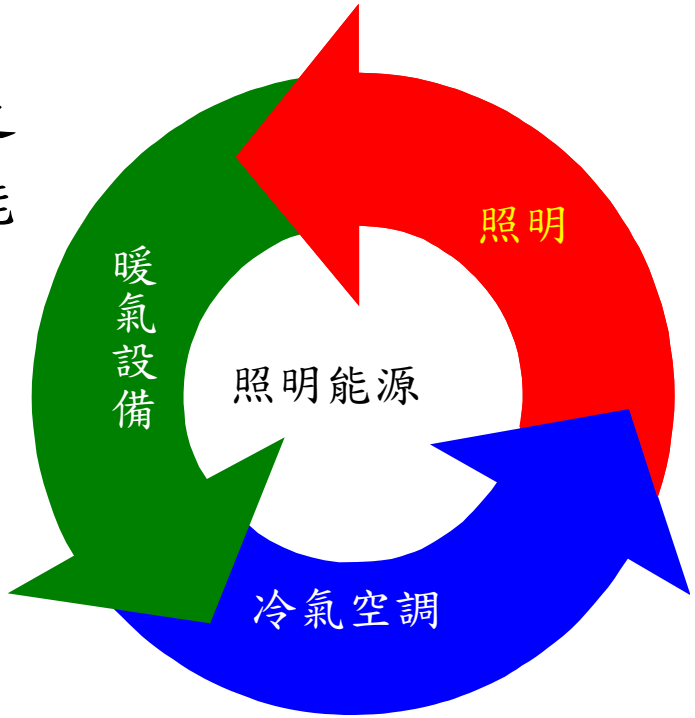
照明管理系統

•照明基本概念介紹

- 藉由鍵盤,遙控器,或開關等以監視或控制所有照明器具及保全系統等的操作狀態；可以提升20%到50%效率。
- 時程管理設定： 可依據固定作息或特定活動控制，設定照明設備操作時間。
- 機動調節管理： 非預期情況下，依照明之需要提供臨時性之照明控制。
- 晝光節能利用： 利用自然光之能源，配合照明控制設備，提供節能需求。
- 群組控制設定： 依照明場所性質，選擇群組功能以設定不同照明之需求。
- 控制模式選擇： 多種空間照明設計模式，選擇不同場景與氣氛控制。
- 無線遙控操作： 利用無線遙控裝置，配合臨場燈光控制之方便性。
- 整合保全系統配合特殊情況控制照明環境。

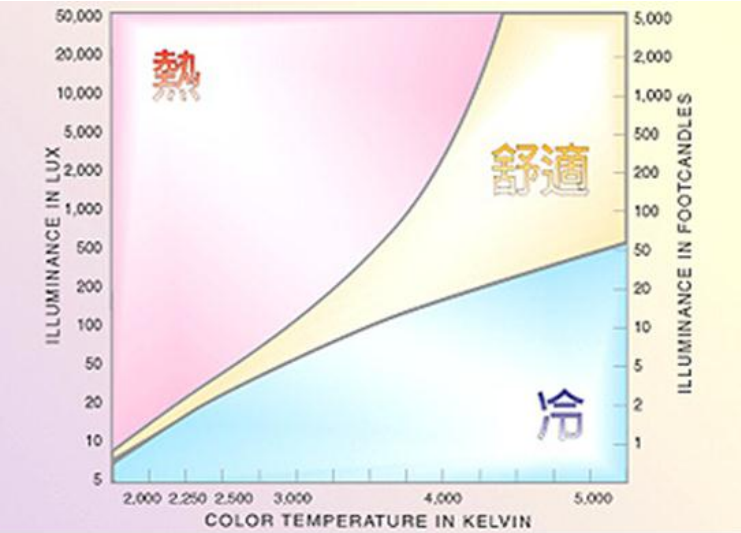
照明系統與能源

- 照明與冷氣空調：
  - 2KW照明負載所產生之
  - 熱將增加1KW冷氣耗能
- 照明與自然環境：
  - 綠色照明降低環境污染

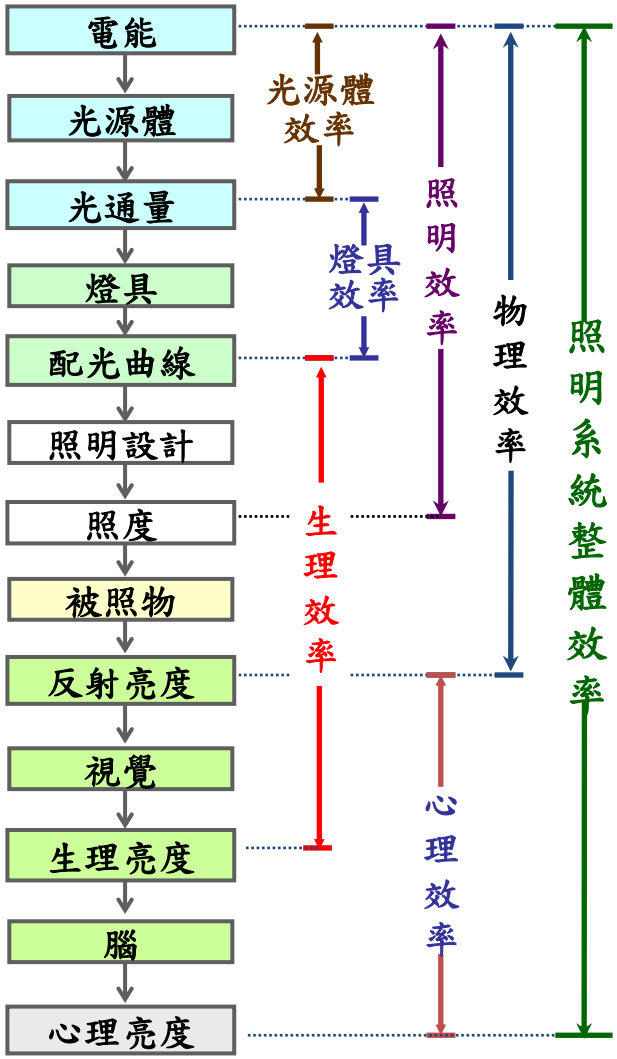


照明系統整體效率

- 照明系統整體效率為物理效應、生理反應、心理反應之綜合結果。
- 有效率照明是對的時間與地點提供正確的照明



色溫度vs.照度



照明光環境

- 定義：設計照明系統提供一個適當的視覺環境給使用者，滿足執行工作之所需。

  有效率照明≡對的時間與地點提供正確的照明

- 照明系統改善概念
  - 照明系統省能工作應取決於「整體」的規劃而非「局部」的解決問題。
  - 照明系統不應只重視耗能「量」的減少，也應重視「質」提升。

彰化師大
車輛所

照明節能因素

•照明基本概念介紹
•節能策略與手法

影響照明節能因素

- 控制系統
- 晝光利用

} 減少電力與使用時數

- 電光轉換效率
- 適當維護

} 提昇光電使用效益,可節約2/3因無效照明所耗能源

- 經濟效益評估 ➡ 裝置成本與使用費之損益平衡點

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

照明節能策略與做法

美國環保署能源之星建築物計畫 綠色照明計畫策略及做法	北美及日本照明學會 建議照明節能方法
	符合工作要求的照度標準
	對照明環境的考慮
使用最有效率的燈泡、燈管及安定器 使用最有效率的燈具	使用高效率光源 照明器具的選用
使用安定器並依據使用狀況控制燈具的開關	天然光的利用
建立燈具的操作、維護與棄置程序	有效的管線設計 易於維護管理的設計
使用具能源之星標章之緊急出口燈具	

照明省能重點

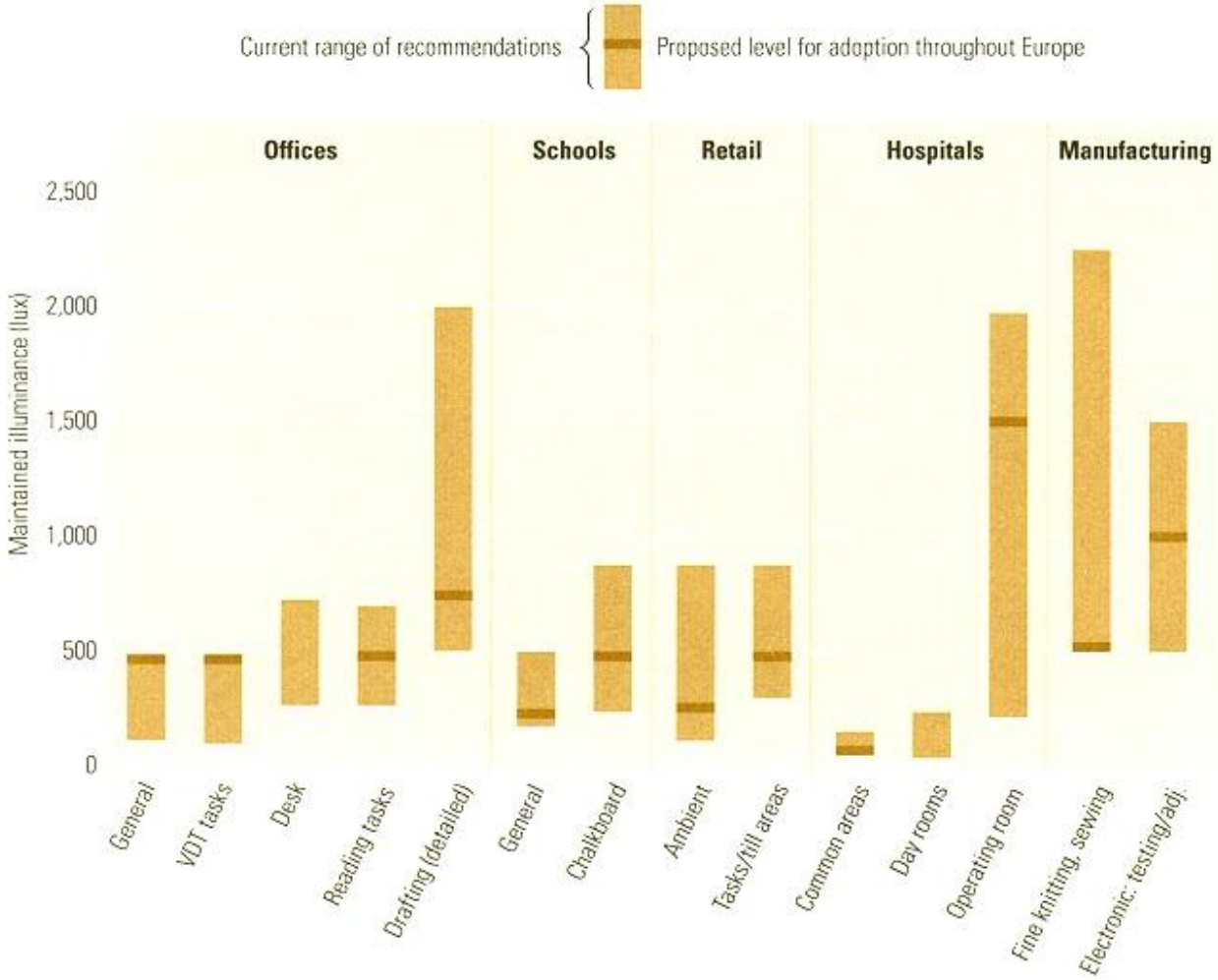
- 照明品質：基本照度、減少眩光、高均勻度、防止閃爍、高演色性。
- 節約能源：提高效率、維持光效。
- 安全維護：減少諧波、提高功因、使用壽命。
- 照明控制：
  - 自動開關:光感測開關
  - 照明管理系統
  - 時控開關:延遲與人體感應開關
  - 調光器

彰化師大
車輛所

基本照度要求

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

- 美國加州柏克萊大學勞倫斯實驗室根據北美14個國家



照度分類

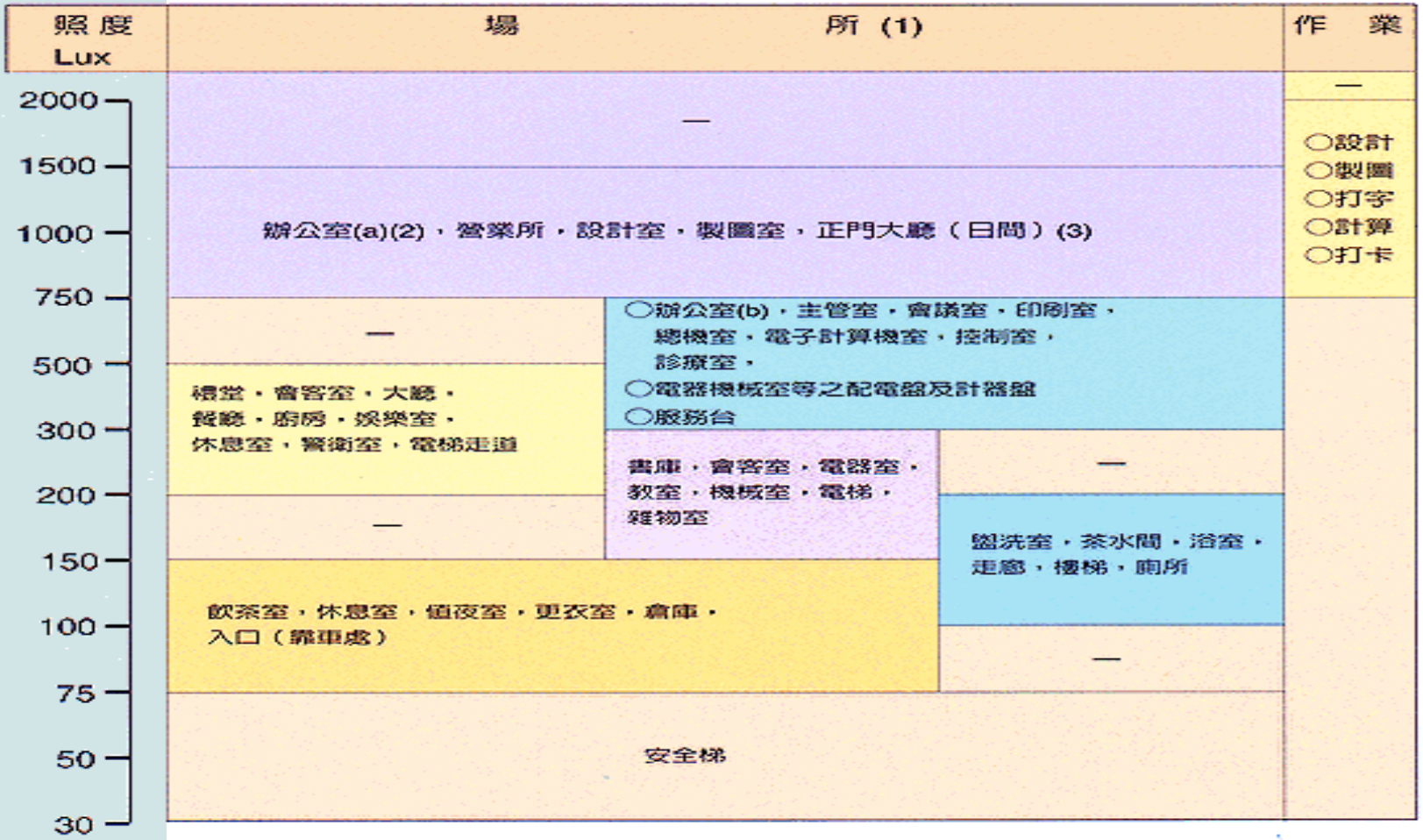
- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

行為型式與工作特性	照度類別	照度範圍(lux)	參考作業面
較暗之公共空間	A	20-30-50	空間全面照明
短暫停留所需之簡單方向感	B	50-75-100	
偶發性視覺作業之空間	C	100-150-200	
從事高對比與大尺寸之視覺工作	D	200-300-500	作業面照明
從事中對比與小尺寸之視覺工作	E	500-750-1000	
從事低對比與細部性視覺工作	F	1000-1500-2000	
長時間從事低對比與細部性視覺工作	G	2000-3000-5000	作業面照明(為全面與局部照明之總合)
超時從事精密性視覺工作	H	5000-7500-10000	
從事對比過低與精細特殊之視覺工作	I	10000-15000-20000	

彰化師大
車輛所

環境對照度的要求

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法



照明設備投資與照度

- 人類的眼睛對於亮度的感覺呈對數關係，有「抑強助弱」的效果。
- 節能照明：選擇最低照度需求，加上局部加強照明。

照度 (Lux)	投資成本	亮度感覺 (Log)
10	A	1
20	2A	1.3
100	10A	2

種 類	場 所	照 度(lx)
住宅	裁縫	300-700
	讀書	300-500
	客廳	150-300
辦公室	營業廳	750-1500
	會議室	300-750
	倉庫	75-300

節能標章能源效率基準

- 32W以上螢光燈管節能標章能源效率基準

標準色度範圍	節能標章 能源效率基準
L-EX (2600~3150K) WW-EX (3200~3700K) W-EX (3900~4500K)	發光效率(lm/W)：90 平均演色性指數：80
N-EX (4600~5400K) CW-EX (4600~5400K)	發光效率(lm/W)：90 平均演色性指數：80
D-EX (5700~7100K)	發光效率(lm/W)：86 平均演色性指數：80

室內光源比較

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法

光源型式	白熾燈泡100W	鹵素燈50W	Twin2 27W	Twin3 24W
光束	1,520Lm	1,250Lm	1,550Lm	1,800Lm
消耗電力	100W	50W	32W	26W
發光效率	15 Lm/W	25 Lm/W	48 Lm/W	69 Lm/W
壽命	1,000小時	2,000小時	6,000小時	10,000小時
色溫度	3,000K	3,050K	3,000K~6,500K	
演色性	100	100	85	

建築照明能源基準

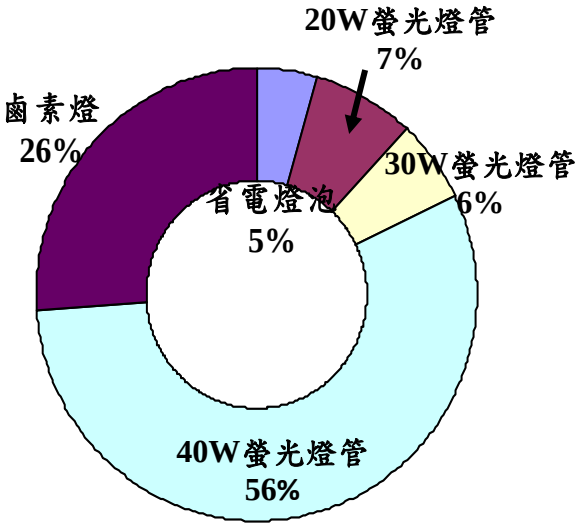
- 商業大樓電力配置
  - 一般空間 : 20--30W/m^2
  - 特殊區域 : 10--15W/m^2
- 國際參考基準:
  - 日: 20W/m^2
  - 澳: 16W/m^2
  - 紐西蘭: 辦公室: 18W/m^2
  - 美: 12W/m^2
  - 新加坡: 辦公室: 20W/m^2
    - 商店: 25W/m^2
    - 餐廳: 15W/m^2
    - 停車場: 5W/m^2

範例：商業空間

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

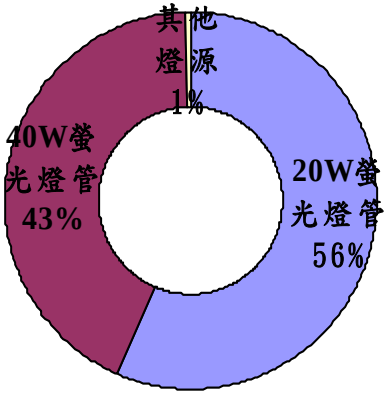
百貨公司

位置	標準照度	照度	使用光源
辦公室：			
辦公室	750-1500	650	螢光燈
會議室	300-750	600-700	PL 燈
超級市場：			
生鮮櫃台	1000-3000	1400 2000-3000	螢光燈 鹵素燈
陳列架	750-1000		70W 複金屬燈
升降梯口	500-750	1100-1700	鹵素、螢光燈
手扶梯間	500-750	500	螢光燈
美食街	300-750	300-700	BB 燈
廁所	150-200	350-450	BB 燈



辦公大樓

位置	標準照度	照度	使用光源
辦公室	300-750	500-1200	螢光燈
停車場	50-150	50-170	螢光燈
走道	100-200	300-500	螢光燈



商業空間現況分析

•照明基本概念介紹
•節能策略與手法
•個案分析與評估

- 照明設計不當，增加能源消耗
  - 照度過高
  - 照度不均
  - 相互影響，降低照明成效

- 普遍使用傳統光源與燈具
  - 傳統燈源效率低，壽命短，維護成本高。
  - 傳統安定器無法發揮燈源的效率。
  - 傳統燈具效率低。

商業空間現況分析與檢討

- 缺乏保養維護工作
  - 積塵會降低燈具效率
  - 積塵會加速燈源光衰
- 照明管理系統應用不普及
  - 多餘照明無法有效降低
  - 保養維護不易落實
  - 節能工作效率有限
  - 照明系統無法有效掌控

建築物類型	照明品質		照明燈源		照明控制元件	燈具維護	照明管理系統
	照度過高	照度不均	大量使用白熾燈及鹵素燈	使用一般螢光燈管	採用傳統變器、安定器	未定期保養維護	未使用
辦公大樓	★	☆		★	★	★	★
百貨公司	★		★	☆	★		★

☆為部份使用

彰化師大
車輛所

靠窗採光佳時，燈具可適時關閉

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

- 1.靠窗部份於白天，實測照度1,200 LUX
- 2.燈具關閉後，仍可達到 1,000 LUX

彰化師大
車輛所

照明排列過於密集

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

彰化師大
車輛所

各使用場所之燈具不整齊照度不均勻

- 燈具全開時，照度高達1,200 LUX

- 燈具減光後，仍可達到750~850 LUX

彰化師大
車輛所

燈具位置不配合桌椅位置

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

彰化師大
車輛所

走道減光措施

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

- 廊道採減光跳盞及感應式照明節電

彰化師大
車輛所

自然光利用

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

- 自然光引入量充足時，減少週邊之照明開啟

彰化師大
車輛所

休息時間關燈

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估

商業大樓照明

螢光燈半間接照明

晝光利用

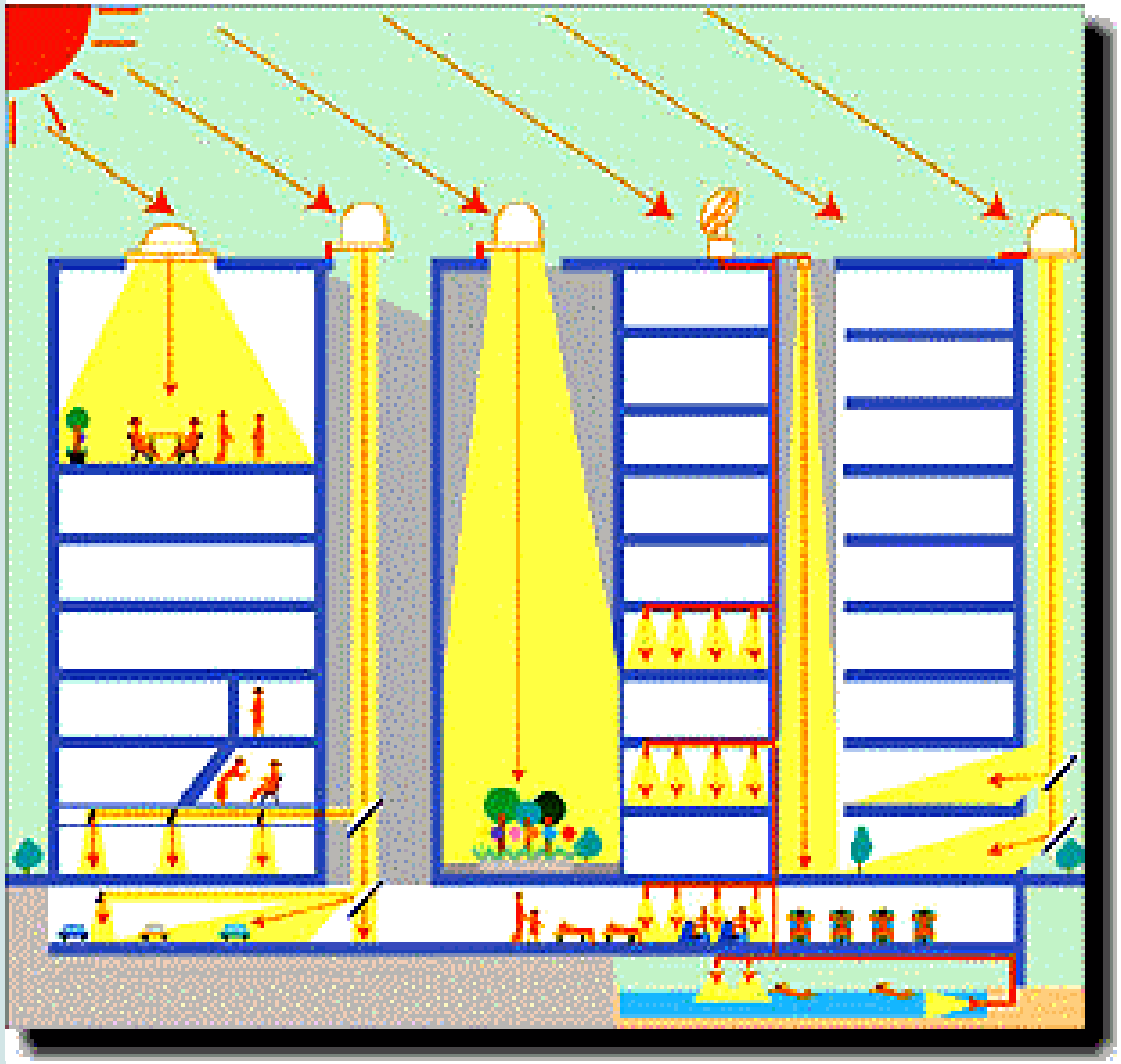
複金屬下照燈

CFL嵌燈

彰化師大
車輛所

商業大樓晝光照明系統

- 照明基本概念介紹
- 節能策略與手法
- 個案分析與評估



商業空間改善建議

- 調整照明設計
  - 調整合適照度、平衡照度均勻度、減少眩光及光污染
- 使用高效率光源及低光污染燈具
  - 使用高效率光源及驅動元件（電子安定器/變壓器），減少燈具用量
  - 使用高效率、低眩光燈具提高照明品質
- 積極的維護保養
  - 維持光源、燈具效率與照明品質
- 善用照明管理系統
  - 有效控制及彈性應用、利用日光達成節能效果、減少系統維護成本、掌握照明環境提昇節能成效

高效率光源能源效益

- 緊湊型省電燈泡

標準白熾燈泡	替換CFL燈泡	節能比率
25W	7-9W	64-72%
40W	11-13W	67-73%
60W	15W	75%
75W	18-20W	73-81%
100W	27-30W	70-73%

- 直管螢光燈

燈管型式	安定器/啟動器	系統功率	與40W比較
T9-36W	傳統鐵磁式	86W	0
T8-32W	電子式（快速啟動）	62W	28%
T8-32W	電子式（立即啟動）	58W	32%

範例：照明系統改善之經濟效益評估

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
裝置條件	基本設置	更換節能燈管	•更換節能燈管 •使用T8/雙燈管 •使用電子安定器 (電子螢光燈)	•更換節能燈管 •使用T8/雙燈管 •減少50%燈管 •使用電子安定器 •採用新型燈具	•更換節能燈管 •使用T8/雙燈管 •減少50%燈管 •使用調光安定器 •採用新型燈具 •增加晝光感測
燈具數	12	12	12	12	12
燈管(量)	F40WWT12 (48)	F40WWT12/ES(48)	FO32T8/35 (48)	FO32T8/35 (24)	FO32T8/35 (24)
節能率	----	15%	35%	67%	86%
年耗電量	8,832 度	7,507 度	5,760 度	2,880 度	1,221 度
年電費	26,496 元	22,521 元	17,280 元	8,640 元	3,663 元
初始安裝費用	----	9600元 @ 800元/具	43,200元 @ 3,600元/具	48,600元 @ 4,050元/具	69,000元 @ 5,750元/具
回收年限	----	2.4年	4.7年	2.7年	3.0年

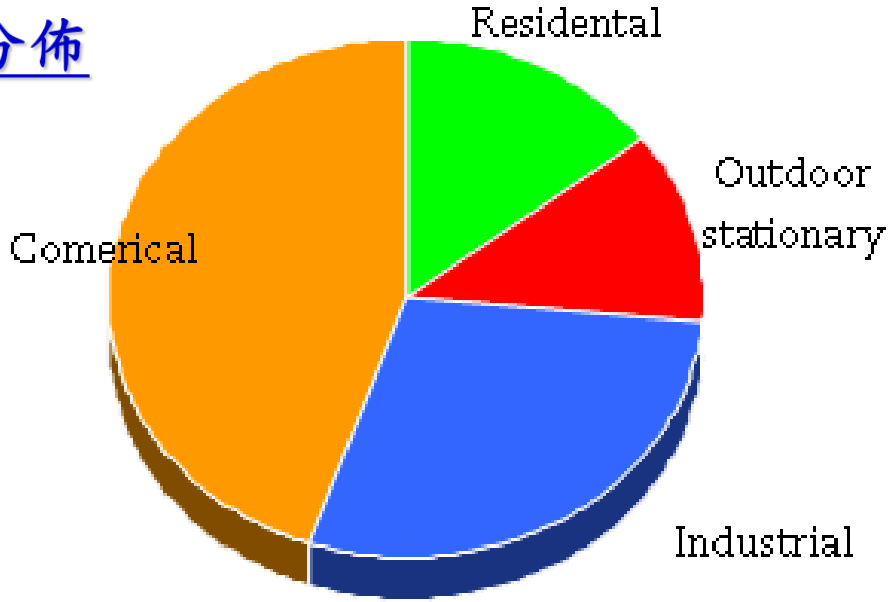
範例： 照明系統改善之經濟效益評估

	Case 1 鹵素燈	Case 2 水銀燈	Case 3 高壓鈉燈	Case 4 複金屬燈
光源體	250W Halogen	100W Mercury Vapor	100W White High-pressure Sodium	70W Metal Halide +Electronic Ballast
每年耗電量	2,160度	1,080度	1,120度	690度
每年電費(3元/度)	6,480元	3,240元	3,360元	2,070元
光源每年消耗費用	660元	270元	1,050元	1,530元
維護費用(300元/次)	1,320元	120元	270元	450元
費用小計	8,460元	3,620元	4,680元	4,050元
每年節電費	---	3,240元	3,120 元	4,410 元
每年節約費用	---	4,840 元	3,780 元	4,410 元
燈具價格	---	12,000 元	12,000 元	12,000 元
換裝費用	---	3,000 元	3,000 元	1,500 元
回收年限	---	3.1 年	4.0 年	3.1 年

全球照明需求現況與趨勢

- 根據國際能源總署資料，2005年照明用電為2651TWh，佔全球總發電量的19%；而照明系統發光效率由1965年的18Lm/W提昇至2005年48Lm/W。
- 商業照明佔總照明市場用電量的43%，佔商業用電的30%，零售業、辦公大樓、倉儲及教學大樓等佔70%。

全球照明耗能分佈



照明節能具體手段

- 根據國際照明委員會CIE (International Commission On Illumination)所提出照明節能原則如下：
  - 依工作需要決定照度 (參考照度標準)
  - 照度需求下，利用節能照明設計(視覺...)
  - 演色性考量下，使用高效率燈具
  - 採用低眩光、高效率燈具
  - 室內使用高反射材料
  - 有效的迴路設計
  - 設置節能管理設備
  - 照明與空調之間熱處理
  - 利用人工照明與自然採光
  - 定期清潔維護照明器具。

光、照明與光環境

- 光環境基本需求：舒適性、功能性及安全性
- 光環境特性參數：照度(lm/m2)、配光、光色(色溫,K)、自然光、效率、眩光、光污染、演色性(CRI)、均勻度、閃爍及維護等。
- 光與大自然：
  - 不當的照明會浪費能源、污染環境、影響生活與健康
  - 辦公室眩光將造成心理不適，降低工作績效
  - 過亮的夜間照明讓天上的星星不見了；候鳥迷路了；半夜2-4點2500lux 的照明環境會導致黑色素累積；……
  - 缺乏適當的日照，人類的生理時鐘會失調，導致神經行為的遲緩與疲倦感。
  - 光污染影響植物及動物的自然成長，稻子不節穗、螢火蟲繁殖率降低；破壞自然生態

照明電控技術發展

- 綠色照明、經濟便利技術：
  - 省能、調光：效率高、搭配日光調光
  - 性能佳：高功因、低諧波、低雜訊、壽命長
  - 控制便利：DALI控制介面，數位控制
  - 安全可靠：緊急照明、具多重失效保護功能
  - 使用方便：泛用型、多種/多支燈管及電源共用
  - 薄型化。

燈具技術與光害

- 燈具重要元素：
  - 配光、造型、效率、使用舒適度等
  - 燈具發展三大主軸：性能、效率、舒適
  - 加值設計：美觀、使用便利性
- 發展趨勢：
  - 效率高(＞0.9)、低眩光、反射式、太 陽能/風能燈具、 光觸媒燈具
  - 光感測自動開關、人員使用自動開關
  - 智能化、具通訊功能燈具
  - 環保燈具，材料可回收利用率92%
  - 人文化

照明控制系統

- 照明控制之目的：省電、配合設施利用形態的變化、省力及創意照明

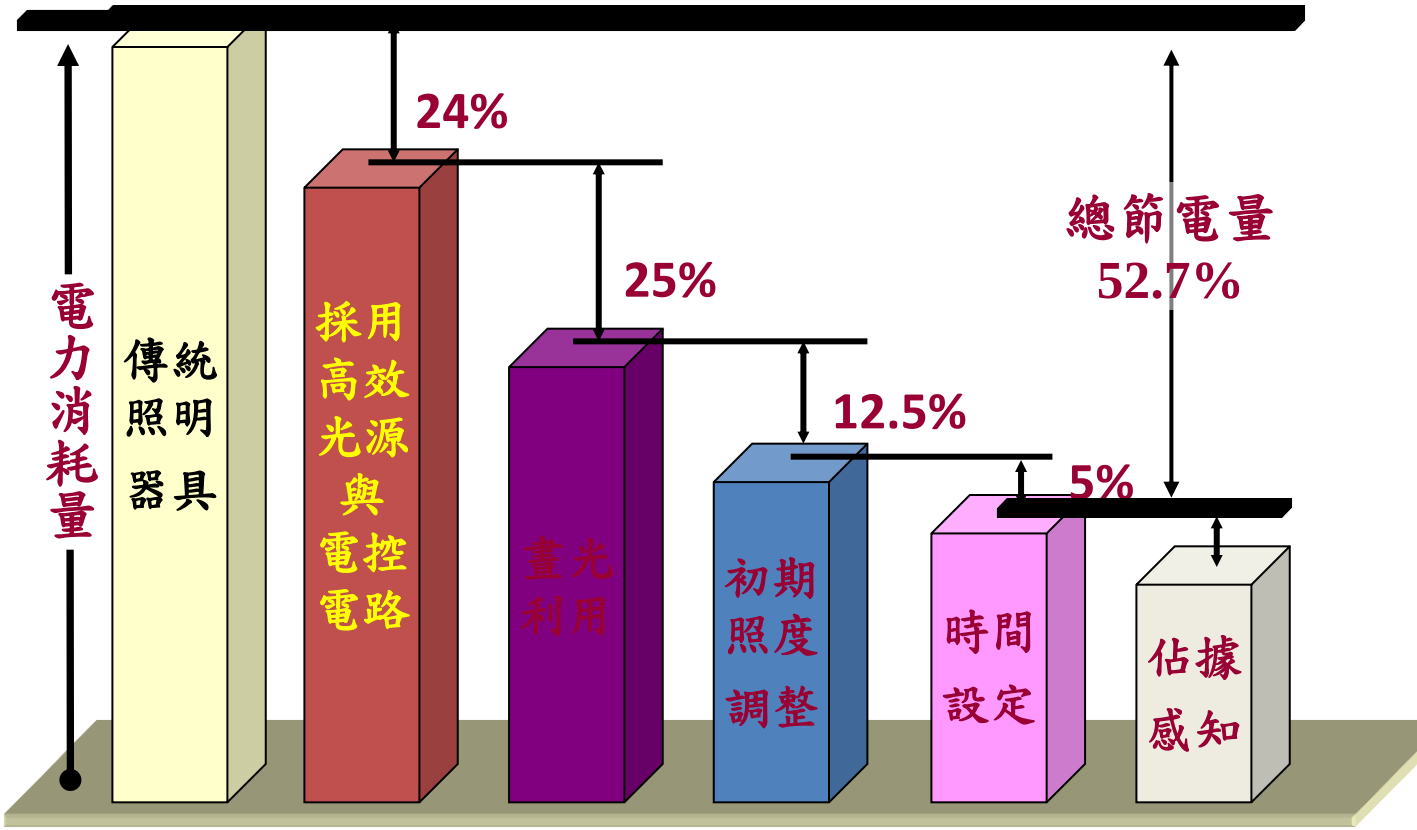
照明管理系統：藉由鍵盤,遙控器,或開關等以監視或控制所有照明器具及保全系統等的操作狀態；可以提升20%到50%效率。

照明控制的種類：

- 自動開關:光感測開關
- 照明管理系統
- 時控開關:人體感應延遲開關
- 調光器

- 時程管理設定：可依據作息或特定活動設定照明。
- 控制模式選擇：多種空間照明模式，選擇不同場景與氣氛控制。
- 群組控制設定：依場所性質選擇群組功能以設定不同照明之需求。
- 無線遙控操作：利用無線遙控裝置，配合臨場燈光控制之方便性。
- 晝光節能利用：利用自然光配合照明控制設備，提供節能需求。
- 整合保全系統配合特殊情況控制照明環境。

節能照明系統



資料來源：日本三菱公司

LED照明節能---特殊照明

應用場合	產品類型	節能效益	節能潛力
汽車	尾燈	70%	
	前方轉彎信號燈	68%	
	倒車燈	90%	
	頭燈（白光）		23%
Bus 及大貨車			70%
出口標示燈		45%	
交通號誌燈	紅黃綠三色	89%	
	行人燈	91%	
航空	飛機閱讀燈	50%	
	機場燈	70%	
鐵道信號燈		55%	
LED 替換霓虹燈		65%	
戶外節慶照明（替代白熾燈）		90%	
商用冷藏櫃顯示燈（替代螢光燈）			60%@2010 年

照明經濟

- 節能照明：
  - 人類的眼睛對於亮度的感覺呈對數關係，有「抑強助弱」效果。最低照度設計，加上局部加強照明
- 照明系統規劃的考量必須將長期使用所須的費用，照明設計考量因數包含：
  - 初期設備費
  - 光源特性
  - 照明效率
  - 電費及維護費

照度(lux)	投資成本	亮度感覺(Log)
10	A	1
20	1.5 ~ 2A	1.3
100	4 ~ 6A	2

照明系統評估

- 節能照明光環境
  - 照度：參考標準非絕對
  - 均勻度：高視覺舒適
  - 演色性：80
  - 燈具：見光不見燈
  - 色溫：融合環境
  - 用電量：燈具數*W

建築物照明用電標準 ---
美國ASHRAE/IESNA 90.1

場所	LPD (W/m^2)
工廠	14
教室	15
圖書館	13
辦公室	11.1
自動化工作區	10
倉庫	9.1
停車場	3

照明節能的七大基本策略

- 北美照明學會與日本照明學會推荐七種照明節能方法：
  - (1) 符合工作要求的照度水準
  - (2) 使用高效率的光源
  - (3) 照明器具的選擇
  - (4) 自然光的利用
  - (5) 對照明環境的考慮
  - (6) 有效的配線設計與照明控制系統
  - (7) 易於維護管理的設計

照明節能具體節能措施

- 增設照明節能監控系統
- 選用高效率燈具
- 採用電子式日光燈
- 配合照度調整燈具數量
- 調整燈具迴路開關
- 加裝感應點滅開關
- 加裝日照點滅開關

先進照明系統願景

- 節能、環保、人性化、精緻化與智能化
- 利用現代照明器具（高效光源、電控與感測、高品質燈具）、搭配照明設計（與空間佈置）及維護計畫，實現優質照明系統與經濟效益。

照明節能

- 住宅大樓的電力耗費是相當巨大，在思考節能減碳的同時，必須考慮住宅安全性及使用便利性。因此，節能和減量是改善的重點。
- 1000瓦 ╳ 1小時 = 1 度電約 (3.5元)

↓ ↓ ↓

節能 減量 省電

(降低瓦特數) (減少使用時間) 節省電費

↓ ↓

換裝 加裝

T85節能燈具 感應器

T5燈具

LED燈具

樓梯間照明改裝

- 使用T8燈管：
  18W × 12小時＝216W
  216W /1000W = 0.216度
  0.216度 × 365天 = 78.84度
  78.84度 × 3.5元 = 275.94元

- 改用T5燈管：
  14W × 12小時＝168W
  240W /1000W = 0.168度
  0.168度 × 365天 = 61.32度
  61.32度 × 3.5元 = 214.62元
  T8燈管改用T5燈管
- 每年節省電力=78.84-61.32=17.52度
- 每年節省電費=275.94-214.62=61.32元

樓梯間照明改裝

T8燈管改用T5燈管

- 東亞T5 14W山型燈具-單燈管 $749元
  每年回收61.32元，12.2年回收
- 飛利浦 T5山型燈具(14W)-單燈管$950
  每年回收61.32元，15.5年回收
- 東亞T5 14W山型燈具-雙燈管$849
  每年回收61.32 ×2元，6.9年回收
- 飛利浦 T5山型燈具(14W)-雙燈管$1050
  每年回收61.32 ×2元，8.5年回收

樓梯間照明改裝

- 18WT8燈管每年每日使用12小時電費275.94元
- 14WT5燈管每年每日使用12小時電費214.62元
- 加裝光控感應系統：

  2戶 x 5人 x 6次 = 60 次/天(一天只需一小時用電)

  一層 一戶 進出 = 每次一分鐘等於60分/天

  18W x 1時/天 = 18W

  – 每隻燈管每年電費

  18w ÷1000瓦 = 0.018度x 3.5元=23元

  – 吸頂式燈控感應開關$840元

  – 以紅外線人體感溫偵測，12公尺範圍內，即刻亮燈，可設定亮燈5秒 – 5分鐘，

房間照明改裝

- 使用一支T8燈管：
  36W × 6小時＝216W
  216W /1000W = 0.216度
  0.216度 × 365天 = 78.84度
  78.84度 × 3.5元 = 275.94元
- 改用一支T5燈管：
  28W × 6小時＝168W
  240W /1000W = 0.168度
  0.168度 × 365天 = 61.32度
  61.32度 × 3.5元 = 214.62元
  一支T8燈管改用T5燈管
- 每年節省電力=78.84-61.32=17.52度
- 每年節省電費=275.94-214.62=61.32元

T5 14W燈管 549mm

- 威力盟14W燈管

型號	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w	售價 元
T5 FH 14W/ 865	6500	1100	81	88
T5 FH 14W/ 850	5000	1100	84	
T5 FH 14W/ 840	4000	1200	87	
T5 FH 14W/ 830	3000	1200	87	

- 飛利浦14W燈管

型號 T5 Essential	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w	售價 元
TL5 ESS 14W/865晝光色	6500	1260	90	105
TL5 ESS 14W/840炫白色	4000	1350	96	105
TL5 ESS 14W/830光色	3000	1350	96	105
TL5 ESS 14W/827	2700	1350	96	

T5 28W燈管1149mm

- 威力盟28W燈管

型號	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w	售價 元
T5 FH 28W/ 865	6500	2400	90	108
T5 FH 28W/ 850	5000	2400	94	
T5 FH 28W/ 840	4000	2600	96	
T5 FH 28W/ 830	3000	2600	96	

- 飛利浦28W燈管

型號 T5 Essential	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w	售價 元
TL5 ESS 28W/865	6500	2700	96	130
TL5 ESS 28W/840炫白色	4000	2900	103	130
TL5 ESS 28W/830光色	3000	2900	103	
TL5 ESS 28W/827	2700	2900	103	

T8燈管和T5燈管比較

型號	長 mm	功率 W	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w
TLD 18W/865 JIS	589.8	18	6500	1350	75
TLD18W/54	589.8	18	6200	1050	58
TLD18W/865 Xtra	589.8	18	6500	1250	69
TLD18W/865 Xtreme	589.8	18	6500	1250	69
TL5 ESS 14W/865	549	14	6500	1260	90
MASTER LEDtube GA 11W	595.5	11	6500	825	75

T8燈管和T5燈管比較

型號	長 mm	功率 W	色溫 K	光通量 Lm	發光效率 Lm/w
TLD 36W/865 NS	1199.4	36	6500	3350	93
TLD36W/54	1199.4	36	6200	2700	75
TLD36W/865 Xtra	1199.4	36	6500	3200	88
TLD36W/865 Xtreme	1199.4	36	6500	3150	87
TL5 ESS 28W/865	1149	28	6500	2700	96
MASTER LEDtube GA 22W	1200	22	6500	1650	75

CCFL照明

- Cold Cathode Fluorescent Lamp 冷陰極螢光燈管
- 通常為應用在液晶電視、液晶螢幕、掃瞄器、照明器材之光源。
- 燈管發光原理：當給予燈管高電壓時，燈管電極射出電子，由電極衝出的電子受電界的影響而運動，因而獲得動能。當這些擁有相當動能的高速電子與管內水銀撞擊時，此狀態下之水銀分子瞬間釋出所增得的能量，由不安定之狀態急速返回原來之安定狀態，此時放出的能量即以紫外線放射出 (以波長253.7nm最為強烈)，此紫外線激發內管壁塗佈之螢光體，螢光體中的電子蓄存能量後瞬間又將其釋出，同時放出波長較長之可視光。簡言之為藉螢光體的作用將可視範圍以外的紫外線轉換為可視光

CCFL燈具-十大特性

- 超耐久：CCFL 使用壽命長達50,000小時
- 超健康： UV cut
- 超護眼： 超高頻、不閃爍
- 超低光衰：CCFL超低光衰的特性，提供幾乎始終如一的照度。
- 超高演色性：接近自然光 光源演色性(Ra)85，比一般三波長光源更勝一籌。
- 超環保：
- 超耐點滅：100,000次以上
- 超高照度 CCFL燈管的光利用率較T8提升40% ：
- 超節能：
- 美觀大方：

CCFL 與 T8 與 T5 比較表

CCFL超節能液晶燈具、T8型、T5型燈具比較：			
燈具種類	CCFL超節能液晶燈具	T8型(傳統的日光燈)	T5型日光燈
冷、熱陰極管	冷陰極管不黑頭	熱陰極管溫度高會黑頭	熱陰極管溫度高會黑頭
燈管發光效率	95Lm/W	70Lm/W	95Lm/W
平均壽命	50,000小時以上	5,000~8,000小時	10,000~12,000小時
光衰期	30,000小時幾近不光衰	7,500小時後光衰50%	12,000小時後光衰50%
消耗電力	低	高	中
汞含量	3mg以下 可回收固態汞 符合國際綠色環保產品標章	10~15mg 不可回收液態汞	5mg以下 可回收固態汞
耐黏滯性	無限制	差	1.2萬次
光源閃爍	護眼不閃爍	50/60Hz/秒	1~1.2萬Hz/秒
發熱量	低 (節省空調電費)	高	高
電氣、光學特性	安定	不安定	不安定
演色性（Ra）	85，色彩均勻逼真亮麗	60	80
抗UV、有效過濾紫外線	有（護膚、美白）	無	無
噪音（細小雜音）	無	有	無

	T8	T5	佰x LED	CCFL
(1)全年照明消耗電力(度)	560,640	341,640	315,360	245,280
(2)與CCFL比較全年空調多消耗電力(度)	146,029.20	146,029.20	146,029.20	-
(3)全年總電力消耗(度) (3)=(1)+(2)	706,669.2	487,669.2	461,389.2	245,280
(4)全年CO2排放量(kg) (4) = (3) x 0.638	450,854.95	311,132.95	294,366.31	156,488.64
(5)與CCFL比較全年CO2增加排放量 (5) = ((4) – CCFL) / (4)	T8比CCFL多29.44萬公斤 65.29%	T5比CCFL多15.46萬公斤 49.70%	LED比CCFL多13.79萬公斤 46.84%	-

http://tw.myblog.yahoo.com/tsaising1/article?mid=1436

彰化師大
車輛所

T8	T5	佰x LED	CCFL	
(1)單燈管價格	$25 / 支	$100 / 支	$750 / 支	$300 / 支
(2)使用年限 (2) = 壽命 / 365日 / 24小時	0.9 年	1.4 年	2.3 年	5.7 年
(3)總使用燈管數 (3) = 總組數 X 單燈燈管數	4支X 800 組= 3,200 支	4 支X 600 組 = 2,400 支	4支 X 800 組= 3,200 支	5 支 X 400 組= 2,000 支
(4)估計每年需更換燈管數 (4)=(3)/(2)	3,555.56 支	1,714.29 支	1,391.30 支	350.88 支
(5) 更換每支燈管人工費用 (元)	$10	$10	$10	$10
(6)每年更換燈管人工費用(元) (6)=(4)X(5)	$35,556	$17,143	$13,913	$3,509
(7)每年更換燈管總費用(元) (7) = (4) X (1)	$88,889	$171,429	$1,043,475	$105,264
(8)每年維護費加總(元)	$124,445	$188,572	$1,057,388	$108,773
CCFL比其他燈具省 (9)全年維護費用比較(元) (9)=((8)-CCFL)/(8)	$15,672 12.59%	$79,799 42.32%	$948,615 89.71%	-

Thank you for your attention!