燈具製造業原物料耗用通常水準

第一章 產業概述

照明燈具業因材料科技日新月異，近年無論照明效率、節能控制以及照明設備系統已發生極大的變革。以照明節能為例，根據北美及日本照明協會的報告清楚地指出今後照明節能的方法必須從:(1)天然光線積極利用，(2)充分考慮照明的目標環境，(3)光源之照射率，(4)適當的照度水準，(5)先進的照明控制設計，(6)維護方便等幾個方面來決定照明器具及照明方式。因此各國發展能兼顧節能環保的綠色照明科技的研究開發皆不遺餘力。

近年照明燈具產業技術進步及研究方針可歸納為:

(1)提升光源之發光效率，增長使用壽命以及減少衰減率。

(2)光色色溫的多樣化性。

(3)追求光穩定性及抑制閃爍問題。

(4)抑制電壓變動影響之效應。

總而言之，一種優良照明燈具產品必須滿足下列需求:

(1)避免刺眼的眩光與適當的輝度。

(2)充分的照度與均勻的配光。

(3)自然的色彩演色性與氣溫感受性之追求。

(4)抑制對健康有害的閃爍感。

(5)採用發光效率佳的照明燈具達成節能省電效果。

因此為獲得上述目標，必須從照明發光的主要構件上改進，其中包括光源元件，電源控制器(安定器)、燈具、電源控制系統、照明設計、照明工程施工以及照明控制管理等方

面皆是不可或缺的技術要素。

一、燈具業沿革【1】【2】

(一)早期

人類的歷史中，光源主宰人類在黑夜的生活，燈具的進步，人類的科技也在不斷進步。古人鑿壁偷光、囊螢照書都是為了取得光源來唸書，讓人類的科技進步。五十萬年前，為了取得光源，人類開始在夜晚使用火把。火把不只是照明的工具，也作為驅趕野獸的工具，但是火把提供的光源無法長久持續，慢慢的被改良成燈油或是蠟燭，為了防止熄滅，更在外面加上燈罩，變成各式各樣的燈具，這就是最早期的燈具。

(二)白熾燈泡

19 世紀初期，英國化學家漢弗里・戴維將鉑絲通電發光，1810 年戴維成功利用兩根碳棒間的電弧發明了電燭。1854 年，亨利・戈培爾使用一根碳化的竹絲，放在真空的玻璃瓶下通電發光，成為了第一個有用的白熾燈泡，當時試驗的燈泡已可維持 400 小時。隨著白熾燈泡的出現，燈泡的應用越來越重要。英國人約瑟夫・威爾森・斯旺從 1850 年開始研究電燈。到了 1878 年，在真空下以碳絲通電的燈泡得到英國的專利，並開始在英國建立公司，在各家庭安裝電燈。

加拿大的兩名電氣技師在 1874 年申請了一項電燈專利，他們在玻璃泡內充入氮氣，以通電的碳桿發光，但是他們無足夠財力繼續發展這發明，於是在 1875 年把專利賣給愛迪生。愛迪生嘗試改良燈絲，並發明了用鎢絲代替碳絲，而後發展出大量廉價製造鎢絲的方法，鎢絲燈泡即使用至今。

(三)螢光燈

1930 年代許多單位開始製作出廣告用的螢光燈；美國奇異公司推出照明用螢光燈；Henry Joseph Round 也在 1907 年第一次在一塊碳化矽裏觀察到電致發光現象。隨著電流的應用和廣泛的研發，最終出現了「電致發光」這個術語。

(四)LED

半導體的演進，也促成了新一代的燈光發展。1955 年，美國無線電公司的 Rubin Braunstein 發現了砷化鎵（GaAs）與其他半導體合金的紅外線放射作用。隨後，GE、Monsanto、IBM 的聯合實驗室開發出了 655nm 紅光的磷砷化鎵（GaAsP）半導體化合物，從此發光二極體進入商業化發展。

1965 年，Monsanto 和惠普公司聯手推出了用 GaAsP 材料製作的商用化紅色 LED 燈，當時這種 LED 燈的效率為每瓦大約 0.1 流明。時間推進到 1968 年，LED 燈的研發取得了突破性進展，利用氮摻雜工藝使 GaAsP 器件的效率達到了 1 流明/瓦，而該 LED 節能燈能夠發出紅光、橙光和黃色光。

1971 年，推出了具有相同效率的 GaP 綠色晶片 LED，LED 開始廣泛應用於數位與文字顯示技術應用領域區。80 年代早期的技術突破是開發出了 AlGaAs 的 LED，能以每瓦 10 流明的發光效率發出紅光。LED 燈開始應用於室外資訊發佈以及汽車高價位煞車燈(CHMSL)設備。

1990 年，開發出能夠提供相當於最好的紅色器件性能的 AlInGaP 技術，這比當時標準的 GaAsP 器件性能要高出 10 多倍。1994 年，日本科學家中村修二在 InGaN(氮化銦鎵)基片上研製出了第一支藍色 LED 燈，由此開啟了 GaN 基 LED 燈研究和開發

熱潮，而藍光的出現，也意味著光的三原色已經齊全，白光 LED 可以藉著三種顏色混合而成。

90 年代後期，研製出通過藍光激發 YAG 螢光粉產生白光的 LED 燈，但色澤不均勻、壽命短、價格高。隨著技術的不斷進步，進入 21 世紀後白光 LED 燈的發展非常迅速，白光 LED 節能燈的發光效率提高得越來越快，大大超過白熾燈，向螢光燈逼近，材料技術、晶片尺寸和外形工藝的進一步發展使商用化 LED 燈的光通量提高了幾十倍。

二、燈具業的分類

燈具係由光源(燈管、燈泡)、照具(燈箱、反射面、格柵)、啟動器及安定器等組件構成，以下就光源、燈具、啟動器及安定器分述如下:

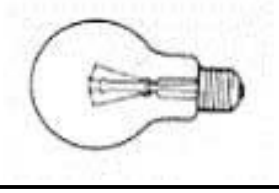
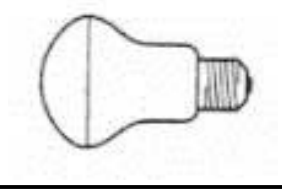
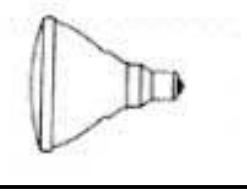
(一)光源:

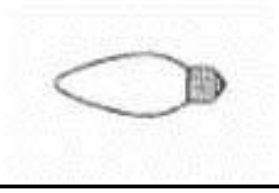
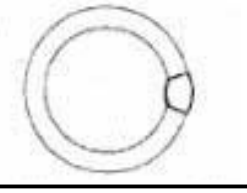
表一、燈泡的種類[3]

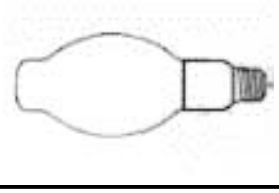
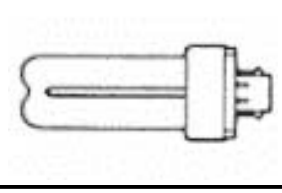
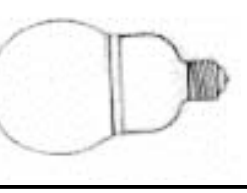
燈泡的種類		特徵
白熱燈泡	一般燈泡/球型燈泡	白熱燈泡與日光燈比較，其亮光有溫暖感。透明型燈泡較有輝煌感，因白熱燈絲的光輝令人感覺愉悅，白色燈泡則較為柔和與溫暖。
	反射燈泡	可將光線集中在同一方向的投光照明，有聚光照明的功能。在真空狀態的燈泡內做了反射鏡加工，因此即使沒有反射燈罩也能達到要求的集光效果，也不會因器具污損而產生劣化。
	珠寶燈泡	常用於百貨公司、飾品店、櫥窗展示。
	蠟燭燈泡/迷你燈泡	從小型檯燈、小夜燈到大型的花形吊燈都能廣泛使用。主要作為裝飾用燈泡。
螢光燈	一般螢光燈	效能好、發熱少、不易產生黑影，擁有 5000 小時的使用壽命，有晝光色、晝白色、白色、燈泡色，也有用來殺菌及評定色彩用的特殊用途物品。
	PL 螢光燈	與直管螢光燈管比較，其特色是小型燈具也能得到相同的亮度，在桌燈及崁燈中廣泛被使用。
	省電燈泡	將目前所使用的白熱燈泡螺栓，直接改良至螢光燈泡上，與白熱燈泡比較其電費及發熱量約其 1/3，壽命為其 6 倍，十分符合經濟效益。
鹵素燈		光線較聚集且容易配接，清晰度高，可做出光影分明的照明感。常被使用在店鋪的投射照明，持續使用仍能維持初期的性能。此種燈泡溫度相當高，必須使用專用器具，

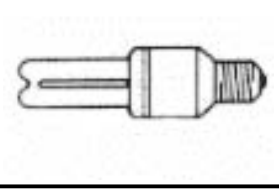
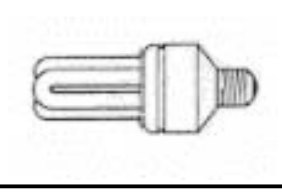
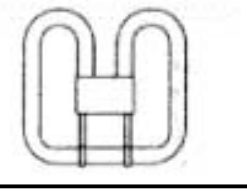
	若在店面使用時，建議附加能減低輻射熱的雙向色鏡為宜。
HID 燈	依發光素材的不同，分為高壓鈉氣燈、複金屬燈、水銀燈(高輝度放電燈)3 種，壽命長、效率高，經常使用在重視經濟效益的大規模照明。

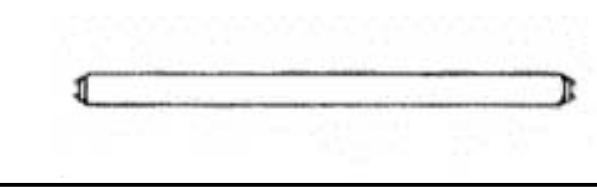
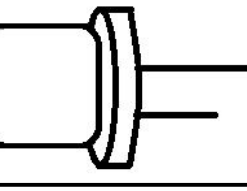
表二、常見燈泡示意圖[4]

一般燈泡/球形燈泡	反射燈泡	珠寶燈泡
		

蠟燭燈泡/迷你燈泡	鹵素燈	一般螢光燈
		

HID 燈	PL 螢光燈	省電燈泡
		

省電燈泡	省電燈泡	一般螢光燈
		

一般螢光燈(直管)	LED
	

光源依照明方式的不同可分為:

1.向下直接照明(燈罩不透明)。

2.向下半直接照明(燈罩半透明，四周可透較透明的光)。

3.向上直接照明(燈罩不透明)。

4.向上半直接照明(燈罩半透明，四方可透弱光)。

通常向下的燈光是以照明為主，向上的燈光則以氣氛陳列為主。

依燈具的不同可分為:

1.掛在牆上的壁燈與托燈：用於夜晚或就寢後使用，光源微弱，夜晚微光照射以不影響人睡眠為主。

2.掛在天花板下的吸頂燈與吊燈：用於一般室內主要照明，燈泡分白光與黃光兩種，白光冷調明亮，黃光溫馨感覺。

3.放在桌上的檯燈與看書用燈：大部分用來閱讀的檯燈多為電子式省電燈泡或燈管。

4.立燈與特殊造型燈：一般將光源打在牆面充當裝飾用燈或氣氛燈，活潑光線的動感，讓室內裝潢更具特色。

5.聚光燈與天花板內的照明燈：除了照明，這類燈具可以投射在畫作或攝影等藝術創作上，讓居家成為私人美術館。

(二)照具:

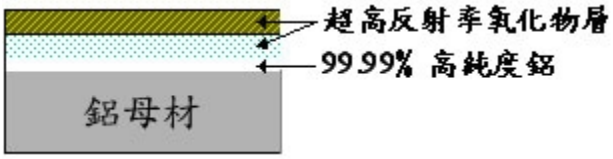
光源外觀與特性決定照明用途，而照具(燈具)的設計必須搭配光源而定；因使用場合不同，使組成架構略有差異。一般居家燈具講究美觀，主要技術為造型設計，所以又稱為燈飾，燈飾產業也是台灣照明產業的主力產品。至於功能性燈具如 OA 燈具、路燈、投射燈具等，因為配光必須符合重要規範，因此，反射罩的光學設計為核心技術，還必須降低眩光指數，滿足燈具配光曲線與舒適度。燈具決定照明的形式，也決定光的有效使用率；因為生活型態與使用環境改變，光污染對自然生態與人類生活影響日益嚴重。國際上照明先進國度對燈具的效率、眩光、光污染等已制定標準，歐洲、日本等更以管理辦法來嚴格要求，故當前燈具的技術以高效率、舒適、低光污染為發展目標。

目前國內燈具在材料進口、無法規限制環境下，燈具效率與設計能力不足，也缺乏開發高水準燈具的誘因。過去十餘年來，由於缺乏人才使新技術的開發緩慢，同時外在環境(大陸)低價競爭下，企業競爭力下降、產值逐年減少；如此情況導致產業投入研發意願不高，技術與國際水準落差日漸拉大。[5]

1.燈具材料

鋁是照明系統最主要的材料，從燈管（複金屬燈氧化鋁管）、電極、燈箱、格柵及決定燈具效率關鍵的反射面等均有使用鋁。由於鋁材非常易於配合需求加工處理，舉如電鍍、拋光、蝕刻等，因此，高反射率鋁材的開發對照明燈具效率提升相當重要。傳統白色塗漆之反射率為 0.6，鋁鏡面為 0.7，而材料反射率最高為 87%，德國 Alanod 公司所推出的 MIRO 系列鋁材，全反射率 95%，

是專門為照明系統所研發之材料，材料本身採用高純度鋁材(Al 99.99%)與 PVD（Physical Vapour Deposition）製程，利用此種材料作為格柵可提升 10-15%出光量，它在投射燈具、工業照明、日光系統、太陽能系統等均非常適用。此外，根據日本 Musashi 公司產品資料顯示，反射板的全反射率已可達到 95%，利用此種材質可迅速將照度提高 1.5 至 2 倍，在商店照明上效益卓著，或減少燈管數以達到節能、經濟環保兼具。德日兩種高反射率鋁材結構近似，日本 Musashi 產品並強調最表面塗上奈米級二氧化鈦，不僅將反射率大幅提昇同時兼具防污、除臭等功能，在室內戶外燈具均可發揮良好效益，整體螢光燈具效率可以高於 90Lm/W，此類材料結構如圖一所示。[5]



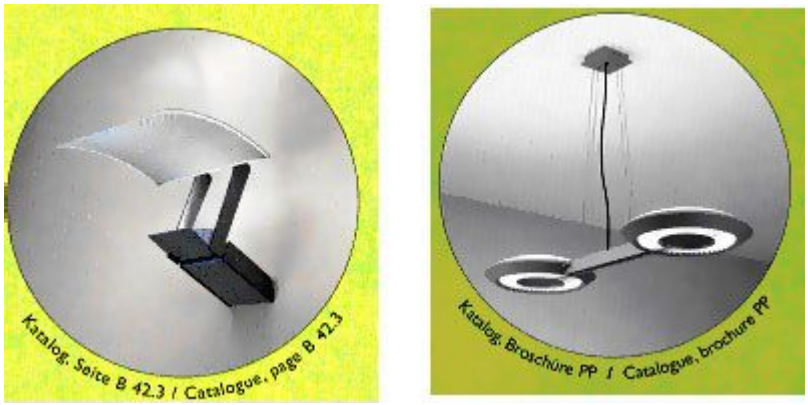
圖一、日本 Musashi 公司高反射率鋁材結構[5]

2.螢光燈具

螢光照明系統用途以辦公室最高，燈管則以直管螢光燈最為普及，然而隨著高頻細管徑螢光燈管的發展，環型以及緊密型燈具在效率高、外觀造型變化更多的情況下，使得螢光燈在臺灣居家應用亦相當普及。傳統辦公室螢光燈具，總共有燈箱、反射罩以及格柵三部份，燈箱為燈具之支撐結構，可分為嵌入式、吸頂式與懸吊式三大類；反射面主要功能為配光設計，可分為為擴散性、指向性與鏡面反射性等。依照光線反射特性所設計的反射面是燈具配光與控光功能的基礎，同時對燈具效率有決定性的影響。反射面使用材料多為金屬，以鏡面(Specular)、噴砂(Sputter)、

或霧面(Matte)處理。至於格柵主要功能為遮擋光源體直接光減少眩光，並增加導光效果，主要類型可大致歸類為：圓形格柵、遮光百葉、孔格格柵等不同造型。格柵可使燈具之眩光減少，但另一方面卻因遮光而降低燈具之光輸出量。所以此類型燈具效率一般不超過 50%，為提昇燈具效率，反射罩與格柵材料反射率為關鍵訴求。

目前國際間螢光燈具最新技術為搭配精巧的 PL 燈及 T5 環形燈，燈具設計理念為半直接照明、防眩光、簡潔外觀造型，核心技術在光學配光設計與材料開發兩部分，此類型燈具應用可延伸至居家照明參考，燈具外觀如下圖二。[5]

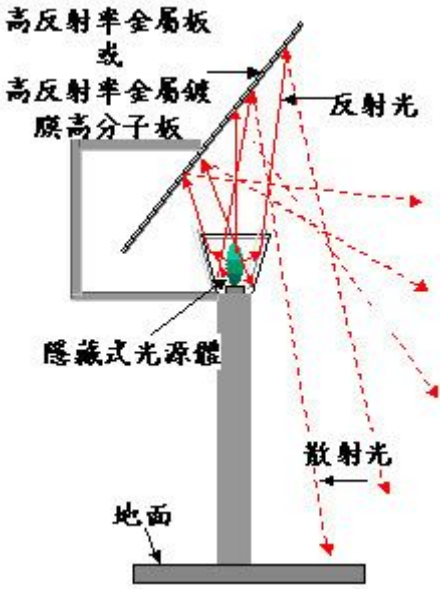


圖二、反射式、低眩光螢光燈具技術示意圖[5]

3. HID 燈具

HID 燈光源體積小、發光強度高，國內在高頂式燈具以及投射燈具均有相當成熟產品技術。隨著小功率光源推出，應用範疇更延伸至室內，因此燈具在造型、配光品質、效率設計等技術相對重要。根據市場分析，反射式燈具為 HID 燈具趨勢，圖三為反射式燈具示意圖。反射式燈具將光源體隱藏在燈具反射罩內部，將全部的光先反射於上層的高反射率金屬反光板、或是高反

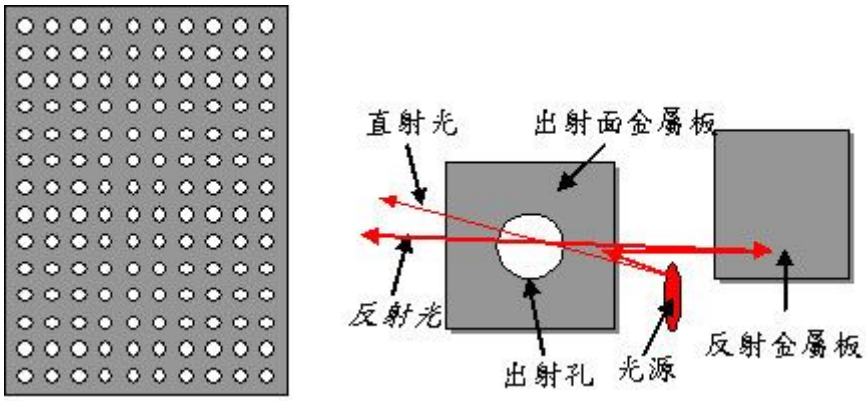
射率金屬層鍍膜的高分子板上，然後再散射到照明所在的層面（地面、桌面等）上，此類燈具可將 HID 光源引入室內之商業照明或是家庭照明領域中，使得室內照明燈具數量減少，也不會有高強度之眩光直刺人眼；而反射式燈具也可使用於戶外中、大區域之照明設計。就成本效益分析，一般照明用氣體放電燈，當功率愈大時發光效率就愈高，以複金屬燈為例；400W～2000W 幾乎有著相同的發光效率，若能以高反射率材質配合光學設計避開眩光災害，即可選擇較大功率的燈以減少燈具使用量，相對減少材料的消耗與成本。此類型燈具兼具照明品質、環境及整體能源效益，由圖三可說明，HID 燈具之技術關鍵在高反射率反射板以及光學配光控制。[5]



圖三、反射式燈具示意圖[5]

另一項低眩光燈具技術為遮蔽式燈具，遮蔽式燈具的設計是將光源體包裹在上、下（或左、右）兩層高反射率金屬板之間，下層（或欲照射面）之金屬板為多孔型之高反射率金屬板，使得另外一層高反率金屬板作為此層金屬板的反光板，部份光線直射

出去，其他部份經另一層金屬板反射出去，即可避開高強度眩光對人眼的傷害；圖四為遮蔽示燈具多孔型高反射率金屬板示意圖。

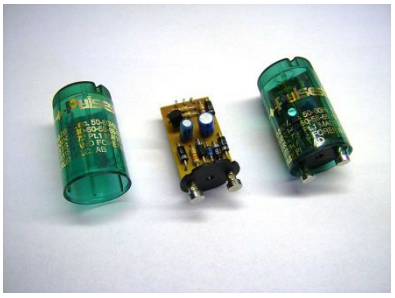


圖四、多孔型高反射率金屬板示意圖[5]

(三)啟動器[5]:

啟動器為預熱燈絲，並將日光燈兩端電壓昇高，以利點亮燈管所設計的一個自動啟動開關。利用高壓導通燈管裡的汞蒸氣，燈管裡的汞蒸氣一經導通之後，於正常工作後，由於日光燈管的負阻特性，其兩端電壓將低於啟動器放電管的電離電壓，放電管將保持熄滅狀態。電子啟動器具(如圖五)有下述特點:

1. 點燈快速，始終如一，節省電費。
2. 壽命長，半永久性，降低照明設備維修成本。
3. 體積小、重量輕，可直接替換一般傳統啟動器。
4. 燈管點燈壽命長。
5. 噪音低，不會產生干擾。
6. 燈管壽命末期啟動器會自動切斷，以防啟動器因預熱流量過大而損壞。



圖五、啟動器

(四)安定器:

電燈最簡單之型式為傳統之白織燈泡，其燈泡內部之鎢絲為電阻特性，可直接加電源使燈絲變成白化而輸出光束，是製造技術最簡單且價格最低廉的發光器具，但卻有很大之缺點，如壽命不長和能源效率不佳等限制。為了更符合現代照明需求，一些照明光源如日光燈、鈉光燈、複金屬燈等，都陸續被發展出來，以改善白織燈泡之缺點，這些光源和白織燈泡相比較有更好的能源效率和更長久使用壽命，但這些光源有一共同點，就是不能直接與電源相接，需配合一種裝置以產生適當的起動電壓，然後再回復至一般電壓讓螢光燈管得以正常點燈，這種裝置即稱為安定器。

安定器在燈管啟動迴路可視為一種電感，當電源輸入後起動器內部之電容器充電而產生高壓，內部之雙金屬片因高壓而接合，電流即流經燈絲至雙金屬片，燈絲預熱後射出電子撞擊管內水銀離子，此時雙金屬片因高熱而彈開形成開路現象，由楞次定理 $e = -Ldi/dt$ 得知此時安定器兩端之電流強度變化時，安定器所產生之壓降亦隨之變化，故通過安定器之電流可保持一定，因此安定器(如圖六)有以下四點功能：

1.協助燈管啟動之作用。

2.供給燈絲正常範圍之預熱電流。

3.限制燈管兩極電壓之變化。

4.穩定燈管電流。

圖六、安定器

另外，一般電子式的都統稱為高效率安定器，因電子式安定器為高頻，功率因素比傳統式更好。

電子式安定器種類：

1.預熱啟動型(Preheat Starting)

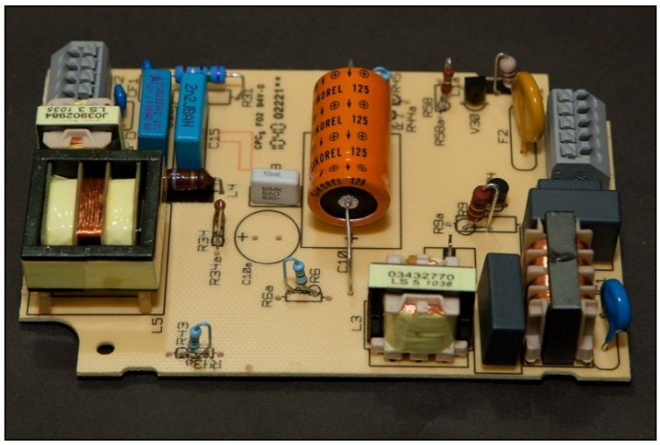
2.快速啟動型(Rapid Starting)

3.立即(瞬時)啟動型(Instant Starting)

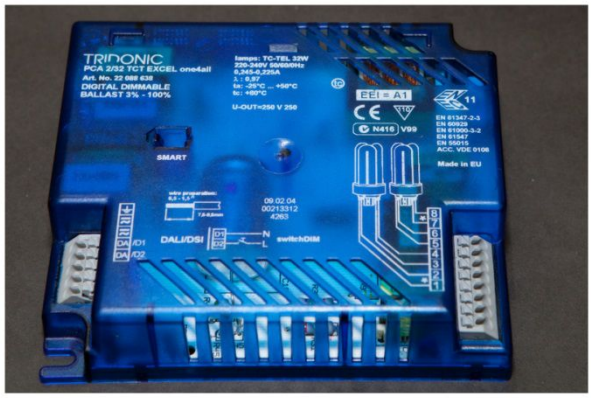
4.調光型(Dimming Control)

圖七、電子式安定器

圖八、預熱型安定器



圖九、預熱型安定器內部結構



圖十、調光型安定器

1.預熱型啟動電子安定器：

預熱型啟動電子安定器，又稱柔性啟動、暖性啟動、可程式啟動。此種設計方式係於燈管啟動時，先將燈絲預熱或加溫。電路設計緩時啟動，點燈時燈管約 1-2 秒時才亮起，燈管端燈絲只承受慢慢升壓的啟動電壓，燈管燈絲不容易斷掉，燈管較耐久。據測試，以 25 秒熄 35 秒亮，點滅次數可高達 15000 次以上。最大特色為不受燈管開關點滅次數的影響，可減輕燈管黑化現象與延長燈管的壽命，適合開關頻率高或維修困難的場所使用。

2.快速啟動電子安定器:

此特殊啟動的方式在美國市場相當普遍，其特色是從啟動至燈管點燈使用中，於電極一直保持一低電壓。耗電量比預熱或瞬時啟動型多 1.5 至 2W，一般以串聯式設計居多，此種啟動方式較適合氣溫較冷的地區。

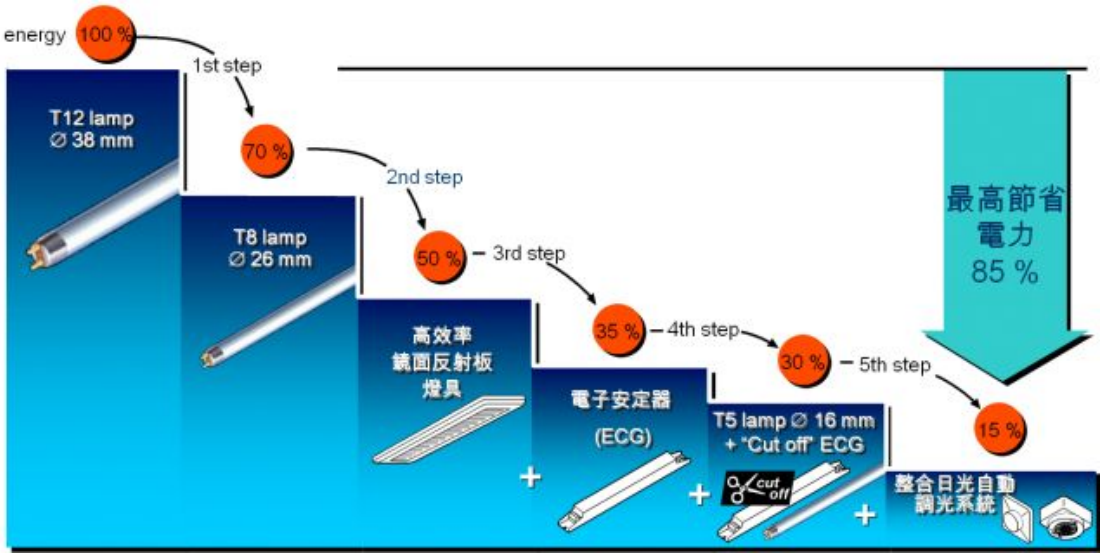
3.立即啟動(瞬時)無預熱型電子安定器：

瞬時啟動無預熱型電子安定器，點燈時燈管瞬時啟動，但因燈管端的燈絲承受突來的啟動大電壓，不用多久燈管燈絲極容易斷掉，燈管壽命較短。據測試，以 25 秒熄 35 秒亮，點滅次數

約只達 2000 次～3000 次。其特性是利用高壓啟動燈管(啟動電壓約 800 至 1,200V)，點燈非常容易，但易造成燈管黑化，燈絲斷裂，燈管壽命降低。優點為價格較低，適合用在開關次數不頻繁的場所(每天開關次數小於 5 次者比較適用)。

4.調光型安定器:

DALI(Digital Addressable Lighting Interface)數位可定址介面標準是國際性的標準品規格，目前來說有 OSRAM/PHILIPS/TRIDONIC/GE/VS 等大廠可以取得，各家功能及性能不盡相同。DALI 為一種距離可達 300M 並使用兩芯控制線直接將燈具與控制元件連成網路的非同步傳輸系統，接收端無極性抗雜訊能力強，這是它的一大優點，不會在安裝時有錯的可能。



圖十一、DALI 安定器電源與訊號(黑色線)分開示意圖

DALI 與一般型電子式安定器有何不同：

一般型 ECG 與類比式(1~10V)及數位式(DALI)的不同，在於多了訊號端控制的迴路，並獨立於電源迴路之外；DLAI 近年來

從工業使用走入家庭情境的應用，主要在於 DALI 安定器擁有了最高可儲存 16 組記憶，使用訊號回饋，安定器定址功能等等；而調光及各項保護措則是安定器最基本的功能之一，其安定器能源效率等級可達到最高 EEI-A1。

更換電子式安定器時建議先以局部試用後，評估其提供光效與品質後再進行下一步全面更換。電子式安定器結合 T8 螢光燈管可提供較高之效率與品質。立即啟動型之並聯燈管連接方式提供較高之光輸出，但必須考慮開關頻繁易造成燈管壽命縮短問題。

安定器與電子式安定器兩者最大不同點是電子安定器為高頻(20kHz~60kHz)瞬時點燈，而傳統安定器是低頻(60Hz)點燈；因此電子安定器輸出之光波非常穩定幾乎無閃爍，有效保護視力。電子式安定器需使用專用的高頻燈管，此類型燈管其充入的氣體及燈絲的設計與一般日光燈不同，因此可承受高頻及高壓的衝擊，不易黑化有助延長燈管壽命。

電子式安定器之優點：

1.大幅省電：較傳統安定器省電 20%上。

2.功因極高：傳統安定器功因約 80%~90%。電子安定器約 93%~99%。

3.光波穩定不閃爍：電子安定器因高頻點燈，輸出光波非常穩定幾乎無閃爍，且當電源電壓變動或燈管處於低溫時，亦不閃爍，可保護視力。

4.雜音低：和傳統安定器比，有較低的可聽雜音。

5.體積小: 重量輕，外觀體積可變化、彈性大。

6.安全性高：具電路異常保護，安全性高。

7.調光性好：可設計成全微幅與分段兩種調光型。

電子安定器比傳統電磁式安定器高出 15%～20%的電力，此外，還可減少光閃爍、減少噪音、減少熱排放、可以驅動多支燈管及重量減輕等優點。與傳統安定器相較下，電子安定器和燈管匹配的穩定性較低，價格較貴，施工人員熟練度低等問題，但不致於影響電子安定器在未來取代傳統安定器成為市場主流的趨勢。

目前國內業者已經發展出同時適用多種功率燈管的電子安定器。未來電子安定器將朝智慧型方向發展，以調光功能搭配各種感測器並與智慧型大樓控制網路整合。

三、燈具種類及用途

依燈具的不同可分為:

1.掛在牆上的壁燈與托燈：用於夜晚或就寢後使用，光源微弱，夜晚微光照射以不影響人睡眠為主。

2.掛在天花板下的吸頂燈與吊燈：用於一般室內主要照明，燈泡分白光與黃光兩種，白光冷調明亮，黃光溫馨感覺。

3.放在桌上的檯燈與看書用燈：大部分用來閱讀的檯燈多為電子式省電燈泡或燈管。

4.立燈與特殊造型燈：一般將光源打在牆面充當裝飾用燈或氣氛燈，活潑光線的動感，讓室內裝潢更具特色。

5.聚光燈與天花板內的照明燈：除了照明，這類燈具可以投射在畫作或攝影等藝術創作上，讓居家成為私人美術館。

以下就各類燈具及其用途分述說明:

(一)壁燈（圖十二）【3】【6】

用於直接固定在垂直面與水平面上的燈具。光源功率較小，若以螢光燈裝設於壁燈的最大功率，一般不會超過 30W；易於安裝維護，但亦形成眩光。通常用於裝飾照明兼作加強及輔助照明。

圖十二、壁燈

(二)吸頂燈（圖十三）【3】【7】

直接安裝在天花板上的一種固定燈具，與吊燈的作用大致相仿，作室內一般照明用，亦稱天花板燈。適用於低天花照明空間。

圖十三、吸頂燈

(三)吊燈（圖十四）【3】【7】

配有電線、拉管等，而能懸吊在天花板或牆壁支架上的燈具。光源利用率高，易安裝及維修，經常用做大面積範圍的一般照明，講究造型且強調光線效果。依其光源之不同，可分成兩類，即採白熱光源與螢光燈。

其中，螢光燈的光效高，目前多應用於商店、圖書館、學校、辦公室、銀行等地一般照明，但造型較為單調，直管呈長方形，環管多呈現圓形。此外，螢光燈具也有敞開式、配稜晶罩、磨砂罩等其他形式；敞開式的光效高，易產生眩目；稜晶罩雖造成光效降低，卻無眩目問題。因此，依據場所及需求不同，可選擇適當的燈具。

圖十四、吊燈

(四)軌道燈（圖十五）【3】【7】

孔徑通常小於 0.2 m 所發出的聚光束，聚光燈都有聚光裝置，使光線投射在一定區域內，讓被照射物獲得充足照度與亮度。機動性好，可整燈移動，配有照明方向調節機構，廣泛應用在商店、展覽廳、博物館等處作重點照明，來增加商品、展品吸引力。

圖十五、軌道燈

(五)LED 半導體照明（圖十六）【3】【7】【8】

採用 LED 作為光源的照明方式。其發光強度取決於封裝技術，大部分為圓柱或圓球封裝，通常具有很強指向性。除光學特性外，LED 完全不使用玻璃的固態光源，具有體積小、輕便且抗震和抗碰撞的優點，因此大幅提升其應用領域。就環境保護的面向而論，因 LED 不使用汞等有害物質，較傳統光源利於環境永續發展。

(a)

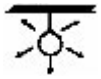
(b)

圖十六、(a)LED 燈管及(b)燈泡

四、燈具未來趨勢

燈具決定照明的形式，國際照明協會(CIE)根據燈具依配光方式向下與向上光通量比例將燈具分為五類，如表三說明。此五類燈具因配光不同，光環境特徵也不一樣，在考量照明系統經濟效益與品質下，燈具的重要性不言可喻。在舒適度、節能、美觀等功能導向之下，間接照明只見光不見燈的照明系統，必然促成燈具技術從材料、光學設計、外觀甚至鍍膜等技術，受到更甚於往的重視；而環保可回收材料的使用，如塑膠燈具也有重回舞台的機會。其次，奈米技術在照明燈具的應用如光觸媒燈具已相當成功，本技術再研發出新的燈具材料，也是後續技術關注的重點。

表三、CIE 燈具分類[5]

燈具類型	示意圖	向下光通量比例	向上光通量比例
直接照明		90~100%	0~10%
半直接照明		60~90%	10~40%
一般擴散照明		40~60%	40~60%
半間接照明		10~40%	60~90%
間接照明		0~10%	90~100%

臺灣照明燈具產業發展數十年來，在燈飾領域有卓越表現，建立了優良生產技術及造型設計能力。然而先進燈具需考量能源效率、光學性能以及光環境舒適度。由於燈具高反射率材料技術仰賴進口，關鍵的光學設計技術不足，對燈具效率與品質提昇必然成為大障礙；因此，國內照明燈具技術發展，必須率先培育燈具光學設計人才。至於高反射率材料部份，奈米光觸媒燈具自潔功能、降低光衰的成績斐然，奈米塗料對提高反射率效果也相當顯著，國內正積極發展奈米科技，利用奈米技術協助提高反射率，為燈具技術發展不容忽視的項目。而隨著 LED 光源的進步，發展 LED 照明產品更是一項相當具市場應用潛力的技術，國內燈具產業擁有精良製作技術，面對新世代照明，整合其他科技，發展先進燈具為贏得市場的關鍵。

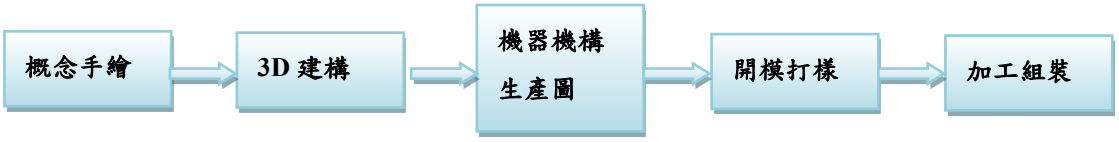
第二章 燈具製造程序

一、概說

燈具定義：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。燈具之重要元素：(1)配光效果(2)美觀造型(3)光輸出效率(4)使用舒適度(5)特殊用途。

二、各種製造方法、流程圖說明

(一)燈具製造程序[12]



圖十七、燈具製造程序

1. 概念手繪

燈具設計的第一步，將概念想法浮出形象，通常都是從概念手繪開始。持續的針對一些可能發展的類型，進行概念發想的研發。功能性考量是最優先的因素，融入設計語彙的外觀意涵是美學的考量。

2. 3D 建構

首先思考如何達到對於光的功能性要求。

(1) 將空泛的構思，築起真實的具像，3D 建構有了具體的外觀，尺寸結構比例關係。

(2) 燈光效果，材質打光效果。

3. 機器機構生產圖

(1)3D 建構確認後，開始拆解機械結構生產圖。

(2)生產數量與成本考量規劃。

(3)進入生產線。

4. 開模打樣

達到對於光的功能性要求。

(1) 依產品特性與數量考量，可選擇各種模具，或生產方法來製造。

(2) 可先打樣確認，或做為修改的參考，或更細緻考量的確認。

5. 加工組裝

加工的項目包括非常多，依不同的產品分為

(1) 一次加工者例如：雷射切割、折板、彎管、沖孔、鋁擠、射出成型…等。

(2) 二次加工者例如：焊接、拋光、車牙、噴砂、強化…等。

(3) 三次加工者例如：烤漆、電鍍、烤彎、熱浸鍍鋅…等。

(4) 零件齊全後，做最後的組裝，完成產品。

(5) 組裝是確保品質的最重要關鍵，需掌握前[設計]與後[組裝]。

(二)格柵的製造程序

格柵主要功能為遮擋光源體直接光減少眩光，並增加導光效果，主要類型可大致歸類為：圓形格柵、遮光百葉、孔格格柵等不同造型。通常格柵可使燈具之眩光減少，但另一方面卻因遮光而降低燈具之光輸出量。

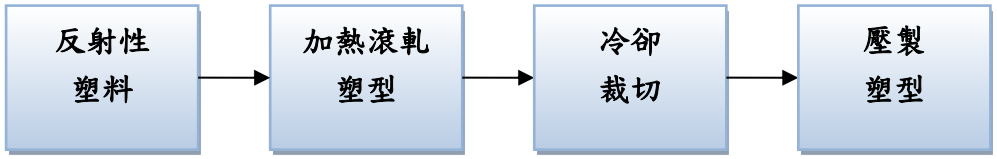
格柵的製程:

圖十八、格柵的製程

(三)反射面的製造程序

主要功能可分為擴散性、指向性與鏡面反射性等。依照光線的反射特性所設計的反射罩是燈具配光與控光功能之基礎，亦可改善燈具之效率。反射罩使用之材料有塑膠及金屬，金屬可分為鏡面(Specular)、噴砂(Sputter)、或霧面(Matte)處理。

塑膠反射面燈罩的製造方法，包括以下步驟：準備一具反射光線性質的塑膠材料，對該塑膠材料加熱使其結構軟化，通過滾軋法對軟化的塑膠材料施以塑性成型，將成型的成品冷卻定型，將冷卻定型後的成品依所需長度做裁切，通過直接對具反射光線性質的塑膠材料施以塑性成型，進而製成該反射片燈罩。



圖十九、反射面燈罩製程

金屬反射面製程與格柵製程相似，主要是用金屬薄片滾軋、沖壓成型，必要時會經表面處理後再組裝。

(四)安定器

安定器構成之主要兩種元件即為鐵心和線圈，鐵心之作用為產生磁場磁力線流經路徑，其使用之鐵材為矽鋼片，而鐵心之所以要一片一片相互堆疊最主要目的為減少鐵損，另線圈之作用為提供電流流經之路線，採用之漆包線規格和材質是否適合，是決定安定器使用溫昇和壽命長短的重要原因之一。

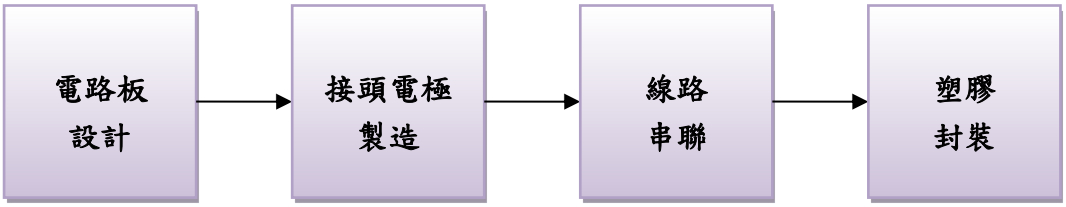
除了上述之兩種主要元件外，尚需其它元件來配合使用方能達成最佳功能需求，如環氧膠、焊錫絲、凡立水、接線座、絕緣膠帶、外板、保護蓋等，均因設計方式不同而別有選擇。

圖二十、安定器設計與裝配

(五)啟動器

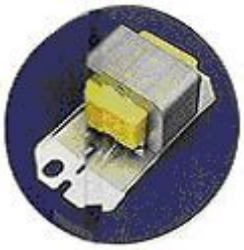
啟動器可分傳統型及電子式(即安定器)。傳統型通常由內含雙金屬片溫度開關的特製氖氣放電管構成，並並聯一電容器以抑制開關時造成的火花與雜訊，需搭配線圈型傳統安定器使用。電路中，安定器與日光燈管串聯，日光燈管與啟動器並聯（忽略日光燈管燈絲）。加電後，啟動器放電管導通，其熱量促使雙金屬片由斷開到閉合，由此交變電流通過安定器、燈絲和雙金屬片開關，加熱燈絲，而雙金屬片閉合又使啟動器放電管熄滅。失去熱量來源後雙金屬片將重又斷開，迴路中交變電流將因為安定器自

感而產生暫態高電壓，此高電壓將載入到與安定器串聯的日光燈管上，使之點亮。



圖二十一、啟動器製程

安定器生產製造流程概要說明[5]

	➡	
STEP1 線圈捲製		線圈半成品
	➡	
STEP2 自動組立		組立半成品
	➡	
STEP3 前沾		前沾半成品
	➡	
STEP4 凡立水處理		含浸後半成品

STEP5 自動檢查		成品堆積

圖二十二、安定器生產概要說明[5]

第三章 原物料耗用情形

此章節就燈具、格柵、反射面、安定器及起動器各階段製程耗損說明如下:

耗損率之計算根據業者生產設備是否為全自動生產，假如是該廢料與二次料應是少量(已經計算最大產與利用率)則可以較低損耗率計算，反之業主廢料區中無分類廠區僅是半自動或仰賴人力作業則可以較高損耗率計算，無法判定者，以平均值計算。

(一)燈具

燈具加工組裝耗損說明如表四:

表四、照明燈具相關五金類耗用項目表

項目	類別名稱
1	管材類(鋼鐵管、鋁管、板材)
2	沖壓類
3	焊接類
4	表面處理類
5	組裝加工
6	測試
7	包裝

照明燈具相關器材產製過程中各階段損耗率如下：

1.彎管加工損耗率：3~7%。

2.沖壓加工損耗率：3~5%。

3.焊接加工損耗率：12~15%。

4.表面塗裝加工損耗率：3~5%。

5.組裝加工損耗率：1~2%。

6.測試損耗率：1%。

7.包裝損耗率：1%。

總耗損率計算如下:

1-[(1-3%)x(1-3%)x(1-12%)x(1-3%)x(1-1%)x(1-1%)x(1-1%)]=22.07%

(二)格柵

格柵板在產製過程中，各階段耗損如下:

1.擠壓成型損耗率：6~10%。

2.滾軋加工損耗率：2~5%。

3.表面處理損耗率：5~7%。

4.鑽削加工損耗率：2~5%。

5.裁切組裝加工損耗率：1~3%。

總耗損率計算如下:

1-[(1-6%)x(1-2%)x(1-5%)x(1-2%)x(1-1%)]=15.09%

(三)反射面

反射面在產製過程中，各階段耗損如下:

1.滾軋加工損耗率：8~12%。

2.冷卻裁切損耗率：5~8%。

3.壓製塑型損耗率：6~10%。

總耗損率計算如下:

1-[(1-8%)x(1-5%)x(1-6%)]=17.84%

(四)安定器

安定器在產製過程中，各階段耗損如下:

1.設計開發損耗率：3~5%。

2.線圈組裝損耗率：6~10%。

3.封裝與固定損耗率：6~10%。

總耗損率計算如下:

1-[(1-3%)x(1-6%)x(1-6%)]=14.29%

(五)啟動器

啟動器在產製過程中，各階段耗損如下:

1.設計開發損耗率：3~5%。

2.電極加工損耗率：6~10%。

3.線路串聯損耗率：6~10%。

4.封裝損耗率：3~5%

總耗損率計算如下:

1-[(1-3%)x(1-6%)x(1-6%)x(1-3%)]=16.86%

第四章、下腳廢料之處理:

一、全部回收，送回廠商。

二、集中下腳廢料，於一定數量後再出售給資源回收廠商一併處理。

參考文獻

[1]陳怡臻。燈具的演變與發展

[2]維基百科

[3]台灣區照明燈具輸出同業公會

[4]東亞照明

[5]燈具發展趨勢與現況

[6]2008 米蘭設計展

[7]威庭照明

[8]LED inside (http://www.ledinside.com.tw/)

[9]鑫源盛科技股份有限公司

[10]拓璞產業研究所

[11] 馥珅光電股份有限公司

[12] 日大技術照明股份有限公司