

光燈

昌菊編

工程小叢書



上海河南中路二一一號

三聯中華商務開明聯營聯合組織
發行者 中國圖書發行公司
北京絨線胡同六十六號

印刷者 商務印書館印刷廠

1952年8月初版

定價 ¥6,000

(京)1-1000

序

我以前曾寫過一本關於電燈的書，內容大部份是白熾燈，關於熒光燈的資料還嫌太少，不够詳細。所以又寫了這本熒光燈，以補前一本書的不足。熒光燈在一九三八年才開始運用，因為它效率高，優點也多，用途一天比一天多。我國正在發展生產，從事建設，熒光燈的需要，一定一天比一天重要。書中對於熒光燈的構造、附件、特性、使用概要和照明設計，都有詳細的說明，可以作為設計和運用的參考資料。

書中如有謬誤遺漏的地方，還請讀者多加批評和指正，以便在再版的時候改正。

余昌菊

一九五一年八月

目 錄

第一章 概論和構造1

歷史——構造——電磁波——熒光質的作用——電能分配——冷光
、——效率和溫度及長度的關係——普通熒光燈尺寸——光色——發
光流明——整流式熒光燈——圓式熒光燈——熒光燈的製造

第二章 附件11

概論——熒光燈的簡單電路——電抗器——起動器——弧熱開關式
起動器——熱控開關式起動器——電抗器和熒光燈效率的關係——
電力因數——兩燈裝置——起動輔助器——調整電力因數用的電容
器——直流電熒光燈——熒光燈燈座——高壓冷極熒光燈——整流
式熒光燈附件

第三章 運用特性22

電源電壓波動關係——起動器的特性——電抗器裝置地位——週率
——光度的間歇性——直流電——燈週圍的溫度——低溫度地點的
運用辦法——變壓器的蜂鳴聲

第四章 裝置摘要28

裝置地位——燈座的裝置地位——起動器的位置——電抗器的裝置
——通風——燈數——電容器的位置——導線的研究——電壓的研

究——減少光度間歇性或閃爍現象的辦法

第五章 運用概要.....35

概論——平均使用壽命——正常損壞的現象——發光量——燈管現象——水銀黑痕——燈管頭部發黑太早——起動困難——電壓的影響——陰極燒斷——螺旋形的光影——對無線電的影響——整流式熒光燈的使用概要——結論

第六章 熒光燈罩.....51

概論——直接眩光——反射眩光——維護和清理——平面照度——立面照度——燭光分佈曲線——燈罩的溫度——控制光線的因素——避免眩光的辦法——遮光角度——燈數——選擇和設計燈罩的要點

第七章 照明計劃.....65

照明標準的商討——現代採用的普通照度——高照度的優點——防空照明——電照設計——電照制度——室形指數——應用係數——兩燈中間的距離——維護係數——基本公式——燈位佈置設計——照明設計簡單的方法——擴充準備計劃——設計實例

第八章 用途.....98

概論——工廠——工廠補助性照明——商店——陳列櫥窗——辦公室——畫圖室——攝影場所

熒光燈

第一章 概論和構造

一·一 歷史 熒光質發光現象的發現，遠在幾百年以前。最初設計的熒光燈，它的形狀和白熾燈相仿。祇有引線，沒有燈絲，燈的內壁塗了鎢酸粉。通電之後，電子和鎢酸粉撞了頭，就發生了白光，和白晝的光相像。燈外溫度很低。當時因為燈裏沒有燈絲，所以就說熒光燈的使用壽命可以特別長。熒光質已經發現的有幾百種，有機、無機化學物質、岩石等都有。在很久以前，X光燈就用來做濾簾，陰極光燈用來發生奇異的光輝。又經過無數的科學家、工程師的鑽研和實驗，實用的熒光燈才於一九三八年製造成功，開始應用。

一·二 構造 熒光燈是‘放電燈’的一種；氖氣燈、鈉弧燈、汞弧燈等都屬於這一類。

燈管內部的構造如圖 1·1。主要的部分是一個封口的

玻璃管，兩頭裝電極，每一個電極包括一個鎢絲圈陰極和兩個陽極。陰極上塗了容易放射電子的鋇和鈦的碳酸鹽。鎢

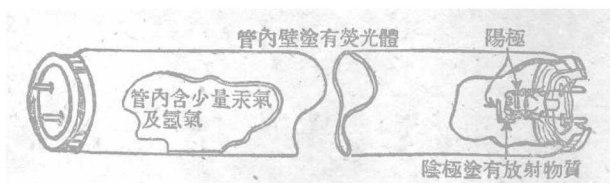


圖1-1 熒光燈管內部圖。

絲和普通白熾燈所用的相同。開燈時候鎢絲被電流通過，提高了陰極溫度，增加了它放射電子的能力。在熒光燈正常發光之後，陰極溫度由電子交流來維持。鎢絲的粗細，和燈的額定容量有關係，一定要使陰極能維持到一個相當溫度。陽極和陰極的引線連在一起，每一根引線，接一個陽極。

如果電源是交流電，兩頭電極就更替地發生陰陽極的作用。電流從這一頭的陰極流到那一頭的陽極，半週後再由那一頭的陰極流到這一頭的陽極。

燈管內壁塗了熒光質，普通是鎢酸化合物。當燈管裏面的電極裝好，空氣抽盡了之後，加汞約幾毫克（千分之一克）和少量氬氣。燈內的氣壓相當重要，太高就不容易起動，太低使用壽命就要減低。氬氣不過在起動時候作導氣用，以減低起動時候需要的電壓，當電弧發生之後，汞受熱蒸發，就變成了燈管內部經常的導氣。

一·三 電磁波 熒光燈發生電弧，不過是放射功能

的一種，有一定的週率和波長。和無線電發報機發出的電波，也有一定的週率和波長，性質是相同的。只是無線電波的波長比較電弧波的波長長得多。圖 1.2 是全部電磁波波

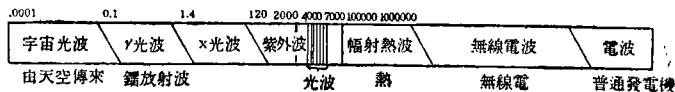


圖 1.2 電磁波範圍圖。

長的圖。光波不過是其中能見的一部分。電磁波的速度相同，每秒鐘 299,860,000 米。波長和週率相乘即得到速度。波長的普通單位是埃 (\AA ，即 10^{-7} 厘米)。光波波長自 3800

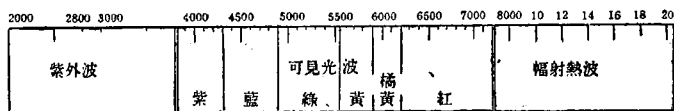


圖 1.3 顏色波長範圍圖。

到 7200 埃。圖 1.3 表示顏色光波波長的約數。

光波和視官感覺的亮度並不相同。視官對於黃綠色的光波感覺特別靈敏，對紫色光和紅色光特別滯鈍。圖 1.4 表示波長和顯明性的關係，也就是和視覺的關係，所以也可

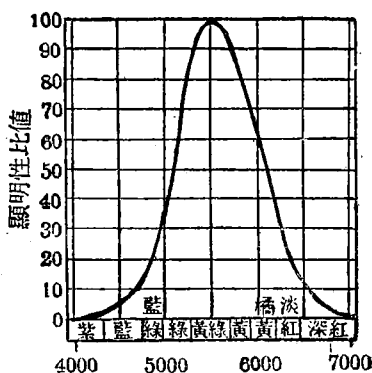


圖 1.4 視感曲線。

以稱作視感曲線。如全部光能集中在最顯明的波長，每瓦就可以發生 620 流明。現在試驗室中，效率最高的燈，每瓦只能發 100 流明。

一·四 熒光質的作用 低壓汞氣中發生的電弧，大部份的波長是 2537 埃，全部是紫外波，人是看不見的。但是在和熒光質衝激之後，就變成了各種光波。顏色因所塗熒光質的不同，亦有很多種。效率也不一樣。表 1·1 表明

表 1·1 熒光質

熒光質	光色	衝擊波長 範圍 Å	最敏 波長 Å	放射波長 範圍 Å	最高放射 波長
鎢酸鈣	藍色	2200-3000	2720	3800-7000	4400
鎢酸鎂	帶淡藍色	2200-3200	2850	3800-7200	4800
矽酸鹽鋅	綠色	2200-2960	2537	4500-6200	5250
鋇矽酸鋅	帶淡黃色	2200-3000	2537	4500-7200	5950
矽酸鎳	帶黃粉紅色	2200-3200	2400	4300-7200	5950
硼酸鎳	粉紅色	2200-3600	2500	4000-7200	6150

熒光質和光色及變波的關係。熒光質的變光波效率，也因波長不同而有高低。圖 1·5 表明矽酸鋅熒光質變光效率和波長的關係。因為電弧波長是 2573 埃，因此就要尋求對於這一種波長變光波效率最高的熒光質。

實用的熒光質，並不一定很純，其中雜質，有時反而可以增加有利的條件。製造方法對效率也有相當的關係。因此常常採用混合的熒光質，譬如白光燈所用的熒光質，就是兩種物質的混合物。

有顏色的熒光燈，沒有發光的時候，都是白色的。但是金色燈和紅色燈的內壁，是另外塗了色彩，用以濾去一部份的光色。

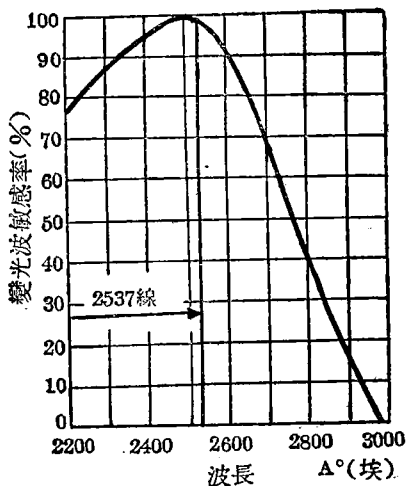


圖 1.5 矽酸鋅變光波效率。

一·五 電能分配 圖 1.6 表明 48 吋 40 瓦熒光燈的

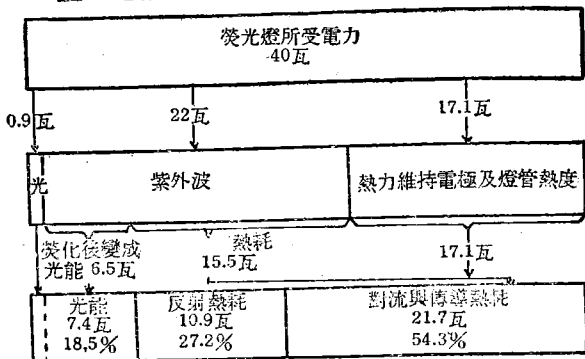


圖 1.6 40 瓦熒光燈電能分配與變化順序。

電能分配情況，當汞弧發生之後，祇有 0.9 瓦直接變成光波，約佔 2%。22 瓦變成紫外波，約佔 50%。17 瓦變成熱波，約佔 43%，用來維持燈和電極的溫度。和熒光質衝擊之後，紫外波的一部分，變成了光波，結果光波佔 18.5%，熱波佔 81.5%。其中一部是熱輻射隨着光線向四週分散，一部份在四週空氣中對流消失，一部份在燈罩附件等傳熱作用中消失。

一·六 冷光 熒光燈效率比較白熾燈至少要高一倍，但是輻射熱却祇有它的一半。所以同樣光度的熒光燈，消耗熱量祇有白熾燈四分之一，所以熒光燈的光又叫做冷光。

一·七 效率和溫度及長度的關係 實驗結果燈管對徑越大，效率越高。但是對徑大的燈，溫度就要減低，超過一定限度，效率又要減低了。

最適當的溫度，是華氏 100—120 度。過高過低，都要減低效率。燈的額定電流和燈管對徑的平方成正比例。

電極的尺寸，規定了電極的電壓降，大約是從 12 伏到 18 伏。燈管越長，需要電壓越高，電極損失所佔的比例越小，因而效率也越高。但是採用低壓，電源比較安全。但額定電壓有一定的規定，所以長度也有限度。陰極加熱，就可以減少起弧電壓，並可以增高使用壽命。現在因為要減少電極損失的比例，正在不斷研究高壓冷極起動的熒光燈。

一·八 普通熒光燈尺寸 表 1·2 供給普通熒光燈尺寸和電壓電流使用壽命等資料。

表 1·2 熒光燈尺寸及電氣方面記錄

額 定 瓦 數	6	8	14	15	15
長 度(吋)	9	12	15	18	18
對 徑(吋)	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$
電 流 約 數(安)	0.15	0.18	0.37	0.30	0.33
燈 管 電 壓 約 數(伏)	45	54	41	56	48
電 源 電 壓(伏)	110-125	110-125	110-125	110-125	110-125
平均使用壽命(小時)	1,000	1,000	1,500	2,500	2,500

20	30	40	65	100
24	36	48	36	60
$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$
0.35	0.34	0.41	1.35	1.45
62	103	108	50	72
110-125	$\left\{ \begin{array}{l} 199-216 \\ 220-250 \\ 110-125 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 199-216 \\ 220-250 \\ 110-125 \end{array} \right\}$	110-125	$\left\{ \begin{array}{l} 199-216 \\ 220-230 \\ 110-125 \end{array} \right\}$
2,500	2,500	2,500	2,000	3,000

一·九 光色 熒光燈光的色彩，有白晝光、白色、緩和白色、藍色、綠色、粉紅色、金色和紅色等八種。白晝光燈和白天日光相近，所以又稱日光燈。大部份的色彩，直接由光源發出，效率既高，色澤鮮明，因此開創了宣傳裝飾廣告的新紀元。祇有金色和紅色燈，是在燈壁和熒光質間，另加一層色彩。熒光色彩燈，比較有色白熾電燈，效率大約高二

倍到二倍半。

一·一〇 發光流明 表 1·3 供給各種燈所發的流明數目，流明是光源所發光能的單位。有一支燭光的光度，譬如它的四週光度相等，這一個光源所發出的光流，就是 4π 流明。表內的流明數目，都是拿使用一百小時後的燈作為標準的，否則流明還可以提高百分之十。

表 1·3 發光量(流明)及發光效率(流明/瓦)

額定瓦數	6	8	14	15(1'')	15(2½'')
白色.....	180	300	475(34)	585(39)	525(35)
晝光.....	155	250	390(28)	525(35)	450(30)
和緩白光.....			320(23)	435(29)	400(26.5)
藍色.....				315	285
綠色.....				900	810
粉紅色.....				300	270
金色.....				375	335
紅色.....				45	40

20	30	40	65	100
860(43)	1450(48)	2100(52)	2100	4200(42)
760(38)	1300(43)	1800(45)	1800	3700(37)
640(32)	1100(37)	1500(37)		2950(29.5)
460	780			
1300	2250			
440	750			
540	930			
60	120			

一·一一 整流式熒光燈 普通熒光燈，電極更替着

發生陰陽極作用，電流方向也是每週變更兩次。至於整流式燈，則有整流作用，電流只有單向，附件亦和其他的燈不同。光色有白色和藍白色兩種，85 瓦可以發 4000 流明，使用壽命平均是 3000 小時，長 58 吋，對徑 $1\frac{1}{4}$ 吋。

一·一二 圓形熒光燈 把燈管彎成圓形，就是圓形熒光燈。它的用途，除了供給家庭照明以外，用作其他用途的，還不多見。

一·一三 熒光燈的製造 熒光燈的製造，可以分五個步驟：

第一步是吹製玻璃燈管，拿它截成所須要的長度。

第二步是塗熒光質，先把熒光料研碎，用硝化纖維來作黏合劑，再磨成極細的粉末。然後把這粉末放在一個大鐵桶裏面。桶蓋上有很多小孔，洗乾淨的玻璃燈管，便從這些小孔內插進桶內，這時候把壓縮空氣壓入桶內，熒光粉就擠上了玻璃管。然後再把壓縮空氣放掉，使藥末從玻璃管掉回桶裏。一部分藥末就均勻的黏在管壁上了。再把玻璃管取出，拿到爐子裏烤乾，把黏合劑烤掉，這一個步驟就算完成了。

第三步是製造電極，電極一共有三部份：一個是玻璃套筒，一根細玻璃棒，一端鑲着鎢絲圈的陰極和其他金屬的陽極；一個細玻璃管，是用來抽氣灌氣的。其他還有二根合金引線，這兩根引線，就和電極連在一起。玻璃棒、玻璃管和

引線都放在玻璃套筒裏面。把套筒的一頭燒軟、壓扁，它就黏結在一起。然後在陰極上面塗鋇和鋇的碳酸鹽。這樣便成了電極。以上的工作，都是由一架自動旋轉式的機器製造出來的。

第四步是抽氣及灌入汞和氬氣。先把電極裝到熒光燈管的兩頭，把玻璃套筒和燈管熔連在一起，再用抽氣設備由電極上小玻璃管抽出空氣，再通進汞和氬氣，把口封好，再加上一個銅蓋，一支燈管就算成功了。

第五步是檢驗工作。有裂痕、歪曲等毛病的都要去掉。再要經過若干時期的測驗工作，看它的性能是否合於標準。如有電壓不對、光度不足的燈管也要剔除。經過這個手續以後，再經過包裝，便是正式合格的成品了。

第二章 附 件

二·一 概論 熒光燈起動的時候，所需要的電壓比較高。電弧發生之後，電流越高，電阻越小。因此便要循環作用，電流越變越高，非到燈全部損壞才能停止。所以附件的第一任務是限制電流。陰極在起動之前，必定要預先加熱。並且需要適當電壓來起動電弧。所以附件的第二任務是預熱陰極，感應高壓來起動電弧，同時在燈起動後，又要將預熱電路切斷。

二·二 熒光燈的簡單電路 最簡單熒光燈的電路，包括一個電抗器，來限制弧流，一個起動器，來控制陰極，及預熱電路和起動電弧。接線圖如圖 2·1，其中起動器是一個閘刀開關。

每一隻燈需要一個起動器和一個電抗器，它和燈的額定容量有密切的關係，不能互相換用。

二·三 電抗器 電抗器是一個鐵心感應圈。由燈的容量、週率和電源、電壓來規定它的規格和尺寸。燈管電極

中間，在電源電壓 110 或 220 伏的時候，都不足夠發生電弧。但是當起動器在陰極充分受熱以後突然將起動器自動

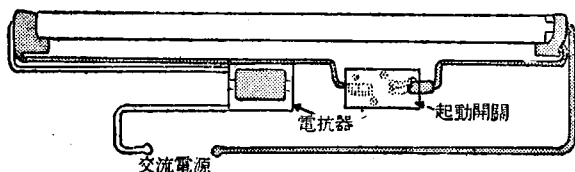


圖 2.1 最簡單熒光燈線路。

拉開，電抗器發生感應作用，便產生了高壓，使電極間發生電弧。在電弧起動之後，電抗器的電抗限制了電流，使它常在額定數以內。電流越大，電抗器電壓降越大，所以極間的電壓越低，電流因此受到了限制。

質量好的電抗器應當具備下面幾個條件：

- (一) 有足量的起動電流，使陰極得到充分預熱。
- (二) 正確的特性和熒光燈完全相符，使在額定電壓時，消耗額定電能，發出額定光度。
- (三) 電流得到適當調整，不致因電壓波動的關係，超過規定的範圍。
- (四) 電耗合理減低。
- (五) 使用時的熱度，在規定限度以內。
- (六) 使用時蜂鳴聲不大。

二·四 起動器 用人工控制的起動器，很不便利。燈多的地方，亦無法可以運用，因此就有自動起動器的需要和