

中等專業學校教學用書

白熾電燈泡

沃茲聶先斯卡亞著



機械工業出版社

3231

中等專業學校教學用書



白 熾 電 燈 泡

田野, 鄭步京, 徐乃琛譯

蘇聯電站和電氣工業部教育司
審定為中等專業學校教科書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書敘述在真空和充气灯泡中的物理現象；研究白熾灯泡的經濟性和它提高的可能性；此外還仔細地闡明了白熾灯泡的構造、基本參數和白熾體的計算。

本書可以作為我國電器制造中等專業學校的教學用書，同時也是一本灯泡制造廠工作人員的良好參考書。

011001/01

No. 1041

1956年4月第一版 1956年4月第一版第一次印刷

850×1168¹/₃₂ 字數 97千字 印張 4 0,001— 3,500冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版營業許可證出字第008號 定價(8)0.69元

目 次

序言	5
緒論	7
第一章 基本定義	12
1-1 輻射能	12
1-2 輻射能的基本的量和量度單位	13
1-3 光的量及其量度單位	15
1-4 能的量和光的量之間的關係	16
第二章 溫度輻射及其基本定律	18
2-1 溫度輻射的特點	18
2-2 絕對黑體 (完全輻射體)	18
2-3 物體的輻射率和吸收率	20
2-4 絕對黑體的基本輻射定律	21
2-5 絕對黑體輻射的經濟價值	24
2-6 非黑體的溫度輻射	27
2-7 金屬的溫度輻射	27
2-8 應用溫度輻射的定律以決定白熾體的溫度	32
第三章 光源	39
3-1 白熾燈泡的經濟性及增加其經濟性的可能	39
3-2 白熾燈泡的構造	40
3-3 對白熾體的基本要求	41
3-4 鎢及其基本性質	42
第四章 真空燈泡中的基本物理現象	48
4-1 白熾燈泡的分類	48
4-2 鎢在真空中的蒸發速度	48
4-3 真空中的直線形白熾體	50
4-4 真空中的彈簧形白熾體	58
4-5 電極和支架對白熾燈絲的冷卻作用	64
第五章 充氣燈泡中的基本物理現象	66

5-1 白熾灯絲在氣體中的能量平衡和發光效率.....	66
5-2 白熾灯泡經過氣體輸出的熱能.....	67
5-3 鎢在氣體中的蒸發速度.....	83
5-4 白熾體在氣體中的燒燬.....	87
5-5 灯泡中氣體的溫度及玻壳表面上的溫度.....	94
第六章 灯泡的基本參數及白熾體的計算.....	97
6-1 白熾灯泡的基本參數及其相互關係.....	97
6-2 真空中的直線形白熾體的計算.....	103
6-3 真空中的彈簧形白熾體的計算.....	110
6-4 氣體中的彈簧形白熾體的計算.....	117
附錄.....	122
中俄名詞對照表.....	124

中等專業學校教學用書



白 熾 電 燈 泡

田野, 鄭步京, 徐乃琛譯

蘇聯電站和電氣工業部教育司
審定為中等專業學校教科書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書敘述在真空和充气灯泡中的物理現象；研究白熾灯泡的經濟性和它提高的可能性；此外還仔細地闡明了白熾灯泡的構造，基本參數和白熾體的計算。

本書可以作為我國電器制造中等專業學校的教學用書，同時也是一本灯泡制造廠工作人員的良好參考書。

No. 1041

1956年4月第一版 1956年4月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 97千字 印張 4 0,001—3,500冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第008號 定價(8)0.69元

目 次

序言	5
緒論	7
第一章 基本定義	12
1-1 輻射能	12
1-2 輻射能的基本的量和量度單位	13
1-3 光的量及其量度單位	15
1-4 能的量和光的量之間的關係	16
第二章 溫度輻射及其基本定律	18
2-1 溫度輻射的特點	18
2-2 絕對黑體（完全輻射體）	18
2-3 物體的輻射率和吸收率	20
2-4 絕對黑體的基本輻射定律	21
2-5 絕對黑體輻射的經濟價值	24
2-6 非黑體的溫度輻射	27
2-7 金屬的溫度輻射	27
2-8 應用溫度輻射的定律以決定白熾體的溫度	32
第三章 光源	39
3-1 白熾燈泡的經濟性及增加其經濟性的可能	39
3-2 白熾燈泡的構造	40
3-3 對白熾體的基本要求	41
3-4 鎢及其基本性質	42
第四章 真空燈泡中的基本物理現象	48
4-1 白熾燈泡的分類	48
4-2 鎢在真空中的蒸發速度	48
4-3 真空中的直線形白熾體	50
4-4 真空中的彈簧形白熾體	58
4-5 電極和支架對白熾燈絲的冷卻作用	64
第五章 充氣燈泡中的基本物理現象	66

5-1 白熾燈絲在氣體中的能量平衡和發光效率.....	66
5-2 白熾燈泡經過氣體輸出的熱能.....	67
5-3 鎢在氣體中的蒸發速度.....	83
5-4 白熾體在氣體中的燒燬.....	87
5-5 燈泡中氣體的溫度及玻殼表面上的溫度.....	94
第六章 燈泡的基本參數及白熾體的計算.....	97
6-1 白熾燈泡的基本參數及其相互關係.....	97
6-2 真空中的直線形白熾體的計算.....	103
6-3 真空中的彈簧形白熾體的計算.....	110
6-4 氣體中的彈簧形白熾體的計算.....	117
附錄.....	122
中俄名詞對照表.....	124

序 言

第五個五年計劃規定了蘇聯一切工業部門更進一步地發展，其中也有生產光源的工業，我們國家對這些光源的需要是一年年地不斷增長着。

由於一切科學技術部門的發展，白熾燈泡的類別也不斷地在擴大着，新的結構在創造着，它們的產量也增加了。

現代的技術對白熾燈泡提出了更加高的要求。

成長着的生產光源的工業部門要求擴大培養幹部的工作面：既要培養高級的專門人才，也要培養有中等技術水平的幹部。

本書是供給電氣真空技術學校作為教材用的。

本書以‘白熾電燈泡’作為課程的基礎提綱。編製本書時曾利用了一些參考材料。特別是利用了科羅列夫（Б. И. Королев），蘇斯京（В. Ф. Соустин），特羅生斯基（Д. П. Трошенский）和福明（В. Н. Фомин）的工作結果。此外，尚考慮到莫斯科電氣真空技術學校關於這門課程的教學經驗。

教材的基本論點放在白熾燈泡中所發生的物理現象，以及提高其經濟性的問題方面。

本書沒有涉及各種白熾燈泡的型式及其製造過程的描述，因為估計到這些材料已包含在白熾燈泡的產品目錄中，或是在有關的電真空儀器的工藝學指南中了。

在本書內具有次要意義的材料均用小字印出，在基本課程教學時可以略去，但對於那些想更深刻地了解問題的同学們，這些材料也是饒有興趣的。

為了技術學校編製白熾燈泡的系統教材，本書還是第一次嘗試，未盡善之處在所難免，讀者對這方面的意見將是極其寶貴的。

著者謹向對於本書表示關懷並提出寶貴意見的依凡諾夫（А. П. Иванов）教授，書刊評論家 尼林 傑爾（Р. А. Нилендер）教授以及協助編著某些章節的庫拉根娜（Е. И. Кулагина）致謝。

著者

緒 論

在自然界內，光起的作用很大。現代化的生活方式如沒有光就不可能。太陽是一種基本的天然的光源，但同時我們不得不常常依賴人爲的照明，利用人爲的光源。

具有代替天然光作用的人爲光源，在我們的生活裏，有着很大的意義。在重要的國民經濟部門裏，例如煤礦部門，如沒有人爲照明，就不可能發展，這就充分地說明了這一點。

光源發展的歷史，從很古的年代就開始了；原始時代的人，就學會了應用火堆，松明，火炬來照明。接着一個階段，利用蠟燭，油燈，煤油燈，酒精燈，汽油燈來照明。在現在，就廣泛應用電光源。

電光源發展的歷史，與俄羅斯的學者及發明家的光榮名字密切地聯繫着。

1802年，華西里·符拉基米洛維奇·彼德洛夫（В. В. Петров）院士以許多銅片及鋅片，做成一個強大的‘伽伐尼’電池組（гальваническая батарея），用來進行試驗，在炭極之間發現了電弧現象。這個電弧發出明亮的光，可以照亮一塊很大的地方。

1873年，亞歷山大·尼古拉也維奇·勞代根（А. Н. Лодыгин）建議一種光源，用電流來使導體發光。現代白熾燈泡就是根據這一原理而產生的。勞代根的燈泡是用炭條，放入一個封閉的玻壳內作為白熾體。由於當時真空技術僅才開始，所以僅僅靠炭本身的燃燒來消除玻壳內的氧氣。但是玻壳不能夠充分密封，外界的大氣就進入了玻壳內部，逐漸補充和炭起作用而減少的氧氣。這樣勞氏燈泡的壽命就不能長久，不過儘管如此，在實際上它仍被應用着。

1876年，帕維爾·尼古拉也維奇·雅柏勞奇可夫（П. Н.

Яблочков) 創造了一種在當時認為最完善的光源，被稱做雅柏勞奇可夫燭，利用彼德羅夫所發現的電弧，來得到光。雅柏勞奇可夫燭是兩根直立而相互平行的炭條，分置於由高嶺土及氧化鎂混合物做成的夾層內。炭條極端之間，即形成電弧而產生明亮的光。這種光源有着廣泛的用途。歐洲各國首都的街道，都用它來照明。

雅柏勞奇可夫又建議另一種電燭，以高嶺土及氧化鎂混合物製成棒狀，靠電流加熱而發光。因為這種棒對於電流來說是一種半導體，所以要預先加熱，然後方能變成導體。與上面說過的第一種光源相反，這種雅柏勞奇可夫電燭在當時得不到充分的發展，以後大約過了二十年，這種原理被應用到尼翁斯特燈。

雅柏勞奇可夫不僅因為在當時創造新的光源而著名，並且因為他又研究出‘光分裂法’，初次證明了從一個電源供給幾個光源的可能性。

勞代根化了很大的精力，為了改善白熾燈泡而尋找一種白熾體，使能保證較長的燈泡壽命，因而保證它的經濟效果。

經過多次的試驗，勞代根證明不用炭絲而代以耐高溫的鎢絲或鉬絲的可能性。

1890年，亞·尼·勞代根公開表演了用鉬絲做燈絲的白熾燈泡。

發明家的思想朝着進一步改善白熾燈泡的途徑，主要以提高它的經濟效果及其壽命為目的。為了這個，早先作為發光體用的炭絲不再採用了，而以鐵絲、鉛絲、鋅絲，最後更以鎢絲代替。當時的真空技術，達到了避免白熾鎢絲在燈泡裏氧化的水平，已經能造成足夠的真空。

以後確定了，只要鎢絲不是在真空中而是在惰性氣體中灼熱，則它的經濟效果及壽命就可顯著提高。1912年創造了充氣白熾燈泡。最初充以氮氣，其次為提高經濟效果而代以氬氣，接着為了同樣目的又開始採用氫氣。隨着充氣技術的進展，直線形的

發光體又代以彈簧形，然後是**双重彈簧絲**或是**疊簧絲**。

儘管電光源的最先發明無疑是屬於俄國學者，但是由於在沙俄的條件下，他們的工業上的成就都不可能充分發展。在偉大的十月社會主義革命以前，在俄國僅有一些半手工業的工廠，產量不大，其原材料還仰給於國外。

蘇維埃政權建立的開頭幾年，當實行大規模的電氣化計劃時，在我們的國家內，新的電力站開始發電，需要大量的電燈泡，在蘇聯建立自己的電燈泡工業，就成為必要的了。這種工業是完全獨立的，不需要外國公司的任何技術上的幫助。

現在蘇聯的各個地方，已有了若干已開工的以及準備開工的電燈泡工廠。我們的工廠具備着現代化的設備，生產着多種多樣的燈泡。

在現代的光源裏，光的能量可以用下列兩種方法來得到：

1. 依靠熱能，將物體加熱到一定溫度的值，它可以發出充分數量的可見光；
2. 依靠原子及分子從激勵狀態轉變到正常狀態時所釋放的能量。

因此，現代的光源，可按其光能獲得的原則，區分為兩個基本的類型：

- a) 溫度輻射光源，例如白熾燈泡；
- b) 發光光源，所有氣體放電光源都屬於這一類。

促進白熾燈泡的普遍使用，首先由於它在使用上簡單而方便：白熾燈泡在實用上可以在任何外界情況下工作，它在接電時，不要求任何儀器。並且與其他一切的温度光源一樣，白熾燈泡的輻射是連續光譜，其輻射色度十分接近於太陽。白熾燈泡存在的缺點，在於它的經濟性較低；這種燈泡的光效率變動在2~4%的限度內。

我們將在下面看到，在任何溫度都發生溫度輻射，而它的強度与温度的高低有關，並可以按照溫度輻射的定律計算。

所謂熒光，是在溫度輻射以外的一種輻射，其延續時間不少於 10^{-10} 秒。

但不是說每一種溫度輻射以外的輻射都屬於熒光，例如被物體反射及散射的光，就不叫做熒光。熒光的特點在於其光的延續性。

熒光光源有較大的經濟性。現代的各种熒光灯，在它所產生的紫外光的作用下，塗在玻璃管壁上的熒光物質，就發出可見光，這些灯的光效率為6~8%。在使用的情况下，這些光源（如鈉氣灯之類）的光效率竟達到9%以上。熒光光源固然具有這些本質上的優點，同時亦有著一系列的缺點：使用複雜，如在接電時要求應用一種串聯的儀器；當燃點時，與週圍的溫度有關係，在低溫時常常不能使用；很多熒光光源如鈉氣灯、水銀灯等，具有線狀光譜，因此其輻射有某種顏色；最後熒光光源還具有閃光效應。

既然光源的經濟性，對我們國民經濟有著重大的意義，那末熒光光源在可能應用的地方就應該到處採用。普遍的運用熒光灯及其他氣體放電光源來作為一般照明的目的，則是首要的任務。

不過完全以熒光灯來代替白熾灯，即使用作一般照明，在短期內還不可能。在許多部門中，白熾灯還是不能被代替。首先是那些小的範圍內，小的重量上，或低溫度的場所，例如飛機、汽車及摩托車上的照明；要求採用小型的及超小型的灯泡來作照明的，因而指示燈，電話交換機用燈，醫療用燈，及其他特殊灯泡的採用也是必要的。

目前我們工業上生產的白熾灯泡外形直徑，從3~4公厘到400公厘。發光體的大小及形狀，可能是各式各樣的：發光體可能是集中於一點，也可能排滿一定尺寸的面積，可能是一段直線，也可能是一個圓柱形的環，以及‘之’字形等等。從白熾灯泡也可能得到巨大的亮度，所以它普遍地應用在探照燈及放映的設備上。除了基本的用途——用於照明——以外，白熾灯泡尚應

用在信号設備或作裝飾品用，以及用於各种光学的儀器上。

由於白熾灯泡使用的普遍，提高它的經濟性（即使提高的百分比不大），就有着重大的意義，在我們的國民經濟上，也提供了很大的經濟性。以上指出的情况，使得研究白熾灯泡及在其中發生的現象成爲必需；根據这些現象的研究就使得現代灯泡的改進成爲可能。

第一章 基本定義

1-1 輻射能

在自然界中輻射能是傳佈最廣泛的能量形式的一種。一切物體在任何溫度下都輻射能量，同時又吸收其他物體所輻射的能量。這種輻射和吸收能量的過程就是物體溫度和其周圍物質的溫度互相平衡的基本原因。

輻射能是一種具有一定波長特性的電磁振盪。輻射能的特性和實際應用按波長而改變。在這裏進行嚴格的區別是不可能的，但大致可分為下列幾種：波長從幾千公尺到幾個公分甚至更短一點的輻射是無線電波，用於無線電技術上。波長從幾百公忽到幾分之一公忽（ $m\mu$ 即 10^{-6} 公尺）的輻射稱為紅外線，主要產生熱效應。波長介於 $0.78 \sim 0.38$ 公忽之間的輻射，作用到我們的眼睛上，我們感覺得到是可見光；在這種可見光區域中，由於波長的不同，輻射對我們眼睛的作用也就不同，使我們產生各種顏色的感覺。正確的規定引起各種顏色感覺的波長界限，正如正確地規定可見光範圍的界限一樣，是不可能的，因為它在很大程度上是依照人類眼睛的個別特點而不同。然而大致可以確定，可見光區域內各種波長的輻射引起下列顏色的感覺：

比可見光區域更短的波，其波長只有百分之幾和千分之幾

表 1-1

顏 色	波 長 (公忽)	顏 色	波 長 (公忽)
紅	$0.78 \sim 0.63$	淡青	$0.49 \sim 0.45$
橙黃	$0.63 \sim 0.60$	藍	$0.45 \sim 0.43$
黃	$0.60 \sim 0.57$	紫	$0.43 \sim 0.38$
綠	$0.57 \sim 0.49$		