

鐵路燈光信號

К. П. 別洛夫著

人民鐵道出版社

鐵 路 燈 光 信 號

К. П. 別 洛 夫 著

盧 鍾 健
王 玉 琢
仲 恭 維 合譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 五 年 · 北 京

本書闡述了鐵路燈光信號的實用理論和實際使用方法以及燈光信號器具及其裝設與保養方面的知識。第一章敘述色燈信號機及信號燈的光具結構元件，第二章為燈光信號的視界，第三章為色燈信號機光具部分的構造和特性，第四章為信號燈的構造及特性，第五章為色燈信號機的安裝及保養，第六章為信號燈的養護，第七章為帶有反射器的信號標誌，並有光量及測量單位的附錄一件，故本書可供做製造、使用和保養信號器具的鐵路信號工程師、技術員和行車有關人員及礦山信號技術人員之業務參考，以及信號專業學校之教材參考。

鐵 路 燈 光 信 號

СВЕТОЗЫЕ СИГНАЛЫ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

蘇聯 К·П·БЕЛОВ 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五二年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1952

盧鍾健 王玉琢 仲恭維 合譯

責任編輯 周士鍾

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第壹零號

新 華 書 店 發 行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年十二月初版第一次印刷平裝印1—1,580冊

書號：432 開本：350×1168 $\frac{1}{2}$ 印張3 $\frac{1}{2}$ 132千字 定價(8)0.67元

序 言

黨的第十九次代表大會，在關於蘇聯發展國民經濟第五個五年計劃（自一九五一～一九五五年）的決議中，規定了共產主義建設的巨大計劃；決定增加社會生產；提高勞動人民的物質福利與文化水平。

爲了滿足國民經濟日益增長的需要，第五個五年計劃在運輸上決定將鐵路一九五五年的貨物周轉量比一九五〇年的貨物周轉量增加35～40%。

鐵路貨物周轉量的顯著增加，對鐵路運輸工作人員就提出了更高的要求。因此對於不間斷行車和安全行車，必須予以特別注意。

燈光信號器具——色燈信號機及信號燈對於行車安全有着重大的作用。而其構造與其使用，必須保證所發出的燈光信號符合於鐵路技術管理規程與鐵路信號規則。

鐵路技術管理規程中規定，信號的顯示，即是命令，應該無條件地遵守。信號顯示這一重要作用，是以信號器具的基本元件——光源、濾光器及光具的許多要求爲前提的。同時要求所有這些元件的動作必須協調。祇有在這種情況下燈光信號器具才能發出燈光信號，其顏色才能被清楚地辨認，在這所要求的距離上才不致將顏色弄混。

祇有通曉燈光信號結構動作的原理及色燈信號機和信號燈的帶色燈光的辨認條件，才有可能對一切器具的構造及在其安設和使用地點上對固定和調整它們的零件提出要求。此外，這些知識在爲保證燈光信號器具不間斷的工作而進行正常保養時，也是很必要的。

本書闡述了鐵路燈光信號的使用理論和實際使用方法，以及燈光信號器具及其安裝與保養方面的基本知識。

目 錄

第一章	色燈信號機及信號燈的光具結構元件	
§ 1.	燈光信號及其辨認	1
§ 2.	光源	3
§ 3.	白熾電燈泡的性能和特性	8
§ 4.	信號燈泡	10
§ 5.	濾光器和專用玻璃	17
§ 6.	信號濾光器的種類	24
§ 7.	光具	28
§ 8.	光具結構	34
第二章	燈光信號的視界	
§ 9.	信號燈光的辨認條件	41
§ 10.	信號燈光的辨認	44
§ 11.	影響確認信號燈光顏色及其視界距離的條件	46
第三章	色燈信號機光具部分的構造及特性	
§ 12.	對色燈信號機光具部分結構的一般要求	51
§ 13.	透鏡式色燈信號機	52
§ 14.	矮型色燈信號機的構造	59
§ 15.	透鏡式色燈信號機的光學特性	60
§ 16.	探照式色燈信號機	65
§ 17.	用作道口信號的色燈信號機	71
§ 18.	進路表示器	72
第四章	信號燈的構造及特性	
§ 19.	一般要求	75
§ 20.	臂板信號機及圓牌用的信號燈	77
§ 21.	列車(機車及車輛的)信號燈	81
§ 22.	手信號燈	91
§ 23.	表示器	95
第五章	色燈信號機的安裝及保養	
§ 24.	安裝時的一般要求	100
§ 25.	透鏡式色燈信號機的安裝和調整	100
§ 26.	探照式色燈信號機的安裝及調整	106
第六章	信號燈的保養	
§ 27.	信號燈使用上的一般要求	115
§ 28.	透鏡, 燈泡及濾光器的更換	116
§ 29.	站場信號燈位置的調整	117
第七章	帶有反射器的信號標誌	
§ 30.	信號標誌及反射器的構造	118
附錄	光量及其測量單位	119

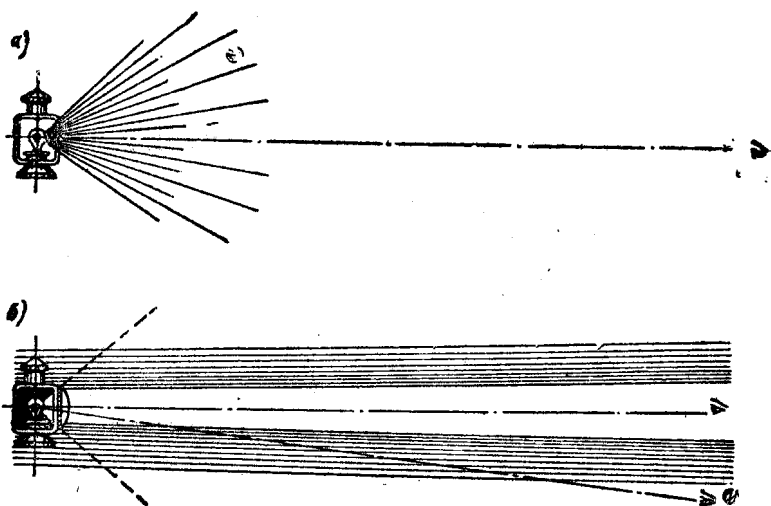
第一章 色燈信號機及信號燈的 光具結構元件

§ 1. 燈光信號及其辨認

燈光信號的構成及辨認，燈光信號是由色燈信號機、列車緩衝梁上的燈或道岔表示器所發出的帶色光束。信號的顏色是：紅色、黃色、綠色、藍色和白色。帶色光束射到觀察燈光信號者的眼睛時，便透入視覺器官內部，同時又作用於它，這樣就引起觀察者一定的印象。如果這個觀察者是司機時，那末，這個印象便被他理解為命令，於是就引起他的某一種動作（制動，增加列車速度等等）。因此，在鐵路信號裝置中，燈光信號的應用，主要是根據帶色光束對觀察和辨認此信號人的眼睛的作用。

信號的帶色光束是怎樣產生的呢？在鐵路運輸上，現有的任何一種類型的燈光信號器具，都具備一些造成帶色光束所不可缺少的元件，這些元件就是光源、濾光器和光具結構。

鐵路燈光信號器具中，所應用的光源，無論是電燈或是煤油燈均發射白光。大家都知道，白光是一個混合光，是由許多帶色光綫合成的。如將這些光綫某一部分濾掉，於是就能得到一種帶顏色的光束。這可以藉濾光器做到。在鐵路燈光信號器具中，所應用的濾光器，有帶色透鏡、平的和凹凸的帶色玻璃。信號器具的燈光，大部分被濾光器吸收。透過濾光器的一部分光，在大氣中擴散。如果取平的帶色玻璃做濾光器時，譬如由信號燈所發出的光綫（第1圖a）將和沒有濾光器一樣，向各方擴散。信號燈所發出的光綫的角度，僅受其前框邊緣限制。這個角度很大，不僅能從綫路上看到燈光信號，就是在綫路外也能看到。顯然地可以看出，在此種情況下燈泡的大部分光通量不能被有效利用，會使信號器具的光力不能滿足從所要求的距離看到燈光信號。爲了不提高光源的功率而增大燈光信號的視界距離，可將信號器具發出的光通量的擴散角度縮小。爲此，則使用能將光源光通量集中起來的光具結構——透鏡，反射鏡或利用此等光具的組合。信號器具的細窄的帶色光束，具有強大的光力（第1圖δ），其視界距離遠遠超過光力小的擴散的帶色光束。



第1圖 無光具結構和有光具結構的信號燈的光束

背景、大氣狀態和其他一些條件對辨認信號燈光上的影響。在信號器具與辨認燈光信號者的眼睛之間，總是要有一段距離的。於是帶色光束在達到觀察者的眼睛之前，必須通過大氣。由於大氣的狀態不同，所看到的燈光信號也各有不同，譬如，有時顯示良好，有時勉強被辨認出來或甚至完全不能被辨認出來（對此是按光力不變來考慮的）。一般地，除具有較大透明度的空氣外，在大氣中尚含有水蒸汽和一些能够吸收和反射光綫的飛翔微粒（灰塵、煙等等）。在大氣中水蒸汽和煙塵越多，則吸收光綫也越多，也就越發的能削弱信號光束。這就是說，即使是動作良好的信號器具，由同一距離所看到的程度也有時是不同的。但是，也有這樣的情況，在晴朗的天氣裏，而燈光信號顯示不良。在此種情況下，其原因可能是由於信號器具保養不周或是在製造上質量不佳。

辨認燈光信號，主要是靠着感受信號帶色光綫的視覺器官——人的眼睛。

人的眼睛是最靈敏的器官。確切的說，眼睛在黑暗中能够發現位於三十二公里距離上的普通燭光。但是眼睛的靈敏度並不是固定不變的，而其變化範圍很廣。眼睛在黑暗中經過幾小時後，就具有最大的靈敏度。

晝間，眼睛的靈敏度根據不同的晝光而有變化。當陽光的直射光綫射於司機的眼睛時，眼睛的靈敏度便變為最低。

夜間，司機的眼睛多少要受到人工照明設備的影響——不太亮的司機室內燈、探照燈的滅燈、以及對面駛來的機車頭燈。由於照明燈降低了眼睛的靈敏度，因而會使燈光信號難於辨認。

在瞭望燈光信號的同時，也要看到與信號燈光有着區別的背景。晝間的背景可能是蔚藍色的或有雲的天空，森林、鮮明的和暗淡不清的建築物等等。它們的亮度也各有不同，其亮度越小，區別的則越顯明，信號燈光的顯示距離亦越遠。夜間，信號燈光在區間內比在站場內看得清楚，因在站場內對信號的辨認受到普通照明燈光和其他信號燈光干擾。

鐵路燈光信號工學是研究燈光信號的辨認及光源，濾光器，光具結構等的性質；研討信號器具的構造以及它在使用上的特性和動作。其主要目的，是爲了能夠對任何燈光信號器具在構造上，製造上以及根據使用中的條件在保養上提出基本要求。燈光信號晝夜顯示良好和信號器具經常不斷的動作，是保證鐵路行車安全的主要方法之一。

§ 2. 光 源

光的輻射。在鐵路燈光信號裝置中，應用下列光源：

1. 電氣光源；
2. 燃燒可燃物質的光源。

電氣光源是利用白熾燈泡，而燃燒可燃物質的光源有：

1. 煤油燈；
2. 瓦斯燈（乙炔的，丙烷的等）；
3. 烟火燭（火炬）。

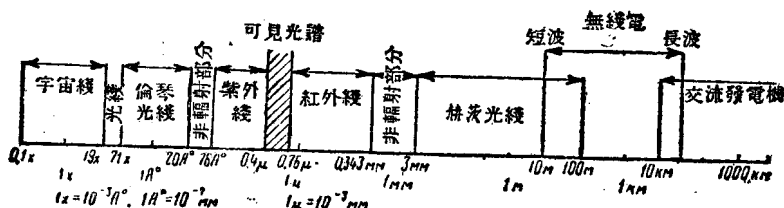
無論是電氣光源，或者是燃燒可燃物質的光源，都是對某種物體加熱到高溫的結果而發光。在白熾燈泡中，利用捲成螺旋形的鎢絲做爲此種物體。煤油燈中和瓦斯燈中，則爲白熾炭素的微粒。

這些物體在什麼情況下發光呢？我們都知道，一切物體都是由許多微粒——分子和原子構成。任何物體的原子構造都是相同的。在原子的中心，置有由中子和質子構成的原子核。質子——帶正電的微粒；中子——不帶電的中性微粒。在原子核的周圍有電子（帶負電的微粒）旋轉着。質子和電子間的互相作用力，將電子束縛在原子結構內。電子沿着某些道路——軌道旋轉，而且在每一條軌道上可能僅有一個電子存在。電子的運動不能沿着任意軌道進行，而是沿着一定的，即所謂「容許軌道」進行。每一條這樣的軌道都與旋轉電子的一定能量相適合。所以，電子含有與其旋轉軌道完全相符的一

些能量數值。電子能量越大，其旋轉軌道離原子核則越遠。在此種沿着軌道旋轉的情況下，電子的能量是不變的；並且能够沿此軌道長久旋轉下去。但是，電子能够從一條軌道「跳躍」到另一條軌道上去。如果電子從較遠的軌道「跳躍」到離原子核較近的軌道上去，則伴隨這個「跳躍」而消滅電子的能量。電子在「跳躍」時放射輻射能。這是怎樣產生的呢？

我們知道電子由距原子核較近的軌道，向較遠的軌道上「跳躍」，僅在外來原因作用下才能產生。物體的加熱，就是此外來原因的一種。在常溫下，物體的原子運動不會在其結構內引起變化。原子運動的速度，隨溫度昇高而增大。各個原子和電子經常受到強烈的碰撞，其結果某一個電子在碰撞時所傳出的能量，是足以能够使其由一條較近的軌道「跳躍」到另一條較遠的軌道上去。這種狀態，通常稱做原子被激發。然而此種激發狀態延續很短，經過一段極短的時間，電子又跳回原來的軌道或跳到另一條距原子核較近的軌道上去（與最初的軌道比較）。這時它發射能量。這種輻射能，可能是看不見的或者是以光的形態被感覺到的。這和電子位於那一條軌道上和往那一條軌道「跳躍」有關。因此，無論以電流使物體加熱（電燈），或是將物體燃成火焰（煤油燈，瓦斯燈），光的發射過程是相同的。被人的眼睛感覺成光的輻射能與無線電波， x 射綫和其他類型的一些射綫，具有同樣的屬性。這些能量中的每一種能量，在空間的某一點產生之後，便以每秒 300,000 公里的速度由一點向另一點繼續傳播。此種現象被看做是電磁振盪以及磁場強度與電場強度的擴散波動過程。此種振盪的過程被認為是週期性的，即此種現象是重複的。所謂振盪週期就是此種現象每重複一次所歷經的時間。

波長是以輻射能在一個波動週期內所通過的道路來決定。振盪的頻率由每秒鐘的週期數來決定。在光學中和光學技術中，輻射能通常用波長和振盪頻率表示。在第 2 圖中所表示的是現在已知的一些波長的電磁波譜範圍。此即所謂的電磁波譜。波譜的一端是發電機動作時所產生的輻射能。其波長約為數十公里。其另一端是屬於由高空達到地面波長為 10^{-14} 公尺的射綫（宇宙射



第 2 圖 電磁振盪的譜帶

綫)。波譜中部窄小的一段，是屬於以光的形式被我們感覺到的輻射能，此段的波長是在 $0.8 \sim 0.4$ 微米^①間。從波譜的可見部分向右分佈有紅外線，向左分佈有紫外綫。

熾熱了的物體不單是發射可見光綫。大家都知道，我們從某一距離，即可感覺到加熱了的熨斗，茶壺和暖氣片。這種熱的感覺，就是由於這些物體發射出的紅外線，作用於人們皮膚的結果。

同樣，用做光源的物體，當其溫度未達到 600°C 左右的時候，它僅發射紅外線。如果再繼續加熱增加溫度時，在輻射綫的光譜組成中，除紅外線外，可見的光綫開始出現。最初是暗紅色的輻射綫，然後逐漸轉變成橙、黃、白而最後變成蔚藍色。

熱的輻射規律可就所謂的全輻射體或者絕對黑體來詳盡研究。絕對黑體可理解為能將落於其上的光全部吸收的物體。用作實驗的全輻射體，為帶有極小孔隙的空虛體。由其體殼的外部，通電流加熱到相當的溫度時，由小孔可以看到其內面。由於輻射體的外殼的多次反射，而獲得有較高的亮度。研究全輻射體的輻射結果證實，絕對黑體在該溫度下所發射的能量比其他輻射體（實在物體）大得非常多，這就證明了這一計算理論的正確性。

在第3圖中表示絕對黑體在不同溫度下的輻射能與波長^②的關係曲綫。從這些曲綫來看，可以得出下列的兩個結論：1. 輻射能隨溫度升高而顯著地增大；2. 輻射能的最大值由紅外線部分轉移到可見部分。

人們常常拿實在物體的輻射來與絕對黑體的輻射做比較。特別是電氣及其他光源沿光譜（可見部分）的能量分佈，通常以其色較溫度來表示。能使絕對黑體發射出同樣顏色光的溫度，稱為光源的色較溫度 T' 。色較溫度以絕對溫度（或以科里文溫度） $(t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ})$ 來表示。

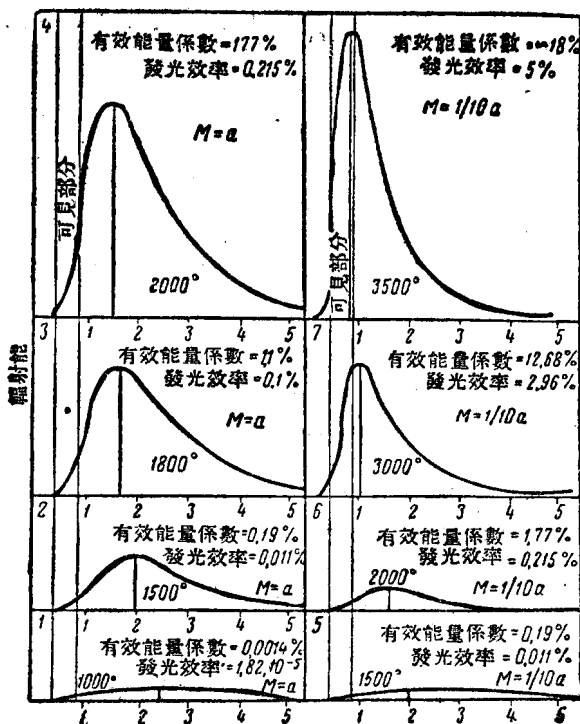
光源的色較溫度與物體的實際溫度稍有不同。一般來說，色較溫度略高於實際溫度。茲將某些光源的色溫數值列於第1表中。

光源色度不同的現象，可以其不同的色較溫度表明。煤油燈光較白熾燈光紅，而後者又比太陽光紅。光源的色較溫度在構成帶色的燈光信號上具有很大的作用。

電燈泡。燈光信號的正確作用，首先決定於光源動作的可靠性。最適於此項要求的就是電氣光源——白熾電燈。

註① 一微米等於 0.001 公厘。

註② 第3圖右部的一些曲綫按比例尺 $M = 1/10a$ 繪製的， a 為第3圖左部一些曲綫的比例尺。



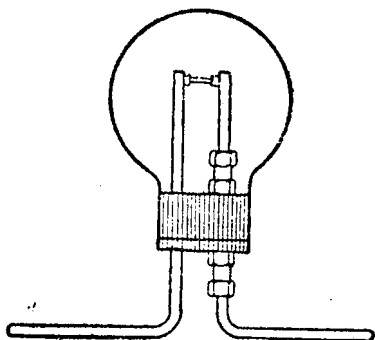
第3圖 絕對黑體的輻射曲線

第1表

光 源	色 較 温 度 °K
蠟燭火焰.....	1925
煤油燈火焰:	
a. 扁捻的.....	2055
6. 圓捻的.....	1925
真空白熾燈:	
a. 炭絲50瓦.....	2080
6. 鎢絲25瓦.....	2493
瓦斯白熾燈:	
50瓦.....	2670
200 瓦.....	2810
1000瓦.....	2980
太陽光 (夏季、正午)	5300~5600

現在根據用途不同，製造有許多類型的電燈泡。但是在信號裝置上，最適用的是專用的信號燈泡，它能在燈光信號器具中有效的發揮作用。信號電燈泡具有一些獨特的性能，同時也具有任何其他白熾電燈泡所具有的零件。

白熾電燈——是俄羅斯發明的。世界上白熾電燈的首創者，是俄國傑出的電氣技師亞歷山大·尼克萊維赤·洛德金，製成於一八七三年。洛德金式燈泡如第4圖，是由裝有炭棒的玻璃泡構成，炭棒固定在兩個引出於外部的銅電極之間。由玻璃泡內將空氣抽出，使之排除氧化過程，因而炭棒可免遭燒損。電流將炭棒熾熱到高溫，於是燈泡發出強烈的光。後來則用炭絲代替了炭棒。可是此種炭絲不能使溫度達到 $2000\sim 2100^{\circ}\text{C}$ 以上。如再繼續增高物體的熾熱溫度時，則產生強烈的炭蒸發，因而炭絲很快就會燒斷。炭絲在上述溫度下，其耐久性是不大的，最後其色度和煤油燈光相似。因此它是不能令人滿意的。在一八九〇年阿·尼·洛德金提出了金屬絲的白熾電燈。金屬絲能耐較高的熾熱溫度。其後白熾燈泡的繼續改進是沿着改良燈泡的熾熱物體，即沿着改良金屬絲的道路繼續發展的。



第4圖 洛德金式電燈泡

在提高光源溫度時所觀察到的一個最重要的事態，是其發光效率的增大。發光效率①可理解為光源的光通量與此光源的輻射通量之比。

在第2表中表明絕對黑體的發光效率是根據溫度的變化情況決定的。

由第2表可以看出，

第2表

絕對黑體的發光效率，

當 $T=6500^{\circ}\text{K}$ 時，達到最高值14.5%。如果再繼續增加溫度時，則開始降低，因為輻射曲綫的最高峯轉移到紫外

溫度 $^{\circ}\text{K}$	發光效率%	溫度 $^{\circ}\text{K}$	發光效率%
2000	—	6000	14.4
3000	3.0	6500	14.5
4000	8.5	7000	14.4
5000	12.6	8000	13.5

波方面去。對於實際的熾熱光源隨溫度升高，而發光效率也就增大。但是，

註① 它和代表可見光譜範圍內輻射能與全部輻射能之比的有效能率係數不同。

第3表

輻射物體	溫度 °K	發光效率%	發光能力流明/瓦
絕對黑體	6500	14.5	90
高空中的太陽	——	13.8	86
鎢熔解時	3663	8.1	50
鎢絲燈泡的鎢絲	2800	3.2	20
白熾電燈	2450	1.6	10
炭絲白熾電燈	2135	0.52	3.22
煤油燈	1850	0.04	0.25

熾熱物體的燒毀阻

礙着溫度的升高。溫度升得越高，這個燒毀的可能性則越大。所以在現代的白熾電燈泡中，熾熱物體的溫度不超過 3300°K。由此可見，即使是發

光效率很低（2~3%）的燈泡也是如此。

關於各種不同輻射體的發光效率，可參考第3表中所列的數字。

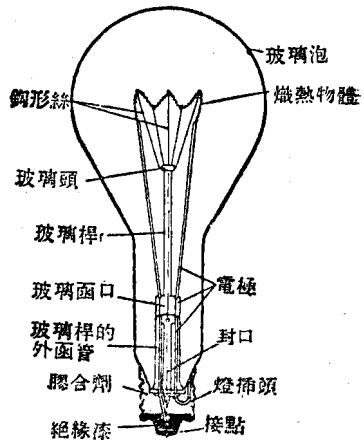
§3. 白熾電燈泡的性能和特性

現代的白熾電燈泡是由內部裝有金屬絲的玻璃泡構成；金屬絲的引出端位於燈泡的燈插頭上邊。爲了得到較高的燈絲熾熱溫度 2400~2900°K，最好的金屬絲是鎢絲。現在利用它製出很多大小形狀不同的電燈絲。白熾燈泡的構造如第5圖。

用抽氣的方法，將空氣由泡內排除，如果沒有空氣，燈絲就不會燒斷。當燈絲熾熱時，鎢的微粒少許蒸發並附着於玻璃泡上，形成一層能够降低玻璃透明度的暗膜。這種現象在燃燒已久的舊燈泡裏尤爲顯著。因此燈泡便不堪使用。鎢絲由於天長日久不斷的蒸發，其直徑逐漸縮小，同時產生鎢的結晶過程，因此鎢絲變成比較脆弱或易於顫動。再經過一段燃燒時間，在鎢絲斷面最細的地方產生破裂，即通常所說的燈絲燒斷。

爲了減少鎢的蒸發，時常往玻璃泡內注入不活潑的（非助燃的）氬氣和一些碳氣的化合物。這主要是對 0.5 安以上的燈泡。現在一些類型的燈泡用氦

氫化合物填充。氬氣燈泡的光的特性，優於氬氣燈泡和真空燈泡（非填充氣



第5圖 白熾燈泡

的)。

白熾燈泡的主要特性是：

電壓……………以伏 (v) 為單位
電功率……………以瓦 (w) 為單位
光通量……………以流明 (lm) 為單位
發光能力……………以每瓦流明 (流明/瓦——lm/w) 為單位
壽命……………以小時為單位

前兩個特性一般都標記在燈插頭上，至於某一類型的所有特性完全列於國家標準和技術規範中。

上述特性，祇有供給燈插頭上所標記的額定電壓時，才能符合於國家標準表（在誤差容許限度內）或技術規範中的數字。

此外，對專用類型的燈泡，規定有一些補充的特性（形狀，燈絲尺寸和光心高度等等）。

隨着供給燈泡電壓的變化，其特性變化亦有所不同。

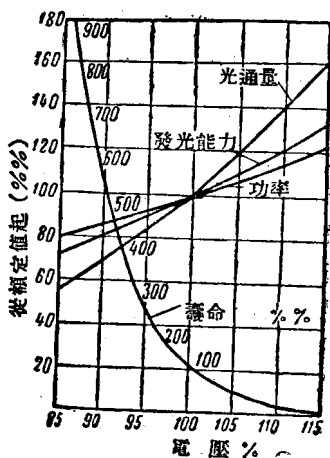
因此當燈泡的電壓超過額定電壓時，通過燈絲的電流強度增大。因此則引起溫度升高，同時燈泡所發射出的光通量也顯著的增加。於是每瓦流明數，亦即燈泡的發光能力也升高。但是，隨着溫度的升高便促使燈絲急劇的縮減壽命。

相反的，當燈泡電壓降低時，其燈絲的壽命便增長，然而光通量顯著減低，光力也隨之減低。例如，增加或降低電壓 5 % 時，燈泡的特性變化如下（以 % 計）：

電壓…………… 95, 100, 105
光通量…………… 83, 100, 122
壽命…………… 250, 100, 45

在第 6 圖中表示燈泡所有的特性變化（按普通照明燈泡）。所有的燈泡按其特性製造得完全一樣是不可能的。因此無論任何類型的燈泡在所有特性或某些特性上，彼此之間是有所不同的。因此某些燈泡的壽命可能比額定數字要小，而另一些可能比額定數字要大。

一般分爲：1. 壽命，也就是由燈泡開始發光至其燒斷的時間；2. 平均壽命，就是由一批燈泡按所有燈泡的壽命平均算出



第 6 圖 白熾電燈的特性

的時間。

燈泡在發光過程中，由於其輻射能減低以及泡上發暗，其光通量便減低。所以，在國家標準中或是技術規範中規定有經過平均壽命後的最終平均光通量數值。

越是鎢的性質相同及製造技術越完善，則燈泡的平均壽命亦越大。

§ 4. 信號燈泡

安設在信號器具的光具結構上的白熾電燈泡，祇有在其所有的特性適合於實用目的的情況下，才能更有效地發揮作用。下面即將說明，在信號光具結構中應用普通照明燈泡（亦即用做一般的照明燈泡），根據許多原因，是不合理的；如焦點不能正確，光的特性和每次更換燈泡時的信號光束方向不正常（不固定），以及電力使用上的不經濟等等。

那末，對信號燈泡都有那些要求呢？首先，此種燈泡的熾熱物體在尺寸上不要太大，以便能保證安裝在光具結構焦點上。為此，熾熱物體的形狀和尺寸必須嚴格遵守規格，不得超出國家標準或技術規範中所規定的標準。

如製造尺寸不大的熾熱物體，祇有在燈泡採用低電壓工作的條件下才有可能。因此信號燈泡的電壓約為10或12伏。

在更換燈泡時，為使信號光束的方向及信號器具的特性不變，祇有將燈泡的熾熱物體放在光具結構的焦點上才有可能。由於規定了光心高度標準及容許的少許誤差，上述條件是可以達成的。至於什麼是光心高度，可從用於透鏡式色燈信號機的燈泡

圖中看出（第7圖）。保

證光心高度的額定值，

和保持燈泡的其他尺寸

和特性的額定值一樣，

在製造燈泡時，實際上是

不可能的。因此，對

每一個數值都規定有其

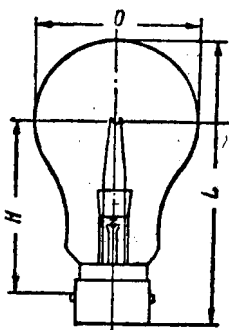
容許限度。光心高度的

容許限度，對透鏡式色

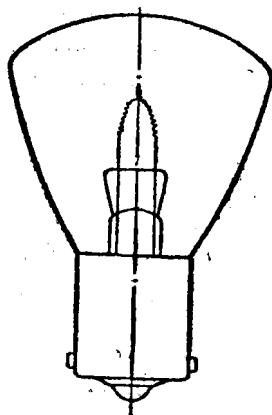
燈信號機採取±0.5公

厘；對探照式色燈信號

機（第8圖）暫時規定



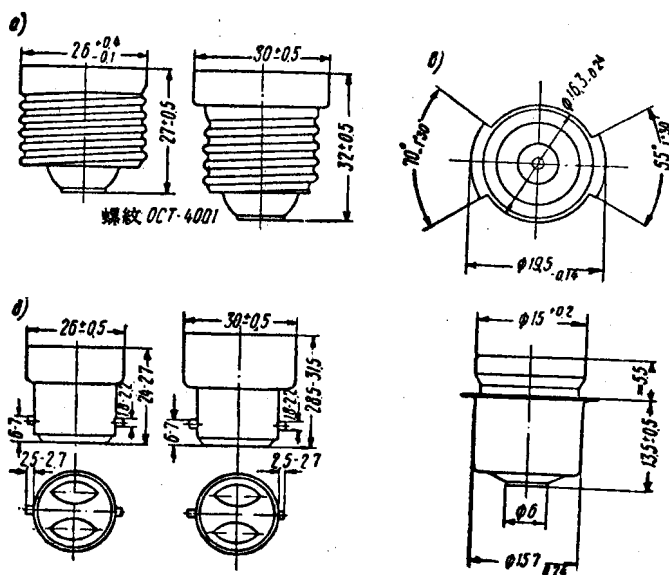
第7圖 透鏡式色燈信號機燈泡



第8圖 探照式色燈信號機燈泡

有 ± 0.5 和 ± 0.3 公厘兩種容許限度（參照下邊）。這裏應該指出，熾熱物體離對稱軸的偏斜不得超過上述容許限度，這些是硬性的規定，但是最基本的要求，祇有利用特殊類形的燈插頭才能實現。大家都知道，燈插頭是用爲實現燈泡與燈座的電氣接觸的，同時又做爲與燈座的機械連接。燈泡燈插頭現有三種類型——螺口型、插口型和調焦型。

當燈泡不可能在燈座內自行緩弛時，採用螺口型（第 9 圖 a）燈插頭（如普通照明燈泡）。當燈泡可能受到碰撞，震動或使電氣接點斷開的劇烈震動時，使用插口型（第 9 圖 б）燈插頭（如鐵路用燈泡）。調焦型燈插頭（第 9 圖 в）用做保證熾熱物體能放在光具結構的精確位置上並能保持此種位置不變。此種燈插頭包括有兩個部分，其中第一部分用樹膠固定在玻璃泡上，而第二部分在調整熾熱物體位置後鉚接在第一部分上；後者要用特殊的光學設備進行。



第 9 圖 燈泡的燈插頭

透鏡式色燈信號機所用的調焦型燈插頭如第 7 圖 б。在燈泡燈插頭的外面裝有兩個橫的小釘，燈泡藉此小釘安在燈口內，此種燈泡可安裝於兩個位置。亦即，假如將燈泡從燈口上取下，旋轉 180° 後再將它安在燈口上時，

則能由於小釘在燈插頭上配置得不精確，使重新插到燈座上的燈泡的熾熱物體（第8圖）在迴轉後離原位置有顯著偏斜。從探照式色燈信號機的使用經驗中證明，熾熱物體的此種偏斜有時會使光束向側方顯著地移動。在應用帶扇形片的燈插頭之後（第9圖a），此種現象就不會發生，因為此種燈插頭燈泡，只能以一個位置安向燈口；此外，因為能够更牢固的安在燈口上，所以可使光心高度的誤差容許限度和熾熱物體的偏斜容許限度為0.3公厘，而代替了對透鏡式色燈信號機①所規定的0.5公厘。

在信號器具中，要盡可能使用功率小的燈泡。為此，其先決條件必須使發光能力達到最大的數值。燈泡的較大發光能力能够得到較大的光力。然而，提高發光能力受兩個條件限制：燈泡的壽命和燈泡的「質量率」。在燈泡使用中最好是能不常更換。信號燈泡的平均壽命不得低於500小時，一批燈泡中達到平均壽命的燈泡的百分數就算做該批燈泡的「質量率」。對於信號燈泡要求此百分數達80。燈泡的「質量率」有着十分重大的意義。因為，如果一批燈泡的大部分都能達到規定壽命時，則其絕大部分可以保證信號裝置的不間斷的動作。

玻璃泡與燈插頭結合得堅固，亦是對信號燈泡的一個主要要求。如果玻璃泡和燈插頭黏合不牢，更換燈泡時燈插頭會脫落於燈座裏，於是，在取出燈插頭時稍不留意，就會使燈口受到破損。在這種情況下，能使光具結構已調整好的焦點錯亂。同時，信號器具的光束特性亦隨之發生惡化。

現在所製造的信號燈泡有四種類型：其中兩種類型用於透鏡式色燈信號機，另外兩種用於探照式色燈信號機。這些類型中的一些燈泡也應用於其他信號燈中。在第4及5表中列有信號燈泡的一切尺寸，以及信號燈泡的電氣特性和光的特性，在該表中還列有用於手信號燈上的小型燈泡的一些數字，以及用做列車信號燈和機車車輛照明燈的所謂鐵路燈泡的一些數字。

此外，在第4表和第5表中還列有電壓為127~220伏的四種類型燈泡（普通照明用的燈泡）的一些數字。此種燈泡被用在某些不帶光學結構的信號器具中。

鐵路用的小型燈泡和普通照明用的燈泡，不在光具結構中使用。此類燈泡的光心高度和熾熱物體的尺寸是不標準的，因此其熾熱物體的位置可能是十分錯亂的。這些燈泡用於任何光具結構中，都不會有良好的結果。但是，在列車信號燈中可以使用此類燈泡（鐵路車輛列用的）。普通照明的燈泡可用於無光具結構的信號器具中，但須遵守技術安全的要求（預防感電）。上

註①現代工業正轉向製造帶有調焦式燈插頭的探照式色燈信號機燈泡。