

电影放映机光源

高 洛 斯 切 諾 夫 著
捷 比 謝 尔



中国电影出版社

电影放映机的光源

(苏联) 高洛斯切诺夫 著
捷比谢尔

吕新亚 译
子 泓 校

中国电影出版社

1958年·北京

电 影 放 映 机 的 光 源

(苏联) 高洛斯切諾夫 著
捷 比 謝 尔

呂 新 亞 譯

*

中 国 电 影 出 版 社 出 版

(北京西草舍飯寺12号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第089号

北京外文印刷厂印刷 新华書店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ • 印张 $3\frac{3}{4}$ • 字数 89,000

1958年8月第1版

1958年8月北京第1次印刷

印数 1—1,600册 定价: 0.55元

统一书号: 15061•26

Г. А. ГОЛОСТЕНОВ
Т. В. ДЕРБИШЕР
ИСТОЧНИКИ СВЕТА
КИНОПРОЕКТОРОВ

Государственное издательство
“ИСКУССТВО”

內容說明

本書對目前電影放映機所常用的光源——白熾燈泡、炭精弧光作了詳細的敘述，並着重地介紹了白熾燈泡和炭精弧光物理過程以及它們的構造形式和規格。
本書還詳細地闡述了正確使用這些光學的方法，並對各種電影放映機的照明光學系統的特點及其使用、維護方法等作了概要的敘述。此外，對放映單位的照明技術檢驗方法，也作了簡單的介紹。

其他，對在各種放映機上可能使用的特殊光源的使用情況和優缺點，如：超高壓水銀燈泡、超高壓氬氣燈泡、脈沖燈泡、螢光燈泡和日光等，本書亦另辟專章，作了概要的介紹。

目 录

作者的話

第一章 保証电影放映获得良好質量的

銀幕照明条件 (2)

第二章 电影放映机的照明光学系統 (12)

第三章 光源 (27)

§1. 白熾灯泡 (28)

§2. 电弧 (47)

第四章 光源在电影放映机上的使用 (82)

§1. 照明的散焦 (82)

§2. 炭精弧光放映机的使用 (88)

§3. 白熾灯泡的电影放映机的使用 (99)

§4. 光学系統的維護 (102)

§5. 电影放映單位的照明技术檢查 (102)

第五章 电影放映机上可能使用的其他光源 (107)

§1. 超高压水銀灯泡 (107)

§2. 超高压充气灯泡 (108)

§3. 脉冲灯泡 (109)

§4. 螢光灯泡 (112)

§5. 日光 (113)

作 者 的 話

電影放映質量，在極大程度上決定于能否正確地使用電影放映機的光源。因此，必須讓放映員了解各種光源中所發生的物理過程；了解影響光源特性的一些因素（如燃燒條件和其他等等），而這些因素在實踐中是經常遇到的。這些問題在電影技術的專門參考書上研究得還不夠詳細。

現時電影放映機中使用的光源，主要是白熾燈和電弧。因此，我們將更多地研究發生在這些光源中的一些過程；至于其他種類光源的性能，則不擬詳敘，僅就其是否適用於放映而加以探討。

我們還將簡短地敘述電影放映機照明系統，因為對光源所提出的要求，在很大程度上取決于照明系統的特性。

本書可供受過各種不同訓練的廣大的放映員們參考。

對本書的所有意見請寄：Москва, И-51, Цветной бульвар.
25, издательство "Искусство".

第一章

保証电影放映获得良好質量的 銀幕照明条件

銀幕上影象質量的好坏，取决于影片本身和电影放映机的照明光学系統的質量；取决于电影放映机的机械部分和銀幕的光学特性。

任何一台电影放映机的照明光学系統，均由以下几个主要部分組成：

- 1)光源；
- 2)照明光学系統；
- 3)放映光学系統（在通常的电影放映机上就是鏡頭）。

光源和照明光学系統合在一起統称电影放映机的照明系統。

为了使黑白影片和彩色影片的放映質量良好，电影放映机的照明系統必須能使銀幕达到所要求的照度水平；保証銀幕上照度分布得相当均匀；同时又能保証在电影放映机的整个工作時間內，保持銀幕照度不变。

此外，在放映彩色影片时，还必须使光源具备应有的光譜成分。

我們所以要保証銀幕上有必要的照度水平，是因为銀幕上必須有足够的亮度。大家知道，人眼所产生的视觉不是由表面的照度所决定，而是由表面的亮度所决定的。在亮度很低的条件下，很难識別画幅阴影处的細部，因而增加了观众眼睛的疲劳。但在黑暗的放映室内，当銀幕上的亮度極高时，画幅明亮处也常失去細部，而人眼也很快会感觉疲劳。此外，在这种情况下，画面的閃爍現象將更为显著。

在实际条件下，当放映机中没有影片时，银幕的亮度值可用下法（表1）鉴定：

表 1

银幕亮度的质量和数量鉴定

银幕亮度的鉴定	亮度值（阿伯照提）
最好的	不低于 100
好的	不低于 60
尚可的	不低于 30

因为白色漫射性银幕的反射系数等于0.75，所以，为了保证有上述的亮度水平，必须有以下的银幕照度值（表2）。

表 2

白色漫射性银幕上照度质量和数量的鉴定

银幕照度质量的鉴定	银幕的照度值（勒克司）
最好的	135
好的	80
尚可的	40

上述照度值可以适合黑白影片的放映；也可以适合彩色影片的放映。

但是，放映彩色影片时，银幕上最好有更高的照度。根据 E·M·戈尔陀夫斯基教授的材料※，当黑白片画幅中央最透明部分的透射系数平均等于0.6时，彩色正片的透射系数仅为0.4。因为银幕

※ E·M·戈尔陀夫斯基著：“彩色电影放映”，国家电影出版社，1950。

的照度与影片的透射系数成比例，所以，为了使人眼的视觉有同样的效果，在放映彩色影片时，必须使银幕的照度（也就是银幕的亮度）增加到0.6/0.4的比例，即增加到1.5倍。

因而，为了获得彩色影片放映的最好效果，可以将银幕的亮度提高到大约150阿伯熙提。实际上，在目前来讲，这个数值应该被认为是最高而又合理的银幕亮度值，因为再增强亮度并不能显著地提高现有电影拷贝的放映质量，只会大大增加放映单位的开支。

银幕上亮度是否均匀，是由其照度是否均匀以及银幕本身的表面反射特性所决定的。银幕的亮度与其照度有着以下的比例关系：

$$B = rE. \quad (1)$$

式中 B 代表亮度，以阿伯熙提计； E 代表照度，以勒克司计； r 代表银幕的亮度系数。

大多数电影院里所应用的、涂有硫酸铜和其他一些物质的白色漫反射银幕，在电影院的视角范围内，一般具有固定不变的亮度系数，这种银幕的亮度系数大约等于其反射系数。因此，对白色漫反射银幕来讲，亮度分布得是否均匀，只决定于其照度分布的均匀度。

涂金属的银幕和“玻璃”银幕并不是把投射其上的光线均匀地反射到各个方面，因此，对观众来说，银幕的亮度取决于它和垂直于银幕的直线所形成的角度。

因为这种银幕具有所谓方向性的反射特性，所以在理想的均匀照明条件下，观众在各个不同点所看到的表面亮度是不同的；而在银幕照度不均匀的条件下，其亮度的均匀度还要差些。

因此，任何银幕的照度分布都必须相当均匀。

照度均匀度可用银幕的最小照度与最大照度之比例数值鉴定。这个比例关系可以用分数（或小数）表示，或以百分比表示。

放映时，应力求使银幕上照度的均匀度不低于0.7（70%）。均匀度增高到0.85—0.9是不合适的，因为实际上这样并不能再改善观众的感受。在暗室中，当银幕亮度的均匀度等于1时，它的边

緣在黑框架衬托之下，反而会比銀幕中心明亮得多。

为了使观众看影片时感觉舒服，必須在整場放映过程中保持亮度不变，也就是照度不变。亮度有較慢的变动时，放映質量就会发生如表1和2（質量鉴定表）中所示的变化；亮度变动迅速时，則有閃爍現象。因此，無論亮度变化得快或慢，都会降低个别片本的艺术感染力量，并使观众感觉过分疲劳。

为了保証在銀幕上有必需的照度水平，放映机的有效光通量（即經过放映机的镜头射到銀幕上去的光通量），必須根据下列公式計算：

$$F = E \cdot S, \quad (2)$$

式中 F 代表放映机的有效光通量，以流明計。

E 代表銀幕的照度，以勒克司計；

S 代表銀幕的面积，以平方米計。

放映机的有效光通量——有时也被不确切地称为放映机的发光强度——是放映机的基本特性。已知放映机光通量时，可根据公式2确定應該具有必需照度的銀幕面积。例如，假设已知放映机的光通量为3000流明，那末，要使銀幕照度达于140勒克司，銀幕的面积应为：

$$S = \frac{3000}{140} = 21 \text{ 平方米。}$$

放映机光通量为1800流明时，只有在面积为13平方米的銀幕上，才能达到上述的照度水平；光通量为250流明时，則須在面积为3.5平方米的銀幕上，才能达到同样的照度水平。

知道了放映机的光通量和銀幕的大小，就可以确定出照度是多少。

电影放映机的有效光通量，只占全部光源光流中的很少一部分（通常約为2%）。因为有很大部分光綫在电影放映机中損失掉。

图1为一般电影放映机中光源光流的使用图解。

图的上部是一般电影放映机的照明系統和放映系統簡图。虽然

反射式照明光学系统的光源光流使用原理是和透镜式相同的，但是为了明显起见，图内所绘的照明光学系统是透镜聚光镜式的。同样，绘图时，光线通路上隔热玻璃和遮光器的位置该如何配置，也没有什么原则上的出入；很显然，光通量在这些部件中所损失的百分数是不变的，而这些部件位置的安排是根据使用者的意图来决定的。

光源简图中“光源的光通量（100%）”表示光源的全部光流，自左至右表示光的损失情况。

图中上部表示放映机全部光通量中照射在银幕上的有效光通量部分，它依次通过电影放映机的各个不同的光学和机械零件，逐步减掉一定的光通量。

- 1——光源射到放映机照明光学系统上的光通量（10—50%）；
- 2——从放映机照明光学系统中射到隔热玻璃上的光通量（9—40%）；
- 3——通过隔热玻璃达到遮光器上的光通量（7—30%）；
- 4——通过遮光器射到片门孔的光通量（3—20%）；
- 5——通过片门孔的光通量（1.5—15%）；
- 6——通过放映镜头射到银幕上的光通量（1—13%）。

放映机中光通量的损失情况，以向下的箭头表示。这些损失如下：

- 1n——由于照明光学系统没有“抓住”光源的光通量而损失（90—50%）；
- 2n——在聚光镜上的损失（占射到聚光镜的光通量的10—30%）；
- 3n——在隔热玻璃上的损失（占射到隔热玻璃上的光通量的15—25%）；
- 4n——在遮光器上的损失（占射到遮光器上光通量的80—55%）；
- 5n——在片门孔上的损失（为射到片门孔平面上之光通量的

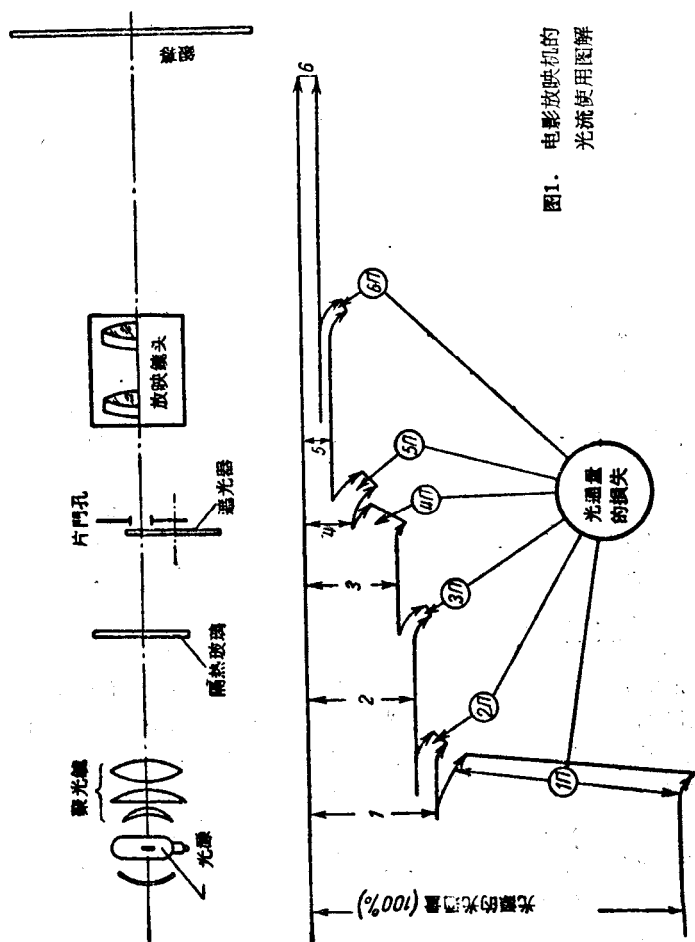


图1. 电影放映机的
光流使用图解

20—50%)；

$6n$ ——在鏡頭中的損失（占從片門孔射至鏡頭的光通量的9—35%）。

照明光學系統沒有充分“抓住”光源的光通量而引起的損失，決定於該照明光學系統的包容角，其損失量可以是90%到50%。在使用透鏡式的（即聚光鏡式的）照明系統時，光流強度就大，因為透鏡式照明系統的包容角比反光鏡式照明系統的包容角要小。

在照明系統內部，光通量的損失決定於聚光鏡的透鏡數；採用反光鏡式系統時，則決定於鏡面反射層的反射系數和在玻璃中的光通量損失。這種損失是10—30%。

遮光器上光通量的損失決定於遮光器的形式。在裝有圓筒形遮光器的35毫米膠片放映機上，光通量的損失達57%；使用圓錐形遮光器時，光通量損失大約可以減少25%。在裝有圓盤形遮光器的窄膠片放映機上，光通量的損失將近等於40%；光通量損失，也可以借減小遮光葉的角度、並相應地加快片格框上膠片拉動的速度的方法減少到30%。

假如使用隔熱玻璃，在隔熱玻璃上的損失通常為15—20%。

片門孔上的光通量損失，決定於片門孔的大小和照明光學系統在該片門孔平面上所形成的光斑大小之間的比例。此外，光通量損失還決定於片門孔上照度分布的均勻度。假如圓周直徑等於寬膠片（35毫米）標準片門孔的对角綫，而照度在整個光斑上又分布均勻的話，則光通量損失約為40%。由於弧光光源的亮度一般在直徑範圍上分布不均勻，所以片門孔光斑上照度的分布也是不均勻的。因此在片門孔上光通量的損失實際上約達40%，原因是在片門孔範圍以外的光斑部分的照度比片門孔中間部分的照度要小得多。

放映機裝有平面螺旋絲燈泡，則片門孔光通量的損失要比弧光放映機的損失少得多，因為在片門孔上光源結象的大小，與放映機的片門孔的大小近似。

鏡頭中光通量的損失，決定於鏡頭的結構和透鏡數。鏡頭數膜

后光通量损失可以减少达10—20%之多。

减少上列各项光通量损失，可以提高放映机的有效光通量，但是只限于在较小的范围内减少一些损失。放映机光源平均亮度为 B_{cp} 时，它的光通量不可能大于用下列公式求得的数值：

$$F = \frac{\pi B_{cp} S_{\kappa} \tau_{обт} \tau}{1 + (2\theta)^2} \quad (3)$$

式中， F 代表电影放映机的光通量，以流明计； B_{cp} 代表光源的平均亮度，以熙提计； τ 代表电影放映机光学系统的总的透视系数； $\tau_{обт}$ 代表遮光器的透射系数； θ 代表电影放映镜头相对孔径的倒数，即 $1:\theta = \frac{d}{f}$ ，此中， d 代表镜头的直径， f 代表镜头的焦距； S_{κ} 代表电影放映机片门孔的面积，以平方厘米计。

我們現在計算一下，假如平面螺旋絲的白熾燈泡的平均亮度 B_{cp} 在額定電氣規範內為2.5千熙提，它將能產生多少光通量。

假設放映機特性如下：放映機光學系統的透射系數 $\tau = 0.7$ （假如在照明光學系統上有15%的光通量損失，而鏡頭的透射系數約為85%）；片門孔的面積 $S_{\kappa} = 3.18$ 平方厘米；遮光器的透射系數 $\tau_{обт} = 0.5$ ；鏡頭的相對孔徑為 $1:\theta = 1:1.6$ 即 $\theta^2 = (1.6)^2 = 2.56$ 。把這些數值代入公式(3)，我們得出：

$$F = \frac{\pi \times 2500 \times 3.18 \times 0.5 \times 0.7}{1 + 4 \times 2.56} = 790 \text{ 流明。}$$

這就表明，無論我們在亮度固定不變時增加燈泡的功率，或者在照明系統中損失系數固定不變時更換放映機的照明系統，要得到大於790流明的光通量是不可能的（在鏡頭相對孔徑和遮光器的透射系數不變的情況下）。

我們用公式(3)計算一定亮度的光源在放映機中所能產生的最大光通量時，並未把光源的尺寸大小及其電功率的因素包括在內，然而，這並不表明它們不起作用。在光源亮度不變的條件下，光源的尺寸大小決定片門孔和放映鏡頭的“滿光”程度。在光源尺寸很小、以及各種光學構件使光綫變暗的情況下，片門孔和放映鏡

头都不会有充分的满光，因而放映机发出的光通量将比用公式(3)所求出的光通量低。

过分加大光源尺寸或其形式不适合时，如果光线能够布满片门孔和放映镜头的话，光通量损失必然增大，因为光源边缘部分射出的光线是不会射在镜头上的。

在公式(3)的所有因素中，以光源亮度的变动范围为最大，因此，放映机光通量的大小，基本上决定于所采用的光源特性。

自从有电影以来，由于不断地采用更大的光源并改进光学系统，电影放映机的光通量已增加了许多倍。现在已能制造带有高光强电弧的电影放映机，它的有效光通量可达25000流明。

电影放映机的最重要技术指标就是它的发光效率，所谓发光效率，就是以流明计算的电影放映机有效光通量，和以瓦特计算的放映光源的电功率之间的比例。

因此，发光效率所表示的是通往放映机光源的电功率在使用中的节省程度。表3所示，是国产(苏联)各种放映机的发光效率。

各种电影放映机的发光效率 表3

放映机 型 式	光源的电 功率(瓦特)	光 通 量 (流 明)	发 光 效 率 流明 / 瓦特
КПТ - 1	2400	3500	1.5
СКП - 26	2000	1800	0.9
КПМ - 800	400	650	1.62
К - 303 } К - 101 } К - 301 }	400	250	0.63
К - 25	300	70	0.23
ГОЗ	30—50	30—50	1.0
ПП - 16 - 1	400	250	0.63
16 - 3П	500—750	120—150	0.24—0.2

放映裝置的發光效率與銀幕照度值沒有直接關係。例如，發光效率高但光通量小的放映機（КПМ-800），用來照明 30 平方米的
大面積銀幕時，該銀幕的照度當然是較低的（22 勒克司）。然而發
光效率較低但光通量較大的放映機（СКП-26），用來照明面積較
小的銀幕（如 10 平方米）時，則銀幕的照度就會是很高的（180 勒
克司）。

有時在電影院中，由於技術條件很壞，СКП-26 電影放映機在
弧光額定功率為 2000 瓦特時，它的光通量只有 1000 流明。這種放映
機的發光效率等於 0.5 流明/瓦特。假如電影院的銀幕面積不超過 10
平方米，那末，銀幕的照度將是良好的。但是顯而易見，這裡的銀
幕照度，並不能說明放映裝置的技術狀況是正常的，而且發揮了它
的應有效能的。放映機的光通量較能充分地說明放映機的工作性
能，但測量光通量時，應該同時檢查光源的用電規範。如果電影院
銀幕面積小，放映機的額定光通量過大的話，那末，就必須在儘可
能不減低放映機的發光效率下，減小光通量，例如，可用正確選擇
光源的方法來減小光通量。

第二章

电影放映机的照明光学系统

电影放映机照明光学系统的作用，就是尽可能地将光源的大部分光流“聚集”并将它投向片门孔。照明光学系统一般不可能聚集光源的全部光流。照明光学系统收纳的光流与光源的全部光流之间的比数，称为照明光学系统对光源光流的利用系数，它可以说明照明光学系统的效能。

所有照明光学系统的作用，在于它能把放大的光源投在放映机片门孔的平面上，或片门孔后面的一定距离上，从而照射到片槽中的电影胶片上。

要使通过片门孔的全部光线，能射在使银幕上形成放大的影片画面的镜头上，就必须使由照明光学系统射出的光线的边缘线所形成的角 α ，不大于由片门孔中心到镜头边缘的光线所形成的角 β （如图2）。

α 角与 β 角分别表示照明光学系统和电影放映光学系统上镜头的孔径。

假如 α 角小于 β 角（图3），那末，放映镜头的整个面积上不可能布满光线，放映机的光通量将比 $\alpha = \beta$ 时少。

假如 α 角大于 β 角（图4），那末，将有一部分光线射在镜头旁边而射不到银幕上去。这就会增加放映机的总光通量的损失，同时也减低了银幕照度的均匀度。胶片上画幅的尺寸愈小，则要使相当多的光通量透过片门孔就愈困难（见公式3）。因此，窄胶片放映机与宽胶片放映机相比，在光源亮度相等和镜头相对孔径相同的情况下，它的光通量一般都较小。