

初级电影放映技术丛书

电影放映新光源

赵凌 著

中国电影出版社

初级电影放映技术丛书

电影放映新光源

赵 凌 著

中国电影出版社

1986 北京

内 容 说 明

近几年来，全国放映单位广泛使用了氙灯、钨灯、锡灯也在逐步地得到应用。为了帮助放映人员更好地使用这些新光源，本书介绍了它们的结构、原理、改装方法以及使用维护等基础知识。此外，对新光源所必须配备的触发装置和工作电源，也作了较为详细的叙述。

本书浅显易懂，图文并茂，可供放映技术人员阅读，也可供放映机修理人员和电影放映培训单位的师生参考。

责任编辑：缪光谦
封面设计：王玉兰

初级电影放映技术丛书 电 影 放 映 新 光 源

*

中 国 电 影 出 版 社 出 版
北 京 印 刷 二 厂 印 刷 新 华 书 店 发 行

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：6 插页：2 字数：90,000

1986年11月第1版北京第1次印刷 印数：1—10,000册

统一书号：15061·220 定价：1.35元

编 者 的 话

这套《初级电影放映技术丛书》由《影片使用与维护》、《35毫米固定式电影放映机》、《16毫米移动式电影放映机》、《放映机的光学装置》、《放映机的发声部分》、《电影放映新光源》、《放映换机控制装置》、《银幕与放映场地》、《晶体管电影扩音机》、《电子管电影扩音机》、《放映电工基础》等十一册组成。每本书的内容，既相对独立又相互联系，比较全面而系统地介绍了电影放映专业的基础理论和新技术。

早在十年动乱前，文化部电影局为满足当时我国放映工作者进行初级放映技术培训和进修的迫切愿望，就曾组织力量编写并出版了一套《初级电影放映技术教材》，按电影放映技术的传统的学科分类，计包括《电影放映机》、《放映扩音机》、《发动发电机》和《放映电工学》等四册，交由我社编辑出版。作为补充，我社也曾组织出版了一些电影放映设备维修小丛书。这些出版物在当时反映我国电影技术和电影放映设备的发展水平，对我国电影放映事业的发展曾起到了积极的推动作用，并因而受到广大读者的重视和好评。

近年来，我国的电影放映事业又有了长足的进步。科技

新成果的大量引进电影技术领域，诸如晶体管电影放映机、氙灯、钨灯等电影放映新光源，以及数控自动换机装置等新型电影放映技术装备的推广使用，大大丰富和发展了电影放映的基础理论和专业技术。而现阶段我国的电影放映队伍也与以往大不相同。因此，旧版本的《初级电影放映技术教材》和电影放映设备维修小丛书，囿于内容上和体例上的某些局限，已无法满足广大读者的实际需要。为此，我社组织全国各地一些多年从事电影放映技术研究或电影放映技术教学工作的同志，从当前我国电影技术的发展水平和电影放映事业的客观需要出发，编写了这套《初级放映技术丛书》。

本丛书主要供电影放映人员学习和进修初级放映技术之用；此外，它对于从事电影技术培训和电影放映技术设备管理工作的同志，也有一定的参考价值。

编 者

1985年6月

目 录

放映新光源概述	(1)
第一章 氙灯的性能	(5)
§1-1 氙灯的结构及其原理	(5)
§1-2 氙灯的光学特性	(14)
§1-3 氙灯的电气特性	(19)
第二章 氙灯的集光	(27)
§2-1 氙灯光源的利用	(27)
§2-2 氙灯垂直燃点时的集光	(29)
§2-3 氙灯水平燃点时的集光	(32)
§2-4 氙灯集光对反光镜的要求	(33)
第三章 氙灯的使用	(39)
§3-1 氙灯的散热	(39)
§3-2 氙灯的稳弧	(49)
§3-3 氙灯的维弧与熄弧使用	(54)
§3-4 放映照明系统的调试	(59)
§3-5 氙灯的工作电流与使用寿命	(67)
§3-6 氙灯的爆炸问题	(70)

§3-7 氙灯的使用与常见故障	(76)
-----------------	------

第四章 氙灯的改装 (86)

§4-1 氙灯的安装方法	(86)
--------------	------

§4-2 灯箱的利用和改装	(91)
---------------	------

§4-3 氙灯反光镜的选配	(93)
---------------	------

§4-4 氙灯电源的配用	(100)
--------------	-------

第五章 氙灯触发器 (107)

§5-1 触发器的作用原理	(107)
---------------	-------

§5-2 交流触发器	(109)
------------	-------

§5-3 振子触发器	(111)
------------	-------

§5-4 可控硅触发器	(115)
-------------	-------

§5-5 触发器的使用与故障	(117)
----------------	-------

第六章 钨灯 (125)

§6-1 钨灯的结构	(125)
------------	-------

§6-2 钨灯的发光过程	(126)
--------------	-------

§6-3 钨灯的电气特性	(128)
--------------	-------

§6-4 钨灯的光学特性	(129)
--------------	-------

§6-5 钨灯的通风散热	(131)
--------------	-------

§6-6 钨灯的改装与调整	(133)
---------------	-------

§6-7 钨灯的使用和维护	(140)
---------------	-------

§6-8 钨灯电源	(146)
-----------	-------

第七章 锡灯 (168)

§7-1	锡灯概述.....	(168)
§7-2	锡灯的结构.....	(170)
§7-3	锡灯的光特性.....	(173)
§7-4	锡灯的电特性.....	(176)
§7-5	锡灯电源.....	(178)
§7-6	锡灯的改装与使用.....	(180)
参考资料		(183)

放映新光源概述

放映机中用来照亮片门孔的影片画幅以便把影像通过放映镜头投射到银幕上去的光源，称为放映光源。最早使用的是白炽灯和碳精弧光灯。随着科学技术和电影工业的进步，放映光源也在不断发展。全反射灯、溴钨灯、氙灯、钨灯和锡灯的涌现，使放映画面在亮度、光色和均匀性方面，都有大幅度的提高和改善，其中氙灯尤为突出。

银幕上电影画面的亮度，是衡量放映光源和放映质量的重要技术指标之一。因此，如何提高放映机的有效光通量，一直是放映人员和从事放映机制造的技术人员极为重视的问题。

由于放映光学系统和输片系统对光源的利用有着严重的影响，因此，在提高放映机的有效光通量过程中，在这两方面曾想过不少的改进办法，但因为光源没有改变，所以无法使亮度取得满意的效果。例如，遮光器从过去的 72° （如200型和54—16型）改为目前的 55° （FLD-16型），总亮度也只能提高16%左右。在光学上，由于光学器件的限制，要想在原有光源上提高亮度50%左右，已经是极不容易的事。但在采用新型的放映光源后，即使在相同的光学和输片系统

中，亮度却可以成倍，甚至成好几倍的增长。如，在同一台16毫米放映机上，用110V750W白炽灯做为放映光源时，有效光通量仅为140lm；用30V400W白炽灯为250lm；用22V250W全反射灯为450lm；改用24V250W溴钨灯为600lm；可是，如果用上300W钨灯，有效光通量则可达到1500lm左右。可见，提高放映画面亮度的根本办法，还是在于对光源本身进行改革。

能否对彩色影片给予良好的色彩还原，是衡量放映光源的另一重要指标，也是评价放映效果的另一重要因素。

人的眼睛并不具有绝对的色感，它能在一定程度上适应各种光源的性质。但是把同一本彩色影片依次用各种不同类型的光源予以放映时，即使人眼具有一定的适应能力，也能明确地区分出还原色彩时的差别和画面质量的高低。同一彩色影片，用白炽灯放映时，彩色暗淡，红的色调显得很重；但用钨灯放映时，却是彩色鲜艳，色调分明。

由此可见，对于放映光源不仅要求有很高的亮度，而且要求有很好的光色。

衡量一个放映光源的优劣，除了上述两个方面外，对其发光效率、发光体尺寸、使用寿命和操作方便等，都有着具体要求和指标。在放映机使用的各种光源中，它们在各项质量指标上悬殊很大，尤其在亮度、色温、光效等方面，而钨灯有着突出的优点。为了提高放映质量，就必然会发生如何选择放映光源的问题。有的放映光源，因为亮度小、光效低、光色差、功率消耗又多，现在已经淘汰（如白炽灯）；有的因为光衰严重，寿命很短，已经不予采用（如全反射灯）。目前尚在使用的碳精灯和溴钨灯，由于亮度较低，光输出不

稳定，操作上比较麻烦，以及燃点时产生大量烟雾等缺点，也都在逐步被新光源所取代。

这里提的新光源，指的是目前得到广泛使用、技术性能优良的氙灯和近年才开始应用的钨灯、钨灯。这些光源的显著特点是：发光效率越来越高，光色越来越接近于自然日光，光源发光体尺寸也更接近于放映机对点光源的要求。但是由于新光源本身工作温度与辐射热量的增大，因而对灯管玻壳和反光镜的要求更严格，此外，对供电设备也提出了新的要求。

从放映光源发展的进程中，可以看出两个显著的特征：其一是新光源的性能越来越好；其二是新光源涌现的周期越来越短。如果说溴钨灯的出现，是白炽放映灯在其发展过程中的一个重大突破，那么，气体放电灯的出现，则是放映光源在进展中的一个巨大飞跃。随着科学技术的发展，可以预见到不久的将来，将会有更新的放映光源诞生。

发光效率达 80lm/W 的钨灯，也是金属卤化物灯的一种，它具有光效高、光色好、体积小等优点。在国内已形成系列产品，它有交流和直流两种，色温为 $5500-6000\text{K}$ ，显色指数为90，是一种很好的模拟太阳光源。只是由于发光体尺寸大、光色变化多、以及寿命、成本等问题，目前尚无法应用于放映机上。

利用钨钨循环原理研制的钨钨灯，从理论上讲，其寿命将是很长的，灯丝的工作温度可以接近钨的熔点（ 3380°C ）。钨丝在熔点的工作温度下，发光效率将近 50lm/W 。预计钨钨放映灯的光效可达 40lm/W 以上，用于 35mm 放映机，有效光通量可达 1500lm 左右。因此，对银幕最佳亮度要求上与钨

灯不相上下，但由于它是白炽灯，不需要触发电源，没有钨灯存在的缺点，所以在与钨灯的竞争中，可能占压倒优势。

由于络合分子新技术的应用，为金属卤化物灯的发展，开辟了新的途径。这种分子发光灯可以使发光效率提高到99 lm/W，在显色指数上可达到99，而且具有一个这样的特点：其光电参数，特别是色温，可以在很大范围内随管壁温度而变化。一种用于放映的高效电光源—高效金属卤素灯，已由丹东灯泡厂研制成功，并开始用于放映机上。这种光源的光效可达106-113 lm/w，是迄今为止光效最高的一种放映光源。其色温为 $5000 \pm 500\text{K}$ ，并且在灯的额定功率内作大幅度调整时，色温可稳定不变，也不随冷却状态而有明显变化，显色指数好，达92—94，寿命可达300—400小时。这种放映光源，无疑将在亮度、光色方面得到更大的提高和改善。

展望电影放映光源的前景，不仅在气体放电灯方面将有新的光源出现，即使白炽放映灯，也将有新的发展前途。一旦上述一些光源存在的问题得到解决和突破，必将有更好、更多、更为理想的放映新型光源涌现出来。

有鉴于此，本书主要探讨氙灯并就钨灯、钨灯这两种较新放映光源作些粗浅的介绍。

第一章 氙灯的性能

§1-1 氙灯的结构及其原理

一、氙灯的种类

氙灯是一种气体放电光源，按其放电弧长和气压大小，可分为如下三类：

（一）长弧氙灯 弧长一般大于100mm，放电时灯内压强在10个大气压的范围以内，所以也叫高压氙灯。一般接在交流电源内使用，多用于广场、公园、体育场等大面积照明。

（二）短弧氙灯 放电弧长在10mm 以内，工作时压强可达10个大气压以上，故叫做超高压短弧氙灯。通常为直流电源使用，也可用于交流电源，但寿命很短。用作放映光源的氙灯即属于这一类。

（三）脉冲氙灯 工作时压强在1个大气压之下，属于低压放电灯。和放映氙灯的弧光放电不同，这类氙灯是一种非常稳态的脉冲放电，故多在低功率和高频下使用。可用作高速摄影光源和激光光泵。它也是航空摄影、彩色摄影、照相制版及频闪仪等的光源。

放映氙灯的型号意义是：

如XQ—3000 X—充氙 Q—球形
3000—标称功率

二、氙灯的结构

氙灯有风冷和水冷两种，其结构如图1-1 (A) (B) 所示。

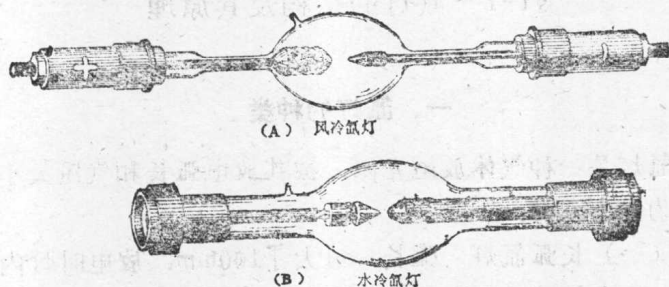


图1-1 氙灯的结构

氙灯在结构中最重要的是有以下几个方面：

(一) 玻壳 采用热稳定性好、膨胀系数小和能耐高温的石英玻璃制成。厚度约有 3 mm，要求整个玻壳部分厚薄均匀，没有应力。玻壳和玻管颈部采用圆滑过渡，提高机械强度。由于在常温下玻壳内充有 5—6 个大气压的氙气，玻壳内壁的压强此时即已达到 5 kg/cm^2 ；点燃后，压强要增加 3 倍以上。这时玻壳温度将达 850°C ，表面负荷达到 $40\text{—}50 \text{ kg/cm}^2$ 。所以对它有以上严格的要求，以保证玻壳的强度。

氙灯可以垂直燃点，也可水平燃点，因而它们有两种形状。供垂直燃点的氙灯，一般用椭球形状的玻壳，这种形状的玻壳能消除来自任何方向的张力和增大玻壳周围空气的流量。供水平燃点的氙灯，玻壳采用球形，以使电弧上方有较大的空间。

(二) 电极 氙灯内有两个电极——阳极和阴极。两个电极之间的极距约在6.5mm左右(3 kW 灯)。风冷氙灯和水冷氙灯的电极，在结构和材料上是有所不同的。

风冷氙灯的阳极，采用高密度、耐高温的纯钨制成，直径约为16mm，呈圆柱形，在圆柱面上刻有散热槽，以增加其辐射面积。阴极用发射性能良好的钍钨或铈钨制成，直径10mm，呈圆锥形。

氙灯中电极损耗的功率占总功率的 $\frac{1}{3}$ 左右，这个能量的绝大部分是在阳极上消耗的，所以，阳极要有较大的辐射表面。阴极的任务是发射电子，因此呈圆锥体，而且体积较小。它的大小既要使尖端具有一定的高温以保证发射，又不致使整个电极发热。

水冷氙灯的电极可以比风冷氙灯的小。阳极为圆柱形，没有散热槽，是用直径为5 mm的钨板与铜熔后车制成的空心结构，车制成型后装配进玻壳内的阳极，只有对着阳极端面的是钨，其余是无氧铜接杆。阴极较阳极为细，也是用钍钨或铈钨制成。在使用时，还有一套水冷夹头，可方便地配套拆装使用。

(三) 充气 灯内充填的是纯度达99.99%的氙气。氙是一种无色、无味的惰性气体。它的分子量较大(131.3)，

电离激发能量高，辐射发光亮度强；氙气化学性质稳定，不会与石英和电极发生化学作用，在高温下对玻壳和电极没有腐蚀，所以电弧稳定；此外，氙气离子比较轻，点燃没有蒸发过程，光输出在瞬间即可达额定值，这是使氙灯具有的独特优点之一。

风冷氙灯和水冷氙灯所充入的氙气气压并不相同，风冷氙灯内充入的氙气有5—6个大气压；而水冷氙灯内充入的氙气气压为8—10个。

灯内充入高压氙气的目的有三：

1. 为了保持氙灯应有的亮度。因为灯内所充入的氙气气压越高时，发出的亮度越强，发光效率越高。但充入的气压不能过高，否则引起爆炸的可能性越大；

2. 为了保持应有的管压降。由于氙灯的电弧短，所以要求低电压、高电流工作。灯内充入氙气气压大小，可以控制管压降的增减，氙压越高，管压降越大。

3. 为了获得类似太阳光的连续光谱。亦即为了获得更好的光色。因为连续光谱的能量，和气压存在着密切关系，灯内氙气工作压强越高时，产生的连续光谱能量越高，光色因之也越好。

氙灯内充入较高的气压后，如果受到强烈的冲击和振动，即使在常温下，也有引起爆炸的可能；点燃时，压强增大好几倍，如果使用不当，更有可能引起爆炸。因此，在贮运和使用过程中，一定要严格遵守有关规定。

(四) 灯头 为金属结构，用机械方法装在灯体上。它的端部和灯的引线焊在一起。金属与石英玻璃的密封，目前分别采用钎箔封接，过渡封接和钎杆盘边封接等工艺。电极

引线用受热后具有良好延展性的铝箔做成。铝箔受热后虽然也会变形，但不致由于和石英膨胀系数不一而引起断裂。灯头的主要作用是散发光辐射和热传导带给电极引线的热量，以便降低其温度，另外，也有保护电极引线的作用。

氙灯的有关尺寸部位见图1-2所示。主要尺寸和光电参数见表1-1所列。

三、气体放电灯的工作原理

氙灯是一种气体放电灯，它利用气体在电场作用下放电时出现的发光现象而工作。目前有金属蒸气放电灯（如日光灯），惰性气体放电灯（如氙灯）和金属卤化物灯（如钠灯）等等。从发光方式上区分，有原子发光和分子发光等类型。作为电影放映光源用的气体放电灯，像碳精弧光灯、超高压短弧氙灯和超高压钠灯等，基本上都是属于原子发光方式，但钠灯却是属于分子发光类型。

我们知道，原子的外层电子，在外电场的作用下吸收了能量之后，会迁移到更远的轨道上去。当电子由一个轨道迁移至另一轨道上，即从低能级跳到高能级时，称之为原子被激发。处于激发状态的原子是不稳定的，它会自动地返回到较近的轨道上来，这时，它将多余的能量以辐射发光的形式释放出来，这就是原子的发光。由于不同的原子结构不相同，所以不同的原子能够发出不同的光。在气体放电灯中，充入不同的气体（或元素）时，就会发出不同的光色，具有不同的光效。

气体分子之间的相互作用很小，分子不会自动离解，所以在一般电场力的情况下，气体是良好的绝缘体。但是，在