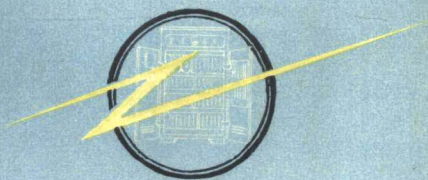


固定式电影放映设备的电源

薩 仁 著



固定式电影放映设备的电源

〔苏联〕薩 仁 著

梅 文 譯

郁有銘 校

中国电影出版社

1961·北 京

作者的話

由于对彩色影片和黑白影片放映质量的要求越来越高，电影放映设备的电源问题也有了更重要的意义。

在发展彩色电影技术期间，苏联的学者和工业专家们所创制的电源设备，按其使用指标和经济指标来说，并不逊于最新型的外国货。

本书阐述的是有关电影碳精放映电弧的电气特性和照明技术特性的一般情况，以及电流自动调整和电影放映电弧燃烧情况的一些问题，并着重地对成批生产的供固定式电影放映设备使用的一些电源设备，就其作用原理和构造作了说明。

目 次

作者的話

第一章	电影放映碳精电弧的类型和特性·····	(1)
第二章	放映用直流电碳精电弧的燃烧稳定性·····	(40)
第三章	向电影放映电弧供电的硒整流器·····	(71)
第四章	电影放映碳精电弧的交流电源·····	(135)
第五章	明暗調節器·····	(147)
第六章	固定式电影放映设备的配电装置·····	(175)
第七章	固定式电影放映设备中饋电设备的 全套配备和备用电路·····	(200)

第一章

电影放映碳精电弧的类型和特性

1. 碳精电弧——电影放映用的高效率光源

碳精电弧之所以能发强光，是由于通常用来制作碳精电极的碳，具有特殊的物理特性。

这些特性是：导电率好；能够在高温下不经过液体状态而直接气化。此外，当电流通过碳时，碳在剧烈受热的状态下能发射强光。

早期的电影放映机就已运用没有碳芯的实心碳精了，那时碳精是垂直地安装在聚光镜的前面。使用这种电弧的电影放映机的有效光通量不超过10流明。后来，碳精电弧以及将它用作放映光源的一些方法，均经历了一段漫长的发展和改进的道路。

例如，最初用电弧放映电影获得良好效果以后，就开始把碳精电极做成带碳芯的。这种碳芯含有金属盐混合物，能在碳精燃烧时加强电弧发光的稳定性。

灯芯碳精经进一步改善，就出现了所谓的火焰电弧和高强光电弧。这两种电弧的光输出，比不含混合物的没有碳芯的纯碳精的光输出要大得多。

后来又在弧光灯的构造中加装了反光镜，使碳精电

弧成为具有方向（主要往一个方向）辐射的光源（在电弧的电源为直流电的情况下），其工作效率就更加提高了。由于在弧光灯中运用了反光镜和高强光电弧，结果，放映机消耗在电弧上的每一瓦特的电功率都能带来很大的光输出。

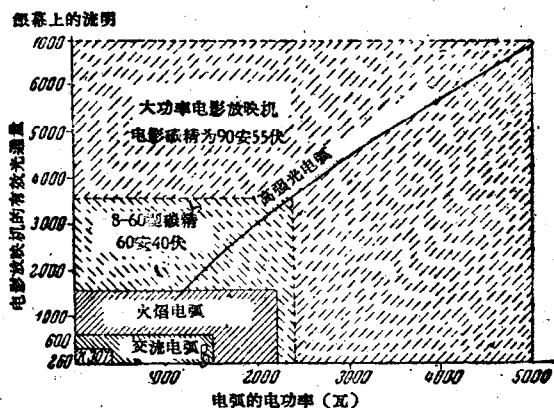


图1 在各种光源下电影放映机的有效光通量

从开始运用碳精电弧来放映电影时算起，在过去大约50年的时间内，碳精电弧在消耗于电弧上的电功率相同的情况下，其使用效率按有效光输出来说提高了24倍，按有效光通量来说则增加到了200—300倍。

图1所示，是适用于电影放映机各种照明系统的电影放映电弧的运用范围，以及放映机的有效光通量。

带有旋转式正极碳精的高强光电弧在放映机中的运

用，提供了把影片放映在大銀幕上的可能性，这就不僅能在普通的中型影院里，而且也能在容納一千或一千以上观众的露天廣場上放映。

除了放映机电弧照明系統中碳精电弧的有效光輸出高之外，高強光电弧还能在照明銀幕的时候，保证彩色良好，这一点对于放映彩色片而不产生传色的畸变來說是很重要的。

2. 碳精放映电弧的物理特性

現在我們来研究一下弧光灯碳精电极之間的电弧放电的連續現象及其形成的情况，这里，弧光灯是接在直流电源上。

当弧光灯中的两根碳精短时地接近到相互接触时，碳精电极之間的接触点上就有大股电流流过（短路状态），于是接触点就变热而达到高温状态。

在碳精連續融解的情况下，負极碳精的白热端——在电弧放电时处于負电位之下的阴极——起着电子源的作用。而正极碳精带正电位的弧坑就是电子流的接收器，它也是（指弧坑的内壁）主要的光源。

简单說来，电弧放电的过程是这样的（图2）：当电弧燃烧时，从負极碳精的一端逸出強力的电子流，这些电子在电场的作用下具有很快的速度，因而也具有很大的动能。在电子流经过的途中，电子一面跟气体的原子和分子相碰撞，一面剧烈地使气体电离。新的自由电

子又在电弧电场的作用下加快速度，并在继续的飞行中跟气体的另一批原子和分子相碰撞的同时，也使气体电离。于是强力的势如雪崩的电子流在电场的作用下落阳极上，即落在正极碳精的弧坑上。至于来自电离了的电弧空间的正离子，则转向阴极，并邻近阴极时加快速度，然后猛烈地轰击负极碳精的一端，使它达到高温。从而这一个受热点就成为这样一个部分：只要一出现热电子放射，这里就形成电子流。

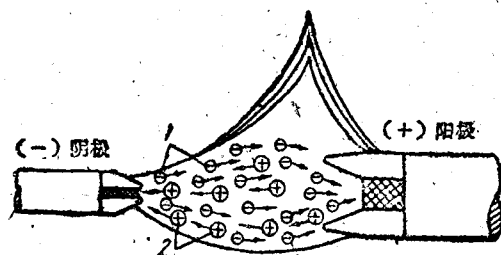


图2 碳精电极之间的电弧放电的物理过程图解

1. 电子运动方向；2. 正离子运动方向

如果将电弧的电源断开，而经过1—1.5秒钟后再给电弧通上电压，则没有碳精的预先短路和融解等情况，电弧也能燃烧起来。产生这种现象的原因，是由于在去掉碳精电极的电压之后，因两根碳精的两端还是熾热的，以致在电子之间的空间有一段时间还保持着很高的气体电导率。

一俟两根碳精的熾热端的温度下降到低于临界值

时，电子之间的空间就停止导电，电弧也就不能自动放电了。

电弧放电时，由于强力的电子流从阴极通至阳极，而正离子则相反地通至阴极，所以电子和离子保持着某种平衡密度，从而保证电流在电弧电路中的流通。

由于电子的动能大，所以当电子通过电弧放电的等离子区时，把气体加热到 5000°K^{*} 的高温或更高。

电弧放电中最亮的光是在正极碳精的弧坑中。碳精电弧的类型不同，在正极碳精弧坑中发生的物理过程也彼此略有不同。

但是，有一点对所有的碳精电弧来说都是一致的，这就是：电弧放电的大部分电能都要在正极碳精的弧坑里变成强力的光放射能。

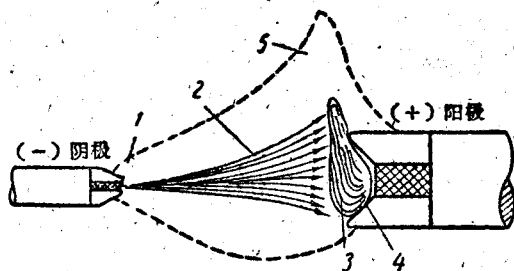


图3 碳精电极之间电弧放电的构成

运用各种类型的负极碳精并不改变电弧放电的物理

*字母K表示由绝对零度起算的温度。温度的绝对零度比冰的熔点低 273° 。

状态，并且实际上很少影响作为光源的电弧的光特性。

在碳精电弧放电中应当区分为若干部分，这些部分中所发生的物理过程是各不相同的（图3）。

部分1称为阴极点，是负极碳精的熾热区域。碳芯中心的尖形碳精上有一凹口，称为阴极弧坑。部分2是电弧放电的阴极部分。部分3是弧光放电的阳极部分。部分4是阳极的即正极碳精的弧坑。部分5是亮度小的电弧放电的火焰。

电弧放电中，各部分各个不同区域的形状、位置和物理特性，均因碳精电弧的类型不同而彼此間有很大的差别。

3. 电影放映碳精电弧的类型和特性

放映电影时，只采用带碳精电极的电弧。

电影电弧必須按其用途、电流种类和所用碳精的类型来区分。按电流种类，电影放映电弧可分为直流电电弧和交流电电弧两种。

属于直流电电弧的有：（1）低强光电弧；（2）火焰特效电弧；（3）高强光电弧。

用作高强光电弧的有两种正极碳精：旋轉式碳精和非旋轉式碳精。旋轉式正极碳精用在电流大（125 安培或更大）的强力弧光灯中。这种碳精无鍍铜外壳。为了使弧坑具有极为正确的形状，必須以每分钟12—16轉的速度旋轉正极碳精。

表 1

电流种类 和电弧类型	正极碳精的类 型及其直径	负极碳精的类 型及其直径	负荷电流 (安)	是否 鍍銅
直 流 电				
低强光电弧	純碳精 $\phi 12$ 毫米	純碳精; $\phi 9$ 毫米	10—25	否
火 焰 电 弧	“特效” $\phi 8, 9, 10$ 毫米	“特—K” $\phi 7, 8, 9$ 毫米	30—50	是
高强光电弧	“8—60”; $\phi 8$ 毫米	“8—60”; $\phi 7$ 毫米	60	是
高强光电弧	“16—150”; $\phi 16$ 毫米 旋轉式	“16—150”; $\phi 11$ 毫米	130—150	否
交 流 电				
低强光电弧	純碳精	由于亮度小, 燃烧不稳定, 故不用		
火 焰 电 弧	“特效” $\phi 8, 9, 10$ 毫米	“特效” $\phi 8, 9, 10$ 毫米	40—60	是
高强光电弧	特制 $\phi 7, 8$ 毫米	特制 $\phi 7, 8$ 毫米	65—90	是 (工业 部門不生 产)

用125安培或較低些的电流来放映 电影时, 主要采
用非旋轉式的鍍銅碳精。

属于交流电电弧的有: (1) 低强光純碳精电弧; (2)
交流电火焰电弧; (3) 交流电高强光电弧。

电影碳精是根据电弧的类型和名称而定名的。

表 1 所示为电影放映碳精的一般数据。

现在让我们来研究一下: 各种类型的电影放映碳精
电弧具有什么样的电气特性和照明技术特性, 及其用来
放映电影的效果如何。

运用电弧放映电影时, 最重要的指标是: 所謂的亮
度特性和伏安特性、以流明/瓦計的有效光輸出 (电弧
的消耗电功率)、光线分配特性以及光譜輻射特性。

A. 直流电低强光純碳精电弧的特性

低强光电弧就是純碳精电极之間的电弧放电，这些电极的（正负极碳精的）碳芯中不含有增加电弧亮度的混合物。

低强光碳精电弧的光源，主要的是正极碳精弧坑的熾热得发白光的坑壁。负极碳精的电弧放电和熾热端在光幅射中所起的作用非常微小。由于光的主要幅射是来自正极碳精的熾热的弧坑壁，所以人們把低强光电弧称为温度幅射电弧。

低强光电弧照射在銀幕上时，微帶黃色。

低强光电弧的特性数据，同火焰电弧或高强光电弧的特性数据有着种种的不同。

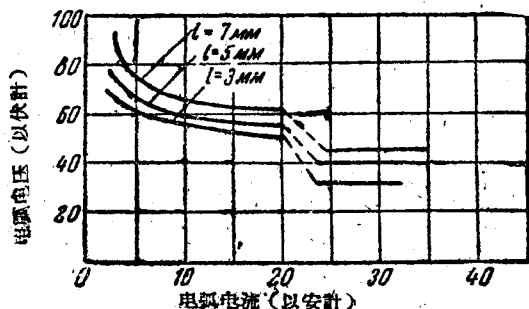


图4 各种长度的低强光电弧的伏安曲线

低强光电弧的伏安曲线示于图4，它表示出电弧电极上电压的变化与电流的关系。当电流增加和电弧长度

縮短时，該电弧上的电压便降低。

低强光电弧的第二个特性——对于电影放映來說也是主要的一个特性，就是电弧的弧坑亮度与电流的关系不大。图5表明了电弧亮度与电流的关系，从該图可以看出，如果电流比較小，則改变电弧电流时电弧亮度实际上并不提高，仍处于16000 熙提* 范围内保持不变。

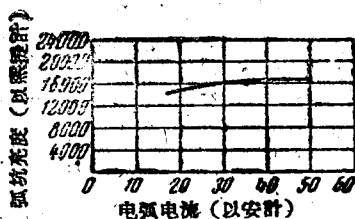


图5 低强光电弧的亮度特性曲线。

負荷电流的改变，导致正极碳精弧坑中发光点的范围的改变，但是并不改变正极碳精的亮度。低强光电弧可以认为是一种具有实际固定亮度的光源，它的亮度不以电流值为轉移。低强光电弧之所以有这种性能，是由于純碳精的气化温度是固定的（約4200°K），并且不致热到很高的温度。上面所指的温度是硬碳精的临界温度，超过了此温度，硬碳精就会立即在电弧气体放电中气化和燃尽。

* 熙提是亮度单位，等于均匀发光面从1平方厘米面积上放射1国际烛光光线的均匀发光表面的亮度。阿伯熙提 (acd) 等于被1勒克斯所照明的理想白色表面的亮度。

从亮度在正极碳精弧坑发光点直径上的均匀分配(图6), 可以看出, 电弧发光弧坑具有这样的特性: 它有利于用来放映影片。由图6可知, 亮度在直径上的分配是十分均匀的, 从而也就保证了银幕上的亮度均匀。

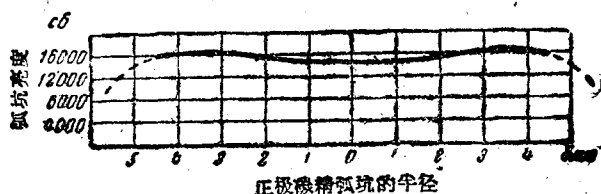


图6 低强光电弧弧坑亮度的均匀特性曲线

低强光碳精的单位负荷和燃烧速度, 跟所有其他类型的放映碳精比起来都要小。例如, 正极纯碳精的单位负荷不超过0.2—0.3安/平方毫米。

低强光电弧的燃烧速度, 就正极碳精而言, 不超过45—60毫米/小时, 就负极碳精而言, 不超过30毫米/小时。

使用低强光碳精时, 它的稳定燃烧范围受正极碳精的上述电流密度所限制。当运用电流密度大的正极碳精时, 燃烧的稳定状态就会立即遭受破坏: 电弧会发出嗡嗡声并且燃烧得不稳定, 银幕上的亮度和照度, 这时会剧烈地变动。

B. 放映用火焰碳精电弧的特性数据

火焰有效电弧是带芯碳精之间的电弧放电, 这种碳精的芯中含稀碱土金属盐的混合物达25—70% (主要是

氟化鈷)。將上述的稀金屬鹽加在碳精芯中，是為了提高電弧放電的發光效率。這些鹽具有小電離電位，主要是用來增強電弧光放電的傳電率和降低電弧電壓。

火焰電弧中極大量的光產生氣霧，分布在正極碳精弧坑的前面（圖7）。

帶有“特效”型碳精的電弧是典型的火焰電弧，它与“特K”型負極碳精配成一對進行工作。

火焰電弧的突出的特性是：它的伏安特性在開始時下降，而在工作電流的範圍內則上升，這跟低強光電弧的在整個工作電流範圍內都下降的特性（見圖4）有所不同。

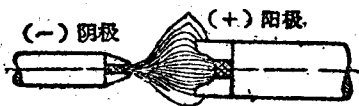


圖7 火焰電弧放電的構成

圖8所示為 ϕ 8、9、10毫米“特效”型正極電影碳精的伏安特性，這種碳精與相應的“特K”型負極碳精配成一對。從圖中的曲線可以看出，火焰電弧的伏安特性是往上升的（不像低強光電弧那樣是下降的），這就是說，隨著負荷電流的增大，電弧電壓也就增大。

這種特性的第二個特點是：火焰電弧可以在較低的電壓下燃燒（與純碳精低強光電弧的電壓相比）。例如，純碳精電弧電極之間的電壓，其平均變化範圍是從50伏到55伏，而火焰電弧在37—45伏電壓的條件下即可發光。

火焰电弧的亮度特性表明电弧光亮度随着电流的增加而大大地增大。这就证实：火焰电弧光的光源，主要是正极碳精弧坑中的气体放电。“特效”型正极碳精弧坑

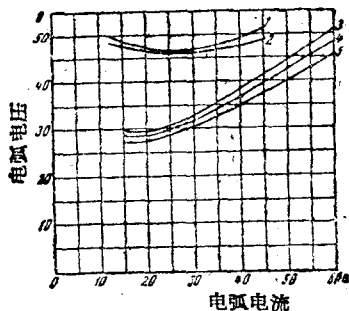


图8 “特效”型火焰碳精的伏安特性
1—“特K”， ϕ 8毫米；2—“特K”， ϕ 9毫米；3、
4、5—“特效”， ϕ 8、9、10毫米

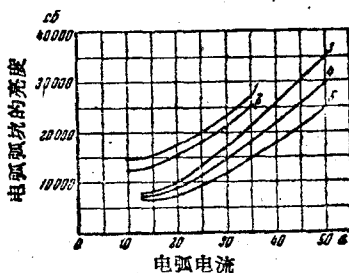


图9 火焰放电电弧的亮度特性
1—“特K”， ϕ 8毫米；2—“特K”， ϕ 9毫米；3、
4、5—“特效”， ϕ 8、9、10毫米

的亮度可达25000熙提或更多(图9)。

火焰电弧的亮度随电流的增加而增大。“特效”型火焰碳精在其负荷不超过0.5—0.6安/平方毫米的情况下处于亮度增加的极限。如电流的密度再加大,则正极碳精弧坑的直径和深度不再增加,并且弧坑的正常形状会遭受破坏,镀铜层会燃尽。当过荷时,正极碳精的末端就开始“腐蚀”,形成长锥形的形状,从而弧坑亮度下降(这意味着银幕亮度下降),并且电弧燃烧的稳定性也急速减低。

“特K”型电影碳精是作正极碳精用的,它的电源是直流电,它的特性跟火焰碳精稍有不同。

“特K”型碳精弧坑的亮度随负荷电流的增加而增大。如果负荷电流是相同的,都是处于30安培以下的范围内,则上述碳精的亮度要比“特效”型火焰碳精的亮度大。这从图9可以看出。

“特K”型碳精作正极碳精用的有效使用范围如图

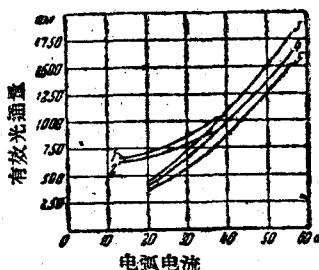


图10 使用火焰碳精时放映机的有效光通量

1、2—“特K”， ϕ 8、9毫米；3、4、5—“特效”， ϕ 8、9、10毫米