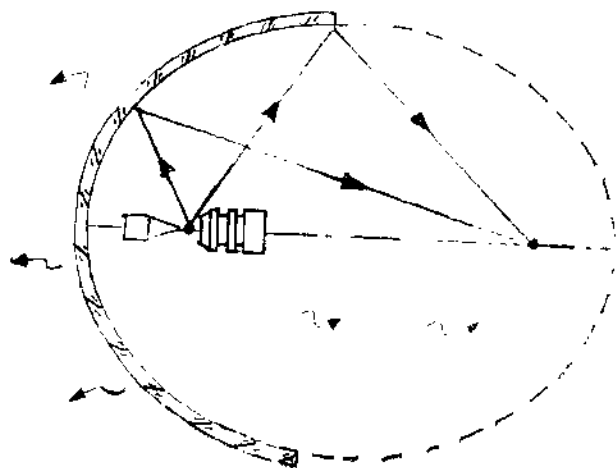




张俊生 设计

放 映

氙灯电源讲义

工业电子出版社

编者：张俊生

## 引 言

氙灯是目前最理想的放映机光源之一。它具有发光点小，光通利用率高，光谱特性好，基本不受功率大小变化影响，输出稳定，几乎无启动期，平均寿命达750小时以上的特点。可以说，流动放映机光源经过普通白炽灯、溴钨灯、钨灯、钨灯一系列更新换代，唯独氙灯光源是佼佼者，可称得上放映光源的一次革命。因此，不仅被广泛利用到流动放映机上，同时也改变了固定式座机依赖长达多年碳棒的历史。

到目前为止，部队已几乎全部装备了氙灯光源放映机。但是氙灯光源的技术性能要比以往光源设备复杂的多，不仅有使用调整方面的烦琐，也有供电性质和工作条件上的苛刻，更主要的是氙灯具有爆炸的危险性。致使不经过专门培训的放映员难以正常安全操作。为此笔者编写了这本讲义，从氙灯的气体放电及工作原理，到安装调试等内容均以初级放映员水平进行阐述的，它可以使一名新放映员从不懂到正确操作保养使用甚至具备一定的故障判断与维修技能，也适合做初级教材。由于水平有限、难免有错之处，望老师和同志们批评指正。

本讲义以郑钦祖、蒋达量、林玉荣、张代培等老师编写的《放映小功率氙灯及电源》为主要参考，在此深表谢意。

# 目 录

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 第一章 | 氙灯的构造 .....      | 1  |
| 第一节 | 氙灯的泡壳和电极及选购 ...  | 1  |
| 第二节 | 气体放电原理 .....     | 4  |
| 第二章 | 氙灯的使用 .....      | 8  |
| 第一节 | 氙灯的放置形势 .....    | 8  |
| 第二节 | 氙灯的安装 .....      | 11 |
| 第三节 | 氙灯的调试 .....      | 12 |
| 第四节 | 氙灯的稳弧 .....      | 13 |
| 第五节 | 氙灯的使用寿命 .....    | 14 |
| 第三章 | 反光镜 .....        | 17 |
| 第一节 | 反光镜的作用和构造 .....  | 17 |
| 第四章 | 氙灯电源 .....       | 19 |
| 第一节 | 电源 A .....       | 19 |
| 第二节 | 电源 B .....       | 22 |
| 第三节 | 放映机部分 .....      | 28 |
| 第五章 | 手动控制和继电器自动控制 ... | 32 |
| 第一节 | 手动操作控制 .....     | 32 |
| 第二节 | 继电器控制 .....      | 33 |
| 第三节 | 换机程序 .....       | 35 |

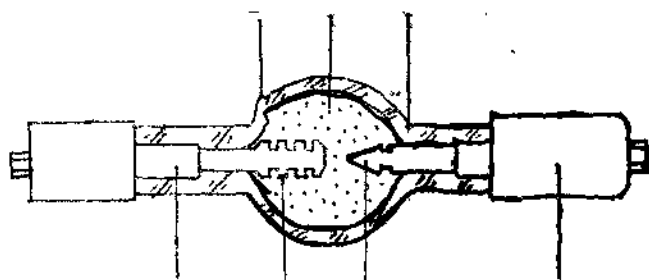
|     |               |    |
|-----|---------------|----|
| 第六章 | 特殊电路 .....    | 36 |
| 第七章 | 故障分析与排除 ..... | 42 |
| 第一节 | 检修常识 .....    | 42 |
| 第二节 | 检修实例 .....    | 43 |

## 第一章

### 氙灯的构造

氙灯的构造除了在长短、形状和功率上有所区别外，其它，没有不同之处。都是在玻璃壳内安装两个电极，并在壳内充入一定气压数量的氙气，所谓氙灯，就是根据其充入的气体而得名。（图1.1）

轴气嘴 氙气 石英玻壳



封接铝筒 阳极 阴极 灯头  
图 1.1 放映氙灯一般构造

#### 第一节

#### 氙灯的泡壳和电极及选购

##### 一、氙灯泡壳

氙灯泡壳用石英玻璃材料制成，具有耐高温，透明度

高、强度大的特点。在氙灯点燃后，它要承受7000—10000 K的温度和15—30个气压的压力，所以不论在封接电极的出口上，还是在适应气压与温度的负载上都有一定的强度和防漏工艺要求及几何尺寸上的要求。为了不至使泡壳在热辐射、红外辐射、电子、离子扩散冲击的环境下温度升高而产生炸裂和再结晶，以免造成危险和行成毛玻璃现象，通常都要把温度控制在800度以内。可见平时对氙灯通风散热装置的维护保养工作是不容忽视的。

## 二、氙灯的电极

氙灯不同于靠钨丝发光的普通灯泡，它是在两个互不接触的电极之间形成电弧来发光的，与前者有本质的区别，有严格的极性区分。既阳极（正电极）和阴极（负电极）

### 1、阳极（图1—2）

阳极的作用是吸收电子，必须接于电源的正极。由于因高压氙气等离子体的参与，使电子的浓度加大，能量也高，使阳极损耗功率均占氙灯功率的25—30%，如此大的热耗必须用特殊材料制作和采取一定的设计措施，否则，会很快熔化毁坏。



图1—2 阳极

①选用耐高温，耐冲击的钨材料。

②在不因过重而容易弯曲变形的情况下，尽量加大体积。

③表面加工出隔热槽，以加大散热面积。

④尾端引杆直径尽量小，以减少热量传递和增加封口的机械强度。

## 2. 阴极（图 1—3）

阴极的作用是发射电子，必须接于电源的负极。为了使电子的射流量集中能迅速起弧点燃，将阴极做成锥形。但也不是越尖越好，过尖容易烧毁，减少寿命，过粗又影响发射性能，有着它的兼顾性。



图1—3 阴极

阴极的材料与氙灯的启动性有着直接的影响，为了改善其发射能力和启动性能，在纯钨中掺入适量的钍、铯或钡等元素，以降低阴极的逸出功。同时因其在工作中也要尽可能减小功率损耗，所以在制做上仍要进行开槽隔热和用小直径尾杆引出。

## 3. 电极间距（图 1—4）

在泡壳内阳阴两极端面之间的距离，称为电极间距。图（1—4）其间距的大小决定着氙灯的启动电压，工作电压，氙灯的功率以及工作性能。也就是说，间距越小，启动电压越低，越容易启动，工作电压也越低，电弧短也就越稳定，功率也小。反之，一切亦反。因为我们是为了使用，而不是为了设计和制造，有关其它理论性的知识无需赘述。

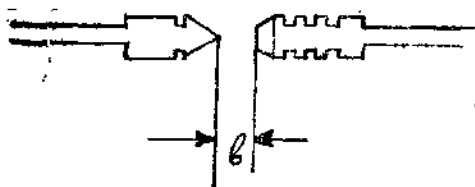


图1—4

### 三、氙灯的选购

- ①泡壳端正，表面无凹凸缺陷。
- ②正负电极在同一条水平轴上。
- ③泡壳壁厚不低于3毫米，且均匀一致。
- ④清亮透明，无杂质。
- ⑤无气泡，水纹，水痕，手印等。

## 第二节

### 气体放电原理

因为氙灯是典型的气体放电灯，所以有必要介绍一下气体放电的原理。以便对氙灯的正确使用与维护有所帮助。

#### 一、原子激发与复合

在电工的物质电结构一章中了解到，任何物质的电子，都是有规律地按轨道围绕着原子核运动。原子核对距离不等的电子呈现着不同的束缚力，离原子核越近受的吸力越大，反之越小。当因外界某种能量使电子脱离轨道时电子就获得了能量，这种现象叫激发或电离。脱离原子核越远、电子获得的能量也越大。但是被激发脱离轨道的电子是不会稳定

的，它会很快恢复到基态，时间约占 $10^{-8}$ 秒，这种恢复基态的现象叫复合。复合的过程也是电子释放能量的过程，这个过程不是无声无息的，它要以光辐射的形势表现出来。当然，不同的物质不同的能量会呈现不同的状态与现象，也就辐射出不同的光谱。我们只不过是仅为了说明一下它的发光道理。

## 二. 气体放电条件

所谓气体放电就是通过电流来使气体放电。前面而已谈到气体发光是电子激发跃位与复合的整个过程。我们利用什么办法将氙气核周围轨道上的电子激发出来呢？这就是条件，其实条件一点都不苛刻，比如用光照、热激励、高能射线等都能使电子脱离轨道，总之是想办法将离原子核较近的电子给拉出来，以便获得更大的能量。

在气体放电灯中，大多是用电子碰撞和热能方法来实现的。

①氙灯内必须充有足够的气压。气压越大分子越密集，越容易发生碰撞。但因工作时引起的高温会使气压上升到三倍左右，又带来炸灯的危险。任何事物都不是无限的，都是受制约的。充气量大小要根据灯的功率来定，750瓦氙灯一般充8—10个大气压，工作时要上升到30个左右，所以每个教员讲课时都反复强调操作规程，是非常有道理的。

②阴极必须发射出足够的电子，形成电子云去撞击气体核周围的电子。在此用人多力量大来解释是最恰当不过了。

③阳、阴电极之间必须加上足够强的电场，其目的是给阴极发射出的电子云加速，增加电子云的撞击力度，以便将

离气体核较近的电子撞出来。

④有发光性能良好的工作气体。因为做光源的气体它是发光的材料，是唱主角的。同时还要符合亮度和光谱的需要，以及不对泡壳和电极产生化学反应。（如氙、氦、氖、氩等）

### 三、气体放电过程

因大家对气体放电已有个基本的了解，现在我们来讲气体放电过程就非常容易理解了。

设一个装有电极的放电管G，管内充有一定气压的氙气，将电极接入能调节的电源E中。如图（1—5）

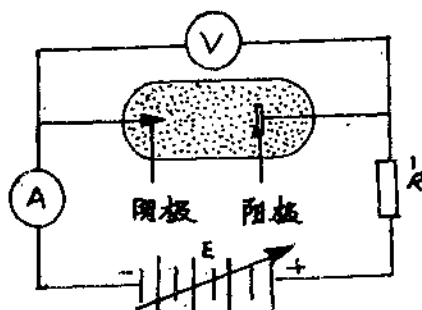


图1—5 气体放电试验电路

气体放电过程是很复杂的，我们只把它分为几段进行简单地介绍。因为进行详细的理论分析对于我们使用者来说并没有多大价值和实际意义。

#### 1、着火前阶段

着火前阶段是指放电管加上电压后到临界点燃阶段。在这一阶段过程中，虽然电流也随着调节电压的升高而逐渐增

加，并最后趋于一个稳定状态（既电流饱和），这都是属于到处流窜（自由）的电子和组织性较差（受气核束缚力小）的电子在电场力的作用下做定向运动的结果，随着电压的升高，它们的队伍越来越大，既核外的“散兵”反而越来越少，也就越趋于稳定状态。

## 2. 着火阶段

着火阶段也可以称击穿阶段。就是说因极间电场强度足够高已把极间高压气体击穿。在这一过程中说明电场的强度已把气核周围轨道上的电子拉了出来。在电子奔向阳极和正离子奔向阴极高速运动的同时便开始形成了碰撞，而且会越撞越多，越多越撞，通常把这种现象称为雪崩式放电。在这种状态下如果不进行镇流和限流控制，其后果可就是火灾了，势必导致放电管的损坏。

## 3. 正常辉光放电阶段

当气体电离增长速率与电流的增长速率相等时，并且管压不变，为正常辉光放电阶段，如霓虹灯就工作在这一阶段。

## 4. 弧光放电阶段

当气体电离增长速率大于电流的增长速率时，管压下降并呈负阻效应，为弧光放电阶段，我们现在所讲的氙灯光源就是在这一阶段工作的。

我们还可以这样来理解，弧光放电是气体占主导地位，属于热阴极发射。而正常辉光放电是各持一半，为冷阴极发射。

显然，弧光放电因借助了热能对所利用的电子要比正常

辉光放电所利用的电子与气体核的距离更近了，能量更大了。

## 第二章

### 氙灯 的 使 用

从氙灯的放置形势，到正确按装、调试、保养以及对工作电流的调节均属使用范畴。因为它直接关系到氙灯的使用寿命和人、灯安全与光通的充分利用。而这些对使用者来说是非常有实际意义的，所以本章将进行详细介绍。

#### 第一节

#### 氙灯的放置形势

氙灯的放置形势有两种。一种是垂直放置，（图2—1）。一种是水平放置，（图2—2）。两种放置方法对灯本身来说各有利弊，都是以一方面的牺牲来换取另一方面的方便与价廉。

##### 一.垂直放置



图 2—1



图2—2

垂直放置的氙灯因气流是按轴线上下对流的图(2—3), 与电弧方向并行一至, 对抑制飘弧起了极大的作用, 并且不会使电极引起下沉, 也便于散热, 为此可以做成椭球型, 这就可以适当增加充气量。但要使光通得到充分利用, 从图(2—4)中可看出势必要加辅助反光镜和加大灯箱。与水平放置相比就显得不经济了。

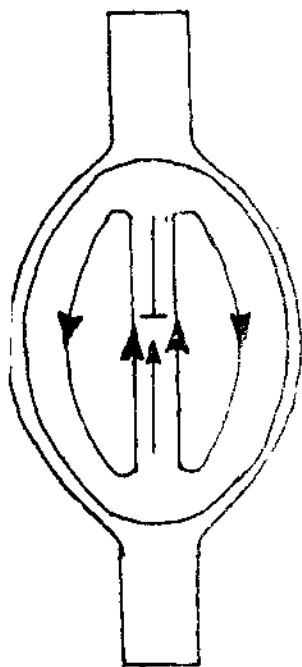


图 2—3 垂直使用时气流方向

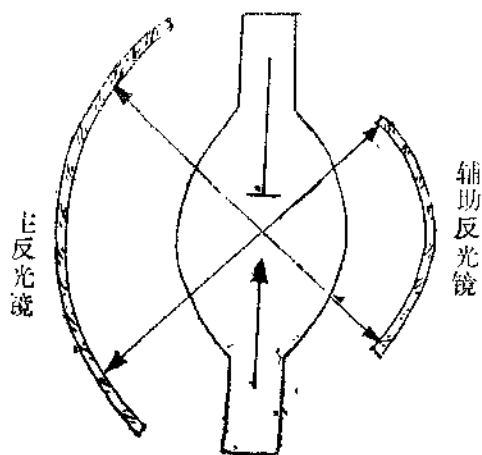


图 2—4 辅助反光镜的位置

## 2. 水平放置（图 2—2）

氙灯水平使用时，因气体对流方向与电弧轴线垂直（图 2—5）会给电弧造成径向扰动，而引起电弧上飘不稳，严重时还会将电弧吹灭，因此必须加稳弧装置。同时因上部温度过高，容易形成析晶失透，甚至因局部过热发生爆炸。其次，由于阴极较粗过重还会引起弯曲下沉现象。但对配反光镜就比较简单容易，所以说是要某方面做出牺牲的。

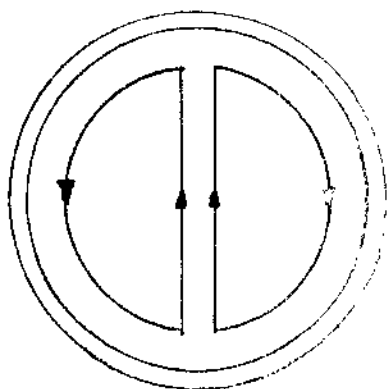


图 2—5 水平使用时气流方向

## 第二节

## 氙灯的安装

安装氙灯是一项非常细致的工作，务必严格遵守操作规程。否则会造成炸灯、毁灯、伤人的事故和引起电路故障。

1. 接灯头引线紧圈时要接哪头握哪头，不可满把握住

泡壳和灯头的另一端。因为这样会使氙灯受到一个很大的扭力，造成灯的断裂和爆炸。留下的手印经高温后也成为擦不掉的斑痕，而影响透明度。

2. 引线紧圈一定要加紧灯头，使之接触良好。加不紧时可垫一层铜泊，否则在此会产生接触电阻。通过计算可知，如有 $0.1\ \Omega$ 接触电阻，工作电流在 $36\text{A}$ 时就会有近 $130\text{W}$ 电功率的消耗，可见对灯头及输出光通是多么不利。

3. 为了防止氙灯在机器搬运和工作中使之下垂的力都集中在尾部，前灯头用一个固定叉来支撑，灯头应处在叉齿中间。如与某一叉齿靠得过紧，一旦有较大的应力又与其别力相同就有爆炸的危险。

4. 氙灯的正、负极性不可接反，否则将会立刻损坏。

## 第三节

# 氙灯的调试

$750\text{W}$ 的氙灯如果与反光镜调配好，其光通亮可达 $2000$ 流明，调配不当还远不如溴钨灯。我们应十分熟练地掌握调整技术，以求尽量达到最佳效果。

### 一、静调

氙灯与反光镜装毕后，先凭视觉目测一下，使反光镜大口端面切线处于垂直平面上，上下没有明显前倾后仰和两侧左歪右斜现象。这时使灯尾部正处于反光镜小口的中央，前灯头顶端与遮光器水平位置保持一定距离。

二. 动初调  
氙灯点燃后, 经过对灯、镜的反复调整, 使银幕中间出现一个亮度均匀的圆光斑。图(2—6)

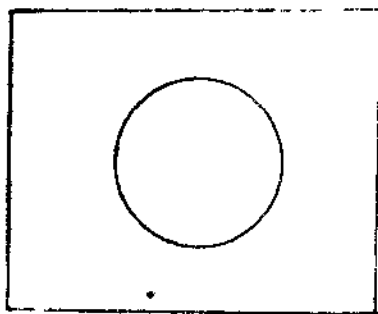


图 2—6

三. 动终调  
在调出标准圆光斑的基础上, 将灯向后移拉, 使光斑扩满银幕四边, 四角稍暗, 这就是最佳位置。图(2—7)

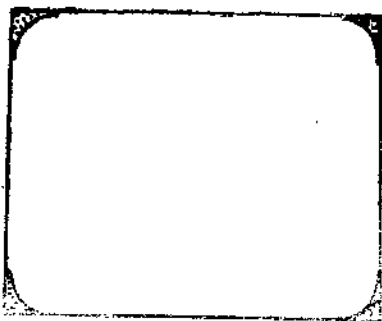


图 2—7

初调者严禁开灯箱调试, 并时刻观察遮光器与前灯头的距离, 以免发生危险。

## 第四节 氙灯的稳弧

稳弧, 就是把电弧稳定在电极之间的轴线上, 使阴极发射出电子束张开的扇面不逸出阳极的端面。稳弧的型式一般