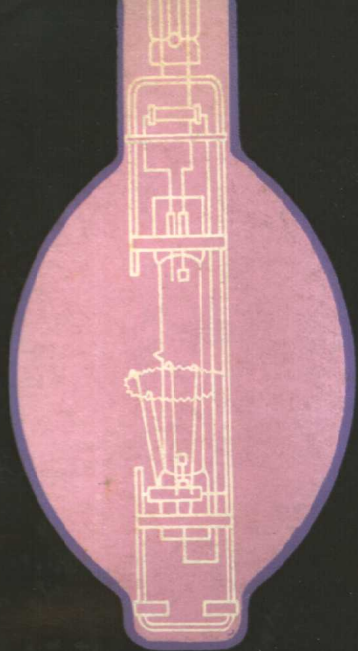




GADYA
SHUIYINDENG
YUZHENLIUQI

高压水银灯与镇流器

天津科学技术出版社

高压水银灯与镇流器

天津市镇流器厂 栾文波 编

天津科学技术出版社

高压水银灯与镇流器

天津市镇流器厂 栾文波 编

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本787×1092毫米 1/32 印张 3 3/4 字数 76,000

一九八〇年十二月第一版

一九八〇年十二月第一次印刷

印数: 1-6,000

统一书号: 15212·25 定价: 0.34元

前 言

高压水银灯是高功率大面积照明的光源之一。夜间，在工厂、矿山、桥头、江河沿岸、公路两旁、体育场上，到处都有它的光芒。辉煌的灯光把祖国的山河点缀得分外妖娆。

本书主要介绍高压水银灯及其稳流设备——镇流器两部分。包括气体放电过程，弧光放电的电特性；高压水银灯的构造，发光原理及光电参数；高压水银灯镇流器的功用，计算、检验方法及技术数据等。最后，叙述了高压水银灯镇流器的代用。编写力求简明扼要，注重实用。可供从业人员在制作与维修镇流器中参考，也可作为工科院校电气专业的课外读物。由于水平有限，不足之处在所难免，恳切地希望广大读者提出批评和修改意见。

编 者

目 录

第一章 气体放电的初步概念	1
一、什么是气体放电	2
二、气体放电的伏安特性	2
三、弧光放电的电特性——负阻效应	5
四、镇流器的功用	6
第二章 高压水银灯的基本知识	8
一、高压水银灯的构造	8
二、高压水银灯的发光原理与启动特性	11
三、高压水银灯的光电参数及主要尺寸	15
第三章 使用高压水银灯的几点常识	21
一、不发光	21
二、自熄现象	22
三、发光不正常	23
四、新灯泡电极烧坏	25
五、电源电压对高压水银灯光电特性的影响	26
六、高压水银灯的发光效率和寿命	27
七、电源电压对高压水银灯使用寿命的影响	28
八、高压水银灯与镇流器的配套问题	29
九、为什么高压水银灯熄灭后不能立即启辉	31
十、高压水银灯的低温启动	31
十一、低压启动	31
十二、如何减少高压水银灯照明的蓝光现象	34

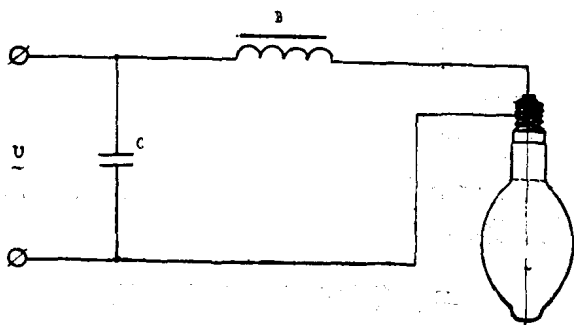
十三、高压水银灯照明电路中熔丝容量的选取	34
十四、防止触电或烫伤	37
第四章 高压水银灯镇流器的一般概念	38
一、生产过程	38
二、设计原则	39
三、镇流器的参数要求	40
四、镇流器的结构	40
五、镇流器的工作原理	46
第五章 高压水银灯镇流器的计算公式	48
一、镇流器的工作电压	48
二、镇流器的铁心截面	50
三、线圈匝数	50
四、线圈的导线直径	51
五、磁隙长度	51
六、镇流器的功率损耗	52
七、实例计算	53
第六章 高压水银灯镇流器的技术数据与校验	57
一、技术数据	57
二、镇流器的校验	58
第七章 高压水银灯镇流器的全面测试	62
一、镇流器的伏安特性	62
二、镇流器的功率损耗和功率因数 $\cos\phi_B$	64
三、温升试验	66
四、镇流器的阻抗	68
五、镇流器的绝缘性能试验	69
第八章 高压水银灯照明电路的粗浅分析	72
一、高压水银灯的阻抗特性	72
二、高压水银灯镇流器的阻抗特性	72

三、高压水银灯照明电路的矢量合成	74
四、高压水银灯照明电路的波形情况	75
第九章 提高高压水银灯照明电路功率因数的	
意义与方法	78
一、提高功率因数的意义	78
二、提高功率因数的方法与计算公式	79
三、应用举例	81
第十章 漏磁变压器简介	85
一、漏磁变压器的功用	85
二、漏磁变压器的构造	86
三、漏磁变压器的工作原理	87
第十一章 高压水银灯镇流器的代用	91
一、铝线镇流器	91
二、阻容镇流器	94
三、硅整流镇流器	96
附录一、空气相对湿度表	99
附录二、数的平方与平方根	106
附录三、正弦、余弦三角函数表	109

第一章 气体放电的初步概念

高压水银灯又称高压汞灯，是一种比较新型的电光源。由于它具有光效高、光色好、用电省、寿命长及耐震性好的优点，这些年来发展很快，已广泛应用于街道、广场、工矿、车站、码头、桥梁等公共场所。

下面，逐步介绍有关高压水银灯照明中的一些问题。图1是高压水银灯照明的基本电路，接法虽简单，但有些内在联系是值得探讨的，如为什么在电路中必须串接与高压水银灯（简称灯泡）规格相应的稳流设备，对这个稳流设备有什



- U—交流电源
- C—补偿电容
- B—稳流设备——镇流器
- L—高压水银灯

图1 高压水银灯照明的基本电路

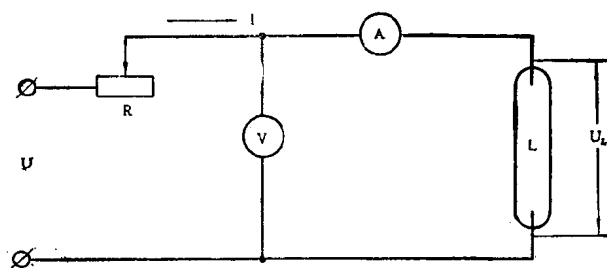
么技术要求，灯泡上的电压、电源电压和稳流设备上的电压三者之间存在着怎样的相位关系，高压水银灯用在220伏50赫交流的低压电源上为什么称为“高压”，其发光原理与光电参数是如何规定的，以及高压水银灯照明电路中并联补偿电容器的作用等等，都要加以说明，供广大读者在使用中参考。为了便于叙述，我们先引入一个新的概念——气体放电。

一、什么是气体放电

高压水银灯是一种气体放电灯。气体放电过程固然很复杂，但对我们来说并不是很生疏的。在生产实践和日常生活当中，大家会经常见到一些气体放电现象，如阴雨天时天空中出现的闪电，建筑工地上用电焊机焊接金属时产生的弧光，以及正在发光的日光灯和高压水银灯等都属于气体放电现象。前两者是电流通过自然界的大气这个媒质形成的放电现象。后者则是在一定的电场强度下，先电离灯管内充入的惰性气体这个媒质，继而使液态水银汽化游离碰撞惰性气体而形成的气体放电过程。气体放电现象虽然表现的形式不同，但存在着一个共同的特点：即电流通过气体这个媒质而形成了气体放电。

二、气体放电的伏安特性

以上的叙述，说明了电流通过气体媒质的过程，称为气体放电。这只是一个初步解释，还需要把这个气体放电过程利用图2的接线方法绘成曲线进行分析。在图2中充有少量惰性气体的放电管L与可调电阻R串联，并在电路中接入测量



U —外加电压（交流或直流）

R —可调电阻

I —通过放电管的电流

L —放电管

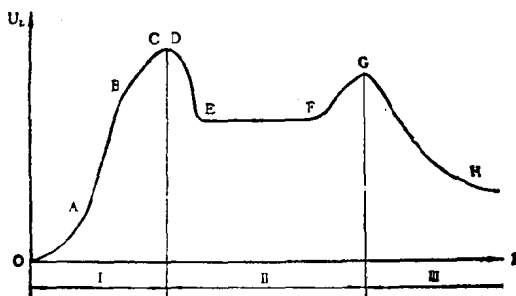
U_L —放电管上的电压

A —电流表，交流或直流

V —电压表，交流或直流

图 2 测量气体放电管的伏安特性电路

仪表。电源可以是直流或交流（在低频放电中，直流与交流放电没有根本的区别），当电源电压 U 不变时，改变电阻 R 的大小，就可以测得气体放电管上的电压 U_L 和通过管中的电流 I 一系列的对应值。根据这些对应值，选纵座标为 U_L ，横座标为 I ，就可以绘出图 3 所示的关系曲线。下面，分析一下这条曲线的伏安特性。这条曲线可以划分为微光放电、辉光放电和弧光放电三个区域。在微光放电区域中，由于放电管内的原子受到大气中紫外线、宇宙射线等外界因素的影响，气体中激起初始电离（气体原子在一般情况下是中性的，但在某种外因的作用下，气体原子失去了电子，呈现带正电的特性，这一过程就称为气体电离。失去电子的原子称为正离子），



I—微光放电区域
II—辉光放电区域
III—弧光放电区域

图3 气体放电的伏安特性

在电场的作用下，这些带电粒子向电极移动，此时在气体放电管中就有极微的电流通过，随着电场的作用，带电粒子移动速度加大，使电流继续增加，这就是OA段；当所有的初始电离产生的带电粒子全部到达电极时，电流就形成了饱和状态（AB段）；继续减小电阻R值，将使初始的带电粒子获得足够的动能，在飞向电极的路程中与原子相碰撞，使气体的原子受到激励和电离，因碰撞而电离出来的新电子，称为二次电子，又以极大的速度去和另外一些原子作电离碰撞，形成更多的电子，就这样二次电子象雪崩式地增多，使气体放电管中的电流急剧增加，我们称BC段为雪崩放电。整个OC段属于微光放电区域。由于这个区域的放电电流是很微弱的，因此没有什么实用意义。

在外加电压U不变的条件下，再继续减小电阻R值，就发现通过放电管中的电流迅速增大，而放电管上的电压 U_L 急

剧降低，出现了下降的伏安特性，同时管中产生了可见的光辉（DE段，E点以后形成了自持放电），在EF段减小电阻R值，电流虽然增大，但放电管上的电压却保持不变。从F点开始再减小电阻R值时，电流继续增大，管上的电压 U_L 也随之上升，整个DG段属于辉光放电区域。

继续减小R值，再使放电电流增加，此时放电管上的电压再次出现了下降的伏安特性（GH段），这一段就是弧光放电区域。由于弧光放电时可以发出明亮的光辉，所以在气体放电光源中，以弧光放电应用最多。日光灯照明、高压水银灯照明以及近年来发展起来的第三代光源（白炽灯称第一代，高压汞灯称第二代）高压钠灯等都属于这一类。

三、弧光放电的电特性——负阻效应

弧光放电的主要电特性是负阻效应。图4是弧光放电的伏

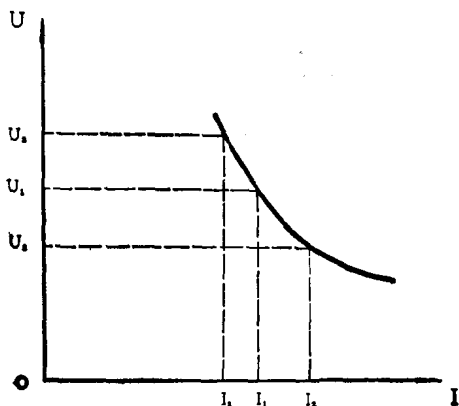


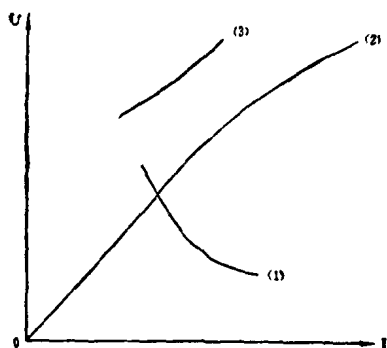
图4 弧光放电的伏安特性

安特性（即图 3 中的GH段）。现在就利用它来说明什么是负阻效应。大家所熟悉的欧姆定律具有正的伏安特性，电流随着电压的增加而增加，随着电阻的增加而减小，即导体中通过的电流强度跟导体两端的电压成正比，跟导体两端的电阻成反比。但弧光放电的伏安特性却与此相反，电流随着电压的增加而减少，即电流的变化反比于电压，在图4中 U_1 是某种弧光放电灯的正常工作电压， I_1 是流过电弧的相应电流值。如果由于外界影响，电流瞬时由 I_1 增加到 I_2 ，这时所对应的电压值是下降的，由 U_1 降到 U_2 ，因为 U_1 的电压值大于 U_2 的电压值，将有多余的电压能力使电流继续增大，而破坏了正常的工作状态；若电流由 I_1 减到 I_3 ，此时又出现维持 I_3 的电压不足，使电流值减小。以上说明了具有负阻效应的放电灯的工作状态是不稳定的，这种不稳定的工作状态会造成恶性循环而导致电流无限制地增大，直到烧毁这个弧光放电灯为止。

四、镇流器的功用

高压水银灯是一种工作于弧光放电区域的气体放电灯。根据弧光放电的伏安特性，如果直接把高压水银灯接入恒定的电源上，由于灯泡的负阻效应就要烧毁，只有在电路中增加一种稳定电弧的设备，使其对气体放电灯的两端电压进行自动调节，才能使灯泡的放电电弧稳定。这种稳定电弧的设备称为镇流器，它在电路中有稳定电流的功用。图 5 就说明了这个问题。图中（1）是400瓦高压水银灯弧光放电的伏安特性曲线，这条曲线的工作状态不稳定，具有负阻效应。

（2）是与400瓦高压水银灯泡配套的镇流器空载时的伏安



U —电源电压 I —流过灯泡的电流

(1) 400瓦高压水银灯弧光放电时的伏安特性曲线

(2) 配套镇流器空载时的伏安特性曲线

(3) 以上两种曲线的合成曲线

图 5 三种伏安特性曲线比较

特性曲线。(3) 是以上两种曲线的合成曲线。由于在放电电路中加接了镇流器这个稳流设备，使合成曲线(3)具有正的伏安特性，这样就保证了气体放电灯的正常点燃。

第二章 高压水银灯的基本知识

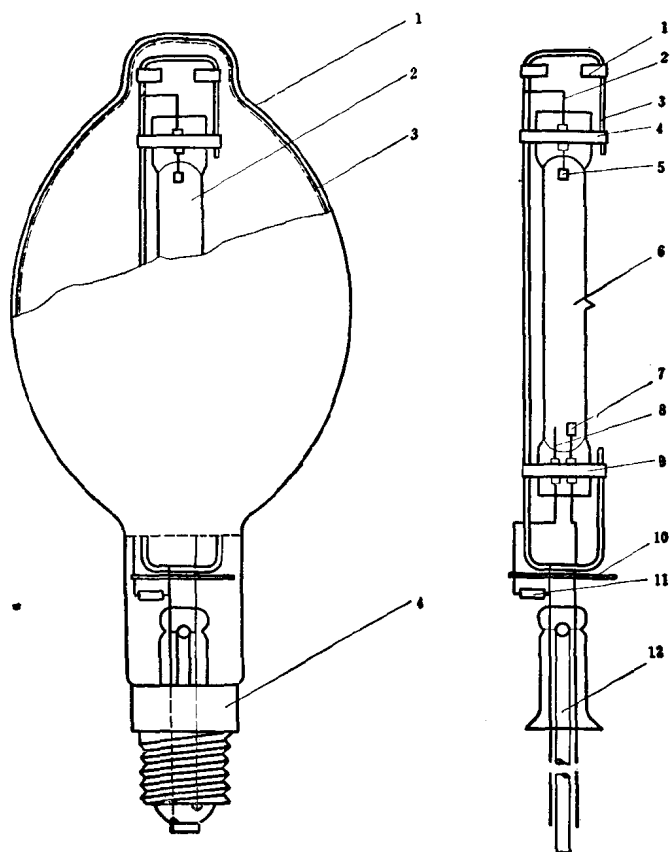
一、高压水银灯的构造

1. 外镇流高压水银灯的构造

根据稳定电弧的不同措施，目前生产的高压水银灯可分为外镇流和自镇流两种。图 6 为外镇流高压水银灯的构造，这种灯一般用电感性镇流器稳流。它有内外两个玻壳，内玻壳是用透明石英玻璃制成的，称为放电管，管内充有适量的水银和起辉用的高纯氙气。放电管的上下两端各装有一个用钨丝绕成或钨粉压成的电极，称为主电极，电极上涂有供发射电子用的电子粉锆酸钡。在下主电极的旁边装有一个帮助点燃用的辅助电极，称为引燃极。在引燃极的引出处串联一只 $4 \times 10^4 - 6 \times 10^4$ 欧 1—2 瓦的限流电阻，有的把这个电阻放在内外玻壳中间；有的为了维修方便，把它放在灯头内。在放电管的外面套有外玻壳，系采用抗热玻璃制成。其内壁涂有荧光粉锶钨酸镁。因此，这种高压水银灯常被称为高压水银荧光灯。内外玻壳之间充有氮气。外玻壳有防尘，提高光效，使光线柔和，以及减少外界环境对放电管工作影响的功用。

2. 自镇流高压水银灯的构造

现在，再谈一谈自镇流高压水银灯的构造。它是由水银放电管、白炽体和荧光粉三种发光要素同时发光的复合光源，所以又称复合灯。它具有良好的日光色与传色性能。这



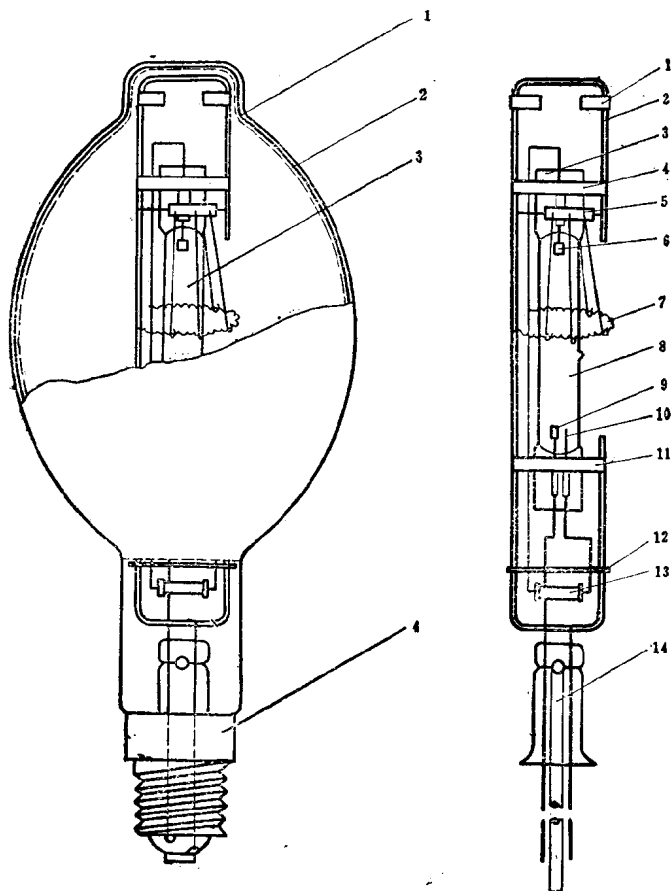
灯泡的局部剖视

- 1. 外玻壳
- 2. 灯芯
- 3. 荧光粉
- 4. 灯头

灯芯的构造

- 1. 支撑片
- 2. 引线
- 3. 支架
- 4. 上固定片
- 5. 上主电极
- 6. 放电管
- 7. 下主电极
- 8. 引燃极
- 9. 下固定片
- 10. 隔热片
- 11. 限流电阻
- 12. 心柱

图 6 外镇流高压水银灯的构造



灯泡的局部剖视

- 1. 外玻壳
- 2. 荧光粉
- 3. 灯芯
- 4. 灯头

灯芯的结构

- 1. 支撑片
- 2. 支架
- 3. 引线
- 4. 上固定片
- 5. 绝缘架
- 6. 上主电极
- 7. 镇流灯丝
- 8. 放电管
- 9. 下主电极
- 10. 引燃极
- 11. 下固定片
- 12. 隔热片
- 13. 限流电阻
- 14. 芯柱

图7 自镇流高压水银灯的构造