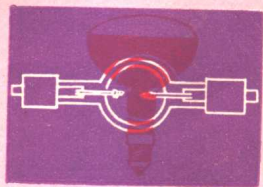


中学工业基础知识读物

# 电 光 源

上海人民出版社



# 电 光 源

上海市普陀区教师红专学院 编

上海人民出版社

中学工业基础知识读物

电 光 源

上海市普陀区教师红专学院 编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.625 字数 54,000

1976年2月第1版 1976年2月第1次印刷

统一书号: 15171·229 定价: 0.17 元

# 毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

## 编者的话

在学习无产阶级专政理论，推动教育革命深入发展的的大好形势下，我们组织本区部分教师走出校门，到工厂和有关单位调查学习，编写了《电光源》这本小册子。

本书分别介绍了热辐射电光源、气体放电光源、场致发光光源三种电光源的发光机制及结构特点。比较了它们的优缺点，叙述了各种灯的应用范围。

本书由本区陕北中学、东新中学的有关教师执笔编写。

本书的编写得到复旦大学电光源实验室及有关工厂的工人同志、技术人员的热情帮助，还得到陕北中学等学校的支持，在此我们一并表示感谢。

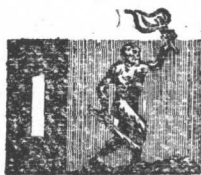
由于我们水平有限，缺乏经验，本书的缺点错误一定不少，希望广大工农兵和革命师生批评指正。

上海市普陀区教师红专学院

一九七五年九月

# 目 录

<b>1. 概述</b> .....	1
<b>2. 热辐射电光源</b> .....	10
一 一些基本知识 .....	11
二 普通白炽灯 .....	15
三 卤钨灯 .....	18
四 碳化钨白炽灯 .....	22
<b>3. 气体放电光源</b> .....	24
一 气体放电与发光 .....	24
二 低压汞灯 .....	34
三 高压汞灯和超高压汞灯 .....	43
四 氙灯 .....	50
五 金属卤化物灯 .....	58
六 钠灯、光谱灯 .....	62
<b>4. 场致发光光源</b> .....	68
一 本征场致发光 .....	68
二 注入式场致发光 .....	71
<b>附录</b>	
(1) 国产碘钨灯规格和技术参数 .....	74
(2) 国产照明用荧光灯规格和技术参数 .....	75
(3) 国产高压汞灯规格和技术参数 .....	76



## 概 述

我们知道,太阳是个灼热的火球,它的表面温度约为摄氏6000度,而中心温度达二千万度,它不断向外辐射光和热。由于地球绕太阳公转而本身又在自转,因此在地球上白天与黑夜的区别,向着太阳的一面就是白天,背着太阳的一面就是黑夜。白天,阳光照亮大地,人们进行劳动和学习;晚上,夜幕笼罩大地,人们的活动受到很大的限制,这就需要用能发光的物体来照耀。我们把能发光的物体叫做光源。太阳是天然光源。

伟大领袖毛主席教导我们:“人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。”劳动人民在斗争的实践中,不仅充分地利用天然光源,而且还研究了物质的各种发光现象,掌握了它的规律,制造出各种类型的人造光源。

四、五十万年前,北京猿人用枯枝结扎成把,点燃照明,这是人类最原始的照明灯具(图1.1)。在北京周口店的考古发



图1.1 北京猿人用火把照明

掘中，发现四、五十万年前北京猿人用火留下的灰烬堆积物，灰烬堆积层很厚，这说明他们从雷击等自然原因造成的森林、



图 1.2 用石块摩擦取火

人类学会了用石块摩擦取火（图 1.2）。到了新人时期（十万～一、二万年前）又进一步用钻木取火（图 1.3）。将一根木棒插

进木块的缝隙里，把它迅速旋转，由于摩擦的作用产生热量，时间长了，木块就燃烧起来。“摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”

（《反杜林论》）人类对于自然界的这第一个伟大胜利，在灯



图 1.3 钻木取火

具的使用上也带来了极大的便利，几万年来人们一直靠摩擦取火来点灯，使用火柴仅是近一、二百年的一件事情。

在原始人类生火照明的漫长历史中，人们发现某些较细并带有油脂的植物枝条，燃烧时比较明亮，燃烧的时间也较长。又发现某些被烧熔的动植物油脂冷却后会凝固。于是就就将油脂涂到火把上燃烧。后来，又发展到用灯草等植物纤维作芯子，浸在油脂中，点火燃烧，这就出现了油盏灯和蜡烛



(图 1.4)。人类使用油盏灯和蜡烛至少有几千年的历史。

我国古代的劳动人民除了用动植物油脂，还很早就利用天然的石油来点灯。据史书记载，至少二千年前，我国陕北地区的人民已经知道用石油来点灯。石油流到地面形成的地蜡也被人们利用来制矿烛(图 1.5)。我国古代很早就懂得将地蜡灌制成矿烛作照明用。唐代将地蜡称为石脂，并有关于石脂“燃之极明”的记载，元朝关于用石蜡制烛已有较详细的记载。这些比西方都要早得多。



图 1.4 油盏灯和蜡烛

图 1.5 矿烛和石油灯

随着对石油提炼技术的进步，人们利用从石油中提炼出煤油制成了煤油灯(图 1.6 左边两个)。我国明代已有从石油中提炼灯油用来点灯的记载。而西方只是到十九世纪五十年代才从石油中分馏出煤油用于点灯。



图 1.6 煤油灯、煤气灯

十八、十九世纪中还流行过煤气灯(图 1.6 右边一个),是煤干馏后发生煤气,用管道通到喷嘴,喷嘴上有钽、铈等难熔金属的氧化物制成的纱罩,点燃的煤气在纱罩内产生高温,使纱罩炽热发光,这种灯比油盏、煤油灯亮得多。当时城市的街灯就是用的这种煤气灯。

靠燃烧的火光来照明,亮度不高,照明范围不大,而且会产生烟和不良气体,燃烧的火焰还容易引起火灾。几十万年来人类一直利用火光来照明,直到人类认识并掌握了电的规律,发明了电光源,人类用灯的历史才进入到一个新的阶段。

“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”(《自然辩证法》)电光源的发明是由于劳动人民在生产实践中认识了电能转化为光能的规律;电光源的广泛应用,更只是在十九世纪末叶使用了发电机,掌握了电力传输技术,电力工业发展起来以后,才有了现实可能。

电能用于照明是从碳极弧光灯开始的。1801年人们制成了碳极弧光灯(图 1.7)。把电源的两极接在两根碳棒上,碳棒通电接触后,拉开一定距离,由于碳棒之间电阻较大,产生高热,发出耀眼的电弧。弧光灯的光线很强,发光效率高达 40~60 流明/瓦特,可把街道照得很亮。因此迅速代替煤气灯而成为城市路灯光源。但由于它会辐射大量的紫外线,放出有害气体,对人有伤害,而且耗电太大(每烛光耗电约 0.6~1.2 瓦特),不稳定,维护麻烦(因碳棒损耗,必须经常调节碳

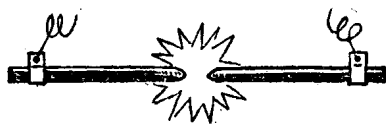


图 1.7 碳极弧光灯

棒间的距离), 寿命又很短, 因此当比较先进的白炽灯通行后, 弧光灯在照明领域里全部淘汰了。不过因为它光效高, 光度高, 显色性好, 在印刷晒版等方面仍有使用的。

由于弧光灯的缺点较多, 需要寻找更好的光源。十九世纪中期以后, 人们做了很多的科学实验, 用竹、棉、石墨、钼等材料做成灯丝进行通电试验。1879年, 在前一阶段实验的基础上, 有人用碳丝装在抽去空气的玻璃泡内, 做成了第一批可供实用的碳丝白炽灯(图 1.8)。这种灯通电后, 碳丝温度超过  $550^{\circ}\text{C}$  就开始发光。但灯的光效仍然很低, 每瓦特只有 3 流明, 寿命也还比较短。一只 20 瓦的灯, 光照面积在 1 平方米以内, 才适宜阅读。因此, 在十九世纪白炽灯还不能代替其他照明光源。到了二十世纪, 白炽灯经过不断改进, 才成为一种广泛应用的电光源。1910年, 人们用金属钨拉制成钨丝, 代替碳丝, 做成钨丝白炽灯。这种灯通电后, 钨丝温度达  $2200^{\circ}\text{C}$  左右, 灯丝白炽发光, 光效比碳丝灯提高 1~2 倍, 寿命也长得多。1913年, 又将不与钨丝化合的氩氮混合气充入玻璃泡内, 制成钨丝充气白炽灯。这种灯的灯丝工作温度约  $2500^{\circ}\text{C}$  左右。钨丝充气白炽灯的光色、光效、寿命都有很大改进, 从而在一段时间里代替了其他照明光源, 一直使用到现在, 今天它仍然是使用很广泛的一种照明光源。

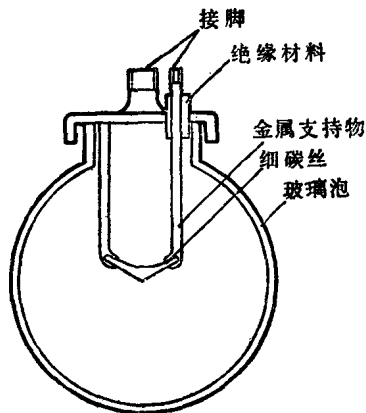


图 1.8 碳丝白炽灯

进入二十世纪后, 人们虽已逐渐大量地使用钨丝白炽灯,

但其光效比碳弧灯还低得多，因此还想探索发光效率更高的电光源。通过对气体放电的研究，利用气体放电时发光的现象，终于造出了发光效率较高的气体放电灯。十九世纪，人们已对气体放电的现象进行了研究。二十世纪初出现了充惰性气体的气体放电灯。最早充的是氖气，叫氖灯，氖气放电发出的是桔红色光。充氙气发出蓝紫色光，充二氧化碳则会发出白色光。这种气体放电灯的光效为10~20流明/瓦特。

1931年，人们制成了一种充有氙气和汞的气体放电灯。由于在灯点亮后，汞的蒸气压较高，达1~3个大气压，因此称为高压汞灯。这种灯光效很高，达50流明/瓦特，超过了白炽灯。但这种灯的光色较差，主要是黄、绿光，几乎没有红光，很难看，因此当时并没有广泛应用。为了改进光色，人们继续研究，制成了一种荧光灯（现在人们也叫它日光灯），它实际上是一种低压汞荧光灯，灯管里的汞蒸汽压只有 $4\sim 10\times 10^{-8}$ 毫米汞柱。它的灯管上涂有荧光物质，把紫外线变成白色可见光。荧光灯虽然出现得比高压汞灯晚，但由于它的光色接近日光，而且光效高，可达70流明/瓦特，寿命较长，最长可达7500小时左右，所以很快就得到了普及。

近二十年来，电光源特别是气体放电灯的研究制造发展得很快，不断地制造出发光效率更高，功率更大，光色更好，寿命更长的灯。除了白炽灯、气体放电灯有很大发展进步，还出现了属于另外一种电发光机制的场致发光灯和利用放射性同位素激发荧光粉发光的放射性同位素灯。

我国使用灯的历史非常悠久，但是解放前我国的电光源工业却很落后。就以制造电光源的重要材料之一——钨来讲，我国是世界上钨蕴藏量最多的国家（约占全世界的三分之

二),可是解放前我们自己没有开采提炼钨的工业,只能将钨矿运到国外,制成钨丝后再进口到中国来。造灯的则只有几家被帝国主义控制的白炽灯厂。

解放后,在毛主席无产阶级革命路线指引下,我国电光源工业有了很大发展。我国工人阶级遵照毛主席的“独立自主、自力更生”方针,打破了国际上帝、修、反的封锁,排除了国内修正主义路线的破坏干扰,为适应我国社会主义革命和社会主义建设的需要,自行设计和制造了各种电光源,从日常用的白炽灯、荧光灯到各种专用灯具,如工矿防爆照明灯、交通运输照明灯、医用照明灯和医用杀菌灯、农用杀虫灯、新闻和电影摄影灯,等等。这些电光源产品的产量和质量都不断提高。过去依靠进口的材料如钨丝、钼丝、石英管等也都能自给自足。六十年代初,我国的造灯工人和科学技术人员,为中国工人阶级争光,破除迷信,解放思想,打破洋框框,走自己工业发展的道路,自行研制成了碘钨灯、高压水银荧光灯、各种氙灯等当时比较先进的电光源。

通过无产阶级文化大革命,批判了修正主义路线,生产力进一步得到解放,电光源的研究和生产取得了更大的成绩。在工厂、学校、科研单位的共同协作下,我国又先后试制成功十几种新型特种光源,如高压钠灯、钛镨灯、水下摄影光源、太阳模拟灯等。正如伟大导师恩格斯指出的:“社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”(《马克思恩格斯选集》第四卷,505页)由于全国电光源战线上的工人、科学技术人员的共同努力,我国的电光源工业已达到了世界先进水平。

“人类的历史,就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结”。我国的造灯工人和科

技工作人员，在马列主义、毛泽东思想指引下，正在继续研制电光源的新品种，攀登实践和理论的新的山峰，努力为人类作出更大的贡献。

电光源的种类很多，用途很广泛，除了照明，在工业、农业、交通运输、医药卫生、文化艺术、科学研究以及国防等各方面都要用到电光源。

在工业上，红外线灯可用来加热涂漆的机件，由于红外线可以透过漆层，所以烘漆均匀迅速而不起皱纹。化学工业如制造锦纶等人造化纤要用专门的光化灯来促使化学药品起光合作用。又如矿井中或有易燃气体的车间里，要用特制的防爆灯来照明，它有铝合金浇铸的外壳，耐热橡胶的密封圈，玻璃罩能承受 10 公斤/厘米<sup>2</sup>的压强。其他如晒图、照相制版等等也要有专门的电光源。

在农业上，光对植物生长、发芽、开花、结果有很大影响。对由于季节、纬度关系太阳辐射不能满足光合作用的地方，可用人工光源来补光，促进光合作用。例如：北方冬季用聚乙烯薄膜温室栽培蔬菜，可用白炽灯和荧光灯照射来补充日光的不足。农业害虫的视觉灵敏度为 3000~4000 埃，利用害虫的趋光性，我们做成黑光灯和青色荧光灯来诱杀他们。紫外线有杀菌作用，在家畜、家禽饲养场可用紫外线灯照射畜舍，减少牲畜疾病。渔业上也可利用鱼的趋光性用灯光集鱼增加捕鱼量。

在交通运输上，光源除了照明外还有指示的作用。飞机场上用的强光跑道灯有特制的反光玻璃，能调节亮度，在漆黑的夜晚，使远离机场 20 公里的飞机，观察出跑道的方向，纠正航向，安全降落。火车上的车头灯也要求能发出很强的光，船

上、坦克车上用的灯泡都要求能经受剧烈的振动,有很好的投光效果。有一种腰鼓形的救生浮灯,附有特制的自动开关装置,将它扣在救生圈上,抛入夜色苍茫的大海中可以发出光芒,指示出救生圈的位置。在夜晚海面上闪闪发光的航标灯用来指示航道,有的航标灯有自动控制装置,使灯光自动在黄昏时开启,黎明时熄灭。

在医学上,有动手术时用的无影灯,能发出紫外线来杀菌消毒的紫外线灯,进行物理治疗的太阳灯和红外线灯,以及用作胃肠检查的胃镜、腹腔镜中的微型灯泡等。

在文化艺术上,电影放映机上用的放映灯不但要求发光强,还要求发出的光色好,以便于放映彩色电影,因为彩色电影的色彩不仅取决于胶卷质量,还与光源有密切关系。当然,摄影棚里的灯光照明也要有很好的光色,才能拍出色泽鲜艳的彩色影片。舞台上用的一种跑云灯配合电动机能向天幕上投射云、雾、雨、雪等活动形象,形象逼真。

在科学研究上,精密测量用的干涉仪、分光计、偏振计上也要用到各种光学仪器灯和其他光源。

在国防上,也要用到许多光源。据统计,一架现代飞机要用 30 多种不同的光源,一艘现代化军舰上要用 300 种以上的光源。

本书将简要介绍各种电光源的原理和应用。



## 热辐射电光源

物体发射光能有两种不同形式：一种叫热辐射，一种叫发光。

热辐射是由于物体内部热运动引起的一种现象。任何物体，固体、液体、甚至相当厚的气体都有热辐射现象。在热辐射的过程中，物体可以不改变内能而只通过加热维持温度，来使辐射继续不断地进行下去。一般讲来，热辐射在任何温度下都在进行。只不过温度低（比如室温）的物体，辐射看不见的红外光。加热到  $500^{\circ}\text{C}$  左右，才开始辐射一部分暗红色的可见光。温度更高，波长较短的辐射丰富起来，大约在  $1500^{\circ}\text{C}$  时就发出白炽光，其中还有相当多的紫外光。热辐射的光谱是连续光谱。本章要讲的是能够发射出可见光的热辐射光源。

如果物体在发射辐射的过程中，不能仅用维持它的温度来使辐射继续下去，而要依靠一些激发过程来获得能量以维持辐射，这种辐射人们通常称为发光。激发的方法可以有很多种，比如用光子轰击，电子轰击，或其他粒子轰击。也可由化学反应或外加电场来产生激发。本书的内容将只涉及由电能转换为光能的几种光源。其他形式的光源，就不作讨论了。



## 一 一些基本知识

在介绍几种热辐射光源的发光原理和构造之前，我们先介绍一下光度学上的几个概念和有关热辐射的一些知识。

### 光度学的几个概念

各种不同的光源发光的强弱是不同的，我们用发光强度来表示光源发光的强弱，它的单位是烛光(堪德拉)\*。表1列出几种光源的发光强度。

表 1

光 源	白 炽 灯		日 光 灯		长 弧 氙 灯		太 阳
功 率(瓦特)	25	100	8	40	1000	6000	
发光强度(烛光)	20	110	20	136	2600	16000	$10^{24}$

光源不断向四周辐射光能，在单位时间内通过某一面积的光能叫做通过这一面积的光通量。我们以1烛光的点光源为中心，作半径为1米的球面，把通过1米<sup>2</sup>球面的光通量作为光通量的单位，叫做1流明。因为半径为1米的球面面积为 $4\pi$ 米<sup>2</sup>，所以发光强度为 $I$ 烛光的点光源发出的总光能为 $4\pi I$ 流明。

电光源每耗电1瓦特发出的光能称为发光效率，用流明/瓦特表示。发光效率的高低是衡量电光源工作性能的重要指标。

### 热辐射

当辐射能射到一个不透明物体的表面时，一部分能量被

\* 1967~1968年第十三届国际计量大会决议：1烛光(堪德拉)是在101325牛顿每平方米压力下，处于铂凝固温度的黑体的1/600000平方米表面在垂直方向的发光强度。