

镝灯研制及其在照相制版中的应用*

上海新华印刷厂 上海市印刷一厂 复旦大学电光源实验室

提 要

本文介绍镝灯的基本工作原理、结构和特性。镝灯是一种稀土金属卤化物灯,是利用在碘化镝、碘化铕的蒸汽中放电发光而制成。它的发光效率在70流明/瓦以上,色温为6000K左右,目前使用寿命可达200小时以上。已在照相制版中试验应用。与碳精灯相比较,镝灯具有亮度高、体积小、电弧稳定、清洁等优点,是改进照相制版的一种新型光源。

印刷工业在毛主席的革命路线指引下,通过无产阶级文化大革命有了很大的发展。为了加快照相制版工艺的速度和进一步提高质量,以适应党对印刷事业的要求,一直在寻求新的光源以取代原有的碳精灯。

碳精灯在照相制版中已使用了近百年,它的主要缺点是电弧不稳定、耗电量大、碳极易损耗,并产生有害气体和碳尘,这不仅污染环境、危害工人健康,而且对照相镜头、网版等也易腐蚀损坏。

近年来,曾采用碘钨灯作照相制版光源,但光强度和光色均不够理想;后来还采用氙灯作照相制版光源,光色虽然比较好,但光效不够高。

为了进一步改进照相制版光源,上海新华印刷厂、上海市印刷一厂和复旦大学电光源实验室,互相协作,在领导、工人和技术人员的共同努力下,试制出了一种光色近似于氙灯,光效比氙灯高一倍的镝灯。为了使用方便,灯管设计成交流供电形式,功率为1000瓦。

一、基本工作原理

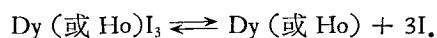
在低压金属蒸汽放电时,金属蒸汽原子间的相互作用很弱,辐射光谱是线状原子光谱,大部分辐射能量集中在共振辐射线和少数线状谱线上。例如在低压汞蒸汽放电时,辐射集中在以下一些谱线上: 4047 \AA , 4358 \AA , 4960 \AA , 5461 \AA , 5770 \AA , 5790 \AA (可见光区域)。随着汞蒸汽压升高,汞蒸汽原子间的相互作用加强,就使得谱线放宽,有的还会出现自吸收,同时由于高压放电时电子和离子复合发光的几率增加,辐射光谱中还会呈现出一定的连续谱。如高压汞灯就有一部分连续谱。高压钠灯在较高蒸汽压下也产生连续谱。

除了上述情况以外,还有一些金属,它们在一定的蒸汽压下会产生比较密集的线状谱,稀土元素就具有这种特性。镝(Dy)、铕(Eu)均属于稀土元素,当达到一定的蒸汽压时,镝、铕在可见光区域辐射出较强的近似于连续的密集线状谱。

* 本文原载复旦大学学报(自然科学版), 1(1974), 23。转载时作者在文字上作了个别修改。

在镝灯中,从元素来看,灯管内充有镝、钬、汞、铊、碘及氙. 从所测量的光谱能量分布的曲线上可以看到几条比较突出的线状谱,经核对,正是汞、铊、氙的一些主要谱线. 但同时可以看到有较强的连续谱,这是由于仪器的分辨率不够高,镝、钬辐射出来的密集线状谱变成了连续谱. 当然,高压汞蒸汽及氙也辐射出部分连续谱,但从总的辐射能量来比较,它们不占主要地位. 同样,几条比较突出的线状谱也不占主要地位,总的辐射能量主要集中于镝、钬辐射出来的近似于连续的密集线状谱的部分. 正由于这样,镝灯的光色比较接近于太阳光,色温可达 6000K.

在放电管的工作温度下,大多数金属的分压力都很低,而金属卤化物的蒸汽压则要比纯金属的蒸汽压高得多. 所以在镝灯中所采用的工作物质是碘化镝、碘化钬. 在放电管点燃后,碘化物就向放电管高温区的电弧部分扩散,并在电弧的高温下发生分解反应,化学平衡方程式如下:



在电弧中心的镝原子、钬原子和碘原子的浓度很高,而碘化镝、碘化钬的浓度就很低,于是镝、钬和碘的原子向管壁扩散. 而在管壁附近,温度比较中心电弧区要低得多,镝、钬和碘的原子又重新化合生成碘化镝和碘化钬,在管壁附近,碘化镝、碘化钬的浓度很高,它们又反过来向电弧中心扩散. 这样,通过碘化物的循环,就获得了较高的金属原子浓度,从而大大提高了辐射效能. 镝灯的光效在 70 流明/瓦以上.

但是,由于镝、钬的碘化物很难制备,在大气中又极易潮解变质. 所以在实际做灯过程中,是用纯金属和碘化汞在灯管内起化学反应以获得碘化物的.

化学反应式如下: $2\text{Dy (或 Ho)} + 3\text{HgI}_2 \longrightarrow 2\text{Dy (或 Ho)I}_3 + 3\text{Hg}$. 其中还原出来的汞正好是所需要的,因为整个灯管内的蒸汽压还不够高,灯管的管压降太低,所以在试制过程中往往由于还原出来的汞不够,还要另外加一些纯汞. 当然,汞量增加后,不仅提高了管压降,而且对启动、提高发光效率等都有一定益处的.

在灯管内还加入少量碘化铊. 实验发现,碘化铊对于灯管的启动及电弧的稳定均有一定益处. 至于碘原子本身的辐射,由于其激发电位比较高,与其他元素相比,可以忽略不计.

二、结 构

交流 1000 瓦镝灯的外形见图 1. 在设计灯管的大小和形状时,主要考虑的是管壁温度. 由于金属卤化物灯的管壁温度直接影响辐射强度,所以必须使管壁保持一定的温度. 考虑到灯管是由石英材料做成,管壁的温度不能太高,如果温度太高,石英容易产生析晶,

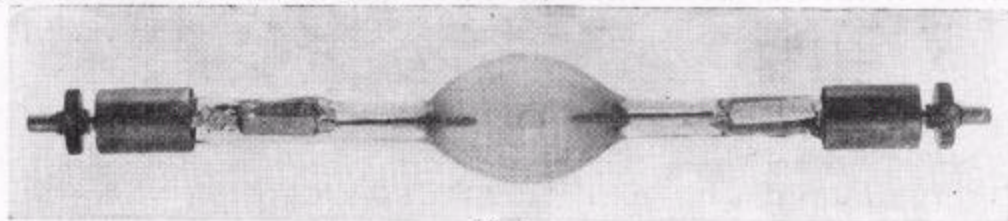


图 1

使光大大衰减,并直接影响灯管寿命。而管壁温度又是由管壁负载(即单位面积上所承受的功率)所决定的。通过实践,选择管壁负载在 70—90 瓦/厘米²比较好。又考虑到电弧的稳定及加工方便等,我们把灯设计成中等弧长、椭球形的泡壳。

灯管内所充的各种物质为:镝(Dy)、钬(Ho)、汞(Hg)、碘化汞(HgI₂)、碘化铯(TII)、氙(Xe)或氩(Ar)。

三、光电特性

交流 1000 瓦镝灯的电参数如下:电压:80—100 伏特,电流:10—12 安培。由于采用普通钨杆作电极,又有碘化物附着在电极上,所以灯管在交流 220 伏特的电压下不能自行点燃,需配备触发器,同时还要配用适当的镇流器。具体的点灯电路见图 2。镇流器还配置了几个抽头,以便适当调整灯管的功率,特别在灯管老化后,通过适当加大功率来补偿光的衰减。实验证明:采用以上的电参数,灯管在镇流器配合使用下,具有较强的抗电源变化能力,当电源电压波动 20% 时,灯管不会熄灭。

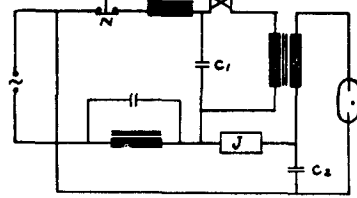


图 2

灯管在触发电点燃后,一般要 1 分钟才能稳定;而关灯后,则需冷却 3—5 分钟才能再次触发电点燃。采用角度系数法测量灯管的总光通量。经计算,镝灯光效为 70 流明/瓦以上。

光谱能量分布见图 3。由于仪器分辨率不够高,以及不可能逐点计算,故密集线状谱变成连续谱了,原始的光电流曲线上可看到非常明显的密集线状谱。照度分布见图 4。亮度分布见图 5。用色温计测量色温一般可达 6000K。目前使用寿命可达 200 小时以上。

四、使用对比

经过半年多来在上海新华印刷厂和上海市印刷一厂试用,交流 1000 瓦镝灯与原有的

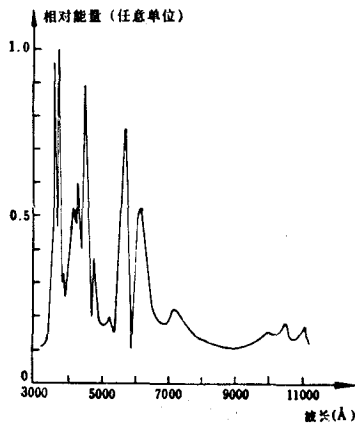


图 3

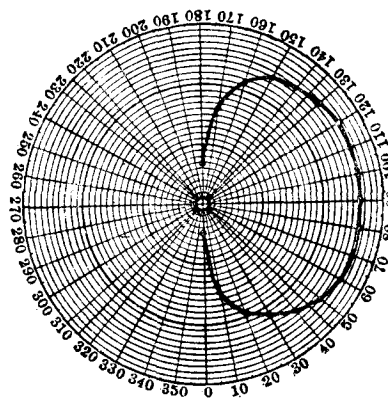


图 4

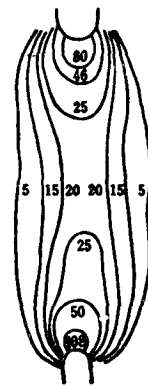


图 5

光源比较,有以下几点:

1. 光的亮度高,光色匀称 以黑、白铜锌版的感光来看,在同样灯距、镜头、光圈等条件下,曝光时间一般缩短 30—50%;网点的光洁度好,边缘部分较为清晰;尤其在碳精灯下难以显现的灰淡层次,用镝灯光源则层次分明,光密度增高. 在铜、锌版晒版中也试用了镝灯,晒版时间从原来的四分钟缩短为一分半钟. 在胶印工艺的分色加网中试用后,感到镝灯光量稳定,拍出的产品版面平整,点型整齐,尤其坏版率显著降低.

在天然色透明稿的分色中,与原有的钨丝灯比较,用镝灯做出的产品光洁度好,齜齜少,粒子细,暗调层次丰富. 在光圈缩小一半的条件下,曝光时间仍大大缩短. 黄版:钨丝灯曝光时间 4 分钟,镝灯只要 1 分钟. 红版、蓝版、黑版:均比钨丝灯的曝光时间减少一半.

2. 耗电量省 据上海新华印刷厂测试,两台碳精灯耗电 3.6 瓩小时,而两台镝灯的耗电不到 2 瓩小时(有时灯的功率略低于 1000 瓦);镝灯耗电约为碳精灯的一半左右.

据上海市印刷一厂测试,四台碳精灯耗电 8 瓩小时,而 4 台镝灯耗电不到 4 瓩小时.

总之,用镝灯比用碳精灯可省电一半左右.

3. 清洁,电弧稳定 镝灯是封闭的灯泡,不会产生有害气体、灰渣等污染现象.

镝灯在照相制版工艺中的应用,是一项新生事物,目前还存在一些不足之处. 如:镝灯的使用寿命尚不够长;有较强的紫外线,需要采取适当的防护措施;不能随关随开;光强、光色的一致性还不够好;光谱中红色光谱强度略低等. 所有这些,都有待于在今后的实践中不断研究改进,从而使镝灯这种新光源逐步臻于完善,更符合照相制版感光工艺的要求.

(杨永祥 王国富整理)

DYSPROSIUM IODIDE LAMP AND ITS USE IN PHOTOENGRAVING

HSINHUA PRINTING FACTORY, SHANGHAI SHANGHAI NO. 1 PRINTING FACTORY
ELECTRIC LIGHT SOURCE LABORATORY, FU-TAN UNIVERSITY

ABSTRACT

The working principle, structure and characteristics of a dysprosium iodide lamp are described. It is a vapour discharge lamp containing a mixture of dysprosium iodide and thulium iodide. With a lifetime of 200 hours, its luminous efficiency is above 70 lumen/watt and its colour temperature 6000 K. Trial applications in photoengraving show that the dysprosium-iodide lamp, as compared with the carbon-arc lamp, has the virtues of higher brightness, smaller dimensions, and greater stability and cleanness. As a new type of light source it is expected to improve the art of photoengraving.