

## 常用符号表

$E$ ——照度	$P_e$ ——总安装容量
$E_h$ ——水平面照度	$P_j$ ——计算负荷
$E_{av}$ ——平均照度	$P_{js}$ ——三相计算负荷
$E_c$ ——垂直面照度	$P_{jsd}$ ——单相计算负荷
$E_x$ ——倾斜面照度	$R$ ——显色指数
$E_{min}$ ——最小照度	$R_a$ ——一般显色指数
$E_{max}$ ——最大照度	$R_r$ ——特殊显色指数
$F_x$ ——平行平面方位系数	$S$ ——导线截面、房间面积
$f_x$ ——垂直平面方位系数	$U$ ——额定电压
$H$ ——计算高度、等照度曲线上所列的安装高度	$U_e$ ——线电压
$h$ ——投光灯实际安装高度、光源寿命	$U_{e,g}$ ——相电压
$I_e$ ——额定电流	$\alpha$ ——吸收系数
$I_j$ ——计算电流	$\beta$ ——方位角、仰角
$I_{js}$ ——三相计算电流	$\delta$ ——光通量波动深度
$I_{jsd}$ ——单相计算电流	$\eta$ ——照明器效率
$I_g$ ——导线的持续负荷允许载流量	$\theta$ ——光线的方向与被照面法线间的夹角
$I_a$ ——有功电流	$\mu$ ——利用系数
$I_r$ ——无功电流	$\rho$ ——反射系数
$I$ ——发光强度	$\tau$ ——透射系数
$I_e$ ——照明器指向被照点方向的光强	$\Phi$ ——光通量
$I_a$ ——线光源平行面光强	$\Phi_e$ ——辐射功率
$K$ ——照度补偿系数	$\Psi$ ——倾斜照度系数
$L$ ——亮度、灯间距离	$\omega$ ——光源发光范围的立体角
$l$ ——线路长度、线光源长度	

# 第1章 概述

电气照明是一门综合性的技术，它不仅应用光学和电学方面的技术，也涉及建筑学、生理学等方面。电气照明广泛应用于生产和生活的各个方面，如工厂、商店、车站、港口以及舞台、电视、街道、广场、展览馆和运动场等，它们对照明都有着不同的要求。随着生产和科学技术的发展，对电气照明的要求也越来越高。

电气照明的重要组成部分是电光源和灯具。照明技术的发展趋向：在电光源方面，要求提高光效、延长寿命、改善光色、增加品种和减少附件；在灯具方面，要求提高效率，配光合理，并满足不同环境和各种光源的配套需要，同时采用新材料、新工艺，逐步实现灯具系列化、组装化、轻型化和标准化。概括地讲，就是要求提高照明质量，节约用电，减少购置和维护费用。

照明设计应根据国家照明标准达到规定照度，并解决空间亮度合理分布问题，改善光色，避免眩光以创造满意的视觉条件。照明设计还应做到实用、经济、安全、便于安装和维修，并与建筑协调，使照明装置能更好地为社会主义建设服务。

本篇主要介绍机械工厂电气照明的设计、线路敷设，并扼要介绍工厂照明常用的电光源和灯具的原理与技术参数。

照明技术中常用的基本术语和概念简介如下：

**a. 光** 光是能引起视觉的辐射能，它是一种电磁波。光的波长一般在 380~780 毫微米 (nm,  $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ) 范围内，不同波长的光给人的颜色感觉不同。波长长于 780 毫微米的辐射及短于 380 毫微米的辐射均不能引起视觉，前者称为红外辐射，后者称为紫外辐射，见图 39.1-1。

**b. 光谱、光源的相对光谱功率分布图** 光源辐射的光往往由许多波长的单色光组成，不同强度的单色光，按波长长短依次排列，称为光源的光谱。一般作图时以波长  $\lambda$  为横坐标，以单色光功率的相对百分数为纵坐标，称为相对光谱功率分布图。太阳、白炽灯是辐射连续光谱的光源；大部分气体放电光源除了辐射连续光谱外，还在某些波段上辐射很强

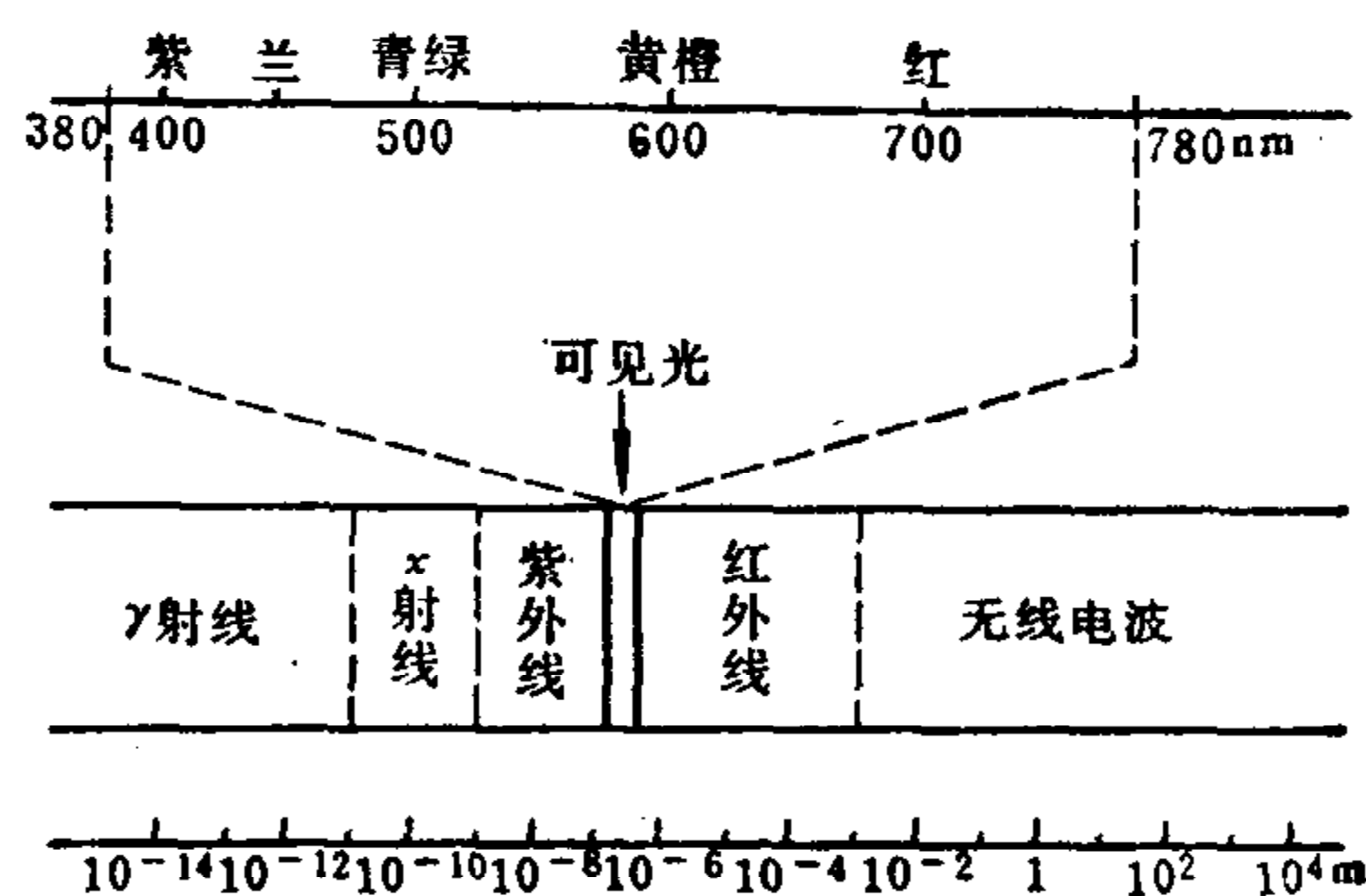


图 39.1-1 电磁波谱

的线状或带状光谱，见本篇第 2 章图 39.2-1。

**c. 光通量** 光源在单位时间内，向周围空间辐射并引起视觉的能量，称为光通量，符号为  $\Phi$ ，单位为流明 (lm)。

由于人眼对不同波长的光的灵敏度不一样，在白天或光线较强的地方，对波长为 555 毫微米的黄、绿光最灵敏，波长离 555 毫微米越远，灵敏度越低，所以光通量不但与辐射的强弱有关，而且与辐射的波长有关。人眼对各种波长的相对灵敏度称为光谱光效率函数  $V(\lambda)$ ，见图 39.1-2。

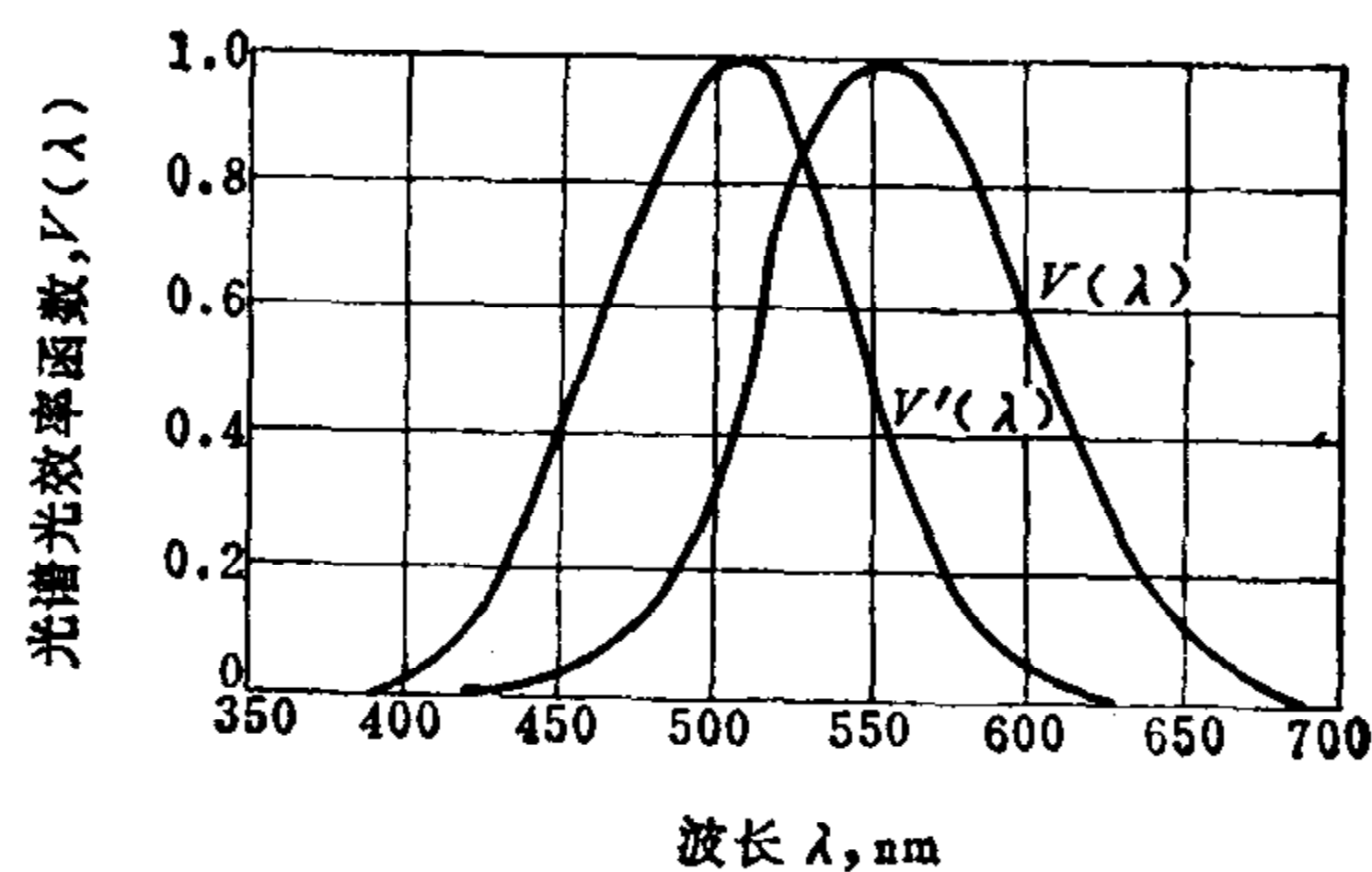


图 39.1-2 光谱光效率函数

$V(\lambda)$ —正常亮度下明视觉光谱光效率函数

$V'(\lambda)$ —微弱光照射时暗视觉光谱光效率函数

光通量与  $V(\lambda)$  的关系式为：

$$\Phi = K_m \int_{380}^{780} \Phi_e V(\lambda) d\lambda \quad (39.1-1)$$

式中  $V(\lambda)$ ——光谱光效率函数

$\Phi_e$ ——辐射功率(辐射通量) W

$K_m = 680\text{lm/W}$ ，称为最大光谱光效率，它表示波长为 555 毫微米的单色

光通量与对应的辐射功率之比

可见1流明就相当于波长为555毫微米的单色辐射,功率为1/680瓦特时的光通量。

d. 发光强度(光强) 光源在某一特定方向上单位立体角内(每球面度)辐射的光通量,称为光源在该方向上的发光强度(简称光强),其符号为*I*,单位为坎德拉(cd)。

对于向各方向均匀辐射光通量的光源,各方向的光强相等,其值为

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (39.1-2)$$

式中  $\Phi$ ——光源在 $\omega$ 立体角内所辐射出的总光通量 lm

$\omega$ ——光源发光范围的立体角 sr

e. 照度 单位面积上接收的光通量称为照度,其符号为*E*,单位为勒克司(lx)。

被光均匀照射的平面上的照度为:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (39.1-3)$$

式中  $\Phi$ ——*S*面上接收到的总光通量 lm

*S*——被照面积 m<sup>2</sup>

晴朗的满月夜地面照度为0.2lx;晴天正午太阳光直射时的照度达(0.2~1)×10<sup>5</sup>lx。

国际上采用的几种照度单位的换算见表39.1-1。

表 39.1-1 照度单位的换算

单位名称	勒克司 lx	辐脱 ph	呎烛光 <sup>①</sup> fc
1 勒克司 (lm/m <sup>2</sup> )	1	10 <sup>-4</sup>	9.29 × 10 <sup>-2</sup>
1 辐脱 (lm/cm <sup>2</sup> )	10 <sup>4</sup>	1	929
1 呎烛光 (lm/ft <sup>2</sup> )	10.76	10.76 × 10 <sup>-4</sup>	1

① 呎烛光是英制照度单位,符号为fc, 1 fc=1 lm/ft<sup>2</sup>。

f. 亮度 发光体在给定方向单位投影面积上的发光强度称为亮度,符号为*L*,单位为尼特(nt)。

$$L = \frac{I_{\theta}}{S \cos \theta} \quad (39.1-4)$$

式中 *I*<sub>θ</sub>——与法线成θ角(见图39.1-3)的给定方向上的发光强度 cd

*S*——发光体面积 m<sup>2</sup>

如无云的晴朗天空平均亮度为0.5熙提,40瓦荧光灯表面亮度为0.7熙提。

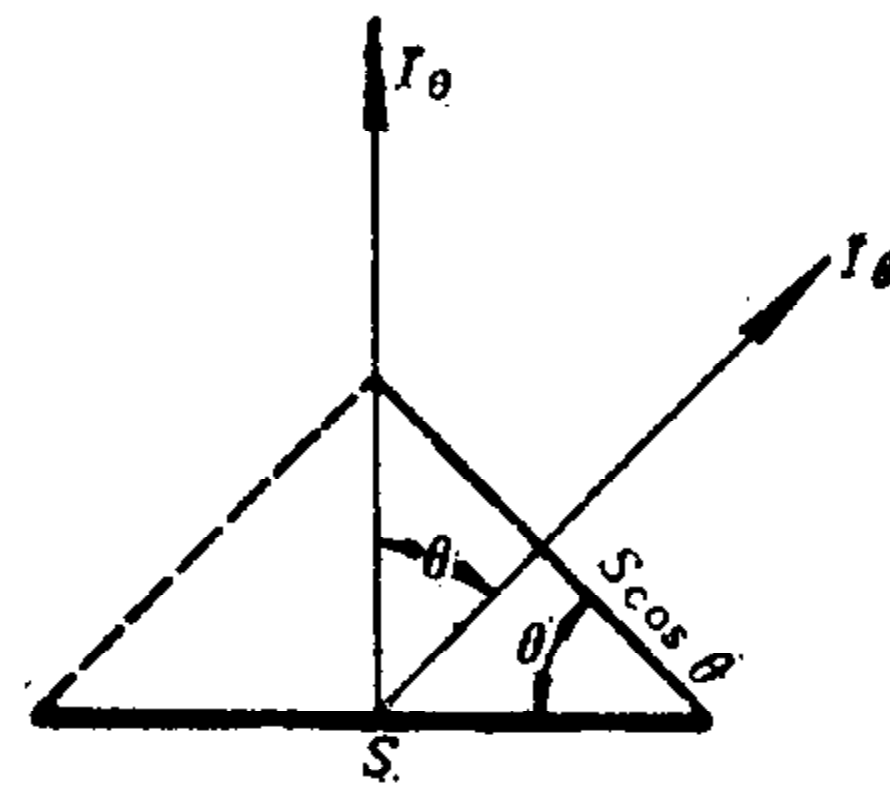


图 39.1-3 亮度的定义

国际上采用的几种亮度单位的换算见表39.1-2。

表 39.1-2 亮度单位的换算

单位名称	尼特 nt	熙提 sb	阿波熙提 asb	呎朗伯 <sup>①</sup> fl
1 尼特 (cd/m <sup>2</sup> )	1	10 <sup>-4</sup>	3.142	0.2919
1 熙提 (cd/cm <sup>2</sup> )	10 <sup>4</sup>	1	3.142 × 10 <sup>4</sup>	0.2919 × 10 <sup>4</sup>
1 阿波熙提	0.3183	0.3183 × 10 <sup>-4</sup>	1	0.0929
1 呎朗伯 <sup>①</sup>	3.426	3.426 × 10 <sup>-4</sup>	0.1076	1

① 呎朗伯为英制亮度单位。

g. 色温 当光源发光的颜色与黑体(能吸收全部光能的物体)加热到某一个温度所发出的光的颜色相同(对于气体放电光源为相似)时,称该温度为光源的颜色温度,简称色温(对于气体放电灯称为相关色温)。例如,白炽灯的色温为2400~2900K<sup>⊖</sup>,管形氙灯的相关色温为5500~6000K。

h. 显色性、显色指数 同一颜色的物体在具有不同光谱功率分布的光源照射下,显出不同的颜色。光源显现被照物体颜色的性能称为光源的显色性。

光源的显色指数是指在待测光源照射下,物体的颜色与在另一相近色温的黑体或日光参照光源照射下,物体颜色相符合的程度。颜色失真少,显色指数高,光源的显色性好,国际上规定参照光源的显色指数为100。

显色指数(*R*)分为一般显色指数(*R*<sub>a</sub>)和特殊显色指数(*R*<sub>i</sub>)两种。对国际照明协会规定的颜色样品中的任何单个颜色样品的显色指数称为特殊显色指数(*R*<sub>i</sub>),而对其中八种颜色样品(*i*=1……8)的*R*<sub>i</sub>的平均值则称为一般显色指数(*R*<sub>a</sub>)。

⊖ K—开尔文,为绝对温度,它与摄氏温度的换算关系为 K=°C+273.15。

## 第2章 照明电光源

自十九世纪初电能开始用于照明后，相继制成了钨丝白炽灯、高压汞灯、低压汞灯、卤钨灯，近年来又制成了高压钠灯和金属卤化物灯等新型光源。光源的光效、寿命、显色性等性能均不断得到提高。

电光源品种很多，用途广泛，本章主要介绍工厂照明常用电光源的简要原理、光电参数及应用等。

### 1 分类

目前用于照明的电光源，按发光原理可分为两大类：

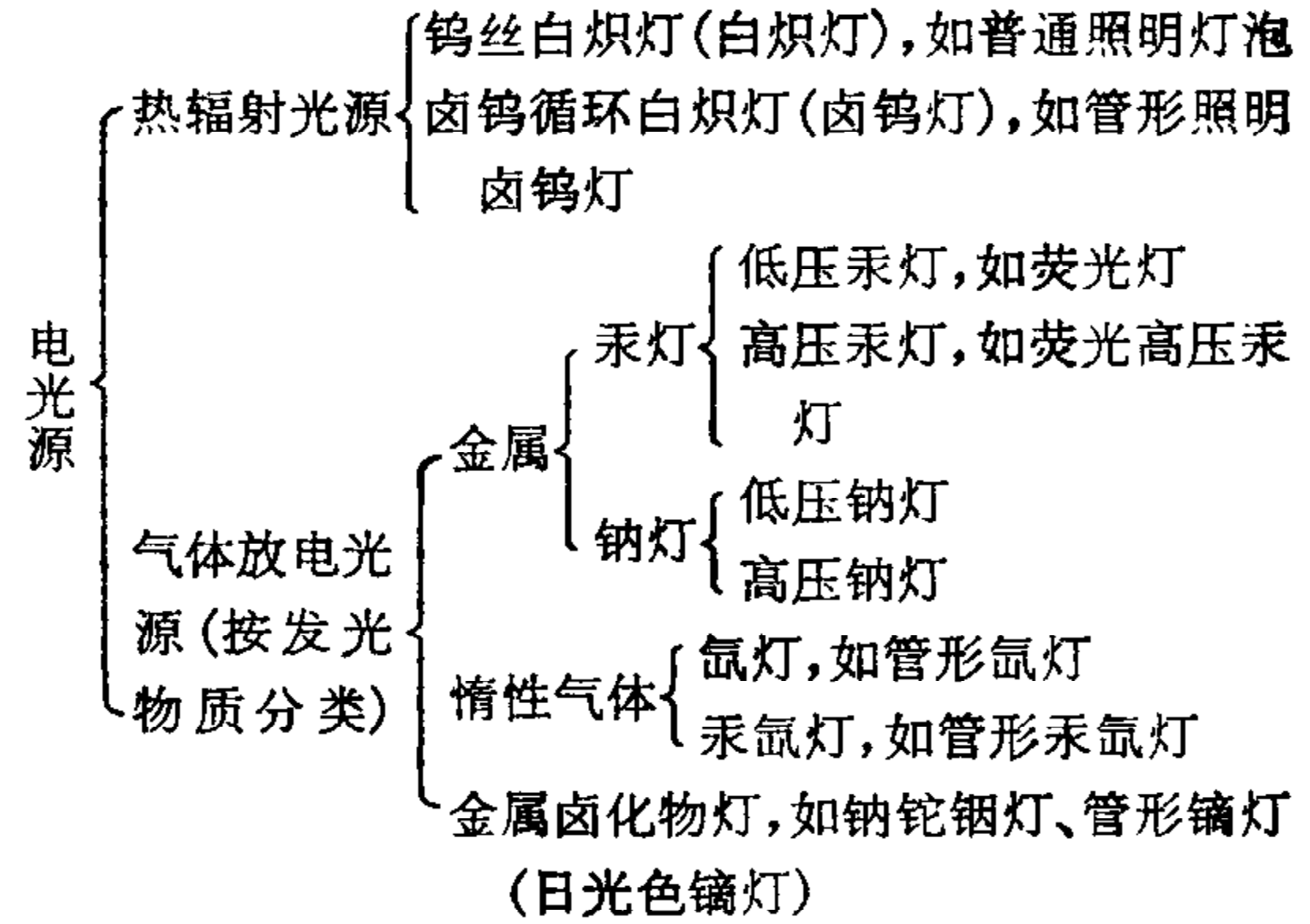


表 39.2-1 常用照明电光源的主要特性比较

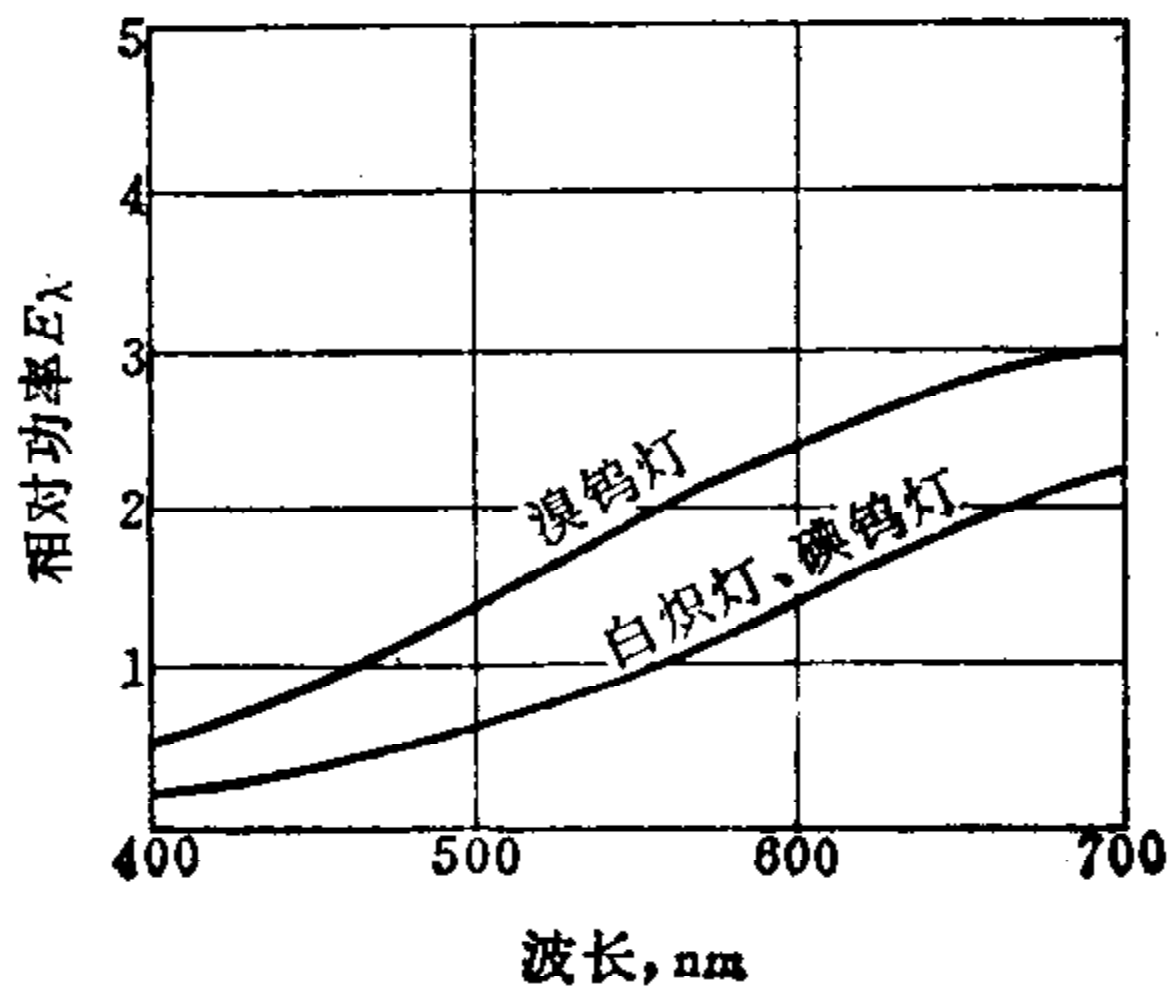
光源名称	普通照明灯泡	卤钨灯	荧光灯	荧光高压汞灯	管形氙灯	高压钠灯	金属卤化物灯
额定功率范围 W	15~1000	500~2000	6~200	50~1000	1500~100000	250, 400	250~3500
光效 lm/W①	7~19	19.5~21	27~67	32~53	20~37	90, 100	72~80
平均寿命 h②	1000	1500	1500~5000	3500~6000	500~1000	3000	1000~1500
一般显色指数 $R_a$	95~99	95~99	70~80	30~40	90~94	20~25	65~80
启动稳定时间	瞬 时		1~3 秒	4~8 分	1~2 秒	4~8 分	4~10 分
再启动时间	瞬 时			5~10 分	瞬 时	10~20 分	10~15 分
功率因数 $\cos \phi$	1	1	0.32~0.7	0.44~0.67	0.4~0.9	0.44	0.5~0.61
频闪效应	不 明 显		明 显				
表面亮度	大	大	小	较大	大	较大	大
电压变化对光通量的影响	大	大	较大	较大	较大	大	较大
温度变化对光通量的影响	小	小	大	较小	小	较小	较小
耐震性能	较差	差	较好	好	好	较好	好
所需附件	无	无	镇流器、启辉器	镇流器	镇流器、③触发器	镇流器	镇流器、触发器④

① 光效是发光效率的简称，指一个电光源每消耗 1 瓦功率所发出的光通量，单位为流明/瓦 (lm/W)。

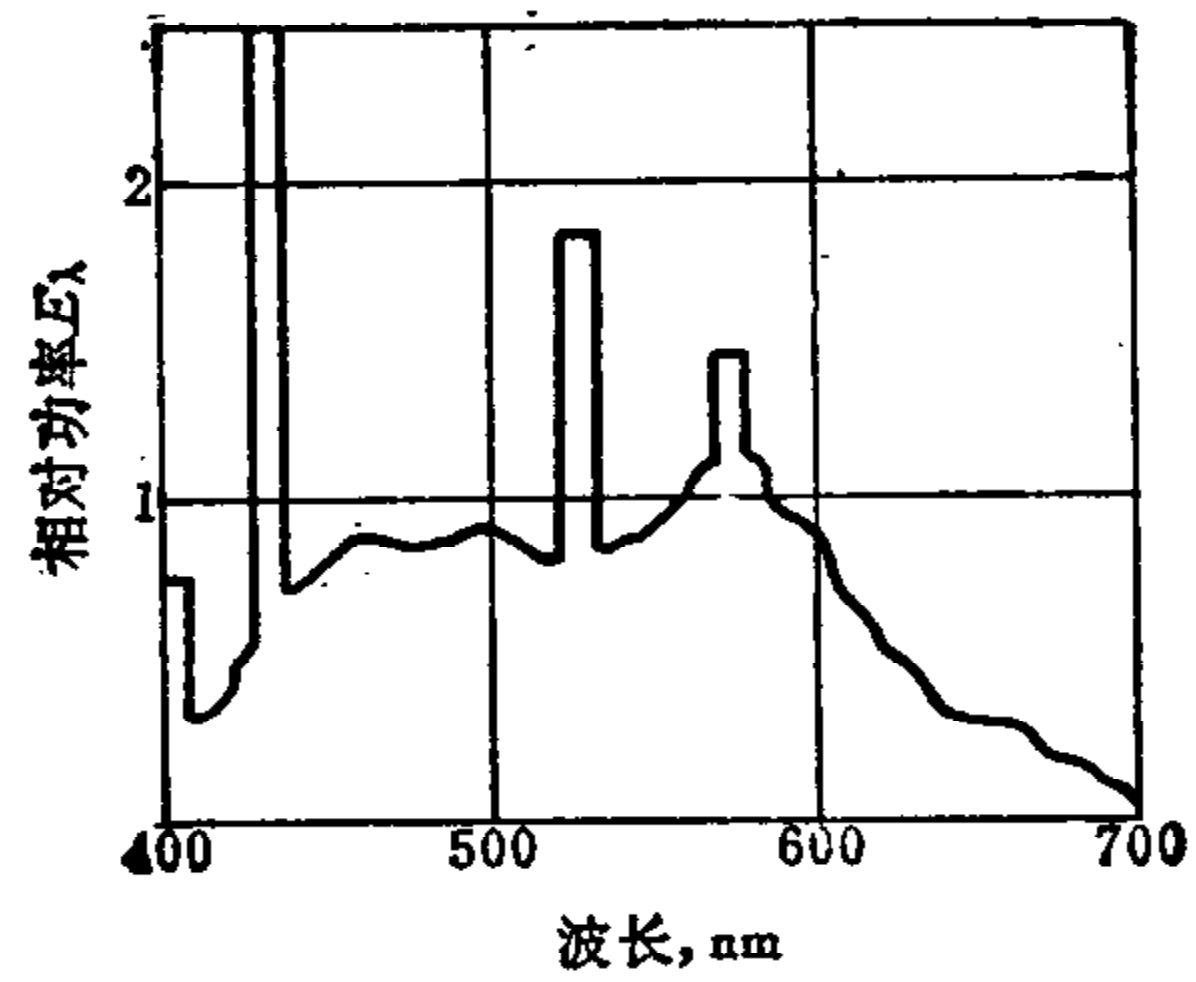
② 光源的寿命有全寿命、有效寿命和平均寿命之分。全寿命指光源不能再启点和发光时所点燃的时间；有效寿命是指光源的发光效率下降到初始值的 70~80% 时总共点燃的时间；平均寿命系指每批抽样试验产品有效寿命的平均值。

③ 小功率管形氙灯须用镇流器，大功率可不用镇流器。

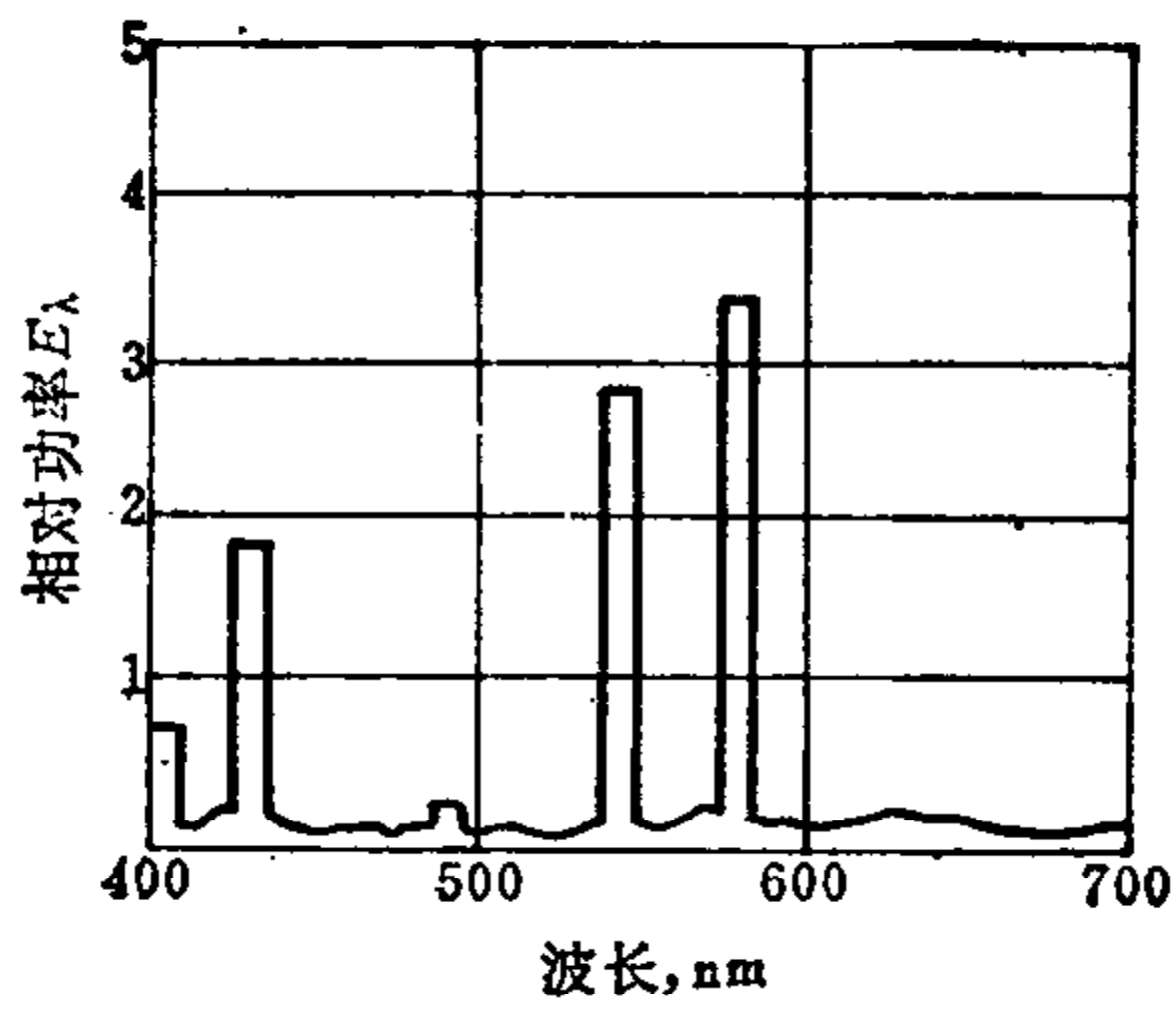
④ 1000 瓦钠铊铟灯目前须用触发器启动。



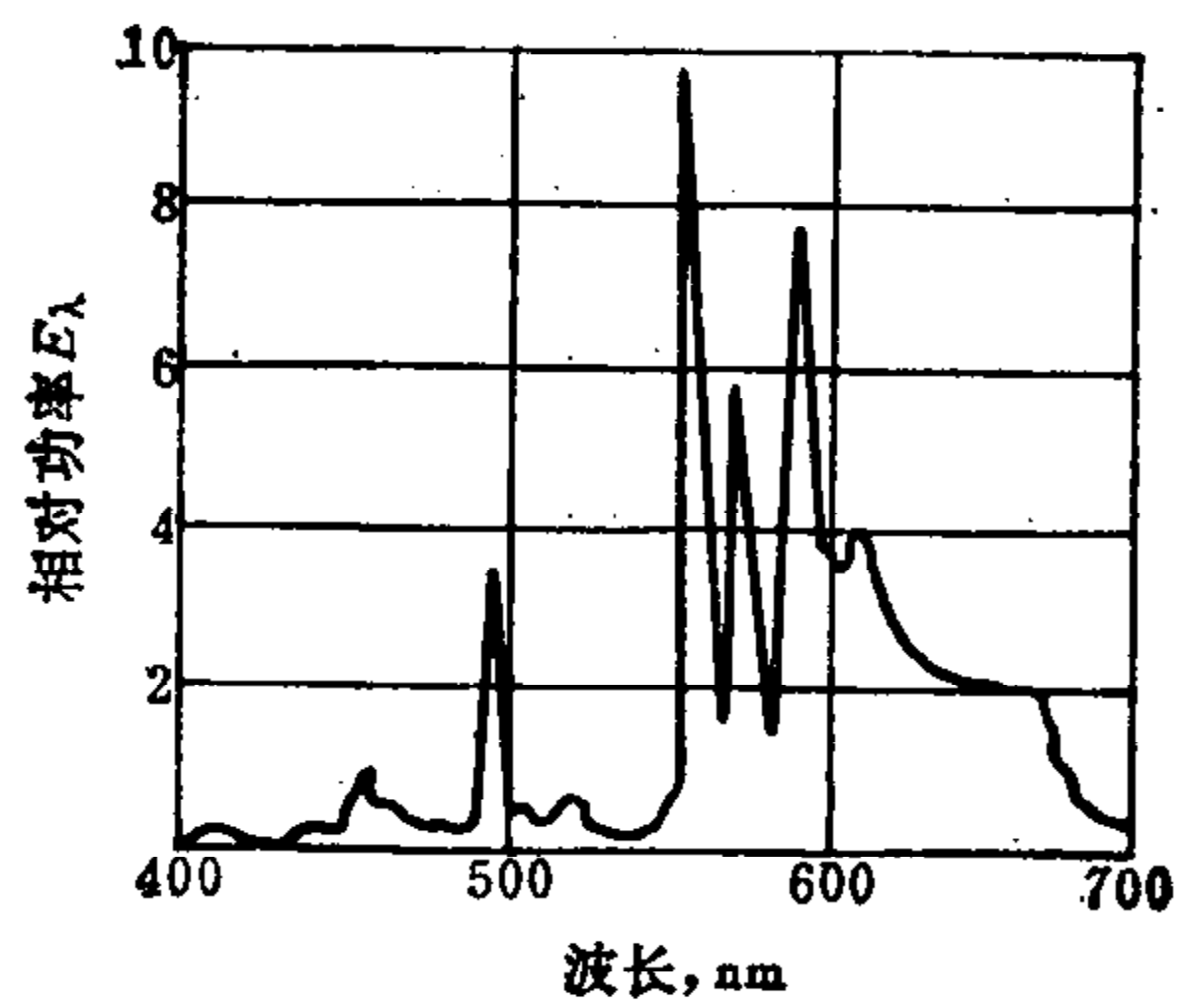
a) 白炽灯、卤钨灯



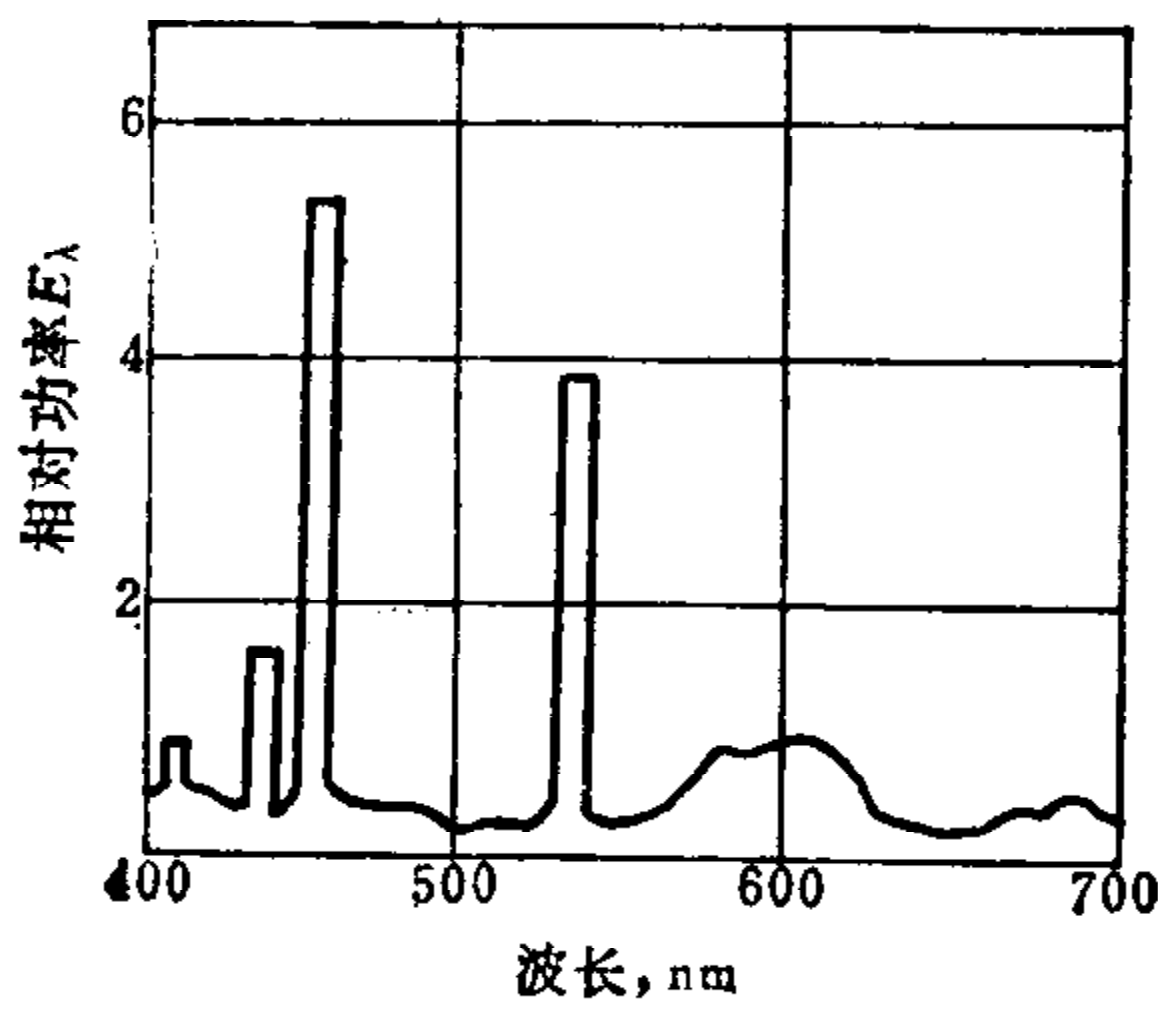
b) 荧光灯(日光灯)



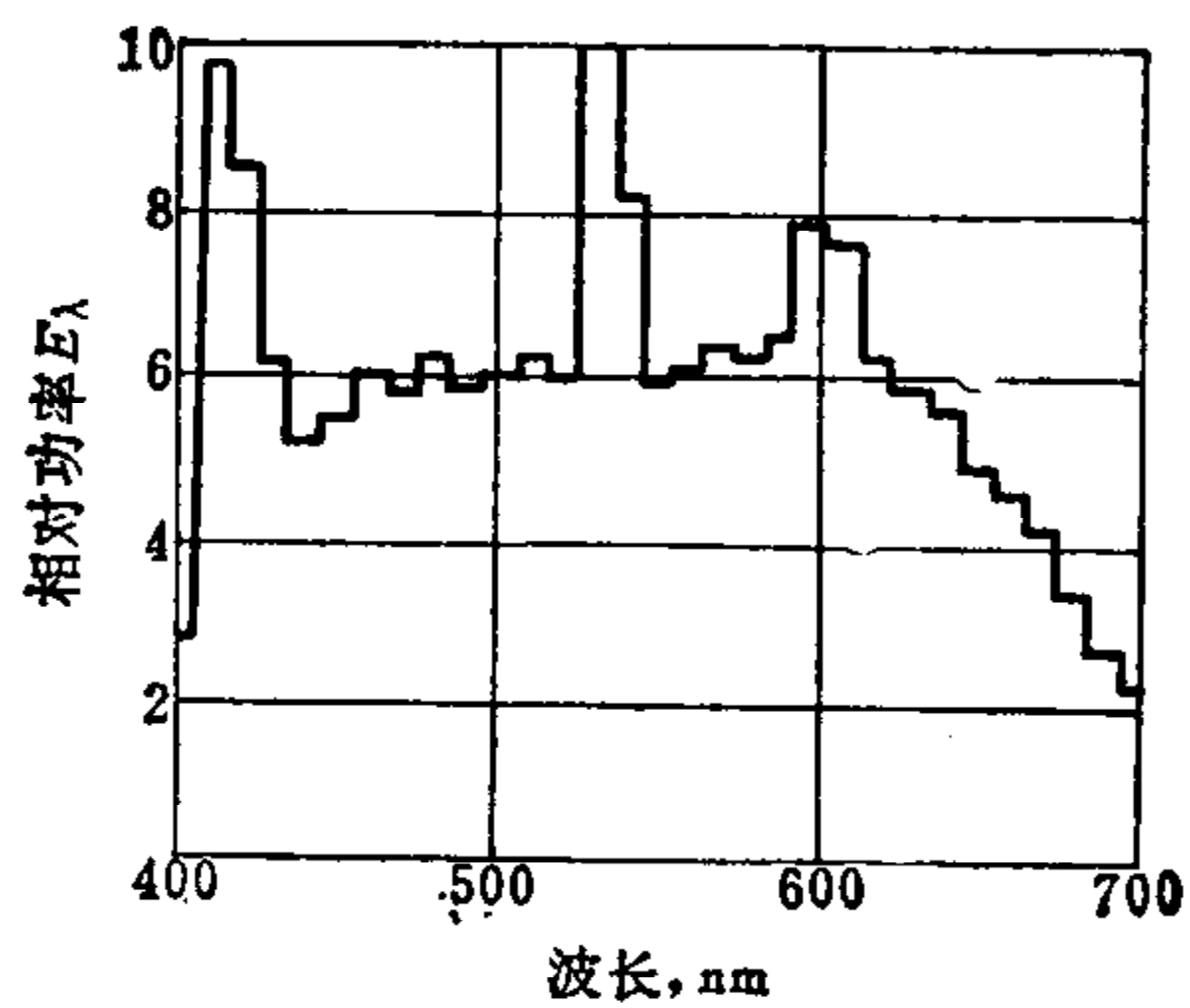
c) 荧光高压汞灯



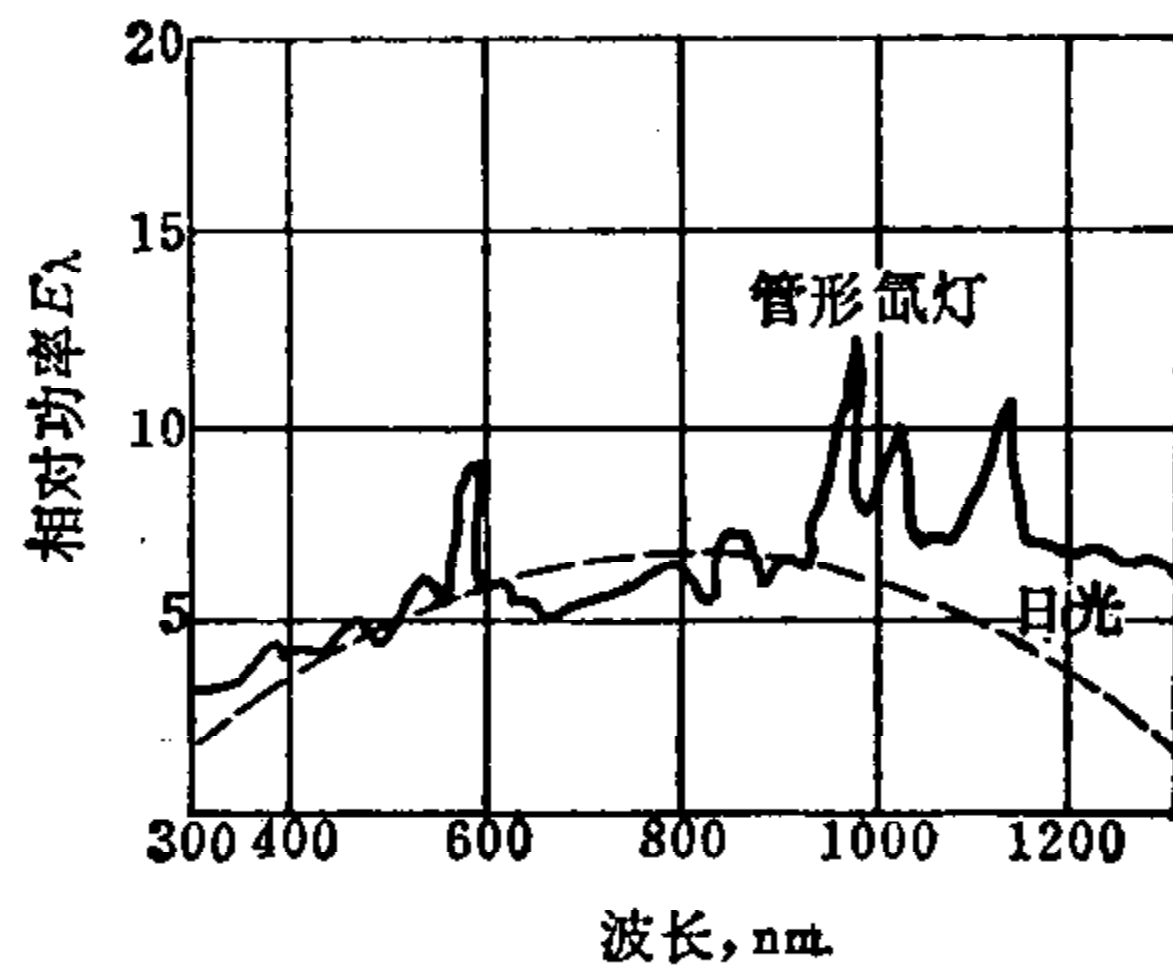
d) 高压钠灯



e) 钠铊铟灯



f) 管形镝灯



g) 管形氙灯, 日光

图 39-2-1 常用照明电光源的相对光谱功率分布

热辐射光源是利用物体通电加热时辐射发光的原理制成的。气体放电光源则是利用气体放电(电流通过气体的过程称为气体放电)时发光的原理制成的。上列光源分类中所述的高压或低压是按灯管内放电时气体的气压高低来分的。

## 2 特性比较

电光源的主要性能指标有光效、寿命、显色性、启动及再启动性能等。气体放电光源比热辐射光源光效高,寿命长,光色品种多,在工厂照明中应用日益广泛。白炽灯结构简单,使用方便,价格便宜,显色性好,故在一般场所仍被普遍采用。

常用照明电光源的主要特性比较见表 39·2-1。光源的相对光谱功率分布见图 39·2-1,该图主要供计算光源的色温和显色指数时用。

## 3 工作原理、线路及使用注意事项

### 3.1 白炽灯和卤钨灯

白炽灯和卤钨灯(包括碘钨灯和溴钨灯)是靠电流加热灯丝至白炽状态而发光的。灯丝工作温度越高,灯的光效也越高,但钨的蒸发加快,灯的寿命缩短。卤钨灯是为解决这一矛盾而产生的一个品种,它利用卤钨循环作用,使由灯丝蒸发的一部分钨重新附着在灯丝上,以达到既提高光效又延长寿命的目的。此类灯使用方便,只要灯泡额定电压与电源电压相同即可直接接入电源工作,无需点燃附件。但在使用时应注意:

(1) 电源电压的变化对灯泡的寿命和光效影响很大,如图 39·2-2 所示,当电压升高 5% 时,寿命将缩短 50%,故电源电压的偏移不宜大于  $\pm 2.5\%$ 。

(2) 钨丝的冷态电阻比热态电阻小得多,故此类灯瞬时启动电流很大(最高达额定电流 8 倍以上,但在第六个周波开始即衰减到额定值)。

(3) 管形卤钨灯工作时需水平安装,倾角不得大于  $\pm 4^\circ$ ,否则将严重影响灯的寿命。因为在倾斜点燃时,灯底部将积聚较多的卤素和卤化钨,使引线腐蚀损坏,而灯的上部由于缺少卤素,不能维持正常的卤钨循环,使玻璃壳很快发黑,灯丝很快烧断。

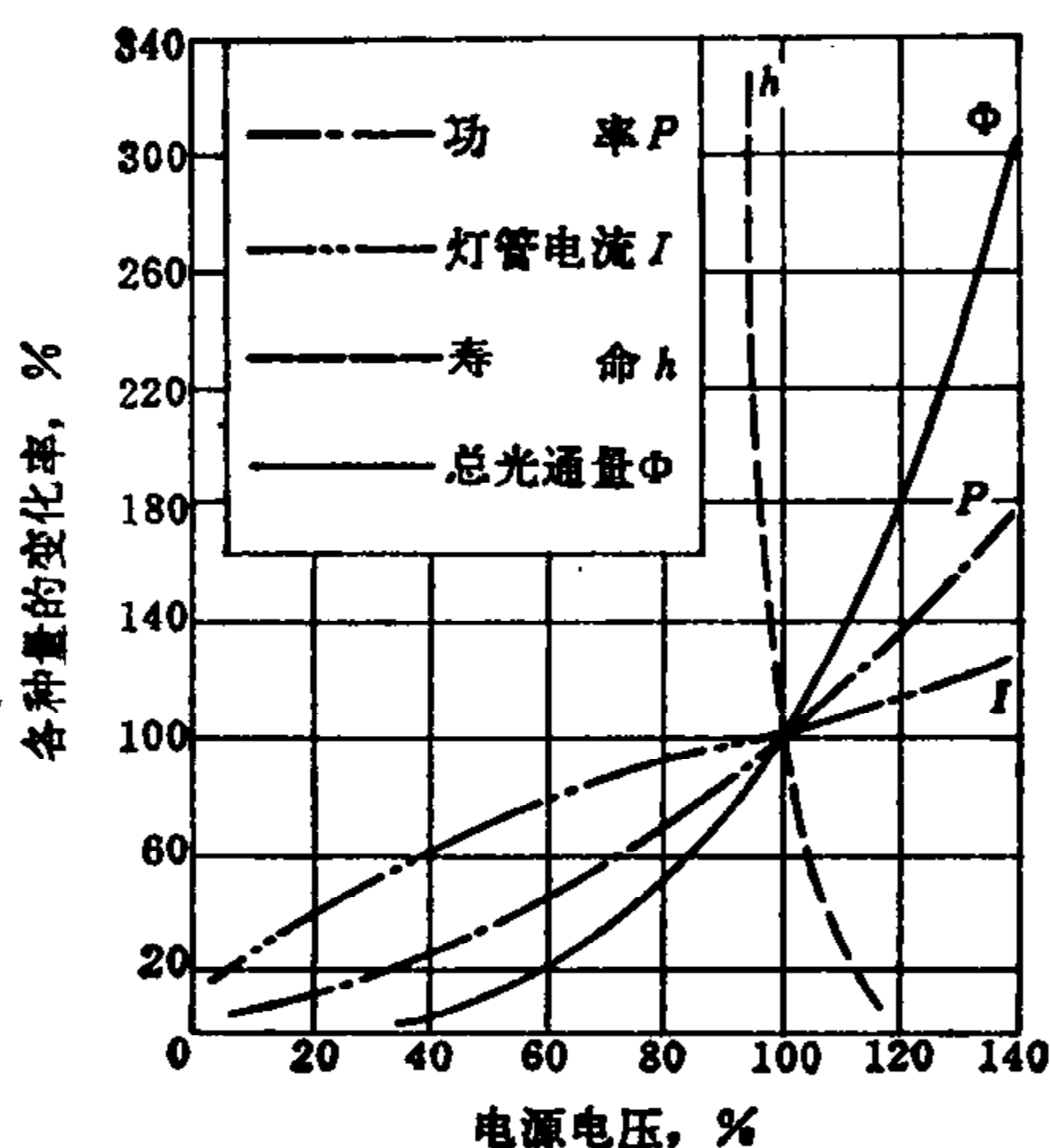


图 39·2-2 电源电压变化时对白炽灯光电参数的影响

(4) 卤钨灯不允许采用任何人工冷却措施(如电扇吹、水淋等),以保证正常的卤钨循环。其正常工作时的管壁温度在  $600^\circ\text{C}$  左右,故不能与易燃物接近。同时,在使用前应用酒精擦去灯管外壁的油污,避免在高温下形成污点而降低透明度。

(5) 卤钨灯灯脚引入线应采用耐高温的导线,灯脚和灯座之间的接触应良好,以免灯脚在高温下严重氧化并引起灯管封接处炸裂。

(6) 卤钨灯耐震性差,不应使用在有震动的场所,也不应作为移动式局部照明。

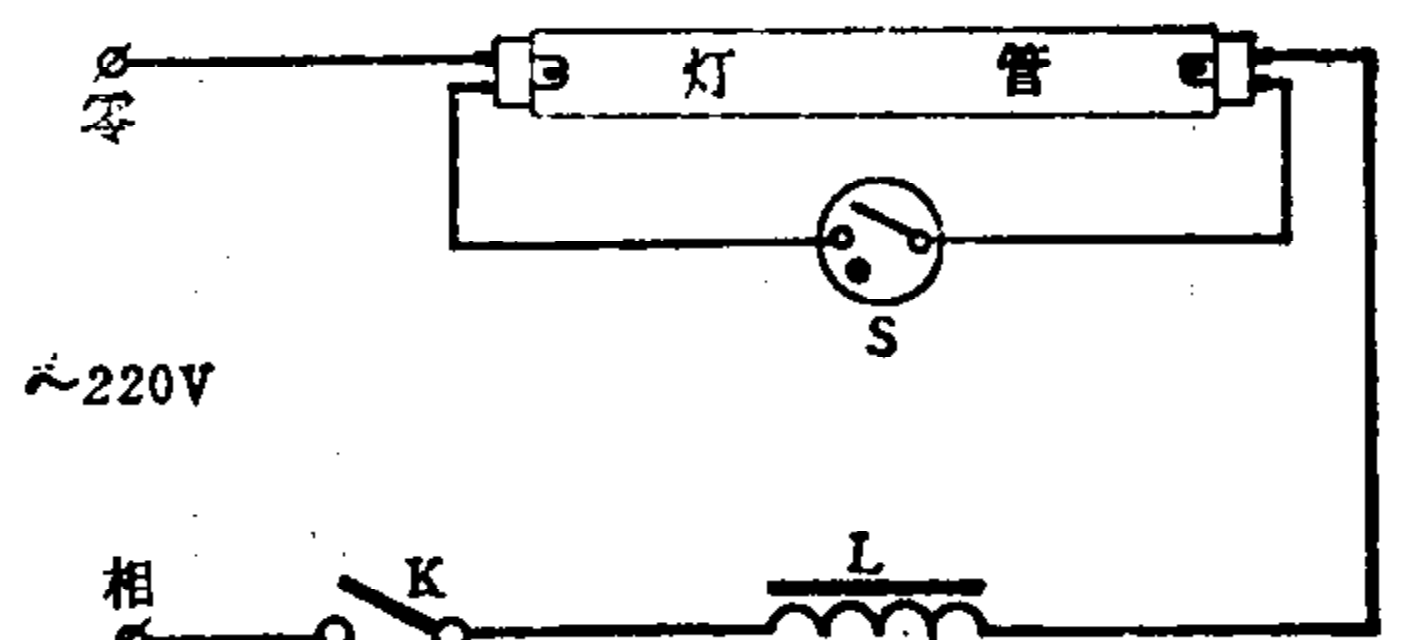
### 3.2 荧光灯(习称日光灯)

荧光灯是靠汞蒸汽放电时辐射的紫外线去激发灯管内壁的荧光物质使之发出可见光。

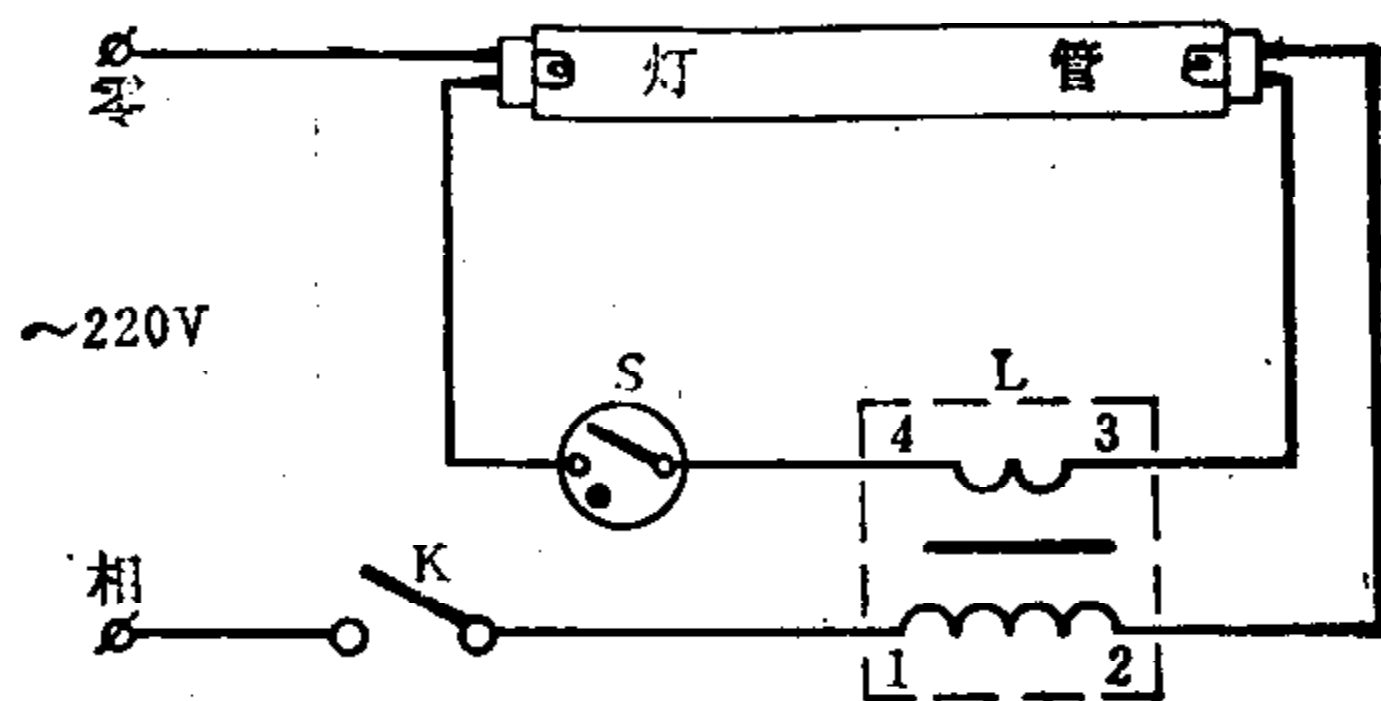
#### 3.2.1 工作线路

图 39·2-3a 为采用一般镇流器的线路图。L 为镇流器, S 为启辉器。S 的作用是自动控制阴极预热时间, L 在启动过程中的作用是限制预热电流,并在 S 开断预热电流瞬间,产生脉冲高电压使灯点燃。灯点燃后, S 即停止工作; L 与灯管串联,以限制流过灯管的电流,起镇流作用。

图 39·2-3b 为有副线圈的镇流器的工作线路图,此种镇流器主线圈匝数比一般镇流器多,启动性能及限流性能均好,受电压变化的影响较小。在接线时应注意切勿将副线圈接入主回路,否则将使镇流器立即烧坏。线圈极性不能接错。



a) 采用一般镇流器的线路



b) 有副线圈的镇流器的线路

图 39-2-3 预热式荧光灯工作线路

### 3.2.2 使用注意事项

(1) 电源电压的变化不宜超过  $\pm 5\%$ ，若电压变化太大，将影响灯的光效和寿命。电源电压的变化对 40 瓦荧光灯光电参数的影响见图 39-2-4。

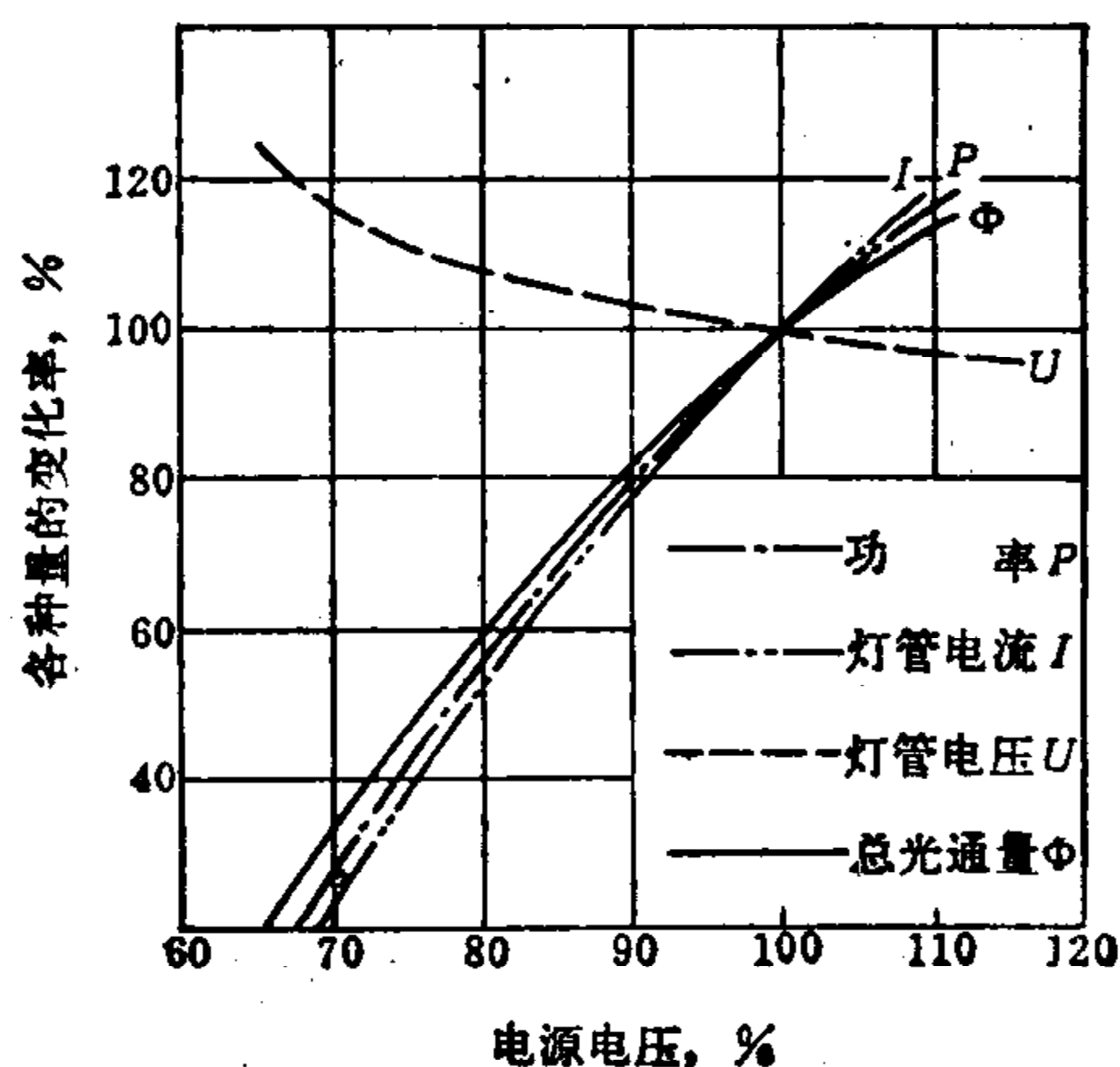


图 39-2-4 电源电压变化对 40 W 荧光灯光电参数的影响

(2) 荧光灯工作最适宜的环境温度为  $18\sim 25^\circ\text{C}$ 。环境温度过高或过低都会造成启动困难和光效下降。当环境的相对湿度在  $75\sim 80\%$  范围时，灯管放电所需的起燃电压将急剧上升，会造成启动困难。

(3) 灯管必须与相应规格的镇流器和启辉器配套使用，否则会缩短寿命或造成启动困难。

(4) 荧光灯最忌频繁启点，频繁启点会使寿命缩短。

(5) 破碎的灯管要及时妥善处理，防止汞害。

### 3.3 高压汞灯(习称高压水银灯)

照明常用的高压汞灯有荧光高压汞灯、反射型荧光高压汞灯和自镇流荧光高压汞灯三种，这类灯的外玻壳内壁均涂有荧光粉，它能将汞蒸汽放电时辐射的紫外线转变为可见光，以改善光色、提高光效。其中反射型荧光高压汞灯玻壳内壁上部镀有铝反射层，具有定向反射性能，使用时可不用灯具；自镇流荧光高压汞灯用钨丝作为镇流器，是利用高压汞蒸汽放电、白炽体和荧光材料三种发光物质同时发光的复合光源，它们的光电技术参数见表 39-2-5。

#### 3.3.1 工作线路

如图 39-2-5 所示，当灯接入电源后，先在引燃电极  $E_3$  和主电极  $E_1$  之间产生辉光放电，然后过渡到主电极  $E_1$ 、 $E_2$  之间的弧光放电。灯点燃的初始阶段电流较大，待  $4\sim 8$  分钟后，放电趋向稳定，灯进入正常工作状态。R 的作用是限制辉光放电电流。

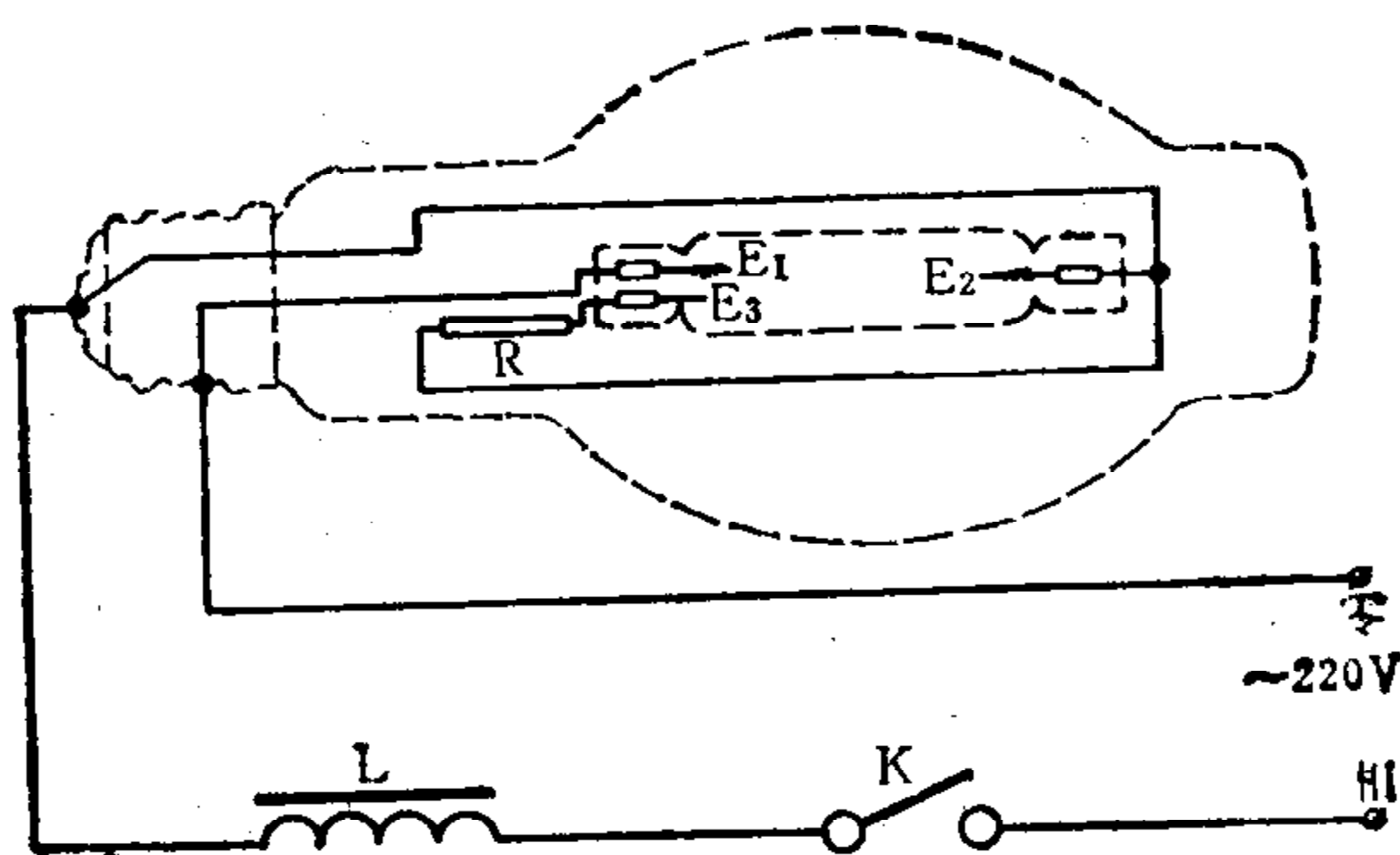


图 39-2-5 荧光高压汞灯工作线路

当电源中断，灯熄灭后，灯内汞蒸汽压力很高，在灯未冷却前，相应的点燃电压也很高，所以当再接入电源时，灯不能立即启点，通常需要间断  $5\sim 10$  分钟，待灯管冷却，灯内汞蒸汽凝结后才能再启动。

#### 3.3.2 使用注意事项

(1) 电源电压如突然降低超过  $5\%$ ，可能造成灯泡自行熄灭。电源电压的变化对 400 瓦荧光高压汞灯光电参数的影响见图 39-2-6。

(2) 灯可在任意位置点燃，但水平点燃时，光通

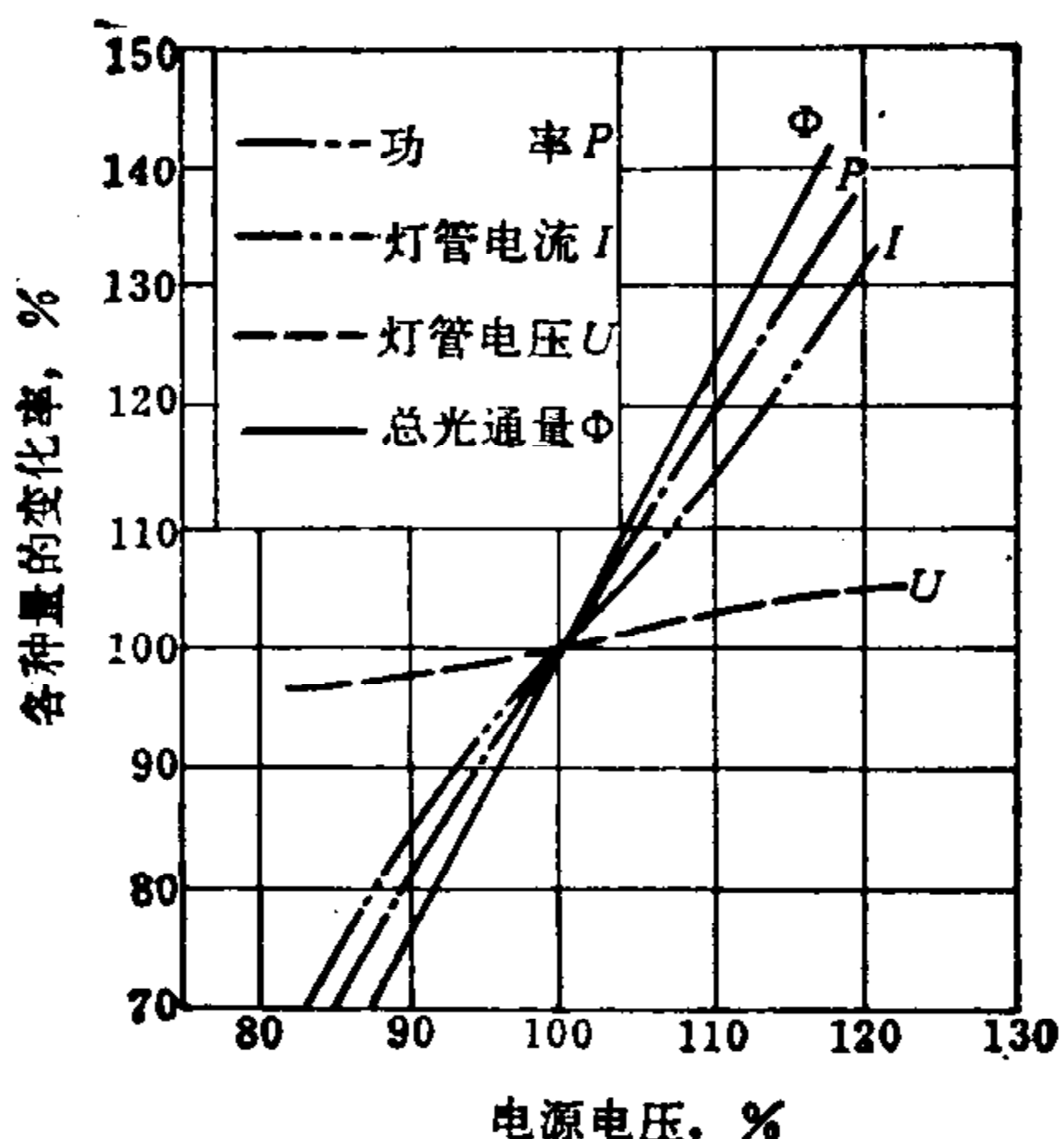


图 39-2-6 电源电压变化对 400 W 荧光高压汞灯光电参数的影响

输出将减少 7%，且灯容易自熄。

(3) 外玻壳破碎后，灯虽仍能点亮，但大量紫外线辐射将灼伤人眼和皮肤。

(4) 外玻壳温度较高，配用的灯具必须考虑具有良好的散热条件，否则会影响灯的性能和寿命。

(5) 灯管必须与相应规格的镇流器配套使用，否则会缩短灯的寿命或造成启动困难。

(6) 再启动时间长，不能用于有迅速点亮要求的场所。

(7) 破碎灯管要及时妥善处理，防止汞害。

### 3.4 高压钠灯

高压钠灯是利用高压钠蒸汽放电，其辐射光的波长集中在人眼感受较灵敏的范围内，光效高，寿命长，紫外辐射少，透雾性好。

#### 3.4.1 工作线路

如图 39-2-7 所示，当灯接入电源后，电流流经双金属片 a 和加热线圈 b，使双金属片受热后由闭合状态而断开，在镇流器 L 两端产生的脉冲高压，使灯点燃。灯启点后，放电的热量使双金属片保持在断开状态。高压钠灯由点亮到稳定工作约需 4~8 分钟。高压钠灯的镇流器也可借用相同规格的荧光高压汞灯镇流器，但此时高压钠灯的功率小于额定值，且镇流器容易损坏。

当电源中断，灯熄灭后，即使立即恢复供电，灯也不能立即点燃，约需 10~20 分钟待双金属片冷却

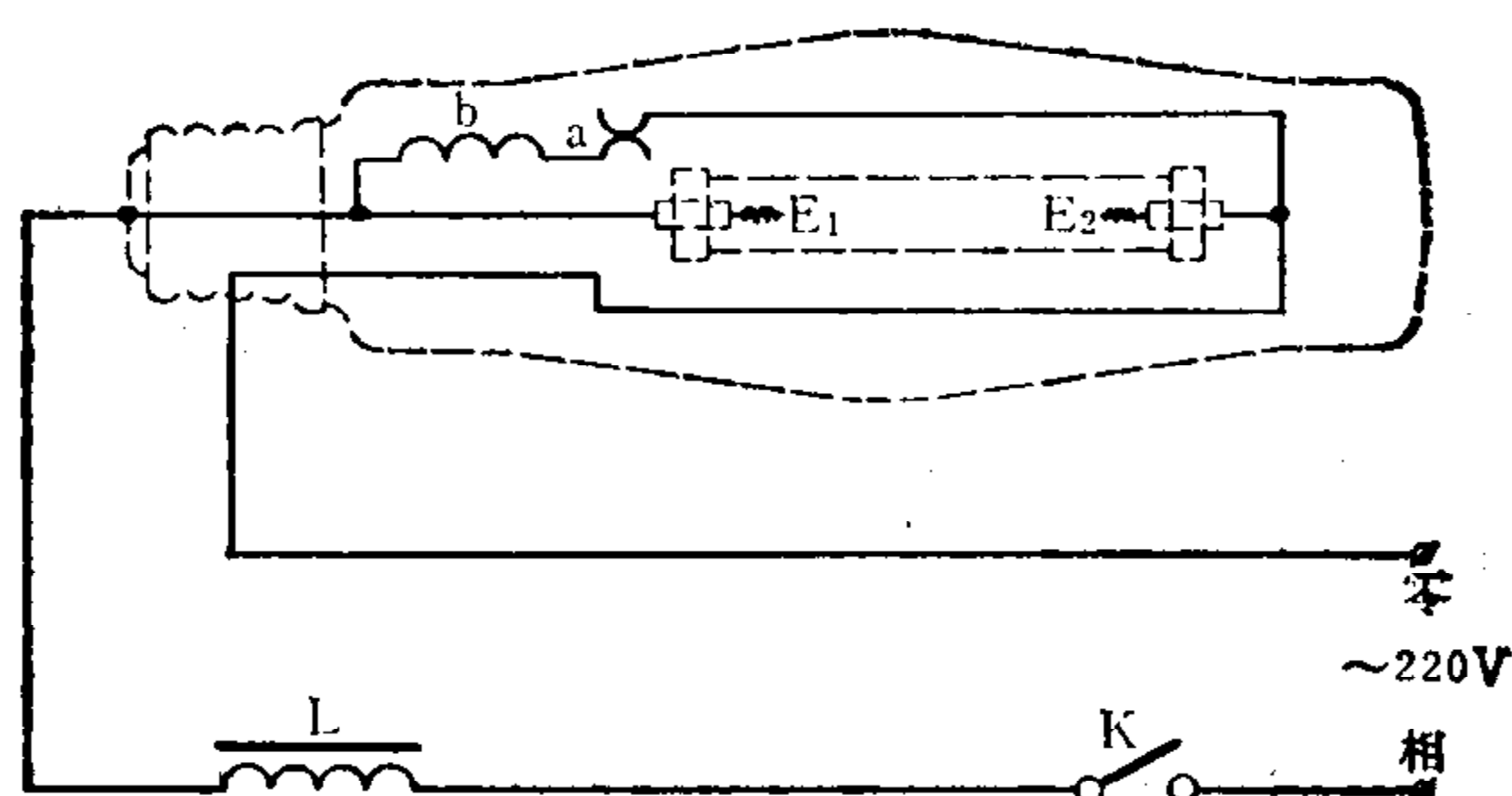


图 39-2-7 高压钠灯工作线路

并回到闭合状态时，才能再启动。

#### 3.4.2 使用注意事项

(1) 电源电压的变化不宜大于  $\pm 5\%$ ，电源电压的变化对 400 瓦高压钠灯光电参数的影响见图 39-2-8 所示。高压钠灯的管压、功率及光通量随电源电压的变化而引起的变化比其它气体放电灯大。当电源电压上升时，由于管压降的增大，容易引起灯自熄。电源电压降低时，光通量将减少，光色变差。

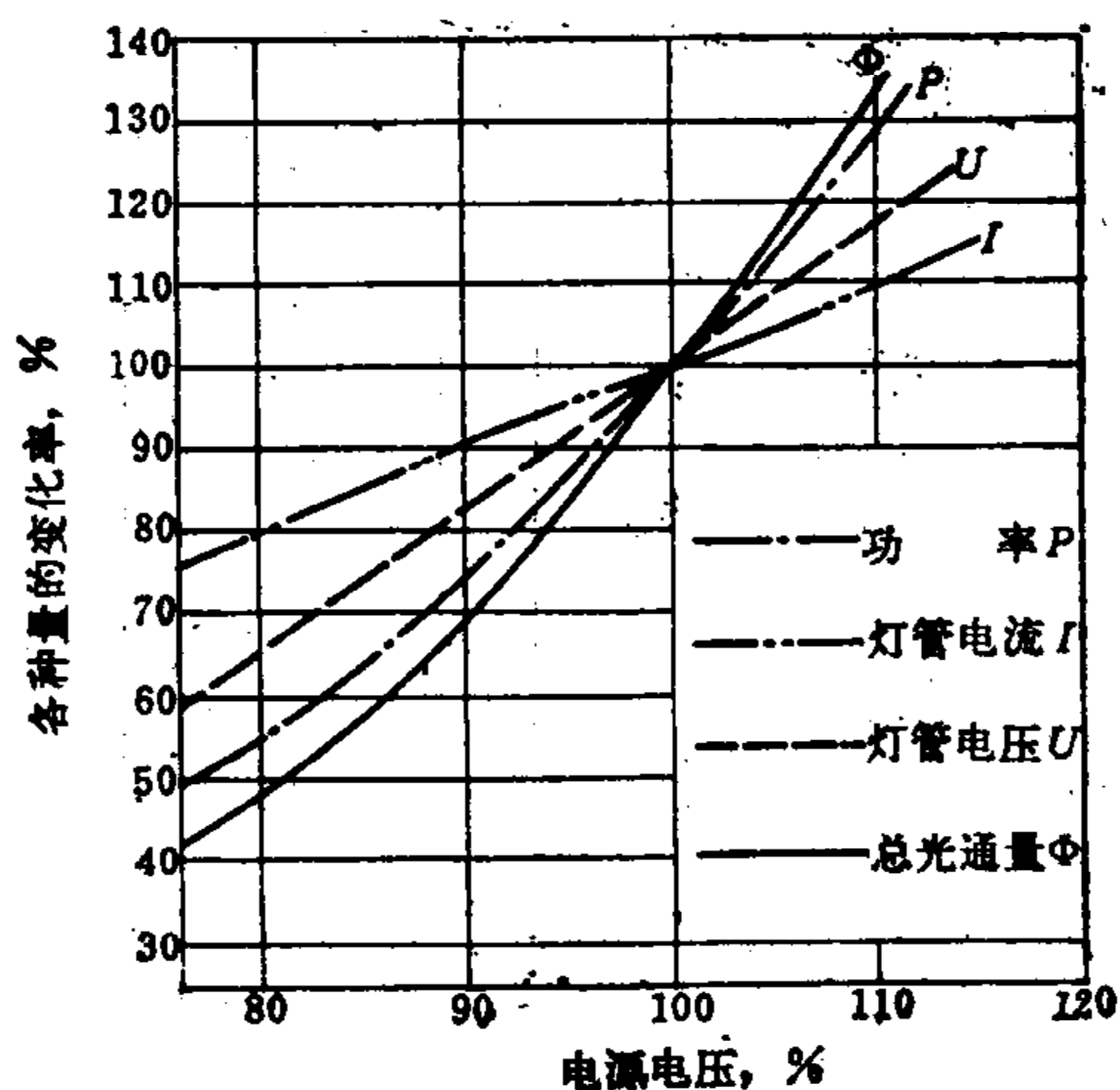


图 39-2-8 电源电压变化对 400 W 高压钠灯光电参数的影响

(2) 灯在任意位置点燃时，光电参数基本不变。

(3) 配套的灯具宜特殊设计，不仅要考虑到由于外玻壳温度很高必须具有良好的散热条件，同时还要考虑高压钠灯的放电管是半透明的，灯具的反射光不宜通过放电管，否则放电管因吸热而温度升高，破坏封接，影响寿命，且易自熄。

(4) 其余的使用注意事项与高压汞灯所列的使用注意事项(5)、(6)、(7)三项相同。



### 3.5 金属卤化物灯

金属卤化物灯是在高压汞灯的基础上为改善光色而发展起来的一种新型光源,不仅光色好,而且光效高。在高压汞灯内添加某些金属卤化物,靠金属卤化物的循环作用,不断向电弧提供相应的金属蒸汽,金属原子在电弧中受激发而辐射该金属的特征光谱线。选择适当的金属卤化物并控制它们的比例,便可制成各种不同光色的金属卤化物灯。

#### 3.5.1 灯的种类及其工作线路

金属卤化物灯的品种较多,目前我们用于照明的有钠铊铟灯和管形镝灯两种。

**a. 钠铊铟灯** ① 400瓦钠铊铟灯的工作线路可参照图 39·2-7,其启动和再启动性能与高压钠灯相似。② 1000瓦钠铊铟灯须加触发器启动,工作线路见图 39·2-9 所示。灯的启动过程为:接通电源,按下触发按钮 K,由于振子触点 J 周期性地吸合、断开, J、C<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 构成一个衰减式振荡回路,其振荡频率由 C<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 决定。B 的次级圈 L<sub>3</sub> 上将感应出 10 千伏的高频高压,灯管在此电压作用下即点燃发光。

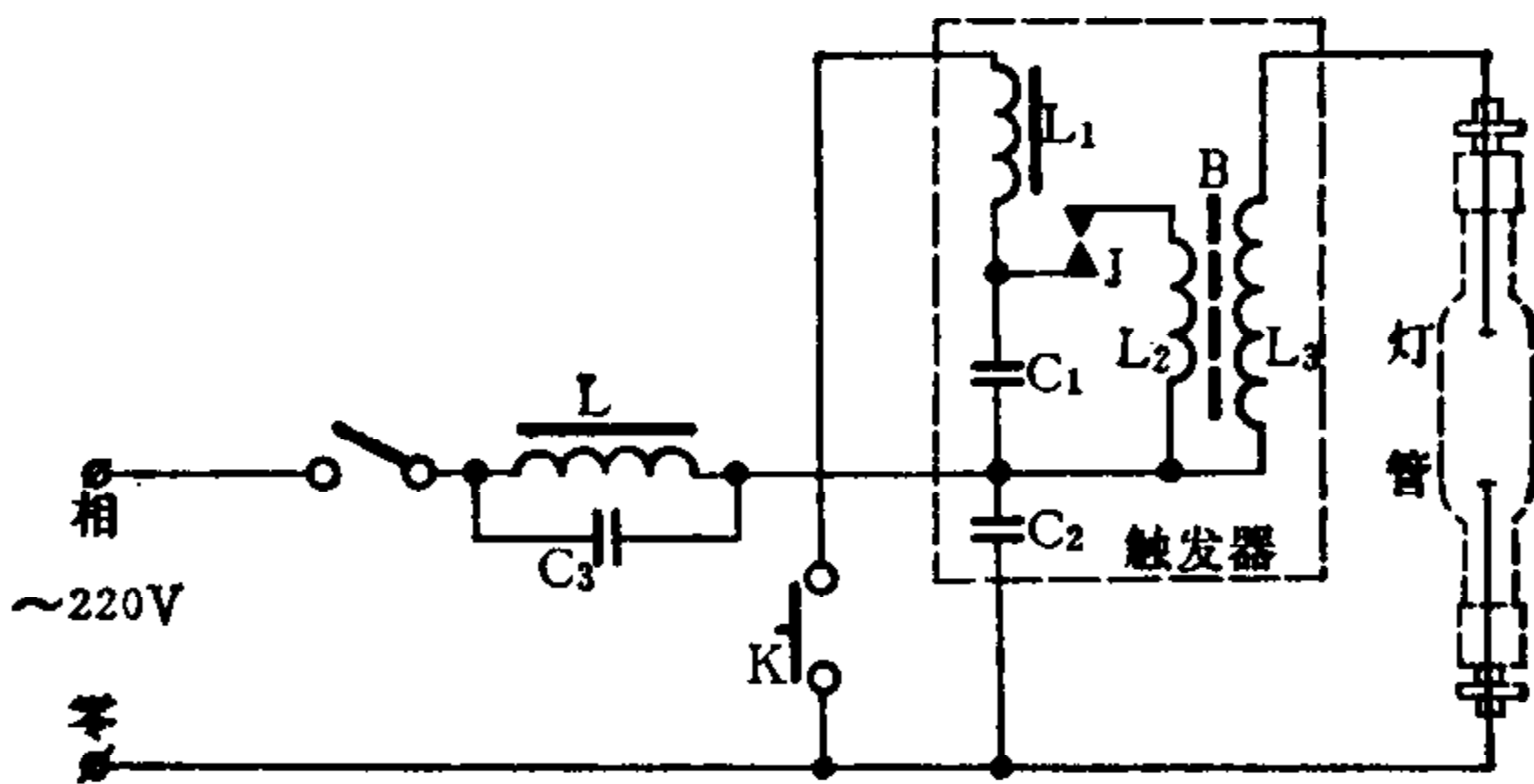


图 39·2-9 1000 W 钠铊铟灯工作线路

L—镇流器 L<sub>1</sub>—振子线圈 B—脉冲变压器  
C<sub>1</sub>—谐振电容 C<sub>2</sub>—高频旁路电容 C<sub>3</sub>—镇流器旁路电容 J—振子触点 K—触发按钮

**b. 管形镝灯(又称日光色镝灯)** 400瓦管形镝灯的工作线路见图 39·2-10。由于碘化镝的引入,使灯管的工作电压和启动电压均升高,因此须采用 380 伏供电,并在灯内装有二个引燃电极 E<sub>3</sub>、E<sub>4</sub>,以改善启动性能。它的启动过程与荧光高压汞灯相似,工作时应匹配与功率相对应的专用镇流器。如用二只 400 瓦荧光高压汞灯用的镇流器串联代用,则实际功率大于额定值。该灯如用 220 伏供电,则需配

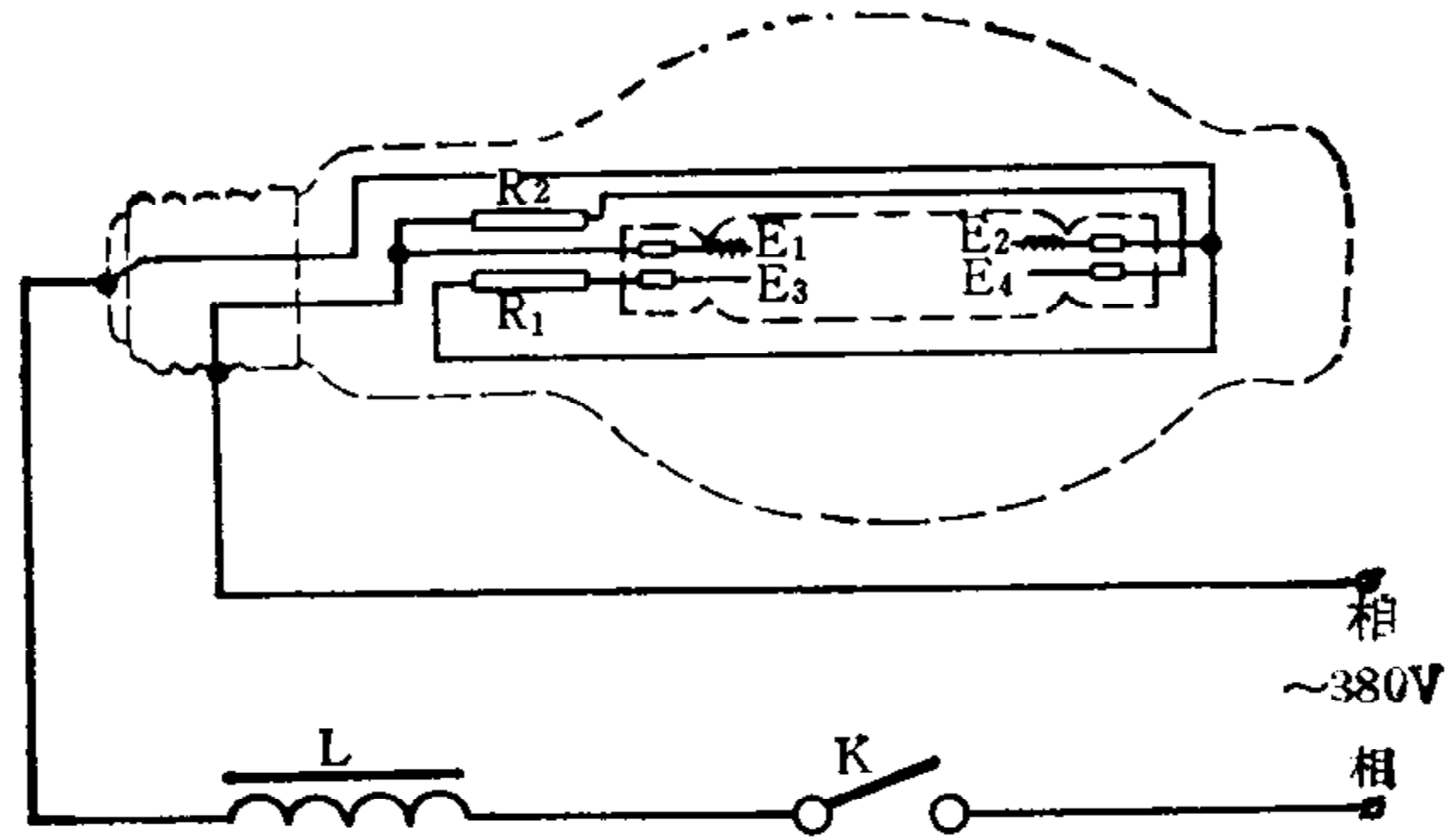


图 39·2-10 管形镝灯工作线路

漏磁升压变压器,才能满足启动及工作要求。

#### 3.5.2 使用注意事项

(1) 电源电压的变化不宜大于  $\pm 5\%$ ,电源电压变化对 400 瓦钠铊铟灯光电参数的影响见图 39·2-11。电源电压变化不但会引起光效、管压等的变化,而且会造成光色的变化。在电源电压变化较大时,灯的熄灭现象也比高压汞灯严重。

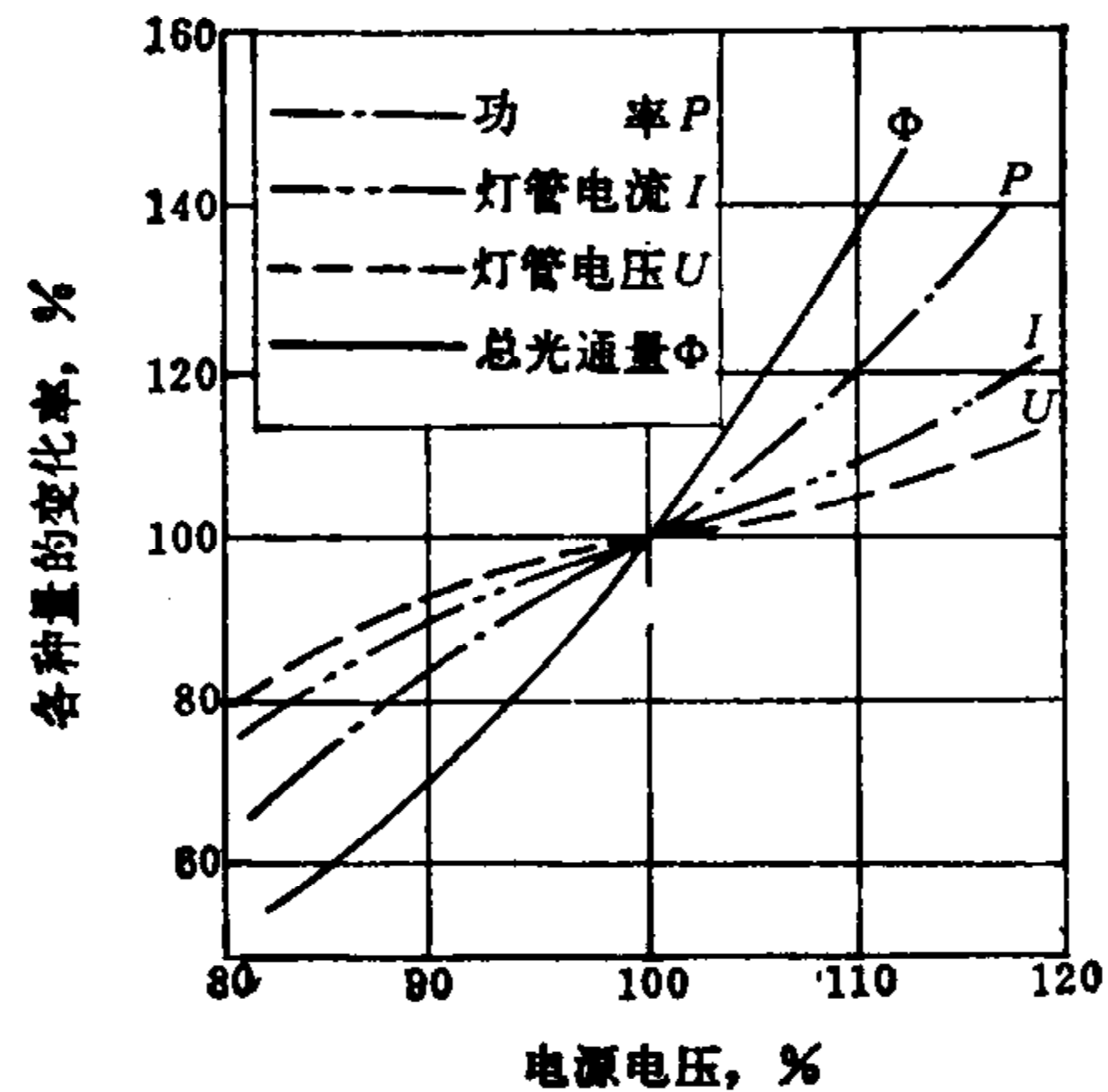


图 39·2-11 电源电压变化对 400 W 钠铊铟灯光电参数的影响

(2) 无外玻壳的金属卤化物灯,由于紫外辐射较强,灯具应加玻璃罩(无玻璃罩时,悬挂高度一般不宜低于 14 米),以防止紫外线灼伤眼睛和皮肤。

(3) 管形镝灯根据使用时置放方向的要求有三种结构形式:水平点燃;垂直点燃,灯头在上;垂直点燃,灯头在下。安装时必须认清灯的方向标记,正确使用,且灯轴中心的偏离不应大于  $\pm 15^\circ$ 。要求垂直点燃的灯,若水平安装会有灯管爆裂的危险。若灯头方向调错,则灯的光色就会偏绿。

(4) 其他使用注意事项与高压汞灯的注意事项(4)、(5)、(6)、(7)四项相同。

(5) 需用触发器启动的金属卤化物灯,其触发器的安装和使用注意事项可参照下面管形汞灯所述。

### 3.6 管形汞灯(又称长弧汞灯)

高压汞气放电时产生的很强的白光接近连续光谱,和太阳光十分相似,故有“小太阳”之称。高压汞气饱和放电具有上升的伏安特性,与金属蒸汽放电不同,因此在正常工作时可不用镇流器,但为了提高电弧的稳定性和改善启动性能,目前小功率管形汞灯(如1500瓦)仍用镇流器。管形汞灯点燃瞬间即能达到80%光通量输出,光电参数一致性好,工作稳定,受环境温度影响小。

#### 3.6.1 灯的点燃

由于管形汞灯在点燃前,管内已具有很高的气压,因此点燃电压高,需要依靠触发器产生脉冲高频高压来点燃。汞灯触发器的形式很多,按其基本原理可归纳为二类:

(1) 变压器火花型触发器。大功率管形汞灯均用此类触发器,如XG-20000型管形汞灯配用的XC-S20A型触发器,它的工作线路见图39-2-12。灯的点燃过程为:按下K,  $B_1$ 次级以3.5~5千伏向  $C_1$ 充电,当  $C_1$ 的电压升高到火花间隙G的击穿电压时,即由  $C_1$ 、G、 $L_3$ 构成衰减式振荡回路,并在  $B_2$ 的次级  $L_4$ 上感应出20~30千伏的高频高压,使灯管起弧。 $C_2$ 的作用是防止高频高压对电网的影响。当灯管容量不同时,所采用触发器的具体线路和元件参数亦有所不同,但其工作原理是相似的。

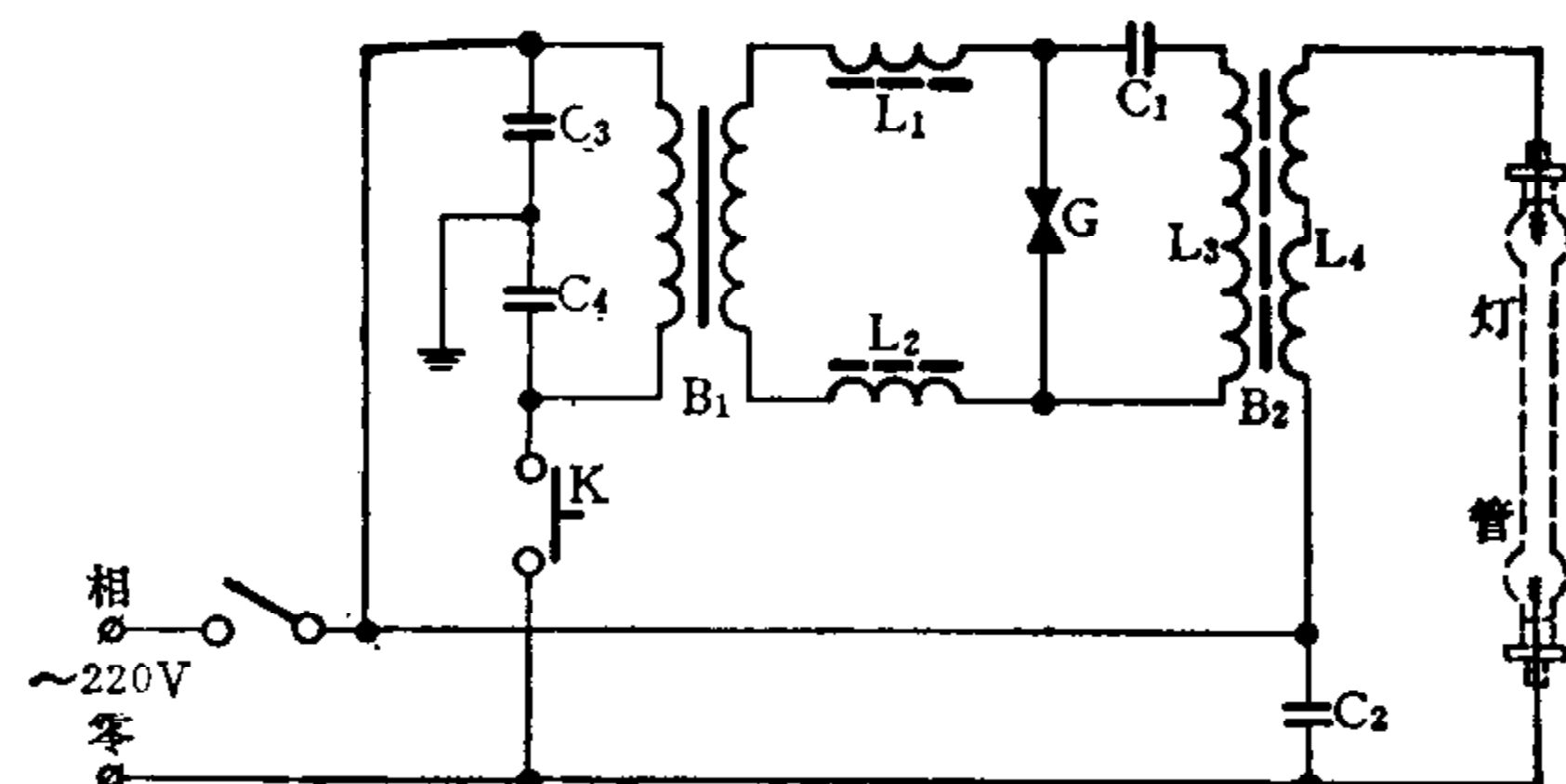


图 39-2-12 XC-S20A 型触发器工作线路

$B_1$ —升压变压器  $B_2$ —脉冲变压器  $L_1, L_2$ —高频扼流圈  
 $C_1$ —谐振电容  $C_3, C_4$ —旁路电容  $K$ —触发按钮  $C_2$ —  
 高频旁路电容  $G$ —可调式火花放电器

(2) 振动子型触发器。小功率管形汞灯启动均用此类触发器,其工作原理可参阅图39-2-9。

#### 3.6.2 使用注意事项

(1) 因有强紫外线辐射、安装高度不宜低于20米。

(2) 电源电压变化不宜大于 $\pm 5\%$ ,否则容易自熄。

(3) 灯管工作温度很高,灯座及灯头的引入线应采用耐高温材料。灯管需保持清洁,以防止高温下形成污点,使灯管降低透明度。

(4) 灯管应水平安装。

(5) 触发器在安装、使用时,应该注意:

1) 触发器应尽量靠近灯管安装,其高频输出线长度不宜超过3米,并不得与任何金属和绝缘差的导体相接触,应保持40毫米距离,防止高频损耗。

2) 触发器工作瞬间将产生数万伏脉冲高压,使用时应注意安全。

3) 触发器为瞬时工作设备,每次触发时间不宜超过10秒,更不允许用任何开关代替触发按钮K,以免造成连续运行,烧坏触发器。当大容量灯管瞬时触发电流很大时,可用接触器主触头并联来代替触发按钮K,但接触器的吸引线圈不能接入自保回路。也可用时间继电器来控制触发时间。

### 3.7 黑光诱虫灯(简称黑光灯)

黑光诱虫灯由黑光荧光灯管、电源设备、灯具及昆虫捕杀装置四部分组成。主要用于捕杀农业害虫和虫情的预测、预报。

#### 3.7.1 黑光荧光灯管

黑光荧光灯管的结构、电气性能及发光原理与照明用荧光灯管相同,仅管壁所涂的荧光粉不同。它能辐射对某些昆虫的视觉神经特别敏感的波长为360毫微米左右的紫外线,以达到诱虫目的。

#### 3.7.2 电源设备

a. 交流供电 交流供电的黑光灯其工作线路和照明用荧光灯相同。

b. 直流供电 在无交流电源的田间,可采用晶体管黑光灯。直流电源有蓄电池、干电池或硅太阳

能电池与蓄电池组合等。直流低电压经晶体管电源变换器变成矩形波高电压,供给黑光荧光灯管。晶体管电源变换器的形式很多,图39·2-13为TH-769型太阳能黑光灯所采用的单管式电源变换器线路。图中,SK为化学电解时间控制器,时控范围0~8小时;K<sub>1</sub>~K<sub>6</sub>为6×3波段开关,1为开路,2为预热灯丝,3为正常工作;B为脉冲变压器,L<sub>1</sub>45匝,L<sub>2</sub>750~1000匝,L<sub>3</sub>30匝。由BG、R、C<sub>2</sub>、B组成变压器耦合的自激振荡器,输出近似于矩形波高电压。化学电解时间控制器SK可根据需要调节电解液液面的高低,控制电源变换器的工作时间,以达到

半夜自动闭灯的目的。

### 3.7.3 灯具及昆虫捕杀装置

最简单的黑光诱虫灯是由灯管、附件、支架、玻璃挡板和防雨顶罩等组成,如图39·2-14。捕杀装置一般采用在灯下安放一个杀虫水盆,盆内放煤油或杀虫剂。701型、732型交流黑光灯和TH-769型太阳能黑光灯均采用此类捕杀装置。在有条件的地方也可采用高压电网杀虫,但使用时必须采取安全措施。

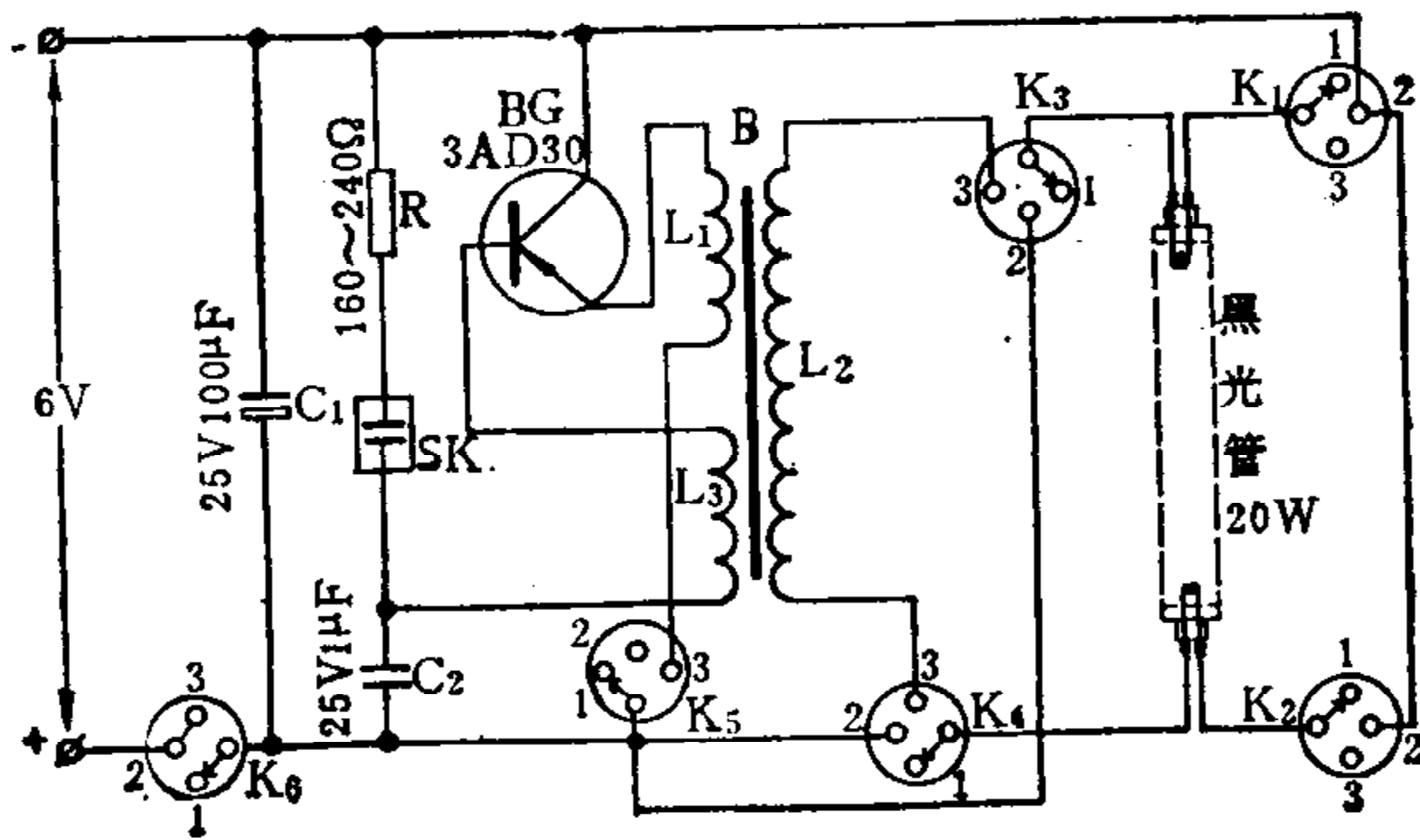


图 39·2-13 单管式电源变换器线路

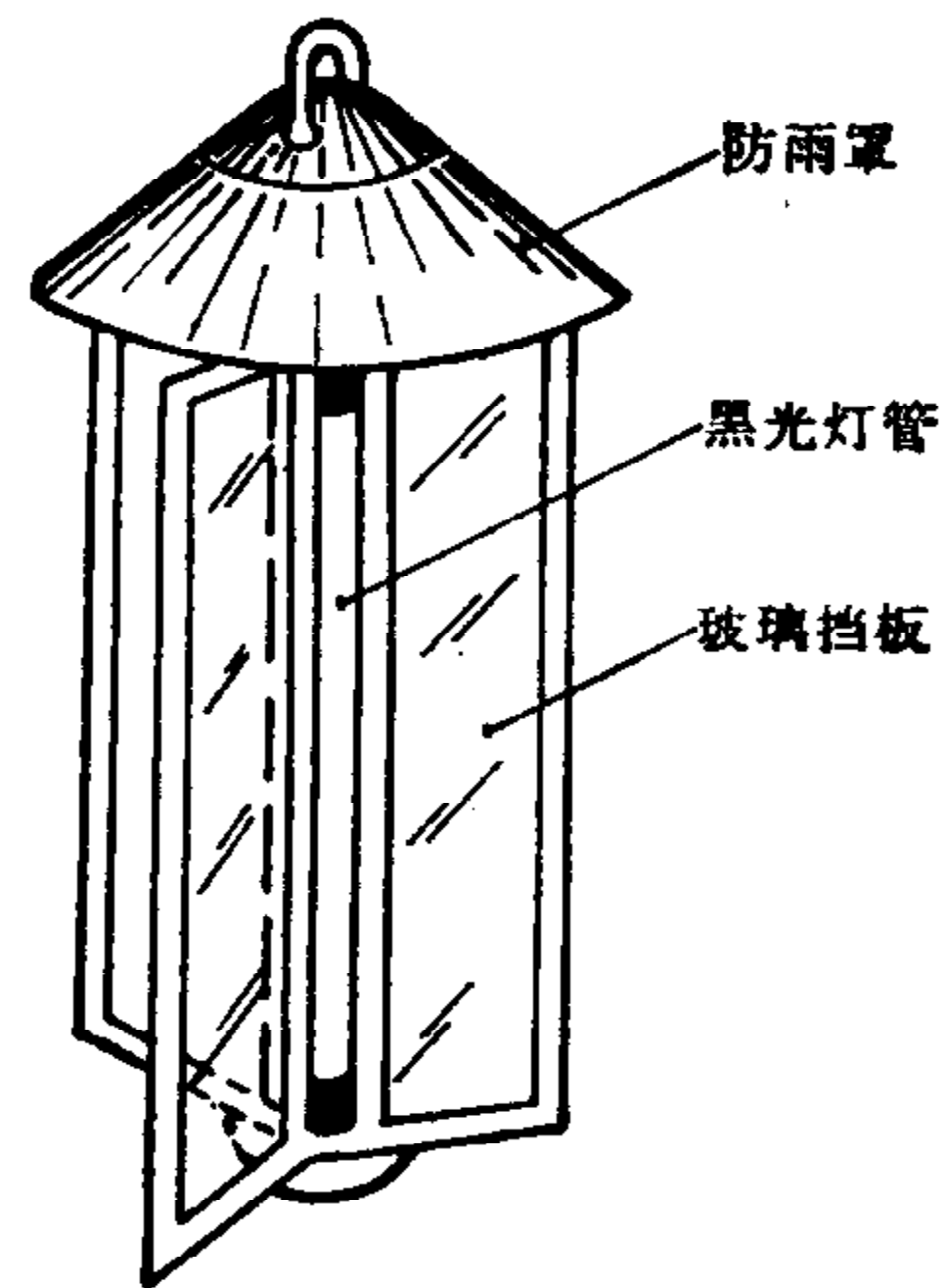


图 39·2-14 黑光诱虫灯

表 39·2-2 管形照明卤钨灯的技术参数

序号	灯管型号	额 定 值			色 温 K	一般显 色指数 R <sub>a</sub>	平 均 寿 命 h	主要尺寸 mm		安 装 方 式
		电 压 V	功 率 W	光通量 lm				D (不大于)	L	
1	LZG220-500	220	500	9750	2700 至 2900	95 至 99	1500	12	177	夹 式
2	LZG220-1000		1000	21000					210±2	顶 式
3	LZG220-1500		1500	31500				293±2	夹 式	
			2000	42000				310	顶 式	
4	LZG220-2000	110	500	10250	13.5	1500	12	293±2	顶 式	
5	LZG110-500							2000	42000	310
									123±2	顶 式

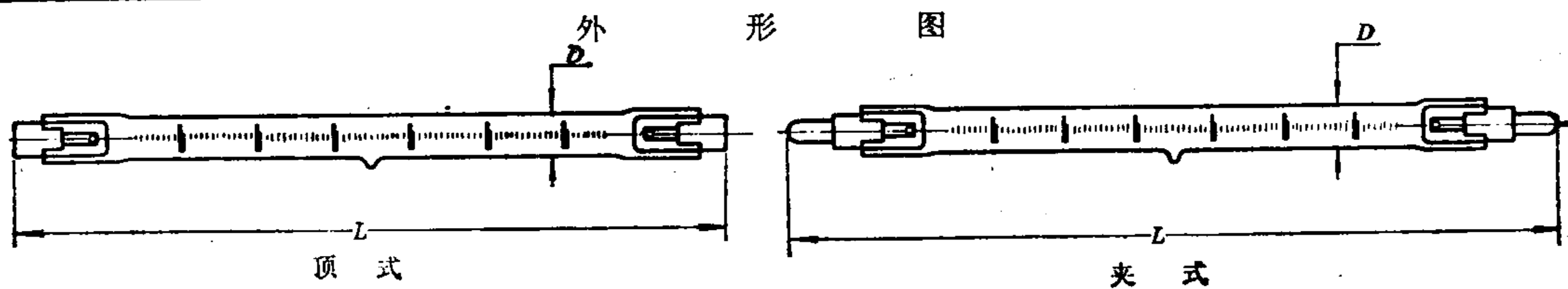
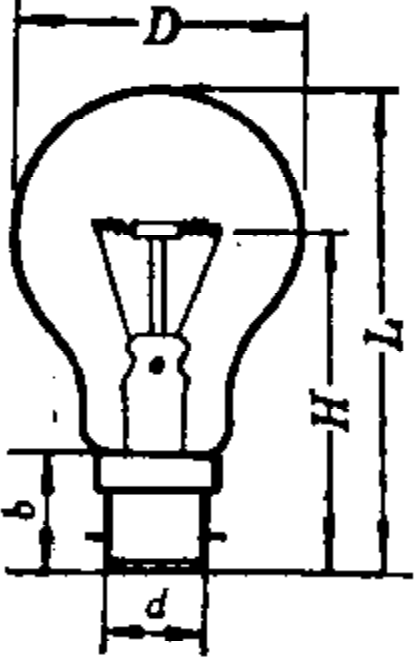
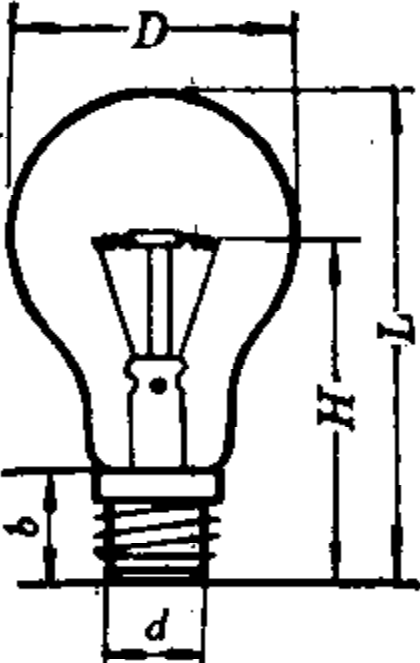


表 39.2-3 普通照明灯泡及局部照明灯泡的技术参数

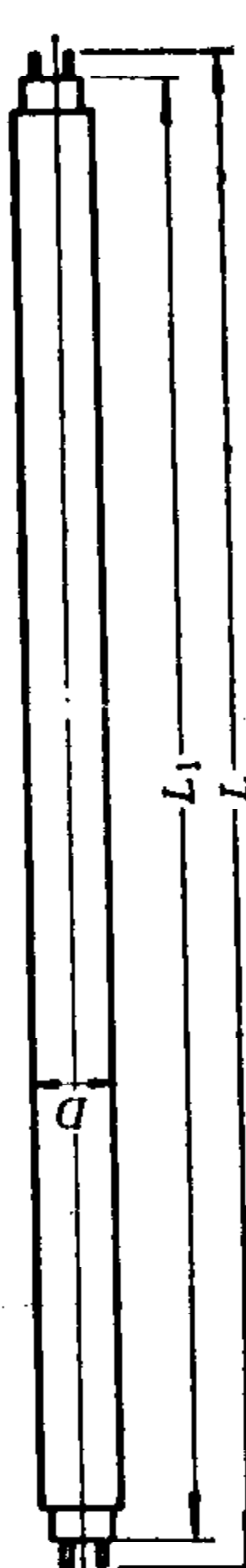
序号	灯泡型号	额定值			外形及主要尺寸 mm						灯头型号					
		电压 V	功率 W	光通量 lm	外形图	D (不大于)	螺旋式灯头		插口式灯头							
							L	H	L	H						
1	PZ220-15	220	15	110		61	110	—	108.5	—	E27/27 或 B22d/ 25×26					
2	PZ220-25		25	220												
3	PZ220-40		40	350												
4	PZ220-60		60	630												
5	PZ220-100		100	1250												
6	PZ220-150		150	2090							81	175	130±5	—	—	E27/ 35×30
7	PZ220-200		200	2920												
8	PZ220-300		300	4610												
9	PZ220-500		500	8300												
10	PZ220-1000		1000	18600							111.5	240	180±5	—	—	E40/45
11	JZ6-10	6	10	120		61	110	77±3	—	—	E27/27					
12	JZ6-20		20	260												
13	JZ12-15	12	15	180												
14	JZ12-25		25	325												
15	JZ12-40		40	550												
16	JZ12-60		60	850												
17	JZ36-15	36	15	135												
18	JZ36-25		25	250												
19	JZ36-40		40	500												
20	JZ36-60		60	800												
21	JZ36-100		100	1550												

- 注: 1. PZ型为普通照明灯泡, JZ型为局部照明灯泡。  
 2. 灯泡平均寿命为 1000 小时; 色温约为 2400~2900 K; 一般显色指数  $R_a=95\sim99$ 。  
 3. 灯泡的玻璃可根据用户的需要制成磨砂、乳白色或内涂白色的玻璃, 其光通量较上表有所降低: 磨砂玻璃壳低 3%; 内涂白色玻璃壳低 15%; 乳白色玻璃壳低 25%。  
 4. 功率为 150 W 和 200 W 的灯泡可用插口式灯头。  
 5. JZ 型局部照明灯泡可根据用户要求采用 B22d/25×26 型灯头。  
 6. 除表列规格外, 尚有额定电压为 24 V, 127 V, 230 V, 240 V 等各种规格。  
 7. 灯头型号说明: E—螺旋式灯头; B—插口式灯头。例如 E27/35×30, 表示螺旋式灯头  $d=27$  mm;  $b=35$  mm; 灯头的裙边直径(灯头与玻璃壳联接处)为 30 mm。

表 39-2-4 直管形荧光灯及其配套镇流器、启辉器的技术参数

序号	灯管额定技术参数										镇流器技术参数										功率因数 $\cos\phi$
	灯管型号	功率 W	电源电压 V	工作电压 V	工作电流 mA	启动电压 V	预热电流 mA	光通量 lm	寿命 h	外形尺寸 (最大值) mm			灯头型号	配用灯管功率 W	工作电压 V	工作电流 mA	启动电压 V	启动电流 mA	最大功率损耗 W		
1	YZ6RR	6	~220	50	140		180	160	1500	D	L	L <sub>1</sub>	G5	6	203	140-5		180-10	4.5	0.34	
2	YZ8RR	8		60	150		200	250		16	302.4	288.1		8	200	150-10		190-10		0.38	
3	YZ15RR	15		51	330		500	450	3000		451.6	437.4		15	202	330-30		440-30		0.32	
4	YZ20RR	20		57	370	190	550	775		40.5	604.0	589.8		20	196	370-30	215	460-30	8	0.35	
5	YZ30RR	30		81	405		620	1295	5000		908.8	894.6	G13	30	186.3	405-30		560-30		0.43	
6	YZ40RR	40		103	430		650	2000						40	167.7	430-30		650-30	9	0.52	
7	YZ100RR	100		92	1500		1800	4400	2000		1213.6	1199.4		100	185	1500-100		1800-100	20	0.37	

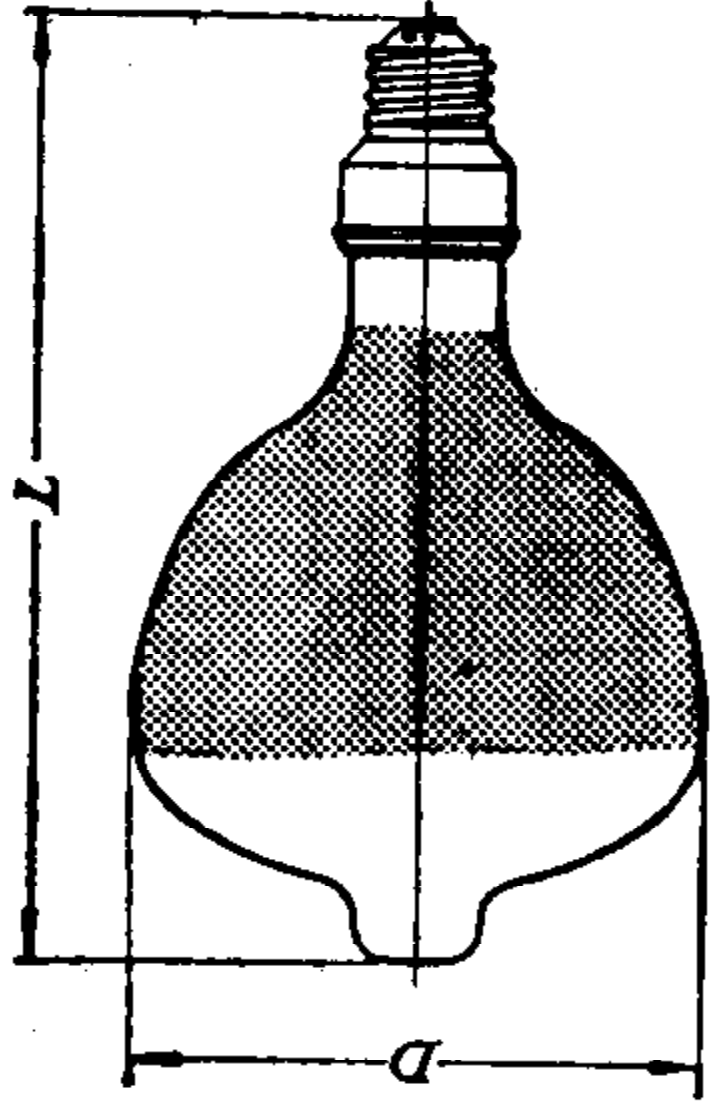
灯管外形图	启辉器技术参数				镇流器技术参数			
	配灯功率 W	额定电压 V	正常启动速度 电压 V / 时间 s	欠压启动速度 电压 V / 时间 s	启动电压 V	启动电流 mA	最大功率损耗 W	使用寿命 次
	4~8							
	15~20	220	1~4	180	小于 15	大于 135	5000	
	30~40	220	1~4	200	2~5			

注: 1. 灯管可根据用户对光色的不同要求, 制成日光色、暖白色、冷白色、蓝色、绿色、粉红色等, 也可根据装饰的需要制成 U 形、环形及曲线形等。目前使用最广泛的是日光色荧光灯, 上表所列日光色直管形荧光灯之参数, 其余各种荧光灯之光通量与表列数值略有差异。  
 2. 日光色荧光灯之色温为 6500 K, 一般显色指数  $R_a = 70 \sim 80$ ; 冷白色色温为 4300 K; 暖白色色温为 2900。  
 3. 除表列规格外, 尚有额定功率为 12 W、65 W、85 W、125 W 及 200 W 等产品。

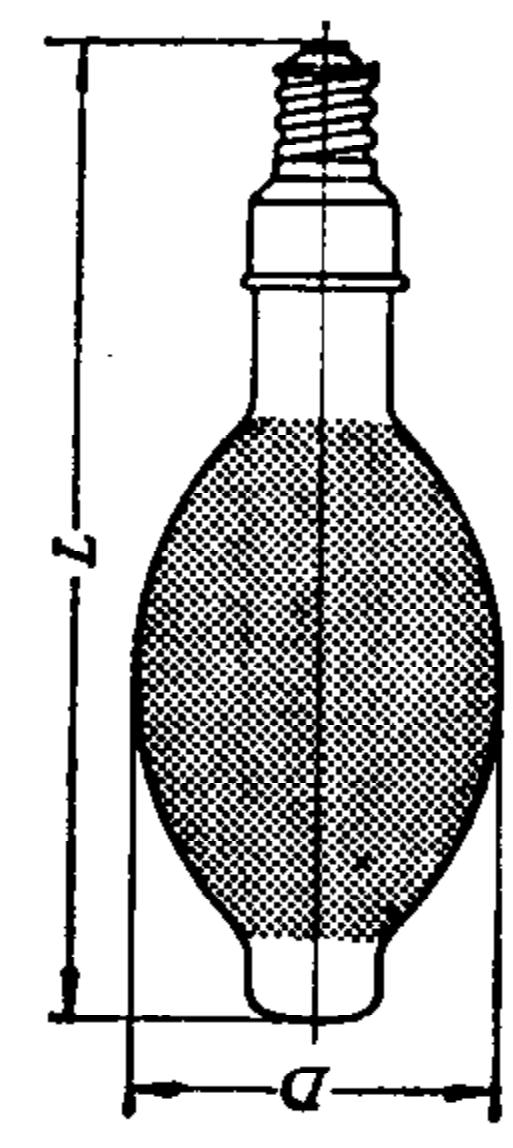
表 39-2-5 高压汞灯及其配套镇流器的技术参数

序号	灯			泡										镇流器					功率因数 $\cos\phi$				
	灯泡型号	额定功率 W	电源电压 V	工电压 V	工作电流 A	启动电压 V	启动电流 A	光通量 lm	启动时间 min	再启动时间 min	色温 K	一般显色指数 $R_a$	平均寿命 h	主要尺寸 mm	灯头型号	配用灯管功率 W	工作电压 V	工作电流 A		启动电流 A	阻抗 $\Omega$	最大功耗 W	
1	GGY50	50		95±15	0.62		1.0	1575					3500	56	E27/27	50	177	0.62 ±0.05	1.0	285	10	0.44	
2	GGY80	80		110±15	0.85		1.3	2940					5000	71	E27/30	80	172	0.85 ±0.06	1.30	202	16	0.51	
3	GGY125	125		115±15	1.25		1.8	4990					5000	81	E27/35	125	168	1.25 ±0.10	1.80	134	25	0.55	
4	GGY175	175		130±15	1.50		2.3	7350	5~10	5500			5000	91	E40/45	175	150	1.50 ±0.12	2.30	100	26		
5	GGY250	250		135±15	2.15		3.7	11025	4~8		30~40	6000		122	E40/75	250	146	2.15 ±0.15	3.70	70	38	0.61	
6	GGY400	400	~220	135±15	3.25	180	5.7	21000						182	E40/75	400	146	3.25 ±0.25	5.70	45	40		
7	GGY1000	1000		145±15	7.50		13.7	52500					5000		E40/75	1000	139	7.50 ±0.60	13.7	18.5	100	0.67	
8	GYF400	400		135±15	3.25		5.7	16500							E40/75	400	146	3.25 ±0.25	5.70	45	40		
9	GYZ160	160			0.75		0.95	2560						81	E27/30								
10	GYZ250	250			1.20		1.70	5500	3~6	4400		3000		91	E40/45								
11	GYZ450	450			2.25		3.50	13000						122	E40/75	400	146						

无 外 镇 流 器 0.9



GYF 型



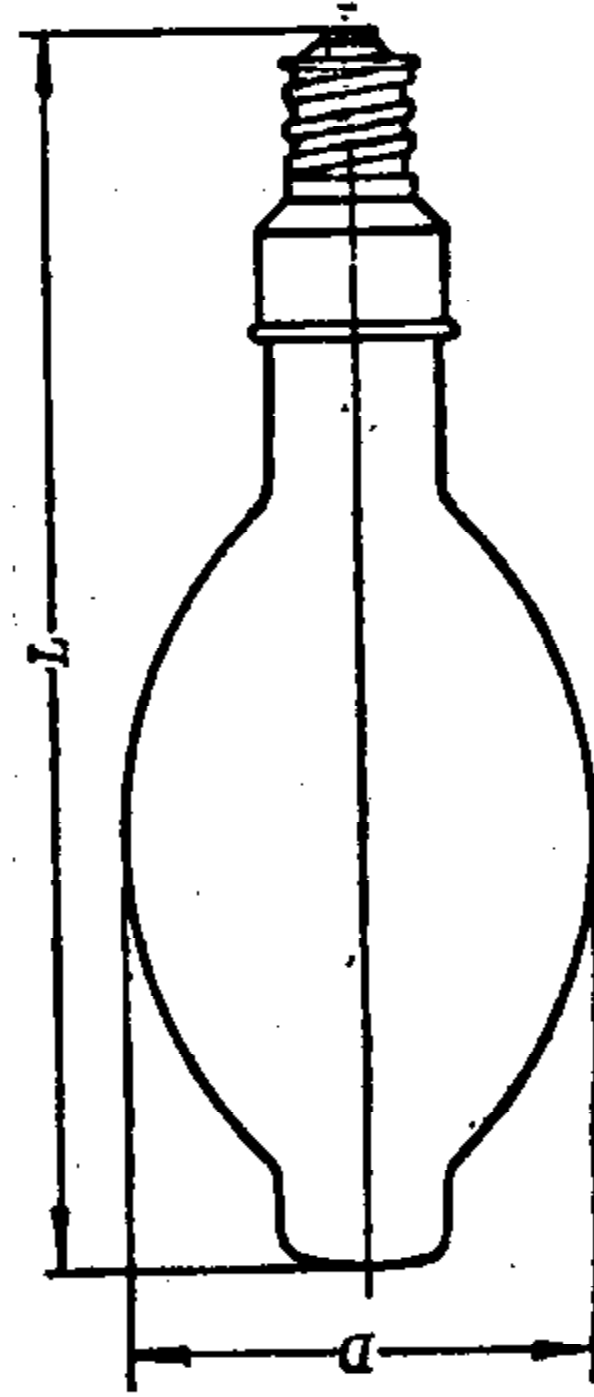
GGY, GYZ 型

灯泡外形图

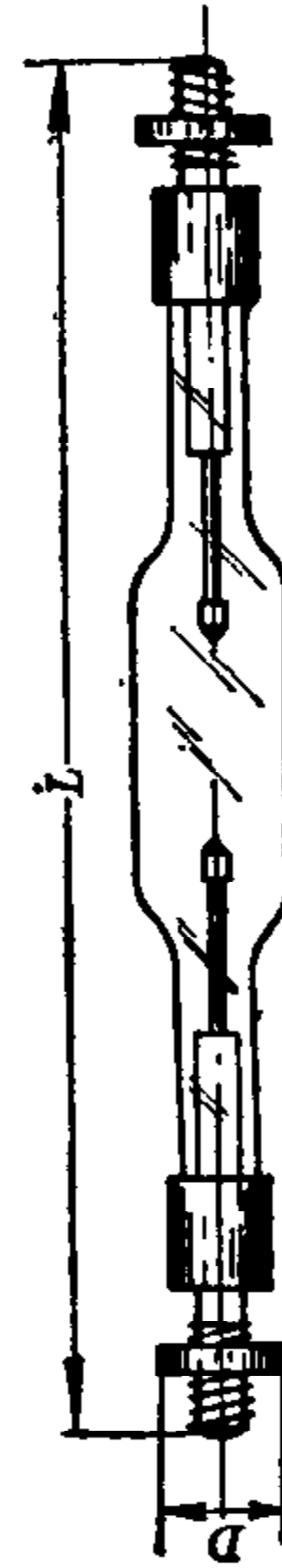
注: 1. GGY 型为荧光高压汞灯; GYF 型为反射型荧光高压汞灯; GYZ 型为自镇流荧光高压汞灯。  
 2. GGY 型荧光高压汞灯的红色比(%)额定值为 10。 3. 灯泡的灭弧电压不大于 198 V。

表 39.2-6 金属卤化物灯和高压钠灯的技术参数

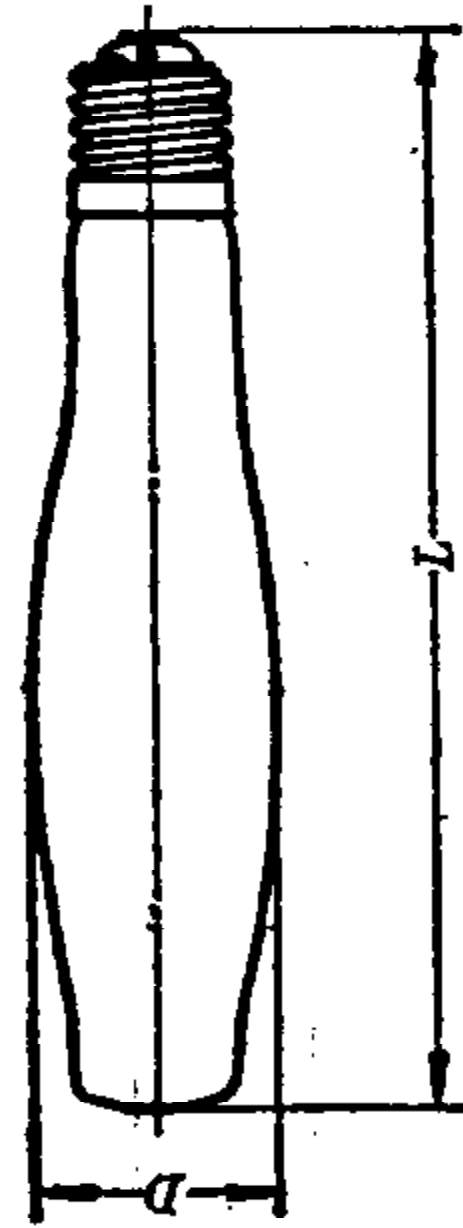
序号	名称	型号	额定功率 W	电源电压 V	工作电压 V	工作电流 A	启动电压 V	启动电流 A	启动时间 min	再启动时间 min	光通量 lm	色温 K	一般显色指数 $R_g$	主要尺寸 mm		灯头型号	功率因数 $\cos\phi$	平均寿命 h	燃点位置	备注
														D	L					
1	高压钠灯	NG250	250	~220	100±15	3.0	180	5.2	10~20	22500	2000~2400	20~25	61	245±5	E40/45	0.44	3000	任意	当分别采用 250 W、400 W 高压汞灯镇流器时, 实际功率分别为 215 W、360 W	
2		NG400	400		4.6	6.7	6.7	275±5												
3	钠铊钨灯	NTY400	400	~220	125±15	3.25	205	5.7	4~8	28000	5000~6500	65~70	91	227±7	夹式	0.61	1000	垂直	配用 400W 高压汞灯镇流器	
4		NTY1000	1000		10	15	23	200												
5	管形钠灯	DDG250	250	~380	220±20	1.25	350	2.5	10~15	18000	6500	80	91	230±7	E40/45	0.61	1500	垂直±15°	当 DDG400 型灯采用二只 400 W 高压汞灯镇流器时实际功率均为 480 W	
6		DDG400	400		2.75	4.2	122	292±10						E40/75×54						0.54
7	管形钠灯	DDG1000	1000	~380	140±20	8.5	—	13.5	5~10	76000	—	—	80	430	E40/75×64	0.6	—	水平	1. 须配专用触发器和镇流器 2. 采用热启动触发器时可瞬时点亮	
8		DDG2000	2000		10.3	16	111	440												
9		DDG3500	3500		18	28	122	485												



DDG400:NTY400型



NTY-1000型



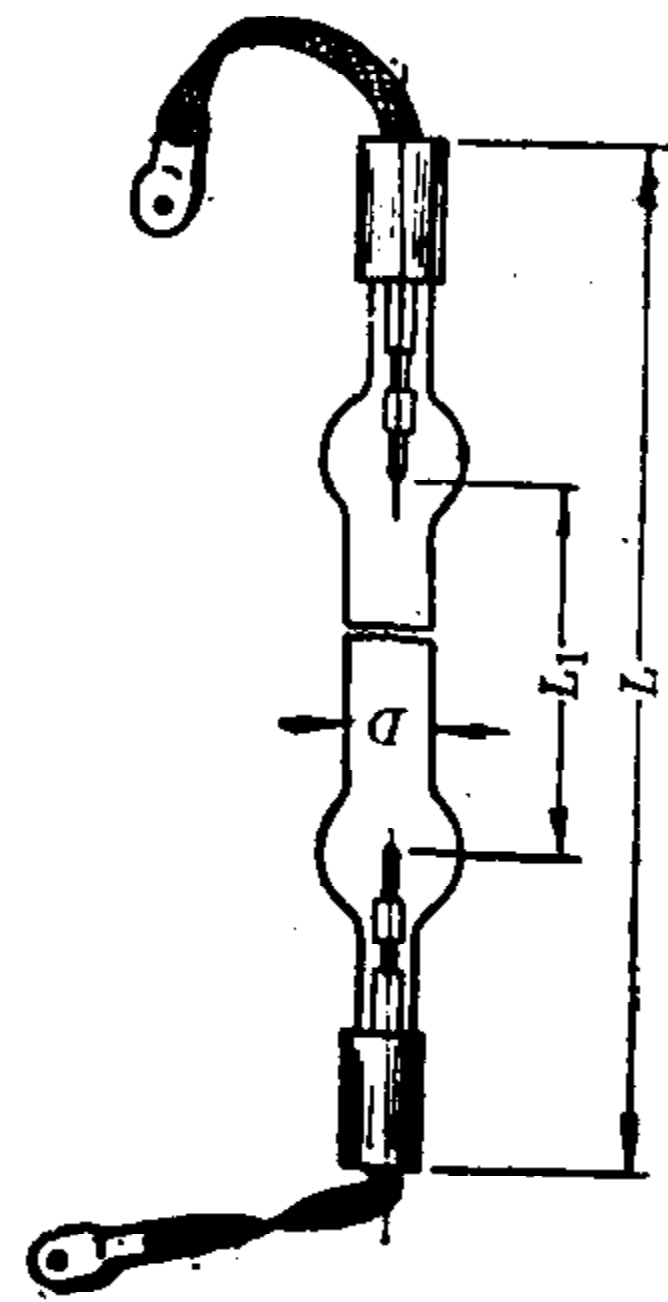
NG250:NG400型

外形图

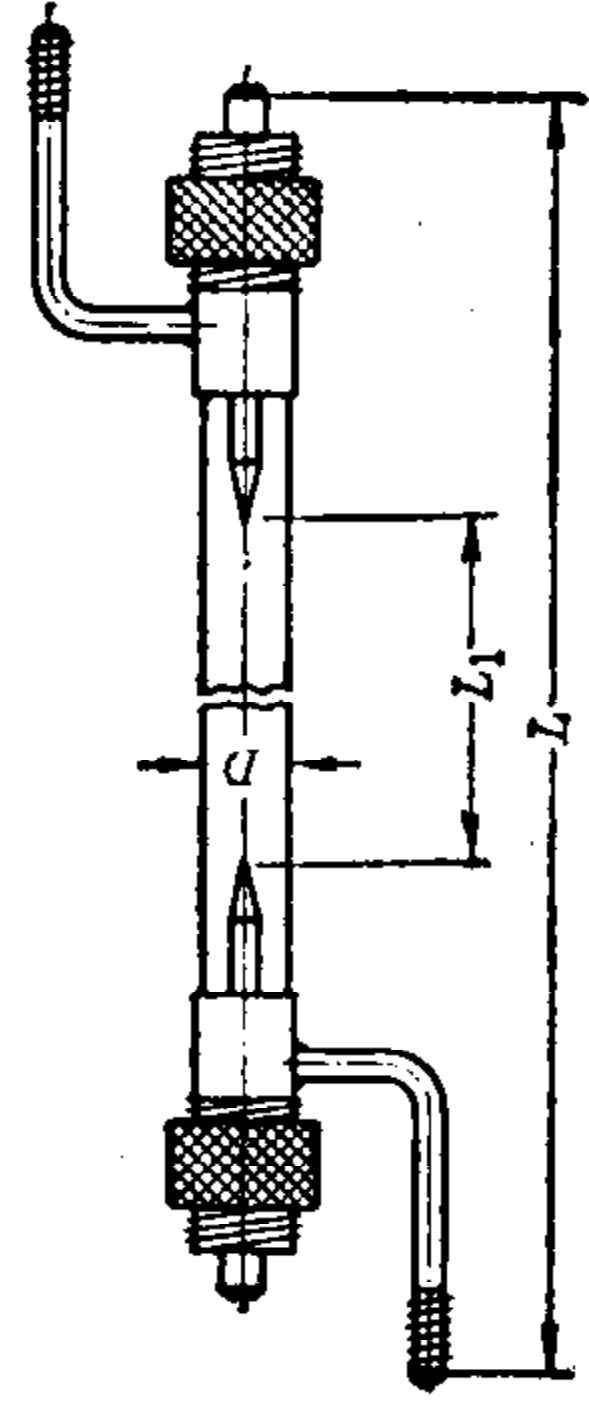
注: 1. 金属卤化物灯和高压钠灯是近年试制的二类很有发展前途的光源, 其各种性能指标尚在不断增高, 品种规格也在不断增加, 上表所列是目前已有的品种规格和已达到的指标。  
2. DDG400 型灯有垂直±15°燃点和水平±30°燃点两种产品。

表 39.2.7 管形氙灯及其配用的触发器的技术参数

序号	灯管技术参数										触发器技术参数				功率因数 $\cos\varphi$	
	灯管型号	额定功率 W	电源电压 V	工作电压 V	工作电流 A	光通量 lm	平均寿命 h	主要尺寸 mm			触发器型号	输入电压 V	主要尺寸 mm			
								外径 D	全长 L	发光体长度 $L_1$			长	宽		高
1	XG1500	1500	60	20	30000	32	350	110	32	350	110	XC-S1.5A	170	115	53	0.9
2	XG3000	3000	220	13~18	72000	15±1	700	590	15±1	700	590	XC-3A	255	300	130	
3	XG6000	6000	220	24.5~30	144000	21±1	1000	800	21±1	1000	800	SQ-10	450	450	350	
4	XG10000	10000	220	41~50	270000	26±1	1500	1050	26±1	1500	1050	XC-10A	410	210	250	
5	XG20000	20000	380	84~100	580000	38±1	1800	1300	38±1	1800	1300	XC-S20A	500	250	250	
6	XG20000	20000	380	47.5~58	580000	28±1	2500	2000	28±1	2500	2000	SQ-20	450	450	350	
7	XG50000	50000	220	118~145	1550000	45±1	3400	2700	45±1	3400	2700	SCH-50	240	205	125	
8	XSG4000	4000	220	15~20	140000	25±3	450±10	250	25±3	450±10	250	DWC-3	240	205	125	
9	XSG6000	6000	220	23~31	220000	25±3	450±10	250	25±3	450±10	250	DWC-3	240	205	125	



XG型



XSG型

外形图

注: 1. XG 型为管形氙灯, XSG 型为管形水冷氙灯。 2. 氙灯的颜色为 5500~6000 K, 一般显色指数  $R_a=90\sim94$ 。



3.7.4 使用注意事项

- (1) 移动或检修灯具时必须切断电源。
- (2) 交流供电时灯具的金属外壳应予接零。
- (3) 3瓦黑光荧光灯管外玻壳破碎后,内管带电,严禁触及。
- (4) 黑光灯宜高出庄稼0.5米,安装在路边、田基等处。杀虫水盆口宜与庄稼一样高。
- (5) 变换器的输出功率和灯管功率必须匹配。
- (6) 黑光荧光灯管有强紫外线辐射,不能长时

间近距离直视灯管。

- (7) 其他使用注意事项与荧光灯使用注意事项(3)、(4)、(5)三项相同。

4 常用照明电光源及配套附件的技术参数

为了便于选用,将常用照明电光源及配套附件的型号、规格、主要尺寸和光电参数按光源分类,列于表39.2-2~表39.2-7,黑光荧光灯管的光电参数列于表39.2-8。表列参数系摘自有关生产厂产品目录。

表 39.2-8 黑光荧光灯管的技术参数

序号	灯管型号	额定功率 W	电源电压 V	工作电压 V	工作电流 mA	启动电流 mA	平均寿命 h	主要尺寸 mm			灯头型号
								D	L	L <sub>1</sub>	
1	YHG8	8	~220	65	145±5	220	2000	15.5±0.8	301±1	285±1	2RC-14
2	YHG20	20		60	350	460		38	604	589	2RC-35
3	YHG40	40		108	410	650			1215	1200	

The diagram shows a horizontal fluorescent tube with two pins at each end. Dimension lines indicate L<sub>1</sub> as the length of the tube excluding the pins, and L as the total length including the pins.

## 第3章 照 明 器

照明器是光源与灯具的组合。灯具的作用是固定光源,把光源的光能分配到需要的方向,防止光源引起的眩光以及保护光源不受外力、潮湿及有害气体的影响。灯具结构应便于制造、安装及维护,外形要适当考虑美观。

### 1 照明器的特性

照明器的特性通常以光强分布曲线、保护角和效率三项指标来表示。

#### 1.1 光强分布曲线(即配光曲线)

光强分布曲线用于表示照明器光强空间分布特性,可根据它合理选择及布置照明器,并进行照明计算。

##### 1.1.1 极坐标光强分布曲线

在通过光源中心的测光平面上,测出照明器在

不同角度的光强值。从某一给定的方向起,以角度为函数,将各个角度的光强用矢量标注出来,连接矢量顶端的曲线就是照明器的极坐标曲线。对于有旋转对称轴的照明器,在与轴线垂直的平面上各个方向的光强值相等,因此只用通过轴线的一个测光面的光强分布曲线就能说明其空间光强分布,称为对称配光,如图39.3-1a。对于非对称的照明器则要选择若干测光平面,以一组光强分布曲线表示其空间光强分布,这种称为非对称配光,如图39.3-1b。

为了便于比较照明器的配光特性,通常将光源化为1000流明光通量的假想光源来绘制光强分布曲线,当被测光源不是1000流明时,可用下式换算:

$$I_{\theta} = \frac{1000}{\Phi} I'_{\theta} \quad (39.3-1)$$

式中  $I_{\theta}$ ——换算成光源的光通量为1000流明时  $\theta$  方向上的光强 cd