

电机工程手册

第39篇 电气照明

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社

73.21073
210
39:2

电机工程手册

第39篇 电气照明

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会



机械工业出版社

本篇主要介绍机械工厂电气照明的设计要点、计算公式和技术参数以及常用电光源和灯具的特性与选用。照明技术中常用的基本术语和概念也作了简要的介绍。

本篇主要供机械工厂照明设计、安装和维护人员查阅使用,同时也可供其他有关人员参考。

电 机 工 程 手 册

第 39 篇 电 气 照 明

(试 用 本)

一机部第二设计院 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

上海商务印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 6·字数 163 千字

1979 年 3 月上海第一版·1979 年 3 月上海第一次印刷

印数 00,001—63,000·定价 0.48 元

*

统一书号: 15033·4605

编 辑 说 明

(一)我国自建国以来,机械工业在毛主席的革命路线指引下,贯彻“独立自主、自力更生”和“洋为中用”的方针,取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学研究方面的经验,同时采用国外先进技术,加强机械工业科学技术的基础建设,适应实现“四个现代化”的需要,我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》。

(二)这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用,也可供教学及其他有关人员参考。

(三)这两部手册是综合性技术工具书,着重介绍各专业的理论基础,常用计算公式,数据、资料,关键问题以及发展趋向。在编写中,力求做到立足全局,勾划概貌,反映共性,突出重点。在内容和表达方式上,力求做到深入浅出,简明扼要,直观易懂,归类便查。读者在综合研究和处理技术问题时,《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成,构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分,共七十九篇;《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分,共五十篇。

(四)参加这两部手册编写工作的,有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位、两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员,更为广泛。许多地区的科技交流部门,为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、

审查、定稿各个环节中,广泛征求意见,发挥了广大群众的智慧和力量。

(五)为了使手册早日与读者见面,广泛征求意见,先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验,试用本在内容和形式方面,一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证,提出批评和建议,以便今后出版合订本时加以修订。

(六)本篇是《电机工程手册》第39篇,由第一机械工业部第二设计院主编,参加编写的有同济大学、上海市机电设计院、上海市灯具研究室。在编审过程中,三机部第四设计院、六机部第九设计院、清华大学、复旦大学、中国科学院心理研究所、上海机械学院、上海市照明灯具工业公司七·二一大学、国家建委建研院物理研究所及上海开关厂等许多有关单位曾给予大力支持和帮助,在此一并致谢。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会编辑组

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_s ——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_x ——线电压
h ——投光灯实际安装高度、光源寿命	$U_{x,g}$ ——相电压
I_e ——额定电流	α ——吸收系数
I_j ——计算电流	β ——方位角、仰角
I_{js} ——三相计算电流	δ ——光通量波动深度
I_{jsd} ——单相计算电流	η ——照明器效率
I_g ——导线的持续负荷允许载流量	θ ——光线的方向与被照面法线间的夹角
I_a ——有功电流	μ ——利用系数
I_r ——无功电流	ρ ——反射系数
I ——发光强度	τ ——透射系数
I_e ——照明器指向被照点方向的光强	Φ ——光通量
I_a ——线光源平行面光强	Φ_e ——辐射功率
K ——照度补偿系数	Ψ ——倾斜照度系数
L ——亮度、灯间距离	ω ——光源发光范围的立体角
l ——线路长度、线光源长度	

目 录

编辑说明

常用符号表

第1章 概 述

第2章 照明电光源

- 1 分类39-3
- 2 特性比较39-5
- 3 工作原理、线路及使用注意事项39-5
 - 3.1 白炽灯和卤钨灯39-5
 - 3.2 荧光灯(习称日光灯)39-5
 - 3.3 高压汞灯(习称高压水银灯)39-6
 - 3.4 高压钠灯39-7
 - 3.5 金属卤化物灯39-8
 - 3.6 管形氙灯(又称长弧氙灯)39-9
 - 3.7 黑光诱虫灯(简称黑光灯)39-9
- 4 常用照明电光源及配套附件的技术参数39-16

第3章 照 明 器

- 1 照明器的特性39-16
 - 1.1 光强分布曲线(即配光曲线)39-16
 - 1.2 保护角39-17
 - 1.3 照明器效率39-18
- 2 照明器的分类39-18
- 3 灯具光学特性39-19
 - 3.1 光的反射分布方向、特点和种类39-20
 - 3.2 光的透射分布方向、特点和种类39-20
 - 3.3 光的吸收39-21
 - 3.4 常用材料的反射、透射和吸收系数39-21
 - 3.5 反射器的种类及应用39-21
- 4 照明器光强曲线的测量39-21
 - 4.1 照明器旋转法39-21
 - 4.2 感光器旋转法39-34
 - 4.3 实测照度法39-34
- 5 照明器的选用39-34

第4章 生产厂房的照明设计

- 1 照明质量39-35
 - 1.1 合适的照度39-35
 - 1.2 照明的均匀度39-35
 - 1.3 恰当的亮度对比39-35
 - 1.4 限制眩光39-35
 - 1.5 光源的显色性39-36
 - 1.6 照明的扩散度39-36
 - 1.7 照度的稳定性39-36
 - 1.8 频闪效应的消除39-37
- 2 照明设计的内容、方法及步骤39-37
- 3 照明方式、照明种类及选用原则39-37
 - 3.1 照明方式及其选用原则39-37
 - 3.2 照明种类及其选用原则39-37
- 4 照度的选择39-39
- 5 光源和灯具的选择及其布置39-39
 - 5.1 光源的选择39-39
 - 5.2 灯具的选择39-39
 - 5.3 灯具布置39-40
- 6 电压的选择及改善电压质量的措施39-40
 - 6.1 电压的选择39-40
 - 6.2 改善电压质量39-41
- 7 供电和控制方式的选择39-41
 - 7.1 供电方式的选择39-41
 - 7.2 控制方式的选择39-41
- 8 导线种类及敷设方法的选择39-43
- 9 照明装置和供电线路的接地与接零39-43
- 10 生产厂房一般照明常用布灯方案39-44
 - 10.1 布灯方案39-44
 - 10.2 选用说明39-44
- 11 照度测量39-44
 - 11.1 测量仪表——照度计39-44
 - 11.2 测量前的准备及注意事项39-44

11.3 测量方法	39-54
-----------	-------

第5章 特殊场所及室外照明设计

1 无窗厂房的照明设计	39-54
1.1 电源	39-54
1.2 光源	39-54
1.3 照度	39-55
1.4 照明形式	39-55
1.5 照明器发热量的处理	39-55
1.6 紫外线补偿	39-56
2 有爆炸、火灾危险场所的 照明设计	39-58
2.1 按有爆炸、火灾危险场所的 等级选择照明器	39-58
2.2 开关设备的选用	39-58
2.3 线路敷设	39-58
3 潮湿和有腐蚀性气体场所的 照明设计	39-58
3.1 潮湿和有腐蚀性气体场所举例	39-58
3.2 照明器的选择	39-58
3.3 开关设备的选用	39-59
3.4 线路敷设	39-59
4 室外照明设计	39-59
4.1 照度选择	39-59
4.2 光源选择	39-59
4.3 灯具选择	39-59
4.4 室外照明的供电、保护和控制	39-60
4.5 道路照明布置	39-60
4.6 道路照明设计主要数据选择	39-62
4.7 电杆及线路	39-62

第6章 照度计算

1 利用系数法	39-62
---------	-------

1.1 利用系数计算	39-62
1.2 查概算曲线	39-63
2 点光源逐点计算法	39-68
2.1 利用平方反比法计算点光源 在水平面上的照度	39-68
2.2 利用等照度曲线计算点光源 在水平面上的照度	39-69
2.3 点光源在倾斜面上的照度计算	39-71
3 线光源的逐点计算 法(方位系数法)	39-71
3.1 基本计算公式	39-72
3.2 非连续线光源的照度计算	39-73
3.3 倾斜面上的照度计算	39-74
4 投光照明的照度计算	39-75
4.1 有效光通量法	39-75
4.2 利用等照度曲线进行布灯	39-78

第7章 导线的截面选择及其计算

1 导线的截面选择	39-81
2 线路电流的计算	39-82
2.1 计算负荷的确定	39-82
2.2 采用一种光源时, 求线路的 计算电流	39-82
2.3 两种光源混合使用时, 求线路的计算电流	39-83
2.4 无功功率的补偿	39-84
3 电压损失的计算	39-84
3.1 允许的电压损失值	39-84
3.2 线路电压损失的计算	39-85
4 机械强度校验	39-86
5 照明线路与保护装置的配合	39-86
参考文献	39-87

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，按波长短依次排列，称为光源的光谱。一般作图时以波长 λ 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

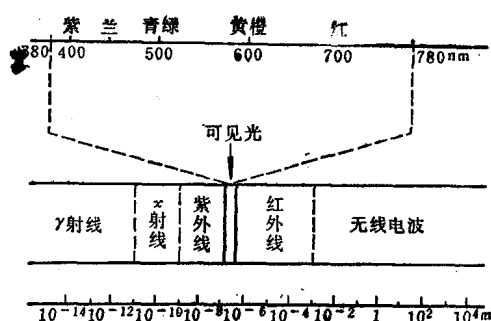


图 39-1-1 电磁波谱

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 Φ ，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。

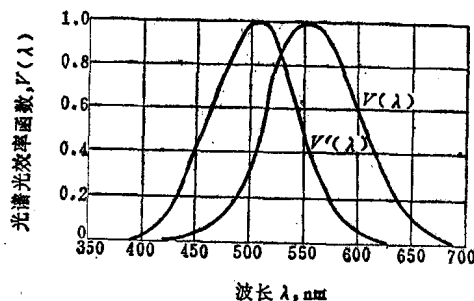


图 39-1-2 光谱光效率函数

$V(\lambda)$ ——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

Φ_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 Φ ——光源在 ω 立体角内所辐射出的总光通量 lm

ω ——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 Φ —— S 面上接收到的总光通量 lm

S ——被照面积 m^2

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 $0.2 \sim 1 \times 10^5$ 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	呋烛光① fc
1 勒克司(lm/m ²)	1	10^{-4}	9.29×10^{-2}
1 辐脱(lm/cm ²)	10^4	1	929
1 呋烛光(lm/ft ²)	10.76	10.76×10^{-4}	1

① 呋烛光是英制照度单位,符号为fc,
 $1 \text{ fc} = 1 \text{ lm/ft}^2$ 。

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_{θ} ——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^2

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。

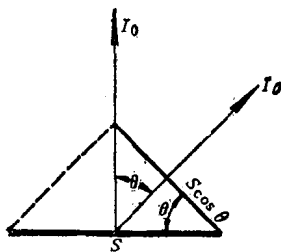


图 39.1-3 亮度的定义

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	呋朗伯① fl
1 尼特 (cd/m ²)	1	10^{-4}	3.142	0.2919
1 熙提 (cd/cm ²)	10^4	1	3.142×10^4	0.2919×10^4
1 阿波熙提	0.3183	0.3183×10^{-4}	1	0.0929
1 呋朗伯①	3.426	3.426×10^{-4}	0.1076	1

① 呋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,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_a)和特殊显色指数(R_i)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_i),而对其中八种颜色样品($i=1 \dots 8$)的 R_i 的平均值则称为一般显色指数(R_a)。

① K—开尔文,为绝对温度,它与摄氏温度的换算关系为 $K = ^\circ\text{C} + 273.15$ 。

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:

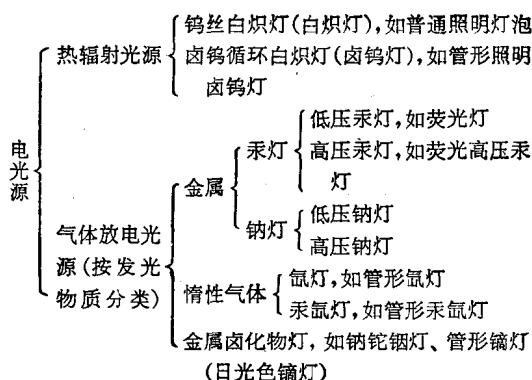


表 39-2-1 常用照明电光源的主要特性比较

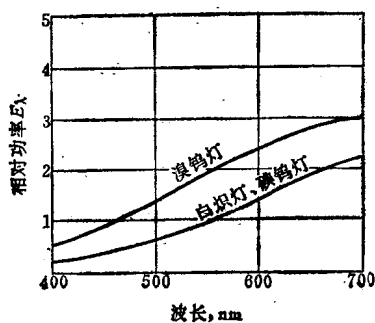
光源名称	普通照明灯泡	卤钨灯	荧光灯	荧光高压汞灯	管形氙灯	高压钠灯	金属卤化物灯
额定功率范围 W	10~1000	500~2000	6~125	50~1000	1500~100000	250, 400	400~1000
光效 lm/W①	6.5~19	19.5~21	25~67	30~50	20~37	90~100	60~80
平均寿命 h②	1000	1500	2000~3000	2500~5000	500~1000	3000	2000
一般显色指数 R_a	95~99	95~99	70~80	30~40	90~94	20~25	65~85
启动稳定时间	瞬时	瞬时	1~3 秒	4~8 分	1~2 秒	4~8 分	4~8 分
再启动时间	瞬时	瞬时	瞬时	5~10 分	瞬时	10~20 分	10~15 分
功率因数 $\cos\phi$	1	1	0.33~0.7	0.44~0.67	0.4~0.9	0.44	0.4~0.61
频闪效应	不明显		明显				
表面亮度	大	大	小	较大	大	较大	大
电压变化对光通的影响	大	大	较大	较大	较大	大	较大
环境温度对光通的影响	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)。

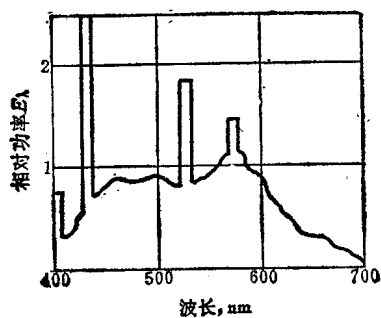
② 光源的寿命有全寿命、有效寿命和平均寿命之分。全寿命指光源不能再启点和发光时所点燃的时间;有效寿命是指光源的发光效率下降到初始值的 70~80% 时总共点燃的时间;平均寿命系指每批抽样试验产品有效寿命的平均值。

③ 小功率管形氙灯须用镇流器,大功率可不用镇流器。

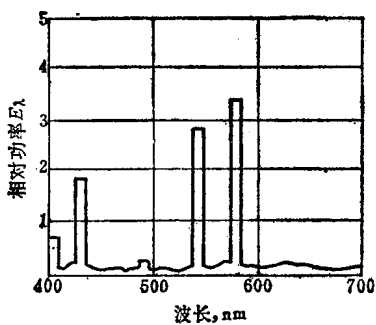
④ 1000 瓦钠铊铟灯目前须用触发器启动。



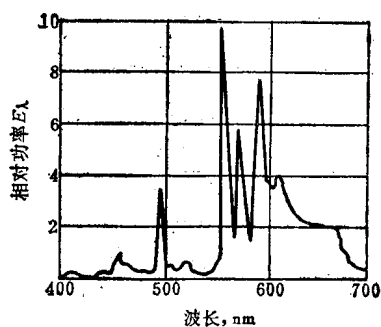
a) 白炽灯、卤钨灯



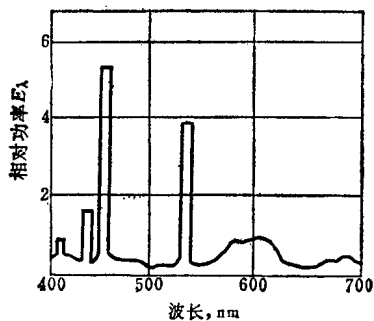
b) 荧光灯(日光灯)



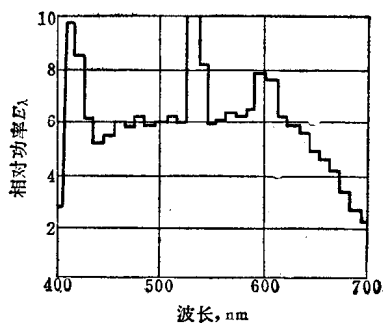
c) 荧光高压汞灯



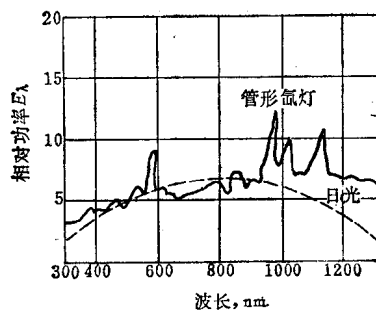
d) 高压钠灯



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。

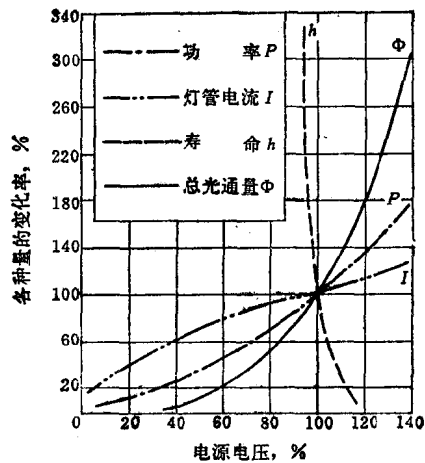


图 39-2-2 电源电压变化时对白炽灯光电参数的影响

(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°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 断开预热电流瞬间,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。

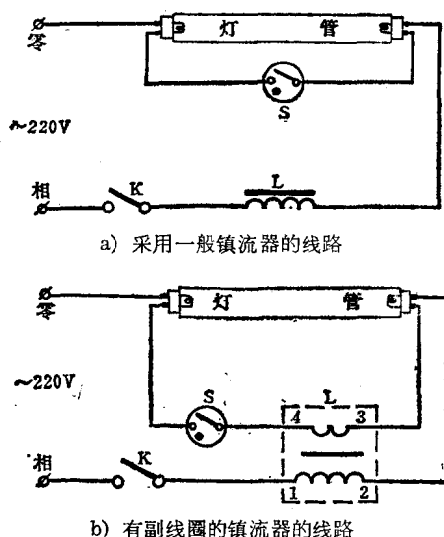
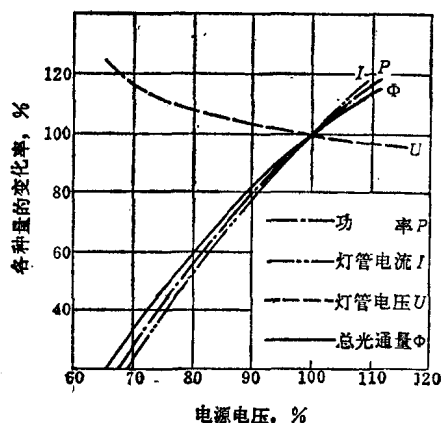


图 39-2-3 预热式荧光灯工作线路

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。



(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, 它可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。

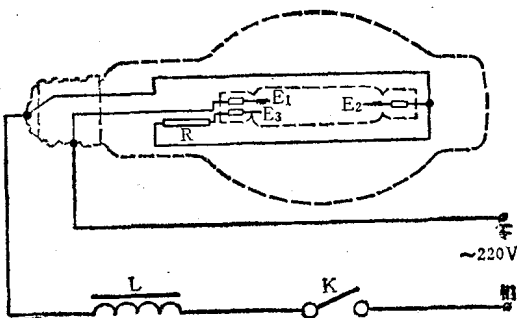


图 39-2-5 荧光高压汞灯工作线路

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

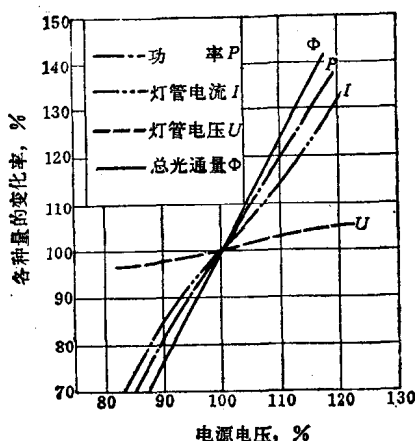


图 39-2-6 电源电压变化对 400 W 荧光高压汞灯光电参数的影响

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

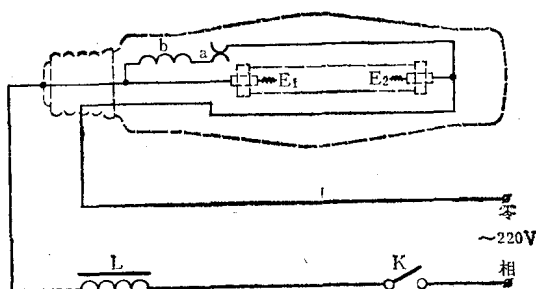


图 39-2-7 高压钠灯工作线路

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。

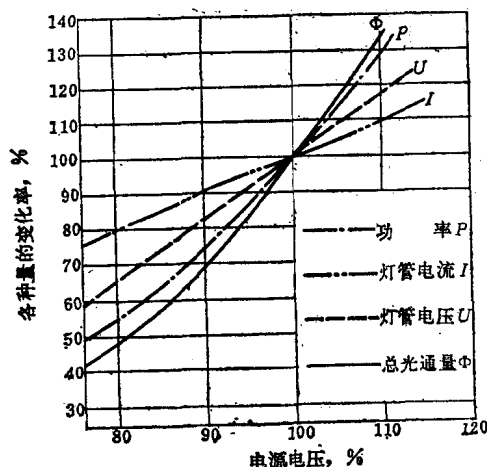


图 39-2-8 电源电压变化对 400 W 高压钠灯光电参数的影响

(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碘灯两种。

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、C₁、L₂ 构成一个衰减式振荡回路, 其振荡频率由 C₁、L₂ 决定。B 的次级圈 L₃ 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。

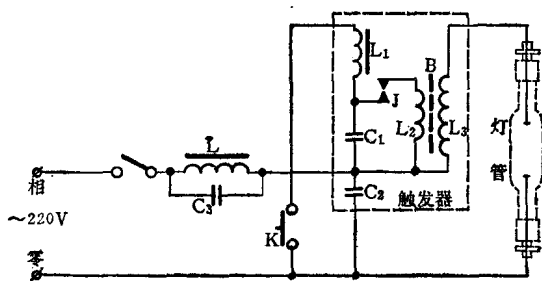


图 39-2-9 1000 W 钠铊铟灯工作线路

L—镇流器 L₁—振子线圈 B—脉冲变压器
C₁—谐振电容 C₂—高频旁路电容 C₃—镇流器旁路电容 J—振子触点 K—触发按钮

b. 管形碘灯(又称日光色碘灯) 400 瓦管形碘灯的工作线路见图 39-2-10。由于碘化碘的引入, 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 E₃、E₄, 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

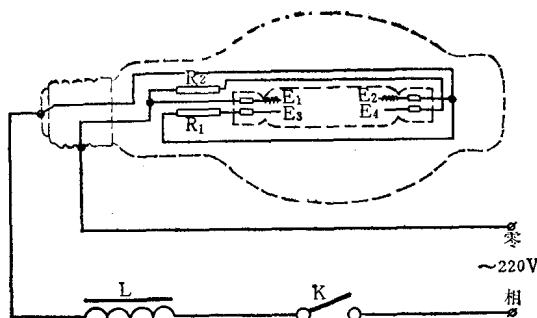


图 39-2-10 管形碘灯工作线路

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。

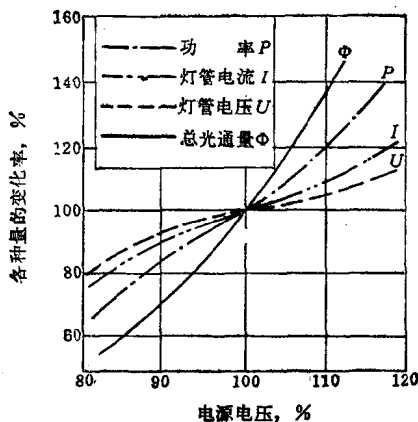


图 39-2-11 电源电压变化对 400 W 钠铊铟灯光电参数的影响

(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) 管形碘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氙灯所述。

3.6 管形氙灯(又称长弧氙灯)

高压氙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。高压氙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,目前小功率管形氙灯(如1500瓦)仍用镇流器。管形氙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

由于管形氙灯在点燃前,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。氙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。大功率管形氙灯均用此类触发器,如XG-20000型管形氙灯配用的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。

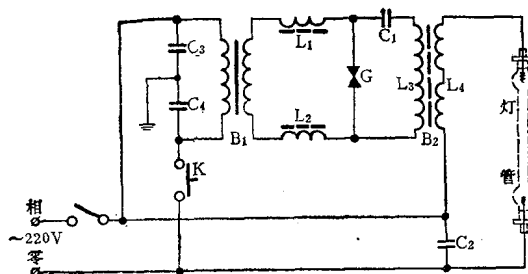


图 39-2-12 XC-S20A 型触发器工作线路

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。小功率管形氙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