

路灯

郝书堂 主编 胡培生 李景色 张耀根 高纪昌 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

路灯

郝书堂 主编 胡培生 李景色 张耀根 高纪昌 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

随着我国城镇化水平的不断提高,城市道路、广场、公园、绿地、隧道、桥梁、建筑物夜景等公共照明和路灯数量都将会迅速增加,路灯系统从业队伍也将会不断壮大,因此编者根据多年来我国路灯照明实际情况,编写了《路灯》一书。

本书共 17 章,主要介绍电光源、镇流器、道路照明灯具、道路照明原理、道路照明标准、道路照明设计、道路照明计算、道路照明现场测量、道路照明节能、高杆及隧道照明、灯型与灯杆、钢灯杆、道路照明控制、电缆线路、变压器、配电室与箱式变压器以及道路照明运行等。

本书适用于从事全国城乡道路照明和路灯的设计、安装、运行、维护和管理等工人、技术人员和管理干部的工具书和岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

路灯/郗书堂主编;胡培生等编. —北京:中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7636-3

I. 路… II. ①郗…②胡… III. 街道照明 IV. TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 094607 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 18.625 印张 492 千字

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



◎ 前 言

城市道路、广场、公园、绿地、隧道、桥梁、建筑物夜景等公共照明，路灯唱主角。随着我国经济飞速发展、人们生活质量迅速提高、汽车数量急剧增加、人们在夜间的活动范围不断扩大和时间不断延迟，路灯为驾车及行人提供舒适的视觉条件和安全保障的作用越显突出。

到 2006 年，我国的城镇化率已达到 43.90%，在 1978～2000 年，年均增加城市 21.4 座，年均增加建制镇 824.5 个。目前，城镇人口达到 5.77 亿人以上。

城市路灯是城市文明和经济发展水平的重要标志，据城市道路照明技术情报总结对我国 600 多座城市路灯盏数的统计，1999 年为 310 万盏，2005 年初发展到 950 万盏，平均每年新增 80 多万盏。路灯系统从业人数也由 1999 年时的 1.9 万人发展到 2005 年初的约 3 万人。预计，随着我国城市化水平的不断提高，今后路灯数量还会迅速增加，路灯工作人员队伍还会不断壮大。正是在这样的背景下，我们将 1990 年由胡培生和李景色编写、水利电力出版社出版的《城市道路照明》一书进行修订和扩充而形成本书《路灯》，目的是希望能为提高路灯队伍的技术素质做点微薄的贡献，和前书相比，本书内容更加广泛，新增加了隧道照明、道路照明节能、灯型与灯杆、钢灯杆、常用灯具、配电室与箱式变压器、道路照明运行等章节，从而使本书几乎涵盖了与路灯相关的全部内容。原有的章节也做了必要的调整、补充和更新，从而使本书更具有理论和实践相结合、更加符合实际工作需要特点。

本书编写的人员除了郗书堂、胡培生(编写第一、二、十一～十五、十七章)和李景色(编写第三章第一～五节、第四～六章、第

七章第一~三节、第八章、第九章第一~三节)外,张耀根(编写第十
十章)和高纪昌(编写第十六章)也加盟编写队伍,他们的丰富学
识和宝贵经验为本书增色不少。我们要特别感谢浙江宁波帅康灯
具股份公司为本书提供了全部灯具和灯杆图纸,感谢沈阳华大照
明电器有限公司高压钠灯资深专家倪鸣祥先生提供非常有价值的
资料。在本书编写过程中,还得到宁波埃利特模具制造有限公司
模具高级顾问、资深专家刘广富先生、佛山华全电气公司区志扬
和区志泉先生等人的大力帮助,在此一并表示感谢。

编者

2008年5月



◎ 目 录

前言

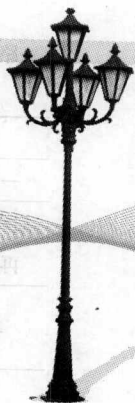
第一章 电光源	1
第一节 白炽灯	2
第二节 卤钨灯	5
第三节 日光灯	7
第四节 节能灯与无极灯	11
第五节 高压汞灯	13
第六节 高压钠灯	17
第七节 金属卤化物灯	24
第八节 绿色照明	26
第九节 照明电路无功补偿	28
第十节 气体放电灯长寿命的条件	35
第十一节 气体放电灯忽亮忽灭	37
第十二节 灯泡寿命考核	41
第十三节 光源选择	44
第二章 镇流器	45
第一节 镇流器及其功能	45
第二节 镇流器种类	48
第三节 镇流器技术要求	54
第四节 高压钠灯镇流器标准与节能评价	60
第五节 电感式镇流器主要技术指标	62
第六节 电感式镇流器伏安特性	64
第七节 电子镇流器	67
第八节 镇流器功率因数 $\cos\varphi$ 与寿命	72
第九节 触发器	79

第三章 道路照明灯具	87
第一节 对道路照明灯具的基本要求	87
第二节 道路照明灯具的光度数据	91
第三节 道路照明灯具分类	105
第四节 道路照明灯具选择	109
第五节 道路照明灯具常用材料	110
第六节 道路照明灯具的压铸技术	113
第七节 常用灯具	122
第四章 道路照明原理	129
第一节 驾驶员的作业和所需要的视觉信息	129
第二节 机动车交通道路照明的评价指标	130
第三节 路面反光性能	140
第五章 道路照明标准	152
第一节 我国的道路照明标准	152
第二节 CIE 和一些国家的道路照明标准、规范	161
第六章 道路照明设计	180
第一节 照明设计细则、内容和步骤	180
第二节 照明方式	182
第三节 机动车交通道路及与其连接的特殊 场所照明设计要求	194
第四节 居住区道路照明	205
第七章 道路照明计算	211
第一节 照度计算	212
第二节 亮度计算	219
第三节 眩光计算	229
第八章 道路照明现场测量	242
第一节 道路照明测量常用仪器	242
第二节 路面照度和亮度测量	245
第九章 道路照明节能	255
第一节 道路照明节能意义	255

第二节	道路照明节能标准	257
第三节	道路照明节能	260
第四节	太阳能路灯	274
第五节	智能光源降压—稳压—调光技术	278
第十章	高杆及隧道照明	280
第一节	作用特点与基本要求	281
第二节	照明设计与计算	282
第三节	灯杆结构强度和基础螺栓的验算	293
第四节	地基与基础设计	306
第五节	隧道照明	319
第十一章	灯型与灯杆	337
第一节	灯型	337
第二节	灯杆	342
第十二章	钢灯杆	364
第一节	钢质灯杆外形设计和安装方式	364
第二节	钢灯杆的根部强度计算	370
第三节	钢灯杆的质量要求	372
第四节	钢管杆杆身质量估算	373
第五节	钢灯杆防腐	376
第六节	钢灯杆保护性接地	377
第十三章	道路照明控制	381
第一节	控制发展的三个阶段	382
第二节	路灯控制方式	384
第三节	制定路灯开关时刻表的三种方法	388
第四节	控制电器	410
第五节	电源开关	415
第六节	无线三遥	422
第十四章	电缆线路	431
第一节	路灯电缆	431
第二节	电缆截面积的选择	435

第三节	电缆敷设方法	441
第四节	电缆施工	443
第五节	路灯低压电缆施工	447
第六节	灯台、工井与引出线	451
第七节	低压照明线路保护	456
第十五章	变压器	463
第一节	选择变压器	463
第二节	变压器容量确定	468
第三节	变压器台架与安装要求	472
第四节	变压器保护	478
第五节	10kV 跌落式熔断器	484
第六节	变压器停发电操作	488
第七节	变压器运行	489
第八节	变压器小修	494
第九节	接地电阻测量	497
第十六章	配电室与箱式变电站	501
第一节	配电室或箱式变电站形式	501
第二节	双电源与环网供电	503
第三节	高压负荷开关与环网开关柜	508
第四节	箱式变电站的结构与要求	515
第十七章	道路照明运行	518
第一节	工程验收	518
第二节	道路照明巡修	520
第三节	大片亮灯与大片灭灯的处理	523
第四节	电费管理	524
第五节	灯泡管理	527
附录 A	概析路灯	533
附录 B	全国各省、市、自治区路灯概况	539
附录 C	帅康灯具股份公司简介	571
附录 D	佛山市华全电气照明有限公司简介	573

附录 E 宁波埃利特模具制造有限公司简介·····	576
附录 F 压铸模采购、安装、使用和维修·····	578
参考文献·····	583



第一章

电 光 源

一、光源分类

目前用于照明的电光源,按发光原理可分为以下两大类。

(1) 热辐射光源。钨丝白炽灯(白炽灯),如普通照明灯泡;卤钨循环白炽灯(卤钨灯),如管形照明卤钨灯。

(2) 气体放电光源(按发光物质分类)。

1) 金属类:低压汞灯(如日光灯)、高压汞灯(如荧光高压汞灯)、低压钠灯、高压钠灯。

2) 惰性气体:氙灯、汞氙灯(如管形氙灯)。

3) 金属卤化物灯:钠铊铟灯、管形镝灯等。

二、照明对光源的要求

(1) 寿命长。

(2) 发光效能高。

三、光源主要特性比较

用于道路照明的光源,主要应具有良好的照明效果和符合经济节能的要求。道路照明常用光源(国产)的主要特性比较,如表 1-1 所示。

表 1-1 道路照明常用光源(国产)的主要特性比较

光源名称	白炽灯	高压汞灯	高压钠灯	低压钠灯	金属卤化物灯
额定功率范围(W)	10~1000	50~400	35~1000	18~180	400~1000
光效(lm/W) ^①	6.5~19	30~50	90~140	100~175	60~80
平均寿命(h) ^②	1000	3500~ 6000	12000~ 24000	2000~ 3000	2000

续表

光源名称	白炽灯	高压汞灯	高压钠灯	低压钠灯	金属卤化物灯
一般显色指数 R_a	95~99	30~40	20~25		65~85
启动标定时时间(min)	瞬时	4~8	4~8	7~15	4~8
再启动时间(min)	瞬时	5~10	10~22 ^③	>5	10~15
功率因素 $\cos\varphi$	1.0	0.45~ 0.62	0.30~ 0.44	0.06	0.4~0.61
频闪效应	不明显	明显			
表面亮度	大	较大	较大	较大	大
电压变化对光通的影响	大	较大	大	大	较大
环境温度对光通的影响	小	大	较小	小	较大
耐震性能	较差	好	较好	较好	好
所需附件	无	镇流器	触发器、 镇流器	镇流器	触发器、 镇流器 ^④

① 光效是发光效能的简称，指一个光源每消耗 1W 功率所发出的光通量，单位 lm/W。

② 光源的寿命有全寿命、有效寿命和平均寿命之分。全寿命指直到光源不能再启动和发光时总共点燃的时间。有效寿命是指光源的发光效能下降到初始值的 70% 时总共点燃的时间。平均寿命是从统计学角度全面评价一种规范光源的总平均点燃时间。

③ 双金属片内触发高压钠灯的再启动需 10~20min；外触发高压钠灯的再启动时间由触发器的性能决定，一般不超过 1min。

④ 1000W 的钠铊铟灯目前需用触发器启动。

第一节 白 炽 灯

白炽灯是将灯丝加热到白炽的温度，利用热辐射发光。白炽灯的特点是：有高度的集光灯、适于频繁开关、点灭性能对寿命的影响小，显色性好，使用方便，适用大型群众集会场所作事故停电后再恢复电源时的照明。缺点是光效低。

一、白炽灯构造

白炽灯结构如图 1-1 所示, 它由玻璃泡壳、灯丝、支架、引线和灯头等几部分组成。

白炽灯的灯丝一般都做成单螺旋(绕成螺旋状)或双螺旋(绕成螺旋状的灯丝再绕成较大的螺旋)。灯丝是影响白炽灯寿命的关键部件, 所以制作灯丝的材料应具备的条件是: ①熔点要高; ②蒸发率要小; ③可见辐射的选择性较好; ④机械性能较好。而钨具有上述优点, 且其电阻系数大, 较易加工成型, 所以现代白炽灯都用金属钨作发光体。

二、白炽灯接线

在 20 世纪中后期, 白炽灯还有卡口、螺口之分, 进入 21 世纪, 白炽灯的使用量大减。在市场上已难见到卡口的白炽灯。

白炽灯是在照明设备中接线最简单的但又容易出错接线的电光源, 其接线见图 1-2。在图 1-2 中, 相线(火线)应经熔丝→开关→接灯座的底部电极。零线接灯座的螺口。

三、寿命

白炽灯的寿命, 通常是指灯燃点到断丝为止, 或指保持在规定的光通量数值上的点燃时间。对普通白炽灯功率 30W 以上的灯, 燃点 750h 时, 光通维持率在 85% 以上。

对于定型的白炽灯产品, 是按寿命试验决定的寿命平均值, 作为灯泡的平均寿命。灯泡的寿命受以下几方面影响: 电源电压、灯丝温度、灯丝形状、充入

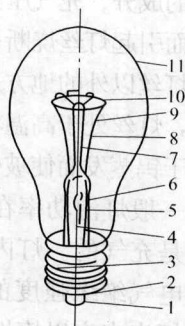


图 1-1 白炽灯结构图

- 1—电极；2—绝缘体；3—螺口兼电极；4—排气管；5、6—引线；玻璃内用镀铜铁镍合金丝；7—玻璃支柱；8—引线兼支架；紫铜丝；9—支架；钨丝；10—钨丝；11—玻璃外壳

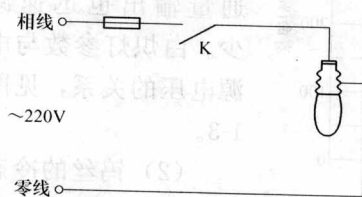


图 1-2 白炽灯接线图

气体的成分、充气压力、振动等。决定寿命有两大要素，一是由于蒸发而引起灯丝烧断；二是由于振动、冲击等而产生的机械断丝以及在灯丝以外的地方遭到破坏等等。灯丝烧断的原因是由于灯在燃点中，灯丝处于高温状态下，不断蒸发，逐渐变细。白炽灯在燃点中由于钨蒸发而使玻壳发黑和灯功率减小，促使光通量下降。

一般灯泡功率在 40W 及以下是真空的；灯泡功率在 60W 及以上是充气的。灯内充有对钨丝不起化学作用、热传导小、具有足够电气绝缘强度的气体以及广泛采用氩和氮或氩氮的混合气体。灯泡内充以惰性气体的目的是为了减少钨的蒸发。钨在蒸发过程中遇到惰性气体的阻拦，有一部分钨粒子折回到灯丝上。蒸发减少后便可相应提高灯丝的工作温度，从而提高灯泡的发光效能，同时也适度延长灯泡寿命。

道路照明常用的白炽灯泡为 PZ220—40~PZ220—1000，其中 PZ 为普通照明灯泡；220 为灯泡的额定电压，单位为 V；40 至 1000 为灯泡的额定功率，单位为 W。为使道路照明用白炽灯有较长的寿命，适当减少换灯泡的工作量，北京市路灯管理处曾定制额定电压 230V。

四、白炽灯泡在使用时应注意的事项

(1) 电源电压的变化对灯泡寿命和光效影响很大。电压升高

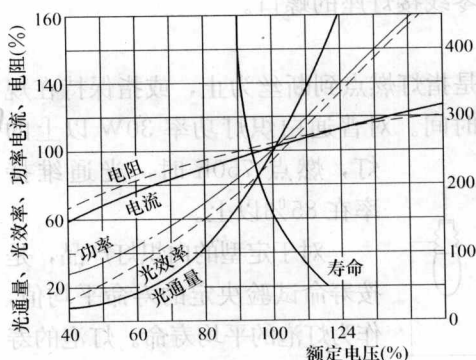


图 1-3 白炽灯参数与电源电压的关系

时，白炽灯泡的寿命急剧减短。光通量对电源电压的变化也较敏感，电压降低时光通量输出也迅速减少。白炽灯参数与电源电压的关系，见图 1-3。

(2) 钨丝的冷态电阻比热态电阻小得多，故白炽灯瞬时启

动电流很大(最高达额定电流的 8 倍以上),但在第 6 个周波(约 0.12s)开始衰减到额定值。

第二节 卤钨灯

普通白炽灯的缺点是体积大,相对发光效能低,在用 500W 及 1000W 的普通白炽灯的燃点位置受严格的限制(必须灯头在下侧)。

卤钨灯与一般白炽灯比较,它的优点是发光效率较高、体积小、功率集中,因而可使照明灯具尺寸缩小,便于光的控制。因此灯具的制造简单、价格便宜、运输方便。卤钨灯的显色性好,其色温特别适用于电视播放照明,并用于绘画、摄影和建筑物投光照明等。

在灯管内充入适量的卤族元素(常用的如碘、溴等)和惰性气体,当灯丝在高温下工作蒸发出来的钨在管壁附近较低温度处与卤素化合成卤化钨。当卤化钨向管心扩散时,在高温下又分解成卤素和钨,因而在钨丝周围形成一层钨蒸气,一部分钨又重新回到钨丝上,有效地抑制了钨的蒸发。此种循环的不断进行,不仅可减轻或消除管壁的发黑,而且还可保证灯管在较高温度下工作,因此卤钨灯有下述特点:

(1) 由于卤钨循环使蒸发的钨又不断地回到钨丝上,抑制了钨的蒸发,并且因灯管内被充入较高压力的惰性气体而进一步抑制了钨蒸发,使灯的寿命有所提高(1500~2000h)。

(2) 因灯管工作温度提高,辐射的可见光量增加,使得发光效率提高。卤素与钨不断化合分解的循环,减少了管壁上钨的沉积,改善了透过率,从而可使光效提高到 21lm/W。

(3) 工作温度高光色(发白)得到改善,显色性也好。

普通照明常用管状卤钨灯,结构简图见图 1-4。它的螺旋状钨丝由支架支撑装设在灯管轴线上,经钼片和石英玻璃管密封,由两端接引出电极,电极有夹式和顶式两种。

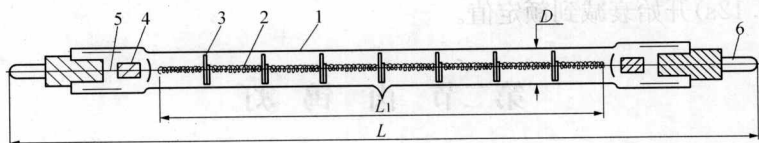


图 1-4 管状卤钨灯的结构简图(夹式电极)

1—石英玻璃管；2—螺旋状钨丝；3—钨质支架；4—钨箔；
5—导线；6—电极

卤钨灯发光管体积很小，工作温度又很高。因此，灯管需采用石英玻璃，其价格较高，不适用于周围环境有易燃易爆以及灰尘较多的场所。

卤钨灯工作特性和一般白炽灯相似，其不同点是卤钨循环保证了灯泡的清洁，光通量下降很小，在寿命终了时仍有初始值的 95%~98%。卤钨灯规格见表 1-2。

表 1-2 卤 钨 灯 规 格

型 号	电压 (V)	功率 (W)	光通 (lm)	尺寸(mm)		平均寿命 (h)
				最大直径 D	全长 L	
LZG220-500	220	500	9750	12	177(夹式)	1500
LZG220-1000		1000	21000	12	232/210±2	
LZG220-1500		1500	31500	13.5	(夹式)(顶式)	
LZG220-2000		2000	42000	13.5	293±2(顶式) 310(夹式)	

注 灯管型号含义为



卤钨灯工作温度高，灯丝耐振性差，不宜在振动场所使用，否则将会因振动使灯管损坏。为了保证卤钨循环，灯具安装时需保持水平（一般目测，不超过水平面 4°）。如倾斜，

将会破坏卤钨循环,使灯管很快发黑烧断,寿命大大降低。如表面不洁,使其表面温度很高,脏物使灯管失去透明度,就会严重影响光的输出,因此在安装或更换灯管时应用酒精或丙酮擦净灯管。

第三节 日 光 灯

一、结构

日光灯在灯中是属低气压汞灯又称荧光灯。灯管可制成直管形、环形、U型、双U型等多种形状。在直管形中,管径有粗、有细。从发光效能看,细管形的发光效能高。管的两端装有钨丝电极,电极上涂有逸出功较低的电子发射物质,这种物质常用钡锶钙的碱土金属氧化物。管内壁涂有荧光粉。管内抽真空后,充入少量汞和惰性气体氩,汞是灯管工作的主要物质,氩气是为了降低灯管启动电压和灯管启动时抑制阴极物质的溅射,以延长灯管的寿命。

二、工作原理

日光灯的接线图见图 1-5。当电源 220V 接通后灯丝按图 1-6(a)预热,在图 1-6(a)中的日光灯是 40W,它的启动电流在 650mA 左右,启动电流 650mA 是由镇流器的阻抗值决定的。启动电流流过启辉器内的电阻型热双金属片(一片金属是由金属镍一层与金属镍铬压制而成),其正反面的膨胀系数不同,在启动电流流过热双金属片时,温度发生变化,这种复合材料的曲率发生变化,双金属片产生跳跃方式的运动,双金属片与单金属片脱离接触的瞬间,镇流器内电感线圈产生一个很大的自感电动势加在灯的两端,被预热的两电极间,就使灯内的惰性气体电离,而引起弧光放电,

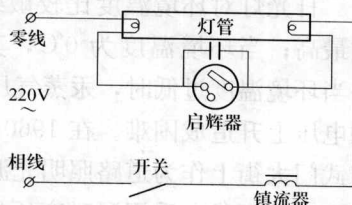


图 1-5 日光灯接线图