

21 世纪城市灯光环境规划设计丛书

The City Light Environment Programming Design

城市道路桥梁灯光环境设计

程宗玉 编著

中国建筑工业出版社

21 世纪城市灯光环境规划设计丛书

城市道路桥梁灯光环境设计

程宗玉 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市道路桥梁灯光环境设计 / 程宗玉编著. — 北京:
中国建筑工业出版社, 2005

(21 世纪城市灯光环境规划设计丛书)

ISBN 7-112-07904-7

I. 城... II. 程... III. ①城市道路—照明设计
②城市桥—照明设计 IV. TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 122305 号

责任编辑: 李晓陶 马 彦

责任设计: 赵 力

责任校对: 关 健 王金珠

21 世纪城市灯光环境规划设计丛书
城市道路桥梁灯光环境设计

程宗玉 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

制版: 北京方舟正佳图文设计有限公司

印刷: 北京方嘉彩色印刷有限责任公司

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/12

印张: 10¹/₃ 字数: 300 千字

版次: 2005 年 12 月第一版

印次: 2005 年 12 月第一次印刷

印数: 1—2500 册

定价: 98.00 元

ISBN 7-112-07904-7

(13858)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《21 世纪城市灯光环境规划设计》丛书编委会

策 划 单 位：名家汇城市照明规划研究所
中国建筑工业出版社

策 划：王雁宾 程宗玉

编委会主任：程宗玉

副 主 任：吴蒙友

丛书 主编：吴蒙友

《城市道路桥梁灯光环境设计》

编 著：程宗玉

美 术 编 辑：谢灵巧 王亚伟

责 任 编 辑：李晓陶 马 彦

前 言

全国经济的持续走高,带动了灯光产业的快速发展;城市经济的日益壮大,使得灯光环境规划设计成为城市建设的重要组成部分。目前无论灯光环境规划设计理念还是灯光设备都发生了很大变化。新的设计思想结合灯光特性、艺术性和文化品位特色,强调以人为本的人性化设计,以满足城市人们希望夜生活所能达到的环境优美、光亮感和色彩感适宜、空间层次感舒适、城市立体感丰富等多个层面的要求。光源科学的发展,光照艺术的魅力,推动着城市建设的进步,其表现形式,被称作城市“第二轮廓线”,城市建设的“四维空间”。它的发展同时也拉动了城市经济。照明新理念的发展,改变了城市灯光环境的面貌。高新技术产品的不断涌现,使城市灯光环境呈现出美好的发展前景。这是我们编辑《21世纪城市灯光环境规划设计》丛书的动力。夜晚的城市为夜空间环境提供所需的必备机能,如娱乐、休闲、聚会、庆典、商业、交通等,并通过各种高科技演光手段对城市夜间景观环境进行二次审美创造,为城市人们夜生活提供必要、舒适的人工光照环境。

城市灯光环境离不开光源的开发和灯具设计形式及技术的发展,光源与灯具设计除去其光亮、色彩给城市带来的美感之外,灯具本身的形象和特色也为美化城市增添优雅的笔触。

建筑室内外以及道路、桥梁、公园、广场装饰的用光、用色技巧,光与色对人体的反映,光色的艺术表现方法,城市建设和各种环境装饰用光、用色的案例分析、优秀作品展示、国内外先进案例介绍等等,是本套丛书所涉及的范围。本丛书共分五册,包括有《城市广场灯光环境规划设计》、《城市道路桥梁灯光环境设计》、《商业街灯光环境规划设计》、《城市园林灯光环境设计》、《室内空间灯光环境设计》等。丛书从案例解剖、设计分析入手,系统详尽地介绍了环境灯光规划设计、艺术效果以及灯具款式的选用,电路系统的安装控制等。言简意赅,案例翔实,图文并茂,道理通俗易懂,且集全面性、专业性、实用性于一体。

限于编者的水平,丛书可能会出现这样或那样的错误,许多方面或深度不及或广度不够,这也是在所难免的。敬请有关专家和广大读者提出宝贵意见,以使丛书臻于完善,使读者于丛书中能得到裨益。

编 者

2005年6月

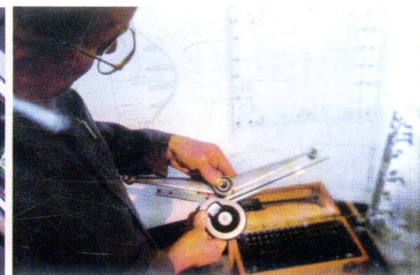


深圳市名家汇城市照明研究所

深圳市名家汇城市照明研究所是由深圳市科技局和深圳市民政局共同批准的专业城市照明研究机构,由一批从事高新技术研究的人才,照明业界的专家学者和优秀的设计人员组成。研究所秉承“立足城市景观艺术,传承人类照明科技”的理念,致力于中国城市灯光环境建设,目标是对城市灯光环境现状的测试、分析、评估乃至进行科学的规划和艺术的设计,同时进行光源以及灯具的研究开发。深圳市名家汇城市照明研究所注重技术创新与开拓,与美商MINKAVE集团和国内一些著名研究机构保持着稳固而密切的联系。以“科技为社会和经济发展服务”为宗旨,走“产学研一体化”发展道路,将国外的先进技术和理念用于中国的现代化建设。由此而产生了新的创作自由、新的造型意识、新的空间掌握思想、新的视觉要求和新的整体规划观念……它的发展代表了中国城市照明发展的趋势。

名家汇城市照明研究所已为海内外完成大中型项目数百项,项目遍及欧美以及国内包括香港在内的二十多个省、市、自治区和特区。业务范围涵括城市整体和区域景观、城市广场、城市道路桥梁、城市商业街区、城市社区环境、旅游风景区、历史自然保护区、建筑室内等的照明规划和设计。在高科技、新技术的项目研究中,结合当前最先进的照明发光技术,开发出了一系列的高科技专利产品,如“数控变色发光管组”,“数控变色换画面并有变色背光源广告箱”等。这两项成果都已获得国家专利局颁发的专利证书。同时主编了《21世纪城市灯光环境规划设计》以及系列丛书。目前正在着手组建中国城市照明网。为了弘扬科技、交流信息、促进我国照明业的发展,名家汇城市照明研究所还创办了《城市之光》杂志。

物竞天择,深圳市名家汇城市照明研究所将推陈出新,不断地为中国城市照明事业发光发热。



城市灯光环境规划设计



城市照明 灯光规划

名家汇科技照明

MINKAVE TECHNOLOGICAL LIGHTING

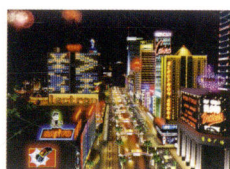
广场照明



建筑照明



道路桥梁照明



步行街照明



室内照明



美商MIN<AVE集团

深圳市名家汇城市照明科技有限公司
深圳市名家汇城市照明研究所

tel : (0755) 26490198 13600179888
http : // www.szmin<ave.com
e-mail : min<ave@szmin<ave.com
add : 深圳市南油大道西海岸大厦 17F

Contents

目录

第一篇 城市道路和桥梁照明设计的要素构成	1
第1章 道路与桥梁照明的目的、作用及其技术指标	1
1.1 照明目的和作用	1
1.2 功能性照明	1
1.3 装饰照明	3
1.4 桥梁照明	3
第2章 道路与桥梁照明的基础	4
2.1 道路和桥梁照明的光源选择	4
2.2 照明标准	7
2.3 照明计算	10
2.4 人行横道照明	10
2.5 光色及其彩色光的应用	11
2.6 照明美学	17
第二篇 道路桥梁功能性与装饰性照明方式	19
第3章 照明的布灯方式	19
3.1 常规道路照明布灯基本形式	19
3.2 高杆照明方式	20
3.3 栏杆照明方式	20
3.4 特殊道路的照明方式	20
3.5 桥梁的照明	22
3.6 机场、铁路和水路附近的道路照明	22
3.7 道路广场照明	22
3.8 居住区和步行区的道路照明	22
3.9 隧道照明	23
第4章 桥梁的景观装饰照明	26
4.1 桥梁景观照明设计原则	26
4.2 桥梁照明设计要点	27

4.3 桥梁夜景照明的目的、表现手法和内容	28
4.4 光污染和光入侵的控制	29
4.5 道路立交桥的夜景照明	29

第三篇 城市道路和桥梁灯光环境设计方案与举例

第5章 照明设计文件	31
5.1 设计依据与原则	31
5.2 方案设计	32
5.3 扩初设计	32
第6章 道路桥梁灯光环境设计举例	33
6.1 珠海市迎宾南路灯光工程设计	33
6.2 宜昌市中心城区六条道路夜景照明规划设计	35
6.3 深圳市布沙路灯光设计	39
6.4 黄山市五座大桥环境灯光设计	39
6.5 常德市沅水大桥照明设计	40
6.6 天津王顶堤立交桥灯光环境设计	42

第四篇 道路照明器的选择配置及设计应用

第7章 道路照明器的种类及应用	48
7.1 道路照明器的主要性能和指标	48
7.2 照明器的光度分类	49
第8章 道路和桥梁灯具应用	50
8.1 灯具的选择	50
8.2 高杆照明	52
第9章 道路桥梁适用灯具及其技术参数	54
9.1 灯具的作用	54
9.2 适用灯具及其技术参数	54

第五篇 照明灯具、配电系统安装, 线路敷设及环境工程管理	63
第 10 章 绝缘导线、电缆的选择与敷设	63
10.1 绝缘导线、电缆的选择	63
10.2 绝缘导线、电缆的敷设	63
第 11 章 照明灯具及设备安装	65
11.1 照明灯具的安装	65
11.2 灯具安装高度、安装间距、悬臂长度和仰角	65
11.3 配电系统的安装	65
11.4 电气设备的安全设计	66
第 12 章 照明控制与节能	67
12.1 照明控制的意义	67
12.2 灯光控制	67
12.3 控制系统应用设计	69
12.4 节能措施	70
12.5 推行绿色照明工程	70
12.6 环境保护	71
第六篇 城市道路桥梁照明实例	72
第 13 章 城市道路桥梁照明景观集锦	72
主要参考文献	115

第一篇 城市道路和桥梁照明设计的要素构成

第1章 道路与桥梁照明的目的、作用及其技术指标

1.1 照明目的和作用

1.1.1 照明的目的

城市道路和桥梁照明的主要目的是为了使各种机动车辆的驾驶者在夜间行驶时能辨认出道路上的各种情况,以保证行车安全。同时也为行人提供夜间行走的光环境。夜间,要使车辆在道路和桥梁上始终行驶安全,就必须具备良好的视觉条件,要有视觉舒适感。也就是说,应满足“视功能”和“视舒适”两项指标。

1.1.2 照明的作用

优良的道路和桥梁照明设施为夜间车辆安全、迅速和舒适地行驶提供了良好的视觉条件。保障了车辆和行人安全;提高了交通运输效率;方便了人们的生活,防止犯罪活动确保人身与财产的安全;有利于城市夜间形象的改善,达到了美化城市环境的效果。

1.2 功能性照明

视功能和视舒适包含了平均亮度、照明均匀度、眩光和视觉诱导性这几项照明功能指标。

1.2.1 平均亮度

人能否看清道路及路面的物体主要取决于光照给物体反射的光线。反射光线多,视感觉则强。亮的程度取决于表面亮度,即每一单位亮区辐射出光量总数以及相对人视觉方向的立体角,即

$$L = E g \quad (1-1)$$

式中 E —亮度;

g —亮度系数。

道路和桥梁照明一般是处在相当低的照度水平上,颜色视觉很差,因此不能靠颜色识别物体和它的背景,而主要靠亮度差异。一个物体只有在获得一定亮度对比时才能看见。亮度对比 C 被定义为

$$C = \left| \frac{L_0 - L_b}{L_b} \right| \quad (1-2)$$

式中 L_0 —物体本身亮度;

L_b —背景亮度。

当 $L_0 < L_b$ 时,物体为一个暗影,这种对比称为负对比;当 $L_0 > L_b$ 时则为正对比。在道路和桥梁照明中主要用的是负对比。

路与桥面亮度是影响人们能否看见障碍物的最重要因素。照明的功能性作用就是以把路与桥面照亮到足以使驾驶者看清障碍物轮廓为原则。

周围环境的亮与暗对道路的影响也应高度重视。地处商业闹市区的道路平均亮度要比市郊昏暗环境下的亮度高。与道路相邻的地方应比较亮。行人通常会在这些地方出现。为了使驾驶者更容易看到横穿道路的行人,人行道的平均照度应不低于同宽度邻近车道的 50%。

1.2.2 照明均匀度

路与桥面不仅要有良好的平均亮度,而且要保证最低的亮度。路面总亮度均匀度 U_0 定义为路面最小亮度与平均亮度之比,即:

$$U_0 = L_{\min} / L_{\text{av}} \quad (1-3)$$

其另一均匀度指标为纵向均匀度 U_1 ,它定义为在通过观察者位置的平行于道路轴线的路线上,最小路面亮度与最大路面亮度之比。即:

$$U_1 = L_{\min} / L_{\max} \quad (1-4)$$

U_1 对视舒适影响极大。如果这个亮度不均匀,路面上将连续反复地出现一系列亮与暗的横带,这种现象被称为“斑马效应”。驾驶者对这种现象极为反感。一般情况下, U_1 取最小值为 0.7 左右,它能保证足够的视舒适水平。而对次要路面的 U_1 值则可以取 0.5 左右。

均匀度 U_1 与路面平均亮度和灯的间距有关。增加路面亮度和缩小灯的间距,会使纵向均匀度 U_1 提高,反之则会下降。路灯间距一般设在 25~50m 之间为宜。

1.2.3 眩光

在视场中物体形象通过眼睛聚焦在视网膜上,视感觉由物体形象的亮度而定。与此同时,另一眩光源射来光线在眼睛内散射。这部分光线非聚焦地散落在被聚焦物体形象上,好似在视场上蒙上一层明亮的帷幕,这种亮度称为等效光幕亮度,它与散射光的角度成比例。视觉强度取决于物体亮度与光幕亮度的总和。

1.2.4 视觉诱导性

诱导性反映道路使用者观察前面景象时的综合效果。诱导性好,说明道路使用者能容易地看到和正确地理解前面道路的走向,并且能指出所处车道边界和这一车道或道路的交叉点。诱导性也是为保证视可靠性达到一定水平而考虑的。

视觉诱导性是依靠道路、交通标识、防碰撞栏杆和照明设施实现的。另一方面,驾驶员也可以通过灯的布置看清道路的变化。照明设施诱导性有下列几种做法。

(1) 利用照明系统本身

这是一种常用的方法,即利用照明本身的变化改善方位诱导性。如道路复杂会合处,采用高杆照明给驾驶员以明显的信号;次要会合处,其干路用链式照明系统,支路用常规照明灯具。一般来讲,链式照明诱导性非常好,与常规照明方式对比更加清晰可见。

(2) 利用颜色标志

采用光源颜色的差别是一种非常有效的方法。如果采用不同颜色的光源分别代表不同方向的道路,如干道采用黄色低压钠灯,支路用青白色光高压汞灯,则很远就清晰可辨。

(3) 利用灯具的式样和安装高度的变化

利用不同式样的灯具或不同的安装高度以造成照明系统的差别。如在道路会合区通向高速公路停车场的支路采用不同灯具和不同安装高度。

(4) 利用灯具布置的差别

在路灯交会点,不应使驾驶员将灯杆和光点搞混,如照明由中心对称布置变成双侧对称布置,使驾驶员把这种布局当成一种信号,通知他正在接近危险的十字路口。

1.2.5 障碍照明

障碍照明主要指对桥梁需设置的航标照明和航空障碍灯等。

(1) 航空障碍灯

在跨水桥的最高部位如主塔顶部及其高空突出部位应设置航空障碍灯,它应符合我国民航有关高空障碍照明的规定和技术标准。

(2) 航标照明

在跨水桥桥墩部位应进行航标照明,避免过往船只发生航行危险以符合有关航标照明的规定和标准。

1.3 装饰照明

装饰照明主要指道路护栏和立交桥及跨水桥桥墩（或桥头堡）、缆索、梁体、桥墩等部位的照明。

装饰照明必须遵循以下基本原则：

(1) 道路和桥梁整体装饰照明的亮度值应由路桥附近建筑物的亮度水平所决定。道路和桥梁整体照明亮度的最大比值宜采用以下比例：

- 1) 与环境融合 2 : 1
- 2) 轻微强调 3 : 1
- 3) 强调 5 : 1
- 4) 重点强调 10 : 1

(2) 道路和桥梁的装饰照明应确保在任何方向对各种交通运载工具的驾驶人员都不造成有害眩光，也不对各种信号灯的识别造成干扰。

1.4 桥梁照明

(1) 对桥梁的灯塔、桥墩等宜进行泛光照明，以达到有效的艺术效果。索塔泛光照明则应自下而上亮度逐渐减小且呈平稳过渡，变化过程中无明显亮（或暗）斑。亮度的变化梯度宜为每 10m 递减或递增 $2\text{cd}/\text{m}^2$ ，最大与最小的亮度比值不宜超过 20 : 1。桥墩泛光照明应具有一定的均匀度，最小亮度（或明度）值与最大平均亮度（或明度）值之比大于 0.4。

(2) 对桥梁的局部进行勾勒照明或重点照明，对梁体、护栏和缆索宜进行泛光照明或轮廓勾勒照明而对雕塑或有特色构筑物宜进行重点照明。

第2章 道路与桥梁照明的基础

2.1 道路和桥梁照明的光源选择

光源的光谱组成决定光的颜色和显色性。显色性是公共装饰照明所必须考虑的因素。光谱对视功能及视舒适有不容忽视的影响。光源的光色有助于改善视觉的诱导性。实验表明,与复合光谱或连续光谱相比,单色光谱射在眼内聚焦更加明显。

视功能评价用视觉灵敏度、感知速度和恢复时间衡量。

(1) 视觉灵敏度,用低压钠灯照明时视觉灵敏度优于高压钠灯和高压汞灯照明。要达到同样视功能水平,高压汞灯提供的背景亮度至少比用低压钠灯要高50%。高压钠灯提供的背景亮度至少比用低压钠灯要高25%。

(2) 感知速度,指能够看到一个物体所需要的时间,也称为显露时间。如果保持一定感知速度,用高压汞灯照明提供的背景亮度要比低压钠灯照明下的背景亮度高1.5倍。

(3) 恢复时间,驾驶员在经受了眩光的刺激后返回正常视功能所需要的时间称为恢复时间。一般情况下,用低压钠灯比用高压汞灯恢复时间少20%。

在进行经济比较以后,除显色性有要求的场所外,采用低压钠灯是最经济的。在有显色性要求的地方,从节约的观点看,高压钠灯最为理想,高压汞灯是不可取的。

2.1.1 光源选择与适用场所

- (1) 快速路和市郊道路可选用低压钠灯或高压钠灯。
- (2) 主干道与次干道宜采用高压钠灯。
- (3) 支路及居民区道路应用小功率高压钠灯或高压汞灯。
- (4) 城市中心或商业中心等对颜色识别要求高的街道可采用金属卤化物灯等。
- (5) 路与桥面照明应采用高光效气体放电灯,不应采用白炽灯。
- (6) 多雾地区,应选用透雾性能好的光源作为功能性照明。
- (7) 从道路和桥梁整体性照明来看,其照明应与整体装饰性照明协调,可选用适当色温和显色性的金属卤化物灯或高压钠灯。

2.1.2 装饰性照明光源

(1) LED光源

LED光源在图像处理分析、检测等方面有着前所未有的便利,其独特的性质使图像的处理变得简单化。其特点是散热效果好,光亮度稳定性好,寿命长,可达10000~30000h。波长可以根据用途选择,制作方便,可制成各种形状和尺寸满足需求。可凭工件的形状和大小做成各种照射角度,依需要显示各种颜色。反应快捷,不但可以随时调整亮度,同时可在10微秒或更短的时间内达到最大的亮度。电源带有外触发器,通过计算机控制,可以用作频闪灯,运行成本低,耗电少。它所采用的光源,可以按照预定要求,在色彩、亮度和灯光因素配置上产生变化。

“亮”,即灯光色彩亮丽动人;“跳”,其灯光让人感觉“耳目一新”;“省”,就是省电,也就是灯光光源的长期使用能源成本;“长”亦即使用寿命和维修更换的频率。

50年前人们已经了解半导体材料可产生光线的基本知识,第一个商用二极管产生于1960年。LED是英文light emitting diode(发光二极管)的缩写,它的基本结构是一块电致发光的半导体材料,置于一个有引线的架子上,然后四周用环氧树脂密封,起到保护内部芯线的作用,所以LED的抗振性能好。到今天,其发光效率达到每瓦15lm,光

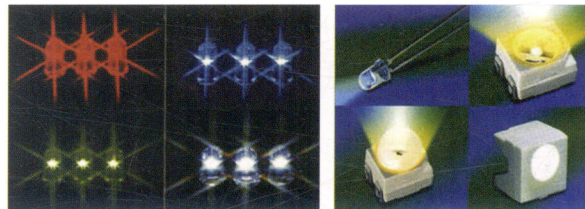


图2-1 LED光源

强达到烛光级,辐射颜色形成包括白色光的多元化色彩,寿命达数万小时,不但成为光学光电子新兴产业中极具影响的新产品,而且在显示技术及照明领域中占有特殊的举足轻重的位置。特别是近年来,LED光源被广泛用于照明器具,并从室内迅速向室外发展,而且已从一般的装饰灯迅速向草坪灯、埋地灯、水底灯、嵌墙灯、射灯、护栏灯等多种灯具繁衍。

1) LED光源的原理

发光二极管的核心部分是由p型半导体和n型半导体组成的晶片,在p型半导体和n型半导体之间有一个过渡层,称为pn结。在某些半导体材料的pn结中,注入的少数载流子与多数载流子复合时会把多余的能量以光的形式释放出来,从而把电能直接转换为光能。pn结加反向电压,少数载流子难以注入,故不发光。这种利用注入式电致发光原理制作的二极管叫发光二极管,通称LED。当它处于正向工作状态时(即两端加上正向电压),电流从LED阳极流向阴极时,半导体晶体就发出从紫外到红外不同颜色的光线,光的强弱与电流有关。在半导体pn结处流过正向电流时,能以高的转换效率辐射出200~1550nm范围包括紫外、红外和可见光谱,从而形成一个实用的发光元件。目前可见光(380~780nm)的LED产量以90%的优势占主导地位。LED以体积小(最小仅几毫米)、寿命长(几万小时)、功耗低(mW)、可靠性高、响应速度快(ns级)、易与集成电路配用、可在低电位(几伏电压)下工作及容易实现固体化,以及辐射光谱丰富、光效和亮度高等优点,在照明和显示领域引起人们的极大兴趣和重视。

2) LED光源的特点

电压:LED使用低压电源,供电电压在6~24V之间,根据产品不同而异,所以它是一个比使用高压电源更安全的电源,特别适用于公共场所。

效能:消耗能量较同光效的白炽灯减少80%。

适用性:体积很小,每个单元LED小片是3~5mm的正方形,所以可以制备成各种形状的器件,并且适合于易变的环境。

稳定性:10万小时,光衰为初始的50%。

响应时间:其白炽灯的响应时间为毫秒级,LED灯的响应时间为纳秒级。

对环境污染:无有害金属汞。

颜色:改变电流可以变色,发光二极管方便地通过化学修饰方法,调整材料的能带结构和带隙,实现红黄绿蓝橙多色发光。如小电流时为红色的LED,随着电流的增加,可以依次变为橙色、黄色,最后为绿色。

价格:LED的价格比较昂贵,较之于白炽灯,几只LED的价格就可以与一只白炽灯的价格相当,而通常每组信号灯需由300~500只发光二极管构成。

(2) 冷极管

冷极管是一种新型的装饰照明光源,其应用广泛,与普通的霓虹灯相比具有许多突出的优点。光效高、亮度高、光输出达到2000lm/m,颜色更纯更高,管径更粗,



图2-2 LED光源产品

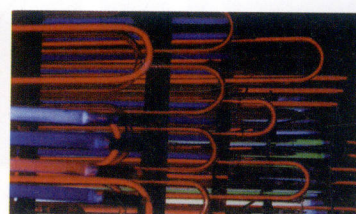
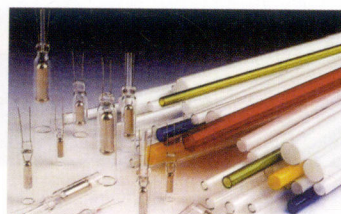


图2-3 冷极管



图 2-4 微波硫灯

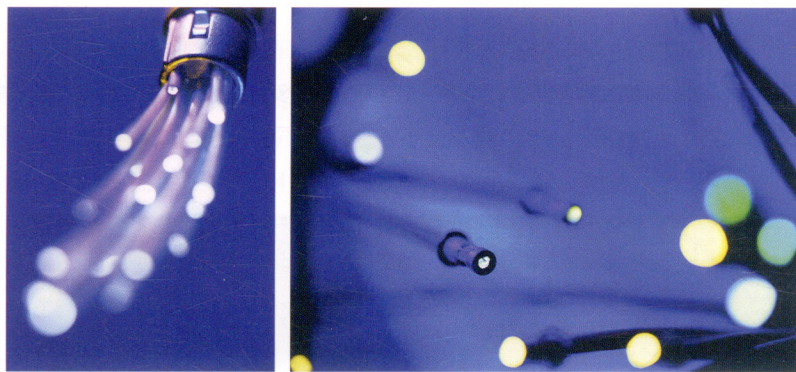


图 2-5 光纤

有 8、10、12、15、20、25mm 等，最粗可达到 30mm，15mm 以上多用于轮廓照明。易于成形，管与管之间间距很小，点亮后没有阴影，寿命长达 20000h 以上。

(3) 微波硫灯

微波硫灯是 21 世纪的新型光源。微波硫灯是用 2450MHz 微波能量来激发一个比乒乓球略小的石英泡壳内主要为硫的发光物质，使其形成轴射而产生可见光的一种高效、节能光源。其应用范围广泛，光效大于 80lm/W ，色温为 $5800\sim 7000\text{K}$ ，寿命达 20000h（磁控管可调换），可任意燃点。

(4) 光纤

光纤作为一种特殊的传导光能的形式，近年来被广泛应用。它具有其他照明方式不可替代的优势。在室内可以避免紫外线对物品的损伤。在室外可以十分安全地用在高湿度、高温度场所，甚至水下或水池边等地区。其光亮、光色、光效俱佳，具安全、节能、使用寿命长等特点。

1) 光纤照明的原理

光纤照明系统是由光源、反光镜、滤色片及光纤组成。

当光源通过反光镜后，形成一束近似平行光。由于滤色片的作用，又将该光束变成彩色光。当光束进入光纤后，彩色光就随着光纤的路径送到预定的地方。

由于光在途中的损耗，所以光源一般都很强。常用光源为 $150\sim 250\text{W}$ 左右。而且为了获得近似平行光束，发光点应尽量小，近似于点光源。

反光镜是能否获得近似平行光束的重要因素，所以一般采用非球面反光镜。

滤色片是改变光束颜色的零件。根据需要，用调换不同颜色的滤光片就获得了相应的彩色光源。

光纤是光纤照明系统中的主体，光纤的作用是将光传送或发射到预定地方。光纤分为端发光和体发光两种。前者就是光束传到端点后，通过尾灯进行照明，而后者本身就是发光体，形成一根柔性光柱。

对光纤材料而论，必须是在可见光范围内，对光能量应损耗最小，以确保照明质量。但实际上不可能没有损耗，所以光纤传送距离约 30m 左右为最佳。

光纤有单股、多股和网状三种。对单股光纤来说，它的直径为 $6\sim 20\text{mm}$ ，同时又可分为体发光和端发光两种，而对多股光纤来说，均为端发光。多股光纤的直径一般为 $0.5\sim 3\text{mm}$ ，而股数常见为几根

至上百根。

网状光纤均为细直径的体发光光纤组成,可以组成柔性光带。

从理论上讲,光线是直线传播的,但在实际应用中,人们都希望改变光线的传播方向。经过科学家数百年不懈的努力,利用透镜和反光镜等光学元件来无限次的改变传播方向,而光纤照明的出现,正是建立在有限次的改变光线传播方向,实现了光的柔性传播。正如圆弧经无数次的分割后成直线一样,光纤照明正是以无限次反射后,光线就随光纤的路径传送,实现了柔性传播。但是光纤照明的柔性传播,并没有改变光线直线传播的经典理论。

在照明技术中,光纤照明是一枝独秀的照明新技术。由于它具有光的柔性传输,安全可靠,所以广泛地应用于工业、科研、医学及景观设计中,并在装饰照明中已形成自己独有的特色。

2) 光纤照明的特点

光纤照明具有以下显著的特点:

①光线柔性传播:从理论上讲,光线是直线传播的。然而因实际应用的多元性,总希望能方便地改变光的传播方向。光纤照明正是满足了这一要求。这是光纤照明的特点之一。

②光与电分离:在传统照明中,都是由光源将电能转换成光能直接得到的,光与电是分不开的。但电有一定的危险性,所以很多场合都希望光与电分开,排除各种隐患,确保照明的安全性。所以光与电的分离是光纤照明的特点之二。

③其特点还表现在以下几个方面:

- 单个光源可具备多个发光特性相同的发光点;
- 光源易更换,也易于维修;
- 发光器可以放置非专业人员难以接触的位置,因此具有防破坏性;
- 无紫外线、红外线光,通过“干净”的光束达到精致的照明效果,可减少对人或对某些物品的损坏;
- 发光点小型化,重量轻,易更换、安装,可以制成很小尺寸,放置在透光器皿或其他小物体内部发光,形成特殊的装饰照明效果;
- 无电磁干扰,可被应用在核磁共振室、雷达控制室等有电磁屏蔽要求的特殊场所之内;
- 无电火花,无电击危险,广泛应用于喷泉水池、广场地板等潮湿多水的场所;
- 可自动变换光色,具有新颖性和创新性;
- 可重复使用,节省投资;
- 柔软易折不易碎,易被加工成各种不同的图案;系统发热低于一般照明系统,可降低空调系统的电能消耗。

(5) 稀土节能灯

当今世界上流行使用的新型电光源大都与稀土有关,其中使用最多的电光源是稀土三基色荧光灯。所说的三基色是指红、绿、蓝三种基本色光,经过混色组合后,可以获得照明用的白色光。稀土三基色荧光灯所使用的红、绿、蓝三种荧光粉,都是以稀土元素作为主要成分。稀土三基色荧光粉是世界各国用来生产高效节能灯的主要原材料。真正的稀土三基色节能灯与普通的白炽灯相比节电率高达80%,而且可以获得与日光相近的色温,使得被照明物体颜色纯正不失真,其生产过程不污染环境。

目前常用的稀土三基色节能灯的外形以紧凑型为主,按灯管造型分为单U、双U、三U、单H、双H等多种类型,也有做成细管型。稀土三基色节能灯不但高效节能,而且使用寿命也比白炽灯高5~8倍。稀土三基色节能灯是世界各国大力提倡和推广的新型电光源,在欧美和日本等国已经用稀土三基色荧光灯取代了白炽灯。

2.2 照明标准

前面我们提到了平均亮度,亮度均匀度、眩光限制和视觉诱导性四项光照功能指标。但我国目前完全采用亮度标准有很大困难。因此给出