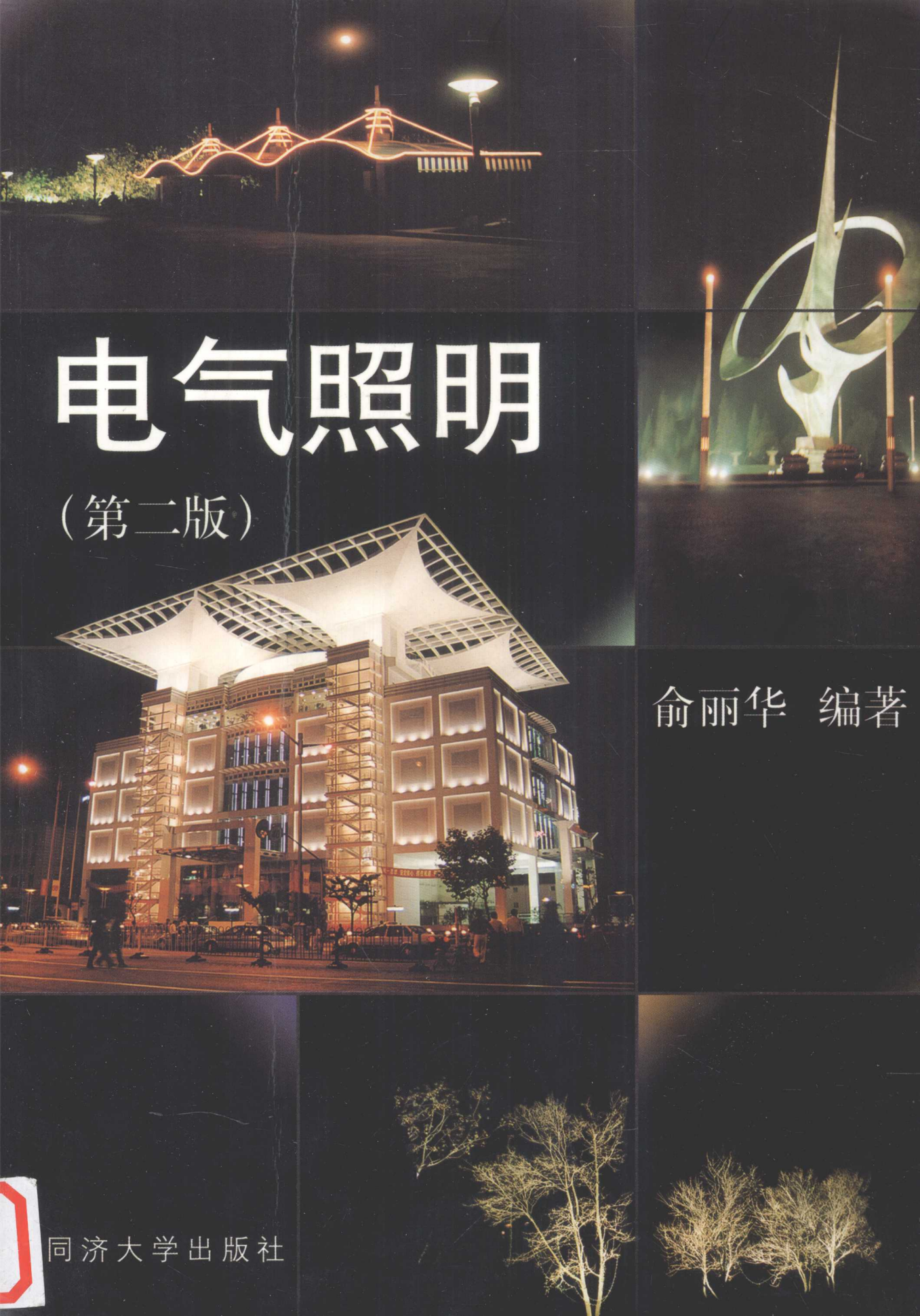




# 电气照明

(第二版)

俞丽华 编著

同济大学出版社

# 电 气 照 明

(第二版)

俞丽华 编著

同济大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

电气照明/俞丽华编著. —2 版. —上海:同济大学出版社, 2001. 9  
ISBN 7-5608-2332-7

I. 电… II. 俞… III. 电气照明—高等学校—教材 IV. TM923

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 061293 号

**电气照明**

**作 者** 俞丽华 编著

**责任编辑** 张平官   **责任校对** 徐春莲   **装帧设计** 陈益平

---

**出 版 行** 同济大学出版社  
(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)  
**经 销** 全国各地新华书店  
**印 刷** 同济大学印刷厂印刷  
**开 本** 787mm × 1092mm 1/16  
**印 张** 26 插页:4  
**字 数** 665600  
**版 次** 2001 年 9 月第 2 版 2004 年 2 月第 2 次印刷  
**书 号** ISBN 7-5608-2332-7/TM·31  
**定 价** 34.00 元

---

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

## 再版前言

《电气照明》一书自1990年出版以来已十年。这十年中,此书得到了广大读者的认可,并荣获电子工业部第三届全国工科优秀教材二等奖,全国不少高校都采用此书为教材。这十年间,照明设备(光源、灯具、控制等)及照明技术都有了长足的发展。这十年中,作者在同济大学自动化专业教授“电气照明”课程,同时指导同济大学建筑技术科学专业研究生进行了许多照明方面的研究,在室内外环境照明的工程设计、教学科研方面获得了不少成果。在此再版之际,愿把这些成果以及新的技术、新的理念、新的信息奉献给读者。

本书在保留原书体系的基础上,增加了全新的两章:“照明控制”(第六章)与“室外环境照明”(第九章)。“照明控制”一章阐述了照明控制的作用、控制策略、控制方式、控制系统及当前国际上的先进产品与技术,此章是作为照明设计的基础知识推给读者的。“室外环境照明”一章对室外环境照明设计的要求与原则、城市夜景照明规划、投光(泛光)照明、室外装饰照明、城市广场环境照明等作了详细的阐述,此章是从照明设计应用角度介绍给大家的。其他各章中都删除了一些陈旧过时的内容,补充了新的领先技术。还介绍了一些新的理论。如:国际照明委员会(CIE)推出的统一眩光评价系统(UGR);CIE作为道路照明眩光评价指标的TI;照明质量评价体系等。

此次再版,我国行业标准《建筑照明术语标准》(JGJ/T 119-98)已公布,书中所用之名词术语基本上都按此标准;《建筑电气工程设计常用图形和文字符号》图集(00DX001)建设部也正式批准执行(设备及路线标注都用英文),书中电气施工图就按此要求执行。

本书在再版过程中得到了同济大学杨公侠教授的大力支持,他对全部书稿进行了审阅,并提出了许多宝贵意见。同济大学信控系肖辉讲师对书稿进行了认真的校对,并对各章“思考与练习”中的题目进行了补充与完善。同济大学建筑技术专业研究生李奇峰承担了主要的书稿打字、绘图及资料整理工作。解全花、郭菲为本书的再版也付出了不少精力。中国航空工业规划设计研究院赵振民高级工程师、中国建筑标准设计研究所李雪佩高级工程师都及时将最新的资料提供给作者,在此谨向他们表示深深的谢意。另外向所有为本书奉献力量的照明界同行、我的研究生以及本科生表示感谢。

在本书再版之际,我特别要感谢同济大学朱桐城教授在本书第一版中所作出的重要贡献。

因编写时间仓促,书中有些示例采用的数据、图表资料没能及时更新,虽然它们尚不影响对基本原理及计算方法的说明,但仍感遗憾,请读者谅解。另外,书中难免还有不当之处,请读者批评指正。

编著者  
2001.5

## 前 言

### (第一版)

本书是在同济大学 1983 年及 1986 年编写的《电气照明》讲义的基础上,根据多年的教学经验和编者本人从事电气照明工程设计的实践重新充实、改写完成的。

本书以中、高等院校中照明工程、建筑电气、工业电气自动化等专业的学生为主要读者对象,并力求兼顾有关技术人员在照明工程设计中的需要。本书以电气照明设计为轴线,阐述了照明工程的基础理论、基本计算和设计方法。书中采用了国际照明委员会(CIE)、国际电工委员会(IEC)以及我国照明设计标准中最新的规定和建议。

全书共十章,前三章介绍了有关光、视觉、颜色方面的基础知识;第四章到第九章阐述了照明设计的基本计算、设计方法、光源和灯具的选用、施工图的绘制以及有关照度和亮度等光度量的工程测量;第十章列举了车间照明、教室照明等设计实例,并在附录中收集了常用的数据图表;为方便读者自学,各章还分别列出“思考与练习”。打\*的章节属选读内容。

本书第一、二、三章由朱桐城副教授撰写,第四、五、六、七、八、九、十章及附录由俞丽华副教授撰写。在撰写过程中得到了同济大学杨公侠教授、复旦大学何鸣皋教授、上海灯具研究所章海骢高级工程师、上海民用建筑设计院黄德明高级工程师、曾国英工程师的指导与帮助;王声洋高级工程师对全部书稿进行了审阅,并提出了许多宝贵的意见;同济大学出版社张平官编辑对本书的出版给予了热情关心与全力支持,编者在此谨向他们表示衷心的感谢。盛晨、薛加勇、杨志参加了资料整理与绘图工作。

由于编者水平有限,书中错误和缺点在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

俞丽华 朱桐城

1989. 8

# 目 录

## 再版前言

## 前言(第一版)

|                |      |
|----------------|------|
| 第一章 光和光度量      | (1)  |
| 第一节 光的基本概念     | (1)  |
| 一、光的本质         | (1)  |
| 二、光谱光视效率       | (5)  |
| 第二节 常用的光度量     | (6)  |
| 一、光通量          | (6)  |
| 二、发光强度(光强)     | (7)  |
| 三、照度           | (8)  |
| 四、光出射度(出光度)    | (8)  |
| 五、亮度           | (9)  |
| 第三节 材料的光学性质    | (10) |
| 一、反射、透射和吸收比    | (10) |
| 二、光的反射         | (12) |
| 三、光的折射与透射      | (12) |
| 四、亮度系数         | (15) |
| 五、材料的光谱特征      | (17) |
| 六、材料的其他光学特性    | (18) |
| 思考与练习          | (19) |
| 第二章 光和视觉       | (21) |
| 第一节 视觉的生理基础    | (21) |
| 一、眼睛的构造        | (21) |
| 二、视觉产生过程       | (22) |
| 第二节 视觉特性       | (23) |
| 一、暗视觉、明视觉和中介视觉 | (23) |
| 二、视觉阈限         | (24) |
| 三、视觉适应         | (24) |
| 四、后像           | (25) |
| 五、眩光           | (25) |
| 六、个人差别         | (27) |
| 第三节 视觉功效       | (28) |
| 一、对比敏感度、可见度    | (28) |

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| 二、视觉敏锐度(视力) .....      | (29)        |
| 三、视觉感受速度(察觉速度) .....   | (29)        |
| 四、视亮度 .....            | (30)        |
| 思考与练习 .....            | (30)        |
| <b>第三章 颜色 .....</b>    | <b>(31)</b> |
| 第一节 颜色视觉 .....         | (31)        |
| 一、视网膜的颜色区 .....        | (31)        |
| 二、颜色辨认 .....           | (31)        |
| 三、颜色对比和颜色适应 .....      | (32)        |
| 第二节 颜色的特性 .....        | (32)        |
| 一、颜色的特性 .....          | (32)        |
| 二、颜色立体 .....           | (33)        |
| 三、颜色环 .....            | (34)        |
| 四、颜色混合定律 .....         | (34)        |
| 第三节 表色系统 .....         | (35)        |
| 一、孟塞尔表色系统 .....        | (35)        |
| 二、CIE 表色系统 .....       | (36)        |
| 第四节 光源的显色性 .....       | (40)        |
| 一、光谱能量(功率)分布 .....     | (40)        |
| 二、色温(色温度) .....        | (40)        |
| 三、显色性 .....            | (41)        |
| 思考与练习 .....            | (43)        |
| <b>第四章 照明电光源 .....</b> | <b>(44)</b> |
| 第一节 概述 .....           | (44)        |
| 一、热辐射特性 .....          | (44)        |
| 二、气体放电原理 .....         | (45)        |
| 第二节 白炽灯 .....          | (47)        |
| 一、白炽灯的构造 .....         | (47)        |
| 二、白炽灯的类别 .....         | (48)        |
| 三、白炽灯的光电参数 .....       | (49)        |
| 四、白炽灯的发展动向 .....       | (51)        |
| 第三节 卤钨灯 .....          | (51)        |
| 一、卤钨循环 .....           | (51)        |
| 二、卤钨灯的结构与参数 .....      | (52)        |
| 三、卤钨灯的应用 .....         | (52)        |
| 四、照明卤钨灯泡的使用注意事项 .....  | (53)        |
| 第四节 荧光灯 .....          | (53)        |

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 一、荧光灯的分类及其参数 .....        | (53)        |
| 二、荧光灯的特性 .....            | (56)        |
| 三、荧光灯的工作线路 .....          | (59)        |
| 四、电子镇流器 .....             | (61)        |
| 第五节 高强度气体放电灯(HID 灯) ..... | (64)        |
| 一、HID 灯的结构与参数 .....       | (64)        |
| 二、HID 灯的工作特性 .....        | (66)        |
| 三、HID 灯的工作线路 .....        | (68)        |
| 四、常用产品及其应用 .....          | (68)        |
| 第六节 低压钠灯 .....            | (70)        |
| 第七节 场致发光——发光二极管 .....     | (70)        |
| 一、发光二极管的原理和结构 .....       | (71)        |
| 二、单个发光二极管的特性 .....        | (72)        |
| 三、发光二极管的应用 .....          | (73)        |
| 第八节 照明电光源性能比较和选用 .....    | (76)        |
| 一、电光源性能比较 .....           | (76)        |
| 二、电光源的选用 .....            | (76)        |
| 思考与练习 .....               | (78)        |
| <b>第五章 照明灯具(灯具)</b> ..... | <b>(80)</b> |
| 第一节 灯具的特性 .....           | (80)        |
| 一、光强空间分布特性 .....          | (80)        |
| 二、亮度分布和遮光角 .....          | (83)        |
| 三、灯具效率 .....              | (87)        |
| 第二节 灯具的分类 .....           | (88)        |
| 一、按灯具出射光线的分布分类 .....      | (88)        |
| 二、按外壳防护等级分类 .....         | (93)        |
| 三、按防触电保护分类 .....          | (94)        |
| 四、按维护性能分类 .....           | (95)        |
| 五、按安装面材料分类 .....          | (96)        |
| 第三节 灯具的选用 .....           | (96)        |
| 一、配光的选择 .....             | (96)        |
| 二、按环境条件选择 .....           | (97)        |
| 三、按防触电保护要求选择 .....        | (97)        |
| 四、经济性 .....               | (97)        |
| 思考与练习 .....               | (98)        |
| <b>第六章 照明控制</b> .....     | <b>(99)</b> |
| 第一节 概述 .....              | (99)        |



|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 一、营造良好的光环境 .....              | (99)         |
| 二、节约能源 .....                  | (99)         |
| 第二节 照明控制策略与方式 .....           | (99)         |
| 一、照明控制策略 .....                | (99)         |
| 二、照明控制方式 .....                | (101)        |
| 第三节 照明控制系统 .....              | (103)        |
| 一、手动控制和自动控制 .....             | (103)        |
| 二、控制层次 .....                  | (103)        |
| 三、自动调光控制系统 .....              | (104)        |
| 第四节 照明控制的基本硬件 .....           | (105)        |
| 一、开关元器件 .....                 | (105)        |
| 二、调光装置 .....                  | (105)        |
| 三、传感器 .....                   | (106)        |
| 四、控制器 .....                   | (106)        |
| 五、通信 .....                    | (106)        |
| 第五节 分布式照明控制系统 .....           | (107)        |
| 一、总线技术 .....                  | (107)        |
| 二、分布式照明控制系统 .....             | (108)        |
| 第六节 智能化照明控制系统的新发展 .....       | (110)        |
| 第七节 数字式可寻址照明控制接口标准 DALI ..... | (112)        |
| 思考与练习 .....                   | (114)        |
| <b>第七章 照明计算 .....</b>         | <b>(115)</b> |
| 第一节 平均照度计算——利用系数法 .....       | (115)        |
| 一、基本计算公式 .....                | (115)        |
| 二、利用系数的有关概念 .....             | (116)        |
| 三、平均照度计算举例 .....              | (118)        |
| 四、概算曲线与单位容量法 .....            | (119)        |
| * 第二节 利用系数的求法 .....           | (120)        |
| 一、光通传递理论 .....                | (120)        |
| 二、解联立方程求解利用系数 .....           | (123)        |
| 第三节 点光源直射照度计算(平方反比法) .....    | (125)        |
| 一、点光源水平照度计算 .....             | (125)        |
| 二、任意倾斜面照度计算 .....             | (126)        |
| 三、实用计算图表 .....                | (127)        |
| 四、逐点计算法举例 .....               | (129)        |
| 第四节 线光源直射照度计算(方位系数法) .....    | (131)        |
| 一、线光源的光强分布 .....              | (131)        |
| 二、基本计算方法 .....                | (132)        |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 三、被照点在不同情况下的计算 .....          | (135)        |
| 四、线光源等照度曲线 .....              | (136)        |
| 五、线光源计算举例 .....               | (138)        |
| * 第五节 面光源直射照度计算 .....         | (139)        |
| 一、等亮度面光源的照度计算 .....           | (139)        |
| 二、非等亮度面光源的计算 .....            | (141)        |
| 三、实用计算图表 .....                | (142)        |
| 四、面光源计算举例 .....               | (143)        |
| * 第六节 反射(间接)照度计算 .....        | (144)        |
| 第七节 平均亮度计算 .....              | (146)        |
| 第八节 室外场地泛光照明的计算——有效光通量法 ..... | (147)        |
| 第九节 道路照明计算 .....              | (151)        |
| 一、照度计算 .....                  | (151)        |
| 二、平均照度与平均亮度的换算 .....          | (153)        |
| 三、道路照明计算举例 .....              | (154)        |
| 第十节 不舒适眩光计算 .....             | (157)        |
| 思考与练习 .....                   | (160)        |
| <b>第八章 照明光照设计 .....</b>       | <b>(162)</b> |
| 第一节 概述 .....                  | (162)        |
| 第二节 照明方式和种类 .....             | (163)        |
| 一、照明方式 .....                  | (163)        |
| 二、照明种类 .....                  | (164)        |
| 第三节 照明质量评价体系 .....            | (165)        |
| 一、以客观物理量为主的照明质量评价体系 .....     | (165)        |
| 二、光线方向性的质量评价 .....            | (172)        |
| 三、以光环境为主体的评价体系的建立 .....       | (174)        |
| 第四节 灯具布置 .....                | (174)        |
| 一、对室内灯具布置的要求 .....            | (174)        |
| 二、距离比 $s/h$ 的确定 .....         | (175)        |
| 第五节 建筑化照明 .....               | (177)        |
| 一、效果分析 .....                  | (178)        |
| 二、技术处理 .....                  | (180)        |
| 第六节 办公室照明 .....               | (184)        |
| 一、照明质量 .....                  | (184)        |
| 二、光源和灯具选择 .....               | (186)        |
| 第七节 学校照明 .....                | (188)        |
| 一、照明质量 .....                  | (188)        |
| 二、普通教室和阶梯教室照明 .....           | (188)        |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 三、图书馆照明 .....              | (191)        |
| 第八节 工厂照明 .....             | (192)        |
| 一、照明质量 .....               | (192)        |
| 二、一般照明 .....               | (193)        |
| 三、控制室照明 .....              | (194)        |
| 四、检验工作照明 .....             | (194)        |
| 五、特殊场所照明 .....             | (196)        |
| 六、无窗厂房照明 .....             | (197)        |
| * 第九节 商业照明 .....           | (199)        |
| 一、照度水平 .....               | (199)        |
| 二、营业厅一般照明 .....            | (199)        |
| 三、陈列柜和橱窗照明 .....           | (200)        |
| 四、不同年龄层次、不同商品对照明的要求 .....  | (203)        |
| * 第十节 旅馆照明 .....           | (204)        |
| * 第十一节 体育运动场所照明 .....      | (206)        |
| 一、体育照明的一般要求 .....          | (206)        |
| 二、体育馆照明 .....              | (208)        |
| 三、游泳馆照明 .....              | (210)        |
| 四、室外运动场所照明 .....           | (213)        |
| 五、体育照明应用软件 .....           | (219)        |
| 第十二节 道路照明 .....            | (222)        |
| 一、照明质量 .....               | (222)        |
| 二、光源选择 .....               | (224)        |
| 三、灯具选择与布置 .....            | (224)        |
| 四、隧道照明 .....               | (228)        |
| 思考与练习 .....                | (231)        |
| <b>第九章 室外环境照明 .....</b>    | <b>(232)</b> |
| 第一节 概述 .....               | (232)        |
| 一、研究的对象和范围 .....           | (232)        |
| 二、城市公共空间照明的作用 .....        | (232)        |
| 三、室外环境照明设计的要求与原则 .....     | (233)        |
| 四、国际照明委员会(CIE)有关技术文件 ..... | (234)        |
| 第二节 城市夜景照明规划 .....         | (235)        |
| 一、总体规划 .....               | (235)        |
| 二、分区规划 .....               | (235)        |
| 三、景区群体形象设计与单体设计 .....      | (236)        |
| 四、照明与表现 .....              | (236)        |
| 五、照明与节能 .....              | (237)        |

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| 六、效果图 .....             | (237)        |
| 七、创建有城市特色的夜景照明 .....    | (238)        |
| 第三节 投光(泛光)照明 .....      | (238)        |
| 一、选择被照物体 .....          | (238)        |
| 二、投光照明技术 .....          | (239)        |
| 三、设施的类型与投光灯的布置 .....    | (240)        |
| 四、照明质量 .....            | (242)        |
| 五、光源和灯具选择 .....         | (246)        |
| 六、照明计算 .....            | (247)        |
| 七、动感投光照明 .....          | (249)        |
| 第四节 室外装饰照明 .....        | (250)        |
| 一、轮廓照明 .....            | (250)        |
| 二、自发光照明效果 .....         | (252)        |
| 三、内透光照明 .....           | (253)        |
| 第五节 城市广场环境照明 .....      | (253)        |
| 一、城市广场使用者的需求 .....      | (253)        |
| 二、城市广场环境照明质量要素及评价 ..... | (254)        |
| 三、对广场所用灯具的要求 .....      | (257)        |
| 第六节 光污染 .....           | (258)        |
| 思考与练习 .....             | (259)        |
| <b>第十章 照明电气设计 .....</b> | <b>(260)</b> |
| 第一节 概述 .....            | (260)        |
| 第二节 照明供电 .....          | (260)        |
| 一、照明对电压质量的要求 .....      | (260)        |
| 二、照明负荷分级 .....          | (262)        |
| 三、电压和供电方式的选择 .....      | (263)        |
| 四、照明供电网络 .....          | (266)        |
| 第三节 照明线路计算 .....        | (268)        |
| 一、照明负荷计算 .....          | (268)        |
| 二、照明线路电压损失计算 .....      | (269)        |
| 第四节 照明线路保护 .....        | (273)        |
| 一、保护装置的选择 .....         | (274)        |
| 二、保护电器的选择 .....         | (277)        |
| 三、保护装置的装设位置 .....       | (278)        |
| 第五节 导线、电缆选择与敷设 .....    | (279)        |
| 一、电线、电缆型式的选择 .....      | (279)        |
| 二、导线截面的选择 .....         | (280)        |
| 三、绝缘导线、电缆敷设 .....       | (281)        |

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| 第六节 照明装置的电气安全          | (285)        |
| 一、安全电流和电压              | (285)        |
| 二、电击保护(防触电保护)          | (285)        |
| 三、照明装置及线路应采取的措施        | (286)        |
| 第七节 照明设计施工图            | (286)        |
| 一、设计总则                 | (286)        |
| 二、电气图绘制要求              | (288)        |
| 三、怎样看土建图               | (290)        |
| 四、照明供配电系统图             | (295)        |
| 五、照明平面图                | (297)        |
| 第八节 照明节能与方案的技术经济比较     | (298)        |
| 一、照明节能                 | (298)        |
| 二、照明方案的技术经济比较          | (298)        |
| 思考与练习                  | (300)        |
| <b>第十一章 光的测量</b>       | <b>(302)</b> |
| 第一节 光检测器               | (302)        |
| 一、工作原理                 | (302)        |
| 二、光电池的基本特性             | (303)        |
| 第二节 光度测量               | (305)        |
| 一、照度测量                 | (305)        |
| 二、光强测量                 | (307)        |
| 三、光强分布(配光特性)测量         | (307)        |
| 四、光通量测量                | (308)        |
| 五、亮度测量                 | (311)        |
| * 第三节 灯具光强分布(配光特性)测量举例 | (312)        |
| 一、测量装置及要求              | (312)        |
| 二、测量原理                 | (313)        |
| 三、测量方法                 | (314)        |
| 四、光强分布曲线(配光曲线)及其数值     | (315)        |
| 第四节 光的现场测量             | (315)        |
| 一、照度测量                 | (316)        |
| 二、亮度测量                 | (317)        |
| 第五节 室内照度测量——实验指示书      | (318)        |
| 一、实验目的                 | (318)        |
| 二、实验前的准备               | (318)        |
| 三、实验设备                 | (319)        |
| 四、实验项目                 | (319)        |
| 五、注意事项                 | (319)        |

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 六、实验报告 .....              | (320)        |
| * 第六节 颜色的测量 .....         | (321)        |
| 一、光源色度的测量 .....           | (321)        |
| 二、物体表面颜色的色度测量 .....       | (321)        |
| 思考与练习 .....               | (322)        |
| <b>第十二章 照明设计实例 .....</b>  | <b>(323)</b> |
| 一、教室照明设计实例 .....          | (323)        |
| 二、炼钢厂车间照明设计实例 .....       | (324)        |
| 三、体育馆照明设计实例 .....         | (324)        |
| 四、游泳馆照明设计实例 .....         | (326)        |
| 五、园林夜景照明实例(规划及细部设计) ..... | (328)        |
| <b>附录 .....</b>           | <b>(335)</b> |
| <b>参考文献 .....</b>         | <b>(397)</b> |

# 第一章 光和光度量

## 第一节 光的基本概念

### 一、光的本质

照明工程中,光是指辐射能的一部分,即能产生视觉的辐射能。

从物理学的观点,光是电磁波谱的一部分,波长范围在  $380\sim 780\text{nm}$  之间,这个范围在视觉上可能稍有些差异。

任何物体发射或反射足够数量合适波长的辐射能,作用于人眼睛的感受器官,就可看见该物体。

描述辐射能的理论有以下几种:

#### 1. 微粒论

由牛顿(Newton)提出,根据以下这些前提:

- 1)发光体以微粒形式发射辐射能;
- 2)这些微粒沿直线断续地射出;
- 3)这些微粒作用在眼睛的视网膜上,刺激视神经而产生光的感覺。

#### 2. 波动论

由惠更斯(Huygens)提出,根据以下这些前提:

- 1)光是发光材料中分子振动产生的;
- 2)这种振动通过“以太”似水波一样传播出去;
- 3)这种传播的振动作用在眼睛的视网膜上,刺激视神经而产生视觉。

#### 3. 电磁论

由麦克斯韦(Maxwell)提出,根据以下这些前提:

- 1)发光体以辐射能形式发射光;
- 2)这种辐射能是以电磁波的形式传播;
- 3)这种电磁波作用在眼睛的视网膜上,刺激视神经而产生光的感覺。

#### 4. 量子论

由普朗克(Planck)提出的现代形式的微粒论,根据以下这些前提:

- 1)能量以不连续的量子(光子)发射和吸收;
- 2)每个量子的大小为  $h\nu$ ,其中

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{Js (普朗克常数)}, \nu \text{ 为频率(Hz)}.$$

#### 5. 统一论

由德布洛格里(De Broglie)和海申堡格(Heisenberg)提出,根据以下这些前提:

- 1)每一运动质量元伴随着波动,波动的波长  $\lambda = h/mv$

其中  $\lambda$ ——波动的波长;

$h$ ——普朗克常数;  
 $m$ ——微粒的质量;  
 $v$ ——微粒的速度。

## 2) 波动论或微粒论不能同时确定全部性质。

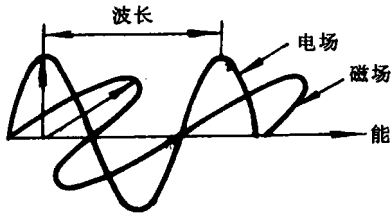


图 1-1 电磁能示意图

量子论和电磁波论给对于照明工程师有重要意义的辐射能特性作了说明。无论光被认为是波动性质的或光子性质的,在更确切的意义上来说是由电子过程产生的辐射。在白炽体、气体放电或固体装置中,被激励的电子返回到原子中较稳定的位置时,放射出能量而产生辐射。

简而言之,目前科学家们用两种理论来阐述光的本质,这就是“电磁波理论”和“量子论”。

电磁波理论认为发光体以辐射能的形式发射光,而辐射能又以电磁波形式向外传输(图 1-1),电磁波作用在人眼上就产生光的感觉。量子论认为发光体以分立的“波束”形式发射辐射能,这些波束沿直线发射出来,作用在人眼上而产生光的感觉。光在空间运动可以用电磁波理论圆满地加以解释。光对物体(例如对阻挡层光电池光度计)的效应可用量子论圆满地加以解释。

辐射能以波长或频率顺序排列的图形称为辐射能波谱或电磁能波谱(图 1-2)。可以用它来表明各种不同辐射能波长范围之间的关系。

一般辐射能波谱的范围遍布在波长为  $10^{-16} \sim 10^5 \text{ m}$  的区域。可见光谱辐射能的波长在  $380 \times 10^{-9} \sim 780 \times 10^{-9} \text{ m}$  (即  $380 \sim 780 \text{ nm}$ ) 之间,仅是辐射能中很小的一部分。

在 1666 年,牛顿使一束自然光线通过棱镜,从而发现光束中包含组成彩虹的全部颜色。可见光谱的颜色实际上是连续光谱混合而成的。图 1-3 表示光的颜色与相应的波段,波长从  $380 \text{ nm}$  向  $780 \text{ nm}$  增加时,光的颜色从紫色开始,按蓝、绿、黄、橙、红的顺序逐渐变化。

紫外线波谱的波长在  $100 \sim 380 \text{ nm}$  之间,紫外线是人眼看不见的。太阳是近紫外线发射源。人造发射源可以产生整个紫外线波谱。紫外线有三种效应,见图 1-4 所示。

红外线波谱的波长在  $780 \text{ nm} \sim 1 \text{ mm}$  之间,红外线也是人眼看不见的。太阳是天然的红外線发射源。白炽灯一般可发射波长在  $5000 \text{ nm}$  以内的红外线。发射近红外线的特制灯可用于理疗和工业设施,见图 1-5 所示。

紫外线、红外线两个波段的辐射能与可见光一样,可用平面镜、透镜或棱镜等光学元件进行反射、成像或色散,故通常把紫外线、可见光、红外线统称为光辐射。

所有形式的辐射能在真空中传播时速度均相同,每秒为  $299793 \text{ km}$  (接近每秒为  $30 \text{ 万 km}$ )。当辐射能通过介质时,它的波长和速度将随介质而改变。但频率是由产生电磁波的辐射源决定的,它不随所遇到的介质而改变。通过式(1-1),可确定辐射能的速度,同时亦可表明频率和波长的关系:

$$v = \frac{\lambda \nu}{n} \quad (1-1)$$

式中  $v$  —— 在介质中波长的速度,  $\text{m/s}$ ;  
 $n$  —— 介质的折射率;



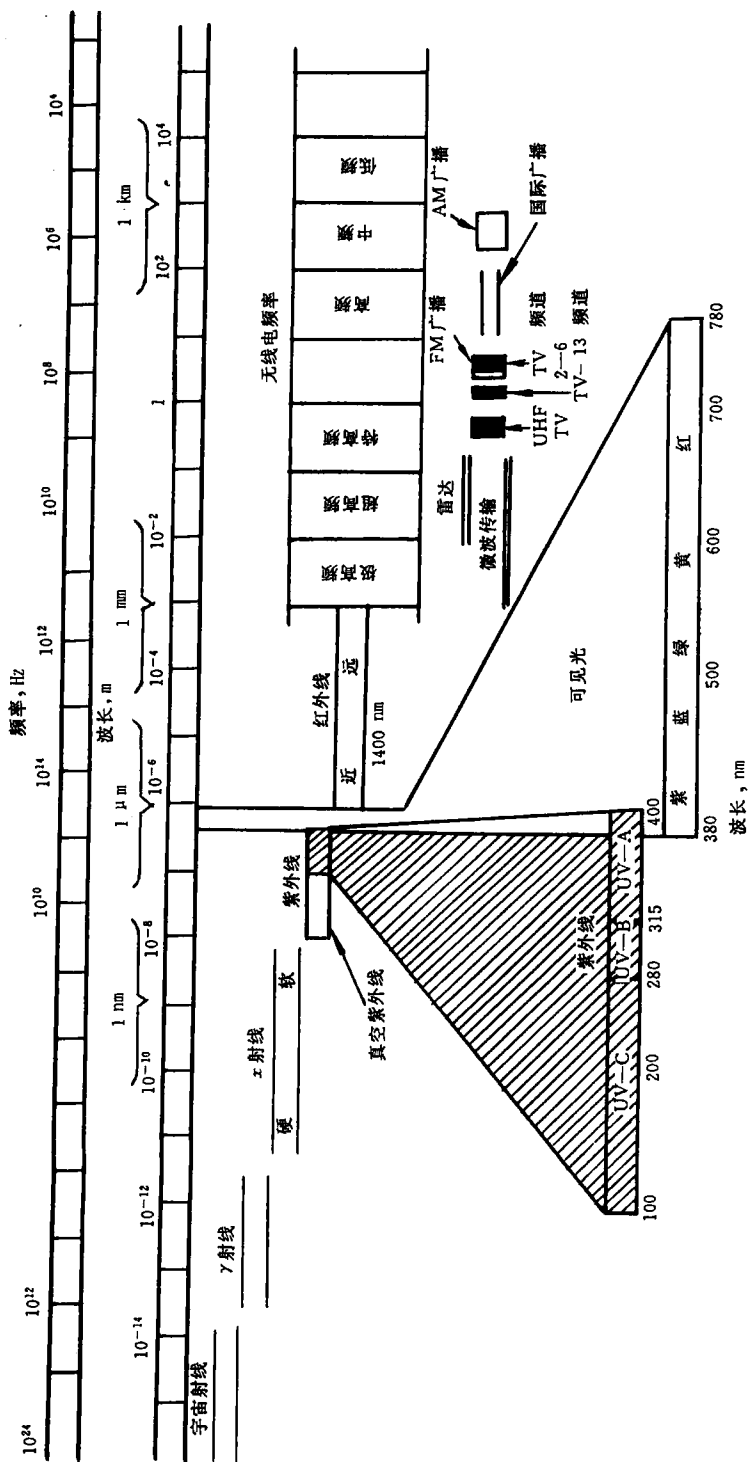


图 1-2 辐射能(电磁能)波谱