

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI (高职高专教育)



DIANQI ZHAOMING JISHU

电气照明技术

(第二版)

夏国明 编著



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

中国轻工业出版社 中国轻工业出版社 中国轻工业出版社



电气照明技术

（第二版）

（第二版）

中国轻工业出版社

(《晋楚孝高康高》)林楚既慰“五一十”晋楚孝高康普计本
照光即照，器即照，照水由即照，照既照基照水甚皆容内楚主，章八位共计全。
量断量到光即照照楚美计皆即照产中，十皆产步即照，照基十皆照光即照，真十
中十皆业半已十皆照期及以举和平消主举得可，林楚奏因尔姓因常内人邀聚闹未计。
。照区照孝康照是楚宝一言南取末章继，举自照区楚主举于勤农，同查和照
姓路工五

DIANQI ZHAOMING JISHU

本
照次消可五，林楚照业受式照晋楚孝高人知式消可出，林楚照业受式照并以业受式。

(第二版)

中国电力出版社



<http://jc.cepp.com.cn>



内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材(高职高专教育)。

全书共分八章,主要包括光照基础知识、照明电光源、照明器、照明光照计算、照明光照设计基础、照明电气设计、电气照明设计实践和照明光度量测量。书末附录选入的常用技术图表资料,可供学生在平时学习及课程设计与毕业设计中随时查阅。为便于学生复习和自学,每章末还附有一定数量的思考练习题。

本书可作为高职高专电气自动化技术、建筑电气工程技术、楼宇智能化工程技术专业以及相近专业的教材,也可作为成人高等教育相关专业的教材,还可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气照明技术/夏国明编著. —2版. —北京:中国电力出版社, 2008

普通高等教育“十一五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5083-7310-2

I. 电… II. 夏… III. 电气照明-高等学校:技术学校-教材 IV. TM923

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 067079 号

中国电力出版社出版、发行

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

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004年10月第一版

2008年6月第二版 2008年6月北京第三次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17.25印张 414千字

定价 27.60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

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为修订教材。

本教材可供普通高等学校高职高专电气技术、建筑电气、智能建筑与楼宇自动化专业以及相近专业使用,同时也适用于各类成人高等教育的相关专业,并可供同类专业的高校本科生和中等专业学生以及有关工程技术人员参考。教材内容可根据具体的专业要求和教学时数取舍。

随着我国建筑及建筑装饰业的飞速发展,人们对照明电光源、电气照明装置以及照明光环境的需求水平也越来越高。为此,笔者在总结多年教学经验和工程实践经验的基础上,依据国家近年来颁发的有关建筑电气设计标准和规程规范编著了本书。

全书共分八章,首先简要介绍了电气照明技术的基础知识,接着系统讲述了照明电光源及其原理性能、照明器的主要类型及其光学特性、照明光照计算方法、照明光照设计知识和照明电气设计知识,最后对电气照明设计实践的有关内容和照明光度量的测量知识进行了详尽的介绍。书末附录选入的技术图表资料可供学生在平时学习及课程设计与毕业设计中随时查阅。为便于学生复习和自学,每章末还附有一定数量的思考练习题。

全书经张自雍先生审阅,特致谢忱。在本书的修订过程中,张继芳老师提出了许多建设性意见,在此一并致谢。

由于时间仓促及编者水平所限,书中纰漏在所难免,诚望广大读者多提宝贵意见。

夏国明

二〇〇八年五月

名 词 术 语

1. 绿色照明

绿色照明是节约能源、保护环境,有益于提高人们生产、工作、学习效率和保护身心健康的照明。

2. 视觉作业

在工作和活动中,对呈现在背景前的细部和目标的观察过程,叫作视觉作业。

3. 光通量

根据辐射对标准光度观察者的作用导出的光度量,叫作光通量。

该量的符号为 Φ 、单位为流明(lm), $1\text{lm}=1\text{cd}\cdot\text{sr}$ 。

4. 发光强度

发光体在给定方向上的发光强度是该发光体在该方向的立体角元 $d\Omega$ 内传输的光通量 $d\Phi$ 除以该立体角元所得之商,即单位立体角的光通量。

该量的符号为 I ,单位为坎德拉(cd), $1\text{cd}=1\text{lm}/\text{sr}$ 。

5. 亮度

由公式 $d\Phi/(dA\cdot\cos\theta\cdot d\Omega)$ 定义的量,即单位投影面积上的发光强度,称为亮度。

该量的符号为 L ,单位为坎德拉每平方米(cd/m^2)。

6. 照度

表面上一点的照度是入射在包含该点的面元上的光通量 $d\Phi$ 除以该面元面积 dA 所得之商。

该量的符号为 E ,单位为勒克斯(lx), $1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

7. 维持平均照度

规定表面上的平均照度不得低于维持平均照度。它是在照明装置必须进行维护的时刻,在规定表面上的平均照度。

8. 参考平面

参考平面是测量或规定照度的平面。

9. 作业面

在其表面上进行工作的平面叫作作业面。

10. 亮度对比

视野中识别对象和背景的亮度差与背景亮度之比,叫作亮度对比。

11. 识别对象

识别的物体和细节(如需识别的点、线、伤痕、污点等),叫作识别对象。

12. 维护系数

照明装置在使用一定周期后,在规定表面上的平均照度或平均亮度与该装置在相同条件下新装时在同一表面上所得到的平均照度或平均亮度之比,叫作维护系数。

13. 一般照明

为照亮整个场所而设置的均匀照明,叫作一般照明。

14. 分区一般照明

对某一特定区域,如进行工作的地点,设计成不同的照度来照亮该区域的一般照明,叫作分区一般照明。

15. 局部照明

特定视觉工作用的、为照亮某个局部而设置的照明,叫作局部照明。

16. 混合照明

由一般照明与局部照明组成的照明,叫作混合照明。

17. 正常照明

在正常情况下使用的室内外照明,叫作正常照明。

18. 应急照明

因正常照明的电源失效而启用的照明叫作应急照明。应急照明包括疏散照明、安全照明和备用照明。

19. 疏散照明

疏散照明作为应急照明的一部分,是用于确保疏散通道被有效地辨认和使用的照明。

20. 安全照明

安全照明作为应急照明的一部分,是用于确保处于潜在危险之中的人员安全的照明。

21. 备用照明

备用照明作为应急照明的一部分,是用于确保正常活动继续进行的照明。

22. 值班照明

非工作时间为值班所设置的照明,叫作值班照明。

23. 警卫照明

用于警戒而安装的照明,叫作警卫照明。

24. 障碍照明

在可能危及航行安全的建筑物或构筑物上安装的标志灯,叫作障碍照明。

25. 频闪效应

在以一定频率变化的光照射下,观察到物体运动显现出不同于其实际运动的现象,叫作频闪效应。

26. 光强分布

光强分布是用曲线或表格表示光源或灯具在空间各方向的发光强度值,也称配光。

27. 光源的发光效能

光源发出的光通量除以光源功率所得之商称为光源的发光效能,简称光源的光效,单位为流明每瓦特 (lm/W)。

28. 灯具效率

在相同的使用条件下,灯具发出的总光通量与灯具内所有光源发出的总光通量之比称为灯具效率,也称灯具光输出比。

29. 照度均匀度

规定表面上的最小照度与平均照度之比,叫作照度均匀度。

30. 眩光

由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜,或存在极端的对比,以致引起不舒适感觉

或降低观察细部或目标的能力的视觉现象叫作眩光。

31. 直接眩光

由视野中，特别是在靠近视线方向存在的发光体所产生的眩光，叫作直接眩光。

32. 不舒适眩光

产生不舒适感觉，但并不一定降低视觉对象的可见度的眩光，叫作不舒适眩光。

33. 统一眩光值 (UGR)

统一眩光值是度量处于视觉环境中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量，其值可按 CIE 统一眩光值公式计算。

34. 眩光值 (GR)

眩光值是度量室外体育场和其他室外场地照明装置对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量，其值可按 CIE 眩光值公式计算。

35. 反射眩光

由视野中的反射引起的眩光，特别是在靠近视线方向看见反射像所产生的眩光，叫作反射眩光。

36. 光幕反射

光幕反射是视觉对象的镜面反射，它使视觉对象的对比降低，以致部分地或全部地难以看清细部。

37. 灯具遮光角

光源最边缘一点和灯具出口的连线与水平线之间的夹角，叫作灯具遮光角。

38. 显色性

照明光源对物体色表的影响叫作显色性。该影响是由于观察者有意识或无意识地将它与参比光源下的色表相比较而产生的。

39. 显色指数

在具有合理允差的色适应状态下，被测光源照明物体的心理物理色与参比光源照明同一色样的心理物理色符合程度的度量用显色指数表示，符号为 R 。

40. 特殊显色指数

在具有合理允差的色适应状态下，被测光源照明 CIE 试验色样的心理物理色与参比光源照明同一色样的心理物理色符合程度的度量用特殊显色指数表示，符号为 R_i 。

41. 一般显色指数

八个一组色试样的 CIE1974 特殊显色指数的平均值叫作一般显色指数，通称显色指数，符号为 R_a 。

42. 色温度

当某一种光源（热辐射光源）的色品与某一温度下的完全辐射体（黑体）的色品完全相同时，完全辐射体（黑体）的温度称为色温度简称色温，符号为 T_c ，单位为开（K）。

43. 相关色温度

当某一种光源（气体放电光源）的色品与某一温度下的完全辐射体（黑体）的色品最接近时，完全辐射体（黑体）的温度，叫作相关色温度，简称相关色温，符号为 T_{cp} ，单位为开（K）。

44. 光通量维持率

灯在给定点燃时间后的光通量与其初始光通量之比，叫作光通量维持率。

45. 反射比

在入射辐射的光谱组成、偏振状态和几何分布给定状态下，反射的辐射通量或光通量与入射的辐射通量或光通量之比叫作反射比，符号为 ρ 。

46. 照明功率密度 (LPD)

单位面积上的照明安装功率（包括光源、镇流器或变压器）叫作照明功率密度，单位为瓦特每平方米 (W/m^2)。

47. 室形指数

表示房间几何形状的数值叫作室形指数。

目 录

前言	1
名词术语	1
1 光照基础知识	1
1.1 光的基本概念	1
1.2 材料的光学性质	6
1.3 视觉与颜色	10
思考练习题	21
2 照明电光源	22
2.1 电光源及其光电特性	22
2.2 白炽灯	29
2.3 卤钨灯	32
2.4 荧光灯	35
2.5 高强度气体放电灯(HID灯)	41
2.6 其他电光源	47
2.7 电光源的选择应用	54
思考练习题	58
3 照明器	59
3.1 照明器的特性	59
3.2 照明器的分类	64
3.3 照明器的选用	71
思考练习题	73
4 照明光照计算	75
4.1 点光源直射照度计算	75
4.2 线光源直射照度计算	82
4.3 面光源直射照度计算	89
4.4 平均照度计算	92
4.5 亮度计算	101
4.6 眩光及限制措施	104
4.7 道路照明照度计算	110
思考练习题	113
5 照明光照设计基础	115
5.1 照明设计的内容与程序	115
5.2 照明的方式和种类	116
5.3 照明质量	118

5.4	照度标准	121
5.5	照明器的布置	125
	思考练习题	127
6	照明电气设计	128
6.1	负荷分级与供电电压	128
6.2	照明供配电系统	130
6.3	照明负荷计算	137
6.4	线缆的选择与敷设	142
6.5	系统保护与电气安全	149
	思考练习题	157
7	电气照明设计实践	159
7.1	电气照明施工图简述	159
7.2	室内电气照明设计	163
7.3	室外电气照明设计	181
7.4	现代照明技术简介	201
7.5	电气照明设计实例	207
	思考练习题	214
8	照明光度量测量	216
8.1	照度计及测量原理	216
8.2	照度测量	219
8.3	亮度测量	223
	思考练习题	224
	附录	225
	附表1 常用白炽灯的光电参数	225
	附表2 常用卤钨灯的光电参数	226
	附表3 常用荧光灯的光电参数	226
	附表4 常用高强度气体放电灯的光电参数	227
	附表5 水平方位系数 AF	228
	附表6 垂直方位系数 af	230
	附表7 JXD5-2 型平圆形吸顶灯技术资料	231
	附表8 YG701-3 型嵌入式格栅荧光灯技术资料	233
	附表9 YG1-1 型筒式荧光灯技术资料	235
	附表10 YG2-1 型筒控式荧光灯技术资料	238
	附表11 GC111 型块板面高效工矿照明灯技术资料	240
	附表12 GC82-I 型块板面混光灯技术资料	241
	附表13 由于等效地面反射比不等于 20% 时对利用系数的修正表	242
	附表14 平均照度单位容量计算表	243
	附表15 居住建筑照明标准值	244
	附表16 图书馆建筑照明标准值	244

附表 17	办公建筑照明标准值	244
附表 18	商业建筑照明标准值	245
附表 19	影剧院建筑照明标准值	245
附表 20	旅馆建筑照明标准值	245
附表 21	医院建筑照明标准值	246
附表 22	学校建筑照明标准值	246
附表 23	博物馆建筑陈列室展品照明标准值	246
附表 24	展览馆展厅照明标准值	246
附表 25	交通建筑照明标准值	247
附表 26	无彩电转播的体育建筑照度标准值	247
附表 27	有彩电转播的体育建筑照度标准值	247
附表 28	体育建筑照明质量标准值	248
附表 29	工业建筑一般照明标准值	248
附表 30	公用场所照明标准值	252
附表 31	居住建筑每户照明功率密度值	253
附表 32	办公建筑照明功率密度值	253
附表 33	商业建筑照明功率密度值	253
附表 34	旅馆建筑照明功率密度值	254
附表 35	医院建筑照明功率密度值	254
附表 36	学校建筑照明功率密度值	254
附表 37	工业建筑照明功率密度值	254
附表 38	民用建筑中常用照明负荷的分级	256
附表 39	导体在正常和短路时的最高允许温度及热稳定系数	257
附表 40	10kV 常用三芯电缆的允许载流量	257
附录 41	电缆在不同温度时的载流量校正系数	258
附表 42	电缆在不同土壤热阻系数时的载流量校正系数	258
附表 43	BV 型绝缘电线明敷及穿管时持续载流量	259
附表 44	BLV 型绝缘电线明敷及穿管时持续载流量	259
附表 45	RM10 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	260
参考文献		261

1 光照基础知识

光与人类生活有着十分密切的关系,舒适的光线不仅可以提高人们的工作效率和产品质量,同时还有利于人们的身心健康。电气照明技术实际上是光的设计、控制与分配技术。因此,本章重点介绍光的性质与光度量、材料的光学性质、光与视觉以及光与颜色等基础知识,为后续内容的学习奠定基础。

1.1 光的基本概念

1.1.1 光的性质

光是一种能量存在的形式,光能可以在没有任何中间媒介的情况下向外发射和传播,这种向外发射和传播的过程称为光的辐射。光在一种介质中将以直线的形式向外传播,称之为光线。光的辐射具有二重性,即波动性和微粒性。光在传播过程中主要显示出波动性,而在与物质相互作用时则主要显示出微粒性。因此,光的理论也有两种,即光的电磁波理论和光的量子理论。

1. 光的电磁波理论

光的电磁波理论认为光是能在空间传播的一种电磁波。电磁波的传播形式可见图 1.1。所有电磁波在真空中传播时,传播速度均相同,约为 30 万 km/s,而在介质中传播时,其传播速度与波长、振动频率及介质的折射率有关。

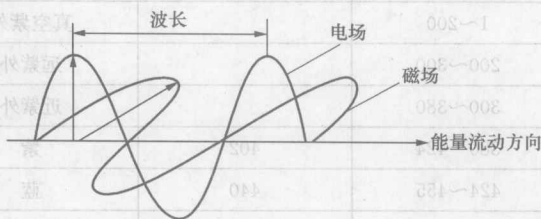


图 1.1 电磁波传播形式示意图

电磁波的波长范围很宽广,不同波长的电磁波,其特性也会有很大的差别,但相邻波段的电磁波并没有明显的界限,因为波长的较小变化不会引起特性的突变。将各电磁波按波长或频率依次排列,可画出图 1.2 所示的电磁波波谱图。

在图 1.2 中,波长范围在 380~780nm [1nm (纳米) = 10^{-9}m] 的电磁波能使人的眼睛产生光感,这部分电磁波称之为可见光。不同波长的可见光有着不同的颜色,从 380nm 到 780nm 依次呈现紫、蓝、青、绿、黄、橙、红七种颜色,不同颜色可见光之间并没有明显的界限,而是随波长逐渐变化的。只有单一波长的光才表现为一种颜色,称为单色光,全部可见光波混在一起就形成了日光。波长约为 1~380nm 的电磁波为紫外线;波长约为 780nm~1mm 的电磁波为红外线。紫外线和红外线虽然不能引起人的视觉,但其辐射特性与可见光极其相似,可用平面镜、透镜、棱镜等光学元件进行反射、成像或色散,故光学上通常把紫外线、红外线和可见光统称为光。太阳所辐射的电磁波中,波长大于 1400nm 的被低空大气层中的水蒸气和二氧化碳强烈吸收,波长小于 290nm 的被高空大气层中的臭氧所吸收,能达到地表面的电磁波,其波长正好与可见光相符。可见光谱的颜色实际上是连续光

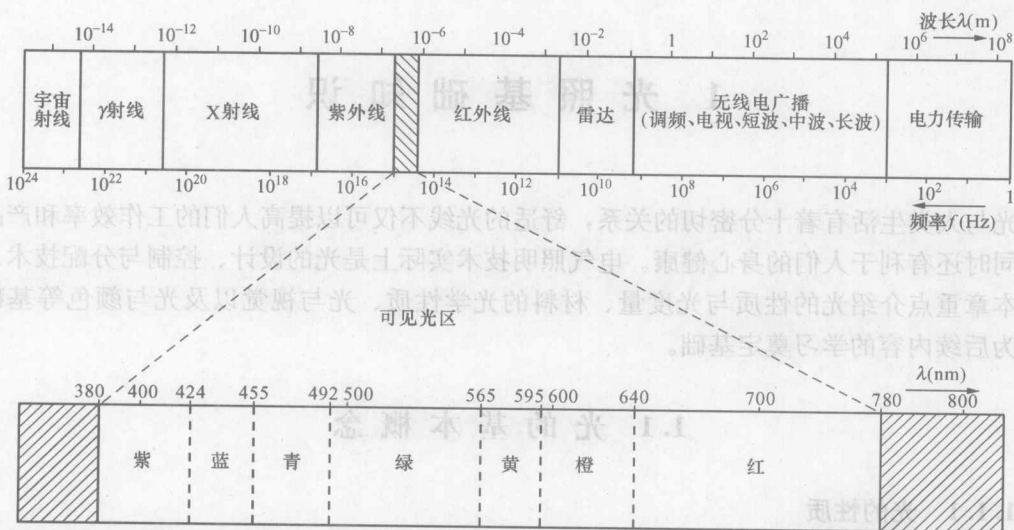


图 1.2 电磁波波谱图

谱混合而成的，光的颜色与相应的波段如表 1.1 所示。

表 1.1 光的颜色与相应的波长范围

波长区域 (nm)	中心波长 (nm)	区 域 名 称		性 质
1~200		真空紫外	紫外光	光辐射
200~300		远紫外		
300~380		近紫外		
380~424	402	紫	可见光	
424~455	440	蓝		
455~492	474	青		
492~565	529	绿		
565~595	580	黄		
595~640	618	橙		
640~780	710	红		
780~1500		近红外	红外光	
1500~10000		中红外		
10000~100000		远红外		

2. 光的量子理论

光的量子理论认为光是由辐射源发射的微粒流。光的这种微粒是光的最小存在单位，称为光量子，简称光子。光子具有一定的能量和动量，在空间占有一定的位置，并作为一个整体以光速在空间移动。光子与其他实物粒子不同，它没有静止的质量。

光的电磁波理论和量子理论是一致的，都是解释一种物理现象。光的电磁波理论可以解释光在传播过程中出现的物理现象，如光的干涉、衍射、偏振和色散等；光的量子理论可以解释光的吸收、散射和光电效应等。

1.1.2 常用光度量

1. 光谱光视效率

人眼对于不同波长的光感受是不同的,这不仅表现在光的颜色上,而且也表现在光的亮度上。不同波长的可见光尽管辐射的能量一样,但人看起来其明暗程度会有所不同,这说明人眼对不同波长的可见光有不同的主观感觉量。光谱光视效率用来评价人眼对不同波长光的灵敏度。在辐射能量相同的各色光中,白天或在光线充足的地方,人眼对波长 555nm 的黄绿色光最敏感,波长偏离 555nm 愈远,人眼对其感光的灵敏度就愈低;而在黄昏昏暗的环境中,人眼对波长为 507nm 的绿色光最敏感。

用来衡量电磁波所引起视觉能力的量,称为光谱光效能。任一波长可见光的光谱光效能 $K(\lambda)$ 与最大光谱光效能 K_m 之比,称为该波长的光谱光视效率 $V(\lambda)$,即

$$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_m} \quad (1.1)$$

最大光谱光效能是指波长为 555nm (明视觉) 或 507nm (暗视觉) 可见光的光谱光效能,其值为 683lm/W。

国际照明委员会 (CIE) 根据各国测试和研究的结果,提出了 CIE 光度标准观察者光谱光视效率曲线,如图 1.3 所示。

2. 光通量

光源在单位时间内向周围空间辐射并能使人眼产生光感的能量,称为光通量,用符号 Φ 表示,单位为 lm (流明)。实际上,光通量是人眼在单位时间内所能感觉到的光源辐射的能量,是人眼的主观感觉量,并不等于光源全部的辐射功率。

由最大光谱光效能可知,人眼可感受到波长为 555nm 的黄绿光的光谱光效能为 683lm/W,当其光源的辐射功率为 1W 时,其光通量应为 683lm。由此可得出某一波长的光源的光通量计算式为

$$\Phi(\lambda) = K(\lambda)\Phi_e = K_m V(\lambda)\Phi_e \quad (1.2)$$

式中 $\Phi(\lambda)$ ——波长为 λ 的光通量 (lm);

$K(\lambda)$ ——波长为 λ 的光的光谱光效能 (lm/W);

$V(\lambda)$ ——波长为 λ 的光的光谱光视效率;

Φ_e ——波长为 λ 的光源的辐射功率 (W);

K_m ——最大光谱光效能, $K_m = 683\text{lm/W}$ 。

式 (1.2) 是单色光的光通量计算公式,对大多数光源来说都含有多种波长的单色光,其辐射出的总光通量计算式为

$$\Phi = K_m \int_{380}^{780} \Phi_e V(\lambda) d\lambda \quad (1.3)$$

光通量是表明光源发光能力的一个基本参数。例如,一只 220V、40W 的普通白炽灯的光通量为 350lm。而一只 220V、36W 的荧光灯的光通量为 2500lm,约为白炽灯的 7 倍。

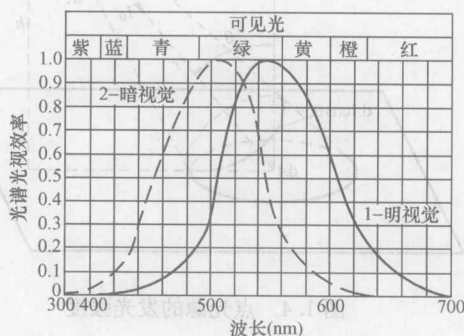


图 1.3 光谱光视效率曲线图

3. 发光强度

由于辐射发光体在空间发出的光通量不均匀, 大小也不同, 故为了表示辐射体在不同方向上光通量的分布特性, 引入了光通量的角密度概念, 即发光强度。定义光源在空间某一特定方向上单位立方体角内发出的光通量称为光源在这一方向上的发光强度, 简称为光强, 以符号 I_θ 表示, 单位为 cd (坎德拉)。

由数学理论得知, 球面上某块面积 A 对球心所形成的角称为立体角, 以符号 ω 表示, 立体角的单位为 sr (球面度)。以圆锥顶为球心、 r 为半径作一个球体, 若锥面在球上截出的面积 A 等于 r^2 , 则该立体角称为 1sr。立体角的表达式为

$$\omega = A/r^2$$

因此, 一个球体的球面度为 $\omega = A/r^2 = 4\pi r^2/r^2 = 4\pi$ 。

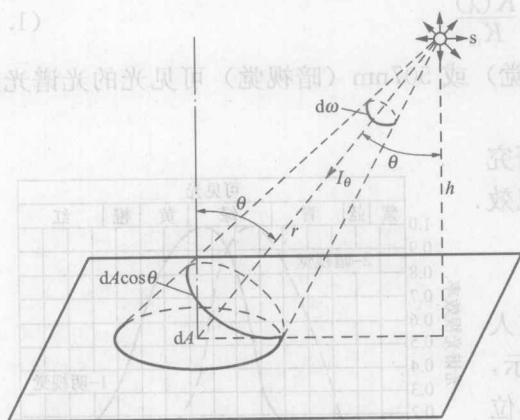


图 1.4 点光源的发光强度

在图 1.4 中, s 为点状发光体 (点光源), 它向各个方向辐射光通量。若在某一方向上取微小立体角 $d\omega$, 在此立体角内所发出的光通量为 $d\Phi$, 则两者的比值即为这个方向上的光强。其表达式为

$$I_\theta = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1.4)$$

若光源辐射的光通量是均匀的, 则在该立体角内的平均光强为

$$I_\theta = \frac{\Phi}{\omega} \quad (1.5)$$

根据上述公式, 当 $A=1\text{m}^2$, $r=1\text{m}$, 则 $\omega=1\text{sr}$, 若对应的 $\Phi=1\text{lm}$, 则 $I_\theta=1\text{cd}$, 即

1cd 表示在 1sr 内, 均匀发出 1lm 的光通量。

发光强度常用于说明光源和灯具发出的光通量在空间各方向或在选定方向上的分布密度。在日常生活中, 人们为了改变光源光通量在空间的分布情况, 采用了各种不同形式的灯罩进行配光。例如, 一只 220V、40W 的白炽灯发射的光通量为 350lm, 它的平均光强为 $(350/4\pi) \text{cd} = 28\text{cd}$ 。若在该灯泡上面装一盏白色搪瓷平盘灯罩, 那么灯的正下方发光强度可提高到 70~80cd; 如果配上一个聚焦合适的镜面反射罩, 那么灯下方的发光强度可以高达数百坎德拉。然而, 在后两种情况下, 灯泡发出的光通量并没有变化, 只是改变了光通量在空间的分布, 从而使灯下方的发光强度提高了。

4. 照度

照度表征的是被照面被照射的程度, 通常用单位面积内所接受的光通量来表示, 符号为 E , 单位为 lx (勒克斯), $1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ 。取微小面积元 dA , 设其上所接受的光通量为 $d\Phi$, 则该处的照度为

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (1.6)$$

当光通量 Φ 均匀分布在被照面 A 上时, 此被照面的照度为

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1.7)$$

为了对照度有一个实际了解,现举例说明:在 40W 白炽灯下 1m 处的照度约为 30lx;夏季阴天中午室外照度为 8000~20000lx;晴天中午在阳光下的室外照度可高达 80000~120000lx;晴朗的满月夜地面照度约为 0.2lx;白天采光良好的室内照度为 100~500lx。

一般情况下,当光源的大小比其到被照面的距离小得多时,可将光源视为点光源。根据光强和立体角的公式,可得

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{\omega I_{\theta}}{A} = \frac{AI_{\theta}}{Ar^2} = \frac{I_{\theta}}{r^2}$$

上式说明照度 E 与光源在这个方向上的光强成正比,与它至光源距离的平方成反比。因此,在照明设计中,为了提高局部照度,在光源不变的情况下,可通过改变灯具的配光特性和安装高度来实现。

5. 光出射度

光出射度又称面发光度,是用来表征发光体表面上发光强弱的一个物理量,通常用单位面积发出的光通量来表示,符号为 M ,单位是 rlx (辐射勒克斯)。在发光体表面上取一微小面积元 dA ,如果它发出的光通量为 $d\Phi$,则该面积的平均光出射度为

$$M = \frac{d\Phi}{dA} \quad (1.8)$$

对于任意大小的发光表面 A ,若发射的光通量为 Φ ,则表面 A 的平均光出射度 M 为

$$M = \frac{\Phi}{A} \quad (1.9)$$

光出射度和照度的区别在于:光出射度表示的是发光体发出的光通量表面密度,而照度表示的是被照物体所接受的光通量面密度。

6. 亮度

光出射度只表示单位面积上所发出的光通量,并没有考虑光辐射的方向,因此,它不能表征发光面在不同方向上的光学特性。如图 1.5 所示,在一个广光源上取一个单元面积 dA ,从与表面法线成 θ 角的方向上去观察,在这个方向上的光强与人眼所“见到”的光源面积之比,定义为光源在这个方向的亮度,即被视物体发光面在视线方向上的发光强度与发光面在垂直于该方向上的投影面积的比值,称为发光面的表面亮度,以符号 L 表示,单位为 cd/m^2 (坎德拉每平方米)或 nt (尼特)。在数量上, $1\text{nt} = 1\text{cd}/\text{m}^2$ 。

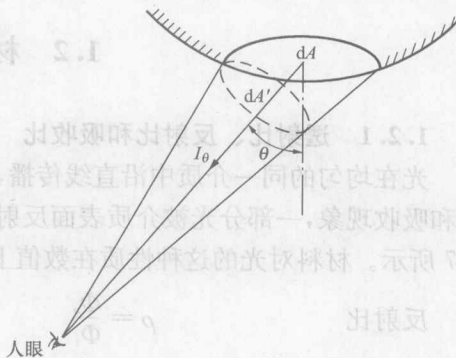


图 1.5 广光源一个单元面积上的亮度

由图中可以得出,能够看到的光源面积 dA' 及亮度 L_{θ} 分别为

$$\begin{aligned} dA' &= dA \cos \theta \\ L_{\theta} &= \frac{I_{\theta}}{dA'} = \frac{I_{\theta}}{dA \cos \theta} \end{aligned} \quad (1.10)$$

式中 dA ——发光体的单元面积 (m^2);