



园林景观实用系列⑤

园林景观供电 照明 设计施工手册

田建林
张柏
主编

第1章 园林景观供电、照明基础	1
第2章 园林景观元素照明	41
第3章 园林景观照明设计	74
第4章 园林景观供电设计	115
第5章 园林景观供电、照明施工	124

中国林业出版社

《园林景观供电·照明设计施工手册》编辑委员会

主 编 田建林 张 柏
编 委 田兴旺 刘永宁 王大海 白雅君
卢海峰 孙 健 戴 静 单禹铭
仲集秦 李昆洋 孙海涛 肖 伟
姜维松 娄耀辉
法律顾问 白雅君

图书在版编目(CIP)数据

园林景观供电·照明设计施工手册 / 田建林,
张柏主编. —北京: 中国林业出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-5038-6347-9

I. ①园… II. ①田… ②张… III. ①园林-供
电-电力系统-设计-手册 ②园林-室外照明-
照明设计-手册 IV. ①TM72-62 ②TU986.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 206211 号

中国林业出版社·环境园林图书出版中心

策划编辑: 邵权熙 李 惟 贾培义

责任编辑: 李 惟 贾培义 印 芳

电话: 83227584 传真: 83227584

出版 中国林业出版社
(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail cfphz@public.bta.net.cn

网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

发行 新华书店

印刷 北京昌平百善印刷厂

版次 2012 年 1 月第 1 版

印次 2012 年 1 月第 1 次

开本 889mm × 1194mm 1/32

印张 9.75

字数 250 千字

定价 37.00 元

前言

2011年国务院学位委员会、教育部公布的《学位授予和人才培养学科目录(2011年)》，将风景园林学增设为国家一级学科，足见园林景观行业的重要性得到进一步的重视，我国园林景观行业发展进入了一个新的阶段。我们欣喜地看到，园林景观建设已经成为城乡环境美化、生态建设的主要手段，园林景观行业的发展也随之取得了长足的进步，行业规模、从业人员数量逐年大幅增长。

园林景观学科综合性强，涉及规划、设计、植物、建筑、工程、艺术等多个领域，与实践工作联系密切，对设计实践、施工技术等有着一很高的要求。园林景观行业在高速发展，取得丰硕成果的同时，也出现了一些问题，如设计人员不了解施工程序与内容，导致设计方案难以落实；规划设计与施工的脱节，导致设计不切实际；施工过程中没有设计人员配合，随意变更设计方案等。这一系列的问题影响了我国园林景观施工质量、出精品，也影响了国内园林景观行业设计施工水平更上一个台阶。

因此，针对实际工作中存在设计施工脱节、设计师与工程师之间存在鸿沟的现状，为了满足园林景观一线从业人员需要，我们组织编写了园林景观实用系列，这套书注重实际应用，可操作性强，是良好的实用技术参考资料和工具书。这一系列包括《园林景观地形·铺装·路桥设计施工手册》、《园林景观水景·给排水设计施工手册》、《园林景观假山·置石·墙体设计施工手册》、《园林景观供电·照明设计施工手册》、《园林植物适用性速查手册》、《园林苗木生产技术手册》、《园林植物景观设计施工手册》、《园林工程资材选配手册》、《园林工程施工组织监理手册》、《园林工程概预算计价手册》。

这套工具书介绍了园林景观设计施工相关的基础知识、知识重点、方法技巧、常用数据以及一些工程的做法和原则。在编写过程中，编者力求内容全面，重点突出，深入浅出，直观实用。

本书除可供园林景观设计人员、施工技术人员、管理人员使用外，还可供高等院校风景园林等相关专业的学生使用。

编者

2011年9月



第1章 园林景观供电·照明基础	(1)
1 光与视觉	(1)
2 光度单位	(5)
3 照明光源	(8)
4 照明灯具的种类	(22)
5 照明装置	(32)
第2章 园林景观元素的照明	(41)
1 交通空间照明	(41)
2 植物照明	(49)
3 水体照明	(63)
4 雕塑照明	(70)
5 构筑物照明	(72)
6 标识照明	(73)
第3章 园林景观照明设计	(74)
1 景观照明设计的基本知识	(74)
2 景观照明设计原则	(79)
3 景观照明设计流程	(79)
4 景观照明方式的选择	(81)
5 景观照明光源的确定及安装位置的选择	(83)
6 景观照明光源功率的选择	(89)
7 导线及敷设方式的选择	(91)
8 景观照明配电及控制	(91)
9 景观照明设计技术性与经济性的统一	(93)
10 景观照明安全设计	(94)
11 景观照明节能设计	(95)
12 景观照明的质量评价	(96)
第4章 园林景观供电设计	(115)
1 园林供电设计内容及前期准备	(115)
2 公园用电量的估算	(116)

3	公园绿地变压器的选择	(118)
4	供电线路导线截面的选择	(119)
5	公园绿地配电线路的布置	(120)
第5章	园林景观供电·照明施工	(124)
1	园林景观照明供配电系统概述	(124)
2	施工现场临时电源设施的安装与维护	(129)
3	灯具安装	(134)
4	架空线路及杆上电气设备安装	(147)
5	变压器的安装	(164)
6	电线、电缆的选择及线路敷设	(177)
7	动力、照明配电箱(盘)的安装	(215)
8	配管、配线工程	(221)
9	避雷装置的安装	(246)
10	接地装置的安装	(252)
11	园林景观照明的线路保护与控制	(263)
12	园林景观照明安全保护	(277)
附录1	照明的节能设计[节选自《电气照明节能设计》(06DX008-1)]	(289)
附录2	眩光的治理[节选自《电气照明节能设计》(06DX008-1)]	(290)
附录3	水中照明灯具安装[节选自《民用建筑电气设计与施工-照明控制与灯具安装》(08D800-4)]	(294)
附录4	水下灯具(喷水池)安装图[节选自《民用建筑电气设计与施工-照明控制与灯具安装》(08D800-4)]	(297)
附录5	公共场所照度测定的结果计算[节选自《公共场所照度测定方法》(GB/T 18204.21-2000)]	(300)
附录6	高杆照明的配电和控制设备、保护接地和避雷装置及设施基础[高杆照明设施技术条件(CJT-3076-1998)]	(301)
	参考文献	(304)

第 1 章 园林景观供电·照明基础

1 光与视觉

光是人类眼睛可以看见的一种电磁波，也称可见光谱。光是一切视觉感受的来源，如果没有光，我们就不会看到这个色彩斑斓的世界。

1.1 可见光

光是属于一定波长范围内的一种电磁辐射，亦称电磁波。可见光是指波长在 380 ~ 780nm 范围的能引起视觉的电磁波。波长不同的电磁波，引起人眼的颜色感觉不同。激光是理想的单色光的光源。

1.2 相对光谱效率

人的眼睛对不同波长的可见光有不同的主观感受量。在白天或光线充足的地方，正常视力的人眼对于波长为 555nm 的黄绿光最为敏感。

光谱光效能是用来衡量电磁波所引起的视觉能力的量。任一波长可见光的光谱光效能与 555nm 可见光的光谱光效能之比，是该波长的相对光谱效率 $V(\lambda)$ 。

光谱光效率是用来衡量各种波长单色光的主观感光量，亦称单色光的相对视度。为了引起人眼同样的主观视觉，蓝光及红光的辐射功率应分别是黄绿光的 16.6 倍和 8.35 倍。

1.3 光环境的相关技术参数

在设计及评价一个室外光环境时，一般应考虑以下一些技术参数，例如照度、发光强度、亮度、眩光及视觉敏锐度等。

照度

用来衡量入射光的量，是照度(单位 lx)；照度是指受照平面上接受的光通量的面密度，用符号 E 表示。

发光强度

点光源在给定方向的发光强度，是指光源在这一方向上立体角元内发射的光通量与该立体角元之比，用符号 I 表示，单位为坎德拉(符号 cd)。发光强度通常用于说明光源及照明灯具发出的光通量在空间各方向或者在选定方向上的分布密度。

亮度

光源或者受照物体反射的光线进入眼睛，在视网膜上成像，使我们可以识别它的形状及明暗。一单元表面在某一方向上的光强密度称亮度。它等于该方向上的发光强度与此面元在这个方向上的投影面积之比，用符号 L 表示，单位为 cd/m^2 。

在室外照明中，亮度与反射或者直接进入观察者眼中光线的数量有关。亮度是观察者所能看到的，不管这种亮度是由墙面反射的光线(表面亮度)，还是灯具直接发出的光线(灯具亮度)造成的。表面亮度和灯具亮度均会给观察者对室外环境的印象造成影响(表 1-1)。

表 1-1 常见自然光源和人工光源的亮度

项 目	亮度(cd/m^2)
有月的阴天天空	3.426×10^{-3}
晴朗的月光	3.426×10^{-2}
黎明(黄昏)天空	3.426×10^{-1}
普通荧光灯	$(6 \sim 8) \times 10^3$
白炽灯丝	$(3 \sim 5) \times 10^6$
太阳	2×10^9

各种亮度的表面构成了夜间的室外景观。比如，快车道、自行车道、人行道及停车场的室外水平面经过照明会变成水平方向的亮度表面；人的脸和身体、建筑物的立面、构筑物、雕塑以及树木等景观元素经过照明会变成垂直方向的亮度表面。这些具有一定亮度的表面对增加室外景观的趣味性、层次感及形成良好的视觉效果和安全感都是必需的。好的照明设计就是控制好各种表面的亮度。

灯具亮度源自灯具的发光部分，包括光源、反射构件、折射透镜及格栅等。为了避免眩光，创造一个舒适的视觉环境，应尽量减少灯具的发光部分出现在正常的视野范围内。隐藏光源，并且还能看到显著的照明效果是非常重要的。

“视亮度”就是人们对亮度的主观反应。这是一个心理量，并没有一个具体的标准。

眩光

眩光会使人看不清目标物体，使人感到视觉不舒服，或者使人感到不快。

由于杂散光进入人眼从而降低视网膜上影像的对比度而造成的眩光称为失能眩光。这种对比度的降低就像在目标物体上覆盖了一层光的纱幕，也就是所谓的光幕。路灯、人行步道灯、泛光灯及景观照明灯具与高亮度的表面一样，都可能形成光幕。

不舒适眩光是由视野中过强的亮度对比或者亮度分布不均匀而造成的。它并不一定像失能眩光一样使人看不清目标物体，但它会使人感觉到不舒服。不舒适眩光可以通过降低光源亮度或提高背景光源亮度来消除。

目前对干扰眩光的研究还在进行中，我们只能把它定义为招致抱怨的眩光，还不能被量化。比如人们常常抱怨的“窗户也会发光”等。

视觉敏锐度

在室外的环境中，人眼的视觉适应及识别过程包括：明视

觉、暗视觉和中间视觉3种类型。这3种视觉类型是根据杆体细胞及锥体细胞的状态加以区分的(图1-1)。

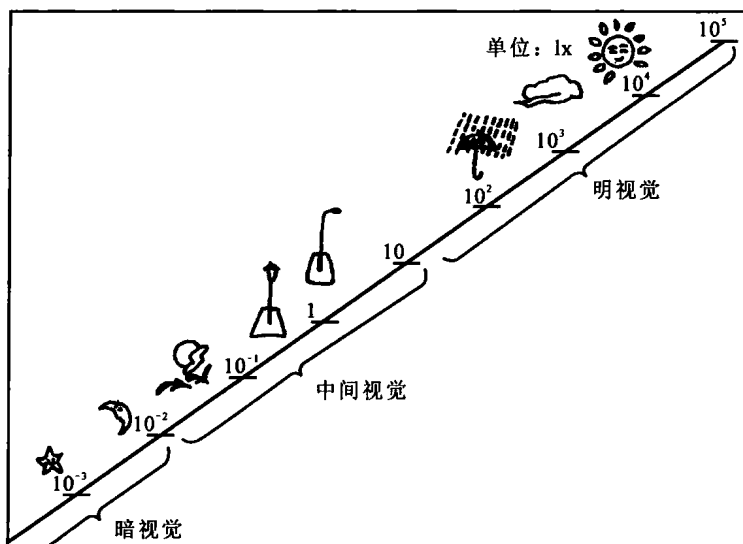


图1-1 各种光环境下人眼的视觉状态

人眼在光亮环境中的视觉反应是明视觉，此时大部分视觉功能是通过锥体细胞来实现的。锥体细胞还会对中央视觉做出反应，就是眼睛聚焦在物体上的中央区域。而且人眼对颜色的感觉也来自于锥体细胞。通常适应度 $\geq 3\text{cd}/\text{m}^2$ 时，明视觉存在。

人眼在较暗环境中的视觉反应是暗视觉，比如在月光下。在暗环境中，大部分视觉功能是通过杆体细胞实现。杆体细胞还会对周边视觉做出反应，并且通过杆体细胞看见的物体都是黑色、白色及灰色的。通常在适应亮度 $\leq 0.001\text{cd}/\text{m}^2$ 时，暗视觉存在。

中间视觉(也就是暗视觉和明视觉的混合)出现在大多数的室外夜间照明环境中。在形成中间视觉反应的过程中，杆体细胞及锥体细胞均发挥作用。通常在适应亮度处于 $0.001 \sim 3\text{cd}/\text{m}^2$ 之间时，中间视觉存在。室外照明设计要充分考虑到大量中间视觉的情况。若清晰度、景深及对外围环境的感知很重要时，应使用富含

短波光线(蓝色光和绿色光)的光源。当前的研究显示,对于等效的外围中间反应视觉而言,使用富含蓝色光及绿色光的光源(金卤灯、荧光灯)要比使用较多的含有较少蓝色光及绿色光的光源取得同样的照明效果所需的光量少。

通常情况下,在适应亮度 $\geq 3\text{cd}/\text{m}^2$ 时,人眼对具有不同光谱构成的光源的感觉是相同的。在适应亮度 $< 3\text{cd}/\text{m}^2$ 时,人眼对具有不同光谱构成的光源的感觉是不相同的,这种不同包括颜色的比较、视轴周围视野的反应时间及对视亮度的感受。

在室外环境照明中,光源的选择一定要适用。对中央视觉作业(当视觉敏锐度很重要时),在亮度是 $1.0\text{cd}/\text{m}^2$ 或者更高一点时,高压钠灯要比金卤灯更有效。但是,在同样的亮度下,金卤灯或者其他白色光源照射下的物体比高压钠灯照射下看上去更清楚一些。并且,白色光源也更有助于颜色的辨认。要使视轴外围视野清晰,特别是在亮度等于或者低于 $0.3\text{cd}/\text{m}^2$ 时,更应考虑使用金卤灯或者其他白色光源。

2 光度单位

评价光源是否经济适用,要从多个方面来判断。首先,我们应先熟悉一下常用的几个必要的光度单位。

2.1 光通量

表 1-2 光度单位和定义式

名称	符号	定义式	单位
光通量	Φ	$\Phi = \sum [680V(\lambda)P_\lambda]$	流明(lm)
发光强度	I	$I = \Phi/\omega$	坎德拉(cd)
光出射度	M	$M = d\Phi/dS$	流明每平方米(lm/m^2)
照度	E	$E = \Phi/A; E = \frac{L_s}{r^2}\cos\theta$	勒克斯(lx)
亮度	L	$L_s = I_\theta/\text{Arcos}\theta_1 L - E/\omega\cos\theta$	坎德拉每平方米(cd/m^2)

光通量代表光源的发光能力，指的是单位时间内光源发出的光量，以符号 Φ 表示，单位是流明(lm)。例如黄绿光单色光源辐射功率是1W时，它发出的光通量是680lm。

2.2 光强

光强代表了光通的空间分布，是光源在给定方向的单位立体角中发射的光通量的空间密度，称为光源在这一方向上的发光强度，用符号 I 来表示，单位是坎德拉(cd)。这个单位只与光源的发光能力及某个位体角度有关。

例如，40W 白炽灯泡在未加灯罩前，其正下方的光强约是30cd。加上一个不透光的搪瓷灯罩后，原来向上发出的光通量，大部分被灯罩朝下方反射，使下方的光通量密度增大，光强由原来的30cd 增强到73cd 左右；若加上聚焦合适的镜面反射灯罩，可达到上百坎德拉。后两种情况下光源的光通量并没有发生任何变化，只是光通量在空间的分布更为集中了。

2.3 照度

照度代表被照面接受的光通量密度，对于被照面来说，常用落在其单位面积上的光通量的数值是表示它被照射的程度，以符号 E 表示，单位是勒克斯(lx)。1lx 表示1lm 的光通量均匀分布在 1m^2 的被照面上。公式是 $E = \Phi/A$ 。例如在40W 白炽灯的台灯下看书，桌面上的平均照度值是200~300lx。

2.4 亮度

亮度代表被照物体的明亮程度，指的是发光体在视线方向单位投影面积上的发光强度，称为该发光体的表面亮度，以符号 L 表示，单位是坎德拉每平方米(cd/m^2)。

例如，在房间内同一位置，并排放着一个黑色和一个白色物体，它们虽然受到的照度相同，但是白色物体要比黑色物体看起来亮得多，这说明被照物体表面的照度并不能直接表达人眼对它

的视觉感觉。

这是因为视觉是由被视物体的发光或者反光(透光),在视网膜上形成的照度而产生的。被视物体实际上是一个发光体,被视物体在沿视线方向上的发光强度造成视网膜上的照度(图1-2)。

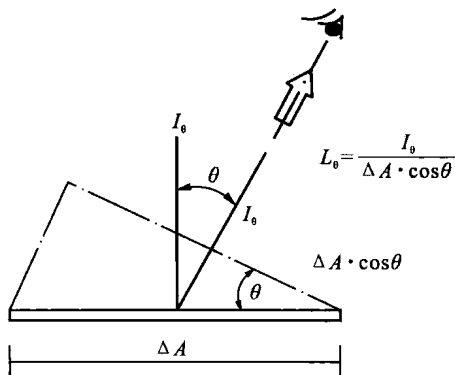


图1-2 表面亮度的定义示意

物体的光学特征是通过光通量、光强、照度、亮度这四个常用的光度单位从不同的角度来表达的。光通量说明了发光体发出的光能数量；发光强度反映光通量在空间的分布状况，它是发光体在某方向发出的光通量；照度用来鉴定被照面的照明情况，它表示被照面接受的光通量密度；亮度表示发光体单位面积上的发光强度，同时表明了一个物体的照亮程度(图1-3、表1-2)。

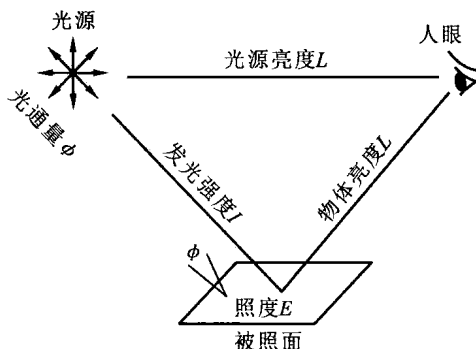


图1-3 照度与亮度关系示意

3 照明光源

物理学上,光源指的是能发出一定波长范围的电磁波的物体。一般是指能发出可见光的发光体。凡是物体自身能够发光者,均称作光源,又称发光体。

由于景观场所不同,所以对照明的功能要求也不同。例如高压钠灯只有还原橘红色彩波段的特质,既能满足注意安全照明,又能确保在通宵的长期照明条件下光源的长寿命,就光通与寿命之比进行评价,道路照明的首选是高压钠灯。而普通道路照明的照度只需看清楚路况,确保交通安全就可以了。

3.1 评价光源优劣的标准

电光源是将电能转化为光能的一种发光物体。各式各样的照明灯都是靠电发光的电光源。自1879年爱迪生发明第一只灯泡,电光源历经了100多年的发展,在今天,人们已不满足电光源仅仅是明亮的,而且应该具有更多更深入的内容,衡量一个电光源的好坏,有许多项的指标。照度是评价照明质量好坏的最重要指标。按照国际照明委员会对室内照明推荐的照度要求,标准为500~700lx(勒克斯),我国的照度单位则是流明。国情不同,对照度规定的标准也不一样,工业发达的美国、日本要求的标准较高。规定在书房阅读的照度应为500~1000lx(勒克斯)。英国规定应不少于500lx(勒克斯)。我国的则要求不少于100lx(勒克斯)。电光源的照度针对环境不同适用范围的不同而有所不同。选择的基本原则应该达到3方面的要求:①满足各项功能的亮度;②保持各部分亮度的平衡;③适应不同的环境气氛。所以,应该根据家庭中各个不同的房间,电光源的照度也有较大的差异。

3.2 电光源的分类

根据光产生原理的不同,电光源可划分为热辐射发光光源及气体放电发光光源两大类。电光源分类如图 1-4 所示。

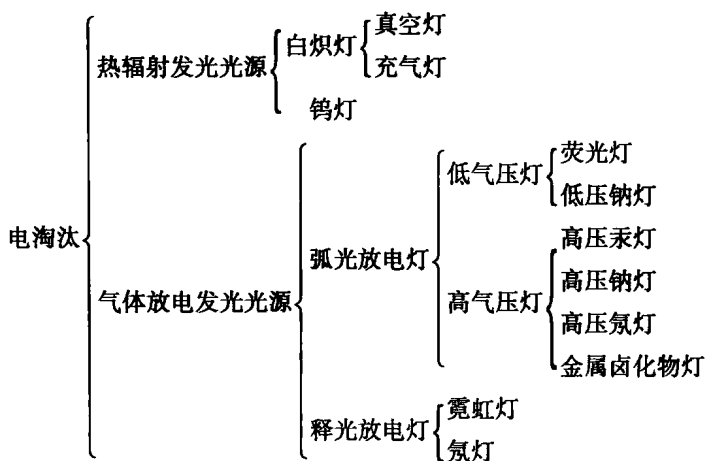


图 1-4 电光源分类

热辐射发光光源

热辐射发光光源是通过电流将灯丝加热至白炽程度而产生热辐射发光的。白炽灯及卤钨灯均是以钨丝作为辐射体,通电后使之达到白炽程度时而产生热辐射。

气体放电光源

利用电流通过灯管中的气体而产生放电发光的称气体放电光源,常用的气体放电光源包括钠灯、荧光高压汞灯、金属卤化物灯、荧光灯及氙灯等。气体放电光源具有发光效率高、使用寿命长等特点。气体放电光源通常要与相应的附件配套才可接入电源使用。气体放电光源根据放电形式的不同可划分为两种,即弧光放电灯以及辉光放电灯。

弧光放电灯 弧光放电灯是通过气体弧光放电而产生光的。

阴极位降较小是弧光放电的特点。根据光源中气体压力的大小,又可以分为低压气体放电光源及高压气体放电光源两种:

第一种,低压气体放电光源包括荧光灯及低压钠灯,低压气体放电光源的气体压力低,组成气体(主要是汞蒸气及钠蒸气)的原子距离比较大,互相的影响较小,故它们的光辐射可看成是孤立的原子产生的原子辐射,这种原子辐射产生的光辐射是以线光谱的形式出现的。

第二种,高压气体放电光源包括高压钠灯、高压汞灯、金属卤化物灯及氙灯。高压气体放电光源的特点是灯管中气压较高,原子之间的距离较近,相互影响较大,电子在轰击原子时不得直接与一个原子作用,进而影响了原子的辐射,故高压气体放电光源辐射与低压气体放电光源有较大的区别,但是其辐射原理与低压气体放电光源相同。高压气体放电光源管壁的负荷通常较大,即灯的表面积(玻璃壳外表面)不大,但灯的功率较大,常常超过 $3\text{W}/\text{cm}^2$,因此又称之为高强度气体放电灯,简称 HID 灯。

辉光放电灯 辉光放电灯是通常气体辉光放电而产生光的。阴极的位降较大(100V 左右)是辉光放电的特点,这类光源通常需要很高的工作电压,例如霓虹灯。

3.3 电光源的性能指标

电光源的性能指标通常是用参数表示光源的光电特性,这些参数是由制造厂家提供给用户,作为选择及使用光源的依据。

额定电压

光源的额定电压指的是光源以及其附件所组成的回路所需电源电压的额定值。光源仅在在额定电压下工作时才具有最好的效果,才可获得各种规定的特性。所以在进行照明电气设计时,要确保供电电源的质量。

灯泡(灯管)功率

灯泡(灯管)的设计功率值是灯泡(灯管)在工作时所消耗的功率。一般灯泡(灯管)按一定的额定功率等级制造,灯泡(灯管)在额定电流下所消耗的功率指的是额定功率。

光通量输出

光通量输出是光源的重要性能指标,它是指灯泡在工作时所发出的光通量。一般以额定光通量来表明光源的发光能力,光源在额定电压及额定功率条件下工作时的光通量输出就是额定光通量。

光源的光通量输出与很多因素有关,但是在正常使用下,光通量输出主要与点燃时间有关,点燃时间越长,其光通量输出就越低。大部分光源在点燃的初期(100h 以内)光通量的衰减比较多,随着点燃时间的增加(100h 以后),光通量的衰减速度也会相应减慢,所以,光源的额定光通量有两种定义方法:一种是指光源的初始光通量,一般用在整个使用过程中光通量衰减不大的光源,例如卤钨灯;另一种是指光源点燃了 100h 后的光通量输出,通常用于光通量衰减较大的光源,例如白炽灯及荧光灯。

发光效率

发光效率指的是灯泡消耗单位电功率所发出的光通量,即灯泡的光通量输出与它取用的电功率之比称光源的发光效率(简称光效),单位为 lm/W 。

寿命

寿命是光源的重要性能指标,一般以点燃的小时数来表示。

光源从第一次点燃起,直至损坏熄灭为止,累计点燃的小时数称光源的全寿命。电光源的全寿命有相当大的离散性,因此光源的寿命常用平均寿命及有效寿命来定义。

平均寿命 取一组光源作试样,从相同时刻点燃起至 50% 的光源试样损坏为止的累计点燃时间的平均值就是该组光源的平均寿命。在通常情况下,光通量衰减较小的光源通常用平均寿命来

作为其寿命指标,产品样本上给出的就是平均寿命,例如卤钨灯。

有效寿命 有些光源(如荧光灯)的光通量在其全寿命中衰减的非常显著,当光源的光通量衰减到一定的程度时,虽然光源还没损坏,但是它的光效明显下降,如果继续使用,则不经济,因此这类光源通常用有效寿命来作为其寿命指标。光源从点燃起直至光通量衰减为额定值的某一百分数(一般取70%~80%)所累计点燃小时数即称为光源的有效寿命。

光谱能量分布

电光源发射各种频率波长的光成分和相对强度的分布状况是用光谱能量分布函数来表示。按照频率或波长所对应的相对强度绘制的曲线称为该电光源相对光谱能量分布曲线。常见的电光源相对光谱能量分布曲线如图1-5所示。

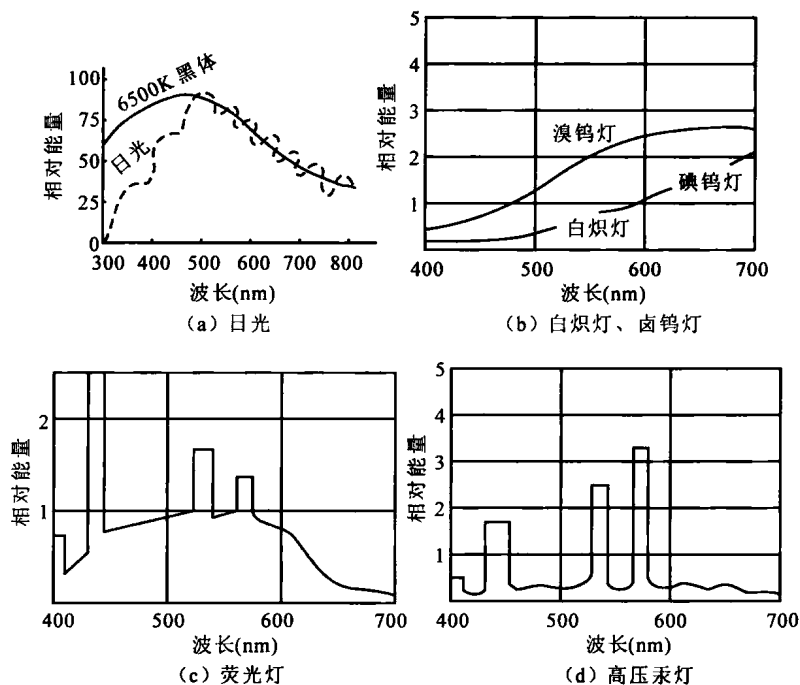


图1-5 几种常见电光源的相对光谱能量分布曲线