



卓越工程师培养计划

▪ 电工电子 ▪

刘祖明 丁向荣 陈丽 编著



LED 照明

应用基础与实践 (第2版)



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

卓越工程师培养计划·电工电子

LED 照明应用基础与实践

(第2版)

刘祖明 丁向荣 陈 丽 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合国内外LED技术的应用和发展,全面系统地阐述了LED的基础知识和最新应用。全书共分为9章,系统地介绍了LED照明基础知识、LED驱动电路、LED应用基本知识与LED应用常见故障、LED照明灯具的设计与组装等内容。本书题材新颖实用,内容由浅入深,循序渐进,通俗易懂,图文并茂,是一本具有很高实用价值的LED入门指南。

本书可供电信、信息、航天、汽车、国防及家电等领域从事LED工程应用的技术人员、产品推广人员、广告制作及安装人员阅读使用,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

LED照明应用基础与实践/刘祖明,丁向荣,陈丽编著. —2版. —北京:电子工业出版社,2017.7
(卓越工程师培养计划)
ISBN 978-7-121-32240-2

I. ①L… II. ①刘… ②丁… ③陈… III. ①发光二极管-照明设计 IV. ①TN383.02

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第169099号

策划编辑:张剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印刷:北京京师印务有限公司

装订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:473.6千字

版次:2013年6月第1版

2017年7月第2版

印次:2017年7月第1次印刷

印数:2000册 定价:58.00元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: zhang@phei.com.cn。

前 言

LED 问世于 20 世纪 60 年代初, 1964 年出现红光 LED, 然后出现黄光 LED, 直到 1994 年才研制成功蓝光、绿光的 LED。1996 年由日本日亚公司成功开发出白光 LED。LED 以省电、寿命长、耐震动、响应速度快、冷光源等特点, 广泛应用于指示灯、信号灯、显示屏、景观照明及家用电器、电话机、仪表板照明、汽车防雾灯、交通信号灯等领域。近年来, 随着人们对半导体发光材料的不断研究, 以及 LED 制造工艺的不断进步及新材料的应用, 使各种颜色 LED 取得了突破性进展, 其发光效率提高了近 1000 倍, LED 可以显示可见光波段的所有颜色, 超高亮度白光 LED 的出现, 使 LED 应用领域跨越至高效率照明市场。

21 世纪, 人们开始关注温室气体排放源、能源消耗及其对气候的影响。有关低效能的分析令全球立法转而支持逐步淘汰甚至最终禁止使用白炽灯泡。我国 2011 年发布逐步淘汰白炽灯路线图, 再次表明我国政府深入开展绿色照明工程、大力推进节能减排、积极应对全球气候变化的坚强决心和采取的积极行动, 将会对我国乃至全球淘汰白炽灯进程产生重要而深远的影响。随着国家推出“十城万盏”方案, 上海世博会采用 LED 灯具, LED 在各个领域中的应用日益广泛。

高亮度 LED 是人类继爱迪生发明白炽灯泡后最伟大的发明之一。LED 作为一种新型的照明技术, 其应用前景举世瞩目, LED 被誉为 21 世纪照明最有价值的光源, 必将引起照明领域一场新的革命。随着 LED 技术的不断创新和发展, 使得 LED 在照明领域得以推广应用。在照明领域, LED 照明灯具因为具有体积小、重量轻、方向性好、节能、寿命长、动态变幻、色彩丰富、抗震等特点而适用于各种恶劣环境条件, LED 照明灯具必将对传统的照明光源市场带来冲击, 成为一种很有竞争力的新型照明光源。

LED 照明技术的发展与应用已引起国内外光源界的普遍关注, 现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产业。目前, 由于 LED 照明技术的广泛应用及其潜在的市场, LED 照明灯具显示出了强大的发展潜力, 其产品的开发、研制、生产成为发展前景十分诱人的朝阳产业, 并形成一条完整的 LED 照明灯具产业链。目前, LED 照明已经广泛应用于动植物生长或生产、室内照明、室外照明、汽车照明、医学及背光和显示等方面。随着 LED 行业的发展, 相关 LED 灯具标准、能效标准、安全标准、EMC 标准等标准更新也在加快。

本书结合国内外 LED 技术的应用和发展, 全面系统地阐述了 LED 的基础知识和最新应用。全书共分为 9 章, 系统地介绍了 LED 照明基础知识、LED 驱动电路、LED 应用基本知识与 LED 应用常见故障、LED 照明灯具的设计与组装等内容。本书题材新颖实用, 内容由浅入深, 循序渐进, 通俗易懂, 图文并茂, 是一本具有很高实用价值的 LED 入门指南。

笔者长期从事 LED 照明技术的研究和开发工作, 积累了丰富的实践经验, 并且编写了数本关于 LED 照明方面的图书, 在业界产生了一定的影响。《LED 照明应用基础与实践》一书出版两年来, 深受读者的关注与喜爱, 很多读者发来邮件或打来电话与笔者交流 LED 技术, 并提出了宝贵的意见。在吸取读者意见的基础上, 并结合近几年 LED 发展的新技术,

决定对该书进行修订，增加了很多实际的 LED 设计实例与新技术，使本书内容更加全面和实用。

全书由刘祖明、丁向荣、陈丽编著。其中，刘祖明编写了第 1 章、第 2 章、附录 A ~ C，陈丽编写了第 3 ~ 5 章，丁向荣编写了第 6 ~ 9 章。刘祖明负责全书的统稿工作。另外，参加本书编写的还有刘文沁、钟柳青、钟勇、张安若、祝建孙、刘国柱、刘艳生、刘艳明和邱寿华。

本书在写作过程中参考了大量书籍，也引用了互联网上的资料，在此向这些书籍和资料的原作者表示衷心的感谢。同时，在资料收集和技术交流方面得到了国内外专业学者和同行的支持，在此也向他们表示衷心的感谢。对于有些引用资料的出处，基于各种原因可能未能出现在参考文献中，在此表示歉意与感谢！

本书的所有实例都经过编著者的实际应用，但由于 LED 照明设计涉及面广，实用性强，加之编著时间仓促，以及作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

同时感谢读者选择了本书，希望我们的努力能对您的工作和学习有所帮助，也希望广大读者不吝赐教。

编著者

目 录

第 1 章 LED 照明基础知识及应用	1
1.1 光的基本知识	1
1.2 照明布线基础知识	4
1.3 照明灯具及照明设计	6
1.4 LED 封装形式简介	8
1.5 LED 光源光电参数简介	13
1.6 LED 防静电知识简介	14
1.7 常用 LED 灯珠及 COB 光源简介	16
1.8 LED 应用电路设计	27
1.9 LED 清洗方法及作业	29
1.10 LED 应用须知与应用失效	32
第 2 章 LED 室内照明灯具的设计与组装	35
2.1 MR16 LED 射灯的设计与组装	36
2.2 LED 轨道灯的设计与组装	44
2.3 LED 球泡灯的设计与组装	47
2.4 LED PAR 灯的设计与组装	54
2.5 LED 天花灯的设计与组装	61
2.6 LED 筒灯的设计与组装	66
2.7 LED 格栅灯的设计与组装	71
2.8 LED 蜡烛灯的设计与组装	74
2.9 LED 象鼻射灯的设计与组装	79
2.10 LED 面板灯的设计与组装	80
2.11 LED 玉米灯的设计与组装	84
2.12 其他 LED 室内照明灯具简介	85
第 3 章 LED 日光灯的设计与组装	89
3.1 LED 日光灯基础知识	89
3.2 T8 LED 日光灯的设计与组装	92
3.3 T8 一体化 LED 日光灯的设计与组装	108
3.4 T5 一体化 LED 日光灯的设计与组装	112
3.5 LED 日光灯电源的安规要求	120
3.6 T8 LED 日光灯的安装	123
第 4 章 LED 户外照明灯具的设计与组装	126
4.1 LED 隧道灯的基础知识	126
4.2 LED 投光灯的设计与组装	128

4.3	LED 隧道灯的设计与组装	134
4.4	其他 LED 户外照明灯具的设计与组装	139
第 5 章	LED 景观照明灯具的设计与组装	149
5.1	LED 模组的设计与组装	149
5.2	LED 护栏管的设计与组装	161
5.3	LED 点光源的设计与组装	165
5.4	LED 数码管的设计与组装	176
5.5	LED 控制器简介	188
第 6 章	LED 灯带、灯串的设计与安装	191
6.1	LED 灯带的设计	191
6.2	LED 灯串的设计	204
6.3	LED 灯带、灯串的安装	208
第 7 章	太阳能及风光互补 LED 路灯的设计与安装	219
7.1	太阳能 LED 路灯的设计与安装	219
7.2	风光互补 LED 路灯的设计与安装	232
第 8 章	LED 工矿灯的设计与组装	239
8.1	LED 工矿灯基础知识	239
8.2	几种 LED 工矿灯的设计与组装	246
第 9 章	LED 照明驱动电路的设计	253
9.1	LED 照明驱动电路基础知识及检测方法	253
9.2	MR16 LED 射灯驱动电路的设计	260
9.3	LED 射灯驱动电路的设计	263
9.4	LED 日光灯驱动电路的设计	266
9.5	LED 天花灯驱动电路的设计	269
9.6	LED 筒灯驱动电路的设计	273
附录 A	中国国标、行标、地方灯具标准及行业规范、规则	278
附录 B	国内国际主要认证标准简介	284
附录 C	部分国家或地区常规电压	287
	参考文献	289

第1章 LED照明基础知识及应用



1.1 光的基本知识

1. 光的基本特性

光在电磁波中只占很小一部分，人眼只能接收 380 ~ 780nm 的光，称为可见光。人眼接收到可见光，就会产生视觉效应。如果人眼接收到 760nm 左右波长的光波，就发生红色的视觉效应，波长短些为橙色。由此就会产生红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色。波长、振幅及频率之间的关系如图 1-1 所示。

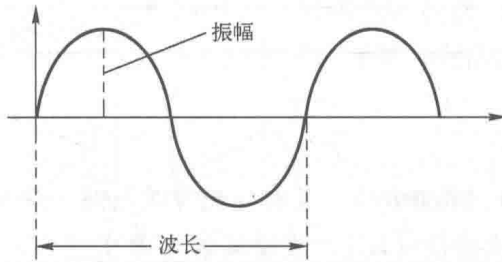


图 1-1 波长、振幅及频率之间的关系

频率 (Frequency) 是指在单位时间内完成振动 (或振荡) 的次数或周数，通常用符号 f 表示，等于周期 T 的倒数，即 $f=1/T$ ，单位为赫兹 (Hz)。

电磁波的辐射波谱如图 1-2 所示。

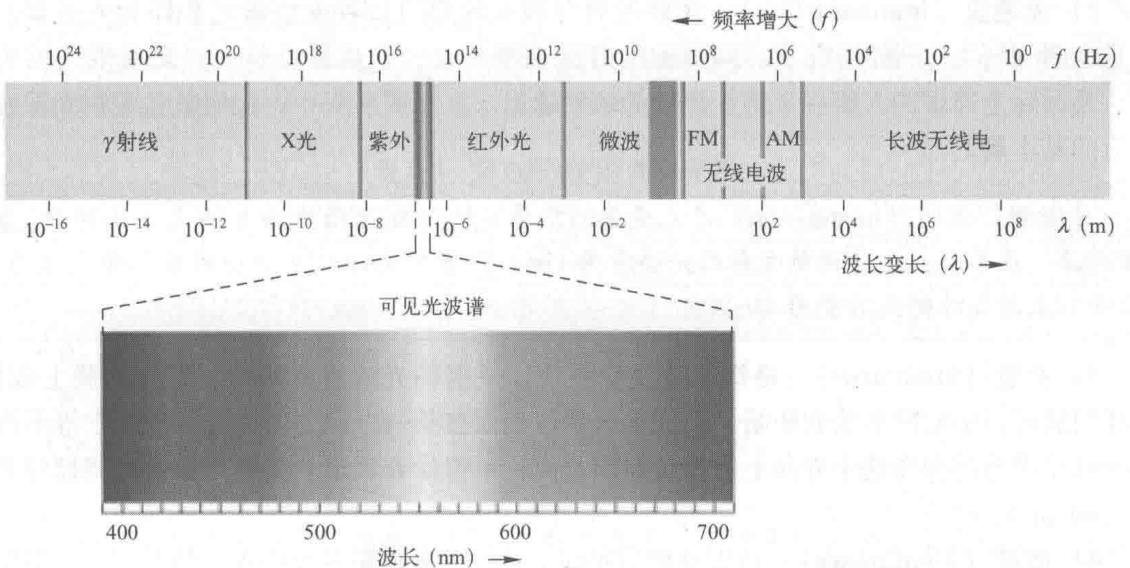


图 1-2 电磁波的辐射波谱

电磁波谱波长区域如表 1-1 所示。

表 1-1 电磁波谱波长区域

电磁辐射种类	波长范围	
无线电波	0.1m 以上	
红外线	780nm 以上	
可见光	红	630~780nm
	橙	600~630nm
	黄	570~600nm
	绿	500~570nm
	青	470~500nm
	蓝	420~470nm
	紫	380~420nm
紫外线	10nm 以上, 380nm 以下	
X 射线	0.005nm 以上, 100nm 以下	
γ 射线	0.0005nm 以上, 0.1nm 以下	
宇宙射线	比 γ 射线更短	

2. 光的常用术语

1) **发光强度 (luminous intensity)** 又称为光度或光强。发光强度是指点光源在某方向的光强, 符号为 I , 单位是坎德拉 (cd)。其定义为光源在这一方向上立体角内发射的光通量与该立体角之商。光强常用于说明光源和照明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。

【说明】 $1\text{cd} = 1\text{lm}/\text{sr}$ (流明/球面度)。

2) **光通量 (luminous flux)** 光源发射并被人的眼睛接收的能量之和即为光通量, 单位是流明 (lm)。一般情况下, 同类型的灯的功率越高, 光通量也越大。光通量又称为光束, 是国际上通常的人眼视觉特性评价的辐射通量。在照明工程中, 光通量是考察光源发光能力的基本量。

【说明】流明 (lumen; lm) 是光通量的单位, 均匀发光强度的 1 烛光 (坎德拉) 的点光源, 在单位立体角内所发射的光通量为 1lm; 或者所有距此光源均为单位距离处的单位面积上所接收的光通量为 1lm。

3) **亮度 (luminance)** 是指光源或受照物体反射的光线进入眼睛, 在视网膜上成像, 使我们能够识别它的形状和明暗。亮度是一单位表面在某一方向上的光强密度。它等于该方向上的光强与此面在这个方向上的投影面积之商, 用符号 L 表示。亮度单位是坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

4) **照度 (illuminance)** 是指受照射平面上接收的光通量的面密度, 符号为 E 。照度的单位是勒克斯, 符号为 lx。

【说明】 1lx 等于 1lm 的光通量均匀分布在 1m^2 表面上所产生的照度，即 $1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ 。照度表示被照物体照得有多亮，是照明设计中一个重要的指标。

光通量、光强、照度、亮度之间的关系示意图如图 1-3 所示。

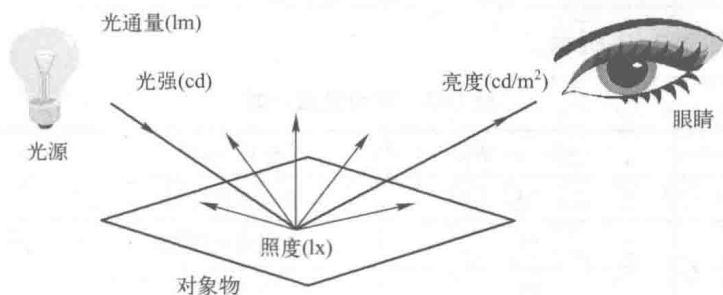


图 1-3 光通量、光强、照度、亮度之间的关系示意图

5) 色温 (K) 以热力学温度 K (开尔文) 来表示。将一标准黑体加热，温度升高至某一程度时颜色开始由深红、浅红、橙黄、白、蓝白、蓝红、蓝色，逐渐变化。利用光色变化特性，某光源的光色与黑体的光色相同时，将黑体当时的热力学温度定义为该光源的色温。一般情况下，在高照度环境中建议使用高色温的光源，在低照度环境中建议使用低色温的光源。

【说明】色温与发光材质无关，只与温度有关。

6) 显色指数 (Ra) 光源对物体的显色能力称为显色性。通俗地讲显色指数指的是光源发出的光中各种颜色含量的程度，即某光源照射的物体所产生的心理感官颜色与该物体在标准光源照射下的心理颜色相符合的程度的参数。显色指数的分类与应用如表 1-2 所示。

【说明】

① 显色指数越高，色彩失真越小。通常用正常日光作为标准光源。国际照明委员会 (CIE) 把太阳的显色指数定为 100。

② 显色指数高的光源，对颜色的表现较好，人眼所看到的颜色也就越接近自然原色。显色指数低的光源，对颜色的表现较差，人眼所看到的颜色偏差也较大。

表 1-2 显色指数的分类与应用

显色指数分组	平均显色评价数值 Ra	应用范围
I	$Ra > 90$	色检查、临床检查、美术馆、印刷、广告
II	$90 > Ra \geq 80$	住宅、饭店、商店、医院、学校、精密加工写字楼、印刷厂等
III	$80 > Ra \geq 60$	一般作业场所
IV	$60 > Ra \geq 40$	粗加工工厂
V	$40 > Ra \geq 20$	储藏室等变色要求不高的场所

【说明】显色指数越高，显色性越好；色温越高，偏蓝色给人的感觉越清爽；色温低，偏红色给人一种鲜艳温暖感。

7) 光源效率 (简称光效) 是以其所发出的光的流明除以其耗电量所得之值, 即
光源效率 (lm/W) = 流明 (lm) / 耗电量 (W)

【说明】光源效率是指每 1W 电力所转换成光的量, 其数值越高表示光源效率越高。光源效率通常是一个重要的考虑因素。

常用光源光效如表 1-3 所示。

表 1-3 常用光源光效

光源种类	光效 (lm/W)	光源种类	光效 (lm/W)
白炽灯泡	16	石英卤素灯 25	25
水银灯 65	65	普通日光灯 75	75
三基色荧光灯 88	88	T5 荧光灯	92
eHF 荧光灯	104	高压钠气灯	130
低压钠气灯	200		

8) 寿命 (h)

平均寿命指一批灯泡点灯至其 50% 的数量损坏不亮时的小时数。

额定寿命是指在长期制造的同一形式的灯具点灯 2.5h、灭灯 0.5h 的连续反复试验条件下, 到“大多数灯不能再灭亮为止的点灯时间”或“全光束下降到初光束的 70% 时的点灯时间”中的短时平均值。

经济寿命是指在同时考虑灯泡损坏以及光衰的状况下, 其总和光束输出减至一特定比例的小时数。此比例一般用于室外光源时为 70%, 用于室内光源时为 80%。

9) 光通维持率 (luminous flux maintenance) 灯在规定的条件下点燃, 灯在寿命期间内一特定时间的光通量与该灯的初始光通量之比, 以百分数来表示。

【说明】国标要求是 2000h 不小于 78%, 国外先进水平是 2000h 不小于 90%, 美国能源之星标准是 40% 额定寿命时不小于 80%。

10) 照明功率密度 (Lighting Power Density, LPD) 单位面积上的照明安装功率 (总功率), 单位为瓦特每平方米 (W/m^2)。



1.2 照明布线基础知识

1. 接线方式

传统灯具的接线方式是放射式、树干式、混合式及环链式, 如图 1-4 所示。大多数情况下, 常用的接法方式是树干式和混合式。

2. 照明设计布线的注意事项

1) 安全用电注意事项 在特别潮湿、高温、导电性灰尘、导电性地面的地方, 需要特别
试读结束, 需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

注意用电的安全。保证用电安全有很多方法,最常见的是将灯具的金属外壳接地,也有用PVC等绝缘材料将线路中容易漏电的地方进行处理或者将整个用电场所围起来只让专业人员进入。

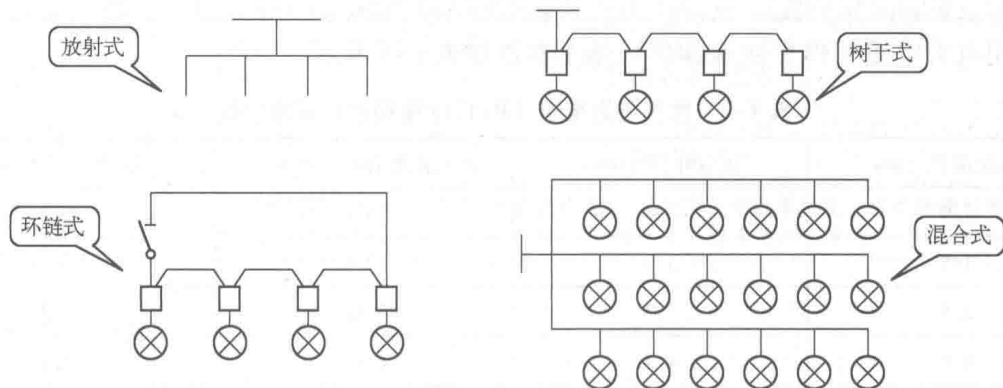


图1-4 接线方式

2) 电气设备干扰 照明灯具可能会被电网中的其他电气设备干扰。如果有大型的电气设备,每次只要使用电气设备,照明灯具就不能正常工作。笔者建议对灯具供电网进行改造,从而彻底解决问题。

3) 对实际场所考察与实施安装 对线路进行改造或者需要制定新的线路方案时,就需要对线路方案的实施进行实际场所的安装考察,以保证方案在实际施工中的可行性。照明布线时,一般导线是在PVC管或钢管中穿过的。管子的截面积一般比线大一倍。为了保证布线的可靠性,导线在管子内是不可以有接头和扭结的,其接头应在专门的接线盒内连接。不同回路的导线不应同穿于一根管子,不同电压的导线不应同穿于一根管子,交流与直流的导线不应同穿于一根管子。因此要注意照明布线经过的地方是否能按这些要求装下管子和接线盒。照明布线中,人容易碰到的电缆,应配有一定机械强度的保护管或加装保护罩。同时根据实际需要,对安装地方加保护管或保护罩。

3. 常用电力电缆 (PVC)

常用电力电缆 (PVC) 载流量与芯线粗细的关系如表1-4所示。

表1-4 常用电力电缆 (PVC) 载流量与芯线粗细的关系

标称截 面面积 (mm ²)	载流量 (A)											
	空气中				土壤敷设				管道敷设			
	双芯		三芯或四芯		双芯		三芯或四芯		双芯		三芯或四芯	
	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝
1.5	20		19		30		26		26		22	
2.5	29		25		40		34		34		29	
4.0	40		33		50		45		44		37	
6.0	52		43		66		57		55		47	
10	71		59		88		75		73		62	
16	90	67	77	55	115	85	98	73	96	72	80	60
25	120	90	100	75	150	110	130	95	125	94	105	78
35	150	110	125	90	185	135	155	115	150	110	125	93

【说明】 如果不知道电力电缆 (PVC) 的线径, 可以通过实际测量利用公式 $S = \pi R^2$ (S 就是电缆线芯线标称截面面积, R 为电缆线芯线标称截面那个圆形的半径) 估算出来。

常用电力电缆 (PVC 绝缘铜芯) 基本参数如表 1-5 所示。

表 1-5 常用电力电缆 (PVC 绝缘铜芯) 基本参数

标称截面面积 (mm ²)	近似外径 (mm)	最大直流电阻 (Ω/km)	成品近似重量 (kg/km)
1.0	2.8	18.1	10.9
1.5	3.3	12.1	13.6
2.5	3.9	7.41	23.3
4.0	4.4	4.61	35.2
6.0	4.9	3.08	54.5
10.0	7.0	1.83	75.8
16.0	8.0	1.15	110.7
25.0	10.0	0.727	183.7
35.0	11.5	0.524	278.2



1.3 照明灯具及照明设计

1. 照明灯具的基本特点

照明的目的以能舒适地看清楚所视对象, 提高工作效率为主。如机关单位、办公室、学校、工厂、交通及住宅等工作活动场所的功能性照明与装饰性照明等均以照明良好为条件。功能性照明要求根据不同的空间、不同的场合、不同的对象选择不同的照明方式和灯具, 并保证恰当的照度和亮度。装饰性照明主要是烘托一种温暖、和谐、浪漫的情调, 体现舒适、休闲的氛围。功能性照明与装饰性照明的条件与要求如表 1-6 所示。

表 1-6 功能性照明与装饰性照明的条件与要求

项目序号	项目名称	功能性照明	装饰性照明
1	照度	以高照度为标准	照度根据需要而定, 不一定要要求高照度
2	均匀性	尽可能要求照度均匀	照度按重要点配置, 重要点的照度要高, 周围较为暗
3	眩光	尽可能将眩光减少至最小程度 (直射与反射光源)	视场所应用而定, 必要时利用适度的眩光以达到气氛要求
4	方向性	在手部不造成阴影的情况下, 做适当的光扩散配置	强调立体感, 必要时须要求强烈的方向性
5	光质及光色 (色温)	尽可能与自然光相近, 并要求不产生紫外线及红外线	配合室内装修及装潢材料, 选择适当光色或合适色温的光源。室内反射光及合成的色感必须充分表现

续表

项目序号	项目名称	功能性照明	装饰性照明
6	灯具的形式及配置	灯具的设计简单,视觉上应满足明快舒适,同时必须满足上面第2~4项的要求	考虑第2~4项的要求,选择间接型灯具、半间接型灯具、直接型灯具的照明方式,来改变室内的高度及宽度的感觉
7	效率及节能	以节能、高效率灯具为主	以实际状况为主,以达到气氛要求优先并结合节能的要求
8	开关及调光	就经济观点而言,必须能简易操作开关控制点亮、熄灭	能配合气氛效果变化,必须能简易操作开关控制点亮、熄灭及调光功能

2. 灯具的功能

- ☉ 视安装场所的功能与用途,有效地利用灯光,使灯光的分布合理。
- ☉ 防止或限制眩光,保护视力。
- ☉ 提高光源光通量输出的利用率,取得节能效益。
- ☉ 灯具外表美观,能美化环境,照明光效达到环境需求。
- ☉ 保证灯具使用安全,防止发生事故,如防火、防爆等。
- ☉ 保护灯具光源,免致受损,且能防湿、防潮、防水等。

3. 照明设计

照明设计分为数量化设计与质量化设计两种。数量化设计是照明设计的基础,其目的是根据场所的功能和活动要求确定照明等级和照明标准(照度、眩光限制级别、色温和显色性)来进行数据化处理计算。同时还在此基础上进行质量化设计,其目的是以人的感受为依据,考虑人的视觉和使用的人群、用途、建筑的风格,尽可能多地收集周边环境(所处的环境、重要程度、时间段)等多种因素,做出合理的决定来进行综合考虑。

照明设计其实就是灯光设计,灯光是一个较灵活及富有趣味的设计元素,可以成为气氛的催化剂,是一室的焦点及主题所在,也可以加强现有装潢照明设计的层次感。

随着LED的出现,照明设计理论也在不断发展。目前主要有情景照明与情调照明两种。

情景照明是由飞利浦公司提出的,以环境的需求来设计灯具。同时也以场所为出发点,旨在营造一种漂亮、绚丽的光照环境,去烘托场景效果,使人感觉到有场景氛围。

情调照明是由凯西欧公司提出的,以人的需求来设计灯具。同时以人的情感为出发点,从人的角度去创造一种意境般的光照环境。情调照明包含环保节能、健康、智能化、人性化四个方面。

情调照明与情景照明是不同的,情景照明是静态的,强调场景光照的需求,而不能表达人的情绪。情调照明是动态的,是可以满足人的精神需求的照明方式,使人感到有情调。从某种意义上说,情调照明涵盖情景照明。

4. 照明设计相关概念

1) **眩光 (glare)** 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。由于亮度分布或范围的不合理分配或空间、时间上的强烈反差,而引起的不舒适视觉条件或观察能力的下降。

2) **配光曲线** 配光曲线的单位是坎德拉/千流明 (cd/klm), 配光曲线是灯具的特有性质, 同一种类型的灯具, 无论功率大小, 其配光曲线完全一样。通过灯具配光曲线和灯具的光通量, 可以算出任意方向的光强和确定距离处的照度。

【说明】从配光曲线上我们也可看出灯具的配光性质, 如投光灯具具有对称狭长形的配光曲线, 泛光灯具具有扁平形的配光曲线, 非对称灯具的配光曲线是非对称的。

3) **照度均匀度 (uniformity ratio of illuminance)** 照度均匀度是指区域内的最小照度与平均照度之比。在固定照明设计中, 灯具总要安装一定的高度, 且每两只灯具之间有一定距离。当高度一定时, 灯具之间距离越小, 照度的均匀度越高, 距离大了, 照度就不均匀。这时均匀度只与灯之间的距离和高度之比有关。

【说明】照度的均匀度等于 0.8, 被认为是设计允许照度均匀度的最小值。灯具的距高比是灯具安装时, 照度的均匀度不小于 0.8 的灯具之间距离与灯具安装高度之比, 记为 L/H 。

4) **灯具效率 (luminaire efficiency)** 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, 也称光输出比。

5) **维护系数 (maintenance factor)** 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。

6) **一般照明 (general lighting)** 为照亮整个场所而设置的均匀照明。

7) **局部照明 (local lighting)** 特定视觉工作用的, 为照亮某个局部而设置的照明。

8) **混合照明 (mixed lighting)** 由一般照明和局部照明组成的照明。



1.4 LED 封装形式简介

1. 插件型封装 (引脚式封装)

常规 $\phi 5\text{mm}$ 型 LED 引脚式封装是将边长 0.25mm 的正方形管芯黏结或烧结在支架上, 管芯的正极通过球形接触点与金线键合为内引线与一条引脚相连, 负极通过反射杯和支架的另一引脚相连, 之后在其顶部用环氧树脂包封。插件型封装的外形与结构如图 1-5 所示。

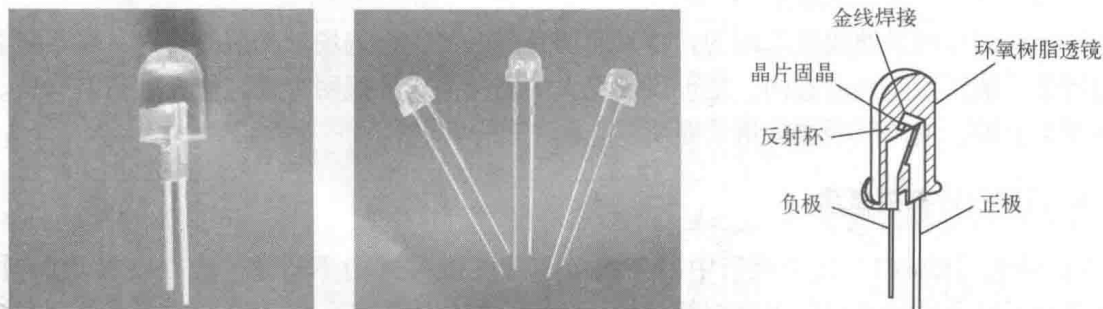


图 1-5 插件型封装的外形与结构

【说明】 反射杯的作用是收集管芯侧面、界面发出的光，向期望的方向角内发射。顶部包封的环氧树脂做成一定形状，其作用是保护管芯等不受外界侵蚀或采用不同的形状和材料性质，起透镜或漫射透镜功能，控制光的发散角。

2. COB 封装

COB 是板上芯片直装的英文缩写 (Chip On Board)，其工艺是先在基底表面用导热环氧树脂（掺银颗粒的环氧树脂）覆盖硅片安放点，再通过粘胶剂或焊料将 LED 芯片直接粘贴到 PCB 上，最后通过引线（金线）键合实现芯片与 PCB 间电互连的封装技术。

COB 封装技术主要用来解决小功率芯片制造大功率 LED 灯的问题，可以分散芯片的散热，提高光效，同时改善 LED 灯的眩光效应，减少人眼对 LED 灯的眩光效应的不适感。COB 封装的外形与结构如图 1-6 所示。在 COB 基板材料上，从早期的铜基板到铝基板，再到当前部分企业所采用的陶瓷基板，COB 光源的可靠性也逐步提高。低热阻 COB 封装目前分为铝基板 COB、铜基板 COB 和陶瓷基板 COB。

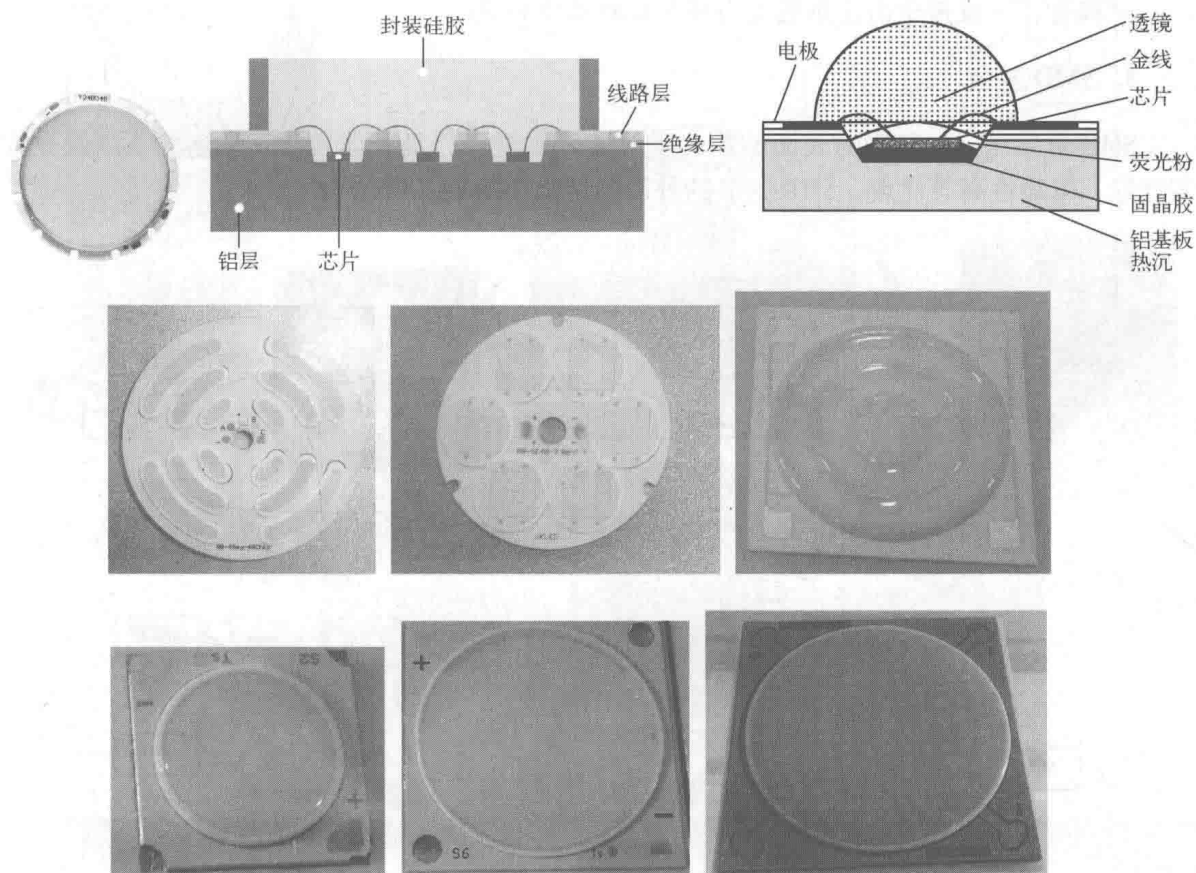


图 1-6 COB 封装的外形与结构

【说明】

① 芯片直接置于铝基或铜基板上，导热、散热性好，光衰小。小芯片做大功率，成本低、光效高。极大地消除了点状效应，表现为面光源。整体发光，光线均匀柔和。

② COB 在长时间工作时容易让围坝胶快速老化, 无法与 LED 寿命同步, 长时间在高热环境下工作; 围坝胶容易造成脱落或与基板松开, 硫气体和潮湿气体比较容易渗透到芯片区域, 易造成基板上导电层硫化及芯片的受潮破坏。

③ 选择 COB 光源时, 一定要选择大公司生产的 COB 光源, 如科锐、西铁城、LG、三星、首尔半导体, 也可以选择国内一线品牌的产品。

☉ 铝基板 COB: 铝基板的成本低, 封装出来的 COB 光源性价比高。其光效可达到 130lm/W, 应用于 LED 球泡灯、LED 筒灯等灯具中, 由于铝基板导热系数的限制, 光源功率为 5 ~ 10W。

☉ 铜基板 COB: 芯片直接固定在铜上面 (导热系数在 $380\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$), 导热效果好, 可以封装 20 ~ 500W 的 COB (防止局部过热), 光效可达 130lm/W, 广泛应用于 LED 投射灯。

☉ 陶瓷基板 COB: 陶瓷目前最适合做 LED 封装基板的材料, 因其具有优良的导热性能、优良的绝缘性能、热形变小等优点。目前可封装 3 ~ 60W COB 光源, 由于基板价格较贵, 一般用于高端照明或高可靠性的照明领域。

3. SMD 封装

SMD 封装是一种新型的表面贴装式半导体发光器件, 具有体积小、散射角大、发光均匀性好、可靠性高等优点。SMD 封装的外形与结构如图 1-7 所示。

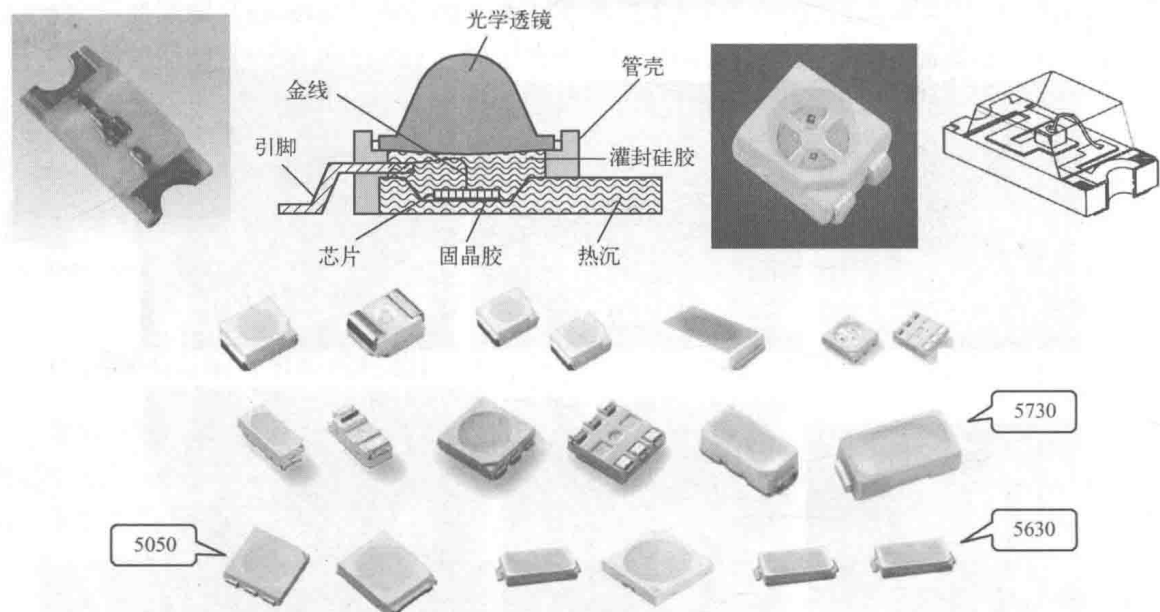


图 1-7 SMD 封装的外形与结构

4. 食人鱼型封装

食人鱼型封装是因 LED 的形状很像亚马孙河中的食人鱼 Piranha 而得名, 是 4 引脚的直插封装形式。食人鱼型封装 LED 所用的支架是铜制的, 面积较大, 具有传热和散热快的特点。食人鱼型封装与结构如图 1-8 所示。食人鱼型封装目前已经不生产了。