

# LED

## 照明技术 与灯具设计

刘祖明◎编著

LED ZHAOMING  
JISHU YU DENGJU SHEJI



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# LED 照明技术与灯具设计

刘祖明 编著



机械工业出版社

LED 被称为第四代照明光源或绿色光源, 具有节能、环保、寿命长、体积小等特点。LED 照明又称为固态照明, 作为继白炽灯、荧光灯后的第三代照明技术, 具有节能、环保、安全可靠等特点。固态光源是被业界看好的未来十年替换传统照明器具极具潜力的新型光源, 代表着照明技术的未来。发展新固态照明, 不仅是照明领域的革命, 而且符合当前“建设资源节约型和环境友好型社会”的要求。

本书以 LED、LED 电源及 LED 照明灯具设计、应用为基础, 先对 LED 的主要参数、功能名称、特点、应用、封装、内部结构等知识进行介绍, 同时也介绍 LED 集成驱动电路的名称、封装、特点、应用电路等。结合一些案例和作者多年 LED 照明设计经验与实用技巧, 介绍相关灯具的设计与安装, 同时也介绍国内外 LED 照明灯具认证、LED 电源驱动芯片生产商、LED 芯片生产商等知识。

本书理论联系实际, 图文并茂、深入浅出, 具有较强的实用性、参考性, 适合从事 LED 研发、生产和应用的工程技术人员阅读, 也可以作为 LED 爱好者、初学者及高等院校电子、电气、光电等相关专业的教材或参考书, 是一本即学即用型参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

LED 照明技术与灯具设计/刘祖明编著. —北京: 机械工业出版社, 2012. 3(2014.1重印)

ISBN 978-7-111-36902-8

I. ①L… II. ①刘… III. ①发光二极管-照明-设计 IV. ①TN383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 270960 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 张俊红 版式设计: 张世琴

责任校对: 申春香 封面设计: 马精明 责任印制: 杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2014 年 1 月第 1 版第 3 次印刷

169mm × 239mm · 11 印张 · 213 千字

5 001—6 500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36902-8

定价: 29.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

LED 被称为第四代照明光源，具有节能、环保、寿命长、体积小等特点，广泛应用于各种设备指示、显示，同时在装饰、背光源应用方面也取得了突破性发展。现在一些国家正大力进军 LED 领域，在普通照明和城市景观照明、公共及商业照明等领域取得了不错成绩。近年来，欧美等一些发达国家围绕 LED 的研制展开了激烈的技术竞赛。节约能源是全人类未来面临的重要课题，在照明领域，LED 产品的应用正吸引着世人的目光，是未来发展的趋势，人类即将进入以 LED 为代表的新型照明光源时代。LED 照明灯具已经彰显出很多特有的优势，更加符合“低碳”和“节能”理念，而且随着 LED 的技术进步和应用加速，将极大地推进全球的“低碳”和“节能”进程。

本书重点介绍 LED、LED 驱动电路、LED 照明灯具的设计与应用。全书共分 5 章，阐述了 LED 知识、国内外 LED 技术和 LED 驱动器、LED 照明灯具的设计与应用实例等内容。先介绍 LED 的基础知识，同时介绍一些 LED 的主要参数、功能名称、特点、应用、封装、内部结构等知识，分析了 LED 串、并联时需要注意的问题和解决方案。结合目前国内外 LED 技术发展和在普通照明及公共照明方面的初步应用情况，重点介绍了普通照明用 LED 的离线式驱动电源及 LED 灯具设计。LED 驱动是电子技术中非常热门的课题，各种 LED 驱动电路层出不穷。本书介绍了一些常用 IC 芯片驱动 LED 电路的工作原理和线路分析。

本书结合作者多年来在 LED 应用行业的经验，综合目前 LED 照明产业现状，主要介绍 LED 照明领域的室内照明产品，如 LED 荧光灯、LED 射灯、LED 吸顶灯、LED 球泡灯等的设计与应用，以及公共照明的产品，如 LED 路灯、LED 景观灯、LED 隧道灯等产品的设计与应用。同时针对目前 LED 照明灯具的应用情况，对 LED 照明灯具的安装进行了重点阐述。

本书内容丰富，通俗易懂，将 LED 的特点、LED 驱动电路和 LED 照明灯具实际应用紧密结合起来，具有很强的实用性。

本书适合从事 LED 研发、生产和应用的工程技术人员阅读，也可以作为 LED 爱好者、初学者及高等院校电子、电气、光电等相关专业的教材或参考书，是一本即学即用型参考书。

本书由刘祖明编写，参与本书部分章节编写及资料整理工作的还有邱寿华、刘文沁、张安若、祝建孙、钟勇、钟柳青、刘艳生、刘艳明等，在此表示感谢。另外，本书在写作过程中参考了大量书籍，不能一一列出，同时也引用了互联网

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。在资料收集和技术交流方面也得到了国内外专业学者和同行的支持，在此向他们也表示衷心的感谢。

本书的部分实例都经过作者的应用，但由于 LED 照明设计涉及面广，实用性强，加之编写时间仓促，以及作者水平有限，书中存在不足之处在所难免，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，以便我们在再版时做到精益求精。

作者

# 目 录

## 前言

## 第1章 LED 的基础知识 ..... 1

1.1 LED 的封装简介 ..... 1

1.2 LED 的技术指标 ..... 4

1.3 LED 应用注意事项 ..... 6

1.4 国内外认证简介 ..... 13

1.5 LED 散热器与 LED 散热  
技术简介 ..... 15

1.6 常用 LED 产品应用胶 ..... 18

## 第2章 LED 驱动器的设计 ..... 21

2.1 射灯类驱动器的设计 ..... 21

2.1.1 MR16 射灯驱动器的设计 ..... 21

2.1.2 GU10/E27 射灯类驱动器的  
设计 ..... 25

2.1.3 LED 球泡灯驱动器的  
设计 ..... 30

2.2 PAR 灯驱动器的设计 ..... 36

2.2.1 PAR20 5W 驱动器的设计 ..... 36

2.2.2 PAR30 7W 驱动器的设计 ..... 39

2.2.3 PAR38 12W 驱动器的  
设计 ..... 43

2.3 LED 荧光灯驱动器的  
设计 ..... 47

2.4 LED 筒灯、LED 天花灯驱动  
器的设计 ..... 53

2.4.1 3W LED 筒灯、LED 天花灯  
驱动器的设计 ..... 53

2.4.2 5W LED 筒灯、LED 天花灯  
驱动器的设计 ..... 56

2.4.3 7W LED 筒灯、LED 天花灯  
驱动器的设计 ..... 61

2.4.4 12W LED 筒灯、LED 天花灯  
驱动器的设计 ..... 68

2.5 驱动器的设计中主要部件  
选用 ..... 71

## 第3章 LED 照明灯具知识 ..... 75

3.1 LED 透镜简介 ..... 75

3.2 LED 照明灯具 ..... 79

3.2.1 MR16 射灯 ..... 80

3.2.2 LED 射灯 ..... 83

3.2.3 PAR 灯 ..... 86

3.2.4 LED 球泡灯 ..... 88

3.2.5 LED 筒灯 ..... 91

3.2.6 LED 天花射灯 ..... 92

3.2.7 LED 荧光灯 ..... 95

3.2.8 LED 面板灯 ..... 99

3.3 LED 路灯、LED  
隧道灯 ..... 101

3.4 LED 灯具选购指南 ..... 103

## 第4章 LED 照明、景观灯具的 安装 ..... 107

4.1 LED 照明灯具的安装 ..... 107

4.1.1 MR16 射灯的安装 ..... 107

4.1.2 LED 球泡灯的安装 ..... 108

4.1.3 PAR 灯的安装 ..... 109

4.1.4 LED 天花射灯的安装 ..... 110

4.1.5 LED 筒灯的安装 ..... 110

4.1.6 LED 荧光灯的安装 ..... 111

4.1.7 LED 吸顶灯的安装 ..... 113

4.1.8 LED 面板灯的安装 ..... 114

4.2 LED 投光灯的安装 ..... 116

4.3 LED 路灯的安装 ..... 118

4.4 LED 隧道灯的安装 ..... 122

4.5 LED 景观灯具的安装 .....	123	5.4 LED 数码管 .....	139
<b>第5章 LED 照明、景观灯具电路</b>		5.5 LED 荧光灯 .....	146
<b>设计</b> .....	124	5.6 LED 面板灯 .....	150
5.1 LED 点光源 .....	124	5.7 LED 灯带 .....	156
5.2 LED 硬灯条 .....	131	<b>参考文献</b> .....	170
5.3 LED 模组 .....	133		

# 第 1 章 LED 的基础知识

LED (Light Emitting Diode) 中文全称为发光二极管, 它是由 III 和 V 族复合半导体构成。在正向偏置电压作用下, 从 P 区注入 N 区的空穴和由 N 区注入 P 区的电子, 在 PN 结附近数微米内分别与 N 区的电子和 P 区的空穴复合, 产生自发辐射的荧光。本章主要介绍 LED 的封装、应用等基础知识。

## 1.1 LED 的封装简介

LED 封装是指发光芯片的封装, 与集成电路封装有较大不同。LED 的封装不仅要求能够保护灯芯, 而且还要能够透光。所以, LED 的封装对封装材料有特殊的要求。

LED 分为 Lamp 系列、食人鱼系列、SMD 系列、High Power (大功率) 系列。

### 1. Lamp 系列

LED Lamp (LED 灯) 主要由支架、黏合剂 (银胶)、芯片、金线、环氧树脂 5 部分组成, 电气连接采取两引脚直插的形式。主要作为信号指示及照明的电子元件广泛应用于各类电子产品。同时也用作室内外信息显示屏的显示单元。Lamp 系列 LED 外形如图 1-1 所示。

#### (1) 芯片

芯片是由化合物半导体组成的 PN 结。

由不同材料制成的管芯可以发出不同的颜色。即使同一种材料, 通过改变掺入杂质的种类或浓度, 或者改变材料的组分, 也可以得到不同的发光颜色。不同颜色的发光二极管所使用的发光材料见表 1-1。

#### (2) 黏合剂

黏合剂的作用是把管芯粘在支架的反射杯上, 一般使用导电银浆作为黏合剂。但对于蓝宝石衬底的芯片, 因两个电极都在正面, 因此使用绝缘胶作为黏合剂。银浆有单组分和双组分两种。目前使用的银浆大都为单组分银浆, 这种银浆必须在低温下保存。

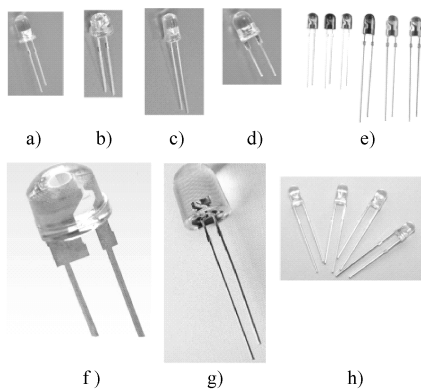


图 1-1 Lamp 系列 LED 外形

## 2 LED 照明技术与灯具设计

表 1-1 不同颜色的发光二极管所使用的发光材料

发光颜色	使用材料	波长/nm
普通红	磷化镓 (GaP)	700
高亮度红	磷砷镓 (GaAsP)	630
超高亮红	镓铝砷 (GaAlAs)	660
超高亮红	镓铝磷 (AlGaInP)	625 ~ 640
普通绿、黄绿	磷化镓 (GaP)	565 ~ 572
高亮绿	镓铝磷 (AlGaInP)	572
超高亮绿	氮化镓 (GaN)	505 ~ 540
普通黄、橙	磷砷镓 (GaAsP)	590, 610
超高亮黄、橙	镓铝磷 (AlGaInP)	590 ~ 610
蓝	氮化镓 (GaN)	455 ~ 480
紫	氮化镓 (GaN)	400, 430
白	氮化镓 + 荧光粉	460 + YAG
红外	砷化镓 (GaAs)	> 780

注意：黏合剂的性能对 LED 的可靠性及透光效果有直接影响，根据实际情况，选择合适的黏合剂，并应在规定的期限内使用。

### (3) 金线

金线的作用是把管芯的电极连接到支架上。主要有  $\phi 25\mu\text{m}$  和  $\phi 30\mu\text{m}$  两种规格，一般场合使用  $\phi 25\mu\text{m}$  金线。对于通过电流较大、可靠性要求较高的场合，则使用  $\phi 30\mu\text{m}$  金线。

### (4) 支架

支架也即 LED 的外引线，一般使用基体为铁并镀银的支架，但有时为了提高制品的散热性能，则使用基体为铜的支架。当然，其材料成本也相应增加。

### (5) 环氧树脂

LED 采用环氧树脂作为封装材料。环氧树脂的性能对 LED 的光电特性尤其是可靠性有很大影响。它的选择必须充分考虑其可靠性、出光效果、工艺可行性及价格等。

## 2. SMD 系列

SMD 形式封装的 LED 又分 CHIP、TOP、SIDEVIEW 等若干种，电气连接采取 2、4 或 6 引脚贴片的方式，是当前常用的光源。常用结构为 PLCC 表面灌注型 LED，代表产品主要有 2810、4008、3014、3020、3528、3535、5050、5060、5730 等规格，主要应用于装饰照明、家居照明、背光、按键指示、仪表指示等。TOP LED 白光发光强度高，功耗低，可靠性好，寿命长，无铅回流焊，符合欧

盟公布的 ROHS 指令要求。TOP 系列 LED 外形如图 1-2 所示。常见的 SMD LED 的尺寸见表 1-2。

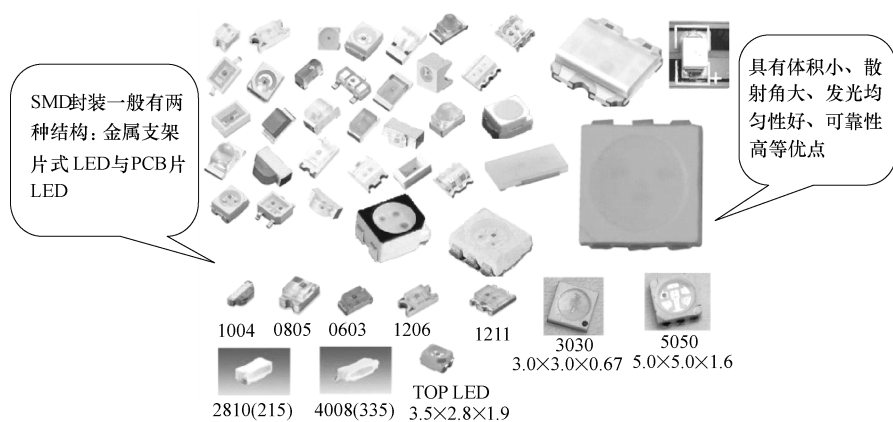


图 1-2 TOP 系列 LED 外形

表 1-2 常见的 SMD LED 的尺寸

封装形式	外形尺寸/mm	最小间距/mm	最佳观视距离/mm	备注
PLCC-2	3.2 × 3.0	10	17	单管芯有利于散热
1206	3.1 × 1.7	8	13.6	侧光型、高亮度型
0805	2.1 × 1.35	6	11.2	
0603	1.7 × 0.9	5	8.5	向 0402 发展
PLCC-4	3.2 × 2.8	5	8.5	双色或三色组合封装

### 3. 食人鱼系列

食人鱼是一种封装，正方形的，透明树脂封装，4 个引脚，负极处有缺脚。散热性能和可靠性都好于普通两引脚直插式，可承受 50 ~ 70mA 的工作电流，是当前常用的光源。食人鱼系列 LED 是散光型的 LED，发光角度大于 120°，发光强度很高，而且能承受更大得功率。车用刹车灯/转向灯用得比较多。它比  $\phi 5\text{mm}$  的 LED 散热好、视角大、光衰小、寿命长。食人鱼系列 LED 非常适合制成线条灯、背光源的灯箱和大字体槽中的光源。食人鱼

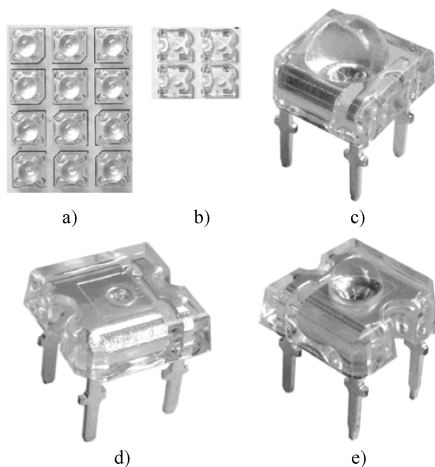


图 1-3 食人鱼系列 LED 外形

系列 LED 外形如图 1-3 所示。

### 4. High Power (大功率) 系列

采用大尺寸芯片和加强的热通道技术设计生产的 LED，通常分为 0.5W、1W、3W、5W 等规格。单个 1W LED 即可承受 300mA 以上的工作电流，并输出超过 100lm 的光通量，结构具有多样性，产品有仿流明结构式大功率 (K 系列/E 系列)、LIGHT-BAR (LB 系列)、积成式大功率 (P 系列)、F 系列等。主要应用于各种照明领域。High Power (大功率) 系列 LED 外形如图 1-4 所示。

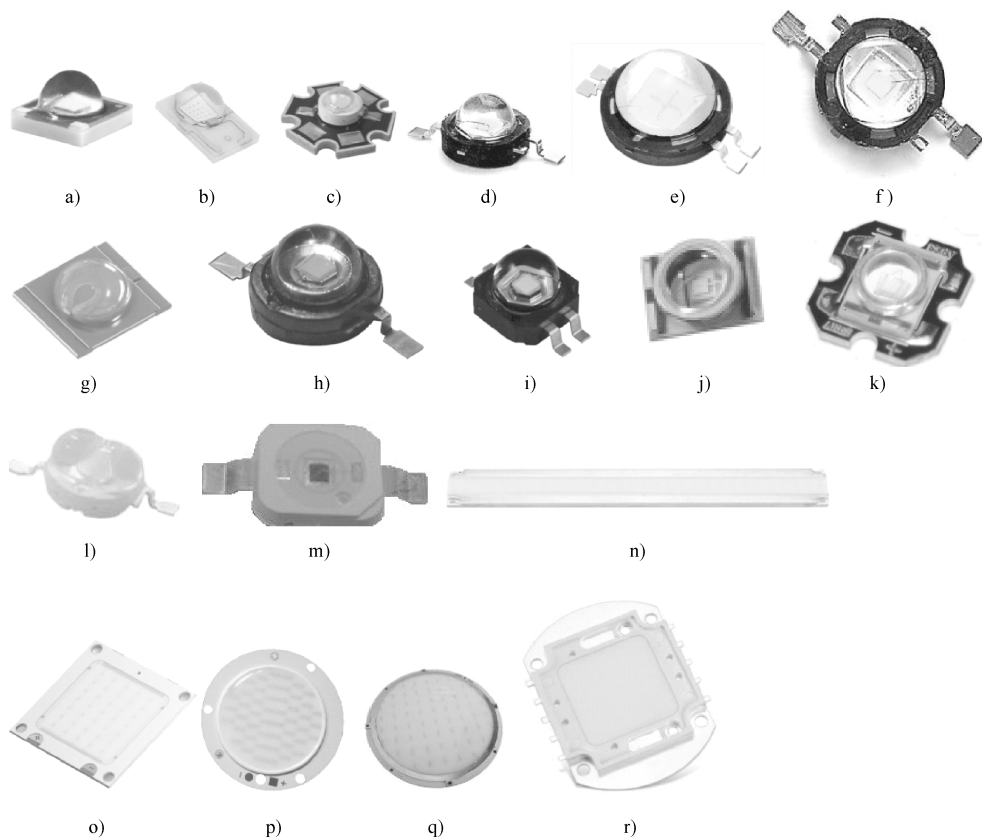


图 1-4 High Power (大功率) 系列 LED 外形

## 1.2 LED 的技术指标

### 1. LED 的伏安特性

LED 的伏安特性曲线如图 1-5 所示。

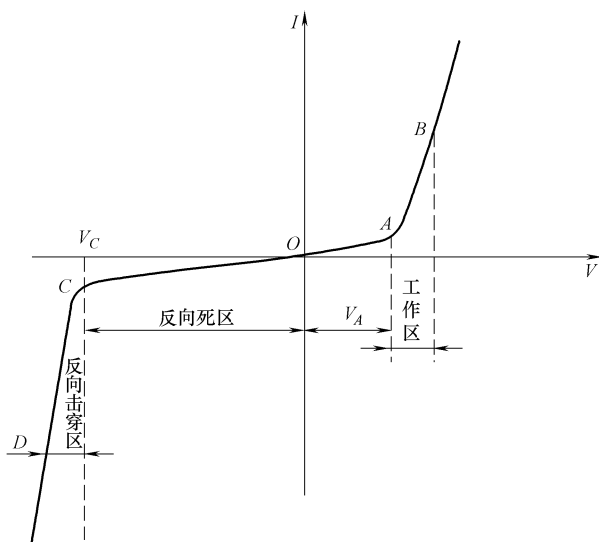


图 1-5 LED 的伏安特性曲线

注意：LED 具有单向导电性，LED 的门限电压和正常工作时的正向压降与 LED 的光色有关；具有非线性的伏安特性曲线，流过的 LED 电流与电压不成正比。LED 光通量随电流增大而增加，但不成正比；对温度敏感，结温升高时，光输出减少，正向电压降低；离散性较大。

1)  $OA$  段：正向死区。 $V_A$  为开启 LED 发光的电压。例如，红色（黄色）LED 的开启电压一般为  $0.2 \sim 0.25V$ 。

2)  $AB$  段：工作区在这一区段，一般是随着电压增加电流跟着增加，发光亮度也跟着增大。但在这个区段内要特别注意，如果不加任何保护，当正向电压增加到一定值后，LED 的正向电压会减小，而正向电流会加大。如果没有保护电路，会因电流增大而烧坏发光二极管。

3)  $OC$  段：反向死区。LED 加反向电压是不发光的（不工作），但有反向电流。这个反向电流很小，一般在几微安之内。

4)  $CD$  段：反向击穿区 LED 的反向电压一般不要超过  $10V$ ，最大不得超过  $15V$ ，否则就会出现反向击穿，导致 LED 报废。

## 2. LED 的电学指标

1) 正向电压  $V_F$ ：LED 正向电流在  $20mA$ （ $5mA$ ）时的正向电压。

2) 正向电流  $I_F$ ：对于小功率 LED 目前全世界一致定为  $20mA$ ，大功率芯片要依据芯片的规格来确定正向工作电流，一般为  $350mA$ 。

3) 反向漏电流  $I_R$ ：按 LED 以前的常规规定，指反向电压在  $5V$  时的反向漏电流。

4) 耗散功率  $P_D$ ：即正向电流乘以正向电压。

### 3. LED 的极限参数

1) 最大允许耗散功率  $P_{\max} = I_{\text{FH}} \cdot V_{\text{FH}}$ : 一般按环境温度为  $25^{\circ}\text{C}$  时的额定功率。当环境温度升高时,  $P_{\max}$  会下降。

2) 最大允许工作电流  $I_{\text{FM}}$ : 由最大允许耗散功率来确定。最好在使用时不要用到最大工作电流, 要根据散热条件来确认, 一般只用到最大电流  $I_{\text{FM}}$  的 60% 为好。

3) 最大允许正向脉冲电流  $I_{\text{FP}}$ : 一般是由占空比与脉冲重复频率来确定。LED 工作于脉冲状态时, 可通过调节脉宽来实现亮度调节。例如, LED 显示屏就是利用此方法调节亮度的。

4) 反向击穿电压  $V_{\text{R}}$ : 一般要求反向电流为指定值的情况下可测试反向电压  $V_{\text{R}}$ , 反向电流一般为  $5 \sim 100 \mu\text{A}$ 。反向击穿电压通常不能超过 20V, 在设计电路时, 一定要确定加到 LED 的反向电压不要超过 20V。

### 4. 光辐射强度指标

1) 光通量  $\Phi$ : 是指以人眼的光感觉来度量光的辐射功率, 即辐射光功率能够被人眼视觉系统所感受到的那部分有效当量。表征的符号为  $\Phi$ , 国际通用的光通量单位为流明 (lm)。大功率 LED 通常用此指标。

2) 发光强度  $I$ : 光源在指定方向上的立体角内所发出的光通量或所得到光源传输的光通量, 这两者的商即为发光强度。表征的符号为  $I$ , 单位为坎德拉 (cd)。小功率 LED 通常采用此指标。

3) 亮度  $L$ : 即垂直于给定方向的平面上所得到的发光强度与该正投影面积之商。表征的符号为  $L$ , 单位为  $\text{cd}/\text{m}^2$ 。面光源采用此指标。

4) 照度  $E$ : 即光源照到某一物体表面上的光通量与该表面积之商。表征的符号为  $E$ , 单位为勒克斯 (lx)。

5) 半强角度: 光源中心法线方向向四周张开, 中心发光强度  $I$  到周围的  $I/2$  之间的夹角, 即为半强角度  $1/2\theta$ 。

## 1.3 LED 应用注意事项

### 1. 直插式 LED 应用注意事项

1) 直插式 LED 储存条件是温度控制在  $10 \sim 26^{\circ}\text{C}$ , 湿度控制在  $40\% \sim 65\% \text{RH}$ , 要用防静电包装袋密封保存。接触 LED 引脚时需戴手套或手指套, 防止脚位氧化。

2) 生产前检查机台设备接地线是否正常。检查生产人员是否佩戴静电环, 检查静电环的金属是否与人的皮肤接触紧密。在对直插式 LED 插件时要求作业人员戴好静电手套或静电手指套。作业台面要求铺好静电胶布, 胶布之间应互相

连接接地。

注意：开封后的直插式 LED，最好在 24h 内用完，否则可能会引起灯脚氧化生锈。

3) 焊接直插式 LED 有手动焊接、锡炉焊接、波峰焊接。

① 手动焊接：一般电烙铁温度设定在  $315^{\circ}\text{C}$  左右，焊接时间不超过 5s，最好在 3s，焊接次数不要超过 3 次。电烙铁温度选择一般是根据锡丝成分而定，并不是一成不变的。

② 锡炉焊接：现阶段在中国比较普遍，在使用前一般要点检锡炉温度是否符合所设定的温度，最高不超过  $235^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，浸锡时间不超过 5s，要经常检查锡液温度，选择合适的助焊剂，要经常清洁锡液面。

③ 波峰焊接：这是目前比较先进的焊接方式，要选择好的助焊剂，不同型号的助焊剂，对焊点光洁度不同，预热时间长短对焊接品质也有关系。经常点检锡面，锡液要定时更换，要根据锡条的成分不同调节温度，但最高不要超过  $260^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，最长时间不要超过 5s。

注意：焊接时机台须接地，机台静电电压不能超过 30V，人体静电电压不超过 50V。手动焊接建议最好使用恒温电烙铁。在寒冷干燥环境尽量减少车间人员走动，必要时增加加湿机，避免产生静电。

4) LED 随着电流的增加和温度的升高，它的使用寿命会成某个曲线下降，特别是反向漏电流随温度升高，漏电会明显增加，导致 LED 寿命衰减很快。具体可以参照产品规格书。

注意：蓝色、绿色的 12mil<sup>⊖</sup> 芯片恒流最大值不要超过 30mA，9mil 芯片恒流最大值不超过 15mA。红色、黄色 12mil 芯片恒流最大值不要超过 50mA，9mil 芯片恒流最大值不超过 30mA。

5) 使用白色 LED 灯时特别注意事项。不同级别的白色 LED 灯不能混合使用，特别是色温不同的。正向电压不是同一级别的不能串在一起使用。建议采用恒流电流驱动。LED 在成形时，灯脚弯曲点离胶体底部至少有 3mm 距离；不要在焊接时或焊接后弯曲灯脚，如果必须弯曲灯脚，应在焊接前进行。

## 2. 贴片式 LED 应用注意事项

### (1) 清洁

不要使用不明化学液体清洗 SMD LED，不明的化学液体可能会损坏 SMD LED。当必须要清洗时，把 SMD LED 沉浸在酒精里，在正常的室温下小于 1min 并且自然干燥 15min，然后才开始使用。

注意：任何清洗方法都需在常温下进行，且清洗的时间不得超过 1min。常用清洁溶剂是酒精、甲烷，禁用清洁溶剂稀释剂、丙酮、二氟脂、三氯乙烯。不要用水清洗 LED，因清洗的残渣会使引脚生锈。LED 有可能在超声波清洗过程中被破坏。为了保证安全，在进行大批量清洗前，请先试样。

⊖ 1mil = 0.0254mm。

### (2) 防潮湿包装

为避免产品在运输及储存中吸湿，SMD LED 的包装是用防潮的铝包装袋包装，并且包装袋里面含有干燥剂及湿度卡。干燥剂主要是起到控制包装袋里的湿度的作用，湿度卡主要是起到监控包装袋里的湿度的作用。

### (3) 储存

包装袋密封后储存条件是温度低于 40℃，湿度低于 90% RH，保质期为 12 个月。当超过保质期时，需要重新烘烤。在开包装之前，请先检查包装袋有无漏气，如有漏气现象，请重新烘烤后再使用。开封后请在温度低于 30℃、湿度在 60% RH 以下使用；如果使用时间超出 24h，须做一下烘烤处理才可使用。

注意：拆封后 TOP LED 包装袋内湿度卡颜色变化指示处理方法。湿度卡防潮珠 10% 处变为粉红色，其他挡为蓝色，LED 可以直接使用。湿度卡防潮珠 10%、20% 处均变为粉红色，其他挡为蓝色，请对元件进行低温烘焙除湿。湿度卡防潮珠 10%、20%、30% 三处以上变为粉红色，此种情况下，客户如采用回流焊或热板焊需进行高温烘焙除湿，重新包装后方可使用。

### (4) 焊接

手工焊接作业使用的电烙铁功率必须小于 25W，电烙铁温度必须保持在低于 315℃，焊接时间不能超过 2s。电烙铁不能接触到环氧树脂部分。过回流焊的温度请参考 LED 规格书。在焊接之后，电路板不能立即包装，要让它冷却下来到温度低于 40℃ 才可以包装。

### (5) 静电放电和冲击电流

静电放电 (ESD) 或脉冲电流 (EOS) 可能会损害 SMD LED。必须佩戴静电手腕，穿静电鞋或抗静电手套后，才可以进行 SMD LED 生产。所有的机械设备必须接地。

### (6) 热量处理

SMD 产品的热量处理在 SMD 电路设计时慎重考虑，电流应该适当地降低。具体参照产品的规格书的电流—温度对应的曲线图。

## 3. 大功率 LED 应用注意事项

### (1) 保存

在打开包装前，LED 应存放在 30℃/90% RH 或以下的环境中。打开包装后，LED 应置于 30℃/70% RH 或以下的环境中。LED 的透镜易沾灰，需要做好相关防尘措施。

### (2) 取放

夹取大功率 LED (High Power LED) 时只能触及支架体，镊子等工具不要对透镜施压，更不要戳、刺或推透镜。

### (3) 热量处理

在过大电流驱动时 LED 的  $T_j$  (结温) 会超过其限制值，会导致 LED 的寿命

严重缩短。热量处理措施要有效地减小应用产品的热阻。比较通用的做法是把LED封装器件安装在金属基质的PCB或铝基板上。

注意：1W LED产品要求金属基板的表面散热面积至少 $30\text{cm}^2$ （3W产品建议 $80\text{cm}^2$ 以上），且其导热系数要高于 $2.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。LED和金属基板结合靠导热性较好的导热硅脂，要求导热系数高于 $1.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，而厚度小于 $100\mu\text{m}$ 。

#### （4）锡焊/回流焊

电烙铁焊接时电烙铁的尖端处温度不超过 $350^\circ\text{C}$ ，每次焊锡时小于 $3\text{s}$ 。电烙铁的功率宜低于 $60\text{W}$ 。每焊完一次之后间隔 $2\text{s}$ 以上，分别焊好两个电极引脚。焊接时不可对透镜用力施压。LED如有问题一般都是从焊锡时开始出现的，故必须按要求小心作业。回流焊条件可以参照LED规格书。

注意：回流焊只允许做一次，回流焊过程中不要对透镜施加压力，回流焊完成之后不要挤压散热板。

#### （5）清洁

大功率LED需要清洁的话，用干净的软碎布蘸取酒精轻力擦除异物，不可以采用诸如丙酮之类的清洁剂，以免可能造成腐蚀破坏。

注意：LED不允许反向驱动，采用必要的限流措施，否则轻微电压变化会导致较大的电流变化，可能造成LED失效。在发光量满足要求的前提下，推荐采用低于额定电流的驱动电流，有利于提高产品的可靠性。LED是静电敏感器件，在保存、使用过程中要采取防静电措施。在应用产品的电路设计中，根据驱动电压的不同会选择不同的串并联组合方式，应充分了解LED的电、热学特性，以确保LED产品长期工作的可靠度。为降低串联线路中单灯出现故障后，对整条线路带来的使用风险，应尽量避免支路中串联数量过多的LED。单灯并联应用场合，如采用恒压供电模式，应实际评估各LED的伏安曲线的差异对发光强度产生的不同步变化带来的影响，并采取一定措施平衡各单灯之间的电流值。

### 4. LED应用线路设计注意事项

设计线路应根据LED特性合理选择排列方式，如图1-6所示。TOP LED元件，如应用于柔性PCB，由于柔性灯条在作业或使用过程中无法避免弯折、卷曲、拉伸的情形，采用横向排列方式时，因LED内部线路走向与柔性PCB延展方向一致，其过程产生的应力释放将直接作用至LED，增大死灯概率，故LED应用在软性PCB产品的线路设计中应考虑此因素带来的影响，应选择竖向排列的方式。TOP LED元件焊盘散热设计如图1-7所示。

TOP LED元件，如应用于硬性PCB（如FR4），也应优先选择竖向排列方式。由于应用产品的实际设计中需要考虑美观、发光曲线等需要，故某些应用场合也会采用横向排列方式，如图1-8所示。在生产组装、成品安装过程必须对硬性PCB翘曲程度做一定管控，如图1-9所示。LED作类似上述横向排列应用情形，在硬性PCB的分板、组装、成品安装等过程中，PCB以水平为基准，其翘曲程度不得超过 $\pm 10^\circ$ 。

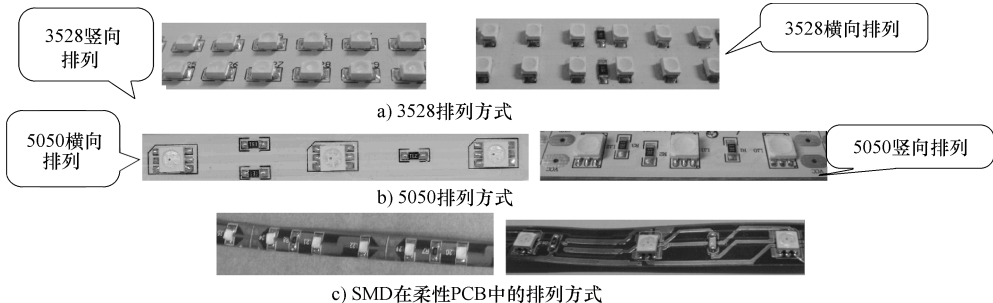


图 1-6 LED 在 PCB 设计上的排列方式

注意：特别针对类似 4008、5730 等引脚式的 TOP LED，用于柔性 PCB 场合时，应避免采用横向排列方式。

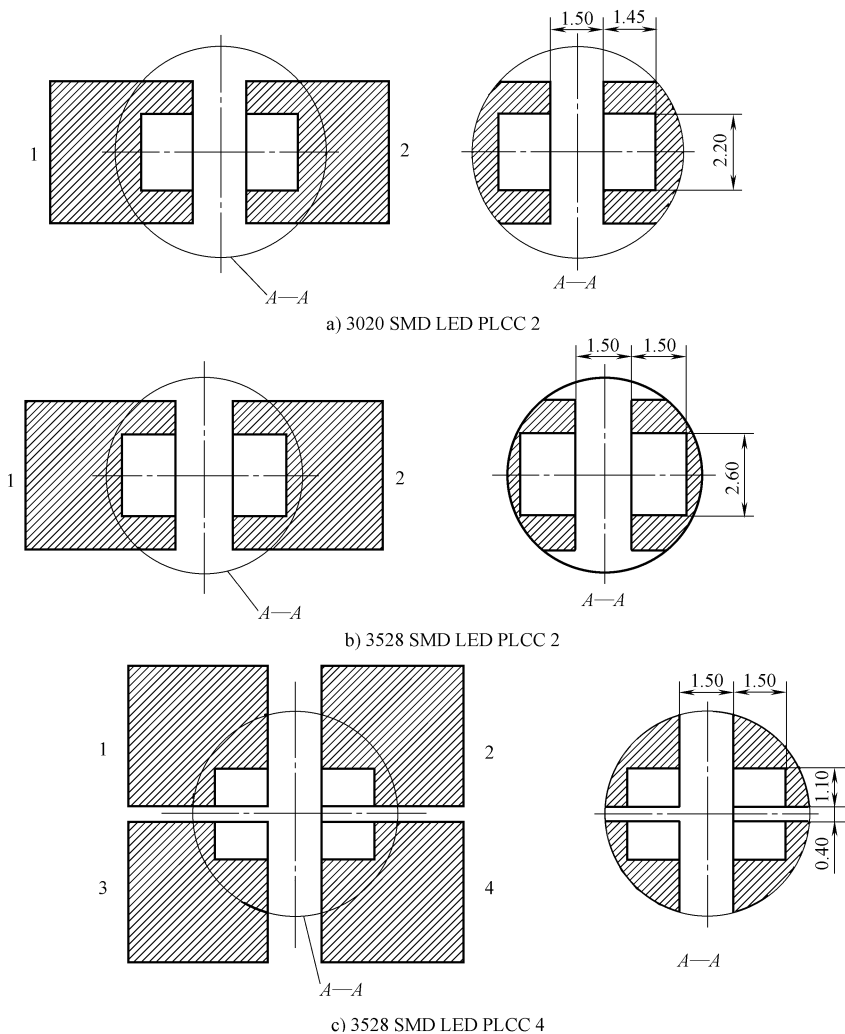


图 1-7 TOP LED 元件焊盘散热设计