



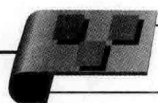
技·术·与·应·用·丛·书

# LED

## 工程应用技术

■ 杨清德 主编

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



LED/OLED

技·术·与·应·用·丛·书

# LED

## 工程应用技术

■ 杨清德 主编

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

LED工程应用技术 / 杨清德主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010. 10  
(LED/OLED技术与应用丛书)  
ISBN 978-7-115-23804-7

I. ①L… II. ①杨… III. ①发光二极管 IV.  
①TN383

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第162894号

## 内 容 提 要

本书以LED的工程应用为主线,逐一讲解各种LED产品的选用、安装和施工方法。全书共分为10章,具体内容包括LED的基础知识、LED的典型应用领域、LED驱动与控制器件、LED户外灯饰工程应用技术、LED室内灯饰应用技术、LED灯饰工程规划与质量控制、LED灯饰工程施工技术、LED显示屏工程应用技术、LED发光字与灯箱制作技术、LED户外广告牌安装与维护等实用技术,并对工程施工中的常见问题进行了剖析。

本书语言通俗、内容翔实、图文并茂、实用性强,适合LED工程技术人员、产品推广人员、广告制作及安装人员阅读,也可供广大电工及职业院校相关专业的师生参考,还可作为LED工程应用技术短期培训教材使用。

LED/OLED 技术与应用丛书

### LED 工程应用技术

- 
- ◆ 主 编 杨清德  
责任编辑 刘 朋
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京艺辉印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 24 5 彩插: 2  
字数: 610千字 2010年10月第1版  
印数: 1-4000册 2010年10月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-23804-7

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

# 前 言

中国是全球 LED 产业发展最快的国家之一。国家半导体照明工程研发及产业联盟提供的数据显示, 2009 年半导体照明工业销售额达 600 亿元, 同比逆势增长 30% 以上。按目前的发展速度和趋势测算, 2010 年半导体照明市场规模将达到 1000 亿元, 2015 年将达到 1500 亿元。LED 是一个具有一定技术门槛、以技术进步为主导的长期成长行业。随着应用领域的逐渐扩大, LED 必将成长为一个大行业。在 LED 产业链中, 以单晶生长和外延生长为主的上游企业具有技术和资本密集的特点, 以芯片制造为主的中游企业技术含量和资本云集量次之, 以封装为主的下游企业进入门槛相对较低, 以工程设计、安装、调试及维护为主的“岸上”服务企业(或个体户)则进入门槛相对更低, 投资风险小, 回报率高。企业若能够紧紧跟随全行业的技术发展动向, 并及时、持续地瞄准市场需求及变化趋势, 保持快速技术进步, 就可立于不败之地。

由于国家政策扶持、财政资金补贴以及全民高度关注, LED 产业成长速度迅猛, 大批传统的电气工程技术人员、广告制作技术人员、电工电子技术人员等都或多或少地对 LED 的工程应用技术感到陌生、茫然, 但更对千变万化、流光溢彩的 LED 工程效果有着极大的兴趣, 很多人渴望尽快学习和掌握这门新兴的工程应用技术。《LED 及其工程应用》(杨清德、康娅主编, 人民邮电出版社)自 2007 年 12 月出版以来深受读者喜爱, 连续多次重印, 畅销不衰, 这就是最好的例证。由于近年来 LED 技术的长足进步, 产品应用普及面更加广泛, 在全国大中城市甚至许多偏远区县及乡镇都可以见到它的身影。为满足广大 LED 工程技术人员的需求, 我们组织从事 LED 工程应用的技术人员和资深专家编写了《LED 工程应用技术》。

本书以 LED 工程应用为主线, 通过通俗的文字、详尽的解释、逼真的照片、翔实的数据, 介绍了从事 LED 工程应用所必须了解的 LED 结构、材料、封装、驱动等基础知识, 着重介绍了近年来 LED 在各个领域的典型应用、各种 LED 灯具的性能及选用、灯饰及景观工程的设计和施工操作要点以及工程质量控制等实用技术, 同时还详细介绍了 LED 发光字和灯箱的制作方法以及工艺质量标准, 以及大型 LED 广告牌和 LED 显示屏的选用、安装和维护技术。

本书是一本通俗、实用而又深入浅出的 LED 工程应用技术读物, 从初学者的角度出发, 重点介绍 LED 如何选用, 如何安装, 如何组织施工。希望读者阅读本书后能够尽快入门, 并跟上 LED 工程技术的发展步伐, 为我国半导体 LED 产业发展做出积极贡献。

本书由杨清德担任主编, 参加编写的人员有康娅、谭定轩、刘华光、杨丽萍、周万平、蔡中奉、胡大华、杨国仕、余明飞、陈淑清、崔永文、杨兰云、袁久红、丁汝玲、柯世民、胡萍、成世兵、邹奇林、陈小兰、张焱、杨卓荣等。其中, 第 1 章由刘华光编写, 第 2 章由陈淑清、崔永文编写, 第 3 章由康娅、刘华光编写, 第 4 章由胡大华、杨国仕编写, 第 5 章由杨丽萍编写, 第 6 章由余明飞、谭定轩编写, 第 7 章由周万平编写, 第 8 章和第 9 章由杨清德编写, 第 10 章由蔡中奉编写。

由于时间仓促, 编者水平有限, 书中难免存在疏漏和不妥之处, 恳请业界同仁及广大读者批评指正(联系邮箱: yqd611@163.com)。

编 者

# 目 录

<b>第 1 章 LED 工程应用基础</b> .....	1
1.1 LED 的基本结构.....	1
1.1.1 PN 结及发光原理.....	1
1.1.2 LED 芯片的结构.....	2
1.2 LED 的种类.....	4
1.2.1 LED 发光管的分类.....	4
1.2.2 LED 白光的实现方法.....	5
1.2.3 LED 显示屏的分类.....	7
1.3 LED 的特性.....	8
1.3.1 LED 的光学特性.....	8
1.3.2 LED 的电学特性.....	12
1.3.3 LED 的可靠性.....	14
1.4 LED 封装与工程应用.....	15
1.4.1 LED 封装材料.....	15
1.4.2 LED 封装形式.....	17
1.4.3 LED 封装技术进展情况.....	21
1.4.4 大功率 LED 散热措施.....	22
1.5 LED 光源与照明审美常识.....	26
1.5.1 人眼视觉与光的亮度、对比度在照明中的合理应用.....	26
1.5.2 灯光色彩在照明中的合理应用.....	27
1.5.3 夜景照明的色彩应用与审美.....	29
1.6 LED 技术标准与产品安全要求.....	30
1.6.1 早期 LED 产品技术标准.....	30
1.6.2 国内半导体照明技术标准的制定过程.....	31
1.6.3 国家半导体照明技术标准的颁布与实施.....	32
1.6.4 北美 LED 节能灯的检测要点.....	33
1.6.5 半导体照明产品进入欧盟的安全要求.....	35
<b>第 2 章 LED 的典型应用</b> .....	38
2.1 LED 应用于显示.....	38
2.1.1 LED 显示屏的优势及作用.....	38
2.1.2 LED 显示屏的典型应用.....	40
2.2 LED 应用于标识与指示.....	45
2.2.1 一般 LED 与大功率 LED 的应用区别.....	45
2.2.2 普通信号指示.....	46

2.2.3	交通信号灯	50
2.3	LED 应用于装饰及照明	57
2.3.1	景观照明	57
2.3.2	室内装饰与展示照明	66
2.3.3	舞台及场馆装饰	67
2.4	LED 应用于功能照明	70
2.4.1	大功率 LED 功能照明产品的现状	70
2.4.2	LED 功能照明尚要解决的问题	71
2.4.3	LED 道路照明	72
2.4.4	LED 庭院照明	78
2.4.5	LED 阅读照明	79
2.4.6	LED 局部照明	79
2.4.7	LED 便携式照明	80
2.5	LED 应用于特殊照明	81
2.5.1	LED 在医学上的应用	81
2.5.2	LED 在现代农业上的应用	81
2.5.3	LED 在其他领域的应用	83
<b>第 3 章</b>	<b>LED 驱动与控制器件</b>	<b>85</b>
3.1	LED 驱动器概述	85
3.1.1	LED 驱动器通用技术要求	85
3.1.2	LED 驱动器的类型及选用	88
3.1.3	电荷泵驱动器与电感式驱动器的比较	91
3.2	LED 驱动模式与方案	93
3.2.1	LED 驱动电源芯片的模式与选用	93
3.2.2	LED 电源芯片的控制模式	97
3.2.3	LED 驱动方案的选用	98
3.2.4	LED 驱动器的命名方法	99
3.2.5	LED 与驱动电源的匹配技巧	100
3.3	典型 LED 驱动器的选用及应注意的问题	103
3.3.1	LED 通用型控制器的选用	103
3.3.2	LED 专用控制器	110
3.3.3	LED 驱动器工程应用应注意的问题	119
3.4	LED 驱动与控制	120
3.4.1	LED 调光控制	120
3.4.2	LED 调色控制	123
3.4.3	LED 智能照明控制	124
3.5	LED 信号放大器	126
3.5.1	SDL-109A-T1 系列信号放大器	126
3.5.2	SRC-181 系列信号放大器	127
3.5.3	ZJ-ZJF 信号放大器	128
3.5.4	LT-3090-350 功率扩展器	128

<b>第4章 LED 户外灯饰工程应用技术</b> .....	130
4.1 LED 灯具产品应用常识.....	130
4.1.1 灯具防护等级及应用.....	130
4.1.2 采购LED灯具产品时应注意的几个技术问题.....	131
4.1.3 LED灯具的主体器件及选用.....	133
4.1.4 LED灯饰产品的艺术性和人性化设计.....	133
4.1.5 LED照明灯具亟待解决的主要技术问题.....	134
4.2 LED 线性发光灯具.....	136
4.2.1 LED 护栏灯.....	136
4.2.2 LED 硬质轨道灯.....	142
4.2.3 LED 电线灯.....	143
4.2.4 LED 彩虹管.....	145
4.3 LED 投光灯.....	147
4.3.1 LED 投光灯介绍.....	147
4.3.2 LED 丽得投光灯.....	150
4.3.3 LED 旋转投光灯.....	150
4.4 LED 地面照明灯具.....	153
4.4.1 LED 地埋灯.....	153
4.4.2 LED 地砖灯.....	156
4.5 LED 庭院类灯具.....	159
4.5.1 LED 路灯.....	159
4.5.2 LED 灯柱.....	163
4.5.3 LED 草坪灯.....	165
4.5.4 LED 树灯.....	166
4.6 LED 水下灯具.....	166
4.6.1 LED 水底灯.....	167
4.6.2 LED 游泳池灯.....	168
4.7 LED 点光源.....	170
<b>第5章 LED 室内灯饰工程应用技术</b> .....	171
5.1 LED 室内照明灯具概述.....	171
5.1.1 LED 灯具在室内照明应用中的优势.....	171
5.1.2 LED 室内照明灯具的种类.....	171
5.1.3 LED 灯饰的特点和原理.....	173
5.1.4 LED 室内照明灯具的研发方向.....	174
5.2 LED 日光灯.....	175
5.2.1 办公场所照明要求.....	175
5.2.2 LED 日光灯的优势.....	176
5.2.3 LED 日光灯的使用.....	177
5.3 LED 灯泡.....	177

5.3.1 LED 灯泡的性能和优点	177
5.3.2 LED 小功率灯泡	178
5.3.3 大功率 LED 单元灯	179
5.3.4 大功率 LED GZ10 灯泡	182
5.3.5 大功率 LED E27 灯泡	183
5.3.6 LED 全彩球泡	184
5.4 LED 灯杯	185
5.4.1 LED 灯杯的性能及特点	185
5.4.2 LED 灯杯的主要参数	187
5.5 LED 带灯	187
5.5.1 LED 带灯的特性	187
5.5.2 LED 带灯的主要参数	188
5.6 LED 保险丝灯串	188
5.6.1 LED 保险丝灯串的特性	188
5.6.2 LED 保险丝灯串的适用范围	188
5.6.3 LED 保险丝灯串的主要参数	189
5.7 LED 台灯	189
5.7.1 LED 台灯的类别及工作原理	189
5.7.2 大功率 LED 台灯的功能特点	190
5.8 LED 幕墙灯	190
5.8.1 LED 幕墙灯介绍	190
5.8.2 LED 幕墙灯的主要参数	192
5.9 LED 冰砖灯	192
5.9.1 LED 冰砖灯介绍	192
5.9.2 LED 冰砖灯的主要参数	193
5.9.3 LED 冰砖灯的电气连接	193
5.10 LED 窗帘灯	194
5.11 LED 珠宝灯	195
5.12 LED 射灯	196
5.12.1 LED 射灯的种类	196
5.12.2 LED 射灯的功能及特性	197
5.12.3 LED 射灯的选用	197
5.13 LED 新颖创意灯饰	198
<b>第 6 章 LED 灯饰工程规划与质量控制</b>	<b>201</b>
6.1 LED 灯饰工程总体规划与设计	201
6.1.1 景观照明设计的原则	202
6.1.2 景观照明设计步骤及方法	204
6.1.3 建筑物场景设计的要素	207
6.1.4 LED 超市照明设计	208
6.2 LED 配电设计	211



6.2.1 供电系统的选择	211
6.2.2 供电负荷计算	212
6.2.3 供电安全措施	212
<b>6.3 LED 户外灯具基础工程施工</b>	<b>213</b>
6.3.1 工程施工前的准备	213
6.3.2 地面灯具基础开挖、制作施工	214
6.3.3 电缆沟开挖及电缆保护管敷设施工	216
6.3.4 接地装置安装	217
6.3.5 电缆线路敷设	218
<b>6.4 LED 户外灯具安装对策</b>	<b>221</b>
6.4.1 LED 地面灯具的安装	221
6.4.2 建筑物夜景照明 LED 灯具的安装	224
6.4.3 LED 灯具安装时的注意事项	225
<b>6.5 LED 工程质量控制与验收</b>	<b>226</b>
6.5.1 准备阶段的质量控制	227
6.5.2 施工阶段的质量控制	227
6.5.3 LED 照明工程施工与验收	228
<b>6.6 LED 户外施工现场安全要求</b>	<b>233</b>
6.6.1 LED 工程施工人员的资质要求	233
6.6.2 施工过程中的安全注意事项	233
6.6.3 施工设备安全管理要求	234
6.6.4 施工现场安全用电要求	236
6.6.5 施工现场防火安全要求	236
<b>第 7 章 LED 灯饰工程施工技术</b>	<b>237</b>
<b>7.1 LED 灯饰工程施工要求</b>	<b>237</b>
7.1.1 LED 灯饰安装施工的一般要求	237
7.1.2 配线、配管、穿线的技术要求	238
<b>7.2 太阳能 LED 路灯的安装</b>	<b>239</b>
7.2.1 灯具照明设计	239
7.2.2 准备工作	241
7.2.3 组装灯杆组件	241
7.2.4 竖灯	243
7.2.5 接线	244
7.2.6 现场检测	244
7.2.7 LED 太阳能路灯安装时的注意事项	245
7.2.8 太阳能 LED 路灯的维护	245
<b>7.3 LED 护栏灯的安装</b>	<b>245</b>
7.3.1 材料准备	245
7.3.2 安装步骤及方法	246
7.3.3 安装注意事项	248

7.3.4 护栏灯常见故障分析	249
7.4 LED 景观灯柱的安装	249
7.5 LED 轮廓灯的安装	250
7.5.1 LED 轮廓灯在同一平面上的安装	250
7.5.2 LED 轮廓灯在拐角处的安装	251
7.6 LED 水底灯的安装	252
7.6.1 LED 水底灯的安装与电气连接	252
7.6.2 水底灯安装时应注意的几个问题	254
7.7 LED 游泳池灯的安装	255
7.7.1 预埋盒的安装	255
7.7.2 配电箱的设置	256
7.7.3 灯具的安装	256
7.8 LED 地埋灯的安装	257
7.8.1 基础工程施工	257
7.8.2 灯体安装及电气连接	258
7.9 LED 投光灯的安装	259
7.9.1 LED 投光灯控制方式的选择	259
7.9.2 LED 投光灯供电方式的选择	259
7.9.3 LED 投光灯的电气连接与安装	259
7.10 LED 彩虹管的安装	261
7.10.1 LED 彩虹管所需附件的安装	261
7.10.2 方型 LED 彩虹管的安装	262
7.10.3 圆二线 LED 彩虹管的安装	263
7.10.4 LED 彩虹管安装时的注意事项	265
7.11 LED 地砖灯的安装	265
7.12 LED 吸顶灯的安装	266
7.12.1 LED 吸顶灯的安装步骤及方法	267
7.12.2 LED 吸顶灯安装时应注意的问题	267
7.13 LED 灯杯的安装	268
7.13.1 小功率 LED 灯杯的安装	268
7.13.2 大功率 LED 灯杯的安装	268
7.13.3 安装 LED 灯杯时应注意的问题	269
7.14 LED 幕墙灯的安装	269
7.14.1 梦幻幕墙灯的安装	269
7.14.2 LED 超薄幕墙灯的安装	270
<b>第 8 章 LED 显示屏工程应用技术</b>	<b>273</b>
8.1 LED 显示屏概述	273
8.1.1 LED 显示屏系统的组成	273
8.1.2 几种常见的 LED 广告屏	276

8.1.3 LED 大屏幕显示屏的拼接方案	278
8.1.4 LED 显示屏的优点及性能	279
8.1.5 LED 显示屏的常用信号	281
8.1.6 LED 显示屏的常用接口	282
8.1.7 LED 广告显示屏的发展现状与前景	285
8.2 LED 图文广告屏	286
8.2.1 LED 图文屏的硬件和软件	286
8.2.2 LED 图文广告屏的应用方式	287
8.2.3 LED 图文广告屏的动态显示	288
8.2.4 LED 图文广告条屏的控制方式	290
8.3 LED 视频广告屏及应用	291
8.3.1 LED 视频显示屏的技术优势和特点	291
8.3.2 视频信号的处理方法	292
8.3.3 LED 多画面视频图像处理器	293
8.4 LED 条屏	295
8.4.1 LED 条屏的种类和特点	295
8.4.2 硬件参数说明	296
8.4.3 软件设置	298
8.5 LED 显示屏的选用	300
8.5.1 LED 显示屏的关键技术指标	300
8.5.2 LED 屏质量好坏的初步评估	302
8.5.3 户外全彩屏的选用	303
8.5.4 室内全彩屏的选用	305
8.5.5 LED 显示屏屏体尺寸的选用	305
8.5.6 LED 显示屏的电源选配	306
8.5.7 LED 异步屏和同步屏的选用	307
8.5.8 LED 显示屏功能系统的选用	308
8.6 LED 显示屏的安装与维护	309
8.6.1 LED 显示屏安装施工的前期工作	309
8.6.2 LED 显示屏的安装方式及步骤	310
8.6.3 软件安装与调试	315
8.7 LED 显示屏的正确使用	317
8.8 LED 显示屏常见故障的处理	318
<b>第 9 章 LED 发光字与灯箱制作技术</b>	<b>320</b>
9.1 LED 发光字的规划与设计	320
9.1.1 LED 发光字概述	320
9.1.2 LED 发光字的设计	323
9.2 LED 立体发光字制作工艺	326
9.2.1 LED 光源的选用	327

9.2.2	LED 限流电阻的计算	329
9.2.3	LED 字体制作工艺	329
9.2.4	LED 模组预算与安装	330
9.2.5	LED 发光字电源的选配与安装	331
9.2.6	LED 发光字常见问题处理	333
9.3	LED 金属发光字制作工艺	334
9.3.1	前期设计	334
9.3.2	材料加工	335
9.3.3	插灯与配线	337
9.3.4	控制系统连接	338
9.4	LED 灯箱的制作	340
9.4.1	器材准备	340
9.4.2	灯箱制作工艺	341
9.4.3	灯箱控制器的选用	348
9.5	超薄幻画 LED 灯箱的制作	351
9.5.1	器材准备	351
9.5.2	灯箱制作工艺	352
9.5.3	安装灯箱	354
<b>第 10 章</b>	<b>LED 户外广告牌安装与维护技术</b>	<b>355</b>
10.1	户外广告牌施工申请与报批	355
10.1.1	户外广告牌的安全等级	355
10.1.2	LED 户外广告牌施工报批手续	355
10.2	工具准备和框架、面板制作	356
10.2.1	安装设备及工具准备	356
10.2.2	框架及面板制作	357
10.3	广告牌基础工程施工	360
10.3.1	户外广告牌常用连接件及要求	360
10.3.2	基础工程与连接件施工	361
10.4	LED 户外广告牌安装工艺	364
10.4.1	实地考察	364
10.4.2	吊装	365
10.4.3	安装	366
10.5	配电装置的安装	367
10.5.1	供电方式及电源线的选用	367
10.5.2	配电箱的安装	367
<b>附录 1</b>	<b>LED 路灯及其他路灯测试结果</b>	<b>369</b>
<b>附录 2</b>	<b>半导体照明试点示范工程 LED 道路和隧道照明现场检测及验收实施细则</b>	<b>377</b>
	<b>参考文献</b>	<b>380</b>

# 第 1 章 LED 工程应用基础

LED 即发光二极管，是一种能够将电能转化为可见光的固态半导体器件，它可以直接把电转化为光，其英文为 Light Emitting Diode，习惯上用英文首字母 LED 来表示该器件的名称。

LED 诞生于 20 世纪 60 年代初，其内在特征决定了它是目前最理想的光源，在光电系统中应用极为普遍。与其他光源相比，LED 具有节能、环保、安全、寿命长、能耗低、发热少、亮度高、防水、防震、易调光、光束集中、维护方便等诸多独特的优点。

## 1.1 LED 的基本结构

LED 的内部结构实质上就是半导体 PN 结，LED 器件具有 PN 结的一般特性，即正向导通特性、反向截止特性和击穿特性。在一定条件下，它还具有发光特性。

### 1.1.1 PN 结及发光原理

如果在 PN 结上加正向电压，外电场与内电场的方向相反，扩散与漂移运动的平衡将被破坏。外电场驱使 P 区的空穴进入空间电荷区抵消一部分负空间电荷，同时 N 区的自由电子进入空间电荷区抵消一部分正空间电荷，于是空间电荷区变窄，内电场被削弱，多数载流子的扩散运动增强，形成较大的扩散电流（由 P 区流向 N 区的正向电流）。在一定范围内，外电场愈强，正向电流愈大，这时 PN 结呈现的电阻很小，即 PN 结处于导通状态。

如果在 PN 结上加反向电压，外电场与内电场的方向一致，扩散与漂移运动的平衡同样被破坏。外电场驱使空间电荷区两侧的空穴和自由电子移走，于是空间电荷区变宽，内电场增强，使多数载流子的扩散运动难以进行，同时加强了少数载流子的漂移运动，形成由 N 区流向 P 区的反向电流。由于少数载流子数量很少，因此，反向电流不大，PN 结的反向电阻很大，即 PN 结处于截止状态。

LED 的结构主要由 PN 结芯片、电极和光学系统组成，是一种电致发光光源。当外加一足够高的正向直流电压时，电子和空穴将克服 PN 结处的势垒，分别流向 P 区和 N 区。在 PN 结处，电子和空穴相遇、复合，产生发光。图 1-1 为 LED 的发光原理图。

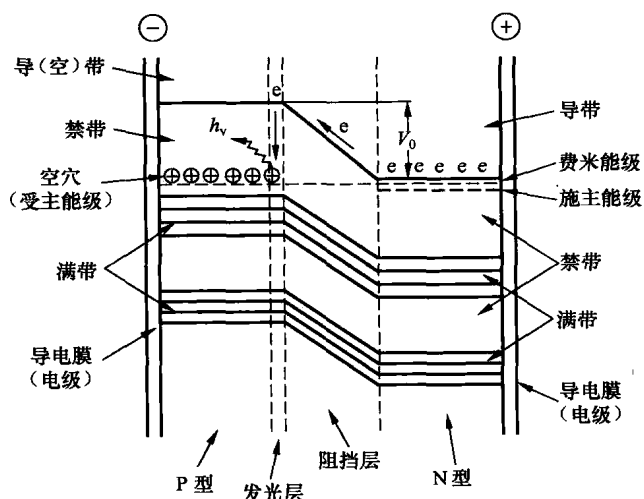


图 1-1 LED 发光原理图

### 1.1.2 LED 芯片的结构

传统发光二极管 (LED) 一般是用透明环氧树脂将 LED 芯片与导线架 (Lead Frame) 包覆封装, 封装后的镜片状外形可将芯片产生的光线集中照射至预期的方向。由于圆柱状形状类似于炮弹, 因此称之为炮弹型 LED。这种 LED 芯片主要由支架、银胶、晶片、金线和环氧树脂 5 种物料所组成, 如图 1-2 所示。

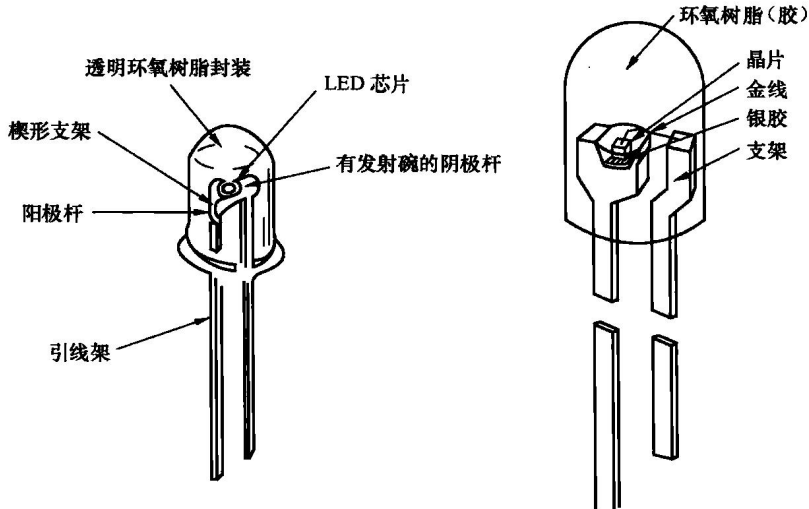


图 1-2 传统 LED 的结构

#### 1. 支架

支架的作用：用来导电和支撑。

支架的组成：支架由支架素材经过电镀而形成，由里到外由素材、铜、镍、铜、银等 5 层材料所组成。

支架的种类：带杯支架用于制作聚光型灯具，平头支架用于制作大角度散光型灯具。常用芯片支架的种类见表 1-1。

表 1-1 常用芯片支架的种类

种类	说明
2002 杯/平头	这种支架一般做对称角度，适用于亮度要求不是很高的灯具，其引脚（也称为管脚或引线）比其他支架要短 10mm 左右，引脚间距为 2.28mm
2003 杯/平头	一般用来做 $\phi 5\text{mm}$ 以上的灯具，外露引脚长度为 +29mm 或 -27mm，引脚间距为 2.54mm
2004 杯/平头	用来做 $\phi 3\text{mm}$ 左右的灯具，引脚长度及间距同 2003 支架
2004LD/DD	用来制作蓝、白、纯绿、紫色的灯具，可焊双线，杯较深
2006	两极均为平头型，用来制作闪烁灯具，固定集成电路焊盘，焊多条线
2009	用来制作双色的灯具，杯内可固定两个晶片，3 个引脚控制极性
2009-8/3009	用来制作三色的灯具，杯内可固定三个晶片，4 个引脚

#### 2. 银胶

银胶的作用：固定晶片和导电的作用。

银胶的主要成分：银粉占 75%~80%，环氧树脂占 10%~15%，添加剂占 5%~10%。

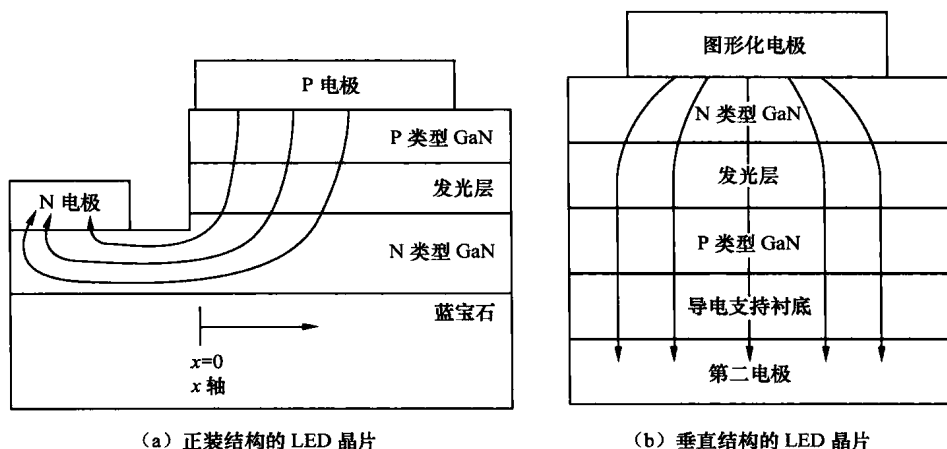
银胶的使用：冷藏，使用前需解冻并搅拌均匀。银胶长时间放置后，银粉会沉淀，如不搅拌均匀，将会影响银胶的使用性能。

### 3. 晶片

晶片的作用：它是 LED 灯具的主要组成部分，是发光的半导体材料。

晶片的组成：由磷化镓（GaP）、砷镓铝（GaAlAs）或砷化镓（GaAs）、氮化镓（GaN）等材料组成，其内部结构具有单向导电性。

晶片的结构：焊单线正极性（P/N 结构）晶片或双线晶片。晶片的尺寸单位为 mil（密耳，1mil = 0.0254mm）。LED 晶片的基本结构如图 1-3 所示，图 1-3（a）所示为正装结构的 LED 晶片。传统的蓝宝石衬底的 GaN 基晶片的热通道相对比较长，而且蓝宝石的热导系数较低，使其导热能力较低。图 1-3（b）所示为垂直结构的 LED 晶片。垂直结构的 GaN 基晶片的热通道比传统的正装晶片短，而且采用高导热金属材料作为基板，具有非常高的导热能力。此外，由于上下电极的结构，从而减少了出光面的金属电极面积，使更多的光得到了有效利用。



(a) 正装结构的 LED 晶片

(b) 垂直结构的 LED 晶片

图 1-3 LED 晶片的基本结构

晶片的焊垫：一般为金垫或铝垫，其形状有圆形、方形、十字形等。

晶片的发光颜色：晶片的发光颜色取决于波长，常见的可见光大致有暗红色[700nm（纳米，1nm =  $10^{-9}$ m）]、深红色（640~660nm）、红色（615~635nm）、琥珀色（600~610nm）、黄色（580~595nm）、黄绿色（565~575nm）、纯绿色（500~540nm）、蓝色（450~480nm）及紫色（380~430nm）。

白光和粉红光为光的混合效果，最常见的是由蓝光和黄色荧光粉或蓝光和红色荧光粉混合而成的。

晶片的主要技术参数见表 1-2。

表 1-2 晶片的主要技术参数

技术参数	说明
伏安特性	用于描述实验时对晶片所施加的电压与电流的关系
正向电压 ( $V_F$ )	施加在晶片两端，使晶片正向导通的电压。此电压与晶片本身和测试电流存在相应的关系。 $V_F$ 过大，会使晶片击穿
正向电流 ( $I_F$ )	晶片在施加一定电压后所产生的正向导通电流。 $I_F$ 的大小与正向电压的大小有关。晶片的工作电流为 10~20mA
逆向电压 ( $V_R$ )	施加在晶片上的反向电压
逆向电流 ( $I_R$ )	晶片在施加反向电压后所产生的一个漏电流。此电流越小越好，因为电流大了，容易造成晶片被反向击穿
亮度 ( $I_v$ )	光源的明亮程度。单位换算关系为 1cd=1000mcd
波长	反映晶片的发光颜色。不同波长的晶片的发光颜色也不同

#### 4. 金线

金线的作用：连接晶片 PAD（焊垫）与支架，并使其能够导通。

金线的纯度：一般为 99.99%，延伸率为 2%~6%，金线的尺寸有 0.9 密耳、1.0 密耳、1.1 密耳等。

#### 5. 环氧树脂

环氧树脂的作用：保护灯具的内部结构，可稍微改变灯具的发光颜色、亮度及角度，使灯具成形。

封装树脂包括 A 胶（主剂）、B 胶（硬化剂）、DP（扩散剂）、CP（着色剂）4 部分，其主要成分为环氧树脂、酸酐类、高光扩散性填料及热安定性染料。

#### 6. 模条

模条是灯具成形的模具，一般有圆形、方形及塔形等。支架的深浅由模条的卡点高低所决定。模条需存放在室温以下的干净环境中，否则会影响产品外观。

## 1.2 LED 的种类

### 1.2.1 LED 发光管的分类

目前，应用日渐普及的 LED 发光管品种很多，业界对 LED 分类的方法也比较多。下面简要介绍 LED 的几种常用分类方法。

#### 1. 按发光颜色分

按发光颜色，可分为红光、橙光、绿光（又细分为黄绿、标准绿和纯绿）、蓝光等。另外，有的 LED 中包含两种或三种颜色的芯片。

根据 LED 出光处掺或不掺散射剂、有色还是无色，上述各种颜色的 LED 还可分为有色透明、无色透明、有色散射和无色散射 4 种类型。散射型 LED 一般作为指示灯使用。

#### 2. 按出光面特征分

按出光面特征，可分为圆灯、方灯、矩形灯、面发光管、侧向管、表面安装用微型管等。圆形灯按直径分为  $\phi 2\text{mm}$ 、 $\phi 4.4\text{mm}$ 、 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$  及  $\phi 20\text{mm}$  等类型。国外通常把  $\phi 3\text{mm}$  的 LED 记作 T-1，把  $\phi 5\text{mm}$  的 LED 记作 T-1 (3/4)，把  $\phi 4.4\text{mm}$  的 LED 记作 T-1 (1/4)。

#### 3. 按封装结构分

按封装结构，可分为全环氧包封、金属底座环氧封装、陶瓷底座环氧封装及玻璃封装等结构。

#### 4. 按发光强度和工作电流分

按发光强度和工作电流，可分为普通亮度的 LED（发光强度在 100mcd 以下）和高亮度 LED（100mcd 以上）。一般 LED 的工作电流为十几毫安至几十毫安，而小电流 LED 的工作电流在 2mA 以下（亮度与普通发光管相同）。

#### 5. 按发光强度角分

① 高指向型：一般为尖头环氧封装或带金属反射腔封装，且不加散射剂。这种 LED 的半值角为  $5^\circ \sim 20^\circ$  或更小，具有很强的指向性，可作为局部照明光源使用，或与光检出器联用以组成自动检测系统。



② 标准型：通常用作指示灯，其半值为  $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

③ 散射型：一般作为视角较大的指示灯，其半值为  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$  或更大，其特点是所添加散射剂的量较大。

## 6. 按波长分

按波长可分为可见光 LED ( $380 \sim 780\text{nm}$ ) 和不可见光 LED (红外线遥控器的 LED 的波长为  $850 \sim 950\text{nm}$ ，光通信光源的 LED 的波长为  $1300 \sim 1550\text{nm}$ )。

### 1.2.2 LED 白光的实现方法

LED 白光的实现方法主要有两大类：PC 和 MC。PC 是指荧光粉转换，而 MC 是指多芯片即三基色 RGB 合成。

#### (1) 由多芯片 LED 形成白光

三基色 RGB 合成 LED 是将 RGB 三基色 LED 芯片封装在一起产生白光，还可利用红、绿、蓝、黄橙四色 LED 来产生白光，构成多芯片白光 LED。如图 1-4 所示，利用 RGB 三基色 LED 组合构成白光 LED 的技术是最单纯的，避免了荧光粉转换和棍棒状频移造成的能量损失，获得了相比之下最高的发光效率，而且可以分开控制 3 种不同光色 LED 的光强，实现全彩变色的效果。但是，利用该方法制成的白光 LED 的各个光色随驱动电流和温度变化不一致，随时间的衰减速度也不相同，而且其散热问题也比较突出，生产成本居高不下。

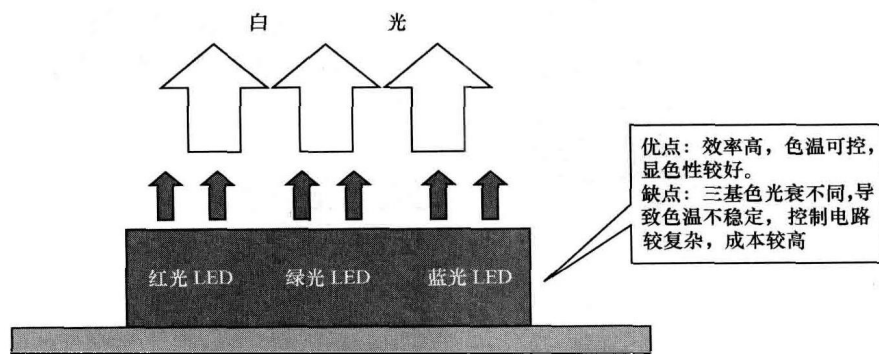


图 1-4 利用 RGB 三基色 LED 形成白光

#### (2) 由蓝光 LED 芯片和 YAG 荧光粉形成白光

这是一种常见的二基色荧光粉转换 LED，最直接的方法是用发蓝光的 LED 芯片和可被蓝光照射后发黄光的钇铝石榴石 (YAG) 荧光粉有机结合形成白光 LED，如图 1-5 所示。这种白光 LED 的结构简单，成本较低，制作工艺相对简单、成熟。但是它的光效较低，显色指数不高，光色随电流变化易出现月晕，激发荧光粉发光的过程中存在着能量损耗，荧光粉及封装材料老化后会导致色温漂移和寿命缩短，功率型白光 LED 还存在空间色度均匀性等问题。

#### (3) 紫外光 LED 和 RGB 荧光粉形成白光

要获得更白的白光较常用的方法是，利用紫外光 LED 激发一组可被紫外光激发后发出红、绿、蓝三基色光的荧光粉，如图 1-6 所示。其特点为光谱的可见光部分完全由荧光粉产生，白光非常纯正。不过，它的电光转化效率较低；粉体混合较困难，有待研发高效率的荧