

应用电路精选丛书

YINGYONG DIANLU JINGXUAN CONGSHU

LED应用

LEDYINGYONG DIANLU JINGXUAN

电路精选

张庆双 等编



- 学习常用电子元器件的经典读本
- 技术革新与设备改造的关键素材
- 电子产品开发设计者的得力助手
- 电子爱好者业余制作的参考首选



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

应用电路精选丛书

LED 应用电路精选

张庆双 等编



机械工业出版社

本书分为两部分。第一部分介绍了 LED 的基础知识,包括 LED 的分类、LED 的结构特性、LED 的主要参数、LED 的识别与检测、LED 驱动电路等;第二部分为 LED 典型应用电路,包括在灯光控制电路中的应用、玩具与娱乐控制电路中的应用、机动车控制电路中的应用、工矿控制电路中的应用、农业控制电路中的应用、报警器电路中的应用、电压指示电路中的应用、医疗保健控制电路中的应用等。每个电路均详细地介绍了电路的工作原理、元器件的选择及制作方法等。

本书既可作为电子产品开发设计人员的参考资料,也可作为技术革新、设备改造的关键素材,又适合广大青少年和电子爱好者业余制作时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

LED 应用电路精选/张庆双等编. —北京:机械工业出版社, 2009. 11

(应用电路精选丛书)

ISBN 978-7-111-29084-1

I. L… II. 张… III. 发光二极管 - 电子电路 IV. TN383.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 210961 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:霍永明

封面设计:饶薇 责任校对:王欣 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13.75 印张 · 281 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-29084-1

定价: 28.80 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

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

LED 是发光二极管的英文 Light Emitting Diode 的缩写，它是一种将电能转换成光能的半导体发光显示器件，除可作为各种指示灯、信号灯和装饰灯外，还应用于仪表显示、背光源、车载光源、照明等方面。

随着电子科技的飞速发展，LED 电路得到了更广泛的应用。为了使广大读者对 LED 有更细致的了解，我们编写了本书。

本书分为两部分。第一部分介绍了 LED 的基础知识，包括 LED 的分类、LED 的结构特性、LED 的主要参数、LED 的识别与检测、LED 驱动电路等；第二部分为 LED 典型应用电路，包括在灯光控制电路中的应用、玩具与娱乐控制电路中的应用、机动车控制电路中的应用、工矿控制电路中的应用、农业控制电路中的应用、报警器电路中的应用、电压指示电路中的应用、医疗保健控制电路中的应用等。每个电路均详细地介绍了电路的工作原理、元器件的选择及制作方法等。

本书既可作为电子产品开发设计人员的参考资料，也可作为技术革新、设备改造的关键素材，又适合广大青少年和电子爱好者业余制作时参考。

本书在编写过程中参考或引用了国内外电子书刊中的相关资料，在此向这些技术资料的原作者表示感谢。

参加本书编写和整理工作的还有姜立华、王远美、李国龄、刘日霞、张继昆、李淑梅、张铁库、梁金福、卜彦芝、李广华、姜丽丽、刘亚洲、尹丽杰、黄立志、梁春华、张雷、张继锋等同志。由于作者水平有限，书中不足之处难以避免，敬请广大读者多提宝贵意见。

为了更好地服务读者，在读者与作者之间建立沟通的桥梁，欢迎您到我们的服务网站 www.dzdgjs.com 留下您的意见和建议。需要电路图样等资料，可以到 www.abcd9988.com 来求助。

编 者

目 录

前言

一、LED 基础知识	1
(一) LED 的分类	1
1. 按使用材料分类	1
2. 按封装分类	1
3. 按管体颜色分类	2
4. 按发光颜色及光谱范围分类	2
5. 按发光强度分类	2
6. 按工作电流分类	2
7. 按功率分类	2
8. 按功能和特性分类	2
(二) LED 的结构特性	3
1. 普通单色 LED	4
2. 高(超)亮度单色 LED	8
3. 变色 LED	8
4. 闪烁 LED	10
5. 电压控制型 LED	12
6. 白光 LED	13
7. “食人鱼” LED	14
8. 功率型 LED	17
(三) LED 主要参数	20
1. 发光强度 I_v	20
2. 发光波长 λ_p	20
3. 光功率 p	20
4. 光通量 Φ	20
5. 发光效率	20
6. 光强分布	20
7. 耗散功率 P	20
8. 正向电流 I_F	21
9. 反向电压 V_R	21
10. 反向电流 I_R	21
11. 正向电压 V_F	21
(四) LED 的识别与检测	21
1. 正、负极的判别	21

2. 性能好坏的判断	21
(五) LED 驱动电路	22
1. 连接方式	22
2. 驱动形式	22
二、LED 典型应用电路	29
(一) 灯光控制应用电路	29
1. LED 标牌装饰灯电路 (一)	29
2. LED 标牌装饰灯电路 (二)	30
3. LED 闪烁灯电路 (一)	31
4. LED 闪烁灯电路 (二)	32
5. LED 彩灯控制电路 (一)	33
6. LED 彩灯控制电路 (二)	35
7. 声控 LED 变色彩灯电路	36
8. 光控 LED 小夜灯电路	37
(二) 玩具与娱乐应用电路	39
1. 学话鹦鹉玩具电路	39
2. 抢答器电路 (一)	40
3. 抢答器电路 (二)	42
4. 抢答器电路 (三)	43
5. 反应能力测试器电路	44
6. 激光打靶游戏机电路	45
7. 打飞机电子游戏电路	47
8. 卫星发射模拟器电路	49
9. 火箭发射模拟器电路	51
10. 弹球盘游戏电路	52
11. “顺手牵羊”电子游戏电路	53
12. “石头、剪子、布”电子游戏电路 (一)	54
13. “石头、剪子、布”电子游戏电路 (二)	55
14. 象棋电子裁判计时器电路	57
15. 旋转彩轮电路	58
16. 掷硬币模拟器电路	59
17. 电子鞭炮电路 (一)	60
18. 电子鞭炮电路 (二)	62
19. 声控闪光风车电路	63
20. 闪光胸花电路	64
21. LED 电平指示器电路 (一)	65
22. LED 电平指示器电路 (二)	66
23. LED 电平指示器电路 (三)	67
24. 音乐节拍器电路	68

VI

25. 光线照度指示器电路	69
26. 群鸟闹春盆景电路	70
(三) 机动车应用电路	71
1. 摩托车车速显示器电路 (一)	71
2. 摩托车车速显示器电路 (二)	72
3. 摩托车车速显示器电路 (三)	74
4. 摩托车挡位指示器电路 (一)	75
5. 摩托车挡位指示器电路 (二)	76
6. 机动车挡位指示器电路	77
7. 机动车制动灯故障监视器电路 (一)	79
8. 机动车制动灯故障监视器电路 (二)	80
9. 机动车油量监测器电路 (一)	81
10. 机动车油量监测器电路 (二)	82
11. 机动车油量监测器电路 (三)	84
12. 机动车信号灯监视器电路	85
13. LED 机动车电压表电路 (一)	86
14. LED 机动车电压表电路 (二)	87
15. LED 机动车电压表电路 (三)	88
16. 熔断器熔断指示器电路	89
17. 蓄电池电压监视器电路	90
18. 蓄电池充/放电监视器电路	91
(四) 工矿应用电路	92
1. 砖坯水分检测器电路 (一)	92
2. 砖坯水分检测器电路 (二)	93
3. 砖坯水分检测器电路 (三)	94
4. 轴承故障检测器电路	96
5. 矿用充电指示器电路	97
6. 温度控制器电路	98
7. 绕线机电子计数器电路	100
8. 静电消除器电路	101
(五) 农业应用电路	103
1. 水位指示器电路 (一)	103
2. 水位指示器电路 (二)	104
3. 水位指示器电路 (三)	105
4. 水位指示器电路 (四)	106
5. 水位指示器电路 (五)	108
6. 农用自动供水器电路	109
7. 定时通电控制器电路	110
8. 温度控制器电路	112
9. 温度集中控制器电路	113

10. 湿度控制器电路	115
11. 温度、湿度自动控制器电路	116
12. 粮食湿度检测器电路	119
13. 土壤湿度监测器电路	120
14. 育秧棚湿度、温度监测器电路	121
(六) 报警器应用电路	123
1. 集中控制防盗报警器电路 (一)	123
2. 集中控制防盗报警器电路 (二)	124
3. 集中控制防盗报警器电路 (三)	125
4. 汽车油量监测报警器电路	126
5. 电缆防盗割报警器电路	127
6. 温度监测报警器电路	129
7. 农田排灌线路防盗报警器电路	130
8. 播种机喷水管断水报警器电路 (一)	131
9. 播种机喷水管断水报警器电路 (二)	132
(七) 电压指示应用电路	134
1. 固定直流稳压电源电路	134
2. 可调直流稳压电源电路 (一)	135
3. 可调直流稳压电源电路 (二)	136
4. 数控直流稳压电源电路 (一)	138
5. 数控直流稳压电源电路 (二)	140
6. 数控直流稳压电源电路 (三)	141
7. 数控直流稳压电源电路 (四)	143
8. 数控直流稳压电源电路 (五)	145
9. 数控直流稳压电源电路 (六)	147
10. 数控直流稳压电源电路 (七)	148
11. 数控直流稳压电源电路 (八)	151
12. 数控直流稳压电源电路 (九)	152
13. 交流稳压器电路 (一)	154
14. 交流稳压器电路 (二)	156
15. 负载功率调节器电路 (一)	157
16. 负载功率调节器电路 (二)	159
17. 多功能充电器电路 (一)	160
18. 多功能充电器电路 (二)	162
19. 多功能充电器电路 (三)	163
20. 锂离子电池充电器电路 (一)	165
21. 锂离子电池充电器电路 (二)	166
22. 镍镉电池充电器电路 (一)	169
23. 镍镉电池充电器电路 (二)	170
24. 镍镉电池充电器电路 (三)	171

25. 镍镉电池充电器电路 (四)	173
26. 镍镉电池充电器电路 (五)	174
27. 镍镉电池充电器电路 (六)	176
28. 镍氢电池充电器电路	178
29. 铅酸蓄电池充电器电路 (一)	180
30. 铅酸蓄电池充电器电路 (二)	182
31. 铅酸蓄电池充电器电路 (三)	183
32. 锌锰干电池充电器电路 (一)	185
33. 锌锰干电池充电器电路 (二)	187
34. 铅酸蓄电池容量恢复器电路	189
35. 镍镉电池容量恢复器电路	191
(八) 医疗保健应用电路	193
1. 视觉疲劳消除器电路	193
2. 视力保护器电路	194
3. 视力保健测光器电路	196
4. 电子催眠器电路	197
5. 病房呼叫器电路 (一)	198
6. 病房呼叫器电路 (二)	199
7. 病房呼叫器电路 (三)	201
8. 精神压力缓解器电路	201
(九) 其他应用电路	203
1. 用电负荷限制器电路	203
2. 电冰箱温度控制器电路	204
3. 蒸汽电熨斗温度控制器电路	206
4. 一次定时控制器电路	207
5. 音源选择器电路	208
参考文献	211

一、LED 基础知识

LED 是发光二极管的英文 Light Emitting Diode 的缩写，它是一种将电能转换成光能的半导体发光显示器件。

LED 应用广泛，除可作为各种指示灯、信号灯和装饰灯外，还应用于仪表显示、背光源、车载光源、照明等方面。

LED 在电路中的文字符号用字母 VL 表示，电路图形符号如图 1-1 所示。

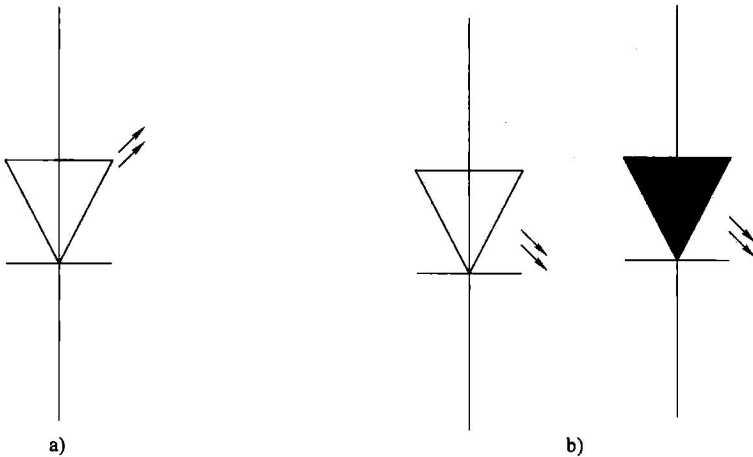


图 1-1 LED 的电路图形符号
a) 新图形符号 b) 旧图形符号

(一) LED 的分类

LED 有多种分类方式。

1. 按使用材料分类

LED 按其使用材料可分为磷化镓 (GaP) LED、磷砷化镓 (GaAsP) LED、砷化镓 (GaAs) LED、磷铟砷化镓 (AlGaInP) LED 和砷铝化镓 (GaAlAs) LED 等多种。

2. 按封装分类

LED 按其封装结构及封装形式可分为全环氧包封、金属底座环氧封装、陶瓷底座环氧封装及玻璃封装等，还可分为加色散射封装 (D)、无色散射封装 (W)、

有色透明封装 (C) 和无色透明封装 (T)。

LED 按其封装外形可分为圆形、方形、矩形、三角形和组合形等多种。

小功率 LED 通常采用引线式封装或贴片式封装，而耗散功率为 0.5W 以上的大功率 LED 则采用金属或陶瓷等功率型封装。

3. 按管体颜色分类

LED 按管体颜色又分为红色、黄色、绿色、琥珀色、橙色、蓝色、黑色、白色、水色（透明）等多种。

4. 按发光颜色及光谱范围分类

LED 按发光颜色及光谱范围可分为有色光和红外光。有色光又分为红色光、黄色光、橙色光、绿色光（又细分为黄绿、标准绿和纯绿）、蓝色光、紫色光等。

有的 LED 中包含二种或三种颜色的芯片，可以发多种颜色的光。

5. 按发光强度分类

LED 按发光强度和工作电流可分为普通亮度的 LED（发光强度低于 10mcd）、高亮度 LED（发光强度在 10 ~ 100mcd 之间）和超高亮度的 LED（发光强度高于 100mcd）。

6. 按工作电流分类

LED 按工作电流可分为微电流 LED、低电流 LED 和大电流 LED。

普通 LED 属于低电流 LED，其工作电流在十几至几十毫安。微电流 LED 的工作电流在 2mA 以下（亮度与普通发光 LED 相同）。大电流 LED 的工作电流可达 100mA 以上。

7. 按功率分类

LED 按耗散功率的不同可分小功率 LED 和大功率 LED。

通常称耗散功率在 0.5W 以下的 LED 为小功率 LED，耗散功率为 0.5W 或在 0.5W 以上的 LED 为大功率 LED。

8. 按功能和特性分类

另外，LED 还可分为普通单色 LED、高亮度 LED、超高亮度 LED、大功率 LED、变色 LED、闪烁 LED、电压控制型 LED、红外发射二极管和负阻 LED 等。

图 1-2 ~ 图 1-4 是几种常用小功率 LED 的外形图。

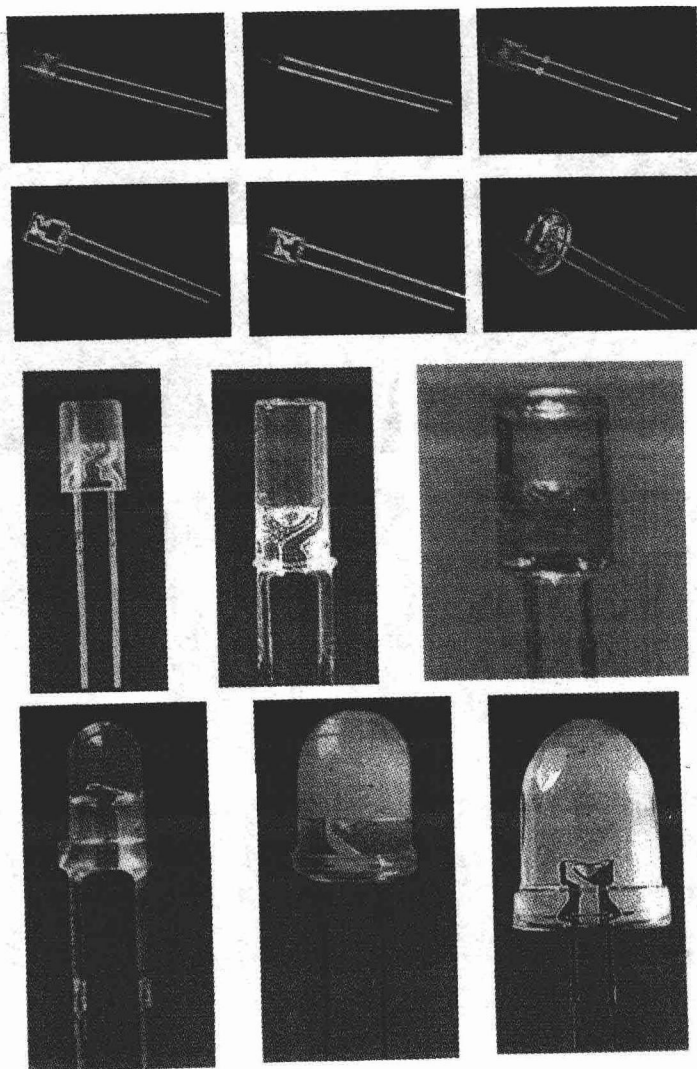


图 1-2 圆形 LED 的外形

(二) LED 的结构特性

LED 属于电流控制型半导体器件，其发光体是半导体晶片（以下简称芯片）。

芯片通常粘附在支架或基板上，通过金属线与 LED 的阴极和阳极连接。芯片和支架（或基板）等用有色或透明的环氧树脂封装起来，如图 1-5 所示。

LED 发光的原理：半导体晶片由 P 型半导体和 N 型半导体两部分组成。它与普通二极管的 PN 结一样，也具有单向导电特性。空穴在 P 型半导体里面占主导地位，N 型半导体中主要是电子。它们之间就形成了一个 PN 结。当 LED 内部有一定

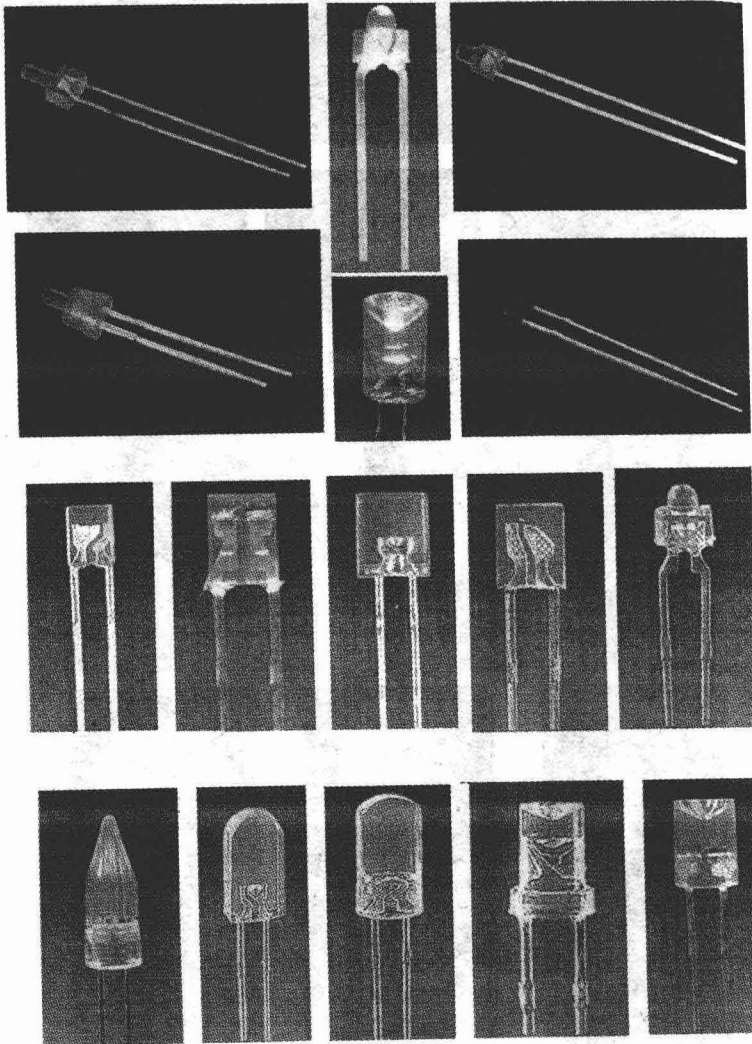


图 1-3 异型 LED 的外形

的电流通过 PN 结时，电子就会从 N 区移向 P 区，与空穴结合，使晶片点亮发光（以光子的形式发出能量）。

普通单色 LED 的发光颜色与发光的波长有关，而发光的波长又取决于制造 LED 所用的半导体材料。

LED 属于电流控制型半导体器件，可使用各种直流、交流、脉冲等电源驱动点亮，使用时需串接合适的限流电阻或通过恒流驱动电路驱动。

1. 普通单色 LED

普通单色 LED 可用于指示或照明，发光颜色有红色、绿色、黄色、琥珀色、

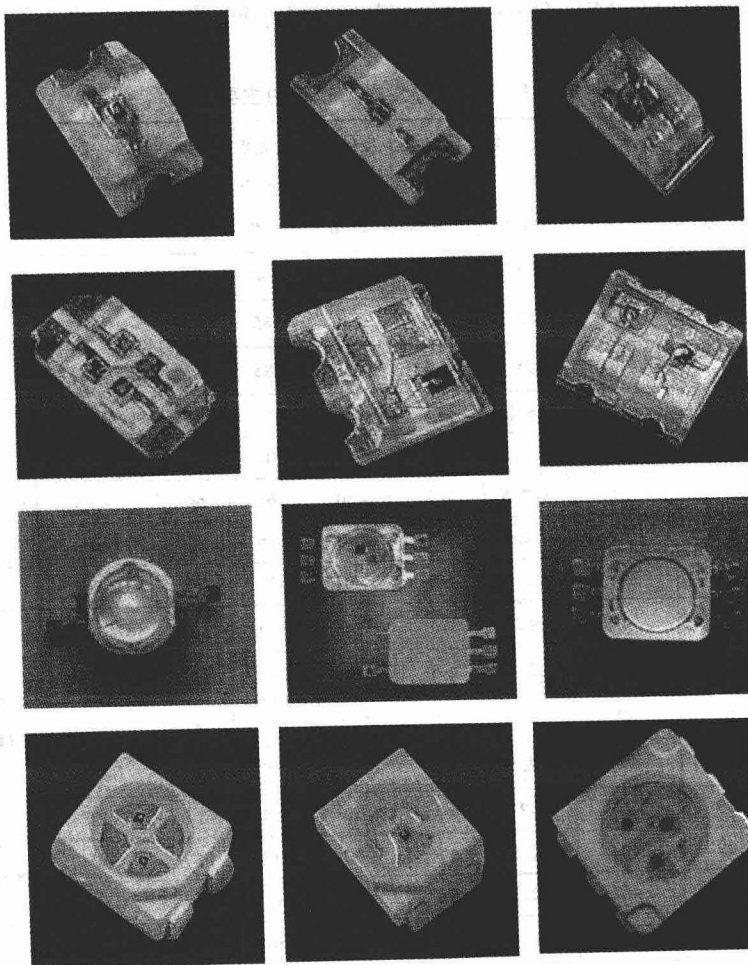


图 1-4 贴片 LED 的外形

橙色、蓝色和白色等。

普通单色 LED 的发光颜色与发光的波长有关，而发光的波长又取决于制造 LED 所用的半导体材料。红色 LED 的波长一般为 $650 \sim 700\text{nm}$ ，琥珀色 LED 的波长一般为 $630 \sim 650\text{nm}$ ，橙色 LED 的波长一般为 $610 \sim 630\text{nm}$ 左右，黄色 LED 的波长一般为 585nm 左右，绿色 LED 的波长一般为 $555 \sim 570\text{nm}$ 。

单色 LED 有引线式封装和贴片式封装，其外形参见图 1-2 ~ 图 1-4。

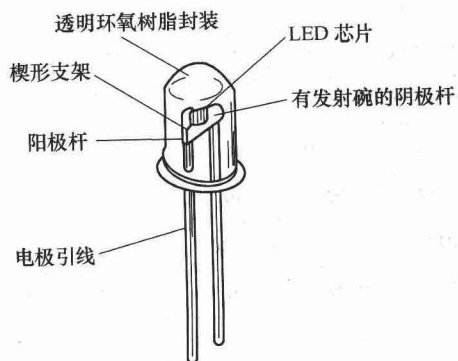


图 1-5 LED 的结构

常用的普通单色 LED 有 BT 系列（见表 1-1）、FG 系列（见表 1-2）和 2EF 系列（见表 1-3）。

表 1-1 BT 系列发光二极管的主要参数

型号	最大耗散功率/W	最大工作电流/mA	正向电压/V	反向电压/V	反向电流/ μ A	发光波长/nm	发光颜色	材料	封装结构
BT101	0.05	20	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$\phi 3\text{mm}$ 陶瓷底座环氧树脂封装
BT102	0.05	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT103	0.05	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	565	绿	GaP	
BT104/X	0.05	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP/GaAsP	
BT111/X	0.05/0.1	20	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$\phi 3\text{mm}$ 全塑封结构
BT112/X	0.05/0.1	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT113/X	0.05/0.1	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	565	绿	GaP	
BT114/X	0.05/0.1	20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP	
BT117/X	0.1	20	≤ 2.3	≥ 5	≤ 50	630	橙	GaAsP	—
BT201	0.09	40	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$\phi 4.4\text{mm}$ 金属底座环氧树脂封装
BT202	0.09	40	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT203	0.09	40	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	565	绿	GaP	
BT204	0.09	40	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP	
BT211	0.09	40	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$\phi 4.4\text{mm}$ 全塑封结构
BT212	0.09	40	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT214	0.09	40	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP	
BT301	0.09	120	≤ 2	≥ 5	≤ 200	650	红	GaAsP	$\phi 7.8\text{mm}$ 金属底座环氧树脂封装
BT302	0.09	120	≤ 2.5	≥ 5	≤ 200	700	红	GaP	
BT303	0.09	120	≤ 2.5	≥ 5	≤ 200	565	绿	GaP	
BT304	0.09	120	≤ 2.5	≥ 5	≤ 200	585	黄	GaP	
BT311/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$\phi 5\text{mm}$ 全塑封结构
BT312/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT313/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	565	绿	GaP	
BT314/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP	
BT411	0.09	40	≤ 2	≥ 5	≤ 50	650	红	GaAsP	$2\text{mm} \times 5\text{mm} \times 10\text{mm}$ 全塑封结构
BT412/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	700	红	GaP	
BT413/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	565	绿	GaP	
BT414/X	0.09/0.1	40/20	≤ 2.5	≥ 5	≤ 50	585	黄	GaP	

表 1-2 FG 系列发光二极管的主要参数

型号	发光颜色	耗散功率 /W	正向电流 /mA	正向电压 /V	反向电压 /V	发光波长 /nm	外形尺寸 /mm	封装形式
FG314003	红	0.125	50	<2.5	>5	700	φ5	T
	黄	0.125	50	<2.5	>5	585	φ5	T
FG313003	红	0.125	50	<2.5	>5	700	φ5	W
	黄	0.125	50	<2.5	>5	585	φ5	W
FG314001	红	0.075	30	<2.5	>5	700	φ3	T
	黄	0.075	30	<2.5	>5	585	φ3	T
FG313001	红	0.075	30	<2.5	>5	700	φ3	W
	黄	0.075	30	<2.5	>5	585	φ3	W
FG314101	红	0.1	40	<2.5	>5	700	2×5	T
	黄	0.1	40	<2.5	>5	585	2×5	T
FG314102	红	0.1	40	<2.5	>5	700	1.8×5.2	T
	黄	0.1	40	<2.5	>5	585	1.8×5.2	T

表 1-3 2EF 系列发光二极管的主要参数

型号	正向电压 /V	最大工作 电流/mA	反向电流 /μA	发光 颜色	发光波长 /nm	封装形式与外形	材料
2EF102	2	50	≤50	红	700	全塑, 圆形 φ5mm	GaAsP/GaP
2EF112	2	20	≤50	红	700	全塑, 圆形 φ3mm	GaAsP/GaP
2EF122	2	30	≤50	红	700	全塑, 2mm×5mm×8.5mm	GaAsP/GaP
2EF105	2.5	40	≤50	红	700	全塑, φ5mm	GaAsP/GaP
2EF115	2.5	20	≤50	红	700	全塑, φ3mm	GaAsP/GaP
2EF125	2.5	40	≤50	红	700	全塑, 2mm×5mm×8.5mm	GaAsP/GaP
2EF125A	2.5	20	≤50	红	700	全塑, 1mm×5mm×8.5mm	GaAsP/GaP
2EF135	2.5	20	≤50	红	700	全塑, 2-2mm×2mm	GaAsP/GaP
2EF165	2.5	20	≤50	红	700	全塑, 三角形 2.8mm×4.5mm	GaAsP/GaP
2EF171	2.5	40	≤50	红	700	全塑, φ5mm	GaAsP/GaP
2EF185	2.5	40	≤50	红	700	全塑, 方形	GaAsP/GaP
2EF205	2.5	40	≤50	绿	565	全塑, φ5mm	GaP
2EF215	2.5	20	≤50	绿	565	全塑, φ3mm	GaP
2EF225	2.5	40	≤50	绿	565	全塑, 2mm×5mm×8.5mm	GaP
2EF235	2.5	40	≤50	绿	565	全塑, 2-2mm×2mm	GaP
2EF265	2.5	20	≤50	绿	565	全塑, 2.8mm×4.5mm	GaP
2EF285	2.5	40	≤50	绿	565	全塑, 2.8mm×4.5mm	GaP
2EF405	2.5	40	≤50	黄	585	全塑, φ5mm	GaP
2EF415	2.5	20	≤50	黄	585	φ3mm	GaP
2EF425	2.5	20	≤50	黄	585	2mm×5mm×8.5mm	GaP

2. 高（超）亮度单色 LED

高亮度单色 LED 和超高亮度单色 LED 使用的半导体材料与普通单色 LED 不同，所以发光的强度也不同。

通常，高亮度单色 LED 使用砷铝化镓（GaAlAs）等材料，超高亮度单色 LED 使用磷铟砷化镓（GaAsInP）等材料，而普通单色 LED 使用磷化镓（GaP）或磷砷化镓（GaAsP）等材料。

常用的高亮度红色 LED 的主要参数见表 1-4，常用的超高亮度单色 LED 的主要参数见表 1-5。

表 1-4 常用高亮度红色 LED 的主要参数

型号	最大耗散功率/W	最大工作电流/mA	正向电压/V	反向电压/V	反向电流/ μ A	发光波长/nm	材料	封装形式
BT116-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W/C. T
BT316-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W/C. T
BT416-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W
BT616-X	0.1	30	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W
BT716-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W
BT816-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W/C. T
BT1010-X	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	D. W/C. T
BT4516C	0.1	20	<2.5	>5	<100	660	GaAlAs	短轴/长轴

表 1-5 常用超高亮度单色 LED 的主要参数

型号	最大耗散功率/W	最大工作电流/mA	正向电压/V	反向电压/V	反向电流/ μ A	发光波长/nm	发光颜色	材料	封装形式
BT1142	0.1	20	<2.4	>5	<100	645	红	AlGaInP	D. W
BT1143	0.1	20	<2.4	>5	<100	656	绿	AlGaInP	D. W
BT1144	0.1	20	<2.4	>5	<100	595	黄	AlGaInP	D. W
BT1147	0.1	30	<2.4	>5	<100	620	橙	AlGaInP	D. W
BT3142	0.1	20	<2.4	>5	<100	645	红	AlGaInP	D. W
BT3143	0.1	20	<2.4	>5	<100	565	红	AlGaInP	D. W
BT3144	0.1	20	<2.4	>5	<100	595	黄	AlGaInP	D. W
BT3147	0.1	20	<2.4	>5	<100	620	橙	AlGaInP	D. W

3. 变色 LED

变色 LED 是能变换发光颜色的发光二极管，其内部通常有两个或多个 LED 芯片，通过不同的组合而发出不同颜色的光。