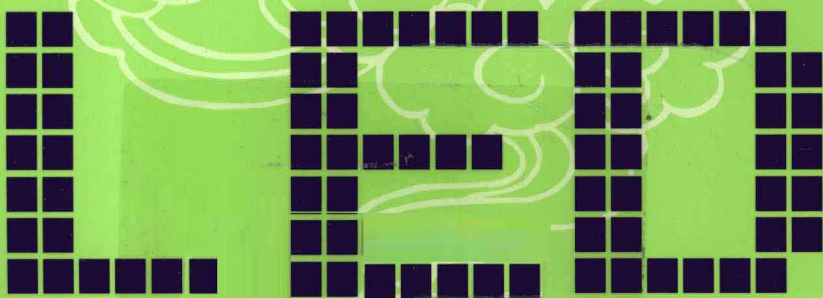


下载量超过100万次网络畅销电子书  
《成为LED专家的秘籍》升级版

# LED

王赐然 编著



- 基础知识 趣味解读 带你轻松学LED
- 实物插图 巧妙诠释 助你快乐速入门
- 工程实例 融会贯通 帮你明白获知识



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 大话LED

王赐然 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书通俗易懂,完全从实践出发,深入浅出地介绍了有关LED的必备知识,为您了解LED、应用LED、设计LED打下坚实的基础。

全书共十五章,主要内容为:LED基础知识、LED专业术语、LED散热处理方案、LED模组、LED灯带、LED光条、LED护栏管、LED射灯、LED洗墙灯和LED泛光灯、LED台灯、LED日光灯、LED控制系统、快速学会做LED工程、LED电子显示屏和OLED。

本书可供电信、信息、航空航天、汽车、国防及家电等领域从事LED开发、设计和应用的工程技术人员和高等学院师生阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

大话LED/王赐然编著. —北京:中国电力出版社,2011.7  
ISBN 978-7-5123-1961-5

I. ①大… II. ①王… III. ①发光二极管—基本知识 IV. ①TN383

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第150696号

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京市同江印刷厂印刷  
各地新华书店经售

\*

2011年10月第一版 2011年10月北京第一次印刷  
710毫米×980毫米 16开本 13.5印张 187千字  
印数0001—3000册 定价28.00元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

亲爱的 LED 爱好者：

你们好！

近些年，LED 的高速发展完全超乎我们的想象，但目前的 LED 市场，没有统一的标准，消费者不能判定什么是合格的 LED 产品。

在众多的 LED 企业中，也有很多的企业对 LED 不是很了解，只是觉得 LED 这个行业是一个新能源行业，是一个国家扶持的行业，所以在很多的条件不成熟的前提下，只能大力提高广告的幅度，来获取一些客户关注，但是往往在品质方面出现很大的问题，这样反而使用户失去了信心，从而使公司进入一个恶性循环。

还有很多的企业为了提高自己的竞争力，大力降低成本，提高 LED 灯饰的亮度，而忽略了产品的 LED 技术参数和品质，当不专业的采购商在看到同样的产品，价格和亮度都比人家有优势的时候，当然就选择劣质的产品，但使用一时间后，就发现 LED 产品品质比先前描绘的要差很多，亮度也明显出现了光衰，所以觉得 LED 产品并不是什么好产品，对 LED 产品也就敬而远之。

以上的问题都是我从事 LED 这些年来经常听到的、看到的。我想很多的朋友也遇到过类似情况。到目前为止，市面上没有一本真正能够全面的、系统地介绍 LED 的书籍。为了更多的朋友能够了解 LED 及其产品，2009 年我们在互联网上推出了一本《成为 LED 专家的秘籍》的系列电子文章教程，同时也建立了很多交流的平台，得到了很多朋友的喜欢。为了更加完善《成为 LED 专家的秘籍》，我们和出版社合作，推出了本书，这是一本以简单的理论为基础，完全从实践出发的 LED 专业教

程，为您更加了解 LED、应用 LED、设计 LED 打下扎实的基础。

如果认真地学习完此教程，不管你从事 LED 企业中的哪一个岗位，  
都将会帮你解决一些遇到的实际问题。为你节省自己去摸索的时间！

减少本来可以不应该出现的问题！

让你的工作变得更加的轻松和自由！

就让我们现在开始吧，进入 LED 的世界！

编 者

## 前 言

## 第一章 LED 基础知识 ..... 1

第一节	为什么要从事 LED 行业.....	2
第二节	LED 发展史.....	3
第三节	什么是 LED .....	5
第四节	LED 特点.....	7
第五节	LED 主要性能指标.....	8
第六节	LED 产品的分类.....	14
第七节	LED 的驱动.....	15
第八节	LED 的应用.....	16
第九节	LED 使用注意事项.....	18
第十节	LED 封装.....	20

## 第二章 LED 专业术语 ..... 25

第一节	CE 认证 .....	26
第二节	VDE 认证 .....	27
第三节	3C 认证.....	28
第四节	UL 认证.....	28
第五节	RoHS 认证.....	30
第六节	IP 等级（防尘防水） .....	32
第七节	PVC .....	33
第八节	环氧树脂 .....	34
第九节	LED 标准（CIE） .....	37

### 第三章 LED 散热处理方案.....45

第一节	小功率的环氧树脂散热法.....	46
第二节	可挠曲金属基板（铝基板）.....	46
第三节	陶瓷基板.....	49
第四节	导热硅脂.....	50
第五节	大功率散热处理方案的计算与实例.....	50
第六节	热场分析仿真工具.....	58

### 第四章 LED 模组.....59

第一节	什么是 LED 模组.....	60
第二节	LED 模组的参数.....	60
第三节	LED 模组的分类.....	62
第四节	安装说明与注意事项.....	65

### 第五章 LED 灯带.....67

第一节	LED 彩虹管.....	68
第二节	LED 霓虹灯.....	70

### 第六章 LED 光条.....75

第一节	LED 光条分类.....	76
第二节	生产流程.....	79
第三节	组装.....	80

### 第七章 LED 护栏管.....83

第一节	LED 护栏管组成.....	84
第二节	基本参数.....	86
第三节	LED 护栏管可靠性方案.....	88
第四节	LED 护栏灯和控制器安装.....	90

### 第八章 LED 射灯.....93

第一节	LED 射灯的基本参数.....	94
-----	------------------	----

第二节	常见 LED 射灯灯头.....	95
-----	------------------	----

## 第九章 LED 洗墙灯和 LED 泛光灯..... 97

第一节	LED 洗墙灯.....	98
第二节	LED 泛光灯.....	100

## 第十章 LED 台灯..... 105

第一节	台灯的使用要求.....	106
第二节	大功率 LED 台灯.....	108

## 第十一章 LED 日光灯..... 113

第一节	LED 日光灯的优势.....	114
第二节	普通日光灯与 LED 日光灯对比.....	115
第三节	LED 日光灯替换普通日光灯的常见方法.....	117

## 第十二章 LED 控制系统..... 119

第一节	网络控制系统.....	120
第二节	总线控制系统.....	121
第三节	驱动型控制系统.....	122
第四节	LED 控制功能分类.....	123
第五节	LED 控制系统的结构与组成.....	127
第六节	LED 控制系统控制方案.....	128
第七节	LED 与驱动器的搭配设计.....	130
第八节	LED 大功率恒流源和 LED 控制系统.....	132

## 第十三章 快速学会做 LED 工程..... 145

第一节	根据工程场地选择相应的 LED 产品.....	146
第二节	制作效果图.....	147
第三节	确定详细方案.....	147
第四节	工程的安装和调试.....	150



第五节	完成工程和定期的维护 .....	153
-----	------------------	-----

## 第十四章 LED 电子显示屏 .....

第一节	什么是 LED 电子显示屏 .....	156
第二节	LED 显示屏的常用术语 .....	157
第三节	LED 显示屏的构成 .....	162
第四节	常见的功能模块 .....	165
第五节	LED 显示屏的分类 .....	167
第六节	LED 显示屏技术参数 .....	168
第七节	室外 LED 显示屏技术规范 .....	173
第八节	常见的 LED 电子显示屏的解决方案 .....	176
第九节	LED 显示屏测试方法 .....	179
第十节	五大因素决定 LED 显示屏质量 .....	185
第十一节	设计屏体大小的要点 .....	190
第十二节	户外屏需特别考虑的问题 .....	191
第十三节	怎样评估 LED 屏的好坏 .....	192

## 第十五章 OLED .....

第一节	什么是 OLED .....	194
第二节	OLED 的结构原理 .....	195
第三节	有机发光材料的选用 .....	196
第四节	OLED 关键工艺 .....	197
第五节	OLED 的形色化技术 .....	199
第六节	OLED 的驱动方式 .....	201
第七节	OLED 的优缺点 .....	203
第八节	OLED 的应用 .....	204
第九节	OLED 市场前景 .....	205
第十节	OLED 的技术分类 .....	206

## 参考文献 .....

## 第一章

# LED 基础知识

- 第一节 为什么要从事 LED 行业
- 第二节 LED 发展史
- 第三节 什么是 LED
- 第四节 LED 特点
- 第五节 LED 主要性能指标
- 第六节 LED 产品的分类
- 第七节 LED 的驱动
- 第八节 LED 的应用
- 第九节 LED 使用注意事项
- 第十节 LED 封装

不管是任何一个行业，大家都有听说过“隔行如隔山”，“万事开头难”等很多这样的说法。如果你想进入LED这个新兴的行业，我现在告诉你并不是人们所说的那样，通过本书的学习，将会大大地缩短你入门的时间。因为本书讲解了工作实践中遇到的问题和经验的总结，你可以边学边用，并且马上可以见效。要想了解LED产品，首先我们要对LED基础知识有一定的了解，因此本章主要针对LED理论知识进行简单的介绍。

## 第一节 为什么要从事LED行业

能源危机、温室效应以及生态环境的日益恶化时刻提醒着人们，地球已经疲惫不堪，改变人们的能源获取方式，以及提高能源利用率已经成为当前世人的共识。由于在世界电力的使用结构中，照明用电约占总用电量的19%；英国布赖恩·爱德华兹在其编写的《可持续性建筑》中指出，在英国消耗的全部能源当中，大约有一半与建筑有关，而建筑的人工照明耗能则占其建筑耗能总量的15%~50%。在我国照明用电约占全国总用电量的12%，而且我国每年的照明用电增速（保守估计）大约为5%。从上面的数据我们可以看出，虽然因各国经济发展的水平不同，照明用电所占比重也有所差别，但是照明耗能已经成为了各国能源消费的重要组成部分。照明节能问题也就成了各国政府及专业人员必须面对的棘手问题。调查显示，我国全社会每年用电约24210亿度，按照照明用电占全社会用电的12%计算，我国照明用电每年约2905亿度，如果我国照明装置有50%采用LED灯具（按使用节电50%的低端产品计算），每年至少可节电726亿度，相当于建2个三峡电站或8~9台百万千瓦超临界燃煤发电机组，可节约电厂建设近千亿元，每年节约原电煤近1252万吨，若以燃煤发电每瓦时排放0.638千克二氧化碳计算，每年还可减少4632万吨二氧化碳排放。

目前，国际上LED的研制和生产主要集中在美、欧、日等国家和地区。澳大利亚决定停止使用普通白炽灯，取而代之的就是LED照明用品，成为世界上第一个计划禁止使用传统白炽灯的国家。然而，在国内LED照明产

品的应用却起步比较艰难。统计显示，在我国LED等节能灯具普及率仍然很低，目前每年白炽灯销量仍为 20 亿只左右，中小城市居民白炽灯的使用比例一般在 50%以上。

新型高效光源，特别是白色光源（适用于一般照明）的发展对于大幅度降低照明用电量具有很重要的作用，因为它可以降低电能消耗增长速度，进而减少新增电网容量的费用，降低能源消耗以及减少向大气中排放的温室气体及其他污染物。LED，特别是白色光 LED，因其与传统光源相比所具有的理论以及现实的优越性，受到广大专业人士的青睐。它的出现也为照明界开拓出了一个全新的技术领域，并为照明节能设计提供了更多的选择。

综上所述，有没有学习 LED 的必要性呢？我想答案是肯定的。同时我也祝贺你进入 LED 行业，因为你将进入一个新能源的行业，一个绿色行业，一个环保的行业。

## 第二节 LED 发展史

### 1. 从光源的发展开始介绍

在古希腊神话故事中，创造了人类之神普罗米修斯为了使人们能够获得永恒的光明，不惜触怒最高之神宙斯，把能驱走黑暗、带来温暖和光明的火种偷偷带给人类，自己却受到了残酷的惩罚。这个故事不仅说明了光明对人类的重要，也反映了人类在追逐光明的道路上所付出的种种苦难。

在 19 世纪爱迪生发明电灯之前，人类实现照明的方式非常简单，那就是直接借助各种火源的直射光，例如蜡烛、油灯等。这些发光设备虽然在人类的历史长河中经历了漫漫岁月，却因为极低的发光效率和发光质量，只能尘封在历史的博物馆中，进入 20 世纪后，随着人类新工业革命的爆发，以爱迪生发明的新式白炽灯为代表的照明设备，正式成为人类生产生活中的主流发光设备。

在白炽灯出现之后，人类社会的电力照明设备大致经过了三个重要的发展阶段，这三个阶段中的代表性光源分别为荧光灯、高强度气体放电灯

和 LED 光源。其中高强度气体放电灯由于对使用环境要求严格，成本较高，目前还不是民用领域的主流照明设备，所以和我们日常生活息息相关的光源设备，也就只有白炽灯、荧光灯和 LED 光源这三大类。

在这三大类光源中，LED 照明技术是出现时间最晚，优点最多的一种照明技术。因此，自从 20 世纪 60 年代出现以来，伴随着近代半导体技术的发展，得到了大量的普及应用，特别是进入 21 世纪之后，由 LED 显示技术衍生而出的 LED 照明技术，已经显露越来越强劲的发展势头。

## 2. LED 的发展历程

1907 年 Henry Joseph Round 第一次在一块碳化硅里观察到电致发光现象。由于其发出的黄光太暗，不适合实际应用，而且碳化硅与电致发光不能很好地适应，研究被摒弃了。20 世纪 20 年代晚期，Bernhard Gudden 和 Robert Wichard 在德国使用从锌硫化物与铜中提炼的黄磷发光，再一次因发光暗淡而停止。

1936 年，George Destiau 发表了一个关于硫化锌粉末发射光的报告。随着电流的应用，最终出现了“电致发光”这个术语。20 世纪 50 年代，英国科学家在电致发光的实验中使用半导体砷化镓，发明了第一个具有现代意义的 LED，并于 60 年代面世。据说在早期的试验中，LED 需要放置在液化氮里，更需要进一步的操作与突破以便能高效率地在室温下工作。第一个商用 LED 仅仅只能发出不可视的红外光，但却迅速应用于感应与光电领域。20 世纪 60 年代末，通过在砷化镓基体上使用磷化物，第一个红光 LED 问世。磷化镓的改变使得 LED 更高效，发出的红光更亮，甚至产生出橙色的光。

20 世纪 70 年代中期，磷化镓被使用作为发光光源，随后就能发出灰白绿光。LED 采用双层磷化镓芯片（一个是红色，另一个是绿色）能够发出黄色光。就在此时，科学家利用金刚砂制造出发出黄光的 LED。尽管它不如欧洲的 LED 高效，但在 20 世纪 70 年代末，它能发出纯绿色的光。

20 世纪 80 年代早期到中期，砷化镓磷化铝的使用使得第一代高亮度

的 LED 的诞生，先是红色，接着就是黄色，最后为绿色。到 20 世纪 90 年代早期，采用镓铝磷化镓生产出了橘红、橙、黄和绿光的 LED。第一个有历史意义的蓝光 LED 也出现在 20 世纪 90 年代早期，再一次利用了金刚砂——早期的半导体光源的障碍物。依据当今的技术标准去衡量，它与以前的黄光 LED 一样光源暗淡。

20 世纪 90 年代中期，出现了超亮度的氮化镓 LED，随即又制造出能产生高强度的绿光和蓝光镓氮镓 LED。超亮度蓝光芯片是白光 LED 的核心，在这个发光芯片上抹上荧光磷，然后荧光磷通过吸收来自芯片上的蓝色光源再转化为白光。就是利用这种技术制造出任何可见颜色的光。今天在 LED 市场上就能看到生产出来的新奇颜色，如浅绿色和粉红色。有的读者现在可能会意识到 LED 的发展经历了一个漫长而曲折的历史过程。事实上，最近开发的 LED 不仅能发射出纯紫外光，而且能发射出真实的“黑色”紫外光，也许未来某天就能开发出能发射 X 射线的 LED。早期的 LED 只能应用于指示灯、计算器显示屏和电子手表，而现在已经开始出现在超亮度的领域。

### 第三节 什么是 LED

所谓 LED，就是发光二极管（Light Emitting Diode），它是一种可以将电能转化为光能的电子器件，具有二极管的特性。基本结构为一块电致发光的半导体模块，封装在环氧树脂中，通过针脚作为正负电极并起到支撑作用（见图 1-1）。

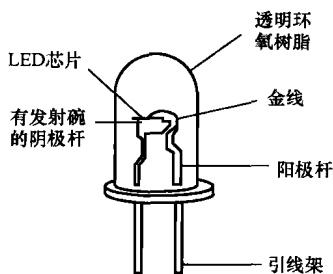


图 1-1 LED 的基本结构

发光二极管的结构主要由 PN 结芯片、电极和光学系统组成。当在电极上加上正向偏压之后，使电子和空穴分别注入 P 区和 N 区，当非平衡少数载流子与多数载流子复合时，就会以辐射光子的形式将多余的能量转化为光能。其发光过程包括三个部分：正向偏压下的载流子注入、复合辐射和光能传输。在 LED 的两端加上正向电压，电流从 LED 阳极流向阴极时，半导体晶体就发出从紫外线到红外线不同颜色的光线（见图 1-2）。调节电流，便可以调节光的强度。可以通过改变电流实现变色，这样就通过调整材料的能带结构和带隙，便可以多色发光。

人们常接触到其他两类发光二极管有：LD 和 UV LED。LD（Laser Diode）半导体激光二极管，和 LED 类似，也是一个 PN 结，利用外电源向 PN 结注入电子来发光。半导体激光器的结构通常由 P 层、N 层和形成双异质结的有源层构成。具有体积小，耦合效率高，响应速度快的特点。LD 的光线比较集中、质量轻、寿命长、结构简单而坚固，多应用于机箱的亮化（见图 1-3）。

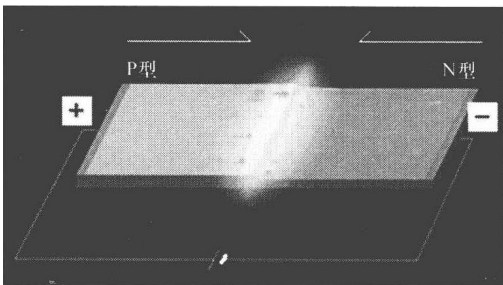


图 1-2 LED 的发光流程



图 1-3 LD 半导体激光二极管

UV LED，UV（Ultraviolet Rays）即紫外线，从 LED 原理中我们知道，LED 是在半导体 PN 结处流过正向电流时，能以高的转换效率辐射出紫外线、红外线和可见光谱。紫外线是肉眼看不见的，是可见紫色光以外的一段电磁辐射，波长在 10~400nm 的范围。通常按其性质的不同又细为以下几段：

真空紫外线（Vacuum UV），波长为 10~200nm。

短波紫外线 (UV-C), 波长为 200~290nm。

中波紫外线 (UV-B), 波长为 290~320nm。

长波紫外线 (UV-A), 波长为 320~400nm。

可见光 (Visible Light), 波长为 400~760nm。

对于 LD 和 UV LED 我们只是简单地介绍一下, 在以后的章节重点针对照明 LED 进行详细讲解。

## 第四节 LED 特点

(1) 节能。LED 的光谱几乎全部集中于可见光频段, 其发光效率可达 80%~90%。LED 与普通白炽灯、螺旋节能灯及 T5 三基色荧光灯的比较结果显示: 普通白炽灯的光效为 12lm/W, 寿命小于 2000 小时, 螺旋节能灯的光效为 60lm/W, 寿命小于 8000 小时, T5 荧光灯则为 96lm/W, 寿命大约为 10000 小时, 而直径为 5mm 的白光 LED 为 20~28lm/W, 寿命可大于 100000 小时。有人还预测, 未来的 LED 的寿命上限将是无穷大。

一般人都认为, 节能灯可节能 4/5 是伟大的创举, 但 LED 比节能灯还要节能 1/4, 这是固体光源更伟大的变革。除此之外, LED 还具有光线质量高、基本上无辐射、可靠耐用、维护费用极为低廉等其他优势, 属于典型的绿色照明光源。正因为 LED 具有以上其他固体光源所没有的特点, 以后 LED 将是照明行业的主流光源。

(2) 环保。LED 在生产过程中不要添加“汞”, 也不需要充气, 不需要玻璃外壳。抗冲击性好, 抗震性好, 不易破碎, 便于运输, 非常环保, 被称为“绿色能源”。

(3) 寿命非常长。普遍在 5 万~10 万小时之间, 因为 LED 是半导体器件, 即使是频繁地开关, 也不会影响到其使用寿命。

(4) LED 元件体积可以做得非常小, 便于布置和设计, 而且能够更好地实现夜景照明中“只见灯光、不见光源”的效果。

(5) LED 发出的光线能量集中度很高, 集中在较小的波长窗口内, 纯



度高。

(6) LED 响应时间为微秒级别，只要开关一开，马上就会亮，不会出现延迟和闪烁现象。

(7) LED 的发光指向性非常强，亮度衰减比传统光源低很多。

(8) LED 使用低压直流电即可驱动，具有负载小、干扰弱的优点，对使用条件要求较低。

(9) 能够较好地控制发光光谱组成，从而能够很好地用于博物馆以及展览馆中的局部或重点照明。

(10) 可以通过控制半导体发光层中半导体材料的禁止带幅的大小，从而发出各种颜色的光线，且彩度更高。

(11) 显色性高，不会对人眼造成伤害。

作为一个新兴的技术领域，LED 照明行业还处于一个快速发展阶段，科技进步令我们感到欣喜，但是还要意识到无论是技术环节还是行业的规章制度，与传统的光源相比，都还不成熟、不健全。要真正实现用 LED 替代传统光源还有一段很长的路要走，很多技术难题需要解决，如在大功率散热和光效方面。这些都需要从事 LED 行业的人员共同努力，让 LED 更好的为人们服务。

## 第五节 LED 主要性能指标

LED 性能指标是整个 LED 的核心部分，只有了解它的性能指标，才能深度了解 LED，以后产品的开发和销售才能得心应手，这也是进入 LED 行业必须具备的知识，现在我们进行详细的分析：

(1) LED 的颜色。LED 的颜色是很重要的一项指标，每一个 LED 相关灯具产品必须标明。目前 LED 的颜色主要有红色、绿色、蓝色、青色、黄色、白色、暖白、琥珀色等，在我们设计的时候这个参数是千万不能忘记的（尤其是初学者）。因为颜色不同，相关的参数也有很大的变化。

(2) LED 的电流。LED 的正向极限电流 ( $I_F$ ) 多在 20mA，而且 LED