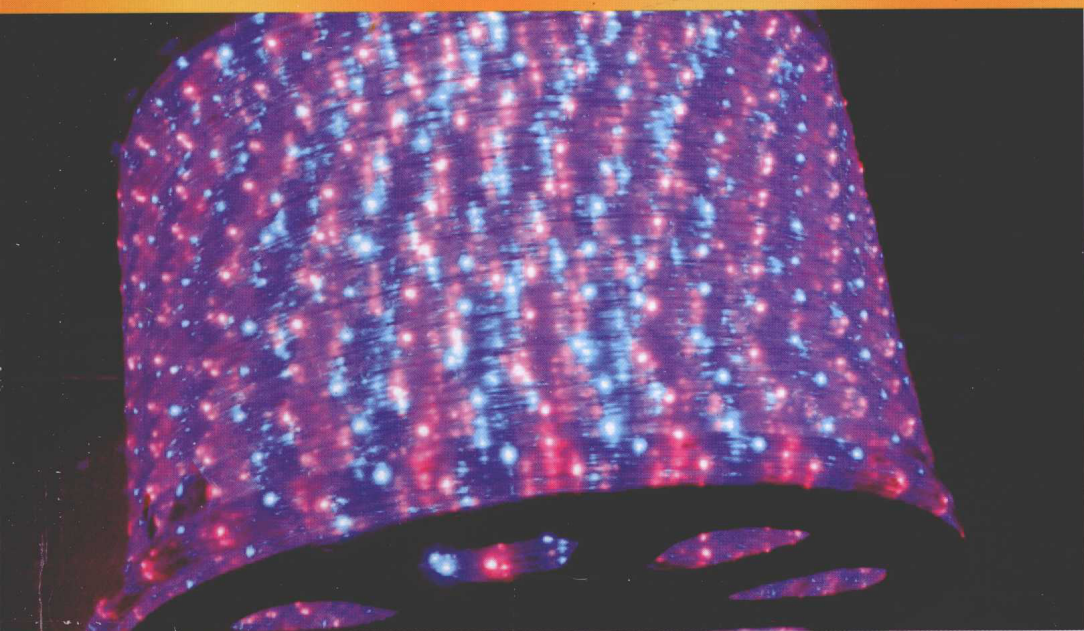




技能型人才培养丛书

LED显示屏 组装与调试全攻略



主编：曹振华



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

技能型人才培养丛书

LED 显示屏组装与调试全攻略

主 编 曹振华

副主编 孙小礼 潘广明

主 审 周红江

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书详细讲解了 LED 显示器件基础、电子元器件的检测、LED 显示屏电源电路与驱动扫描控制电路、灯牌及灯箱的安装检修、门头图文屏的结构与原理、门头图文屏制作与调试、户外大型 LED 图文屏组装、单色及双色视屏 LED 屏结构与原理、LED 视频显示屏的原理与控制内容。

本书适合于 LED 显示屏组装维修人员、LED 显示屏销售推广人员、电子爱好者及单片机显示编程人员阅读，也可以作为职业院校电子类相关专业的教材或教学参考书。

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 显示屏组装与调试全攻略 / 曹振华主编. —北京: 电子工业出版社, 2013.4

(技能型人才培养丛书)

ISBN 978-7-121-19780-2

I. ①L… II. ①曹… III. ①LED 显示器—组装 ②LED 显示器—调试方法 IV. ①TN141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 045858 号

策划编辑: 王敬栋 (wangjd@phei.com.cn)

责任编辑: 王敬栋 特约编辑: 张海波

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 北京京科印刷有限公司

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: 17.75 字数: 454 千字

印 次: 2013 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 48.00 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。

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

服务热线: (010) 88258888。

前 言

LED 灯箱和 LED 显示屏都是利用发光二极管根据不同的组合形成不同的文字和图像的。LED 具有发光效率高、使用寿命长、适应环境能力强、可以灵活组成各种状态、显示多种颜色等优点,被广泛应用于各种照明、广告牌、大型显示屏等场合。目前市场上应用最多的是各种灯箱、单色条屏、双色条屏及全彩视频屏。LED 显示屏发展速度较快,相关书籍非常少,不便于设计制造人员和维护人员的工作。为此,我们编写了此书,希望从事 LED 的相关人员从中得到一些有用的知识,以快速提高自己的水平。

由于 LED 显示屏涉及光学技术、电子学技术、半导体技术、大规模集成电路技术、单片机硬件电路与软件编程技术及计算机技术等众多内容,因此在本书中不能一一详述。本书从实际出发,主要讲解了 LED 的发展与分类、LED 显示屏基础知识、电子元器件的检测、LED 显示屏电源电路与驱动扫描控制电路、灯牌及灯箱的安装与检修、门头图文屏的结构与原理、门头图文屏制作与调试、户外大型 LED 图文屏组装、单色及双色视屏 LED 屏结构与原理、LED 视频显示屏的原理与控制。

本书由曹振华担任主编,孙小礼、潘广明担任副主编,由周红江主审。参与本书编写的还有邓会国、刘建辉、周新、张亮、马妙霞、辛春娟、赵亮、张明霞、朱明英、张伯龙等同志。编写过程中,还得到了固安信通铁路信号灯有限公司、北京中庆数字设备公司的大力支持和帮助,同时参考了相关书籍,在此对相关人士表示感谢。

本书作者均为一线工程师,所以本书的特点是通俗易懂、具体翔实、图文并茂,可帮助广大 LED 显示屏组装维修人员及广大电子爱好者尽快掌握 LED 屏的组装调试与维修技术。适合于 LED 显示屏组装维修人员、LED 屏销售推广人员、电子技术爱好者、单片机显示编程人员阅读。本书也可作为职业院校电子类及软件编程类专业的教材或教学参考书。

本书中有些接线图和电路图均由生产厂商提供,为了便于讲授,并与实际操作衔接,对未符合我国国家标准的图形和符号未做改动。在此,特别加以说明。

由于水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者谅解。

编 者

目 录

第 1 章 LED 显示器件基础	1
1.1 LED 的发展分类	1
1.1.1 LED 发展史	1
1.1.2 LED 与 LED 光源的特点	2
1.1.3 发光二极管的分类方法	3
1.1.4 发光二极管的封装形式	3
1.1.5 发光二极管的光谱与晶片	7
1.1.6 LED 光源在各种环境的应用	8
1.2 LED 显示屏基础知识	9
1.2.1 LED 显示屏的分类	9
1.2.2 LED 显示屏的构成	10
1.2.3 LED 显示屏技术参数	11
1.2.4 LED 显示屏常用术语解释	12
1.2.5 各式 LED 显示屏及相关产品的用途	19
第 2 章 电子元器件的检测	22
2.1 检测电子元器件的仪器仪表	22
2.1.1 万用表	22
2.1.2 数字电容表	30
2.1.3 示波器	32
2.2 电阻器的识别与检测	38
2.2.1 电阻器的种类、命名与应用	38
2.2.2 电阻器的参数及检测	40
2.3 电容器的识别与检测	46
2.3.1 电容器的种类、命名与应用	46
2.3.2 电容器参数及检测	48
2.4 晶体二极管的识别与检测	53
2.4.1 晶体二极管种类特性	53
2.4.2 晶体二极管的主要参数与检测	54
2.4.3 普通发光二极管的参数与检测	56
2.4.4 超高亮度发光二极管的参数与检测	58
2.4.5 变色发光二极管的参数与检测	59
2.5 晶体三极管的识别与检测	60
2.5.1 晶体三极管的结构、分类及原理	60
2.5.2 晶体三极管的参数与检测	62
2.5.3 晶体三极管的三种基本应用电路	66
2.6 LED 数码管的结构与检测	66

2.6.1 一位 LED 数码管的结构与检测	66
2.6.2 多位 LED 数码管的结构与检测	68
2.7 LED 点阵显示器的结构与检测	69
2.7.1 单色 LED 点阵显示器的结构与检测	70
2.7.2 彩色 LED 点阵显示器的工作原理与检测	71
2.8 变压器的结构与检测	83
2.8.1 降压变压器	83
2.8.2 电源开关变压器的结构与检测	88
2.9 集成电路的识别与应用	90
2.9.1 集成电路的种类及引脚识别	90
2.9.2 LED 中集成电路的应用	93
第 3 章 LED 显示屏电源电路	100
3.1 连续调整型稳压电路	100
3.1.1 连续调整型稳压电路构成与原理	100
3.1.2 实际连续调整型稳压电路分析与检修	104
3.1.3 集成稳压连续型电源电路分析	105
3.2 开关型稳压电路构成及检修	108
3.2.1 开关型稳压电路构成及基本原理	108
3.2.2 开关电源电路种类	109
3.2.3 电源电路的保护措施	113
3.2.4 开关电源的检修方法及注意事项	116
3.2.5 常用开关电源电路分析	120
第 4 章 LED 驱动电路及扫描控制	127
4.1 驱动电路种类与 LED 的驱动电路	127
4.1.1 驱动电路种类	127
4.1.2 LED 的驱动电路	132
4.2 LED 灯箱与显示屏用电子扫描控制器	135
4.2.1 LED 灯箱用电子扫描控制器	135
4.2.2 显示屏用电子扫描控制器	139
第 5 章 LED 灯牌及灯箱的安装与检修	141
5.1 制作灯箱材料及制作安装工具	141
5.1.1 制作灯箱材料	141
5.1.2 制作工具	142
5.2 灯箱牌的制作	148
5.2.1 制作过程	148
5.2.2 调试与维修	150
第 6 章 门头图文显示屏的结构与原理	151
6.1 结构及特点	151
6.1.1 结构	151

6.1.2 特点	153
6.2 工作原理	155
6.2.1 硬件控制电路	155
6.2.2 软件控制	161
6.3 图文显示屏的种类及应用	170
6.3.1 图文显示屏种类	170
6.3.2 图文显示屏的应用	175
第 7 章 门头图文显示屏制作与调试	176
7.1 点阵显示屏制作	176
7.1.1 点阵显示屏的电路构成	176
7.1.2 点阵显示屏硬件制作	179
7.1.3 点阵显示屏软件设计	182
7.2 户内 LED 图文屏组装	182
7.2.1 户内 LED 图文屏单元组件	183
7.2.2 户内屏的制作	186
7.2.3 软件应用	194
7.2.4 常见故障排除	196
7.3 半户外 LED 图文屏组装	197
7.3.1 半户外 LED 图文屏组件及转接线	197
7.3.2 半户外 LED 图文屏软件应用	202
7.3.3 半户外 LED 图文屏各种条屏常见故障排除	203
7.4 户外大型 LED 图文屏的组装	204
7.4.1 户外 LED 模幅条屏的特点及结构	204
7.4.2 户外 LED 模幅条屏制作安装过程	208
7.4.3 户外 LED 图文屏软件应用	211
7.4.4 户外 LED 模幅条屏常见故障排除	212
第 8 章 视频 LED 显示屏原理	213
8.1 电视视频信号	213
8.1.1 电视视频信号的原理	213
8.1.2 电视信号的扫描	214
8.1.3 视频 LED 显示屏构成	216
8.1.4 视频 LED 基本工作原理	218
8.2 LED 视频屏显示卡与多媒体视频	224
8.2.1 LED 视频屏显示卡	224
8.2.2 多媒体视频卡	225
8.3 LED 视频屏的节目组织与播放	228
8.3.1 LED 视频屏的节目组成	228
8.3.2 软件的控制界面	229
8.3.3 节目制作流程	230

第 9 章 LED 视频显示屏的组装与调试	231
9.1 LED 视频屏部件与组装	231
9.1.1 LED 视频屏部件	231
9.1.2 视频屏组装过程	234
9.2 LED 视频屏的调试	238
第 10 章 LED 视频显示屏的控制	241
10.1 远程控制系统	241
10.1.1 特点与构成	241
10.1.2 连接步骤	246
10.1.3 系统设置及指示灯状态说明	247
10.1.4 线缆要求	248
10.1.5 应用实例	250
10.1.6 常见问题判断及解决方法	253
10.2 LED 联机视频系统	254
10.2.1 系统构成与特点	254
10.2.2 显示控制系统	256
10.2.3 应用实例	258
10.3 LED 脱机视频系统	262
10.3.1 系统构成与特点	262
10.3.2 软件的使用	263
10.3.3 系统连接	264
10.3.4 故障分析与检修	265
10.4 LED 视频屏管理工具的安装与使用	265
10.4.1 管理工具简介及安装	265
10.4.2 LED 管理工具应用	268
10.4.3 管理工具常见故障	273
10.4.4 管理软件的卸载	274

第 1 章 LED 显示器件基础

1.1 LED 的发展分类

1.1.1 LED 发展史

在很多年前人们发现了半导体材料可产生光线，通用电气公司的尼克·何伦亚克开发出第一种实际应用的可见光发光二极管，英文名称为 **Light Emitting Diode**，缩写为 **LED**。发光二极管基本结构是一块电致发光的半导体材料，置于一个有引线的架子上，然后四周用环氧树脂密封，即固体封装，就能起到保护内部芯线的作用，因此 LED 的抗振性能很好。发光二极管的核心部分是由 P 型半导体和 N 型半导体组成的晶片，在 P 型半导体和 N 型半导体之间有一个过渡层，称为 PN 结。在某些半导体材料的 PN 结中，注入的少数载流子与多数载流子复合时会把多余的能量以光的形式释放出来，从而把电能直接转换为光能。PN 结施加反向电压时，少数载流子难以注入，故不发光。这种利用注入式电致发光原理制作的二极管叫发光二极管，通称 LED。当它处于正向工作状态时（两端加上正向电压），电流从 LED 阳极流向阴极，半导体就发出从紫外到红外不同颜色的光线，光的强弱与电流有关。

最初，LED 用作仪器仪表的指示光源。后来，各种光色的 LED 在交通信号灯和大面积显示屏中得到了广泛应用，产生了很好的经济效益和社会效益。以 12in 的红色交通信号灯为例，在美国，本来采用长寿命、低光效的 140W 白炽灯作为光源，它产生 2000lm 的白光。经红色滤光片后，光损失 90%，只剩下 200lm 的红光。而在新设计的灯中，Lumileds 公司采用了 18 个红色 LED 光源，包括电路损失在内，共耗电 14W，即可产生同样的光效。汽车信号灯也是 LED 光源应用的重要领域。

早期 LED 所用的材料是 **GaAsP**，其发光颜色为红色。经过近 30 年的发展，现在大家十分熟悉的 LED，已能发出红、橙、黄、绿、蓝等多种色光。然而照明用的白色光 LED 仅在近年才发展起来。众所周之，可见光光谱的波长范围为 380~760nm，是人眼可感受到的七色光——红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，但这七种颜色的光都各自是一种单色光。例如，LED 发的红光的峰值波长为 565nm。在可见光的光谱中是没有白色光的，因为白光不是单色光，而是由多种单色光合成的复合光，正如太阳光是由七种单色光合成的白色光，而彩色电视机中的白色光也是由三基色红、绿、蓝合成的。由此可见，要使 LED 发出白光，它的光谱特性应包括整个可见的光谱范围。但要制造这种性能的 LED，在目前的工艺条件下是不可能的。根据人们对可见光的研究，人眼睛所能见的白光，至少需两种光的混合，即二波长发光（蓝色光+黄色光）或三波长发光（蓝色光+绿色光+红色光）的模式。上述两种模式的白光，都需要蓝色光，所以摄取蓝色光已成为制造白光的关键技术，即当前各大 LED 制造公

司追逐的“蓝光技术”。

目前国际上掌握“蓝光技术”的厂商仅有少数几家，如日本的日亚化学、日本的丰田合成、美国的 CREE、德国的欧司朗等，所以白光 LED 的推广应用，尤其是高亮度白光 LED 在我国的推广还需要一个过程。

对于一般照明，在工艺结构上，白光 LED 通常采用两种方法形成：第一种是利用“蓝光技术”与荧光粉配合形成白光；第二种是多种单色光混合方法。这两种方法都已能成功产生白光器件。LEDGaM 芯片发蓝光（ $\lambda_p=465\text{nm}$ ），它和 YAG（钇铝石榴石）荧光粉封装在一起，当荧光粉受蓝色光激发后发出黄色光，结果蓝色光和黄色光混合形成白光。第二种方法采用不同色光的芯片封装在一起，通过各色光混合而产生白光。

1.1.2 LED 与 LED 光源的特点

1. 白光 LED 的特点

LED 的内在特征决定了它是最理想的代替传统光源的光源。

(1) 体积小：LED 基本上是一块很小的晶片被封装在环氧树脂里面，所以它非常小，非常轻。

(2) 耗电量低：LED 耗电非常低，一般来说，LED 的工作电压是 $2\sim 3.6\text{V}$ ，工作电流是 $0.02\sim 0.03\text{A}$ ，这就是说，它消耗的电能不超过 0.1W 。

(3) 使用寿命长：在恰当的电流和电压下，LED 的使用寿命可达 10 万小时。

(4) 高亮度、低热量：比 HID 或白炽灯更少的热辐射。

(5) 环保：LED 由无毒的材料制成，不像荧光灯含水银会造成污染，同时 LED 还可以回收再利用。

(6) 坚固耐用：LED 被完全地封装在环氧树脂里面，它比灯泡和荧光灯管都坚固。灯体内也没有松动的部分，这些特点使得 LED 可以说是不易损坏的。

(7) 可控性强：可以实现各种颜色的变化。

2. LED 光源的特点

(1) 电压：LED 使用低压电源，供电电压在 $6\sim 24\text{V}$ 之间，根据产品不同而异，所以它是一个比使用高压电源更安全的电源，特别适用于公共场所。

(2) 效能：消耗能量较同光效的白炽灯减少 80%。

(3) 适用性：很小，每个单元 LED 片是 $3\sim 5\text{mm}$ 的正方形，可以制备成各种形状的器件，并且适合于易变的环境。

(4) 稳定性：使用 10 万小时后光强度衰为初始的 50%。

(5) 响应时间：白炽灯的响应时间为毫秒级，LED 灯的响应时间为纳秒级。

(6) 对环境污染：无有害金属汞。

(7) 颜色：改变电流可以变色，发光二极管方便地通过化学修饰方法，调整材料的能带结构和带隙，实现红、黄、绿、蓝、橙多色发光。例如，小电流时为红色的 LED，随着电流的增加，可以依次变为橙色、黄色，最后为绿色。

(8) 价格：LED 的价格比较昂贵，几只 LED 的价格就与一只白炽灯的价格相当，而通

常每组信号灯需由 300~500 只二极管构成。

1.1.3 发光二极管的分类方法

1. 按发光二极管发光颜色分

按发光二极管发光颜色分,可分成红色、橙色、绿色(又细分为黄绿、标准绿和纯绿)、蓝色等。另外,有的发光二极管中包含两种或三种颜色的芯片。根据发光二极管出光处掺或不掺散射剂、有色还是无色,上述各种颜色的发光二极管还可分成有色透明、无色透明、有色散射和无色散射四种类型。散射型发光二极管还适用于做指示灯。

2. 按发光二极管出光面特征分

按发光二极管出光面特征分圆形灯、方形灯、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。国外通常把 $\phi 3\text{mm}$ 的发光二极管记作 T-1;把 $\phi 5\text{mm}$ 的记作 T-1 (3/4);把 $\phi 4.4\text{mm}$ 的记作 T-1 (1/4)。由半值角大小可以估计圆形发光强度角分布情况。

从发光强度角分布图来分有三类。

(1) 高指向型。一般为尖头环氧树脂封装,或者带金属反射腔封装,并且不加散射剂。半值角为 $5^\circ \sim 20^\circ$ 或更小,具有很高的指向性,可作局部照明光源用,或者与光检出器联用以组成自动检测系统。

(2) 标准型。通常作指示灯用,其半值角为 $20^\circ \sim 45^\circ$ 。

(3) 散射型。这是视角较大的指示灯,半值角为 $45^\circ \sim 90^\circ$ 或更大,散射剂的量较大。

3. 按发光二极管的结构分

按发光二极管的结构分,有全环氧树脂包封、金属底座环氧树脂封装、陶瓷底座环氧树脂封装及玻璃封装等结构。

4. 按发光强度和工作电流分

按发光强度分为普通亮度的 LED (发光强度为 100mcd) 和高亮度的 LED (发光强度为 10~100mcd)。按工作电流分为一般 LED (工作电流在十几至几十毫安) 和低电流 LED (工作电流在 2mA 以下,亮度与普通发光二极管相同)。

1.1.4 发光二极管的封装形式

LED 封装技术大都是在分立器件封装技术基础上发展与演变而来的,但却有很大的特殊性。一般情况下,分立器件的管芯被密封在封装体内,封装的作用主要是保护管芯和完成电气互连。而 LED 封装则完成输出电信号、保护管芯正常工作、输出可见光的功能。既有电参数又有光参数的设计及技术要求,无法简单地将分立器件的封装用于 LED。LED 的核心发光部分是由 P 型和 N 型半导体构成的 PN 结管芯,当注入 PN 结的少数载流子与多数载流子复合时,就会发出可见光、紫外光或近红外光。

PN 结区发出的光是非定向的,即向各个方向发射有相同的概率,因此,并不是管芯产生的所有光都可以释放出来,这主要取决于半导体材料的质量、管芯结构及几何形状、封装内部结构与封装材料。常规 $\phi 5\text{mm}$ 型 LED 封装是将边长 0.25mm 的正方形管芯黏结或烧结在引线架上,管芯的正极通过球形接触点与金丝键合为内引线与一条引脚相连,负极通过反射杯和引线架的另一引脚相连,然后其顶部用环氧树脂包封。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,有这样几种作用:保护管芯等不受外界侵蚀;采用不同的形状和材料性质(掺或不掺散色剂),起透镜或漫射透镜功能,控制光的发散角;管芯折射率与空气折射率相关太大,致使管芯内部的全反射临界角很小,其有源层产生的光只有小部分被取出,大部分易在管芯内部经多次反射而被吸收,易发生全反射导致过多光损失,选用相应折射率的环氧树脂作过渡,提高管芯的光出射效率。构成管壳的环氧树脂需具有耐湿性、绝缘性、机械强度、对管芯发出光的折射率和透射率高。选择不同折射率的封装材料,封装几何形状对光子逸出效率的影响是不同的,发光强度的角分布也与管芯结构、光输出方式、封装透镜所用材质和形状有关。若采用尖形树脂透镜,可使光集中到 LED 的轴线方向,相应的视角较小;如果顶部的树脂透镜为圆形或平面型,其相应视角将增大。

一般情况下,LED 的发光波长随温度变化为 $0.2\sim 0.3\text{nm}/^{\circ}\text{C}$,光谱宽度随之增加,影响颜色鲜艳度。另外,当正向电流流经 PN 结,发热性损耗使结区产生温升,在室温附近,温度每升高 1°C ,LED 的发光强度会相应地减少 1% 左右,封装散热保持色纯度与发光强度非常重要,以往多采用减少其驱动电流的办法来降低结温,多数 LED 的驱动电流限制在 20mA 左右。但是,LED 的光输出会随电流的增大而增加。目前,很多功率型 LED 的驱动电流可以达到 70mA 、 100mA 甚至 1A 级,需要改进封装结构,采用全新的 LED 封装设计理念和低热阻封装结构及技术,来改善热特性。例如,采用大面积芯片倒装结构,选用导热性能好的银胶,增大金属支架的表面积,焊料凸点的硅载体直接装在高温沉上等方法。此外,在设计中,PCB 线路板等的热设计、导热性也十分重要。

进入 21 世纪后,LED 的高效化、超高亮度化、全色化不断发展创新,红、橙 LED 光效已达到 $100\text{lm}/\text{W}$,绿 LED 为 $50\text{lm}/\text{W}$,单只 LED 的光通量也达到数十 lm 。LED 芯片和封装不再沿袭传统的设计理念与制造生产模式,在增加芯片的光输出方面,研发不仅仅限于改变材料内杂质数量、晶格缺陷和位错来提高内部效率。同时,如何改善管芯及封装内部结构,增强 LED 内部产生光子出射的概率,提高光效,解决散热,取光和热沉优化设计,改进光学性能,加速表面贴装化 SMD 进程更是产业界研发的主流方向。

1. 产品封装结构类型

自 20 世纪 90 年代以来,LED 芯片及材料制作技术的研发取得多项突破,透明衬底梯形结构、纹理表面结构、芯片倒装结构,商品化的超高亮度 (1cd 以上) 红、橙、黄、绿、蓝的 LED 产品相继问世,2000 年开始在低、中光通量的特殊照明中获得应用。

LED 的上、中游产业受到前所未有的重视,进一步推动下游的封装技术及产业发展。采用不同封装结构形式与尺寸,不同发光颜色的管芯及其双色或三色组合方式,可生产出多种系列的产品。

LED 产品封装结构的类型很多,可根据发光颜色、芯片材料、发光亮度、尺寸大小

等特征来分类。单个管芯一般构成点光源，多个管芯组装一般可构成面光源和线光源，作信息、状态指示及显示用，发光显示器是用多个管芯，通过管芯的适当连接（包括串联和并联）与合适的光学结构组合而成的，构成发光显示器的发光段和发光点。表面贴装 LED 可逐渐替代引脚式 LED，应用设计更灵活，已在 LED 显示市场中占有一定的份额，有加速发展趋势。固体照明光源有部分产品上市，成为今后 LED 的中、长期发展方向。

2. 引脚式封装

LED 引脚式封装采用引线架作各种封装外形的引脚，是最先研发成功并投放市场的封装结构。其品种数量繁多，技术成熟度较高，封装内结构与反射层仍在不断改进。标准 LED 被大多数客户认为是目前显示行业中最方便、最经济的解决方案，典型的传统 LED 安置在能承受 0.1W 输入功率的包封内，其 90% 的热量由负极的引脚架散发至 PCB，再散发到空气中。如何降低工作时 PN 结的温升是封装与应用必须考虑的。包封材料多采用高温固化环氧树脂，其光性能优良，工艺适应性好，产品可靠性高，可做成有色透明或无色透明和有色散射或无色散射的透镜封装，不同的透镜形状构成多种外形及尺寸。例如，圆形按直径分为 $\phi 2\text{mm}$ 、 $\phi 3\text{mm}$ 、 $\phi 4.4\text{mm}$ 、 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 7\text{mm}$ 等数种，环氧树脂的不同组份可产生不同的发光效果。花色点光源有多种不同的封装结构：陶瓷底座环氧树脂封装具有较好的工作温度性能，引脚可弯曲成所需形状，体积小；金属底座塑料反射罩式封装是一种节能指示灯，适作电源指示用；闪烁式将 CMOS 振荡电路芯片与 LED 管芯组合封装，可自行产生较强视觉冲击的闪烁光；双色型由两种不同发光颜色的管芯组成，封装在同一环氧树脂透镜中，除双色外还可获得第三种混合色，在大屏幕显示系统中的应用极为广泛，并可封装组成双色显示器件；电压型将恒流源芯片与 LED 管芯组合封装，可直接替代 5~24V 的各种电压指示灯。面光源是多个 LED 管芯黏结在微型 PCB 的规定位置上，采用塑料反射框罩并灌封环氧树脂而形成的，PCB 的不同设计确定外引线排列和连接方式，有双列直插与单列直插等结构形式。点、面光源现已开发出数百种封装外形及尺寸，供市场及客户适用。

LED 发光显示器可由数码管或米字管、符号管、矩阵管组成各种多位产品，由实际需求设计成各种形状与结构。以数码管为例，有反射罩式、单片集成式、单条七段式三种封装结构，连接方式有共阳极和共阴极两种。一位就是通常说的数码管，两位以上的一般称作显示器。反射罩式具有字型大、用料省、组装灵活的混合封装特点，一般用白色塑料制作成带反射腔的七段外壳，将单个 LED 管芯黏结在与反射罩的七个反射腔互相对位的 PCB 上，每个反射腔底部的中心位置是管芯形成的发光区，用压焊方法键合引线，在反射罩内滴入环氧树脂，与粘好管芯的 PCB 对位粘合，然后固化即成。反射罩式又分为空封和实封两种。前者采用散射剂与染料的环氧树脂，多用于单位、双位器件；后者上盖滤色片与匀光膜，并在管芯与底板上涂透明绝缘胶，提高出光效率，一般用于四位以上的数字显示。对于单片集成式，在发光材料晶片上制作大量七段数码显示器图形管芯，然后划片分割成单片图形管芯，黏结、压焊、封装带透镜（俗称鱼眼透镜）的外壳。单条七段式将已制作好的大面积 LED 芯片，划割成内含一只或多只管芯的发光条，如此同样的七条黏结在数码字形的支架上，经压焊、环氧树脂封装构成。单片式、单条式的特点是微小型化，

可采用双列直插式封装，大多是专用产品。LED 光柱显示器在 106mm 长度的线路板上，安置 101 只管芯（最多可达 201 只管芯），属于高密度封装，利用光学的折射原理，使点光源通过透明罩壳的 13~15 条光栅成像，完成每只管芯由点到线的显示，封装技术较为复杂。

半导体 PN 结的电致发光机理决定 LED 不可能产生具有连续光谱的白光，同时单只 LED 也不可能产生两种以上的高亮度单色光，只能在封装时借助荧光物质，蓝或紫外 LED 管芯上涂敷荧光粉，间接产生宽带光谱，合成白光，或者采用几种（两种或三种、多种）发不同色光的管芯封装在一个组件外壳内，通过色光的混合构成白光 LED。这两种方法都取得实用化，日本 2000 年生产白光 LED 达 1 亿只，发展成一类稳定地发白光的产品，并将多只白光 LED 设计组装成对光通量要求不高，以局部装饰作用为主，追求新潮的光源。

3. 表面贴装封装

表面贴装封装的 LED（SMD LED）符合整个电子行业发展大趋势，很多生产厂商推出此类产品。

早期的 SMD LED 大多采用带透明塑料体的 SOT—23 改进型，外形尺寸为 3.04mm×1.11mm，采用卷盘式容器编带包装。在 SOT—23 基础上，研发出了带透镜的高亮度 SMD 的 SLM—125 系列和 SLM—245 系列 LED。前者为单色发光，后者为双色或三色发光。近些年，SMD LED 成为一个发展热点，很好地解决了亮度、视角、平整度、可靠性、一致性问题，采用更轻的 PCB 和反射层材料，在显示反射层需要填充的环氧树脂更少，并去除较重的碳钢材料引脚，通过缩小尺寸，降低重量，可轻易地将产品重量减轻一半，最终使应用更趋完美，尤其适合户内和半户外全彩显示屏应用。

厂商提供的 SMD LED 的数据都是以 4.0mm×4.0mm 的焊盘为基础的，采用回流焊可设计成焊盘与引脚相等。超高亮度 LED 产品可采用 PLCC（塑封带引线片式载体）—2 封装，外形尺寸为 3.0mm×2.8mm，通过独特方法装配高亮度管芯，产品热阻为 400K/W，可按 CECC 方式焊接，其发光强度在 50mA 驱动电流下达 1250mcd。七段式的一位、两位、三位和四位数码 SMD LED 显示器件的字符高度为 5.08~12.7mm，显示尺寸选择范围宽。PLCC 封装避免了引脚七段数码显示器所需的手工插入与引脚对齐工序，符合自动拾取贴装设备的生产要求，应用设计空间灵活，显示鲜艳清晰。

多色 PLCC 封装带有一个外部反射器，可简便地与发光管或光导相结合，用反射型替代目前的透射型光学设计，为大范围区域提供统一的照明。

4. 功率型封装

LED 芯片及封装向大功率方向发展，在大电流下产生比 $\phi 5\text{mm}$ LED 大 10~20 倍的光通量，必须采用有效的散热与不劣化的封装材料解决光衰问题。因此，管壳及封装也是其关键技术，能承受数瓦功率的 LED 封装已出现。

Luxeon 系列功率 LED 是将 AlGaInN 功率型倒装管芯倒装焊接在具有焊料凸点的硅载体上，然后把完成倒装焊接的硅载体装入热沉与管壳中，键合引线进行封装的。这种封装对于取光效率、散热性能、加大工作电流密度的设计都是最佳的。其主要特点：热阻低，一般仅

为 $14^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，只有常规 LED 的 $1/10$ ；可靠性高，封装内部填充稳定的柔性胶凝体，在 $-40\sim 120^{\circ}\text{C}$ 范围，不会因温度骤变产生的内应力而使金丝与引线框架断开，并防止环氧树脂透镜变黄，引线框架也不会因氧化而玷污；反射杯和透镜的最佳设计使辐射图样可控和光学效率最高。

Norlux 系列功率 LED 的封装结构为六角形铝板作底座（使其不导电）的多芯片组合，底座直径为 31.75mm ，发光区位于其中心部位，可容纳 40 只 LED 管芯，铝板同时作为热沉。管芯的键合引线通过底座上制作的两个接触点与正、负极连接，根据所需输出光功率的大小来确定底座上排列管芯的数目，可组合封装的超高亮度的 AlGaInN 和 AlGaInP 管芯，其发射光分别为单色、彩色或合成的白色，最后用高折射率的材料按光学设计形状进行封装。这种封装采用常规管芯高密度组合封装，取光效率高，热阻低，较好地保护管芯与键合引线，在大电流下有较高的光输出功率，也是一种有发展前景的 LED 固体光源。在应用中，可将已封装产品组装在一个带有铝夹层的金属芯 PCB 上，形成功率密度 LED。PCB 作为器件电极连接的布线之用，铝芯夹层则可作热沉使用，获得较高的发光通量和光电转换效率。此外，封装好的 SMD LED 体积很小，可灵活地组合起来，构成模块型、导光板型、聚光型、反射型等多姿多彩的照明光源。功率型 LED 的热特性直接影响到 LED 的工作温度、发光效率、发光波长、使用寿命等，因此对功率型 LED 芯片的封装设计、制造技术更显得尤为重要。

1.1.5 发光二极管的光谱与晶片

光谱是复色光经过色散系统（如棱镜、光栅）分光后，被色散开的单色光按波长（频率）大小而依次排列的图案，晶片不同，其产生颜色光不同。

1. LED 晶片的作用

LED 晶片是 LED 的主要原材料，LED 主要依靠晶片来发光。

2. LED 晶片的组成

LED 晶片主要由砷（As）、铝（Al）、镓（Ga）、铟（In）、磷（P）、氮（N）、锗（Si）等元素中的若干种组成。

3. LED 晶片的分类

1) 按发光亮度分

(1) 一般亮度：R、H、G、Y、E 等；(2) 高亮度：VG、VY、SR 等；(3) 超高亮度：UG、UY、UR、UYS、URF、UE 等；(4) 不可见光（红外线）：R、SIR、VIR、HIR；(5) 红外线接收管：PT；(6) 光电管：PD。

2) 按组成元素分

(1) 二元晶片（磷、镓）：H、G 等；(2) 三元晶片（磷、镓、砷）：SR、HR、UR 等；(3) 四元晶片（磷、铝、镓、铟）：SRF、HRF、URF、VY、HY、UY、UYS、UE、HE、UG。

4. LED 晶片特性

表 1-1 列出了 LED 晶片特性。

表 1-1 LED 晶片特性表

LED 晶片型号	发光颜色	组成元素	波长 (nm)	LED 晶片型号	发光颜色	组成元素	波长 (nm)
SBI	蓝色	InGa _N /SiC	430	HY	超亮黄色	AlGaInP	595
SBK	较亮蓝色	LnGa _N /SiC	468	SE	高亮橘色	GaAsP/GaP	610
DBK	较亮蓝色	Ga _{un} N/Ga _n	470	HE	超亮橘色	AlGaInP	620
SGL	青绿色	LnGa _N /SiC	502	UE	最亮橘色	AlGaInP	620
DGL	较亮青色	LnGa _N /Ga _N	505	URF	最亮红色	AlGaInP	630
DGM	较亮青色	LnGa _N	523	E	桔色	GaAsP/GaP	635
PG	纯绿	GaP	555	R	红色	GaAsP	655
SG	标准绿	GaP	560	SR	较亮红色	GaAlAs	660
G	绿色	GaP	565	HR	超亮红色	GaAlAs	660
VG	较亮绿色	GaP	565	UR	最亮红色	GaAlAs	660
UG	最亮绿色	AlGaInP	574	H	高红	GaP	697
Y	黄色	GaAsP/Ga	585	HIR	红外线	GaAlAs	850
VY	较亮黄色	GaAsP/GaP	585	SIR	红外线	GaAlAs	880
UYS	最亮黄色	AlGaInP	587	VIR	红外线	GaAlAs	940
UY	最亮黄色	AlGaInP	595	IR	红外线	GaAs	940

1.1.6 LED 光源在各种环境的应用

LED 的应用主要可分为三大类：LCD 屏背光、LED 照明、LED 显示。

(1) 小尺寸 1.5~3.5in LCD 屏的背光：如手机、PDA、MP3、MP4 等便携设备的 LCD 屏都需要 LED 来背光。

(2) 大尺寸 LCD 屏的背光（如 LCD TV/Monitor、笔记本电脑）：目前大部分 LCD TV/Monitor、笔记本电脑的 LCD 屏是采用的 CCFL 荧光灯管做背光的，因 CCFL 寿命、环保等不利原因，目前正朝向采用 LED 背光发展。按 LCD 屏的尺寸大小一般需要数十个到上百个白光 LED 做背光，而其 LED 驱动 IC 市场潜力将会很大。

(3) 7in LCD 屏的背光：如数码相机。

(4) LED 手电筒：小功率 LED 手电筒、强光 LED 手电筒、LED 矿灯。

(5) LED 显示：在公交车、地铁里及各种门头广告屏都能看到各样的 LED 字幕显示屏，并且在户外也有不少大屏幕 LED 点阵显示屏幕，从远处看就是一个比较清晰的超大屏幕电视机。这里需要用到专用的 LED 显示控制芯片。

(6) LED 照明：照明经过白炽灯、日光灯，到现在比较普遍的节能灯，再下个阶段应该就是 LED 照明灯的普及了，这里需要超高亮度的 LED，超长寿命、极低功耗将是 LED 灯很大的优势。

1.2 LED显示屏基础知识

1.2.1 LED显示屏的分类

LED显示屏(LED Panel)是一种通过控制半导体发光二极管的显示方式,由很多个通常是红色的小灯组成,靠灯的亮灭来显示字符。它是用来显示文字、图形、图像、动画、行情、视频、录像信号等各种信息的显示屏幕。

LED显示屏可分为图文显示屏和视频显示屏,均由LED矩阵块组成。图文显示屏可与计算机同步显示汉字、英文文本和图形;视频显示屏采用微型计算机进行控制,图文、图像并茂,以实时、同步、清晰的信息传播方式播放各种信息,还可显示二维、三维动画,录像,电视,VCD节目及现场实况。LED显示屏显示画面色彩鲜艳,立体感强,静如油画,动如电影,广泛应用于金融、税务、工商、邮电、体育、广告、厂矿企业、交通运输、教育系统、车站、码头、机场、商场、医院、宾馆、银行、证券市场、建筑市场、拍卖行、工业企业管理和其他公共场所。

LED显示屏可以显示变化的数字、文字、图形图像,不仅可以用于室内环境,还可以用于室外环境,具有投影仪、电视墙、液晶显示屏无法比拟的优点。LED之所以受到广泛重视而得到迅速发展,是与它本身所具有的优点分不开的。这些优点概括起来是亮度高、工作电压低、功耗小、小型化、寿命长、耐冲击和性能稳定。LED的发展前景极为广阔,目前正朝着更高亮度、更高耐气候性、更高的发光密度、更高的发光均匀性、更高的可靠性、全色化方向发展。

LED显示屏的分类如下。

1. 按颜色基色分

- (1) 单基色显示屏:单一颜色(红色或绿色)。
- (2) 双基色显示屏:红和绿双基色,256级灰度,可以显示65536种颜色。
- (3) 全彩色显示屏:红、绿、蓝三基色,256级灰度的全彩色显示屏可以显示一千六百万种颜色。

2. 按显示器件分

- (1) LED数码显示屏:显示器件为7段码数码管,适于制作时钟屏、利率屏等显示数字的电子显示屏。
- (2) LED点阵图文显示屏:显示器件是由许多均匀排列的发光二极管组成的点阵显示模块,适于播放文字、图像信息。

3. 按使用场合分

- (1) 室内显示屏:发光点较小,一般为 $\phi 3 \sim \phi 8 \text{mm}$,显示面积一般为几至十几平方米。
- (2) 室外显示屏:面积一般为几十平方米至几百平方米,亮度高,可在阳光下工作,具有防风、防雨、防水功能。