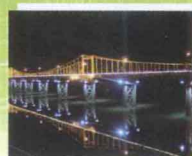


周志敏 纪爱华 编著

# 漫步 LED世界

(显示屏安装调试与维修实例篇)



國防工業出版社

National Defense Industry Press

# 漫步 LED 世界

( 显示屏安装调试与维修实例篇 )

周志敏 纪爱华 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书结合国内 LED 显示屏施工、使用维护及维修技术现状,以从事 LED 显示屏安装调试、使用维护及维修人员为本书的读者对象,系统、全面地讲解了 LED 显示屏安装调试、使用维护、维修必备的基础知识、维修方法和操作技能。全书共 5 章,在概述 LED 显示屏基础知识的基础上,系统的介绍了 LED 显示屏安装及调试、LED 显示屏维修常用仪表及测量技术、LED 显示屏故障检测及诊断、LED 显示屏维护及故障处理等内容,并在附录列出通用的 LED 显示屏安装施工方案。

本书题材新颖实用,内容丰富,深入浅出,文字通俗,具有很高的实用价值,是从事 LED 显示屏安装调试、维修人员的必备读物。也可作为职业技术学院电器维修专业、LED 显示屏安装调试、维修培训班学员和教师的参考图书。

### 图书在版编目(CIP)数据

漫步 LED 世界. 显示屏安装调试与维修实例篇/周志敏,纪爱华编著.

—北京:国防工业出版社,2013.8

ISBN 978-7-118-08767-3

I. ①漫… II. ①周… ②纪… III. ①LED 显示器—设备安装 ②LED 显示器—调试方法 ③LED 显示器—维修 IV. ①TN383 ②TN141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 159205 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 10¼ 字数 253 千字

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 88540777

发行邮购:(010) 88540776

发行传真:(010) 88540755

发行业务:(010) 88540717

# 前 言

LED 是一种可将电能转变为光能的半导体发光器件，属于固态光源。LED 优点众多，寿命长、耗能低，而且控制极为方便，属于典型的绿色照明光源。随着 LED 技术的不断创新和发展，LED 显示屏应用于各种公共场合显示文字、图形、图像、动画、视频等各种信息，其具有较强的广告渲染力和震撼力。

LED 显示屏作为一种新型的显示技术，其应用前景举世瞩目，LED 无论是发光原理还是功能等方面都具有其它传统光源无法具有的优势。LED 显示技术的不断发展和创新，在很大程度上改变了传统显示观念，使得显示技术面临一场新的革命，推动了现代显示技术向更加节能化、健康化、艺术化和人性化方向发展。

LED 显示技术的发展引起了国内外光源界的普遍关注，现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产业。LED 显示产品的开发、研制生产已成为发展前景十分诱人的朝阳产业。目前，随着 LED 显示技术的广泛应用及潜在的市场，LED 显示技术展示出了强大的发展潜力，并已形成完整的、新型的 LED 显示屏产业链。

本书结合国内 LED 显示屏安装调试、使用和维修中存在的问题，为满足刚从事 LED 显示屏安装调试、维修人员的需求，系统地讲解了 LED 显示屏安装调试、维修必备的基础知识、基本方法和操作技能。书中阐述的 LED 显示屏施工方案和维修实例具有普遍性和实用性，对 LED 显示屏的安装调试、故障诊断方法、检修实例的讲解深入浅出，注重细节和方法，具有较强的实用性和可操作性。该书集 LED 显示屏安装调试、使用维护维修方法、故障实例、LED 显示屏安装工程技术文件范本于一体，读者可以以此为“桥梁”，系统地全面了解和掌握 LED 显示屏的安装调试、维修操作技能。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、刘淑芬、纪达安、纪和平等，本书在写作过程中从资料的收集和技术信息交流上都得到了国内外的专业学者和 LED 显示屏制造商、系统集成商的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间短，又加之编者水平有限，书中难免有错误之处，敬请读者批评指正。

# 目 录

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 第 1 章 | LED 显示屏基础知识            | 1  |
| 1.1   | LED 显示屏结构及分类           | 1  |
| 1.1.1 | LED 显示屏发展历程及构成         | 1  |
| 1.1.2 | LED 显示屏分类及评价参数         | 4  |
| 1.1.3 | LED 显示屏的应用领域           | 15 |
| 1.2   | LED 显示屏通用电子器件          | 15 |
| 1.2.1 | LED 器件及单元板/模组          | 15 |
| 1.2.2 | LED 显示屏驱动芯片            | 18 |
| 1.2.3 | LED 显示屏的数据接口及扫描方式      | 28 |
| 第 2 章 | LED 显示屏安装及调试           | 36 |
| 2.1   | LED 显示屏箱体与安装方式及辅助设计    | 36 |
| 2.1.1 | LED 显示屏箱体              | 36 |
| 2.1.2 | LED 显示屏安装方式及注意事项       | 37 |
| 2.1.3 | LED 显示屏辅助设计            | 40 |
| 2.2   | LED 显示屏安装              | 42 |
| 2.2.1 | LED 显示屏箱体计算及拼装步骤       | 42 |
| 2.2.2 | LED 显示屏外框、配件制作及布线      | 46 |
| 2.2.3 | LED 显示屏计算机运行要求和系统安装及操作 | 50 |
| 2.3   | LED 显示屏配置及系统调试         | 52 |
| 2.3.1 | LED 显示屏配置              | 52 |
| 2.3.2 | 灵星雨系统发送卡、接收卡设置         | 53 |
| 2.3.3 | 计算机显卡设置                | 56 |
| 2.3.4 | LED 显示屏系统调试            | 58 |
| 2.3.5 | LED 显示屏播放软件的应用         | 63 |
| 第 3 章 | LED 显示屏维修常用仪表及测量技术     | 68 |
| 3.1   | 常用电工仪表                 | 68 |
| 3.1.1 | 电工仪表使用常识               | 68 |
| 3.1.2 | MF50 型万用表              | 74 |
| 3.1.3 | DT890 型数字式万用表          | 77 |
| 3.2   | LED 显示屏维修中的测量技术        | 78 |
| 3.2.1 | 电路常用元器件测试              | 78 |
| 3.2.2 | 半导体器件的测试               | 83 |

|              |                              |            |
|--------------|------------------------------|------------|
| 3.2.3        | 电压测量 .....                   | 89         |
| 3.2.4        | 电流测量 .....                   | 93         |
| <b>第 4 章</b> | <b>LED 显示屏故障检测及诊断 .....</b>  | <b>96</b>  |
| 4.1          | LED 显示屏故障分类与维修流程 .....       | 96         |
| 4.1.1        | LED 显示屏故障分类 .....            | 96         |
| 4.1.2        | LED 显示屏维修流程 .....            | 99         |
| 4.2          | LED 显示屏故障诊断技术与检查方法 .....     | 102        |
| 4.2.1        | LED 显示屏故障诊断技术与维修原则 .....     | 102        |
| 4.2.2        | LED 显示屏故障检查方法 .....          | 108        |
| <b>第 5 章</b> | <b>LED 显示屏维护及故障处理 .....</b>  | <b>116</b> |
| 5.1          | LED 显示屏寿命及维护 .....           | 116        |
| 5.1.1        | 影响 LED 显示屏寿命因素及使用注意事项 .....  | 116        |
| 5.1.2        | LED 显示屏保养及日常维护 .....         | 118        |
| 5.2          | LED 显示屏故障检查及诊断处理实例 .....     | 119        |
| 5.2.1        | LED 显示屏故障检查 .....            | 119        |
| 5.2.2        | LED 显示屏常见故障及排除方法 .....       | 120        |
| 5.2.3        | LED 显示屏故障诊断处理实例 .....        | 122        |
| <b>附录</b>    | <b>LED 显示屏制作安装施工方案 .....</b> | <b>142</b> |
| <b>参考文献</b>  | <b>.....</b>                 | <b>158</b> |



# 第 1 章 LED 显示屏基础知识

## 1.1 LED 显示屏结构及分类

### 1.1.1 LED 显示屏发展历程及构成

#### 1. LED 显示技术

LED 显示屏 (LED panel) 由多个 LED 组成, 靠 LED 的亮灭来显示文字、图形、图像、动画、行情、视频、录像信号等各种信息。LED 的发光颜色和发光效率与制作 LED 的材料和工艺有关, 目前广泛使用的有红、绿、蓝三种。由于 LED 的工作电压低 ( $1.5 \sim 3V$ ), 能主动发光且有一定亮度, 亮度又能用电流调节, 本身又耐冲击、抗振动、寿命长 (10 万 h), 所以在大型的显示设备中得以广泛应用。

把红色和绿色的 LED 放在一起作为一个像素制作的 LED 显示屏称为双色屏或彩色屏; 把红、绿、蓝三种 LED 放在一起作为一个像素制作的 LED 显示屏称为三色屏或全彩屏。制作室内 LED 显示屏的像素尺寸一般为  $2 \sim 10mm$ , 常采用把几种能产生不同基色的 LED 管芯封装成一体, 室外 LED 显示屏的像素尺寸多为  $12 \sim 26mm$ , 每个像素由若干个各种单色 LED 组成, 常见的成品称像素筒, 双色像素筒一般由 3 红、2 绿 LED 组成, 三色像素筒用 2 红、1 绿、1 蓝 LED 组成。

无论用 LED 制作单色、双色或三色 LED 显示屏, 欲显示图像需要构成像素的每个 LED 的发光亮度都必须能调节, 其调节的精细程度就是 LED 显示屏的灰度等级。灰度等级越高, 显示的图像就越细腻, 色彩也越丰富, 相应的显示控制系统也越复杂。一般 256 级灰度的图像, 颜色过渡已十分柔和, 而 16 级灰度的彩色图像, 颜色过渡界线十分明显。所以, 彩色 LED 显示屏都要求做成 256 级灰度的。应用于 LED 显示屏的 LED 有以下几种形式。

(1) LED (或称单灯)。一般由单个 LED 晶片、反光碗、金属阳极、金属阴极构成, 外包具有透光聚光能力的环氧树脂外壳。可用一个或多个 (不同颜色的) 单灯构成一个基本像素。由于亮度高, 多用于室外 LED 显示屏。

(2) LED 点阵模块。由若干 LED 晶片构成发光矩阵, 用环氧树脂封装于塑料壳内。适合行列扫描驱动, 容易构成高密度的 LED 显示屏, 多用于室内 LED 显示屏。

(3) 贴片式 LED (或称 SMDLED)。LED 采用贴焊形式的封装, 可用于室内全彩色 LED 显示屏, 可实现单点维护, 可有效克服马赛克现象。

把 LED 按一定的点间距纵横向排成阵列, 即 LED 点阵板面, 也即 LED 显示屏。LED 显示屏中每一 LED 都有与之对应的亮度控制电路, 该电路在计算机的控制下, 再去控制 LED 显示屏中每一 LED 的亮和暗, 就在 LED 显示屏上形成所期望的图像或文字。

LED 显示屏受空间限制较小, 并可以根据用户要求设计屏的大小, 可以表现文字、图案、图像 (包括动画和视频)。LED 显示屏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、可靠性、全色化方向发展。

LED 显示屏是 20 世纪 80 年代后期在全球迅速发展起来的新型显示产品，以可靠性高、亮度高、使用寿命长、环境适应能力强、性价比高、功耗小、耐冲击、性能稳定等特点，迅速成长为平板显示的主流产品。我国 LED 显示屏产业起步于 20 世纪 90 年代初，发展迅速。进入 21 世纪以来，LED 显示屏产业面临良好的市场发展机遇：一方面，需求不断扩大，电子政务、政务公开、公众信息展示等需求旺盛；另一方面，技术的进步为 LED 显示屏产品市场扩展和开创新的应用领域提供了创新技术支持；再一方面，奥运会和世博会的契机，加快了该产业的发展。

LED 显示屏的最大特点是其制造不受面积限制，可达几十甚至几百平方米以上，可应用于室内、室外的各种公共场合显示文字、图形、图像、动画、视频图像等各种信息，具有较强的广告渲染力和震撼力。其高亮度、全彩化、便捷快速的错误检测及 LED 亮度的自由调节是市场的发展趋势。

## 2. LED 产品发展历程

LED 显示设备从 1923 年，罗塞夫（O. W. Lossen）在研究半导体 SiC 时发现杂质的 PN 结中有光发射，由此研制出了发光二极管（Light Emitting Diode, LED），但一直未受重视。随着电子工业的快速发展，在 20 世纪 60 年代，显示技术得到迅速发展，人们研究出 pdp 激光显示等离子显示板、LED 液晶显示器、LED 等多种显示技术。由于半导体的制作和加工工艺逐步成熟和完善，LED 已日趋在固体显示器中占主导地位。LED 之所以受到广泛重视并得到迅速发展，是因为它本身有很多优点，如亮度高、工作电压低、功耗小、易于集成、驱动简单、寿命长、耐冲击且性能稳定，其发展前景极为广阔。目前正朝着更高亮度、更高耐气候性和发光密度、发光均匀性、全色化发展。随着发展，人们需要一种大屏幕的显示设备，于是有了投影仪，但是其亮度无法在自然光下使用，于是出现了 LED 显示器（屏），它具有视角大、亮度高、色彩艳丽等特点。

LED 显示屏的发展经历了三个阶段：

（1）1990 年以前为 LED 显示屏的成长形成时期。一方面，受 LED 材料器件的限制，LED 显示屏的应用领域没有广泛展开；另一方面，LED 显示屏控制技术基本上是通信控制方式，客观上影响了显示效果。这一时期的 LED 显示屏在国外应用较广，国内很少，产品以红、绿双基色为主，控制方式为通信控制，灰度等级为单点 4 级调灰，产品的成本比较高。

（2）1990 年—1995 年，这一阶段是 LED 显示屏迅速发展的时期。进入 20 世纪 90 年代，全球信息产业高速增长，信息技术在各个领域不断突破，LED 显示屏在 LED 材料和控制技术方面也不断出现新的成果。由于蓝色 LED 晶片研制成功，使得全彩色 LED 显示屏进入市场；由于电子计算机及微电子领域的技术发展，在 LED 显示屏控制技术领域出现了视频控制技术，LED 显示屏灰度等级实现 16 级灰度和 64 级灰度调灰，LED 显示屏的动态显示效果得以大幅提高。这一阶段，LED 显示屏在我国发展速度非常迅速，从初期的几家企业、年产值几千万元发展到几十家企业、年产值几亿元，产品应用领域涉及金融证券、体育、机场、铁路、车站、公路交通、商业广告、邮电电信等诸多领域，特别是 1993 年证券股票业的发展更引发了 LED 显示屏市场的大幅增长。LED 显示屏在平板显示领域的主流产品局面基本形成，LED 显示屏产业成为新兴的高科技产业。

（3）1995 年以来，LED 显示屏的发展进入一个总体稳步提高、产业格局调整完善的时期。在此期间 LED 显示屏产业内部竞争加剧，产品价格大幅回落，应用领域更为广阔，产品在质



量、标准化等方面出现了一系列新的问题，有关部门对 LED 显示屏的发展予以重视并进行了适当的规范和引导，目前这方面的工作正在逐步深化。

大屏幕 LED 显示屏的发展呈现如下几个发展阶段。

(1) 第一代单色 LED 显示屏。以单红色为基色，显示文字及简单图案为主，主要用于通知、通告及客流引导系统。

(2) 第二代双基色多灰度 LED 显示屏。以红色及黄绿色为基色，因没有蓝色，只能称其为伪彩色，可以显示多灰度图像及视频，目前在国内外广泛应用于电信、银行、税务、医院、政府机构等场合，主要显示标语、公益广告及形象宣传信息。

(3) 第三代全彩色 (fullcolor) 多灰度 LED 显示屏。以红色、蓝色及黄绿色为基色，可以显示较为真实的图像，目前正在逐渐替代上一代产品。

(4) 第四代真彩色 (truecolor) 多灰度 LED 显示屏。以红色、蓝色及纯绿色为基色，可以真实再现自然界的一切色彩 (在色坐标上甚至超过了自然色彩范围)。可以显示各种视频图像及彩色广告，其艳丽的色彩、鲜亮的高亮度、细腻的对对比度，在宣传广告领域应用具有极好的视觉震撼力。

真彩色 5mm 户内大屏幕属于上述第四代产品。它具有高亮度，不受环境亮度影响，厚度薄，占用场地小，色彩鲜艳丰富，视角宽，可以在宽敞的厅堂环境应用，没有拼接图像损失。

### 3. LED 显示屏构成

LED 显示屏由若干个可组合拼接的显示单元 (单元显示板或单元显示箱体) (构成屏体) 加上一套适当的控制器 (主控板或控制系统) 组成。所以多种规格的显示板 (或单元箱体) 配合不同控制技术的控制器就可以组成许多种 LED 显示屏，以满足不同环境、不同显示要求的需要。仔细分解一个 LED 显示屏，它由以下一些要素构成 (以较为复杂的同步视频屏为例)。

(1) 屏体。室内屏体一般由铝合金 (角铝或铝方管) 构成内框架，搭载显示板等各种电路板以及开关电源，外边框采用铝合金方管，或铝合金包不锈钢，或钣金一体化制成。室外屏框架根据屏体大小及承重能力一般为角钢或工字钢构成，外框可采用铝塑板进行装饰。

(2) 显示单元。LED 显示屏的主体部分，由发光材料及驱动电路构成。室内屏为各种规格的单元显示板，室外屏为单元箱体。

(3) 主控制器。将输入的 RGB 数字视频信号缓冲、灰度变换、重新组织，并产生各种控制信号。

(4) 扫描控制板。该电路板的功能是数据缓冲，产生各种扫描信号以及占空比灰度控制信号。

(5) 开关电源。将 220V 交流电变为各种直流电提供给 LED 显示屏的各种电路。

(6) 传输电缆。双绞线传输电缆和光纤，主控仪产生的显示数据及各种控制信号由双绞线传输至屏体 (主要用在单双基色 LED 显示屏)，全彩屏一般都用单模光纤传输。

(7) 专用显示卡及多媒体卡 (视频卡)。LED 全彩屏专用显示卡除了具有计算机显卡的基本功能外，还同时输出数字 RGB 信号及行、场、消隐等信号给主控制器。多媒体卡除了以上功能外，还可将输入的模拟信号变为数字 RGB 信号 (即视频采集)。

(8) 计算机及其外设。

(9) 其它信号源及其外接装置，包括计算机、电视机、蓝光、DVD、VCD、摄录像机等。

### 4. LED 显示屏特点

全面了解 LED 显示屏特点，是为了选择高性价比 LED 显示屏。与其它大屏幕终端显示

器相比，LED 显示屏主要有以下特点。

(1) 亮度高：色彩丰富鲜艳，户外 LED 显示屏的亮度大于  $8000\text{mcd/m}^2$ ，是目前唯一能够在户外全天候使用的大型显示屏。

(2) 寿命长：LED 寿命长达 100000h（十年）以上。

(3) 视角大：室内视角可大于  $160^\circ$ ，户外视角可大于  $120^\circ$ 。

(4) 结构模块化：屏幕面积可大可小，小至不到  $1\text{m}^2$ ，大则可达几百、上千平方米；易与计算机接口，支持软件丰富，操作方便灵活，画面清晰稳定。

(5) LED 显示屏联网：利用一台计算机可以同时控制多个 LED 显示屏显示不同的内容，LED 显示屏也可脱机工作。既可以显示文字又可以显示图形图像，字体字型变化丰富。

### 5. LED 视频 LED 显示屏技术特点

(1) 画面清晰。根据人的视觉特点和 LED 显示特性，采用先进的非线性扫描技术（ $\gamma$  校正），使显示画面的各个层次得到完整的反映，细微变化清晰呈现，极大提高画面质量（对于像素较少的 LED 显示屏），该项技术尤其重要。非线性级差显示技术，即在低亮度区级差小，增加级数，逐步到高亮度区时增大级差，造成视觉效果上的“级差一致性”，这样便具有更佳的视觉效果。

(2) 兼容性好。能兼容计算机中 SVGA 模式，可接多种视频设备。

(3) 计算机图像同屏显示，屏幕映射位置可调，用专业控制软件。

(4) 高灰度技术。LED 显示屏以其灰度等级高、画面细腻在行业中得到一致好评。在《LED 显示屏检测方法》中已经突破 IOBIT 技术的技术前沿，正在向更高的领域发展。

(5) 恒流降噪声技术。LED 显示屏的驱动芯片采用国际上先进的美国 TI 公司推出的 5902 系统，该系统在全彩 LED 显示屏领域独领风骚。结合其芯片特点，研究的恒流降噪声技术保证电源等其它噪声源因素对 LED 显示屏造成的影响降低到最低程度。

(6) 亮度调整技术。为了适应不同天气，让 LED 显示屏达到最佳的显示效果，LED 显示屏专门设计了亮度 32 级自动、手动调节装置。保证整个 LED 显示屏在各种环境下都能达到最佳的显示效果。

(7) 强对流式散热系统。在 LED 显示屏工作时屏体发出的热量较高，为了保证整个 LED 显示屏系统在稳定的状态下运行，考虑到所有的流动气流，采用强对流的散热系统，使系统更加稳定可靠。

(8) 媒体网络化。信息时代的到来，基于媒体网络化的系统解决方案，把 LED 显示屏系统作为网络的终端形成标准化的接口，可以对标准视频信号、音频信号、网络其它设备进行直接接入，兼容性强。

(9) 完善的配电系统。配电系统具有远程控制功能；具有供电指示功能；具有过流、短路、断电等多种保护功能，可自动处理各种应急情况。具有定时自动开关显示屏功能，可实现无人留守，具有多路输出和延时上电功能。智能化电源可实现风扇的自动开启和关闭，过热自动保护功能可自动恢复，无需人员维护。

## 1.1.2 LED 显示屏分类及评价参数

### 1. LED 显示屏分类

#### 1) 使用环境

LED 显示屏按使用环境可分为：

(1) 室内 LED 显示屏。主要用于室内，由于室内的观看距离较近，所以要求单位面积内的像素密集，即发光点较小；在制作工艺上首先是把发光晶粒做成点阵模块（或数码管），再由模块拼接为一定尺寸的显示单元板，根据应用要求，以显示单元板为基本单元拼接成应用所需要的尺寸。根据像素点的大小，室内 LED 显示屏按采用的 LED 单点直径可分为  $\phi 3\text{mm}$ 、 $\phi 3.75\text{mm}$ 、 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 8\text{mm}$  和  $\phi 10\text{mm}$  等 LED 显示屏。室内屏面积一般从不到  $1\text{m}^2$  到十几平方米，点密度较高，在非阳光直射或灯光照明环境中使用，观看距离在几米以外，但屏体不具备密封防水能力。

(2) 半室外 LED 显示屏。一般用于信息的传播，适合用于商业店面的广告媒体。像素点大小介于室内和室外 LED 显示屏之间；常用于银行、商场或医院等门楣上。半室外屏具有较高的发光亮度，可在非阳光直射室外下使用，屏体有一定的密封，一般在屋檐下或橱窗内。

(3) 室外 LED 显示屏。主要用于室外，室外屏的观看距离较远，并且室外的亮度高，所以要求 LED 显示屏的发光点大、像素间距大，点密度较稀（多为  $1000\sim 4000$  点/ $\text{m}^2$ ），发光亮度为  $3000\sim 6000\text{mcd}/\text{m}^2$ （朝向不同，亮度要求不同），可在阳光直射条件下使用，观看距离在几十米以外，屏体具有防热、防风、防水、防电及防雷等保护功能。在制作工艺上首先是把发光晶粒封装成单个的 LED，称为 LED 单灯，用于制作室外屏的 LED 单灯一般都采用具有聚光作用的反光杯来提高亮度；再由多只 LED 单灯封装成单只像素管或像素模组，而由像素管或像素模组成点阵式的显示单元箱体，根据用户需要及显示应用场所，以一个显示单元箱体为基本单元组成所需要的尺寸。箱体在设计上应密封，以达到防水防雾的目的，使之适应室外环境。根据像素点的密度，室外屏分为 4096 点、2500 点、2066 点、1600 点、1024 点等规格。基于采用的像素直径可分为  $\phi 19\text{mm}$ 、 $\phi 22\text{mm}$  和  $\phi 26\text{mm}$  等 LED 显示屏，室外 LED 显示屏面积一般几十平方米至几百平方米。

## 2) 像素点距命名

LED 显示屏按像素点距命名可分为：室内单双基色均以  $\phi$  命名（ $\phi$  表示发光点的直径），半室外单双色，室内外、半室外全彩均以 P（美国标准）或 PH（欧洲标准）命名（PH 表示两发光点之间的距离，单位为 mm）。室内可分为  $\phi 3$ 、 $\phi 3.75$ 、 $\phi 4.8$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 8.5$  等。 $\phi 3.75$  的 LED 显示屏如图 1-1 所示。室外可分为 P10、P12、P16、P20、P25、P30 等。P10、P16 LED 显示屏如图 1-2 所示。室、内外屏常用种类有  $\phi 3$ 、 $\phi 3.75$ 、 $\phi 5$ 、P10、P16、P20、P25 等。

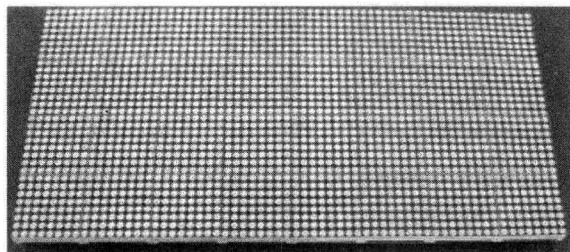


图 1-1  $\phi 3.75$  的 LED 显示屏

在 LED 显示屏中，每一个可被单独控制的 LED 发光单元（点）称为像素（或象元），像素（PIXEL）是画面上可以被独立控制的最小单元。在三基色 LED 显示屏幕上，像素由三部分组成：红，绿，蓝，每一部分由一个或几个 LED 组成。理论上，分别调节红、绿、蓝的亮度，可以表现出任意颜色。由 2 红、2 绿组成 1 个显示像素点，如图 1-3 所示。

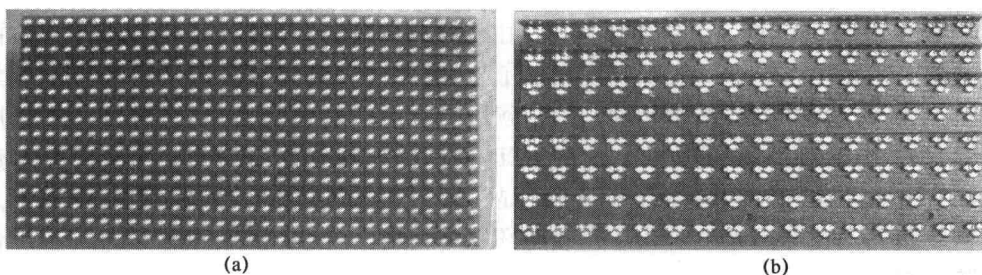


图 1-2 P10、P16 LED 显示屏  
(a) P10; (b) P16。

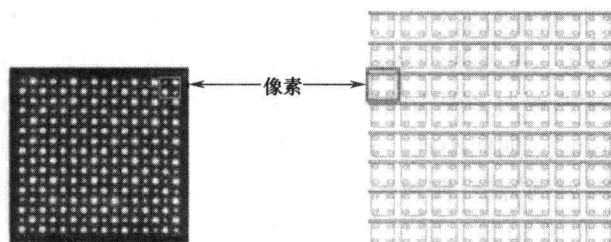


图 1-3 由 2 红、2 绿组成 1 个显示像素点

(1) 像素直径。像素直径 $\phi$ 是指每一像素的直径，单位是 mm。对于室内 LED 显示屏，一般一个像素为单个 LED，外形为圆形。采用的 LED 点阵模块规格比较统一，所以通常按照模块的像素直径划分为： $\phi 3.0\text{mm}$ ，60000 像素/ $\text{m}^2$ ； $\phi 3.75\text{mm}$ ，44000 像素/ $\text{m}^2$ ； $\phi 5.0\text{mm}$ ，17000 像素/ $\text{m}^2$  等，其中以 $\phi 3.75\text{mm}$ 和 $\phi 5.0\text{mm}$ 应用最多。

在室外 LED 显示屏中，为提高亮度，增加视距，一个像素含有两只以上集束 LED；由于两只以上集束 LED 一般不为圆形，故室外 LED 显示屏像素直径一般用两像素平均间距表示：10mm、11.5mm、16mm、22mm、25mm。室外 LED 显示屏的像素直径及像素间距目前没有十分统一的标准，按每平方米像素数量大约有 1024 点、1600 点、2000 点、2500 点、4096 点等多种规格。

(2) LED 像素模块。LED 排列成矩阵，预制成标准大小的模块，称为 LED 像素模块。室内 LED 显示屏常用的有 8×8 像素模块。室外 LED 显示屏常用的有 4×4、8×8、8×16 像素模块等规格。室外 LED 显示屏用的像素模块因为其每一像素由两只以上集束 LED 组成，故又称为集束 LED 模块。

(3) 像素失控率。像素失控率是指 LED 显示屏的最小成像单元（像素）工作不正常（失控）所占的比例。像素失控有两种模式：一是盲点，也就是瞎点，在需要亮的时候它不亮，称为瞎点；二是常亮点，在需要不亮的时候它反而一直亮着，称为常亮点。一般地，像素的组成有 2R1G1B（2 颗红灯、1 颗绿灯和 1 颗蓝灯）、1R1G1B、2R1G、3R6G 等，而失控一般不会是同一个像素里的红、绿、蓝灯同时全部失控，但只要其中一颗灯失控，即认为此像素失控。为简单起见，按 LED 显示屏的各基色（即红、绿、蓝）分别进行失控像素的统计和计算，取其中的最大值作为 LED 显示屏的像素失控率。

失控的像素数占全屏像素总数之比，称为“整屏像素失控率”。另外，为避免失控像素集中于某一个区域，提出“区域像素失控率”，也就是在 100×100 像素区域内，失控的像素数与区域像素总数（即 10000）之比。此指标对《LED 显示屏通用规范》SJ/T 11141—2003 中

“失控的像素是呈离散分布”要求进行了量化，方便直观。

目前国内的 LED 显示屏在出厂前均会进行老化，对失控像素的 LED 都会维修更换，“整屏像素失控率”控制在  $1/10^4$  之内、“区域像素失控率”控制在  $3/10^4$  之内，甚至有的个别厂家的企业标准要求出厂前不允许出现失控像素。在不同的应用场合下，像素失控率的实际要求可以有较大的差别，一般来说，LED 显示屏用于视频播放，指标要求控制在  $1/10^4$  之内是可以接受，也是可以达到的；若用于简单的字符信息发布，指标要求控制在  $12/10^4$  之内是合理的。

像素点距即每个像素点到每一个相邻像素点之间的中心距离，点间距的大小，决定了单位面积内像素的多与少，如点间距为 7.62mm 时，像素 17222 个/ $m^2$ ；点间距为 10mm 时，像素 10000 个/ $m^2$ ；点间距为 16mm 时，像素 3906.25 个/ $m^2$ ；点间距为 18.5mm 时，像素 2921.84 个/ $m^2$ ；点间距为 20mm 时，像素 2500 个/ $m^2$ 。点间距越小，图像分辨率越高，图像越清晰，像素密度越高，信息容量越多，适合观看的距离越近。点间距越大，像素密度越低，信息容量越少，适合观看的距离越远。

点间距、像素密度（单位面积内像素的数量）、信息容量（单位面积内所含显示内容的数量），这三者本质是描述同一概念：点间距是从两两像素间的距离来反映像素密度，点间距和像素密度是 LED 显示屏的物理属性，信息容量则是像素密度的信息承载能力的数量单位。

LED 显示屏的每个像素点可以是一颗 LED（如 PH10（1R））、两颗 LED（如 PH16（2R））、三颗 LED（如 PH16（2R1G1B）），P16 的点间距为 16mm；P20 的点间距为 20mm；P12 的点间距为 12mm。LED 显示屏长度和高度计算方法如下：

点间距×点数=长/高

如：PH16 长度=16 点×1.6cm=25.6cm；高度=8 点×1.6cm=12.8cm

PH10 长度=32 点×1.0cm=32cm；高度=16 点×1.0cm=16cm

在 LED 显示屏行业中，点数（即像素点）与点间距对应关系如下：PH4=62500 点；PH4.7=44300 点；PH6=27800 点；PH8=15625 点；PH10=10000 点；PH11.5=7500 点；PH12=6400 点；PH12.5=6400 点；PH16=3906 点；PH20=2500 点；PH25=1600 点；PH31.25=1024 点；PH37.5=711 点；PH40=625 点；PH45=495 点；P50=400 点。

### 3）显示颜色

LED 显示屏按显示颜色可分为：

（1）单基色 LED 显示屏（单一颜色，如红色、绿色、黄色、白色、蓝色等）。即指 LED 显示屏只有一种颜色的 LED，每个像素点只有一种颜色，多数用红色，因为红色的发光效率较高，可以获得较高的亮度。也可以用绿色，还可以是混色，即一部分用红色、一部分用绿色、一部分用黄色。

（2）双基色 LED 显示屏。双基色 LED 显示屏的每个像素点有红、绿两种基色，可以叠加出黄色，在有灰度控制的情况下，通过红绿不同灰度的变化，可以组合出最多 65535 种颜色。双基色 LED 显示屏多为红和绿双基色、256 级灰度或 512 级灰度，可以显示 65536 种颜色。

（3）全彩 LED 显示屏也称三基色 LED 显示屏。全彩 LED 显示屏的每个像素点有红、绿、蓝三种基色，在有灰度控制的情况下，通过红、绿、蓝不同灰度的变化，可以很好地还原自然界的色彩，组合出 16777216 种颜色。



#### 4) 控制方式

LED 显示屏按控制方式可分为:

(1) 同步控制方式是指 LED 显示屏的工作方式基本等同于计算机的监视器, 它以至少 30 场/s 的更新速率实时地对应映射计算机监视器上的图像, 通常具有多灰度的颜色显示能力, 可达到多媒体的宣传广告效果。同步控制可将 PC 机显示卡的信号实时传送到 LED 显示屏上, LED 显示屏和计算机显示器是同步显示的 (所见即所得)。

同步屏系统比较复杂, 系统可大可小, 一般由计算机、DVI 显卡、数据发送卡、同步数据接收卡、HUB 板、网线、LED 显示屏等组成。系统始终需要联机工作, 将计算机上的图像文字显示在 LED 显示屏上。

同步控制能够实现播放动画、图像的功能, 灰度等级输出可达到 256 级, 对于单色屏就是 256 种颜色, 对于双色屏就是可显示红 256 色×绿 256=65536 种颜色, DVI 显示卡+256 级灰度控制卡, 控制点数 1280×512 点, 控制范围 $\phi 5$ : 长 9.76m, 高 3.9m;  $\phi 3.75$ : 长 6.1m, 高 2.448m。

可控范围及可控范围内 LED 显示屏的面积可按下式计算:

可控制长度=控制卡点数 (长) ×点间距

可控制宽度=控制卡点数 (宽) ×点间距

可控制范围=可控制长度×可控制宽度

(2) 异步方式是指 LED 显示屏具有存储及自动播放的能力, 异步控制可接收并存储由 PC 上编辑好的文字和没有灰度的图形 (PC 通过串口发送数据给异步控制卡), 再通过异步控制卡控制 LED 显示屏的显示, LED 显示屏断电后, 所要显示的内容存储在控制卡上存储器里面, LED 显示屏上电后, 异步控制卡上的 CPU 从卡上的内存读取内容再控制 LED 显示屏的显示。

在 PC 上编辑好的文字及无灰度图片通过串口或其它网络接口传入 LED 显示屏, 然后由 LED 显示屏脱机自动播放, 一般没有多灰度显示能力, 主要用于显示文字信息, 可以多屏联网。异步屏一般由显示单元板 (模组)、条屏卡、开关电源、HUB 板 (可选) 组成, 通过串口线与计算机连接, 进行显示文字的更改, 之后可以脱机工作。

异步控制的优点有: 因具有存储信息的功能, 可实现脱机工作, PC 只起到修改 LED 显示屏内容的功能, 显示的功能由异步控制实现, 这样的好处是一台 PC 机可以控制多个 LED 显示屏, 所以可以实现多屏联网使用。

异步控制的缺点是无法实现播放动画、图像等视频文件功能, 而且控制卡存储的内容受控制卡内存的限制, 只能存储几十幅内容, 另外异步控制卡控制的屏面积有限,  $\phi 5$  控制范围在 7m<sup>2</sup> 以内,  $\phi 3.75$  控制范围在 2.8m<sup>2</sup> 以内, 超过控制范围的只能采用同步控制。

#### 5) 扫描方式

LED 显示屏按扫描方式可分为:

(1) 静态: 显示内容时, 全屏的亮点同时点亮 (室外全彩一般都是此种扫描方式)。其优点: 亮度高、稳定性高; 缺点: 成本高、耗能。

(2) 动态: 显示内容时, 利用人眼的视觉暂留特性, 在很短的周期内将 LED 显示屏的各行分别点亮 (分为 1/2、1/4、1/8、1/16 扫描; 例如, 1/4 扫描就是以四行为一组合, 每次点亮一行)。其优点: 驱动芯片用量少、节能; 缺点: 亮度低、稳定性低。

LED 显示屏扫描定义为在一定的显示区域内, 同时点亮的行数与整个区域行数的比例。



室内单双色一般为 1/16 扫描，室内全彩一般是 1/8 扫描，室外单双色一般是 1/4 扫描，室外全彩一般是静态扫描。目前市场上的 LED 显示屏驱动方式有静态扫描和动态扫描两种，静态扫描又分为静态实像素和静态虚拟，动态扫描也分为动态实像和动态虚拟；驱动器件有国产 HC595、中国台湾 MBI5026、日本东芝 TB62726，一般有 1/2 扫、1/4 扫、1/8 扫、1/16 扫。

举例说明：一个常用的全彩模组像素为  $16 \times 8$  (2R1G1B)，如果用 MBI5026 驱动，模组总共使用的是： $16 \times 8 \times (2+1+1) = 512$ ，MBI5026 为 16 位芯片， $512/16=32$ 。

- ① 如果用 32 个 MBI5026 芯片，是静态虚拟。
- ② 如果用 16 个 MBI5026 芯片，是动态 1/2 扫虚拟。
- ③ 如果用 8 个 MBI5026 芯片，是动态 1/4 扫虚拟。
- ④ 如果用 24 个 MBI5026 芯片，是静态实像素。
- ⑤ 如果用 12 个 MBI5026 芯片，是动态 1/2 扫实像素。
- ⑥ 如果用 6 个 MBI5026 芯片，是动态 1/4 扫实像素。

区分 LED 显示屏扫描方式的一个最简单的办法就是，数一下单元板的 LED 的数目和 74HC595 的数量。计算方法如下：

LED 的数目除以 74HC595 的数目再除以 8=几分之一扫描

实像素与虚拟像素是相对应的，简单来说实像素屏就是指构成 LED 显示屏的红、绿、蓝三种 LED 中的每一种 LED 最终只参与一个像素的成像使用，以获得足够的亮度。

虚拟像素是利用软件算法控制每种颜色的 LED 最终参与到多个相邻像素的成像当中，从而使得用较少的 LED 实现较大的分辨率，能够使显示分辨率提高。

#### 6) 像素单元

LED 显示屏按组成像素单元可分为：

(1) 数码 LED 显示屏：显示像素为 7 段数码管，广泛用于证券交易所股票行情显示、银行汇率、利率显示、各种价目表等。多数情况下，在数码屏上加装条屏来显示欢迎词、通知、广告等。支持遥控器输入。

(2) 图文 LED 显示屏：显示像素为点阵模块，适用于播放文字、图像信息；这类 LED 显示屏主要用于显示文字和图形，一般无灰度控制。它通过与计算机通信输入信息。与条屏相比，图文屏的优点是显示的字体字型丰富，并可显示图形。与视频 LED 显示屏相比，图文屏最大的优点是一台计算机可以控制多块屏，且可以脱机显示。

(3) 视频 LED 显示屏：显示像素由许多 LED 组成，可以播放视频、动画等各种视频文件。这类 LED 显示屏像元与控制计算机监视器像素点呈一对一的映射关系，有 256 级灰度控制，所以其表现力极为丰富，配置多媒体卡，视频 LED 屏开放性好，对操作系统没有限制，软件也没有限制，能实时反映计算机监视器的显示。

#### 7) 单元板 LED 结构

LED 显示屏按单元板 LED 结构可分为：

(1) 点阵模块：为最早的设计方案，由室内伪彩点阵屏发展而来，多应用于室内单双色 LED 显示屏。其优点：原材料成本低，且生产加工工艺简单，工艺成熟、质量稳定。缺点：色彩一致性差，马赛克现象较严重，显示效果较差。点阵模块单元板如图 1-4 所示。

(2) 直插灯：是为解决点阵屏色彩问题，借鉴室外 LED 显示屏技术的一种方案，同时将室外的像素复用技术（又叫像素共享技术，虚拟像素技术）移植到了室内 LED 显示屏。室外

屏一般用椭圆形结构直插灯，左右方向的视角比较大、亮度高。其优点：色彩一致性容易控制，间距大小可根据需要自由调整；色彩一致性比点阵模块方式的好。缺点：混色效果不佳，视角不大，水平方向左右观看有色差。加工较复杂，抗静电要求高。实际像素分辨率做到 10000 点以上较难。角度一致性不好控制，平整度不好控制。直插灯单元板如图 1-5 所示。

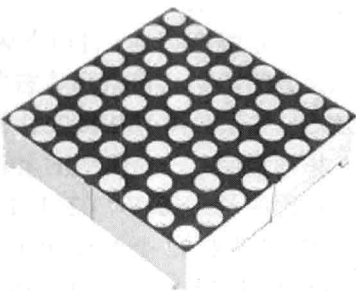


图 1-4 点阵模块单元板

(3) 贴片：即采用贴片 LED 为显示元件的方案，有三合一、三并一两种封装方式，前者成本高、混色效果好。其优点：色彩一致性、混色效果、角度一致性好；视角等重要显示指标是现有方案里最好的一种，特别是三合一表贴的混色效果非常好。缺点：包装、加工成本高；加工工艺麻烦。贴片单元板如图 1-6 所示。



图 1-5 直插灯单元板

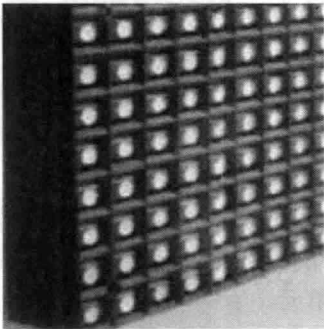


图 1-6 贴片单元板

(4) 亚表贴：实际上是单灯方案的一种改进，现在还在完善之中。在显示色彩一致性、视角等首要指标和表贴方案差别不大，但成本较低，显示效果很好，分辨率理论上可以做到 17200 以上。缺点：加工还是较复杂，抗静电要求高。

8) 灰度级

LED 显示屏按灰度级又可分为 16、32、64、128、256 级灰度 LED 显示屏等，现在用的大部分都是 256 级灰度屏，即全彩 LED 显示屏可以显示  $256 \times 256 \times 256$  种颜色。

9) 发光点直径或点间距

LED 显示屏按发光点直径或点间距分为  $\phi 3.0$ 、 $\phi 3.7$ 、 $\phi 4.8$ 、 $\phi 5.0$ 、 $\phi 8.0$ 、PH8、PH10、PH16、PH20、 $\phi 3.0$ 、 $\phi 3.75$ 、 $\phi 4.8$ 、 $\phi 5.0$ 、 $\phi 8.0$ 、 $\phi 15$ 、 $\phi 19$ 、 $\phi 26$  等。

在非行情类 LED 显示屏中，室内 LED 显示屏按采用的 LED 单点直径可分为  $\phi 3\text{mm}$ 、 $\phi 3.75\text{mm}$ 、 $\phi 5\text{mm}$ 、 $\phi 8\text{mm}$  和  $\phi 10\text{mm}$  等；室外 LED 示屏按采用的像素直径分为  $\phi 19\text{mm}$ 、 $\phi 22\text{mm}$  和  $\phi 26\text{mm}$  等。

在行情类 LED 显示屏中按采用的数码管尺寸分为 2.0cm (0.8in)、2.5cm (1.0in)、3.0cm (1.2in)、4.6cm (1.8in)、5.8cm (2.3in)、7.6cm (3in) 等。

10) 像素密度

LED 显示屏按像素密度分 2500 点、3906 点、5102 点、6944 点、10000 点、虚拟  $3906 \times 4 = 12384$  点、15625 点、17199 点、17772 点、27778 点、44321 点、62500 点等。

### 11) 安装方式

LED 显示屏按安装方式可以分为立柱式 LED 显示屏（单立柱和双立柱）、壁挂式 LED 显示屏、吊装式 LED 显示屏、嵌入式 LED 显示屏等。

### 12) 用途

LED 显示屏按用途分为信息发布 LED 显示屏、交通诱导 LED 显示屏、广告发布 LED 显示屏、车载 LED 显示屏、球场 LED 显示屏、舞台租赁 LED 显示屏和楼梯 LED 显示屏等。就交通诱导 LED 显示屏而言，交通诱导信息面向公众发布，实时性、准确性和可靠性要求较高。为了保证交通诱导 LED 显示屏工作的稳定性和可靠性，在显示屏控制系统、软件、LED 像素管、集成电路等的选择和质量要求方面，应以稳定可靠为主。同时，交通诱导 LED 显示屏一般在网络环境下工作，进行公共信息发布，对安全性也有较高的要求。此外，交通诱导室外 LED 显示屏还要综合考虑安放位置、显示屏类型、技术参数、系统控制、产品结构、配套工程等多个方面的因素。

### 13) 功能

根据屏幕所具有的功能，可将 LED 显示屏分为条屏、图文屏、视频屏。

(1) 条屏。这类 LED 显示屏主要用于显示文字，它本身自带  $16 \times 16$  或  $24 \times 24$  点阵字库，可独立工作，可用遥控器输入汉字，也可以与计算机联机使用，通过计算机发送信息，也可脱机工作。因为这类屏幕多做成条形，故称为条屏。

(2) 图文屏。这类 LED 显示屏主要用于显示文字和图形，一般无灰度控制。它通过与计算机通信输入信息。与条屏相比，图文屏的优点是显示的字体字型丰富，并可显示图形，与视频屏相比，图文屏最大的优点是一台计算机可以控制多块屏，且可以脱机显示。

(3) 视频屏。这类 LED 显示屏屏幕像元与控制计算机监视器像元呈一对一的映射关系，有灰度控制，所以其表现力极为丰富，配置多媒体卡，视频屏还可以播放视频信号。视频屏开放性好，实时反映计算机监视器显示的信息。

### 14) 形状

LED 显示屏按形状可以分为常规 LED 显示屏和异型 LED 显示屏。

## 2. 评价 LED 显示屏的参数

### 1) 平整度

LED 显示屏的表面平整度要在  $\pm 1\text{mm}$  以内，以保证显示图像不发生扭曲，局部凸起或凹进会导致 LED 显示屏的可视角度出现死角。平整度的好坏主要由生产工艺决定。

### 2) 亮度及可视角度

室内全彩 LED 显示屏的亮度要在  $800\text{mcd}/\text{m}^2$  以上，室外全彩 LED 显示屏的亮度要在  $1500\text{mcd}/\text{m}^2$  以上，才能保证 LED 显示屏能正常工作，否则会因为亮度太低而看不清所显示的图像。亮度主要由 LED 芯片的质量决定。可视角度的大小直接决定 LED 显示屏观看人数的多少，可视角度越大越好。可视角度主要由 LED 芯片的封装方式决定。

### 3) 白平衡效果

白平衡效果是 LED 显示屏最重要的指标之一，在色彩学上当红、绿、蓝三原色的比例为  $1:4.6:0.16$  时，才会显示出纯正的白色，如果实际比例有一点偏差则会出现白平衡的偏差，一般要注意白色是否有偏蓝色、偏黄绿色现象。白平衡的好坏主要由 LED 显示屏的控制系统决定。

### 4) 色彩的还原性

色彩的还原性是指 LED 显示屏对色彩的还原性，即 LED 显示屏显示的色彩要与播放源的色彩保持高度一致，这样才能保证图像的真实感，LED 芯片对色彩的还原性有影响。