



LED显示屏

安装调试与故障检修实例

周志敏 纪爱华 编著 >>

LED XIANSHIPING

ANZHUANG TIAOSHI YU GUZHANG JIANXIU SHILI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

LED显示屏

安装调试与故障检修实例

周志敏 纪爱华 编著 >>

LED XIANSHIPING

ANZHUANG TIAOSHI YU GUZHANG JIANXIU SHILI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书结合国内 LED 显示屏安装调试、使用维护及维修技术现状,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,系统地介绍了 LED 显示屏安装及辅助设计、LED 显示屏配置及系统调试、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 LED 显示屏安装合同、LED 显示屏工程竣工验收报告范本,并简述了 LED 显示屏安装维修常用工具仪表的操作技能,以供从事 LED 显示屏安装、验收、维护的工程技术人员查阅。

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,是刚从事 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

LED 显示屏安装调试与故障检修实例 / 周志敏,纪爱华编著. —北京:中国电力出版社,2018.8
ISBN 978-7-5198-2179-1

I. ①L… 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-故障检测④LED 显示器-故障修复 IV. ①TN141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 142512 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:杨 扬(y-y@sgcc.com.cn)

责任校对:黄 蓓 王小鹏

装帧设计:赵姗姗

责任印制:杨晓东

印 刷:北京天宇星印刷厂

版 次:2018 年 8 月第一版

印 次:2018 年 8 月北京第一次印刷

开 本:787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张:13

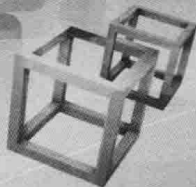
字 数:278 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:45.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换



前 言

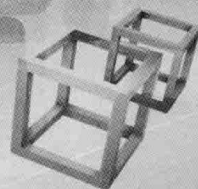
LED 是一种可将电能转变为光能的半导体发光器件，属于固态光源。LED 优点众多，除了寿命长、耗能低，而且控制极为方便，属于典型的绿色照明光源。随着 LED 技术的不断创新和发展，LED 显示屏广泛应用于各种公共场合显示文字、图形、图像、动画、视频图像等信息，具有较强的广告渲染力和震撼力。

LED 显示技术现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产业。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，系统的讲解了 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及 LED 显示屏安装维修常用工具仪表操作技能于一体，读者可以以此为“桥梁”，系统、全面地了解和掌握 LED 显示屏的安装调试、维修操作技能。

本书在写作过程中无论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。

由于时间仓促，水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者



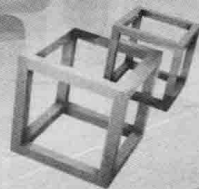
目 录

前言

第 1 章 LED 显示屏基础知识	1
1.1 LED 显示技术及 LED 显示屏特点	1
1.1.1 LED 显示技术及 LED 显示屏构成	1
1.1.2 LED 显示屏特点	4
1.2 LED 显示屏分类及评价参数	5
1.2.1 LED 显示屏分类	5
1.2.2 评价 LED 显示屏的参数	12
1.3 决定 LED 显示屏质量的因素及应用领域	13
1.3.1 决定 LED 显示屏质量的因素	13
1.3.2 LED 显示屏的应用领域	18
1.4 LED 显示屏通用电子器件	19
1.4.1 LED 器件、模组及单元板	19
1.4.2 LED 显示屏专用芯片性能参数及性能比较	23
1.4.3 LED 显示屏常用集成电路 (IC)	25
1.4.4 LED 显示屏驱动芯片比较	31
1.5 LED 显示屏的数据接口及扫描方式	33
1.5.1 LED 显示屏的数据接口	33
1.5.2 LED 单元板扫描方式与控制信号	35
第 2 章 LED 显示屏安装及辅助设计	42
2.1 LED 显示屏箱体及安装方式	42
2.1.1 LED 显示屏箱体	42
2.1.2 LED 显示屏安装方式及注意事项	43
2.2 LED 显示屏辅助设计	49
2.2.1 LED 显示屏环境防护	49
2.2.2 LED 显示屏的配电系统设计	52

2.2.3	LED 显示屏的信息传输线缆	55
2.2.4	LED 显示屏的防雷设计	58
2.2.5	LED 显示屏的静电放电 (ESD) 防护	63
2.3	LED 显示屏安装	69
2.3.1	LED 显示屏箱体计算方式	69
2.3.2	LED 显示屏拼装步骤	71
2.3.3	LED 显示屏外框、配件制作	73
2.3.4	LED 显示屏铝材间夹板安装及电源线连接	75
2.3.5	信息线缆安装连接	79
2.3.6	LED 显示屏安装注意事项及上电前检查	84
2.3.7	LED 显示屏对计算机的要求及软硬件安装操作	85
第 3 章	LED 显示屏配置及系统调试	88
3.1	LED 显示屏调试条件及硬件和软件使用环境	88
3.1.1	LED 显示屏调试条件及检查项目	88
3.1.2	LED 显示屏硬件和软件使用环境	89
3.1.3	常用显卡的设置	89
3.2	LED 显示屏配置及发送卡、接收卡设置	94
3.2.1	LED 显示屏配置	94
3.2.2	灵星雨控制系统发送卡、接收卡 (九代卡) 设置	96
3.3	LED 显示屏系统调试及播放软件应用	110
3.3.1	LED 显示屏系统调试	110
3.3.2	LED 显示屏播放软件应用	115
第 4 章	LED 显示屏故障检测及诊断	119
4.1	LED 显示屏故障分类与维修流程	119
4.1.1	LED 显示屏故障分类	119
4.1.2	LED 显示屏维修流程	122
4.2	LED 显示屏故障诊断技术与检查方法	126
4.2.1	LED 显示屏故障诊断技术与维修原则	126
4.2.2	LED 显示屏故障检查方法	131
第 5 章	LED 显示屏维护及故障处理	141
5.1	LED 显示屏寿命及维护	141
5.1.1	影响 LED 显示屏寿命的因素及使用注意事项	141
5.1.2	LED 显示屏保养及日常维护	143
5.2	LED 显示屏故障检查及诊断处理实例	145
5.2.1	LED 显示屏故障检查	145
5.2.2	LED 显示屏故障诊断处理实例	146

附录 A LED 电子显示屏安装合同	172
附录 B LED 显示屏工程竣工验收报告	174
附录 C LED 显示屏安装维修常用工具仪表操作技能	181
参考文献	202



第 1 章 LED 显示屏基础知识

1.1 LED 显示技术及 LED 显示屏特点

1.1.1 LED 显示技术及 LED 显示屏构成

1. LED 显示技术及 LED 显示屏发展阶段

(1) LED 显示技术。LED 显示屏 (LEDpanel) 由多个 LED 组成, LED 显示屏是靠 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 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的 LED 显示屏称为三色屏或全屏屏。室内 LED 显示屏的像素尺寸一般为 $2\sim 10mm$, 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 绿组成, 三色像素筒用 2 红、1 绿、1 蓝组成。

无论是单色、双色或三色的 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够调节, 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 采用贴焊式封装, 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。

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, 可对 LED 显示屏中每一 LED 的亮度进行调节, 以实现在 LED 显示屏上显示所期望的图像或文字。

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设备, 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 显示屏市场扩展和开创新的应用领域提供了创新技术支持。

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 显示屏发展阶段。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、LCD 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。例如: 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。

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信息显示媒体, 它利用 LED 构成的点阵模块或像素单元组成 LED 显示屏幕, 以可靠性高、使用寿命长、环境适应能力强、性价比高、使用成本低等特点, 在短短的十来年中, 迅速成长为平板显示的主流产品, 在信息显示领域得到了广泛的应用。LED 显示屏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) 1990~1995 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。蓝色 LED 晶片研制成功, 全彩色 LED 显示屏进入市场; 随着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, LED 显示屏的动态显示效果大大提高。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、邮政、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。

(3) 大屏幕LED显示屏发展阶段。

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,细腻的对比度,应用于宣传广告领域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。

2. LED显示屏构成

LED显示屏是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,再加上一套适当的控制器(主控板或控制系统)。所以基于多种规格的显示板(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,它由以下部分构成(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。显示单元是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。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。扫描控制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 交流电变换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)。主控制器产生的显示数据及各种控制信号由双绞线电缆传输至屏体(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示卡的基本功能外,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) 其他信号源及其外接装置。包括计算机、电视机、DVD、VCD、摄录像机等。

1.1.2 LED 显示屏特点

1. LED 图文显示屏特点

LED 显示屏具有以下特点。

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

(2) 寿命长。LED 寿命长达 100 000h(十年)以上。

(3) 视角大。室内 LED 显示屏的视角可大于 160° ,户外 LED 显示屏的视角可大于 120° 。

(4) 结构模块化。LED 显示屏的屏幕面积可大可小,小至不到一平方米,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。利用一台联网的计算机,可以同时控制多个 LED 显示屏显示不同的内容。

(6) LED 显示屏也可脱机工作,LED 显示屏既可以显示文字又可以显示图形图像,字体字型变化丰富。

2. LED 视频显示屏特点

(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(γ 校正),使 LED 视频显示屏显示画面的各个层次得到完整的反映,细微变化可清晰呈现,极大提高画面质量,对于像素较少的 LED 视频显示屏,该项技术尤其重要。LED 视频显示屏基于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。LED 视频显示屏能兼容计算机中 SVGA 模式,可连接多种视频设备。

(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 视频显示屏的灰度等级高、画面细腻。



(5) 恒流降噪声技术。LED 视频显示屏的驱动芯片采用先进的 5902 系统, 该系统基于恒流降噪声技术将电源等其他噪声源给 LED 视频显示屏造成的影响降低到最低程度。

(6) 亮度调整技术。为了适应不同环境, 让 LED 视频显示屏达到最佳的显示效果, LED 视频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 视频显示屏在各种环境下都能达到最佳的显示效果。

(7) 强对流式排热系统。LED 视频显示屏工作时屏体发出的热量较高, 为了保证 LED 视频显示屏在稳定的状态下运行, 考虑到所有的流动气流, 采用强对流的排热系统, 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 视频显示屏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、网络其他设备进行直接接入, 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, 并能自动恢复, 无须人维护。

1.2 LED 显示屏分类及评价参数

1.2.1 LED 显示屏分类

1. LED 显示屏按使用环境分类

LED 显示屏按使用环境可分为如下几种。

(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。室内 LED 显示屏面积一般从不到 1 平方米到十几平方米, 在非阳光直射或灯光照明环境使用, 观看距离在几米以外, 屏体不具备密封防水能力。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 $\phi 3$ 、 $\phi 3.75$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 8$ 、和 $\phi 10$ 等规格。

(2) 半室外 LED 显示屏。一般应用于门头, 用于信息传播, 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 LED 显示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, 一般安装在屋檐下或橱窗内。

(3) 室外 LED 显示屏。主要用于室外, 室外 LED 显示屏的观看距离较远, 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~



4000 点/ m^2), 发光亮度在 $3000 \sim 6000 \text{cd}/\text{m}^2$ (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, 屏体具有隔热、防风、防水、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 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构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 LED 显示屏分为 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 $\phi 19$ 、 $\phi 22$ 和 $\phi 26$ 等规格的 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. LED 显示屏按像素点距分类

LED 显示屏按像素点距可分为如下几种。

(1) 以 ϕ 命名 (ϕ 表示发光点的直径) 的室内单双基色 LED 显示屏。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。

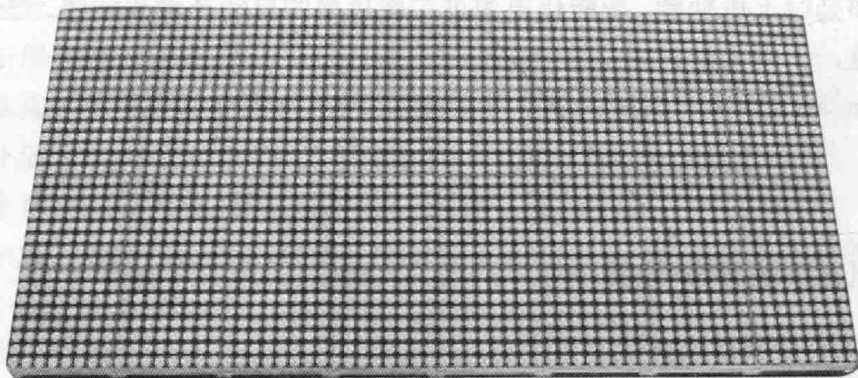
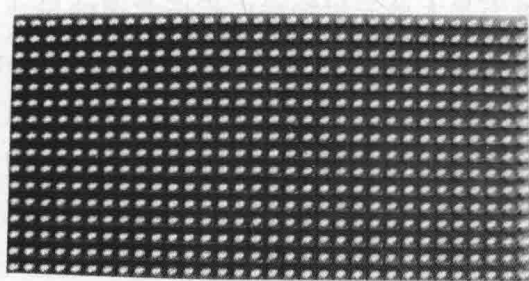
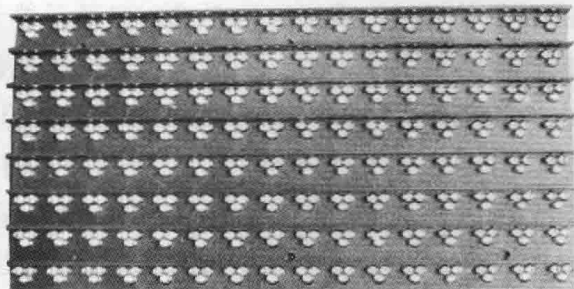


图 1-1 $\phi 3.75$ 的 LED 显示屏

(2) 以 P 命名 (P 表示两发光点之间的距离, 单位为 mm) 的半室外单双色、室内、半室外全彩 LED 显示屏。室外 LED 显示屏可分为: P10、P12、P16、P20、P25、P30 等, P10、P16 LED 显示屏如图 1-2 所示。



(a)



(b)

图 1-2 P10、P16 LED 显示屏

(a) P10; (b) P16



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(或像元), 像素(Pixel)是画面上可以被独立控制的最小单元, 在三基色 LED 显示屏上, 像素由红、绿、蓝 LED 模组构成, 每一 LED 模组可由一个或几个 LED 组成, 理论上, 分别调节红、绿、蓝 LED 的亮度, 可以表现出任意颜色。由 2 个红、2 个绿 LED 组成的 1 个显示像素点如图 1-3 所示。

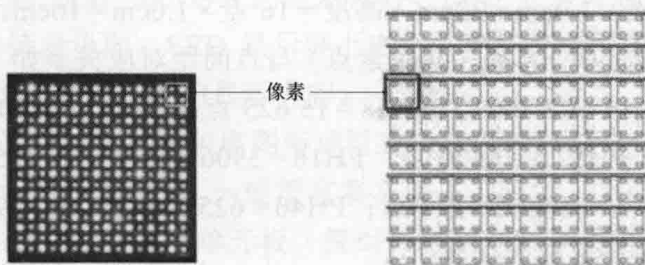


图 1-3 由 2 红 2 绿组成 1 个显示像素点

(3) 像素直径。LED 显示屏中每一像素的直径用 ϕ , 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 点阵模块的像素直径划分为: $\phi 3.0$; 60 000 像素/ m^2 ; $\phi 3.75$; 44 000 像素/ m^2 ; $\phi 5.0$; 17 000 像素/ m^2 等, 其中以 $\phi 3.75$ 和 $\phi 5.0$ 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的平均间距表示: 10、11.5、16、22、25mm。目前, 室外 LED 显示屏的像素直径及像素间距没有统一的标准, 按每平方米像素数量有: 1024 点、1600 点、2000 点、2500 点、4096 点等多种规格。

(4) LED 像素模块。将 LED 排列成矩阵或笔段, 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、8 字 7 段数码模块。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, 故又称其为集束 LED 模块。

(5) 像素点距。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, 17 222 个像素/ m^2 ; 点间距为 10mm 时, 10 000 个像素/ m^2 ; 点间距为 16mm 时, 3906.25 个像素/ m^2 ; 点间距为 18.5mm 时, 2921.84 个像素/ m^2 ; 点间距为 20mm 时, 2500 个像素/ 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

$$\text{点间距} \times \text{点数} = \text{长/高}$$

如: PH16 长度 = 16 点 $\times$ 1.6cm = 25.6cm; 高度 = 8 点 $\times$ 1.6cm = 12.8cm。

PH10 长度 = 32 点 $\times$ 1.0cm = 32cm; 高度 = 16 点 $\times$ 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 = 62 500 点; PH4.7 = 44 300 点; PH6 = 27 800 点; PH8 = 15 625 点; PH10 = 10 000 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. LED 显示屏按显示颜色分类

LED 显示屏按显示颜色可分为如下几种。

(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 LED, 因为红色 LED 的发光效率较高, 可以获得较高的亮度, 也可以用绿色 LED, 还可以是混色, 即一部分用红色 LED, 一部分用绿色 LED, 一部分用黄色 LED。

(2) 两基色 LED 显示屏。两基色 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 65 535 种颜色, 两基色 LED 显示屏多为 256 级灰度或 512 级灰度。

(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 16 777 216 种颜色。

4. LED 显示屏按控制方式分类

LED 显示屏按控制方式可分为如下几种。

(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。

同步控制具有播放动画、图像功能, 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 $\times$ 绿 256 = 65 536 种颜色, DVI 显示卡 + 256 级灰度控制卡, 控制点数为 1280 $\times$ 512 点, 控制范围 ϕ 5: 长 9.76m, 高 3.9m; ϕ 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) $\times$ 点间距

可控制宽度 = 控制卡点数 (宽) $\times$ 点间距

可控制范围 = 可控制长度 $\times$ 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 机上编辑好的文字和没有灰度的图形 (PC 机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 显示屏上的显示内容, 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 显示屏上的显示内容。

在 PC 机上编辑好的文字及无灰度图形通过串口或其他网络接口输入 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, 之后可以脱开计算机工作。

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 机只起到修改 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: 不具有播放动画、图像功能, 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^2 以内, $\phi 3.75$: 控制范围在 2.8m^2 以内, 超过控制范围的只能采用同步控制。

5. LED 显示屏按扫描方式分类

LED 显示屏的扫描定义为: 在 LED 显示屏一定的显示区域内, 同时点亮的行数与整个区域行数的比例, LED 显示屏按扫描方式可分为如下几种。

(1) 静态扫描。显示内容时, 全屏的亮点同时点亮 (室外全彩屏一般都是此种扫描方式), 静态扫描又分为静态实像素和静态虚拟。静态扫描的优点有: 亮度高、稳定性高; 缺点: 成本高、耗能。

(2) 动态扫描。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, 每次点亮一行), 动态扫描也分为动态实像和动态虚拟。动态扫描的优点有: 驱动芯片用量少、节能; 缺点: 亮度低、稳定性低。

室内单双色屏一般采用 $1/16$ 扫描, 室内全彩屏一般采用 $1/8$ 扫描, 室外单双色屏一般采用 $1/4$ 扫描, 室外全彩屏一般采用静态扫描。常用的扫描驱动器件有: 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 16×8 (2R1G1B), 如果选用 MBI5026 驱动, 总共使用的模组数是: $16 \times 8 \times (2+1+1) = 512$, MBI5026 为 16 位芯片, 使用的驱动器件数是: $512/16 = 32$ 。

(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，数一下单元板上 LED 的数目和 74HC595 的数量。计算方法如下

$\text{LED 的数目} \div 74\text{HC595 的数目} \div 8 = \text{几分之一扫描}$

实像素与虚拟是相对应的，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中，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，从而实现用较少的 LED 实现较大的分辨率，能够使显示分辨率提高。

6. LED 显示屏按像素单元分类

LED 显示屏按组成像素单元可分为如下几种。

(1) LED 数码显示屏。LED 数码显示屏的显示像素为 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，LED 数码显示屏支持遥控器输入。

(2) LED 图文显示屏。LED 图文显示屏的显示像素为点阵模块，适用于播放文字、图像信息；LED 图文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) LED 视频显示屏。LED 视频显示屏的显示像素由许多 LED 组成，可以播放视频、动画等各种视频文件。LED 视频显示屏的像素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，视频屏还可以播放视频信号。视频屏开放性好，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. LED 显示屏按单元板 LED 结构分类

LED 显示屏按单元板 LED 结构可分为如下几种。

(1) 点阵模块式 LED 显示屏。点阵模块式 LED 显示屏为最早的设计方案，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。其优点有：原材料成本低，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) 直插灯式 LED 显示屏。直插灯式 LED 显示屏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。其优点有：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