



# 显示器件 驱动技术

Displayer Driving Technologies

吴援明 蒋 泉 编著  
陈文彬 张 磊



电子科技大学出版社

# Displayer Driving Technologies

## 显示器件驱动技术

ISBN 978-7-81114-750-6



9 787811 147506 >

定价: 38.00元

TN873/18

2008

# 显示器件驱动技术

吴援明 蒋 泉 陈文彬 张 磊 编著

电子科技大学出版社

资源库

PDG

图书在版编目(CIP)数据

显示器件驱动技术/吴援明等编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2008.2

ISBN 978-7-81114-750-6

I. 显… II. 吴… III. 显示器—驱动机构—研究 IV. TN873

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第000106号

### 内 容 简 介

本书对平板显示技术的驱动技术做了较为全面的叙述。全书分为六章, 其内容包括: 平板显示器件的工作原理及显示器件的驱动技术基础, LCD 的无源和有源驱动技术, LED、OLED 和 ELD 的驱动技术, PDP 的驱动技术以及其他显示器件的驱动技术等。

本书是在电子科技大学《显示器件驱动技术》课程讲义的基础上, 对信息显示与光电技术专业多年的教学、科研和实验成果总结编写而成的。本书既可作为大专院校光电子技术、物理电子技术、通信等相关专业的本科生和研究生教材, 也可供广大科技工作者、工程技术和研发人员参考。

## 显示器件驱动技术

吴援明 蒋 泉 陈文彬 张 磊 编著

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 郭蜀燕

责任编辑: 谢应成 郎志千

主 页: [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

电子邮箱: [uestcp@uestcp.com.cn](mailto:uestcp@uestcp.com.cn)

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 21.5 字数 520 千字

版 次: 2008年2月第一版

印 次: 2008年2月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-750-6

定 价: 38.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

# 前 言

随着便携式产品、多媒体终端、数字电视和高清电视日益增长的要求,平板显示技术(FPD)已经取代传统的CRT显示技术成为现有主流显示技术。显示器件是一个包涵了很多相关技术的庞大系统,而显示驱动技术是显示器件中十分重要的一个环节。作为与平板显示器件息息相关的显示器件驱动技术将随着技术的发展不断地变革,以满足平板显示器件越来越广泛的应用要求。显示器件的驱动技术广义上可理解为:利用驱动、控制电路作用于显示器件,实现视频图像的显示,包括最简单器件的发光,稍微复杂一点的字符、图表显示,一直到多灰度等级和彩色图像的显示。因此显示器件的驱动技术包含了很多因素,诸如器件的发光机理、像素的排列形式、显示系统的应用场合和彩色的实现方式等。

伴随信息显示技术的迅猛发展,讲述各种显示器件结构原理和显示器维修护理的书籍很多,但目前国内外还没有同类详细讲述几种主要的平板显示器件驱动技术的书籍或教材。《显示器件驱动技术》讲义在电子科技大学已试用了6年,是在总结作者所在单位——电子科技大学光电信息学院四十多年来在信息显示技术领域的科研和教学成果,及广泛阅读大量相关领域的科技文献的基础上编写的。

本书从显示器件的基本原理入手,讲述显示器件最基本的特性参数以及显示驱动技术相关的基础理论知识。然后介绍LCD的静态驱动技术和动态驱动技术,以及现在广泛用于大屏幕、高清晰度的 TFTLCD 驱动技术。

本书第一章介绍平板显示技术的工作原理,第二章讲述显示器件最基本的特性参数以及显示驱动技术相关的基础理论知识,第三章、第四章分别介绍LCD的无源和有源驱动技术,第五章专门介绍LED、OLED和ELD三种电致发光显示器件的驱动技术,第六章介绍PDP的驱动技术。

本书的作者都是多年从事各类平板显示器件技术教学的教师和科研人员。电子科技大学光电信息学院的吴援明教授担任主编并编写了引言,还与电子科技大学光电信息学院的副教授蒋泉对全文进行了校正;蒋泉编写了第一章的1-3和1-4节、第二章与第五章;电子科技大学光电信息学院的陈文彬编写了第一章的1-1节和1-2节、第四章与第六章;电子科技大学光电信息学院的张磊讲师编写了第三章。

全书在内容编排上具有以下特点:

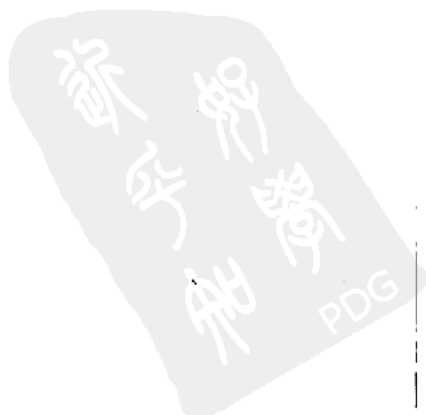
1. 教材内容新颖:着重介绍显示器件驱动技术的理论基础,以及几种主流显示器件的驱动、控制芯片及其应用电路,并根据近十年来的最新发展介绍前沿的驱动技术。
2. 理论与实际相结合:为了理论与实际相结合,本教材除了讲述显示器件驱动技术的理论基础外,还开设了8项实验。其中综合实验6项、演示实验1项、综合设计性实验1项。
3. 立体化教材:除了文字教材这一基本形式外,还配有学习指南和习题解答以及实验

室的仿真实验指导操作训练。还准备采用现代教育技术手段，制作电子出版物（电子幻灯片），以利于学生自学。

在本书的编写过程中，得到深圳天马微电子有限公司研发中心的孙晓平经理和高维先工程师的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢！

科学技术的发展日新月异，由于编者学识水平有限，书中谬误在所难免，恳望同行专家和广大读者批评指正。

编 者



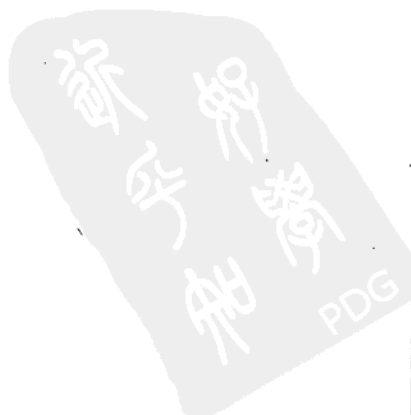
# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 引 言 .....                     | 1  |
| 第一章 平板显示器件技术 .....            | 3  |
| 1-1 平板显示器件概述 .....            | 5  |
| 1-1-1 液晶显示器 .....             | 5  |
| 1-1-2 等离子体显示器 .....           | 8  |
| 1-1-3 发光二极管 .....             | 14 |
| 1-1-4 无机电致发光显示器 .....         | 19 |
| 1-1-5 有机电致发光显示器 .....         | 22 |
| 1-1-6 场致发射显示器件 .....          | 26 |
| 1-2 对显示器件的基本要求 .....          | 29 |
| 1-3 光度和色度 .....               | 40 |
| 1-3-1 眼睛 .....                | 41 |
| 1-3-2 电磁辐射和光的度量 .....         | 44 |
| 1-3-3 表色系和色度图 .....           | 46 |
| 1-4 平板显示器件的驱动电路原理 .....       | 49 |
| 1-4-1 平板显示器件的基本结构 .....       | 50 |
| 1-4-2 平板显示器件专用控制、驱动集成电路 ..... | 53 |
| 习题一 .....                     | 55 |
| 第二章 平板显示器件的驱动基础 .....         | 56 |
| 2-1 平板显示器件设计研究 .....          | 56 |
| 2-2 能量效率 .....                | 56 |
| 2-3 显示系统的寻址 .....             | 61 |
| 2-3-1 显示系统的应用和像素 .....        | 61 |
| 2-3-2 像素的排列形式 .....           | 64 |
| 2-3-3 寻址 .....                | 67 |
| 2-4 平板显示器件的驱动技术——逐行寻址技术 ..... | 71 |
| 2-4-1 交叉效应 .....              | 71 |
| 2-4-2 抑制交叉效应的措施 .....         | 78 |
| 2-5 占空比 (Duty factor) .....   | 80 |
| 2-5-1 提高像素激励时间的措施 .....       | 82 |
| 2-5-2 像素激励时间的总结 .....         | 83 |
| 2-5-3 像素对比度 .....             | 83 |

|       |                               |     |
|-------|-------------------------------|-----|
| 2-6   | 发光单元的亮度调制 .....               | 84  |
| 2-7   | 显示器件的彩色实现 .....               | 86  |
| 2-8   | 成本 .....                      | 89  |
| 2-9   | 平板显示器件的装配结构及装配方法 .....        | 89  |
| 2-9-1 | 驱动 IC 的封装技术 .....             | 89  |
| 2-9-2 | 平板显示器件的外引线结构 .....            | 90  |
| 2-9-3 | 平板显示器件的连接方法 .....             | 91  |
| 习题二   | .....                         | 96  |
| 第三章   | 液晶显示的驱动基础 .....               | 97  |
| 3-1   | 液晶显示的静态驱动技术 .....             | 97  |
| 3-1-1 | 静态驱动原理 .....                  | 97  |
| 3-1-2 | 液晶显示静态驱动 IC .....             | 101 |
| 3-2   | 无源矩阵的动态驱动法(时间分割法、多路驱动法) ..... | 111 |
| 3-2-1 | 抑制 LCD 交叉效应的措施 .....          | 112 |
| 3-2-2 | 动态驱动电压波形 .....                | 123 |
| 3-2-3 | 动态驱动器原理 .....                 | 127 |
| 3-2-4 | 矩阵液晶显示的应用 .....               | 136 |
| 3-2-5 | 液晶显示模块 .....                  | 139 |
| 3-2-6 | 液晶显示驱动系统的辅助电路 .....           | 143 |
| 3-3   | 液晶显示控制器原理 .....               | 145 |
| 3-3-1 | 驱动器的升格——液晶显示驱动控制器 .....       | 146 |
| 3-3-2 | 液晶显示控制器 .....                 | 152 |
| 3-3-3 | 液晶显示控制器的应用 .....              | 161 |
| 3-4   | 字符型液晶显示模块的应用 .....            | 165 |
| 3-4-1 | 字符型液晶显示模块的电路特性 .....          | 165 |
| 3-4-2 | HD44780 的指令集 .....            | 173 |
| 3-4-3 | HD44780 的接口技术 .....           | 177 |
| 习题三   | .....                         | 184 |
| 第四章   | 有源矩阵液晶显示的驱动 .....             | 186 |
| 4-1   | 二端有源器件 .....                  | 187 |
| 4-2   | 三端有源器件 .....                  | 190 |
| 4-2-1 | TFT 的基本结构与工作原理 .....          | 190 |
| 4-2-2 | TFT-LCD 工作原理 .....            | 192 |
| 4-3   | TFT-LCD 驱动技术 .....            | 194 |
| 4-3-1 | 驱动系统的基本内容 .....               | 194 |
| 4-3-2 | 驱动波形 .....                    | 199 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 4-3-3 驱动器的结构.....             | 204        |
| 4-3-4 液晶驱动电压.....             | 208        |
| 4-3-5 模拟驱动系统.....             | 212        |
| 4-3-6 驱动器的安装方法.....           | 213        |
| 4-4 TFT 制作工艺.....             | 213        |
| 4-5 液晶电视.....                 | 223        |
| 习题四.....                      | 228        |
| <b>第五章 电致发光显示器件的驱动技术.....</b> | <b>229</b> |
| 5-1 LED 的驱动技术.....            | 229        |
| 5-1-1 LED 显示器件概述.....         | 229        |
| 5-1-2 LED 与 LCD 发光原理的区别.....  | 230        |
| 5-2 LED 的显示驱动方式.....          | 233        |
| 5-2-1 单个或多个 LED 的驱动.....      | 234        |
| 5-2-2 LED 数码管的驱动.....         | 237        |
| 5-2-3 点阵 LED 的逐行寻址驱动.....     | 238        |
| 5-3 LED 的应用电路.....            | 242        |
| 5-3-1 CMOS 集成电路直接驱动 LED.....  | 242        |
| 5-3-2 笔段型 LED 的驱动.....        | 243        |
| 5-3-3 点阵型 LED 的驱动.....        | 250        |
| 5-4 OLED 的驱动技术.....           | 255        |
| 5-4-1 PMOLED 驱动技术.....        | 256        |
| 5-4-2 PMOLED 驱动 IC.....       | 262        |
| 5-4-3 AMOLED 驱动技术.....        | 270        |
| 5-4-4 硅基 OLED 微显示器.....       | 277        |
| 5-5 ACTFELD 的各种驱动方式.....      | 287        |
| 5-5-1 薄膜电致 (TFEL) 发光显示.....   | 287        |
| 5-5-2 有源矩阵电致发光显示.....         | 290        |
| 5-5-3 ACTFEL 的驱动技术.....       | 292        |
| 习题五.....                      | 302        |
| <b>第六章 等离子体显示器件的驱动技术.....</b> | <b>303</b> |
| 6-1 单色等离子体显示.....             | 303        |
| 6-2 彩色交流等离子体显示器件驱动技术.....     | 307        |
| 6-2-1 彩色 AC-PDP 的结构.....      | 307        |
| 6-2-2 彩色 AC-PDP 的驱动技术.....    | 310        |
| 6-3 PDP 驱动电路的组成.....          | 318        |
| 6-3-1 集成电路驱动器.....            | 319        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 6-3-2 彩色 PDP 驱动集成电路的高耐压工艺..... | 322 |
| 6-3-3 AC 彩色 PDP 驱动集成电路.....    | 322 |
| 6-4 直流等离子体显示器驱动技术 .....        | 324 |
| 6-4-1 自扫描 DC-PDP.....          | 325 |
| 6-4-2 脉冲存储 DC-PDP.....         | 330 |
| 6-4-3 改进型脉冲存储 DC-PDP.....      | 331 |
| 习题六 .....                      | 332 |
| 参考文献 .....                     | 333 |



# 引 言

显示器件的驱动技术广义上可理解为利用驱动、控制电路作用于显示器件,实现视频图像的显示,包括最简单器件的发光,稍微复杂一点的字符、图表显示,一直到多灰度等级和彩色图像的显示。因此显示器件的驱动技术包含了很多因素,诸如器件的发光机理、像素的排列形式、显示系统的应用场合和彩色的实现方式等。

很明显,要对某种显示器件进行驱动,必须知道其驱动电压和驱动电流,这与显示器件的发光机理是密切相关的。不同的显示器件的驱动电压和驱动电流是不同的,以驱动电压来说,驱动液晶和发光二极管的电压只要几伏,而驱动等离子体的电压需要几十到两百多伏,阴极射线管的驱动电压达到 10 000~30 000V,差别非常大;如从驱动电流来说,液晶和发光二极管同属低压器件,但发光二极管的驱动电流在毫安量级,而液晶的驱动电流非常小,一般不考虑。

以显示器件的种类对驱动技术进行分类是常见的。不同的显示器件匹配不同的电路,因此运用器件必须考虑其配套电路。常用的电路主要有小规模 TTL、CMOS 数字电路,以及大规模的 CMOS 集成电路。

LCD: 适用于低压工作的大规模集成电路。由于液晶显示器件是交流驱动,故一般都匹配有专门的驱动和控制 IC。

LED: 适用于低压 5V 的 TTL 电路和具有大电流输出的 CMOS 电路。

OLED: 0~30V 的 CMOS 电路。

VFD: 适用于 200V 左右的 PMOS 电路,十几伏的 CMOS 和 NMOS 电路。

PDP: 需配用升压逆变电路或高反压管电路。

EL: 同 PDP 的驱动条件。

考虑电路的原则的核心是力求使功耗和工作电压尽量匹配一致。若使用的电路与显示器件的供电电压不一样,将是一件十分麻烦的事;而如果电路的功耗远大于显示器件的功耗,又将使显示器件的微功耗优点丧失殆尽。

除了以显示器件对驱动技术进行分类,如果从显示器件的发光时间与显示时间所占的比例进行考虑的话,显示器件的驱动技术可分为以下几类:

## (1) 静态驱动技术

静态驱动技术有时也称为直接寻址,显示图像的每个像素都接有一个驱动放大器,每个放大器只负责激励一个像素,因此显示屏的图像在整个帧周期内同时发光。一般在显示单元少时(如 10 位以下的 7 段数码显示)采用。

## (2) 动态驱动技术

动态驱动技术也称为无源矩阵型驱动技术,或逐行寻址、多路寻址。像素是由两组等距平行排列的电极分别称为行电极( $X_i$ )和列电极(或称信号电极  $Y_j$ )构成,行与列电极相互垂直。所有像素在整个帧周期不是同时发光,而是类似于 PAL 制电视的隔行扫描,但它属于逐行扫描,因此像素在一帧只发光一次,而不是一直发光。

### (3) 准静态驱动技术

在这里,把有源矩阵驱动技术称为准静态驱动技术。像素的排列和无源矩阵类似,但在每个像素上串接了有源器件。虽然仍属于逐行寻址,但由于有源器件的电绝缘和存储效应,像素上的电荷可在非寻址期间保持住,即像素在一帧中可认为一直发光,所以称为准静态驱动技术。

显示器件的专用控制、驱动集成电路(IC),在整个显示系统中所具有的重要性是由其在总成本中所占的份额所决定的。因为在显示系统中,价格仅次于显示屏(无论是PDP、LCD或EL等)的器、部件就要数专用的控制、驱动集成电路(IC),其器、部件的性能决定着整个系统的性能,整机系统的性价比很大程度上取决于这一部分的性价比;其次,专用的控制、驱动集成电路(IC)在成本上占整机系统的很大部分。以部分产品(PDP、LCD各10种产品)为例,在实际的电路成本中,控制、驱动电路一般要占到60%甚至更多。业内相关人士有一种简单的“两个60%”的说法:即在平板显示器中,一般说来电路占系统总成本的60%,驱动控制电路占电路总成本的60%。OLED器件无论是无源驱动还是有源驱动,就2005年的水平,驱动控制IC和屏的成本大致一样(1:1)。也就是说,掌握了驱动控制IC,也就掌握了OLED。尤其在研发阶段,驱动控制IC占的成本还要高一些。因此,无论从哪个方面考虑,平板显示专用的驱动控制集成电路(IC)的设计、制造都是要认真考虑的。

显示器件的专用控制、驱动IC与一般的IC相比有着非常不同的特殊要求,它要求器件必须在有限的封装中有较高的耐压、较大的驱动能力和较多的驱动输出。目前,世界平板显示市场的专用控制、驱动IC正朝着更多的输出、更快的速度、更高的品质(考虑电磁兼容等方面的设计加入)、更低的功耗等方向快速发展。

显示器件驱动电路的信号处理部分大多采用数字集成电路构成,而数字集成电路的工作电压较低,仅仅有5V左右。除了液晶显示器所需驱动电压只有几伏外,大部分的平板显示器的驱动电压远远高于此值,达几百伏。因此在数字电路与显示像素之间必须有能与信号幅值和阻抗匹配的功率放大器。根据不同显示器件像素的电学特性,后级匹配功率放大器的参数和构成有所差异。PDP和ELD发展较早,已开发出实用的系列高压集成电路。这种高压集成电路一般采用DMOS工艺(双扩散MOS),但其集成度受电压的限制,在工作电压为400V的器件中,仅集成16到64路。为了减少整机体积,高压集成模块必不可少,现在的集成度已有较大的提高,达几百路以上。

# 第一章

## 平板显示器件技术

电子显示器件，即是人们常说的人机界面，它们将来自各种电子装置的信息，通过人的视觉传递给人；而且通过它能与人交换信息，进行人机对话，具有电子工具的功能。随着科学技术的发展，信息量不断增加。人生活在社会上，每日每时都得从外界获得信息。和通过听觉、嗅觉、触觉等感官获得的信息相比，视觉获取的信息占全部获得信息量的 80% 以上，如表 1-1 所示，且视觉获取的信息是二维和三维的，还可以是彩色的，因此通过视觉获取信息的信息量更大，对信息的了解更深刻和全面。从上面所述的人类获取信息的途径来看，人类在需要准确地获取大量复杂的信息，并加以判断记忆时，利用视觉是最为有效的方法。信息媒体是今后信息社会的主角，在信息媒体中作为人机接口的手段，显示器是必不可少的。

表 1-1 五种感官获得的信息量

| 感觉 | 占信息量的比例 /% |
|----|------------|
| 视觉 | 83         |
| 听觉 | 11         |
| 嗅觉 | 3.5        |
| 触觉 | 1.5        |
| 味觉 | 1          |

现代电子技术和显示技术的结合，从空间、时间和频段上极大地扩展了人类的视觉能力，使我们能够超越时空对瞬息万变的事物进行充分的观察和研究，我们可以坐在办公室里观看宇航员登月的情景，可以坐在指挥室里掌握千里之外战场的实战情况，因此显示技术是信息社会和现代化战争的重要技术手段。

显示技术也叫做信息显示，利用它可把看不见的电信号转化成发光信号（包括图形、图像或字码等）。信息显示主要由信息源、数据处理和显示器三部分组成。如图 1-1 所示。信息源包括雷达天线和摄像机探测到的信息、计算机输出的信息、磁盘存储的信息、传感器转换的非电量，而数据处理是把各种输出信息经过编码、变换等电路处理，送入显示器将电信号显示出来。

一台显示器大致可以分成显示电路、显示器件和电源三部分，如图 1-2 所示。显示电路的作用是把输入电信号经过处理加到显示器件上，以控制显示器件的发光，从而形成图像或字码。显示器件的作用是把处理过的电信号转化成图像，为了使显示器正常工作，还必

须加上各种工作电压（例如，高压、低压、直流和高频等），所以显示器中还必须包括电源部分。

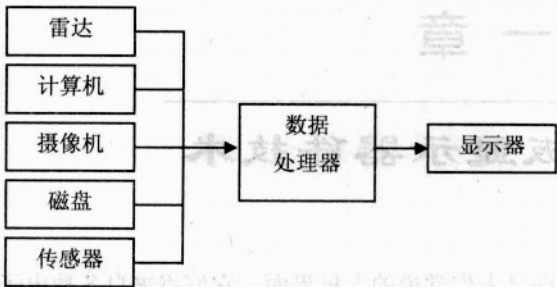


图 1-1 信息显示的基本过程



图 1-2 显示器的基本结构

大家对电视机较为熟悉吧，电视机的主要部分就是一个显示器。下面我们就以电视机为例来说明显示器各部分的作用。

电视机的简单方框图如图 1-3 所示。天线接收到的高频信号经过高频通道后，分离出伴音中频信号和图像中频信号，分别送入相应的通道。从伴音中频信号产生音频信号加到喇叭上，形成电视伴音。从图像中频信号产生图像信号加到显像管的阴极上，以便形成图像。为了实现电视扫描还应有扫描电压发生器，其扫描电压必须同电视台摄像机的扫描电压一致。此外为了使显像管正常工作，还必须有高压电源、灯丝电源和聚焦电源。

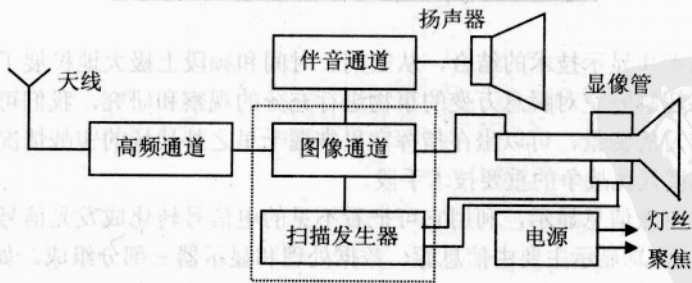


图 1-3 电视机方框图

我们可以把图像通道和扫描发生器称为显示电路。由此可见，电视机中除了高频通道和天线组成的接收部分以及伴音通道外，剩下的其他部分就构成了一个显示器。在这里，显示器的基本结构也是由显示器件、显示电路和电源三部分组成的。

电视机中的显像管就是一种显示器件。事实上，显示器件的种类是很多的。各种显示器件的原理和结构都不尽相同，有的还具有本质上的区别。它们各自配合着不同的显示电路，以完成多种多样独特的显示任务。

## 1-1 平板显示器件概述

根据不同的工作原理，平板显示技术可分为液晶显示（LCD）、等离子体显示（PDP）、电致发光显示（ELD）、场发射显示（FED）、真空荧光显示（VFD）和发光二极管拼接显示（LED）等。

就显示原理的本质来看，显示技术利用了发光现象和电光效应两种物理现象。这里说的电光效应是指加上电压之后物质的光学性质（包括折射率、反射率和透射率等）发生变化的现象。因此，又可以根据像素本身发光与否，把显示系统分成被动显示和主动显示两大类（也可分别称为非辐射显示和辐射显示）。

在平板显示技术中，除液晶显示器件属于被动显示器件外，其余都属于主动显示器件。下面简要地叙述各种显示器件的基本原理。

### 1-1-1 液晶显示器

液晶显示器件（LCD）在一定电压下，使液晶特定分子排列改变成另一种分子排列方式。由于分子的再排列而使液晶盒的双折射性、旋光性、二色性、光散射性等光学性质发生变化，进而又由这些光学性质的变化转化成视觉的变化。也就是说，LCD 是液晶盒利用光调制的一种受光型器件。

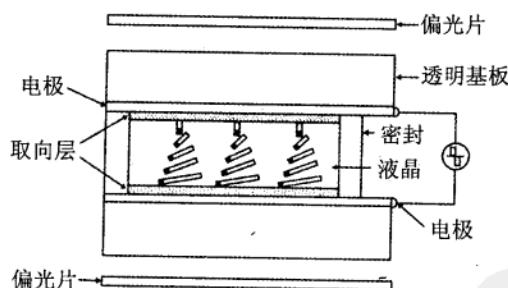


图 1-4 TN 型液晶的结构示意图

它的基本结构是将上下两块制作有透明电极的玻璃，通过四周的胶框封接后，形成一个几微米厚的盒。在盒中注入 TN（向列型 Twist Nematic）型液晶材料。在通过特定工艺处理的盒中，TN 型液晶的棒状分子平行地排列于上下电极之间，靠上电极的分子平行纸面排列，用“—”表示，靠下电极的分子则垂直于纸面排列，用“•”表示。而上下电极之间的分子被逐步扭曲。“—”线段长度变化表示扭曲角度大小变化。入射光通过偏振方向与上电极面液晶分子排列方向相同的上偏振片（起偏器）形成偏振光。此光通过液晶层时扭转了  $90^\circ$ 。到达下偏振片（检偏器）时，偏振方向不变，偏振光通过下偏振片，并被下偏振片后

方的反射板反射回来。盒呈透亮，因而我们可以看到反射板。当上下电极之间加上一定电压后，电极部位的液晶分子在电场作用下转变成与上下玻璃面垂直排列，这时的液晶层失去旋光性。偏振光通过液晶层没有改变方向，与下偏振片偏振方向相差  $90^\circ$ ，光被吸收，没有光反射回来，也就看不到反射板，在电极部位出现黑色。由此可知，根据需要制作成不同的电极，就可以实现不同内容的显示。如图 1-4 所示为典型的 TN 型液晶的结构示意图。

平时液晶显示器呈透亮背景，电极部位加电压后，显示黑色字、符或图形，这种显示称为正显示。如将图中下偏振片转成与上偏振片的偏振方向一致装配，则正好相反，平时背景呈黑色，加电压后显示字符部分呈透亮，这种显示称为负显示。后者适用于带背光源的彩色显示器件。

可见，液晶显示器一个最突出的特点就是其本身不发光，用电来控制对环境照明的光在显示部位的反射（或透射）方法而实现显示。因此在所有的显示器件中，它的功耗最小，每平方厘米的功耗在一微瓦以下，与低功耗的 CMOS 电路匹配最适于各种便携的袖珍型仪器仪表、微型计算机等作为终端显示用。

液晶显示器根据其应用不同，可以有多种显示模式。常见的有扭曲向列相（TN）模式、超扭曲向列相（STN）模式、双层超扭曲向列相（DSTN）模式、宾主（GH）模式、电控双折射（ECB）模式和高分子散射（PDLC）模式等等。

液晶显示器件按驱动方式分可以分为无源驱动（被动驱动）和有源驱动（主动驱动）。无源驱动方式主要用于早期的小尺寸、低像素的字符型显示器件，以及低于 QVGA（ $320 \times 240$ ）分辨率的小尺寸阵列显示器件。而有源驱动是应用于大尺寸、高像素的阵列显示。最典型的就是我们平常接触的很多的 TFT-LCD（Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display）。TFT-LCD 的中文翻译名称就叫做薄膜晶体管液晶显示器。TFT 不是液晶显示的一种模式，而只是液晶驱动的一种方式，而就其应用模式来讲，TFT-LCD 采用的液晶显示模式是 TN 模式。液晶显示器需要电压控制来产生灰阶，而利用薄膜晶体管来产生电压，以控制液晶转向的显示器，就叫做 TFT-LCD。从切面结构图来看，在上下两层玻璃间夹着液晶，便会形成平行板电容器，我们称之为 CLC（Capacitor of Liquid Crystal）。它的大小约为  $0.1\text{pF}$ ，但是实际应用上，这个电容并无法将电压保持到下一次再更新画面数据的时候。也就是说当 TFT 对这个电容充好电时，它无法将电压保持住，直到下一次 TFT 再对此点充电的时候。（以一般  $60\text{Hz}$  的画面更新频率，需要保持约  $16\text{ms}$  的时间）这样一来，电压有了变化，所显示的灰阶就会不正确。因此一般在面板的设计上，会再加一个储存电容 CS（Storage Capacitor）大约为  $0.5\text{pF}$ ，以便让充好电的电压能保持到下一次更新画面的时候。确切地说，在玻璃上的 TFT 本身只是一个使用晶体管制作的开关。它主要的工作是决定 LCD source driver 上的电压是不是要充到这个点来。至于这个点要充到多高的电压，以便显示出怎样的灰阶都是由外面的 LCD source driver 来决定的。其结构框图如图 1-5 所示。

确切地说，液晶显示器相对 CRT 显示器来说，液晶显示器天生拥有以下绝对优势：

### 一、零辐射，低耗能，散热小

液晶显示器的显示原理是通过扭转液晶像素中的液晶分子偏转角度来反射背景光而实现还原画面的，其不存在像 CRT 那样内部具有超高压元器件，不至于出现由于高压导致的

Black matrix      Protective film      Common electrode



## 二、纤薄轻巧

正是液晶显示器的出现,才使手提电脑的发明成为可能。以 15 英寸的显示器比较, CRT

### 三、精确还原图像

液晶显示器采用的是直接数码寻址的显示方式,它能够将显卡输出的视频信号经过 AD

#### 四、显示字符锐利，画面稳定不闪烁

液晶显示独特的显示原理决定了其屏幕上各个像素发光均匀,而目红、绿、蓝三基色