



# 液晶电视原理 与维修技术

(第2版)

主 编 张伯虎



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

# 液晶电视原理与维修技术

## (第2版)

主 编 张伯虎  
副主编 薛秀军 李凤银  
参 编 孟 璐 赵淑侠 王宗信  
          张晓红 吴秀林 邵书华

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书共8章:第1~3章为基础知识,介绍液晶电视显示技术基础,液晶电视的构成、拆卸与安装,液晶电视单元电路的分析与检修;第4~8章为实际电路分析部分,分别介绍创维、海信、TCL王牌、长虹、海尔等液晶电视的原理与维修实例。

本书适合于家电维修人员和无线电爱好者阅读,也可作为高职高专及家电维修培训班的教材使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

液晶电视原理与维修技术 / 张伯虎主编. —2版.

—北京:国防工业出版社,2017.3

ISBN 978-7-118-11252-8

I. ①液... II. ①张... III. ①液晶电视机—理论②液晶电视机—维修 IV. ①TN949.192

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第044196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)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$  字数 518千字

2017年3月第2版第1次印刷 印数 1—2500册 定价 49.00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

液晶电视已经成为电视机市场上的主流产品,但大部分家电维修人员对新机型都比较陌生。为了使广大家电维修人员及时跟上彩色电视机发展的步伐,尽快掌握这类电视机的维修技术,我们在第1版的基础上进行了修订,删除了相对过时的部分液晶电视相关资料,增加了新型LED液晶电视机芯电路,并提供了液晶电视专用数字芯片和新型号晶体管等资料。修订后,本书基本上涵盖了市场上的新型液晶电视机的主流机芯。希望本书能给广大读者提供更多、更全面的参考,带给他们更多的收获。

本书从专业家电维修人员的实际需要出发,结合高端彩色电视机集成度高、独立元器件较少和导线连接相对简单的特点,以流程图分析的方法分别介绍了液晶显示技术、液晶显示器的驱动与控制、液晶显示器采光技术、液晶屏的代换技术、液晶电视的构成和单元电路原理与检修,以及海信液晶电视原理与维修、长虹液晶电视原理与维修、创维液晶电视原理与维修、TCL液晶电视的原理与维修等内容。

参加本书编写的还有苏萌、龚倩、高福德、史宝峰、高明建、崔吉令、王文秀、杨国良、陈刚、常月贤等。本书在写作过程中参考了相关的书籍和资料,在此对相关作者表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者  
2016年11月

# 目 录

第 1 章 液晶电视显示技术基础	1
1.1 液晶电视显示技术简介	1
1.1.1 液晶显示的发展过程	1
1.1.2 液晶显示的特点及技术指标	1
1.1.3 液晶的电光效应	4
1.2 液晶显示器结构与驱动控制电路	7
1.2.1 液晶显示器结构	7
1.2.2 点矩阵型液晶显示原理	8
1.2.3 液晶显示驱动电路	11
1.3 液晶显示器件的背光采光技术及常用液晶屏	18
1.3.1 背光源种类及采光技术	19
1.3.2 背光灯管的选择及更换技术	22
1.3.3 常用液晶屏	24
1.3.4 LVDS(低压差分信号)屏接口	36
第 2 章 液晶电视的构成、拆卸与安装	40
2.1 液晶电视的构成	40
2.1.1 整体构成	40
2.1.2 电路构成	41
2.2 拆卸与安装步骤	43
2.2.1 拆卸步骤	43
2.2.2 安装步骤	44
第 3 章 液晶电视单元电路分析与检修	47
3.1 ANT 接口及高频信号处理电路	47
3.1.1 图像伴音公共通道	47
3.1.2 中频处理电路	48
3.1.3 音频处理电路	50
3.1.4 常见故障维修	59
3.2 图像信号输入电路	61
3.2.1 各种输入接口及切换开关	61
3.2.2 TV/AV/S 端子信号输入电路	67
3.2.3 输入电路故障检修	70

3.3	图像处理电路	70
3.3.1	视频解码电路	70
3.3.2	隔行扫描信号转换为逐行扫描信号的变换电路	73
3.3.3	A/D 转换及驱动信号形成电路	73
3.4	电源供电电路及背光灯供电电路	78
3.4.1	开关电源降压电路	78
3.4.2	DC/DC 变换电路	90
3.4.3	高压逆变电路	92
3.5	系统控制电路	105
3.5.1	微控制器电路	105
3.5.2	80C51 系列系统控制电路原理	109
3.5.3	常见故障检修	112
<b>第4章</b>	<b>创维 8T 系列机芯液晶电视原理与维修</b>	<b>113</b>
4.1	电路分析及信号流程	113
4.1.1	音频处理电路	113
4.1.2	图像处理电路	114
4.1.3	电源电路	120
4.1.4	系统控制电路	121
4.2	8T 系列机芯调试	124
4.2.1	8TT1 机芯调试	124
4.2.2	8TT6 机芯调试	124
4.2.3	8TG3 机芯调试	125
4.2.4	8TP2 机芯调试	127
4.2.5	8TAG 机芯调试	129
4.3	8T 系列机芯常见故障检修	129
4.3.1	机芯常见故障速查表	129
4.3.2	常见故障维修	130
<b>第5章</b>	<b>海信 77 系列液晶电视原理与维修</b>	<b>133</b>
5.1	整机电路构成	133
5.2	电路分析及信号流程	133
5.2.1	电源电路	133
5.2.2	图像处理电路	139
5.2.3	音频处理电路	140
5.2.4	系统控制电路	141
5.2.5	数字媒体播放器	142
5.3	调试与维修	142
5.3.1	机芯调试	142
5.3.2	故障分析	145

<b>第 6 章</b>	<b>TCL 王牌 LCD2026 液晶电视原理与维修</b>	150
6.1	机芯电路构成	150
6.1.1	主要功能及参数	150
6.1.2	输入模式	151
6.1.3	整机构成	151
6.2	电路信号流程	153
6.2.1	数字板信号流程	153
6.2.2	TU 转接板信号流程	156
6.2.3	前控板信号流程	156
6.2.4	AV 板信号流程	157
6.3	集成电路分析	157
6.3.1	液晶显示处理器 GM5221	158
6.3.2	施密特触发器 SN74HC14	164
6.3.3	EEPROM SST39SF020A	165
6.3.4	串行 EEPROM 24LC16B	165
6.3.5	双通道 20V(D-S) MOSFET SI9953DY	166
6.3.6	开关电源 LM2596	167
6.3.7	数字视频解码器 TVP5147PFP	167
6.4	LCD2026A 液晶电视的调试与维修	170
6.4.1	调试方法	170
6.4.2	调试内容	171
6.4.3	工厂菜单选项说明	172
6.4.4	LCD-TV 机芯维修注意事项	173
6.5	TCL 王牌 LCD2026 常见故障检修	174
<b>第 7 章</b>	<b>长虹 LS10 机芯液晶电视原理与维修</b>	177
7.1	机芯电路构成	177
7.2	电路分析及信号流程	180
7.2.1	高、中频信号处理电路	180
7.2.2	音频处理电路	182
7.2.3	视频处理电路	186
7.2.4	系统控制电路	193
7.2.5	电源电路	195
7.3	调试与维修	199
7.3.1	工厂模式设置	199
7.3.2	常见故障检修	200
<b>第 8 章</b>	<b>海尔 MST9U88 系列机芯液晶电视原理与维修</b>	204
8.1	机芯电路构成	204
8.2	电路分析及信号流程	206

8.2.1	高频头中放电路 .....	206
8.2.2	输入与输出接口电路 .....	209
8.2.3	全功能超级芯片处理电路 .....	217
8.2.4	音频输出电路 .....	220
8.2.5	电源电路 .....	222
8.3	常见故障检修 .....	225
8.3.1	故障判定 .....	225
8.3.2	常见故障现象及排除 .....	226
8.4	工厂菜单说明 .....	227
8.4.1	进入/退出工厂模式 .....	227
8.4.2	工厂菜单功能 .....	227
8.5	软件升级调试说明及注意事项 .....	229
8.5.1	升级工具连接 .....	229
8.5.2	升级工具操作 .....	229
8.5.3	克隆器的使用方法及注意事项 .....	231
附录 1	液晶电视机常用英汉对照表 .....	233
附录 2	海信 77 系列液晶电视原理图 .....	234
附录 3	MST9U88 系列机芯液晶电视原理图 .....	241



# 第 1 章 液晶电视显示技术基础

## 1.1 液晶电视显示技术简介

### 1.1.1 液晶显示的发展过程

液晶起源于 1888 年,是奥地利植物学家莱尼兹发现的一种特殊的混合物质,它在浑浊状态下处于固态和液态之间,即具有固态物质和液态物质的双重特性,因此称之为 Liquid Crystal(液态的晶体)。液晶的组成物质是一种有机化合物,是以碳为中心所构成的化合物。1963 年时,美国 RC 公司的威廉发现液晶受到电场的影响会产生偏转现象,同时也发现光线射入到液晶中会产生折射现象。1968 年,也就是威廉发现光会因液晶产生折射后的 5 年,美国无线电公司的 Heil 振荡器开发部门开发出了全球首台利用液晶特性形成画面的屏幕。在莱尼兹发现液晶物质整整 80 年后,“液晶”和“显示器”两个专有名词才连接在一起,“液晶显示器(LCD)”才成为行业的专业名词。1968 年,液晶显示器首次亮相,此时的显示器工作不稳定,与日常生活的实际应用还有一段距离。直到 1973 年,英国大学教授葛雷先生发现了可以利用联苯来制作液晶显示器,才使液晶显示器产品正式批量生产,并为日本 Sharp 公司的 EL-8025 电子计算机提供了屏幕。自此以后,开启了液晶多方面的应用,也逐渐促成 LCD 产业的兴起。目前,无论在液晶显示技术,还是产业化程度,日本均处于垄断地位,没有任何一个国家可与之抗衡。

早期的 LCD,由于其对比度较差、亮度低及视角窄等原因,仅用于一些显示内容少且要求不高的场合,如计数器、电子表、寻呼机等。众所周知,它们必须在明亮处才能显示。这是因为液晶本身并不发光,它属于被动显示器件的缘故。

液晶显示技术真正得到长足发展并大量应用于计算机系统中,得益于以笔记本型计算机为代表的便携式计算机的研制成功。1985 年,日本东芝公司首家推出世界上第一台笔记本电脑,就是采用了大规模集成电路与 LCD 相结合的产物。从此 LCD 迅速成为各种便携式显示设备的主流,并迅速完成了从单色到彩色、从低分辨率到高分辨率、从无源点阵型到有源点阵型的发展道路。目前,LCD 品种繁多,技术已日趋成熟,性能直追 CRT 显示器,而且,大屏幕彩色 LCD 也已经出现。可以相信,随着技术的进一步发展,LCD 最终将取代 CRT 在显示器中的主导地位。

我国对 LCD 技术的研究始于 20 世纪 70 年代末。20 世纪 80 年代我国开始引进液晶显示器件生产线,进入 20 世纪 90 年代,我国液晶显示技术获得了快速发展,并迅速完成了产业化过程。目前,我国已经成为 LCD 生产大国。

### 1.1.2 液晶显示的特点及技术指标

LCD 在短短的 20 多年内取得如此巨大的发展,首先得益于电子技术,特别是微电子技术的成就。只有大规模和超大规模集成电路和 LCD 的完美结合,才能将 LCD 的优点发挥得淋漓尽致,才能导致市场的如此巨大需求。

## 1. 特点

与其他各类显示器相比,LCD 具有一系列其他显示器所不具备的突出特点。这些特点主要体现在以下几个方面。

优点:

### 1) 平板结构

液晶显示器的基本结构是两片导电玻璃,中间灌有液晶的薄型盒。这种结构的优点是:开口率高,最有利于作显示窗口。

显示面积做大、做小都非常容易,完成自动化批量生产,生产成本低;器件很薄,只有几毫米厚。

### 2) 低压、低功耗

较低的工作电压只要  $2V \sim 3V$ ,工作电流只有几微安,即功耗只有  $10^{-6} \mu W/cm^2 \sim 10^{-5} \mu W/cm^2$ 。

### 3) 显示信息量大

液晶显示中,各像素之间不用采取隔离技术,所以在同样显示窗口面积可容纳更多的像素,利于制成高清晰度电视。

### 4) 被动显示型

液晶本身不发光,靠调制外界光达到显示的目的,即依靠对外界光的不同反射和透射形成不同对比度来达到显示目的。

### 5) 易于彩色化

液晶一般为无色,采用滤色膜可很容易实现彩色图像。

### 6) 无辐射、无污染

CRT 显示器中有 X 射线辐射,PDP 显示中有高频电辐射,而液晶不会出现这类问题。

### 7) 长寿命

液晶本身由于电压低,工作电流小,因此几乎不会劣化,寿命很长。

缺点:

### 1) 显示视角小

由于大部分液晶是利用液晶分子的各向异性形成图像,对不同方向的入射光,其反射率不一样,且视角较小,只有  $30^\circ \sim 40^\circ$ ,因此随着视角的变大,对比度迅速变差。

### 2) 响应速度慢

液晶显示依靠外电场作用,液晶分子的排列发生变化,其响应速度受材料的黏滞度影响较大,一般为  $100ms \sim 200ms$ ,所以液晶在显示快速移动的物体时,质量一般不会太好。

## 2. 技术指标

### 1) 点距和可视面积

液晶显示器的点距不像 CRT 显示器那样难以捉摸,它的点距和可视面积有很直接的对应关系,很容易直接通过计算出来。以 14 英寸的液晶显示器为例:其可视面积一般为  $285.7mm \times 214.3mm$ ,最佳(也就是最大可显示)分辨率为  $1024 \times 768$ ,即该液晶显示器在水平方向上有 1024 个像素,垂直方向有 768 个像素,由此很容易地计算出此液晶显示器的点距是  $285.7/1024$  或者  $214.3/768$ ,等于  $0.279mm$ 。同理,也可以在得知某液晶显示器的点距和最大分辨率下算出该液晶显示器的最大可视面积。需要说明的一点是,液晶的点距跟 CRT 的点距有些不同,实际上 CRT 显示器的点距由于技术原因,其中心的点距要比四周的小,中间的点距(栅距)与两侧的点距(栅距)也是不一样的。目前 CRT 厂商的标称显示器点距(栅距),都是该显示器最小的(也就

是中心的)点距。而液晶显示器整个屏幕任何一处的点距都是一样的,从根本上消除了 CRT 显示器在还原画面时的非线性失真。

## 2) 最佳分辨率(真实分辨率)

液晶显示器属于“数字”显示方式,其显示原理是直接把显示卡输出的模拟信号处理为带具体“地址”信息的显示信号,任何一个像素的色彩和亮度信息都是跟屏幕上的像素点直接对应的。所以液晶显示器不能像 CRT 显示器那样支持多个显示模式,液晶显示器只有在显示跟该液晶显示板的分辨率完全一样的画面时才能达到最佳效果。当在显示小于最佳分辨率的画面时,液晶显示采用两种方式:一种是居中显示,比如在显示  $800 \times 600$  的分辨率时,显示器以其中间那  $800 \times 600$  个像素来显示画面,周围则为阴影,这种方式由于信号分辨率是一一对应的,所以画面清晰,唯一遗憾就是画面太小;另一种是扩大方式,即将该  $800 \times 600$  的画面通过计算扩大为  $1024 \times 768$  的分辨率来显示,由于此方式处理后的信号与像素并非一一对应,因此虽然画面大,但是比较模糊。目前市面上的 13 英寸、14 英寸、15 英寸的液晶显示器的最佳分辨率都是  $1024 \times 768$ ,17 英寸的最佳分辨率则是  $1280 \times 1024$ 。

## 3) 亮度和对比度

液晶显示器亮度以  $\text{cd}/\text{m}^2$  或者  $\text{nt}^{\text{①}}$ (尼特,亮度单位旧称)为单位。市面上的液晶显示器由于在背光灯的数量上比笔记本电脑的显示器要多,所以亮度看起来明显比笔记本电脑要亮。亮度普遍在  $150\text{nt} \sim 210\text{nt}$  之间,已经大大超过 CRT 显示器了。需要注意的是,市面上的低档液晶显示器存在严重的亮度不均匀现象,中心的亮度和距离边框部分区域的亮度差别比较大。对比度是直接体现该液晶显示器能否表现丰富色阶的参数,对比度越高,还原的画面层次感就越好,即使在观看亮度很高的照片时,黑暗部位的细节也能清晰体现,目前市面上的液晶显示器对比度普遍在  $150:1 \sim 350:1$ ,高端的液晶显示器可以达到  $500:1$ 。

## 4) 响应时间

响应时间是液晶显示器的一个重要参数,指的是液晶显示器对于输入信号的反应时间。组成整块液晶显示板的最基本像素单元“液晶盒”,在接收到驱动信号后,从最亮到最暗的转换是需要一段时间的,而且液晶显示器在接收到显示卡输出信号后,处理信号,把驱动信息加到晶体驱动管也需要一段时间(在大屏幕液晶显示器上尤为明显)。液晶显示器的这项指标直接影响到对动态画面的还原。与 CRT 显示器相比,液晶显示器由于过长的响应时间导致其在还原动态画面时有明显的拖尾现象(在对比度强烈而且快速切换的画面上十分明显),在播放视频节目时,画面没有 CRT 显示器那么生动。响应时间是目前液晶显示器尚待进一步改善的技术难关,目前市面上销售的液晶显示器响应时间一般在  $16\text{ms} \sim 50\text{ms}$ 。

## 5) 可视角

很多读者第一眼看到液晶显示器,可能觉得其颜色怪怪的,从不同角度观看的颜色效果并不相同,这是由于某些低端的液晶显示器可视角度过低导致失真。液晶显示器属于背光型显示器件,其发出的光由液晶模块背后的背光灯提供。而液晶主要是靠控制液晶体的偏转角度来“开关”画面,这必然导致液晶显示器只有一个最佳的欣赏角度——正视。当从其他角度观看时,由于背光可以穿透旁边的像素而进入人眼,所以会造成颜色的失真。

可视角是指能观看到可接收失真值的视线与屏幕法线的角度,也是指用户能从不同角度清晰地观察屏幕上所有内容的角度。液晶显示器的可视角包括水平、垂直可视角度两个指标。以显示器的垂直法线(即显示器正中间垂直假想线)为准,在垂直法线的左、右方一定角度的位置

<sup>①</sup>  $1\text{nt} = 1\text{cd}/\text{m}^2$ 。

上仍然能够正常地看见显示图像,这个角度范围就是 LCD 的水平可视角;同样,以水平法线为准,上、下可视角度就是垂直可视角,如图 1-1 所示。当观察角度加大时,所看到的图像对比度会下降,当对比度下降到 10:1 时的观察角,就是该 LCD 的最大可视角。这个数值当然是越大越好。目前,市面上的 15 英寸液晶显示器的水平可视角一般在  $120^\circ$  或以上,并且是左右对称的。而垂直可视角则比水平可视角度要小得多,普遍水平是上下不对称共  $95^\circ$  或以上。高端的液晶显示器可视角已经可以做到水平和垂直都是  $170^\circ$ ,三星 150T LCD 水平和垂直可以达到  $160^\circ$  的可视角。

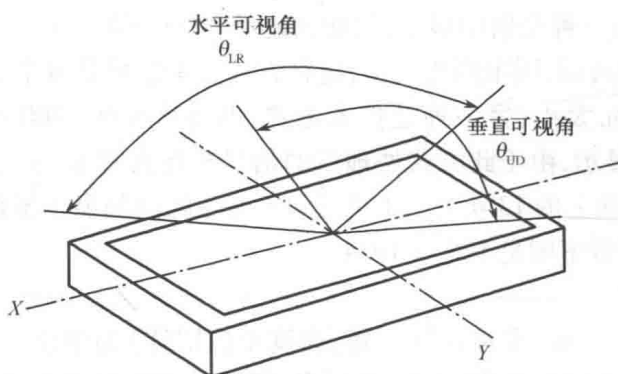


图 1-1 液晶显示器可视角

#### 6) 最大显示色彩数

液晶显示器的色彩表现能力当然是消费者最关心的一个指标,市面上的 13 英寸、14 英寸、15 英寸液晶显示器像素一般是  $1024 \times 768$  个,每个像素由 R、G、B 三基色组成,低端的液晶显示板,各个基色只能表现 6 位色,即  $2^6 = 64$  种颜色。可以简单地得出,每个独立像素可以表现的最大颜色数是  $64 \times 64 \times 64 = 262144$  种颜色。高端液晶显示板利用帧率转换技术使得每个基色可以表现 8 位色,即  $2^8 = 256$  种颜色,则像素能表现的最大颜色数为  $256 \times 256 \times 256 = 16777216$  种颜色。这种显示板显示的画面色彩更丰富,层次感也好。目前市面上的液晶显示器这两种显示板都有采用,消费者选购时务必向厂商或者经销商询问清楚。

#### 7) 刷新频率

LCD 的刷新频率与 CRT 显示器相比有着质的区别。首先,LCD 是对整幅的画面进行刷新,而 CRT 显示器则是将画面分成若干“扫描线”来进行刷新的,这导致后者容易出现画面闪烁的问题,需要将刷新率调整到 85Hz,才能避免画面闪烁。由于 LCD 像素的亮灭只在画面内容改变时才会有所变化,所以即使在较低的刷新频率时也不“闪烁”。因此,刷新频率不是 LCD 的重要指标。而更大的刷新频率指标只能说明 LCD 可以接收并处理更高的频率信号,而不能提高画面的质量。

#### 8) 温度

字符型液晶显示器以及小图形点阵液晶有常温型和宽温型,而大图形点阵的液晶宽温型比较少见。常温一般指工作温度为  $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ ,宽温为  $-20^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 。另外,在湿度方面也有一定的要求。

### 1.1.3 液晶的电光效应

电光效应是指液晶在加电情况下分子排列的变化规律及其光学特性。其电光效应分为两种:电流效应和电场效应。电流效应是指在电流作用下,液晶分子的有序排列被扰乱而产生的对光的散射效应;电场效应则是在外加电场作用下,液晶分子的排列发生变化而引起的光学特性。

## 1. 液晶的电流动态散热效应

当在掺有一定比例导电介质的液晶体中通以一定频率的交变电流时,导电介质发生电离产生离子,它们碰撞液晶分子,使它们的排列发生紊乱,此时的液晶分子的排列无规律可言,如图 1-2(b)所示。

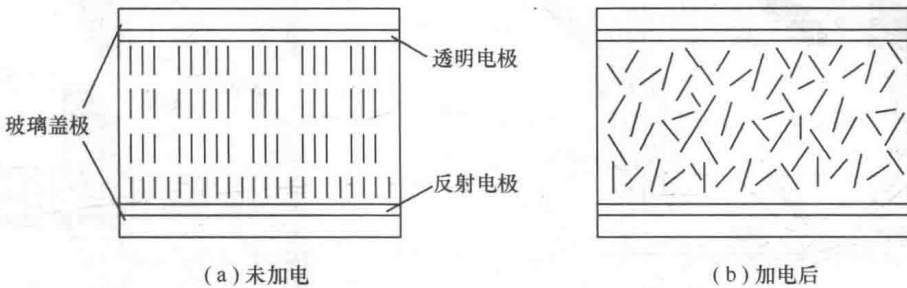


图 1-2 液晶分子的排列

由图 1-2 可知,液晶分子在未加电时排列整齐有序,当入射光从透明电极入射时,极少被液晶分子散射,大部分被反射回来,此时该区域显亮色,而当加有电流时,液晶分子被扰乱,对入射光将产生散射作用,该区域仅极少部分光线被反射回来,故而呈黑灰色。利用液晶的电流效应制成的显示器,电流控制器件功耗较大,只在早期产品中应用,目前很少采用。

## 2. 液晶的电场效应

根据液晶材料的不同或掺入的有机成分的不同,其电场效应包括很多种,如扭曲向列(TN)效应、超扭曲向列(STN)效应、相变效应、铁电效应、电控双折射效应等。目前在显示器中应用最广泛的是扭曲向列效应和超扭曲向列效应,下面以这两种效应为例,分析在电场作用下它们的分子排列变化情况及光学效应。

### 1) 扭曲向列(TN)效应

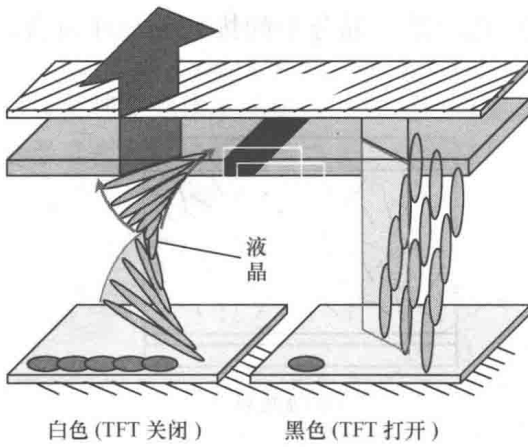
在涂有透明导电薄膜(ITO)的两片玻璃基板间夹入一层厚度为  $10\mu\text{m}$  左右的正介电异性液晶(即 P 型液晶),由于在玻璃内表面涂有一层定向膜,并预先进行了定向处理,因此在玻璃片间的液晶分子沿玻璃表面平行排列。但因两片玻璃内表面定向处理的方向互相垂直,所以液晶分子从上到下其长轴扭转了  $90^\circ$ ,这就是“扭曲向列”名称的由来。此时,处于自由状态下的 TN 液晶分子排列情况如图 1-3(a) 左边部分所示。

在两玻璃片上装上互相正交的偏光片,当有自然光入射时,只有平行于偏光片的直线偏振光可以透过偏光片到达液晶体内。如前所述,偏振光前进的方向将被分子长轴扭转  $90^\circ$ ,其偏振轴方向亦扭转  $90^\circ$ ,故光线可由下偏振片透出。

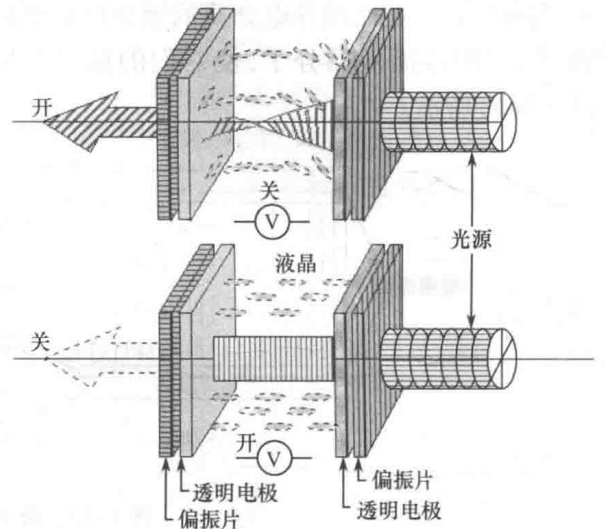
在透明导电电极上加上电压,达到某一值时,液晶分子长轴便开始沿电场方向倾斜,当再增大到超过其阈值电压时,除电极表面上的液晶分子以外,所有的分子长轴将全部与电场方向一致,于是  $90^\circ$  旋光消失,入射光将被下偏振片吸收而不能透过,如图 1-3(a) 右边部分所示。图 1-3(b) 所示为偏振光在两种情况下偏振光轴变化的情形。如果 TN 做成反射式,则由观察加电和不加电的情形可知,在不加电的区域呈光亮区,加电区域呈暗区。如果透明玻璃导电涂层做成某种形状,则可在屏上呈现黑白的单色图案(日常生活中计算器、电子表或电视遥控器的清晰黑字,并非液晶本身变色,而是光在有字的区域被遮挡,而无字的地方被透过的缘故)。所以这种利用向列相液晶预先经  $90^\circ$  扭曲制成的 LCD,称为扭曲向列 LCD,简称为 TN-LCD。

利用扭曲向列电场效应制成的 LCD,其结构简单,但因其电光响应特性不理想,所以在使用





(a) TN 液体分子排列与透过光示意图



(b) TN 型电光效应的原理示意图

图 1-3 TN 型液晶显示器显示原理示意图

TFT—薄膜晶体管。

中存在明显的缺陷,限制了它在高密度、高清晰度显示方面的应用。图 1-4 所示为透射式 TN-LCD 的电光响应曲线。

从电光响应曲线可以得出以下结论:

(1) 阈值电压不明显。即在器件由不加电变为加电或相反电压,其透光或不透光的响应不陡峭。这使其在多路驱动或高密度显示时产生干扰,出现“半亮”显示(表现为显示的图案线条边缘模糊,线条较近时甚至出现重叠而不能分辨)。

(2) 电光响应速度慢。响应速度,是指从加电或撤电时刻到完全开通(90%透光)或关闭(10%透光以下)所需时间,如图 1-3 中“开”或“关”所示,TN 液晶的响应速度在 50ms ~ 100ms,所以,它只适用于显示静止画面。

(3) 光透过和光关闭都不彻底。这是由液晶分子排列和偏振片所决定的。任何液晶分子的排列不可能 100% 地达到有序,偏振片的透光、遮光也不可能达到 100%。所以,液晶的显示在视觉上不可能实现白纸黑字的效果。

由上述可知,TN 液晶只适用于一些较低要求的显示场合。

## 2) 超扭曲向列(STN)效应

“超扭曲”即扭曲角很大,要超过 TN 型的扭曲角  $90^\circ$ 。

由于 TN-LCD 的电光响应特性(图 1-4)不够理想,因此在大信息量显示、视频显示上受到了限制。20 世纪 80 年代初,人们发现,传统的扭曲向列液晶显示器件,只要将其液晶分子的扭曲角度加大,就可改善其电光响应。经过努力,人们陆续开发出一系列超过 TN 扭曲角  $90^\circ$  的液晶显示器件,扭曲角在  $180^\circ \sim 360^\circ$  的液晶显示器件称为超扭曲向列器件。目前,几乎所有的点阵图形和大部分点阵字符显示器均已采用了 STN 模式。STN 技术在液晶产业中已处于成熟完善阶段。根据扭曲角的不同,可以分为好几类产品。

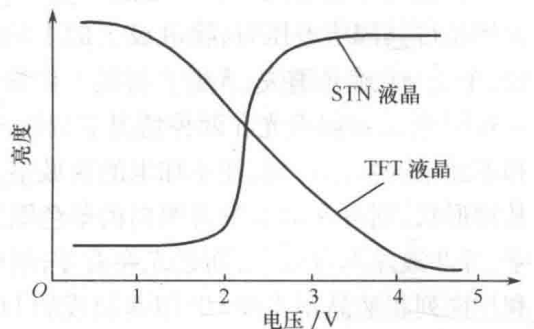


图 1-4 TN-LCD 电光响应曲线

STN 模式的产品结构和工作原理与 TN 模式基本一样,只不过所用的向列相液晶分子排列不是沿面  $90^\circ$  扭曲排列,而是  $180^\circ \sim 360^\circ$  扭曲排列,实现超扭曲角的工艺方法是在向列相液晶配方中掺入适量的胆甾相液晶,引导液晶预先扭曲一定角度,再通过定向和控制液晶盒厚,即可保证液晶分子在盒内扭曲所需的角。

液晶显示的基本原理是利用外施电场改变液晶分子的排序状态,在加电的情况下,液晶分子长轴将沿电场方向偏转(P 型)。实验证明,液晶分子偏转后,其长轴与液晶平面所成的倾角不仅和外施电压的大小有关,而且与扭曲角有关。

由此可见,随着外施电压的增大,即电场强度的增大,分子倾角逐步增大到  $90^\circ$ 。而不同的扭曲角随外施电压变化的陡峭程度也不一样,扭曲角越大,其变化速率越大。这种陡峭的曲线必然使 STN 的电光响应较 TN 型更加理想。

另外,由于入射 STN 的偏振光方向与液晶分子定向方向成一定角度,因而使入射偏振光被分解成两束(寻常光和非寻常光),两束光会由于液晶分子取向的变化产生很大的光程差,从而在通过检偏片时产生干涉,即所谓光的双折射效应。因此,STN 型液晶的电光特性远较 TN 型优越,更适于大信息量的多路驱动。

由于 STN 属于双折射干涉效应,因此它们一般属有色模式,即显示画面为某种干涉色。为达到黑白显示效果必须采用消色措施。而要实现彩色,则必须采用彩色滤色片进行处理。

## 1.2 液晶显示器结构与驱动控制电路

### 1.2.1 液晶显示器结构

#### 1. 液晶显示器件的基本构造

液晶显示器件的类型、用途不同,其结构和显示原理也不相同,但基本形态、结构及原理却是大同小异。液晶显示器件从结构上说,属于平板显示器件,其基本结构呈平板形,有时又称为液晶盒。TN-LCD 的基本结构如图 1-5 所示。

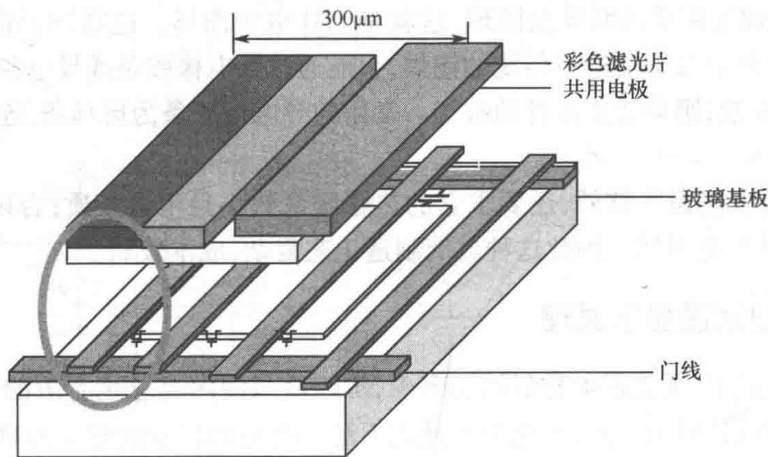


图 1-5 TN-LCD 的基本结构

在图 1-5 中,两片刻有透明电极图形的平板玻璃相对放置,其间相距为  $6\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$ 。四周用环氧胶密封,但有一侧封接边上留有一个开口,该开口为液晶注入口。注入液晶后,用树脂密封。在液晶盒前后表面呈正交地贴上前后偏振片及反射膜,即完成一个完整的 TN 型液晶显示器件。当然,作为 TN 型液晶显示器件,在液晶盒内表面还敷有定向膜,使液晶分子在盒内前后

基板表面都呈平行排列且成  $90^\circ$  扭曲,从图 1-5 所示可以看出液晶分子的排序特点。它属于反射型正向显示方式。

## 2. 液晶显示器件特点

### 1) 液晶

液晶是液晶显示器件的核心。不同的器件使用不同的液晶,而不同的液晶有其温度上的结晶点和清亮点。因此各种液晶显示器件都必须在规定的温度范围内使用;若温度低于结晶点,液晶将会变为固体状态;若温度超过清亮点,液晶将变成各向同性的液体。所以,液晶显示器件必须储存和工作在一定温度范围内,如超出这一范围,都将导致液晶显示器件失去液晶态,使器件不能工作,甚至导致完全报废。

### 2) 偏振片

偏振片又称偏光片,由塑料薄膜材料制成。前后偏振片分别附着在玻璃基板的外侧,其作用相当于偏振光的通、阻“开关”。结构十分复杂,如图 1-6 所示。

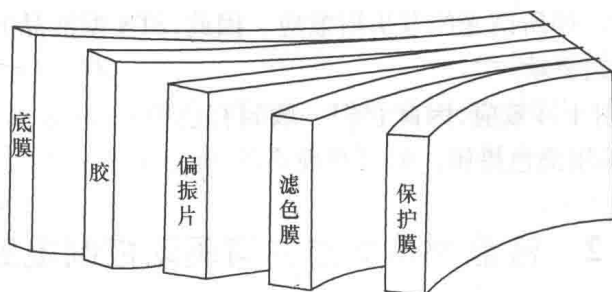


图 1-6 偏振片的结构

偏振片对环境条件要求较高,如果在高温、高湿的环境下,偏振片会失去偏振功能或表面起泡而导致整个器件的损坏。

### 3) 玻璃基板

玻璃基板是一种表面极其平整的薄玻璃片。表面蒸镀有一层  $\text{In}_2\text{O}_3$  或  $\text{SnO}_2$  透明导电层,即 ITO 膜层。经光刻加工制成透明导电图形,这就是 ITO 电极图形。这些图形由像素图形和外引线图形组成。由于外引线不能进行传统的锡焊,只能通过导电橡胶条或导电胶带进行连接,因此如果划伤、割断或腐蚀,则会造成器件的报废。常用的导电橡胶条为斑马条,连接方式多样,常用方式如图 1-7 所示。

玻璃基板除要求表面平整外,还要求它的热膨胀系数小且不含杂质;否则受热胀冷缩的影响,ITO 电极很容易折断损坏。因此这种玻璃制造工艺复杂,成本较高。

## 1.2.2 点矩阵型液晶显示原理

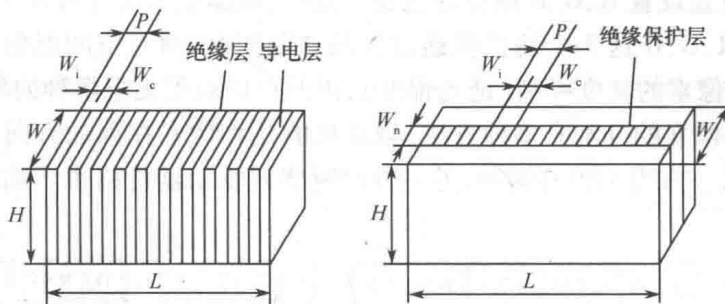
在段型显示方式中,无论段的数目增加多少,所能显示的内容总是有限的,并且不能显示活动画面。点矩阵型液晶显示方式,可克服上述的不足。点矩阵显示的根本原理是由“点像素”矩阵构成字符或图像,所以这种方式比段型显示更加灵活方便,应用十分广泛。目前,各类便携式计算机中的 LCD 及液晶显示电视中的 LCD 都使用点矩阵型液晶显示方式。

点矩阵型液晶显示器件可分为无源(普通)矩阵和有源矩阵两种。

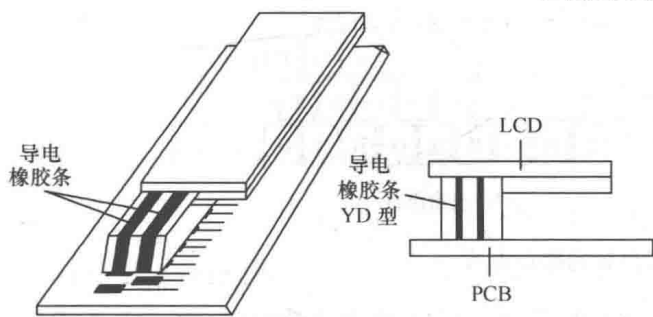
### 1. 无源矩阵

无源矩阵又称普通矩阵,实际的电极结构是  $X$  方向和  $Y$  方向上的两组平行直线电极分布于前后玻璃基板上,在组装液晶盒时,让两基板的这些直线电极处于正交位置。这些空间相互垂直

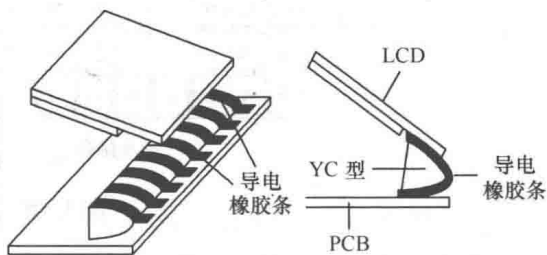




(a) 斑马橡胶导电胶条



(b) YD 型连接方式



(c) YC 型连接方式

图 1-7 连接方式

的线条交点,就构成一个个显示的像素。根据需要,点矩阵的外引线可以是单侧、二侧、三侧或四侧引出。此外,有些扩展型点矩阵,为了扩展驱动能力,采用双屏矩阵方式。图 1-8 所示为几种无源矩阵电极排布方式及结构示意图。

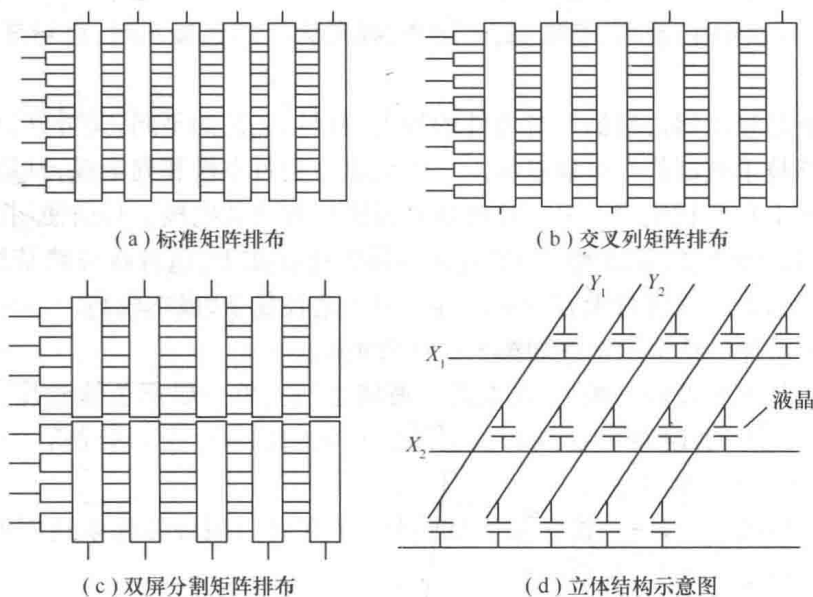


图 1-8 无源矩阵的电极排布方式及结构示意图

当在行电极和列电极同时加有电信号时,位于它们交点上的像素就可以“发亮”,而未通电的像素则“发暗”,从而形成字符或图像。显然,矩阵的行数和列数分别决定了屏幕垂直方向和水平方向的像素数目,也就是分辨率的高低。

彩色液晶显示器,须增加 R、G、B 三色滤色片。因此,上述的每个像素必须分割成 3 个子像