

平板电视
维修宝典

液晶 彩色电视机 维修精要 与 实例详解

- 内容**深入浅出**，阅读轻松。
- 线路分析讲解透彻，**重点突出**。
- 注重维修**思路**讲解，举一反三。
- 实例**丰富**，可参考性强。



■ 安平 主编
陈素侠 朱学亮 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



液晶 彩色电视机 维修精要 与 实例详解

■ 安平 主编
陈素侠 朱学亮 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

液晶彩色电视机维修精要与实例详解 / 安平主编 ;
陈素侠, 朱学亮编著. — 北京 : 人民邮电出版社,
2011.1

(平板电视维修宝典)
ISBN 978-7-115-24541-0

I. ①液… II. ①安… ②陈… ③朱… III. ①液晶电
视: 彩色电视—电视接收机—维修 IV. ①TN949.192

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第237233号

内 容 提 要

本书从实用的角度全面而详细地介绍了液晶彩电与 LED 彩电的基础知识, 各功能电路的组成及作用, 以 TCL、海信等畅销品牌典型液晶彩电为例对液晶彩电电路的工作过程、原理、维修方法进行了详细的分析和介绍, 并详细介绍了液晶彩电常见故障的维修方法与技巧, 以及液晶彩电各种典型故障的维修等内容, 以指导读者快速掌握液晶彩电维修技术。

本书可供液晶彩电生产、售后服务人员, 广大家电维修人员和无线电爱好者阅读, 也可作为电子类中专、中技及培训班的教材使用。

~~平板电视维修宝典~~

液晶彩色电视机维修精要与实例详解

- ◆ 主 编 安 平
编 著 陈素侠 朱学亮
责任编辑 付方明
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.25
字数: 519 千字
印数: 1—4 000 册
- 2011 年 1 月第 1 版
2011 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24541-0

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67129246 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

丛书前言

目前,液晶电视已几乎全面替代了传统的 CRT 电视,成为庞大的电视机市场的绝对主流。据权威机构统计报告,2010 年前三季度累计销售电视机 2849 万台,其中液晶电视为 2326 万台(81.64%),等离子电视为 140 万台(4.91%),CRT 电视为 383 万台(13.45%)。在家电下乡产品中,平板电视也占到了总销量的 81%。

从实际售后维修情况来看,近几年来平板电视和 CRT 电视的维修量占比正逐年改变,目前,平板电视和 CRT 电视的维修量已达到 7:3 的比例。

因平板电视的自身结构简单,集成程度高,其原理与也与 CRT 电视差别很大,因此,液晶电视维修难一直困扰着广大维修人员,维修人员迫切需要平板电视特别是液晶电视的维修资料。

基于以上情况,我们组织专家、企业编写了本套丛书。丛书包含如下 11 个品种:

- 1.《液晶彩色电视机维修精要与实例详解》
- 2.《TCL 王牌液晶彩色电视机电源电路维修大全》
- 3.《康佳液晶彩色电视机电源电路维修大全》
- 4.《海信液晶彩色电视机电源电路维修大全》
- 5.《长虹液晶彩色电视机电源电路维修大全》
- 6.《创维液晶彩色电视机电源电路维修大全》
- 7.《TCL 王牌液晶彩色电视机上门速修速查手册》
- 8.《康佳液晶彩色电视机上门速修速查手册》
- 9.《海信液晶彩色电视机上门速修速查手册》
- 10.《长虹液晶彩色电视机上门速修速查手册》
- 11.《创维液晶彩色电视机上门速修速查手册》

其中,第一册是偏重于基础、方法性的,供学习使用;后 10 册是偏重于资料汇编性的,供实践时使用。

相信本丛书的出版一定会给广大的电视机维修人员和电子技术爱好者带来帮助。

前 言

近几年来,液晶彩色电视机(以下简称液晶彩电)发展十分迅速,已开始取代传统的 CRT 彩色电视机。随着液晶彩电的迅速普及,其售后服务及日常维修也必然受到维修业的关注。但是,由于液晶彩电新机型不断推出,维修参考资料匮乏,加之液晶彩电与传统 CRT 彩色电视机有着较大的区别,因此,严重制约了维修人员的检修技能和检修水平的提高。本书就是为使读者快速掌握液晶彩电维修技术而撰写的。

本书共分 10 章,全面而详细地介绍了液晶彩电的基本知识、各功能电路的组成、典型液晶彩电电路分析以及常见故障的维修等内容,以指导初学者快速从修理 CRT 彩电过渡到液晶彩电的维修。

本书的第一章主要介绍液晶显示屏的结构、原理及主要技术指标,并对液晶面板的组成进行了简要介绍;第二章主要介绍液晶彩电及 LED 彩电的基本组成、拆装技巧,以使读者对液晶彩电的结构有一个基本的认识;第三章对液晶彩电信号处理与控制电路(主要包括输入接口电路、公共通道电路、视频解码电路、A/D 转换电路、去隔行处理电路、SCALER 电路、微控制器电路以及伴音电路等)进行了整体方面的介绍;第四章主要介绍液晶彩电开关电源和 DC/DC 变换器电路;第五章主要介绍液晶彩电背光源和高压逆变电路;第六章对液晶面板及其接口电路进行了详细说明;第七章、第八章以 TCL、海信液晶彩电为例,全面剖析了其电路的工作过程、原理和故障维修;第九章系统地介绍了液晶彩电故障的产生机理、处理程序、维修技巧、注意事项及常见故障的维修方法;第十章介绍了液晶彩电各种典型故障的维修实例,可供日常维修时参考和查阅。

本书在结构安排上由易至难、由浅入深,力求做到简单、实用、通俗、易懂,以期达到拿来就用、一用就灵的效果。

参加本书编写工作的还有孙保书、李凤伟等同志,在此一并表示衷心的感谢。由于时间仓促,作者水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见。

编著者

目 录

第一章 液晶彩电显示技术基础知识	1
第一节 液晶基本知识	1
一、液晶的概念	1
二、液晶的种类	1
第二节 液晶显示屏概述	2
一、液晶显示屏的分类	2
二、液晶显示屏的显示方式与 采光方式	2
三、TFT 液晶显示屏的结构	3
四、TFT 液晶显示屏显示图像的 工作原理	9
五、TFT 液晶显示屏显示彩色图像 的工作原理	11
第三节 TFT 液晶面板介绍	13
一、液晶面板的组成	13
二、液晶面板的类型	15
三、液晶面板使用注意事项	16
第四节 液晶彩电的主要技术指标	17
一、像素点距	17
二、分辨率	17
三、像素	18
四、对比度	18
五、亮度	18
六、最大显示色彩数	19
七、响应时间	19
八、可视角度	19
九、屏幕尺寸	20
十、屏幕比例	20
第二章 液晶彩电的组成与拆卸	21
第一节 液晶彩电的电路组成	21
一、高中频处理电路	22
二、伴音处理电路	22
三、视频解码电路	22
四、去隔行处理（隔行/逐行变换） 电路	23
五、SCALER 电路	23
六、液晶板接口电路	23
七、高压逆变电路	23
八、液晶面板部分	23
九、微控制器电路	23
十、电源电路	24
第二节 液晶彩电与 CRT 彩电、液晶 彩显的异同	24
一、液晶彩电与 CRT 彩电的异同	24
二、液晶彩电与液晶彩显的异同	26
第三节 LED 液晶彩电综述	27
一、LED 液晶彩电概述	27
二、LED 液晶面板与常规 LCD 彩电 液晶面板的异同	28
三、LED 背光照明白光的实现与 背光 LED 的种类	30
四、LED 背光的色域与液晶彩电 LED 背光的主流趋势	33
五、LED 液晶彩电背光的配置方式	34
六、LED 液晶彩电的区域背光调光 技术	35
七、白光 LED 的驱动电路	38
八、LED 液晶彩电与 LCD 液晶彩电 之间的比较	40
九、LED 液晶彩电的种类与比较	42
第四节 液晶彩电的拆卸	42
第三章 液晶彩电信号处理与控制电路 概述	45
第一节 液晶彩电输入接口电路介绍	45
一、ANT 天线输入接口	45

二、AV 接口	46	二、液晶彩电开关电源的形式	90
三、S 端子接口	46	第二节 液晶彩电开关电源基本电路	
四、色差分量接口	46	介绍	91
五、VGA 接口	47	一、交流抗干扰电路	91
六、DVI 接口	48	二、整流电路	92
七、HDMI 接口	53	三、滤波电路	92
八、USB 接口	59	四、功率因数校正 (PFC) 电路	93
第二节 液晶彩电公共通道电路		五、启动电路和振荡器/开关元件	95
介绍	59	六、稳压电路	95
一、高频调谐器介绍	59	七、保护电路	95
二、中频处理电路介绍	61	第三节 液晶彩电开关电源电路分析	97
第三节 液晶彩电视频解码电路		一、由 STR-E1565+ STR-2268 构成	
介绍	62	的开关电源电路	98
第四节 液晶彩电 A/D 转换电路		二、由 STR-W6756 构成的开关	
介绍	64	电源电路	105
一、液晶彩电 A/D 转换芯片		三、由 TDA16888+UC3843 构成的	
MST9885	64	开关电源电路	108
二、液晶彩电 A/D 转换芯片		四、由 ICE1PCS01+2×NCP1207 构成	
AD9884	66	的开关电源电路	114
第五节 液晶彩电去隔行处理和		五、由 L6561+L5991 构成的开关	
SCALER 电路介绍	68	电源电路	120
一、去隔行处理和图像缩放电路		第四节 液晶彩电 DC/DC 变换器	
概述	68	分析	125
二、常见去隔行、SCALER 芯片		一、线性稳压器	125
介绍	69	二、开关型 DC/DC 变换器	127
第六节 液晶彩电微控制器电路		第五章 液晶彩电背光源与高压逆变	
介绍	77	电路分析	130
一、微控制器电路的基本组成	77	第一节 液晶彩电背光源概述	130
二、微控制器的工作条件	78	一、CCFL 背光源	130
三、微控制器基本电路介绍	79	二、EL 背光源	134
第七节 液晶彩电伴音电路介绍	82	第二节 逆变电路基本组成	134
一、伴音电路的组成	82	一、什么是逆变电路	134
二、电视伴音的传送方式	82	二、逆变电路的组成	135
三、液晶彩电 D 类音频功率放大器		第三节 液晶彩电典型逆变电路	
介绍	83	分析	136
第四章 液晶彩电开关电源和 DC/DC		一、驱动电路采用 Royer 结构的	
变换器电路分析	89	逆变电路	136
第一节 液晶彩电开关电源概述	89	二、驱动电路采用推挽结构的逆变	
一、开关电源的基本工作原理	89	电路	141

三、驱动电路采用全桥结构的逆变电路.....	145	三、输入接口电路分析.....	199
四、驱动电路采用半桥结构的逆变电路.....	154	四、视频控制与处理电路分析.....	205
第六章 液晶面板接口与液晶面板信号分析.....	155	五、伴音处理电路分析.....	206
第一节 液晶面板命名规则.....	155	六、开关电源电路分析.....	213
第二节 液晶面板接口电路类型与数据传输方式.....	156	第三节 TCL 40A71-P 液晶彩电故障维修.....	221
一、液晶面板接口电路类型.....	156	一、TCL 40A71-P 液晶彩电常见故障的维修.....	221
二、液晶面板接口输入信号传输方式.....	157	二、TCL 40A71-P 液晶彩电工厂维修模式的进入与菜单说明.....	222
第三节 液晶面板常用接口.....	160	第八章 海信 TLM4277 液晶彩电电路分析与维修.....	224
一、TTL 接口.....	160	第一节 海信 TLM4277 液晶彩电整机电路组成.....	224
二、LVDS 接口.....	162	第二节 海信 TLM4277 液晶彩电主要电路分析.....	225
三、TMDS、RSDS、TCON 接口简介.....	173	一、主副高频头电路分析.....	225
第四节 TFT 液晶面板的信号与定时.....	174	二、主副视频解码电路分析.....	227
一、TFT 液晶彩电中的同步与定时信号.....	174	三、输入接口电路分析.....	227
二、液晶面板的同步信号模式与定时.....	180	四、主视频去隔行处理电路分析.....	232
第五节 液晶屏驱动电路简介.....	181	五、主控电路分析.....	234
一、液晶屏驱动电路分类与组成.....	181	六、伴音电路分析.....	240
二、驱动 IC 与液晶屏的连接方式.....	182	七、开关电源和 DC/DC 变换电路分析.....	244
第六节 常用液晶面板介绍.....	183	第三节 海信 TLM4277 液晶彩电故障维修.....	246
一、TTL 接口液晶面板介绍.....	183	一、海信 TLM4277 液晶彩电常见故障的维修.....	246
二、LVDS 接口液晶面板介绍.....	184	二、海信 TLM4277 液晶彩电工厂维修模式的进入与调整.....	247
第七章 TCL 40A71-P 液晶彩电电路分析与维修.....	189	第九章 液晶彩电维修精要.....	249
第一节 TCL 40A71-P 液晶彩电整机电路组成.....	189	第一节 液晶彩电维修概述.....	249
第二节 TCL 40A71-P 液晶彩电主要电路分析.....	191	一、液晶彩电的故障分类.....	249
一、高频板电路分析.....	191	二、故障产生的原因.....	250
二、视频解码电路分析.....	191	三、液晶彩电的故障检修程序.....	250
		四、液晶彩电常用维修方法.....	251
		五、液晶彩电维修注意事项.....	255
		第二节 液晶彩电电源电路的维修.....	255
		一、开关电源的维修.....	256

二、DC/DC 变换器的维修	257	五、VGA 端口信号通路中的关键信号 与波形	284
第三节 液晶彩电高压板维修和更换 技术	258	六、DVI 接口信号通路中的关键信号 与波形	286
一、高压板的维修	258	七、HDMI 端口信号通路中的关键 信号与波形	288
二、高压板的更换技术	261	八、利用不同的外接输入信号判断 图像故障位置	289
三、灯管的选择与更换	262	九、液晶彩电数字信号处理电路及 液晶面板接口中的关键信号与 波形	290
第四节 液晶彩电公共通道电路的 维修	263	十、液晶彩电中的参考时钟与晶振 信号	292
一、无图无声	263	十一、液晶彩电中的总线信号	294
二、雪花噪点大, 图像不清晰	264	第十章 液晶彩电典型故障维修	296
第五节 液晶彩电视频处理电路的 维修	264	一、三无	296
一、输入接口电路的维修	264	二、二次不开机	300
二、图像信号处理电路的维修	264	三、自动关机、保护、指示灯 闪烁	305
三、接口电路的维修	265	四、黑屏	307
第六节 液晶彩电音频处理电路的 维修	265	五、光栅暗、图像暗	309
一、无伴音	265	六、白屏	310
二、伴音小、失真、有杂音	265	七、花屏	311
第七节 液晶彩电微控制器电路的 维修	266	八、光栅上有横线	312
一、微控制器常见故障的维修	266	九、光栅上有竖线	312
二、微控制器电路软件故障的 维修	266	十、光栅忽明忽暗、光栅闪动、 光栅变化	313
第八节 液晶面板的维修	274	十一、无图像	313
一、液晶面板驱动 IC 引起的 故障	274	十二、外接输入无图像	318
二、液晶面板的其他故障现象	276	十三、信号弱	320
第九节 液晶彩电维修中的关键信号 与波形	278	十四、图像异常	320
一、电视接收信号通路中的关键信号 与波形	278	十五、无彩色、彩色淡、缺色、 彩色异常	322
二、AV 信号通路中的关键信号与 波形	282	十六、搜台不正常、跑台	324
三、S 端子接口信号通路中的关键 信号与波形	282	十七、无伴音	325
四、色差分量端口信号通路中的关键 信号与波形	282	十八、伴音失常、噪声、杂音	329
		十九、控制失常	330
		主要参考文献	332

第一章 液晶彩电显示技术基础知识

液晶彩电是液晶彩色电视机的简称，一般也称液晶电视、LCD 电视、LCD TV 等。液晶彩电的显示屏采用液态晶体材料制成，具有超薄、健康、无辐射和逐点显示等优点。为便于读者对液晶彩电显示技术有一个基本的认识，本章主要介绍了液晶基本知识，液晶彩电 TFT 液晶屏的结构与原理，液晶彩电 TFT 液晶面板的组成、类型等。

第一节 液晶基本知识

一、液晶的概念

液晶一词的英文为 Liquid Crystal，缩写为 LC。液晶是一种在一定温度范围内呈现既不同于固态、液态，又不同于气态的特殊物质态，它既具有各向异性的晶体所特有的双折射性，又具有液体的流动性。

我们知道，对于水而言，固态冰受热时，当温度超过熔点便会熔解变成液体。而液晶则不一样，当其固态受热后，并不会直接变成液态，而会先熔解成液晶态。当持续加热时，才会再熔解成液态，这就是所谓的二次熔解现象。当超出一定温度范围，液晶就不再呈现液晶态，温度低了，出现结晶现象；温度升高了，就变成液体。液晶显示器件所标注的存储温度指的就是呈现液晶态的温度范围。

二、液晶的种类

当液态晶体刚被发现时，因为种类很多，所以不同研究领域的人对液晶会有不同的分类方法，如果是依据分子排列的有序性来分，液晶一般分成以下四类。

1. 层状 (Sematic) 液晶

层状液晶的结构是由液晶棒状分子聚集一起，形成一层一层的结构，其每一层的分子的长轴方向相互平行，且此长轴的方向对于每一层平面垂直或有一倾斜角。由于其结构非常近似于晶体，所以又称作近晶相。

2. 线状 (Nematic) 液晶

线状液晶是 TFT 液晶显示器、TFT 液晶彩电常用的 TN 型液晶，这种液晶看起来像丝线一样，因此而得名。线状液晶分子在空间上呈现一维的规则性排列，所有线状液晶分子长轴会选择某一特定方向（也就是指向矢）作为主轴，并相互平行排列，而且不像层状液晶一样具有分层结构。与层状液晶比较，其排列比较无秩序。另外，其黏度较小，所以较易流动（它的流动性主要来自于分子长轴方向较易出现自由运动）。

3. 胆固醇（Cholesteric）液晶

胆固醇液晶这个名字的来源，是因为这类液晶大部分是由胆固醇的衍生物所生成的，但有些没有胆固醇结构的液晶也会具有此液晶相。如果把胆固醇液晶一层一层分开来看，它很像线状液晶，但是，它们的指向矢会随着一层一层的不同而像螺旋状一样分布。

4. 碟状（Disk）液晶

碟状液晶也称为柱状液晶，以一个个的液晶来说，它像碟状；但是其排列起来像是柱状（Discoid）。

第二节 液晶显示屏概述

一、液晶显示屏的分类

液晶显示屏（Liquid Crystal Display）中文简称液晶屏，英文缩写 LCD。液晶显示屏的种类很多，常用的主要有 TN、STN 和 TFT 型液晶显示屏，从技术层次和价格水平上 TN、STN、TFT 这 3 种显示器件的排列顺序依次递增。TN 型主要用于 3 英寸（1 英寸=2.54cm）以下的黑白小屏幕，如电子表、计算器、掌上游戏机等；STN 型配合彩色滤光片可显示多种色彩，多使用于文字、数字及图像的显示，例如低档的笔记本电脑、掌上电脑、手机和个人数字助理（PDA）等便携式产品；TFT 液晶显示屏具有反应速度快等优点，特别适用于动画及显像显示，因此，在数码相机、液晶投影仪、笔记本电脑、桌上型液晶显示器（本文简称液晶显示器）、液晶彩电中得到了广泛的应用。

二、液晶显示屏的显示方式与采光方式

1. 液晶显示屏的显示方式

液晶显示屏有 3 种显示方式：反射型、透射型和半透射型，如图 1-1 所示。反射型液晶显示屏是利用外界光线进行显示，具有节能、省电的优点，TN 液晶器件一般工作在反射型。反射型液晶显示屏的底偏光片后面加了一块反射板，一般在户外和光线良好的办公室使用。透射型液晶显示屏的底偏光片是全透偏光片，它需要使用背光源，可工作在没有光线或光线差的环境中，液晶显示器、液晶彩电采用的就是这种方式。半透射型液晶显示屏处于以上两者之间，底偏光片能部分反光，一般也带背光源。光线好的时候，可关掉背光源；光线差时，需要点亮背光源。

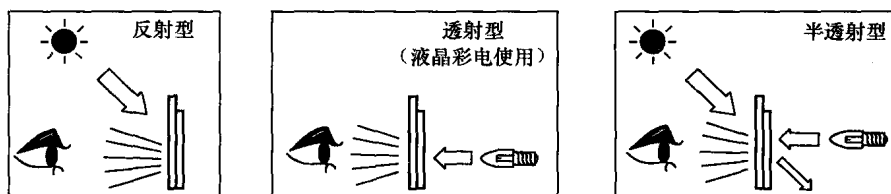


图 1-1 液晶显示屏的显示方式

2. 液晶显示屏的采光技术

液晶显示屏是被动型显示器件，它本身不会发光，是靠调制外界光实现显示的，外界光是液晶显示屏进行显示的前提条件。液晶显示屏的采光技术分为自然光采光技术和外光源设置技术。而外光源设置上，又有背光源、前光源和投影光源 3 类技术，其中，液晶彩电采用的是背光源采光技术。

(1) 背光源的任务

透射型和半透射型液晶显示屏一般都需要加背光源，背光源的任务主要有两点：一是使液晶显示屏无论在有无外界光的环境下都能使用；二是提高背景光亮度，改善显示效果。

(2) 背光源的分类

常用的背光源主要有 CCFL、LED 和 EL 3 种。

CCFL 背光源也称冷阴极荧光管背光源，是液晶显示器、液晶彩电应用最为广泛的一种背光源，它由冷阴极荧光管发光，通过散射器将光均匀分散在液晶显示屏的视窗区。CCFL 背光源能够提供能耗低、光亮强的白光，具有成本低、效率高、寿命长、工作稳定、亮度调节简单、技术成熟等优点，但 CCFL 需要一个逆变器来供应 600~1 000V 的交流电源，且亮度不够均匀。

LED 背光源是一种发光二极管背光源，具有电压驱动低、体积小、重量轻、寿命长、显色和调光性能好、耐震动、色温变化时不易产生视觉误差等优点。目前，LED 背光源已在部分液晶彩电中得到了一定的应用，且具有广阔的发展前景。

EL 背光源是电致发光背光源，具有厚度薄、重量轻、功耗低、发光均匀等优点，具有不同的颜色，但最常用的是白光背光。和 CCFL 相比，EL 只需 80~110V 交流电压即可工作。目前，EL 主要用于 4 英寸以下小尺寸液晶显示，如手机、PDA、游戏机等，在液晶彩电中还未得到应用。

三、TFT 液晶显示屏的结构

1. TFT 液晶显示屏的基本结构

TFT 液晶显示屏局部结构示意图如图 1-2 所示。

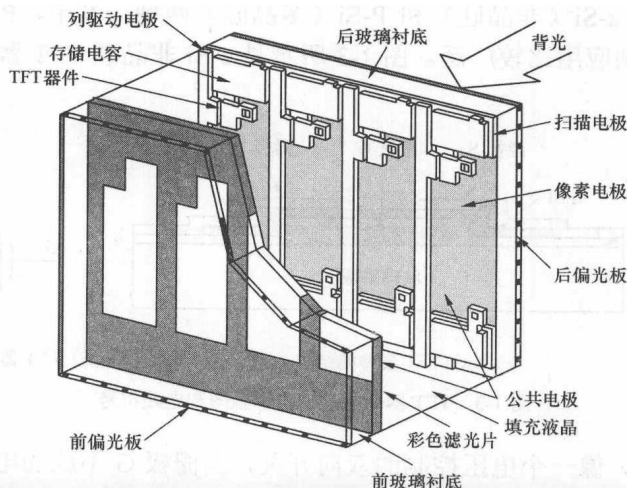


图 1-2 TFT 液晶显示屏的结构示意图

TFT 液晶显示屏是一种薄形的显示器件，它由前后两块相互平行的透明玻璃（衬底）构成，玻璃衬底间充满了 TN 型液晶，四周密封组成了一个扁平状的盒形密封体。在 TFT 液晶显示屏的后玻璃上蚀刻有许多 TFT 器件，每个 TFT 的漏极 D 连接到后玻璃上一定面积的导电区，作为像素电极。将同一行像素上的 TFT 器件的栅极 G 连接起来，形成行电极（扫描电极）；将同一列像素上的场效应管源极 S 连接起来，形成列驱动电极（数据电极）。在 TFT 液晶显示屏的前玻璃上，分布着像素的另一个电极。所有这些电极全部连接在一起，形成一路电极，称为公共（Common）电极。

2. TFT 液晶显示屏主要元器件介绍

（1）液晶电容和存储电容

根据 TFT 液晶屏的结构可知，在上下两层玻璃间夹着液晶，液晶是容性材料，其等效电容一般称为液晶电容 C_{LC} ，它的大小约为 0.1pF ，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，它并无法将电压保持住，直到下一次 TFT 再对此点充电的时候（以一般 60Hz 的画面更新频率，需要保持约 16ms 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 C_s （一般由像素电极与公共电极走线形成），其容量约为 0.5pF ，以便让充好电的电压能保持到下一次更新画面的时候。

（2）薄膜晶体管（TFT）

薄膜晶体管简称 TFT 器件，也称 TFT 开关管，它是基于场效应管的原理制作而成的，也就是说，TFT 器件是一种利用电场效应来控制电流的管子。因为参与导电的只有一种极性的载流子，所以，TFT 器件是一种单极性器件。TFT 器件也有 3 个电极，即源极 S（相当于三极管的 E 极）、栅极 G（相当于三极管的 B 极）和漏极 D（相当于三极管的 C 极）。但二者的控制特性却截然不同，三极管是电流控制器件，通过控制基极电流达到控制集电极电流或发射极电流的目的，即需要信号源提供一定的电流才能工作，因此，它的输入电阻较低；TFT 器件则是电压控制器件，它的输出电流决定于输入电压的大小，基本上不需要信号源提供电流，所以，它的输入阻抗很高。此外，TFT 器件还具有开关速度快、高频特性好、热稳定性好、噪声小等优点。

TFT 器件主要有 a-Si（非晶硅）和 P-Si（多晶硅）两种，其中，P-Si（多晶硅）处于起步和发展阶段，a-Si 则应用比较广泛。图 1-3 所示是 a-Si 非晶硅 TFT 器件内部结构示意图和电路符号。

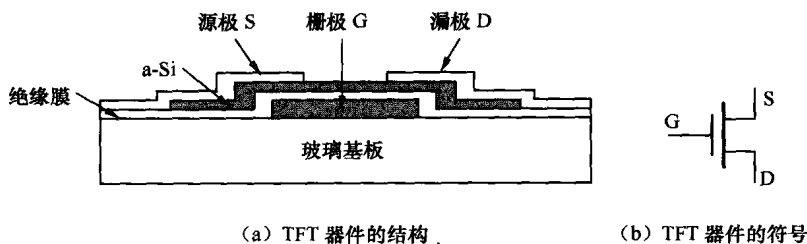


图 1-3 TFT 器件内部结构示意图和电路符号

TFT 器件工作时，像一个电压控制的双向开关，当栅极 G 不施加电压时，TFT 器件处于截止状态（关断状态），即源极 S 与漏极 D 不能接通，此时栅极 G 与源极 S（或漏极 D）之

间的电阻称为关断电阻 R_{OFF} 。由于栅极 G 的漏电流极小或没有, 所以, R_{OFF} 非常高, 一般为 $10^7 \Omega$ 以上。当在栅极 G 上施加一个大于其导通电压的正电压时, 由于电场的作用, TFT 器件将处于导通状态, 即源极 S 与漏极 D 接通, 此时源极 S 与漏极 D 之间的电阻称为导通电阻 R_{ON} , 它随栅极电压的增加而减小。

对于 TFT 器件, 其源极 S 和漏极 D 特性一样, 功能可以互换, 源极 S 和漏极 D 之间电流方向随它们之间电场方向的变化而变化。源极和漏极是在应用电路中被定义的, 一般将输入信号端称为源极 S, 将输出信号端称为漏极 D。在 TFT 液晶显示屏中, 一般将接数据驱动器端接 TFT 器件的源极 S, 像素端接 TFT 器件的漏极 D。

(3) 像素电极和公共电极

像素电极分布在后玻璃上, 公共电极分布在前玻璃上, 它们共同构成像素单元。像素电极、公共电极, 再加上 TFT 器件, 就构成了一个像素单元 (也称子像素)。图 1-4 所示为一个像素单元的结构及电路符号示意图。

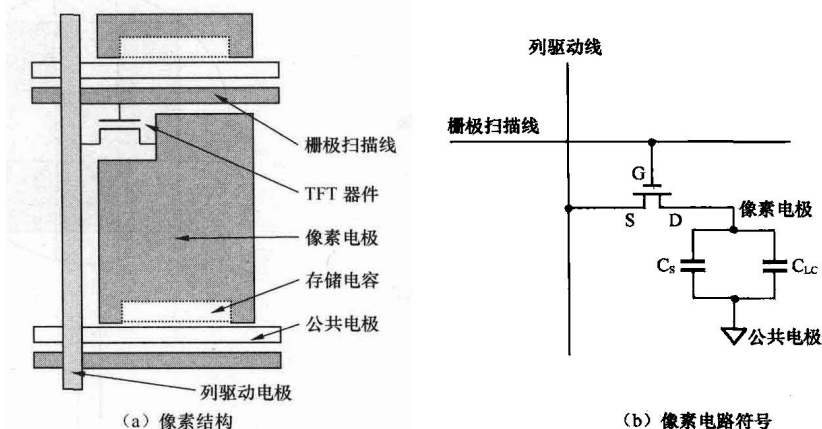


图 1-4 一个像素单元的结构及电路符号示意图

(4) 行电极与列电极

从驱动方式上看, TFT 液晶屏将所有的行电极作为扫描行连接到栅极驱动器上, 将所有列电极作为列信号端连接到源极驱动器上, 从而形成驱动阵列, 如图 1-5 所示。

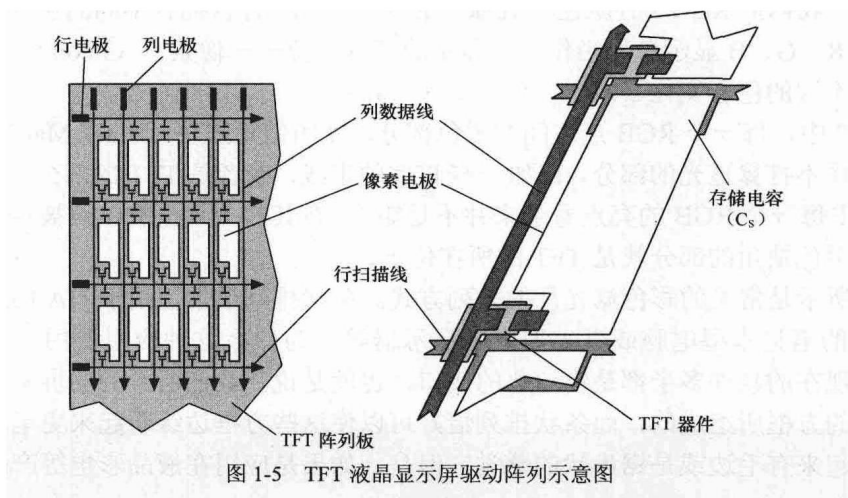


图 1-5 TFT 液晶显示屏驱动阵列示意图

(5) 配向膜

我们知道，液晶前后（或上下）两层玻璃主要是用来夹住液晶的，后层玻璃上有薄膜晶体管（TFT），而前层玻璃则贴有彩色滤光片。但这两片玻璃在接触液晶的那一面并不是光滑的，而是有锯齿状的沟槽，如图 1-6 所示。设置这个沟槽的主要目的是使线状的液晶分子沿着沟槽排列，如此一来，液晶分子的排列才会整齐。因为如果是光滑的平面，液晶分子的排列便会不整齐，造成光线的散射，形成漏光的现象。在实际的制造过程中，并无法将玻璃做成如此的槽状分布，一般会先在玻璃表面涂敷一层 PI（Polyimide），再用布摩擦，好让 PI 的表面分子不再杂散分布，依照固定而均匀的方向排列。而这一层 PI 就叫做配向膜，它的功用就像玻璃的沟槽一样，提供液晶分子呈均匀排列的接口条件，让液晶依照预定的顺序排列。

(6) 彩色滤光片

如果拿着放大镜靠近液晶彩电显示屏，会发现图 1-7 中所显示的样子。

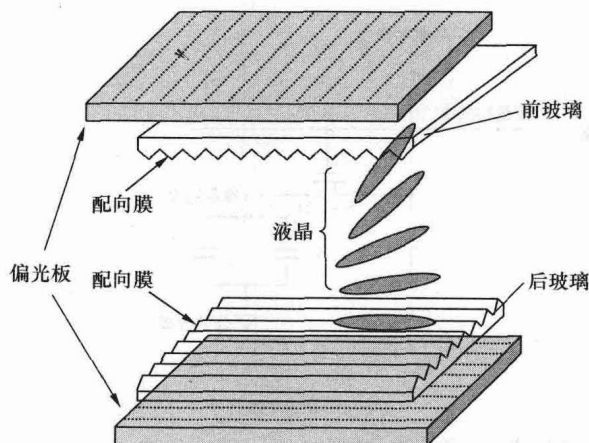


图 1-6 前后玻璃上的配向膜

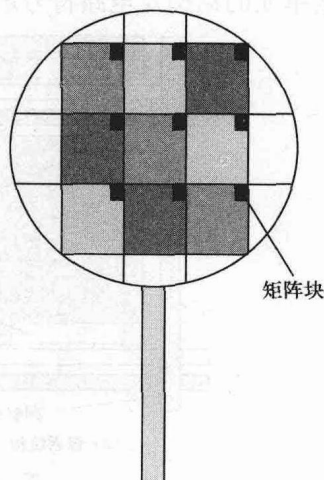


图 1-7 放大镜下的彩色滤光片

我们知道，红色（R）、蓝色（B）以及绿色（G）是所谓的三原色（又称为基色），也就是说，利用这 3 种颜色，便可以混合出各种不同的颜色，电视和显示器就是利用这个原理来显示出色彩。我们把 RGB 3 种颜色分成独立的 3 个单元，各自拥有不同的灰阶变化，然后把邻近的 3 个 R、G、B 显示单元当作一个显示的基本单位——像素点（Pixel），这一个像素点就可以拥有不同的色彩变化了。

在图 1-7 中，每一个 RGB 点之间的黑色部分，就叫做矩阵块（Black Matrix），矩阵块主要是用来遮住不打算透光的部分，比如一些 ITO 的走线，或者是 TFT 的部分，这也就是为什么在图 1-7 中每一个 RGB 的亮点看起来并不是矩形，在其右上角也有一块被矩阵块遮住的部分，这一块黑色缺角的部分就是 TFT 的所在位置。

图 1-8 所示是常见的彩色滤光片的排列方式。条状排列最常使用于 OA 的产品中，也就是我们常见的笔记本型电脑或桌上型电脑显示器等。为什么这种应用要用条状排列的方式呢？原因是现在的软件多半都是窗口化的接口，也就是说，我们所看到的屏幕内容就是一大堆大小不等的方框所组成的，而条状排列恰好可以使这些方框边缘看起来更笔直，而不会有一条直线看起来有毛边或是锯齿状的感觉。但是，如果是应用在液晶彩电等产品上，就不一

样了，因为电视信号多半是人物，人物的线条不是笔直的，其轮廓大部分是不规则的曲线，因此一开始，液晶彩电的都是使用马赛克排列（或称为对角形排列），不过最近的液晶彩电产品多已改进到使用三角形排列。除了上述的排列方式之外，还有一种排列，叫做正方形排列，它跟前面几个不一样的地方在于，它并不是以 3 个单元来当作一个像素点而是以 4 个单元来当作一个像素点，4 个单元组合起来刚好形成一个正方形。



图 1-8 彩色滤光片的排列

对于一个分辨率为 1366×768 的显示画面，表示显示屏可以显示 768 行、1366 列，共可显示 $1366 \times 768 = 1\,049\,088$ 个像素点，因为每个像素点都由 R、G、B 3 个像素单元构成，分别负责红、绿和蓝色的显示，所以总共约有 $1366 \times 3 \times 768 = 3\,147\,264$ 个基色像素单元，因此，在标示显示屏分辨率时， 1366×768 也可以写成 $1366 \times 3 \times 768$ 或 $1366 \times \text{RGB} \times 768$ 。为了显示正常的彩色，3 147 264 个基色像素单元需要 3 147 264 个 TFT 场效应管进行控制。

(7) 框胶和填充物 (Spacer)

框胶围绕于液晶屏四周，其作用是让液晶面板中的上下两层玻璃能够紧密黏住，将液晶分子框限于面板之内。而填充物主要是提供上下两层玻璃的支撑，它必须均匀地分布在玻璃衬底上，不然，一旦分布不均，造成部分填充物聚集在一起，反而会阻碍光线通过，也无法维持上下两片玻璃的适当间隙，造成电场分布不均的现象，进而影响液晶的灰阶表现。

3. 液晶显示屏的开口率

液晶显示屏中有一个很重要的规格就是亮度，而决定亮度最重要的因素就是开口率，开口率是什么呢？简单来说，就是光线能透过的有效区域比例。图 1-9 中的左边是一个液晶显示屏从正上方或是正下方看过去的结构，当光线经由背光板发射出来时，并不是所有的光线都能穿过面板。例如，给 LCD 源极驱动芯片及栅极驱动芯片用的信号走线、TFT 本身，还有储存电压用的储存电容等，这些地方除了不完全透光外，也因为经过这些地方的光线并不受到电压的控制而无法显示正确的灰阶，所以，都需利用矩阵块加以遮蔽，以免干扰到其他

透光区域的正确亮度，因此，有效的透光区域就只剩下图中右边所显示的区域而已，这一块有效的透光区域与全部面积的比例就称为开口率。

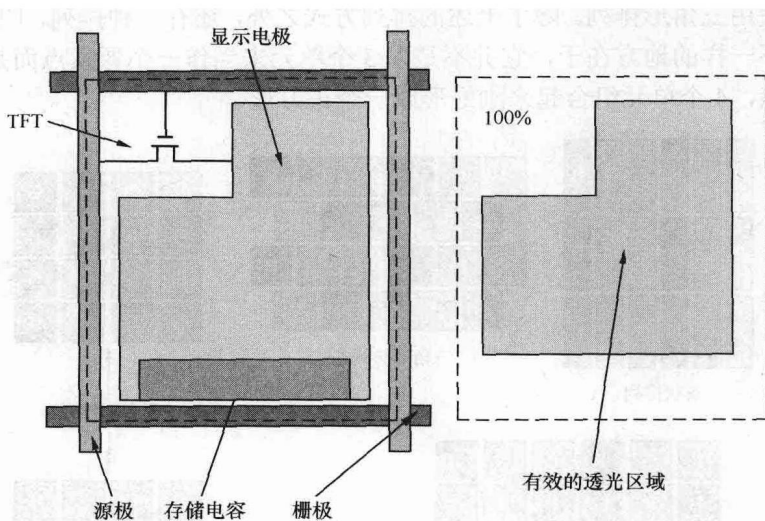


图 1-9 开口率的计算

当光线从背光板发射出来，会依次穿过偏光板、玻璃、液晶、彩色滤光片等。假设各个零件的穿透率如下所示。

偏光板：50%（因为其只准许单方向的极化光波通过）；

玻璃：95%（需要计算上下两片）；

液晶：95%；

开口率：50%（有效透光区域只有一半）；

彩色滤光片：27%（假设材质本身的穿透率为 80%，但由于滤光片本身涂有色彩，只能容许该色彩的光波通过，以 RGB 三原色来说，只能容许 3 种中的一种通过，只剩下 1/3 的亮度，所以总共只能通过 $80\% \times 33\% = 27\%$ ）。

以上述的穿透率来计算，从背光板出发的光线只会剩下 6%，实在是少得可怜，这也是为什么在 TFT 液晶显示屏设计中要尽量提高开口率的原因，只要提高开口率，便可以增加亮度，同时背光板的亮度也不用那么高，可以节省耗电及花费。

4. 常亮（NW）及常黑（NB）液晶显示屏

所谓的常亮，即 NW（Normally White），是指当我们对液晶显示屏不施加电压时，所看到的显示屏是透光的画面，也就是亮的画面；而反过来，当我们对液晶显示屏不施加电压时，如果面板无法透光，看起来是黑色的话，就称之为常黑，即 NB（Normally Black）。

TFT 液晶显示屏前后玻璃的配向膜都是互相垂直的，而 NB 与 NW 的差别就只在于偏光板的相对位置不同而已。对 NW 来说，其前后偏光板的极性是互相垂直的，所以，当 NW 不施加电压时，光线会因为液晶将之旋转 90° 而透光，如图 1-10 所示；而对 NB 来说，其前后偏光板的极性是互相平行的，所以当 NB 不施加电压时，光线会因为液晶将之旋转 90° 而无法透光，如图 1-11 所示。