



平板显示释疑手册 (第1辑)

Pingban Xianshi Shiyi Shouce

王海宏 焦峰 © 编著



东南大学出版社

SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

平板显示释疑手册

(第 1 辑)

王海宏 焦 峰 编著

东南大学出版社

· 南京 ·

内 容 提 要

我国自投入平板显示产业以来,产值规模不断扩大,涌现出中电熊猫、京东方、华星光电、天马等一大批优秀的企业,他们不断进取、勇于创新,解决了我国平板显示面板极度依赖进口的状况。在陆续建成6代线、8.5代线等一批高世代产线后,我国在世界先进面板制造领域的话语权不断提升,目前基本形成中日韩三足鼎立的局势。

产业的发展需要不断地吸纳优秀的人才,每年都有大批的优秀大学毕业生投身于平板显示行业,他们迫切需要学习专业相关知识,掌握工作技能。市面上已经有一些关于平板显示专业的书籍,但往往只是告诉读者“是这样”,而不会解释“为什么是这样”,而理解“为什么是这样”才能牢固地掌握知识。基于这样的原因,作者以目前主流的显示技术(如液晶显示、OLED显示、电子纸显示等)为主,试着以问答的方式介绍显示面板在设计、生产以及使用中的各种疑问,对于入门者可以轻松地阅读,对于专业者可以发现之前未曾注意的真相。

图书在版编目(CIP)数据

平板显示释疑手册.第1辑 / 王海宏,焦峰编著. — 南京:东南大学出版社,2016.12

ISBN 978-7-5641-6872-8

I. ①平… II. ①王… ②焦… III. ①平板显示器件—技术手册 IV. ①TN873-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 294316 号

平板显示释疑手册(第1辑)

出版发行	东南大学出版社
社 址	南京市四牌楼2号(邮编:210096)
出 版 人	江建中
责任编辑	吉雄飞(办公电话:025-83793169)
经 销	全国各地新华书店
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
开 本	880mm×1230mm 1/32
印 张	10.25
字 数	196千字
版 次	2016年12月第1版
印 次	2016年12月第1次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-6872-8
定 价	36.00元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830。

序言

Preface

光阴荏苒,岁月青葱,不知不觉已经进入显示行业若干年了。期间偶尔会有机会重回校园学习,再一次感受到了久违的大学氛围。每周五天的工作,周末还要上课学习,的确很辛苦,但是每次一走进校园,看到那青春洋溢的年轻学子,和我年纪差不多大的老师们,疲劳感立刻不知所踪,一种回归的动力使人满血复活。每次上课我都不会迟到,也不会走神或开小差,因为我很珍惜这样的大段时间学习的机会,人生能有几次呢?!

可是学校的课本与行业的教材,一读就犯困。刚刚进入公司的新鲜社会人也会不断提问,就像当初入行的我们。问题好多,无从下手。请教前辈吧,一个又一个的跨学科专业背景知识,听得云里雾里的,好难好难;组织光电兴趣学习小组吧,应者寥寥,水平参差,效果惨不忍睹。

抱着人生就要不断尝试与总结的态度,将一些问题不断提出、收集、思考、解答与整理,凑满如今的 100 问,也就不辜负那逝水流年华啦,哈哈。

本书内容纯属兴趣而成,不求任何期待。一经出版,意味着旅途的一段告一段落,休整补充完毕后又投入下一个目标,这也许就是人类进步的原因吧。终点我们可能都不知道在哪,但是过程中我们经历的事、遇到的人,都将是我們最宝贵的收获和记忆,就像本书编写过程中的那些……永远会鼓励我们、安慰我们。

编 者

2016 年 9 月于南京液晶谷



目录

Contents

第1问	液晶显示模式有哪些	1
第2问	RGBY 和 RGBW 有何区别	3
第3问	sRGB 和 NTSC 色域有什么区别	5
第4问	什么是 8 bit 和 10 bit	9
第5问	RGBW UHD 与传统的 4 K×2 K 面板有何不同	10
第6问	什么是动态对比度	12
第7问	什么是分辨率	14
第8问	什么是画面比率	15
第9问	什么是面板有效显示区和开口率	17
第10问	什么是液晶响应时间	19
第11问	窄边框技术主要有哪些	24
第12问	为什么 TN 显示器一般选择常白模式而没有选择常黑模式	28
第13问	为什么彩膜采购规格书会分共通采购规格书与个别采购规格书	31
第14问	什么是薄膜晶体管	33
第15问	什么是非晶硅和非晶硅 TFT	37
第16问	什么是多晶硅和多晶硅 TFT	40
第17问	什么是 4Mask 工艺	44
第18问	什么是 Fanout	47
第19问	什么是 ESC	49
第20问	什么是薄膜应力	51
第21问	JAS 高段差所带来的问题是什么	54



第 22 问	如何形成非晶硅 TFT	57
第 23 问	如何形成低温多晶硅	59
第 24 问	为什么高开口像素设计需要使用有机绝缘层(JAS)	61
第 25 问	什么是金属氧化物薄膜晶体管	64
第 26 问	什么是金属配线的台阶覆盖率	70
第 27 问	为什么数据线金属采用 Ti/Al 时接触孔需要特殊设计	71
第 28 问	为什么像素要设置存储电容	74
第 29 问	面板中的 ESD 防护有哪些	77
第 30 问	什么是浓密 D 线不良	80
第 31 问	如何预防浓密 D 线不良	84
第 32 问	为什么 TFT 工艺需要使用无碱玻璃	86
第 33 问	为什么彩膜侧 ITO 薄膜要比阵列侧 ITO 薄膜厚	88
第 34 问	什么是 Mask 拼接曝光	89
第 35 问	什么是 WOA	92
第 36 问	为什么需要使用铜制程	93
第 37 问	为什么 Mask 上需要增设保护膜	96
第 38 问	为何 NMOS 需要 LDD 掺杂而 PMOS 不要	98
第 39 问	如何制作 CF	100
第 40 问	什么是黑色矩阵	108
第 41 问	什么是黄光区	110
第 42 问	为什么要设置主辅 PS	111
第 43 问	光掩膜版是怎么制作的	113
第 44 问	为什么彩膜常使用负性光刻胶	116
第 45 问	为什么要设置挡水墙(槽)	118
第 46 问	什么是 COA 技术	120
第 47 问	什么是彩膜叠层 PS	123
第 48 问	什么是彩膜角段差	127
第 49 问	什么是液晶残像	128



第 50 问	框胶涂布的工艺要求有哪些	131
第 51 问	什么是 Mura	136
第 52 问	PDLC 是如何实现光线控制的	139
第 53 问	为什么使用负性液晶会增加 FFS 模式的透过率	141
第 54 问	为什么印刷式配向时是基板移动而不是配向滚轮移动	143
第 55 问	液晶滴下对盒厚有什么影响	146
第 56 问	不同液晶滴下位置的液晶滴下图形如何选择	148
第 57 问	什么是 VA 光配向技术	150
第 58 问	什么是液晶摩擦取向机理	154
第 59 问	什么是液晶手性添加剂	159
第 60 问	什么是光配向技术	161
第 61 问	什么是灰阶反转	163
第 62 问	什么是回踢电压	170
第 63 问	什么是激光修复	172
第 64 问	液晶残像发生的机理及对策方向是什么	174
第 65 问	什么是液晶串扰	181
第 66 问	什么是栅信号削角	184
第 67 问	液晶面板闪烁不良的原因是什么	190
第 68 问	什么是 COF 技术	192
第 69 问	什么是 DBEF	194
第 70 问	什么是 UV 固化	197
第 71 问	什么是 Hotspot	199
第 72 问	什么是面板薄化	203
第 73 问	导光板的基本功能和制造工艺有哪些	206
第 74 问	什么是 RGB OLED 和 White OLED	210
第 75 问	为什么 OLED 会使用 RGB PenTile 排列	213
第 76 问	为什么 OLED 像素驱动需要 2T+1C 结构	220
第 77 问	OLED 采用底发光结构的原因是什么	223



第 78 问	为什么透明显示搭配裸眼 3D 技术最好采用液晶透镜模式	225
第 79 问	三星 S-Pen 是什么	229
第 80 问	什么是裸眼 3D 技术	236
第 81 问	什么是蓝相液晶	239
第 82 问	什么是量子点显示技术	242
第 83 问	什么是全贴合技术	245
第 84 问	什么是石墨烯	248
第 85 问	什么是铜布线触控	254
第 86 问	什么是透明显示技术	258
第 87 问	什么是无彩膜场序列液晶技术	263
第 88 问	什么是悬浮触控	267
第 89 问	什么是银纳米线	271
第 90 问	为什么手机屏幕很难做到无边框	278
第 91 问	为什么屏幕都是长方形的	282
第 92 问	电子墨水为什么没有在手机上得到很好应用	285
第 93 问	主流电容触控技术有哪些	289
第 94 问	什么是 Clear Black 技术	292
第 95 问	什么是 MEMS 显示器	294
第 96 问	什么是触控反馈技术	297
第 97 问	什么是单层触控屏和多层触控屏	302
第 98 问	什么是电子纸显示技术	306
第 99 问	什么是防窥膜	310
第 100 问	什么是 2.5D 和 3D 屏幕	312



第1问 液晶显示模式有哪些

液晶显示是基于液晶分子的双折射原理而发展起来的显示技术。液晶显示模式可以根据其光学特征分为常白模式和常黑模式,也可根据其驱动方式分为被动模式和主动模式,或者根据液晶的运动状态分为 TN(Twisted Nematic)模式、VA(Vertical Alignment)模式和 IPS(In Plane Switching)模式等等。下面介绍一下第三种分类模式。

1. TN 模式

TN 液晶在不加电压时呈平躺状态,因为其中加入了手性剂的缘故,液晶分子形成了扭曲 90° 的排列方式,当加电压时液晶站立(如图 1 所示)。TN 模式是一种常白模式。

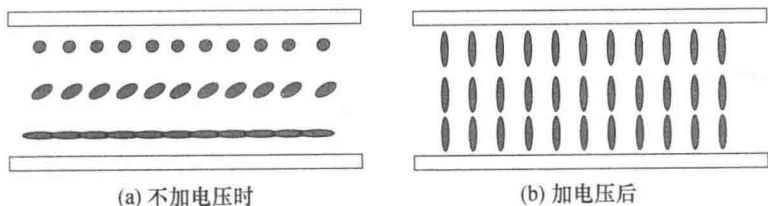


图 1 TN 模式关开态示意图



2. VA 模式

VA 模式可以理解为液晶不加电压时液晶分子为站立状态,而加电压时液晶分子为平躺状态(如图 2 所示)。

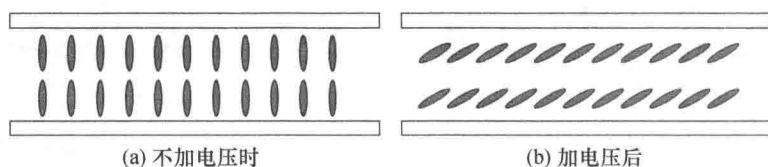


图 2 VA 模式开关态示意图

3. IPS 模式

IPS 模式可以理解为液晶加电压和不加电压时液晶分子都处于平躺状态,且液晶分子在水平方向转动(如图 3 所示)。

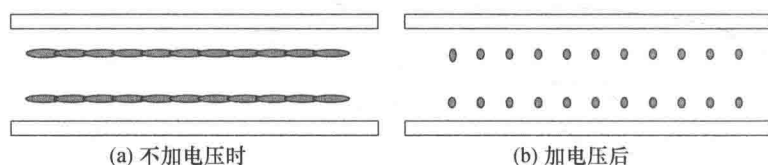


图 3 IPS 模式开关态示意图

以上三种模式的优缺点比较如表 1 所示。

表 1 三种模式的优缺点比较

	TN 模式	VA 模式	IPS 模式
优点	成本低,开口率高	对比度高,响应速度快	视野角好,无按压水波纹
缺点	对比度低,视野角差	视野角一般	良率低,开口率低



第2问

RGBY 和 RGBW 有何区别

RGBW 相对于 RGB, 对光有较高的透过效率, 粗略估算如下:

如图 1 所示, 设像素面积为 1, 每个子像素面积为 $1/3$, 背光光照为 1, R, G, B 光照透过率均为 $1/3$ 。已知

光线透过率 = 像素面积 $\times$ 背光光照 $\times$ 光照透过率
则 RGB 中光线透过率为

$$\frac{1}{3} \times 1 \times \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

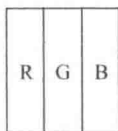


图 1 RGB 光线透过率计算示意图

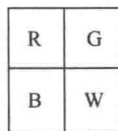


图 2 RGBW 光线透过率计算示意图

如图 2 所示, W 为白光, 光照透过率为 1 (其余同上), 则 RGBW 中光线透过率为

$$\frac{1}{4} \times 1 \times \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \times 1 \times \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \times 1 \times \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \times 1 \times 1 = \frac{1}{2}$$



由计算可以看出, RGBW 的光线透过率是 RGB 的 1.5 倍, 因此具有较高的透过率。而 RGBY 则是增加了一个 Y 色, 会增加在 CIE 色度图上的色域, 使得色彩更鲜艳。

使用 RGBW 像素设计有如下优势:

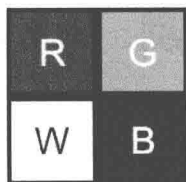


图 3 RGBW 像素示意图

- (1) 子像素的解析度增加 $1/4$;
- (2) 像素的穿透率增加 50%;
- (3) 由于列驱动的 IC 成本比行驱动高, 子像素采用如图 3 所示;
- (4) 采用棋盘式排列的方式, 成本会降低;
- (5) RGBW 的色彩比 RGB 高 $11/16$ 。

注:三星制备的 RGBW 电视的亮度比 RGB 增加 50%, 色温增加 10%, 对比度增加 20%~40%。

使用 RGBY 像素设计有如下优势: 采用该技术的液晶电视不仅可以更加生动地再现黄色、金色这些依靠传统 RGB 三原色技术难以真实再现的色彩, 同时作为蓝色补色的黄色被增强后, 对蓝色的表现力也会起到很好的提升作用。



第3问

sRGB 和 NTSC 色域有什么区别

电子显示领域(无论是数字的还是模拟的)使用的是 CIE 的基础——RGB 三原色,通过三种颜色光的叠加进而产生更多种颜色。因此电子显示领域的色域空间实际是一个“加法模型”,不同颜色光叠加产生新色彩的同时也提高了亮度。在这个领域中最有影响力的两个色域空间就是 NTSC 与 sRGB。

一、NTSC 彩电制式与 NTSC 色域“NTSC”

NTSC 是美国国家电视系统委员会的缩写,1952 年该组织制定了彩色电视广播标准(即我们常说的 NTSC 电视信号制式)。除了对彩色电视的各种规范做出规定之外,这个标准还规定了显示设备需要达到什么样的饱和度、如何显示各种颜色等等,这就是 NTSC 色域空间。

随着彩色电视机的普及,NTSC 色域空间也对各行各业产生了深远影响。不过令人遗憾的是,由于技术的限制,长



期以来各种显示设备都不能显示 100% 的 NTSC 色域,能达到 60%~70% 就很不错了,直到近些年才有了质的突破。

二、sRGB 色域的来龙去脉

随着计算机行业的发展,尤其是 PC 彩色显示器技术的进步,1998 年由 IEC(国际电工委员会)牵头制定了一个新的标准色域空间。他们规定将 700 nm(波长)的红(光)、546.1 nm 的绿(光)以及 435.8 nm 的蓝(光)作为基础三原色,取名为“standard RGB”(简称为 sRGB)。

目前几乎所有的数字影像输入、输出设备都支持此标准,而且 sRGB 在 PC 以及数码类产品上已经非常普及。也正是因为如此,很多产品为了突出特点闭口不谈 sRGB,转而宣传支持百分之多少的 NTSC 色域,而 sRGB 的色域范围正好是 NTSC 的 72%。

三、后起之秀的 Adobe RGB 与 xvYCC

随着摄影技术的进步,CCD 和 CMOS 感光器件能够采集到的色域已经远远超过了 sRGB 的范围,而且很多高端显示器也能够突破 sRGB 的限制,达到更宽的色域范围。

在这种前提下,Adobe RGB 色域空间标准慢慢在专业领域被广泛应用。Adobe RGB 的色域空间包含了 sRGB 与 CMYK 的色域空间,这样对于影像的采集、显示、打印输出、



印刷等都很有帮助,因此对高端用户来说非常有利。

如果说图形处理领域由 Adobe RGB 领衔的话,那么动态图像领域自然也不甘落后。针对现在大屏幕电视机以及 HDTV 节目的普及,传统的 sRGB 标准已经开始掣肘产业的发展,因此日本很多企业向 JEITA(日本电子情报技术产业协会)建议讨论新一代的色域标准,并最终提交 IEC 投票通过成为新的国际标准,这就是 xvYCC 色域空间。xvYCC 空间相对 sRGB 来说同时增加了红、绿、蓝三种颜色的覆盖范围,已经接近人眼能够识别的极限。

附录:

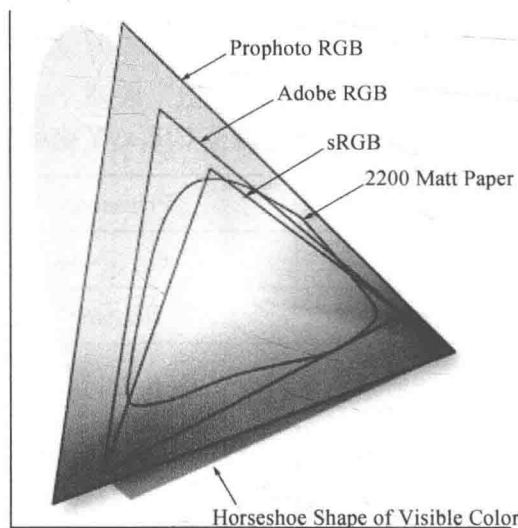
表 1 常见的色域(坐标基于 CIE xyY 坐标系)

Color Space	White Point	Primaries					
		x_R	y_R	x_G	y_G	x_B	y_B
ISO RGB	floating	floating					
Extended ISO RGB	floating	floating					
sRGB	D65	0.64	0.33	0.30	0.60	0.15	0.06
scRGB	D65	0.64	0.33	0.30	0.60	0.15	0.06
ROMM RGB	D50	0.7347	0.2653	0.1596	0.8404	0.0366	0.0001
Adobe RGB 98	D65	0.64	0.33	0.21	0.71	0.15	0.06
Apple RGB	D65	0.625	0.34	0.28	0.595	0.155	0.07



续表 1

Color Space	White Point	Primaries					
		x_R	y_R	x_G	y_G	x_B	y_B
NTSC(1953)	C	0.67	0.33	0.21	0.71	0.14	0.08
NTSC(1987)	D65	0.63	0.34	0.31	0.595	0.155	0.07
PAL/SECAM (1970)	D65	0.64	0.33	0.29	0.60	0.15	0.06
Adobe	D50	0.735	0.265	0.115	0.826	0.157	0.018
CIE(1931)	E	0.7347	0.2653	0.2738	0.7174	0.1666	0.0089
CIE XYZ (not RGB)	E	0	1	1	0	0	0

图 1 部分色域在 CIE xyY 马蹄形色度图上的分布关系^①

① 图 1 中颜色最深部分为目前显示行业通用的色域标准。



第4问 什么是8 bit 和 10 bit

液晶面板部分与液晶显示器有相当密切的联系,它的产量、优劣以及市场环境等多种因素都关系着液晶显示器自身的质量、价格和市场走向,因为一台液晶显示器其70%左右的成本都集中在了面板上。不仅液晶面板价格的走势直接影响到液晶显示器的价格,而且液晶面板质量、技术的好坏也关系着液晶显示器整体性能的高低。

另外对于液晶面板还有一个不可或缺的技术,就是液晶面板能否达到真彩显示的16.7M色彩。从色彩的角度来看,LCD显示器包含了真彩显示这一概念,其含义是指在R、G、B(红、绿、蓝)三个色彩通道都具有在物理上显示256级灰阶的能力。液晶显示器并不是所有液晶面板产品都能具备物理上真彩显示。如果具备在物理上可显示16777216种颜色的能力,也就是我们目前所说到的16.7M色彩。这样每个色彩通道上能显示256($2^8 = 256$)级灰阶,所以达到16.7M色彩为8bit面板。同理10 bit是指每个色彩通道具有1024($2^{10} = 1024$)级灰阶,所能显示的色彩画面更加细腻。