

应根裕 胡文波 邱勇 等 编著

平板

显示技术

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

图书在版编目(CIP)数据

平板显示技术/应根裕,胡文波,邱勇等编著. —北京:人民邮电出版社,2002.10
ISBN 7-115-10342-9

I. 平... II. ①应...②胡...③邱... III. 板-显示 IV. TN27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 066011 号

内 容 提 要

本书重点介绍电视图像的平板显示技术及其在各个领域中的应用。全书共 10 章。第 1 章对 7 种已为市场认可的平板显示技术作了全方位的比较。第 2 章介绍了与图像显示有关的人眼生理学、光度学、色度学和电视传输的基本原理,为了比较,对阴极射线管(CRT)显示技术也作了一定深度的描述。第 3 章至第 9 章分别对液晶显示(LCD)、等离子体显示板(PDP)、有机发光二极管(OLED)显示、电致发光显示(ELD)、场发射显示(FED)、真空荧光管显示(VFD)和发光二极管(LED)显示的原理、结构工艺、驱动电路和应用领域作了全面的介绍。第 10 章投影显示是作为大屏幕平板显示的有力竞争者而引入的。

本书可作为大专院校物理电子、信息光电子、通信等相关专业的大学生和研究生教材,也可供平板显示技术的研发人员参考,同时也是平板显示器件爱好者的良师益友。

平 板 显 示 技 术

◆ 编 著 应根裕 胡文波 邱 勇 等
责任编辑 富 军

◆ 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>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 32.5
字数: 794 千字 2002 年 10 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2002 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10342-9/TN · 1890

定价: 41.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

无论是城市家庭中普及的彩色电视机,还是不断进入寻常百姓家的电脑,其显示部分基本上都是采用阴极射线管(CRT)作为显示器。以液晶显示器为代表的各种平板显示器件的问世,虽然在数字、文字、曲线、图形以及简单图像的显示领域中占据绝对优势,但是在显示技术的最高境界——大画面、高质量彩色电视画面的显示上,CRT仍牢牢地占据着主流地位,使从20世纪80年代以来的多次关于平板电视即将取代CRT电视的预言一次次地落空。进入21世纪以来,随着液晶显示(LCD)和等离子体显示(PDP)等平板显示技术的日臻成熟和价格的大幅度下降,使平板显示器大举夺取CRT显示器市场的时刻即将到来。壁挂电视已不再是梦想,而且很快将在许多家庭中出现。本书就是在这种大背景下编写的,一方面希望对专业人员有所帮助,另一方面是为喜爱平板显示器的广大读者提供一本既全面又实用的参考书。

本书以高质量图像显示为主,兼顾别种显示技术,对历史上出现过的、但已无市场基础的显示器和显示技术一律不用过多的笔墨,对于发展前途光明的显示器件则从器件原理、工艺、结构、驱动电路以及应用方面作了全方位的介绍。以CRT显示器件作为参照物,与同类平板显示器件间既有纵向比较,又有横向比较,力求做到客观、准确地将各类平板显示器定位,不以偏概全。本书起点高,并涵盖了最新的显示科技成果,物理概念清晰,辅以必要的基本理化常识,读者可以各取所需。

本书的作者都是多年从事各类平板显示技术教学的教师和科研人员。清华大学电子工程系应根裕教授担任主编,并编写第1章、第2章、第3章、第6章、第8章、第9章;西安交通大学电子物理器件研究所沈思宽和胡文波编写第4章;第5章由清华大学化学系有机电致发光实验室王立铎负责统稿,邱勇、王立铎、董桂芳、张德强、历斌、王建华、段炼、高玉弟和杨勇参加编写;清华大学电子工程系李德杰教授编写第7章;应凯工程师编写第10章。

由于平板显示技术如日中天,新器件、新技术、新工艺、新材料层出不穷,因此书中内容难免有遗漏和不足之处,恳望同行专家和广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 平板显示技术的发展史及其特点	1
1.1 显示技术的发展史	1
1.2 显示器件的主要参量	5
1.3 平板显示技术的发展前景	8
1.3.1 平板显示器(FPD)与阴极射线管(CRT)	8
1.3.2 平板显示器件的现状及其发展方向	10
1.3.3 CRT 与 FPD 的特性比较	13
参考资料	14
第 2 章 视觉和电视显示基本原理	15
2.1 人眼的生理特性	15
2.1.1 眼睛的构造及功能	15
2.1.2 锥体和杆体细胞	16
2.1.3 明视觉、暗视觉光谱光效率函数	17
2.1.4 暗适应和明适应	17
2.1.5 视敏度和细节视觉	18
2.1.6 临界闪烁频率	19
2.1.7 视觉阈限的量子理论与差别感觉阈限	21
2.2 光度学	22
2.2.1 光通量和发光强度	22
2.2.2 照度及距离平方反比定律	23
2.2.3 亮度及朗伯定律	24
2.3 色度学概要	26
2.3.1 颜色的基本特性及颜色混合	26
2.3.2 色觉理论	30
2.3.3 人眼对颜色的辨别能力和彩色视野	31
2.3.4 色度图	32
2.4 电视传像原理	44
2.4.1 图像的特点与组成	44
2.4.2 图像的顺序传送	45
2.4.3 电视扫描	45
2.4.4 同步和消隐	47
2.4.5 全电视信号	50
2.4.6 电视图像信号	51
2.4.7 按人眼视觉特点确定电视标准	54
2.4.8 彩色电视信号的传输	55

2.4.9	彩色电视的制式	58
2.4.10	高清晰度电视(HDTV)	63
2.5	平板显示器件的参照物——显像管简介	68
2.5.1	荧光屏	69
2.5.2	电子枪	72
2.5.3	偏转系统	78
2.5.4	玻璃外壳	82
2.5.5	荫罩式彩色显像管	83
2.5.6	其他类型彩色显像管	98
2.5.7	彩色显像管的前景	100
	参考资料	102
第3章	液晶显示	103
3.1	液晶显示的发展与特点	103
3.1.1	液晶显示的发展过程	103
3.1.2	液晶显示的特点	104
3.1.3	液晶的分类	105
3.2	液晶的物理特性	109
3.2.1	有序参量	109
3.2.2	液晶的各向异性	111
3.2.3	液晶的连续体理论	112
3.2.4	外场作用下液晶分子排列转变的理论推导	115
3.3	液晶的光学特性	119
3.3.1	光的偏振和晶体光学简介	119
3.3.2	液晶的双折射特性和光学性质	124
3.4	液晶分子的沿面排列和主要参量	127
3.4.1	液晶显示器件基本结构	127
3.4.2	液晶分子的沿面排列	127
3.4.3	液晶显示器的主要性能参量	132
3.5	常见的液晶显示器件	135
3.5.1	液晶显示的三种方法	136
3.5.2	动态散射液晶显示器件(DS-LCD)	137
3.5.3	扭曲向列液晶显示器件(TN-LCD)	139
3.5.4	电控双折射液晶显示器件(ECB-LCD)	141
3.5.5	宾主效应液晶显示器件(GH-LCD)	144
3.5.6	相变液晶显示器件(PC-LCD)	148
3.5.7	超扭曲向列液晶显示器件(STN-LCD)	149
3.5.8	铁电液晶显示器件(FLCD)	151
3.5.9	固态液晶膜液晶显示器件(PDLC)	158
3.5.10	多稳态液晶显示器件(MLCD)	161

3.5.11 液晶显示器件小结	164
3.6 液晶材料及其分子结构	166
3.6.1 对液晶材料的要求	166
3.6.2 热致液晶的分子结构	166
3.6.3 液晶分子的化学结构和液晶性质的关系	169
3.6.4 液晶分子结构和液晶物理性质的关系	174
3.6.5 实用液晶材料简介	177
3.6.6 有机分子部分概念和基团简介	181
3.7 液晶显示器件的驱动技术	187
3.7.1 液晶显示器件的电极连接	187
3.7.2 普通矩阵液晶显示器件的静态驱动技术	189
3.7.3 普通矩阵液晶显示器件的动态驱动技术	193
3.7.4 抑制交叉效应的措施	196
3.7.5 提高大容量液晶显示器件图像质量的方法	200
3.7.6 灰度显示法	204
3.7.7 动态驱动器原理	205
3.7.8 液晶显示控制器原理	210
3.8 有源矩阵液晶显示器件(AM-LCD)	213
3.8.1 二端有源器件	214
3.8.2 三端有源器件	221
3.8.3 液晶电视	233
3.9 液晶显示器的主要材料及制造工艺	237
3.9.1 液晶显示器的主要材料	238
3.9.2 液晶显示器的主要工艺	244
3.9.3 液晶显示器的连接	247
3.9.4 背光照明系统	249
3.9.5 彩色滤色膜(CF)	252
3.10 液晶技术的新进展	256
3.10.1 LCD技术的发展过程	256
3.10.2 LCD宽视角化技术的进展	257
3.10.3 提高响应速度	265
3.10.4 反射式LCD _s	266
3.10.5 低温多晶硅(LTPS)TFT-LCD _s	268
参考资料	270
第4章 等离子体显示器	272
4.1 概述	272
4.1.1 PDP的定义与分类	272
4.1.2 PDP的发展史	272
4.1.3 PDP的特点	275

4.2 气体放电的物理基础	277
4.2.1 气体放电的伏安特性	277
4.2.2 气体的击穿和巴邢定律	278
4.2.3 影响气体放电着火电压的因素	280
4.2.4 辉光放电的发光	280
4.2.5 气体放电延迟	281
4.3 交流等离子体显示板	282
4.3.1 基本结构	282
4.3.2 工作原理	283
4.3.3 壁电荷与壁电压	283
4.4 彩色 AC-PDP	285
4.4.1 实施途径	285
4.4.2 发光机理	288
4.4.3 结构特点	289
4.4.4 多灰度级显示的实现方法	291
4.5 彩色 AC-PDP 的制造材料和工艺	292
4.5.1 彩色 AC-PDP 的主要部件及其制作材料	294
4.5.2 光刻技术和丝网印刷技术简介	296
4.5.3 前基板的关键制造工艺	297
4.5.4 后基板的关键制造工艺	298
4.5.5 总装工艺	300
4.6 彩色 AC-PDP 制造技术的发展状况	300
4.6.1 PDP 结构的发展	301
4.6.2 PDP 制造工艺的发展	303
4.6.3 新材料的应用	306
4.7 彩色 AC-PDP 电路系统	307
4.7.1 三电极表面放电型彩色 AC-PDP 的工作原理	307
4.7.2 驱动方法	309
4.7.3 驱动电路	317
4.8 显示动态图像时的干扰及解决措施	321
4.8.1 显示动态图像时的干扰及其形成机理	321
4.8.2 显示动态图像时的干扰的抑制措施	323
4.9 直流等离子体显示板	329
4.9.1 DC-PDP 的结构和工作原理	329
4.9.2 DC-PDP 的制造工艺	332
4.10 PDP 的应用	332
4.10.1 PDP 的应用领域	333
4.10.2 PDP 产业的发展状况和市场展望	335
4.10.3 PDP 技术的发展趋势	338

参考资料	338
第 5 章 有机电致发光显示	340
5.1 有机电致发光显示简介	340
5.2 有机电致发光基本理论问题	342
5.2.1 有机/聚合物半导体材料简介	342
5.2.2 有机/聚合物电致发光器件的结构及工作原理	346
5.2.3 有机薄膜的形态结构对器件性能的影响	352
5.2.4 表面与界面结构对器件性能的影响	353
5.3 有机电致发光材料	355
5.3.1 小分子有机电致发光材料	355
5.3.2 聚合物电致发光材料	359
5.3.3 三线态电致发光材料	361
5.4 有机发光二极管制备工艺	362
5.4.1 基片清洗	363
5.4.2 预处理	363
5.4.3 有机薄膜的制备	364
5.4.4 金属电极的制备	366
5.4.5 OLED 阴极隔离柱和彩色化技术	367
5.4.6 OLED 的稳定性和寿命	368
5.5 有机电致发光器件的驱动技术	370
5.5.1 静态驱动器原理	370
5.5.2 动态驱动器原理	372
5.5.3 带灰度控制的显示	374
5.6 有源驱动有机电致发光显示器	378
5.6.1 有源驱动与无源驱动的比较	378
5.6.2 低温多晶硅 TFT 技术	379
5.6.3 低温多晶硅 TFT-OLED 的应用研究	380
5.7 新型 OLED 显示技术	382
5.7.1 柔性电致发光器件	382
5.7.2 硅基发光二极管(OLEDoS)微显示技术	385
5.7.3 透明 OLED 器件(transparent OLED)	385
5.7.4 表面发射 OLED 器件(Surface emitting OLED)	386
5.7.5 喷墨打印技术	387
5.7.6 丝网印刷制备 OLED 器件	388
参考资料	389
第 6 章 电致发光显示(ELD)	393
6.1 电致发光显示的分类与特点	393
6.2 粉末型交流电致发光板(ACPELP)	394
6.3 薄膜型交流电致发光板(ACTFELP)	397

6.4	电致发光用的发光材料与电介质材料	400
6.5	电致发光显示器件的驱动方式	402
6.6	薄膜电致发光板的应用	404
	参考资料	405
第7章	场致发射平板显示器(FED)	406
7.1	场致发射	406
7.1.1	场发射显示原理	406
7.1.2	场发射理论	407
7.1.3	Fowler-Nordheim 公式的精确性	411
7.2	微尖阵列场发射阴极(FEA)	412
7.2.1	金属微尖阵列场发射阴极	412
7.2.2	硅衬底微尖场发射阵列	414
7.3	微尖发射体的性能	414
7.3.1	微尖发射的特点	414
7.3.2	发射体几何参数的影响	415
7.3.3	发射体材料的影响	416
7.4	FED 中的发射均匀性和稳定性问题	417
7.4.1	电阻限流原理	417
7.4.2	FEA 限流电阻层结构	418
7.5	聚焦型 FED	419
7.5.1	聚焦 FEA 结构	419
7.5.2	聚焦 FEA 工艺	419
7.6	支撑技术	421
7.6.1	支撑结构的必要性	421
7.6.2	玻板受力分析	421
7.6.3	支撑墙体受力分析	422
7.7	FED 中真空度的维持	424
7.7.1	FEA 发射性能的降低机制	424
7.7.2	FED 中消气剂的使用	424
7.8	FED 中的荧光粉问题	425
7.9	新一代场发射显示器件	426
7.9.1	发展新型 FED 的必要性	426
7.9.2	纳米管场发射显示器件	427
7.9.3	弹道电子表面发射显示	431
7.9.4	表面传导发射显示(SED)	432
7.9.5	MIM 结构的 FED	433
7.9.6	金属—绝缘层—半导体—金属(MISM)FED	435
	参考资料	441
第8章	真空荧光显示(VFD)	442

8.1	VFD 的结构与工作原理	443
8.2	VFD 用的荧光粉	444
8.3	VFD 的电学与光学特性	446
8.4	VFD 中的特殊问题	447
8.5	VFD 的驱动方式	448
8.6	VFD 的应用	450
	参考资料	451
第 9 章	发光二极管(LED)显示	452
9.1	概述	452
9.2	有关半导体及 p-n 结注入发光的基本知识	453
9.2.1	有关能带的基本常识	453
9.2.2	有关 p-n 结的基本知识	455
9.2.3	复合理论	459
9.3	p-n 结注入发光	460
9.4	发光二极管的发光效率	462
9.5	发光二极管制造中的主要工艺技术	465
9.5.1	外延生长技术	465
9.5.2	扩散技术	467
9.5.3	制备电极	468
9.6	发光二极管材料	468
9.7	超高亮度和蓝光 LED 的结构	471
9.7.1	超高亮度 LED 的结构	471
9.7.2	蓝光 LED 结构	474
9.8	发光二极管的特性	475
9.9	发光二极管应用领域的拓展	477
9.10	LED 的应用及相关电路	479
9.10.1	信息刷新原理	479
9.10.2	灰度扫描的实现	480
9.10.3	扫描控制电路总体说明	481
9.10.4	彩色显示屏的 γ 校正	482
9.10.5	显示屏均匀性的改造	483
9.10.6	户外 LED 显示屏开关电源的设计	485
	参考资料	486
第 10 章	投影显示	487
10.1	投影机的分类	487
10.2	投影管式投影机	489
10.3	液晶投影显示	495
10.4	数字光路处理器投影机	502
	参考资料	508

第 1 章 平板显示技术的发展史及其特点

1.1 显示技术的发展史

20 世纪是信息大爆炸的时代。1960 ~ 1990 年信息的平均年增长率为 20%，到 2020 年将达到每两个半月翻一番的惊人速度。大量的信息通过“信息高速公路”传送着，要将这些信息传送给人们必然要有一个下载的工具，即接口的终端。研究表明，在人们经各种感觉器官从外界获得的信息中，视觉占 60%，听觉占 20%，触觉占 15%，味觉占 3%，嗅觉占 2%。可见，近 2/3 的信息是通过眼睛获得的。当然，也可以将信息以文字或语音的形式表达出来，但其每分钟所能传送的信息量只能是几百个字节，有时还不一定能表达得清楚，而用图像来传送信息就快得多，一幅电视图像由几十万个像素组成，高清晰度的电视图像可达百万个像素，并且一目了然，比任何口头叙述或文字描写都清楚，这就是所谓“眼见为实”。所以图像显示成为信息显示中的最重要的方式。

进入 20 世纪以来，显示技术作为人机联系和信息展示的窗口已应用于娱乐、工业、军事、交通、教育、航空航天、卫星遥感和医疗等各个方面，显示产业已经成为电子信息工业的一大支柱产业。在我国，显示技术及相关产业的产品占信息产业总产值的 45% 左右。

在 20 世纪，图像显示器件中，阴极射线管(CRT)占了绝对统治地位，如电视机、显示器等绝大多数都采用 CRT。但是与此同时，平板显示器也在飞速地发展着，特别是液晶显示器的质量大幅度改善，价格又持续下降，不但在中小屏幕显示中代替了 CRT，而且也快速地进入了计算机显示器领域。就世界范围而言，以液晶显示为主的平板显示器的产值，在近年内将超过 CRT 显示器产值。人们预言，21 世纪将是平板显示的时代，人们多年来梦寐以求的、薄而轻的壁挂式电视机已经出现，并将在不远的将来得到普及。

电子显示器可分为主动发光型和非主动发光型两大类。前者是利用信息来调制各像素的发光亮度和颜色，进行直接显示；后者本身不发光，而是利用信息调制外光源而使其达到显示的目的。显示器件的分类有各种方式，例如：按显示屏幕面积的大小，可分为中、小型(约 0.2m² 左右)、大型(大于 1m²)和超大型(大于 4m²)显示器；按颜色可分为黑白、单色、多色和彩色显示器；按显示内容、形状可分为数码、字符、轨迹、图表、图形和图像显示器；按所用显示材料可分

为固体(晶体和非晶体)、液体、气体、等离子体和液晶显示器。但是最常见的是按显示原理分类,其主要有:阴极射线管(CRT)显示、液晶显示(LCD)、等离子体显示板(PDP)显示、电致发光显示(ELD)、发光二极管(LED)显示、有机发光二极管(OLED)显示、真空荧光管显示(VFD)、场发射显示(FED)。前7种皆为主动发光显示,只有LCD是非主动发光显示。其他还有电致变色(ECD)显示、旋转球(TBD)显示、电化学(ECD)显示等,但这几种显示器件应用面不大,市场也小。

各种显示器件特性比较示于表 1.1。

表 1.1 各种电子显示器件的显示特性

显示特性	非主动发光型		主动发光型							
	LCD		PDP		FED	LED	OLED	VFD	ELD	CRT
	PM 型	AM 型	AC 型	DC 型						
工作电压(V)	AC 2~5		AC 90~150	DC 180~250	DC 500~1×10 ⁴	DC 2~5	DC 3~15	DC 10~40	AC 100~200	DC (2~3)×10 ⁴
单位面积 消耗电流 1/cm ²	数微安		数毫安		数十微安	数十毫安	十几毫安	数毫米	数毫安	约 1μA
对比度	10~25	50~80	20~50		约 100	约 40	约 40	约 50	约 40	约 100
响应时间	30~200ms	20~60ms	2~20μs		约 1μs	约 1μs	2~3μs	约 10μs	5~50μs	约 1μs
亮度(cd/m ²)	0		250~400		300	170~1600	10 ² ~10 ³	180~1500	70~200	140~500
显示色	黑白、多色~全色		红橙、 多色~全色		黑白 全色	红、橙、 绿、蓝	红、绿、蓝 全色	蓝绿、红 橙、绿	黄橙、绿、 红、(蓝)	黑白 多色~全色
存储功能	×(○)		○		×	×	×	×	△	×
工作寿命	○		○		△	○	△	○	○	○

注:○——不存在问题,容易实现;△——存在一些问题,可以实现;×——存在难以解决的问题,不能实现;PM 型——无源矩阵型;AM 型——有源矩阵型。

由表 1.1 所示数据可知,非主动发光型 LCD 的工作电压低,功耗低,每平方厘米消耗电流只有微安量级。而主动发光型的显示器件中,除了 CRT 外,功耗均较大,每平方厘米消耗电流均为 mA 量级。但 LCD 的响应特性差,为 10¹~10²ms,而主动发光型的响应特性均好,为 μs 量级。

从画质、全色性和性能价格比来讲,至今仍以 CRT 显示器件为最好。但由于 CRT 体积大,重量大,需使用数万伏的工作电压,因此只要平板显示器件的性能价格比能低于 CRT 显示器件的 3 倍,便可以大规模地取代 CRT 所占的市场。

各种主要电子显示器件的发展和实用化过程可由下列纪年表看出。

(1) LCD(液晶显示器)

年份	事件	年份	事件
1888	液晶的发现(奥地利)	1991	高清晰度液晶投影器的商品化[日]
1968	DSM型、GH型LCD方式的发表[美]	1993	日本开始建立大尺寸 TFT-LCD 生产线(投资近 100 亿美元)
1971	TN型LCD方式的发表[瑞士]	1997	韩国建设第3代或3.5代彩色 TFT-LCD 生产线(投入 20 亿美元)
1972	液晶手表、液晶计算器的实用化[美]	1998	中国台湾建设第3代或3.5代彩色 TFT-LCD 生产线(投入 20 亿美元)
1980	α -si TFT 驱动 LCD 试制[英]	1998	36 英寸液晶彩色电视机问世[日]
1982	液晶黑白电视机的实用化[日]	1999	中国引进的第一条 TFT-LCD 生产线试生产(吉林省电子集团公司)
1984	STN(SBE)型 LCD 方式的开发[日]	2000	韩国三星电子公司将 61cm UXGA TFT-LCD HDTV 投入市场
1984	液晶彩色电视机的实用化[日]		

(2) PDP(等离子体)显示板

年份	事件	年份	事件
1954 年	DC 驱动 PDP 的发表[美]	1996 年	25 英寸 PALC(等离子体选址驱动的液晶显示器)问世[日]
1956 年	冷阴极放电显示管(nixie 管)的开发[美]	1997 年	日本已有 7 家公司推出 107 ~ 128cm 产品和样品
1966 年	存储型 AC 驱动 PDP 的发表[美]	1998 年	Samsung Display Devices 与日本合作在引导线上试生产 102 ~ 153cm PDP
1968 年	用 DC 驱动的 PDP 显示电视图像[荷兰]	1999 年	富士通与日立合资 200 亿日元,成立 FHP 公司,加速开发下一代 PDP 产品
1969 年	自扫描型 DC 驱动 PDP 的开发[美]	1999 年	Plasmaco 公司展出 153cm HDTV(1366 × 768 线)用彩色 PDP
1978 年	16 英寸 DC 驱动彩色 PDP 电视机的试制[日]	2000 年	松下公司正式推出第三代 42 英寸 PDP 产品,辉度达 650cd/m ² ,最高对比度达 3 000:1
1985 年	脉冲存储型 DC 驱动彩色 PDP 电视机的开发[日]	2001 年	PDP 由日本一国独霸,变成日本、韩国、我国台湾三家鼎立
1993 年	21 英寸全彩色 AC 驱动 PDP 的商品化[富士通]	2002 年	PDP 价格开始大幅度下降

(3) ELD(电致发光显示器件)

年份	事件	年份	事件
1936 年	ZnS:Cu 荧光体 EL 现象发明[法]	1980 年	原子外延(ALE)薄膜型 AC 驱动 ELD 实用化[荷兰]
1950 年	分散型 AC 驱动 ELD 照明面板开发[美]	1982 年	薄膜低压 EL,多色化[日]
1968 年	薄膜型 AC 驱动 ELD 开发[美]	1983 年	大显示容量 ACELD 显示屏投产[日]
1978 年	双层绝缘膜型 AC 驱动 ELD 实用化[日]	1988 年	全色显示 ELD 开发[美]

(4) LED(发光二极管)

年份	事件	年份	事件
1923年	SiC 单晶注入型发光现象的发现[俄]	1968年	GaAsP 红色 LED 的实用化[美]
1952年	利用 Ge、Si 的 P-N 结的发光现象[美]	1979年	LED 电视机的试制[日]
1954年	GaP 的发光现象的发表[美]	1990年	全色 LED 平板显示器的开发[日]
1964年	GaAs 的发光现象的发表[美]	1994年	GaN 系高亮度蓝色 LED 的产量化[日]
1962年	半导体激光器的发明[美]	2001年	全色户外大画面显示屏大量被使用

(5) OLED(有机发光二极管)

年份	事件	年份	事件
1963年	Pope 发现萘单晶外加直流电压发光现象	2000年	Motorola 把 OLED 显示屏用于手机上
1987年	美国 Kodak 公司的 C. W. Tang 制备成功超薄双层结构小分子 OLED 器件, 从而引发了 OLED 研究热潮	2001年2月	Sony 推出 13 英寸小分子全彩色 OLED 显示器样品
1990年	英国剑桥大学的 Friend 制备成功共轭高分子 OLED 柔软显示屏	2001年10月	Samsung 在 SDI 展示了 15 英寸小分子全彩色 OLED 显示器样品
1997年	日本先锋公司开发成功 OLED 车载显示器, 并实现了产业化	2002年4月	Philips 展示了 17 英寸高分子全彩色 OLED 显示器样品

(6) FED(场致发射显示器件)

年份	事件	年份	事件
1968年	微尖场发射阵列[英]	1996年	表面传导 FED[日]
1985年	微尖场发射显示器[法]	1997年	MIM FED[日]
1991年	金刚石冷阴极[英]; CVD 金刚石膜冷阴极	1999年	碳纳米管 FED[日]; 表面弹道电子发射 FED[日]
1995年	碳纳米管场发射阴极; 金刚石膜 FED	2000年	印刷型 FED[英]

(7) VFD(真空荧光显示管)

年份	事件	年份	事件
1965年	文字显示电子管 VFD 的发明[日]	1982年	透过(前面发光)型 VFD 的开发
1967年	球型单位 VFD 的商品化[日]	1984年	大画面显示发光元件的开发[日]
1972年	球型多位 VFD 的开发[日]	1985年	多色图形显示 VFD 的开发[日]
1972年	平型多位 VFD 的开发[日]	1992年	图表显示真空荧光管投产[日]
1979年	VFD 电视机的试制[日]		

(8) CRT(电子束管显示器件)

年份	事件	年份	事件
1897年	布劳恩管的发明[德]	1973年	中国彩色电视广播开始
1926年	利用CRT的送收信息实验公开、文字显示实验[日]	1982年	束导向型、等离子体激励型平面CRT的开发[美、德]
1935年	世界上最早的电视广播开始[德]	1990年	出现BM型、AK型、VP型等多种阴极结构的平板型CRT
1950年	彩色显示球型CRT的开发[美]	1991年	高清晰度TV的商品化[日]
1953年	日本黑白电视广播开始	1994年	高清晰度TV实用化实验广播开始
1958年	中国黑白电视广播开始	1996年	日本索尼公司推出第一台纯平面屏CRT彩电
1960年	日本彩色电视广播开始	1997年	薄平板型CRT公开发表,其厚度只有1cm[荷兰]
1970年	计算机终端显示用CRT实用化	1999年	中国乐华推出国内第一台纯平面屏CRT彩电
1972年	投影型大画面CRT商品化[美]	2002年	各种尺寸全平面屏电视在中国普及

1.2 显示器件的主要参量

由于显示器件可用来重现图像图形、显示信号波形和参数,因此对显示器件来说最重要的是显示彩色图像的质量。目前,CRT显示器件以其高的性能价格比和高性能的图像质量仍占据着大部分显示市场,而AM-LCD显示器以其不断下降的价格和不断提高的图像质量已作为平板显示器件的代表填补了CRT显示器件退出的市场,并且还在不断地扩充阵地,这对显示器件的发展,特别是对于新式显示器件的开发形成了一个巨大的抑制因素,因为CRT和LCD显示器件都已形成了大规模生产,且基本上已达到价廉物美,因此其他显示器件只能在CRT和LCD显示器件所不能适应的领域中发展。

本书的重点放在平板显示器件的图像显示上,所以对平板显示器件的众多质量参量,也以与表征所显示的图像质量有关的质量参量为主。

1. 亮度

亮度(L)的单位是坎德拉每平方米(cd/m^2)。对画面亮度的要求与环境光强度有关,例如,在电影院中,电影亮度有 $30 \sim 45 \text{cd}/\text{m}^2$ 就可以了;在室内看电视,要求显示器画面亮度应大于 $70 \text{cd}/\text{m}^2$;在室外观看则要求画面亮度应达到 $300 \text{cd}/\text{m}^2$ 。所以对高质量显示器亮度的要求应为 $300 \text{cd}/\text{m}^2$ 左右。

2. 对比度和灰度

对比度(C)是指画面上最大亮度(L_{\max})和最小亮度(L_{\min})之比,即:

$$C = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} \quad (1.1)$$

好的图像显示要求显示器的对比度至少要大于30,这是在普通观察环境光下的数据。有时报导的某种显示器件的对比度达到数百或更高,这是指在没有环境光,即在暗室中的测试数

据。在实用中均是有环境光的,所以显示器件必须有足够高的亮度才可能在实用状况下有足够的对比度,因为这时的对比度为:

$$C_1 = \frac{L_{\max} + L_{\text{外}}}{L_{\min} + L_{\text{外}}} \quad (1.2)$$

式中: $L_{\text{外}}$ 是指环境光照到显示屏上产生的亮度。如何降低外光的影响是设计显示屏所必须考虑的因素之一。

有了高的亮度与高的对比度不一定能显示出好的图像。因为一般图像是有层次的,人脸的显示要求层次多,即要求有较多的灰度级。

灰度是指图像的黑白亮度层次。由第2章的(2.10)式可知,人眼所能分辨的亮度层次为:

$$n \approx \frac{2.3}{\delta} \log C \quad (1.3)$$

式中: δ 是人眼对亮度差的分辨率,一般取0.02~0.05。若取 $\delta = 0.05$,则由(1.3)式可算得 $C = 50$ 时, $n = 78$; $C = 100$ 时, $n = 92$ 。可见,人眼所能分辨的亮度层次与图像对比度的对数成正比,并受图像最大对比度的限制。在日常生活中,一般照片、图像的最大对比度不过100左右;在电视技术中,用10个灰度级来表示。为了检测电视通道的线性和检查、调整电视图像亮度、对比度的准确性,常采用10级灰度测试图,每级灰度之间的亮度变化为 $\sqrt{2}$ 倍。通常电视接收机所重现的图像能达到7~8级灰度就已经很满意了。灰度级越多,图像层次越分明,图像越柔和。眼睛可分辨的最大亮度层次为100级,电视中的1个灰度级间的亮度差层次为6.9级。

在显示技术中,把数字、英文字母、汉字及特殊符号等称为字码;把机械零件等线条图称图形。显示字码、图形、表格曲线对灰度没有要求,只要对比度高即可。而显示图形则除了要求有足够高的对比度外,还应同时要求有丰富的灰度级。

3. 分辨力

分辨力是指能够分辨出电视图像的最小细节的能力,是人眼观察图像清晰程度的标志,通常用屏面上能够分辨出的明暗交替线条的总数来表示,而对于用矩阵显示的平板显示器常用电极线数目表示其分辨力。为了显示普通电视图像的质量,要求扫描行电极数为600;为了显示高清晰度电视图像,则要求扫描行电极数大于1000。

只有兼备高分辨力、高亮度和高对比度的图像才可能是高清晰度的图像,所以上述三个指标是获得高质量图像显示所必不可少的。

4. 响应时间、余辉时间

响应时间是指从施加电压到出现图像显示的时间,又称上升时间。从切断电源到图像显示消失的时间称为下降时间,又称余辉时间。电视图像显示时需要小于1/30s的响应时间;一般主动发光型显示器件的响应时间都可小于0.1ms,而非主动发光型的LCD显示器件的响应时间为10~500ms,在显示快速运动的电视图像时,由于响应时间太长,会出现拖尾或余像,使运动图像模糊。所以液晶显示器在用于图像变化缓慢的计算机显示时响应时间不成问题,而在作为电视接收机时,响应时间就太长了。

5. 显示色

发光型显示器件发光的颜色和非发光型显示器件透射或反射光的颜色称作显示色。显示

色分为黑白、单色、多色和全色四大类。人类是在日光下长大的,在观看电视图像时,若不是彩色,则最好是黑白。由于 CRT 电视机已能显示色彩十分逼真的全彩色电视图像,所以平板显示器件要在这个领域与 CRT 电视机竞争,也必须能实现全彩色显示。大部分发光型平板显示器件实现红光或绿光显示比较容易,但在实现彩色显示中必不可少的蓝光显示时经常遇到巨大的困难,如高效率的蓝光 LED 于近几年研制成功,才使彩色 LED 大显示屏获得了迅速的发展。而高效率的蓝光 EL 却迟迟未开发出来,严重影响了它的推广应用。对于非发光型 LCD 显示器件则可在黑白显示屏上附加滤色膜后实现彩色显示。在彩色图像显示已高度发展的今天,对于任何一种平板显示器件,如不能完美地解决彩色显示技术,则是不可能有大发展前途的。

6. 发光效率

发光效率是发光型显示器件所发出的光通量与器件所消耗功率之比,单位为流明每瓦 (lm/W)。流明已计入了人的视觉感光特性曲线(详见第 2 章)。VFD 的发光效率最高为约 10lm/W ;LED 随材料的不同其发光效率为 $1 \sim 4\text{lm/W}$, $\text{ZnTe}_{0.1}\text{Se}_{0.9}$ 发绿光,发光效率达到 17lm/W ; OLED 的发光效率也很高,为 15lm/W ; PDP 的发光效率为 1lm/W ;其他的主动发光型显示器件的发光效率则只有 10^{-1}lm/W 量级。

发光效率决定了显示器件工作时的功率消耗,这对于便携式显示器件尤为重要。反射式 LCD 之所以能迅速占领中、小屏幕市场,主要是其微小的功耗($\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 量级)起了重要作用。即使是用电供电,对于大面积显示,其供电功率也是一个重要指标。例如 PDP,由于其发光效率不是很高,42 英寸 AC-PDP 的整机消耗功率为 450W ,这是用户所不欢迎的。显然,提高发光效率既可相应地降低消耗功率,还可缓解整机的散热问题。

7. 工作电压与消耗电流

驱动显示器件所施加的电压为工作电压(V),流过的电流称为消耗电流(A)。工作电压与消耗电流的乘积就是显示器件的消耗功率。外加电压有交流电压与直流电压之分,如 LCD 必须用交流供电,而 OLED、LED 等则用直流供电。

目前由于驱动电路集成化,所以显示器件的工作电压希望与集成电路(IC)的工作电压相适应,如 LCD 的驱动电压只有几伏,可以与 TTL(晶体管-晶体管逻辑)电路相配合,这就极大地降低了液晶显示器驱动电路的成本,如果驱动电压上限不大于 45V ,则容易采用 IC 驱动。其中 LCD、LED、OLED 和 VFD 显示器件的工作电压比较低,其值为 $0.5 \sim 40\text{V}$ 。而 PDP 的驱动电压为 200V 左右,需要开发耐高压的 MOS 晶体管 IC,这无疑将增大 PDP 的驱动电路成本,使目前 PDP 驱动电路的成本占整机成本的 $2/3$ 。如果驱动电压超过 200V ,则这类高压 IC 就难以实现了,或者价格难以接受,因此 FED 显示器件必须做成三极管模式,才能将驱动电压降到 200V 以下。液晶显示器件是既能满足低驱动电压,又能满足低消耗电流($\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 量级)的显示器件。主动发光型显示器件的电流消耗量都为 mA/cm^2 量级。

8. 存储功能

外加电压除去之后,仍然能保持显示状态的功能叫作存储功能。存储功能可减少显示器件的功耗和有效地简化驱动电路,特别是在多路驱动和矩阵选址时,发挥作用巨大。ELD、