



“十二五”普通高等教育规划教材

Principles and Technology of Photoelectric Display

光电显示 原理与技术

主 编 邹开顺 王辅忠
副主编 赵 欣 张光璐 王嘉丽



国防工业出版社

National Defense Industry Press

“十二五”普通高等教育规划教材

光电显示原理与技术

主 编 邹开顺 王辅忠
副主编 赵 欣 张光璐 王嘉丽

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书分3卷,共11章。第一卷“光电显示的基本原理和技术”,内容涉及:显示技术概论,光度学与色度学基础,阴极射线致发光显示,液晶显示(LCD)原理与技术,以及其他一些常见的平板显示技术,重点阐述液晶的物理性质、电光效应、液晶显示器的器件结构、工作原理、驱动控制、制备工艺进行等内容;第二卷“‘光电显示原理与技术’课程的应用”,引导学生运用显示、数电、模电、单片机、传感器等知识设计制作“液晶显示系列学生作品”;第三卷“光电显示行业——直通职场”,对光电显示类企业人才需求进行跟踪,对行业内知名企业进行归纳介绍,使学生对行业现状及发展趋势有所了解,进而了解企业岗位职责和要求。

本书既可作为高校光电类、电子类、机械类、物理类等相关专业的本科生教材,也可供广大科技工作者、工程技术和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

光电显示原理与技术/邹开顺,王辅忠主编. —北京:
国防工业出版社,2016. 1
ISBN 978 - 7 - 118 - 10179 - 9

I. ①光... II. ①邹... ②王... III. ①显示 - 光电
子技术 IV. ①TN27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 251216 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)

三河市鼎鑫印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 13½ 字数 308 千字

2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 40.00 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

序

液晶和半导体一样都是对生产工艺和技术要求极高的高科技行业,这也是该类生产技术垄断在少数国家的重要原因。事实上,TFT-LCD 的研究起源于欧美国家,产业化则是由日本完成的。因此,最早的理论研究和实验都集中在欧美国家,而产品和工艺方面的技术则主要掌握在日本和韩国手中。台湾地区大多数厂商的技术主要来源于其他厂商的授权,技术专利掌握较少,大多为液晶面板代工制造,但台湾地区的液晶面板产业化却是世界领先的。液晶面板的制造是一套非常复杂的工艺,生产线的造价更是高得惊人。对技术和生产工艺的极高要求造成了下游显示消费品和上游面板厂商特殊的关系格局。在上游资源中,日本、韩国以及台湾地区占领了目前液晶面板市场的绝大部分份额。

平板显示关键材料及设备制造本土化是现阶段中国平板显示产业发展面临的重要问题。人才作为技术的载体,对于国家和企业而言至关重要。人才的培养,必须是以产业成长为前提的。否则,人才培养的持续性就缺失了。随着国内 TFT 行业的大发展,国外的行业技术人员大量进入中国后,国内的人才与国外的人才融合成长的趋势是必然的。短期内,我们要虚心学习国外的先进技术和经验,随着时间的推移和产业的不断扩大,国内大陆人才不断成长指日可待。

天津工业大学理学院开设了“光信息科学与技术”和“应用物理”两个本科专业,逐步形成了“光电显示”方向,物理系邹开顺等老师主讲“光显示原理与技术”课程,同时积极引导学生在“光电显示”领域内就业,8年来为液晶显示上游、中游、下游的各类企业输送了大量人才,这些企业包括北京京东方茶谷电子公司、北京中芯国际有限公司、飞思卡尔半导体(天津)有限公司、天津三星视界有限公司、北京京东方科技集团有限公司、合肥京东方光电科技有限公司、苏州三星电子液晶显示器有限公司、昆山龙腾光电有限公司、宁波奇美电子有限公司、苏州友达光电公司、富士康(北京、天津、深圳等)精密工业有限公司、深航天马(上海)微电子公司、深圳比亚迪股份有限公司和北京联想集团、深圳纺织集团乐凯光电有限公司、天津斯坦雷电气有限公司等。

课题组对社会需求做了广泛调研,优化教学内容,策划课程设计,在“光电显示”人才培养方面做出了大胆的尝试,取得了较好的成绩,实践表明,以“社会需求”为导向的专业课教学改革是正确的。

感谢国家自然科学基金(NO. 61271011)资助。

天津工业大学理学院
王辅忠 教授

前 言

2015年,TFT型LCD产业规模达千亿元,我国在全球市场的占有率提升到11.2%,液晶面板的自给率大幅提高,其中电视面板的自给率达到30%,手机面板已能满足境内企业50%的需求,液晶面板的进出口贸易逆差比上一年缩减20.6%。目前,我国已建和在建的TFT型LCD生产线有21条,包括4条4.5代线、4条5代线、2条5.5代线、3条6代线和8条8.5代线,其中8.5代线包括京东方(北京、合肥)、深圳华星光电、龙腾光电、友达光电、奇美电子、翰宇彩晶、LGD广州、三星苏州,南京中电熊猫还计划上马10代线。这些生产线的总投资达2000亿元,年生产能力将达5000万 m^2 ,直接或间接年产值将达到几千亿元。如此巨大的投资极大地拉动产业链上游的需求,带动基板玻璃、液晶材料、偏光片、彩色滤光片、光学薄膜、触摸屏、背光源等相关原材料、元器件及相关设备等上游产业的发展。

据测算,2016年之后,我国TFT型LCD产业每年至少需要250t液晶材料、1.0亿 m^2 基板玻璃(含彩膜用玻璃)、1.0亿 m^2 偏光片、5000万 m^2 彩色滤光片、十几亿平方米光学薄膜、几亿背光源组件以及数以亿计的驱动IC等,其总价值将接近千亿元。“光电显示”领域广阔的市场给光电类、电子类、机械类、物理类专业的本科生提供了很好的发展平台。

全书分3卷,共11章。第一卷“光电显示的基本原理和技术”,内容涉及:显示技术概论,光度学与色度学基础,阴极射线致发光显示,液晶显示(LCD)原理与技术,以及其他一些常见的平板显示技术,重点对液晶的物理性质、电光效应、液晶显示器的器件结构、工作原理、驱动控制、制备工艺进行等内容进行阐述;第二卷“‘光电显示原理与技术’课程的应用”,引导学生运用显示、数电、模电、单片机、传感器等知识设计制作“液晶显示系列学生作品”;第三卷“光电显示行业——直通职场”,对行业内知名企业进行归纳介绍,使学生对行业现状及发展趋势有所了解,进而了解企业岗位职责和要求。

本书在选题上具有以下特色:

(1) 在适用性方面:对“光电显示”企业人才需求情况进行广泛调研,为有志于此领域发展的本科生、研究生提供了社会需求信息。

(2) 在显示原理方面:根据社会需求对教学内容进行了优化,使读者能够了解液晶显示技术的核心内容。

(3) 在应用层面:精心策划课程设计,引导学生设计出液晶显示系列学生作品,提高学生的动手能力,使他们具备在企业工作的基本技能。

在王辅忠教授的大力支持下,本书终于和读者见面了,本书编写过程中得到了天津工

业大学理学院领导和同事的关心和支持,同时赵欣、张光璐老师和陈丽丽、王嘉丽、高迪、高梓淇、王东雪、龚世杰、王成龙、张芮、张健等同志参与了书中插图的处理加工,在此一并向他们表示感谢。

液晶与平板显示技术覆盖面广,发展速度快,鉴于作者学识水平有限,书中错误与不足之处在所难免,敬请读者批评指正。由于篇幅有限,本书未能列出全部参考文献,在本书出版之际,向他们表示衷心的感谢。感谢国家自然科学基金(NO. 61271011)的支持。

编 者

目 录

第一卷 光电显示的基本原理和技术

第1章 显示技术概论	1	3.2.1 CRT的基本结构	13
1.1 显示技术的概念与特点	1	3.2.2 CRT显示器的结构 及工作原理	16
1.1.1 显示技术的概念	1	3.2.3 CRT显示器的彩色化 ..	16
1.1.2 显示技术的特点	1	3.3 CRT的扫描	17
1.2 显示技术的研究内容	2	3.4 CRT的特点	19
1.3 显示技术分类	3	第4章 场发射显示和场离子显示	20
1.4 显示器件和显示系统的主 要性能指标与质量评价	4	4.1 CRT的薄型化	20
1.4.1 工作电压与消耗电流 ..	4	4.2 FED	21
1.4.2 画面尺寸	4	4.2.1 FED的研究进展	21
1.4.3 分辨率	4	4.2.2 FED的特点	22
1.4.4 亮度(辉度)	5	4.2.3 FED的器件结构	22
1.4.5 对比度	6	4.2.4 FED的工作原理	23
1.4.6 灰度(深浅可调节性) ..	6	4.2.5 彩色FED器件	24
1.4.7 响应时间	6	4.2.6 与CRT比较	25
1.4.8 像素	7	4.2.7 FED的制作工艺	25
1.4.9 显示色	7	4.2.8 FED的三大核 心技术难题	27
1.4.10 工作寿命	8	4.2.9 FED发展的方向	28
1.4.11 存储功能	8	4.3 场离子显示器	29
第2章 光度学与色度学基础	9	4.3.1 FID的结构	29
2.1 光度学基础	9	4.3.2 FID的工作原理	30
2.2 色度学基础	11	第5章 真空荧光显示器	31
2.2.1 颜色的特性	11	5.1 VFD的器件结构和工作原理 ..	31
2.2.2 颜色的混合	11	5.2 VFD的电学和光学特性	34
2.2.3 色度坐标和色度图 ..	12	5.3 VFD的构成材料	35
第3章 阴极射线管发光显示	13	第6章 LCD的原理与技术	36
3.1 CRT历史概述	13	6.1 液晶	37
3.2 CRT的基本结构及工作原理 ..	13		

6.1.1	液晶化学	38	7.1.1	等离子体的分类	119
6.1.2	液晶的物理性质	40	7.1.2	PDP 的主要特点	120
6.1.3	液晶光学特性	43	7.1.3	PDP 等离子与 CRT 的比较	120
6.1.4	液晶的其它物理性质 ..	47	7.1.4	直流 PDP 和 交流 PDP	121
6.2	液晶显示器件的 结构及工作原理	47	7.2	等离子显示器的 结构及工作原理	121
6.2.1	液晶显示器的 发展过程	47	7.3	彩色 PDP 的放电特 性及发光机理	123
6.2.2	液晶显示器的分类 ..	48	7.3.1	气体放电的 物理基础	125
6.2.3	液晶显示器的构成 ..	49	7.3.2	彩色 PDP 的发光机理	127
6.2.4	液晶显示器 的基本结构	52	7.3.3	帕邢定律和着 火电压的确定	129
6.2.5	液晶显示器 的构成材料	54	7.4	AC 型 PDP 的驱动	130
6.2.6	常用液晶显示器 及其工作原理	63	7.4.1	驱动集成电 路的构成	130
6.2.7	液晶显示器 的采光技术	73	7.4.2	彩色 PDP 驱动 IC 的内部结构	130
6.3	液晶显示器的驱动与控制	79	7.4.3	驱动集成电 路的作用	130
6.3.1	各种驱动 电极的结构	80	7.4.4	根据 AC 型 PDP 的 工作波形分析其 工作原理	131
6.3.2	液晶显示驱动器	80	7.5	PDP 的制备工艺	132
6.3.3	液晶显示控制器	98	7.6	PDP 的败退及原因	133
6.4	液晶显示模块	102	第 8 章	电致发光显示	135
6.4.1	液晶显示模 块的分类	102	8.1	电致发光显示概述	135
6.4.2	LCD 驱动系统及 LCD 模块电路构成	102	8.2	无机电致发光显示	136
6.5	TFT 液晶显示技术	105	8.2.1	ELD 的基本结构 与工作原理	136
6.5.1	TFT 型 LCD 的结 构及驱动原理	105	8.2.2	TFEL 器件最新进展 ..	137
6.5.2	TFT 型 LCD 的 制造工序	111	8.2.3	无机 TFEL 研 究的一般方法	137
第 7 章	等离子体显示	119			
7.1	等离子显示器概述	119			

8.2.4 电致发光元件的 各种构成材料·····	137	8.3.5 OLED 的一般 研究方法·····	150
8.2.5 各功能层或膜的 主要工艺方法·····	138	8.3.6 影响 OLED 发光效率 的主要因素和提高 发光效率的措施·····	151
8.2.6 ELD 的用途 ·····	138	8.3.7 彩色显示板的方法 ···	152
8.3 有机电致发光显示 ·····	139	8.3.8 应用和前景·····	153
8.3.1 OLED 的发展历程 ···	140	第 9 章 其他平板显示技术 ·····	155
8.3.2 器件分类 ·····	141	9.1 发光二极管显示 ·····	155
8.3.3 小分子 OLED 的结构、 原理与材料·····	141	9.2 电致变色显示 ·····	155
8.3.4 聚合物 OLED 的结构、 原理与材料·····	147	9.3 电泳显示 ·····	155
		9.4 压电显示 ·····	155

第二卷 “光电显示原理与技术”课程的应用

第 10 章 “光电显示原理与技术”

课程设计·····	156	10.2.1 焊接工具 ·····	168
10.1 “光电显示原理与技术” 课程设计常用元器件·····	156	10.2.2 测量工具 ·····	169
10.1.1 电阻 ·····	156	10.3 “光电显示原理与技术” 课程设计典型案例·····	170
10.1.2 电容 ·····	159	10.3.1 数字温度计的 设计与制作 ·····	170
10.1.3 电感 ·····	160	10.3.2 系统器件的选择 ···	172
10.1.4 二极管 ·····	162	10.3.3 硬件设计电路 ·····	181
10.1.5 三极管 ·····	166	10.3.4 软件设计 ·····	189
10.2 开展“光电显示原理与技术” 课程设计常用工具 ·····	168	10.3.5 组装与调试 ·····	198

第三卷 光电显示行业——直通职场

第 11 章 光电显示行业发展

趋势及人才需求信息·····	199	11.1.2 平板显示日新月异， 前程无量 ·····	199
11.1 各类显示技术现状 比较及发展趋势·····	199	11.1.3 大屏幕显示 器稳步发展 ·····	200
11.1.1 CRT 虽自身更新， 渐失霸主地位 ·····	199	11.2 液晶显示领域优秀企业 简介及岗位职责和要求·····	200
		参考文献 ·····	208

第一卷 光电显示的基本原理和技术

第1章 显示技术概论

本章介绍了显示技术的概念与特点,从显示内容、显示设备和显示器件的功能等方面讲,显示技术可称为“信息显示技术”“电子显示技术”“光电显示技术”,因此,许多开设“显示技术”课程的高校,其讲授内容相似。本章阐述了显示技术的研究内容、显示技术的分类和显示技术性能指标等内容。

1.1 显示技术的概念与特点

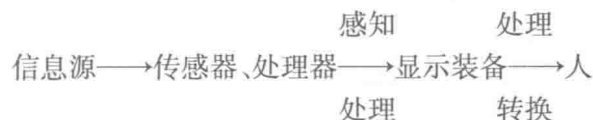
随着科学技术的发展与进步,人类社会已经进入了信息社会,人们每时每刻都要从外部世界获得信息,并依靠自身各种感觉器官感知外界信息。研究表明,人的各种感觉器官从外界获得的信息中,视觉占60%,听觉占20%,触觉占15%,味觉占3%,嗅觉占2%。

由此可见,视、听二者占据了人类接收信息总量的80%,也就说明了“耳闻目睹”的重要性,俗话说“百闻不如一见”,又进一步强调了视觉的重要性。

人类长久以来一直致力于将各种信息转换为视觉信息。这种将各种信息转化为视觉信息再传达给他人的过程,称为“显示”。与转化、传达相关的技术,称为“显示技术”。

1.1.1 显示技术的概念

显示技术是将各种非电量信息(如声、热、力、数、气氛等)的信息源,通过一定的传感器、处理器进行感知和处理,传输给显示装置,再由显示装置进行处理、转换,最后由显示器件转换为人类视觉可识别的信息,所以,显示技术可称为“信息显示技术”;由于显示装备是电子器件,所以显示技术也可以称为“电子显示技术”;显示装备是将电信号,再转化为光信号,再通过显示屏幕将原始信息还原,所以显示技术还可以称为“光显示技术”。



1.1.2 显示技术的特点

社会在进步,信息在增加,统计表明,信息量每年以10%~40%的速度增长,这种现象称为“信息爆炸”。面对浩如烟海的大量信息,人们已经成功地使用计算机将原来人们一生也处理不完的信息用不到1s的时间处理完,但是,要想将处理完的信息及时、准确地

传递给别人,还必须通过显示技术来实现。

- (1) 显示技术是现代信息社会人与信息的桥梁,具有信息量大、准确、实时、直观的特点。
- (2) 具有很强的综合性。与显示技术相关的学科包括光学、材料科学、集成电路、真空科学、固体物理、微电子、半导体、计算机等。
- (3) 显示技术应用广。在我们周围,在社会生活的所有领域,都可以见到各种各样的显示技术的成果,例如:

- ① 显示效果极佳的阴极射线管(CRT)显示的彩色电视机。
 - ② 液晶显示(LCD)的计算器、手机、笔记本电脑、电视机等。
 - ③ 半导体发光二极管显示(LED)的汽车计价器、商场的大屏幕广告、证券的股票交易显示牌等。
 - ④ 荧光显示器件(CFD)显示的电子称、家电、VCD 等。
 - ⑤ 平板等离子体彩电。
- (4) 显示技术发展速度快。电子工业,特别是集成电路、计算机的发展,使电光转化、信息处理、器件制造越来越容易。

材料工业的发展,可以容易地合成制造出所需要的任何材料,而且新发现的一些功能材料还具有奇异的电光性能。

显示技术的发展首先表现在显示器件的发展上。显示器件总体上市向大信息量、平板化、彩色化、低压、微功耗、实时显示化方向发展。

信息社会的高速发展,电子工业和材料工业的进步,使得显示技术在不足 30 年的时间内有了巨大的进步,这改变了人类生活,也改变了社会面貌,同时,也为它自身的再发展开辟了新天地。

1.2 显示技术的研究内容

一个完整的信息显示系统包括:中央计算机,信号处理、控制及变换功能部件,显示器件及驱动电路,人一机通信装置(图 1-1)。

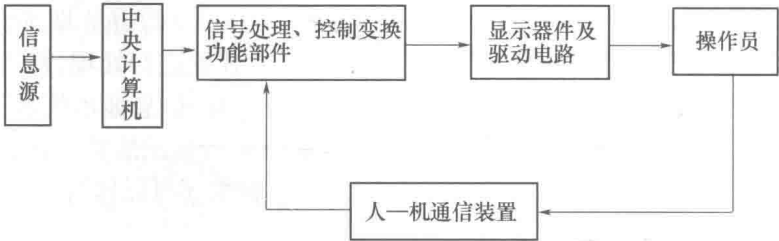


图 1-1 信息显示技术组成框图

信息源经过通信线路、传感器和数据采集系统成为原始数字信号,送往中央计算机。计算机是整个系统的管理控制中心,它除了完成许多其他方面的任务外,还要将系统所需的各种输入数据加工整理成显示档案并送往信号处理、控制及变换功能部件。输入数据包含来自控制器的控制信号和人一机通信装置送给计算机的各种信号。显示器件及其驱动电路因系统用途不同而不同。

人一机通信装置包括多种输入设备,如键盘、鼠标、跟踪球、操纵标、触摸屏等。

信号处理、控制及变换功能部件把计算机送来的显示档案加工处理成适合于显示部件要求的信号形式,以便在显示屏幕上以可见光的方式显示出图形、文字或者图像。

显示系统中的计算机是通用的,而在一个完整的显示系统中,除了硬件设备外,还必须配置相应的软件,显示软件的基础部分是图形显示包,它是一套子程序,使用这套子程序可方便地在显示器件上生成图形所需要的各种元素,并可以人一机对话的形式对图形实施一定的控制。在子程序的基础上,用户再依据实际要求编制自己的应用程序。

我们这门课主要讲授各类显示器件的结构、工作原理、驱动与控制、制作工艺、器件的应用以及存在的技术问题。

显示器件,从作用上讲是人和机器之间的媒介物,它在人一机系统中担负着桥梁作用,是一种人一机接口器件;从功能上讲是把各种机器传递过来的电情报信号转换成人们用视觉能识别的光情报信号,具有把光情报信号模拟在二维空间上的功能,又是一类电—光转换器件。

显示器件把光情报信息转换为数字、符号、文字、图形、图像等形式,以供人们观看。因此,在情报信息日益发达的信息社会里,显示器件起着极其重要的作用,它在工业、农业、交通、家庭、办公自动化、计算机终端显示、文字处理机以及军事指挥、国防建设等各个方面都广泛的使用。为了适应蓬勃发展的信息社会的需要,各种高性能、低功耗的新型显示器件也在迅速发展。

1.3 显示技术分类

1. 根据显示发光类型分类

根据显示发光类型,显示技术可分为主动发光型和被动发光型,如图 1-2 所示。

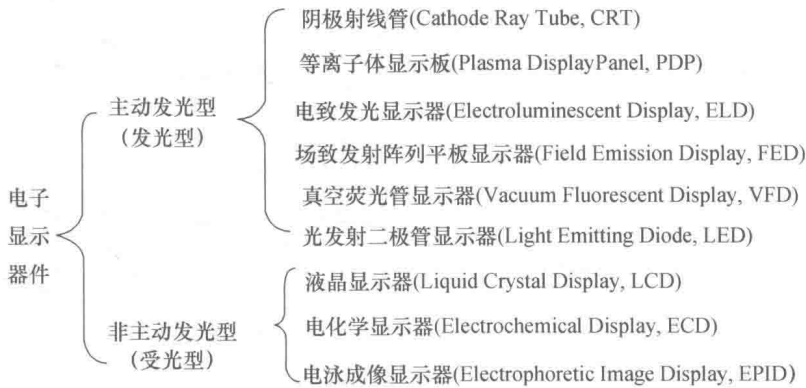


图 1-2 显示技术分类

发光型:利用发光信息,直接进行显示。

受光型:本身不发光,而是通过光的反射、散射、干涉等现象对其他光源发出的光进行控制,即通过光变换进行显示。

2. 根据显示原理分类

根据显示原理,显示技术可分为 CRT、FED、LCD、PDP、ELD、LED、VFD、ECD、EPID。

3. 根据显示面积的大小分类

根据显示面积的大小,显示技术可分为:小型、中型、大型和超大型。

4. 根据显示颜色分类

根据显示颜色,显示技术可分为:黑白色、单色和彩色。

5. 根据观看方式分类

根据观看方式,显示技术可分为:直观式和投影式。

6. 根据显示内容分类

根据显示内容,显示技术可分为:数码、字符、轨迹、图表、图形和图像。

7. 根据显示材料分类

根据显示材料,显示技术可分为:固体(粉末材料)、液体、气体和等离子体。

8. 根据结构形状分类

根据结构形状,显示技术可分为:瓶颈状、平板型;真空型、非真空型(全固体化)。

1.4 显示器件和显示系统的主要性能指标与质量评价

1.4.1 工作电压与消耗电流

1. 工作电压(驱动显示期间所施加的电压 AC/DC)

(1) CRT 需要 15 ~ 20kV 的阳极电压。

(2) LCD、LED、VFD、ECD、SPD 工作电压为 0.5 ~ 40V,能在驱动电路中采用通用的驱动 IC。

(3) 其他显示器的驱动需要的电压为 50 ~ 250V。

2. 工作电流(驱动时流过的电流)

(1) 主动发光显示器消耗的电流(CRT 除外)都在 mA/cm^2 量级。

(2) 非主动发光型显示器(ECD 除外)的消耗电流密度都在 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 量级。

既满足低压又满足低电流的典型电子显示器件是 LCD。

1.4.2 画面尺寸

用画面对角线的长度表示,单位为 inch(英寸)或 cm(厘米)。

1.4.3 分辨率

分辨率(Resolution)指构成图像的像素和,即屏幕包含的像素多少。它一般表示为水平分辨率(一个扫描行中像素的数目)和垂直分辨率(扫描行的数目)的乘积。如 1024×768 表示水平方向最多可以包含 1024 个像素,垂直方向是 768 像素,屏幕总像素的个数是它们的乘积。分辨率越高,画面包含的像素数就越多,图像越细腻、清晰。

信号源的分辨率和显示器的分辨率一致时,才能获得最佳画质。

1. VGA

VGA(Video Graphics Array,视频图形阵列)是 IBM 公司于 1987 年提出的一个使用类
比信号的计算机显示标准,这个标准已对于现今的个人计算机市场已经过时。即使如此,

VGA 仍然是很多制造商共同支持的一个低标准,个人计算机在加载自己的独特驱动程序之前,都必须支持 VGA 的标准。例如,微软公司 Windows 系列产品的开机画面仍然使用 VGA 显示模式,这也说明其分辨率和载色数的不足。

VGA 这个术语现在一般指 640×480 的分辨率。

2. SVGA

SVGA(Super Video Graphics Array,超级视频图形阵列),属于 VGA 屏幕的替代品,最大支持 800×600 分辨率,屏幕大小为 12.1inch,由于像素较低,所以目前采用这种屏幕的笔记本已经很少了。

肉眼对颜色的敏感程度远大于分辨率,所以即使分辨率较低图像看起来依然生动鲜明。VGA 由于良好的性能迅速开始流行,厂商们纷纷在 VGA 基础上加以扩充,如将显存提高至 1MB 并使其支持更高分辨率(如 800×600 或 1024×768),这些扩充的模式就称为 VESA(Video Electronics Standards Association,视频电子标准协会)的 Super VGA 模式,简称 SVGA,现在的显卡和显示器都支持 SVGA 模式。不管是 VGA 还是 SVGA,使用的连线都是 15 针的梯形插头,传输模拟信号。

3. XGA

XGA(Extended Graphics Array,扩展图形阵列)是一种计算机显示模式。显示模式指计算机显示器的性能,特别指最大色彩数以及最大的图像分辨率。在现在的个人计算机系统中,可找到多个显示模式,如 VGA、SVGA、XGA、SXGA、UXGA 等。

XGA 显示系统是继 8514/A 显示模式之后,IBM 公司于 1990 年发明的,XGA 较新的版本 XGA-2 以真彩色提供 800×600 像素的分辨率或以 65536 种色彩提供 1924×768 像素的分辨率,这两种图像分辨水平可能是个人和小企业当今最常用的。

4. HDTV

HDTV(High Definition Television,高清晰度电视)技术源于 DTV(Digital Tele Vision,数字电视)技术。HDTV 技术和 DTV 技术都是采用数字信号,HDTV 技术是 DTV 的最高标准,拥有最佳的视频和音频效果。

HDTV 与当前采用模拟信号传输的传统电视系统不同,它采用了数字信号传输。

由于 HDTV 从电视节目的采集、制作到电视节目的传输以及用户终端的接收,全部实现数字化,因此 HDTV 带来了极高的清晰度。其分辨率最高可达 1920×1080 ,帧率高达 60fps。除此之外,HDTV 的屏幕宽高比也由原先的 4:3 变成了 16:9,若使用大屏幕显示,则有亲临影院的感觉。

1.4.4 亮度(辉度)

亮度:在垂直于光束传播方向上,单位面积上的发光强度,单位是 Cd/m^2 。

(1) 有用峰值亮度:用白窗口信号作为测试信号,在正常的亮度和对比度位置,用亮度计在白窗口内测量的亮度值。

(2) 有用平均亮度:用 100% 的平均场信号作为测试信号,同样在正常亮度和对比度位置,用亮度计在屏幕中心位置测量的亮度。

(3) 全屏最大亮度:用 100% 的平均场信号作为测试信号,在亮度和对比度最大位

置,用亮度计在屏幕中心位置测量的亮度。

电视的全屏平均亮度为 $50 \sim 70\text{Cd/m}^2$,室外观看电视图像时要求的平均亮度达到 300Cd/m^2 。

电影院银幕的平均亮度为 $30 \sim 45\text{Cd/m}^2$ 。

一般要求显示器的有用平均亮度大于 100Cd/m^2 。

亮度指标一般用于非主动发光的受光型显示器件。

辉度:用来评价主动发光型显示器件的发光强度,主动发光型显示器件的辉度为 $100 \sim 1000\text{Cd/m}^2$ 。

1.4.5 对比度

显示对比度又简称对比度,是显示部位的辉度与非显示部位的辉度之比。因此,对于主动发光型显示器件来说,对比度表示辉度大小的程度;对于非主动发光型显示器件来说,对比度则是光变换大小的程度。

一般来说,非主动发光型显示器件的对比度为 $10 \sim 18$;主动发光型器件的对比度为 $30 \sim 100$ 。

一般来说,对比度越大,图像越清晰醒目,色彩也越鲜艳艳丽;而对比度小,则会让整个画面都灰蒙蒙的。对比度对于动态视频显示效果影响要更大一些,由于动态图像中明暗转换比较快,对比度越高,人的眼睛越容易分辨出这样的转换过程。

1.4.6 灰度(深浅可调节性)

灰度指画面上亮度等级的差别,用亮度的 $2^{1/2}$ 倍的发光强度的变化等级来表示。

1. 灰度的概念

在黑白显示器中,灰度指显示像素点的亮暗差别。

在彩色显示器中,灰度表现为颜色的不同,灰度级越多,图像层次越清楚逼真。

灰度级取决于每个像素对应的刷新存储单元的位数和显示器本身的性能。

2. 灰度模式

如果选择了灰度模式,则图像中没有颜色信息,色彩饱和度为零,图像有 256 个灰度级别,从亮度 0(黑)到 255(白)。

3. 液晶的灰度

液晶的显示效果,是由加在液晶上的有效电压决定的。

(1) 屏必须支持灰度级。

(2) 控制器必须支持灰度级。

4. 灰度的产生

对于 STN 屏来讲,灰度的实现主要有 FRC(帧率控制)和 PWM(脉宽调制)两种方式,这里的工作都是由控制器完成的。

对于 TFT 屏来讲,灰度一般通过 DAC 的方式实现,并且在 source 驱动器里完成。

1.4.7 响应时间

响应时间指各像素点对输入信号反应的速度,即像素由暗转亮或由亮转暗所需要的

时间。

响应时间越小,则使用者在看动态画面时越不会有尾影拖拽的感觉。

响应时间的产生原因是在液晶盒内施加电压,使液晶分子扭转与回复。

一般将响应时间分为两个部分:上升时间(Rise time)和下降时间(Fall time),一般所说的响应时间是指两者之和。

非主动发光型显示器件的响应时间为 20 ~ 500ms;主动发光型显示器件的响应时间为 1 ~ 50 μ s。主动发光型的显示原理以电子迁移为基础,而非主动发光型则与离子、分子、粒子的移动有关。

人眼存在“视觉残留”的现象,也就是高速运动的画面在人脑中会形成短暂的印象。动画片、电影,一直到现在最新的游戏,正是应用了视觉残留的原理,让一系列渐变的图像在人眼前快速连续显示,便形成动态的影像。

人能够接受的画面显示速度一般为 24 张/s,所以电影的播放速度设定为 24 帧/s,如果显示速度低于这一标准,人就会明显感到画面停顿和不适。

按照这一指标计算,每张画面显示的时间要小于 40ms。对于液晶显示器来说,响应时间 40ms 就成了一道坎,低于 40ms 的显示器便会出现明显的“拖尾”或者“残影”现象。

1.4.8 像素

1. 像素

像素是组成显示图像的最小单元,有固定笔画型格式和点阵格式。

2. 三基色的排列方式

三基色的排版方式有垂直条状水平一致型、圆点倒品字型和圆点正品字型。

3. 发光单元有以下几种排列方式

- (1) 段型排列(不连续)。
- (2) 点阵字符排列(不连续)。
- (3) 点矩阵排列。
- (4) 固定图形显示。
- (5) 棒状排列,模拟显示(条形、弧行、伞型)。
- (6) 复合形(以上几种同时用),用来显示固定图形。
- (7) 有源矩阵排列方式。

1.4.9 显示色

主动发光型显示器所发光的颜色以及非主动显示器透射光及反射光的颜色称为显示色。显示色由显示原理和显示材料决定的,可分为黑白、单色、多色和彩色等。

对于 CRT、PDP、ELD、VFD、LED、FED 等,通过选择使用的显示材料,可以在一定程度上显示任意色。

眼睛的灵敏度与波长的关系称为视觉函数。白天人眼的灵敏度为 555nm;晚上人眼的灵敏度为 507nm。

1.4.10 工作寿命

已实用化的显示器件,如 LED、VFD、PDP、LCD、ELD、CRT 等,其连续工作寿命按顺序加长,一般为 $10^4 \sim 10^5$ h。

1.4.11 存储功能

切断电压后仍然保持显示状态的功能成为存储功能。ELD、AC 型 PDP 等都具有存储功能。

习 题

1. 为什么显示技术又称为信息显示技术、电子显示技术和光显示技术?
2. 显示技术有何特点?
3. 显示系统中,中央计算机,信号处理、控制及变换功能部件,显示器件及驱动部件的作用分别是什么?