

显示器件的现状与展望

童林夙

(东南大学电子学研究所, 南京, 210096)

2001年2月3日收到

摘 要 本文评述了各类显示器件的现状、技术趋势, 对各类显示器件的主要参数进行比较并对今后的发展作了预测。

关键词 阴极射线管 等离子体显示板 液晶显示器 电致发光显示板 真空荧光显示管 场致发射显示板

中图分类号: TN 141 文献标识码: A

文章编号: 1005-488X(2001)01-0001-16

1 引 言

二十世纪对于显示器件来说, CRT 是领头羊。二十一世纪将是显示器件进入百花齐放的时期, 但总趋势是 CRT 缓慢下降, 而平板显示器件(FPD)产量上升较快。预计 2004~2005 年 CRT 和 FPD 二者产值相当。显示器件的市场十分庞大, 与 IC 的市场相当。显示器件在信息科学的各个方面得到广泛的应用, 其产值在信息产业中占有重要的地位。目前 CRT 与 FPD 的产值在全球比移动通信、光纤通信的产值要高得多。以 2000 年为例, CRT 产值为 \$ 240 亿, FPD 为 \$ 170 亿, 移动通信为 \$ 180 亿, 光纤通信为 \$ 190 亿, 当然每种产品产值年递增率不同。

显示器件是多学科交叉的综合技术, 是生命力非常强的一门学科。信息显示主要方式有两大类, 即 CRT 显示和 FED 显示。目前 CRT 显示发展接近显示要求的上限而 FPD 显示则达到显示的最低要求。每种类别中有几十种技术和上百种的可能的技术变种。每当新显示器件出现时, 它首先瞄准的应该是市场, 力求在市场中占一定份额而不是瞄准其它显示器件企图取而代之。显示器件的主要应用范围是彩电、投影电视、计算机显示器、笔记本电脑、掌上计算器、摄像机会议室、游戏机、移动显示(汽车、飞机等)、手机及其它(室外大屏幕显示等)。各类显示器件可以在这个范围大显身手。

显示器件的发展方向是高分辨率、高清晰度。因为市场对高分辨率、高清晰度的显示器件需求量越来越大, 人们对显示质量的要求也越来越高。对显示器的要求也越来越多样化。

童林夙 男, 1933 年生, 1955 年毕业于北京大学, 现为东南大学教授、博士生导师, 上海复旦大学兼职教授, 上海交通大学兼职教授。从事 CRT 技术 40 多年, 在开发高性能电子枪, 高质量内偏显像管和场致发射源计算等方面有贡献, 发表 100 余篇学术论文和 4 部专著。IEEE 高级会员, 中国电子学会会士。

CRT 的产量/产值发展趋势见表 1。

表 1 CRT 的产量/产值发展趋势^[1]

Tab 1 Trends of output/income of CRT

	1998	2004
全球彩电需求	1.25 亿台/\$ 590 亿	1.55 亿台/\$ 800 亿
宽屏幕(16/9)HDTV	730 万台/\$ 107 亿	1.55 亿台/\$ 800 亿
直观式 CRT/占电视的百分比	97.3%/93.1%	96.2%/87.9%
投影电视机/占电视的百分比	1.04%/6.1%	1.42%/7.36%
宽屏幕机销售量/占电视的百分比	50%	饱和
日本	6.4%	21.5%
欧洲	0	很小
北美及其它		

必须指出,发展显示器件是一个利润巨大的而且投资巨大的事业。例如为了开发和生产有源矩阵液晶显示板,国际上主要的公司投资已超过 200 亿美元,这比我国建设三峡水库和水电站的总投资还要多!

2 CRT 与平板显示器件

2.1 CRT 现状

CRT 的全球市场状况见表 2; CRT 的应用市场见表 3。

表 2 CRT 的全球市场

Tab 2 The global market of CRT

年代	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
数量/百万台	239	254	264	275	289	303	318	329	330	349
产值/亿美元	350	250	230	240	240	250	250	280	260	270

表 3 CRT 应用市场

Tab 3 Application market of CRT

年代	1998	2001	2004
彩电/百万台	169	192	199
监视器/百万台	86	111.4	139.12

2.2 CRT 技术现状

2.2.1 屏幕更平

CRT 的技术升级主要标志在屏幕尺寸和曲率半径。1981 年以来玻壳屏幕有 5 次重要的技术升级:

- (1) 第一次 直角平面屏(长宽比为 3/4, 曲率半径为 1.5 R)
- 1983 年 东芝公司采用 FS 玻壳

- 1984 年 RCA 公司采用 SP 玻壳
- (2) 第二次 超大屏幕玻壳(仍为 FS 屏)
 - 1984 年 三菱公司采用 94 cm 玻壳, 电视机市场开始向 76 cm 以上屏幕启动
 - 1985 年 三菱公司采用 109 cm 玻壳
 - 1987 年 索尼公司采用 114 cm 玻壳
- (3) 第三次 HDTV 用宽屏幕玻壳(长宽比为 16 : 9)
 - 1988 年 日本采用 81 cm、91 cm 玻壳
 - 1990 年 采用 114 cm 玻壳
 - 1991 年 欧洲 HDTV 采用 71 cm、81 cm、91 cm 玻壳
- (4) 第四次 超平面玻壳(2R 以上)
 - 1993 年 松下公司首次采用 73 cm (画王) 玻壳、84 cm 玻壳, 平均曲率半径为 2R (R 为球面屏半径)
 - 1994 年 Philips 公司、日立公司、东芝公司、索尼公司等相继采用超平面玻壳
- (5) 第五次 全平面玻壳
 - 1986 年 Zenith 公司采用全平面玻壳用于显示管
 - 1995 年 松下开发出第一只全平面 42 cm CDT
 - 1996 年 索尼开发出 FD 型全平面 CDT
 - 1997 年 三菱开发出“自然平面钻石管” CDT
 - 1998 年 Philips 公司采用全平面玻壳用于电视显像管, 日本其它公司、韩国三星等公司也相继采用全平面玻壳。目前, 全平面彩管开始逐渐成为主流产品。
 - 1998 年 东芝公布了平面超亮度管 CRT, 屏面呈平面, 但内屏面是柱形的
 - 日本旭硝子公司开发出轻量化平面玻壳

必须指出平面显像管本身没有改善图像质量, 但为电视系统提供了低的环境反射和好的外观设计, 符合市场需求。这种平面化趋势将在全球得到普及。每次玻壳的重大改革就引起其它部件的技术升级, 如电子枪、偏转线圈、荫罩等, 从而导致整个彩管技术升级。

CRT 下一步的发展将是数字化、薄型化。随着数字电视、HDTV 的发展, 电视显像管的全屏分辨率正在向计算机终端显示器分辨率靠拢, 这将引起 CRT 除玻壳外的另一个重要技术升级。CRT 的薄型化正在开发中, 薄型化的开发将引起 CRT 重大变化甚至是革命性的变化。

2.2.2 分辨率不断提高

20 世纪 90 年代以来, 电子枪采用高分辨率透镜和大口径透镜技术, 同时对荫罩和偏转线圈采取改进措施, 生产出中分辨率和高分辨率彩管, 以适应平面屏数字化图文显像管。例如索尼公司的平面管电子枪采用单枪三束双聚焦大口径电子透镜, 相应地采用垂直方向施有张力的条状栅荫罩, 采用高精度偏转线圈与之相匹配。东芝的平面管采用带狭缝的矩形 G1 栅极的 LAT-QPF 扩张场型电子枪, 相应地采用带有校正磁铁和六极慧差校正线圈的 S-S 型偏转线圈和采用在垂直方向上压制成较小曲率的圆桶形同时又呈波浪形的荫罩等。

2.2.3 更高的亮度和对比度

- 1995 年东芝研制出微型滤光膜管
- 1996 年松下推出晶体着色管

· 这些高亮度、高对比度对高清晰度、高分辨率 CRT 是必不可少的。

2.2.4 节省空间

· 1996 年松下推出“Zen Tan”的大偏转角 43cm 显示管,其总长和 36cm 显示管相同。

2.2.5 节能

· 41 cm CDT 的耗电中,偏转能量占 40%。1998 年东芝公司开发了 41cm 细管颈 CDT 用电子枪,这种电子枪在水平和垂直方面都具有动态像散作用,透镜采用扩展场型使新开发的电子枪具有与普通管颈 CDT 用电子枪同样的分辨率,实现细管颈降低偏转功率。

3 平板显示器件(FPD) 现况

目前主要的显示器件有: CRT (阴极射线管); LCD-passive (无源液晶显示器); LCD-active (有源液晶显示器); PDP (等离子体显示器); ELD (场致发光显示器); VFD (真空荧光显示器); OLED (有机发光二极管); FED (场致发射显示器)。

3.1 FPD 市场

FPD 全球市场见表 4, 全球电子显示器件市场见表 5。

表 4 FPD 全球市场/10 亿美元

Tab 4 The global market of FPD/Billion USD

年 代	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CRT	23.0	24.0	24.0	25.0	25.0	26.0	26.0
FPD	14.0	16.0	17.0	18.0	21.0	23.0	26.0

表 5 全球电子显示器件市场/10 亿美元

Tab 5 The global market of electron display devices/Billion USD

显示器件	1999	2005
LCD (有源)	1.3	23.7
LCD (无源)	3.8	4.1
PDP	0.8	5.8
其它 FPD (EL, FED, MEMS, LED, OLED, VFD)	1.4	2.0
全部平板显示器件	16.9	34.4
CRT	23.5	26.8
电子显示器件总和	40.4	61.7

3.2 平板显示器件技术

3.2.1 LCD

3.2.1.1 有源矩阵 LCD (AMLCD)

· 主要特点

—高性能

—彩色, 高分辨率, 快速, 薄

—有市场

- 重要应用

—个人视频用品(TV 等)

—笔记本电脑

—桌上监视器

目前 AMLCD 在生产规模、工业基础及投资、产品的附加价值等方面领先于绝大多数平板显示技术, 而且是研究与开发之源, 是所有平板显示技术的基础。

- 对于单色来说, AMLCD 在笔记本电脑市场的对手是无源 LCD, TFEL 和 PDP

- 对于彩色来说, AMLCD 在笔记本电脑市场的对手是无源 LCD

- 对于彩色桌上监视器来说 AMLCD 的对手只有 CRT

AMLCD 成功的原因主要有二方面。一方面, 它有十分雄厚的投资(超过 200 亿美元); 另一方面对生产工艺进行行业协同攻关。但是尽管 AMLCD 有优势, 它的投资没有明显的回报, 而且制造设备的光、电系统极其复杂, 限制了产品的生产效率和成品率的提高。

3.2.1.2 有源矩阵 LCD 技术现况

- 亮度 200 cd/m^2

- 对比度 $> 100: 1$

- 彩色 $> 24 \text{ bit}$ 模拟

- 帧频 $> 30 \text{ Hz}$

- 分辨率 $> 130 \text{ dpi}$

- 视角 水平+ /- 60° ; 垂直+ /- 45°

- 大小 $1.3 \text{ cm} \sim 56 \text{ cm}$

3.2.1.3 无源矩阵 LCD (PMLCD)

- 主要特点

—价格便宜

—不错的性能

—有一定的市场, 供应商很多

- 重要应用

—消费类电子学

—通讯(手机等)

PMLCD 在低功率、单色、低性能的应用领域内占优势, 产品范围从笔记本电脑到手表, PMLCD 成功的原因主要是

- 低的价格而且在不断地降低

- 对于大规模市场来说性能已足够了, 但不是最好的

- PMLCD 的主要市场在于

—办公用品

—掌上电脑

—通讯

PMLCD 填补了 AMLCD 和段式 LCD 之间的价格/性能间的间隙, 因此能够生存并不断

发展。

3.2.1.4 PMLCD 技术现况

- 亮度 30% ~ 50% 反射率下 100 cd/m^2 (反射)
- 对比度 5 : 1 ~ 40 : 1
- 彩色 单色到多色 (2^{18})
- 帧频 > 20 Hz
- 分辨率 5~ 70 dpi
- 视角 水平: + 1/- 50°, 垂直: + 1/- 25°
- 大小 7.6 cm ~ 178 cm

3.2.2 PDP

直流 PDP 技术现况见表 6, 交流 PDP 技术现况见表 7。

表 6 直流 PDP 技术现况

Tab 6 DC PDP technology status

特 点	现 况	限 制
好的均匀性	480 × 640	高电压驱动器
尖锐的阈值	800 × 1 344 演示板可行	复杂电子线路及结构, 成本高
彩色	1 344	
长寿命	重点攻关	
分辨率	HDTV	
亮度	低到中等发光	
灰度	中等	
有潜在的高彩色 发光效率		

表 7 交流 PDP (ACPDP) 技术现况

Tab 7 AC PDP technology status

特 点	现 况	限 制
好的均匀性	2 048 × 2 048	高电压驱动器
尖锐的阈值	可行	电子线路复杂
结构简单		发光效率低到中等
全彩色	2^{24}	投资大, 成本高
长寿命	$> 5 \times 10^4 \text{ h}$	
坚固性好		
无闪烁		
有记忆功能		
大屏幕	$> 130 \text{ cm}$	

· 主要特点

—大屏幕

—全彩色

—视频

· 主要应用

—公共场合, 信息表达, 广告等

—电视、HDTV 等

PDP 的竞争对手主要来自以下几方面:

—拟开发的米级 TFTLCD

—薄的, 多阴极 CRT

—真正的竞争对手是背投式 CRTTV

但是与上述对手相比 PDP 结构比较简单。PDP 成功的原因主要有以下几方面:

- PDP 的开发是整个 PDP 行业协同攻关的结果。
- 目前存在问题都取得正常的进展而且最新的模型超过规定的性能, 有发展前途。

3.2.3 薄膜场致发光板(TFEL)

3.2.3.1 TFEL

· 主要特点

—低成本

—高可靠性

· 主要应用

—测试设备

—医药设备

—金融、登记

TFEL 在笔记本电脑中应用有缺点, 早期用于耐用、高对比度图表显示板。但是由于驱动电路电压较高, 所以放弃了早期应用的市场。TFEL 不如单色 PDP, 也不如后来的 AMLCD 和 PMLCD。

3.2.3.2 TFEL 技术现状

- 亮度 200 cd/m^2
- 对比度 300 : 1
- 彩色 16(最大)
- 帧频 $> 60 \text{ Hz}$
- 分辨率 $> 100 \text{ dpi}$
- 视角 水平: $+/- 80^\circ$; 垂直: $+/- 80^\circ$
- 大小 7.6~33 cm

3.2.3.3 EL 显示现状

- AC 薄膜是最先进的
- DC 粉末, DC 薄膜, AC 粉末和混合型暂停(寿命和彩色问题, 缺少投资者)
- 三原色彩色都具有合理的发光效率($0.8 \sim 5 \text{ lm/W}$)
- AC 薄膜具有很尖锐的阈值(高信息容量)和长寿命
- AC 薄膜在改进发光和得到大的彩色屏幕方面需要做更多的工作。

AC 薄膜 EL 现状见表 8

表 8 AC 薄膜 EL 现况

Tab 8 AC TFEL status

特 点	现 况	限 制
发光效率好(单色)	1 024 × 1 280(单色)	高电压驱动
高对比度		电子线路复杂
尖锐的阈值		成本高
高分辨率		
长寿命	> 1 × 10 ⁵ h(单色)	
彩色	研究增加彩色问题	

3.2.4 真空荧光显示(VFD)

· 主要特点

- 成本很低
- 长寿命, 坚固
- 信息容量有限

· 重要应用

- 消费类电子学
- 仪表
- 汽车

VFD 在分段式显示领域中主要对手是LCD 和LED, 不同地区消费者有不同的喜爱, 几乎所有的分段式显示对于价格都是极为敏感的, 有机发光二极管(OLED)是VFD 最大威胁。

VFD 之所以能在显示市场上占有一席之地, 原因有以下几方面:

- 对于低信息容量显示, 成本很低
- 可以大量生产小尺寸显示用的VFD
- 坚固、长寿命和热稳定性
- 自发光显示市场需求

3.2.5 有机发光二极管(OLED)

3.2.5.1 OLED 特点及应用

· 主要特点

- 低电压- 5~ 20 V, 低功耗
- 自发光, 高亮度, 高对比度
- 薄, 轻, 单片结构, 重量只有LCD 的一半
- 加工不复杂
- 全彩色图表显示
- 很好的寿命及发光效率
- 快速响应
- 宽视角
- 价格低
- 重要应用

—消费类产品(数字摄像机, PDA, 手提式产品等)

—工业类产品(汽车显示器, 头盔式显示, 计算机显示器, 视频显示等)

无源矩阵 OLED 适合于文字显示, 有源矩阵 OLED 适合于视频及图表显示。OLED 史无前例地加速进展, 每年以 200% 速度增加。目前已经有超过 85 家公司介入开发新型显示器件的活动。预计 OLED 将会在许多应用领域挤占 LCD 的市场。

3.2.5.2 OLED 市场能力

· OLED 技术定位

—部分 LCD 市场

—全部 LED 市场

—全部 VFD 市场

—背光源市场

· OLED 的明显优点在于光发射和低电压, 并且涉及很大的范围

· OLED 的市场不断扩大

—1999 年 数十万台 \$ 400 万美元

—2004 年 1 亿台 \$ 7.14 亿美元

3.2.6 场致发射显示板(FED)

3.2.6.1 FED 特点及应用

· 主要特点

—CRT 翻版

—目前市场还不成熟

· 重要应用

—个人视频用品

—交通

—工业

目前在较小屏幕特殊应用方面有竞争对手, 竞争对手是 AMLCD、TFEL 和 OLED。

3.2.6.2 FED 技术现状

· 亮度 100 cd/m²

· 对比度 100:1

· 彩色 > NTSC, 2⁶ 模拟方式

· 帧频 > 60 Hz

· 分辨率 100 dpi

· 视角 水平: + / - 80°; 垂直: + / - 80°

· 大小 7.6~ 33 cm

3.2.6.3 FED 现状

FED 被认为是 CRT 的最好继承者, 它具有 CRT 的优点, 同时又克服了 CRT 的体积庞大的缺点, 而且功耗较低, 因此一度被认为是理想的显示器。但是由于结构复杂, 寿命还未解决(封装等), 因此一些公司纷纷放弃投资, 使 FED 的研制工作受到影响。但是日本一些公司仍未放弃努力, 一旦寿命和制造问题得到解决, FED 将是新一代的显示器。

4 CRT 与平板显示器件的比较

4.1 CRT 的优缺点

4.1.1 CRT 的优点

- 很低的价格(64 cm 制造成本只有 25 美元),无可匹敌的性能/价格比
- 很容易调整分辨率(VGA-VXGA 和 HD TV)
- 形状和大小变化很大(1.3 cm~114 cm)
- 寻址极为简单(只有 7 根导线)
- 好的可视性(高亮度和对比度)
- 非常好的发光效率
- 非常丰富的彩色(2^{24} 种彩色,即全彩色)
- 非常好的寿命特性
- 大量的销售者
- 响应速度高
- 非常好的彩色和灰度能力
- 大规模生产基础(~2.6 亿只/年)

因此到目前为止 CRT 仍然是显示的主流技术。

4.1.2 CRT 的弱点

- 大尺寸带来的大体积和重量无法接受
- 屏面内有光散射
- 图像有闪烁和抖动
- 最大的直观显示尺寸限制在 114 cm
- 无数字寻址
- 图像有畸变
- 应用电压很高
- 在某些应用中寿命有问题
- 在荫罩彩管内分辨率受到限制

正是由于 CRT 有上述缺点,因此给予 FPD 有较大的发展机会。

4.2 FPD 的优缺点

4.2.1 LCD 的优缺点

- LCD 的优点
- 低功率
- 平板薄、轻
- 可作成集成驱动器,使平板更薄
- 主要用于手提、笔记本电脑、监视器等

· LCD 的缺点

- 制作工艺复杂, 需严格控制工艺
- 主设备价格十分昂贵
- 平板生产成本比同尺寸的 CRT 成本高 3~ 10 倍
- 视角窄
- 制作米级的显示屏很困难且成本十分昂贵

· LCD 投影仪优点

- 前投仪紧凑, 重量轻
- 不需会聚
- 全色显示
- 有高亮度潜力

· LCD 投影仪缺点

- 光源灯价格高
- 高像素的产品价格昂贵(8 000~ 10 000 美元甚至更高)
- 背投电视机亮度没有 CRT 亮度高

4.2.2 PDP

4.2.2.1 ACPDP 问题

- 光串扰和记忆效应使彩色和灰度的改善很慢, 不过近来大多数这方面问题已基本解决
- 需要价格昂贵的高电压驱动器, 不过现在已经有一些方案可使高压驱动器数量减少
- 由于产量低, 系统的成本一般偏高, 现在有的公司正在建造大规模生产的工厂
- 发光效率较低

4.2.2.2 DCPDP 问题

- 显示板的结构一般比较复杂, 但可使发光效率提高
- 需要高成本的高电压驱动器
- 在大多数数字显示中表现是不连续的(市场不如 LCD, EL 和 VFD)
- 主要研究开发工作是大屏幕彩色 TV

4.2.3 EL 问题

· ACTF(交流薄膜电致发光板)

- 大面积(> 43 cm²)制造困难
- ZnS:Mn 是目前唯一能生产的荧光粉(单色), 其它彩色只能演示而且亮度很低(蓝色 ~ 5fl)
- 需要开发全彩色结构
- 需要很贵的高电压驱动器
- 很难达到 AMLCD 水平

4.2.4 FED 问题

- 结构复杂导致高成本
- 仍然存在一些工艺和制造问题, 特别是封装以及寿命问题
- 由于 FED 需要超高真空技术, 因此在大尺寸屏幕成为可行之前, 还需要解决耐压问

题。

FPD 显示技术问题比较见表 9。

表 9 FPD 显示技术问题比较

Tab 9 The comparison of PDP display technology problems

问 题	ACPDP	DCPDP	FED	ACTFEL	DCTFEL	PMLCD	AMLCD
发光效率	x	x					
矩阵选址均匀性			x		x	x	
可视性(室内)	x x	x x	x	x	x x		
灰度				x		x	
多色				x	x		
大屏幕(> 76 cm)			x x	x	x	x	x x
驱动器成本	x	x	x	x	x	x	x
显示板成本	x	x x	x	x	x	x	x

x = 目前存在问题 x x = 可能长期存在问题

4.2.5 投资状况

显示器件的进展是一个很大的而且是很昂贵的事业。投资平板显示技术举例和 PDP 显示技术投资举例分别见表 10、表 11。

表 10 投资平板显示技术举例

Tab 10 Example of the investment for flat panel display technology

公 司	投 资	结 果
Sharp	1996 年超过 \$ 23 亿 1997 年 \$ 6 亿	生产领先
日本 9 个领头公司	1997 年超过 \$ 20 亿 总数超过 \$ 100 亿	
台湾 6 家领头公司	1997 年 \$ 30 亿	目标: 2000 年生产 33 cm 以上显示板 1M 显示板/月
韩国 3 家领头公司	1997 年 \$ 30 亿 从 1994 到 2000 年投资 \$ 90~ 120 亿元	1998 年生产 33 cm 以上显示板 80 万显示板/月

表 11 PDP 显示技术投资举例

Tab 11 Example of the investment for PDP display technology

公 司	投 资	结 果
富士通 ACPDP	1997 10 k 显示板/月 1998 投资总数 \$ 6.5 亿	目标: 2000 年达 1.2M 显示板
NEC ACPDP	1997 投资 \$ 3 亿 1998 投资 \$ 10 亿	
松下公司 ACPDP	1995-1996 投资 \$ 1 亿 2000 投资 \$ 6 亿	
NHK DCPDP		
日立 ACPDP		目标 10 k 显示板/月, 102 cm ACPDP
三菱 ACPDP	1998 投资超过 \$ 8 000 万	10 k 显示板/月, 102 cm ACPDP

4 3 CRT 与 FPD 的特性比较

CRT 与 FPD 的特性评分标准见表 12, 各类显示器件综合指数的比较见表 13。

表 12 特性评分标准

Tab 12 Feature comparison key

特性	评分/性能范围												
	50	40	30	20	10	0							
对比度	300	1~ 100	1 100	1~ 20	1 20	1~ 10	1 10	1~ 5	1 5	1~ 2	1	< 2	1
成本/(\$/cm ²)	< 0.038	0.039~ 0.154	0.155~ 0.307	0.308~ 0.769	0.770~ 1.538	> 1.538							
亮度/(cd/m ²)	> 300	200~ 300	100~ 199	50~ 99	20~ 49	< 20							
反射率/(%)	> 80	60~ 80	50~ 59	40~ 49	30~ 39	< 30							
响应时间/ms	< 15	16~ 100	101~ 200	201~ 500	501~ 1 000	> 1 000							
彩色	16.7M	256 k	512	8	2~ 7	1							
分辨率/dpi	> 100	80~ 100	40~ 79	20~ 39	5~ 19	< 5							
寿命/10 ³ h	> 30	10~ 30	5~ 10	1~ 5	0.5~ 1	< 0.5							
成熟性/供应商	> 10	5~ 10	2~ 4	1	开发	实验室							
功耗/W (31cm)	< 1	1~ 2	2~ 5	5~ 10	10~ 50	> 50							
视角/(°)	> 160	120~ 160	100~ 120	70~ 100	50~ 70	< 50							
温度/	- 40+ 85	- 30+ 65	- 20+ 45	- 10+ 35	0+ 35	+ 10+ 35							
最大显示尺寸/ /0.09m ²	> 20	5~ 20	2~ 5	0.5~ 2	< 0.5	无							

表 13 各类显示器件综合指数的比较

Tab 13 Comparison of the features of the various display devices

	CRT	LCD (A, P, S)	TFEL	FED	OLED (P, A)	PDP (A, D)
对比度	50	50	40	40	50	50
亮度	50	50	30	30	40	50
分辨率	50	50	40	30	4	40
速度	50	40	30	30	50	50
彩色	50	50	40	10	10	50
成本	50	20	40	40	20	30
寿命	50	50	50	50	30	30
功耗	30	30	40	50	20	50
视角	50	40	10	40	50	50
温度	50	40	40	40	50	50
尺寸	40	20	20	20	20	10
成熟度	50	50	50	50	30	10
总分	570	490	410	400	430	480

由表可知, 上述各显示器件的综合指数得分最高的是 CRT, 其次是 ACPDP, 第三位则是 AMLCD。

5 CRT 与 FPD 技术趋势及前景

5.1 CRT 技术趋势及前景

5.1.1 CRT 技术趋势

- 不断地为提高分辨率、低成本、更平的屏面、更宽的偏转角和更长的寿命而努力
- 改善计算机模型将不断设计出电子束电流更强,光点更小的电子枪
- HDTV 将广泛推广使用并对 CRT 不断提出更高的需求
- 在小尺寸或小体积的应用中将不断损失市场给平板显示器件,当 LCD 成本下降大于 15% 时,CRT 的监视器市场将开始减小
- 对于大屏幕 81~91 cm 的电视机,不论是普通型还是 HDTV 型在日本都趋向平面屏幕。

美国和欧洲市场上宽屏幕(16:9)HDTV 主要是采用投影技术

5.1.2 CRT 前景

5.1.2.1 CRT 面临改进的压力

由于一天连续观察二小时以上的显示器屏,观察者反映有以下感觉:

眼睛疲劳	53%
眼睛不耐烦	32%
聚焦困难	32%
头痛	25%
眼睛感到灼痛	22%
眼睛感到痒	15%

5.1.2.2 CRT 未来的挑战

1. 要求有更好的可视性(在发展 CRT 时要求更多地考虑人的视觉)
2. CRT 本身的改善
 - 要求亮度提高 10 倍
 - 更高的对比度
 - 全屏分辨率均匀,显示视频、图文字
3. HDTV/数字电视挑战
 - 16:9 平面屏要求
 - CRT 设计和材料要求

5.1.2.3 结论

1. CRT 仍然继续增长
2. 性价比的压力会越来越大
3. 数字电视的兴起给了 CRT 新的机会
4. CRT 在短期内不会突然死亡

5.2 PDP 的技术趋势

5.2.1 ACPDP 技术趋势

- 继续发展大的、高信息容量应用领域, HD TV 以及适合于恶劣环境的 PDP
- 好的彩色及灰度应该有重大进展, 进一步改善长寿命
- 开发新型结构 PDP 以降低材料和制造成本
- 电路与显示板价格随规模化生产而下降
- 发展大屏幕彩色平板 TV 和 HD TV —— 开发家用市场

5.2.2 DCPDP 技术趋势

- 发展大尺寸、改善彩色和灰度, 特别是符合 HD TV 要求
- 将面对中等尺寸屏幕的竞争
- 显示板比 ACPDP 复杂得多

5.3 LCD 的技术趋势

· 在 51 cm 以下需要平板显示的特别是需要低功率的领域将继续占主导地位, 效益不断提高

· 对大尺寸的 LCD, 将来主要看有源矩阵(新的制造工厂、成本和效益)与 PALC 的进展而定

- 许多公司(包括大量投资)从事 LCD 使这项技术处于领先地位
- 不断改善 LED 背景光

· 许多外国公司可能会丧失那些性能好、成本低的产品。1995 年 LCD 增长较慢, 但是随着 33 cm 以上和高于 XGA 分辨率的 LCD 开发成功而且成本下降以后, LCD 就迅速增长。

· 在小尺寸方面将遇到 FED 和 OLED 的挑战(目前 LCD 领先), 在大尺寸方面很难和 PDP 相比

- 韩国和台湾的大的生产投资将使效益进一步增加而驱动成本则进一步下降

5.4 ACTFEL 技术趋势

- 大力开发全彩色、灰度等级多、大尺寸和低价格的 EL 板
- 在面板上集成驱动器和解码逻辑电路
- 开发更有效的彩色材料和结构技术

5.5 FED 技术趋势

- 大屏幕全彩色和灰度是有可能的, 需要大量投资
- 由于玻壳和工艺问题, 制造大屏幕 FED 很困难
- 由于制造和寿命问题仍未解决, 有一些公司已放弃投资开发 FED, 但是日本一些公司仍在继续努力开发

6 展 望

CRT 的生存期一直为人们所关注。早在 90 年代初期就有人说 CRT 是“夕阳工业”，有的公司开始宣布停止 CRT 的研究与开发。但事实上并非如此，各大公司仍在不遗余力地开发 CRT，CRT 并未象一些人预言的那样很快消失，每年都有 CRT 的新技术发表。由于 CRT 的每个像素的性能/价格比要比其它显示器件高得多，目前有市场，每当 CRT 采用新技术，CRT 就能提高它的附加价值，就能赚钱，因此，它不会在短期内消失。只有当 CRT 无利可图了，CRT 才可能退出市场（尽管仍有市场），但少数 CRT 仍会在市场上占有一席之地。

· CRT 后期

- 小屏幕显示(手机、PDA 等)OLED 有可能异军突起，挤进 LCD 市场
- 中屏幕显示，AMLCD 可能占有相当一部份显示器市场，但 CRT 彩电仍有较大市场
- 大屏幕显示 PDP，从它的应用范围、机动性、价格等方面考虑可能占有较大的市场
- LCD 主要在小和中屏幕占优，预计在 5 年内销售额将超过 CRT
- ACPDP 将进一步解决彩色问题，目标是 HD TV，同时 DCPDP 也是发展对象
- ACTFEL 有可能建立小规模市场，但是研究和开发工作可能由于投资问题而放慢
- FED 的进展取决于能否制造大屏幕和寿命能否得到根本解决

参 考 文 献

- 1 “Television System”，Stanford Resources Inc 1998: 73~ p88
- 2 J. A. Castellano SD 99 Digest, 1999: 356
- 3 E mently disphay market development and perspective sem inar M -1 SD 00

The Status and Trends of Display Devices

Tong L in su

(Electronics Research Institute, Southeast University, Nanjing, 210096)

Abstract The status and technology trends of the various kinds of display devices are presented in this paper. The comparison of the key parameters of the various kinds of display devices have been made and the prospect has been evaluated as well.

Key words CRT, PDP, LCD, ELD, VFD, FED