

TFT-LCD 液晶显示技术与应用研究

张怀平 李宏章 钟海强

(精电(河源)显示技术有限公司 广东省河源市 517000)

摘要: 本文在分析 TFT-LCD 液晶显示技术理论原理的基础上, 探讨了 TFT-LCD 液晶显示技术涉及的内容, 重点分析了 TFT-LCD 液晶显示技术的主要特点, 最后以实例验证分析 TFT-LCD 液晶显示技术的实际应用, 可以看出, 该技术性能优良、大规模生产特性好、自动化程度高、原材料成本低廉、发展空间广阔, 因此目前迅速成为新世纪的主流产品, 是 21 世纪全球经济增长的亮点之一。

关键词: TFT-LCD 液晶显示技术; 液晶电视; 车载显示系统

随着我国社会经济的飞速发展, 液晶电视的面板生产是电视行业的最重要环节之一, 是整个产业的基础, 也是资本和技术高度密集的产业。然而在传统的 TN 模式和 STN 模式下, 其均呈现出信息响应速度不够快、传输容量较小等问题, 对此, 国内的液晶面板制造商京东方、惠科、中电熊猫等企业相继建设了不同世代线的 TFT-LCD (薄膜晶体管液晶显示器), 其能够克服无源矩阵显示中交叉干扰、信息量少、写入速度慢等缺点, 大大改善了显示品质, 使其可应用到计算机高分辨率全色显示等领域。

1 TFT-LCD液晶显示原理

TFT-LCD 液晶显示技术是基于 TN-LCD 显示技术和 STN-LCD 显示技术基础上优化改进实现的, 其完美克服了以往两种显示技术所存在的缺陷和不足, 使其像素技术水平有了显著提升, 图 1 即为 TFT-LCD 显示技术像素原理图。由图可知, TFT-LCD 液晶显示技术能够在其像素技术图中直观看到其架构, 其中的薄膜晶体管能够及时有效地将整个显示屏中的像素和扫描电子结构相分离, 从而使其能够在某一行接受到某一固定的扫描信号后, 将信号传递到其他 TFT 单元模块中, 并将此行的 TFT 单元结构全部打开, 同步传递数据扫描信号, 并在接受到数据扫描信号后, 将其传递给数据线 and 液晶像素模块之间, 使液晶像素显示屏中的像素参数信息被相关电荷高效存储, 同时关闭其他行的 TFT 结构运行通道, 使其能够有效连接数据线模式, 在外界所传输的固定扫描信号被取消时, TFT 结构能够处于关闭状态而使得整个 TFT-LCD 液晶显示技术像素框架中像素储存的电荷数据信息被高效率保留, 使整个 TFT-LCD 液晶显示技术在接收到下一个数据信号时, 将上次储存的电荷参数有效释放, 保证整个液晶显示屏数据信息的高清显示。当显示屏处于显示状态时, 显示屏中的像素技术可以直接选中某一指定行, 而在其他行处于非选定状态下, 将像素结构技术图中行与行之间的交叉效应尽可能的减弱, 甚至使该交叉效应完全消失, 保证最终的显示效果。此外, TFT-LCD 液晶像素显示技术具备泄漏电容量参数较小等特质, 能够使写入整个像素技术图的显示电荷量在较长时间内不随着时间的推移而发生变化, 以此实现较低的占空比例, 从而达到百分百的显示

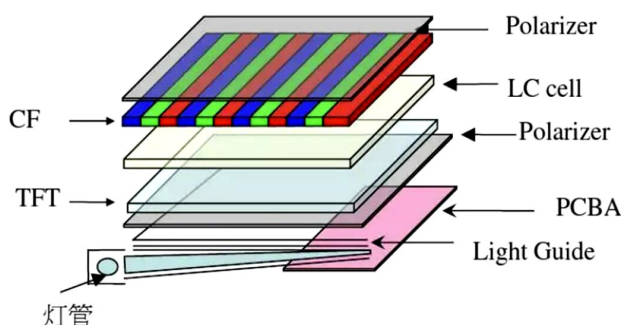


图 1: TFT-LCD 显示技术像素原理图

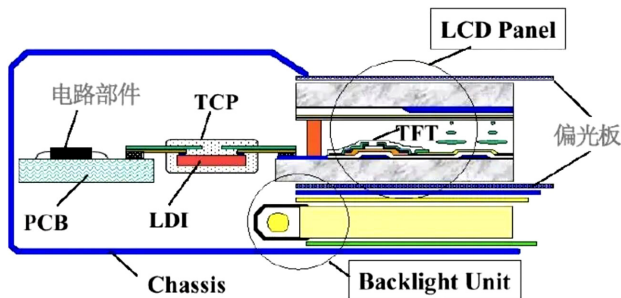


图 2: 背光型 TFT-LCD 液晶显示技术构成图



图 3: TFT-LCD 显示器

效果。

2 TFT-LCD液晶显示技术

TFT-LCD 液晶显示技术从结构模式上, 看能够分为反



图 4: 车载显示系统中 TFT-LCD 整体架构示意图

射式的 LCD 显示技术和背光的 LCD 显示技术, 其中, 反射式的 LCD 显示技术具有较低功耗的特征, 而背光型的 LCD 结构模式则在其相邻的两层玻璃片中间添加了一定量的液晶介质和一定形状的极化层, 同时还在两个相邻玻璃片中间装有感应能力较强的薄膜晶体管, 保证任意像素背后存在与之相对应的薄膜晶体管, 使薄膜晶体管能够在被外界环境施加压力后, 背光型的 LCD 液晶显示技术的液晶介质表现出光开关的作用, 两个玻璃片中间的液晶介质能被定向排列, 从而使背射光可穿过 LCD 液晶显示屏, 显示出完整的数据。

在现阶段的液晶显示屏技术领域, 其驱动方法主要包括了动态驱动法、静态驱动法及双频驱动法等三种方法。在三种驱动方法中, 动态驱动法是应用范围最广的方式之一, TFT-LCD 液晶显示技术具有典型的矩阵式结果, 而矩阵式电极结构制作模式和排列方式特殊。也就是说, 在 TFT-LCD 液晶显示技术应用中, 水平一组的背景电极片作为列电极, 其在整个显示屏上, 呈现出的任意像素都由唯一的行列确定, 从而保证其结构具备唯一性, 便于有效地传输液晶像素信息, 图 2 为背光型 TFT-LCD 液晶显示技术架构示意。

在 TFT-LCD 液晶显示技术应用中, 为了使某一行的像素显示功能得到最大化的发挥, 除了在该行应用与之相对应的电极或选择参数外, 还能利用非选择性的驱动脉冲模式实现液晶显示屏中任意一行全部像素的快速显示功能, 该类型的工作以行为标准开展, 具备循环周期短、图像参数稳定等特征, 能够保证 TFT-LCD 液晶显示屏上呈现出较高分辨

率的图像。同时, TFT-LCD 液晶显示器中的背光光源绝大多数需要提供亮度均一的面光源, 且亮度的调节过程需要采取人工调节。整个运行过程中背光源的体积要小, 且可显示出轻薄、功率较小、成本较低等特质, 因此绝大部分的背光源 TFT-LCD 液晶显示器中, 主要采用半导体发光二极管的方式提供背光光源, 使光源能够有效满足液晶显示技术的应用要求。此外, 针对 TFT-LCD 背光源选择的驱动条件, 应将其电流型号和电阻型号匹配使用, 借助逆变器作为高压电流运转过程中的驱动参数, 使用电容或者电阻的方式进行限流, 保证液晶显示技术得以有效应用。

3 TFT-LCD 液晶显示技术的主要特点

3.1 安全可靠

在整个显示技术的应用中, 由于显示设备的电压和驱动方式往往处于较低水平, 因此, 在 TFT-LCD 液晶显示技术运行的安全性和可靠度较高。同时, 和传统模式下的其他显示器相比, TFT-LCD 液晶显示器的整体厚度更加轻薄, 能够节省更多的原材料, 从而使得该显示屏的显示技术成像方式呈现出更大的性价比, 实际所占用的应用空间往往更少, 使其能够在诸多的工业场景应用或其他高精度场景中得到更广泛、便捷的应用。此外, TFT-LCD 液晶显示技术的能耗和传统模式下的 CRT 显示器相比, 其实际能耗参数仅占据 CRT 显示器的 10% 左右, 且 TFT-LCD 液晶显示技术还具备使用过程灵活便捷及方便高效等特质, 使其能够广泛应用于

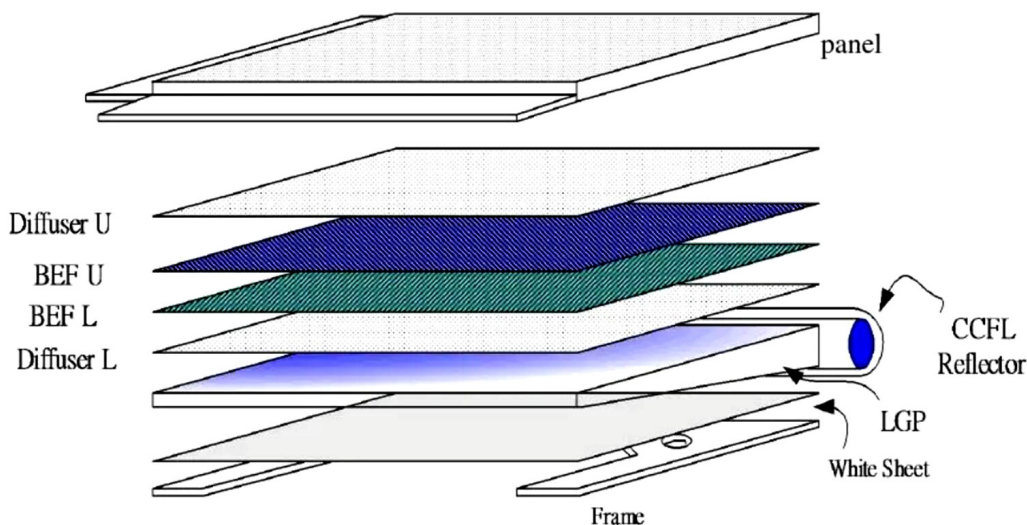


图 5: panel 整体架构图

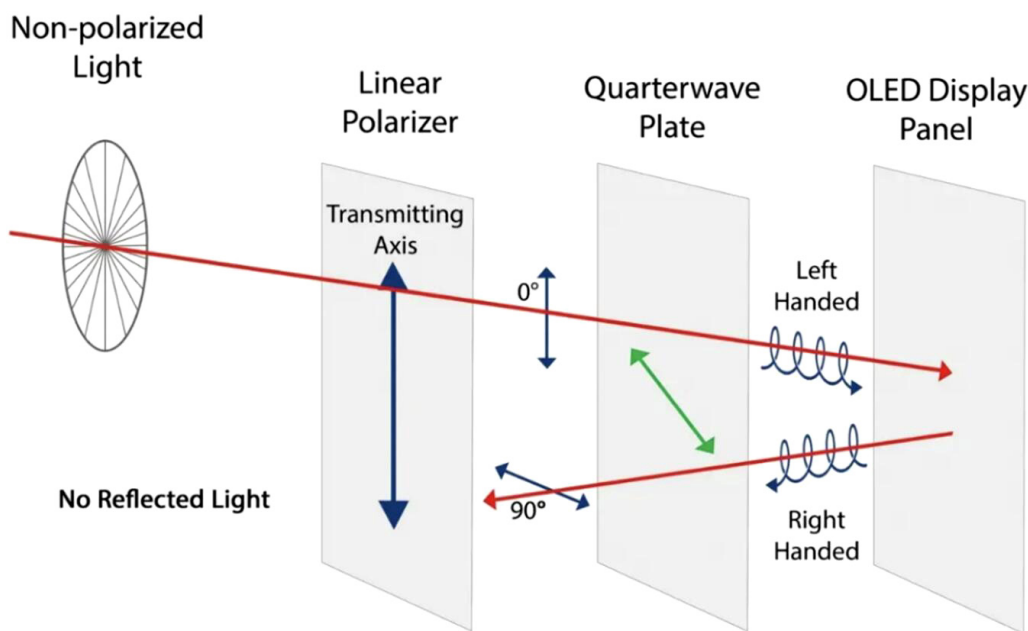


图 6: 偏光调节过程示意图

更多产业领域。

3.2 环保方面比较优秀

在 TFT-LCD 液晶显示技术应用中，由于该类型显示器的辐射参数值较小，出现闪烁现象的频率值较低，因此绝大部分的用户能够在 TFT-LCD 液晶显示技术的运行过程中最大限度地降低显示屏对身体的损害，因此能够在诸多产业中得到广泛应用，获得消费者更多良好的反馈评价。此外，TFT-LCD 液晶显示屏技术能够作为电子书产品的媒介，避免了传统模式下的办公纸张浪和印刷物的大幅度浪费，从而有效降低了因纸张使用而导致的树木砍伐数量，从这一点来看，TFT-LCD 液晶显示技术是完全符合我国产业发展的绿色可持续性要求的。

3.3 适用范围相当广泛

TFT-LCD 液晶显示技术由于其对温度环境要求不高，在 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 之间都能正常应用，且成像结果较为清晰，操作开机时间较短，部分经过特殊处理的 TFT-LCD 液晶显示屏能够在更大的温度范围内使用，因此可以广泛应用于一些恶劣气候中。

4 TFT-LCD 液晶显示技术的实际应用

当前，TFT-LCD 液晶显示技术在人机界面交互上实现了更稳定应用，如在多功能仪表盘、数字记录仪、显示器或其他控制设备等小屏幕设备的应用，使用者可以通过小屏幕界面查看到数据运转的关键信息，也能够通过显示的曲线图和图像参数，看出显示数据的内容与质量较传统显示技术得

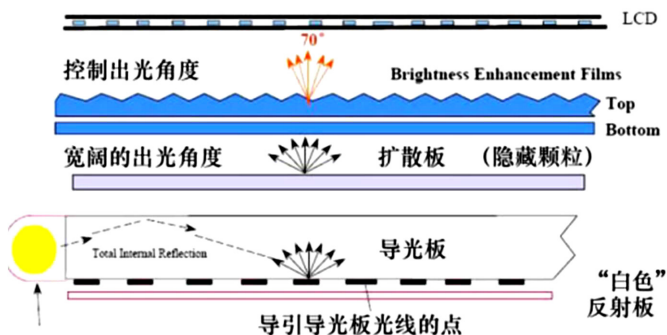


图 7: LED 背光光源架构示意图

到明显提升。此外, TFT-LCD 显示技术在计算机发展中也发挥了较大作用, 由于计算机液晶显示屏需要具有较强的抗干扰能力、防震防尘能力及较高的精确度等特殊要求, 因此, TFT-LCD 液晶显示技术最为适宜。在工业领域的工控机通常分为机箱和一体式两种。一般而言, 一体化的工业计算机主要是将 TFT-LCD 显示液晶显示屏和电脑设备连接, 放在整个机箱里, 以一体机应用可靠性, 还能够最大限度地降低一体机的实际使用面积, 图 3 即为 TFT-LCD 显示器的应用示意, 该类设备的显示器和键盘都是装在一体化的机箱设备前面, 能够形成完整的面板结构, 从而根据仪器设备的实际运转需求, 将仪器设备运行过程中的关键参数信息显示在显示器屏幕上, 而显示器屏幕能根据所显示数据信息及行业特征采取不同的规格。此外, TFT-LCD 液晶平板显示器还可以根据行业需求制作成触摸屏, 通过加工改造为电阻结构或电容感应结构等, 以此实现触摸显示屏的应用。机箱结构中的工控机往往需要更大的显示屏, 使整个机箱运转过程中的关键数据得到更有效的展示。

TFT-LCD 液晶显示技术的逐步成熟, 其在车载配备中亦发挥出自身功能。在车载系统中, TFT-LCD 液晶显示屏具有完整的液晶屏模组结构, 将背光源和 panel 与车载系统连接, 其整个架构示意如图 4 所示。

在此过程中, 车载系统中的 TFT-LCD 液晶显示技术应用模块中的 panel 结构, 由下往上分别分为下偏光片、TFT 基板结构、液晶结构、彩膜基板结构、上偏光片结构等, 整体架构如图 5 所示。

在车载系统中, TFT-LCD 液晶显示技术主要依赖于偏光板发挥功能。通常来说, 偏光板主要是控制背光光源的光线, 让光线只朝着特定方向的光线通过而过滤掉其他方向的光线, 使经过偏光片处理的光线结构能够在 TFT-LCD 液晶示系统中, 经过内部液晶分子的流转作用, 有效控制显示屏光线强度, 进而控制 TFT-LCD 液晶显示屏结构的画面亮暗程度, 使得驾驶员能够在汽车驾驶运行过程中得到更加清晰的液晶像素电压值, 从而通过 TFT 开关正面模式对车载显示屏系统的像素电压信息进行精确控制, 保证电压参数值的大小能够使液晶分子流转, 通过相应的角度在 CF 基板上将参数信息中的像素分割成红色的 R、绿色的 G 和蓝色的 B

等三个子像素结构, 以此确保发挥液晶光阀的作用, 使透过 CF 基板结构中的元素亮度能够进行有效调节, 实现车载系统显示器数据和色彩显示, 整个过程示意如图 6 所示。

另外, TFT-LCD 夜间显示计数的背光源作用, 主要是为液晶显示屏提供面板亮度均匀分布的光源, 光源经过导光板、反射板后, 能够形成均匀光用于显示屏结构上, 保证驾驶员能够在交通运行过程中得到清晰的数据, 车载系统中 TFT-LCD 液晶显示技术的背光光源组成架构示意如图 7 所示。

5 结论

TFT-LCD 液晶显示技术, 凭借其信息响应速度快、适用温度范围广等优势, 取代了传统模式下的部分显示技术, 因此得以在近年来发展势头强劲, 国内外涌现出大量的 TFT-LCD 制造厂商。本文在分析 TFT-LCD 液晶显示技术原理的基础上, 探讨了 TFT-LCD 液晶显示技术涉及的技术内容, 重点分析了 TFT-LCD 液晶显示技术安全可靠、环保能力强、适用范围广泛等主要特点, 最后以实例验证分析 TFT-LCD 液晶显示技术的应用效果, 其必将为我国生产制造产业、科技园区建设和监控产业等提供强有力的技术支持。

参考文献

- [1] 李联益. TFT-LCD 液晶显示技术与应用 [J]. 韶关学院学报自然科学版, 2018, 33 (4): 46-49.
- [2] 尤卫卫, 冒建亮, 叶桦. 基于 STM32 和 CPLD 的 TFT-LCD 显示控制器设计 [J]. 液晶与显示, 2017, 30 (3): 444-449.
- [3] 杨金玲. 显示技术的 TFT-LCD 与 OLED 剖析 [J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 4 (9): 6-11.
- [4] 罗丽平, 负向南, 金基用. TFT-LCD 生产及发展概况 [J]. 现代显示, 2018 (134): 31-34.
- [5] 常爱珍, 李宝辉, 张凯. TFT-LCD 显示原理及评判参数 [J]. 设计研究, 2021 (4): 31-34.
- [6] 刘莎, 王丹, 杨照坤, 等. TFT-LCD 技术发展趋势浅析 [J]. 液晶与显示, 2018, 33 (6): 454-457.
- [7] 储小亮. TFT-LCD 技术发展趋 [J]. 探索与观察, 2018 (20): 73-76.

作者简介

张怀平 (1979-), 男, 陕西省富平县人。大学本科学历, 中级职称 (电子信息技术)。研究方向为智慧座舱显示。
李宏章 (1980-), 男, 湖南省常德市人。2003 年毕业于湖南科技大学, 大学专科学历。现就职于精电 (河源) 显示技术有限公司, 从事裸眼 3D 显示技术研发工作。
钟海强 (1982-), 男, 广东省广州市人。大学本科学历, 副高级职称。主要从事创新显示技术研发。