

光电器件与材料

正性TN-LCD五基色阈值特性研究

黄 翀,叶健鹏,杨玮枫

(汕头大学 理学院 广东 汕头 515063)

摘 要 近年来,随着LCD显示技术的发展,多基色LCD显示技术是未来发展的方向。三基色LCD的缺点以及多基色解决方案被越来越多地提及,四基色显示器已经有产品上市。现在五基色显示技术已经被提出来,但关于五基色LCD显示技术研究和文献较少。五基色是在原来RGB三基色的基础上增加青基色(505 nm)和黄基色(580 nm),增大了LCD的显示色域。多基色将会是未来显示行业的发展方向。用分光光度计测试不同电压驱动下正性TN-LCD五基色电光特性,分析其五基色阈值特性,为以后多基色LCD显示技术的驱动参数选取提供一定依据。

关键词 五基色;LCD;电光特性;阈值特性

中图分类号:O433.1;O753.2

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2017)-03-0028-04

Research on Threshold Characteristic of Five Primary Colors Positive TN-liquid Crystal Display

HUANG Chong, YE Jian-peng, YANG Wei-feng

(Department of Science, Shantou University, Shantou 515063, China)

Abstract: In recent years, with the development of liquid crystal display (LCD) technology, the multi-primary colors LCD technology is the major trend in the future. The disadvantages of the three primary colors LCD and the solutions of multi-primary colors are increasingly mentioned, and the displays of four primary colors LCD have come to the market. Five primary colors display technology has been proposed, but less about research and literature of it. Adding cyan primary color of 505 nm and yellow primary color of 580 nm based on original three primary colors such as red, green and blue (RGB) can make five primary colors LCD and LCD color gamut is enlarged. Multi-primary colors display will be the trend of future display industry. A spectrophotometer is used to test the electro-optical characteristics of positive TN-LCD five primary colors under different driving voltage to analyze the threshold characteristics of five primary colors, which provides references for the choosing of the driving parameters of multi-primary colors LCD display technology.

Key words: five primary colors; liquid crystal display (LCD); electro-optical characteristic; threshold characteristic

随着显示技术的快速发展,液晶显示器技术已经在工业、军事、教育、手机等各个领域得到了广泛的应用^[1]。三基色颜色模型会损失一部分亮度,比

较鲜艳的色彩肯定会失真的^[2-3],三基色(RGB)的液晶显示器件在高质量成像的领域已经不能满足细节显示要求。2010年,夏普宣布开发出世界第一台四

收稿日期:2017-05-06

基金项目:广东省自然科学基金(2014A030311019);广东省扬帆计划引进紧缺拔尖人才项目。

作者简介:黄翀(1960-),男,副教授,硕士研究生导师,主要从事光电材料与器件研究;叶健鹏(1990-),男,在读硕士研究生,主要从事光电材料与器件的研究;杨玮枫(1977-),男,教授,硕士研究生导师,主要从事微纳光学和光电子全息等研究。

基色LCD,该技术是在RGB三基色中加入了黄基色Y(580 nm),有助于显示更明亮更生动的色彩和扩大色域,打开了多基色显示器的新市场。研究发现,可以在四基色的基础上再添加青基色(505 nm)^[4-5],制成五基色显示器以达到更广阔的色域^[6-9]。

但彩色液晶显示器件(CLCD)在相同电压驱动条件下各波长透射率有很大的差别,从而引起图像显示的色彩饱和度或还原性不够。所以研究五基色的光电特性、阈值特性找出适合的驱动参数是很重要的,通过测量LCD五基色的电光特性和对其阈值特性曲线分析,选取适合的多基色LCD显示技术驱动参数。

1 测试原理

1931年,国际照明委员会确定RGB三基色:波长为700.0 nm的红光(R),波长为546.1 nm的绿光(G)和波长为435.8 nm的蓝光(B)。现在主流的技术是改变RGB三原色的配比达到各种色彩的显色效果,现在增添了青色(505 nm)和黄色(580 nm)使得显示的色域更加广阔^[10-12]。实验测试五个波长光各自透过不通电液晶模块的光强度 I_0 、各波长光透过通电液晶模块的光强度 I ,根据朗伯比尔定律(Beer-Lambert law)计算出正性TN-LCD液晶模块在五基色不同波长的电光特性。有下式

$$A(\lambda) = \lg \frac{I_0}{I} = \lg \frac{1}{T(\lambda)} \quad (1)$$

其中, $A(\lambda)$ 对应波长的吸光度; $T(\lambda)$ 对应波长的透射率;透过不通电液晶模块的光强度 I_0 ;透过通电液晶模块的光强度 I 。

2 测试方法

使用UV2800S双光束紫外可见光光度计,该仪器的工作波长为190.0~1100.0 nm,试验环境是在20℃环境下,用波长400.0~800.0 nm的光进行扫描,扫描分度为1.0 nm。利用信号发生器对正性TN-LCD施加频率为100 Hz的电压,改变电压的大小,使用UV2800S双光束紫外可见光光度计测量出不同电压条件驱动下正性TN-LCD显示器件的五基色的透射率从而得到电光特性数据,利用数据画出电光特性曲线和阈值特性曲线^[13-15]如图1所示。

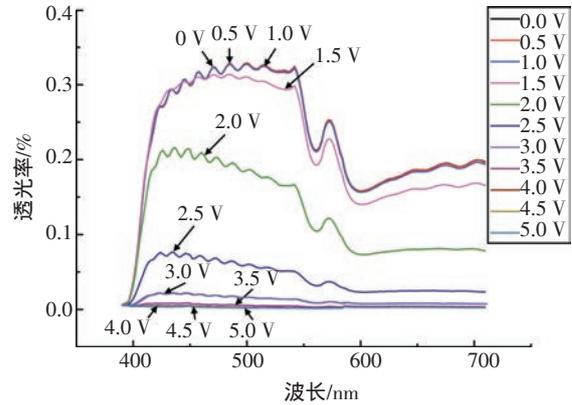


图1 不同电压驱动正性TN-LCD电光特性曲线

3 结果分析

3.1 正性TN-LCD五基色电光特性曲线随电压变化的分析

利用DF1028B低频信号发生器对正性TN-LCD施加电压,测量TN-LCD在不同电压驱动下的五基色的透射率,并且绘制电光特性曲线,如图2所示。

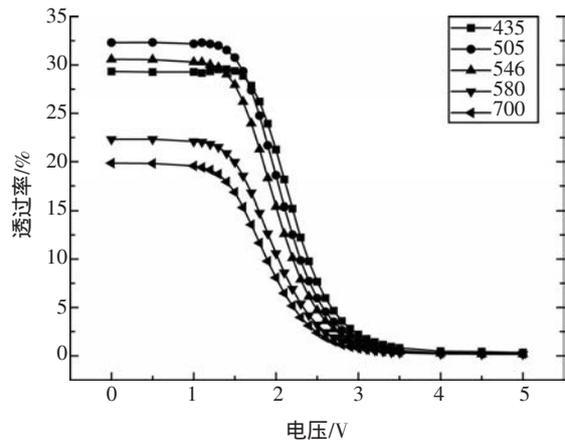


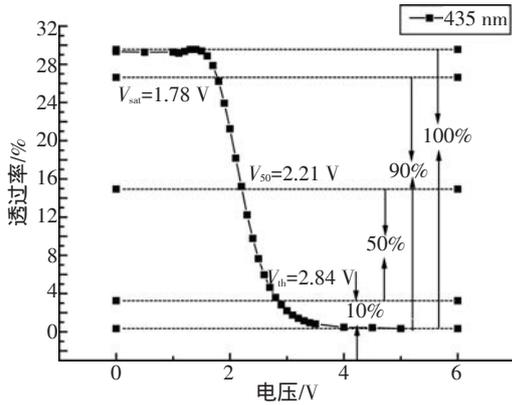
图2 不同电压驱动五基色正性TN-LCD的电光特性曲线

由图可知,选取的是五基色红(700 nm)、绿(546 nm)、蓝(435 nm)、青(505 nm)和黄(580 nm)在不同电压驱动下的透射率曲线,在0~1.5 V区间五基色透射率曲线几乎没有变化,比较平滑,但各色的透射率不同,透射率大小排列为青>绿>蓝>黄>红;在1.5~3.5 V区间随着电压变大,各色透射率在急剧下降,但在区间内相同电压下各色的透射率大小排列仍和0~1.5 V区间相同;在3.5~5 V区间五基色的

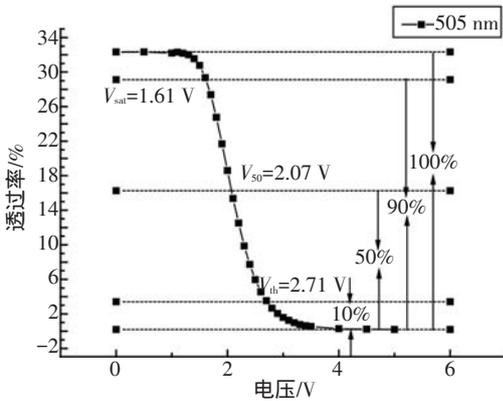
透过率趋于平滑不再变化,各色透过率几乎相等。且在0~2.5 V区间明显可以察觉青、绿和蓝比黄和红基色具有更大的透过率。

3.2 正性TN-LCD五基色阈值特性随波长的变化分析

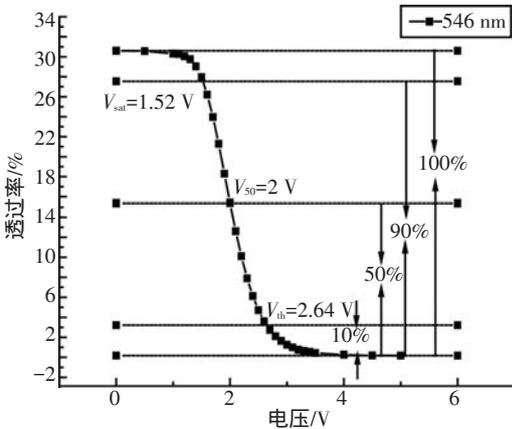
从图2进一步分析,分别画出五基色各基色的电光特性曲线,而且标出其阈值电压 V_{th} 、中值电压 V_{50} 和饱和电压 V_{sat} ^[16],如图3所示。



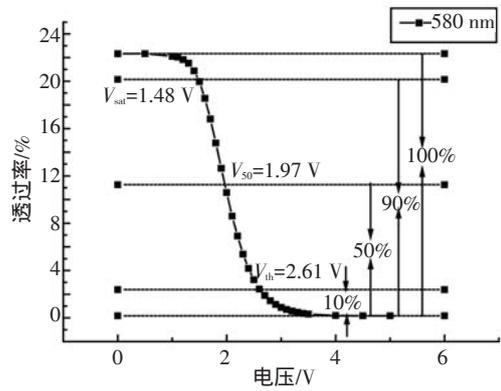
(a) 蓝基色(435 nm)的阈值特性曲线



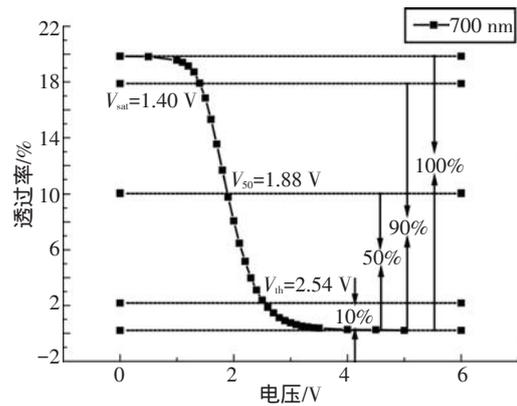
(b) 青基色(505 nm)的阈值特性曲线



(c) 绿基色(546 nm)的阈值特性曲线



(d) 黄基色(580 nm)的阈值特性曲线



(e) 红基色(700 nm)的阈值特性曲线

图3 五基色各基色的阈值特性曲线

利用图3的数据分析计算出其陡度 $\gamma = V_{sat}/V_{th}$,结果见表1。

表1 五基色阈值特性及陡度数据

| 波长/nm | 蓝基色 435 | 青基色 505 | 绿基色 546 | 黄基色 580 | 红基色 700 |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 饱和电压 V_{sat}/V | 1.78 | 1.61 | 1.52 | 1.48 | 1.40 |
| 中值电压 V_{50}/V | 2.21 | 2.07 | 2.00 | 1.97 | 1.88 |
| 阈值电压 V_{th}/V | 2.84 | 2.71 | 2.64 | 2.61 | 2.54 |
| 陡度 $\gamma = V_{sat}/V_{th}$ | 0.63 | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.55 |

由图3得出,各色阈值特性的数值如表1所示。从表1对比可知,五种基色的阈值电压 V_{th} 、中值电压 V_{50} 、饱和电压 V_{sat} 和陡度由大到小排列都是蓝 > 青 > 绿 > 黄 > 红。

3.3 正性TN-LCD五基色驱动电压的选取

由图1不同电压驱动正性TN-LCD的电光特性曲线,可得在同一驱动电压,不同的基色的透过率并不一样,最后会导致LCD某些色彩漏光,对比度下降。选取适合的驱动电压尤为重要,适合的驱动电压可以使LCD在同一驱动电压下各基色的透过率差值变小,提高其成像质量。可以从表1五基色阈值特性及陡度数据可知,驱动电压应当选取2.54 V以上,该电压区间足以让各基色透过率降到趋近于零,但是电压太高液晶模块可能会被击穿,而且消耗大量电能,综合图1、图3和表1的结果,可以选取3.0 V作为驱动电压,该电压可以有效截止光,而且不会损坏液晶器件和消耗大量电能。

4 结论

(1)正性TN-LCD五基色电光特性,在不同电压的情况下,从0 V开始随着电压的增大,到1 V透过率仍没有太大的变化,1 V后到1.5 V透过率随着电压增大轻微变小,过了1.5 V后透过率随着电压增大急剧减小,达到3 V后透过率缓慢减少到了3.5 V后透过率随着电压的增大几乎不再改变;在同一电压下青、绿、蓝的透过率要比黄、红的透过率要优越。

(2)正性TN-LCD五基色的阈值特性,总的来看,阈值电压 V_{th} 、中值电压 V_{50} 和饱和电压 V_{sat} 由大到小排列都是蓝>青>绿>黄>红。由于LCD的陡度是 $\gamma = V_{sat}/V_{th}$,所以陡度总小于1,因为陡度反映响应时间,陡度越偏离1响应时间越长,所以陡度越接近1越好。五基色的陡度由大到小的排列是蓝>青>绿>黄>红。

由于多基色显示在色彩控制和显示还原性表现出优越的性能,多基色显示将会是未来显示行业的发展方向。用分光光度计测试不同电压驱动下正性TN-LCD五基色电光特性,分析其五基色阈值特性,对五基色显示作了初步的研究,为多基色LCD显示技术的驱动参数选取提供一定的依据。

对今后五基色液晶显示器的研究具有指导意义。

参考文献

- [1] 邵喜斌. 液晶显示技术的最新进展[J]. 液晶与显示, 2000, 15(3):163-170.
- [2] 范志新. 液晶把世界显示得缤纷多彩[J]. 现代显示, 2009(1):7-13.
- [3] Fan Y. Multiple primary colors liquid crystal display and driving method there[P]. US, 20160042703. 2016.
- [4] 陈昕. 五基色LED显示系统实现方法[J]. 电子科学技术, 2014, 1(3):368-371.
- [5] Cheng H C, Bendavid I, Wu S T. Five-primary-color LCDs [J]. Display Technology Journal, 2010, 6(1):3-7.
- [6] Okazaki S, Okada Y, Nakamura K, et al. Multi-primary color display device and liquid crystal display device[P]. US, 7876339.2011.
- [7] Okada Y, Tomizawa K, Nakamura K, et al. Multi-primary color display device[P]. US, 8339344. 2012.
- [8] Eiji Chino, 刘金权, 潘良玉. 广色域移动显示产品开发[J]. 现代显示, 2007(8):25-28.
- [9] Kakinuma K. Technology of wide color gamut backlight with light-emitting diode for liquid crystal display television[J]. Japanese Journal of Applied Physics, 2006, 45(5):4330-4334.
- [10] Shun U, Kozo N, Yuhichi Y, et al. Five-primary-color 60-inch LCD with novel wide color gamut and wide viewing angle[J]. Sid Symposium Digest of Technical Papers, 2009, 40(1):927-930.
- [11] 黄翀, 赵鑫扬, 杨玮枫, 等. 频谱带宽对LCD四基色电光特性的影响[J]. 光电技术应用, 2015(5):34-37.
- [12] Yoshida Y, Mori T, Ueki S, et al. Novel wide color Gamut liquid crystal display with five-primary color[C]// International Display Research Conference, 2008:115-118.
- [13] 宋莉丽, 于海峰, 李燕. 阈值电压波动初探[J]. 液晶与显示, 2002, 17(2):139-142.
- [14] 张敏. 正显示反射型LCD的测量结果分析[J]. 光电子技术, 1995(4):289-297.
- [15] 黄翀, 许国栋, 杨玮枫, 等. 车载负性CLCD电光特性研究[J]. 光电技术应用, 2014, 29(6):18-22.
- [16] 黄翀, 许国栋, 杨玮枫, 等. 负性VALCD三基色阈值特性分析[J]. 光电技术应用, 2014, 29(4):34-38.