

· 光电器件与材料 ·

## 车载负性CLCD电光特性研究

黄 翀<sup>1</sup>, 许国栋<sup>1</sup>, 杨玮枫<sup>1</sup>, 欧阳艳东<sup>1</sup>, 吴永俊<sup>2</sup>

(1. 汕头大学理学院, 广东 汕头 515063; 2. 汕头超声显示器有限公司, 广东 汕头 515041)

**摘要:** 彩色液晶显示器件(CLCD)在相同电压驱动条件下,各波长电光特性有很大差异,从而对图像显示的色彩饱和度有较大的影响。用UV-Vis8500型双光束紫外/可见分光光度计测量在不同电压驱动下负性TN-LCD,STN-LCD和VA-LCD的电光特性,分析比较其三基色的电光特性、阈值特性和陡度随波长的变化关系。结果表明,TN-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 随波长的增大而减小,而 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 减小的快慢基本一致;STN-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 随波长的增大而减小,而 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 减小速度在各波长上快慢不一;VA-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 都是随着波长的增加而逐渐增大,而 $V_{sat}$ 增大速度比 $V_{50}$ 快, $V_{50}$ 增大速度比 $V_{th}$ 快。对常用三种不同负性液晶显示器件驱动电压的选取进行比较分析,其结果为CLCD选取驱动电压提供一定的指导作用。

**关键词:** 阈值特性;电光特性;驱动电压;负性CLCD

中图分类号:O433.1;O753.2

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2014)-06-0018-05

## Research on Electro-optical Characteristic of Vehicle-mounted Negative CLCD

HUANG Chong<sup>1</sup>, XU Guo-dong<sup>1</sup>, YANG Wei-feng<sup>1</sup>, OUYANG Yan-dong<sup>1</sup>, WU Yong-jun<sup>2</sup>

(1. Department of Science, Shantou University, Shantou 515063, China; 2. Shantou Goworld Display Co. Ltd, Shantou 515041, China)

**Abstract:** Under the same driving voltage, the colorful liquid crystal display device (CLCD) has quite different electro-optical characteristics at different wavelength. As a result, the saturation of colorful display image could be greatly influenced. The electro-optical characteristics of negative TN-LCD, STN-LCD and VA-LCD driven by different voltage are measured by UV-Vis8500 double beam ultraviolet (UV)/visible spectrophotometer, from which the electro-optical and threshold characteristics of three primary colors and the gradient variation with wavelength are analyzed and compared. The results show that with the increasing of wavelength,  $V_{th}$ ,  $V_{sat}$  and  $V_{50}$  of TN-LCD decrease. And the decreasing speed of them is basically same. With the increasing of wavelength,  $V_{th}$ ,  $V_{sat}$  and  $V_{50}$  of STN-LCD decrease. And the decreasing speed of them is different in each wavelength. With the increasing of wavelength,  $V_{th}$ ,  $V_{sat}$  and  $V_{50}$  of VA-LCD increase gradually. But the increasing speed of  $V_{sat}$  is faster than that of  $V_{50}$  and the increasing speed of  $V_{50}$  is faster than that of  $V_{th}$ . The chosen driving voltages of three commonly used different negative liquid crystal display devices are compared and analyzed. The results can provide certain guidance for choosing the driving voltage of colorful liquid crystal display (CLCD).

**Key words:** threshold characteristics; electro-optical characteristics; driving voltage; negative colorful liquid crystal display device (CLCD)

液晶材料具有双折射效应,从而使得液晶显示 LCD的电光特性已经有很多的报道<sup>[3-8]</sup>。负性TN-器的电光效应有所不同<sup>[1-2]</sup>。TN型、STN型及TFT型

收稿日期:2014-11-07

基金项目:国家自然科学基金项目(11274220)和广东省“扬帆计划”引进紧缺拔尖人才项目支持

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;许国栋(1988-),男,在读硕士研究生,主要从事光电器件的研究;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。

LCD和STN-LCD电光特性也有较多的报道<sup>[9]</sup>。随着液晶显示技术不断发展,不同尺寸的TN-LCD, STN-

LCD和VA-LCD(VA型广视角显示器)被广泛运用于汽车、手机和电脑等,成为人们生活必不可少的日常用品。VA-LCD盒内液晶分子的排列方式是垂直排列的,垂直排列 Vertical Array 简称VA<sup>[10-15]</sup>。目前,对负性TN型、STN型和VA型LCD三基色阈值特性分析报道不多,文中主要对负性TN型、STN型和VA型LCD三基色阈值特性进行分析。

## 1 测试原理

CIE(国际发光明委员会)规定红、绿、蓝三基色光的波长分别为700.0 nm、546.1 nm、435.8 nm。与光谱每一波长为 $\lambda$ 的等能光谱色对应的红、绿、蓝三基色数量,称为光谱三刺激值。

根据兰伯-比尔定律测量在不同电压驱动条件下,光通过样品的电光光谱特性为

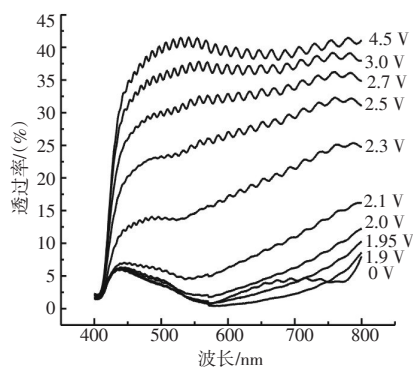
$$A(\lambda) = \lg \frac{I_0}{I} = \lg \frac{1}{T(\lambda)} \quad (1)$$

其中, $A(\lambda)$ 为吸光度; $I$ 为透射光强; $T(\lambda)$ 为透射率; $I_0$ 为入射光强<sup>[16-17]</sup>。

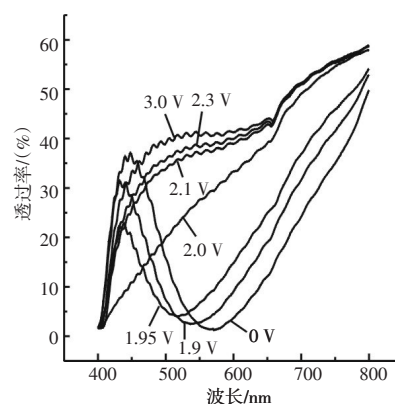
## 2 测试方法

采用与计算机相连的UV-Vis 8500型双光束紫外/可见分光光度计,其波长范围为190.0~1100.0 nm,波长最小调节量为0.1 nm。

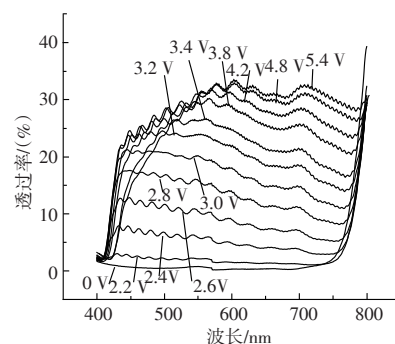
测试条件选取在温度为20℃环境下,可见光区波长为400.0~800.0 nm,波长调节量1.0 nm,空气为参比样品。利用信号发生器对负性TN-LCD,负性STN-LCD和负性VA-LCD施加频率为100 Hz,通过



(a)TN-LCD电光特性曲线



(b)STN-LCD电光特性曲线



(c)VA-LCD电光特性曲线

图1 不同电压条件驱动下负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD的电光特性曲线

改变电压的大小,测出在不同电压条件驱动下这三种负性显示器件的电光特性,如图1所示。

从图1中可以看出,TN-LCD和VA-LCD在频率一定的条件下,随着驱动电压的增加,透过率也增大。由于负性STN-LCD是蓝膜液晶显示器件,因此在电压未达到阈值电压前,在蓝基色位置附近上有较高的透过率。达到一定电压后,其透过率随着驱动电压的增加先减小后增大。

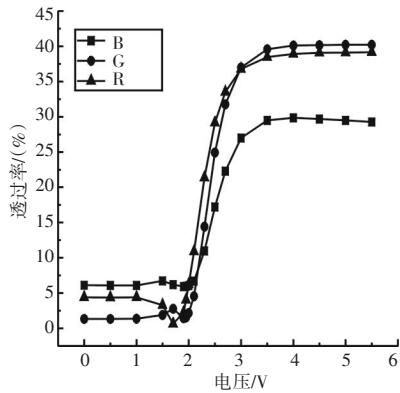
## 3 结果与分析

### 3.1 电光特性

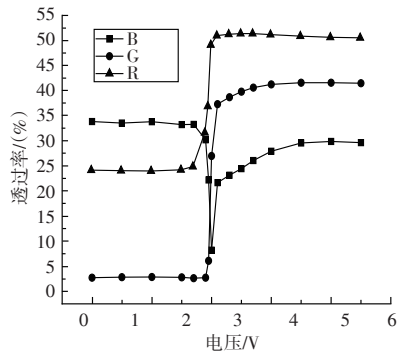
分别对图1中三种不同负性LCD三基色红R(700.0 nm)、绿G(546.1 nm)、蓝B(435.8 nm)进行分析,做出其透过率随电压变化关系的电光特性曲线,如图2所示。

从图2中可以看出,TN-LCD和STN-LCD在驱动电压达到一定值后,透过率不会随着电压的增加而

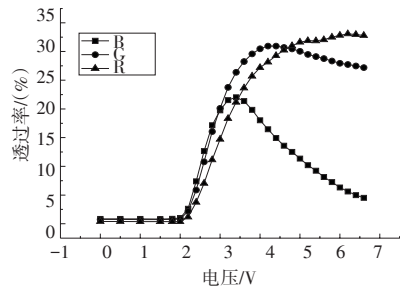
增大,而是趋于稳定值。而VA-LCD则是在透过率达到最大值后,透过率会随着驱动电压的增加而慢慢减小。TN-LCD和VA-LCD在驱动电压达到阈值电压之前,其三基色的透过率很低,达到一定电压后,其透过率就逐渐增大。而负性STN-LCD是蓝膜液晶显示器件,所以在电压未达到阈值电压前,在蓝基色上有较高的透过率,达到一定电压后,其透过率先减小然后随着驱动电压的增加而增大。从



(a)TN-LCD三基色的电光特性曲线



(b)STN-LCD三基色的电光特性曲线

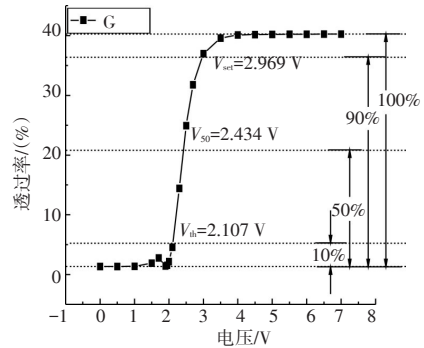


(c)VA-LCD三基色的电光特性曲线

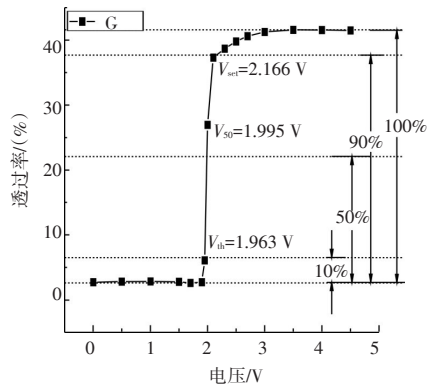
图2 负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD三基色的电光特性曲线

这三幅图中可以看出,蓝基色的透过率在三基色中透过率相比较为最低。

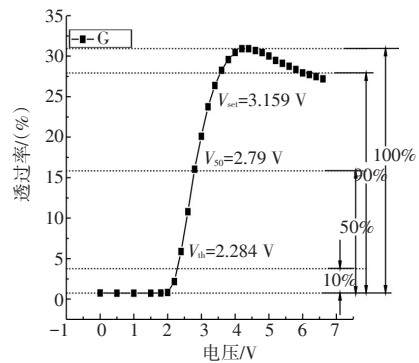
### 3.2 阈值特性



(a)TN-LCD绿基色的阈值特性



(b)STN-LCD绿基色的阈值特性



(c)VA-LCD绿基色的阈值特性

图3 负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD绿基色的阈值特性

表1 负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD绿基色的阈值特性的数值

阈值特性	器件		
	TN-LCD	STN-LCD	VA-LCD
阈值电压 $V_{th}/V$	2.107	1.963	2.284
中值电压 $V_{50}/V$	2.434	1.995	2.790
饱和电压 $V_{sat}/V$	2.969	2.166	3.519
陡度 $\gamma = \frac{V_{sat}}{V_{th}}$	1.409	1.103	1.541

对图2中的红绿蓝三基色进行分析,以绿基色为例,作出其阈值电压  $V_{th}$ 、饱和电压  $V_{sat}$  和中值电压  $V_{50}$ ,如图3所示。

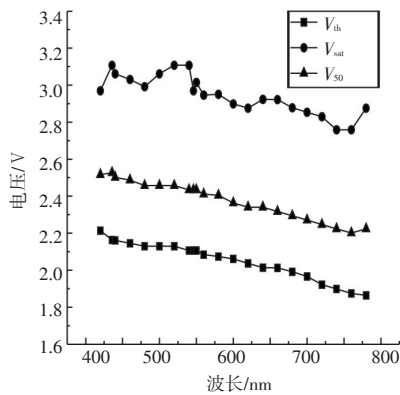
从图3中可以得出,负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD绿基色的阈值特性的数值,如表1所示。

从表1的数据,通过三种不同负性液晶显示器件绿基色的阈值特性的对比分析可知,VA-LCD数值最大,TN-LCD数值次之,STN-LCD数值最小。

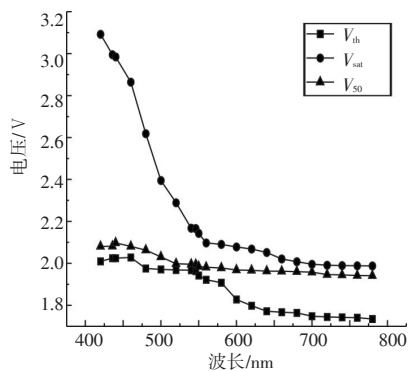
### 3.3 阈值特性随波长的变化关系

由图1测得在不同电压驱动下三种负性液晶显示器件的电光光谱特性曲线,从波长400.0 nm到波长780.0 nm,波长间隔20.0 nm,分别做出它们的阈值特性图和得到其阈值特性的数值,以及三基色和中心波长(550.0 nm)的阈值特性的数值,做出阈值电压  $V_{th}$ 、饱和电压  $V_{sat}$  和中值电压  $V_{50}$  随波长变化关系的曲线图,如图4所示。

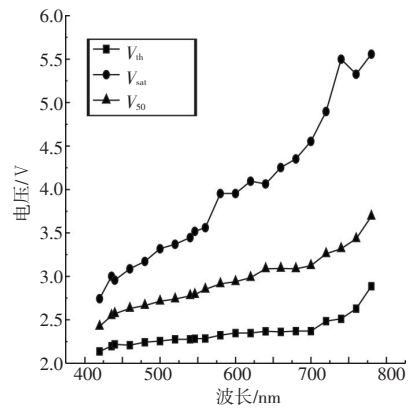
从图4中可以看出,TN-LCD的  $V_{th}$ 、 $V_{sat}$  和  $V_{50}$  随波长的增大而减小,而  $V_{th}$ 、 $V_{sat}$  和  $V_{50}$  减小的快慢基本一致。STN-LCD的  $V_{th}$ 、 $V_{sat}$  和  $V_{50}$  随波长的增大而减小。



(a)TN-LCD 阈值特性随波长变化曲线



(b)STN-LCD 阈值特性随波长变化曲线



(c)VA-LCD 阈值特性随波长变化曲线

图4 阈值特性随波长变化关系曲线

$V_{th}$  在可见光波长400.0~550.0 nm之间变化不大,但是在550.0~700.0 nm之间有明显的下降,在达到700.0 nm以上  $V_{th}$  又基本不变了。

$V_{sat}$  在可见光波长为420.0~550.0 nm之间下降的非常明显,而在550.0~700.0 nm有稍微的下降,在达到700.0 nm以上就基本趋于一稳定值。 $V_{50}$  在可见光区都有缓慢的下降过程。VA-LCD的  $V_{th}$ 、 $V_{sat}$  和  $V_{50}$  都是随着波长的增加而逐渐增大。饱和电压  $V_{sat}$  的变化趋势比阈值电压  $V_{th}$  的变化趋势快,即饱和电压  $V_{sat}$  与阈值电压  $V_{th}$  的差值随着波长的增加而变大。

### 3.4 CLCD驱动电压的选取

由图4中知道的TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD

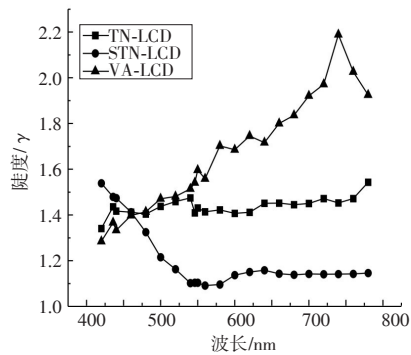


图5 陡度随波长的变化关系曲线

的阈值电压  $V_{th}$  和饱和电压  $V_{sat}$  通过陡度公式:  $\gamma = \frac{V_{sat}}{V_{th}}$ , 计算出其陡度值,作出其陡度随波长的变化关系图,如图5所示。

从图5中可以得出, TN-LCD的陡度 $\gamma$ 在可见光范围内基本是一条直线; STN-LCD在波长420.0~540.0 nm之间, 其陡度 $\gamma$ 一直在减小, 在波长540.0~580.0 nm之间, 其陡度 $\gamma$ 是最小的, 在波长580.0 nm之后, 其陡度 $\gamma$ 基本不变; VA-LCD的陡度 $\gamma$ 在可见光范围内基本是随着波长的增加, 陡度 $\gamma$ 也增大, 在波长为740.0 nm达到最大, 后有一个回落过程。

对于彩色液晶显示器件, 通常选取中心波长的中值电压 $V_{50}$ 为其驱动电压, 其中经常以波长为500.0 nm、550.0 nm和600.0 nm为其中心波长。由于CLCD的陡度 $\gamma = \frac{V_{sat}}{V_{th}}$ , 陡度 $\gamma$ 大于1, 且陡度 $\gamma$ 越小越好。从图5中可以看出, TN-LCD和STN-LCD在550.0 nm上的陡度 $\gamma$ 比500.0 nm和600.0 nm都小; VA-LCD在500.0 nm上的陡度 $\gamma$ 比550.0 nm和600.0 nm都小。因此, 可以选取波长为550.0 nm对应的中值电压 $V_{50}$ 为TN-LCD和STN-LCD的驱动电压; 波长为500.0 nm对应的中值电压 $V_{50}$ 为VA-LCD的驱动电压。

## 4 结 论

(1) 负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD的电光特性: TN-LCD和STN-LCD在驱动电压达到一定的值后, 透过率不会随着电压的增加而增大, 而是趋于稳定值。而VA-LCD则是在透过率达到最大值后, 透过率会随着驱动电压的增加而慢慢减小。

(2) 通过三种不同负性液晶显示器件绿基色的阈值特性的对比分析结果: VA-LCD数值最大, TN-LCD数值次之, STN-LCD数值最小。

(3) 阈值特性随波长变化关系对比分析结果: TN-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 随波长的增大而减小, 而 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 减小的快慢基本一致; STN-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 随波长的增大而减小, 而 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 减小的快慢在各波长上快慢不一; VA-LCD的 $V_{th}$ 、 $V_{sat}$ 和 $V_{50}$ 都是随着波长的增加而逐渐增大, 而 $V_{sat}$ 增大速度比 $V_{50}$ 增大速度快,  $V_{50}$ 增大速度比 $V_{th}$ 增大速度快。

(4) 通过对陡度随波长的变化关系对比分析结果, 可以选取波长为550.0 nm对应的中值电压 $V_{50}$ 为TN-LCD和STN-LCD的驱动电压; 波长为500.0 nm对应的中值电压 $V_{50}$ 为VA-LCD的驱动电压。

通过对负性TN-LCD、STN-LCD和VA-LCD的阈

值特性的分析, 可以对其他的CLCD的选取驱动电压提供一个指导。

## 参考文献

- [1] 任广军, 李国华, 彭捍东. 液晶双折射效应的再研究[J]. 液晶与显示, 2004, 19(4): 270-273.
- [2] 高教波, 陈慧玲, 张戊寅. 液晶双折射 $\Delta n$ 的测量[J]. 应用光学, 1993, 14(6): 53-57.
- [3] 王思齐, 孟颖, 高文莉, 等. 不同取向的向列型液晶盒的光电响应曲线[J]. 物理实验, 2012, 32(9): 12-17.
- [4] 陈杰, 朱振才, 顾培夫, 等. 垂直定向液晶光阀及光电特性的研究[J]. 红外与毫米波学报, 1996, 15(4): 303-308.
- [5] 郭建新, 吴声, 马振军, 等. 多畴STN-LCD的研究[J]. 液晶与显示, 1996, 11(3): 173-181.
- [6] 倪水彬, 朱吉亮, 钟恩伟, 等. 蓝相液晶光电特性研究[J]. 液晶与显示, 2012, 27(6): 719-723.
- [7] Chin-Chuan Lin. Effects of screen luminance combination and text color on visual performance with TFT-LCD[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2005 (35): 229-235.
- [8] Charles Annis, Semenza Paul. 通过改进 TFT-LCD 生产工艺提高光透过率降低生产成本和能耗[J]. 现代显示, 2011, 120-121: 5-9.
- [9] 杨洪宝, 吕永龙, 荆建新, 等. 负显蓝膜STN产品的性能改善[J]. 光电子技术, 2010, 30(2): 135-139.
- [10] Hicks S E, Hurley S P, Zola R S, et al. Polymer stabilized VA mode liquid crystal display[J]. Journal of Display Technology, 2011, 7(11): 619-623.
- [11] Seung Beom Park, Song Jang-kun, Yoonsung Um, et al. Pixel-division technology for high-quality vertical-alignment LCDs [J]. IEEE Electron Device Letters, 2010, 31 (9): 987-989.
- [12] GE Zhi-bing, ZHU Xin-yu, Thomas X, et al. A single cell-gap transfective VA LCD using positive liquid crystal materials[J]. SID 06 Digest: 802-805.
- [13] MA Ji, YANG Young-Cheol, ZHENG Zhi-gang, et al. A multi-domain vertical alignment liquid crystal display to improve the V-T property[J]. Displays, 2009 (30) : 185-189.
- [14] 王志军, 朱修剑, 李荣玉, 等. TFT-LCD的新型VA八畴驱动技术[J]. 液晶与显示, 2009, 24(3): 372-376.
- [15] 黄翀, 许国栋, 杨玮枫, 等. 负性VA-LCD三基色阈值特性分析[J]. 光电技术应用, 2014, 29(4): 34-38.
- [16] 黄翀, 姜言森, 欧阳艳东, 等. LCD三基色光谱特性的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(12): 2494-2497.
- [17] 黄翀, 郑泽浩, 欧阳艳东, 等. 液晶光栅三基色的电光特性研究[J]. 光电子技术, 2009, 29(3): 161-163.