

文章编号:1007-2780(2015)05-0807-06

影响 ADS 面板闪烁漂移的因素研究

冯 兰*, 侯清娜, 王 峥, 林鸿涛, 刘 冬

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要: 挠曲电效应(Flexoelectric Effect)是指液晶分子在外电场的作用下,由于展曲/弯曲形变而导致的液晶分子自极化,并表现出宏观电偶极矩的现象。ADS 模式液晶显示面板在开机工作初,由于挠曲电效应从而产生闪烁漂移(Flicker Shift)的现象。本文从挠曲电效应的产生机理出发,结合试验结果,讨论了灰阶电压大小及灰阶电压对称性对闪烁漂移程度、速率的影响;当闪烁漂移达到稳定后,面板的实际公共电极电压(V_{com})偏移程度变化。结果发现,随着灰阶电压的升高,闪烁漂移程度会随着挠曲电效应的增强而加重,面板内 V_{com} 电压偏移量也随之增加,而改变灰阶电压的对称性可在一定程度上增强或抵消自极化效应带来的 Flicker 漂移和 V_{com} 电压偏移。利用该结果可一定程度上改善面板的显示特性。

关键词: 挠曲电效应; 闪烁漂移; 灰阶电压; 灰阶电压对称性; V_{com} 电压

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20153005.0807

Influence factors on flicker shift for ADS LCD

FENG Lan*, HOU Qing-na, WANG Zheng, LIN Hong-tao, LIU Dong

(Beijing BOE Display Technology Co. Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Flexoelectric effect refers to the spontaneous polarization of LC molecules caused by splay/bend deformation while they are under the action of external electrical field. It would make the LC molecules show electric dipole moment which may produce DC offset in ADS (advanced super dimension switch) panels. The experiment result shows that flicker shift would happen because of flexoelectric effect when the ADS mode panel started to work. This paper investigated how the gray scale voltage and the gray scale voltage symmetry influenced the flicker shift of ADS panel based on the mechanism of flexoelectric effect and experiment result. The flicker shift includes two aspects, shift rate and degree, as well as the voltage of common electrode (V_{com}) deviation. The result indicates that the flicker shift and V_{com} deviation would intensify with the increase of gray scale voltage. And also the change of gray scale symmetry may enhance or relieve flicker shift and V_{com} deviation caused by flexoelectric effect. In this way we may relieve the flicker shift and V_{com} deviation in ADS panel so that the display performance could be improved.

Key words: flexoelectric effect; flicker shift; gray scale voltage; gray scale voltage symmetry; V_{com} voltage

收稿日期:2015-01-07; 修订日期:2015-03-25.

* 通信联系人, E-mail: fenglan@boe.com.cn

1 引言

近些年来,显示器件作为信息产业的重要组成部分,正在加速平板化进程。电视、电脑、移动电话等可携带式便携设备及各类仪器仪表上显示屏的广泛应用,更加推动了显示技术的进一步发展。薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD),以其轻薄化,低辐射、低功耗和低成本等优势,愈来愈占据显示行业中的主导地位。

为了从各个方面提升 TFT-LCD 的显示品质,业界研究了多种模式的液晶显示器,其中高级超维场转化技术(Advanced Super Dimension Switch,简称 ADS)以其在大屏幕、高分辨率下的广视角特点,可应用于各类高端显示器件上,具有显著的技术优势。

一般地,液晶显示器在正常工作时,为防止液晶老化,像素电压极性以 V_{com} 电压为中心周期性变化,当正负极性电压绝对值不等时,即出现闪烁(Flicker)现象。通常情况下,可通过调整特定 Flicker 画面下的 V_{com} 电压,降低正负极性电压的不对称性,直至 Flicker 降至最小值,达到将闪烁现象最小化,提高观看舒适度的目的。

然而对于 ADS 面板,无论初始时的 V_{com} 电压如何,当面板开始工作时,Flicker 会随时间不断漂移,直至达到某一稳定值。针对此现象,其他的企业已有类似的研究工作^[1]。

这是由于 ADS 模式产品,其固有的挠曲电效应存在^[2-4],使得面板在显示初期闪烁(Flicker)不稳定,从而产生 Flicker 漂移的现象。

挠曲电效应于 1969 年首次作为液晶分子的模拟压电效应被提出^[5],它是由于液晶分子在外加电场的情况下,偶极矩由于梯度形变而发生的自发电极化现象。这种效应会对液晶面板内的液晶分子产生诸多影响^[6]。同时根据此效应原理人们也开发出了很多应用,如应用在双稳态显示技术中的挠曲电表面开关技术^[7-9]。

本文基于挠曲电效应的理论,以实验为基础,分析了灰阶电压大小、灰阶电压对称性对 Flicker 漂移的影响,包括漂移速率、漂移程度、漂移稳定前后 V_{com} 电压变化量等方面的分析。

2 实验

2.1 样品与仪器

实验所用的样品主要有三种,19", 21.5"与 23.8"ADS 模组各一个。

试验所用的仪器主要用:色彩分析(CA310),日本 KONIKA MINOLTA 公司制造;数字万用表。

2.2 实验过程

为了表征灰阶电压大小对 Flicker 漂移的影响,分别选取 19", 21.5"及 23.8"ADS 样品作为测试样品,在不同亮度:L0, L64, L127, L192, L248 及 L255 下的 Flicker 画面(1+2 dot, Green)作为测试画面,每隔 1 min,切换至 Flicker Gray L127 (G)画面测试 Flicker 值并记录,连续测试约 2 h。

为了研究灰阶电压对称性对 Flicker 漂移的影响,仍选用上述 3 款面板,分别调偏其某一灰阶电压,改变该灰阶电压对称性,并测试该灰阶下闪烁漂移情况,并与上述未调偏时的情况作对比。

在每次开始测试前,调整 PCB 上 VR 旋钮至面板 Flicker 值最小,测量并记录此时 V_{com} 电压值,记作 V_{com1} ;当面板在所测试画面的闪烁值达到稳定后,再次调整 PCB 上 VR 旋钮至面板 Flicker 最小,并记录此时 V_{com} 电压值,记作 V_{com2} , Flicker 漂移前后 V_{com} 电压的变化量记作 ΔV_{com} , $\Delta V_{com} = V_{com2} - V_{com1}$ 。 ΔV_{com} 变化即反映了测试前后面板内 V_{com} 电压的偏移量。亦可作为衡量闪烁漂移程度的重要依据。

3 结果与讨论

3.1 灰阶电压大小对 Flicker 漂移的影响

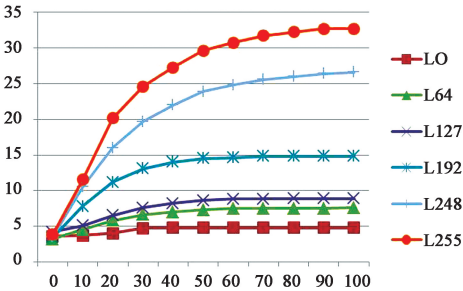
由于液晶分子本身具有固有的偶极矩,在未加电的情况下,偶极矩的正负向分布大小相等,方向相反。故液晶不表现出宏观偶极矩。然而,根据挠曲电效应原理,在像素电压外加电场的驱动下,液晶分子发生展曲/弯曲形变,导致其被极化,液晶盒内由此产生直流偏压。

Ma 和 Cross 等人在研究固体的挠曲电效应时,曾引入测量机械弯曲固体表面电荷的方式来分析挠曲电效应的强弱^[10-14],相似地,我们在研究液晶面板内挠曲电效应时,可通过测试面板最

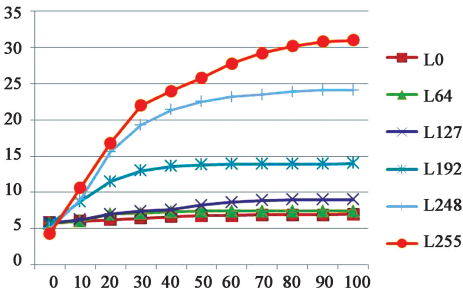
小 Flicker 对应的 V_{com} 电压差来标定挠曲电效应的强弱。

由于 ADS 面板为常黑模式,高灰阶即对应高的像素电压。测试初始状态时,面板的 V_{com} 电压调至面板 Flicker 评价画面下最小值,认为正负帧极性像素电压关于 V_{com} 对称性最佳,此时 V_{com} 电压记作 V_{com1} 。如图 1 所示,随着测试进行,Flicker 值逐渐升高,直至面板达到稳定状态。在这一过程中,Flicker 值逐渐升高,说明面板内在逐渐积累直流偏压,导致了实际面板的 V_{com} 电压发生偏移,正负帧不对称性变大。而由于初始设定的 V_{com} 使得面板正负帧对称性很好,故在此过程中增加的闪烁应为液晶分子受像素电压驱动,在挠曲电效应的作用下发生自极化作用产生的。

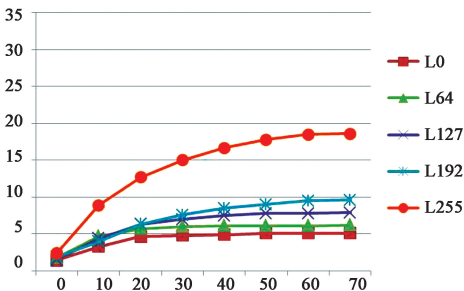
图 1(a),(b),(c) 分别是 19",21.5" 和 23.8" ADS 面板在不同亮度水平闪烁画面下闪烁值随时间漂移的曲线。



(a)19" ADS 样品各灰阶闪烁画面下闪烁漂移曲线
(a)Flicker shift curves at flicker pattern for different gray levels (19" ADS Sample)



(b)21.5" ADS 样品各灰阶 Flicker 画面下 Flicker 漂移曲线
(b)Flicker shift curves at flicker pattern for different gray levels (21.5" ADS Sample)



(c)23.8" ADS 样品各灰阶 Flicker 画面下 Flicker 漂移曲线
(c)Flicker shift curves at flicker pattern for different gray levels (23.8" ADS Sample)

图 1 不同产品各灰阶 Flicker 画面下 Flicker 漂移曲线
Fig.1 Flicker shift curves at flicker pattern for different gray levels (Different samples)

一般地,随着灰阶的升高,闪烁初期的漂移速率会较快,终态稳定时的闪烁值也相对较高。三款产品均反映了这一特性。这说明,随着灰阶的升高,加在液晶分子上的像素电压升高,液晶分子由于展曲/弯曲形变而产生的极化也变强,面板内产生的直流残余电压升高,导致实际的 V_{com} 偏移量变大,最终稳定时的闪烁值也较大。这一现象说明挠曲电效应是随着外界电压增大而逐渐增强的。

在老化达到闪烁稳定后,调整 PCB 上 VR 调节钮,调节面板 V_{com} 电压,使面板闪烁重新达到最小值,此时记作 V_{com} 电压为 V_{com2} 。计算前后 V_{com} 电压差 $\Delta V_{com}=V_{com2}-V_{com1}$, ΔV_{com} 即可作为衡量液晶分子被极化的程度的标度。结果如表 1 所示。

表 1 不同样品在各灰阶闪烁画面下老化试验后 V_{com} 漂移量

Sample	19"ADS/V	21.5"ADS/V	23.8"ADS/V
L0	0.016	0.007	0.004
L64	0.032	0.033	0.021
L127	0.029	0.059	0.035
L192	0.047	0.086	0.042
L248	0.085	0.101	0.050
L255	0.103	0.125	0.063

表 1 结果显示,一般地,在不同灰阶老化稳定后 ΔV_{com} 值,随着灰阶电压升高而增大。 ΔV_{com} 均为正值,说明闪烁漂移过程中,面板的实际 V_{com} 发生正向偏移导致。老化灰阶越高,则 V_{com} 电压正向偏移量越大,即挠曲电效应产生的液晶分子自极化程度越强。

3.2 灰阶电压对称性对闪烁漂移的影响

为了研究像素电压对称性对闪烁漂移的影响,对面板特定灰阶的正/负帧电压同时人为调偏,调偏的大小、方向均相同,此时,对于该灰阶而言,相当于 V_{com} 电压被调偏,其余灰阶的电压对称性仍保持不变。

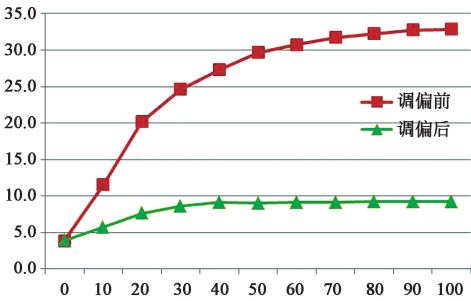
仍选用 19", 21.5" 及 23.8" ADS 面板,分别选取不同的灰阶电压,人为将电压调偏。调偏的方式为:对于选定的灰阶,正负帧同时正(或负)像调偏相同的电压 V_1 ,对于这一灰阶, V_{com} 电压负(或正)向调偏 V_1 ,而其他灰阶则不受影响。各产品所调整的灰阶及调偏量如表 2 所示。

表 2 各产品灰阶电压调偏量

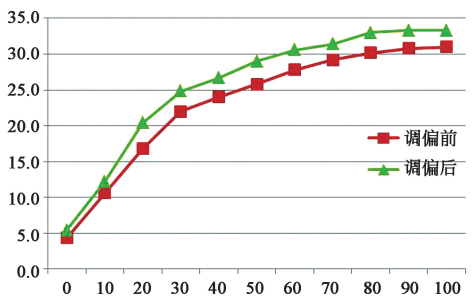
Tab. 2 Gray Level voltage shift for different samples

样品	调整灰阶	正 & 负帧电压调偏量
19" ADS	L255	+0.25 V
21.5" ADS	L255	+0.10 V
23.8" ADS	L0	+0.10 V

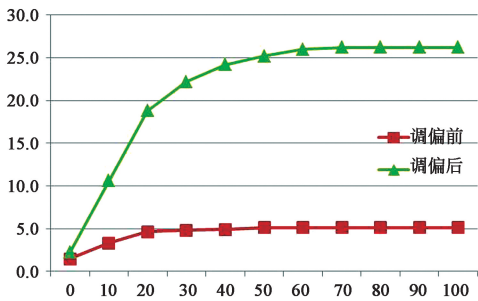
图 2(a), (b), (c) 为上述 3 款产品在被调整灰阶前后闪烁漂移的变化曲线对比。



(a) 19" ADS 样品 L255 电压调偏前后闪烁漂移曲线
(a) Flicker shift curves comparison before & after L255 gray Level voltage shift at flicker pattern (19" ADS Sample)



(b) 21.5" ADS 样品 L255 电压调偏前后闪烁漂移曲线
(b) Flicker shift curves comparison before & after L255 gray Level voltage shift at flicker pattern (21.5" ADS Sample)



(c) 23.8" ADS 样品 L0 电压调偏前后闪烁漂移曲线
(c) Flicker shift curves comparison before & after L0 gray Level voltage shift at flicker pattern (23.8" ADS Sample)

图 2 不同产品灰阶电压调偏前后闪烁漂移曲线
Fig. 2 Flicker shift curves comparison before & after gray Level voltage shift at flicker pattern for different samples

表 3 不同样品在各灰阶闪烁后 V_{com} 漂移量对比 (灰阶电压调偏后)

Tab. 3 V_{com} voltage shift comparison for different samples after flicker pattern aging at different gray levels

Sample	19" ADS	21.5" ADS	23.8" ADS
L0	0.016	0.007	-0.084
L64	0.032	0.020	-0.021
L127	0.029	0.030	0.025
L192	0.047	0.047	0.036
L248	0.085	0.075	—
L255	0.019	-0.128	0.062

面板点亮时闪烁变化过程中,不仅受到液晶极化时产生的偶极矩大小的影响,还受到初始状态时的灰阶电压不对称程度的影响。图 2 体现了在同样的液晶极化程度下(所选取的点亮画面灰阶相同),灰阶电压不对称程度对闪烁漂移的影响。

图 2(a)中,19"ADS 样品被调整前,由于灰阶电压过高,挠曲电效应明显,闪烁漂移程度较大,当 L255 灰阶正/负帧电压同时正向调偏 0.1 V,相当于 V_{com} 电压负向调偏 0.1 V。面板点亮至稳定态结束后, V_{com} 电压偏移量由原来的 0.103 V 降至 0.019 V(见表 1 和表 3 数据)。这说明灰阶电压不对称性抵消了液晶自极化效应产生的直流压差,因此图中灰阶电压调偏后,闪烁漂移程度大大减小。

图 2(b)中,21.5"ADS 样品 L255 灰阶正/负帧电压同时正向调偏 0.25 V,相当于 V_{com} 电压负向调偏 0.25 V。面板点亮至稳定态结束后, V_{com} 电压偏移量由原来的 0.125 V 降至 -0.128 V(见表 1 和表 3 数据)。说明灰阶电压不对称性过大,不仅抵消了原来液晶自极化效应产生的直流压差,同时更反向叠加了一程度相近的直流压差,因此图中闪烁漂移程度与原来相比差异不大。

图 2(c)中,23.8"ADS 样品 L0 灰阶的正/负帧电压被正向调偏 0.10 V,相当于 V_{com} 电压被负向调偏 0.1 V,面板点亮至稳定态结束后, V_{com} 电

压偏移量由原来的 0.004 V 降至 -0.084 V(见表 1 和表 3 数据)。由于 L0 是液晶分子被极化程度最小(外加电压很小,接近 0V),故面板点亮后 V_{com} 漂移主要是电压不对称性造成的,调偏后闪烁漂移程度变大也是由于一开始 L0 灰阶电压的不对称性过大造成的。

由此可知,有目的地调整灰阶电压关于 V_{com} 电压的对称性,可在一定程度上改变由于 ADS 面板挠曲电效应产生的闪烁漂移程度及直流偏置大小,对于改善面板显示特性有一定作用。

4 结 论

通过在不同亮度闪烁画面下长时间点亮 ADS 面板的方式,研究了灰阶电压对 ADS 面板挠曲电效应的影响。研究发现,加载在液晶上的电场越强,液晶因展曲/弯曲产生的挠曲电效应也就越明显,在液晶面板工作时,会自发地在液晶盒内产生一个直流偏置电压,从而改变初始时 V_{com} 电压设置,产生闪烁漂移的现象。在液晶材料不发生改变时,这一固有效应无法有效消除,但是,可以通过移动端点电压的方式,人为使 V_{com} 电压偏置,一定程度上削弱或抵消挠曲电效应带来的 V_{com} 电压偏移及闪烁漂移现象,提高面板显示特性。

参 考 文 献:

[1] 余晓飞,周井雄,孔祥健,等. FFS 模式中闪烁漂移的研究 [C]. 2014 中国平板显示学术会议,南京,2014: 25-26.
She X F, Zhou J X, Kong X J. *et al.* Study on flicker shift for FFS LCD [C]. 2014 Chinese Flat-Panel Display Academic Conference, Nanjing, 2014:25-26. (in Chinese)

[2] Kogan S. M Piezoelectric effect during inhomogeneous deformation and acoustic scattering of carriers in crystals. [J]. *Sov. Phys. Solid State*, 1964,5:2069-2070.

[3] Hwa J, In Won J. Investigation on flexoelectric effect in the fringe field switching mode [C]*Society for Information Display, SID International Symposium, Seminar, and Exhibition*, 2013:101.

[4] Tsuruma T, Goto Y, Higashi A, *et al.* Novel Image Sticking Model in the Fringe Field Switching Mode Based on the Flexoelectric Effect [J]. *Eurodisplay*, 2011, 11:13.

[5] Meyer R B. Piezoelectric effects in liquid crystals [J]. *Phys. Rev. Lett.*, 1969, 22: 918.

[6] Blinov L M, Chigrinov V G. Electrooptic effects in liquid crystal materials [D]. *New York, Springer-Verlag Publishing Co., new york*,1994.

[7] Denniston C, Orlandini E, Yeomans J. Lattice boltzmann simulations of liquid crystal hydrodynamics [J]. *Phys. Rev. E*, 2001, 63:056702_10.

[8] A J Davidson and N J Mottram, Defect trajectories and domain-wall loop dynamics during two-frequency switching in a bistable azimuthal nematic device [J]. *Phys. Rev. E*, 2002, 65:051710.

[9] Parry-Jones L A , Meyer R B, Elston S J. Flexoelectric surface switching of bistable nematic devices [J]. *Appl. Phys.* 2009, 106: 014510.

[10] Ma W, Cross L. E. Large flexoelectric polarization in ceramic lead magnesium niobate [J]. *Appl. Phys. Lett.* , 2001, 79: 4420-4422.

[11] Ma W H, Cross L E. Observation of the flexoelectric effect in relaxor Pb (Mg1/3Nb2/3)O₃ ceramics [J]. *Appl. Phys. Lett.* , 2001, 78, 2920-2921.

[12] Ma W H, Cross L E. Flexoelectric polarization of barium strontium titanate in the paraelectric state [J]. *Appl. Phys. Lett.* , 2002, 81, 3440-3442.

[13] Ma W H, Cross L E. Strain-gradient-induced electric polarization in lead zirconate titanate ceramics [J]. *Appl. Phys. Lett.* , 2003, 82: 3293-3295.

[14] Ma W H, Cross L E Flexoelectric effect in ceramic lead zirconate titanate. [J]. *Appl. Phys. Lett.* 2005, 86: 072905.

作者简介:冯兰(1986—),女,陕西咸阳人,硕士,高级研究员,主要从事 LCD 相关研发工作。E-mail:fenglan@boe.com.cn