

文章编号:1007-2780(2012)03-0359-05

TFT-LCD 中驱动信号对线残像的改善研究

林鸿涛, 邵玉生, 胡海琛, 胡巍浩, 张 亮, 邵喜斌

(京东方显示技术有限公司, 北京 100176, E-mail: linhongtao@boe.com.cn)

摘 要: 通过对 TFT-LCD 去隔行扫描输入信号易产生线残像的问题进行分析, 考察线残像产生的原因与驱动信号之间的关联。结果表明, 通过改变驱动信号的极性反转方式可以改善线残像, 但改善线残像同时却带来了闪烁问题。经过进一步研究分析, 通过增加预充电信号以及控制 TFT 特性的开关比可以有效解决改善输入信号后带来的闪烁问题, 并给出了相应的原理解释。为线残像的分析和改善提供了解决方法和理论依据。

关 键 词: TFT-LCD; 线残像; 极性反转; 预充电; 闪烁

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20122703.0359

Improvement Research of Line Image Sticking by Drive Signal in TFT-LCD

LIN Hong-tao, XI Yu-sheng, HU Hai-chen,
HU Wei-hao, ZHANG Liang, SHAO Xi-bin

(Beijing BOE Display Technology Co. Ltd., Beijing 100176, China, E-mail: linhongtao@boe.com)

Abstract: The de-interlaced scan input signal is easy to produce line image sticking in TFT-LCD. This paper researched the relationship between line image sticking with the drive signal. The result shows that line image sticking can be reduced by changing the polarity inversion mode of drive signal. At the same time by adding the pre-charge and controlling the TFT current ratio of I_{on}/I_{off} , the flash problem brought by changing drive signal could be resolved. The research established the solution and theoretical basis for line image sticking.

Key words: TFT-LCD; line image sticking; polarity inversion; pre-charge; flash

1 引 言

近年来, 液晶显示已与日常生活密不可分, 液晶手机、液晶显示器、液晶电视等产品已抢占了全部或大部分的市场份额。随着液晶产品拥有量的增大和使用的深入, 人们对液晶产品的显示品质也提出了更高的要求: 广视角, 高对比度, 快速画面切换(快速响应时间), 低耗电, 及画面稳定。而画面稳定需要改善的问题之一就是“残像”^[1-2]。

所谓“残像”即影像残留, 通常可分为“面残

像”和“线残像”。二者产生的本质原因一致, 即当液晶屏幕长时间保持一幅静止画面时, 液晶分子由于受到长时间的电荷驱动而被极化, 从而造成液晶分子不能在信号电压控制下正常偏转。也就是说即便改变显示画面的内容, 屏幕上仍然可以看到静止图像的痕迹。

残像是液晶平板显示制造过程中的一大难题。一般都将残像以离子模型方式讨论, 如果液晶盒中含有杂质离子, 经长时间固定显示同一画面, 离子沿液晶倾角向液晶盒上、下电极方向移

动,直到抵达配向层而停止。当离子聚集到足以影响驱动液晶电压时,将使液晶盒穿透率改变。此时若切换显示画面,其已聚集的离子无法马上离开配向层表面,将会因离子聚集处之穿透率与其他区域穿透率不同,而形成残像^[3]。

残像产生的本质原因是液晶显示面板中含有杂质离子,同时驱动信号存在波形失真或含有一定的直流成分以驱动杂质离子定向移动。改善残影显示缺陷可以从清除杂质离子方面入手,也可以从驱动电路入手^[4]。本文主要通过在实际液晶电视显示屏在制造过程中遇到的线残像问题,对液晶面板输入信号进行分析,考察线残像产生的原因与液晶显示输入信号之间的关联;同时通过对输入信号的改进和 TFT 特性的提高,解决了在改善线残像过程中遇到的闪烁问题。最终为线残像的改善提供了分析方法和理论依据。

2 驱动信号引起的线残像分析

电视信号传输一般都采用隔行扫描的方式,这样可以节省信号传输带宽。所谓隔行扫描,既采用交错式扫描视频显示方式(interlaced scan),与逐行扫描“p”(progressive)相对应。液晶电视是当前的高端液晶产品,显示模式为逐行扫描,因而 LCD 的逐行扫描为了对应于电视的隔行扫描信号,系统需要做去隔行化处理。去隔行就是对隔行视频信号的奇(偶)数帧图像信息采用各种技术重建其缺少的偶(奇)数帧图像信息,使之成为一帧完整图像信号^[5-6]。作为一种常见的低端电路处理系统,通常采用在隔行扫描输入奇数帧和偶数帧信号时,中间行信号电压大小为上下两行电压值的平均值,电压的正负则由液晶的翻转方式决定。

采用上述电路的隔行扫描输入信号的液晶面板,线残像最为严重,下面主要针对这一驱动信号对线残像的产生原因做详细讨论。

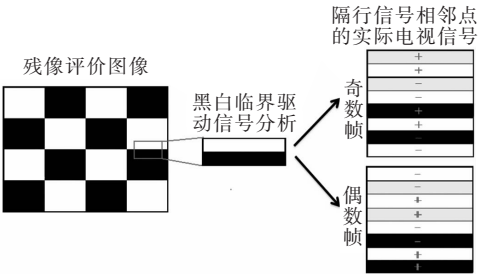


图 1 隔行扫描示意图

Fig. 1 Interlaced scan signal schematic diagram

以残像评价画面中黑白临界的驱动信号来分析(图 1 所示)。画面分为奇数帧和偶数帧,采用每两行变换极性的驱动方式,灰色和黑色表示实际输入信号,白色部分表示实际没有输入的信号,其信号通过插行计算得到。其结果如图 2 所示,假设实际工作中所加的正负向电压值为 7 V,则在奇数帧的扫描过程中,在残像画面评价中的黑白交界处的 A 行为未真正扫描的一行,其上一行电压为-7 V,下一行为 0 V,经插行计算所得电压大小为-3.5 V。此时 B 行为真实输入信号的一行,电压值为 0 V。而在偶数帧里 A 行为真正扫描的一行电压为+7 V。同理,此时未扫描的一行为 B 行,经过插行计算电压为-3.5 V。

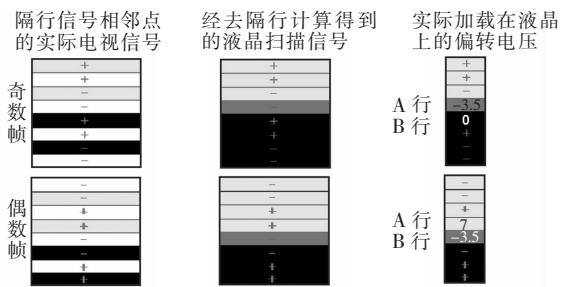


图 2 实际加载在液晶上的偏转电压示意图
Fig. 2 Deflection voltage load on the LC

这样在残像评价的画面中,对于处于黑白临界处的 A 行,一直处于-3.5 V 和+7 V 的偏置电压中(同理 B 行应一直处于-3.5 V 和 0 V 的偏置电压中),其等效像素偏置电压如图 3 所示。这样一段时间后就会形成线残像。

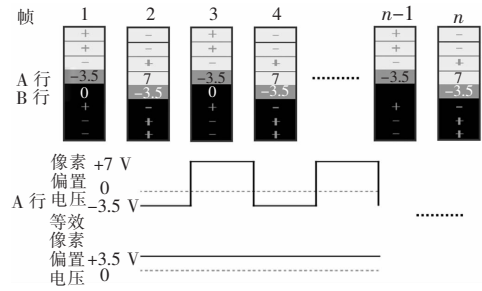


图 3 去隔行扫描信号等效偏置电压示意图

Fig. 3 Equivalent bias voltage schematic diagram of deinterlaced scan input signal

3 线残像的解决方案探讨

3.1 极性反转信号的引入

如前面分析,如果输入信号长时间维持不变,经过一段时间就会形成线残像。为了消除液晶长

时间的单向直流偏置,在某一时间“T”后,将正常极性反转的信号变换为与其相反的极性反转信号(如图 4 所示),这样加载在液晶上的等效直流偏置也相应反转。通过将极性不断地反转,从而使得在一段时间内加载在液晶上的等效直流偏置仍为零。从而防止了液晶的过度极化,最终可以避免线残像的产生。

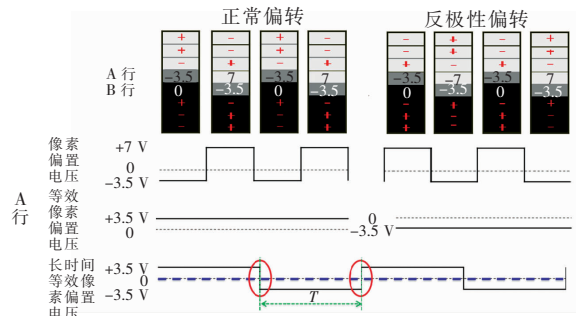


图 4 极性反转信号示意图

Fig. 4 Schematic diagram of polarity inversion signal

3.2 闪烁问题的研究和探讨

3.2.1 预充电对闪烁现象的改善

在实际应用中发现,随着极性反转信号的引入,虽然很好地解决了在去隔行扫描信号中的线残像问题,但同时发现在输入信号发生极性反转的时刻屏幕有轻微的闪烁现象,针对这一现象我们做了进一步研究。

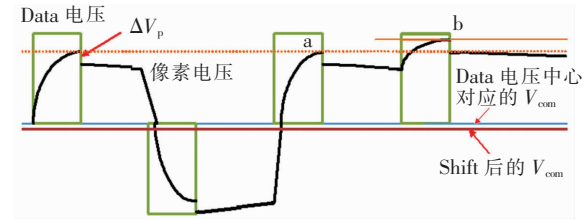


图 5 Data 电压极性反转帧时序图

Fig. 5 Data voltage timing sequence diagram in polarity inversion frame

正常像素上的电压变化如图 5 的第一帧和第二帧(实际是这两帧的不断循环),在扫描时间内,像素电压从 0 V(实际上只有刚开机时是 0 V,其他时间是从反向电位,先中和到 0 V,再继续充电)充电到接近 Data 电压,之后扫描线关闭,像素电压会发生 ΔV_p 跳变。人眼看到的每一帧画面的像素亮度,是一帧时间的像素亮度的平均值,当正向像素电压和负向像素电压相对于 Shift 后的

V_{com} 是对称时,不发生闪烁。

第三帧和第四帧是输入信号发生极性反转时的情况。由于第四帧发生了极性反转,因此第四帧是在第三帧正向电压的基础上继续正向充电,因此正向充电时间长,充电起点高,扫描线半关闭后虽然也发生同样程度的 ΔV_p 跳变(ΔV_p 的大小由 TFT 特性确定),由于起点高,因此跳变后的像素电压高于正常的第一帧到第三帧的像素电压,这一帧的像素平均亮度也会高于前三帧,因此能看到这一帧的闪烁,而到第五帧时,就与第二帧相同,因此闪烁只发生在极性反转这一帧。

由于第三帧和第四帧的像素电压发生了同样程度的 ΔV_p 跳变,由此推断,第三帧的像素电压与第四帧的像素电压越低,两者的差别对人眼的感觉越明显(人眼对低灰阶的亮度敏感),经实验验证,在不同灰阶下闪烁的明显程度是: $L127 > L160 > L180$,当灰阶高于 $L215$ 时看不到闪烁现象。

因而,不同的液晶面板在同样灰阶下发生闪烁的程度不同,与图中 a、b 两点的电压差太大,使像素电压差进入人眼的敏感范围。为了降低图 5 中 a、b 两点的相位差,在极性反转信号的基础上对信号时序做了进一步修改:在正式扫描之前先进行一次预充电,其时序如图 6 所示。

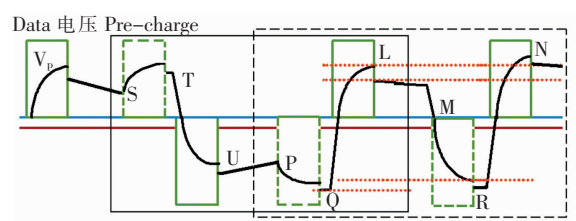


图 6 增加预充电后的极性反转信号时序图

Fig. 6 Pre-charge in timing sequence diagram of polarity inversion frame

所谓预充电,就是扫描行在真正驱动寻址之前,先行打开 TFT 进行反向充电,如图 6 所示(Data 电压的虚线部分表示预充电信号)。其中实线框是某行像素相邻两帧无极性反转的情况。在前一帧是“+”极性的情况下,先预充电,由于该帧是“-”极性,因此预充电是“+”极性,即预充电的极性与前一帧像素的极性是相同的,因此是将像素电位先加大(升高,从 S 到 T),然后保持一行

时间(时间太短,可以看作无漏电,但有 ΔV_p 跳变),再在真正寻址时间内向“ $-$ ”极性放电和充电(到 U 点)。极性为“ $-$ ”的像素电压一帧时间内变为 P 点,然后同极性预充电到 Q 点,再反向充电到 L 点。

图 6 的虚线框部分,是发生极性反转帧和它前一帧的情况。由于这种情况下,预充电的极性

与前一帧像素的极性相反,所以像素电位不是先充电,而是直接向相反方向放电,然后充电(从 M 点到 R 点),因此 R 的位置要低于 U 点,但如果 R 的电位与 Q 点相近,则真正寻址时间内从 R 点到 N 点的充电情况,与前一帧的从 Q 点到 L 点的情况近似,这样在极性反转帧的时候就不会出现闪烁。

表 1 发生闪烁面板的 TFT 特性数据
Table 1 Data of TFT characteristics of flash panel

Sample	Dark				Photo			
	$I_{on}(\mu A)$	$I_{off}(pA)$	V_{th}	Mob	$I_{on}(\mu A)$	$I_{off}(pA)$	V_{th}	Mob
1	10.25	6.27	0.62	0.61	11.74	69.22	-0.07	0.63
2	11.93	5.52	-0.09	0.63	13.53	85.51	-0.36	0.70
3	13.29	6.56	0.31	0.76	15.22	120.68	-0.12	0.82
4	13.17	-0.01	0.66	0.82	15.41	89.31	-0.13	0.84
5	14.08	1.57	0.34	0.80	15.65	115.37	-0.25	0.81

表 2 改善后无闪烁面板的 TFT 特性数据
Table 2 Data of TFT characteristics of improved panel

Sample	Dark				Photo			
	$I_{on}(\mu A)$	$I_{off}(pA)$	V_{th}	Mob	$I_{on}(\mu A)$	$I_{off}(pA)$	V_{th}	Mob
1	13.29	5.33	0.09	0.73	14.58	63.48	-0.30	0.76
2	12.21	3.14	0.59	0.73	13.61	60.29	0.08	0.75
3	12.12	2.00	1.43	0.84	13.91	52.51	0.65	0.86
4	13.97	-0.05	0.24	0.80	15.90	68.19	-0.44	0.82
5	11.56	5.06	0.87	0.72	13.37	86.84	0.04	0.74

3.2.2 TFT 特性对闪烁现象的影响

在实际液晶面板的制备中加入预充电之后,闪烁现象明显减轻,但仍有部分液晶面板有微弱闪烁,为了进一步改善,对比了无闪烁和微弱闪烁面板的 TFT 特性。其结果如表 1 和表 2 所示。结果表明,当 TFT 特性在 Photo 条件下开态电流(I_{on})小于 $13.53\mu A$ 或关态电流(I_{off})大于 $89.31pA$ 时发生闪烁,且 I_{on} 越小或 I_{off} 越大(即 TFT 的开关比 I_{on}/I_{off} 越小)闪烁越严重。

对比分析可知,预充电信号的加入只是在试图降低图 5 中 a、b 两点的差异,如果反向的预充电不是足够大(即 I_{on} 不是足够大,如图 7 所示:虚线是表示 I_{on} 小的面板,实线是表示 I_{on} 大的面板),最终仍可能使 R 点的电位高于 Q 点(R 点由“ $+$ ”极性 M 点向反向充电,而 Q 点是由“ $-$ ”极

性 P 点向负性充电),从而使 N 点的电压高于 L 点,如果 N 点和 L 点电压差进入了人的敏感范围,则引起闪烁。

由 TFT 特曲线可知,随着栅极电压的降低,TFT 的 I_{on} 逐渐降低,为了进一步验证 I_{on} 对闪烁的影响,将一块无闪烁面板的栅极高电压 V_{gh} 由正

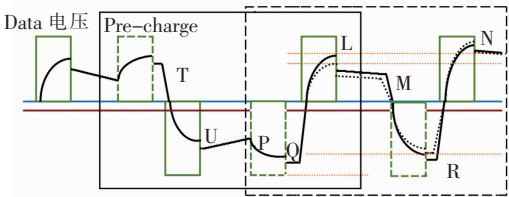


图 7 I_{on} 对增加预充电极性反转信号的影响
Fig. 7 The I_{on} infection in timing sequence diagram of pre-charge polarity inversion frame

常逐渐降低,发现 V_{gh} 由 26 V 降低到 20 V 时开始出现闪烁现象,继续降低 V_{gh} ,闪烁程度逐渐加重,进一步验证了 I_{on} 较小时易产生闪烁的原因。

图 8 是考虑在 I_{on} 充分大,但 I_{off} 也很大的情况下,极性反转帧与其前后两帧的情况。比较两个面板,虚线是表示 I_{off} 大的面板,实线是表示 I_{off} 小的面板。在同一帧中由于 R 点高于 Q 点(图 6 中已说明),因而 N 点高于 L 点,这样 I_{off} 较大的面板中 a 和 b 点的电位相对于 I_{off} 小的面板的 c 和 d 点的较低(显示灰度低),因而 b 点和 a 点的电位差更容易进入眼的敏感范围(人眼对低灰阶的亮度敏感)。当缩短一帧的时间时(通过输入频

率来改变),漏电时间变短,图中的 M 点差别变小,从而 R 和 N 各点的差别也随之变小,a 与 b 的差值也变小,则闪烁现象减轻至看不到。经实验验证在不同的输入频率下闪烁程度由大到小依次为:40 Hz、60 Hz、90 Hz。

有闪烁现象的面板中 I_{on} 较低或 I_{off} 较高,即 TFT 的开关比较低,因而为了改善线残像引入的极性反转和预充电信号可能需要更高 TFT 的开关比(I_{off} 不能太高同时 I_{on} 不能太低)来避免闪烁问题,对液晶面板的制造工艺提出更高的要求。

4 结 论

线残像的产生与液晶显示输入信号之间存在着较大的相关性。研究表明,液晶面板的去隔行扫描输入信号较易产生的线残像,可以通过改变驱动信号的极性反转方式得到有效改善;同时通过增加预充电和控制 TFT 特性的开关比解决了改善输入信号后带来的闪烁问题。这表明对于线残像的相关不良可以通过改变输入信号和提高制备工艺来避免,为改善线残像不良提供了分析方法和解决思路。

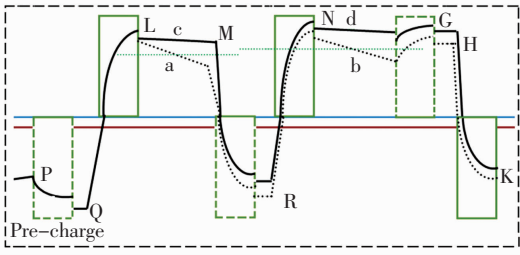


图 8 I_{off} 对增加预充电极性反转信号的影响
Fig. 8 The I_{off} infection in timing sequence diagram of pre-charge polarity inversion frame

参 考 文 献:

[1] Nanno Y, Mino Y, Takeda E, *et al.* Characterization of sticking effects of TFT-LCD [J]. *SID*, 1990, 9(5): 404-407.
[2] Lien A, Chen C J, Inoue H, *et al.* Image sticking measurement of LCDs [J]. *SID*, 1997, 28(1): 203-206.
[3] Neyts K, Vermael S, Desimpel C, *et al.* Lateral ion transport in nematic liquid-crystal devices [J]. *J. App. Phys.*, 2003, 94(6): 3891-3896.
[4] 李永忠, 纪伟丰, 周炎宏. STN-LCD 残影显示的原理分析及实验研究 [J]. *液晶与显示*, 2011, 12(6): 733-740.
[5] 李宝魁, 姚素英, 张涛. 视频格式转换芯片中的去隔行系统设计 [J]. *电视技术*, 2005, 281(11): 35-40.
[6] 岳雷飞. 视频格式转换中去隔行算法的研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学硕士学位论文, 2010.