

文章编号:1007-2780(2019)04-0354-07

TFT-LCD 发绿的研究及改善

杨宗顺*, 朱建华, 张加勤, 李 伟, 李祖亮, 钟 野, 杨德波, 樊明雷
(重庆京东方光电科技有限公司, 重庆 400714)

摘要: TFT-LCD (Thin film transistor-liquid crystal display) 行业中, 在对屏进行切割、搬运过程中, 容易造成屏边缘破损。当破损位置刚好位于屏点银胶位置时, 银胶会通过破损进入, 与黑矩阵 (Black matrix, BM) 接触, 使黑矩阵带电形成干扰电场, 从而使液晶偏转异常而产生发绿不良。切割工艺中, 增加辅胶涂覆可以使切割后的空白条更稳定, 从而减少搬运过程中摩擦、碰撞导致的屏边缘破损, 从而降低不良发生率, 导入后不良发生率由 5.6% 下降到 1.5%。屏单侧点银胶是一种具有可行性的不良改善临时措施, 但不具有量产导入性。通过对比相似产品银胶点位设计及产线工艺条件调查, 得出当银胶点距离屏边缘 ≥ 4 mm 时, 可有效防止发绿不良的发生。在点银胶侧 BM 区域进行挖槽, 使银胶与 BM 隔离开, 可彻底避免静电由银胶导入黑矩阵。黑矩阵挖槽设计导入后, 发绿不良降低为 0%, 不良彻底解决。

关键词: 切割; 静电; 银胶; 发绿; BM; Dummy 胶

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193404.0354

Investigation and solution of TFT-LCD greenish problem

YANG Zong-shun*, ZHU Jian-Hua, ZHANG Jia-Qing, LI Wei, LI Zu-Liang,
ZHONG Ye, YANG De-Bo, FAN Ming-lei

(Chongqing BOE Optoelectronics Technology CO., LTD, Chongqing 400714, China)

Abstract: In the TFT-LCD industry, it is easy to cause Panel edge to be damaged during the cutting and transportation. When the damage position is just at the position of the silver point of the Panel, the silver glue enters through the breakage and contacts with the BM (Black matrix), causing the BM to be charged to form an interference electric field, thereby causing the liquid crystal to deflect abnormally and causing greenish problem. In Cut process, the increase of dummy Seal can make the dummy bar after cutting more stable, thereby reducing the edge breakage caused by friction and collision during transportation, thus reducing the incidence of greenish, after introduction the incidence of greenish is reduced from 5.6% to 1.5%. Panel single-side silver glue point is a feasible temporary improvement measure, but it does not suitable for mass production. By comparing the design of silver glue points of similar products and investigating the process conditions of the production line, we concluded that when the silver glue points are more than 4mm away from the edge of the panel, it can effectively avoid the occurrence of greenish. Make a groove in BM area to separate the silver glue from BM, and the static electricity can be completely prevented from being introduced into the BM by the silver glue. After the introduction of the BM groove design, the greenish failure was reduced to 0%,

收稿日期: 2018-09-15; 修订日期: 2018-12-17.

* 通信联系人, E-mail: yangzongshun@boe.com.cn

and the failure was completely solved.

Key words: cut; electro-static; silver glue; greenish; black matrix; dummy seal

1 引言

随着信息技术的高速发展,人们对视觉感官的要求越来越高。这对以 TFT-LCD 为主流的显示行业来说,也是充满了挑战和期待^[1]。目前,国内各屏企业将目光逐渐投向了有着下一代显示产品之称的 OLED^[2-5] (Organic Light-Emitting Diode),但 OLED 暂无大量客户端运用,主流产品仍然是 TFT-LCD,而 TFT-LCD 也在竞争激烈的市场上不断改进和推陈出新。其中,本公司开发的 ADSDS (Advanced Super Dimension Switch) 技术是业内领先的超硬屏技术之一,可让屏幕拥有更高透过率、亮度和对比度,接近 180° 的视角可实现更为逼真的图像显示效果。且 ADSDS 屏兼具功耗低,更环保等优势,目前广泛应用于智能手机、平板电脑、笔记本、显示器及电视等全系列显示产品^[6-7]。

本公司一款 TFT-LCD 产品在量产过程中,存在 L0 发绿不良,严重影响了产品显示品质,也造成了良率及收益的损失。L0 发绿为在点灯测试过程中 L0 画面下异常发绿显示不良。通常,屏全屏发绿与内部电场受干扰相关,可能存在静电影响或非正常干扰电场存在。

本文就某款产品发生的 L0 发绿进行了深入研究,找到了不良产生的原因,对不良的现象、发生机理进行了合理解释。在此过程中,进行了工艺改善验证;对不良进行了复活、挽救措施验证;就防止再发生,结合产线工艺情况和产品自身设计,分别提出了两种可彻底改善的设计变更方案。通过验证,挽救措施切实可行;而设计变更导入后,L0 发绿不良得到了根本改善。

2 发绿概述及机理分析

2.1 现象及分析概述

发绿为点灯画面 L0 灰阶下全屏泛绿,如图 1。通常,发绿可由静电或屏存在异常电场引起。

ADSDS 产品相对于 TN (Twisted Nematic) 产品,彩膜 (Color filter) 侧背面存在 ITO (Indium tin oxide),ITO 为屏导静电作用。通过银胶点,ITO 与屏 GND (Ground) 线相连。宏观检查背 ITO 无损伤,测试 ITO 电阻率无异常。显微镜下观察,发现银胶位置彩膜内侧存在微小破损。微观下,银胶通过破损口进入与黑矩阵发生接触。发现异常后,正常屏模拟黑矩阵与银胶点接触实验,点灯 L0 发绿可复现。

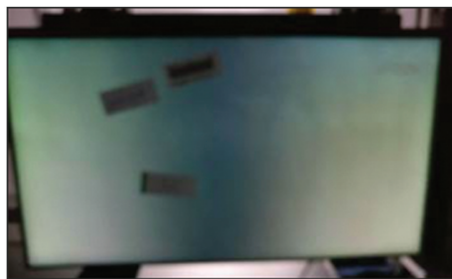


图 1 发绿现象

Fig.1 Phenomenon of greenish

2.2 不良机理分析

如上所述,背 ITO 为彩膜侧表面涂覆的导电层,其作用是将屏表面的静电通过银胶接 GND 线排除^[8-9],避免屏表面静电聚集,形成表面电场,干扰内部正常液晶偏转造成异常显示^[10-11]。ITO、银胶、GND 等连接如图 2 所示。

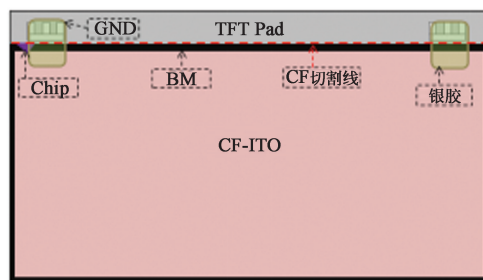


图 2 屏结构图示

Fig.2 Structure of the panel

通过显微观察和模拟实验基本确定,银胶与黑矩阵接触是造成发绿的原因。而破损怀疑是切割、搬运过程产生^[12-13],破损发生位置刚好位于

银胶点位,银胶经破损缝隙处进入,并与黑矩阵接触,造成不良。正常银胶点与本次存在破损的银胶点位侧视图对比,如图 3、图 4 所示。

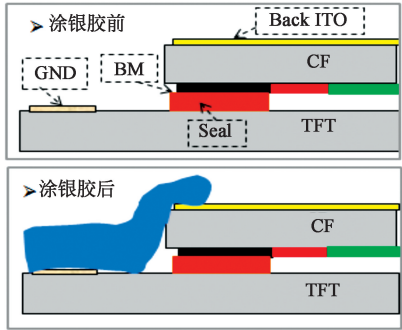


图 3 正常银胶点

Fig.3 Normal silver glue point

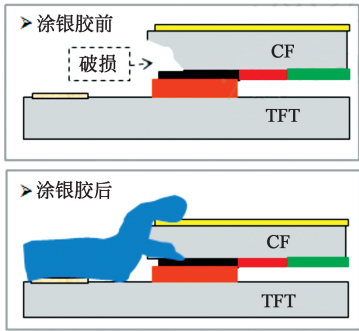


图 4 异常银胶点

Fig.4 Abnormal silver glue point

实验发现,对失效(Not Good)银胶点位施加 1~3 V(相对 GND 电压)电压过程中,发绿现象逐渐减轻。当加至 3 V 时,发绿现象完全消失。Panel 设计中背 ITO 通过银胶连接至 GND, GND 为屏相对接地端。黑矩阵本身不带电,可近似认为正常黑矩阵为 0 V。而实验中对失效银胶点施加正向电压至 3 V 时发绿消失,可认为黑矩

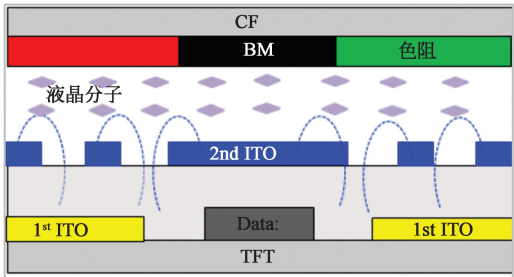


图 5 正常电场图

Fig.5 Normal electric field

阵连接银胶后带负电,当施加相对 GND 正向电压后,黑矩阵恢复理论 0 V 时发绿消失。

在无外界电场干扰时,TFT 侧两层 ITO 间形成电场,液晶分子在水平方向有序排列,根据不同压差进行偏转,如图 5 所示。

当银胶与黑矩阵接触,使黑矩阵带电(相对负电),黑矩阵与 TFT 侧 ITO 形成电场,如图 6 所示。正常屏无黑矩阵-ITO 电场,L0 画面下,液晶分子水平排列,像素无漏光,为灰阶显示。而存在黑矩阵-ITO 电场时,像素边缘液晶偏转异常,继而产生像素边缘漏光,形成发绿不良。

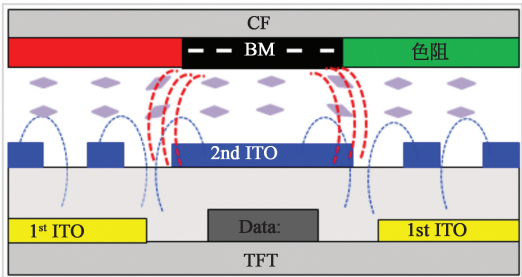


图 6 异常电场图

Fig.6 Abnormal electric field

2.3 发绿现象分析

以上分析,像素边缘液晶分子偏转异常时,会整体影响红/绿/蓝(Red/Green/Blue)色阻的漏光,而实际宏观现象表现为发绿。对此,我们进行了色阻透光率对比分析,在同等背光亮度情况下,测试各色阻材料的透光率。结果表明,色阻透光率强度依次为绿色、红色、蓝色,测试结果如表 1 所示。

表 1 色阻透光率对比

Tab.1 Transmission of Color filter

色阻	数量/片	透光率/%(Aver.)
绿色	10	60
红色	10	17
蓝色	10	10

透光率测试结果表明,绿色色阻透光率 60,大于红色色阻(17)、蓝色色阻(10)。在 BM-ITO 电场干扰下,红/绿/蓝像素边缘均产生漏光,但绿色像素透光率远远大于 R、B 色阻,因此,宏观观

察为发绿现象。

为进一步验证试验结果,在目镜下观察不同画面下像素漏光情况,结果如图 7。在 L0/R/G/B 画面下,异常(发绿)屏较 OK 屏,红/绿/蓝色阻边缘漏光均严重;异常屏中红/绿/蓝色阻漏光程度对比,绿色像素边缘漏光最明显,与绿色色阻透光率最大结论一致。

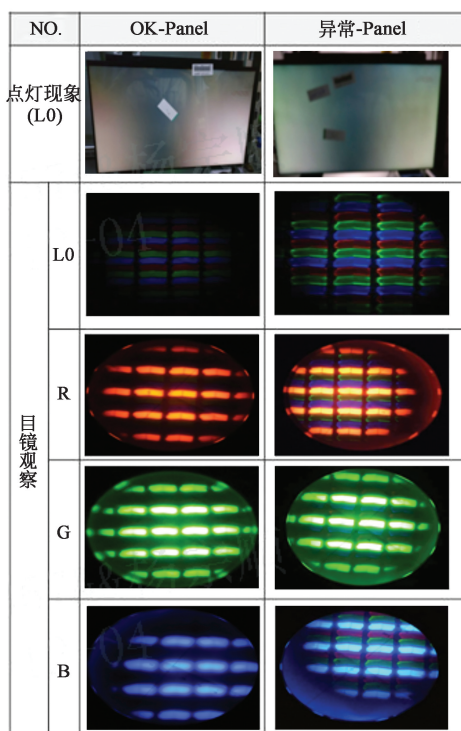


图 7 微观观察现象

Fig.7 Phenomenon of micro observations

3 发绿的相关验证及改善

3.1 单侧点银胶验证

银胶通常为屏左右两端各一点设计,如图 2 所示。实物分析过程中,我们发现导致屏发绿的破损均集中于屏左侧,右侧屏银胶点无破损发生。而银胶作用为连接彩膜侧背 ITO 与接地线 GND,导走屏表面静电,所以只存在左侧点银胶、只存在右侧或两侧同时存在,理论上来说,不会根本影响银胶的作用。

为验证猜想,对只存在左侧破损的屏进行了右侧单点银胶测试,点灯测试屏无发绿发生。同时对右侧单点银胶屏进行了信赖性测试,如表 2 所示,无信赖性风险,单侧银胶改善措施可导入。

表 2 信赖性测试结果

Tab.2 Results of reliability test

测试项	条件	量/片	结果
画质和外观	25±5℃	30	OK
高温运行	50℃, 240 h	20	OK
高温存储	60℃, 240 h	20	OK
低温存储	-20℃, 240 h	20	OK
残像	25℃, 16 h	20	OK

3.2 辅胶涂覆变更验证

破损发生位置具有屏左侧集中性,将屏还原于 Q-屏上时,发现不良屏均为 B 行屏,如图 8 所示。

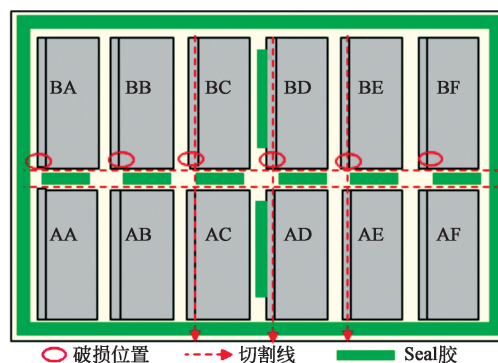


图 8 Q-Panel 示意图

Fig.8 Phenomenon of Q-Panel

由 Q-屏可知,破损发生位置集中 Q 中间位置。抽取切割后 B 行屏,由屏左侧易发破损位置起,对左→中→右 3 位置切割面进行 SEM 观察。发现中间位置切割最佳,优于右侧切割入刀位置;而左侧为疑似撕扯、缺损状,如图 9 所示。

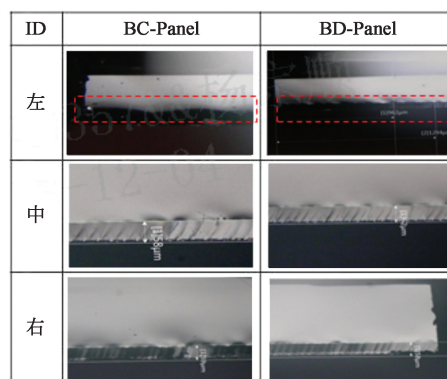


图 9 切割断面 SEM 观察

Fig.9 SEM of cutting section

左侧非切割起始端,断面却是最差,且断面呈撕扯、缺损状,由此分析非切割工艺直接导致。观察图 8 中,Q-屏横向切割两刀后,中间空白条就会留存下来。而辅胶涂覆为分段式,切割、裂片、搬送过程中缺少辅胶的部分,上下两层容易分离、翘起。在分散、翘起的空白条接触到 B 行屏左侧时,容易造成屏左侧的边划伤、边缘破损等。

为了验证分析,在进行辅胶涂覆时,将 A 行、B 行中间 Seal 进行连贯涂覆,这样可增加空白条的稳定性,如图 10。由此发绿不良由 5.6% 下降至 1.5%,辅胶涂覆变更对发绿不良有明显改善。

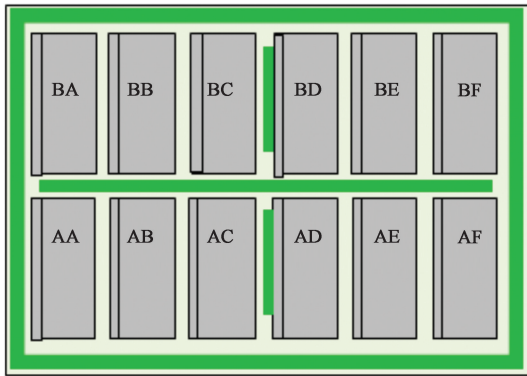


图 10 辅胶涂覆涂覆图示

Fig.10 Structure of dummy Seal

3.3 银胶点的设计检讨

对比其他几款尺寸相近,与 Q-屏设计相似的产品,在经过同样的切割线体后,并无发绿不良产生。通过对比银胶点位设计,发现发绿产品银胶点设计最靠近屏边缘,如图 11(单位/mm)所示。可见银胶点位设计与发绿不良发生相关性大,当银胶点位与屏边缘有一定距离时,可避开屏边缘破损点。

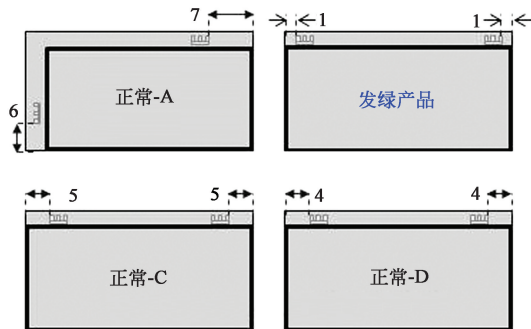


图 11 银胶点位图

Fig.11 Structure of silver glue point

结合各产品不良发生情况及银胶点位设计对比,为探究当前切割工艺下,银胶点位设计的合理范围,我们对发绿屏左侧 1 cm 距离内破损进行了统计。对破损的统计标尺分为长度、深度,长度为沿屏边破损距离,深度为屏边往显示区方向延伸距离。统计发现,破损主要集中于 1~3 mm 范围内,如图 12 (Spc: 长度 ≤ 0.5 mm, 宽度 ≤ 0.5 mm)。4~10 mm 范围超规破损基本不发生, ≥ 4 mm 是点银胶的安全起始范围。由于量产品银胶点变更涉及电路设计问题,本产品并未做银胶点变更验证,但可为后续产品设计开发提供参考。

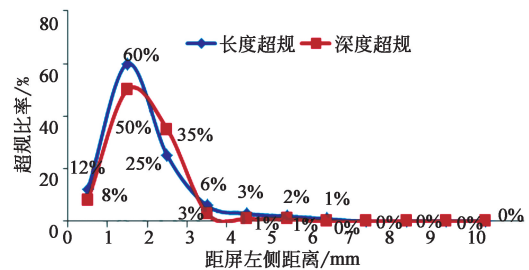


图 12 屏破损统计

Fig.12 Statistics of panel chips

3.4 黑矩阵挖槽的验证改善

引起发绿不良的直接原因是银胶经破损缝隙进入,与黑矩阵接触,使黑矩阵带电。因此只要将银胶与黑矩阵进行隔离,就可防止发绿不良的发生。为此进行了黑矩阵挖槽的验证,利用沟槽对银胶与黑矩阵进行隔离,挖槽设计如图 13,挖槽总体原则为保证 $d \geq$ 破损深度。挖槽设计导入后,发绿不良降低为 0%,发绿彻底改善。

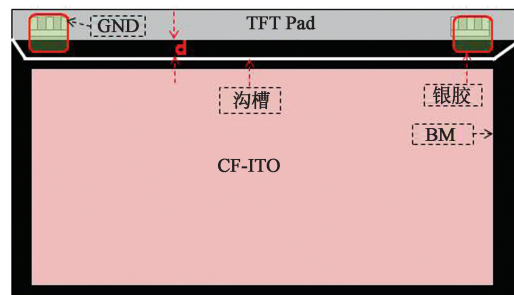


图 13 黑矩阵挖槽设计

Fig.13 Trenching design of BM

4 结 论

发绿不良为屏在切割工艺过程中,造成屏边

缘破损,点银胶时,银胶通过屏边缘破损进入,与黑矩阵接触使其带电,形成黑矩阵-ITO 干扰电场,从而导致液晶偏转异常导致。

通过验证,单侧点银胶是一种具有可行性的对切割工艺不足的补救措施,但正常设计、量产为双侧点银胶,不具有长期量产导入性。工艺改善验证中,辅胶涂覆直连有利于切割后空白条的稳定,避免上下空白条的分离和翘起损伤相邻屏边。

辅胶涂覆直连导入后,发绿不良改善明显,发生率由 5.6% 降至 1.5%。

通过银胶点位设计对比,结合产线工艺数据分析,得到银胶点距屏边缘 ≥ 4 mm 时可有效防止发绿发生。产品设计上,对银胶点侧的黑矩阵进行挖槽隔离,也能有效防止银胶与黑矩阵接触,黑矩阵挖槽导入后,发生率降低为 0%,发绿不良得到了彻底改善。

参 考 文 献:

- [1] 刘哲,姜雨彤.液晶屏行业研究—液晶屏行业复苏,中国的市场地位日趋重要[J].电气时代,2017(7):27-32.
LIU Z, JIANG Y T. Research on LCD panel industry—recovery of LCD panel industry and increasing importance of China's market position [J]. *Electric Age*, 2017(7): 27-32. (in Chinese)
- [2] 兰林锋,张鹏,彭俊彪.氧化物薄膜晶体管研究进展[J].物理学报,2016,65(12):128504.
LAN L F, ZHANG P, PENG J B. Research progress on oxide-based thin film transistors [J]. *Acta Physica Sinica*, 2016, 65(12): 128504. (in Chinese)
- [3] 刘宏燕,颜悦,望咏林,等.透明导电氧化物薄膜材料研究进展[J].航空材料学报,2015,35(4):63-82.
LIU H Y, YAN Y, WANG Y L, et al. Recent progress in study of transparent conducting oxide films [J]. *Journal of Aeronautical Materials*, 2015, 35(4): 63-82. (in Chinese)
- [4] 王磊,徐苗,兰林锋,等.金属氧化物 TFT 驱动 AMOLED 显示研究进展[J].中国科学:化学,2013,43(11):1383-1397.
WANG L, XU M, LAN L F, et al. Research progress of active matrix organic light emitting diode (AMOLED) displays driven by metal oxide thin film transistors (TFT) [J]. *Scientia Sinica Chimica*, 2013, 43(11): 1383-1397. (in Chinese)
- [5] 刘翔,张盛东,薛建设,等.高性能金属铟镓锌氧化物 TFT 的研究[J].真空科学与技术学报,2014,34(2):130-133.
LIU X, ZHANG S D, XUE J S, et al. Improvement of indium gallium zinc oxide thin film transistor with etch-stop layer of bottom-gate [J]. *Chinese Journal of Vacuum Science and Technology*, 2014, 34(2): 130-133. (in Chinese)
- [6] 柳邛林,简明珏.通过兼并可以实现跨越创新吗——京东方的并购与创新[J].管理评论,2007,19(8):10-16,48.
LIU X L, JIAN M Y. Can companies achieve leapfrogging innovation by acquisition? —The case of acquisition and innovation of BOE [J]. *Management Review*, 2007, 19(8): 10-16, 48. (in Chinese)
- [7] 包英群.中国平板显示产业创新能力研究[D].成都:电子科技大学,2016.
BAO Y Q. Study on the innovation ability of Chinese flat panel display industry [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2016. (in Chinese)
- [8] 牟秋红,琚伟,彭丹,等.LED 封装用导电银胶的研制[J].世界橡胶工业,2014,41(3):39-41.
MU Q H, JU W, PENG D, et al. Study on conductive silver adhesive for LED encapsulation [J]. *World Rubber Industry*, 2014, 41(3): 39-41. (in Chinese)
- [9] 熊娜娜,王美娜,张汉平,等.固化工艺对银导电胶导电性能的影响[J].中国胶粘剂,2014,23(8):27-30.
XIONG N N, WANG M N, ZHANG H P, et al. Influences of curing process on conductivity of silver conductive adhesive [J]. *China Adhesives*, 2014, 23(8): 27-30. (in Chinese)
- [10] 唐建东.TFT_LCD 驱动芯片输入输出引脚静电放电保护电路设计[J].深圳职业技术学院学报,2009,8(5):22-25.
TANG J D. Design of input & output pad esd protection in TFT_LCD drive chip [J]. *Journal of Shenzhen Polytechnic*, 2009, 8(5): 22-25. (in Chinese)
- [11] 陈孝仙,吴添德,杨尚松,等.一种高可靠消除 FFS 模式 TFT-LCD 静电引起残像的方法[J].光电子技术,2013,33(4):270-273.

- CHEN XX, WU T D, YANG S S, *et al.* A high reliable method of eliminating image sticking caused by static on FFS mode TFT-LCD [J]. *Optoelectronic Technology*, 2013, 33(4): 270-273. (in Chinese)
- [12] 陈艳, 张建华. 液晶显示器生产中的切割工艺及设备分析[J]. 电子工艺技术, 2002, 23(5): 208-210.
- CHEN Y, ZHANG J H. Analysis of cut technics and equipment in producing LCD [J]. *Electronics Process Technology*, 2002, 23(5): 208-210. (in Chinese)
- [13] 李庆亮, 蔡克新, 王敏, 等. TFT-LCD 端子在线切割工艺及关键技术[J]. 电子工艺技术, 2016, 37(4): 236-238.
- LI Q L, CAI K X, WANG M, *et al.* Inline cutting process and key technology for TFT-LCD Q-panel [J]. *Electronics Process Technology*, 2016, 37(4): 236-238. (in Chinese)

作者简介:



杨宗顺(1989—),男,云南香格里拉人,学士,高级工程师,2012 于中国地质大学(北京)获得学士学位,主要从事液晶、半导体相关研究及改善工作。E-mail: yangzongshun@boe.com.cn