

液晶显示偏光片温度特性分析

陆吕晨^{a,b,c,d}, 冯奇斌^e, 弓欣^e, 吕国强^e

(合肥工业大学, a. 特种显示技术教育部重点实验室; b. 特种显示技术国家工程实验室;
c. 现代显示技术省部共建国家重点实验室; d. 仪器科学与光电工程学院; e. 光电技术研究院, 合肥 230009)

摘要: 作为关键零部件, 偏光片的性能直接影响液晶显示器的显示画面品质。对液晶显示用偏光片进行了全局加热试验和局部加热试验, 全局加热时, 偏光片不会出现局部漏光现象; 而在局部加热时, 当偏光片中心温度相同时, 温度梯度较大的偏光片出现漏光。建立了偏光片的有限元热力学分析模型, 仿真结果表明: 全局加热时, 偏光片不受面内剪切力的影响; 局部加热温度梯度较小时, 存在面内剪切力, 但远远小于温度梯度较大时的剪切力。所以, 面内剪切力是引起漏光的主要原因, 应通过合理的散热设计和结构设计加以避免。

关键词: 液晶显示; 偏光片; 温度特性; 有限元分析

中图分类号: O213.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-637X(2016)03-0092-03

Temperature Characteristics of Polarizer in LCDs

LU Lyu-chen^{a,b,c,d}, FENG Qi-bin^e, GONG Xin^e, LYU Guo-qiang^e

(Hefei University of Technology, a. Key Lab of Special Display Technology, Ministry of Education; b. National Engineering Lab of Special Display Technology; c. National Key Lab of Advanced Display Technology; d. School of Instrumentation and Opto-Electronics Engineering; e. Academy of Photoelectric Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: As an important part of Liquid Crystal Display (LCD), polarizer has a direct effect on display quality. We made global heating and local heating experiments on polarizer used in LCDs. When the polarizer was globally heated, there was no light leakage. While in local heating, light leakage appeared on the polarizer with higher temperature gradients when center temperature is the same. The finite analysis model of the polarizer was established. The simulation results show that: 1) There is no shear stress on the polarizer when globally heated; and 2) The shear stress in the local heating test with small temperature gradient is far smaller than that in the test with large temperature gradient. Therefore, the shear stress is the main cause of light leakage. Reasonable design should be made on heat dissipation and structure on LCD to avoid shear stress.

Key words: liquid crystal display; polarizer; temperature characteristics; finite element analysis

0 引言

经过多年的发展, 液晶显示(Liquid Crystal Display, LCD)已经成为平板显示的主流技术。作为液晶面板的关键零部件, 偏光片的性能直接影响 LCD 显示画面品质^[1-3]。LCD 中普遍使用的偏光片为碘系偏光片, 其碘分子的结构在高温高湿下易于破坏, 造成 LCD 工作在高温环境时, 容易出现显示 Mura。目前, 偏光片的核心技术主要掌握在日本和美国公司手中, 国内

对于偏光片的研究报道主要集中在加工工艺上, 文献[4-5]介绍了偏光片的贴片工艺; 文献[6]分析了湿度对于显示性能的影响, 提出湿度变化会影响偏光片的透过率; 文献[7]针对某 LCD 的漏光进行了研究, 建立了有限元仿真分析模型, 但没有针对偏光片进行深入的温度特性研究。可以看出, 目前对于偏光片的研究主要集中在温度、湿度等环境因素对于偏光片整体性能的影响, 生产企业也试图努力提高偏光片的使用工作温度。而在实际使用中发现, 即使处于比较正常的工作温度中(50℃左右), 偏光片也可能出现漏光现象。本文在大量试验和仿真分析基础上, 针对 LCD 用偏光片的温度特性进行深入研究, 以期尽量减小其对 LCD 显示性能的影响。

收稿日期: 2015-03-13

修回日期: 2015-05-07

基金项目: 安徽省自然科学基金(1408085MK186)

作者简介: 陆吕晨(1992—), 男, 安徽六安人, 硕士生, 研究方向为液晶显示。

1 偏光片温度试验

LCD 实际工作时可能是整体环境温度较高,也可能是局部温度比较高,故温度试验分为全局加热和局部加热。为了能够目测观察效果,试验中包括提供照明光线的 LED 背光模块、偏光角度分别为 0°和 90°的下偏光片(下偏)和上偏光片(上偏)。

1.1 全局加热试验

试验装置和温度加载曲线分别如图 1a 和图 1b 所示。考虑到 LED 光效会随着温度的变化而变化,故先将背光模块放入高低温试验箱,采用法国 ELDIM 公司的面成像亮度计 UMASTER 测量常温下和 80 °C 保温 60 min 后的背光亮度,如图 2 所示。将背光模块、下偏、上偏放入高低温试验箱,测量常温和加热到 80 °C 并保温 60 min 后上偏的亮度,如图 3 所示。可以看出,常温下,加和不加偏光片的亮度分别为 3291 nit 和 1276 nit,透过率为 38.77%。高温下加和不加偏光片的亮度分别为 2048 nit 和 851 nit,透过率为 41.55%,比常温下提高了 2.78%。高温下整体的亮度分布和常温下基本相同,略有提高的透过率也是整体变化的。

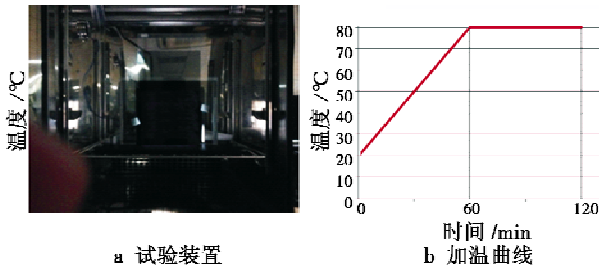


图 1 全局加热试验
Fig.1 Global heating test

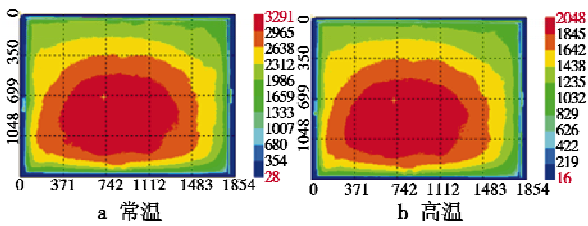


图 2 常温和高温下背光模块亮度测试结果
Fig.2 Luminance of the backlight unit at normal and high ambient temperature

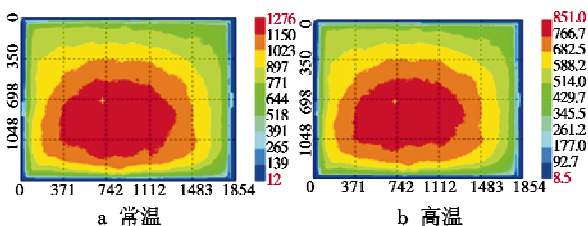


图 3 常温和高温下上偏亮度测试结果
Fig.3 Luminance of the upper polarizer at normal and high ambient temperature

1.2 局部加热试验

局部加热试验设备包括背光模块、下偏、上偏、热风机,热风机作为加载热源。通过改变热风机和上偏之间的相对位置、热风温度、风速等改变上偏的温场分布。

1.2.1 温度加载 1

采用德国 InfraTec 公司的红外热像仪 VH-420HS 拍摄的上偏温场分布如图 4a 所示,中心温度为 55 °C 左右,距离中心点 3 mm 的位置处温度为 50 °C 左右。相机拍摄的图片如图 4b 所示,可以看到偏光片上出现明显的漏光 Mura。

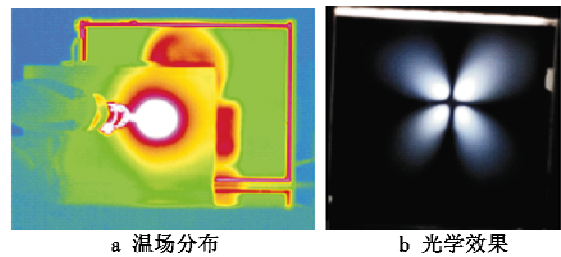


图 4 温度加载 1 的温场分布和光学效果
Fig.4 Temperature and optical phenomenon under heating test 1

1.2.2 温度加载 2

调整热风机的位置、热风温度和风速等,使得偏光片上最高温度与温度加载 1 相似,但温场分布不同。红外热像仪拍摄的图片如图 5a 所示,中心温度仍为 55 °C 左右,但距离中心点为 3 mm 的位置处温度为 53 °C 左右,5.5 mm 的位置处温度为 50 °C。相对温度加载 1,中心温度相同,但温度梯度有所降低。相机拍摄的上偏图片见图 5b,可以看到偏光片上没有出现漏光。

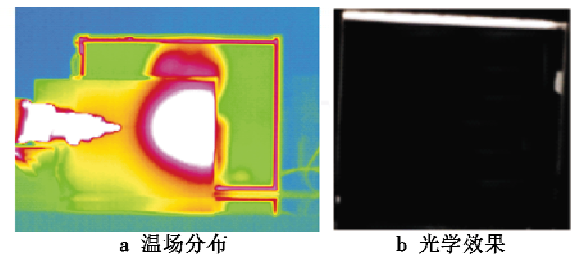


图 5 温度加载 2 的温场分布和光学效果
Fig.5 Temperature and optical phenomenon under heating test 2

2 有限元仿真及分析

为有效分析偏光片在不同温度分布下的光学现象,在有限元仿真软件中建立了偏光片的温度-力学模型。进行热力学分析时,需要输入偏光片的弹性模量和热膨胀系数等热力学参数。为保证仿真结果的正确性,首先对偏光片的热力学参数进行了实际测试。

2.1 偏光片热力学参数测试

选用热机械分析仪 TMA 测量偏光片的线膨胀系数,选用动态热机械分析仪 DMA 测量偏光片的弹性模量。测量结果为:偏光片的弹性模量为 8.0×10^8 Pa,热膨胀系数为 $1177 \mu\text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

2.2 热力学仿真

通过更改热源的温度、辐射系数、热源与偏光片之间的距离、相对角度等,模拟局部加热时偏光片上的温场分布,进行热力学仿真分析。

2.2.1 整体加热的热力学仿真

偏光片上的等效应力和面内剪切力分布如图 6 所示。可以看出,温度整体变化时,偏光片不存在面内剪切力。

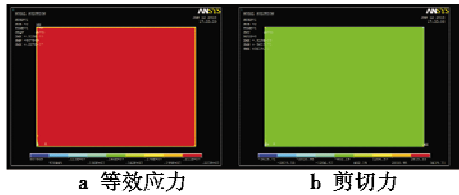


图 6 整体加热时偏光片等效应力和剪切力分布

Fig. 6 Equivalent stress and shear stress distribution on polarizer under global heating

2.2.2 温度加载 1 的热力学仿真

温度加载 1 时偏光片上的等效应力和剪切力分布如图 7 所示。可以看出,图中黑色标记位置的剪切力大约是 5.28×10^5 Pa 左右,剪切力分布和观察到的漏光现象一致。

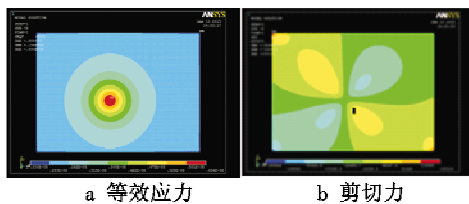


图 7 温度加载 1 时偏光片等效应力和剪切力分布

Fig. 7 Equivalent stress and shear stress distribution on polarizer under local heating 1

2.2.3 温度加载 2 的热力学仿真

温度加载 2 时偏光片上的等效应力和剪切力分布如图 8 所示。

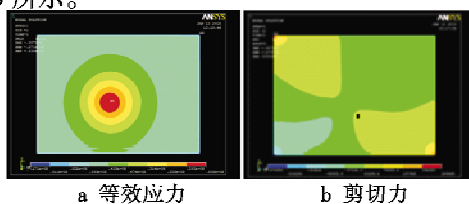


图 8 温度加载 2 时偏光片等效应力和剪切力分布

Fig. 8 Equivalent stress and shear stress distribution on polarizer under local heating 2

可以看出,虽然中心温度和温度加载 1 相同,但由于温度梯度比温度加载 1 小,图中黑色标记位置的剪切力只有大约 3.06×10^4 Pa 左右,远小于温度加载 1 情况下的剪切力。

2.3 仿真结果分析

从上文的热力学仿真结果可以看出:等效应力的分布和温场一致,而剪切力的分布则和漏光现象近似。全局加热时,虽然温度达到 80°C ,但由于没有面内剪切力,故没有出现漏光现象。局部加热时,对比温度加载 1 和温度加载 2,虽然两种加载方式中心温度都达到 55°C ,但由于温度加载 1 的温度梯度较大,导致偏光片上剪切力较大,从而出现漏光现象。

偏光片是包括能产生偏振光的聚乙烯醇 (Polyvinyl Alcohol, PVA) 膜、保护 PVA 的三醋酸纤维 (Triacetate Cellulose, TAC) 膜、压敏胶、保护膜等的多层结构,每层材料不同,其热膨胀系数也不同,温度变化时,每层的收缩率不同,会引起每层之间额外的热应力。温度整体变化时,各层之间受到沿轴向分布的整体拉力(或压力)的作用,这个作用力会改变 PVA 上碘分子之间的作用力,但不会改变碘分子的取向,故只会影响透过率,不会影响偏光方向;局部温度发生变化时,PVA 上碘分子的排布方向会受到偏光片各层面内剪切力的影响,进而改变偏光方向,出现漏光现象。

局部加热试验时,出现漏光现象的偏光片的最高温度为 55°C ,对于液晶电视来说,这个温度是正常工作时会达到的温度,如果没有大的温度梯度,则液晶电视会显示正常,如果存在较大的温度梯度,将导致偏光片受到较大的面内剪切力作用,出现显示 Mura。据此,设计 LCD 时,必须进行科学的散热设计,尽量避免出现局部温度过高的情况。推而广之,也需要避免由于机械结构设计不合理带来的剪切力,故进行 LCD 结构设计时,需要仿真分析产品组装后偏光片面内的剪切力分布情况,尽可能避免产品漏光现象的发生。

3 结论

对 LCD 用偏光片进行了全局加热和局部加热试验,结合有限元热力学仿真结果,分析了温度变化时显示 Mura 的可能出现原因,发现整体温度过高会导致偏光片的透过率有所变化,但对整体显示效果没有过大影响,温度梯度引起的剪切力则会直接影响偏光片的偏光角度,引起显示 Mura。故设计 LCD 时,需要进行合理的散热设计和结构设计,避免由于局部温度过高和结构不合理产生的面内剪切力。

(下转第 99 页)

- (1):24-26.)
- [8] PANG H, YAN H, FANG Z D. Stiffness matching and ride comfort optimization of heavy vehicle's suspension based on ADAMS[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011(44):1734-1738.)
- [9] 吴波,王增全,谭建松. 刚度匹配对柴油机机体组载荷响应影响[J]. 机械设计与制造, 2014(2):109-112. (WU B, WANG Z Q, TAN J S. Study on the influence of stiffness matching on diesel cylinder block assembly components load response[J]. Machinery Design & Manufacture, 2014(2):109-112.)
- [10] 徐锡江. 减振型双块式无砟轨道合理刚度匹配研究[J]. 路基工程, 2013(3):49-53. (XU X J. Study on reasonable stiffness matching for vibration-reduction double-block ballastless track[J]. Subgrade Engineering, 2013(3):49-53.)
- [11] 刘海涛,王磊,赵万华. 考虑模态特性的高速机床进给系统刚度匹配研究[J]. 西安交通大学学报, 2014, 48(1):90-95. (LIU H T, WANG L, ZHAO W H. Stiffness matching design for feed system of high-speed machine tool considering modal characteristics[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2014, 48(1):90-95.)
-
- (上接第91页)
- [9] 吴志华. 基于星敏感器/陀螺组合定姿系统研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2011. (WU Z H. Research on attitude determination based on star sensor/gyro integrated system[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2011.)
- [10] 周海银,王炯琦,潘晓刚,等. 卫星状态融合估计理论与方法[M]. 北京:科学出版社, 2013:222-241. (ZHOU H Y, WANG J Q, PAN X G, et al. Fusion theory and methods for satellite estimation[M]. Beijing: Science Press, 2013:222-241.)
- [11] 刘一武,陈义庆. 星敏感器测量模型及其在卫星姿态确定系统中的应用[J]. 宇航学报, 2003, 24(2):162-167. (LIU Y W, CHEN Y Q. Star-sensor measurement model and its application to the spacecraft attitude determination system[J]. Journal of Astronautics, 2003, 24(2):162-167.)
- [12] 宋亮. 星敏感器陀螺姿态确定系统在轨标定研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2011. (SONG L. Research on in-orbit calibration methods for star tracker-gyro attitude determination system[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2011.)
- [13] 杨峰,周宗锡,刘曙光. 基于星敏感器/光纤陀螺的卫星定姿算法[J]. 控制工程, 2006, 13(4):374-376. (YANG F, ZHOU Z X, LIU S G. Satellite attitude determination algorithm based on star-sensor and FOG[J]. Control Engineering of China, 2006, 13(4):374-376.)
-
- (上接第94页)

参考文献

- [1] 赖延清,蒋良兴,田忠良,等. 液晶显示器用偏光片[J]. 激光与光电子学进展, 2007, 44(7):46-51. (LAI Y Q, JIANG L X, TIAN Z L, et al. Polarizer used for liquid crystal display[J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2007, 44(7):46-51.)
- [2] 李红芳,王玉合,杨钟. TFT-LCD用偏光片的研究与进展[J]. 合成技术及应用, 2013, 28(3):19-24. (LI H F, WANG Y H, YANG Z. Progress in R&D of polarizing film used in TFT-LCD[J]. Synthetic Technology and Application, 2013, 28(3):19-24.)
- [3] 徐世颖. 浅谈 TFT-LCD 产品用偏光片技术与发展趋势[J]. 现代显示, 2010(9):25-31. (XU S Y. The technology and it's trends of TFT-LCD polarizer[J]. Advanced Display, 2010(9):25-31.)
- [4] 赵金虎. LCD 偏光片贴片工艺技术研究[J]. 现代显示, 2012(8):43-46. (ZHAO J H. Research of LCD polarizer attaching technology[J]. Advanced Display, 2012(8):43-46.)
- [5] 彭艳. LCD 的偏光片工艺技术[J]. 现代显示, 2005, 52(5):58-61. (PENG Y. The craft and technology of polarizing film of LCD[J]. Advanced Display, 2005, 52(5):58-61.)
- [6] 刘杰,李东熙,金炯昊,等. 关于 TFT-LCD 中一种偏光片相关不良的研究[J]. 液晶与显示, 2013, 28(6):872-876. (LIU J, LI D X, JIN J T, et al. Defect related to polarizer in TFT-LCD[J]. Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays, 2013, 28(6):872-876.)
- [7] CHEN Y K, LIN M H, HUANG K F, et al. Analysis of the light leakage phenomenon at corners of LCD panel[J]. Symposium Digest of Technical Papers, 2009, 40(1):1438-1441.