

·光电系统·

LCoS光引擎成像测试实验方法及结果分析

刘浩

(南京信息职业技术学院, 江苏 南京 210046)

摘要:光引擎是硅基液晶(LCoS)投影显示系统的核心部件。为了掌握LCoS光引擎各组件的实际工作情况,了解实际装配过程中的误差对成像质量的影响,以被广泛使用的三片式ColorQuad™结构LCoS光引擎为例,介绍了一种通过在光学平台上搭建系统光路来进行LCoS光引擎成像测试的实验方法。先进行光源模组、分光合光、投影成像这三部分光学系统的搭建,然后根据具体成像,分析各器件的工作情况,相应地调整和修改光路,使系统呈现优质的图像,最后总结了测试实验结果中出现的投影画面亮度分布不均匀、对比度不高以及画面出现重影等问题,并针对这些问题做出了详细的分析。

关键词:硅基液晶;光引擎;成像测试

中图分类号:TN141.8

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2011)06-0011-03

Experimental Method and Result Analysis for Imaging Test of LCoS Light Engine

LIU Hao

(Nanjing College of Information Technology, Nanjing 210046, China)

Abstract: Light engine is the core component of LCoS projection system. In order to master the actual work situation of LCoS light engine, and understand the influence of the image quality by practical assemble error, three-chip LCoS light engine of ColorQuad™ structure is chosen as an example, and a method for test image made by LCoS light engine using an optical path system based on optical experimental platform is introduced. First, the three parts of optical system (the light source module, distribution and composition of light and projection imaging) are built, the result of the experiment is analyzed. Second, in order to make the system has the high quality images, the light road is adjusted and modified by analysis of specific imaging according to the work of each device. Finally, the problems such as uneven brightness distribution, low contrast ratio and double images in the test experiment are summarised and analyzed in detail.

Key words: LCoS; light engine; imaging test

投影技术可以分为两类:前投(front projection)技术、背投(rear projection)技术。具体的分类标准是:观众和投影机位于屏幕的同侧,看到的图像主要源于光的漫反射——这属于前投技术;观众和投影机位于屏幕两侧,看到的图像主要源于光的透射——这属于背投技术。

硅基液晶(LCoS)投影显示系统实际上是背投显示的一种。投影机固定安装在箱体的后部。它发出的图像经过高品质反光镜的反射(可能是多次反

射),投影在半透明的背投屏上。观众看到的便是部分透射的图像(图1)。

可以看到,在这个系统中,投影机(光引擎)是其中最核心的部件。

在对光引擎系统进行光学设计,除了要能够设计出满足成像质量要求的光学系统外,还要通过套样板和公差设计等过程来保证各个光学零件在加工和装配时的工艺性,这是因为光学零件在加工和装配时的误差会对实际的成像结果造成影响。为了掌

收稿日期:2011-11-01

基金项目:江苏省科技支撑计划项目(BE2009171)

作者简介:刘浩(1980-),男,江苏泰州人,硕士,南京信息职业技术学院讲师,主要从事光学器件、光电显示技术方面的研究。

握实际环境下 LCoS 光引擎组件的工作情况,了解装配过程中的误差对最终成像结果的影响,可以在光学平台上搭建系统光路以进行 LCoS 光引擎的成像测试实验。

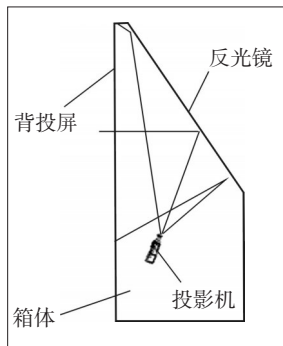


图1 背投影显示的原理

1 实验原理

总的说来, LCoS 光引擎所起的作用是把电学图像信号转化成为可供观看的光学图像信号,并同时把它放大、发送出去。这其中,液晶板承担了电信号转换为光学图像信号的具体任务,但是由于液晶本身并不能发光,因此在实际应用中还必须为它提供合适的照明光,这样图像信号和经过光学器件处理后的照明光一起作用于液晶板,最终产生所需要的光学图像(图2)。

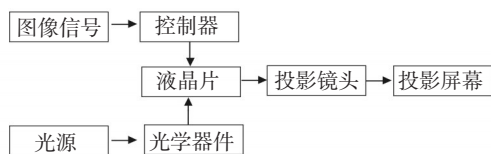


图2 LCoS光引擎的工作流程

LCoS 光引擎有多种类型。根据它所使用的液晶片的数量可分为:单片式(single panel)、双片式(double panel)、三片式(triple panel)。在实验中综合考虑了使用的广泛性和结构搭建的便利性等因素,选取了由 ColorLink 公司设计的三片式 ColorQuad™ 结构的 LCoS 光引擎为研究对象,这种光引擎结构简单、便于光学平台的搭建和安装,有很好的应用价值。

光源发出的光先经过紫外、红外截止滤镜,除掉红外、紫外光。进入矩形抛光玻璃棒后,在其内表面发生多次反射,得到能量均匀分布的矩形照明光束。进入偏振转换系统,转化为单一偏振态的光。在汇聚透镜的作用下,光束被准直、压缩,进入 ColorCorner™ 结构。在那里,白光被分为三基色光,进入

LCoS 液晶片中调制,最后再合成为彩色图像,通过投影镜头向外发送。(如图3)

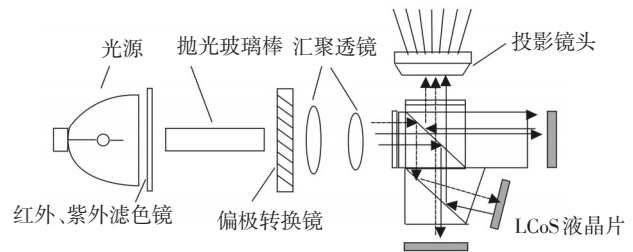


图3 ColorCorner™结构的工作原理

2 实验方法

为了减少背景光对结果的影响,实验安排在暗室中进行。实验方法为先在光学平台上初步搭建光路,然后根据具体成像分析各器件的工作情况,从而相应地调整和修改光路,使之形成优质的图像,实际搭建的光路如图4所示。

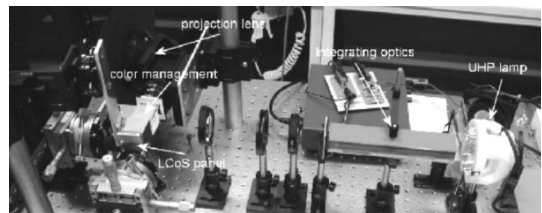


图4 ColorCorner™结构LCoS光引擎的成像测试实验

3 实验中出现的問題及其分析

在正常状况下, ColorCorner™ 结构的 LCoS 光引擎所成的图像应该呈现亮度均匀分布、对比度较高、画面清晰的特点,但在该实验中却出现了一些异常状况。总的来说,这与系统光路的搭建有关。

3.1 投影画面亮度分布不均匀

在实验中发现:投影屏幕上的图像呈现中心亮、四周暗的趋势。经过分析,根本原因是照明光场亮度分布不均匀。

对于 UHP 弧光灯,它通过位于椭圆反射器焦点处的微小电极对来发光。因此,在出射光场中心位置光场强,边缘的位置光场弱。如果对此不加处理,直接用作液晶板的照明光源,上述情况就会发生。但在这里,导致这一现象的直接原因却是光束与抛光玻璃棒的耦合位置不准确。

该实验采用的是反射式光场均匀系统。在耦合区域,上面的每一点都可视为一个点光源,发射的光线进入抛光玻璃,多次发生全反射。具体来说,入射点、入射方向不同,经过的光程、路径也就会不同。从而便在后端面上发生均匀化作用,最终变成均匀光向外出射(图5)。

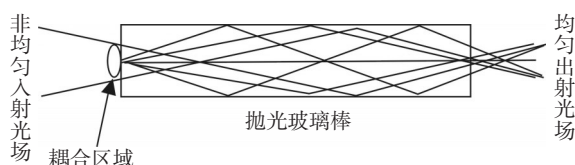


图5 反射式光场均匀系统

经分析可知,非均匀光场与抛光玻璃棒耦合的位置不同,出射光场的均匀性就会不同,这其中必然存在一个最佳位置。所以通过调整抛光玻璃棒与光源的相对位置,便可以解决投影画面亮度分布不均匀的问题。

3.2 投影画面对比度不高

在实验中发现:投影画面的对比度不高。经分析其根本原因是LCoS液晶片在对照明光进行调制时受到杂散光的干扰。

LCoS液晶片的工作方式是反射式,它本身并不能发光。当要显示一幅图像时,基板上的CMOS电路部分会通过控制ITO薄膜上集成二极管的充电、放电,产生、消除电场,从而控制液晶分子的排列,进而最终控制每个像素的“开”与“关”。照明光从LCoS液晶片上反射时,便已经带有图像信息。当杂散光存在时,它所包含的背景信息便会与图像信息相叠加,这就相当于在交流分量的基础上叠加了直流分量,从而使得整个画面的对比度下降。杂散光的干扰越强,对比度越低。

在此实验中,导致画面对比度不高的具体原因是液晶片的周围存在漏光区域。相应的解决方法是在其周围安装遮光片。

3.3 投影画面出现重影

在此实验中还可能出现的的问题是:在投影画面上出现重影,尤其是在图像轮廓的边缘。产生这种现象的根本原因是:三基色图像在重新合成时存在有较大的错位。这种错位的产生,与投影系统的工

作方式密切相关。

为了达到显示彩色图像的目的,投影系统采用了分光、合光装置。通过分光,把白光分为R、G、B三色,使之进入各自的液晶片调制;通过合光,三色图像重新合成为彩色图像。对合光过程而言,最基本的要求是图像在合成时,尽可能减少错位。

在具体工作中,分光、合光的过程是在PBS上的偏振分束膜上完成的。由于PBS不可避免地存在有加工误差,这使得三基色图像在合成时必然存在错位。但是,当错位相对较小时,人眼不会发觉重影现象。在此实验中,导致重影出现的具体原因是:照明光源未被汇聚透镜压缩为近似平行光,从而在垂直(以光束中心为基准,光束边缘与PBS不垂直)进入PBS后,边缘光离散,产生错位。相应的解决方法是:调整汇聚透镜,压缩照明光束,使之成为近似平行光,从而垂直进入PBS。

4 结束语

综上所述,在实际的光学平台上用光学零件来搭建光源模组、分光合光、投影成像这三部分光学系统,可以很直观地帮助了解和掌握LCoS光引擎各组成部件在实际环境中的工作状况。不仅如此,经过光路调试可使所搭建的系统呈现清晰的实际像,通过对成像质量的分析还可以帮助了解光学部件在装配时的误差对成像的影响,这个实验的过程以及对结果的分析对于LCoS投影系统光引擎结构部件的光学设计有着重要的实际意义,同时也对光引擎各部件在装配过程中需注意的事项提供了参考。

参考文献

- [1] 李晓彤,岑兆丰.几何光学·像差·光学设计[M].浙江:浙江大学出版社,2003.
- [2] 俞斯乐,候正信,冯启明.电视原理[M].5版.北京:国防工业出版社,2002.
- [3] 夏常荣.LCoS投影技术及其市场分析[J].国际光电与显示,2002(4).
- [4] 石顺祥,张海兴.物理光学与应用光学[M].西安:西安电子科技大学出版社,2000.
- [5] 应根裕,胡文波,秋勇,等.平板显示技术[M].北京:人民邮电出版社,2002.
- [6] Terry Schmidt.Fundamentals of Projection Displays.SID Conference,june 3,2001.

(下转第32页)

Y,Rivet J PLattice GasHydrodynamics in Two and Three Dimensions[J]. Complex Systems,1987(1):694-707.

[13] Tsutahara M,Feng S.Simulation of the Stratified Flows Us-

ing the Two-ComponentLattice Boltzman Method [J]. Comput Phys Commun,2000(129):131-137.

(上接第13页)

[7] LCoS-Microdisplay Technology and Applications.SID 2000.

[8] Stephen P, Atwood , Kenneth A.Optical System Design Chal-

lenge for High Vollume Reflective LCoS[J] , MicroDisply Inspection, 2001.

(上接第21页)

表2中, S 为标准差,CIEL $^*u^*v^*$ 计算得到的色域面积标准差几乎是CIEDE2000和CIEL $^*a^*b^*$ 的3倍,表明CIEL $^*u^*v^*$ 色空间受明度的影响较大。

综上,对显示器进行三维色彩分析时,无论是色域面积的计算,还是色彩彩度和色差的计算,CIEL $^*u^*v^*$ 计算结果受明度的影响大,若测量环境光源不稳定或者亮度计的精度不高,都会对测量结果产生比较大的影响。而CIEDE2000与CIEL $^*a^*b^*$ 并没有太大差别,但是CIEDE2000公式在色差阈值和明度阈值计算方面要优于CIEL $^*a^*b^*$ 。所以,对于精度要求较高的测量,应该选用CIEL $^*a^*b^*$ 色空间,并使用CIEDE2000公式计算。

3 结论

文中对不同背光源亮度下LCD显示器的RGB三色色坐标进行了测量,分析了亮度对显示器色域覆盖率和色饱和度的影响,并就三维色域分析色空间模型的选取进行了分析和比较,结果表明:

(1)当显示器明度为中高明度时,LCD显示器色域覆盖率最大,红色与绿色的色饱和度随背光源明度的增强而增大,蓝色色饱和度呈先增大后减小的趋势。色域覆盖率大小与RGB三色饱和度成线性关系,且三者的影响权重相差不大。要使得显示器在高明度条件下色域面积不减小,就要提高蓝色色饱和度。

(2)在对显示器色彩进行三维分析时,CIELUV色空间受明度的影响大,结果误差较大。CIELAB色空间受明度的影响较小,CIEDE2000和CIEL $^*a^*b^*$ 二者

计算的结果并没有太大差别,但是CIEDE2000在最小色差和明度阈值计算方面要优于CIEL $^*a^*b^*$,对于精度要求较高的测量和分析,应该选用CIEDE2000公式。

参考文献

- [1] Chih-Hao Chang, Hsing-Chieh Cheng, Yin-Jui Lu, et al. Enhancing color gamut of white OLED displays by using micro-cavity green pixels[J]. Organic Electronics, 2010, 11: 247-254.
- [2] Wei Huang, Jie-Min Li, Li-Mei Yang, et al. Local dimming algorithm and color gamut calibration for RGB LED backlight LCD display[J]. Optics & Laser Technology, 2011, 43: 214-217.
- [3] 许祖彦.大色域显示——新一代显示技术[J]. 物理, 2010, 39(4): 227-231.
- [4] 刘全恩.色域及色域覆盖率[J]. 电视技术, 2004(11): 49-54.
- [5] 李彦,徐岩,李桂苓.高清晰电视系统三维色域研究[J]. 南开大学学报, 2011, 44(1): 30-35.
- [6] 刘明亮,王永宁,朱海红.彩色CRT显示器呈色域的确定[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1997, 22(2): 151-155.
- [7] 许宝卉.CRT与LCD显示器色域特性研究[J]. 应用光学, 2011, 32(3): 417-419.
- [8] 黄敏,廖宁放,刘浩学,等.颜色视觉匹配中显示器颜色色差阈值的评价[J]. 光学学报, 2008, 28(3): 599-603.
- [9] 汪哲弘,徐海松.用阴极射线管显示器研究辨色阈值 II:典型色差公式评价[J]. 光学学报, 2007, 27(7): 1344-1348.
- [10] 汪哲弘,徐海松.颜色视觉匹配中明度阈值的评价[J]. 光学学报, 2006, 26(8): 1273-1277.
- [11] János Schanda. Colorimetry: understanding the CIE system [M]. Canada: John Wiley & Sons, 2007: 79-97.