

文章编号:1007-2780(2014)03-0345-05

侧入式背光源视角特性研究

王欢^{1*}, 辛武根¹, 王伟², 张金凤¹, 涂志中¹, 尹榕俊¹, 徐宇博¹, 李乘揆¹

(1. 合肥京东方光电股份有限公司, 安徽 合肥 230031;

2. 合肥京东方显示光源有限公司, 安徽 合肥 230031)

摘要:为了给液晶显示器亮度视角的设计提供依据, 论文针对侧入式背光源的亮度视角进行了详细研究, 考虑可能对其影响的 3 个因素, 即灯源入光方式、导光板类型和光学膜层组配。首先, 对 2 种不同入光方式, 即短边入光和长边入光进行了研究; 接着, 对 3 种不同类型导光板, 即油墨印刷、射出成型和热滚压导光板进行了研究; 最后, 对不同组配光学膜层进行了研究。测试数据显示在相同导光板和膜层组配的情况下, 2 种不同入光方式的二分之一亮度视角都为 50° 左右, 但是短边入光方式在水平方向的亮度分布具有不对称性; 在相同入光方式和膜层组配的情况下, 不同类型导光板的二分之一亮度视角都为 50° 左右, 且亮度分布很一致; 在相同入光方式和导光板的情况下, 不同膜层组配的二分之一亮度视角最小为 27° , 最大可达 82° , 数据变化较大。数据显示对亮度视角影响最大的因素为膜层组配, 接着是入光方式, 而导光板的类型对其基本没有影响。

关键词:背光源; 视角; 侧入式; 光学膜层; 导光板

中图分类号: TN873 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20142903.0345

Brightness viewing angle of side-type backlight unit

WANG Huan^{1*}, SHIN Moo-keun¹, WANG Wei², ZHANG Jin-feng¹,

TU Zhi-zhong¹, YOON Yong-jun¹, XU Yu-bo¹, LEE Seung-kyu¹

(1. *Product Development Institute, Heifei BOE Optoelectronics Technology Co. Ltd.,
Heifei 230031, China;*

2. *Product Development Institute, Hefei BOE Display Light Co. Ltd., Heifei 230031, China)*

Abstract: In order to supply design rules for brightness viewing angle of liquid crystal display, this paper presents the detailed study of brightness viewing angle of side-type backlight unit. We consider that three reasons may have influence on the brightness viewing angle, which is type of light source entering light guide plate, type of light guide plate and collocation of optical film. First, short side entering type and long side entering type were studied; Second, different type of light guide plate, ink printed, injection and roll stamping light guide plate were studied; Last, different collocation of optical film were studied. Test data shows one half brightness viewing angle in horizontal direction of different entering type is about 50° under the same type of light guide plate and collocation of optical film, but short side entering type has different brightness distribution in horizontal direction. One half brightness viewing angle in horizontal direction of different light guide plate is about 50° under the

收稿日期: 2013-05-31; 修订日期: 2013-08-14.

* 通信联系人, E-mail: wh19820710@126.com

same entering type and collocation of optical film, and brightness distribution in horizontal direction is almost same. The minimum value of one half brightness viewing angle is 27° , maximal value is 82° under the same entering type and light guide plate. Our study shows the main factor of brightness viewing angle is collocation of optical film, secondary factor is type of light source entering the light guide plate, and different type of light guide plate has no influence on brightness viewing angle.

Key words: backlight unit; viewing angle; side-type; optical film; light guide plate

1 引言

近年来,由于液晶显示器的体积小、功耗低、无辐射、显示质量优越等诸多优点而成功取代了传统的 CRT 显示器。但是相比于 CRT 显示器,液晶显示器仍有以下 2 个缺点:响应速度慢和视角小。除了笔记本、平板电脑和手机等便携设备对视角的要求不是很高之外,其他的液晶显示设备都要求具有较宽的视角。

视角是指用户可以从不同的方向,尤其是水平方向清晰地观察屏幕上所有内容的角度,通常是指 2 个方面:对比度视角和亮度视角。对比度视角的下降是指在离开液晶面板的法线方向观看时,液晶面板的对比度会下降^[1],从而导致无法正常观看图像;亮度视角的下降是指在离开液晶面板的法线方向观看时,亮度呈下降趋势,从而对正常观看图像造成影响。

对比度视角由液晶面板所决定,而亮度视角与液晶显示器的背光源设计有关,本文主要针对侧入式背光源的亮度视角进行研究,从灯源的入光方式、导光板的类型和膜层的组配来研究侧入式背光源的视角特性。

2 视角特性研究

2.1 入光方式

侧入式背光源的灯源位于导光板的侧边,目前大多采用 LED 灯源,LED 出射的光线经过导光板及光学膜层之后由原来的线光源变成画面品味较佳的面光源,再由液晶面板进行调制形成画面^[2]。一般情况下显示器对水平方向的视角要求比较严格,所以本论文涉及的亮度视角都是指水平方向的视角。国际上对于亮度视角的测试通常采用 TCO Certified Display 标准^[3],但为了便于数据的对比,我们把亮度视角定义为亮度值随角度衰减到法线方向一半的时候的视角。

侧入式背光源根据灯源的位置可以分为长边入光和短边入光,我们在膜层架构和导光板类型确定的前提下对比了两者对亮度视角的影响。膜层使用两张扩散片 CH27NH 和一张棱镜片 MOS-T2 (物性参数见表 3),导光板为油墨印刷导光板,单长边入光方式在 54.6 cm 和 59.9 cm 的背光源上测试,单短边入光在 47.0 cm 和 51.1 cm 上测试,结果如图 1 中所示。为了便于对比,法线方向(即图 1 中 0° 方向)的亮度被归一化至 $5\,000\text{ cd/m}^2$ 。

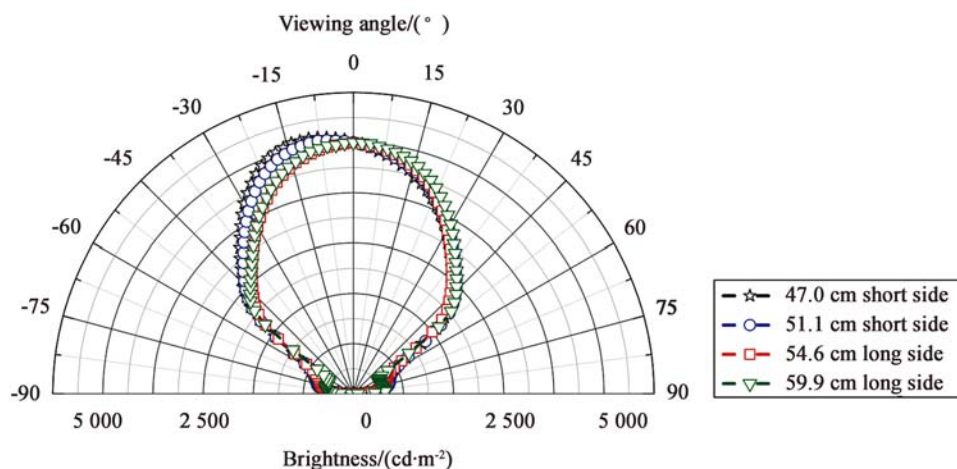


图 1 不同入光方式的亮度分布

Fig. 1 Brightness distribution of different entering type

从图 1 中可以看出,短边入光背光源在水平方向的视角具有不对称性,47.0 cm 和 51.1 cm 的背光源的灯源都位于显示面右侧,在导光板内部光线的传播方向上有更多光被散射,所以逆时针方向的亮度要高于顺时针方向的亮度。而 54.6 cm 和 59.9 cm 的背光源的灯源位于显示面的下方,水平方向的视角顺时针和逆时针亮度变化基本相同。

如表 1 中所示是不同入光方式亮度视角的对比数据,虽然短边入光与长边入光在水平方向上的亮度分布不太一致,但是亮度视角值基本一致。由此可知入光方式的不同会造成亮度随视角变化的分布不一样,对亮度视角影响不大(但是如果视角的定义不一样,不同的入光方式会有不同的亮度视角值)。

表 1 不同入光方式下的测试数据

Tab.1 Test data of different entering type

背光源	顺时针/(°)	逆时针/(°)
47.0 cm short side	49	51
51.1 cm short side	49	51
54.6 cm long side	49	50
59.9 cm long side	50	51

2.2 导光板

导光板 (Light Guide Plate, LGP) 在背光源中作用是把线光源转换为面光源,目前最常用的有油墨印刷导光板、射出成型导光板以及压印导

光板。油墨印刷技术最早用于导光板上,原理是在油墨网点中添加散射粒子,散射粒子对光起到散射作用;射出成型法是把微结构通过模芯注塑到导光板上,微结构对光有散射作用;压压法是将金属模板上的微结构印压到导光板上,同样也是由微结构对光进行散射^[2]。我们分别在 51.1 cm 单短边背光源和 54.6 cm 单长边背光源上测试了上述 3 种导光板,使用膜层架构为 2 张扩散 CH27NH 和一张棱镜片 MOS-T2,其亮度随角度的分布如图 2 所示,亮度视角值如表 2 所示。从图 2 和表 2 可以看出,51.1 cm 单短边背光源的 3 种导光板其亮度视角基本重合,而 54.6 cm 单长边背光源的 3 种导光板的亮度视角也基本重合,且亮度视角一样,由此可知不同类型的导光板对亮度视角没有影响。

表 2 不同类型导光板的测试数据

Tab.2 Test data of different LGP type

背光源	顺时针/(°)	逆时针/(°)
51.1 cm ink LGP	49	51
51.1 cm injection LGP	49	51
51.1 cm roll-stamping LGP	49	51
54.6 cm ink LGP	49	50
54.6 cm injection LGP	49	50
54.6 cm roll-stamping LGP	49	50

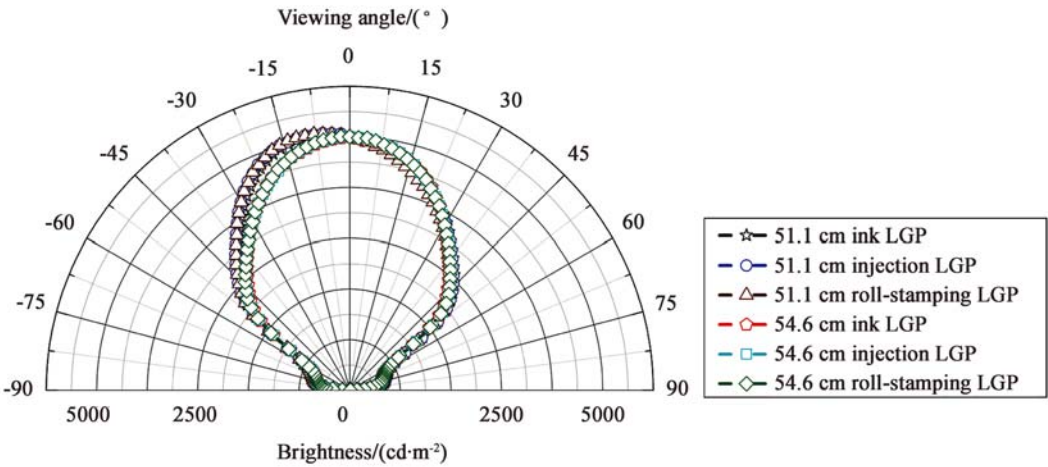


图 2 不同导光板的亮度分布

Fig.2 Brightness distribution of different LGP

2.3 光学膜层

膜层是影响视角的最主要因素。在背光源上常用的光学膜层有反射片(Reflector sheet)、扩散片(Diffuser Film)、棱镜片(Prism Film)、微透镜阵列膜(Microlens Film)及反射型偏振增亮膜(Dual Brightness Enhancement Film, DBEF 和 Brilliant Viewing Film, BVF)。反射片位于导光板下方,用于反射杂散光线,对亮度视角没有影响^[4];扩散片对光起扩散作用,目的是使画面品质更佳^[5];棱镜片的作用是对散射的光起到聚光的作用,提升液晶面板法线方向的亮度^[6];微透镜阵列膜既有扩散作用又有聚光作用^[7];反射型偏振增亮膜是将不能通过下偏光片的 P 光或 S 光转化为可通过下偏光片的 S 光或 P 光,提高光的利用效率^[8-9]。在本论文中我们测试了常见的膜层组配,膜层的参数如表 3 所示。

表 3 光学膜层参数

Tab. 3 Parameters of optical film

Film model	Film type	Haze/%	Thickness/ μm	Vender
CH27NH	Diffuser	95	125	SKC
UTE23G	Microlens	86	220	MN-Tech
UTE27G	Prism	7	220	MN-Tech
MOS-T2	Prism	13	250	LGE
BVF-230	BVF	96	230	3M
DBEF-260	DBEF	82	260	3M

表 4 是不同膜层组配下的亮度视角数据,从表中数据可以看出,不同光学膜层的组配对亮度视角的影响非常大,其中视角最小的是 2 张棱镜片相互垂直放置的膜层架构,视角最大的是一张扩散组配一张 DBEF 的膜层架构。

表 4 膜层组配及测试数据

Tab. 4 Collocation of optical film and test data

Film collocation	Down sheet	Middle sheet	Up sheet	Viewing angle/($^{\circ}$)
1	CH27NH	UTE27G	UTE27G	27
2	CH27NH	CH27NH	UTE23G	42.5
3	CH27NH	CH27NH	CH27NH	43
4	CH27NH	UTE27G	BVF-230	44
5	CH27NH	—	CH27NH	46
6	CH27NH	—	UTE23G	46
7	CH27NH	CH27NH	UTE27G	50
8	CH27NH	—	UTE27G	51
9	CH27NH	CH27NH	BVF-230	52.5
10	CH27NH	UTE27G	DBEF-260	56
11	CH27NH	—	BVF-230	56.5
12	CH27NH	CH27NH	DBEF-260	76
13	CH27NH	—	DBEF-260	82

3 结 论

研究了可能对背光源亮度视角产生影响的因素,包括光源入光方式、导光板类型和光学膜层组配。根据测试数据,导光板类型对亮度视角没有影响,而入光方式不同对亮度随视角的分布有影响,但是对二分之一亮度视角影响不大,而不同的膜层组配对亮度视角的影响最大。在其他因素确定的情况下,二分之一亮度视角最小为 27° ,最大可达 82° 。论文所得出的结论对液晶显示设备的背光源亮度视角设计具有重要参考意义。

参 考 文 献:

- [1] 牟强. 液晶电视的广视角技术[J]. 液晶与显示, 2005, 20(1): 67-71.
Mou Q. Wide visual angle technology of TFT-LCDTV [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2005, 20(1): 67-71. (in Chinese)
- [2] 王海雄, 李积彬. LCD 导光板微结构成型技术及发展趋势[J]. 液晶与显示, 2012, 27(4): 486-492.
Wang H X, Li J B. Molding technologies of micro-structure on light guide plate of LCD and trends [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(4): 486-492. (in Chinese)
- [3] TCO certified displays 6.0 [EB/OL]. [2011-11-07]. <http://tcodevelopment.com>.
- [4] 成瀬惠宽, 野中修一, 越智隆志, 等. 光反射片材: 中国, CN 101313098 [P]. 2008-11-26.
- [5] 西原雄祐, 青山伊织, 田口登喜生, 等. 光散射片和液晶显示装置: 中国, CN101815965 [P]. 2010-08-25.

- [6] 寺川大辅. 棱镜片和液晶显示装置: 中国, CN101529280 [P]. 2009-09-09.
- [7] 白仓奈留. 带微透镜阵列的液晶显示面板和液晶显示装置: 中国, CN101578549 [P]. 2009-11-11.
- [8] Yan L, Thomas X W, Shin-Tson W. Design optimization of reflective polarizers for LCD backlight recycling [J]. *Journal of Display Technology*, 2009(5): 335-340.
- [9] 华广胜, 布占场, 郑晓盼, 等. 低功耗液晶电视 LED 背光源设计[J]. 液晶与显示, 2011, 26(4): 460-463.
Hua G H, Bu Z C, Zheng X P, et al. Design of LED backlight module for low power LCD TV [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(4): 460-463. (in Chinese)

作者简介: 王欢(1982—), 男, 江苏无锡人, 博士, 主要从事 TFT-LCD 背光源开发工作。E-mail: wh19820710@126.com

华东理工大学液晶光子学材料研究小组

华东理工大学具有四十余年液晶材料研究的历史, 是国内较早开展液晶材料研究的单位之一。液晶光子学材料研究组继承了几十年的研究基础, 由沈冬教授于 2008 年建立, 综合考虑研究组的知识结构、背景, 结合长远发展的需要, 经过几年的努力逐步形成了从材料分子设计材料合成、混配、功能化材料性质测试、分析与性能优化单元器件制备的集材料制备、表征、器件化于一体, 具有鲜明特色的研究小组。该课题组目前有教授 1 人, 副教授(特别研究员)1 人, 在读研究生 9 人。以蓝相液晶材料的合成与性能、结构可控功能材料的合成与性能、可调控液晶微结构材料、液晶光激励材料和有机发光材料的合成为研究重点。

近五年来在国家自然科学基金委、教育部、上海市、华东理工大学以及各企业单位的共同资助下, 研究工作稳步推进, 取得了一系列成果。利用弯曲形分子诱导获得了稳定的蓝相液晶, 提出了获得稳定蓝相液晶的新思想和新方法; 开发了在极端低温条件下稳定工作的聚合物稳定蓝相液晶; 发现了存在于聚合物稳定蓝相体系内的双稳态现象; 实现了液晶自组装体系的微结构多外场调控; 制备了不同类型的高性能可调谐液晶激光材料; 合成了具备高量子效率的有机发光染料; 并且依托“结构可控先进功能材料教育部重点实验室”和“超细材料制备与应用教育部重点实验室”正在进行可控液晶微结构与纳米/液晶复合材料的光学新应用研究。

研究组在过去五年内发表期刊论文 18 篇, 其中 SCI 一区、二区 9 篇; 受邀进行综述性论文撰稿或评论 2 次; 在蓝相液晶方面获美国发明专利和中国发明专利授权各一项, 美国发明专利公开 4 项, 台湾专利公开 2 项; 此外, 与国际、国内液晶学术团体保持紧密的联系与合作, 受邀做大会邀请报告 4 次, 获得来自各学术团体奖项 5 次。



地址: 上海市徐汇区梅陇路 130 号

邮编: 200237

电话: 021-64253514(沈冬)

邮箱: shen@ecust.edu.cn