

文章编号:1007-2780(XXXX)XX-0001-10

## 改善液晶显示器斜视角漏光

陈 创, 陈东川, 戴 珂, 曲莹莹, 韩 杰, 李 兴, 石 侠\*  
(武汉京东方光电科技有限公司, 湖北 武汉 430000)

**摘要:**为改善高级超维场转换技术液晶显示器(ADS LCD)的斜视角(方位角 $\phi=45^\circ$ ,极角 $\theta=60^\circ$ )漏光,设计了一种光学补偿膜并将其集成在偏光片中,并对使用该光学补偿膜的ADS LCD的斜视角漏光程度、色偏等方面进行了研究。首先,根据ADS LCD斜视角漏光的原理(离轴漏光),利用TechWiz软件,模拟出能有效减轻斜视角漏光的液晶和补偿膜的搭配方案。接着,制作不同补偿值的偏光片并将其贴附在液晶显示屏上。然后通过光学设备测试斜视角漏光亮度和色偏情况,确定最终光学补偿膜方案。实验结果表明,有两种补偿膜方案可使斜视角漏光亮度下降95%以上:组配①:负性液晶( $90^\circ$ )+(+B)+(-C)补偿膜(+B补偿膜: $R_o=a, R_{th}=-a$ , -C补偿膜: $R_o=0, R_{th}=a$ );组配②:负性液晶( $90^\circ$ )+(+C)+(+A)补偿膜(+C补偿膜: $R_o=0, R_{th}=-b$ , +A补偿膜: $R_o=c, R_{th}=d$ )。结论使用该光学补偿膜的偏光片可改善ADS LCD斜视角画面泛白的现象。

**关键词:**液晶显示器,光学补偿膜;离轴漏光;色偏

中图分类号:TP394.1;TH691.9 文献标识码:A doi:10.37188/CJLCD.2026-0042 CSTR:32172.14.CJLCD.2026-0042

## Improve oblique angle light leakage of liquid crystal display

CHEN Chuang, CHEN Dongchuan, DAI Ke, QU Yingying, HAN Jie, LI Xing, SHI Xia\*

(Wuhan BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd., Wuhan 430000, China)

**Abstract:** To improve oblique-angle light leakage (azimuth angle  $\phi=45^\circ$ , polar angle  $\theta=60^\circ$ ) in ADS LCDs, an optical compensation film was designed and integrated into the polarizer. The study further investigated the oblique-angle light leakage and color shift of LCDs incorporating this optical compensation film. First, based on the mechanism of oblique-angle light leakage (off-axis light leakage) in ADS LCDs, using TechWiz software to simulate a combination scheme of liquid crystal and compensation film that can effectively reduce oblique angle light leakage. Next, polarizers with different compensation values are produced and attached to the LCD screen. Finally, optical equipment was used to measure light leakage and color shift. Based on the combined results, the optimal optical compensation film solution was finalized. The experimental results indicate that both compensation film schemes can reduce the brightness of oblique angle light leakage by more than 95%: Configuration ①: Negative liquid crystal ( $90^\circ$ ) + (+B) + (-C) compensation films (+B film:  $R_o=a, R_{th}=-a$ ; -C film:  $R_o=0, R_{th}=a$ ). Configuration ②: Negative liquid crystal ( $90^\circ$ ) + (+C) + (+A) compensation films (+C film:  $R_o=0, R_{th}=-b$ ; +A film:  $R_o=c, R_{th}=d$ ). Conclusion The use of polarizer with this optical compensation film can improve the phenomenon of whitening in ADS LCD oblique viewing angle images.

**Key words:** liquid crystal display; optical compensation film; off-axis light leakage; color shift

收稿日期:2026-03-20;修订日期:2026-04-14.

\*通信联系人, E-mail: shixia@boe.com.cn

## 1 引言

随着近几年显示技术的飞速发展,有机发光二极管显示器(OLED)以其快响应和高对比度等特点,在客户端广受欢迎,其市场份额逐年增加,不断冲击着液晶显示器(LCD)市场<sup>[1-3]</sup>。面对OLED新型显示技术的挑战,传统显示技术液晶显示器(LCD)需不断提高技术以应对挑战。

目前市场上主流的液晶显示器主要分为VA (Vertical Alignment) 和 ADS (Advanced Super Dimension Switch) 两种显示模式,主要差别在于VA模式液晶分子是垂直排列,ADS模式液晶分子是水平排列<sup>[4]</sup>。ADS LCD由于液晶水平排列,其有效相位差随视角变化小,因此其视角表现优异( $-89^{\circ}\sim 89^{\circ}$ ),因而被广泛应用于电视、监视器、笔记本电脑、平板、手机等显示领域<sup>[5-7]</sup>。ADS LCD主要结构:中间为液晶盒,液晶盒上下两侧分别贴一张偏光片(polarizer,以下简称POL),两张偏光片的吸收轴相互垂直的。其中靠近背光源一侧渡有薄膜晶体管的玻璃基板(简称TFT基板)的偏光片吸收轴为 $90^{\circ}$ ,渡有彩色滤光片的玻璃基板(简称CF基板)侧偏光片吸收轴为 $0^{\circ}$ 。其显示原理为:当光垂直TFT基板入射,透过TFT侧偏光片后,入射光形成 $0^{\circ}$ 线偏振光,液晶在电场的作用下水平转动产生双折射效应,透过液晶层的入射光的偏振态由 $0^{\circ}$ 变为 $90^{\circ}$ ,可以完全通过CF偏光片因而显示为亮态(L255);若无电场,液晶分子不转动,则不产生双折射效应,透过液晶层后入射光的偏振态( $0^{\circ}$ )不发生改变,经过CF侧偏光片时,入射光被完全吸收,因而显示为暗态(L0)<sup>[8]</sup>。然而,ADS LCD的亮态和暗态均是在正视角(方位角 $\psi=0^{\circ}$ ,极角 $\theta=0^{\circ}$ )下观察的。若偏离该视角下观察( $\psi\neq 0^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ ),上下两张偏光片的有效吸收轴不再相互垂直,从TFT侧透过光不能被CF侧偏光片完全吸收,则暗态会产生漏光,该漏光称为离轴漏光<sup>[9-12]</sup>。离轴漏光会带来斜视角画质泛白,画面细节模糊,对比度低等问题。

为改善ADS LCD斜视角离轴漏光导致画质变差的问题,本论文提出一种漏光补偿的方案:在偏光片中增加两层光学补偿膜,该补偿膜能将斜视角的漏光的偏振态转变为 $0^{\circ}$ ,从而被CF侧

偏光片吸收,使斜视角最大漏光亮度降低95%以上,解决了斜视角画质泛白问题,提升了显示效果,提高了ADS LCD显示器在市场端的竞争力。

## 2 ADS LCD 离轴漏光

首先,我们使用TechWiz软件模拟了LCD在负性液晶的条件下的离轴漏光原理,如图1所示:在正视角下,从TFT POL透过的线偏振光(透过轴 $0^{\circ}$ )的相位为A点,正好可以被相位为C点的CF POL(吸收轴为 $0^{\circ}$ )完全吸收,此时正视角不漏光。当斜视角观察时,从TFT POL透过的线偏振光的相位从A变为B点,而能完全吸收B相位线偏振光为相位D点,而CF POL的吸收轴相位为C点,C点与D点之间存在相位差,因此斜视角观察到的B相位线偏振光不能被CF POL完全吸收,因此会产生离轴漏光<sup>[1]</sup>。

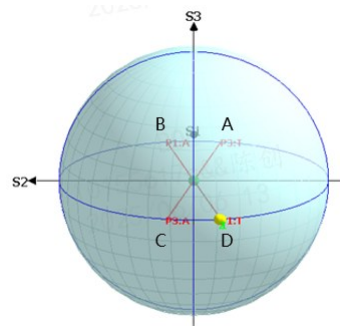


图1 ADS LCD 离轴漏光原理图

Fig.1 Schematic diagram of off-axis light leakage in ADS LCD

接着,我们使用TechWiz软件模拟了不含补偿膜的普通偏光片(以下简称Normal POL)的ADS Panel在不同观测角度(方位角 $\psi=0\sim 360^{\circ}$ ,极角 $\theta=0\sim 90^{\circ}$ )的离轴漏光情况(由于人眼对绿光最为敏感且白光中绿光亮度比例最高,因此模拟采用550 nm波长)。结果表明在 $\psi=0^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 时,几乎不漏光,在 $\psi=45^{\circ}/135^{\circ}/225^{\circ}/315^{\circ}$ (CF&TFT偏光片吸收轴对角线),极角 $\theta=60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的时候,离轴漏光程度最重,透过率最高达0.125%,如图2所示。同时,我们也使用光学设备测试Normal POL ADS Panel的实际离轴漏光情况,如图3和图4所示,数据表明,实测结果与模拟结果一致。

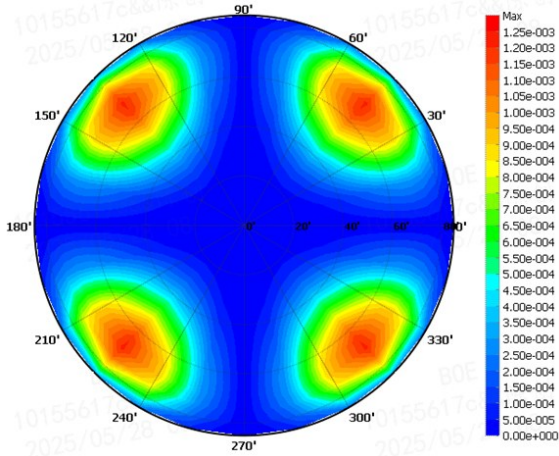


图2 Normal POL不同视角离轴漏光模拟图

Fig.2 Simulation of off-axis light leakage from different perspectives of normal POL

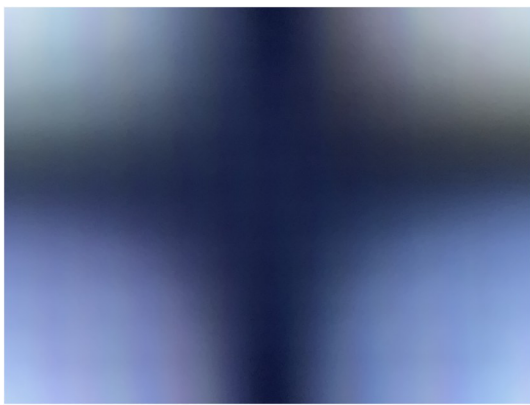


图3 Normal POL不同视角离轴漏光实物图

Fig.3 Physical image of off-axis light leakage from different perspectives in Normal POL

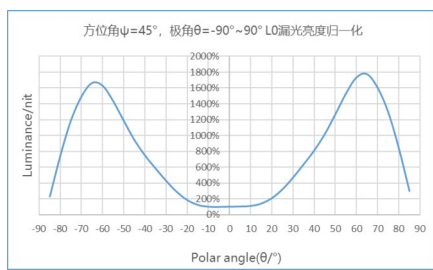


图4 Normal POL不同视角离轴漏光实测数据

Fig.4 Off axis light leakage measurement data from different perspectives of Normal POL

因此在开发光学补偿膜的前期研究工作,我们可以利用 TechWiz 软件,通过设置不同类型补偿膜的搭配,以及补偿膜的不同补偿值,来模拟离轴漏光程度。若在某种补偿膜或补偿值的搭

配上,模拟结果显示能有效改善 $\psi=45^\circ$ ,极角 $\theta=60^\circ$ 的离轴漏光程度,就表明该补偿膜方案在实际应用过程中具备良好的斜视角漏光改善效果,这将有助于高效地完成补偿膜的开发。

### 3 光学补偿膜

常用的光学补偿膜,根据其XYZ平面的折射率大小关系可分为单轴和双轴补偿膜,如图5所示<sup>[13-17]</sup>。其中XYZ三个方向中任意两个方向的折射率相同称为单轴补偿膜,XYZ三个方向折射率均不相等称为双轴补偿膜。在制作上,双轴补偿膜更难制作并且成本更高。LCD常用的补偿膜类型如表1所示。

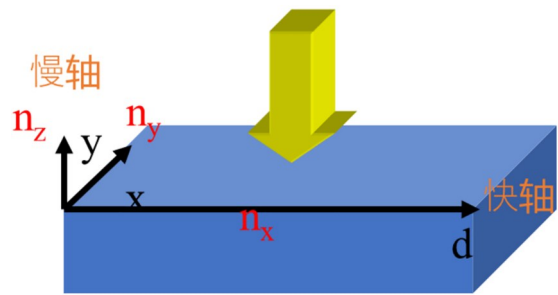


图5 补偿膜示意图

Fig.5 Schematic diagram of compensation film

表1 LCD补偿膜类型

Tab.1 LCD compensation film types

性质	补偿膜名称	折射率关系	形状示意图
单轴	+A	$n_x > n_y = n_z$	
单轴	-A	$n_x = n_z > n_y$	
单轴	+C	$n_z > n_x = n_y$	
单轴	-C	$n_x = n_y > n_z$	
双轴	+B	$n_z > n_x > n_y$	
双轴	-B	$n_x > n_y > n_z$	

表征补偿膜的重要参数是 $R_o$ 、 $R_h$ ,其中 $R_o$ 表征XY平面的相位差, $R_h$ 表征垂直XY平面的相

位差<sup>[18]</sup>。通过调整XYZ三个方向的折射率大小以及补偿膜厚度 $d$ 可调整补偿膜的补偿值 $R_0$ 、 $R_h$ 来改善补偿效果,其计算公式如下:

$$\textcircled{1} R_0 = (n_x - n_y) d$$

$$\textcircled{2} R_h = (((n_x + n_y)/2) - n_z) d$$

#### 4 ADS LCD斜视角漏光改善方案

如前述ADS LCD在负性液晶的条件的离轴漏光原理分析,理论上可完全吸收斜视角偏振光为相位D点,而实际CF POL吸收轴相位为C点,因此我们需要在CF POL PVA层之前增加补偿膜,使B相位的偏振光到达CF POL PVA层之前由D相位转变为C相位偏振光,从而被CF POL完全吸收,达到改善斜视角漏光的目的。这种通过在偏光片中增加补偿膜,改善斜视角漏光,从而达到更广观看视角的偏光片,我们称之为STW POL (Super True Wide POL)。根据LCD使用液晶类型,如正性液晶(长轴方向为 $0^\circ$ )或负性液晶(长轴方向为 $90^\circ$ ),STW POL可分别位于TFT侧或CF侧。

##### 4.1 A+C型光学补偿偏光片

出于双轴补偿膜制作难度和成本考虑,在使用负性液晶的情况下,我们在CF POL中采用两层单轴补偿膜(A膜+C膜)改善离轴漏光,如图6所示。我们使用TechWiz软件模拟,分别调整+C和+A补偿膜的补偿值,发现当+C膜的补偿值 $R_0=0$ , $R_h=-b$ ,+A膜的补偿值 $R_0=c$ , $R_h=d$ 时,背光经过TFT侧POL后产生的线偏振光,经过液晶层后其相位由1位置变为2位置,然后经过+A补偿膜后相位转为3位置,接着经过+C补偿膜后,相位由3位置转为4位置,最终

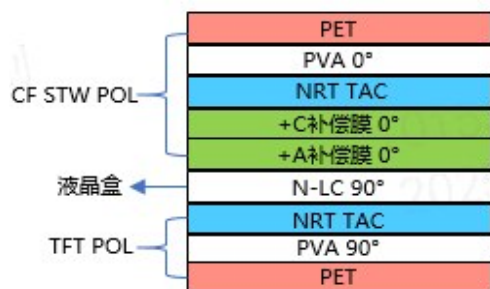


图6 A+C STW POL+负性液晶LCD示意图

Fig. 6 Schematic diagram of A+C STW POL N-LC LCD

该线偏振光正好被CF POL吸收,达到斜视角漏光改善的目的,如图7所示。

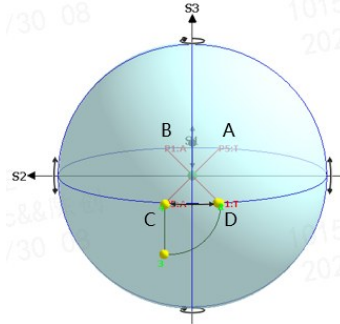


图7 A+C STW POL离轴漏光改善模拟图

Fig. 7 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for A+C STW POL

在经过模拟指导后,我们在此基础上做出了一系列不同补偿值的STW POL并进行实际测试,结果显示STW1具有较好的漏光补偿效果。相比Normal POL,其斜视角最大漏光亮度降低95%,侧视角颜色均匀性更好,色偏程度低,极角漏光亮度左右对称性最佳,如图8和表2所示。

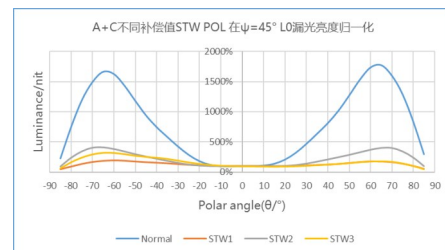


图8 A+C STW POL漏光实测数据

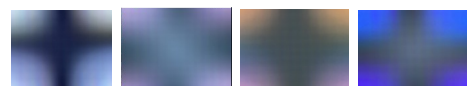
Fig. 8 Light leakage data of A+C STW POL

表2 A+C STW POL不同补偿值漏光亮度与色偏

Tab. 2 Leakage brightness and color shift of A+C STW POL with different compensation values

Item	Normal	STW1	STW2	STW3
+C $R_0$	—	0	0	0
+C $R_h$	—	-b	-(b-20)	-(b+20)
+A $R_0$	—	c	c	c
+A $R_h$	—	d	d	d
最大漏光亮度(nit)	100%	5%	17%	8.3%

L0效果图



### 4.2 B-C 型光学补偿偏光片

由于A+C STW POL在侧视角观察L0颜色为紫红色,人眼能较为敏感地察觉,若通过增加+C补偿膜的补偿值,使其侧视角颜色变为人眼不敏感的蓝色,则漏光亮度会增加。除此之外,由于A+C STW POL中,+C补偿膜为一层液晶渡在+A补偿膜上,因此制作难度大,良率低,成本高,并且贴附在液晶显示屏上后,抗外界冲击力能力差(如做小球跌落实验,液晶层会掉落形成亮斑),导致信赖性差。因此需进一步开发新STW POL,在改善侧视角亮度的前提下,使侧视角颜色为人眼不敏感的蓝色,同时使用双层薄膜材料以提升抗外界冲击力。

在使用负性液晶的情况下,我们在CF POL中采用双轴轴补偿膜+单轴补偿膜(B-C STW POL)改善离轴漏光,如图9所示。我们使用TechWiz软件模拟,分别调整+B和-C补偿膜的补偿值,发现当+B膜的补偿值 $R_o=a, R_{th}=-a$ , -C膜的补偿值 $R_o=0, R_{th}=a$ 时,背光经过TFT侧POL后产生的线偏振光,经过液晶层后其相位由1位置变为2位置,然后经过-C补偿膜后相位转为3位置,接着经过+B补偿膜后,相位由3位置转为4位置,最终该线偏振光正好被CF POL吸收,达到斜视角漏光改善的目的,如图10所示。

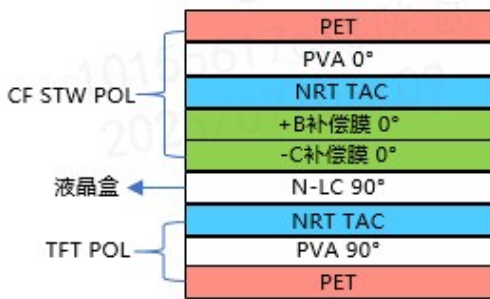


图9 B-C STW POL 负性液晶 LCD 示意图  
Fig. 9 Schematic diagram of B-C STW POL N-LC LCD

在经过模拟指导后,我们在+B膜的补偿值 $R_o=a, R_{th}=-a$ , -C膜的补偿值 $R_o=0, R_{th}=a$ 的基础上,分别改变+B补偿膜和-C补偿膜的补偿值,观察其L0侧视角色偏表现和最大漏光亮度。结果表明,显示STW4具有最佳的漏光补偿效果,相比Normal POL,其最大漏光亮度降低

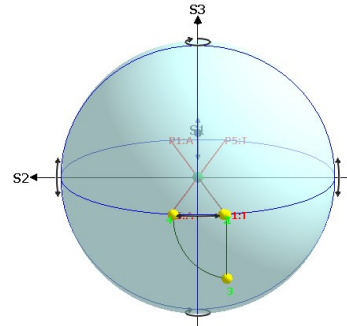


图10 B-C STW POL 离轴漏光改善模拟图  
Fig. 10 Simulation diagram of off-axis light leakage

95.4%,如图11所示。同时侧视角色偏颜色为浅蓝色,人眼敏感程度低,不同视角颜色对称性较好,如表3所示。当将此STW POL应用于TV时,其侧视角黑色画面基本无漏光,侧视角对比度明显提升,细节显示更加清楚,画质更清晰,显示效果有了显著提升,如图12和13所示。A+C和B-C STW POL性能和优劣势对比如表4所示。

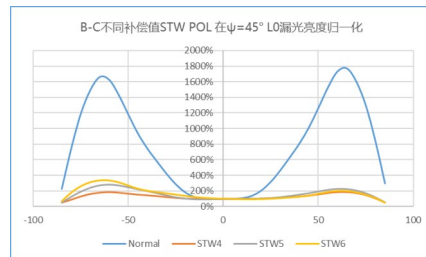


图11 不同补偿值 B-C STW POL 漏光亮度实测数据  
Fig. 11 Actual measurement data of leakage brightness of B-C STW POL with different compensation values

表3 B-C STW POL 不同补偿值漏光亮度与色偏

Tab. 3 Leakage brightness and color shift of B-C STW POL with different compensation values

Item	Normal	STW4	STW5	STW6
+B $R_o$	-	a	a	a+15
+B $R_{th}$	-	-a	-(a+15)	-(a+15)
-C $R_o$	-	0	0	0
-C $R_{th}$	-	a	a	a
最大漏光亮度(nit)	100%	4.6%	7.2%	8.7%
L0效果图				



图 12 Normal POL 斜视角画质

Fig. 12 Normal POL oblique view effect image



图 13 B-C STW POL 斜视角画质

Fig. 13 B-C STW POL oblique view effect image

表 4 A+C 和 B-C STW POL 优劣势对比

Tab. 4 Comparison of Advantages and Disadvantages Between A+C and B-C STW POL

STW POL	材质	信赖性	色偏	成本
A+C	A 为薄膜 C 为液晶	抗冲击能力差	紫红色	高
B-C	B 和 -C 均为薄膜	抗冲击能力好	淡蓝色	中

注: improvement for B-C STW POL

### 4.3 LCD 使用正性液晶的漏光补偿方案

前述 LCD 斜视角漏光改善的方案都是使用负性液晶然后在 CF 侧搭配 STW POL, 得到较好的改善效果。为进一步扩展 STW POL 应用场景, 我们也模拟了 LCD 正性液晶斜视角漏光改善的方案, 此时需要在 TFT 侧使用 STW POL, 如图 14 和 16 所示。

同时我们也使用 TechWiz 软件模拟, 如图 15 所示。背光经过 TFT 侧 POL 后产生的线偏振光, 经过 +C 补偿膜后其相位由 1 位置变为 2 位置, 然后经过 +A 补偿膜后相位转为 3 位置, 接着经过正性液晶层后, 相位由 3 位置转为 4 位置,

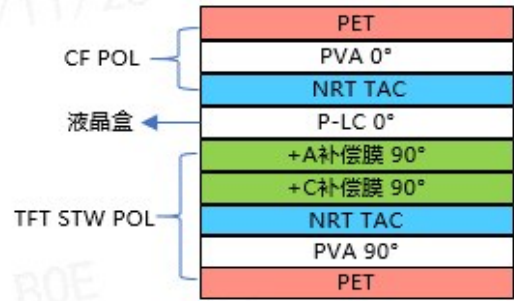


图 14 A+C STW POL+正性液晶 LCD 示意图

Fig. 14 Schematic diagram of A+C STW POL P-LC LCD

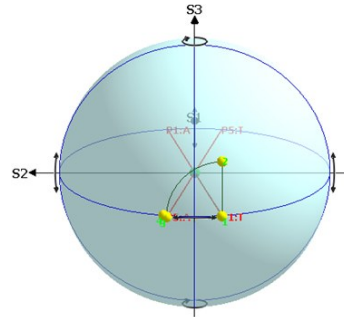


图 15 A+C STW POL+正性液晶离轴漏光改善模拟图

Fig. 15 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for A+C STW POL+P-LC

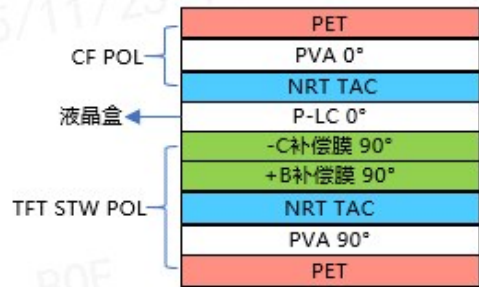


图 16 B-C STW POL+正性液晶 LCD 示意图

Fig. 16 Schematic diagram of B-C STW POL P-LC LCD

最终该线偏振光正好被 CF POL 吸收, 达到斜视角漏光改善的目的。与负性液晶搭配 STW POL 不同之处, 在于正性液晶使用 STW POL, A+C 补偿膜轴角度由  $0^\circ$  变为  $90^\circ$ , 并且线偏振光需先经过 +C 补偿膜, 再经过 +A 补偿膜, 才能有较好的漏光补偿效果。

如图 17 所示, 背光经过 TFT 侧 POL 后产生的线偏振光, 经过 +B 补偿膜后其相位由 1 位置

变为2位置,然后经过-C补偿膜后相位转为3位置,接着经过正性液晶后,相位由3位置转为4位置,最终该线偏振光正好被CF POL吸收,达到斜视角漏光改善的目的。与负性液晶搭配STW POL不同之处,在于正性液晶使用STW POL, B-C补偿膜轴角度由 $0^\circ$ 变为 $90^\circ$ ,并且线偏振光需先经过+B补偿膜,再经过-C补偿膜,才能有较好的漏光补偿效果。

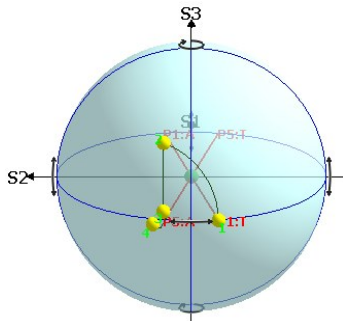


图 17 B-C STW POL+正性液晶离轴漏光改善模拟图  
Fig. 17 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for B-C STW POL+P-LC

#### 4.4 LCD单层补偿膜方案

前述LCD斜视角漏光改善使用的是A+C或B-C双层补偿膜STW POL方案,得到较好的改善效果,但是双层补偿膜的成本较高。为进一步降低使用成本,我们尝试使用单层补偿膜STW POL来改善斜视角漏光,我们分别模拟了正负性液晶下单层补偿膜方案。

在负性液晶的情况下,我们发现当B补偿膜的 $R_0=275$ 或 $-275, R_h=0$ 时,550 nm的绿光能完全被吸收,如图18、图19和图20所示。首先,背光经过TFT侧POL后产生的线偏振光,经过负性液晶后其相位由1位置变为2位置,然后经

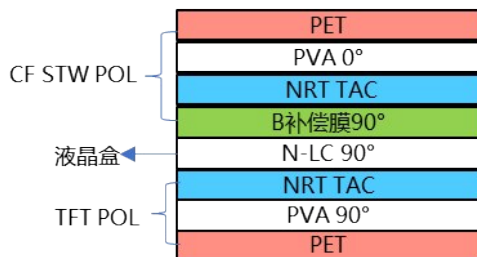


图 18 B STW POL+负性液晶 LCD示意图  
Fig. 18 Schematic diagram of B STW POL N-LC LCD

过B补偿膜后相位转为3位置,最终该线偏振光正好被CF POL吸收,达到斜视角漏光改善的目的。

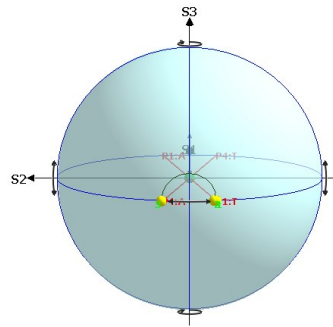


图 19 B ( $R_0=275, R_h=0$ ) + 负性液晶离轴漏光改善模拟图  
Fig. 19 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for B ( $R_0=275, R_h=0$ ) + N-LC

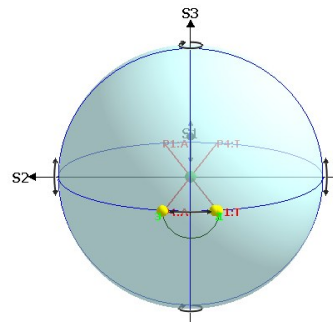


图 20 B ( $R_0=-275, R_h=0$ ) + 负性液晶离轴漏光改善模拟图  
Fig. 20 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for B ( $R_0=-275, R_h=0$ ) + N-LC

在正性液晶的情况下,我们发现当B补偿膜的 $R_0=275$ 或 $-275, R_h=0$ 时,550 nm的绿光能完全被吸收,如图21、图22和图23所示。首先,背光经过TFT侧POL后产生的线偏振光,经过

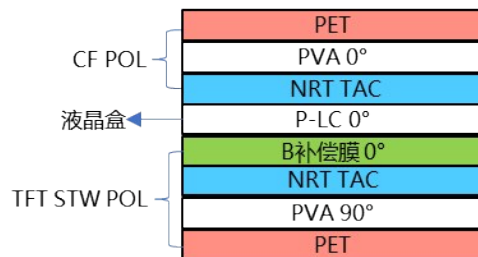


图 21 B STW POL+正性液晶 LCD示意图  
Fig. 21 Schematic diagram of B STW POL P-LC LCD

B补偿膜后其相位由1位置变为2位置,然后经过正性液晶后相位转为3位置,最终该线偏振光正好被CF POL吸收,达到斜视角漏光改善的目的。

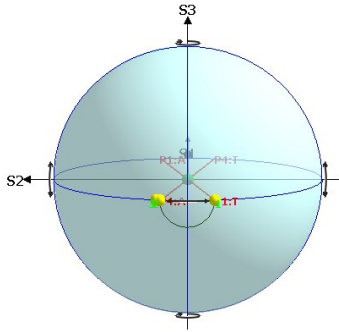


图 22 B ( $R_0=275, R_{th}=0$ ) + 正性液晶离轴漏光改善模拟图

Fig. 22 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for B ( $R_0=275, R_{th}=0$ ) + P-LC

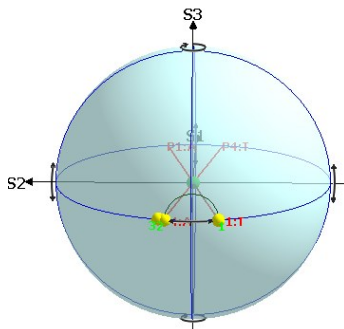


图 23 B ( $R_0=-275, R_{th}=0$ ) + 正性液晶离轴漏光改善模拟图

Fig. 23 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for B ( $R_0=-275, R_{th}=0$ ) + P-LC

## 5 理想的补偿膜

以上不管使用单层补偿膜还是双层补偿膜,其斜视角均有紫红色或者蓝色光漏出,其本质原因为补偿膜的补偿值  $R_0$  和  $R_{th}$  随波长变化较小,只能补偿某一波长下的漏光。由于白光中绿光的成分最高,并且人眼最为敏感,因此普通补偿膜主要吸收 550 nm 的绿光,因而导致其它波长的光(如蓝光 450 nm 或红光 650 nm)渗出而产生颜色。

为进一步降低 LCD 斜视角漏光亮度和改善斜视角蓝光或紫红色光漏出导致的色偏,我们

需要找到一种理想的补偿膜,该补偿膜在不同波长下具有不同补偿值,以实现全波段(380 nm~780 nm)的斜视角漏光被吸收,最终实现全视角无漏光,无色偏。

为此,我们做了一些模拟,当理想的 B 补偿膜 STW POL 搭配负性液晶时,如图 24 所示,同时理想的 B 补偿膜  $R_0$  随波长变化如图 25 所示,  $R_{th}=0$  时,可以实现 380~780 nm 全波段的斜视角漏光被完全吸收,如图 26、图 27 和图 28 所示。

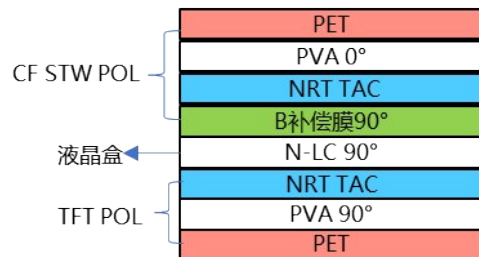


图 24 理想的 B STW POL + 负性液晶 LCD 示意图

Fig. 24 Schematic diagram of ideal B STW POL N-LC LCD

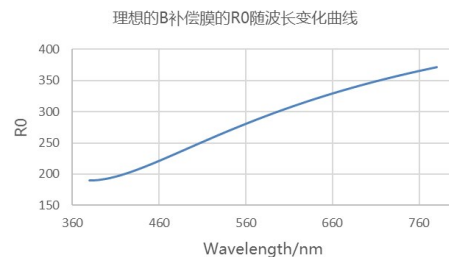


图 25 理想的 B 补偿膜的  $R_0$  随波长变化曲线

Fig. 25 The  $R_0$  value versus wavelength curve of an ideal B compensation film

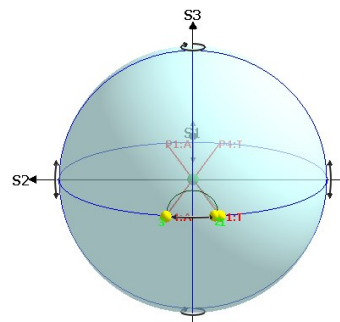


图 26 理想的 B STW POL + 负性液晶离轴漏光改善模拟图

Fig. 26 Simulation diagram of off-axis light leakage improvement for ideal B STW POL + N-LC

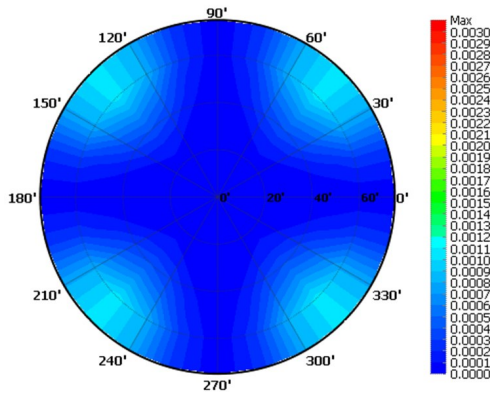


图27 Normal POL全波段离轴漏光模拟图

Fig. 27 Simulation of full-wave band off-axis light leakage of normal POL

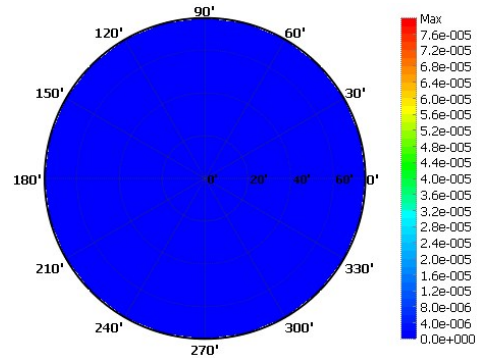


图28 理想的B补偿膜STW POL全波段离轴漏光模拟图

Fig. 28 Simulation of full-wave band off-axis light leakage of an ideal B compensation STW POL

## 6 结 论

为改善 ADS LCD 离轴漏光导致画质变差的问题,本文提出了在 CF 或 TFT 侧偏光片中增加双层补偿膜(A+C 或 B-C),相比 Normal POL,实现了斜视角最大漏光亮度降低 95% 以上,侧视角对比度和画质显著提升,两种方案均已经在 TV 高端机型中实际应用。

此外,我们为降低成本,我们模拟出当单层 B 补偿膜的  $R_o = \pm 275$ ,  $R_{th} = 0$  时,能完全吸收 550 nm 绿光。更进一步,我们为实现 ADS LCD 斜视角无漏光和无色偏,我们模拟出了理想的 B 补偿膜的补偿值  $R_o$  随波长变化的曲线,采用该理想的 B 补偿膜的 LCD 可以完全吸收 380~780 nm 的斜视角漏光,最终实现无漏光和无色偏。

## 参 考 文 献:

- [1] 王志奇. 关于高端显示技术 OLED 的研究[J]. 吕梁学院学报, 2024, 14(2): 20-23.  
WANG Z Q. Research on the High-end Display Technology OLED[J]. *Journal of Lyuliang University*, 2024, 14(2): 20-23. (in Chinese)
- [2] 王大巍. OLED 产业化历程与问题分析[J]. 液晶与显示, 2022, 37(6): 709-717.  
WANG D W. OLED industrialization review and issue analysis [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2022, 37(6): 709-717. (in Chinese)
- [3] Huang Y., Hsiang, EL., Deng, MY. *et al.* Mini-LED, Micro-LED and OLED displays: present status and future perspectives[J]. *Light Sci Appl*, 2020, 9, 105.
- [4] 黄晓丽, 孙玉宝, 马红梅. 液晶显示器多种显示模式色彩表现的研究进展[J]. 液晶与显示, 2021, 36(3): 355-370.  
HUANG X L, SUN Y B, MA H M. Research progress in color performance of LCD with various display modes[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(3): 355-370. (in Chinese)
- [5] 顾小情. 高对比度和快速响应的液晶显示技术[D]. 四川大学, 2021.  
GU X Q. Liquid crystal display technology with high contrast ratio and fast response time [D]. Sichuan University, 2021. (in Chinese)
- [6] 郭玉强, 王琼华. 液晶显示器视角相关性能的研究进展(特邀)[J]. 光子学报, 2022, 51(7): 0751413.  
GUO Y Q, WANG Q H. Research Progress on Viewing Angle-related Performance of Liquid Crystal Display (Invited) [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2022, 51(7): 0751413. (in Chinese)
- [7] 郭德康, 沈玄哲, 陈硕, 等. 具有视角控制特性的液晶光学器件研究进展[J]. 液晶与显示, 2024, 39(12): 1592-1611.  
GUO D K, SHEN X Z, CHEN S, *et al.* Research progress on liquid crystal optical devices with viewing angle

- control characteristics[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2024, 39(12): 1592-1611. (in Chinese)
- [8] 王森. 共面转换液晶显示器显示性能的研究[D]. 河北工业大学, 2016.  
WANG S. Study On The Display Performance Of In-Plane-Switching Liquid Crystal Display[D]. Hebei University of Technology, 2016. (in Chinese)
- [9] 隆竹辉. 液晶显示器中补偿膜的优化计算[D]. 河北工业大学, 2023.  
LONG Z H. Optimal Calculation Of Compensation Film In Liquid Crystal Display [D]. Hebei University of Technology, 2023. (in Chinese)
- [10] 隆竹辉, 张美珊, 马红梅, 等. 共面转换液晶显示器中降低离轴漏光的光学补偿方法[J]. *液晶与显示*, 2022, 37(7): 816-824.  
LONG Z H, ZHANG M S, MA H M, *et al.* Optical compensation methods for eliminating the off-axis light leakage in in-plane switching liquid crystal display[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2022, 37(7): 816-824. (in Chinese)
- [11] 张建军, 姜丽, 阮志毅, 等. IPS-LCD大倾斜角离轴漏光补偿方法研究[J]. *液晶与显示*, 2017, 32(10): 804-808.  
ZHANG J J, JIANG L, YUAN Z Y, *et al.* Optical Compensation Method Of Axis-off Light Leakage of IPS-LCD at Large Oblique Angles[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(10): 804-808.
- [12] Oh S W, Kim A K, B W Park *et al.* Optical compensation methods for the elimination of off-axis light leakage in an in-plane-switching liquid crystal display[J]. *Journal of Information Display*, 2015, 16(1).
- [13] 闵笑宇. 基于同步辐射的醋酸纤维素酯的设计合成及光学补偿膜应用研究[D]. 中国科学技术大学, 2023.  
MIN X Y. Study on Design And Synthesis Of Cellulose Acetate Ester Based on Synchrotron Radiation And The Application In Optical Compensation Film [D]. University of Science and Technology of China, 2023. (in Chinese)
- [14] 韩雪晴. 新型显示光学补偿膜与扩散膜结构设计与性能调控[D]. 中国科学技术大学, 2025.  
HAN X Q. Structural Design and Performance Optimization of Optical Compensation Films and Diffusion Films for Advanced Displays[D]. University of Science and Technology of China, 2025. (in Chinese)
- [15] Oh S W, Park B W, Yoon T H. Elimination of off-axis light leakage in a homogeneously-aligned liquid crystal cell [J]. *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 2015, 9385.
- [16] Oh S W, Yoon T. H. . “Optical compensation for elimination of off-axis light leakage in a liquid crystal display.” IEEE (2016).
- [17] Oh S W, Kim A K, Park B W, *et al.* Optical compensation methods for the elimination of off-axis light leakage in an in-plane-switching liquid crystal display[J]. *Journal of Information Display*, 2015, 16(1): 1-10.
- [18] 吴同. 同步辐射和双折射研究三醋酸纤维素酯薄膜的光学性能调控机理[D]. 中国科学技术大学, 2023.  
WU T. Synchrotron Radiation and Birefringence Study on the Regulation Mechanism of Optical Properties of Cellulose Triacetate Film. [D], University of Science and Technology of China, 2023. (in Chinese)

#### 作者简介:



陈 创,男,硕士,高级工程师,2018年于湖南大学获得硕士学位,主要从事液晶显示器的研发工作。E-mail: chenchuang1@boe.com.cn



石 侠,男,硕士,资深工程师,2016年于郑州大学获得硕士学位,主要从事液晶显示器研发工作。E-mail: shixia@boe.com.cn