

文章编号:1007-2780(XXXX)XX-0001-09

车载显示用偏光片专用标准构建与产业规模化应用研究

吴怡然, 曹可慰, 赵俊莎, 史泽远, 刘宇*
(中国电子技术标准化研究院, 北京 100176)

摘要:随着智能座舱与车载显示技术快速升级,车载偏光片已成为影响显示性能与行车安全的关键光学材料。针对我国车载显示产业快速发展与车载偏光片专用标准缺失的矛盾,本文旨在填补专用标准研究空白,完善标准驱动产业升级的理论框架,解决国产车载偏光片“无标可依、认证难、产业化进程缓慢”的行业痛点,提高产业链自主可控水平。本文立足车载显示全场景应用需求,系统分析了现行标准体系与车载显示产业实际应用间的关键瓶颈,提出了车载偏光片标准架构及主要指标,探索了以标准为驱动的产业规模化应用实施路径。提出了适配车载显示全场景的偏光片技术标准要点,形成落地的产业化应用实施方案。研究成果可为车载偏光片的研发设计、生产制造以及验证评价提供统一的技术依据,通过标准化与产业应用的深度融合,为车载偏光片产业规模化应用提供理论依据与实践指南,对提升我国车载显示关键材料自主保障能力、保障产业链供应链安全稳定、实现高质量发展具有重要理论支撑与工程应用价值。

关键词:车载显示;偏光片;标准;规模化应用

中图分类号:TN27 文献标识码:A doi:10.37188/CJLCD.2026-0084 CSTR:32172.14.CJLCD.2026-0084

Research on the construction of dedicated standards and industrial large-scale application for automotive display polarizers

WU Yiran, CAO Kewei, ZHAO Junsha, SHI Zeyuan, LIU Yu*

(China Electronics Standardization Institute, Beijing 100179, China)

Abstract: With the rapid upgrading of smart cockpits and in-vehicle display technologies, automotive polarizers have become key optical materials affecting display performance and safety. Addressing the contradiction between the rapid development of China's automotive display industry and the lack of dedicated standards for automotive polarizers, this paper aims to fill the research gap in standards, refine the theoretical framework of standard-driven industrial upgrading, resolve the industry pain points of domestic automotive polarizers such as “lack of standards to follow, difficulty in certification, slow industrialization process,” and improve the level of independent controllability of the industrial chain. Based on the application needs of all scenarios in automotive displays, this paper systematically analyzes the key bottlenecks between current standard system and the actual application of the automotive display industry, proposes the standard architecture and main indicators for automotive polarizers, and explores

收稿日期:2026-05-18;修订日期:2026-06-17.

*通信联系人, E-mail: liuyu@cesi.cn

the implementation path for the large-scale application driven by standards. It puts forward the key points of polarizer technical standards adapted to all automotive display scenarios and forms a practical industrial application implementation plan. The research results can provide a unified basis for the research, design, production, manufacturing, and verification and evaluation of automotive polarizers. Through the deep integration of standardization and industrial application, it provides a theoretical basis and practical for the large-scale application of the automotive polarizer industry, which has important theoretical support and engineering application value for enhancing China's independent guarantee capability of key materials for automotive displays, the security and stability of the industrial and supply chains, and achieving high-quality development.

Key words: automotive display; polarizer; standard; large-scale application

1 引言

随着新能源汽车产业的爆发式增长,车载显示作为人车交互的核心界面,重要性日益凸显。在汽车电动化、智能化和物联网化的趋势下,车载显示正从单一的信息展示向多屏联动、沉浸式交互、安全可视化方向升级^[1]。根据 Omnia 数据,预计车载显示屏市场每年将保持平均 6.5% 的增长率,2025 年出货量将达到 1.8 亿片,2030 年将进一步增至 2.38 亿片。车载偏光片规模正以年均 18% 的增速扩张,2025 年全球车载偏光片需求量将突破 1.2 亿平方米,价值超 120 亿元人民币,成为偏光片产业最具潜力的增长赛道^[2]。

偏光片作为车载显示面板的“光学心脏”,通过控制偏振光的偏振方向,调节显示画面的亮度、对比度、可视角度和色彩还原等核心性能参数^[3]。与消费电子用偏光片相比,车载偏光片需适配整车复杂环境:−40℃极寒至 95℃高温的宽温域变化、65℃/90% RH 高温高湿的长期侵蚀、紫外线(UV)持续老化、行驶中的高频振动与冲击,对光学性能、可靠性、机械稳定性的要求提升 1~2 个数量级。

我国偏光片产业已实现全球产能第一(2025 年大陆产能占比超 70%),覆盖偏光片产业上下游的产业集群也已初步形成,但高端产品技术与生产能力不足仍制约行业进一步发展。消费级偏光片用于车载显示,极易出现高温变色、屏幕漏光、寿命衰减等问题,影响行车视觉安全。《汽车智能化发展战略》(2020—2035 年)要求车载电子电气架构及关键零部件在宽温域、高湿度等恶

劣环境下可靠运行,并制定配套标准规范^[4]。在此背景下,开展车载显示偏光片专用标准研制,既是适配汽车电子极端工况需求的必然要求,也是破解产业发展瓶颈、完善显示材料标准体系的关键举措,对推动我国偏光片产业突破高端瓶颈、推动平板显示产业从“规模领先”向“质量领跑”转型具有重要的理论价值与现实意义。

2 车载场景对显示用偏光片的要求

2.1 车载显示用偏光片的特殊要求

车载显示的应用场景具有环境极端性、安全关键性、场景多样性三大特征,对偏光片的需求远超消费级显示(手机、电视、电脑),具有以下核心要求。

(1) 宽温域适应性:车载显示需适应 −40℃(北方冬季户外)至 95℃(夏季暴晒座舱)的整车环境,偏光片需在全温域内保持光学性能稳定,无光学衰减、无层间分离,否则会导致显示画面偏色、漏光,影响驾驶安全^[5]。

(2) 高耐候可靠性:车载偏光片需长期耐受高温高湿(65℃*90% RH)、UV 紫外线(波长 280 nm~400 nm)老化,使用寿命需达 8~10 年(约 10 万小时),需避免脱胶、变色、开裂、光学性能衰减等失效问题。

(3) 抗震动与机械稳定性:车辆行驶过程中产生的宽频震动与冲击,要求偏光片层间粘结力强、结构完整性好,避免因振动导致层间剥离、显示失效。

(4) 高光学性能一致性:强日光、暗光等不同光照环境下,偏光片需保持高对比度、低眩光,满

足驾驶过程中对显示信息的快速识别,同时适配异形曲面显示的切割与贴合需求^[6]。

(5)特殊性能适配:部分高端车载显示需具备抗眩光、抗指纹、低反射等功能,以提升户外可视性与触控体验^[7]。

2.2 “车规级”的特殊标准

AEC-Q标准是由国际汽车电子协会(Automotive Electronics Council,简称AEC)制定的一系列车规验证标准,主要用于确保汽车电子零部件的可靠性和质量。以AEC-Q100为例,AEC-Q100是基于失效机理的集成电路应力测试鉴定,适用于车用IC芯片的综合可靠性测试认证标准,是芯片产品应用于汽车领域的基本门槛。AEC-Q100有专门的测试项目列表,对比消费电子检测,在样品数量、检验规则上均存在差异。样品数量方面,汽车电子是消费类的三倍,比如国标对消费类样品数量规定在225颗以上,但AEC-Q100就需要715颗以上。此外,AEC-Q100要求对所有产品进行可靠性测试,以保证在批量生产中实现零缺陷,而消费类则无此条款,可进行抽检。对于功能性测试,各汽车零部件厂商监测数据均需要给出,要求准确到个别零件。

车载显示领域,SJ/T 11459.2.2.1-2013《液晶显示器件第2-2-1部分:车载用彩色矩阵液晶显示模块详细规范》和SJ/T 11459.2.2.1-2013《液晶显示器件第2-2-4部分:手机用彩色矩阵液晶显示模块详细规范》分别对消费类显示产品和车载显示产品的主要性能指标进行了规定。对比标准中的内容,车载显示器件对显示效果并没有更多的要求,而对于寿命、可靠性、工作环境温度、贮存温度、工作电压等要求的适应范围都要高于手机用显示器件^[8]。

3 我国车载偏光片标准现状与产业规模化瓶颈

3.1 国内外偏光片现行标准体系梳理

车载显示偏光片作为现代汽车智能化的重要组成部分,其标准化工作已引起国内外广泛关注。目前,与偏光片相关的标准主要包括国际标准、国家标准、行业标准、团体标准和企业标准。

在国际层面,国际电工委员会(IEC)和国际标准化组织(ISO)发布了一系列关于光学材料和显示器件的基础性标准,这些标准为车载显示偏光片的技术参数和测试方法提供了重要参考。例如,IEC 62341《有机发光二极管(OLED)显示器》系列标准针对显示模块的设计和性能要求进行详细规定,其中涉及到对偏光片的基本光学性能要求。

在我国政府标准方面,中国国家标准化管理委员会(SAC)、工业和信息化部也发布了多项与偏光片及其原材料的国家标准和行业标准,偏光片标准体系已初步形成,标准体系见图1,标准清单见表1。图2~图4为现有标准情况统计。这些标准对偏光片及其原材料膜的光学性能、理化性能要求和相应测试方法作出了规定,但其在车载显示领域的适用性仍存在一定局限性,需进一步优化和完善。

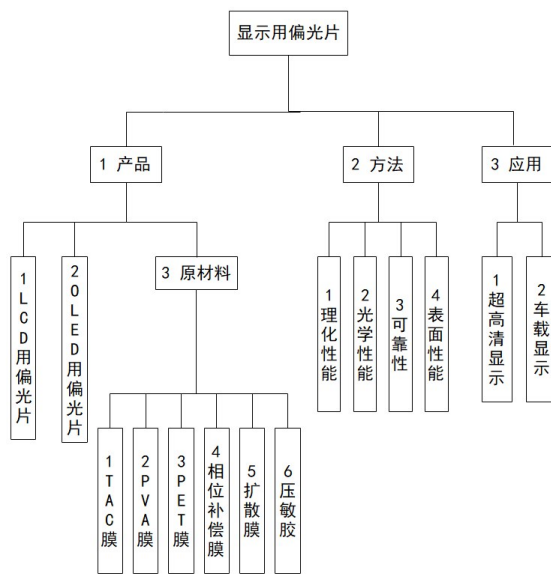


图1 偏光片标准体系

Fig. 1 Standard system of polarizers

市场标准方面,国内仅发布少量车载偏光片团体标准,存在覆盖维度不全、指标不统一、不具有行业代表性等问题,无法形成行业统一规范。杉金光电、三利谱等头部企业制定了车载偏光片企业标准,但指标与测试方法差异较大,且未与车规认证深度衔接,仅适用于企业内部供应链管理,难以跨企业通用。

表 1 偏光片相关国家标准和行业标准清单

Tab. 1 List of national and industry standards related to polarizers

标准号	标准名称
GB/T 25255-2010	光学功能薄膜 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)薄膜 拉伸性能测定方法
GB/T 25256-2010	光学功能薄膜 离型膜 180°剥离力和残余黏着率测试方法
GB/T 25257-2010	光学功能薄膜 翘曲度测定方法
GB/T 25273-2025	液晶显示器(LCD)用薄膜 雾度和透光率测定方法 积分球法
GB/T 25274-2010	液晶显示器(LCD)用薄膜 紫外吸收率测定方法
GB/T 25275-2010	液晶显示器(LCD)用偏振片 光学性能和耐候性能测试方法
GB/T 25276-2010	液晶显示器(LCD)用三醋酸纤维素酯(TAC)膜 厚度测定方法
GB/T 28122-2011	液晶显示器(LCD)用聚乙烯醇(PVA)膜 厚度测定方法
GB/T 31378-2015	平板显示器(FPD)偏光膜表面硬度的测试方法
GB/T 31379.1-2025	平板显示器偏光片测试方法 第1部分:理化性能
GB/T 31379.2-2025	平板显示器偏光片测试方法 第2部分:光学性能
GB/T 31379.3-2025	平板显示器偏光片测试方法 第3部分:可靠性
GB/T 36952-2018	平板显示器(FPD)偏光膜表面耐划伤性的测试方法
GB/T 37382-2019	光学功能薄膜 液晶显示背光模组用薄膜 高温高湿老化性能测定方法
GB/T 46177-2025	有机发光显示用偏光片
HG/T 4357-2012	薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)用偏光片
HG/T 5507-2018	光学功能薄膜 液晶显示背光模组用上扩散膜
HG/T 5858-2021	光学级聚酯薄膜(PET)偏光片保护膜
HG/T 4150-2019	偏光片用三醋酸纤维素酯(TAC)薄膜
HG/T 4183-2011	液晶显示器(LCD)用偏振片

■ 测试方法标准 ■ 产品标准

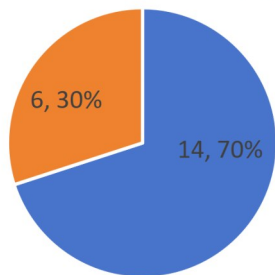


图 2 不同类型标准数量及占比

Fig. 2 Number and proportion of different types of standards

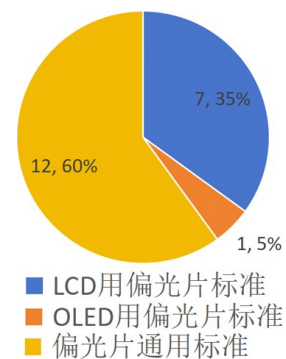


图 4 不同显示技术标准数量及占比

Fig. 4 Number and proportion of different display technology standards

■ 国家标准 ■ 行业标准

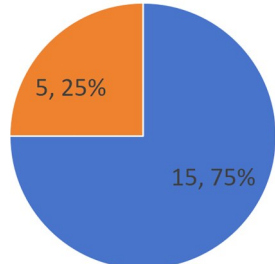


图 3 不同层级标准数量及占比

Fig. 3 Number and proportion of standards at different levels

3.2 标准缺失导致的产业规模化瓶颈

车载偏光片作为智能汽车显示系统的核心部件,其性能直接关系到驾驶安全与用户体验。当前,产业正面临因标准缺失的困局,严重制约其规模化发展进程。核心问题在于:现行国家标准仅覆盖消费级产品,而车载偏光片作为车规级核心元件,其高温耐候性、抗振性、长寿命可靠性等关键指标在国标中处于空白状态;团体标准碎片化、企业标准各自为政,导致行业准

入门槛模糊、技术路径混乱、产品一致性差、测试结果缺乏公信力,形成“无标可依、多标难依”的混乱局面。

目前车载偏光片企业主要参照国际AEC-Q系列标准进行车规级认证,认证周期长。标准AEC-Q认证周期为5~6个月,一旦预测试或正式测试失败,企业需重新调试样品并重新排期测试,每次失败额外增加2~3个月时长,整体周期常超1年,严重滞后于汽车行业快速迭代的节奏。认证过程更需消耗1 000片以上样品,破坏性测试(如高温工作寿命试验HTOL、温度循环TC、硫化氢腐蚀试验)导致样品损耗巨大,若一次测试未通过则成本翻倍,单次测试费用占企业研发投入的20%以上,对中小企业而言更是难以承受之重。此外,因为缺乏统一的可靠性和光学性能要求,不同厂家的对于可靠性测试的温度范围、湿度要求、循环次数差异显著,导致AEC-Q认证通过率不足50%,资源大量浪费在重复试错中。

同时,上游材料标准缺失影响产业链根基。车载偏光片用核心原材料,高性能染料、压敏胶等缺乏车规级标准,国产材料在高温高湿、强紫外线等车载极端环境下易出现光学衰减、胶层剥离等问题,直接导致车载偏光片生产良率远低于消费级产品水平。高不良率不仅推高制造成本,更使企业面临废品损失与产品质量风险,难以形成稳定的大规模交付能力。同时,材料性能的不可控加剧了整车厂对国产产品的信任危机,国产替代进程举步维艰。

这一系列问题最终在产业层面形成恶性循环:技术迭代受阻,企业被迫适配多样化标准,研发资源分散,难以聚焦核心技术突破;供应链协同断裂,上游材料商与下游制造商因标准不统一难以形成稳定的技术配套关系;市场信任不足,产品参数混乱、测试结果缺乏可比性,下游整车厂在选型时面临极高风险,往往倾向于选择国际成熟品牌,国产产品即便具备性价比优势,仍难突破供应链壁垒^[9]。准入门槛虚设更导致行业集中度低,中小企业涌入加剧“劣币驱逐良币”现象,产业难以通过规模化实现成本优化与质量提升。当前车载偏光片市场70%被海外品牌垄断,国产化率不足,产业规模化瓶颈凸显。

4 车载显示用偏光片专用标准构建

4.1 标准构建的原则

车载显示偏光片专用标准的构建需遵循科学性、合理性、可操作性、协调性和前瞻性等基本原则,以确保标准能够全面覆盖产业需求并推动技术进步。科学性要求标准内容基于充分的理论研究和实验验证,确保技术参数与测试方法的准确性和可靠性;合理性则强调标准应兼顾技术发展的现状与未来趋势,避免因过于严苛或宽松而限制产业发展。可操作性是标准实施的关键,其技术指标和测试方法必须具备实际应用中的可执行性,同时考虑现有生产设备和检测手段的普及程度。协调性是指标准应不违背法律法规和强制标准,并与现行标准的内容保持匹配。此外,前瞻性要求标准在制定过程中充分考虑车载显示技术的未来发展方向,如高分辨率、广视角和智能化需求,从而为产业提供长期的技术指引。

4.2 主要指标及确定依据

在构建车载显示用偏光片专用标准时,各项核心指标的选取与限值的确定均以现有标准为基准,优先采用现行标准的测试方法,保证方法统一、数据可比;以车载场景为约束,充分考虑车辆实际运行中的高温暴晒、高湿湿热等场景,以及车载显示在强环境光、高对比度、宽视角及整车多屏色彩一致性的使用要求,明确关键性能阈值;以产业验证为支撑,充分调研主流车企、面板企业与偏光片厂商的产线验证数据与企业规范,确保指标既满足长期使用可靠性,又符合量产供应链一致性。

4.2.1 光学性能

光学性能是车载显示用偏光片的核心指标之一,主要包括透光率、偏振度和色相等。车载环境因其复杂的工况条件,温度变化范围广泛且具有显著的非线性特征。根据相关研究,车载显示设备在实际使用中可能面临从-40℃至85℃甚至更高的极端温度环境,这种宽温范围对偏光片的性能提出了严峻挑战。高温环境下,聚乙烯醇(PVA)膜素子中的碘离子或染料分子可能发生热分解或迁移,导致光学性能下降;而低温环境则可能导致材料脆性增加,进而影响偏光片的

结构稳定性和机械强度^[10]。此外,温度波动还会引起偏光片内部应力的变化,进一步加剧其性能衰减。因此,车载显示对偏光片的宽温适应性提出了更高的要求,以确保其在极端温度条件下仍能保持稳定的光学性能。

为满足车载显示的需求,偏光片在宽温条件下需要达到一系列严格的性能参数指标。首先,在透过率方面,偏光片在高温或低温环境下的透过率变化应控制在 $\pm 3\%$ 以内,以确保显示画面的亮度一致性。其次,偏振度作为衡量偏光片核心性能的关键指标,其在宽温条件下的偏振度应始终大于99.9%,以避免因偏振度下降而导致的图像失真问题。此外,宽温条件下偏光片的色相变化(ΔE)也是重要评估参数之一,通常要求其变化值不超过3,以保证显示色彩的准确性^[11]。

4.2.2 可靠性

车载环境中的多种外部因素对偏光片的可靠性构成了显著影响。其中,光照是主要的老化因素之一,尤其是紫外线辐射会引发偏光片材料的光化学反应,导致聚合物链断裂和染料分子降解,从而降低其光学性能^[12]。温度对光学膜的性能也会产生重要影响,聚乙烯醇(PVA)膜素子在高温测试后会出现 I_3 紫外吸收峰强度增加的现象,这可能导致偏光片变色并影响显示性能^[13]。此外,湿度对偏光片的影响也不容忽视,高湿环境可能加速PVA膜素子的吸水膨胀,进而改变其光学各向异性特性^[14]。化学物质如汽车内饰释放的挥发性有机化合物(VOCs)也可能与偏光片表面涂层发生反应,导致表面劣化或性能衰减。因此,车载显示对偏光片的可靠性提出了更高的要求,以应对复杂多变的环境条件^[15]。

为全面评估偏光片的长寿命性能,需制定科学合理的测试方法和评价指标。首先,分别在95℃、65℃*90%RH、-40℃进行持续时间1000小时的老化试验,测试其在高温、高温高湿和低温环境下的可靠性。其次,在-40℃下保持30 min,再到85℃保持30 min,持续进行300个循环,测试其冷热冲击性能。此外,采用智能型氙灯或汞灯老化试验机,测试其耐光性能。上述测试均要求偏光片在测试前后的色相变化量小于3%。这

些评估指标和测试方法的建立,为车载偏光片的长寿命研究奠定了坚实基础。

4.2.3 抗震性

车载行驶过程中,震动主要来源于路面不平、发动机振动以及车辆加速和制动等动态工况。这些震动具有频率范围广(通常在10 Hz~2000 Hz之间)和强度较高的特点,对车载显示设备的结构完整性和性能稳定性构成了显著挑战。特别是在恶劣路况下,高频震动可能导致偏光片内部层间剥离或胶粘剂失效,而低频震动则可能引发共振现象,进一步加剧材料的疲劳损伤。因此,车载显示对偏光片的抗震性能提出了严格要求,以确保其在复杂动态环境中仍能保持稳定的性能表现。

为评估偏光片的抗震性能,需明确其在震动条件下的关键性能指标。首先,震动后偏光片的结构完整性是重要评估指标之一,要求其在经过10 g加速度、10 Hz至2000 Hz频率范围的随机震动测试后,不得出现分层、开裂或脱胶等缺陷。其次,性能稳定性也是抗震性能的重要组成部分,测试后偏光片的透过率变化应控制在 $\pm 2\%$ 以内,偏振度变化不得超过 $\pm 0.3\%$ 。此外,震动试验后的光学均匀性同样需要关注,要求其表面各区域的透过率差异不超过 $\pm 1.5\%$ 。这些指标的设定为车载偏光片的抗震设计提供了具体的技术指导。

4.2.4 其他关键指标

除了光学性能、抗震性能、可靠性指标外,尺寸精度和表面质量也是影响车载显示效果的重要因素。随着车载显示面板尺寸的不断增大,偏光片的尺寸精度要求愈发严格。研究表明,大尺寸偏光片的缺陷检测已成为行业痛点之一,尤其是在面对超过55英寸的显示面板时,尺寸误差需控制在 ± 0.3 mm以内,以避免因装配偏差导致的显示异常^[16]。此外,表面质量同样不容忽视,任何微小的划痕或污渍都可能对显示效果造成显著影响,因此,标准中需明确规定表面质量的检验方法及其允许缺陷范围。通过综合考虑这些关键指标,可以全面提升车载显示用偏光片的整体性能,为行业提供科学、规范的技术依据。

5 标准驱动产业规模化应用的实施路径

标准化是产业规模化的必由之路,是破解车载偏光片产业规模化瓶颈、实现高质量发展的核心引擎。为打破标准缺失导致的困局,需以系统化思维构建“标准引领、技术协同、产业联动”的实施路径,通过标准体系搭建、认证机制创新、产业链协同优化、政策与市场双轮驱动,推动产业从“碎片化”走向“规模化”,从“低端内卷”迈向“高端突破”。

一是构建全产业链标准体系,筑牢产业“技术基准”。以车载场景需求为导向,聚焦高温耐候性、抗振性、长寿命可靠性等核心指标,加快推动《车载显示用偏光片》国家标准立项与研制。整合偏光片企业、面板厂、车企、材料供应商及科研院所力量,构建“产学研用”协同的标准工作组,将自主技术(如高耐候性染料、超薄TAC工艺)纳入标准,推动专利-标准-产业联动,形成技术壁垒与竞争优势。强化标准与产业技术适配性,标准制定需兼顾前瞻性(引领技术升级)与可行性(适配国产化能力),通过试验验证与场景测试,确保标准可落地、可检测、可执行,为技术攻关与质量管控提供基准。

二是打造国产化认证服务平台,破解“认证成本高、周期长”难题。依托第三方检测中心,建立集标准验证、检测认证、质量评估于一体的“标准+认证”公共服务平台。整合行业资源,优化认证流程,通过“预测试+联合认证”模式,缩短认证周期,降低企业重复测试成本。建立跨机构检测结果采信体系,实现“一次测试、多方互认”,减少企业重复认证负担。针对中小企业,提供“共性技术预测试”服务,提前识别技术风险,提升认证通过率。建立车载偏光片质量档案,对产

品全生命周期性能数据进行跟踪,实现质量可追溯,增强下游车企对国产产品的信任度。

三是政策与市场双轮驱动,加速标准落地与产业升级。实施“标准领跑者”计划,支持龙头企业牵头制定先进团体标准,对采用领跑标准的企业给予税收优惠、项目扶持等政策倾斜。建立标准实施效果评估机制,定期修订标准,保持其动态性与先进性。设立车规级产品准入门槛,通过标准明确车载偏光片市场准入要求,淘汰低质产能,引导资源向头部企业集聚。推动车企优先采购符合国家标准的产品,通过采购政策加速国产替代。强化标准宣贯与质量监管,开展车载偏光片标准培训,提升企业标准化意识与能力。建立产品质量抽检机制,对不符合标准的产品实施市场清退,保障标准落地执行,提升行业整体质量水平。

6 结论与展望

车载显示对偏光片的宽温、耐候性、抗震动性、长寿命要求远高于消费级产品,现行国家标准和行业标准无法满足车规需求,专用标准缺失成为制约产业规模化发展的核心瓶颈。本文通过构建包含基础通用要求、技术性能指标、测试方法的专用标准,实现与国际车规体系无缝对接,填补国内专项标准空白,通过标准统一、认证一体化推进产业链协同,可显著提升产品良率、缩短认证周期、降低成本,加速车载偏光片国产化进程。

随着柔性车载显示、AR-HUD、Micro-LED车载、一体化智能座舱技术发展,车载偏光片正在向超薄化、柔性化、集成化、绿色化方向演进。建议持续跟进完善偏光片标准,增加柔性车载偏光片、Micro-LED 配套偏光片、绿色制造等标准内容,为平板显示产业高质量发展提供核心支撑。

参 考 文 献:

- [1] 李海光. 车载显示技术发展研究[J]. 电子产品世界, 2023, 30(09): 5-8.
LI H G. Research on the Development of In-Vehicle Display Technology [J]. *Electronics World*, 2023, 30(09): 5-8. (in Chinese)
- [2] 马蓓蓓, 耿怡. 我国车载显示产业面临三大问题[J]. 智能网联汽车, 2019, (05): 42-44.
MA B B, GENG Y. Three Major Problems Facing China's In-Vehicle Display Industry [J]. *Intelligent Connected*

- Vehicles*, 019, (05): 42-44. (in Chinese)
- [3] 辛兰, 杨军, 李哲, 等. LCD面板环境光对比度的关键影响因素分析及提升方案研究[J]. *液晶与显示*, 2025, 40(12):1782-1791.
XIN L, YANG J, LI Z. Analysis of Key Factors Affecting Ambient Light Contrast of LCD Panels and Research on Improvement Schemes [J]. *Liquid Crystals an Display*, 2025, 40(12):1728-1791. (in Chinese)
- [4] 彭嘉鑫. 高温高湿环境下车载液晶显示屏制造工艺改进[J]. *汽车电器*, 2025, (11):149-151.
PENG J X. Improvement of Manufacturing Process for Vehicle LCD Displays in High Temperature and High Humidity Environments [J]. *Automotive Electrical Equipmet*, 2025, (11): 149-151. (in Chinese)
- [5] 庄筱磊, 黄伟, 刘春平, 等. OLED显示器件在车载应用上的机遇和挑战[J]. *汽车实用技术*, 2015, (07):147-150.
ZHUANG X L, HUANG W, LIU C P, *et al.* Opportunities and Challenges of OLED Display Devices in Automotive Applications [J]. *Automobile Practical echnology*, 2015, (07): 147-150. (in Chinese)
- [6] 王伟. 车载显示技术中的光学性能提升方法探讨[J]. *中国战略新兴产业*, 2024, (35):115-117.
WANG W. Discussion on Methods for Improving Optical Performance in Vehicle Display Technology [J]. *China Strategic Emerging Industries*, 024, (35): 115-117. (in Chinese)
- [7] 杨勋. 车载显示产业的现状及发展研究[J]. *发展研究*, 2020, (01):52-58.
YANG X. Research on the Current Status and Development of the In-Vehicle Display Industry [J]. *Development Research*, 020, (01): 52-58. (in Chinese)
- [8] 刘志勇, 曲冰. 车载显示技术和测试方法研究[J]. *电信网技术*, 2016, (06):16-20.
LIU Z Y, QU B. Research on Vehicle Display Technology and Testing Methods [J]. *Telecommunications Network Technology*, 016, (06): 16-20. (in Chinese)
- [9] 马蓓蓓, 耿怡. 三大技术满足功能升级需求车载显示加快“上路”[N]. *中国电子报*, 2019-08-09(007).
MA B B, GENG Y. Three Major Technologies Meet Functional Upgrade Needs, In-Vehicle Displays Accelerate “On-the-Road” [N]. *China Electroics News*, 2019-08-09(007). (in Chinese)
- [10] 马蓉, 柳佳利, 张前磊, 等. 聚乙烯醇基染料系偏光片研究进展[J/OL]. *高分子通报*, 1-15 [2026-05-09]
MA R, LIU J L, ZHANG Q L, *et al.* Research Progress of PVA-based Dye-type Polarizer [J/OL]. *Polymr Bulletin*, 1-15 [2026-05-09]. (in Chinese)
- [11] 周文贤, 李铭全. 新型高耐久染料系聚乙烯醇偏光膜的性能研究[J]. *中国塑料*, 2022, 36(04):53-59.
ZHOU W X, LI M Q. Study on the Properties of a Novel High-Durability Dye-Based Polyvinyl Alcohol Polarizim [J]. *China Plastics*, 2022, 36(04): 53-59. (in Chinese)
- [12] 陶家顺, 许卫锋, 陈旭铤. 内置型偏光片技术的研究进展[J]. *液晶与显示*, 2021, 36(04):538-548.
TAO J S, XU W F, CHEN X Q. Research Progress of Built-in Polarizer Technology [J]. *Liquid Crystals an Display*, 2021, 36(04): 538-548. (in Chinese)
- [13] 周文贤. 偏光片变色机理浅析[J]. *中国塑料*, 2022, 36(05):81-88.
ZHOU W X. A Brief Analysis of the Color-changing Mechanism of Polarizers [J]. *China Plastic*, 2022, 36(05): 81-88. (in Chinese)
- [14] 寸敏敏, 何国伟, 唐凯, 等. 浅述车载显示屏的发展趋势[J]. *电子产品世界*, 2024, 31(08):12-15.
CUN M M, HE G W, TANG K, *et al.* Brief Discussion on the Development Trends of In-Vehicle Displays [J]. *Electronic Produt World*, 2024, 31(08): 12-15. (in Chinese)
- [15] 杨锦喜, 钟建坤, 曾文波. 高可靠性车载显示屏研制[J]. *科技创新与应用*, 2022, 12(30):62-65.
YANG J X, ZHONG J K, ZENG W B. Development of High-Reliability On-Board Display [J]. *Technology Innovation and pplication*, 2022, 12(30): 62-65. (in Chinese)

- [16] 石鹏飞,王志诚,胡文平,等. 大尺寸偏光片缺陷检测技术[J]. 电子工艺技术,2023,44(04):55-58.
SHI P F, WANG Z C, HU W P, *et al.* Defect Detection Technology for Large-size Polarizer [J]. *Electronic ProcessTechnology*, 2023, 44(04): 55-58. (in Chinese)

作者简介:



吴怡然,女,硕士,工程师,2021年于北京航空航天大学获得硕士学位,主要从事显示材料及设备标准化研究。
E-mail: wuyr@cesi.cn



刘宇,男,硕士,高级工程师,2008年于北京邮电大学获得硕士学位,主要从事电子信息技术标准化研究。
E-mail: liuyu@cesi.cn