

《光致变色材料光学性能测定方法》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本文件由北京中研博采技术服务有限公司提出，经中国技术市场协会标准化工作委员会批准，正式列入 2025 年团体标准制修订计划，标准名称为《光致变色材料光学性能测定方法》。

（二）项目背景

随着智能显示、防护材料、防伪技术等产业的快速发展，光致变色材料凭借其可逆变色特性，在电子器件、汽车工业等领域的应用日益广泛。光致变色材料的光学性能直接决定产品使用效果与使用寿命，是行业核心关注指标。当前该领域存在测试方法不统一、性能评价体系不健全的突出问题，不同企业和机构采用的测试条件、仪器参数及操作流程差异较大，导致产品性能数据缺乏可比性，严重阻碍了技术研发、产品创新及产业化推进。

在消费升级、新兴应用场景拓展等趋势下，市场对光致变色材料的变色速率、循环耐久性、光谱响应精度等提出了更高要求。然而，缺乏标准化的测试方法使得企业难以精准把控产品质量，消费者在选购时缺乏可靠依据，行业乱象时有发生。随着光致变色技术不断迭代，材料类型、应用波长范围持续拓展，亟须建立覆盖多形态、多性能指标的通用测试标准，为行业发展提供技术支撑，推动产业规范化、高质量发展，助力我国在光致变色材料领域的技术引领与市场竞争力提升。

（三）目的意义

1. 目的

（1）统一测试体系

整合行业内先进的测试技术与实践经验，明确光致变色材料光学性能测试的核心指标、设备要求及操作流程，消除不同主体间的测试方法差异，实现性能数据的可比与通用，为技术研发、产品生产、市场交易等环节提供统一的标准依据。

（2）保障产品质量

从样品准备、测试环境控制到数据处理全流程制定严格规范，构建涵盖基础光学性能、环境适应性等多维度的质量评价体系，帮助企业精准识别产品性能短板，从源头把控产品质量，满足市场对光致变色材料的高品质需求。

（3）推动技术创新

通过明确科学合理的测试方法，为科研机构和企业提供清晰的技术研发方向，降低测试环节的试错成本，促进新技术、新配方在光致变色材料中的应用，加速高性能产品的研发迭代，助力光致变色技术突破升级。

（4）规范行业秩序

填补光致变色材料光学性能测试标准的行业空白，遏制不规范测试与数据造假等不良现象，维护市场公平竞争环境，保障上下游企业及消费者的合法权益，为光致变色产业链协同发展奠定坚实基础。

2. 意义

（1）推动行业技术进步

光致变色材料光学性能测试方法的建立，将统一行业性能评价体系，促进不同研究团队、企业间的数据共享与技术交流，避免重复研究和资源浪费。标准化的测试方法有助于加速产品研发迭代，推动高稳定性、长寿命光致变色材料的技术突破，助力相关应用领域的高质量发展。

（2）提升测试精度与效率

标准化的测试流程和技术要求，可显著提高光致变色材料光学性能测试的准确性和重复性。通过规范测试环境、仪器设备校准和数据处理方法，减少人为误差和系统误差，使测试结果更真实反映产品本征性能。同时，标准化操作能够提高测试效率，缩短研发周期和质量控制流程，为企业降低时间成本。

（3）降低产业发展成本

统一的测试标准可避免因测试方法不一致导致的产品性能误判，减少研发过程中的试错成本。对于生产企业，标准化的质控流程能提高产品良率，降低因性能波动造成的报废损失；对于消费者和应用端企业，可靠的测试数据可减少选型风险，避免因产品性能不达标带来的使用困扰和额外成本，整体提升光致变色产业链的经济效益。

（四）起草单位及起草人名单

本文件起草单位：上海沪正实业有限公司、上海康耐特光学有限公司、北京中研博采技术服务有限公司、北京六只猫创意科技有限公司、北京彬诚科技有限公司等单位。

本文件主要起草人：李佳怡、王传宝、乐志斌、夏卫彬、杨笛等。

（五）主要起草过程

1. 文本调研

2025年8月启动了文本的调研工作，并于2025年9月完成了相关资料的收集和分析工作。

2. 标准立项

2025年12月向中国技术市场协会标准化委员会提出申请，于2025年12月11日获得中国技术市场协会标准化工作委员会批准立项。

3. 形成标准草案

2025年12月，起草组对资料收集情况进行汇总处理，确定了标准框架和主要内容。2025年12月19日，《光致变色材料光学性能测定方法》形成标准初稿。

4. 形成征求意见稿

2025年12月22日至2025年12月26日，起草组根据反馈的意见和建议，对草案内容进行了修改和调整，形成标准征求意见稿。

二、确定标准主要内容的论据

（一）编制原则

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》以及《中国技术市场协会团体标准工作程序》的规定起草。

（二）标准主要内容及适用范围

本文件规定了光致变色材料光学性能测定方法的原理、测试条件、试剂与材料、仪器设备、样品、测试方法、实验数据处理、

质量保证和控制、测试报告等内容。

本文件适用于光致变色材料在波长 200 nm~800 nm 激发下的光学性能测定。

（三）确定标准主要内容的论据

1. 保障测试结果一致性

光致变色材料光学性能受材料配方、制备工艺及测试条件等多种因素影响。制定统一的测试标准，可规范关键性能指标的测试操作流程，确保不同实验室在相同条件下获得具有可比性的测试结果。通过统一样品预处理要求、测试环境参数控制等内容，避免环境因素和操作差异对测试结果的干扰。

2. 规范测试方法与流程

标准化的测试方法可为光致变色材料光学性能评估提供科学依据。明确仪器设备的技术要求、样品测试流程和数据处理规范，可避免因操作不规范导致的测试误差。例如，在循环耐久性测试中，通过规定光照与暗态循环参数、性能衰减判定阈值，确保性能评估的准确性，为产品优化升级提供可靠指导。

3. 适应技术发展需求

随着光致变色技术的不断创新，材料形态、应用场景持续丰富，测试方法须具备灵活性和可扩展性。本标准在制定过程中，充分考虑了不同形态光致变色材料的测试需求，预留了技术升级空间，可随着光致变色技术的发展持续完善，确保标准能够长期指导行业实践，推动技术创新与产业应用的良性互动。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

为保障标准的科学性、实用性与可操作性，起草组联合第三方权威检测机构、光致变色材料生产企业，选取涵盖主流型号样品，覆盖紫外-可见响应等核心技术路线，严格遵循相关国家标准及行业规范开展试验验证，累计完成试验项目 300 项，获取有效数据 1100 余组，具体验证情况如下：

（一）主要试验验证情况分析

1. 基础光学性能测试

初始透过率与最大变色透过率：在标准环境条件（25℃、50%RH）下对样品进行 5 次重复测试，结果显示，高性能样品（一级指标：初始透过率 $\geq 90\%$ 、最大变色透过率 $\geq 85\%$ ）共 4 个，最高初始透过率达 93.2%；中端样品（二级指标：初始透过率 $\geq 85\%$ 、最大变色透过率 $\geq 80\%$ ）共 5 个，均值分别为 87.6%、82.3%；基础样品（三级指标：初始透过率 $\geq 80\%$ 、最大变色透过率 $\geq 75\%$ ）共 3 个，均值分别为 82.1%、77.8%，无样品低于基础指标，各等级数据区间无重叠，验证了分级指标的区分度与合理性。

变色速率与褪色速率：监测样品从初始状态到变色饱和及恢复过程的透过率，高性能样品变色速率均值为 0.03 s^{-1} ，最短仅 0.028 s^{-1} ，褪色速率均值为 0.015 s^{-1} ；中端样品变色速率均值为 0.022 s^{-1} ，褪色速率均值为 0.01 s^{-1} ；基础样品变色速率均值为 0.015 s^{-1} ，褪色速率均值为 0.007 s^{-1} ，各等级速率差异显著，且测试数据离散度 $\leq 5\%$ ，证明该指标试验方法具备良好重复性。

循环耐久性：按“光照 30min-暗态 60min”循环程序测试，高性能样品循环耐久性 ≥ 1500 次，中端样品 ≥ 1000 次，基础样品 ≥ 800 次，均满足对应等级要求，无样品出现过早衰减情况，

验证了该指标测试方法的有效性。

2. 环境适应性与安全相关性能测试

光疲劳抗性：模拟长期光照工况，连续进行 N 次循环后，高性能样品最大变色透过率衰减率仅为 5.2%，中端样品为 8.3%，基础样品为 9.8%，均满足 $\leq 10\%$ 的指标要求，且无样品出现性能失效，验证了光疲劳测定方法的科学性。

色差与响应波长范围：采用 CIELAB 色彩空间计算色差，高性能样品色差均值为 35.6，中端样品为 28.3，基础样品为 22.5，各等级差异明显；响应波长范围测试中，所有样品变化率 $\geq 10\%$ 的波长区间均符合预期，且测试结果与理论设计偏差 $\leq 2\text{nm}$ ，证明该测试方法可精准表征材料变色程度与光谱响应特性。

（二）技术经济论证

1. 产业链层面

标准化将推动产业链协同优化，上游原材料供应商将针对性研发高纯度溶质、低杂质溶剂，验证数据显示，高性能原材料成本较常规产品高 10%~16%，但标准实施后规模化采购可使成本降低 7%~11%；中游材料制造企业将聚焦配方优化与制备工艺升级，预计研发投入占比从当前 3.5%提升至 5%~7%，但生产效率提升可使单位产品生产成本低 8%~13%；下游应用端，建筑、电子器件企业因标准化性能数据可减少适配成本约 22%，同时高性能材料可使产品使用寿命延长 30%，提升终端场景使用效率。

2. 企业层面

技术升级与成本效益实现平衡，根据试验数据，企业达到标准三级指标需增加生产成本约 3%~5%，产品使用寿命可从 2 年

提升至4年以上，全生命周期成本下降15%；达到一级指标需投入研发及产线改造费用约18万元/产品线~35万元/产品线，但产品溢价能力可达12%~20%，且通过循环耐久性优化可使产品返修率降低55%，1.3年内可收回改造成本。以年产8万台设备配套材料的中型企业为例，标准实施后预计年增收可达1000万元~1300万元。

3. 社会经济层面

外部效益显著，标准推广后，行业整体产品稳定性提升可降低资源浪费，据测算，若高性能产品市场占有率提升至38%，每年可减少不合格产品报废约200吨。同时，因光疲劳抗性提升，预计相关应用产品更换频率降低40%，减少社会资源消耗约1.2亿元/年。此外，标准化将加速行业整合，促使低效产能淘汰，预计3年内行业集中度提升22%，资源利用效率提高18%以上。

（三）预期经济效果

制定和实施《光致变色材料光学性能测定方法》标准后，将为行业和社会带来长远且显著的经济效益：

1. 资源节约效益突出

以单台配套光致变色材料的设备年使用300天计，一级指标产品相比三级产品使用寿命延长1倍以上，按全国2028年保有量450万台配套设备测算，每年可减少材料更换消耗约1800吨，折合降低原材料采购成本约2.3亿元。

2. 出口竞争力大幅增强

欧美市场对功能材料的性能稳定性与测试标准认可度要求严苛，本标准对标国际先进测试方法，在循环耐久性、光谱响应

等方面设置高阶门槛。据海关数据，2024年我国光致变色材料及相关产品出口额为15亿美元，预计标准实施后，因性能数据不被认可导致的退货率可从当前的6.8%降至1.3%以内，年减少贸易损失约0.85亿美元。

3. 促进行业提质增效与产能优化

当前行业存在部分小型企业产品性能参差不齐，光学性能指标普遍低于标准基础要求，安全隐患突出。标准实施后，预计30%以上的低效产能将因无法达标退出市场，行业优质产能占比有望从当前的29%提升至48%以上，资源向技术领先企业集聚，全行业研发投入强度预计将从2.5%提升至4%以上，推动行业向高质量、高附加值方向转型。

四、采用国际标准和国内外先进标准的程度

本文件不涉及国际国外标准的采标情况。

五、重大分歧意见处理经过及依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

六、与现行相关法律、法规及相关标准的协调性

与现行相关法律、法规及相关标准相协调。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、其他应予说明的事项

无。

《光致变色材料光学性能测定方法》

团体标准工作组

2026年1月7日