

《汽车前照灯投影系统技术要求》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

汽车前照灯投影系统的发展，源于汽车工业对安全性与智能化交互需求的深刻变革。传统照明系统在复杂路况下存在视野盲区、光束调节僵化等问题，尤其在夜间或恶劣天气中，无法动态适应弯道坡度或规避对向车辆眩光，成为行车安全的隐患。随着电子控制与光学技术的突破，投影系统逐步融合了高精度传感、实时图像处理及自适应算法，推动车灯从基础照明工具演变为智能交互界面。

其核心进步体现在光源与光路控制的升级。早期照明技术受限于光源亮度和调控精度，而新一代系统通过引入固态发光体与微型反射装置，实现了百万级像素的精细分区控制。这种技术突破不仅大幅提升了光照均匀性和能效，更让光束可随车辆转向、路况变化实时塑形。例如，在弯道行驶时，灯光能提前投射至内侧盲区；会车时则自动遮蔽对向车辆区域，避免眩目干扰。同时，系统还能将车道标记、转向箭头等符号直接投射至路面，为驾驶员与行人建立直观的信息沟通渠道。

随着自动驾驶技术的演进，投影系统进一步承担起车外交互的职能。通过高分辨率的光学模组，车辆可向周围环境传递行驶意图，弥补了机械动作指示的局限性。这一功能依赖底层硬件的持续优化：微型镜面阵列的响应速度、多透镜组对畸变的矫正能力，以及散热结构与紧凑型光路的协同设计，共同保障了复杂图案在动态环境中的稳定投射。

行业生态的成熟也加速了该技术的渗透。统一性能标准的制定为系统可靠性提供了基准，涵盖光色一致性、投影畸变率、环境适应性等关键指标。标准化的测试流程推动制造商优化光学结构、提升热稳定性，并解决早期技术中因温漂导致的色偏或能效衰减问题。成本控制与产业链协作则促使技术从高端车型下沉，使更多消费者得以体验智能照明带来的安全冗余与交互革新。

未来，随着材料科学与人工智能的深度耦合，前照灯投影系统将突破功能性边界，向场景化、个性化演进。例如，在自动驾驶模式下，车辆或可投射导航路径与周边环境增强信息；在驻车场景中，则转化为娱乐交互的载体。这一趋势不仅重塑了车灯的技术架构，更重新定义了光在汽车与人、环境关系中的角色——从被动的照明工具，进化为主动的安全卫士与沟通桥梁。

目前，汽车前照灯投影系统相关的标准有GB 4599-2024 汽车道路照明装置及系统、GB 4785-2019 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定。

团体标准与GB 4599-2024及GB 4785-2019的核心区别在于技术聚焦与功能扩展性。GB 4599-2024整合了传统前照灯、雾灯等道路照明装置的技术规范，强调基础照明性能与安全合规性，如光束调整、切换装

置等通用要求，但未涵盖投影系统的动态交互功能；GB 4785-2019则侧重于灯具安装位置、信号装置合规性等基础框架，对新兴的投影技术适配性有限。相比之下，团体标准针对投影系统的智能化特性，明确了驾驶辅助投影的符号规范、动态响应逻辑及休闲娱乐投影的场景限制，填补了标准在车外交互、自适应光形控制等领域的空白。其优势在于：一是灵活性，通过细分投影功能分类和场景化要求，更适配智能驾驶与用户交互需求；二是前瞻性，将光学性能与AI控制算法结合，推动投影系统从单一照明向安全预警、环境增强等多元场景延伸。

先进性与创新性：

1. 功能集成创新：突破传统前照灯单一照明功能，融合驾驶辅助信息投影与娱乐投影功能，构建集成化投影系统，实现车道线提示、行人警示等安全功能与动画投影等娱乐功能的协同，推动汽车照明从“基础照明”向“多场景智能交互”升级。

2. 安全设计创新：建立多维度功能安全体系，将速度限制、雨刷联动、防眩目等设计纳入技术要求，通过动态适配车辆运行状态与环境条件，避免投影功能对驾驶安全造成干扰，完善汽车主动安全防护逻辑。

3. 光学性能管控创新：针对水平与垂直投影场景分别制定照度、均匀性、对比度等光学指标，首次明确双灯投影同步性要求，解决多灯协同投影时的视觉偏差问题，提升投影功能的实用性与稳定性。

4. 环境适应性升级创新：强化极端环境耐受要求，覆盖高温、粉尘、振动等复杂工况，采用更高等级的防水防尘标准，确保系统在不同气候与路况下持续可靠运行，拓宽产品适用场景。

5. 检验体系创新：区分出厂检验与型式检验项目，聚焦核心性能指标的全周期管控，既保障量产产品基础质量，又通过型式检验验证长期可靠性，为产品质量管控提供科学、分层的实施路径。

《汽车前照灯投影系统技术要求》团体标准的制定，具有以下几方面的意义：

1. 提升行车安全保障

汽车前照灯是夜间和恶劣天气驾驶中的关键设备，团体标准的制定能确保投影系统提供均匀稳定的照明效果，避免因光线不足或分布不均导致的事故风险。这直接增强了道路使用者的安全，减少潜在碰撞和盲区问题，保障驾驶员、乘客及行人的生命财产安全，营造更可靠的出行环境。

2. 促进技术创新发展

团体标准为行业提供了明确的研发方向和基准，激励企业投入资源开发更智能、高效的投影技术，如自适应调节和动态控制功能。这推动整个汽车照明领域向智能化、自动化迈进，加速新技术的应用和迭代，带动产业链整体升级，激发行业创新活力。

3. 规范市场公平竞争

通过统一技术要求，团体标准能有效遏制劣质产品流入市场，防止因技术不达标引发的安全隐患。这保护了消费者权益，避免他们购买到性能不足的前照灯系统，同时维护了健康的市场秩序，确保所有参与者基于质量和创新公平竞争，提升行业整体诚信度。

4. 支持环保节能发展

标准鼓励采用高效能、低能耗的投影技术，如优化光源设计以减少能源消耗和碳排放。这推动了绿色交通理念的实践，降低汽车整体环境影响，响应国家可持续发展战略，促进资源节约和生态友好型社会建设，实现经济效益与环境效益的双赢。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由XXXX、XXXX、XXXX等单位共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草单位及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草单位	工作职责
XXXX	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了行业资深专业人员，行业管理人员
XXXX、XXXX	实际生产单位、负责汇报实际生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 调研阶段

1. 技术现状调研：调研发现行业内汽车前照灯投影系统技术发展不均衡，部分产品存在光学性能不稳定、多灯同步性差等问题，且不同企业在功能设计上侧重不同，缺乏统一技术框架，导致产品兼容性与可靠性难以保障。

2. 市场需求分析：随着汽车智能化进程加快，消费者对驾驶辅助与座舱娱乐的需求持续提升，前照灯投影系统作为连接车辆与环境、驾乘人员的交互载体，成为中高端车型差异化竞争的重要配置，市场对标准化、高品质产品的需求迫切。

3. 相关标准研究：梳理汽车照明、电气设备等领域现行标准，发现现有标准主要针对传统前照灯的照明功能，未覆盖投影系统的光学性能、功能安全等特性，需在现有标准基础上拓展适配智能投影功能的技术要求，填补行业空白。

4. 产业链调研：调研涵盖上游光学元器件、控制系统供应商，中游系统集成商及下游整车企业，发现产业链各环节存在技术衔接不畅问题，上游核心部件性能与下游整车安装需求匹配度不足，需通过标准规范技术参数，打通产业链协同瓶颈。

5. 行业问题与挑战：行业面临三大核心挑战，一是功能安全设计缺乏统一标准，部分产品存在安全隐患；二是光学性能指标不明确，导致产品体验差异大；三是环境适应性设计不足，影响产品全生命周期可靠性，亟需通过标准体系化解上述问题。

4.2 立项阶段

2025年7月23日，中国技术市场协会正式批准《汽车前照灯投影系统技术要求》立项。

4.3 起草阶段

4.3.1 成立标准制定工作组，根据《汽车前照灯投影系统技术要求》编制需要，XXXX、XXXX、XXXX等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.3.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《汽车前照灯投影系统技术要求》各部分内容，并于2025年8月30日汇总形成标准草案。

4.3.3 2025年10月28日，通过腾讯会议线上召开了《汽车前照灯投影系统技术要求》团体标准讨论会，与会代表30余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标、试验方法等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。

在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.4 征求意见阶段

2025年10月30日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见，具体见《征求意见汇总表》。

五、标准主要内容

根据生产企业XXXX、XXXX、XXXX等单位的产品数据得到以下主要技术内容：

1. 投影照度：指投影图案在指定距离处的光照强度，分为驾驶辅助与娱乐两类场景指标。该指标直接决定投影内容的清晰度与可视性，驾驶辅助场景需保障远距离警示信息清晰可辨，娱乐场景需满足近距离视觉体验，合理的照度设计可兼顾功能实用性与能源效率。

2. 照度均匀性：衡量投影区域内光照分布的均匀程度，核心考核双灯融合场景下的光照一致性。若照度均匀性不佳，会导致投影图案出现明暗不均，影响信息传递准确性与视觉体验，该指标是保障多灯协同投影效果的关键。

3. 黑白对比度：反映投影系统呈现黑白画面的明暗差异能力，通过棋盘格测试验证。高对比度可提升投影图案的细节表现力，尤其在复杂光线环境下，能增强图案与背景的区分度，确保投影信息有效传递，是衡量投影画质的核心指标之一。

4. 双灯投影同步延时：指左右前照灯投影图案的时间差。同步延时过大会导致投影内容出现错位，影响视觉连贯性与信息准确性，尤其在动态投影场景下，会降低驾驶辅助功能的可靠性，该指标是保障多灯协同工作的重要技术参数。

5. 功能安全中的速度限制：规定不同车速下投影功能的启用权限，车速超过阈值时关闭非必要投影。该指标通过动态适配车辆运行状态，避免投影功能分散驾驶员注意力，平衡功能体验与驾驶安全，是功能安全设计的核心体现。

六、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

6.1 主要试验（验证）的分析

项目试验（验证）体系围绕产品性能、功能安全与环境适应性三大核心维度构建。光学性能试验通过专业设备检测照度、对比度等指标，确保投影效果达标；功能安全试验模拟不同驾驶场景，验证速度限制、雨刷联动等功能的可靠性；环境适应性试验则模拟高温、振动、粉尘等复杂工况，检验产品长期稳定运行能力。整体试验设计覆盖产品研发、生产、使用全流程，从源头把控质量风险，为产品规模化应用提供技术支撑，同时推动试验方法在汽车智能投影领域的标准化应用。

6.2 技术经济论证

从技术层面看，项目通过建立统一标准，可规范行业技术路线，减少企业重复研发投入，推动产业链技术协同，提升行业整体技术水平；明确的性能与安全指标可降低产品研发风险，缩短研发周期，加速技术成果转化。从经济层面看，统一标准能降低整车企业采购与适配成本，减少因产品不兼容导致的资源浪费；对生产企业而言，标准可引导企业聚焦核心技术突破，提升产品竞争力，避免低水平同质化竞争，优化产业资源配置效率。

6.3 预期的经济效果

从行业层面看，标准实施后可推动汽车前照灯投影系统产业规范化发展，带动上游光学、电子元器件产业升级，形成完整的智能投影产业链，创造新的经济增长点。从企业层面看，标准为企业提供更明确的技术

术方向，有助于提升产品质量与市场认可度，扩大市场份额，同时降低生产与售后成本，提升盈利水平。从消费者层面看，标准化产品质量更有保障，可减少维修成本，同时推动产品价格回归合理区间，提升消费体验。长期来看，项目对推动汽车智能化产业发展、促进汽车电子产业升级具有重要支撑作用，可间接带动相关产业就业与经济增长，产生显著的经济社会效益。

七、标准水平分析

7.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

7.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

7.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

7.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十二、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 10 月