

《汽车 HUD 自动曲面镜技术要求及试验方法》

团体标准编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 工作任务来源

在汽车智能化快速发展的当下，汽车抬头显示（HUD）系统已从起初的小众配置，逐步成为提升驾驶体验与安全性的关键技术。其技术起源于军用飞机领域，自 1988 年被引入汽车行业后，凭借无需驾驶员低头就能呈现车速、挡位、导航、胎压等关键驾驶信息的显著优势，获得了越来越多主流汽车厂商的青睐，被广泛应用于不同车型之中。规范设备设计与制造：通过制定标准，明确搬运机械手在结构设计、材料选用、驱动系统、控制系统等方面的技术要求，确保设备具备良好的稳定性、可靠性和安全性。例如，规定结构件的强度和刚度要求，以保证在搬运过程中不会因受力而发生变形或损坏；明确驱动系统的功率匹配和响应速度要求，确保搬运动作的精准和高效。

如今，挡风玻璃投影式 HUD 成为市场主流，尤其是增强现实技术融入后，其应用场景和功能不断拓展。但随着 HUD 市场规模的不断扩大，众多企业纷纷入局，产品种类日益繁杂。目前，国内乃至国际上都缺少统一、完善的针对汽车 HUD 系统玻璃自动曲面镜的技术要求和试验方法标准。不同厂家生产的产品在光学性能、机械性能、环境适应性等方面存在明显差异，这不仅让消费者在选择产品时感到困惑，也阻碍了行业的健康、有序发展。在缺乏标准规范的情况下，产品质量参差不齐，部分低质量产品可能会影响 HUD 系统的整体性能，甚至给行车安全带来潜在威胁。同时，由于没有统一的测试标准，产品研发时难以进行准确的性能评估和对比，进而增加了研发成本和周期。

基于此，制定《汽车 HUD 自动曲面镜技术要求及试验方法》标准十分必要。该标准的制定，能够明确玻璃自动曲面镜在光学性能、几何尺寸、材料特性等方面的技术指标，保证不同厂家产品具有可比性和互换性；建立科学合理且具可操作性的试验方法，为产品质量控制提供可靠依据；引导企业加强质量管理，提升生产工艺水平，从而提高 HUD 系统的性能和质量；推动汽车 HUD 系统产业健康发展，降低生产成本，增强市场竞争力。

经标准起草组及专家组多次调研论证，根据《团体标准管理规定》有关规定，特立项本系列标准。标准项目计划编号为 T/CASME-XXX-2025。

1.2 主要工作过程

1.2.1 主要参加单位

本标准主要起草单位：宁波锦辉光学科技有限公司、歌尔光学科技有限公司、神通科技集团股份有限公司、广东烨嘉光电科技股份有限公司、泉州师范学院、比亚迪基础研究院、宁波舜宇车载光学技术有限公司、深圳市国显科技有限公司、贝耐特光学科技(苏州)有限公司、湖南长步道光学科技有限公司、华兴中科标准技术（北京）有限公司等。起草单位主要参与草案的修改，填充，提出意见等标准工作。

1.2.2 工作分工

1.2.2.1 第一次工作会议

2025 年 07 月 02 日，线上开启标准的讨论会议。讨论会议中经多家单位讨论确认将立项名称《汽车 HUD 自动曲面镜技术要求及实验方法》修改为《汽车 HUD 自动曲面镜技术要求及试验方法》。宁波锦辉光学科技有限公司黄博士宣讲了《汽车 HUD 自动曲面镜技术要求及试验方法》的标准草案，多家参编单位共同讨论。

1.2.2.2 工作进度安排

2024 年 7-8 月，项目市场调研。

2024 年 9 月，项目申报立项。

2025 年 2-7 月，编写团体标准项目草案，召开标准启动会。

2025 年 7-8 月，公开征求意见。

2025 年 9 月，召开标准审定会。

2025 年 10 月，报批，发布。

二、标准编制原则

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 HUD 自由曲面镜的现状，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。

三、标准主要内容的确定

总体描述

HUD 自由曲面镜应符合本技术条件的要求，并应按照经规定程序批准的图样及设计文件制造。其设计应满足光学成像优化、图像均匀性和扩展视场角等系统总体要求。

本标准适用于汽车 HUD 系统所使用的自由曲面镜，从设计、制造、检测、实验、安装均

应符合本标准规定，并应按照经规定程序批准的图样及设计文件制造。

温度范围

工作温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

贮存温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

产品结构与设计原则

自由曲面镜的设计应基于成熟的光学设计理论(例如采用多项式或 Zernike 多项式描述)，确保实现预定的波前校正和像差控制。

产品设计须考虑与 HUD 其他光学元件(如投影模组、透明显示介质等)的匹配，保证整体系统光路稳定、成像准确。

设计过程中应确定合理的制造公差和允许偏差范围，确保批量生产时产品性能的一致性。

材料与表面处理要求

自由曲面镜所用基材应具有良好的热稳定性和机械强度，同时满足轻量化和耐腐蚀要求。镜面表面处理应确保高反射率、低表面粗糙度和低散射，同时满足相应的 GB/ISO 要求。

制造工艺及质量控制要求

规定关键加工工序(初加工、精加工、抛光、涂层等)须采用先进的数控及检测设备，确保产品达到设计形状和光学性能要求。

建立完整的过程控制和质量检测体系，关键指标(如波前误差、面形误差、反射率等)应在制造和出厂前进行抽检或全检，确保产品的一致性和稳定性。检验项目包括：

- a) PV: 按 6.2.1 试验，应满足供需方协商一致的指标要求；
- b) 粗糙度: 按 6.2.2 试验，应满足供需方协商一致的指标要求；
- c) 斜率误差: 按 6.2.3 试验，应满足供需方协商一致的指标要求；
- d) 高通滤波: 按 6.2.4 试验，应满足供需方协商一致的指标要求；
- e) 反射率: 按 6.2.5 试验，应满足供需方协商一致的指标要求；
- f) 附着力: 按 6.2.6 试验，试验后等级 ≤ 1 级；
- g) 水煮测试: 按 6.2.7 试验，实验后满足外观要求。

注: 曲面镜为光学外观件，能透过 HUD 防尘膜看到 HUD 的轮廓。具体要求以与需方协商一致的外观质量标准为准。对表面的样式和点线团类的瑕疵缺陷状态进行定义。

低温储存

按照 6.3.1 的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求。

高温储存

按照 6.3.2 的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求。

温度循环

按照 6.3.3 的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求。

温度冲击

按照 6.3.4 的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求。

盐雾试验

按照6.3.5的规定进行试验，不得有任何可能损害正常性能的变化。

湿热循环

按照6.3.6的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求

恒定湿热

按照6.3.7的规定进行试验，实验后满足外观、附着力、反射率要求。

氙灯老化

按照6.3.8的规定进行试验，试验后灰标等级：大于等于4级，试样表面无龟裂、粉化、发粘、斑点、

高温耐久

按照6.4.1的规定进行试验。实验后满足外观、附着力、反射率要求。

耐试剂稳定性

按照6.5.1的规定进行试验，不允许出现溶解、膨胀、褪色或者开裂等任何变化。

气味性

按照6.5.2的规定进行试验，满足限值小于等于3.3级。

雾化性

按照6.5.3的规定进行试验，满足限值小于等于3 mg。

阻燃性

按照6.5.4的规定进行试验，燃烧速度小于等于100 mm/min。

禁用、限用物质

按照6.5.5的规定进行试验，满足GB/T 30512—2014中4.2的限制要求。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

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。本标准达到国内先进水平。

五、与国内相关标准的关系

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。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、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。

八、其他

本标准不涉及专利。由于本标准首次制定，没有特殊要求。

团体标准起草组

2025 年 07 月