

科技成果登记项目信息表

成果名称：	高功率LED汽车前照灯热管理技术研究及应用
登记日期：	2026-08-27
完成单位：	易事达光电（广东）股份有限公司
完成人员：	徐宝洲,赵良,杨晓平,李贝,罗三儒,姚毅松,梁永良,石舜导,梁濠彬,王伟超,刘国玉,朱谋,余晓宁,蒋东娇,汪永强
研究起止日期：	2017-01-01至2025-05-31
主要应用行业：	制造业
高新技术领域：	电子信息
评价单位：	广东省光电技术协会
评价日期：	2025-07-15
成果简介：	一、成果背景与总体思路 随着LED技术在汽车照明领域的广泛应用，高功率LED前照灯因其亮度高、响应快、寿命长等优势逐步成为主流。然而，高功率LED模组在30W~60W以上功率段运行时面临热量集中、散热困难、光衰加剧等严峻挑战。行业调研显示，超过60%的LED前照灯故障与热管理不当相关，热管理已成为制约高功率LED车灯模组性能发挥与可靠性的核心技术瓶颈。 在国家“双碳”战略、新能源汽车产业政策及智能照明技术趋势的共同推动下，本项目由我司自主研发，围绕高功率LED汽车前照灯模组在高热密度工况下的热管理难题，系统构建了“热管集成导热 + 智能温控反馈 + 结构自适应散热”多维热管理技术体系，开发出覆盖30W~60W以上功率段的多型号高功率LED车灯模组产品，成功实现了从核心技术攻关到规模化产业化的全链条突破。 二、主要技术内容与创新点 （一）热管集成式高效导热技术 本项目创新采用热管/均温板集成式高效导热结构，在LED光源下方嵌入热管或均温板，构建“热源—导热路径—散热端”一体化导热通路，实现高热通量的快速导出。通过面接触导热结构设计，将LED光源基板与导热介质设计为严格对应的平整贴合面，热接触面积较传统点/线接触结构提升约3倍，界面热阻显著降低。引入双热管/多热管并联传导技术，实现热负载均衡分流，适配远近光分体、高热密度模组等复杂工况。热管冷凝端温差控制在±3℃以内，整体热阻降低约25%，支持模组长时间在60W功率下稳定运行，热源表面温度较传统结构下降10℃以上。 （二）智能主动+被动复合散热控制系统 本项目构建了基于多源温度感知与趋势分析算法的智能热控闭环系统。系统内嵌双温区感知模块，实时采集LED核心区温度与模组环境温度，结合$\Delta T/\Delta t$变化趋势判断工作热态，实现风扇多档调速、亮度柔性调整、驱动电流下调、解码器保护等多级响应控制。系统具备温控自学习与热均衡调节能力，支持CAN、PWM等车载接口协议，可与整车控制系统实现联动。该智能温控系统突破了传统“单一风扇+固定风冷”的简单散热模式，使热管理从被动散热走向主动感知与智能响应，显著提升了模组在复杂环境下的运行安全性与稳定性。

	（三）结构创新型自适应散热平台 本项目在结构层面开发了多项原创性散热技术。首创热膨胀驱动散热机构，利用不同线膨胀系数材料构成双层结构件，在高温状态下自动驱动散热翅片或风道打开，具备无电源、自响应、自调节能力。提出分腔式模组结构设计，将光源区、导热区与风冷区进行物理隔离，优化散热流线，降低热干扰。引入风向导流结构与自动风门装置，在自然风冷或低压环境下显著增强空气换热效率。此外，本项目创新应用离子风无叶主动冷却技术，通过高压电离驱动微气流，实现无风扇、低功耗、静音化的主动散热，突破了传统车灯模组在狭小空间和静音需求下的散热瓶颈。 三、主要技术性能指标 本项目开发的LED前照灯模组采用双热管/多热管并联结构，结合面接触导热设计及高导热铝鳍片结构，热管冷凝端温差控制在$\pm 3^{\circ}\text{C}$以内，整体热阻降低约25%；模组支持在60W功率下长时间稳定运行，热源表面温度较传统结构下降10°C以上；智能温控系统支持双温区实时感知与多级响应控制，具备CAN、PWM等接口协议兼容能力；离子风冷却模块（选配）具备无机械振动、零噪音、低功耗等特性。产品光效、热稳定性、寿命等核心指标显著优于传统产品。 四、知识产权与认证情况 与项目相关技术授权美国专利1项、中国发明专利4项、实用新型专利17项，涵盖热管散热结构、面接触导热设计、智能温控方法与系统、热膨胀驱动机构、离子风冷却技术等多个核心方向。产品通过CE、FCC、ROHS、EMC、IATF16949等多项国际质量与安全认证，技术指标达到国家及行业相关标准。 五、应用推广与效益 本项目技术成果已成功应用于公司H4、7G、E5、M2、M3等多个系列LED车灯模组产品中，产品集成热管导热、智能温控、结构散热于一体，在亮度、寿命、热稳定性等方面显著优于传统产品，广泛适用于乘用车、改装车、新能源车及智能灯光系统升级。2024年，基于本项目技术成果实现整体销售收入约40000万元人民币，其中高性能LED前照灯模组产品贡献收入超过35000万元，出口订单突破20万套，产品远销北美、东南亚、中东、俄罗斯等地区，海外市场占比达70%以上。 项目在带动产业链协同发展、创造就业岗位、推动绿色交通发展等方面也产生了显著社会效益。逐步实现从热管理模组供应商向车载照明系统集成商的战略转型。
--	--