

2025 年度拟提名陕西省技术发明奖项目公示内容

一、项目名称

多源运动目标智能检测及增强显示技术

二、提名者及提名意见

提名者：

陕西省教育厅

提名意见：

西北工业大学完成的“多源运动目标智能检测及增强显示技术”，针对如何利用多源信息实现智能分析与检测的强复杂环境的正确性、如何突破视觉维度限制追求三维形态测量的高动态场景的精确性、如何利用丰富的观察角度成像配准和校正以增强显示的多变化状态的逼真性等难题，自 2014 年起在国家计划“高性能（弹载）与星载信息处理 SiP 模块软件技术开发”国家基金“复杂场景微小人脸检测与比对方法研究”等支持下，联合泽景（西安）汽车电子有限责任公司等组建产学研用攻关团队，历时 8 年在多源融合检测、三维形态测量、虚实融合显示上取得了重要的理论突破和技术创新，在航空航天装备、运动系统检测、汽车智能座舱等领域以及西安翔腾微电子科技有限公司、泽景（西安）汽车电子有限责任公司、兰州铁路局工电检测所等单位获得应用和推广。

该成果创新性突出、技术难度大、拥有自主知识产权，具有显著的经济效益和社会效益，对推动行业技术进步和产业升级有重要的指导作用。成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省技术发明奖提名条件。特提名为陕西省技术发明奖一等奖。

三、项目简介

该成果属于计算机视觉及其应用领域。多源运动目标智能检测及增强显示技术，旨在从复杂背景中解析图像信息，实现动态目标高精度、高效率的识别、定位、测量、显示，并通过信息融合为用户提供直观的展示和体验。该技术是航空航天装备、汽车智能座舱、运动系统检测、安防监控等领域的关键支撑。

多源运动目标智能检测及增强显示技术面临气候、光照等自然环境多样性导致的目标运动模糊、物体遮挡或部分缺失，以及场景复杂性导致的成像畸变、行为非一致等问题，引发了如下三个技术挑战：如何利用多源信息实现智能分析与检测的强复杂环境的正确性、如何突破视觉维度限制追求三维形态测量的高动态场景的精确性、如何利用丰富的观察角度成像配准和校正以增强显示的多变化状态的逼真性。

多源运动目标智能检测及增强显示技术，不仅能够高动态环境下提升运动目标的检测准确度和测量精度，而且能够在复杂环境中提供实时、高效的虚实融合显示效果，在国家重大战略需求中具有重要的支撑作用和应用价值。

该成果是申报团队十余年来，在国家自然科学基金、国家“863”计划、国防预研等项目支持下，开展的多维度目标多源智能融合检测、高动态立体视觉高精度三维形态测量、复杂场景多视虚实增强高效显示等技术创新。通过产学研合作，在自动驾驶智能抬头显示器、车载铁路隧道检测平台、基于国产 NPU 芯片的高速目标检测与智能决策系统等领域获得应用和推广，有力推动了相关技术和产品的自主创新。主要发明点及其关系如图 3.1 所示。

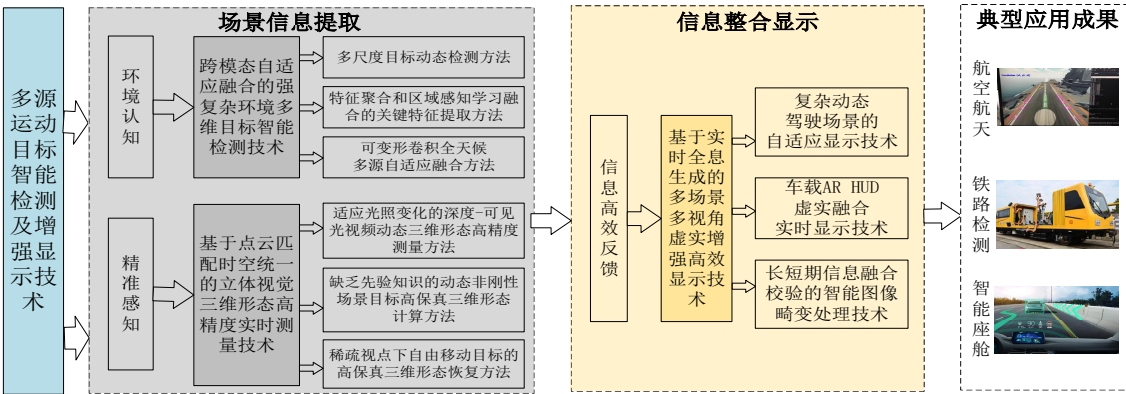


图 3.1 主要发明点及其关系

1. 发明了跨模态自适应融合的强复杂环境多维目标智能检测技术。针对运动目标多尺度多形态的复杂变化，利用特征聚合和注意力机制实现了多源特征信息融合，解决了动态场景中目标漏检率和误检率高、泛化性差的问题。具体包括面向多尺度目标的动态检测、基于特征聚合和区域感知学习的关键特征提取以及基于可变形卷积的全天候多源自适应融合等方法技术。这些技术能够有效提取复杂动态环境下目标的特征信息，在领域应用中诸如提高多源多目标多维度车辆信息匹配和铁路隧道高速动态检测的精度，相较原产品系统检测技术精准率提升 3%、F1 分数（综合评估精确率和召回率的性能指标）提升 2%。

2. 发明了基于点云匹配时空统一的立体视觉三维形态高精度实时测量技术。该发明针对动态场景中目标的快速运动和复杂形态变化，提出了一种运动参数分析与立体视觉结合的动态目标三维形态高精度测量，解决了真实自然场景下动态目标的高精度三维形态获取难题。具体包括适应光照变化的深度-可见光视频动态三维形态高精度测量、缺乏先验知识的动态非刚性场景目标高保真三维形态计算以及稀疏视点下自由移动目标的高保真三维形态恢复等方法技术。这些技术在实际应用场景中，能够应对光照变化、目标遮挡、姿态变化等情形，获取高精度三维形态。

3. 发明了基于实时全息生成的多场景多视角虚实增强高效显示技术。该技术基于运动目标检测技术创新及其算法优化策略，解决了车载增强现实抬头显示器（AR HUD）在复杂驾驶场景下的多视虚实增强高效显示难题。具体包括场景自适应显示、虚实融合实时显示、智能图像畸变矫正等技术。这些技术可在不同场景下，为驾驶员提供实时、精准、高效的虚实融合显示效果。该发明使投影图像的畸变率显著降低到 3%，相比传统产品有明显的性能提升。

该成果已授权国家发明专利 21 项、制定国家标准 1 项，近五年发表相关高

水平论文 28 篇，其中 CCF-A 类文章 4 篇，SCI 一区论文 9 篇。

理论创新评价，三维形态高精度恢复方法在 IEEE Transactions on Multimedia、IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 等 Top 期刊发表论文，如《SparseFusion: Dynamic Human Avatar Modeling From Sparse RGBD Images》由加拿大阿尔伯塔大学、清华大学等知名研究团体引用，被评价“避免了测试时间优化的高开销”“使单 RGB 图像的人体测量成为可能”。技术创新评价，运动目标增强显示方法获批《运动捕获系统中基于 PCA 的标记点标识初始化方法》等发明专利 6 项，被江苏省科技创新协会授予“科技创新成果转化奖”。系统创新评价，高速目标定位与识别技术应用于“基于国产 NPU 的高速目标检测与智能决策系统”，推动了自主软硬件的技术发展和创新驱动；基于立体视觉的测量技术应用于“车载铁路隧道检测平台”，填补了国内高温差、强风沙环境下车载铁路隧道检测的空白；虚实增强高效显示技术应用于“车载增强现实抬头显示器”，推动车载显示从传统单一信息呈现向智能交互升级。应用创新效果，该项目生产的增强现实抬头显示设备已应用于红旗、蔚来、理想等 10 余家汽车主机厂，销量达 40 余万套，预计贡献产值 3 亿元，且该设备集成 100 余种零部件，按 600 元/台成本计，可为上游产业带来 2.4 亿元产值。

四、客观评价

本项目形成“车载增强现实抬头显示器”“车载铁路隧道检测平台”“舰载无人机着陆系统”等技术产品。

1. 技术检测报告

(1) 研制的车载增强现实抬头显示器通过了通用标准技术服务有限公司 (SGS)、赛宝信息产业技术研究院有限公司等国内外权威汽车电子检测机构的产品检测和质量验证【附件 7.2】。

(2) 研制的国产第一台单 DLP 双焦距 HUD 原型样机，获得 ASPICE CL2R 认证【附件 8.8】。

(3) 量产的汽车风挡式平视显示器和汽车风挡式抬头显示器，通过了国际标准 CIE121-1996、IEC60068-25:2010、ISO9001、IATF16949、TUV ISO14001 等质量管理体系的认证【附件 8.8】。

2. 国家标准

本成果完成单位作为核心成员，参与制定了国家标准《乘用车抬头显示系统性能要求及试验方法》【附件 7.8】。

3. 品获奖与企业荣誉

(1) 量产的汽车风挡式平视显示器，以及针对 AR HUD 通用软件架构所研发的“AR Cyber”，经中国汽车零部件年度贡献奖-铃轩奖评审团审议，分别获得第六届铃轩奖“量产·智能座舱类优秀奖”【附件 7.1】和“前瞻·车用软件类优秀奖”【附件 7.1】。此外，与 AR HUD 配套的 CMS 产品荣获第七届“铃轩奖电子电器类金奖”【附件 7.1】，量产的 AR HUD 荣获证券时报“最具投资

价值智能网联黑科技奖”【附件 7.1】。

（2）完成单位泽景公司由于在国产 AR HUD 研制中展现的雄厚技术研发实力与显著经济社会效益，入选了“国家高新技术企业”【附件 7.1】。此外，泽景还荣获德勤主办的“2019 最具投资智能网联黑科技奖”【附件 7.1】、“2021 年度高工智能汽车金球奖”【附件 7.1】、毕马威主办的“第四届汽车科技新锐企业奖”【附件 7.1】、“2022 创业邦 100 未来独角兽”【附件 7.1】、“2022 年度智能座舱前瞻技术奖”【附件 7.1】等荣誉。

五、应用情况和效益

1. 应用情况

1) 主要技术产品

（1）研制生产的车载铁路隧道检测平台应用于兰州铁路局工务处，用于隧道日常运维与安全检测工作。该平台可深度适配西北铁路沿线高温差、强风沙的地域环境特点，高效覆盖沿线多座隧道，解决传统人工检测在西北恶劣环境下效率低、误差大的问题。

（2）研制生产的抬头显示器，装车于红旗、蔚来、理想等 12 家整车厂 20 余款车型，性能获得主机厂的高度评价，如被红旗汽车评价为“泽景研发的 HUD 满足红旗汽车的产品技术需求”。量产的 AR HUD 产品，搭载于蔚来汽车 ES8 车型出口欧洲，对其国际市场拓展做出重要贡献，相关产品被蔚来汽车评价为“泽景为蔚来开发了国内首款量产搭载 ES8 车型上的全彩 WHUD，在行业树立了 W1.0 良好口碑，在已量产 W2.0 产品中其综合性能表现具有竞争力”，因此获得蔚来汽车 2021 年度、2022 年度“NQPP（蔚来质量卓越合作伙伴）奖”【附件 7.3.3】。

（3）研制的 HUD 检测设备，运用于福耀等 HUD 上游设备生产厂商，性能获得相关产商的高度评价，如福耀玻璃评价“泽景的 OV51/52 检测设备提升了上海福耀在整体质量水准及竞争能力”【附件 7.3.3】。

2) 主要应用单位

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	西安翔腾微电子科技有限公司	高速目标检测技术	基于国产 NPU 的高速目标检测与智能决策系统	2017-01-01 至 2022-09-01	马城城
2	中国铁路兰州局集	三维测量技术	兰州铁路局工务处车载铁路	2017-05-01 至	安天平

	团有限公司工电检测所		隧道检测车	2020-10-01	
3	中国第一汽车股份有限公司	抬头显示器技术	红旗 E001、C255、C206、E202、E702 等车型，累计 0.05 万台	2022-09-30 至 2023-03-30	张洋
4	上海蔚来汽车有限公司	抬头显示器技术	蔚来 ES8、ES6、EC6、ES7、ET7 等车型，累计 16 万台	2021-01-01 至 2022-12-31	钱乾
5	吉利汽车集团有限公司	抬头显示器技术	Geely 博越、豪越、星越等车型，累计 3 万台	2021-01-01 至 2022-12-31	冀承骏
6	深圳市比亚迪供应链管理有限公司	抬头显示器技术	BYD 汉、唐车型，累计 10 万台	2022-02-01 至 2022-12-31	王志强
7	福耀集团（上海）汽车玻璃有限公司	抬头显示器测试技术	A01、U458、FX11 等车型（测试业务），累计销售额 354 万元。	2021-01-01 至 2022-12-31	许昌生

2. 应用效益

在经济效益方面，抬头显示设备已提供给红旗、蔚来、理想等 10 余家汽车主机厂【附件 7.5】。加装抬头显示器的汽车可提升 5000 元的议价空间，以泽景 40 余万套的销量来计算，产品整体预计可新增产值超 20 亿元，其中该成果预计

可新增产值 3 亿元。此外，研制生产的车载 AR HUD，涉及显示、结构、高性能嵌入式计算等子系统的 100 余种零部件的集成制造，其原材料成本以 600 元/台计，可以为上游产业带来 2.4 亿元左右的产值。

在社会效益方面。第一，研制的车载铁路隧道检测平台作为国内唯一一台适配高温差、强风沙环境的装备，突破了人工检修环境限制，解决了传统检测效率低、误差大、环境依赖性强等痛点。其可精准捕捉隧道限界异常，避免行车事故、守护生命财产安全，保障铁路运输的连续性，减少停运与人工运维成本。同时填补恶劣环境检测技术空白，推动铁路检测向智能化升级，助力铁路“大动脉”畅通，为国民经济稳定运行、生产生活安全开展提供有力支撑。第二，研制首台国产 AR HUD 样机，建成了国内第一条车载 HUD 智能化产线，填补了国产车载 HUD 研制与检测的技术空白，实现了相关产品的进口替代，推动了 AR、人工智能和先进显示等技术与汽车行业深度融合，为汽车产业的健康可持续发展注入了强劲动力，创造了新的增长点，引领了国内车载仪表产业的创新发展。第三，联合跨区域高校、科研院所等研发力量，形成了光学、机械、电子、人工智能、计算机等多学科交叉的技术攻关、项目研发、人才培养的产学研合作新模式。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种基于自适应半监督的语义相似度计算方法	中国	ZL202111382117.7	2024-04-12	6896101	西北工业大学	郑江滨; 曹宏业
2	发明专利	运动捕获系统中基于 PCA 的标记点标识初始化方法	中国	ZL201010508023.5	2012-02-29	3521457	西北工业大学	郑江滨; 谷二营; 李秀秀; 雷伍琴
3	发明专利	一种基于航空嵌入式开放体系架构的可移植单元代码自动生成方法	中国	ZL202010593137.8	2022-09-13	5125895	西北工业大学	马春燕; 雍二柯; 王保原; 谭乔煜
4	发明专利	一种基于 FACE 架构的软件系统建模方法	中国	ZL201810590951.7	2021-06-11	4219312	西北工业大学	马春燕; 魏伟; 张磊
5	发明专利	基于立体视觉的隧道限界数据	中国	ZL201911217935.4	2022-03-11	5157268	西北工业大学; 中国铁路兰州局集团有限公司	王庆; 郑江滨; 盛世勇; 安天平; 裴宏波; 李红心; 周果清; 王雪
6	发明专利	一种基于 doc2vec 模型与最小编辑距离的重复性数据检测方法	中国	ZL202110560489.8	2023-11-17	6497372	西北工业大学	郑江滨; 曹宏业; 杨洁

7	发明专利	成像效果检测方法、装置、车辆及存储介质	中国	ZL202210742296.9	2022-10-21	5523646	泽景（西安）汽车电子有限责任公司	刘军星；孙孝文；吕涛
8	发明专利	航迹线的显示方法、装置、存储介质及电子设备	中国	ZL202211453905.5	2023-03-24	5812925	泽景（西安）汽车电子有限责任公司	张波；向阳；韩雨青
9	发明专利	一种行驶路径的确定方法、装置、电子设备及存储介质	中国	ZL202210781225.X	2022-10-04	5499274	泽景（西安）汽车电子有限责任公司	茹懿；卫昱华；张波
10	发明专利	数据处理方法、装置、抬头显示器和存储介质	中国	ZL202210516816.4	2023-03-10	5779333	泽景（西安）汽车电子有限责任公司	刘军星；吕涛；孙孝文；张宁波

七、主要完成人情况（不超过 6 人）

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
郑江滨	1	院长	教授	西北工业大学	西北工业大学	本成果第 1 完成人，负责成果核心技术的研发与应用、合作项目的管理和协调。通过全局特征挖掘和特征聚合方法，实现运动目标的特征提取和目标检测；通过三维目标运动参数与立体视觉融合分析的方法，实现动态目标的高精度高保真三维测量。作为本成果有关论文、授权专利与核心项目的主要完成人之一，对 3 个发明点及其应用和推广，都做出了重要贡献。
张波	2	技术副总经理	无	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	本成果第 2 完成人，主要承担虚实融合实时显示技术研发和抬头显示器部署工作，对发明点三及其应用做出贡献。通过深入探究虚拟现实与现实场景融合的关键技术，确保虚拟信息与真实环境精准匹配且实时呈现。
马春燕	3	副院长	教授	西北工业大学	西北工业大学	本成果第 3 完成人，主要承担多视角下目标检测技术的研发，以及目标检测和测量应用软件的研制工作，对发明点一、发明点二及其应用做出了重要贡献。通过软件系统建模和代码自动生成方法，研发关键软件。

吕涛	4	首席技术官	无	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	本成果第 4 完成人, 主要承担图像畸变算法处理技术研发, 对发明点三做出贡献。针对图像畸变问题, 设计高效精准的校正算法, 通过实验数据优化算法参数, 显著提升校正精度与速度, 有效还原图像真实形态。
胡滨	5	总经理	高级工程师	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	泽景(西安)汽车电子有限责任公司	本成果第 5 完成人, 主要负责复杂驾驶场景下场景自适应的显示技术研发与应用, 对发明点三及其成果转化做出了重要贡献。通过构建核心算法体系, 融合多类传感器数据实现场景精准识别与动态监测, 支持依据不同路况、天气等条件智能切换显示内容与布局, 优化人机交互体验。
王丽	6	无	助理教授	西北工业大学	西北工业大学	本成果第 6 完成人, 主要承担全天候多源自适应融合算法的研究和轻量化部署工作, 对发明点一及其应用做出贡献。通过结合可见光图像的丰富细节和红外图像的热辐射信息, 提升识别和分析图像的能力, 部署在国产 NPU 芯片上。

八、主要完成单位情况（不超过 3 个）

完成单位	排名	对本项目主要贡献（限 600 字）
西北工业大学	1	西北工业大学有关团队十余年来致力于研究多源运动目标智能检测及增强显示技术，先后获得国家自然科学基金、国家 863 计划、国防预研等项目的支持。本单位在项目的论证、管理、实施、监督、推广等方面做了大量工作，为技术研究和成果转化提供了健全的平台和有力的保障，对成果中发明点一、发明点二、发明点三均有重要贡献，是成果的牵头申报和组织实施单位。技术发明的核心内容在西北工业大学完成，有关授权发明专利 20 余项。该成果以泽景(西安)汽车电子有限责任公司“抬头显示器”设备、兰州铁路局工电检测所“车载铁路隧道检测系统”等为代表，在智慧车辆、铁路交通、航空航天领域获得广泛应用。
泽景(西安)汽车电子有限责任公司	2	泽景(西安)汽车电子有限责任公司主要针对发明点三及其应用转化，提出了一种创新的自适应场景软件架构与算法优化技术，攻克车载 AR HUD 复杂场景下的显示效果难题，保障不同驾驶场景下精准高效显示。该技术不仅推动了车载显示技术发展，更为提升驾驶安全性与视觉体验提供关键支撑，为智能交通领域的技术发展作出了贡献。此外，本单位不仅参与了项目文档资料的编写、成果评价与申报工作，提供了与项目相关的人力、财力、物力和场地的支持，为项目顺利完成提供了可靠保障，而且推进成果在国内多个车企的多款车型上的应用，为车载 ARHUD 国产化做出了重要贡献。

九、完成人合作关系说明

两家单位就车载增强现实抬头显示器研究关键技术并推进产业化，获得科技创新成果转化奖包括郑江滨(1)、张波(2)、胡滨(5)、马春燕(3)、吕涛(4)等，获得科技成果鉴定包括郑江滨(1)、吕涛(4)、张波(2)、王丽(6)等，并在多年合作的基础上签订产学研合作协议，参与人员包括郑江滨(1)、王丽(6)等。

除上述合作关系之外，六位完成人在多个方面有技术合作以及共同成果。郑江滨(1)、马春燕(3)、王丽(6)共同研究基于国产 NPU 的目标检测，作为项目合作者共同签订技术合同；张波(2)、吕涛(4)、胡滨(5)共同开展成像效果、抬头显示设备的研究，作为共同完成人申请国家发明专利、签订技术合同等。

综上所述，本成果两家完成单位之间、六位完成人之间就“多源运动目标智能检测及增强显示技术”具有长期紧密的合作关系。