

2024 年度中国智能交通协会科技进步奖 推荐项目公示

一、项目名称：

面向智慧矿山的车路协同无人驾驶关键技术与应用

二、完成单位：

北京交通大学、中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司、长安大学、中铁十九局集团有限公司、中铁十九局集团矿业投资有限公司、天津师范大学

三、完成人：

郭蓬、柴琳果、**惠飞**、上官伟、王庆闪、张志国、范春晖、李美洲、张重、陈俊杰

四、项目简介

发展改革委、能源局、工业和信息化部联合发布《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》指出到 2030 年重点矿区基本实现工作面无人化。矿用重载车辆是采掘-运输排土整个流程中承上启下的环节，其无人化作业是实现矿区工作面无人化的关键抓手，但面临以下关键技术挑战：

一、矿区粉尘大、深坑信号易丢失导致重载车辆环境感知精度低、定位误差大；

二、矿区重载车辆任务模式多且行驶路线时变使得决策效率低，规划鲁棒性差；

三、重载车辆响应滞后及恶劣环境诱发部件损坏导致跟踪控制精度低甚至失效。

项目在国家自然科学基金、天津市自然科学基金、省部级重点研发计划及科技计划项目支持下，重点突破了车路协同多源异构环境感知与高精度定位、复杂场景下重载车辆自主决策与规划、数据驱动的路径跟踪与容错控制等关键技术难题，实现了矿山全天候无人化运输，助力我国矿业智能化转型升级。主要创新点如下：

1. 车路协同多源异构环境感知与高精度定位技术。针对矿用重载车辆感知精

度低、目标识别语义模糊和定位误差大等问题，提出了矿山车路协同异步联网方案，开发了多传感器深度融合技术，研发了融合多维立体环境信息的多目标检测技术，建立了基于语义地图与 GNSS 协同的定位技术，在颠簸粉尘状态下有效感知距离 >150m，平均识别检测精度为 94.7%；稳定识别最小障碍物尺寸为 20cm*20cm；定位精度平均误差 <10cm。

2. 复杂场景下重载车辆自主决策与规划技术。针对重载车辆运行任务繁多、全局规划效率低和预警滞后等问题，设计了基于状态机的任务导向决策机制，开发了融合路侧信息的超视距预警系统技术，建立了工况随动的路径规划技术，有遮挡场景下安全预警正确率 98%，路径规划速度提升 46.64%，路径长度缩短 3%。

3. 路径跟踪与容错控制及场景测试技术。针对重载车辆系统响应滞后和部件失效诱导控制失效的问题，提出了基于路面附着系数的纵向速度动态设定方法，开发了基于驾驶数据变时域模型预测跟踪控制技术，建立了传感器失效下容错补偿执行控制技术，横向跟踪平均误差 <24.6cm，纵向速度控制误差 <0.31m/s。

项目成果授权发明专利 21 项，取得计算机软件著作权 18 件，发表高水平论文 19 篇，制定相关标准 3 项。项目相关成果经过中关村绿色矿山产业联盟鉴定总体达到国际先进水平。形成了面向矿区重载车辆无人化运输关键技术集群，应用于山西吕梁袁家村铁矿、西藏昌都玉龙铜矿等大型矿山，取得显著的经济效益。

五、主要知识产权

1、发明专利：“路径选择方法和基于虚实融合技术的 V2X 测试系统”（专利号：ZL202310558195.0），郭蓬等。

2、发明专利：“一种基于车路协同系统的弯道车辆相对位置分类方法”（专利号：ZL202111435467.5），郭蓬等。

3、发明专利：“一种基于 ICP 与多特征数据关联的障碍物预测与跟踪方法”（专利号：ZL202210274438.3），郭蓬等。

4、发明专利：“一种基于多特征和自适应关键帧的点云地图构建方法”（专利号：ZL202211629343.5），郭蓬等。

5、论文：“Parallel Hierarchical Control-based Efficiency Enhancement for Large-scale Virtual Reality Traffic”（WOS001078521000001），柴琳果、上官伟等。

6、论文：“Heterogeneous data-based spatiotemporal trajectory synchronization for virtual-real interactive test”（WOS00

0750916800001), 柴琳果; 上官伟等。

7、发明专利:“一种基于视频图像的危化品运输车辆检测与识别方法”(专利号: ZL201810541843.0), 惠飞等。

8、发明专利:“车联网环境下跟驰交通流特性建模方法”(专利号: ZL2017110359383.

5), 惠飞等。

9、发明专利:“车辆换道行为预测模型构建、预测预警方法及系统”(专利号: ZL202110702854.4), 惠飞等。

10、发明专利:“一种车辆异常驾驶行为的检测方法”(专利号: ZL201810500886.4), 惠飞等。