2024年度山东省科学技术奖提名公示

**一、项目名称**

高速公路机电系统智能运维关键技术研究及应用

**二、提名者及提名意见**

**提名者：**山东省交通运输厅

**提名意见：**

我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部申报材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励的填写要求。

该项目以国家和省部级项目为支撑，历经近十年校企联合科研攻关与工程实践，攻克了高速公路机电系统多类型设备状态监测和多参量数据感知技术，突破了高速公路机电系统海量多维数据聚合去重智能分析技术，首创了高速公路机电系统复杂运维过程自动处置技术，解决了高速公路机电系统数据感知、运行监测、远程处置等智能运维关键共性问题。

本项目形成了发明专利、实用新型、软著、专著、高水平论文、标准等科研成果。项目成果在10个省共计12000公里高速公路机电系统运维工程中开展全面应用，山东省各项高速公路部站指标长期保持全国第一，保障高速公路平安、畅通、健康运行，经济及社会效益显著，推广应用前景广阔。

**三、提名等级**

提名该项目为2024年度山东省科学技术进步奖 二 等奖。

**四、项目简介**

本项目属于高速公路机电系统智能运维领域。

公路交通基础设施是国民经济发展的基础和命脉，高速公路机电系统的良好运行是高速公路畅通的基础保障，数字化、智能化、主动化是其重要发展方向，该系统设备种类多、数量大、分布广，存在以下问题：①高速公路机电设备运行状态监测难，尚未形成与之相适应的感知监测技术体系；②高速公路里程长，无人值守的远程智能运维存在技术瓶颈；③智能运维保障系统缺失，恶劣环境下人工维护费用高、风险高。这些问题严重影响了高速公路机电系统运维的发展，已成为山东省和国家推动公路交通新旧动能转换和新质生产力跃升亟待解决的关键技术难题。

针对上述问题，项目团队在一系列国家和省部项目支撑下，通过十余年校企联合攻关，取得了高速公路机电系统运行维护相关数据、监测、控制等技术的系统创新。主要创新点如下：

（1）攻克了高速公路机电系统多类型设备状态监测和多参量数据感知技术难题。构建了支持高速公路广域分布机电系统聚类检测、实时感知体系，涵盖500余项20余万台（套）机电设备，研发了智能云盒、智能设备箱等机电设备运行状态智能监测物联装备。实现了高速公路机电系统核心指标设定及关键数据的采集汇聚，填补了事件分析、预警监测的数据空白，为高速公路的安全运营提供了有力保障。

（2）突破了高速公路机电系统海量多维数据驱动的聚合、去重、智能分析技术瓶颈。创新了基于跨时空异构数据分析的高速公路机电系统质量感知监控方法，创建了“多维数据驱动-全运维周期-数据精准标注”的高速公路机电系统智能运维数据集，在山东等十省高速公路机电系统运维领域首次发布应用。研发了基于LSTM网络模型的机电系统故障智能诊断方法，实现故障的关联、聚合、抑制、去重等智能处理。

（3）首创了高速公路机电系统管控体系和运维平台。创新提出了高速公路机电设备故障自动识别、事件告警、根因分析、自动处置等流程方法，开发监测+管控、分析+决策、维修+管理一体化的高速公路机电设备管控体系和运维平台。建立了高速公路机电系统运维的预防性养护机制及预防性养护周期性指标体系，实现了高速公路机电运维预防性养护机制及全生命周期服务。

项目成果在山东省16个地市及河南、云南、贵州、湖南、湖北等10个省12000公里高速公路机电系统运维中应用，覆盖收费站点567个、收费门架1544个，实现各类部站监控指标合格率99.98%以上，具有良好的示范效应，推广应用前景广阔。

本项目形成了发明专利、实用新型、软著、专著、高水平论文、标准等科研成果。整体技术水平达国际先进，应用水平居国内高速公路信息化运维领域前列。解决了高速公路机电系统运行监测难、维修响应慢、设备管理杂等难题，实现了高速公路机电系统运维的数字化、智能化、主动化，显著提升了我国智慧交通领域技术水平，助力高速公路生态化、智慧化快速发展。

该项目已征求了姚占勇（山东大学、道路工程专业）、褚为耕（山东省交通运输厅数据应用和收费结算中心、信息工程专业）、孙希滕（山东省交通运输厅数据应用和收费结算中心、交通信息化专业）、牟振华（山东建筑大学、智慧交通系统优化专业）、李建勇（山东大学、智能制造工程专业）等5 名专家意见

1. **主要知识产权和标准规范等目录**

| **知识产权（标准）类别** | **知识产权（标准）具体名称** | **国家**  **（地区）** | **授权号（标准编号）** | **授权（标准发布）日期** | **证书编号（标准批准发布部门）** | **权利人（标准起草单位）** | **发明人（标准起草人）** | **发明专利（标准）有效状态** | **第一完成人是否为发明人（标准起草人）** | **第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种基于深层记忆模型的高速公路机电系统故障分类方法 | 中国 | ZL202310564964.8 | 2023-08-18 | 第6244227号 | 山东通维信息工程有限公司 | 闫军、马亚栋、李贤恕、刘明伟、周洲、张冲、程鑫、钱东岳、杨光旭、于磊、姜校生 | 有效 | 是 | 是 |
| 发明专利 | 一种高速公路行为监控数据处理方法及系统 | 中国 | ZL202310023190.8 | 2023-07-18 | 第6155668号 | 山东通维信息工程有限公司 | 马亚栋、孙希腾、郭春晖、郑伟、闫军、王帅、刘明伟、郭飞、宋朝 | 有效 | 是 | 是 |
| 发明专利 | 一种基于大数据云服务的机电控制方法和系统 | 中国 | ZL202310025218.1 | 2023-05-23 | 第5994197号 | 山东通维信息工程有限公司 | 景峻、闫军、徐磊、董磊、王喆、张冲、夏帅、钱东岳、范婷、张典涛 | 有效 | 否 | 是 |
| 发明专利 | 一种高速公路运维信息展示装置 | 中国 | ZL202211588758.2 | 2023-03-28 | 第5818697号 | 山东通维信息工程有限公司 | 董磊、马亚栋、吴继镇、季刚、刘明伟、宋朝 | 有效 | 是 | 是 |
| 发明专利 | 一种高速公路运维监控数据的管理方法及系统 | 中国 | ZL202210468377.4 | 2022-08-30 | 第5417056号 | 山东通维信息工程有限公司 | 马亚栋、闫军、董磊、张冲、张冬梅、张海龙、钱东岳、孙国涛 | 有效 | 是 | 是 |
| 发明专利 | 一种公路收费站的车道动态配置与诱导方法、设备及介质 | 中国 | ZL202310626687.9 | 2023-9-1 | 第6292479号 | 山东高速信息集团有限公司 | 李杰，王金亮，吴建军，常玉涛，陈西广，韩应轩，屈云超，房宏基，纪艺，席永轲，尹淑婷，康强，段昕 | 有效 | 否 | 否 |
| 发明专利 | 一种在途车辆感知方法及设备 | 中国 | ZL202210894561.5 | 2022.11.1 | 第5552921号 | 山东高速信息集团有限公司 | 景峻、李杰、桑中山、王金亮 | 有效 | 否 | 否 |
| 发明专利 | 一种基于神经网络LSTM的多因素短期车流量预测方法 | 中国 | ZL201910334053.X | 2021-3-26 | 第4320294号 | 长安大学 | 赵祥模、程鑫、王钰、周洲、赵怀鑫、周经美、张立成、郝茹茹尚旭明、韩睿之、陈宇轩、常惠 | 有效 | 否 | 否 |
| 团体标准 | 高速公路经营管理第8部分：机电维护要求 | 中国 | T/CACEM 31.8—2023 | 2023-3-31 | 中国交通企业管理协会 | 中国交通企业管理协会质量管理工作委员会,山东高速股份有限公司、山东通维信息工程有限公司等 | 景峻、李杰、王建生、童星、赛志毅、戚俊丽、朱香敏、郝亚冰、田中霄、李志强、薛瑞华、**马亚栋**、姜校生等 | 有效 | 是 | 是 |
| 软件著作权 | 智慧高速数字运维平台V1.0 | 中国 | 2023SR0238908 | 2023.2.14 | 软著登字第10826079号 | 山东通维信息工程有限公司、山东高速信息集团有限公司 | 姜晓庆、郭庆雷、杨玉红 | 有效 | 是 | 是 |

**六、主要完成人**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **位次** | **姓名** | **行政职务** | **技术职务** | **工作单位** | **完成单位** | **对本项目贡献** |
| 1 | 马亚栋 | 党支部书记、执行董事 | 高级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |
| 2 | 董磊 | 技术专家 | 高级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |
| 3 | 闫军 | 技术专家 | 高级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点1、2做出了贡献 |
| 4 | 姜晓庆 | 党委书记、董事长 | 中级经济师 | 山东高速信息集团有限公司 | 山东高速信息集团有限公司 | 对创新点3做出了贡献 |
| 5 | 李杰 | 党委副书记、董事、总经理 | 高级工程师 | 山东高速信息集团有限公司 | 山东高速信息集团有限公司 | 对创新点1、3做出了贡献 |
| 6 | 郭庆雷 | 研发负责人 | 高级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点3做出了贡献 |
| 7 | 周洲 | 电子通信实验室主任 | 高级工程师 | 长安大学 | 长安大学 | 对创新点2做出了贡献 |
| 8 | 程鑫 | 无 | 副教授 | 长安大学 | 长安大学 | 对创新点2做出了贡献 |
| 9 | 杨玉红 | 创新发展中心主任 | 高级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点3做出了贡献 |
| 10 | 刘明伟 | 研发工程师 | 中级工程师 | 山东通维信息工程有限公司 | 山东通维信息工程有限公司 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |

1. **主要完成单位情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 山东通维信息工程有限公司 | | | | |
| 统一社会  信用代码 | 91370100306902031W | | | | |
| 排 名 | 1 | 法定代表人 | 马亚栋 | 所在地 | 山东济南 |
| 单位性质 | 国有控股 | 传 真 | -- | 邮政编码 | 250100 |
| 通讯地址 | 济南历城区旅游路智能交通产业园1号楼东塔16层 | | | | |
| 联 系 人 | 张美丽 | 单位电话 | 15169015386 | 移动电话 | 15169015386 |
| 电子邮箱 | 1031839220@qq.com | | | | |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： | | | | | |
| 项目主要负责单位，负责项目研究及应用工作。  主要贡献包括：  （1）创新智能运维监测手段，研发了多款智能运维感知终端，加强设备供电状态监测、告警及远程控制，实现监控数据标准化统一汇聚；创建高速公路机电运维数据库，提高机电系统“实时监测+智能控制”的故障发现能力。  （2）创新智能运维算法，创新应用基于大数据的高速公路机电系统感知数据质量监控方法，解决了高速公路多维数据聚合去重智能分析技术难题；创新构建了高速公路机电设备故障自动识别、事件告警、根因分析、流程引擎的系列化模型算法，提高机电系统“故障分析+决策支持”的远程处置能力。  （3）创新完善智能运维平台，研发了适用于海量多类型多参量机电系统数据处理分析的智能运维平台，提高机电系统“便捷维修+线上管理”的智能运维效率。  （4）创新智能运维体系模式，创新机电系统“远程+现场”“预防性养护+故障维修”的运维模式，提升设备使用寿命，推动项目成果在山东、河南、河北、云南、贵州、湖南、湖北、四川、广西、新疆等10个省份共计12000公里高速公路机电系统运维工程中落地应用，具有良好的社会、经济、生态效益。 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 山东高速信息集团有限公司 | | | | |
| 统一社会  信用代码 | 91370000MA3C914Q3Y | | | | |
| 排 名 | 2 | 法定代表人 | 姜晓庆 | 所在地 | 山东济南 |
| 单位性质 | 国有企业 | 传 真 | -- | 邮政编码 | 250100 |
| 通讯地址 | 济南历城区旅游路智能交通产业园1号楼东塔20层 | | | | |
| 联 系 人 | 程卫平 | 单位电话 | 13685310357 | 移动电话 | 13685310357 |
| 电子邮箱 | 81048881@qq.com | | | | |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： | | | | | |
| 项目主要参加单位，主要负责高速公路机电智能运维平台技术研究及应用推广。  主要贡献包括：  （1）项目研究过程中提出和确定项目总体设计方案，并组织专家团队指导修订；  （2）针对高速公路机电系统传统运维，人工巡检时效差、成本高，故障根因判别难，创建了高速公路机电设备故障自动识别、智能分析、事件告警、远程运维的系列算法模型、智能运维平台体系；  （3）指导研发智能运维平台，研发适用于海量多类型多参量机电系统数据处理分析的智能运维平台，提高机电系统“便捷维修+线上管理”的智能运维效率。  （4）推进了项目成果在山东省及河南、河北、云南、贵州、湖南、湖北、四川等10个省份共计12000公里高速公路机电系统运维工程中开展全面应用，具有良好的社会、经济、生态效益。 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 长安大学 | | | | |
| 统一社会  信用代码 | 121000004370964988 | | | | |
| 排 名 | 3 | 法定代表人 | 沙爱民 | 所在地 | 陕西西安 |
| 单位性质 | 高等院校 | 传 真 | 029-61105261 | 邮政编码 | 710018 |
| 通讯地址 | 西安市朱宏路北段长安大学渭水校区 | | | | |
| 联 系 人 | 陈永瑞 | 单位电话 | 029-61105261 | 移动电话 | 15289378650 |
| 电子邮箱 | kjxmk@chd.edu.cn | | | | |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： | | | | | |
| 项目主要参加单位，主要负责高速公路机电系统智能运维模型算法的研究工作。  主要贡献包括：  （1）项目研究过程中，基于大数据分析技术的数据质量监控方法，研发了基于LSTM网络模型的机电系统事件预测模型，实现了机电系统维修事件的“前置化”，为机电系统的预防性维修提供强有力的理论支撑。  （2）协助第一、第二完成单位研发适用于海量多类型多参量机电系统数据处理分析的智能运维系统，提供理论和技术支撑。 | | | | | |