

陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

| | |
|--------|----------------------------|
| 项目名称 | 基于智慧物联网的高速公路智能检测系统开发及应用 |
| 主要完成人 | 王亮亮、危兵星、何健、孙长飞、郭新伟、白云恩、王征兵 |
| 主要完成单位 | 西安建筑科技大学、中铁一局集团电务工程有限公司 |

二、提名意见（适用于单位提名）

| | | | |
|--|--------|------|---|
| 提 名 者 | 陕西省教育厅 | 提名等级 | <input type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 三等奖 |
| <p>提名意见：</p> <p>该项目针对中国高速公路及隧道的智能化、物联化等亟待解决的关键技术，课题主要基于智慧物联技术搭建了高速公路隧道机电设备及交通网络系统之间的无线物联智能检测系统，主要包括三方面技术（1）开发了基于 Mesh 网络的长大隧道机电设备无线物联网测控系统及可视化控制管理平台，实现了多系统平台的软件管理与实时可视化，实现了高速公路长大隧道中机电系统的联网检测和智能化管理，提高了智能化程度。（2）开发了智能融冰除雪系统及管理平台，通过计算机可视化管理软件，借助交通气象环境传感技术及预测方法，实现对路面温度及结冰情况预警，依据监测、研判、预警结果，适时启动系统泵站和融雪剂溶液喷洒终端机构，精准撒布适量的融雪剂，降低路面液体冰点，降低相关交通事故的发生；（3）开发了隧道危化品车辆检测系统，采用激光测量技术扫描车辆，激光雷达在检测车辆轮廓信息的同时也对车辆位置、速度做出实时监测，以丰富的高精数据资源支撑隧道内的精细化管理，构建有效的隧道内行车安全监管系统，实现异常状态下的快速响应、动态处置，提升系统的运行效率和服务能力。</p> <p>该项目获授权发明专利 2 项、实用新型 13 项、软著 9 项、SCI 论文 1 篇（他引 35 次）；成果已成功应用于广西南天、大凭、平天高速公路机电工程项目的安装调试和运维，效果良好，经鉴定，其整体技术达到国内先进水平。</p> <p>对照陕西省科学技术进步奖授奖条件，提名该项目申报 2025 年陕西省科学技术进步奖三等奖。</p> | | | |

三、项目简介

1. 主要技术内容

随着我国高速公路里程突破 17 万公里，山区、丘陵等地带长大隧道数量也逐步增加，其全生命周期安全运维与高效通行保障已成为当前的关键问题。新一代信息技术与交通行业深度融合，智慧交通建设明确提出“感知泛在化、数据一体化、决策智能化”要求，聚焦广西、陕西、贵州等交通路网重点区域，传统单一或局域网机电设备及检测模式已难以适配现代高速公路运维的高效化、精细化发展需求。

本成果主要基于智慧物联技术搭建了高速公路隧道机电设备及交通网络系统之间的无线物联智能检测系统，本系统将激光、视频、温度检测集成一体，对隧道内、外交通信息进行动态感知，实时采集隧道内交通流数据、过车数据、交通突发事件、车辆类型、车辆车体温度在内的多类应用数据，以丰富的高精数据资源支撑隧道内的精细化管理，构建有效的隧道内行车安全监管系统，实现异常状态下的快速响应、动态处置，提升系统的运行效率和服务能力。同时，结合寒冷天气下高速公路路面结冰对行车安全的不利影响，从高速公路气象灾害的监测、预警、处置三个方面开发出高速公路凝冰预警与智能融雪处置系统软件。关键技术如下：

（1）隧道机电设备无线物联检测系统

本课题设计开发了基于Mesh网络的长大隧道机电设备无线物联网测控系统及可视化控制管理平台等，探究了无线物联网与隧道机电设备的深度融合，实现了多系统平台的软件管理与实时可视化，实现了高速公路长大隧道中多种机电系统的联网检测和智能化管理，提高了智能化程度。同时，进一步探究了基于Mesh网络的长大隧道机电设备集成化与信号增强技术与物联网控制设备在线检测技术和计算机图像处理与识别技术在机电设施物联网系统中的应用。本课题衍生成果如下：一种组合式环境数据监测终端、一种高速公路隧道机电设备监测装置、一种多传感器融合的导航巡检机器人、一种具有监测功能的隧道机电控制柜、一种改进型检测机器人、基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统、基于无线Mesh网络的长大隧道可自愈无线控制系统、机械设备运行监测系统软件等。

（2）复杂环境下的智能融冰除雪系统

本课题设计开发复杂环境下的高速公路智能融冰除雪系统。开发了一种智能融冰除雪系统及其管理平台，通过计算机可视化管理软件，借助交通气象环境传感技术及预测方法，实现对路面温度及路面结冰的精确短临预警，依据监测、研判、预警结果，适时启动系统泵站和融雪剂溶液喷洒终端机构，精准撒布适量的融雪剂，降低路面液体冰点，降低相关交通事故的发生。本课题衍生成果如下：一种直流无线输电装置、氢燃料四足机器人、一种道路融雪剂喷洒装置、分布式光伏电站的数字一体化运维管理平台、多场景下光伏系统智能运维清洗机器人控制系统等。

（3）长隧道危化品车辆检测系统

本课题设计开发了隧道危化品车辆检测系统，主要在隧道前、隧道内布置多个激光雷达+监控摄像机+红外热成像一体式探测单元，通过将激光雷达坐标系下的采集目标坐标通过坐标系转换到红外热成像图像对应的像素坐标系下实现多传感器

的空间同步，激光雷达在检测车辆轮廓信息同时也对车辆位置、车速做实时监测，在监测到高温车辆时将红外热成像图像中对应的高温点坐标带入到车辆位置、车型车速数据中，可以确认车身高温实际物理位置，帮助车主、高速管理者快速准确实施降温处理措施。当监测到未达报警温度但异常高温或临近报警温度的车辆时，及时联动情报板、语音号角等沿途设备对高温车辆及时提醒。本课题衍生成果如下：一种用于液体温度测量的反射式光纤传感器、一种高速公路危化品安全保存装置、危化品车辆检测数据采集分析系统、危化品智能化预警信息系统、长隧道危化品车辆温度检测软件等。

2. 授权专利情况

本成果授权国家发明专利 2 项、实用新型专利 13 项、计算机软件著作权 9 项，SCI 论文 1 篇（其中核心合集中被引 42 次，他引 35 次），成果清单列出主要 10 项。

3. 技术经济指标

本成果在项目上的实施可以带来明显的经济效益。以隧道总长度为 1500 米的路段为例，无需为专用的区域控制系统预留预埋洞室和预埋管线，设备可以直接安装在对应的配电箱内或者外置壁挂式小型箱体内，可节约基础工程界面的施工作业量至少 15% 以上，减少了线缆铺设，机电工程界面施工作业量减少约 20%，巡检人员可对设备使用和维护提供最大程度的便利，减少该系统的维护工作量，极大提高管养单位绩效。通过本研究课题的应用和推广，可以直接带动国产无线物联网产品在交通行业的应用，间接的带动国内无线传感自动化行业技术的跨行业应用，促进国内相关行业的技术进步与发展，能够起到非常好的社会示范效应。

4. 应用推广及效益情况

本成果采用基于智慧物联网的高速公路智能检测技术，提升了交通动态数据采集与共享、实时感知交通态势，该成果成功应用于广西南丹至天峨下老高速公路、广西平塘至天峨高速公路、广西巴马至凭祥公路大新经龙州至凭祥段项目中。有效保障了灾害天气条件下高速公路车辆行驶安全，提升出行服务联动和应急救援能力，全面统一、有效地对隧道内行车进行安全监管，提升隧道内车辆行驶安全性、跟踪监测准确性，长期准确地进行隧道内危险品运输车辆的实时跟踪监测及风险预警。

该成果在广西南天、平天、大凭等项目成功实施应用，经过一年多的应用和持续改进，大大提高了施工效率，确保工程质量和现场安全，从材料、工期、质量、工艺 等方面共节约成本约 1667.05 万元，经济效益显著，并改善了目前高速公路数字化、智慧化水平相对较低的现状，提升了交通动态数据采集与共享、实时感知交通态势的能力，降低交通事故率与交通事故损失，整体提高了高速公路运维的管理水平。实现了全面统一、有效地对隧道内行车进行安全监管，提升了隧道内车辆行驶安全性、跟踪监测准确性，长期准确地进行隧道内危险品运输车辆的实时跟踪监测及风险预警并且简化了系统流程，减少了施工作业量，降低了建设成本，得到了建设、设计、监理等单位的一致好评，形成了良好的经济效益和社会效益。

四、客观评价

1.该成果被中国交通运输协会认定为交通运输“四新”成果，推广指数“四星”级。

2.该成果被中国中铁股份有限公司在科学技术成果评审中认定为其整体技术达到国内领先水平。

2023年8月17日，中国中铁股份有限公司组织专家对中铁一局集团有限公司、中铁一局集团电务工程有限公司、西安建筑科技大学、广西南天高速公路有限公司、北京曼德克环境科技有限公司共同完成的“基于智能检测的高速公路智能运维系统开发及应用”成果进行了评审，参加评审的有中铁二局、中铁五局、中铁七局、中铁八局、中铁武汉电化局、中铁二院、中铁六院等单位的专家。专家组在审阅了技术研究报告的基础上，经讨论，形成如下评审意见：

（1）提交的技术资料齐全、数据翔实，符合评审要求。

（2）研制的新型物联网测控器、隧道机电控制柜、检测机器人及组合式环境数据监测装置等，实现了无人值守和远程实时监测。

（3）开发的高速公路隧道机电设备监控系统，具有隧道可视化管理、云端部署运行监控与管理等功能，扩展性强，可维护性好。

（4）建立的高速无线物联网系统，采用模块化设计和信号增强技术，稳定性好、适应性强、安装维护方便，整体集成效果好。

（5）研究采用的长大隧道无线设备在线检测技术，提高了故障定位的准确性，缩短了故障维修时间。

（6）采用激光测量技术扫描车辆，检测精度高，可实现对车辆车型信息的精确识别；

（7）非接触实时检测，车辆行驶状态下即可输出检测结果；

（8）抗干扰能力强，不受环境光影响，夜间、雨、雪、雾天不影响数据的准确性；

（9）安装维护简便，不破坏路面；

（10）系统能够方便升级，只需要升级处理算法，无需改动硬件设备；

（11）一体化泵站技术结构紧凑，一体化设计，安装维护方便，占地空间小，安装场地适应性强。

（12）自适应自动喷洒，根据结冰预警系统的报警等级触发信号，喷洒系统自动执行喷洒。

（13）现场无人值守实时监测，系统全自动化运行，无需人力值守，实时监测系统数据，对系统各项数据进行处理分析。

(14) 室外管路防冻保护, 喷洒周期结束自动启动管路防冻保护功能, 防止结冰对管路破坏。

(15) 喷头防污, 喷洒头内置有椎体单向阀, 避免外界脏物进入堵塞喷洒头。

(16) 云平台监控与管理, 云端部署运行监控与管理, 智能终端访问便捷, 扩展性强, 维护性好。

该系统已成功应用于广西南天、平天高速公路机电工程安装调试和运维, 效果良好。

成果取得实用新型专利 9 项, 计算机软件著作权 11 项, 发表论文 3 篇。

综上所述: 专家组同意通过评审, 认为其整体技术达到国内领先水平。

3.2023 年 8 月 7 日出版的《光明日报》在其综合版面对该成果做出如下评价:

该系统的研究, 是中铁一局电务公司经过多年高速公路施工的经验积累及创新思路的结晶, 提高了高速公路系统集成技术水平。该技术可应用于新建及改造的高速公路项目, 具有良好的系统兼容性, 有非常好的推广前景。

4.中铁一局集团有限公司科学技术评审证书(中铁一科技评字〔2023〕第 032 号)对该项目的评价如下:

2023 年 9 月 25 日, 中铁一局集团有限公司在西安组织召开了"基于智慧物联网的高速公路智能检测系统开发及应用"科技成果评审会专家组听取了课题组汇报, 查阅了相关资料, 经质询和讨论, 形成意见如下:

该系统已成功应用于广西南天、平天、大凭高速公路机电工程安装调试和运维, 效果良好。

成果取得实用新型专利 9 项, 计算机软件著作权 11 项, 发表论文 2 篇。

综上所述: 专家组同意通过评审, 认为其整体技术达到国际先进水平。

5.科技查新

查新点:

- (1) 基于物联网技术的智慧高速公路无线物联网控制技术;
- (2) 基于Mesh网络的高速公路长大隧道机电设备集成化与信号增强技术;
- (3) 基于红外传感与深度视觉融合的隧道危化品车辆在线检测技术。

结论: 经检索并对相关文献分析对比结果表明: 在国内外公开发表的中外文献中与本委托项目创新点完全相同的未见报道。

五、应用情况

1. 应用情况

本成果成功应用于广西南丹至天峨下老高速、广西平塘至天峨高速（广西段）公路、广西巴马至凭祥公路大新经龙州至凭祥段项目中。

主要应用单位情况如下表所示。

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 |
|----|--------------|--|---|---------------------|-------|
| 1 | 广西南天高速公路有限公司 | 基于物联网技术的隧道机电无线物联控制系统V1.0、一种改进型检测机器人、一种组合式环境数据监测终端、多传感器融合的智能巡检机器人控制系统管理平台V1.0；一种高速公路危化品安全保存装置、危化品车辆检测数据采集分析系统V1.0；高速公路智能融冰除雪系统。 | 全线全长约105公里，共设置桥梁61座，总长约30.5公里，全线共30座隧道，总长约51.4公里。 | 2022.1.1-2023.12.31 | 刘富瑜 |
| 2 | 广西平天高速公路有限公司 | 机电设备无线物联网测控系统V1.0、一种高速公路隧道机电管理用的设备定位装置、基于智能识别技术的缺陷检测自动化检测系统V1.0、基于多跳网络的隧道机电设施智能云控制系统；危化品智能化 | 全长约59.147km，全线共14座隧道。 | 2022.1.1-2023.12.31 | 朱光祖 |

| | | | | | |
|---|--------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------|-----|
| | | 预警信息系统 V1.0、一种安全预 警头盔；一种道路 融雪剂喷洒装置、 一种直流无线输电 装置。 | | | |
| 3 | 广西新 祥高速 公路有 限公司 | 机电设备无线物联 网测控系统管理平 台V1.0、一种高速 公路隧道机电设备 监测装置、一种具 有监测功能的隧道 机电控制柜，长隧 道危化品车辆温度 检测软件V1.0；应 用了机械设备运行 监测系统V1.0。 | 全长 146.129km， 全线共 41 座 隧道。 | 2022. 1. 1-2022. 12. 31 | 谭福新 |

六、主要知识产权和标准规范等目录（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 | 论文 | Advances in polymers and composite dielectrics for thermal transport and high-temperature applications | 中国 | Composites Part A 164 (2023) 107320 | 2022 年 11 月 | COMPLSITES PART A-APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING | 西安建筑科技大学 | Liangliang Wang, Chenxi Yang, Xinyue Wang, Jiayi Shen, Wenjie Sun, Jinkai Wang, Ganqiu Yang, Yonghong Cheng, Zhengdong Wang |
| 2 | 发明专利 | 一种隧道施工台车的钻孔控制系统及方法 | 中国 | ZL202410057839.2 | 2024 年 5 月 17 日 | 证书号 第 7016708 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 危兵星, 刘国彦, 杜银龙, 崔凯, 段晓辉, 李元超, 程凯圣 |
| 3 | 发明专利 | 一种地铁站用消防报警装置 | 中国 | ZL202111491898.3 | 2022 年 8 月 16 日 | 证书号 第 5386929 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 郭新伟, 骆晓, 危兵星, 宋旭刚, 陆升, 骆翔翔, 刘国彦, 杜银龙, 石琼 |
| 4 | 实用新型专利 | 氢燃料四足机器人 | 中国 | ZL202222198526.8 | 2023 年 1 月 20 日 | 证书号 第 18327255 号 | 西安建筑科技大学 | 王亮亮, 于博旭, 胡伟, 王翌霖, 熊世康, 史舒为, 毛焯远, 刘珂 |
| 5 | 实用新型专利 | 一种高速公路隧道机电设备监测装置 | 中国 | ZL202223566390.8 | 2023 年 5 月 2 日 | 证书号 第 18942339 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 白云恩, 孙远, 张卓, 苏卓, 张瑞魁, 高晓斌, |

| | | | | | | | | |
|----|----------|----------------------------|----|------------------|-----------------|------------------|----------------|---|
| | | | | | | | | 吴志勇, 刘志川, 王征兵, 田璋, 田帅, 张文迪 |
| 6 | 实用新型专利 | 一种组合式环境数据监测终端 | 中国 | ZL202223288392.5 | 2023 年 5 月 9 日 | 证书号第 18974007 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 白云恩, 刘稳, 左传文, 孙远, 张卓, 苏卓, 高晓斌, 吴志勇, 刘志川, 王征兵, 刘国彦 |
| 7 | 实用新型专利 | 一种多传感器融合的导航巡检机器人 | 中国 | ZL202420061505.8 | 2024 年 8 月 30 日 | 证书号第 21655729 号 | 西安建筑科技大学 | 王亮亮, 李东锦, 池昌伟, 张炜聪, 向籽坤, 刘裕, 林成泽, 张一博, 孙长飞 |
| 8 | 计算机软件著作权 | 基于无线 Mesh 网络的长大隧道可自愈无线控制系统 | 中国 | 2023SR0182108 | 2023 年 2 月 1 日 | 软著登字第 10769279 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 白云恩, 王征兵, 高晓斌, 郭新伟, 何健, 张卓, 苏卓 |
| 9 | 计算机软件著作权 | 危化品车辆检测数据采集分析系统 | 中国 | 2023SR0006711 | 2023 年 1 月 3 日 | 软著登字第 10593882 号 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | 白云恩, 王征兵, 高晓斌, 郭新伟, 何健, 张卓, 苏卓 |
| 10 | 计算机软件著作权 | 基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统 | 中国 | 2024SR0328076 | 2024 年 2 月 28 日 | 软著登字第 12731949 号 | 西安建筑科技大学 | 孙长飞, 王亮亮, 张炜聪, 林成泽, 刘裕, 池昌伟, 李东锦, 张一博, 向籽坤 |

七、主要完成人情况表

| | | | |
|--|-------------------------------|-----|---|
| 姓 名 | 王亮亮 | 排 名 | 1 |
| 行政职务 | 耐磨材料与技术教育部工程研究中心副主任、机电学院团委副书记 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | | |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 项目总负责人，全面主持项目关键技术研究工作。首次提出无线物联网与隧道机电设备的深度融合，开发了一种多传感器融合的导航巡检机器人【主要知识产权 7：实用新型专利】，实现了巡检机器人在高速公路隧道日常运维中的应用；开发了一种氢燃料四足机器人【主要知识产权 4：实用新型专利】，主要用于隧道机电设备故障检测；开发了一种隧道机电设备故障检测方法，主要用于隧道复杂环境的实时监测；同时研发了一种高电压绝缘材料【主要知识产权 1】，解决了在长大隧道中信号弱与信号屏蔽等问题；开发了基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统【主要知识产权 10：计算机软件著作权】。以上技术的成功开发，提升了高速公路隧道机电设备的智能化与网络化程度。 | | | |

| | | | |
|---|----------------|-----|---|
| 姓 名 | 危兵星 | 排 名 | 2 |
| 行政职务 | 党委书记 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 完成单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 项目总负责人，全面主持项目关键技术研究工作。组织项目组开发了一种隧道施工台车的钻孔控制系统及方法【主要知识产权 2：发明专利】，提高了在隧道壁上打出法兰底座安装孔的工作效率，降低了工作人员劳动强度；开发了一种地铁站用消防报警装置【主要知识产权 3：发明专利】，解决了高速公路长大隧道中消防装置的安全隐患；开发了基于 Mesh 网络的长大隧道机电设备无线物联网测控系统及可视化技术【主要知识产权 8：计算机软件著作权】；组织项目组开发了高速公路道路运行监控调度系统和高速公路维护保养系统，实现了多系统平台的软件管理与实时可视化，实现了高速公路长大隧道中多种机电系统的联网检测和智能化管理。 | | | |

| | | | |
|---|----------------|-----|---|
| 姓 名 | 何健 | 排 名 | 3 |
| 行政职务 | 原党委书记 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 完成单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 主要负责本项目物联网系统安装总体设计，全面主持隧道机电设备无线物联网测控系统的安装调试工作，开发了长隧道危化品车辆检测系统【主要知识产权 9：计算机软件著作权】，通过车辆多特征信息、时空信息等进行车辆匹配，自动进行图像分析，实现车辆遗撒物的检测及预警；组织实施了隧道监控系统各子系统的安装方案设计、施工和机电设备的调试，保障了本成果的推广应用，并协助完成本成果的后期改进和完善。 | | | |

| | | | |
|---|----------|-----|---|
| 姓 名 | 孙长飞 | 排 名 | 4 |
| 行政职务 | 无 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | | |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 负责项目关键技术研发工作，对项目的顺利完成做出重大贡献，提出基于 Mesh 网络的长大隧道机电设备集成化与信号增强技术与在线检测技术，实现了高速公路长大隧道中多种机电系统的联网检测和智能化管理；参与开发了一种隧道机电设备故障检测方法，主要用于隧道复杂环境的实时监测；开发了一种多传感器融合的导航巡检机器人【主要知识产权 7: 实用新型专利】，实现了巡检机器人在高速公路隧道日常运维中的应用；开发了基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统【主要知识产权 10: 计算机软件著作权】，提高了高速公路隧道机电设备的网络化程度与设备的整体智能运维； | | | |

| | | | |
|--|----------------|-----|---|
| 姓 名 | 郭新伟 | 排 名 | 5 |
| 行政职务 | 科技部部长 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 完成单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 项目主要参与人，组织项目组研发了基于 Mesh 网络的长大隧道机电设备无线物联网测控系统及可视化技术，开发了一种地铁站用消防报警装置【主要知识产权 3：发明专利】，主要解决了高速公路长大隧道中消防装置的安全隐患问题，有助于实现高速公路长大隧道中多种机电系统的联网检测和智能化管理。 | | | |

| | | | |
|---|----------------|-----|---|
| 姓 名 | 白云恩 | 排 名 | 6 |
| 行政职务 | 副经理 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 完成单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 对本项目技术创造性贡献： 项目分课题主要负责人，全面主持项目分课题关键技术研究工作，提出了基于 Mesh 的长大隧道环境下可自愈网络控制技术，开发了一种隧道机电无线物联网设备控制方法、一种高速公路隧道机电设备检测装置【主要知识产权 5：实用新型专利】，实现长大隧道中分节点的故障检测；开发了一种组合式环境数据检测终端【主要知识产权 6：实用新型专利】，实现了常规故障下的网络自愈功能。 | | | |

| | | | |
|--|----------------|-----|---|
| 姓 名 | 王征兵 | 排 名 | 7 |
| 行政职务 | 经理 | | |
| 技术职称 | 副高级 | | |
| 工作单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| 完成单位 | 中铁一局集团电务工程有限公司 | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主要参与人，主持隧道机电设备无线物联网测控系统的安装调试工作，开发了一种高速公路隧道机电设备检测装置【主要知识产权 5：实用新型专利】，实现长大隧道中分节点的故障检测；开发了一种高速公路路面智能融冰除雪系统与针对隧道危化品车辆检测技术，在隧道前、隧道内布置多个激光雷达+监控摄像机+红外热成像一体式探测单元，以及长隧道危化品车辆温度检测系统【主要知识产权 9：计算机软件著作权】，通过车辆多特征信息、时空信息等进行车辆匹配，自动进行图像分析，实现车辆遗撒物的检测及预警。</p> | | | |

八、主要完成单位情况表

| | |
|---|----------|
| 单位名称 | 西安建筑科技大学 |
| <p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>1.与第二完成单位合作完成了创新点一、二、三的研究，对创新点一、二、三有主要贡献。</p> <p>2.开发了《基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统 V1.0》《机械设备运行监测系统 V1.0》、《多传感器融合的智能巡检机器人控制系统管理平台 V1.0》、《基于智能识别技术的缺陷检测自动化检测系统 V1.0》等； 授权完成了《氢燃料四足机器人》、《一种多传感器融合的导航巡检机器人》、《一种直流无线输电装置》、《一种安全预警头盔》等实用新型专利；开发了用于机电设备物联网系统的高电压绝缘材料，并撰写 SCI 一区论文 1 篇。</p> <p>3.参与了课题成果在广西南天、平天高速公路的推广落地应用。</p> | |

| | |
|---|----------------|
| 单位名称 | 中铁一局集团电务工程有限公司 |
| <p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>1. 首次在工程实践领域提出基于 Mesh 的长大隧道环境下可自愈网络控制技术，采用无线连接的方式进行互连，节点间建立多跳的无线链路，实现长大隧道中网络自愈功能，提高数据传输的稳定性；发明了一种隧道机电无线物联网设备控制方法；撰写《基于物联网技术的隧道机电无线物联网控制系统研究》和《计算机图像处理与识别技术在机电设施物联网系统中的应用》等相关研究论文；</p> <p>2. 与合作高校共同发明了《一种隧道施工台车的钻孔控制系统及方法》、《一种高速公路隧道机电设备监测装置》、《一种组合式环境数据监测终端》、《一种改进型检测机器人》、《一种地铁站用消防报警装置》等专利技术，并成功应用于工程实践，取得了一定的经济和社会效益。</p> <p>3. 发明了《基于无线 Mesh 网络的长大隧道可自愈无线控制系统》、《危化品车辆检测数据采集分析系统》、《长隧道危化品车辆温度检测软件》等软件系统，提高了项目管理水平和运维智能化水平。</p> | |

完成人合作关系说明

1. 第一完成人王亮亮、第二完成人危兵星、第三完成人何健、第四完成人孙长飞、第七完成人王征兵共同完成了科研项目“高速公路隧道机电设备无线物联网控制系统与故障检测研究”。
2. 第一完成人王亮亮、第四完成人孙长飞、第六完成人白云恩、第七完成人王征兵以主要研制人员参与的“基于智慧物联的高速公路智能检测系统开发及应用”项目顺利通过 2023 年 9 月中铁一局集团有限公司组织的成果鉴定，认为其整体技术达到了国际先进水平。
3. 第二完成人危兵星、第五完成人郭新伟合作完成发明专利《一种地铁站用消防报警装置》。
4. 第六完成人白云恩、第七完成人王征兵合作完成实用新型专利《一种高速公路隧道机电设备监测装置》。
5. 第一完成人王亮亮与第四完成人孙长飞合作完成实用新型专利《一种多传感器融合的导航巡检机器人》、合作完成了软件著作权《基于激光雷达和视觉相机数据融合的移动机器人控制系统》。
6. 第二完成人危兵星、第三完成人何健、第七完成人王征兵等合作完成计算机软件著作权《基于无线 Mesh 网络的长大隧道可自愈无线控制系统》《危化品车辆检测数据采集分析系统》。
7. 第一完成人王亮亮、第二完成人危兵星、第三完成人何健、第四完成人孙长飞、第六完成人白云恩、第七完成人王征兵共同研究成果获陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖。
8. 第一完成人王亮亮、第六完成人白云恩、第七完成人王征兵代表该项目团队共同申报中国交通运输协会奖项，该项目被评为交通运输行业四新成果。

完成人合作关系情况汇总表

| 序号 | 合作方式 | 合作者/ 项目排名 | 合作起始时间 | 合作完成时间 | 合作成果 | 证明材料 |
|----|----------------|--|----------|------------|--|--|
| 1 | 共同立项 | 王亮亮/1、 危兵星/2、 何健/3、孙 长飞/4、王 征兵/7 | 2021.1.1 | 2022.1.1 | 高速公路隧道机电设备 无线物联网 控制系统与 故障检测研 究 | 技术开发(委托) 合同 |
| 2 | 共同立项 | 王亮亮/1、 孙长飞/4、 白云恩/6、 王征兵/7 | 2021.1.1 | 2022.1.1 | 基于智慧物 联的高速公 路智能检测 系统开发及 应用 | 中铁一科技评字 (2023)第 32 号-评审证书- 基于智慧物联 网的高速公路 智能检测系统 开发及应用 |
| 3 | 共同 知识 产权 | 危兵星/2、 郭新伟/5 | 2021.1.1 | 2023.5.9 | 一种地铁站 用消防报警 装置 | 3 一种地铁站用 消防报警装置 |
| 4 | 共同 知识 产权 | 白云恩/6、 王征兵/7 | 2021.1.1 | 2023.5.2 | 一种高速公 路隧道机电 设备监测装 置、一种组 合式环境数 据监测终端 | 5 一种高速公路 隧道机电设备 监测装置 6.一种组合式 环境数据监测 终端 |
| 5 | 共同 知识 产权 | 王亮亮/1、 孙长飞/4 | 2021.1.1 | 2023.12.29 | 一种多传感 器融合的导 航巡检机器 人、基于激 光雷达和视 觉相机数据 融合的移动 机器人控制 系统 | 7 一种多传感 器融合的导 航巡检机 器人 10 基于激光雷 达和视觉相 机数据融合 的移动机器 人控制系统 |
| 6 | 共同 知识 产权 | 危兵星/2、 何健/3、王 征兵/7 | 2021.1.1 | 2023.2.23 | 基于无线 Mesh 网络的 长大隧道可 自愈无线控 制系统、危 化品车辆检 测数据采集 分析系统 | 8 基于无线 Mesh 网络的长大隧 道可自愈无线 控制系统 9 危化品车辆 检测数据采 集分析系统 |
| 7 | 共同 | 王亮亮/1、 | 2021.1.1 | 2024.6.1 | 基于智慧物 | 陕西高等学校科 |

| | | | | | | |
|---|------|-------------------------------|----------|----------|-------------------------------|-------------------|
| | 获奖 | 危兵星/2、何健/3、孙长飞/4、白云恩/6、王征兵/7 | | | 联的高速公路智能检测系统开发及应用 | 学技术研究优秀成果二等奖 成果证书 |
| 8 | 共同获奖 | 王亮亮/1、白云恩/6、王征兵/7 代表团队共同申报该奖项 | 2021.1.1 | 2023.6.1 | 交通运输行业四新成果-高速公路隧道机电设备物联网与控制系统 | 2023 年 6 月四新成果奖证书 |