**2024年北京市科学技术奖提名公示内容（公告栏）**

1. **项目名称**

复杂环境下列车位置安全检测关键技术及规模化应用

1. **候选单位**

1、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司；2、北京交通大学

1. **候选人**

1、杨轶轩；2、乔志超；3、李智宇；4、李文涛；5、刘贞；6、曹海滨；7、杨世武；8、孙国营；9、任国桥；10、张璐；11、殷惠媛；12、刘锐冬；13、刘志明；14、杨晓锋；15、王华超

**项目简介：**

截止2023年底，我国铁路运营里程达15.9万公里，其中高铁4.5万公里，占世界高铁里程70%以上，我国铁路建设及高铁核心技术实现了从无到有、从追赶到并跑、再到领跑的历史性变化。轨道电路承担着列车位置检测、控车信息传递和钢轨完整性检查关键安全功能，是我国铁路列车运行控制的重要基础装备。其分段接入钢轨线路，构成感知控制一体化的“神经网络”，有钢轨的地方就有轨道电路。每段轨道电路通过电缆互联、节点互通，构建了一张覆盖路网、总长度超过线路里程数十倍的能源信息一体化互联网络。

轨道电路应用广泛，覆盖高铁、普铁、城际、重载等各类铁路，随着铁路运输向高密度、高速度、大载重方向发展，在开放线路中运行和电磁环境日趋复杂的特点，运输安全和效率需求不断提高。因此，应用规模巨大的轨道电路面临列车高速度高密度运行的安全性、不同钢轨磨耗条件下列车位置检测的可靠性、遍布铁路沿线“神经网络”的可维护性和开放线路环境强电磁干扰下的可用性四大挑战，本项目开展以下发明创新：

（1）提出了双制式融合的故障-安全设计方法，发明了基于自感互控技术的信号冗余切换电路，解决了列车高速度高密度运行实时位置检测的安全控制难题。

（2）攻克了钢轨线路多物理场信号传导辐射耦合的高精度仿真技术，提出了多层级能量控制轮轨电接触特性再造方法，解决了不同钢轨磨耗条件下列车位置检测的可靠性难题。

（3）突破了微电量无接触安全无扰感知和信息长距离多节点高速传输技术，发明了复杂网络故障失效识别与精确定位智能算法，实现了轨道电路健康状态自诊断和轨旁设备参数自动测量的智能运维目标。

（4）揭示了牵引电流传导性干扰对轨道电路的全要素影响机理，构建了模拟现场强电磁干扰环境的全自动测试平台，保证了复杂环境下轨道电路的系统可用性。

基于上述发明授权专利84项，其中发明专利52项，编制行业级标准12项，在编国际标准2项，发表SCI/EI检索论文15篇，软件著作权3项。形成了适用于高速和城际铁路的T2型轨道电路、普速和重载铁路的J3型轨道电路、分路不良车站的TM型轨道电路以及面向运维智能化的DZ型室外监测诊断系统等谱系化装备，应用于2019年后新建的2.8万公里铁路，并在一带一路标志性项目雅万高铁、中老铁路中成功应用，对已开通高铁和普铁3000余车站完成了改造部署，近三年创经济效益33亿元。其中60%以上装备为在京企业制造，拉动了以轨道交通为核心的产业集群，为北京市加快建设国际科技创新中心贡献了通号力量。

四、主要知识产权支撑材料目录（限15个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权（标准规范）类别** | **名称** | **国家（地区）** | **专利号****（标准规范编号）** | **授权公告日****（标准规范发布日期）** | **发明人（标准规范起草人）** | **权利人（标准规范起草单位）** | **应用方式（自用、生产****销售、技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务、实施许可等）** |
| 1 | 发明专利 | 一种适用于普速铁路的发送器1+1冗余轨道电路系统 | 中国 | ZL 202010409906.4 | 2020年09月29日 | 杨轶轩;孙国营;马斌;刘锐冬;刘瑞;殷惠媛;苏博;王瑞;王华超;杨晓锋;邢琦 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 2 | 发明专利 | 一种故障导向安全的条件信息获取电路及方法 | 印度尼西亚 | IDP000069041 | 2020年06月10日 | 孙国营;任国桥;王华超 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 3 | 发明专利 | 一种脉冲信号发生器及控制方法 | 中国 | ZL 201710929744.5 | 2020年04月17日 | 王瑞;任国桥;徐宗奇;任军;邢琦 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 4 | 发明专利 | 一种轨道电路邻线干扰量的获取方法及装置 | 中国 | ZL 201710976624.0 | 2020年06月26日 | 张璐;李智宇;王智新:阳晋:乔志超 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 5 | 发明专利 | 一种用于对轨道线路进行故障检测的系统及方法 | 中国 | ZL 201810551288.X | 2020年09月29日 | 乔志超;徐宗奇;刘志明;李继隆 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 6 | 发明专利 | 一种可用于轨道电路故障检查的方法及系统 | 中国 | ZL 201910502801.0 | 2021年07月06日 | 杨轶轩;任国桥;孙国营;乔志超;安海君;杨晓锋 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 7 | 发明专利 | 抑制轨道电路谐波的装置 | 中国 | ZL 201711120928.3 | 2020年05月22日 | 刘志明;李文涛;王智新;杨晓峰;杨轶轩 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 8 | 发明专利 | 一种轨道电路芯线接地检测装置、系统及方法 | 中国 | ZL 201710928543.3 | 2020年02月18日 | 李智宇;张璐;白英杰;阳晋;程帮锋 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 9 | 发明专利 | 用于实时操作系统下的安全计算机内存自检方法及装置 | 中国 | ZL 201710973192.8 | 2021年04月27日 | 刘贞,左林,王一民,郭薇薇,黄雅倩,孙超 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |  |
| 10 | 标准 | ZPW-2000系列无绝缘轨道电路设备 | 中国 | Q/CR 489-2020 | 2020年12月11日 | 殷惠嫒、杨轶轩、周明晰、李明兵、禹雪松、李鑫、刘瑞、马斌、田永平、杨晓锋、阳晋柳杨、于树永、卢江 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、黑龙江瑞兴科技股份有限公司北京和利时系统工程有限公司、固安信通信号技术股份有限公司、中铁检验认证中心 |  |
| 11 | 标准 | 轨道电路系统 不对称高压脉冲轨道电路 | 中国 | TB/T 3553-2019 | 2019年08月09日 | 殷惠嫒、乔志超、徐宗奇、王智新、任国桥、杨轶轩、安海君、刘锐冬、侯江涛、陈玉泉、潘广明 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、西安思源科创轨道交通技术开发有限公司、中铁通信信号勘测设计(北京)有限公司、固安信通信号技术股份有限公司 |  |
| 12 | 标准 | ZPW-2000系列轨道电路维护终端显示规范 | 中国 | TJ/DW 243-2021 | 2021年11月 | 殷惠媛、李文涛、杨轶轩、苏博、杨晓锋、周明晰、李明兵、禹雪松 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、黑龙江瑞兴科技股份有限公司、北京和利时系统工程有限公司、固安信通信号技 术股份有限公司 |  |
| 13 | 标准 | 铁路信号设备牵引电流抗扰度试验方法及其限值 | 中国 | Q/CR 628-2018 | 2017年11月14日 | 杨世武、陈海康、崔勇、阴晓亮、李洋、王俊飞 | 北京交通大学,中国铁道科学研究院标准计量研究所 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类 | 论文名称 | 发表时间 | 论文作者 | 第一署名单位 | 通讯作者 | 是否国内完成 | 刊名/出版社 | 年卷期页码 |
| 14 | SCI论文 | Discrete modeling and calculation of traction return-current network for 400 km/h high-speed railway Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers | 2022年8月4日 | 杨世武, 刘倡 | 北京交通大学 | 杨世武 | 是 | Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit | 2022, Volume 237, Issue 4, pp. 445-457 |
| 15 | SCI论文 | An improved quantitative assessment method on hazardous interference of power lines to the signal cable in high‐speed railway | 2021年10月8日 | 刘倡，杨世武，崔勇，楚少童，熊奇慧 | 北京交通大学 | 杨世武 | 是 | IET Electrical Systems in Transportation | 2022,Volume12, Issue 1, pp.65-78 |

五、国家法律法规要求的行业批准文件目录（限5个）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **审批文件名称** | **产品名称** | **审批单位** | **首次审批时间** | **批准有效期** | **申请单位** |
| 1 | 铁路运输基础设备生产企业许可证 | 地面电子单元(LEU)、应答器、ZPW-2000系列设备、列车运行控制系统ATP车载设备适用范围:无线闭塞中心设备、临时限速服务器、应答器信息接收单元、车站计算机联锁设备、车站电码化设备、车站列控中心设备软件和系统集成 | 国家铁路局 | 2022年10月2日 | 2027年10月20日 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |
| 2 | 检测报告 | ZPW-2000系列无绝缘轨道电路设备硬件(含室外监测) | 国家铁路产品质量检验检测中心、中铁检验认证中心有限公司 | 2023年4月3日 |  | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |
| 3 | 检测报告 | ZPW-2000A移频脉冲轨道电路设备 | 国家铁路产品质量检验检测中心、中铁检验认证中心有限公司 | 2023年5月25日 |  | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |
| 4 | 铁路产品认证证书 | ZPW-2000系列无绝缘轨道电路软件和系统集成(含诊断功能) | 中铁检验认证中心有限公司 | 2018年5月30日 | 2028年4月7日 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |
| 5 | 铁路产品认证证书 | ZPW-2000A移频脉冲轨道电路软件和系统集成 | 中铁检验认证中心有限公司 | 2017年9月21日 | 2028年04月07日 | 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 |

六、提名意见

项目团队面向国家交通强国战略，针对我国铁路复杂环境下列车位置安全检测关键技术进行发明创造、理论创新、难题攻关，形成了自主知识产权的轨道电路谱系化产品，授权专利84项，其中发明专利52项，编制行业级标准12项，在编国际标准2项，发表SCI/EI检索论文15篇，软件著作权3项，近五年获得国家铁路局重大成果入库2项。

创新成果大规模应用于我国高速铁路和普速铁路，有力保障全国路网安全运行，取得了巨大的社会经济效益。

提名该项目为北京市科学技术奖技术发明奖一等奖（含二等奖）。