

2020 年度湖南省科学技术奖励拟提名项目公示

（科技进步奖）

项 目 名 称	<p>基于北斗卫星定位的机车精准调车系统</p>
提 名 意 见	<p>机务调车系统是铁路站场安全防护中基础和关键部件，是轨道交通运输效率提升的关键装备。项目组综合运用地理信息、高精度卫星定位、无线通信、自动控制 and 电力电子等技术，突破了全路况车辆高精定位、车地空信息高效交互、调车多维度高准控车等关键技术，首次研制了我国具有完全自主知识产权的基于北斗卫星定位的机车精准调车系统装备，打破了跨国公司技术和市场垄断，推动我国机车定位和运行监控技术迈向全球高端水平，成为高端轨道交通制造业走向世界的中国名片。该项目已成功应用在中国铁路广州局、上海局、兰州局、青藏铁路等所属站场批量装车应用，并推广到冶金、石化、矿山、港口、电力等工况调车机市场，表现出卓越的性能和优越的可靠性，取得了显著的经济效益和社会效益。</p> <p>经审阅该项目推荐书及附件材料，确认材料真实有效，相关栏目均符合填写要求。提名该项目为湖南省科学技术进步奖二等奖。</p>
项 目 简 介	<p>机务调车系统是铁路站场安全高效的基础和关键。由于站场环境复杂、作业过程繁琐、车列状态多变，且国外 GPS 高精定位等技术长期封锁，使得机车调车精准定位、信息高效交互和车地轨多维度协同控车极其困难，既有安全防护装备无法精准防控，极大影响了机车调车作业的安全，制约了我国轨道交通运输等行业的高效发展。</p> <p>为此，本项目在中央及国务院实施的《交通强国建设纲要》：“大力发展智慧交通，推进北斗卫星导航系统应用”的指导下，在中国铁总科技计划、国家自然科学基金等项目支持下，坚持产学研用相结合，经过多年技术攻关，突破了全路况车辆高精定位、车地空信息高效交互、调车多维度高准控车等关键技术，首次研制了我国具有完全自主知识产权的基于北斗卫星定位的机车精准调车系统装备，通过了应用考核，表现出卓越的性能和优越的可靠性。主要科技创新如下：</p> <p>（1）全路况车辆高精定位技术。发明了列车在定位盲区的经纬度计算、整车位置定位和信息高效滤波等方法，突破了复杂多变动态环境下列车定位精度偏低且无法连续实时定位难题，率先研制成集北斗卫星导航、无线通信等多系统一体的高精度、高可靠性铁路自轮运转设备关键点防控系统，实现差分定位精度$\leq 10\text{cm}$的水平，优于国外同类产品指标。</p> <p>（2）车地空信息高效交互技术。发明了站场区段位置信息估计、车地空信息精准传输、鲁棒地图匹配等方法，突破了车地空多复杂信息对象难以有效融合难题，实现了车辆状态信息、地面站场地图和空中北斗卫星定位数据的高效交互，成功把单站场调车作业拓展到全局多车多场多区间作业。</p> <p>（3）调车多维度高准控车技术。提出机车最优粘着利用自适应速度控制、综合协同制动方法，发明了一种射频识别技术的随车铁鞋监控系统，突破了复杂模型下车</p>

	<p>控、轨控、站控的多维度集成控制归一化难题，创建了“定位-协同-防控”三级分布式安全监控体系，有效实现了多维度高效协同控车，机车控制距离精度达到亚米级，远优于铁路总公司规定的±15m 的指标要求。</p> <p>成果授权专利 22 项，其中发明专利 13 项、实用新型专利 9 项，软件著作权 1 项，发表论文被 SCI 收录 41 篇、EI 收录 51 篇。经院士专家评价：“总体技术达到国际先进水平”。</p> <p>研制的基于北斗卫星定位的机车精准调车系统成套装备已在中国铁路广州局、上海局、兰州局、青藏铁路等所属站场批量装车应用，并推广到冶金、石化、矿山、港口、电力等工况调车机市场。近三年新增销售额逾 6091 万元、利润逾 1697 万元。新一代基于北斗卫星定位的机车精准调车系统的成功研制和应用，打破了跨国公司技术和市场垄断，推动我国机车定位和运行监控技术迈向全球高端水平，成为高端轨道交通制造业走向世界的中国名片。</p>
客 观 评 价	<p>本项目产学研用相结合，突破全路况高精定位、车地空信息高效交互、调车多维度高精控车三大关键技术，首次研制了我国具有完全自主知识产权的基于北斗卫星定位的机车精准调车系统安全防控成套装备，并分别对项目成果进行了检测、评价、验收和推广应用，主要客观评价如下：</p> <p>（一） 与国内外同类技术综合比较</p> <p>2020 年 5 月 15 日，以院士为主任的专家委员会对本项目关键技术和装备与国内外主要竞争对手产品对比，认为：“经国家铁路产品质量监督检验中心检测，符合相关标准和设计要求。经应用考核，技术性良好，定位精度高、可靠性高。……该成果总体技术达到了国际先进水平。”</p> <p>（二） 国家机构技术检测报告</p> <p>经国家铁路产品质量监督检验中心等机构对本项目产品进行检验，形成了 3 份检测报告及信息系统安全等级保护备案证明。部分检验报告如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 《机车调车作业安全防护系统（车载移动端）检测报告》：根据检测依据中所列标准进行 5 项检测，符合 GB/T 25119-2010 和《机车调车作业关键点安全防护系统车载移动端试验大纲》要求。 2. 《机车调车作业安全防护系统（地基参考站）检测报告》：根据检测依据中所列标准进行 8 项检测，符合 GB/T 6587-2012、GB/T 9813-2000、GB/T 18268.1-2010、GB/T 4943.1-2011 和《机车调车作业关键点安全防护系统地基参考站试验大纲》要求。 <p>（三） 项目评价结论</p> <p>由院士专家组成的评价委员会评价意见为：“项目完成了基于北斗卫星定位的机车精准调车系统关键技术研究及关键部件的研发，拥有完全自主知识产权；经应用考核，产品性能先进，质量稳定可靠；具有很高的应用价值和市场前景，总体技术达到国际先进水平。”</p> <p>（四） 查新报告</p> <p>2020 年 5 月委托教育部科技查新工作站 Z11 对“基于北斗卫星定位的机车精准调车系统”技术成果进行了国内外科技查新，认为：“在国内外所查文献中均未见与该查新项目综合技术特点相同的文献报道。”</p>

	<p>(五) 检索报告</p> <p>教育部科技查新工作站 Z11 检索报告：“项目成果发表论文被 SCI-E 收录 41 篇，EI 收录 51 篇。”</p> <p>(六) 部分用户评价</p> <p>1. 广州铁路集团公司株洲机务段运用报告：系统 2016 年在我段湘潭东专调机车 DF7-0081 上应用，后续又在株洲北专调机车 HXN5B-0084、石长线干线机车 S6B-6006、S6B-6019 应用，产品运行期间性能指标良好，满足车载需求，解决了困扰机务调车安全几十年不可控的重大问题。</p> <p>2. 中国铁路成都局集团有限公司成都机务段运用报告：系统 2017 年在我段 HXDIC-6251 机车上应用，系统装车使用至今，经受各种复杂应用环境考验，整体技术先进，性能指标满足要求，现场运用稳定可靠。</p> <p>3. 中国铁路南宁局集团有限公司南宁机务段运用报告：系统 2018 年在我段玉门东网工 JW4G-1633030 机车上应用，系统装车使用至今性能指标良好，满足车载需求，现场运用稳定可靠，较好提升了站场及调车行车安全性。</p> <p>(七) 同行专家在学术刊物发表的评价意见</p> <p>1. 本项目提出的多车协同集成制动，被《J. Franklin Inst. 2016-07》引用评价“通过基于观测器的变结构方法将一致性跟踪扩展到多电机系统。”</p> <p>2. 本项目提出的多车协同集成制动，被《J. Sys. Con. Eng. 2020-02》引用评价“将群集控制和滑模变结构相结合，实现了基于 DSP 的多电机系统的协同控制。”</p>								
推广 应用 情况	<p>项目完成单位紧密合作，依托项目自主知识产权的多项关键技术发明与创新，解决了全路况高精定位、车地空信息高效交互、调车多维度高准防控三大关键难题，首次研制了我国具有完全自主知识产权的基于北斗卫星定位的机车精准调车系统安全防控成套装备，实现了项目技术成果产业化推广应用。</p> <p>成果已在中国铁路多个路局的机务段和供电段的专调机车和干线机车等批量装车应用，并推广应用到冶金、石化、矿山、港口、电力等工矿调车机车市场。近三年实现销售收入逾 6091 万元，新增利润逾 1697 万元。</p>								
主要 知识 产权 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
	发 明 专 利	基 于 卫 星 定 位 的 铁 路 自 轮 运	中 国	ZL 2016 1 0919849.8	2018 年 12 月 28 日	3196406	株 洲 太 昌 电 子 信 息	李 挺； 郭 香 华	有 效 专 利

	转设备 关键点 防控装 置及方 法					技 术 股 份 有 限 公 司		
发 明 专 利	一种实 现列车 全路况 精确的 装置及 经纬度 的计算 方法	中国	ZL 2016 1 0471607.7	2018 年 8 月 3 日	3019347	株 洲 太 昌 电 子 信 息 技 术 股 份 有 限 公 司	李 挺； 何 志 国	有 效 状 态
发 明 专 利	基于跟 踪微分 器的非 线性PID 自适应 控制方 法	中国	ZL 2015 1 0454824.0	2018 年 2 月 9 日	2811908	湖 南 工 业 大 学	于 惠 钧； 柳 云 山	有 效 专 利
发 明 专 利	一种轨 道车精 确定位 方法和 系统	中国	ZL 2016 1 0919849.8	2018 年 8 月 14 日	3033831	株 洲 太 昌 电 信 信 息 技 术 股 份 有 限 公 司	郭 香 华； 何 志 国； 李 挺	有 效 专 利
计 算 机 软 件 著 作 权	机车调 车作业 安全防 控系统 [简称： 越界防 控]V1.0	中国	2017SR368178	2017 年 5 月 15 日	1953462	株 洲 太 昌 电 子 信 息 技 术 股 份 有 限 公 司		有 效
发 明 专 利	一种通 过串口 传输文 件的方 法及系 统	中国	ZL 2016 1 0873065.6	2019 年 10 月 1 日	3548090	株 洲 太 昌 电 子 信 息 技 术 股 份	王 中 立	有 效 专 利

							有限公司		
发明专利	一种级联滑模观测器及其粘着系数和导数的估计方法	中国	ZL 2016 1 0946033.4	2019 年 5 月 10 日	3371550	湖南工业大学	张 昌 凡； 孙 健； 何 静； 谭 海 湖； 黄 刚； 赵 凯 辉； 李 祥 飞； 豆 兵； 刘 树 灿； 左 新 甜	有效专利	
发明专利	一种基于 RFID 射频识别技术的随车铁鞋监控系统	中国	ZL 2016 1 0788460.4	2017 年 11 月 10 日	2693314	株洲太昌电子信息技术有限公司	曹 兴； 李 乾 坤	有效专利	
主要完成人情况	<p>于惠钧，排名 1，湖南工业大学 黄 刚，排名 2，湖南工业大学 翁艳彬，排名 3，湖南工业大学 朱 敏，排名 4，湖南工业大学 陈侠虎，排名 5，株洲太昌电子信息技术有限公司 李 挺，排名 6，株洲太昌电子信息技术有限公司 曹 兴，排名 7，株洲太昌电子信息技术有限公司 王中立，排名 8，株洲太昌电子信息技术有限公司 何静，排名 9，湖南工业大学</p>								
主要	<p>湖南工业大学作为本项目的负责单位，提供项目的整体技术思路。负责总体规划和组织方案实施。为项目的完成提供人力、物力等全方位的条件，其所属人员全程参与该</p>								

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">完成单位情况</p>	<p>项目的方案设计、研究开发和技术调试等工作。以学校与株洲轨道交通产业核心企业联合建设的“轨道交通自动化技术与装备”湖南省高等学校 2011 协同创新中心、“株洲轨道交通产业技术”湖南省科技创新与服务平台等为基础，构建服务区域轨道交通产业中小企业技术服务体系，围绕本项目开展相关核心基础理论研究和技术应用研究。对本项目的主要贡献在于：研究解决了调车全路况情况下的高精度定位、多目标信息的传输及控制、最优粘着利用控制方法等问题。</p> <p>株洲太昌电子信息技术有限公司作为本项目的主要完成单位，株洲太昌电子信息技术有限公司向本项目注入了与技术开发、产品生产和试验检测技术等相关各类资源。对本项目的贡献如下：研究了列车盲区定位、全路况列车经纬度计算、信息传输等关键技术，解决了调车全路况情况下的高精度定位难题。研制了铁路自轮运转设备防控装备，负责项目成果的推广应用和产业化。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">主要完成人合作关系说明</p>	<p>1. 项目合作单位关系说明</p> <p>项目研制以湖南工业大学、株洲太昌电子信息技术有限公司为主体完成。</p> <p>株洲太昌电子信息技术有限公司为湖南省高新技术企业、全国中小企业新三板上市公司。</p> <p>学校和株洲太昌电子信息技术有限公司同处于中国轨道交通重镇——株洲市，有利于发挥同城协同优势，形成项目合作支持机制，自 2013 年起，双方建立深度产学研合作关系：</p> <p>（1）2013 年，学校和株洲太昌电子信息技术有限公司签订：“机车调车定位信息滤波及地图匹配技术和速度检测及启动制动控制研究”技术开发合同。</p> <p>特别是近年来，校企针对基于北斗卫星定位的机车精准调车系统展开的联合研究，成为本项目良好的研究基础。</p> <p>2. 完成人合作关系说明</p> <p>项目 10 位主要完成人长期从事轨道交通方面研究，在中国铁路总公司和国家自然科学基金等项目支持下，相互协作，攻克基于北斗卫星定位的机车精准调车系统关键技术，研制了我国具有完全自主知识产权的新一代基于北斗卫星定位的机车精准调车系统装备。</p>