

姓名	排名	年龄	技术职称	工作单位	完成单位	对该项目技术创新贡献
关东兴	1	42	正高级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点1、2、3有贡献
张金华	2	56	正高级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点1、2有贡献
徐泉	3	44	副教授	东北大学	东北大学	对创新点 3 有贡献
张云刚	4	42	中级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 1、2有贡献
顾卫超	5	39	中级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 1、2有贡献
赵建华	6	39	中级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 1、3有贡献
沈宇超	7	45	中级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 2、3有贡献
黄连富	8	37	副高级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 1、3有贡献
贾瑶	9	40	副教授	东北大学	东北大学	对创新点 3 有贡献
韩永强	10	45	副高级	首钢滦南马城矿业有限责任公司	首钢滦南马城矿业有限责任公司	对创新点 2、3有贡献

七、项目简介（不超 1200 字）：

所属科学技术领域：矿山工程技术选矿工程

主要技术内容及创新点：

主要技术内容：

马城铁矿资源开发利用项目是国家级重大矿产资源保障工程，承载着夯实钢铁产业链供应链安全、降低铁矿石对外依存度的重要使命。是目前国内已投产的最大的单体地下铁矿山。首钢滦南马城矿业有限责任公司联合东北大学流程工业综合自动化全国重点实验室，围绕超大型地下开采磁铁矿的绿色无尾矿山的选矿智能化关键技术开展联合攻关，建设国内领先、国际一流的绿色智能矿山。

主要技术创新点：

（1）攻克了品位、浓度、粒度等关键指标高精度智能检测技术，创建了基于选矿工艺物理关系线性机理模型；研发了基于线性模型与深度学习相结合的关键指标智能预报技术，构建线性模型与深度学习误差补偿相结合的模型，实现关键指标智能检测。

（2）创建了碎磨-分选-尾矿浓缩-精矿输送全流程一体化智能调控方法，研发了“时空耦合-多目标协同”的水量平衡和物料平衡的自动控制系统，实现水量精准按需调控，发明了多支路可调尾矿处理新工艺，实现尾矿产出与井下充填的动态匹配；研发基于工况自感知的智能控制方法，发明了终端物料自动处置系统，解决管道不均匀磨损及管道沉淀。

（3）建立“数据解析-智能决策-自主控制”三位一体全流程工序智能协同调度体系，构建了“机理+数据驱动”融合的全流程运行智能调控和协同数字孪生模型，攻克了全流程运行智能调控和协同决策技术，研发了超大型选矿厂全流程一体化智能协同调控系统。

技术经济指标：（1）旋流器溢流粒度检测误差由传统 $\pm 3\%$ 降至 $\pm 1.5\%$ ，精矿品位检测误差由 $\pm 0.5\%$ 降至 $\pm 0.2\%$ ，同时取代人工检测，将调控时间滞后 1-2 h 转变为实时检测参数量化反馈；（2）选矿全流程装机功率由 4.55 万 kW 降低为 3.59 万 kW，降低了 32.3%；

（3）钢球消耗降低 3.75 元/吨精矿；（4）精矿品位稳定提升至 68.81%， SiO_2 含量降低至 4.45%；（5）建成“黑灯工厂”，实现现场零操作、运行零干预、工艺零巡视、设备零点检；（6）精矿管道输送相较汽车公路运输，减少 CO_2 排放量 2.45 万 t/a。

推动行业科技进步作用：该项目攻克了采-选-尾矿充填-精矿管道输送一体化智能矿山建设的技术难题，树立了超大型绿色智能矿山行业标杆，为我国同类矿山绿色开发提供了一套可复制、可推广的样板，推动了矿业智能化发展进程。

八、主要知识产权和标准规范等目录：（总数不超 10 项）

序号	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	是否包含河北省完成单位/完成人	所支持发明点
1	已授权发明专利	一种铁精矿长输管道终端物料处置装置及方法	中国	202211436860.0	2025/11/28	8530408	首钢滦南马城矿业有限责任公司	关东兴, 韩永强, 黄连富, 王耀, 杨人活, 张希川, 方智才, 陈玉国, 王建峰, 赵常鹤	专利权有效	是	
2	已授权发明专利	一种尾矿处理系统、方法以及矿石处理系统	中国	202310655128.0	2025/11/28	8523173	首钢滦南马城矿业有限责任公司	黄连富, 关东兴, 韩永强, 沈宇超, 刘玉森, 杨人活, 王承云, 朱建双, 梁升, 崔福贵, 王建峰, 周至翔	专利权有效	是	
3	已授权发明专利	磨矿机组的控制方法	中国	202510177767.X	2026/06/09	9003264	首钢滦南马城矿业有限责任公司	黄连富, 关东兴, 赵金刚, 徐冲, 侯书菲, 王承云, 朱建双, 顾卫超, 赵建华, 刘玉森, 王爱冬	专利权有效	是	
4	已授权发明专利	一种辊磨筛分系统及工艺	中国	202610249863.5	2026/06/09	9005013	首钢滦南马城矿业有限责任公司	韩永强, 关东兴, 张金华, 温洪彬, 张云刚, 黄连富, 赵建华, 顾卫超, 朱建双, 沈宇超, 高立永, 王明明, 郭凤松, 李星	专利权有效	是	
5	已授权发明专利	一种球磨机自动加球系统	中国	201911243529.5	2021/9/17	4682722	首钢滦南马城矿业有限责任公司	李新明, 左晓辉, 沈宇超, 张希川, 王耀, 梁升	专利权有效	是	
6	已授权发明专利	一种磁铁矿金属杂质自动分离装置	中国	202211650721.8	2025/2/14	7735226	首钢滦南马城矿业有限责任公司	刘玉森, 沈宇超, 关东兴, 丁竹松, 江海军, 周颖, 刘红阳, 黄连富, 韩永强, 杨人活	专利权有效	是	

7	已授权发明专利	球磨机充填控制方法及装置、电子设备、存储介质	中国	202610329410.3	2026/06/09	9003890	首钢滦南马城矿业有限责任公司	顾卫超, 王承云, 关东兴, 张云刚, 梁升, 温洪彬, 张宏旭, 吴钟宝, 刘佩鑫, 韩永强, 李福祿, 李文超	专利权有效	是	
8	已授权发明专利	一种选矿日综合生产指标多目标鲁棒优化决策方法	中国	202310009317.0	2025/10/21	8386621	东北大学	张克胜, 刘长鑫, 柴天佑, 徐泉	专利权有效	否	
9	已发表论文	磨磁过程运行决策智能系统设计实现	中国		2024/01		首钢滦南马城矿业有限责任公司, 东北大学流程工业综合自动化国家重点实验室	关东兴, 郑锐, 贾瑶, 徐泉		是	
10	标准证书	物料筛分系统性能评价方法	中国		2026/03/19		首钢滦南马城矿业有限责任公司, 唐山陆凯科技有限公司, 威海市海王科技有限公司	关东兴、张金华、张云刚、赵建华、顾卫超、李文超、李涛、朱建双、吴钟宝、李松奕、赵振龙、王晓锋、李志远、季安坤、孙吉鹏		是	

九、完成人合作关系说明及完成人合作关系情况汇总表：

完成人合作关系情况汇总表

序号	完成人	合作者	合作方式	合作时间	合作成果	备注
1	关东兴	黄连富, 韩永强	共同知识产权	2019-2025	知识产权 1	
2	张金华	韩永强, 关东兴, 张云刚, 黄连富, 赵建华, 顾卫超, 沈宇超	共同知识产权	2019-2025	知识产权 4	
3	徐泉	关东兴, 贾瑶	论文合著	2023-2025	发表论文 9	
4	张云刚	顾卫超, 关东兴, 韩永强	共同知识产权	2019-2025	知识产权 7	
5	顾卫超	黄连富, 关东兴, 赵建华	共同知识产权	2019-2025	知识产权 3	
6	赵建华	关东兴, 张金华, 张云刚, 顾卫超	共同参与制定标准	2019-2025	标准证书 10	
7	沈宇超	黄连富, 关东兴, 韩永强	共同知识产权	2019-2025	知识产权 2	
8	黄连富	沈宇超, 关东兴, 韩永强	共同知识产权	2019-2025	知识产权 6	
9	贾瑶	关东兴, 徐泉	论文合著	2019-2025	发表论文 9	
10	韩永强	黄连富, 关东兴	共同知识产权	2019-2025	知识产权 1	