2025 年冶金科学技术奖申报项目简介(按项目编号排序)

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025001 大型露天矿安全开采与全周期预警防控关键技术及工程应用 河北钢铁集团矿业有限公司、东北大学、河北钢铁集团司家营研山铁矿有限公司、河北钢铁集团滦县司家营铁矿有限公司//	所属领域：采矿工程。 铁矿石是我国三大卡脖子大宗进口工业品之一，工信部规划到 2025 年铁金属国内自给率 45%以上，补齐钢铁产业资源短板。大型露天铁矿占铁矿石产能 70%，随着大型露天矿高强度开采，边坡稳定性问题十分严峻，严重制约生产安全。河钢矿业是国家规划的五大铁矿石生产基地之一，司家营矿区是原冶金部认定的复杂难采选矿山，因边坡安全问题一度无法正常开采。河钢矿业联合东北大学成立“产学研”科研团队，开展了十余年的边坡安全核心技术攻关。 本项目针对大型露天矿边坡失稳灾变机理不清、监测预警机制不明的技术难题，形成了大型露天矿边坡力学参数精细化精准表征方法、滑坡灾变机理微震译信息解及隐患智能识别与超前防治技术、灾害全周期预警技术的长效防控技术体系，突破了传统金属露天矿高变异性边坡岩体参数表征精度低、边坡安全评价方法与滑坡力学机理脱节和临滑预警缺乏力学判据修正方法的局限性。 形成以下创新：(1)发明了基于数字钻孔岩芯 RQD 和毫米级坡表结构面智能识别方法的边坡岩体质量时空演化精细化表征技术。针对沉积变质型露天矿边坡时空变异性岩体力学参数表征精度低的问题，借助该技术解决了传统方法静态、均匀赋值技术方法的缺陷问题。(2)提出了基于边坡岩体剪切软化本构模型及微震数据动态修正的边坡强度非线性折减法暨边坡动态稳定性评价方法。针对大型露天矿浸水边坡因滑坡机理与稳定性评价方法脱节造成安全系数误差大、滑动面贯通过程标识不准的难题，该技术提高了边坡稳定性分析的准确性和可靠性。(3)发明了基于滑坡风险智能分区、边坡危岩体识别的“早-中”期预警模型和基于微震信息力学判据反演滑坡阈值的“临”滑预警方法及露天矿边坡主动防控技术。针对大型露天矿边坡防护被动、滑坡预警误报率高制约安全生产的难题，突破了传统滑坡预警以形变速率作为阈值导致缺乏力学机理解译及充分性不足的局限，实现了大型露天矿全周期(“早-中-临”)浸水边坡灾害动态预测与安全防控。 项目成果在全国 30 余座大型露天矿成功应用，近三年 11 个应用单位新增产值 22.34 亿元，增收节支总额 13.15 亿元，矿山全生命周期预期新增利润超百亿。将边坡岩体力学参数表征精度由 100 米提高至 50 米以内，滑体面位置预测误差降低 30%，预警误报率降低 25%。项目共授权发明专利 28 件、实用新型专利 8 件、软件著作权 34 项，参编规范 3 部，出版专著 3 本，发表论文 98 篇。
2025002 复杂地质条件矿山绿色可持续开发关键技术及工程示范 河北钢铁集团矿业有限	矿业在我国经济中占重要地位，推进绿色矿业是实现矿业高质量发展的战略方向。然金属矿产资源常和地下水耦合伴生，矿山开发会带来地下水超采、突涌水、地下水生态破坏等一系列地下水灾害问题，严重制约资源的高效开发和高质量发展；同时充填法开采面临尾砂水泥胶结充填体强度低、威胁开采环境安全；大水条件下矿山灾害监测预警能力不足等难题。 为解决上述矛盾及难题，10 多年来，中关铁矿与华勘院联合开展地下复杂金属矿绿色可持续开发关键技术攻关及实践。1.创新研制高压注浆固结、岩溶管道注浆和低渗透注浆三个物理模拟试验平台，系统开展注浆新材料时变扩

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
公司、河北钢铁集团沙河中关铁矿有限公司、华北有色工程勘察院有限公司//	散特性试验，研发了低碱高防渗新型注浆材料，揭示高承压、强岩溶、低渗透工况下的浆液留存机理与帷幕形成机制。2.首创鱼骨型钻孔结构与成套钻具装置，突破受限空间大孔距帷幕注浆技术瓶颈，系统开发混合浆液制-注-控一体化系统和点线面三维检测方法，实现堵水帷幕质量的靶向管控与精准评价。3.首次提出矿山治水帷幕注浆全流程技术体系，突破帷幕堵水-基岩回灌交互影响和多层位基岩大流量回灌技术瓶颈，重构矿区尺度内帷幕-回灌地下水双流场水力新平衡，实现矿山地下水防治与协同保护。4.提出固废资源优化组合与协同创新利用关键技术，制备满足不同回采工艺要求的全固废绿色充填材料，实现复杂地质条件下充填采场应力再造，揭示采充过程时空演化对采场稳定性影响，实现矿山高效开发与采空区治理协同。5.针对大水矿床，构建采场水害、地压、地表沉降等三位一体矿山灾害协同监测预警体系，保障矿产资源安全开发与环境治理协同。 多年来，成果形成的关键技术成为我国大水矿山解决地下水超采、突涌水、地下水生态破坏、地下生态环境破坏等一系列地下水灾害问题的主要技术措施；形成的行业标准成为金属矿地下水防治、地下水资源管理、固废利用和尾砂充填技术的重要依据。技术成果入选自然资源部《矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录(2022 年版)》，成为推动矿业高质量发展和保障国家资源安全需求的重大技术创新。 成果依托主要完成单位进行成果转化及推广应用，推广分布涵盖《全国矿产资源规划(2016-2020 年)》十大资源基地之中的六个。在邯邢资源基地，中关铁矿构建了国内建成首个“帷幕堵水+地热利用+纳滤水处理+3 运行+3 储备回灌井”地下水防治协同保护示范基地。近 3 年累计创效 7.5 亿元。 项目成果形成行标 2 部，发明专利 19 项，专著 3 部，论文 28 篇
2025075 F1 构造带地质找矿及高效采矿方法研究 浙江省遂昌金矿有限公司//	经过前期的勘察，F1 构造带已被证明既是破矿构造又是容矿构造，该带具有较好的找矿前景，也是地勘队一直以来的找矿重点区域。同时该区域工程地质条件复杂、环境地质条件中等，矿岩破碎、结构松散、稳固性差，采用传统浅孔留矿法存在诸多的安全、经济和技术问题。因此，本项目旨在针对 F1 构造带的地质特征开展深入的找矿研究，并探索与之相适应的高效采矿方法。 研究目标：1.地质找矿目标：详细解析 F1 构造带的地质构造特征，包括地层结构、岩石类型、断裂分布等，建立精确的地质模型。识别与成矿有关的地质因素，如矿源层、控矿构造、矿化蚀变特征等，确定潜在的矿化区域。 2.高效采矿目标：根据 F1 构造带的矿体赋存条件和地质环境，研发或优化适合该构造带的高效采矿方法。提高采矿过程中的资源回收率，降低贫化率，确保矿产资源的高效利用。提升采矿作业的安全性，减少地质灾害风险，实现安全生产。 研究内容：1.地质找矿研究。(1)基础地质调查：对 F1 构造带开展详细的地质调查，绘制地质图件，采集岩石、矿物样本进行实验室分析，确定地层的年代、岩石的成分和结构等基本地质信息。(2)构造解析：利用地质构造解析方法，分析 F1 构造带的褶皱、断裂构造特征及其演化历史，确定构造应力场的方向和强度，研究构造与成矿的关系。 2.高效采矿方法研究。(1)矿体赋存条件研究：详细测量矿体的空间分布特征，包括走向、倾向、倾角、厚度变化等，分析矿石的物理化学性质，如硬度、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	密度、品位变化等，为采矿方法选择提供依据。(2)采矿方法选型与优化：对比分析不同采矿方法(如充填采矿法、空场采矿法)在 F1 构造带的适用性，结合矿山的生产规模、设备条件和经济因素，确定最适合的采矿方法，并对其采场结构参数、回采工艺、充填工艺等进行优化。(3)安全研究：评估采矿过程中的安全风险因素，如地压活动等，制定相应的安全防范措施； 项目预期成果：1.地质找矿成果：提交 F1 构造带详细的地质调查报告，包括地质图、剖面图、构造纲要图等系列图件。2.高效采矿成果：形成一套适合 F1 构造带的高效采矿方法技术方案，包括采矿方法设计、采场结构参数、回采与充填工艺、设备等。 本项目的成功实施将增加矿产资源储量，提高安全生产水平、采矿效率和资源回收率，保障职工的生命财产安全.
2025111 多源复杂海外铁矿港口绿色加工及综合利用关键技术研究与应用 中冶长天国际工程有限责任公司、青岛邦拓新材料科技有限公司、中冶长天(长沙)智能科技有限公司、厦门兑泰新材料科技有限公司、连云港恒鑫通矿业有限公司//	我国钢铁冶金行业每年需求铁矿石约 13.7 亿吨，其中约 80%依赖海运进口。我国虽是全球最大铁矿石进口国，但选择权和话语权始终处于劣势地位，优质资源稀缺，采购费用高昂，易受国际制裁，只能通过“分散采购、优劣通吃”被动应对，故带来了矿石来源地多样化及原料供应多变等加工难题。铁矿石到港就地选矿加工成合格铁精粉经济最优，但传统固定式选矿工艺无法适用多源化品质多变的铁矿石，且受限于港口环境对选矿尾矿要求，港口铁矿选矿项目审批困难。因此，开发海外铁矿资源港口化绿色选矿加工技术和工艺体系，对整个钢铁冶金行业乃至国家资源战略意义重大。 项目完成单位自 2020 年起，经理论研究、实验室研究和工程示范，研发了具有自主知识产权的进口铁矿石可选性评估方法、高频变换铁矿石兼容性磨选工艺和选铁尾矿活化技术，构建了“资源快速评估-工艺精准匹配-过程重点强化-尾矿多元消纳”的成套技术体系，实现了进口铁矿港口化绿色选矿和尾矿资源综合利用。 主要创新成果如下：(1)首创了多源复杂铁矿石可选性快速精准化预测新方法。通过研究进口铁矿石工艺矿物学特性，建立了多矿种矿物学海量数据库，以此构建了选矿多参数评估模型，开发了多源铁矿石可选工艺流程及参数预测新方法，打破了“先试验后可研”的传统模式，缩短决策时间 3 倍以上，工作量减少 80%，首次实现港口进口铁矿选矿工艺参数的快速精细化预测；(2)开发了多矿种高频次变换工况下选矿加工柔性适配生产技术。研究了铁矿石磨矿分级机理和过程参数关联特性，开发了适合不同原料加工过程多参数动态调节模型，构建了弱/强磁选流程选择准则，开发了基于矿石性质的磁选工艺时切决策系统和管道阀门组快速协同智能调节方法，切换周期缩至 6h 以内，实现了高频次矿物更换工况下的选矿生产流程快速匹配；(3)发明了选铁尾矿机械力/添加剂耦合梯级活化新技术。研发了选铁尾矿微粉专用功能材料，开发了高比例尾矿掺加建材制备技术，构建了港口铁尾矿就地多元消纳技术，使尾矿微粉建材添加量提升至 20%～30%，实现了港口选矿尾矿的高比例消纳。 本项目获授权专利 16 件(发明专利 6 件)，主编标准 1 项。开发的多源复杂海外铁矿港口绿色加工及综合利用关键技术为国内外首创，整体技术居国际领先水平。已在青岛董家口港建成 500 万 t/a 示范线，并推广至连云港、郑蒲港等 10 余个港口选矿工程，在尾矿资源循环利用的同时，实现港口选矿清洁生产，经济和社会效益显著。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025118 山坡露天矿厚大全风化带滑坡防治与监测预警技术研究及应用 中冶北方(大连)工程技术有限公司、东北大学、攀枝花青杠坪矿业有限公司、中国科学院武汉岩土力学研究所、广东明珠集团矿业有限公司//	山坡露天矿厚大全风化带灾害防治与监测预警关键技术研究及应用项目属于金属矿开采、滑坡等领域课题。项目针对长期困扰我国大型矿山安全开采的厚大全风化带边坡的勘察、治理与监测预警技术难题，以红格铁矿、仰天窝铁矿和大顶铁矿等典型露天矿厚大全风化带滑坡防治为应用场景，形成了全风化带治理与监测成套技术体系。 1.厚大全风化边坡坡体结构精细描述与试验测试技术。研究提出了无人机贴近摄影测量的全风化带边坡精细建模方法，并开发了全风化带破碎或隐匿性结构面高精度辨识软件系统，交互式快速识别岩体结构并构建三维块体模型；提出基于大型三轴试验的全风化、碎石土抗剪强度试验方法；提出极限平衡与强度折减相结合的滑坡反分析方法。 2.山坡露天矿厚大全风化边坡综合治理与境界优化技术。改进了基于有限元应力分析的极限平衡分析方法，实现了全风化带边坡开挖卸荷和扰动应力场下边坡稳定性动态评估；提出了全风化带“外围截水、台阶排水、坡内疏干”等结合的三维立体防排水系统，调控水对边坡不利影响；采用“强腰固脚、刚柔结合、主动加固、坡体改良”的露天矿全风化带滑坡治理方法，有效减小山坡型全风化带山体挖损，释放了压覆矿产资源。 3.山坡露天矿厚大全风化边坡与邻近尾矿库渗流调控技术。针对全风化带、碎石层强渗流特征，通过非达西渗流试验与理论分析方法，分析了其涌水机理；研究开发了全风化带露天边坡与相邻尾矿库的综合防渗技术，有效调控露天矿全风化边坡-尾矿库渗流相互耦合影响；测试了全风化边坡的爆破振动规律，提出了相应控制策略，实现了露天边坡和尾矿库协同生产运营。 4.山坡露天矿厚大全风化带边坡监测预警与生产协同联动管控技术。将安全监测、车辆调度、实景模型与 3DGIS 等数据有机集成，开发了相应的卡车调度、三维管控和边坡安全监测预警系统；通过边坡安全监测数据与矿山调度、管控信息的时空融合，实现了滑坡高风险区域内生产设备及人员的应急调度与协同联动管控，大幅提高预警响应的速度和精度。 项目授权或发布代表性发明专利、标准、规范和论文等 15 项，与当前国内外同类研究、技术综合比较，其在识别精度、速度、准确率、治理效果和成本效益等主要技术指标方面均具有显著优势，达到国际领先水平。成果在红格铁矿、仰天窝铁矿和大顶铁矿等推广应用，合计采出滑坡体压覆矿石 1500 万吨，建成尾矿库 1 座，实现经济效益 56000 余万元，社会效益显著，推广应用前景广阔。
2025161 大型地采矿山 5G+单体设备集中规模化远程操控技术研究与应用 首钢集团有限公司、北京速力科技有限公司、	国内地采矿山单体设备远程操控技术的应用还存在着一些无法解决的问题。首先，爆破产生强烈冲击波，常规通讯设施无法适应爆破工况环境，无法满足单体设备大量视频信号网络传输，该问题是制约国内各大地采矿山采场区域单体设备远程控制的主要难题，只有打破采场区域通讯难题这一桎梏，在采场爆破区域搭建稳定可靠的通讯网络平台，解决采场区域“最后一公里”通讯难题，实现移动单体设备作业点位无线信号全覆盖，是实现采场区域单体设备远程控制稳定运行的基础和保障。其次，国内地采矿山单体设备虽然也在进行远程操控改造，但是进口设备原厂改造费用昂贵，自主改造技术壁垒无法突破，所以均没有真正意义上实现主要生产设备的远程操控，仅限于展示机阶段。国内地采矿山铲运机、中深孔台车等进口单体设备远程改造的技术难点主要集中在通信网络稳定性、遥控操作精确性、响应速度及时性，以

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
北京北矿智能科技有限公司、中国联合网络通信有限公司唐山市分公司//	及进口单体设备操控系统自主改造技术壁垒等方面。这是我们进行进口单体设备自主远程操控改造必须要解决的难题。 为此，首钢集团有限公司矿业公司开展攻关研究，自主研发井下 5G+信号网路覆盖、进口单体设备远程操控自主改造、地面集中规模化远程操控技术研究与实践，实现重大创新：(1)研制了地采矿山单体设备规模化远程操控系统。打破国外矿山单体设备生产企业技术垄断。研制一种电控液压比例功能阀组，实现设备机械动作的精准控制；通过自主编制控制程序，实现进口单体设备远程控制系统的稳定运行。(2)开发了地采矿山单体设备远程操控作业安全保护系统。通过传感器应用实现单体设备机械系统、电气系统、液压系统等实时状态监测与数据信息采集，实现设备健康动态管理。(3)研发了地采矿山复杂环境下 5G+双泄漏电缆融合通信方式。满足了大带宽、低时延的远程操控系统网络通信需求，实现了移动单体设备井下作业区域 5G 信号全覆盖。该成果经中国工程院王运敏院士等综合评价，达到国际领先水平。项目申请专利 3 项，其中授权 1 项、受理 2 项，在杏山铁矿规模化成功应用，综合经济效益为 2521 万元。 该项目形成了成套的、适应安全、高效发展需求的地采矿山 5G+单体设备集中规模化远程操控技术体系，打破国外技术壁垒，填补了国内非煤地下矿山“进口单体设备远程操控自主改造”的技术空白，通过自主改造真正意义上实现了进口单体设备集中规模化远程操控，为国内同行业地采矿山解决采场区域通讯难题提供可推广、可复制成型案例。
2025197 大型露天矿分期优化-智能开采-边坡防护关键技术与应用 本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司、东北大学、辽宁工程技术大学、易控智驾科技有限公司、鞍钢集团矿业设计研究院有限公司、河北钢铁集团矿业有限公司、鞍钢集团矿业有限	本项目属于采矿工程学科，露天开采领域，重点解决我国大型露天矿绿色低碳分期开采整体优化设计、无人智能开采及大型露天矿深部开采边坡稳定性与控制的重大技术难题。项目历经 18 年攻关，创立了集大型露天矿分期规划中三大要素的整体优化理论、方法、数学模型和算法，大型露天矿无人采矿及智能管控技术、边坡稳定性与控制为一体的露天矿绿色智能安全高效技术体系。主要内容如下： 1.率先提出了大型露天矿分期规划中三大要素的整体优化理论、方法、数学模型和算法。首次提出了把“分期数、分期境界和最终境界”三大分期方案要素均作为决策变量，进行整体优化，从而突破一直以来“先优化最终境界，而后在最终境界中进行分期划分”的传统模式，克服这一模式得不到全局最优方案的不足，成功解决了三大要素的整体优化难题。 2.首次研发了车-路-云-面协同的露天矿无人采矿与智能管控技术。研发了多源时空数据融合的地图实时更新技术以及适配矿山场景新能源矿卡无人驾驶技术等，开发了露天矿无人开采与智能管控一体化平台，解决了无人驾驶矿卡复杂环境适应性和精准控制难、作业效率的区域靶向更新与增量动态分发难等关键科学问题。 3.创立了大型露天矿滑坡地质灾害全过程精准化防控技术。率先提出了露天矿平面非规则形态边坡三维稳定性分析方法体系，为边坡空间形态精准化设计提供了科学手段；建立了露天矿深部强排陡帮边坡稳定控制开采技术，实现了资源绿色高效开采与边坡稳定控制的最佳结合；首创了基于表面与深部位移监测信息相协同的滑坡预警理论体系，解决了滑坡地质灾害精准化预警难题。 研究成果授权发明专利 43 项，实用新型专利 6 项，软件著作权 67 项，制定

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
公司齐大山分公司//	国际、国家、行业、团体标准 9 项，开发国家级露天开采虚拟仿真实验平台 1 个，发表论文 177 篇，出版学术著作 13 部，多位院士及行业专家评价为：该成果填补了国内外空白，整体技术达到国际领先水平。 成果目前已在南芬露天矿、巴基斯坦塔尔煤田Ⅱ区块露天煤矿、紫金山铜金矿等 68 个露天矿得到推广应用，近三年实现新增销售额 282.37 亿元，新增利润 138.09 亿元。技术成果入选国家矿山安全监督局工业和信息化部《矿山领域机器人典型应用场景名单》《新疆矿山安全先进适用技术及装备推广目录》，以及 2024 年人工智能赋能新型工业化典型应用案例。
2025209 偏粗粒度铁精矿急落差管道安全输送工艺关键技术研究及应用 本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司//	本项目研究内容属于铁精矿选矿和矿浆管道运输范畴，是化学工程、机械组件、信息技术和分析及测量控制技术等领域的主要研究内容，包含矿浆输送管道消能工艺装置及计算模型、堵塞临界条件计算方法、介质级配分析方法等。选矿行业铁精矿长期采用铁路运输，随着铁路运能趋于饱和而难以满足生产需求；同时铁路运输成本较高，运输过程中存在精矿粉抛洒浪费、粉尘污染的问题。为解决选矿行业偏粗粒度铁精矿的运输问题，开展管道输送铁精矿关键技术研究及应用。 针对偏粗粒度铁精矿，升级了选矿分级设备，由高频振动筛更新为叠层筛，优化了原有铁精矿管道输送的工艺和参数，有效降低管道磨蚀量，首次建立了偏粗粒度铁精矿管道输送模型。 首次应用浆体管道堵塞临界条件的计算方法，量化了浆体管道堵塞的临界条件，建立了管道堵塞临界条件与浆体管道布置情况、浆体参数的关系；首次把防堵设计作为系统设计在整体中全盘考虑，从各个环节对堵塞进行预防，充分避免了管道堵塞发生可能性，经现场实际应用未发生堵塞现象。 开发急落差管道计算模型，设计了多组合消能装置，基于消能装置及计算模型研究，分析得到最佳消能站孔板调节参数，并在终端设置“2 环+2 孔板+旋塞阀”消能装置，有效避免了加速流的产生，提高了管道运行稳定性。 首次把“安全环管”的设计理念体现在了工艺流程上，在环管上安装流量计、浓度计和远传压力计等仪表，感知浆体在管道中的动态，安全环管工艺的创新为长距离急落差线路管道中的浆体安全运行提供了安全检测。 2024 年 5 月 26 日，中国冶金矿山企业协会组织由清华大学韩文亮教授(管道输送行业领军人物)担任组长的科技成果评价会，专家委员会一致认为该成果达到国际先进水平，其中偏粗颗粒铁精矿管道输送技术达到国际领先水平，建议在国内选矿厂进一步推广应用。科技查新结果是国内外未见相同文献报道，具有新颖性。通过该项目授权发明专利 1 项，实用新型专利 10 项，专有技术 3 项，发表科技学术论文 2 篇。该项目荣获本钢集团科技进步特等奖、鞍钢集团科技进步奖、冶金矿山科学技术二等奖等荣誉。 该研究成果在南芬选矿厂实现了工程应用，精矿管输工程建成后，彻底摆脱了之前运力不足对钢铁生产的影响。同时，满足国家环保要求，达到绿色清洁生产的目的，每年可降低运输成本 5815 万元，创造了显著的经济和社会效益。
2025240 金属矿高大采场安全高效充填关键	金属矿产资源是国民经济稳定发展与国家安全的重要支柱，充填采矿是金属矿山绿色高质量发展的必由之路。然而，金属矿高大采场充填面临强度设计保守、充填阻力预测误差大、破损钻孔修复难、采场接顶率低、采矿周期长等难题，严重影响生产安全和效能。为此，依托国家重点研发课题、国家自

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
技术研究及应用 安徽马钢罗河矿业有限责任公司、北京科技大学、清华大学//	然基金、企业课题等 10 余个项目，安徽马钢罗河矿业有限责任公司、北京科技大学、清华大学等单位历经 6 年联合攻关，开展了金属矿高大采场安全高效充填关键技术研究，为我国金属矿大规模绿色开采起到了示范引领作用。 本项目属于金属矿床绿色开采领域。项目主要创新成果： (1)研发了侧限效应下充填体强度测试系统和设计新方法。自主研发了稳态精密电控侧限强度测试系统，提出了侧限效应下充填体强度设计新方法，模拟优化了真实采场充填体强度需求，一步骤充填灰砂比由 1:6 降低至 1:10，大幅节约了胶凝材料成本。 (2)构建了大流量自流充填阻力预测模型及柔性切割防堵技术。建立了基于压力表实测、考虑浓度和流量的 LHK 沿程阻力公式，构建了压力实时感知的浓度调压满管输送技术，提出了垂直钻孔柔性切割防堵和钻孔底部减磨一体化技术，保障了大流量充填管输安全。 (3)国际首次实现了小管径充填钻孔嵌套修复技术。研发了兼具耐磨和韧性的贝氏体管道新材料，开发了充填管特制丝扣和螺纹刀具，创新了“钻杆疏通+套管下放”一体化施工技术。首次实现了 151mm 内径已有充填钻孔内直接嵌套修复技术，盘活了罗河矿、张庄矿、谦比希铜矿等多条破损充填钻孔，解决了充填钻孔嵌套修复的行业难题。 (4)建立了高阶段采场物化联合接顶及原位性能监测技术。构建了充填接顶计算模型和物化联合接顶新技术，揭示了真实采场固化原位性能演化规律，建立了基于挡墙承压的高阶段采场连续充填策略，支撑了高阶段采场机械化高效开采，采充周期缩短约 30%，产能平均提升约 8%。 项目发表论文 41 篇，申请专利 23 件，授权 14 件，制定国标 1 项、团标 1 项，出版中英文专著 2 部。成果在罗河铁矿整体应用，并在丰山铜矿、谦比希铜矿等国内外 10 余座矿山推广，取得了显著的经济和社会效益。五个示范矿山三年直接经济效益 6.8 亿元，成果获 2023 年宝武集团重大科技创新成果奖(采矿唯一)，得到中国钢铁新闻网、清华大学等媒体关注。由中国金属学会组织的以邵安林院士为主任的评价委员会认为：该项科技成果达到国际领先水平。
2025241 玢岩型复杂难选混合铁矿选别工艺技术创新及应用 宝武资源南京宝地梅山产城发展有限公司、长沙矿冶研究院有限责任公司、中钢集团马鞍山	本项目属混合铁矿预选、高效磨选和选冶工程矿山工程建设领域。 本项目以梅山铁矿深部玢岩型复杂难选混合铁矿石为研究对象，针对混合铁矿石预选抛尾工艺和磨选工艺存在的技术难题，2018 年开始与科研院所合作，开展选矿试验研究及选矿新工艺、新设备、新技术开发应用，先后完成预选四个粒级改造；随后，开展强磁高频细筛隔粗工艺、阶磨阶选粗粒抛尾、强磁大型化改造和强磁棒介质构型及参数优化，形成具有自主知识产权的混合铁矿分级预选窄粒级抛尾-阶磨阶选抛尾-高频细筛隔除强磁“干扰粒子”+强磁扫选回收微细粒弱磁性铁矿物的成套选矿工艺技术。创新点如下： (1)开发了混合铁矿石窄粒级分级预选工艺，优化了预选各粒级选矿工艺参数，解决了弱磁性铁矿物抛尾难题，降低了金属流失。(2)研发了大流量、低浓度洗矿细泥混合铁矿物回收组合工艺，实现了洗矿细泥中铁矿物的有效回收。(3)发明了一种磁场强度渐增的组合磁系的外磁内流选矿装备，开发了不同比磁化系数的多种铁矿物高效预选梯级回收工艺，解决了传统强磁机“难卸矿、易卡矿”难题。(4)建立了棒介质与矿粒直径匹配理论方程，优化了强

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
矿山研究总院股份有限公司、北矿机电科技有限责任公司//	磁粗扫选棒介质构型和参数，开发了消除强磁“干扰矿粒”新工艺，实现了-0.038mm 尾矿铁品位降低了 3.41 个百分点。 本项目取得授权发明专利 13 项、实用新型 5 项，国内外期刊发表 42 篇论文，企业技术秘密 3 项。冶金工业信息标准研究院查新结论为：在所查国内外文献中，未见与所述“复杂难选混合铁矿选别工艺技术创新及应用”内容相同的报道。中钢协组织的成果技术评价结论为：该成果整体技术达到了国际领先水平。实施后，预选废石产率为 10.05%，预选各粒级尾矿铁品位下降，-50+20mm 粒级尾矿品位下降 9.84 个百分点；-20+2mm 粒级尾矿品位下降 5.24 个百分点；-2+0.5mm 粒级尾矿品位下降 2.84 个百分点；-0.5mm 粒级尾矿品位下降 2.95 个百分点。磨选强磁尾矿品位下降 2.48 个百分点，其-0.038mm 尾矿品位下降 3.41 个百分点。选矿金属回收率逐年提升，2023 年、2024 年选矿金属回收率达到 74.82%、76.04%，分别比实施前 65.06%提高了 9.76 和 10.98 个百分点，铁精矿分别增产 25.0、35.58 万吨，解决了玢岩型复杂难选混合铁矿预选抛尾难和选矿金属流失大的问题，取得了显著经济效益和社会环境效益，在国内外类似铁矿山具有示范引领作用。
2025242 智慧矿山全流程融合创新研发与应用 南京宝地梅山产城发展有限公司、上海宝信软件股份有限公司、金陵科技学院//	背景：随着科技的飞速发展，多模态技术和边缘智能技术日益成熟，为矿山行业的智数字化能化转型提供了可能，市场对矿山产品的质量和供应稳定性提出了更高要求。在此背景下，矿山端边缘智能的协同创新有助于整合矿山采选销各环节的资源，实现高效、智能、协同的运营模式，提升矿山企业的核心竞争力。针对大型地下金属矿山梅山矿业采选生产、经营管理中多源异构数据融合共享难、系统之间信息协同交互差，进行多模态边缘智能的协同创新研发应用具有提升价值创造能力意义。 内容：1.创新研制采销业务板块自主边缘智能装备。研制了中大孔布孔设计与井下 M4C 智能凿岩台车联动，实现了井下一键凿岩；研制了发货专用边缘计算智能装备，实现销售发货业务自主交互，智能控制系统、建筑尾砂发货控制箱，各发货点边缘计算装置。 2.建设了边缘计算与智能处理的采选销闭环系统。(1)地测采检边缘小系统协同，实现基于“一张图”的业务协同。采用国产软件二次开发替代国外大型矿业地测采专业软件，打通了井下与三维管控平台、质检系统、凿岩台车数据高效协同，解决了资源不可视、采矿设计难的问题。(2)边缘计算选矿小闭环系统协同实现复杂难选“一键控”。针对梅山成分复杂难选混合铁矿，研发了磁选电流智能预测系统等软件，实现选矿作业岗位无人化少人化，为复杂难选矿自动化提供了新方法及平台；(3)发货销售系统支撑发销业务“一屏看”，实现矿山业财联动。实现多系统智能协同的散料装运机器代人作业模式，入选中国安监总局、工信部的矿山机器人典型应用场景项目。 3.深化基于边缘计算的矿山端生产运营平台，实现梅山安全高效可视化生产。(1)基于边缘计算的矿山端生产运营平台，创新数据多级溯源、接口监测保障等功能，辅助大数据分析工具深度应用，实现矿山精细化管控。(2)创新梅山三维生产管控平台，基于国产地测软件与生产过程管理系统异构数据融合，实现对井下生产全面监测和管理，为矿山安全管控提供新手段。 效果： 2023 年末无人化指数由 32.30%升至 70.05%，集中化指数由 29.17%升至 66.67%，已实现全口径减员 252 人，累计新增效益 23417 万元。同时，改善

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	矿山安全生产形势，转变生产模式，引领行业发展，当年宝武集团两化融合首家“AA”认证的矿山企业。
2025243 程潮矿区深部开采对地表重要构建筑物安全影响与智慧监控系统研究 武钢资源集团程潮矿业有限公司、武汉科技大学//	程潮矿区自建矿以来 60 余年，崩落法开采已导致了地表塌陷及移动变形，开采活动由浅入深，围岩破坏复杂多变，深部围岩错动引致岩移演化规律与浅层围岩运移规律不尽相同。程潮铁矿开采将进入-570m 中段，为了更准确地圈定深部开采时地表移动带范围，了解掌握深部岩体受开挖扰动后的变形破坏特征及规律，确保地表重要构建筑物安全，促进矿山安全高效开采技术水平的提升，实现较大的的社会效益和经济效益，开展了程潮矿区深部开采对地表重要构建筑物安全影响与智慧监控系统研究。 该项目研究主要研究内容：(1)深部围岩力学特性测定与研究；(2)深部开采岩移机理研究，确定深部围岩岩层移动的错动角；(3)深部开采地表变形预测与控制措施研究，揭示地表变形规律，分析地表变形发展趋势，提出有针对性的预测预防措施；(4)地表变形智慧监控系统方案研究。 项目取得成果：1.基于常规三轴试验与 RFPA2D 数值模拟，研究了不同围压下大理岩的力学性质与破坏特征，结合岩石破坏过程中的能量演化规律，得到如下结论：大理岩岩样具有明显脆性，围压对岩石的峰值应力、抗压强度等有影响，且岩样的峰值应力和残余应力均与轴压呈正线性关系；随着围压的增大，岩样的弹性模量随着围压的增大呈非线性增大趋势。2.通过极限平衡理论，利用上盘极限破坏力学模型可以计算得到，上盘移动角约为 56°。3.深部开采导致的地表塌陷逐渐往上盘方向转移，上盘移动角呈现增大趋势，随着开采区域逐步往上盘方向转移，开采活动对下盘地表沉降影响逐渐减弱。至开采结束，新副井附近地表倾斜值达到 0.017mm/m，超出临界影响值，同时，深部开采导致塌陷坑内上覆崩落岩体不断减少。结果显示，塌陷坑内上覆崩落岩体主要作用于围岩水平方向变形，且围岩水平应力呈现整体减少的趋势，近地表区域较为明显。围岩垂直方向变形主要受开采水平影响，随着开采区域往上盘方向转移，至-587.5m 水平之后不同位置围岩应变分别趋向于 0.5×10^{-6}、1.3×10^{-6}、2.3×10^{-6} 附近上下波动，不再发生较大变化。4.将功效系数法引入地表变形破坏预警研究中，提出程潮矿业防治工作应当遵循控制土体处于应力平衡状态、防止盈利过于集中等原则，并指出防治工作应从源头防范、现场监测、及时治理三个角度共同出发，互补实施，做到区域防控和局部解危并重，综合进行治理，并逐步实现预留损失矿体回收取得直接经济效益
2025260 露天矿大延深隐伏空洞智能探采与生态环境防治技术开发与应用 太原钢铁(集团)有限公司、东北大学、长沙	矿产资源作为人类赖以生存与发展的物质基础，是国家经济高速发展的重要基石，如何安全、高效的完成矿石开采是所有矿山企业活下去的核心。依据金属非金属露天矿山重大事故隐患判别标准第一条，隐伏空洞的探测、处理和防治是矿山企业的重中之重。近年来随着铁矿山资源整合高效利用研究的推进，大量隐伏空洞体剖面上呈大延深产出，空腔形态多维度叠加呈复杂特殊态，传统的空洞探测、处理与防治方法易出现空洞探测遗漏、爆破处理后易产生二次空洞体的安全风险，同时对空洞无法精准提取微破裂声波信号实现对空洞顶板塌落事件的有效预警。 针对这些困扰行业的技术瓶颈，基于太钢袁家村铁矿长期受困于资源整合前遗留的大延深特殊态隐伏空洞的技术难点，开展产学研联合攻关，开发了如下创新技术：(1)基于卷积神经网络的空洞体物探异常智能识别和多层空洞体

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
矿山研究院有限责任公司//	一次性钻探不提钻扫描建模技术，实现了露天铁矿山中隐伏空洞体零遗漏识别，系统地解决了多层空洞体无法一次性探查的技术难题；(2)研发了空洞体顶板瞬时胀裂定向精准切割技术，研制了单裂面瞬时胀裂器，解决了爆破处理后空洞体无法完全充实的难题；(3)开发了强干扰条件下岩石微破裂声波信号的精准识别与定位技术，实现了岩石微动信息的精准提取，达到了空洞体失稳实时监测与超前预警的目的。 项目已申请发明专利 5 项和实用新型专利 3 项，已授权发明专利 3 项与实用新型专利 3 项，发表高水平学术论文 8 篇。研究成果成功应用于袁家村铁矿等矿山，累计查明空洞体 738 个，进行叠层空洞体钻探探查 11 次，查明叠层空洞体群 11 处，安全处理空洞体 688 个，成功预警预报空洞体顶板塌落风险 8 次，释放受限矿量 5475489 吨，近 3 年新增利润 18331 万余元，经济与安全效益显著。 本项目有效解决了隐伏空洞探测、处理、防治难题，积极响应了国家“基石计划”和“中国制造 2025”战略，给行业内同类型矿山提供了借鉴，引领了业内的技术发展与进步，对促进采矿行业安全生产具有重大意义。
2025267 基于大数据优化的磨矿分级专家控制系统研发与应用 中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司、安徽马钢罗河矿业有限责任公司、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司//	项目符合省重点研发计划申报指南重点领域二：大数据智能分析关键技术，及重点领域五：资源环境——矿产资源绿色高效开发利用——以铁、铜、金多金属共生资源为重点，开发品位低、埋藏深的绿色高效采选冶关键技术与装备。主要内容： (1)基于 STM32 的磨矿工业智能边缘计算采集控制器的研究。通过自研的基于 STM32 的磨矿工业智能边缘计算采集控制器，实现磨矿现场海量数据采集与预处理的边缘计算功能以及模拟与数字信号控制的功能。相较于传统采用 PLC 的底层自动控制系统，该控制器具有数据预处理能力及可定制化的通讯接口，从而更好地与上层专家控制系统相结合。 (2)磨矿分级模型优化专家控制技术研究。以现场海量数据为依托，通过深度学习和数据挖掘技术，探索磨矿生产中各个参数之间的内在关系，建立控制子系统之间以及控制子系统内部的协作机制，协调好局部控制与整体控制的关系，构建磨矿分级专家模型库，对模型库中算法进行对比分析，选择适用于当下数据集的模型，准确预测溢流粒度，并通过反馈优化系统参数来实现旋流器和球磨机流程中参数的最优设定，以更好地适应当前磨矿生产的需求。通过数据缓存和优化算法，降低对实时性要求，确保模型在不断更新中保持良好性能。 (3)磨矿分级专家控制系统综合平台的研发。磨矿分级专家控制系统综合平台基于一种差分隐私分组精准直方图安全数据发布方法，采用 B/S 架构，实现前端界面和后端业务解耦。通过与专家系统模型库的连接对算法模型库实时调用，实现磨矿分级专家控制系统的运行实时监控、模型在线优化、运行数据报表查询、磨矿分级流程能耗管控与统计等功能。 项目成功应用于安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司白象山矿业分公司及南京银茂铅锌矿业有限公司。2023 年 8 月 1 日至 2024 年 1 月 31 日在白象山矿业分公司运行期间，原矿处理量提高 5.3%，电耗降低 5.5%，钢耗降低 2.1%，回收率提高 1.7%。应用期间，新增产值 2994.4 万元，新增利润 1197.8 万元。2023 年 6 月至 2023 年 12 月在南京银茂铅锌矿业有限公司运行期间，提高了磨矿分级效率、稳定磨矿产品质量，原矿处理量提高 5.1%，电耗降低

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	5.2%，钢耗降低 2.4%，回收率提高 1.5%。应用期间，新增产值 246 万元，新增利润 79.4 万元。
2025270 华北克拉通矽卡岩型富铁矿区域多层赋矿成矿效应和找矿实践 中国冶金地质总局山东局、中国冶金地质总局山东正元地质勘查院、山东省地质调查院、中国地质大学(北京)、鲁中矿业有限公司//	华北克拉通矽卡岩型富铁矿成矿关键控制因素一直是科学研究的热点和难点，也是制约下一步找矿方向和实现找矿突破的关键。基于产学研合作，坚持成矿理论和找矿实践相结合，经过近四年的攻关，取得重大突破，并在实际找矿活动中得到有效应用，获得高度评价。 研究成果总体达到国际先进水平，其中岩溶对矽卡岩型富铁矿成矿关键控制作用方面的研究达到国际领先水平。 1.发现岩溶对华北克拉通矽卡岩型富铁矿成矿的关键控制作用，提出了岩溶层、膏岩层等对成矿作用的制约机理，创建了区域多层赋矿成矿模式和地质找矿模型。发现岩溶层系的垂向分布制约富铁矿体就位的有利空间；不整合面的发育控制岩溶系统发育的程度，影响富铁矿体规模；层序地层对岩溶期次的约束作用，限定了岩溶发育层位以及富铁矿层的分布；膏盐岩层指示阶段性强岩溶作用的底界，限定富铁矿体赋存的有利空间下限。第一次提出 7 个潜在成矿空间层段，其中包括 3 个主力成矿层段，打开了找矿空间，指明了找矿方向。 2.首次通过锆石原位微区微量地球化学研究，揭示了古基底沉积变质型铁矿与矽卡岩型富铁矿的成矿耦合关系，构建了岩浆作用与成矿效应理论模型。获得两组锆石形态特征及年龄，提出锆石微量地球化学找矿指示标志，发现重要有利成矿作用物理化学条件，揭示了古基底沉积变质型铁矿与矽卡岩型富铁矿的成矿耦合关系，构建了岩浆作用与成矿效应理论模型，成功解释了华北克拉通矽卡岩型富铁矿现存难以解释的复杂现象和诸多难题。 3.发明了“基于有限钻孔实现勘探矿产的方法”，构建了“地质+地球物理+地球化学+钻探”综合勘查技术方法体系。根据新认识，发明一种基于有限钻孔实现勘探矿产的方法，实现了通过初步少量钻孔实现含矿地层的地质确定以及与测井数据的非线性关系，进而实现在进一步钻孔的基础下，实现对矿体的确定。结合地质、地球物理、地球化学等方法，构建了“地质+地球物理+地球化学+钻探”综合勘查技术方法体系，得到有效应用。 4.指导多个富铁矿集区实现找矿突破，增储增量富铁矿石超 2 亿吨。成果得到华北克拉通邯邢、安林、淄博、莱芜、齐河-禹城等地大量勘查资料的印证。在找矿实践中，指导济南莱芜、齐河-禹城、淄博金岭等多个矿集区实现找矿突破，增储增量富铁矿石超 2 亿吨。 发表论文 29 篇，授权发明专利 1 件，实用新型专利 4 件，并取得重大经济社会效益。研究成果在华北克拉通及其他具有相似成矿地质条件的地区具有重要推广应用前景。
2025271 湖北省大冶市金山店矿区张福山铁矿富铁矿增储勘查示范 中国冶金地质总局中南	在国家找矿突破战略行动的带动下，依托“十四五”找矿突破战略行动，中国冶金地质总局中南地质调查院凭借全国七十余年的勘查找矿经验，聚焦于长江中下游成矿带鄂东南铁铜金矿集区的富铁矿找矿工作，开展了鄂东南矿集区深部找矿多轮可行性论证工作，为该项目奠定了基础。 项目通过研究鄂东南矿集区内矽卡岩型铁矿床特征，查明区内富铁矿时空成因关系，阐明关键控矿因素，建立鄂东南地区富铁矿床地质、物探、化探综合找矿模式，圈定成矿预测靶区；选取重点预测靶区，对其深边部实施增储勘查找矿工作，通过深部重点工程控制，对矿山深边部圈定的有利找矿部位

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
地质调查院、武钢资源集团有限公司//	进行增储勘查钻探验证，发现新矿体，提交铁矿资源储量；最后通过矿山科研项目，系统收集、整理重点矿山以往勘查成果，进行深度剖析和资料二次开发，建立地-重-电-磁数据库，总结富铁矿成矿作用特征标志及典型矿床地质、物化探找矿标志和技术方法手段组合，建立矽卡岩型典型矿床地质-物探综合找矿模型。 通过与中国地质大学(北京)联合实施的“鄂东南地区矽卡岩型富铁矿找矿模式和增储示范工程”为国家重点研发计划“战略性矿产资源开发利用”下属研究专题，该科研专题的实施以程潮铁矿、大冶铁矿、金山店铁矿为典型矿床，进行资料的二次开发利用，创新富铁矿成矿理论，开展鄂东南地区富铁矿定位技术与增储示范，系统收集鄂东南地区地物化遥等资料，总结成矿要素，圈定了成矿预测靶区。 与武钢资源集团有限公司签订了“增储、扩能”产学研合作协议，对金山店矿区张福山铁矿深部矿产资源进行系统评价，提交的《湖北省大冶市金山店矿区张福山矿床深部铁矿勘探报告》，经湖北省自然资源厅评审备案深部(-550m 以下)铁矿资源储量 6948 万吨，为矿山规划及资源利用提供了指导，服务于湖北省富铁矿找矿突破，为我国富铁矿增储上产、保供稳链作出了贡献。 与湖北省自然资源厅合作开展了“湖北省富铁矿增储试点可行性研究”。以金山店矿区张福山铁矿床为例，开展湖北省富铁矿增储上产试点可行性研究工作。系统整理了湖北省铁矿资源现状、资源潜力和开发现状等资料，研究湖北省铁矿资源供需形势及资源安全保障情况；对金山店张福山铁矿重新圈定富铁矿体，估算富铁矿资源量 2516 万吨；为湖北省下达富铁矿指标后的首个富铁矿储量评审报告，为富铁矿矿体的圈连、资源量估算、报告审查提供了建设性意见建议，同时为今后铁矿矿山增储投资决策及矿山资源利用规划、富铁矿增储上产提供了有效指导。
2025272 末次冰盛期以来边缘海沉积物有机碳格局及来源解析——以南日水道为例 中国冶金地质总局第二地质勘查院、闽江学院//	项目属于海洋地质学科学技术领域。 该项目采集南日水道钻井沉积物样品，开展海洋碳汇相关基础科学研究。通过有孔虫 AMS14C 测年、粒度分析、黏土矿物 X 射线衍射(XRD)分析、总碳(TC)、总氮(TN)、总有机碳(TOC)、碳同位素(δ13C)、生物硅(BSi)检测分析以及甾醇测试分析等技术手段，构建了有机碳时空分布特征，建立了研究区年代框架；分析了研究区海域沉积物类型及埋藏年代对沉积物有机碳含量的影响；探讨了研究区海域沉积物沉积时的水动力条件及沉积环境；估算了研究区海域的有机碳储量及来源；探讨了研究区海域的海洋初级生产力和营养水平等环境特征，判断了有机碳不同来源的贡献率及其对古环境的指示意义；解析了影响陆源有机碳掩埋的因素；推测了研究区海域沉积物来源潜在源区；据甾醇具有指示古环境的特征，重建东部沿海海洋浮游植物生产力和群落结构；建立沉积物埋藏年代、粒度与有机碳含量之间的回归关系；形成一套通过钻孔沉积物生物地球化学要素分析计算有机碳储量及其来源的技术方案。 该项目执行期间，共发表了 2 篇 SCI 收录文章、1 篇中文核心文章、1 篇科技核心文章；授权 1 项发明专利、2 项实用新型专利；本单位作为起草单位之一参编自然资源部行业新规范《矿产地质勘查规范 海砂》的制定，标准编号为 DZ/T0494-2024。 该项目具有的特点有：①本项目采集的样品为 20m 分辨率，在可开展研究

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	的时间跨度及精细程度上处于国内外领先水平；②结合有机碳、碳氮比、同位素、生物标志物等技术方法开展综合研究，评估边缘海古生产力变化及碳汇潜力，在研究的系统性上具备显著优势。 该项目的研究内容及成果作为科普板块在本单位举行的“2024 年世界地球日活动”上进行科普宣扬，受到了福州电视台、高新电视台的报道；项目成果在“海洋知圈”公众号上进行推文，将科研成果呈现给大众，进行了科学知识的科普；基于本项目的理论研究，本单位又投入关于“海洋贝藻养殖碳汇特性研究及霞浦养殖碳汇资源开发应用”的研究，预期打通海洋蓝碳开发-海洋蓝碳交易-海洋蓝碳消纳的闭环，形成可持续与可复制的海洋渔业碳汇交易模式。
2025273 福建永定燕山期花岗斑岩成岩与钽铌成矿作用研究 中国冶金地质总局第二地质勘查院 //	福建永定燕山期花岗斑岩成岩与铌钽成矿作用研究所属科学技术领域为资源与环境。 大坪、上下湖铌钽矿床的赋矿岩体不同于花岗岩-伟晶岩，均为浅成-超浅成花岗斑岩，具有其特殊性。岩体主要以钠长石化、白云母化、萤石化、绿帘石化、绿泥石化等蚀变为主。花岗斑岩铌钽矿床在本区属新发现的类型，其成因、形成条件、找矿标志，过去研究均较少。而根据 1:5 万《永定幅》区域地质图所示，本区花岗斑岩呈岩瘤-小岩株状产出，分布于矿区南部和北东部，大小不等分布有 7 个浅成侵入体，其中蓝地岩体(大坪矿区)面积约 0.5km，呈近南北向不规则状展布。因此，对此开展福建永定一带花岗斑岩成岩和铌钽成矿研究，对于新类型的铌钽成岩成矿理论认知，寻找新的矿床具有生产实际意义。 福建永定地区位于华夏板块东南缘，构造环境复杂，岩石类型多样，矿产种类多，且矿床成因类型较多。福建永定地区的大坪及上下湖铌钽矿床是花岗斑岩型铌钽矿床，这一成矿类型是国内新发现的铌钽矿床类型，是研究花岗斑岩型稀有金属矿床成矿机制和成矿模式的理想对象。 基于此，项目拟对永定大坪及上下湖两个矿床的赋矿岩体花岗斑岩以及侵入岩脉辉长辉绿岩进行详细的年代学、矿物学和地球化学研究。查明永定铌钽矿赋矿母岩的岩石类型、结晶年龄，进一步分析讨论其岩石成因、源区特征及形成的构造环境并探讨其成矿矿化规律，建立花岗斑岩型铌钽矿床的成矿模式，为华南地区铌钽矿成矿提供新的成因约束。 我们主要获得以下重要认识：(1)锆石 U-Pb 定年结果表明大坪及上下湖花岗斑岩、辉长辉绿岩形成于早侏罗世(2)大坪铌钽矿的矿化时间为 183Ma 左右，接近钾长花岗斑岩的成岩年龄，表明其(180～191Ma)是原生岩浆矿床，属于与潜火山岩相有关的花岗斑岩型稀有金属矿床。(3)大坪及上下湖花岗斑岩地球化学特征表明其属亚碱性花岗岩系列，为板内环境产出的 A 型花岗岩：伴生的辉长辉绿岩属碱性系列，橄榄玄粗质岩石，具 Th、U 负异常，Nb、Ta 含量较低；Sr 弱负异常，Ti 无异常，Pb 不具有明显的正负异常。(4)永定花岗斑岩的 Sr-Nd-HFO 同位素特征表明其母岩浆主要来源于亏损地慢，且混入了 20%～30%的地壳物质。永定辉长辉绿岩的源区特征分析表明其为富集岩石圈地幔部分熔融所形成。(5)提出了永定铌钽矿床的成矿模式。
2025274 废弃井封井回填技术	技术领域：废弃井封井回填技术的提炼依托于阳泉市废弃钻井、取水井封井回填工程。本项目是生态环境部在全国范围内部署的地下水污染防治试点项目，主要任务是对市域范围内的 56 口废弃取水井实施封填、封堵工程，对

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
中国冶金地质总局第三地质勘查院 //	没有再利用意义的废弃取水井进行封填；对经修复可再综合利用的废弃取水井进行封堵。从而切断不同含水层之间的水力联系和串层污染途径，同时建立一套废弃井封井回填科学技术体系，为全省乃至全国后续废弃钻井、取水井封填工程发挥示范作用。 主要内容：本次废弃井封堵工程采用两套工艺，均解决了现有废弃取水井封堵方法无法防止井壁管外部的串层污染的问题，治理工艺解决了现有串层污染水井治理方法存在无法继续使用或者使用效果不佳问题。 技术特点：1.回填工艺：在隔水层位置进行割管、拔管-搭建注浆平台-切割注浆口-局部高压注浆-注入水泥(砂)浆至上层隔水层位置-割管露出隔水层地层-局部高压注浆-注入水泥(砂)浆至井口-井口标志。2.治理工艺：在隔水层位置分别进行割管、拔管-搭建注浆平台-切割注浆口-局部高压注浆-下入钢管-高压注浆至井口-扫孔清理-井口标志。 两种工艺均通过了由阳泉市生态环境局组织的专家论证会，认为上述技术不仅封堵了井内串层，还成功完成了了水井内钢管和地层之间环状空间的封堵，从井下电视和封堵前后水质对比来看，封堵效果良好，且两种工艺分别获得发明专利授权证书，为改善地下水环境质量起到积极的推动作用，并建立了一套废弃取水井封井回填科学技术体系，可供全国同类项目参考借鉴。 技术推广情况：利用上述废弃井封堵技术，成功封堵了山西省吕梁市中阳县东桉煤业 2 口取水井，该取水井导通了地表水、第四系孔隙水与煤矿巷道，导致矿坑涌水量短时间内积聚上升，最终应封堵及时，处置得当，成功避免了煤矿突水事故的发生。 应用前景：全国存在地下水串层的取水井分布范围广、数量多，多年来，由于企业生产及矿产资源开发，导致地表水及浅层地下水受到不同程度污染，且许多取水井揭穿多层含水层，这些取水井为地表水及地下水串层污染提供了通道，直接影响地下水环境质量，对这些取水井实施科学的封堵迫在眉睫。《地下水管理条例》第四十三条“已经造成地下水串层污染的，应当按照封填井技术要求限期回填串层开采井”。《地下水污染防治实施方案》要求实施报废取水井封井回填。但目前没有一套成熟的针对沉积地层的取水井封堵工程科学技术体系，本次施工所采用的工艺可解决这一问题
2025275 构造叠加晕找盲矿法及找矿效果 中国冶金地质总局地球物理勘查院 //	项目名称：构造叠加晕找盲矿法及找矿效果。 攻深找盲是找矿的重大前沿科学课题，为解决矿山资源危机，在矿区深部及外围进行探矿增储，李惠教授及其团队经过 30 年的探索，开创了“构造叠加晕找盲矿法”新方法新技术。 该方法以热液矿床原生晕轴向分带理论、原生叠加晕理论和构造叠加晕理论为依据，在构造带内采集成矿热液叠加的矿化-蚀变样品，分析成矿元素及伴生元素，研究构造带内原生叠加晕特点，建立矿床构造叠加晕模式，确定盲矿预测标志，用模式和标志对深部盲矿预测，提出预测靶位，预测金属资源量。其先进性在于不仅强化了盲矿信息、加大了预测深度，减少了样品采集、加工分析工作量，提高了预测盲矿的准确性。 构造叠加晕找盲法应 17 省区的 105 个矿山邀请，130 余次立项应用取得了显著找矿效果，根据 18 个矿山提供的验证预测靶位见矿证明统计，该方法预测见矿率达 80%以上，累积获得金金属量 312.58 吨，铜金属量 18.35 万吨，银金属量 116.50 吨。延长了矿山寿命，取得了巨大的经济效益和社会效益。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	实践证明，构造叠加晕找盲矿法在矿区深部及外围和成矿区带是一种直接有效的新方法新技术。 目前，在研究建立 100 多个典型矿床深部盲矿预测取得显著效果基础上，总结出了石英脉型、蚀变岩型、构造破碎带型、脉带型、角砾岩型、矽卡岩型六种类型金矿和锑矿、铜铅锌、银矿共九种矿床深部盲矿预测的构造叠加晕模型。为突出模型实用性，建立了“热液型金及有色金属矿床深部盲矿预测的实用理想模型”、“勘查(新)区构造蚀变带深部预测的构造叠加晕参照实用理想模型”。现在对基于三维可视化平台构造叠加晕盲矿预测技术进行科研立项研究，进一步发展和完善构造叠加晕找盲矿法。 中国黄金协会 2005 年、2013 年、2016 年多次组织以涂光炽院士、翟裕生院士为首专家对构造叠加晕找盲矿新方法成果及效果鉴定，结论都是：构造叠加晕找盲矿理论和应用方面达到了国际领先水平。中国化探开创元老谢学锦院士评价：“原生叠加晕理论发展了原生晕找盲矿理论”。 构造叠加晕找盲矿法成果已获省-部级科技奖 21 项，出版构造叠加晕找盲矿方面专著 5 部，发表相关论文 120 多篇。构造叠加晕找盲矿技术方法与要求已写入“中华人民共和国地质矿产行业标准”[DZ/T0248-2014]《岩石地球化学测量技术规程》，2014.12.01 实施。
2025276 天然锰基纳米材料室内除醛关键技术研发及应用 中国冶金地质总局矿产资源研究院 //	该成果属于环境矿物材料领域. 项目团队基于天然纳米矿物的催化氧化效应研发了一种室温下高效快速的甲醛降解材料，将甲醛降解为二氧化碳和水，形成了一套天然矿物经选采、活化和复合的产品制备工艺流程。形成的产品在室温条件下对甲醛具有优异的去除效果，原材料成本远低于同类产品，是一种高效、经济、全过程绿色环保的解决室内甲醛污染问题的天然矿物材料。目前已完成小量中试，制备获得了除醛产品，具备产业化的基础。 该成果经科学技术成果评价达到国际先进水平，市场前景广阔，具有良好的经济、社会和环境效益和发展潜力。该技术的推广可以为除醛提供矿物学新方法与新材料，推动室内空气净化、工业 TVOC 治理等科技进步。
2025277 基于密集分布式光纤光栅传感技术的矿山安全监测预警系统研究与应用 河北省地质矿产勘查开发局第八地质大队(河北省海洋地质资源调查中心)、苏州南智传感科	近年来，随着全球经济的复苏和新能源等新兴产业的快速发展，冶金行业的市场规模进一步扩大，因此金属采矿业也随之发展，但矿山开采作业面临日益复杂地质条件与安全挑战，本“矿山安全监测关键技术研究”项目致力于突破传统监测局限，为矿山安全生产保驾护航。 项目以实现矿山基础设施及地下结构多参量全方位监测预警为目标。一方面，借助分布式光纤技术在同一光纤加工数千光栅感测点，达成对变形、温度、渗漏等多参量的分布式、全覆盖或准分布式密集监测与高频数据采集。另一方面，综合运用理论研究、室内测试、模型试验及现场示范等手段，开发适配矿山环境的多类型传感光缆与传感器，精心创新布设工艺与解析算法，构建起完善的预警体系并开发出专业监测系统。实现对整个矿山区域的全方位、无死角监测覆盖。无论是深部矿井巷道，还是露天矿边坡，都能确保监测数据的稳定传输与有效处理。 在主要研究内容方面，首先，成功研发光纤传感器，使其能够快速布设于矿山基础设施与地下结构周边岩土体，精准获取岩土体变形、温度、水位等关键信息。其次，针对矿山潜在安全隐患，深入探究基于光纤传感的点线面融合监测方法，通过管缝变形与渗漏的全覆盖监测、局部沉降的线性监测以及

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
技有限公司 //	重点位置的点式加密监测，构建起矿山全线普查与重点监测相结合的高效监测体系。再者，结合光纤技术开发分散型点式环境监测系统，全面获取矿山地下结构内湿度、温度、有害气体、振动等多元环境参量数据。最后，整合多技术打造多物理量监测系统，实现多参量数据的集中获取与直观展示，并建设现场示范站，依据室内外试验数据建立安全预警模型，有力提升矿山安全运营管理与防控能力。 项目创新性地提出点、线、面结合的全光纤监测体系，填补了矿山基础设施及地下结构多维变形、温度、渗漏全线监测的空白，实现从单点监测到线性监测的重大跨越，为矿山安全监测开辟新路径。同时，研发出湿度传感器与渗漏传感光缆，革新布设工艺，极大丰富了监测参量种类，开发出具有自主产权的多参量联合光纤监测系统。此外，创新应变、温度解析算法，构建计算模型与评价方法，将基础数据转化为工程实用参量，为准确评估矿山安全状态提供科学依据，同样具备自主产权。 在应用推广方面，该技术已成功应用于 7 个相关单位，收获一致好评，显著提升了这些单位的总体监测运行能力，创造了良好的经济效益，有力推动了矿山安全监测技术的进步与行业的稳定发展，具有广阔的应用前景与极高的推广价值。
2025278 陶来托地区找矿突破关键技术应用研究 内蒙古自治区地质调查院//	2011 年 3 月 11 日，根据包钢集团的请示(包钢字〔2010〕241 号)，呼伦贝尔市政府、原自治区国土资源厅提出，待中央地质勘查基金管理中心完成该项目普查工作后，经自治区人民政府同意，商中央地质勘查基金管理中心将陶来托矿区以协议出让方式配置给包钢集团。内蒙古自治区原巴特尔主席批示“同意国土厅的意见”。2014 年 11 月 28 日，受中央地质勘查基金管理中心委托，中央地质勘查基金华北项目监理部组织专家组在呼和浩特市对《内蒙古自治区新巴尔虎左旗陶来托铅锌钼多金属矿普查报告》进行了评审，报告评分 91 分，优秀级。该报告内容齐全，章节安排合理，层次清晰，重点突出，附图、附表齐全，完成了本次工作任务，取得了较好的找矿成果，通过评审。项目实施过程中，采用了"综合找矿"的方法，工作部署以找矿为目的，遵循面上控制、点上突破、由已知到未知、由浅入深、工程间距先稀后密、循序渐进的原则开展了普查工作。新发现钼工业矿体 15 条，钼低品位矿体 22 条，铅工业矿体 3 条，锌矿体 1 条，获得了多种金属矿产储量，地质找矿成果突出，社会经济效益以及地质找矿成果应用推广取得成效。 通过中央地勘基金投入，陶来托铅锌钼多金属矿普查实现了找矿突破，提交金属量(333+334)3.5 万吨，被中国地调局评为优秀级。包头钢铁(集团)有限责任公司在陶来托矿区外围新增加了近 700 万元的资金进行绿色勘查，为下一步绿色矿山开发做好准备，将会解决地方牧民的就业及拉动地方经济的发展。2023 年 12 月，该项目人员获得绿色矿山青年科学技术奖，为表彰在绿色矿业技术研发和科技创新方面做出突出贡献的青年科技工作者，国家奖励办备案编号 0265。
2025337 硬岩竖井全断面掘进关键技术与应用	该项目属于井巷工程领域。竖井是进入地下空间的咽喉，采用竖井全断面掘进技术代替传统钻爆法，开创安全绿色高效机械化凿井是建井人的梦想。竖井全断面掘进涉及机械、电气、岩土、材料等多个专业领域，技术集成度高难度大，特别是竖井掘进中岩层探识、岩石破碎、岩渣集运和岩体支护等关键技术不成熟，严重影响了综合掘进效率，阻碍了竖井全断面掘进技术的应

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
北京科技大学、鞍钢集团矿业有限公司、中国矿业大学(北京)、中国铁建重工集团股份有限公司、煤炭工业合肥设计研究院有限责任公司、中煤第三建设(集团)有限责任公司、矿冶科技集团有限公司、安徽理工大学、中铁十七局集团有限公司、西南交通大学//	用，制约了竖井施工机械化和智能化水平的提升。 本项目在国家十四五重点研发计划“千米竖井硬岩全断面掘进机关键技术与装备”的支持下，依托西鞍山铁矿辅助井和四川沿江公路火山隧道通风竖井工程，开展科技攻关，取得如下创新成果：(1)开发了基于随掘平台的近远区岩性探测识别技术。研制了刀盘破岩振动波监测系统，利用 CEEMD-HHT 方法解析典型地质体反射波时频特征，实现刀盘前 50m 范围内的岩层识别；建立了基于 BO-LightGBM 算法的预测模型，研发基于掘进参数的破岩近区岩石强度智能识别系统，识别准确率 91%，保障了地质信息“探得清”。(2)首创了竖井掘进双锥面 W 型刀盘设计方法。建立了接触压力随滚刀贯入深度变化的刀-岩作用模型，精确解析了滚刀贯入作用下岩体内部应力演化过程，创新设计了 W 型刀盘结构，揭示了双锥面型刀盘滚刀破岩和溜渣机理；研制了破岩与聚渣协同的新型 W 型刀盘(直径 9.53m)，掘进效率达 4.1m/单班(8h)，实现了大体积硬岩“破得快”。(3)首创了竖井掘进机干湿双模垂直上排渣技术。构建了多尺度岩渣与不同浓度料浆的多相流动模型，揭示了基于泥浆环流的湿式排渣多相流场分布规律，优化了泥水开挖环境下出渣管路布局；建立了无水开挖环境下渣石的颗粒动力学模型，研发了集成式斗轮出渣装置，排渣能力≥40m^3/h，确保了干/湿岩渣“排得畅”。(4)提出了竖井全断面掘进-支护协同施工方法。建立了围岩-井壁协调变形力学模型，揭示了围岩应力场、变形场演化特征，阐明了井壁失稳破坏力学机制；制定了适用于不同围岩等级的差异化支护方案，研发了竖井全断面掘进协同支护技术，实现了不同围岩“支得稳”。 项目授权或申报专利 27 件，发表高水平期刊论文 26 篇，制定行业标准 1 项，培养博士后、博/硕士研究生 27 人。中钢协组织了以邵安林院士为组长的项目成果评价会，认为整体技术达到国际领先水平。研究成果推广应用于竖井全断面掘进机生产和 12 条竖井工程中，直接经济效益 2.198 亿元，社会效益显著。
2025338 大型露天金属矿山智能生态抑尘关键技术 北京科技大学、河北钢铁集团滦县司家营铁矿有限公司、云南磷化集团有限公司、华北科技学院、中冶检测认证有限公司、中煤地生态	本项目对我国大型露天铝、铜、铁及磷化矿山运输道及卸矿平台等厚大粉尘开展抑尘研究，属环境保护领域。 露天矿抑尘一直是世界性难题。在采装运卸堆过程中，粉尘极其严重，有的甚至超过环境标准 100 多倍。本成果采用颠覆性方法，创立成本低、效率高、工艺简和无二次污染的自适应智能化抑尘技术，三项成果居国际领先水平。 成果突破矿山粉尘难治、不可治的瓶颈，取得了以下成果：(1)针对矿山粉尘的动态性、开放性，矿石洒落及土质、碎石道路等易生尘、复生尘、生大尘等特点，创立自感应微喷系统和微量抑尘剂，自适应路面、来车振动与天气变化，抑尘与启尘同步，采用大数据、机器学习和人工智能技术实现了抑尘自动化智能化。(2)创立生态抑尘方法。基于矿山水土本底条件，研发与之适应并具黏结、凝并、吸湿和保水的广谱生态抑尘剂，即溶，无须搅拌加温，性价比高，无毒副及腐蚀作用，易降解，无二次污染。(3)针对极端干旱地区，创立自感应微喷抑尘剂+微补水技术，充分发挥抑尘效能。(4)创立汽车自主微喷抑尘技术。利用尾气与富余压气，对汽车诱发粉尘进行抑尘，启尘与抑尘轨迹完全一致，无尾气排放，无二次扬尘，碳尘及尾气得到净化，抑尘效率高。本技术已收入国家重大环保技术装备目录。 主要技术经济指标：(1)自适应与汽车自净式智能抑尘，压力 0.10～0.35MPa，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
环境科技有限公司、齐鲁理工学院//	每千米耗水量 10.60m^3/d，抑尘剂质量浓度 0.1～0.3%；(2)洒水车喷洒，抑尘剂质量浓度 0.1～1.0%，单次喷洒 0.2～1.0L/m^2，有效抑尘 5d；(3)在极端干旱条件下，喷洒抑尘剂后，单次喷洒 0.2～1.0L/m^2，每天微补水 30min，抑尘 9d；(4)粉尘浓度达到工业企业卫生环境标准。 本项目已取得以下成果：发明专利 4 项，实用新型 3 项，在审发明专利 4 项，发表学术论文 97 篇，国际环境会议做大会主旨报告 1 次。已成功应用于铝、铜、磷、铁露天矿以及黄金及煤地下矿，涵盖铝、有色、磷化、钢铁、黄金及煤炭行业。自应用以来，已承担 10.53 亿吨矿石的矿山粉尘控制，取得直接经济效益 3.41 亿元，节水 7558.10 万立方米，减少 CO_2 排放 2.21 万吨。近三年直接经济效益 9933.48 万元，节水 2553.94 万立方米，按 2 元/t 折算，经济效益 1.50 亿元。2023 年，我国有 3 万座非煤矿山，矿石产量 173 亿吨，其中 80%来自露天，本成果对矿山粉尘防治技术进步和绿色智能发展，具有重要的推动作用。
2025003 大型带式焙烧机优质熔剂性球团关键技术开发与应用 唐山钢铁集团有限责任公司、西安建筑科技大学、河钢乐亭钢铁有限公司//	本项目属于钢铁冶金炼铁球团技术领域。 “双碳”背景下，钢铁行业面临着巨大的碳减排和超低排放压力。球团工序在能耗、污染物排放等方面相比于烧结工序具有明显的优势，带式焙烧工艺是优质熔剂性球团生产的最佳工艺，由于低硅精粉资源长期被国外公司垄断，价格昂贵，制约了熔剂性球团在我国的推广应用。因此，针对大型带式焙烧机基于自产铁精粉资源开发优质熔剂性球团以及高炉应用等诸多技术难题，唐山钢铁集团有限责任公司联合西安建筑科技大学，开展了系统的研究和技术攻关，形成了复杂、多品种铁矿粉高效预处理技术、大型带式焙烧机优质熔剂性球团生产技术及高炉大比例球团冶炼应用示范。 主要创新点有：(1)构建了多品种球团矿粉资源性能数据库，开发了粗颗粒、弱成球性、低成本自产铁精粉高效处理技术，实现了熔剂性球团自产铁精粉比例提高至 40%以上。(2)开发了基于控制生球爆裂和球团液相生成量的带式焙烧机热工参数关键控制技术，形成了适合复杂铁精粉资源条件下多元化球团制备技术。(3)行业内率先阐明了中高硅熔剂性球团生产机理，形成了系统的优质熔剂性球团生产关键控制技术。开发出还原性稳定在 80%以上、还原膨胀指数稳定在 12%以下、RDI+6.3 稳定在 90%以上的高还原低膨胀低粉化优质熔剂性球团。(4)研发与应用了与高炉高比例球团冶炼相匹配的炉型优化设计、合理炉料结构以及上下部操作等系列技术，高炉入炉球团矿比例达到 50%以上，形成了 3000m^3 级高炉高比例球团稳定高效冶炼技术。 本项目在复杂矿粉资源条件下，依托 624m^2 大型带式焙烧机，生产出性能优良的球团矿。熔剂性球团矿抗压强度达到 3165N，还原性 84.1%，还原膨胀指数 10.7%，RDI+6.3 为 93.3%。3 座 2922m^3 级高炉达到 50%以上入炉球团比例，同时，向首钢股份公司迁安钢铁公司销售熔剂性球团矿 25.54 万吨，使用效果良好。 2021-2023 年累计创效 139200 万元，炼铁系统实现了粉尘减排 119.8 吨、SO_2 减排 419.2 吨、NOx 减排 598.8 吨、CO_2 减排 196.7 万吨。为钢铁行业节能减排、绿色发展提供了积极示范。 本项目由中国金属学会组织科技成果评价，总体达到国际领先水平，共发表学术论文 39 篇，申请专利 29 件，其中授权发明专利 8 件，实用新型专利 11 件，主编制定国家标准 1 项。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025004 钒钛矿高炉冶炼技术创新及应用实践 承德钢铁集团有限公司 //	所属学科技术领域：铁前工序信息智能化。 钒钛磁铁矿由于其含钒钛的特点，因而烧结及高炉冶炼均具有较高的难度。随着钢铁工业的进步，自动化、信息化的应用已逐步应用于冶金工业的各领域。因而推动设备自动化、信息化升级对实现钒钛烧结矿成品质量以及钒钛矿高炉稳定顺行和降本增效具有重要的现实意义。鉴于此，通过自主创新研发，将智能化、信息化等前沿技术应用于钒钛矿烧结以及高炉生产中，从而实现铁前系统生产的信息智能化集成。 主要包括：(1)钒钛矿烧结信息化控制技术：针对钒钛矿烧结技术特点，研究开发了钒钛和普通铁精粉精准混匀、无一二次混匀料场钒钛烧结原料精准混匀以及用替代物校准及实物验证减量秤精度技术，有效提升烧结矿生产质量的精准控制及铁前生产各工序的流程化衔接。(2)钒钛矿高炉降本增效技术创新：针对钒钛矿高炉冶炼的技术难题，以冶金热力学和动力学为理论基础，深入研究钒钛矿还原过程，同时将工艺理论与高炉设备优化相结合，在保证钒钛矿高炉长周期稳定运行的前提下，实现高炉生产的降本增效。(3)钒钛矿高炉大数据智能化研究与应用：根据钒钛矿高炉冶炼技术特点，结合高炉炼铁工艺经典基础理论，以“送风制度预测系统”、“高炉体系温度预测系统”、“高炉造渣预测系统”、“高炉体系全方位评价系统”以及“高炉装料制度智能监测系统”为基本架构，建立钒钛矿高炉大数据智能化系统，实现钒钛矿高炉智能化炼铁的目标。 技术效果：(1)通过信息化控制，实现钒钛矿和普矿原料的精准混匀，有效解决了由于混匀料偏析所造成的烧结矿质量问题。(2)通过对钒钛矿在高炉内还原机理的研究，有效解决了由于 TiO_2 过还原所造成的渣铁黏稠问题。铁损率降低 0.285%。(3)通过建立钒钛矿高炉大数据智能冶炼系统，实现了高炉数据挖掘和精准预测，应用后高炉各项技术经济指标均有所提升。 应用推广情况：该项目共获授权发明专利 6 项，发表论文 3 篇，其中国外 SCI 期刊 1 篇，核心期刊 1 篇。2023 年～2024 年期间，该项目的应用实现了产量的增加和主要技术指标的提升，新增效益 1517.48 万元。同时，该项目的成功应用为今后钒钛矿冶炼信息智能化的发展起到一定的指导作用，添补了钒钛矿冶炼在相关技术领域的空白，为钒钛技术领域的进步和提升奠定了良好的基础，经济和社会效益显著。
2025027 高炉大数据智能降碳关键技术研发与应用 东北大学、抚顺新钢铁有限责任公司、邯郸钢铁集团有限责任公司、鞍钢股份有限公司、吉	自 2021 年项目启动以来，围绕高炉大数据智能降碳关键技术，融合大数据、人工智能、5G 及高炉炼铁工艺技术，构建了覆盖料场、烧结、球团、高炉及能源模块的“5G+炼铁”智能制造平台。经过长期探索与持续改进，项目在智能配矿、烧结球团生产智能优化、高炉智能监测与控制、能源智慧管控等方面取得了突破性成果，实现了炼铁过程的精准优化，显著提升了生产稳定性，降低了能耗，为钢铁行业绿色低碳转型和高效智能化发展提供了重要支撑。项目主要创新点如下： (1)通过虚拟-物理协同技术、数据中台、知识图谱及 5G 通信技术，构建一体化集成指挥中心和超大规模炼铁数据中心，实现炼铁生产全过程的数据深度挖掘、仿真和闭环调控，突破传统生产组织的扁平化重构瓶颈，实现了炼铁生产组织管理的系统性创新。 (2)首次开发了原料场、球团和烧结工序的全流程智能优化配矿和产品质量预测系统，提出了烧结状态质量综合指数，实现了原料场的无人化智能管理及

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
林建龙钢铁有限责任公司//	烧结、球团生产过程的综合评价、精准感知与科学决策。 (3)结合智能感知、大数据与数字孪生融合技术，构建涵盖炉热、炉缸活跃性、煤气利用率、透气性、渣系控制、操作炉型和动态炉况等多维度的高精度高炉信息物理系统，形成了高炉大数据智能低碳冶炼关键技术。 (4)构建智能能源管控体系，全面集成钢铁全流程能源数据，打通单体系统与全流程生产数据的协同互联，实现精确调度与能效优化，推动企业实现节能降碳目标。 项目形成发明专利 27 项，实用新型专利 8 项，软件著作权 25 项，发表科技论文 32 篇，专著 1 项。智能化炼铁系统现已实现连续安全稳定运行 3 年以上，突破了“5G+炼铁”智能平台、智慧料场、智能造块、智能高炉、智慧能源等核心技术，实现关键指标在线预测精度达到 90%以上，炉况稳定性提升 30%以上，吨铁能耗降低 46.4kgce、二氧化碳减排 140kg；成功应用于抚顺新钢铁、邯钢、鞍钢和吉林建龙，创造总经济效益 51553.91 万元。 项目实现了高炉大数据智能降碳技术的创新应用，显著推动了我国钢铁行业在低碳环保和可持续发展方面的进步，填补了国内技术空白，树立了低碳生产标杆，培养了大数据与炼铁工艺复合型人才，带动相关产业链发展，为钢铁行业低碳绿色智能转型提供了可推广的示范样板。 中国钢铁工业协会主持对本项目成果进行了评价，经专家评价委员会鉴定，本项目成果总体上达到了国际领先水平。
2025037 复杂煤种智能精准配煤炼焦技术集成开发与应用 重庆大学、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、攀钢集团西昌钢钒有限公司、辽宁科技大学、邯郸钢铁集团有限责任公司、华北理工大学、四川能投旺苍焦化有限公司//	本项目所属科学技术领域：钢铁冶金炼铁技术和煤化工炼焦技术领域。 面向国家“双碳”发展战略和能源安全战略，高炉合理用焦和低焦比冶炼成为炼铁技术追求的目标。当前中国大型高炉使用焦炭的热强度普遍较高，优质焦煤资源消耗大，燃料成本高，严重制约高炉绿色低碳发展和低成本运行。目前炼焦用煤复杂化、劣质化，弱粘煤结焦难、利用不高，焦炭质量波动大、评价不准确，影响高炉技术经济指标和稳定顺行。本项目提出了以“煤岩生烃度”为核心的配煤原理，开发了弱粘煤改性炼焦技术和焦炭质量评价体系，构建了复杂煤种多相耦合智能配煤炼焦集成模型，实现了高配比弱粘煤炼焦，降低了炼焦成本，形成了一套复杂煤种智能精准配煤炼焦理论和关键技术，完成了工业推广应用，为钢铁行业节焦降本和焦化行业可持续发展提供了重要支撑。 主要创新性工作如下： (1)设计了煤岩多密度级热浮沉搅拌分离方法，揭示了热解过程煤岩分子结构–显微组织–软熔性能的转变机制，构建了煤岩参数与粘结性的关系，提出了以“煤岩生烃度”为核心的配煤原理和以镜质组平均最大反射率、生烃度为判定指标的配煤调控技术。 (2)构建了完整的煤热塑性特征温度区间，查明了热塑性区间胶质体轻重相的主要成分及含量，揭示了铁、钛及碱金属化合物对煤热塑性行为及焦炭性能的影响机制，建立了无机组分对焦炭性能的影响因子参数，开发了非炼焦煤改性剂，实现了高配比弱粘煤炼焦。 (3)研发了变压变气氛式焦炭热性能测试系统，实现了高炉内不同区域焦炭性能及结构降解的定量化解析，提出了焦炭石墨化强度的概念，建立了焦炭抗压强度与石墨化强度、孔圆度的数学模型，阐明了不同焦炭的劣化机理差异，开发了高炉用焦炭的热性能评价体系。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	(4)提出了基于煤种固相-液相-岩相指标的炼焦煤质量多维度评价方法，实现了多煤种精准定级，开发了复杂煤种多相耦合智能配煤炼焦技术，构建了煤种多相耦合评价-配煤结构最优组合-焦炭质量精准预测为一体的集成模型。 项目授权发明专利 38 项、实用新型专利 2 项；发表论文 99 篇，SCI 检索 56 篇；出版专著 1 部，编写教材 1 本。科技查新结果为“未见与本项目查新点相同的文献报道”，中国金属学会组织的成果评价结论为“项目成果整体达到国际领先水平”。 该技术成功应用于攀钢、邯钢、旺苍焦化等单位的顶装和捣固焦炉，弱粘煤配比提升 8%以上，焦炭热强度稳中有升，高炉操作指标显著改善。近三年累计实现降本 3.3 亿元，减少碳排放 246 万吨。
2025048 高炉焦炭和喷吹煤的多尺度性能评价及多维度协同降耗技术 中天钢铁集团有限公司、北京科技大学、武汉钢铁有限公司//	属于工业冶金炼铁技术领域。 焦炭和喷吹煤是高炉的主要燃料，也是影响高炉整体碳排放和冶炼成本的关键调控对象，在当前焦炭和喷吹煤高品位资源日益短缺情况下，明确好焦炭与喷吹煤的协同机制，对有效降低高炉燃料比具有至关重要的作用。本项目针对焦炭在高炉高温区功能的评价指标体系缺乏、多种焦炭在高炉内的混合搭配和布料机制不明晰、喷吹煤粉微观结构与宏观性能关联机制不清楚以及高炉内焦炭与喷吹煤协同优化冶炼规律不明晰等问题，研发出高炉焦炭和喷吹煤的多尺度性能评价及多维度协同降耗技术，为高炉极致能效冶炼和企业降低生产成本提供有力技术支撑。 1.针对焦炭在高炉内部环境下的性能演变机制，开发了焦炭高温反应行为新指标体系，将原有指标提升至 22 个，应用熵权法搭建了可指导高炉应用的焦炭多尺度性能评价新模型，评价结果与现场使用效果高度一致。 2.开发了基于焦炭多元混合搭配优化策略的分类装料技术，制定了焦炭多元混配原则和焦炭分类精准布料制度，所应用高炉的利用系数、煤气利用率、燃料比显著优于其它同立级高炉。 3.针对喷吹煤微观结构与宏观性能的多尺度关系，开发了喷吹煤大分子结构的精准构建算法，将原有评价指标提升至 20 个，建立了喷吹煤综合性能的新评价体系，实现不同喷吹煤的高效利用。 4.建立了高炉燃料结构动态调控系统，开发了煤-焦一体化协同降耗冶炼技术，实现了精准制定高炉运行的燃料最佳配比方案，优化焦炭结构的基础上提高喷吹煤的性价比，燃料成本显著降低。 本项目获得授权专利 12 件，其中发明专利 10 件，软件著作权 1 件，发表论文 47 篇。 本项目在中天钢铁集团有限公司、武汉钢铁有限公司等企业成功应用，经济和社会效益显著,助力中天钢铁高炉日产量提高 1000 吨,燃料比降低 27kg/t，实现 355 标煤 kg/t 铁的极致能效，累计经济效益达 2.28 亿元。武汉钢铁有限公司在应用本技术后，实现燃料比下降 5.3kg/t，直接经济效益达 4361.3 万元。 中国金属学会成果评价认定本项目达到国际先进水平。
2025050 高比例赤褐铁矿球团超低膨润土成	项目名称：高比例赤褐铁矿球团超低膨润土成球与强化焙烧关键技术及应用。 本项目属炼铁技术领域。钢铁工业是最具节能减碳潜力的行业，钢铁生产能源消耗和碳排放主要在炼铁工序。球团工序相较于烧结节能降耗效益显著。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
球与强化焙烧关键技术及应用 中天钢铁集团(南通)有限公司、安徽工业大学、北京科技大学、中冶长天国际工程有限责任公司//	加快发展球团技术是现阶段我国钢铁工业绿色转型升级和新质生产力内涵式发展的主要方向之一。开辟赤褐铁粉矿在球团中的应用对拓宽球团原料来源、降低生产成本意义重大，并与钢铁行业“双碳”战略目标高度契合。赤褐铁粉矿球团化的技术核心在于对其进行预处理，使其满足成球性能指标要求。通常采用磨矿技术对赤褐铁粉矿进行研磨改性。然而，在实际应用中仍面临若干技术难题：(1)干式磨矿技术生产效率低，设备损耗严重；(2)赤褐铁粉矿含结晶水，亲水性强，湿式磨矿细化后易产生泥化锁水现象，脱水难度大；(3)赤褐铁矿固结机制区别于磁铁矿，焙烧温度高且适宜区间窄，成品球强度差，极大限制了赤褐铁粉矿球团化技术的实施。 在系统解析赤褐铁粉矿球团化技术实施问题及其原因基础上，经中天钢铁、安徽工业大学、北京科技大学和中冶长天四家单位自主创新和联合攻关，取得如下创新成果：(1)基于铁矿石理化性能互补原则，提出了“软硬搭配”的组合磨矿工艺；基于颗粒表面电荷团聚原理，研发了宽适配高效絮凝剂；形成“双级湿式磨矿-絮凝沉降-板框压滤”的粉矿成球性能强化成套技术，实现球团原料粗粉矿配比达到 40%以上；(2)创建并发展了高比例赤褐铁粉矿零膨润土成球理论，揭示了基于液桥理论和力种耦合平衡原理的赤褐铁粉矿细化成球机理；开发了受限条件生球质量智控系统，实现了复杂环境下球团粒径和质量的稳定调节，实现膨润土配比长期低于 0.5%；(3)建立了基于镁铝组分调控液相生成量的赤褐铁矿球团抗压强度提升机制，球团 MgO 含量达到 1.8%，抗压强度达到 2300N/Pellet；提出了高比例赤褐铁矿球团内配焦化除尘灰协同强化焙烧技术，实现赤褐铁矿比例达到 72%，焙烧温度和煤气消耗分别降低 32℃和 8.1m^3/t，是赤褐铁粉矿球团化技术的原创性突破。 上述技术先后应用于中天钢铁、青岛邦拓，近三年分别新增经济效益 3.03 亿元和 1.64 亿元。毛新平院士领衔的中国金属学会评议委员会一致认为“该成果经济和社会效益显著，推广应用前景广阔，总体达到国际领先水平”。项目拥有自主知识产权 32 项，其中发明专利 19 件，发表学术论文 20 篇，培养硕士、博士及博士后 80 余人。
2025054 面向高硅褐铁矿的大型烧结机绿色低碳创新技术研究与应用 山东钢铁集团日照有限公司、中冶长天国际工程有限责任公司//	本项目属钢铁冶金烧结技术领域。 随着钢铁产量的逐年增长，易选铁矿石资源日渐匮乏，贫细杂铁矿石将成为钢铁工业的重要原料，其中褐铁矿作为世界上常见且分布广泛的难选铁矿石，其资源利用情况与高效选矿方法备受人们关注。我国已探明的褐铁矿储量为 12.3 亿 t，占已探明铁矿石总储量的 2.3%，但其铁品位 30-40%，需经富集才能达到铁品位≥60%的冶炼要求。目前，在造块环节，高硅褐铁矿尚存在机理准则不明确、工艺制度不清晰、装备控制难满足要求等缺陷，随着节能降本增效要求的日益严格，研究和开发面向高硅褐铁矿的大型烧结机绿色低碳创新技术研究与应用，对支撑我国钢铁工业产业升级、实现绿色可持续发展具有重大意义。 项目完成单位从 2017 年开始，组建产学研联合团队，针对面向高硅褐铁矿烧结造块的 14 项关键技术实施攻关，经过实验室小试、仿真模拟及现场多次工业化试验，集成了面向高硅褐铁矿的大型烧结机绿色低碳技术体系，成功实现工业应用，取得了显著的经济社会效益，其主要创新成果如下： 创新点 1：针对高硅褐铁矿点火/烧结行为特征与机理准则不明确的难题，探明了点火与烧结过程机理，分析了烧结全过程燃烧带形成、下移与热量传递

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	的机理特征与优化准则，构建了适合高硅褐铁矿烧结生产的最优工艺制度。 创新点 2：针对高硅褐铁矿烧结行为变化，研究适应于高硅褐铁矿的烧结布料技术、混匀制粒技术、强化用风、风机平衡、污染物排放的关键配套技术，实现高硅褐铁矿厚料层绿色化烧结技术。 创新点 3：针对高硅褐铁矿烧结行为变化，研究适应于高硅褐铁矿的烧结点火装备技术、多功能长寿环冷机装备、篦条防脱落技术、输送带胶接技术等系列装备技术，实现了高硅褐铁矿烧结长寿化装备研制技术。 该项目已获授权专利 13 件，其中发明专利 9 件；获中国专利优秀奖 1 项，全国发明展览会银奖 1 项、山东省冶金进步一等奖 1 项、山东省冶金进步二等奖 2 项；发表学术论文 10 篇；形成国家标准 2 部。 该项目成果已成功应用到山东钢铁集团日照有限公司、山东钢铁集团莱芜有限公司、宝武集团等 3 家国内外知名钢企，每年可节省 13780.09 万元。 该项目整体技术达国际先进水平，首创的“面向高硅褐铁矿的大型烧结机绿色低碳创新技术研究与应用”技术居国际领先水平，为我国钢铁工业产业升级和国际钢铁产能合作提供了技术保障，有助于我国钢铁工业的供给侧改革和“一带一路”战略实施。
2025068 3800 立方米高炉冶炼创新技术及综合应用研究 广西柳州钢铁集团有限公司//	根据国内外专家学者对大型高炉研究表明，大型高炉对原燃料质量和稳定性需求较高。但是，随着煤、矿等资源过渡开采，原料资源日益匮乏，优质资源更是有价无市。作为企业必须采取措施适应市场，才能存续发展。广西钢铁 3800m³高炉炼铁团队率先打破思维定式，提出高炉工艺从被动向市场提资源诉求，转变为主动调整适应市场变化。通过对设备升级改造，调整工艺参数、优化操作等全方面改进，在原燃料质量长期波动的情况下，保证了高炉稳定、高产、低耗。具体目标是提高块矿比至 20%以上，提高煤比 175kg/tFe 以上，燃料比控制在 505kg/tFe 以内，实现铁水成本最优的目标，达到全国行业先进水平。 关键技术。 1.开炉快速恢复技术研究。高炉开炉和长期休风后能否快速恢复，是影响高炉顺利运行、稳定高效生产的关键技术。尤其是大高炉的开炉、复风技术，是整个行业公认的重点、难点课题。广西钢铁自主研发的快速复风达产技术，稳定营造初始气流，平稳渡过“爬坡期”，快速顺行达产，降碳提效。 2.经济炉料技术研究与开发。精料是高炉炼铁的重要技术，尤其是大高炉，要保持炉况长期稳定顺行，需保证入炉料有好的冶金性能。大块矿比的应用，会造成熟料率的下降，势必影响原料质量，本项目在保证大块矿比条件下实现高炉生产的稳定。 3.配矿模型研究。因矿石价格实时波动，性价比存在动态变化，而炉料结构的频繁变化会造成高炉软熔带波动，不利于气流稳定。本项目在平衡大块矿比条件下实现炉料成本最优。 4.配煤模型研究。随着喷吹煤用量的提高，置换比会下降，未燃烧煤粉的增加会造成煤气流变化，炉渣黏度升高，影响渣铁排放等问题。本项目通过对不同煤种性能研究，保证配料后喷吹煤质量稳定，提高置换比，从而减少对炉况的影响，在高煤比条件下实现高炉燃料成本最优。 5.炉腹煤气利用技术研究。高炉生产煤气利用率偏低，说明燃料热量未能充分利用，造成燃料消耗偏高，成本上升。通过对高炉生产基础数据研究发现，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	平衡风量、富氧、炉腹煤气量指数等指标，可提高煤气利用率、降低燃料消耗，达到高效、低耗的生产目的。 社会效益：填补广西炼铁业在大块矿比、高煤比低成本炼铁技术领域研究空白。高炉综合焦比稳居在全国同行前三水平。为发展低碳炼铁技术，早日实现“碳达峰”与“碳中和”作出重要贡献。 经济效益：实现节能降耗、减少炼铁工艺碳排放、降低生产成本等目标。每年降低铁前原燃料成本 2 亿元以上。
2025083 中型高炉铜冷却壁安全长寿技术研究及应用 江苏沙钢钢铁有限公司、北京科技大学//	高炉高效长寿是炼铁行业关键共性技术。延长高炉寿命可有效提高生产效能、降低维修投资和生产成本，是高炉安全稳定运行的重要保障。目前，高炉高热负荷区域普遍应用的铜冷却壁实际使用寿命通常在 5～10 年，为了保障高炉的安全生产，必须中修更换，无法达到设计寿命 15 年的目标。铜冷却壁破损一方面造成高炉生产成本增加，另一方面危害高炉生产安全。 江苏沙钢钢铁有限公司、北京科技大学等单位针对以上难题开展了 10 余年的技术研究，开发了中型高炉铜冷却壁安全长寿技术，突破了铜冷却壁长寿应用技术瓶颈，为铜冷却壁的安全长寿应用提供理论及技术支撑。 主要创新如下：(1)解析了高热负荷区域铜冷却壁的热应力和热疲劳行为，揭示了铜冷却壁磨损破损机理，提出了能够适应炉料膨胀特性的“高炉炉料自适应炉型理论体系”，为铜冷却壁的长寿应用提供了理论依据。(2)提出了高炉炉腰体积占比 12%～14%的合理炉型结构，创新设计了交互式铜冷却壁结构，开发了炉身上部的“薄铸铁冷却壁+厚捣打料”结构，改进了定位销孔设计，形成了中型高炉长寿铜冷却壁设计和安装方法。(3)基于“高炉炉料自适应炉型理论体系”，建立了中型高炉铜冷却壁长寿操作、维护制度，实现了高炉煤气流分布、软熔带位置以及死焦堆尺寸的精准调控，提出了高炉渣皮厚度 30～50mm 控制标准，有效延缓了铜冷却壁的磨损进程。(4)明晰了受力大小、磨损速率、服役时长和环境温度等因素对铜冷却壁磨损量及磨损速率的影响规律，建立了一套高精度的冷却壁剩余厚度预测算法，开发了高炉铜冷却壁三维可视化监控预警平台，实现了对高炉铜冷却壁的动态监控。 项目获得授权发明专利 8 件，发表论文 37 篇。成果成功应用于沙钢三座 2680m^3 高炉，铜冷却壁使用寿命延长至 18 年以上，是全国高炉铜冷却壁使用平均寿命的 2 倍以上，经济效益达 8.62 亿元，经中国金属学会组织专家鉴定一致认为“该项成果整体达到国际领先水平”。
2025091 中高硅熔剂性球团矿制备及高炉大比例使用技术研发与应用 建龙西林钢铁有限公司、北京科技大学、北京建龙重工	2023 年，中国粗钢产量为 10.19 亿吨，占全球 53.97%，钢铁行业 CO_2 排放占全国总排放的 15%，铁前工序占钢铁碳排的 85%，炼铁行业肩负资源与环境的双重挑战，高炉低碳炼铁势在必行。高炉大比例球团冶炼是实现钢铁工业源头绿色低碳发展的趋势，也是我国未来高炉炼铁的发展方向。国内外钢铁企业大比例球团冶炼生产实践中取得了良好的效果，但目前实施的企业均是基于国外或自产高品位低硅铁矿生产熔剂性球团(SiO_2＜3.5%)，而国内铁矿资源贫乏，SiO_2 含量普遍在 3.5～5.5%之间，进一步磨选导致选矿成本高，低硅铁矿资源的缺乏限制了该技术在国内的广泛应用。因此，研究基于国内铁矿资源生产中高硅熔剂性球团，实施基于中高硅熔剂性球团的高炉大比例球团冶炼技术、降低铁前能耗及碳排是我国钢铁行业实现高球比冶炼普遍面临的关键瓶颈问题，也是钢铁行业低碳发展的迫切需求。 该项目系统研究了中高硅熔剂性球团矿制备及高炉大比例使用技术，主要创

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
集团有限公司//	新点为：(1)首次揭示了中高硅熔剂性球团液相生成与结晶析出机理，明确了液相体系的调控方法，构建了熔剂性球团液相含量预测模型，提出了基于“成分-温度”协同优化的中高硅熔剂性球团液相调控技术。(2)形成了基于球团液相体系的带式焙烧机热工制度优化原则，提出了中高硅熔剂性球团熔剂结构设计与性能优化方法，首次实现了 SiO_2 为 3.5～5.5%、碱度为 1.0～1.1 条件下中高硅熔剂性球团带式焙烧机工业大规模生产，球团强度达 2963N，还原膨胀指数均值 11.2%，还原度均值 89.9%，低温还原粉化率均值 87.5%。(3)构建了中高硅熔剂性球团配加高硅超高碱度烧结矿冶炼的高炉综合炉料结构调控方法，通过渣系重构，实现了渣系热焓、粘度及脱硫排碱性能的协同优化，为中高硅熔剂性球团高比例冶炼渣量降低条件下的脱硫排碱奠定基础。(4)提出了“混装排料、边缘中心兼顾”的料序、料制优化方法，实现了煤气流合理分布，制定了基于热制度、送风、布料制度的中高硅熔剂性球团高球比冶炼操作技术规程，首次在工业上实现基于中高硅熔剂性球团的 50%以上高球比冶炼。 项目申请专利 13 项，授权 7 项，发表论文 26 篇(SCI 论文 14 篇)。经中国钢铁工业协会成果评价，专家委员会一致认为该项成果达到国际领先水平。 该技术成功应用于建龙西钢，高炉渣量降低 52kg/吨铁，燃料比降低 3.4kg/t，直接经济效益 11855.7 万元。
2025099 绿色低碳高炉炼铁技术创新与应用 中冶京诚工程技术有限公司、唐山钢铁集团有限责任公司 //	项目属于高炉炼铁技术领域。 高炉炼铁经过长期发展与优化，在技术、工艺和经济性方面发展显著，未来很长时间内仍将是我国主流炼铁工艺。面对绿色低碳智能高效的新要求，高炉炼铁技术及装备仍需要不断进行创新与迭代升级。 本项目针对原有高炉炉型及炉体结构难以适应高冶炼强度和多元化炉料的需求、放散煤气治理不完全、煤气利用效率偏低等问题，开发了涵盖高炉本体、煤气治理及高效利用的炼铁关键技术，炉型适用于高比例球团冶炼，实现了绿色低碳高炉炼铁生产。项目主要创新如下： (1)开发了绿色低碳高炉本体关键技术。建立了高效低碳炉型设计体系，开发了适应高比例球团低碳冶炼的变锥度炉型及操作技术；首创组合式冷却结构协同分段分区调控冷却技术及诱导侵蚀型全导热炉底炉缸长寿技术。炉体冷却强度增加 31.3%，炉缸侧壁耐材温度降低 22.6%，3000m^3 级高炉球团矿入炉比例月平均达到 64%。 (2)开发了高炉放散煤气全量回收技术。首创“三级除尘+强制引射”的炉顶均压煤气全回收技术及休风放散煤气安全高效全回收技术，开发了适用于煤气回收的高效引射装备，建立了基于时间模式和压力模式的耦合平衡控制模型，实现了放散煤气全回收。吨铁煤气回收量 9～12Nm^3，粉尘排放浓度≤5mg/Nm^3。 (3)开发了基于煤气极致利用的绿色环保热风炉技术。首创低碳低氮旋切顶燃式热风炉燃烧器、多座高炉热风炉协同智能化操作技术，开发了“一烧两送”热风炉提质增效技术及互锁式气流均衡高效格子砖，单烧高炉煤气条件下单位加热风量单位风温热量消耗≤1.52kJ/Nm^3/℃，送风平均温度≥1250℃，热风炉烟气中 NOx≤25mg/Nm^3。 3000m^3 级高炉采用本技术，每年可减少 CO_2 排放 54.6 万吨。 本技术授权专利 109 件，其中发明专利 30 件(含国外 4 件)；主编或参编国家

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	标准 6 项和行业标准 1 项；发表论文 58 篇。 本技术成功应用于河钢唐钢、兴澄特钢、印尼喀钢、马来西亚东钢等国内外 82 座高炉，2017-2024 年 1500m^3～3000m^3 级别高炉市场占比超过 50%，为中冶京诚新增合同额 216 亿元，其中 2022 年～2024 年新增合同额 54.36 亿元；2022 年～2024 年为河钢唐钢节支 21.37 亿元。 积极参与一带一路建设，本技术成功应用于印尼和马来西亚，将中国技术和标准应用于国外冶金工程领域，提升了中国钢铁的国际影响力和竞争力。 经中国金属学会评价本技术达到国际领先水平。
2025107 基于一体化配矿技术的港口集约化混矿新模式与产业实践 中冶赛迪工程技术股份有限公司、五矿(唐山)矿石发展有限公司、北京科技大学、中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司、河北纵横集团丰南钢铁有限公司//	2023 年我国进口铁矿石 11.8 亿吨，其中澳洲及巴西矿占比达 80%以上，长期受制于国外四大矿山，而多矿源配矿技术是降低对外依存度的有效途径，也是钢铁企业降本增效的关键手段，但炼铁生产面临着工艺复杂、跨工序协同不足、指标预测依赖经验等技术难题，以炼铁全要素最优为目标的配矿技术难以突破。 本项目首次通过技术架构、机理解析、模型算法、工艺流程的协同创新，破解行业技术难题，打通了矿粉-烧结/球团-高炉一体化配矿技术链条，研发了炼铁多工序、多约束、多目标耦合优化的配矿技术，建立了港口集约化、绿色化混矿新模式。 主要创新如下：1.构建了行业首个覆盖铁区“原料-烧结/球团-高炉”全工序协同优化的配矿技术体系，在河北曹妃甸建成全球首个千万吨级集约化港口混矿中心。开创了基于一体化配矿技术的港口集约化混矿新模式，汇聚全球多元化矿源，稳固产品品质。2.开发了基于多目标系统优化的一体化配矿模型。提出了前馈预测+反馈调节的一体化配矿模型技术架构，研发了炉况挖掘、误差追溯和基于窄区间定向优化的求解算法，开发了基于矿相特征扩增的烧结性能预测模型和基于 RBF 神经网络的高炉炉况指标预测模型，实现多目标非线性求解和一体化配矿，求解效率提高 3 倍。3.提出了基于高温铺展指数与矿相定量化的矿粉性能表征新方法，建立了基于矿粉微观特性的综合性能评价指数，构建了覆盖全球 102 种统一实验平台的铁矿粉全尺度性能数据库。4.提出了一种基于短流程多级匀化机构的混矿加工新工艺流程，采用了双料合流的创新布置，优化了配料与匀化机构的作业时序，混匀效率提升 30～40%。 项目获得授权发明专利 20 件、实用新型专利 7 件，实审发明专利 18 件，软件著作权 3 项，发表论文 10 篇，发布国家标准 1 部，团体标准 2 部。2023 年 11 月，由中冶集团组织行业知名专家进行成果鉴定：成果整体达到国际先进水平，其中一体化配矿技术架构达到国际领先水平。 依托项目成果在唐山曹妃甸建成全球首例千万吨级港口集约化混矿中心，开发生产精混产品近 800 万吨，推广应用至河钢、首钢、纵横等 30 余家钢铁企业，打造了首个国产铁矿石期货交割品牌。近三年，项目成果为完成单位创造销售收入 56.02 亿元，应用企业铁水成本平均降低 10～15 元/t，每年总计节约成本约 10 亿元，降低 CO_2 排放 73.3 万吨。项目非主流矿最高应用比例达 70%，降低了对四大矿山主流矿的依赖，开创了铁矿石绿色供应链新模式。
2025150 绿色低碳烧	钢铁工业是典型的高能耗、高碳排行业，烧结的污染负荷也居钢铁工业之首，是钢铁工业碳减排和污染控制的关键工序。烧结工序使用的燃料等是烧结碳

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
结技术开发及应用 湖南华菱涟源钢铁有限公司//	排放的主要因素，烧结过程的热量合理利用可以极大程度的减少燃料、煤气等消耗，降低污染气体和碳的排放。利用机尾热成像技术稳定烧结矿 FeO 含量，提高料层厚度，抑制边缘效应，对燃料进行预筛分以提高燃料利用率，提高余热回收利用率，减少热量浪费，优化烟气处理工艺，降低了固体燃料消耗，减少工序能耗，实现碳减排。 1.利用热成像技术提高烧结矿 FeO 稳定率；机尾料层断面画面捕捉，智能感知分析，准确预判 FeO 含量，解决人工判断误差大的问题，控制适宜的燃料配比，减少不必要的浪费，节约成本，固体燃耗从 50.6kg/t 降低至 48.82kg/t，烧结矿 FeO 降低，还原性改善，降低高炉燃料比。 2.开发应用烧结终点智能控制系统，预测烧结终点位置，提前调整工艺参数，提高终点温度至 500℃左右，控制烧结终点位置，保证足够的高温保持时间，改善烧结矿质量，返矿配比由 22%降低至 20.5%以内。 3.高产高质低耗烧结：针对高料层烧结料层阻力大、抽风负压高、电耗高等问题，优化燃料粒级分布，优化料层结构，优化原料液相生成性能，形成了低负压高料层均热烧结体系，合理控制料层温度场，在涟钢各烧结机上均已应用，产量、质量均有提升，燃耗和电耗下降明显。 4.提高固体燃料利用率：针对燃料粒级过破碎带来的料层热量不均、细粒级随废气排出造成浪费等问题，采用预筛分工艺，减少燃料中细粒级比例，尤其在原料粒级偏粗、超高料层烧结条件下，优化燃料粒级组成，燃耗下降明显，质量稳定性也有提高。 5.针对 360m^2 烧结机余热电站对应的环冷机余热回收系统进行提升改造，通过系统性综合能效诊断，应用“阶梯式余热回收”技术，在余热回收热风烟罩内安装隧道式多通道余热回收装置，并综合优化环冷机余热回收系统，有效提升余热烟气的回收效率，余热锅炉蒸汽产生量提升 11.3t/h，大幅度的提升发电量，有助于减少气体排放及环境污染，有效降低烧结工序能耗。 6.针对涟钢 360 ㎡烧结机脱硫效率低的问题，优化升级烟气处理工艺，改“CBF 半干法脱硫工艺”为“石灰湿法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺”，上线后大大减少涟钢炼铁厂二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等排放，机头烟气出口 SO_2 浓度降低 5mg/m^3，颗粒物浓度降低 4.9mg/m^3，有效减少区域内的空气污染。
2025155 基于燃料偏聚的低碳均热烧结关键技术与装备 湖南华菱湘潭钢铁有限公司、中南大学、湘潭华菱云创数智科技有限公司//	项目属于炼铁技术领域。 烧结法原料适应性强、生产成本低，在我国炼铁精料生产中长期占据支配地位，我国烧结矿年产量超 10 亿吨，占世界总产量的 65%以上。但烧结法能耗高、碳排放大，污染负荷居钢铁生产各工序之首。高料层烧结是实现低碳绿色烧结生产的重要途径，是几十年来国内外烧结研究最活跃的领域，但由于“蓄热效应”导致的“烧结料层上部热量不足、下部热量过剩且料层越高热量不均越严重”的固有难题始终未能根本解决，导致烧结生产能耗和排放明显高于球团法并存在产品质量不均、返矿率高等问题。本项目在深入研究烧结料层热量分布和传热规律的基础上，确定了解决热量不均问题的重点目标-表面料层，提出了表层燃料偏聚烧结的技术思路，开发出了基于燃料偏聚的低碳均热烧结关键技术与装备，并实现工业应用。 主要创新点如下：(1)建立了调控燃料分布的均热烧结理论，揭示了燃料偏聚的原则和方法。构建了烧结料层热状态模拟模型，发现表层燃料偏聚是同步提高表层温度、延长高温时间、降低冷却速度的最佳路径，揭示了实现低碳

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	均热烧结的燃料分布规律。(2)研发了基于燃料偏聚的低碳烧结关键技术，大幅降低了固体燃料消耗。揭示了表层燃料偏聚对烧结产量、质量、能耗和排放的影响规律，探明了燃料偏聚的适宜工艺参数，形成了基于燃料偏聚的减碳关键技术，吨矿燃耗降低 2.71kg。(3)建立了与表层燃料偏聚烧结相匹配的点火工艺制度，实现了超低能耗点火。查明了燃料偏聚模式下点火制度影响烧结的规律与作用机理，确立了相匹配的点火工艺新制度，点火温度降至 850℃以下，点火能耗降低约 50%。(4)开发出实现表层燃料偏聚的成套装置和设备，实现了燃料的精准偏聚。研制出集“燃料高效气力输送-双螺旋均匀布料-表层原位混匀”于一体的燃料精准偏聚核心装备，并成功嵌入烧结主工艺，实现了稳定工业生产。 本成果获授权专利 15 件，自 2022 年起在湘钢 3 台大型烧结机上应用，年产烧结矿超 1000 万吨，实现了 1050mm 超高料层烧结，固体燃耗降低至 39.62kg/吨，CO 减排 35%，点火能耗降低约 50%，烧结返矿率降低至 12.2%，产量、质量、能耗、排放指标全面提升。近三年累计节约固体燃料 9.3 万吨，减排 CO_2、CO 分别达 24.4 万吨、14 万吨，创效 4.3 亿元，经济、社会和环境效益十分显著。中国金属学会组织的成果评价会上，七位专家一致认为本成果达到国际领先水平。
2025162 双碳背景下大型带式焙烧机极低能耗低碳运行关键技术研究与应用 首钢集团有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、中南大学、北京首钢国际工程技术有限公司、北京首钢股份有限公司//	该项目属于钢铁冶金炼铁领域。 烧结矿和球团矿是高炉炼铁的两个主要原料。球团矿生产过程的污染物和碳排放分别比烧结工艺低 60%和和 30%。所以在“双碳”背景下推进球团工艺发展，提高球团矿在高炉中的使用比例，已成为我国钢铁工业重要的碳减排措施之一，被国家发改委纳入了产业结构调整指导目录里。 2010 年首钢在国内建立了第一台 504m^2 大型带式焙烧机，并实现了高炉用 55%以上球团矿，引领了我国球团带式焙烧机工艺的发展。目前国内已建和在建带式焙烧机数量达到了 28 条，已成为发展趋势，但存在工艺段温度分布不合理，气流阻损高，球团上下层质量均匀性不足，过程能耗高等问题，制约带式焙烧机的高效运行。 对此，首钢与中南大学、设计院等单位联合系统研究了带式焙烧机的温度场和流场，开发出了铁矿石与熔剂耦合的低温焙烧技术，设计了带式焙烧机新型布风设备、低阻损台车和流线型烟道，研发了热量高效循环和梯级利用系统，显著降低了带式焙烧机的工序能耗和碳排放。 主要创新点有：(1)开发出了多元物料耦合匹配的蓄热式低温焙烧技术，突破了高强度球团矿和高碱度球团矿需要的焙烧温度和能耗高的瓶颈问题。在生产碱度 1.13、抗压强度 3200N/P 以上高品质球团矿的同时工序能耗降低至 13.9kgce/t，达到国际领先水平。(2)创新设计了带式焙烧机新型布风设备、低阻损台车和流线型烟道，解决了焙烧气流阻损高，球团上下层质量不均的问题，显著降低了风箱压力和五大风机的电耗。带式焙烧机风箱负压由 4.2kPa 下降至 1.9kPa，球团电耗由 28kWh/t 降低至 20.4kWh/t，为带式焙烧机工艺的进一步发展提供了重要支撑。(3)开发了带式焙烧机热风高效循环和梯级利用技术。解析了带式焙烧机工艺段温度场及热量分布规律，建立了智能化的风流温度匹配系统，智能匹配干燥、预热、焙烧、冷却过程能量，实现带式焙烧机热工透明化和热量的高效梯级利用，煤气消耗由 28.4m^3/t 降低至 20.3m^3/t。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	项目实施后，首钢京唐公司 3 台 504m^2 带式焙烧机工序能耗由 19.8kgce/t 降低至 13.9kgce/t，吨球碳排放降低至 40kg，比传统工艺降低了 30%。能耗降低带来的三年经济效益 2.66 亿元。发展球团，提高球团矿在高炼铁中的使用比例是我国钢铁工业重要碳减排措施之一，本项目为球团工艺的低碳绿色发展起到了示范引领作用，具有重要推广应用价值。
2025163 极低排放下的高效低碳烧结技术创新与应用 北京首钢股份有限公司、首钢集团有限公司、北京首钢国际工程技术有限公司//	本项目属于低碳绿色炼铁技术领域。 烧结矿是我国高炉炼铁的主要原料，其生产工艺对产质量及炼铁生产影响巨大。在铁矿石“基石计划”背景下，高效优质的烧结矿生产工艺创新对增强我国铁矿石资源保障能力有重要意义。 绿色低碳发展方向下，高能耗和高污染的烧结工序需深入推进减污降碳。烧结超低排放后，粉尘和 SO_2 等排放大幅降低，但含 5000mg/m^3 以上高浓度 CO 的烧结烟气和环冷机中低温废气多直接排放，造成污染和余热余能浪费。针对上述问题，本项目以“高效、低碳、极低排放”烧结为目标，开发出返矿分流、延长消化时间等强化制粒技术，提升优质烧结矿生产效率的同时降低了固体燃料消耗，开发了环冷机中低温废气零排放和烧结烟气 CO 极低水平排放技术，实现了烧结减污降碳协同。 主要创新点如下：(1)深入研究了返矿的润湿特性，明晰了强混-润湿-消化对烧结原料混匀制粒的影响机制，开发了返矿分流、延长消化时间等强化制粒技术，烧结混合料平均粒度提高 10.93%，烧结利用系数提高 4.89%。 (2)开发了环冷机中低温段废气全量循环利用技术，首次实现了烧结机烟气内外循环比例 30%条件下的环冷机废气零排放和余热回收，冷却新风用量减少 50%，余热回收蒸汽提升 39.10%，固体燃耗降低 0.63kg/t。 (3)采用大烟道烟气烧结再利用及 CO 催化氧化等技术，开发了烧结烟气 CO 综合治理技术，实现了烧结烟气 CO 减排 38.66%，脱硝用高炉煤气消耗降低 66.63%，首次实现了烧结外排烟气 CO 浓度低于 2800mg/m^3。 (4)开发了智能配料自校验系统，解决了烧结配料易偏差问题，实现了烧结矿 TFe±0.5 稳定率 100%；开发出机头免停料一键换台车新技术，实现 5min 快速换台车；开发出混合机、布料仓、烧结机篦条等设备自动清洁技术，提高了烧结生产作业率。 项目技术应用于首钢股份 360m^2 烧结机，在 1.4t/(m^2.h)高利用系数下，烧结矿转鼓强度 84.94%，RDI+3.15，80.89%，TFe±0.5 稳定率 100%，固体燃耗低至 43.16kg/t，工序能耗低至 38.06kgce/t，外排烟气 CO 浓度低至 2502mg/m^3，环冷废气零排放。近 3 年累计经济效益达 1.73 亿元，取得了显著的经济、社会和环境效益，应用前景广阔。项目已获授权专利 24 件(其中发明专利 7 件)，发表学术论文 11 篇。 中国钢铁工业协会成果评价会认定：本项目达到国际领先水平。
2025183 高端铸件用高强低灰特种铸造焦高效绿色制备技术研究与应用	本项目属于炼焦领域。 高端装备对铸件质量要求严苛，铸造焦品质是决定铸件质量的关键因素之一。当前铸造焦因灰分高、强度低等缺陷，难以满足高端铸件需求；传统高质量铸造焦依赖优质炼焦煤，其储量递减制约产业可持续发展，资源利用率差；常规炼焦配用贫瘦煤难以精准控制灰分与强度，质量波动大，不满足高端铸件应用要求。 山西沁新能源集团股份有限公司突破传统炼焦工艺，利用清洁型热回收捣固

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
山西沁新能源集团股份有限公司、中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、中钢集团鞍山热能研究院有限公司//	焦炉，创新以贫瘦煤、瘦煤为主，制备优质铸造焦，通过多年系统研究与技术创新，解决了基于贫瘦煤资源制备高强低灰特种铸造焦研发和生产的难题，形成了高比例贫瘦煤制备高强低灰特种铸造焦的高效绿色整套制备技术。 主要创新如下：(1)基于贫瘦煤资源，创新配煤方法。从分子层面和煤岩层面揭示肥煤、沥青对贫瘦煤的改性作用及二者结合界面的影响规律，形成煤焦油沥青用于配煤炼焦的性能评价方法，明晰贫瘦煤、沥青、焦粉共炭化的增块机理；将废橡胶粉、竹炭粉低值原料应用于贫瘦煤配煤炼焦，实现低成本绿色化配煤，建立基于贫瘦煤配煤的控制指标体系，贫瘦煤配煤比例由 20%左右提升至 50%以上。(2)发明高压成型技术和荷重炼焦工艺。煤饼密度比常规工艺提高 16%，焦炭的大块率(≥80mm)提高 15.2%，＞120mm 粒级提高了 13.97%，焦粉率下降了 4.28%，显著改善焦炭的品质，减少焦炭的烧损率。(3)创新焦炉炭化室材质，确立高强焦炭炼焦热工工艺。构建焦炉炭化室温度场模型，明晰炭化室材质、温度场对高比例贫瘦煤成焦性能影响规律，炭化室采用轻质粘土砖替代传统硅砖，优化加热制度，使焦炭大块率从 42%提至 70%以上。 项目成果在沁新集团实现产业化，年产能 60 万吨；产品在德国宝马、日本丰田、一汽制造、潍柴动力等知名企业应用，熔炼单位铁液可降低焦炭成本 10%、碳排放 5%；产品硫、磷含量低，铸件成品率提高了 8%以上。 项目获授权发明专利 8 项，实用新型专利 5 项，制定国家标准 1 项。近 3 年新增产值 56.5 亿元、利润近 13.9 亿元。2024 年，项目产品被工信部评为国家铸造业单项冠军。中国钢铁工业协会评价项目达到国际领先水平，认为高比例使用贫瘦煤为炼焦煤资源的可持续利用提供了新的技术路线；中国金属学会评价项目达到国际先进水平，认为项目的实施为高端铸造领域提供了高性能焦炭，降低了焦炭消耗和碳排放，提高了铸件的质量和精度，经济效益显著。
2025188 超大型干熄焦核心技术与关键装备集成创新 华泰永创(北京)科技股份有限公司、山西新石能源科技有限公司、北京科技大学、四川川锅锅炉有限责任公司、鄂托克旗建元煤焦化有	项目属于炼焦行业干熄焦领域。 我国焦炭年产量近 5 亿吨，占全球约 70%，干熄焦量约占世界 80-90%。干熄焦是钢铁和焦化行业回收焦炭显热、改善焦炭质量和减少污染的重大节能环保技术，节能量占钢铁总节能约 50%。我国干熄焦从引进到自主创新，已领先世界。但随着焦炉大型化和全球环保低碳政策严格，250t/h 以上超大型干熄焦难达产、干熄焦系统能效和寿命需进一步提升等行业共性问题，亟需解决。 项目团队一直参与我国干熄焦技术引进、国产化和再创新，近十余年自主研发完成了“超大型干熄焦核心技术与关键装备集成创新”成果： 1.开发出超大型干熄焦成套核心技术和关键装备。通过温度场模拟研究，建立气固均匀分布与有效换热协同控制设计方法，开发出超大型干熄焦均匀布风装置、多斜道和高径比合理的冷却段炉体结构，实现超大型干熄焦稳定达产运行，干熄炉热效率≥90%的最高水平；开发出世界最大规模 270t/h 干熄焦装置，实现干熄焦与大型焦炉在规模上完全匹配；首创单套干熄焦服务 4 座焦炉技术，降低能耗 10%，节约投资和运行费用 20-30%； 2.开发出大型干熄焦近极致能效关键技术。建成世界首套超大型干熄焦超高温超高压中间再热发电装置，吨焦发电量 193kW•h；开发首套干熄焦中压除

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
限责任公司、山西金烨焦化有限公司、建龙西林钢铁有限公司、黑龙江建龙化工有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司、辽宁科技大学//	氧技术，无需加药除氧水含氧量 2.5μg/L，多产主蒸汽 4%；首创无烟低风量装焦排焦等节能减碳技术，减少除尘风量 20-30%，回收烟气热量；建成首套 250t/h 干熄焦近极致能效示范工程，吨焦综合发电量 190-210kW•h，世界最高水平。 3.开发出大型干熄焦系统长寿及高效生产智能控制技术。首创带膨胀缝、滑动层及砖砌多斜道长寿炉体结构，干熄炉从 5-6 年大修一次提高到 8 年以上；首创干熄焦水冷式一次旋风除尘耦合双臂高温烟道技术，一次除尘率＞90%，延长锅炉寿命；开发稳定排焦和吊钩识别智能控制技术，干熄焦率由 95%提高到 99.5%，年修时间间隔＞28 个月，干熄焦作业率提高 10%。 项目授权专利 143 件，发明 36 件(授权 7，受理 29)；参编国标 1 项，行标 2 项，团标 3 项。发表论文 22 篇。获行业创新成果一二三等奖各 1 项，行业优秀工程设计二等奖 7 项。 项目成果经中国钢协组织成果评价，国际领先，在 38 座大型/超大型干熄焦工程推广应用，EPC 上交利税 7.2 亿，每年余热发电可减排 $CO_2$800 余万吨。项目成果具有极强行业引领示范作用，对国家实现“双碳”战略目标意义重大。
2025205 基于功能分解的炼焦煤应用性分类体系及配煤技术开发和应用 鞍钢股份有限公司、中钢集团鞍山热能研究院有限公司//	本项目属冶金行业铁前原料制备炼焦领域。对于钢铁长流程中的工序，配煤成本在焦炭成本构成中占 80%以上，以鞍钢股份炼焦总厂年产 750 万吨焦炭的世界焦炭产量最大单体一地炼焦企业为例，年耗煤量约 1010 万吨，原料煤消耗费用达 200 亿元以上，配煤成本降低对企业提高经济效益起着重要的作用。 该项目对炼焦煤分类、配煤方案、配煤炼焦试验、配煤方案实施等单元模块进行梳理和规范，从炼焦煤指标对焦炭性能的贡献角度，将炼焦煤分为成分贡献性能和成焦性能，多层面评价炼焦煤；将炼焦原料各具体指标与焦炭质量指标整合为三个单项指标，对炼焦原料进行应用性分类；再将三个单项指标和灰分、硫分指标整合得到一个综合指标，建立系统的性价比排序。结合细化分组储配煤技术及各煤种以及单种煤煤岩分析、反射率分布情况，结合配煤理论，引入瘦焦煤、中、高硫肥煤，在保证焦炭质量、提高焦炭粒级的同时，节约优质炼焦煤资源。 (1)以炼焦生产与配煤数据为基础，通过分析焦炭质量、配合煤质量、单种煤质量及炼焦工况数据，形成冶金行业标准——《炼焦配煤优化技术规范》，引领焦化行业常规焦炉炼焦配煤优化技术。(2)整合煤质指标，建立炼焦用煤评价体系，形成系统的性价比排序，从而扩大炼焦煤资源，增加优质低价炼焦煤种。(3)自主创建室式筒仓联合配煤斗槽细化分组储配煤技术及低成本炼焦提质技术的应用。①创建筒仓联合配煤斗槽的炼焦煤细化分组储配技术，将单一煤种单独存放，实现配煤盘单煤种配煤。②开发中、高硫肥煤资源，降低企业的生产成本，具有显著的社会效益和经济效益。③在炼焦厂配煤炼焦方案中引入瘦焦煤，使焦炭粒径平均提高 2.9mm，确保焦炭在高炉中反应稳定。④优化配煤，改善焦炭热态性能，实现生产焦炭反应性降低 1.45 个百分点，反应后强度提高 2.65 个百分点。 该技术成果可广泛应用于炼焦配煤领域，尤其对炼焦用原料相对复杂的生产线。已在鞍钢集团应用实践并推广至山西安泰、铜陵、包钢等国内典型焦化企业，具有广阔的推广应用价值。该项目建立了炼焦煤综合评价体系，确定了基于鞍钢炼焦用煤的单种煤煤质与焦炭热态强度量化关系，开发了低价炼

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	焦煤配煤的提质降本应用技术，实现生产配煤炼焦所得焦炭质量焦炭反应性 CRI 由 24.25%降低到 22.88%，降低 1.45 个百分点，焦炭反应后强度由 63.41%提高到 66.06%，提高 2.65 个百分点，冶金焦率提高 1.5 个百分点，焦炭粒径提高 1.9mm。
2025245 基于全比例高碱度疆内煤生产冶金焦技术开发与高炉应用实践 新疆八一钢铁股份有限公司、中钢集团鞍山热能研究院有限公司//	目前，钢铁企业市场竞争激烈，其铁前原料资源高效利用是化解炼铁成本、提供竞争力的重要途径，特别是焦炭原料对高炉生产具有至关重要的支撑作用。开展以及疆内煤资源特性、配伍优化性能为基础的配煤优化研究，扩大炼焦煤资源，大比例甚至 100%使用新疆煤，减少疆外主焦煤用量，降低企业生产成本，是炼铁和炼焦科学技术领域具有重要研究价值的课题。 为八钢全比例使用疆内高碱度炼焦煤、制备冷强度高、粒度大的低成本冶金焦炭并实现生产焦炭在高炉使用并稳定运行提供技术支持，必须深入且系统研究新疆炼焦煤资源，突破原有焦炭高温性能评价标准，提出 2500m^3 高炉用焦炭质量评价新体系以及低热态强度焦炭在 2500m^3 高炉应用的操作制度。 为此，本项目依托八钢自身区域炼焦煤资源特性及优势，与中钢热能院的炼焦配煤技术融合，开展如下研究内容：(1)新疆地区高碱度炼焦煤的煤焦特性研究，总结新疆区域炼焦煤煤质特性对焦炭性能的影响规律，为配煤结构的调整提供理论依据。(2)研究工艺条件对焦炭质量的影响规律，为生产焦炉优化温控制度提供技术支持；(3)提出全比例使用新疆高碱度煤的配煤方案和焦化工艺调整方案，生产出机械强度高、平均粒度较高、常规反应后强度低的冶金焦，提出八钢 2500m^3 高炉高温热性能的控制指标；(4)生产焦炭在八钢 2500m^3 高炉进行应用实践，通过工艺优化等手段，保证高炉稳定运行。 本项目的特点为：(1)高碱度煤在配煤中的应用，实现高碱度煤(MCI 大于 4%)使用比例达到 100%。(2)建立 2500m^3 高炉用焦炭质量评价新体系，提出高冷态、低热态、平均粒度较好的焦炭需求理念，CSR 指标低于其他企业。(3)建立低热态强度焦炭在 2500m^3 高炉冶炼操作制度。 项目在高碱度煤在配煤中的应用、2500m^3 高炉用焦炭质量评价新体系、低热态强度焦炭在 2500m^3 高炉应用的操作制度方面取得了创新性成果。成果在新疆八一钢铁应用，2023 年 9-12 月份连续 4 个月达到了 100%，实现了全疆内煤配煤炼焦生产技术的历史性突破，摆脱了长期以来对山西等疆外焦煤资源的依赖，以 2021 年为基准，每年成本削减 4000 万元以上。项目形成发明专利 6 项，实用新型 5 项，发表论文 14 篇。研究成果为解决新疆地区以及全国钢铁企业高碱度炼焦煤使用及高炉用焦炭质量评价难题具有示范性和引领作用，经济和社会效益显著。
2025249 大型高炉安全长寿及高效冶炼关键技术开发与实践 马鞍山钢铁股份有限公司、安徽工	本项目属高炉炼铁领域，具体涉及大型高炉安全长寿及高效冶炼关键技术。高炉安全长寿和高效生产决定铁水竞争力，其冷却壁和炉缸的长寿是关键。然而，国内部分高炉不同程度出现炉底板上翘，引起冷却壁破损、炉缸热电偶损坏严重等问题，只能在监控安全下频繁检修，被动维持低效率生产。另外，随着优质资源的减少，如何准确控制上部气流、下部调节匹配实现炉缸活跃，是高效冶炼的关键，但一直受限于智能化、可视化水平未能突破。 马钢两座 4000m^3 级高炉是继宝钢、太钢之后的国内第 6、第 7 座大型高炉，于 2007 年投产，三年后也出现了炉底板上翘，炉缸热电偶损坏很多、风口以上冷却壁破损加剧，2017 年炉缸侧壁温度异常上升且波动，已有的技术难

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
业大学、中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司//	以支撑高炉长寿及高效冶炼。 本项目针对大型高炉存在的上述问题，开发出控制炉底板持续上翘技术、高炉漏水冷却壁在线再造和维护技术、基于重构炉缸测温系统的炭砖侵蚀诊断及维护管理技术、基于智能化监测的高效冶炼等 4 项关键技术，实现了高炉安全长寿及高效冶炼。 主要创新点如下：(1)发明了控制高炉炉底板上翘的压紧和炉底板保护装备技术，国内首创炉底板应力监测系统，并通过严控入炉锌、碱负荷、强化高炉操作管理，从高炉外部机械控制和内部减缓侵蚀两个途径，达到了无损控制炉底板上翘目标，实现了安全生产。(2)发明了在线减少破损冷却壁漏水入炉的分流控制装置和方法，国内首创带保护网金属软管、高强耐磨旋流可更换冷却柱，在线维护漏水冷却壁，实现供水点完好率达 99.8%、B 高炉一代炉役 15 年以上(无中修)。(3)首创高炉炉缸炉底热电偶在线安装装置和方法，重构炉缸测温系统，开发高炉炉缸侵蚀表征诊断系统。(4)利用激光实时监测料面形状技术，开发了 4000m^3 高炉炉顶布料仿真系统。研制国内首套高炉风口倾角在线巡检装置和高炉全料面智能分析系统。首创高炉体检预警应对体系，实现了高炉高效生产。 项目应用效果显著，实现了 A 高炉一代炉役 14 年 7 个月，单位炉容产铁量 11184t/m^3；B 高炉一代炉役 15 年 4 个月，单位炉容产铁量 11963t/m^3，累计降本增效 51569.3 万元。项目获授权专利 20 件，其中发明专利 14 件，软件著作权 2 件，发表论文 10 篇。项目成果已成功应用于其他企业，经济和社会效益显著，具有较为广阔的推广前景。 2024 年 12 月 23 日，项目成果经中国金属学会鉴定，认为该项成果达到国际先进水平。
2025289 包钢 1、3、4、5、6 号高炉料罐放散优化研究 包钢集团设计研究院(有限公司)、包钢股份炼铁厂//	本项目属于炼铁技术领域。 本项目研究的是一种高炉炉顶并列式双料罐减压环保放散技术，高炉炉顶并列式双料罐在行业内应用较为广泛，两个料罐分别装焦炭和矿石，料罐有装料工序和布料工序，装料工序需要料罐在常压状态下进行，布料过程需要料罐在略大于或等于高炉顶压状态下进行，布料工序料罐充压一般使用煤气和氮气，布料前分煤气一次均压和氮气二次均压，布料过程氮气常开，直至下密封阀关闭后关闭氮气。由于在装料过程中矿石和焦炭的逸尘现象以及炉顶布料时下密封阀处不稳定气流导致炉顶气流携带瓦斯灰进入料罐，料罐放散时气体携带有大量的扬尘，污染大气，同时放散时会有很大噪音。 本项目致力于用最少的氮气量和最少的设备实现高炉料罐均压和环保放散，保证高炉操作的功能性。主要内容如下：(1)加设联通均压阀及管道连接料罐实现半压力放散的同时也为布料时节约了一半的充压介质。(2)取消炉顶均压系统所采用的旋风除尘器、过滤器。(3)将放散管道接入炉前除尘器，用已有的设备实现了放散不冒灰。(4)缩小管道体积，最大化的节约充压介质，降低吨铁成本。(5)根据文氏引流管的原理，控制放散过程的气体流量，主皮带机头一侧仍处于负压状态，在实现均压气体粉尘零放散的同时，一定程度上解决主皮带机头吸尘点冒灰的问题。 本研究的特点如下：①完全解决放散时的溢尘现象，达到环保排放的要求，实现零污染排放。②还解决了放散时的噪音问题，降噪排放，减少厂中噪声污染。③可以减少炉顶布料所需要的设备，节约设备成本。④减少受控点，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	降低区域点检和专职点检工作强度，缩短检修时间。⑤缩小压力容器整体体积后，还可以大量节约充压介质成本，降低吨铁成本。最终让布料过程达到绿色环保，推进高效生产。 目前本研究已全面推广到包钢集团公司 1#、4#、5#、6#高炉进行使用，效果良好。
2025293 高比例褐铁矿资源均质烧结与节能减碳关键技术开发及产业化 陕西龙门钢铁有限责任公司、西安建筑科技大学//	本项目属于钢铁冶金技术领域，涉及铁矿烧结、冶金机械与自动化和计算机技术等。 本项目针对我国钢铁工业对优质铁矿资源依赖度高、生产成本高等突出难题，提出将廉价、储量丰富的褐铁矿高比例应用于烧结工序的技术思路，以优化资源配置与革新供需结构，推动降本增效发展。团队历经多年技术攻关，开发了高比例褐铁矿资源均质烧结与节能减碳关键技术，开创了褐铁矿高效利用新局面。本项目创新成果如下： (1)构建了高褐铁矿烧结原燃料适配性技术体系，解决了烧结料层透气性、燃料能源效率劣化的难题。开发了高褐铁矿烧结燃料适宜粒度控制、烧结燃料分加、混合料粒度控制等优化烧结关键技术，揭示了“燃料粒度-褐铁矿烧损-烧结矿转鼓指数”定量耦合关系，实现烧结料层结构优化、温度均匀性调控，显著提升烧结矿强度、降低工序燃耗。 (2)构建了高褐铁矿超厚料层优化烧结技术体系，解决了厚料层烧结均质性、工序稳定性控制的难题。开发了料面喷吹水蒸气、预润湿-分段雾化加水强化制粒、基于风量分配的均质性改善等技术，阐明了料层气-固传热传质匹配性关键条件、“过湿层行为特征-风机风量与蝶阀开度-料面风速均匀性”交互机制，实现透气性改善与均质烧结，降耗 0.52kgce/t。 (3)构建了烧结机漏风诊断治理一体化技术体系，解决了烧结工序能耗高、烧结矿质量波动大的难题。开发了基于结构与材料优化的漏风治理技术、矿槽粘料抑制与分体三段式压料辊料面优化技术，揭示了“涡流缓冲区”抑制漏风机理，漏风率稳定在 38.57%，电耗降至 34.28kWh/t，能耗降至 37.65kgce/t，FeO 含量波动降至≤±0.3%，RI 波动降至≤±2.5%。 (4)构建了多目标、分工况高褐铁矿超厚料层烧结智能控制系统，实现了工序稳定顺行、智慧化管控。提出了基于 EMD 经验模态分解法的数据降噪技术，开发了基于深度学习的烧结矿 FeO 含量、成品率、废气成分浓度预测模型，建立了多功能模块综合管理系统，系统性能稳定、预测准确，能够动态适应工况变化，实现烧结全流程的智慧化管控。 项目获专利 29 项，发表论文 25 篇；技术成果被评价为国际领先水平。 项目成果已在陕西龙门钢铁有限责任公司和陕钢集团汉中钢铁有限公司推广应用，褐铁矿配比突破 70%，烧结矿满足入炉冶炼要求，综合降本 17%、降耗 5kgce/t、污染减排 13.5%，综合效益 1.05 亿元/年，社会效益与间接/潜在效益上亿元，应用前景广阔。
2025312 高炉智能布料调控技术研发与应用 江阴兴澄特种钢铁有限	项目属钢铁冶金炼铁技术领域。 随着国家对钢铁行业在环保与节能减排方面的要求日趋严苛，高炉智能布料调控技术成为钢铁企业高效生产、成本压降以及产品质量进阶的核心要素。传统高炉布料方式主要依靠人工经验操作，存在煤气利用率低、能源消耗高的问题，难以达成精准化控制目标。 本项目聚焦于攻克布料流程中嵌入自动化与智能化的控制内核，使其具备实

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
公司、北京北科亿力科技有限公司 //	时优化与动态调整的“熔炼智慧大脑”，实现瞬息万变的工况中精准调控。通过构建高精度数学模型与量化数据，成功开发开发专用智能布料调控软件，引入“智能化决策支持”机制，突破性地实现智能化决策，让高炉布料从“经验驱动”飞跃至“数据引领、智能驱动”的创新性变革。 项目的核心创新点包括：(1)数学模型与量化依据：首次建立合理的数学表达式和布料制度评估模型，通过监测关键指标，实时采集高炉冶炼数据，并结合数据分析，为高炉布料制度优化提供科学的量化依据。(2)智能布料调控软件：研发了基于 CS 架构的高炉智能布料调控软件，该软件能够动态模拟高炉装料过程，实时监控料流轨迹和下移过程，通过实时数据集成计算分析布料矩阵对应的径向矿焦层厚度及矿焦比分布。(3)智能化决策支持：实现高炉冶炼过程的智能化决策支持，通过云计算和人工智能算法，对高炉冶炼过程进行诊断和预测，提前调整布料制度以应对可能出现的炉况波动，提高高炉冶炼过程的稳定性和效率。 综上，项目通过实时调整布料制度，优化煤气分布和利用，降低燃料消耗，实现节能减排，降低生产成本，提高生产效率，减少炉况波动，节约能源和资源，提高企业的经济效益和竞争力。 项目成功开发的成套完整的高炉智能布料调控系统，该系统具有高度的自动化、智能化和可靠性，能够实现对高炉布料过程的精准控制和优化。包括相关的技术专利 4 件、软件著作权 3 项和论文 2 篇，经江苏省冶金行业协会评价：该项目技术达到国际领先水平，通过建立融合大数据分析与人工智能技术的先进智能算法模型，对高炉布料过程实施智能优化与预测性控制，以推动钢铁行业的技术升级与可持续发展，确保在环保政策要求下实现生产效益与环境效益的双赢局面。 高炉智能布料调控技术在江阴兴澄特种钢铁有限公司应用后，取得显著经济效益，产生直接经济效益 2.04 亿元，减少碳排放至少 12 万吨/年。社会效益方面，提高劳动生产率，促进可持续发展，推动产业升级和技术进步，提升企业的管理水平。
2025323 高配比褐赤铁矿球团无粘结剂生产关键技术开发及应用 南京钢铁股份有限公司、中南大学、大峪集团有限公司 //	项目属冶金球团技术领域。高炉冶炼主要造块铁原料为烧结矿，球团矿。球团工序的气体污染物排放远低于烧结工序，颗粒物排放量仅为烧结工序的 1/7，SO_2 和 NOx 排放分别为后者的 1/3 和 1/5。促进“烧结转球团”，提高球团矿入炉比例是完善高炉-转炉长流程、促进节能降碳的重要途径之一。 南钢于 2022 年建成了一条以低消耗、低排放、高效率、高质量为特色的带式焙烧机球团生产线。2023 年针对铁矿资源的限制，首创设计制造了世界最大规模(单台 400 万吨·a-1)铁矿粉动态干燥-立式干磨分级一体化预处理工艺与装备，完成了首次产业化示范工程应用，形成了非主流难焙烧铁矿为主要原料的无粘结剂优质球团低碳绿色低成本生产成套关键技术。创新成果如下： ①针对球团原料中镜铁矿粉、褐赤铁矿等非主流低价矿使用比例高时带来的难成球、难焙烧问题，开发了基于矿物硬度和表面性质互补的粗矿粉配合干磨挤压镶嵌改性技术，形成镶嵌互存互补的新型细磨铁矿粉，成球性明显改善；突破了高比例镜铁矿/褐铁矿粉制备球团的技术瓶颈，镜铁矿、褐铁矿粉和高硫铁精矿粉等比例达 40%以上，实现了球团原料宽口径化，开发了低成本优化配矿技术。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	②开发了热介质作用下粗矿粉干式磨矿、自动分级与热化学活化关键技术，首创了世界最大规模(单台 400 万吨万吨·a-1)铁矿粉动态干燥-立式干磨分级一体化预处理工艺与装备，干磨过程中脱除部分褐铁矿结晶水，提高球团爆裂温度，显著改善球团焙烧性能；研发了细磨铁矿高效储运、预润湿成套关键技术及装备，降低磨矿成本 15%以上。 ③形成了以镜铁矿粉、褐铁矿粉、高硫铁精矿等非主流难焙烧铁矿为主要原料的无粘结剂优质球团低碳绿色低成本生产成套关键技术；赤褐铁矿比例≥70%，拓展了带式焙烧机球团生产工艺技术，成品球团矿抗压强度稳定在 2500N·p-1 以上，球团矿制造成本下降 85.64 元·t-1，在钢铁行业首次实现了球团矿制造成本低于烧结矿。 项目申请专利 28 件，其中授权发明专利 11 件；发表论文 26 篇；项目通过中钢协组织的成果评价，达国际领先水平。2023-2024 年南钢球团工序共实现产值 46.59 亿元，经济效益 5.51 亿元。本技术解决了传统球团生产铁精矿粉资源的限制，非主流难焙烧铁矿完全能够应用于铁矿球团生产，使高炉冶炼的炉料结构中球团的比例提高成为可能，降低了高炉冶炼的碳排放，利于高炉绿色低碳冶炼、可持续发展，具备广阔的推广应用前景。
2025005 全废钢电弧炉冶炼高品质特殊钢关键技术研究与应用 石家庄钢铁有限责任公司//	本项目属于炼钢领域。 项目依托超高功率双竖井废钢预热直流电弧炉、工艺控制模型化智能化的“LF+RH”双联二次精炼设备、国际最大断面立式连铸机及大辊径大压下量锻坯机为核心的产线装备，研发形成了全废钢电炉智能高效冶炼、全废钢冶炼残余元素控制、大规格材高洁净度、高均质性控制技术，实现短流程绿色、智能、高效、高质量生产高品质特殊钢；重点开发了采用“连铸+轧制”替代“模铸/电渣+锻造”工艺生产大规格材高品质工模具钢、风电齿轮钢、高压气瓶钢、轮船发动机连杆、渗碳轴承钢等高附加值特色产品，新工艺路径较传统工艺在生产效率方面提升数倍、成材率提升 10-15%、能耗节约 25-50%，连铸生产成本较模铸节约 1000 元/吨钢左右。 主要创新成果为：(1)全废钢智能高效冶炼技术：开发了废钢高效预热布料、一次炉龄长寿命技术及关键工艺供电、喷碳、供氧、造渣等模型化控制，实现了全废钢冶炼电耗 280kWh/t，电极消耗 0.7kg/t，炉龄＞1700 炉；开发了“废钢预处理+烟气燃烧+急冷处理+碳吸附+高效滤尘”技术，二噁英排放达到 0.028ng/Nm^3，碳排放≤0.7t/t。(2)全废钢残余元素控制技术：创建废钢“采购可视化+智能验质+加工去杂+精准分类+配料模型等”管理使用一体化平台，实现回收利用钢中有益元素 Mo、Ni 等，降低合金成本≥200 元/吨钢，钢中有害元素 As+Sn+Sb≤0.0015%，Pb≤0.0020%。(3)短流程高洁净度控制技术：研发了短流程低氧低钛高洁净度控制技术，实现高碳轴承钢[O]：0.00045%，[Ti]：0.0006%，[Ca]≤0.0002%，洁净度指标满足 GB/T 38885-2020《超高洁净高碳铬轴承钢通用技术条件》要求；研发了氧化物冶金技术改善凝固组织和含硫钢硫化物分布，实现含硫齿轮钢([S]≥0.020%)A 细≤1.5 级。(4)短流程钢材高均质性控制技术：研发集成了“熔炼+连铸+轧制”系统组织调控技术，实现齿轮钢晶粒度 7-8 级无混晶，末端淬透性带≤4HRC，高碳轴承钢碳化物带状组织≤7.2 级。 获得授权发明专利 4 件、实用新型 3 件，起草国家标准 1 项，发表学术论文 7 篇；近三年综合创益 35599 万元。高端特钢产品通过奔驰、宝马、斯凯孚、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	舍弗勒、铁姆肯等多家世界知名企业认证，提升我国短流程特殊钢产品在国际市场的竞争力。经第三方评价，该项目总体技术达到国际领先水平。
2025006 汽车板钢高效、低耗、绿色化冶金工艺研发与创新 邯郸钢铁集团有限责任公司//	该项目属于冶金科学技术领域，尤其涉及汽车板的冶炼技术。 国内现有汽车板钢生产工艺最早由国外钢企于上世纪 90 年代研发成功，经过数十年发展，该工艺已十分成熟，在我国汽车板发展过程中也发挥了重要作用。但随着国家“双碳”目标的提出，该工艺在生产效率、物耗、能耗等方面存在的不足日益显现，主要表现：精炼时间长、过氧化严重、夹杂缺陷率高等，成为制约我国钢铁工业转型升的共性技术难题。 针对以上问题，该项目发明了与传统工艺具有显著区别，且具有自主知识产权的成套汽车板冶金新工艺。主要发明包括：(1)RH 精炼吹氧脱碳技术：首次阐明 RH 精炼脱碳速率主要受脱碳前期钢液熔池表面[O]供给速率控制的机理，基于此机理，通过优化 RH 吹氧时机、氧气流量、顶枪枪位等关键参数，使 RH 脱碳速率系数提升至 0.36～0.38min-1，RH 真空处理时间降至 22.7min，转炉出钢温度降至 1662℃，脱碳系数、出钢温度等参数达到了新日铁、君津等国际一流钢企水平。(2)钢包顶渣强改质技术：彻底摒弃仅对钢包顶渣进行改质的传统改质技术理念，独创性的开发了钢包顶渣强改质技术，通过转炉高拉碳，及深度控制钢包钢液氧含量等措施，彻底解决了顶渣改质稳定性差的技术难题，使 RH 出站钢包顶渣 T.Fe≤6%的比率提升至 95%以上，达到新日铁、JFE 等一流钢企水平。(3)结晶器非均匀流场稳定控制技术：打破结晶器均匀生成上、下回流的传统思想认识，通过增大浸入式水口吐出孔角度、增加浸入深度等措施，增加结晶器下回流，减弱上回流，抑制保护渣卷入钢液被铸坯表层坯壳捕捉，使热轧和冷轧板卷的表面缺陷率分别由 1.29%、0.69%降至 0.39%、0.24%，达国内领先水平。(4)结晶器周期性液面波动预测及稳定控制技术：国内首创采用快速傅里叶方法准确掌握结晶器周期性液面波动频率与扇形段辊距的对应关系，并利用卷积神经网络模型，对结晶器液面波动进行实时预测，配合液面控制系统的动态补偿系统，实现了结晶器周期性液面波动的稳定控制，使结晶器液面波动≤±3mm 的比例由 87%提升至 98%以上。 依托于该项目的有效实施，邯钢形成各类知识产权 22 项。与传统工艺相比，新工艺实施后汽车板钢转炉钢铁料消耗、脱氧金属铝消耗、转炉耐材侵蚀消耗等指标大幅改善，近三年累计创效 4.31 亿元。该项目的实施为我国汽车板钢生产企业低碳、绿色化转型升级提供了可以借鉴的成功经验。
2025026 绿色智能电弧炉炼钢短流程关键技术开发与应用 东北大学、徐州金虹钢铁集团有限公司、长春电炉成套设	本项目属于钢铁冶金新理论、新技术和新装备的开发和推广应用。 项目组在“十三五”国家重点研发计划项目课题(2017YFB0304205)和合作企业的支持下，经过八年的“产学研用”，利用“基础研究-关键共性技术-应用示范-行业推广”的创新模式，突破了传统电弧炉炼钢短流程效率低、能耗高、污染重、智能化水平低等关键技术难题，取得了以下重要技术突破： (1)开发了废钢高效预热和“源头控制-中端处理-末端吸附”三段法二噁英控制关键技术。基于水平连续加料过程烟气与废钢宏观物理场分布特征等理论研究，采用优化通道结构和增加烧嘴等手段，解决了废钢预热温度低和炉料粘结阻碍加料等难题，废钢预热温度接近极限的 400℃，加料速度 6～7m/min。开发的废钢预处理、烟气温度控制以及喷吹活性炭协同控制技术，使二噁英排放浓度＜0.01ng-TEQ/Nm^3。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
备有限责任公司、抚顺特殊钢股份有限公司、唐山市玉田金州实业有限公司//	(2)基于“气-渣-金”多场耦合多相反应和传输机理等理论研究，开发了全废钢低成本绿色低碳电弧炉快速冶炼成套关键技术。指标显著改善，电弧炉冶炼周期 27.9min，电耗 322kW·h/t，石灰消耗 25kg/t，电极消耗 0.63kg/t。 (3)基于冶金机理和数据驱动的融合模型，通过贯通全流程信息流和界面柔性衔接与协同，开发了具有自主知识产权的全废钢连续加料电弧炉-精炼-连铸-直轧全流程智能控制系统，建成世界首条低成本绿色智能电弧炉炼钢-直接轧制短流程示范线，已稳定运行 5 年以上。 本项目突破了电弧炉炼钢短流程物质流和能量流优化匹配、快速冶炼、全流程智能化制造等关键共性技术，相比传统短流程，碳排放和能耗降幅＞20%，效率提升＞50%，运行成本降幅＞30%，二噁英排放浓度约为欧盟标准限值的 1/59，直轧率＞99%，彻底取消了约占轧制总能耗 80%的加热工艺，大幅度降低碳排放、污染物排放和能耗，推动了我国钢铁工业绿色智能高质量可持续发展。 本项目授权专利 29 件，软件著作权 2 件，制定标准 2 项，出版专著 1 部，发表论文 36 篇，被《世界金属导报》评为世界钢铁工业十大技术要闻。中国金属学会组织以干勇院士为首的评价委员会一致认为项目成果达到国际领先水平。 项目成果在徐州金虹等 16 家企业推广应用。近五年，项目组炼钢企业降低生产成本总金额达 31.14 亿元，吨钢成本降低＞200 元；累计销售电弧炉 16 套，最大电弧炉为 130t，打破了国外对大型电弧炉设备的垄断。经济和社会效益十分显著。
2025031 短流程低碳冶炼高品质钢坯技术集成与示范应用 辽宁科技大学、鞍钢集团北京研究院有限公司、鞍山钢铁集团有限公司、凌源钢铁股份有限公司//	本项目属于钢铁冶金技术领域。 我国作为钢铁大国，钢产量连续多年保持世界第一。钢渣作为冶炼环节中的必然副产物，其产生率约为粗钢产量的 10%，数量巨大、利用困难，主要处理方式为长期堆放，仅有少量用于混凝土工程、道路路基建设、建材砖瓦预制件等，无法实现企业冶金固体废弃物“零”排放目标，造成了严重的土地资源浪费和环境污染。然而经过富集后，钢渣将完成蜕变，成为全铁含量超过 50%的“渣钢”。 为高度契合国家对钢铁行业绿色化发展的规划思路，并解决渣钢无法高效资源化利用带来的环保难题，本项目首次提出了基于废渣钢冶炼的“Consteel 电炉-LF 精炼-连铸/模铸”短流程生产工艺，并于 2019 年在鞍钢铸钢有限公司实现了示范应用。在不需对原有设备进行重大改进的前提下，本项目通过科技创新，先后解决了“碳枪凝渣严重”“泡沫渣过氧化严重”“双枪可调整空间范围较窄”“精炼渣系不匹配”“渣层平稳性不足”“炉渣温度不合理”“含铝钢浇铸”“钢水二次氧化”“水口结瘤严重”“浇铸过热度高”“多包钢水连浇周期长”“钢坯疏松缩孔严重”“钢锭均质性差”“钢锭组织不均”等诸多生产技术难题，具有完全自主知识产权。 2019 年～2024 年，项目投入稳定运行 6 年来，共消纳冶金固废 60 余万吨，生产连铸钢坯产品 32.33 万吨，铸坯产品 9362.68 吨，累计创造经济效益 5.85 亿元，实现了渣钢的资源化利用，充分呼应了国家绿色环保的号召，取得了显著的经济和社会效益，也为钢铁企业实现冶金固体废弃物“零”排放目标带来了新思路。
2025034	深入推进固废资源化、大力发展循环经济已经成为支撑社会经济绿色转型发

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
低值耐火资源与炉衬高质循环利用关键技术及冶金应用 武汉科技大学、东北大学、五冶集团上海有限公司、瑞泰马钢新材料科技有限公司、云南濮耐昆钢高温材料有限公司、郑州振东科技有限公司、武汉如星科技有限公司、唐山顺江耐火材料有限公司//	展、战略资源可持续供给和“双碳”目标实现的重要途径，是解决我国资源环境生态问题的基础之策。针对耐火尾矿、废弃耐火材料、冶金废渣等低值固废资源利用率普遍不高现状，项目在国家 973、国家自然科学基金等支持下，突破了低值耐火资源高质循环利用的基础理论、应用技术与长寿化设计等关键共性问题，并实现工业应用。 主要创新点和关键技术如下：(1)低值耐火资源孔结构-物相协同重构理论。针对低品质固废资源结构缺陷多、物相复杂、杂质多等难题，发明了低品质固废资源孔结构-物相协同重构方法。创新性提出通过调控原位应力-超塑性匹配关系实现孔结构调控，将气孔缺陷转变为微纳米尺寸、分布均匀的闭口气孔；基于低值耐火资源杂质相含量、分布与热物性特性，将晶间低熔点杂质相有效转变为晶间高熔点相；提高了材料的高温性能，为低品质固废资源再生利用及优化提供了理论指导。(2)基于低值固废资源的耐火材料应用技术。对低品位尾矿、钢铁冶金工业废渣、有色冶金工业废渣等典型低值固废资源进行孔结构-物相协同重构，并将重构后的低值料应用于镁质浇注料、低碳镁碳砖、铁沟浇注料等冶金炉衬耐火材料。项目产品中再生料占比高达 70%以上，同等条件下性能水平优于普通产品，在减少固体废弃物排放的同时，实现了炉衬耐火材料的性能优化。(3)再生耐火材料长寿化设计技术。采用复合氧化物协同抗蚀损技术、原位生成氧化物晶须、炉衬材料界面结合强化等复合技术，研发了钢包、高炉、转炉、(干熄)焦炉等系列高强高温工业炉炉衬材料及高效修复技术，性能优于国内外同类材料，在大幅提升炉衬使用寿命的同时，实现耐火材料的高效循环利用，平均利用率达 80%～90%，在邯钢、宏兴等钢铁企业可达 100%。 项目授权美国发明专利 2 项、英国发明专利 1 项、国家发明专利 27 项，发表学术论文 39 篇，制定团体标准 1 项。成果在上海五冶、瑞泰马钢、云南濮耐昆钢、郑州振东等国内耐火材料领域 6 家主要企业实施转化，产品应用于宝武集团、华菱集团、河钢集团等大型钢铁与化工企业，近年来实现新增销售额 70.06 亿元、创造经济效益 13.06 亿元。 项目成果经湖北省技术交易所评价达到整体国际先进、部分国际领先水平，在低品质固废资源高值化利用方面具有示范作用，提升了冶金炉总体技术水平，助力我国高温工业绿色转型发展、资源可持续供给和“双碳”目标实现。
2025039 高品质钢连铸及质量控制关键技术开发与应用 中南大学、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、南昌大学//	高品质钢具有高性能、高附加值、特殊服役性能等特点，对保障国家重大工程建设、推动装备制造业的升级具有重要意义。结晶器作为连铸机的“心脏”，是钢液初始凝固的地方，结晶器内发生着高温多相转变、钢渣反应、瞬态凝固、钢水流动、保护渣渗入等现象，导致铸坯表面产生凹陷、裂纹、夹杂等缺陷。铸坯缺陷的产生不仅增加修磨率和生产成本，还将在后续热轧和热处理工序中遗传至终端产品，直接影响高品质钢产品质量和等级，制约国家重点项目、重大工程建设对高品质钢的需求。本项目经过十余年研究，成功解决了高品质钢连铸生产的关键技术难题。 本项目创新内容如下： (1)研发了保护渣高温性能表征的成套装备；提出了“从微观熔体结构控制晶体生长行为-协调渣膜润滑和控热”的高拉速连铸保护渣设计理念；构建了“钢种凝固特性-连铸工艺参数-保护渣高温性能-钢液初始凝固”关系模型，实现了对桥梁钢高拉速连铸专用保护渣的定制。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	(2)创新了结晶器钢液凝固热模拟技术，突破了实验室尺度下“结晶器钢液初始凝固行为有效研究”的国际瓶颈；建立了连铸结晶器内腔结构适配技术，实现了对铸坯角部质量调控；明确连铸钢液凝固与铸坯表面质量之间的内在作用规律，实现了对弹簧钢、海工钢等高品质钢连铸工艺参数的定制。 (3)阐明了铸坯合金元素氧化析出特征及其对热轧材质量的影响规律，构建了连铸和轧制过程中铸坯“合金氧化行为-铸坯组织演变-轧制裂纹扩展”作用关系；揭示了铸坯合金元素中心偏析在轧制和热处理过程中的遗传规律，建立“均质淬火-弥散析出”一体化带状组织调控新技术，提高了冷镦钢、油管钢等合金钢的冲击韧性。 项目取得了系列重大成果，已在国际权威期刊发表论文 86 篇，包括钢铁冶金顶级刊物 MMTB 论文 38 篇，国际优秀论文奖 4 项；应邀在国际会议做主旨、特邀报告 56 次；获授权发明专利 17 项，软件著作权 2 项。项目还获得美国金属学会 Marcus. Grossmann Award、国际矿物金属材料学会 Champion Mathewson Award、湖南省技术发明一等奖、广西科技进步一等奖等荣誉。相关成果在湖南钢铁集团的海工钢、桥梁钢、弹簧钢、冷镦钢、油管钢等高品质钢中得到应用。产品服务于港珠澳大桥、南海陵水平台、深地塔科 1 号万米深井等国家重大工程，俄罗斯 YAMAL 项目、印尼雅万高速铁路等“一带一路”沿线重大项目。近三年，新增销售额 255.32 亿元，利润 22.68 亿元。
2025041 低成本千吨级 4N 高纯铁的工业制备和应用技术 华北理工大学、唐山钢铁集团有限责任公司//	本项目属于材料技术领域。高纯铁是指 Fe 含量在 3N(99.9%)以上，可以显著提升铁基材料性能，广泛应用于大规模集成电路、航空航天、核工业等高端制造业。目前，国内外均不能利用长流程工艺大规模、高效率生产 4N 级高纯铁。国内只能长流程火法生产 2N-3N 级工业纯铁，且国外以电解湿法生产 4N-5N 级高/超纯铁价格高昂。 2021 年，4N 级高纯铁列入产业基础创新发展目录，2024 年再次纳入到国家重点新材料首批次应用示范指导目录，开发和批量工业生产的迫切性不言而喻。鉴于此，经联合攻关系统突破了长流程火法极低杂质(极低 C、Si、Mn、P、S 等)的控制问题，实现了高纯铁基料 3N6(99.96%)批量工业生产，所得铸坯高温条件下喷吹为微米级粉末(≤50μm)，基于熔盐电解法进一步提纯，实现千吨级 4N 高纯铁(99.992%)的工业制备及成套设备开发和应用技术。 创新成果如下：(1)长流程条件下脱锰与脱磷协同提效的关键技术，突破转炉协同脱锰与脱磷的热力学矛盾同时，通过精炼带氧钢渣的解析，同步实现精炼和连铸二次、三次脱磷与脱锰。开发了高纯铁基料夹杂物调控技术，打破传统铝镇静钢难以实现稳定多炉次连浇的共性难题，实现极低金属元素含量条件下单支水口浇钢量突破 1000 吨连铸批量工业化生产，过程首次提出了夹杂物成分的调控机理，将传统的夹杂物 Al_2O_3 向锰铝榴石类夹杂物($MnO-Al_2O_3-SiO_2$)转变，从根本上改善了水口堵塞问题。(2)窄粒度范围的高纯微粉工业制备技术，基于长流程转炉冶炼的高纯铁(99.96%)铸坯，利用真空中频感应炉二次重熔，自主设计氩气雾化喷嘴，氩气保护条件喷吹成微米级精粉(≤50μm)，稳定实现了微粉≤50μm、D50 为 22.2μm、D90 为 48.9μm 的窄范围控制。(3)基于专用熔盐电解质下低能耗熔盐电解提纯工艺技术，该技术真正意义上填补了 4N 级高纯铁基于长流程批量生产空白，采用特定熔盐电解质，在 750～800℃进行熔盐电解提纯，高效去除铸坯精粉中和 Fe 电位差较小、氧势较高的 Co，Ni，Cr，Mn，Cu，形成高纯铁微粉(99.992%)，填补

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	了国内外熔盐电解法高效制备高纯铁实验室研究和工业应用空白。 该技术已应用于航空航天、军工等高端制造领域，累计创效 1 亿多元，形成发明专利 24 件，学术论文 16 篇。经中国钢铁工业协会组织的以院士为主任的评价委员会认为该成果整体技术达到了国际领先水平。
2025049 基于低弹性模量化的超深拉拔类线材夹杂物控制技术研究及应用 中天钢铁集团有限公司、北京科技大学//	本项目属于炼钢技术领域。 半导体晶圆用切割钢丝具有强度高、线径细的特点，并且要求连续拉拔 20 万公里以上，对原材料冶金质量要求极高。实践表明钢中高熔点、不变形夹杂物是导致此类超深拉拔线材断丝的主要原因。行业内通常采用低熔点化工艺技术实现夹杂物的细小化控制。但该技术存在三大问题，首先无法解决由耐火材料熔损剥落引入的外来夹杂物所致的断丝问题；其次无法解决 $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO$ 系夹杂物在再加热过程结晶析出高熔点 $MgO•Al_2O_3$ 导致的断丝问题；最后传统工艺主要关注夹杂物在热轧过程中的塑性变形，在冷拉拔过程中的变形和破碎行为规律尚缺乏系统研究。上述问题是制约高品质超深拉拔类线材开发和质量提升的行业难题，亟待解决。 项目组依托中天钢铁集团有限公司，并联合北京科技大学，开展深入研究，取得如下创新成果：(1)系统研究了各类氧化物在热轧和拉拔过程的变形行为，阐明了氧化物夹杂物熔点/弹性模量与其塑性/破碎性能之间的关系，创新地提出了超深拉拔类线材夹杂物低弹性模量化的控制理论。(2)开发了一种低弹性模量的耐火材料及其使用过程抗剥落性能的评价方法，解决了耐火材料熔损剥落引入外来夹杂物的控制问题，大幅提升了超深拉拔类线材的质量稳定性。(3)开发了适于低弹性模量夹杂物控制的 $CaO-SiO_2-MgO$(近饱和)精炼渣，解决了传统工艺易出现的高熔点、高弹性模量尖晶石类夹杂物控制难点，获得了 $CaO-SiO_2-MgO-Al_2O_3$ 四元以上低弹性模量夹杂物，显著提高了超深拉拔类线材质量的稳定性，钢包的使用寿命延长了 40%以上。(4)成功开发满足 0.08mm～0.16mm 线径切割钢丝用钢。 通过以上创新成果的应用，取得了良好效果：(1)耐火材料熔损导致的 Al_2O_3 系夹杂物引起的湿拉断丝率由 0.13 次/吨钢降至 0.08 次/吨钢；(2)析晶类 Al-Mg 尖晶石夹杂物引起的湿拉断丝比例由 0.11 次/吨钢降至 0.013 次/吨钢；(3)钢包耐材寿命由不足 40 炉提升至 60 炉以上。 本项目形成专利 10 项(发明专利 9 项，其中 1 篇国际发明专利)，发表学术论文 11 篇(SCI 收录 5 篇)，近 3 年创效 1.24 亿元，开发的切割钢丝用钢 LX86A 替代了进口，经济效益和社会效益显著。经中国金属学会组织的专家评价委员会鉴定，项目总体技术达到国际先进水平。
2025063 洁净均质化高碳马氏体不锈钢全流程精益制造关键技术开发与应用 酒泉钢铁(集团)有限责任公司、	本项目属于冶金科学技术领域，关键技术涉及炼钢、连铸、轧制和热处理四个方向。高碳马氏体不锈钢广泛应用于民生、航空航天、海洋工程等领域，其中民生用剃须刀、手术刀等产品原材料，过去大量依赖进口。 为满足国内对低成本、高质量高碳马氏体不锈钢冷轧板材的需求，在甘肃省关键核心技术攻关项目、酒钢-北科大横向项目和酒钢内部项目的支持下，酒钢与北京科技大学、吉森金属、武汉科技大学等单位合作，攻克了宽幅板坯连铸生产高碳马氏体不锈钢时铸坯裂纹缺陷及漏钢事故、热轧边裂及分层、酸洗处理线焊接困难和冷轧易断带等技术难题，开发了无缺陷、高洁净度、碳化物细小均匀分布的高品质高碳马氏体不锈钢冷轧板卷全流程精益制造技术。形成的关键技术有：基于 LD-AOD-LF 联合调控的高洁净钢冶炼技术；

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
北京科技大学、浙江吉森金属科技有限公司、武汉科技大学//	高品质连铸宽幅高碳马氏体不锈钢板坯制备技术；促进连铸板坯中大尺寸一次碳化物细化的热加工技术；促进二次碳化物细小均匀分布的等温球化退火技术；高品质高碳马氏体不锈钢冷轧板卷的关键制备技术。 项目主要特点：(1)率先实现了立弯式连铸机规模化生产碳含量大于 0.7wt%的宽幅高碳马氏体不锈钢板坯；(2)生产的冷轧板各项指标远超QB/T4107-2010《手动剃须刀》行业标准对剃须刀材料的要求，优于韩国浦项材料；(3)改变了国内高碳马氏体不锈钢冷轧板大量依赖进口的被动局面，提高了我国高端剃须刀用材料的国际知名度。 项目技术的突破使酒钢成为国内外唯一采用立弯式连铸机批量生产宽幅(≥1250mm)高碳马氏体不锈钢板坯的钢铁企业。近三年来，酒钢新增利润78399.78 万元，在高端手刮剃须刀用高碳马氏体不锈钢的国内市场占有率超过 85%。冷轧板售价由 12 万元/吨(进口)降到 5 万元/吨，交货周期由 6 个月以上缩短到 2 个月以内，为下游加工用户替代进口相对创效 323398.18 万元，具有广阔的经济效益和推广应用前景。 本项目已获授权发明专利 8 件，参编国家标准 1 部，主编团体标准和企业标准各 1 部，发表论文 14 篇(其中 4 篇 SCI)。项目成果被刘正东院士、赵沛教授等组成的专家组鉴定为国际领先水平。
2025071 铸坯增厚及热调宽技术在板坯连铸机上的开发与应用 广西柳州钢铁集团有限公司//	基于生产工艺的现状考虑，柳钢转炉厂拟对共 4 台连铸机进行增厚改造，改造后铸坯的厚度由 220mm 增加到 240mm，提升铸机单位时间的产量，目前辊缝仪只能测量 220mm 铸坯开口度，其中柳钢 4 号、6 号板坯连铸机只有 1 台行车有能力吊运 240mm 厚铸坯，需对行车进行升级改造，以满足生产 240mm 厚铸坯的需求。铸坯增厚，代表对于连铸坯的内部质量要求会有新的挑战，从铸坯过热度、结晶器电磁搅拌、拉坯速度、二次冷却强度及配水制度、二冷区电磁搅拌、末端电磁搅拌、凝固末端压下制度、矫直辊安装精度等方面着手，解决处理影响连铸坯中心偏析、缩孔、缩松及凝固裂纹等内部质量因素。 浇铸过热度是决定铸坯凝固质量的重要参数，同时过热度对凝固质量的影响不是单一方向的。过热度高于或低于２０～３５℃间的某一个温度点，对铸坯质量可能产生重大影响。因此，为了提高钢的铸坯质量，需要根据钢种不同，选择合适的浇铸过热度温度区间。 二冷配水方案的优化方向，二冷比水量是一个总量或者偏整体性的概念，而二冷段具有比较大的空间可以利用，带液芯的铸坯经过二冷段需要时间，在满足所生产钢种的连铸冶金准则的前提下，可通过二冷水(总量变化或不变)在铸机二冷段空间和时间上的优化，达到提高铸坯质量的目的。 连铸二次冷却主要分三个阶段。第一阶段是一次冷却阶段，主要是液态金属进入结晶器内，形成表面一定厚度的坯壳，经过热辐射的方式将热量传递给结晶器铜板，再有结晶器铜板内的一次冷却水将带走热量；其中一冷水要求固定的温度和水质，第二阶段冷却和第三阶段的冷却都发生在连铸机段内，称为二次冷却，二次冷却水通过气雾喷嘴形成一定水雾喷至铸坯表面，进一步加强铸坯坯壳，使铸锭内部继续凝固；第三段通常在在空冷区，未完全凝固的铸坯以热辐射方式通过空气释放。由此对铸坯传热进行模拟，最终机制，改造配套设备，并制定相应温度、冷却制度。 本项目利用三维软件及有限元分析法对结晶器进行优化设计，改造结晶器窄

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	面机构、喷淋系统及足辊系统，使相关冷却、支持机构，并对扇形段夹紧油缸进行优化改造提升系统的夹紧力；优化系统的动态轻压下控制模型及动态配水模型，提升系统的适应性；对辊缝仪进行优化改造，满足 240mm 铸机开口度、弧度、弯曲度的测量需求，对段内基础生产数据提供可靠的测量工具；对出坯跨行车进行能力提升改造满足增厚后铸坯的吊运能力。
2025072 高品质高碳特殊钢线材夹杂物无害化及均质化控制技术开发及应用 邢台钢铁有限责任公司、河北邢钢科技有限公司、北京科技大学、上海大学(浙江)高端装备基础件材料研究院 //	该项目属于钢铁冶金领域。 高品质高碳特殊钢，例如高碳铬轴承钢、汽车悬架簧用钢、高碳工具钢等，是公认的技术含量高、生产难度大的产品，主要用于汽车、铁路或其它特殊领域，生产或使用过程发生的潜在失效，主要包括拉拔断裂、疲劳断裂、脆性断裂等，究其原因主要涉及夹杂物和偏析控制问题。随着高品质高碳特殊钢更新换代、进口替代，随之也提出越来越严苛的质量需求。 针对高品质高碳特殊钢存在的夹杂物和铸坯偏析的控制难题，开发了夹杂物无害化及均质化控制技术，创新点如下：1.开发了连铸过程钢包在线底吹氩技术、四孔吹氩塞棒防水口絮流技术、中间包通道式电磁感应加热及夹杂物去除技术、水口结构优化与结晶器大尺寸夹杂物去除技术、抑制加热结晶的夹杂物无害化控制技术，降低了轴承钢、弹簧钢中镁铝尖晶石夹杂物的危害，DS≤1.0 级，显著提高了成品线材的疲劳性能。2.开发了恒温恒拉速条件下的静态轻压下控制技术、电磁搅拌抑制近表面凝固缺陷技术、开坯高温扩散及大压下量碳偏析均质化控制技术，铸坯碳偏析指数≤1.08，轴承钢带状≤2.0 级、网状≤2.5 级，高碳工具钢 T12A 网状≤1.0 级，提高了成品线材的拉拔性能和断裂韧性。3.创新性构建了未时效盘条拉伸试验法、疲劳断口夹杂物对应大方坯位置分析、连铸坯枝晶凝固组织及内部缺陷腐蚀检验的高碳钢内部质量评价方法，可指导工艺技术改进。 以上核心技术的开发和应用，在生产实践中取得良好效果，形成批量化生产规模：悬架簧用弹簧钢丝旋转弯曲疲劳测试寿命提升至 1000 万次以上，满足了 2000MPa 高强度悬架簧盘条洁净度的要求，已成功应用于通用、福特等合资品牌汽车。易絮流轴承钢连浇炉数提高到 15 炉以上，夹杂物去除效率提高 13%，碳偏析指数降低到 1.06，碳化物带状≤2.0 级、碳化物网状≤2.5 级，满足汽车、家电轴承用滚动体技术要求。高碳工具钢 T12A 碳化物网状≤1.0 级，成功应用到某些特殊领域。 近三年，累计实现产值 3.76 亿元，创造直接经济效益 1218 万元，具有较大的经济效益。项目形成的关键工艺技术具有借鉴性和推广性，可推广到其他类似高碳特殊钢产品的研发上，具有重要的推广应用价值。 本项目取得授权发明专利 5 件，实用新型专利 1 件，发表论文 8 篇，参与起草制定国家标准 1 项、行业标准 4 项。本项目达到国际先进水平，推动了国家新形势下高端制造产业链的高质量发展和内循环驱动力提升，具有较大的社会效益。
2025073 新能源汽车用高强度超高洁净度冷镦钢生产关键技术创新	1.科学技术领域：钢铁冶金领域。 2.立项背景：在全球实现双碳的目标下，新能源汽车代替传统的燃油车已经成为必然趋势，其有着节能减排、绿色环保的诸多优势。目前汽车主机厂对高强度螺栓用材料，尤其是安全系统、转向系统、电池系统用紧固件，有着严格要求。目前高端材料还多依赖于进口。 3.主要技术内容及创新点：根据市场调研和技术调研情况，结合邢钢原料条

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
及应用 邢台钢铁有限责任公司、河北邢钢科技有限公司、长城汽车股份有限公司//	件和工艺装备水平，进行了化学成分优化设计及窄成分控制研究、大尺寸夹杂物控制和去除研究、表面质量控制和盘条组织均匀化控制等方面的研究攻关工作。最终形成了稳定生产技术和盘条的批量生产。 主要创新点如下：(1)设计了超高强度自冲铆钉用冷镦钢 36MnB4 新钢种，开发了该钢种控轧控冷新工艺，具有优良的耐延迟断裂性能。(2)开发了冷镦钢非钙处理大尺寸夹杂物控制技术，成品盘条全氧≤0.0010%，B 类和 D 类脆性夹杂物≤1.0 级、DS 类夹杂物≤0.5 级，并实现了 10 炉以上稳定连浇。(3)确定了解决铸坯角部横裂纹的[Al%][Nppm]临界值为 1.2，开发的在线铸坯三次冷却技术，解决了铸坯裂纹问题，铸坯热送合格率达到 99.8%；开发了超声波探伤+磁粉探伤协同控制技术，盘条表面缺陷深度≤0.03mm，满足高级别冷顶锻要求。(4)开发了 QSCM435-C 控轧控冷技术，实现盘条表面无全脱碳，盘条抗拉强度平均为 823MPa、断面收缩率平均为 51.5%。 4.技术经济指标：邢钢自主开发的新能源汽车用高强度超高洁净度冷镦钢，产品质量稳定性高，形成批量化生产规模。该项目经过国内外查新，未见有相同的报道，具有一定的创新性。本项目授权专利 16 项，其中发明专利 7 项；发表论文共 11 篇，其中核心及以上论文 5 篇。 5.应用推广：(1)项目形成的关键工艺技术具有一定的借鉴性和推广性，可推广到其他类似冷镦钢产品的研发上，缩短研发周期，提高研发效率；(2)提升了新能源汽车冷镦用钢的质量，成功应用到本田汽车、现代汽车、小鹏汽车等客户，一定程度上加快了进口材料国产化进度，有利于促进国内汽车零部件行业的健康可持续发展和产业升级；(3)进一步优化了邢钢产品结构，丰富了邢钢高端汽车冷镦钢产品种类，为企业和社会创造了良好的经济效益和社会效益。 6.效益情况：2021 年至 2023 年，邢钢共销售 QSCM435-C 和 36MnB4 新能源汽车用高强度超高洁净度冷镦钢 9725.146 吨，毛利总额为 1436.14 万元。
2025088 量子电炉留钢操作下的铁水热装技术 江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司//	量子电炉留钢操作下的铁水热装技术是钢铁冶金领域内的重大创新，改变了行业内兑加铁水只能向废钢或空炉中加入的认知，通过对电炉终点钢水的适当控制，正常成分内的铁水是可以直接加入到炉内预留的钢水中，并且对铁水条件没有太严苛的要求。 量子电炉生产效率高，留钢量相当于出钢量的 80%-100%，铁水直接加入到留钢中一般会发生喷溅或溢渣事故，影响操作人员和生产设备的安全，淮钢通过控制终点钢水的温度和成分，优化废钢及铁水的加入时机，已经从根本上解决了量子电炉在大留钢量下的铁水兑加问题，并且铁水加入比不断提高，目前铁水加入比已达到 50%，铁水兑加完成可控制在 5 分钟以内，兑加铁水过程中无喷溅现象发生，并且后续生产过程稳定。 通过该铁水热装技术，量子电炉出钢[N]含量平均下降约 15ppm，钢中残余元素含量进一步降低，生产节奏明显提升，单炉冶炼时间可控制在 30 分钟以内，电炉电耗、电极耗、石灰消耗等指标都有明显进步，明显改善了量子电炉的经济及质量指标。 因量子电炉设备及厂房设计基本固定，在具有铁水加装装置的条件下，都可以实现对量子电炉的铁水热装操作，该铁水热装技术具有普遍良好的推广价值和推广效果。
2025097	2023 年我国钒产量高达 16.2 万吨占全球 68%，其中 80%来自钒钛磁铁矿冶

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
基于钒钛磁铁矿提钒半钢深度净化的高品质无缝管制造技术开发与应用 黑龙江建龙钢铁有限公司、天津职业技术师范大学、钢铁研究总院有限公司、黑龙江工程学院、北京建龙重工集团有限公司//	炼。但因提钒半钢冶炼高品质钢材及钒渣高效提钒工艺复杂，制约了钒钛磁铁矿的综合利用效率。本项目针对提钒副产品深度利用瓶颈，创新冶炼与制管技术，形成全链条创新成果如下： 1.针对提钒半钢温度低、硫含量高、深脱硫难等问题，建立了提钒半钢一体化深脱硫技术诀窍，突破了提钒半钢深度综合应用瓶颈，首创“高炉还原提钒-转炉氧化提钒-转炉提钒半钢纯净化-轧管-热处理-管加工”全新无缝管制造路径。实现低品位钒钛磁铁矿系统钒回收率超 68.5%，不仅为钒电池制造提供优质原料，同时还为无缝管制造提供了低耗氧量(年节省 20%)、低辅料量(年省石灰 18%)的优质钢水(S≤0.002%，P≤0.012%)，使炼钢转炉吹炼周期较传统工艺缩短 24%，钒合金成本降低 32.2%。 2.针对因提钒半钢中的夹杂物异常、成分波动致使管材难以满足极端服役工况的难题，建立了提钒半钢多维度夹杂物调控技术，全面消除连铸大尺寸宏观夹杂物，使以 Φ73.02×5.51 为代表的大变形管材的 A 类夹杂物评级稳定控制在 1.5 级以下，B 类夹杂物评级稳定控制在 0.5 级以下。形成了提钒半钢成分精准控制技术，实现碳、铬、钼等关键合金元素的同时窄波动达标率超 91.6%，使管材性能窄波动达标率超 99.8%。 3.首创残钒绿色再利用在线常化技术。利用提钒半钢和钒渣中的残钒，通过沉淀强化和细晶强化，使地质管等轧态管材强度提升 7.7%的同时，韧性提高 1.8 倍，晶粒度提升 2 级，超过同类调质管材性能，显著降低能耗与碳排放。基于冶炼成分的窄波动控制，拓展开发了智能高均匀管材热处理技术，使不同批次高强油井管屈服强度波动小于 50MPa，实物品质优于同类型日本和欧洲产品。 本项目制定国家标准 1 项，团体标准 3 项；授权发明专利 10 项；论文 8 篇。经由干勇院士领衔专家组鉴定为国际领先水平。已累计供货 369.35 万吨，实现营业收入 165.07 亿元，实现创效 27.33 亿元，利润率高达 16.6%，上缴利税 8.38 亿元，出口创汇 0.79 亿元。产品广泛应用在国内外“三高”油气开发工况以及高端装备制造领域。已获得美、欧、俄等国家石油协会及中、法、挪威等国家船级社认证，成功进入美国、中东等 19 个海外市场，并实现同行推广应用增效 0.8 亿元。 本项目实现钢管技术新飞跃，促进行业绿色转型，保障国家能源安全和实现双碳目标。
2025105 新一代三流高效板坯连铸关键技术和装备开发与应用 中冶南方连铸技术工程有限责任公司、赤峰中唐特钢有限公司、北京	本项目属于连铸技术领域。 随着炼钢冶炼装备朝着大型化、短节奏发展，伴随而来的是连铸工序匹配能力不足：一方面国内正在建设一批 950～1450mm 的热连轧机组，每条产线能力 250～350 万吨之间，传统板坯铸机流数一般≤2 流其产能约 200 万吨，即使按照行业内 2.1m/min 拉速生产，无法满足“炼钢-连铸-轧钢”单线匹配；另一方面，中板轧机需要的坯料规格多、批量小，板坯结晶器在线热态最大调宽 300mm，加之铸坯厚度始终无法在线调整，导致中板铸机需频繁停机更换断面； 因此通过创新板坯连铸机的设计来增加流数，开发出一种适应性强的高效板坯连铸机型意义重大，其创新成果如下： 一、针对三流板坯连铸装备空缺与设计难题，开发出 200t 重载高低轨式中间罐车、内外弧布置的双单元液压振动装置、L 形立式布置的扇形段传动装置

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
科技大学//	等关键设备，国际首创出一套完整的三流直弧形板坯连铸机生产线，三流同时生产的板坯尺寸达到 220mm×1300mm，铸机年生产能力 350 万吨为同规格单台铸机产能国际之最，而需要的空间比两台双流铸机的传统配置方案减少～50%，投资节省～30%。 二、针对高通钢量 7.5t/min 时中间包液面下降快、流场均匀性差、钢水温度分布不均等难题，开发出 90t 整体超长 T 型大容量中间包(长 13m×宽 3m×高 2m)系国内最大，钢包滑板机构开度反馈控制可将中间包内液位稳定控制±2t 避免卷渣，各流出口温差≤2℃，保证了各流板坯质量一致性。 三、中板轧机定制化生产所需三流不同断面板坯浇铸过程中，实时计算数据量巨大(网格总数 720 万)，开发出连铸过程控制数智系统-WisCC，实现连铸全流程数据平台与软硬件统一、工艺模型标准化。采用转换温度和热焓方法处理凝固传热问题，利用队列数据结构跟踪“坯块”，辅以 MPI 并行计算来满足三流不同断面板坯实时高精度三维温度场计算：一个时钟周期 3s 内，花费的 CPU 时间＜0.8 秒，铸坯表面温度波动＜±25℃。 本项目已授权发明专利 10 项、实用新型专利 3 项、软件著作权 2 项，发表期刊论文 18 篇。2021 年经中冶集团鉴定本项目为“国际领先”水平，已在 6 家钢铁企业推广应用，浇注 200×1020mm 断面平均拉速达 1.9m/min，日产量超 11000t，浇注 180×1025mm 断面生产钢种 Q195L 最高拉速达 2.1m/min，为我国带钢产品结构转型升级以及“双碳”目标的实现贡献积极力量。
2025116 新型铬系合金冶炼工艺及设备关键技术开发与应用 中冶东方工程技术有限公司、中南大学、阜宁凯盛不锈钢材料有限公司//	伴随国家节能降碳、固废综合利用等相关政策的实施，铁合金行业技术与设施升级改造，降低能源消耗，提高固废综合利用率已成为铁合金行业发展新方向。加之铬合金生产企业竞争日益加剧，完善合金产业链、实现细分领域全产品覆盖，降低各生产环节成本，是企业提升竞争力的必由之路。 中国的铬系合金产量虽占据世界第一的位置，但纵观相关企业均存在共性弱点：1.铬矿依赖大量进口的同时，生产工艺不能有效利用低价粉矿，生产成本持续走高，企业竞争力下降；2.原料处理技术落后，缺乏利用自产能源实现原料热装，不能有效降低生产能耗，造成自产能源及生产能源双重浪费；3.企业注重规模化生产，缺乏产业链延伸及特种合金冶炼技术的开发，企业产品单一，附加值较低；4.不锈钢冶炼危废不能有效处理，造成大量有价金属流失，企业环保压力巨大，负重前行。 技术团队针对如上问题，围绕铬系合金冶炼工艺及设备关键技术开展产学研协同攻关，实现从冶炼技术原理创新到重点大学小试、中试验证，最终在国内现有生产企业实现工业化生产，取得了技术创新、经济及社会效益的多重提升，为铬系合金行业节能冶炼、危废资源再利用提供了技术支撑。 主要技术创新内容如下：(1)研发了全铬粉矿配加不锈钢冶炼危废竖炉球团工艺，实现低价铬粉矿及危废资源的利用，解决生产成本高及危废资源无利用的难题。(2)研发了高碳铬铁冶炼炉料热装技术，以矿热炉自产煤气为燃料对原料进行预热，实现炉料热装，降低冶炼电耗，提高矿热炉煤气利用率，降低生产成本。(3)研发了“一步法”中低碳铬铁冶炼工艺，以高碳铬铁铁水为原料，热兑入 AOD 炉，配合顶侧复合吹炼技术，降低冶炼电耗，缩减工艺流程。(4)研发合金成品粉末制备高质量氮化铬铁冶炼技术，以不合格粒度铬系合金为原料，制备高质量氮化铬铁合金，提高产品附加值同时延伸产业链。(5)研发了 DF 法铬渣处理技术，解决冲渣闪爆安全隐患，冲渣水循环利用的同

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	时回收高温蒸汽，减少冲渣水消耗量，改善劳动环境，缩小占地面积。(6)研发了铬渣综合利用技术，采用跳汰法将铬渣分选为跳汰合金与尾渣，跳汰合金作为原料返回冶炼工序，尾渣与水淬渣作为材料用于制砖及水泥行业，实现固废资源回收利用。 本成果获中冶集团科学技术奖二等奖 1 项，授权发明专利 7 项，实用新型 3 项。通过中冶集团科技成果鉴定 2 项，2 项鉴定结果均为国际先进。获全国冶金设计行业质量管理小组活动成果大赛一等奖。
2025145 高品质热轧钛微合金化钢经济性生产关键技术研究与应用 德龙钢铁有限公司、华北理工大学、武汉科技大学//	所属科学技术领域：钢铁冶金-炼钢、轧钢技术领域。 钛微合金化技术已广泛应用在高强钢的开发和生产中，可有效的降低合金成本，但在钛微合金化钢冶炼及连铸过程中夹杂物的控制以及如何发挥微合金元素在细化晶粒和析出强化方面的作用是关键问题。本项目立足钛微合金化高强度钢的开发，对冶炼流程进行了简化，并优化了其热轧生产工艺，实现了低成本、高洁净度、高强度带钢的开发与应用。 项目从 2019 年 1 月开始，对工艺流程做减法，在不经铁水预处理、LF 精炼工艺的条件下，开发了转炉出钢渣洗直上连铸的工艺，替代钢水精炼工艺，并形成了一套钛微合金化带钢热轧工艺优化方案，满足了高品质热轧高强钢的洁净度、强度和韧性的要求。 项目关键技术及创新性主要表现在以下几个方面：1.建立了全流程夹杂物控制、分析和评价体系。设计了冷轧用热轧高强钢钢包顶渣组成成分，且通过顶渣改质及调控钢包吹氩模式，提高精炼渣对夹杂物原位吸附能力，并开发冷轧用热轧高强钢专用 $CaO-Al_2O_3$ 系低反应性保护渣，降低钢中夹杂物数量，同时，确定了 W(Ti)/W(Al)对 MnS 夹杂的影响规律，并通过控制 MnS 在低塑性区大压缩比轧制，形成数量增多、长度变短的 MnS 夹杂物，改善了冷轧用热轧高强钢的性能。2.建立中间包、结晶器流场与铸坯凝固传热模型，分析了各工艺因素对卷渣行为、传热行为和凝固行为的影响；同时从热力学和动力学方面系统研究凝固过程中 TiN 和 MnS 析出行为，优化二冷冷却制度，全面提升冷轧用热轧高强钢铸坯质量。3.形成冷轧用热轧高强钢轧制工艺优化方案。基于钢种的相变特征及变形过程中的奥氏体再结晶演变行为，获得加热过程中的温度场演变规律。并开展了不同温度轧制下的实验，获得了热轧工艺参数对试验钢室温组织形貌、析出物含量、晶粒度、力学性能的影响，阐明微钛合金化的强韧化机制，优化了冷轧用热轧高强钢生产工艺。 应用推广及效益情况：项目中的各项技术均在德龙钢铁有限公司得到应用，冷轧用热轧高强钢断后伸长率≥33%，产品冷轧退火后伸长率≥24%，与同类型企业产品相比技术指标相当，但是成本具有明显优势。相关技术成果已推广至天津铁厂有限公司等集团内部各实体公司以及邯邢地区同类型钢铁企业中。项目授权发明专利 5 件；发表论文 20 篇。项目的实施，简化了生产工艺，降低了生产成本，经济社会效益显著，2022 年至 2024 年，冷轧用热轧高强钢生产 82.8 万吨，创效达 9735.5 万元。
2025148 高品质钢氮微合金化设计及控制关键技术开发	高品质钢是指具有更高性能、更高技术含量、环境友好、高附加值的钢，对保障国家重大工程建设、提升装备制造水平、节能减排具有重要意义，同时也是体现一个国家整体工业发展水平的重要标志。氮在低合金钢中通常作为有害元素被限制，近年来发现可以有效利用氮微合金化生产高品质钢。另外，随着我国双碳战略实施，炼钢降低碳排放，减少铁水消耗势在必行。然而，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
与应用 湖南华菱涟源钢铁有限公司、东北大学、西安建筑科技大学、武汉科技大学//	低铁水比冶炼会大大增加高品质钢水成分控制难度，尤其是氮含量。 项目组针对高品质钢氮微合金化热/动力学、增氮速率精准控制、高氮低合金钢缺陷控制、低铁水比超低氮冶炼等难题，产学研用合作，构建了高品质钢氮微合金化设计及控制应用技术体系，成功研发三大类控氮产品。 取得如下几点创新：(1)利用热/动力学计算了氮在钢中溶解度和渗氮动力学，同时开发了氮在钢中溶解度的测定装置，验证了计算结果，实现了不同钢种冶炼条件下钢中可溶解氮含量的精准预测；通过假定条件的“过饱和”计算法，提出了氮在钢冷却相变过程中存在形式判据。(2)建立了智能炼钢模型，实现了钢水和渣中氧含量标准化控制；研发出 RH 增氮速率计算模型，有效解决了工业化生产条件下 RH 钢水增氮速率稳定控制关键技术难题，实现了钢水增氮速率 1～3ppm/min 精准稳定控制。开发了氩站钢包底吹+RH 环流管联合吹氮工艺，实现了增氮时间缩短约 5min，氮控制精度±5ppm。(3)开发了超高氮螺纹钢钢包底吹增氮技术，实现了钢水高效稳定增氮。提出了氮气孔轧制弥合技术，解决了超高氮带来的缺陷控制难题。开发了含氮析出物梯级诱导析出技术，利用先析出相诱导主强化相析出，解决了产品性能波动难题。(4)开发了低铁水比铁水脱氮技术，利用碳氧反应产生的 CO 脱除铁水中的氮；开发了低铁水比转炉控氮工艺，通过调节供氧与底吹强度，保持熔池液面低氮分压，持续利用气泡脱氮；优化了 RH 炉合金工艺，利用钢水瞬时局部高铝条件脱氮，实现了 75%低铁水比条件下钢水氮含量≤0.0015%。 本项目授权发明专利 20 项，发表学术论文 19 篇。同行专家评价“项目整体达到国际先进水平，其中高效稳定增氮控氮技术达到国际领先水平”。累计生产项目相关产品 1061.7 万吨，新增销售额 434 亿元，利税 13.8 亿元，为推动氮微合金化在低合金钢中应用和拓展氮微合金化应用范围作出贡献，同时也为国家“双碳”、“一带一路”战略的顺利推进和我国基础设施建设作出了重要贡献，经济和社会效益显著。
2025149 基于大废钢比的绿色高效冶炼与质量控制关键技术 湖南华菱涟源钢铁有限公司、北京科技大学、湖南钢铁集团技术研究院有限公司、鞍钢股份有限公司、武汉钢铁有限公司//	我国转炉冶炼的废钢比一般为 15%左右，与国际先进钢厂存在较大差距。近年来高废钢比冶炼已成为行业公认的高效低耗、低碳减排的最有效途径之一。然而，提高废钢比会导致热量不足、冶炼周期长、成分波动大、生产节奏不稳定等诸多难题。本项目以提高长流程废钢比、生产效率和稳定高品质钢质量为研发目标，通过基础研究、制造技术开发，形成了具有自主知识产权的大废钢比绿色高效冶炼技术体系并实现了规模化应用。 项目历时九年，取得了三个方面的创新成果。(1)开发多工序联动废钢配加与烘烤预热、快速补热技术。针对热量不足的问题，根据铁水条件和钢种特性开发最优废钢配加模型，全盘统筹在高炉、铁水罐和 LF 炉多工序联合配加废钢。首创煤氧多层叠加铁包废钢烘烤技术，20 吨废钢 15 分钟可烘烤至 1000℃以上，结合铁水沟补硅、转炉新型复合增温剂、多 LF 炉协同升温等技术开发，实现了全工序联动的高效快速热补偿，全量铁水单耗可达 710kg/t 钢。(2)形成一套大废钢比转炉绿色、高效规模化生产技术体系。为提高冶炼节奏，研究开发出超高音速新型氧枪喷头及高效供氧、大底吹流量快速化废钢，大废钢比护炉、高效脱磷等技术，210 吨转炉供氧强度提至 4.56m^3/(t·min)，炼钢模型转炉终点温度、成分预报命中率达到 96%，冶炼周期由 35min 降至 27min，作业率达到 92%，上述指标均达到行业领先水平。(3)建立了大废钢比冶炼高品质钢质量保障体系。针对钢水过氧化严重、成分波动大等质量问

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	题，开发了 KR 脱氮、转炉高效控氮、LF 智能化供电、RH 炉高效脱硫、夹杂物及残余元素控制等技术，实现铁水 KR 脱氮 0.0023%，LF 炉增氮量≤0.0010%。在高牌号无取向电工钢废钢比达到 28%时，满足钢水硫含量≤0.001%、氮含量≤0.002%，突破了大废钢冶炼高品质钢质量控制的诸多技术瓶颈。 项目获授权专利 24 项(发明专利 21 项)，发表论文 23 篇(SCI 收录 7 篇)，形成工艺规范 9 项。经中国金属学会组织，由毛新平院士担任主任评委的专家委员会评定：项目成果总体达到国际先进水平，其中 200t 以上转炉高废钢比条件下高供氧强度冶炼技术生产高品质钢达到国际领先水平。项目在涟钢、鞍钢、武钢实施后，近五年累计新增产量 746.50 万吨，新增效益 26.89 亿元。相比常规冶炼流程，用于替代矿石的废钢用量达 745.87 万吨，减少 CO_2 排放 1296.54 万吨，引领钢铁行业低碳绿色发展。
2025157 薄规格超高强钢稀土调控关键技术及应用 湖南工业大学、湖南华菱涟源钢铁有限公司、武汉科技大学//	本项目属于金属材料加工制造领域。 随着我国工程机械行业向高端、高技术含量、高附加值、大吨位发展，对钢的高强韧性匹配、冷成型、易焊接等方面提出了更高的要求，特别是起重机吊臂、拉板和泵送机械臂架所使用的高强度结构钢板，目前仍主要依赖进口。钢中夹杂物对钢板冷弯、冲击、横纵各向异性、焊接性能以及耐腐蚀性均存在明显影响。 为此，在国家自科基金钢铁联合重点项目“Fe-Mn-Al-C 系低密度高强钢强韧化机理及其冶炼相关基础研究”(U20A20270)的支持下，湖南华菱涟源钢铁有限公司和湖南工业大学、武汉科技大学开展了“高品质工程机械用钢稀土改性工艺研究”、“超高强钢板氧化物冶金关键技术研究”等系列研究，围绕 960-1300MPa 级薄规格超高强钢开展稀土夹杂物调控技术，形成了具有国际领先水平的创新成果：(1)开发了适应于薄规格超高强钢板使用的“稀土氧化物冶金”技术。利用复合 Ti-Re 强脱氧剂生成大量细小粒子，抑制奥氏体晶粒粗化和促进针状铁素体形成，减少脆性组织尺寸。3～12mm 钢板焊接线能量提高 2～5 倍，−20℃冲击功提高 30J 以上，吨钢合金成本降低 30～80 元。(2)提出冶炼-凝固-热处理协同控制夹杂物策略，有效提高钢水洁净度。构建凝固过程中夹杂物析出耦合模型，阐明再加热过程中夹杂物演变行为，建立夹杂物危害指数模型反馈改进冶炼工艺，实现高强钢中夹杂物数量、组成、空间和尺寸的稳定控制。大幅降低钢中 MnS 和 Al_2O_3 类夹杂对钢材性能的危害。(3)针对稀土处理钢水连铸结晶器内存在的渣-钢反应，易引起保护渣性能恶化，导致铸坯纵裂纹严重及粘结报警降速频繁问题。成功开发了适用于稀土处理钢的“结晶器振动-保护渣-水口型式”模式，提高坯壳发生粘结后的愈合能力。实现稀土处理钢的高拉速生产，板坯合格率≥98%，连浇炉数达 20 炉以上。 本项目累计共授权专利 9 项，其中发明专利 7 项，发表论文 16 篇，参与制定国家标准 1 项、企业标准 4 项。项目成果相继获“中国工业大奖”、“中国创新方法大赛全国总决赛二等奖”、“冶金产品实物质量特优产品”、“中国钢铁工业市场开拓奖”等荣誉。项目成果已广泛应用于中联、三一、柳工和徐工等企业，近四年累计产量 41.71 万吨，直接经济效益 2.65 亿元。项目的成功，满足了国内工程机械关键原材料的需求，为促进相关行业发展、提升产品国际竞争力作出重要贡献。
2025164	中国连铸比超 98.8%，铸坯中心疏松偏析控制一直是共性难题，高端厚板是

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
连铸高渗透大压下制备高质量铸坯及特厚板关键技术创新 首钢京唐钢铁联合有限责任公司、北京科技大学、北京首钢国际工程技术有限公司、首钢集团有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、首钢水城钢铁(集团)有限责任公司、大连华锐重工特种备件制造有限公司//	海工等重大装备制造的关键基础材料，为保压缩比，我国 300～480mm 宽厚板坯连铸线已超 40 条，铸坯内部质量控制仍是最大难题。项目突破连铸凝固末端扇形段小辊重压下方法，独创开发出连铸大辊径高渗透大压下装备及工艺，解决了系列关键技术难题，国际首次实现在同一连铸线上对板坯凝固末端及凝固后实施大压下，显著提高了铸坯内部质量，形成具有全部自主知识产权的连铸高渗透大压下，低压缩比，绿色化制备高质量铸坯及特厚板成套技术。主要创新如下： ①国际首创发明了连铸大辊径大压下装备并解决了关键控制技术。开发出首套整体式大辊径压下辊+辅助辊紧凑一体化的大压下装备及耐高温长寿命压下辊，解决了连续大压下及辊缝监测控制等关键技术，实现≤400mm×2400mm 板坯连铸稳定大压下，最大压下量 25mm；②开发出独创的宽厚板坯连铸大辊径高渗透大压下关键冶金模型及工艺精准控制技术。建立了大压下装备与扇形段驱动力协调匹配，适应工况的二冷水控制，预测控制凝固前沿位置形状等系列关键冶金模型，解决了宽厚板坯连铸凝固末端不均匀性(W 型)，多炉浇铸大压下稳定控制，防止铸坯表面裂纹及内裂等技术难题；③首次提出大辊径大压下变形渗透及大梯度温度场新概念并建立柔性控制技术。开发出同一连铸线生产不同厚度铸坯，在凝固末端及凝固后均可实施大压下的柔性控制技术，实现 400mm 及 300mm 板坯连铸大压下显著改善中心疏松，偏析，大批量生产高质量铸坯；④开发出大压下连铸坯+轧制工艺优化极低压缩比生产高强韧特厚板成套技术。解决了大压下铸坯与轧机高效生产及轧制工艺优化等关键技术，实现 1.5～2.5 极低压缩比低成本生产 120～252mm 高强韧特厚板的国际领先指标，与叠焊坯及大型模铸比较，成材率提高 15～25%，能耗及成本降低超 50%。 获国内外授权发明专利 20 件(国际 5 件)，实用新型 15 件，近三年生产高质量大压下铸坯及特厚板 34.7 万吨，钢种涵盖海工钢等七大系列 34 个牌号，强度高达 Q690 级。产品在海洋工程，风电，桥梁，高建等多领域应用，创产值 15.5 亿元，经济效益 1.48 亿元。实践还证明，该技术不仅对板坯，对解决方坯连铸中心疏松偏析也有显著效果，对冶金科技创新，降本增效，产品高质高端化，绿色化发展起到引领示范作用，中国金属学会评价委员会专家一致认为，该技术成果达到国际领先水平。
2025175 工模具钢的弧形连铸生产工艺技术创新 江阴华润制钢有限公司、上海大学、上海大学(浙江)高端装备基础件材料研究院、新兴铸	本项目所属科学技术领域为冶金工程技术领域。 工模具钢是依然没有实现弧形连铸工艺生产的量大面广的特殊钢品种。 工模具钢具有碳含量高、合金含量高的特点，一直被认为是不适于连铸生产的钢种。连铸工艺铸坯冷速快，弧形连铸工艺生产工模具钢容易出现拉漏、拉断、铸坯裂纹等问题。 目前工模具钢依然采用模铸加多火次变形工艺生产，在凝固过程中形成大量的莱氏体共晶碳化物，组织偏析严重，需要切除钢锭冒口 8%～10%及钢锭尾部 1%～2%，导致生产效率低、成材率低、质量不稳定。 为了提高生产效率，降低生产成本，节约能源，亟需创新开发以弧形连铸和一火次成材为特点的生产工艺新技术。本项目基于弧形连铸工艺开发了高碳高合金工模具钢短流程制造工艺，创新点如下：(1)首创弧形连铸高碳高合金工模具钢生产技术，替代传统流程的模铸工艺，成材率提高了 10%以上。实现了量大面广的冷作模具钢(D2、Cr12MoV、DC53、Cr8)、热作模具钢 H13、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
管股份有限公司//	高速钢 M2 等高碳(0.8%～1.6%C)高合金(8%～17%合金含量)钢品种弧形连铸生产。(2)开发了高碳高合金工模具钢连铸坯一火轧制成材新技术，替代传统流程的多火轧制技术，精简了制造流程。冷作模具钢连铸板坯(100mm～180mm×300～750mm)一火轧制扁钢成品(10mm～50mm×210mm～710mm)，M2 高速钢 150mm×150mm 连铸方坯一火轧制成 ϕ11mm 的成品线材。产品质量满足国家标准要求(GB/T1299-2014)。(3)在国际上首次形成了“90 吨超高功率电弧炉熔炼→LF+VD 精炼→弧形连铸→连铸坯一火轧制成材”的高碳高合金工模具钢短流程制造工艺，突破了采用模铸和多火变形工艺生产工模具钢的现状，实现了弧形连铸+一火轧制成材生产工模具钢的规模化稳定生产，显著提高生产效率，降低生产成本，减少能源消耗。 本项目研发至今，采用新工艺生产的的高碳高合金工模具钢产品产量有 197258 吨，其中，冷作模具钢轧板有 Cr12MoV、Cr8、SKD11、1.2379 等共计 149864 吨。产品质量满足国家标准及相关技术条件要求，广泛用于家电、汽车、电子等行业，具有很高的市场竞争力，社会经济效益显著。 本项目申请国家专利 18 件，其中授权 11 件。发表学术论文 10 篇。
2025179 基于形态重构的高精度板坯结晶器漏钢预警技术研发及应用 敬业(营口)中板有限公司、北京数钰科技发展有限公司//	随着连铸技术的日益进步，生产节奏的日益加快，连铸生产过程的稳定性成了影响生产企业经济效益的重要因素，漏钢事故的发生会导致铸机生产的长时间中断，损毁铸机设备、降低设备精度，给企业带来较大的经济损失。 粘结漏钢事故占总数的约 70%左右，目前国内外的漏钢预警系统都主要采用在结晶器铜板埋设热电偶的方法对铜板温度变化进行实时监控，根据铜板温度的变化特征，结合数字滤波、模式识别等方法，对粘结漏钢进行有效探测。尽管如此，仍然不能完全避免因为粘结而导致的漏钢事故的发生。 日钢营口中板有限公司 3 号板坯铸机原漏钢预警系统 5 个月预警 1645 次，2019 年漏钢 5 次，无法有效指导生产；1 号铸机无漏钢预警系统，2020 年 1 月至 9 月漏钢 11 次；4 号铸机无漏钢预警系统，漏钢事故时有发生。 北京数钰科技发展有限公司在结晶器漏钢预警方面有着十多年的技术积累和成功的工程实践经验，营口中板与北京数钰合作开发板坯铸机漏钢预警系统，签订了《3#板坯铸机漏钢预警技术研发及应用》产学研合同、《1#板坯铸机漏钢预警技术研发及应用》产学研合同，签订了 4 号板坯铸机漏钢预报系统《工矿产品采购合同》。项目技术指标为误报率≤5%；粘结、悬挂漏钢率≤1 次/年。 以粘结发生机理为理论基础，结合北京数钰对漏钢预警系统的研究，针对 3 号铸机原有漏钢预警系统特点和 1 号铸机、4 号铸机结晶器结构，研发出了基于形态重构的高精度板坯结晶器漏钢预警系统，实现结晶器热状态的可视化，监控结晶器热电偶温度、热流，显示结晶器铜板温度场分布，保护渣化渣评价，历史数据查询等功能，实现漏钢预警系统与主系统拉速连锁。 经过指标验证，3 号铸机实现漏钢误报率 3.15%，年粘结、悬挂漏钢 0 次的成果；1 号铸机实现漏钢误报率 4.55%，年粘结漏钢 0 次的成果；同时在 4 号铸机进行推广，指标验证合格。2021 年至 2023 年三台铸机粘结漏钢次数 0 次，极大的遏制了板坯铸机粘结漏钢事故的发生。 项目获得《基于形态重构的结晶器漏钢预警方法及电子装置》、《识别结晶器粘结脱模的方法及电子装置》、《结晶器漏钢预报系统热电偶安装反序在线识别方法及装置》三项发明专利。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	2021 年至 2023 年累计创效 29038.5 万元。2024 年 12 月，经过辽宁省金属学会组织的《基于形态重构的高精度板坯结晶器漏钢预警技术研发及应用》冶金行业科学成果评价会认定，本项目经济效益和社会效益显著，成果达到国际领先水平。
2025195 百吨级高品质钢锭的电渣重熔工艺开发及应用 二重(德阳)重型装备有限公司//	本项目聚焦于高端装备制造业，包括核电、火电、水电和舰船等领域，旨在满足这些行业对高品质锻件日益增长的需求。随着锻件重量的增加，传统的钢锭制造技术存在凝固缺陷等问题，已无法满足高端产品材料的质量要求，尤其是以超超临界、燃机轮盘(Cr12、FB2 等材料)、高档模具钢、核电新材料为典型的产品或长期依赖进口，大型高品质电渣重熔技术仍然是高端装备材料国产化“卡脖子”难题。 二重(德阳)重型装备有限公司作为国家重大装备制造骨干企业，为解决长期受制于人的现状，为实现重点产品的国产化、新材料的自主研发，通过全流程专项攻关，重点研究了大型电渣锭的电极冶炼及浇注、成分均匀化控制、凝固组织控制、大型电渣锭交换电极控制、补缩控制等关键技术，形成了百吨级高品质电渣锭成分均匀性和稳定性控制技术、百吨级高品质电渣锭凝固组织致密性控制技术、百吨级高品质电渣锭利用率提升技术的 3 项创新技术，获专利 3 项(发明专利 2 项、实用新型专利 1 项)，发表论文 9 篇，并成功开发出以超低碳控氮奥氏体不锈钢、低硅低铝低氧高铬 VCD 马氏体不锈钢等为代表的百吨级高品质钢锭的电渣重熔原创技术，这些技术成功应用于高端装备用钢铁材料制备，解决了高品质的大型钢锭需求问题，为高端装备的国产化提供了强力支撑和有效保障。 项目制造的高品质钢锭成功应用于核电、火电等高端装备领域，已在公司多套核电主管道、核电堆内构件以及 Cr12 转子、燃机产品进行应用，同时实现了不同核电机组主管道、不同类型 Cr12 转子和燃机轮盘产品的全覆盖，2022～2024 年，随着工艺开发成功，新增电渣产品销售收入 66611.57 万元，新增利税 14820.82 万元，创造了巨大的经济和社会效益。这不仅打破了国外技术垄断，还实现了国产化的批量稳定供应，成功替代了进口，解决了国产化瓶颈问题，为了国家清洁能源建设和高端装备制造业的发展做出了重要贡献。
2025196 高品质低成本短流程 VCD 不锈钢下注钢锭制造方法研究 二重(德阳)重型装备有限公司//	超超临界火电转子类用钢采用 VCD 工艺(真空碳脱氧)生产，具有低 Si(≤0.10%)低 Al(≤0.010%)低 O(≤35ppm)特征，冶炼过程脱氧手段有限脱氧难度极大、浇注过程极易吸氧等特点，导致该类钢种只采用真空浇注，对于中小件，也只能采用真空钢锭一锻多的生产模式，导致钢锭利用率大幅降低，单件成本剧增而不具有市场竞争力。 以 9-12%Cr 马氏体耐热钢为代表的低 Si、低 Al、低 P、低 O、低残余元素高合金控 N 不锈钢的生产一直以来都存在诸多问题，其冶炼难度大幅高于常规 VCD 转子钢。该类钢种不仅低 Si、低 Al，且 C 含量也仅为 0.11-0.14%之间，所以无论是沉淀脱氧剂加入量还是扩散脱氧的粉状脱氧剂，都极为严苛，致使整个熔炼过程脱氧难度极大，脱氧剂稍多，C、Si 成分存在超标风险，稍少则渣色不白，钢水氧含量增加等矛盾。采用真空浇注，N 含量则无法准确控制，甚至不能满足标准要求。而采用大气下注，低 Si、低 Al 钢非常容易二次氧化，浇注过程的吸氧极为严重，存在 O、夹杂物评级、探伤均超标的高风险。同时该类钢种合金加入量达到 18%以上，合金中带入的 P、Si 等残余

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	元素含量较多，存在 P、Si 超标的高风险，故按常规经验生产 COSTE 时均加入 JCr，而非普通铬铁，导致成本居高不下。由于这些问题的存在，导致这两个钢种无法生产出优质钢锭，进而无法锻制出优质锻件，所以一直未能实现量产，也使得该类产品长期依赖进口。 为了加快 9-12%Cr 马氏体耐热钢的开发力度，迅速占领国内重型燃机和超超临界转子等高端锻件市场，成功替代进口，如何低成本地生产出满足技术条件要求的下注钢锭，供后工序使用是冶炼工序急需解决的难题。在这样的背景下，开展低 Si、低 P、低 Al、低 O、低残余元素高质量低成本 VOD 控氮不锈钢生产技术研究工作，解决技术瓶颈，攻克生产难关。开发了 VCD 类不锈钢冶炼浇注的全新工艺流程、开发了深脱氧合金化技术、开发了低成本合金化控残余元素技术，设计了下注密封保护浇注装置，实现了低 Si、低 Al、低 P、低 O 等 VCD 不锈钢的低成本制造。 在本项目开展期间申请发明专利 1 项，实用新型专利 1 项，均授权。另外发表相关论文 3 篇，项目成果获中国机械工业科学技术奖三等奖。目前这些技术及装置被广泛应用于 10%Cr、FB2、H13、X2、铰链梁等下注类产品的制造中，推广价值巨大，对公司基础工艺进步和质量提升都有非常大的贡献。
2025222 转炉炼钢全程无人操控技术集成开发与应用 宝钢湛江钢铁有限公司、宝山钢铁股份有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司//	本项目为宝钢湛江钢铁有限公司自主研发项目，应用于转炉炼钢技术领域。湛江钢铁以党的二十大精神为指引，积极践行新发展理念，落实宝武集团“未来钢铁”路线，以先行者的担当做高质量发展的示范者，在智能制造道路上砥砺攻坚，在行业内率先实现转炉炼钢全程无人操控。目前转炉炼钢过程采用部分智能化方式辅助人工操作模式，存在人工干预频繁、工艺不连贯、全周期无人化智能模型构建困难以及全链条无人生产安全风险高等问题。基于此，湛江钢铁联合多家单位历经多年自主研发，结合国内外转炉前沿技术，构建了转炉炼钢全程无人操控技术集成开发与应用。 (1)全球首创转炉炼钢全过程无人操控技术，实现废钢备料、废钢和铁水入炉、转炉冶炼过程、出钢过程、溅渣过程和倒渣过程的转炉炼钢全过程的可测量、可预判、可调控的无人操控，转炉炼钢全过程无人操控比例≥95%，作业模式由 4 人协同作业变为 1 人监护作业。与国内外标杆企业相比，率先实现转炉全过程炼钢无人化，全球领先。 (2)自主集成开发了转炉炼钢全周期智能工艺模型，建立了涵盖主原料、辅原料、合金的全物料智能配比模型，解决了人工配比质量、成本波动大的难题，实现了转炉炼钢的成本最优和质量稳定；首创了钢包智能排程模型，实现多钢种与复杂计划的炉次钢包智能匹配，自动配包率≥98%，钢包周转率提升 18%，钢包烘烤用煤气节约≥5%，减少作业人员 4 人；同时开发了基于机理模型+深度学习算法融合的温度控制模型，保证了冶炼过程平稳升温至目标温度，实现副枪测定时温度±15℃的命中率≥93%，转炉终点碳温双命中率≥95%，出钢温降±5℃命中率≥95%，与国内外标杆企业相比，指标大幅领先。 (3)自主集成开发了转炉炼钢全链条多维度安全保障技术，创建了涵盖工艺模型、设备在线检测、视频智能识别、区域封闭和智能自动应急操作的转炉炼钢全过程多维度安全保障体系，保障了转炉炼钢始终在安全环境下运行，打破了以往无人化敢做不敢用的现状。 项目共形成专利 22 件，已获授权发明专利 6 件，实用新型 6 件，软件著作 3 件。项目成果在宝钢股份多基地、酒钢、云南德胜等项目中成功应用，近三

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	年经济效益达 2.32 亿元，取得良好的经济效益和社会效益，为我国未来钢铁产业智能化的高质量发展创立了新标杆。 项目成果经中国金属学会组织的科技成果评价会鉴定为国际领先水平，具有典型的示范性和推广价值，经济和社会效益显著。
2025223 高效倒角结晶器技术的研究与应用 上海梅山钢铁股份有限公司、东北大学//	当前国内外板坯倒角结晶器技术存在如下技术瓶颈：拉速较低(普遍低于 1.4m/min)；铜板寿命低(过钢量普遍＜4 万吨)；热调宽幅度小且拉速低(调宽幅度≤100mm，调宽拉速≤1.0m/min)。随着转炉高效化冶炼技术发展，要求连铸生产具有更高的拉速、结晶器服役更长的周期、更高的效率。为此，本项目立足梅钢生产实际，开发了高效长寿命倒角结晶器技术，创新如下： (1)创新研发出了一种最优倒角角度、内腔曲面补偿与高均匀冷却结构的长寿命倒角结晶器技术。开发出了最优 60°倒角面角度结构，实现了结晶器内坯壳和铜板高均匀传热、低应力凝固；创新开发形成了沿高度方向“中上部快补偿、中下部缓补偿”结构特点的窄面铜板内腔补偿结构，实现了铸坯在结晶器内凝固全程高效补偿，大幅降低坯壳-铜板界面间隙、提高铸坯传热均匀性的同时，降低了铜板与坯壳的接触磨损。支撑知识产权申请号为 202211501127.2 的发明专利和认定号为 KHMG220235 的技术秘密。 (2)首创开发了最高满足 1.6m/min 拉速的倒角结晶器高拉速连铸生产工艺与装备技术。研究确定了 1.3%的最优倒角结晶器窄面锥度，实现了结晶器内铸坯倒角面及角部高均匀、低应力凝固。研究确定了高拉速下倒角结晶器窄面最佳冷却水量并设计出了最优倒角足辊支撑结构，有效解决了传统倒角结晶器高拉速易产生铸坯角部纵裂的行业难题。支撑知识产权认定号为 KHMG220251 的技术秘密。 (3)开发了倒角结晶器高拉速大幅度调宽装备技术，优化了倒角结晶器角缝及倒角辊的维护使用方法。支撑知识产权认定号分别为 KHMG220234、KHMG20232196 的技术秘密。 (4)开发了一种多类型结晶器上机使用自动控制技术，解决了行业上倒角结晶器等不同类型结晶器上线使用参数复杂设定的难题，实现了工艺参数无感准确切换功能。支撑知识产权申请号为 202210205535.7 的发明专利。 本成果在梅钢稳定使用，指标与直角结晶器相当，最大拉速达 1.6m/min；传统材质及其涂镀工艺镀层的倒角结晶器窄面铜板平均使用寿命达 10.8 万吨，最大寿命 14.25 万吨；连铸最高调宽拉速 1.4m/min 条件下的一次性最大热调宽幅度达 150mm。技术自 2022 年上线实施以来，铸坯角横裂率下降至 0.093%，板坯计划手清大幅度下降，板坯热送率提高 14%以上，显著降低了钢轧界面的热量损失，支撑了梅钢高品质钢低碳高效生产。
2025229 铁水 KR 高效智能脱硫预处理技术 武汉钢铁有限公司、武汉科技大学、安徽工业大学//	本项目属于炼钢技术领域。 随着国家航空航天、海洋船舶等重大工程建设发展，对钢中硫提出了新的要求，部分钢种甚至要求≤10ppm，然而传统的 KR 预处理技术因多相耦合流体动力学行为复杂和经验操作差异性大等因素，导致入炉铁水硫含量与带渣量波动大，尤其是加废钢后铁水的 KR 预处理，成为制约超低硫钢种优质高产低成本冶炼的世界性难题。 针对上述技术难题，依托武汉市 500 万政府资助，采用数值与物理模拟、工业性试验等方法，开发了铁水 KR 高效智能脱硫预处理技术，突破了经验操作与加废钢后铁水预处理波动大的技术瓶颈，主要创新如下：

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	1.揭示了影响脱硫剂颗粒混合分散效果的搅拌动力学机制，首次提出了 KR 工业在线搅拌混合特性的旋涡涡径量化表征参数，建立了混合特性优化准则和智慧脱硫决策模型，发明了 KR 智能脱硫新工艺，创制了混合特性在线深度感知、工艺参数智慧决策与精准自动执行的智能脱硫系统，率先实现了 KR 脱硫在线最优搅拌混合特性的智能稳定控制，深脱硫命中率达 100%； 2.提出了渣层液面分布厚度特征的图像灰度值表征参数，建立了高灰度值厚渣层区域最优扒渣路径规划准则和扒渣板罐口暂停回铁控制规范，开发了液面渣漂移聚散行为动态深度感知、扒渣路径智慧决策与精准自动执行的智能扒渣系统，率先实现了铁水智能扒渣的工业应用，智能扒渣率达 99.5%； 3.针对加废钢铁水脱硫热/动力学条件差的技术瓶颈，发明了自还原高效脱硫前渣改质剂、脱硫剂及使用工艺，开发了搅拌器全役恒定功率搅拌、脱硫剂分步投加工艺和铁水罐全域混合长寿化搅拌器，创制了吹气赶渣枪自适应控制技术和防粘渣耐材基扒渣板，实现了加废钢铁水的高效低成本稳定深脱硫，脱硫剂单耗≤0.2216kg/t.s，总扒渣时间≤15min/炉。 项目获发明专利 23 项，实用新型 1 项，制订企标 8 项，发表论文 11 篇(SCI/EI5 篇)，在武钢有限完成了国内外首条 KR 智能脱硫扒渣产线的应用，高炉铁水脱硫时搅拌器使用寿命≥600 炉/支，脱硫剂单耗≤6.25kg/t 铁，支撑了武钢有限国家重大工程与大型机械用新钢种的开发和高附加值品种钢的提质增产，近三年新增利润 5.52 亿元，政府项目通过武汉市科技局的结题评审，综合技术达国际领先水平；KR 脱硫装备量化设计新方法及脱硫新工艺等技术成果已在首钢、新钢、涟钢、鞍钢等企业推广应用并成为国内钢铁行业的引领性技术，显著促进了我国高端板坯生产的技术跨越和智慧城市钢厂建设。
2025258 大型 AOD 低成本绿色冶炼关键技术开发与应用 太原钢铁(集团)有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、北京科技大学//	本项目属于不锈钢冶炼技术领域。 不锈钢以其耐腐蚀、综合性能好、可循环利用、绿色环保等优点在国内外重点行业广泛应用，2023 年中国不锈钢产量 3670 万吨，其中 300 系不锈钢占比 50%以上。随着红土镍矿冶炼技术的开发，不锈钢含镍主原料已由不锈钢废钢转变为镍生铁，国内外 300 系不锈钢主要采用“电炉-AOD”和少量的“RKEF-AOD”冶炼工艺。300 系不锈钢生产面临以下难题：(1)镍生铁、高碳铬铁等原料碳硅含量高，冶炼生成的不锈钢渣和除尘灰量大；(2)电炉熔化过程电弧高温烧损和氧化严重，导致铬镍贵重元素收得率低和能耗高的问题；(3)AOD 入炉预熔液碳硅含量高，存在脱碳脱硅喷溅严重、倒渣溢渣、冶炼时间长等问题，难以满足不锈钢低成本、低排放、绿色可持续发展的要求。 项目通过“产学研”合作，自主研发了 AOD 高碳高硅冶炼技术、固废减排与综合利用技术，实现了不锈钢低成本高效生产，取得如下创新成果：(1)开发了中频合金炉-AOD 双联法新型不锈钢低成本冶炼工艺，实现了原料带入碳硅化学热在 AOD 的高效利用，冷料比由 20%提高到 130%，取消了电炉工序，降低固废的产生量。(2)揭示了 AOD 使用高碳高硅预熔液冶炼过程易发生喷溅的机理，构建 AOD 高硅脱硅、终点控制模型，开发了大供氧量、高效脱硅、泡沫渣抑制技术，顶枪 AOD 供氧强度达 1.5Nm^3/t·min，突破了国内外 1.2Nm^3/t·min 的极限。(3)开发了不锈钢产线固废直接合金化利用技术，实现了固废资源高效循环综合利用。 本项目首创大型 AOD 使用高碳高硅预熔液的冶炼技术，已在国内 3 座 180 吨 AOD 炉稳定应用 5 年，申报 8 项国家发明专利，其中授权 6 项，发表论

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	文 2 篇。2021～2023 年采用本技术生产 409 万吨 300 系不锈钢，全线铬、镍收得率分别达到 95.5%、97.8%比“电炉+AOD”工艺提高 2.5%、0.8%，累计创效 2.89 亿元。同时不锈钢渣量降低了 27%，除尘灰量减少 40%。不锈钢产线废弃物实现经济循环利用，降低了环境污染。项目整体技术达到国际先进水平。 本项目的实施，推动了不锈钢低成本、绿色冶炼技术进步，对促进中国不锈钢行业走上创新、绿色、可持续发展之路具有重要意义。
2025268 基于高温荷电新发现的浸入式水口防结瘤与夹杂物去除新技术及应用 中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、东北大学、上海大学、宝山钢铁股份有限公司、首钢集团有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、南京钢铁股份有限公司//	项目属钢铁冶金领域，涉及钢铁高质高效制备新技术。 高端化、绿色化、智能化和高效化是我国重要基础原材料钢铁的发展方向。工信部等发布的《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》指出，要“加强高端关键钢材品种冶金技术研发”。非金属夹杂物特别是大尺寸夹杂物，严重劣化钢材塑性、韧性、抗疲劳和抗腐蚀等关键性能，大尺寸夹杂物是高品质钢种如汽车板钢、轴承钢等控制的重点。连铸是影响钢铁生产质量效率的重要工序，其关键支撑功能部件浸入式水口(以下简称水口)的结瘤不仅影响连铸效率，更导致钢中大尺寸夹杂物增多进而劣化铸坯质量，是长期困扰高品质钢生产的共性关键技术难题，为国际上业界研究热点。 多年来项目团队在国家自然科学基金重点项目等的持续支持下，针对水口结瘤并导致大型夹杂物产生，严重影响连铸效率和钢的质量与性能的国际难题，独辟蹊径，聚焦钢液中主要夹杂物氧化铝向水口壁面迁移的驱动力，基于物理学、电化学、缺陷化学、材料学、冶金学等多学科交叉融合开展系统研究，取得如下原创性突破： 1.首次发现高温钢液中 Al_2O_3 夹杂物表面本征荷正电、连铸时服役水口荷负电的科学现象，揭示出静电力亦是钢液中 Al_2O_3 夹杂物向水口壁面迁移并致结瘤的重要驱动力，发展和完善了水口结瘤机理，并打破钢液中 Al_2O_3 夹杂物为电中性的传统理念或假设； 2.提出电场力抑制 Al_2O_3 夹杂物迁移新理念，创新构建电极化水口/塞棒，研制出高温下大电流电场稳定布施绿色冶金设备，发明正极电场抑制水口、塞棒结瘤新技术。应用表明：有效抑制了塞棒涨棒，相同条件下与国外水口相比，结瘤层厚度降低≥30%，结晶器液面稳定性显著改善，稳定连浇炉次提高 20-100%； 3.阐明了电场力促进 Al_2O_3 夹杂物上浮至中间包覆盖剂内或吸附于负极材料的新机制，构建中间包区域电场，发明电场力去除夹杂物新技术。应用表明：中间包区域电场显著提高钢液洁净度，优化了夹杂物形貌，铸坯中＞5μm 夹杂物数量下降≥25.3%，冷轧工序夹杂废次降级率降低≥45.3%。 项目基于科学发现，发明系列新技术，发表论文 31 篇，获国家授权发明专利 10 项。成果规模化用于宝钢、首钢、南钢等汽车板钢、轴承钢等生产，近 3 年增收 8080 万元，经济社会效益显著。中国金属学会评价该项目成果原创性高、绿色高效，有效地解决了制约钢铁高质高效生产中的水口结瘤、大尺寸夹杂物去除等关键共性技术难题，项目成果总体达到国际领先水平。
2025269 氢基直接还原耐火材料研制与工程	本项目属于冶金用材料科学与工程领域。 氢基竖炉直接还原是钢铁冶金公认的低碳技术。而耐火材料是托起氢基竖炉高效安全运行和技术进步的关键性材料，承载球团冲击、氢气侵蚀、脉石熔蚀、高温高压气体冲蚀等，威胁竖炉运行的安全。面对开启氢冶金绿色之路，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
化技术 中钢设备有限公司、中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司//	工艺技术关键材料需求，团队从零起步，模拟多气源、多场景下抗氢还原试验；开发出氢基竖炉不同部位高性能的耐材；制定出独特的施工方法和烘烤制度；完成百万吨级成套耐材的首次全国产化应用。 项目情况点如下： 1.首台氢冶金耐材检测模拟平台搭建。探索氢冶金工艺气成分、温度、压力与耐材原料等特性，确定主要特征参数，自主设计研制高温模拟试验装置，建成可进行多气源(H_2、CO、CO_2、CH_4、N_2、Ar，水蒸气)，多场景(温度范围：室温-1000℃，压力范围：0-1.0MPa)下耐火材料侵蚀实验平台。 2.首套百万吨氢基竖炉耐材研发应用。通过 Factsage、HSC、Fluent、ASPEN 等模拟分析 H_2、H_2O、CO 及其混合气氛对耐火材料物相、物理化学变化等的影响，寻求影响性能演化的主要杂质成分及其赋存状态，研究耐火材料侵蚀前后材料的物相组成、微观形貌和化学反应的演化规律，揭示耐火材料氢气氛下服役行为变化规律，开发一整套适用于氢基竖炉不同工作部位、受力特点、抗冲刷强度的耐火系列材料。 3.首例高氢比例工程化实践运行验证。采用 3D FEA 数值模拟分析，研究不同炉衬材料构建传热特征、温度场与应力场分布，研究氢冶金装置工作衬和保温耐材及工程化集成技术，辅以施工方法、烘烤制度，实现耐材抗侵蚀性、抗热震性、耐高温性最优化。 本项目获授权发明专利 4 项、实用新型专利 1 项，受理专利 3 项，在核心期刊发表论文 4 篇，形成具有自主知识产权氢基竖炉耐材技术。并用于宝钢湛江百万吨级氢基竖炉、Tosyali250 万吨竖炉、宝武八钢欧冶炉竖炉中修，耐材均达到设计指标，取得显著效益，具有广阔应用前景。累计新增产值 17.13 亿元，创收外汇 16.9 亿元，国内首创增值 2135.7 万元，新增利税 238.6 万元，评价(鉴定)委员会一致认为该成果整体技术达到了“国际先进”水平。项目提前突破工信部、发改委、国家能源局三部门提出的“氢基还原炉等氢冶金装置研发、还原炉内衬耐火材料等关键材料和氢冶金控制机理模型、数字化智能化控制系统等关键技术”的开发，助力钢铁绿色发展，促进“双碳”战略实现和环境友好具有显著意义。
2025291 高性能稀土利废节能耐材关键技术开发及应用 天津包钢稀土研究院有限责任公司 //	项目所属科学技术领域：冶金，耐火材料。 主要内容：针对工业窑炉热损耗高、能源利用率低以及稀土/非稀土废渣废料堆存风险大、回收成本高、产品价值低等问题，项目团队采用前置材料设计及高温固溶一体化原位合成技术，利用稀土改性固体废弃物(粉煤灰、抛光粉废料、钕铁硼废料、稀土催化剂废料)技术制备稀土红外辐射节能涂料、稀土改性轻质烧胀粉煤灰陶粒、稀土改性保温隔热灌浆料三种高性能稀土利废节能耐材，并应用于高温工业窑炉保温隔热领域。该技术工艺流程简单，能耗低，二次污染少，废渣废料利用率高达 95%以上，突破传统废渣废料处理和回收利用的技术瓶颈，通过提升高温窑炉炉衬红外辐射率、降低炉体热导率，技术产品系统化提升工业窑炉能源利用率 10%以上。 主要特点：1.项目利用稀土改性固体废弃物技术制备的稀土利废节能耐材，该技术具备产品性能高，工艺流程简单、能耗低、二次污染少、废渣废料利用率高达 95%以上等特点，突破传统废渣废料处理和回收利用的技术瓶颈。 2.采用高温固溶一体化原位合成技术制备具有高熵结构的多元素共掺杂固溶体，具有更高的红外发射率和高温稳定性。通过优化热处理工艺、研磨工艺

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	和新型粘结剂配方获得稀土红外辐射节能涂料，涂层红外发射率达到 0.95 以上。3.采用稀土抛光粉废料对粉煤灰进行组分调控，制备稀土改性轻质烧胀粉煤灰陶粒，降低陶粒的烧成温度，且调控组分后的稀土抛光粉-粉煤灰混合材料在高温时生成具备一定黏度的硅酸盐低熔点中间产物，该中间产物包裹烧胀气体共同形成封闭气孔，从而实现轻质高强特性。3.采用绿色简洁的液相沉淀合成技术制备具有特殊层片状结构、低导热、高熔点、化学性质稳定的稀土复合材料对工业固废粉煤灰进行掺杂改性，制备稀土改性保温隔热灌浆料具备热导率低力学性能高的特点。4.高性能稀土利废节能耐材应用于工业窑炉不同部位，如稀土红外辐射涂层涂覆于炉壁受热面，稀土改性轻质烧胀粉煤灰陶粒作为炉壁、炉顶、炉身浇注料中关键骨料，稀土改性保温隔热灌浆料用于高炉炉腹以上部位保温炉衬，通过提升高温窑炉炉衬红外辐射率、降低炉体热导率，技术产品系统化提升工业窑炉能源利用率 10%以上。应用推广情况：稀土红外辐射涂层已在 18 座工业窑炉进行应用，稀土改性粉煤灰轻质烧胀陶粒进行过一次大型工业化验证，稀土改性保温隔热灌浆料已完成 20 吨级工业化试验，技术应用于高温工业窑炉综合实现 10%以上的节能率。
2025310 能源及重工装备核心功能部件用大单重高端特殊钢关键技术创新及产业化 江阴兴澄特种钢铁有限公司、北京科技大学、金风科技股份有限公司、中国铁建重工集团股份有限公司//	本项目属钢铁冶金领域新材料、新技术研发及应用。 “绿色低碳”已成为世界经济可持续发展的主旋律，许多新兴产业、前沿领域重大工程不断涌现，并倒逼其所涉及的重大装备向高质量、大型化、绿色化快速发展。本项目主要聚焦我国大型风电、超超临界火电、抽水储能发电、大型盾构机等最核心的“原创或卡脖子”特殊钢功能部件(传动轴、轴承、齿轮、耐热核心钢管、磁轭环等)的先进制备。这些部件服役环境恶劣、受力状况复杂且安装维护成本极高，必须具备高质量和长寿命保障。其中，从 Φ5mm→Φ3.2mm→Φ2mm→Φ1mm→Φ0.8mm→Φ0.6mm 不断提高的超声波探伤指标及高疲劳寿命要求成为这类高端特殊钢材料开发的共性技术难题，而各种大单重(5-50t)高质量特殊钢及其批量制备能力的匮乏一度成为我国先进重大装备发展的瓶颈。 项目基于产品、工艺和装备研究，突破了系列关键技术壁垒，研发出最大直径达 1320mm 的超大断面高端特殊钢弧形连铸及其冶炼核心技术，满足了大单重特殊钢高质量与多领域产业化应用要求。 主要创新点如下：(1)世界首创 Φ1320mm 大断面、大流间距、多物理场协同控流浇铸技术，实现了 3 米大流间距圆坯浇注时三流流动特性的均衡一致、结晶器液面的稳定与连铸过程的均衡凝固。(2)开发出超大圆坯弧形连铸三区段、多维度组合式电磁搅拌技术，实现了利用电磁力控制凝固、强化钢水补缩以及均匀大圆坯芯部温度和成分的目的，获得良好的改善偏析与中心疏松效果。(3)世界首创超大圆坯铸流矫直前表面加热控温、末端大压下和智能拉矫技术，有效解决了大断面弧形连铸坯矫直抗力大、表面裂纹倾向大以及铸坯芯部缩孔、内裂与偏析严重的难题，确保了铸坯内部质量及表面质量稳定可控。(4)开发了 KR-BOF-LF-RH-CCM 制备流程中钢水 S、O、Ti、Ca 等关键表征元素分工序协同控制技术，满足了大单重特殊钢部件高级别探伤所需的高纯净度要求，产品疲劳性能指标行业领先。 项目获授权专利 32 件，发表论文 23 篇，制修订国家、行业等各项标准 6 项，完成省部级以上科研项目 3 项，产品已广泛应用于国家近年建设的大型风电、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	超超临界火电、抽水储能发电、大型盾构机等标志性重大装备。近三年大单重高端特殊钢销量达 390 万吨，产值达 213 亿元，支撑了国家新能源和先进重工装备的建设，经济与社会效益显著。经中国金属学会组织的院士专家成果评价，一致认为项目成果达到“国际领先”水平。
2025313 航空发动机主轴轴承用钢 M50 关键技术及产业化 大冶特殊钢有限公司、中信泰富特钢集团股份有限公司、北京航空航天大学、浙江双动机械有限公司//	航空发动机是民用飞机，军用战机和运输机等航空器的“心脏”，是衡量一个国家科技、工业和国防实力的重要标志，我国更是将航空发动机作为“中国制造 2025”的十大重点项目之一和“国防科技工业 2025”的重点突破方向。目前，我国航空及航空发动机技术水平距离世界先进水平还存在较大差距，其中就包括航空轴承材料研发、航空轴承制造技术和服役性能、寿命等。 本项目，大冶特钢聚焦航空发动机主轴轴承用钢：①充分利用中信泰富特钢 20 多年在高品质轴承钢的理论、生产、应用研究经验，开发了最优的航空发动机轴承用钢 M50 生产工艺；②依托兴澄特钢超纯净轴承钢生产工艺，创新开发了适配双真空工艺用超纯净原料钢制备关键技术；③开发了高品质 M50 纯净度、碳化物控制水平的评价方法。 项目完成，取得了 4 大科技创新成果：(1)夹杂物超纯净化控制技术突破，达到国际先进。夹杂物尺寸≤5μm。(2)高均质化，达到国际领先。成品最大碳化物尺寸≤25μm。(3)成品缺陷当量＜0.4mm，达到国际领先。全流程“零缺陷”控制技术实施，保障了航空材料的高品质和稳定性。(4)探索出具有自主知识产权产权的航空轴承钢碳化物的评价方法，国内唯一。 目前，项目产品实现产业化国际化应用，其产品性能和批产供货能力为国内航空发动机轴承生产商设计选材与制造质量保证提供了保障，项目创新突破“卡脖子”技术瓶颈，实现航空发动机主轴轴承钢的产业化国际化应用。在国际航空高端市场：(1)批量出口法国 SKF(斯凯孚)、德国 Scheaffler(舍弗勒)等国际优秀的轴承制造企业，国内唯一。法国 SKF 评价大冶特钢 M50 产品质量表现优秀；德国 Scheaffler 评价，Very good quality level。(2)通过了 P&WC(美国普惠加拿大工厂)认证，进入 P&W 航空轴承钢供应商名录，中国唯一；(3)通过法国 Safran(赛峰)认证；(4)通过 Honeywell(霍尼韦尔)认证；在国家重大需求方面，助力国家商用发动机轴承国产化研制，保障国产大飞机产业链安全。2023 年 12 月 20 日，中国钢铁工业协会成果评价，评价会专家委员会由中国工程院原副院长干勇等 5 位院士组成，专家组成员覆盖航空发动机材料产学研用，评价结果：水平达到国际先进，多项关键技术达到国际领先，并评价其优异的产品性能和批产供货能力为航空发动机轴承生产商的设计选材与制造质量提供了坚实保障。
2025326 高强韧抗硫化氢超深井石油钻具用钢关键技术开发及应用 南京钢铁股份有限公司、燕山大学、上海海	项目属于钢铁冶金与金属材料技术领域。 石油钻具是用于石油的勘探、生产和运输的重要组成部分，对于保障石化产业的顺利进行具有重要意义。石油钻具由于使用工况环境恶劣，通常需要承受复杂的交变载荷作用力以及苛刻的腐蚀环境介质，并且随着钻探深度的不断增加，对石油钻具材料的强度、低温韧性、纯净度以及耐蚀性能等提出更高的要求。 南钢联合燕山大学，打破传统成分设计思路，采用 Mo 合金为主微量合金为辅的多元成分设计，协同行业龙头企业开展了系统的关键技术研究，开发出系列超深井用高强韧抗硫化氢石油钻具用钢。 本项目创新如下：1.建立了一整套成熟、稳定的石油装备用钢生产技术路线，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
隆石油钻具有限公司、江苏常宝钢管股份有限公司//	首创了 Cr-Mo 合金钢 Nb、V、Ti 微合金复合强化、高强韧、抗硫新型成分体系，研制出 110SS、120SS、125SS 系列高强韧抗硫石油钻杆及接头用钢，研制出 N80、C90、P110、Q125 系列石油套管用钢，实现了 API 钢级全覆盖。2.开发了高纯净冶炼及均质化组织工艺集成控制技术，实现了超低 S 含量(S%≤0.003%)控制，夹杂物洁净度指数≤300mm/L，非金属夹杂物四类八项总和≤2.0 级；热轧圆钢上获得均匀的珠光体+贝氏体组织，为调质处理后高强韧性提供初始组织保证。3.攻克了高强度与高韧性、抗硫化物应力腐蚀匹配性难题，新一代 120SS/125SS 高强韧抗硫钻杆接头产品，材料制造成本降低了 15%，强度提升了 10%，低温(-20℃)冲击韧性提高了 20%。并已在高含硫超深井项目中批量应用，开发过程能力得到显著提升，其水力效率提高了 30%，钻井作业效率提高 15%。 项目申请专利共 13 件，其中授权专利 9 件；“120S 级抗硫化氢应力开裂钻杆接头用钢 HL002”通过江苏省工业和信息化厅组织的新产品鉴定，工艺技术达到国际先进水平。近三年，南钢超深井用钻具用钢累计供货约 15 万余吨，创造新增营收逾 10 亿元，新增利税 1.6 亿元。产品广泛供应中石油、中石化、中海油、沙特阿美、阿布扎比国家石油公司等国内外大型国家石油公司，并已在塔里木油气田、中东 ADNOC UDR Island、SARB Island 等高含硫超深井项目中批量应用。
2025340 先进制造用高品质钢洁净化制备关键技术开发与应用 北京科技大学、北方工业大学、首钢集团有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、中国第一重型机械股份公司、邯郸钢铁集团有限责任公司、石家庄钢铁有限责任公司、上海梅山钢铁股份有限公司、南京钢铁股份有	此项目属于炼钢领域。钢铁材料是支撑我国制造强国建设的关键战略材料，我国部分先进制造用钢种仍与国外领先水平存在明显差距，制约了国家关键领域的战略发展。洁净化是先进制造用钢铁材料制备的行业难点，特别是钢中夹杂物控制。在影响钢产品质量和服役性能的“卡脖子”问题中，有三分之一以上由夹杂物造成。夹杂物控制是高品质钢制造的百年难题，主要存在三个难点：极限去除困难大、成分精准改性难度高、全流程预报和控制精度低。该成果开发了先进制造用高品质钢洁净化制备关键技术，主要创新点如下：创新点 1：钢中非金属夹杂物多级去除技术。构建了钢中夹杂物形核、长大、去除的全周期基础理论，提出了精炼渣的夹杂物容量，形成了夹杂物全流程多级去除关键技术，实现了轴承钢总氧降低至 4ppm、高端电工钢总氧降低从而磁性能提升 20%。创新点 2：钢中非金属夹杂物成分精准改性技术。提出了钢洁净度指数 Iclean=x·T.O+y·(Al_2O_3)，建立了钢-渣-夹杂物多相反应热力学预测模型，开发了精准钙处理、精准合金化、精准渣调控等钢中夹杂物精准改性技术，实现了铝脱氧钙处理钢中夹杂物 20-50%液相分数的精准控制，百吨级以上碳锰钢锻件超声探伤合格率由 70%大幅提高至 98%。创新点 3：高品质钢生产全流程钢中夹杂物演变的精准预报和控制技术。建立了转炉炼钢过程耦合反应模型、精炼过程多元反应动力学模型、连铸坯和大铸锭夹杂物空间分布全信息预报模型，实现了夹杂物数量、尺寸和成分的精准预报和控制，将取向硅钢酸溶铝含量控制精度提升到±5ppm，超大型铸锻件产品成材率由 38%提升至 46%。 该成果应用于首钢、宝武、河钢、兴澄等 20 余个钢铁企业 150 多个钢种的洁净化生产，应用于十余个先进制造用钢的国产化替代，新增产值逾 600 亿元，创造利润逾 50 亿元；产品应用于白鹤滩水电站主轴、华龙一号核电主管道、国和一号核电反应器等多个国家重点工程建设，具有重要国家战略意义和巨大经济价值。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
限公司、唐山钢铁集团有限责任公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、攀钢集团研究院有限公司、舞阳钢铁有限责任公司、凌源钢铁集团有限责任公司、广西北港新材料有限公司//	该成果获发明专利 40 余项(国际专利 3 项)、标准 10 项，出版专著 8 部，发表论文 200 余篇，获 2022 年北京市科技进步一等奖、2020 年教育部科技进步一等奖、2020 年河北省科技进步一等奖和 2017 年美国钢铁年会 Fruehan 奖。2023 年 12 月由中国金属学会组织干勇、毛新平、刘正东、张福成、李殿中 5 位院士等专家评价该成果为“国际领先”。
2025341 高品质钢高洁净化电磁调控关键技术开发与应用 北京科技大学、山东钢铁股份有限公司、金风科技股份有限公司、青岛正望新材料股份有限公司、内蒙古科技大学、山东欧冶轴承有限公司、包头天顺风电设备有限公司//	本项目属于炼钢技术领域。 夹杂物的“短板效应”极大制约了高端装备用风电钢、轴承钢、齿轮钢、重轨钢等高品质钢的服役安全稳定性。针对“夹杂物精准调控”的核心工艺机理和技术难点，项目依托国家重大人才工程及省部级重大科技创新工程，历经十年攻关，完成了电磁净化的理论和技术创新，自主开发了首台套夹杂物电磁精准调控新装备，实现了精炼与连铸过程钢液深度净化的综合管控。 核心创新点为：(1)夹杂物定向迁移机理与钢液电磁净化新理论：创建了电流密度梯度驱动夹杂物定向迁移的新理论，揭示了电磁场下钢液中气泡捕获夹杂物的机理，提出了构造中间包水口区域“电磁挡墙”驱离夹杂物的新思路，开发出精炼与连铸过程中间包钢液电磁净化新技术。将软吹时间从 15min 缩短至 7min 以内，实现了尺寸≥1μm 夹杂物的有效去除，中间包钢液净化率提升了 40%以上，破解了夹杂物去除率低的行业难题。 (2)夹杂物相互作用模型与形态转变电磁调控新手段：建立了电磁场下钢中夹杂物形态演变及其相互作用模型，提出了硫化锰夹杂物形态转变的电磁调控新途径，实现了钢中硫化物的细化与纺锤化，铸坯中心部位 A 类夹杂物从 2.5 级控制到 0.5 级，钢材冲击性能单值波动性降低，疲劳极限提高了 25%以上，显著提升了高品质钢产品性能与质量稳定性。 (3)多元界面反应调控与稀土耐材电磁制备新技术：提出了电流耦合稀土掺杂制备耐侵蚀、防结瘤水口耐火材料的技术思想，揭示了电磁场下钢液与稀土耐火材料间的化学反应及沉积特性，开发出低润湿性、高稳定性、长生命周期的稀土耐火材料，提高了稀土钢、含钛钢、铝脱氧钢等高品质钢的单浇次连铸炉数，塞棒平均涨幅降低了 50%，稳定控制在≤2mm/炉，解决了国际上公认的高品质钢连铸可浇性差的技术难题。 项目获国家授权发明专利 20 件，国际授权发明专利 3 件，实用新型专利 3 件，软件著作权 2 项，团体标准 2 项，发表 SCI 论文 60 余篇。项目成果在山钢集团、金风科技、青岛正望、包头天顺风电、山东欧冶轴承等企业推广应用，生产的高强风电钢、高端轴承钢和齿轮钢等应用于高铁、风电和船舶等

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	工程领域，开发的技术装备为高品质钢的生产工艺优化和新产品研发做出了重要贡献。经中国金属学会评价，项目成果总体达“国际领先水平”。近三年为相关单位累计产值 88.3 亿元，创效 10.1 亿元。本项目实现了高品质钢高洁净化冶炼，积极响应了我国“双碳”政策，满足了国家钢铁行业绿色低碳高质量发展的要求。
2025351 高品质钢铁材料磁控超常冶金制备技术 上海大学、宝山钢铁股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、浙江精瑞工模具有限公司//	该项目属于冶金科学技术和炼钢连铸技术领域。 高品质钢铁材料(如汽车板、电工钢、船板钢、不锈钢、工模具钢、轴承钢、核电用钢等)广泛应用于能源、交通、航空航天、国防等领域，在国民经济建设中作用重大。高品质钢铁材料性能提升的关键在于提升冶金质量，而连铸/电渣重熔工序是制约钢铁材料冶金质量的“咽喉”工序。在连铸/电渣结晶器中，不合理的钢液或熔体流动将导致一系列冶金缺陷，且高温钢液/熔体流动采用常规手段很难调控。而电磁场由于独特的无接触力能效应，用于调控结晶器钢液流场优势明显，但前提是必须开发钢液流场特性和形态的测量方法！ 传统水模拟和数值模拟无法有效模拟电磁场下结晶器中钢液/熔体的流动行为，导致结晶器控流技术长期无法突破。本项目提出全新的磁控超常冶金技术理念，自主开发出低熔点液态金属物理模拟和三维测速技术、多场多相多界面全耦合的数值模拟技术、Zn-ZnCl2 电渣模拟技术等，使连铸/电渣结晶器中钢液流场看得见、摸得着、测得准，同时可模拟钢液中的传输行为，建立流场影响连铸坯及电渣锭冶金质量的定量判据。基于此，开发出板坯连铸结晶器交变电磁主动控流、薄板坯连铸结晶器静磁场高效随动控流等全新技术及系列装备，并应用于实践，使高性能汽车钢、硅钢等板坯冶金质量大幅提升，突破新日铁、川崎、ABB 等发达国家公司的技术封锁并反超；独创电磁振荡复合热电磁流的磁控电渣重熔结晶器复合控流新技术，解决电渣领域近百年未解决的除杂机制难题，实现大尺寸特殊钢电渣锭低倍组织、碳化物和枝晶的“三细化”，电渣锭冶金质量大幅提升。 本项目获授权发明专利 46 项，PatYee 全球专利检索结果表明，本项目相关专利的价值度显著高于其他专利，核心专利价值度是其他专利的十倍，且为全球最早提出；发表高水平论文 65 篇，引用一千余次；磁控超常冶金技术在宝钢股份、宝武集团、湖南涟钢、浙江精瑞等企业三十余条产线应用，近三年生产高性能钢铁材料一千三百余万吨，直接效益逾 11 亿元，新技术还有望用于航母、核潜艇、核电等国之重器和新能源关键材料制备等领域，经济和社会效益显著。查新报告表明，未见相同的文献报道。金属学会成果鉴定(干勇院士和毛新平院士为正副组长)认为：本项目技术总体国际领先。曾获 2018 年美国 TMS 学会 Nagy El-Kaddah 最佳论文奖、2014 年教育部科技进步二等奖和 EPM 2015 最佳墙报奖等。
2025352 镁弥散化冶金工艺的开发及产业化应用 上海大学、宝山钢铁股	本项目属于钢铁冶金炼钢领域。项目面向钢企及下游用户对于产品实物质量提升的重大需求，基于镁弥散化冶金理论深化研究与典型产品工业实践的结合，实现了用镁对钢中各类夹杂物及碳氮化物、基体组织的精准调控；形成了镁弥散化冶金控制工艺及其精准控制技术；阐明了镁在铝脱氧钢、非铝脱氧钢、含硫含铝特殊钢、中高碳合金钢、含氮钢等品种的适用性及作用机制，将镁弥散化冶金工艺进行规模化应用。 项目团队自主设计镁铝-铁、镁硅-铁、镍镁-铁系列包芯线成分体系，用铁粉

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
份有限公司、南京钢铁股份有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、浙江青山钢铁有限公司、敬业(营口)中板有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、鞍钢集团北京研究院有限公司//	比例调控加镁现场反应程度，解决了加镁过程反应剧烈、喷溅严重的问题；开发间歇喂线及配套软吹镇静工艺，进一步减少喷溅，稳定提升了镁收得率；开发六点校准镁光谱通道方法，实现镁含量的在线快检；总结脱氧和造渣工艺对产品洁净度的影响规律，制定氧位及镁含量控制窗口，开发镁冶金效果预测模型，形成了工业加镁的安全、精准和稳定控制工艺。 针对中厚板铝脱氧钢普遍沿用钙处理及其导致洁净度差、大尺寸夹杂突出问题，实施 10～16ppm 微镁处理，对夹杂进行弥散化调控，不增加成本前提下有效提升钢材洁净度及铸坯等轴晶比例，显著改善钢材低温韧性和焊接性，实现≥20 炉稳定连浇，开辟铝脱氧钢低成本洁净化冶炼新工艺。 针对非铝脱氧钢、含硫含铝钢普遍存在的大尺寸硫化物及氧化铝超标现象，开发镁弥散化、镁-稀土复合弥散化调控工艺，实现对硫化物、氧化铝等夹杂物的弥散化调控，消除钢中单独存在硫化物、氧化铝，形成以 2-5μm 为主近球形复合夹杂，有效提高产品洁净度，改善重轨钢等产品的 K 法评级，提升产品的耐磨及疲劳性能。 开发了夹杂物三维刻蚀技术，原位解析碳氮化物三维形貌和分布特征，建立碳化物形貌与类型对应关系；揭示镁对共晶(液析)碳化物、仿晶界先共析铁素体、大尺寸碳氮化物的抑制机制；开发出镁对中高碳合金钢、模具钢、耐热钢、含氮钢等的弥散化调控工艺，为共晶碳化物、先共析铁素体、大尺寸氮化物的调控提供低成本的解决方案。 项目在宝钢股份、南京钢铁、包钢股份、浙江青山钢铁、营口中板公司、华菱湘钢、长城特钢、申源特钢、苏信特钢、宝特韶关、台湾中钢等十余家钢企的数十个品种进行产业化应用，实现了镁弥散化冶金理论应用研究及钢材品种实物质量同步提升；发表学术论文 53 篇，出版学术专著 1 本，获专利和软件著作权 21 项，实现经济效益 54.3 亿元，利润 10.3 亿元，经济社会效益显著；为高品质钢材开发提供一条高效低成本的技术选择。
2025354 高超纯铁的生产装备与技术开发 上海大学、河北龙凤山铸业有限公司、抚顺特殊钢股份有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、河北龙凤山辰昕新材料科技有	项目所属科学技术领域：钢铁冶金。 纯铁是重要的高端特殊钢和合金用原料，也是不可或缺的材料，还是科学研究和分析测试的重要物质基础。在工业领域，纯铁主要用于制造超高强钢、航空轴承钢、特殊不锈钢和高温合金等结构材料，以及硬磁合金、非晶合金、坡莫合金、铁基超导等功能材料。在科学研究和分析测试中，纯铁不仅是探究宇宙物质演变的关键元素，还作为标准物质和助溶剂发挥作用。此外，纯铁在电磁屏蔽、电解阴极等领域也有重要应用。 随着我国向科技和制造业强国目标迈进，对高超纯铁(4N 至 5N 级)的需求急剧增加。在此背景下，国内外的生产技术尚不能大规模生产 4N 至 5N 级的高超纯铁，尽管日本和德国已能生产并市场供应 3N 至 4N 级的电解铁，价格却高达 20 万元/吨。日本东北大学实验室甚至能够制备出 5N 至 6N 级的超纯铁。相比之下，我国在高超纯铁的制备、特性研究和应用方面与西方国家存在差距，迫切需要开发相关技术以缩小这一差距，尤其是高超纯铁可能成为战略物资的“卡脖子”问题。 为应对这些挑战，2019 年以来，在国家发改委、中国钢铁工业协会、河北省发改委及科技厅的支持下，上海大学、河北龙凤山铸业、抚顺特殊钢股份等单位组成了项目组，开展了大规模火法冶金生产高纯铁(4N 级)生产技术与装备、电解法生产高纯铁(4N 级)生产技术和装备、真空区熔制备超纯铁(5N 级)

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
限公司、河北工程大学、上海大学(浙江)高端装备基础件材料研究院//	技术和装备的研发工作。经过五年多的团结协作攻关，在铁的纯化理论和技术的系统深入研究基础上，突破并创新了 80 万吨火法冶金高纯铁、自主构建 100 吨高纯电解铁、创新 10 公斤真空区熔超纯铁三条高超纯铁产线和装备，成功制备出 4N～5N 级高超纯铁，形成了批量稳定的高超纯铁产品生产和供应能力。项目研究了高超纯铁的特性，促进对高超纯铁的认识和应用。这些成果不仅满足了市场需求，也推动了高端新材料和装备制造业的高质量发展，同时促进了高超纯铁特性的深入研究。 项目实施过程中，申请专利 34 项，其中授权发明专利 15 项，授权实用新型专利 10 项，发表学术论文 32 篇，其中 SCI、EI 论文 30 篇，制定行业与团体标准 4 项，企业标准 96 项。经济社会效益巨大，推广应用和市场前景好。项目实施期间与国家、地方和企业共签订技术合同金额为 10495 万元。
2025007 高品质板带形性表综合控制技术创新与应用 河钢集团有限公司、燕山大学、宝山钢铁股份有限公司、上海梅山钢铁股份有限公司、鞍钢神钢冷轧高强汽车板有限公司、河钢数字技术股份有限公司、燕山大学深圳研究院//	板形、性能以及表面质量一直是影响高品质板带产品的关键指标，即使拥有进口的先进装备，在实际生产中仍然需要做大量的研究和实践工作，尤其在高精度的板形、性能一致性和高表面质量需要创新的探测方法、精准的预报模型和有效的控制手段。为此，以实现高品质板带生产的“形、性、表”测控一体化为目标，河钢集团联合燕山大学以及多家国内钢铁企业经过联合技术攻关，最终突破了板带形状、性能、表面的检测、预报、控制等多项关键技术瓶颈，取得了以下主要技术创新： 1.多模态信息融合检测与多机架多工序协同的板形控制技术。首创了基于三维点云数据与可见光成像的多模态信息融合热轧带钢平直度检测系统，开创性地将 3D 线激光轮廓传感技术应用到热轧带钢平直度检测领域，行业首次将冷却水改良系数引入轧辊及板形状态的智能预报系统，研发了以多机架协同的弯窜辊综合控制模型和冷热轧工序板形前馈控制技术，建立了完整的“预报-检测-前馈-反馈-控制”板形综合控制体系，实现了冷热轧工序板形与断面形状的高效协同，热轧板形达到≤35IU、冷轧板形≤8IU 的国际领先水平。 2.基于大模型的热轧过程工艺与力学性能控制技术。揭示了热连轧产线成分-工艺-组织-性能之间的数字映射关系，首次开发了热轧跨工序过程显微组织参数与力学性能控制模型；创新了基于大模型的热轧带钢力学性能算法，实现了热轧过程组织性能的精准预测与生产工艺的自优化，形成了热连轧产线带钢组织性能预控技术，产品性能预报准确率≥99.5%，工艺控制命中率达到 100%。 3.高品质板带表面特性智能检测及“形、性、表”一体化检控技术。创新性引入 FPGA 预处理与无监督缺陷分类算法的检测技术，研发了面向高速板带的表面质量在线检测系统及行业首个成套在线表检装备；研发了带钢表面缺陷及特性综合控制技术，形成了板带产品表面缺陷预报-检测-反馈-控制的技术体系，缺陷综合检出率≥98%，表面缺陷发生率降低了 73%以上；建立了板带产品形状、性能、表面质量一体化检控平台，实现了“形、性、表”一体化控制。 本项目已获授权发明专利 19 件、软件著作权 9 项、发表学术论文 24 篇。项目整体技术达到国际领先水平，并推广到宝钢、鞍钢、河钢等 25 条生产线。近三年，运用本项目生产的高品质板带产品新增产量 255.2 万吨，累计创效达 13.2 亿元人民币。满足了高端市场对板形、性能及表面质量要求与差异性需求，应用前景广阔。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025010 新质高性能汽车高强钢关键技术创新及应用 邯郸钢铁集团有限责任公司//	项目属于冶金科学轧钢及金属材料领域。随着国家双碳战略的实施，轻量化成为当今汽车行业关注的焦点之一。项目实施前，邯钢高强钢生产及应用技术处于空缺状态。随着邯宝 1650 高强连退线全面建成达产，已经具备高品质高强钢生产能力，但存在产品质量稳定性差、通卷性能波动大、轧制边裂等问题，客户端出现加工成形效果不良、缺乏适宜高强钢的应用性能表征评价等相关用户技术研究，高品质汽车高强钢关键技术尚未完全掌握，无法满足高端汽车用户使用要求。 邯钢公司开展高强钢关键技术系统研究，解决了制约产品组织性能及质量稳定性的一系列工艺技术难题，主要技术内容及创新点：(1)打破常规水淬冷却工艺路径，创新关键连退工艺参数及快冷段特殊控制模式，开发 600～1700MPa 新质高性能汽车高强钢精细化组织调控技术，获得强度更高、强塑性匹配更佳、成形性能更优的汽车高强钢。(2)采用“低 C 含 Cr 高 Mn+高温快冷退火”设计思路，开发了适用于辊压成形的高强钢工艺技术，依托高氢快冷退火产线，成功制备低成本贝氏体高强钢，兼具高强度和高成形特性。(3)开发了新质高性能汽车高强钢性能表征技术，准确表征材料的成形性能、焊接性能、疲劳性能、碰撞性能和抗氢脆性能等，为用户新车型设计、CAE 分析、成形分析提供技术数据，同时，为汽车主机厂材料认证及试模提供了技术支撑，使得邯钢高强钢试模通过率由 86%提高至 95%以上。(4)开发了适用于新质高性能汽车高强钢的通卷均匀性控制技术，有效解决了因热轧性能差异导致的厚度波动、性能稳定性差等质量问题。开发了新质高性能汽车高强钢酸轧边裂控制技术，合理匹配热轧冷轧工艺，有效避免酸轧边裂问题。 2022 年至 2024 年，新质高性能汽车高强钢累计销售 41.4 万吨，新增产值 26.09 亿元，创效 2.52 亿元。完成双相钢、马氏体钢、低合金高强钢以及辊压专用钢等七大系列 22 个牌号的研发，产品性能达到国际领先水平，广泛应用于宝马、奔驰等知名品牌车型，批量供货上汽、长城、比亚迪、吉利、等自主品牌及佛吉亚、凌云等高端汽车零部件企业。项目实施过程中关键创新技术授权发明专利 17 项，参与完成 3 项国家标准起草。
2025011 绿色新能源领域用系列化镀锌铝镁钢板的开发及应用 邯郸钢铁集团有限责任公司、北京科技大学//	该项目属冶金科学技术轧钢技术领域，涉及镀锌等学科。 近年我国“双碳”政策持续推进，国家对绿色新能源领域如光伏、风电等产业大力支持，对新材料需求稳步上升。锌铝镁产品凭借优异的耐腐蚀性能和切口自愈性能，可大幅提升钢铁材料的服役周期，光伏用锌铝镁逐渐取代传统镀锌产品成为主流。在此形势下多家企业镀锌铝镁产线陆续投产，积极推进镀锌铝镁钢板的生产。河钢集团邯钢公司于 2019 年开始镀锌铝镁产品的研制开发，但面临开发过程中产品表面锌流纹、黑点质量缺陷、缺乏产品综合表征评价技术、中铝系产品生产成本高等诸多行业共性难题，为此开展了该项目的研究实施。 项目主要创新内容：(1)绿色系列化锌铝镁镀层成分体系设计。创新性地结合第一性原理与相图计算，根据通过 CALPHAD 预测材料在不同温度和成分下的相生成、相变特征温度以及相含量的变化等，为材料成分及生产工艺的设计提供关键性的理论指导。(2)绿色系列化锌铝镁高效低成本生产技术研发及微瑕高等级表面质量提升的技术攻关。开发了镀层厚度精准化控制、镀后面板质量及板型改善的技术开发及设备研发。对锌铝镁生产机组生产组、退火炉控制、锌锅成分、镀层厚度精准化控制、镀后板面质量控制及板形控制以

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	及黑点、锌流纹等表面缺陷控制技术研究，形成了一套适合锌铝镁生产控制的关键技术。(3)产品综合表征评价体系及客户应用技术开发。开发了系列化锌铝镁材料的产品综合表征评价体系和重点光伏领域客户用钢认证技术。(4)新型中铝系 Zn-6Al-3Mg-0.1Si-0.05Ti 镀层特性创新。开发了结合相图计算与分子动力学模拟，添加 Ti、Si 微合金优化后形成新材料 ZAMST 镀层显微组织及耐蚀性的技术。大幅提高了新型中铝系锌铝镁的耐蚀性。 项目实施后，通过关键工艺控制技术和缺陷攻关，产品表面质量大幅提升，低、中铝系产品一级品率分别达到 99.18%和 98.58%，产品耐蚀性等指标与行业领先企业宝钢、首钢等相当，整体达到国内一流水平。目前邯钢锌铝镁产品已顺利通过 SGS 第三方认证，并应用于三峡库布齐等多个国家重点光伏项目，以及畜牧、地下管廊多个领域。项目研发过程申请发明专利 14 件、实用新型专利 12 件，发表学术论文 9 篇。 项目通过自主研发的绿色新能源领域用系列化镀锌铝镁钢板的研发及应用，打破了国内外技术封锁，达到了行业内领先水平，实现了以新质生产力赋能高质量发展，并可为其他同类型企业所借鉴，具有显著的社会效益。
2025012 高效有序生产模式下热轧产品多工序适配技术研究与应用 邯郸钢铁集团有限责任公司、河北工程大学、燕山大学//	项目属于轧钢技术领域，涉及冶金机械及自动化技术。 高端板带是航空航天、武器装备、深海深地等领域重大装备的关键构件，是国家现代工业发展与重大工程建设不可或缺的基础材料。热轧是高端板带生产的关键工序和主要能耗环节，生产过程的高效性和稳定性对钢铁企业的绿色发展来说至关重要。高效化的生产组织模式要求热轧装备稳定性更高，产品质量更好。热轧过程的轧机精度管控和板形问题都是行业内的共性难题，已经成为制约高效有序生产的瓶颈。 热轧生产具有多工序的特点，包括加热、粗轧、精轧和层流冷却等环节，其中精轧和层流冷却是决定带钢板形质量的关键环节。项目团队通过整合钢铁企业和高校优势资源，聚焦热轧精轧和冷却过程，以轧机装备、工艺和产品质量适配为目标，研发高效有序生产模式下的热轧产品多工序适配技术。 关键技术创新：(1)热轧产品多工序适配理论模型体系，建立关联精轧工序和层流冷却的系统动力学模型、精轧工序动态轧制板形预测模型和层流冷却多场耦合板形预测模型，形成了热轧产品多工序适配理论模型体系，为轧机装备稳定运行和板形控制提供理论支撑。(2)热轧产品多工序适配检测感知技术，针对轧机装备动特性信息获取困难、装备精度缺少评价方法以及生产过程工艺质量欠缺综合监控平台的问题，形成轧机系统振动在线检测与评价技术、轧机装备精度检测与评价技术和轧制工艺-产品质量综合监控平台，实现了对轧机装备运行状态和板形质量在线监测的耦合，在行业内尚属首次。(3)热轧产品多工序适配控制技术，基于理论模型体系和监测感知，研发了轧机装备稳定运行诊断、预测和控制技术，轧机辊系健康运维管控标准和多工序多尺度板形控制技术，精准预测轧机装备健康状态，表征带钢板形演变规律，实现轧机装备-工艺-产品质量适配控制，保障了热轧带钢高效有序生产。 自主研发的热轧产品多工序适配控制技术，应用效果领先于国内同类企业，拓展了极限规格高强度结构钢等系列易振板带的生产窗口，轧机振动幅值抑制比超过 70%，与宝武持平。制定了 QStE 系列薄规格和宽幅 Q345R 板形控制工艺，宽幅 Q345R 横切浪高由 25mm/m 降至 3～10mm/m；新工艺下 QStE 系列带钢平整速率提升 40%，优于涟钢、首钢指标。目标产品近三年累计销

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	售 33.47 万吨，新增效益 12659.7 万元。项目的实施构建了板带轧机装备-工艺-产品之间的适配体系，促进了热轧板带生产技术数的智化和集成化，推动了轧钢行业技术提升。
2025013 特殊定制轻量化商用车用钢关键技术研发及应用 唐山钢铁集团有限责任公司、燕山大学深圳研究院//	本项目属于钢铁新材料领域，涉及商用汽车钢产品。 根据汽车行业“节能减排、环保、安全”的需求，轻量化、定制化正日益成为满足客户需求、提升行业竞争力的关键所在。随着商用车的快速发展，对于承载能力、使用寿命、节能性能等方面的要求越来越高；同时，对于特定工况、特殊环境等因素的考虑，使得商用车用钢的定制化开发，正成为商用汽车行业的发展趋势。商用车用钢应用场景多样，尽管目前商用车用钢的发展迅速，轻量化的同时，对于特定需求、特定工况的定制化开发及应用仍存在较大空间。如：(1)极端应用环境下商用车用钢的开发；(2)极端规格商用车用钢的开发；(3)满足特定需求的高性能轻量化商用车用钢的开发。 唐山钢铁集团有限责任公司为加快特殊定制化和轻量化需求的商用车汽车用钢的相关产品开发，联合燕山大学，对商用车特殊定制化需求的汽车大梁钢、厢体钢、车轮钢等高强汽车用钢进行了针对性开发，实现了低温环境用高强汽车大梁钢、特厚酸洗高强高导滑厢体钢和高强轻量化车轮钢产品开发和应用，解决了特种需求商用车用钢生产及应用技术难题，实现了轻量化商用车主要结构件的高强度替代。 主要技术成果及创新点如下：1.构建微合金化低温环境用钢成分设计及全流程工艺框架，实现低温高韧性、高疲劳寿命协同提升的高强度等级汽车大梁钢研发及应用，支撑低温运输环境商用重卡货车轻量化。2.形成低碳、高硬度、高耐磨性、高导滑性厢体钢生产线与适配制造技术，为特殊使用环境自卸车提供结构-功能共性轻量化钢铁材料基础，开发自卸车行业首次应用的高导滑厢体钢。3.针对不同强度级别车轮钢使用场景的多元性，形成以 DIFT 理论与 TMCP 工艺结合的高性能轻量化车轮钢组织性能调控技术，实现 800MPa 级别车轮钢开发及应用。4.探索制订高强车轮钢缺陷解决策略，研发抗疲劳制造创新技术，形成行业先进水平车轮钢品质控制提升技术体系，解决了高强车轮钢疲劳寿命低、焊接开裂率高和 HAZ 软化减薄等行业技术难题。 该项目成果已应用于唐山钢铁集团有限责任公司热轧产线和热轧酸洗带钢生产线，累计生产了超 50 万吨产品，合计创效 1.4 亿元。项目研发过程中共申请发明专利 8 项，授权专利 6 项，产生学术论文 12 篇，SCI 收录 2 篇。该项目开发的关键技术实现了商用车主要部件的轻量化，经济和社会效益显著，应用前景广阔。
2025014 低碳排高性能预应力钢绞线关键技术及装备集成创新 宣化钢铁集团有限责任公司、北京科技大学、	预应力钢绞线是重大工程必不可缺少的关键基础材料，我国在该领域总体上已处于国际领先水平。但是，一方面“双碳”战略驱动钢绞线向着超高强化快速发展，然而缺乏适用于生产超高强钢绞线的专门化产线，且亟待数智化赋能、绿色化升级；另一方面，核电站、清洁能源储运、“深地”资源开采及大型建筑等重大工程对钢绞线的超高强高延伸、耐低温、抗应力腐蚀等极端服役性能提出新的要求。因此，开发具有自主知识产权的全流程数智化、环保型高性能预应力钢绞线制造装备及产品技术，填补空白，是实现我国预应力钢绞线引领发展的必由之路。 本项目历时 11 年，“产-学-研-用”联合攻关，开发了低碳排高性能预应力钢绞线关键技术及装备，主要技术内容及创新点如下：1.自主设计集成了国内首

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
东南大学、天津市新天钢中兴盛达有限公司//	套全流程数智化、环保型的超高强预应力钢绞线深加工装备，建成了具备 12 万吨/年生产能力的产线，实现了高效、稳定、绿色生产。搭建了二级数据管控平台，具备生产全过程管控能力；设计了成套环保设备，实现废酸循环利用率 100%、废水排放 COD≤55mg/L；开发了 2160～2360MPa 超高强钢绞线拉丝速度 4.2m/s 以上高速稳定生产技术。2.基于“60%以上废钢+直接还原铁”原料以及大型电炉短流程，开发了高性能预应力钢绞线用原料盘条的绿色低碳制备关键技术及超高强化拉拔加工技术。实现了吨钢碳排放降低 70%，研发了 Ti/Ti+B 微合金化固氮技术；通过高拉速耐腐蚀磷化膜控制技术提升了钢绞线服役安全稳定性；开发了大规格超高强钢绞线高速拉拔、表面损伤管控系统，形成了高性能预应力钢绞线拉拔技术。3.开发了核电安全壳用、液化天然气工程用、深井矿锚索用、大型建筑用等四类面向极端复杂环境的高性能预应力钢绞线制造技术及系列产品。开发了强锚固性、≥5.0%高延伸的核电用钢绞线、-165℃下服役高延伸的 LNG 用钢绞线、1×19W-Φ34.6mm 超大直径、≥6.0%高延伸的锚索用钢绞线及 2160～2360MPa 级抗应力腐蚀大型建筑用超高强钢绞线。 项目获授权发明专利 13 件，制定国家标准 3 项、团体标准 3 项、行业标准 1 项。河北省金属学会组织的科技成果评价认为该成果达到国际领先水平。2019～2023 年累计生产 12.61 万吨，新增产值 83396.27 万元，新增利润 11520.44 万元。产品广泛应用于巴基斯坦卡拉奇等 27 个核电工程、7 个 LNG 储运、3 个大型煤矿、5 个大型建筑等重大工程。
2025017 630MPa 级及以上热轧高强抗震钢筋开发及工艺稳定性研究 承德钢铁集团有限公司//	所属科学技术领域：金属建筑材料和冶炼、金属材料加工制造技术领域。 2022 年，承德钢铁集团接到了贸易申请，希望采购 630MPa 级的钢筋用于地下人防工程。经过市场调研，国内 630MPa 级的钢筋仅有天舜供货，并且其小规格钢筋不保证抗震性能，市场前景广阔。与常规 HRB400E 常规产品相比，可以节约用钢量 44.4%，减少大量能源消耗，同时售价可以提高 400 元/吨，是一种绿色环保、高利润的钢材。研发此产品，不仅可为企业带来利润的同时，还可以提高承钢的市场影响力。 研发过程中，通过研究不同钒氮配比对钢筋强度的贡献，通过合理调整配比试制和 CCT、扫描电镜等先进试验分析，提高钢筋的屈服强度。通过对钢筋微观组织进行分析，通过增加铌元素提高钢筋内部珠光体的百分比，贡献钢筋的抗拉强度，解决制约钢筋强屈比不合的问题。明确了全规格热轧 630MPa 级高强抗震钢筋的生产工艺制度。 深入研究含钒钢筋冶炼技术，优化改进炼钢、连铸工艺，成功研发“增氮冶炼、钢筋合金化、钢包下线判定、中间包浸入水口”等 4 项发明技术专利，实验了低成本冶炼。梳理制约产品质量的问题，通过采用“高温出炉”以及“轧后保温”举措，确保产品性能满足技术要求。通过研发 2 项装置，提高了产品外观质量。 特点：(1)明确了不同氮含量下钒氮析出物的相间分布差异性导致钢筋强度变化，通过增加钢水中的 V、N 含量，利用 V 元素与 N、C 发挥析出强化和细晶强化作用，提高钢材屈服强度指标。采用增氮冶炼技术和钢筋合金化方法，实现低成本冶炼。(2)采用“铌钒复合强化的方式+高温出炉”的方式，将珠光体的比例由 40%提高至 50%，显著提高钢筋的抗拉强度，保证钢筋强屈比指标满足抗震要求，确定了热轧工艺生产全规格 630MPa 高强抗震钢筋的生产

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	工艺制度。(3)连铸通过采取“中包三恒”措施，保证钢坯成分均匀，减少枝晶偏析，避免轧制过程中“C 曲线”右移。通过对轧后成品采取“轧后保温”措施，保证钢材微观组织，避免晶粒细化，产生网状铁素体等异常组织，解决钢筋脆断问题。 应用推广情况：2023 年 1 月份，本项目研究的内容被应用于承德钢铁集团两条棒材生产线和一条线材生产线，产品综合性能经国检和客户检测满足 630MPa 级高强抗震钢筋技术标准。2023 年，承德钢铁集团生产的 HRB630E 钢筋应用于地下人防工程项目。本项目用于生产以来，累计销售量达到 2.19 万吨。
2025019 家电涂覆板成形关键技术研究及应用 青岛河钢新材料科技股份有限公司、河北河钢材料技术研究院有限公司、山东科技大学//	本项目属于金属材料腐蚀与防护技术领域，来源于本单位自主研发项目。 家电涂覆板是由多层有机涂覆层与金属基板粘结而成的复合钢板，在家电领域应用广泛。在家电部件冲压成形过程中，经常出现小 R 弧折弯角部涂层开裂、折弯拐角部位保护膜破损、大 R 弧基板拉伸纹，拉伸加工过程彩膜破损、涂层开裂、钢板开裂和拉伸纹等问题，这些问题导致冲压成形过程中废品率高，极大地影响了客户体验。 目前对家电涂覆板冲压成形时的机理及失效机理都缺乏研究。因此在冲压成形大的受力、变形、摩擦等特定的环境条件下，揭示家电涂覆板的成形机理和失效机理具有重要的理论意义，对家电涂覆板开发和成形分析，提高家电涂覆板在冲压成形时的合格率具有重要的现实指导价值。 创新点一：在国内行业首次提出家电涂覆板在不同成形情况下的摩擦系数，并用于指导涂覆板产品成形过程，解决了家电涂覆板冲压过程中摩擦系数测定的技术难题。开发了干摩擦与油润滑条件下的涂覆板摩擦系数测定技术，摩擦速度 10-40mm/s，法向载荷 50-110N，磨损行程为 5-10mm。 创新点二：在国内行业首创涂料拉深性能测试方法，解决了涂覆板冲压破膜关键指标，成功用于涂覆板涂料性能检测。开发了一种改善涂覆板涂层冲压拉伸性能的热处理技术，加热温度 60-100℃，保温时间 0.5-60min，实现最高冲压深度 43mm。 创新点三：首次利用仿真技术将钢板及其涂覆层材料视为一个整体进行计算机模拟，提出涂覆板应力-应变分析本构模型，解决了家电行业涂覆板仿真成形难题。开发了一种涂覆板整体应力-应变分析仿真技术，可对涂覆板冲压拉深和折弯过程进行了仿真模拟，有效预测成形过程中可能产生的缺陷问题。 应用推广情况：1.2022 年新增洗衣机玉墨银、极光紫彩板销量 1.26 万吨，收入 1.58 亿元，创效约 600 万元。2023 年洗衣机玉墨银、极光紫、冰雪白、极夜灰彩板销量 1.58 万吨，收入 1.21 亿元，创效约 500 万元。2024 年玉墨银、冰雪白、极夜灰彩板销量 1.89 万吨，收入 1.42 亿元，创效约 650 万元。 2.本项目填补了国内家电彩板成形理论空白，在原来钢板成形理论研究的基础上，延伸至有机涂覆层复合钢板材料成形机理及其计算机模拟分析方案，此项目的成功可以应用到国内外家电客户部件加工技术支持，为家电客户提供家电彩板加工成套应用方案，实现行业引领。
2025028 高品质轧制复合板关键制备技术开	本项目属于材料加工领域。 双金属复合板是实现大跨度桥梁、石油化工、海工船舶等国家重大工程自主保障的关键材料。项目之初，主要采用爆炸复合法生产，存在效能低、性能不均匀等问题，亟需开发高效、高质量的轧制复合技术。面临脆性相等金属

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
发与应用 东北大学、南京钢铁股份有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、鞍钢股份有限公司、河钢股份有限公司、安徽金元素复合材料有限公司、沈阳科安捷材料技术有限公司、中铁山桥集团有限公司//	间化合物恶化界面性能、基复材协同变形及组织性能一体化调控难度大等难题。鉴于此，东北大学联合南钢、湘钢等企业，在国家 863、十三五、十四五等重点项目持续资助下，经二十余年的自主创新，揭示了复合板界面物理冶金原理，开发出界面及基复材组织性能协同调控等关键技术，解决了钢-钢、钢-镍、钢-钛等材料复合的系列技术难题，实现了 50 余种复合板的大工业流程生产和应用。主要创新成果如下： 1.发现钢-不锈钢、钢-镍基合金界面原子排列呈 K-S 和 N-W 取向关系的半共格特征，增强界面两侧晶粒的应变相容性，界面结合强度≥400MPa；钛/钢界面不加中间层、控制析出连续 TiC 薄层、抑制 Ti-Fe 相生成，改善了界面结合性能和塑性变形能力，TA3 钛/钢复合板界面结合强度≥300MPa。 2.开发了“高温控轧+TMCP+在线固溶”轧制规程再分配及组织性能调控技术，解决界面撕裂、强韧性与耐蚀性难以兼顾等问题。国际首次开发出 Q500qE 桥梁用不锈钢复合板，最大宽度达 4230mm，抗拉强度≥660MPa，结合强度≥405MPa，Akv-40℃≥300J。 3.发明了“对称组坯+复板边条”组坯封装技术，开发了基于异质金属不同应力应变特征的轧制技术，解决基复材协同变形难题；开发出 N06625/SA516Gr60N 镍基合金复合板，基复层延展率差值≤1%，界面剪切强度≥440MPa。 4.开发了轧制复合板冲压、折弯成型及高效焊接、高合金复层焊缝组织调控技术。通过热输入控制、层间温度监控及焊接顺序优化，解决了晶粒粗化、碳化物析出耐蚀性下降等问题；国际首次实现化学品船用薄规格(2+6mm)双相不锈钢复合板的高效焊接。 项目获得发明专利 24 项、论文 33 篇、专著 4 部。制定或修改多项国家标准，打破轧制复合板应用标准限制。中钢协组织的技术成果评价认为，该成果整体技术达到国际领先水平。累计生产复合板 21.15 万吨，产值 21.52 亿元，利税 6.14 亿元；应用于世界最大跨度公铁两用斜拉桥-常泰长江大桥、“鼎衡 30”化学品船、兰石重装石化容器、塔里木河穿越工程输油管道等；轧制复合板国内市场占有率超 80%。应用前景广阔。
2025029 节约型中厚板高质低耗关键工艺技术集成创新及应用 东北大学、鞍钢股份有限公司、北京科技大学、鞍钢集团北京研究院有限公司//	项目属于金属材料加工制造工艺领域。 中厚板作为钢铁材料中使用最多的品种之一，因其强韧性、焊接性能好等优点，应用广泛，但在资源枯竭与经济可持续发展的双重矛盾下，要求钢铁材料在保证质量水平的同时，必须降低制造过程中的资源和能源消耗。基于此，开发“资源节约、节能减排”的绿色中厚板制造技术，是当前钢铁工业可持续发展的首要要求。鞍钢通过产-学-研-用合作研发，历经 10 余年突破了关键技术瓶颈，建立了具有自主知识产权的高质低成本绿色化中厚板制造与应用关键技术体系。重要创新成果如下： (1)率先开发出对于规格/轧制节奏/装炉温度/钢种优先级变化具有强适应能力加热模型，同时基于炉内工件表面温度实时监测及炉膛气氛在线分析的非稳态换热及智能燃烧优化控制技术，结合燃烧优化专家经验库，形成预测和实际寻优有机结合的闭环优化控制，实现低碳、绿色生产。 (2)自主开发出基于有限元法“超快冷+层流冷却”模式下轧件温度场高精度控制模型，基于纵向各区域横断面温度场实时预报，结合辊速控制-批次继承控制-中间温度精确检测校正-整板均匀化控温协同分段多维自适应控制策略，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	实现了整板温度均匀性控制在±20℃范围以内，满足了节约型产品设计工艺需求。 (3)采用融合工业生产大数据与冶金机理的建模方法，构建了多源异构产品研发组织性能一体化控制策略，形成了“模型智能预测-工业辅助验证-组织性能解析-数据专家经验耦合优化”产品开发模式，实现了节约型产品批量稳定化生产。 (4)创新形成了极薄规格板形高精度控制技术，首次提出分厚度组距策略、轧制力自学习功能等模型优化方式，建立了基于机器视觉学习的高精度板形微跟踪调节系统，配合半联动窜辊等微创新技术，独创了宽厚板轧机直接轧制极限规格厚度 4.5mm，宽度 3500mm，强度等级 355-1000MPa 宽薄板的核心工艺技术，突破进口装备 5mm 设计极限。 研究成果经中国工程院王国栋院士等同行专家评价委员会认定，项目整体制造工艺技术达到国际先进水平，其中薄规格板形高精度控制技术，达到国际领先水平。本项目获授权发明专利 29 项、实用新型专利 4 项，软件著作权 10 项；发表论文 33 篇，主持和参与制订国家和企业标准 10 项。近三年，累计生产高质低成本钢板 180 余万吨，6mm 及以下薄规格钢板 6.2 万吨，新增利税 15.22 亿元，新增利润 3.47 亿元。产品广泛应用于大船重工、巨龙钢管等重点用户，质量、交付能力得到各企业的一致认可。
2025035 短流程新能源汽车用无取向硅钢高精度板形控制关键技术 武汉科技大学、武汉钢铁有限公司、中冶南方武汉钢铁设计研究院有限公司//	无取向硅钢作为新能源汽车驱动电机的关键材料，其极薄规格、高精度板形、高屈服强度等是驱动电机实现轻量化、高功率密度及高能量转化率的基石。短流程轧制效率高、成本低、能耗小，是极薄规格无取向硅钢低碳制造的重要技术路线。本项目依托国家自然科学基金“基于 CSP 热轧带钢生产冷轧 HiB 取向硅钢组织演变和织构形成机理的研究(51274155)”和武钢科技攻关项目“武钢有限二热轧精轧机辊系平行度建模分析”等科研课题对无取向硅钢高精度板形控制关键技术开展研究。 项目主要创新点： 1.构建一套面向超薄高强度无取向硅钢短流程热轧凸度控制和平坦度控制解耦技术。以短流程轧机承载辊缝调节域特性为基础，建立连铸轻压下热-力-组织耦合凸度模型和轧制负荷前移模型，结合轧件横截面形状和平坦度内化关系，开发前机架凸度控制和后机架平坦度控制的解耦控制技术，实现横向凸度和纵向平坦度高精度控制轧制。 2.开发基于轧机/轧件弹塑性形变机理的轧机刚度横向再分预测控制技术。以轧机/轧件热-力耦合弹塑性变形机理为基础，构建轧机衬板等零部件非对称磨损与轧机横向刚度分布模型；并利用摄像测量与序列图像的三维重建技术，开发一种适用于轧机的软测量方法，在完成测量的同时得到辊系位姿的三维模型，实现轧机辊系水平和垂平两个维度上微尺度的交叉位姿高精度检测与调整；增大轧机承载辊缝调节域，轧机横向刚度保持较高水平。 3.开发基于板廓 C40-C25 边降板形质量数据预测与智能控制技术。建立基于知识的高速钢轧辊热凸度模型和轧辊磨损模型，结合基于贝叶斯置信法的大数据融合的板形状态评估方法，开发基于板廓 C40-C25 边降板形质量在线监测与智能控制技术。该技术使薄材的厚度精度提高至 99.25%，高精度(30μm)达到 97.88%。 项目历时十余年，成功开发具有自主知识产权的短流程高精度轧制技术，获

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	发明专利 13 项，项目技术达到国际领先水平并在宝武钢铁集团公司应用，近三年累计产量 298.36 万吨，减少切边废品 10.8262 万吨、减少次品 5.1179 万吨，生产效率提升 3.63%，节约 10198 万千克标准煤，折合减少 CO_2 排放 30522 万千克，项目三年累计创效 41860.424 万元以上。为武钢有限全球领先无取向硅钢产线(新能源汽车专用)提供技术支撑(2023 年 6 月开工建设，投资 40 亿元，产能 55 万吨，2025 年全面建成，将改善当前供求关系，可减少碳排放 400 万吨)。
2025047 冷轧深冲钢综合质量提升技术的创新与工业化应用 敬业钢铁有限公司//	本项目属于冶金行业连退深冲钢综合质量技术领域，具体为通过解决深冲板的拉伸应变痕问题，实现性能稳定性提升；通过解决频发的亮点、炉内划伤缺陷，实现表面质量提升。最终达到连退产品综合质量提升的目的。依剧性能稳定性提升、表面质量提升分类如下： 性能稳定性提升方面：冷轧深冲钢拉伸应变痕攻关：通过分析合金元素对拉伸应变痕产生的机理，模拟不同时效时间下屈服平台产生的长度，评估氮化铝含量、钢中有效铝等对抗时效性能的影响。找到最佳的铝含量添加模式，以及带钢中氮含量发生变化时，铝的添加范围。在此基础上，对合金成分进行优化，最终实现带钢时效性提升，解决拉伸应变痕问题。 表面质量提升方面：(1)亮点缺陷攻关：开发抑制连续退火炉炉辊结瘤技术，通过控制炉内露点-40℃以下，抑制了氧与铁反应产生的铁结瘤；同时建立炉辊扭矩在线跟踪系统，将所有炉辊保持在±0.8m/min，避免炉辊因为速度偏差大造成铁粉堆积引起结瘤。(2)炉内划伤攻关：优化各钢种各规格炉内张力避免张力小导致的炉辊打滑蹭伤；优化导辊速度匹配度防止导辊摩擦蹭伤；完善快冷风箱位置精准度，避免风箱挂伤；优化入出口密封辊位置，减少带钢浪型时和密封辊蹭伤；自主设计并调试导辊包角重合度避免导辊堵转导致蹭伤。 在对连退线宽幅深冲钢生产工艺研究和改进中，攻关生产和质量难题得到敬业集团及敬业高品钢公司的高度重视和支持，使得攻关问题能及时有效解决；同时攻关人员充分利用 IATF16949 质量体系中“失效模式”的过程非码工具、六西格玛精益管理中 DMAIC 质量管理方法和 PDCA 质量管理工具，结合现场实际情况调研，使得产品性能及表面质量的问题解决更加高效。 通过本项目的实施，实现了宽幅 DC03/DC04 的批量生产，月产出量超过 3000 吨/月，且客户反馈良好。为敬业集团增强了市场竞争力，进一步提高了敬业冷轧板进入更高层汽车厂家的潜力。
2025051 船舶及海洋工程用大规格耐低温 H 型钢关键制备技术研究及产品开发 山东钢铁股份有限公司、北京科技大学、蓬	本项目属于冶金科学技术及金属材料加工制造工艺领域。 随着油气资源开发向深海、极地等寒冷区域发展，对低温韧性和焊接性能优异的船舶结构及海洋工程用热轧型钢需求日趋旺盛。大规格 H 型钢一般采用焊接成型，疲劳性能恶化。亟需开发适合复杂环境下新型高强韧大规格耐低温热轧 H 型钢，以满足国内国际重大工程项目建设需要。山钢型钢产线装备具备耐低温 H 型钢全流程生产能力。该项目突破关键技术研究，开发高强韧大规格耐低温 H 型钢的技术攻关形成如下创新： (1)基于 H 型钢复杂断面特性，创新设计[V(N)+Nb]-Ni-Al 成分体系，沉淀强化和细晶强化机制实现强韧性提升。研究了耐低温型钢低温韧性影响因素以及耐低温型钢的强韧化机理，首次破解低压缩比条件下大规格型钢低温高韧性能提升的行业共性技术难题。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
莱巨涛海洋工程重工有限公司//	(2)首次实现异型坯连铸-全轧程一体化数字化仿真模拟，突破三维条件下连铸过程及全流程热力耦合建模，研究了不同冷却模式下型钢控制冷却模式，解析了 H 型钢连铸过程温度场及凝固变化规律和大规格型钢轧制过程温度场及应力应变场耦合机制，为工业化生产提供了理论支撑。 (3)突破了厚翼缘耐低温 H 钢强韧性控制技术，首次实现大规格 S420MLO 耐-40℃低温型钢的制备及产业化应用，翼缘取样部位 P+F 组织晶粒度达到 9 级以上，较普通型钢晶粒度提升 2 级。稳定提升 H 型钢 R(轧制)-T(横向)-Z(厚度)多维综合低温强韧性能，该类产品国内首次获得美国船级社 ABS 认证，填补国内空白。 所开发 S420MLO 热轧 H 型钢，屈服强度 435～490MPa、抗拉强度 515～610MPa，-40℃冲击功 180～300J，屈强比≤0.88；系列化开发-50℃国标、美标、欧标等 355MPa～390MPa 大规格耐低温型钢，屈服强度 390～460MPa、抗拉强度 505～550MPa，-50℃冲击功 120～260J，屈强比≤0.85。 本项目授权发明专利 12 项，公开发明专利 4 项，制定国家及行业标准 3 项，在北极 LNG2，意大利 FPSO 浮式船等重大海洋工程中规模应用，2022～2024 年累计生产 223574 吨，创效 19441.69 万元。产品推广应用前景广阔，经济社会效益显著。本项目的实施引领了国内外型钢先进技术发展，为大力发展海洋战略和开发海洋资源提供了先进钢铁材料支撑，对推动我国海洋强国建设，提升我国能源战略安全有着重要意义。该成果整体技术达到了国际先进水平。
2025058 低温高磁感取向硅钢技术标准化开发应用及推广 河南钢铁集团有限公司 //	本项目属于金属材料加工与制造领域。项目针对国内外高磁感取向硅钢严密的技术封锁导致很多取向硅钢生产厂家无法生产高磁感取向硅钢的现状以及高磁感取向硅钢的技术发展远远低于市场发展的问题，通过冶炼成分的精准控制技术、板形控制技术、织构控制技术、工序之间关联性控制技术以及成分与各工序的关联性匹配技术实现了低温高磁感取向硅钢全流程技术的开发。 项目形成了多个创新点：(1)针对取向硅钢高硅设计轧制过程容易出现边裂的问题，优化了轧制工艺，避免了边裂的产生，在保证最终磁性能的条件下，提高了成材率，降低了生产成本。为在常规企业中进行取向硅钢的普及应用奠定了基础。对冶炼、热轧、常化、冷轧和热处理进行了全工序工艺的联动设计，通过标准化设计实现了低温高磁感取向硅钢的稳定生产。打破了低温高磁感取向硅钢的技术壁垒。(2)完善了了全流程生产的 Goss 织构的控制方案。采用重新组批的方法根据成分对材料进一步分批，并匹配相应工艺，最终实现了批量生产中成品性能的稳定性控制。(3)通过控制目标样和标准化设计高温退货工艺，获得了良好的涂层附着性，有效控制了露晶缺陷。 本项目通过关键成分的精准控制和工序之间的工艺关联设计开发出了适合不同机组的低温高磁感取向硅钢的生产工艺技术。并先后在宁波银亿和以利奥林等厂家实现了批量生产，帮助了多家民营企业取向硅钢生产企业由普通取向硅钢向高磁感取向硅钢的产业转型，促进了低碳绿色经济发展。27QG110 以上牌号命中率提高了 50%，27QG100 以上牌号命中率提高了 60%，吨钢增效 1500 元/吨。自 2021 年批量生产以来，实现 3 万吨/年的产品升级，直接经效益 1.35 亿元。 项目期间申请发明专利 16 项，授权专利 2 项，制订团体标准 1 项，发表学

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	术论文 3 篇，其中，“高磁感取向硅钢热处理工艺研究”获得 2022 年安钢科学技术成果一等奖；“0.27mm 规格高磁感取向硅钢退火机理与牌号率攻关研究”获得 2024 年安钢科技成果一等奖。
2025060 锚杆支护用热轧带肋钢筋关键技术及产业化应用 河南安钢周口钢铁有限责任公司、中冶京诚工程技术有限公司//	锚杆钢筋主要应用于煤矿井下巷道、隧道、边坡和坝体等支护工程，是一种专用的热轧带肋钢筋。用户通过对钢筋进行分段、加工，配置托盘、球型垫和螺帽，最终形成成套锚杆。配合锚固剂供井下巷道安装、支护使用，保证巷道畅通、安全生产作业。 该项目针对高强锚杆钢筋高韧性的技术要求，设计了低成本成分体系和共用性强的孔型系统，开发出高速轧制条件下的高精度控轧控冷工艺，确保了锚杆用钢的高效优质生产。主要成果如下：1.设计出低成本成分体系：充分利用碳元素和钒氮微合金元素的强化作用，在大压缩比条件下，细化晶粒，提高钢筋强韧性。MG600 锚杆钢筋屈服强度达到 640～675MPa，常温冲击功 75～120J。2.开发出共用性强、尺寸精度高的孔型系统：ϕ18～22mm 规格共用粗、中轧、预精轧椭圆-圆孔型系统，采用悬臂碳化钨辊环轧机，产品表面质量好，尺寸精度高，不圆度≤0.3mm，米重偏差≤0.3%。3.开发出高速棒材机组生产高强韧锚杆钢控轧控冷工艺技术：实现 ϕ18mm 轧制速度 38m/s，轧制温度 900～950℃，上冷床温度 830～850℃，组织晶粒度 10.5～11 级。 本项目是在安钢周口钢铁有限责任公司 155 吨转炉-LF 精炼-方坯连铸-高速棒材轧机生产线上，进行锚杆用钢筋研究与应用，在短短 3 年时间里成功实现锚杆系列用钢的开发与市场推广应用，批量生产了 MG335、MG500、MG600 等系列锚杆用钢，通过本项目的实施，获得授权国家发明专利 2 件，受理发明专利 1 项，实用新型专利 10 件。三年来，累计生产销售锚杆系列钢筋 2.54 万吨，新增产值 9607 万元，新增利税 1248.9 万元。产品成功应用于平煤集团、河南煤化工、神火集团煤业等煤炭企业。 该项研究成果的应用，形成了锚杆用钢筋产品的系列化，为锚杆钢筋的推广及应用提高技术支撑。同时，为进一步开发其他棒材产品提供经验积累和技术支持，具有较大的推广应用价值。矿用锚杆钢钢筋的研究及应用不仅可以为安钢棒材产品结构调整作出贡献，经济效益和社会效益显著。
2025064 高海拔耐腐蚀中厚板的应用与推广 酒泉钢铁(集团)有限责任公司//	本项目属于冶金工程技术、材料科学与土木工程交叉领域。 本项目经过近 6 年攻克了桥梁钢耐侯指数低、冲击差、强度低、厚度方向撕裂、焊接性差等关键技术难题，发展了一系列适合于我国西北地区风沙大、温差大、冬季除冰盐、工业气候环境下的具有高强高韧、高耐候、易焊接、宽温域、长寿命的的高新性能桥梁钢，并解决了钢结构桥梁比传统混凝土桥梁“好但贵”的问题，打通了桥梁钢批量化工程应用最后一公里，为西北桥梁发展提供了“甘肃方案”，产品应用到西北重点工程。 本项目从化学成分自主设计、多性能耦合调控、焊接等关键技术攻关到桥梁钢应用，形成了具有自主知识产权的创新发明链。获得授权专利 10 件，发表论文 7 篇。 本项目开发的高强高韧高塑桥梁钢和针对西北大气腐蚀环境的耐候桥梁钢两大系列产品，规格 6-60mm，机械性能、加工工艺性能和耐候性能达到国家标准要求。 近三年产品累计销售 5.57 万吨，新增产值 2.94 亿元，新增利润 4843.79 万元，产品在省内外重点桥梁工程获得规模应用，推动了我省在钢结构桥梁产业领

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	域的科技进步，有力支撑了我省及我国钢铁、交通、先进制造等行业的发展，产品达到国内领先水平。
2025065 CSP 流程建筑结构用高性能镀铝锌硅板产品研发与应用 酒泉钢铁(集团)有限责任公司//	镀铝锌产品广泛用于建筑、轻工、汽车、家电、电子、农牧渔业、商品包装等行业，其消费主要为商品镀铝锌钢板和供彩涂用镀铝锌钢板两部分。近几年，我国汽车、建筑、家电等行业对镀铝锌产品需求增长很快，尤其是随着轻钢别墅建筑的迅速发展，轿车产量的逐年增加，家用电器的广泛普及，合资、独资企业电子产品的大量出口，使镀铝锌产品的需求量增长较快。 随着镀铝锌产品的需求量不断快速增长，国内镀铝锌产品生产近几年发展迅速，包括国内重点企业和民营企业。国内重点企业有原料供应的条件，一般装备水平较高，机组能力较大；而民营企业为及时占领市场，尽快收回投资，多采用装备水平相对较低的机组，机组能力较小，其原料由市场外购或进口，目前，我国的镀铝锌产量正在不断增长。 2020 年 7 月 1 日实施的国家标准 GB/T2518-2019《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》，在原有 S350GD+AZ 和 S550GD+AZ 的基础上，增加了 S390GD+AZ、S420GD+AZ、S450GD+AZ 等牌号，这意味着将来 350-500MPa 系列的高性能镀铝锌板在相关行业中应用越来越广泛。未来国家节能环保法律法规的进一步严格，屈服强度 350-500MPa 级的镀铝锌及镀铝锌彩涂板在相关行业的应用必将深入，应用量必定不断增加。从市场来看未来在防风抑尘网板、立体仓库托盘骨架、光伏支架制管用材等年需求用量都在 6000 吨以上。酒钢生产装备、热镀铝锌板技术及强大的技术销能力决定了酒钢具备走在市场前沿，因此较早开发、推广应用屈服强度 350-500MPa 级的镀铝锌板的，在十四五初尽快成功开发 350-500MPa 级的镀铝锌硅板，并推广应用，对提高酒钢涂镀产品竞争力具有重要意义。 镀铝锌硅产品应用广泛，主要包括高低压开关柜、冷弯薄壁型钢装配式建筑、液晶模组背板、冰箱背板、建筑围护系统等。酒钢镀铝锌生产、技术经过十多年的发展、积淀，已经处于国际先进水平。屈服强度 350-500MPa 级镀铝锌板具有优良的机械性能、加工性能及优异的耐腐蚀性能，但长期以来，国内外对此类镀铝锌板应用基本处于空白。通过开发、推广应用 350-500MPa 级高性能镀铝锌板代替镀锌板，实现节约锌资源、增加产品寿命、降低碳排放。
2025067 绿色集约型高性能热轧耐蚀钢关键共性技术研发及产业化 广西柳州钢铁集团有限公司、广西钢铁集团有限公司//	本项目以高性能耐蚀型热轧钢板带为研究对象，针对工业化生产和大规模推广应用中存在的问题，以广西柳州钢铁集团有限公司(简称柳钢)为依托，通过洁净钢冶炼、控轧控冷等新工艺研发，掌握绿色高性能耐蚀型热轧钢冶炼、连铸、轧制和检测全流程的关键工艺技术，开发低成本高性能耐蚀型热轧钢的新型产品，完成腐蚀应用性能评价，并推广应用于集装箱、桥梁与建筑、铁路车辆等行业。根据项目内容设计思路，将整个项目分解成 3 个课题，主要研究内容如下： 高强韧耐蚀型热轧钢轧制冷却过程组织性能调控技术及工艺控制原理。开展基于微合金化技术的超高强耐蚀型钢合金设计及组织调控研究，阐明纳米析出相/基体双细化调控技术及其强韧性机理，开发 Ti-Nb 复合、高 P 高 Cr(以 P 代 Cr)低合金化耐蚀型钢的质量控制技术。 高性能耐蚀型热轧钢在复杂大气环境下的腐蚀机理及服役性能评价。开展海洋及工业气候条件下耐蚀型钢的腐蚀失效机理研究，完成耐蚀型热轧钢使用

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	寿命预测，探讨典型合金元素及其协同作用改善锈层组成、结构和物理化学性能的作用机制，提出锈层稳定化的判据。 低成本高性能耐蚀热轧钢板带表面高质量控制和板形高精度控制工艺及技术理论。结合终端用户需求，完成冶-铸-轧一体化协同制备技术、窄成分控制技术、低 Ni 甚至无 Ni 耐候钢表面铜脆控制技术、用户高收得率控制技术等专项关键技术的开发，实现生产过程中产品性能的高质量控制，提升产品竞争力，并形成较好的品牌建设案例，具有一定的参考借鉴价值。 高性能耐蚀型热轧钢板带已发展为柳钢拳头产品，并推广应用于集装箱、桥梁与建筑、铁路车辆等行业。2024 年柳钢高性能耐蚀型热轧钢板带销量超 173 万吨，特别是 355-700MPa 强度级别的集装箱类产品，柳钢为全国供应量排序前 3 的供应商。 柳钢高性能耐蚀型热轧钢板主要销往华南、华东市场，终端用户包括中集集团、上海寰宇、广东富华、新华昌商贸、百世康智造等数十家相关行业的头部企业，以高质量稳定性，高收得率及短交期等特点广受用户好评。与广西交投合作的耐候公路护栏成功应用于桂柳改高速的试验路段，属于国内耐候公路护栏的首批次应用，产品获广西交投认可，目前在着手进行广西地方标准的编制及批量推广应用。 近 3 年获奖评 2023 年钢铁行业优秀“三品”案例-集装箱用耐候钢品牌建设，全国市场质量信用 A 等用户满意产品，金杯优质产品，全区市场信用等级 AAA 用户满意等奖项
2025069 双高速棒材轧制技术的研究与应用 广西柳州钢铁集团有限公司//	柳钢防城港钢铁基地，积极响应广西自治区“十四五”规划提出的核心内容即走高质量发展道路，提出双高速棒材轧制技术，不仅具备单高速棒材轧制速度快、产量高、工艺稳定的特点，还可实现多级控轧控冷工艺，实现细化晶粒，达到生产高强度、抗震的螺纹钢生产线。为增加企业竞争力，柳钢防城港钢铁基地投资建立两条高速棒材生产，并配备双模块轧制技术，依托碳化钨辊环轧制出的双高棒成品，产品尺寸精度高、表面质量好、钢筋表面氧化膜致密，不仅产品的抗锈蚀能力突出，产品的重量偏差更是稳定并且负偏差利用率高，推动柳钢长材产品在建筑材行业的龙头品牌效益。
2025079 700MPa 超高强锚杆钢控轧控冷关键制备技术开发及应用 山西通才工贸有限公司、太原科技大学//	该项目是一项企业自选的综合性技术开发与创新项目。随着煤矿开采深度的增加，对锚杆钢的性能要求越来越高，现有锚杆钢屈服强度低，难以满足要求，国外锚杆钢强度高，冲击韧性低，达不到国内需求，急需开发适用于深井开采的高强韧耐蚀锚杆钢。 项目组经过长期探索，依靠自主创新，在大量研究工作基础上，开发出 700MPa 锚杆钢控轧控冷技术，开辟了低合金含量、高锚杆钢性能的新制备途径。 取得了四大关键技术创新：1.成分体系创新：提出 Cr、V、N 多元协同的析出相、细晶、组织复合锚杆钢强化合金化体系，同时兼顾强韧性和耐蚀性匹配。2.“轧制-热处理”一体化组织调控新方法：控轧 V、N 协同诱导奥氏体中 V(C,N)形核、析出；控冷 V(C,N)促进铁素体晶内形成、细化铁素体；Cr 促珠光体形成、减小层片间距；实现铁素体、珠光体、贝氏体复合调控精确控制技术。3.高效经济控轧控冷技术：开发出稳定可控的热轧锚杆钢钢筋 V 回溶技术，轧制诱发 V(C,N)形核、促进细晶的调控技术，热轧锚杆钢穿水冷却诱导析出相弥散析出技术。4.流程创新：开发出精炼工序、连铸工序、轧制工序和穿

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	水冷却一体化轧制工艺及自动控制系统；形成具有自主知识产权的低成本、高强韧、高屈强比、耐腐蚀的锚杆钢生产核心技术。 项目整体技术达到国际先进水平。申报专利 6 项，发表论文 4 篇，制定团体标准 2 项。
2025080 大跨度桥梁用耐疲劳抗断裂高品质特厚钢板研发及应用 江苏沙钢钢铁有限公司、东北大学、中国铁道科学研究院集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司、江苏省沙钢钢铁研究院有限公司//	本项目属于金属材料加工制造工艺领域。 在我国大基建背景下，桥梁建设不断向高原山脉、跨海、跨江以及地震多发带等复杂环境拓展。为了在更大跨度和载荷条件下，确保结构应力在安全容许范围。桥梁用钢需要在大厚度的基础上，同时具备高强韧、耐疲劳、抗断裂等性能。2012 年起，沙钢联合东北大学、中国铁道科学研究院、中铁宝桥等单位依托国家重点研发项目，开展“产学研用”合作，攻克了结构设计、工艺创新以及断裂机理等诸多材料研发共性难题，通过基于性能反馈和应用评价的工艺链条创新，首次开发和应用系列大跨度桥梁用耐疲劳抗断裂特厚板产品。主要成果如下： 1.提出了基于构造细节厚板疲劳性能评价的结构设计方法，通过控制不同加载条件下的最大使用板厚，进行钢结构的防脆断设计，明确板厚系数并开展疲劳强度检算，根据高强特厚耐疲劳的性能需求，完成组织调控的工艺迭代，突破了铁路桥梁用钢标准最大厚度 64mm 的设计规范极限，实现了最大厚度 96mm 高强 Q500qD 的首次开发应用。 2.开发了大跨度桥梁钢厚板厚向组织均匀化调控的关键生产工艺技术，提出冶炼、轧制、冷却工序协同控制，通过提高粗轧道次大压下变形分配促进变形渗透，利用动态再结晶以及氧化物夹杂物粒子来细化晶粒，采用分段间歇式快速冷却保证厚向组织相变的同步性。采用 320mm 厚连铸坯，在极限压缩比条件下开发出 150mm 厚 Q370qE。 3.阐明了满足多维度动态载荷服役性能需求的高质化桥梁钢板断裂机理，研究了不同微观结构类型桥梁钢在准静态单轴拉伸载荷下的强塑性，表征了不同载荷条件下桥梁钢准静态断裂行为，分析了低温条件下基于非线弹性断裂力学的 J-R 曲线，总结了平面应变条件下裂纹扩展机制，并采用双重拉伸试验评估了 Q500qE 特厚板全板厚的止裂性能。 经江苏省工业和信息化厅组织专家委员会鉴定，高性能桥梁钢特厚板低压缩比生产技术达到国际领先水平，填补国内空白。获授权发明专利 21 件，制订标准 3 项，发表论文 7 篇。高强特厚桥梁钢 Q500qD 全球首发应用于我国典型跨度特殊结构桥梁；高性能 Q370qE，不平度≤1mm，应用于世界首座跨度超千米的公铁两用长江大桥；最大厚度 150mm 桥梁钢 Q370qE，首次应用于世界最大跨度三塔两跨斜拉桥，双跨连续跨度达 2240 米。近三年，桥梁钢累计供货 63.14 万吨，新增产值 33.23 亿元，新增利税 6.06 亿元，经济和社会效益显著，应用前景广阔。
2025094 系列低成本高品质高强钢筋制备关键技术开发及应用 抚顺新钢铁	本项目属于轧钢技术领域。随着建筑行业的快速发展，对钢筋的要求也越来越高。当前，我国钢筋主要以屈服强度 400MPa 级为主，虽然很多钢企可批量生产，然而在高强钢筋制备过程中仍然存在以下关键问题尚未解决：1.屈服强度 400MPa 级高强钢筋微合金成本较高；2.600～800MPa 级高强钢筋尚无法批量生产；3.钢筋尺寸精度偏低、锈蚀问题较严重；4.在化学成分相同的条件下，合金添加方案不合理，使得冶炼成本波动较大等。针对上述问题，抚顺新钢铁与东北大学进行产学研合作，开展“系列低成本高品质高强钢筋

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
有限责任公司、东北大学//	制备关键技术开发及应用”项目的研究实施工作，实现低成本高品质 400～800MPa 级高强钢筋的批量、稳定生产，满足高端建筑用钢筋的需求。 主要技术内容及创新： 1.系统研究工艺参数对高强钢筋组织、性能的影响规律，实现低成本无微合金 HRB400E 的批量、稳定生产；明确高强钢筋的强化机理，并实现 400～800MPa 级高强钢筋强度全覆盖； 2.综合利用细晶强化、析出强化和相变强化机理，通过冶炼同一化学成分，实现高强钢筋在 500～800MPa 范围内的“一钢多能”； 3.给出工艺参数对高强钢筋氧化铁皮的影响规律，明确高强钢筋产生红锈的原因和锈蚀机理，结合碳化钨轧辊的应用，显著改善钢筋的表面质量和尺寸波动； 4.基于合金成本计算准则，开发合金成本预测和合金添加方案优化软件，实现基于产品成分需求与合金含量耦合的合金定制设计。 项目开展以来，围绕系列高强钢筋制备过程中存在的关键工艺技术问题，发表高水平学术论文 2 篇；培养硕士研究生 2 人；授权发明专利 3 件，授权实用新型专利 10 件。无微合金 HRB400E 高强钢筋，吨钢节约成本 80 元以上；采用柔性化轧制技术，制备出低成本 500～800MPa 级高强钢筋；通过碳化钨轧辊的应用结合冷却水中 Cl 离子浓度的控制，改善钢筋的表面质量，钢筋的尺寸波动减少 0.3%；基于产品成分需求与合金含量耦合的合金定制设计，降低合金添加成本约 6 元/吨。抚顺新钢铁应用该技术已批量生产低成本系列高品质高强钢筋 43.8 万吨，产品已销售至辽宁、河北等地，并已大量应用于产业园、机场等建筑领域，累计实现直接经济效益 15538.78 万元。 本项目形成一系列独创专利技术，经济效益和社会效益显著。整体技术水平达到“国际先进”，对建龙集团内部及同类别钢企生产具有可借鉴意义，为推动我国建筑行业的持续快速发展做出重大贡献。
2025096 高效低碳型钢生产技术研发与集成应用 乌海市包钢万腾钢铁有限责任公司、中重科技(天津)股份有限公司、安徽工业大学、北京科技大学、北京建龙重工集团有限公司//	本项目属于轧钢领域。热轧型钢是国家重点推广的绿色节能型产品，广泛应用于大型场馆、道路桥梁、超高层建筑、高铁线杆、高速公路护栏支柱、装配式钢结构建筑等领域。 国内市场对 H500 以下中小型规格的热轧型钢需求约占型钢产能的 70%，但目前中型型钢轧钢工序仍然存在开坯机孔型配置多且共用性差，矩形坯无法立面装炉；型钢钢坯定重准确率低及产品通尺率高；人工打包效率低，线式自动打包易散包变形；成本不能当日核算，影响企业经营决策。本项目针对以上行业痛点问题，从建设之初通过顶层设计及整体规划，结合产线装备及工艺特点，以绿色中型型钢全流程质量管控、全生命周期为抓手开展项目研究，实现工业化应用，主要创新成果如下： 创新点 1：首次开发了加热炉钢坯智能翻钢系统和共用性强的型钢孔型系统，解决了矩形坯不能立面装炉、开坯轧制道次多、孔型共用性差、备辊多等问题，提升生产效率 30%，吨钢电耗≤40 度，节约煤气消耗 5m³/t，工艺备件减少 30%。 创新点 2：首次基于打包智能算法和压力闭环控制的型钢双通道钢带自动打包技术和装备，解决了人工打包及盘条打包成品易散包、型钢表面易出现变形的难题，打包效率提升 10%，打包带单耗降低 0.15kg/t，填补型钢钢带自动打捆技术国际空白。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	创新点 3：基于 AI+大数据模型和高温铸坯流变学模型以及实时生产信息动态数据库、图像处理算法的钢轧耦合型钢铸坯智能定重系统，解决型钢产线铸坯重量偏差大，成坯率低、成品通尺率高的难题，首次实现“前馈＋后馈”的动态定尺定重技术，铸坯定重精度达到±1kg，成坯率提升 0.33%，型钢通尺率降低 0.2%。 创新点 4：自主开发了型钢日成本核算技术，实现了一日关账及当日出具成本核算，生产系统、能源系统、资材系统、销售系统数据 100%自动采集及全过程产品追溯，提升了产线的数字化智能化水平。 本项目获得发明专利 5 项，实用新型专利 8 项，参编国家标准 2 项、行业标准 1 项，软件著作 2 项，获得内蒙古自治区重点产业和工业园区发展专项资金 1 项。 项目成果于 2024 年 12 月 30 日通过中国金属学会组织的科学技术成果评价，评价委员会一致认为：该项目整体技术达到国际先进水平。
2025104 GPA 级薄规格高强钢板带连续热处理工艺及装备 中冶南方工程技术有限公司、武汉钢铁有限公司、中冶南方(武汉)热工有限公司、北京科技大学、太原理工大学、华工法利莱切焊系统工程有限公司//	本项目属于热轧板带热处理生产技术领域。随着国家“双碳”战略的实施推进，高强钢热处理板展现出薄规格化、更高强化的市场需求趋势。本项目立项前，国内外热轧高强钢热处理板均采用“单板间歇式”生产工艺，存在生产效率低、工序能耗高、产品性能差，以及 4mm 以下薄规格产品无法生产等问题。为此本项目基于高强钢热处理机理研究，创造性研发出高强钢板带连续热处理工艺及关键装备，可实现最薄 3mm 高强钢热处理板批量生产，具有工序流程短、生产效率高、吨钢能耗低等优势。主要创新成果如下： (1)针对连续热处理工艺需求，研究了热处理工艺参数对高强钢组织性能的影响机制，确定了适用于连续热处理工艺的高效型温度曲线，使典型钢种热处理周期时间同比缩短 50.4%。 (2)国际首次开发了 GPa 级薄规格高强钢连续热处理工艺，实现高强钢从开卷到淬火整卷连续式生产，最薄产品规格 3mm，机组小时产能同比提升约 12.5%，产品下线时间同比缩短 48.8%，全工序吨钢能耗同比降低约 20kgce/t。 (3)建立了基于多因素耦合影响的高强钢辊式矫直应力-应变模型，研发出 GPa 级薄规格高强钢板带多辊矫直机，对于最高屈服强度 1500MPa，厚度 3-12mm 的高强钢板带，矫直后板形平直度达到 3mm/m 以下。 (4)基于双割炬耦合随动切割工艺，国际首次研发出高精度激光跟随切割机，可实现 1500MPa 级高强钢板带定尺切割，切割断口挂渣高度≤0.1mm，热影响区≤2mm，定尺长度精度≤±2mm，产品直角度误差小于板宽的 0.25%。 (5)基于剪刃体跟随式切割工艺，国际首次研发出轻便式高精度飞剪，随动机构加速度提高至 160m/min/s，定尺剪切精度达到±5mm 以内，随动机构重量同比减轻约 87.5%，设备整体重量同比降低约 50%。 本项目共申请专利 67 项，其中已授权发明专利 13 项，授权实用新型专利 35 项，登记软件著作权 3 项，发表论文 12 篇。项目成果已在武钢推广应用，截止到 2024 年 6 月，为项目完成单位新增产值约 103000 万元，新增利税 31374 万元，增收节支总额 33954 万元。项目成果代表了当前国内外最先进的热轧高强钢热处理生产技术，推动了高强钢热处理生产领域技术升级，推动了工程机械领域结构轻量化，推动了钢铁行业低碳高质量发展。项目成果在 2024 年中冶集团组织的成果评价中被鉴定为“国际领先水平”，并入选“2024 年世界钢铁工业十大技术要闻”。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025114 连续式轧制大规格钢板桩关键技术 中冶华天工程技术有限公司//	项目属于材料技术领域。 本项目主要内容包括：(1)本项目前两架开坯机均采用双电机传动，靠电控进行速度匹配，取消齿轮机座，节约成本，减少设备维护；同时降低轧辊配对要求，提高轧辊利用率，简化备件管理，降低生产成本；(2)第二架开坯机采用二辊开坯/万能互换式轧机，可以根据轧制工艺在二辊开坯和万能互换式轧机之间进行切换，可以使多种截面的型钢轧制更灵活；(3)BD1 开坯机采用鼓型齿式离合器，可以实现自动离合，调整单侧的压下，鼓型齿采用小模数多齿数的方案，增加压下调整的精度；(4)BD1 在压下与上辊轴承座之间设有防卡钢装置，首先根据轧制实际情况，设定最高安全轧制力，当轧制力大于设定压力时，说明情况异常，防卡钢装置会自我保护，上轧辊打开，停止轧制；(5)万能轧机的水平辊和立辊的压下均为液压压下，每个压下液压缸内部均配有线性位移传感器，可实现在线辊缝精确调整。 通过在工艺、设备和智能化方面的创新，具备以下特点：(1)采用连续高效钢板桩生产工艺，生产非对称断面型钢-Z 型钢板桩，针对不同产品，精轧机组选择不同数量的轧机，以确保轧制的稳定，提高轧线作业率 5%；(2)利用开发的大型万能轧机进行连续轧制，相对往复式，将生产效率提高了 10%；(3)智能化生产权限管控，实现柱轧制生产线人员节约 30%；(4)实现连铸坯料坯±3%公斤重量控制的定重；(5)加热炉燃烧氧化铁皮量 0.1%降低。 “1+1+7”连续轧制生产钢板桩的生产工艺，以及配套的工艺设备，已成功实际应用于津西钢板桩生产线，投产 3 年以来，现场运行良好，环保效果显著，经济效益明显。
2025135 板带钢铸轧界面的流程绿色化技术开发及应用 钢铁研究总院有限公司、唐山钢铁集团有限责任公司、冶金自动化研究设计院有限公司、秦皇岛佰工钢铁有限公司、中达连铸技术国家工程研究中心有限责任公司//	常规热连轧生产线的产品种类和规格多、工序之间衔接等待时间偏长、流程连续化程度不高、物质和能量耗散大、生产组织运行难度大，在铸轧界面的流程优化和动态运行方面尚有很大提升空间。 本项目针对生产复杂钢种的热连轧流程铸轧界面连续化率和热装率偏低的问题，采用冶金流程学的能量流耗散控制理论，开展板带钢生产流程中多流板坯排队、板坯动态运行工艺规则库、板坯能量流的运行规律、准层流协同运行规律等关键技术攻关，取得以下技术创新：(1)构建了板带钢铸轧界面的铸坯排队模型。通过模型数字化寻优冷热铸坯的输送路径，制定了铸坯“两跨分入-交替出库”原则，代替垛板台集中下线，230 多个钢种的生产线热装率由 61.4%提高到 72.98%，可热装钢种的热装率达到 94.7%。(2)重构了铸轧界面板坯动态运行规则库。通过研究板坯铸轧界面协同调度对物质流的影响机制，建立了一体化流程运行系统，铸坯从切断到入炉过程停留总时间缩短 20%以上。(3)揭示了板坯在铸轧界面的能量流运行规律。通过研发铸轧界面动态控制技术，建立了板坯温度自学习模型和回装铸坯出库顺序推荐模型，铸坯平均装炉温度由 437℃提高到 563℃。(4)研发了板带材铸轧界面的准层流运行控制技术。基于铸轧界面数值模拟模型，揭示了两台铸机、四流板坯、四跨六区中间库、三座加热炉的协同运行规律，采用板坯专用炉生产模式，实现了长短在炉时间钢种和冷热坯进行分开组织排产，单个轧程生产时间降低了 10%。 以上四项关键技术的开发和应用，有效解决了板带材铸轧界面绿色化制造的关键难题，实现了典型示范线吨钢节约煤气 11 立方米，减少钢坯的烧损 0.2%。参研本项目的两家企业近两年采用本项目研发的技术生产钢材约 1500

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	万吨、创造直接经济效益约 6000 万元；吨钢 CO_2 减排 3.7kg。本项目已公布发明专利 12 项，其中授权发明专利 6 项，发表学术论文 14 篇，软件著作授权 11 项。中国金属学会评价该成果整体达到国际领先水平。 截止到 2024 年底，我国现有常规流程 1422 以上的宽带钢生产线超过了 100 条、2800 以上的宽厚板生产线超过了 110 条，大部分的生产线适合应用本项目开发的铸轧界面绿色化技术。本项目形成的创新性成果，在钢铁企业进行工程化推广，具有良好的经济和社会效益。
2025136 高强度、高塑性、小离散、易拉拔优质桥梁缆索用钢生产技术开发与应用 天津钢铁集团有限公司 //	本项目属于钢铁领域，涉及钢铁冶金、金属压力加工、金属材料等学科。YL87Mn 高碳钢盘条作为生产高强度桥梁缆索钢丝的重要原材料，广泛应用于电力、通信、交通以及海洋工程、化工设备、核电设施等领域，特别是用于大型和超大型悬索桥以及斜拉索桥等现代大型桥梁。为确保桥梁结构的稳定性和安全性，要求缆索材料具有高强度、高塑性，而材料性能与内部组织及表面质量密不可分，在轧制过程中，高碳盘条控制的难点在于网状碳化物和心部马氏体异常组织的控制。本项目通过优化连铸工艺，提高方坯质量，采用热模拟技术模拟控轧控冷工艺，最终实现减少盘条内部及表面缺陷，提高盘条质量和性能。 针对品种钢、精品钢的生产要求，对 YL87Mn 钢轧制工艺进行了系统研制，依托国家及省部级重点项目，历经数年攻关，将模拟技术与现场工艺相结合，研究了连铸拉坯、矫直及轧制过程中加热、控轧、控冷等关键工艺问题，解决了 YL87Mn 钢由于组织转变问题导致性能不稳定的关键技术难题。 核心创新点为：(1)研究开发提高铸坯内部均质化关键技术，形成适合我厂 YL87Mn 方坯的包括冷却制度、拉速、末端电磁搅拌参数、矫直温度在内的连铸全流程内部质量控制方案。(2)首次利用模拟技术进行网状组织形成条件的技术摸索。对网状组织形成的温度区间及其他条件进行摸索及确定，有利于避免生产中在此区间得到不良组织转变。(3)利用模拟技术确定品种材料各临界点，促进轧制前加热及轧制过程中温度精准控制，有效避免不同部位性能差异影响。(4)深入研究硬相组织形成规律及生成条件，工艺结果直接用于生产工艺的确定及调整，确保生产顺利施行。(5)首次利用模拟技术实现从冶炼到连铸热物性应用，再到控轧控冷工艺调整的全生产流程模拟工艺制定，并通过时效验证总工艺施行有效性、准确性、实用性、顺行性。 项目获国家发明专利 3 项，实用新型专利 3 项，发表科技论文 4 篇，达到国家先进水平。 项目开发的精品钢控轧控冷技术，在天津钢铁集团有限公司得到成功应用，本项目技术生产的 YL87Mn 盘条在天津中兴盛达获得推广应用，技术实施后 YL87Mn 盘条拉拔合格率 95%以上。该技术产品广泛应用于高强度承重钢丝绳等关键连接件原材料生产，经济社会效益和环境效益显著。
2025137 低成本、高效化生产高品质圆钢关键技术研发与应用 天津钢铁集	本项目属轧钢领域。钢铁工业在整个国民经济中的作用举足轻重。党中央在京津冀协同发展重大国家战略中，赋予天津打造“全国先进制造研发基地”的定位。加快钢铁企业转型升级、开发高性能的钢铁材料，推动全国制造业高质量快速发展。 天钢双棒材生产线设计单线产量 75 万吨/年，产品规格 Φ12mm-Φ50mm 螺纹钢和 Φ16mm-Φ60mm 圆钢。每条产线各有 18 架轧机，采用 6-8-4 工艺布局。该布局方式制约圆钢稳定化生产，小规格圆钢质量难以保障；坯料尺寸

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
团有限公司 //	限制了超设计规格的圆钢开发；工艺装备不具备开发高品质圆钢的生产能力。本项目针对以上行业共性难点和工艺装备能力不足的瓶颈，梳理关键研究内容，并制定研发预期目标，从技术到工艺到产品的综合研发，目标是低成本、高效化生产高品质圆钢，打造行业最具竞争力的棒材生产线。 天钢公司在无 Kocks 轧机装备条件下，通过活套工艺参数优化、成品和成品前架次轧辊材质选择、各架次料型标准化操作规范确定等，攻克了小规格圆钢尾部带耳子的行业共性难题，形成小规格圆钢质量保障技术，为没有配备减定径机组的棒材生产线提供解决方案。 首创双棒材生产线快速更换圆钢轧制规格的新工艺，在 Φ16mm-42mm 圆钢规格区间，形成了 3 个同族孔型系统设计和快速更换集成技术，解决了“6-8-4 工艺布局”轧制张力稳定性差问题，作业率提高一倍以上，圆钢合格率提高到 99.92%。 开发了行业首个 Φ55mm-75mm 圆钢共用孔型轧制系统，产量较产线设计产能提升了 55.9%，平均机时产量 176 吨，电耗 30.6 度/吨，燃气消耗 230 立/吨，辊耗 108 克/吨，工序成本 116 元/吨，各项经济技术指标达到行业领先水平，成为行业生产热轧圆钢最具竞争力的棒材产线。 打破设备生产能力限制，成功研制超设计规格产品，圆钢轧制规格由 Φ60mm 拓展至 Φ85mm，同步开发出定制生产超设计规格圆钢连铸生产工艺，克服压缩比不足的瓶颈，保证了圆钢内部和表面质量。 通过创新成分调整、轧制工艺设计，避免圆钢表面龟裂，开发耐腐蚀圆钢 09CrCuSb 等多项极具市场竞争力的高附加值新产品，取消了行业普遍采用的圆钢表面扒皮工序，实现热轧态直接交货。 本项目申报并授权国家专利 10 项，其中授权发明专利 3 项、实用新型专利 7 项。首创多项工艺技术，指导行业技术应用，助推行业高质量发展，并为同行业的应用做出技术指导。
2025138 高塑性、低散差、短时效钢绞线用盘条生产技术研发与应用 天津钢铁集团有限公司 //	近年来，经济建设的持续发展带动了我国钢铁产业的快速增长，客户对钢绞线用盘条的质量要求也越来越严苛。高碳硬线钢盘条 82B 主要用于高强度预应力钢丝钢绞线，是在国内建筑材料中强度级别最高的盘条产品，技术含量高，生产难度大，既需要抗拉强度高，又必须保证高的面缩和性能散差。同时，缩短硬线钢盘条时效期是行业的共性难题，也是企业加快资金周转，降低仓储费用的重要手段。鉴于此，开发生产高塑性、低散差、短时效钢绞线用盘条的生产技术对公司经济效益增长和钢绞线行业发展均具有重大战略意义。 针对高塑性、低散差、短时效钢绞线用盘条的质量需求，对钢水中气体含量、铸坯偏析控制、轧制工艺和控冷工艺合理匹配等进行深入研究，天钢公司经过 10 年接续研发，不断突破技术瓶颈，最终达到高塑性、低散差、短时效钢绞线用盘条质量控制目标，盘条质量稳定，通过英国 CARES 认证，盘条在下游加工使用过程中，拉丝顺畅，单丝及成品绞线性能指标良好。该项技术的核心创新点为： (1)开发了高碳钢全流程控氮关键技术。探索并成功实现了精炼加热过程二次除尘和三次除尘风量匹配，实现了精炼全程正压冶炼和环保无尘外溢的最优方案；自主创新设计了一种连铸浇注过程防止吸氮的保护装置，实现对大包水口双重气封保护效果，保证了浇注过程零吸气。最终实现盘条氮含量

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	≤30ppm 行业先进水平。 (2)开发了高拉速、低偏析铸坯生产控制技术。通过控制铸坯拉速和钢水过热度，并适配了新的末端电磁搅拌参数，解决了末端电磁搅拌装置受安装位置影响，保证铸坯液芯宽度达到 50mm 以上，满足末端电磁搅拌作用范围，使 82B 铸坯的碳偏析指数≤1.05。 (3)成功开发高强度、高塑性、短时效盘条轧制工艺技术。通过利用新型轴流大风机特性创新设计斯太尔摩风冷线的控冷工艺，摸索出适配于轴流风机佳灵装置的最佳角度，提高同圈盘条冷却均匀性，盘条同圈强度散差≤20MPa。 (4)开创性开发了一种 82B 盘条索氏体含量定量检测方法-图像分析仪标准样品定量分析法。该方法将索氏体含量的检测简化为相含量灰度值的标定，使高碳盘条索氏体含量检测从定性半定量检测转变为定量检测，该方法已由本公司主持制定为行业标准，填补了行业空白推动了行业进步。 本项目技术实施后，盘条同圈强度散差≤20MPa，盘条时效期缩短至 3-7 天百吨断丝率由低至 0.50%以下，经科技评价专家组一致认为项目成果总体达到“国际先进”水平。
2025142 热轧中窄带钢核心生产技术开发及工业化应用 天津市新天钢联合特钢有限公司、燕山大学、燕山大学深圳研究院//	本项目属于钢铁材料加工制造工艺领域。 我国热轧中窄带钢年产量已达到 5000 万吨以上，被广泛应用于焊管、交通、建筑等多个领域，具有易加工、易调控、成本低等优势，在热轧带钢领域具有不可替代性。但中窄带钢仍存在生产效率低、产品精度差、产品规格创效能力差、自动化与信息化水平不高、生产能耗高等问题。目前我国钢铁工业虽然处于困难的时期，但中窄带钢依然有其生存的空间，必须对其进行技术改造，提升技术水平，与宽带钢形成互补，使其整体达到宽带钢的水平。为此，天津市新天钢联合特钢有限公司与燕山大学等单位经过五年攻关，在多个方面取得突破，中窄带钢年产量达到 670 万吨，生产的薄规格可达到 1.2mm，创效产品已达 512 个，建成了全国规模最大、市场竞争力最强、经济效益最好的中窄带制造和研发基地。主要技术创新包括以下几点： 1.热轧中窄带高效轧制生产技术的开发。 充分结合热轧中窄带轧制的设备与工艺特点，研发了粗轧高稳定性强迫宽展轧制技术，设计了对称和非对称孔型配辊工艺，实现轧件增宽和全规格生产；开发了全流程超高速生产工艺协同优化技术，提出了精轧全机架板形板厚协同、多参数耦合工作辊与支撑辊辊型设计方法，实现了 18.20m/s 超高轧速无缺陷稳定化高效高精度轧制。 2.热轧中窄带低成本高附加值钢种生产工艺开发。 开发了热轧全流程极限规格生产能力评估系统及其稳定生产工艺技术，系统研究了非稳态轧制对薄规格生产的影响，并提出相应的工艺对策；提出了减量化成分体系下的控轧控冷工艺，建立了高上锌量高均匀性镀锌带钢表面质量控制体系，成功开发低成本光伏电力、冷轧深冲、交通设施等高附加值用钢，机组生产能力提升 50%，吨钢多创效 50-200 元。 3.热轧中窄带钢-轧生产数智化及低碳节能技术。 开发出基于整体经济效益最大化的炼钢低碳低耗、热装热送、加热炉低耗低排放烧钢技术，高温红外辐射纳米节能涂层技术，显著提升了加热炉温控精度和煤气燃烧效率，大幅降低碳排放指标，转炉工序能耗达到﹣40kgce/t，煤气消耗 164.08m^3/t，节能率达到 15.13%。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	本项目授权发明专利 11 件、软件著作权 6 项，发表学术论文 14 篇；应用本成果后生产高附加值中窄带钢产品超过 600 万吨，新增效益 5.36 亿元，减少碳排放 24.37 万吨；成果已在文丰、晋南钢铁等企业推广应用，经中钢协鉴定，成果整体技术达到了国际先进水平，其中钢-轧生产数智化与低碳节能技术达到国际领先水平。
2025144 高铁轨枕预应力钢丝用盘条的研发 天津荣程联合钢铁集团有限公司//	该项目所属钢铁冶金先进金属材料领域，本项目所研发的高铁轨枕预应力钢丝用线材是荣钢根据国内高速铁路建设的需求成功开发的 ϕ15.0mm 规格 SWRH82B-V(VT)钢种，产品主要用于生产大规格高铁轨道板预应力钢丝和制作高铁先张法无砟轨道板(CRTSIII 型(先张法)高速铁路轨道板)，是国内高速铁路建设的重要基础建设材料，属于预应力线材产品中技术、质量要求较高的产品，生产难度较大；该产品的成功开发将填补了国内高铁重大基建领域的空白。 本项目的研究内容和目标是针对高速铁路 CRTSIII 型无砟轨道板用预应力钢丝的技术要求，优化荣程钢铁高铁轨枕预应力钢丝用盘条的生产工艺，提高产品的性能和质量，降低生产成本和能耗，提升市场竞争力。高铁轨枕预应力钢丝用盘条是预应力线材中的一种，属于大规格高强度、特殊用途的预应力线材系列产品。而预应力线材为过共析钢，盘条心部受钢水凝固正偏析和相变冷却速度慢影响，容易形成网状渗碳体，冷却过快又容易过冷带来马氏体岛的形成风险，同时盘条的原始成分设计、组织、偏析、夹杂物与钢丝的松弛率和扭转等指标关系仍是困扰业界的重要问题。 该项目的推广应用前景十分广阔，根据立鼎产业研究网的报告，我国轨枕市场需求预测：国铁+城轨双轮驱动，预计年需求超 200 亿元。在国家铁路基础建设、城市轨道交通建设两大领域，该项目能够满足国内市场对高品质的轨枕用钢材的巨大需求，占领市场份额。同时公司长期与海外客户保持紧密的合作关系，具备参与海外项目经验，根据客户的不同需求，积极寻找国外预应力产业布局机会。因此，该项目能够借助公司在国际市场的优势，开拓海外市场，参与国际高速铁路建设项目。 该项目在国内外同类技术中具有一定的优势和特色，能够生产出高强度、高韧性、高耐磨性的预应力钢丝盘条，满足高铁轨枕预应力钢的严苛要求。该项目也能够根据市场和客户的不同需求，进行技术改进和产品升级，提高产品质量和性能，增强市场竞争力。此外，该项目还带动了轨道交通相关产业链的发展，促进了铁路运输行业发展，减少了轨道维护成本和停机时间，提高了社会生产效率，降低了废旧钢材和其他废弃物排放，改善环境质量。这些经济效益和社会效益体现了该项目在国内外高速铁路建设中的重要作用和贡献。
2025152 特殊服役环境耐候桥梁钢关键技术开发及应用 湖南华菱湘潭钢铁有限公司、东北	高性能耐候桥梁钢具有高强韧、绿色无污染等特点，是近年来国内外桥梁用钢的主流发展方向。本项目针对我国不同特殊服役环境耐候桥梁钢研发及制备面临的耐腐蚀机理、成分设计、生产制备及使用成套关键技术缺乏的现状，2009 年 9 月以来，湘钢与东北大学、北京科技大学、中铁宝桥集团有限公司、中铁九桥工程有限公司合作，系统开展了工业海洋气候、严苛高原等服役环境耐候桥梁钢耐腐蚀机理与成分体系设计、轧制与热处理组织性能及板形控制、焊接性能控制等关键技术研发，实现了全系列耐候桥梁钢稳定化制备与供货。主要研究内容与技术特点如下：

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
大学、北京科技大学、中铁宝桥集团有限公司、中铁九桥工程有限公司//	(1)揭示 Ni、Cr、Mo 等合金的耐腐蚀机理，利用机器学习的数字化设计思想，充分发挥元素协同作用，设计适用于不同大气环境的高性能耐候桥梁钢，基于环境的耐候性设计方法达国际领先水平； (2)针对大断面高均质控制难题，开展了连铸浇注技术研究，提出了非均质凝固与凸形辊复合大压下技术，配合多模式二冷电磁搅拌技术，实现耐候桥梁钢大断面(≥450mm 铸坯厚度)中心偏析≤C1.0 精确控制； (3)开发“低温奥氏体化+大压缩比+低温轧制”及“控速 DQ+ACC 冷却”技术，实现了细晶铁素体+粒状贝氏体的双相组织调控，生产出具备大厚度高强韧-低屈强比-抗断裂性能的高强耐候钢板； (4)创新开发基于均匀控温-辊系控制-模型干预多因素协同控制全系列耐候桥梁钢板稳定化制备新工艺，实现了厚度规格 6～140mm、宽度最大 4800mm、强度 Q345～Q690 全系列规格及强度耐候桥梁钢板平直度≤2mm/m，稳定化生产，满足了桥梁钢板高强、高平直度、性能高均匀性的要求； (5)针对特殊服役环境用耐候桥梁钢，对焊材进行设计及优选，优化耐候桥梁钢的焊接工艺，形成工程材料设计、生产与使用成套技术，解决了焊接性能与焊料匹配等难题，焊接接头具有防断强止裂的优异性能； 项目授权发明专利 25 件，发表论文 35 篇。本课题完成专家科技成果鉴定 3 项，在“基于耐候钢适应性、不平度控制及工程应用”等方面达到国际领先水平。产品技术荣获“湖南省科技进步二等奖”、“中国公路学会科技进步奖一等奖”等省部级奖项 5 项。 近 3 年，“特殊服役环境耐候桥梁钢”在国内已批量应用约 12 座桥，产量约 15.05 万吨，新增产值约 9.74 亿元，创效 2.59 亿元，应用项目有西藏墨脱达国大桥、川藏铁路金沙江特大桥、雅砻江特大桥、狮子洋大桥等。
2025154 超宽幅高强韧易焊接钢板关键技术研发及产业化应用 湖南华菱湘潭钢铁有限公司、东北大学、中南大学、三一汽车起重机械有限公司//	本项目属于钢铁材料加工制造领域，该领域中的工程装备是国民经济和国防建设的重要保障，工程装备的大型化、轻量化和高端化要求钢板材料具有更宽板幅、更高的强韧性能、焊接性和抗疲劳性能。项目在湖南省科技重大专项、新材料首批次应用示范及多个企业科技计划支持下，攻克了超宽薄规格高强韧钢板的关键制备技术，研发成功世界最高级别的超高强度结构钢板及其易焊接、抗疲劳控制技术，取得创新成果如下： 1.突破了超宽超薄超高强度钢板关键制备技术，创新轧制“独立油膜补偿技术”和“道次间测厚仪反馈自动零点补偿功能”，建立了宽薄规格钢板轧制和热处理高精度控制模型，稳定生产出 5mm×4850mm 系列超宽超薄钢板，同板差≤0.2mm、不平度≤2mm/2m，刷新了现有宽薄钢板的制备极限，并实现应用。 2.创新采用成分－冶炼－轧制－热处理耦合的钢铁全流程组织亚结构细化控制技术，研发成功屈服强度最高达 1500MPa 的全系列超高强度钢板，突破了 SSAB 只能生产屈服强度 1300MPa 的极限，达到国际最高级别，其中 1500MPa 级产品－60℃冲击功≥50J，实现强度与韧性的协同控制。 3.突破了系列超高强钢的焊接和疲劳控制技术瓶颈，创新采用无 Ti 高 Al 和稀土改性的低裂纹敏感指数减量化合金设计新策略，实现了屈服强度 1100MPa 高强钢的室温免预热焊接，焊接线能量提升 88%。创新转炉氧枪设计和冶炼过程成分调控新方法，实现超低氮低氧控制，协同全流程夹杂物和铸坯低倍质量控制，实现了超高强钢优异的疲劳极限，1300MPa 高强钢在应力比 0.1

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	条件下，疲劳强度大于 1270MPa。 项目获得授权发明专利 17 项，发表学术论文 31 篇，制/修订国家标准 3 项、团体标准 3 项。获湖南省冶金科学技术奖一等奖、湖南省“专利二等奖”等荣誉，“全系列高品质工程机械用钢产品创新与产业化应用”项目荣获湖南国企“十大创新工程”。中国金属学会专家委员会一致认为该项科技成果“总体达到国际领先水平”。 近三年该项目系列高强钢及工程装备实现销售收入 65.38 亿元，新增利税 5.45 亿元，应用于全球最大“轮式起重机 XCA4000”、“履带式起重机 XGC88000”，以及 101 米全球最长泵车“101－7RZ”等大国重器关键部件的制造中。项目的成功实施不但满足了我国大型工程装备轻量化对宽薄规格超高强钢板的急需，还实现了对国外钢铁强国的反向出口，经济和社会效益极其显著。
2025165 乘用车复杂成形高承载部件用热轧酸洗高扩孔钢开发及关键应用技术 首钢集团有限公司、北京首钢股份有限公司、首钢工学院、北京科技大学、中国第一汽车股份有限公司、本特勒投资(中国)有限公司//	本项目属于轧钢及制品领域。 乘用车底盘控制臂、扭力梁等复杂成形、高承载部件广泛使用的热轧酸洗高扩孔钢，对提升整车轻量化及安全性具有不可替代的作用。 项目之初，浦项、SSAB 等先进钢铁企业的高扩孔钢不能完全满足以本田、宝马、一汽、本特勒等为代表的高端用户需求，且行业内存在一些难题尚未有效解决。如：磷化作为抑制漆膜腐蚀剥离、提升底盘耐腐蚀性能的关键环节，由于国内产品不能满足全球最严苛磷化工艺下磷化膜 P 比＞85%、磷化膜覆盖率 100%等需求，本田用高扩孔钢全部依赖于进口，但进口材开裂率长期高达 8%；高扩孔钢通过相变强化、析出强化等实现强度等级提升，但对零部件的焊接提出全新挑战，焊接接头软化(强度较母材下降＞100MPa)、焊接接头疲劳寿命低(10 万次)、焊接热影响区深(全板厚)等问题严重影响整车安全性。 为此，首钢联合北京科技大学、中国第一汽车股份有限公司、本特勒(中国)等多家单位，历时多年开发了复杂成形高承载部件用热轧酸洗高扩孔钢系列产品，成功攻克了生产与应用的共性难题。 主要创新如下：1.开发出一种以 Mn/Si 比调控为核心的高扩孔钢磷化性能控制技术，实现了磷化膜 P 比＞90%、晶粒尺寸 3-4.2μm、磷化 90s 与 120s 膜重相差＜0.09g/m^2。在较低的 Si 含量下，开发出铁贝双相钢组织稳定化和硬度差精准控制技术，实现了 600MPa 和 800MPa 扩孔钢的扩孔率分别达到 85%及 60%以上。2.开发了精轧机架间水动态调节、层流冷却高精度控制等关键技术，匹配恒速轧制、板卷箱跑偏控制等关键工艺创新，实现了层冷中间温度±20℃控制精度＞98%，≤2mm 薄规格产品一次轧成率＞95%。3.阐明了高扩孔钢焊接热影响区软化规律，通过多元素强化、多功能脉冲焊接等技术创新，实现了焊接接头强度提升＞70MPa，接头疲劳强度提升 33.3%，焊接效率提升＞15%。 项目获授权专利 24 项，其中发明专利 21 项，参与 2 项国/团标准起草。中国金属学会组织了本项目成果评价，评价委员会一致认为成果总体达到国际领先水平。 项目经济社会效益显著，近三年产量累计近 11.8 万吨，实现净利润 1.50 亿元。本田认为产品填补了国内高磷化性能扩孔钢及在复杂成形零件应用的空白，本特勒认为扩孔率、焊接不良率低于其他国际知名厂家、疲劳性能达到

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	国际领先水平。首钢成为宝马、红旗、本特勒等用户高扩孔钢第一大供应商、本田汽车用高扩孔钢国内唯一供货。
2025176 屋面瓦用430不锈钢亚光面产品研发 山东泰嘉新材料科技有限公司//	项目通过冶炼、热轧、冷轧全流程430不锈钢个性化研究，开发了屋面瓦用430不锈钢亚光面产品。冶炼降低碳、氮含量，提高连铸坯表面质量；研究热轧轧制黏连和表面氧化铁均匀控制，提高热带表面质量；优化热酸洗生产工艺；20辊轧机工艺参数研究，提高表面质量，在冷轧退火酸洗工序中开发了不锈钢亚光产品酸洗退火酸洗工艺。 通过各工序联合研发，产品表面质量好，无色差、板纹等缺陷，表面呈现亚光状态，不发白，表面光泽度均匀，光泽度达到200-250GU(20°)，成型性能好，质量稳定，客户认可度高，项目产品已被广泛应用于屋面瓦产品制造。
2025180 热轧钢筋方坯直轧工艺研究与应用 山东钢铁集团永锋临港有限公司//	本项目属于钢铁冶金领域。 中国钢铁工业能耗占全社会总能耗的16%左右，棒线材应用领域广，其节能减排任务重，同时资源能源消耗大，产品性能不稳定；各工序间相互制约，协调难度大，影响了产品质量稳定性。钢铁类型中，长型材其产量占钢材总产量的60%以上，而复杂断面型材主要问题是如何推动产品质量向精细化控制方向发展。钢铁生产过程中，连铸坯热送热装技术加热、补热时间短，能耗低，是节能减排的重点技术之一。连铸直轧是所有铸坯热送热装技术中要求铸坯温度最高、热损失最小、节能最显著、流程也最紧凑的轧制方式。 在此背景下通过研究部门、设计部门和生产单位协同攻关，完成了热轧钢筋方坯直轧工艺的研究与应用，并在下列5个方面取得了创新成果：(1)开发了关键装备和工艺，实现了全自动控冷技术，降低能耗，制定高于国家标准的质量控制标准，形成成套生产体系。(2)结合连铸与轧制工艺，实现钢水到钢材的连续化、自动化生产，对16米及以上方坯进行自动化连铸。(3)优化产线布局，缩短连铸机与轧机距离，减少钢坯热量散失，形成相对密封空间，减缓钢坯温度下降。(4)研发16米方坯免加热直轧技术，实现零碳排放直接装炉+长尺坯轧制，通过技术攻关实现连铸到小棒产线的顺利直轧，获得稳定的过程控制工艺。(5)开发高品质绿色化热轧带肋钢筋低合金成分体系及配套轧制成型工艺技术，提高晶粒组织等级，降低昂贵合金元素量，实现新国标绿色化生产。 项目实施期间，获国家发明专利10件，实用新型专利10项，软件著作权1项；主/参编标准2项；建成了全球首条16m方坯直轧生产线，并通过细晶技术的开发，实现了合金减量化，减少贵金属用量，减少热损的目的，从而从根本上减少碳排放，实现绿色制造，对国家“双碳”政策具有重大推动作用。所有规格直轧温度≮900℃，16m直轧率99%，钒合金元素降低50～100%使用量，发挥低碳钢组织细化潜能满足性能潜力，控制控冷生产后覆盖400和400E全部产品，产品合格率大于98%。 该项目的应用，吨钢节约煤气100m³，氧化铁皮降低5kg左右，核算成本降低吨钢可降低35.92元，年化收益达到5028万元。 本项目的应用实施，不但创造了巨大的经济效益，另外，该项目生产的产品已通过冶金绿色产品认证，并在济南穿黄隧道等国家重大工程中应用，为国家重大工程提供了高品质的建材，对加快国家工程建设意义重大。
2025199 新能源汽车	项目属于金属材料领域，涉及材料性能及应用关键技术。项目依托国家科技部“十三五”重点研发计划项目《项目编号 2017YFB0304400》“高性能超高强

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
用吉帕级高强钢及部件、车身关键技术集成与创新 鞍钢股份有限公司、鞍钢神钢冷轧高强汽车钢板有限公司、辽宁科技大学//	汽车用钢——高性能超高强汽车用钢的车身轻量化、服役性能与应用示范”，针对新能源汽车用吉帕级高强钢及部件、车身关键技术集成与创新。项目开发出行业领先的低成本高成形性吉帕级 TBF 钢等产品，并集成了吉帕钢疲劳性能、动态力学性能及其制造零部件的碰撞性能等一体化检测和评价关键技术，创新开发了面向新能源汽车轻量化的选材、工艺和结构的整体解决方案： 1.突破 TBF 高合金成分设计，利用低成本 Si-Mn 成分体系，采用水淬工艺及闪镀镍技术，精细控制无碳化物贝氏体及残余奥氏体细分形貌，确保在保证板形的情况下，TBF 钢具备高强度及高成形性，同时具备良好的表面质量。 2.针对吉帕级汽车薄板(厚度小于 2mm)疲劳性能测试易屈曲、动态性能测试波动大的行业技术难题，通过自主研发防屈曲板榫铆夹具和优化应力疲劳试样建立起吉帕钢服役性能表征与评价关键技术，建立 2 项疲劳团体标准，填补国标技术空白；开发出一整套动态性能测试及数据处理的载荷振荡控制技术和速度波动控制技术，载荷振荡幅度降低 50%以上，速度波动幅度降低 70%；获得 6 种吉帕级部件的疲劳和碰撞性能，形成了吉帕钢及其制造零部件服役性能的测试与评价体系。 3.针对吉帕级零部件制造的难成形、易开裂等技术难题，提出了基于安全结构特性的吉帕钢零部件优化设计和应用规范，并在国内率先采用吉帕级汽车钢产品替代传统低合金钢生产出座椅背板、边板等零部件，同比市场主流骨架实现减重 15%。为满足新能源汽车轻量化和安全性能的更高要求，创新开发了面向新能源汽车轻量化的选材、工艺和结构的整体解决方案，实现了典型零部件与小总成轻量化的商业化应用和示范，零件平均减重 12%左右，项目成果应用到广汽 A20、A88 等新能源汽车轻量化设计，实现车身减重 10%以上。 项目通过国家科技部验收，技术成果已成熟稳定应用 3 年以上，两项技术获得全国发明展览会银奖，《汽车用薄钢板轴向力控制疲劳试验方法》列入工信部百项团体标准应用推广典型案例，获鞍钢集团重大二等奖，形成授权专利 13 项，本项目形成的新能源汽车用吉帕级高强钢及部件、车身关键技术，成功推广到一汽集团、广汽集团等多款新能源车型轻量化设计及核心零部件开发，推广量达到 20 万吨以上，经济和社会效益显著。
2025200 基于轻量化设计重卡底盘用极限规格热轧系列高强钢产品研发及板型控制技术研究 本钢集团有限公司、本钢板材股份有限公司、东北大学//	本项目属于金属材料加工制造领域。 随着我国“碳达峰”、“碳中和”目标的推动和“新四化”趋势的加速，汽车工业需对减轻汽车重量、降低油耗及提升安全性等方面提出了更高的要求，故汽车用钢逐步向轻量化、高强化的趋势发展。特别是商用改装车制造领域，汽车用钢用于服役条件严苛条件下，即承受垂直底盘平面的非线性弯曲载荷，同时还承受纵向瞬时冲击载荷，重量每减少 1000kg，油耗可降低 6%～7%，故对高品质高强度车轮钢、大梁钢、厢体钢等的需求日益强烈。 本项目围绕商用车整车轻量化这一中心思路，综合考虑了商用改装车的服役环境、减重需求、生产成本等，根据下游汽车用户的不同需求开发了高品质高强度的车轮钢、大梁钢、厢体钢、罐体钢。创新性的采用了高纯净钢冶炼技术、全流程板形控制技术、低成本复合微合金一体化组织调控技术等，保证了钢卷通卷性能的稳定性，获得了优良的疲劳性能、较好的板形平整度以及较低的合金成本，使本钢产品在市场上具有很强的竞争力。 本项目获得的科技创新如下：(1)通过超细夹杂物纯净化冶炼、高温加热、低

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	温终轧、中温卷取全流程一体化控制技术，探明了疲劳断裂的定量化表征，实现高强高疲劳车轮钢工业化批量生产。(2)针对极限宽薄规格高强厢罐用钢开发出了高温大压下-间歇快冷-微中浪板型控制-平整-拉矫全流程板形控制技术，研发出国内首创的 2000mm 宽超薄高强厢罐用钢。(3)采用低成本微合金设计、独特的铸机压下模型设计以及合理控轧控冷技术，研发出低温服役(-60℃)条件下使用的 700MPa 级高强大梁钢产品，填补了该领域的空白。 本项目研发至今共生产并销售了 167342 吨，创造直接经济效益 5189 万元。本项目研发的产品已经批量供货给兴民智通、中集集团、天鸿专用车等多家商用车制造企业，用户反馈良好。该项目成果经中国金属学会鉴定为国际先进水平。项目团队共申请专利 20 件，已授权 11 件，其中发明专利 10 件，形成企业标准 4 项，发表论文 8 篇。技术转化应用经济效益和社会效益显著。
2025208 面向先进高强汽车用钢产业应用的数智化解决方案技术开发 本钢集团有限公司、大连理工大学、奇瑞汽车股份有限公司//	项目属于材料应用领域，涉及材料、先进制造和力学等多学科交叉融合。 先进高强汽车钢产业化应用是实现“双碳”目标的重要技术路径。项目依托本钢先进汽车用钢开发与应用技术国家地方联合工程实验室和大连理工大学工业装备与结构分析国家重点实验室和奇瑞汽车工程技术研发总院，开发面向“研发-设计-制造”的目标导向型先进高强汽车用钢数智化解决方案，实现企业主导的产学研深度融合，提高我国先进高强汽车钢材料的产业化应用水平。 (1)以研发技术目标为导向，突出先进高强钢板性能优势，开发涵盖冲压-焊接-碰撞-疲劳行为、满足制造工艺-服役全流程需求的高精度材料模型库，实现高效的零件结构设计及准确的性能评价，获得多家主流车厂的质量认证，打通先进高强汽车钢产业应用的关键环节。 准确分析及测量性能特性，开发材料模型库，满足从钢板端-应用端的全流程数值分析需求：研制新型拉压试验装置，实现复杂塑性行为测量和建模(成功立项团标)；开发焊点失效模型、断裂失效模型、疲劳分析模型，模拟精度高于行业标准；已通过观致等汽车厂认证。 (2)以设计技术目标为导向，创新零件协同设计技术，全面挖掘性能潜力，大力控制材料成本，建立车身“性能-质量-成本”一体化实时同步评估体系和应用知识库，快速、有效地实现轻量化方案在多款量产车型的批量应用，实现先进高强汽车钢在产业应用广度上的高质量提升。 综合评估性能、结构、成本，创新汽车零件结构：建立一体化同步评估体系，通过数据挖掘以及闭环优化，获得最优结构，形成应用知识库，已开发轻量化“纵梁”“横梁加强板”“横梁”等。 (3)以制造技术目标为导向，开拓零件前瞻性的加工工艺技术，改善高强钢成形精度和回弹缺陷，达成精益质量控制，创新第三代汽车高强钢等高等级汽车板性能梯度件，提高成形件整体的碰撞安全性，实现先进高强汽车钢在产业应用高度上的提升。 以高性能为目的，创新制造工艺：建立融合弹性模量衰减、高阶各向异性屈服、和非线性混合硬化模型的弹塑性预测模型，开发高精度成形模具；开发“振动式汽车零件冲压装置及方法”消除回弹；开发“具有 TRIP 效应的中锰钢件方法”，实现性能梯度分布，同时满足轻量化和安全性提升。 项目授权发明专利 13 项，制定企标 3 项，论文 15 篇(8 篇 SCI)。项目带动先进高强钢销量，三年创效 10559.5 万元。成果已应用到一汽、奇瑞等十余家

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	汽车厂。获国家自然科学基金面上项目、中央引导地方科技发展资金支持。
2025210 利用2050mm宽幅热连轧机组生产高品质纯钛卷工艺技术研究 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、北京科技大学、燕山大学、东北大学、攀钢集团西昌钢钒有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司//	本项目属于有色金属加工领域。 钛卷是钛材中占比最大的一类产品，应用广泛。炉卷轧机、常规热连轧机等都可用于生产纯钛热轧卷。其中，热连轧生产模式最先进，产品质量和技术含量也最高，但生产难度也大，主要体现在表面质量(缺陷数量)控制方面。攀钢联合北京科技大学、燕山大学、东北大学等单位，历时近十年，攻克了点链状热擦伤、起皮、飞溅物压入缺陷，以及基于钢钛交叉轧制的厚度、板形和快速切换等系列技术难题，依托众多设备及工艺集成，利用普钢热连轧生产线形成了大规模、低成本、高效率、高品质纯钛卷成套生产技术，实现了产业化。 创新成果如下：⑴钢钛交叉轧制技术。针对钛卷每批次轧制量小、成分变化大、规格多、模型自学习功能不能有效发挥作用的特点，建立了基于 J-C 模型的变形抗力模型，提高了厚度控制水平，厚度公差满足±0.05mm 要求的比例达到 95.5%；通过配套钢种和规格、提前建立稳定的热凸度、采用“固定窜辊+自动弯辊”等措施，成品板形平直；开发了钛的加热-粗轧-精轧-卷取模型和钢/钛生产模式的一键切换，实现了多炉加热钛坯、钢钛交叉轧制，提高了生产效率、降低了生产成本。⑵点链状热擦伤缺陷控制技术。采用辊道清洁、速度协同控制、提高精轧穿带过程的稳定性、确保钛精轧穿带头部状态为平直或微扣，减少钛与辊道间的相对滑动以及所导致的辊面粘肉，基本消除了点链状热擦伤缺陷。⑶飞溅物压入缺陷控制技术。通过提高厚度命中率改善精轧穿带的稳定性、提高宽度控制精度减轻钛与侧导板之间的刮擦、安装专用扫水装置(独创技术)，一方面最大限度地减少刮擦产生的飞溅物，另一方面防止刮擦产生的飞溅物带入轧辊和夹送辊，消除了飞溅物压入缺陷。⑷起皮缺陷控制技术。通过采用“大流量人工脉冲+优化空煤比控制+低于相变点加热+低升温速率”等措施，提高了钛坯尤其是钛坯表层的热加工性能，减少或使热轧成品表面起皮缺陷浅表化，起皮缺陷降低到 4.21%。 项目发表了 4 篇论文，申报了 5 项发明专利。项目成果经毛新平院士等专家评价："整体技术达到国际先进水平，其中钢钛交叉轧制技术达到国际领先水平。"研究成果在攀钢西昌钢钒 2050mm 热连轧产线实现了产业化，累计生产 5711 吨，产品综合实物质量居国内领先水平，新增产值 5 亿元，创直接经济效益 8679 万元。项目成果可通过技术转让、合作等方式推广应用，产业化后，将对提升国内纯钛热轧卷产品质量、拓展钛的应用领域、替代进口产生积极影响。
2025225 顶级高牌号无取向硅钢连轧机高效高质量制造技术 武汉钢铁有限公司//	顶级高牌号无取向硅钢是指成品厚度小于 0.30mm、硅铝含量大于 3.5%的无取向硅钢品种，具有低铁损、高磁感、高强度的特点，被广泛应用于新能源汽车驱动电机、高能效等级电机等领域，是推动国家新能源汽车行业飞速发展、进一步推进节能减排工作所必需的关键材料。从国内各钢厂整体来看，能够全品种生产顶级高牌号无取向硅钢的钢铁企业屈指可数。顶级高牌号无取向硅钢生产难度大，热轧工序返修率高，冷轧工序传统工艺路径主要为单机架可逆式轧轧机生产，该种路径技术相对成熟、工艺稳定，但生产效率较低、成本偏高、产品质量差，整体制约了该品种的高效高质量生产，因此研究开发出顶级高牌号无取向硅钢的高效高质量生产技术是市场需求。 内容：1.发明了一种高效热轧、连轧机组组合工序批量生产顶级高牌号无取

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	向硅钢产品(新能源驱动电机用 B27AHV1400、B35AV1900 等牌号)的高质量制造技术，攻克了系列产品热轧卷返修率高、单机架生产效率低、产品质量差的行业难题，为国内外首创技术；2.基于无取向高牌号硅钢热轧卷板面、边部的质量改善机理研究，独创了热轧工序的生产组织模式、设备精度提升控制模式及放行标准管控优化等控制措施，实现了返修率降低 50%，解决了热轧卷返修率长期居高不下的“老大难”问题；3.开发出连轧机组焊缝强度应力检测及改善技术，彻底解决了顶级高牌号无取向硅钢在连轧机组焊接困难、焊缝断带等卡脖子问题，实现焊缝零断带，生产效率提升 4 倍以上；4.基于轧辊配置模型、轧制工艺、穿带起步等方面的研究，采取一系列技术攻关及工艺优化措施，成功实现系列产品从单机架轧机至连轧机组的批量转产，成本降低 700-800 元/吨，实现了系列产品的绿色、低碳、低成本制造。 效果：解决了顶级高牌号无取向硅钢热轧卷返修率高、传统工艺路径生产效率低、成本高、产品质量差的行业难题，开创了系列产品在硅钢连轧机组生产的先河，牌号覆盖 B27AHV1400、30WGP1600 等以下所有硅钢品种，为国内外首创技术。成果实施后，热轧卷返修率由 40%降低至 21%，降低 50%，硅钢冷轧生产效率提升 4 倍以上、吨钢成本降低约 700-800 元/吨，经济技术效益十分显著。
2025226 基于高止裂抗酸等功能需求的HFW海管产品开发及关键技术 宝山钢铁股份有限公司、中海油研究总院有限责任公司、上海宝钢商贸有限公司//	本项目属于金属材料加工领域。 海底管线作为海洋油气资源开采和输送系统的关键装备，其服役工况较陆地管线更加复杂，且失效后果非常严重，对管材质量有严格要求。近年来，我国大力开发海洋油气资源，对 HFW 海管的需求旺盛。 HFW 海管较陆地管道有更高的性能要求，而且，海管通常具有大厚径比(厚度/外径)的特点，制管成型和定径过程中发生较大冷变形，材料性能发生较大程度的劣化，导致管体纵向屈强比、DWTT 止裂性、抗 HIC 等关键性能的控制难度显著增加，同时，海管有更高的焊缝低温韧性和尺寸精度要求。本项目针对中海油不同区块海管工程的需求特点，解决关键问题，开发了系列品种高性能 HFW 海管。主要内容和创新点： 1.成套开发高性能材料，全面满足不同服役工况海管的个性化技术要求。(1)基于材料应变强化敏感性和应变分布演变研究，率先提出长屈服平台特点的组织设计，突破特大厚径比海管(≥0.044)制管后纵向屈强比大幅上升的技术难题。(2)基于-70℃极低温 DWTT 性能的细晶组织研究成果，开发出厚至 17.5mm、DWTT 韧脆转变温度低至-40℃以下的高止裂 HFW 海管，满足大厚度高压输气海管高止裂性要求。(3)开发全厚度组织均匀的抗酸板卷材料，并首创 HFW 焊缝双重中频热处理工艺技术，有效消除厚壁 HFW 抗酸海管焊缝熔合区不良组织，实现大厚度 HFW 抗酸海管首次工程应用。 2.独创开发出基于 HFW 精成型目标管形的逆向圆管孔型设计技术，解决厚规格 HFW 海管成型负荷大、精度控制难的问题，将椭圆度控制能力从≤1%D 提升至≤0.6%D，形成高精度管形控制技术，同时，独创的精成型孔型实现了领先同行的大 V 角焊接，为大挤压焊接创造条件。 3.独创开发大 V 角、高功率、大挤压高频焊接技术，达到“锻造焊接”组织细化效果，并建立焊缝中频热处理制度对熔合区组织和韧性的影响规律，突破厚规格 HFW 焊缝熔合线的极低温冲击韧性控制难题，将焊缝冲击稳定满足能力从-20℃提升至-35℃，形成 HFW 焊缝高韧性控制技术。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	本项目形成 4 项专利、4 项企业技术秘密、2 篇科技论文，开发的 HFW 海管系列产品满足了国内 HFW 海管工程一揽子产品需求，完成中海油渤海、南海、东海不同区块十多个油田的数十个海管工程项目供货，覆盖 HFW 海管的所有常用规格和工程定制化技术要求，在国内 HFW 海管市场占有率达 95%以上，实现绝对领先，近四年累计供货超 15 万吨。
2025227 高热装模式下清洁加热与板形控制技术研发与应用 武汉钢铁有限公司、北京科技大学 //	本项目属于轧钢和冶金热工技术领域。 热轧产品涉及硅钢、高强钢、桥梁钢、汽车板等诸多产品，影响各项关乎国计民生的重大工程领域，高端产品生产需求日益增长，其产品质量和生产效率代表了钢铁企业核心竞争力。传统热轧工序由于关键设备控制精度限制高端产品质量提升、智能制造模型缺乏影响机组速度和效率以及能耗排放高等突出问题，面临绿色低碳和智慧高效化转型的紧迫需求。 项目针对高热装和快节奏模式下出现的质量控制和绿色加热等瓶颈，围绕关键设备精准控制、高品质钢加热工艺、清洁燃烧、智能制造模型等关键共性技术问题开展基础理论、数值模拟及工程应用实践研究，开发了高精度板型控制、无缺陷高端生产以及超低排放绿色化加热成套技术，建成了全产线智能化生产平台，实现了加热-粗轧-精轧-卷取-运输各工序高效协同控制的重大突破，形成了全产线绿色低碳、高质高效制造核心技术体系： (1)开发了静态精度、动态精度及配合间隙精度的三维精准轧制设备控制技术，形成了热轧高效、高质量制造稳定运行系统，板形平直度达到 1‰以内，保障了高端产品的生产要求，热轧产品缺陷改判率下降 21.7%； (2)开发了高碳、高合金钢坯热装控制技术，解决了高温热装过程中的裂纹敏感难题，实现了产线全品种的热装工艺，400℃以上的热装率达到 85%，最高入炉温度达到 850℃； (3)开发了加热炉动态燃烧优化与低污染排放控制技术，NOx 原始排放达到 20mg/m^3 以下；开发了炉膛均温强化高效传热技术，燃料消耗减少 23.5%，氧化烧损平均降低 0.161%； (4)研发了以实现极限轧制节奏为特色的轧制全过程高效生产智能控制模型系统，开发了“云上热轧工业大数据平台”，使热轧产线全面实现数字化管控。轧制间隔极限降到 10s，达到行业领先，轧制极限节奏 85s，能力提升 31.7%。项目授权发明专利 25 项，制定国家标准 2 项、团体标准 2 项，修订行业标准 2 项，发表论文 15 篇，三年累计创效 50250.34 万元。经湖北省金属学会组织行业评价，总体达到国际先进水平，其中轧制效率和绿色燃烧达到国际领先水平。相关技术已在武钢有限 2250、1580 和 CSP 产线应用，实现了高强高精度磁轭钢、双相钢、DQ 耐磨钢等高附加值钢种的稳定生产，有力支撑了白鹤滩水电站、中俄东线天然气管道工程、杭州湾跨海大桥等国家重大工程的建设，对我国热连轧产线高质量发展，具有十分重要的示范引领和带动作用，推广前景广阔。
2025228 热连轧带钢高柔性冷却精准调控技术开发与应用	本项目属于轧钢领域。通过实现带钢轧后高柔性冷却装备和测控系统创新设计、高精度的模型控制和多样化的冷却路径等，开发一套热连轧带钢高柔性冷却精准调控技术，一个适用于高柔性冷却条件下的相变动力学模型，以及一系列相变调控型和析出调控型高性能产品。创新成果如下： 1.国际上首次开发了具有自主知识产权的“热连轧带钢高柔性冷却精确调控技术”，解决了传统热连轧冷却路径单一、中低温控制精度低和冷却均匀性

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
宝山钢铁股份有限公司、徐州重型机械有限公司、清华大学//	差等难题。自主创新设计全球首套适合高柔性冷却精准调控的冷却装备及测控系统；自主开发高柔性冷却条件下的中低温冷却高精度模型控制技术，实现了不同季节下的变流量恒冷速自动控制，中低温卷取(350-500℃)±30℃命中率从 57%提升到 92.7%。这项技术为实现热连轧带钢的多路径冷却提供了物理基础。 2.创新性提出适用于轧后高柔性冷却条件下的精准相变动力学模型，明确其冶金学控制机理，解决了传统 CCT/TTT 在热轧变形后的复杂冷却路径下难以准确描述相变动力学的难题。突破常规相变动力学曲线计算方法，对冷速变化的多段式冷却路径，采用微积分求解方法进行任意时间点相变量的动态计算，实现了热轧后多段式复杂冷却路径的相变动力学的精准计算。这项技术为精确得到目标组织的冷却路径设计提供了物理冶金基础。 3.基于高柔性冷却精准调控技术和精准相变动力学，创新性开发热连轧产线的碳配分和复相组织精确控制等多项在线精确组织调控技术，成功开发出热轧淬火延性钢(TP 和 QP 钢)、差异化双相钢和一成分制造多钢种等多项先进热轧高性能钢技术。全球首发先进耐磨钢 BW400QP 实现屈强比 0.85 以下，延伸率 15%以上。 4.基于高柔性冷却精准调控技术和精准相变动力学，创新性开发相变+析出耦合调控技术，实现 Ti 析出关键工艺的突破和传统析出强化钢的跨越式升级。创新性提出卷取前相变促进 TiC 粒子相间析出的控制思路，突破了原有热连轧高强钢卷后弥散析出的传统。开发了高温析出和低温相变组织融合调控技术，开发成功多项行业领先的高性能高强钢产品，实现 GPa 级热连轧超高强钢延伸率 15%以上。 本项目受理发明专利 35 项，实用新型专利 1 项，其中已授权 14 项。认定企业技术秘密 33 项，主导 1 项行业标准和 1 项地方标准编制，参与 1 项国家标准编制，发表论文 12 篇。开发成功全球首发产品 4 个，2022-2024 年新试产品销售量 90 万吨，新增产值 45 亿元，新增利税 10.8 亿元。
2025230 面向一体化热成形的新一代涂镀钢板开发与应用技术 宝山钢铁股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司、宝钢激光拼焊(武汉)有限公司、北京科技大学、中国第一汽车股份	本项目属于金属材料学及金属压力加工技术领域。 随着新能源汽车的快速发展，车身结构一体化成为了实现新能源车极限轻量化、高性能、低成本的必然选择。立项之初，国内一体化热成形用的涂镀钢板及其应用关键技术匮乏且受制于人：铝硅镀层钢板受到外资钢厂限制；锌基镀层钢板因热成形过程中的 LME 问题应用受限；拼焊技术受外资企业垄断；不掌握一体化热成形模具工艺的关键核心技术等。国外企业还不断利用专利侵权函或诉讼案件对我国汽车行业众多企业进行威胁，这些都成为制约国内一体化热成形产业规模化发展的瓶颈，给中国汽车工业产业链安全构成威胁，亟需开展一体化热成形涂镀钢板及其应用关键技术的研究与突破。本项目创新成果如下： 1.自主开发了新一代涂镀热成形钢，包括铝硅涂层 AST，锌系 GZ 和超高强度热冲压钢。基于铝硅镀层相扩散机制和铝硅表面发射率系数优化设计，攻克了铝硅镀层热冲压过程熔融与镀层钢板升温慢等难题，实现了铝硅热成形钢生产效能提升及大尺寸一体化热成形零件的灵活设计和应用，掌握了锌基镀层热冲压过程相扩散规律及 LME 敏感因素，实现 GZ 热冲压钢直接热成形应用。 2.国际领先开发出具有自主知识产权的铝硅激光填丝焊技术 BaoFWW®。开发

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
有限公司、上海宝钢高新技术零部件有限公司//	出采用焊接冶金规避焊缝中铝有害作用的新方法，实现了焊缝铝含量可调可控，是对铝硅激光拼焊的原创性突破；建立了焊接工艺与焊缝成分-组织-性能的关联机制，开发出焊缝组织均匀化技术；开发出高柔性高精度高稳定高寿命的焊接工装设备，实现了多焊缝铝硅复杂零件的拼焊质量稳定可控。 3.国内领先开发了白车身一体化热成形解决方案。建立了一体化热成形模具水冷却模拟分析方法，提出了一体化热成形零件模具直冷工艺技术，解决超厚部位(＞3.8mm)性能不达标问题；掌握了不同强度热成形材料冲压回弹规律和机理，提出了一体化热成形零件特别是低强高韧区和超高强区域的设计准则，实现一体化热成形零件形性精准控制。 本项目获授权发明专利 35 项、受理发明专利 41 项，发表论文 7 篇，申请注册商标 3 项。项目成果已实现产业化应用，2022 年至 2024 年累计销售涂镀热冲压钢 54.28 万吨，激光填丝焊技术已在国内 8 个拼焊基地 16 条拼焊产线上产业化应用，累计生产销售铝硅拼焊板超 1000 万片；新增产值 62.54 亿元，新增利税 17.60 亿元。 本项目被中科院上海科技查新咨询中心评估为国际领先水平，并经中国金属学会组织专家评价为国际领先水平。
2025234 湛江厚板剪切及加热效率提升研究及应用 宝钢湛江钢铁有限公司、宝山钢铁股份有限公司//	项目背景：湛江 4.2m 厚板产线源自原罗泾厚板产线，原设计产能为 120 万吨/年。然而，随着钢铁市场的发展，湛江产线所处的市场环境发生了翻天覆地的变化。到 2020 年，厚板实际产量已然突破 230 万吨，并且在 2022 年冲击 252 万吨的目标产量，原有产能设计愈发显得捉襟见肘。与此同时，在当下品种开发加速、对生产效率有更高追求的大趋势下，诸多弊端开始显现。生产过程中的剪切模型与现场工况契合度低，频繁出现各类异常状况；加热模型也亟待优化，否则难以支撑更高的产能目标。 项目实施原因：为了稳固市场份额、提升竞争力，并顺应钢铁行业高质量发展趋势，企业必须突破产能限制，优化工艺流程，提升生产效率。 项目难点：技术整合难题：西门子设计的剪切模型复杂，整合过程中易出现兼容性问题。 模型改造复杂：改造现有模型需深入剖析底层逻辑，用新算法优化，风险较大。 人工依赖惯性：推行新型取样模式需改变员工习惯，管理与培训成本高。 项目创新点：自主技术集成模式：本项目摒弃了依赖国外技术的传统路径，采取了自主技术集成模式。通过自主消化模型逻辑，研发关键技术，并根据产线实际情况进行系统整合，实现了技术自主可控和高度定制化。这不仅确保了技术模块与产线的完美适配，还大大提升了技术整合的灵活性和效率。 新型取样模式：项目创新性地开发了新型取样模式，采用自动化算法实时精准计算取样剪切长度，彻底取代了传统的人工跟踪取样方式。这一创新大幅降低了人力成本，同时将取样误差控制在极小范围内，显著提升了产品的质量和稳定性。这种取样模式的推广，标志着生产过程向智能化、自动化迈出了重要一步。 巧控成本的创新策略：在现有质量设计系统架构的基础上，项目团队通过精细化的功能拓展和针对性的优化，巧妙地避免了全面系统改造的高昂成本。这种策略既保证了技术的突破和升级，又有效控制了投资费用，实现了技术创新与成本效益的最佳平衡，为企业节省了大量资金，同时也为行业的成本

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	控制提供了新的思路和范例。
2025235 高性能镀锡镀铬产品研发与应用 宝山钢铁股份有限公司 //	为了提升了中国包装材钢铁制造和罐盖水平，提高制罐制盖使用性能，推进钢板减薄，研发了一系列高性能镀锡镀铬新材料，本项目包括了如下产品制造技术。 1.突破二次冷轧材极薄材料强塑性的瓶颈技术，实现了 DR 材用于易开盖用钢高强高延伸要求：为了应对易开盖产品升级和减薄的需求，通过材料成分及工艺控制了渗碳体的析出、兼顾了材料强度和塑性，研究出低合金低成本高强高延伸 DR 材产品制造技术，使得本项目的产品冲制的易开盖比一次材冲制的易开盖开启力低、爆开值高、且抗内压更好，同时也研究出高氮钢水低氧和夹杂物控制等纯净冶炼技术，实现了铆钉开裂风险的有效控制。开发出极薄厚度 0.17～0.21mm 的材料强度目标值 500～620MPa、延伸率 5～20%系列化产品，解决了以往二次冷轧材冲压易开盖铆钉开裂等问题，同时也提高了易开盖的使用特性，满足了用户需求。 2.突破二次冷轧极薄材各向同性的极限制造技术，实现了 DR 材产品冲制旋开盖等用途的超低制耳要求：为了满足旋开盖等用途的低制耳的要求，降低制罐缺口和旋开盖密封性不良等问题，研究出材料成分、热冷轧工艺等一贯制工艺等技术，大幅度降低了二次冷轧材料的各向异性，降低了 DR 材冲制罐盖的制耳值，形成了极薄材料厚度 0.14～0.16mm 的高要求低制耳 DR 材和超低制耳 DR 材等产品，解决了用户反映的 DRD 罐和小口径旋开盖制耳值偏高的问题，满足了用户使用。 3.研究出二片食品罐用镀锡一贯制 DWI 材制造工艺，实现了二片食品罐高轴向承载力的要求：DWI 材是一种应用于深冲压拉伸用二片食品罐的材料，主要为解决常规工艺生产的材料冲制二片罐轴向承载力低的问题。本项目技术产品通过成分及工艺设计和控制，实现了高轴向承载力和优良加工的产品，本项目产品制罐后轴向承载力均值为 592 磅，材料各向异性 Δr 的绝对值小于 0.30，同时通过一系列冶炼工艺的研究最终使得 DWI 材钢中全氧≤20ppm、夹杂物平均尺寸为 2.1μm、内欠≤0.01 个/m^2，满足了 DWI 材夹杂物的苛刻要求，解决了轴向承载力低和冲制等问题，得到用户的认可。 通过自主研究本项目产品技术获得中国授权发明专利 5 项，欧美等授权国际发明专利 6 项，宝钢企业秘密 15 项，成功研发出 3 项新产品 8 个新钢种，上海市高新技术成果 3 项，发明金奖等 4 项，近三年新增利税 10454.3 万元，通过本项目的开发为提升我国钢铁和制盖制罐制造能力和实现产业调整等做出贡献。
2025244 大型钢结构用高性能易焊接抗震建筑结构钢制造技术及应用 宝武集团鄂城钢铁有限公司、武汉	本项目属于金属材料加工制造工艺领域。 随着钢结构建筑的高层化和大跨度化，对钢材厚度、强度、焊接等提出了更高要求。目前，国内外通常采用模铸或复合坯生产超厚钢材，工艺流程复杂，制造成本高，若采 300mm 厚用连铸坯生产，因压缩比小，实现强、塑、韧、抗层状撕及焊接性良好匹配的难度急剧上升。而强度的提高，抗震性和焊接性也难以保障。鄂钢于 2010 年通过成分、冶炼、轧制、冷却等方面的关键技术创新，开发出了大型钢结构用高性能易焊接抗震建筑结构钢，实现了稳定化生产。本项目取得了三个方面的关键技术创新成果。 (一)首次利用 300mm 连铸坯生产 100～120mm 特厚建筑钢板的制造技术。 1.攻克转炉双渣法超低 P 冶炼技术，匹配高效炉外精炼脱 S、RH 动态处理及

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
钢铁有限公司、武汉科技大学、中建钢构武汉有限公司//	连铸坯匀质化控制，有效解决了连铸坯中心偏析等质量难题。2.采用专用的高温加热、低温开轧，有效解决了低压缩比下强度和抗层状撕裂性能不足的难题，实现批量稳定化生产。 (二)低屈强比的高强度建筑钢稳定化制造技术。1.发现并建立了铁素体体积分数与屈强比之间的负相关关系，研究了夹杂物、M/A 岛尺寸和数量对屈强比的影响，揭示了高强韧性建筑钢的断裂机制。2.基于贝氏体+铁素体双相组织设计理念，创建专有成分体系和生产工艺，国内首次成功开发具有高强韧性、屈强比 0.85 以下的 Q500～Q690GJ。3.采用差异化成分设计，辅以合理的控轧控冷工艺，解决了组织及性能均匀性和稳定性等难题，实现了 Q420～Q460GJ 屈强比 0.83 以下稳定化控制。 (三)焊接粗晶热影响区低温韧性控制技术。深入研究 O、S、Ca 之间的热力学平衡关系，发现了焊接过程中弥散分布的高熔点钙氧硫化物微细颗粒的析出规律，并作为焊接热影响区 AF 形核核心，细化了焊接粗晶区晶粒，实现了高强建筑钢焊接热影响区低温韧性优异。 项目获发明专利 23 项，实用新型专利 5 项，科技成果鉴定 5 项，科技论文 10 篇，产品获中国钢铁工业协会“金杯优质产品”等称号。 2010 年以来，累积供货 100 余万吨，近三年新增产值 19.36 亿元，创造利润总计 5610.4 万元。产品应用于武汉中心大厦、深圳碳云大厦、深圳国际中心大厦、阿里巴巴华中中心、郑州国际文化交流中心等重大钢结构工程，其技术指标及实物性能达国际先进水平。 本项目的实施和应用，推动了企业和钢铁行业的整体技术进步，为我国重大钢结构工程建设做出了重要贡献，取得了良好的经济和社会效益。
2025248 高强韧超厚大型热轧 H 型钢关键技术开发及应用 马鞍山钢铁股份有限公司、安徽工业大学、中信金属股份有限公司、苏州大学//	项目所属领域：金属材料加工制造领域。 超厚 H 型钢是大型工程结构的重要支撑材料，需求潜力巨大。目前，超厚 H 型钢市场多以焊接制造为主，不符合绿色低碳发展要求；因装备和技术条件限制，翼缘厚度 50mm 以上的高性能超厚热轧 H 型钢在国内尚属空白，严重制约了我国钢结构产品在国内外市场的竞争力。目前国外主要通过添加 Ni 来提升超厚大型热轧 H 型钢的综合性能，但 Ni 是贵重元素，且在我国属于稀缺战略资源。如通过组织细化来提升综合力学性能，又由于压缩比和异形坯所限，不能满足现有 TMCP 技术大应变的必要条件，导致超厚大型热轧 H 型钢组织细化成为卡脖子难题。针对这一难题，本项目提出了低成本高效绿色化创新技术路线，成功实现了超厚大型热轧 H 型钢的组织细化、厚度方向组织均匀化及产品高性能化。 主要创新为：(1)首次提出了超厚大型热轧 H 型钢“超细奥氏体促进相变形核”技术路线，通过奥氏体动态再结晶获得丰富晶界并作为相变非均匀形核位置促进相变，实现了压缩比低至 1.61 条件下的组织细化，晶粒度从 7.0 级提高至 9.5 级以上。(2)构建了目标导向型微合金化定量设计-诱发动态再结晶组织细化工艺规程设计-万能轧机两段式与翼缘选择冷却耦合高效轧制设计的智能绿色集成关键技术，突破了超厚大型热轧 H 型钢“少坯料型号、多规格产品”的限制，实现了 50-115mm 厚系列产品开发和批量供货，生产效率提升 67%，能耗节约 36.8%。(3)创新利用厚度方向应变积累与临界应变的耦合关系，开发了调控奥氏体动态再结晶行为的关键技术，解决了厚度方向组织不均匀的共性技术难题，77mm 厚规格(压缩比最小、用量最大)厚度方向晶粒

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	尺寸相差不超过 1μm，抗层状撕裂性能水平提升 2 倍以上。 项目获授权发明专利 20 项，修制订国行标 7 项，形成技术秘密 10 项，发表论文 12 篇。在无 Ni、低 Mn 条件下，通过组织细化开发的产品综合力学性能优于国外同类产品。以毛新平院士和岳清瑞院士为正副主任的评价委员会一致认为该成果“总体达到国际先进水平”。 本项目开发了具有自主知识产权的 51 个系列、338 个规格高强韧超厚大型热轧 H 型钢新产品，在北京冬奥场馆、核电站钢结构、加拿大 LNG 项目和夏威夷港口扩建等国内外重点工程中得到广泛应用。近三年，累计销售 46.42 万吨，新增产值 22.92 亿元，新增利税 3.26 亿元，创收外汇 15.11 亿元。项目社会经济效益显著。
2025262 热连轧多品种柔性化轧制技术研发与应用 太原钢铁(集团)有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司//	项目属冶金工程轧制领域。项目研究开始于 2012 年，为适应太钢产品向多品种、多规格、大跨度、小批量、快节奏的生产方式转变，在轧制机理和控制技术研究的基础上，开发了具有自主知识产权的柔性化轧制技术并成功实现工业化应用，实现了热轧品种结构的大幅拓展及品种规格间的大跨度柔性化生产。使太钢 1549mm 机组成为国内外品种结构最丰富的热连轧生产线。 1.针对特殊热变形轧制规律钢种，开发了模糊控制适应性建模方法；针对非钢产品和特殊成分钢种的材料特性，创建了基于案例推理的模型控制系统，并发明了钛板特殊控制等轧制技术。在此基础上，发明了热轧钢带轧制压力补偿等多项专有控制技术，实现了不同材料和规格之间的任意混合轧制和自由切换轧制。 2.针对带钢薄化过程中瓶颈技术难题，发明了压下率动态调整等专有控制技术，在不增加设备投入的前提下，实现了碳钢最薄 1.2mm、不锈钢最薄 2.0mm、新能源汽车硅钢最薄 2.1mm 的超极限规格批量稳定生产，突破了现有设备的设计极限规格范围。 3.突破特钢产品的瓶颈技术环节，发明了特色花纹板豆高控制技术、不锈钢侧翻与宽度最优化控制技术、解决不锈钢尾部划伤控制技术、消除不锈钢辊迹缺陷控制技术、马氏体不锈钢板形控制技术等一系列原创性轧制技术，实现了太钢特钢产品品种质量的最优化控制及特钢轧制技术的突破性提升。 项目采用边开发、边应用的研发方式，至 2017 年，模糊规则融合建模、案例推理等建模方法及各项专有控制技术完全投入使用并进入精调及拓展阶段，同时轧制压力补偿、辊缝补偿等专有技术逐渐调试完成并投入运行。2018 年之后至今，根据产品结构不断深入变化，所有控制功能进入持续精调优化阶段，并重点针对薄化及特钢品种进行更深入的持续研发改进工作，产品规格得以大幅度拓展，硅钢、耐热钢等特殊品种钢及纯铁等小批量特殊品种在轧制稳定性、轧制精度等方面有了质的飞跃，实现品种规格大跨度组织生产，并为进一步新钢种、新品种开发奠定了基础。特钢品种功能开发满足用户个性化需求，产品品质持续提升。 项目技术完全自主可控，可移植性强，可在系统切换和系统升级过程中实现快速适应和快速应用。项目推动了智能建模等方法在复杂工业过程中的推广与应用，推动了热轧生产向大跨度柔性化生产方式转化。项目成果已推广应用于太钢鑫海等生产线，我国热连轧产线多达 110 余条，该项目的创造性技术对同类企业示范、借鉴作用良好，推动行业技术进步作用显著。
2025284	该项目涉及冶金、材料等科学领域。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
基于包钢铁矿资源特色严苛服役环境下系列耐酸管线钢的开发及应用 内蒙古包钢钢联股份有限公司、钢铁研究总院有限公司、中国石油集团宝石管业有限公司//	项目是一项服役于(低温、H_2S 腐蚀)环境下强度级别为 BMS-X65MS 系列管线钢热轧卷板集成分设计、冶炼、轧制工艺调控、钢管焊接等技术于一体的综合开发和关键技术创新。 基于硫化氢应力腐蚀成为了油、气集输管道腐蚀开裂的重要失效形式之一，对管道的安全运营起着至关重要的工程现状。严重影响了我国长距离、高压力油气管道输送管道工程的建设与应用。项目初始，我国低温耐酸管线钢的开发和应用尚处起步阶段，迫切需要进行关键生产技术开发，形成具有自主知识产权的耐低温、抗硫化氢腐蚀及热煨弯管线用钢生产技术。 特点： 项目组攻克四项技术难点：①在包钢白云鄂博铁矿铁-稀土-铌共生复杂的矿产资源条件下，实现超低硫和磷以及夹杂物稳定生产控制，对炼钢工艺与生产实践挑战巨大。②保证材料具有优异的耐低温(≤-40℃)抗硫化氢腐蚀性能，在材质具有高的纯净度和均质化的基础上，对材料成分和工艺设计提出超常规产品新要求。③随着产品厚度增加，强度升高，抗硫化氢能力降低的规律现状下，实现极厚规格(≥15mm)、高级别管线钢(X60M 级别以上)卷板良好的抗硫化氢腐蚀性能，不仅在于成分设计和钢质纯净度保证的前提下，还需要开发独特的控轧控冷工艺，提升卷板芯表组织的均匀性和致密性。④钢带经螺旋或直缝埋弧焊焊接制管，焊缝和热影响区组织粗大，相对基体材料耐酸性降低，是管体服役失效的脆弱点，需针对耐酸管线钢开发新的焊接工艺及焊材。 项目组通过全流程、系列化机理分析与实践生产技术研究，实现了具有耐低温(≤-40℃)抗氢致开裂(HIC)和抗硫化物应力腐蚀开裂(SSCC)热轧管线钢卷板和焊管的批量规模化生产，形成了一套具有自主知识产权的厚度规格 4-20mm 系列品种热轧卷板的成分设计、冶炼、轧制工艺和焊接等技术。 产品成功应用于我国长庆油田、沙特阿美石油、科威特 KOC、阿曼 OQ 等管道工程项目。有效提升了我国耐酸管线钢产品的制造水平和国际竞争力，为石油、天然气集输和长距离输送的稳定和安全提供了有力保证，经济和社会效益显著。
2025292 新一代长材直轧关键技术与装备开发及应用 陕西钢铁集团有限公司、西安建筑科技大学、湖北立晋钢铁集团有限公司、陕西众达装备科技有限公司、陕西	本项目属于材料加工领域。 直轧技术存在轧材头尾温差、断面温差、铸-轧界面衔接、高效稳定轧制和产品性能稳定性等方面的问题，更重要的是未找到新的细化晶粒方法，也未解决无二次热源时，轧件头尾及断面温差带来的产品质量稳定性问题。陕钢集团与建筑科大等单位合作，历经二十余年研发，攻克上述世界性难题，实现了直轧过程的高质化、数智化和绿色化生产。 主要内容和创新点：(1)研究发现了断面大温差下晶粒细化的机理并形成系列数学模型。系统研究炼轧能量流，发现 2m/s 低速轧制可实现稳定升温，铸坯自热能与形变热能可使轧材温度升至 1100℃等，研究揭示了低温开轧时，高牌号钢种微合金元素析出机制，提高了强屈比，为无二次热源条件下，解决产品质量稳定性问题提供新的理论支撑。(2)研发了超高速重载立交智能输送、“十循环”四级智能动态调控、全倍尺控制等关键装备 28 套，解决了铸轧界面衔接问题、实现了大坡度(16°)、超高速输送(10m/s)，实现了超快速响应及超长钢坯(24m)轧制在线质量/温度调控(响应时间 200-300ms)。(3)开发了零生产成本产品全生命周期数字跟踪、低速(2m/s)轧制升温、断面温

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
龙门钢铁有限责任公司、陕西钢铁集团禹龙科技服务有限公司//	差控制与在线智能多级调节系统，实现了无加热条件下适应不同流、不同拉速、不同出坯时间、不同定尺钢坯宽幅温差 820℃-1050℃高效稳定直接轧制，保证了产品通条温度的有效控制及断面质量的均匀化。(4)实现了半无头轧制，直轧率 99.9%，成材率提高 0.66%，晶粒度平均提高 1.5 级，性能稳定率提高 2%，切分线各线性能差降低 36.36%，定尺率提高到 99.8%，合金成本平均降低 3%。 本项目发明专利 17 件、实用新型专利 14 件，牵头团体标准 1 项，企业操作规程 3 项，发表论文 17 篇，软著 1 项，科技查新报告 1 项，主要工艺数学模型 199 套，荣誉 4 项。被中国金属学会列入《钢铁工业降本增效关键共性技术推荐目录》，被《轧钢》期刊评价为我国近年来轧制技术自主创新最主要的成就之一。 2022 年，该技术应用于陕西龙门钢铁年产 170 万吨的示范生产线以及湖北立晋高线、棒线，截止当前，吨钢成本降低至少 58 元/t，累计产量 543.1774 万吨；新增产值 2122136 万元、新增利税 275877 万元、节支总额 44348 万元。新一代直轧技术已适应高线、棒线，可广泛应用高棒、工字钢、槽钢、H 型钢生产线。 项目成果经中国金属学会组织专家评价为国际领先水平。
2025309 大型煤化工装备用钢成套关键技术研发及应用 江阴兴澄特种钢铁有限公司、中国石化工程建设有限公司、张化机(苏州)重装有限公司、东北大学//	我国是全球最大产煤国，70%能源消耗来自于煤炭。煤炭的清洁高效利用是实现我国能源自主可控与双碳战略的最有效途径，一直以来备受党中央和国务院的高度重视。建设大型煤化工系统是实现煤制油和煤制气的关键，然而现有钢材的厚度、性能及生产工艺已无法满足大型气化炉与甲醇洗涤塔等核心装备的制造需求，国际上也无经验可借鉴。当前，我国正致力于建立世界最大煤化工能源体系，关键钢铁材料已成为最突出的制约瓶颈，亟待突破。基于上述国家重大需求，江阴兴澄特种钢铁有限公司联合中国石化工程建设有限公司、张化机(苏州)重装有限公司和东北大学，组成了“产学研用”攻关团队，历时 10 年在国际上率先完成了直径＞3800mm 气化炉和直径≥4000mm 甲醇洗涤塔等大型煤化工装备用钢成套关键技术研发及工程应用。 主要创新点如下：(1)国际上率先突破了大型气化炉用 1.25Cr0.5MoSi 钢板最大厚度 100mm 的材料性能及工程应用极限，通过研究成分及热处理工艺对钢板心部低温韧性和高温持久性能的影响规律，开发了最大 150mm 厚度心部-20℃冲击功≥100J、500℃条件下 100000h 高温持久强度≥150MPa 的抗氢耐热钢板，并率先实现了工程应用。(2)针对大型甲醇洗涤塔用 3.5Ni 特厚钢板表面裂纹率高、心部性能难以保证的难题，研究了成分设计、450mm 厚板坯连铸、控轧控冷及离线热处理工艺对表面或心部性能的影响规律，国际首次实现最大 144mm 厚度心部-100℃冲击功≥200J、表面无裂纹、抗湿硫化氢腐蚀性能优异的超低温钢板的开发及工程应用。(3)开发出大型气化炉和大型甲醇洗涤塔成套建造应用技术。行业首次将高效窄间隙埋弧自动焊接、焊缝电磁感应热处理和绿色高效 TOFD 无损检测技术应用于大型煤化工厚壁压力容器的建造，焊接效率提升 40%、焊材节省 20%，实现了超过 12 个大型煤化工项目的产业化应用。 上述大型煤化工关键装备用钢及其应用技术研究项目，授权专利 21 件，其中发明专利 20 件(PCT 专利 1 件)，制修订国家和行业标准 7 项，发表论文 8 篇，建立了大型煤化工关键核心设备用钢技术指标体系，项目产品和技术成

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	功应用于宝丰能源、中煤榆林、沙特阿美等国内外大型煤化工项目，经济效益和社会效益显著。 中国钢铁工业协会组织的院士专家成果评价认为，本项目整体达到国际领先水平。
2025318 节能低碳型超高强线材关键技术研发及产业化 青岛特殊钢铁有限公司 //	超高强线材主要应用在轻量化轮胎钢帘线、精密切割钢丝、超高压胶管钢丝、超高强桥梁缆索、超高强钢绞线、海洋或矿用超高强特种钢丝等高端领域，产品附加值极高，但生产难度极大，技术与市场长期被日韩所垄断。同时，在“双碳”战略的大背景下，高端制造和重大工程对节能低碳、轻量化、高性能、能够减免热处理的超高强线材的需求更加迫切。 本项目主要创新点如下：(1)创新了超高强线材节能低碳的“铁水 KR→转炉→精炼→连铸→热送热装→控轧控冷(QM/DP)→盘条”工艺流程，全流程降本 597.8 元/吨钢，减碳 403.5Kg/吨钢。(2)创新设计了新型高效在线熔融渣、优化了高抗侵蚀性的“无 Al 化”耐材、设计新型方形腔式稳流器等，夹杂物宽度控制≤10μm，突破了 92、97 级盘条生产细规格、MT 级(极高强度)钢帘线与 86-92 级盘条生产 ϕ0.10mm 以下精细切割钢丝的技术瓶颈。(3)研发出“轻重压下+电磁搅拌+拉速+冷却”耦合的高均质化控制技术，连铸坯碳偏析指数≤1.06，盘条中心偏≤1.0 级，实现 92、97 级等高碳高合金钢的“一火成材”。(4)研发出在线 QM 工艺高强塑性控制技术、DP 工艺高组织均匀性控制技术，在线 QM 技术较传统 DP 工艺，实现盘条抗拉强度提高 100-150MPa、面缩提高 10-15%；优化后的 DP 工艺实现盘条通条抗拉强度极差≤30MPa。(5)开发出 MT 级(极高强度)钢帘线、精密切割钢丝、MT 级超高压胶管钢丝、1960-2200MPa 级超高强桥梁缆索、2200-2400MPa 级铁路超高强钢绞线、2600MPa 级矿井或 2200MPa 级海洋用超高强特种钢丝用 7 大超高强线材新产品。 项目授权发明专利 5 件、实用新型专利 16 件，发表论文 18 篇，制定国际标准 1 项、国家标准 2 项、行业标准 3 项、铁路标准 1 项，科技成果评价 1 项国际领先、2 项国际先进。项目成功开发出 7 大超高强线材新产品，最终产品除切割钢丝外，其余均达到世界最高强度等级，近 3 年累计销量 30.19 万吨，助力全流程实现降本 1.80 亿元、减碳 12.18 万吨，创造利税 4.176 亿元，并成功应用于汽车、精密切割、超高压胶管等高端制造和张靖皋大桥、燕矶长江大桥、马鞍山公铁大桥、京雄商铁路、塔科 1#万米矿井、南海 8 号深水采油平台等国家重大工程，打破了日韩技术与市场垄断，实现全产业链的节能降碳。
2025319 承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条的研发 青岛特殊钢铁有限公司 //	青岛特钢现有高强、耐热、耐蚀、耐候多个系列、200 多个牌号的焊丝体系，涉及高铁、汽车、管线、海洋工程、压力容器等领域。特种焊接用钢占国内 45%以上市场份额，连续 6 年全国第一。产品销售新日铁住金、日本神钢、韩国现代、金桥、哈焊所华通、伊萨、大西洋等高端焊丝企业。青岛特钢作为焊接用钢盘条国标、焊接用钢质量领跑者团标的牵头制定者，具有充足的特种焊接用钢研发经验。 为此，青岛特钢主持了该项目的设计、研发、制造以及工艺和产品的开发工作。2017 年 1 月该项目启动，2023 年 9 月项目结题，经多次的工艺优化，实现以 HTW-70 为代表的承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条的稳定生产，并攻克承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条开发的关键技术。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	本项目通过独特成分设计，设计出低成本、高性能的承载特种装备用 70kg 级焊接用钢配方；对承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢进行超低 P、S 冶炼技术研究，实现超低 P、S 目标；对保护渣理化指标优化，控制钢中 N 含量，解决连铸坯深振痕、凹坑等表面缺陷问题；对精炼造渣料用量、精炼渣碱度、钢水纯净度系统分析，采用高碱度精炼渣冶炼和独特 Ti 合金化工艺，实现 Ti 回收率在 85%以上，保证浇铸稳定性；研究承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条相变 C 曲线，结合相变机制，配合国内最长的 Stelmor 缓冷线，增大其相变前过冷度，加快 F、P 相变速率，解决盘条环状晶粒粗大问题；将传统模拟“退火”工艺，改为“正火”工艺，大幅降低盘条表面氧化铁皮厚度，改善氧化铁皮结构，实现氧化铁皮柔性化控制，减轻氧化铁皮嵌入基体问题；采用单一变量元素，分别对退火温度和退火时间进行研究，解决了盘条晶界氧化问题。最终经用户使用，完成承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条的国产化，实现了对国外产品的替代。 在研发过程中已授权发明专利 3 项，实用新型专利 4 项，发表学术论文 9 篇，高 Ti 焊丝钢研究报告 1 份。研发承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条已得到哈焊所华通等客户的认可，对我国国防与科技等高尖领域的自主研发特种装备事业发展具有深远意义。截止 2024 年 12 月，生产承载特种装备用 70Kg 级焊接用钢盘条 9320 吨，实现 1930 万元人民币净利润，为公司创造了显著的经济效益。
2025324 基于多尺度复合第二相精细化调控的高强韧中厚板产品设计及应用 南京钢铁股份有限公司、东北大学//	本项目属于金属材料加工制造工艺领域。 中厚钢板作为国民经济发展的重要材料，广泛应用于船舶海工、工程机械、交通运输、能源环保等领域，钢铁不断向高强韧、易焊接、免预热、耐腐蚀等高端绿色化需求方向发展。2012 年起，南钢联合东北大学等依托国家重点研发项目，开展“产学研用”合作，系统研发了以复合第二相精细化调控为核心的共性技术，建立了工业化生产及焊接工艺全流程一体化控制体系，并在超高热输入船舶海工钢 EH40、高强韧管线钢 X80、抗酸管线钢 X70MS，高强免预热工程机械用钢 Q690D 等产品上实现了推广应用。 取得主要成果如下：1.阐明了基于强度匹配和合金元素脱氧时序控制的复合第二相控制技术原理，针对不同钢种性能需求实现个性定制化的复合第二相粒子设计和控制，实现了具有高温热稳定性的复合第二相氧化物粒子细小弥散分布，其中小于 2μm 尺寸比例大于 90%。2.针对高热输入焊接船舶海工钢，开发了亚微米尺寸大基数复合第二相诱导晶内铁素体形核的控制技术，形成以 TiO_2-MnS-CaO-TiN 为包裹外层的典型复合粒子体系，实现了 EH40 在 700kJ/cm 超大热输入焊接条件下，HAZ-40℃低温韧性≥80J。3.针对高强韧管线钢，研发了基于调控裂纹源质点和不可逆氢陷阱密度的高韧耐蚀材料工艺，形成微米级 MgO-CaO-Al_2O_3 复合第二相粒子体系，开发的管线钢 X80 在-60℃低温冲击功≥330J，-20℃下 DWTT 剪切面积≥90%，X70MS 抗硫化氢腐蚀性能良好。4.针对免预热高强钢，实现了基于延缓高温晶界迁移和诱发多位向贝氏体相变的工艺技术，形成 ZrO-MgO-Al_2O_3 的复合第二相体系，抑制裂纹扩展，满足焊接强韧性匹配需求，实现了高强钢 Q690D 在室温 10℃及以上无预热焊接。 经中国钢铁工业协会组织，由中国工程院干勇院士、王国栋院士等同行专家评价委员认定，本项目整体达到国际领先水平。获授权发明专利 22 件，主

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	持和参与制订各项标准 7 项，发表论文 10 篇。60mm 高热输入焊接钢 EH40-W600 产品首次成功应用于 16000TEU 集装箱船，X80 管线钢应用于我国首条超大口径高钢级高压力中俄东线天然气管道工程，60mm 高强度 Q690D 钢板国内首次通过室温 10℃以上免预热焊接工艺。近三年高品质特种钢板累计供货 56.27 万吨、新增产值 33.72 亿元、新增利税 6.20 亿元；经济、社会和环保效益显著，推广应用前景广阔。
2025343 宽幅高品质中高碳钢带的高效生产关键核心技术 北京科技大学、新余钢铁股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、北京科技大学设计研究院有限公司、山东钢铁集团永锋临港有限公司////	针对我国传统中高碳优特钢带材以中宽/窄带生产为主，在钢水纯净度、铸坯质量、表面脱碳、尺寸精度、生产稳定性、数智化管控等多个方面与国外先进水平存在较大差距的问题。开展了贯穿冶炼、连铸、轧制的全流程技术攻关，形成宽幅高品质中高碳钢带的全套高效生产关键核心技术创新，主要研究内容和创新性如下： 1.高品质中高碳钢冶炼及铸坯质量控制生产关键技术。开发了 LF 精炼渣优化、RH 顶渣改质工艺和吸附氧化铝系夹杂物能力强的新型连铸保护渣，实现夹杂物平均尺寸控制到 5μm 以下；研发了低速-冷却水协同动态控制优化、液芯压下与强电磁搅拌的偏析复合控制技术，实现了连铸坯低裂纹(≤0.32%)发生率的稳定控制。 2.高品质中高碳钢带材组织性能与脱碳控制技术。开发了面向板坯内应力与脱碳控制的加热炉智能燃烧 APC 控制技术、基于不同酸洗可行性的全氢罩退防脱碳控制技术；开发了全流程的组织性能调控技术，实现以 SK2、SK95、80CrV2、X32 等为代表的冷轧宽幅高端中高碳钢带产品的稳定生产，退火卷球化率平均达到 95%，成品脱碳层厚度小于 0.7%。 3.宽幅高品质中高碳钢带复杂板形及生产稳定性控制技术。开发了热冷连轧机组先进板形控制成套技术和多辊精密轧机复杂板形及稳定性控制技术，实现目标厚度 0.12%超高同板差、4IU 超低同板差的产品批量供货，实现高强度 21mm*2050mm 热连轧、0.4mm*1250mm 冷连轧、0.15mm*1250mm 多辊轧制等产品的批量生产。 4.宽幅高品质中高碳钢带柔性生产及数智化制造技术。开发了宽幅高品质中高碳钢带柔性生产技术、产供销信息管理系统和质量控制关键模型，解决了品规多、订单小、个性化需求等特点导致产销生产组织及质量控制困难的问题，实现了宽幅高品质中高碳钢带全流程高效数智制造。 该项目已获得授权发明专利 48 件，主持制定 1 项国标、1 项国军标等 6 项标准，软著 20 件，学术论文 74 篇。项目成果在新钢和涟钢整体应用，产品多项指标高于国内外先进水平，部分产品应用于国防军工。其中，超重型卡车离合器膜片弹簧、发动机阀片用钢等多项产品打破“卡脖子”困局，实现关键材料的自主可控。同时，项目成果支撑了新钢和涟钢等企业在行业寒冬中逆势盈利，合计共新增产值：67.9 亿元，新增利润：8.2 亿元。部分成果推广在梅钢、武钢等。本项目的成功研发及产业化应用，推动了整个产业链的高效、绿色变革，助力高端制造业转型。
2025344 长寿命大型铝电解槽外壳用钢板的研发与应用	本项目属于冶金工程技术、材料科学与结构工程交叉领域。 电解铝是国民经济发展的基础原材料，我国电解铝产能及生产技术经历 20 年的高速发展，2022 年全国产量已经达到 4000 万吨以上，400KA 及以上大功率铝电解技术上已经处于国际领先地位。近 10 年来，电解铝产能逐步向我国西北西南地区集中，2020 年仅西北地区的电解铝产能就达到 1800 万吨。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
北京科技大学、甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司、兰州理工大学、沈阳铝镁设计研究院有限公司 //	电解槽是上述铝生产的关键容器，长时高温的服役特性限制了传统钢质电解槽的使用寿命。经推算电解槽用钢在西北地区的潜在需求达 30 万吨以上，全国需求预计在 50 万吨以上。针对我国大型铝电解槽寿命低的问题，分析电解槽钢的服役失效原因，在国内首次提出抗石墨化、耐高温、抗变形的长寿命电解槽外壳用钢的设计理念。 本项目基于材料组织热稳定性控制与高温蠕变损伤理论分析，采用合金碳化物石墨化抑制方案与多性能耦合设计方法，厘清了高温服役条件下材料组织热稳定性关键控制因素，在国内首次研发了长寿命大型铝电解槽外壳用钢 LCK460、LCK500、LCK600，牵头制定我国首部电解槽外壳用钢行业标准，解决了电解槽专用钢”有没有”和“好不好”难题。此外还开发了电解槽焊接技术包，提出长寿命大型电解槽钢设计准则和结构设计准则、制作和安装验收规程，延长电解槽槽壳及内衬使用寿命 2 倍以上，大幅度降低了电解槽大修成本和工人的劳动强度，打通工程应用最后“一公里”，为我国电解铝高质量发展贡献了“甘肃智慧”。 本项目从电解槽钢的自主设计、制造技术到应用技术的研发，实现了“产、学、研、设、用”一体化发展，形成全产业链自主知识产权，发布 1 部行业标准，授权 10 件专利，发表 15 篇论文。 本项目开发的铝电解槽外壳用钢规格 6-60mm，产品的常温力学性能、高温性能和加工性能达到电解铝高温、高压、强磁、腐蚀等复杂服役环境要求，累计销售 3.66 万吨，制造电解槽 1058 台，新增利润 27.84 亿元，产品在电解铝企业获得规模应用，通过电解槽用材升级推动了我国电解铝装备升级，是钢铁行业和有色行业联合创新的典范，成果达到“国际先进”水平。
2025353 钢筋混凝土用热轧稀土钢筋开发 上海大学、广西盛隆冶金有限公司、盐城市联鑫钢铁有限公司、陕钢集团产业创新研究院有限公司、江西台鑫钢铁有限公司、中天钢铁集团(南通)有限公司、江苏永钢集团有限公司、浙江	针对钢筋腐蚀导致建筑寿命降低的问题，应用我国高丰度镧铈稀土资源，通过稀土多形合金化原理与技术开发热轧稀土钢筋，形成具有我国资源特色经济绿色的新型建筑钢筋。 钢筋腐蚀是建筑工程耐久性降低的“内因”。目前我国大量使用的微合金化钢筋 HRB400E 在化工、酸雨、近海等酸性和氯离子环境下容易腐蚀，需要采取混凝土外加剂、钢筋阻锈剂等附加防腐措施，或采用环氧涂层、热镀锌、低合金钢、不锈钢等耐蚀钢筋，综合成本大幅增加，亟需开发低成本耐蚀钢筋。我国高丰度镧铈轻稀土积压严重影响后续稀土资源开采，需要寻找量大面广的应用出路。 本项目研究发现了镧铈稀土元素在钢中的三个作用机理：(1)镧铈稀土变性非金属夹杂物，降低基体与夹杂物的电极电位差，减少点蚀发生倾向；(2)镧铈稀土偏聚于界面，降低了界面能，避免钢材表面局部腐蚀发生；(3)镧铈稀土促进 α-FeOOH 稳定锈层生成，形成致密表面锈层组织，有效减缓腐蚀速率。创新了高效稳定的镧铈稀土多形合金化工艺技术。采用喂丝法在小方坯结晶器中加入纯稀土丝，辅以包裹保护技术稳定控制稀土收得率为≥70%，同时避免稀土恶化保护渣导致的水口结瘤，实现连浇顺行生产。基于有限元模拟计算获得最佳稀土喂丝参数，实现钢中稀土元素在 100-300ppm 范围内精细调整，在连铸小方坯中获得均匀的稀土元素分布(波动范围±30ppm)。开发了稀土钢筋 HRB400/500ERE 等牌号，与普通钢筋相比的腐蚀速率降低不小于 30%。稀土合金化技术经济效益明显，成本提高不大于 100 元/吨，较铜铬镍合金化耐蚀钢筋成本(吨钢数百元)大幅降低。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
万泰特钢有限公司、上海大学(浙江)高端装备基础件材料研究院、上大新材料(泰州)研究院有限公司//	迄今为止，生产和应用了近 5 万吨稀土钢筋，应用在码头工程、工业厂房等示范工程。形成了国家标准 1 项(GB/T 43665-2024《钢筋混凝土用热轧稀土钢筋》)、团体标准 1 项(T/CISA 210-2022《钢筋混凝土用热轧稀土钢筋》)。本项目申请发明专利 22 件(其中授权 9 件)，实用新型 3 件(授权 2 件)，发表学术论文 20 篇；新增产值约 2 亿元，经济社会效益显著，应用前景好。利用我国特有的镧铈稀土资源提高量大面广建筑钢筋耐腐蚀性能，是具有中国特色的创新，有效促进中国钢铁工业、稀土工业和建筑行业的共同高质量发展，是利国利民之举。
2025008 超高强耐磨钢高效低损伤焊接关键技术研发与产业化应用 河北河钢材料技术研究院有限公司、邯郸钢铁集团有限责任公司、苏州大学、河钢股份有限公司//	伴随着高端装备与制造业的快速发展，要求钢铁材料不断提升其综合性能。超高强耐磨钢作为工程机械、矿山机械领域的核心材料之一，一直以来都是超高强钢领域的研究热点。河钢集团自 2016 年起研制开发了具有国际领先水平的 NM400-NM600 全系列超高强耐磨钢，使得我国在耐磨钢领域实现从跟跑到并跑到部分领跑。 但是，为保证超高强耐磨钢具有良好的耐磨性、强韧性，国际上多采用中碳高合金成分设计思路，导致耐磨钢碳当量通常大于 0.4，在 1500-2000MPa 强度水平时甚至达到了 0.5-0.7，因此焊接接头非常容易发生软化、开裂、变形等问题，限制了高强耐磨钢的广泛应用。 本成果自 2017 年开始开展相关研究，当时仅日本神钢、瑞典 SSAB 等少数企业掌握超高强耐磨钢的核心多层多道焊接技术，对此，本成果完成团队通力合作、攻坚克难，以面向实际应用重大需求为目标，研究了系列新型超高强耐磨钢的软化机理与调控策略、变形与裂纹调控机理与策略等，并形成了超高强耐磨钢高效低损伤焊接关键技术。经过河北省金属学会组织专家进行成果鉴定，鉴定意见表明，总体达到国际先进水平，部分工艺国际领先。成果完成过程中，团队累计发表高水平学术论文 9 篇，申请发明专利 15 件(其中授权 11 件)，参与制定国家标准 5 项，团体标准 2 项。 成果所形成的高效低损伤焊接关键技术已在“国家海外红土镍矿战略项目“印尼 OBI 镍矿等我国及一带一路沿线国家 130 余项重大工程项目等重大工程获得实际应用，产生经济效益 1.9 亿元，彰显我国在超高强耐磨钢制造与焊接领域的技术水平与国际竞争力。，有力促进了我国钢铁工业+制造业材料迭代升级，助力国家碳达峰、碳中和整体战略稳步推进，实现钢铁工业+制造业绿色可持续发展。
2025015 高强耐磨圆环链用钢的研发与应用 石家庄钢铁有限责任公司//	本项目属于材料开发技术领域。 圆环链是采煤机械和运输机械重要的组成部分，是煤矿机械设备的关键易损部件，需求量大，技术要求高，其质量性能的优劣直接影响着这些机械设备的运行和生产效率。随着煤炭采掘和运输机械的不断改进，机械化程度和开采强度的增大，高强度、高耐磨成为圆环链产品生产的发展方向。河北省是大规格 C 级圆环链用 23MnNiMoCr54 钢用量最大的省份，河北省的钢铁行业开发此钢种迫在眉睫。目前 23MnNiMoCr54 钢在国内的年消耗量 5 万吨左右，张煤机是全国最大的圆环链用钢企业，年用量约 1.5 万吨。 圆环链用钢具有洁净度高、组织均匀、大规格、耐磨、高强、稳定化生产、经济等特点，本项目围绕 23MnNiMoCr54 钢、渗碳超耐磨圆环链钢、高强度

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	圆环链钢的合金成分、夹杂物、组织特性、偏析、尺寸精度、表面质量要求，通过全流程多工序协同优化控制，攻关高纯净度控制技术、奥氏体晶粒度细化技术、高力学性能控制技术、高尺寸精度和高表面质量轧制技术、组织性能均匀的球化退火技术。 主要创新成果为：1.建立了高品质圆环链钢成分体系和工业制造集成技术体系，圆环链钢中磷含量≤0.008%，氧含量控制在 10ppm 以下，退火同批次硬度波动小于 3HBW，实现 23MnNiMoCr54 钢国产化，成功替代进口。2.研发了含钨、含钒高强高韧圆环链用钢成分体系，圆环链钢抗拉强度达到 1350MPa，冲击韧性大于 85J，满足大规格 100 级及以上矿用圆环链的性能要求。3.开发了渗碳超耐磨出渣机链条钢成分体系，圆环链钢组织性能均匀，退火硬度 180～230HBW，抗拉强度达 1021～1117MPa，冲击功 137～214J。本项目获得授权发明专利 1 件，实用新型 5 件，发表论文 2 篇，制定 2 个团体标准，产品荣获金杯奖。2022 年至 2024 年，综合创效 1.59 亿元。项目开发了满足高强耐磨圆环链工艺性能和使用性能要求的 23MnNiMoCr54 钢，同时开发了一种渗碳超耐磨捞渣用链条钢和 100 级及以上高强度链条钢，实现国内高端圆环链钢高强度、高耐磨性、高耐疲劳性、焊接性能优异、长寿命、低成本的技术目标，填补了国内空白，替代进口。近 3 年以来，石钢以 23MnNiMoCr54 为代表的高强耐磨圆环链用钢市场占有率 50%以上，成为张煤机、东北输送等龙头企业的主要供应商，并出口到德国知名链条公司。经第三方评价，该项目总体技术达到国际先进水平。
2025016 超高强马氏体钢低内应力控制技术研究及应用 邯郸钢铁集团有限责任公司、北京科技大学、河钢股份有限公司、河北河钢材料技术研究院有限公司//	项目属于金属材料加工制造技术领域。 习近平总书记指出“将打造现代产业发展体系、发展新质生产力作为产业政策的重中之重”。“高品质超高强钢”是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力的重要基础，是新能源、航空航天、军工等战略性关键核心材料需求。然而，高品质超高强钢尤其是超高强马氏体钢生产及成型过程的内应力演变规律及控制技术研究基本处于空白，严重制约我国重大战略需求，也成为冶金行业+制造业亟待突破的“卡脖子”难题。 基于此，项目以国家自然科学基金(51674028)及多项重大产业链融合课题为基础，形成如下创新点：(1)建立超高强钢淬火过程的相变热力学模型、相变动力学模型、相变潜热模型、相变膨胀模型，揭示温度-相变-应力/应变多场耦合复杂条件下内应力演变规律，提出 1000～2000MPa 超高强马氏体钢低内应力控制路径。(2)建立超高强马氏体钢淬火复杂冷却路径平直度区域化表征方法，首次从宏观和微观角度量化千兆级超高强钢淬火后内应力状态，实现快速、全面获取生产及成形过程中平直度的演变路径，用于工艺参数的实时调控。(3)建立了 1000～2000MPa 超高强马氏体钢分切成型过程的内应力重分布模型，揭示分切等成型过程的内应力重分布演变规律，开发了有效避免成品侧弯的低内应力控制技术。(4)开发多功能分段变参数辊形技术，实现针对局部高次浪形等复杂板形缺陷在内的多目标协同控制，形成 1000～2000MPa 超高强马氏体钢淬火基板的平直度控制策略。 项目首创“1000～2000MPa 超高强马氏体钢低内应力”核心控制技术及采用该技术生产的高品质超高强马氏体钢产品，服务于“白鹤滩水电、平路运河、沪蓉高铁”等重点项目建设，在“5G 巡检机器人、冬奥会、军工设备、医疗器械”等新质生产力领域实现了从 0 到占比超 35%的突破。近三年市场开拓量

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	超过 30 万吨，新增利润 2.71 亿元。 申请专利 27 件，制定企业标准 6 项，企业技术规范 113 件。2024 年 5 月 14 日，由河北省金属学会组织，中国工程院院士张福成专家担任组长的专家组评价认为：该成果是一项重大成果，总体技术达到国际领先水平。
2025018 260-700MPa 级低合金高通量钢的设计开发及产业化应用 河北河钢材料技术研究院有限公司、中信金属股份有限公司、北京科技大学、唐山钢铁集团高强汽车板有限公司、邯郸钢铁集团有限责任公司//	本项目属于金属材料领域。汽车关键部件制造所采用的低合金高强度钢朝着系列化和经济适用性方向发展。突破了废钢量高无法热平衡、衔接坯改判量大、锌层附着力低、产品性能稳定性差、极限规格无法生产等技术瓶颈，成功开发了系列化低合金高通量高强度钢产品和配套应用技术，取得如下创新： 1.研发了基于绿色低碳目标的系列低合金高通量汽车用钢。采用 3 种冶炼化学成分不同工艺开发了 9 个强度级别的产品，高通量设计实现了“一钢多级”柔性化生产；系统开发了 30%以上废钢比的低碳炼钢、极薄规格带钢高成材率生产等技术，实现了 0.5mm 极薄规格(500MPa 级别)产品技术突破，成材率高达 92%以上；开发了弹性模量高达 250GPa 的汽车用新型低合金高强钢，在同等刚度条件下可实现零件减重 20%；该系列产品全流程碳排放降低了 17%。 2.开发了系列低合金高通量汽车用钢的力学性能稳定性控制技术。采用了基于大数据模型的 Nb、Ti 微合金化材料设计方法，以及基于人工智能的精炼、控轧控冷及热处理工艺控制方法，通过[C]±50ppm、[N]±5ppm 范围窄成分控制，热轧卷取温度±10℃、稳定化退火±5℃的窄温度波动控制，实现了同卷钢头、中、尾强度波动≤15MPa 的高质量稳定性生产。 3.集成开发了系列低合金高通量汽车用钢柔性镀锌技术。合理利用 Si 元素抑制渗碳体形成并通过调整-20～-30℃露点形成钢板内氧化避免 Mn_2SiO_4 形成对镀锌性能产生的不利影响，形成完整的 Fe2Al5 和 δ 镀层相结构提升锌层附着力；在相变和析出控制原理基础上依靠多节点温度工艺和带速协调控制，降低了力学性能波动和残余应力，改判率降低 23%。 4.开发了高成形合格率的低合金高通量汽车用钢应用关键技术。通过建立包含材料平面各向异性特征的产品加工硬化模型，揭示了 Nb、Ti 析出物分布和屈服行为等对冲压加工失效的多因素耦合影响规律，依靠成形工艺的优化实现了地板总成、车身横梁、挡泥板等多个典型零件高成形合格率达到 99.9%以上，并在 10 款以上高端车型上产业化应用。 项目获授权专利 19 项，制定企标 4 项，发表论文 7 篇。近三年，累计供钢 72.8 万吨，新增产值 37.7 亿元，新增利润 2.58 亿元。系列产品批量应用于宝马汽车等多家车企。项目的完成推动了汽车轻量化和绿色化转型发展，行业专家评价认为：该成果是一项重大成果，总体技术达到国际先进水平。
2025032 基于低模量中强度基体的磁控溅射等离子体密度调控技术及应用 辽宁科技大	所属学科技术领域：材料学科之材料表面与界面、金属材料表面处理技术。 主要内容及特点：为解决材料表面处理技术中，针对如模具钢、奥氏体不锈钢、钛合金、工业纯铁及有机材料等低模量中强度基体表面涂层强化后，涂层与基体结合强度低的难题，针对物理气相沉积溅射粒子呈线性运动，异型工件内腔及内、外壁折弯处清理和钝化镀膜不均匀的难题，提出采用高密度、绕射度强、可调控的等离子体表面处理手段，在工件表面制备含梯度过渡层的“素多层”硬质涂层及离子渗氮处理改性。本项目依据热丝放电增加真空腔体电子和离化密度、闭合非平衡磁场约束电子和离子分配及基体偏压改变离

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
学、沈阳科友真空技术有限公司、大连金泰正新科技有限公司、东莞市典雅五金制品有限公司、纳晶真空涂层技术(东莞)有限公司、江苏兰菱科技股份有限公司 //	子能量的原理，在传统磁控溅射基础上，开展了等离子体密度和能量调控技术及应用的研究。 1.设计制造了热丝放电复合闭合非平衡磁场的磁控溅射系统，实现了等离子体在真空腔的全方位分布及其密度的自由调控，实现了基体偏压仅-50V 条件下，基体最高电流密度高达 0.26mA/mm^2，比工业常见的磁控溅射基体离子密度高 10 倍以上。此高密度离化气体全方位分布于真空腔体，改善了磁控溅射粒子线性传导缺陷，使等离子体在一定程度上具有绕射性。 2.针对低模量中强度基材，首创性地提出了具有过渡属性“素多层”膜层结构概念，针对基体力学性能特点，个性化设计和制备“素多层”硬质涂层，实现了硬质涂层与低模量中强度合金基体的协同形变，膜-基结合强度大幅提高。从实验和理论计算两个角度，研究和制定了过渡层和“素多层”结构设计原则，使钛合金与硬质涂层结合强度大于 70N。 3.利用高密度、高能量、全方位分布的等离子体的绕射性，实现了异型工件内腔及内、外壁折弯处无死角刻蚀清洗、氧/氮钝化及表面改性。采用本项目等离子体调控关键技术，使物理气相沉积和化学气相沉积一体化，使表面渗-镀一体化，实现了对异型件表面全方位的离子刻蚀清洗、氧化/氮化及表面改性。 4.应用推广：项目存续期间，获专利授权 19 件，其中发明 14 件，实用新型 5 件，公开实审中发明专利 1 件，技术在 5 家企业得到推广应用，新增产值 7199 万元，新增利税 2571.21 万元。
2025040 钛合金棒材成形与微观组织演化机理研究 华北理工大学、中冶重工(唐山)有限公司、北京科技大学 //	主要技术内容：首先，通过高温相变实验研究了钛合金高温相变行为和动态球化行为，分析了变形温度、变形量等参数对微观组织演变规律的影响；然后，通过热模拟试验研究了钛合金(Ti-6Al-4V、TA15、TC6)热变形行为，建立了应变耦合 Arrhenius 本构方程和基于内变量的统一粘塑性本构方程；之后，将建立的本构模型嵌入有限元仿真软件(Deform-3D)中，建立了钛合金楔横轧成形的热-力-组织多场耦合有限元模型，分析了楔横轧参数对钛合金棒材成形质量的影响规律；最后，利用响应面法优化了钛合金楔横轧成形工艺参数，获得了损伤较小、尺寸精度和组织性能俱佳的钛合金轧件。 主要技术创新成果：发表相关论文 14 篇，获中国发明专利 1 项。研究内容及创新成果主要体现在如下几个方面：1.耦合位错密度、等温相变、塑性温升和球化分数等内变量，建立了可描述钛合金高温变形行为和微观组织演变机理的粘塑性本构方程，为高温钛合金楔横轧成形控性提供理论依据。2.建立了钛合金楔横轧成形的热-力-微观组织多场耦合的有限元仿真模型，揭示了钛合金楔横轧变形机理，优化了成形工艺参数。3.利用楔横轧模锻复合工艺成功试制了钛合金零件，解决了现阶段钛合金预成形技术难题，实现了钛合金零件预制坯在楔横轧工艺下的成形成性制造。 推广应用及社会效益情况：研究表明，钛合金在航空航天领域应用极广，主要应用产品有机翼、尾锥、垂尾和压力隔框等。本项目研究成果具有广阔的应用前景，在中冶重工(唐山)有限公司和唐山德厚机械制造有限公司对本项目研究成果进行了推广应用。根据钛合金零件的生产制造情况，2021 年新增销售收入 125.55 万元，2022 年新增销售收入 263.5 万元，2023 年新增销售收入 192.11 万元，2024 年新增销售收入 284.3 万元，累计新增销售收入 865.46 万元，新增利税 275.2 万元。项目研究成果的应用，较大程度上提高了钛合

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	金零件的生产效率，降低了生产成本，为相关领域带来了巨大的经济效益。推进科技进步的作用：本项目的研究填补了钛合金楔横轧高温变形行为及微观组织演变规律研究的空白，为钛合金零件预制坯成形提供了理论支持；本项目所建立的钛合金楔横轧数值仿真模型及预成形工艺，在一定意义上可以指导生产降低材料浪费现象，提高生产效率和成形质量，从宏微观角度证实了其成形的质量和优异的性能。
2025044 固态锂金属电池界面缓冲材料的冶金设计与新能源技术创新 山东工业职业学院//	项目所属科学技术领域： 本项目属于冶金工程与新能源材料领域。项目聚焦锂金属负极与高镍正极界面的冶金调控机制，研究离子交换驱动的界面稳定性，以及基于冶金热处理技术的 H1.6Mn1.6O4(HMO)材料制备与性能优化。通过融合冶金科学与新能源技术，在提升固态电池能量密度、循环寿命和安全性方面展现了技术创新与应用价值，为冶金工程向新能源技术的创新应用提供了重要支持。 主要内容：本项目致力于开发基于离子交换机制的新型有机/无机复合缓冲层材料，针对全固态锂金属电池的界面稳定性与性能提升进行了系统研究。HMO 材料以其优异的离子选择性与传导特性，曾广泛应用于盐湖提锂等资源分离技术中，本项目结合冶金工程中的材料设计与制备方法，将其拓展至固态电池界面调控领域。通过冶金热处理工艺优化 HMO 材料的结构与性能，赋予其高效的锂离子传导能力与界面稳定性，从而显著降低界面阻抗，抑制枝晶生长，并提升电池的循环寿命与安全性。项目融合冶金科学与新能源技术，不仅推动了高能量密度固态电池的技术发展，也为冶金工程与新能源技术的深度融合提供了重要支撑，具有广阔的产业化应用前景和学术价值。 项目特点：本项目具有显著的创新性与实用性。基于离子交换机制开发的新型缓冲层材料，通过优化结构与制备工艺，显著提升了固态锂金属电池的界面稳定性与离子电导率。材料制备采用冶金热处理工艺，确保其高性能与环境适应性。创新的界面调控策略不仅有效解决了传统电池的界面副反应问题，还满足了新能源电池在高能量密度与长循环寿命方面的严苛需求。材料具备可规模化生产能力，为冶金技术与新能源应用的结合提供了新思路，具有广阔的推广价值。 应用推广情况：本项目的核心研究成果已发表在国际顶级期刊《Advanced Functional Materials》DOI:10.1002/adfm.202405152(影响因子 18.5)上，进一步验证了其科学性与技术先进性。开发的新型复合缓冲层材料针对固态锂金属电池的高能量密度和高安全性需求，具有广泛的应用潜力，适用于新能源汽车、储能系统和便携式电子设备等领域。项目技术已完成实验室验证，具备规模化生产可行性，并能够融入现有锂电池制造工艺，显著降低生产成本、提升产品性能。通过与新能源及冶金领域企业合作，项目成果正加速转化，为行业技术进步和产业升级提供有力支撑，展现出广阔的市场推广前景。
2025077 经济型大功率风电主轴轴承用优质中碳合金钢的研发与应用	风电是优质的新能源，我国“十四五”现代能源体系规划强调加快发展风电，推进风电的大规模开发和高质量发展，鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。而国家发改委出台的风电设备国产化政策要求风电设备国产化率达到 70%，不满足要求的风电场不允许建设。这对风电设备的国产化提出更高的要求，其中风电机组的主轴轴承是关键。 国家能源局 2023 年发布的“风电场改造升级和退役管理办法”鼓励并网运行超过 15 年或单台机组容量小于 1.5 兆瓦的风电场开展改造升级。更新换代下，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
江苏永钢集团有限公司、洛阳新强联回转支承股份有限公司、北京科技大学//	对大功率风电主轴轴承的需求大幅度增加，同时也对大功率风电机组主轴轴承提出了更高的要求。 因此，为了积极响应国家政策，江苏永钢与北科大、新强联企业合作，采用产学研用的模式，全面系统地研究了风电主轴轴承用钢的成分、冶炼、连铸以及锻造热处理工艺的理论机理与工艺难题，在常规 42CrMo4 的基础上成功开发出了适用于风电主轴轴承的新材料与加工工艺。 经过近三年的开发，所取得的主要内容与特点如下：1.成分设计。在 42CrMo4 的基础上通过调整 C、Mn、Cr、Mo 含量来提高材料的淬硬性和淬透性，适当加入 Ni 提高冲击韧性，并加入适量的Ⅴ细化晶粒提高综合机械性能，通过调质加中频淬火使材料性能满足风电主轴轴承性能要求。2.高洁净度钢关键冶炼工艺。通过电炉终点碳控制、全流程铝含量设计、炉渣组成与造渣制度设计、VD 过程工艺设计、软吹过程工艺设计、双透气砖底吹设计、模块化氩气流量控制系统等手段，确保钢中非金属夹杂物满足风电轴承的标准要求。3.高致密度、低偏析大圆坯关键连铸工艺。通过中间包冶金、保护浇注、低过热度浇注、二冷配水制度、三段式电磁搅拌等工艺手段，成功开发出的超大规格风电主轴轴承用连铸圆坯(最大规格 Φ800mm)，可以代替传统的电渣锭，在国内属首创。4.通过轴承设计、锻造工艺和热处理工艺研究，开发出的风电主轴轴承能够替代传统 100CrMnMoSi8-4-6、100CrMnMo7-3 等高碳铬轴承和 G20Cr2Ni4 渗碳轴承。 目前产品已应用于明阳智能、东方电气、三一重能等知名风电主机厂。本项目获授权发明专利 8 项，授权实用新型专利 8 项，并获得先后获得河南省科学技术进步奖二等奖、江苏省冶金科学技术奖一等奖、河南省机械工业科学技术奖一等奖。
2025084 高品质汽车燃油喷射系统用钢关键技术研发与应用 抚顺特殊钢股份有限公司、北京科技大学、辽宁省抚顺生态环境监测中心//	项目属于冶金科学轧钢及金属材料领域。 随着汽车发动机工业快速发展，环境污染和能源消耗的问题日益突出，各国对汽车发动机节能减排问题高度关注并提出日益严格的法规要求，特别是国六排放标准及以后阶段，发展超高压燃油喷射技术，是实现高效清洁燃烧的主要途径之一。随着国外燃油喷射技术的引入以及燃油压力参数的不断提高，我国汽车发动机行业对高品质燃油泵、电磁阀等部件用不锈钢新材料的需求极为迫切，以费尼亚.德尔福、联合汽车电子等国际知名公司技术体系为代表，在原有标准要求的基础上在产品洁净度、组织均匀性、力学性能、磁性能等方面提出了更高的要求。国内钢厂受生产装备及工艺技术水平所限，难以达到其要求，全球仅有极少数不锈钢企业全面掌握其核心技术。 抚顺特钢联合北京科技大学等单位，在国内率先开展适用于 350bar 以上超高压燃油喷射系统用关键材料，进行“成分性能一体化设计”、“高纯净化冶炼及连铸技术”、“连续调质技术”、“磁性能调控技术”开发，取得技术突破和如下成果：(1)开发高纯净度与夹杂物控制技术。钢液低铝控制+精炼渣变渣工艺+非钙处理+动态软搅拌工艺的精炼集成技术，攻克了燃油喷射系统用钢非金属夹杂物开裂的技术难题，实现了最终产品总氧不超过 25ppm，夹杂物评级≤1.0 级(平均值 K3≤10)，达到国际先进水平。(2)开发高均质化连铸与轧制技术。提出了单架凸辊拉矫机凝固末端大压下的连铸策略，结合采用待温轧制与降速轧制技术提升组织致密度，轧制棒材 AA 级探伤合格率高于 99%。(3)优化成分设计与组织调控技术。提出优化成分配比，采用连续式调质技术

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	和磁性能退火技术，通过调控晶粒度和热处理组织，实现磁性能矫顽力等核心指标优于同类进口产品，并在国内率先实现产业化。 本项目已申报发明专利 13 项(授权 11 项)，形成企业技术秘密 14 项，发表论文 19 篇，获得金杯奖等奖励 4 项。近三年总开发量 12227 吨，新增产值 30678 万元，新增利税 3317 万元，完成四大系列 14 个牌号的研发，其中 1.4418、430FR、1.4313 等多个牌号棒材已获得费尼亚、联电认可证书，成为国内唯一一家该产品供货商，实现国内同类产品全部替代进口，广泛应用于大众、凯迪拉克、长城、长安、吉利、比亚迪等高端汽车零部件企业，为国家制造业水平的提升贡献力量。本项目整体技术达到国内领先、国际先进水平。
2025085 高品质镍基耐蚀合金产品低成本工艺创新及国产化 抚顺特殊钢股份有限公司//	镍基耐蚀合金材料技术含量高，由于具有优异的综合力学性能、抗氧化和耐腐蚀能力，广泛地应用于石油、石化、核电、新能源等领域，是国家重点发展的新材料之一。而其中以 N10276、N06625、N06690、N08028、G3、4J36 等合金为代表的高品质镍基耐蚀合金因其纯净度要求高、加工难度大、组织及性能要求严格等特点，20 世纪 90 年代以前受国内研制工艺和设备能力落后影响，基本全部依赖进口。 抚顺特殊钢股份有限公司(以下简称“抚顺特钢”)作为国内高品质高温合金生产量、生产牌号最多的特钢企业，在该领域拥有多项核心技术。从 20 世纪 80 年起，抚顺特钢就开始配合国内科研院所生产试制各类高品质耐蚀合金产品，在 2000 年以后先后成功实现了 G3、N06625、N10276、N08028、N06690 等合金的国产化，并应用于石油、化工、核电等关键领域。但受装备能力和技术水平的多重限制，很多产品在冶炼工艺、原材料选择、合金利用率(成材率)、生产效率等方面仍然落后于 VDM、日本冶金、Haynes 等国外企业，存在显著的工艺过剩和成本偏高等问题。 2010 年以来，随着抚顺特钢特冶、锻造等先进装备的引进，先后拥有了多台 12 吨真空感应炉、20 吨真空感应炉、30 吨真空感应炉、30 吨保护气氛电渣炉、30 吨真空自耗炉、30 吨 VOD、1800 吨精锻机、2200 吨精锻机等设备，为高品质镍基耐蚀合金产品的工艺进步、工艺创新提供了装备和技术平台支撑。 2019 年以来，抚顺特钢耐蚀合金团队，基于历史的经验传承与企业装备特色，通过对标国际市场主流企业的生产产品特色，开展了“采用加长电渣锭生产耐蚀合金提高成材率”“一种镍基、镍铁基合金用新型电渣炉底座保护板的开发”“第二炼钢厂冶炼高温合金时使用镍洗锭代替镍板”“高温合金电渣锭采用台车炉升温加热，提高室式炉周转效率”“一种高温合金钢包精炼用镍基吹氧管”“一种 Ni-Cr-Mo 基合金电渣重熔用电极坯制”“一种冶炼超大截面耐蚀合金电渣锭的方法”等一系列工艺创新工作。通过该项目系列创新方案的实施验证，先后解决了低成本冶炼工艺路线、冶炼成分稳定性和均匀性、超大尺寸电渣研发、锻造加工生产效率提升、钢锭综合利用率(成材率)提升等一系列问题，实现了抚顺特钢高品质镍基耐蚀合金低成本运行体系的建设，并为国内高端制造业的发展贡献了多品类的国产化耐蚀合金产品。
2025134 高氮高强马氏体不锈钢研制与应用	随着航空航天装备的不断发展与进步，对零部件耐蚀与抗疲劳等性能提出了更为严苛的要求。大型飞机用丝杠副、机体轴承和航发轴承是保证飞机传动与动力系统的关键基础件，要求高耐蚀与抗疲劳，亟需解决高氮高强马氏体不锈钢材料的有无问题。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
钢铁研究总院有限公司、航空工业第一飞机设计研究院、浙江天马轴承集团有限公司、抚顺特殊钢股份有限公司、北京科技大学、上海天安轴承有限公司、中国航发贵阳发动机设计研究所//	针对大型运输机等重大型号需求，在科工局项目支持下，钢铁研究总院联合抚顺特钢与浙江天马等特钢企业和航空工业第一飞机设计研究院等用户企业，组织并实施了长达 10 多年的高氮高强不锈钢棒丝材研制和推广应用研究，一方面打通了新型加压电渣冶炼工艺流程，形成了系列化高氮高强马氏体不锈钢产品，解决了材料有无问题；另一方面完成了系列化大型运输机用丝杠副、多种型号机体轴承和重型直升机航发轴承的制造与考核验证，实现了批量装机应用。项目创新内容归纳如下： 创新点一：阐明了高氮高强马氏体不锈钢中氮元素存在形式与控制机理，研制出 X30N、X60N 和 X90N 等系列化高氮高强马氏体不锈钢。实现了 X30N 耐蚀性能与国外相当，接触疲劳寿命提升 1 倍以上，实现了 X60N 和 X90N 两种钢创新研发； 创新点二：开发了高氮高强马氏体不锈钢加压冶炼 PESR 增碳控氮技术，打通了 VIM+PESR 和 EAF+LF+VD+PESR 两条冶炼工艺流程，开发了“高温慢锻”、“低温快轧”热加工工艺，实现了高氮高强马氏体不锈钢工业生产； 创新点三：首次发现了高氮高强马氏体不锈钢中马氏体孪晶为疲劳起裂源的疲劳现象及机制，阐明了纳米析出第二相提高疲劳性能机理，开发了纳米析出第二相调控技术，显著提升了材料疲劳强度与疲劳寿命； 创新点四：完成了高氮高强马氏体钢的整体与表面抗疲劳热处理技术、丝杠副和轴承制造及考核验证等关键应用技术研究，开发出一材四状态处理和表面超硬化处理等热处理技术，实现了飞机机体轴承、航发动力轴承以及大型滚珠丝杠副国产化制造与应用。 项目研发的高氮高强马氏体不锈钢，不仅突破 X30N 钢的新型加压电渣冶炼难题，还创新研发出 X60N 和 X90N 等抗疲劳性能优异的高氮马氏体不锈钢。项目研制产品的冶金质量、耐蚀和疲劳多项指标领先国外同类产品。此外，国产高氮高强马氏体钢已列入国产大飞机 C919 和 C929 材料目录，具有在高端模具、医疗卫生及舰船等的推广前景。项目成果申报专利 16 件(授权 9 件)，发表论文 26 篇，形成企业标准 6 件。
2025156 高端汽车车轴用无缝钢管关键技术开发与应用 衡阳华菱钢管有限公司、中南大学、衡阳华菱连轧管有限公司//	本项目属钢铁材料加工制造领域。 高端汽车车轴用无缝钢管是汽车的关键零部件，但我国在核心技术和关键材料方面落后于国际先进水平，亟待创新发展。衡钢通过十几年的技术攻关，开发了高端汽车车轴用管系列产品，实现了高端汽车车轴用管的系列化、稳定化、低碳绿色智能化生产和制造，提升了汽车的工作载荷和安全性能。主要技术创新点如下： (1)高端车轴系列钢的成分设计。根据高端车轴用管服役性能的共性与特殊要求，提出了差异化设计成分并严格控制成分范围，得到面向多种严苛工程服役条件的 MZ400S、MZ410R、MZ530R、MZ450S、MZ530S 等系列钢材成分配方，生产的钢管在-50℃条件下的冲击韧性超过 100J。 (2)含 Nb 钢的无缺陷连铸技术。通过冶炼过程 Ti 含量(0.015-0.025%)的精准控制，在发挥 Ti 抑制表面裂纹作用的同时保证了热处理后性能稳定。结合微合金元素凝固过程析出特点，开发出连铸多段冷却制度，保证了铸坯进拉矫温度高于 970℃，减少了微合金析出，有效避免了铸坯横裂纹的产生。 (3)高精度轧管及方管成型关键技术。开发了汽车车轴控轧三辊定方装置，设计了辊槽交汇于方管孔型 R 角处的封闭孔型，轧制方管时变形区金属不会从

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	辊缝处流出，满足汽车车轴高装配精度要求；设计“连铸坯+穿孔+连轧+三辊定方”和“连铸坯+穿孔+周期轧管+四辊推方”工艺生产热轧无缝方管，实现圆管和方管生产的无障碍切换。通过对连轧机和定径机孔型进行有限元模拟和验证，改善了钢管内表六方的问题，使产品周向壁厚偏差不大于±4%。 (4)组织性能及尺寸精度一体化控制技术。开发了先进的温度-变形-冷却一体化调控技术并性能预报系统。降低轧制温度并提高终轧变形量和冷却速度，轧后钢管显微组织的晶粒度 10 级以上，最终实现材料的尺寸精度和组织性能的全长均匀性和稳定性，确保产品的综合性能。 本项目获授权专利 15 项，其中发明专利 9 项；参与制修订标准 5 项；发表论文 4 篇。近三年累计实现销量 17.7 万吨，销售额 8.9 亿元，产品广泛应用于 BPW(德国)、梅州 BPW、佛山永力泰、广东华劲、广东富华等多家知名车轴企业，实现了高端汽车车轴的国产化，解决了高端汽车装备与技术卡脖子的基础材料问题，显著提升了车轴企业的国际竞争力。 成果评价委员会一致认为“本项目成果整体技术达到了国际先进水平，其中，汽车车轴用方管热轧成型制造工艺和汽车车轴用钢性能指标均达到国际领先水平”。
2025166 航空发动机密封用高温合金箔材及封严件制备技术和应用 北京北冶功能材料有限公司//	航空发动机和燃气轮机是国防和民生的重大核心装备，其发展水平代表了国家的工业实力。封严结构是航空发动机和燃气轮机核心系统的关键密封部件。密封泄漏量减少 1%，推力可增加 1%，耗油率下降 0.1%；2018 年之前，我国封严件和高温合金箔材 100%依赖美国进口，航空发动机面临断供、停产和停飞的风险。2018 年中美贸易战期间进口箔材质量不合格，冲压开裂，无法成型，导致发动机停产。 项目之初，使用进口箔材制作的封严件在泄漏量、高温摩擦磨损、室温压缩回弹性能等明显落后于进口零件；在高温合金箔材方面差距更大，国内根本无法生产，是 0 和 1 的差距。主要原因一是缺少专用材料体系；二是冶金质量无法满足箔材制备要求；三是箔材强塑性不达标，尺寸精度、板型和表面质量差等，无法满足封严件使用要求。因此，迫切需要自主研发从高温合金箔材研制到封严结构件加工的核心技术，保障重大装备供应链的安全。 历经 10 余年，在国家和部委科技计划支持下，开发了高温合金纯净化熔炼、强塑性、板型和表面质量控制、密封件制造等关键技术，实现了高温合金箔材及封严件产业化和批量化应用。创新成果如下：1.研究了 GH3536 高温合金 C、B、W、Mo 等合金化作用规律，揭示了立方织构与碳化物控制的强化机制，实现了箔材强度与塑性协同提升，0.05mm 厚度箔材室温屈服强度 520～570MPa，延伸率 A≥20%，700℃高温抗拉强度 380～440MPa。2.开发了高温合金真空造渣脱硫和过滤挡渣等超高纯净熔炼技术，实现了单真空熔炼 O 含量 3～5ppm、N 含量 2～4ppm、S 含量 2～4ppm，D 类非金属夹杂物 0.5 级的超高纯净控制。3.开发了箔材低残余应力与表面质量控制技术，0.05*260mm 高温合金箔材水平翘曲≤0.15mm/m，表面粗糙度 Ra≤0.06μm。4.开发了蜂窝封严件高精度成型、钎焊连接技术，蜂窝封严件焊点穿孔率＜5%，0.8mm 芯格脱焊点＜1 个，保障了多种发动机型号的服役和重型燃机的国产化。 授权专利 17 项，起草国家和行业标准 11 项。评价专家一致认为该项成果达到“国际领先水平”。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	批量应用于航空发动机，市场占有率 100%。近三年累计生产高温合金箔材 331.09 吨，销售收入 1.42 亿；推广于 CJ1000、CJ2000 发动机、G50 和 300MW 燃机等，预计未来三年使用量将增加 50%以上，经济社会效益显著。
2025182 钛白粉双工艺耦合制备高品质富钛料关键技术及产业化 龙佰集团股份有限公司、河南佰利联新材料有限公司//	钛白粉是当今世界上性能最好的一种白色无机颜料，广泛应用于涂料、塑料等行业，已被纳入国家战略性储备资源。据统计，2023 年全球钛白粉需求量约 710 万吨，而我国钛白粉产量 419 万吨，我国已成为全球钛白产品主要生产基地和消费市场。目前钛白粉生产主要有硫酸法和氯化法两种工艺，氯化法具有产品质量好、自动化程度高、水耗能耗低、三废排放量少等优势，是国际主流工艺。但我国用于氯化法生产的钛资源极其匮乏，高度依赖进口(接近 100%)，严重制约了氯化法钛白粉的生产和推广。硫酸法产生大量污染，主要污染物为 20%以上废硫酸、大量的 20%以下酸性废水、处理废水后产生的钛石膏、硫酸亚铁等。 主要创新点如下： 1.开发了多元复杂钛精矿煤基回转窑高效固态还原系列关键技术。获得了还原煤反应活性、热工制度与钛精矿还原间的关系规律，揭示铝硅元素高温熔融回转窑结圈机理，建立了全窑高温还原操作制度，保证钛精矿入窑即可发生金属化反应，高温还原时间延长 30%以上，钛精矿还原过程易发生结圈的高 FeO 阶段窑内停留时间显著缩短，提高钛精矿还原金属化率和回转窑作业率； 2.独创了硫酸法废酸选择性除杂制备合成金红石技术及装备。阐明了钛精矿还原杂质溶出行为、钛精矿除杂富集机理，以硫酸法钛白粉废酸为浸取剂，选择性去除金属铁及少量的可溶性杂质 FeO、CaO、Al_2O_3 等，获得满足氯化原料要求的优质合成金红石，同时实现废硫酸 100%的回收利用，解决了传统硫酸法废硫酸难处理的行业难题； 3.首创了还原钛铁矿用于硫酸法钛白粉酸解钛液还原技术。明确酸解钛液钛液还原反应中铁钛元素反应变化规律，利用还原钛铁矿富含金属铁的特性，以 Ti3＋为标志，保证酸解钛液中 Fe3＋全部还原成 Fe2＋，保障后续生产钛白粉质量；同时还原钛铁矿中金红石不与酸解钛液反应，金红石得到富集，得到钛含量在 85%以上的合成金红石。 项目获得授权专利 13 件，其中发明专利 8 件。经专家评价整体技术达到国际先进水平。在龙佰集团建成了 48 万吨/年还原钛铁矿生产线和 30 万吨/年合成金红石生产线。2021-2023 年合成金红石产品共计实现产量 72.37 万吨，销售收入 54.74 亿元，利润 2.98 亿元，税收 5251 万元，经济效益显著。实现了硫酸法钛白废酸的全循环利用，有力促进了我国钛白粉行业的转型升级及上下游企业的健康发展。
2025185 航空精密刀具用粉末冶金超高合金高速钢的研发与产业化 江苏天工爱和科技有限	本项目属于金属材料的制备技术领域。 航空装备制造业作为系统高度集成、产业带动强的高端装备行业，对于国民经济和国防战略安全至关重要。随着现代航空制造业的发展，航空零部件大量采用钛合金、高温合金等难加工材料，高速切削过程中产生高温、剧烈摩擦和急剧振动，对切削刀具的可靠性提出严峻挑战。传统高合金高速钢刀具(10～20wt%合金、0.7～1.1wt%C)硬度和耐磨性不足，易发生崩刃、折断、过度磨损等异常失效，难以满足现代航空刀具对高效、超精密加工的迫切需求。超高合金高速钢(20～40wt%合金、1.1～2.5wt%C)具有优异的硬度、耐磨性和

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
公司、东南大学、江苏天工工具新材料股份有限公司//	热硬性，是新一代航空刀具材料的重点发展方向之一。但因合金含量接近工具钢合金化极限，超高合金高速钢生产十分困难，存在超硬/高耐磨与高韧性难兼容、成分偏析严重、加工塑性差等瓶颈问题。目前，仅奥地利伯乐、法国埃赫曼等少数欧美企业掌握超高合金高速钢粉末冶金生产技术，产品兼具高洁净度、超高硬度和高强韧性，垄断全球航空刀具用超高合金高速钢市场，国内相关产品至今空白。 项目承担单位-江苏天工爱和科技有限公司利用从奥地利 INTECO 引进国内唯一、最新第三代 8 吨级粉末冶金关键装备，联合东南大学，通过系统研究基于碳饱和度设计的超高合金高速钢成分控制模型、高纯超均匀高速钢粉末制备、高强韧粉末冶金高速钢致密化、高塑性高速钢组织双细化等关键工艺，突破粉末冶金超高合金高速钢生产技术瓶颈，率先在国内实现产业化。本项目打破西方国家对粉末冶金超高合金高速钢的技术封锁和市场垄断，摆脱关键基础材料被“卡脖子”的被动局面，增强自主保障能力，促进我国航空装备制造业的发展。 经权威机构检测，本项目产品氧含量，碳化物不均匀度及颗粒度、淬回火硬度、冲击韧性、抗弯强度等关键指标，均已达到奥地利伯乐同类产品水平。产品已应用于汉江工具厂、重庆工具厂等国内刀具龙头企业，制造的航空刀具质量性能优异，满足下游客户对航空刀具高精度、长寿命的要求，受到用户好评。
2025186 工程机械液压缸用精密无缝钢管产品研发及国家标准制定 徐州徐工液压件有限公司、上海交通大学、天津钢管制造有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、大冶特殊钢有限公司//	工程机械液压缸用精密无缝钢管产品研发及国家标准制定。 国家超大型风电、桥梁、钻探、超高消防对超大吨位起重机、大型矿用机械、大扭矩旋挖钻机、高米数消防车等工程机械提出了新的超大型化、极致轻量化需求，工程机械液压缸作为工程机械主机主要零部件，越来越向大口径、长行程、薄壁方向发展。为了解决国内超高强韧性冷拔材料的卡脖子技术难题及缺乏稳定量产的冷拔工艺问题，2021 年国标委下达了第三批国家标准制修订计划。本项目标准体系编号为 501.1.1。 基于国家战略驱动和市场需求，联合高校及国内钢厂成立项目组，以研发高强韧性材料及冷拔工艺为目标，完成高强韧性冷拔材料开发并制定国家标准，研发材料冷拔成形工艺，形成四个关键技术：(1)工程机械液压缸用超高强韧性材料开发与标准制定：开发超高强韧性薄壁冷拔材料 GJ850D，屈服强度≥850MPa。主持制定国家标准，建立材料型谱，为行业提出科学制造准则。(2)工程机械液压缸用冷拔材料高精成形技术：发明大口径高强厚壁管冷拔新工艺，解决高强钢冷拔难题；发明高强薄壁管缓冲冷拔技术，解决管尾急弯问题；发明低温强韧化热处理技术，同步提高强度和韧性，降低热处理能耗 40%。(3)基于数字化模型的钢管成形工艺优化技术：发明微应力冷拔成形仿真技术，获得高精度、高一致性仿真模型，相对误差≤8%，实现冷拔模具与工艺的改进；应用微压扁压力校直仿真技术，开发半包围型 180°压头工装，校直后圆度由 1mm 减小到 0.2mm。(4)工程机械大长薄壁缸体成形技术：发明消除内孔螺旋的冷拔技术，解决热轧无缝钢管内孔螺旋行业难题；研制亚洲最长冷拔设备，解决行业超长(L≥12m)、超大口径(ϕ≥300mm)冷拔制造难题。本项目及其核心技术达到国际领先水平，项目申请 PCT2 件；发明 12 项(授权 7 项、受理 5 项)；获中国专利优秀奖 1 项；徐州市专利金奖 1 项；授权实新 7 项；发表论文 8 篇；主持制定国标 2 项，团标 1 项。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	近三年，累计销售 30 余万支工程机械液压缸，新增销售额 12.7572 亿元，新增利润 2.829 亿元，新增税收 3189 万元，国内市场占有率达 90%以上。本项目的实施填补了大口径液压缸用高强韧性材料国内空白，材料利用率由 85%提高至 92%。产品成功应用在徐工集团起重机、旋挖钻等工程机械，替代进口，有力推动中国工程机械高端发展。作为产业链主，带动行业钢管年产量 300 万吨以上，有效促进下游钢管行业发展。
2025187 超纯净化低偏析高温合金制备技术及产业化 苏州集萃高合材料科技有限公司、江苏大学、中核苏阀科技实业股份有限公司、四川六合特种金属材料股份有限公司、江苏集萃先进金属材料研究所有限公司//	本项目针对航空航天、舰船动力、燃汽轮机、石油化工等领域用高品质高温合金的迫切需求，自主设计开发了多功能集成真空感应炉和成套超纯净化电渣/自耗重熔、难变形合金的高组织均匀性及超细晶热加工等系列工艺技术，开发了多种满足军民市场需求的超纯净高性能系列高温合金产品，部分装备和工艺实现了国外技术壁垒的突破，主要成果如下： (1)超纯净高精度真空感应冶炼装备与工艺控制技术。针对航空航天、核电用高温合金杂质高纯净、关键合金元素精确控制、电极缩孔开裂等共性关键问题，自主集成开发了多功能真空感应炉，包括快速脱 N、取样/粘渣、NiMg 喂丝、电加热/L 型中间包、塞棒、螺旋式水口等专用装置，以及 7 项具有自主知识产权的低成本高纯净联合创新工艺，开发的高温合金系列产品已达到[S]≤8，[N]≤20，[O]≤5ppm 的国内外先进水平。 (2)细晶和超细晶高温合金棒材制备技术。针对应用广泛的 GH4169 高温合金，通过对火次/道次变形量研究，应用八角锻、翻转交叉锻工艺、以及亚动态再结晶与温度梯度控制技术，开发出全部位细于 6、级差小于 2 级的高均匀细晶大型长材，性能指标达到国内外高级别航空航天技术要求。此外，国内首次研发了全部位细于 10 级的小规格长材制造技术。 (3)难变形和含稀土高温合金制备技术。难变形系列高温合金因合金化程度高，热加工窗口窄，极易出现表面开裂。本项目自主设计开发了自动包套保温锻造技术，通过调控温度场与应力场，显著降低了变形抗力并有效抑制了表面裂纹等缺陷。针对稀土烧损难题，研究了加入时机、方法和加入量，提出稀土氧化物控制重熔理念，实现了 La、Y 等稀土含量的精准控制。开发的高温扩散退火工艺，实现了碳化物形貌与分布调控，实现了热塑性的大幅改善。 本项目成功开发了如航空航天用 GH4169 等，燃气轮机用 GH5188 等，石油化工用 API6A718 等系列高温合金产品，解决了行业内某些牌号高温塑性或室温屈服强度偏低、大棒材全部位组织均匀性以及高强韧匹配性等难题，相关成果在苏州集萃高合、四川六合特材等公司实现了产业化应用。 本项目已授权发明专利 13 项，其中国际 PCT(美国)2 项，实用新型 8 项，发表学术论文 50 余篇，在航空航天核电等领域实现产品销售 4 亿多元，利税 3700 多万元。本项目成果拥有自主知识产权，突破了超纯净、高品质高温合金制造关键技术瓶颈，打破了国外技术封锁和产品垄断，对国家战略安全具有重要保障意义。
2025189 “复兴号”电力机车牵引及新能源车驱动电机用	在国家“双碳战略”推动下，电机技术革新成为促进节能减排、提升工业效率的关键。电机耗电量关乎能源利用效率与环境保护成效，因此研发高效节能电机成为业界共识。软磁材料作为新一代电机制造的核心要素，其性能的优化直接影响电机整体效率与能耗特性。高性能硅钢材料拥有优异磁性能，有助于电机运行效率提升、能耗减少，为实现绿色低碳可持续发展道路提供坚

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
高强度低损耗硅钢研制及应用技术 苏州英磁新能源科技有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、东北大学、内蒙古科技大学、沈阳工业大学、中车永济电机有限公司、中车大连机车车辆有限公司 //	实基础。这不仅精准对接了“双碳战略”中对于技术革新与环境保护的双重要求，更为我国乃至全球材料及电机行业树立革命性的标杆。 在此背景下，苏州英磁联合 7 家知名高校、企业，以电机用“软磁材料”为突破口，开展重大项目，致力于研制高强度低损耗硅钢材料。项目聚焦于“复兴号”电力机车牵引及新能源车驱动电机的核心需求，全力推动科研成果转化应用。 主要成果如下：(1)开发出高强度低损耗硅钢材料新技术，提出无取向硅钢高强度-低损耗和磁各向异性调控的新方法，突破降低铁损同时提高磁感应强度的技术壁垒，掌握高牌号电工钢冷连轧高效率生产关键技术，实现高效率批量稳定生产。材料的开发在国际上处于前沿地位；(2)开发出一套多物理场耦合软磁材料磁性能测试系统，国际首次实现力-热-磁多场耦合软磁材料磁性能精准表征，探明了服役条件下软磁材料磁性能变化规律，有效提高复杂因素影响下电机的建模精度，填补了相关测试领域空白。经鉴定该技术成果达到国际领先水平；(3)提出基于高强度低损耗材料特性的电机极限应用优化新方法，增加了电机输出转矩中磁阻转矩的占比分量，相对传统永磁电机磁钢利用率提升 3.5%，成功获得更高的转矩及功率密度同时扩大电机调速范围。经鉴定该技术成果达到国际领先水平；(4)研制出一款基于高强度低损耗硅钢材料的高品质电机系统，其材料与电机系统均在轨道交通(复兴号 CR450、和谐号 HXD3C、智能永磁直驱混铁车等)、新能源车(蔚来、吉利等)等交通领域实现成功批量应用。材料领域的进步与发展，为电力机车铸就世界领先的“中国动力”注入澎湃动能。 项目已授权发明专利 39 项，发表论文 13 篇，其中 SCI/EI 收录 7 篇。本项目产品已成功应用于鞍钢集团 ARIT 混铁车、中车永济电机有限公司 CR450 智能动车组、中车大连机车车辆有限公司 HXD3C 型电力机车、苏州英磁新能源科技有限公司航空航天电机，均获得良好反馈，电机性能优异，运行稳定，为企业技术革新提供有力帮助。近三年新增销售额 22.3 亿元。
2025191 取向硅钢动态高速在线激光刻痕关键技术与产业化 广州翔声智能科技有限公司、湖南宏旺新材料科技有限公司、武汉科技大学、鞍山钢铁股份有限公司、包头市威丰稀土电磁材	项目属于软磁功能材料制造技术领域。 我国输变电损耗占发电总量的 6.6%，是三峡电站年发电量的 4 倍。制造超高压、特高压及高能效变压器的基础材料——取向硅钢是电力传输中必需功能材料，其铁损是决定电力输配过程中电能损耗的关键。因此研发制造特高压及高能效变压器“心脏”用核心材料——具有超低铁损的取向硅钢，是我国西电东送和节能减排等国家战略的重大需求。 采用激光刻痕细化磁畴技术降低取向硅钢铁损是最有效措施。其技术原理是通过能量高度集中的激光束横向照射取向硅钢表面，使硅钢表面区域形成磁畴细化，降低硅钢铁损。项目组聚焦研发高速振镜二维扫描技术、激光运动高精度监控技术、一体化动态刻痕技术，研制相关生产线，高效降低取向硅钢铁损，助力节能减排。 主要研究内容如下：1.激光器和刻痕光斑多维可控高速振镜二维扫描技术。开发多模组激光器触发出光并行扫描技术，研发高速振镜二维扫描技术，率先开发基于刻痕光斑精准调控的无损涂层刻痕技术，可匹配机组运行速度最高达 210m/min，高于国外先进水平的 160m/min；实现 1300mm 宽板面的高速激光扫描，生产的硅钢表面无痕刻痕，优于国外的有痕刻痕。2.激光运动高精度监控技术。率先提出激光功率补偿算法，开发高速下激光能量稳定控

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
料股份有限公司//	制技术，激光功率控制精确度达±1%。研发高速下刻痕参数智能精确控制技术，刻痕深度、宽度精确度达±0.1μm。开发高速刻痕下激光运动控制系统，实时监控激光运动状态，优于国外设备无法实时监控刻痕状态，故障排除效率提升 100%。3.耦合高响应刻痕、稳定通板和在线除尘为一体的动态高速刻痕技术。在国内外首次研制出可适应不同产线结构的以光源、光路、电气、电控为一体的集成式在线动态高速激光刻痕装备，集高速刻痕技术、稳定通板技术、除尘技术为一体，优于国外的模块式分体连接刻痕装备。 项目获授权专利 11 项，受理专利 3 项，软件著作权 2 项，主持制定团标 2 项，发表论文 1 篇。项目率先研发国产在线高速激光刻痕设备已应用在鞍钢、太钢、包头威丰、湖南宏旺等 17 家取向硅钢生产企业，新建取向硅钢在线高速激光刻痕产线 22 条，近三年新增经济效益 15.6536 亿元。生产的取向硅钢产品铁损降低 10-16%。项目成果突破低铁损取向硅钢生产的“瓶颈”，国内新建取向硅钢产线不再使用同类进口设备。项目促进了我国钢铁行业高质量发展，为我国特高压及高能效输变电技术全球领先提供材料保障。
2025198 600MW 示范快堆核电材料一体化研制及工程应用 鞍钢股份有限公司、一重集团大连核电石化有限公司、钢铁研究总院有限公司、东北大学、中国原子能科学研究院//	我国核电发展确定了“压水堆-快堆-聚变堆”三步走战略，作为四代核电技术的快中子堆(简称快堆)是其中重要一环。快堆突出特点是以压水堆的乏燃料作为原料，在大幅提升核燃料利用率的同时实现核废料再生利用，它是我国核能科学发展、解决能源危机和减缓环境压力的重要途径。 本项目依托国资委第一期 2 项关键核心技术(1025)课题，经过持续攻关，成功解决 316H 奥氏体不锈钢、2.25Cr1Mo 耐热合金钢以及 SA-516Gr.70 低合金高强度钢三个钢种技术瓶颈。通过对 316H 的铁素体含量、晶粒度及晶间腐蚀；2.25Cr1Mo 的 J 系数、模拟焊后热处理后高温性能、带状组织；SA-516Gr.70 的正火及模拟焊后热处理两种状态后的高温性能等方面开展深入研究，取得重大技术突破，掌握关键核心技术，实现全面自主研发，综合性能高于国内外产品。建立完整核电用钢质量保证体系，产品成功应用于我国首座 600MW 示范快堆关键装备制造。 项目主要创新点如下：1.创新开发出奥氏体不锈钢铁素体组织控制、多阶段轧制和分阶段均衡热处理技术，实现了 316H 奥氏体不锈钢钢板铁素体含量小于 0.5%，晶粒度 4-6 级，晶间腐蚀满足 GB/T 4334 中 E 法要求。2.开发出 316H 奥氏体不锈钢板生产新工艺，产品性能稳定，屈服强度波动范围小于 20MPa、冲击韧性波动范围小于 30J。3.开发了转炉双联冶炼、电渣重熔生产高纯净 2.25Cr1Mo 耐热合金钢技术，优化了钢中 B、α-铁素体，改善带状组织；通过正火加速冷却得到 B+F(少量)组织，有效控制了模拟焊后热处理后的高温及室温性能。4.创新优化了控轧+正火工艺，通过细化晶粒和析出强化复合技术，有效控制了 SA-516Gr.70 钢板模拟焊后热处理性能。 经中国钢铁工业协会组织的科技成果鉴定，本项目达到国际领先水平并入选《中央企业科技创新成果推荐目录》、《辽宁省企业创新产品目录》。 本项目获授权发明专利 12 项，专有技术 1 项，在核心期刊发表学术论文 3 篇，项目团队被国资委授予“突出贡献团队”称号。 本项目 2020-2022 年累计完成推广量 2223 吨，新增利税 2.53 亿元，产品应用于我国首座 600MW 示范快堆 1、2 号机组关键装备(主容器、保护容器、中间换热器、蒸汽发生器及屏蔽装置等)，不仅解决了国家重点工程基础材料“等米下锅”难题，同时还标志着我国核电领域关键材料自主可控，为我国核

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	电材料自主化研发贡献了央企力量。
2025201 新一代某装备用高抗弹性钛合金中厚板制备关键技术及应用 成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限公司、燕山大学、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、鞍钢集团北京研究院有限公司//	本项目属于有色金属材料加工制造技术领域。钛合金是事关国防军工和国计民生的先进基础材料与关键战略材料，围绕新一代某装备对材料轻量化和抗弹性能的战略需求，高性能钛合金材料研制极其重要且紧迫。由于该材料使役环境的特殊性，国外进行严密的技术封锁和出口限制，导致我国某装备仍沿用钢或铝作为防护结构材料，不能满足新一代某装备的性能需求。为此，创新研究了高抗弹性钛合金材料的基础理论、工业级制备、工程化应用、标准体系建立等新一代某装备迭代升级的关键核心技术，历经十年攻坚，取得以下创新成果： (1)针对新一代某装备防护用钛合金静、动态力学性能与抗弹性能相互关系不明确的基础科学问题，创新性运用卷积神经网络法对微观组织和力学性能进行数理解析，国内首创某装备防护用钛合金性能设计数据库，建立钛合金静/动态性能与抗弹性能多维映射关系理论模型，形成高抗弹性钛合金的性能规范。 (2)针对新一代某装备防护用钛合金性能所需组织精细调控的关键技术难题，创新性提出“宏观变形协调+热处理相变调控”的技术思路，国内首创钛合金中厚板“多温域变形+高低温循环相变”的高精准组织调控技术，实现钛合金材料的组织精细化控制。 (3)针对钛合金中厚板组织均匀性控制和轧制过程表面开裂的行业共性问题，创新性提出“多向镦拔+径向宽展”的工艺思路，创建高抗弹钛合金中厚板制备多工序协同调控技术，实现板材厚度控制精度和成材率的显著提高，钛合金中厚板断面组织晶粒度极差由大于 3 级提高到 1 级以内，表面裂纹缺陷率由25%降低至 5%以内。 (4)针对新一代某装备轻量化和高抗弹性钛合金材料规模化稳定制备的工程化问题，突破高抗弹性能与轻量化矛盾的“瓶颈”，国内首发新一代某装备防护用高抗弹钛合金材料，防钢芯弹的板厚度减薄量≥2mm，单位面积重量比特种钢低 20.42%；防穿甲弹的板厚度减薄量≥3mm，单位面积重量比特种钢低 21.93%，满足了新一代特种车辆减重≥15%的轻量化设计要求。 项目成果经中国工程院毛新平院士等专家评价：“总体技术达到国际先进水平，其中均匀性控制技术居国际领先水平”。研究成果已实现工程化应用，近五年累计生产钛合金中厚板约 1786 吨，新增销售收入超 1.5 亿元，产品应用于多型全钛首台套某装备，打破了高端钛合金材料的国外技术垄断，满足了我国新一代某装备的发展要求，经济社会效益显著。
2025203 620~630℃超高参数汽轮机用系列耐热钢关键制备技术研发与应用 鞍钢集团北京研究院有限公司、钢	此项目属于高品质高端叶片钢开发和生产技术领域。 随着超超临界机组高参数大容量化和重型燃气轮机发电高效化，对叶片材料提出更高要求，然而高品质高端叶片钢因成分体系复杂、技术指标要求高，导致国产化过程中出现夹杂物超标、δ 铁素体含量超标、持久性能合格率低等系列共性问题。该项目围绕“超高洁净化”、“超低 δ 铁素体”、“持久性能稳定性”三大难题开展攻关，开发了 620～630℃参数超超临界汽轮机与重型燃气轮机叶片用钢成套关键技术。 项目主要具有如下创新性：(1)首创了攀长特电炉冶炼低 Si 低 Al 叶片钢工艺，形成了高端叶片钢超高洁净冶炼和易烧损元素精确控制技术，实现了[Si]≤0.05%、[Al]≤0.008%、[O]≤25ppm、非金属夹杂物 9 项之和≤2.5 级；易烧

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
铁研究总院有限公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司//	损元素 B 得到稳定控制，B 含量偏差由-0.007%～ + 0.012%提升至±0.005%。(2)形成了高品质叶片钢中 δ 铁素体控制成套技术，明确了抑制 δ 铁素体 Ni/Cr 临界当量比，掌握了电渣重熔低偏析仿真模拟预测技术，构建了热变形工艺参数与 δ 铁素体含量回归模型，建立了均质热锻拔铁素体消除技术规范，实现了系列叶片钢 δ 铁素体含量稳定≤2%。(3)揭示了高品质叶片钢持久断裂机理，形成了以调控 M23C6 与 Laves 为核心的“微合金优化-低偏析凝固-均质化形变-精确固态转变”全流程组织析出相调控技术，避免了大尺寸/聚集态析出相产生，有效调控了 M23C6、Laves 弥散分布，实现了系列叶片钢持久性能合格率提升≥30%，稳定在 95%以上。 获授权专利 15 件，其中发明专利 14 件，发表学术论文 15 篇，专有技术 13 件。该成套技术在攀钢集团江油长城特殊钢有限公司得到应用，实现了系列高品质高端叶片钢工业化稳定生产和国产化替代，近三年累计生产项目所涉系列高端叶片钢 11147.56 吨，技术降本创效 8705.74 万元，系列高端叶片钢在东方汽轮机有限公司等单位得到广泛应用，成功用于超超临界火电和国产首台 F 级 50MW 重型燃气轮机等关系国家能源安全等重大领域，服务国家“双碳”战略，社会效益、经济效益和生态环境效益显著。经鉴定，该项目具有自主知识产权，整体技术达到国际先进水平。
2025232 激光耐热刻痕取向硅钢制造技术开发与应用 宝山钢铁股份有限公司、钢铁研究总院有限公司、东北大学、吴江变压器有限公司、中国电力科学研究院有限公司、特变电工股份有限公司、宝钢工程技术集团有限公司//	本项目属于金属材料制造加工工艺技术领域。 耐热刻痕取向硅钢是高能效、低噪声卷铁心变压器的核心材料，也是落实我国双碳战略的关键性基础材料。与传统叠片铁心变压器相比，立体等卷铁心变压器具有节材、更低损耗和噪声等显著优势，代表了未来变压器节能环保的发展方向。然而，我国耐热刻痕取向硅钢长期依赖进口，严重制约了我国电力行业的绿色高质量发展。 在国家和公司支持下，经过近十年研发，项目取得了一系列独创性技术创新成果：(1)发现激光能量在晶格内传导的冷热均衡点，设计和定制专用超短脉冲激光源，避免刻痕金属残渣飞溅和边部凸起，实现表面质量可控；突破了激光刻痕效率最佳化技术，世界首创了超短脉冲激光耐热刻痕规模化生产新技术。(2)揭示了刻痕关键参数、基板特性及磁性能的相互关系，开发出基于 kerr 效应的磁畴结构设计与控制技术，实现了铁损降低约 10%，提升两个牌号等级，研制出 10 项新产品填补国内空白，其中 4 个牌号全球首发。(3)突破了飞秒激光动态连续微加工技术，改变了飞秒激光只能用于静态加工的限制，自主设计集成了全球首套激光耐热刻痕产线，形成了批量化生产能力。开发出刻槽深度快速检测及反馈控制系统、产线偏差(振动、跑偏、来料厚度)微米级控制技术，深度控制精度达到±1μm，线间距精度达到±0.5mm，质量稳定性达到 98%以上。(4)耐热刻痕取向硅钢新产品应用于立体卷铁心变压器，开发出服役磁性能测量系统和铁心工艺系数的量化表征方法，研究了复杂工况下谐波、噪声、损耗的关联规律，建立卷铁心退火三维温度场仿真计算模型，开发出完善的耐热刻痕产品用户使用技术，国际上率先制造出超一级能效变压器。 获发明专利 36 项(国际专利 19 项)，发表论文 9 篇，技术秘密 24 项，参与制定团体标准 1 项，企业标准 1 项。研制出 10 项新产品填补国内空白，其中 4 项全球首发，领先国际 1 个牌号；获中国宝武重大技术创新成果奖特等奖 1 项。项目成果建立起了我国耐热刻痕技术世界领先地位，中国金属学会评价

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	一致认为该项成果是一项独创性科技成果，达到国际领先水平。 产品批量制造高能效、低噪声立体卷铁心变压器，应用于北京国家速滑馆、雄安新城、杭州亚运会馆等重大标志性绿色工程。近三年，新增产值 13.28 亿元，新增利税 2.87 亿元；远销欧美等高端市场，出口创汇 4683 万元。推广应用将使我国配网年节电 900 亿千瓦时，经济与社会效益巨大。
2025251 高性能油气钻采用钢关键技术研究及产品开发 马鞍山钢铁股份有限公司、钢铁研究总院有限公司、南京迪威尔高端制造股份有限公司//	钻采设备(采油树、压裂泵、钻具等)是油气开采的核心装备，直接影响开采效率及安全性。我国油气对外依赖超过 70%，为降低油气对外依赖，国家提出了向深地、深水要油战略。该类钻采关键装备用钢的高强韧性、高腐蚀疲劳性能等核心技术均掌握在欧美发达国家手中，是我国未能实现深地、深水油气开采装备完全自主化的关键制约因素，亟待开发。 为解决油气钻采装备用钢“卡脖子”难题，围绕影响腐蚀与疲劳等关键因素，通过 10 年多“产学研用”联合攻关，开发的油气钻采用中高合金连铸圆坯成功替代 3～30 吨钢锭、部分替代电渣锭制造实心锻件；连铸工艺深水采油树用钢实现进口替代，产品出口到国际知名油服公司 FMC、GE、SLB 等。项目形成了具有自主知识产权的钻采用钢及装备制造等关键工艺技术，整体达到国际先进水平，部分达到国际领先水平。项目的主要创新点： 1.自主研发出高强韧与高耐应力腐蚀疲劳油气钻采用钢系列产品。基于中高合金钢，系统研究了大角度晶界和位错密度对腐蚀疲劳性能的影响，通过多元复合微合金化及热处理工艺创新，降低固溶强化和位错密度，实现了高密度大角度晶界与低位错密度共存，成功开发出高强韧、高耐应力腐蚀疲劳油气钻采用钢系列产品，产品强度提高 100MPa 以上，-60℃冲击功≥170J，应力腐蚀强度≥0.85*RP0.2MPa，具有强韧性匹配合理、高应力腐蚀疲劳等特点，达到国际领先水平。 2.自主研发出油气钻采用钢夹杂物精准改质与超纯净控制技术。采用铝一次性精准脱氧、高碱度超低氧精炼渣、钢水精炼中夹杂物固态化处理及 RH 夹杂物高效去除和精准钙及稀土复合处理等创新，实现油气钻采用钢高纯净度化、夹杂物小型化，夹杂长宽比 1～3 占比达 97.1%、DS≤1.0 级。 3.自主研发出油气钻采关键部件高致密度、高均质化控制技术。通过系统研究形成了亚包晶中高合金钢超大规格连铸坯无中心裂纹、缩孔的铸坯高致密度控制技术；开发了单道次大变形高致密度轧制技术，实现大直径(ϕ320mm)热轧圆钢替代模铸+锻造工艺；首创了大直径连铸圆坯两端压实整体大变形等高致密度、高均质化锻造技术，实现了大锻件芯部无缺陷，锻件探伤质量达到国标和欧标最高要求。 项目申请专利 15 件(PCT 专利 3 件)，获授权发明专利 10 件，实用新型专利 1 件，标准 4 项。近三年累计新增销售收入 25.579 亿元，利税 4.246 亿元。为我国油气钻采装备产业链打破国外垄断奠定了坚实基础。
2025254 变频压缩机用无取向硅钢关键技术研究及应用 马鞍山钢铁股份有限公	本成果涉及钢铁冶金及金属材料加工制造领域。 中国是全球最大的压缩机制造基地，随着国家双碳政策以及新能效标准的实施，提高压缩机能效比成为行业不断追求的终极目标。变频压缩机以其高效、节能、低噪音、低维护等优点，助力国家节能减排和可持续发展具有重要意义。为进一步提升电机效率，市场出现一种关节型电机，其定子为关节式结构，定子下线后再组成环形铁芯，点击效率可显著提升，但对原材料硅钢的磁性能、力学性能、加工性能提出了更高的要求。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
司、北京科技大学//	本项目针对关节型电机定子拓扑结构、铁芯可沿圆周方向直线展开的材料塑韧性要求、自动化快速嵌线、高的槽满率，低的绕组铜耗降低、高的电机效率要求，开发了对应的硅钢产品及关键应用技术，形成了具有自主知识产权的优良磁性能和良好强塑积的全流程制造关键技术。 核心技术创新结果如下：(1)通过先硅后铝脱氧合金及独特的钢包顶渣渣系抑制铝还原 TiO_2 的三位一体控钛技术，实现杂质元素 Ti≤10ppm，实现马钢高品质硅钢低 Ti 冶炼技术，满足高品质硅钢低铁损、高磁感、低磁各向异性对钢水低 Ti 要求。(2)通过“高硅低铝”合金设计理念，添加偏析元素 Sn，配合热处理工艺精准匹配，以及连退过程微张力和低残余应力控制技术，实现铁损 P1.5/50≤2.60W/Kg、磁感 B50≥1.70T，磁各向异性≤10%，屈强比≥70%，满足高效变频压缩机低铁损、高磁感、低磁各向异性的磁性能，以及高速冲裁过程对材料高屈强比力学的要求。(3)通过热轧 CVC 修边辊，以及 6 辊 UCM 单机架轧机工作辊辊形设计、辊系参数优化、二级模型轧制参数优化技术，实现横向同板差≤5μm，纵向厚度±1.5μm 的控制技术，满足独特拼接方式，以及双通道高速冲压工艺对材料板形的要求。 本成果开发的产品，在关节式电机生产企业实现批量供货。2019 年至 2023 年批量销售 5.85 万吨，销售收入 4.13 亿元，直接经济效益 1988.97 万元。马钢成为关节式电机生产企业硅钢原材料供应商，并获得“VE”提案奖和“最佳供应商”称号。 基于本成果申报发明专利 9 项，已授权 5 项、公开 4 项；申报公司技术秘密 7 项；申报企业标准 1 项。经安徽省经济和信息化厅鉴定，产品综合性能及技术水平达到国内领先。产品满足下游高端压缩机对高效无取向硅钢的需求，对适应国家节能的规定和压缩机提高能效的质量标准，以及国家节能环保、低碳减排政策做出重要贡献。
2025257 特殊领域换热器用高性能超纯铁素体不锈钢产品及关键技术开发 太原钢铁(集团)有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、钢铁研究总院有限公司、东北大学、中信金属股份有限公司、中北大学//	本项目属于金属材料技术领域。 超纯铁素体不锈钢具有导热系数高、应力腐蚀免疫、性价比高等优势，是换热器理想用材。本项目面向核电、热泵、滨海电站等领域用换热器自主化、高效化、大型化迫切需求，针对关键材料依赖进口及国内超纯铁素体不锈钢耐蚀性能不足、强韧性差、无中板制造能力等问题，历经八年科技攻关，开发出适合特殊领域换热器用系列高性能超纯铁素体不锈钢产品及制造技术，并实现了产业化生产和规模化应用，取得的创新成果如下： 1.开发了高钛(≥0.3%)超纯铁素体不锈钢全铝无钙高效脱氧冶炼技术，并适配高碱度三元渣系，实现了极低碳(≤100ppm)铸坯的超低氧(≤15ppm)稳定控制，冷板 B 类细系夹杂物≤0.5 级；揭示了微量铜抑制铁素体不锈钢点蚀扩展的作用机理，首次开发出超纯铁素体不锈钢微铜(0.05～0.10%)合金化技术；439 铁素体不锈钢点腐蚀扩展速率较国外同类产品降低 46.3%以上。 2.开发了高铬高钼含铌超纯铁素体不锈钢“高温终轧+低温卷取”的控温轧制工艺，并协同铌偏析控制技术，显著抑制热卷脆性相析出，韧脆转变温度降低 40℃以上，解决了热卷脆断难题；首创“再结晶退火+低温均匀化”双联退火工艺，解决了高板形质量和高抗晶间腐蚀匹配控制的难题；国际上首次实现了特殊换热领域用 445、446 铁素体不锈钢的规模化生产和应用。 3.率先提出了超纯铁素体不锈钢铌镍微合金化的高强韧设计思路，独创“低温终轧+细晶等轴热处理+低温消应力处理”的超纯铁素体不锈钢中板成套关键

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	制备技术，实现了世界最厚 20mm 规格 444 中板批量生产，中板室温强度≥485MPa、延伸率≥30%、冷弯无开裂。 项目申请发明专利 19 项，授权 16 项；发表论文 20 篇，共被引用 220 篇次；制订专用牌号供货标准 3 项。由毛新平院士组成的评价委员会认为该项科技成果“总体达到国际领先水平”。 近三年，项目累计生产特殊领域换热器用 4 个系列、11 种牌号的超纯铁素体不锈钢产品超 20 万吨，新增产值近 26 亿元。太钢作为核电汽水分离再热器用 439 冷卷、海水凝汽器用 446 冷卷、溴化锂热泵用 445 冷卷、444 中板产品的国内唯一供应商，打破国际垄断，产品批量应用于廉江、三澳、陆丰等三代核电和中石化天津南港 120 万吨/年乙烯项目、广东双水 600MW 热电联产等国家重点工程，为我国绿色环保关键装备国产化提供了材料支撑，经济社会效益显著。
2025259 高品质汽车装饰专用不锈钢产品开发及产业化 宁波宝新不锈钢有限公司、宝山钢铁股份有限公司、宝钢德盛不锈钢有限公司//	本项目针对汽车行业高品质汽车装饰专用不锈钢板带使用需求，通过对化学成分的创新设计和生产工艺的创新研究，开发出表面光泽度高、表面缺陷少、耐蚀性能优的汽车装饰亮条用高等级表面超纯铁素体不锈钢。所研制的新产品表面光泽度、表面缺陷发生率、耐蚀性能等明显优于国内外同类产品，且形成了成熟的全流程制造技术，具备了批量化稳定生产和供货能力，成功实现了对进口材料的国产化、高质量、高性能替代。 新产品的质量及性能指标提升点包括：(1)通过化学成分设计和冷轧技术新突破获得更高光泽度。产品表面光泽度可以达到 1200 左右，高出进口材料约 10%。(2)通过炼钢、热轧和冷轧技术新突破获得更低缺陷率。产品表面缺陷率能够控制在 2%以下，低于进口材料约 30%。(3)通过化学成分设计新突破获得更高耐蚀性。在不损失其它质量及性能的基础上，适当提高铬和钼等元素含量，开发出国际首发新产品 B436DM 不锈钢，其 CASS 盐雾试验耐受时间可达到 48 小时以上，高于现有材料约 50%，能够满足高端用户需求，用以替代铝合金材料(铝合金 CASS 盐雾试验耐受时间约 48 小时)。 本项目所开发的高品质汽车装饰专用不锈钢(牌号：B442D、B436D、B436DM 等)已通过大众、通用、福特、本田、丰田、日产、广汽、上汽、一汽、长安、东风、比亚迪、吉利、奇瑞、长城等核心汽车厂的技术认证，并已长期批量稳定使用。随着汽车产量的增长和市场拓展范围的扩大，销量还会继续增长。该产品的表面质量及耐蚀性能等实物质量都超过了国际先进企业的同类产品水平，打破了国外产品的长期垄断，为国内汽车生产企业大幅节约了材料成本和降低了采购风险。 目前宝武太钢集团是高品质汽车装饰专用不锈钢的国内唯一供应商，近 3 年来累计销量约 3.5 万吨，吨钢利润 6000 元以上，累计产值约 8.8 亿元，利税约 0.5 亿元，通过替代进口材料吨钢降本 1.1 万元，为行业 3 年累计降本 3.8 亿元，创造了突出的经济及社会效益。2024 年销量约 1.7 万吨，国内市场份额占有率约 85%，其余为进口材料，为近几年来宝武太钢集团宁波宝新公司最具盈利能力的支柱性产品。该产品的成功开发及大批量产业化，在钢铁和汽车行业解决了一个卡脖子技术难题，为国家高质量发展做出了贡献。本项目申请了 7 项发明专利、1 项企业技术秘密、1 项冶金行业产品技术标准，发表论文两篇。
2025311	“工业母机”核心功能部件是保障国产“工业母机”精度的基础，需要具备长寿

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
工业母机滚动功能部件用钢关键技术及产业化 江阴兴澄特种钢铁有限公司、南京理工大学、陕西汉江机床有限公司、南京工艺装备制造有限公司//	命、高精度、高耐磨等性能。研究改善现有滚动功能部件原材料及热处理工艺是提高滚珠丝杠耐磨性、精度保持性的关键。2021 年工业和信息化部《重点新材料首批次应用示范指导目录》“精密滚珠丝杠用调质银亮钢材”提出了明确要求。同年，兴澄特钢承接工信部重大短板装备专项工程项目，聚焦工业母机核心滚动功能部件“卡脖子”难题。 本项目立足于自主创新，开展了滚动功能部件专用材料冶炼、轧制及热处理技术研发、滚动功能部件失效机理与材料性能映射关系研究、滚动功能部件专用钢检验及评价技术研发工作。揭示了高精密工业母机核心滚动部件失效机理与材料性能映射关系，形成了以下科技创新： (1)针对兼顾工业母机滚动功能部件疲劳和加工性能匹配的要求，国际首创设计了疲劳寿命和强韧性相匹配的特种合金成分。通过中间包夹杂物流场控制、夹杂物益化变性控制、高渗透率各项同性控轧控冷、大压下轧制等技术，实现了滚动功能部件用钢满足[O]≤5ppm、[Ti]≤10ppm、DS≤13μm、宏观缺陷≤2mm/dm^3，疲劳寿命 L10≥1*107 的要求。 (2)针对加工精度，国际首创开发了预处理组织低畸变能控制技术。实现了丝杠材料热处理后最大伸缩量 0.169mm/m；成品导轨材料的珠光体球化率达到 95%。显著改善了钢材的抗热处理变形能力。 (3)针对可靠性验证，国际首创开发了新型特种材料专用高频探伤预处理技术及成品滚动功能部件疲劳寿命测试方法。实现了新型特种材料的水浸高频探伤准确检测；开发了等应力疲劳磨损测试评价、全周期分段步加策略的疲劳试验等技术与方法，使滚动功能部件疲劳试验周期缩短 50%以上，有效地缩短了滚动功能部件材料的工业化周期。 研制生产的工业母机滚动功能部件用钢在国内首次应用于航空航天高精度五轴加工中心的制造，助力完成了光刻机、空间站机械臂、北斗卫星导轨等国家重点工程的实施，成功解决这一领域的“卡脖子”难题，为我国高精密工业母机 100%国产化这一国家战略提供坚实基础。 本项目已获专利 38 件，其中发明专利 13 件(PCT 专利 1 件)，发表论文 5 篇，牵头制定行业团体标准 1 项。经中国金属学会组织的院士专家评价，项目成果总体达到国际先进水平，其中高频探伤预处理技术与加速疲劳试验方法达到国际领先水平。近三年内实现销售收入 7.7 亿元，获利润 1.7 亿元，具有极高的经济及社会效益。
2025314 特殊环境下高端装备用不锈耐热钢的研究与开发 大冶特殊钢有限公司、钢铁研究总院有限公司、华中科技大学//	本项目属于黑色金属制造业，涉及材料学、加工成形和热处理等领域。生产的高端装备能源用钢主要应用于我国新开发的深井和超深井以及 620℃以上超超临界火电机组的大规格锻材、大口径无缝钢管，是我国能源转型和低碳化发展亟需的卡脖子不锈耐热钢材料。 由于使用环境的变化，上述领域不锈耐热钢面临耐蚀能力和高温强韧性不足，生产周期长、效率低、性能不均匀，表面质量差的问题。针对以上行业痛点，开发利用 MX 相和纳米逆变奥氏体相界面强化抗氢脆和耐 H_2S、CO_2 腐蚀能力的新方法，三辊斜轧大口径中厚壁不锈耐热钢管生产工艺，大规格马氏体钢新型环保水介质淬火工艺，合金成分精细调控技术，快节奏高合金中厚壁无缝钢管生产技术，大口径超厚壁马氏体不锈钢轧制技术等，重点突破了产品性能不足，生产效率低的难题。 针对上述问题，项目组发挥产学研结合的优势。开展科学和技术问题研究，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	形成创新点如下：(1)首先阐明 MX 相，尤其是纳米级逆变奥氏体相界面提高抗氢脆性能和抗 H_2S、CO_2 腐蚀性能的机制，为成分设计和热加工工艺制定奠定基础；(2)独家研发以三辊斜轧代替热挤压工艺(国内外锅炉行业规定的现行工艺)生产大口径中厚壁无缝不锈耐热钢管，提速提质，为国际领先水平；(3)首创绿色水介质淬火工艺，打破现行国内外标准，实现大规格中厚壁管的深度淬透，迫使国际巨头更改了采购标准，形成国际领先的新技术，并推动了钢铁产业绿色转型；(4)揭示合金化与微合金化的机制，指导钢的窄带成分控制和精细化调控。融合“高标准冶炼+高精度轧制”技术，解决了高标准性能控制、表面质量控制两大难题。 实施形成的系列技术，已生产 5.6 万余吨产品，涵盖油气钻井用和高压锅炉用钢，取得显著成果，例如：Super13Cr 产品打破日本 Nippon 垄断格局，交付美孚石油；P92 应用于国能博兴 2X1000MW 电厂，实现进口替代，增强了中国制造的竞争力，新增产值 14.26 亿，新增利税 3.29 亿。 获专利 14 项，发表论文 4 篇。形成的新技术包括：利用 MX 相，尤其是纳米逆变奥氏体相界面提高抗氢脆和抗 H_2S、CO_2 腐蚀性能技术；合金成分精细调控技术；三辊斜轧中厚壁不锈耐热钢管生产工艺；大规格马氏体环保水介质淬火工艺；快节奏高合金中厚壁无缝钢管生产技术。这些新技术可应用于其它产品或提供优化参考，具有普遍示范意义。
2025315 新能源车用高品质系列特殊钢绿色智造和轻量化关键技术及应用 大冶特殊钢有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、东北大学、武汉科技大学、湖北汽车工业学院//	新能源汽车是中国在世界汽车工业领域换道超车的关键，其电驱系统的核心零部件直接决定了我国新能源汽车工业能否突破日本、西方等传统燃油车的围剿而走向全球。应新能源汽车的行驶安全、环保、舒适、低噪音以及长寿命的行业需求，其关键零部件需要热处理变形小、齿轮啮合度高。但传统的材料偏析重、淬透性波动大、纯净度差已成为限制新能源汽车行业发展的痛点，亟需在匀质化、纯净化、轻量化方面的突破。 本项目以新能源电驱齿轮零件用棒材和电机轴、同步器齿圈用无缝钢管为研究对象，在实施过程中攻克 5 项核心技术，实现 3 项关键指标的突破。 1.基于新能源汽车经济性、绿色低碳行业需求，通过高精度智造+新型热处理+低残余应力控制技术，采用无缝钢管直接加工代替圆钢碾环工艺制造新能源汽车同步器齿圈，实现零部件制造周期缩短 75%以上，材料利用率提高 30%以上，碳排放降低 40%以上，达到国际先进水平。通过高精度冷拉技术+热处理+表面处理技术，实现新能源汽车电机轴、传动轴产品空心化，降低零部件自重 15%以上，降低能耗 20%以上。 2.首创性使用稀散元素 Te 的夹杂物改性技术促进了钢中塑性夹杂物由细长形态向短粗形态转变，特别是 A 类细系夹杂物从 3.0 级下降到 2.5 级，而且尺寸为 5～10μm、10～20μm 的夹杂物数量从 63%下降到 33%。同时结合超低氧冶金控制技术，实现齿轮钢的氧含量均值 4.6ppm 的新突破，达国际领先水平。该项技术的 TL4521 材料生产的齿轮零件已顺利通过比亚迪的疲劳测试，较传统的零件寿命提升 10%。 3.针对传统齿轮淬透性带宽大，热处理变形大等难题，突破新能源低碳 MnCr 系齿轮钢的淬透性公式计算带宽 J9≤2.5HRC 关键技术，减少后续渗碳淬火的热处理变形。同时在匀质化、绿色低碳方面开发了先进的高温加热和控轧控冷技术，消除带状组织。等温球化退火关键技术较传统球化退火时间缩短了 50%，球化率提升了 3%。采用 Nb-Ti 微合金细化晶粒技术，突破了 980℃真

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	空渗碳 6h 的细晶粒齿轮钢。以减少或杜绝新能源齿轮钢在高温渗碳过程中的晶粒粗化现象，缩短了渗碳时间 50%，提升生产效率。 本项目打造了国际先进新能源汽车特殊钢基地，引领汽车行业轻量化、绿色低碳技术发展方向，提升了我国新能源汽车民族品牌在国际市场的整体形象和竞争力。本项目形成发明专利 8 项，实用新型专利 4 项，论文 4 篇，近三年共新增销售额 15.15 亿元，新增利润 1.15 亿元。
2025320 海洋油气输送用高强韧管线管关键制造技术与产业化应用 天津钢管制造有限公司、天津大学//	本项目属于金属材料加工制造工艺技术领域，是针对海洋石油天然气输送用的高强度(X60QO 及以上)、高韧性(冲击功 200J 以上)无缝管线管的制造技术与产业化应用。 随着陆地油气资源开采枯竭，勘探与开发已走向海洋，并逐渐朝着深海进军。出于安全考虑，海洋油气输送用管线管首选高钢级无缝管线管。按海洋管线管铺管方式分，主要有 S-Lay 型铺设、J-Lay 型铺设和 Reel-Lay 铺设三种。国内常用的铺管方式为 S-Lay 型铺设，国外浅海常用的铺管方式为 S-Lay 型铺设，深海常用的铺管方式为 Reel-Lay 铺设。从浅海到深海的海洋油气勘探开发需要大量的高强高韧海底管线管，为满足国内深水、超深水海洋油气安全高效开发的需求，设计开发了大口径、厚壁高强韧的 X60QS/X60QO、X65QS/X65QO 钢级海底无缝管线管产品及适合 Reel-Lay 铺设的具有抗大应变能力的海管。目前为止，天津钢管为国内唯一一家实际批量供应 Reel-Lay 海管管线管的企业；所开发的全球最大口径的厚壁深水无缝管线管应用于水深 1000 米的国家重点工程“深海一号”二期工程。 主要技术创新点：(1)提出了深水油气输送用大口径、大壁厚无缝管线管的低碳、低碳当量及 V+Nb 的微合金化钢设计方法，解决了大口径连铸坯表面缺陷、夹杂物控制难题，开发了适合海洋环境的高强韧管线管系列产品，具有强度高、低温韧性好、抗腐蚀性能好、可焊性好等特点。(2)开发了海洋油气输送用绕管的全流程制造技术，针对绕管用的抗大应变管线管，通过钢种重新设计，解决了应变时效脆化难题，提高产品抗大应变能力。形成了试验室小试样管材级和整管级应变时效评价方法，替补了国内空白，产品首次应用到国外北海项目。(3)开发了大口径厚壁无缝海管的焊接工艺和接头性能的精准评价方法，构建了管道断裂、疲劳损伤和应变评估体系。 项目获授权专利 10 项，标准 1 项，发表文章 9 篇。产品在国内外的浅海到深海项目均有成功应用，其中抗大应变的绕管产品成功应用到马士基北海项目，深海管线管成功应用到“深海一号”二期工程国家重点工程项目。此项目在实施后近三年生产累计供货 28.74 万吨，实现销售收入 27.73 亿元，新增利税 7.16 亿元。
2025321 深井项目用高端特殊扣产品研发及产业化应用 天津钢管制造有限公司 //	本项目属于油气资源勘探开发用石油专用管领域，涉及到特殊螺纹接头的结构设计、整管评价试验以及精密加工和测量相关学科。 深层、超深层油气资源占全国油气资源总量的较大比例，加快深层油气勘探开发是保障国家能源安全的必然选择。然而，深井、超深井钻探过程中面临着高温、高压、复杂地层等诸多挑战。但许多传统的 API 规格、扣型套管在复杂环境下会发生密封失效、变形破裂、腐蚀脆化的情况，引发井喷等严重的后果。 项目围绕国家深地工程中石油万米深井项目、国外大油公司深井项目，聚焦 4000 米以上深地、深海油气井研发了一套适用于深井钻探的高端特殊扣解决

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	方案，其中解决了螺纹加工、表面处理、测量工艺、油田现场拧接使用等难点，攻克了国外对于油套管特殊扣接头的卡脖子难题。 主要创新点包括：(1)研发了一套深井、超深井用高连接强度、高气密性、易操作的特殊扣接头结构；通过螺纹、密封等主要参数计算和有限元模拟分析，优化接头结构，使接头的抗外压效率、抗内压效率、压缩效率、拉伸效率均达到 100%管体强度；设计了台肩和螺纹优化结构，提高螺纹上扣效率 50%以上。(2)研发了一套深井、超深井用特殊扣整管评价试验技术。建立了深井、超深井用全尺寸高性能管柱评价试验方法，包括腐蚀环境测试、共振弯曲疲劳加复合载荷测试；根据具体井况完成了不同公差过盈配合的上/卸扣试验、复合力试验、极限承载试验等全体系评价试验，外径规格涵盖了60.32mm-635.00mm。(3)形成了一套深井、超深井用高性能特殊螺纹加工控制方法。开发了一种渐变齿宽螺纹测量装置及测量方法，用于测量楔形螺纹结构；开发了一种接箍密封面直径的测量装置，用来测量接箍的密封面直径；开发了一种可定位的螺尾测量规，用来优化螺纹尾部测量精度。同时通过测量控制螺纹加工公差，优化加工控制，使得大批量生产合格率达到 90%以上。自 2016 年起，天津钢管制造有限公司针对国内外深井、超深井具体井况开展了深井、超深井用特殊扣研究工作。本项目在 2022-2024 近三年共生产深井项目特殊扣合同 62.38 万吨，合计利润 180079.25 万元。同时天津钢管自主研发特殊扣国内市场占有率达三分之一以上，改变了国内特殊扣依靠进口的局面；开发的高钢级、高性能特殊扣管柱通过减小壁厚、无丝扣油技术积极相应国家低碳绿色号召，为全球能源行业的可持续发展贡献力量。
2025325 重卡商用车曲轴高疲劳、高磨削性能关键技术开发及产业化应用 南京钢铁股份有限公司、天润工业技术股份有限公司、北京科技大学//	本项目属于钢铁冶金与金属材料技术领域。 2021 年起，全国范围内推行实施汽车国六排放标准，要求一氧化碳排放量降低 50%，这对重卡商用车发动机提出更高要求，必须提高动力转换效率，输出更高功率和扭矩，从而降低油耗，达到节能减排目的。曲轴是重卡商用车发动机动力转换系统的最核心部件，其在服役时承受较大弯曲和扭转载荷，失效形式为疲劳断裂。钢材必须具有更高的疲劳性能，满足国六发动机高爆压需求。目前我国重卡商用车曲轴用钢材综合性能无法满足高疲劳强度曲轴制造的需求，且与国外先进水平存在较大差距，阻碍了我国重卡商用车转型升级的步伐。 《中国制造 2025》明确提出“提高汽车零部件制造水平，包括曲轴在内的关键零部件”，作为曲轴用钢材制造企业，南钢积极响应国家政策以及助力新标准实施，联合高校与下游用户，针对重卡商用车曲轴高疲劳、高磨削性能关键技术开发及产业化应用立项研究，相继完成了高强韧钢的成分设计、高纯净钢冶炼技术、高均质化连铸技术、硫化物形态控制技术、曲轴磁痕控制技术、曲轴磨削烧伤、磨削裂纹控制技术等关键技术研究。 通过近几年技术攻关，在高疲劳性能、高磨削性能曲轴用钢材的系列化研发、工业化生产、应用评价等方面实现创新性突破，解决了系列关键性难题，填补多项国内空白，形成的主要成果如下：1.含 S 曲轴用钢全流程的纯净度控制技术，采用出钢保碳、出钢深脱氧、真空前提前进行 Al、S 调控、弱 Ca 处理或非 Ca 处理等措施，非调质钢宏观纯净度及可浇性明显提升，纯净度达到行业领先水平。2.创新的“成分均匀性控制-非金属夹杂物控制”全流程的磁痕控制技术，圆钢横截面碳极差≤0.03%，硫化物由原来长条状 MnS 处理为

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	球状及纺锤状，实现曲轴零磁痕控制。3.开发了全流程磨削烧伤、磨削裂纹控制技术，可以实现无磨削烧伤及裂纹，满足平均 15 分钟磨一支，连续磨 15 支无磨削烧伤及磨削裂纹，达到行业领先水平。4.行业内首次建立“磁力、应力、疲劳”三位一体的磨削烧伤量化评价体系，建立了巴克豪森噪声值与残余应力、疲劳强度三者的映射关系，确定磨削烧伤等级，保证曲轴表面质量及疲劳性能满足要求。 2021-2024 年，重卡商用车曲轴用钢累计实现销售收入 29.1 亿元，效益 22694 万元；开发出高速磨削技术，累计降本增益 5000 万元。产品应用到一汽、陕汽、重汽、东风、上菲红等国内顶尖重卡商用车企业，市场占有率国内领先。
2025327 新能源汽车用三代高疲劳强度轮毂轴承钢关键技术开发及应用 南京钢铁股份有限公司、重庆长江轴承股份有限公司、南京工程学院//	项目属于钢铁冶金与金属材料技术领域。 鉴于新能源汽车在启动加速性能、静音性能以及工况稳定性方面的要求较高，同时对续航里程追求导致电池重量增加，使整车载荷上升，对轮毂轴承材料的接触疲劳强度和组织均匀性提出了更为严苛的要求。随着我国新能源汽车产业的迅猛发展，急需开发高强度疲劳轮毂轴承钢以满足材料需求的升级。 项目专注于汽车轮毂轴承用高品质特殊钢材料的研发，通过整合产业链的协同效应，与重庆长江轴承股份有限公司、南京工程学院合作，针对轮毂轴承钢高纯净度、高均质化、组织超细化等技术难题开展研究，以生产出满足新能源汽车轮毂轴承需求的产品。 本项目的创新点包括：1.通过热力学与动力学理论的结合，并结合工业试验，创新性地设计适用于轮毂轴承的精炼渣系。同时，对 EAF-LF-VD-CCM 全流程进行夹杂物演变分析，明确不同工序中夹杂物的演变机制及控制策略，实现对微观夹杂 A+B+C+D 类≦2.0 级、DS≤0.5 级的稳定控制。2.结合数值模拟与水模拟技术，对中间包内部稳流器、挡墙结构进行优选，创新性地模拟中间包内夹杂物的运动轨迹及去除效率，结合工业试验验证，形成符合超纯净钢要求的中间包结构和水口结构设计，确保宏观夹杂物合格率达到 99.5%以上。3.创新性地设计基于高晶粒度的 Al、N 成分组合，结合连铸大压下量均质工艺以及低温控轧+控冷+控锻造集成技术，实现了 AlN 第二相的均匀弥散析出和单颗尺寸控制，使下游用户锻造后无需进行正火工序，实现冶炼-轧制-锻造细晶粒度技术的集成，达到奥氏体晶粒度≧8 级，铁素体晶粒度≥5 级。4.在二列滚珠轮毂轴承结构的基础上，优化设计为三列滚珠结构，以提高轴承的承载能力。采用三层感应段在轴承端面上的投影错开设计进行淬火，有效提升加热效率和加热均匀性，并配合扭矩在线检测技术，增强轴承钢在使用过程中的稳定性和使用寿命。 围绕项目申请专利 20 件，其中发明专利 16 件，发表论文 3 篇；通过江苏省新产品鉴定，达国际先进水平。2022-2024 年，南钢高等级轮毂轴承钢累计销量达到 17 万吨，其中新能源车用途占 10 万吨。南钢轮毂轴承产品已供应至国际知名轴承企业 Schaeffler、NSK、JETKT 以及国内企业长江轴承、常州光洋、万向精工、人本轴承、洛阳 LYC 等，产品广泛应用于奥迪、宝马、比亚迪、长城、华为、小米、吉利、蔚来、理想等国产新能源汽车品牌，产品综合竞争力在行业中处于领先地位。
2025342	以不锈钢为代表的耐蚀金属材料由于其优异的耐腐蚀性能，兼具良好的耐高

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
不锈钢耐蚀性调控关键技术及工程应用 北京科技大学、山西太钢不锈钢股份有限公司、鞍钢联众(广州)不锈钢有限公司、山东泰山钢铁集团有限公司//	温性、力学性能等。在海洋、石油化工、交通运输等多个领域中得到了广泛的应用。本项目系统研究了多种类型不锈钢环境腐蚀机理及钝化膜稳定性调控技术，提出了基于环境失效机理的不锈钢显微组织调控新理论，探索了不锈钢腐蚀失效过程中环境因素对元素、夹杂物、显微组织以及晶体特性等的影响规律，并将这些规律与冶炼、轧制、热处理和酸洗等生产工艺密切结合，从而实现不锈钢产品在强韧性和耐蚀性方面的同步提升。 主要内容：(1)多重环境耦合作用下不锈钢腐蚀电化学机理与规律创新；(2)基于环境特征的不锈钢耐蚀性调控技术创新；(3)不锈钢显微组织均匀性与耐蚀性协同调控技术创新；(4)基于不锈钢服役环境腐蚀评价技术及创新；(5)不锈钢耐蚀性优化、高品质新钢种研发及其工程应用。 项目特点：(1)理论创新。在奥氏体、铁素体、马氏体和双相不锈钢在多种环境中腐蚀规律与机理的若干创新研究基础上，原创性提出了不锈钢钝化膜的环境稳定性机制与评价技术，率先利用该技术研究了不锈钢腐蚀起源的微纳尺度机理及其对耐蚀性综合作用的影响，在国际学术前沿取得了突破性进展；(2)技术创新。发明了基于环境特征的不锈钢显微组织调控新技术，探索了环境因素对显微组织结构、晶体特征、夹杂物、析出相的作用规律，从而实现了服役环境-耐腐蚀性一体化调控新技术；(3)实用性。将上述创新研究结果与冶炼、轧制、热处理和酸洗等工艺相结合，在太钢不锈钢、鞍钢联众不锈钢、泰山钢铁等国家重点企业中得到有效应用和验证。 项目发表 SCI/EI 论文 171 篇，他引总数 6265 次，出版专著 1 部，制定国家/行业标准 4 项，2 项成果被鉴定为国际先进成果，1 项被国外同行评价为世界领先，获得国家发明专利 12 项，培养博士生 10 名，获国际奖项 1 项；实现了具备优良耐蚀性能的超纯铁素体不锈钢、超级奥氏体不锈钢、双相不锈钢、马氏体不锈钢等高品质不锈钢的稳定化大批量生产；新型不锈钢应用在核电、海洋装备等国家重要工程与装备以及汽车、建筑、重工业等领域。系列化的高品质不锈钢近三年销售量超过 180 万吨，新增销售额 160 亿元，利润超 13 亿元，产生了巨大的经济效益和社会效益。
2025345 基于增材制造的材料高通量制备技术及其应用 北京科技大学、北京三帝科技股份有限公司//	长久以来，新材料的研发基本沿用试错法，经过反复的试错实验摸索，才能探索到一种新成分与制备工艺，研发及市场化进程长期受制于材料研发过程复杂、效率低、成本高等问题，严重滞后于产品的设计，已成为新产品研发的制约瓶颈。项目基于材料基因工程的理念，提出了材料高通量制备新方法，可显著加速新材料研发进程，同时为梯度功能材料制备提供了一条新的技术途径。 主要发明点如下：1.提出了基于梯度铺粉的 SLM 材料高效率制备原理，发明了材料高通量制备新方法和装备。重点理清了不同密度粉末颗粒梯度铺放运动行为，揭示了连续梯度粉末冶金致密化机理，掌握了大尺寸梯度部件形性控制，为基于增材制造的材料高通量制备奠定了理论和技术基础；2.发明了连续梯度储粉、铺粉机构与系统，实现了两/多相全比例梯度粉层的稳定铺放，元素成分控制精度优于 0.1wt.%/mm；3.针对粉层物性-激光参数耦合适应难题，研发了可变激光扫描控制技术，实现了梯度粉层冶金致密化过程控制；4.实现了多相材料三维梯度 SLM 系统的工业化制造，样品尺寸可达 100mm，可一次性制备具有不同成分配比的金相试样数量 1000 个以上，拉伸试样 200 个以上。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	项目核心技术获得中国与美国专利授权，并通过专利许可在北京三帝科技股份有限公司实现技术转化，开发了材料高通量制备商业化装备。该装备先后获得 2019 年“荣格技术创新奖”、2021 年“全国铸造装备创新奖”，被包括大连理工大学、山东理工大学、辽宁材料实验室在内的多个单位购置，被中国日报、中央电视台等主流媒体报道。基于该装备，对高铁用摩擦材料、钛-钽生物医用合金、新型高熵合金、增材制造专用高强铝合金等材料成分进行优化，开发了多种新型合金牌号，实现了材料性能提升，并在关键领域获得了应用。为我国国防战略装备和新型航空发动机研发，研制了钛-钽梯度飞片、镍基高温合金-不锈钢梯度材料航空用高/低温连接件等关键构件。 授权中国发明专利 21 件，美国专利 2 件，发表论文 25 篇。中国有色金属工业协会组织包括何季麟、丁文江、聂祚仁、刘正东 4 位院士在内的 7 位专家对该成果进行了评价：“项目技术整体达到国际先进水平，在高通量制备效率、连续梯度成分控制及成形试样尺寸方面达到国际领先水平”。近三年，项目成果新增销售收入 50556.92 万元，净利润 7883.54 万元，社会和经济效益显著。
2025346 新型耐热合金研制及其精密管材制备关键成形技术与应用 北京科技大学、江苏武进不锈股份有限公司、湖州永兴特种不锈钢有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、上海锅炉厂有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、中国大唐集团科学技术研究总院有	本项目属于金属材料加工制作工艺领域。 主要内容：(1)材料研制：针对 TP347H、Super304H 和 HR3C 三种合金的性能不足，北科大提出多相复合(MX+富铜相+NbCrN)强化奥氏体基体新思路，得到综合性能更为优异的新型耐热合金 SP2215。(2)产品工程化：前期北科大参与国家重点攻关课题，重点研究长期时效下富铜相在 Super304H 及试验钢种中的析出强化机制、析出长大规律等，并申请国家发明专利，后期由永兴特钢制坯，武进不锈制管，获国家发明专利授权。(3)产品验证及应用：东方锅炉、上海成套院、大唐电力研究院等对比测试了 SP2215、S30432、TP310HCbN 长期时效过程中的力学性能和组织稳定性；全面测试了 SP2215 各项理化性能、焊接性能、抗蒸汽氧化性能等。 项目特点：基于材料研制、产品工程化、产品验证及应用，开展 SP2215 合金全流程研究，实现新合金研发基础研究至应用替代的最终目标。(1)SP2215 具备优良的室温和高温力学性能，综合性价比优于国外 HR3C 和 Super304H。每台超超临界机组采用 SP2215 替代 HR3C 可节约 360～480 万元，同时降低了管道壁厚和结构重量，可大幅降低温度和负荷快速波动造成的疲劳损伤应力，从机组全寿命期考虑，每台机组减少 3 次爆管事故，减少受热面换管改造费用，间接经济效益超 2000 万元。(2)打破国外技术垄断，具有我国独立自主知识产权。SP2215 可实现对国外同类合金 HR3C、Super304H 等的替代，为我国电力行业的材料安全提供了有力保障。(3)具备强劲有效的科技支撑。项目受到国家自然科学基金重点项目、面上项目、工业和信息化部、国家发改委支持重点方向等的支持，项目实施以来授权相关发明专利 14 项，发表论文 30 篇，经鉴定成果水平达到国际领先水平。 应用推广：发布了 SP2215 合金团体标准 CISA 006-2019，通过了全国锅炉压力容器标准化技术委员会评审，先后被纳入 NB/T 47019.3、GB/T 38804-2020、GB/T 5310-2023 等国家标准。目前合金已成功用于国能北仑电厂、蔚州能源等公司的锅炉以及克雷登热能设备(浙江)公司的蒸汽发生器中，服役状态良好。湖州永兴特钢及江苏武进不锈等公司应用“新型耐热合金研制及其精密管材制备关键成形技术”实现 2019-2024 年新增产值 665730.00 万元，2024

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
限公司华北电力试验研究院、苏州热工研究院有限公司//	年创收外汇 131 万元。
2025347 高服役安全深海导管架用 420/460MPa 级特厚钢板关键制造技术与工程应用 北京科技大学、江苏沙钢钢铁有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、阳江合金材料实验室//	本项目涉及深海导管架用特厚钢组织调控理论与关键技术研发，属于新材料应用基础研究及工程应用领域。 深海油气高质量开采是我国能源安全战略的重要保障。导管架平台具有成本低、甲板面积大、高可靠等优点，是深海油气开采首选。项目之初，国内外导管架主要采用传统 355MPa 钢。随着导管架水下高度达到 300m 级，若采用 355MPa 钢，其总重远超我国最大海上安装船 HYSY229 吊装能力，成为制约我国深海导管架平台建设“卡脖子”难题。同时，巨涌、洋流等恶劣环境对导管架服役安全提出了严苛挑战。研发 420MPa 级以上高韧性、高 CTOD、易焊接特厚板，既是深海导管架减重化安装的必要前提，也是其安全、稳定、可靠服役的保障。 针对深海导管架用 420/460MPa 级特厚板心部性能差和质量管控难等关键技术问题，系统开展了全流程关键工艺和数字化质量管控等成套技术研究，成功应用于我国深海油气开采重大工程。 主要创新点如下：1.揭示了 420/460MPa 级 100mm 厚钢板 HAZ 低温 CTOD、冲击控制机理。系统阐明了焊接热影响区偏析组织演变规律，明确了因偏析带状组织中 C、Mn 富集而提高微区淬透性并诱发孪晶马氏体形成是导致 HAZ 全尺寸 CTOD、冲击和疲劳性能恶化的根本原因，提出了高服役安全特厚板组织控制原则。2.开发了低偏析高均质特厚板组织细化强韧化技术。创新了基于机器学习的特厚高强度钢板合金设计，形成了“弱电搅+高二冷”低偏析连铸控制和大变形轧制改善带状组织技术；阐明了初始组织对奥氏体化晶体学的影响规律，开发了特厚板连铸-轧制-热处理全流程多相多级精细组织调控技术，解决了特厚板心部组织细化和韧性不足难题。3.阐明了特厚板焊接组织晶体学调控及韧化机制。明确了合金元素、热输入量和层间温度等对 CGHAZ 晶粒与相变晶体学及其低温 CTOD 性能作用机理，发展了特厚板焊接物理冶金晶体学理论。4.构建了特厚板质量数字化管控体系并成功实现工程应用。开发了关键工艺节点数字化管控专有技术，构建了特厚板焊接 CTOD 及全截面硬度数字化管控体系，实现了 100mm 以上 420/460MPa 钢稳定生产，其中 100mm 厚钢成功应用于“海基二号”。 项目获授权发明专利 15 件，软件著作权 2 项，参与制定国标、团标各 1 项，经中国金属学会组织院士专家评价，整体达到国际领先水平。近三年新增销量 106.2 万吨，新增产值 58.3 亿元，新增利税 6.7 亿元，社会经济效益显著。
2025020 料场与烧结智能一体化管控技术的研发与应用 唐山钢铁集团有限责任	科学技术领域：冶金信息化、自动化。 在钢铁行业料场烧结领域，因其工艺参数多变且各环节关联紧密且具不确定性，传统方式难以达成高效智能化生产，数学建模与优化调控挑战重重。为此，唐山钢铁集团有限责任公司联合唐钢国际工程技术有限公司以唐钢新区为依托，开展了针对钢铁料场烧结智能化的深度研发及应用工作，成功打造了行业智能化转型的典范案例，主要创新成果如下： 基于数字孪生的料场烧结智慧管控体系：创新性地构建与实体完全匹配的虚

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
公司、唐钢国际工程技术有限公司 //	拟料场烧结模型，整合全生命周期数据，遵循数字化全流程路线，打造智能管控基石。在生产、调度、设备运维等多领域实现精细化服务，精准模拟各环节，优化原料与生产流程，降低成本。 智能化料场集成管控技术突破：实现料场智能化集中控制与协同生产，创建优化的物料网络与调度机制，达成堆取料无人化作业及全流程物料精准管控。确保物料高效流转，提升供料系统作业率 20%，稳定混匀料成分，加强上下游协同，减少错发漏发等问题，为烧结提供优质原料保障。 基于 AI 算法的烧结成本与质量双优模型：凭借大数据分析与智能算法，整合海量数据构建深度成本计算与质量优化模型。筛选最优配料，动态调整配比，稳定混匀料质量，降低原料成本超 3%，减少因原料波动导致的生产故障停机，提升烧结矿质量指标。 烧结智能工艺过程精准控制系统：融合多领域技术挖掘工艺参数潜在规律，以先进算法实现生产结果预测与参数精准调控。提升烧结矿强度、还原性等指标，降低粉末率与返矿率，使烧结机利用系数提升 0.14，返矿率降 3%，碱度稳定率升 4.12%，燃耗降 0.32kg/t，提升作业率与产量。 料场烧结大数据综合应用平台：运用分布式技术采集处理多源异构数据，挖掘数据价值用于库存管理、智能控制与环保减排。实现无人化作业全覆盖，提升料场与烧结综合效能，如在脱硫脱硝中精准预测浓度，降低污染，优化成本。 该项目已授权发明专利 1 项、实用新型专利 15 项、软件著作权 15 项，并发表了 20 篇学术论文。在唐钢的全面应用中，近三年来实现增收节支 1 亿元、新增产值 3.46 亿元的显著经济效益。此外，项目的部分成果也已在国堂、经安、文丰、后英等企业成功应用，展现出广阔的推广应用前景。
2025021 基于工业大数据和人工智能技术的跨区域智能运维系统的研发和应用 唐山钢铁集团有限责任公司、河钢数字技术股份有限公司、唐山惠唐物联科技有限公司、河钢乐亭钢铁有限公司 //	项目所属科学技术领域：冶金信息化、自动化领域。 河钢唐钢在退城搬迁后，形成了以唐钢新区为主，以美锦、佳华和高强汽车板公司为上下游配套的多基地生产格局，产线的控制精度和智能化水平有了极大提高，设备的种类、数量也急剧增加，传统的以人为核心的点检定修的运维模式遇到了发展瓶颈。为了解决运维技术人员短缺、异常应急响应不及时等问题导致运维工作难以高效开展等问题，本项目综合运用工业互联网、工业大数据、边缘计算和人工智能等先进技术，通过研发工业大数据平台、智能点检分析系统，结合运维组织架构的调整，建立了“远程技术服务+近地轻量化运维”新运维体系。 主要创新内容和技术特点：1.建立了钢铁全流程设备工业大数据平台，首创了钢铁企业基于零信任的网络安全体系，融合了多协议、多接口数据采集技术和高性能国产化的时序数据库系统，解决了海量、高频、多维工业大数据的采集、传输、存储和应用问题，实现了百万级设备数据的安全接入、全量采集和高效存储。2.在运维知识数字化的基础上，研发了基于迁移学习算法的智能点检分析系统，以规则、模型、边缘计算为核心，首次将质量因子纳入重点监测指标，通过数据分析与训练自适应更新报警阈值，实现设备的故障隐患智能识别，自动定位，主动推送和闭环管理。3.基于虚拟专网(VPN)、堡垒主机、增强现实(AR)等技术，创新性的将智能点检分析系统与运维管理组织结构变革相结合，成立运维管控中心和专业技术科室，研发了设备状态监控指挥调度系统，打造了“远程技术服务+近地轻量化运维”的智能化运维新

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	模式。 本项目已经在唐钢新区、佳华、美锦和高强汽车板公司投入使用，唐钢新区累计采集并存储各类设备监控数据 230TB，形成点检和故障代码库 312 个，推送告警信息 7300 余万条，故障诊断准确率平均达到 94.1%，2022-2024 年创效益约 1.7 亿元。 目前项目正在河钢集团内的邯钢、承钢和矿业实施，未来继续扩大河钢集团内部推广范围，将有效的支撑钢铁行业的智能化转型发展。
2025025 极薄高强带材二十辊精密轧制智能控制技术研发与应用 东北大学、北京科技大学、中国重型机械研究院股份公司、燕山大学、鞍钢股份有限公司、江苏沙钢钢铁有限公司、太原理工大学、广西柳钢中金不锈钢有限公司、宁波宝新不锈钢有限公司、江西新钢南方新材料有限公司 //	项目所属科学技术领域为冶金过程控制和自动化技术。 极薄高强带材被誉为“钢铁工业皇冠上的明珠”，产品厚度达微米级、轧件初始强度达吉帕级、宽度比可达四万以上，多采用二十辊轧机进行精密轧制。但其工艺过程复杂、传统机理模型适用性差、多参数控制相互耦合，我国核心控制技术曾长期依赖引进。 依托系列国家重大任务和行业重点工程，项目团队丰富了极薄带材轧制理论，构建了高精度模型与厚度、张力、板形控制等智能化技术体系，研发出自主可控的二十辊精密轧制智能化控制系统并实现对外技术输出，实现了从“静态设定-独立控制-被动调整”到“动态优化-智能协调-主动适应”的转变，满足了极薄厚度、更高精度和更高稳定性的生产需求。创新成果如下： (1)研发出全系列二十辊轧机关键装备制造工艺，明确了全辊系载荷分布并提出了辊系和背衬轴承智能优化配置方案，开发出超精密极薄带表面残油与粗糙度控制技术，轧辊服役寿命提升 7%以上，带材单面残油控制在 120mg/m^2 以下。 (2)创建了极薄带材轧制力能与塔型复杂辊系变形模型体系，综合考虑工艺和质量指标约束，首次提出了融合经验知识的轧制规程多目标优化方法，解决了传统模型不适用和轧制工艺柔性多变等问题，轧制力能模型精度从不足 90%提升至 95%以上。 (3)提出了极薄带材微小张力控制关键参数获取方法，首创了非稳态过程辊缝与加速度自适应控制策略，开发出厚度-张力协同控制新技术，突破了独立控制、被动补偿控制架构，0.1mm 极薄带材厚度与张力控制精度分别达到 ±1.5μm 和±1%。 (4)构建了二十辊全辊系-轧件一体化模型，量化解析了复杂调节机构对带材断面轮廓和板形缺陷的影响规律，揭示了极薄带材高次浪形产生机理，创建了板形动态数字孪生与智能控制系统，极薄带材板形标准差小于 5I。 项目申请发明专利 39 项、已授权 35 项，登记软件著作权 16 项，牵头制定行业标准 3 项，发表论文 39 篇，出版专著 3 部。攻克了极薄高强带材厚度、板形、表面质量及高速稳定轧制等控制难题，应用于宝武、鞍钢、沙钢、云钛等 32 条精密轧制生产线，并实现全套技术对外输出。保障了我国高品质不锈钢、电工钢、精密合金等关键材料的高质量自主供给，应用于国防军工、航空航天、新能源汽车、特变电系统等重点领域。近三年新增产值 86.18 亿元，新增效益 7.62 亿元。2024 年 12 月中国钢铁工业协会组织了成果评价，评价委员会一致认为：项目总体技术达到国际领先水平。
2025033 先进高强钢智能矫平关	项目属于冶金装备领域。 先进高强钢是我国发展重型机械、军工及武器装备等战略领域的核心材料。矫平工艺是高强钢最终成形的关键控制性环节，然而随着强度提高，塑性下

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
键技术与装备研发及应用 武汉科技大学、襄阳博亚精工装备股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、中冶南方工程技术有限公司、北京科技大学、北京钢研新冶工程设计有限公司、江汉大学//	降，对传统矫平装备的结构、关键部件、性能调控提出了巨大挑战，具体表现为：(1)传统矫平装备辊系结构参数错配，导致低延伸率高强钢矫平脆裂；(2)高强钢高抗力导致重载矫平过程中既有辊系、联轴器、齿轮分配箱刚度和强度不足，致使装备损坏，特别是 2200MPa 以上的超高强钢无法生产；(3)现有控制技术对多规格产品适应性差、易产生卡顿和堆叠现象，影响矫平产线平稳运行及安全生产。 项目经过 12 年产学研合作，开发了先进高强钢智能矫平关键技术与成套装备，实现了工业化应用。主要技术创新如下：(1)先进高强钢回弹微塑性渐进矫平辊系结构智能设计技术。提出了交变屈服轨迹和复杂曲率演化下多道次非线性回弹微塑性渐进矫平理论，建立了残余曲率和残余应力智能预测模型，开发了连拱几何不变体系结构设计方法和多目标结构参数智能设计平台，首次精确设计了 2200MPa 超高强钢矫平辊系结构，为现有超高强度、低延伸率极限矫平装备结构设计的最高水平。(2)先进高强钢重载矫平装备关键功能组元部件智能制造技术。首创了重载矫平装备辊系、传动关键部件载荷级联分析方法与功能组元部件一体化制造技术，发明了关键部件表面激光微纳增材智能强化技术，实现了 17 种类型、85 种规格矫平装备高负载、大扭矩辊系、传统部件和成套装备工业化生产，最大矫直力提高了 9.38%，最大传动扭矩提升了 14.29%，过钢量提高了 85%，突破了抗拉强度 2200MPa 超高强钢矫平难题，达到国际领先水平。(3)多规格先进高强钢矫平工艺数字孪生智能调控技术。研发了表面缺陷及平直度可视化在线检测技术，提出了多态时变 3D 同态映射与预测维护技术，开发了分布式多云环境下矫平工艺数字孪生智能调控平台，延伸率控制误差≤0.5‰，产品平直度低至 1mm/m，成品率从 96.5%提高到 99.3%，生产效率提高了 21%，生产成本降低了 9.7%，实现了产线智能运行及安全生产。 项目申请/授权知识产权 116 项(发明专利 45 项)，制定团体标准 1 项，发表论文 31 篇。成果应用于宝武、涟钢等 35 家企业，出口俄罗斯、印度等 11 个国家。近三年产生经济效益 93.10 亿元，新增利润 7.32 亿元，经济、社会和国防效益显著。
2025038 特种合金及优特钢棒线材三辊减定径数控轧制机组研制及应用 西南交通大学、北京科技大学、四川易尚天交实业有限公司、成都信息工程大学、西南石	优特钢、钛钽铌钨钼铜铝等特种金属合金(简称“特种合金”)作为核心关键零部件在航空航天、军用武器、轨道交通等领域应用广泛。我国特种合金棒线材 60%依靠进口，剩下 40%依靠进口精密轧机生产。目前，以多变量、多系统为特点的特种合金棒线材精密可调轧制机组国产化存在“卡脖子”技术瓶颈：1)难以实现吨量级非标异形零部件的高精密加工与高精度装配；2)难以实现振动服役环境下多轧辊“同心对准”与数十台减定径机“同轴对齐”。为此，本项目围绕减定径高精密可调轧制开展技术攻关，对标欧美行业龙头标杆工艺技术装备，研制出国内首套特种合金棒线材全三辊连续减定径数控精密可调轧制机组，并实现了大规模应用。 【创新点 1】研制了全三辊连轧高刚度与高减振减定径机-滚动导卫、微米级高精度偏心可调辊系和“一进三出”三轴高同步传动系统，确保了每道次三轧辊间的高对称同步无差速与轧制力均匀，实现了轧件周径向均匀变形、精确压下量和无扭轧制，提升了特种合金棒线材轧件成品的尺寸精度(1/6～1/8DIN)和表面质量(Ra＜6.3)，解决了高精度轧制中心线重合难题(±0.01mm)。 【创新点 2】发明了 500MPa 超高压液压装配设备关键技术，突破了国产液

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
油大学、宝钢特钢长材有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、陕西天成航空材料股份有限公司、宝鸡鑫诺特材股份有限公司//	压系统长期低于 300MPa 的技术瓶颈，为系列吨级非标异形传动联接部件快捷高效装拆提供了“大力士机械手”，解决了难变形特种合金窄温区变形高效轧制条件下的减定径机紧凑结构设计需适应轧辊高精密快捷装配和轧辊大扭矩输出的关键技术难题。 【创新点 3】开发了轧制孔型连续变径数学模型、轧机位移、辊缝设定与振动模态无源自供电智能监-控闭环反馈一体化融合 YIMICON 数控轧制大数据系统，厘清了数十道次减定径连续变载压下轧件连续变形与轧制堆拉失衡之间的数据关系，解决了高直线度特种合金棒线材的轧制中心轧辊“同心对准”与多架减定径机轧制过程“同轴对齐”关键技术难题。 本项目成套装备获评重大技术装备“国内首台套”认证，获授权发明专利 20 余项，实用新型专利 80 项，形成中国中小商业企业协会团体标准 1 项、企业标准 2 项，直接经济效益近 43.6 亿元，在宝特长材、中信特钢、俄罗斯 NTMK 等 30 余家企业实现了成套装备的大规模应用。以东北大学王国栋院士为专家组长的科技成果评价：“项目核心技术自主可控，填补国内空白，总体技术处于国际先进水平”，对推动我国优特钢、钛钨钼等特种合金国家战略新材料发展具有重要意义。
2025043 一体化废料回收多维移动 3D 打印及虚拟仿真平台 山东工业职业学院//	项目所属科学技术领域： 本项目所属的科学技术领域主要涵盖冶金工程、增材制造技术与虚拟仿真技术。项目结合了 3D 打印技术在冶金行业中的应用，涉及金属材料的增材制造、智能制造系统、资源循环利用技术以及虚拟仿真平台的集成应用。通过将先进的 3D 打印工艺、冶金科学与虚拟仿真技术相结合，提升生产效率、优化资源利用、推动绿色制造并实现生产过程的可视化与优化。 主要内容：本项目致力于研发一套具备废料回收功能的多维度移动 3D 打印设备，并集成虚拟仿真平台，针对冶金行业的特定需求进行了优化设计。设备采用多维移动平台，能够在复杂多变的生产环境中灵活部署，显著提升适应性和灵活性。集成的废料回收系统实现金属废料的高效回收与再利用，降低生产成本并减少环境污染。优化的打印工艺通过改进喷头散热装置和脱模设计，提升打印质量和效率，确保金属部件的高精度和优异性能。虚拟仿真平台结合物联网技术，实现设备设计模拟、工艺优化及远程监控，提升智能化和可视化管理水平。不仅节省了实际生产中的资源和成本，还用于岗前培训，减少培训期间的资源消耗。项目综合运用了多项专利技术，巩固了技术领先地位，通过技术集成与创新，显著提升了 3D 打印在冶金行业的应用水平，实现资源循环利用、智能制造及虚拟仿真领域的突破，推动冶金行业技术进步和绿色可持续发展。 项目特点：项目具有显著的创新性和实用性。多维移动平台适应复杂生产环境，提升生产的灵活性和适应性。废料回收系统高效再利用金属废料，降低生产成本，促进绿色制造。优化的 3D 打印工艺通过改进喷头散热和脱模设计，提升打印质量和生产效率，满足冶金行业的高标准需求。虚拟仿真平台实现生产过程的模拟与优化，提升工艺设计的精准性和生产管理的智能化水平，减少试错成本，提升培训效率，节省运营成本。虚拟仿真平台作为岗前培训工具，帮助操作人员快速掌握技能，减少实际培训中的资源消耗。 应用推广情况：项目已获得多项发明专利，展示了强大的技术创新能力。设备及虚拟仿真平台被纳入高校的实训平台，提升教学质量和学生的实践技

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	能，并作为岗前培训工具，减少培训成本。项目团队与多家企业建立了中试合作关系，开展联合研发和应用测试，初步验证了设备及仿真平台在实际生产中的效果。随着商业化生产的启动，项目的市场前景良好，虚拟仿真平台的应用将进一步增强其推广价值，推动冶金行业向智能化、绿色化方向发展。
2025045 钢铁企业绿色智能轨道交通运输系统开发与应用 中车大连机车车辆有限公司、鞍山钢铁集团有限公司、大连理工大学、中车科技创新(北京)有限公司//	钢铁企业绿色智能轨道交通运输系统项目属于冶金行业轨道交通运输技术领域。针对目前钢铁企业普遍存在的运输装备落后、定员多、能耗大、成本高、效率低、调度分散、信息隔离等痛点问题，开发适用于钢铁企业的绿色智能轨道交通装备，建立 GOA4 级智能钢水/铁水无人化运输系统，搭建铁路运输系统智能运维平台，为钢铁企业提供绿色智能轨道交通运输一体化解决方案，大幅提升运输效率，提升运输系统安全性，降低燃料消耗费用和运维成本，助力钢铁企业向绿色化、智能化、高端化方向转型升级。 主要内容：1.打造钢铁企业绿色智能轨道交通装备产品，实现运输装备转型升级。(1)节能环保型智能调车机车研制(2)智能永磁直驱混铁车研制。2.搭建 GOA4 级智能钢水/铁水无人化运输系统，实现铁钢物流 7X24h 连续自主安全可靠。(1)智能感知与障碍物检测(2)精确定位与高精地图(3)智能调度与路径规划(4)车-车通信与虚拟重联(5)智能无人驾驶(6)数字孪生与虚拟现实。3.建立铁路运输系统智能运维平台，实现铁钢界面一体化管控及设备运维智能化。(1)故障预测与健康管理(2)状态评估与寿命预测(3)虚拟仿真与增强现实(4)智能运维与全生命周期管理。 本项目针对厂外运输、厂内运输等钢铁企业不同的运输需求，研发了全新的适应钢铁企业“低碳化”、“智能化”要求的节能环保型智能机车及智能自驱混铁车；同时，综合应用环境感知、融合定位、智能排程、数字孪生、无线专网、智能运维等前沿技术，为钢铁企业制定钢水/铁水无人化运输系统解决方案。项目所形成的钢水无人化运输系统、GKD1AH 节能环保型智能机车、ARIT-1 型智能自驱混铁车等技术成果，目前已分别面向鞍钢铁运分公司、鞍钢鲅鱼圈分公司等用户完成交付运用，整体运行情况良好，其“绿色”、“智能”的技术特征得到用户的高度认可，特别是在节能环保、岗位减员、效率提升等方面得到行业广泛关注，社会经济效益显著！
2025046 应用于冶金作业工况下的新能源机车及其关键技术 中车大同电力机车有限公司、中车大连电力牵引研发中心有限公司//	中车大同公司与中车大连电牵公司为原北车时期的“NECT”北车心系统团队核心成员，分别负责整车与网络系统研制。中车大同公司，始建于 1954 年的铁道部大同机车厂，是新中国建设的第一座大型铁路机车制造企业，也是我国“一五”期间重点建设的 156 个国有大型企业之一。作为“振兴山西老工业基地”的大同地区轨道交通装备技术创新先锋队，同时作为山西省装备制造行业的链主企业，是国内唯一一家生产过蒸汽、内燃、电力三大系列机车产品的制造企业。 中车大同公司于 2021 年 1 月 27 日发布了国际首台氢燃料电池混合动力机车，应用于内蒙古锦白铁路为发电厂运输原煤，和其他企业的冶金材料运输。标志着我国氢利用技术取得关键突破，中国铁路机车装备驶入全球氢能技术高地。在此基础上形成了新能源机车通用化平台，覆盖不同功率等级，不同轴式的产品，适用于冶金行业在线服役的各类老旧型内燃机车。陆续推出了 13 款新能源机车，市场占有率高达中车企业的 65%以上。 新能源机车拥有“标准化、模块化”的整车制造设计，和多动力源耦合的氢燃料电池混合动力系统能量管理控制、防火及灭火、氢气泄露监测及氢气逃逸

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	防护等多项创新技术，开创了氢燃料电池在国内轨道交通装备领域的首次应用业绩，并实现了商业化运营。打造的标准模块化的关键部件实现了不同厂家的互换，大大提高了零部件、系统的集采率，大幅降低了全生命周期成本。中车大连电牵研制的具有完全自主知识产权的深度国产化 TCMS 核心网络系统，价格仅为进口产品的三分之一。提出的“网络多节点”系统智能冗余控制方法，打破了国际企业通过专利壁垒锁定市场从而限制全球竞争对手技术发展的现状，有效缓解了底层“卡脖子”技术难题。应用于远程 IO 单元的“汇聚母线”、“两级转换”等多项技术，完成硬件层级的冗余和高质量分离强弱电信号，大幅提升设备的抗干扰能力。“两化平台”建设形成的软硬件封装，固化完成 40%的软件功能，探索了低代码化的轨道交通软件平台搭建。 项目申请发明专利 18 项(授权 14 项)，授权实用新型 2 项，外观专利 2 项，软作 20 项，发表论文 17 篇。 项目成果已批量装车运用 3 年以上，整车运行稳定可靠，各项技术指标均满足设计要求。项目成果已推广应用到国家铁路复兴系列机车、韩国新能源机车、马钢新能源机车等项目上，研制以来实现产值超过 1.2 亿元。经中国中车集团科技成果鉴定，项目整车技术达到国际领先水平，网络控制系统技术达到国际先进水平。
2025052 冶金企业电力设备稳定运行关键技术的研发与应用 山东钢铁股份有限公司 //	本项目属于冶金企业电力设备技术应用领域。 高压断路器和电力线路是供配电系统的核心电力设备，工作稳定可靠对保证供配电系统稳定运行至关重要。针对高压断路器和电力线路故障高发，故障检修效率低，故障检测、检修方法落后，严重影响公司电力系统安全稳定的现状，该项目研发了断路器、电力线路设备故障监测、检修关键技术，取得以下重大技术创新： (1)发明了断路器分合闸控制电路、保护跳闸电路等多项故障监测新技术，开发了高压断路器合闸控制回路断线监视系统和 SF6 断路器压力异常监测系统，提高了断路器故障监测的时效性，降低了故障发生频次和故障停机时间。 (2)阐明了断路器合闸线圈烧坏的机理，发明了合闸线圈实时通断新技术，解决了合闸线圈频烧的疑难问题；研制了高压断路器分合闸电气控制故障点查找装置，提高了故障查找效率；揭示了高压断路器放电机理，开发了绝缘拉杆处接地等电位和防凝露绝缘层喷涂断路器放电治理新技术，提升了断路器绝缘能力。 (3)研发了 35kV 单芯电缆金属屏蔽层环流监测新技术，实现了单芯电缆金属屏蔽层环流的在线监测，发明了 35kV 单芯电力电缆外护套缺陷检测装置及测试方法，解决了金属屏蔽层异常接地致电缆接地、短路事故频发的技术难题；35kV 单芯电缆线路上应用红外热成像在线监测技术，通过在不同角度安装红外热成像探头，后台监控机能实时获悉电缆温度异常隐患，提高了电缆发热、接地故障排查处理的时效性。 (4)发明了变电站单相接地电容电流测定新方法，35kV 馈出线柜零序电流互感器变比选择精准，提高了接地选线准确率；发明了单相接地故障查找新技术，解决了中小型变电站接地电容电流值偏小、接地选线准确率低的疑难问题；研制了可调电缆接线角度的电缆线路接线板，电缆线路发热放电整治技术瓶颈获得突破。 项目应用后，高压断路器跳闸次数由年均 9 起降低到 2 起，断路器故障处理

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	时间由年均 98 小时降为 14.7 小时；电力线路接地、短路跳闸事故由年均 9 起降为 2 起，同期相比年均减少非计划停电 80 小时。电力系统稳定运行可靠和高效。 项目授权发明专利 12 项，实用新型专利 6 项，在审发明专利 8 项，发表论文 29 篇。山东省钢铁行业协会成果评价该项目技术达到“国际先进水平”。 项目技术在山钢股份供配电系统成熟应用，解决了电力行业共性疑难技术问题，确保了电力设备运行稳定，推广应用前景广阔。产生了显著的经济和社会效益，2022～2024 年累计创效 12077.02 万元。
2025053 热连轧高强钢品规快速过渡与稳定轧制智能优化控制技术开发 山东钢铁集团日照有限公司、东北大学、北京科技大学、山东钢铁股份有限公司、北京科技大学设计研究院有限公司//	项目属于冶金装备、建设与自动化领域。 针对山钢日照 2050mm 热轧产线轧制高强钢过程中出现的品规切换效率低、过渡材消耗大、板形控制水平低、设定模型精度低、轧机振动频发等难题，开展系统分析和研究攻关，开发面向快速过渡的“机理+数据”双驱动控制模型、面向高强钢稳定轧制的轧机振动抑制技术、轧制状态综合诊断分析技术和高强钢品规快速过渡与稳定轧制协同管控技术，形成了高强钢品规快速过渡和稳定轧制智能优化控制生产体系，提升了高强钢批量稳定生产能力。 (1)构建了面向快速过渡的“机理+数据”双驱动控制模型，开发了基于概念偏移检测及迁移学习的滚动优化方法，实现了高强钢轧制过程三维尺寸和板形的高精度控制，取得自主开发模型与产线进口模型高效融合创新突破，全面提升过程控制模型的适应性和精准性。 (2)创新从工序遗传角度出发，研发了基于自抗扰控制的热连轧机组振动抑制调节器优化技术，建立了轧机振动能量预测模型，给出了精准判定轧机振动的能量判据，显著降低了轧机振动能量，为热连轧高强钢稳定高效生产提供保障。 (3)开发了高强钢轧制状态综合诊断分析技术，构建了品规快速过渡与稳定轧制协同管控方法，实现了轧辊辊形配置和板形优化、轧制计划优化以及生产稳定性提升，提升了高强钢品规快速过渡水平和产线整体调控能力。 该项目成功应用于山钢日照 2050mm 热连轧产线，提升了高强钢品规快速过渡时模型的适应性、精准性和轧制稳定性，平直度命中率由 2021 年 94.9%提高到 97.5%，楔形命中率由 2021 年 93.9%提高到 95.9%，凸度命中率由 2021 年 93.87%达到 96.5%。降低了轧机振动能量，振动速度由 5mm/s 降到 1mm/s 以内，具备 2mm 以下高强钢批量稳定生产能力，高强钢占比由 2021 年的 10.81%提高到了 2024 年的 20.43%，过渡材由 2021 年的 2.2%减少到了 2024 年的 1.67%，过渡辊耗由 2021 年的 40.81 吨降低到 2024 年的 34.95 吨，近 3 年直接经济效益超 2.2 亿元，间接年效益 4000 万元以上。该项目成果已在首钢迁安、天津荣程及马钢热连轧产线推广应用并取得了良好效果。 项目实施过程中获得授权发明专利 15 件，发表科技论文 21 篇（其中 SCI 论文 12 篇），出版专著 2 部，发布白皮书 1 部。2024 年 12 月 27 日，通过中国钢铁工业协会组织的科技成果评价，评价委员会一致认为：该成果达到了国际领先水平。
2025055 面向钢铁行业的工业互联网平台集	传统的制造业面临着市场竞争激烈、资源紧张、环境压力等挑战，数字化转型已经成为制造业企业发展的必然趋势。随着云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术的快速发展，工业互联网平台应运而生，为企业数字化转型提供了强大的支持。工业互联网平台通过全方位的数字化解决方

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
成开发及应用 山信软件股份有限公司、济钢集团有限公司 //	案，可以帮助企业实现智能化生产和精细化管理，提高生产效率、降低成本、提升产品品质和服务质量，从而应对市场竞争的挑战。山信软件作为山钢集团信息技术板块旗舰公司，始终致力于智能制造和中高端工业软件开发。在不断消化吸收国际前沿技术的过程中，通过自主研发逐步完成搭建工业互联网平台。该平台具备边缘接入、数据集成、敏捷开发、微服务、建模分析(业务模型、AI 模型)等技术能力，能够支撑多源异构的数据融合，业务流程建模，支持多工具、多语言的低代码开发，并不断融入人工智能算法、数字孪生等新一代信息技术，实现企业生产运营的仿真、诊断、分析和预测，从而支撑企业的多元化发展和生态圈建设，助力企业数字化转型。通过平台解决了企业在数字化、网络化、智能化建设过程中存在的平台不统一，数据不共享，系统集成难等问题，有效实现企业知识资源的复用和共享，促进了各单位间的协同合作，实现资源共享和互利共赢，助力企业增强核心竞争力。目前，该平台已成为公司软件项目实施的重要平台，并在山钢集团(总部及各制造基地)、济钢集团、中国人寿山东分公司等多个项目中成功应用，累计服务内外部各类企业 7 家，服务的客户和应用场景涉及生产、工程、贸易、服务等多元业态，在一定程度上实现了跨行业、跨领域的推广应用。截止到 2024 年 11 月，平台已构建工业模型、业务模型 300 多个，各类工业 APP160 多个。该平台 2020 年入选省级产业互联网平台示范项目，2021 年被山东信息协会评为“年度最佳创新成果奖”。基于该平台开发实施的《汽车衡智能计量平台》被评为“山东省优秀软件产品”，《产销信息系统》入选工信部“2022 年工业软件优秀产品”。
2025059 非开挖球墨铸铁拖拉管自主研发与应用 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司//	项目属于工程技术领域同时也涉及材料科学领域。 市场上主要采用钢管、PE 管作拖拉管。PE 管虽然质轻，耐腐蚀，但是力学性能、抗老化性能、稳定性和球墨铸铁管相比仍旧有较大的差距。PE 管接口因地基沉降易拉裂，导致漏水。非开挖球墨铸铁拖拉管属于一种新型接口的铸管新产品，能穿越公路、桥梁、河流、地面、建筑物，在不开挖地面，不拆迁，不破坏地面建筑物，不影响交通，不破坏环境的情况下进行管道铺设，采用该技术能节约一大笔征地拆迁费用、减少对环境污染和道路的堵塞。避免对交通、居民正常生活和正常工作秩序产生影响，具有较好社会效益和保护环境效益，市场应用广阔，具有推广应用价值。 为了使非开挖球墨铸铁拖拉管接口具有防滑脱、密封及偏转角功能，同时还有刚性约束。研发小组成员，通过现场调研、收集资料，结合永通公司开挖式自锚管接口、T 型接口球墨铸铁管接口，钢管拖拉管、PE 管拖拉管生产制造工艺及非开挖定向钻设备、拖拉管施工技术等要求，围绕非开挖球墨铸铁拖拉管生产工艺、接口试验、接口装卸、施工及相关技术展开研究，建立并完善了非开挖球墨铸铁拖拉管制造关键技术体系，根据研发任务开展了研发、设计工作。 主要创新点：1.拖拉管采用定向钻施工，相对施工的条件要求也比顶管法要求更低，占用场地更小。2.相比 T 型接口球墨铸铁管，能穿越公路、桥梁、河流、地面、建筑物，不开挖地面，不拆迁，不破坏地面建筑物，不影响交通，不破坏环境；采用该技术能节约一大笔征地拆迁费用、减少对环境污染和道路的堵塞。3.接口有防滑脱功能，有柔性连接，还要有刚性约束。4.球墨铸铁拖拉管结构简单，接口拆装方便。5.管道寿命长、接口可靠性高，优

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	于钢管、PE 管拖拉管指标。 通过本项目的实施，获得授权实用新型专利 3 件，制定团体标准 1 项，公开发表学术论文 1 篇。实现 DN800 拖拉管一次性成功拖拉 540 米，DN1000 拖拉管一次性成功拖拉 550 米，均创国内拖拉最长记录。三年来，累计生产销售非开挖球墨铸铁拖拉管 7130.26 吨，形成直接经济效益 7130260 元。产品成功应用于多项工程当中。 通过项目的实施，使非开挖球墨铸铁拖拉管更多地应用于水工程当中，采用该技术能节约一大笔征地拆迁费用、减少对环境污染和道路的堵塞。避免对交通、居民正常生活和正常工作秩序产生影响，具有较好社会效益和保护环境效益，市场应用广阔，具有推广应用价值。
2025062 以硅钢为代表的特钢轧制模型及控制优化改进与数字化应用研究 安阳钢铁股份有限公司、北京科技大学设计研究院有限公司//	本项目属于轧钢自动化领域。 硅钢亦称“电工钢”，是一种含碳极低的硅铁软磁合金，因其制造技术严格，被称为“钢铁产品中的工艺品”。热连轧机是钢铁制造的关键环节，其精准控制技术对实现硅钢产品高精度质量具有重要意义。由于硅钢成分及轧制工艺的特殊性，安阳钢铁 1780mm 热连轧机生产线在实际轧制过程中，原 TMEIC 系统经常出现精轧轧制负荷异常波动、关键过程质量指标(厚度、宽度和板形)不可控、带钢轧废事故频发等现象，严重影响轧制过程的稳定性，成为制约热轧高精度硅钢产品质量控制的瓶颈难题。 因此，本项目以安阳基地 1780mm 热连轧机组在“减量提质特钢转型”新生产运行模式为背景，通过深度融合轧制机理、工业大数据和数据驱动算法等技术手段，聚焦于提升热轧硅钢产品质量，从产品质量设计、全工序以及全流程的质量监控等方面进行探索，对轧机模型、控制系统、MES 和质量监控平台等方面进行自主创新和联合升级改造，提出以硅钢为代表的特钢轧制精确控制关键技术，构建了热轧生产全过程的质量管控平台，可显著提升硅钢等高端产品的性能合格率和质量稳定性，为提升热轧硅钢高精度质量控制的自动化和智能化水平提供创新实践路径。 主要技术内容如下：(1)温度控制方面，提出了分炉自学习控制策略，实现加热炉二级和轧制模型的联动反馈控制，对轧制温度控制程序进行设定。(2)宽度控制方面，提出了 AWC 立辊短行程控制模型、粗轧压下量控制、自动宽度控制，自主研发了头尾短行程补偿技术，可改善板坯头尾的拉窄现象。(3)厚度控制方面，通过对轧机负荷分配、厚度轧薄进行控制，提出基于统计分析的热连轧精轧机组辊缝补偿模型，实现对特钢厚度的准确控制。(4)板形控制方面，对精轧活套控制、精轧机架水控制、卷取张力进行优化控制，改善板形控制精度，显著提升了厚规格特钢产品的板形质量与稳定性。(5)构建了全流程质量管控平台和产销一体化管控系统，收集生产过程中关键参数数据，利用大数据技术实现对生产过程质量的实时监控、追溯、分析、预测、检验判定，做到“事前精准预控+事中精细管控”，保证了产品质量的可预防、可追溯，实现了售前质量策划、售中质量设计和质量监控及售后质量改善，以最优解实现了硅钢板形质量的持续提升改进。 本项目的成功实现了以硅钢为代表的特钢优质高效生产，优于国外引进的先进控制技术，为国内热连轧生产线的升级改造提供了典型示范案例，显著提升了安阳钢铁的经济和社会效益。
2025078	钢铁供应链是铸就制造强国的钢铁脊梁。传统钢铁供应链数字化程度较低，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
钢铁供应链数字化关键技术及应用 福建三钢闽光股份有限公司、福州大学、上海交通大学、福建闽光云商有限公司、福建华鼎智造技术有限公司//	销售、生产、仓储、物流等各环节处于信息孤岛，存在着异构网络接入难、定制工艺匹配慢、多区仓储效率低、混装物流配载繁等一系列挑战。针对上述挑战，项目组历经八年技术攻关和应用研发，突破了钢铁供应链异构物联监管技术，打通了各环节的信息孤岛，进而实现了钢铁供应链的跨环节协同调度优化，建立了完善的钢铁供应链数字化关键技术体系，有效提升了全链运作效率，为我国钢铁供应链数字化达到国际先进水平做出了重要贡献。主要创新如下： 1.突破了钢铁供应链异构物联监管技术，创新性地通过软件定义工业异构网络与微服务系统架构，实现了对钢铁供应链异构监管数据的分级调度，打通了各环节的信息孤岛，保障了钢铁供应链的账物相符和安全管控，并为跨环节协同调度提供了数据支撑。 2.系统性研发了钢铁定制化生产协同调度技术，通过销售、生产、仓储等多环节的信息共享，实现了轧制计划与轧辊周期、仓储状态的精准匹配，进而基于知识推理引擎实现了自适应工艺配置和排产调度，提升了轧线的机时产量和成材率，降低了加热炉能耗 $3m^3/t$，实现了轧钢产线与仓储管理的协同优化。 3.创新性地提出了钢铁仓储多区域协同优化技术，设计了基于系数矩阵和混装关联度的存储垛位分配方法，以及基于多级层次聚类和深度强化学习的出入库与配载协同调度方法，实现了入库、堆垛、出库等多区域的协同优化，在保证仓储安全性的同时，减少了 38.21%的钢材倒垛量，跨区配载频次降低了 63.56%。 4.创新性地研发了钢铁混装物流协同调度技术，通过融合车辆、仓储和订单数据，设计了融合订单信息的多钢种混装配载方法，以及多堆场负载均衡与取货时序协同优化方法，显著提升了混装车辆的单车配载量和安全性，实现了多堆场混装配载作业均衡，车辆平均取货时间减少了 12.98%。 项目授权发明专利 12 件、软著 14 项、论文 16 篇。构建“闽光云商”钢铁供应链数字化平台，对接集团 19 个货场，67 个外部仓储，年吞吐量超 1700 万吨;服务第三方企业超 8000 家,覆盖全国 18 个省市。近三年新增产值 90.59 亿元，新增利润 2.64 亿元。 以管晓宏院士为主任的评价委员会认为，项目成果研发难度大，创新性强，应用效果显著，整体技术达到国际先进水平，其中钢铁供应链异构物联监管技术和钢铁仓储多区域协同优化技术处于国际领先水平，具有重要的推广价值和广阔的应用前景。
2025087 工艺模型驱动炼钢高效生产 江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司//	本项目“工艺模型驱动炼钢高效生产”属于钢铁冶金行业自动化，是智能化、开发应用领域，主要涉及炼钢的工艺模型搭建和数字化转型。 本项目根据钢铁行业发展的新趋势及客户定制化产品的新需求，在生产、技术、质量等管理环节全面推行智能化改造与数字化转型。利用人工智能和大数据技术，通过深度学习和数据分析，自主研发，通过建立精准的工艺模型，将人工经验转化为计算机算法，实现了生产过程的智能监控和调度，实时优化工艺参数，预测和防范潜在问题的能力，提高生产效率和产品质量。实现了对炼钢过程中低碳和高质的生产目标的管控，确保了产品质量的稳定提升。 通过这一全面的信息化和智能化建设，淮钢加强了生产管理服务，为信息化

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	集成提升和精细化管理奠定了坚实基础。工艺模型主体框架图包含 7 大系统：转炉溢渣智能监测系统、转炉终点碳温智能预测系统、吹氧路线优化系统、炼钢合金加料智能计算系统、炼钢协同智能计算系统、检测数据智能化异常判定系统、软件过程监控系统。 本项目在炼钢生产实际应用中，通过优化各个环节的工艺参数，实现了能效的最大化和成本的最小化，对比项目使用前后的数据，吨钢生产成本降低 7.2 元；通过智能调度和优化系统，使得生产过程更加高效、流程更加顺畅，缩短生产周期，将炼钢区域炉次生产平均时长下降约 12 分钟，每年多生产约 10 万吨钢水，通过高精度合金智能计算，精炼炉 3 次加料次数降低 87%，减少了炼钢过程中的能源消耗，使得吨钢电耗降低 8.6kwh。
2025093 冶金环保智慧管控平台开发与应用 乌海市包钢万腾钢铁有限责任公司、北京建龙重工集团有限公司、北京同创信通科技有限公司//	本项目属于冶金信息化、自动化领域。随着全球经济增速放缓、国内钢铁产能过剩以及国家环保政策趋严等多因素叠加影响，当前钢铁行业面临巨大的生存压力，在满足超低排放前提下如何利用智能制造技术降低吨钢环保成本已成为所有钢铁企业重要课题。本项目面向冶金环保领域，立项之初就进行顶层设计及整体规划，并充分利用工业互联网技术、人工智能技术及智能制造技术，以解决“满足超低排放，实现企业环保低成本运行”为目标，自主研发了一套“冶金环保智慧管控平台”，实现了环保日成本自动核算和环保系统智能调优运行。本项目于 2023 年 12 月在乌海市包钢万腾钢铁公司投入运行，保证了超低排放，降低了吨钢环保成本，经济、社会和环保效益显著，项目成果已推广至黑龙江阿城钢铁、黑龙江西林钢铁等企业。 项目主要创新点：1.构建了包括知识、经验、计算生成数据及实时数据在内的环保大数据体系架构，并研发出基于“线性回归算法、决策树算法、随机森林算法及神经网络算法”的环保 AI 算法系统，在满足超低排放要求前提下，环保系统实现了低成本自动调优。2.通过对环保、物流、安全、安保等相关业务系统进行整合，以“智慧环保管控”为核心，开发了基于工业互联网架构的冶金环保智慧管控平台。3.研发出环保日成本“差异分析”、“责任主体定位”、“专业管理责任定位”等控制模型，并基于“预算-成本-对标-差异分析”循环模式，开发出“环保日成本管控系统”，该系统实现了环保日成本自动核算，环保日成本差异自动定位，并通过“神经网络环保成本 AI 算法”对环保成本实现实时调优改善。 本项目获得授权实用新型专利 4 件，登记软件著作权 4 件。本项目 2024 年被评为“内蒙古自治区智能制造示范工厂”项目。本项目主要技术指标：数据自动采集率 100%；建成了以“环保业务为核心”工业互联网综合管控平台，实现一个平台管理多项业务，系统效率高；环保生产实现“集控+智慧巡检”的少人化管理；环保日成本实现“全口径自动核算、一日自动关账”，日成本异常点实现自动定位，成本差异实现自动分解到责任主体并通过环保成本 AI 算法实现环保成本自动改善；生产中通过环保 AI 算法系统实现实时调优运行，目前，吨钢环保成本降低 10 元。 本项目成果于 2024 年 12 月 29 日通过中国钢铁工业协会组织的技术评价，评价委员会一致认为：该项目整体技术达到国际先进水平。
2025095 基于建筑工程新型直供	该项目研究对象为创立钢筋制品供应链一站式(直供)服务模式。目前传统建筑加工钢厂-钢贸商-工程项目部-加工现场-建筑工地：①高度依赖人工经验与手工操作，质量难以保证，且原料损耗高(1.5%-4%)；②临建厂区资金投

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
模式的钢筋加工成套装备技术研发与应用 抚顺新钢铁有限责任公司、建科智能装备制造(天津)股份有限公司、北京建龙重工集团有限公司、中铁九局集团有限公司//	入大，项目完成后资产处置难；③设备资金投入大，利用效率低，且自动化、智能化水平低；④原料、标准化加工、成本控制等全流程管理环节多，流程复杂，数据、信息的统计、传递、存档需要投入大量的管理成本。 本项目创立“钢厂-加工基地-项目”一站式(直供)服务新模式，通过成套自动化设备研发及构建钢筋加工配送全流程管控系统的两大手段，实现新型模式的全面推广应用，促进供应链上下游协同发展。 项目的主要创新点如下： 1.创立钢筋制品供应链一站式(直供)服务模式：即以钢厂为依托，开展集中/定制化加工厂与模块化临建厂区协同，全流程专业化服务，实现钢筋加工工业化，一站式服务； 2.研发智能钢筋加工成套设备，实现复杂工序的高效集成和智控生产：研发钢筋制品加工过程中的“智控驱动线材箍筋成型”“棒材锯切套丝集成生产”“桩基钢筋笼智控加工中心”等关键装备，满足工业化和智能化的移动加工需求； 3.研发钢筋加工配送全流程智能管控系统，实现(产供销)一体化协同运行：实现钢筋加工全流程生产数据闭环，提高订单管理、生产排程、物流的效率，降低管理成本，(产供销)一体化协同运行给客户带来更便捷的服务。 项目实施至今，钢筋加工产业链一站式服务模式已为多达 98 项不同的项目提供了专业的钢筋加工服务，累计完成的钢筋加工量高达 28.36 万吨(国内领先)，服务项目涵盖地铁、高铁、公路、矿山、公民建，主要客户包括中铁六局、七局、八局、九局、十五局、十七局、大桥局、隧道局、上海局、北京局等。 已成功打造完成 2 个智能化加工基地，8 个临建厂区和 2 个代加工厂，同时通过服务拓展，在本桓高速四标应用装配式厂区/工棚，分别坐落于辽沈区域的抚挖厂区以及京津冀区域的华奥厂区。这两个加工基地规模可观，占地面积总计达到 4.1 万平方米，具备强大的生产加工能力，其年产能可达 20 万吨(涵盖加工基地以及临建厂区在内)。 项目申请发明专利 5 项，实用新型专利 9 项，软件著作权 1 项。2020 年至今项目共创造效益 2970.74 万元。此外，项目技术已在建龙集团其他子公司黑龙江建龙应用，山西建龙达成合作意向，在钢铁行业内推广前景广阔。
2025098 超厚规格直弧型板坯连铸机成套技术开发与应用 中冶京诚工程技术有限公司、东北大学、江阴兴澄特种钢铁有限公司、湖南华	高性能特厚规格板材(厚度≥100mm 特厚板)广泛应用于海洋平台、大型水电、压力容器等国家重大工程与高端装备制造，年需求近 300 万吨，其自主供应与满足极端需求能力是国家战略与安全的重要保障。为满足高效、绿色制造的迫切需求，本项目研发形成≥450mm 直弧型超厚板坯连铸关键技术与成套装备，开辟了特厚规格板材高效绿色生产新流程。主要创新： 1.准确阐明超厚板坯连铸过程裂纹萌生演变机制，创新提出矫直角部温度≤750℃、拉应变≤0.015 的“低应变辊列设计+低温矫直工艺”裂纹防控新方法；揭示“M”形非均匀凝固加剧超厚板坯中心偏析的根本原因，首次提出有效控制“M”凝固尖的高均质凝固工艺准则。 2.首创超厚板坯小曲率半径、四分节辊低应变连续矫直的密排辊列技术，通过 45 回路二冷精细分区、动态幅切等精准调控，确保角部矫直应变＜0.0079，裂纹敏感钢超低裂纹率≤0.4%；首创非等倾角四孔水口+二冷交替电搅+连续辊缝收缩与末端大变形压下的高均质凝固全程调控技术，铸坯中心偏析 C 级

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
菱湘潭钢铁有限公司、南京钢铁股份有限公司、钢铁研究总院有限公司//	率≥91%。 3.研制贴合坯壳收缩特征的曲面结晶器及高精度振动系统(宽面温度波动≤10℃、横向偏差≤0.08mm、通钢量≥15 万吨)，高刚度、高精度、高集约化的 3H 弯曲/矫直装置(单段矫直力 13000kN、辊缝误差≤±0.1mm)，2400 吨压坯力 SLR 扇形段(全球最大)，提升压下量 65%的低抗力高寿命渐变曲率凸型辊等核心装备。 4.创新研发超厚板坯连铸数字孪生管控系统，实现辊缝偏差、喷嘴堵塞等关键故障累计检出准确率≥93%，结晶器液面波动≤±2mm、漏钢千炉误报率≤1%，非稳态浇铸下切后铸坯厚度波动≤5mm，尾坯判废长度≤1.5m，工艺、装备稳定投用率≥99%，铸坯质量判定准确率≥95%。 在兴澄特钢建成国际首条 450mm 厚直弧型超厚板坯连铸产线，并在 5 家企业推广应用，替代模铸等实现海工、能源等高端特厚板产品全覆盖，已用于白鹤滩、海基二号等国家工程，并供货俄罗斯 AGPP(世界最大)、沙特国王塔(世界最高)等“一带一路”重点项目。获授权发明专利 50 件，制定国家标准 10 项，近三年累计生产高端特厚板 574 万吨、新增产值 353 亿元、利税 71 亿元(创汇 4.6 亿美元)，节约标煤 53 万吨、减排 $CO_2$137 万吨。中国金属学会评价整体技术国际领先，显著提升我国关键金属材料与高端装备制造保障能力，推动我国重大装备技术原始创新与引领发展。
2025100 20 万 m³超大容积橡胶膜煤气柜技术开发与应用 中冶京诚工程技术有限公司、广西钢铁集团有限公司、洛阳双瑞橡塑科技有限公司、北京京诚泽宇能源环保工程技术有限公司//	本项目属环境领域内钢铁行业节能降碳技术的开发与应用，主要应用于煤气回收储配。 煤气柜作为转炉煤气回收系统的心脏，在节能降碳、提高能源利用效率方面作用显著。随着钢铁产能集中化和装备大型化发展，加之峰谷电价政策推动，现有极限容积为 15 万 m^3 的储气技术已很难满足企业对高容积的需求。对此本技术攻克了超大型气柜结构稳定性及橡胶膜极限长度等技术壁垒，创新开发出容积为 20 万 m^3 的超大容积橡胶膜煤气柜，相比目前针对高容积需求普遍应用的多气柜并联或分组布置方案，具有容积利用率高，节能降碳效果好，占地小，投资低等优势。 本项目创新内容如下：1.开发出大高径比 20 万 m^3 超大容积煤气柜结构体系，突破了橡胶膜煤气柜单座极限容积的技术瓶颈，高径比提升 29%，单位容积耗钢量下降 11%，解决了转炉装备大型化后煤气回收的适应性问题，单柜回收能力提升约 3 亿 Nm^3/a，折合标煤约 5.6 万 tce/a，折合 CO_2 减排量约 13.9 万 tco_2/a，折合减碳量约 3.8 万 tc/a。2.开发出超大型轻质高稳定性活塞系统，解决了大容积气柜活塞安全技术指标易超标的技术难题，活塞系统重心浮心重合度提升，倾斜、漂移、扭转等安全指标远优于标准值，升降速度可达 6m/min 以上，大幅降低了煤气临时放散的概率。3.研制出高均匀性高强度长寿命橡胶膜，解决了由橡胶膜纵向高度大幅增加引起的纵向强度不足、纵向伸长量大且不均匀、接缝易开裂等难题，使用寿命从 8 年提升至 10 年(延长 25%)，缩短了橡胶类固废的产生周期。4.开发出具备多类型监测互补点位分布技术的全周期高安全等级监测预警联动系统，实现了活塞位置、倾斜、漂移、扭转等安全参数全周期实时监控、超标及时预警、快速联锁响应切断气源，有效降低了事故发生的风险。 本项目公开专利 15 件(发明专利 5 件)，经中冶集团成果评价，达到国际领先水平，已在广西防城港 20 万 m^3 煤气柜工程上成功应用，同时在广钢二期、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	鞍钢鲅鱼圈以及俄罗斯 EVRAZ 等项目中达成合作意向。本技术年回收煤气可达 12 亿 Nm^3/a，节约能源折合标煤约 22.3 万 tce/a；提升的容积用作发电调峰每年可产生近千万元的额外效益，经济社会效益显著，应用前景广阔。按未来 10 年运用至 20 项新建、改建项目，至 2035 年本技术年转炉煤气柜回收量可达近 200 亿 Nm^3/a，折合标煤约 370 万 tce/a，折合 CO_2 减排量约 920 万 tco_2/a，减碳量约 250 万 tc/a。
2025101 长材生产流程数字化技术创新与产业化应用 中冶京诚数字科技(北京)有限公司、东北大学、北京京诚瑞信长材工程技术有限公司、北京金自天正智能控制股份有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、河钢集团有限公司、广东中南钢铁股份有限公司、河南济源钢铁(集团)有限公司、武钢集团昆明钢铁股份有限公司、石家庄钢铁有限责任公司//	长材占我国钢铁产量的 35%以上，广泛应用于新能源汽车、风电、轨道交通等重点领域，是国民经济高质量发展的重要引擎。随着用户个性化、定制化需求不断增加，对产品质量提出了更高要求。针对生产过程数据零散、劳动强度大、模型不完善、生产体系不健全等关键共性问题，依托中冶重大研发计划专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金等任务，研发了具有自主知识产权的多智能体协同控制、质量动态优化控制、智能决策等系列关键技术，形成了长材生产数字化解决方案。主要创新如下： (1)构建了长材生产全流程高维多模态数据空间和数据底座。 针对长材生产高维、复杂和异构数据特点，基于物联网、5G 等新一代信息技术，研发了长材生产高维多模态数据空间和数据底座构建方法，构建了涵盖产品、工和设备的全流程全价值链数据治理体系；实现了 10ms 频率的数据采集，实现超过 10w 数据点位全覆盖。 (2)研发了基于机器视觉、机器人等多智能体协同控制技术。 面向长生产精细跟踪、智能作业和物料转运需求，研究复杂非结构化环境下的多维人-机-物跨层、跨域共融方法，研发了机器视觉引导的机器人智慧控制技术，构建了人-机器人-环境三元协同的多智能体协同控制模式；实现了 68 处智慧场景应用，逐支跟踪准确率 99.9%。 (3)构建了基于数据驱动的长材质量动态优化控制新模式。 针对长材工艺离散、参数耦合等问题，结合工业现场大规模数据资源，建立了兼具可解释性和高预测精度的数据驱动模型，建立了基于工艺、规则和智能推理的全工序模型库，打通了多控制层级间的“断点”；轧件长度预测精度小于 0.5‰，产品不良率降低 1.5%以上。 (4)搭建了集智能诊断、智慧决策于一体的长材智能化管控体系。 提出了“流程化-网格化-智慧化”一体化管控新模式，研发了集质量追溯、缺陷分析、质量预警等于一体的智慧诊断系统，实现了长材生产智能决策，构建了适配全系规格的质量档案，构建了集智慧诊断、决策于一体的智能管控体系，保障了高端长材产品的高质量供给。 项目授权发明专利 37 项，登记软著 29 项，发表论文 47 篇，制定标准 6 项。数字化成果已推广至国内外 50 余家企业的二百余条产线，助力国家“一带一路”政策，为“中国智造”打开海外市场创造了条件，为国民经济高质量发展提供巨大动能。河钢石钢、中南钢铁、济源钢铁等单位近三年新增产值近 500 亿元，利税超 10 亿元。中国冶金科工集团组织的成果评价认为：“该成果达到国际先进水平”。
2025103 不锈钢大盘圆罩式炉关键技术及装	不锈钢盘圆是制作抗腐蚀、抗氧化、高强度连接件的关键材料，是应用于航空航天化工等行业高端装备重要的功能材料，盘圆罩式炉是提升不锈钢盘圆性能的关键设备。 本项目研发前，退火气氛在盘圆间隙中杂乱流动，造成料架顶部与底部盘圆

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
备开发与应用 中冶南方(武汉)热工有限公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限责任公司、浙江瑞浦科技有限公司//	受热不均，产品稳定性差。没有适合高装炉量的罩式炉循环风机和炉台顶部扩散器装备，装备使用寿命低。此外，罩式炉炉群管控完全依赖人工，处于无序状态，忽略了整体产线不同生产模块间的配合及进程的可视化管理，车间生产效率低下。 本项目自 2011 年立项，通过技术创新开发了高效传热的大盘圆罩式炉关键加热装备及控制系统、耐交变应力的大盘圆罩式炉炉台关键设备，提出了盘圆罩式炉炉群热处理过程管控方法，主要创新和突破为： (一)创新研发了采用旋流片导流筒结构的双层内罩，抑制内罩气流紊乱流动，强化上层盘圆对流传热，综合传热系数提升 7%；开发了高旋流多角度交叉混合空燃气配风结构的高速燃烧器，提升火焰稳定性；开发了高精度工艺自动控制系统，实现炉内精准控温(±2℃)。在保证产品性能前提下，实现罩式炉装炉量由 28t 提升至 36t，达到国际领先水平。 (二)创新研发耐交变应力的大盘圆罩式炉炉台关键设备。开发了高强度、大流量且耐高温的循环风机，研制了双弧线大直径风机叶轮，实现循环气体流量 100000m^3/h、高温叶轮运行温度 850℃；开发了环形辐射网状的低应力长寿命炉台顶部扩散器，解决了热应力分布不均的难题。 (三)创新提出盘圆罩式炉炉群热处理过程管控方法。开发罩式炉热过程数学模型，满足工程所需的精度与实时性要求；开发堆垛优化数学模型，实现盘圆退火质量、产能及生产效率最优化；开发炉群生产优化调度模型实现资源利用最大化及总完工时间最小化；建立炉群智慧集控一体化平台，提高炉群生产效率和产品品质。 2023 年 10 月，中冶集团组织鉴定委员会对该成果进行鉴定，认定达到“国际领先水平”。 项目成果授权发明专利 8 件，授权软件著作权 2 项，授权实用新型专利 2 项，发表论文 5 篇。近 3 年取得直接经济效益 24.5 亿元，不锈钢大盘圆市场占有率超过 85%。成果应用于青山集团瑞浦科技实现产品合同额 17 亿人民币，应用于攀长特钢生产不锈钢盘圆用于国家重点国防项目。项目成果将罩式炉装炉量由 28t 提升至 36t，燃气消耗量由 1.41GJ/t 降低至 1.30GJ/t，引领不锈钢盘圆罩式炉向高效化、绿色化、智能化发展，提升国产化大型冶金设备的国际竞争力。
2025106 伺服驱动的数智化高效节能液压系统 中冶赛迪工程技术股份有限公司、重庆邮电大学、中冶赛迪技术研究中心有限公司、中冶赛	本项目所在的技术领域为液压动力系统控制技术与装备。 液压传动在冶金行业中是实现现代化传动与控制的关键技术，在冶金装备中具有无可替代的作用，广泛用于炼铁、炼钢、轧钢等冶金全流程领域。现有冶金装备液压系统以恒压和恒功率变量泵为主，变量泵结构复杂，制造困难，价格高，国内厂家虽有仿制，但性能与可靠性上仍有较大差距，目前应用仍以进口品牌为主，在高压伺服液压系统中尤其如此。冶金装备工况复杂、多样，以目前的液压动力技术难以自适应匹配液压负载需求，导致无用功消耗大、效率低。此外，冶金装备中有多种工况具备势能回收的潜力，比如 LF 炉、步进梁运输机、步进式加热炉、步进式冷床等，但到目前为止都还没有能长期稳定运行的势能回收节能液压系统应用先例。现有液压在线监测系统缺乏液压动力装置数字化基础，难以支撑整个液压系统的智能化监测和诊断的需求。因此，开发具有我国自主知识产权的基于伺服驱动的高效节能液压系统势在必行，同时研究开发保障液压系统稳定运行的数智监测系统也具有

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
迪装备有限公司//	重要意义。 针对现有液压系统效率低、能耗高、势能回收困难、缺乏智能化的监测方法等问题，项目团队自 2016 年以来，从理论、方法、试验和应用等多个维度进行分析，制订了开发具有伺服驱动的高效节能、智能化液压系统在线监测技术路线，确立了伺服节能液压系统研究方法、大吨位提升装置重力势能回收液压控制系统开发、全数字化液润系统状态在线监测与智能诊断系统、永磁伺服电机驱动的液压动力系统研究、伺服节能液压系统流量趋势预测方法、基于历史与仿真数据的流量预测模型构建、基于智能优化算法的液压系统自适应 PID 控制策略、高低压蓄能器切换液压控制方法、重力势能回收能耗计算模型及装置开发、综合健康管理等核心技术与方法研究内容，于 2020 年完成全部研究目标并实现在常宝钢管的首台套工业应用。
2025108 基于行业大模型的钢铁冶金全流程机器视觉技术研发及应用 中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司、上海交通大学、京华日钢(日照)信息技术有限公司、山东钢铁集团永锋临港有限公司、上海交通大学重庆研究院//	钢铁是国民经济、社会发展、国防安全的基石。我国年钢铁产量已超 10 亿吨，为经济社会发展做出了巨大贡献。国家十四五规划和 2035 年远景目标纲要明确提出推动钢铁工业加速向数字化、网络化、智能化、绿色化发展。然而钢铁生产流程长、工序多、能耗高，且安全生产问题突出，难以实现跨越式发展。通过新一代信息技术赋能钢铁工业智能化是必然趋势。 为利用先进的智能感知技术，解决钢铁生产流程中复杂环境条件下的视觉监控难题，本项目依托国家重点研发项目“钢铁工业网络化协同生产智能管控平台开发及应用”，研发出基于行业大模型的钢铁冶金全流程机器视觉技术，形成了皮带机健康监测、转炉火焰识别等覆盖钢铁冶金全流程的 24 个视觉智能感知系列方案，主要创新点如下：(1)研发了针对钢铁高速生产工艺场景的低延时边缘计算技术。渲染高清视频流与深度学习算法模型识别总体时延低于 150ms，满足钢铁生产高速运动场景下的实时检测需求，较传统中心计算速度提升一倍。(2)研发了面向钢铁生产过程明暗变化剧烈、高浓度粉尘、多水雾场景的高清成像技术。自研自适应曝光反馈调整算法，实现钢铁生产全过程高清成像，并通过“自清洁+自散热”的机械结构，显著延长相机维护周期。(3)构建了“行业大模型-专家模型-边缘模型”研发路线，研发了行业级视觉大模型。解决钢铁冶金行业 AI 视觉产品落地中领域知识积累复用难、场景泛化能力不足及数据标注成本高等问题，实现更规模化、更广泛、更快速的钢铁生产全流程工艺场景 AI 视觉应用。(4)基于行业视觉大模型，研发了针对特定场景可快速落地的通用专家模型。大幅提升了模型的泛化能力和部署效率，通过提升模型能力降低对设备、数据、算力的高度依赖，降低产品研发人力和资源成本。 本项目核心技术全自研且具备完整的自主知识产权，已受理专利 99 项(其中发明专利授权 62 项)，发表论文 10 篇，参与国家级、省部级科研项目 2 项，参编国家标准、团体标准 2 项，项目成果经科技成果鉴定已达到国际领先水平。 本项目开创性地研发了首个专为钢铁冶金垂直领域设计的行业视觉大模型，基于此快速落地了覆盖钢铁冶金全流程的 100+个智能感知场景应用。成果已在 23 个省份的 38 个钢厂项目中销售近千套(其中超过 20%设备点位能够有效助力生产无人化)，市场占有率 6%以上，覆盖日照钢铁、湛江钢铁等国内重点钢铁企业，实现现场作业工人从危险生产区域和环节的“零风险”撤离，实现了人的本质安全。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025109 钢铁企业原料场封闭结构智能建造关键技术与工程应用 中冶赛迪上海工程技术有限公司、上海交通大学、江苏恒久钢构股份有限公司、中天钢铁集团(南通)有限公司、交禾(上海)工程技术有限公司//	本项目应用于冶金等领域，主要用于钢铁企业原料场封闭结构的智能建造。 本项目的主要内容是：第一、提出了新型钢铁企业原料场封闭结构形式与环保智能原料储存技术，针对钢铁企业 ECIA-B/C/D/E 型原料场封闭结构，首创了高矢跨比柱面网壳、坡形屋架和多列支承柱面网壳等创新结构体系，研发了新一代钢铁企业原料场封闭结构环保智能原料储存技术，有效解决了堆场对周边环境污染的痛点，降低了物料损耗及原料单元的吨矿运营成本；第二、提出了钢铁企业原料场封闭结构几何-力学-工艺协同驱动的参数化建模与智慧优化方法，首创了钢铁企业原料场主钢结构-基础-檩条协同精细化设计体系与智慧优化方法，提高设计效率达 90%，节约了工程造价达 8%；第三、提出了钢铁企业原料场封闭结构精细设计-智能加工融合技术，研发了国内首条钢铁企业原料场封闭结构全自动智能加工生产线，并建立了原料场封闭结构施工方案精准优化设计-安装自动验算融合方法，提高加工效率达 30%，节点用钢量节省达 30%，实现了超 99%的杆件利用率；第四、构建了面向全生命周期的国内首套完全自主知识产权的钢铁企业原料场封闭结构智能建造系统，实现了建造过程中的软硬件协同，解决了高精度建造和碳排放指标量化难题。 本项目的主要目标是建立一种参数驱动的钢铁企业原料场封闭结构几何-力学-工艺协同驱动智慧设计方法和一种主钢结构-基础-檩条协同优化方法，提出一种钢铁企业原料场封闭结构设计、制造与安装一体化方法，研发一套架构领先、理念先进、计算高效、适用性高、扩展性强且拥有自主知识产权的钢铁企业原料场封闭结构智能建造系统，提升现有钢铁企业原料场封闭结构建造过程中的数字化、智能化和协同化水平，提高建造效率、质量和安全性，降低资源消耗和环境影响。 本项目对保护环境、减少碳排量有重要意义，且实现了原料场封闭结构工业软件的纯国产自主替代，解决“卡脖子”问题。成果在钢铁企业 80 多个工程项目中获得应用，总造价高达 96 亿，原料场总投影面积超过 376 万平方米。本成果可广泛应用于冶金、电力、煤炭、化工等行业的原料场封闭结构，推广应用前景十分广阔。 本项目获得专利授权 61 件(其中发明专利 16 件)，在审查发明专利 3 件，主编国家规范 1 部，软著 19 部，省部级工法 3 项，发表论文 33 篇(其中 SCI 论文 6 篇)。经上海市土木工程学会组织的科技成果评价，本项目成果达到国际领先水平。
2025113 高炉出铁场一键式移盖装置的研发与应用 北京中冶设备研究设计总院有限公司//	本项目属于炼铁领域。 目前移盖装置广泛采用两个液压缸完成提升和平移动作，提升液压缸采用软管连接。现场热辐射高温导致液压软管整体寿命较短；铁水沟溅渣时，液压软管表层极易被烧蚀破坏；软管接头在高温工况中极易损坏，存在液压油喷燃的安全隐患。且操作动作分三步：a 提盖、b 平移、c 扣盖。因现场烟尘飞扬、铁水喷溅，导致操作视线受阻，难度较大，对操作人员的职业健康也造成很大影响。 本成果从设计原理、结构形式、制造工艺等多维度开展了创新研究，研制的移盖装置适应现有轨道式移盖装置的改造需求，兼容出铁口结构环境。研发的全机械复合联动机构，通过轨迹规划实现了单液压缸驱动完成移盖扣盖动作，消除了原移盖装置存在的安全隐患。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	针对移盖机装置的特点，本项目研发主要内容及特点如下： 1.研发了单液压缸驱动一键式操控移盖装置，实现移盖迅速准确就位，操作安全可靠、设备简单、成本低。 2.研发的全机械复合联动机构，实现移盖扣盖定位准确，动作迅速。 3.研发了水平固定式液压缸及油管循环冷却保护系统，消除了高温辐射带来的安全风险，提高了装置的安全性。 本项目经中冶集团鉴定，达到国内先进水平、授权发明专利 2 件、实用新型专利 1 件。 本项目核心技术应用于梅钢炼铁厂五号高炉改造项目。本项目的成功应用对推动钢铁行业智能化、无人化发展具有重要意义。目前已投产的改造项目运行平稳，有效提高了设备的自动化水平。
2025115 高刚度万能轧机及高端轧制工艺技术的开发与应用 中冶华天工程技术有限公司、安徽工业大学//	型钢是一种具有特殊复杂断面形状的节约型钢材，是国家发展规划中鼓励使用的绿色产品。万能轧机就是用来轧制生产各类型钢的核心装备，国内万能轧机依赖国外进口，近年来虽有国产化的万能轧机，但整体技术水平停留在仿制层面，刚度不够、换辊耗时长等既有问题没有得到有效解决，无法满足轧线拓宽产品规格等需求。 主要研究内容：(1)新一代高刚度万能轧机。针对水平辊系及立辊系轧制应力线的传递路径综合进行优化，满足同规格机型行车能力限制的基础上，大幅提高轧机刚度，降低弹跳，利于轧制高精密尺寸的型钢。此外，还能扩大轧线的产品的规格范围和强度，增强企业的市场竞争力。(2)万能轧机快速更换系统。能实现机架一键自动更换，大幅缩短机架更换及轧线的检修时间，提高生产效率。多型轧机组合式换辊机械手实现了多规格轧机共用一台换辊机械手，减少设备投资的同时，也节约了占用面积。(3)“1+1+X”高效柔性化生产工艺技术。通过“1+1”架开坯机和“X”架万能二辊互换式连轧机的相互配合，可生产满足客户需求的多品种型钢产品，提高了生产效率，节省了操作件，实现了灵活性和经济性的结合。 技术经济指标：(1)新一代高刚度万能轧机可实现比同规格机型轧制力提高 40%-60%，弹跳降低 30%-60%，轧机的维修成本可下降约 50%。可扩大轧线允许的生产规格，提高产品强度，轧线能够生产更多种类的产品，对于轧线的市场经济效益十分巨大。(2)万能轧机的机架快速更换系统，能实现自动快速换辊，大大缩减了轧机在线更换时长，将更换时间缩减至 15min 以内。线下通过组合式换辊机械手，可实现不同规格轧机轧辊(水平辊和立辊)在同一机械手上的快速更换，降低投资，节省面积。(3)采用“1+1+X”高效柔性生产工艺，一方面高效生产对称断面型钢，可减少切头切尾，提高金属收得率 0.5%；另一方面柔性生产非对称断面型钢，根据不同产品选择相应数量的万能轧机，确保轧制的稳定，提高轧线作业率。 项目累计建设或改造产线 5 条，项目成果打破了国外公司在中小型钢万能轧机领域技术的垄断。在此基础上，通过综合技术改进，大幅提高了万能轧机的整体技术水平和应用范围，提高了公司在国际范围内的核心竞争力，具有良好的经济效益、社会效益和应用前景。 项目研究成果获授权专利 21 项，其中发明专利 9 项，实用新型专利 12 项，发表论文 2 篇。
2025121	精整圆坯是由钢水直接冷却铸造而成的初级产品，具有良好的材料性能和尺

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
基于三维视觉测量技术的圆滚坯表面缺陷智能识别系统研发与应用 中冶宝钢技术服务有限公司//	寸精度，广泛应用于板材、线材及各类锻造坯料的轧制过程，是金属加工产业链中的重要基础环节。然而，在实际生产中，精整圆坯表面和角部可能出现诸如裂纹、夹杂物、凹坑等缺陷，这些缺陷不仅直接影响后续轧制工艺的稳定性和成品的质量，还可能导致材料浪费、设备损耗和生产效率的降低，严重情况下甚至引发产品报废，对企业的生产成本和市场竞争力带来不利影响。精整圆坯表面生产的质量检测尤为关键，依赖人工目视的传统检测方式存在如误差较大、效率偏低等问题。 现阶段，基于深度学习的目标检测技术凭借检测精度高、实时性强等优势，为钢材质量检测任务提供了更加可行的方案。(1)研发了一种基于三维视觉测量技术的圆滚坯表面缺陷智能识别系统，通过无重叠视场相机标定和多相机间位姿关系进行系统建模，实现高温、粉尘等恶劣工况下，圆滚坯表面缺陷智能识别和定位。(2)研发了一种多路特征聚合的缺陷检测算法，在单阶段目标检测网络的基础增加多路聚合的特征提取模块充分地提取缺陷特征，并设计链式特征增强池化模块，保留更加细粒度的缺陷特征信息细节，提升网络对缺陷的检测能力，保证了视觉系统对缺陷识别和定位的准确性。(3)研发了一种基于样式生成对抗网络的数据生成方法，为跨块注意力模块增加线性连接，结合跨尺度操作关注不同尺度的特征信息，并对提取特征进行压缩和注意力学习，通过显式建模通道间的相互依赖，自适应地重新校准特征响应，提高生成缺陷图像的真实感和清晰度，进一步提升了缺陷检测网络的性能。(4)研究设计了一种基于网络变形的图像拼接方法，通过最小化约束项函数计算多组拼接时的最优单应性矩阵，进行平滑拟合以减少图像扭曲，利用最优单应性矩阵进行图像投影，并在局部区域进行融合，保证全景图像的细节完整、自然性和几何保持度，有效解决了工业现场宽广视角的图像拼接问题。该技术基于三维视觉测量技术对长 9 米左右低速滚动的圆滚坯进行表面缺陷智能识别，能够自动检测圆滚坯表面的缺陷类型和具体位置，表面缺陷(1mm 以上的缺陷)检测精度正检率优于 96.0%，具体缺陷位置定位误差小于 3%；单张图像平均检测速度低于 0.43s，单根精整圆坯测量结果在 1.5s 内完成；系统能够根据不同的钢坯表面瑕疵缺陷类型以不同警报形式给予告警，系统检测运行具有实时性与高效性，满足实际生产需求。
2025122 连铸扇形段设备运维和再制造关键技术研究与应用 中冶宝钢技术服务有限公司//	技术领域：钢铁行业炼钢厂连铸机扇形段设备离线维修。 主要内容：扇形段设备的主要功能是将结晶后的坯壳挤压成一定尺寸厚度的板坯，是炼钢厂连铸系统的核心设备，连铸扇形段设备运维和再制造是对达到使用寿命或使用中存在质量缺陷的扇形段设备，离线完全解体，对所有组成设备的零部件尺寸精度、参数、功能等，根据标准化数据、专业能力检测，对故障或即将达到寿命的零部件进行维修后二次使用，达到降低成本、提高寿命、优化功能效果，并通过优化工艺、工装设施、作业方法，降低生产中的安全隐患，保证设备整体质量，提高过程合格率，减少过程质量你换个批量返工，形成系列标准化作业工艺。 本项目主要特点如下：(1)采用“扇形段多功能对中装置模拟在线接弧控制精度”工艺，研制了多功能对中装置，满足不同规格扇形段外弧框架的对中需求，在多功能对中台上一次性完成外弧框架标高、对中、对弧工艺，避免扇形段外弧框架对中样板测量后频繁吊装扇形段调整底板繁琐作业，提升对中效率和对中精度。(2)采用“扇形段轴承座冷却水系统新型测压装置快速检测”

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	工艺，设计一种扇形段轴承座冷却水系统测压装置，该装置体积小，手持轻便、拖拽使用灵活，通过中间拖动软管连接的结构形式，节约场地，具有吹扫功能，测压结束可以通过压缩气吹干净内部残余水，快速进入下一焊接修复工序，极大的提高了大批量轴承座修复检测效率。(3)采用“剪刀式铰链接弧爪夹具吊装抓取辊子”工艺，设计制作了一种剪刀式铰链接弧爪夹具，用于辊子及辊子组件吊装抓取作业，解决了拆装过程需要反复吊装辊子及辊子组件的效率低和安全隐患大的问题，提升了工效，降低了安全隐患。 应用推广：本项目成果已成功应用到宝钢德盛不锈钢新炼钢一步工程，该项目 2019 年启动，根据宝钢战略部署，对原上海不锈钢全面关停，原设备通过循环利用，达到修旧如新的目的，重新投入到福建德盛不锈钢使用。该项目扇形段设备 2021 年 4 月份全部完成发货工作，脱离原安装基础后，进入新的生产基地再次安装使用，2021 年 10 月份宝钢德盛不锈钢二号、三号连铸机热试、投产，2022 年 3 月一号连铸机热试、投产，标志着扇形段设备全部得到检验，投产后通过持续跟踪、观察、交流，设备整体工作稳定性、性能良好、铸坯质量优良，扇形段设备修复质量得到全面验证。
2025123 无取向硅钢退火炉关键设备检修技术研究与应用 中冶宝钢技术服务有限公司//	本课题研究的技术应用于冶金钢厂无取向硅钢退火炉检修作业，属设备维修领域。 本项目研发选择冶金行业无取向硅钢退火炉设备为对象，其设备状态和检修难度都具有代表性，研究成果可以覆盖应用到大部分硅钢退火炉设备检修中。 退火炉是无取向硅钢的核心工艺设备，由于机组工艺特点，退火炉设备布置在封闭的炉内，其主要检修项目具有危险性大、作业频率高、劳动强度大等特点。由于没有专有设备及成套先进检修工艺，主要采取人工的作业方式，传统的施工方法已无法满足无取向硅钢设备检修效率及施工质量日益提升的要求。 本项目通过梳理对退火炉设备检修有较大影响且常见关键施工项目，开展针对性研究。研发了“炉辊快速滑移更换技术”、“炉辊碳套成批组装技术”、“辐射管可调式夹持更换技术”等 3 项关键技术。经实际检验，有效缩短了检修工期，确保了检修质量和作业安全。 本项目主要特点如下：(1)采用了炉辊快速滑移更换技术，解决了依靠人力配合行车拆装炉辊稳定性差，施工质量难以保证，劳动强度高，施工效率低，安全风险大的问题。(2)采用了炉辊碳套成批组装技术，解决了人工定位辊芯易滑移，组装时间长的问题。(3)采用了辐射管可调式夹持更换技术，解决了炉区作业环境复杂，现有辐射管拆装吊具无法直接使用，需要人工配合葫芦进行拆装，施工效率低下的问题。 本项目已成功应用于宝钢股份无取向硅钢退火炉设备检修工程中，与传统的维修方法比较，使用该成果后，提升相关项目的检修效率，降低人员投入、劳动强度和安全风险，业主和施工人员都给予充分肯定和高度评价。
2025124 智慧变电站精准建造技术研究与应用	智慧变电站，是当今世界公认的最为先进的变电站，是人工智能、物联网时代提出的新概念。它采用先进传感技术对变电站环境量、物理量、状态量、电气量进行全面采集，充分应用现代信息技术进行自我检测、诊断、分析和学习，实现电力系统各环节万物互联、人机交互，具有状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活特征的智慧服务系统。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
中国三冶集团有限公司 //	由于智慧变电站控制及服务系统已经完全进入数字化时代，对其建造精度要求极高，目前国内外与之配套的建造技术尚不完善，为此，研发出一种精准建造技术。所谓“精准建造”，就是以数字建造技术为基础，以先进的施工工艺、施工方法对变电站核心设备进行高精度、高可靠性的安装。 该项目属于电站工程领域，针对智慧变电站大吨位变压器的安装、高压组合电气 GIS 的安装，以及变压器差动保护试验、电缆带电识别试验等关键工序的行业建造缺陷进行数字化攻关，研制了大吨位变压器数字液压推进安装技术及装备、GIS 精准导向定位安装技术及装备、变压器差动保护“短接”放大试验技术、多重电缆遥感识别技术及装备等，有效解决了国内外智慧变电站核心设备安装精度制约智慧服务系统发展的“卡脖子”难题，以及建造过程存在较高安全风险、稳定性和可靠性差，对设备产生永久伤害等诸多行业难题，从根本上解决了智慧变电站建造时存在的技术缺陷和安全隐患，消除了建造原因对智慧变电站的技术牵制。该项目经历了长期的、大量的实践和数据采集分析，逐项研究攻破，使建造技术更加精细化，程序化、系统化，应用效果十分理想，提高了建造质量，技术安全可靠，降低了建造成本，经济效益和社会效益显著，尤其在建造质量和安全方面社会效益十分显著，深受用户的认可，提高了市场竞争力，前景广阔。项目经国内外技术查新未见相同报道，关键技术经中国冶金科工集团成果评价，技术达到国际先进水平。 该成果技术优于国际标准 IEC 61936-1 2021，核心技术已授权国家发明专利 8 项，授权实用新型专利 8 项，获批省部级工法 2 项，项目获中国三冶集团科技进步奖一等奖，辽宁省科技创新成果转化赛项第四名，核心技术被企业确认为无形资产，技术在中冶新技术应用示范工程项目、全国冶金行业优质工程奖项目、中国安装工程优质奖(中国安装之星)项目、国家优质工程金奖项目、鲁班奖项目中均得到较好的应用。
2025125 多层结构焦炉基础高精度施工新技术 中国三冶集团有限公司 //	技术领域：本项目属于工业工程领域，具体涉及焦炉基础施工技术，包括高精度施工方法、新材料应用、施工组织优化等方面。 针对当前焦炉基础施工中存在的精度不足、效率低下、新材料应用困难等突出问题，研发了“多层结构焦炉基础高精度施工新技术”。通过综合考虑炉区施工部署，采用具有排水功能的钢板桩结构、土方回填夯实装置减少炉前场地占用，快速恢复炉前场地，为临近构筑物施工创造便利条件。同时，研发了分层、分段、分块方法施作多层结构的基础顶板结构，采用超长混凝土一次浇筑成型技术，实现不设置后浇带完成下层耐热混凝土施工，且减小了顶板浇筑对预埋件侧向压力；实现了各层材料的高精度施工，确保了基础顶板施工质量。此外，采用顶板施工专用模架系统、框架结构全木质模板施工方法完成框架柱及顶板施工，使支撑架稳定性更好，实现了对顶板结构的高精度控制；安拆更便捷减少了措施准备及占用炉前用地时间，利于炉区整体施工组织。项目成果在提升焦炉基础施工的精度和效率方面取得了显著成效，极大提升了企业的市场竞争力。 本项目主要创新点包括：1.建立综合炉区施工部署的优化方案，采用具有排水功能的钢板桩结构和土方回填夯实装置，减少炉前场地占用，快速恢复炉前场地。2.研发分层、分段、分块方法施作多层结构的基础顶板结构，采用超长混凝土一次浇筑成型技术，实现不设置后浇带完成下层耐热混凝土施工。3.采用顶板施工专用模架系统和框架结构全木质模板施工方法，提高支

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	撑架稳定性，实现顶板结构的高精度控制。4.应用专用可移动罩棚和焦炉基础顶板内煤气下喷管埋设固定结构，优化下喷管及特殊新材料的施工环境，确保施工质量。 项目成果在中国三冶集团有限公司的多个项目中示范应用，包括孝义金晖205 万吨年炭化室高 6.78 米捣固焦炉焦化项目炼熄焦部分(湿)土建及安装工程等，实现了焦炉基础施工技术的转型升级，极大提升了施工、技术和管理的数字化、科学化、智能化水平。本技术整体通过中冶集团科技成果评价，总体达到国内领先水平。项目成果在实际应用中取得了显著的经济效益和社会效益，近 3 年累计新增销售额 51014.28 万元，新增利润 3270.19 万元，同时获得多项省部级优质工程奖。研究成果获发明专利 5 项，实用新型专利 7 项，发表学术论文多篇，为提升我国焦炉基础施工技术水平起到示范和引领作用。
2025126 冶金干熄焦炉长寿化关键技术研究与应用 五冶集团上海有限公司、中国五冶集团有限公司、武汉科技大学//	项目属于冶金装备领域。 干熄焦技术是国内外最先进的绿色熄焦技术，干熄炉为其核心设备。干熄炉内环境恶劣，其耐火内衬服役寿命短，损毁频繁；干熄炉停炉维护耗时长，导致经济与环保双重压力，因此亟需解决干熄炉耐火内衬寿命短、检修频率高、停炉维护时间长等难题。中国五冶联合武汉科技大学国家重点实验室等组成产学研用团队，历时 10 余年积累研究，攻克了干熄炉内衬长寿化及高效维护等关键技术难题，对国家“十四五”规划与“双碳”战略具有重大推进意义。创新成果内容如下： 1.创造性地发明了莫来石-碳化硅浇注料原位生成 AlN 晶须增韧技术，显著延长了干熄炉内衬服役寿命。发明了莫来石-碳化硅浇注料 AlN 晶须原位生成技术。通过 AlN 晶须低温原位生成技术和金属铝粉抗水化技术，成功降低了 AlN 晶须生成温度，对浇注料实现晶须增韧并提升材料的储存与施工性能，耐压强度与高温抗折强度均达现行国家行业标准 2 倍以上。该技术可使干熄炉服役寿命延长至 8 年以上，较现有先进技术提升 30%左右。 2.研发了斜风道区域砌体浇注料预制件装配式维修技术，解决了内衬服役寿命短与维护效率低的难题。研发了装配式浇注料预制件工艺，优化并提升斜风道支柱力学与耐久性能，提升服役寿命 25%以上；发明了斜风道整体化快速更换技术，实现了斜风道装配式一体化维修，节约工期 20%；建立了干熄炉浇注料预制件信息管理平台，实现了浇注料预制件信息化统筹管理。 3.开发了干熄焦炉耐火砖内衬快速修复技术，突破了与耐火砖内衬损伤检测、修复相适应的关键技术瓶颈。针对炉内耐火内衬损毁情况不易观测的情况，研发了内衬在线检测与诊断管理平台，实现内衬检测、诊断、维修的信息化管理，并通过内衬分段同步化维修与精度实时动态控制技术，提高作业效率 25%以上，降低砌筑误差，提高工程质量。 项目获授权专利 15 件，申请受理 2 件；软件著作权 2 项；发表论文 8 篇；主编团体标准 2 项；形成部级工法 3 套，并成立中冶干熄焦炉工程技术中心。成果用于宝钢湛江干熄炉改造等 130 余座干熄炉检修项目创收 3.29 亿元，创利 4332 万元。项目技术减少碳排放 795.6 万吨/年；减少大气污染物 9750 吨/年；增加发电量 1.44 亿千瓦时/年，节约环保与碳排放治理费用超 2 亿元/年；节约能源费用超 1.9 亿元/年，经济和社会效益显著。
2025127	钢铁工程升级改造是在原厂房内进行不停产改造扩建，显著的特点就是边生

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
生产环境下炼钢工程智慧建造技术研究与应用 中国十七冶集团有限公司//	产、边施工，不仅涉及到厂房内基坑工程与既有厂房结构相互影响、行车吊运高温液态金属运行干扰的安全风险、冶炼过程产生的有害气体对作业人员产生伤害等多项土建专业施工，而且还要进行大型机电设备在受限环境下的特殊安装等。本项目针对以上难点进行统计分析，从安全保障到受限空间的设备安装以及数字化决策，提出了生产环境下炼钢厂房内基坑监测预警技术、受限空间下数字化设备安装技术、生产环境下炼钢工程智慧建造决策系统，研发了具有冶金工程特色的生产环境下炼钢工程智慧建造技术集成。 本项目取得的科技成果如下：依托中冶集团 2020 重大研发项目荣获 2023 年中国质量协会质量技术二等奖、2022 年安徽省专利奖 1 项，省部级工法 2 项，2020 年中冶集团 BIM 大赛施工单项一等奖；科技成果经中国冶金科工集团鉴定达“国际先进”水平，共授权专利 17 件(其中授权发明专利 8 件)，软著 2 项。 本项目以宝钢湛江钢铁三高炉系统炼钢工程、广西盛隆炼钢工程为载体，开展生产环境下炼钢工程智慧建造技术研究与应用，特别是在宝钢湛江三高炉系统炼钢连铸工程中得到充分的应用，较总进度计划分别提前 3 个月和 2 个月，且在宝钢建设史上首次实现炼钢、连铸工程同一天打桩、同一天投产，不仅助力湛江钢铁连铸车间实现 1235 万吨/年的产能目标，成为全球最大产能的单体炼钢车间，获得了业主的高度称赞。
2025128 大型高炉低碳绿色推移式建造技术研究与应用 中国十九冶集团有限公司//	1.所属科学技术领域。本项目属于冶金高炉建造技术领域，主要应用于冶金高炉大修工程建设。 2.主要内容。(1)大型高炉带基础整体推移的计算分析。通过高炉框架稳定性分析、高炉推移界面分析、推移通道分析、地质情况分析，确定高炉推移方式，确定有关推移高炉的参数：推移重量、推移距离、推移高度、框架拆除量。(2)推移装备的标准化、模块化研究。通过对推移轨道及支座、推移托盘、自动顶推装置、滑靴低阻尼滑动副、液压系统的标准化设计，促进推移装备高端化，以期推移装备的重复利用，降低施工成本，并通过标准化的装备，源头上提升安全性，可控性。(3)高炉推移过程的自动化控制研究。通过研发随动顶推技术、导向滑靴侧向位移调整系统、四缸八泵同步推移控制技术、高炉推移过程(位移)的智能化监测控制技术，实现高炉推移过程的自动化控制。(4)高炉推移过程数智化应用研究。通过对高炉推移过程进行仿真分析，建立预测模型对推移过程做出风险预测，融合物联网、BIM 等技术将高炉推移全过程的关键环节及数据有机整合，形成完整的数据采集、分析、决策支撑体系，以数字孪生的形式，将推移数据及时反馈至施工人员，全方位辅助现场质量、安全及进度管理，达到精细化、智能化、高效化的施工管理目标。 3.特点。(1)首次采用大型高炉带基础整体随动顶推技术，实现高炉带基础整体自动化推移，降低高炉大修成本(业主停炉成本、施工成本)。(2)首次对高炉带基础整体推移的推移装备标准化设计、模块化加工、装配式安装，提高推移装备重复循环使用效率，促使核心装备高端化。(3)首次在高炉带基础整体推移过程采用智能化监控技术，多维度动态收集推移过程的液压缸压力、推力、行程，轨道基础应力等技术参数，确保推移过程的安全性和稳定性。(4)首次在高炉带基础整体推移过程运用计算机仿真、机器学习技术和数字孪生技术构建高炉带基础整体推移数字化管理系统，有效提升施工过程可控性。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	4.应用推广情况。本项目在南钢第一炼铁厂 2 号高炉节能降耗技术改造项目和榆钢炼铁工艺装备优化改造项目中进行了研究与应用，极大的缩短高炉大修停炉时间，为钢铁生产企业带来显著的经济效益，在质量安全控制、降本增效和节能减排等方面具有较好的效果，符合建筑业数字化、智能化、绿色建造的发展趋势。
2025129 冷轧连续退火炉高效环保建造技术研究与应用 中国二十冶集团有限公司//	本项目属于冶金设备安装技术领域。 冷轧连续退火机组是通过退火处理消除带钢冷轧后形成的内应力及加工硬化，其最终产品为汽车板、彩涂板、镀锌板、硅钢、不锈钢板等，广泛应用于工业、化工、电力、军工等领域。随着国家对绿色工业的倡导，连续退火生产工艺的迭代升级，以及建设单位对产线施工质量、工期、环保提出了更高的技术要求，导致传统施工技术已无法满足建设需求，亟需研发冷轧连退机组精准高效成套施工技术来满足产业发展需要。 连退机组具有生产线长、设备密集、施工空间狭窄、安装精度要求高、施工及调试周期长等难题。项目组本着“绿色、精准、高效”的理念，针对连续退火炉安装、调试及产线核心设备安装开展系统研发，形成了三大创新点：创新点一：退火炉精准安装技术。针对加热炉散件多，作业空间受限等难题，发明了退火炉精准测量技术，通过投射多条控制线精确定位炉壳的方法可提高安装精度约 30%。研制退火炉模块化施工专用平台，实现退火炉结构及炉壳的模块化组装及安装，提升施工效率约 20%。研制了系列吊夹具，解决炉辊、辐射管、排烟渗铝管施工时，作业空间狭、吊装偏沉等难题。发明了耐材绿色高效施工成套技术，改进了耐材砌筑工艺，提高了炉墙结构质量、强度和使用寿命。创新点二：退火炉高效调试技术。发明了立式连退炉跳仓式气密性试验方法，通过分炉段跳仓试验，消除快冷段因施工工艺复杂、进度迟滞对加热炉整体气密性试验的影响；提出了卧式连退炉分段试验逐次连通整体试压的气密试验方法，可加快试验进度约 30%；创新了连退机组先穿带试运行后烘炉的调试技术，可创造增加 20%调试时间，为机组设备调试质量提供了保障。创新点三：连退机组核心设备精准快速安装技术。解决了轧机垫板、底座、牌坊精确、大直径地脚螺栓紧固施工技术难题，发明了使用轨道滑块进行辅助测量、用高精度激光准直仪进行平直度检测的方法，提出了活套托辊快速纠偏调整方法保证了机组的稳定运行，发明了新型可调斜铁安装方法改进了传统座浆法施工工艺，提出了使用预埋基础型钢替代座浆垫板安装激光焊机底座的方法，实现了大型抛丸机模块化安装。 本项目授权发明专利 13 件、实用新型专利 4 件，形成省部级工法 2 部，完成省部级科技成果鉴定 1 项，发表论文 2 篇，获得优秀发明金奖 1 项。推广应用至多个工程建设并获鲁班奖 1 项，引领了轧钢工程建设领域的技术进步，具有很高的推广应用价值，技术应用前景良好。
2025130 复杂狭窄环境下大型高炉群智能高效大修技术研究与应用 中国二十冶	本项目属于冶金工程建设领域。 随着近年来炼铁技术及理念的变化，高炉大修的施工也面临着不同的情况，有采取分段拆除、离线分段组装，离线整体组装、推移就位的方式进行的大修，也存在因现场环境及成本考虑，采取不同于此种方式的快速大修，其中大型高炉的大修尤其是受限空间下特大型高炉的大修，尚未完全对各种情况下安全快速高精度大修有全面透彻的研发，有必要针对此种类型高炉大修进行研究，形成了以下创新点：

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
集团公司、上海二十冶建设有限公司//	1.超大炉壳快速拼装技术；大型高炉施工区域场地狭小，但受大型高炉炉壳直径限制，拼装场地需求大，场地布置难题突出；拼装结束后，场地需要快速转换成其他施工用地。研发了一种超大型炉壳拼装胎架结构施工技术，攻克了在当今世界炉容第二大，占地最小(仅 0.03m^2/t.Fe)的炼铁系生产区域施工条件下场地狭小、拼装、吊装场地的技术难题，保证了生产的正常运行和施工安全，确保了生产与施工的高度协调。首创了炉壳离线拼装，运输+轨道移动技术，突破超重炉壳拼装的技术瓶颈。开创了超大型炉壳拼装新局面。相比传统的方法，不仅保证了生产正常运行，还有效地降低了大型施工机械费用 20%。 2.超特大型高炉快速移动、安装技术；大型高炉炉壳重量大移动缓慢，调整难度大。研发了一种大型高炉分段滑移装置技术，自主研制一种大型高炉分段提升定位装置。解决了炉壳快速移动，高空炉壳精准定位难题，具有快速对中特点。达到了降低施工成本，缩短工程施工工期，提高施工效率的目的。 3.特大高炉炉内同步快速安装技术。自主研发了炉内施工用组合吊装结构，解决了有限空间垂直安装人员无安装操作平台等技术难题，提高了垂直施工的安全性；自主研制一种带环形吊的高炉施工保护棚，避免了上下同时作业的安全技术风险，显著提高了施工工效。创造了世界巨型高炉常规拆除，异地组装、模块车运输、推移就位大修最短工期。 本项目共形成授权发明专利 6 件，实用新型专利 14 件，2 项 BIM 奖项。 本项目核心技术先后在沙钢 5800m^3 高炉，沙钢 1#、3#、2#2680m^3 高炉等国内外同期大修最大炉容、技术水平最先进的高炉中得以成功应用，累计新增利税 33647.54 万元，间接经济效益约 120 亿元。
2025132 沿海复杂条件下热轧厂板加区建造关键技术 上海宝冶集团有限公司//	1.本成果属于冶金建设施工技术领域。 2.主要内容：宝钢湛江钢铁热轧工程的建造为适应国家新的发展战略，实现“绿色钢厂”，从而达到节能降耗、降低成本的目的，以适应市场需求；因沿海复杂地质气候条件及施工环境产生了很多建造上的关键技术难题：(1)各类深基坑互相毗邻、贯通、叠合形成超大深基坑群，四周被建构筑包围，地下含有火山熔融形成多夹层硬质玄武岩，开挖难度大；(2)大体积混凝土设备基础底板超过 1 万立方，控制有害裂缝的难度非常之大；(3)加热炉关键部件因空间受限而无法快速安装。(4)厂房钢结构和各类金属管道焊接产生大量焊缝，在湿热环境中快速生锈；(5)在海积平原和层状硬质玄武岩复合地质下，PHC 密集群桩施工出现剧烈挤土效和断桩双重难题。 为此课题小组以宝钢湛江钢铁三高炉系统项目热轧工程为研究对象和实施载体；形成《沿海复杂条件下热轧厂板加区建造关键技术》，保证了施工高质快速、经济节约、安全环保；经科技查新和专家鉴定总体达到国内领先水平(附件 2、附件 3)。 3.技术特点：在总结以往热轧的经验基础上，经过技术创新，研制出沿海复杂条件下热轧厂板加区建造关键技术：(1)沿海复杂地质条件及温湿环境下超大深基坑群施工技术，采用“双区同挖”方法，保证了板加区超大深基坑群边坡稳定性及周围环境安全；(2)高温环境下加热炉大体积混凝土设备基础的施工及裂缝控制技术，保证了施工质量；(3)空间受限环境下加热炉关键设备快速安装技术，确保了加热炉下排式大直径钢烟道、水梁立柱及其绝热施工工期；(4)沿海湿热复杂气候环境下大面积、密集焊接节点快速除锈防腐施工技

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	术，解决了厂房钢结构及管道返锈周期短、修复费用高的难题。(5)海积平原和夹层玄武岩复合地质下 PHC 密集群桩施工工艺，解决了密集群桩因夹层玄武岩复杂地质和挤土效应造成的损桩率高、桩身对接精度低、密集桩孔安全施工等难题。 4.应用推广情况：本成果在湛江钢铁的 3 个工程成功应用(附件 4)，提高施工质量和效率，实现绿色建造和降本增效目的，节约费用超过 1000 万元(附件 6)；本成果共申请 12 件专利，其中 4 件发明专利和 3 件实用新型已授权，并发布了 1 项团体标准(附件 7-18)；本项目还获得国家优质工程奖等多个质量和科技奖项(附件 19、20、21、22、23、24、25)；本成果的成功开发和应用，促进了企业加快创新发展；为国内沿海大型钢厂绿色建造提供技术服务和支撑，本成果具有广阔应用前景。
2025133 高炉大修机电智慧施工技术开发与应用 上海宝冶冶金工程有限公司、上海宝冶集团有限公司//	本成果属于冶金装备、建设与自动化领域。 本成果通过研发高炉大修三维可视化与辅助施工系统，深度融合高炉大修项目机电关键设备的高精度三维模型及智能巡检机器人，代替人工开展冶金电气盘柜状态的巡检，在 3D 场景中实现实时动态显示巡检过程，并与实际场景关联数字孪生系统，对电气盘柜运行状态进行实时展示与镜像评价，从而实现高炉大修机电工程智慧化施工。 本成果实现了从高炉大修规划设计、施工过程控制到最后的电气室无人化维护的全流程智慧化管理。其核心技术包括： (1)高炉大修数字化分析技术。本技术将无人机倾斜摄影和激光雷达三维扫描相结合，大面积、高分辨率快速获取项目重点部位建筑结构、设备的空间和纹理信息，在高炉大修三维可视化与辅助施工系统中自动生成项目三维场景，在三维场景中设计炉壳搬运路径，进行桥架干涉分析，制定桥架拆迁方案，进而实现指导桥架拆迁和炉壳搬运施工。 (2)电气盘柜安装自动定位技术。本技术通过设计一种电气盘柜安装自动定位装置，通过传感器采集已安装盘柜和待安装盘柜的位置信息，自动分析计算得到两个盘柜之间的空间位置偏差，控制伺服电机的运转，对电气盘柜进行空间位置姿态调整，实现电气盘柜安装的自动定位。 (3)电气室“数智一体化”巡检技术。本技术通过设计一种冶金电气盘柜智能检测系统，深度融合高炉大修项目倾斜摄影及高炉快速建模技术，建立电气室三维可视化场景。并采用智能巡检机器人对电气盘柜图像采集、三种颜色指示灯状态检测识别，智能检测云平台负责对检测结果分析，对异常盘柜进行标识，从而实现电气室运行智慧化管理。 主要特点：1.高炉大修三维模型场景快速生成。(1)高炉模型快速翻模：对图纸进行快速建模，形成精细化三维模型；(2)施工场景模型快速生成：无人机倾斜摄影与激光雷达点云成像结合，建立项目施工大场景；(3)场景自动化渲染：高炉大修三维可视化与辅助施工系统自动完成虚拟场景的渲染与轻量化处理，节约大量模型处理时间。2.电气盘柜安装自动定位。电气柜位置识别，空间姿态自动化调整。3.电气室“数智一体化”巡检。(1)智能巡检机器人自动化巡检。(2)数字孪生管理系统对盘柜进行自动化管理、数据分析。 本成果推广应用于湛钢 3 高炉及喷煤工程中、马钢 A、B 高炉大修等多座高炉大修项目中，提升了机电安装工程质量，总计缩短工期 10 天，取得 3000 余万元经济效益。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025147 涟钢高品质薄规格钢板热处理产线关键装备技术创新与实践 湖南华菱涟源钢铁有限公司、东北大学、北京科技大学、中冶南方(武汉)热工有限公司、湖南人文科技学院、北京科技大学设计研究院有限公司//	薄规格热处理钢板是重大装备、重点工程和国防建设的重要原材料，热处理是实现钢板性能提升的重要环节，直接决定着钢板最终的性能。项目实施前，我国薄规格热处理钢板几乎完全依赖进口，其主要原因是薄规格热处理钢板的关键热处理装备尚未掌握。 项目经过多年攻关，产学研合作，研发成功国际首套最薄可处理 2mm 辊压式淬火装备、最低 150℃高精度回火装备、基于 5G+AI 集成“检测-判定-集控”一体的全流程表面缺陷检测装备和高压水射流喷丸除鳞技术的高性能钢板生态除鳞技术装备，建成全球最大的薄规格钢板热处理生产基地。取得的创新如下： (1)首创薄规格超高强度钢板横切热处理的生产线，研制出 2.0-8.0mm 薄规格钢板受约束式辊压淬火装备和烟气余热回收利用热风循环高精度回火装备，开发出钢板高平直度淬火和低温回火工艺模型，2mm 钢板淬火板形不平度≤2mm/m，150℃回火温度控制精度±3℃，突破了单张钢板离线热处理厚度极限。 (2)创新热处理钢板表面缺陷检测和控制技术与装备，研发出基于 5G+AI 集成“检测-判定-集控”一体的全流程表面缺陷检测装备和高压水射流喷丸除鳞技术的高性能钢板生态除鳞装备，钢板缺陷平均检出率＞98%，保证不生锈天数≥180 天，解决了常规热处理钢板表面因氧化铁皮涂漆困难和易锈蚀的难题。 (3)基于研发的装备和控制技术，开发出系列钢板的低内应力控制技术和高表面质量检测控制技术，实现在全球最薄(2mm)、最高级别(Rm=2500MPa)的工程机械用结构钢板、耐磨钢板和防弹钢板等产品高平直度、高表面质量生产。项目授权发明专利 22 件；发表学术论文 103 篇，制定标准 3 项。以毛新平院士为组长的同行专家评价“整体技术达到国际领先水平”。成果相继获中国工业大奖表彰奖(2 次)、中钢协新产品市场开拓奖(2 次)和金杯特优产品(5 次)、中国冶金科工集团一等奖等荣誉。 项目研发的关键装备和技术成功应用于华菱涟钢 13 条热处理产线，近三年，累计生产薄规格热处理钢板 151.15 万吨，其中出口超过 50 万吨，新增产值 93.9 亿元，利润 9.55 亿元。成果相继应用于卡特彼勒、小松、中联、三一、徐工、中国重汽、中集等企业大型工程机械、矿山机械、冶金机械等关键部件制造；研发的系列薄规格热处理钢板不但满足了我国高端装备制造业对钢板的急需，还实现了欧美等钢铁强国的反向出口，提升了国家自主保障能力和国际影响力，经济和社会效益显著。
2025151 中厚钢板产业计量科技创新研究 湖南华菱湘潭钢铁有限公司、湘潭市工矿电传动车辆质量检验中心、	本项目聚焦于工业自动化、智能化及绿色能源领域，旨在通过技术创新推动产业升级和效率提升。 关键生产设备状态在线监测数据比对溯源技术，通过建立设备状态在线监测数据比对溯源试验平台，研究新型采集/测量装置的数据比对溯源技术，为智能制造项目提供了量值溯源技术文件。成果包括一套设备状态在线监测数据比对溯源研究试验平台和一项企业内部标准，支撑了钢铁产业智能/智慧制造的快速升级。在线检测大数据运用技术项目则探索了测量手段与云平台、大数据中心等信息化技术的深度融合，制定了智能化信息系统建设指南。成果包括湘钢设备能源管控中心平台建设，以及多项计量大数据运用案例入选国家市场监管总局产业计量成果库。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
重庆川仪自动化股份有限公司//	在压力校准领域，100Pa 以下的真空压力变送器校准技术项目研制了一种全自动控制一体化真空校验装置，提高了校准效率和精确度，真空校准精度可达 0.05%F.S，为压力计量行业提供了新的解决方案。 双边剪剪切尺寸检测装置项目通过替换高精度激光位移传感器，提高了双边剪自动检测系统的测量精度和效率。成果包括一种横向精准裁剪用双边剪的实用新型专利，显著提升了生产效率和裁剪精度。 宽厚板标志机轮廓数据测量装置项目研发了基于激光 3D 视觉的钢板高效轮廓测量系统，提高了测量精度和效率，减少了环境因素的干扰。成果包括一项发明专利，为钢板轮廓测量提供了新的技术路径。 硫铵结晶槽酸度在线检测系统项目解决了硫铵结晶槽酸度的高效测准问题，研制出一套全智能测试系统，提高了氨的吸收效率，减少了氢氧化物的产生。成果包括一项实用新型专利和一篇权威论文，为硫铵结晶槽的酸度控制提供了新方法。 皮带防撕裂检测系统项目针对皮带撕裂检测的难点，选择了检测皮带撕裂后的落灰检测方法，提高了检测精度和减少了误报率。成果包括一套皮带防撕裂检测装置的试制和一篇科技论文的发表。 最后，炉温均匀性检测系统项目通过温场测试，设计了新型炉温均匀性检测系统，提高了热处理炉的准确度和稳定性。成果包括一套炉温均匀性检测设备“黑匣子”和一项企业内部标准，为热处理工艺的制定提供了依据。
2025153 物资计量智能化与信息化融合技术的研究与应用 湖南华菱湘潭钢铁有限公司、杭州振华工业称重科技有限公司//	本项目属于冶金工程技术领域。 在现代工业生产中，物资计量的精度与效率对企业运营至关重要。本项目“物资计量智能化与信息化融合技术的研究与应用”旨在通过集成智能化与信息化技术，实现物资计量的自动化、远程化和无人化，从而提高计量精度和效率，降低人工成本，增强企业竞争力。 主要创新：1.技术集成与创新：项目集成了条码扫描、视频识别、语音通话、网络通讯、数字通讯、设备管理、手机 APP、数据库加密、AI 智能、大模型数据分析、图像识别、5G 通讯等技术，构建了物资智能集中无人计量系统。该系统能够在无人值守的条件下，实现物资计量的自动化处理。2.数智化计量：项目实现了从动态轨道衡到静态轨道衡、皮带秤、汽车衡的远程集中计量，以及轨道衡和汽车衡的智能分析计量。3.无人值守与自助计量：通过建立计量专网，实现了无人值守，自助计量，有效降低了劳动强度，提高了劳动生产率。4.环境与设备监控：项目对磅房的温湿度、环境和状态进行实时监控，确保计量环境的稳定性和设备的安全性。5.5G+移动终端应用：项目创新性地将 5G 通讯与智能手机终端应用于物资计量管理，实现了业务申报、磅单查询、异常数据处理等移动办公功能，提升了用户体验和管理效率。6.数据智能分析处理：通过大数据分析，建立大模型数据库，利用 AI 智能分析，结合传感器技术和图像识别技术，系统达到数据自动处理率 99.8%以上，显著减少了人工干预，提高了计量的准确性和实时性。 项目成果已在湘钢等多家钢铁企业成功应用，实现了物资计量管理水平的显著提升。技术成果推广至阳春新钢铁、湖南涟钢、华菱管线、新余钢铁、包钢、柳钢、南钢等企业，实现了远程集中计量，提高了物流运输效率和劳动效率。湘钢物资智能集中计量管理系统荣获中国计量协会授予的全国“产业计量标杆示范活动标杆单位”称号一等奖，中国计量协会冶金分会授予的“冶

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	金计量标杆示范活动标杆单位”称号一等奖，并入选国家市场监管总局办公厅《计量助推企业提质增效典型案例》优秀案例。项目共授权发明专利 4 项，软著 4 项，发表论文 10 篇，制定国家标准 1 项，每年直接创效 41025 万元以上。 项目的成功实施不仅提升了物资计量的精度与效率，还为同行业提供了可借鉴的经验和模式，具有重要的行业示范和引领作用。本项目为钢铁行业乃至更广泛的工业领域提供了一种全新的物资计量解决方案，推动了行业技术进步和管理创新。
2025158 焦炉单孔炭化室煤气全过程协同有序调控技术开发及应用 济南冶金化工设备有限公司、齐鲁工业大学、清华大学、鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司 //	随着国内对环保要求的不断提高，以及国内焦化市场的巨大变化，焦化行业洁净生产和降本增效面临的挑战越来越严峻。国内不少焦炉的操作与管控长期以来都处于一种较为粗放的状态，尤其是对于炼焦这样一种状态参数随时间具有周期性变化特点的操作过程，炭化室底部压力却往往在整个炼焦周期缺乏有序调节，无法应对装煤和处于不同结焦时间的炭化室煤气发生量的巨大变化，产生了废气外逸污染和焦炭烧损问题。 2024 年 1 月 15 日，生态环境部、国家发展改革委、工信部等部委联合印发《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》，要求推进实施焦化行业超低排放，提升焦化行业全工序、全流程大气污染治理水平，推动行业绿色低碳转型升级，提出强化源头控制，鼓励焦炉采用分段(多段)燃烧、炉内废气循环、单孔炭化室压力调节等技术。其中，单孔炭化室压力调节技术能够有效改变传统依靠公共集气管压力对整个炉组的炭化室压力进行调控的方法存在压力调节不精准、不及时的不足，降低焦炉生产过程的污染物的无组织排放。 本项目属于焦化技术领域，开发的具有水封结构的单孔炭化室压力调节阀，具有调节精度高、结构简单、制造成本低、施工生产安全方便等特点，尤其适合在役焦炉改造。本项目建立了装煤和结焦过程煤气发生量模型、提出了经验计算压力分段预置方法，结合炭化室顶部和集气管压力实时数据分析，开发出炭化室压力协同调节软件，实现了单孔炭化室底部压力的微正压控制。开发了氮气恒流反吹和传导压力的测压管，保证单调阀系统的长周期稳定运行。最终形成集气管压力优化配置与炭化室压力自动调节的单孔炭化室压力的协同有序调控技术，对炼焦过程单孔炭化室压力进行精准调控，确保从装煤到整个结焦过程焦炉炭化室压力稳定在 5～30Pa[G]之间，成功解决了传统焦炉生产过程装煤期煤气逸散、结焦末期煤气倒流和炉墙窜漏等问题，提高了焦炉生产清洁绿色程度。 该技术已应用于多座焦炉，实现了工程的安全稳定可靠运行。实践应用表明从装煤到整个结焦过程焦炉炭化室压力稳定可控，提高了焦炉装煤过程煤气回收率，减少煤气外逸约 512 万 m^3/a；降低了结焦末期焦炭烧损率，焦炭烧损降低约 3.43 万吨/a，具有显著的经济效益、环保效益和社会效益。 该项目对于实现单孔炭化室压力有序调节，降低焦炉生产过程的污染物的无组织排放，提升焦化行业全工序、全流程大气污染治理水平，推动行业绿色低碳转型升级具有重要价值。
2025159 基于热轧型材的高性能装配式钢结	该成果属于轧钢制品创新与推广领域。建筑业是我国重要的支柱产业之一，传统粗放型生产方式使建筑业急需转型升级，走绿色发展，高质量发展，可持续发展之路。新型建筑工业化是破解我国传统建筑业高污染、高能耗和低效率困局的最佳途径。在国家推进新型建筑工业化进程中，钢结构建筑以其

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
构体系创新及智能建造关键技术 西安建筑科技大学、铯镨科技有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、上海宝钢建筑工程科技有限公司、中国五冶集团有限公司、中建科工集团有限公司、西安建大装配式钢结构研究院有限公司、易北云科(上海)智能科技有限公司、西安建筑科技大学设计研究总院有限公司、海南华金钢构有限公司//	绿色低碳、抗震性能好、节点连接方便可靠、施工速度快等优势而广受业界推崇。 目前我国钢产量已超 10 亿吨，而钢结构建筑用量仅占钢产量的 9.4%，较发达国家平均 30%的比重仍有较大差距。究其原因，钢材尤其是热轧应用到工程中存在以下技术难题：(1)钢结构建筑智能制造全产业链技术缺系统性理论支撑；(2)钢铁生产与钢结构制造产业链上下游缺乏产业协调与数据互通，没有形成真正的现代工业供应链系统；(3)传统钢结构体系用钢量大，没有大量采用轧制型材，以定制加工为主，造价昂贵；(4)目前智慧管理平台多是企业级产业协同管理平台，缺少全产业链、行业级产业管理平台；(5)传统钢结构生产设备落后，智能化水平低，生产效率低。 为此，项目组在国家重点研发计划等项目支持下，以“工业化、标准化、信息化、绿色化”为目标，开展了基于热轧型材的高性能装配式钢结构建筑体系创新及智能建造成套关键技术的研究，取得了突破性成果。经院士和全国工程勘察设计大师等权威专家鉴定，成果总体达到国际领先水平。 该成果主要科技创新如下：1.提出并构建了现代建筑工业系统工程模型、架构及理论，为全产业链产业互联网管理平台、基于热轧型钢的高性能装配式钢结构建筑体系、智能制造产线研发提供了理论基础。2.基于系统工程思维，与钢厂深度联合，将建筑用钢需求与热轧型钢相结合，进行定轧优化；创新了基于热轧型钢的高性能新型装配式钢结构建筑体系，建立了设计理论及方法，实现了钢结构智能制造和主体结构轻量化，显著降低了成本。3.首次在建筑工业领域，研发了钢结构全产业链产业互联网管理平台，并构建了以“族模组”为基础的建筑全生命周期数字化产品模型体系；开发了钢框架结构智能深化生成式设计软件，并研发了国内领先水平的以热轧型钢为基础的智能制造产线，实现了以数据为驱动的智能制造。 成果获授权发明专利 38 项，实用新型专利 112 项，获得软件著作权 17 项，发表论文 90 余篇，相关技术在陕西、山东、重庆、新西兰、白俄罗斯等多地推广应用，总建筑面积逾两百万平米，在建面积五十余万平米，取得了良好的社会和经济效益。
2025167 数据驱动的热轧带钢控制模型关键技术研究与应用 北京首钢股份有限公司、北京首钢自动化信息技术有限公司、首钢集团有限公	本项目属于钢铁材料加工制造及过程控制和自动化技术领域。 带钢热连轧过程控制模型是保障产线稳定运行的基础，也是决定产品质量的关键。长期以来热连轧核心控制模型以国外引进为主。随着热轧产品迭代升级，引进模型对高端品种已表现出控制精度不足的问题。同时，受引进技术制约，在自主推进热轧产线智能化转型过程中，对过程控制模型却难以介入。突出难点在于过程控制系统存在数据壁垒、控制模型在线优化迭代风险高、系统模型黑箱难以高精度优化，且产品质量缺陷模型参数追溯困难。为此，项目团队以迁钢热轧产线为示范线，通过研发自主可控的高精度热轧数字化控制模型关键技术，突破了热轧产线智能化转型中的关键技术瓶颈。 主要创新工作内容包括：(1)热轧全流程过程控制在线仿真技术研发。开发了集数据采集、智能算法平台、跨平台闭环控制于一体的热轧过程控制级工业数据平台，打破过程控制系统存在的数据壁垒，研发了“粗轧-精轧-层冷”全流程过程控制在线仿真系统，实现生产过程核心模型与关键参数的静态/动

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
司、北京科技大学//	态精准模拟、实时调优，显著提升了控制模型在线优化迭代效率与安全性。(2)数据驱动的热轧在线精准控制技术研发。研制了具有自主知识产权的热轧数据驱动在线精准控制成套模型，替代了轧制力、宽度、温度、板形等核心参量的国外引进控制模型，解决了传统热轧过程控制模型换规格精度低、自适应性差、人工经验依赖性强的共性难题，实现热轧过程控制精度显著提升。(3)热轧产品质量缺陷智能分析技术研发。构建了热轧产品缺陷专家知识样本库与智能分析流程，研发了数据/知识融合驱动的产品质量缺陷智能分析方法，开发出集厚度、宽度、温度、板形等关键质量缺陷为一体的智能化分析系统，突破了传统分析周期长、人工依赖强、模型参数追溯困难的质量缺陷分析瓶颈。 项目申请发明专利 16 件，已获授权 9 件，发表学术论文 7 篇，登记软件著作权 6 项。该创新成果已成功应用于首钢迁钢两条热轧产线，有效改善了产品质量控制精度、生产稳定性和产品缺陷分析效率，产线厚度、宽度、温度、板形质量损失降低 59%，产品缺陷分析时效 10s 以内，轧线产量与成材率提升显著，支撑了首钢硅钢、汽车板、中俄高级别低温管线钢等高端产品制造，近三年累积创效 4.46 亿元，经济效益和社会效益显著，推广前景广阔。项目成果经北京市金属学会组织组织的行业专家评价，认为该项科技成果创新性强，具有完全自主知识产权，整体技术达到国际先进水平。
2025181 步进式加热炉自动控制技术的研发与应用 山东莱钢永锋钢铁有限公司//	轧钢加热炉受工艺条件影响控制复杂，全流程自动化水平较低，目前对加热炉系统全流程自动化、稳定化控制研究较少，提高基础自动化控制水平，低能耗高效率的生产，已经成为目前冶金工业控制技术的重点和主要的研究方向。因此，加热炉自动控制技术的研究，对企业、社会具有重要意义。 本项目研发了基于图像识别技术的物料全自动跟踪和自动步进补偿，实现了钢坯的全自动出入炉控制，自动消除了步进误差；二级燃烧控制系统优化了燃烧空燃比和加热工艺，改善了加热质量，降低了燃料消耗，减少了炉内烧损。系统较好的解决了步距不稳和坯料加热不均匀的问题。 项目主要创新点：1.物料自动跟踪与入炉自动化设计。设计图像识别系统、变频器辅助刹车缓冲定位系统、拨钢过程双检测技术，保障监测精准度，实现物料自动跟踪。设计步进周期及与挡钢钩连锁的逻辑关系，自动控制上料台架步进周期，实现拨钢系统与辊道速度模式的自动匹配。在入炉二段研发自动翻钢装置，实现钢坯自动化入炉，降低员工劳动强度。2.炉内自动控制技术。开发自动步进补偿技术，精准出炉率达到 100%；研发自动燃烧技术，优化设计出不同钢种的最优升温曲线，以最小的能源消耗快速达到钢坯出炉目标温度。最终通过模块化的设计确保加热炉自动燃烧系统的稳定运行，有效提高自动化水平至 90%以上。3.出炉自动化技术。结合步进梁虚拟控制逻辑程序，开发出一套新的用于计算钢坯之间间隔的算法，控制系统实现无人化自动精准出钢操作。4.设计三腔油缸，加热炉液压系统降低 70%的能耗。 实施效果：煤气消耗最高降低 20.32%，氧化烧损降低 0.04%；钢坯头尾温差由原来的 30℃降低到 20℃以内；钢温合格率由 92.43%提高至 97.63%，钢温合格率提高 5.2%；自动燃烧控制技术、自动翻钢装置能够有效降低员工劳动强度，由 4 人操作减少至 3 人操作即可满足生产，且无需员工进入现场翻坯；步进补偿技术使出炉准确率提高至 100%，5 条生产线节约卡钢处理时间 30 分钟/天，提产 75 吨/天，新增产量 24637 吨/年。步进式加热炉自动控制技

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	术在永锋高线(A 线、B 线)、高棒、小棒、三轧五条轧钢生产线进行推过应用。 经济效益分析：本项目在提高加热准确率、节约煤气耗量、节约电能消耗等方面效果显著，年化收益达到 1853 万元。 社会效益方面：本项目每年可降低烟气中 SO_2 含量、碳氧化合物及颗粒物，有利于钢铁制造的可持续发展，该技术具有行业推广价值，社会效益显著。
2025190 连续抽锭式电渣 CPC 熔覆法制备双金属覆合轧辊装置技术及方法 湖南力方轧辊有限公司、湖南工学院//	项目属高新技术领域：先进制造；成果应用的国民经济行业：制造业；所属技术领域：先进钢铁材料锻件制造、锻件及粉末冶金制品制造。 主要内容。(1)采用全新的电渣冶炼技术。将预制的高速钢套，以连续抽锭式电渣重熔冶炼方法与预制的合金钢芯轴覆合成型，即电渣重熔(ESR)+连续浇注复合铸造法(CPC)覆合技术，制成高耐磨复合轧辊坯料；(2)开发出全新工艺流程。采用新技术生产的铸锭，增加快锻工序，与热处理工序相结合使产品获得了更优异的性能；(3)采用可控的冶炼过程。采用新技术的过程参数进行生产，如电流、电压、熔速、水量等均能通过自动控制，实现稳定调节和连续监控，质量稳定性、一致性强。(4)柔性生产，缩短周期、提高性能。新技术所用高速钢辊套和芯轴均可批量提前采购，生产组织柔性化；新技术良好的结合层质量和芯轴强度，大大降低了轧辊制造中热处理工序的裂断风险，使轧辊可以采取更剧烈的加热与冷却工艺制度，并由此缩短工艺周期，同时也使高耐磨复合钢材料获得了更充分的组织转变和更优异的轧辊使用性能。 特点及应用推广情况。(1)新技术所用高速钢辊套和芯轴均可批量提前采购，生产组织柔性化；(2)外层组织优异。外层钢水洁净度更高，覆合轧辊冶金质量高；铸态晶粒均匀、细小，经过锻造后这一优势得到进一步巩固和强化；(3)结合层冶金质量高。新技术使外层与芯部在轧辊全轴长上获得均匀且冶金质量优良的融合区，结合层无气孔、疏松、夹渣等铸造缺陷，经过特殊的锻造工艺后可获得更高的结合强度；(4)芯部强度高，可重复利用。轧辊报废后，芯轴可重复使用，符合循环经济、绿色制造理念；(5)外层成分设计更灵活。而新技术只需根据轧辊用途进行成分设计，熔覆的外层组织均匀、无偏析；(6)柔性生产、周期短、性能高。(7)技术可用于各类黑色、有色金属轧机用冶金轧辊的制造，特别是现代化热带连轧机工作辊，可替代目前广泛使用的传统离心铸造法。 现已在日照钢国内最先进的 ESP 热连轧生产线上率先应用，例：日照钢铁精轧前段 F1-F2、精轧后段 F3-F5 工作辊。此外与武钢日铁(武汉)镀锡板有限公司、潮州市潮安区宏发五金实业有限公司、佛山市南海驰鹏压延制品有限公司、四会市锐强五金制品有限公司等企业签订长期供货协议。
2025193 高效低能耗高精度热连轧成套技术及装备的研究与应用 二重(德阳)重型装备有限公司、广西盛隆冶金	本项目主要应用于热轧板带装备及工艺技术领域，聚焦于热轧板带装备及工艺技术的提升，解决热轧板带生产存在生产效率低、装备能力弱、产品精度差、能耗高等问题，助力我国“双碳”目标实现。经四川工信科技技术评估有限责任公司认定该项目总体技术水平达到国际先进水平，轧制速度、轧机刚度等指标达到国际领先水平，为国内行业新标杆，示范效果显著。 1.提效增产，实现轧制效率的提升：(1)利用动态特性分析等方式实现新技术与新装备的验证与完善，较国内同规格轧线，故障时间减少 15%以上；(2)新型的强力装备与优化的工艺布局，实现轧制节奏的快速提升。 2.节能、低碳生产，实现轧制能耗的降低：(1)热装热送、双排加热、快速运输、高速轧制、板坯动态定宽等先进技术的应用提升了能源利用率；(2)多面

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
有限公司//	保温、轧制润滑、低流量大打击力除鳞、油气润滑、变速比分级传动等先进技术的应用实现了轧制过程水、气、油、电等能源消耗的大幅降低，相较国内轧线能耗降低 5%～15%。 3.高精度、高质量生产，实现轧制产品精度的提高：(1)高刚度精轧机(≥7250KN/mm)、高刚度定宽机(≥10000KN/mm)等核心设备的研制及应用极大地保证了产品尺寸精度控制；(2)大压下量双轴双偏心定宽压力机减宽、自动宽度与厚度控制(AWC、SSC、AGC、DTL)、工作辊凸度控制(WRB、WRS)、自动踏步控制(AJC)、优化剪切、多模式混合冷却控制(UFC+ILC+LC)等先进技术的应用实现了 1.2～25.4mm 厚度、多宽度等级，多钢种产品的稳定生产，特别是 1.2～1.8mm 厚度极限规格的批量生产，产品精度高、性能指标高于国内标准。 该项目成套技术不仅为二重(德阳)重型装备有限公司直接创造了 7.8 亿余元的新增订货额，2021 年再次助力公司赢得了近十年国内合同金额最大的热轧板带成台套装备 2250mm 热轧板带工程合同，新增订货额超 8.8 亿元；后续进一步助力公司签订广西永达 1780mm 热连轧、印尼广青德 1780mm 热连轧等项目，新增订货额 12 亿余元。近三年累积新增销售额 619.2 亿元，新增利润 62.4 亿元，新增税收 7.4 亿元，市场影响力不断加强，为当地创造了大量的就业机会，拉动了当地经济的高速发展。 本项目已获授权专利 10 项(发明专利 2 项、实用新型 8 项)，发表技术论文 5 篇，获批行业标准 3 项。
2025194 2450mm 高端钛板热轧关键技术装备研制及应用 二重(德阳)重型装备有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司//	钛及钛合金被誉为“战略金属”和“空间金属”。钛及钛合金板材因其一系列优异的性能，被广泛应用于航空航天、军事国防、核工业、高端化工等多个领域。但我国钛工业发展起点低，相关轧制装备落后，导致我国高端钛板需要大量进口。 为提升我国钛工业水平，公司依托国家战略需求展开了高端钛板专用热轧机的研制。在研发过程中，项目组基于塑性变形理论和材料科学原理，深入研究钛合金板材在轧制过程中的变形机理及应力应变热分布场。采用弹塑性有限元法建立三维模型，并运用数值模拟软件对热轧过程进行仿真研究优化轧制规程和设备参数。此外，通过分析不同轧制参数对钛板热态形变的影响，构建轧制力能模型，预测并验证轧制力、力矩及速度的变化趋势。基于模拟与分析成果，制定出专用于钛材轧制的优化规程，用于指导高端钛板热轧机的研发。同时，基于以上研究研制设计了一套国内首台套自主设计的钛合金热轧板材专用轧制装备，并实现在高性能钛合金制造企业推广应用，经第三方专业机构评价，该轧制装备技术水平达到国际先进水平。 成果应用于新疆湘晟 2450mm 高端钛板轧机项目，项目设备总重近 2000 吨，合同金额高达 5568 万元，实现利税 946.56 万元。目前已实现了 2.6mm-120mm 厚度钛板(叠轧最薄 0.5mm)的稳定轧制，最小同板差可控制在 0.05mm 内。在短短四年多时间里，该设备为用户创造了近 20 亿元的新产值、近 2 亿元的新利润以及近 4500 万元的新增税收。该项目还获得“中国机械工业科学技术奖科技进步二等奖”等奖项，同时，先后入选四川省首台套产品及国家首台套产品。 该项目的完成起到了引领国内钛板轧制装备行业的发展方向的作用，巩固了我省在钛合金轧制装备研制及应用上的国内领先地位，同时，还有助力改善

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	我国高性能钛及钛合金板带材生产工艺数据的封闭性和轧制设备的落后现状，它填补了我国自主设计制造高性能宽幅钛合金板材轧制装备的空白，有力推动了我国高端合金材料加工行业的高质量快速发展。
2025202 基于软件定义的 5G 云化钢铁工业控制系统研发与应用 鞍钢集团北京研究院有限公司、鞍钢股份有限公司炼钢总厂、北京科技大学、鞍钢集团自动化有限公司、中国移动通信集团辽宁有限公司鞍山分公司、中兴通讯股份有限公司//	项目属于冶金装备、建设与自动化领域。 在新一代的网络技术和 IT 技术的支持下，随着工业互联网、软件产品和开放架构的实施，正在重新定义流程工业和离散制造业的自动化架构。鞍钢作为中央直属特大型钢铁联合企业在已有的生产经验和技术创新的基础上，联合国内科研单位，开展基于 5G 软件定义的工业控制系统的研发工作，并将其列为集团公司重大战略科技创新项目。 项目研究工作主要内容为：(1)建设无线网络切片和异频双网冗余覆盖的跨市区域 5G 专网技术研究(2)突破 5G 通讯与工业控制协议融合的智能传输技术研究(3)自主研发工业级云架构软件定义控制系统(4)完成国内首次 5G+云化工业控制系统在鞍钢(鞍山-鲅鱼圈)两地炼钢厂远程协同控制的工业应用。 本项技术在鞍钢鞍山、鲅鱼圈两个厂区炼钢连铸中间包翻包设备控制应用，提供专属覆盖、网络定制、数据隔离和质量保证的基础连接 5G 专网，实现大带宽、低时延、安全可靠的数据传输。云架构软件定义的控制系统具有完全自主知识产权的逻辑控制内核，支持标准 IEC61131-3 程序的编译型运行；自主研发的开放式控制操作系统，支撑 APP 的数据存储、系统管控、硬件访问和日志存储需求；构建具有自主知识产权的工业级云化 PLC 安全体系，并提出安全规范和数据集成标准。项目研发过程中，形成发明专利 8 项、企业专有技术 3 项、在国内外核心学术期刊发表论文 9 篇。国内首次钢企私有云部署自主研发的云化控制系统，基于 5G 专网通讯完成对传输距离 150 公里的两个厂区设备稳定运行进行远程集中控制。本项目技术成果是 5G+云化 PLC 核心技术自主研发的重大成果，填补了国内空白，具有极大经济效益和推广价值。
2025204 高端钛、特板材智能轧制技术工艺装备研发 鞍钢重型机械有限责任公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限公司//	技术领域：本项目属于钢铁冶金技术领域。采用“两火成材”、“近恒温轧制”等先进工艺技术，优化变形制度、温度制度，改善生产工艺模式；自主研发智能轧制技术工艺装备，提高产线装机及自动化控制水准，降低高端钛、特板材综合制造成本，实现连续、全自动、高效低耗生产，增强市场核心竞争力。 主要内容：(1)解决高端钛、特板材成材率低、质量稳定性差难题；(2)研发智能轧制技术高精度工艺装备；(3)实现产品目标、经济目标：热轧特钢 3 系列 50 项产品成功通过中国航发商用航空发动机有限责任公司产品认证；冷轧 0.5mm 钴基高温合金薄板替代进口。 技术特点：(1)国内首创高端钛、特单张薄板智能轧制产线工艺技术装备，实现全自动、高效低耗生产；(2)国内首创热轧工序短坯料辅助喂钢技术，实现轧机往复、连续轧制，提高轧制效率；(3)国内首创热轧工序自动转钢技术，实现钛、特板材“横、纵向晶粒均匀轧制”；(4)国内首创冷轧工序短尺薄板辅助喂钢及自动对中技术，实现冷轧机组连续“群轧”；(5)国内首创高效自动换辊技术，结构合理、效率高、满足工厂紧凑型工艺布局；(6)优化改进“两火轧制”、“近恒温轧制”、“群轧”等工艺技术；(7)智能工艺润滑系统取代人工浇油，有效改善润滑、冷却效果，避免机械划伤，节能减排；(8)高频智能上/下料技术，实现全自动、智能上/下料，保障机组连续“群轧”。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	应用推广：高端钛、特板材智能轧制技术工艺装备已在攀钢集团江油长城特殊钢有限公司成功推广应用，经济效益显著，社会效益深远。
2025206 德邻陆港智慧供应链服务平台 德邻陆港供应链服务有限公司、武汉达梦数据库股份有限公司、大连海事大学//	德邻陆港积极落实集团数字化战略，搭建智慧供应链服务平台，充分发挥平台的集聚效应，以数字经济为引导，以“数据赋能贸易”、“数据赋能物流”、“数据赋能服务”、“数据赋能 N”等形式推进集团数字化转型，解决了钢铁行业从生产到流通链条长、节点多，供应端与需求端信息不透明、制造端产能过剩与需求端个性化不匹配等痛点，通过建链、成链、延链、强链，全面提升了协同优化能力，构建数字驱动、线上线下融合发展、全流程信息化、数字化、智能化的钢铁产业现代供应链体系。德邻陆港智慧供应链服务平台建设，融合融通了物联网采购、电子商务、钢材贸易、现代物流、数据信息集成、金融服务等现代供应链业务，有效提升了协同优化能力，实现了线上线下融合发展，不断推动企业从传统物流行业向现代供应链服务行业转型升级。 平台业务涵盖多行业，横跨多领域。通过对新技术的应用以及对平台的科学运营，整合供应链资源，打通供应链上下游各个环节，从而实现整体供应链周转效率的提高以及供应链管理流程的优化。为钢铁制造业供应链上下游客户提供全流程一站式的供应链服务，赋能制造业，完成了制造业端到端的服务： 1.实现制造业与客户协同。 平台实现了客户在客户在选材用材方面的指导，在钢材销售前端实现了以以采定销，以订单拉动生产，以市场指挥生产。平台在订单生成后，为客户提供了订单生产跟踪功能。订单生产跟踪为客户提供了生产过程中主要节点的生产进度、成品在库和出厂情况。质保书查询为客户提供了防伪质保书的在线查询和在线下载功能。平台进一步为客户提供了实时、准确的资金账目、货款以及发票等信息，客户可以进行网上对账。客户还可以通过平台自行查询、下载离港通知单。 2.完成与生产制造过程协同。 平台打通了制造 ERP 系统，协同云仓、船讯网等外部系统，将业务流、数据流、资金流进行了梳理和整合。由此平台为客户提供了从订货开始、到订单查询、订单生产跟踪、质保书查询、船舶信息跟踪、异议提报、在线交款等一系列服务功能。 3.延伸制造业生态。 平台通过与船讯网的信息集成，船舶信息跟踪实现了实时可视的货物船运信息、每艘船的实时位置和轨迹跟踪，并可以查询到每艘船上的具体物料。另外，平台开通了大客户专属通道，与比亚迪、一汽、中国中车、美的、长城等多家大客户通过平台的信息交互，实现了供应链的协同服务。
2025221 超大型绿色智能冶金原料场技术研发与应用 鞍钢集团工程技术有限公司、鞍钢	本项目属于原料系统工程技术领域。 本项目主体为原料场智能化封闭建设，原料场封闭建设是一种重要的环境保护措施，旨在有效控制原料场的粉尘、噪音、挥发物等污染物的排放，避免对周边环境和人体健康造成不良影响。 主要技术内容和特点：1.冶金原料场大型化。本项目开发了冶金工厂原料场超大跨距预应力管桁架技术。其中，三连跨料棚中的 246m 超大跨度料棚为同类型钢结构项目的世界最大跨。该项目采用三维有限元建模分析模型，利用“综合累积同步滑移+反向滑移”等创新方法成功解决设计、施工技术难题。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
股份有限公司、哈尔滨工业大学、江苏蓝华建设有限公司、哈尔滨工业大学建筑设计研究院有限公司//	主体工程采用预应力管桁架与网架相结合的三连跨钢结构，实现料棚坐落在地面以上 20m 的格构式钢管柱上且棚化封闭总宽度为 567.5m，使得基础宽度从 8.5m 减小为 6m 的同时，增加了有效储量。2.冶金原料场高效绿色化。采用三维建模有限元分析模型、风洞试验、风振试验等手段进行仿真实验及模拟计算，验证了超大跨距预应力管桁架技术的可行性，实现了管桁架含钢量从 83.1kg/m^2 优化减少至 75.8kg/m^2 的技术突破。通过有限元分析等技术手段对配重臂长度、土建基础及轨道承载力进行校核计算及针对性结构优化，使配重臂长度从 28.9m 截短为 14m，解决了堆\取料机与料棚钢结构干涉的问题。智能化洗车装置实现了出场车辆的清洁运输。3.冶金原料场智能化。采用智能化抑尘技术，通过原料场粉尘超低排放智能化控制系统，有效减少原料场内的无组织排放，采用智能 AI 鹰眼+无组织排放智能分析软件及控制系统、智能雾炮抑尘系统、智能雾桩等，实现抑尘降尘系统智能化、操作无人化。智能化抑尘降尘达国内先进水平，对行业建设超大型绿色智能冶金原料场具有示范意义，对钢铁行业实现绿色低碳具有重要意义。 本项目获得授权专利 3 项，论文 1 篇，中国钢结构协会技术创新奖 2 项。整体技术在本领域达到国际领先水平。 应用推广情况：本项目成果已应用于鞍钢股份有限公司鲅鱼圈钢铁分公司原料场棚化封闭项目，是鞍钢鲅鱼圈钢铁分公司超低排放晋 A 级企业的重点工程，于 2022 年 12 月 1 日正式投产。项目实施年节约各类原料风损失 10 万吨，年产生的经济效益 1.25 亿元，且显著降低了料场区域对周边海域的污染排放强度，社会和环境效益显著，对行业建设超大跨距复杂钢结构原料棚具有示范意义，具有良好的推广应用前景。
2025233 智能铁水运输 SmartHIT 系统的研究与应用 宝山钢铁股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、大连华锐重工焦炉车辆设备有限公司//	本项目属于冶金智能装备技术领域。 目前，在国内外钢铁制造厂，高温液态铁水从高炉到炼钢主要通过铁路进行运输，采用机车牵引混铁车(TPC)或铁水包的方式。传统铁水运输方式需要人工下达运输指令，人工按照指令办理铁路进路，司机驾驶机车拖挂铁水车的方式进行铁水运输，这种方式生产作业效率低，铁水罐周转率(铁水罐每天运送铁水的次数)低，铁水温降(铁水从高炉到炼钢的温度差)损失大。本项目开发了智能铁水运输 SmartHIT 系统，该系统由 SmartTPC(灵巧鱼雷车)和 SmartRail(智能铁路)两部分组成。从运输指令的自动产生、进路的自动办理、道口的自动开放、新型电动力铁水运输车的无人自动驾驶等多方面共同协作，实现了铁水运输作业无人化、智能化，构建了“罐空即配、满罐即走、到站即用”极致效率的铁水运输模式。 主要内容和创新点：(1)国际率先开发了全新的智能、绿色、高效的纯电力自驱无人驾驶灵巧鱼雷车 SmartTPC，采用超级电容供电，自带动力无需机车牵引；无人驾驶控制，多融合定位技术，实现灵巧鱼雷车在高炉、炼钢工位点精准定位控制；与高炉、炼钢生产工艺结合的自动加盖控制。(2)创新开发了铁水运输智能调度系统，根据工位点生产状态、炼钢铁水需求及炼铁出铁预报信息，结合灵巧鱼雷车的实时定位，自动匹配重罐调度模型、空罐调度模型，实现了灵巧鱼雷车的智能调度。(3)率先开发了铁水运输智能进路系统，全自动的进路规划、开放、避让处理；长进路规划短进路开放方式；移动闭塞安全模式，实现了进路开放的安全高效，解决了传统的冶金铁路进路开放依靠人工办理进路、车与车之间的安全冲突依靠人工协调的问题。(4)率先开

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	发了智能道口控制系统，基于视觉感知的智能安全防护技术，根据灵巧鱼雷车位置及车速提前控制道口封闭，对道口封闭区间的人员、车辆等目标进行实时监测和精准识别，检测结果与无人驾驶灵巧鱼雷车进行联动控制，实现道口的安全、高效通行。 本项目获发明专利 17 项、软件著作权 7 项。项目上线后，宝钢股份宝山基地实现了铁水运输无人化，鱼雷车周转率从 3.3 次/天提高至 6.5 次/天，铁水温降从 138.6℃降低至 102.1℃，带来铁钢界面效率的显著提升。 项目成果取得示范引领作用，促进了我国铁钢界面以及铁水铁路运输的原始创新，引起国内外钢铁厂的高度关注。项目成果经中国科学院上海科技查新咨询中心评定处于国际领先地位。
2025238 AI 驱动的钢铁多基地全流程优化决策技术与应用 宝山钢铁股份有限公司、冶金自动化研究设计院有限公司、武汉钢铁有限公司、上海宝信软件股份有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司、上海宝钢高强钢加工配送有限公司//	本项目属产销优化决策领域，涉及 AI 驱动的钢铁企业多基地全流程优化决策模型与软件系统。在宝钢“一公司多基地”运营背景下，为应对用户个性化定制化需求与钢铁大批量集约化生产的矛盾，围绕一公司多基地、一基地多产线、多品种小批量的订单主流程关键问题，研发 AI 驱动的优化决策模型，并嵌入现有产销业务系统，实现多基地“订单分配-设计-匹配-套裁”全流程全链条的智能决策。项目以智能化、高效化提升为着力点，引入 AI、大数据、运筹优化、知识自动化等新技术，通过数据-算法-知识联合驱动，提升订单处理的科学水平、优化精度和决策效率。 该项目“十五年磨一剑”，主要创新成果如下：1.研发了国际首套多基地订单分配在线决策模型系统，开发了 AI 智能分配模型，实现了多基地订单分配的机器决策，热轧同质化产品近地化销量比例提升 4%，制造物流成本降低 5%。2.研发了冶金规范码 MIC、产品规范码 PSR 智能推荐模型和性能封闭材智能处置模型，实现性能不合材料的放行、复验、返修和降级等处置的自动化，性能封闭材自动处置率 70%以上，MIC 自动推荐率 48.6%，现货正常品率提升 10%以上。3.国际首次研制了涵盖碳钢薄板板坯/冷热卷余材的全流程在线充当系统，包括全流程全产线的余材智能匹配模型、质量材智能挽废、全流程超量材识别与智能转用充当模型，实现了材料与合同的大规模高效优化匹配，青山基地板坯 QM 率下降 3.1%、热卷和冷卷充当率分别提升 25.6%和 21.8%。4.国际首创加工中心钢卷剪切套裁优化技术，自动给出纵横切机组的排刀方案。包括无缺陷二维切割的 OA 板套裁模型、基于数字钢卷的缺陷自动翻译系统、有缺陷异型切割的硅钢套裁模型，实现 OA 板、硅钢卷的“一键套裁”，取向硅钢缺陷卷套裁成材率提升 4.2%，OA 板套裁成材率提升 2%以上。5.提出一种无编程的“工艺+人+模型”的人机交互技术，研制了通用工艺规则平台，具备规则配置、即时生效、版本管理与跨平台部署等功能，实现了高效、精准的决策支持，以及工艺规则的数字化、公司化和传承积累。 项目受理国际 PCT 专利 2 项，授权发明专利 10 项，受理发明专利 21 项，企业标志性技术 4 项，技术秘密 5 项，专著 1 部，论文 20 篇。项目成果成功应用于宝钢、武钢、湛钢、梅钢等宝武钢铁基地，近 3 年累计效益近 9 亿元，入选工信部人工智能赋能新型工业化典型案例。 项目成果经中国金属学会组织专家评价为国际领先水平。
2025239 人工智能算法赋能的热	本项目属于冶金装备、建设与自动化领域。 随着制造业向高端化转型，用户对热轧板带的质量要求越来越高，尤其是对产品尺寸精度、板形、力学性能等质量稳定性有极为严苛的控制要求。热轧

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
轧过程控制关键技术 宝山钢铁股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司//	生产过程中，工艺条件、设备运行状态变化常引起生产工况变化，加之过程输入条件、状态变量和控制目标之间的关系十分复杂，传统的机理模型难以准确描述和预测这些动态过程。同时，在换辊后首卷、换规格首卷、宽薄规格轧制等非稳态工况下，常出现带钢厚度、宽度及板形偏差较大的现象，导致产品质量不稳定，甚至产生大量的废品。 本项目旨在通过融合多源数据、应用先进的数据处理技术和智能控制算法；通过数据挖掘和机器学习算法，从复杂的数据中提炼出有价值的信息。打造新型“过程控制+AI”系统，从建模、泛化、重构三个维度，提升热轧的过程控制能力，实现对热轧生产过程的全面监控和优化，提高生产效率和产品质量。项目的主要创新点如下：(1)首创的基于海量历史数据的热轧智能化建模技术。研究了 TensorFlow、蜂群算法等大数据优化技术，利用历史生产数据确定与生产条件相匹配的模型基本参数；同时，研究了深度学习建模技术，并将深度学习模型与传统的机理模型结合使用。通过上述研究，挖掘出海量历史数据的潜在价值，进一步提升了热轧模型设定计算的准确性，提升热轧产品质量。(2)创新提出了模型边界条件智能监控技术。通过对历史数据的挖掘，研究了粗轧立辊辊缝、漏油预警、动态刚度偏差等大数据智能监控技术，可及时预先发现边界条件恶化问题，实现对边界条件异常的监测并准确预警，从而减少对产品质量和生产稳定的影响。(3)首创的多目标非结构化强耦合大数据分析技术。针对人工经验型数据难以量化描述问题，研究了硅钢双高比例关键影响因素分析技术，实现对人工经验的数字化。针对大数据多变量、强耦合特点，研究了轧线节奏瓶颈分析及改进技术。 本项目获授权发明专利 20 项，认定企业技术秘密 30 项。通过本项目的实施，从成本、质量、效率等方面实现了热轧综合技术能力的跨越式提升。 项目成果率先应用于宝钢股份宝山基地，近 3 年累计创效 8934.71 万元。相关成果成功推广到青山、东山、梅山、八一钢铁、重庆钢铁等宝武集团内钢铁基地，其社会影响力与潜在效益巨大。
2025247 在役冶金工业建筑安全智能运维关键技术研究与应用 宝武装备智能科技有限公司、北京科技大学、中冶建筑研究总院有限公司、西安建筑科技大学、宝山钢铁股份有限公司、中冶	本项目隶属于工程结构诊治领域。 工业建筑作为重要的基础设施是安全生产的保障。我国既有冶金工业建筑总量已超 10 亿 m^2，工业建筑量大面广，种类繁多，使用环境复杂，经常服役在高温、高湿、重载、疲劳、腐蚀等不利环境中，易发生破坏甚至垮塌等重大事故。近年来国内已陆续出现多起工业建筑重大事故，近 5 年行业内累计发生结构事故已超过 98 起，造成的经济损失数十亿元。如何对在役冶金工业建筑进行体系化运维、延长使用寿命，使其在运维周期内具有足够的安全性与耐久性，是土木工程界的一项亟待解决的技术难题，也是国民经济可持续发展的迫切需要。 项目组以在役冶金工业建筑运维需求为牵引，历经 12 余年，先后承担并完成了十余项国家及公司级科研项目。通过对在役冶金工业建筑运维期内存在的典型问题调研、运维理论和试验研究及工程实践，针对在役冶金工业建筑智能运维的关键问题开展联合攻关，进行运维基础理论方法、检测诊断技术、加固治理技术体系系统研究，取得以下创新成果：1.提出了构件的分层分类安全风险判定因子，建立了厂区级构件群安全风险评定模型，研发了适用于恶劣环境的跨尺度检测及监测技术，提出了基于多源数据的在役冶金工业建筑安全风险智能评定方法，解决了海量构件分层分类智能化管理的技术难

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
检测认证有限公司//	题。2.提出了多源数据融合的钢吊车梁疲劳寿命评估方法，研发了金属屋面板安全性诊断技术，建立了多参数耦合的冶金大跨、高耸结构变形超限预警模型，构建了首个厂区级构件群分层、分类、分级管控运维平台，实现了冶金工业建筑实时、高效的智能运维。3.研发了钢吊车梁系统病态多阶段治理技术、冶金大跨空间结构储矿堆载变形治理技术和建(构)筑物抗风、防腐高效治理技术，形成了与生产节奏相融合的结构性能综合治理技术体系，有效提升了在役冶金工业建筑安全综合治理能力。 成果被《冶金工业建构筑物安全运维技术规范》等 13 部国家及行业标准采用。授权发明专利 4 件，实用新型专利 8 件。出版专著 3 部，发表论文 28 篇，培养多名技术人员。 技术成果在宝钢、武钢、首钢、太钢、韶钢、宁钢等百余项工程中得到了广泛应用，近三年完成超过 1500 万 m^2 工业建筑运维工程应用，新增直接经济效益 5.035 亿元，间接经济效益达数十亿元。成果应用有效延长了工业建筑使用寿命，避免了重大事故的发生，同时推动了工程结构运维及诊治领域的技术进步，产生了巨大的经济效益和社会效益。
2025250 RH 炉新一代智能控制系统关键技术研发及应用 马鞍山钢铁股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司//	本成果聚焦 RH 炉智能化关键技术研发，属于炉外精炼与工业软件交叉学科。RH 炉是冶炼高端品种钢的重要工序。针对马钢 300tRH 人工操作存在的成分及温度控制不精准、RH 效率低、劳动强度大等问题及行业 RH 模型存在的投用率低、适用钢种少、智能化水平低、功能不全等弱点，对 RH 智能化控制技术进行深入研究，开发出 RH 炉新一代智能控制系统。 创新成果如下：1.首次研发了 RH“两步法”精确控制钢水温度及氧的方法和模型，采用 KNN 预测算法区分计算分类，对每种分类使用 Boosting 梯度提升算法分开学习，温度及氧智能控制能力显著提升。超低碳钢模型破空温度预测与实测偏差：±5℃合格率高达 94.20%，中包温度±7.5℃范围内的合格率达到 97.4%，RH 脱碳结束[O]预测与实测偏差：±50ppm 合格率高达 98.70%，工业大生产模式下超低碳钢脱碳结束氧含量平均达到 200ppm 的水平。2.率先研发了独有的氮含量智能控制技术及模型，根据生产节奏的变化自动调整 RH 控氮策略与模型参数，探究了不同真空度下 RH 环流气吹氮/氩气的增氮/脱氮速度，规避了真空槽状态差异等因素对增氮速度的影响，实现了氮含量智能精确控制，取向硅钢破空预测氮含量偏差±5ppm 比例达到 99%以上，氮含量合格率达到 100%。3.首次构建了独有的基于钢水条件、RH 关键参数、历史炉次数据的 RH 智能高效信息物理融合系统，深度处理分析生产过程、成分检测等数据，挖掘提高 RH 生产效率的策略，实现低碳钢冶炼控制自适应执行及真空槽快捷清洁，低碳钢 RH 处理周期压缩了 23%，真空槽化冷钢时间压缩了 37%。4.创造性的研发了定氧取样智能提示模型、倒计时弹窗、语音提示、主画面集成为特征的 RH 全流程自适应智能控制技术，实现了人机交互方式的重大突破，人工干预率为 2.8%。应用本系统，创造了“一名操作人员同步冶炼两座 RH 炉的两炉钢”的行业记录。 本成果在马钢 300tRH 炉实现了应用，模型投用率达 99.7%，钢种适用率 100%，精减 RH 操作人员 4 人。 本成果申报专利 17 项，已授权 13 项，登记软著 5 项，认定技密 4 项，本项目在马钢投入生产应用，累计冶炼钢水 49613 炉，1500 万吨，显著提升了 RH 冶炼的智能化水平。该项目成果已经推广至马钢特钢 120tRH 炉，八一钢

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	铁 120tRH 炉，已和梅钢签订了技术转让合同。 经中国金属学会组织的科技成果评价会认定：“该项成果达到国际先进水平”。
2025252 高铁车轮热处理柔性智能制造工艺与装备开发及应用 宝武集团马钢轨交材料科技股份有限公司、北京科技大学、安徽工业大学、上海宝信软件股份有限公司、安徽马钢表面技术股份有限公司、南京工程学院//	项目属“先进制造与自动化”科学技术领域。 高铁车轮是关系高铁安全运行的卡脖子关键零件，其制造涉及复杂的工艺和优质的材料，热处理过程直接决定高铁车轮服役性能，其生产过程需保持高度一致性。为保障中国高铁的世界领先地位，在国家政策和专项经费支持下，历经六年攻关，于 2020 年改造完成了世界首条高铁车轮热处理柔性智能制造生产线。2024 年其产品在世界最快的高铁运营线(400km/h)上率先装车运营。 项目针对高铁车轮零缺陷要求的高难度品控及多规格适应等难题，对原车轮热处理生产线进行了柔性智能工艺创新与装备研发，研制了高温重载多功能机器人，建立了多协作机器人系统，通过库管系统对不同规格车轮生产实时调优，满足了全谱系车轮热处理的柔性生产，实现了产线高度智能化和高效生产。 主要创新点与特点：(1)首次提出并构建高铁车轮热处理生产的柔性智能制造系统，实现了高铁车轮热处理参数的精准控制，通过创新车轮加热计算模型保证了加热工艺稳定，确保了上千种规格车轮的热处理质量一致性。(2)发明了高温环境下重载机器人，建立高速高精度多机协作物流子系统，开发滑模控制算法、提出机电液耦合振动理论抑制了机器人振动，解决了热处理物流精准控制与全流程智能化生产的难题。(3)创建了高铁车轮柔性生产管控系统，提出基于多传感网络的热处理过程多元数据实时采集方法，应用数字孪生多元信息融合与大数据分析技术，解决了更高水平的高铁车轮品控改进需求和安全生产的难题。 本成果申请国家专利 28 项(授权发明专利 18 项，实用新型 4 项，6 项发明专利已公布)，发表论文 12 篇(SCI 论文 5 篇)。 第三方评价：经查新未见与本项目技术相同的报道(见查新报告)。经第三方检测，所发明的重载机器人负荷、速度、定位精度等符合要求(见检测报告)。2024 年经智能制造方向的中国科学院丁汉院士为组长的省部级技术成果评价，成果达到国际领先水平(见成果评价)。 创新成果应用于宝武集团，产品已列装 CR450，CR400 等高铁车组，支持了高铁车轮全自主国产化，彻底扭转依赖进口的境况，且出口应用在德国高铁 ICE3 上，部分成果在俄罗斯乌拉尔钢铁公司和河南速轮推广应用。 本项目实施后，生产效率提高了 20%，产品质量合格率控制水平从改造前 4.5σ 提高到改造后的 5.5σ。项目实施近三年新增产值 15.68 亿元、新增利税 3.64 亿元。
2025253 高炉热风管系换炉应力可视化与数字化线性控制研发应用 马鞍山钢铁股份有限公	本项目属冶金装备与自动化领域，聚焦高炉热风系统关键技术的研发与创新，致力于解决传统工艺运行中应力检测和控制难题，推动冶金行业的数字化、高效化发展。 针对高炉热风系统 4 座热风炉交替烧炉送风时，因应力波动引发的耐材破损、结构烧穿等问题，开展了钢结构与耐材结构稳定性优化研究。通过开发在线无焊接箱型可调式位移稳定调节系统，有效解决了结构位移超设计标准所导致的波纹补偿器失效、耐材松动脱落等现象，保障波纹补偿器稳定运行及耐材轴向稳固。着眼于圆形管道耐材径向松动破损问题，优化热风出口与波纹

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
司//	补偿器上部 160 度耐材砌筑工艺，强化了结构与耐材的协同稳定性，为应力可视监测创造良好条件。研发压力式传感器检测大量程拉应力装置，构建热风管系数字实时应力监测模型，实现无形应力可视化。同时成功研发高炉热风管系换炉应力数字化线性控制模型 V1.0，并开发 IT 与 OT 技术融合的边缘可视化软件，突破传统工艺目标 PID 调节技术，实现传统工艺目标 PID 调节技术；告竣换炉应力线性均匀上升，达成现有操作无法实现的理想目标。 本项目多项关键技术均为自主原创，行业始创无焊箱型可调位移稳定调节系统、换炉应力数字化线性调节模型及融合 IT 与 OT 边缘可视化软件等，填补多项行业空白，处国际领先水平；能够精准监测并适时调节换炉圆形插板阀门通流不均匀开启进程，均匀控制换炉冲击应力上升，确保系统运行的稳定性与可靠性；全球首发大量程拉应力感应装置与应力数字化控制模型，实现换炉过程中无形应力的可视可控。 项目成果率先在马钢 2 座特大型高炉持续运行切实解决了热风总管弯曲、补偿器失效、出口耐材破损脱落等，高炉炼铁生产传统工艺装备痛点，为企业降本增效提供有力支撑，成为现有装备边界下降碳降本增效的典范案例。在国际舞台上，于 ASIA STEEL2024 大会上进行交流分享，是唯一的高炉热风系统装备数字智能技术应用验证案例，获得广泛关注与认可。该技术不仅局限于冶金领域，凭借其经济性、稳定性与快捷性方面的突出优势，具备向电力、化工等领域拓展应用的广阔前景，为传统制造业持续优化进步开辟了经济可视稳定快捷的数字智能路径。项目团队在技术研发过程中积累了丰富的现场经验，取得多项发明专利与软件著作权，完成人在原创技术应用如炉底应力检测、热风管系稳定系统构建等方面拥有成功案例验证，为全新技术的持续迭代与广泛传播夯实了基础。
2025286 新能源汽车用镍氢电池性能提升及产业化升级内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司//	在新能源动力电池中，镍氢动力电池以其性能稳定、安全、无公害的优异特性，作为中、重度混合动力汽车的关键部件，随着新能源混合动力汽车的发展，有着十分可观的发展前景。按照《节能与新能源汽车产业规划(2011-2020年)》计算，到 2020 年，我国中、重度混合动力乘用车将达到 250 万辆，动力电池的需求量 4 亿多只。加上其它国家的新能源混合动力汽车的快速发展，镍氢动力电池的需求量将大大增加，前景可观。 主要技术内容及结果：提升产品性能，达到国际先进水平，生产线产业化升级，满足纯电动汽车和混合动力汽车的使用要求。聘请专家，研究正负极配方，优化二元、三元电解液，改造正负极涂浆线、改造焊接设备、新增内阻电压分选设备，优化生产工艺，提高产品性能，完成电动巡逻车的装车和混合动力汽车的装车配套。 科学发现及技术创新：在该项目的研究过程中，混合电动轿车用镍氢动力电池系统集成设计、试验以及应用验证，系统性能，镍氢动力电池批量生产能力建设，完善产品生产、供应链和质量控制体系是该项目的重要创新点也是技术难点。 4.技术经济指标：(1)生产线升级改造完成，设备运行正常。(2)对照日本松下电池，单体电池性能提升，达到国际先进水平。(3)完成 14.4V 电池模块的研究；(4)完成纯电动巡逻车的装车测试；(5)完成混合动力汽车的装车测试；(6)混合动力汽车用镍氢电池包实现销售；(7)以纯电动巡逻车为基础，下一步继续研究开发纯电动乘用车。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	该项目的完成，有利于我区经济结构、产业结构调整，加快我区新能源汽车的发展和加快我区稀土资源战略转型。 镍氢电池是新能源汽车的关键零部件，是促进新能源汽车发展的关键，该项目的完成将实现电池汽车用镍氢电池的产业化生产及销售，加快我区新能源汽车行业的发展。 包头市是我国稀土资源最丰富的城市，如何利用我市的稀土资源优势发展我市的高科技产业，把稀土转换成具有高技术含量的产品一直是我市的发展重点。镍氢动力电池使用的负极材料是稀土资源深加工的终端产品，新能源汽车用镍氢动力电池的成功研制标志着我市对稀土资源的应用更进了一步，具有促进我市向高科技技术产业工业城市转换的作用，对我市的经济、社会发展有重大意义。
2025287 高炉推移大修技术研发与应用 包钢西北创业建设有限公司、内蒙古工业大学、内蒙古包钢钢联股份有限公司、内蒙古包钢西创集团有限责任公司//	高炉是钢铁冶炼的核心设备。高炉大修是通过修复、替换磨损或损坏的组件，优化炉型结构，升级冷却系统与核心装备，来恢复和提升高炉的生产能力与效率，延长使用寿命，确保安全生产，并为采用新技术和提高环保标准创造条件，从而推动钢铁生产的可持续发展，是钢铁企业维持生产能力和延长设备寿命的重要环节。高炉大修对整个钢铁企业的物流与能源平衡影响非常重大。 内蒙古自治区贯彻习近平总书记新时代中国特色社会主义思想，牢牢把握党中央对内蒙古的战略定位，落实新发展理念实施绿色发展战略，必然对现有高炉、炼铁技术进行升级、改造，近几年也必然增加大修的高炉数量。包钢(集团)公司目前有 7 座高炉，长时间运行后，设备老化、故障频发，直接影响企业的产能和安全，约每 2 年需要大修一座高炉(需在停炉时进行)。停炉时，大修对钢铁企业的生产和效益影响巨大，主要原因是传统的大修工艺周期长，通常需要 180 天以上，导致生产中断时间过长，企业损失严重。因此在尽量降低大修措施费用的前提下，确保最大限度缩短停炉工期，对于企业和对市场的稳定供给具有重要意义，如何缩短高炉大修工期，提升施工效率和安全性，成为亟待解决的行业难题，也是应对国内外钢铁企业需求的重要战略举措。 我公司自主研发一种高炉模块化推移大修技术，项目基于模块化快速大修施工技术理论，采用炉基整体绳锯切割技术、钢绞线液压提升技术、计算机同步顶升技术、SPMT 自行式模块车运输技术、水力顶升技术等关键核心技术，将高炉新、旧炉体分别分两段按照提升、顶升、滑移、模块车整体运输，成功解决了大重量模块运输与精确安装的难题，填补了内蒙古自治区乃至西北地区在高炉快速大修方面的技术空白，通过在包钢(集团)公司 3 号高炉的应用，大修时间仅需 76 天完成，比传统高炉大修方法缩短 104 天，效率提升了 57.78%，主要技术参数(维修天数)达到了国内领先水平，项目相关技术共获得持续经济效益 1.22 亿元。
2025288 120tRH 大型机械真空泵系统国产化的设计研发	钢水二次精炼是将钢液在真空、惰性气体或还原性气氛的容器中进行脱气、脱氧、脱硫，去除夹杂物和进行成分微调等。和其他二次精炼工艺对比，RH 技术优点是处理速度快，反应周期短，温度损失小；脱气效果好、处理能力强。同时，对真空泵系统的能力要求也就更高。 干式机械泵作为用于真空脱气工厂的特殊真空技术，越来越多地取代了传统的蒸汽喷射器，并且此趋势正在加速发展。与蒸汽喷射器相比，干式机械泵

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
包钢集团设计研究院(有限公司)//	运行成本低、对环境的影响少，鉴于人们对于能在真空设备上进行二次精炼的极大的需求，高可靠性和过硬的性能也是人们使用干式机械泵的关键因素。 当前市场上，高性能的真空泵系统市场竞争激烈，但大型 RH 精炼炉机械真空泵系统均采用进口罗茨泵，存在投资成本高、维修周期长、备件采购不便并且周期长等问题，本系统是国内首次大型 RH 精炼炉用国产机械罗茨泵的真空脱气系统，能够有效解决使用进口罗茨泵带来的系列问题，将有效满足市场需求。 由于该系统是国内首套大型 RH 精炼炉用国产机械真空泵系统，因此在泵组配置的计算上没有经验可供参考，再加上国产泵与进口泵存在性能差异，且该项目的 RH 精炼炉钢量大，对系统脱气能力的要求高，因此只能根据国产罗茨泵的参数重新计算调整该套系统的关键工艺参数。 区别于业内普遍采用进口罗茨泵三级并联泵组+进口螺杆泵构成四级并联机械泵组形式，本系统根据国产罗茨泵的参数重新计算调整该套系统每一级泵的容量、抽速、泵的启动点和电机频率等关键工艺参数，吸收改进各种成熟的机械真空泵系统，结合公司系列自主创新技术，开发了用于钢水二次精炼的干式机械真空泵脱气系统及脱气方法，采用国产罗茨泵三级并联泵组+螺杆泵构成四级串联机械泵组的形式。填补现 RH 真空泵系统均采用进口罗茨泵未采用国产罗茨泵的空白，解决采用进口罗茨泵带来的维修周期长，备件采购不便并且周期长等问题。
2025290 稀土冶炼分离转型工艺除渣系统工艺研究与设计应用 包钢集团设计研究院(有限公司)、包头华美稀土高科有限公司//	一、所属科学技术领域。本研究项目属于稀土冶金工程技术领域，聚焦于稀土冶炼过程中的杂质去除关键环节，旨在通过创新工艺与装备研发，提升稀土产品纯度、优化生产流程，推动稀土产业向高效、绿色、高质量方向发展。 二、主要内容。工艺研究：深入探究稀土冶炼分离转型阶段杂质生成机理，尤其是硫酸钙等难去除杂质的形成规律。围绕不同工艺参数(如温度、pH 值、反应时间等)对除渣效果的影响展开系统实验，建立精准的工艺参数模型，确定最佳除渣工艺窗口，以实现稀土元素与杂质的高效分离。 设计应用：研发全新的转型澄清槽结构，运用计算流体力学(CFD)仿真优化导流板、搅拌装置等关键部件布局，确保槽内形成稳定且有利于杂质沉降聚集的流场，提升除渣效率。 集成智能变频控温、自动化监测与控制系统，依据实时生产数据动态调整温度、流量等参数，保障除渣过程精准稳定，同时降低能耗、减少人工干预。 三、特点。高效除渣：采用优化的工艺与设备组合，对硫酸钙等杂质去除率高，可达 80-90%，显著优于传统除渣技术，有效提升稀土精矿纯度，为高端稀土产品制备奠定基础。 节能降耗：智能变频控温技术及精准工艺调控，使单位能耗在除渣环节降低 5-15%以上，降低生产成本的同时契合环保节能产业发展趋势。 稳定可靠：特殊耐腐蚀、耐磨损材料打造设备主体，结合自清洁涂层技术，设备平均维护周期长达 6 个月，远超同类技术，保障生产连续性。 四、应用推广情况。完成单位内部：自 2019 年起在包头华美稀土高科有限公司成功应用，近三年效益显著，产品纯度提升、能耗降低、设备故障率减少，带来可观经济效益。 外部推广：2019 年以后在包钢集团以及北方稀土内部进行推广，2019 年应

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	用于《包头华美稀土高科有限公司西厂萃取 E 段恢复建设及转型技改项目》；2020 年该技术应用于《华美公司技术升级改造项目》；2024 年该技术应用于《北方稀土一号工程》，助力建成世界上规模最大、最完整的稀土冶炼分离项目，未来，有望在北方稀土下属企业应用，市场占有率逐步提升。
2025328 钢铁企业多能源介质系统柔性调节、智能管控、极致能效等耦合技术的研发与应用 南京钢铁股份有限公司、中国空分工程有限公司、中控技术股份有限公司、中国石化集团南京化学工业有限公司、江苏南热发电有限责任公司//	本项目属于冶金装备自动化控制、动力、计算机应用、系统和冶金企业技术管理领域。 针对钢铁企业氧、氮及压缩空气等多介质，结合需求量峰谷变化频繁造成间断不足和放散，导致经济损失。该部分耗电量占钢铁企业 20%左右，因此研究氧、氮及压缩空气等系统在钢铁企业中柔性高效生产、智能管控、极致能效意义重大。 本项目集空分集群优化及系统能源生产调度、自动变负荷系统调节、变压吸附制氧优化、南化煤化工装置高压氧气减压协同、军民融合机制、华润压缩空气联动资源共享、中压氧改低压高炉富氧节能技术等多重领先技术和方法，实现用户侧与供应侧智能生产，达到多能源介质一体化智能管控、应用。项目主要内容如下：1.联合研发空分装置自动变负荷系统，实现制氧机智能化柔性生产，降低氧气放散和节能降耗，成为国内第一家先进控制系统的应用和运行，智能化投运率处于国内领先水平。2.首创分段分块空分装置下塔在线组装技术及改造，降低装置生产能耗，提高装置效率。3.首创使用 2.5 万 Nm^3/h 变压吸附集群用于高炉富氧，实现氧气系统大流量分质供氧模式。4.创新使用高低压供氧无扰动切换组合，实现冶金企业分质分压供氧模式。5.创新空分装置集群优化氧、氮气联产、联动市场保供调节系统组合，实现经济满产、极限控产、极致高产多模态下调节功能，企业-市场动态响应，能源介质高效保供。6.高效节能型循环水冷却塔改造，降低压缩机组及换热系统供水温度，实现机组和装置低耗高效稳定运行。7.创新引进与南钢邻近的南化煤化工装置富余氧气资源，实现“自来水”方式使用，达到快速使用，实现制氧大系统柔性调节，降低氧气放散率及系统能耗。同时采用南钢侧氮气双向供应创新，实现企业间氮气安全保供和建立能源介质需求响应机制。8.创新军民融合能源介质供应模式，联合融科寰创智能装备科技公司、中船 711 研究所共同定制高效国产化压缩空气供应装置及系统，实现高效率助推企业低成本生产保供。9.创新使用钢铁企业与电力企业自用压缩空气能源介质间的区块资源优化协同，降低压缩空气生产成本，实现钢铁-电力企业生产联动新型组合模式。10.自主研发国产制氧机、压缩空气系统整体进入智慧能源系统集控监视，实现多能源介质智能化生产管控。 围绕本项目申请专利 16 件，其中发明专利 2 件。 项目经南钢实际研发应用，实践效果和综合效应明显，具备行业及国内外类似场景推广应用，可复制性强，部分环节和技术应用在国内同行业得到验证。
2025332 钢板全板面相控阵超声波自动探伤系统开发及应用 南京钢铁股	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》、《中国制造 2025》、《国家创新驱动发展战略纲要》等政策鼓励智能检测技术发展，如新一代高效低耗钢铁工业、航空航天装备、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车等领域的工业自动化控制系统与精密、智能化仪器仪表设计制造技术。相控阵超声波探伤对钢材内在质量检测，进行健康智能预警、故障智能诊断与隔离、可靠性评估，是实现装备数字化、智能化发展的必然趋势。 南京钢铁股份有限公司、江苏金宇智能检测系统有限公司、南京航空航天大

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
份有限公司、江苏金宇智能检测系统有限公司、南京航空航天大学、武汉中科创新技术股份有限公司//	学、武汉中科创新技术股份有限公司合作研发的相控阵全自动超声波探伤设备，采用先进的相控阵探头，将多达上百个小的超声晶片集成到一个探头中，通过预先计算的相位延时对每个晶片进行独立激励(或接收)，最终合成所需的声场波形，实现在被测钢板中的声束聚焦和转向； 该设备系统具有灵敏度高、可有效降低盲区、可检测边部分层缺陷等特点。本项目创新点如下：1.采用全板面相控阵纵波检测和边部横波检测技术，通过相控阵探头激励实现了孔径灵活设置、探伤超声波聚焦深度的自由扫查探测。2.设置独立边部和头尾相控阵纵波和横波检测模块，通过超声波声束动态扫查，实现了边部非分层缺陷的检测，边部盲区＜5mm。3.内置多种智能算法，重复频率高，检测速度快，提高了检测精度，降低了漏检率；采用解耦表征、映射算法、机器学习等人工智能算法，实现缺陷精确的定位、定量，长度方向定位。 围绕本项目申请专利 7 件，其中发明专利 1 件，获授权实用新型专利 6 件，软著 1 件；牵头起草团体标准 1 项已完成审定，参与起草国家标准 1 项并已发布；相关技术成果获省市各级奖项 8 项。 钢板全板面相控阵超声波自动探伤系统于 2022 年首次在南钢应用，填补了国内无高性能钢板全板面探伤机的空白，主要指标均明显优于国外进口装备，解决了管线钢等高端板材产品边部检测能力不足的问题，获得了中石油等下游客户的认可。本项目通过中国钢铁工业协会组织的成果评价，达国际先进水平，其中钢板全相控阵超声(纵波+横波)技术为国内首创。国内规模比较大的钢厂大约 70 多家，中小规模钢厂更是接近 300 家，相控阵超声波自动检测设备成功替代国外进口产品，为提升我国检验检测技术能力，支撑产业升级发展，提供了关键智能装备，取得了显著的经济效益和社会效益，项目应用前景广阔。
2025333 钢厂铁运双轨式轨道伤损多参数检测及智能评价系统开发及应用 南京钢铁股份有限公司、江苏金宇智能检测系统有限公司、南京航空航天大学//	基于电、磁、声、光、热多物理效应的材料状态无损检测技术，对钢厂轴重在 32t 以上重载低速在役钢轨的内部、表面及尺寸检测，覆盖钢轨多种损伤类型、深度；亦具备智能平台对检测数据动态跟踪分析、评估和统计。 具有超声波探伤检测、电磁表面检测、轨道几何参数检测、轨道图像巡检、轨道磨耗检测等无损检测功能，定时对轨道进行全覆盖、高精度巡检；并通过 5G 网络、定位技术实时将检测数据传输到数字化智能平台分析、判定及统计。检测时速 15 公里，满足铁路线路需求。 该系统有效监控钢轨伤损发展，对钢轨全生命周期状态管理，实现使用寿命最大化。本项目创新点如下：(1)首次在工矿企业自备线路(重载、低速)运用双轨式轨道伤损多参数检测及智能评价系统；并建立适合钢厂铁运重载(轴重在 32t 以上)、低速特点的钢轨伤损图谱数据库。(2)首次将超声波探伤、电磁表面检测、尺寸检测轨道、图像巡检、轨道磨耗检测多种检测方法集成综合应用的多功能电动检测设备；(3)通过 5G 网络、定位系统将实时检测数据传输数字化智能平台进行分析、统计；并结合 AI 探伤深度学习算法建模和训练，实现钢轨全生命周期跟踪智能管理。(4)采用模块化设计，每个部分组装、拆卸、搬运方便快捷，上、下道简便。同时，每种检测技术也设计为独立装置且安装便捷，系统留有接口，可任意选配、组合。 围绕本项目申请专利 6 件，其中发明专利 2 件；获授权实用新型专利 4 件，发明专利 1 件，软著 2 件；牵头起草团体标准 1 项已完成审定；相关技术成

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	果获省市各级奖项 1 项。 2023 年钢厂铁运双轨式轨道伤损多参数检测及智能评价系统已在南钢铁运铁路上运用，使用效果稳定良好，多次发现钢轨内部伤损，避免运输安全事故发生。2023 年 4 月通过中国钢铁协会组织的科技成果评价，达国内领先水平。除南钢之外，安阳钢厂、新余钢厂、湘潭钢厂已投用 3 台，并且大冶特钢、包钢等多家钢厂达成购买意向。目前国内规模比较大的钢厂及工矿企业大约就有 70 多家，中小规模钢厂及工矿企业更是接近 300 家，双轨式轨道伤损多参数检测及智能评价系统首次应用于国内钢厂铁路运输系统，在提高效率的同时，准确性和可靠性也极大提高。对于国内钢厂铁运系统质量提升及数字化、智能化转型发展具有极大的吸引力。能够及时发现钢轨内部伤损、轨道弯曲变形等病害及智能分析，提高铁路运行安全、避免安全事故的发生，为钢厂铁路运输安全运营及智慧运维提供保障，市场广阔。
2025334 无人化绿色智慧料场 江苏金恒信息科技股份有限公司、南京钢铁股份有限公司 //	本项目属于工业信息化技术领域。 本项目采用大数据、人工智能、图像识别、数字孪生等先进技术，解决流程智慧调度、原料物料跟踪、料仓自动盘库、堆取料无人化、设备智能监管等技术瓶颈，围绕智慧料场全流程管控场景构建智能料场的系统性一体化解决方案。项目主要包括智能调度、流程决策、数字化料场、堆取料自动作业、智能维检五个模块。特点： (1)首创了基于设备智能调度及流程智能决策的混匀矿一键生产系统：根据后续用料工序生产计划要求，分别对原料预配料仓、一次料场、储料仓、物流等环节的相关设备构建智能调度模型，基于生产计划、预配料仓位信息、排料信息构建混匀矿一键生产流程智能决策模型，首创了基于设备智能调度及流程智能决策的混匀矿一键生产系统，实现了料场全流程设备启停作业、参数设定的无人化，实现料场绿色化、无人化。 (2)发明了基于动态模型切片分割的复杂堆形智能识别技术、堆形预测技术及离散式卸料技术：基于皮带料流实时精确建模与粉粒体抛落仿真技术、多线激光扫描料堆与 3D 点云实时建模，耦合碎片化原料信息跟踪，结合卸料小车的卸料堆料规律，发明了基于动态模型切片分割的复杂堆形智能识别技术、复杂场景下堆形预测技术及离散式卸料技术，实现了散货料场堆形识别与盘库的精细化、数字化、无人化，实现了堆料的规整化、无人化、智能化，大大提升了料场空间利用率及堆料效率，为后续高效取料提供了可靠保证。 (3)发明了刮板机运行轨迹参数最优的平取料无人化作业方法：基于 3D 扫描点云数据、多参数耦合的粉粒体堆形动态仿真技术，获取点云数据所对应的边界数据、平取料点位数据，实时构建料堆轮廓模型，开发了取料流量精确预测模型，从而确定了最佳的平料、取料切入角度及作业范围，动态获取各子料堆的平取料轨迹，发明了刮板机运行轨迹参数最优的平取料无人化作业方法，实现了取料流量的稳定精确控制，流量稳定率平均提升 5.9%，避免了空刮及过载，平取料作业效率大大提升。 无人化绿色智慧料场已在南钢上线投用，首创了多项智能应用技术，实现了混匀料稳定率提升 11.8%，生产效率提升 12.6%，人员优化比例优化 30%，能源消耗降低 5%，设备作业率提升 7.8%，盘库精度达到 99%，有效提升了料场为代表的铁前智能化管控水平，标志着南钢炼铁智能化、无人化管理迈入行业新阶段。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025335 油气输送管道高效节能双工位超高压水压技术与装备 中国重型机械研究院股份公司、北京科技大学、江苏常宝普莱森钢管有限公司、北京勤泽鸿翔冶金科技有限公司//	本项目属于冶金装备及自动化领域。 近年来，在“西气东输”、“中俄东线天然气管道”等一批国家重大工程实施以来，油气输送管道的需求急剧增长，另一方面，随着石油勘探及开采钻深的不断增加，诞生了钻探深度达万米的超深井，对油气输送管道的质量也提出了更高要求。双工位超高压水压技术与装备主要用于油气输送管道生产线中。中国重型机械研究院股份公司于 1999 年研制成功国内首台拥有自主知识产权的高压水压试验机生产线，填补了国内空白。经过多年发展，水压试验技术及装备均取得了较大进步，但面对新的需求，仍存在试压节奏慢、设备能耗高等问题，亟需研制开发新一代高效节能超高压水压技术及具有完全自主知识产权的装备与自动化生产线。 本项目以陕西省科学技术研究发展计划、陕西省科技统筹创新工程计划为依托，通过深入研究钢管水压技术及原理，着力解决试压节奏慢及设备能耗高等问题，提出高效率柔性化双工位钢管超高压水压检测工艺及技术，形成关键技术创新如下：1.研发了双工位钢管分料及夹紧对中、充水装置同步驱动、排气装置独立驱动、轴向力独立平衡、独立增压控制等一系列设备及其整机的控制系统，实现了油气输送管道高效节能双工位超高压在线检测。2.研发出单一油缸增力肘杆的液压-机械复合驱动的轴向力独立平衡装置，解决了传统单一液压缸平衡方式易泄露、维修量大的难题。3.研发出全尺寸自适应双工位管道夹紧对中技术，解决了双工位管道分料及同步夹紧的技术难题，实现了全尺寸管长范围内的自适应调节。4.研发出交流伺服永磁同步电机驱动定量泵的节能控制技术，构建出一整套管道动静态水压压力闭环控制系统，大大降低了设备能耗及噪音，实现了钢管水压试验压力控制响应快、精度高、波动小等功能。 项目成功研发出高效节能双工位钢管超高压水压检测成套装备，首次实现了每个工作周期试压 2 根钢管，油气输送管道水压检测的工作效率提高了 83%，设备能耗降低了 30%以上，实现了钢管水压检测高效率及绿色化生产。 项目获授权国家专利 22 项(发明专利 9 项)，发表论文 9 篇，该成果已成功推广应用于宝钢、常宝、鞍钢、俄罗斯 UTP 等国内外大型骨干企业数十条生产线，经济和社会效益十分明显，以常宝为例，近三年内累计创造产值 6.8 亿元，产生附加利润约 8500 万元，科技成果评价认为“该项目总体技术达到国际先进水平”。成果推广应用前景广阔，对提升我国油气输送安全及冶金装备尽早实现“双碳”目标具有重大技术经济意义。
2025336 基于多维检测和大数据自学习的智能炼钢系统的开发与应用~~申报书~~ 湖南镭目科技有限公司//	本项目属于钢铁冶金学科中的炼钢技术领域。 本项目实施的主要内容：基于多维检测和大数据自学习的智能炼钢系统，架构了一个三层级的智能体系，应用于炼钢生产，实现自动化和智能化炼钢。应用于转炉工序，达成“一键炼钢”效果；应用于精炼工序，达成“一键精炼”效果。炼钢生产自动化与标准化的相互推进，减少人为操作水平波动影响，可有效降低钢铁料消耗、渣料消耗、合金消耗等，获得更低的生产成本和更稳定的钢水质量。 三级架构：一级基础自动化，完善与强化炼钢工艺执行机构控制系统之外，新增多维度的检测系统，通过声、光、气、电等多方位的在线检测系统，实时检测冶炼反应进程。二级过程控制系统，增补对应冶炼模型(包括工艺模型和分析模型)，并配置基于大数据的自学习模型。一级与二级系统的配合，各

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	个炼钢工序升级为智能体，多维度检测系统能感知生产的状态和变化，二级模型分析相关变化带来的影响，做出应对决策，执行机构自动完成对应操作。二级之上，建立信息化协同平台，搭建各智能体间的信息网络，实现工序协同，能应对不同生产原料和任务，达成生产的自我组织和自我调整，实现整个炼钢车间的智能化。 实施特点有：(1)多维度检测系统和对应检测分析模型，实时解析冶炼反应进程。应用于转炉，可以实时解析转炉吹炼过程中的化渣状态和钢水冶炼状态。依托多维检测系统，转炉不再是一个“黑匣子”，转炉吹炼变成一个可检可控的过程。应用于 LF 炉，同样可以实时解析钢包中钢水精炼进程和脱硫状态。(2)检测分析模型将检测结果分析后提取出有效信息，直接参与后续冶炼控制调整，从而实现冶炼的自动控制，实现“一键炼钢”和“一键精炼”。(3)基于有效大数据的自学习模型，通过对大量有效历史生产数据和实时操作数据的学习和分析，不断优化炼钢工艺参数和控制策略。对有效数据进行筛选，大大降低了自学习的时间。自学习模型能够自动识别生产过程中的异常情况和潜在问题，提前预警并提供解决方案，实现冶炼模型的自我优化和自我调整。本系统主要用应用于了转炉冶炼和精炼冶炼场景。转炉场景应用于日照钢铁、常州中天钢铁、陕西龙门钢铁、辛集市澳森特钢、印尼德信炼钢厂，项目实施之后，均达到了降低钢铁料消耗、渣料消耗、合金消耗的目的。精炼场景应用于日照钢铁，缩短了精炼压钢时间，节约了精炼电耗。由于提高了冶炼操作自动化和智能水平，在日照钢铁投用后，实现了转炉、精炼每炉减一个操作工，共减少 30 个操作工。
2025348 面向特钢热加工过程的高效智能化生产关键技术创新 北京科技大学、大冶特殊钢有限公司、宝武集团马钢轨交材料科技股份有限公司、抚顺特殊钢股份有限公司、江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司、黑龙江建龙钢铁有限公司、江	项目所属的科学领域为：冶金过程控制和自动化技术，计算机过程控制技术，计算机信息管理系统。 项目聚焦特钢企业热加工过程数字化转型中遇到的环境复杂与异常频发导致的跟踪难、感知薄弱与工况多变导致的控制难、信息壁垒与多维耦合导致的建模难、工序离散与样本稀疏导致的管控难等问题，从智能支撑、智能生产和智能管控三个层级展开研究，采用自动化、信息化、智能化融合的手段实现大规模、小批量、定制化生产过程中数据不落地、流程无断点、无边界协同、持续精益改善的特钢智造新模式，形成面向特钢热加工过程的高效智能化生产关键技术创新。 主要研究内容和创新性如下：(1)开发物料精准跟踪技术。首创基于感知融合和业务容错的动态跟踪机制，集成微跟踪、机器学习、目标检测等技术，解决了逻辑与视觉交叉验证、队列自调整和业务自修复难题，实现了物料多区域全轨迹精准跟踪，异常跟丢降低 34.1%，全线跟踪准确率 99.98%。(2)开发多炉型温度智能控制技术。采用深度学习算法首次实现炉况和工况的精准动态感知，解决了多变量耦合下温度预报精度、传输节奏预测、能效智能评估难题，实现了多区多炉型高精度集约化生产，温度预报精度提升 8.24%，能耗平均下降 4%。(3)开发多区域智能排程技术。面向成本和效率最优，首次实现特钢热加工全工序自动提料、自动配料、一键排程，提升产量 5%以上，热处理吨钢能耗平均下降 6.2%，。(4)开发全过程质量精准管控技术。融合流程与信息、数据与机理，采用数据裁剪、自训练、非支配排序等技术，解决了多约束、多目标、小样本下质量决策难题，实现温度、性能等多类质量边缘异常区域的预测精度提升 11.17%，多场景分析准确率 92%以上。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
阴兴澄特种钢铁有限公司、北京金恒博远科技股份有限公司、北京科技大学设计研究院有限公司//	项目申请国家发明专利 28 项，已获得授权 10 项，发表科技论文 19 篇，登记软件著作权 25 项，主持和参与制定团体标准 4 项。成果在大冶特钢、马钢交材整体应用，并在抚顺特钢、沙钢等 8 家单位推广应用，全面助推大冶特钢获批国家级智能制造示范工厂、马钢轨交入选全国制造业单项冠军企业，支撑在中国塔里木“深地一号”珠峰钻井、福清“华龙一号”核电用钢、长征系列航天用管、“高铁跑鞋”复兴号整列装用项目，大力推动中国制造工业软件高端自主可控，近三年累计新增产值 18.23 亿元，新增利润 5.02 亿元，新增税收 0.86 亿元，经济社会效益显著，具有良好的推广应用前景。中国钢铁工业协会组织的成果评价认为：“项目整体技术达到国际领先水平”。
2025349 面向智慧钢铁的 5G 感传算控一体化关键技术研究与应用 北京科技大学、宝钢湛江钢铁有限公司、宝武装备智能科技有限公司、中国联合网络通信有限公司、联通雄安产业互联网有限公司//	本项目属于自动化学科技术领域。 自 2019 年起，项目组开展面向智慧钢铁的 5G 技术研究与应用工作，率先在湛江钢铁建设 5G 专网，推进 5G 在钢铁行业的应用。依托工信部 2020 年工业互联网创新发展工程-“5G+工业互联网”高质量网络和公共服务平台、2020 年广东省重点领域研发计划“5G+智慧钢铁行业应用研究”、2020 年国家重点研发计划“适配工业自动化的 5G 与 TSN 协同传输理论与关键技术”等国家和省部级重点项目，开展面向 5G+智慧钢铁领域的感知、通信、计算、控制一体化关键技术研究。 项目面向钢铁制造行业数字化转型的重大需求，针对 5G 应用于钢铁中面临的 5G 与工业网络异构融合问题、钢铁行业特殊生产环境和无线传播特性所带来的 5G 网络覆盖与设备特殊要求问题、支持 5G 的钢铁应用系统与融合终端缺乏问题、钢铁生产对网络高可靠低时延和统一承载的严格要求等一系列技术难题，从感传算控一体化融合架构、5G 增强智能感知、5G 低时延高可靠承载机制三个维度开，展了钢铁 5G 融合专网架构及技术体系研究，取得了一系列成果。(1)首次提出了适配钢铁行业的 5G 感传算控一体化架构，突破了 5G 与钢铁生产现场设备融合组网及 5G 跨层多域算网协同等关键技术，填补了 5G 在钢铁行业无线传播特性研究的空白，提升了无线网络覆盖能力，支撑钢铁行业网络规划更加精准灵活。(2)自主研发了 5G 原生态新型传感器终端，创新提出融合 5G 通信的检测数据感传一体策略，实现多源异构高频数据实时全面感知，支撑大数据的深度挖掘与表征，完成关键设备运维系统的 5G 化改造，有效提升了钢铁行业设备的感知能力和运维效率。(3)研发了支撑钢铁远程集中控制场景的 5G 低时延高可靠传输增强技术、多业务灵活统一承载技术，在湛江钢铁厚板厂热处理操作室首次实现了 5G 实时控制应用，满足钢铁行业生产数据采集与控制系统对网络的实时性要求。 基于上述技术创新，通过 5G 感知、通信、计算能力与钢铁生产系统深度融合，实现了四大类约 40 种 5G 钢铁行业的应用。项目获授权发明专利 17 件，主持及参加制定国际标准 2 项、行业标准 3 项，发表论文 20 篇、专著 3 部。5G 专网及钢铁运维系统新增产值 15035.21 万元，使用单位节支 16011.43 万元，经济社会效益显著，推广应用前景广阔。中国钢铁工业协会组织的成果评价认为：“该成果整体技术达到了国际领先水平”。
2025009 高品质特钢金相碳化物全流程自动	本项目归属于金属组织与性能的金相分析检验设计与应用领域。 项目针对钢铁行业金相检测的自动化需求，以高品质特钢的碳化物检测为切入点，基于先进的图像处理和机器学习技术，实现对碳化物微观结构的自动检测与分析，以提升金相检测的准确性和效率。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
化检测技术的研究及应用 河钢数字技术股份有限公司、燕山大学深圳研究院、石家庄钢铁有限责任公司、雄安威赛博智能科技有限公司、燕山大学//	项目基于国产倒立式工业显微镜改造的金相自动化采集显微镜，通过自动化载物台和自动化对焦、智能采集算法与智能拼接算法，实现样块的自动化图像采集与图像的高还原拼接，解决人工图像采集速度慢、采样区域不全面、偶然性大的问题；通过人工智能对自动化显微镜采集的图像实时检测，对每个采集视场进行碳化物带状分析，对缺陷边界智能判断，快速完成对全视场图像的缺陷精准定位，从而实现对图像的切割，为样块整体判级算法提供依据，提高整体判级效率；对定位算法确定的包含碳化物的区域图像进行分类，实现对该区域碳化物的等级认定，基于深度学习的缺陷判级算法在系统运行过程中可进行自身算法逻辑的完善更新，从而不断提升判级准确率。 主要创新有：(1)金相碳化物自动采集装置及其控制系统。基于金相碳化物图像识别原理，自主设计了一种可移动载物台和三轴运动控制器，并研发了配套显微镜控制系统，装配在倒立式工业显微镜上实现了样块的全表面扫描、自动对焦及视场图像的自动采集，从而实现了金相碳化物的自动采集。(2)图像实时拼接和碳化物定位技术。采用多个深度网络(ResNet、Vgg、Swim Transformer 系列网络)，各网络相对独立，分别完成特征提取工作，构建了多尺度、多样式正样本图像特征库。以 YOLO 系列网络为主框架，完成图像中碳化物的位置定位，对图像中碳化物的标准特征进行提取，针对图像边缘进行贯穿检测，对贯穿视场碳化物相邻图像进行拼接、重定位，裁剪为标准视场图像，实现了碳化物的精准定位和全貌图像裁剪。(3)基于多分类网络的碳化物分级技术。通过对金相碳化物特征进行数据量化，利用以 ResNet 为基础的多分类网络对碳化物宽度、密度、颗粒带条数等标准特征进行量化训练，取代人工经验分级，实现了金相碳化物分级的智能化。 该项目研发成果申请发明专利 12 项，其中授权发明专利 5 项，发表论文 16 篇，制定团体标准 1 项。该技术目前已在石钢投产使用，经验证系统在金相检测环节降低漏检、误检 14%，降低产品次品率 0.42%，年度效益 3000 万以上，经济效益显著。经专家组评价，项目整体技术国际先进。
2025030 钒钛磁铁矿选冶固废资源综合利用关键技术与应用 东北大学、甘肃大象能源科技有限公司、中建-大成建筑有限责任公司、河北省煤田地质局水文地质队、辽宁科技大学//	项目所属科学技术领域：无机非金属材料合成与加工工艺。 河北省特有富集钒钛磁铁矿是一种含铁、钛、钒、硅等元素的共伴生矿，是钒钛钢铁企业提钒炼钢的主要原料。在钒钛磁铁矿采矿-选矿-冶炼-加工的整个产业链中，产生了大量含铁、钛等固废和含钒铬的危废，如选矿中产生铁尾矿，冶炼过程中产生的含钛转炉渣、脱硫渣、提钒弃渣，生产冷轧钢板时表面形成的酸洗铁红等，存在历史存蓄量高、结构成分复杂、处置难度大和低值利用多等难题，本项目开发了多项自主创新技术，实现了固废资源的高附加值利用。主要创新点： (1)发明了多固废协同和物相重构的塑形固化技术，实现铁尾矿、转炉渣、脱硫渣大掺量转型，转型后的流程固废用于环境修复和返回建材循环利用； (2)开发出提钒弃渣中各元素定向强化迁移及绿色分离提取技术，实现提钒弃渣中 Fe 和 Ti 元素的高效分离，制备出高性能 $LiFePO_4/C$ 正极和 $Li_4Ti_5O_{12}$ 负极材料，进一步制备新相石油支撑剂； (3)基于原位晶格畸化、定向催化还原、强制细化及导电性提升等技术原理，提出了多重酸洗铁红活化工艺，研发了酸洗铁红基高性能碳包覆 $LiFePO_4$ 正极和 Fe_2O_3 负极材料。 项目获授权发明专利 8 项，发表论文 15 篇(SCI13 篇)。项目成果通过了中国

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	钢铁工业协会组织的专家评价：整体达到国际先进水平。 环保修复材料、建材、电池材料和电池组件等 7 项产品，通过国家权威资质机构检测鉴定。以提钒弃渣提取元素制备的 $LiFePO_4$/C 正极材料，0.1C 比容量 163.8mAh/g，$Li_4Ti_5O_{12}$ 负极比容量 163.3mAh/g。以酸洗铁红制备的 $LiFePO_4$/C 正极，比容量 164.1mAh/g。以铁尾矿为矿物填料制备的吸水保水材料，最佳吸水倍率≥250%，耐盐率≥100%，常温下 48 小时保水率＞85%。转炉渣胶凝材料与同类产品比较，抗压强度提高了 20%，抗折强度提高了 10%。脱硫渣基免烧透水砖的抗压强度 32MPa，透水系数 1.3×10^{-2}cm/s。 成果在甘肃大象能源科技有限公司等电池材料及电池制造企业、中建-大成建筑有限责任公司等建筑施工企业、抚顺水泥股份有限公司等建材企业等国内 7 家企业应用推广及专利转让。2021～2023 年，累计新增产值 6.88 余亿元，利润 1.19 亿元，实现固废资源/解毒/高值产业链产品一体化耦合和整体性综合利用的目的，经济、社会和环境效益显著。
2025036 焦化全过程 VOCs 分类收集分质治理关键技术 武汉科技大学、中冶焦耐(大连)工程技术有限公司、武汉轻工大学、武汉平煤武钢联合焦化有限责任公司、武汉宝聚炭材料有限公司、宝武集团鄂城钢铁有限公司//	本项目属于焦化节能环保领域。 焦化过程是我国挥发性有机物(VOCs)产生的重要污染源之一。焦化过程 VOCs 减排是我国“十四五”大气污染控制的关键与重点。焦化 VOCs 具有排放环节多、排放区域广、成分变化大、浓度波动大、实时峰值高等特征，导致其治理难度大。《工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB13/2322-2016)、《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB16171-2012)对焦化 VOCs 排放提出新要求，传统多级洗涤工艺无法满足最新环保标准，而高氧废气引入焦炉燃烧在安全、稳定、达标性等方面存在诸多问题。 针对焦化过程多区域逸散废气源组分不清、难于收集、传统洗涤工艺难以达标排放等问题，项目组围绕焦化全过程 VOCs 色谱检测方法及排放特征、化工装置压力智能补偿废气收集技术、RTO 分级高效燃烧耦合余热回收技术、基于物联网的 VOCs 分质治理及智能控制技术等，开发了焦化全过程 VOCs 分类收集分质治理关键技术体系。 主要技术创新如下：1.建立了焦化苯类废气色谱定量检测分析国家标准，解析了焦化全过程 VOCs 污染源指纹库及排放特征，创新性地开发了槽罐废气排放量的计算模型及测定方法国家标准；主编 4 项技术标准广泛应用于全国焦化行业。2.发明了化工装置压力智能平衡补偿技术，首创了组间负压阻返串收集技术，研发了喷射雾化强化吸收传质及微负压雾滴捕集技术，解决了焦化行业多区域废气难以集中收集及废气管道输送积液堵塞难题。3.研发了 RTO 分级点火新型废气燃烧器，发明了蓄热调控 RTO 点火状态新方法，开发了基于物联网的高氧废气 RTO 燃烧技术装备，解决废气燃烧不充分、不稳定、能耗高等难题。系统能耗降低了 26.8%，净化效率 98.0%以上。4.发明了高性能 VOCs 吸附剂，开发了基于物联网的三床固定床吸附 VOCs 装备，解决了低氧废气和废水处置废气深度净化难题，VOCs 吸附净化率达 97%以上，设备同步运转率达 100%，运行成本降低 30%以上。 项目实现了焦化全过程 VOCs 分类收集分质治理技术突破，对钢铁工业节能减排具有较好示范作用，主编国家标准 4 件、参编国家标准 1 件，授权专利 19 件，发明专利 15 件，发表 SCI 论文 34 篇。成果应用于武汉平煤武钢联合焦化、宝武鄂钢等焦化行业 10 余家企业 VOCs 治理工程；销售总额 4.268 亿元，直接经济效益 2.0638 亿元，累计处理废气约 41.18 亿 m^3，减排 VOCs 约

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	1.236 万吨。
2025042 冶金流程难处理固废高增值制备超细陶瓷纤维及其制品关键技术与应用 华北理工大学、唐山顺浩环保科技有限公司、冀南钢铁集团有限公司、河北华西特种钢铁有限公司、唐山助纲炉料有限公司、唐山阿诺达自动化有限公司、邢台树志冶金科技有限公司、唐山精研实业有限责任公司、河北智赛冶金科技有限公司、唐山华纤科技有限公司、河北慈宁建设工程有限公司//	项目所属学科领域：冶金工程。 针对冶金流程难处理固废规模消纳与传统保温材料保温性能差且防火等级低两大“卡脖子”难题，项目构建基于成分和物化特性耦合约束的多元固废适配性理论和配料优化体系、开展微波快速干燥装备研发和集成等关键技术攻关，以除尘灰、粉煤灰等廉价固废为原料，制备了综合性能优异的高值化超细陶瓷纤维及相关制品，创新成果如下： 1.基础理论创新：构建了基于多元组分与物化性能耦合约束调控制备硅酸铝适配性理论体系；解决了冶金流程难处理固废作为超细陶瓷纤维原料的适配性问题。开展了三相交流电阻炉内电-热-质多物理场耦合传输数学模拟，提出了保证熔池快速均质化的电极参数控制策略；揭示了超高速运行条件下熔体在离心辊面轴向、径向铺展与波动行为特征，给出了不同条件下的判据和方程。 2.关键技术与装备创新：研发了超细陶瓷纤维连续烘干关键技术，建立了大功率微波连续快速烘干生产线，攻克了配料熔融、甩丝集棉、微波干燥等工艺的全自动连续生产关键技术。解决了陶瓷纤维生产工艺中耗能高和自动化程度低的关键共性问题，相比于传统制备工艺，集成自动化生产线生产效率提升了 20 倍，干燥速度提高 25 倍，能耗降低 87.5%。 3.产品研发与应用创新：研发了系列防火保温性能优良且长寿命环保型的复合板材、管道保温材料和隔音降噪材料。超细陶瓷纤维板材常温导热系数为 0.031W/(m·k)，燃烧性能等级达到 A1 级；成品保温管道导热系数≤0.04W/(m·k)，抗压强度≥4Mpa；超细陶瓷纤维复合吸音产品吸音效果优异，相同厚度条件下降噪系数提升 74%，平均吸声系数提升 61%。 应用推广及效益情况：项目研究成果在冀南钢铁集团有限公司、河北华西特种钢铁有限公司、唐山助纲炉料有限公司等多家企业推广应用，助力冶金及建筑行业等保温领域节能降碳，累计创造新增产值 30795.7 万元，新增利税 4413.8 万元。获得国际领先成果 2 项，国际先进成果 1 项，授权国家发明专利 4 件，实用新型专利 8 件，外观专利 1 件，发表相关论文 5 篇。 推动行业科技进步作用：中国工程院刘嘉麒、金涌两位院士认为，该项目技术成果处于国际领先水平，经济、社会和生态效益显著，实现了冶金流程难处理固废的高增值利用，促进了保温材料行业的进步。该成果对构建冶金流程大宗工业固废高值化利用生态链，促进保温材料上下游产业升级换代，加快国家“双碳”工程及节能降耗步伐，具有重要的理论意义和推广价值。
2025061 新型逆流式活性炭脱硫脱硝技术在热回收炼焦系统中的开发及应用	新型逆流式活性炭脱硫脱硝技术在热回收炼焦系统中的开发及应用项目，为河南安钢周口钢铁有限责任公司 168 万吨热回收炼焦项目配套脱硫脱硝烟气治理项目。 该项目基于国内热回收炼焦在国内相关政策，2014 年中国政府取消对建设热回收焦炉的限制，该焦炉的主要特点：负压操作，没有无组织排放，实现源头减排，同时使用大量无烟煤、贫瘦煤参与炼焦和产品只有电和焦炭等特点。热回收焦炉作为一个新型环保产业，配套烟气成分复杂、颗粒物含量高、二

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
河南安钢周口钢铁有限责任公司、南京泽众环保科技有限公司、武汉科技大学//	氧化硫含量高、氮氧化物含量低、湿度大和烟气量大等特点，加快该行业污染物超低排放治理工作，同时加大先进控制技术的研发和应用都变得十分重要。 河南安钢周口钢铁有限责任公司联合南京泽众环保科技有限公司、武汉科技大学等团结了一批该领域最核心的技术团队，在原有安阳钢铁股份有限公司焦化厂逆流活性炭脱硫脱硝技术上，充分利用该团队的卓越的科研创新、工程和技术创新实施能力，通过对活性炭制备、烟气多污染物分布规律及活性炭对多污染物吸附机理、解析机理、废弃物处理等方面研究，针对原活性炭技术易板结、烟气冷却效果差易引起高温事故、装置应急能力差、再生塔高温段结垢易侵蚀及再生后气体处理装置腐蚀和废弃物处理难度大等问题，通过该项目开展以下攻关：(1)开发了热回收焦炉烟气中粘性粉尘处理技术：采用焦油过滤器对烟气中的粘性成分进行初脱除，避免粘性成分对吸附塔内活性炭的活性产生伤害，为高硫烟气脱硫提供保障；(2)开发了新型逆流式活性炭脱硫脱硝烟气净化技术：采用新型进气格栅结构，解决了活性炭下料慢、积灰板结问题；采用吸附塔分仓设计，实现了分仓紧急切出功能和生产过程中在线轮流定修；设置再生塔塔前、塔后双振动筛，解决了再生塔高温溜管板结磨损、再生气含尘磨损侵蚀设备等问题，实现了整套脱硫脱硝装置的高效稳定运行；(3)开发了废弃资源循环再利用技术，实现高效废弃物循环资源化再利用。该三项新技术被中国金属协会组织“科技成果评价会”被评委委员会专家评为“国际先进”水平。 开发具有自主知识产权的适合热回收炼焦行业的新型逆流式活性炭脱硫脱硝技术实现污染物总量控制，对于实现我国热回收炼焦行业烟气多污染物集成净化、超低排放和废弃物高效循环再利用等具有重要意义，同时协助热回收炼焦技术推广节约宝贵低硫低灰的焦肥煤资源有着重要的意义。
2025066 高炉煤气干法除尘高效稳定新工艺集成技术 广西柳州钢铁集团有限公司、广西华锐工程设计有限公司//	本项目属于于冶炼科学技术领域，特别涉及高炉冶炼行业高炉荒煤气的二次除尘(即高炉煤气干法袋式除尘)系统。 主要内容：1.采用管道新型布置工艺，将半净煤气管道与半净煤气支管采用上、下错层布置的方式优化目前常规的布管方式，半净煤气入口蝶阀垂安装于垂直管道上。解决半净煤气管道系统积灰与阀门无法关闭问题。同时开发一种气流分配装置，解决气流在除尘器箱体内均布问题。2.开发一种新的布袋清灰工艺——净高炉煤气箱式自反吹工艺，替代现有的低压氮气脉冲反吹清灰工艺。该工艺可完全取消低压氮气脉冲反吹清灰工艺，仅需在每个除尘器箱体顶部设置一路卸压管道，同时除尘器箱体出口支管采用顶出布置。3.开发一种新型的卸输灰工艺——机械式带压全密闭输灰工艺，替代现有的气力输灰工艺或普通机械输灰工艺。采用管式耐压埋刮板输送机与管式耐压斗式提升机作为卸输灰核心设备，同时每个除尘器底部的卸输灰管道上取消中间灰仓，卸输灰支管管径采用 DN300 或 DN350 的大口径，基本上不会堵灰。 特点：1.除尘器箱体入口半净煤气支管蝶阀安装于垂直管道的布置工艺，有效解决了蝶阀密封副夹灰而关闭不到位这一情况，确保了除尘器箱体安全退出。提高了干法除尘系统的安全性。除尘器箱体入口气流分配装置，避免了入口气流对对侧除尘器箱体内壁与布袋端部的冲刷影响，可提高除尘器箱体与布袋寿命的同时也使除尘器箱体直筒段下部的设计高度大幅降低，降低了除尘器筒体与除尘框架的整体高度，可明显节约工程成本。2.净高炉煤气箱

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	式自反吹工艺特点：(1)采用除尘系统自身的高压净煤气作为反吹气源，完全不需要消耗外部能源；(2)清灰强度高、效果好；(3)对布袋损伤小，可允许采用性价比高的纯玻璃纤维针刺毡滤袋。(4)工艺简单、设备数量少，易维护。3.机械式带压全密闭输灰工艺特点：(1)卸灰效率高。(2)适用性极强。(3)故障率低(几乎不堵灰)。(4)作业环境好。 经过多年的努力，该集成技术已成功推广应用至柳钢本部、广西钢铁、柳钢玉林中金公司、昆明钢铁、酒泉钢铁、粤钢、山西通才工贸集团、上海梅山钢铁、山西中兴铸业集团、印度 JSL 钢铁等企业。在大幅节约工程成本的同时，该集成技术应用效果基本都达到了设计值，取得了令业主满意的结果。
2025070 钢铁厂内粉尘回收与利用技术的研究和应用 广西柳州钢铁集团有限公司//	项目属炼铁领域，主要内容为通过烧结工艺将转炉灰烧成转炉灰矿供转炉使用，代替正常烧结矿做冷却剂；通过将转炉灰高压制块供转炉使用，代替正常烧结矿做冷却剂；通过转炉灰火法制块供转炉使用，代替正常烧结矿做冷却剂。 柳钢已在柳州本部转炉灰在 110m^2 烧结机试生产转炉除尘灰矿四次，第一次生产时间为 2024 年 8 月 19 日至 8 月 21 日，产 2249 吨转炉灰矿，第二次为 8 月 29 日至 9 月 1 日，产 6107 吨转炉灰矿，第三次生产时间为 9 月 21 日至 10 月 2 日，生产了 19089 吨转炉灰矿，第四次试生产 10 月 7 日至 10 月 17 日，生产了 15446 吨转炉灰矿。四次生产合计消耗转炉灰 15440 吨，生产转炉灰矿 42891 吨。
2025081 活性焦烟气净化工艺控制模型研发及稳定应用 江苏沙钢钢铁有限公司、江苏科技大学、西安建筑科技大学//	本项目属于钢铁行业大气污染防治工程技术领域。 钢铁行业是大气污染物的主要排放源之一，为了推动钢铁行业绿色高质量发展和空气质量持续改善，近年来钢铁行业大力推进超低排放改造。在各种超低排放技术中，活性焦工艺占比达到 30%以上，是应用范围最广的烟气净化技术。然而，当前活性焦工艺普遍存在运行不稳定、成本高等难题。为此，沙钢联合江苏科技大学、西安建筑科技大学，开展了活性焦烟气净化工艺控制模型研发工作，显著提升了活性焦工艺的达标排放率和稳定运行率，有效降低了烟气净化成本。 主要创新成果如下：(1)基于原燃料与烧结过程污染物生成规律的系统研究，建立了 SO_2 和 NOx 浓度预测模型，为活性焦系统优化调整提供了先决条件。研究了烧结过程 SO_2 和 NOx 生成规律，结合大数据分析，实现了实际生产条件下的 SO_2 和 NOx 浓度预测，通过现场连续取样检测比对，浓度预测误差＜3%，为控制模型的研发和稳定应用建立了基础。(2)基于硫平衡计算，开发了活性焦循环速度闭环控制模型，改善了系统透气性，降低了活性焦消耗。研究了硫元素在活性焦工艺中的迁移规律，并基于硫平衡首次提出了活性焦循环速度控制模型，实现了烟气硫负荷和活性焦硫含量的协同精准控制，吨矿活性焦消耗由 2.0kg 以上降低至 1.3kg/t。(3)开发了烧结烟气在线喷氨控制模型，实时优化控制喷氨参数，提高了 NOx 排放控制精度，降低氨水消耗。首次提出了活性焦喷氨脱硝存在的“滞后性”反应特征，实现了 NOx 生成和活性焦氨吸附在时间维度上的高度耦合，开发了在线自动喷氨控制系统，氨水消耗由 1.5kg 以上降低至 0.85kg/t。(4)建立了活性焦运行状态评价体系，有效减少了潜在隐患，提高了系统稳定运行率和超低排放率，其中稳定运行率达到 99.7%以上，超低排放率实现 100%。 项目研发及应用期间共申报专利 25 件，获得授权专利 16 件，其中发明专利

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	8 件、实用新型 8 件，发表论文 7 篇。项目成果成功应用于沙钢 9 套活性焦脱硫脱硝装置，运行成本、超低排放率以及稳定运行率等指标均达到了国内同类型装置的领先水平。此外，系统氨逃逸长期低于 2mg/m^3，远低于 8mg/m^3 的环保要求。项目近三年累计创效超 8.8 亿元，相关成果可为活性焦工艺的运行优化及改进提供参考和借鉴。
2025086 “危险预知”推进安全管理模式转型与升级 江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司//	本项目重点介绍淮钢通过现场作业“行为观察”、“薄弱时间”安全检查、成立专业检查小组，开展“仿执法”检查，全方位、深层次开展现场安全隐患排查，排查自身安全管理中存在的不足，有的放矢，提升安全管理；组织建立了淮钢危险预知训练体系，实现了以危险因素为对象，以作业班组为团队，让员工主动排查动态危险源的安全培训模式，以实现全员参与，共同提升安全管理水平，营造幸福安全淮钢。 通过本项目全面开展现场动态危险源排查与整治工作，推动全员参与参与危险预知活动训练中，2023 年辨识作业活动 1401 项，危险源 13249 项，查出隐患 31250 项，整改率 100%，共计 325 个班组开展 1453 场次班组危险预知训练，培训岗位作业人员 13679 人次，班组危险预知训练开展率 100%。生产现场危险因素明显下降，员工安全意识明显提升，外协单位安全管理能力明显提升，安全培训效果明显改善。 淮钢通过深入开展现场隐患排查工作，消除了潜在地重伤以上安全事故，排查隐患数量明显上升，其中 2021 年排查 18520 项，2022 年排查 26852 项，2023 年排查 31250 项，参照海因里希法则，分别消除潜在重伤以上安全事故 18 起、26 起、31 起，累计减少因发生安全事故造成损失 1500 万元。
2025090 高效低成本高炉煤气精脱硫成套技术开发与应用 宁夏建龙特钢有限公司、中航超能(苏州)科技有限公司、中航超能(北京)科技有限公司、北京建龙重工集团有限公司//	本项目属钢铁行业废气超低排放技术领域。 为顺应钢铁行业绿色生产潮流，响应国家“双碳”政策号召，宁夏建龙与中航超能联合研发从源头上治理高炉煤气的环保新技术，实现排放标准要求及经济运行目标。 技术成果：(1)通过研究高炉煤气中各种成分对脱硫的不利影响，开发了一种新型水解催化剂(反应空速比高达 4500h-1，催化剂转化率高达 92%，使用寿命长达 3 年)大大提升了水解催化剂水解效率和使用寿命。(2)基于高炉煤气特点，通过试验不同工艺路线对 TRT 发电的影响，优化设计了煤气管线及附属设备，制定了一条经济适用的脱硫工艺路线，突破了行业高炉煤气精脱硫投资大、运行成本高的瓶颈。(3)设计开发出低阻力反应器并投入工业实践。(4)本项目获授权发明专利 2 件、实用新型专利 7 件。 该技术成果成功应用于宁夏建龙 3 座高炉煤气精脱硫，为高炉煤气精脱硫提供了高效低成本的技术方案，经济、社会、环境效益显著，推广前景广阔。 创新点。(1)新型有机硫水解催化剂研发。高炉煤气脱硫主要难点在于脱除其中的有机硫成分(主要为 COS 及 CS_2)，本项目研制了一种添加稀有金属为活性成分的新型水解催化剂 COS-ZH，以非金属氧化物作为催化载体，通过结构优化提高孔隙率以及通道数量，增强了抗氯、抗氧性能，增加了碱性位点数量，延长了水解催化材料的使用寿命，在 90～190℃反应温度水解效率达到 92%以上。(2)高炉煤气精脱硫工艺流程创新。通过“有机硫水解”和“H_2S 脱除”两种相对成熟、高效脱硫方法的结合，提高了高炉煤气中总硫的脱除效率和精度，形成了“有机硫水解＋H_2S 脱除”的高炉煤气精脱硫工业应用技术路线：BPRT 装置前高炉煤气有机硫干法水解+BPRT 装置后煤气无机硫干法吸附技

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	术路线。整套脱硫系统阻损低，对 BPRT 发电效率影响小。(3)低阻力反应设备研制。工艺设备的阻力是系统阻力的主要部分，降低工艺设备的运行阻力是减少系统阻力的关键。本项目研究了不同结构反应设备形式及催化剂单层高度与系统阻力的关系，优化设计了截面流速和催化剂床层单层高度，开发出低阻力反应设备。 宁夏建龙两期高炉煤气精脱硫项目共计投资 6515.05 万元，相比行业内同等容量的高炉煤气精脱硫装置建设少投资约 5500 万元。系统运行成本 4.56 元/吨铁，相比行业内同等容量的精脱硫装置运行费用低约 6.52 元/吨铁，年节省运行费用 2280 万元。
2025092 冶金企业动力气体一体化管控研发与应用 乌海市包钢万腾钢铁有限责任公司、北京科技大学、北京建龙重工集团有限公司//	动力气体是仅次于电力的第二大动力能源，又是具有多种用途的工艺气源，其应用范围遍及各行各业。动力气体一般为氮气和压缩空气，两个系统独立运行，普遍存在着“一个系统不够用，需要增开机，另一个系统有富裕”的情况，无法做到动力气体整体能效最优。随着市场经济下行，工业生产过程管控精细化、智能化成为了各企业节能降耗的主要方向。随之而来的是生产过程中各种工况变化对各能源介质需求的匹配度，要求“能上天、能入地”，在如此宽阔的区间下实现供需的极致动态平衡，是本课题的研究目标和攻关方向。 本研发项目的成功应用，为解决生产中能源介质供给存在的“供给与需求不平衡时带来高能耗”问题，提供了一种新方法。以动力气体作为切入点，实现了氮气、压空的一体化智能管控，做到供需的极致平衡，同时达到设备能效提升、稳定生产、节能增效的目的。 主要创新点为：(1)结合能源介质生产、调节、使用特点，创新性整合了氮气和压缩空气系统，实现硬件层面的互联互通。(2)建立了动力气体节能模型，开发了机械效率与经济效益“双效”最优适配逻辑算法，为推动行业智能化管控技术开辟新路径。(3)开发了动力气体一体化智能控制系统，实现了现场微泄露检测、调峰切换异常检测、应急处置功能，提高氮气系统和压空系统在一体化控制过程中的安全系数和稳定性，通过需求侧与供给侧智能双向匹配，解决动力气体工序不平衡的问题。 项目成果获授权发明专利 2 件，正在受理中发明专利 5 件、实用新型专利 5 件、软著 1 件。中国金属学会评价该项目成果总体达到国际先进水平。 该技术已在乌海市包钢万腾钢铁有限责任公司应用，总投资不足 30 万元，年创效 1020.67 万元，实现了小投入、大产出，取得了显著的经济效益和社会效益，极具推广价值。
2025102 冶金企业全流程能源一体化数智管控系统 中冶京诚工程技术有限公司、中冶京诚数字科技(北京)有	本项目属于冶金工业、计算机应用及人工智能技术领域。 项目研究内容是能源集控、智能调度和能源管控一体化技术和应用，通过建立以实现能源精细化管理，打造极致能效标杆企业为目标，应用工业大数据、AI 技术和数字化技术，结合工程实例，深入研究安全可靠的无人化少人化作业、精细化的能源体系建设和能源优化调度模型，打造节能高效、环保绿色、技术先进的一体化能源监控、调度和管理平台。 该系统具有多个方面的技术创新： 1.首次搭建了融合 AI 智能预警技术的冶金企业全介质能源管控平台，实现了产能侧、能源管网、用能侧的“源、网、荷、储”一体化管理，打造了安全可靠的能源远程操作、无人值守的管控模式。减少定岗定员 30%，同时降低岗

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
限公司、陕钢集团汉中钢铁有限责任公司、临沂钢铁投资集团特钢有限公司、北京科技大学//	位工人劳动强度，改善工作环境。 2.首次建立了公司、分厂、工序、设备多级层面的能源精细化管理体系，实现炼钢炉次轧钢批次、分钢种规格极致能效的核算、分析、预测，研究分析工序界面对能源消耗的影响，实现能源消耗的精细化管理，实现工序、设备能源消耗的科学评价，精准计算工序实际碳排放量，为企业绿色低碳发展打造基础平台。 3.结合数字孪生研发了数字化能源管理技术，实现了管网智能监测预测，能源潮流监视，基于数字化平台的智能设备运维管理，保证能源无人值守模式下的站所和设备安全。提升企业数字化水平，提高运维和应急能力。 4.基于工业大数据平台，结合时序算法、遗传算法等算法，建立高级能源调度模型，通过对煤气发生量和消耗量动态预测、煤气发电的协同调度，实现炉群的智能调度和控制，电力负荷监控预警、峰谷智能发电调度，降低煤气放散率，提高钢铁企业的自发电比例，减少企业的外购电费用。 成果于 2022 年 3 月在汉钢公司成功应用，通过生产集中化、管理精细化与调度智能化及数字化结合，实现能源一体化管控和智能化调度。 该项目成果已形成五项软件著作权，专利六项，国家标准一项，团体标准两项，多次获得冶金建设协会的优秀计算机软件一等奖，在中冶集团组织的科技成果鉴定中由专家组一致认为达到国际先进水平。2023 年汉钢公司降低综合能耗 1.8%，降低成本 1338 万元；节约煤气 7%，提高自发电量 5%，节省成本 4187 万元；减少定员 20 人，提高效率 30%，按照人均年收入 7 万估算，节省成本 140 万元。该成果先后与兴澄特钢、山西晋钢、河钢石钢、安丰钢铁等企业签订项目合同，成果累计实现销售额 12000 万元，有广阔的应用前景。
2025110 钢铁流程含铊废物定向调控分离利用关键技术研发与应用中冶长天国际工程有限责任公司、湖南中冶长天节能环保技术有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司、安阳钢铁股份有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司//	铊是一种剧毒重金属元素，已被我国列入优先控制污染物名录。据统计，钢铁工业每年产出含铊废物量超 2 千万吨，曾引起多流域铊污染事件，被生态环境部列为典型涉铊行业。铊主要存在于酸性烟气脱硫废水和烧结机头灰等废水和固废中，目前，含铊废水通常以沉淀法进行处置，存在铊管控不完善、去除效果差、资源回收率低等问题，但含铊固废尚为处置盲区。因此，亟需根据钢铁流程含铊废物特征，开发铊定向调控分离与资源高值利用关键技术。 项目完成单位自 2017 年起，在湖南省科技创新计划等项目支持下，率先开展了钢铁流程铊迁移规律研究，提出了基于铊全流程管控、多资源综合回收及关键设备研制的整体技术路线，经小试、中试及工程示范，开发了钢铁流程含铊废物定向调控分离利用关键技术及装备，突破了铊的定向调控与铁、钾、钠、硒稳定高值利用技术瓶颈，实现了钢铁流程副产物资源循环利用。主要创新成果如下：(1)首创了钢铁含铊固废铊定向循环富集分离技术。通过钢铁流程铊迁移转化规律研究，探明了机头灰浸提过程铊的溶出机制，发明了脱硫废水浸洗机头灰分段选择性析铊技术，开发了富铊液调质循环耦合盐析沉淀回收高纯 TlCl 技术，发明了烧结微区还原强化铊跨相迁移技术，实现了铊在钢铁流程的定向调控。固废中铊分离率＞90%，回收的 TlCl 纯度＞95%。(2)开发了含铊浓盐水分级逆流蒸发回收高价值盐技术。研制了硫化耦合铁锰强化吸附深度除铊药剂，形成了浓盐水中铊深度净化技术，研发了除铊浓盐水分级逆流蒸发回收硫酸根、氨氮、氯化钾技术，发明了脱硫废水协同母液

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	酸化沉淀回收硒资源方法，实现了多组分定向资源化及母液零排放。液相铊分离率＞99.5%，回收的结晶盐中铊浓度低于检出限。(3)研制了卧式协同浸洗脱铊及多资源异步分离逆流蒸发结晶装备。发明了高盐固/液废物卧式协同浸洗脱铊设备，研制了多资源梯级逆流蒸发回收装备，构建了钢铁流程含铊高盐固/液废物“分段酸浸析铊-浓盐水深度除铊-多组分梯级回收”强鲁棒性资源回收装备系统。脱铊工序作业率＞90%，蒸发系统稳定运行时间延长 2 倍。 本项目已获授权发明专利 16 件，其中 PCT 专利 1 件，整体技术居国际领先水平。技术成果先后应用于安阳钢铁、湛江钢铁等多家企业，产生经济效益超 3.3 亿元，社会和环境效益同样显著。本项目回收的铊、硒、钾等为有色冶金原料，实现了钢铁与有色产业链接，行业价值突出，且形成的技术及装备普适性强，推广应用前景广阔。
2025112 棒线材产线在线烟尘治理技术装备的研究与应用 北京中冶设备研究设计总院有限公司//	棒线材生产线在轧制过程中会产生大量氧化铁粉尘和水蒸气。这些粉尘和水汽不仅会导致电气、液压设备的故障，还会污染大气，引起相关作业人员的呼吸系统、神经系统职业病。2021 年中冶设备总院对多家钢铁企业开展调研后，立项研究棒线材产线在线烟尘治理技术。 在考虑投资和运行成本后，本研发团队将抑尘技术和除尘技术两方面结合，研发棒线材在线烟尘治理技术。首先降低源头粉尘逸散，再补充进行配置除尘系统。新研发技术装备由抑尘系统、除尘系统两部分构成，抑尘装置由轧辊冷却抑尘与导卫出口抑尘装置构成，使用水雾抑尘原理，降低棒线材产线外溢烟尘；除尘系统包括冲激丝网除尘器与针对棒线材产线不同区域的多重集成装置，将逸散烟尘捕集集中处理。最终得到除尘效果显著、排放浓度达标与经济成本较低的烟尘治理技术装备。系统除尘用风量比同类技术可降低 50%，建设及运行成本降低 60%，车间岗位粉尘浓度低于 1mg/m^3 烟囱烟尘排放低于 2.6mg/m^3，达到超低排放标准要求。 棒线材产线在线烟尘治理技术装备获授权实用新型专利 7 件，受理发明专利 1 件，发表论文 5 篇。经中国冶金科工集团有限公司科学技术成果会议鉴定，整体技术达到国际先进水平。 棒线材产线在线烟尘治理技术装备已应用于广东中南钢铁股份有限公司 5 条产线，社会效益显著，具有较高的推广应用价值。
2025117 烧结烟废气减量耦合余热极致利用的低碳低排关键技术及应用 中冶北方(大连)工程技术有限公司、中南大学、江苏省镔鑫钢铁集	烧结是钢铁生产流程最重要的炉料加工工序，我国烧结烟(废)气和污染物排放量均居钢铁工业首位，大量低品质余热随烟(废)气排入大气，造成巨大的能源浪费和环境污染。因此，回收烧结余热、减少烟(废)气和碳排放，是促进钢铁行业低碳绿色发展的重点工作。本项目通过产学研合作，取得了以下创新成果： (1)研发出“梯级控氧-分区控压”烧结烟气与冷却废气双循环技术，按需分配风、热、氧，实现减排、降碳、提质、增效。通过循环烟(废)气调质混风控氧和分区独立控制抽风压力，实现了烧结全程风、热、氧按需分配，解决了循环烟气氧含量低、料层热量分布不合理影响烧结矿产、质量的难题，烟气循环量超过 30%，吨矿固体燃耗降低 1.5kg 以上。 (2)开发了烧结大烟道精准取热和环冷机废气交叉回用的余热提质技术，实现了余热的极致取用，环冷机废气达到零排放。基于烟气余热分布数值模拟，开发了大烟道锅炉取热的精准定位方法，及低温冷却废气交叉回用的余热提

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
团有限公司//	质技术，打破了环冷机固定分段、闭路循环的传统模式，大烟道余热锅炉提升吨矿发电量约 3kWh，环冷机余热吨矿发电量由 20kWh 提高至 23kWh，烧结矿冷却废气回收率 100%。 (3)首创了平面回转台车翻转式环冷机系统装备，新型环冷机漏风率居领先水平，大幅降低了冷却电耗。研发应用连续平面回转体、翻转式烧结环冷机台车、复合水密封装置，使有效冷却通风面积扩大 20%，漏风率降至 5%以下，吨矿冷却电耗从 8kWh 降至 5.77kWh。 (4)开发了主抽风机变频汽电双驱技术，实现了蒸汽高效利用和主抽风机低电耗运行。汽轮机与电动机共同驱动的烧结主抽风机可变频调速运行，突破了余热发电能量转换损失大、常规汽轮机驱动能量利用率低的难题，比常规工频汽电双驱工艺有效轴功率提升 25%，实现主抽风机低电耗运行和反送电。 由中国工程院院士领衔的科技成果评价专家委员会认为，该项目成果整体达到了国际领先水平。本项目获国家发明专利 18 件、实用新型专利 13 件。项目成果入选国家工信部《节能技术装备推荐名录(2022 版)》、国家生态环境部第五批《国家重点推广的低碳技术目录》、中国钢铁工业协会《钢铁极致能效工程能力清单(2023 版)》、中国金属学会《钢铁工业降本增效关键共性技术推荐目录》。 成果已成功应用到鞍钢等国内外 40 多个钢铁企业，累计经济效益达 62.7 亿元，显著提升了低碳低排烧结科技水平，为钢铁企业减污降碳提供了强有力的支撑。
2025119 高效集成的焦炉煤气氨水脱硫技术开发与应用 中冶焦耐(大连)工程技有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司//	焦炉煤气是重要的化工原料和优质燃料，其净化工艺流程相对复杂。随着国家环保超低排放标准的颁布和实施，行业政策对焦炉煤气净化提出更加严苛的要求。氨硫联合洗涤工艺已经不能满足当前的净化指标要求，炼焦行业亟需推动高效、低能耗、满足清洁生产要求的脱硫技术研究，为炼焦行业减少污染物排放提供技术保障。 项目研发团队以开发新一代高效焦炉煤气氨水脱硫技术为目标，重点研究脱硫洗氨、脱酸蒸氨集成的工艺及设备，并通过技术迭代，实现了工艺多角度节能方案的开发，取得了重大科技创新：(1)研发了新型氨水脱硫-脱酸蒸氨整合工艺。重新设计整个工艺流程和设备结构，完成新型氨水脱硫的工艺创新。尽量避免其它酸性气体(二氧化碳)在整个工艺运行过程中的干扰，降低解吸过程中的热量消耗。同时，新工艺要具备更宽的适用条件，满足海外用户不同的净化需求。(2)新型氨水脱硫及脱酸蒸氨设备。在应用高效传质内件的前提下，将煤气净化过程的脱硫、洗氨功能集成在一台洗涤设备内完成；在解吸蒸馏过程的脱酸、蒸氨功能集成在一台蒸馏塔内完成。以流体力学软件为基础，对脱硫塔、洗氨塔、脱酸塔、蒸氨塔进行整体的传质、传热优化，并将其整合为脱硫洗氨塔和脱酸蒸氨塔。(3)新型脱酸蒸氨冷凝工艺及设备。利用化工过程模拟软件，对蒸馏后酸汽的处理过程进行重新优化设计，设计了全新的酸汽冷凝器，拓宽本工艺对焦炉煤气中硫化氢和氨气摩尔比的适用范围。 项目成果获得授权专利 14 项，其中发明专利 2 项；发表学术论文 1 篇；形成国家标准 1 项；高效集成的焦炉煤气氨水脱硫技术开发与应用经中冶集团组织的科技成果鉴定会鉴定为国际领先水平。 2018 年以来，本项目成果已在首钢京唐钢铁联合有限公司二期工程，马钢南

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	区煤气净化合并改造项目，印度 TSK COBP-3,4 焦化项目，印度 JSOL 公司 200 万吨焦炉及配套干熄焦、煤气净化项目，土耳其 ERDEMIR4 号焦炉及化产工程，印度 JSR 化产改造工程等项目实施，累计新增销售额超过 3.36 亿元，取得了显著的经济、社会和环境效益。
2025146 烧结烟气污染物协同治理研究与应用 德龙钢铁有限公司、北京科技大学 //	本项目属于钢铁冶金领域，涉及铁矿粉烧结、烧结工艺控制、烧结烟气治理等多方面学科。 本项目自 2019 年至今，历时 6 年，采用源头管控、过程消纳以及末端治理相结合的全流程烧结烟气治理技术，烧结烟气污染物远低于超低排放标准。项目关键技术和创造性主要表现在以下方面：1.开发了源头污染物精准管控技术，以高炉返焦量为平衡点，对固体燃料小于 1mm 粒级进行预筛除，燃料粒度 2.5～3mm 粒级控制在 40%以上，促进燃料在料层下部自然偏析降低燃料 N 与 O_2 的反应能力，增强下部还原性气氛，燃料改性增加铁酸钙催化作用，降低 NOx 排放；2.开发了基于烟气循环耦合富氧点火和蒸汽喷吹降低烧结烟气 CO 技术，控制循环烟气量 30%-40%，富氧点火助燃风氧含量 22%-25%，喷吹蒸汽量 2.5-4.5kg 蒸汽/t 矿，实现烧结机烟气 CO 含量在原有基础上降低≥1000mg/m^3；3.开发了基于烧结烟气末端治理的 CO 催化氧化技术，将烧结烟气中 90%以上的 CO 转变为 CO_2，实现烧结烟气 CO 末端高效治理；4.构建了以烟气均分为前提、高效均化喷氨为核心、工艺协同控制为保障的烧结烟气逆流式活性炭脱硫脱硝技术体系，系统脱硫率达到 99.99%，脱硝率达到 90%以上；建立烧结烟气颗粒物深度减排控制体系，降低系统颗粒物排放浓度。 该技术已经在德龙钢铁有限公司 230m^2 烧结机上成功应用，2021 年至今，各项排放指标远低于超低排放标准，产生的直接经济效益达到 8865.56 万元，污染物排放浓度达到 SO_2≤5mg/Nm^3、NOx≤30mg/Nm^3、颗粒物≤5mg/Nm^3、CO≤5000mg/Nm^3，烧结烟气脱硝率稳定在 90%以上，烧结烟气脱硫率达到 99.99%，克服了传统脱硫脱硝系统脱硫脱硝效率低的行业性技术难题，该技术可应用于所有同类型烧结烟气治理，为烧结烟气高效减排提供保障，促进烧结烟气减排技术进步。
2025160 不锈钢增材制造件缺陷激光超声检测技术研究与应用 广东科技学院、广州中检科技有限公司、广东省新能源汽车检验测试工程技术研究中心、广东农工商职	金属增材制造是个多物理场耦合过程，由于该过程能量输入集中，材料温度变化复杂以及熔池行为复杂等原因，金属增材内部和表面会出现诸如孔洞、开裂和分层等各类缺陷，严重影响构件的结构性能。激光超声检测技术具有非接触、频带范围大、检测精度高等优点，是检测增材制造件缺陷-尤其是微小缺陷的有力工具。为了提高激光超声检测增材制造构件的精度，实现表面和内部缺陷定量检测，本研究采用有限元方法建立了激光激发超声的数值模型，创新性地提出了 CEEMD 结合小波半软阈值去噪算法、基于移动扫描法的透射横波进行内部微小缺陷的检测方法以及光电鼠标与惯性导航数据融合的定位系统等。通过这些方法，本项目深入分析了激光超声检测技术中信号信噪比低、表面及内部缺陷检测困难等问题，并成功实现了对不锈钢增材制造件中表面和内部微小缺陷的精准检测。主要发现和贡献包括： (1)利用 COMSOL 仿真软件模拟分析超声波传播特征，提出 CEEMD 结合小波半软阈值去噪算法以提高信号的信噪比和稳定性。通过多物理场耦合的有限元仿真模型，探索激光激励参数对超声波信号的影响和超声波传播特征，提出具有更高信噪比和稳定性的 CEEMD 结合小波半软阈值去噪算法，为表面

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
业技术学院、华南农业大学、广东工业大学//	缺陷、内部缺陷的定位定量表征奠定了基础。 (2)提出利用 RR 波与 RS 波的到达时间差实现对增材制造表面缺陷的定位定量。通过有限元仿真检测 316L 不锈钢表面缺陷，研究不同表面缺陷深度、宽度下反射表面波和透射表面波在时域、频域上的变化规律，总结表面波与缺陷的相互作用机理。通过仿真软件模拟和实验验证，提出 RR 波和 RS 波的到达时间差定量表面缺陷的深度，该方法不受缺陷宽度影响。 (3)提出基于移动扫描透射横波的内部微小缺陷检测方法。针对增材制造件内部缺陷定位困难的问题，提出基于移动扫描法的透射横波缺陷检测方法，该方法采用相反方向的两次同步移动激发源和接收源的扫描方式，利用互相关算法计算每个扫查点透射横波的时延值，根据样品的厚度以及左扫描和右扫描中两个最大信号延迟点之间的距离来估计内部缺陷位置，成功识别了 316L 不锈钢增材制造件内部直径 1mm 缺陷。提出基于光电鼠标与惯性导航数据融合的定位系统，有望能够满足超声无损检测过程中超声探头的实时位置标记。
2025168 高炉煤气多污染物深度净化及硫资源化技术开发与应用 北京首钢股份有限公司、北京科技大学、北京北科环境工程有限公司、长春东狮科技(集团)有限责任公司、北京首钢国际工程技术有限公司//	该项目属于环境科学技术领域。2019 年 4 月国家部委颁布《关于推进钢铁行业实施超低排放的意见》明确鼓励“加强源头治理，高炉煤气应实施精脱硫”，2023 年 9 月中国钢铁工业协会组织《高炉煤气精脱硫共性技术攻关推进会暨攻关方案遴选会》，统筹推进我国高炉煤气精脱硫技术创新发展。 高炉煤气作为冶金企业重要的副产品应用于各工序炉窑，末端烟气脱硫存在烟气量大、用户多、设施分散占地大、运行成本高、脱硫灰排放量大等弊端，且无法解决高炉煤气对设备腐蚀强度大的行业难题，因此，研发高效、低成本的高炉煤气源头多污染物深度净化及硫资源化技术意义重大。 自 2018 年起北京首钢股份有限公司联合多家单位开展了系列基础研究和应用技术开发。明确了高炉冶炼过程中 Cl、S 的来源、存在形式、迁移规律及其危害，通过实验室研究与工业化实验，结合高炉煤气工况，对专用材料、装备及配套技术等多方面进行了深入研究，形成了拥有完全自主知识产权的高炉煤气多污染物深度净化及硫资源化系列原创技术和装备。 创新成果如下：1.开发了“脱氯+TRT 前水解+TRT 后湿式氧化脱硫+单质硫提取”工艺，连续稳定实现了高炉煤气源头 Cl、S 污染物深度净化，实实在在将硫磺资源分离提取，解决了末端烟气脱硫点位多、投资大、占地大、脱硫灰排放量大、运行成本高以及硫污染物转移再处理的弊端。2.开发了专用超细微粉脱氯剂，高活性高空速低阻损长寿命水解剂，高硫容抑盐抗干扰脱硫催化剂等核心材料，实现了荒煤气 HCl 脱除率≥90%，COS 转化率≥90%，脱硫系统出口总 S≤15mg/m³，分离的硫磺纯度≥99%。3.开发了脱氯专用装备、轴向多单元高效水解反应装备、集再生功能为一体的脱硫塔等核心装备，各单元采用模块化设计，可灵活布局、柔性嵌入与高炉煤气干法除尘工艺充分结合。4.该技术提高了高炉入炉原料硫负荷调节范围，为充分利用高硫焦、煤资源提供了新途径，可有效降低生产成本，提升竞争力。 该项目已获授权专利 16 项。技术成果已在首钢股份公司迁钢公司 2650 立高炉应用，年效益 1.45 亿元，在全国范围内推广预计应用市场可达到 1000 亿级规模。项目经中国钢铁工业协会组织的由侯立安院士、高翔院士等 11 位专家组成的专家委员会评价，认为“该成果整体技术达到了国际领先水平，工程一次投资少，运行成本低，占地少，具有显著的经济、环境和社会效益，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	为钢铁行业绿色可持续发展提供了有力的技术支持”。
2025169 钢渣源头改性、减量化及全量资源化利用技术研究及应用 首钢集团有限公司、北京科技大学、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、首钢长治钢铁有限公司、山西长钢瑞昌水泥有限公司、北科蕴宏环保科技(北京)有限公司//	本项目属于钢铁冶炼及环保领域，中国粗钢产量超过 10 亿吨/年，钢渣产出量 100-150kg/t 钢，钢渣大量堆存严重污染生态环境。国内外钢企利用钢渣与天然石料及水泥物性的相似性，尝试钢渣在石料及水泥替代方向的资源化利用，但仍存在一系列技术难题没有解决：(1)钢渣中 f-CaO 高(＞3%)、安定性差，替代石料应用于公路路面易引起不均匀体积膨胀及开裂；(2)钢渣中 MgO 高(＞8%)导致长期安定性差，RO 相高(＞15%)导致易磨性差、活性低，被国标《通用硅酸盐水泥》严禁作混合材使用；(3)铁水脱硫渣中硫含量高(＞5%)，导致火法应用增加脱硫成本而难以利用。 为此，首钢联合北京科技大学、北科蕴宏组成“产学研用”团队，历时十多年解决了上述难题并探索出了一条钢渣用于固废基胶凝材料的新路径，实现了钢渣、铁水脱硫渣等难利用固废的全量资源化利用。 主要创新如下：1.首次开发了以降低 FeO 驱动的低 MgO 钢渣改性技术，开发了 51CaO-17SiO_2-18FeO-4MgO-P_2O_5 五元熔渣体系，实现了钢渣平均 MgO≤4%，RO 相≤10%，钢渣产出量≤80kg/t 钢，实现了钢渣的源头改性和减量。2.开发了“辊压热闷+破碎+精细筛分+高效磁选+水洗”的钢渣骨料工艺技术，实现了 f-CaO≤2.5%，形成了 100%钢渣全级配道路集料及钢渣细骨料免蒸压泡沫混凝土制备技术，实现钢渣大宗消纳。3.首次开发了多类型钢渣矿渣脱硫石膏体系固废基胶凝材料性能调控技术，实现铁水脱硫渣、转炉钢渣、精炼渣多类型钢渣的综合利用，固废基胶凝材料达到同等 42.5 水泥的性能要求，实现钢渣高值化利用。4.首次开发了辊压-立磨-强力混合和实时循环除铁的微粉粉磨装备技术，实现了粒级与活性双重优化，降低了粉磨能耗。 本项目授权发明专利 40 件(国际专利 3 件)，制定标准 15 项(国标 3 项)、软件著作权 4 项。固废基胶凝材料技术入选《2021 年北京市创新型绿色技术推荐目录》和《2024 年度建材行业“三品”典型案例》，累计建成产能超一千万吨。项目近三年净利润 3.02 亿元，实现钢渣全量资源化利用，产品在雄安新区、石太高速公路等项目中应用。 项目成果经中国金属学会组织，鉴定为国际先进水平，其中钢渣源头改性、减量技术达到国际领先水平，建议加速推广应用。该技术全面推广可每年减少钢渣产出量约 1 千万吨、原石开采约 1 亿吨、水泥熟料约 4 亿吨，减排 CO_2 约 3 亿吨，经济效益超千亿元。
2025177 烟气循环炉内脱硝工艺技术 新兴铸管股份有限公司//	钢铁冶金行业轧钢加热炉，燃料一般为高、转、焦或混合煤气。轧钢加热炉在日常生产过程中氮氧化物排放指标过高，烟气 NOx 浓度约 50～200mg/Nm^3，即使采取空煤气双蓄热弥散燃烧工艺，烟气 NOx 浓度也在 50～100mg/Nm^3 之间，污染物给环境造成影响。 按照生态环境局要求，2024 年 6 月 1 日氮氧化物执行标准不高于 50mg/m^3。受环保指标标准变化约束，现在的工艺仅靠精心操作很难满足现在的排放要求，不能实现达标排放，需对加热炉氮氧化物排放指标进行管控。 目前，加热炉烟气中脱硝传统治理工艺以 SCR(选择性催化还原法)和固定床工艺为主，均为末端治理工艺，即轧钢加热炉产生 NOx 后通过喷氨或脱硝剂进行反应分解，包括箱体，箱体内设有催化剂反应装置和流体矫正装置，催化剂反应装置设置于流体矫正装置下部，催化剂反应装置包括多个催化剂料层和催化剂内部防堵装置，流体矫正装置上部连接有氨水喷射装置。虽然系

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	统简单、二次污染小，但是氨水消耗量较大且需要定期添加，长此以往会产生巨大的经济成本。 本项目是一种利用烟气再循环降低加热炉 NOx 排放的方法，引进了烟气再循环理念，其目的是在尽可能不降低煤气燃烧效率的前提下，降低煤气燃烧温度，减少烟气在高温区的停留时间，合理控制空气过剩系数。烟气再循环技术就是从加热炉排烟烟囱抽取一定量烟气，通过再循环风机将抽取的烟气送入助燃风管道，和空气混合后将助燃风氧含量控制在一定区间再送入加热炉燃烧室内参与燃烧。通过降低助燃风的氧浓度，达到降低煤气实际燃烧温度，减少烟气在高温区的停留时间目的，再配合加热炉“智能燃烧”操作系统使加热炉炉温自动调节，同时合理控制空燃比，达到控制空气过剩系数的目的，最终可以有效使加热炉氮氧化物排放指标降到 50mg/m³以下。 该项目获得了 2024 中国精益数智化创新改善大赛二等奖、第七届中央企业 QC 小组成果发表赛二等奖、河北省质量小组管理活动特等奖及集团公司 QC 小组成果发表赛一等奖等奖项。
2025184 钢渣烟气高效湿式旋翼湍流床一体化除尘超低排放技术 山东中航天业科技有限公司、北京中航天业科技有限公司 //	项目所属科学技术领域：环境工程学。 主要内容及特点工艺流程：钢渣处理过程烟气⟶高效收尘系统⟶“高效湿法喷淋装置+旋翼湍流床除尘除雾装置”一体化除尘单元⟶引风机⟶烟囱排放。含尘气体经烟气进口进入湿式除尘塔，烟气流动方向改变，各处流速不均匀，旋翼增效器一方面使尘气在除尘塔截面各处流速保持均衡，另一方面尘气与上方喷淋的循环水在旋翼增效器上发生传质作用吸附气体中的粉尘，双流体喷嘴将循环水转化为水雾向竖直方向喷洒，水雾下落时与烟气混合，水雾过滤掉烟气中的烟尘杂质；含尘气体向上依次经过两层喷淋层、两级除雾器、一级旋翼湍流高效除尘装置，最后经除尘塔顶排出：水雾凝结成水滴下沉至集水托盘，并汇集进入中心管，经由中心管流到集泥斗中成静置状态，水中的污泥逐步沉淀至集泥斗中使循环水和污泥呈现上下分层状态，上层的水积攒到一定高度时会通过出水口流入连接管道中，出水口内的循环水经连接管道流入循环水罐，并由喷淋循环泵加压再次进入喷淋层喷淋吸收烟气中的粉尘；沉积于集泥斗的污泥通过排泥管被污泥泵抽取运输进入板框压滤机，污泥被过滤成泥饼和滤液；过滤液返回集水托盘上方重新进入沉淀池中心管，板框压滤机过滤周期结束，清理出的泥饼和钢渣一起处理。 应用推广情况：公司自主研发的“高效湿式旋翼湍流床一体化除尘技术”，在首钢迁钢、德龙钢铁等工程项目上得到应用。自投入工程应用以来，在钢铁行业烟气超低排放应用的工程总数量为 10 余项，20 套一体化除尘设备，处理风量在 10 万-100 万 m^3/h 均有应用。在工业窑炉及其他工业锅炉烟气深度治理领域应用的工程有 10 余项。以上工程应用均已投运并验收合格，且经具有 CMA 检测机构检测，均符合超低排放要求。
2025192 低能耗、零废液焦炉煤气络合铁硫回收关键技术 武汉国力通	项目属于冶金、化工及环境交叉科学技术领域。 我国焦化行业中焦炉煤气潜硫量大，H_2S 污染环境，影响下游产品质量；同时我国硫磺产品对外依存度高。因此，焦炉煤气含硫废物硫资源回收对于发展循环经济有重大意义。国内传统焦炉煤气脱 H_2S 工艺基本采用湿法氧化脱硫，主要以 PDS 催化剂为核心的 HPF 工艺。但其能耗高、硫磺收率低，杂质及副盐含量高，脱硫过程产生大量含硫废液和废渣。为避免硫资源浪费及环境污染，含硫废物一般采用制酸、提盐以及熔硫等手段进行硫资源回收。但

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
能源环保股份有限公司、云南曲煤焦化实业发展有限公司、江汉大学、湖南华菱涟源钢铁有限公司焦化厂、山西鹏飞焦化绿色发展有限公司//	国内稀酸及提盐市场小，投资大、能耗高、存在环保风险；采用含硫废渣熔硫回收单质硫存在硫磺纯度不高、二次污染严重等问题。 面向循环经济、“双碳”及环保国家战略需求，针对传统焦炉煤气 H_2S 脱除的技术难题和行业痛点，项目组开展了气相 H_2S 络合铁定向转化回收单质硫技术研究，开发了低能耗、零废液焦炉煤气 H_2S 络合铁硫回收先进技术。 主要创新成果如下：(1)研制出以三羟丙基羟乙基乙二胺铁、对苯二酚及十二烷基磺酸为核心组成的高效稳定络合铁催化剂体系，单质硫选择率＞99%，硫容高达 2kg 硫/m^3溶液。克服美国 LOCAT 络合铁脱硫技术硫容低、配体易降解、能耗高、无法适用于焦炉煤气等缺陷，并实现络合铁脱硫技术国产化。(2)国内外首次开发了焦炉煤气络合铁脱硫源头消除脱硫废液技术，硫磺收率＞98%，实现零废液外排，解决了焦化行业脱硫废液痛点问题。相对原 HPF 工艺节省一级脱硫，电耗降至其 66.7%以下。(3)研制了络合铁硫渣资源化硫磺协同污染控制技术，形成硫渣熔硫-上清液浓缩刮板结晶-液硫回转窑多段加热升华定向回收单质硫协同污染控制成套技术，硫回收费用降至硫渣制硫酸处置费用的 10%左右，过程零废液。解决了络合铁硫渣回收单质硫困难且夹带废液污染环境的行业痛点问题，实现资源循环利用且降低过程碳排放。 本项目申请专利 35 项，授权 28 件，其中发明专利 10 件，实用新型 18 件，正编制行业标准 1 个，发表论文 18 篇。依托本项目研发的焦炉煤气领域 GLT 络合铁脱硫技术在安徽、山东、江苏、山西、黑龙江等 20 多家焦化企业推广应用，如，临涣焦化股份公司，曲煤焦化集团，山东恒信高科技能源有限公司，山西焦化集团等，每年回收硫磺 8 万多吨，企业经济收益达 10 亿多元。 由中国工程院邱定蕃院士、何季麟院士等知名专家组成的评价委员会一致认为：“该项目科学技术成果达到国际领先地位”。
2025207 高炉-转炉铁水温度极效控制新技术研发及应用 鞍钢股份有限公司、鞍钢集团(鞍山)铁路运输设备制造有限公司、中钢集团鞍山热能研究院有限公司、冶金工业信息标准研究院//	项目所属科学技术领域：本项目属节能环保技术领域。 主要内容：传统铁水运输模式的罐车调度、机车驾驶、摘钩、驻车、对位等作业均需人工完成，造成铁水运输调度响应慢，运输效率低，铁水温降高等问题。本项目以高炉-转炉铁水温度极效控制为目标，以供需生产平衡、运转效率提升、绿色低碳环保为主旨，从 2014 年开始投资立项，自主研发出炉下精准受铁(含智能对位及枕簧式移动称重技术)、靶向定量输送(铁水靶向运输三域耦合智能调优模型)、全程综合保温(出铁过程保温、红热空罐及重罐保温)等从高炉出铁到转炉兑铁全流程的节能新技术。 炉下精准受铁包含智能对位铁水牵引车(俗称“铁牛”)技术，通过数字 VR 加远程 5G 视频技术建模及遥控对位，实现高炉炉下铁水罐高效准确识别和智能精准定位；随罐车行走的枕簧式移动称重技术确保单罐铁水量精准达标，为钢铁行业首创。 靶向定量输送以智能调度模型为核心，以精准受铁技术、GPS 车载定位技术和三维可视化监控系统为支撑，根据转炉个性需求科学确定铁水靶向运输路径。。 全程综合保温包含炉下出铁保温，红热空罐期保温，重罐在线保温等技术及装备，减少铁水出铁及输送过程热量损失。 最终实现高炉-转炉区间全流程铁水温度的极效控制。 特点：以“铁水靶向运输三域耦合智能调优模型”为核心，将新一代物联网、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	三维可视化监控系统、射频识别、GPS 定位、VR 技术、5G 视频和智能机车装备深度融合，开展高炉-转炉区段铁水温度全过程控制的新技术和新装备研发，追求铁水运输极致效率，实现温度极效控制，解决铁钢界面长期存在的铁水散热快、装不满、称不准、送不精、周转慢、温降大的问题，打造全流程高效、稳定、安全的智慧铁水运输系统，推进钢铁行业极致能效。 推广应用情况：本项目研发的技术及装备全部作为首台套应用与推广示范。在鞍钢本部铁钢界面全部环节投入应用至今，其中智能对位牵引车 2014 年代替内燃机车投入运行；基于铁水温度极效控制的铁水精准称重及靶向输送技术 2018 年应用至今，实施后铁水直兑率由不足 30%提高到 96%以上，铁水系统温降 106.9℃，实现新突破；高炉炉下保温罩技术 2022 年批量安装投入使用，减少铁水温降 25.1℃；铁水加盖保温技术 2015 年投入运行，铁水温降速率降低 20%。 以上技术亦在武钢、韶钢、本钢、柳钢、攀钢等行业内大型钢铁企业成功推广应用。近三年来直接效益 5.3 亿元，减排 $CO_2$29 万多吨，经济和社会效益显著。
2025224 钢铁全产业链碳素流精益管控关键技术研发与应用 宝山钢铁股份有限公司、中国钢研科技集团有限公司、上海易碳数字科技有限公司、武汉钢铁有限公司、北京科技大学、钢铁研究总院有限公司、欧冶工业品股份有限公司、欧冶云商股份有限公司//	项目属于环境系统工程技术领域。 绿色低碳发展是全球战略竞争的制高点，钢铁既是脱碳的主体，也是支撑全社会脱碳的基础材料。 钢铁低碳作为前沿综合性学科，基础理论与方法学不完善、双碳分析模型体系不完备、全产业链钢铁产品碳模型体系不健全、产品低碳设计工具和国产碳数据库及双碳工业软件缺失等问题越发显著。 政策、同行、市场多重驱动下，迫切需要加强钢铁上下游协同，开展全产业链组织碳、产品碳体系建设，满足钢铁行业低碳发展需求。 主要创新成果如下： 1.创新完善基础理论与方法学：揭示钢铁工业“一流两链”(钢铁制造流程、供应链、服务链)低碳化发展的物理本质；系统研究钢铁工业组织碳计算方法学，提出 3 类钢铁工业/企业碳排放计算方法；揭示钢铁产品碳足迹影响要素及规律，完善钢铁流程及供应链产品碳足迹方法学。 2.自主构建多维双碳分析模型体系：独立开发自上而下、自下而上的钢铁行业与产品双碳分析模型体系，结合国内钢企 3.3 亿吨粗钢产能的碳数据，支撑钢铁行业/企业低碳发展路线图及低碳排放钢标准制订。 3.系统构建“一流两链”产品碳模型体系：形成钢铁流程多个新工艺、供应链重点行业 30 个产品及服务链 3 个典型应用场景产品碳评价模型，并横向比较钢铁等 7 种竞争材料碳足迹，实现钢铁产品碳评价模型与数据在“一流两链”上的纵向延伸和贯通，促进全产业链协同减碳。 4.国际首发钢铁产品低碳设计技术：基于物理模型、专家经验、统计数据形成 84 个 LCA 参数与工艺参数的关联关系，建立包含钢铁主工序产品、公辅工序产品及汽车零部件、小总成、白车身的 LCA 模型，提供以全流程碳排放最低为目标的产品生态设计方案，满足非 LCA 专业产品设计人员应用需求，支撑 2.7 万吨低碳排放钢铁产品开发与销售。 5.集成开发双碳工业软件及数据库：通过钢铁全产业链物质流、能量流、环境信息流集成与模块化建模，开发低门槛、专业化的国产双碳工业软件和数据库生产软件；建立符合国际规则且超过 5000 条数据集的钢铁全产业链碳

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	足迹数据库；实现大规模产业化应用，服务覆盖 4 亿吨粗钢产能。 项目成果应用于中国钢铁行业及宝武、鞍钢、建龙等钢企，应用场景包括低碳规划与产品设计、全产业链产品碳足迹评价、EPD 平台、双碳工业软件应用等。近三年产生直接经济效益 6.54 亿元，减碳 7500 万吨。项目申报发明专利 28 项(其中授权 13 项)，形成标准 21 项、产品种类规则 4 项、软著 11 项、专著 1 部、论文 41 篇。
2025231 煤气源头脱硫关键技术研究与工程应用 宝山钢铁股份有限公司、上海梅山钢铁股份有限公司、武汉钢铁有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、上海同助化工科技有限公司、江苏智道工程技术有限公司//	2019 年 4 月国家《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》提出“煤气应实施精脱硫，实现源头控制”。项目成果针对钢铁工业高炉煤气、焦炉煤气中硫的形态复杂多样、量值波动大、检测和脱除困难，开发了焦炉煤气及高炉煤气源头脱除、关口前移的决策方法、关键工艺装备及功能材料，完成了多个工业化应用实践。 (1)开发了煤气含硫量软测量技术。在国内钢厂较早研究并掌握了煤气硫组分的测量方法。开发了煤气硫含量连续性软测量技术，将烟气排放数据与煤气使用数据相结合，通过大数据分析和概率理论得到各源端煤气含硫量和波动特征，实现煤气含硫量的连续性软测量，对脱硫工艺方案比选和设计起到重要指导作用。 (2)开发了焦炉煤气协同水解催化剂及联合制氢尾气分段水解脱硫工艺。催化剂可抑制水解反应的硫酸盐沉积和酸性腐蚀。工艺上以焦炉煤气变压吸附制氢解吸气反吹预吸附塔，再生气送电厂燃后烟气脱硫；液体排污以明渠管沟输送，缓解了预吸附塔气液排污难题；联合煤气柜的运行，可使精脱硫负荷自动调节。突破了焦炉煤气中 CS2 不易水解转化的难题，使有机硫向 H_2S 的水解转化率较传统方式提升约 20%。 (3)研发了高炉煤气高效水解催化剂及其低温多效预处理剂。类水滑石基的水解催化剂通过添加镍、钴等金属元素加速水解反应中硫化物的生成，并在还原性气氛中可保持催化剂的活性。水解保护剂可脱除高炉煤气中的氯化氢等酸性腐蚀性成分。高炉煤气 COS 和 CS_2 的水解效率大幅提升。 (4)改进了焦炉煤气生物法精脱硫关键装备。对脱硫塔设置径向、轴向气体分布装置，对再生槽的喷射器设置液相耦合旋流装置，对硫泡沫的处理以膜浓缩与隔膜板框压滤工艺相结合，优化了气液接触和脱硫液分布装备，提升了脱硫效率，H_2S 脱除至 5mg/m^3 以下，有机硫脱除率达到 30%～50%。 该项目成果申请专利 22 件(其中发明专利 16 件)，获授权专利 10 件(其中发明专利 4 件)，企业技术秘密 7 项，发表论文 8 篇。焦炉煤气精脱硫技术入选钢铁工业先进环保技术案例，获得全国冶金行业优秀工程设计成果一等奖。项目成果已在宝钢股份四大钢铁基地工程化应用，达到超低排放要求，并推广至马钢、韶钢、新余等钢铁企业，环保效益和社会效益显著。 根据中国金属学会的技术成果评价意见，本项目技术成果综合技术达到国际先进水平，其中煤气硫含量连续性软测量技术达到国际领先水平。
2025237 炼焦生产链烟气治理工艺耦合一体化协同治污及经济运行	本项目属煤化工、环境工程技术领域。 因焦炉耐材砌体无法适应长时间停止加热，虽已普遍配置烟气净化装置，炼焦企业仍普遍存在装置检修期间与生产设施运行不匹配，无法实现超低排放的问题。炼焦生产链烟气成分复杂，条件多变，单一治理技术难以达到治理要求，且受制于场地、运维、安全等条件制约，也不适宜将单一治理技术叠加组合用于炼焦生产链烟气综合治理。宝钢股份与上海应用技术大学等单位

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
技术 宝山钢铁股份有限公司、上海应用技术大学、上海金艺检测技术有限公司、南京泽众环保科技有限公司//	联合攻关，成功解决上述难题。主要内容和创新点： 1.针对炼焦生产链烟气综合治理难题，首次系统研究并实践了干熄焦过程烟气的分类治理，创新开发应用适应多源头焦炉烟气的耦合一体化协同治理技术，首创“不同净化工艺、不同烟气量、不同烟气组分、多个接口、长距离引气”条件下，焦炉、干熄焦与烟气净化装置的互联互通一体化协同控制，工艺耦合一体化协同治污。 2.针对烟气净化装置启停期间排放超标问题，原创了装置间切替超低排放控制，不停止焦炉加热，全时段达到超低排放技术；原创了将多个来源烟气合理配伍净化的治理模式，实现超低排放前提下的经济运行。 3.针对炼焦煤在炭化室内结焦进程中烟气泄漏带来的治理难题，首次系统阐释了焦炉烟气中非甲烷总烃产生机理及排放规律，创新开发应用焦炉吸气管双翻板协同调压控制及与相关系统的联动协同，开发应用系列新型耐火材料与预埋件整体浇筑的连系梁结构，实现炭化室与集气管协同稳压控制及炉体密封，基于 NH3-SCR 催化剂反应机理，提出采用 NH3-SCR 催化装置协同高效去除非甲烷总烃，协同治理后非甲烷总烃超低排放。 项目成果集中应用于宝山基地焦炉，实现 10 座焦炉、11 套干熄焦与多套烟气净化装置的协同控制，减排二氧化硫 30.25%，减排氮氧化物 4.54%，协同净化非甲烷总烃超过 30%，运行成本下降 9.19%，烟气净化能耗下降 17.27%，减排二氧化碳 4.42 万 t，焦炉煤气发生量增加 0.65%，近三年节支 8258.46 万元。 项目成果产生发明专利 14 项、实用新型专利专利 4 项，技术秘密 3 项、论文及专著 10 篇、标准 5 项。 项目成果适用于大多数焦化企业，推动炼焦生产链绿色低碳高质量发展。项目成果列为了上海市清洁空气行动计划和重点企业 2023～2025 年大气污染防治任务，纳入了中央生态环境资金项目实施库，使宝钢股份成为首家做到焦炉烟气全时段达到超低排放要求的企业，在焦化行业具有显著的示范引领作用。
2025246 硅钢废水资源化利用及全流程数智化管控技术研究 宝武水务科技有限公司、宝山钢铁股份有限公司、北京科技大学、宝武集团环境资源科技有限公司、宝武精高	在国家“双碳”战略下，钢铁行业作面临绿色转型升级的紧迫任务。研发和创新废水处理资源化技术，不仅是钢铁企业践行新发展理念的具体行动，更是推动行业高质量发展的关键路径。 硅钢废水具有水质组分波动大、含硅铁浓度高、排放周期不稳定等特点，现有国内外处理工艺仅能满足基本排放标准，难以适应日益严格的环保要求。为实现硅钢废水资源高效回用，解决环境污染问题，突破行业绿色发展瓶颈，项目团队针对硅钢废水特点，从预处理、膜集成系统和数字化三个维度，开发了硅钢废水资源化利用及全流程数智化管控技术，实现了近零排放和资源化利用，取得如下重大科技创新成果： (1)构建混凝+管式微滤除硅除硬预处理系统。率先研发出智能化实时离子传感器，突破硅钢废水水质在线检测技术瓶颈，开发了新型复配混凝剂，并实现了混凝剂的精准投加，降低了 30%的总加药量，建立了混凝处理、管式微滤膜组成的高效预处理系统，相比于传统絮凝-沉淀-砂滤-碳滤-超滤工艺，减少占地面积 50%。 (2)开发了 RO+NF+DTRO 联用集成系统。基于硅钢废水深度处理与资源化利用的目的，开发了多膜集成系统，实现产水回用和盐分资源回收。应用计算流

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
(安徽)科技有限公司//	体动力学对膜元件进行优化设计，强化了传质过程，结合工艺参数优化，有效控制了膜污染，并实现浓盐水高倍浓缩减量。 (3)硅钢废水处理系统全流程数字化。首次将建筑信息模型(BIM)应用于硅钢废水处理工程的建设，通过二维/三维图的相互印证指导作业施工，缩短工程建设周期 30%。率先开发出废水处理全流程数字化控制系统，实现其过程动态优化控制。 项目团队开发的硅钢废水处理技术共授权专利 11 件，其中发明专利 4 件。该技术成功应用于上海、武汉等 7 套硅钢废水系统，年处理量为 741 万立方。近 3 年，硅钢废水工程和运维新增产值为 10.02 亿元，直接利润为 2871.38 万元。 该技术不仅满足了钢铁企业的回用要求，而且解决了硅钢废水污染环境问题，具有显著的社会效益和生态效益。
2025255 加热炉“近零残氧”燃烧监控系统研发及应用马鞍山钢铁股份有限公司//	本项目属于轧钢加热炉节能环保领域。 钢铁行业正处在绿色、低碳转型关键期，面临产能过剩和效益下滑的问题。加热炉作为轧钢工序的主要耗能及污染物排放设备，能耗约占轧钢工序总能耗的 70%，成为节能减排的重点关注对象。 针对传统加热炉燃烧控制方式粗放、燃耗偏高等行业共性问题，本项目开创性提出“近零残氧”燃烧控制理论，并据此研发出一套高可靠性的燃烧监控系统。这一创新不仅推动了燃烧控制技术的革新，也为钢铁行业追求能效极限提供了坚实的技术理论基石。 面对实现烟气 SO_2 超低排放带来的高昂投资与运行成本，本项目另辟蹊径，开发出基于煤气调配的达标排放技术，为行业探索出一条既经济又绿色低碳的发展新路径，对于钢铁企业低成本响应“超低排放”要求具有重大战略意义。具体创新成果如下：1.“近零残氧”燃烧控制技术的行业引领：创造性提出基于烟气 CO 残余量作为空燃比控制目标的 CO 约束控制机理，相较于传统过氧控制法，实现烟气量减少 24%、燃耗降低 8%、氧化烧损减少 10%的显著效果，实现了技术上的飞跃。2.基于 SO_2 达标排放及热值要求的煤气调配控制技术路径的首次系统性提出：相比传统治理方法，具有投资少、运行成本低、对生产影响小的优势，为行业提供新解。3.精准燃烧控制与环保预警系统的创新融合：首次采用“煤气成分动态监测+分段烟气监测+NOx 预警控制”的综合策略，实现炉膛气氛精准调控，有效避免 NOx 超标，降低环保风险。4.炉顶取气式分段燃烧监测系统的行业首创：有效解决运行可靠性问题，连续运行超 150 天，结合物联网技术，实现智能控制与远程维护。5.高精度在线煤气成分法燃烧监控系统的自主集成：实现冶金副产煤气全成分的在线分析，替代传统热值法，测试精度行业领先，重现性误差≤0.2%，线性误差≤1%FS，零位漂移≤0.2%/月。 项目成果已在马钢的多座加热炉上得到成功应用，覆盖产能 800 万吨，2021 至 2023 年间，实现经济效益 3.02 亿元，节能 16.09 万吨标煤，减碳 42.16 万吨。此外，相关技术还在马钢冷轧连退炉上得到推广应用，取得了提升加热能力、降低燃耗超过 10%的显著效果。 本项目已申请专利 30 项，其中 18 项已获授权，并在多个重要行业会议和核心期刊上发表论文 12 篇，在当前绿色发展及企业降本增效的大背景下，更展现出广阔的推广应用前景，为推动钢铁行业千座以上加热炉的绿色、低碳

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	转型贡献了重要力量。
2025261 矿浆特征废水复合膜法处理工艺集成与创新 太原钢铁(集团)有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司//	冶金行业属于耗水大户，地处水资源严重匮乏的冶金企业，如太钢，水资源的极度匮乏已严重的发展瓶颈，为彻底解决这一困境，经过多年的摸索，实践，不断的创新改造，项目团队针对矿浆特征废水水质复杂(含铁、油、COD等)、浓度高且波动大的水质特性，本着废水资源化，低碳绿色可持续发展的原则，利用除油、杀菌、高效清洗等废水处理专有技术，首次开发了一套完整的矿浆废水复合膜法处理工艺，日处理废水 1.6 万吨/日，出水电导率达到 10μs/cm 以下，实现了“污水变纯水”的废水资源化高效利用，解决了矿浆废水深度回用关键性技术难题，尤其是在工业冶金废水回用技术开发及资源循环利用方面，填补了行业此项技术领域空白，实现水资源循环利用、节能减排，为我国钢铁工业环境保护树立了榜样。主要技术创新点如下： 1.针对矿浆废水水质复杂(含铁、油、COD 等)、浓度高且波动大的水质特点，首次开发了以曝气除油除铁池+高密度沉淀池+V 型滤池为预处理，外压 UF+一级 RO+二级 RO 为深度处理的一套完整工艺包，产水达到二级除盐水标准，并回用于高端取向硅钢等生产。 2.利用除油、高效混凝、杀菌、UF/RO 高效清洗等自主研发的专有技术，反渗透回收率由 70%提高到 75%，脱盐率稳定达到 97%以上，能耗成本降低 15%。 3.首家在钢铁工业污水处理实现了国产 UF/RO 膜元件 100%应用。 该项目获得发明专利 4 件，实用新型专利 4 件。项目成果支撑山西太钢不锈钢股份有限公司获评 2022 年山西省第一批节水型企业(唯一节水标杆企业)。项目为国家重点研发计划项目《钢铁行业废水和城市污水协同深度净化与回用关键技术及示范》示范工程，课题已通过现场验收及绩效评价。 项目成果达到国际领先水平。 本项目工艺流程科学合理，系统耗能少，是国内外同类技术中投资成本、运行成本最低的双膜法深度处理系统，膜元件使用寿命、回收率、脱盐率优于当前国内外同类技术。该成果成功解决了企业绿色发展的水资源制约，年可节约新水采购量约 372 万吨，减少工业废水外排量 350 万吨，年产经济效益 1800 万元，经济效益和社会效益显著，为冶金企业绿色发展和水资源的综合利用走出一条可持续发展的新路，成果推广应用前景良好，具有深远的社会意义。
2025266 电炉除尘灰中有价元素清洁提取与高值利用关键技术的研究与应用 中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司、马鞍山钢铁	电炉除尘灰是钢铁企业生产过程中产生的大宗危废。截至 2024 年底，年产量近 400 万吨，堆存量更是达到了数千万吨。现有处置工艺主要为回转窑与转底炉工艺，但面临着如下难题：回收的氧化锌中含有铅等有害元素，需要进行再分离；易发生回转窑结圈和转底炉换热器堵塞，影响设备使用寿命；产品附加值低、环境风险大。 依托国家重点研发计划课题、安徽省科技重大专项及重点项目，项目组通过多年攻关，开发了一系列针对钢铁企业含锌尘泥资源化、高值化利用的新技术。具体如下：(1)克服了传统工艺带来的污染大、能耗高等缺点，设计了一种以湿法冶金为主、最终获得高附加值锂电池材料的技术路线，制备了高纯电池级草酸亚铁；将含锌危废彻底变为富锌资源，为钢铁企业富铁危/固废的资源化利用提供了新方法，开辟了新思路。(2)成功搭建了国内首条电炉除尘灰湿法处置、高值化利用中试生产示范线，获得了以下高附加值产品：纯

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
股份有限公司、安徽工业大学、北京科技大学//	度达到 99%以上的电池级高纯草酸亚铁；锌含量达到的 30%以上的富锌渣；以及锌含量达到 66%以上的次氧化锌产品；(3)克服了回转窑或回转炉生产顺行情况差、能耗高、产品附加值低等缺陷，开发了真空碳热还原梯级分离 Zn、Pb 的新技术，冶炼温度降低 200℃以上；还原得到的产品中，Zn 纯度可以达到 99%以上；(4)提出了两条尾渣全量化利用的思路：制备胶凝材料，对重金属元素实现原子级固化，3 天抗压强度达到 0.091Mpa，干堆场渗滤液满足《地表水环境治理标准》(GB3838-2002)中Ⅳ类水体标准；与铁尾矿等多种固废协同制备多孔吸附性陶粒，用于污染废水中重金属元素的吸附，以安徽铜陵某冶炼渣堆积的历史场地为对象，采用长效净化 PRB 技术后，场地铅、镉、锌、镍、铜五类总金属均满足地下水四类标准限值要求。 项目授权专利 10 项，发表论文 11 篇，成功搭建国内首条电炉除尘灰湿法回收利用中试生产示范线；项目执行期间，草酸亚铁及草酸锌销售额共计 530 万元；出售胶凝材料及水处理陶粒，累计合同额约 4528 万元，新增利润约 1301 万元；项目经以姜涛院士为首的评价咨询专家委员会鉴定该成果达到国际领先水平；获得第二十七届全国发明展览会“全国银奖”。 项目的推广应用，使电炉除尘灰的处置成本降低 90%以上，大力推动了“无废工厂”、“无废城市”目标的实现，对实现我国钢铁企业危/固废综合利用行业的健康发展，都具有十分重要的经济效益与社会效益。
2025285 国家标准《铁矿石钍含量的测定 偶氮胂Ⅲ分光光度法》的制定 内蒙古包钢钢联股份有限公司//	根据国家标准化管理委员会文件国标委发〔2021〕14 号文“国家标准化管理委员会关于下达 2021 年第二批国家标准制修订项目计划的通知”的要求，由包钢钢联股份有限公司化检验中心负责《铁矿石 钍含量的测定 偶氮胂Ⅲ分光光度法》(计划编号：20213100-T-605)的起草工作。该标准由包钢钢联股份有限公司、冶金工业信息标准研究院等单位组成标准起草工作组共同完成。计划任务下达后，由包钢股份有限公司化检验中心、冶金工业信息标准研究院等成立了标准工作组。包钢(集团)有限责任公司负责主要起草工作，工作组对国内外钍的相关检验方法和技术现状与发展情况进行全面调研，进行了大量的资料研究分析，结合 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》标准，并按照实际材料、仪器、取样制样、操作要求、结果、报告的顺序，结合国内化学成分检测实际操作经验，对铁矿石中钍含量的测定偶氮胂Ⅲ分光光度法的检测标准进行了编写，及编制说明报告的编写工作。 征求意见阶段：2023 年 6 月-7 月，公开征求意见，向 16 家单位发送《征求意见稿》，另发送全国铁矿石与直接还原铁标准化技术委员会。 2023 年 6 月完成《铁矿石钍含量的测定偶氮胂Ⅲ分光光度法》标准的起草草案。2023 年 6 月陆续邀请宝山钢铁股份有限公司制造管理部检化验中心、宝钢股份中央研究院武钢有限技术中心、攀钢集团研究院有限公司、鞍钢集团有限公司、首钢集团有限公司、包钢稀土研究院、山东冶金科学研究院、包钢矿山研究院、包钢钢联股份技术中心、中国兵器工业集团内蒙古北方重工业集团有限公司、中国北方稀土(集团)股份有限公司冶炼分公司(华美公司)、中核北方核燃料元件有限公司(二 0 二厂)、中国兵器工业集团第五二研究所、内蒙古德晟金属制品有限公司等 14 家实验室对《铁矿石钍含量的测定偶氮胂Ⅲ分光光度法》制定标准草案进行意见征求。 7 月底汇总标准征求意见稿，收到 5 家单位回函，9 家单位没有回函，5 家回

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	函单位中有 4 家单位提出了 35 条意见或建议(见《意见汇总处理表》)，采纳了 28 条意见或建议，并根据征求意见对征求意见稿进行修改，最终形成送审稿及其编制说明等相关附件。 审查阶段：通过对这些反馈意见进行分类、归纳、整理和分析，工作组采纳 28 条，不采纳 7 条，对标准征求意见稿进行了补充、修改，于 2023 年 8 月完成了标准送审稿，提交国家铁矿石标准化技术委员会秘书处。
2025329 钢铁企业连铸二冷水系统排水中氟化物处理关键技术开发及应用 南京钢铁股份有限公司、河海大学//	本项目属于环境工程领域。氟化物广泛存在于有色金属冶炼、半导体行业等多种生产废水中，若不加以有效处理，会对生态环境及人类健康产生极大危害。《钢铁企业工业水污染物排放标准》(GB13456-2012)执行氟化物低于 10mg/L 的要求，随着“长江大保护”战略精神及“绿水青山就是金山银山”理念的不断深入，长江流域的污染物排放指标日趋严格，钢铁行业研发氟化物排放浓度小于≤1mg/L 的技术路径显得尤为重要。 在国家政策的要求和推动以及目前行业对于高效除氟技术的需求下，南京钢铁股份有限公司联合河海大学开展产学研合作，通过改进保护渣投加方式实现源头氟减量，建立并提升连铸二冷水系统循环率，增大循环处理能力、提高循环水循环率和浓缩倍数，实现过程氟循环提升，并与河海大学通过产学研合作，研发了复合除氟剂，实现在常温下即可将氟离子快速脱除，去除率可达 98%，开发了钢铁含氟废水处理工艺，对废水进行深度除氟处理，杜绝含氟废水对社会环境的影响。 本项目主要创新点如下：1.通过源头生产工艺降氟改造，建立炼钢工序中连铸二冷循环水系统并提高循环率，同时联动炼钢连铸工序其他循环水系统，稳定连铸二冷水系统分质使用及动态平衡，实施串级用水，降低含氟废水排放量；应用数字化技术，实现给排水系统动态平衡管控。2.研制了“化学沉淀+吸附强化”为机理的高效除氟剂，采用该复合除氟剂对中高浓度的含氟工业废水的处理时，在常温下即可将氟离子快速脱除，去除率可达 98%。3.开发了适配于钢铁行业含氟废水的“深度除氟剂与树脂交换组合”的工艺处理技术，实现废水出水中氟化物浓度降至 1mg/L 以下，填补钢铁行业废水氟化物处理技术的空白。 围绕本项目申请发明专利 1 件，授权实用新型专利 1 件，获得软著 1 件，年创造产生经济效益 313.7 万元。本项目填补了钢铁行业废水氟化物处理技术的空白，该技术通过江苏省工业和信息化厅组织的新技术鉴定，达国内领先水平。本项目成果对推动钢铁行业的含氟废水治理具有广泛的借鉴和推广价值，同时在其他行业的废水氟化物处理技术方面具有指导意义。
2025330 煤气混合过程多变量控制系统模型开发及应用 南京钢铁股份有限公司 //	本项目通过煤气结构科学调整,实现了加热炉排放烟气环保治理的”零“投入，在同行业属于国内首创，处于国内领先水平。 南钢煤气储配站有两套煤气混合系统：1#混合站是 2003 年设计并建成的高、焦混合系统；2#混合站是 2019 年设计并建成的高、焦、转和天然气四混系统。储配站内原运行方式是 2#混合站运行，1#备用，主要使用单位为：大棒厂、中棒厂、高线厂、特带厂、电炉厂、板卷厂(含热处理炉)、宽板厂(含热处理炉)、中板厂等；混合煤气热值控制在 2400 大卡±3%范围内运行。 随着南钢产品结构和产品质量提升需求，现在的煤气混合站的煤气混合能力已无法满足增量需求，成为制约产线提产的瓶颈。为此决定对煤气的使用结构进行优化，对 1#混合站进行优化改造，以满足南钢生产秩序的正常组织。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	由于环保要求，煤气用户的环保问题也一直是困扰公司正常生产的一个难题，由于矿石、煤炭等原料中含硫量的不稳定，使得高炉煤气、焦炉煤气中含有大量有机硫、无机硫，高炉煤气和焦炉煤气作为主要的混合煤气组成部分，其含硫量最高可达到 100-120mg/m³，直接导致混合煤气含硫量升高，最终反映在加热炉、热处理炉等用户的烟气 SO_2 排放超标，带来环保问题。针对混合煤气增量的瓶颈问题和烟气 SO_2 排放超标问题，传统方法是通过增加管道增加煤气流量达到增量的目标，另外关于控硫则是末端增加脱硫净化装置进行解决。但是以上方法带来的问题则是：1.煤气热值的波动增大，2.煤气混合自动化运行困难，3.煤气混合压力无法稳定正压，4.带来较大的装备投资和持续的运营维护费用。该创新针对以上问题提出了创新性的解决方案，发明了行业领先的控制方法。 推广应用情况：1.系统的控硫能力大幅提升。自 2023 年 10 月调试投运后，对中板厂、宽板厂、中厚板厂、特带厂、大棒厂烟气 SO_2 进行跟踪和分析，根据 11 月份对中板厂、宽板厂、中厚板厂三家单位的统计，SO_2 排放合格率达到 98.96%。2.高炉煤气用户具有了控硫手段，可自主调节转气阀门开度，适时降低烟气硫排放。3.缓解焦炉煤气缺口问题，满足了公司带式球团和特带厂对焦炉煤气的使用。四混系统通过多掺转炉煤气，减少焦炉煤气的掺混量，同时节约了天然气外购量。 南钢该创新项目实现了所有轧钢厂超低排放要求，项目创新技术处于国内领先水平，在行业内具有推广性，在环保达标、投资方面，开拓了新思路新方法。
2025339 炼铁系统除尘灰火法-湿法相结合资源高效利用技术集成 北京科技大学、河北博泰环保科技有限公司//	本项目属钢铁冶金大宗固废循环利用领域。钢铁生产过程中不同工序都产生烟尘，烟尘总量占粗钢产量的 10%左右，但各个生产工序产生的烟尘特性有较大差异，例如烧结电除尘灰 KCl 和 NaCl 含量高、高炉瓦斯灰 ZnO、PbO 含量较高并含有一定的 KCl 和 NaCl，此外，烧结除尘灰和高炉瓦斯灰都含量少量的高价值稀散元素，如 I、In、Bi 等，这就决定了单一的粉尘处理工艺很难实现各类烟尘高效经济利用，特别是高价值稀散元素的提取。 本项目在教育部、国家自然科学基金委、发改委、科技部及多个企业的相继支持下，持续开展十多年的基础研究、工艺技术创新、工程技术和装备开发、工程示范和技术叠代升级，实现了从基础研究到产业化应用的贯通式科学研究与成果应用，解决了钢铁冶金难处理烟尘的资源化高效综合利用的技术和经济性问题，支持了我国钢铁冶金行业的绿色化发展，并为我国重要稀有战略资源的获取提供新途径。 根据各类烟尘的物理化学特性，研发了钢铁冶金炼铁系统烟尘综合利用的关键工艺技术：1.依据烧结重力除尘灰和高炉瓦斯灰 K、Na、Zn、Pb 及 I、In、Bi 等元素高温碳热还原易挥发的特性，开发了碳热还原分离富集挥发性元素工艺技术；2.发明了烧结电除尘灰、部分高碱瓦斯灰、碳热还原二次烟尘水浸制卤-分步蒸发结晶分离氯化钾、氯化钠的工艺技术和装备；3.将碳热还原挥发分离富集工艺与水浸制卤-分步蒸发结晶分离工艺联产，实现了有价组分资源和过程能源的互补；4.发现了高铁陶瓷体系，发明了冶金渣制备建筑陶粒的技术，解决了碳热还原选铁后尾渣的利用问题；5.发明碳热还原二次烟尘水浸制卤后残渣制备饲料级硫酸锌和纳米氧化锌的技术，提高了冶金烟尘循环利用的产品价值；6.发明了工艺盐水循环富集和分离提取 I、In、Bi 的技

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	术，实现了冶金烟尘中稀散元素的回收；7.解决多工序集成的固、液、气合理链接问题，降低了生产能耗，提高了有价元素利用率，实现了废水、废渣近零排放，显著提高了冶金烟尘循环利用的技术经济性。 上述技术集成获得了工业生产实际应用，近三年，三家应用企业合计新增产值约 28 亿元、新增利税约 2.6 亿元、增收节支约 57 亿元。研发过程，发表高水平学述论文 43 篇，出版专著 1 部，授权技术发明专利 17 件、实用新型 4 件。
2025350 电解锰渣中氨氮循环及多固废全组分协同利用研究与应用 北京科技大学、贵州松桃广丰工业投资有限公司、贵州大学、广西汇元锰业有限责任公司、北京市生态环境保护科学研究院//	金属锰是一种重要的合金生产原料，主要用于炼钢过程脱硫脱氧、制备高锰合金钢以及不锈钢等，消耗量约占其总产量的 95%，可谓“无锰不成钢”。2000 年以来，中国一直是最大的金属锰生产国，其中电解法制锰占我国锰冶炼工艺的 95%以上。然而，每生产 1 吨金属锰要排放 8-10 吨电解锰渣，2023 年我国锰渣排放量超过 1000 万吨，累积堆存超过 1 亿吨，综合利用率不足 10%。因电解锰生产过程中需加氨水除杂，导致锰渣中含有硫酸铵、残余锰等成分，其大量堆积已对生态环境构成严重威胁。 本项目针对锰渣等固废堆积日益增长与资源化利用率过低这一关键矛盾，遵循资源循环利用的原则，脱除回收锰渣中的氨氮制备氨水，并返回锰厂循环使用；脱氨尾渣协同多固废制备绿色高性能免烧透水砖、路面混凝土、路面基层、轻质墙体、生态水泥和合成砂等材料。实现了锰渣中氨氮的回收和循环利用、固/危废中重金属的固化稳定化和系列生态材料的生产制备。 主要创新如下：1.建立了“中钙胶凝材料设计、多聚合度设计、硅的四配位同构效应和多固废复合协同效应”的固废胶凝材料化利用理论构架，揭示了硅铝四配位同构效应对重金属阳离子的固结机理，实现了重金属离子在建筑材料中的稳定固化。2.研发了利用碱性固废协同回收氨氮并制备氨水技术，实现了氨氮的循环利用，并为电解锰渣等多固废全组分协同利用奠定基础。3.揭示了垃圾焚烧飞灰中 CaClOH 等碱性成分促进锰渣中铵盐分解与氨氮回收、铵盐对二噁英的脱氯降解机理，实现了锰渣中锰氧化物对二噁英及其前驱体的催化降解，形成了电解锰渣与飞灰协同处置及材料制备技术。4.开发了电解锰渣制备免烧透水砖、路面混凝土、路面基层材料、轻质墙体材料等建筑材料的制备工艺和施工工艺，实现了电解锰渣等多固废全组分协同利用。 2024 年 12 月，中国钢铁工业协会组织专家对成果进行了综合评价，以中国工程院姜涛院士为主任，东北大学董辉教授为副主任的评价委员会专家一致认为该项技术成果达到“国际领先水平”。该成果已获授权专利 18 件(其中发明专利 12 件)，在贵州和广西等地区成功应用 5 年以上，铺设透水砖 520 余万平方米，修筑道路 80 余公里，生产轻质墙体材料 51.4 万立方米，水泥缓凝剂 65.3 万吨等；利用电解锰渣等固废 800 余万吨，累积新增产值 93735 万元，新增利税 35316 万元。技术和产品辐射贵州、广西、湖南等我国主要金属锰产区，环境和社会效益显著，应用前景广阔。
2025022 热轧高效模型化生产及质量管控技术研究及应用	一、所属领域。项目属于冶金行业热轧模型及自动化控制领域。 二、研发目的。唐钢 2050 热轧产线自投产以来，厚规格带钢的卷取温度控制、卷取稳定性控制、带钢宽度精度控制以及板廓数据判定与质量追溯，一直是制约产线产品质量与生产效率的主要因素。在此背景下，深度挖掘降本增效的潜力，已成为唐钢亟需攻克的核心任务，这也直接催生了本项目的提出。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
唐山钢铁集团有限责任公司//	三、主要内容、特点。1.针对卷取机设备老化、参数设定偏差等问题造成的带钢尾部温度控制偏差问题，开发了卷取机设定参数合理性预警识别功能，基于速度、压力、温度建立识别模型，对卷取机设定参数进行预警，同时开发带钢尾部温度补偿模功能，保证带钢尾部卷取温度的控制精度。2.针对繁琐的人工判定在产品质量与成本控制方面带来的不稳定因素，基于板廓缺陷进行追溯分析的需求，开发了热轧带钢板廓曲线存储及查询技术，同时基于数据驱动的板廓缺陷判定技术，实现对带钢边部返翘、局部高点的准确识别和判定。3.针对卷取温度控制精度低的问题，基于合金成分与现场环境变化，在原模型基础上开发了基于数据驱动的卷取温度主要影响因子修正，结合换热机理模型，通过实际生产数据和过程参数的综合分析，修正换热系数，同时采用机器学习算法构建了基于合金成分的卷取温度偏差补偿模型。4.为了精准响应多样化的订单需求，提高带钢宽度控制精度，开发了基于粗轧模式切换的宽度补偿控制模型、基于轧辊轧制里程的宽展计算方法、基于轧制道次的定宽机过压量模型以及带钢粗轧(宽度)模型分析及调试软件，有效弥补了原有宽度模型的局限性。 四、推广应用情况项目。实施以来，唐钢新区 2050 产线厚规格带钢卷取温度合格率由攻关前的 51.73%提升至 81.62%；每月由卷取温度造成的降判比例由 1.04%降低至 0.22%；带钢宽度符合率提升 4.88%，废次降率由之前的 0.11%降低至 0.07%；芯轴张力偏差率由 4.31%下降为 1.67%，保证了轧制稳定的同时，提高了温度控制精度；板廓曲线存储及追溯期间实现 2 年以上；系统涵盖 9 大过程指标曲线，覆盖率达到 100%；过程参数曲线查询响应 0.9 秒左右，满足＜1 秒的目标；带钢板廓曲线绘制及响应为 1.2 秒，满足＜2 秒的目标；过程参数曲线生成及时性方面≤2 分钟。知识产权方面申请发明专利 4 项，其中授权 1 项，受理 3 项，软件著作权 3 项，发表论文 4 篇。
2025023 基于数据感知的热轧高质与高效控制技术研究与应用 唐山钢铁集团有限责任公司//	项目所属科学技术领域，属于金属材料加工制造工艺。 项目基于下游用户对产品质量提升及公司降本增效的要求，利用大数据、模型化等前沿技术，研究、解决制约产线提质、提效的瓶颈问题，快速实现产品质量、机时产量的提升，为更高端品种的开发奠定基础，稳定渡过唐钢区位调整、产品转型的关键时期。 项目通过自主研发、集成建模、实践摸索，攻克了产线“高质与高效”生产的一系列难题。主要研究内容、特点如下：1.通过数据分析，自研了“热轧产线过程控制智能分析模型”，实现了产品质量在线监控、分析及过程参数预警；2.为克服板形影响因素多、分析、判定困难等问题，研发了板形影响参数重要性分析功能及“基于带钢板形检测及内应力控制参数的综合判定系统”，探索、优化了在线水系统横向分布，减少了带卷横向应力，实施后，带卷板形异议及报怨月均减少约 2 起；3.针对生产中钢种、控宽量、规格等变化对产品宽度、温度的影响及较厚规格产品卷取温度控制差的情况，开发了“宽控补偿自预测、自修正功能”，使产品宽控 0-10mm 范围内的 Cpk 由 0.67 提高到了 1.32；并通过探究“轧线速控、工艺及模型参数”等对温控影响，形成了“以稳层流冷速来精控卷取温度”的全流程控制技术，卷取温度±20℃符合率由 82.07%提高到 91.38%。4.通过采用“数据研究-工艺论证-现场实践-生产验证”的方法，研究了基于变形速率控制的精轧温度与压下分配控制技术，为控轧、控冷技术的深度应用奠定了基础，并回归出了粗、精轧轧制时间影响因素计

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	算方程，通过优化各钢种、规格工艺控制，使轧线年平均机时产量提高了 24.6 吨/小时。 本项目在唐山钢铁集团有限责任公司进行生产调研、试验研究，该项目在 2050 热轧产线的应用，推进了产线以事实和数据来驱动技术研究与管理，并为产线智能化发展及企业品牌打造奠定了良好基础。研究内容在钢铁企业中具有普适性，有较好的推广应用价值，经济和社会效益显著。项目获得发明专利授权 3 项、受理 4 项，发表论文 4 篇，软著 2 篇。
2025024 优特钢绿色连铸设备的技术创新与应用 宣化钢铁集团有限责任公司//	1.本项目属于炼钢机械技术领域。 2.主要技术技术内容及创新点主要技术技术内容：(1)连铸机液压治漏技术开发：发明一种液压防漏控制装置、一种液压检漏阀及在线检漏方法、一种具有气泡分离功能的液压油箱，提高连铸机液压设备的安全性、稳定性、可靠性。(2)优特钢浇铸工艺技术精细化创新：对影响优特钢浇铸工艺设备用具有自主知识产权的专利技术，进行现代化改造。(3)钢包回转台系统优化：为了提高钢包回转台系统自动控制技术，对原来设备进行优化。(4)拉矫控制技术创新：采用 12 项专利技术，对拉矫区域设备进行技术革新；(5)出坯、冷床设备系统优化创新。 创新点：(1)研发连铸机液压治漏技术中发明了发明一种液压防漏控制装置、一种液压检漏阀及在线检漏方法、一种具有气泡分离功能的液压油箱；(2)优特钢浇铸工艺技术精细化创新中研制多流连铸机末端电磁搅拌位置的实时精准伺服控制装置、一种独立冷却外水直冷式电磁搅拌结晶器(3)钢包回转台系统优化中研发一种钢包滑动水口油缸及钢包水口控制装置、一种钢包回转台升降缸及控制方法、一种独立的钢包回转台事故回转机构及其回转方法等专利技术。(4)拉矫控制技术创新中研制了一种采用插装式逻辑阀实现拉矫液压控制的方法、一种平行作业泵组及使用方法、气雾外冷拉矫辊等技术；(5)出坯、冷床设备系统优化创新中研发一种步进翻转冷床的铸坯对中装置、一种连铸机横向移钢车的钳式行走机构、采用比例伺服控制的钢轧界面转向辊道等技术。 3.主要经济指标和推广应用情况：该项目于 2022 年 1 月 1 日在宣钢公司连铸机上推广应用。该项目应用后，连铸机设备在线事故率下降 32.6%，设备运转率达到 98.93%，达到同类连铸设备最好水平，铸坯合格率达到 99.98%，钢铁料消耗降低了 0.23kgt。 4.促进行业科技进步作用：本项目研发的 19 项发明专利、18 项实用新专利技术解决了冶金行业中普遍存在共性的难点、痛点问题；是对先进优特钢绿色连铸技术的丰富、完善和发展，先进连铸技术的精细化创新必将推动冶金行业的科技进步，本项目连铸装备技术达到了国内领先水平。 5.效益情况：本项目 2022-2024 年共产生经济效益 1013.02 万元，取得显著经济和社会效益，推广应用前景广阔。
2025056 100 吨电弧炉绿色高效冶炼工艺研发与应用 山东钢铁股	《100 吨电弧炉绿色高效冶炼工艺研发与应用项目》，属于有色冶金行业。主要是通过对电炉高效供氧技术集成研究与应用、电炉炉底吹氩装置的设计与应用、烟气余热烘烤合金技术的研究与应用、电炉经济料型的研究与优化、“静态+动态”控制模型开发与应用钢水快速转运及洁净化技术的优化与应用等技术的开发及集成应用，形成一套成熟的绿色高效生产工艺技术，有效解决生产效率低、冶炼成本偏高、冶炼过程控制不稳定、终点控制难度大等问

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
份有限公司//	题，极大的提高生产效率，降低生产成本，大幅提高山钢股份 100 电炉生产线产能。 (1)通过优化氧枪布置方式，优化偏心区氧枪的布置，炉壁氧枪由原来 4 支增加为 5 支，同时增加炉门碳氧枪、炉壁二次燃烧枪，开发了一套高效供氧集成技术，供氧强度由原来的 190m³/min 提高至 245m³/min，增强熔池搅拌，消除了炉内冷区，提高了脱碳效率，有效解决了炉体水冷件粘钢、冷钢渣集聚及冷钢渣过高现象现象，极大的提高电炉冶炼效率，降低生产成本。 (2)通过炉底吹氩搅拌、熔氧结合快速造泡沫渣等技术研究，加速废钢熔化消除冷区，快速形成泡沫渣，增加熔池的搅拌能力，扩大反应界面提高脱碳脱磷效率，提高氧气利用率满足多元化冶炼需求，电炉冶炼周期由原来 45min 缩短至目前的 35±2min。 (3)余热烟气烘烤合金技术投用后，利用电炉烟尘余热将合金烘烤至 200-300℃，降低电炉出钢温度 5-10℃，吨钢节约电耗 6-10kwh/t，减少出钢过程合金融化较差，造成精炼周期长、提温困难的情况，精炼冶炼周期稳定在 45min±2，节约精炼电耗 3-6kwh/t。通过此项技术的应用，消除了合金渣料潮湿的情况，降低钢水气体含量，稳定钢水质量，此技术属于国内首创，对同类型设备生产有较大的指导意义。 (4)基于炉壁碳氧枪及二次燃烧枪的应用，“静态+动态”控制模型开发与应用，实现不同铁水比例、不同料型搭配下的供氧强度、供电曲线的自动执行，整个冶炼周期受控，温度、成分终点双命中，降低电耗、氧耗等能源消耗，提高钢铁料收得率。 (5)该项目的实施，有效解决了凸腔盖板上部高温熔渣堆积问题，为快速填充出钢口创造了良好的条件。 (6)通过本项目的实施，创新开发了多项新技术，集成应用，形成了一套成熟的绿色高效冶炼工艺，主要经济技术指标大幅改善，效率效益得到极大提升，且该技术填补国内电弧炉炼钢行业智能制造空白，实现了低成本冶炼，具有广阔的推广应用前景。
2025057 复合制造辊道在连铸轧钢产线的应用 安阳钢铁建设有限责任公司//	1.所属领域：该项目属于冶金生产设备，通过复合制造，大幅提升辊道性能，提高使用寿命。 2.主要内容：复合制造是针对的损坏或即将报废的零部件，采用复合制造技术，使复合制造产品质量达到或超过新品。在板坯连铸机、轧钢产线，其上的各种辊道，数量众多，存在实施辊道复合制造、提升使用寿命的需求。以上所述辊道，位于不同区域、实现不同功能，其损坏形式不同、损坏机理不同，需解决不同的关键技术。 项目主要将辊道分为三类，进行复合制造。①板坯连铸机火焰切割区辊道。在板坯连铸生产过程中，火焰切割机沿铸流方向移动，其上割枪垂直于铸流方向移动，完成铸坯的定尺、切割，因此，铸坯定尺切割区域辊道面临的最大问题是被割枪割伤甚至割透，直接影响辊道寿命；在铸坯二次切割区，根据订单需要，倍尺板坯被火焰切割机切割为定尺板坯，在此过程中，也存在辊道辊身被割伤问题。②轧机机架辊。机架辊作为轧机的核心设备之一，是中厚板轧制工艺过程中必不可少的关键设备。在粗轧、精轧机上，机架辊的工作条件极其恶劣，在频繁启动、制动时，咬钢、抛钢瞬间，受冲击载荷较大；机架辊与板坯相对运动速度高，摩擦力大，属于典型的金属间磨粒磨损。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	③轧机机前机后工作辊道。此类辊道，在轧制过程中快速对板坯传送、换向，辊面承受强烈的金属摩擦，此外，辊面还要承受红热板坯及冷却水带来的冷热循环，造成辊面龟裂。 3.特点。①针对连铸机火焰切割区辊道的割损，辊面复合制造时堆焊马氏体不锈钢，并对辊面钢构改进设计，使辊面具有抗火焰切割性能、并兼具较好的耐磨性；②在机架辊辊环表面堆焊两层合金，辊环硬度提高到 HRC50-55，有效防止辊面开裂，同时提高辊面耐磨性能。并对机架辊进行结构改进，增大了辊环尺寸以及被动辊两侧辊环宽度，减少钢坯的冲击。③经复合制造的辊道表面堆焊质量高，无掉块、脱落现象；硬度高，耐磨性好；辊道使用下线后测量，磨损量较小；④使用寿命大幅提高，减少停机检修次数，保证设备作业率； 4.推广应用情况。①抗火焰切割的板坯连铸机切割区辊道目前已在 3500mm 炉卷产线、1780 产线、二切得到应用；②耐冲击抗磨损的机架辊、机前工作辊道、机后工作辊道在 1780mm 产线以及 2800mm 中板轧机得到广泛使用，效果良好；③将辊面复合制造这一思路应用到除鳞机辊道、精除鳞机夹送辊等特殊功能区备件，取得良好效果。
2025076 智能型短路实验与短路故障电流识别保护系统中杭监测技术研究院有限公司//	电气实验领域中，对产品进行短路实验检测是极其重要的一个关键实验，它是用来检测被测试产品在实际使用过程中发生最恶劣的电气短路状态下，产品的安全保护性能。因为在实验过程中就是要制造出实际使用的短路环境，所以实验具有大电流、高电压的特点。在正常短路实验时，其短路电流和短路时间是可控的。但是如果实验系统本身发生故障，则这时所产生的短路电流和短路时间则处于不可控状态，会对实验室供电及实验系统造成毁灭性的破坏。同时因为故障短路电流极大，极易对外部供电网络造成严重冲击，甚至有造成局部电网解列的风险，后果极为严重。要防止故障短路电流造成的破坏，必须要在故障短路电流初始产生阶段，就能准确识别并快速进行保护。但是因为故障短路电流在初始阶段，其电流远远小于正常实验短路电流，现有供电系统保护理论和设备均无法识别故障初始短路电流，而当初始故障短路发展到全面故障短路时，重大设备事故已经不能避免。而初始故障短路发展到全面故障短路的过程往往只有几秒钟时间。如何能在故障初始阶段即能立即识别与保护，是国际实验领域一个重大的技术难题。 该套智能化保护系统，对现有的电气保护理论进行了全面的突破。该系统由信号采集、模数转换和控制识别保护三部分组成。信号采集通过高精度采集元件，采集实验主回路中的电流信号。模数转换单元，将采集的模拟信号转换为规格化的数字信号，传送给控制识别保护单元。控制识别保护单元由 PLC 加触摸屏一体机构成，建立了友好的人机交互界面和特殊算法的保护程序。实验人员仅需设置实验使用的系统和实验要求及参数后，系统就会自动进行实时监测。智能化保护程序以多个参数进行综合分析为依据，突破了现有电力保护系统仅以电流做为保护基础的理论。能在 20-50 微秒内智能识别出故障初始短路电流，最快 1 毫秒内启动保护，切断实验供电，达到系统保护的目的。该智能控制保护系统，还设置了手动设置单元，使高级实验人员能够根据实验要求，进行更高精度的保护。 该套保护系统的设计思路和程序算法，是对传统电气保护理论在实验领域电气保护中存在的矛盾与缺陷的重大突破，对实验领域电气保护具有颠覆性的

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	意义，在目前国际实验领域内所有可查询的资料中均未发现相同或类似解决方案，具备国际首台套设备的潜力，填补了国际实验领域的空白。该套系统投入试运行后即智能识别出一次实验主干线处极不明显的初始故障短路情况，因识别保护及时，为企业避免了至少一千万元以上的损失。
2025082 超长寿命高炉冷却壁管理技术创新与应用 江苏沙钢钢铁有限公司 //	本项目属于钢铁冶金科学与工程，高炉炼铁领域。当前国内高炉炉体结构常用炭砖+冷却壁形式，冷却壁的破损是直接影响高炉安全、消耗的关键。国内高炉出现冷却壁破损漏水、使用寿命存在良莠不齐的问题，给正常生产带来较大的经济损失。如何延长高炉冷却壁使用寿命，保持高炉长周期稳定安全，为降低成本提供基础，是炼铁工作者面临的难题和挑战。 本课题基于高炉长寿理论研究，尤其是在延长炉腹炉腰位置的冷却壁使用寿命方向上，创新管理技术，优化冷却制度稳定冷却壁热负荷、适配合理的操作制度减少炉料和气流对壁体冲刷、改进炉体管理制度消除漏煤气、改进冷却壁安装方式等方面入手，形成了一整套系统的超长寿命高炉冷却壁管理技术创新与应用。 关键技术和创新性主要有以下几个方面：1.创新研究出一套高炉冷却壁热流强度、水温差控制标准，通过冷却水量压力流速和冷却效果的大数据分析，进行全炉体的系统调整，将热流强度、水温差控制在标准范围内，达到不同位置不同冷却强度的控制效果，实现冷却壁系统均衡工作。2.通过理论计算，提出炉料与炉墙(冷却壁)的距离控制要求，以达到高炉边缘气流均匀稳定分布的目的，消除冷却壁短时间热应力带来的影响。3.改进冷却壁安装方式，在冷却壁制作时，将炉壳挂靠点开孔改为上下长的椭圆形，安装时在冷却壁上设置固定点、滑动点、浮动点等，留出应对炉内热应力变化的空间。4.设计制作了一款冷却壁安装过程中的异形卡尺，在冷却壁安装过程中，可以精准的测量，并控制冷却壁外部水联管与炉壳之间距离，避免高炉长期生产以后，因高炉炉壳变形、炉内热应力变化或其他因素，造成水管被炉壳“剪断”的异常。5.创新采用一种炉体漏煤气治理方法，主要针对冷却壁外部水联管，在炉役长时间生产过程，管道根部发生锈蚀后，炉内粗煤气泄漏的治理。消除炉体漏煤气现象，杜绝粗煤气泄漏冲刷冷却壁水管，达到提高冷却壁寿命的目的。6.该方法于 2013 年开始在沙钢 2 号高炉实际应用。截止 2022 年底，2 号高炉炉身炉缸冷却壁 1 代炉役未破损，炉腹炉腰部位冷却壁，使用寿命达到两代炉役超过 25 年未破损。(沙钢 2 号高炉炉腹炉腰冷却壁是德国德森克虏伯钢厂使用过了 6.5 年的二手设备，2004 年建成使用至今，仍未发生内部破损的情况)。 项目在沙钢 2 号高炉成功运用，获得成功经验推广至沙钢其他高炉，均获得较好成绩，该技术成果在行业内交流中，也获得一致认可和好评，为高炉长寿技术进步总结出来成功经验。
2025089 淮钢焦化厂酚氰水处理技术改进项目 江苏沙钢集团淮钢特钢	本项目“淮钢焦化厂酚氰水处理工艺升级改进项目”，改造前系统单套运行，耐冲击性能差，好氧池为环形，没有明确的水路流向，极易造成短流现象，改造后常规运行为“两系 AO+后混凝系统”的工艺，提高系统去除率，非常规运行可实现两系 AO 互为备用，增强系统稳定性，同时改造完成后缺氧池效率提高，对污染物的处理能力增强，好氧池出水直接进入二沉池，可以保证生化系统污泥的停留时间，增加生化系统污泥活性，生化系统抗冲击能力更强，系统更加稳定，生化出水效果更好。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
股份有限公司//	
2025120 土工试验智能化与管理关键技术及应用 中冶武勘工程技术有限公司//	土工试验是指通过在试验室或现场进行的各种测试和分析，以评估土壤(岩石、水样)的工程性质和行为的过程。它是土木工程领域中非常重要的一部分，对于设计和施工土木工程项目具有重要意义。本成果以企业管理及服务业主为出发点，对多终端数据融合及平台构建、设备改造及工艺创新关键技术进行了深入研究，研发了土工试验智能化与管理关键技术及应用，并成功应用于多个土工试验项目，取得了显著的经济社会效益。主要研发内容和取得的成果如下： (1)多元数据识别的智能化数据采集系统研发：采用近场通信技术和基于 RFID 标签的多维度数据融合技术开发了样品信息智能化录入及识别功能以及土样含水率测量装置，提高了人工效率，减少了认为误差。 (2)土工试验数据与野外勘探数据三维可视化比对分析技术：将试验数据精准地映射到三维地形模型的对应位置。通过对比土工试验数据和野外勘探数据，分析不同数据源的吻合度与一致性，更为精确的进行区域性地质评估，评估土壤污染的范围和严重程度等问题。 (3)多函数可选动态图表分析展示系统研发：主要应用在土工试验剪切和固结的动态曲线调整功能上，相比现有的技术，开发了自动拟合土样物理性生成图形的功能。 (4)多类型设备数据文件自动识别技术研发：系统具备读取多种文件格式的能力，解析不同厂家设备的文件设置规则，换成为统一的格式，上传至数据库或云平台。 (5)基于专家经验和大数据异常数据智能化筛选及预警技术研发：因取土或试验过程中的人为因素导致的试验成果异常(试验成果是否与外业相符，土样的物理及力学性指标是否匹配)，系统能够实现实时监控，依据专家经验或大数据及时发现和提示异常数据，并提供相关参考值，异常检测时间相比传统方法减少了 80%时间。 (6)工艺流程服务智能化及设备智能化研究：研发了一种膨胀岩的加工装置研制、一种原状土收缩系数测量装置及方法、一种自动清洗含水率盒的装置可以广泛应用到实际生产中，填补了国内外空白。 (7)土工试验智能化管理平台研发：从外业数字化委托开始，试验室采用图像智能识别核对样品，使用语音描述功能形成描述记录，通过智能化设备和平板端录入形成无纸化试验过程，同步议程数据识别系统进行监控并实施上传云平台，过程进度可进行推送。PC 端读取数据汇总报告，系统进行异常数据识别并提示，经过技术审核后形成成果报告，数字化交付。
2025131 氢基竖炉机电智慧施工技术研究及应用 上海宝冶冶金工程有限公司//	氢基竖炉机电智慧施工技术研究及应用，属机电安装工程领域。 主要内容：本项目成果形成三大核心创新技术，共 10 项创新点。 一、氢基竖炉机电设备智能安装技术。在竖炉项目中，设备安装精度要求高，管线布局复杂，且对电缆敷设裕量及后期电缆运行温度有严格要求。为此，研发了一种机电设备智能安装技术，涵盖设备定位、模块化安装、三维建模和电缆敷设监测等，大幅提高了施工效率，降低了安全风险。此项技术包含 4 个创新点分别是：机电智慧施工工艺、大型加热炉模块化快速安装技术、工艺气体管廊模块化安装技术、研发的电缆敷设管理监控装置。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	二、氢基竖炉智能焊接技术。在竖炉底部和顶部特殊区域焊接时，因操作空间受限、光照不足，对施工人员技术和焊接质量要求高。为此，采用含智能设备、可移动小车和优化工序的焊接方法，满足现场需求，提高了焊接质量及施工效率，节约了材料，降低了风险。此技术涵盖 3 个创新点：一种抗噪能力强、识别精度高的算法、一种可移动式便捷焊接设备、一种 12mm 低合金高强度钢与 0.8mm 不锈钢波纹管焊接工艺。 三、机电设备智能运维技术。该技术聚焦于保障后续机电设备运行的安全性及降低故障率，围绕大倾角皮带穿引、电气盘柜通风散热、仪表信息采集等要点展开研究。研发成果显著提升了施工中、后期维护的效率，有效降低了施工成本，并极大地减少了设备故障的发生概率，为机电设备的稳定运行筑牢了坚实保障。技术形成 3 个创新点：大倾角胶带运输机穿带安全监测装置、测试脏湿气体仪表导管反吹装置、电气盘柜通风散热装置。 应用推广：成果已在宝钢湛江钢铁项目中成功运用，全过程安全可靠，社会、经济、环保效益显著，取得了良好的效果。成果填补国内大型氢基竖炉机电智慧化施工技术标准空白，摆脱受制于外部单位和国外技术的限制，保持氢基竖炉机电设备安装技术领先水平，为钢铁领域带来更多的价值。同时这些装备技术还具有较为广泛的适用性，能够在其他类似工程领域应用。
2025139 降低渣中 TFe 含量的转炉复吹工艺开发 天津钢铁集团有限公司 //	该项目主要通过对影响渣中 TFe 含量的因素分析、复吹工艺参数优化研究、造渣制度与原料条件适配性研究、转炉高拉碳工艺的研究、降低渣中铁粒倒渣时钢渣分离研究等，进一步确定冶炼操作模式、终点碳控制、终点温度控制、一次倒炉率控制，有利于降低渣中 TFe 含量。通过对延长转炉底吹寿命的研究，合理对底吹元件进行维护，强化溅渣护炉控制以及优化补炉工艺，有效延长底吹透气砖的寿命，使转炉底吹有效提高，增加搅拌强度，改善钢水质量，提高炉内金属收得率。 天钢通过对降低渣中 TFe 含量的转炉复吹工艺开发研究，大大降低了转炉终点渣中全铁含量。达到国内外同行业先进水平。降低渣中 TFe 含量的转炉复吹工艺开发具有良好的经济效益和社会效益。不仅能降低我公司的产品冶炼成本、扩大盈利空间。并且它的应用可节约社会资源，创造了良好的经济效益和社会效益。 该项目研制成功，转炉渣中 TFe 含量明显降低，同时钢铁料消耗逐月降低，转炉底吹寿命也达到了与转炉炉龄同步水平。转炉渣中 TFe 含量由攻关前的 17.5%降低至 15.5%，降低 2%，同时转炉钢铁料消耗也完成年平均 1065.51kg/吨钢的最好水平。
2025140 360 ㎡烧结机低碳超厚料层烧结技术的应用与创新 天津钢铁集团有限公司 //	本项目属于烧结技术领域。低碳超厚料层烧结工艺是基于“铁酸钙固结理论”和“自动蓄热作用”发展起来的先进技术。一方面低碳超厚料层烧结时，可以充分利用料层的“自动蓄热作用”，提高料层中、下部蓄热量，同时料层内氧化性气氛增强，可以增加料层中低价铁氧化物氧化放热量，降低高价铁氧化物分解耗热量，从而降低固体燃料消耗。另一方面低碳烧结时，固体燃料消耗降低，烧结温度下降，促进了烧结过程从高温型(大于 1300℃)向低温型(1210-1280℃)发展，有利于优质铁酸钙粘结相(特别是针状铁酸钙)的生成，可以改善烧结矿理化性能，减少污染物排放。但随着烧结布料厚度的提高，会导致料层透气性变差，从而引发阻力增加、负压增大、垂直烧结速度变慢等问题，而且随着布料厚度的提高，烧结台车横向及纵向烧结矿质量的差异

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	将变大。 本项目以解决这些问题为目的，提出了相应的创新性集成技术：开发了生石灰高效利用技术，通过“提高生石灰配比”+“生石灰预消化”+“生石灰现场水化实验”+“混合机改造”，改善了混合料的粒级组成，提高了料层的原始透气性，也为烧结过程中固相和液相反应的进行提供了条件；开发了除尘灰优化配加技术，通过对不同点位的除尘灰进行分类及配加方式调整，改善了除尘灰在混匀及造球过程中的分布状态，降低了对生产的影响；开发了燃料优化控制技术，通过对破碎系统进行改造、在皮带上增加处理装置，降低燃料过粉碎现象，提高燃料破碎量和破碎效果，为低碳超厚料层的实施创造了良好条件；创新集成了“表层平料”+“边缘压料”+“底部疏料”相结合的技术，同时通过台车横向扩容改造，均衡了台车上的气流分布，提高了台车横向及纵向烧结矿质量的均匀性；创新应用了差异化点火控制技术，通过点火器改造，实现了沿台车宽度方向点火强度的差异化控制，弥补了边缘混合料的热量不足，改善了边缘烧结矿质量；创新应用了烧结漏风治理技术，实现了烧结漏风率的大幅降低，烧结机头烟气中氧含量由 16%以上降低至 12%～14.5%。 技术实施后，360 ㎡烧结机的布料厚度提高至了最高 1000mm 的超厚料层水平，达到了行业先进水平，固体燃料单耗降低 7.16kg，电单耗降低 7.11kwh。同时该项目在公司 265 ㎡烧结机上得以推广和应用，265 ㎡烧结机的布料厚度也提高至了 950mm 以上的超厚料层水平。项目开展前后共申请专利 27 项，其中发明专利 8 项、实用新型专利 19 项，发表论文 4 篇。
2025141 天钢 4 号连铸机设备集成创新与应用 天津钢铁集团有限公司 //	本项目属于冶金行业炼钢连铸工艺领域。 天钢 4 号连铸机为奥钢联设备，于 2005 年投入使用，主要生产普碳钢、高碳钢、容器钢、结构钢和桥梁钢等高附加值产品。随着产量的不断提高，高附加值产品的增多，对于设备要求越来越高，既要满足高产量的要求，又要为高附加值产品提供良好的设备基础。 结合 4 号连铸机设备状况，我们意识到必须进行设备改造以及工艺创新，围绕提质、增产难点进行攻关创新。因此开展了中间包渣斗快换、减少中包外来夹杂、提高中包全程保护浇铸、提高辊道寿命的攻关，并形成了以下 4 号连铸机设备关键技术创新设计：(1)原固定式中间包渣斗改造为可在线更换可移动式快换渣斗，使得 4 号机连续浇铸能力由之前的 48 小时，提高到 159 小时 30 分，创造了连续生产 7 天的纪录；(2)通过对中间包包盖的改进，减少了中间包包盖耐材脱落造成的外来夹杂，通过改进套管吹扫氧管，使得套管实现了高效率清理，提高了套管全程保护浇铸的能力，同时为了进一步提高中包全程保护浇铸的能力，对中包盖进行改造，实现中间包包盖均匀加覆盖剂的目的，通过对中间包排渣口的改进，使得中间包排渣能力大大提升，避免了中包渣量过多排不出去，影响铸坯质量的问题；(3)辊道输送铸坯由于受高温的影响制约了辊道辊的寿命，因此改进辊道辊冷却，提高辊道辊的使用寿命，稳定了生产，降低了设备备件成本。 此项目形成了 4 项专利，实现了天钢 4 号连铸机设备的创新改造，在提高产量的同时，为铸坯质量的提高贡献了更多的创新价值。
2025143 降低锅炉烟气污染物排	煤气发电机组燃气锅炉燃烧产生的烟气中含大量烟尘、二氧化硫、氮氧化物等有害污染物，低空排放进入大气会导致酸雨、雾霾、温室效应等大气污染问题，严重危害生态环境及人体健康。降低锅炉烟气污染物排放总量项目旨

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
放总量创新技术与应用 天津市新天钢联合特钢有限公司//	在保护大气环境、改善空气质量，减少污染物排放费用。通过现状调查及分析，确定活动目标为烟气污染物排放总量 40mg/m³，确定影响烟气污染物排放量高的主要原因为转炉煤气混配多、过量空气系数高、提升负荷速度快。为了解决上述问题，针对性选取了设计公式限制转炉煤气混配量保证 CO 不超过 30%、设计公式控制过量空气系数在 1.04-1.14 之间、根据压力、温度变化提升机组负荷三个对策，并逐一落实实施。实施后烟气污染物排放总量由原来的 53.6mg/m³降低至 27.9mg/m³，圆满完成既定的活动目标。 目标达成后，小组成员又制定了一系列的巩固措施，进一步巩固前期成果。有效降低燃气锅炉烟气污染物排放总量，减少了酸雨、雾霾、温室效应等大气污染问题，保护生态环境及人体健康，同时为公司顺利实现超低排放 A 级钢铁企业排放标准提供助力。相比活动前每年可以节省 184.95 万元环保排放费用，降本增效成果显著。
2025170 基于多尺度优化及在线修复的存量高炉设备长寿稳定化关键技术研究及应用 北京首钢股份有限公司//	由首钢股份公司完成的“基于多尺度优化及在线修复的存量高炉设备长寿稳定化关键技术研究及应用”项目，围绕首钢股份公司高炉炉役末期高效清洁生产，针对高炉系统设备老化、功能退化、运行状况不良、故障率较高等实际难题，通过加强设备基础管理，对重点难点问题进行科技创新，建立并完善设备研发体系，使高炉炼铁设备在环保、高产形势下保持了安全稳定和长寿顺行，实现了超低排放和高效生产，形成了具有自主产权的高炉系统设备关键技术研究及应用成果，主要技术创新点包括： (1)分别面向高炉炉顶装料系统设备炉料低冲击载荷和高冲击载荷易损件进行了材质优化，解决了炉顶装料系统设备耐磨衬板易磨漏的技术难题。针对低冲击载荷易损件研发了一种高铬铸钢耐磨层，组织为马氏体+颗粒状碳化物，获得了硬度和韧性的良好匹配。针对高冲击载荷易损件，采用铌微合金化技术，通过微纳米相组织调控，在晶粒内部引入弥散的纳米级碳化物，显著提高了高锰钢的强度、硬度和冲击韧性，从而增强了耐磨性能和抗冲击能力。 (2)构建了基于高炉现有设备成套结构优化技术，解决了高顶压、大矿批、高负荷、高富氧等复杂工况下设备易发故障难题。通过对炉顶下料点位增加料垫，密封阀阀板阀座、放散阀、喷煤系统、出铁设备、气力输灰、脱硫脱硝等设备结构优化，使大型高炉检修周期在国内首次延长至 5 个月以上。 (3)开发了高炉核心设备在线修复成套技术。该技术根据理论分析及现场验证，开发了密封阀、热风管道等设备跑风在线修复方法、在线修复工装及液压执行元件打压装置。解决了单系统设备停止运行、管道泄压、减压等影响高炉炼铁连续性生产，短时间减风、停风都会对炉况造成的影响。 开发出的高炉炉顶下料点位料垫、密封阀阀板阀座等结构优化技术，首次实现大型及超大型高炉检修周期达到 5 个月以上，检修周期远高于国内外领先企业水平，并首次开发了高炉核心设备在线修复成套技术，该技术成果在首钢股份公司一、二、三高炉应用后不仅延长了高炉系统设备的使用周期，而且实现了近三年来全年高炉系统核心设备非计划停风零次的目标。研制过程中产生了专利 25 项，产生的直接经济效益为 3920.37 万元。
2025171 铁路装卸设备干雾抑尘	该项目属于铁路运输卸车技术领域。在国家强化铁路装卸设备翻车机区域封闭与除尘法规管控，以及钢铁行业迈向超低排放的大背景下，环保部与唐山市环保局针对河北省 A 级企业展开严格检查与复核工作，明确要求翻车机现

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
装置研究与应用 首钢集团有限公司矿业公司工会//	场必须增设干雾抑尘系统，力求粉尘污染实现突破性削减。 以往，企业多采用直接采购干雾抑尘装置的传统模式，然而，高昂的采购成本无疑给企业经营带来沉重压力，压缩利润空间，不利于可持续发展。为精准攻克翻车机扬尘难题，全力投入干雾抑尘装置自主研发工作。通过不懈探索与技术攻坚，全新研发的干雾抑尘装置不仅抑尘效能卓越超群，能够切实满足当下严苛的环保管控标准，更以显著的成本优势，为企业卸下高成本的重担，助力企业在环保与经济效益的双赢之路上稳健前行，为行业绿色发展树立全新标杆。
2025172 精炼炉喂丝机活动导管机构技术创新与应用 首钢贵阳特殊钢有限责任公司//	该项目是针对炼钢喂丝机的导管在喂丝时存在的问题进行的技术创新。 一、项目背景。喂线机，作为炼钢过程中的重要设备，其主要功能是将合金包芯线或铝盘线精准地射入钢液深处，以达到脱氧、改变夹杂形态及微调成分等目的。然而，目前在使用的导丝机构由于合金丝线出口距离钢水液面较远(至少 1.2 米)，导致喂线不顺畅、合金丝线材料浪费以及钢水成分出格等问题频发，严重影响了精炼炉的生产节奏和产品质量。 二、设备结构创新。针对上述问题，我们设计了一种全新的导丝机构，该机构分为动力驱动、行程控制限位、重锤控制限位、防松机构、固定管支撑机构、机构水冷系统以及插板门机构等七大部分。通过活动水冷导管、动力驱动、水冷系统、限位系统及气动系统的巧妙配合，实现了活动水冷导管在喂丝时下降到离钢水液面 400-600mm 的位置，从而保障了喂丝过程的顺畅和安全。 三、工装使用流程。为确保新导丝机构的有效运行，我们制定了详细的工装使用流程。操作人员需通过操作按钮打开喂丝机滑板，确认滑板打开后，方可进行喂线操作。喂完线后，需先将水冷套管提升到高位，再关闭滑板。同时，在水冷管套下降过程中，现场人员需密切观察其下降情况，确保不会抵住滑板门边缘及包沿。冶炼结束后，需先打开喂丝机滑板，再抬高炉盖，最后将钢包开出加热位。 四、发展创新。本次创新改造项目在多个方面取得了显著成效：1.精准喂丝：通过优化活动水冷导管的设计，实现了喂丝位置的大幅调整，提高了喂丝效率和均匀性。2.节能减排：缩短了合金丝线出口至钢水液面的距离，有效减少了合金丝线的浪费，降低了生产成本。3.安全高效：增设的水冷系统、限位系统和气动系统确保了操作过程的安全可靠，降低了操作人员的劳动强度。4.易于维护：改造后的导丝机构结构紧凑、设计合理，便于日常维护和检修。 五、效益分析。本次项目投入资金 8 万余元(含税)，但产生的经济效益显著。设备改造后，各种丝线吨钢节约 2.65 元。2024 年 3-12 月 20CrMnTiH-Y 生产量约为 60000t，节约成本 15.9 万元。同时，项目的投入使用还提高了操作人员的作业安全性，降低了设备故障率，保障了生产的顺稳进行。
2025173 一种宽规格(＞1000mm)高硅极薄带(Si%＞3%，	该技术属于冷轧领域，具体指宽规格(＞1000mm)高硅极薄带(Si%＞3%，t≤0.1mm)的冷轧。该技术包括：微张力启车技术，解决薄规格带钢启车阶段掉张力问题，避免轧机假断带报警，实现顺利启车轧制；轧制工艺技术，轧制道次压下、张力设定、乳化液模式及流量等各项工艺参数实现各道次稳定轧制；一道次轧辊使用工艺，轧辊粗糙度控制和辊径相结合，避免带钢边部色差缺陷的同时实现对边部浪形的控制；道次目标板形的设定，实现轧制过

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
t≤0.1mm)轧制技术 首钢智新电磁材料(迁安)股份有限公司//	程稳定；一种消除宽规格(＞1000mm)高硅极薄带(Si%＞3%，t≤0.13mm)表面起筋缺陷的方法，通过在轧制过程中控制乳化液浓度，优化轧制负荷分配和单位张力设定，同时明确乳化液擦拭辊辊型和擦拭压力，消除了宽规格高硅极薄带冷轧过程的表面起筋缺陷。 解决了轧制因小张力波动无法启车问题，避免了边浪磨辊和轧制色差，轧制过程稳定，通过在轧制过程中控制乳化液浓度，优化轧制负荷分配和单位张力设定，明确乳化液擦拭辊辊型和擦拭压力，消除了宽规格高硅极薄带冷轧过程的表面起筋缺陷，实现宽幅高硅极薄带冷硬成品 0.07mm 轧制，创造国内同机型同规格最薄轧制记录。 该技术应用后，2024 年以来，冷轧宽规格高硅极薄带 t≤0.1mm 稳定轧制，有效的保证了产品的稳定轧制、表面质量和高硅极薄带产品的开发推进。
2025174 热轧增加精轧小立辊设备改造与高效控制技术开发 北京首钢股份有限公司//	热轧增加精轧小立辊设备改造与控制技术开发，实现国内首套立辊设备改造，打破了国外技术封锁，降低设备投资；以立辊为核心对精轧设备综合提升，对轧线产品质量提升起到了较大的设备支撑作用，产线产品质量提升明显；开发节能高效控制技术，为产线设备能耗降低及质量提升奠定了稳定的设备基础，并创造可观的经济效益和良好的社会效益。 1.国内首套立辊设备上线，突破技术封锁助力降本提质。国内首次自主设计及安装了在线微型精轧立辊设备，打破了国外对此类设备的技术垄断，开启了国内微型立辊设备改造的先例，实际投资较国外报价节省设备投资 2000 余万元。针对设备特点制定立辊区块化安装专利技术，最大限度减少设备安装时间，较外方施工方案提前 96 小时。自主开发立辊设备控制功能，摆脱对国外的技术依赖，节省外方程序开发费用 25 万欧元。 2.精轧设备精度升级保障产品质量稳定提升。通过精轧区域提升设备对中精度，完善垂直辊缝精度管控技术，首钢股份一热轧轧机刚度保持率达到 96.5%以上，刚度保持率稳居国内同产线首位，形成多项专利技术及论文成果，产线薄规格生产能力提升 16%，对热轧产线生产稳定、品种规格拓展及质量提升提供了坚实的设备基础。 3.设备稳定提效率，攻关技术降能耗。为了紧跟国家节能降耗的政策，通过开发产线效率极致提升技术，极大突破产线产能，降低能源消耗，中间坯切损 0.31%，精轧换辊记录 7.4 分钟，各项指标均国内同产线首位，实际产量超设计产能 20%，先后 77 次打破产线班产、日产、吨数、卷数记录，有效降低吨钢能量消耗。开发精轧机极致间隔控制，国内首次实现 6 机架精轧机两块钢轧制，创造极限最短 6 秒的国内精轧间隔记录。开发产线极致能耗控制技术，通过多点集成，优化分项控制，形成节能控制新技术。 通过一热轧设备升级、精度提升及控制技术开发，提升了热轧设备管理水平和设备保障能力，提高了一热轧产品直通率，提升企业的生产效率和产品成材率，为产品品质提升和新产品开发提供了强有力的支撑，创造可观的经济效益达到 1182 万元，并推动股份公司热轧系统整体技术水平的进步。 此项目共撰写论文 6 篇，申请专利 6 项。此项目从热轧设备技术改造开发、设备精度管理、产品质量技术支撑、设备极致能耗控制等方面做了大量的技术攻关工作，积累了较为丰富的实践经验，对于热轧产线设备技术进步提供了借鉴参考。
2025178	1.科学技术领域：本项目属于石灰回转窑燃烧优化技术领域，旨在通过多方

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
石灰回转窑低热值煤气预热系统 敬业(营口)中板有限公司//	面技术改进提升回转窑的综合性能。 2、主要内容：(1)燃烧器改造：创新地将原有燃烧器改造成五通道混合燃烧器，具备中心风、天然气(煤粉)、转炉煤气、旋流风、轴流风通道。增大煤气通道，减小煤粉/天然气通道并实现二者共用切换，可实现三种燃烧模式，还配置独立点火系统与流量计，依窑温调节火焰。(2)管路及燃料优化：拓宽煤气主管道与前支管，提升转炉煤气供气能力，降低煤粉配比量。同时铺设天然气管道，在转炉煤气热值不足时补充天然气，稳定火焰与改善工况。(3)煤气预热：新建烟气发生炉与热管式煤气换热器，用烟气加热冷煤气，余热循环利用，预热后的煤气保温输送至燃烧器，提高燃烧效率 6%。(4)自动化程度提升：为一次风、二次风管道设自动调节阀，在窑头罩和下料槽分别安装比色高温计与红外测温仪，信号接入 PLC 系统，自动精准控制窑温。 3、特点(1)燃烧模式灵活：多种燃烧模式可按需选择，适应燃料价格波动与公司煤气量变化，增强能源利用灵活性。(2)高效节能与环保并重：增加转炉煤气用量 10000m^3/h、降低煤粉用量 2000kg/h，节省成本 500 万大卡/h；煤气预热减少热损失 80%；显著降低 NOx 排放 15%，达清洁燃烧标准。(3)产品质量升级：稳定火焰，延长窑衬寿命，使石灰石质量达二级品标准，提升炼钢原料质量。(4)生产效率提升明显：优化燃烧与自动化控制，精确控温 7C0，减少结圈 80%，提高产能，降低设备维护频次 50%，提升整体生产效率 25%。 4、应用推广情况：该公司在两座石灰回转窑应用改造措施后，成效显著，解决诸多问题。在本公司的成功实践，为同行业提供范例。对其他面临类似煤炭价格、环保等问题的企业极具参考价值，有助于推动整个行业在生产技术与节能减排方面的进步，具有广阔的推广前景。
2025211 高性能液压开铁口机关键技术研发及应用 本钢板材股份有限公司 //	该项目属于高炉炼铁设备领域； 钢铁是一个国家的脊梁，实力的象征。中国每年产钢超 10 亿吨，占全球的 52%，领跑世界。铁是炼钢的原料，100%由高炉生产，高炉炼铁是钢铁生产流程中的首要环节。开铁口机是打开高炉出铁口的唯一设备，一旦出现故障，直接导致高炉停炉及炼钢、轧钢等工序停产。 近十几年来，我国大型高炉开铁口机一直被外国市场垄断，国内制造业无话语权，从国外进口，不仅价格昂贵，交货时间长，每年因进口开铁口机故障导致的损失达数十亿。针对上述存在问题，急需快速、有效地解决，以适应国内钢铁行业的飞速发展。 主要创新点如下：1.率先开展了开铁口机定量新技术研究，发明了一种液压开铁口机，破解了钻杆颤动、跑偏、不稳定等技术难题，性能明显优于国外同类产品，打破进口开铁口机市场垄断的困境。产品属国际首创或技术水平达到国际先进。研制了开铁口机转臂定位装置，实现了自动找正，确保转臂精确定位。研制了开铁口机支座，解决了因钻杆中心线与铁口中心偏离，导致铁口通道歪斜的难题。2.首次系统地开展了金属材料全流程关键共性技术研究，发明了一种开铁口机钎尾轴，合理匹配了热处理新工艺，提高了屈服强度，杜绝了折断、弯曲变形，显著提高了开铁口机的寿命。研制了开铁口机花键套、开铁口机链条导轮，既解决了往复直线运动下传递扭矩的技术瓶颈，也解决了链条移动中的跳齿、脱链、甩掉等技术难题。3.首创了开铁口机钻杆精准定位技术，发明了一种开铁口机钻杆卡具，采用方销穿过凹槽与卡具固定，杜绝了钻杆轴向窜动，径向跳动。研制了开铁口机防卡紧车轮，

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	应用滚滑动摩擦替代滑动摩擦技术，解决了车轮易卡死的难题。研制了开铁口机钻杆托车，实现了钻杆的动态跟踪找正，解决了开铁口机错位的难题。研制了液压马达连接板，实现了国产液压马达替代。 通过项目实施，已获得授权发明专利 3 项，实用新型专利 7 项，省级工法 1 项，专有技术 5 项，发表论文 3 篇，出版专著 1 部。实现了开铁口机整机国产化。通过查新，认定本项目具有新颖性，经中国金属学会鉴定，整体技术指标达到了国际先进水平。 项目形成了具有自主知识产权的完整创新技术，在本钢集团得到应用，系列产品成功推广应用至宝武集团、鞍钢集团等，国内大型高炉市场占有率达到 70%。还推广应用至印度、马来西亚、印尼等“一带一路”国家，创效 10172 万元。项目成果突破了西方国家的长期封锁，对推动我国经济和钢铁行业发展具有重要意义。
2025212 热轧带钢中间坯保温技术的研究与应用 鞍钢股份有限公司//	本项目属于冶金工程学科中的轧制技术领域，主要应用于热轧带钢中间坯保温的关键技术领域。现代化的热轧带钢常规生产线的产品质量日益提高、品种范围日益扩大。而粗轧区域温降大、中间坯横向温度不均匀和头尾温差大是热连轧常规生产线的一个共性难题，粗轧区域温降大，不仅直接造成板坯出炉温度高、在炉时间长、煤气消耗大、生产效率低、增加成本，而且中间坯横向温度不均匀会使带钢边部温度低，在轧制过程中发生边部混晶，造成带钢边部塑性降低产生边部裂口和翘皮质量缺陷，使下游用户加工过程中易发生边部开裂。 热轧带钢中间坯保温技术的研究与应用包含了轧制工艺、机械、液压、自动控制和计算机模型等众多学科，本项目结合鞍钢热轧 1580 生产线粗轧区域的设备现状，在原有设备和工艺的基础上，进行了创新性的创造和改进，采用自主研发设计应用工作辊组合挡水装置和立辊挡水装置、研发粗轧保温罩及相关装置、轧机出口横排气喷装置、优化冷却水时序及精轧进钢时序等措施，达到了中间坯保温的目的。本项目在鞍钢热轧 1580 生产线应用以来，大幅减少了中间坯的温降，提高了中间坯横向温度的均匀性，降低了板坯的出炉温度，达到节能降耗和提升带钢边部质量的目标。 主要内容及特点：1.自主设计安装应用工作辊组合挡水装置和立辊挡水装置，彻底解决了粗轧机水平辊漏水及立辊冷却水飞溅的难题；2.研发粗轧保温罩及相关装置，解决了非轧制状态下中间坯温降的问题；3.自主设计的热轧粗轧机入出口气喷装置，解决粗轧机入出口侧喷水对中间坯横向冷却不均匀的问题；4.改进定宽机冷却水时序，解决定宽机内常喷冷却水对板坯的不均匀冷却问题；5.优化精轧进钢减速点、中间辊道冷却方式，减小了中间坯头尾温差大的问题。 本项目以提高生产效率、降低能耗为目的，通过原始创新和集成技术创新的有机结合，在粗轧区域轧制状态与非轧制状态下如何减少中间坯温降等方面取得了重大突破，实现了热轧带钢中间坯保温的关键技术集成。 本项目系国内外首创，具有完全自主知识产权，获国家授权实用新型专利 6 项、省级核心期刊发表论文 1 篇。本项目已成功应用于鞍钢热轧 1580 线，粗轧机组温降减少了 20～30℃，板坯出炉温度降低了 18℃，达到了国内领先水平，部分技术达到国际先进水平。通过应用本技术成果，近三年累计降本达 2882.68 万元，具有重大技术价值、经济价值和行业推广应用价值。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025213 热连轧机组大型液压平衡系统稳压运行控制技术研究与应用 鞍钢股份有限公司//	本项目属于流体传动与控制技术领域，任务来源于职工自主技术技能创新。鞍钢热连轧机组承担着国家重点工程所需要的高等级管线钢、电工钢、汽车钢及军工钢等产品的生产重任，其大型液压平衡系统作为机组的关键控制单元，对生产顺行起到重要作用。项目开展前，生产中频繁出现压力失控、泄漏、冲击、流量不足等诸多问题，这是国内、外所有产线经常遇到且难以从根本解决的一项难题。这些问题是多因素、多变量、多元化共同作用所引发的，因液压阀压力失稳使设备动作出现滞后缓慢的问题，极易造成轧辊烧损等重大事故的发生；而系统卸荷速度变慢，会造成轧辊断裂等恶性设备事故的发生；在本技术应用之前轧机液压平衡管路无高压卸荷控制，设备在运转过程中管路焊口经常开裂；精轧弯辊背压控制系统的不稳定亦会使弯辊缸柱塞变形损坏发生泄漏；液压缸行程定位不准，换向时冲击大使液压缸连接法兰、密封等液压元件不断失效造成频繁发生喷油事故。 本成果的创新应用从根本上解决了系统频繁泄漏、压力控制不稳定等难题，改善作业环境，为企业节约大量维护费用，减少事故发生，提升作业效率，提高产品质量，降低生产成本。本技术系国内首创，达到国际领先水平，在国内外同行业中率先应用，是钢铁及重工业领域的一项重大创新发明。 该技术的主要创新内容及特点：(1)研发平衡管路稳控技术，解决液压平衡阀压力失控的难题，使平衡系统运转更加稳定高效；(2)自主技术攻克弯窜系统流速比不匹配的“卡脖子”技术难题，避免轧辊断裂及弯辊平衡系统控制事故的频繁发生。(3)开发液压平衡管路卸荷控制技术，成功的攻克平衡缸高压管路经常泄漏的难题，节约能源介质成本，实现绿色可持续生产；(4)自主开发精轧弯辊平衡系统背压控制技术，使弯辊背压平衡力得到稳定控制，设备运行稳定精度提升，提高产品质量；(5)自主研发回拉缸行程定位系统技术，有效地克服液压冲击大所造成的密封损坏问题。 本成果已在鞍钢热轧产线得到推广应用，成功地攻克上述技术难题，各产线反应生产顺行稳定，各项指标大幅上升，并延长了设备使用周期。本成果授权 2 项发明专利、3 项实用新型专利；获得辽宁省创新方法大赛一等奖 3 项、国际发明展览会发明创业奖银奖 1 项；发表 3 篇科技论文；制定 4 项操作技术规程；该技术取得显著的经济效益，近 3 年累计创效 3243.71 万元。如果该技术能在国内外钢铁业及其他制造业得到有效推广，将会产生巨大的社会效益。
2025214 硬质合金复合轧辊在高线预精轧机组的应用 鞍钢股份有限公司//	项目所属科学技术领域：冶金行业-轧钢及制品领域。 鞍钢股份线材厂 2#线是从达涅利引进的高速线材轧机生产线，粗中轧平立轧机，1#～4#、5#～6#(6 道次)，中轧 7#～14#(8 道次)，预精轧 1 组平立轧机 15#～18#(4 道次)，预精轧 2 组 19#、20#(2 道次)，精轧 21#～28#(8 道次)，双模块 29#～32#(4 道次)。高速线材未来发展趋势是通过设备、工具材料等技术水平的不断进步和突破，大幅度减少停机时间，提高产量，降低成本。采用硬质合金复合轧辊，一次性单槽轧制量为通用铸铁轧辊的 10 倍以上，综合成本为铸铁轧辊的 50%，具有明显的技术和经济优势，结合 2#线的生产实际情况，椭圆孔型 15#、17#磨损快的特点，优先在水平轧机 15#、17#轧机应用硬质合金复合轧辊，取得了很好的的应用效益。 项目设计制作了新型的上、下辊，单双排交替布置冷却水管及独立供水管路，保证了硬质合金复合轧辊的冷却；在不改变原始轧辊型式的基础上，设计了

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	硬质合金复合轧辊的轧槽布置、配置数量，有效配置的轧槽数量，达到最大限度节省硬质合金材料，轧槽布置位置满足导板梁移动调整、出入口导卫孔型的精确对中，轧制线对中，同时满足普通轧辊同硬质合金复合轧辊的互换使用；制定了轧辊使用注意事项和控制措施，有效保证了轧辊的正常使用，可以生产帘线钢、弹簧钢、焊丝钢、合金冷镦钢、导电钢等高端产品，规格涵盖 ϕ5.0～25.0mm，单槽最大使用量达到 15 架轧机 12000 吨、17 架轧 9000 吨，轧辊单次修磨量 3mm。 主要特点：硬质合金复合轧辊在线使用，换槽周期由每天倒 2 个，减少到 6 天倒 1 个，同时轧辊配置的最优轧槽数量，15#轧机年换辊量由 55 次减少到 8 次，17#轧机年换辊量由 47 次减少到 7 次，应用期间轧件表面质量和尺寸控制精确度提升，补偿调整量小，减少了调整频次，轧件尺寸精确、几何现状稳定，导卫磨损量小、磨损均匀；换辊、轧辊装配、轧辊修磨等次数大幅度减少人力、材料消耗，吊运、拆装工具使用能源消耗随之降低等，取得技术、经济优势和可观的使用的效益。 该项目技术已在鞍钢股份线材厂 2#线 15#、17#轧机的应用，达到目标应用效果，此项目成果已开始在立式轧机 16#、18#设计使用，最终全面推广到中轧机组、预精轧机组 300～380 轧机。
2025215 “精质”不锈钢质量提升工程 鞍钢联众(广州)不锈钢有限公司 //	本项目属于钢铁冶金领域，涉及一种“精质”200 系节镍型不锈钢冶炼技术与应用，主要内容如下：(1)节镍型奥氏体不锈钢生产技术。(2)精质不锈钢边裂的研究与改善。(3)线鳞缺陷控制技术。(4)8K 镜面加工技术。(5)绿色低碳碳冶炼。 通过上述研究，鞍钢联众在精质不锈钢表面质量方面的水平得到显著提升。通过 200 系节镍型不锈钢工艺的研究，实现精质节镍型奥氏体不锈钢整套生产工艺，确保了产品的高标准表面质量。 该项目的《8k 镜面生产技术》已获得国家发明专利，确保了技术的独创性和法律保护，同时经济效益显著，通过降低生产成本和提高产品合格率，增强了企业的市场地位，高质量产品提升了用户满意度。
2025216 自动补丁焊机设计与制造项目 鞍钢联众(广州)不锈钢有限公司 //	冷轧厂在生产 400 系钢带，由于 400 系钢带的焊接性能差，利用产线的钢带焊机焊接后，焊道的抗拉、抗弯曲强度差，不满足产线的生产需求。为避免钢带焊道在生产过程中发生焊道断裂，采用人工焊接 4-6 个补丁对焊道进行补强。焊工焊接作业强度大，补丁焊接品质不稳定。为提高补丁焊接品质，缩短焊接时间，从而设计制造了自动补丁焊接设备。 补丁焊机创效及优点主要表现在以下几点：1.缩短补丁焊接时间，焊接质量好，提升产能空间(单次焊道焊接补丁时间由之前 4.5 分钟降低到 2 分钟)。2.节省补丁焊接人力成本(由之前需要 2 名焊工改后由焊接手直接操作)。3.减少钢带因焊道断裂引起的停机时间及能源浪费。4.产线在连续生产中，消除作业人员蹲在钢带上焊接补丁作业的安全隐患。 2020 年已经在鞍钢联众冷轧厂 HAPL CAPL RAPL 三条连续生产产线投入使用。该项目具备向连续退火酸洗线生产时，需要在焊道焊接补强补丁推广应用，提高产线产能，降低生产成本。消除产线在连续生产过程中，作业人员蹲在钢带上焊接补丁的安全隐患。
2025217 钒钛磁铁矿	一、项目所属科学技术领域。该项目是高炉冶炼的情况，科学技术领域属于黑色金属冶炼和压延加工业。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
高炉高效冶炼条件下炉前技术研究与应用 攀钢集团攀枝花钢钒有限公司//	二、主要内容。高钛型钒钛磁铁矿，其冶炼技术与普通矿有显著差异，会遇到炉渣粘稠、渣铁分离困难、炉缸堆积、铁口寿命短等技术难题和安全隐患，突出表现为炉前工作跟不上炉内冶炼技术的进步。随着高炉冶炼技术的进步、冶炼强度的提高，且高钛型钒钛磁铁矿冶炼的入炉品位低、渣量大，在取消渣口排渣后，大量的炉渣和铁水均从铁口排出，对铁口的稳定性、耐火材料的冲刷、主沟的渣铁分离等均带来了明显的影响，这些影响反过来又制约着高炉的强化冶炼。如果渣铁排放不尽，不仅会造成炉内风压升高，风量降低，而且还会造成炉渣在炉内停留时间长，高钛炉渣过还原生成的 Ti(CN)增加，炉渣变稠，流动性降低，渣铁分离困难，铁损增加。所以研究高炉高效冶炼条件下的炉前技术，对进一步强化钒钛磁铁矿的高炉冶炼、改善渣铁的分离效果、提高技术经济指标具有重要的意义。 三、特点及应用推广情况。形成的高钛型钒钛磁铁矿强化冶炼下的高炉铁口安全长寿化技术、蓄铁式主沟长寿化技术、渣铁沟结构改进优化技术，同样适用于西昌钢钒、成渝钒钛、四川德胜、昆钢玉溪钢铁等正在冶炼钒钛磁铁矿的企业，并成功应用于攀钢钒所有的高炉上，使攀钢高炉强化冶炼后的炉前技术取得了显著进步。 项目开发及应用期 2020 年至 2023 年与立项前的 2019 年相比，通过开展铁口安全长寿技术、蓄铁式主沟的应用与改善渣铁分离技术、渣沟回收铁及铁沟优化改进技术等研究，形成了高钛型钒钛磁铁矿高强度冶炼炉前技术，在入炉品位略有降低的条件下，高炉铁损平均从 4.14%降低至 3.85%，降低了 0.29 个百分点，利用系数从 2.519t/m^3.d 提高到 2.607t/m^3.d，提高了 0.088t/(m^3.d)，耐火材料消耗降低了 0.1533kg/tFe，铁水温度提高了 20℃，经计算年创造经济效益达到 5692.4 万元。同时在对渣铁沟进行封闭改造后，炉前劳动强度显著减小，炉前环境得到了根本性改善，为高炉操作人员创造了一个舒适的工作环境，取得了显著的经济效益和社会效益。
2025218 铁路运输超偏载检测与动态计量装置 鞍钢股份有限公司-质检计量中心 //	该项目所属冶金装备、建设与自动化领域。为了保证鞍钢专用线的货物列车与国铁铁路运行的安全衔接，全天候检测通过铁路货车的装车质量，杜绝因货物列车超载、偏载对铁路设施(如轨道、桥梁、道岔等)造成损害，保障铁路运输过程安全，研究增加此装置。 本装置根据科学的力学复合原理，将超偏载的力学结构与动态轨道衡的力学结构进行有机结合，在满足超偏载检测的同时，又能满足动态轨道衡准确度的要求，将超偏载检测与动态称重合二为一。本装置应用了计算机控制、机械制造、系统检测、数据采集、信息管理、软件工程等技术，适用于钢铁、矿山、煤矿等具有铁路货运业务的企业，具有非常高的推广价值。 本项目借鉴了无基坑不断轨复合式轨道衡技术，这种轨道衡的主要特点是采用了钢轨塞入式和钢轨轨垫式两种不同类型与结构的称重传感器复合而成，该结构不仅具有钢轨塞入式轨道衡和轨垫式轨道衡所具有的安全可靠、施工简单、维护量小、无基坑、不断轨的特点，而且还具有称量区域的长短(俗称秤台台面长度)可根据车型和设计需要能够灵活拓展。一般地，这种轨道衡采用 4 个钢轨塞入式传感器和 10 个钢轨轨垫式传感器组成一个称量区域(秤台)，即能够实现动态称量铁路货车的质量的功能。 本装置是利用无基坑不断轨复合式轨道衡技术，将超偏载的力学结构与动态轨道衡的力学结构进行有机结合，利用钢轨轨垫式传感器和钢轨塞入式传感

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	器的不同物理特性，在 3700mm 检测区长度不改变的前提下，将业内广泛使用的每台动态轨道衡只有一个检测区的结构模式，设计为具有三个相对独立检测区的结构模式，即在两整根钢轨区域内，采用 12 个钢轨塞入式、12 个钢轨轨垫式传感器组成 3700mm 的检测区(秤台)，检测区域按横向三个小秤台、纵向三个小秤台模块化、网格化分布，当铁路货车车轮通过小秤台时，两种不同结构的传感器产生各自的电信号，电信号经各自的通道传送给数据采集仪，通过计算机软件对采集到的数据进行处理，完成偏载量检测、称重、测速、报警、数据传输等功能，实现对铁路货车的超偏载量检测及动态称重同时完成的目的。 本装置的特点：1.超偏载量检测与动态称重一体化，建设成本较低；2.称量区域模块化、网格化，技术领先；3.基本免维护；4.可适应于多车型货运车辆检测。
2025219 钠化提钒焙烧设备改进与应用 攀钢集团钒钛资源股份有限公司//	“钠化提钒焙烧设备改进与应用”属于湿法冶金装备领域，根据攀枝花钒制品分公司多膛焙烧炉使用过程中存在的问题：受金属铁影响，炉床使用寿命偏短及焙烧转化率提高困难；炉膛底部主轴密封装置磨损后物料泄漏，常规检修无法处理导致现场环境恶劣，影响焙烧炉正常运行；除尘系统保障能力不足，难以保证炉内负压及温度的稳定。通过对优化钒渣破碎筛分系统，进一步降低了精钒渣中铁含量，从而改善炉内环境。炉膛底部主轴密封装置使用耐火材料砌筑成自密封楔形结构，利用物料自行密封，同时为避免物料溢散，配套耐高温盘根作为辅助密封结构(可定期更换)，从而延长主轴密封结构使用寿命。通过多膛焙烧炉烟气中的粉尘浓度、水分、温度等因素分析，优化完善除尘系统，在焙烧炉烟气变化较大的情况下，可保障环保系统正常运行，为焙烧提供稳定的负压及温度创造条件。 该项目形成了 3 项实用新型专利，该项技术于 2019 年～2021 年在攀枝花钒制品分公司氧化钒 A 线大修中成功实施，2021 年 12 月推广应用于攀枝花钒制品分公司氧化钒作业区 B、C 线。改造完成后，焙烧炉炉床掉砖频次显著降低，可开动率由 93.5%提高至 97%，焙烧炉定修周期由 60 天提升至 120 天，大修周期由 12 个月提升至 16 个月，焙烧转化率由 86.22%提升至 87.48%。本技术解决了钒渣钠化提钒领域的精钒渣铁含量过高、多膛焙烧炉主轴密封装置使用寿命偏短，除尘系统运行不稳定的难题，提高了钠化焙烧对钒渣成分波动的适应性，焙烧熟料转化效果明显提升。通过“钠化提钒焙烧设备改进与应用”，成功实现了过程质量稳定控制，提高了生产效率，降低了作业人员劳动强度，改善了现场作业环境。因此，本技术促进了钒产业技术的进步、提升了企业在有色冶金领域的技术竞争力，整体技术达到国际先进水平。
2025220 限动齿条一新型机械加工方法 鞍钢重型机械有限责任公司//	限动齿条共有 4 件单体齿条装配组成，每件齿条长度是 7 米，齿面尺寸是 370x410；常规的齿形及车轮孔加工方法是在普通镗床粗铣齿，3x10 数控龙门镗铣床精加工齿形，数控 160 镗铣床精加工车轮孔，制作周期在 6 个月左右，制作成本高。现在需要一种先进的加工方法，用普通锯床、2x4 数控龙门镗铣床、4 米刨床等超设备能力情况下，用 1 个月的时间完成加工任务，保证用户工期要求。
2025236 激光焊机在	QP 钢，也称淬火延性钢，属于第三代汽车用先进高强钢，主要用于高档汽车、精密机械和航空航天领域。随着近年来我国汽车工业迅猛发展，但受能

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
高速酸连轧机组拓展焊接 QP 钢技术 宝山钢铁股份有限公司 //	源短缺、环境污染等问题影响，行业发展之矛盾日益凸显，只有建立在生态、节能、安全的背景下，其发展才可持续。为此，汽车轻量化 QP 钢的应用成为了重要发展方向，其要求板材更轻、更薄而强度更高，因此市场对冷轧 QP 钢的需求量非常旺盛。虽然冷轧 QP 钢有着诸多普通高强钢板材无法比拟的性能优势，但是，随着工艺改变、合金含量增加，材料质地迅速变硬变韧，其焊接后焊缝机械加工性能变差，在高速连续轧制过程中 QP 钢焊缝成为关键瓶颈。从世界范围来看，具备用酸连轧机高速生产 QP 钢的企业屈指可数，主要采用独立酸洗-单机架可逆轧制工艺生产路径，这种生产方式缺乏焊接技术无法连续生产，导致生产效率低、能耗和成本高，所以 QP 钢板材焊缝高速酸连轧成为一个世界性难题。 基于迫切的市场需求，该项目以激光拓展焊接 QP 钢技术为突破方向，围绕激光 QP 钢板材填丝焊接工艺、焊缝检测控制及焊接装备技术等重点课题进行系列创新。历经 6 年探索改进，技术相关创新点如下：(1)形成以“提高激光焊接 QP 钢焊缝可塑性和压延稳定性的焊接方法”为核心的 QP 钢焊缝抗连续压延变形焊接技术，通过采用激光与感应加热组合式热处理工艺、激光负离焦深熔焊工艺、低合金成分 CMn 钢细焊丝工艺等一系列技术手段，改善 QP 钢焊缝材质可塑性；(2)首创了以“剪切 QP 钢的焊机剪刀精度检测系统”为核心的高精准剪切和检测控制技术，解决 QP 钢剪切精度难控制、焊缝隐形缺陷难以准确定位及定量判断的难题；(3)发明了以“高稳定性焊机激光焦升调节及导向系统”为核心的焊接装备技术；其包括：激光光模调节技术、激光焦升高精度匹配调节技术、高稳定性焊机激光焦升调节及导向系统及设备等一系列相关技术。(4)自主设计开发激光焊机状态数据综合采集分析系统，对激光焊机核心部件参数进行精准采集、智能化趋势分析，实现有效精准把握核心部件状态变化趋势，整个系统实现激光焊机状态的有效把控。 本项目授权发明专利 7 项，认定企业技术秘密 26 项，形成具有宝钢自主知识产权的 QP 钢激光焊接技术及相关装备技术，项目获 2023 年度中国宝武优秀岗位创新成果奖特等奖，近 3 年为企业新增利润 8908 万元。 项目成果经中国科学院上海科技查新咨询中心鉴定项目综合技术达到国际先进水平。
2025256 烧结终点操作控制模型创新应用 马鞍山钢铁股份有限公司//	本项目属烧结技术领域。烧结过程是一个机理复杂、影响因素众多、强耦合、大滞后的动态系统，很多环节难以建立精确的数学模型来进行控制。本成果针对马钢烧结厚料层生产过程工艺机理的基础上，进行了布料、点火、终点等自动程序的优化与开发，解决了影响烧结过程稳定性的因素。 开发出的烧结过程智能控制系统，采用先进控制技术，结合长期积累的经验对透气性、烧透点和成品成分等关键工艺进行诊断、优化和控制，消除个体差异，达到工况稳定、操作优化的目标，使整个烧结过程处于优化的、稳定的状态，从而使烧结生产在最大效益化的基础上规范化、标准化、科学化。 项目主要内容：(1)烧结布料系统智能控制模型的持续优化：布料的稳定是烧结过程稳定的基础，根据我厂布料系统设计以及设备状况，引入物料均衡控制操作理念，形成均衡烧结混合料仓布料系统及控制方法，建立烧结布料智能控制模型；(2)烧结过程控制系统智能控制模型：烧结终点智能控制系统通过对温度曲线的二次多项式拟合，准确测算烧透点和烧透上升点，通过对烧透点位置的设定，智能控制烧结风量为目标，提高稳定工况下烧结终点的控

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	制精度。智能控制系统分为四个部分进行实施，第一部分烧结点火炉在线微正压保温方法应用；第二部分为烧结透气性指数的开发与应用，第三部分为烧结 BRT 智能控制模型；第四部分为风量分配模型控制系统。 项目特点：(1)实现烧结点火自动控制和调节，属于国内首创；(2)采用一种烧结料层透气性在线判断计算方法，通过离线实际检测获得的多组透气性数据进行有效修正，实现了指导操作目标；(3)提出烧透上升点位置斜率判断法，通过对温度曲线的二次多项式拟合，准确测算烧透点和烧透上升点，通过对烧透点位置的设定，智能控制烧结风量；烧透上升点的横向测算，为料面平整度控制提供数据；BTP 控制模型用于控制烧结机纵向烧透位置，通过烧透位置控制主抽 HZ 数调整、风箱开度调整。(4)实时调整烧结料层水平方向上的风量分配，利用自动控制工具实现烧结风量均衡控制。 应用该技术，马钢 380m^2 烧结机烧结矿质量和经济技术指标不断改善：(1)烧结矿返粉率由原来的 17%左右逐步下降至 11%左右；(2)烧结矿转鼓指数提高了 2.1%；(3)烧结工序能耗由 51.46kgce/t 左右下降至 49.72kgce/t 左右；(4)在大致相同原料条件和烧结矿产量需求保持不变的条件下，烧结负压由 17kpa 水平降低至 15kpa 水平，具有很强的生产适应能力。
2025263 不锈钢冷轧带钢全连续生产线轧制效率提升关键技术开发 山西太钢不锈钢股份有限公司//	该项目属于钢铁材料加工技术领域，项目的关键技术目前属于国际先进水平。 不锈钢冷轧带钢表面精美、性能优良、绿色环保，广泛应用于国民经济诸多领域。太钢不锈钢冷轧带钢全连续生产线首创了“连轧+退火+酸洗+平整+拉矫+纵切”六位一体全连续生产线，产品覆盖 300、400 系不锈钢。与传统生产模式比，具有连续、高效、集约的特点。 全连续生产线效率和成本优势发挥的基础就是稳定运行，而连轧区段就是其核心。自两条产线投产以来，存在连轧机轧制过程不稳定的情况，主要包括带钢头尾跑偏以及动态变规格和钢种时易发生抽断带的问题，检修开轧规格衔接和过渡段控制没有统一标准，焊缝轧制不稳定，以及连轧机乳化液浓度控制不精准的问题。 针对上述问题，通过技术研究主要开展了以下三方面工作：1.基于轧制钢种的特性和连轧机机架静态变形抗力，改进张力控制模型，提高轧制稳定性；发明了预防连轧机抽带的方法，避免连轧机发生抽断带事故，断带次数减少到 0.5 次/月以内，生产效率提升 5%。2.综合考虑连轧机和退火段轧材特性，发明了检修开轧规格衔接和过渡段控制统一标准方法；针对连轧线不锈钢产品品种规格超过 900 个，连轧经常需要生产前后两个钢卷钢种、厚度、宽度存在明显差距的状况，据此发明了焊缝通过连轧机“一减二抬三调整”方法，保证了所有变规格焊缝连续、稳定通过连轧机，生产效率提升 4.5%。3.以钢种特性和循环系统效率为基础，发明连轧机乳化液浓度精准控制方法，实现乳化液消耗下降和表面质量提升双目标，消除表面质量异常停车时间，机时产量提高 0.2 吨/小时。 本项目授权发明专利 5 项。2021 年在太钢两条不锈钢冷轧带钢全连续生产线全面实施，每年可减少轧制故障时间 68 小时；降低乳化液消耗 8.9%，产品质量缺陷降级减少 17.8%。近三年，累计创效 1324 万元。该项目不仅提升了太钢不锈钢冷轧产品的市场竞争力，也助力我国不锈钢工艺技术进步，具有引领和示范作用。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025264 高炉炉热智能闭环控制系统研发与应用 山西太钢不锈钢股份有限公司//	该项目属于高炉炼铁技术领域。 热制度是高炉四大制度中重要的制度之一，是指高炉炉缸所应具有的温度和热量水平，其直接反映炉缸的工作状态，稳定均匀而充沛的热制度是高炉稳定顺行的重要基础。高炉生产中影响热制度波动的因素有很多，主要包含原燃料质量变化、高炉气流波动、高炉炉内操作、高炉出铁状态、设备运行状态等。因高炉具有“黑箱”特性，其生产过程具有不易观测性、大时滞性和复杂性的特点。因此传统炉热控制以人工判断和个人经验为主，对操作者水平依赖程度很高，随着高炉向大型化和现代化的方向发展，监测数据种类和数量繁多，人工操炉的经验偏差和滞后性已经不适应当前高炉的发展。 针对以上问题，提出并开展智能炉热控制系统的研发，重点工作如下：1.依据高炉冶炼炉热控制工艺过程，建立炉热数据采集管理存储体系。2.通过对影响高炉炉热各因素数据的深度挖掘，提炼高炉炉热操作控制的核心算法和控制逻辑算法，在人工智能算法、工艺机理和自动控制方面建立数学模型，并编制适合生产特点的高炉炉热智能闭环控制程序。3.由计算机系统在实际生产中替代工长进行高炉炉热控制，全方位考虑影响因素，精准高效统一各班操作标准，并实现高炉操作的智能化和人工操作的替代。 项目创新点如下：1.开发太钢高炉炼铁冶炼进程仿真模型，实时显示入炉原燃料成分变化、料面形状、冶炼进程等关键工况的数字仿真。2.开发太钢高炉炼铁工艺过程智能炉热控制技术，实现无人干预的高炉炉料结构、渣铁成分、高炉炉热的智能闭环控制。3.开发高炉稳定运行热制度智能诊断系统，通过对高炉数据的深度挖掘，提炼高炉稳定运行评价指标，实现高炉热制度运行状态的诊断与管理。 该项目的应用实现了高炉热制度无人工干预的全过程自动寻优与控制，达到炉热全闭环智能控制，炉热调整迅速，显著提高高炉热制度的稳定性，相同炉况下可降低高炉燃料消耗 5kg 以上，能够幅降低炼钢工序双渣冶炼的情况，，2021 年至今燃料成本降低 3602.57 万元。项目对钢铁行业进一步推动智能化、信息化发展、推动钢铁产品的不断升级进步，提供了一种可借鉴的思路和方法，具有广泛的社会效益及推广应用前景。
2025265 快速匹配高牌号硅钢张力控制技术的研究应用 山西太钢不锈钢股份有限公司//	该项目属于轧钢冷连轧轧制技术领域。 针对高牌号超高牌号无取向硅钢在轧制过程中焊点位置频繁断带，全线张力频繁失张，反应出现有张力控制技术的缺陷，中低牌号硅钢张力控制系统并不能满足高牌号超高牌号硅钢的轧制。解决以上问题，需要分别从全线张力失张和焊缝处张力控制两个方面分析。全线张力分为三大部分：酸洗段、联机活套和轧机段，从一级传动系统入口分别对：酸洗张力拉矫机、联机活套、轧机入口张力辊、三辊张紧辊、激光测速仪、乳液系统以及感应加热 7 种设备和二级信息系统进行控制技术研发。 快速匹配高牌号硅钢张力控制技术的研究应用项目研发内容包括：4 个核心技术，分别是通过微张力原理实现张力偏差和速度的转换、张力拉矫机高牌号硅钢焊缝通过技术、轧机机架间张力补偿技术和高牌号硅钢焊缝通过三辊张力辊张力技术；4 个创新成果从影响张力的其他因素进行分析研究，包括焊缝定位、带钢温度、乳液润滑和二级分配张力等四个方面。 应用推广情况：快速匹配高牌号硅钢张力控制技术的研究应用于 2019 年 1 月正式立项。该项目成功实现了在轧制高牌号及超高牌号硅钢时，全线张力

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	匹配性好、控制精度高、断带率低，且断带后能迅速恢复张力匹配。整套技术于 2021 年 2 月研发完成并投入使用，成为 1450 连轧机组成功轧制高牌号硅钢的关键。 2022 年 8 月，太钢酸连轧机组成为国内唯一能够利用大辊径连轧机组生产超高牌号超薄规格(0.3mm)硅钢产品的机组。2024 年 3 月，该核心技术助力太钢硅钢酸连轧成功试轧出突破机组设计的 0.27mm 高牌号无取向硅钢产品。 通过对标国内同行业先进企业如宝钢、武钢、马钢和沙钢，我们发现，为提升超高牌号无取向硅钢系列产品的生产能力，首钢和宝钢分别投建了六机架六辊连轧作为专业生产线。在此背景下，我单位张小军同志主导的快速匹配高牌号硅钢张力控制技术在产品质量提升和机组稳定运行等方面发挥了积极作用。在传统五机架六辊机组上，采用多种设备改进的成套技术，按照“小改进创造大效益”的思路，实现了“以五搏六”，这一努力为酸连轧机组通过新能源汽车用超薄规格无取向硅钢的生产填补了行业空白。
2025279 稀土复合阻燃剂技术研发及产业化应用 包头稀土研究院//	火安全材料一直是国家重大战略需求。特别是随着我国国家战略的转型和国民经济发展新思路的提出，对高性能高分子阻燃材料的发展与应用提出了迫切需求。但目前部分高分子材料具有极限氧指数低、易燃烧、燃烧速度快、热值高、烟气和有毒气体释放量高和熔滴严重等问题，需要进行阻燃改性，以避免材料燃烧时对人身和财产的危害性。 本项目针对高分子材料阻燃改性需求以及传统阻燃剂中有毒烟气量大、国标锑价格昂贵、非标锑不环保等问题，采用镧、铈等轻稀土元素，围绕稀土与阻燃、抑烟的构效关系，进行了系统研究与产业化应用开发。 通过攻克特殊形貌粒度的稀土化合物的可控合成关键技术，采用可循环的清洁工艺制备稀土功能化合物，并通过表面改性和协同增效等方法，成功制备无卤环保的稀土复合阻燃剂，经和树脂熔融共混，其有效地提高聚乙烯、聚氨酯、尼龙、聚乳酸、聚氯乙烯等材料的阻燃性能、抑烟性能和耐热性能，并改善了熔滴情况。其扩大了轻稀土的应用范围，解决了进口阻燃助剂“卡脖子”技术难题和国标锑的价格和环保难题，并为“两个稀土基地”建设提供强有力的应用端保障。(1)首次合成了有机膦酸稀土化合物。使聚乙烯复合材料的氧指数达到 36.6%，垂直燃烧等级为 V-0 级，180s 平均热释放速率下降 39.7%。(2)首次开发出石墨烯纳米片负载锡酸稀土，使软质聚氨酯泡沫的拉伸强度和压缩强度分别提高 100%和 412%，pHRR(42.2%)、THR(33.3%)和 TSP(75.1%)均有所降低，且 CO_2、CO、NOx 等有毒气体的产生均有显著减少。(3)首次开发出稀土复合阻燃剂关键制备技术，在 PVC 线缆、PVC 输送带、混炼胶中使用，可替代国标锑和非标锑，阻燃性能优异，降本可达到 40%；在聚乳酸中使用，使其氧指数达到 33%，热释放速率峰值和总热释放量分别降低了 43%、20%。 该项目申请国家发明专利 12 项，已授权 7 项，申请日本、欧盟专利各 1 项、柬埔寨专利 2 项；发表论文 6 篇；参与制定团体标准 1 项；研究成果被人民日报等主流媒体报道，经朱美芳院士等五位专家进行成果鉴定评价：项目属于国内领先水平。得到了工信部和内蒙古科技厅项目产业化支持。 经 SGS 检测，稀土复合阻燃剂符合欧盟 RoHS 指令和 REACH 法规要求；无毒环保；经青岛德喜源化工贸易有限公司和江苏本塑新材料有限公司测试评价，稀土复合阻燃剂具有良好的市场应用前景。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
2025280 超晶格系统储氢电极材料研究 包头稀土研究院//	针对“双碳”背景下，发展高效、零排放的氢能技术是包括中国在内的全球重大战略需求，而目前规模化应用的稀土基储氢合金是发展氢能技术的重要材料。应用储氢材料制造的镍氢(MH/Ni)电池、固/H_2 储氢系统可广泛用于新能源(混合动力、纯电动、燃料电池动力)汽车、智能电网储能调峰、通信基站备用电源以及各种便携式电器设备。 20 世纪 60 年末，荷兰飞利浦公司发现了 $LaNi_5$(AB5 型)金属间化合物的储氢性能。作为第一代稀土储氢合金材料，90 年代初，在日本和中国先后产业化，以其为负极材料的镍氢电池成功应用于节能混合动力汽车。但受限于单一的 $CaCu_5$ 结构，其较低的能量密度(理论容量 373mAh·g-1)难以满足日益发展的镍氢电池的需求。 1997 年，日本大阪国家研究所采用烧结法制备出 $PuNi_3$ 结构的 RMg_2Ni_9(2R=La,Ce,Pr,Nd)合金，除包含 CaCu5 结构单元之外，还有储氢量更大的 $MgZn_2$ 结构单元，放电容量突破了 AB5 型的理论容量，标志着高容量特性的第二代稀土储氢合金材料的诞生。2005 年日本三洋公司首次宣布 La-Mg-Ni 储氢合金形成批量化生产，同时实现了高容量和低自放电性能。 为了突破 $LaNi_5$ 合金的理论容量，同时解决 La-Mg-Ni 系合金在制造和使用过程中存在的问题，2014 年以来包头稀土研究院开发了第三代稀土超晶格 La-Y-Ni 体系，实际放电容量超过 380mAh·g-1，气相储氢量可达到 1.49wt%(相应的电化学容量为 399mAh·g-1)，具有良好的循环寿命。该系列合金授权了 25 项中国发明专利，其中包括日本和美国 2 项国际发明专利。 储氢合金最成功的应用是作为镍氢电池的负极活性材料。目前全球投入使用的混合动力汽车(HEV)中有 85～90%使用绿色清洁的镍氢二次电池，以丰田普锐斯为代表。另外雪佛兰的 Chevrolet Malibu、本田的 Honda Civic Hybrid 以及福特的 Ford Escape 中均采用了镍氢动力电池。而在镍氢电池的更新换代中，负极储氢合金电极材料一直是重点关注对象。日益增长的应用需求对储氢合金电化学容量、循环稳定性以及高倍率放电性能提出了更高的要求。
2025281 生物基可降解聚乳酸用稀土改性剂的研发与产业化 包头稀土研究院//	本项目研究属于塑料和稀土的交叉领域。本项目围绕白云鄂博镧铈轻稀土平衡利用问题，响应国家“双碳”目标以及“限塑令”的提出，面向生物可降解高分子的市场需求和配套助剂的技术短板，探索稀土有机化合物、稀土纳米材料、多维稀土材料等稀土新材料的合成及在聚乳酸中的应用效果。 本项目采用高丰度镧、铈稀土元素，通过一定合成技术，攻克特殊形貌粒度的稀土化合物的可控合成关键技术，合成的氢氧化镧纳米晶须，通过熔融共混的方法，达到增强增韧聚乳酸的目的；采用可循环的清洁工艺制备稀土耐热改性剂，有效地提高聚乳酸的成核速率，提升聚乳酸的耐热性能至满足使用要求。经熔融共混，发明高强高韧、高耐热性能的聚乳酸复材料制备方法，首创了生物基可降解聚乳酸用稀土增韧改性剂、耐热改性剂技术，填补了国内空白，解决了进口高端功能助剂“卡脖子”技术垄断难题。(1)首次实现通过不同稀土化合物的可控合成，提高聚乳酸强度和韧性，使聚乳酸的拉伸强度达到 41MPa，断裂伸长率由 10%提高到 310%。(2)首次开发出稀土芳基磷酸盐成核剂，改善聚乳酸耐热性能，将聚乳酸的维卡软化温度由 60℃提高到 150℃，成核速率-半结晶时间 t1/2 缩短 75.10%。 申请国家发明专利 5 项，授权 4 项，申请国际发明专利 3 项；发表论文 6 篇(其中 SCI2 篇)；参与制定团体标准 1 项。经第三方成果评价机构组织院士、

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	专家评价：该科技成果达到国际领先水平。 自主开发的新型聚乳酸材料用稀土功能改性剂，经 SGS 检测，符合欧盟 RoHS 指令和 REACH 法规要求；符合 GB 4806/7-2016 食品安全国家标准，无毒环保；经安徽丰原集团测试评价，改性后的聚乳酸力学性能优于进口 BASF 同类助剂；在江西禾尔斯科技有限公司进行工业试验，制成的稀土改性聚乳酸产品可耐热水 100℃，与进口扩链剂相比，注塑效果相近，可替代进口助剂，同时在浙江海正等国内聚乳酸企业进行了连续工业应用评价，并实现了小样品销售。
2025282 稀土超分子传感材料产业技术开发 包头稀土研究院//	现今，在土壤、废水等物质中检测出越来越多的有机物小分子、重金属离子及挥发胺，这些污染物已经严重威胁到环境以及人身健康，关于这类物质检测的研究引起了越来越多的关注，因此制备出一种灵敏有效检测污染的传感器是非常必要的。在现有多种检测污染物的方法中，基于荧光的化学检测相比于其它复杂的设备有着许多优势，比如具有高信号输出，操作简单，成本低廉，结果可靠等。 本项目设计合成一种新型稀土超分子(分立的稀土四面体笼)材料，并将其制成薄膜用于检测有机物小分子、重金属离子及挥发胺。该稀土超分子材料内部空腔尺寸大，有利于小分子分析物的进出，使四面体笼与分析物分子充分接触，可以有效缩短响应时间，并且降低检测限。
2025283 《钢铁及合金镧、铈、镨、钕、钐量的测定电感耦合等离子体质谱法》 内蒙古包钢钢联股份有限公司//	本项目依据国家标准化管理委员会 2020 年下达的第二批国家标准制修订计划，项目编号为 20202947-T-605。本次修订工作大致分为四个阶段。 第一阶段：2021.3-2022.12，起草阶段。查阅国内外相关标准及文献，制定工作目标、计划及实施程序。对电感耦合等离子体质谱仪进行了工作参数优化、加标回收率实验、精密度和准确度实验，建立分析方法，起草了《钢铁及合金镧、铈、镨、钕、钐量的测定电感耦合等离子体质谱法》标准草案。 第二阶段：2022.1-2022.7，征求意见阶段。2022 年 1 月-4 月，共收到钢研纳克检测技术股份有限公司等 11 家共同实验单位的验证数据，并对数据进行汇总，经标准起草组成员审慎分析，依据 GB/T 6379.2 对数据进行剔除后，再进行统计分析，计算出重复性限 r 和再现性限 R，最终形成《钢铁及合金镧、铈、镨、钕、钐量的测定电感耦合等离子体质谱法》讨论稿。2022 年 6 月就标准征求意见稿和编制说明发送至 44 家相关单位征求意见，截止 2022 年 7 月 18 日，共收到回函 36 家，其中 6 家单位提出了 21 条修订意见，其中大部分予以采纳，7 条未采纳，并按照专家反馈意见对标准进行完善。专家意见及处理结果详细见《意见汇总处理表》，最终形成标准送审稿。 第三阶段：2022.7-2022.8，审查阶段。2022 年 7 月 19 日由钢标准化技术委员会钢铁及合金化学成分测定分技术委员会组织线上审定会。标委会委员及来自各钢铁企业及质检行业等 39 个单位共计 50 名代表出席了会议，其中委员 42 名，委员总数 52 名。会议代表就标准的编制说明书和标准送审稿分别进行了认真细致的讨论，提出了很好的建议和意见，与会代表要求将送审稿按照国家标准的编写要求进行进一步的文字修改和完善。与会代表经过严格、科学、细致的审查，认为起草单位所提交的标准送审材料符合国家标准的编制要求，同意将该项标准送审稿按照本会议纪要的要求进行修改、补充和完善，形成标准报批稿并报送标准化主管部门。 第四阶段：2022.9-2023.3，报批阶段。2022 年 9 月按照审定会专家提出的意

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	见进行编制说明和标准送审稿的修改，并完善了报批所需的其它文件。9 月 13～28 日发起通过性投票，49 位委员参与了投票，委员总数 52 人，均为赞成票。由分委员会将报批材料报送钢标准化技术委员会，待上级主管部门审查批准。
2025294 钢坯低倍组织及缺陷冷蚀检验方法开发应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	项目属于钢制品缺陷检验方法研究，属于金属电化学腐蚀范畴，主要内容是采用低电解腐蚀装置，使用盐酸作为电解液，对钢坯低倍组织及缺陷进行检验。由于电解槽尺寸限制，无法进行 165×400、165×500 板形坯的低倍组织及缺陷检测工作，导致板坯内部缺陷不能及时发现指导炼钢进行工艺调整，影响轧制成品质量。 特点是满足陕西龙门钢铁有限责任公司对 165×400、165×500 板坯低倍组织及缺陷进行检验的需求，原计划购置热酸浸腐蚀装置及配套酸雾处理系统费用 80 万元。考虑到热酸浸腐蚀装置试验过程大量“酸气”挥发对作业人员的职业危害和对环境污染，及设备维护费用较高，因此需开发一种钢坯低倍组织及缺陷冷蚀检验方法对板坯及矩形坯进行检验，达到电解浸蚀或热酸浸方法的试验效果。 项目开展及实施有效减少了试验过程大量“酸气”挥发对作业人员的职业危害和对环境污染，且降低了电能的消耗。项目采用的是酸蚀实验法，这种方法设备简单，操作方便，能清楚地显示材料中所存在的缺陷。因为金属材料的成分和组织不均匀性、物理状态的差别及各种缺陷的存在，在无机酸溶液中造成了试面上许多不同的电极电位，使各部分受侵蚀程度不同。冷酸蚀试验是在室温下进行，适合于不能切割的大型锻件和外形不能破坏的大型机械零件。 本项目主要研究用于我公司生产的 Q195、Q235、HRB400、HRB500 连铸钢坯低倍组织及缺陷冷蚀显示试剂。项目主要应用于陕西龙门钢铁有限责任公司对 Q195、Q235、HRB400、HRB500 钢材用连铸钢坯 165×400、165×500 板坯低倍组织及缺陷的检验。已应用于陕西龙门钢铁有限责任公司生产检验中。
2025295 钢筋混凝土用热轧钢筋人造气氛腐蚀试验方法开发应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	技术领域：本项目属冶金工艺学科学领域。 项目主要内容：通过模拟自然环境，采用中性盐雾、酸性盐雾等方法对各轧线不同规格钢筋进行试验，建立耐锈性评级方法，对陕西龙门钢铁有限责任公司生产的钢筋产品进行耐锈评级，对生产工艺调整提供数据支撑，有效提高钢筋产品耐锈性。 项目特点：研究钢筋锈蚀的机理，为生产工艺调整提供有效的改善措施。此项目腐蚀实验通过制定试验溶液配置、试验温度、试验周期等相关参数组合匹配试验方案，按不同参数组合方案对各规格钢筋进行试验，并对试验方案进行优化；并建立耐锈性评级方法；编写形成《钢筋混凝土用热轧钢筋耐腐性试验标准》企业标准。 推广情况：此项目已在陕西龙门钢铁有限责任公司钢筋生产检验中进行实施且取得了一定的效益。为为生产工艺改进提供可靠依据，公司品牌形象的提升做出了巨大的贡献。
2025296 煤焦标准样品制备 陕西龙门钢	标准样品是指具有一种或多种规定特性且足够均匀和稳定的材料，已被确定其符合测量过程的预期用途。标准样品在研制过程中，按照严格的程序和足够的试验以及数理统计等科学方法证实。其基本属性包括均匀性、稳定性、准确性和溯源性。标准样品的主要用途包括测量系统的校准、测量程序的评

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
铁有限责任公司//	估、给其他材料赋值和质量控制等。 化验室生产检验日常用标准样品是用于控制、校正分析试样结果的标准样品，目前我公司生产检验煤、焦用标准样品来源为外购专业标样生产厂家，国产每瓶标准样品价格在 200-400 元不等，每年购置标样需消耗 24 万余元。业内检验专家指出生产控制用标样一般应是自制的，优点是其元素含量范围、加工工艺应与分析试样一致，从而保证提高分析结果的准确性。自制控样不仅每年可节约购买标样费用 24 万元，而且自制控样的应用及推广还可提高实验室权威性。
2025297 监控 AI 人工智能在检验计量中的应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	1.项目所属科学技术领域：该项目属于人工智能(AI)与检验计量技术交叉融合的科学技术领域。具体而言，它涵盖了机器学习、计算机视觉、数据分析等 AI 技术，以及计量学、质量控制等检验计量技术。 2.主要内容：本项目通过训练 AI 人工智能视频行为分析模型部署在管理人员所在办公室超脑服务器上。通过对违规行为画面监测，视频图片提取、标注、训练成功后将模型导入 AI 开放平台超脑，构建有效的 AI 行为分析模型需要大量高质量的视频照片，这就需要在项目初期花费大量精力进行视频照片的整理和补充。操作过程中的合规视频照片及违规动作进行采集，输入 AI 开放平台进行训练、最终导出模型到支持边缘设备(IPC、NVR)的管理页面导入、下发 AI 模型并完成智能分析任务配置，可实现对质检水测化验室标准化作业过程中人员站位、接打电话、玩手机、做样过程超时等违规行为的及时监测、报警，降低了岗位廉洁风险。 3.特点：①使原有监控系统具备智能监测能力。②监控系统具备学习能力。③能够即时检测出违规动作。④可以根据需要对监测行为规则模型进行增加、更换。⑤对工业生产 AI 智能监控系统应用促进和推广具有较高推广价值，是工业生产中视频监测的前沿引领技术。 4.应用推广情况：AI 智能监控系统的应用促进和推广在工业生产中具有极高的推广价值。其创新性的技术架构与卓越的性能表现，已然使其站在了视频监测领域的前沿，成为引领行业发展的关键技术力量，为整个视频监测行业与工业生产中开辟了新的发展方向与思路，在推动行业技术革新与进步方面发挥着极为重要的引领作用。
2025298 气体差压式流量计作弊防控技术研究与应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	差压式流量计简介：差压式流量计是基于流体流动的节流原理，利用流体流经节流装置时产生的压力差而实现流量测量的。它是目前生产中测量流量最成熟，最常用的方法之一。一般由一次装置(节流装置)和二次装置(差压转换器和流量显示仪表)组成，细分为节流装置、导压管、三阀组、差压变送器、温压补偿原件、流量显示仪表、通讯线缆 7 部分构成。流量测量原理是管道内的流体经过节流装置，在节流装置前、后端产生压差，由差压变送器压将压差转换成对应标准电信号，由流量值显示仪表显示出来，形成瞬时体积、质量流量、累计流量等。 项目拟解决问题：随着科学技术的高速发展，各类能源流体计量技术方面得到了较快发展。然而，在保护生态环境，节能减排、双碳经济类的时代大背景下，在与我公司有着贸易供应/使用的外部协作公司在各种利益的驱动下，会利用各种手段对供/用能的流量计进行作弊，从而以最小的能源消耗代价，换取最大化的产出成效，这给贸易结算能源计量工作带来了巨大挑战，为此项目组通过现场作弊防控技术研究和探索，形成了一套差压式气体流量计作

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	弊防控技术，此技术旨在利用现代化技术手段，杜绝各外部协作公司人员通过各种技术手段导致流量数据异常现象发生，损害我公司供能、用能的经济利益受损。
2025299 车辆智能防碰撞系统 陕西龙门钢铁有限责任公司//	车辆智能防碰撞系统运用了尖端的目标探测、识别、跟踪、定位以及防碰撞技术，专门为地面交通车辆打造了一套驾驶安全辅助系统。这套系统能够帮助驾驶员在繁忙且复杂的道路环境中智能地进行刹车和速度控制，从而减少碰撞事故的发生，显著提升交通驾驶的安全系数。 该项目主要针对工矿企业中的重型运输车辆，通过在车辆上加装一系列主动安全防控硬件设备，包括电磁阀、伺服控制的传感设备以及刹车辅助装置。此外，在驾驶室内安装了 ADAS 主机系统和内视摄像机，这些设备能够通过智能算法对驾驶行为进行分析。系统能够识别出行车过程中诸如吸烟、接打电话、注意力不集中、疲劳驾驶等危险行为，并及时向驾驶员发出提醒。如果驾驶员未能采取主动安全驾驶措施，系统将自动执行紧急制动，确保车辆智能防碰撞功能的实现。
2025300 二维码智能电子地图 陕西龙门钢铁有限责任公司//	二维码智能电子地图项目是一种结合了二维码技术和电子地图服务的创新解决方案。它通过在物理空间部署二维码，使用户能够通过扫描这些二维码快速获取当前位置的详细信息、导航指引以及其他相关服务。 该项目主要服务于不熟悉厂内路线的运输司机，进厂后准确、快速到达目的地。进厂运输司机通过扫描二维码能精准定位料场导航路线，快速调取各个料场的定位，实现运输司机准确到达各个卸料场。通过提升用户的地理位置体验和路线保障，提供更加便捷、智能化的地图服务。
2025301 智能选号系统 陕西龙门钢铁有限责任公司//	智能选号系统主要功能是实现对废钢压块和合金车辆的车号以及所承载的货物件数进行随机选取，确保合金和废钢压块取样的随机性，避免在选样过程中可能出现的人为干扰因素。通过这种方式，我们可以确保选样的公正性和随机性，从而提高整个取样过程的准确性和可靠性。 该软件在启用后，会对进厂的合金和废钢压块车辆所承运的货物进行提前编号。现场人员在启动软件后，软件会根据每辆车所承载的物料数量，随机选取样品编号并进行标记。随后，这些标记好的样品将通过吊运设备进行吊运，然后进行合金取样或压块撕包作业。为了确保数据的完整性和可追溯性，软件所选的样品数据是不可修改的，并且会自动保存在后台数据库中。 通过这种方式，我们不仅提高了取样的效率和准确性，还确保了整个过程的透明度和可追溯性。这款智能选样软件的开发和应用，为我们的合金和废钢压块取样工作带来了革命性的改进，极大地提升了我们的工作效率和产品质量。
2025302 新区转炉煤气无气柜运行改造应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	转炉煤气回收是钢铁生产过程中的一个重要环节，与冶金工程中的炼钢工艺密切相关。通过优化转炉煤气回收系统，可以提高钢铁生产的能源利用效率，降低生产成本，同时也有助于实现钢铁行业的节能减排目标。转炉煤气回收总体来说涉及多个技术领域，煤气作为具有一定热值的气体燃料，其能源回收与能源高效利用具有重要意义，提高转炉煤气回收，减少放散对企业降本增效，环境优化至关重要。煤气回收系统传输又涉及到机械设备的加工制造以及可靠的运维手段，所以对专业技术人员的知识水平、业务能力、领域挖掘深度有了一定的要求。此次新区转炉煤气无气柜运行改造应用不仅在机械加工制造，以及能源与动力工程等方面做出了应用，同时结合企业自身现状

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	解决了面临的煤气回收问题，切实做到了节能降耗，为行业做出了典范。 10 万 m³转炉煤气柜作为公司四大重大危险源点之一，主要承担炼钢新区煤气回收、存储及输送任务，同时煤气柜安全稳定运行在冶金工业方面占据重要作用。我公司十万转炉煤气柜因运行周期长，多方面需检修。以往采取转炉检修期间，制定检修计划，但受生产调控影响，根据检修周期无法制定全面有效的维修方案。 为解决此问题，成立新区转炉煤气无气柜运行回收改造攻关小组，经反复研究讨论，排除各类制约因素，最终提出新区转炉煤气无气柜运行方案，旨在解决“煤气管网系统平衡、煤气回收安全联锁保障、双气柜并联平衡稳定”三个问题，其目的是实现新区十万转炉煤气柜随时检修及检修期间柜前煤气回收问题。 2023 年 12 月 29 日新区转炉煤气无气柜运行创新改造完成，2024 年 1 月 1 日-2 月 5 日新区转炉煤气无气柜投入运行，十万煤气柜检修累计 35 天，彻底解决了皮膜泄漏，柜体腐蚀的隐患。此期间新区转炉煤气经工艺创新改造煤气直接送至十万站区加压机前，柜前煤气放散率为 0%，实现新区转炉煤气全回收，2024 年 1 月 1 日至 2 月 5 日炼钢新区钢产量 379790t，累计创效 490 余万元。 本次新区转炉煤气无气柜运行改造应用的实践成果对冶金行业煤气安全稳定运行具有重要参考价值，能够解决检修过程中的现实问题，对冶金行业降本增效，本质化安全管理具有重要意义。
2025303 棒二冷床蒸汽余热发电应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	陕西龙门钢铁有限责任公司炼钢一区余热发电采用炼钢老区转炉余热蒸汽进行发电，炼钢老区转炉生产达不到满负荷或为间歇性生产，蒸汽产量不稳定，发电机组无法满负荷运行，利用率降低。 为了提高机组发电量，针对棒二线冷床余热蒸汽回收发电，龙钢公司能管中心电气作业区牵头组织规划发展部、设备能源办、轧钢厂、能管中心对蒸汽回收利用概况、存在问题、收益等情况进行了讨论，计划将棒二线冷床余热蒸汽通过原预留 DN200 接口接引至炼钢老区蒸汽管道上，同时安装调节阀及电动阀、流量计等设备设施，以便蒸汽能够在炼钢老区蒸汽压力低时并入炼钢老区蒸汽管道内，用于炼钢一区机组发电。
2025304 超滤膜处理工艺优化研究与应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	脱盐水站采用的是多介质过滤器+叠片过滤器+超滤+一级反渗透+二级反渗透工艺，原水采用地下水+城镇市政中水混合水，水质较为复杂，水中胶体、泥沙、微粒黏泥含量过多。 原超滤系统采用外压式中空纤维膜，运行方式为死端过滤，死端过滤也称为全流过滤，是将原水置于膜的上游，在压力差的推动下，水和小于膜孔的颗粒透过膜，大于膜孔的颗粒则被膜截留。死端过滤随着过滤时间的延长，被截留颗粒将在膜表面形成污染层，使过滤阻力增加，在操作压力不变的情况下，膜的过滤透过率将下降。为了保证超滤膜的产水量，超滤系统的运行压差不断升高，每周需进行一次 8 小时的化学清洗，随着时间的推移，超滤膜有断丝现象，超滤产水水质不断恶化，严重影响后续反渗透系统的良性运行，一级反渗透保安过滤器滤芯使用周期仅为一周，脱盐水生产成本居高不下。 超滤进水中可能含有铁、铝等高价金属的胶体或者悬浮物，也可能存在硬度等结垢倾向，这些杂质可能造成超滤膜的无机物污染。原系统未设置 CEB(维护性化学加强反洗装置)系统，即超滤系统在经过一定的运行-反洗周期后进

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	行的化学加强反洗，在反洗水中投加化学药品(如酸或碱)以提高清洗效果。为改善超滤运行过程中对反渗透系统造成的影响，对超滤运行方式进行优化，一是改变死端过滤为错流过滤运行，在错流过滤运行时，水流在膜表面产生两个分力，一个是垂直于膜面的法向力使水分子透过膜面，另一种是平行于膜面的切向力，把膜面的截留物冲刷掉。在错流过滤透过率下降时，通过降低膜面的法向力、提高膜面的切向力，就可以对膜进行有效清洗，使膜恢复原有性能。错流过滤的滤膜表面不易产生浓差极化现象和结垢问题，过滤透过率衰减较慢，且运行方式比较灵活，既可以间歇运行，又可以实现连续运行。二是设置 CEB(维护性化学加强反洗装置)系统，超滤系统在经过 20 个周期的运行-反洗周期后进行的化学加强反洗，酸洗、碱+次氯酸钠交替进行。
2025305 浇注料钢包打结质量关键技术创新与应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	钢包作为钢水转运、精炼及浇注的关键容器，其质量状况直接左右炼钢工序的稳定运行与成本效益，而钢包内衬浇注质量更是重中之重。传统工艺存在诸多弊端，在钢包浇注料打结环节，人工投料方式弊端尽显，物料分布均匀性差，致使包壁质量参差不齐，疏松分层现象频发，严重削弱钢包的结构强度与使用寿命，给生产安全带来极大隐患。同时，人工操作效率低下，不仅劳动强度大，还难以满足大规模高效生产需求，成为制约炼钢产能提升的关键因素。而在炼钢出钢环节，钢水流冲击包衬，造成巨大破坏，局部侵蚀问题极为严重，钢包被迫下线更换内衬，这无疑增加了生产成本，且频繁的更换操作扰乱生产节奏，严重影响生产连续性。此外，水口、座砖频繁断裂问题对钢包的安全造成极大威胁，始终困扰着行业发展，尤其在冬季低温环境下，该问题愈发突出，频繁的座砖断裂不仅严重危及生产安全，而且导致维修频次大幅增加，维修成本居高不下，成为企业沉重负担。 本项目针对上述难题，创新研发三大核心技术。精心设计钢包均匀给料工具，涵盖地仓、皮带输送、匀料平台、定位楔协同作业，成功实现自动化精确给料，有效解决人工投料的诸多问题。开发异形包胎，通过对包胎结构的优化设计与特殊耐材的选用，能够有效应对钢流冲击侵蚀，显著延长钢包使用寿命。首创分体式座砖，借助独特结构设计与缓冲材料应用，有效缓冲应力，成功防止座砖开裂。 经大量实践应用表明，该项目成果显著提升钢包打结质量与性能，耐材结构致密均匀，有效抵御钢水冲刷侵蚀，包衬厚度一致性大幅提高，包龄从 120 炉提高至 150 炉。座砖断裂情况得到有效控制，有力保障浇注系统稳定可靠。均匀给料工具使浇注效率得到极大提升，减少人工投入，有效降低劳动强度，节约了额外的耐材、烘烤能源成本，兼具经济与环境效益，有力推动炼钢产业绿色高效发展，为炼钢行业技术进步提供强有力支撑，具有极高推广价值。
2025306 微负压引流技术在炼钢工序实践应用 陕西龙门钢铁有限责任公司//	在炼钢生产的精密流程中，钢包作为承载与转运高温钢水的核心容器，其烘烤环节扮演着举足轻重的角色。面对高达 1600℃的炽热钢水，钢包的内衬砖与浇注料必须经过严格的预热处理，即利用烘烤器进行预热，直至达到既定的温度标准，方能安全投入生产使用。这一烘烤过程不仅直接关系到钢水温度的保持与调控，还深刻影响着转炉与连铸工序的稳定运行，是确保整个炼钢流程顺畅无阻的关键一环。 在当前国家大力推行节能减排政策的背景下，钢包烘烤技术的革新与能效提升成为了行业关注的焦点。传统的烘烤技术，尽管在立式、卧式烤包器以及

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	蓄热、富氧、增压等方面的改造上已取得了显著成效，但其节能潜力已近乎挖掘殆尽，难以满足日益严格的能耗标准。特别是采用顶吹式包盖烘烤器时，转炉煤气燃烧后虽经风机加压对钢包包壁、包底进行烘烤，但受限于火焰长度与烘烤效率，热量传递往往呈现由上至下的趋势。这导致包壁温度迅速达标，而包底则需经历长时间的烘烤方能满足要求，形成了包壁与包底烘烤效率的不均衡，进而降低了转炉煤气的热利用率，增加了煤气消耗。 为破解这一难题，本项目创新性地提出了钢包烘烤微负压火焰引流的概念，并成功实现了工业化应用。通过构建微负压环境，将烘烤火焰及热量精准牵引至包底，特别是水口部位，实现了热量自下而上的高效传导。这一革命性的改变不仅解决了传统烘烤过程中火焰热量过于集中于包体上半部分，导致包底、尤其是水口部位升温缓慢、温度偏低、温差过大的问题，还显著提升了钢包整体的升温均匀性，减少了耐材因过烧或侵蚀不同步而引发的安全隐患。 此外，微负压火焰引流技术的成功应用，还极大地提高了煤气燃烧的热利用率，缩短了钢包烘烤时间，有效节约了煤气资源。这一技术的推广与应用，不仅为炼钢行业带来了显著的节能降耗效益，更为推动行业绿色、可持续发展注入了新的活力与动力。 综上所述，学习并掌握先进的节能烘烤技术，对于提升炼钢生产的能效水平、促进节能减排目标的实现具有深远的意义。未来，随着技术的不断迭代与创新，我们有理由相信，炼钢行业的烘烤技术将迈向更加高效、环保的新阶段。
2025307 一种用于大规格直条螺纹钢筋超硬轧辊横肋加工的方法 陕西龙门钢铁有限责任公司//	提升轧辊过钢量是钢铁生产中一项至关重要的任务，轧辊作为轧制过程中的关键部件，其过钢量的增加意味着生产效率的提高、成本的降低及产品质量的稳定。要实现轧辊过钢量的显著提升，首先需要从轧辊的材料选择入手。采用高强度、高耐磨且具备良好热稳定性的材料，如优质的合金钢或特殊的复合材料，能够增强轧辊的耐用性。目前轧钢系统采用 80-85HSD 硬度的高速钢轧辊轧制，过钢量提升效果明显。 先进的制造工艺是保障轧辊质量的关键，高精度的加工设备和严格的工艺控制，能够确保轧辊轧槽月牙槽的精度及表面粗糙度，减少轧制过程中因轧槽月牙槽问题影响直条螺纹钢筋成品外观质量。南通正通 XK9350 螺纹铣床加工硬度为 80-85HSD 的高速钢轧辊时经常出现机床震动大、易崩刀、月牙槽震纹等现象，无法保证成品轧辊月牙槽的精度及表面粗糙度，影响成品钢材的外观质量。 针对此问题，成立攻关小组，对 XK9350 螺纹铣床机械设计结构及各部位机械传动进行研究分析，发现 X 轴、Y 轴刚性不足，大托板中拖板接触面偏小等原因影响铣床整体工艺系统且稳定性差，攻关小组自行研发设计，制作出一台可加工 80-83HSD 硬度以上的超硬轧辊横肋，轧钢系统过钢量也由原来的 200 根提升至 400 根，同时减少轧辊消耗，减轻人员劳动强度，降低轧线换辊频次，提高生产效率，有利于轧线各项指标的提升及对直条螺纹钢筋钢材外观质量起到帮助作用。 目前该项目在陕西龙门钢铁有限责任公司应用 1 年，达到预期效果，可向社会面推广。
2025308 R10m 弧连	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司(简称“汉钢公司”)2#机为 R10 弧连铸机，原生产 165×165mm 方坯，2020 年 8 月份为扩大产品规格，计划兼顾生产

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
铸机无夹持段高效连续浇注矩形坯生产技术 陕钢集团汉中钢铁有限责任公司//	165mm×280mm 矩型坯；弧形连铸机在生产矩形坯时，通常在二冷一段安装 7-11 排密排装置控制矩形坯的鼓肚缺陷。但密排装置结构复杂，设备成本高、安装复杂，漏钢时钢水粘结夹持辊，事故处理难度大；通常连铸机加持段设备成本约 200 万元，生产过程中夹持辊、轴承和框架备件成本高。 本项目通过技术创新，实现 R10m 弧连铸机无夹持段高效连续浇注矩形坯技术。首先，钢水在结晶器内冷却效果差，凝固坯壳厚度薄，且凝固坯壳具备足够支撑钢水静压力之前，二冷水量偏低，受钢水静压力，鼓肚缺陷进一步扩大，形成严重的鼓肚变形。 其次，从鼓肚形成原因入手制定控制措施：(1)提高一次冷却效果：依据各钢种在结晶器内收缩情况，调整铜管倒锥度参数，避免凝固过程中，坯壳体积收缩与结晶器铜管之间产生空隙，影响一次传热效果，调整结晶器铜管到锥度，确保连铸坯在结晶器内冷却时紧贴铜管内壁，提高传热强度和均匀性；根据拉速和连铸坯规格设计专用保护渣，提高一次冷却强度和润滑效果，提高出结晶器的坯壳厚度和均匀性。(2)优化足辊结构：采用小辊、密排方式，增加出结晶器连铸坯的支撑点，控制足辊开口度；(3)阶梯式二次冷却：根据凝固计算公式：坯壳厚 d=k*(L/v)1/2(k 推算坯壳厚度在运行至二冷各段的坯壳厚度，在坯壳厚度满足支撑钢水静压力之前，二冷段全部使用强冷工艺技术，并且依次递减，最大限度控制铸坯鼓肚变形量。(4)连铸机同时为兼顾生产 165mm 方坯和 165mm×280mm 矩形坯，二冷一段对喷淋装置要求不一致，更换规格时，需同时更换喷淋装置，本项目将 165mm 方坯与 165mm×280mm 矩形坯喷淋装置焊接为一体，设计单独的水管接口，将喷淋管切换改为冷却水接口更换，更换时间由 8 小时降低至 0.5 小时，节约时间 7.5 小时。 截止 2024 年 11 月份生产矩型坯 84.05 万吨，拉速由 1.0-1.2m/min 提高至 1.5-1.8m/min，连铸坯鼓度≤3mm(标准≤5.0mm)，在生产效率及质量方面均优于同行业水平。 该技术为原创型技术成果，发明专利一项、实用新型专利两项、陕西省科技厅登记科技成果两项，得到权威高校和设计院：西安建筑科技大学和中冶京城工程技术公司鉴定，该技术已达到国内先进水平。
2025316 锅炉管热处理均匀冷却工艺研究与应用 大冶特殊钢有限公司//	小规格热处理管均匀冷却一直是行业难题，提升热处理小规格管冷却均匀性有助于提高产品质量，均匀冷却能够有效减小材料内部温度差异，使材料内部温度达到均衡，从而提升产品的质量。在金属材料加工中，均匀冷却可以提高产品的韧性、强度等性能，延长使用寿命。同时减少变形和应力，均匀冷却可以减轻金属材料在加工过程中产生的变形和应力，减少质量缺陷。通过均匀化冷却，可以减少材料内部的应力，使制品质量更加稳定。还可以优化机械性能：在热处理过程中，均匀冷却可以提高金属材料的马氏体组织和硬度，提升产品的硬度和耐磨性。此外，均匀冷却还能細化晶粒，改善组织，从而提高工件的机械性能。 冷却对材料性能的具体影响：1.控制组织结构：快速冷却(如淬火)可以使材料形成较硬的马氏体组织，从而提高材料的硬度和强度。2.调整机械性能：通过控制冷却速度和方式，可以调整材料的机械性能，如硬度、强度、塑性和韧性。3.减少内应力和防止变形：合理的冷却工艺可以有效减少材料内部的内应力，防止加工和使用过程中的变形和开裂，确保材料的稳定性和耐用性。

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	实际应用中的冷却工艺选择：在实际操作中，应根据具体材料和所需性能选择合适的冷却方式和速度。例如，制造弹簧时需要通过淬火和回火获得高弹性和韧性；制造刀具时则需要通过淬火获得高硬度和耐磨性通过深入了解冷却在热处理中的作用，可以更好地利用这一工艺来改善和提升材料的性能。1.空冷：空冷是最简单的热处理冷却方式，即让材料自然冷却至室温。它适用于一些对材料性能要求不高的场合，如普通碳钢和低合金钢的热处理。空冷的优点是操作简单、成本低廉，但缺点是冷却速度较慢，可能导致材料内部产生较大的残余应力。2.水冷：水冷是一种快速冷却的方式，将加热后的材料放入水中进行冷却。水冷的冷却速度非常快，能够迅速降低材料的温度，减小残余应力，并提高材料的硬度和强度。水冷适用于一些对材料性能要求极高且需要快速冷却的场合，如高速钢和模具钢的热处理。但需要注意的是，水冷过程中要控制好水温，避免水温过低导致材料产生裂纹和变形。这些冷却方式各有其特点和适用场景，选择合适的冷却方式以及冷却速度对于确保材料的性能和品质至关重要。
2025317 基于高炉停炉煤气全回收降料面至风口技术创新及应用 大冶特殊钢有限公司//	大冶特钢炼铁厂 1#高炉已连续安全运行 13 年，服役期间炉体冷却壁多处破损，给生产安全和正常运行带来隐患。为此，公司按计划于 2024 年 6 月 15 日实施停炉更换冷却壁项目，此次停炉中修旨在恢复高炉性能，保障生产的持续稳定。 鉴于高炉离居民区较近，存在噪音、粉尘污染，同时大量煤气放散威胁周边居民的安全，本着对社会负责，生命至上原则，本次停炉实施全煤气回收，全程零放散。零放散停炉的高难度挑战，炼铁厂专门成立项目领导小组，下设生产工艺、设备、安全保卫、后勤保障四个工作小组，为停炉工作的顺利推进提供了坚实保障，全方位保障停炉工作顺利推进。在停炉过程中，随着炉前渣铁的有序排放，高炉料面稳步下降，现场气氛凝重，停炉团队凭借丰富经验和专业素养，有条不紊地精准下达各项调整指令，确保每个环节紧密衔接、顺利进行。 6 月 14 日 15:38 预休风后复风降料面，至 15 日夜班 1:08，高炉降料面至风口区域，提前约三小时达成停炉目标，整个停炉过程安全、高效且环保，为后续中修工作筑牢根基。最终，当料线降至 23.28 米预定区域时，成功实施休风操作，标志着整个高炉降料面停炉工作圆满收官。 本次停炉采用先进环保技术，实现高顶压操作与 TRT 全程在线发电，实现集团内部首次煤气与压力能全回收，赢得集团和行业专家高度赞誉，达行业领先水平。这一成果不仅为 1#高炉中修创造良好开端，更为大冶特钢高效生产、绿色发展注入强劲动力，也为炼铁行业同类项目提供了成功范例与宝贵经验。
2025322 接箍湿磁粉探伤线智能化改造 天津钢管制造有限公司//	接箍湿磁粉探伤线智能化改造主要涉及无损检测技术和工业自动化和机器人技术领域。 一、主要内容。1.接箍湿磁粉探伤线主要包含 2 台 4000 型湿磁粉探伤机、1 台 6000 型湿磁粉探伤机、1 台 9000 型湿磁粉探伤机、4 台上下料机器人及视觉系统及其辅机设备。2.机器人由机械臂本体、控制及驱动系统和人机交互系统等组成，并具有碰撞检测、过载保护、虚拟墙等安全保护措施。机器人夹爪采取内撑方式，夹爪头部为连杆结构。夹爪表面为软性材质，可在内撑工件时保护工件内螺纹，更好的贴合接箍内螺纹。配备加长杆，可顺利抓

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	取料筐底部的工件。拉杆中部设有浮动接头，抓取时实现自动对中，避免挤碰相邻接箍。3.3D 视觉定位系统采用自主研发 3D 识别算法针对现场较复杂的光照环境进行了针对性优化，环境包容度高，适应各种生产方式需求。 二、技术特点。1.高灵敏度。湿磁粉探伤能够直观地显示出接箍表面及近表面缺陷的形状、位置、大小和严重程度，具有很高的检测灵敏度，可检测的最小宽度可达微米级。2.灵活性与适应性：通过编程和调试，工业机器人可以适应不同的生产环境和任务需求，轻松应对接箍湿磁粉探伤线中的各种搬运场景。3.高效率与高精度：工业机器人能够在短时间内完成大量重复性搬运工作，且定位精确，满足湿磁粉探伤线对工件搬运的精准要求。4.智能化与自主化：先进的工业机器人具备自主导航、自主识别、自主决策等能力，能够自主完成复杂的搬运任务，提高生产线的自动化水平。 三、应用推广情况。1.技术融合：工业机器人在搬运过程中与湿磁粉探伤技术相融合，实现了对工件的高效、精准搬运和检测，提高了整个生产线的自动化和智能化水平。2.市场接受度提高：随着工业机器人技术的不断成熟和成本的降低，越来越多的企业开始接受并采用工业机器人进行搬运作业，特别是在对精度和效率要求较高的接箍湿磁粉探伤线中。3.推动产业升级：工业机器人的应用不仅提高了生产效率和质量，还推动了相关产业的升级和转型，为制造业的高质量发展注入了新的动力。 综上所述，接箍湿磁粉探伤线采用工业机器人搬运具有显著的技术优势和应用前景，随着技术的不断进步和市场的不断拓展，其应用推广范围将进一步扩大。
2025331 圆钢联合探伤系统高精密化技术开发与应用 南京钢铁股份有限公司 //	本项目属于冶金行业无损检测技术领域。 目前我国圆钢无损检测技术与国际先进水平差距较大，红外检测关键部件全部依赖进口，且核心技术对国内封锁；相控阵超声检测设备稳定性不足、调整难度大。此外进口备件成本高、采购周期长，且核心技术掌握在外方手中，检测设备维护难度大。更为严峻的局面是由于涉及到军工产品，红外检测关键备件采购、使用、维护均已逐渐被外方禁止，备件采购不到随时可能造成设备瘫痪停产，成为“卡脖子”问题。本项目基于南钢现有的红外检测、超声检测等无损检测系统，进行专项研发、测试与试验跟踪，成功开发出高精密无损检测关键设备与应用技术，打破国外垄断、实现国产化。 本项目的创新点如下：1.首创性开发出高精密量子红外摄像机及配套系统，检测精度超过国外进口水平，使用寿命达到 20000 小时以上，成功实现国产化替代，为国内首创。2.基于模拟图计算，通过软件读数、公式计算、自动化控制等手段，首创性开发出超声水层式自动调整中心技术，替代传统的机械测量调整技术，调整精度由原来的 1mm 提升到 0.2mm，调整时间由原来的 4 小时减少至 1 小时，调整效率提升约 75%。3.开发出一套超声检测关键部件快速安装调整方法，实时监测各探头的 128 个晶片水层距离，精准测算超声探头位置偏差，实现超声探头高效、高精度安装调整。 本项目成功开发出具有自主知识产权的高精密量子红外摄像机及适配现有无损检测设备的整套系统，并通过了国家冶金工业钢材无损检测中心的设备性能测试审核，检测精度达到 0.2mm*0.2mm*10mm，速度达到 1.2m/s，超过国外进口水平，实现国产化，解决了进口备件采购与维护“卡脖子”难题。同时本项目成功开发出超声水层式自动调整中心技术和超声检测关键部件

项目情况	项目简介(由申报单位提供)
	快速安装调整方法，调整精度由原来的 1mm 提升到 0.2mm，调整时间由原来的 4 小时减少至 1 小时，调整效率提升约 75%，解决了超声设备调整精度不够，稳定性不足，调整难度大等难题，更加适用于现场操作岗位人员进行调整。围绕本项目申请 3 件发明专利，6 件实用新型专利，1 件软著。 通过本项目的实施，新增产值 134096.4 万元，南钢圆钢产品无损检测技术及联合探伤系统高精密化水平取得重大突破，已推广应用至南钢精整厂 5 条联合探伤生产线，同时可推广至国内同类型无损检测设备。目前已连续生产 3 年，满足了高端特钢产品高质量发展需求，提升国产无损检测设备与技术竞争力。