

2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

宽谱系大断面不锈钢连铸关键技术与成套装备

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省科技厅

提名意见：同意推荐

该项目面向国家高端特殊钢自主保障重大需求，提出了宽谱系不锈钢差异化连铸凝固调控方法，热物性预测模型覆盖国标全部 200 余种不锈钢牌号，支撑了国际特有新型氮系及双相高性能节镍不锈钢稳定量产；建立了多品规连铸全域工艺机制，研发了兼容大圆坯、方坯、矩形坯及宽厚板坯生产的不锈钢连铸工艺系统，实现高品质不锈钢“一机多谱”超高柔性制造；研发了极限断面不锈钢连铸核心装备及复杂载荷精度稳态保持技术，结晶器寿命提升 134%、不锈钢铸坯振痕深度 $\leq 0.20\text{mm}$ 、实现免修磨；开发了宽谱系不锈钢连铸数字孪生与知识图谱驱动智能管控系统，实现连铸坯温度的实时动态高保真预测，极限断面板坯缺陷率降低 30%，设备综合能耗降低 20%；多项核心技术填补国际空白。授权发明专利 58 件、软件著作权 23 项，发表论文 56 篇，成果总体达到国际领先水平。项目服务于新能源、海工、核电等战略领域和南极秦岭科考站等重大工程，经济与社会效益显著。

对照陕西省科学技术进步奖授奖条件，提名该项目为陕西省科学技术进步奖壹等奖。

三、项目简介

不锈钢以其优异耐蚀性、高强度、长寿命和绿色可循环属性，是《中国制造 2025》、《“十四五”原材料工业发展规划》与《“十五五”规划纲要》着力重点突破的高端特殊钢，广泛应用于能源化工、海洋工程、核电装备、绿色建筑等国家战略领域。我国不锈钢产量已连续十余年位居世界第一，但此前高品质大断面不锈钢连铸坯长期依赖进口，严重制约了我国先进制造业的供应链安全与自主可控。在国家重点研发计划、国家自然科学基金、省部级课题与国内外重大工程项目支撑下，中国重型院联合多家头部单位，自 2007 起针对宽谱系大断面不锈钢连铸关键技术研发与成套装备研制难题，制定了科学完整的创新计划，开展了“产-学-研-用”协同攻关。

本项目在不锈钢连铸凝固调控方法、“一机多谱”超高柔性连铸工艺机制、连铸核心装备高精度长周期稳定服役技术、数字孪生与知识驱动管控系统四个方面取得了突破性进展：1) 建立了宽谱系不锈钢差异化连铸凝固调控方法，实现了极限断面连铸坯凝固冷却精准控制。2) 构建了多品规连铸全域工艺设计方法，实现了高品质不锈钢“一机多谱”超高柔性制造。3) 研发了极限断面不锈

钢连铸核心装备及复杂载荷精度稳态保持技术，实现连铸机高精度与长周期稳定服役。4）开发了宽谱系不锈钢连铸数字孪生与知识图谱驱动智能管控系统，实现了极限断面不锈钢连铸机全生命周期质量数智化控制。

本项目获授发明专利 58 件，登记软件著作权 23 项，发表学术论文 56 篇。成功研制并投产了不锈钢专用的系列化板坯连铸机 29 机 37 流（出口 6 机 6 流）、方圆坯连铸机 10 机 64 流（出口 1 机 6 流）；首创了“世界范围内第一台一机同时具备生产大断面方坯、圆坯、矩形坯和板坯能力的连铸机”，入选工信部《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2024 年版）》；首创了可生产世界最宽 240mm×3100mm 板坯的双流异宽度不锈钢板坯连铸机。本项目整体装备性能、产品质量、产业化应用规模与国际市场竞争力均处于全球领先水平，显著提升了我国高端不锈钢自主保障能力和国际竞争力，经济与社会效益显著。

四、客观评价

中国机械工业联合会对本项目进行了科技成果鉴定，鉴定委员会形成的鉴定意见为：“该项目技术难度大，创新性强，具有自主知识产权，成果总体达到国际领先水平。”陕西省科学技术情报研究院对本项目技术成果进行了科技查新，查新结论证实本项目全部创新点均在国内外具有新颖性。陕西省机械产品质量监督检测总站有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、通标标准技术服务有限公司等第三方检测机构对本项目专有装备及其生产的不锈钢产品进行了检测，检测结果表明本项目专有装备多项技术指标、不锈钢产品多项性能指标处于国际领先水平。

五、应用情况

本项目形成全系列连铸成套装备矩阵，机型覆盖方坯、圆坯、板坯全品类，适配多规格、多场景规模化生产需求，专有装备与关键技术已在青山控股、东方特钢、广东广青等国内不锈钢头部厂商与 PT Glory Metal 等“一带一路”沿线国家钢铁企业应用。截至目前，国内外累计投产不锈钢专用板坯连铸机 29 机 37 流（出口 6 机 6 流）、方圆坯连铸机 10 机 64 流（出口 1 机 6 流），设计产能覆盖国内不锈钢年产总量>60%、全球不锈钢年产总量>36%，产品实现了新能源、船舶海工、石油管线、核工业、极地科考站等重大工程领域至建筑、家电、医疗器械等民用领域的全覆盖，整体装备性能、产品质量、产业化应用规模与国际市场竞争力均处于全球领先水平。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	振石集团东方特钢有限公司	结晶器液压振动成套装备技术、轻压下技术、自适应冷却技术等	特种不锈钢，设计产能 140 万吨/年	2009.09 至今	陈云 15857362396

2	广东广青金属科技有限公司	结晶器液压振动成套装备技术、轻压下技术、自适应冷却技术、多目标优化闭环实时控制技术	高品质不锈钢，设计产能 210 万吨/年	2012.05 至今	季邦柱 18666269885
3	福建青拓镍业有限公司	全域均冷超长寿命结晶器成套技术、七段式非正弦函数液压振动技术、电磁搅拌-复合压下系统控制技术、多区段自适应冷却技术等	高品质不锈钢，设计产能 290 万吨/年	2013.05 至今	周小明 18006963972
4	福建吴航金属制品有限公司	结晶器液压振动成套装备技术、电磁-复合压下协同技术、自适应冷却技术等	高品质不锈钢等，设计产能 160 万吨/年	2015.10 至今	曹华松 15880403066
5	PT Indonesia Tsingshan Stainless Steel	结晶器液压振动成套装备技术、电磁-复合压下协同技术、自适应冷却技术等	高品质不锈钢，设计产能 200 万吨/年	2017.09 至今	王世逸 15959919777
6	PT Sulawesi Mining Investment	结晶器液压振动成套装备技术、电磁-复合压下协同技术、自适应冷却技术、超长寿命结晶器成套装备技术等	高品质不锈钢，设计产能 100 万吨/年	2018.06 至今	Dedy Kurniawan 00622129419688
7	福建青拓实业股份有限公司	全域均冷超长寿命结晶器成套技术、七段式非正弦函数液压振动技术、电磁搅拌-复合压下系统控制技术、多区段自适应冷却技术、不锈钢热物性预测技术等	高品质不锈钢，设计产能 190 万吨/年	2018.07 至今	奚飞飞 18859359191
8	福建青拓新材料有限公司	全域均冷超长寿命结晶器成套技术、七段式非正弦函数液压振动技术、电磁搅拌-复合压下系统控制技术、多区段自适应冷却技术、连铸数字孪生与知识图谱工艺管控技术等	高品质不锈钢，设计产能 380 万吨/年	2023.03 至今	李鹏 18859369533
9	福建鼎信实业有限公司	全域均冷超长寿命结晶器成套技术、七段式非正弦函数液压振动技术、电磁搅拌-复合压下系统控制技术、多区段自适应冷却技术、连铸数字孪生与知识图谱工艺管控技术等	高品质不锈钢，设计产能 40 万吨/年	2023.05 至今	刘晶 13599802041
10	PT Glory Metal Indonesia	结晶器液压振动成套装备技术、电磁-复合压下协同技术、自适应冷却技术、超长寿命结晶器成套装备技术等	高品质不锈钢，设计产能 100 万吨/年	2025.09 至今	王世逸 15959919777

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种高耐污超高频响数字液压开关阀及工作方法	中国	ZL202111310179.7	2022-06-17	第 5239196 号	中国重型机械研究院股份公司	丘铭军, 洪军, 宁博, 陈国防, 李向辉, 张永锋, 王亚强, 艾春璇, 刘杰
2	发明专利	带有在线标定功能的低功耗液压位置保持系统及控制方法	中国	ZL201810819541.5	2024-08-27	第 7323978 号	中国重型机械研究院股份公司	丘铭军, 郭星良, 艾春璇
3	发明专利	一种在线实时修正板坯断面梯形缺陷的智能装置及方法	中国	ZL201910710967.1	2024-04-30	第 6959159 号	中国重型机械研究院股份公司	王文学, 刘赵卫, 曾晶, 杨超武, 霍跃钦, 史学亮
4	发明专利	一种基于混合标签的鲁棒性标志块及其定位方法	中国	ZL202310951816.1	2025-10-14	第 8360204 号	中国重型机械研究院股份公司	何博;王文学;高琦;史学亮;连天龙
5	发明专利	Continuous casting slab quality predicting method based on extreme learning machine	荷兰	NL2030465	2022-12-24	2030465	北京科技大学	刘青, 陈恒志, 杨建平, 管敏

6	发明专利	一种超纯铁素体不锈钢板坯宽度控制方法	中国	ZL202410273061.9	2025-09-26	第 8304545 号	福建青拓特钢技术研究有限公司, 福建青拓实业股份有限公司	杨庆, 孙勇伟, 江来珠, 茅卫东, 李学强, 王兴, 李俊飞, 刘朋
7	发明专利	一种稳定结晶器铜板冷却水对流换热系数的方法	中国	ZL201910952155.8	2024-02-06	第 6691816 号	中国重型机械研究院股份公司	曾晶, 王文学, 王蓉, 刘赵卫
8	发明专利	侧凹型板坯的连铸生产系统及方法	中国	ZL201610796688.8	2019-02-19	第 3257729 号	山西太钢不锈钢股份有限公司	李建民, 陈洋, 郝国旺, 李宏, 李仲平
9	发明专利	一种基于喷嘴布局的圆坯喷淋冷却水流密度及换热系数的分析方法	中国	ZL202411772328.5	2025-11-25	第 8512992 号	中国重型机械研究院股份公司	连天龙, 余进涛, 霍跃钦, 曾晶, 马玉堂, 米进周, 钟立雯
10	发明专利	浇注不锈钢板坯的扇形段三分节驱动辊、冷却系统及方法	中国	ZL202310167478.2	2024-11-01	第 7487402 号	中国重型机械研究院股份公司	周士凯, 李勤勇, 王文学, 王蓉, 张瑞, 陈征

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
丘铭军	1	总经理	正高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	全面统筹项目整体攻关与技术路线设计，主导关键技术突破、整体方案集成及成果产业化应用。
王文学	2	所长	正高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	主持项目技术路线攻关，牵头核心工艺与装备研发，主持工艺 装备耦合研究、方案设计、试验及工程应用。
何博	3	副总经理	正高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	负责铸流导向装备等核心技术攻关，完成仿真与工业试验及应用推广。
刘青	4	所长	教授	北京科技大学	北京科技大学	完成中间包、结晶器钢液流动行为与铸坯缺陷预测方法研究，参与完成宽谱系不锈钢差异化连铸凝固调控方法研究。
孙勇伟	5	福建青拓新材料有限公司董事长	高级工程师	青拓集团有限公司	青拓集团有限公司	完成新型氮系及双相节镍不锈钢超宽板坯连铸生产工程应用。
孔韦海	6	无	高级工程师	合肥通用机械研究院有限公司	合肥通用机械研究院有限公司	完成应变强化奥氏体不锈钢深冷低温组织性能研究。
林起崱	7	机械学院院长助理、设计所副所长	教授	西安交通大学	西安交通大学	完成辊系滚动接触界面应力分析与装配性能研究。

曾晶	8	无	正高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	完成结晶器七段式振动函数与回旋曲线连续弯矫技术研究。
李建民	9	中国宝武首席科学家	正高级工程师	太原钢铁（集团）有限公司	太原钢铁（集团）有限公司	完成侧凹型板坯的连铸生产系统及方法研发，完成核电用不锈钢成分、第二相与夹杂物控制技术开发。
连天龙	10	无	高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	完成结晶器、二冷区温度场及分区段冷却智能控制软件开发。
肖红	11	技术总监	正高级工程师	湖南中科电气股份有限公司	湖南中科电气股份有限公司	完成浸入式水口电磁搅拌与辊式电磁搅拌装备研制。
周士凯	12	无	高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	完成多牌号不锈钢高温测试研究，完成扇形段冷却装备研制。
刘福海	13	无	研究员	北京科技大学	北京科技大学	完成多导流孔挡墙布置对五流非对称中间包流场的影响研究。
杨庆	14	主任工程师	工程师	青拓集团有限公司	青拓集团有限公司	完成超纯铁素体不锈钢板坯宽度控制方法开发与工程应用。
霍跃钦	15	电气室主任	高级工程师	中国重型机械研究院股份公司	中国重型机械研究院股份公司	主导开发不锈钢连铸过程控制系统。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

完成单位	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献
中国重型机械研究院股份公司	1	作为项目牵头完成单位，全面统筹项目整体攻关与技术路线设计，主导宽谱系大断面不锈钢连铸关键技术突破与成套装备研发，完成结晶器、铸流导向、扇形段等核心装备研制及连铸过程控制软件开发，牵头工艺与装备耦合研究、试验验证及工程应用推广。
合肥通用机械研究院有限公司	2	完成应变强化奥氏体不锈钢深冷低温组织性能研究，为宽谱系大断面不锈钢连铸装备关键零部件材料与服役性能优化提供重要技术支撑。
西安交通大学	3	面向极限断面不锈钢连铸核心装备及其配套设备，构建了全生命周期服役性能驱动的装配界面与连接工艺一体化协同优化设计方法，构建了不锈钢连铸装备中关键零部件高性能装配连接设计技术，参与了极限断面不锈钢连铸核心装备及其关重件的顺利研发。
北京科技大学	4	参与完成了宽谱系不锈钢凝固模式-相变机理协同驱动的热物性数据库与预测方法的构建、极限断面下宽谱系不锈钢连铸多物理场-多相流-多介质耦合机理的解析、极限断面不锈钢连铸坯凝固缺陷控制与成分-组织均质化协同调控理论及方法的建立等研究工作，为项目相关关键技术的研发和顺利实施提供了重要的技术支持。
太原钢铁（集团）有限公司	5	完成侧凹型板坯的连铸生产系统及方法研发，完成核电用不锈钢成分、第二相与夹杂物控制技术开发，为宽谱系大断面不锈钢连铸工艺稳定与铸坯质量提升提供技术支撑。
青拓集团有限公司	6	完成新型氮系及双相节镍不锈钢连铸生产工程应用，开发超纯铁素体不锈钢板坯宽度控制方法并实现工程应用，推动宽谱系大断面不锈钢连铸技术成果在企业的规模化落地。
湖南中科电气股份有限公司	7	完成浸入式水口电磁搅拌与辊式电磁搅拌装备研制，为宽谱系大断面不锈钢连铸坯质量提升提供电磁冶金关键技术装备支撑。

九、完成人合作关系说明

第1完成人丘铭军全面统筹项目整体攻关与技术路线设计，主导关键技术突破、整体方案集成及成果产业化应用，与第2、7完成人合著论文，与第2、3、7、8、10、12、15完成人长期共同立项。

第2完成人王文学主持技术路线攻关，牵头核心工艺与装备研发及工程应用，与第1、3、8、10、12、15完成人合著论文或共同完成知识产权。

第3完成人何博负责结晶器、铸流导向装备核心技术攻关与推广应用，与第2、8、10、12、15完成人合著论文或共同完成知识产权。

第4完成人刘青完成中间包、结晶器钢液流动行为与铸坯缺陷预测方法研究，与第1、2完成人共同立项。

第5完成人孙勇伟为项目专有装备应用方，完成新型氮系及双相节镍不锈钢连铸生产工程应用，与第1、2、3完成人长期产业合作，与第14完成人共同完成知识产权。

第6完成人孔韦海完成应变强化奥氏体不锈钢深冷低温组织性能研究，与第1完成人共同立项及产业合作。

第7完成人林起崙完成辊系滚动接触界面应力分析与装配性能研究，与第1完成人合著论文。

第8完成人曾晶完成结晶器振动函数与连续弯矫技术研究，与第2、3、15完成人共同完成知识产权或合著论文。

第9完成人李建民完成核电用不锈钢成分、第二相与夹杂物控制技术开发，与第1、2完成人开展产业合作。

第10完成人连天龙完成结晶器与二冷区冷却智能控制软件开发；与第2、3、8、15完成人共同完成知识产权或合著论文。

第11完成人肖红完成浸入式水口与辊式电磁搅拌装备研制，与第1、2完成人开展共同立项及产业合作。

第12完成人周士凯完成多牌号不锈钢高温测试与扇形段冷却装备研制，与第2、3完成人共同完成知识产权。

第13完成人刘福海完成五流非对称中间包流场影响研究，与第1完成人共同立项。

第14完成人杨庆完成超纯铁素体不锈钢板坯宽度控制方法开发与工程应用，与第5完成人共同完成知识产权。

第15完成人霍跃钦开发不锈钢板坯、方圆坯连铸过程控制系统，与第2、8、10完成人共同完成知识产权。