

项目情况简介（省科学技术进步奖）

1. 项目名称

650MPa 级高强抗震钢筋关键技术开发及产业化应用

2. 推荐单位

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司

3. 推荐意见

“650MPa 级高强抗震钢筋关键技术开发及产业化应用”整体技术达到国际领先水平，是国内最高强度级别抗震钢筋在钢筋生产及建筑工程领域的率先示范，有力推动并将引领国家建筑行业绿色、低碳、环保、高质量发展，特推荐申报陕西省科技进步奖一等奖。

4. 项目简介

本课题开发的 650MPa 级高强抗震钢筋应用于房建、公路、桥梁、隧道、厂房等混凝土结构建筑物等领域，随着经济的发展和科技进步，高强抗震钢筋的应用范围将更加广泛，为各行各业的发展提供更加坚实的支撑。

探明高强抗震钢筋的强化机理及抗震性能的影响因素，探明高强抗震钢筋热轧过程组织演变规律，掌握复合微合金化技术对细晶强化和析出强化的作用机理，获得提高钢筋强度和抗震性能的技术原理和方法，使钢材的强韧性综合力学性能大幅提高，并通过晶粒尺寸的有效控制，实现钢材屈服强度 $\geq 650\text{MPa}$ ，抗屈比 ≥ 1.25 。通过优化工艺，提升钢筋性能合格率，促进工业化

试制和工艺技术的推广应用。

本课题利用钒、铌等微合金元素提高螺纹钢强度指标的技术原理为：

（1）复合微合金化技术对细晶强化和析出强化；

（2）掌握控制热轧过程纳米相析出的技术原理和方法，有效发挥纳米析出相细化晶粒、析出强化效果，实现钢材力学性能提升；

（3）通过控制轧制及轧后控制冷却工艺实现钢筋组织调控，提高钢筋强度和抗震性能。

5. 客观评价

650MPa 级高强钢筋整体技术达到国际领先水平。该项目通过对超高强抗震钢筋强化机理及抗震性能、热轧过程组织演变规律、热轧过程 M(C, N) 纳米相析出规律的研究，采用复合微合金添加技术，富氮碳氮化合物沉淀强化控制技术，高强韧性与高抗屈比在线组织性能调控技术，解决了 650MPa 级高强钢筋热轧态抗震性能合格率低、反向弯曲断裂、建筑工程应用缺技术支撑问题，实现 650MPa 级高强钢筋工业化生产及建筑工程项目应用；是国内最高强度级别抗震钢筋在钢筋生产及建筑工程领域的率先示范，有力推动并将引领国家建筑行业绿色、低碳、环保、高质量发展。

6. 应用情况

项目实施以来，陕钢集团汉中钢铁有限责任公司完成了

650MPa 级高强钢筋强化机理基础研究、加热炉均匀化过程奥氏体晶粒长大与析出相回溶研究、轧制过程中组织演变规律研究、高强钢筋及工程应用相关实验研究，研制了一整套 650MPa 级高强钢筋的配方、生产工艺、检验方法，实现了 650MPa 级高强钢筋工业化试制，并在陕西龙门钢铁有限责任公司推广生产。产品应用于养老院、消防救援训练基地、物流中心等项目，在工程应用中带来了显著的经济效益和良好的社会效益。项目已推广应用至龙钢公司。

主要应用单位情况如下表：

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 (MW)	应用起止时间	单位联系人/电话
1	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	650MPa 级高强抗震钢筋生成	2631 吨	2023 年-2024 年	黄晶/19991618458
2	陕钢集团龙门钢铁有限责任公司	650MPa 级高强抗震钢筋生成	5286 吨	2024 年-至今	王贺龙/13649235429

7. 主要知识产权和标准规范等目录

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	一种屈强比≤0.8 的 MG500 级锚杆钢及其生产方法	中国	ZL 2020 1 09057 84.8	2021. 10. 26	47513 78	陕钢集团产业创新研究院有限公司	王小东; 支旭波; 李博; 史永刚; 李娜;

								樊宝华; 王兴;成 泽强
2	发明	一种屈强 比 ≤ 0.8 的 MG600 级锚 杆钢及其 生产方法	中国	ZL 2020 1 09040 95.5	2022. 2. 18	49485 68	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	尚巍巍; 史永刚; 王小东; 李博;支 旭波, 李 娜;樊宝 华;王 兴;成泽 强
3	发明	棒线材轧 钢生产中 150 与 165 方坯快速 切换的轧 制方法	中国	ZL 2021 1 04284 47.9	2022. 12. 2	56230 15	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	王兴;房 金乐;支 旭波;李 勇强;许 栋
4	实用新型	一种棒线 材出炉辊 道上的保 温罩装置	中国	ZL 2021 2 08522 09.6	2021. 11. 30	14896 249	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	王兴;陈 宗乐;支 旭波;余 博阳
5	实用新型	一种挂靠 式连铸中 间包工作 层烘烤均 热装置	中国	ZL 2021 2 25336 31.8	2022. 3. 15	16041 614	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	史永刚; 支旭波; 王小东; 陈方;张 泽宇;李 博;李 娜;王仲 凯;姜新 岩
6	实用新型	转炉炼钢 渣样提取 装置	中国	ZL 2022 2 05400	2022. 8. 2	17090 269	陕钢集 团产业 创新研	史永刚; 卢春光; 张泽宇;

				87.1			究院有 限公司	王小东; 王仲凯
7	发明	不同渣系 成分模块 化分类冶 炼品种钢 的生产方 法	中国	ZL 2022 1 02449 39.7	2023. 8. 29	62807 52	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	尚巍巍; 卢春光; 林生秀; 支旭波; 李博;史 永刚;王 小东张 泽宇;樊 宝华;李 娜
8	实用新型	一种扇形 段检修垫 块	中国	ZL 2022 2 27896 62.4	2023. 3. 10	18612 083	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	林生秀; 卢春光; 史永刚; 金培元: 张俊璐
9	实用新型	一种多用 途棒材冷 剪前辊道 盖板装置	中国	ZL 2021 2 25345 63.7	2022. 4. 12	16264 759	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	王小东; 支旭波; 史永刚; 陈方;张 泽宇;王 仲凯;任 媛;陈宗 乐
10	实用新型	一种经济 型高效喂 丝机	中国	ZL 2022 2 04051 49.8	2023. 1. 24	18361 118	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	李强刚; 王兴;成 泽强;金 培元;王 仲凯
11	实用新型	用于处理 钢坯断面 氧化铁装 置	中国	ZL 2023 2 19855 19.0	2024. 2. 13	20463 309	陕钢集 团产业 创新研 究院有 限公司	张萨如 拉;卢春 光;樊宝 华;张俊 璐;李奕

								文
12	发明	硅脱氧 45 钢棒材的生产方法	中国	ZL202 31018 3624. 0	2024. 9. 3	73418 63	陕钢集团产业创新研究院有限公司	尚巍巍; 姜新岩; 王春锋; 卢春光; 王小东; 成泽强; 史永刚 王坤
13	实用新型	基于双环路氩气定位保护的钢水传输装置	中国	ZL 2024 0 13397 35. 2	2025. 4. 1	22690 152	陕钢集团产业创新研究院有限公司	杨宝;尚巍巍;王春锋;李奕文;余博阳;陈宗乐

序号	论文名称	作者	期刊名称
1	650MPa 超高强度抗震钢筋自然时效性能研究	张泽宇、王小东、史永刚、陈方	山西冶金
2	超高强度抗震钢筋反弯断裂研究与改进	卢春光、张泽宇、林生秀、李博、王小东、史永刚、姜新岩	山西冶金
3	超高强抗震钢筋弯曲断裂原因	田伟、李博、李娜、李强刚、林生秀	理化检验-物理分册
4	惰性气体熔融热导法测定高强钢筋氮含量的不确定度评定	林生秀、李娜、田伟	山西冶金
5	700 MPa 级热轧高强盘螺的开发与实践	卢春光、王春锋、王兴、樊宝华	金属材料与冶金工程
6	650 MPa 级高强抗震钢筋锚固试验研究	王春锋、卢春光、王兴、张俊璐、成泽强	四川冶金
7	高强钢筋高温拉伸力学性能对比研究	王小东，支旭波，王兴，黄欢，黄鹏，陈宗乐，周庆辉	金属材料与冶金工程

序号	标准号	标准名称	类别	颁布/修订时间
1	T/SSEA 0275-2023	钢筋混凝土用 650MPa 级热轧带肋钢筋	团体标准	2023 年 3 月 20 日

8. 主要完成人情况

排序	完成人	行政职务	技能等级	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	王春锋	副总经理	正高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责 650MPa 级热轧带肋高强钢筋产品研发与应用项目技术方案的审核、研发计划的协调及质量异议结果的审核等工作。
2	杨召朋	副总经理	高级工程师	陕西钢铁集团有限公司	陕西钢铁集团有限责任公司	负责指导 650MPa 级热轧带肋高强钢筋产品研发与应用项目的炼钢工艺提升。
3	周永平	董事长	高级经济师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责 650MPa 级热轧带肋高强钢筋产品研发与应用项目市场调研的审批、组织协调。
4	张献光	/	教授	北京科技大学	北京科技大学	主导基础理论研究与强化机理解析工作，独创性地整合 Ashby-Orowan 析出强化模型、纳米压痕反算及 B. Jiang 双相强度叠加模

						型。
5	赵志雄	总经理	高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责 650MPa 级热轧带肋高强钢筋产品研发与应用项目炼钢方案的审批、炼钢工艺优化的指导。
6	杜忠泽	/	教授	西安建筑科技大学	西安建筑科技大学	开展 650MPa 级热轧带肋高强钢筋产品研发与应用项目的轧制机理研究。
7	王小东	技术员	高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	开展了 650MPa 级超高强度抗震钢筋强化机理研究，研发方案的编制。
8	周磊	技术负责人	工程师	陕西盛泰达新材料科技有限公司	陕西盛泰达新材料科技有限公司	开展技术推广工作，在技术对接过程中挖掘设计环节存在的实际问题。
9	王贺龙	高级经理	工程师	陕西龙门钢铁有限责任公司	陕钢集团龙门港有限责任公司	负责炼钢微合金强化、氮含量精准控制的工艺研究。
10	向小龙	部长	高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责炼钢工艺技术关键环节的指导，参与工艺技术攻关讨论，研发方案的评审等工作。
11	姜新岩	技术员	高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	在该项目开展的工作中，主要负责组织实施炼钢工序的工艺技术相关工作
12	冯首力	/	博士	北京科技大学	北京科技大学	全程参与 650MPa 级高强抗震钢筋的基础实

						验与机理分析工作。
13	李涛	厂长	高级工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责项目炼钢工序资源协调、调配，负责炼钢工艺重要节点的指导
14	黄晶	科技创新工程师	工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责项目生成的跟进，资料的收集整理。
15	张增卫	技术专员	工程师	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责协作检化验及材料的整理。

9. 主要完成单位及创新推广贡献

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋研发、小试、中试、规模化生产，以及机理研究、质量提升。
2	陕西钢铁集团有限公司	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋工艺的优化提升。
3	北京科技大学	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋的机理研究。
4	西安建筑科技大学	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋的技术工艺优化。
5	陕西龙门钢铁有限责任公司	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋的推广生产、工艺优化，质量提升。
6	陕西盛泰达新材料科技有限公司	负责 650MPa 级超高强度抗震钢筋的下游推广应用及问题反馈。

10. 完成人合作关系说明

650MPa 级高强抗震钢筋关键技术开发及产业化应用项目完成人王春锋、周永平、赵志雄、王小东、向小龙、姜新岩、李涛、

黄晶、张增卫隶属于陕钢集团汉中钢铁有限责任公司，负责项目的研发、生产；杨召朋隶属于陕西钢铁集团有限公司，负责指导项目开展；张献光、冯首力隶属于北京科技大学，负责项目的机理研究；杜忠泽隶属于西安建筑科技大学，负责项目的工艺优化；王贺龙隶属于陕西龙门钢铁有限责任公司，负责项目的推广生产；周磊隶属于陕西盛泰达新材料科技有限公司，负责项目的下游推广应用及问题反馈。6家单位人员共同组成团队合作，联合攻关，共同完成该项目。