

科技进步奖项目公示

项目名称：高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成

一、提名单位：河钢集团有限公司

二、项目简介：

2008年以来，随着宣钢两座2500m³大高炉的投产，标志着宣钢高炉装备实现大型化。虽然近年来在提高高炉喷煤比方面取得很大进步，但高炉用煤技术研究深度不够，仅依靠工业分析指导用煤，缺少煤粉综合内在性能研究，导致高炉在高碱负荷等不利条件下进一步节焦降耗难以实现突破，严重制约高炉喷煤比、焦比等技经指标的优化提升。

为此，2016年河钢宣钢公司与东北大学合作开展“高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成及工业化应用”的技术攻关，对宣钢所使用的喷吹煤进行流动性、喷流性等输送性能和可磨性、燃烧性、爆炸性等理化性能研究，并在此基础上建立了喷吹煤综合性能评价方法，指导喷吹煤的采购和使用，逐步淘汰劣质煤种资源，进一步优化混合煤配煤结构。系统研究基于高碱负荷条件下的碱金属-煤粉-焦炭的相互影响规律及作用机理，并进行了深入的理论分析，填补了高碱负荷下提煤降焦的理论与技术空白，并成功在宣钢高炉上实现高效应用，具备广泛的推广应用价值，可有力促进钢铁行业的“绿色化”持续发展。

本项目在研发过程中形成了多项国内首创的关键核心技术，包括：（1）在煤粉喷吹领域建立了基于不同生产模式的碱金属-制粉性能-喷吹性能-燃烧性能耦合的煤粉动态权重评估体系，综合考虑了碱负荷、煤粉性能及其对高炉冶炼的影响规律，在根据数学方法建立评价打分制度的基础上，可针对不同的生产条件，对煤粉指标项的权重进行动态调整。（2）在焦炭应用领域开发了基于高炉直接还原度的焦炭高效利用技术，科学合理的对焦炭进行综合利用，包括大块焦、焦丁、焦粉的尺寸及其应用。（3）在高炉炼铁领域首创了定量化高炉碱负荷-煤粉-焦炭的交互作用理论体系与关键操作技术，首次采用全系统、全视角的方法将炉料碱金属、煤粉、焦炭行为等内容整合，优化煤粉喷吹方案、焦炭评价指标和使用方案、碱金属的控制与操作方案。（4）在烧结球团领域形成了基于提高烧结矿、球团矿还原性能的综合控制技术，促进高炉间接还原，降低高炉能耗。（5）构建了

高炉渣低碳冶炼控制理论,实现高炉渣镁铝比的最优化控制,提升炉渣冶金性能。

项目实施后三座高炉增煤降焦效果显著,煤比提高约 20-40kg/tHM,基本稳定在 160-170kg/tHM;焦比降低约 10-30kg/tHM,维持在 340-345kg/tHM。跻身国内同级别高炉领先水平。项目成果自 2018 年在宣钢进行了规模化应用后,取得了很好的应用效果和经济、社会效益,累计实现经济效益 5891 万元。达到了科学高效地使用炼铁资源与能源的冶炼目的,具有前景广阔的推广应用价值,推动了炼铁技术的进步和发展,引导了炼铁行业的技术升级。

三、主要完成单位及创新推广贡献

宣化钢铁集团有限责任公司（第 1 完成单位）：承担了“高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成”的基础研究和工业实践。对项目中的系列相关技术的开发以及知识产权保护做了相关工作,并在宣钢成果推广应用。在该项目的现场应用中,积极开展高碱负荷条件下提煤降焦的技术攻关,形成了高碱负荷条件下提煤降焦的理论体系和关键技术。具体工作成果如下：

1、根据宣钢的实际生产情况,对本项目进行立项,提出项目的主要研究内容。全面负责项目的调研、技术路线和实施方案的制定,组织项目实施和成果总结等。

2、主持“基于碱金属影响煤焦性能理论研究的增煤节焦技术开发与应用”的技术研制与开发。

3、优化出适合宣钢生产的煤粉喷吹方案、焦炭评价指标和使用方案、碱金属的控制与操作方案,最终形成定量的高炉碱负荷-煤粉-焦炭的交互作用理论体系与关键操作技术。

4.将本项目应用于宣化钢铁集团有限责任公司,取得了良好的技术指标和经济效益、社会效益。

东北大学（第 2 完成单位）：作为项目第二完成单位,东北大学承担了“高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成”的基础研究和工业实践。对项目中的系列相关技术的开发以及知识产权保护做了相关工作,并将其应用于宣化钢铁集团有限责任公司。在该项目的现场应用中,积极协助宣化钢铁集团有限责任公司开展高碱负荷条件下提煤降焦的技术攻关,形成了高碱负荷条件下提煤降焦的理论体系和关键技术。

四、应用情况及效益情况

关于改善喷煤方面的技术措施主要分为煤粉自身特性和燃烧条件两方面。

(1) 煤粉自身特性。宣钢当前炼铁生产的主要问题是碱负荷较高，煤粉热值与焦炭热值相差较大，导致提煤降焦困难。在使用煤粉动态权重评估体系时，重点关注煤粉的碱金属含量和热值，二者的权重系数根据宣钢的生产大数据统计适当上调 0.10 和 0.17。本项目在该评估模型的指导下，宣钢炼铁厂根据煤粉自身性能积极开展了优化配煤措施。在本项目建立的煤粉动态权重评估体系的指导下，通过以上优化配煤措施，改善了宣钢高炉喷煤的综合燃烧特性。

(2) 燃烧条件。提高风温，既可以提高煤粉燃烧率，又可以保证炉缸温度充沛。宣钢将提高风温作为提煤降焦的主要技术措施之一。尤其是 1 号高炉风温提高约 50℃，2 号高炉风温提高 70-80℃，3 号高炉的送风系统为顶燃式热风炉，炉衬结构较好，风温一直保持较高水平。

2019 年经济效益计算如下：煤粉成本价格按 931 元/吨计算，焦炭成本价格按 2099 元/吨计算。2019 年，1#、2#、3#高炉焦比分别为：346.63 kg/tHM、339.96 kg/tHM、344.83 kg/tHM。

则，降焦成本挖潜额为 28385 万元。

综合考量本项目在高炉提煤降焦过程中的贡献系数为 0.4。

则本项目 2019 年经济效益为：(28385 万元-15299 万元) × 0.4 = 5234 万元。

五、主要知识产权和标准规范等目录

序号	类型	名称	授权号
1	发明专利	一种复热式炼焦炉置换加热的操作方法	ZL 201610276335.5
2	发明专利	一种测定铁矿石软熔透气性的方法	ZL 201710249395.2
3	实用新型	一种圆筒混合机耐磨陶瓷复合衬板	ZL 201920451407.4

六、主要完成人情况

排名	姓名	工作单位	完成单位
1	郑艾军	宣化钢铁集团有限责任公司	宣化钢铁集团有限责任公司
2	姜鑫	东北大学	东北大学

3	沈峰满	东北大学	东北大学
4	李洋	宣化钢铁集团有限责任公司	宣化钢铁集团有限责任公司
5	韩涛	宣化钢铁集团有限责任公司	宣化钢铁集团有限责任公司
6	王中华	宣化钢铁集团有限责任公司	宣化钢铁集团有限责任公司
7	陈俊	宣化钢铁集团有限责任公司	宣化钢铁集团有限责任公司

七、完成人合作关系说明

由宣化钢铁集团有限责任公司、东北大学合作完成的“高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成”项目，属自选课题，以产学研联合开发的方式实施。双方于2017年3月起开展立项，并先后制定了项目技术的研究重点及详细的技术实施方案。项目组成员包括郑艾军、姜鑫、沈峰满、李洋、韩涛、王中华、陈俊等15人，通过项目组成员的共同努力，“高炉精细化用煤及节焦降耗关键技术集成”项目通过了宣化钢铁有限责任公司的科技成果评价。