

河北省工业和信息化厅文件

冀工信钢铁〔2023〕239号

河北省工业和信息化厅 关于印发《河北省钢铁行业先进工艺技术装备 推荐目录》的通知

各有关市工业和信息化局，省冶金行业协会、省节能协会：

为贯彻落实国家《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》《钢铁行业稳增长工作方案》和省政府办公厅印发的《河北省支持钢铁行业创新发展的若干措施》等文件精神，加快推动我省钢铁行业技术装备高端化升级改造，激发高质量发展新动能，我厅经广泛征集、审慎筛选，编制了《河北省钢铁行业先进工艺

技术装备推荐目录》。现印发给你们，请结合实际，切实做好宣传引导和推广应用。

河北省工业和信息化厅

2023年11月1日

河北省钢铁行业先进工艺技术装备推荐目录（32项）

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
1	大型高温高压干熄焦技术	干熄焦大型化与焦炉大型化协同耦合是干熄焦发展的重要趋势。使用惰性气体通过循环风机与红焦进行热交换，热交换后的高温气体进入锅炉产生蒸汽，蒸汽外送发电，经锅炉冷却后的惰性气体经循环风机鼓入熄焦系统循环。本项目系统开展了新一代大型干熄焦及能源高效转换技术研发，建成并实现了260t/h超大型干熄焦长期高效稳定运行。	处理能力：260t/h；焦炭烧损率：0.85%；热效率：85.7%；产气率：0.584t/t。为预防干熄焦余热锅炉过热器高温S腐蚀，干熄焦循环气体H ₂ 含量小于1%，CO含量控制在4%，此时干熄焦烧损率长期稳定在0.52%~0.56%之间。260t/h超大型干熄焦装置的气焦比为1150~1200Nm ³ /t。	技术在印度TATA、越南台塑、山东金能、山西光大等多家企业应用，提升了干熄焦大型化、高效化及长寿化的技术水平。 项目累计产生经济效益37769万元，环境和社会效益显著。2套260t/h干熄焦发电每年可节约标煤16万吨，减少粉尘33万吨、CO ₂ 143万吨、SO ₂ 3.67万吨、NO _x 1.83万吨。2套260t/h干熄焦相比4套140t/h干熄焦，每年减少SO ₂ 538t、粉尘269t、CO ₂ 4712t。	首钢京唐钢铁联合有限责任公司
2	高效节能绿色炼焦技术	高效节能绿色炼焦技术主要通过梯级供给低氮燃烧加热技术(LNCT®)、梯级供给冷端控制技术、加热组合调节技术和新型高效耐材、高效炉体密封技术和装备等组合，实现大容积焦炉的极致节能减排。	1) 梯级供给低氮燃烧加热技术(LNCT®)和梯级供给冷端控制技术实现焦炉煤气加热NO _x 含量不高于300mg/m ³ 、贫煤气加热NO _x 含量不高于150mg/m ³ ，比现有技术改善50%以上；可以有效改善焦饼高向成熟情况，降低炼焦耗热量。 2) 应用特大型焦炉加热组合调节技术和新型高效耐材，显著降低炼焦能耗，实现贫煤气加热炼焦相当	2019年首先应用于首钢京唐二期示范工程，实现焦炉烟气NO _x 浓度显著降低；应用于唐山佳华焦化项目JNX3-70-3型焦炉，实现贫煤气标准加热工况下烟囪废气中NO _x 浓度低于150mg/m ³ ，优于钢铁行业超低排放标准。技术在山西安昆、邯郸钢铁、酒钢等25个项目的61座焦炉中应用，应用产能超过5200万吨/年。	中冶焦耐(大连)工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
			耗热量 $\leq 2480\text{kJ/kg}$ ，焦炉煤气加热炼焦相当耗热量 $\leq 2220\text{kJ/kg}$ ，优于国际先进水平 1.5 个百分点以上。 3)通过高效炉体密封技术和装备，实现炼焦污染物减量排放。实现炉门泄露率 $\leq 1\%$ 。通过提高炉体和护炉设备密封性，减少炼焦无组织污染物排放 10%。		
3	焦化废水回用与零排放技术	本技术的处理对象为焦化废水高浓盐水。该浓盐水经除氟后依次经过软化除硅、超滤、离子交换、纳滤、COD 分离、反渗透、分盐蒸发结晶等处理工序，最终实现废水零排放，产水作为厂区循环冷却水补充水使用；高浓盐水在蒸发结晶单元内产生工业氯化钠和工业硫酸钠两种工业盐产品。该技术实现了焦化废水的资源化，节约了水资源，有广泛的社会效益和适用性。	焦化废水高浓盐水经处理，最终实现废水零排放，产水水质满足《工业循环冷却水处理设计规范》(GB 50050-2017)中再生水水质指标要求。 氯化钠产品盐品质达到《煤化工副产工业氯化钠》(T/CCT002-2019)工业干盐一级标准要求；工业硫酸钠产品盐品质达到《煤化工副产工业硫酸钠(T/CCT001-2019)》A 类一等品标准要求。	应用于河北旭阳能源有限公司，处理焦化废水高浓盐水规模 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，建设投资为 9552 万元；应用于河北华丰能源科技发展有限公司，处理焦化废水高浓盐水规模 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，建设投资为 10906 万元。	中冶焦耐(大连)工程技术有限公司
4	节能热泵蒸氨技术	本技术优化蒸氨操作参数，并用第二类吸收式热泵回收蒸氨塔顶氨汽潜热的节能蒸氨技术来处理焦化剩余氨水，有效解决焦化蒸氨蒸汽耗量高的难题。	以处理 100t/h 剩余氨水、蒸氨废水含氨量控制在 100mg/L 以下、废水冷却至 40°C 再排至生化处理，生产 40°C 、 $18\text{wt.}\%$ 浓度浓氨水为	1) 2019 年山西美锦华盛化工新材料生产有限公司化工新材料生产项目 600 万吨/年焦化工程一期工程，处理剩余氨水 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，较之以往技术，节省蒸	中冶焦耐(大连)工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
			基准,较目前众多焦化企业的常规蒸氨,采用节能热泵蒸氨技术节省41%的低压蒸汽消耗,节约13%的循环水用量,运行成本降低34%,而且工艺运行稳定,每年可节约运行成本700多万元。	汽7.3万吨/年,综合能耗相当于减排CO ₂ 16800吨/年。 2)2019年河钢集团有限公司河钢乐亭化工园区项目EPC总承包项目,处理剩余氨水80m ³ /h,较之以往技术,节省蒸汽4.9万吨/年,综合能耗相当于减排CO ₂ 11200吨/年。	
5	蒸汽法负压粗苯蒸馏技术	本技术通过优化粗苯操作参数、改进脱苯塔塔盘型式,采用负压粗苯蒸馏技术,以降低溶液中各组分的沸点,从而达到降低蒸馏温度、减少热量消耗的目的,能够有效解决焦化粗苯蒸汽耗量高的难题。	正压粗苯蒸馏工艺蒸汽消耗1.5t/t粗苯,采用负压粗苯蒸馏工艺可将蒸汽消耗降至0.8t/t粗苯,节能降耗明显。用于再生的洗油从正压的1%-1.5%热贫油降至0.5%-1%,节省了洗油耗量。蒸汽法负压粗苯蒸馏技术较目前焦化企业的正压粗苯工艺,节省50%的低压蒸汽消耗,节省25%的循环水用量,运行成本降低16%。工艺操作简单、安全性高、运行稳定,无燃烧尾气排放。	1)应用于首钢京唐二期焦化工程,该项目于2019年全负荷投产,运行稳定。 2)应用于马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司(南区)净化系统合并项目,该项目于2019年全负荷投产,运行稳定。 3)应用于中天绿色精品钢项目焦化工程,该项目于2021年全负荷投产,运行稳定。	中冶焦耐(大连)工程技术有限公司
6	焦炉地面协调控制系统	焦炉车辆地面中控系统负责协调管理焦炉各车辆的正常运行,上升管翻板、煤气翻板、高低氨水自动切换;上升管放散自动点火;焦炉机侧、焦侧除尘风机高低速度切换,包含焦炉出炉计划的编	地面协调中控系统功能:1)通过地面中控系统,建立各个车辆的联锁;2)中控室将推焦装煤计划编辑下载发送到各车辆;3)推焦车自动进行对位、推焦、取门、炉框	焦炉车辆炉号自动对位。车辆实现手动操作、单元操作、单元自动操作、全自动操作、多炉操作模式。 导烟车自动实现上升管翻板、煤气翻板、高低氨水自动切换;上升管放散自	河北华丰能源科技发展有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		辑与发布、车辆状态在线监测以及各车报警信息的提示、记录等功能，达到设备位置可视化、各大车设备状态可视化、工作进度以及工作完成情况记录化、对故障进行有效归档，实现无人操作有人值守模式。	清理、启动机侧除尘风机高速运行；4) 装煤车自动进行对位、装煤，与捣固机联锁；5) 导烟车自动控制除尘翻板、套筒打开及关闭，上升管翻板、煤气翻板、高低氨水自动切换，上升管放散自动点火；6) 拦焦车实现炉门自动摘、上门，导焦栅前进、后退，自动启动焦侧除尘风机高速运行；7) 焦罐车自动接红焦炭、走行、与干熄焦提升机自行对接；8) 归档数据查询推焦历史记录；9) 将大车的推焦时间、装煤时间、推焦电流、装煤电流等数据、操作动作限位及开关自动记录到中控自动归档，方便推焦历史记录及故障查询。	动点火。焦炉机焦侧除尘风机自动高低速切换。车辆网络通讯自诊断功能，报警信息自动报送。 装煤车与捣固机联锁。实现无人操作有人值守。	
7	新型绿色高效大焦炉	本技术基于焦炉长寿和减少无组织排放，借助于结构力学和材料力学理论及结构设计原理，进行新型炉体结构、耐火材料和护炉铁件开发和优化；基于炼焦生产超低排放和节能低耗，从煤焦转化、加热煤气、烟道废气及高温荒煤气的物质流和能源流角度，借助于流体力学、传热学、燃烧学、炼焦化学等理论	该技术根据用户配煤指标、燃料特性、产能以及气候、占地等条件为用户量身定制焦炉。目前根据国内不同用户需求开发设计了7m顶装焦炉、7.3m顶装焦炉、7.6m顶装焦炉、6.25m捣固焦炉、6.73m捣固焦炉、7.15m捣固焦炉等系列炉型。与传统焦炉相比，吨焦耗煤气	山东钢铁集团日照有限公司4座7.3m顶装焦炉2017年投产。1) 焦炉废气 $NO_x \leq 100mg/Nm^3$ 、 $SO_2 \leq 30mg/Nm^3$ 、颗粒物 $\leq 10mg/Nm^3$ ，满足钢铁企业超低排放标准要求。每年减排 CO_2 10.4万吨、粉尘157.68吨、 SO_2 473.04吨、 NO_x 2444.04吨。焦化区域职业病危害因素各项检测结果均远低于职业接触限值，	山东省冶金设计院股份有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		和先进的过程仿真软件平台及火焰分析模型进行三维立体优化设计,进行炉体结构优化、空气分段助燃控硝燃烧、焦炉非对称式烟道、单炭化室压力调节、焦炉智能化等技术研究,取得创新性成果,完成多个工程项目的设计与建设,并在工程中实现全套技术集成。适用于大型顶装焦炉和捣固焦炉的建设。	量可降低约 20m ³ ,吨焦废气排放可降低约 140m ³ ,吨焦 CO ₂ 排放可降低约 18m ³ ,吨焦 NO _x 可降低约 45%,吨焦效益增加约 42 元。	焦炉区域无组织污染物排放得到有效控制。 2) 炼焦耗热量低,达到《大容积焦炉状况等级评定标准》规定的特级炉标准。经过第三方热工评定,混合煤气加热时炼焦耗热量 2390kJ/kg. 7%H ₂ O (特级炉标准≤2520kJ/kg. 7%H ₂ O)。 3) 配煤成本降低,焦炭质量好。同等焦炭质量条件下的优质炼焦煤减少 14%-23%,焦炭质量指标为:M40:90.5%、M10:5.5%、Ad:12.20%、St,d:0.65%、CRI:19.5%、CSR: 72.2%,满足 5100m ³ 大高炉的使用要求。	
8	烧结环冷机余热梯级利用技术	环冷机热烟气温度随冷却矿料从落料口到出料口由高至低递减,依据“温度对口、梯级利用”原则,在不同风温位置设置不同参数的余热回收装置,以达到环冷机余热梯级利用的目的。一、二段高温烟气设置余热锅炉,所产蒸汽送至汽轮机作功。三段中低温烟气,可设置效率较高的 ORC 发电装置。后部烟气余热可用于热风烧结、串级利用等。以余热极致利用和废气零排放为目标,重点突破烧结矿高效冷却、中低温余热提质	环冷机一、二段高温烟气设置余热锅炉回收热能产蒸汽,平均烟风温度约 350℃,锅炉换热后的烟气经循环风机回至环冷机下部风箱,以达到烟气的循环利用。中低温段废气采用 ORC 发电技术回收热能,回收后废气可送至烧结机台车面上的热风循环烟气罩内进行利用。剩余的低温段烟气通过旁路管道引入环冷鼓风机循环利用。 采用烧结环冷机余热梯级利用技	1) 北海诚德镍业有限公司工程 132m ² +180m ² 烧结系统余热发电综合节能项目,装机规模为 1 台 132m ² 烧结环冷机余热锅炉,1 台 180m ² 烧结环冷机余热锅炉(外加 180m ² 烧结机大烟道锅炉)配 1 台 12MW 带补汽的低温冷凝汽轮发电机组。汽轮发电机平均功率达到设计功率 12000kW,瞬时功率曾高达 13500kW,高于国内同类项目平均功率 10000kW 水平。 2) 张家港宏昌钢板有限公司 1 号烧结	中冶北方(大连)工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		及高效回收、废气合理串级循环利用、余热品质与利用模式高效匹配等关键技术，在保证环冷机烧结矿冷却效率的基础上，经济性回收低品质的中低温余热，实现环冷机废气无外排、无污染，从而大幅提升烧结的能效和钢铁清洁生产水平。	术后，一、二段高温烟气平均每吨可发电 20kWh；或采用汽电双拖技术，汽轮机直接拖动主抽风机，可实现机械能→机械能的直接转化，降低主抽风机电动机功率约为 82%。低温余热 ORC 发电技术可使每吨烧结矿的发电量增加 4kWh 以上。	机改造工程余热回收项目，装机规模为一台 550m ² 烧结机配套余热回收装置。在烧结机运行频繁波动工况下，锅炉中低压产汽量仍然达到平均 80t/h，达到同类型项目下先进水平，达到节能减排目的。	
9	分层供热 低碳富氢 烧结技术	该技术是一种依靠点火深度调节上层供热、依靠保温强度调节上中层供热、依靠燃气喷加补热调节中层供热、依靠蒸汽喷加助燃调节下层供热的合理偏析补热均热烧结方法，主要目的在于通过优化烧结料层供热方式，强化燃料与热量在料层内的合理分布，降低烧结工序能耗，减少烧结工序碳消耗、碳排放及其他污染物排放，并改善烧结矿质量。	本技术与国际先进技术比较：直接配碳量减少 13.5%，工序热耗降低 12.8%，CO ₂ 排放减少 14.78%；烧结矿产量提高 1.94%，返矿率减少 0.84%；NO _x 排放浓度减少 31.7%，CO 排放浓度减少 9.9%。	本技术颠覆了传统烧结模式，且指标先进，同时安装快捷方便、操作简单安全，回收周期不到 1 年。 常州中发炼铁有限公司 550m ² 烧结车间大修改造投产以来，装置运行状况稳定。应用本技术后，每吨矿降本增效经济效益为 21.94 元，每年节约能源消耗和产品提质提产带来经济效益约 12820.8 万元，节能降碳成效显著。	中冶长天国际工程有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
10	低碳高效智慧烧结技术	项目研发了“燃料粒度智能检测技术与装备”“混合料粒度智能检测技术与装备”“基于多源信息的烧结生产指标感知”“烧结过程多目标智能优化”“优化控制+反馈控制方法”“烧结过程水碳风智能控制”“烧结过程燃料粒度智能控制”“点火系统安全智能操控”“烧结机台车智能诊断”“旋转设备状态检测与智能诊断”“皮带智能清料技术与装备”“多源异构数据库系统”“多层软件架构技术”等关键核心技术，构建了烧结过程智能检测、协同优化和智能控制的方法和体系，建立了融合过程智能化、装备智能化和作业无人化的低碳高效烧结智能化技术方法和体系，实现了烧结生产的低碳、智能与高效。	烧结机规模：550m ² 。主要技术指标：工序能耗<40kgce/t，单台烧结机的岗位人数<36人，烧结成品率81%，达国际一流水平。	本应用用宝湛江550m ² 烧结机、沙钢5号和6号450m ² 烧结机。 本项目技术已推广应用至宝武集团、越南和发、韶钢、建龙钢铁等8家国内外钢企12台烧结机系统，提高烧结矿质量、降低能耗效果显著。 以该项目示范运行的宝钢湛江钢铁3号550m ² 烧结机为例，智慧烧结2021年整体投入运行以来，各项经济技术指标显著改善，并达国际先进水平，获2022年度全国节能降耗“优胜炉”。	中冶长天国际工程有限公司
11	高温固体散料余热直接回收技术装备	该技术创新了高温物料余热回收的换热方法，无需引入风/水等二次换热介质，通过物料自重装置内向下缓慢流动，过程中锅炉受热面管将高温颗粒降温的同时，直接吸收显热转变成高品质过热蒸汽。该技术减少了传统技术多级换热的热损失，避免了传统风冷时所产生的粉尘、噪声污染，同时球团抗压强度、	热回收效率达到80%以上，系统自耗电率小于10%，排料温度长期稳定在90-120℃。	磐石建龙钢铁有限责任公司应用高温固体散料余热直接回收装置回收（68万吨/年）球团显热，2022年5月1日正式投产运行，连续稳定运行至今。锅炉蒸发量：7.54t/h，蒸汽参数：360℃，1.8MPa。球团抗压强度、碎球率和还原性等理化指标均得到较大幅度改善。碳减排1.81万吨/年，年效益2071万元。	承德建龙特殊钢有限公司、川锅锅炉股份有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		碎球率等指标均有不同程度的改善。该技术具有余热利用率高、自耗电量低、净发电率高、污染小等特点。			
12	大型带式焙烧机	<p>本项目采用三维数值仿真及有限元分析方法，系统研究了大型带式焙烧机球团工艺的优化设计和精准控制体系，自主研发了一系列国产核心关键装备如重型台车等，首次开发应用了大型往复式布料机、大型干燥窑、造球盘等主要工艺配套装备。</p> <p>1) 首次自主设计建造国内 400 万 t/a 大型带式焙烧机工艺球团生产线，研究创建完整带式焙烧工艺的工厂设计体系。</p> <p>2) 首次自主设计集成建造国内单机最大 504m² 大型带式焙烧机，研究开发核心工艺设备的关键技术和国产化制造。</p> <p>3) 首次创新研发并应用重型国产化配套工艺装备技术。</p> <p>4) 探索工艺规律，创新操作管理，开发多品种球团生产模式。</p>	原料适应性强、产品多样化；工艺设计合理紧凑、工序能耗低；风机等主体设备寿命长；耐热件损耗小；设备整备简单高效、作业率高；耐火材料寿命长；固体循环系统保护设备减少开机生料；定员少成本低。	<p>首钢京唐 400 万 t/a 球团生产线投产运行以后，主要处理物料为秘鲁高硫磁铁矿，碱金属含量较高。由于带式焙烧机技术性能先进可靠、工艺适应性强、控制调节灵活，可以很好地适应多种物料，因此生产运行平稳顺利，技术指标先进。采用多种原料稳定生产优质球团，完全满足京唐 5500m³ 巨型高炉高效低耗生产的精料要求。</p> <p>研究成果已经推广应用在包钢球团、玉昆球团等多个国内外工程设计、设备供货及工程总承包项目中。</p>	首钢京唐钢铁联合有限责任公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
13	高比例球团高炉炼铁技术	<p>首钢京唐公司从改善球团矿质量、优化原燃料结构配比，优化高炉冶炼制度等方面入手，通过实验室研究与工业试验相结合的方案，探索大型高炉高比例球团(>50%)高效冶炼工艺。该技术的主要创新有：</p> <p>1) 首次在国内大型高炉上实现了50%以上比例球团的冶炼实践，探索了大型高炉高比例球团冶炼规律，形成了相对应的高炉基本操作制度；</p> <p>2) 研究确定了“烧结矿+酸性球+碱性球+块矿”的炉料结构，优化了综合入炉原料结构的冶金性能；</p> <p>3) 制定了适用于大型高炉高比例球团冶炼的入炉原燃料质量控制标准，支撑京唐5500m³高炉高比例球团冶炼工艺的实施。</p>	<p>首钢京唐高炉采用高比例球团冶炼技术后，高炉技术经济指标取得较大进步。其中1[#]、2[#]高炉平均焦比降低18kg/t，煤比提高16kg/t。3[#]高炉在大球比技术的支撑下，投产后焦炭负荷长期维持在5.5t/t水平，平均焦比285kg/t以下，燃料比500kg/t以下，利用系数达到2.3t/(m³·d)以上。</p>	<p>用球团替代烧结矿，CO₂、污染物排放量等降低显著；且球团矿质量优异，具有品位高、强度好、粒度均匀、粉末少等优点，有利于降低高炉渣量和燃料消耗，实现节能减排，对行业具较强推广性。</p> <p>高炉使用高球比冶炼工艺，球团矿比例提高，烧结矿比例减少，球团工艺的烟气排放量要远低于烧结矿，有利于环境保护；同时球团工艺不产生二噁英，环保效益更加明显。</p>	首钢京唐钢铁联合有限责任公司
14	高温顶燃式热风炉	<p>“豫兴顶燃式热风炉”采用悬链线大拱顶预混燃烧室，配置环形交错上喷预混稳焰燃烧器。利用悬链线拱弧和足够的混合燃烧空间以及煤气和空气动量差原理，使煤气和空气沿悬链线拱顶内壁交叉上喷预混折返产生的动量差形成回旋涡流，在燃烧室空间内实现均匀混合，</p>	<p>“豫兴顶燃式热风炉”可实现热效率≥85%、热风温度≥1250℃、吨铁煤气消耗420-500m³/t、吨铁CO₂排放0.5237-0.5389t、NO_x≤50mg/m³。孔砖蓄热体通孔率≥90%。</p>	<p>1) 安装在辛集市奥森钢铁公司炼铁厂，2020年以来运行情况良好。</p> <p>2) 安装在山西通才工贸公司的炼铁厂，2021年以来运行情况良好。</p> <p>3) 安装在临港优特钢产业基地的两套豫兴顶燃式热风炉，2021年以来运行情况良好。</p>	郑州豫兴热风炉科技有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		<p>充分燃烧的混合燃烧工艺。采用凹槽与锥形格孔连通的均压均流蜂窝格子砖蓄热体结构，使高温烟气在格子砖蓄热体内均匀分布的蓄热换热工艺。</p> <p>豫兴顶燃式热风炉预混燃烧工艺适用于悬链线拱顶顶燃式热风炉、蓄热换热工艺适用于各种高炉热风炉。</p>		<p>上述顶燃式热风炉的吨铁煤气消耗420-500m²/t、吨铁CO₂排放0.5237-0.5389t、NO_x≤50mg/m²。</p>	
15	高炉冶炼智能化管控系统	<p>高炉智能化系统为高炉操作者提供切实有效的高炉炉况现象分析及操作建议，确保高炉“高效、低耗、长寿”的生产目标。</p> <p>系统的控制和管理范围主要包括矿焦槽及上料系统、炉顶系统、热风炉系统、本体系统、煤气净化系统、出铁渣系统及其他高炉主工艺系统。</p> <p>本系统从基础级自动化系统采集数据，存储于数据库，通过对这些数据的统计、计算、汇总、分析等一系列专业技术处理，建立物料平衡模型、出铁管理模型、壁体温度监测预警模型、冷却壁水温差监测预警模型、送风制度模型、炉身静压监测预警模型、高炉配料模型、高炉布料模型、数字孪生等，完成对各个工艺系统的实时数据显示、历史趋势显示、</p>	<p>1) 面向高炉多配料因素约束条件的最优成本配料模型，完成最优成本配料及控制指令下发，解决成本非最优问题，降低吨铁成本。</p> <p>2) 研发多维数据串联的高炉原燃料细粒度智能检量模型，解决入炉料粒度不明确的问题，为烧结矿质量预警、高炉操作参数提前调整提供数据支撑。</p> <p>3) 基于深度强化学习的多目标优化高炉布料决策模型，解决布料矩阵选取不合适的问题，促进高炉原燃料入炉全过程精细化、科学化管理与控制。</p> <p>4) 基于数字孪生的高炉可视化系统剖析高炉黑箱，从出铁沟、炉缸炉底、风口回旋区、软熔带、煤气</p>	<p>本系统的示范应用采用基于模式识别的技术，构建的高炉知识库、案例库，可以满足高炉操作经验模糊化、非量化、不断变化的表达方面的需求，在不同操作机制、不同炉容高炉的适应性更广。由此，高炉冶炼智能化管控系统在高炉生产中的指导性和适用性更高，具有很好的推广前景。</p> <p>本技术推广应用至河南安钢周口钢铁有限责任公司、安钢集团信阳钢铁有限责任公司、河北唐银钢铁有限公司等。</p>	中冶东方工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		数据异常报警，以及风口管理、配料管理、报表管理等功能。	流、布料、水温差、热流强度、渣皮生长多个监测维度全面解析高炉内部生产情况。		
16	连铸机重压下技术	宽厚板连铸坯重压下核心装备——ECS扇形段（Enhanced Compact Segment，增强型紧凑扇形段），突破了常规扇形段压下能力不足的瓶颈难题。 单缸压力 $\geq 4750\text{kN}$ ，单位长度压坯力较常规扇形段提升4倍；使用5对 $\phi 390\text{mm}$ 分节辊；配备压力-位移双控制。	1) 重压下过程控制系统的投运率 $\geq 99.8\%$ ——过程控制系统投用率 $\geq 99.9\%$ 。 2) 当生产铸坯厚度规格为 280mm 时，投用重压下过程控制系统后的单段压下量 $\geq 18\text{mm}$ ——总压下量 $\geq 35\text{mm}$ 。	2 [#] 连铸机投用东北大学重压下系统铸坯产品方面：产品的C级率相对稳定，较中冶轻压下系统高8.66%。 现场用东大重压下系统生产的 $1800\text{mm} \times 254\text{mm}$ 规格板坯进行首次轧制特厚板试验，产品规格为 $1840 \times 120\text{mm}$ 。试验钢板内部探伤等级为1级，完全满足性能要求，实现了轧制压缩比为2.11:1的在线正常生产。	唐山中厚板材有限公司
17	废钢预热技术装备	1) 节能型热风炉+废钢预热装置技术：煤气燃烧产生的高温烟气通过管道进入废钢预热装置，与废钢进行充分热交接完成加热过程。此技术热效率高、加热温度均匀、节能环保。 2) 纯氧燃烧技术：废钢加入到钢包或铁包内，通过高效燃烧器煤气在纯氧中燃烧完成对废钢的加热，温度可达 $800-1000^\circ\text{C}$ ，此技术加热速度快，加热	1) 铁包：预热温度可达到 $800-1000^\circ\text{C}$ ，废钢加入量与铁水温度、成份有关，一般为铁水总量的10%左右。 2) 废钢斗：预热温度可达到 $500-600^\circ\text{C}$ ，废钢加入量一般为铁水总量的30%左右。 3) 高位料仓：将高位料仓改造为废钢预热仓，预热可达到	1) 无锡新三洲钢铁高位料仓废钢和辅料预热、废钢斗废钢预热、炉后钢包废钢预热等项目实施后，铁耗降至700kg左右，冶炼周期降低约1.5min，高位料仓辅料消耗及炼钢的渣量大幅降低。 2) 建龙阿城钢铁高位料仓辅料及废钢预热、铁包废钢预热等项目投产后产量增加约5%，原先的轧裂现象基本消除。 3) 福建大东海钢铁高位料仓废钢预热	石家庄巨力工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		温度高。	500-600℃，在炼钢吹炼阶段通过散状料投料口连续加入转炉，加入量一般为铁水总量的10%左右，废钢外形尺寸小于200mm。 4) 钢包：预热温度可达到800-1000℃，废钢加入量与出钢温度有关，如有LF工序，废钢最大加入量可达钢水总量的10%左右。 5) 另外还有高位料仓辅料预热、合金预热等技术装备，此类炉料预热后可为工序补充约15℃的热能。 6) 以上工序如能全部完成预热，综合铁耗能降至550kg以内。	铁耗降低约50kg。 4) 海城钢铁、安阳新普、宝武重庆钢铁、陕西略钢等项目在应用或建设中，节能降本等效果明显。	
18	二氧化碳捕集制备及在转炉炼钢中的利用	使用变压吸附及液化提纯的方法从石灰窑尾气中回收提纯CO ₂ 气体。变压吸附法利用CO ₂ 与溶剂发生化学反应生成不稳定的中间化合物，中间化合物加热连续分解出二氧化碳，溶剂可反复利用。净化后的气体进入PSA进行CO ₂ 提浓，当CO ₂ 气体浓度达到94%左右时，对CO ₂ 进行加压液化提纯达到99.6%以上，液化后的CO ₂ 经过汽化后存储在储罐内，当转炉冶炼时通过管道输送到炼钢车间供转炉进	二氧化碳回收利用装置利用套筒窑排放烟气为原料，采用TSA、VPSA净化工艺，依次经TSA深度净化，一段PSA提浓、二段PSA提浓、压缩净化、液化提纯、气化贮存输送等单元，生产浓度大于99.6%、压力大于2.0MPa的CO ₂ 气体供炼钢转炉使用。	转炉冶炼时在氧气中添加一定量的CO ₂ 可降低射流火点区温度，有效控制铁的挥发及大量烟尘的产生；也可利用CO ₂ 的吸热效应及产生CO气体的反应特性，为脱磷反应提供良好的热力学及动力学条件。采用CO ₂ -O ₂ 混合喷吹可降低炉渣铁损，提高脱磷率，提高煤气热值，增加煤气回收；利用CO ₂ 代替部分氧气、氩气或氮气进行转炉复合吹炼，可降低氧气、氩气或氮气消耗和生产成本。目	首钢京唐钢铁联合有限责任公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		行 CO ₂ -O ₂ 混合喷吹炼钢。		前，京唐公司炼钢厂将回收的 CO ₂ 用于转炉炼钢，提升了冶炼指标，具有一定的经济效益和社会效益。	
19	中厚板超快速冷却技术	中厚板超快冷技术的原理是采用具有一定压力和速度的冷却水流，以一定角度冲击高温钢板表面，在滞止流区域附近发生射流冲击换热，在壁面射流区域随着冷却水沿着钢板表面流动，水流速度逐渐降低，水流温度不断提高，换热方式由射流冲击换热逐步过渡到沸腾换热过程，冷却均匀性和冷却效率大幅度提高。	中厚板超快冷系统分为缝隙喷嘴喷射区域和高密快冷喷嘴喷射区域，由4组缝隙喷嘴+20组高密快冷喷嘴组成，设备有效长度24m，最大冷却宽度3500mm，冷却水压有0.5MPa/0.2MPa两种模式可选，水系统循环水量可达5000m ³ /h，框架形式为整体可提升两段式。	中厚板超快冷技术开发的产品已成功应用于北京大兴国际机场项目、北京国家会展中心二期项目、杭州亚运会主场馆项目、国家芭蕾舞剧院项目等国家重点工程建设。 节约型产品研发方面，采用中厚板超快冷技术生产的低合金高强钢，平均Mn含量降低0.2%左右，吨钢实现挖潜20元。	唐山中厚板材有限公司
20	热轧带钢超快速冷却技术	由于原有层流冷却系统已不能满足管线、高强钢和双相钢等产品品种的开发需要，为充分发挥2250mm热轧生产线的设备能力，实现高强、管线等产品的低成本高性能稳顺生产，增强企业的市场竞争力，热轧部对生产线轧后层流冷却系统进行技术改造，增加前置式超快速冷却系统和后置式超快速冷却系统，更好地实现了高强、管线、双相钢等产品生产。	2250mm宽带钢热轧生产线采用高压密集射流冷却装置，水压0.8-1.0MPa，水量11,264m ³ /h，供水泵采用变频设计，可实现低压下的供水功能。对于3mm厚度带钢，可实现300℃/s及以上的冷却速率。同时可实现大型热连轧线2-25.4mm厚度带钢轧后超快速冷却过程的高平直度板形控制，实现资源节约型、节能减排型低成本高性能热轧板带钢的大批量规模化生产。	2250mm宽带钢热轧生产线超快速冷却系统投入使用已经近9年，期间采用基于超快速冷却的新一代TMCP工艺生产Q345B，同比可降低Mn含量0.5%-0.8%，吨钢成本降低100元以上。普碳钢Q345B的减量化生产，减轻铸坯带状组织程度，减小纵横向性能差异，还降低了碳当量、减少了合金元素用量，同时也提高钢材的韧性和焊接性能。生产高强钢，充分利用细晶强化、析出强化、相变强化等强化机制，降低或无Mo、降低Nb等合金元素，同一合金成分条	首钢京唐钢铁联合有限责任公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
				件下实现了厚规格热轧板带钢的稳定生产，吨钢成本节约 50 元以上。生产管线钢，在降低 Mo 元素的条件下，力学性能满足国标及企业内控标准要求。同时在工艺制度上，终冷温度同比提高 30-70℃左右，很好地改善管线钢的表面质量以及轧制过程的稳顺性。	
21	薄板坯无头带钢轧制技术	本技术依托薄板坯无头连铸连轧线 2+6 或 3+5 的轧机布置模式，结合高拉速薄板坯连铸机、粗轧前后布置的双蓄热隧道炉均温和补热以及配置超快冷的层冷，开发了薄板坯无头薄/超薄带钢批量稳定生产技术，具体包括高拉速下高质量连铸坯稳定生产技术、长周期无头稳定轧制技术和高品质薄板关键技术开发。	设计年产能 220 万吨，配备一台高拉速板坯连铸机，最高拉速 6m/min；与常规热连轧相比，能耗降低≥40%，气体排放减少≥30%，水消耗减少≥12%，节省占地面积≥30%，节省投资≥15%；可轧制厚 0.8-12.5mm、宽 850-1350mm 带钢，薄规格比例≥50%，实现无头轧制、铁素体轧制、以薄代厚和以热代冷，钢种包括汽车结构钢、高强钢、耐候钢、酸洗板、冷轧基料。	目前可正常无头生产≥0.9mm 薄/超薄带钢，≤1.5mm 薄规格产量≥80%，≤1.2mm 占比最高达 45%，月产量≥17 万吨；最大连浇炉数 26 炉，平均连浇炉数 21 炉，漏钢率≤0.2%；产品合格率≥99.8%，成材率≥98.9%；单辊期轧制公里数最高达 208km；同规格产品吨钢成本比 CSP 等降低 165 元，薄规格实现以热代冷。	唐山东华钢铁企业集团有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
22	轧钢加热炉智能燃烧控制技术	本项目是自动化、智能化升级项目，建立在不改变原加热炉主体结构、不改变原有生产工艺的基础上实施的全自动烧钢控制系统。通过空燃比自动调整，炉温优化设定等功能，实现节约煤气，提高加热质量，减少氧化烧损等目的。	节约煤气 3%以上，减少氧化烧损 5%以上（视加热炉情况而定）。	加热炉智能燃烧系统让原来的“粗放型”烧钢转为“精细化”烧钢。已在国内 20 多台加热炉成功投用，包括棒材、线材、型材、板材等产线。炉型有常规炉、蓄热炉及环形炉。节能效果 3%-15%，氧化烧损明显降低。	济南九腾智能技术有限公司
23	型钢智能化高效冷却技术及装备	1) 研发了分段式闭环控制高效冷却工艺和冷却装置，实现了冷却后产品外观无锈渍、斑点，金相组织精准调控。冷却效率是自然冷却的 2.5-3.3 倍，吨钢冷床面积可减少 20%-30%。 2) 基于 3D 扫描装置及控制软件、预弯数学模型、闭环控制手段、自学习算法库的型钢智能闭环预弯控制系统，解决了不对称型钢产品冷却后弯曲问题，将产品矫直前弯曲度稳定控制在 2‰以内。 3) 研发了智能化高效冷却型钢冷床，基于冷床温度场模拟、轧件热变形分析以及生产过程三维动态模拟，提升了冷却效果、解决了预弯小车靴型和兼容性问题，轻轨预弯填补国际空白。达到了冷	该技术对于世界异型型钢生产线长尺高效化生产起到积极的推动作用，对于以 H 型钢产品为代表的生产线，尤其是中大型、超重型型钢生产线，高效冷却技术可显著提高生产效率、降低投资和运行成本，实现绿色、低碳生产；可以提升现有生产线的生产效率和产品质量，降低矫直辊耗和人工成本。	此技术已应用于 8kg/m-30kg/m 长尺轻轨生产线，填补了国内外轻轨长尺预弯生产空白。 应用于永洋特钢精品轻轨线，冷却能力提高了 40%-60%，钢轨类弯曲后降幅达 80%以上，矫直速度从 2.5m/s-3m/s 提高到 4.5m/s-5m/s，轧件表面划伤率降低约 80%。	中冶东方工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		床台面减重 25%，轧件垂直弯曲度 < 0.28%、冷却效率提高 27% 的效果。			
24	标牌焊接机器人	该装备包括标牌制备装置、机器视觉装置、焊牌装置、焊钉输送装置和焊机，机器视觉装置与待标记成捆棒材的端面相对，机器视觉装置的信号输出端与焊牌装置的控制器的连接。焊牌装置包括工业机器人以及安装在工业机器人末端的焊钉夹持机构和标牌吸取装置。焊钉输送装置的焊钉输出端位于焊钉夹持机构的取钉位置，标牌制备装置的标牌输出端位于标牌吸取装置的取牌位置，焊机通过电缆与焊钉夹持机构连接。	1) 解决了钢铁生产企业的成捆棒材端面标牌焊接存在的问题，节省人工成本，提高了生产效率；2) 采用了机器视觉进行定位，利用机器人进行焊牌，并在焊牌完成后进行标牌焊接质量检测，降低标牌漏焊的概率；3) 实现了焊钉的自动上料和标牌的在线制备，准确率高，速度快，提高了工作效率；4) 整套系统使用机器人进行自动焊牌，无需人工干预，有利于提高钢铁产品标签的可管理性，为满足企业日益增长的信息化管理、流程的连贯性和数据的可追溯性奠定了基础。	采用机器视觉进行定位，利用机器人进行焊牌，实现了棒材标牌自动化焊接，不仅大大提高了工作效率，而且可保证焊接质量，降低出现错焊、漏焊、掉牌的概率，从而保证了产品入库信息跟踪和外销信息溯源工作的顺利进行。节省人工成本，提高了生产效率；降低标牌漏焊的概率；提高了工作效率；满足企业日益增长的信息化管理、流程的连贯性和数据的可追溯性奠定了基础。	河钢集团石家庄钢铁有限责任公司
25	“燃-热-电-水-盐”五效一体高效循环利用技术	以 CCGP 发电和低温多效蒸馏海水淡化技术为核心，联合盐碱化工，形成“燃-热-电-水-盐”五效一体高效循环利用。系统遵循能量梯级高效利用的原则，经除尘加压的高炉煤气与加压的空气混合后进入燃烧室进行燃烧，所产生的高温、高压燃气进入燃气透平机组膨胀做功，	109MW 燃机、57MW 汽轮机及 3.5 万吨/天热法海水淡化，系统发电效率达到 48.5%，产水水质 TDS < 5mg/L，造水比 > 5.98，系统整体热效率 81.5%。	“燃-热-电-水-盐”五效一体高效循环利用技术在全世界属首次应用，实现了低端能源的高效梯级利用，为沿海布局的钢铁、电力、石化企业在循环经济、绿色发展上提供了新的解决方案。五效一体技术主要由 109MW 燃机汽机、57MW 汽轮机及 3.5 万吨/天热法海水淡	首钢京唐钢铁联合有限责任公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		燃气轮机带动发电机组发电，同时燃气轮机做功后的排气进入余热锅炉，产生蒸汽后进入蒸汽轮机做功，蒸汽轮机带动发电机组发电，做完功的汽轮机负压排汽（余热）再直接进入低温多效海水淡化装置生产除盐水。发电机组生产的电能输入厂区电网，热法海淡所排出的浓盐水作为膜法海淡的水源提取溴、钾等有用物质，实现海水的综合利用。		化三部分设备组成，2019年12月投入运行。实施后，年发电量达12.55亿度，年生产淡水1450万吨，年外送浓盐水1206万吨，年经济效益1.99亿元。	
26	钢铁全工序高效低能耗环境除尘技术	<p>本技术面向全流程多工序的钢铁企业，开发了集“高效捕集-管网调控-低阻除尘-能耗集控”等为一体的除尘设计与管理技术体系，并同步研发了相关配套装备和智能集控平台。</p> <p>面向物料转运、烧结机尾、焦炉机焦侧及装煤、高炉矿焦槽及出铁场、转炉、精炼、电炉、钢渣处理等过程，重点开发了烟粉尘高效控制与低能耗捕集、除尘管网低阻设计与变风量智能调控、除尘器低阻运行与风机变频调节等关键技术。同时，搭建了全厂环境除尘智能集控平台，实现了实时监测、设备故障诊断、运行状态评估与能源监管等功能。本技术适用于现有及新建钢铁企业除尘</p>	<p>在保证超低排放与岗位环境粉尘浓度双达标的同时，本技术采用低阻、低风量、低能耗设计，相较于传统除尘系统设计，风量优化节约10%以上，总投资额降低10%-15%，系统运行能耗降低20%以上。</p> <p>按1000万吨产能钢铁企业计算，全厂环境除尘节能改造总投资约1-2亿元，改造后每年运行节约0.9亿kWh，按工业电价0.8元/kWh计，年节电效益为0.72亿元。</p>	<p>本技术及信息化平台已成功应用于湛江钢铁全厂除尘、鄂钢铁前除尘改造等项目，并正在宝钢、昆钢、新抚钢等实施应用。</p> <p>1) 湛江钢铁全厂环境除尘总体运营，一期除尘总风量2400万m³/h，装机容量5.6万kW，较常规1000万吨产能钢铁企业，除尘总风量降低11.1%，装机容量节约13.1%，年减排CO₂约6.2万吨。</p> <p>鄂钢1[#]、2[#]烧结机尾除尘改造项目，除尘系统由改造前76万m³/h，优化降低为43万m³/h，总能耗降低43%，年耗电量减少408万kWh。</p> <p>鄂钢1[#]、2[#]高炉出铁场除尘改造项目，除尘系统由改造前110万m³/h、</p>	中冶节能环保有限责任公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		系统改造及运营管理，并根据工艺生产的除尘需求开展专业化设计。		4500Pa，降低为 97 万 m ³ /h、4000Pa，总能耗降低 22%，年耗电量减少 29 万 kWh。 4) 鄂钢东西区焦炉机侧除尘项目，新建除尘系统风量 17 万 m ³ /h，较常规焦炉机侧除尘系统风量节约 15%，运行能耗降低 20%。	
27	多温区 SCR 脱硝催化剂与低能耗脱硝技术	钢铁行业烟气与电厂烟气相比，烟温低、水含量高，尤其是烧结机烟气灰中碱金属含量高。针对钢铁烧结机（球团）、煤气发电烟气特点，华电光大在常规催化剂的基础上做了性能改进：1) 开发了高抗硫、抗水性能的低温脱硝催化剂，降低了催化剂的使用温度；2) 开发了具有高效抗碱金属的脱硝催化剂，在高碱金属含量飞灰烟气中具有优异的活性以及长的使用寿命。	目前国内外市场主要以蜂窝和平板式催化剂为主，因此重点对比蜂窝和平板式催化剂。针对钢铁行业来说，选择平板式催化剂更加适合，催化剂体积量：板式催化剂与蜂窝催化剂相比，缺点是因为比表面积小，同等工况下体量会大，针对这种问题，通过工艺改进、降低节距等手段提高了催化剂的比表面积，缩小了与蜂窝催化剂差距，加上蜂窝催化剂因生产成本低，单价比板式催化剂高，因此两种型式的催化剂总投资基本一样。	在宝钢、柳钢、太钢等应用。 山西太钢不锈钢股份有限公司炼铁厂三号烧结机环保工艺采用“活性炭脱硫脱硝一体化”工艺，烟气氮氧化物排放为 300mg/Nm ³ 以下，氮氧化物排放达不到超低排放标准，所以对三烧机头烟气现有活性炭处理装置进行扩容并新增设 SCR 装置，以满足超低排放要求。三号烧结机配置 1 套低温 SCR 系统，2 台反应器设计，反应器内催化剂层按 3+1 设置。 本项目于 2020 年 2 月投入使用，改造工程实施后，出口氮氧化物排放达到超低排放目标，每年减排 NO _x 1400t 左右；同时，本项目 SCR 装置设计温度 150℃，比原设计温度低 30℃，极大降低了补燃煤气耗量，减少 CO ₂ 的生成。	北京华电光大环境股份有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
28	铜钢复合冷却壁	<p>铜钢复合高炉冷却壁是利用铜的高导热性能和钢的高强度，采用铜钢复合工艺，将二者有机地复合在一起，可使得关键部位分别具有高导热、耐磨、高强度和抗变形等优良性能。</p> <p>由冶金原理和炼铁学的理论出发，结合计算传热学的最新发展，模拟计算并开发了高炉三维热流模型，在炉身下部、炉腰和炉腹超高热流强度区域应用铜钢复合冷却壁，可以强化传热，保护炉衬以延长高炉寿命。</p> <p>铜钢复合冷却壁与传统冷却壁相比，机械强度高，抗变形能力强；冷却效果好，节能降耗；安装要求低，使用寿命长；生产成本低，产品性价比高。</p>	<p>1) 铜钢复合冷却壁水道采用“马蹄形”设计，增大冷却比表面积，强化传热效果。</p> <p>2) 在保证冷却壁抗变形能力的前提下，铜板厚度由纯铜冷却壁的115-125mm减少到60-70mm，大幅提高产品性价比。拉伸试验表明，铜钢复合冷却壁的抗拉强度为311MPa，而铜冷却壁的抗拉强度为200-250MPa。</p> <p>3) 铜钢复合冷却壁安装方便，无过高要求。</p> <p>4) 铜钢复合高炉抗变形冷却壁使用寿命是纯铜冷却壁的2倍以上，节约运行成本和维护费用60%以上。铜钢复合冷却壁采用较为廉价的钢代替了部分价格昂贵的铜，减少铜材使用比例，大大降低了冷却壁成本。</p> <p>5) 铜钢复合冷却壁的传热效率是77486.611W，与铜冷却壁相当。</p>	<p>铜钢复合高炉冷却壁在宣钢、首钢、包钢高炉成功应用。铜钢复合产品因其高性能、长寿命、大量节约贵金属（纯铜）优势和节能环保优势，可大力推广应用于钢铁、有色金属、电力和煤化工等行业。</p> <p>新型铜钢复合高炉抗变形冷却壁的使用，相比纯铜冷却壁每座千立方级高炉可节约成本60%，且相同生产周期可减少一次高炉大修，节约时间30-60天，综合效益可超过6.5亿元。</p>	河北万丰冶金备件有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
29	原料场智能化技术	<p>本技术包含以下三个系统平台：</p> <p>1) 智能无人作业系统：以基础自动化作为底座，通过智能传感与算法模型相结合，驱动多区域重型设备协同无人作业，实现原料的受卸、入库、出库、混匀等功能。</p> <p>2) 数字化料场决策系统：以作业过程中所产生的多源数据作为基础，通过专家分析模型、AI 算法、可视化技术，实现对原料场生产各要素的全面分析评价，并为原料采购提供辅助决策。</p> <p>3) 多维安全防护系统：通过 5G 的高速稳定通讯，将激光雷达、毫米波雷达、定位装置等高精度传感器与多点位视频数据进行采集，通过边缘端与服务端不同安全策略算法的设置，建立虚实结合多维防护体系，保障安全生产。</p>	<p>本技术通过 5G 高速稳定通讯的载体，以激光扫描、高精度传感、海量实时数据的全面采集结合专家模型、AI 算法、三维可视化，实现了：</p> <p>1) 矿煤混合同场、边界模糊等复杂工况下的料堆智能识别与自动取料模型，解决了料堆间边界模糊等复杂工况下料堆精准分割、体积的精准计算等难题，实现了远程自动精准取料和盘库。</p> <p>2) 复杂流程、多干扰条件下柔性生产调度模型，贯通全流程信息，实现了复杂多变环境下的作业智能调度、高效排产。</p> <p>3) 专家系统与 AI 算法相结合的堆垛优化决策模型，优化了物料存放位置，提高了作业效率以及料场空间利用率。</p> <p>4) 高可靠多传感检测与空间防撞于一体的多维安全防护模型，全面保障了作业设备、车辆和人员的安全。</p>	<p>该技术应用于河南安钢周口原料场项目，于 2021 年成功投产；应用于山钢日照原料场项目，于 2021 年 12 月成功投产。</p> <p>该技术的应用，实现了项目设备运行效率提高 6%，故障率降低 2%，日能耗降低 1%，极大节省能源消耗，减少了碳排放。项目投用以后，将作业人员从生产现场转移至主控室，料场可完全进行封闭，环保水平提升。</p>	中冶东方工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
30	有限空间人员安全作业在线监控系统	有限空间人员安全作业在线监控系统由移动式多气体检测报警仪、具有无线功能的便携式气体检测仪、有限空间作业人员安全监控软件组成。监测仪可同时监测六种有毒有害气体，气体类型可根据现场情况自由搭配。视频摄像机可360°旋转，监督人员可以通过有限空间作业人员安全监控软件调整摄像机的拍摄角度及焦距来观察有限空间内的施工情况。	产品主要应用于封闭或部分封闭，进出口较为狭窄有限，未被设计为固定工作场所，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足的空间。气体检测模块化设计，方便维护，自动识别所测气体类型；无线快速组网，信号传输不受场所限制；两种供电方式，方便各种场所使用；能与便携检测仪数据无线共享，预警能力增强；气体检测与视频监控一体化设计，方便各种场所使用。	该系统应用在马鞍山钢铁股份有限公司、唐山港陆钢铁有限公司、武安市裕华钢铁有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、山西太钢工程技术有限公司等大型钢厂。	汉威科技集团股份有限公司
31	无组织排放粉尘智能测控一体化集成技术	结合粉尘监测仪采集的相关点位的精确数据，通过虚实结合获取立体空间粉尘浓度的分布情况，实现无组织粉尘排放监测与定位，达到无组织排放粉尘网格化立体监测。 基于数字孪生技术，通过空气质量监测传感器、检测仪对治理全区域的空气质量数据进行采集与分析，由云平台服务器对数据进行综合分析 & 决策，形成相应的设备配置、治理方法与实施流程、喷雾、洒水决策等。然后通过网络下达指令给各种抑尘降尘设备，进行任务分	1) 网格化监测参数 光散射监测：监测 PM2.5、PM10、TSP，分辨率 0.1ug，准确度 ≥90%，重复性误差 ≤ ± 10%，测量范围 0-40mg/m ³ ；机器视觉监测：摄像头视场全覆盖，可视运移粉尘识别准确度 ≥80%。 2) 智能化控制参数 遥控、智能化闭环控制、远程可视化集中控制；喷雾降尘 2s 快速响应；迅速高效抑制产生尘源头，雾的覆盖面积 ≤2 倍扬尘发生面积。	该技术主要应用于钢铁、焦化、火电、水泥、铸造等行业，客户包括宝武钢铁、中国铝业、晋能控股等企业。 鲁丽钢铁项目投入试运行后，棚内喷雾降尘设备的运行时间减少约 22.5%、耗水量减少约 158 吨/天、耗电量减少约 476kWh/天。	湖南九九智能环保股份有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		配与调度、自动启停、多机协同等作业。经过通信物联、云计算进行实时反馈、控制与调整，实现无组织排放粉尘精准化治理。	3) 精准化治理参数 精准定位除尘: 治理粉尘颗粒范围 0.5-500um; 治理粉尘浓度 $\geq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$; 治理粉尘效率 $\geq 95\%$; 喷雾覆盖率 $\geq 95\%$; 治理后粉尘浓度 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$; 年处理粉尘量 $\geq 150\text{t}$ (按功率 1885kW 的集成装备 1h/d 统计)。		
32	低合金钢在线热处理技术	通过在线热处理可以有效实现多相组织调控与析出相的协同析出，实现高强低合金钢的 M3 组织调控，在提高强度同时保证塑性匹配。该技术（产线）既可以开发高附加值产品，还可以有效提高产品产量。此外，在保证加热处理产品质量的前提下，同时达到节能、环保的目的。	1) 实现多相、亚稳、多尺度的微观组织 (M3) 控制。 2) 在保证强度满足的前提下，塑形提升 10%以上，韧性提升 30%以上。 3) 设备参数: 在线加热速率 $\geq 10^\circ\text{C}/\text{s}$ 、冷却速率 $\geq 30^\circ\text{C}/\text{s}$ 。	高强度低合金钢板，如建筑用钢、管线钢、工程机械用钢、装甲钢等塑性提升。	上海大学

