

## 宝武节能低碳优秀案例

## 绿色低碳，节能先行

## 编者按

今年7月10日-16日是第33个全国节能宣传周，主题是“节能降碳，你我同行”；7月12日是全国低碳日，主题为“积极应对气候变化，推动绿色低碳发展”。

宝武始终坚持全面对标找差管理主题，绿色低碳，节能先行，建立长效机制，持续提升极致能效管理水平。

勇当新型低碳冶金现代产业链“链长”，加强核心关键技术攻关，投运全球首座富氢碳循环氧气高炉(HyCROF)，固体燃料消耗同比下降约30%、碳减排超20%；稳步推进宝钢股份湛江钢铁氢基竖炉建设，绿色低碳转型迈出坚实步伐。

积极推动能效标杆创建活动，制定“一厂一策”创建方案，编制极致能效技术推荐目录，加快节能技术推广应用。

## 厚板厂加热炉工序过程节能改造

## 宝钢股份湛江钢铁

宝钢股份湛江钢铁厚板厂两座加热炉为常规型加热炉，烟气通过空气预热器后直接排放到大气中，排烟带走大量显热。两座加热炉排烟温度分别约为385℃、375℃，节能改造主要通过对烟气的余热进行回收，转换为蒸汽，将高温烟气在余热锅炉内经中压蒸发器、省煤器、低压蒸发器、预热器充分换热，经引风机增压后通过烟气管道回送至各自烟囱排放。改造后可将排放烟气降低到155℃左右，在正常工况下，可产生8.5吨蒸汽每小时，并网供钢厂工艺设备使用，提高能源使用效率，实现节能减排。

## 宝武铝业废铝保级利用项目

## 宝钢股份宝武铝业

宝武铝业在绿色低碳上高标准、严要求，推进40t双室炉废铝屑保级利用技改项目建成投产。全年可生产2.2万吨铝水，可消化宝武铝业一期产能达产后的全部锯铣废料及部分板带三级废料。该项目每年回收利用各种再生铝资源2万多吨，比利用原生铝节约电能3亿多千瓦时，节约标煤9.6万吨，减少二氧化碳排放19.2万吨、二氧化硫排放128吨。相对于铝土矿、氧化铝、电解铝、铝合金的产业路线，该项目的建成较大幅度地减少了热能消耗和温室气体排放，这标志着宝武铝业在绿色低碳发展道路上迈出了重要一步，在资源节约、节能减排、环境保护方面具有重大的社会效益。

## 利用固体废物减少电煤消耗攻关与应用

## 宝钢股份武钢有限钢电公司

近年来煤炭总量受限价格高企，对火电厂造成很大压力。宝钢股份每年会产生生物质、TRT除尘灰、重焦油等约1万吨，均含一定热值可替代部分燃煤。为此，钢电公司开展了利用固体废物减少电煤消耗攻关与应用，将固废与煤按比例混合制成煤粉燃烧发电。

攻关期间完成了各物料掺烧试验、多物料掺混技术等研究、料仓防堵等小改小革、空仓清理等工艺优化、形成燃烧卡片等技术标准。经不断总结优化，现已实现最大掺入比8%左右稳定利用。2022年掺烧含热值固废1.17万吨、替代煤3000吨以上，至少降低成本348万元、减少二氧化碳排放5580吨。

该攻关拓宽公司固废处置渠道同时替代燃煤，降低成本和碳排放强度，开发存量设备新功能、新用途，投资小见效快，周边其他电厂多次提请咨询学习，形成了一定区域示范效应，在建设“无废城市”“固废不出厂”的大环境下，对集团公司内兄弟电厂也具备一定的参考价值。

## 宝山基地蒸汽疏水系统优化节能改造项目

## 宝钢股份宝山基地

宝钢股份宝山基地能环部蒸汽系统管长度约80km，疏水阀共计1017台。改造前使用的疏水器大部分为吊桶式、热动力式，其工作原理是通过内部活动装置，向外自动排出凝结水。因结构原因，内部活动装置较容易劣化和磨损，造成蒸汽泄漏大、故障率高。

能环部动力团队结合宝山基地蒸汽系统的特点，在前期科研项目的基础上，与溱湖新能源公司协同研究，选用的新型孔式疏水阀，大大降低了设备故障率。新型疏水阀已实现智能平台化管理，通过物联网技术将疏水阀的运行工况参数传至管理维护人员手机端或电脑端，实现了遍布全厂疏水阀的在线监测，确保每个疏水阀一旦出现异常工况及时修复，可减少大量的蒸汽损失。

项目通过EMC模式实施后，蒸汽系统的节能效果显著，取得了很好的节能减碳效果和经济效益，年创效约2000万元。

## 热轧加热炉“以板代气”技术

## 宝钢股份宝山基地

轧线定修或长时间物流停机停轧的时候，热轧加热炉往往采取放空炉并以小流量煤气进行保温的措施，同时确保煤气压机在最小煤气用量之上稳定运行。这不仅消耗大量的煤气（1580产线一座加热炉保温消耗纯焦炉煤气1429立方/小时），而且在加热炉保温期间的排烟风机、助燃风机、汽化冷却系统仍需保证正常运行，相应的电耗损失也较大。

宝钢股份宝山基地结合每次停机前加热炉内高温废气浪费的现象，提前将冷坯跟在当天轧制计划的末尾，以此利用冷坯吸收高温烟气中的余热，并在停机时将加热炉全炉熄火，利用炉内这些已由冷坯变成热坯的坯板对加热炉进行保温，以此达到保护耐材及节能的目的。本措施已在热轧厂1580产线使用，每次停机节约能源成本11.5万元以上。

## 基于辊道红送和智能燃烧的热轧节能技术研究及应用实践

## 中南钢铁鄂城钢铁

鄂钢轧材厂共有3条棒材生产线、1条线材生产线，

用，宝钢股份湛江钢铁等5家单位先行示范，成为中钢协第一批“双碳最佳实践能效标杆示范厂培育企业”。

努力建设智慧赋能绿色低碳发展的核心能力，系统构建具有宝武特色的智慧制造体系、能源管控体系、能源资源效率和生产效率持续提升，绿色转型发展行稳致远。

不断提升节能减污降碳意识，组织开展全员劳动竞赛。征集极致能效的好做法、好经验，评选“节能减碳典型案例”，激励更多产业、更多企业、更多产线创造更多的节能降碳优秀实践。

值节能宣传周之际，遴选部分节能低碳优秀案例进行经验分享，为各单位进一步提升节能减碳绩效提供借鉴与参考。

为了更好地完成轧材厂能耗，轧材厂新建了棒三、棒一、高线钢坯热送辊道及棒一高线缓冷坑，在连铸与轧材产能不匹配的情况下，将7流钢坯全部通过热送辊道输送至轧材，通过缓冷坑的缓冲，有条不紊地实现连铸与轧材的无缝衔接，最大限度利用连铸坯的余热，提高钢坯入炉温度，节约能耗。同时在棒一、棒三加热炉使用智能燃烧系统，在加热制度中整合加入了冷热混装时智能燃烧系统控制方法，确保了在热坯入炉时加热炉的烟温控制及加热质量。

连铸钢坯热送热装一体化生产的系统和方法以及蓄热式加热炉冷热混装时的燃烧控制技术在国内外均是首创，获得了国家专利局发明专利授权。

## 单冷轧工序极致高效综合节能项目

## 马钢集团合肥板材

近几年，马钢集团合肥板材为全面推行绿色制造，打造绿色工厂，持续深入开展绿色节能改造、资源综合利用、清洁生产等工作，深挖节能空间，积极实施节能新技术。

单冷轧工序极致高效综合节能项目，包含余热回收项目、循环水系统节能改造项目、空压机零气损改造项目三个子项目，采用合同能源管理模式，充分吸收同行业已有的先进技术，对空压机后处理、循环水系统和余热回收利用进行节能改造，通过各种节能技术的有效组合，最大限度地实现节能降耗，降低公司生产成本，为公司带来经济效益、环保效益和社会效益。2022年该项目累计节约电能850万千瓦时、蒸汽1.8万吨、标煤2714吨，为公司带来了约315万元的直接经济效益。

## 改善转炉蒸汽回收行动降本增效创建无声工厂

## 马钢集团马钢长材

马钢股份长材事业部炼钢一分厂现有60t转炉4座。转炉余热回收系统配一台100m<sup>3</sup>的蒸汽蓄热器，因种种原因一直未投用，导致蒸汽回收量、品质都低。不仅浪费资源，而且产生噪音、污染环境，增大了缓冲蓄热能力。

为提升转炉蒸汽回收量、降低含水量，确保蒸汽管网运行安全，现将100m<sup>3</sup>蓄热器更换成160m<sup>3</sup>，安装位置挪近转炉。与此同时通过提高蒸汽管网温度、压力，校正计量、梳理内部蒸汽用户、消缺故障等措施。有效地提高余热回收利用效率。基于减少人员操作强度，提高自动化程度。该系统实行远程监视，无人职守。

改善后，蒸汽回收量提高了16.3kg/t，增加年经济效益543余万元，节约标煤约6178吨，减排二氧化碳约17114吨，同时也降低了噪音，减少环境污染，创建了无声工厂。

## GK1L液传机车混合动力升级改造

## 太钢集团太钢不锈

目前太钢使用的内燃机车绝大部分都是纯柴油机车，运行过程中常有冒黑烟、漏油等现象发生，与国家倡导的积极使用新能源的要求差距较大。为推动绿色低碳循环发展，太钢自主提出并实施以GK1L液传机车(属于淘汰车型)进行油电混动升级改造为突破，全面推进混合动力在机车上的应用。

在原GK1L液传机车上进行改造，保持原机车主要外形结构尺寸不变，取消原柴油机及相关部件，运用油电混合动力替代原纯柴油单动力，解决机车冒烟、漏油等影响环保问题。开发利用新型能源“动力电池组+小型电喷柴油机”双驱动牵引机车电机，变“单一动力”为“混合动力”，显著改善尾气排放；首次研发并成功应用能量回收功能，属国内首创。

三台机车混动改造后，全年可节约柴油合计201万元。推动了企业运输设备技术进步、节能降耗、清洁生产、环境保护等方面起到重要作用。

## 罗茨风机干燥气刀在退火机组带钢处理线的应用

## 太钢集团太钢不锈

退火机组带钢处理线的生产中，带钢从工艺段清洗槽出来时其表面残留附着水份，需要快速烘干，以免水份引起带钢表面生锈或出现水印，影响产品质量。原有的热风干燥系统由高压风机、蒸汽联合加热器形成热风对带钢进行加热，消耗蒸汽且风机电耗高。1#退火机组清洗段出口改进为只消耗电能的高效罗茨风机旋涡气泵，配套吹干、干燥气刀。工作原理是将环境空气通过过滤消音装置，罗茨风机作为动力设备将空气送入旋涡气泵，送出的高压高速热气流通过狭窄、细薄的管道、喷嘴后在气刀风箱内吹出均衡的气流薄片，对带钢表面吹干干燥。相对原有的热风干燥系统，月节约蒸汽量3024GJ、节约电能56800KW/h，非常符合当下国家倡导绿色、环保、低碳的设备工艺理念。

## 富氢碳循环氧气高炉喷吹电加热高温煤气降低二氧化碳排放

## 八钢公司八一钢铁

八钢富氢碳循环氧气高炉实现煤气自循环喷吹技术后，为了进一步降低高炉生产所需固体燃料的消耗，在稳定炉内热平衡的前提下，通过使用大功率电阻管式

加热装置代替传统热风炉进行煤气的快速加热，一方面以极快的速度将待加热煤气加热到非常高的温度，在一定程度上抑制了析碳反应的发生，减少由于析碳反应而对加热系统产生的各种不良影响，另一方面，通过对电阻管加热器整体的加固与绝缘防护以及对少量由于析碳反应而形成的积碳的处理，使得装置整体的安全性能得到较大提升。

该装置将煤气加热工序所使用的能源介质由烧炉煤气转变为电力，通过绿电替代，该装置加热过程中的电力二氧化碳排放为零，进一步降低了富氢碳循环氧气高炉的二氧化碳排放。

## 宝山基地焦炉煤气精脱硫改造

## 宝钢工程

宝钢工程充分发挥技术集成能力，开展了煤气源头治理技术—焦炉煤气精脱有机硫技术研究，通过对宝钢股份宝山基地加热炉所用燃料成份分析，确立优先对焦炉煤气进行精脱硫的改造方向。针对焦炉煤气有机硫中较难转化的CS<sub>2</sub>含量高特点，加以改进优化，创新采用了分段水解有机硫转化工艺，提高CS<sub>2</sub>转化率；采用热能梯级利用等多项节能技术，实现能耗显著下降，直接减少碳排放53818t/年。项目实施后脱有机硫效率达到90%，轧钢加热炉各烟气排口的SO<sub>2</sub>浓度平均下降了50%以上，在25mg/m<sup>3</sup>左右，远优于设计指标，处于国内领先水平。为适合钢铁企业特点的轧钢热处理炉窑超低排源头治理探索了一条高效可行的技术路线，助力宝山基地2022年成功申报A级企业，并逐步推广应用至马钢焦炉煤气精脱有机硫改造等项目上，具有广阔应用前景。宝钢工程在践行绿色低碳工程技术服务、促进绿色城市钢厂极致减碳方面迈出了坚实的一步。

## 320吨混铁车智能加盖倾翻改造

## 宝武智维

为深入贯彻宝武“2350”“双碳”计划以及绿色、低碳、节能发展理念，宝武智维马钢检修以创新驱动为引擎、以价值创造为目标，通过不断地技术攻关，研制出320吨混铁车智能化控制加盖装置——一种适应高温、粉尘等复杂工况下免维护的、远程数据传输和集中操作的智能化装备。原320吨混铁车为敞口式设计，铁水在运输过程中与大气接触，不但造成铁水温度大幅下降，同时也造成环境污染。经过不断升级迭代，目前已将混铁车打造成绿色环保的“智慧罐”，通过“一键加盖、罐口清理、自动接电、一键倒罐”等功能实现了“3D”岗位的解放，同时在降本增效方面发挥出巨大效应，铁水温降较以前减少16℃以上，有力助推了钢铁主业绿色智慧制造进程。

## 轧辊循环再生关键技术研究及产业化应用

## 宝武重工宝钢轧辊

常规锻钢冷轧辊轧辊坯制造需要经过：电炉冶炼→炉外精炼→真空脱气→电极浇注→电渣→锻造→锻后热处理→粗加工环节，整个生产过程流程长、碳排放大且过程不可控制因素多。

为贯彻国家及宝武“双碳”发展战略，宝钢轧辊通过项目研究，实现了轧辊循环再生关键技术的突破及产业化应用，开发了轧辊直改、二次电渣和改锻等轧辊循环再生系列技术，实现了不同状态及规格旧辊的循环再生，循环再生辊性能及使用表现与新辊相当。目前，公司每年生产循环再生辊4000余吨，消化旧辊7000吨以上，年均轧辊循环再生累计创效1800万元以上，降低碳排放20000吨以上。

## 以欧贝零碳助力工业品采购供应链低碳发展

## 欧冶工业品

欧贝零碳依托欧冶工业品供应链生态服务平台，以欧贝零碳为基础，围绕组织碳核查、产品碳核算、碳数据存储和实际应用等多维度持续打造欧贝零碳服务功能，建设合规、高效的碳数据智慧服务生态模式。发挥欧贝生态平台高效运行和智慧引领效果，重点打造低门槛、线上化的产品全生命周期评估服务(LCA)，赋能采购供应链上下游企业建立工业品碳足迹数据计算和披露的能力，以工业品实际碳足迹数据助力供应链企业全面量化评估原料投入、生产制造及运输等环节碳排放现状和潜在改进点，明确改进方向，实现绿色、低碳、高质量发展。

## 大型轧钢加热炉全氧燃烧技术开发与应用

## 中钢集团鞍山热电厂

全氧燃烧技术几乎无N<sub>2</sub>参与，大幅减少烟气体量，减少排烟热损失；燃烧产物均为三原子气体，烟气黑度大，且火焰温度高、辐射系数大、燃烧效率高，有明显的节能效果，

通过节约燃料促进减排目标的实现；同时烟气成分中的CO<sub>2</sub>占比大幅提高，有利于CO<sub>2</sub>的捕集，通过碳吸附、碳捕集技术可进一步存进“碳达峰碳中和”目标的实现。

该项目已在现场成功投入使用，现运行效果良好。节能效果：全年实现回收氧化铁损产能转化0.48万吨，可节能3939.67tce(当量值)、4358.92tce(等价值)，实现变废为宝转换利润1440万元。通过节约天然气，减少CO<sub>2</sub>排放量7912吨。

## 节能环保无动力湿式隔渣筛创新性实践

## 宝武资源大红山矿

为充分响应宝武“碳达峰碳中和”的战略目标，昆钢矿业板块大红山矿积极推进技术创新节能减碳，将用于粗选原矿隔渣、电耗水耗和运维成本较高的φ2900×2500圆筒筛进行优化，结合现场使用情况，设计开发一种用于高梯度磁选机原矿隔渣的高效节能固定式筛分设备，固定筛无动力，充分利用高差，让矿物自流，同时可利用矿浆本身将矿物冲散，不再需要额外冲洗水对筛面进行冲洗，无需补水，维护保养工程量低，达到高效节能环保的目的。改造完成后，可满足现有工艺流程指标要求，除渣率达到了90%以上，不但提升水质，还能实现节能14.66吨标准煤/年·台，折合减碳62.87吨/年·台。

## 宝钢航运发展绿色船舶与岸电

## 宝武资源宝钢航运

宝钢航运作为宝武唯一的全资航运公司，及时抓住运力发展良好时机，定制符合公司要求、具备市场竞争力的新型船舶。2022年4月首制船“宝航56”轮顺利完成试航调试投入运营，2022年6月“宝航58”轮投入运营。

该船型按照《绿色生态船舶规范》要求，具有载货量大、吃水浅、EEDI指标强、油耗低等一系列节能环保低碳特点，并设置一套用于连接交流6000V、800kVA、3相、50赫兹高压岸电的船舶岸电系统(AMPS)，另外在其出口处加装一套低压插座来满足低压岸电的需求，并连接到主配电箱。新造船投入运营以来，实际统计油耗在相同航速和相当载货量情况下，可以节省约40%燃油消耗，年节约成本约1080万元，每年可以减少CO<sub>2</sub>排放约4880吨。截止2022年11月，新造船靠泊期间共使用清洁岸电38艘次、1383小时、338378Kwh。减少柴油消耗约115吨，节约燃油成本约80万元，减少CO<sub>2</sub>排放约360吨。

## 宝武环科韶钢嘉羊热风炉节能改造项目

## 宝武环科华欣环保

宝武环科华欣环保韶钢嘉羊现有三条分期建设的矿渣微粉的生产线，每条生产线配1座热风炉产生热风供立磨使用，目前已形成年产180万吨矿渣微粉的生产能力。

2022年韶钢嘉羊将原有老式热风炉改为余热涡流式热风炉，相较于原有热风炉，新炉一是减少了炉膛体积，降低炉体表面热能损耗；二是充分利用外排风，让外排风以循环方式进入混风室提高燃烧效率和燃尽率；三是将立磨系统的回转锁风阀喂料改为螺旋喂料装置，提高立磨运行时间，进一步提升了台时产量；四是同时充分利用尾气余热，对助燃风进行预热，降低煤气消耗。项目改造后热风炉在保证99%以上燃料燃尽率的前提下，循环烟气的利用率上升到94%，单位产量混合煤气气耗由36.4Nm<sup>3</sup>/t降低至26.96Nm<sup>3</sup>/t，吨产品气耗下降17%。该节能项目可实现年节能量约5100吨标煤，降低能源使用成本约2000万元。

## 林业碳汇预期收益权质押贷款成功实践

## 华宝证券

华宝证券深入践行绿色发展理念，围绕国家“碳达峰碳中和”战略，不断探索碳金融创新路径。针对公司帮扶区域云南宁洱县融资迫切需求，根据当地林业资源优势基础，华宝证券创新性提出林业碳汇预期收益权质押贷款金融服务方案。通过以预期森林碳汇收益权质押为增信措施，为企业提供信贷支持，成功破解企业无法盘活潜在存量碳资产的痛点，实现了企业低成本融资。

通过创新实践林业碳汇预期收益权质押贷款，为从事林木培育、种植或者管理的企业有效拓宽了融资渠道。本项目围绕推动产业生态圈低碳发展，通过探索碳信贷等碳金融的综合服务并推动碳金融工具创新应用，搭建全生命周期的碳金融创新服务体系，用金融“活水”精准滴灌实体经济，推动绿色产业高质量发展。后续将通过与实体企业及金融机构共同探索，将碳汇质押融资服务模式向产业生态圈客户应用拓展。

