

中国宝武党委书记、董事长陈德荣在全球低碳冶金创新论坛上的主旨演讲解读(一)

中国宝武实现碳达峰碳中和的六个技术研发方向

中央研究院院长助理 毛晓明



2021年11月18日，由中国宝武倡议并联合全球钢铁业及生态圈伙伴单位共同发起的全球低碳冶金创新联盟宣布成立，来自15个国家62家企业的企业家、专家、学者齐聚一堂，共商应对低碳挑战之策，共谋开创绿色钢铁未来之路。在随后举行的全球低碳冶金创新论坛上，中国宝武党委书记、董事长陈德荣发表主旨演讲，从宝武的责任、宝武的方向和宝武的行动三个部分介绍了中国宝武碳中和行动方案，全面阐述了宝武立志成为钢铁业实现碳中和的先行者和引领者，致力于绿色制造和制造绿色，使钢铁的全生命周期均可构建碳中和社会作出贡献，重塑钢铁行业在人类可持续发展历史中的关键地位的决心和行动。陈德荣书记、董事长在“宝武的方向”部分详细描述了六个方面的技术突破方向。

极致能效

方向之一是极致能效。之所以要把提升能效放在首要位置，是考虑到成本、技术成熟度、资源可用性及政策部署，在变革性大幅减排技术没有完全成熟之前，全流程能效提升应该要成为钢铁行业节能减碳的优先工作。

2018年以来，宝钢股份能源与环保委员会组织专业技术骨干，系统梳理出包含数百项可适用技术在内的节能减碳技术库，目前还在不断地更新迭代；部分采用后，仅宝山基地就可能形成30万吨吨钢节能减碳举措，并据此制定了宝山基地的能效提升三年行动方案。世界钢协数据也表明，钢铁行业吨钢能源强度尚有15-20%的下降潜力。瞄准余热余能资源化，提升界面能效的创新与应用，聚焦冶金炉渣显热回收利用、提高鱼雷罐车周转次数降低铁钢之间的铁水温度、铸轧之间的热装热送减少能源浪费等钢铁能源领域共性难题技术突破，以及中低温余热资源的深度回收利用、余压资源潜力充分发挥和副产煤气极限回收和资源化等，挖掘余热余能潜力，实现

“消灭活套、应收尽收”这个中国宝武挑战极致能效的目标，能够以最低风险、最快速度、最大限度地提供现有流程转型升级所需要的能源指标保障，达到发展与减排的科学协同。

富氢碳循环高炉工艺

方向之二是富氢碳循环高炉工艺。这是中国宝武历经数年开发的独门绝技之一，也是最有希望在世界冶金史上留下宝武印记的技术。经过几百年的发展，现代高炉炼铁工艺已十分成熟，无论是热效率还是产能规模，在当今冶金界都找不到比高炉更优秀的反应器，钢铁冶金完全放弃高炉工艺路线是非常可惜的。中国宝武保有量和循环量较少，采用电炉短流程低碳工艺不足以保障国民经济对钢铁产品量的需求。高炉流程短时间内还是中国钢铁工业的主流流程，中国宝武更是近94%的流程都是高炉长流程，总资产以数千亿计。如果高炉流程不能延续了，那宝武数千亿计的长流程资产将归零，这对宝武整个资产的保值将会带来巨大压力。中国宝武无论是从保持自身竞争力的需要出发，还是从技术进步的需要出发，都要为“保卫高炉”而战，为钢铁的荣誉而战。

高炉之所以碳排放高，是因为高炉需要以煤制备成的大块焦炭作为骨架，还原剂和热源，来保障将铁矿石冶炼成金属铁的高效过程，由于受化学平衡限制，气相中需要保持过剩的CO，因此碳的利用率有限，炉顶气体中还含有很大一部分CO，而CO同样是良好的还原剂。在当前工艺中，煤气中的这些CO浓度太低，只能用来燃烧放热，不能用于还原。在化石燃料时代，这种工艺是最佳工艺，但在碳中和背景下，煤气中的CO就成了宝贵的资源，应该发挥更重要的作用。

中国宝武在探索的富氢碳循环高炉技术可以有效的解决这个问题。富氢碳循环高炉技术的关键是全氧和煤气提质循环，高炉实现全氧鼓风后，避免了大量氮气进入高炉炉顶煤气中，有利于CO和CO₂的分离，分离得到的高浓度CO煤气送至风口和炉身，用于还原铁矿石，这就是碳循环，可实现碳化学能的完全利用。同时，煤气循环也使煤气中的氢气在高炉内循环，解决了高炉使用大量富氢物质后氢气利用率下降的问题，为富氢物质在高炉内的大量使用提供了先决条件，从而降低高炉流程对化石能源的消耗。八

一钢铁的富氢碳循环高炉已完成了一期和二期的中试试验，明年将开展第三期的试验。目前的试验结果表明，以富氢碳循环为主要技术手段，最大程度利用碳的化学能，以降低高炉还原剂比方向，加上绿色电加热和原料绿色化技术措施，完全具有实现高炉流程的大幅减碳的潜力，有望继续延续高炉的辉煌。

为进一步降低高炉流程碳排放，围绕碳循环高炉还将开发的技术有：一是绿色电加热。过去冶金工厂将高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气循环使用，传统观念认为将这些煤气用来加热、发电是高效化利用，随着低碳冶金的推进，把煤气这种化学能作为加热能源是一种非常奢侈的行为。化学能在冶金工厂中只能用于还原的化学过程，而所有加热过程，宝武将考虑用绿电加热。二是微波烧结还原技术。通过微波烧结替代传统的焦粉煤粉加热烧结，高温余热再用于氢气与氧化铁的还原加热，将煤气加热炉变成绿色电加热炉。四是新型炉料技术，包括预还原炉料和碳铁复合炉料，将这些新型炉料与常规炉料一同加入高炉，可以利用金属铁的催化作用，提升炉身效率，达到减少燃料消耗、降低CO₂排放的目的。这些技术与富氢碳循环高炉一起，将构成宝武未来的碳中和高炉工艺。

氢基竖炉

方向之三是氢基竖炉。用氢气还原氧化铁时，其主要产物是金属铁和水蒸气，还原后的尾气对环境没有任何不利的影响，可以明显减轻对环境的负荷。使用清洁能源制取氢气，使用氢气还原铁矿石炼铁，有望实现近零碳排放的钢铁冶炼过程，是钢铁走向碳中和的重要路径之一。氢还原炼铁是欧美钢铁同行在探讨的主流工艺，中国宝武在这个方面当然也不会缺席，也不应该缺席。

采用绿色氢冶金虽然清洁，但由于氢气是最轻的气体，体积能量密度太小，发热量只有煤的72%，在还原铁矿石的过程中热量不足，不适合用来冶炼液态金属。因此，从冶金原理出发，宝武确定的氢冶金路径是开发氢基竖炉直接还原炼铁工艺，生产固态金属铁。宝钢股份积极响应，主动承担中国宝武氢

冶金技术开发任务，和广东省商议后，终止了湛江基地在规划中的四号高炉和五号高炉的扩建，改为建造一套兼具工业试验和商业运营功能的百万吨级氢基竖炉。第一步先实施焦炉煤气的氢基竖炉工艺，在后续工序配套大功率电炉和薄板坯连铸，形成一个非常紧凑的短流程低碳冶金路线。未来考虑利用南海的天然气，乃至南海地区风电、光伏发电的绿氢来实现全氢的竖炉冶炼和极致的短流程工艺，目前已完成全部设计方案。

近终形制造

方向之四是近终形制造。近终形制造技术是指力求从钢水浇铸开始，就尽可能接近最终产品尺寸的连铸连轧一体化工艺技术，以便进一步减少中间加工工序，节省能源、减少贮存和缩短生产时间。与传统工艺相比，近终形制造技术流程更短，不需要经过多道工序，避免了反复加热，从而使得生产过程更加高效，能耗及排放更低，被认为是近代钢铁工业发展中的一大重要工艺技术革新。中国宝武已经开发出薄带连铸连轧技术，连铸连轧技术已经探索出的薄板坯连铸连轧技术、棒线材连铸连轧技术将是轧制区域碳中和的重要工艺路线。在未新建产线的前提下，宝武最近正在推进棒线材生产线的直接轧制，在中南钢铁重庆钢铁一条棒线材线上实现了直轧，同时正在筹划在新疆建设一座全新的、极致短流程的薄带连铸连轧工厂。

冶金资源循环利用

方向之五是冶金资源循环利用。将循环资源在冶金领域有效、充分地利用是实现循环经济的重要手段，充分利用好含铁含碳固废、钢铁循环材料和有机生物质资源是实现钢铁绿色低碳发展的关键路径。选择经济合理的内部循环路径，充分利用厂内固废中的铁、碳资源，可以减少煤炭资源消耗和实现固废“零排放”，以废钢为代表的钢铁循环材料是充分还原后的金属，属于

载能和环保资源，大比例使用钢铁循环材料将是未来低碳冶金的重要发展方向，可以节约高炉铁水使用，从而大幅减少CO₂和污染物排放。我国有机固废资源丰富，其中仅农林生物质废弃物产量就达数亿吨，生物质生长时吸收的CO₂和燃烧时排放的CO₂构成平衡，不会增加大气中的浓度，因此被视为碳中和物质，冶金过程可使用生物质作为化石燃料的替代物，从而减少CO₂排放。

CO₂回收及利用

方向之六是CO₂回收及利用。现代工业文明是建立在以碳为代表的化石能源基础上的，钢铁行业完全避免碳，从技术角度来说并不一定是最合适的。清洁地使用碳的化学能，建立内外部的碳循环，过程中再加入适当的绿色能量，对碳和氢进行科学组合，实现C、CO、CO₂循环及产品化利用，在热力学和动力学方面会更有利于冶金过程，最终形成冶金工业中完整、可行的碳中和路径，也更利于目前钢铁行业的顺利转型。中国宝武从2015年开始的低碳冶金探索，就是冶金煤化工耦合，试图把冶金过程产生的煤气制成化工产品，来减少向大气排放CO₂的。CO₂资源化利用的前提在于低成本捕获和净化冶金煤气中的CO₂，然后往清洁燃料、有机原料和化工产品制备走，业内已有企业在尝试，宝武也进行了CO₂分离的试验，已稳定运行了一年多。宝武正在与石油企业策划CO₂管道输送驱油技术。

以上六个方面的技术将是中国宝武未来实现碳达峰碳中和的研发方向，技术突破后，各制造基地可根据自身情况从中进行组合，形成各基地的碳中和实施路径。

施琼 张勇 摄



助力建设绿色“生态圈”

中冶宝钢作为中国宝武钢铁生态圈的战略合作伙伴，主动担责任，争当环境保护的践行者。近年来，中冶宝钢全力推进环境改善，推动实现生产生活环境美化；加大环保型工程机械投入，推动实现工艺流程绿色化；努力提升科技研发能力，推动实现固废资源化；积极承接A类企业环保达标工程，推动实现气水排放、能源利用清洁化；全面提升基层基础管理，推动实现员工行为规范协同化。



通讯员 韩梅 摄影报道 中冶宝钢承担的宝钢股份宝山汽车板废水处理项目。



中冶宝钢承担的宝钢股份宝山基地全厂光伏发电项目。

2021年“中国宝武优秀岗位创新成果奖”特等奖、一等奖评审结果公示

2021年“中国宝武优秀岗位创新成果奖”评审已结束，根据工程程序，现将特等奖、一等奖项目相关信息进行公示(所有项目同步在推荐单位公示)。如对公示结果有异议，可在12月7日至12月13日五个工作日内向集团公司工会来电或来函反映。

特此通知
电话：021-20658489

地址：上海市世博大道1859号宝武大厦1号楼1906室(邮编：200126)
中国宝武工会
2021年12月7日

序号	奖项等级	项目名称	推荐单位	项目负责人	主要完成人
1	特等奖	设备备件智能搜索技术及应用	宝钢股份	赵会平	赵会平 高峰 朱传淳 于孟生 赵国威 阮俊毅
2	特等奖	热连轧产线生产效率提升关键技术自主开发与应用	宝钢股份	李传	李传 袁金 张鹏武 袁伟 徐浩 李文峰 钱震茂 柴俊巍 林雪松
3	特等奖	减少烧结机设备故障的持续创新攻关	中南钢铁	陈科	陈科 靳向阳 王勤福 曾韶锋 高文东 彭岗 杨柏森 王国文 肖慧 黄寿坚
4	一等奖	践行区域资源利用最大化，疆内煤配比再创新高	八一钢铁	张伟林	张伟林 张福平 马雄 吴瑞琴 周文胜 李会峰 李玲 郭有良
5	一等奖	高炉煤气柜安全运行控制技术智能化提升	宝钢股份	李霁	李霁 李毅峰 马行峰 杨镇 邓万里 马林 周庆
6	一等奖	桥梁缆索用铝镁合金镀层钢丝的开发与产业化	宝钢金属	胡东辉	胡东辉 母俊莉 江晨鸣 耿建辉 黄金星 史文浩
7	一等奖	吊车梁群体智能诊断装置系统及运维技术	宝武智维	张君	张君 王华丹 王建强 严勇 刘少华 徐凯 曾璐 陈唐富 莊亚杰 吴其君
8	一等奖	热镀锌核心工艺设备无人化智能检测清洁技术	宝钢股份	强晓彬	强晓彬 顾成勇 王鲁 吴军 黄海强 吕杰
9	一等奖	变厚板规模化剪切技术开发及成套装备应用	宝钢股份	曹栋杰	曹栋杰 徐裕之 王强 袁浩敏 黄维峰 江山
10	一等奖	烧结终点操作控制模型创新应用	马钢集团	徐冰	徐冰 黄世来 杨炎炎 张群山
11	一等奖	跨境金融服务平台	华宝投资	谢翔	谢翔 孔紫瑾 王文俊 王思涵 洪钧 刘畅 潘宇 何颖 汪志诚 王蓓
12	一等奖	一种RH精炼用超低碳低硫脱硫剂产品及制备工艺开发与应用	太钢集团	蔡书云	蔡书云 康彦萍 岳秀萍 赵子华 周青松 耿德昌 苏延德