

# 破题深度脱碳 氢冶金将成重要发展方向

近日，自然资源保护协会(NRDC)发布的《面向碳中和的氢冶金发展战略研究》(以下简称报告)中提出，当前主流的长流程钢铁冶炼工艺是以煤炭作为主要能源和还原剂，生产过程中必然产生大量的二氧化碳。当前传统工艺技术创新改进难以实现深度脱碳，氢冶金是替代碳还原最为可行的途径，将对钢铁行业深度脱碳乃至“净零碳”起到决定性作用。

## 多方合力推广氢冶金

作为支撑我国国民经济发展的基础性行业之一，钢铁行业碳排放占全国15%左右，是占比最高的制造业，也是“双碳”目标下工业绿色发展的主战场。

报告认为，基于现有工艺流程，现阶段碳排放强度到未来极致碳排放强度的过渡阶段，如果依托钢铁工业现有生产工艺难以实现行业碳中和，必须寻求减煤降碳降焦，大幅替代化石能源新型冶炼工艺。因此，基于氢冶金和绿色能源颠覆性冶炼技术将成为钢铁行业低碳发展的重要方向。

对于发展氢冶金，国家层面已经有了顶层设计。2022年2月，国家发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，提出将制定氢冶金行动方案，加快推进低碳冶炼技术研发应用。2022年3月，国家发布《氢能产业发展中长期规划》提出，开展以氢作为还原剂的氢冶金技术研发应用，探索氢冶金示范应用。

据了解，我国相关企业和企业在氢冶金技术应用和研发方面都采取了积极的行动。在《中国钢铁工业“双碳”愿景及技术路线图》中，提出了钢铁行业低碳共性技术清单，涉及八个技术方向。其中，前三个方向涵盖了富氢或全氢的直接还原、富氢碳循环高炉和氢基熔融还原这三个目前氢冶金技术涉及到的三大领域。宝武、鞍钢、河钢、建龙等企业，发布了各自的《碳达峰碳中和行动方案》《低碳技术路线图》《低碳发展路线图》，都将氢冶金作为其重要的降碳技术路径。

在碳达峰碳中和目标约束下，钢铁行业深度脱碳已经成为必然趋势，通过传统技术创新，实现现有生产工艺的降碳空间就有瓶颈限制。报告认为，氢还原目前是替代碳还原最可行的途径。它有理论

技术支持，且已经具备实践应用条件，对高炉富氢循环、氢基熔融还原和氢基直接还原等路线，国内外企业都已经开展了示范研究，并取得了积极进展。

## 推动氢冶金技术规模应用

据了解，氢冶金技术主要包括高炉富氢冶炼技术和氢基直接还原技术。其中，高炉富氢冶炼由于改造成本较低、富氢气体易获取、可操作性强，被认为是从现阶段的“碳冶金”过渡到“氢冶金”的桥梁，其潜在碳减排幅度为10%-30%。从中长期来看，氢基直接还原工艺是最具发展潜力的低碳冶金技术之一。报告预计，氢基直接还原技术有望在2040年后大规模推广，先决条件是绿氢产业链的发展，包括绿色、经济、大规模氢源的获取，氢气长距离的安全储运，氢源供需的合理配置等。

报告指出，经济性是制约钢铁行业氢冶金发展的关键因素之一，其中主要涉及氢气成本及碳排放成本。随着技术进步，制氢成本逐渐降低，就显示出成本优势。因此，在不同阶段里碳市场也是推动氢冶金发展和氢冶金示范应用的重要手段。

报告建议，近中期在示范阶段，钢铁企业可以充分利用各类工业副产氢实现就近消纳，降低工业副产氢的供给成本，来降低研发示范阶段的费用。在中远期，行业必须依赖于氢能的发展和布局，利用光伏、风能、水电等绿电，通过电解水制氢，支撑中国钢铁工业的氢冶金低碳化转型。

报告认为，另外一个重要的因素就是安全规模化用氢。由传统的碳基能源转变为清洁的氢能源，在储存运输以及向反应器内喷吹等，对相应的安全、温度、压力和流量等都有有一些特殊的要求。因此，在设计和建设规范等都应该有相应的基础，在技术研发的同时，必须完善氢冶金和钢铁企业储氢、用氢相关的工程建设、安全防火等规范标准

来支撑用氢的安全化和规范化。同时，输氢、储氢等相关配套措施要逐步完善。

## 四步走发展路线图

报告在综合考虑中远期钢产量变化趋势和钢铁工业“双碳”愿景的基础上，提出我国氢冶金发展按四步走的建议：

**到2030年，吨钢碳排放强度较2020年下降15%**。集中攻关高炉富氢冶炼技术和纯氢基直接还原技术，以及相应的软硬件。开展高炉富氢冶炼技术的示范项目，有条件的钢铁企业应率先开展高炉喷氢改造，争取富氢高炉产能占比达到15%。

**2030-2040年，吨钢碳排放强度较2020年下降55%**。在此期间，钢铁行业应集中攻关纯氢基直接还原技术和氢基直接还原装备的国产化、大型化。纯氢直接还原技术取得突破性成果，开展纯氢直接还原技术示范项目。国家氢能产业体系初步形成，氢源供应增长，成本下降，富氢高炉产能占比超过60%，力争绿氢用量占比达到30%以上。

**2040-2050年，吨钢碳排放强度较2020年下降85%**。大力推广纯氢基直接还原技术，加快“高炉-转炉”长流程制钢向“纯氢基还原+电炉”短流程制钢转型，“氢基还原+电炉”短流程制钢产能占比达到25%。绿氢供应量占钢铁产业需氢总量达到85%。钢铁企业与绿电、绿氢供应商紧密结合，共建产业链生态圈，耦合发展。

**2050-2060年，吨钢碳排放强度较2020年下降95%**。进一步提升纯氢基直接还原+绿电电炉短流程钢产量占比，“纯氢基直接还原+绿电电炉”短流程钢产量占比达到35%。至2060年，钢铁行业年碳排放量降低至约1亿吨，需进一步借助CCUS和碳汇实现“碳中和”目标。

报告建议，加强氢冶金技术研发和示范的财政和税收支持，给予氢冶金研发和试点项目在信贷总量、支持方式和利率上更多支持。在钢铁行业纳入全国统一碳市场后，结合行业低碳发展目标及氢冶金等战略路径，科学合理地减少免费配额占比，使率先推进氢冶金技术的企业能够从碳交易中先获益、多获益。同时，强化顶层设计、系统谋划，构建氢能产业链和钢铁行业在内的产业生态圈。(内容来源于中国工业报)

## 穆迪：中国钢铁行业集中度正逐渐提升

■据不锈钢及特种合金联盟评级机构穆迪投资者服务公司日前发表行业分析报告称，中国钢铁行业的集中度正逐渐提升。

穆迪称，中国钢铁行业集中度提升的原因是政府鼓励行业整合，以促进钢铁行业提高效率、化解过剩产能和整合产能。普通住宅需求、基建项目、机械和设备制造以及汽车生产均为中国钢铁需求的驱动因素。

穆迪指出，中国是全球最大的钢铁生产国和消费国，也是全球最大的钢铁出口国，近年来钢铁业在中国碳排放量中的占比比较高，随着中国政府加大脱碳力度，钢铁企业正在积极采取措施减少碳排放。

河北、江苏、山东、辽宁及山西是中国前五大产钢省份，各省政府

均已采取措施减少炼钢过程中的碳排放量。穆迪认为，各省级政府的举措至关重要，必须确保有效实施减排相关的政策和计划，从而配合中国2030年前实现碳达峰和2060年前实现碳中和的总体承诺。

据穆迪的数据，截至2022年年底，宝武、鞍钢、沙钢、河钢、首钢、山东钢铁、华菱钢铁七大钢铁企业的总资产约3.1万亿元人民币，2017年年底以来的复合年增长率为5.5%；销售额为2.4万亿元人民币，复合年增长率为14.1%。

上述七家钢铁企业的产量约占中国国内钢铁总产量的35%。穆迪说，这些主要钢铁企业近年来资产增长的主要驱动因素是行业整合以及由此带来的运营规模增长。

## 绿色低碳冶金

### 生产路线转移：

### 加拿大迈向绿色钢铁生产

■据世界金属导报 加拿大钢铁行业加快发展其生产基地，主要目标是更新过时的技术，以提高效率和生产力，同时应对全球脱碳挑战。当地生产商正在从传统生产路线转向可持续生产路线。据估计，加拿大钢铁行业三年内可能增加250万吨/年直接还原铁和约600万吨/年粗钢产能。

现在，加拿大最大的两家钢铁生产商正在推进投资项目，以提高其生产能力，并用可持续的解决方案取代过时的设备，从而带来广泛的益处。

阿尔戈马钢铁公司在其位于安大略省的联合钢铁厂建造了一座基于电炉的熔炼车间，旨在从高炉/转炉路线转向更可持续的生产模式，并将温室气体排放量减少约70%。新车间将安装两座250吨电炉和双罐式真空脱气装置，由两个Q-One数字电力系统供电，每个系统的额定容量超过190MVA。通过广泛应用机电一体化技术，将优化工艺质量、降低操作成本并增强安全性。该车间预计在2024年年中投入使用，届时将使用废钢生产335万吨/年的优质钢材，并可选择直接添加其他铁素原料。整套设备由达涅利提供。

同时，安赛乐米塔尔长材加拿大公司在其位于安大略省的多法斯科工厂建造了一座DRI生产厂，该项目耗资13亿美元，旨在从高炉/转炉路线转移到直接还原铁/电炉工艺。该项目采用达涅利与特诺恩联合开发的Energiron®技术，设计并建造供应250万吨/年的Energiron ZR直接还原铁工厂。

此外，盖尔道北美公司正在安大略省惠特比工厂实施投资5966万美元的扩建项目。该公司于2023年4月底停止了94.6万吨/年电炉的运营。此次现代化升级项目计划增加超过18.1万吨/年的炼钢产能，减少碳足迹的同时创造附加值，预计将于2023年夏季全面重启炼钢生产。

相关数据显示，上述项目的完成将使加拿大直接还原铁和粗钢的总产能分别增加250%和35%，分别达到350万吨/年和2310万吨/年。

## 钢铁产业链携手：

### 瑞典Blaster与Cargill开展碳减排项目合作

■据信息资源网 日前，瑞典创新低碳排放钢铁公司——Blaster Green Steel AS(简称Blaster)与全球钢铁供应链领先企业Cargill(嘉吉)公司签署了一项战略合作框架协议，根据协议嘉吉将协助Blaster公司低碳排放钢铁项目，从根本上使钢铁生产脱碳。该协议涵盖Blaster价值链多个环节，嘉吉将提供包括铁矿石供应、采购、产品销售、物流和金融等服务，以及嘉吉在Blaster计划的A轮融资中承诺的1000万美元股权。

该协议以Blaster的综合绿色钢铁价值链计划为中心，该计划

有可能使每吨钢铁的范围1-3的二氧化碳排放量减少90%以上。它将极低的二氧化碳排放，实现工业化生产钢铁。Blaster正在开发一个600万吨直接还原级球团厂和一个250万吨直接还原铁(DRI-EAF)钢铁厂，并自建绿氢生产厂。

根据协议，嘉吉向Blaster球团厂供应铁矿石、直接还原(DR)球团、热压铁块(HBI)和超低二氧化碳排放钢材采购和销售，废钢采购、绿色运输和物流解决方案以及营运资金和风险管理服务。

## 信息动态

### 日本制铁合并3家子公司成立日铁处理

日本制铁近日宣布，将联合子公司生产销售冷间挤压用(CH)钢丝、磨棒钢的松菱金属工业、日铁精钢、日钢铁线三家公司于2023年10月1日合并经营，成立“日铁处理株式会社”。通过经营整合，使决策更加迅速，并将经营资源集中到新流程等方面，进一步提高碳中和(CN)等市场变化的应对能力。

### 鞍钢股份入围《中石化2023年度长输管线框架采购协议》

日前，鞍钢股份成功入围《中石化2023年度长输管线框架采购协议》。该协议合同总量约6万吨管线钢，鞍钢股份成功斩获约2.4万吨份额，中销量已连续三年位列第一，对于稳定鞍钢产品销售渠道，擦亮鞍钢品牌，助力中国油气建设起到了积极作用。

### 首钢京唐低碳排放汽车用钢生产实现新突破

近期，首钢京唐依托“全三脱”洁净钢生产平台优势，成功实现汽车用钢40%大废钢比炼钢三炉连浇批量稳定生产，经检测全部指标满足要求，可实现产品综合降碳30%以上。大废钢比炼钢可有效降低长流程钢铁生产中的碳排放，在当前“双碳”背景下，可有效实现钢铁产品向低碳领域的拓展。

### 石钢成功开发高端渗碳轴承钢银亮材

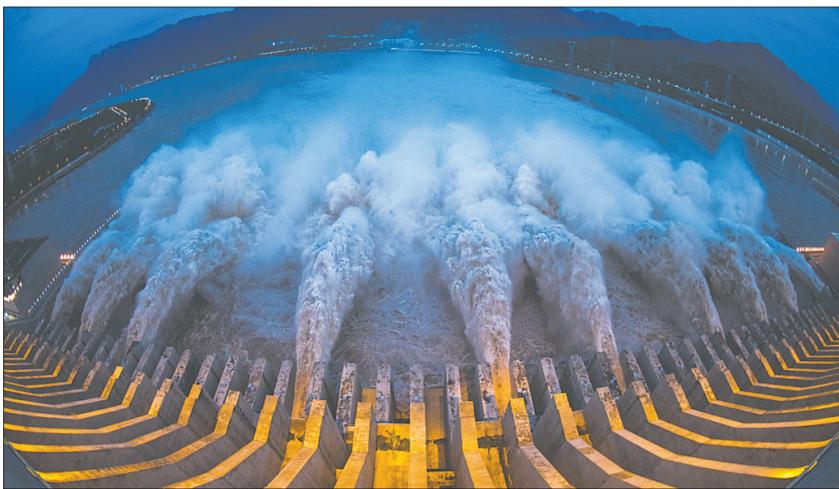
日前，河钢集团石钢公司研发生产的渗碳轴承钢银亮材产品成分、硬度等指标经检验全部合格，成功替代传统铸件材料，用于全球知名轴承公司的轴承制造。石钢紧跟钢铁行业技术发展方向，以高端客户为中心捕捉市场新需求，围绕轴承钢研发和销量增长持续发力，进一步拓展高端轴承钢市场影响力。

### 凌钢高压锅炉管用钢12Cr1MoVG开发成功

日前，凌钢成功开发高压锅炉管用钢12Cr1MoVG，拓展了凌钢特钢产品的应用领域，取得了较好的经济效益，也促进了凌钢产品走向中高端。据了解，高压锅炉管主要用来制造高压和超高压锅炉的过热器管、再热器管、导气管和主蒸汽管用无缝钢管，要求钢管具有高的持久强度与高的抗氧化腐蚀性能，并具有良好的组织稳定性。因此，高压锅炉管用钢对钢材质量要求极高。

### 张宣科技热镀锌丝上半年销量破万吨

今年上半年，河钢集团张宣科技热镀锌丝产品生产稳定高效，销量达10321吨，同比增长223.6%。



随着世界在建规模最大的水电工程——白鹤滩水电站正式投产发电，金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝4座“巨无霸”水电站与三峡、葛洲坝水电站实现联合调度，标志着世界最大“清洁能源走廊”已形成。这是一条跨越1800多公里的绿色能源长龙。6座巨型电站总装机容量达7169.5万千瓦，总计110台水电机组协同运行，实现一滴水发6次电，年均发电量达3000亿千瓦时，每年节约标准煤约9045万吨，减少二氧化碳排放约24840万吨。图为长江三峡水利枢纽工程开启泄洪深孔泄洪。新华社 供图

## 今日关注

### 我国硬质合金刀片国产化步伐加快

■据中国工业报 被称为“工业牙齿”的刀具行业全球市场规模接近400亿美元。近年来，随着我国制造业升级，硬质合金可转位刀具应用越来越广，对刀片的需求迅速增长。

中国机床工具工业协会工具分会的数据显示，2019-2022年，进口涂层刀片保持在800吨、1亿片、总额30亿元人民币、每片30元左右。我国涂层刀片(数控刀片)产销从2019年的2.5亿片增长到2022年的近6亿片，内销单价每片7元左右，国产刀片替代进口取得了长足进步。

数据显示，涂层刀片出口大幅增长，出口额从2019年7.74亿元人民币增长到2022年13.46亿元人民币，增长74%；出口量从2019年0.89亿片增长到2022年的1.3亿片，增长近50%。涂层刀片出口单价为9-10元。

刀片产品水平的提升既是取代进口的基础，也是扩大出口的能力保障。随着产能持续扩张、技术水平不断提升，刀片出口升级将成为行业健康发展的必然趋势。

中国机床工具工业协会分析认为，目前我国刀片进口总额远大于出口，但差距在逐步缩小。刀片进出口总额比从2019年的3.4倍下降到2022年的2.1倍，下降了38%；

另一组数据显示，虽然刀片进口单价远大于出口，但差距在逐步缩小。进口涂层刀片单价略有下降，从2019年的每公斤3690元人民币下降到2022年的3602.88元，下降2.4%；出口涂层刀片单价明显增长，从2019年的每公斤1095元增长到

2022年1295.36元，增长18%。

据了解，刀片进口主要来自八个国家：日本、德国、瑞典、以色列、美国、韩国、印度、泰国。在涂层刀片进口方面，日本2022年超越德国、瑞典，成为第一。在非涂层刀片进口方面，日本一直位列第一，并且占比达70%左右。

协会专家表示，我国数控刀片产业，特别是主流企业需要继续攻坚克难，加快高端刀片国产化。另一方面，行业应该提升出口刀片的水平并加快出口布局，相信在国产化的同时，刀片出口很快会开创新局面。

2019年我国涂层刀片国内品牌数量占有率为61.5%，2022年为81%，比2019年提升了19.5个百分点，刀片国产化取得了明显进展。重点用户行业关注产业链自主可控，为高端刀片国产化提供了难得的机遇。

中国硬质合金刀片在全球行业的核心竞争力快速提升。2019年到2022年，涂层刀片出口额增长74%，出口量增长50%。取代进口的同时，为扩大出口提供了能力保证。中国刀片出口升级势在必行。随着中国从资源大国走向资源强国，硬质合金刀片将越做越强。

目前主流刀片企业在中高端刀片及配套技术方面研发力度正进一步加大，配套刀柄、刀盘研发也在积极布局，刀具使用技术得到充分重视，中高端产品攻坚克难有望取得重要进展。专家表示，我国加强资源控制等政策导向也在倒逼刀片产品升级，硬质合金刀片走向中高端是产业发展的必由之路。