

专家解读《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》之三：推动氢冶金研发与示范 助推清洁低碳氢绿色应用

近日，为加快工业副产氢和可再生能源制氢在工业领域应用，工业和信息化部、国家发展改革委、国家能源局联合印发了《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》（工信厅联函〔2024〕499号，以下简称《实施方案》），提出“到2027年工业领域清洁低碳氢应用装备支撑和技术推广取得积极进展，清洁低碳氢在冶金、合成氨、合成甲醇、炼化等行业实现规模化应用”。《实施方案》针对“有序提升氢冶金应用水平”提出了具体举措，以推动氢冶金研发和应用，助推钢铁行业绿色低碳转型。

一、有序提升氢冶金应用水平意义重大

氢冶金是钢铁行业低碳转型的重要路径。中国是世界第一钢铁大国，2023年粗钢产量10.29亿吨，占全球粗钢产量约54%，且以高炉—转炉长流程为主要工艺路线（高炉—转炉粗钢产量占总产量比例约90%），是典型的能源消耗（约占全国能源消费总量11%）及碳排放大户（约占全国碳排放总量15%）。在巨大的节能降碳压力下，氢冶金得到全球钢铁企业高度关注，该技术利用氢气替代碳做还原剂，其还原产物为水，可大幅降低二氧化碳排放，是钢铁行业实现绿色低碳的重要路径。

未来氢冶金具有良好的发展前景。一是钢铁行业自产富氢焦炉煤气，为氢冶金发展提供了良好的资源条件；二是国外以天然气为气源的竖炉直接还原炼铁工艺装备已成熟，可结合中国国情，改进和研发相应技术装备；三是随着绿氢制取技术突破和成本降低，以及钢铁行业纳入全国碳市场，碳减排收益的体现，氢冶金将逐步具有竞争优势。

综上所述，为加快推进钢铁行业节能降碳，有必要积极推进氢冶金技术研发，提升氢冶金应用水平，为钢铁行业低碳转型提供原创技术支撑。同时中国作为全球钢铁大国，理应积极开展氢冶金技术研发示范，为世界钢铁低碳转型提供中国技术方案。

二、政策鼓励下氢冶金示范应用成绩显著

国家积极出台相关政策推进氢冶金示范应用。《钢铁行业产能置换实施办法（2021）》针对退出烧结、焦炉、高炉等设备建设氢冶金项目的产能可实施等量置换，目前该产能置换办法正在进一步修订中。为支持低碳冶金示范项目示范应用，工业和信息化部于2023年9月印发《关于组织开展低碳冶金技术攻关项目推荐工作的通知》，针对入选低碳冶金技术攻关的项目给予产能延期置换政策支持。

国内钢铁行业已积极开展氢冶金实践。当前，氢冶金工艺主要围绕高炉富氢冶炼、氢基直接还原炼铁、氢基熔融还原炼铁等开展研发和示范应用。晋南钢铁、纵横钢铁开展了高炉富氢冶炼探索，宝钢湛江钢铁、河钢张宣科技、中国钢研等单位开展氢基竖炉直接还原炼铁探索，鞍钢集团开展绿氢流化床直接还原炼铁探索，建龙集团开展氢基熔融还原炼铁探索，行业具备清洁低碳氢在冶金领域应用基础条件。

三、下一步工作任务

（一）加快氢冶金装置、关键部件材料及技术研发

氢基竖炉、氢基流化床以及氢基熔融还原属于冶金新工艺，涉及到竖炉、流化床、熔融还原炉等核心反应器以及关键部件材料需要研发，同时氢冶金属于流程工业，需要研发相关智能化生产控制系统，保障设施安全稳定运行。《实施方案》提出“加快氢基直接还原竖炉、纯氢竖炉、流化床直接还原炉、氢基熔融还原炉等氢冶金装置研发，突破还原炉内衬耐火材料、富氢喷枪等关键材料和核心零部件，以及氢冶金控制机理模型、数字化智能化控制系统等关键技术”。行业需从核心装置—材料—零部件—智能化控制系统等多角度协同推进关键技术开发，形成成熟、可推广应用的氢冶金技术装备。

（二）综合运用多类氢源，推进氢能在钢铁行业应用

现阶段我国氢能以煤制氢、工业副产氢、天然气制氢为主，可再生能源制氢规模小、成本高。《实施方案》提出“鼓励钢铁企业充分利用焦炉煤气、化工副产氢等氢源，逐步提升可再生能源制氢的利用比例”。充分考虑了我国氢能资源国情，行业应率先使用资源丰富、成本低且易获取的工业副产氢来推动氢冶金技术开发与应用。未来随着绿氢成本下降以及规模化制氢能力提升，再逐步加大绿氢应用比例，最终形成基于绿氢的氢冶金生产模式。

（三）推进现有高炉富氢冶炼

我国约90%的粗钢产量是通过长流程生产，受国内废钢产出量、废钢价格以及氢基直接还原生产成本低、投资大等因素影响，近期流程结构仍将以长流程为主。因此，开展高炉富氢冶炼是近期钢铁企业降碳的重要路径。《实施方案》提出“推进高炉富氢冶炼，以氢气替代焦炭、煤粉，开发炉内氢气高效安全喷吹系统，提升氢气利用效率、降低固体燃料比例”。钢铁企业应积极利用现有高炉装备开展富氢冶炼，突破技术装备障碍、利用效率低、成本高等限制。

（四）突破原料限制，推进氢冶金技术应用

氢基直接还原（竖炉、流化床）+电炉炼钢的 near-zero 碳流程，需使用优质高品位铁矿石作为原料，但全球优质高品位铁矿石资源匮乏，成为该技术路线推广限制环节。《实施方案》提出“突破铁精矿高效提铁降硅选矿、顶煤气二氧化碳脱除提质等关键技术；推进氢基熔融还原炼铁技术研发与中试验证，探索适用于低品位、共伴生铁矿石的氢冶金技术路径”。行业应从铁矿石原料端开展研究，提升矿石品质以适应直接还原工艺要求，同时推进适用于普通铁矿石的氢基熔融还原技术开发，形成符合我国铁矿石资源禀赋的氢冶金新技术。

（五）推进纯氢冶金示范

由于绿氢成本高、纯氢冶金成熟度低以及可再生能源主要分布在我国西北地区，绿电—绿氢—纯氢冶金在近中期还不具备工业化推广条件，但在远期有较大应用前景。绿电—绿氢—纯氢冶金涉及到可再生能源发电、电解水制氢以及冶金三个环节，可再生能源发电受制于风或光等外部资源变化，波动性较大，如何与制氢、冶金的连续稳定生产相结合，实现一体化耦合运营是氢冶金重要攻关方向。《实施方案》提出了“推进纯氢冶金，发展纯氢还原零碳高纯材料，开展绿电—绿氢—纯氢冶金上下游产业链示范”。行业企业和科研机构应积极开展绿电—绿氢—纯氢冶金研发与示范，推动“绿电—制氢—冶金”的新能源与冶金产业耦合，对生产零碳钢和实现碳中和具有重要示范意义。

（六）加强政策支持、标准建设，提升氢冶金应用水平

《实施方案》提出对符合条件的氢冶金等低碳前沿技术产业化示范项目给予产能延期置换政策支持，并利用首台（套）、重点新材料应用示范指导目录等渠道，加大对氢冶金新技术、新装备、新材料的推广力度和支持力度，有助于氢冶金新技术的开发和示范项目建设。技术开发过程中需要制定完善的氢冶金技术标准体系，推动基于氢冶金的低碳排放钢产品碳足迹标准制定以及碳足迹国际标准规则互认，通过标准引领促进氢冶金技术和低碳产品的应用推广。（冶金工业规划研究院党委副书记、副院长 肖邦国）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/219710.html>