



钢铁减“碳” “氢”装上阵 湛江树牢“零碳”理念绿建未来

“ $3\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ ”——这是广为中学生熟悉的“还原反应”化学方程式。用氢气作为还原剂，在加热条件下，还原赤铁矿中的二氧化三铁，生成铁和水，全程不会产生二氧化碳。这是获取“铁”的最理想途径。

教科书上的“还原反应”看似容易，转化到钢铁生产领域，却是企业筚路蓝缕，攻坚克难地研究、探索和实践的课题。

2022年2月15日，中国宝武钢铁集团旗下宝钢湛江钢铁有限公司(下称“湛钢”)零碳示范工厂百万吨级氢基竖炉工程正式开工，致力于打造成为国内钢铁行业首条全氢绿色零碳示范产线。据悉，这是湛钢对“碳达峰”“碳中和”目标贡献的切实行动。该套氢基竖炉建成后，将以集成氢气和焦炉煤气来进行工业化生产，直接还原生产线，实现冶炼领域的“绿色制造”。



■湛钢零碳示范工厂百万吨级氢基竖炉工程致力于打造成为国内钢铁行业首条全氢绿色零碳示范产线。

国内首套！百万吨级氢基竖炉开工

2月15日下午，湛钢基地彩旗飘扬。开工仪式现场，一声声铿锵有力的打桩声响起，打下工程第一桩，并意味着，湛钢“零碳”冶炼项目——拥有自主知识产权的国内首套百万吨级氢基竖炉(下称“氢基竖炉项目”)全面施工建设，吹响了我国钢铁行业向“零碳”制造技术进军的号角。

在建设方面，工程建设的设施包括竖炉本体、竖炉装料卸料系统、产品冷却系统、气体回路系统、原料输入和成品输出系统，以及配套的球团供应系统、能源公辅系统和信息化系统。该项目总投资18.9亿元，预计2023年底建成。

氢基竖炉项目，到底是什么？据介绍，目前，钢铁行业生产直接还原铁的技术主要有气基法和煤基法。而HYL-ZR工艺就是气基法的其中一种。湛钢的项目便是利用HYL-ZR竖炉冶炼直接还原铁。

在“碳达峰”“碳中和”目标下，该项目的实施具有重大意义。绿色制造剑指“零碳”，宝钢湛江钢铁在探索着以氢基竖炉为核心的氢冶金工艺方面不遗余力。

湛钢介绍，氢基是自主集成并研发全氢冶炼技术的创新平台，其

运作原理是：集成氢气和焦炉煤气进行工业化生产的直接还原生产线。项目建成投产后，相较湛钢现有高炉炼铁单工序产品二氧化碳排放量可降低58%—89%，折算下来，每年可减少二氧化碳排放70万吨以上。

氢基竖炉为核心的氢冶金工艺是湛钢未来的碳中和冶金技术重要路径之一，而该项目也将打造国内钢铁行业首条全氢绿色零碳示范产线，通过绿色制造行动，生产出零碳排、超低能耗绿色产品。

据了解，为了节能，湛钢近年来在生产环节上，不断升级先进节能技术。除了正在建设的氢基竖炉项目，企业通过实施“封闭式原料场机械化筛分混匀设备”“高温高压干熄焦技术”“烧结环冷机废气余热发电技术”“高炉TRT发电技术”“转炉烟气余热回收”“加热炉汽化冷却回收余热”等方式实现节能减排。

在此基础上，湛江钢铁坚持自主集成、自主创新，结合自身实际情况，持续引进先进节能项目、优化能源系统运行、提升光伏发电等清洁能源利用等措施，提高能源利用效率，节能减排效果明显，重要技术经济指标位于国内领先、世界先进行列。



■2月15日，湛钢零碳示范工厂百万吨级氢基竖炉工程正式开工。

剑指“零碳”，钢铁生产业降碳提“绿”势在必行

近年来，湛江钢铁投入的主要节能减碳项目25项，年节能量24.66万吨标准煤，同比减少二氧化碳排放约80万吨/年。但是，在“双碳”目标下，对钢铁生产业又有了新要求。

在钢铁生产行业，“减碳”难吗？答案是：难。对于冶炼钢铁，人们最为熟悉的便是用“煤炭”冶炼。

据资料显示，钢铁冶炼炉是钢铁生产的基础设施，同时也是钢铁产业技术升级的重点。据国家发改委2022年发布的《钢铁行业节能降碳改造升级实施指南》(下称《指南》)，按照钢铁生产流程的长短，可分为“高炉-转炉”长流程和“电弧炉短流程”的钢铁生产。

长流程冶炼一般指在高炉中以焦炭为还原剂，对铁矿石进行冶炼，得到铁水，然后铁水再移至转炉中，通过吹氧去除多余的碳、氧、磷和剩余的硫，得到成分合格的钢水。

《指南》提到，目前，我国钢铁工业以“高炉-转炉”长流程生产为主，一次能源消耗结构主要为煤炭。这也是钢铁工业吨钢能耗高的一个重要原因之一。

《指南》介绍，截至2020年底，我国钢铁行业高炉工序能效优于标杆水平的产能约占4%，能效低于基准水平的产能约占30%；转炉工序能效优于标杆水平的产能约占6%，能效低于基准水平的产能约占30%。为此，钢铁工业节能降碳改造升级潜力仍然较大。

面对双碳目标，钢铁行业开展了减碳、控碳行动。2021年底开始，国内部分钢铁生产企业在现有钢铁产能置换中就存在明显的长流程向短流程转向的趋势，湛钢便是探索实践绿色冶炼路径的企业之一。

2021年11月，中国宝武发起并主办了“全球低碳冶金创新联盟成立大会暨2021全球低碳冶金”创新论坛。中国宝武党委书记、董事长陈德荣在论坛上发言表示：“2020年中国宝武的粗钢产量达到1.15亿吨，分布在17个钢铁基地。中国宝武的钢铁制造长流程占比近94%，碳减排对中国宝武有着比同行更严峻的挑战。中国宝武作为全球最大钢铁企业，带头实现‘碳中和’责无旁贷。”

“氢”装上阵，先破后立锻造“绿色钢铁”

据了解，2021年，在实施“氢基竖炉项目”之前，中国宝武和广东省商议之后，叫停了湛钢原本的高炉方案，计划加快低碳冶金技术发展力度，实施焦炉煤气的氢基竖炉工艺建设。也就是说，湛钢在立足原来的生产的基础上，再开发氢基竖炉直接还原炼铁工艺，有望实现近零碳排放的钢铁冶炼过程。

使用“氢基竖炉”直接还原炼铁，关键“氢气”的获取，尤其是提取出“绿氢”。在制取绿氢方面，湛钢已有计划：即通过风能、光伏、核电等可再生能源发电制取“绿氢”，生产过程中基本不产生温室气体，从源头上杜绝碳排放，该

钢铁冶炼过程有望实现近零碳排放，进而助推实现“碳中和”目标。

湛江屹立于浩浩南海之滨，是中国大陆最南端城市，风电、光伏发电等清洁能源资源丰富。湛钢表示，未来将在氢基竖炉的基础上，利用南海地区光伏、风能配套上“光—电—氢”“风—电—氢”绿色能源，形成与钢铁冶金工艺相匹配的全循环、封闭的流程，产线碳排放较长流程降低90%以上，并通过“碳捕集”“森林碳汇”等实现绿氢全流程零碳工厂，打造绿色钢铁企业新标杆，争做绿色低碳冶金领跑者，助力实现国家“双碳”目标。