

专家观点

中日韩钢铁行业低碳转型路径比较及启示

中国、日本和韩国同为亚洲主要的钢铁生产和出口国，也都宣布了各自的碳中和时间线。三国在应对气候变化和以钢铁为代表的重工业低碳转型中面临共性问题，在政策工具、市场调节手段上可互相借鉴。日韩在工业低碳技术扶植上给予的财税支持为钢铁行业联合开发创新技术提供了“定心丸”，值得中国参考借鉴。

中日韩钢铁产品碳强度普遍高于欧盟，需要强化减排措施以避免碳边境调节机制(CBAM)调节费。中日韩出口欧盟且被CBAM覆盖的钢铁产品占本国粗钢产量的比例分别为0.64%、2.11%和5.30%。中国长流程钢铁产品的碳强度与欧盟持平，较日韩有相对优势。专家预计，日韩长流程钢铁产品2026年调节费将较中国产品高150-160元/吨钢，差额超过一倍。而中国短流程钢铁产品的碳强度是欧盟的两倍多，明显高于日韩，主要由于CBAM框架下中国电力的碳排放因子取国家平均数，未能准确反映电炉钢利用可再生能源的情况。中国出口欧盟的CBAM钢铁产品年度总量为661万吨(欧盟数据)，超过日韩同类产品的总和，这部分产品一旦由于额外的CBAM费用转向东南亚等其他市场，将会对区域市场带来较大的变数。

韩国出口型经济的特点使产业较早开始重视低碳转型及其带来的国际贸易新要求。韩国的经济体量在全球排名第12位，年度碳排放量为全球第七，是继中国、日本之后第三个明确碳中和目标的亚洲国家。韩国政府于2021年9月制定了《为应对气候危机之碳中和与绿色增长基本法》，围绕2050年碳中和目标制定绿色增长国家战略，并提出2030年温室气体较2018年减排35%以上，后又在《巴黎协定》下提出2030国家自主贡献中期目标，承诺到2030年在2018年基础上减排40%。

韩国碳市场涵盖电力、工业、海运、国内航空、交通、建筑和垃圾处理等七大行业，总共覆盖全国89%的碳排放。2024年韩国碳价在50元人民币/吨上下，筹集到的资金主要用于减缓气候变化的基础设施建设、低碳创新研发和被覆盖的中小企业的技术发展。虽然资金量不大，但能够一定程度上支持工业转型。

韩国通过布局直接还原铁进口和提前关停高炉促进钢铁低碳转型。韩国2024年粗钢产量为6350万吨，34%-40%出口其他亚洲国家，出口欧盟的约占出口总量的9%。韩国能源经济研究所预计，CBAM证书费用将达2583亿韩元(1.96亿美元)，占韩国CBAM钢材出口总额的8.1%。

韩国钢铁生产约68%来自高炉-转炉流程。与中国相似的是，韩国的高炉资产也普遍较新，约一半设备是2010年代新建，另一半在同时期大修过。与中国不同的是，韩国钢铁产业集中度很高，前三大钢铁企业(浦项、现代、东国)贡献了产量的90%，这三家企业都做出了2050碳中和的承诺。

根据业内机构分析，要实现气候目标，韩国现有高炉的使用寿命应限制在11年以内，并在2050年前将直接还原铁-电炉炼钢生产占比提高至43%。值得注意的是，韩国不同钢铁企业的生产路径差异很大，导致企业转型路径的差异。例如，韩国第一大钢企浦项完全依赖高炉-转炉流程，第二大钢企现代制铁则只有一半是高炉-转炉产能，另一半是电炉；现代制铁短中期以电熔废钢、热压铁结合转炉来降低其高炉产品的碳含量，远期则依靠氢基还原；占韩国钢铁产量半壁江山的浦项，其低碳转型主要依赖三大路径：增加热压铁块等低碳原燃料占比、部署电炉资产，以及自主研发不依赖高品位铁矿石的氢基流化床还原技术(HyREX)。浦项预计HyREX到2033年实现商业化，到2050年逐步取代高炉——韩国政府将其列入国家关键战略技术，给予税收减免等财政支持。

日本应对欧盟CBAM策略体现出工业减碳和气候领导力的博弈。日本是全球第四大经济体，年度碳排放量为全球第五。日本在2020年10月宣布了2050年碳中和的目标，并承诺到2030年在2013年基础上减排46%温室气体，以与《巴黎协定》1.5℃温升控制目标相一致。2024年底，日本政府提出到2035年将温室气体排放较2013年减少60%，到2040年减少73%。

2023年，日本也启动了碳排放交易体系(ETS)试点，计划于2026年全面实施。欧盟CBAM对日本的影响也集中在钢铁产品，其占日本出口欧盟货物总金额的3%。

日本钢铁低碳转型步伐较慢，难舍高炉资产。日本2024年粗钢产量为8400万吨，约37%供出口，出口目的地主要包括韩国、中国、美国、泰国等，欧盟约占出口总量的6%。日本共有约400多

家钢铁生产企业，从业人员超过18万。与中国相似，钢铁行业是日本主要的碳排放行业之一，其二氧化碳排放占全年总排放的14%。

日本的钢铁生产约73%来自高炉-转炉流程，企业保有大量高炉资产，这是日本通过COURSE50相关高炉用氢实现原生钢减碳的重要内因。同时，这也代表日本对于再生钢铁原材料的潜在需求较大。

和韩国相似，日本的钢铁产业集中度高。日本钢铁三大巨头——日本制铁、JFE钢铁、神户制钢的钢产量占日本全国钢产量的80%以上，且均已宣布2050碳中和的目标。

然而，业内机构分析表明，三家钢铁日本领先公司近年来的行动还远不足以实现各自承诺的与1.5℃温升控制一致的减排目标。日本制铁、JFE钢铁和神户制钢预计在2019-2050年将分别超出其碳预算8.21亿吨、5.27亿吨和1.37亿吨二氧化碳当量。

值得注意的是，日本制铁JFE钢铁、神户制钢和金属材料研究开发中心四家公司在高炉加氢还原技术上开展了联合研发，并获得日本政府新能源和工业技术开发组织(NEDO)绿色创新基金的支持，基金占总投资比例的60%。该高炉加氢还原技术自2022年开始在内部容积为12立方米的试验炉中展开应用，到2024年底成功实现减碳43%。

废钢电炉钢方面，日本网电再生钢的碳排放强度为0.33吨二氧化碳/吨钢，较高炉-转炉钢低约81%(1.76吨二氧化碳/吨钢)，如果是可再生能源，理论上碳强度能下降至0.10-0.05吨二氧化碳/吨钢，潜在降幅约为97%。

然而，当前日本钢铁企业对投资电炉钢的热情不高，原因主要有两方面：一是缺乏更新现有电炉设备的政策支持，二是可再生能源的供应和价格挑战。目前，通过可再生能源直连合同的电价显著高于网电，且当前的可再生能源电力仅能满足企业不足1%的电力需求。

随着日本碳排放交易体系在2026全面实施，传统高炉-转炉炼钢将面临碳价的额外成本，从而进一步缩小电炉钢和高炉-转炉钢的价差，鼓励更多低碳排放钢品牌的诞生。

综上，在当今国内国际大背景下，钢铁行业的低碳转型列车已经发车。中国如果能利用好政策、金融和市场工具以最经济的方式实现转型，将能成功树立绿色低碳工业的全球领导者形象，同时为国际社会的低碳转型提供中国经验和中国产品。

(内容来源于世界金属导报)

国际钢铁

浦项制铁正式进军欧洲低碳不锈钢市场

■据信息资源网 日前，韩国浦项宣布将与欧洲最大的系统厨房制造商弗兰卡(Franke)携手，供应定制化“高端不锈钢水槽”产品。双方将通过此次合作，推进基于低碳不锈钢材料的环保厨房产品开发。

浦项此次“进军欧洲”的背景，是低碳不锈钢市场的快速增长。据全球市场调研机构数据，低碳不锈钢市场规模将从2022年的550亿美元(约75万亿韩元)，以年均7%的增速扩张至2030年的900亿美元(约123万亿韩元)。整体不锈钢市

场也预计从2023年的2069亿美元增长至2032年的3203亿美元，保持持续上升趋势。

低碳不锈钢市场的增长，主要由欧盟主要国家的碳中和政策及强化温室气体减排目标推动。浦项开发了创新工艺：将废钢使用率提升至90%以上，并利用钢铁厂内的太阳能发电等自有可再生能源大幅降低生产过程中的碳排放。特别是其产品已通过德国第三方认证机构TüV Súd的“产品碳足迹(PCF)”验证，确立了国际公信力。

蒂森加大投资推进钢厂改造

■据信息资源网 经过约两年建设组装，蒂森克虏伯欧洲钢铁在杜伊斯堡布鲁克豪森工厂实施了约8亿欧元的重大战略投资。该战略投资项目的核心设施——新建4号连铸线、现代化改造的4号热轧机(配备两座新的步进梁加热炉)及全自动板坯物流系统，目前正进入试运行阶段，将取代拥有20年历史的连铸连轧产线(CSP)，满足客户期望与未来材料高要求。

新的4号连铸线能灵活高效生产板坯，其纯度、形状精度和表面质量更优；改造后的4号热轧机设计产能约300万吨，新型步进梁加热炉提升轧制精度与表面质量，先进控制系统和优化的冷却工艺保障产

品性能，可扩大产品范围；全新板坯物流系统实现全自动数字化处理，确保工艺流程的灵活高效。所有新系统实现了高度自动化，采用先进控制系统，如数字孪生系统实时监控，保障产品质量稳定与持续优化。

布鲁克豪森重大项目是蒂森克虏伯钢铁历史上规模最大的现代化改造项目之一，也是公司“20-30战略”的核心投资计划。该项目专注于生产更高强度、更薄的优质钢材，适用于电动汽车、轻量化建筑和能源领域的应用需求，以高科技设施提升效率、质量、灵活性与供应安全性，还将强化杜伊斯堡北部综合生产基地能力，助力公司应对未来挑战。

新材料新技术

研发热机械控轧工艺技术：

现代钢铁加速开发船舶用高附加值厚板

■据信息资源网 近期，现代钢铁公司通过开展外部合作，推进高附加值船用厚板的开发，完成了新型钢材的船级认证，并建立起正式的量产和供应体系，大力拓展全球市场。

现代钢铁公司表示，其首次生产的新开发厚板在极低温环境下极大地提升了抵御外部冲击的能力，并且改善了焊接性能。

现代钢铁公司与韩国造船海洋、现代重工联手合作，在过去的一年里通过共同研究，全力

投入到新型厚板的开发中。新型厚板应用了热机械控轧工艺(TMCP)技术，通过控制轧制温度来改变钢材内部晶粒组织，从而提高强度、韧性和焊接性能。通过这项技术，不同于以往因合金含量高导致焊接性能较差的厚板，在降低合金成分的同时，确保了低温冲击韧性和焊接性能。与此同时，现代钢铁公司还掌握了能够高效焊接该厚板的大热量输入焊接技术，由此提高船舶建造的效率。

高效绿色冶炼技术应用：

越南河静钢铁转炉升级项目热试成功

■据信息资源网 近日，由中国钢研所属钢研总院自主研发的大型转炉洁净钢高效绿色冶炼关键技术在越南河静钢铁3号转炉顺利完成热试并投产，助力我国“一带一路”倡议落地生根。

作为冶金科技进步特等奖成果，钢研总院大型转炉关键技术集关键工艺技术开发、装备升级、智能控制与技术管理体系于一体，不断升级，入选《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录》，并在国内不断落地生花，其海外首站定位在越南河静

钢铁。

从2023年底开始历时16个月，项目团队完成从技术交流、合约签署、新技术设计到设备改造升级的全流程攻坚。热试期间，升级系统精准响应冶炼进程，实现多模式供气自动切换。目前，项目进入第二阶段——关键指标攻关期，目标将有效吹炉龄提升30%以上，吹氧时间有望缩短至15.5分钟，洁净度提升23%，炉渣总铁含量降幅24%，洁净钢高效绿色冶炼水平显著提升，助力河静钢铁打造东南亚洁净钢生产基地。

汽车天地

中国车企出海势头强劲

■据经济参考报 在日前召开的2025中国汽车论坛上传出信息，中国汽车产业正加快转型升级，并引领全球新能源汽车产销规模提升。中国车企“出海”已超越简单的产品贸易输出，正深刻重塑全球产业格局。

近年来，我国汽车市场呈现良好发展态势，新能源汽车快速增长，持续拉动产业转型升级；汽车出口量持续增长，尤其是新能源汽车出口增长迅速。今年上半年，我国汽车出口308.3万辆，同比增长10.4%。其中，新能源汽车出口106万辆，同比增长75.2%。

同时，车企也在积极拓展海外市场，加速“走出去”。长安汽车相关负责人表示，长安汽车坚持“无海外不长安”的总体战略，加速布局海外市场，目标是到2030年海外市场投资突破100亿美元，海外市场年

销量突破150万辆。

业内人士认为，中国汽车“出海”正深度重塑全球汽车产业格局，并不是简单的产品贸易输出。当前我国汽车出口面临复杂多变的国际贸易环境、激烈的产品同质化竞争、跨文化经营与合规风险等问题，本土化的适配、售后服务体系的构建、质量风险以及售后服务管控能力提升至关重要。

中国车企要实现从“走出去”到“走进去”及“走上去”的跨越需重点关注三个方面：一是深化本土融合，在全球化平台与本土化定制之间，找到最佳的平衡点；二是要强化风险管控，包括汇率波动风险、合规风险、质量风险等；三是要构筑韧性生态，需联合产业链上下游，共同构建涵盖研发、生产、物流、销售、金融、售后、认证等全球化的服务生态体系，形成整体合力。

信息动态

鞍钢股份压力容器用钢Q490RW独家供货—国家重点项目

去年至今，鞍钢股份已为国家重点项目——辽宁振华大有能源基地原油储罐工程项目1期、2期独家供货5万余吨高性能调质高强度压力容器用钢Q490RW，产品力学性能、焊接性能等指标得到用户充分肯定。Q490RW钢具有良好的力学性能与焊接性能，能够确保原油储罐在制造与长期服役过程中的稳定性与可靠性，因此，随着大型原油储罐的迭代升级，国内市场对Q490RW钢的需求量逐年增长。

邯钢高强家电用钢助客户空调关键机壳部件减重25%

河钢集团邯钢公司为家电行业某头部企业定制开发的新一批0.6毫米厚高强家电用钢HJ340LA+Z交付，产品各项性能优异，完全满足客户需求。该产品替代低碳钢，用于客户空调关键机壳部件顶盖制造，可使零件减薄0.2毫米、重量减轻25%。目前，邯钢已累计为该客户供货2600余吨。

首钢京唐X70MS抗酸钢独供墨西哥某项目

近日，首钢京唐生产的高强度X70MS抗酸钢独家供应墨西哥某重要输油管道项目。针对抗酸钢供货的高强度、高洁净度、均质化及高抗HIC(氢致开裂)/SSC(硫化物应力开裂)性能等技术难点，该公司团队通过优化冶炼工艺，大幅提升钢水洁净度，精准调整铸机参数，确保钢板内部组织均匀性；优化加热和轧制工艺，进一步提升管道整体安全性，使产品性能满足客户要求。

包钢轨道衡AI智能计量系统成功上线运行

近日，由包钢股份计量中心智能AI实验室团队自主研发的轨道衡AI智能计量系统正式上线运行。该系统成功实现了静态轨道衡车辆的精准定位与鱼雷罐罐号的自动识别，不仅使轨道衡过磅效率得到显著提升，更推动了自动化过磅水平和管理效能迈上新台阶。下一步，包钢股份将深入推进AI技术在计量工作中的深化应用，探索智能感知与自动控制协同发展的新路径。

今日关注

全球能源结构转型和环保政策推进给电工钢创新发展带来新的机遇与挑战

■据我的钢铁网 全球电工钢市场正经历显著增长，市场规模不断扩大。电工钢作为一种关键的电力和电子设备材料，其需求受到全球能源绿色低碳转型和新兴领域发展的推动。特别是在风电和太阳能等新能源领域，电工钢的应用尤为广泛，电工钢的供需格局也在不断变化。随着技术的进步，高频极薄取向和无取向电工钢成为开发重点，高牌号无取向电工钢和高磁感取向电工钢的市场占比也在逐步提升。同时，伴随无取向电工钢产业在新能源汽车等领域的强劲需求，全球电工钢处于供需双增趋势。

全球电工产量呈逐年增长，我国涨势较为明显。数据显示，2023年全球电工钢产量2258.16万吨，较2022年增长25.5%。同期我国电工钢产量1502.66万吨，较2022年增长9.8%，占全球产量67%。到2024年我国电工钢累计产量1619.76万吨，同比增长7.8%。

全球电工钢供应之所以增长势头如此明显，主要有以下原因：以中国主导全球产能释放和高端产线集中投产致使产能规模化持续扩张。据Mysteel统计数据显示，2024年中国电工钢动态产能2024年已达1960万吨，预计占全球总产能近80%。头部企业如宝武、鞍钢通过并购重组加速产能集中化，民营企业通过新建生产线扩大供给能力；新能源汽车专用无取向电工钢产线大规模落地，驱动高牌号产品产量大幅提升；取向电工钢领域Hi-B钢、薄规格产品供应提升较为明显。生产工艺突破、设备智能化水平高。高频极薄电工钢(≤0.1毫米)生产技术逐步成熟。“双碳”战略驱动与原材料供应稳定，政策与产业链双向协同。全球能源转型刺激电力设备需求。电力设备的新增装备离不开电工钢需求，另外国内对高性能电工钢研发给予税收优惠，加速技术成果转化；上游铁矿石、工业硅等原料供应链完善，近年来由于国内地产行业持续低迷，粗放的螺纹钢铁水转移至更有附加值的工业板材。对于全流程钢厂而言，不仅要生产硅钢产品，而且还在加速投产电工钢产线。

统计数据显示，2023我国电工钢表观消费量为1407.58万吨，韩国30.07万吨，日本78.88万吨。我国表需呈现逐步快速增长态势，主要有以下原因：下游需求增长，电工钢主要用于制造变压器、电机等电力设备，随着电力基建、新能源并

网及老旧电路替换等因素的推动，变压器产量整体呈现增长态势，从而带动了电工钢的需求。此外，新能源汽车产业的快速发展也显著增加了电工钢的使用量。2024年我国新能源汽车产销量分别达到1288.8万辆和1286.6万辆，同比增长34.4%和35.5%，进一步推动了电工钢的需求。政策支持，全球能源结构转型和环保政策的推进为电工钢行业带来了新的发展机遇。新型电工钢材料的研发，如高硅钢、高温超导材料等，进一步推动了市场需求；以旧换新政策，促进了家电和汽车的销量上升，进而带动了电工钢的需求。

统计数据显示，2024年我国电工钢出口总量144.72万吨，同比增长17.52%，其中无取向电工钢80.52万吨；累计进口14.89万吨，同比下滑46.93%，无取向电工钢进口7.61万吨。2025年1-4月份我国电工钢出口总量53.77万吨，同比增长13.77%，进口5.38万吨，同比微增1.5%；其中无取向电工钢出口27.09万吨，同比增长3.28%。从进出口数据变化看，我国电工钢出口逐步增加，进口越来越少，由过去的依赖进口到现在出口主导。

统计数据显示，2024年我国电工钢出口国主要包括印度、墨西哥、意大利、土耳其、越南等，电工钢进口国主要包括日本、马来西亚、俄罗斯联邦、韩国、泰国等。2025年1-4月我国主要出口的国家包括印度、墨西哥、意大利、越南、美国等，进口的国家包括俄罗斯联邦、日本、马来西亚、泰国等。

从近年来趋势看，预计全球电工钢供应继续增量，我国的电工钢出口延续稳步增长态势。首先，随着全球电力需求的增长以及可再生能源和智能电网的发展，对电工钢的需求也在增加。特别是在中国、欧洲、美国和日本等主要市场，电工钢的需求量持续攀升。数据显示，2025-2026年投产电工钢产能预计在600万吨左右，立项未建仍有不少。其次，技术创新和新建项目拉动，新场景需求和技术创新不断吸引项目投资，全球范围内新建电工钢增加，特别是非晶项目未来也是大趋势，下游企业纷纷国外建厂，这既带来了机遇，也带来了挑战。最后就是全球能源结构的转型和环保政策的推进为电工钢行业带来了新的发展机遇。为了进一步促进电工钢产品性能的提升和产业的可持续发展，各国政府出台了一系列相关政策。我国电工钢的直接出口和间接出口均有所增加。