



DeepSeek 冲击波：AI 重塑钢铁生产流程

—— 钢铁行业深度报告

通信&钢铁&中小盘首席分析师：赵良毕

通信&钢铁&中小盘分析师：洪焯



DeepSeek 冲击波：AI 重塑钢铁生产流程

2025 年 02 月 18 日

核心观点

- **DeepSeek 一石激起千层浪，AI+钢铁势在必行。** DeepSeek 在性能比肩同类模型的前提下，部署成本与运行成本大幅降低，增大了 AI 应用百花齐放、赋能千行百业的可能。目前钢铁行业“量”现拐点结构调整、“价”迎挑战盈利受损，在众多行业中，钢铁因其生产时涉及复杂多变的物理化学反应与多变量强耦合的工艺流程，以及设备间存在信息孤岛现象，故难以精确掌握各环节的关键因素与相互影响机制，成为典型的“黑箱”场景，AI+钢铁势在必行。
- **AI 重塑钢铁生产流程，搭建供需匹配桥梁。** 针对炼铁工序，AI 聚焦于高炉炼铁工艺优化、高炉故障诊断与预警、高炉煤气能效管理、高炉操作指导、数字孪生与虚拟高炉等方面。针对炼钢工序，AI 聚焦于行车调度指挥、钢水温度成分预测与优化、连铸过程控制、设备状态监测与故障预警、能源管理与优化、质量预测与追溯、炼钢操作指导等方面。针对轧钢工序，AI 聚焦于轧制过程优化、板形控制、设备维护与故障预测、质量监测与预测、生产计划与调度等方面。总结来看，结合案例通过引入 AI 技术后，预计钢铁企业全流程的生产周期缩短约 30%、产量增长约 25%、次品率降低约 3%、强度韧性等性能指标波动范围缩小约 30%、能耗降低约 15%、原材料利用率提升约 7%、设备停机时间减少约 33%、设备维修成本降低约 30%。AI 可从需求预测与库存管理、供应商选择与采购决策、物流配送与运输路线等方面优化钢铁供应链机制，搭建供需匹配桥梁。新钢种的研发上，AI 可令研发周期缩短约 30%、研发成本降低约 25%，AI+效能显著。
- **AI 赋能钢铁案例涌现，提质增效效果显著。** 2024 年 12 月，工信部发布《人工智能赋能新型工业化典型应用案例名单》，钢铁行业共有 14 例上榜，在全行业中占比 9.3%，其中技术底座方向 1 例、行业应用方向 11 例、装备产品方向 2 例，类似宝钢股份旗下梅钢建设 4,070 立方米智慧高炉，引领低碳智能化炼铁新模式，包钢股份智慧热轧如火如荼，集团携手华为开启数字化转型新篇章，华菱钢铁旗下湘钢落地全球首个钢铁 AI 大模型，稳步实现全链路升级，南钢股份建设“一脑三中心”，聚焦敏捷运营+绿色低碳+数据价值+关键场景+生态发展，鞍钢股份“一炉一策”可视化，群炉况综合评价等案例层出不穷，生产效率改善效果明显。
- **投资建议：**我们认为宏观政策持续显效，有利于提升钢铁行业集中度，并改善长期以来失衡的供需关系，普钢龙头有望受益。同时随着制造业转型升级，中高端特钢需求有望迎来较快增长，DeepSeek 风起进一步推动 IDC 向 AIDC 演进，放大钢铁企业优势。**建议关注：**AI 积极赋能，大模型在钢铁生产与供应链多环节、多场景加速精细化落地或成效初显方向，以及已有相关外延运作或涉及电信业务、有序拓展 IDC 等标的。
- **风险提示：**宏观经济周期性波动的风险；AI+钢铁协同不及预期的风险；上游原材料价格上涨的风险；下游需求修复缓慢的风险等。

钢铁行业

推荐 维持评级

分析师

赵良毕

☎：010-8092-7619

✉：zhaoliangbi_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130522030003

洪烨

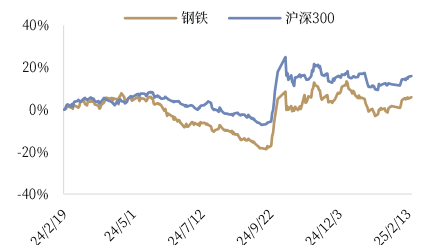
☎：0755-8347-9312

✉：hongye_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130523060002

相对沪深 300 表现图

2025-02-18



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

相关研究

1. 【银河钢铁】行业深度报告：钢铁整体继续蛰伏，铁矿石与特钢表现占优
2. 【银河钢铁】行业深度报告：供需格局改善，行业产能优化强者更强
3. 【银河中小盘&钢铁】行业深度报告_钢铁 IDC：穿越周期，变中成长

目录

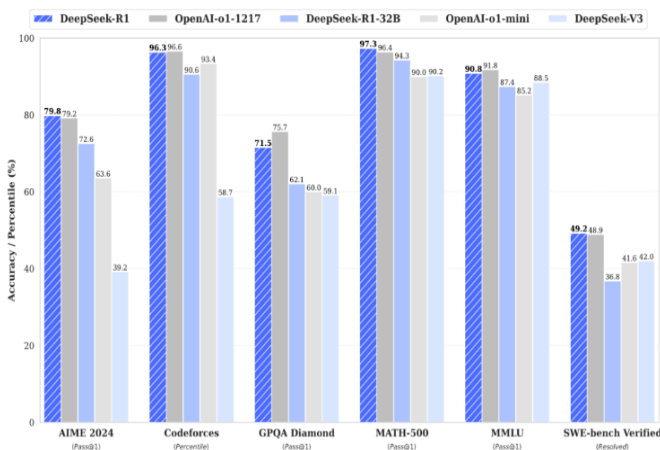
Catalog

一、 DeepSeek 一石激起千层浪，AI+钢铁势在必行	4
二、 AI 重塑钢铁生产流程，搭建供需匹配桥梁	7
三、 AI 赋能钢铁案例涌现，提质增效效果显著	10
四、 数据为王质量为先，AI 赋能钢铁未来可期	17
五、 投资建议	18
六、 风险提示	19

一、DeepSeek 一石激起千层浪，AI+钢铁势在必行

DeepSeek 一石激起千层浪，AI 赋能正当时。2025 年 1 月，DeepSeek 发布 R1 模型并同步开源其权重，一石激起千层浪，在全球范围内引发强烈关注，在推理任务性能比肩 OpenAI 同类模型的前提下，部署成本与运行成本大幅降低，同时印证了大规模强化学习与蒸馏的优越性，缩短了中美在 AI 领域的发展距离，增大了 AI 应用百花齐放、赋能千行百业的可能，APP 产品上线后仅 7 天用户数量便突破 1 亿，速度远超大众耳熟能详的 ChatGPT、抖音、拼多多、微信等，目前 DAU 维持在约 4,000 万人水平，国内各大平台各类企业呈现“应接尽接”态势。

图1: DeepSeek R1 模型性能对比



资料来源:DeepSeek 官方技术论文《DeepSeek-R1: Incentivizing Reasoning Capability in LLMs via Reinforcement Learning》，中国银河证券研究院

图2: 全球典型 APP 产品增长 1 亿用户花费时间



资料来源: AI 产品榜公众号，中国银河证券研究院

目前钢铁行业“量”现拐点结构调整、“价”迎挑战盈利受损。自 2000 年起，在工业化、城镇化、全球化三大因素的驱动下，国内钢铁行业持续扩张，粗钢产量在 2000-2020 年的 20 年间由 1.3 亿吨增长至 10.6 亿吨，CAGR 达 11.2%，在全球总产量中份额约 54%，占据半壁江山。国内钢铁的消费结构中，以基建、住宅、商业、工业厂房为主的建筑用钢占比约 60%，其次为机械制造业 15%，交通、金属制品分别约 7%。2020 年以来，基建、地产、制造业三大市场均面临不同程度的需求萎缩，钢铁行业“量”的拐点显现，分产品看：

- (1) 建筑用钢方面，2024 年国内房屋新开工面积同比-23%，地产步入调整期对螺纹钢、普钢线材等建筑用钢需求形成制约；
- (2) 热轧板方面，下游机械制造、交通、金属制品行业发展较为稳定；
- (3) 冷轧板方面，2023 年国内乘用车产量同比+4.8%触底回暖趋势确立，但随着新能源汽车渗透率不断抬升以及以铝代钢等汽车轻量化举措的实施，冷轧板需求预计稳中有降；
- (4) 中厚板方面，下游船舶行业持续微增，但商用车、工程机械行业因高强减重等举措的逐步推进发展承压，中厚板需求总体可能仍会呈现一定降幅；
- (5) 优特钢棒线材方面，国内制造业产业升级为其需求注入强劲动力。

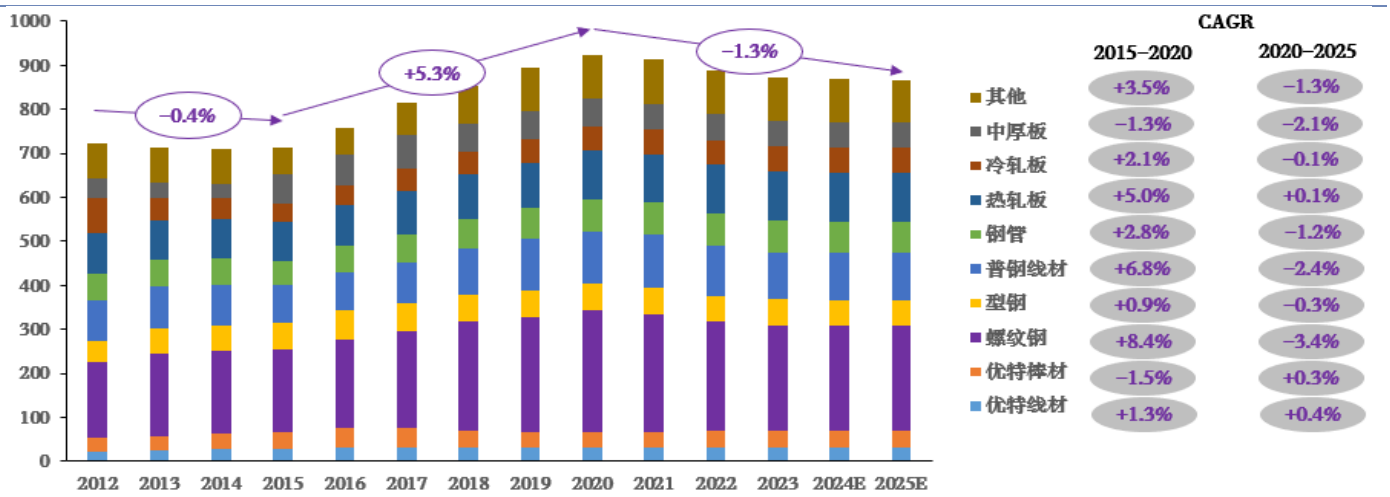
而在“价”上，2014 年、2018 年、2020 年国家发改委与工信部三次明确钢铁行业严禁新增产能，并逐步清理在建违规项目，2016-2018 年间国内共化解钢铁过剩产能 1.5 亿吨，同时淘汰“地条钢”1.4 亿吨，使得行业内短期供需格局转变，螺纹钢与热轧板价格一度超过 4,700 元/吨与 4,400 元/吨，2020 年初全球主要经济体为对抗新冠疫情的冲击，均进行了不同程度的货币宽松，令 2020-2021 年铁矿石、钢材等大宗商品价格上涨，螺纹钢与热轧板价格达 5,700 元/吨与 6,000 元/吨创历

史新高，但后续需求下滑以及价格战的踩踏效应又让行情回落，目前几近触及新冠疫情前低点。随之而来的是钢铁行业盈利性受损，2022-2024年黑色金属矿采选业利润总额连续三年负增，黑色金属冶炼和延压加工业利润总额连续三年未及1,000亿，该情况继2010年以来首次出现，2024年12月黑色金属矿采选业与黑色金属冶炼和延压加工业的亏损企业单位数分别为714家/+16.9%与1,963家/+12.4%。

同时原料端铁矿石的价格高企蚕食国内钢铁行业的利润空间，铁矿石成本在钢材成本中占比超30%，国内铁矿石的对外依存度约80%，全球铁矿石供给基本被力拓(Rio Tinto)、淡水河谷(Vale)、必和必拓(BHP Billiton)、FMG(Fortescue)这四大矿业巨头垄断，尽管我国拥有全球六成以上的铁矿石消费量，但钢铁行业集中度相对较低、致使普遍缺乏议价权，该局面短期内难以扭转。

值得注意的是，钢铁行业的碳排放规模仅次于电力行业，生产过程中所产生的固体颗粒物、二氧化硫、氮氧化物亦需处理，2021年钢铁行业制定了较全国整体更为严格的“双碳”目标，力争2025年前实现碳达峰，80%的钢铁产能达到超低排放水平，到2030年钢铁行业碳排放量较峰值降低30%、碳减排量4.2亿吨，钢铁行业实施绿色低碳、进行大规模的环保改造会间接增加生产成本。

图3: 国内钢铁行业分产品表现观需求 (单位: 百万吨)



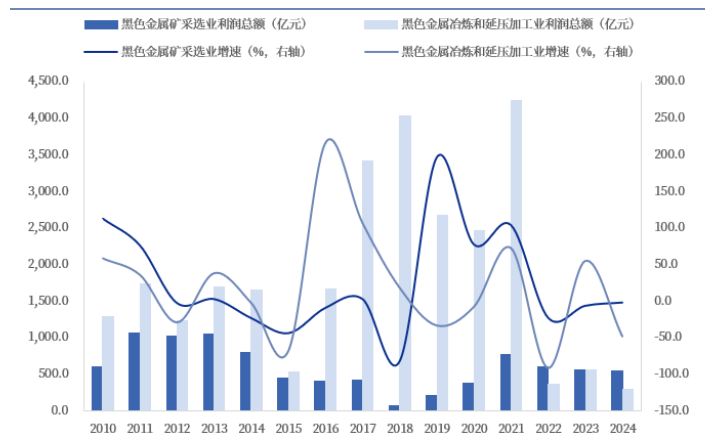
资料来源: Kearney, 中国银河证券研究院

图4: 2011-2025年1月国内典型钢材品种月均价格与综合价格指数



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图5: 2010-2024年国内两类黑色金属行业利润总额与增速



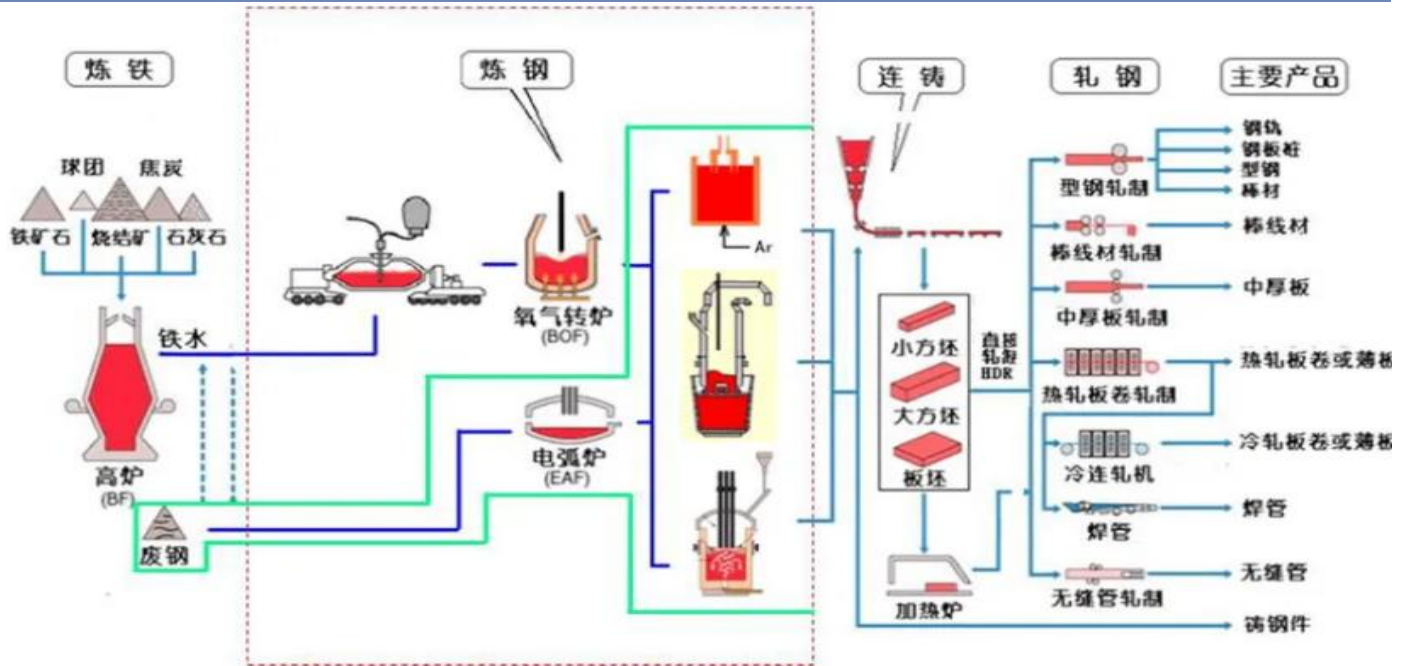
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

钢铁生产是典型“黑箱”场景，AI+钢铁势在必行。在众多行业中，钢铁因其生产时涉及复杂多变的物理化学反应与多变量强耦合的工艺流程，以及设备间存在信息孤岛现象，故难以精确掌握各

环节的关键因素与相互影响机制，成为典型的“黑箱”场景，具体而言：

(1) 生产流程方面，钢铁涉及铁矿石开采→选矿→焦化烧结→高炉炼铁→铁水脱硫→炼钢→吹氩→精炼→连铸→加热→热轧→冷却→酸洗→冷轧→热处理等多个环节，流程复杂且冗长，传统运营模式下各环节间信息传递与协同配合不够通畅，生产效率难以提升。例如高炉炼铁环节，由于无法实时获取需求信息，可能出现铁水供应不匹配的情况，影响生产连续性。传统运营模式下从原材料投入到成品产出，通常需要耗费数天甚至数周时间，过长的生产周期不仅增加了钢铁企业的库存成本，还令对市场需求转变的响应速度钝化；

图6：钢铁生产流程简图



资料来源：轧钢之家公众号，中国银河证券研究院

(2) 供应链管理方面，在原材料采购环节，由于缺乏对市场需求的精准预测与对供应商的有效管理，钢铁企业往往难以在合适的时间、以合理的价格采购到高质量的原材料，尤其在铁矿石价格上涨幅度较大、上涨速度较快的区间，很多钢铁企业未提前做好采购规划，采购成本大幅增加。在库存管理环节，传统运营模式下钢铁企业往往凭借经验确定库存水平，易出现库存积压或缺货的情况，库存积压会占用大量资金，缺货则会拖累正常生产进程。在产品配送环节，物流体系效率低下会延长产品交付周期，降低客户满意度；

(3) 质量控制方面，传统运营模式下钢铁行业的质量控制主要依赖人工检测与经验判断，人工检测受检测人员的技术水平、工作状态等因素影响，检测结果的准确性与稳定性不足，难以满足高端市场对产品质量的严格要求。例如在钢材表面的质量控制中，人工检测极易出现漏检、误检的情况，导致不合格产品流入市场。同时传统运营模式无法对生产过程中的质量数据进行实时采集与分析，难以进一步挖掘与深究质量问题根源并采取有效改进措施。

而 AI 具备强大的数据处理与模式识别、自适应与学习、决策制定、跨学科融合、并行计算等能力，是最擅长解决复杂反应机制、难以定量描述的“黑箱”场景的抓手，对于工艺发现、材料试验、控温控排等具备高度不确定性的开放任务，升级 AI 大模型成为钢铁企业的不二之选。

二、AI 重塑钢铁生产流程，搭建供需匹配桥梁

AI 重塑钢铁生产流程，严把质量关降本增效。针对炼铁工序，AI 聚焦于高炉炼铁工艺优化、高炉故障诊断与预警、高炉煤气能效管理、高炉操作指导、数字孪生与虚拟高炉等方面。高炉炼铁工艺优化方面，实时预测铁水温度、硅含量、硫含量，利用随机森林 (RF)、梯度提升树 (GBDT)、支持向量机 (SVM) 等算法，结合风温、风压、喷煤量、炉料成分等大量历史数据进行训练，同时利用长短期记忆网络 (LSTM) 处理时序数据，捕捉高维动态变化，进行深度学习，识别影响炼铁效率的关键因素，并预测不同工艺条件下的炼铁效果，例如原料配比环节，基于原料化学成分、价格、库存数据，进行混合整数规划，优化配矿方案，同时利用神经网络预测不同配比对炉渣流动性、铁水质量的影响，最终提升炼铁效率、降低生产能耗，与传统人工经验配料相比，AI 配料令铁水质量稳定性提升约 20%、原料消耗降低约 8%，又例如炉温控制环节，AI 能够提前约 30min 知晓炉温变化趋势，及时调整喷煤量、鼓风量等参数，将炉温波动范围控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内，提升铁水产量与质量，同时焦炭消耗降低约 10%。高炉故障诊断与预警方面，又例如在高炉故障诊断与预警方面，基于例如孤立森林 (iForest)、自编码器 (AE) 等无监督学习分析例如炉顶煤气成分、炉身压力、温度分布、电流强度、振动大小等传感器数据，同时配合卷积神经网络 (CNN) 分析红外热成像或雷达料面形状图像，识别异常模式，并发出预警信号以警示高炉运行过程中可能出现的例如炉体破损、风口堵塞等故障，做到事前预测、实时监测、事后响应。高炉煤气能效管理方面，优化 CO 利用率，减少碳排放，利用 LSTM 预测煤气流量、成分变化，动态调整煤气回收策略，同时结合计算流体力学 (CFD) 模拟炉内煤气流动，优化其分布。高炉操作指导方面，动态优化风温、富氧率、喷煤量等参数，降低焦比，结合遗传算法 (GA) 或粒子群算法 (PSO)，平衡能耗、产量与排放目标。数字孪生与虚拟高炉方面，融合热力学物理模型、化学反应方程与 AI 实时校准，构建高精度虚拟高炉，用于操作员培训、工艺仿真、故障复现分析。

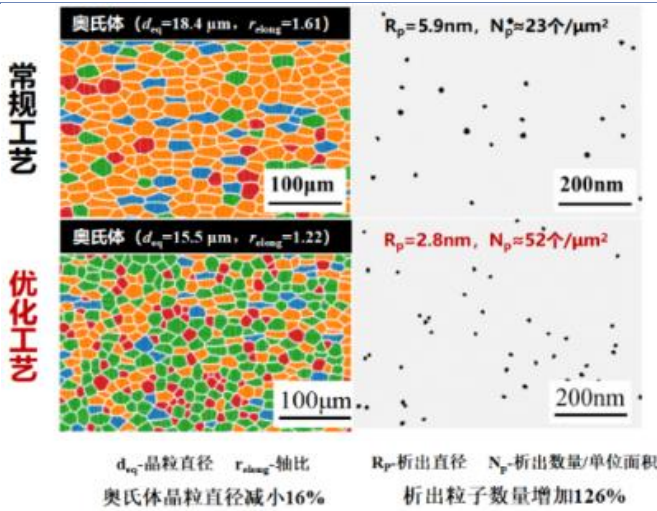
针对炼钢工序，AI 聚焦于行车调度指挥、钢水温度成分预测与优化、连铸过程控制、设备状态监测与故障预警、能源管理与优化、质量预测与追溯、炼钢操作指导等方面。钢水温度成分预测与优化方面，自动调整吹氧时间、脱氧剂加入量，使钢水碳含量与温度达到最佳匹配状态，与传统人工操作相比，AI 操作令炼钢时间缩短约 10%、废品率降低约 15%。连铸过程控制方面，利用算法模型对连铸过程参数进行优化，例如结晶器温度场与流场变化、结晶器振动、二冷水流量、铸坯拉速等，以减少表面与内部缺陷，提升钢坯质量。能源管理与优化方面，通过构建能源管理系统 (EMS)，应用大数据分析 with 算法模型，实现能源消耗的实时监控与优化调度，精确控制炼钢过程中的启停时间，能耗降低约 12%，提升环保水平。质量预测与追溯方面，基于机器视觉与深度学习的 AI 检测系统，能够在 1s 内快速识别钢水中直径大于 0.1mm 的夹杂物、气泡等缺陷，并对其进行分类与评估，检测准确率在 98% 以上。

针对轧钢工序，AI 聚焦于轧制过程优化、板形控制、设备维护与故障预测、质量监测与预测、生产计划与调度等方面。轧制过程优化方面，采用深度学习技术可通过对历史数据的训练，学习轧制参数与产品质量之间的复杂关系，对轧制过程中的温度、速度、压力、辊缝等关键参数进行精准预测与优化，实现对轧制过程的精准控制，轧出的钢材尺寸精度提升约 30%、表面质量合格率提升约 5%。板形控制方面，AI 通过对轧机弯辊力、张力等参数的实时调整，减少板形缺陷的产生，板形精度控制在 $\pm 5I$ 单位以内。质量监测与预测方面，应用图像识别与处理技术具有非接触、高效率、高精度等优点，可对轧出的钢材表面进行实时监测，识别出裂纹、夹杂物等缺陷，大幅提升质量控制的自动化水平。

总体来看，结合案例情况引入 AI 技术后，预计钢铁企业全流程的生产周期缩短约 30%、产量增长约 25%、次品率降低约 3%、强度韧性等性能指标波动范围缩小约 30%、能耗降低约 15%、原

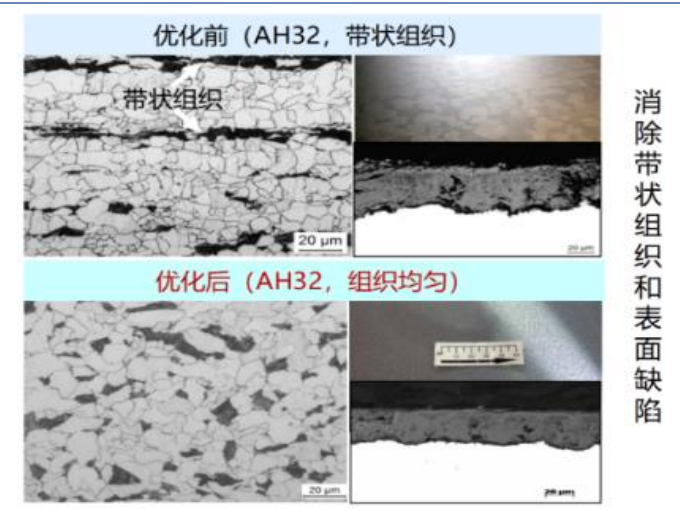
材料利用率提升约 7%、设备停机时间减少约 33%、设备维修成本降低约 30%。

图7: AI 助力开发管线钢高效轧制新工艺



资料来源: 王国栋《生成式 AI 助力钢铁行业转型升级》, 中国银河证券研究院

图8: AI 辅助消除轧制带状组织与表面缺陷



资料来源: 王国栋《生成式 AI 助力钢铁行业转型升级》, 中国银河证券研究院

AI 优化钢铁供应链机制, 搭建供需匹配桥梁。需求预测与库存管理方面, AI 通过对销售数据、市场动态、宏观经济指标、行业趋势、季节性因素等多维度深度分析, 挖掘出隐藏其背后的规律与模式, 搭建高度精准的需求预测模型, 对未来 3 个月钢铁产品需求的预测准确率提升约 30%, 同时根据需求预测结果动态调整库存水平, 综合考虑库存成本、采购成本、缺货成本、生产周期等因素, 提供最优库存策略, 例如当预测到某类钢材需求将在未来 2 个月内上升时, 系统将提前安排原材料采购, 并适当增加该类钢材的库存, 确保在需求高峰时及时满足客户订单, 最优库存策略令钢铁企业存货周转率提升约 25%、仓储成本降低约 18%。借助物联网技术, 将库存中的原材料与成品与传感器相连, 实时采集库存数量、位置、状态等信息, 并传输至 AI 系统, 当库存水平低于安全阈值或即将到达补货点时, AI 系统自动发出预警信号, 提醒企业及时进行采购或生产调整, 令缺货情况减少约 40%。智能仓储系统利用 AI 算法对仓库空间进行合理规划, 依据产品种类、规格、出入库频率等信息, 自动安排存储位置, 在货物出入库时, 通过自动化设备与 AI 控制系统, 实现快速而准确的装卸与搬运, 让仓储容量提升约 30%、货物出入库效率提升约 40%。同时通过构建客户需求分析平台, AI 能够利用自然语言处理 (NLP) 对客户的订单数据、产品使用场景、性能要求等信息进行语义解析等深度挖掘, 并结合机器学习算法对客户需求进行分类与聚类, 精准把握客户的个性化需求, 钢铁企业甚至也能够为客户量身定制产品的成分、规格、性能等参数, 逐步提升定制化比重, 利用网络爬虫技术, 从各大商业数据库、行业论坛、政府监管平台、社交媒体等渠道, 捕捉细分产品的市场空间与竞争格局, 帮助制定合理的定价策略与营销策略, AI 还能够实时了解客户钢铁产品的运行状态, 提前预判钢结构的疲劳损伤情况, 提供远程诊断与维修建议, 通过优质的售后服务提升客户粘性。供应商选择与采购决策方面, AI 可全面评估供应商的资质、信誉、产品质量、价格竞争力、交货及时性、售后服务等因素, 同时利用网络爬虫技术, 从各大商业数据库、行业论坛、政府监管平台、社交媒体等渠道, 收集供应商基本信息、财务状况、生产能力、环保合规情况、用户评价等数据, 而后通过 NLP 对文本数据进行清洗与分析, 提取关键信息, 构建供应商评估模型, 进行量化评分, 筛选出 3-4 家综合评分较高的供应商。AI 还能基于实时监测铁矿石、焦炭等原材料的价格走势, 结合需求预测与库存状况, 为企业提供采购时机与采购量建议, 同时优化采购合同管理, AI 系统通过 NLP 对采购合同中的条款进行语义分析, 检查合同中的价格调整机制、交货期、质量标准、违约责任等关键条款是否清晰明确, 识别潜在风险点, 对于发现的问题, 及时提醒企业与供应商进行沟通, 提出修改建议。物流配送与运输路线方面, AI 系统利用交通大数据平台, 实时获取

道路拥堵、交通事故、天气预报等信息，结合地理信息系统（GIS）数据，通过模拟退火（SA）、GA 等优化算法，对多个可行路线进行迭代计算，找出行驶时间最短、运输成本最低的方案。在运输方式选择上，AI 系统通过建立运输方式评估模型，对公路、铁路、水路等多种运输方式的成本、时长、安全性、灵活性等指标进行量化分析，综合评估不同运输方式的优劣，例如对于一批需要从内陆钢厂运往沿海港口的大型钢材，AI 建议采用铁路与水路联运的方式，在保证货物安全、准时到达目的地的前提下，相比单一的公路运输，成本降低约 20%。

AI 植入创新基因，新钢种呼之欲出。在钢铁行业的发展进程中，新钢种的研发与现有钢种性能的优化始终是核心任务，AI 技术可对数千组不同物理性质、晶体结构、化学成分、工艺参数的实验数据进行分析，快速筛选出几种具有潜在优势的组别，并预测相应性能表现，而后企业可基于 AI 的预测结果进行针对性验证，如此一来研发周期缩短约 30%、研发成本降低约 25%，且新钢种能够快速适应建筑、船舶、化工等领域的高难度、高强度应用，对于现有钢种，AI 系统能够及时发现影响钢种性能的关键因素，并进行动态调整，经 AI 优化后钢材屈服强度提升约 10%、冲击韧性提升约 15%，产品质量稳定性得到极大增强。AI 还可对余热、余压等能源进行回收利用优化，提升能源综合利用率，对钢铁生产过程中产生的废渣、废水等废弃物进行成分分析与特性识别，提取铁、钙等有价值元素，这不仅减少了废弃物的排放，反过来还能创造可观的经济效益，助力可持续发展。AI 在制度与管理创新方面的贡献亦不容忽视，传统的层级式组织架构逐渐难以适应 AI 驱动的智能化管理模式，企业开始向扁平化、网络化组织架构转变，提升信息传递效率与决策速度，打破部门间壁垒，实现跨部门协同合作，有相当一部分钢铁企业专门设立数据管理部门，为 AI 模型的训练与推理提供支持，同时注重培养员工的数字化素养，崇尚钢铁行业知识过硬且能够熟练运用 AI 工具的复合型人才。

图9：AI 大模型在钢铁行业的应用示例



资料来源：李川阳等《融合大模型和知识图谱的钢铁制造管理指标体系的设计及应用》，中国银河证券研究院

三、AI 赋能钢铁案例涌现，提质增效效果显著

AI 赋能钢铁案例涌现，全行业占比领先。2024 年 12 月，工信部发布《人工智能赋能新型工业化典型应用案例名单》，钢铁行业共有 14 例上榜，在全行业中占比 9.3%，其中技术底座方向 1 例、行业应用方向 11 例、装备产品方向 2 例。

表1：AI 赋能钢铁行业典型应用案例名单

序号	案例名称	牵头申报主体	推荐单位
一、技术底座方向			
1	基于 AI 视觉技术的冶金物料识别平台	莱芜钢铁集团电子有限公司	山东省工业和信息化厅
二、行业应用方向			
1	基于大模型技术的金相智能分析平台	中国钢研科技集团有限公司	中国钢研科技集团有限公司
2	多基地订单智能化高效化关键决策模型应用	宝山钢铁股份有限公司	中国宝武钢铁集团有限公司
3	基于大模型技术的热轧表面质量评判系统	中国钢研科技集团有限公司	中国钢研科技集团有限公司
4	高品质热轧带钢板形板廓智能检测及控制应用	唐山钢铁集团有限责任公司	河北省工业和信息化厅
5	宝钢湛江钢铁炼钢 KR 智能渣识别应用	宝钢湛江钢铁有限公司	中国宝武钢铁集团有限公司
6	轧钢表面质量智能检测系统	中冶南方工程技术有限公司	中国五矿集团有限公司
7	高效长寿高炉智能感知及智能操作管理系统	武汉钢铁有限公司	中国宝武钢铁集团有限公司
8	地下矿山智能装运提卸无人运矿系统	长沙矿山研究院有限责任公司	中国五矿集团有限公司
9	鞍钢钢水无人化运输系统	大连机车车辆股份有限公司	中国中车集团有限公司
10	基于 AI 大数据的智能燃烧优化控制系统	联峰钢铁（张家港）有限公司	江苏省工业和信息化厅
11	废钢智能检验系统开发与应用	新余钢铁集团有限公司	江苏省工业和信息化厅
三、装备产品方向			
1	钢包热修多智能体协同机器人	首钢京唐钢铁联合有限责任公司	河北省工业和信息化厅
2	钢板 AI 智能行为决策轮廓仪	首钢京唐钢铁联合有限责任公司	河北省工业和信息化厅

资料来源：工信部，中国银河证券研究院

AI+钢铁典型案例一——宝钢股份：旗下梅钢建设 4,070 立方米智慧高炉，引领低碳智能化炼铁新模式。目前钢铁高炉生产仍以“高炉-转炉”模式为主，消耗大量化石燃料，高炉炼铁能耗占钢铁行业总能耗约 70%、二氧化碳排放占比在 60%以上。钢铁高炉的技术难点主要包括数据规模大利用率低、炉热指标波动大、变量维度高分析复杂、炉渣碱度预期外变化频繁、炉况量化调整困难等。

(1) 数据规模大利用率低，高炉数据生态系统呈现出多维异构性、非线性动力学特征以及强耦合交互机制，其数据结构具有显著的多尺度时空特性与时滞效应，同时伴随着显著的数据不确定性与信息熵增现象。各工序间的数据协同存在明显的异构性壁垒与信息孤岛效应，导致数据价值密度降低，信息利用率呈现亚优化状态。这种复杂的数据拓扑结构对传统的数据分析方法提出了严峻挑战，亟需构建基于深度学习的智能数据融合范式以实现数据价值的最大化挖掘；

(2) 炉热指标波动大，铁水温度、铁水硅含量等炉热指标具有显著的时滞效应与非线性特征，高炉参数与高炉炉热指标间存在复杂的非稳态映射关系。高炉内部热交换过程涉及“气-固-液”三相流的强耦合作用，传热传质机制具有高度随机性，叠加外部原燃料条件波动与工艺操作参数的扰动，严重制约炉热指标的预判与优化；

(3) 变量维度高分析复杂，高炉多变量间存在复杂的时空关联机制，其耦合关系呈现显著的非稳态与时变特征，传统单变量预测方法难以捕捉变量间的协同演化规律，高炉系统固有的多尺度特性使得不同变量的波动频谱存在显著差异。高炉工艺参数间的多重共线性及滞后效应，进一步加剧了特征选择的复杂度。高炉原燃料质量扰动的不确定性与操作时变特性，更是要求预报模型具备强在线自学习与自适应能力；

(4) 炉渣碱度预期外变化频繁，合理、稳定的炉渣碱度不仅能够优化炉内反应，提高铁水质量，还能有效降低炉渣的粘度，改善冶炼环境，进而提高炉效、降低能源消耗与生产成本。高炉冶炼过程涉及复杂的多相反应动力学，难以实时捕捉碱度变化的瞬态特征，且高炉系统作为典型的复杂工业过程，其运行状态受原燃料品质波动、工艺参数扰动、外部环境变化等多重因素影响，传统碱度预判机理模型难以准确刻画高炉多尺度、非线性的复杂物理化学过程并有效适应这种高度不确定性的生产环境；

(5) 炉况量化调整困难，现有高炉炉况管理高度依赖操作人员的经验积累与主观判断，水平参差不齐的操作人员难以全面把握高炉这一复杂工业系统的多尺度、非线性特征，导致对炉况演化的理解存在固有偏差。随着原燃料条件日趋复杂、生产要求不断提高，当高炉炉况出现生产波动时，由于缺乏对多源异构数据的系统性分析手段，人工难以准确定位扰动源的位置及其传播路径，导致炉况故障诊断效率低下，难以适应现代高炉生产的多目标优化需求。

2023年11月-2024年6月，宝钢股份子公司上海梅山钢铁股份有限公司与东北大学开展深度合作，钢铁共性技术协同创新中心炼铁方向储满生教授团队采用“通用模型+个性数据”，研发梅钢智慧高炉系统，融合大数据、AI与冶炼机理及经验知识，打造梅钢特色的高端、绿色、安全、高效的智慧炼铁工序，经梅钢规划部副部长谭培龙先生确认，每吨铁水生产成本降低约30元。

(1) 数据治理与关联规则挖掘，梅钢智慧高炉系统结合生产工序对梅钢高炉数据进行了详细梳理，对原燃料参数、操作参数、监测参数、渣铁参数进行了全面采集，共计参数字段2,500余个。通过数据治理、时滞性分析、关联性分析等多方面措施，开发出科学、模块化、程序化的自适应智能解析方法，贯通铁区上下游数据源，打破“数据孤岛”，系统性地对“原燃料-操作制度-炉况状态-出铁出渣”全链条数据进行治理与关联规则挖掘，炼铁数据利用率提升至80%；

(2) 炉热智能预测与反馈，梅钢智慧高炉系统以高炉铁水温度与铁水硅含量为核心目标，建立炉热与原燃料条件、操作制度、炉况状态、渣铁质量间的关联关系，筛选出影响高炉炉热的关键因素。基于机理与数据融合的建模技术，构建了高炉炉热智能预测模型与炉热反馈模型，实现了对炉热的精准预报，并为高炉操作者提供合理的操作建议，指导其稳定炉热水平。炉热预测与反馈模型于2023年12月正式上线运行，包含炉热指标趋势预测可视化、模型输入参数监测、操作建议推送、模型异常记录四大模块。应用期间成功实现对未来1-3小时铁水温度与铁水硅含量变化趋势的预测，其中铁水温度预测值与实测值的误差范围控制在 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内，铁水硅含量预测值与实测值的误差范围控制在 $\pm 0.05\%$ 以内，模型的准确率以过去48小时内真实值与预测值的动态匹配度衡量，铁水温度与铁水硅含量预测准确率均高于85%。当未来1-3小时的炉热指标超出预设阈值时，模型将从煤粉喷吹量、鼓风湿度、热风温度、焦炭负荷、富氧流量、冷风流量六个方面，为高炉操作者推送量化的调整措施；

(3) 关键变量智能预测与反馈，梅钢智慧高炉系统构建关键变量智能预测与反馈模型，充分利用高炉复杂冶炼过程中各炉况指标之间的耦合关系，巧妙结合多输入单输出(MISO)神经网络算法与多输入多输出(MIMO)神经网络算法，实现了对透气性、煤气利用率、热负荷的同步动态预测。在此基础上，系统还构建关键指标反馈模型，当关键指标波动超过设定阈值时，自动为高炉操作者推送科学合理的操作建议，以确保炉况的稳定性。关键变量智能预测与反馈模型于2024年2月正式投用，涵盖透气性、热负荷、煤气利用率趋势预测可视化、输入参数监测、建议推送、模型异常记录四大模块。应用期间模型成功实现对透气性、热负荷、煤气利用率未来1-3小时变化趋势的精

准预测，平均准确率均超过 85%；

(4) 炉渣碱度闭环智能调整，梅钢智慧高炉系统的炉渣碱度智能调整模型由碱度计算、碱度预测、碱度反馈三大模块组成，碱度计算模块基于物料平衡原理，实现理论碱度的在线实时核算，碱度预测模块通过特征筛选、算法优化、结果评估，提前 1-6 小时精准预测炉渣碱度、铁水硫含量与镁铝比，碱度反馈模块则负责定量计算配料调整方案。该模型不仅支持碱度结果的可视化展示，还具备实际碱度的自动修正功能、配料定量反馈建议、原因分析推送功能，同时模型在运行过程中能够在线自适应更新，确保长期维持高准确率与稳定性。炉渣碱度智能调整模型于 2024 年 4 月正式投用，主要包括炉渣碱度、铁水硫含量与镁铝比的 1-6 小时预测结果可视化、炉批配料结构跟踪、反馈原因与方案自动推送四大模块。应用期间炉渣碱度、铁水硫含量与镁铝比的 1-6 小时预测准确率均超过 85%，配料调整方案与实际生产情况高度吻合，获得现场专家一致认可，有效提升炉渣碱度稳定性，保障高炉稳定运行；

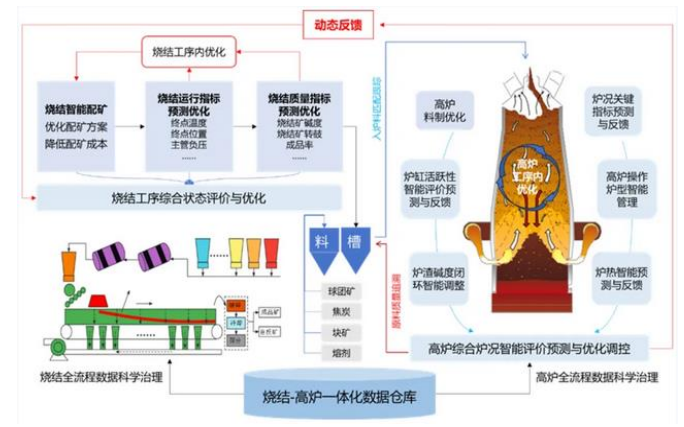
(5) 综合炉况智能“评价-预测-溯因”，梅钢智慧高炉系统的综合炉况“评价-预测-溯因”模型以高产、低耗、优质、顺行、长寿为准则，通过多角度提取关键变量，构建了全面的高炉运行状态表征方法。模型逐级确定高炉炉况对关键指标、原燃料条件及操作制度等多层次权重比与数据分区规则，建立了适应高炉自身特点的动态评价体系。利用集成学习技术，模型实现对高炉炉况健康状态的精准预测与科学溯因，使高炉操作者能够全方位掌控运行状态。综合炉况“评价-预测-溯因”模型于 2024 年 6 月正式投用，涵盖综合炉况量化评分可视化、炉况变化趋势预测、压差预测、炉况失分原因分析与反馈等模块。应用期间模型实现高炉综合炉况的量化评价，评价结果与实际炉况的吻合度超过 80%，炉况变化趋势预测的在线运行准确率超过 90%。此外模型还支持对高炉炉况扰动的原因进行解析与追溯，并能够导出详细的炉况分析报告，显著提升高炉运行稳定性与顺行性，为高炉操作者提供重要决策支持。

表2：梅钢 4,070 立方米智慧高炉应用前后经济技术指标对比

指标名称	误差范围	平均准确率	应用前水平 (2023年9月-2023年12月)	应用后水平 (2024年1月-2024年6月)	指标提升效果
铁水温度	±10℃	88.7%	1,490-1,530℃ 达标率：83.6%	1,490-1,530℃ 达标率：88.2%	达标率提升：4.6%
铁水硅含量	±0.05%	77.8%	0.25%-0.55% 达标率：94.3%	0.25%-0.55% 达标率：97.4%	达标率提升：0.31%
透气性指数	±0.05	85.2%	平均值：2.78 标准差：0.14	平均值：2.74 标准差：0.12	平均值提升：0.04 标准差下降：0.02
热负荷	±500MJ/h	87.1%	平均值：12,685 10MJ 标准差：4,368 10MJ	平均值：11,559 10MJ 标准差：2,661 10MJ	平均值降低：1,126 10MJ 标准差下降：1,707 10MJ
煤气利用率	±0.3%	85.2%	平均值：48.4% 标准差：1.07%	平均值：49.1% 标准差：0.86%	平均值提升：0.07% 标准差下降：0.21%
焦比	±4kg	96.3%	平均值：356.6kg/t 标准差：16.8kg/t	平均值：350.5kg/t 标准差：14.7kg/t	平均值提升：6.1kg/t 标准差下降：2.1kg/t

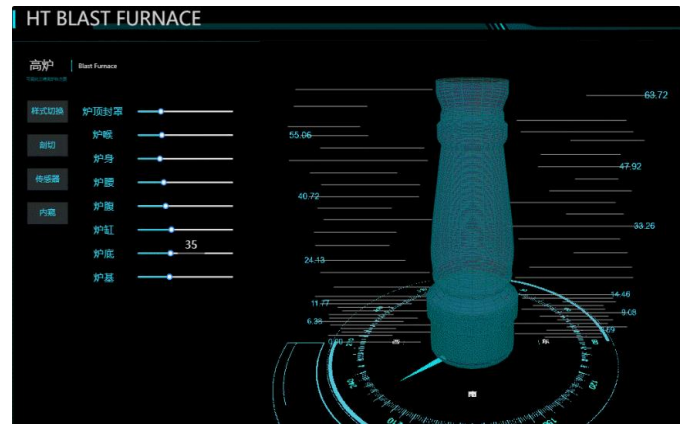
资料来源：王国栋《生成式AI助力钢铁行业转型升级》，中国银河证券研究院

图10: 宝钢梅钢 4,070 立方米智慧高炉炼铁系统



资料来源: 江苏省钢铁行业协会公众号, 中国银河证券研究院

图11: 高炉炉体三维热力图示例



资料来源: Hightopo 官网, 中国银河证券研究院

AI+钢铁典型案例二——包钢股份: 智慧热轧如火如荼, 集团携手华为开启数字化转型新篇章。

过去钢铁轧机的诸多故障, 初期往往较为隐蔽, 即使人工有所察觉, 也需要对每个工作辊进行逐一排查, 十分繁琐。包钢股份轧机设备精度动态管控平台通过建立大数据实时监控系统, 对每套辊系进行持续跟踪, 从而掌握轧机主体设备的精度与状态, 运用全面的激光检测技术, 对牌坊、轴承座、辊系、卷取机等关键设备进行全方位、无死角的运行状态检测, 所有获取的数据均会被统一上传至人机交互智能系统, 经过数字化评价后, 以 3D 可视化的方式展示出来, 为操作人员提供直观的调整或修复方案。此外平台还实现对轧机设备精度相关因素与结果的全面系统跟踪, 确保问题发现的精准性与解决的高效性。近半年以来, 轧机设备精度动态管控平台已在包钢股份稀土钢板材厂热轧作业部的精轧区域成功采集并处理超 16 万条有效数据, AI 的引入帮助公司真正实现稳定轧制, 提升板形质量与薄规格轧制能力, 降低综合运行成本, 减少现场维护工作量。2024 年 12 月, 包钢集团与华为签署战略合作协议, 双方将在数字化人才培养、智慧矿山、数据治理、皮带智能化、稀土数字化、稀土供应等领域展开深度合作, 华为将在包钢集团内部开展云计算、大数据、AI 等技术培训项目, 分享其在数字化方面的先进经验与知识, 帮助员工掌握新技能, 助力员工快速适应新技术带来的变革, 华为还将在包钢集团的矿业项目中推广智能矿山解决方案, 包括无人驾驶运输车、智能监测系统等应用, 提升矿山运营效率与安全性, 降低人工成本与事故风险, 同时进行皮带智能化升级, 引入传感器与智能监控系统, 高效管理物料运输, 在故障发生时迅速响应, 减少停机时间。

AI+钢铁典型案例三——华菱钢铁: 旗下湘潭落地全球首个钢铁 AI 大模型, 稳步实现全链路升级。

自 2019 年起, 湖南钢铁集团携手湖南移动与华为, 开展“5G+智慧工厂”建设, 在华菱钢铁子公司湖南华菱湘潭钢铁有限公司初步建成“5G+云+AI+工业互联网”全面融合的智能制造信息化体系, 2023 年在前期试点验证的基础上, 三方再度合作, 推进 AI+钢铁行业大模型部署, 2024 年 4 月, 全球首个钢铁 AI 大模型落地湘钢, 涵盖钢铁生产流程中焦化、烧结、炼铁、炼钢、轧钢、质检等 9 个专业的 23 个场景, 例如行车智能调度系统, 集成炼钢生产计划、行车检修信息、钢水包实时位置、各类业务规则等大量数据, 若生产计划临时有变, 系统会在不用 1min 内利用算法智能生成生成接下来 30min 的调度方案, 2025 年 2 月, 湘钢基于华为云 Stack 的大模型混合云上线, 涵盖场景拓展至 32 个, 在华为云 Stack 专家的帮助下, 湘钢 10 多个二级厂的一线技术人员已经能够自行开发钢铁模型应用, 另外还有 130 多个创新应用场景正在调研、探索、孵化中。依托钢铁大模型, 湘钢实现对全流程生产的物质流、能量流、信息流进行分析、预测、预警, 全厂关键设备的在线监测与智能诊断, 提高生产作业率约 20%, 产品质量的在线判定与一键追溯, 产、供、销、研、财的一体化管理与精益、精细、精准的成本管理, 未来湖南钢铁集团将把湘钢的创新成果在集团内大规模复制与应用, 加快“AI+钢铁”进程, 打造钢铁新质生产力。

AI+钢铁典型案例四——南钢股份：建设“一脑三中心”，聚焦敏捷运营+绿色低碳+数据价值+关键场景+生态发展。南钢股份在顶层设计上形成以智慧运营为大脑，以铁区一体化、钢轧一体化、能源一体化为三中心，打造远程化、集约化、智能化的生产与运营管控新模式，基于复杂工况动态感知+一体化集群管控+关键生产过程推优技术的技术思路，实现高效、高质量生产，破解过程黑箱。铁区一体化中心融合铁区五大工序的 25 套系统，实现 45 个中控室合一，应用智能模型 165 个，让整个铁区的运转从经验化向模型化、智能化转变，自铁区一体化中心投入使用以来，高炉燃料比、烧结返矿率等经济技术指标达到国际先进水平，高炉燃料使用量下降约 20kg/t，年生产降本超 3 亿。钢轧一体化中心以自动炼钢、自动出钢、一键精炼、无人浇铸、智能加热、轧钢自动转钢、板号自动识别、智能行车等自动化、智能化新技术为支撑，将炼钢七大工序与轧钢九大工序的 24 个操作室整合，实现人员效率、工序能耗、产能、质量等多维度指标的全方位提升。

(1) 聚焦敏捷运营，南钢股份深入践行“一切业务数字化”的转型方针，实现 17 个业务领域数字系统的全覆盖，构建工业 APP 超 50 个，例如建设采购一体化平台，采购效率提升约 70%，依托南钢内部生产经营数据，打造黑色市场智慧分析系统，为公司采购与销售等生产经营活动提供决策支撑，打造财务共享中心，覆盖境内外子公司，实现财务核算工作统一与标准化，推进财务组织变革，建设设备、能源、环保等系统支撑动态感知与敏捷响应能力，提升运营透明度。南钢股份利用 AI 算法建立实时感知、动态决策、持续进化的智慧运营体系，深度融合市场与运营特性进行管理模式变革，打造“智造、经营、生态”集群式一体化中心，汇聚 26 条产线、整合 210 套相关系统、数据采集超 42 万点，实现端到端的全面数据资产整合，完成从采购、生产、销售等各业务环节全要素、全流程、全价值链的集成；

(2) 聚焦绿色低碳，南钢股份将水、供配电、发电、燃气、氧气、氮气、氩气、压缩空气、蒸汽 9 种能源介质、80 个站所、91 套自动化系统进行融合，建成能源一体化中心，实现对能源从生产—输配—使用全生命周期的跟踪与管理，同时建设碳排放地图，通过对碳排放总量、碳排放强度、碳减排等板块重要数据的实时监控与分析，有效管理碳足迹，实现基于“碳数据为核心、碳中和为牵引”的碳管理场景创造，构建钢铁全流程、全业务覆盖的低碳生态，促进绿色低碳可持续发展。通过能源一体化中心建设，公司工序能耗降低约 3%，煤气动态平衡实现零放散，自发电比例提升约 5%。能源集控支撑公司完成全流程超低排放改造，打造人与钢铁、自然和谐共生的“绿色生态工厂”；

(3) 聚焦数据价值，2021 年南钢股份在业内率先开展数据治理体系建设，实现数据治理体系、数据资产、大数据平台“三个统一”与业务数字化、数据资产化、资产服务化、服务产业化“四个转变”，以数据为载体，打造数据生态，连接上下游，打通双主业，赋能全行业。南钢股份始终“以构建高质量数据、赋能业务降本增益”为目标，成立数据管理组织，建设以业务主管为主导的数据 Owner 体系，打造数据全生命周期管理能力，分步推进 17 个业务领域的的数据资产盘点工作，逐步实现数据从资源形态向资产形态的转变，目前已形成涵盖约 6,800 张表、1,900 个指标、百万级工业 OT 点的数据资产地图，核心数据资产入湖率超 85%、数据服务开发效率提升约 40%、维护开发降本约 30%，同时紧跟国家数据要素政策动态，深入研究数据资产价值量化过程，2024Q1 成为国内首批实现数据资产入表的上市公司；

(4) 聚焦关键场景，为落实国家 AI+行动，南钢股份启动“AI 百景千模”三年行动计划，规划 AI 应用全景图，基于高质量的工业数据，开展冶金行业全场景人工智能应用探索，开发基于物流、能量流、数据流、价值流的跨工序跨业务领域的工业场景算法，涵盖视觉模型、数据预测类模型、机理模型等，建设质量性能预报、智能金相检测、黑色市场预测等业内领先的 AI 应用，探索 AI 与材料仿真系统融合，构建数据与智能驱动的数字研发体系，降低研发试错成本，助力高端产品研发，解决卡脖子难题。南钢股份自主研发出一批以智能实验室、雷达检测、视觉标识、智能安全帽、MR 点巡检系统、AR 眼镜等为代表的行业“Only One”、“No.1”级产品，累计实施超 300 台套，覆盖炼铁、炼钢、轧钢、精整、实验室等全流程。南钢股份是业内首家开展全厂区 5G+无人机巡查

服务的应用企业，联合中国移动以国际领先的 5G 网络为核心切入点，构建全厂区覆盖的 5G 专网网联无人机管理运营平台，集飞行控制系统、载荷控制系统、图像传输系统、数据处理系统、资源管理系统于一体，聚焦无人机综合管控、行业应用赋能、异构融合能力，具有高清视频监控、应急空中指挥喊话、红外热成像监测热源、环保监测、设备巡检等一系列功能；

(5) 聚焦生态发展，南钢股份自主集成国内优秀智能装备供应商 42 家，建成全球首个专业加工高等级耐磨钢配件的“JIT+C2M”智能工厂，解决了下游终端用户零部件加工分散，离散制造成本高、效率低等问题，其中仅有生产技术人员 38 人，效率提升近 4 倍。利用数字技术赋能与改造相关工业产业链，以整个产业链的视角降本提效。南钢股份在业内首创 GMS 产业互联一体化平台，与原燃料、船舶、海工等领先伙伴形成紧密的产业互联，形成品牌效应，为客户提供增值服务的同时增强粘性，使得原先产业链上下游从公司对公司的协作细化为车间对车间的计划协同，客户可随时随地查询到其订单在体系内的状态，支撑客户的排产排期，打造协同设计、协同制造、协同服务能力。南钢股份积极践行智慧产业化目标，旗下培育金恒科技、钢宝股份、鑫智链科技、鑫洋科技、金宇智能等一批具有独角兽属性的工业互联网高科技企业，将自身的数字化能力持续对外输出，形成新材料、智能制造、能源环境、产业互联网等战略新兴产业集群，目前已汇集约 200 个产品与解决方案，服务 22 个行业，带动相关行业创新发展。

AI+钢铁典型案例五——鞍钢股份：“一炉一策”可视化，群炉况综合评价。鞍钢股份与宝钢股份类似，同样面临钢铁高炉的技术难点，通过建立高炉群大数据平台、“一炉一策”可视化平台、炉缸侵蚀状态高精度预判平台、基于数据挖掘的高炉群炉况评价体系加以破局。

(1) 建立高炉群大数据平台，基于工业物联网、云存储、云计算等技术完成高炉及附属工序、MES 系统、ERP 系统数据整合，打破信息孤岛，实现高炉生产状态的全息再现。建立高炉生产过程操作参数数据仓库、完成不同数据库的各种接口与数据统一表示，用于支撑外部数据采集、内部数据整合。利用控制系统所提供的 OPC 服务器功能，编写 OPC 客户端程序，实现从基础自动化系统中读取生产过程实时数据。高炉生产过程信息化、智能化平台建设项目结合物联网建设，数据采集、通讯、数据清洗、数据预处理、数据分类、存储等建立数据平台与大数据处理中心，为基于数据平台开发工艺机理与统计数学模型、大数据分析挖掘、机器学习、专家系统等提供保障，同时满足厂长、厂调度、公司调度及其他管理及科研部门需求；

(2) 建立“一炉一策”可视化平台，将遥感测温、三维激光雷达、热成像等新技术应用于传统炼铁工业传感及物联网开发，在高炉大数据云平台交互基础上开发高炉生产工艺模型与移动终端 APP，对高炉冶炼全过程进行全方位、实时可视化监控。实现高炉生产全流程物质流与能量流信息化管控、高炉操作炉型与冷却壁安全监测与预警、高炉装料及布料过程智能仿真、炉顶料面与煤气流分布及风口回旋区的三维可视化监控。高炉机理建模与数字化仿真系统融合机理的全高炉综合数学模型，实现全高炉仿真与工作状态精确解析，提供高炉炉况预测结果与匹配操作的推送、完成高炉操作变更影响因素的推送、完成高炉运行趋势分析结果与历史数据溯源结果的推送；

(3) 建立炉缸侵蚀状态高精度预判平台，以公司不同炉容炉缸的破损调查为基础，综合检测不同种类炭砖，基于高炉破损调查炭砖特征与性能指标检验结果，修订炭砖捣料的导热系数，建立高精度高炉炭砖残厚计算数学模型，并利用计算机图形学技术对数据结果作处理，实现了炉缸内衬侵蚀程度的精准判断与侵蚀形貌的循环动态展示，建立炭砖合理评价制度，利用高炉破损调查结果不断深入地校正计算模型；

(4) 建立基于数据挖掘的高炉群炉况评价体系，挖掘影响高炉生产与操作的主因、隐因，进行冶炼参数与操作规则的关联分析、历史数据溯源，将历史数据与当前操作关联，实现高炉生产过程多种操作参数优化，推算最佳高炉工艺路线，并实时对高炉健康状况进行打分，做出智能诊断与优化建议。

鞍钢股份的高炉 AI 项目已在本部炼铁总厂 2 号、3 号高炉（3,200 立方米）、5 号高炉（2,580

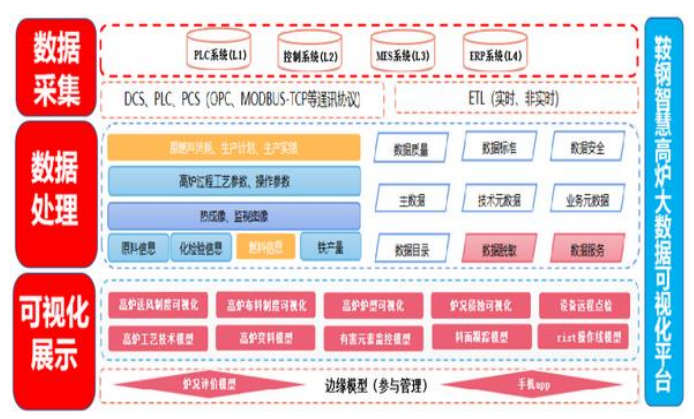
立方米)与鲅鱼圈分公司炼铁部1号、2号高炉(4,038立方米)实施应用,同时炼铁总厂1-5号与10号高炉初步实现集控功能,从生产、操作、技术、管理、培训等全方位提升炼铁的数字化、科学化、智能化、标准化水平,减少较危险的点检与炉前工作对人的依赖,降低安全事故发生率,高炉操作人员劳动生产率提高约44%,本部炼铁总厂2、3、5号高炉与鲅鱼圈炼铁部1、2号高炉在入炉品位较低、大量使用外购焦与湿熄焦的条件下,5座高炉利用系数平均提升0.487t/(立方米·d),达到国内先进水平。

图12: 华菱湘钢宽厚板智慧中心



资料来源: 湖南钢铁集团公众号, 中国银河证券研究院

图13: 鞍钢智慧高炉大数据可视化平台



资料来源: 中国金属学会, 中国银河证券研究院

四、数据为王质量为先，AI 赋能钢铁未来可期

Garbage In Garbage Out, 数据为王质量为先。AI 大模型的应用逐步打通跨界合作关卡，为钢铁行业发展新质生产力创造出“乘数效应”，在实际融合过程中，也暴露出例如数据质量与安全、模型准确性与可靠性、模型投入成本等共性问题，有待进一步解决，AI 赋能未来可期。

(1) 数据质量与安全问题，钢铁相较于其他行业，数据质量问题尤为突出，生产过程涉及众多环节与设备，高温、高压、强腐蚀等极端环境较为常见，数据来源广泛且复杂，易出现缺失、错误、不一致、噪声多、标签不准确等情况，“量大而不优”。例如炼钢环节，温度传感器可能由于高温环境，数据传输不稳定，导致部分温度数据缺失，使得 AI 模型在分析炼钢过程时，无法准确判断炉内真实温度变化，进而影响对炼钢工艺的优化决策。又例如不同设备或系统采集的数据可能存在时间戳不一致、数据格式不统一等问题，在原材料采购数据与生产消耗数据进行匹配分析时，若时间戳不一致，会导致 AI 模型对原材料库存的预测出现偏差，引发库存积压或缺货风险。同时钢铁企业各部门间存在数据壁垒，若协同度不高，会导致大模型训练缺乏足够样本。钢铁企业的生产、客户、供应商等信息具备极高的商业价值，一旦遭到泄露或篡改，将给企业带来巨大损失；

(2) 模型准确性与可靠性问题，钢铁相较于其他行业，更易出现模型的过拟合 (Overfitting) 与欠拟合 (Underfitting) 现象。当模型过于复杂，对训练数据中的噪声与细节过度学习时，就会出现过拟合现象，例如在预测钢材的强度性能时，模型可能过度依赖训练数据中的某些异常值，导致在实际生产遇到不同工况时，结果出现较大偏差，导致依据不准确的预测结果调整生产工艺，进而影响产品质量。而欠拟合则是模型未能充分学习到数据中的规律，导致在训练数据与新数据上的表现均不佳，例如在建立钢铁生产能耗预测模型时，若模型过于简单，无法捕捉到能源消耗与生产工艺、设备状态等因素之间的复杂关系，导致企业在能源管理方面缺乏有效的决策依据，无法实现能源的合理利用与成本控制。此外，目前国内钢铁行业 AI 模型在数据系统管理、模型应用场景、模型评估验收等环节尚未形成统一、全面的行业标准，易出现“噱头大于应用”的“群模乱舞”现象，导致技术资源未能有效整合、模型无序发展；

(3) 模型投入成本问题，考虑钢铁行业自身体量，部署与之匹配的 AI 行业大模型需要配置较大规模的硬件设备、算法设计、软件系统等，初期投入成本较高，且钢铁周期性较强，对宏观经济增长敏感度较高，目前整体利润率处于偏低水平，市场稍有波动便可能影响大模型的投资与应用。

五、投资建议

我们认为宏观政策持续显效，有利于提升钢铁行业集中度，并改善长期以来失衡的供需关系，普钢龙头有望受益。随着制造业转型升级，中高端特钢需求亦有望迎来较快增长。**建议关注：**数字化、智能化转型起步较早，具备先发优势，AI 积极赋能，大模型在钢铁生产与供应链多环节、多场景加速精细化落地或成效初显标的：宝钢股份、包钢股份、华菱钢铁、南钢股份、鞍钢股份、太钢不锈等。同时我们在《钢铁 IDC：穿越周期，变中成长 20240529》一文中提及，国内 IDC 前景广阔，IRR 总体可观，钢铁企业转型 IDC 在土地、资金、能耗等多项资源禀赋上具备先天优势，DeepSeek 风起进一步推动 IDC 向 AIDC 演进，算力强度、功率高度、机柜密度等方面要求更上一层楼，放大了钢铁企业优势，有助于多层次、多维度发展新质生产力。**建议关注：**已有相关外延运作或涉及电信业务、有序拓展 IDC 标的：首钢股份、马钢股份、杭钢股份、河钢股份等。

表3：关注公司盈利预测与估值情况

股票代码	股票名称	EPS (元/股)				PE (倍)			
		2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
600019.SH	宝钢股份	0.54	0.43	0.49	0.55	12.96	15.86	13.76	12.29
600010.SH	包钢股份	0.01	0.01	0.03	0.05	186.00	231.17	67.94	39.21
000932.SZ	华菱钢铁	0.74	0.43	0.53	0.63	5.65	10.51	8.49	7.07
600282.SH	南钢股份	0.34	0.39	0.43	0.47	13.79	11.30	10.24	9.37
000898.SZ	鞍钢股份	-0.35	0.01	0.02	0.02	-	194.31	129.89	124.48
000959.SZ	首钢股份	0.09	0.09	0.11	0.13	33.89	33.70	28.23	23.26
600808.SH	马钢股份	-0.17	-0.36	0.03	0.15	-	-	105.46	20.24
600126.SH	杭钢股份	0.05	0.17	0.26	-	95.60	63.79	42.05	-
000709.SZ	河钢股份	0.09	0.09	0.13	0.14	24.56	22.70	16.45	15.76

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

注：盈利预测均采用 Wind 一致预测，收盘价更新至 2025 年 2 月 18 日。

六、风险提示

1、宏观经济周期性波动的风险

钢铁属于传统周期性行业，对宏观经济增长敏感度较高，若国内或国际宏观经济波动较大，将扰乱产业链量价预期，对钢铁行业发展产生不确定影响。

2、AI+钢铁协同不及预期的风险

在 AI+钢铁的实际融合过程中，暴露出例如数据质量与安全、模型准确性与可靠性、模型投入成本等共性问题，若不能得到及时有效地解决，将削弱 AI 技术赋能钢铁行业的“乘数效应”，且 AI+钢铁的复合型人才培养，非一日之功。

3、上游原材料价格上涨的风险

铁矿石、焦煤、焦炭构成了钢铁行业的主要成本，国内铁矿石品位低于全球平均水平，导致国内钢铁企业铁矿石对外依存度较高，且全球铁矿石市场呈现寡头垄断格局，四大矿山拥有较高话语权，铁矿石价格可能出现非理性上涨，侵蚀钢铁行业利润。

4、下游需求修复缓慢的风险

地产、基建、机械、汽车、能源构成了钢铁行业的主要需求，地产景气度的主要影响因素为利率与库存，基建景气度的主要影响因素为政府财政，可调节性较大，国内机械、汽车等制造业具备全球竞争力，且其中众多赛道兼具工业属性与消费属性，景气度取决于全球宏观经济环境等。若下游需求修复缓慢，将削弱钢铁行业规模效应的发挥。

图表目录

图 1: DeepSeek R1 模型性能对比.....	4
图 2: 全球典型 APP 产品增长 1 亿用户花费时间.....	4
图 3: 国内钢铁行业分产品表观需求 (单位: 百万吨)	5
图 4: 2011-2025 年 1 月国内典型钢材品种月均价格与综合价格指数.....	5
图 5: 2010-2024 年国内两类黑色金属行业利润总额与增速.....	5
图 6: 钢铁生产流程简图.....	6
图 7: AI 助力开发管线钢高效轧制新工艺.....	8
图 8: AI 辅助消除轧制带状组织与表面缺陷.....	8
图 9: AI 大模型在钢铁行业的应用示例.....	9
图 10: 宝钢梅钢 4,070 立方米智慧高炉炼铁系统.....	13
图 11: 高炉炉体三维热力图示例.....	13
图 12: 华菱湘钢宽厚板智慧中心.....	16
图 13: 鞍钢智慧高炉大数据可视化平台	16
表 1: AI 赋能钢铁行业典型应用案例名单.....	10
表 2: 梅钢 4,070 立方米智慧高炉应用前后经济技术指标对比	12
表 3: 关注公司盈利预测与估值情况	18

分析师承诺及简介

本人承诺以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

赵良毕，通信&钢铁&中小盘首席分析师，科技组组长。北京邮电大学通信硕士，2022年加入中国银河证券。8年中国移动通信产业研究经验，7年证券从业经验。曾获2020年Wind金牌通信分析师前五名，2022年Choice通信行业最佳分析师前三名等。

洪烨，通信&钢铁&中小盘分析师。中国人民大学财务硕士，曾供职于国泰君安证券，2023年加入中国银河证券。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

评级标准

评级标准	评级	说明
评级标准为报告发布日后的6到12个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准，北交所市场以北证50指数为基准，香港市场以恒生指数为基准。	行业评级	推荐：相对基准指数涨幅10%以上
		中性：相对基准指数涨幅在-5%~10%之间
		回避：相对基准指数跌幅5%以上
公司评级	推荐：相对基准指数涨幅20%以上	
	谨慎推荐：相对基准指数涨幅在5%~20%之间	
	中性：相对基准指数涨幅在-5%~5%之间	
	回避：相对基准指数跌幅5%以上	

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京市丰台区西营街8号院1号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn

上海地区：陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn

李洋洋 021-20252671 liyangyang_yj@chinastock.com.cn

北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn

褚颖 010-80927755 chuying_yj@chinastock.com.cn