

智慧钢铁行业洞察

中国联通研究院

2024 年 1 月

版权声明

本报告版权属于中国联合网络通信有限公司研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国联通研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

目录

一、钢铁行业产业链	4
(一) 产业现状	4
1. 产业链：上游提供原材料，中游为钢铁冶炼加工，下游为用 钢需求行业	4
2. 市场变化：市场形势严峻，企业效益大幅下降	8
(二) 钢铁行业痛点：产能过剩、生产流程复杂、生产环境恶劣、 环保压力大	8
(三) 智慧钢铁/钢铁数字化转型定义	9
(四) 当前钢铁行业数字化转型的现状和问题	10
二、内需外政驱动，钢铁行业数字化进一步打开增量空间	12
(一) 产业政策趋向	12
1. 持续推进行业兼并重组、发展高端特钢，推动产业结构优化、 供给质量提升	12
2. 大力发展智能制造，提高行业核心竞争力	13
3. 推动行业节能降碳、绿色发展，确保双碳目标如期实现	14
(二) 行业需求分析	15
1. 设备全生命周期管理：由传统维护向智能维护转变	15
2. 智能化生产：生产工艺由黑箱到透明，逐步实现智能化	16
3. 绿色生产：生产绿色化及数字化碳管理，助力双碳目标达成	16
4. 供应链协同：由局部协同向全局协同升级	17

（三）行业市场空间	18
1. 客户空间：头部企业主要在河北、山东、江苏等地，2022 年 产能置换项目主要在广西、江苏、云南等地	18
2. 数字化转型规模空间：2025 年钢铁行业工业互联网市场规模 有望超千亿元	19
3. 碳管理规模空间：市场空间大，未来 5 年进入快速发展期 ..	20
（四）智慧钢铁产业图谱及厂商	21
1. 智慧钢铁产业图谱	21
2. 服务商情况：宝信软件等钢企子公司占据市场主导地位，其 次是专业设计院所类供应商	22
（五）头部企业数字化转型布局及收益情况	24
1. 宝武：数智化转型标杆，智慧制造从“四个一律”迈向“三 跨融合”	24
2. 河钢：聚焦产线智能化、智慧企业建设	25
3. 鞍钢：聚焦“智慧管理、智慧生产、数字产业创新发展” ..	26
4. 南钢：以数据治理+工业互联网平台双轮驱动	27
三、新技术和新商业模式驱动钢铁行业数字化	30
（一）新技术	30
1. 5G	30
2. 大数据+AI	31

3. 区块链	31
4. 数字孪生	32
(二) 产品及解决方案	32
1. 设备管理类	32
2. 智能化生产类	35
3. 绿色生产类	41
4. 供应链协同类	44
四、发展展望	47
附录一：头部钢企名单	48
附录二：智慧钢铁产业主要供应商	53

前言

钢铁工业是我国国民经济的重要基础产业，是建设现代化强国的重要支撑。我国钢铁产量和消费量连续多年位居世界第一，2022年我国粗钢产量10.18亿吨，占全球54%；2023年上半年，全国粗钢产量为53564万吨，同比增长1.3%。随着我国钢铁行业去产能目标完成，以及中长期钢材需求量将缓慢下降，我国钢铁行业已经进入由规模效益向质量效益转变的加速演进期，处于由大到强转变的关键阶段。在国家政策及行业转型发展双重因素驱动下，“十四五”时期，钢铁行业将加快兼并重组进程，产业集中度将进一步提升，同时，绿色发展和智能制造成为行业两大发展主题。

2022年以来，由于需求减弱、原燃料价格高企等原因，钢铁企业效益出现大幅下降，中钢协重点统计会员企业利润总额同比下降72.27%。2023年前三个季度，中钢协重点统计会员企业利润总额同比下降34.11%，行业效益略有回升。存量竞争环境下，低成本、差异化的产品及服务是钢铁企业的核心竞争力。钢铁冶炼是典型的流程型工业，生产过程不可中断，具备生产流程长、生产工艺复杂、供应链冗长等特征，当前，钢铁企业正面临设备维护成本高、生产过程存在黑箱和不确定性、下游需求日趋分散且个性化增强、安全环保压力增大等问题，数字化将带来钢铁行业全要素、全流程、全价值链的优化和升

级。

钢铁行业数字化转型仍处于初级阶段，且发展不均衡，企业间、企业内不同车间和产线间发展水平存在巨大差异。宝武、沙钢等头部企业成为工业领域率先推进智能制造的典范，宝武提出“四个一律”（作业一律机器、操控一律集中、运维一律远程、服务一律上线）建设标准，建立了“黑灯工厂”和智能车间，实现 24 小时无人值守，并成为中国首家入选世界“灯塔工厂”的钢铁企业，而大多数钢企仍处于信息化阶段；企业内部个别分厂或产线已实现远程化、无人化作业，而绝大部分仍然大量依靠人力。

市场竞争方面，行业龙头宝武、首钢等以自身自动化、数字化改造带动产业协同和能力输出，其信息化子公司宝信软件、首自信具备产业知识积累、产品应用打磨与生态支持，在钢铁数字化市场占据主导地位；中冶赛迪等钢铁设计院具有工艺设计与信息技术融合的专业优势，占据重要的市场地位。

随着 5G、大数据、区块链和数字孪生等新兴技术的发展，结合钢铁行业高质量发展的内在需求，涌现出了涉及钢铁行业多产线、多环节的智能化产品及解决方案，多措并举、组合发力，共同驱动钢铁行业数字化转型升级。

钢铁行业数字化转型势在必行。我国钢铁行业要坚持创新

引领，以企业为主体，以市场为导向，深度融合产学研用，以数字化转型赋能绿色化、高质化、强链化发展，走中国特色的新型工业化道路。

编写组成员（排名不分先后）：

邸青玥、符丽姹、梁寅杰、孙逸如、杨晓英、王巍

一、钢铁行业产业链

(一) 产业现状

1. 产业链：上游提供原材料，中游为钢铁冶炼加工，下游为用钢需求行业

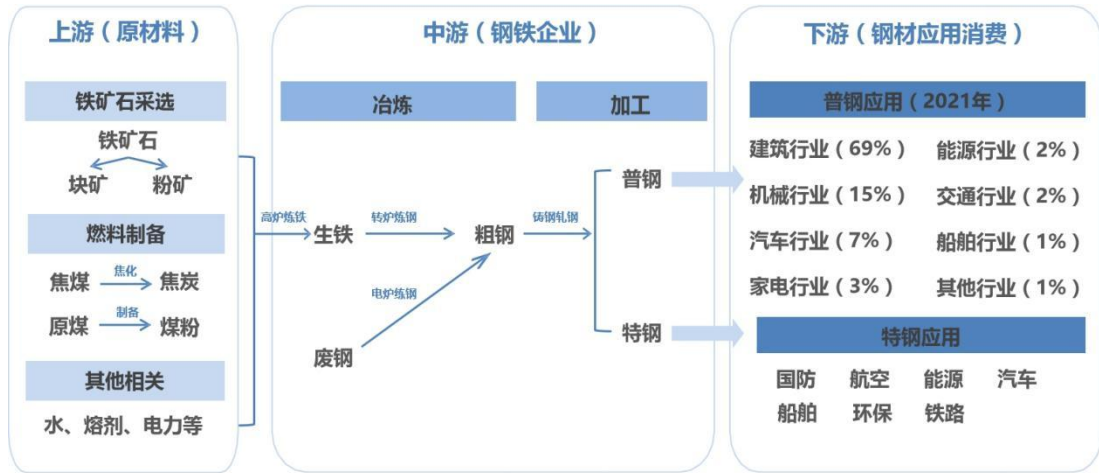


图 1 钢铁行业产业链

钢铁属于原材料工业，是典型的流程型生产行业，从产业链来看，钢铁行业上游包括铁矿石、焦炭等原材料及能源供应，中游为钢铁冶炼及加工，下游应用十分广泛，可作为基础原料应用于建筑、机械、汽车等各行各业。

(1) 上游：铁矿石严重依赖进口，焦炭国内供应稳定

铁矿石及焦炭是炼钢的核心原料。我国铁矿石储量有限且品位较低，主要依靠从澳大利亚、巴西进口，“十三五”时期，我国铁矿石对外依存度高达 80% 以上，铁矿石寡头垄断特征较为明显，巨头拥有强大的话语权，国际四大矿山淡水河谷、力拓、必和必拓、

FMG 产量约占全球铁矿石产量的一半。国内铁矿石行业集中度较海外仍然较低，主要矿区分布在华北、东北、华中、华东、西南和海南，铁矿石企业以国企居多。我国焦炭供应充足，产量较为稳定，焦炭产能和产量主要集中在华北地区，占焦化总产能的 43%左右，其中山西、河北、山东占据前三的位置。

(2) 中游：我国粗钢产能全球第一，但行业集中度较低，钢材生产主要采用高碳排放的“长流程”工艺，中低端产品严重过剩，同时高端产品供给不足

钢铁是制造业的基础。钢铁产品的品种、规格及形态非常多，产品需求量非常大，产品的用户数量和用户种类非常多。这些特点使得钢铁生产流程、生产工艺等极其复杂。

钢铁制造按生产工艺以“长流程”为主，推进“短流程”炼钢。长流程以铁矿石、焦炭为主要原料，经过高炉、转炉产生粗钢，经过炉外轧制转化为钢材；短流程以废钢为主要原料，直接通过电炉转换成粗钢，再经过炉外轧制转化为钢材，相比长流程，短流程更加节能环保。受制于废钢保有量和循环量较少、短流程成本较高等因素，我国炼钢工艺仍以长流程为主，约占 90%，而美国、日本及欧洲等发达国家均短流程为主，美国短流程占比达到 70%。根据《“十四五”原材料工业发展规划》要求，2025 年我国电炉钢产量占粗钢产品比例需要提升至 15%以上。

钢材按产品性质看，普钢需求大但产能过剩，特钢产量不足。普钢是用量最大的基础材料，特钢则主要面向高端、特种装备制造领域。相比普钢，特钢生产工艺更复杂、技术水平要求更高、生产规模更为集约。目前我国普钢产能过剩，特钢产量不足，特别是一些高端品种特钢，仍然无法满足国内需求，大多依赖进口，日本是特钢产业总体水平最高的国家。

钢铁产能上看，我国粗钢产能全球第一，行业呈现区域集中度高、但产能集中度低的特点。2022年，全球粗钢产量中国占比54%，除北京、海南、西藏外，其他省区均有粗钢分布，其中，河北是我国粗钢产量第一大省，产量达到2.12亿吨，占全国总产量21.0%，我国粗钢产量前10省份合计产量达到7.4亿吨，占全国总产量71.4%。

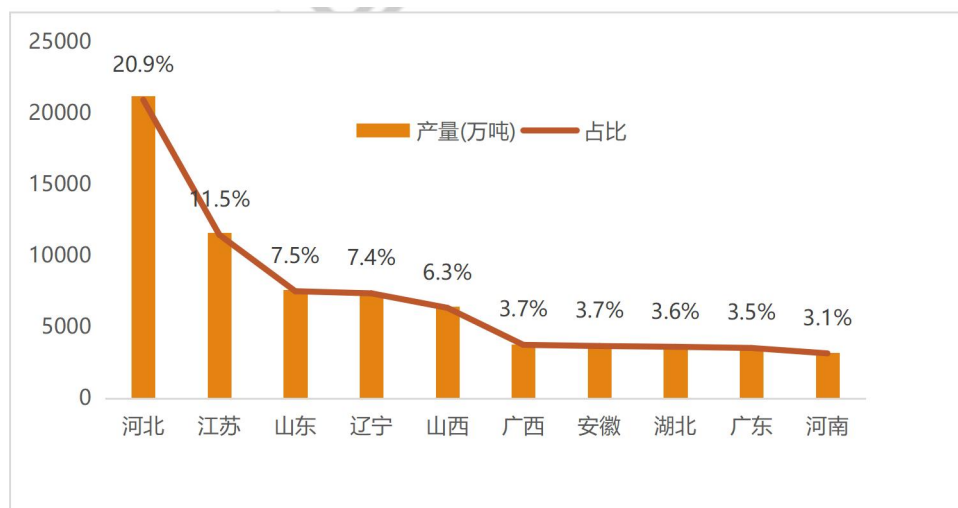


图 2 2022 年我国粗钢产量前 10 省份粗钢产量及占比情况

我国钢铁行业集中度较低，2022 年全国钢铁行业 CR10 为

42.8%，距离全球领先水平差距较大，发达国家 CR10 均超过 70%，显著高于我国当前水平。

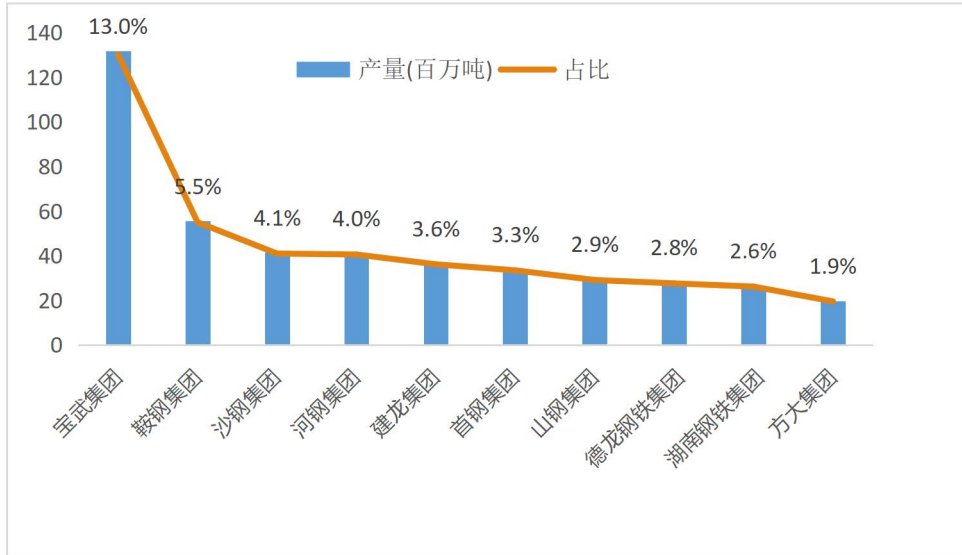


图 3 2022 年我国产量前 10 企业钢铁产量及占比情况

(3) 下游：需求呈现多样化，建筑行业为钢材消费大户，制造业转型升级催生特钢需求

从钢材的消费结构来看，中国生产的钢材绝大部分都用于国内消费，出口占比很低。国内市场消费需求主要来自于建筑业，另外，机械、汽车、造船、能源、家电及交通行业也是主要的钢材消费行业。

钢铁行业下游需求有两个特点：一是受建筑业需求波动的影响较大，2021 年以来房地产行业持续低迷，用钢需求收缩；二是下游需求分布较广，在经济结构调整过程中经常会出现细分子行业新需求，当前制造业转型升级以及智能化直接刺激国内特钢需求，从总

量上来看特钢需求增长空间巨大；三是下游行业升级过程中对钢材产品的个性化、定制化需求逐步增加。

2. 市场变化：市场形势严峻，企业效益大幅下降

我国钢铁企业数量较多，行业集中度偏低，企业间同质化竞争激烈，行业盈利能力较低且波动性非常明显。据中钢协统计，2022年重点大中型钢铁企业利润总额为982亿元，同比下降72.3%。2023年前三个季度重点统计钢企利润总额为621亿元，同比下降34.11%，销售利润率为1.33%，相对其他行业处于偏低水平。

2022年以来，钢铁市场形势严峻，遇到了需求减弱、原燃料价格高企、企业效益大幅下降等困难和问题，2022年中钢协重点统计会员企业利润总额同比下降72.27%。2023年前三个季度，中钢协重点统计会员企业利润总额同比下降34.11%，行业效益略有回升。

（二）钢铁行业痛点：产能过剩、生产流程复杂、生产环境恶劣、环保压力大

长期以来，产能需求失衡、生产流程复杂、生产环境恶劣以及能耗污染居高等问题阻碍钢铁行业可持续发展。

1、产能需求失衡：2013年-2018年间生产线项目的过渡投资，导致钢铁产能集中释放和过剩；同时，行业缺乏标准供需信息配置导致钢厂无法快速识别市场需求，出现供需失衡现象。

2、生产流程复杂：钢铁工业为大型复杂流程工业，钢铁生产包

含炼铁、炼钢与轧钢三个环节，各环节又涉及多个生产系统、工业控制系统与供应链层级，具备流程复杂、体系庞大等特点，各单元为孤岛式控制，尚未做到单元间界面无缝、精准衔接，严重影响生产效率和产品质量。

3、生产环境恶劣：目前大部分巡检以及生产现场日常工作对于人力依赖度较高，企业员工数量多，同时由于环境恶劣、存在极大安全隐患，对于年轻人吸引力不足，导致招工难。

4、环保压力加剧：钢铁企业生产过程能耗高，冶炼过程中会产生有害气体、炉渣、炉尘、工业废物等高炉副产品，造成环境污染。我国钢铁生产以长流程工艺为主，占比 90%，能耗和碳排放是短流程炼钢的 3 倍。截至 2023 年 11 月，钢铁全行业 101 家企业完成超低排放全流程公示，低碳改造进程偏慢、质量参差不齐。综上，我国钢铁行业存在能源消费和环境排放总量压力巨大、工艺流程结构不合理、绿色发展水平不平衡等问题。

（三）智慧钢铁/钢铁数字化转型定义

从钢铁行业的产业链与价值链来看，每个环节都可借助各类智能技术实现数字化，重点聚焦设备维护低效化、生产过程黑箱化、下游需求碎片化、环保压力加剧等痛点，通过 5G、AI、大数据等数字化技术对钢铁产业链及价值链进行数字化升级，加速向设备运维智能化、生产工艺透明化、供应链协同全局化、环保管理清洁化等

方向数字化转型。

智慧钢铁行业洞察的研究对象为钢铁行业中游的钢铁企业，研究范围为研发设计、生产制造、经营管理及产业协同领域的数字化转型。

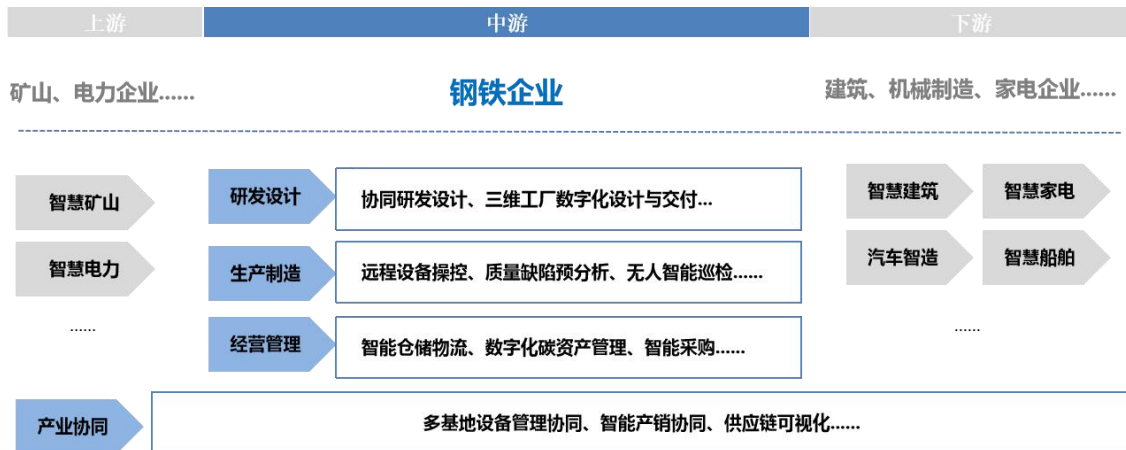


图 4 钢铁行业产业链

（四）当前钢铁行业数字化转型的现状和问题

钢铁行业数字化转型仍处于初级阶段，且发展不均衡。与金融、交通、零售、旅游等数字化转型速度较快的行业相比，钢铁企业数字化程度仍处于较低水平，在生产、运输、分析、战略等方面的智能化程度不足。根据国家标准 GB/T 39116-2020《智能制造能力成熟度模型》，我国钢铁企业智能制造能力成熟度普遍在 1.8 级~3.5 级之间，行业整体水平较低，企业间差别很大，宝钢等先进钢铁企业智能制造水平较高，也是率先推进智能制造的典范企业，其余大部分钢铁企业两化融合水平较低，仅完成了 MES（制造执行系）、ERP（企业资源计划）等信息化系统部署；同时钢企内部不同产线

间的先进性也差异巨大，个别分厂或产线实现了远程化无人化作业，而绝大部分仍然大量依靠人力。

网络不完善。缺少网络整体规划和可一体承载的工业网络，大部分钢铁企业内部 OT、IT、CT 多套网络并存，彼此割裂；企业生产现场的高温高磁等干扰使得有线网络部署难，常规无线信号差，部分中小企业数据联网率仍然偏低。另外，企业内的数据传输协议多且互不兼容，维护管理困难，安全风险高。

生产数据利用率低，缺少深度挖掘。钢铁工业生产流程长、工序多，产生的数据量大、来源离散、数据类型复杂，包括生产工艺数据、质量检测数据、设备运行数据、生产经营数据等。现阶段仍缺少对海量数据的深度挖掘，不同工序间数据整合不足，应用价值未能充分发挥，人工经验无法固化提升。

信息系统协同不足，发展不均衡。一些钢铁企业在发展初期缺少信息化整体规划，企业内生产管理、市场管理、原材料供应、库存和物流管理等系统分批独立建设，烟囱式的系统间协同性差，数据交互难。同时，企业内部不同工序、产线信息化程度也存在差异，个别未实现数字化的环节仍缺少有效数据。

二、内需外政驱动，钢铁行业数字化进一步打开增量空间

（一）产业政策趋向

2021 年钢铁产业政策布局基本完成，系列顶层设计和重磅政策正在引领钢铁行业高质量发展，行业坚持以碳达峰碳中和、能耗双控、产能产量双控为主线，坚持以智能制造、绿色低碳为重要抓手，继续推进转型升级高质量发展。

1. 持续推进行业兼并重组、发展高端特钢，推动产业结构优化、供给质量提升

2016 年 9 月，国务院发布《关于推进钢铁产业兼并重组处置僵尸企业的指导意见》。作为钢铁行业去除过剩产能、调整优化产业结构的顶层设计方案，《指导意见》明确给出总目标和时间表，即到 2025 年我国钢铁产业 60%~70% 的产量将集中在 10 家左右的大集团内，其中包括 8000 万吨级的钢铁集团 3 家~4 家、4000 万吨级的钢铁集团 6 家~8 家，和一些专业化的钢铁集团。

2021 年 12 月工信部等三部委联合发布《“十四五”原材料工业发展规划》，进一步规划鼓励龙头企业实施兼并重组，打造若干世界一流超大型钢铁企业集团。依托优势企业，在不锈钢、特殊钢、无缝钢管、铸管等领域分别培育 1—2 家专业化领航企业。支持区域钢铁企业兼并重组，改变部分地区钢铁产业“小散乱”局面。对完

成实质性兼并重组的企业进行冶炼项目建设时给予产能置换政策支持。

2. 大力发展智能制造，提高行业核心竞争力

2021年12月，工信部等联合发布《“十四五”原材料工业发展规划》，提出产业数字化转型应重点关注两大目标，即原材料工业智能制造能力成熟度3级及以上企业占比在20%以上，关键工序数控化率由2020年的65.7%提升至70%以上。

2022年1月，工信部等三部委发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，提出力争到2025年，钢铁工业关键工序数控化率达到80%左右，生产设备数字化率达到55%，打造30家以上智能工厂。同时，开展钢铁行业智能制造行动计划，打造一批智能制造示范工厂。建设钢铁行业大数据中心，提升数据资源管理和服务能力。依托龙头企业推进多基地协同制造，在工业互联网框架下实现全产业链优化。

2022年9月，工信部印发《5G全连接工厂建设指南》，提出在钢铁等重点行业和领域，率先建设5G全连接工厂，形成数字化、网络化、智能化转型升级标杆。钢铁行业重点针对行业生产过程透明可视、降低生产设备维护成本、节能降碳等需求，促进远程设备操控、机器视觉质检、工艺合规校验、设备故障诊断、设备预测维护、生产现场监测、全域智能物流、生产能效管控、企业协同合作

等典型场景普及应用。

3. 推动行业节能降碳、绿色发展，确保双碳目标如期实现

“十四五”以来，国家先后发布了《关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》、《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》等政策，对钢铁工业节能降碳提出具体目标和要求。2022年2月，工信部等四部门联合印发《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022年版）》，进一步推动钢铁工业绿色低碳发展。根据《实施指南》，到2025年钢铁行业产能达到能效标杆水平的比例超过30%。《实施指南》明确到2025年能效基准水平以下产能基本清零，即需对高炉、转炉能效低于基准水平的30%产能进行节能降碳改造升级，实现钢铁行业全部达到能效基准水平，大幅提升行业整体能效水平，可显著降碳排放。

2022年1月《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》中提出“到2025年80%以上钢铁产能完成超低排放改造，吨钢综合能效降低2%以上，确保2030年前碳达峰”。通过支持构建钢铁生产过程碳排放数据管理体系，参与全国碳排放权交易；开展工业节能诊断服务，支持企业提高绿色能源使用比例；加快推进钢铁企业清洁运输等任务推动行业节能降碳绿色发展。同时推进废钢资源高质高效利用，有序引导电炉炼钢发展，2025年电炉钢产量占粗钢总产量比例提升至15%以上。

（二）行业需求分析

当前我国钢铁行业仍处于高质量发展的起步阶段，低成本、高效率 and 优质服务以及快速的市场反应能力将逐步成为钢铁企业的核心竞争力。针对钢铁行业生产流程复杂、设备维护低效化、生产过程黑箱化、下游需求碎片化、环保压力加剧化、供应链冗长等痛点，钢铁企业数字化转型主要以工艺优化为切入，重点在设备全生命周期管理、智能化生产、绿色生产、供应链协同四个应用场景展开。

1. 设备全生命周期管理：由传统维护向智能维护转变

实时采集高炉等高价值设备运行数据，结合设备故障诊断模型，自动预警设备故障并确定最优设备维护方案，实现设备预测性维护，减少维护成本，提高设备的可靠性。一是设备状态监测。钢铁企业通过工业互联网平台实时采集高炉等设备工作温度、工作环境和应力分布等状态数据，并做可视化处理，增强设备状态监测的可靠程度。二是设备故障诊断。综合利用采集的设备数据，结合设备故障诊断模型，对设备故障进行分析和预警，避免设备故障引发的生产停滞和安全问题。三是设备维护仿真。根据设备故障位置和重要性，利用工业互联网平台在赛博空间中仿真模拟维护方案，并选出可靠的维护方案，保障企业正常生产。四是设备创新设计。将高炉等生产设备运行监测数据反馈至设备生产商，结合性能需求和应用环境，全方位模拟设备运行状态，确定最佳设备生产方案，形成良性的设

备迭代优化闭环。

2. 智能化生产：生产工艺由黑箱到透明，逐步实现智能化

将生产工艺、生产过程管控、产品质量管理等领域涉及的知识显性化为工业机理模型，结合实际采集数据，实现智能化生产。一是生产工艺优化。通过大数据、AI 等技术，对钢铁的工艺配方、工艺流程等方面进行全方位、超逼真的模拟仿真，得到产品最佳生产工艺方案，缩短产品上市周期。二是生产过程管控。将生产过程中涉及的工艺知识、工业经验等技术要素封装化并显性化为可调用的机理模型，结合采集的设备、环境、材料等参数，确定最优加工计划，提升生产效率。三是产品质量管控。采用机器视觉等技术，采集和分析产品全过程质量数据，构建生产质量分析模型，实现全流程产品质量跟踪及自动控制，提升产品质量控制精度。

3. 绿色生产：生产绿色化及数字化碳管理，助力双碳目标达成

采集各生产环节的能源消耗和污染物排放数据，建立碳管理，找出问题严重的环节，进行工艺优化、设备升级、物流提效等，降低能耗成本和环保成本，实现清洁低碳的绿色化生产。一是促进工业生产绿色化。通过采集生产流程数据及机理模型等，可及时优化生产工艺、提高原材料使用率、提升工序协同能力，同时增加绿色能源使用，助力节能减排。二是工业领域碳管理。依托互联网标识解析及大数据、云计算等技术，实现碳排放数据的精准采集监测、

碳数据的核查分析、碳移除、钢铁产品碳标识、企业碳管理驾驶舱等，提高行业碳管理水平。三是助力碳交易、碳金融。通过区块链可对各环节碳资产数据、碳配额交易数据等进行实时上链存证，实现多层次穿透式核查监管、在线跟踪溯源等。

4. 供应链协同：由局部协同向全局协同升级

随着下游用钢需求逐步个性化，钢企兼并重组后“一总部多基地”情况日益增多，钢企可利用5G、云联网、大数据、AI等技术，汇聚整理产业链物料信息和产能信息，结合下游实际需求和企业生产能力，制定科学的生产计划，满足零库存运营要求，实现供应链协同。一是产业链物料流通协同。通过工业互联网平台与上下游企业建立互通互联的数据通道，动态监测上游原材料供给情况，辅助原材料采购决策；搜集整理下游企业订单和产品定制信息，自动生成生产计划，对产品进行个性化加工和精准化配送。二是企业内或社会范围生产能力协同。通过工业互联网平台可统一整理集团内订单信息，以及集团内外钢企信息，动态匹配产品性能要求和钢厂的生产工艺水平，通过订单共享实现产能共享，提高钢铁行业产能利用率。

（三）行业市场空间

1. 客户空间：头部企业主要在河北、山东、江苏等地，2022年产能置换项目主要在广西、江苏、云南等地

从钢铁企业数量上看，2019年后数量稳定在5000家左右。自2018年钢铁行业供给侧结构性改革后，企业数量大幅下降，并在2019年后趋于稳定。

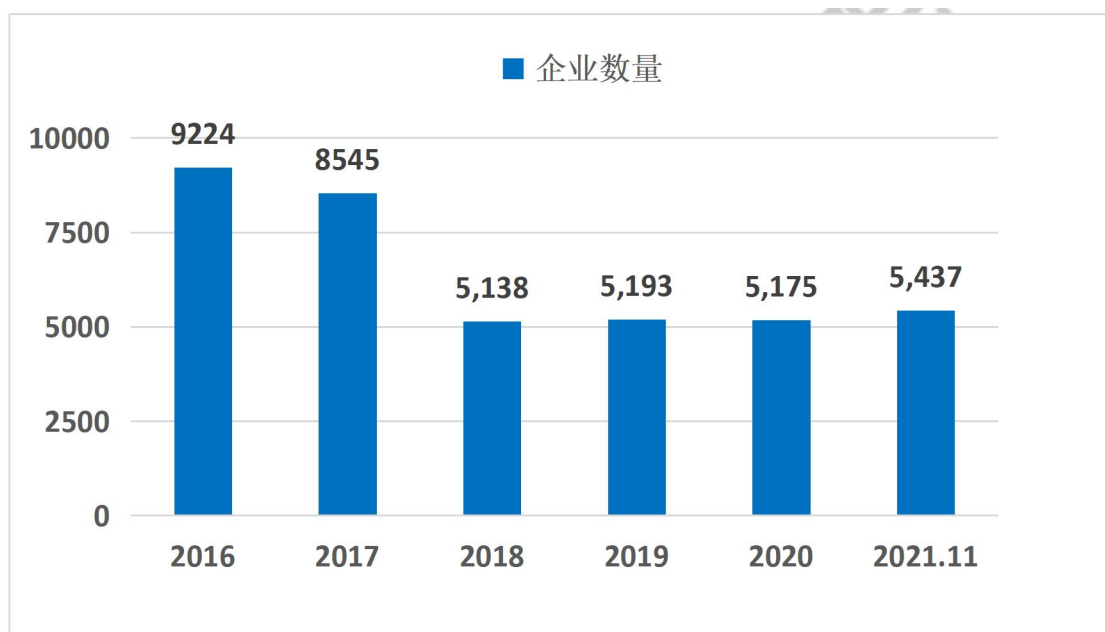


图 5 各年度钢铁企业数量

从企业营收上看，头部企业集中在河北、山东、江苏。根据“2022 中国企业 500 强”榜单，钢铁行业共有 59 家企业进榜，河北省进榜企业最多有 14 家，排名第一，其次是山东省、江苏省，有 8 家进榜，其余省份钢企数量均少于 3 个。

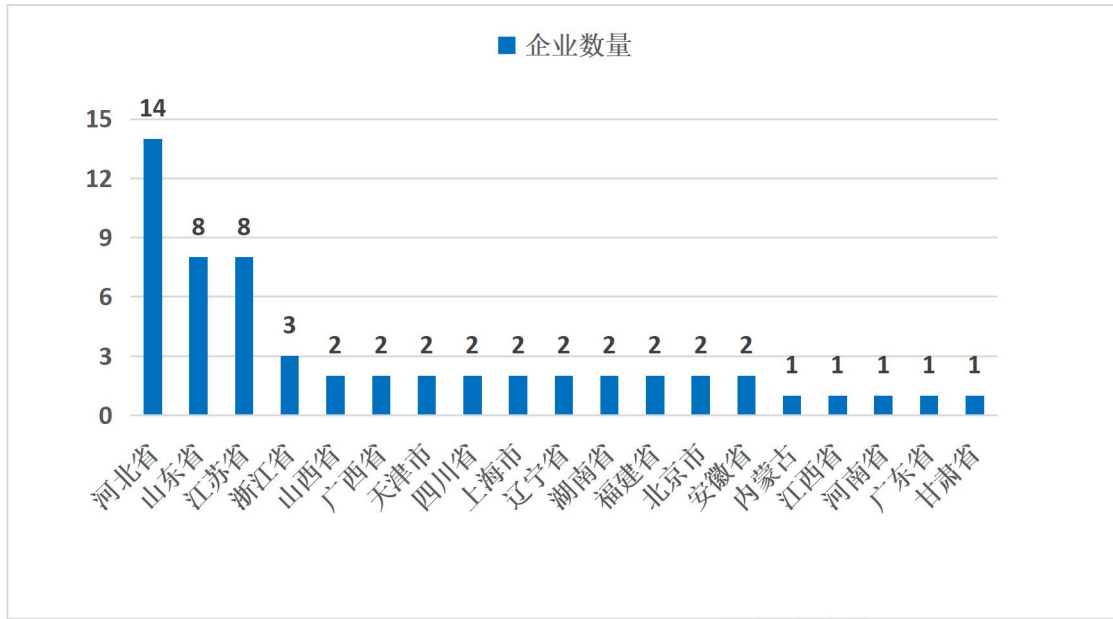


图 6 2022 年各省钢铁企业数量

从头部企业看，宝武集团稳居第一，营收已接近万亿，其次是河钢和鞍钢。从企业类型上看：1) 央企：宝武集团排名第一，2021 年营收 9723 亿元，遥遥领先其他钢企，其子公司已分布在上海、湖北、广东、安徽、山西、福建等多个省份。其次鞍钢集团营收 3835 亿元，公司分布在辽宁、四川、广东等省份。头部地方国企：河钢排名第一，营收已超 4000 亿元，其次第 2-5 名是首钢、山东钢铁、杭州钢铁和湖南华菱，该 4 家营收也超 2000 亿元。头部地方国企：青山控股集团排名第一，营收 3520 亿元，其次第 2-4 名是江苏沙钢、北京建龙重工和敬业集团，该 3 家营收均超 2000 亿元。

2. 数字化转型规模空间：2025 年钢铁行业工业互联网市场规模有望超千亿元

根据东吴证券研究测算，选用两种方法对钢铁行业的工业互联网

网规模测算，第一种方法自上而下，根据 2023 年中国工业互联网市场规模和 2020 年规模以上钢铁行业营收占工业行业营收占比得出，2023 年钢铁行业工业互联网规模为 809 亿元。第二种方法自下而上，根据宝信公告的预计 2022 年宝信与宝武的关联交易金额和 2020 年宝武粗钢产量全国占比得出，2022 年钢铁行业工业互联网规模为 742 亿元。考虑到钢铁行业兼并重组、“双碳”改造、数字化程度提高等会带来更大数字化建设需求，预计 2025 年钢铁行业工业互联网市场规模有望超千亿元。

表 1 钢铁行业工业互联网规模测算

方法一		方法二	
2023 年中国工业互联网市场规模	12000 亿元	2022 年宝信与宝武关联交易	81 亿元
2020 年钢铁行业营业收入占工业行业收入比重	7%	2020 年宝武粗钢产量全国占比	11%
2023 年钢铁行业工业互联网规模	809 亿元	2022 年钢铁行业工业互联网规模	742 亿元

数据来源：国家统计局，工信部，公司公告，东吴证券研究所

3. 碳管理规模空间：市场空间大，未来 5 年进入快速发展期

根据中金、高盛等专业机构预测，我国 2060 年实现碳中和所需要的投资在 100-200 万亿元之间。钢铁行业作为我国工业的支柱性行业，约占我国 GDP 的 5%，碳排放量占全国碳排放总量的 15% 左右，保守估计钢铁行业碳中和投资规模将在万亿级别。

通过数字化助力降碳的市场空间很可观，根据信通院预测，2030 年数字技术赋能工业碳减排约 12%-22%，中钢研预测数字化赋能钢铁行业低碳化潜力约 12%。

2021年“两会”首次将碳达峰和碳中和列入国务院政府工作报告，中国正式开启“双碳”元年。宝钢、河钢等钢企均发布低碳发展行动计划，全面推动落实“双碳”目标。碳管理作为企业层面实现碳减排目标和低碳转型的关键要素，覆盖碳排放、碳资产、碳中和、碳交易等方面，未来5年将进入快速发展期。

根据《钢铁行业碳达峰及降碳行动方案（初稿）》，2025年之前钢铁行业实现碳排放达峰；到2030年，钢铁行业碳排放量较峰值降低30%。宝钢、河钢等钢企均发布低碳发展行动计划，全面推动落实“双碳”目标。碳管理作为企业层面实现碳减排目标和低碳转型的关键要素，覆盖碳排放、碳资产、碳中和、碳交易等方面，未来5年将进入快速发展期。

（四）智慧钢铁产业图谱及厂商

1. 智慧钢铁产业图谱

智慧钢铁产业链包含边缘层、平台层、应用层及安全保障，边缘层供应商主要提供工业数字化装备、工业互联自动化、工业网络等数据采集、传输相关产品与服务。平台层包括提供云基础设施、通用PaaS平台及钢铁行业工业互联网平台的相关企业。应用层包括面向平台化设计、智能化制造、网络化协同、数字化管理、个性化定制、服务化延伸等新模式，提供细分场景解决方案的供应商。安全保障方面则包括了数据安全与工控安全相关供应商。



图 7 智慧钢铁产业图谱¹

2. 服务商情况：宝信软件等钢企子公司占据市场主导地位，其次是专业设计院所类供应商

当前，钢铁行业数字化转型服务商主要分为 5 类：钢铁集团子公司、设计院所、ICT 厂商、运营商及高校。其中宝信等钢企子公司因承担企业自身数字化转型，积累了大量项目经验和产品，占据市场主导地位，其次是专业设计院所，依赖其行业专业优势也占据重要的市场空间。

钢铁集团子公司：主要是钢铁集团旗下负责信息化建设子公司，优先服务于集团内部产线或产品，并逐步向集团外甚至其他行业拓展。背靠集团内部大型钢铁生产基地，打造数字化设计与咨询服务

¹ 来源：《工业互联网与钢铁行业融合应用参考指南（2021 年）》，工业互联网产业联盟、中国钢铁工业协会、中国金属学会

和工业装备智能运维服务业务，为钢铁生态圈提供全生命周期智慧制造和服务的整体解决方案。代表企业如宝信软件、首自信、河钢数字等。

设计院所：由冶金设计单位转化而来的供应商，具有“工艺设计+信息技术”融合的专业优势，以大型钢铁企业作为主要目标客户，搭建平台整合资源，提供智能制造整体解决方案和平台运营服务。代表单位有中冶赛迪、钢研院、冶金工业规划院等。

ICT 厂商：在 2B 领域拥有丰富的解决方案积累及软件技术优势，为钢铁行业提供云计算、物联网、大数据基础性或通用性服务以及工业软件服务，主要以与钢铁生产企业合作的模式推进。代表企业如华为、阿里云、用友等。

三大运营商：以 5G 及工业内外网技术切入，进而带动工业互联网平台、应用的发展。

高校：主要是钢铁类院校，核心优势为高校优质科研资源，产学研深度融合；科技成果进行技术集成与工程转化，具备可向企业推广应用的成套技术与装备；有钢铁行业资深研究专家和国家级重点实验室。代表单位有北科工研、北科麦斯科、北科亿力等。

(五) 头部企业数字化转型布局及收益情况

1. 宝武：数智化转型标杆，智慧制造从“四个一律”迈向“三跨融合”

2019年，中国宝武提出了“四个一律”的智慧制造1.0，重塑了生产、经营、运维等环节。2021年宝武提出了智慧制造2.0，打造跨产业、跨空间、跨人机界面的“三跨融合”，进一步将工业互联网与钢铁制造深度融合，实现统一操控和数据融合创新。围绕智慧制造、智慧服务、智慧治理三大领域探索转型实践，宝武已取得一定成效。

一是持续推进“四个一律”目标，加快打造智慧钢厂。坚持“操控一律集中、作业一律机器、运维一律远程、服务一律上线”，通过现场少人无人化，加快工业机器人、无人化行车、AI等新技术应用，率先实现“一键炼钢出钢”，成为国内首家“灯塔工厂”钢企。经过多年探索，目前宝钢已装备了700多个工业机器人，190多台无人化行车，有2800名员工从3D岗位撤离，工作环境有极大提高。同时合并超过400个操作室，生产效率得到进一步提高。

二是协同共建高质量钢铁生态圈。创新服务模式，打造第三方钢铁云平台：“产业电商”+“产业物流”+“产业金融”。平台企业用户超过12万家；智慧物流服务体系，接入仓储企业2000家+，运输企业5000家，加工产线超过1000条；在线数字化金融服务平台

台，累计发生业务规模上千亿，服务中小企业 2000 家。

三是推进管理变革和流程再造。打造“一总部多基地”的管控模式，形成“一个智慧决策中心+系列智慧工厂”的“1+N”的智慧时代网络型钢厂；利用工业互联网实现同专业（如高炉、热轧）的互联互通和数据远程智能应用，实现跨地域、跨单元的专业化协同共享。

2. 河钢：聚焦产线智能化、智慧企业建设

河钢数字化转型把 5G、数字孪生、边缘计算、AI 等技术与钢铁制造深度融合。主要有 2 条主线推进。

一是产线的智能化。基于河钢已有的、相对比较完备的信息自动化系统，进行智能化的提升改造，典型场景应用有：1) 打造全智能无人料场。通过实施煤焦管带输送、全封闭导料槽等一系列新工艺，以及 5G、3D 扫描、远程集控等技术，建设全球首个全流程数字化无人料场。2) 建设全流程智能工厂。全面应用物联网、大数据、5G 等技术，在研发、生产、管理、服务等环节，形成具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等的新型生产方式，实现制造过程数字化、柔性化、智能化，经营管理精益集约，交货敏捷准时，满足个性化需求。3) 构筑全覆盖智慧模式。基于工业互联网云平台 MindSphere，打造数字孪生系统，利用数字模型、传感器信息，对真实系统进行仿真，反映并预测实体装备和产品的全生命周期活动

和属性。

二是以“中央数字中心”建设为载体的智慧企业建设。建设公共服务平台、业务服务平台、数据服务平台 3 大业务平台：1) 生产管理智能平台：应用在唐钢、邯钢等 8 个子公司，对生产现场数据实时采集、智能处理分析，已累计统计数据 1.5 亿条，实现生产数据的统一分析，消除人工报数不及时等弊端，业务人员工作效率提升 10%。2) 产业链协同平台：汇聚上下游企业 200 家+，完成近 3000 万元的订单分配，精准匹配率 90%以上。3) 智能办公系统接入 12 家子分公司 8 万余人，大幅提高了员工工作效率。

3. 鞍钢：聚焦“智慧管理、智慧生产、数字产业创新发展”

“数字鞍钢”建设围绕自动化、信息化、数字化、智慧化建设制定“四化”攻关指标，聚焦“智慧管理、智慧生产、数字产业创新发展”三条路径，全面优化升级“管控、钢铁、矿山、钒钛、交易、金融、物流、技术”八大体系。主要在以下几方面发力。

一是开展信息化体系建设。组织编写《“数字鞍钢”建设方案》，参与工信部《工业互联网与钢铁行业融合应用参考指南》《钢铁行业智能工厂功能架构与建设指南》等重大工作 10 余项。

二是加强基础设施建设。组织构建鞍山、营口鲅鱼圈、朝阳等四大生产基地的生产网络，实现鞍山钢铁园区整体“一张网”的生产运营网络。营口鲅鱼圈基地也建成首个“5G+工业互联网”先导

示范区。

三是推进工厂智能化改造与建设。近 2 年组织鲅鱼圈原料场、炼钢、厚板和鞍山本部炼钢等 11 条产线智能化改造。重点围绕基础自动化升级、模型优化与深度应用等投入运行 96 个项目。此外，还建成了鞍山本部炼钢、热轧、冷轧全流程智能制造示范区等。

四是实施智慧运营建设与推广。完成鞍山本部、营口鲅鱼圈、朝阳三大基地及莆田冷轧等两条生产线的项目投运工作，实现 9 大业务领域、300 多套系统的一次切换，提升“制造+服务”的核心竞争力。

五是打造行业领先试点示范。申报示范项目 50 余项。

目前，鞍钢主体产线操作室集控率、3D 岗位机器换人率、关键工序自动化率等关键指标超过 30%、50%和 80%，数字化转型成效显著。

4. 南钢：以数据治理+工业互联网平台双轮驱动

南钢的数智发展围绕“一切业务数字化、一切数字业务化”“产业智慧化、智慧产业化”，以数据治理+工业互联网平台双轮驱动的领先架构向数字化、智能化、生态化转型升级。

一是挖掘数据潜能。率先在行业内开展数据治理工作。建立公司数据管理体系，建立健全数据流程管理体系，制订数据管理规范与流程，沉淀公司数据资产，赋能业务效能提升。

二是赋能生产提效。将物联网、工业互联网、数字孪生、大数据与云计算、工业软件、5G 等技术深度融合钢铁制造过程中。包括：1) 智慧运营中心。建立行业首个一体化智造、经营、生态决策中心，涵盖“1 个中心、4 条主线、6 大集群（原料、炼铁、铁调、炼钢、轧钢、成品）、13 大模块（安全、环保、生产等）”等，打通由订单到交付的全流程。2) 智能工厂。建设专业深加工高强耐磨钢的 5G+工业互联网 JIT+C2M 智能工厂。自主实现对数控机床、六轴机器人等高端装备集成，用 5G 重构多个场景，使供应周期缩短了 2/3、人员效率提高 10 倍、加工成本降低 20%。3) AI 场景应用。基于深度学习、光学视角、AI 等技术，实现废钢实时智能判级、对钢板表面缺陷的自动识别及缺陷位置自动标注与追溯，有效避免漏检、误检等问题。4) 智能装备。自主研发无人化行车、智能工业机器人等高端智能装备，合作开发焊标牌机器人、无人抓斗行车等行业领先产品。

三是智慧运营。通过智慧党建、智能风控管理、智慧安防、智慧法务等平台建设，持续提升企业运营管理水平。

四是生态融通。建设数字化生态协同平台，推动供应链、产业链上下游企业间的数据贯通、资源共享和生态协同。包括：1) 行业首创 E2E（ERP to ERP）产业链协同平台，实现采购、销售、仓储等信息互联互通。2) C2M 云商平台，形成统一客户服务管理平台，

智能商务管理等。3) GMS 服务平台。通过产业链一体化业务流程变革及系统平台支撑，与多个用钢企业实现了商务、计划、物流层面的联动。南钢通过深度协同，使业务工作效率提升 60%，集配率提升 17%，产业链总持有周期提升 13%。

三、新技术和新商业模式驱动钢铁行业数字化

随着 5G、AI、区块链、数字孪生等新兴技术的发展，结合钢铁行业高质量发展的内在需求，涌现出了涉及钢铁行业多产线、多环节的智能化产品及解决方案，探索实践了多种商业模式。新技术、新产品及解决方案多措并举、组合发力，共同驱动钢铁行业数字化转型升级。

（一）新技术

1. 5G

5G 是建设智慧钢铁的链接底座。5G 可将钢企中“人、机、料、法、环”充分互联，构筑坚实的联接底座，再与云、AI、计算等技术融合催生出丰富的创新应用，最终实现钢铁行业数字化、智能化转型发展。5G 的高速率可支持传输工业现场多路超高清视频；5G 的超低时延可实现实时操作设备，如无人天车等；5G 的高可靠性，不受钢铁企业恶劣环境（如粉尘、高温）影响，能够做到可靠、精准传输。

5G MEC 为工业生产制造提供了强大的云网一体能力。如钢铁厂的外观缺陷监测系统、铁水车智能调度系统、废钢智能判级系统等均可以部署在园区 MEC 上，云端进行算法迭代，边端侧负责算法执行。云网边端协同能力的建立，可有效助力企业产能提升。

新型 5G 智能终端。随着 5G 和边缘计算的发展，新型 5G 智能

终端大量涌现，如 5G 视频监控设备、5G 数采设备、5G 机器人等。

2. 大数据+AI

钢铁行业具有丰富的数字技术应用场景资源，以及先进的数据采集系统、自动化控制系统和研发设施，可以提供海量的数据资源，将大数据及 AI 技术赋能于钢铁行业。

首先，能够为企业做好经营决策提供有力依据，实现对钢铁行业的行情、下游行业的运行指标、宏观经济指标进行趋势变化预测，能够为企业提供决策依据，合理化的经营建议，并提前对风险作出预警提示；其次，规范钢铁生产流程，实现安全生产，利用 AI 技术+MEC 边缘计算、基于 5G 高清视频监控对产线员工操作动作、工艺执行情况等进行监控，加入 AI 智能分析服务，通过人员穿戴行为、机器设备状态等各类 AI 算法实现全天候监督。对可疑人员进行异常行为识别警告，起到人员规范监测、可疑人员监测的作用，为钢铁安全生产提供了有力保障，为企业降本、增效提供了有力支持。

3. 区块链

钢材是大宗商品，钢贸需要垫付海量资金，融资难、风险高一直是钢贸领域中小企业和金融机构共同面临的难题。传统的交易过程中需要中心化的信息机构确认交易过程，并将其记录完全，但是其面临着交易成本、效率以及安全等问题,而区块链技术的出现则在一定程度上解决了这些问题,区块链具有中心化的优点,其与参与区块

链节点的地位平等,通过相关的规则按多数占优的原则达成相应的共识,并不需要相互信任,就能完成交易信息确认等工作,不仅高效,且成本较低。基于区块链模型无需中介单位参与其中,将所有成员纳入交易活动记录当中,共同承担验证与维护交易记录的目的,通过区块链支持下的数据库快速了解交易活动对象信息,构建信任关系。同时,与当前交易模式相比,区块链模型去除了第三方支付平台的参与,去中心化实现了对互信问题的解决。

4. 数字孪生

通过数字孪生技术,实现智慧研发设计、智慧生产管控、智慧质量管理、智慧物流及供应链、智慧营销等,相比传统监控视频,分散割裂的画面虽然能看的清但很难全面掌控监控区真实情况。依托实景孪生平台,构建实景孪生转炉生产一张图,将冶炼过程实时、动态的数据在实景孪生一张图上统一直观展示,可以实现各级工艺和设备数据共享,继而达到资源协同、生产效率提升的目标。辅助管理人员对钢厂数据进行精准感知和统筹管理。

(二) 产品及解决方案

1. 设备管理类

(1) 5G 智能网联设备管控平台

算网一体化的 5G 智能网联设备管控平台,能够实现 5G 端边云协同架构下的算力资源和网络资源的编排和调度,应用于钢铁行业

无人天车、捞渣设备、巡检设备、集群调度管理、安全管理等应用场景，并实现针对算力服务、网络服务以及 AI 服务的监测，完成设备管理从被动维护到主动维护和掌握全局转变的一套系统和平台，达成各设备管理环节的闭环，完善设备管理服务体系，提高设备管理精益化水平。



图 8 5G 智能网联设备管控平台产品功能架构图

(2) 设备预测性管理维护平台

预测性维护是通过监控设备的运行状况和使用情况来实施智能、动态和可扩展的策略。随着大数据、AI 和边缘计算等技术成熟，钢企行业设备预测性管理维护需求日益增加。

在智能制造环境中，监测和预测关键设备的运行状况是预测性维护策略的重要组成部分。通过对工业设备运行中的相关参数信息进行采集、筛选、传输和数据分析，预知设备运行故障，确定故障性质、部位和起因，并准确预报设备故障的程度和劣化趋势，为设备运维管理提供科学依据，实现工业设备的预测性维护，提高生产

过程的连续性、可靠性和安全性。

平台主要功能包括：设备的实时检测，对设备当前运行状态的实时展示；数据分析，包括时域、频谱、趋势分析等实时震动分析；智能警告，根据多参数趋势，基于故障算法模型的告警；智能诊断，基于 AI 对故障样本进行训练分析，实现自动诊断。

通过设备预测性管理维护，可有效解决传统人工点检模式的巡检频次低、区域覆盖不全、人为判断失误等问题，有效提升设备使用效率，降低停产维修频次，提升生产效率。



图 9 设备预测性维护管理平台架构图

2. 智能化生产类

(3) 5G 智能天车

库区作为钢铁生产流程中物流衔接和生产节奏控制的重要枢纽，是工厂无人化和智能化建设的基础，而起重机则是库区最重要的执行单元。将行车自动化控制系统和库区管理系统（WMS）有机整合起来，与客户的生产管理系统（MES、ERP 等）对接，自动生成作业任务，根据人工智能规划算法实现行车智能调度、垛位合理分配、危险区域自动避让及路径优化等功能，自主完成入库、出库和倒库等工作，达到智能管理、自主决策、自动执行、实时跟踪为一体的信息流与实物流高度一致，提升物流和运营效率。整个系统更加可靠，并且易于后期维护，同时缩短了车间现场的改造时间，使项目能够更快速投入使用。

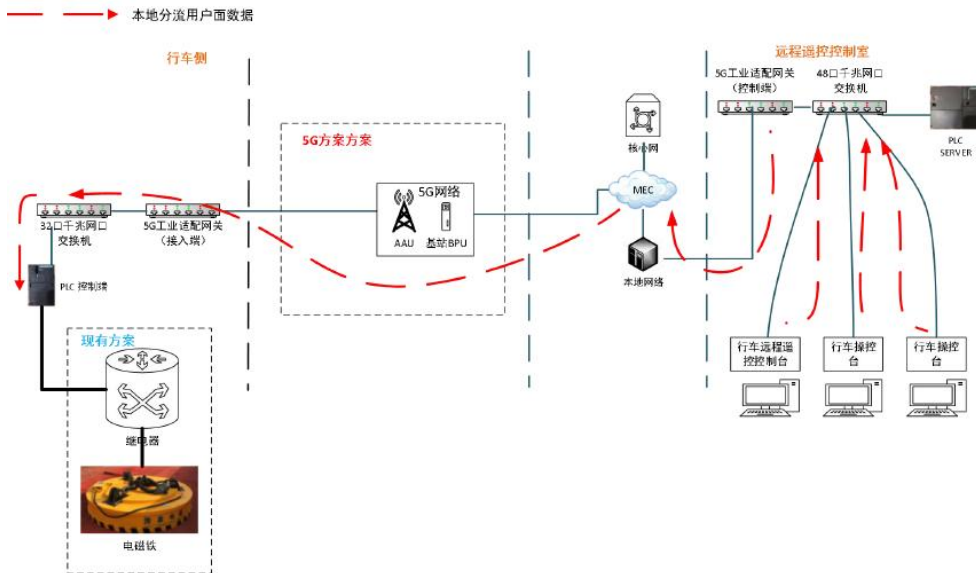


图 10 5G 智能天车产品部署架构图

全自动行车和库区智能管理系统能够实现行车的无人运行，在车间经过智能改造后，只需要编制好生产计划、转库驳运计划，系统就能自动分配任务并设定行车行驶路线完成吊运作业，并可 24 小时不间断运行，提高吊运作业的标准化和连续运行作业效率，降低因人为因素造成的停机时间、往返路程、搜寻时间和倒库次数，同时，减少地面工作人员安全隐患。

(4) 5G 智能皮带

皮带在钢铁企业中广泛应用于物料运输场景，皮带在为企业提供便捷运输服务的同时也存在着一定的安全隐患，如皮带数量多，距离远，分布广，导致人工巡检任务繁重、不及时，一旦发生皮带破损、火灾等情况可能会造成严重的安全事故；物料运输量大，种类多，可能会导致皮带发生偏移或者堆积，一旦发生停机影响连续生产；皮带周围粉尘严重，光线昏暗，影响人工作业效果的同时危害员工的职业健康。

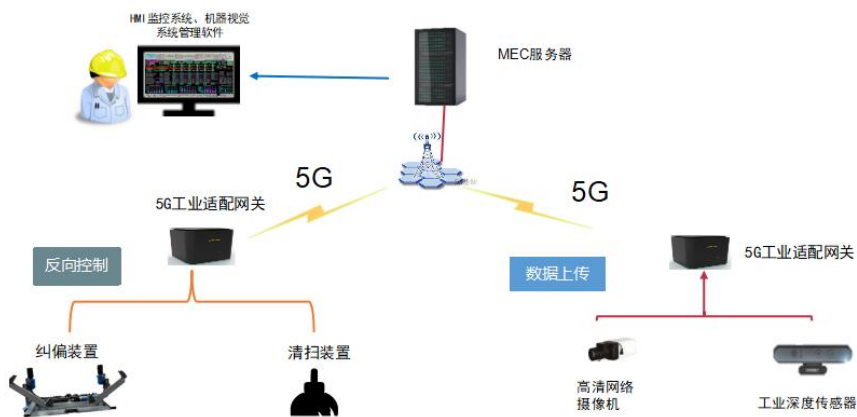


图 11 5G 智能皮带产品部署架构图

皮带智能巡检以及智能纠偏解决方案，利用 5G 高带宽、低时延特性，搭载多种传感设备、高清摄像头、纠偏装置、清扫装置等，实现物料检测，物料遗撒检测、物料堵塞检测、皮带断裂检测、皮带异物检测、皮带纠偏、皮带清扫等工作，代替人工作业方式，减少现场人工操作量，实现皮带全天候、无人化巡检及纠偏。

皮带智能系统能够减少人工投入，减少现场人工干预，提升工人自身安全保障。杜绝了因操作不合规造成皮带伤人的生产事故，既保护了人工又避免了额外事故支出。疏解人力资源到其他必要生产环节，可以提高工厂生产效率，减少产线错误、故障发生率，降低误操作率，疏通时不用停机，运输效率得到有效提升。规模化应用放大示范效应，大幅提高系统建设效益。AI 视觉识别监测具有通用性，便于后期复用、升级。

(5) 铁水罐车智能调度

铁水罐车是钢铁企业运输铁水的专用车辆，目前铁水罐车运输调度主要依赖于人工。参与作业的人员较多，人工成本较高；人工运输容易出现误差，会造成一定的损耗；人工无法全面地计量数据，造成数据难记录，难追溯；人工凭借经验把控铁水质量，易导致铁水质量不稳定；人工无法对铁水进行全面实时地测温，容易导致铁水热量流失，从而影响到后续生产。



图 12 铁水罐车智能调度产品功能架构图

铁水罐车智能调度系统，包括铁水罐车实时定位及跟踪，铁水自动测温，罐车无人化驾驶、罐车自动计量、罐车全生命周期管理以及视频监控 AI 分析（安全帽工装分析、异常车辆进入、作业合规检测）等功能，保障铁水罐车高效、节能运输。

采用铁水罐车智能调度系统，能够节省人力成本，优化岗位；提升铁水的运输效率，避免重复加温带来的成本增加及能源消耗；实时记录铁水以及罐车信息，做到可追溯，可分析，可以后续支撑决策，同时支持不同部门间高效协同作业；利用视频 AI 技术，提供安全作业环境，避免发生安全事故。

（6）废钢智能定级

废钢种类多、实际检测情景复杂、人工系统衔接难度大，传统废钢的检验定级主要靠目测、卡尺测量及生产厂、技术中心监督员共同判定，人为因素大、手续较繁琐、判级质量异议较多。废钢铁

质量检测问题，一直困扰着钢铁企业。

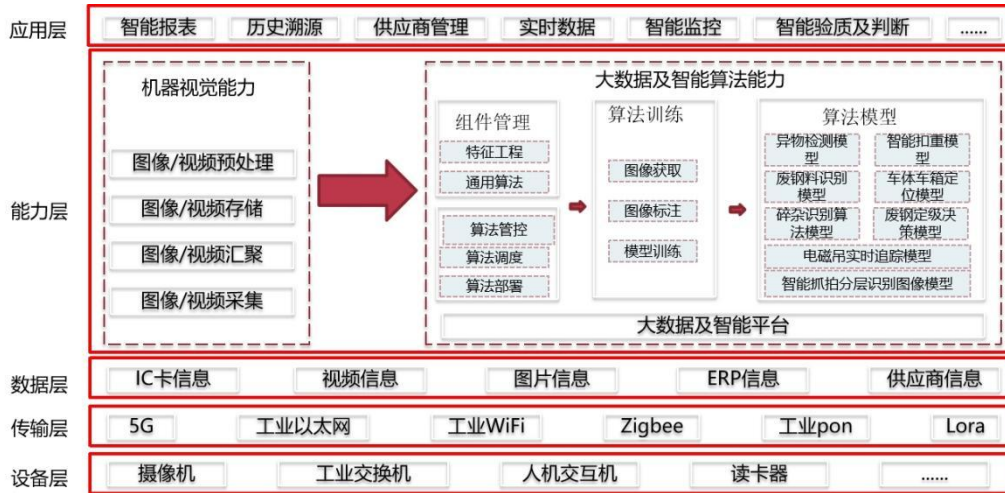


图 13 废钢智能定级产品功能架构图

废钢智能定级系统通过对采集的图像、视频进行深度的学习分析，透过图像识别、料型判级、检测项目异常告警等以钢厂的要求判验钢厂采购废钢的品级，实现无人验质智能定级，能够解决人工验质过程中经常存在漏验、错验、判级员和供应商相互勾结、安全生产事故等一系列问题。

(7) AI 质检

钢铁行业质量检验工作贯穿着钢铁生产的全流程，包含原料检测（异物）、烧结/球团检测（粒度、孔隙度）、铁水检测（温度、硫含量）、废钢检测（异物、品质）、钢坯检测（尺寸、裂纹）、成品检测（尺寸、表面、板型）等。传统质量检验的工作主要采用人工的方式，人工检测准确率低、稳定差较差，难以满足质量控制标准；人工检测的效率较低，满足不了在线测试的需求；质检效果

取决于工人的经验，用人成本较高。

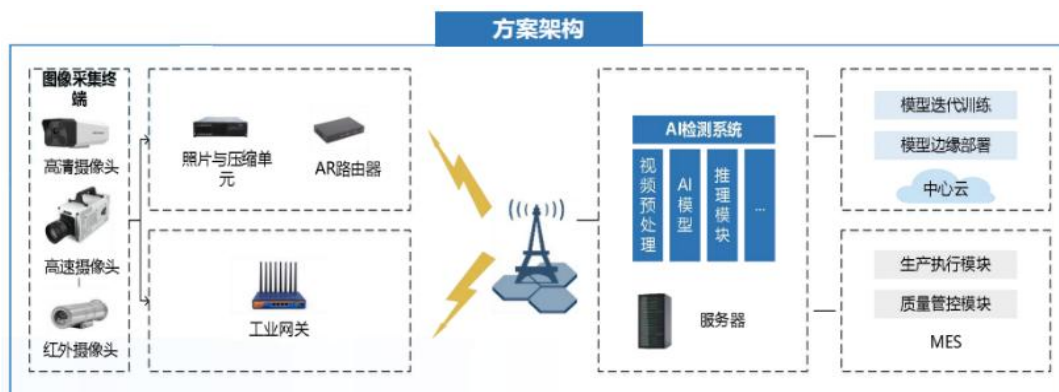


图 14 双碳数字化管理平台部署架构图

AI 质检平台采集来自高清摄像头、红外摄像头等图像采集终端的数据，经过数据处理，基于网络，将数据传送至服务器的 AI 检测系统之中，通过视频数据预处理、AI 模型构建及推理等过程，最终赋能实际生产。此平台支持实现云边模型训练、端边运行部署的机制。

相比人工质检方式，AI 质检能够统一检验标准，避免外界对检测的影响，提升检测的精度与稳定性；能够减少人工学习培训的时间，降低用工成本；提升检测工序的速度，提升生产效率；AI 质检平台能够支撑多种工序的质量检测，可拓展性强。

(8) AI 安全

近年来，随着全球工业化发展不断加快，因工伤亡的人数越来越多，尤其是制造、建筑、化工、钢铁等产业，人们的生产安全和健康受到严重威胁。而如何从源头上预防重大事故的发生，减少发

生重大事故的风险就是工厂安全生产的重中之重。



图 15 空压机 AI 智能节能产品功能架构图

安全生产管理体系产品提供了从人脸识别、安全头盔检测、电子围栏到行为轨迹识别的整个生产流程检测，利用 AI 技术+MEC 边缘计算、基于高清视频监控对产线员工操作动作、工艺执行情况等进行监控，加入 AI 智能分析服务，通过人员穿戴行为、机器设备状态等各类 AI 算法实现全天候监督。对可疑人员进行异常行为识别警告，起到人员规范监测、可疑人员监测的作用，为钢铁安全生产提供了有力保障，为企业降本、增效提供了有力支持。

3. 绿色生产类

(9) 双碳数字化管理

碳排放相关数据离散分布在钢铁行业各个生产环节，如焦化、

炼铁、炼钢等环节，碳数据获取存在困难；缺乏标准化的碳数据分析模型，当前管理停留在账本管理阶段；人工统计、手动处理方式数据时效性差，数据规范不统一，导致数据质量低下难以支撑分析决策；且需要专人定期统计，工作量大，工作内容重复且人工统计精确度难以保障；缺乏完善的碳资产管理工具等。



图 16 双碳数字化管理平台功能架构图

双碳数字化管理平台能够实现钢铁企业碳排放数据汇集，横纵向打通企业碳数据链条；实现精准全面的碳排放核算；实时采集企业内部能耗数据、环境监测数据，内置计算规则，实时计算排放量、减排量；生成企业碳账单，实现企业碳数据可信化管理；根据碳数据进行分析建模，生成优化建议模型；推进钢铁企业碳排放交易，实现低碳宣传推广。

双碳数字化管理平台针对双碳数据实现实时采集，监测，分析及优化等全流程管理，同时具备生成碳账单以及支持碳交易的功能，

相比传统方式，统一计量规范，提升数据的质量与精确度；减少了人员的重复劳动，有效提升工作效率；生成碳账本，保障数据不可更改，可追溯，有利于企业的规范化管理；增加了企业对能源的管控力度，助力企业低碳绿色发展。

(10) 空压机 AI 智能节能

空压机广泛应用于工业生产的各个领域，是应用最广泛的动力源之一，但同时也是高能耗设备。空压机根据管道压力调整空压机的工作状态，手段比较单一，无法根据产能所需用气量的变化进行自动调整空压机的运转，产生了较大的电能浪费。在空压站由多台空压机组成空压机组时，仅通过空压机控制器调节，会导致空压机长期在低频，或者长期在高频工作，没有根据整个空压站的用气量动态调节每台空压机的工作状态，产生不必要的耗电。在人为调整的情况下，可能存在两个方面的安全隐患，一方面，当空压机组功率长期处于较高的状态，可能会由于机组排温过高影响正常运行和设备寿命，甚至宕机；另一方面，当空压机组产气量不满足用气量，可能会影响生产过程，甚至生产停线。空压机组都没进行联网，不能远程实时查看设备运行状况，也不能实时或者与统计用气量，需要专人管理，效率低下。

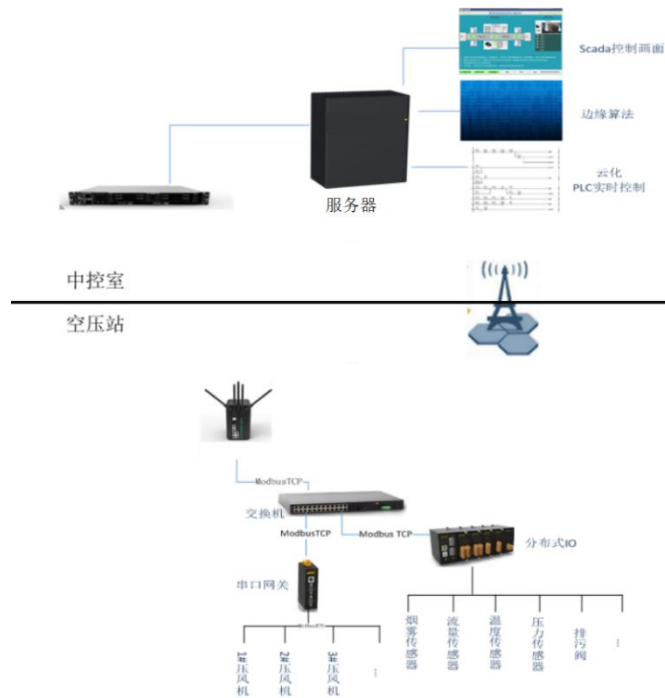


图 17 空压机 AI 智能节能产品部署架构图

利用空压机智能能源管理系统，每日监测和持续跟踪每台空压机的耗电量、产气量和电气比数据指标，对耗电量大的设备，调整和优化启停操作规程，减少设备磨损、气体泄漏，并对能耗高的空压机进行更换，持续提升了空压机的能源使用效率。智能化的能耗管理系统不断优化用能策略，促使能源利用率提升。

4. 供应链协同类

(11) 多基地协同制造应用系统

随着钢铁行业集中度提高，大型集团型钢企多采用“一总部多基地”的建设布局方式，对多基地协同制造应用系统需求日益增加。多基地协同制造应用系统建设既非单纯的管理变革，也非单纯的 IT 项目，必须把管理技术、信息技术和业务知识这三者有机地结合在

一起，实现有效整合。协同制造主要包括外部与客户的供应链协同和内部各制造基地间的制造协同。

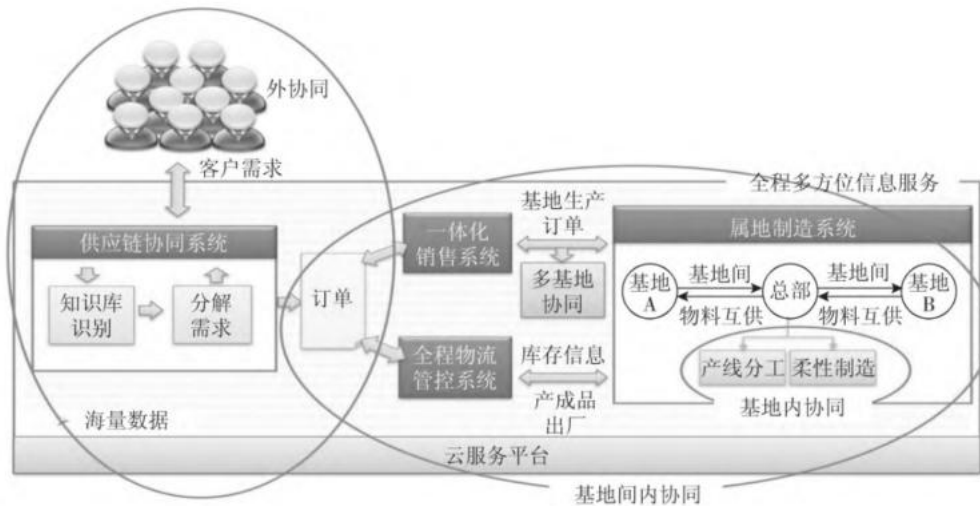


图 18 协同制造示意图

外部与客户的供应链协同。利用互联网技术可实现与客户系统的对接，用客户的生产计划直接驱动钢铁企业内部的制造过程，以客户最终生产计划需求为基础，通过供应链实时掌握客户的生产情况，同时加入供应链中影响订货的其他因素，实现自动的、精确的订货量计算；按客户需求进行质量、生产、钢铁工艺过程的全自动设计；并对客户订单实现全程跟踪，实现从终端大客户到企业再回到客户的全程供应链可视化跟踪；反之，客户也可通过协同供应链，实时跟踪订单在企业的生产情况，便于客户降低库存，最终实现零库存生产排产，并为客户提供制造全过程的质量数据，为客户创造价值。

内部跨基地协同制造。打破各制造基地间的界线，跨地域重组产线，重新梳理规范业务流程、扩展和统一代码体系。通过统一语

言、统一规则、统一客户端、统一授权、统一元数据、统一代码、统一开发管理、统一技术路线的多基地、跨地域、分布式应用框架及系统云平台，为各制造基地提供统一平台，有效支撑跨基地协同制造。



图 19 多基地协同制造应用系统总体架构示意图

四、发展展望

钢铁行业是我国国民经济的支柱性产业，是关系国计民生的基础性行业，是建设现代化强国的重要支撑，在我国工业现代化进程中发挥着不可替代的作用。对于钢铁行业这一大型复杂流程工业，数字化转型是解决钢铁生产过程全流程“黑箱”、存在严重不确定性问题的唯一最优方案。我国钢铁行业应坚持创新引领，以企业为主体，以市场为导向，发挥数据资源和应用场景优势，建设钢铁企业新型信息基础设施，深度融合产学研用，以数字化转型赋能钢铁行业绿色化、高质化、强链化发展，努力实现新型工业化，创建世界领先的工业集群。

附录一：头部钢企名单

1、央企

钢企名称	主要子公司	子公司所在地	2021 年营收 (亿元)
宝武钢铁集团有限公司 总部：上海市 武汉市 (30 个+子公司)	宝山钢铁股份有限公司	上海市	9,723
	中国宝武武钢集团有限公司	湖北省武汉市	
	宝武集团中南钢铁有限公司	广东省广州市	
	马钢（集团）控股有限公司	安徽马鞍山市	
	宝钢集团新疆八一钢铁有限公司	新疆乌鲁木齐	
	宝武集团广东韶关钢铁有限公司	广东省韶关市	
	武汉钢铁集团鄂城钢铁有限责任公司	湖北省鄂州市	
	宝钢湛江钢铁有限公司	广东省湛江市	
	太原钢铁集团有限公司	山西省太原市	
	重庆钢铁股份有限公司	重庆市	
	武汉钢铁集团耐火材料有限公司	湖北省武汉市	
	宝钢德盛不锈钢有限公司	福建省福州市	
	宁波宝新不锈钢有限公司	浙江省宁波市	
	宝武碳业科技股份有限公司	上海市	
	宝钢金属有限公司	上海市	
	宝武特种冶金有限公司	上海市	
	宝钢特钢有限公司	上海市	
欧冶云商股份有限公司	上海市		
上海宝信软件股份有限公司	上海市		

	宝钢工程技术集团有限公司	上海市	
	宝武装备智能科技有限公司	上海市	
	宝武重工有限公司	上海市	
	鞍山钢铁集团有限公司	辽宁省鞍山市	
	攀钢集团有限公司	四川省攀枝花市	
	本钢集团有限公司	辽宁本溪市	
	鞍钢集团矿业有限公司	辽宁省鞍山市	
	鞍钢集团工程技术发展有限公司	辽宁省鞍山市	
鞍钢集团有限公司	鞍钢联众（广州）不锈钢有限公司	广东省广州市	3,835
总部：辽宁省鞍山市			
（10个+子公司）	鞍钢集团众元产业发展有限公司	辽宁省鞍山市	
	鞍钢集团国际经济贸易有限公司	辽宁省鞍山市	
	鞍钢集团资本控股有限公司	辽宁省鞍山市	
	鞍钢集团北京研究院有限公司	北京市	
	鞍钢集团经济发展研究院	辽宁省鞍山市	

钢企名称	主要子公司	子公司所在地	2021年营收（亿元）
河钢集团有限公司	河北钢铁集团唐山钢铁股份有限公司	河北省邯郸市	4,267
	河钢集团石家庄钢铁有限责任公司	河北省石家庄市	
	河钢股份有限公司邯郸分公司	河北省邯郸市	
	河北钢铁集团宣钢公司	河北省宣化市	
总部：河北省石家庄市			
（5个+子公司）			

	河北钢铁集团承钢公司	河北省承德市	
	河北钢铁集团舞阳钢铁有 限公司	河南省漯河市	
首钢集团有限公司 总部：北京市 （10个+子公司）	北京首钢股份有限公司	河北省唐山市	2,715
	首钢长治钢铁有限公司	山西省长治市	
	首钢伊犁钢铁有限公司	新疆伊犁市	
	首钢京唐钢铁联合有限责 任公司	河北省唐山市	
	首钢集团有限公司矿业公司	河北省迁安市	
	北京首钢冷轧薄板有限公司	北京市	
	首钢贵阳特殊钢有限责任公 司	贵州省贵阳市	
	通化钢铁集团股份有限公司	吉林省通化市	
	北京京西重工有限公司	北京市	
山东钢铁集团有限公 司 总部：山东省济南市 （10个+子公司）	济钢集团有限公司	山东省济南市	2,665
	山东钢铁股份有限公司	山东省济南市	
	莱芜钢铁集团有限公司	山西省莱芜市	
	山东钢铁集团矿业有限公司	山东省济南市	
	山东钢铁集团淄博张钢有限公 司	山东省淄博市	
	山钢集团莱芜钢铁新疆有限公 司	新疆喀什地区	
	山东莱钢永锋钢铁有限公司	山东齐河经济开 发区	
	山东钢铁集团日照钢铁有限公 司	山东省日照市	
	山东钢铁集团喀什有限公司	新疆喀什地区	
山东耐火材料集团有限公司	山东省淄博市		

	山东钢铁集团永锋淄博有限公司	山东省淄博市	
	山东钢铁集团日照有限公司	山东省日照市	
	山东冶金机械厂有限公司	山东省淄博市	
杭州钢铁集团有限公司	宁波钢铁有限公司	宁波市北仑区	
总部：浙江省杭州市 (5个+子公司)	临涣焦化股份有限公司	安徽省濉溪县	2,654
	湖南华菱钢铁股份有限公司	湖南省长沙市	
	湘潭钢铁集团有限公司	湖南省湘潭市	
	涟源钢铁集团有限公司	湖南省娄底市	
	阳春新钢铁有限责任公司	广东省阳春市	
湖南华菱钢铁集团有限公司	涟源钢铁集团有限公司	湖南省娄底市	2,197
总部：湖南省长沙市 (10个+子公司)	湖南衡阳钢管(集团)有限公司	湖南省衡阳市	
	湖南华菱矿业投资有限公司	湖南省长沙市	
	湖南华菱管线股份有限公司	湖南省长沙市	
广西柳州钢铁集团有限公司	广西柳州钢铁集团有限公司	广西省柳州市	1,325
总部：广西省柳州市			
包头钢铁(集团)有限责任公司	内蒙古包钢钢联股份有限公司	内蒙古包头市	
	包钢矿业有限责任公司	内蒙古包头市	
总部：内蒙古包头市 (5个+子公司)	乌海包钢矿业有限责任公司		1,260
	包钢集团宝山矿业有限公司	内蒙古包头市	
酒泉钢铁(集团)有限责任公司	酒泉钢铁(集团)有限责任公司	甘肃省嘉峪关市	1,169
总部：甘肃省嘉峪关市			

2、民营企业

钢企名称	总部所在地	2021 年营收 (亿元)
青山控股集团有限公司	浙江省温州市	3,520
江苏沙钢集团有限公司	江苏省张家港市	3,036
北京建龙重工集团有限公司	北京市丰台区	2,474
敬业集团有限公司	河北省石家庄市	2,379
上海德龙钢铁集团有限公司	上海市	1,957
河北新华联合冶金控股集团有限公司	河北省沧州市	1,904
中天钢铁集团有限公司	江苏省常州市	1,904
南京钢铁集团有限公司	江苏省南京市	1,875
河北津西钢铁集团股份有限公司	河北省迁西县	1,873
冀南钢铁集团有限公司	河北省邯郸市	1,460
辽宁方大集团实业有限公司	辽宁省沈阳市	1,337
江苏永钢集团有限公司	江苏省苏州市	1,206
河北普阳钢铁有限公司	河北省武安市	1,005

附录二：智慧钢铁产业主要供应商

产品领域	细分类别	企业名称
应用层	平台化设计	工艺设计：宝信软件等
		三维工厂数字化设计与交付：中冶赛迪、中冶京诚等
	智能化制造	智能料场：镭目科技、湖南长天自控、科远智慧等
		智能烧结、球团：东方国信、智冶互联、首自信、湖南长天自控等
		智能炼铁：东方国信、智冶互联、冶金规划院、上海优也、宝信等
		智能炼钢：镭目科技、中冶赛迪信息、积微物联、宝信、首自信等
		智能轧钢：宝信、积微物联、首自信等
		质量管理：宝信、首自信、上海优也等
		安全生产：宝信、东方国信、首自信、安元科技等
		设备管理：上海优也、天泽智云、容知日新、湖南长天自控等
		环保管理：山冶设计、宝信、首自信等
	能效管理：上海优也、陕鼓动力、中冶南方、东方国信、天泽智云等	
	网络化协同	多基地协同：宝信、东方国信、首自信等
		供应链金融：欧冶金服、积微物联、找钢网、钢银、普洛斯等
		产业链供应链协同：京东数科、欧冶云商、积微物联、中钢在线、上海钢联、找钢网、国联股份、钢银、东方钢铁、傲林科技等
	数字化管理	财务人力营销管理：SAP、甲骨文、金蝶等
		企业经营决策：用友、傲林科技、济钢等
	个性化定制	积微物联、南钢、方大特钢、宝信等

	服务化延伸	积微物联、中冶赛迪信息、宝信、东方国信等
平台层	云基础设施	基础硬件：浪潮、华为、联想、新华三、惠普、戴尔、IBM 等
		基础软件：Oracle、DB2、SqlServer、SyBase、Wonderware、Vmware
	通用 PaaS 服务	腾讯云、阿里云、华为云、浪潮云、中冶赛迪信息、优也等
	工业互联网平台	宝信、东方国信、上海优也、首自信、积微物联等
边缘层	工业数字化装备	奥钢联、镭目、西马克、金恒等
	工业互联自动化	浙大中控、飞马智科、金自天正、川仪、西门子、ABB、罗克韦尔等
	工业互联网网络设备	华为、中兴、新华三、思科、西门子、moxa、中国信科、海得、研华、研祥、Kepware 等
	5G 设备与服务	中国移动、中国联通、中国电信、华为、广和通、高通、爱立信等
安全保障	数据安全	深信服、山石网科、奇安信、亚信安全、南京中新赛克等
	工控安全	长扬科技、威努特、力控、海天炜业