

钢铁行业数字化转型实施指南

一、发展目标

到2026年，钢铁行业数字化整体水平显著提升，新一代信息技术与钢铁工业深度融合，行业数字生态体系持续完善，基本实现由单点、局部向系统性、全局性的数字化发展转变。数字基础不断夯实，关键工序数控化率达到80%，生产设备数字化率达到55%，3D岗位机器人换人率达到40%，突破一批工业软件和装备等关键技术，制定一批钢铁数字化转型相关标准。数字赋能显著提升，建成6个左右工业互联网平台，组建1家钢铁行业制造业创新中心，培育30家以上专业水平高、服务能力强的优秀系统解决方案提供商。示范效应明显增强，建成一批数字领航企业，遴选30个以上数字化转型典型场景，遴选15家左右数字化转型标杆工厂。

二、重点任务

（一）夯实数字化支撑体系

1. 完善标准体系。全面宣贯落实《钢铁行业智能制造标准体系建设指南（2023版）》，围绕矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等生产工序数字化转型需求，加快制定出台一批数字化转型标准，健全标准体系。

专栏1 数字化标准体系完善工程
1. 基础共性标准。包含通用、检测、评价、工业网络、赋能技术等标准。
2. 装备层标准。包含无人运输装备、工业机器人等标准。

3. 车间层标准。包含矿山、原料场、炼铁车间、炼钢车间、轧钢车间等标准。

4. 工厂层标准。包含智能工厂物联网等工艺参数设计标准，生产计划排程、全流程质量管控等生产管控标准，能源管控、设备管理等资源保障标准。

5. 企业层标准。包含资源计划与预测标准、采购管理标准、销售管理标准、产品试验验证过程仿真等产品研发设计标准、钢铁厂际间制造资源协同管控等工厂协同标准、钢铁企业数据资源管理体系建设规范等数据资产管理标准。

6. 协同层标准。包含钢铁企业与上下游企业间的数据交换等数据共享标准，设计、生产、物流、销售、服务等供应链协同标准，产品溯源管理服务等客户服务标准。

2. 开展数字化评估诊断和标杆示范。基于《智能制造能力成熟度模型》和《智能制造能力成熟度评估方法》，研究制定具有行业特色、聚焦行业需求和技术发展趋势的钢铁行业数字化转型水平评估标准，依托钢铁行业咨询服务机构，开展数字化转型评估诊断活动，通过评估找出差距，明确企业数字化转型的方向和着力点。打造一批数字化转型典型应用场景，培育一批数字化转型标杆工厂。

专栏2 数字化转型评估诊断工程

1. 制定标准。依托行业协会、研究机构、钢铁企业、数字化转型服务商等构建面向钢铁行业的数字化转型水平与成效评估标准，建立评估诊断服务平台，形成实用型方法集、工具箱，提高行业数字化诊断能力。

2. 开展诊断。以数字化转型评价为抓手，通过企业自评估+入企对接+专家诊断等方式，开展钢铁行业数字化转型评估诊断。

3. 提出建议。通过评估诊断，形成“一企业一报告一建议”，帮助企业摸清家底，明确数字化转型发展路径。

3. 实施关键软件和装备攻关。围绕产线自动化、信息感知化、管理精细化、决策智能化等急需的关键共性软件和装备，支持钢铁企业、研究机构、高校、系统解决方案提供商等共同组建钢铁领域制造业创新中心，推动产业链协同创新，提高自主创新能力。

专栏3 关键软件和装备攻关工程

1. 工业软件。包含矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等工序的工艺控制模型，轧制过程动态仿真软件、工艺参数计算机辅助设计等研发设计类软件，高级计划排程系统以及产、供、销、能源、物流等一体化协同优化等生产管控类软件，高性能可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、数据采集与监视控制系统（SCADA）等工艺控制类软硬件，高频大容量数据采集与分析类软件。

2. 关键装备。包含中高压变频设备、伺服电机等工控设备，自动焊接装置、智能堆取料机等智能物流装备，料堆形态自动监测、烧结机尾智能监测、高炉风口图像智能识别、高炉炉顶智能识别、高炉料面形状检测装置，面向产品性能、尺寸、板型、产品内部质量、设备内部状况等智能检测装备，工业柔性热电偶、智能流量计、智能传感器等智能仪器仪表，工序界面间的智能装备等。

（二）筑牢数字化转型基础

4. 补齐数字化短板。推动基础薄弱的钢铁企业，通过装备改造和基础自动化提升，补齐自动化短板；建立完备的数据采集系统，补齐数据采集短板；完善生产过程控制、制造执行、企业管理信息化等系统建设，补齐信息化短板；完善网络基础架构建设，补齐网络化短板。

专栏4 数字化改造提升工程

1. 自动化改造。加快自动化程度低的老旧设备改造升级，加大新设备投入，促进设备更新换代，提升基础自动化水平。

2. 数据采集。围绕生产控制、能源管控、安全环保等重点环节，加装智能仪器仪表，通过传感器、无线网络、智能网关、监控服务器等，

建立数据采集和监控系统，对生产设备运行状态、能耗信息、生产信息等数据进行实时采集，实现对工艺、质量过程等深度感知，实现对物质流、能量流、信息流的全流程监控。

3. 信息化提升。建设覆盖生产计划、质量、物流、仓储、设备等领域的制造执行系统，在能源管理、环保监测、安全管控、物流仓储、设备监控、生产过程优化等方面实现线上管理，在成本、财务、物流、能源、环保、供应链等领域逐渐加强信息化集成。

4. 网络化提升。推动企业开展内网改造，实现5G、工业光网、Wi-Fi6、工业以太网等新型工业网络在车间、工厂的广泛覆盖；推动企业开展IPv6改造；对现有生产设备与系统进行网络化二次开发，推动“接口开放、机器上网”，提升设备联网率。

5. 推进重点环节数字化改造。加快推进矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等操控集中化，设备监控、诊断、运维远程化，销售、采购等服务线上化，应用数学模型，推进生产流程自主调控，实现操作少人化和3D岗位无人化。用物联网、大数据、人工智能等技术，实现设备远程监控、故障诊断、预测性维护等功能，提高设备的可靠性和稳定性。

专栏5 重点环节数字化改造工程

1. 操控集中。推动矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等工序由“一线多室”到“一线一室”，有条件的企业可探索“多线一室，一厂一室”。

2. 设备远程运维。建立设备数字化管理体系，搭建设备在线监测诊断系统，利用物联网、大数据、人工智能等技术，实现设备远程监控、故障诊断、预测性维护等功能，提高设备的可靠性和稳定性。

3. 服务线上化。搭建钢铁企业服务平台，将企业各业务系统数据对接到服务平台，实现数据共享和资源整合，优化服务流程。

4. 3D岗位机器换人。在测温、取样、扒渣、电焊、酸洗、贴标、打捆、巡检、吊运等重复性强、劳动强度高、危险系数高、高温恶劣环境的3D（Dusty、Danger、Duplication）岗位，开展“机器换人”。

5. 操作少人化。总结人工操控、调整规则，经验知识转化为模型算法，推进生产流程自主调控，减少人工干预，实现生产稳质提效。

6. 推广先进数字化应用。围绕生产调度、工艺控制、质量管理、能源优化、物流管控、绿色低碳、安全生产等方面，促进先进成熟的数字化应用在行业全面推广。

专栏6 数字化应用推广工程

1. 生产调度。基于物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术，围绕计划与生产两大主线，建立以物料平衡、能源平衡、铁钢平衡、钢轧平衡、产销平衡为核心的产供销一体化系统，实现从销售接单、原料供应、生产执行到产品销售的全厂一体化计划调度等。

2. 工艺控制。基于冶金机理模型，融合大数据能力和AI智能分析能力，结合图像识别等技术，对高炉工况、转炉工况、轧制状态等进行综合分析，辅助钢铁企业优化质量管控和过程控制、提高效率、降低成本等。

3. 质量管理。强化质量设计、控制、分析、判定与处置、质保管理、跟踪与追溯、异议管理等全过程质量管理。推广基于AI视觉技术的废钢自动判级质量管理、基于AI视觉技术的钢材表面质量智能检测、基于大数据分析处理和机器学习算法的质量预报诊断、基于工艺机理模型的钢材宽度和厚度自动控制等。

4. 能源优化。基于生产计划、检修计划、生产实绩等，结合工艺机理模型和面向动态环境的机器学习等技术，实时跟踪监视煤气、压缩空气、工业新水、蒸汽等能源介质的发生、输配、消耗，对重要能源生产工序关键数据和生产设备关键状态进行实时监视，全面提升调度人员感知力，为调度人员决策提供支撑等。

5. 物流管控。以厂区GIS地图及车辆定位技术为基础，实现厂内物流的管理可视化、调度智能化、运输无人化的全场景一体化物流调度；应用智能无人天车系统，实现钢卷、板坯、轧辊、废钢多物料库房智能化管理和吊运等，提高厂内物流的精细化管理与智能化管控水平。

6. 绿色低碳。利用大数据、人工智能等技术，建立以降低碳排放强度为核心的生产工序碳排放预警及减污降碳协同管控系统；充分利用大数据、物联网等技术，建立全厂环境管控平台，通过相关数据采集、传输、统计分析、预警等，实现超低排放智能化管理；建立再生资源回收利用数字化平台，推动数字化交易和智能化服务等。

7. 安全生产。利用感知技术动态采集生产过程中人、物、设备、环境安全状况等数据，通过对人员定位、视频监控、门禁智能管理、危险源管理、安全状态运行情况等系统化管理，对钢铁企业人的不安全行为和物的不安全状态进行动态管控等。

（三）深化数字化赋能提升

7. 推动钢铁+工业互联网和大数据融合应用。构建基于“云边端”架构的工业互联网平台，打破管理边界、产业边界、地域边界、专业边界，实现数据贯通、业务协同，推动组织变革和流程再造，构筑开放共享的生态体系。推动钢铁企业布局建设规范的工业互联网标识解析二级节点，促进标识+场景实践应用。围绕数据分析、管理决策等应用场景，建立数据存储、数据字典、数据治理等管理制度，推动以流程驱动的信息化向以数据驱动的数字化转变。强化网络安全与数据管理，加强政策标准宣贯执行，开展工业互联网安全分类分级管理。

专栏7 钢铁+工业互联网和大数据融合应用工程
<p>1. 构建基于云边端架构的工业互联网平台。</p> <p>云：以离线/准实时海量数据的汇融共享为主，具备超强的敏态计算、长周期存储能力，打造全局型、平台型、协同共享型、通用型应用。</p> <p>边：以实时高频多样性数据的采集处理为主，具备较强的相对稳态计算、短周期存储能力，打造区域型、在线实时型、精准控制型、特定型应用。</p> <p>端：PLC及以下的装备，包括不限于基础自动化、智能仪器仪表、机器人、无人化装备、工业视频等。</p> <p>2. 数据治理。打通研发、生产、管理、服务等不同环节“数据孤岛”，建立符合钢铁企业自身的数据管理体系，实现数据治理各项工作有法可依、有章可循，为企业数据治理建立制度、流程体系和工具平台支撑，围绕数据架构、数据质量、数据标准、数据安全、数据应用等工作，夯实钢铁企业数字化转型的数据根基。</p>

3. 数据利用。围绕生产运营需求，构建面向决策层、管理层、执行层等层级的指标体系，全面支撑管理决策由“经验驱动”向“数据驱动”转变；探索大数据中心数据资产的运营和服务模式，打造数据产品，形成活跃的数据服务生态；推动形成数据流通共享机制，支撑跨组织、跨节点数据共享创新应用。

4. 网络与数据安全。围绕铁前、炼铁、炼钢、轧制等业务场景，聚焦冶炼控制参数、国家重点型号用特殊钢领先工艺、大宗原材料信息数据，深入开展重要数据识别备案和数据安全防护工作。

8. 推动钢铁+人工智能创新应用。以通用基础人工智能大模型为底座，构建钢铁行业大模型，加快钢铁企业二级模型开发与运维，结合行业知识和场景数据持续迭代。围绕智能制造、绿色低碳制造等领域，促进人工智能与钢铁工业深度融合。

专栏8 钢铁+人工智能创新应用工程

1. 智能感知。利用视觉识别和时序分析技术，实现设备、产线、工厂、上下游的信息感知全覆盖，包含钢材表面缺陷检测、工艺过程监控等的视觉感知，语音识别、声纹识别等的听觉感知，基于振动分析的设备状态诊断等的触觉感知。

2. 智能控制。将机器学习技术与工业机理模型相结合，打造基于数据驱动的控制策略自学习模型，实现对非线性区域的精准控制，推动工艺稳定、节能减排和设备长寿。

3. 智能决策。运用运筹优化等技术推动决策优化和流程再造，结合产能资源计划和机组作业计划，实现生产排程、能源优化、产销平衡、物流优化等决策支撑；利用机器学习技术和大数据分析技术推动工艺生产决策优化，结合工艺机理，实现原燃料配料、工艺优化、产品数字化设计、质量改善、成本优化等决策支持等。

9. 深化数字化赋能应用。通过大数据、工业机理、人工智能的融合应用，促进工艺过程、制造流程的动态智能优化，实现智能生产；促进营销、采购、成本等策略优化和管控，实现

智慧运营；促进信息流、物流、商流等多流合一，加速产业跨界融合，实现智慧服务。

专栏9 钢铁行业数字化赋能工程
<p>1. 智能生产。围绕矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等，实现全厂一体化调度、高炉运行工况智能监测与诊断、配料智能控制、炉前工作远程操控、炼钢工况智能监测分析、铁水预处理远程扒渣、无人化浇钢、加热炉智能控制等；围绕能源、设备、物流、安全、环保、质量等，实现能源平衡与调度、设备故障诊断与预测、设备全生命周期管理、智能物料管理、无人化铁水运输、重大危险源风险监测预警、污染物排放预警与管控、钢坯在线质量预测等。</p> <p>2. 智慧运营。围绕营销、采购、研发、成本等，实现销售计划动态优化、铁前采购策略优化、产销平衡决策优化、新品种数字化研发与设计、成本核算与管控等；推进大型钢铁集团多基地数据互通，汇聚各基地订单、资源、产品质量、采购价格、设备等信息，实现订单分配优化、原料盈余调度、产品质量提升和设备管理效能提升。</p> <p>3. 协同生态。推动供应链上下游企业信息共享，快速响应个性化需求，预测供应链风险并动态响应，实现供应链管理精细化、产业链价值最大化。</p>

（四）丰富数字化供给生态

10. 培育数字化方案提供商。深入挖掘钢铁企业数字化转型需求，围绕产品设计、生产制造、经营管理、物流运输、供应链协同、绿色低碳、安全生产等方面，创新数字化应用解决方案，培育一批专业化、定制化系统解决方案提供商。

专栏10 系统解决方案提供商培育工程
<p>1. 平台类供应商。包含制定企业数字化发展规划、数字化车间智能制造水平评估、行业智能制造能力成熟度评估等规划与设计供应商；大数据、云计算、人工智能、数字孪生、工业互联网、物联网、标识解析二级节点建设及运营等平台技术研发与实施供应商；矿山采选、炼铁、炼钢、轧钢等各工序生产过程的数据分类、估值、预测、相关性分组、聚类、建模和评估等数据分析与挖掘供应商。</p>

2. 专业类供应商。包含基于AI的钢铁冶金全流程表面质量检测、钢坯直装智能跟踪等人工智能供应商；智能传感器、处理器、智能网关、仪器仪表、工业机器人、设备故障预测性维护等数字化设备供应商；炼铁数据采集、炼钢数据采集、轧钢数据采集、钢铁工艺数据分析等数据采集供应商；ERP（企业资源计划）、SCM（供应链管理）、CRM（客户关系管理）、MES（制造管理与执行系统）等生产管控供应商；质量缺陷预分析及报警、质量工艺动态设计优化、生产全流程质量数据在线监控等质量管控供应商；污染物浓度超限预警、环保状况智能化诊断分析、固废循环利用监控等环保管控供应商；工控系统安全态势感知、漏洞风险检测与评估、数据安全治理、商用密码、安全防护等网络安全供应商；铁水罐智能调度、炼钢连铸智能调度、轧制过程智能调度、高级计划排程、能源调度优化等数字化调度供应商；高炉、转炉、轧制数据建模、数字孪生等数字可视化供应商。