

原材料工业数字化转型工作方案

(2024—2026年)

原材料工业是国民经济的基础性产业，具有资源能源密集、过程机理复杂、生产连续性强等流程性工业突出特点。近年来，我国原材料工业数字化转型不断走向纵深，部分行业龙头企业达到国际领先水平，但仍面临对数字化转型认识不够、数字化转型基础差异大、建模仿真剪难度高、人工智能等数字技术融合应用不深入、复合型人才紧缺等问题。为推动原材料工业数字化转型，加快推进新型工业化、建设制造强国，制定本方案。

一、总体要求

(一) 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，认真落实全国新型工业化推进大会部署，完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持规划引领、问题导向、系统部署、分类推进，以提质升级、降本增效、绿色安全为最终目的，着力夯实数字化转型基础，深化数字技术赋能应用，强化软硬协同，完善支撑保障体系，以产业数字化驱动全产业链业务变革，加快推进原材料工业高端化、绿色化、安全化、高效化发展，全面提升行业核心竞争力，构筑国际竞争新优势。

（二）主要目标

原材料工业数字化转型取得重要进展，重点企业完成数字化转型诊断评估，数字技术在研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等环节实现深度应用，生产要素泛在感知、制造过程自主调控、运营管理最优决策水平大幅提高，为行业高质量发展提供有力支撑。

应用水平明显提升。打造 120 个以上数字化转型典型场景，培育 60 个以上数字化转型标杆工厂，形成一批数字化转型标杆企业。重点行业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率等指标显著提升，数字化转型成熟度 3 级及以上企业提升至 20% 以上。

支撑能力显著增强。突破一批数字化转型急需的关键核心技术，制修订一批先进适用的数字化转型标准规范。推广应用 100 款以上数字化装备、智能仪器仪表、工业软件等优秀产品，培育 100 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。

服务体系更加完善。建设 1 个新材料大数据中心、4 个重点行业数字化转型推进中心、4 个重点行业制造业创新中心、5 个以上工业互联网标识解析二级节点、6 个以上行业级工业互联网平台。

二、主要任务

（一）强化基础能力

1.夯实数字化基础。加强企业数字化基础设施建设，提升数据采集、数据汇聚和数据质量管理等能力。开展基础自动化、管理信息化升级改造，提高研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等环节的数据采集能力，重点围绕高温高压、多介质、多粉尘、高噪声、强干扰、密闭等复杂工况和特殊装备，科学合理布设高清摄像、高精度传感、高性能定位模组等采集设备，推广应用可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）等工业控制系统，加强实验开发、制造执行、分析测试、采购销售等信息化系统部署。规范数据接口、数据结构，加强全链条数据的集成汇聚和存储管理，构建统一数据湖。建立健全数据质量管理机制，强化数据清洗、数据加工、数据审计等能力，提高数据完整性、准确性、一致性、及时性、可用性。

2.完善网络化基础。引导企业构建泛在感知网络环境，支撑数据要素流动传输，实现设备互联、业务互联及产业互联。开展内网改造，加快5G、工业光网、Wi-Fi 6、工业以太网、北斗导航等新型网络通信技术在车间、工厂、矿山的广泛覆盖，打通研发、生产、管理、服务等不同环节“数据孤岛”，提高企业内部业务数据集成与协同水平。基于IPv6、软件定义网络、网络虚拟化等技术打造高质量外网，支撑产业链上下游企业间的物流、产能、金融等产业资源数据开放共享，实现跨地域、跨行业的资源配置。持续推进重点行业工业互联网标识解析二级节点建设和应用，开

展关键装备、核心模型、重要产品、关键原辅料等要素的全网注册和数据解析，提升人、机、料、法、环互联互通水平。

3.强化智能化基础。加强重点行业智能装备、算力设施、模型算法的建设部署和推广普及，为数字化转型应用提供关键智能化支撑。加快无人运输车辆、作业机器人、巡检机器人、智能检测装备等新型智能装备部署应用，推进催化、裂化、冶炼、熔铸、均化等重大工艺装备智能化改造升级，显著提升生产过程感知、决策和执行能力。加强企业高性能算力供给，促进智能算力与通用算力协同，满足不同类型算力的业务需求，为海量工业数据实时分析提供高效经济的算力支持。提升流程模拟、工艺仿真以及基础物性数据库等工业软件普及程度，推动各行业内生产调度、工艺控制、设备管理、能源管理等经验知识转化为模型算法，形成可在行业复制推广的模型库、算法库和知识库，加速工业技术软件化。

（二）深化赋能应用

4.助力高端化升级。加快产品高端创新，鼓励行业领军企业、科研院所、高校基于人工智能、高通量计算等技术开展材料成分设计、结构优化和性能预测，推动材料研发模式变革，强化关键战略材料供给，加速前沿材料创新和产业化应用。推动生产过程高端升级，综合应用机器视觉质检装备、智能化在线监测分析仪器仪表、质量管控系统等加强生产过程质量管控，开展先进过程

控制、计划调度一体化、质量在线监测、设备全生命周期管理等集成应用，提高生产管控的精准性和效率效益。提升服务高端化水平，推广汽车钢、电工钢等供应商早期介入（EVI）“精品+服务”模式，研发应用预测式销售智能决策系统，打造协同共享的智能物流服务体系。

5.支撑绿色化发展。基于数字技术开展装备及工艺流程优化升级改造，促进减污降碳、节能增效。推动企业建设碳排放管控平台和重点产品碳足迹基础数据库，综合运用物联网、人工智能、区块链、工业互联网标识解析等技术开展碳排放计算与碳足迹追溯，促进低碳发展。推动企业和园区加强数字化能源管控，开展重点用能环节的在线监测、运行优化与系统平衡，促进新能源应用和化石能源减量。鼓励建设环境管控平台，基于5G、无人机、遥感、自动监控、机器视觉等技术，对生产、原燃料和产成品运输、治污设施运行、污染物有组织和无组织排放、厂区环境质量等数据进行采集、分析和预警，实现环境智能化管理。推广低噪声工艺和智能化装备，涉异味园区及企业加强恶臭自动监测和风险控制。鼓励建设面向行业的循环再生资源交易平台，促进工业固废与各类副产品的交易流通与综合利用。

6.保障安全化生产。加快在线分析仪器仪表、智能传感器等技术产品和巡检机器人、消防机器人等安全应急装备的应用，提升面向高温、易燃、易爆、有毒、有害等原材料生产工序车间、

设备设施、库区罐区的快速感知能力。鼓励企业建设数字化安全管控平台，建立风险特征库、失效数据库及故障预测分析模型，开展关键设备、关键软件、系统运行故障及其衍生安全风险的实时监测和分析预测，打造超前预警预防能力。建设安全生产案例库、应急演练情景库等知识库，开展风险仿真、应急演练和隐患排查，强化应急处置能力。基于评估模型和工具集，开展安全处置措施评价评估与安全事故追溯分析，增强系统评估能力。

7.实现高效化运营。推动企业从传统经验型决策管理向数据驱动的智能决策管理模式转变，面向市场需求预测、销售产品组合调配、采购配料优化、业财一体化管理等建立业务模型，提升企业经营分析、全过程预测以及市场快速响应能力，打造销售、采购、生产、仓储、物流等全链条一体化管理模式，实现供产销全流程高效运营。推进产业链上下游企业间的业务协同和资源优化，支持重点行业龙头企业及第三方机构基于人工智能、区块链、工业互联网标识解析等技术，打造面向企业全价值链、全资产要素和产品全生命周期的协同制造平台，实现制造能力、技术、知识、金融等共享、调度和优化，提高产业链供应链资源配置效率。

（三）加强主体培育

8.培育数字化转型标杆。依托智能制造典型应用场景和示范工厂、工业互联网、中小企业数字化转型城市、新一代信息技术与制造业融合发展等现有试点示范工作基础，立足原材料工业特

点和数字化转型需求，开展原材料工业数字化转型标杆选树行动。面向研发设计、制造执行、质量控制、设备运维、仓储物流、能源环保、安全管理等环节，打造一批数字化转型典型场景。围绕数字技术在提升产品合格率、资源综合利用效率、全员劳动生产率和节能减排水平等方面的融合应用，打造一批“5G+工业互联网”融合应用成效显著、实现制造过程数字孪生的数字化转型标杆工厂。面向资源勘探、采矿选矿、矿石运输、经营决策等全过程，建设一批资源管理数字化、生产管控智能化、生产流程少人无人化、安全管理集成化的智能矿山。围绕技术能力提升、业务流程再造、经营管理决策优化、提质降本增效，打造一批制造、管理、服务全流程自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的数字化转型标杆企业。

9.推动大中小企业融通发展。支持原材料行业龙头企业和“链主”企业建设数据驱动、可信交互的产业链协作平台，与配套中小企业共享智能设备、智能仪器、智能仪表、数字化软件、工业 APP 等数字技术产品，向中小企业开放市场、平台、物流等资源。引导行业领军企业分享智能场景、智能工厂建设经验，为中小企业在绿色冶炼、精密加工、高效热处理等环节数字化转型升级提供技术支持和一体化解决方案。培育一批专注细分领域、数字化水平较高的专精特新“小巨人”企业和单项冠军企业，强化与大型企业的专业化协作，加强数字技术、产品、装备供应链配

套支撑。开展中小企业数字化转型城市试点，促进原材料工业中小企业转型升级。

10.推进产业园区智慧化建设。充分运用 5G、标识解析、大数据、人工智能、云计算、物联网、区块链等技术，加强化工、有色金属等重点行业园区数字化基础能力升级和公共服务平台建设，推动园区数据互联互通，实现基础设施、资源能源、技术人才等要素共享共用。引导园区将数字技术与现代化管理深度融合，开展安全生产、风险防范、环境管理、能源管理、应急管理、物流管理等重点环节的智能预警与分析评价，推进行业耦合发展，提升园区发展与管理水平。推动数字化协同制造、共享制造在原材料工业集聚地区规模化发展，构建数实结合的产业集群发展新生态。

（四）完善支撑服务

11.加强技术创新供给。支持企业、科研院所、高校等相关单位组建创新联合体，聚焦高效合成分离、纯净化冶炼、近净成形等典型应用场景，围绕数据挖掘、工艺仿真、过程模拟、数字孪生等关键技术开展理论、模型、算法攻关，加速技术创新突破。研制一批技术领先、性能优良的大型 PLC、智能化仪器仪表、智能阀门等标准化产品，开发一批先进适用可靠的工程数字化设计与交付、高级计划调度排产、智能化过程控制等高端工业软件和工业 APP，依托智能制造系统解决方案揭榜挂帅等工作，面向重

点行业培育一批产品和系统解决方案。加快原材料智能制造领域全国重点实验室、工程（技术）中心的整合优化重组。分行业建设原材料工业制造业创新中心，整合各类创新资源，开展数字化转型关键共性技术攻关，打通技术开发、转移扩散到商业化应用的创新链条。

12.强化人工智能驱动。探索建立原材料企业与人工智能企业之间的需求匹配和创新协同机制，加快推进人工智能技术赋能原材料工业。推动将成熟人工智能技术引入生产调度优化、过程模拟仿真、运营管理决策、安全管控等典型场景，催化一批低成本、高价值人工智能产品和解决方案，培育若干技术能力强、服务品质优的人工智能技术提供商。建设适用于生成式人工智能的行业数据集，基于现有通用大模型技术底座进行定制化开发训练，构建细分行业大模型，面向新材料研发、供应链优化、大宗商品价格预测等应用需求，加快大模型技术深度创新。

13.增强公共服务支撑。聚焦行业数字化转型需求，重点打造涵盖技术创新转化、产业生态建设和数据要素赋能的公共服务支撑体系。在重点行业建设一批工业互联网数字化转型促进中心，培育一批数字化转型服务机构，开展系统性解决方案及轻量化工业 APP 等技术产品研发及测试验证、解决方案供需对接、数字化诊断咨询等，推动智能制造发展水平和效能评估、进园区和专家行等公益服务，助力企业数字化转型。建设新材料大数据

中心，构筑多层次、相互协同的新材料数据资源体系，形成数据驱动的研发模式、生产组织模式、产用衔接模式。建设国家工业互联网大数据中心原材料行业分中心，围绕行业核心业务汇数用数和赋能服务。推进建材、有色金属等行业工业互联网平台建设，持续提升石化化工、钢铁等行业重点工业互联网平台能力，支持有条件平台向跨行业跨领域工业互联网平台转化升级，重点面向中小企业提供运行优化、能源管理、设备运维、环境保护、安全管控等领域数字化转型服务支撑。

14.加强网络与数据安全治理。落实工业互联网安全分类分级管理要求，建立完善分类分级管理制度，科学识别和判定企业网络安全级别，落实适合自身发展实际的安全防护措施，持续开展网络安全演练，实战化检验提升重大风险防御和处置能力。持续完善全流程数据安全工作机制，研制细分行业重要和核心数据识别细则等标准规范，加强宣贯培训，落实重要数据识别备案、安全防护、风险评估、监测预警和应急处置等要求，全面提升数据安全保护能力。鼓励研究机构、数据交易所、重点企业合作建设面向细分行业的可信数据空间，保障企业间数据流通的安全、可信、可控。推动企业建立工控安全管理制度，强化技管结合，切实提升工控安全防护水平，落实工控安全主体责任。

三、保障措施

（一）加强组织实施。工业和信息化部等相关部门按照职责

分工抓好落实，各地区加强与本工作方案的政策衔接，推动实施企业数字化转型“一把手工程”。加强原材料行业数字化转型监测，组织定期开展评估。成立原材料工业数字化转型专家委员会，强化对“智改数转网联”重大问题和决策的智库支撑。成立4个重点行业数字化转型推进中心，落实相关重点任务，开展数字化转型诊断、咨询、评估等服务。征集遴选原材料工业数字化转型标杆企业、典型场景、解决方案，探索形成可复制、可推广的新业态、新模式、新路径。

（二）加强政策支持。研究制定原材料工业数字化转型关键技术和重点产品清单，用好现有专项资金渠道，统筹支持原材料工业数字化转型基础研究、技术创新和应用开发。围绕原材料工业数字化转型需求，遴选一批优秀系统解决方案提供商。发挥国家产融合作平台作用，将先进适用技术纳入支持范围，通过实行差别化信贷政策、创新金融产品等方式，强化金融机构对数字化转型的支持。

（三）加强标准建设。围绕研发设计、生产制造、经营管理、绿色安全等，持续完善石化化工、钢铁、有色金属、建材等行业智能制造标准体系。推动面向行业特色需求的新型工业网络、人工智能、工业互联网平台等技术标准制修订，打造一批覆盖智能采选、无人浇铸、管网优化、窑炉控制等典型场景的应用标准，制定重点行业的数字化转型水平与成效评估标准。强化标准体系

与计量测试、认证认可、检验检测体系的衔接，加大标准宣贯力度，促进成熟标准落地应用。

（四）加强人才引育。开展原材料工业数字化领域重点人才需求摸底，推动建立重点人才和专家信息库。加强人才培养规划布局，支持企业设立“数字化转型首席设计师”“首席数据官”，依托国家相关人才培养工程和攻关项目，加快培育一批科技领军人才、青年骨干人才，以及一批既懂原材料工业又懂数字技术的复合型人才。依托职业教育提质培优行动计划，加速培育数字化转型急需紧缺的工程师和技术技能人才。支持引进数字化转型海外高端人才。

（五）加强宣传引导。支持地方举办重点行业数字化转型大会，发布重大技术成果和典型案例。加强行业数字化转型学习培训和对标引导，提升企业数字化转型认知水平，推动经营管理理念和转型发展理念变革。鼓励行业协会学会举办原材料工业数字化转型技术创新应用大赛，评选表彰优秀人才和团队。充分发挥主流媒体、官方门户网站、行业协会、专业智库等渠道作用，强化对原材料工业数字化转型经验和成效的宣传报道。

- 附件：1.石化化工行业数字化转型实施指南
2.钢铁行业数字化转型实施指南
3.有色金属行业数字化转型实施指南
4.建材行业数字化转型实施指南

附件 1

石化化工行业数字化转型实施指南

一、主要目标

到 2026 年，石化化工行业数字化网络化水平显著提升，数实融合持续深化，企业智能制造能力明显增强，基于工业互联网的平台服务取得积极进展，面向细分行业的人工智能引擎初步成型，逐步由“深化应用”迈向“变革引领”，持续巩固流程工业领先地位。**数字化转型成效突出**，数字化转型成熟度 3 级及以上的企业比例达到 15%以上，4 级及以上的企业比例达到 7%以上，关键工序数控化率达到 85%以上，数字化研发设计工具普及率达到 75%以上。**示范引领作用不断增强**，上线 2 个以上石化化工行业标识解析二级节点，新增培育 20 个以上数字化转型标杆工厂、10 家左右标杆 5G 工厂、70 个以上智能制造优秀场景、50 家智慧化工园区，龙头企业成为引领“链式”转型标杆，智慧化工园区成为支撑行业高质量发展的重要载体，重点省区服务产业综合管理的“智慧大脑”有效运行。**重点环节数字化水平明显提高**，涉及高危工艺和重大危险源的石化化工企业关键工序设备基本实现数字化控制，安全环境风险实现精准动态预测预警预防。**解决方案供给能力迈上新台阶**，培育 3~5 家面向石化化工行业的数字化

转型综合解决方案提供商，培育一批面向行业的特色专业型工业互联网平台；建设石化化工领域制造业创新中心，提高研发设计、生产控制等关键工业软件、工业控制系统等供给水平。**支撑保障能力明显增强**，制修订 30 项以上数字化转型相关标准；化工园区和生产企业普遍设立“首席数据官”，基本建立分级分类数据的全生命周期安全管理制度。

二、重点任务

（一）强化标准基础，科学评估数字化现状水平

1.健全标准体系。发布实施石化、化工行业智能制造标准体系建设指南，健全涵盖基础共性、重点领域应用、综合评估的横纵一体标准体系，为实施全面诊断评估和转型提升奠定基础。

专栏 1 标准建设工程

1.基础共性标准。包含石化化工专有术语、数据字典工业控制数据、企业业务数据等通用标准，石化工业软件、人工智能、数字孪生等赋能技术标准，石化行业 5G 网络、异构网络融合等工业网络标准。

2.数据及模型标准。包含石化智能工厂参考架构、信息模型、数字化交付等资产数据及模型标准，炼化装置模型构建、数据采集指标等物料、工艺数据及模型标准，能源管网模型构建要求、能源数据采集指标的公用工程数据及模型标准。

3.关键应用标准。包含操作报警管控、智能巡检、工艺优化、过程质量等生产管控与优化标准，环境风险预警、现场作业管控、碳排放等安全环保管理标准，动设备故障诊断、静设备健康诊断、电气巡检、仪表健康诊断等设备管理标准，蒸汽动力优化、瓦斯系统优化、氢气系统优化、管网优化等能源管理标准，进出厂物流管理、无人罐区等物流管控标准，设备远程运维、产业链协同等新模式应用标准。

4.诊断评估标准。包含炼化、现代煤化工、传统煤化工及化肥、氯碱、轮胎、精细化工及新材料等细分领域数字化转型水平与成效评估标准，化工园区智慧化评价导则。

2.实施全面评估诊断。依托石化化工行业相关咨询服务机构建立石化化工行业数字化转型推进中心。推动各省区组织分年度数字化转型评估活动，建立诊断、咨询、评估、改造、验收等闭环工作机制，实现对标找差距、整改促提升、逐年有成效，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.抓队伍。培育壮大石化化工行业数字化转型支撑机构力量，负责组织起草标准规范、开展评估专家培训、设立自评估自诊断平台、提供咨询诊断评估服务、打造数字化转型服务商资源池等。

2.抓诊断。指导各省区组织第三方专业机构全面诊断评估石化化工行业数字化转型现状，出具“一企一策”“一园一策”“一业一策”评估报告，评估智能化水平，找准问题短板，明确改造重点，为改造提升提供依据。

3.抓先进。鼓励各省区结合诊断评估报告，组织化工园区和企业制定改造提升方案，明确目标、路径、步骤、保障措施，遴选成效显著优秀企业、提级进步明显企业，通过现场会、观摩会等形式总结经验、宣贯推广。

4.抓验收。组织各省区对全年改造工作进行验收，形成本省区石化化工细分行业数字化水平及工作成效评估报告并报工业和信息化部。

(二) 强化供应商培育，提升场景开发和解决方案供给能力
通过实施智能制造系统解决方案揭榜挂帅，围绕资源高效利用、生产操控优化、设备可靠运行、安全环保低碳等场景提炼关键需求，突破一批技术领先、效果显著的智能化场景，夯实自主

知识产权软件、硬件及装备基础，培育具备较强创新能力解决方案提供商，提升专业化、标准化的智能制造集成服务能力。

专栏3 新技术应用场景研发工程

1.生产调度及巡检。基于产品价值链的多装置动态优化、基于数字孪生的管网调度执行、基于物料平衡的调度排产优化、装置静态反应模型及效益核算、智能外操巡检、高空管廊和储运罐区及变电站智能巡检、特种机器人作业等。

2.生产控制及优化。事件驱动的动态调度和多层级计划联动优化、基于多尺度混合建模及智能控制的装置在线优化等。

3.质量检测与管理。自动取送样等智能实验室、高密度颗粒产品质量检测、在线光谱检测仪器、过程质量异常监控和预测、盲板智能管理、轮胎胎面检测等。

4.设备运维与管理。乙烯三机等关键设备运行状态智能分析和诊断、腐蚀机理静设备状态评估、动静设备性能的在线诊断评估、电气设备智能分析诊断、设备腐蚀探测、无人值守变电所、仪表故障诊断与预测、装置控制回路评估诊断及优化、阀门内漏诊断等。

5.安全管理。裂解炉辐射炉膛安全监控、突发事件预警与应急联动、基于高光谱红外的气体泄露监测、施工过程可视化监控、装卸安全监控、危化品仓库安全等。

6.环保管理。工艺加热炉、裂解炉烟气氮氧化物智能控制、乙烯装置废碱在线减排、化工品泄露检测、烟气排放检测、挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）、噪声自动监测、园区恶臭（异味）自动监测、水质智能检测、危废全生命周期管理、碳足迹管理等。

7.能源管理。能源介质优化、能源平衡优化、蒸汽管网优化、循环水系统优化、瓦斯系统优化、低温热系统优化等。

8.供应链管理。无人罐区、无人泵房、自动化立体仓库、进出厂环节无人化等。

9.研发设计。精细化工及化工新材料的材料基因基础数据库及原子尺度的模拟计算。

专栏4 关键软件与装备基础夯实工程

1.工业软件。包含基础物性数据库、流程模拟软件、石化三维工厂设计软件、管道应力智能分析软件、在线实时优化软件等研发设计类软件；计划排产、调度优化、现场总线控制系统（FCS）、安全仪表系统（SIS）、先进过程控制系统（APC）、过程实时优化（RTO）、控制性能评估及PID自整定、高级报警管理、控制系统完整性、操作导航、操作培训仿真等生产管控类软件。

2.关键装备。可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、数据采集和监视控制系统（SCADA）等工业控制系统；无人立体仓库、无人叉车等智能物流装备；物料物性在线分析、固态产品质量在线监测、气体泄漏监测、设备腐蚀探测、污染物排放在线监测、火焰识别、人员异常行为识别等智能检验检测仪器；5G终端、巡检机器人、特种作业机器人、消防机器人、加油机器人等新型智能制造装备。

（三）强化技术改造，提高行业智能化水平

通过现有资金和政策渠道支持石化化工行业加快“智改数转网联”，立足石化化工细分领域数字化转型现状及需求，推进企业在生产控制、安全环保等重点环节加快新型工业网络、仪器仪表、智能装备设备、关键软件和系统等“基础填平补齐”和改造提升，提高全要素精益管理水平，深化新一代信息技术融合应用等“先进成熟技术推广”，实现高端化、智能化、绿色化、安全化跃升。

专栏5 重点领域数字化技术改造提升工程

1.炼化领域。针对生产流程长、多源原油加工过程参数多变等导致的生产过程工艺参数涉及一系列非线性及动态耦合，亟待加强工艺过程优化控制；机泵等动设备数量多、投资大，亟待保障装置平稳运行；资源环境约束收紧下亟待提高风险感知、预警能力等本质安全水平，以及碳排放可视化、能耗优化调节等清洁生产水平；基

于油品及化工产品市场需求变化优化生产计划等需求，一是做好“基础填平补齐”，推广全装置先进过程控制系统（APC），裂化炉、再生器、机泵等主要设备全参数状态监测及预测性维护，“工业互联网+危险化学品安全生产”建设、三废监测、噪声监测、能源供应、生产、输送、转换、消耗全流程精细化管理和在线优化、碳资产管理系统等，解决炼化生产过程中控制参数调整频繁、装置非计划停车、事故损失大、重大危险源风险集中、危险气体泄漏难预测、碳排放及碳资产数据管理基础薄弱等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励数字孪生、大数据、人工智能、工业互联网平台等技术在三维数字化工厂建模、过程实时优化（RTO）、色谱在线监测、大宗化工产品区域共享库存预见性管理、以周为单位排产等方面的应用，推动炼化企业提升装置生产运行管控水平、加强供应链风险预警和弹性管控能力。

2.现代煤化工领域。针对提升压缩机等设备稳定性，能量生产和释放频繁等亟待提高安全管控、能源平衡、成本精细化管理水平等需求，一是做好“基础填平补齐”，推广全装置先进过程控制系统（APC），压缩机等主要设备全参数状态监测及预测性维护，“工业互联网+危险化学品安全生产”建设，三废监测，能源供应、生产、输送、转换、消耗全流程精细化管理，碳资产管理系统等，解决现代煤化工生产过程中控制参数调整频繁、安全风险集中、碳减排压力大等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励数字孪生、大数据、人工智能、工业互联网平台等技术在三维数字化工厂建模、过程实时优化（RTO）、色谱在线监测、设备预测性维护等方面的应用，推动现代煤化工企业夯实智能化发展基础、提升装置生产运行管控水平。

3.传统煤化工及化肥领域。针对降低老旧装置居多导致的“跑冒滴漏”，加强“两重点一重大”安全风险管控，降低能耗及碳排放强度，满足农业精耕细作对化肥消费升级要求等需求，一是做好“基础填平补齐”，推广气化炉先进过程控制系统（APC）、“工业互联网+危险化学品安全生产”建设、大型机组状态监测、智能立体仓储管理系统等，解决化肥生产过程中锅炉工艺指标平稳控制难度高、机组等故障多发、液氨及硫酸储罐安全管理难度大、碳排放管理基础薄弱、袋装肥料装卸劳动力密集等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励数字孪生、大数据、人工智能、工业互联网平

台等技术在三维数字化工厂建模、过程实时优化（RTO）、烟气排放达标、可视化巡检无人机、企业运营管理决策支撑、化肥流向全过程追溯等方面的应用，推动化肥企业提高劳动生产率、提升本质安全和清洁生产水平，加速服务化转型。

4.氯碱领域。针对降低由于生产过程合成炉负荷多变、电解过程电流及电压波动大等工艺不平稳而增加的水电消耗，加强氯气、烧碱等多种危险化学品安全管控等需求，一是做好“基础填平补齐”，推广电解槽、聚合釜等主要设备全参数状态监测，自控阀门应用，DCS控制系统，“工业互联网+危险化学品安全生产”建设，解决氯碱生产过程中人工控制不平稳、安全风险集中等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励实施盐酸合成炉、液氯汽化等装置先进过程控制系统（APC）应用，推动氯碱企业提高装置系统平稳率，提升本质安全和清洁生产水平。

5.轮胎领域。针对胶片、胎胚等半成品转移频次密集亟待提高劳动生产率，提升终端轮胎门店库存管理、营销管理等效率，加强轮胎质量安全实时监测等需求，一是做好“基础填平补齐”，提高AGV小车等智能机器人在生产中的应用比例，推广生产制造执行系统（MES）应用，解决轮胎生产过程中成型、硫化等流转环节多导致的劳动密集、差错率高等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励数字孪生、大数据、人工智能、工业互联网平台等技术在轮胎三维数字化设计及仿真、硫化工艺实时优化、X光病疵胎检测、轮胎电子标签、质量全流程追溯、供应链可视化等方面的应用，推动轮胎企业提高劳动生产率的同时加速服务化转型。

6.精细化工及新材料领域。针对产品种类多、订单小且密集、生产过程复杂、产线切换频繁，亟待提升劳动生产率和产品质量稳定性；部分原料、产品属于危险化学品，亟待加强安全管理；投料过程原料、中间体等以有机化学品为主，亟待降低人身危害风险、减排压力等需求，一是做好“基础填平补齐”，推广智能阀门等仪器仪表、立体仓库、导轨及人站式自动取料、红外识别无人叉车、色浆研磨自动控制、搅拌釜自动清洗、VOCs在线监测、噪声自动监测等，解决精细化工生产过程中取送料频繁导致的生产过程劳动力密集、危险化学品储存及有机物排放管理难度大等问题；二是做好“先进技术推广”，鼓励MES系统、先进过程控制系统（APC）、工业

互联网平台等技术在自动配方调整、柔性生产制造等生产过程和供应链协同等方面应用，推动企业提高产线利用率、劳动生产率，逐步构建多品类供应链线上网络。

（四）强化平台布局，推动产业链供应链协同

通过遴选面向行业的特色专业型工业互联网平台等，打造工业互联网平台体系，推动化工园区智慧化管理、集团内高效协同、区域内产业链供应链优化、行业内大企业带动中小企业转型，实现基于“工业互联网平台+工业 APP”的应用价值。

专栏 6 工业互联网平台体系建设工程

1.推动化工园区建设管控平台。立足化工园区安全环保应急集中管控、园区产业链协同发展、公用工程互供一体化发展、精细化管理服务等需求，围绕安全生产、运输管理、封闭化管理、应急管理、环境能源管理、供应链管理、科技创新、公共服务等领域建设园区级工业互联网平台，实现数据、网络等基础设施网络化，安全生产监管、封闭化管理和应急指挥平台化，环境、能源、供应链等运营服务精细化，运营、政务上云等业务管理高效化，数字化产线、智能工厂、产业链分析等产业发展智能化，助力构建互联互通、资源共享、应用智能、产业循环的化工园区。

2.推动大型企业示范建设集团级平台。立足石化化工企业集团内部资源融通协作、集团平台赋能下属企业高效发展等需求，围绕化工产线智能、多厂区管理高效、环保数据实时采集分析、危化品安全生产、化工产品质量稳定、供应链协同等重点内容建设工业互联网平台底座、综合安全环保管理体系、统一的质量管理系统和集团数据中心，推进智能制造、智慧管理两条主线深度融合，推动内部企业加速业务上云，减小下属企业数字化转型压力，以数智化变革助力企业内部的共享共赢、提质增效与转型升级。

3.推动重点地区加快建设区域“智慧大脑”。立足石化化工产业大省安全风险集中管理、环保排放实时监测、产业链供应链系统化管理、跨部门工作协同等需求，围绕行业运行监测、安全风险预警、绿色环保等重点内容建设工业互联网平台，汇聚

政府侧工业和信息化、应急管理、交通运输、生态环境等多部门监管数据及园区侧三废排放、重大危险源等数据，形成区域内行业资源一张网，支撑政府开展区域内产业分析、危化品管理、安全应急管理，赋能化工园区开展供需对接、精准招商。

4.推动细分领域优化提升行业级平台。立足解决石化化工企业在安全生产、环保治理、生态聚集等数字化转型共性需求，围绕平台赋能、方案汇集、企业融通、多方协作等重点内容，聚合国内领先的化工行业数字化生态合作伙伴，打造面向炼化、现代煤化工、传统煤化工及化肥、氯碱、轮胎、精细化工及新材料等细分领域的工业互联网平台，形成化工行业特色业务场景的 SaaS 解决方案、服务体系及应用生态，推动化工企业上云、用云，提供“小快轻准”特色产品和解决方案，降低中小企业数字化转型成本，带动石化化工行业数字化转型。

（五）强化前沿创新，推动人工智能等新模式应用

充分发挥石化化工行业数据资源积累丰富、数字化基础较好优势，与人工智能等战略性技术加速融合，构建基于通用大模型底座衍生的行业大模型，在确保安全性和伦理性基础上，推出一批可复制、可推广的典型案例分析及模式，抢抓未来发展先机。

专栏 7 人工智能应用场景发掘工程

1.工艺过程优化。针对化学合成反应实验阶段反应物和反应条件的组合较多、实验周期亟待优化、生产运行操作工况组合多变等实际，鼓励通过数理统计、神经网络等手段构建面向生产全流程不同产品指标与进料性质、操作工况等反馈的衍生大模型，识别生产过程瓶颈问题，实现实验和生产条件下不同产品方案下快速、精准的工艺操作优化。

2.新产品模拟开发。针对催化剂及其配体的分子结构决定催化剂活性、选择性等关键性能指标、研发过程试错成本高等实际，鼓励运用强化学习、计算化学等手段构建催化剂分子结构和性能之间的量化关系，开发基于催化剂性能指标、分子结构

特征等反馈的衍生大模型，实现催化剂分子结构快速生成、催化剂性能及本征反应动力学的准确预测，变革化工“芯片”研发模式。

3.装置预测性维护。针对装置故障诊断需要大量实时运行监测及测量数据、机理模型涉及湍流等尚不明确、现有机泵维护能力有限等实际，鼓励通过边用边学、非正常即异常的技术路线结合设备画像、设备运行数据构建装置模糊机理模型，开发基于大型机组故障特征与装置转速、轴位移、振动、压比等反馈的衍生大模型，实现装置设备状态在线评估和诊断、运维策略的动态调优，确保运维动作科学合理。

4.安全生产预警预判。针对装置关键设备的超温、超压等工艺异常场景和 18 种危险工艺流程，鼓励融合专家经验与深度学习算法构建不同异常场景与工艺参数等反馈的衍生大模型，实现高危工艺安全指标趋势预测，动态推理参数的合理运行范围，提前识别异常并关联处置措施，提升生产过程的平稳性和安全性。

（六）强化安全保障，完善网络与数据安全治理

强化政策标准宣贯，指导行业企业开展工业互联网安全分类分级管理。围绕原油加工、炼化、基础化学原料制造等业务场景，聚焦生产、工艺、能耗、科研等数据，深入开展重要数据识别备案和数据安全防护工作。

附件 2

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 etc 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-Fi 6、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。

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“机器人换人”。

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据

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

1.构建基于云边端架构的工业互联网平台。

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。

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。

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。

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，实现数据治理的各项工作有法可依、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。

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、大宗原材料信息等数据，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

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。

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。

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。

（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

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。

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。

有色金属行业数字化转型实施指南

一、发展目标

到 2026 年，有色金属行业数字化基础和网络化支撑明显增强、智能化应用水平显著提高，绿色发展与安全生产水平大幅提升、技术供给与公共服务持续强化，初步建成技术先进、体系完备、安全高效的数字化转型生态。关键工序数控化率达到 70% 以上，关键业务环节全面数字化比例达到 53%；数字化转型成熟度水平 3 级及以上的企业比例提升至 10% 以上，4 级及以上的企业比例提升至 5% 以上；打造 30 个以上数字化转型典型场景，培育 15 个以上数字化转型标杆工厂和 5 家左右标杆 5G 工厂；建设 1 个有色金属领域制造业创新中心，2 个面向行业的特色工业互联网平台，上线 1 个以上有色金属行业标识解析二级节点；制修订 30 项以上有色金属行业数字化转型相关标准，突破一批工业软件、基础元器件、智能设备等关键技术，培育一批数字化转型解决方案提供商。

二、重点任务

（一）对标找差，开展数字化转型评估诊断

基于有色金属细分品种多、工艺差异大等特点，分步实施、

有序推进评估诊断，在规模效应明显的铜、铝、铅、锌、锡、镍、钼、钨等品种先行开展试点，逐步覆盖稀有、稀散金属等品种。建立科学落地的有色金属行业数字化转型评价指标体系和评估方法，组织各省开展转型评估活动，并提出合理可行的数字化转型改造建议和方案。

专栏 1 数字化转型评估诊断工程

组建评估专业团队。充分发挥行业协会、骨干企业、科研院所、数字化转型服务商等各方面作用，组织起草数字化转型评价指标体系、开展专家培训、设立自评自诊断平台、提供咨询诊断评估服务、打造数字化转型服务商资源池等。

开展评估诊断。围绕研发、设计、生产、管理、营销、供应链等核心业务环节，全面评估诊断数字化转型现状，出具评估报告，找准痛点难点，明确开展数字化改造的方向和着力点，为企业数字化改造提供依据。

强化评估结果应用。制定“一企一策”改进提升方案，加速企业数字化转型，总结企业评估实践案例，提供交流共享平台，推动建立“以评促改、以评促建”的数字化转型评估评价体系。

（二）夯实基础，促进行业智能化改造提升

1. 夯实数字化基础。推进数据标准化和数据治理体系建设，提高数字化交付能力，支持龙头企业建立有色金属行业工业互联网标识解析二级节点，确保数据的准确性、可用性、规范性，为工业互联网融合应用平台建设提供数据基础。研发有色金属工业物联网技术，实现人、机、物互联，突破数据传输易受复杂恶劣环境影响的难题，实现对数据全生命周期信息的及时掌握，支撑数据稳定可靠的共享与交互。

专栏 2 数字化基础提升重点方向

有色金属网络化协同体系。支持龙头企业按照国家工业互联网大数据中心的统一布局，打造有色金属行业分中心，通过分中心汇聚上中游勘探设计、装备制造、矿山开采、洗选、冶炼、加工、设计、贸易、运销以及下游消费用户，推动关键数据共享和生产资源优化配置，实现跨企业、跨地区、跨行业的研发协同、生产协同、供应协同，以数据网络推动产业链延伸与价值链升级。

有色金属数据标准体系。支持龙头企业评估存量数据标准对全产业链的影响，以国家相关数据标准为基础，从提高数据共享性、稳定性、可扩展性、前沿性、使用可行性和数据生命周期管理的角度，建立全面覆盖地质、采矿、选矿、冶炼、加工的数据标准体系，规范数据分类、数据仓库分层与元数据、表与字段定义、数据字典、统计维度、计算方式、分析规则等方面的管理，确保内外部数据使用和交换的唯一性、准确性、规范性，并在铝、铜、铅、锌、钼、钨等行业形成应用示范。

有色金属行业工业标识解析二级节点。支持龙头企业按照国家标识解析节点的统一布局，规划矿山、冶炼、加工、设计、生产服务的标识解析系统架构，建立有色金属行业工业二级标识解析节点、企业标识解析节点、公共递归解析节点，并纳入国家根节点、顶级节点标识解析体系，对设备和物品等一切生产要素进行管理，建立机器、物品标识编码，形成产品、设备、车间、工厂、平台纵向连接，上下游企业或集团内企业之间横向连接，设计、生产、物流、应用端到端连接，实现对数据全生命周期信息的及时掌握和工业标识数据管理，实现跨企业、跨行业、跨地区的数据共享和生产系统的精准对接、产品的全生命周期管理和智能化服务。

有色金属工业物联技术。针对有色金属工业典型应用场景，研究多物理场耦合与恶劣生产环境条件下的物联技术，开发或验证适应特定生产环境的物联技术及装备、边缘网关，突破信号传输易受复杂空间干扰、强磁和高温环境影响物联设备成本与安装、粉尘影响物联设备寿命等瓶颈，低成本、易安装、高可靠、高精度实现人、机、物互联。

数字化交付。支持 CAD、CAE 等平台软件企业与设计研究、施工单位深度合作，

推动跨设计平台的数据接口开发和数据资源、图形模型的共享，实现跨平台的数据、文档、三维模型以及与工厂对象的关联关系交互，提高数字化交付能力，促进协同设计和创新效率提升，支撑企业的数字化管理和数字孪生管控、协同创新、运维优化。

2.开展技术改造。通过现有资金和政策渠道支持有色金属行业加快“智改数转网联”，推动企业特别是稀有、稀散等小品种金属生产加工企业，根据自身条件开展基础网络、基础自动化、管理信息化改造升级，加快高端可编辑逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）等成熟技术“应用尽用”，实现全方位实时感知和数据采集。

专栏3 数字化技术改造提升重点方向

矿山企业。完善矿山基础网络建设，整体规划部署矿山工控网、管理网、视频网等网络，建设矿山资源数字化管理系统和综合生产管控平台；对矿用卡车、钻机、凿岩台车、铲运机、电机车、磨机、加药机、浮选机、砂泵等采选设备及其他基础设施进行数字化改造，实现固定设施自动化系统无人值守、无轨装备和有轨运输系统远程遥控作业、选矿生产系统智能化运行；建设以行为管理系统、地压监测系统、尾矿库安全监测系统、边坡安全监测系统为代表的安全管理信息化系统。

冶炼企业。针对铜、铅、锌、钼等冶炼厂，加快实施配料、熔炼、吹炼、精炼、电解等重点工序的自动化改造，实现数据实时监测感知和统一采集管理，建设生产控制系统，完善自动控制、生产管理、设备管理、安全环保管理等智能管理功能。针对铝冶炼厂，重点推进多物理场耦合和恶劣生产环境条件下的在线检测，构建多源异构数据融合与管理平台，实现生产过程监视与数据分析。针对其它小品种有色金属冶炼厂，参考较大规模冶炼企业自动化改造方案，根据工艺条件实现关键设备智能化、关键工序智能化升级。

加工企业。针对铜、铝、铅、锌、钼、钨等加工工厂，加快熔炼、铸造、轧制、挤压、退火、精整等重点工序的自动化改造，实现生产、质量、设备、能源、物流、安全环保等实时监测感知和数据采集，构建集自动化、信息化和集中管理模式于一体的集控中心，实现生产运营集控、产线集控、公辅集控。统筹考虑工艺流程、前后工序衔接、产品质量设计管控等方面，打通工序间信息孤岛，提高产品质量稳定性和成材率。

（三）标杆引领，建设一批智能化标杆场景和工厂

依托铜、铝、铅、锌、钼等行业龙头企业以及稀有稀散品种的专精特新中小企业，围绕工艺指标优化、质量效率提升、安全环保低碳、供应链协同优化等重点场景，选树一批有色金属行业数字化转型标杆工厂和优秀场景，打造一批分类分级、特色鲜明的标杆 5G 工厂。鼓励标杆企业发挥先进典型带动作用，加速新技术、新装备、新模式推广应用。

专栏 4 智能矿山/冶炼/加工场景和工厂标杆

智能矿山。完善矿山网络建设，推动矿用卡车、钻机、凿岩台车、铲运机、电机车等装备的数字化升级改造和固定设施自动化系统无人值守、无轨装备与有轨运输系统远程遥控作业，重点建设高可靠、高性能、支持“一网多用、数据融合”服务的多元数据融合网络和矿山生产一体化管控平台，部署三维矿业建模、采矿设计和排产配矿、矿石质量跟踪等软件，实现矿山环境、装备状态、工况参数、移动巡检等生产数据的全面实时系统化采集，智能装药车、智能铲运机、无人驾驶电机车等智能化装备一体化管控，以人员定位系统、地压监测系统、尾矿库安全监测系统、边坡安全监测系统为代表的安全管理，建成少人无人、本质安全、资源集约、绿色高效的有色金属智能矿山。

智能选厂。建设包含基础自动化监控系统、选矿专家智能控制系统、管控平台、生产信息管理系统及移动巡检管理系统，部署浮选、加药、浓密、排尾及尾矿综合

利用等先进过程控制软件，保障工艺流程、设备稳定运转，提高生产系统的抗干扰能力及自适应能力，提高回选率，建成厂房内操作无人化、中控室内监控少人化、生产区内无人值守的智能化选矿厂。

智能冶炼厂。针对不同冶炼场景部署关键在线检测装置，全面感知生产过程和关键设备运行数据和状态，推动配料、熔炼、吹炼、精炼、电解等重点工序的先进过程控制和智能装备的应用，建设工控网、管理网、视频网等一体化融合网络，实现生产控制、生产管理、安防管理等数据的集成与共享，提高精准控制、敏捷制造、供应链协同和计划管理、设备管理、能源管理、质量与计量管理、安全环保管理、职业健康管理等能力，建成低耗、节能、高效、少人、本质安全的智能冶炼厂，促进“双碳”运行。重点推动铝电解阳极电流分布、“三钢”温度、电解质/铝液水平等在线检测技术应用，开发新一代槽控系统；推动氧化铝生产原料制备、溶出、分解、沉降、焙烧、蒸发的先进过程控制与生产线全流程能量与物料平衡一体化控制；推动铜冶炼侧吹熔炼、顶吹熔炼、阳极炉先进过程控制和堆取料机、渣包缓冷、电解行车等的无人化。

智能加工厂。针对不同类型加工产线需求，推动熔炼炉、铸轧机、等静压机、线切割机等加工设备实现传感、测量、检测、控制等实时监测和数据感知采集，完善工控网络和办公网络，构建集自动化、信息化和集中管理模式于一体的集控中心，重点解决高频数据采集和多源异构数据融合与管理问题，实现生产、质量、设备、能源、物流、公辅设施、安全等实时数据采集和集中统一控制。重点围绕熔炼、挤压、铸造、轧制、退火等产线开展数字化应用，推进生产设备自动化及智能物流设备应用，提高生产管控、工艺优化、质量管理、物流管理、设备管理、能源管理、安全生产管控等能力，达到设备自动化智能化、控制模型智能化、生产操作少人化集中化、计划管理协同集成化、生产过程透明可视化、质量管控一贯化、成本控制精细化、绿色安全化等目标。

（四）创新突破，推动人工智能技术融合应用

1.关键核心技术创新。依托龙头企业、科研院所等组建创新

联合体，建设有色金属领域制造业创新中心，聚焦关键软件、基础元器件、智能设备、先进控制系统等薄弱环节，开展联合技术攻关。突破有色金属冶炼加工关键环节在线检测技术瓶颈，推动构建采选、冶炼、加工生产全流程数字机理模型和数字孪生等前沿技术体系。聚焦铝等重点品种，开发基于数据与模型驱动的先进过程控制系统，提升有色金属行业生产一体化管控水平。

专栏 5 数字化转型关键核心技术攻关方向

基础元器件。重点突破凿岩台车、铲运机、破碎机、磨机、浮选机、熔池熔炼炉、闪速炉、回转窑、沸腾炉、电解槽、铸造机、轧机、挤压机、退火炉等行业专用典型设备的智能传感器与边缘计算单元，铲运机、卡车等矿用车辆无人驾驶控制器；突破一批冶炼加工在线检测仪器仪表，包括铝电解阳极电流分布、“三钢”温度、电解质/铝液水平等在线检测，氧化铝 Nk、原矿粒度与成分、泥层等在线检测，铜铝加工产品表面缺陷检测、产品轮廓检测、冷却强度检测、组织缺陷检测、涡流探伤仪等在线检测以及浮选泡沫图像检测等仪器仪表。

关键软件。重点突破三维矿业建模软件、设计和排产配矿软件、质量跟踪系统软件、工业自动化控制软件、专家系统软件、生产管控平台软件、原料配方管理软件、生产流程仿真建模软件、产品碳足迹建模软件、有色金属行业通用大模型软件、产品研发及设计协同软件等。

智能设备。重点突破智能装药车、智能锚杆台车、智能破碎机、智能钻机等采选设备，数字电解槽、电解铝特种机器人、转炉自动捅风眼机、自动浇铸机、熔体自动取样机等冶炼设备，以及智能熔炼、智能挤压机、智能轧制机组、智能退火炉等加工设备研发。研究复杂空间位置精准识别与精准定位技术，开发多自由度换极、吊装等执行机构，研制铝电解和炭素智能多功能机组。

先进过程控制系统。研究铝电解浓度、效应预报、稳定性和安全生产等控制与管理模型，开发基于数据与模型驱动的新一代槽控系统；研究粒度、成分、加药、

浓度、温度等控制模型，开发氧化铝原料、溶出、沉降、分解、蒸发、焙烧工序先进过程控制系统；研究氧化铝全流程物料平衡与能量平衡模型，开发氧化铝生产一体化管控系统，实现生产过程一键式作业；研究精炼自动控制系统、轧机自动穿带（管）控制系统、一键轧制自动控制系统、轧机厚度控制系统、板型控制系统、热处理控制系统等。

2.“人工智能+”创新应用。大力推动人工智能（AI）技术与有色金属行业的融合应用，将生产技术、专业知识、经验积累等沉淀为行业机理模型，依托行业技术领军企业搭建覆盖全行业的人工智能赋能平台，探索构建有色金属行业人工智能通用大模型，打造人工智能数据采集、模型训练、测试验证场景，加快设备运行、工艺参数、生产调度、质量管理、安全防控、经营决策等人工智能解决方案研发和应用推广，提升企业生产运行效率和决策智能化水平。

专栏6 有色金属行业“人工智能”创新应用场景

材料智能加工。研究材料内部结构、晶相组织、力学性能等，建立基于工业大数据的高精度组织—性能预测方法和适应大规模定制的工艺模型库，并通过在线检测数据进行数据匹配、模型训练，揭示产品性能与质量的变化规律性，推动加工参数动态调整，提升材料性能和加工质量。

关键设备运行状态监视与预测性维护。实时监测穿爆装备、铲装装备、运输装备、回转窑、粉煤喷吹装置、压滤机、轧机、挤压机、退火炉等有色金属行业主体设备的运行状态数据；研究基于数据分析的设备健康预测模型及其决策支持策略，构建面向关键设备故障解决的AI大模型系统，通过AI视觉及机理模型融合应用，结合设备运行参数及运行状态，实现设备异常分析和预测；构建设备故障与设备运维关系图谱，基于知识推理技术预警设备故障，根据设备故障类型，寻找最优的运

维方案，助力企业制定设备维修维护计划，避免设备故障引发停产，实现设备智能运维，提升设备稳定性和使用效率。

生产智能控制。针对工艺参数难检测和非线性、多变量、大时滞生产过程，运用机器学习、神经网络等技术，研究生产过程多维度的 AI 控制模型，丰富智能控制模型库，解决采矿、破碎、尾矿充填、熔炼、溶出、浸出、萃取、电解、铸造、挤压、轧制、退火等关键工序的智能控制难题，推动矿山资源数字化管控、采矿智能作业与协同、采选生产智能协同、铜酸生产智能协同、铜渣生产智能协同等多工序智能创新应用。重点建立铝电解浓度控制、效应控制、出铝换极热量损失与施加补偿电压、物料和能量平衡与生产稳定性的关系等模型；氧化铝矿石粒度与加球、原矿粒度和成分对氧化铝溶出率影响、产线能量平衡与物料平衡等控制模型；铜铝加工产品质量与轧机工艺参数调整、板形控制等模型；选矿矿石粒度和成分与加药、矿石粒度与加球等模型。

生产过程仿真与智能排产。以全局运行最优为目标，研究人员、产线、库存、物流、交货期等能力约束条件下的成本最优、效率最大、库存最少动态规划模型和求解方法，开发智能排产软件，并进行可视化仿真，持续推动模型迭代升级，解决计划调度长期依靠人工不精准、不合理的难题，实现人、原材料、产品、备品备件、物流车辆等生产资源的优化调度，提升企业生产运行效率和决策智能化水平。如，通过矿山资源大数据与价值模型实现中短期智能排产，实现配矿优化管理；建立矿用车联网平台，通过智能调度系统、智能驾驶系统、智能运维系统的应用，实现人、车、路、矿的最优化管控。

智能质量分析。完善生产全流程数据采集系统，建立生产质量数据库，研究设备判级、质量判级、缺陷致因等分析模型，开发产品质量全生命周期追溯与基于知识推理的质量分析系统，挖掘引发质量问题的原因，获得产品质量各维度数据的分布和变化，以及各维度数据间的相互影响因子，及时甄别关键质量问题，实现实时质量监测和异常分析，提升生产稳定性和产品质量，降低产品不良率。

安全环保智能管理。研究有色金属行业安全与环保典型案例，分析在采选、冶

炼、加工过程中音视频异常、运行数据越限、地质条件变化等对生产的影响，挖掘导致安全隐患发生的致因规律，开发安全环保的 AI 大模型系统，并运用语义分析、知识图谱等技术，进行危险源辨识和风险评估，编制应急预案与演练方案，实现基于知识推理的安全环保预警与问题处置。如，通过视觉 AI 技术，判断不同的车辆是否在规定区域按照规定行驶，检测矿山、厂区内人员行为是否规范（是否有穿戴安全防护等），违规作业告警和启动录像；对矿山、厂区内危险作业区等人员禁入区域设立电子围栏，通过 AI 视觉分析，识别人员非法入侵等；建立全厂环境管控平台，通过相关数据采集、传输、统计分析、预警等功能，实现环境智能化管理。

（五）强化供给，培育数字化系统解决方案提供商

鼓励行业骨干企业、研究院、设计院及数字化转型服务商等开展联合创新，打造产学研数字化转型生态，研究开发智能仪表、设备远程运维、质量在线检测、能源智能优化等专业化解决方案，集采集销、供应链金融、智能物流服务等区域化解决方案，集成式、一站式的数字化系统解决方案。聚焦有色金属行业中小企业特点和需求，开发采购、销售、财务、生产等环节轻量化、易维护、低成本的解决方案。

（六）平台赋能，强化工业互联网平台支撑服务作用

在铝、铜行业建设特色型工业互联网平台，构建场景、设备和作业流程等数字孪生模型，实现各业务系统监测实时化、知识模型化、控制决策智能化。定制开发一批行业专用的先进过程控制、设备运维、生产管理、运营决策、仓储物流等专用 APP，提高企业纵向立体管理和横向业务联动能力。鼓励龙头企业搭建企

业级工业互联网平台，与配套中小企业共享智能设备、仪器仪表、软件、工业 APP 等数字技术产品，实现多层次企业之间数据融合互通和应用管理共享。建立有色金属行业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。

专栏 7 “工业互联网+生产”平台重点领域

工业互联网+矿山安全。加强卫星遥感、无人机航拍、地测传感器、GIS 等技术和多模态、多时序、多粒度数据融合技术的应用，规划矿山地质环境监测体系，研发地质灾害预警报警、地质灾害应急处置、综合风险评估、灾害态势分析、灾害预警发布等模型，构建地质灾害大数据中心、预测预警信息服务平台、应急指挥调度平台，提高天空地宏观与微观数据综合与分析能力，实现地质矿产与资源环境一张图管理，提升全向互联、全域协同预测预警地质灾害和应急指挥调度及演练方案优化水平。

工业互联网+产业链协同。针对有色金属行业集团型企业制造基地多、管理模式多元、产能负荷和工艺差异大等特点，建立多基地协同制造平台，实现供应链协同和制造协同。重点发挥铝工业龙头企业的影响力，聚集矿山—氧化铝—电解铝—粗加工—精深加工—阳极与阴极等产业链企业，推动跨区域、跨系统的网络互联，构建基于区块链和分布式数据空间的铝工业产业互联网，推动全产业链上下游企业跨区域、跨系统的网络互联和生产计划、能源供给、物流运输、进销存、共享设备等一体化协同管理，实现全产业链资源优化配置、产能平衡、制造协同、物流优化，提高运行效率，降低运行成本。

工业互联网+设备健康诊断与远程运维。建设铜、铝、铅、锌、钼、钨工业互联网设备健康诊断与远程运维平台，集成矿山、冶炼、加工生产过程关键设备运行数据，形成生产、装备制造企业以及研究设计单位等多方参与的协同工作环境，推动面向设备安全连续运行的机理模型、经验模型、数字模型应用研究，实时监视设备运行状况，并对异常进行预警报警，提供设备综合效率管理和故障分析，提高生产

企业运行维护和装备制造企业线上线下维护维修能力，减少设备停机时间。

工业互联网+产业集群数字化服务平台。面向铜、铝、铅、锌等产业集群，引导集群大中小企业数字协同，大企业基于工业互联网平台等与中小企业实现数据联通，带动中小企业“云上”融入产业链和大企业生产运营体系，强化对中小企业在工艺技术、质量管理、标准体系等方面的带动提升，引导集群内中小企业以网络化协作弥补单个企业资源和能力不足，实现技术、产能、订单、劳动力共享。

（七）筑牢防线，推进网络与数据安全治理

强化政策标准宣贯，指导行业企业开展工业互联网安全分类分级管理。围绕采矿与矿石处理、有色金属冶炼、材料制备加工等业务场景，聚焦矿产资源信息、原辅料及产品库存量、关键工艺过程等数据，深入开展重要数据识别备案和数据安全防护工作。

建材行业数字化转型实施指南

一、发展目标

到 2026 年，建材行业生产制造智能化、经营管理数字化水平明显提升，关键工序数控化率达到 70%以上，关键业务环节全面数字化比例达到 55%以上，数字化研发设计工具普及率达到 75%，实现产业链协同的企业比例达到 25%。人工智能等新一代信息技术深化应用，生产效率大幅提高，产品质量整体改善，数字化能力显著提高。新建建材行业制造业创新中心、行业级工业互联网平台，上线标识解析二级节点。新增 15 个智能制造示范工厂、10 个标杆 5G 工厂、15 个数字化转型标杆工厂、50 个以上数字化典型场景、一批“数字领航”企业。制修订 50 项以上建材行业数字化转型相关标准，推动 30 家企业开展数字化转型贯标，培育 10 家年产值过亿元的系统解决方案提供商。

二、重点任务

（一）深化数字化技术应用

1.加快细分行业系统解决方案应用。制定水泥、玻璃、建筑卫生陶瓷、玻璃纤维、石膏板等行业数字化转型实施指南，指导第三方机构聚焦研发设计、生产制造、经营管理等环节需求，为

企业提供低成本、可复制的解决方案，推进工艺、装备、软件、网络的系统集成和深度融合，加快智能工厂、智能矿山的建设。

专栏 1 细分行业系统解决方案应用重点

水泥行业。重点应用数字化矿山和矿车无人驾驶、窑炉和磨机实时优化过程控制、取料和装卸环节无人化和少人化应用、全流程智能质量控制、智能实验室管理、碳排放管理、综合能源利用与管理、智能生产决策等系统解决方案。

玻璃行业。重点应用大型窑炉炉温优化控制及质量预测，基于视觉识别的缺陷在线检测，切割分拣、搬运码垛、磨边钻孔等机器人应用，智能排产及优化等系统解决方案。

建筑卫生陶瓷行业。重点应用原料配料管理、成型施釉、干燥、抛光打磨、烧成等工序自动化及动态协同优化、窑炉控制、综合能源利用与管理等系统解决方案。

混凝土及水泥制品行业。重点应用原料数字化管控、生产计划优化、混凝土搅拌车智能调度与配送、供应链数字化协同等系统解决方案。

非金属矿采选行业。重点应用资源环境数字化、开采设计计划三维化、智能选矿、安全环保智能管控等系统解决方案。

机制砂石行业。重点应用破碎动态优化、智能调度、无人驾驶、边坡及排土场实时监测、粒径在线监测、粗骨料粒形级配分析等系统解决方案。

高性能纤维及复合材料行业。重点应用质量在线检测、窑炉预测预报、专家诊断系统、工艺协同设计、智能排产、综合能源利用与管理等系统解决方案。

石材行业。重点应用石材智能立体扫描、石材可视化设计、面向用户的个性化定制、柔性生产等系统解决方案。

耐火材料行业。重点应用三维化设计及工艺仿真、智能化配料上料系统、智能码窑、码垛、拣选机器人、能源管理、综合管控平台等系统解决方案。

墙体材料行业。重点应用工艺过程仿真、工艺过程智能化、隧道窑智能控制、设备远程运维、智能叉车、质量在线监测、基于视觉识别的缺陷在线检测等系统解

决方案。

保温材料行业。重点应用全流程质量管理、绿色制造、智能仓储物流、基于BIM技术的设计施工管理等系统解决方案。

防水材料行业。重点应用智能涂覆控制、智能排产及优化、柔性生产、多工序协同作业、设备管理与预测性维护、供应链协同等系统解决方案。

木质建材行业。重点应用数字化研发与设计、柔性生产、面向用户的个性化定制、智能协同作业等系统解决方案。

无机非金属新材料。重点应用在线研发、配方优化、优化控制、质量在线检测等系统解决方案。

2.推进关键业务场景数字化改造。鼓励建材企业联合软件开发商、装备制造开展技术攻关，打造一批具有自主知识产权、具有行业特点的专业工业软件和智能装备，并推进适应性改造与规模化应用。支持建材企业围绕研发设计、生产控制、质量管理、物流仓储、综合能源利用与管理等关键业务环节全面开展数字化改造，赋能价值创造和业务增长。

专栏2 关键业务场景数字化改造方向

研发设计。应用物理建模、数字孪生、模拟仿真、人工智能等技术，开展新材料成分结构设计，搭建设计制造验证一体化平台，引进智能实验室设备，建设数字化实验室。

工艺优化。研究智能传感技术、网络技术、智能技术与工艺参数优化、工艺流程仿真优化等环节的深度结合，加速智能分析优化系统在建材生产中的推广应用，提升感知、控制、决策、执行等环节数字化水平。

生产控制。推动专家控制系统、动态优化控制模型在原料配制、破碎粉磨、成型、煅烧等建材生产场景的程序化应用，实现对建材生产过程的智能化远程控制。

质量管理。应用在线质量检测系统，实现质量实时监控，基于机器学习算法等构建质量预测模型，实现对产品和流程的持续优化管理。

物流仓储。应用物流运输系统、仓储管理系统、无人值守称重系统等，实现自动化出入库、无人化搬运堆垛、智能化仓储调度、可视化运输配送。

设备管理。应用设备管理平台，实现从设备需求、采购、运行、维护到处置的全生命周期管理，以及破碎机、磨机、成型设备、高温窑炉等生产设备的实时监控、故障诊断和预测性维护。

安全管控。推动虚拟现实、模拟仿真、北斗+5G、人工智能等技术在生产安全、矿山安全、危化品安全、应急救援等场景应用，推动智能装备及机器人在原材料开采、高温窑炉煅烧、抛光施釉等繁重危险生产环节的使用，实现“机器换人”。

低碳环保。搭建能源综合利用与管理平台及碳排放管理平台，实现能耗状态的实时监控、异常状态预测报警，实现用能侧与供能侧的智能调度与最佳匹配。对生产各工序、产品线碳足迹进行实时监控、可视化展示、减碳情景模拟计算，识别节能减排技术和清洁能源结构。建立环境管控平台，通过相关数据的采集、传输、统计分析、预警等，实现环境智能化管理。

供应链管理。应用工业互联网、大数据、区块链等先进技术，打通产业各环节壁垒，建立企业间协同运行机制，实现成本精细化控制、产供销存平衡调度、供应链全生命周期在线管理。

客户服务。应用大数据、人工智能等技术，精准洞察用户需求，打造用户管理平台，实现客户服务敏捷化、精准化，提升价值效益。

经营管理。推动人工智能、大数据分析等数字化技术赋能财务管理、人力资源管理、资产管理、项目管理、经营分析、风险管控等经营管控场景，探索数字化一体运营体系，打造一体化综合管控平台，实现成本精细化管控、业财一体化、智能分析与决策支持、运营管理动态监测、数字化协同办公与综合管理、企业内部在线协同运营。

3.探索数字化创新应用模式。推进新一代信息技术与建材生

产经营管理全要素、全过程的深度融合，鼓励企业探索开展平台化设计、网络化协同、个性化定制、智能化生产、数字化管理、服务化延伸等数字化创新应用模式。以水泥、玻璃行业为试点，率先探索电子商务、供应链金融服务、智慧物流服务等新业态。

（二）优化数字化发展基础

4.提升数据管理能力。建设行业级数据资源目录，动态完善数据共享开放责任清单，推动数据资源跨层级、跨地域、跨系统、跨业务的开放和融合。支持建材企业开展数据治理工作，建立健全数据集成、存储、治理、分析、共享、开放、应用等数据全生命周期管理机制和工作机制。围绕建材行业典型业务场景，聚焦行业重要数据，深入开展重要数据识别备案和数据安全防护工作。

专栏 3 数据管理能力提升工程

搭建数据管理平台。支持建材企业建设数据管理平台，整合工业大数据，增强企业数据的可用、可信、可管、可控。鼓励大型建材企业数据管理平台面向中小企业共享数据资源，构筑建材数据新生态。

促进企业合作交流。支持第三方机构开展建材行业数据治理交流，围绕建材企业数据治理的实践经验和典型做法，促进数据治理优秀实践企业、数据治理产品与服务提供商和建材企业的合作交流。

推广数据管理能力成熟度（DCMM）贯标。开展建材企业 DCMM 贯标评估，推动数据治理工具在建材企业数据采集、分析等过程中的应用，以评促建，以评促管。

5.夯实信息网络基础设施。健全建材行业工业互联网标识解

析体系，创新标识应用模式，带动标识解析产业化、规模化发展，促进建材产业链上下游数据互联互通。强化政策标准宣贯，指导企业开展工业互联网安全分类分级管理。推动建材各细分行业大数据平台建设，采用阶段性滚动扩容方式发展产业“数据大脑”，为建材行业能源监测分析、碳排放核算、安全生产监控等提供大数据支撑。加强行业低成本、高可靠的公共算力服务，结合云平台技术面向行业企业提供算力资源，支撑人工智能、数字孪生等技术应用。

专栏 4 信息网络基础设施夯实工程

大数据平台建设。鼓励建材龙头企业及第三方机构利用现有技术及指标体系，联合建设建材细分行业大数据平台，推动数据资源集约共享，指导建设数据资源，建设能源、绿色建材、无机非金属新材料、碳排放、产品全生命周期等数据信息资源库，为应用落地提供大数据支撑。

标识解析规模化应用。推动细分行业节点、企业节点的建设，提高建材行业标识解析二级节点基础网络支撑和应用服务能力。立足行业发展需求拓展标识创新应用模式，结合区块链、大数据等技术建设建材产品防伪防窜、质量追溯、产品认证等应用，推动工业互联网标识解析规模化应用。

网络基础优化。支持建材企业加快工厂、园区网络的升级改造，加快 5G 和物联网的协同部署，支持企业运用新型网络技术和先进适用技术改造建设企业内网。

“5G+工业互联网”应用。引导建材企业建设面向行业的工业互联网平台，推动建材行业 5G 全连接工厂分类分级建设，结合先进传感技术赋能智能矿山开采、远程设备运维、机器视觉质检、无人安全巡检等“5G+工业互联网”的融合应用。

（三）推动数字化生态建设

6.完善数字化转型创新平台。研究建设制造业创新中心，整合创新资源，拓展创新链条。优化水泥、玻璃、建筑卫生陶瓷、石膏板、高性能纤维及复合材料、混凝土及水泥制品、防水材料等行业平台布局，建设非金属矿、木材、保温材料、无机非金属新材料、耐火材料、机制砂石、墙体材料等行业创新平台，加快应用创新平台的复制推广，建立评价指标体系对平台进行动态评估。鼓励上下游企业联合建立建材数字化转型创新联盟，推进细分行业 AI 大模型等数字化技术研发与创新应用。

7.加快智能制造标准制修订。实施《建材行业智能制造标准体系建设指南（2021 版）》，加快制定建材行业基础共性标准，重点支持水泥、玻璃、建筑卫生陶瓷、无机纤维及制品、混凝土及制品、非金属矿及制品等细分领域关键技术标准。推进标准宣贯，促进标准在建材行业智能制造评估诊断、规划设计、改造实施等应用。

专栏 5 智能制造标准建设工程

基础共性标准。制定建材行业智能制造能力成熟度、智能制造参考模型、标识编码规范等标准。

智能矿山标准。制定矿山三维建模、无人驾驶矿卡与智能调度、无人叉车及智能调度、三维可视化管理等标准。

智能工厂标准。制定窑炉及生产过程控制及优化、生产运行监测及优化、设备故障诊断及预警、全自动质量检测、能耗监测及优化、智能仓储管理、厂内/外物流管理、安全风险监测及应急处置、碳资产平台等标准。

智能装备接口规范标准。制定新能源挖机和矿卡、激光粒度分析仪、衍射分析仪、联合储库智能行车、无人驾驶堆取料机、磨边机器人、镀膜机器人、施釉机器人等标准。

智能服务标准。制定水泥、玻璃、建筑卫生陶瓷等细分领域设备远程运维，混凝土领域供应链协同优化，基于标识技术的质量追溯等标准。

智能赋能技术标准。制定基于人工智能的缺陷检测、基于数字孪生技术的虚拟工厂、关键细分领域的工业互联网平台、基于 5G 的无人驾驶矿卡及自动装卸等标准。

集成互联标准。分布式控制系统、先进过程控制系统、制造执行系统、设备管理系统、质量管理系统、仓储管理系统等核心工业软件数据字典、接口规范等标准。

8.开展评估诊断与标杆培育。开展建材行业数字化转型成熟度评价等研究，监测数字化重点关键指标。研究制定具有行业特色的数字化转型水平评估标准，开展数字化转型诊断，以工业互联网“百城千园行”、建材行业数字化转型深度行、智能制造进园区、“解剖麻雀”课题、对标诊断等多种形式，解决数字化改造升级过程中的问题。研究制定建材行业数字化转型标杆企业标准并开展遴选，形成一批代表性强、转型成效显著、可复制易推广的典型案例，加大宣传推广，带动建材行业整体数字化转型。

专栏 6 数字化转型评估诊断

强化组织培训。指导第三方机构围绕数字化转型工作背景、价值意义、建设路径及数字化转型贯标等内容展开专项培训，培育复合型人才。

培育服务机构。培育一批专业性强、经验丰富、力量雄厚的行业数字化转型咨询服务机构，系统谋划数字化转型发展路线图。

组织供需对接。定期组织供需对接会、行业交流会、调研座谈等形式的数字化

转型交流活动，搭建数字化咨询服务商与建材企业供需对接的桥梁，促进精准、高效匹配。

实地评估诊断。开展建材行业生产工艺、生产设备、生产流程的数字化、智能化水平，数字化转型的战略组织、业务创新、效能效益等多维度的评估。

遴选标杆典型。持续遴选建材行业数字化转型标杆项目；开展智能制造示范工厂、两化融合示范企业、智能矿山试点示范项目、工业互联网示范项目、优秀首席信息官、优秀解决方案提供商等遴选工作。