

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
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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、验收等闭环化工作机制，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
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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、宣传贯彻。</p> <p>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。</p>

（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+危险化学品种品安全生产”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种品安全管控等需求，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+危险化学品种品安全生产”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。

<p style="text-align: center;">专栏6 工业互联网平台体系建设工程</p> <p>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、</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>

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。