

附件 1

钢铁行业数字化转型场景图谱

钢铁行业是我国重要基础产业，粗钢产量连续 29 年位居世界第一，占全球总产量的 50%。目前，我国钢铁行业正逐步从“规模扩张”向“质量效益”转型，面临产能过剩与环保压力，绿色化、智能化成为钢铁行业核心发展方向。以“一图四清单”推进钢铁行业数字化转型，可以帮助相关企业明确转型重点、找准转型路径、降低转型投入，分步实现数字化、网络化、智能化转型。

钢铁行业数字化转型场景图谱由工业和信息化部指导中国电子信息产业发展研究院，会同河北省工业和信息化厅、中国宝武钢铁集团有限公司、河钢集团有限公司、鞍钢集团有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、上海宝信软件股份有限公司、中冶赛迪集团有限公司等各方共同研究编制，为钢铁行业数字化转型提供参考。

钢铁行业数字化转型场景图谱（2025版）（1/2）

A 铁前环节

B 炼铁环节

C 炼钢环节

D 轧钢环节

1 研发设计

数字化协同研发

- 现状评级：★★
- 工具链：钢铁行业利用数字研发平台、生产工艺模拟、工艺流程设计等软件，开展新钢种性能预测，以及热处理、连铸、轧钢等工艺仿真优化，提升了钢铁行业创新研发与试验验证效率和质量。
- 数据链：钢铁企业利用标准化接口，加速LIMS与PLM、MES等系统数据互通，实现研发设计、试验与生产全链条数据贯通，助力缩短产品研发和产品试制周期。
- 痛点问题：钢铁工艺和新材料的研发需要产业链上下游企业的协同合作，然而原材料供应商、设备制造商、用户等利益诉求不同、信息沟通不畅，导致协同研发管理难度大。

YB01-A-1-1

主场景：新钢种研发

降本

新模式

现状评级：★★

工具软件：工业互联网云平台、数字化研发平台、金相分析系统

知识模型：材料基因组工程模型、服役环境-性能退化模型、成分-工艺-性能关联模型、冶金过程模拟与优化模型等

数据要素：原料成分数据、冶金过程参数、生产设备状态数据、产品质量检测数据

人才技能：冶金工程与材料科学、大数据与数据分析、计算机科学与技术、软件开发与编程、人工智能与自动化

痛点问题：钢铁行业中，不同部门、不同项目之间存在数据孤岛，数据无法有效共享和整合，影响研发效率和成果。

YB01-A-1-2

主场景：工艺数字化设计

降本

现状评级：★★★

工具软件：炼钢工艺模拟软件、钢铁生产工艺优化软件、钢铁工艺流程设计系统

知识模型：质量控制与缺陷预测模型、微观组织演变模拟、动态非线性系统仿真

数据要素：原料信息、生产过程参数、设备状态数据、产品质量检测数据、环境因素数据、经济成本数据

人才技能：材料科学与工程、工业工程与自动化控制、仿真模拟技术

痛点问题：数字化设计工具和技术还不够成熟，在处理复杂工艺和大型设备时可能存在性能不足或稳定性问题。由于技术差异和系统之间的不兼容性，不同生产环节技术集成难度较大

YB01-A-1-3

细分场景：试验管理

提质

降本

现状评级：★★

痛点问题：试验过程缺乏有效的实时监控手段，难以及时掌握试验进度。不同试验团队数据记录格式多样，需要花费大量时间进行格式转换和数据清洗。试验数据存储在 不同位置，没有集中管理，数据容易丢失。

YB01-A-1-4

细分场景：三维工厂数字化设计与交付

降本

现状评级：★★

痛点问题：钢铁行业的工厂设计涉及大量的设备、管道/电气系统等，设计元素众多，相互之间的关联复杂。这导致数字化设计过程中的建模 仿真和优化变得非常复杂和困难。

数字化协同制造

- 现状评级：★★★
- 工具链：钢铁行业开始广泛采用物联网、大数据分析和人工智能等技术来支持协同生产，从生产流程控制到工艺过程优化，再到产品质量监控，有效提升了产业链的整体协同制造水平。
- 数据链：企业间也通过数字化平台实现了跨企业、跨平台的数据交换和集成，进行数据共享和协同作业，推动企业之间更好地协同合作。
- 痛点问题：钢铁产业链数字化系统集成难度高，主要是因为钢铁生产流程复杂，多原料采购、生产制造、物流配送等环节都需要相应的数字化系统进行支持。然而，这些系统之间的数据交换和集成面临巨大的挑战，导致企业难以实现全面数字化的协同制造。

2 生产制造

YB01-A-2-1

主场景：智能料场

降本

现状评级：★★

工具软件：智能原料场系统、图扑软件

知识模型：库存管理模型、物流路径优化模型、料场三维测控模型

数据要素：库存量、库存位置、库存时间、环境温度、粉尘浓度、有害气体浓度、设备运行状态人才技能：自动化、机械工程、安全工程、项目管理

人才技能：自动化、机械工程、安全工程、项目管理
痛点问题：物料不断移动和变化增加精确计量难度，难以实时跟踪和测量，导致计量结果存在误差。

YB01-A-2-2

细分场景：堆取料自动作业

降本

YB01-A-2-3

细分场景：料场智能调度

降本

现状评级：★★

痛点问题：部分工序控制精度不足，导致堆料形状不规范，取料效率低下；自动化系统的适应性和灵活性不足，难以提供个性化服务。

现状评级：★★★

痛点问题：环境差、安全风险高、人力劳动强度大，偶有安全事故发生，料场利用率和人均劳动效率低，生产清洁化水平低。

YB01-A-2-4

细分场景：皮带机运行监测

降本

现状评级：★★

痛点问题：传统皮带机运输作业在生产环境、流程、安全等诸多方面均存在对人力依赖性强、智能化升级困难的问题

YB01-A-2-5

主场景：烧结过程闭环控制

降本

提质

现状评级：★★

工具软件：智能烧结控制系统、数字化烧结平台

知识模型：烧结过程热平衡模型、烧结过程物料流动模型、烧结配比优化模型、成本控制模型

数据要素：烧结机的温度、压力、气氛和物料流动；混合料和燃料粒度

人才技能：控制科学与工程、冶金工程、工程热物理、化学工程、计算机科学与技术

痛点问题：无法对烧结过程化学反应、热-流-固耦合等实现数字化建模，无法实现精准预判和控制。

YB01-A-2-6

细分场景：智能计划排产

降本

提质

现状评级：★★★

痛点问题：工具软件功能较单一，未充分考虑工艺约束和设备限制；部分软件接口不兼容、数据格式不统一；无法预测优化排产计划。

现状评级：★★

痛点问题：需要提高配料过程的稳定性和混合料的成球性，需要提升加水精度和点火效果，降低返矿率和烧结能耗。

YB01-A-2-08

细分场景：一体化优化配矿

降本

提质

现状评级：★★

痛点问题：面对配矿过程的复杂工艺和多个变量，多目标优化能力不足；软件输入数据质量难以把控，计算分析结果不准确；原料内部化学成本难以建模。

YB01-A-2-9

主场景：炼焦过程控制

降本

提质

现状评级：★★

工具软件：焦炉智能加热优化控制系统、5G智能化操控系统

知识模型：总管煤气优化控制模型、支管煤气优化控制模型、分烟道吸力优化控制模型

数据要素：直行温度数据、荒煤气温度数据、焦饼温度数据、废气氧含量数据、炼焦工艺数据

人才技能：软件工程、计算机科学与技术、煤化工工艺学、炼焦工艺、现代煤化工生产技术

痛点问题：部分软件只能提供基于固定规则的加热控制，而无法根据实时数据和炉况情况对配煤方案进行灵活调整。

YB01-A-2-10

细分场景：优化配煤

降本

YB01-A-2-11

细分场景：四大车无人驾驶

降本

现状评级：★★★

痛点问题：部分软件的模型适应性不强，加热控制过程存在偏差；对复杂工艺过程的优化和控制能力不足，无法基于数据提高炼焦效率和产品质量。

现状评级：★★

痛点问题：季节变化和恶劣气候，导致异常工况、操作强度大，系统异常、复杂的现场环境导致安全事故频发。

YB01-A-2-12

细分场景：智能巡检

降本

现状评级：★★

痛点问题：人工测温存在测量误差且不连续，导致炉温波动较大，不利于焦炭质量的稳定；焦炉加热煤气的调节控制不及时，造成能耗高，浪费煤气。

YB01-A-2-13

主场景：球团智能控制

降本

提质

现状评级：★★

工具软件：回转窑智能监测系统、生球粒度在线识别系统、球团生产数字孪生

知识模型：智能配混模型；布料、干燥预热、焙烧、冷却等工序的智能控制模型；工序关联模型

数据要素：视野范围温度、回转窑设备参数、材料导热系数、球盘转速数据、新增图像采集数据、盘内加水量数据、流量检测数据、生球粒度数据、生球合格率

人才技能：自动化技术、工艺优化技术、计算机科学、数据科学、软件工程

痛点问题：监测参数有限，缺乏预测和优化功能，特别是回转窑监测只能监测窑头，缺乏窑尾监测。

YB01-A-2-14

细分场景：球团质量过程监测

提质

YB01-A-2-15

细分场景：智能配料

降本

提质

现状评级：★★★

痛点问题：部分系统实时处理能力不够，无法对生球生产实时图像进行检测和粒径分析。无法根据球团良率和粒径检测结果，对圆盘造球机转速、加水量等进行自动优化。

现状评级：★★

痛点问题：部分系统灵活性不够，无法快速调整配料方案应对原料质量波动、生产计划变更等情况。配料人为干预较多，影响配料准确性和一致性，无法满足高精度配料需求。

YB01-B-2-1

主场景：高炉智能控制

提质

现状评级：★★★

工具软件：智慧高炉运行平台、高炉自动化控制系统

知识模型：高炉配料闭环模型、高炉碱度闭环控制模型、高炉炉热闭环控制模型、高炉布料闭环控制模型、优化决策模型

数据要素：炉况数据、关键设备运行状态

人才技能：控制科学与工程、冶金工程、系统工程、机械物理、数据科学

痛点问题：现有模型无法准确描述高炉内部实际状况，控制效果不理想。设备故障、原材料波动等复杂工况的应对能力不足。

YB01-B-2-2

主场景：远程一键炉前控制

提质

现状评级：★★★★

工具软件：一键高炉炉前智能化系统

知识模型：生产调度模型、物料平衡模型

数据要素：高炉运行状态数据、炉前设备的运行状态、原料和燃料数据

人才技能：控制科学与工程、冶金工程、自动化控制、机械工程、计算机科学与技术、电气工程

痛点问题：需进一步加快业务高度集成的转变，以实现更流畅工作流程和数据共享。

YB01-B-2-3

细分场景：铁水调度

降本

现状评级：★★★

痛点问题：铁水温度传感器由于恶劣的工作环境（高温、粉尘等）造成测量数据准确性和实时性不足，导致铁水调度计划与实际生产情况脱节。

YB01-B-2-4

细分场景：配料闭环管控

降本

现状评级：★★★

痛点问题：原材料成分差异和粒度变化，导致配料计划难以精准实施；现有配料系统在动态响应方面存在滞后性，无法快速、精确地根据炉况变化调整配料量。

YB01-B-2-5

细分场景：炉况智能监控

提质

现状评级：★★★

痛点问题：冶炼过程中的炉内温度不能自动采集，海量数据缺乏深度治理，自动采集数据质量不高。

YB01-B-2-6

细分场景：智能无人抓渣

安全

现状评级：★★★★

痛点问题：部分抓渣系统可能采用格雷母线定位，在受到干扰或系统故障时容易出现定位错位，可能导致行车运行超限。

YB01-C-2-1

主场景：炼钢智能控制

提质

现状评级：★★★

工具软件：自动炼钢系统、烟气分析系统、声呐化渣系统、自动化出钢系统、炉况红外监测系统、炉衬激光测厚系统、转炉下渣监测系统

知识模型：库存管理模型、物流路径优化模型、料场三维测控模型

数据要素：废钢信息、铁水信息、炉况信息等

人才技能：冶金工程、机械工程、自动化控制等

痛点问题：对国外图像识别、深度学习算法工具有依赖性，国内数字化工具的稳定性、准确性不足。

YB01-C-2-2

细分场景：铁水预处理

提质

现状评级：★★★★

痛点问题：预处理工艺尚不够成熟，影响铁水质量。

YB01-C-2-3

细分场景：智慧折铁

降本

安全

现状评级：★★★★

痛点问题：依赖人工经验，影响折铁的质量、效率和安全性。

YB01-C-2-4

细分场景：炉况智能监测

提质

现状评级：★★★★

痛点问题：缺乏能够综合考虑所有相关因素的炉况判断模型。

YB01-C-2-5

细分场景：智能溅渣出渣

降本

安全

现状评级：★★★★

痛点问题：工人劳动强度大，扒渣强度、脱硫剂投放不标准化等问题。

YB01-C-2-6

细分场景：钢包智能烘烤

提质

降本

现状评级：★★

痛点问题：缺乏精确的控制手段，钢包内部温度不均匀，出现钢包过度烘烤或烘烤不足的情况。

YB01-C-2-7

主场景：废钢AI判级

降本

现状评级：★★★★

工具软件：电弧炉智能化控制解决方案、下渣检测系统、自动测温取样系统、自动出钢系统

知识模型：废钢成像检测算法、废钢定级算法模型

数据要素：生产计划数据、原料信息、冶炼工艺参数、钢种信息、废钢定级图片数据

人才技能：机械自动化、计算机科学与技术、电子信息工程、数据分析、图像分析等

痛点问题：高端产品冶炼能力不足、供电稳定性和智能控制能力不足、作业效率有待提高。

YB01-C-2-8

细分场景：电炉智能控制

提质

现状评级：★★★★

痛点问题：等待时间长、非计划停机多，能源消耗大，易发生安全事故。

YB01-C-2-9

细分场景：结晶器无人天车

降本

现状评级：★★★

痛点问题：难以准确识别废钢边界，多台天车协作路径规划困难。

YB01-C-2-11

主场景：精炼智能控制

提质

现状评级：★★★★

工具软件：精炼过程控制、自动接电极系统、钢包底吹氩自动控制系统、LF 终点成分及温度预报系统等

知识模型：二级精炼模型、终点成分预报模型、LF 脱氧合金化模型、合金加入量计算模型、综合成分预测

数据要素：RH炉的真空度，钢包炉加热速率等

人才技能：计算机科学与技术、自动化、控制科学等

痛点问题：缺少冶炼过程中钢水温度、炉内流场、夹杂物去除等模型，钢水温度模型精度不足。

YB01-C-2-12

细分场景：底吹控制优化

提质

现状评级：★★★

痛点问题：底吹寿命短，后期效果差；高温对炉衬侵蚀严重；终渣全铁

YB01-C-2-13

细分场景：自动测温取样

安全

现状评级：★★★★

痛点问题：传统的测温取样设备其精度逐渐降低，人工测温有滞后性。

YB01-C-2-14

细分场景：钢包监测

提质

现状评级：★★★

痛点问题：定期检查精度有限具有滞后性，很难实时把握钢包内衬侵蚀情况。钢包监测数据存储的系统分散，不利于掌握钢包的整体状态。

YB01-C-2-15

主场景：无人化浇钢

提质

安全

现状评级：★★★

工具软件：ERP、连铸机质量判定系统、连铸机在线震动分析工具

知识模型：生产时间模型、凝固模型、温度场模型

数据要素：库下渣监测、温度监测、液面监测、气雾冷却、电磁搅拌、视觉测量火焰切割、出站时间等

人才技能：工艺创新设计、三维建模、连铸生产工艺

痛点问题：人工浇钢质量和稳定性不高，容易发生安全事故。

YB01-C-2-16

主场景：智能钢包调度

提质

降本

现状评级：★★★★

工具软件：天车调度系统、钢包路径规划系统、钢包选配系统

知识模型：库存管理模型、物流路径优化模型、料场三维测控模型

数据要素：钢包实时状态、生产设备状态、生产计划

人才技能：计算机科学与技术、自动化、控制科学

痛点问题：人工录入信息无法实时监控钢包位置和热状态，人工调配行车导致作业效率无法评估。

YB01-C-2-17

细分场景：结晶器生产控制

提质

钢铁行业数字化转型场景图谱（2025版）（2/2）

3 运维服务

数字化协同服务 ■现状评级：★★★ ■工具链：钢铁行业通过工业互联网平台、线上交易平台、产销一体化平台等渠道，汇聚钢铁产品从原料到成品的全流程数据，支持面向下游客户灵活开展质量追溯、在线订购、物流跟踪、售后服务等业务。 ■数据链：钢铁行业与下游汽车、家电、船舶等行业共建数据池，通过产销数据协同指导钢铁企业动态调整品种结构和发运计划，有效助力钢铁行业缩短交货周期，降低供应链环节资金占用。 ■痛点问题：用户满意度和反馈数据无法传递到研发、生产等环节，影响钢铁行业的产品和服务改进。		
YB01-A-3-1 主场景：产品个性化定制	新模式	YB01-A-3-2 细分场景：技术支持、咨询与售后服务
现状评级：★★★ 工具软件：生产过程信息系统软件平台、一体化ERP 知识模型：钢铁一体化生产调度模型与优化算法、客户个性化需求模型 数据要素：产品订单信息、客户信息、生产操作参数、产品编码信息、技术评审信息 人才技能：冶金工程、控制工程、数据科学、机器学习系统设计 痛点问题：客户的需求往往具有不确定性和变化性，这给钢铁企业的生产和计划带来了很大的挑战。企业需要具备高度灵活的生产计划和调度能力，以适应客户需求的变化。		现状评级：★★ 痛点问题：尽管许多钢铁企业已经开始尝试数字化转型，但在售后服务方面，智能化水平仍然较低，例如，缺乏智能化的故障诊断系统、自动化的查户服务流程等，导致服务效率不高，客户体验不佳。
		YB01-A-3-3 细分场景：一体化电商平台
		现状评级：★★ 痛点问题：尽管许多钢铁企业已经开始尝试数字化转型，但在售后服务方面，智能化水平仍然较低。例如，缺乏智能化的故障诊断系统、自动化的客户服务流程等，导致服务效率不高，客户体验不佳。

4 经营管理

数字化协同管理 ■现状评级：★★★ ■工具链：钢铁行业已经开始广泛采用数字化技术来支持协同生产，实现了生产过程的实时监控、预测和优化，从而提高了生产效率和产品质量。企业间也通过数字化平台进行数据共享和协同作业，提升了产业链的整体协同制造水平。 ■数据链：钢铁产业链基于平台，已实现一定范围的原料采购、生产排产、设备管理、安全环保、能源管理等经营管理数据共享，有助于缩短平均交货周期，降低供应链整体经营管理成本。 ■痛点问题：数据孤岛和信息壁垒是钢铁数字化协同管理的最严重痛点问题，由于缺乏协同平台和统一的标准，数据系统相对独立，数据标准不一致，数据共享困难，企业间在生产计划、资源配置、市场响应等方面难以快速达成共识，导致协同效率低下。		
E 人力资源管理环节		
YB01-E-4-1 主场景：人力资源规划	降本	YB01-F-4-1 主场景：设备全生命周期管理
现状评级：★★★ 工具软件：HR Cloud、U8+ HCM、eHR系统 知识模型：人力资源需求预测模型、人才供应链优化模型、绩效评估模型 数据要素：员工基本信息、组织架构与岗位信息、人员编制计划等 人才技能：人力资源管理专业、数据分析与挖掘/商业智能、工业工程（IE） 痛点问题：由于系统不兼容等原因，无法有效整合来自不同部门和系统的数据。		现状评级：★★★★ 工具软件：智慧设备管理软件、钢铁设备、PHM、设备智能运维平台 知识模型：设备状态监测模型、设备实时状态监测模型 数据要素：连续运行的小时数、关键部位温度读数、振动频率和幅度 人才技能：机械制造与自动化等 痛点问题：数据获取和处理存在难度，限制了监测数据的互通和共享。
YB01-E-4-2 细分场景：招聘与人才库管理	降本	YB01-F-4-2 主场景：设备预测性维护
现状评级：★★★★ 痛点问题：缺乏自动化的支持，缺乏全方位人才潜能挖掘、基于复杂网络的人脉关系影响分析等智能化分析模型。		现状评级：★★★ 工具软件：智能运维平台、设备预测性维护解决方案、预测性维护解决方案 知识模型：设备状态监测、设备故障预测 数据要素：工业主机等的运行数据和配置 人才技能：钢铁冶金、自动化、机电一体化 痛点问题：数据质量不高、标注不准确，会严重影响模型的训练效果和预测性维护的准确性。
YB01-E-4-3 细分场景：人才培养与发展	降本	YB01-F-4-3 细分场景：设备运行优化
现状评级：★★★ 痛点问题：传统的培训方式，难以激发员工的学习兴趣和动力。尚未应用动态适应性人才培养路径。		现状评级：★★ 痛点问题：目前一些模型在泛化能力方面还存在不足，无法能够适应不同设备和故障模式的分析难以应对复杂多变的故障情况。
J 业财管理环节		
YB01-J-4-1 主场景：业财融合	降本	YB01-F-4-4 细分场景：智能设备巡检
现状评级：★★★ 工具软件：NC Cloud、EAS、GS Cloud 知识模型：风险识别、成本效益分析、智能化资金配置与调度优化 数据要素：财务收款数据、销售开票数据，采购发票数据，财务付款数据等 人才技能：财务管理与会计学、金融工程与风险管理 痛点问题：数据无法有效共享和整合，限制业财融合所需的数据资源流通。		现状评级：★★★★ 痛点问题：人工离线监测，实时性差，安全风险高。存在不同程度的过维修及欠维修情况。
YB01-J-4-2 细分场景：财务管控与共享	降本	YB01-G-4-1 主场景：气体污染物浓度超限预警
现状评级：★★★★ 痛点问题：系统集成可能面临较大的难度，无法充分利用智能化工具对资金业务数据进行深入挖掘和分析。		现状评级：★★★★ 工具软件：SINAUT ST7cc、Searchline Excel、LGR-ICOS、 知识模型：排放物监测与预测模型、多元线性回归模型 数据要素：排放物种类、排放浓度、排放速率、环境参数、跨区域气体污染协同预警机制 人才技能：环境科学与工程、大气物理学与化学、计算机科学与技术 痛点问题：监测设备可能受到环境因素的干扰，导致监测数据失真或设备损坏。现有的预警算法和模型无法完全适应钢铁行业特有的污染物排放特点和环境条件。
YB01-J-4-3 细分场景：资金管理	降本	YB01-G-4-2 细分场景：环保质量评价
现状评级：★★★★ 痛点问题：多数钢铁企业尚未开展市场利润预测性核算，部分开展的企业模型可能无法充分考虑所有影响因素，预测结果存在偏差。		现状评级：★★★ 痛点问题：缺乏长期监测和评估机制，导致评价结果缺乏连续性和可靠性。行业缺乏统一的环保质量评价标准，不同企业之间难以比较。
K 安全管理环节		
YB01-K-4-1 主场景：生产现场安全态势感知预警	安全 降本	YB01-G-4-3 细分场景：固废循环利用
现状评级：★★★★ 工具软件：5G 无线网络平台、视觉 AI 仿真平台和应用平台 知识模型：人的不安全行为识别模型、风险预警模型 数据要素：高炉等关键设备运行数据；高风险区域实时智能监控数据 人才技能：电气工程、材料科学、质量管理、数据科学 痛点问题：缺乏必要的感知设备，导致无法准确感知生产现场的安全态势。部分企业的生产现场安全预警系统不完善，无法及时、准确地发出预警信号。		现状评级：★★★ 痛点问题：尚未建立起一套完整的追踪和解析系统，以确保废钢等固废资源能够被高效地回收和再利用。
YB01-K-4-2 细分场景：标准化安全管理	安全	YB01-G-4-4 主场景：碳资产管理
现状评级：★★ 痛点问题：系统缺乏智能化支持，无法充分利用数据资源进行预测、分析和优化。		现状评级：★★★ 工具软件：碳资产信息登记、碳资产管理系统、配额单价登记 知识模型：碳汇评估模型、碳资产管理风险评估模型、碳价波动预测模型、碳资产组合优化模型 数据要素：能源消耗记录、原料来源及碳含量、生产工艺过程参数、废弃物处理方式及利用途径、碳配额分配及交易记录、碳资产注册信息 人才技能：环境科学与工程、工业自动化与智能化、经济学与金融学 痛点问题：在碳资产数字化管理方面缺乏统一的数据标准和规范，导致不同企业之间的碳资产数据存在差异和不可比性。这增加了数据整合和分析的难度，限制了碳资产数字化管理的效果。
YB01-K-4-3 细分场景：人员行为监测	安全	YB01-G-4-5 细分场景：碳中和
现状评级：★★★ 痛点问题：不安全行为识别困难，人工监管存在诸多漏洞。		现状评级：★★★ 痛点问题：平台建设方面相对滞后，现有的已建设数字化平台缺乏足够的功能和灵活性。
YB01-K-4-4 细分场景：应急处理服务	安全	YB01-G-4-6 细分场景：碳足迹
现状评级：★★ 痛点问题：部分企业更依赖于传统的应急处理方式，缺乏统一的应急管理系统，各个部门和环节之间的应急处理信息难以共享和协同，导致应急响应的碎片化和混乱。		现状评级：★★★★ 工具软件：ERP系统、CRM系统、数据分析平台、电子采购平台 知识模型：供应商评级模型、采购优化模型、风险预测模型 数据要素：供应商信息、采购数据、质量数据、物流数据、财务数据 人才技能：数据分析、信息技术、供应链管理等 痛点问题：供应链环境风险管控方面存在不足，难以应对市场波动和突发事件。
L 采购管理环节		
YB01-L-5-1 主场景：需求预测与产能平衡	降本	YB01-M-5-1 主场景：智能物料管理
现状评级：★★★ 工具软件：供应链管理（SCM）系统、企业资源规划（ERP）系统、数据分析与可视化软件、人工智能平台 知识模型：价格预测模型、分析决策模型、采购模型、需求预测模型、产能平衡模型、供应链协同模型 数据要素：历史销售数据、客户订单数据、市场调研数据、生产数据、原材料供应链数据 人才技能：数据挖掘、大数据分析、人工智能、网络运维等 痛点问题：钢铁生产难以快速响应市场需求的变化，产能调整的灵活性不足		现状评级：★★★★ 工具软件：生产过程信息系统软件平台、一体化ERP、CI.WMS、WMS 知识模型：库存优化算法、采购优化算法 数据要素：计划与排产类数据、生产过程类数据、配方管理类数据 人才技能：物流管理、供应链管理、数据分析与可视化 痛点问题：信息流与数据共享不顺畅；缺乏数据同步和认证机制，系统间数据的异构性与准确性不好保证。
YB01-L-5-2 细分场景：客户画像	降本	YB01-M-5-2 细分场景：远程无人管控
现状评级：★★★ 痛点问题：画像维度单一且不精准，缺乏动态画像能力。与业务流程脱节。		现状评级：★★ 痛点问题：独立系统间的数据传递存在壁垒、系统通用性差，定制成本高、数据安全問題亟待加强。
YB01-L-5-4 细分场景：采购执行	降本	YB01-M-5-3 细分场景：物流计划与路线优化
现状评级：★★★ 痛点问题：传统的采购管理流程繁琐，缺乏规范的管理制度，效率低下。		现状评级：★★★ 痛点问题：现有的路线优化模型不完善，智能化水平较低，缺乏自适自学习能力。
M 仓储物流管理环节		
YB01-L-5-3 细分场景：合同跟踪管理	降本	YB01-M-5-4 细分场景：物流全流程监控
现状评级：★★★ 痛点问题：功能单一，缺少风险预测等功能，无法满足复杂的业务需求。		现状评级：★★ 痛点问题：不同供应商和合作伙伴的数据格式和标准也不一致，增加了物流数据采集和整合的复杂性。
YB01-L-5-5 细分场景：采购结算	降本	
现状评级：★★★ 痛点问题：缺乏统一共享平台，结算过程透明度低，难以实时跟踪资金情况。		

5 供应链管理

数字化供应链 ■现状评级：★★★ ■工具链：钢铁行业部署应用了供应链管理平台，利用物联网、AI预测等数字技术，实现采购、订单、物流、资金等信息的在线可视化，有助于建立良性供应链合作生态，实现上下游紧密协作，进一步降低钢铁全产业链生产管理运输成本。 ■数据链：钢铁行业通过建立行业级数据规则，把上下游供应商、钢铁企业、物流中心、金融机构、用户企业等信息系统打通，形成端到端的数据透明共享，持续提升供应链周转和物流效率，降低供应链管理成本。 ■痛点问题：钢铁行业供应链上下游缺乏有效的协同决策机制和平台，信息共享程度不高，导致市场需求预测不准确，部分供应环节不稳定，影响数据的实时传输，限制供应链协同工作的开展。		
---	--	--

主要编制单位：中国电子信息产业发展研究院、河钢数字技术股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、联通雄安产业互联网有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、鞍钢集团经济发展研究院、北京智冶互联科技有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、中国钢铁工业协会、南京钢铁集团、中国电信集团

附件 2

石化行业数字化转型场景图谱

石化是国民经济的重要支柱产业，具有产品种类多、工艺流程长、物料物性杂、工况苛刻等特点，是典型的流程制造行业。总体看，我国石化行业自动化、数字化基础较好，走在流程工业前列，但数字化网络化智能化水平仍难以满足行业高质量发展需要。以“一图四清单”场景化图谱化推进石化行业数字化转型，有助于相关企业加强数字化转型顶层谋划设计，明确发展目标和实施路径、打牢数字化基础，增强网络化互联，提升智能化水平。

石化行业场景图谱由工业和信息化部指导中国电子技术标准化研究院，会同浙江省经济和信息化厅、浙江省电子信息产品检验研究院、中控技术股份有限公司、石化盈科信息技术有限责任公司等各方共同研究编制，为石化行业数字化转型提供参考。

石化行业数字化转型场景图谱（2025版）（1/5）

A 石油炼制环节

B 基础有机化学品生产环节

C 高分子材料生产环节

D 高分子合成与成型环节

数字化协同研发

- 现状评级：/
- 工具链：模拟与优化工具，包括流程模拟与优化工具、Pro/II、ChemCAD等专业软件。数据分析与挖掘工具；数字孪生与虚拟仿真工具链；人工智能与机器学习工具链
- 数据链：关键数据要素包括企业布局、原油油种选择来源、上游原料供给情况与下游消耗，结合原料运输；生产装置设计数据；工艺技术路线选择
- 痛点问题：站在企业角度，匹配企业地理位置合适的原料供应来源，与外围下游终端用户分布及需求，设计相对合理的企业内部供应链组成，以此为基础设计企业的工艺布局及工艺选择性。站在大供应链角度，匹配企业某一阶段产业需求，上下游企业通过技术研发改造适配于企业的原料研发设计与生产，构建新供应关系

1-A-1-1 主场景：原油炼制工厂数字化设计	增效	降本	安全			
	现状评级：★ 工具软件：摄影设备管理软件、数字化工业软件、工厂设计领域数字智能处理平台 数据要素：设计数据、工艺数据、设备数据、安装数据、维护数据等 知识模型：工艺模型、工厂三维可视化模型等 人才技能：熟悉石化化工工艺及设备安装、工程建设等 痛点问题：1.数据准确性、完整性、实时性不足；2.复杂工艺流程建模困难，仿真精度与可靠性要求高；3.设计图纸与现场施工差异大且更新滞后；4.技改后设计模型维护更新难；5.人员技能与新技术适配不足；6.多系统集成与跨部门协同困难					
	SH01-A-1-2 主场景：原油炼制计划优化			降本	提质	增效
	现状评级：★★★ 工具软件：炼油过程工业建模系统、炼油过程模拟软件、炼油过程模拟与优化系统等 知识模型：企业效益最大化模型、技经指标最优模型（线性规划算法、遗传算法、模拟退火算法等）、工艺模型、设备模型、计划模型等 数据要素：原油参数、装置参数、生产数据、市场数据、统计数据、工艺流程数据等 人才技能：经营、生产 痛点问题：1.原油性质复杂多样，精准建模难；2.生产装置多，装置间协同难度大；3.市场需求变化快，信息捕捉与反馈滞后；4.基础数据质量参差不齐；5.模型与生产实际适配性不足；6.人员数字化素养不足					
	SH01-A-1-3 主场景：原油炼制工艺参数优化			降本	提质	增效
	现状评级：★★★ 工具软件：流程模拟与优化工具、炼油过程模拟软件、生产系统建模与仿真、炼油过程模拟与优化系统、分子炼油 知识模型：热力学模型、动力学模型、优化模型等 数据要素：原油参数、装置参数、生产数据、市场数据 人才技能：熟悉生产装置工艺 痛点问题：1.原油特性描述与精准加工适配难；2.机理模型表达准确性不足；3.优化算法适用性存疑；4.数据质量（实时性、准确性、完整性、关联性）与安全问题；5.专业复合型人才短缺；6.跨部门协同管理效率低下					
	SH01-A-1-4 细分场景：乙烯裂解工艺参数优化			降本	提质	增效
	现状评级：★★ 痛点问题：1.数据集成难度高；2.乙烯裂解生产数据准确性不足与安全风险；3.工艺模型构建复杂度过高；4.优化算法收敛慢且易陷局部最优；5.复合型人才短缺；6.跨部门协同效能低下；7.成本与效益难以平衡					
	SH01-ABCD-1-5 主场景：智慧知识共享			增效	新模式	
	现状评级：★ 工具软件：企业级知识管理与智能搜索平台 知识模型：知识图谱构建模型、知识图谱管理模型、自然语言处理模型、机器学习模型 数据要素：常规资料数据库、自建数据库、镜像与采集数据库、外网资源数据库、国际、国内权威期刊数据库 人才技能：石化化工领域专家、人工智能专家、数据建模工程师 痛点问题：1.知识孤岛与数据割裂；2.隐性知识数字化沉淀难；3.知识缺乏统一标准，检索与复用受阻；4.知识动态更新机制缺失，价值挖掘不足；5.知识产权与合规风险					
	SH01-ABCD-1-6 主场景：机器人与人工智能辅助			增效	新模式	

SH01-B-1-1 主场景：基础有机化学品数字化研发设计	增效			
	现状评级：★ 工具软件：分子设计软件、研发管理软件、智能研发实验室、化工试验设计软件、智能中试系统、产品管理软件 知识模型：物理、化学机理模型、数据分析模型、试验模型等 数据要素：原料数据、工艺数据、试验设计数据等 人才技能：化学、反应工程、分子动力学 痛点问题：1.产品研发周期长；2.研发成功率低；3.研发投入高			
	SH01-B-1-2 主场景：工厂数字化设计	增效	降本	安全
	现状评级：★ 工具软件：摄影设备管理软件、数字化工业软件、工厂设计领域数字智能处理平台（工程设计院使用） 知识模型：工艺模型、工厂三维可视化模型等 数据要素：设计数据、工艺数据、设备数据、安装数据、维护数据 人才技能：熟悉石化化工工艺及设备安装、工程建设等 痛点问题：1.数字化交付与工程建设信息不对称，专业间存在鸿沟；2.设计图纸与现场施工差异大且更新滞后；3.移交的数字化模型在技改后维护更新困难			
	SH01-B-1-3 主场景：工艺参数优化	降本	提质	增效
	现状评级：★★★ 工具软件：流程模拟与优化工具、生产调度软件、生产系统建模与仿真、APEX（中控） 知识模型：热力学模型、流体动力学模型、优化模型等 数据要素：原料参数、装置参数、生产数据、市场数据等 人才技能：熟悉生产装置工艺 痛点问题：1.适应多变原材料特性难；2.满足全厂负荷动态要求难；3.机理模型准确性不足；4.基础数据完整度欠缺			
	SH01-C-1-1 主场景：高分子材料数字化研发设计	提质	增效	新模式
	现状评级：★ 工具软件：分子设计软件、研发管理软件、智能研发实验室、化工试验设计软件、智能中试系统、产品管理软件、材料科学建模仿真平台、聚合物设计软件 知识模型：物理、化学机理模型、数据分析模型、试验模型等 数据要素：原料数据、工艺数据、试验设计数据等 人才技能：化学、反应工程、分子动力学 痛点问题：1.产品研发周期长；2.研发成功率低；3.研发投入高			
	SH01-C-1-2 主场景：工厂数字化设计	降本	提质	增效
	现状评级：★ 工具软件：摄影设备管理软件、数字化工业软件、工厂设计领域数字智能处理平台（工程设计院使用） 知识模型：工艺模型、工厂三维可视化模型等 数据要素：设计数据、工艺数据、设备数据、安装数据、维护数据 人才技能：熟悉石化化工工艺及设备安装、工程建设等 痛点问题：1.数字化交付与工程建设信息不对称，专业间存在鸿沟；2.设计图纸与现场施工差异大且更新滞后；3.移交的数字化模型在技改后维护更新困难			
	SH01-C-1-3 主场景：工艺参数优化	降本	提质	增效

SH01-D-1-1 主场景：高分子合成与成型数字化研发设计	提质	增效	新模式	
	现状评级：★★ 工具软件：高分子模拟仿真、AI辅助高分子材料研发、注塑成型仿真、研发管理软件、智能研发实验室、化工试验设计软件、智能中试系统、产品管理软件、材料科学建模仿真平台、聚合物设计软件等 知识模型：物理、化学机理模型、数据分析模型、试验模型、成型模型 数据要素：原料数据、工艺数据、试验设计数据等 人才技能：化学、反应工程、分子动力学 痛点问题：1.产品研发周期长；2.研发成功率低；3.研发投入高			
	SH01-D-1-2 主场景：工厂数字化设计	增效	降本	安全
	现状评级：★ 工具软件：摄影设备管理软件、数字化工业软件、工厂设计领域数字智能处理平台（工程设计院使用） 知识模型：工艺模型、工厂三维可视化模型等 数据要素：设计数据、工艺数据、设备数据、安装数据、维护数据 人才技能：熟悉石化化工工艺及设备安装、工程建设等 痛点问题：1.数字化交付与工程建设信息不对称，专业间存在鸿沟；2.设计图纸与现场施工差异大且更新滞后；3.移交的数字化模型在技改后维护更新困难			
	SH01-D-1-3 主场景：工艺参数优化	降本	提质	增效
	现状评级：★★★ 工具软件：工艺优化软件 知识模型：热力学模型、流体动力学模型、优化模型等 数据要素：原料参数、装置参数、生产数据、市场数据等 人才技能：熟悉生产装置工艺 痛点问题：1.适应多变原材料特性难；2.满足全厂负荷动态要求难；3.机理模型准确性不足；4.基础数据完整度欠缺			
	SH01-D-1-4 细分场景：聚合物设计与建模	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.设计参数与材料性能的关联复杂			
	SH01-D-1-5 细分场景：聚合物生产过程模拟	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.聚合反应机理认知不清；2.过程建模复杂度高			
	SH01-D-1-6 细分场景：成型工艺仿真与设计优化	降本	提质	增效

SH01-C-1-4 细分场景：高分子材料合成过程模拟	降本	提质	增效	
	现状评级：★ 痛点问题：1.聚合反应机理复杂；2.模拟结果验证困难；3.实验数据支撑不足			
	SH01-C-1-5 细分场景：高分子材料生产工艺设计	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.材料选择匹配难；2.反应工艺控制窗口窄；3.关键工艺实验数据支撑不足			
	SH01-C-1-6 细分场景：高分子材料智能中式验证	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.模拟结果与中试实际偏差大；2.验证过程复杂高；3.验证周期长；4.关键中试实验数据支撑不足			
	SH01-C-1-7 细分场景：高分子材料质量模拟分析	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.模拟预测精度低；2.计算资源消耗过大；3.模拟分析周期过长；4.关键质量实验数据支撑不足			
	SH01-D-1-7 细分场景：聚合物智能中式验证	降本	提质	增效
	现状评级：★ 痛点问题：1.模拟精度低；2.计算资源消耗大；3.验证周期长			
	SH01-D-1-8 主场景：科研全过程数据管理	增效	提质	新模式

现状评级：★★★ 工具软件：各用户单位自主研发、科研数据管理与计算平台、科研数据存储+智能计算平台、云端科研大数据平台 知识模型：本体论模型、流程模型BPMN、机器学习模型 数据要素：立项阶段：项目申请书、预算表、伦理审查文件等；执行阶段：试验原始数据、代码仓库、过程文档；结题阶段：论文、专利、数据集、成果报告。关键数据属性包括结构化数据、非结构化数据和元数据 人才技能：石化化工领域专家、人工智能专家、数据建模工程师 痛点问题：1.跨环节数据标准化体系缺失，整合难度大；2.多部门远程协同机制不完善，流程衔接难；3.全流程标准不统一，外协与经费管控体系缺失；4.数据全生命周期存储机制不健全，复用渠道不畅；5.敏感数据安全管控技术不足，全流程可视化难
--

石化行业数字化转型场景图谱（2025版）（2/5）

A 石油炼制环节

B 基础有机化学品生产环节

C 高分子材料生产环节

D 高分子合成与成型环节

1 研发设计

1 研发设计	SH01-ABCD-1-9 主场景：高通量数字化研发 现状评级：★ 工具软件：定制开发，国内厂商自研核心产品工具包括催化剂研发云平台、高通量催化剂评价系统、微反应高通量试验平台、工业酶催化剂智能平台等 知识模型：材料基因组学模型、流程优化模型、异常监测模型、多目标优化模型、知识图谱 数据要素：结构化数据--催化剂属性、反应条件、性能指标；非结构化数据--试验记录、图像数据、光谱数据；元数据--实验环境、时间序列；外部数据--文献数据（如：催化剂性能数据）、市场数据（如原料价格波动、环保法规更新-S含量限制等等） 人才技能：数据工程师掌握时序数据库、数据清洗技术；AI算法工程师精通机器学习、材料信息学、强化学习架构；化学工程师熟悉催化剂设计原理、高通量试验操作；系统架构师能设计高并发架构、边缘计算系统；合规专家了解石化行业数据安全标准，知识产权管理流程 痛点问题：1.异构海量数据整合的技术适配难；2.智能预测模型训练的数据质量不足；3.跨部门数据共享机制建立与协同难	降本	提质	增效	新模式
	SH01-ABCD-1-10 主场景：催化剂电镜图像智能识别 现状评级：★★★ 工具软件：HPC可视化引擎、AI视觉感知、半导体AI质量检测、AI工业视觉检测 知识模型：图像分割模型--U-Net++分割催化剂颗粒边界，支持晶粒尺寸统计；特征关联模型--图卷积网络（GCN）关联电镜形貌（如孔隙结构）与催化活性；异常监测模型--自编码器（VAE）识别制备缺陷（如团聚、裂纹），准确率大于95%；多模态融合模型--融合电镜图像与XRD/XPS数据，预测催化剂稳定性；生成式模型--StyleGAN3生成虚拟电镜图像，扩充小样本训练集 数据要素：电镜图像数据：类型--SEM（表面形貌）、TEM（晶体结构）、STEM-紧急泄压系统（元素分布）、分辨率1nm级高清图像；标注数据：人工标注--颗粒位置、尺寸、形状、自动标准--预训练模型辅助标注；元数据：实验条件--催化剂合成参数（温度、前驱体比例）、电镜设备型号、时间戳与版本--数据生成时间、标准修改记录；外部数据：文献库--关联Nature/Science中相似催化剂的图像特征；专利数据--提取专利要求中的结构与图像对照 人才技能：数据科学家、材料科学家、软件工程师、AI算法工程师、数据工程师 痛点问题：1.标准化特征量化算法开发难；2.跨学科人员协同的工具与沟通机制建立难；3.电镜特征与性能关联的知识图谱构建难	降本	增效	新模式	
	SH01-ABCD-1-11 主场景：实验数据电子化存储 现状评级：★★★★ 工具软件：流程管理工具、实验室信息管理系统、数据流程管理工具、数据记录与管理工具、科学数据管理系统、实验室信息管理系统 知识模型：知识图谱：实体（试剂、设备）-关系（反应、依赖）网络，支持智能推理）；机器学习模型：分类模型--自动过渡实验类型（如合成、分析）；回归模型--预测试验结果（如收率、纯度）；流程模型：BPMN规范试验审批流程Petri网模拟资源冲突场景；语义模型：NLP工具解析实验记录中的关键结论；模板引擎：预置GLP/GMP合规模板，减少人工填写错误 数据要素：核心数据：试验参数（温度、pH值）、样本信息（批次、来源）、原始数据（仪器输出文件）；元数据：操作人员、时间戳、设备ID\环境条件（温湿）；衍生数据：统计分析结果、AI模型预测报告、合规审核日志；非结构化数据：实验室图像（显微镜照片）、手写笔记扫描件、语音备忘录；关联数据：参考文献（DOI链接）、化学品安全数据表（SDS）、实验SOP（标准操作规程） 人才技能：软件开发能力、数据分析能力、领域专家，精通实验室操作规程和行业法规、平台运维和安全管理 痛点问题：1.跨系统数据格式不统一，整合接口适配难；2.多角色协作权限划分难，版本控制机制缺失；3.数据结构化程度不足，智能分析模型落地难		增效	提质	
	SH01-ABCD-1-12 主场景：工艺装置智能专家远程诊断优化 现状评级：★★ 工具软件：炼油过程模拟软件、化工流程模拟软件、工艺模拟与优化软件 知识模型：故障诊断图谱、动态优化模型、数字孪生体-机理模型与实时数据融合、语音-数据关联模型 数据要素：装置操作实时数据、LIMS数据、设备历史数据、设备振动数据、工艺知识库、多模态数据 人才技能：工艺诊断专家、工业数据工程师、AI算法工程师、远程协作架构师 痛点问题：1.远程协作系统搭建与专家资源整合难；2.多源异构数据整合与标准化适配难；3.隐性知识数字化沉淀与传承机制缺失；4.实时数据驱动的动态优化模型构建适配难	提质	降本	增效	新模式
	SH01-ABCD-1-13 主场景：新工艺中试与工业试验装置数字孪生反演 现状评级：★ 工具软件：流程工业动态模拟软件、数字孪生仿真、分布式控制系统、智能制造 知识模型：机理-数据融合模型、故障模式库、材料性能图谱、经济优化模型 数据要素：试验原始数据，包括温度、压力、流量的实时数据、在线光谱等监测浓度数据、化验分析数据；设备状态数据，包括反应器振动频率、腐蚀速率、密封泄漏监测；材料特性数据，包括催化剂比表面积、机械强度、抗积碳性能；原料价格数据、专利数据、国际标准等 人才技能：精通反应工程的工艺工程师、数据科学家、建模专家、工业软件架构师、安全合规专家 痛点问题：1.数字孪生系统对反应器为核心单元模拟的技术适配难；2.小试与工业级实验数据量有限，数理建模精度难突破；3.数字孪生全流程与运行工况灵活配置应用技术难落地	提质	降本	增效	新模式

数字化协同制造

- 现状评级：/
- 工具链：进销存管理系统、ERP管理系统、CRM管理系统、工业互联网平台、低代码平台、智能工厂系统、智能生产系统、数据分析工具、数据可视化工具
- 数据链：包括生产运营数据（如生产计划、设备运维、能源消耗）、供应链数据（库存、物流、供应商信息）、市场与销售数据（市场需求、销售价格、销售渠道）、质量与安全数据（产品质量检测、安全生产记录）、研发与创新数据（研发项目进展、专利信息）以及人力资源与环境社会责任数据等
- 痛点问题：数据孤岛现象严重，不同系统间的数据难以共享，导致信息流通不畅；标准化程度低，不同设备和系统间的兼容性差，增加了集成难度；数据安全和隐私保护问题突出，敏感数据的泄漏风险高；同时，数字化人才短缺，企业缺乏具备数字化技能和经验的专业人才；此外，传统生产模式惯性大，企业转型意愿和动力不足，难以快速适应数字化协同制造的新要求

2 生产制造

SH01-A-2-1 主场景：炼油生产计划优化 现状评级：★★★★ 工具软件：炼油过程工业建模系统（年季月）、计划优化软件 知识模型：计划优化模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：需求计划、原料计划、生产能力、生产成本 人才技能：生产计划 痛点问题：1.多源数据实时融合困难；2.实时数据获取与处理能力不足	增效	降本	SH01-B-2-1 主场景：基础有机化学品生产计划优化 现状评级：★★ 工具软件：计划优化软件 知识模型：计划优化模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：需求计划、原料计划、生产能力、生产成本 人才技能：生产计划 痛点问题：1.多源数据实时融合困难；2.实时数据获取与处理能力不足	增效	降本	SH01-C-2-1 主场景：高分子材料生产计划优化 现状评级：★★ 工具软件：计划优化软件、高级计划排产 知识模型：计划优化模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：需求计划、原料计划、生产能力、生产成本 人才技能：生产计划 痛点问题：1.多牌号复杂排程需求难以满足；2.牌号切换过渡料损失高	增效	降本	SH01-D-2-1 主场景：高分子合成与成型生产计划优化 现状评级：★★ 工具软件：计划优化软件、高级计划排产、工装管理 知识模型：计划优化模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：需求计划、原料计划、生产能力、生产成本 人才技能：生产计划 痛点问题：1.多牌号复杂排程需求难以满足；2.牌号切换过渡料损失高	增效	降本
SH01-A-2-2 主场景：炼油生产调度优化 现状评级：★★★★ 工具软件：工艺优化和设计软件（调度工艺参数，周和日）、调度优化软件、调度指挥软件 知识模型：调度模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：状态数据、规程 人才技能：生产、计划、安全环保等 痛点问题：1.人工依赖度高，调度效率瓶颈突出；2.调度经验隐性化，知识传承困难；3.预测预警能力弱，主动干预不足	提质	降本	SH01-B-2-2 主场景：基础有机化学品自动化生产线智能调度 现状评级：★★ 工具软件：制造执行系统、调度优化软件、调度指挥软件 知识模型：原料化学特性分析模型、调度模型、工厂模型、工艺模型 数据要素：工艺参数、物料清单、设备状态 人才技能：自动化生产线操作、智能调度系统应用等 痛点问题：1.生产需求预测精度不足；2.设备状态实时感知与预测困难；3.原料供应波动预见性差；4.调度方案与动态环境适配性低；5.生产资源利用不充分与效率损失	增效	降本	SH01-C-2-2 主场景：高分子材料自动化生产线智能调度 现状评级：★★ 工具软件：制造执行系统、调度排程优化软件、调度指挥软件 知识模型：原料化学特性分析模型、调度模型、工厂模型、工艺模型、高分子模型 数据要素：工艺参数、物料清单、设备状态 人才技能：自动化生产线操作、智能调度系统应用等 痛点问题：1.生产需求预测精度不足；2.设备状态实时感知与预测困难；3.原料供应波动预见性差；4.调度方案与动态环境适配性低；5.生产资源利用不充分与效率损失	提质	降本	SH01-D-2-2 主场景：高分子合成与成型自动化生产线智能调度 现状评级：★★ 工具软件：制造执行系统、调度排程优化软件、调度指挥软件 知识模型：原料化学特性分析模型、调度模型、工厂模型、工艺模型、高分子模型 数据要素：工艺参数、物料清单、设备状态 人才技能：自动化生产线操作、智能调度系统应用等 痛点问题：1.生产需求预测精度不足；2.设备状态实时感知与预测困难；3.原料供应波动预见性差；4.调度方案与动态环境适配性低；5.生产资源利用不充分与效率损失	增效	
SH01-A-2-3 主场景：炼油装置操作优化 现状评级：★★★★ 工具软件：分布式控制系统\统一控制系统、自动化控制装置、控制系统、实时优化技术、操作导航、操作考核、操作员培训仿真系统、联锁管理等 知识模型：控制优化模型、机理模型 数据要素：实时绩效、装置状态、操作规程、工艺卡片等 人才技能：工艺、装置、设备（装置由设备组成） 痛点问题：1.一线岗位人员不稳定、老龄化；2.工作内容繁杂、对人员综合素质要求高；3.知识不易传承；4.事件处理由事中向事前转变	提质	降本	SH01-B-2-3 主场景：化工装置操作优化 现状评级：★★ 工具软件：分布式控制系统\统一控制系统、自动化控制装置、控制系统、实时优化技术、操作导航、操作考核、操作员培训仿真系统、联锁管理、批控管理等 知识模型：控制优化模型、机理模型 数据要素：实时绩效、装置状态、操作规程、工艺卡片等 人才技能：工艺、装置、设备（装置由设备组成） 痛点问题：1.一线岗位人员不稳定、老龄化；2.工作内容繁杂、对人员综合素质要求高；3.知识不易传承；4.事件处理由事中向事前转变	提质	降本	SH01-C-2-3 主场景：高分子材料生产装置操作优化 现状评级：★★ 工具软件：分布式控制系统\统一控制系统、自动化控制装置、控制系统、操作导航、操作考核、操作员培训仿真系统、联锁管理、批控管理、配方管理、精确进料、抑制聚合反应系统等 知识模型：控制优化模型、机理模型 数据要素：实时绩效、装置状态、操作规程、工艺卡片、批记录等 人才技能：工艺、装置、设备（装置由设备组成） 痛点问题：1.一线岗位人员不稳定、老龄化；2.工作内容繁杂、对人员综合素质要求高；3.知识不易传承；4.事件处理由事中向事前转变	提质	降本	SH01-D-2-3 主场景：高分子合成与成型生产装置操作优化 现状评级：★★ 工具软件：分布式控制系统\统一控制系统、自动化控制装置、操作导航、操作考核、操作员培训仿真系统、联锁管理、批控管理、配方管理、精确进料等 知识模型：控制优化模型、机理模型 数据要素：实时绩效、装置状态、操作规程、工艺卡片、批记录等 人才技能：工艺、装置、设备（装置由设备组成） 痛点问题：1.一线岗位人员不稳定、老龄化；2.工作内容繁杂、对人员综合素质要求高；3.知识不易传承；4.事件处理由事中向事前转变	提质	降本

石化行业数字化转型场景图谱（2025版）（3/5）

A 石油炼制环节

B 基础有机化学品生产环节

C 高分子材料生产环节

D 高分子合成与成型环节

2 生产制造

SH01-A-2-4 主场景：油品罐区移动与调和	提质	降本
现状评级：★★ 工具软件： 油品移动与调和软件、质谱仪、原油快评、罐区自动化、油品调和优化工具、油品供应和移动管理系统、油箱计量系统 知识模型： 调和模型、移动模型 数据要素： 质量参数、罐区参数 人才技能： 质量 痛点问题： 1.罐区自动化不完善；2.人工操作效率低；3.质量过剩造成效益流失		

SH01-A-2-5 主场景：炼油工厂运行安全管控	安全	
现状评级：★ 工具软件： 安全风险动态评估、安全事件模拟预测、报警管理、应急管理、应急指挥与协同、安全仪表系统、紧急泄压系统、气体检测系统、火气系统、健康、安全与环境管理体系、人员定位系统、施工作业管控、盲板管理、入侵检测、人员培训系统、视频安防、消防处警、应急演练等 知识模型： 风险模型（扩散模型）、处置模型 数据要素： 工厂设计数据、工厂运行数据、报警数据、应急物资数据、操作规程、地理信息、气象信息等 人才技能： 安全环保、生产工艺、应急处突 痛点问题： 1.预测性模型与智能决策缺失；2.传统管理惯性转变困难		

SH01-A-2-6 主场景：炼油工厂环保管控	环保	提质
现状评级：★★ 工具软件： 环境在线监测（大气、水体）、三废管理、环境评估、装置VOCs检测、泄漏监测与修复LDAR、放射源管理、污染扩散模拟与溯源、职业卫生与健康、噪声监测、污水水监控计量、污水处理厂自动化、危废管理、环保统计与审计、环保设施采样与化验 知识模型： VOCs核算模型、污染源扩散模型 数据要素： 环境监测数据、生产计划、污染物参数、地理信息、气象信息、海洋环境数据 人才技能： 环保安全、生产工艺、应急处突、环境采样与分析 痛点问题： 1.数据割裂与预测模型缺失；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-A-2-7 主场景：炼油质量控制与检测分析	增效	
现状评级：★★ 工具软件： 在线监测分析、质量管理系统、实验室管理系统（LIMS）、实验室执行系统（LES）、电子实验记录系统（ELN）、分析仪器数据采集系统、样品条码、实验室机器人 知识模型： 成因分析模型 数据要素： 质量标准、样品数据、分析规程、分析记录、分子（工艺）模拟数据 人才技能： 分析化学 痛点问题： 1.数据孤岛与整合分析难；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-A-2-8 主场景：炼油设备管理	增效	
现状评级：★★ 工具软件： 设备巡检系统、装置应力变形监测、沉降监测、缺陷管理、故障预测与知识库、备品备件优化管理、施工管理、特护保养管理、润滑管理、润滑油管理、保养管理、维修管理、巡检机器人；动设备状态监测；静设备腐蚀监测、管网管理；电气系统监控、无人变电站；仪表健康管理、计量管理、无人衡器站；仪表状态监测 知识模型： 故障树、劣化模型、寿命预测模型、故障统计模型、腐蚀机理模型、仪表状态监测模型、仪表健康分析模型 数据要素： 设备基本信息、运行数据、操作规程、维修规程、仪表数据，仪表状态信息 人才技能： 设备维护专业知识、计量专业知识，智能仪表专业应用及维护 痛点问题： 1.优化设备维护的综合效益、计量条件不完善；2.仪表覆盖率低；3.仪表状态监测能力不足		

SH01-A-2-9 主场景：公用工程优化控制	增效	降本
现状评级：★ 工具软件： 智能空压站、智能锅炉、智能管道、蒸汽平衡调度控制、氢气平衡调度控制、瓦斯（火炬）平衡调度控制、氮气平衡调度控制、水平衡调度、泵群控制、智能制冷站、公用工程成本分摊软件、能量平衡优化、压缩机协调控制优化（CCS） 知识模型： 管网模型、加热炉效率模型、换热模型、介质模型、压缩机模型 数据要素： 生产计划、能源需求计划、能源消耗定额、网络拓扑、运行状态、统计数据、公用工程成本摊销规则 人才技能： 公用工程设备运行及工艺知识 痛点问题： 1.关键参数实时感知不足；2.全局能效优化与动态平衡决策难		

SH01-A-2-10 主场景：能源管理与降本管控	降本	
现状评级：★ 工具软件： 能源计量、能源需求管理、能源计划优化、能源调度、能源定额优化、能源使用考核、能源绩效评估、能源采购优化、碳排放核查 知识模型： 设备能效模型 数据要素： 能耗数据、能源需求数据 人才技能： 能源管理 痛点问题： 能源计量水平仍需完善		

SH01-B-2-4 主场景：化学品罐区存储与移动	提质	降本
现状评级：★★ 工具软件： 化学品移动软件、罐区自动化、油品供应和移动管理系统、罐计量系统、仓储管理系统、物流机器人 知识模型： 仓储模型、移动模型 数据要素： 质量参数、罐区参数 人才技能： 质量 痛点问题： 1.罐区自动化不完善；2.人工操作效率低		

SH01-B-2-5 主场景：化工工厂运行安全管控	安全	
现状评级：★ 工具软件： 安全风险动态评估、安全事件模拟预测、报警管理、应急管理、应急指挥与协同、安全仪表系统、紧急泄压系统、气体检测系统、火气系统、健康、安全与环境管理体系、人员定位系统、施工作业管控、盲板管理、入侵检测、人员培训系统、视频安防、消防处警、应急演练等 知识模型： 风险模型（扩散模型）、处置模型 数据要素： 工厂设计数据、工厂运行数据、报警数据、应急物资数据、操作规程、地理信息、气象信息等 人才技能： 安全环保、生产工艺、应急处突 痛点问题： 1.预测性模型与智能决策缺失；2.传统管理惯性转变困难		

SH01-B-2-6 主场景：化工工厂环保管控	环保	提质
现状评级：★★ 工具软件： 环境在线监测（大气、水体）、三废管理、环境评估、装置VOCs检测、泄漏监测与修复LDAR、放射源管理、污染扩散模拟与溯源、职业卫生与健康、噪声监测、污水水监控计量、污水处理厂自动化、危废管理、环保统计与审计、环保设施采样与化验 知识模型： VOCs核算模型、污染源扩散模型 数据要素： 环境监测数据、生产计划、污染物参数、地理信息、气象信息、海洋环境数据 人才技能： 环保安全、生产工艺、应急处突、环境采样与分析 痛点问题： 1.数据割裂与预测模型缺失；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-B-2-7 主场景：基础有机化学品质量控制与检测分析	增效	
现状评级：★★ 工具软件： 在线监测分析、质量管理系统、实验室管理系统（LIMS）、实验室执行系统（LES）、电子实验记录系统（ELN）、分析仪器数据采集系统、样品条码、实验室机器人 知识模型： 成因分析模型 数据要素： 质量标准、样品数据、分析规程、分析记录、分子（工艺）模拟数据 人才技能： 分析化学 痛点问题： 1.数据孤岛与整合分析难；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-B-2-8 主场景：化工设备管理	增效	
现状评级：★ 工具软件： 设备巡检系统、装置应力变形监测、沉降监测、缺陷管理、故障预测与知识库、备品备件优化管理、施工管理、特护保养管理、润滑管理、润滑油管理、保养管理、维修管理、巡检机器人；动设备状态监测；静设备腐蚀监测、管网管理；电气系统监控、无人变电站；仪表健康管理、计量管理、无人衡器站；仪表状态监测 知识模型： 故障树、劣化模型、寿命预测模型、故障统计模型、腐蚀机理模型、仪表状态监测模型，仪表健康分析模型 数据要素： 设备基本信息、运行数据、操作规程、维修规程、仪表数据，仪表状态信息 人才技能： 设备维护专业知识、计量专业知识，智能仪表专业应用及维护 痛点问题： 1.优化设备维护的综合效益、计量条件不完善；2.仪表覆盖率低；3.仪表状态监测能力不足		

SH01-B-2-9 主场景：公用工程优化控制	增效	降本
现状评级：★ 工具软件： 智能空压站、智能锅炉、智能管道、蒸汽平衡调度控制、氢气平衡调度控制、瓦斯（火炬）平衡调度控制、氮气平衡调度控制、水平衡调度、泵群控制、智能制冷站、公用工程成本分摊软件、能量平衡优化、压缩机协调控制优化（CCS） 知识模型： 管网模型、加热炉效率模型、换热模型、介质模型、压缩机模型 数据要素： 生产计划、能源需求计划、能源消耗定额、网络拓扑、运行状态、统计数据、公用工程成本摊销规则 人才技能： 公用工程设备运行及工艺知识 痛点问题： 1.关键参数实时感知不足；2.全局能效优化与动态平衡决策难		

SH01-B-2-10 主场景：能源管理与降本管控	降本	
现状评级：★ 工具软件： 能源计量、能源需求管理、能源计划优化、能源调度、能源定额优化、能源使用考核、能源绩效评估、能源采购优化、碳排放核查 知识模型： 设备能效模型 数据要素： 能耗数据、能源需求数据 人才技能： 能源管理 痛点问题： 能源计量水平仍需完善		

SH01-C-2-4 主场景：高分子材料仓储与移动	提质	降本
现状评级：★★ 工具软件： 化学品移动软件、罐区自动化、油品供应和移动管理系统、罐计量系统、仓储管理系统、物流机器人、自动包装机、自动码垛机、立体仓库 知识模型： 仓储模型、移动模型 数据要素： 质量参数、仓储参数 人才技能： 质量 痛点问题： 1.罐区自动化不完善；2.人工操作效率低		

SH01-C-2-5 主场景：高分子材料工厂运行安全管控	安全	
现状评级：★ 工具软件： 安全风险动态评估、安全事件模拟预测、报警管理、应急管理、应急指挥与协同、安全仪表系统、紧急泄压系统、气体检测系统、火气系统、健康、安全与环境管理体系、人员定位系统、施工作业管控、盲板管理、入侵检测、人员培训系统、视频安防、消防处警、应急演练等 知识模型： 风险模型（扩散模型）、处置模型 数据要素： 工厂设计数据、工厂运行数据、报警数据、应急物资数据、操作规程、地理信息、气象信息等 人才技能： 安全环保、生产工艺、应急处突 痛点问题： 1.预测性模型与智能决策缺失；2.传统管理惯性转变困难		

SH01-C-2-6 主场景：高分子材料工厂环保管控	环保	提质
现状评级：★★ 工具软件： 环境在线监测（大气、水体）、三废管理、环境评估、装置VOCs检测、泄漏监测与修复LDAR、放射源管理、污染扩散模拟与溯源、职业卫生与健康、噪声监测、污水水监控计量、污水处理厂自动化、危废管理、环保统计与审计、环保设施采样与化验 知识模型： VOCs核算模型、污染源扩散模型 数据要素： 环境监测数据、生产计划、污染物参数、地理信息、气象信息、海洋环境数据 人才技能： 环保安全、生产工艺、应急处突、环境采样与分析 痛点问题： 1.数据割裂与预测模型缺失；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-C-2-7 主场景：高分子材料质量控制与检测分析	增效	
现状评级：★★ 工具软件： 在线监测分析、质量管理系统、实验室管理系统（LIMS）、实验室执行系统（LES）、电子实验记录系统（ELN）、分析仪器数据采集系统、样品条码、实验室机器人 知识模型： 成因分析模型 数据要素： 质量标准、样品数据、分析规程、分析记录、分子（工艺）模拟数据 人才技能： 分析化学 痛点问题： 1.数据孤岛与整合分析难；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-C-2-8 主场景：高分子材料设备管理	增效	
现状评级：★ 工具软件： 设备巡检系统、装置应力变形监测、沉降监测、缺陷管理、故障预测与知识库、备品备件优化管理、施工管理、特护保养管理、润滑管理、润滑油管理、保养管理、维修管理、巡检机器人；动设备状态监测；静设备腐蚀监测、管网管理；电气系统监控、无人变电站；仪表健康管理、计量管理、无人衡器站；仪表状态监测 知识模型： 故障树、劣化模型、寿命预测模型、故障统计模型、腐蚀机理模型、仪表状态监测模型，仪表健康分析模型 数据要素： 设备基本信息、运行数据、操作规程、维修规程、仪表数据，仪表状态信息 人才技能： 设备维护专业知识、计量专业知识，智能仪表专业应用及维护 痛点问题： 1.优化设备维护的综合效益、计量条件不完善；2.仪表覆盖率低；3.仪表状态监测能力不足		

SH01-C-2-9 主场景：公用工程优化控制	增效	降本
现状评级：★ 工具软件： 智能空压站、智能锅炉、智能管道、蒸汽平衡调度控制、氢气平衡调度控制、瓦斯（火炬）平衡调度控制、氮气平衡调度控制、水平衡调度、泵群控制、智能制冷站、公用工程成本分摊软件、能量平衡优化、压缩机协调控制优化（CCS） 知识模型： 管网模型、加热炉效率模型、换热模型、介质模型、压缩机模型 数据要素： 生产计划、能源需求计划、能源消耗定额、网络拓扑、运行状态、统计数据、公用工程成本摊销规则 人才技能： 公用工程设备运行及工艺知识 痛点问题： 1.关键参数实时感知不足；2.全局能效优化与动态平衡决策难		

SH01-C-2-10 主场景：能源管理与降本管控	降本	
现状评级：★ 工具软件： 能源计量、能源需求管理、能源计划优化、能源调度、能源定额优化、能源使用考核、能源绩效评估、能源采购优化、碳排放核查 知识模型： 设备能效模型 数据要素： 能耗数据、能源需求数据 人才技能： 能源管理 痛点问题： 能源计量水平仍需完善		

SH01-D-2-4 主场景：高分子合成与成型仓储与移动	提质	降本
现状评级：★★ 工具软件： 化学品移动软件、罐区自动化、油品供应和移动管理系统、罐计量系统、仓储管理系统、物流机器人、自动包装机、自动码垛机、立体仓库 知识模型： 仓储模型、移动模型 数据要素： 质量参数、仓储参数 人才技能： 质量 痛点问题： 1.人工操作效率低		

SH01-D-2-5 主场景：高分子合成与成型工厂运行安全管控	安全	
现状评级：★ 工具软件： 安全风险动态评估、安全事件模拟预测、报警管理、应急管理、应急指挥与协同、安全仪表系统、紧急泄压系统、气体检测系统、火气系统、健康、安全与环境管理体系、人员定位系统、施工作业管控、盲板管理、入侵检测、人员培训系统、视频安防、消防处警、应急演练等 知识模型： 风险模型（扩散模型）、处置模型 数据要素： 工厂设计数据、工厂运行数据、报警数据、应急物资数据、操作规程、地理信息、气象信息等 人才技能： 安全环保、生产工艺、应急处突 痛点问题： 1.预测性模型与智能决策缺失；2.传统管理惯性转变困难		

SH01-D-2-6 主场景：高分子合成与成型工厂环保管控	环保	提质
现状评级：★★ 工具软件： 环境在线监测（大气、水体）、三废管理、环境评估、装置VOCs检测、泄漏监测与修复LDAR、放射源管理、污染扩散模拟与溯源、职业卫生与健康、噪声监测、污水水监控计量、污水处理厂自动化、危废管理、环保统计与审计、环保设施采样与化验 知识模型： VOCs核算模型、污染源扩散模型 数据要素： 环境监测数据、生产计划、污染物参数、地理信息、气象信息、海洋环境数据 人才技能： 环保安全、生产工艺、应急处突、环境采样与分析 痛点问题： 1.数据割裂与预测模型缺失；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-D-2-7 主场景：高分子合成与成型质量控制与检测分析	增效	
现状评级：★★ 工具软件： 在线监测分析、质量管理系统、实验室管理系统（LIMS）、实验室执行系统（LES）、电子实验记录系统（ELN）、分析仪器数据采集系统、样品条码、实验室机器人 知识模型： 成因分析模型 数据要素： 质量标准、样品数据、分析规程、分析记录、分子（工艺）模拟数据 人才技能： 分析化学 痛点问题： 1.数据孤岛与整合分析难；2.末端依赖与被动响应惯性		

SH01-D-2-8 主场景：高分子合成与成型设备管理	增效	
现状评级：★ 工具软件： 设备巡检系统、装置应力变形监测、沉降监测、缺陷管理、故障预测与知识库、备品备件优化管理、施工管理、特护保养管理、润滑管理、润滑油管理、保养管理、维修管理、巡检机器人；动设备状态监测；静设备腐蚀监测、管网管理；电气系统监控、无人变电站；仪表健康管理、计量管理、无人衡器站；仪表状态监测 知识模型： 故障树、劣化模型、寿命预测模型、故障统计模型、腐蚀机理模型、仪表状态监测模型，仪表健康分析模型 数据要素： 设备基本信息、运行数据、操作规程、维修规程、仪表数据，仪表状态信息 人才技能： 设备维护专业知识、计量专业知识，智能仪表专业应用及维护 痛点问题： 1.优化设备维护的综合效益、计量条件不完善；2.仪表覆盖率低；3.仪表状态监测能力不足		

SH01-D-2-9 主场景：公用工程优化控制	增效	降本
现状评级：★ 工具软件： 智能空压站、智能锅炉、智能管道、蒸汽平衡调度控制、氢气平衡调度控制、瓦斯（火炬）平衡调度控制、氮气平衡调度控制、水平衡调度、泵群控制、智能制冷站、公用工程成本分摊软件、能量平衡优化、压缩机协调控制优化（CCS） 知识模型： 管网模型、加热炉效率模型、换热模型、介质模型、压缩机模型 数据要素： 生产计划、能源需求计划、能源消耗定额、网络拓扑、运行状态、统计数据、公用工程成本摊销规则 人才技能： 公用工程设备运行及工艺知识 痛点问题： 1.关键参数实时感知不足；2.全局能效优化与动态平衡决策难		

SH01-D-2-10 主场景：能源管理与降本管控	降本	
现状评级：★ 工具软件： 能源计量、能源需求管理、能源计划优化、能源调度、能源定额优化、能源使用考核、能源绩效评估、能源采购优化、碳排放核查 知识模型： 设备能效模型 数据要素： 能耗数据、能源需求数据 人才技能： 能源管理 痛点问题： 能源计量水平仍需完善		

石化行业数字化转型场景图谱（2025版）（4/5）

A 石油炼制环节		B 基础有机化学品生产环节		C 高分子材料生产环节		D 高分子合成与成型环节		
2 生产 制造	SH01-A-2-11 主场景：常减压装置原油评价	增效	SH01-B-2-11 主场景：催化裂化装置生产优化	增效	SH01-C-2-11 主场景：聚丙烯装置牌号移行优化	增效		
	现状评级：★★ 工具软件：光谱仪，原油物性库，原油评价软件，自动化控制装置整定，先进控制，原油市场分析工具、原油管理数据库，原油数据库及智能分析平台 知识模型：光谱分析模型，原油切割模型，电脱盐模型，分馏模型，原油组分关联模型、动态经济性模型、污染物源模型、数字孪生体-集成HYSYS机理模型与实时数据，模拟原油调和过程（如轻重油调和优化） 数据要素：原油物性，工艺参数，原料及馏出口物料质量数据，物性数据-API、硫含量、金属含量、粘度，支撑原油分类与定价；炼化数据-分馏塔温度-压力曲线、催化剂活性、产品收率；供应链数据-游轮AIS轨迹、管道压力测试、仓储温度湿度 人才技能：熟悉原油工艺及加工工艺，检验分析，运行操作；原油评价专家、机器学习工程师、数据库架构师、数据工程师 痛点问题：1.原油组成的不确定性带来一次加工工艺的不稳定和二次加工的选择性问题；2.数据孤岛与整合低效，原油物性数据（如API度、S含量）分散在实验室LIMS、炼厂和贸易系统等平台上，格式混杂；3.评价模型静态化，无法动态适应新油种；4.实验室检测数据与现场传感器数据偏差，导致工艺参数误调		现状评级：★★★ 工具软件：工艺设计优化软件、工业大数据分析、控制系统、积分优化 知识模型：集总反应动力学模型、热平衡模型、反再压力平衡模型、产品收率预测模型、原料性质特性因素模型、结焦预测模型 数据要素：装置设计数据、工艺卡片、操作规程、催化剂评价数据 人才技能：设备管理、化工模拟与计算 痛点问题：1.装置反应机理复杂、工艺参数多；2.装置操作难度大；3.基于目标产品收率的生产寻优技术门槛高		现状评级：★★ 工具软件：混合整数优化求解器，流程模拟 知识模型：牌号切换轨迹优化模型，调度序列优化模型，动态优化模型 数据要素：聚丙烯装置主要牌号，主要牌号质量参数，各个牌号之间的切换时间和过渡料统计数据等 人才技能：熟悉聚烯烃生产，熟悉聚烯烃主要牌号的切换和过度技术，熟悉优化算法 痛点问题：1.牌号切换效率低；2.切换过程能耗物耗高；3.过渡料损失量大			
			SH01-B-2-12 细分场景：催化裂化装置沉降器结焦模拟分析预测	增效		SH01-C-2-12 主场景：合成橡胶改性工艺优化	增效	
			现状评级：★ 痛点问题：催化裂化塔器高温造成结焦影响装置正常生产以及堵塞旋风分离器严重影响生产，而密闭环境下无法判断内部结焦情况及部位、结焦量		SH01-B-2-13 细分场景：催化重整装置分子模拟及优化	增效	现状评级：★ 工具软件：质量管理，配方管理等 知识模型：合成橡胶工艺模型，添加剂及配方模型，优化器等 数据要素：合成橡胶装置温度，压力，配方等工艺参数，质量分析数据，牌号参数，牌号质量参数，添加剂参数等 人才技能：熟悉合成橡胶工艺及相关配方，熟悉合成橡胶牌号对工艺和添加剂的需求，熟悉优化算法 痛点问题：1.加工与改性工艺优化不足；2.多牌号柔性生产难度大；3.应用场景拓展受限	
			SH01-B-2-14 细分场景：乙烯裂解装置实时在线优化	增效				
			现状评级：★ 痛点问题：1.乙烯长周期稳定运行是企业提效的一个根本保障，乙烯装置工艺复杂，流程长，机理多，需要大量的机理模型结合现场实际数据；2.目前裂解炉、压缩区、冷区、分馏等可以分段寻优，由于数据量庞大，模型复杂，全装置整体寻优难度较大					
3 运维 服务	数字化协同服务 ■现状评级：★★ ■工具链：包括各种专业的运维工具和设备，如监控系统、检测仪器、维修工具等 ■数据链：运维人员通过收集和分析各种设备数据、生产数据、安全数据等，能够全面了解生产设施的运行状况，预测潜在故障，制定有效的运维策略。同时，数据链的完善也有助于提高运维服务的效率和质量，降低运维成本 ■痛点问题：技术集成难度大：生产设施和设备类型复杂多样，设备和设施之间的技术集成难度较大；数据孤岛现象严重：由于石化化工企业的生产设施和数据系统往往分散在不同的部门和地区，导致数据孤岛现象严重，运维人员难以获取全面的数据支持；运维成本高：石化化工企业的生产设施通常规模庞大，运维工作量大且复杂，导致运维成本高昂；安全隐患大：石化化工企业的生产过程中存在大量的易燃易爆物质和有毒有害物质，给运维工作带来了较大的安全隐患							
	SH01-ABCD-3-1 主场景：炼油设备远程健康诊断与故障预测							降本 安全
	现状评级：★ 工具软件：设备健康诊断、设备故障预测（皆为厂商自己配置） 知识模型：设备故障模型 数据要素：设备健康监测数据、设备绩效 人才技能：设备专业维护 痛点问题：1.非计划停车与事故风险高；2.实时监测数据处理与分析难；3.设备健康预测模型构建难							
	SH01-ABCD-3-2 主场景：工程与技术服务数字化协同							增效 降本 新模式
	现状评级：★ 工具软件：工程技术服务管理平台、集成专业服务系统、工程项目管理软件 知识模型：技术服务管理、专业技术服务评价 数据要素：技术服务商、服务过程、服务结果 人才技能：技术服务管理、外来人员管理服务 痛点问题：1.需将工程与专业技术服务人员作为外来人员需要纳入企业属地管理；2.需要临时开放企业信息化系统提供服务业务和服务人员使用							
4 经营 管理	SH01-ABCD-3-3 主场景：设备供应商专家系统							增效 降本 新模式
	现状评级：★ 工具软件：远程专家诊断与在线服务、专家分析系统、知识库系统、知识管理系统 知识模型：设备专家知识 数据要素：设备状态数据、设备运维记录、设备运行绩效 人才技能：设备专业诊断 痛点问题：1.企业自有知识存在局限，需引入外部专家系统知识；2.需多形式利用专家知识							
	SH01-ABCD-3-4 主场景：工程项目数字化协同							增效 降本 提质
	现状评级：★ 工具软件：工程项目管理软件 知识模型：工程项目管理、有关事务流程 数据要素：工程施工方案、工程施工结果、项目事务、协同流程 人才技能：工程项目管理 痛点问题：工程项目实施阶段信息交换与过程管理的事务协同数字化							
	SH01-ABCD-3-5 主场景：智慧工地与现场施工数字化							降本 增效 安全
现状评级：★ 工具软件：智慧工地管理、人员管理、施工队管理、物资管理、临供管理、工棚管理、施工管理、监理验收、质量管理、工程设备管理 知识模型：工程施工管理、施工风险模型 数据要素：施工方案、管理规程、现场记录 人才技能：工程施工管理、施工安全管理 痛点问题：1.工程进度、现场施工状态不透明；2.工程技术图档更新不及时；3.现场人员、物资、设备混乱								
数字化协同管理 ■现状评级：/ ■痛点问题：经营管理是法人行为，法人与法人之间是互相独立的，不存在协同；经营管理涉及大量数据交换和共享，可能存在数据泄露、信息安全漏洞等风险，特别是涉及敏感信息时更为突出；同时由于信息的快速传递和共享，可能导致信息过载和沟通混乱，影响工作效率和决策质量								
SH01-ABCD-4-1 主场景：投资项目管理与效益跟踪评价							增效	
现状评级：★ 工具软件：工程项目管理软件，规划监控复杂工程项目工具 知识模型：投资决策、工程项目管理 数据要素：可行性预测、投资精算、效益核算 人才技能：市场研究、投资决策、项目管理 痛点问题：1.预期效益预测评估不足；2.投资项目后评估量化能力弱								

石化行业数字化转型场景图谱（2025版）（5/5）

A 石油炼制环节

B 基础有机化学品生产环节

C 高分子材料生产环节

D 高分子合成与成型环节

4 经营管理

SH01-ABCD-4-2 主场景：经营指标实时跟踪与辅助决策	增效
现状评级：★ 工具软件：辅助经营决策系统、技经指标系统、BI软件 知识模型：经营健康评估、经营风险评估 数据要素：经营指标、实时绩效、对标数据、统计规则 人才技能：经营管理 痛点问题：关键经营指标获取滞后	
SH01-ABCD-4-3 主场景：业务流程一体化与系统集成	增效
现状评级：★ 工具软件：业务流程引擎、系统集成平台 知识模型：业务流程设计、系统集成 数据要素：流程定义、数据定义 人才技能：流程建模与优化、数据治理 痛点问题：1.信息流割裂与数据不通；2.流程断点与管理低效	
SH01-ABCD-4-4 主场景：智能化监督管理	增效
现状评级：★ 工具软件：基于AI智能检测技术的视频AI智能识别安全风险预警平台 知识模型：企业智能管理模型 数据要素：生产过程中产生的庞大且复杂的数据，包括结构化数据和非结构化数据，是智能化监督管理的关键资源 人才技能：自动控制原理、计算机网络、程序编写以及机器学习、人工智能等 痛点问题：1.数据采集困难；2.实验室信息化推进难；3.系统间数据流通不畅	

数字化供应链

- 现状评级：★★
- 工具链：长期客户会与供销平台开放接口，能够共享订单状态，物流信息由专业物流公司向买卖双方提供
- 数据链：订单信息、物流信息、结算状态、价格信息等
- 痛点问题：供应链管理属于市场行为，暂未存在统一的供应链信息平台。供应链信息没有统一平台进行管理，信息交换都基于点对点系统的信息集成，但是石化化工产业供应链信息非常敏感，应尽量避免该信息单独掌握在一个企业手中

5 供应链管理

SH01-ABCD-5-1 主场景：供应链计划优化	增效
现状评级：★ 工具软件：需求预测、采购计划优化、制造计划优化、供货计划优化、资金使用优化 知识模型：供应链管理、投资决策、经济模型、项目管理 数据要素：订单数据、预测数据、库存数据、价格数据 人才技能：供应链管理、市场研究、投资决策、项目管理 痛点问题：1.供应链环节响应延迟；2.跨环节协同效率低；3.库存失衡风险高	
SH01-ABCD-5-2 主场景：电子商务数字化	增效
现状评级：★★★ 工具软件：电子商务销售、招标、采购、结算平台（如阿里巴巴、招标采购网等） 知识模型：销售模型、招标模型、采购模型 数据要素：商品数据、招标数据、合同数据、价格数据、过程记录 人才技能：电子商务系统集成 痛点问题：1.外部市场环境高度波动；2.线上竞争激烈应对挑战大	
SH01-ABCD-5-3 主场景：物流数字化	增效
现状评级：★★★ 工具软件：物流优化、收发货自动化、物流跟踪、化工品库存管理、智能加油站套件，客户评价，油品非油品贸易软件 知识模型：物流管理、收发货规程、化工品销售定价模型、智能加油站模型，客户画像模型 数据要素：物流计划、物流工具数据、物流作业状态、物流状态与定位数据、市场信息、化工品库存数据、加油站信息、油料数据、智能加油枪运行参数、客户信息、贸易数据 人才技能：物流管理、机械工程，化工工艺，大数据分析，贸易管理 痛点问题：1.系统间接口协议不统一；2.订单数据输入准确性差；3.市场定价规则适应挑战；4.混合能源站点管理复杂；5.新能源利用集成需求；6.客户分析深度不足	
SH01-ABCD-5-4 主场景：化工园区管理	增效
现状评级：★ 工具软件：化工园区管理套件 知识模型：涉及以上各个专业的模型如地图，安全预警，环境监测，安防及应急处置、物流、降本 数据要素：园区地图、安全生产、环境、应急、安防、运输、能源、办公、运维、公共服务等 人才技能：涉及以上各个专业的基础专业知识，重点兼顾园区统筹全局性管理和协调 痛点问题：1.跨组织协调困难；2.整体资源优化难度高	

研、产、管、服数字化集成

- 现状评级：★★
- 工具链：工程设计软件、安全风险评估软件、环境检测系统、工程项目管理软件、计划优化软件、设备管理系统、数据治理平台及工具、数字化建模工具等
- 数据链：原油的物理化学性质数据、炼制过程中的工艺参数数据（如温度、压力、流量、催化剂用量等）、产品质量检测数据（如馏分组成、辛烷值、硫含量等）、设备运行数据（如设备状态、能耗、故障记录等）、环境检测数据（如大气、水体、污染物参数等）、生产计划和库存管理数据等、装置三维模型、工业图纸图表、设备说明书
- 痛点问题：原材料供应不稳定、数据孤岛现象严重、供应链信息平台不统一、技术门槛高等。原材料方面，石油价格波动大且导致供应不稳定；数据孤岛现象使得不同系统间的数据难以共享，导致信息流通不畅；数据质量和可用性差

研、产、管、服数字化集成

- 现状评级：★★★
- 工具链：工程设计软件、设备管理系统、智能中试系统、服务管理平台、数据治理平台及工具、数字化建模工具等
- 数据链：原料的物理化学性质数据、反应条件数据（如温度、压力、催化剂种类及用量）、生产设备的运行参数数据、产品质量检测数据（如纯度、杂质含量、物理性质等）、市场需求和销售数据、经营指标和服务数据、三维模型、工业图纸图表、设备说明书等
- 痛点问题：生产效率低下、数字化人才短缺、环境污染严重以及安全隐患多等。生产效率方面，传统生产方式自动化程度低，难以实现大规模连续化生产，导致产能受限。员工专业技能单一，具备数字化能力不足，行业内缺乏既具备扎实石化行业知识又精通信息技术的复合型人才；数据质量和可用性差

研、产、管、服数字化集成

- 现状评级：★★
- 工具链：分子模拟与设计软件、聚合反应仿真软件、生产管理系统、指挥调度软件、人力规划平台、数据治理平台及工具、数字化建模工具等
- 数据链：原料的物理化学性质数据、生产设备的运行参数数据、合成反应条件数据（如温度、压力、反应时间）、高分子链结构表征数据（如分子量分布、链段长度）、产品性能测试数据（如力学性能、热稳定性）、生产效率和成本控制数据、三维模型、工业图纸图表、设备说明书等
- 痛点问题：原料性质的不稳定、聚合反应条件的难以精确控制以及成型工艺参数的复杂调控，导致产品质量参差不齐，影响产品的市场竞争力和客户满意度。同时，生产过程中能耗高、排放量大，对环境造成了不可忽视的影响；数据质量和可用性差

研、产、管、服数字化集成

- 现状评级：★★
- 工具链：高分子模拟仿真软件、工程设计软件、生产管理系统、物流优化平台、智慧工地平台、数据治理平台及工具、数字化建模工具等
- 数据链：原料单体的物理化学性质数据、聚合反应条件数据（如温度、压力、催化剂种类及用量等）、高分子链结构表征数据（如分子量分布、链段长度、序列结构等）、成型工艺参数数据（如注塑压力、温度、模具设计等）以及最终产品的性能测试数据（如力学性能、热性能、介电性能等）、三维模型、工业图纸图表、设备说明书等
- 痛点问题：原料性质波动、聚合反应条件控制不当以及成型工艺参数不匹配等，易导致产品质量不稳定，如力学性能下降、热稳定性差等。生产过程中的能耗高、废弃物排放量大，对环境造成压力，生产效率难以提升，成本控制困难；数据质量和可用性差

主要编制单位：中国电子技术标准化研究院、中控技术股份有限公司、石化盈科信息技术有限责任公司、浙江省电子信息产品检验研究院、中国石油油气和新能源分公司、中石油（北京）数智研究院有限公司、恒力石化股份有限公司、中国石油石油化工研究院