

ICS 71.020
G 00

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 6346—2025

石化和化工行业数字化转型 成熟度评估

Maturity assessment of digital transformation for petrochemical and
chemical industry

2025-07-02 发布

2026-02-01实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言..... I

石化和化工行业数字化转型成熟度评估 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 模型框架 2

5 成熟度等级 3

6 能力域 3

7 成熟度要求 5

8 评估方法 18

9 成熟度等级判定 19

附 录A（规范性）炼化企业成熟度要求 20

附 录B（规范性）现代煤化工企业成熟度要求 26

附 录C（规范性）传统煤化工企业成熟度要求 31

附 录D（规范性）氯碱企业成熟度要求 36

附 录E（规范性）轮胎企业成熟度要求 42

附 录F（规范性）涂料及颜料企业成熟度要求 51

参 考 文 献..... 59

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：中国工业互联网研究院、中国石油和化学工业联合会、中国石油化工集团有限公司、中国化学工程集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、中国氮肥工业协会、中国氯碱工业协会、中国橡胶工业协会、中国涂料工业协会、中国无机盐工业协会、化工行业生产力促进中心、中国信息通信研究院、石化盈科信息技术有限责任公司、中化学数智科技有限公司、中国石化工程建设有限公司、中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司、天津仁爱学院、陕煤集团榆林化学有限责任公司、中煤陕西能源化工集团有限公司、中国寰球工程有限公司、内蒙古鄂尔多斯联合化工有限公司、国家能源集团宁夏煤业有限责任公司、唐山开滦炭素化工有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、河南心连心化学工业集团股份有限公司、安徽晋煤中能化工股份有限公司、泸天化（集团）有限责任公司、云南祥丰石化有限公司、四川金象赛瑞化工股份有限公司、云南水富云天化有限公司、湖北宜化集团有限责任公司、新疆天业（集团）有限公司、新疆中泰（集团）有限责任公司、天津大沽化工股份有限公司、赛轮集团股份有限公司、双钱轮胎集团有限公司、山东玲珑轮胎股份有限公司、三角轮胎股份有限公司、青岛双星轮胎工业有限公司、软控股份有限公司、暨南大学、山东齐鲁漆业有限公司、珠海市长陆工业自动控制系统股份有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司、山东祥海钛资源科技有限公司、多氟多新材料股份有限公司、确成硅化学股份有限公司、福建天辰耀隆新材料有限公司、河北业之源新材料股份有限公司、清云智通（北京）科技有限公司、丰益高分子材料（连云港）有限公司、华为技术有限公司、北京互时科技股份有限公司、华工产业技术研究院、北京思路智园科技有限公司、安元科技股份有限公司、北京达美盛软件股份有限公司、苏州市冠伽安全科技有限责任公司、北京嘉联优控科技有限公司、北京国化石油和化工中小企业服务中心、北京赛孚化工技术研究院有限公司、恒信润丰科技开发（北京）有限公司、安徽瑞邦数科科技服务有限公司、上海华谊信息技术有限公司、中核华纬工程设计研究有限公司、天津经济技术开发区扬帆通信技术应用促进中心、中国化工经济技术发展中心、中国钢铁工业协会、建筑材料工业信息中心、昆仑数智科技有限责任公司、中国石油化工股份有限公司九江分公司、中国石化青岛炼化化工有限责任公司、山东省工业互联网发展研究中心。

本文件主要起草人：李渊源、明希娟、景浩、纪庭超、尚舵、郭小波、王秀江、王倩、曹梦然、王子宗、赵学良、周伟、张公明、王博、孙长庚、张哲、杨晓鹿、黄为勇、王立庆、韦勇、张文雷、张守特、范红波、朱红、董文敏、李力、孙丰阁、牛仁杰、李文军、范典、温仰飞、朱玥、索寒生、刘东庆、吕雪峰、侯明艳、管浩、练振环、张瑞、李瑞、高雪颖、邹桐、陆军、叶自力、刘霄、王会民、郑宝祥、赵志建、李俊杰、马春雷、贺海波、李晓光、杜飞、于微微、孙长俊、赵建宁、姜永、李翔、李易轩、赵桂林、李沛、杨文华、孙洪、樊慧峰、汤以逵、袁雷、田军、傅宇、祁虎林、徐文伟、唐印、何文华、尹廷翔、王明红、黄乐观、王胜利、文刚、李津、朱宇宏、曹冬博、刘格宏、张琦、战先迎、王海峰、何颖、唐腊梅、王锋、王健、苏明、刘云成、张松、张丽杰、金成光、屈挺、李明星、隋振奎、项进解、查鹿云、侯宝瑞、乔仲春、杨华春、薛旭金、阙伟东、刘晶、何献、刘学功、萨仁高娃、朱天松、张明东、李俊朋、宋兰兰、宋楠、曹炜、田广礼、李文瑞、张文、姜朝露、王三明、苏城、姜海涛、吕祺威、陆冠峰、冯高鹏、邵巍龙、王再富、马天、张霖、李晓明、孙小娟、蒋若宁、阚道远、吴江蛟、李如财、张春利、曹琳、冯超、符鑫峰、韩冬阳、袁健、刘平、房晓峰。

石化和化工行业数字化转型成熟度评估

1 范围

本文件确立了石化和化工行业企业数字化转型成熟度评估的术语和定义、评估模型、成熟度等级、成熟度要求和评估方法等。

本文件适用于石化和化工行业企业数字化转型成熟度评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 36073-2018 数据管理能力成熟度评估模型

GB/T 43439-2023 信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估

GB 30871-2022 危险化学品企业特殊作业安全规范

3 术语和定义

GB/T 43439-2023界定的相关术语和定义以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化技术 digital technology

数字化转型过程中用到的信息技术及其组合。

3.2

业务数据化 digitization of business

对业务系统中沉淀的数据加以利用，完成数据价值的闭环。

3.3

数据业务化 data-driven business models

围绕业务系统中沉淀的数据，创新以数据为业务（交易）对象的新型业务。

3.4

数字化运营 digital operation

通过数字化技术实现组织内部相关的管理活动，包括但不限于财务、供应链、营销等的数字化升级，实现组织运营模式变革和效率提升。

3.5

评估域 assessment domain

用于开展数字化转型成熟度评估的能力域或能力子域集合。

3.6

产品全生命周期 product full lifecycle

包括市场需求调研阶段、产品开发阶段、产品设计阶段、产品的制造阶段，销售阶段和售后服务阶段等的全部时间的总称。

[来源：GB/T 41255-2022，3.2]

3.7

设备管理 equipment management

以设备为对象，追求设备综合效率，应用理论、方法，通过技术、经济、组织措施，对设备的物理运动和价值运动进行全过程管理。

[来源：GB/T 41255-2022，3.3]

3.8

工业软件 industrial software

工业软件是用于或专用于工业领域，为提高工业研发设计、业务管理、生产调度和过程控制水平的相关软件和系统。

[来源：GB/T 39474-2020，3.7]

3.9

炼化企业 petrochemical industry

以石油、天然气及其产品为原料，生产、储运、运输各种石油化工产品的炼油厂、炼化厂、化纤厂等，或由其联合组成的工厂。

3.10

现代煤化工企业 modern coal chemical industry

以煤为原料，采用先进技术和加工手段生产替代石化产品和清洁燃料的工厂，包括煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制芳烃、煤制乙二醇等。本标准中所指的现代煤化工主要包括煤制烯烃、煤制芳烃、煤制乙二醇等。

3.11

传统煤化工企业 traditional coal chemical industry

以煤或天然气为原料生产合成氨及下游化工产品的工厂，以化肥为主。

[来源：GB/T 31428-2021，煤化工术语，3.1，有修改]

3.12

氯碱企业 chlor-alkali industry

采用氯化钠溶液（氯化钾溶液）生产氢氧化钠（氢氧化钾）、氯气、氢气，并以它们为原料生产聚氯乙烯等一系列化工产品的工厂。

[来源：GB/T 30295-2013，氯碱工业用全氟离子交换膜 通用技术条件，3.1，有修改]

3.13

轮胎企业 tyre industry

以天然橡胶和合成橡胶等为原料生产安装在车轮或机轮上的圆环形弹性制品的工厂。

[来源：GB/T 6326-2023，轮胎 术语，3.1，有修改]

3.14

涂料企业 coating industry

在天然树脂或合成树脂中加入颜料、溶剂和辅助材料，经加工后制成涂装材料的工厂。本标准中所指的涂料包括溶剂型涂料、水性涂料、粉末涂料以及辐射固化涂料。

3.15

颜料企业 pigments industry

生产不溶于使用介质（例如涂料或塑料）的颗粒状着色剂的工厂。

[来源：GB/T 5206-2015，色漆和清漆 术语和定义，2.193，有修改]

4 模型框架

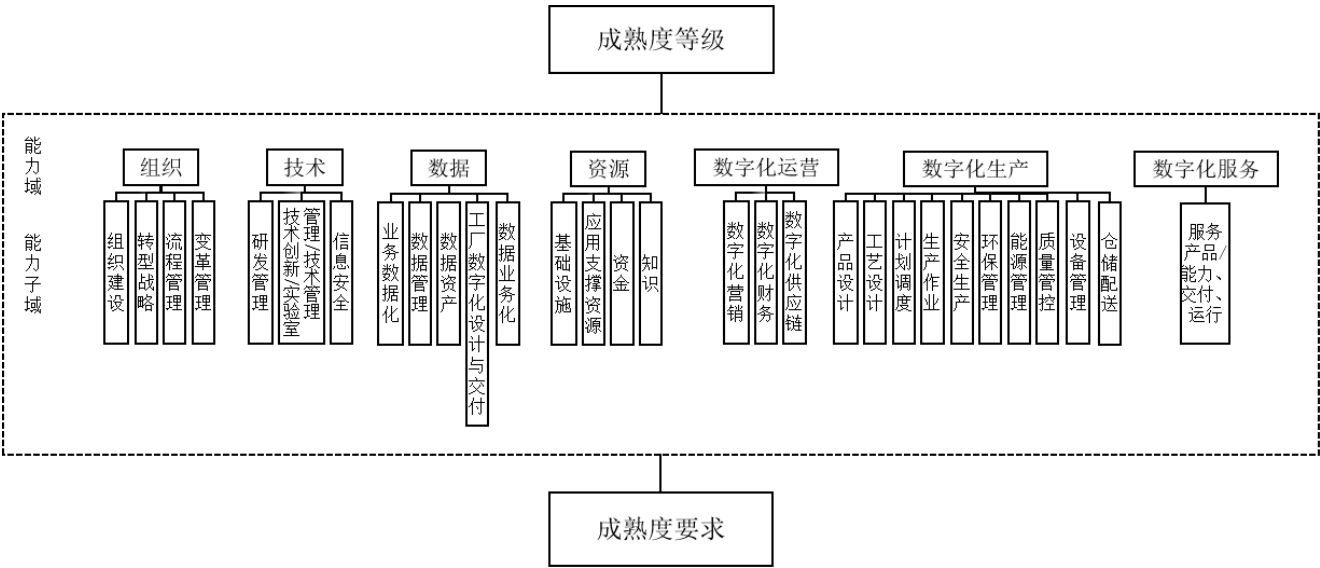


图1 石化化工行业数字化转型成熟度模型框架

5 成熟度等级

石化和化工企业数字化转型成熟度评估等级详见表1，自低向高分为五级。

表1 成熟度等级

评估结论	得分区间	层级说明
一级	$0.8 \leq A < 1.8$	企业应具备数字化转型意识，开始对实施数字化转型的基础和条件进行规划，在运营、生产、服务等业务领域基于内外部需求开展数字化转型探索工作。
二级	$1.8 \leq A < 2.8$	企业应对数字化转型的组织、技术、数据和资源进行规划，完成局部业务的数据收集、整合与应用，初步具备基于数据的运行和优化能力。
三级	$2.8 \leq A < 3.8$	企业应具备数字化总体规划并有序实施，完成关键业务的系统集成和数据交互，在运营、生产和服务领域实现基于数据的效率提升。
四级	$3.8 \leq A < 4.8$	企业应将数据作为支撑运营、生产和服务关键领域业务能力提升优化的核心要素，构建算法和模型为业务的相关方提供数据智能体验。
五级	$4.8 \leq A \leq 5$	企业应基于数据持续推动业务活动的优化和创新，实现内外部能力、资源和市场等多要素融合，构建独特生态价值。

6 能力域

石化和化工行业数字化转型成熟度评估模型包括组织、技术、数据、资源、数字化运营、数字化生产、数字化服务等7个能力域和30个能力子域，能力子域分为基础共性指标及行业特性指标，详见表2。企业可结合自身业务情况对能力子域进行裁剪，能力子域经裁剪后如有缺项，权重可在能力域内部等比扩大至100%。

表2 石化和化工行业数字化转型成熟度评估模型

能力域	能力子域	指标类型	指标权重	裁剪项
组织	组织建设	基础共性	2%	否
	转型战略		2%	否
	流程管理		1%	否
	变革管理		1%	否
技术	研发管理	行业特性	3%	是
	技术创新/实验室管理/技术管理		3%	是
	信息安全	基础共性	2%	否
数据	业务数据化		2%	否
	数据管理		1%	否
	数据资产		1%	否
	工厂数字化设计与交付		3%	否
	数据业务化		2%	否
资源	基础设施		1%	否
	应用支撑资源		1%	否
	资金		2%	否
	知识		2%	否
数字化运营	数字化营销		1%	是
	数字化财务		3%	否
	数字化供应链	行业特性	6%	否
数字化生产	产品设计		4%	是
	工艺设计		2%	是
	计划调度		4%	是
	生产作业		15%	否
	安全生产		6%	否
	环保管理		6%	否
	能源管理		6%	否
	质量管控		6%	否
	设备管理		6%	否
	仓储配送		5%	否
数字化服务	服务产品、能力、交付、运行	基础共性	1%	是

7 成熟度要求

石化和化工行业数字化转型成熟度评估模型分为通用评估模型和细分领域评估模型，通用评估模型成熟度要求详见表3，细分领域企业评估模型成熟度要求详见规范性附录A-F。成熟度要求在附录中列明的，以附录要求为准。每一项能力子域的成熟度分为5级，相关要求逐级提高。

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
组织	组织建设	1.应在重点部门或领域，明确（领导层、中层管理层以及基层）各层级主要人员的数字化转型职责； 2.应针对数字化转型需求，配备必要的人员； 3.应积极培育主要人员的数字化意识，开展数字化转型专题学习、研讨等； 4.应识别数字化转型所需要的人才。	1.应在组织架构层面，考虑数字化转型相关团队或岗位设置； 2.应配备满足数字化转型需求的人员，包括但不限于信息技术人员、信息安全人员等； 3.应积极打造数字化转型相关的文化氛围，开展相关宣传等。	1.应在各管理与业务领域配置具备数字化转型职责的岗位，并通过职责、考核、培训等措施，确保数字化转型活动有效开展； 2.应建立满足持续推进数字化转型的人员队伍和培训体系等； 3.应培育人员使用数据发现问题、分析问题、解决问题的能力，并确保人员能够正确认识数字化转型带来的各类生产活动变化； 4.应具备识别自身数字化转型人力资源短板的能力，逐步建立数字化转型外部专家库。	1.应通过量化管理方式，管理相关岗位的任职资格及人才储备等； 2.应确保人员树立科学开发数字资源的观念与方法，并以数字化、软件化的方法，共享知识、技能和经验； 3.应识别信息技术及其服务创新人才、数字化转型治理与管理人才等需求并有意识地吸纳和培养相关人才。	1.应结合数字化转型战略，建立岗位数字化评价优化机制，持续优化岗位数字化评价模型，优化调整组织结构与岗位职能； 2.应持续推进数字化转型生态文化建设； 3.应建立专门的专家团队、研究团队、执行团队，支撑生态体系建设与发展。
	转型战略	1.应明确数字化转型的重点和方向； 2.组织管理者应具备数字化转型意识。	1.应制定与组织发展相契合的数字化转型战略框架； 2.数字化转型主要负责人应具备数据洞察、数据分析等能力。	1.应落实完善数字化战略，包括目标、愿景、策略、路径、组织架构、关键指标等文件； 2.应统筹数字化转型团队开展评估、指导、监督组织的数字化转型活动。	1.应基于数字化转型战略形成具体的实施路径及计划，并采用数字化技术对计划执行进行监控； 2.应分别对数字化转型各方面成效评估评价，如业务、管理创新、技术、产品和服务等。	1.应具备利用人工智能等信息技术手段进行转型决策的能力； 2.应基于转型活动的历史数据，预测、模拟数字化转型的成果或效果，明确数字化转型需求。
	流程管理	1.应具有局部业务流程的管理规范或规章制度。	1.应使用信息技术手段管理流程制度修订过程、宣贯活动、配套成果等；	1.应使用信息技术手段跟踪各项流程并获取流程关键数据；	1.应建设流程数据库，使用信息技术手段开展流程测试、发布和固化，并实现流	1.应基于流程管理与各业务管理系统的集成，实现流程发布、执行、反馈；

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			2.应基于转型需求优化相关业务流程。	2.应评估部门间的流程协同效果，开展流程改进以消除流程间的冲突与矛盾。	程模板的版本管理和迭代优化； 2.应建立常见的流程设计评测模型，对流程设计成果进行模拟和评价。	2.应建立主要流程改进影响因素模型，结合流程全局图谱和历史数据等，预测流程改进面临的问题，基于知识库给出解决方案。
	变革管理	1.应建立面向数字化转型的变革管理领导机制。	1.应准确识别数字化变革需求，制定数字化变革规划及行动计划，以此为依据开展数字化变革活动； 2.应建立验证机制分析局部变革的有效性。	1.应建立变革监测指标、方法与体系，实现动态监测和告警； 2.应识别变革风险，特别是局部变革对组织整体业务的影响风险，制定应对措施或变通方案，并通过数字化技术监测风险及风险处置过程。	1.应建立体系化的变革驱动模式，形成涵盖管理层和执行层的变革机制； 2.应基于变革前后的数据监测和数据模型，预测变革风险，并使用数字化技术实现各类预案的启动、发布和实施。	1.应建立基于数据的变革驱动模式，主动识别数据要素，建立组织的可持续竞争力模型，在体系化变革机制中，基于模型数据自动识别变革需求，并基于知识库，形成建议方案或路径； 2.应基于数据分析模型，实现变革各项关键指标关联，精准识别变革优化的关键项和下一场变革的关键驱动因素指标。
技术	研发管理	1.应规划数字化转型基本研发条件和设施采购计划； 2.应制定产品研发过程数字化技术跟踪记录规范。	1.应通过信息技术手段，实现研发关键环节管理； 2.应通过信息技术手段对研发过程进行记录和追溯； 3.应建设典型的系列化产品标准库、产品设计知识库，实现智能匹配。	1.应通过信息技术手段，实现研发的全流程管理； 2.应建立研发管理全流程绩效指标体系； 3.应建设产品生命周期管理系统（PLM），建立研发平台与业务平台之间的数据通道，及时获取业务需求与参数信息，实现产品研发设计与生产业务的信息并行协同。	1.应基于研发管理全流程绩效指标体系，实现研发管理能力全流程迭代优化； 2.应建设产品研发知识迭代模型，实现产品生命周期动态数字化管理。	1.应建立与外部高校、科研院所等的协同研发平台，实现生态链的协同研发管理。
	技术创新/ 实验室管理/ 技术管理	1.应记录工艺设计过程，并可追溯； 2.应根据客户需求，按照设计经验进行工艺设计的策划，并基于计算机辅助开展设计。	1.应建立工艺仿真测试环境，采用工艺级数字孪生技术进行工艺设计、仿真设计； 2.应建设实验室典型工艺的知识库。	1.应实现产品设计、工艺设计与生产相关业务活动的信息并行协同，实现产品的多专业并行设计； 2.应建设完整的工艺设计、仿真分析和试验验证平台。	1.应实现实验室知识库的实时更新和实验室研发模型的迭代升级，支撑工艺设计、仿真分析和试验验证平台能力优化。	1.应通过人工智能等信息技术手段，建立行业数据中心、行业中试平台、联合实验室等生态级管理体系。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	信息安全	1.应具备信息安全意识，明确数字化转型活动中的信息安全要求。	1.应将数字化转型过程中的风险纳入风险管理的全过程，并控制相关风险到可接受范围。	1.应对信息环境进行监测预警，定期开展信息安全防护措施的检测评估活动； 2.应建立全员理解和掌握信息安全保护的技术与方法，确保信息安全漏洞与威胁能够及时发现并得到有效处置。	1.应建立完善的信息安全防护体系，开展攻防演练，实现主动防御和安全事件应急处置； 2.应及时获取安全威胁情报，并通过数据模型动态研判信息安全态势。	1.应通过人工智能等信息技术手段，预测新技术、新模式、新业态带来的潜在信息安全风险，并自动给出有针对性地解决方案； 2.应实现信息安全与产业转型升级的一体化融合，确保信息安全风险与处置的自优化、自决策等。
数据	业务数据化	1.应能够识别和感知业务数据，能够基于控制系统对数据状态进行监测、控制； 2.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测设备等，并部署常态运行的数据采集网络和数据存储设施，数据自动采集率大于 80%。 注：数据自动采集率=采集总量/理论采集量*100%。其中，统计采集总量：在采集周期内（每班、每天等），统计实际采集到的数据总量；理论采集量是指在采集周期内的理论最大数据量，通常可以根据生产线上的设备数量、运行状态、采集频率等因素进行估算。	1.应建立数据统一编码，制定不同类型的数据规范，实现对各类业务的支撑； 2.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测设备等，并部署常态运行的数据采集网络和数据存储设施，数据自动采集率大于 90%。	1.应通过信息技术手段对产品或其生产装置状态进行动态跟踪、识别、监测、控制、优化等； 2.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测设备等，并部署常态运行的数据采集网络和数据存储设施，数据自动采集率大于 95%。	1.应建立企业数据统一模型，基于工业互联网平台进行产品或其生产装置的动态跟踪、识别、监测、控制、优化等。	1.应引入外部咨询公司、行业协会、上下游产业链企业等关键数据，建立产业链统一数据模型，实现基于数据自分析的业务自优化能力。
	数据管理	1.应响应数字化需求，获取相关业务数据并提供数据接口； 2.应在现有数据安全规范要求下使用数据。	1.应建设数据管理平台，利用平台开展数据管理； 2.应对局部业务所涉及的数据管理过程定义标准、规范和指南。	1.应建立组织内完备的数据管理体系，其要求应符合 GB/T36073-2018 中 7.1.4c、7.2.4c 和 7.3.4c 的规定； 2.应定义各管理域的考核指标，并开展管理域的评估。	1.应建立数据管理过程的考核评估模型； 2.应基于模型对管理过程开展量化绩效评估，对管理过程进行迭代优化。	1.应引导生态伙伴参与建立数据管理过程体系，建设智能化的数据管理工具平台，覆盖生态业务，并与其他相关流程有效配合，支撑生态合作伙伴的融合数据管理。
	数据资产	1.应响应数字化需求，识别相关数据资源并形成数据资产目录。	1.应明确局部业务的数据资产管理目标，建立数据资产管理制度和过程，建	1.应建立数据资产管理组织和框架，明确数据资产管理机	1.应建设数据资产管理平台，实现数据资产互通及时	1.应将数据资产作为生产要素纳入资产负债表，开展数据资产的业务价值评估；

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			立数据的授权使用机制，确保数据使用合法合规； 示例：如数据权属保护、数据属性定义、数据质量考核等。 2.应制定局部业务的数据资产管理实施方案，开展数据资产盘点，更新数据资产目录，形成数据资产成果。	制，发布数据资产管理策略，任命数据资产管理负责人； 示例：如数据资产识别、确权、运营、交易、评估、审计和安全等环节的管理要求和流程。 2.应全面建立数据资产台账，定期开展数据资产盘点、应用效果评估和流通风险分析等工作。	响应服务、统计、分析等需求； 2.应建立数据资产联动的业务运营规则，实现数据资产持续增值。	示例：如业务贡献度、业务价值比重、经营质量和效率等。 2.应建立数据资产服务运营相关的收益分配机制，将自身数据资产融入生态，支撑生态可持续发展。
	工厂数字化设计与交付	1.针对新建/已建工程应制定数字化交付/恢复的战略规划和管理规定。	1.应通过信息技术手段收集设计阶段产生的数据、文档、模型，以标准数据格式存储； 2.应建立数字化交付/恢复组织机构，建立数字化交付/恢复管理专业人才团队。	1.应建设数字化移交平台，平台应具备基于设备、工艺位号等的数据集成及跨专业设计协同能力，并实现以对象为中心、基于位号的设计、供应商、施工等数据的关联，构建单一可信数据源，具备数据校审能力； 2.应具备数字化交付/恢复标准编制能力。	1.应统一数据模型，实现项目全寿期的三维可视化乃至沉浸式虚拟体验，集成产品、过程和工厂模型数据库，通过可视化、仿真和文档管理，以提高产品的质量和生产过程所涉及的质量和动态性能； 2.在工厂建设和运维过程中，应能充分利用建设期数字化交付成果进行数据分析和决策。	1.应建设数字化交付平台，链接新建/已建工程的设计院、设备供应商、施工单位等外部单位，实现工厂全流程数字化设计、交付与变更。
	数据业务化	1.应基于电子化工具开展数据统计，并可根据经验开展初步数据分析。	1.应基于信息技术手段开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求。	1.应基于信息技术手段开展数据分析，支撑相关决策和优化活动； 2.应对数据资产进行分类分级管理或开展数据模型管理、数据标准管理、数据质量管理、主数据管理、数据安全治理、元数据管理、数据开发管理等活动。	1.应建设数据服务平台，提供可视化工具、报表分析工具、数据开发管理工具； 2.应建立相关机理模型、数学模型等，进行相关业务的预测、决策和优化； 3.应建立可共享、可复用的数据资产体系，构建多层次数据资产目录。	1.通过数据资产共享、数据开放或数据交易等模式进行数据流通。
资源	基础设施	1.现有信息技术基础设施应满足为数字化需求提供基础设施资源保障的要求。	1.应建立数字化转型基础设施资源管理机制，为数字化转型提供资源；	1.应对数字化转型相关资源的采购、储备及调配形成有效规划及具体措施；	1.应将基础设备资源集中统筹管理，形成资源库，对基础设备进行统一调配；	1.应建立基础设施资源的可伸缩、可拓展、可监控的动态管理机制；

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			2.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，布设高清摄像、高精度传感、高性能定位模组等采集设备。已部署可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）等工业控制系统。	2.应部署实验开发、制造执行、分析测试、采购销售等信息化系统。	2.应建设部署算力设施、模型算法。	2.应建设部署高性能算力，实现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； 3.应部署流程模拟、工艺仿真以及基础性数据库等工业软件，将生产调度、工艺控制、设备管理、能源管理等经验知识转化为模型算法，形成模型库、算法库和知识库，实现工业技术软件化。
	应用支撑资源	1.应具备局部数字化转型信息系统建设所需的基本应用支撑资源。	1.应对数字化转型信息系统建设所需的应用支撑资源进行系统性规划。 示例：如企业资源管理系统（ERP）所需的网络环境、传感与存储等设备设施、基础数据等。	1.应满足功能性、易用性、可靠性、可移植性、可维护性等要求； 2.应支持为组织应用和系统提供开发、运行和管理服务及基础能力和集成环境。	1.应提供从数据库访问到界面展现的全过程封装，并提供高效研发所需的功能组件； 2.应支持多种类型数据库的访问，支持多种缓存以及多种展现方式，便于应用扩展； 3.应支持集群部署、分布式服务、横向扩展等。	1.应具备应用支撑资源的动态、敏捷、安全扩展能力； 2.应基于资源服务进行资源量化管理，建立资源应用和管理模型，并持续优化。
	资金	1.应安排专项资金计划支持数字化转型需求的实现。	1.应在局部业务中落实资金计划并设立数字化转型专项资金的管理措施。	1.应建立与行业特点、数字化水平等相匹配的数字化转型资金的投入预算及管控机制； 2.应建立资金保障管理制度，并持续优化和改进资金保障管理。	1.应对数字化转型资金进行统筹协调利用、优化调整、动态协同管理和量化精准核算，实现数字化转型资金自身数字化管理； 2.应持续识别风险，制定应急储备资金方案。	1.应建立数字化转型生态建设相关的资金预算； 2.应针对生态环境相关数字化转型工作所需资金和保障机制，建立相对独立的管控与审计体系，创新资金使用和保障模式。
	知识	1.应重视知识在数字化转型中的作用，具备知识获取意识。	1.应识别局部业务数字化转型所需的知识资源要素，建立知识管理体系。	1.应对数字化转型所需的知识资源进行管理，全面建立并维	1.应建立知识资源的规划模型，对组织数字化转型所需知识资源进行预期规划；	1.应支持企业内、行业内知识库的互联共享，实现知识创新；

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
				护数字化转型所需知识资源，建立数字化转型知识库。	2.应建设知识资源的管理平台，对数字化转型的数据模型及其关系模型、路径模型等实现平台化管理，形成模型要素间的整合管理。	2.应推动实现数字化转型所需知识在上下游生态中的知识资源协同，创新和引领知识管理新模式，实现知识重组和再造。
数字化运营	数字化营销 注：对于从属于集团型企业的被评估生产企业，如果其营销业务归口在集团公司，在评估时，可对本条款进行裁剪。	1.应建立完备的销售管理流程和控制规范； 2.应基于销售历史数据，结合当前价格、供需等市场动态，提前判断原料的市场价格趋势； 3.应对客户服务信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门。	1.应通过信息技术手段，规范及整合销售、生产、库存等相关系统的基础数据与业务数据； 2.应通过信息技术手段，实现客户服务管理，对客户信息服务信息进行统计并反馈给相关部门。	1.应通过信息技术手段，整合所有销售方式，集成企业采购、仓储、生产等系统，打通销售、仓储、生产等相关业务流程，实现合同及订单执行、单据流转、库存变化的同步； 2.应具有客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。	1.应通过信息技术手段预测预警产成品市场变化趋势、分析销售策略、进行销售预测、制定及优化销售计划，并及时调整销售策略及计划，并将调整结果同步反馈至采购、物流、生产等相关系统； 2.应建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务。	1.应通过人工智能等信息技术手段动态跟踪上下游产业链发展趋势，实现基于自身产品与服务的销售策略自优化； 2.应采用服务机器人实现自然语言交互、智能客户管理，并通过多维度的数据挖掘，进行自学习、自优化。
	数字化财务	1.应规范会计记账和资金管理，通过信息技术手段管理财务报表和开展财务分析； 2.应规范组织经营、生产活动与项目实施等的预算与决算机制，并使用信息技术手段管理各项收支。	1.应建立完善的财务管理体系，并通过信息技术手段实现财务管理、固定资产管理等； 2.应规范财务预算和投资管理，通过信息技术手段分析相关数据，满足各项预算与决算决策需求。	1.应使用信息技术手段实时采集各类金融账户数据，实施各项经费对账，及时提醒重大资金风险； 2.应在规范化预算决算机制基础上，建立财务和成本控制计划及其执行管理机制，实现产品与服务的成本性、精细化核算和全面预算管理。	1.应通过财务系统与营销、生产与服务管理、项目管理等集成，建立并应用管理数据模型，实现合同、订单、费用、进度等的业务协同与一致性管理，支撑营销、生产与交付等业务人员的敏捷经营决策，包括报价与策略、计划与进度、质量与回款等； 2.应开展全员经营意识、成本意识建设和相关培训，并建设经营分析与成本控制知识库。	1.应通过人工智能等信息技术手段挖掘预算与决算数据，建立经营监测、预测模型，支持业务领域预算与决算的动态监测、预测与优化； 2.应通过金融与资金成本融入业务发展模型中，实现业务单元财务精准管控与优化，以及产品与服务全成本精准核算与管控。
	数字化供应链	1.应根据全年产品生产计划、物料需求和库存等信息，实现对采购合同、采购	1.应通过信息技术手段制定物料需求计划，根据库存情况进行二次平衡后生	1.应通过信息技术手段，将采购、设备维修、项目管理和仓	1.应建设基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库预	1.应通过人工智能等信息技术手段，实时监控采购环节的风险及变化，自主做出反

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		订单、到货、停车检修等信息管理，并制定大宗原料、辅料等采购计划； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程； 2.应通过信息技术手段对供应商定期进行多维度评价，明确准入、退出机制，实现供应商的全生命周期管理。	储等打通，实现采购渠道多源化和采购低成本化； 2.应建设供应商管理平台，实现企业和供应商在采购执行流程中的信息共享，并依据供应商产品价格、到货率、检维修等数据进行多维度评价。	测优化分析系统，实现库存优化以及采购辅助决策； 2.应实现企业内部供应链和销售、财务数据集成，并与上游大宗原材料供应商的销售系统互动，实现数据互通与协同，实现通过数据分析模型优化供应商评价和选择。	馈和调整，自优化供应商选择、原材料采购计划、日常物资需求计划、安全库存等； 2.应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或及时供货，实现供应链资源协同。
数字化生产	产品设计	1.应建立清晰完善的设计管理、质量控制、合规性检查控制体系，有完善的各产品设计流程管理制度； 2.应基于设计经验，进行计算机辅助产品规划及产品设计，实现图纸规范化、标准化。	1.应建设产品生产流程、生产过程参数、资源、方案等关键要素的知识库，并能以结构化的形式展现、查询与持续更新； 2.应通过设计管理软件，实现产品设计数据或文档的结构化管理及数据共享，以及版本管理、权限控制、电子审批管理等。	1.应集成工艺设计系统、制造执行系统（MES）等，实现结构化工艺下传，自动生成现场作业指导施工等信息，并基于研发工艺换版，实现研发产品的现场生产自动切换； 2.应具有完备的产品设计系统，建立包含工艺管道模型、设备模型、工艺参数等信息的工艺模型，将完整的工艺信息集成于三维数字化模型中。	1.应具有覆盖设计和施工乃至使用期间全周期的设计、修改、交付、工程改扩建的全要素数字化集成、协同、调整、变更、归档、运维管控能力； 2.产品设计系统应具有高水平的数据挖掘分析和设计分析优化能力，实现辅助工艺创新推理及在线自主优化。	1.产品设计系统支持用户、供应商等多方信息交互、协同设计。
	工艺设计	1.工艺设计环节应具有相关设计标准和技术规范，企业具有生产作业相关工艺文件和作业指导书； 2.应对工艺文件进行规范化管理。 示例：工艺图纸、工艺过程卡、作业指导书、工艺参数、程序、配方等。	1.应具备关键工序设备个性化定制的接口与能力，能够及时传输和下发与生产相关的图纸、工艺文件、作业指导书、配方等图文资料到生产现场； 2.应在工艺设计或工艺优化过程中，实现计算机辅助设计，建设工艺流程和工艺知识库，并提炼形成产品的典型工艺模板。	1.应基于三维模型，具有流体力学、热力学、机械管道工程、化学工程等方面的专家系统和数学模型，实现优化工艺、设备布置、管线、电气、控制等设计、资源配置与计算，在工艺设计阶段开展工艺系统验证和生产模拟。	1.应支持基于生产现场反馈信息的工艺动态优化，实现新工艺设计、验证、优化联动； 2.应建设工艺仿真环境、本企业原料物性库等，集成工艺设计系统与仿真系统，实现工艺设计全流程优化。	1.应通过人工智能等信息技术手段，进行工艺设计全生命周期动态管理，实现设计、工艺、制造、检验、运维等信息动态集成，支持用户与工艺设计环节信息交互，实现多领域、多区域、跨平台的全面协同优化。
	计划调度	1.应依据人员经验进行调度作业计划编制，形成详细生产作业计划文档；	1.应系统考虑各种能力的限制进行调度排产，对生产月度计划进行拆解，生	1.应基于约束理论的有限产能算法开展排产调度，系统自动生成详细生产作业计划；	1.应建立数学模型，采用先进排产调度的算法，依据专家经验，系统自动给出满足	1.应通过不断试算的方式进行排产计算，动态调整周、日作业计划，并对生产偏差

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		2.应通过信息技术手段支撑生产作业基础数据的获取，支持调度工作； 3.应依据系统数据人工进行异常处置。	成详细生产作业计划，并通过报表展示计划和完成的偏差对比； 2.应构建调度指令解析器，可实现处置建议、排产计划自动分解为调度指令； 3.应实现调度指令在线发布、在线执行、在线跟踪、在线反馈的痕迹化闭环管理。	2.应集成计划调度系统与制造执行系统（MES），具备异常情况自动预警能力，支持人工对异常的处置。	多种约束条件、优化的排产方案，形成最优的详细生产作业计划； 2.应建立调度指令库和异常处置经验库，针对不同的生产活动，采用大数据分析等技术，协助调度人员构建指令方案，人工确认后下达执行。	进行预警和分析，自动做出响应； 2.应通过人工智能等信息技术手段，根据调度排产计划自动捕获的生产异常事件，自动生成调度指令并发布，自动跟踪执行结果并反馈。
	生产作业	1.应建设有独立的专业系统（如实时数据库），实现装置投入产出、罐存、进出厂的工艺参数（温度、压力、液位、流量、组分等）监控； 2.通过人工手动控制分布式控制系统（DCS）； 3.应依据系统数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 4.关键工序数控化率大于70%，设备完好率和自控率低于30%。 注a：关键工序数控化率指关键工序中PLC、DCS、PCS等过程控制系统覆盖率。 注b：设备完好率=完好设备总台数/生产设备总台数×100%。其中，完好设备指零部件磨损、腐蚀程度不超过技术规定标准，润	1.应实现装置、罐区、进出厂装卸台工艺运行实时数据、物料移动关系、库存实时数据的集成监控； 2.应通过分布式控制系统（DCS）编写个性化脚本，实现部分自动控制； 3.应监控重点环节运行状态，及时处置生产异常状态报警，实现机、泵、塔、罐等生产设备安全平稳运行； 4.关键工序数控化率大于80%，设备完好率和自控率达30%至50%。	1.应建设生产平衡经验库，实时跟踪生产运行状态，并根据生产波动情况，协助调度指挥人员编制生产平衡调整方案； 2.应建设生产全流程的工艺指标（温度、压力、液位、流量、组分等）可视化监控系统并在线分析，实现平稳率及合格率的实时监控预警； 3.核心生产装置应采用先进过程控制系统（APC）； 4.应基于实时数据集成，开展异常信息综合分析，形成处置记录； 5.关键工序数控化率大于90%，设备完好率和自控率达50%至80%。	1.核心生产装置应采用实时优化（RTO）系统； 2.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 3.关键工序数控化率大于95%，设备完好率和自控率大于80%。	1.应通过人工智能等信息技术手段综合分析整个装置的运行情况，对装置运行状态进行诊断、告警和优化，必要时采取智能措施使装置平稳高效运行； 2.应在相关信息数据集中展示汇总的基础上，通过信息技术手段实现装置突发事件（泄漏、火灾、爆炸等）的远程诊断、远程操作指导。

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		滑系统正常、设备运转无超温、超压现象的生产；设备生产设备总台数应包括企业在用的、备用的、停用的以及正在检修的全部生产设备，不包括尚未安装，使用以及由基建部门或物资部门代管的设备，考核设备时必须按完好标准逐台衡量，不能采取抽查推算的办法。 注c：设备自控率=设备自动运行时间÷设备总运行时间×100%。其中，设备自动运行时间是指设备在生产过程中处于自动化工作状态下的时间，设备总运行时间则是指设备在生产过程中的总工作时间。				
	安全生产	1.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划； 2.应通过线下方式进行人员、档案、培训管理； 3.应建立符合标准规范要求的重点危险源视频监控、气体检测、温度检测和消防检测等环境监测设施，建立重大危险源安全与应急防护体系。	1.应建设作业票系统，实现作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录，并结合作业安全分析（JSA）实现电子作业票的在线审批； 2.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 3.应建立安全培训、风险管理、应急指挥等知识库，利用信息技术手段进行人员安全教育、安全应急培训管理； 4.应对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源	1.作业票系统应与人员定位、供应商管理等系统集成，实现作业票移动端全过程电子化闭环管理，针对各类不安全行为设置视频分析报警功能，实现生产安全一体化管理； 2.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况； 3.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生技术等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行浸入式培训。	1.应基于安全作业、风险监控、应急指挥等数据的集成分析，实现对应急指挥核心业务的精确预测和优化； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			进行实时监控，通过信息技术手段实现危险化学品、危险工艺的管理； 5.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范； 6.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 7.应建立在线安全教育平台或安全教育云课堂，开展线上教育。			企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现。
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划，对废气、废液、排放口颗粒物等定期进行采样监控，并将监测数据录入信息化平台。	1.应对废气、废液、排放口颗粒物等进行自动采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施（除尘设施、污水处理系统等）、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享； 2.应对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	1.应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，实现排放分析及预测预警； 2.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	能源管理	1.应实现水、电、汽、风等能源介质产、耗的定期计量管理； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应通过信息技术手段，建立能源的供应、转换、输配和消耗的管理体系； 2.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应建设能源管理平台，实现能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环，对能源的生产和消耗进行监控和预警，提高能源管理的定量管理水平； 2.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	1.应通过信息技术手段实现能源消耗、能源利用、设备能效等生产各环节的主动预测预警，并给出全局智能优化方案，实现自主优化闭环管理，推动用能设施技术改造。	1.应建设工业互联网平台，与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同形式的碳资产来实现碳减排目标。
	质量管控	1.应建立原材料、半成品、产成品等量化的质量指标体系； 2.应实现原材料、半成品、产成品等质量信息数据采集，包括检测结果、检验标准、质量指标等。	1.应将质量管理信息技术手段与生产控制信息技术手段集成，实现对质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理； 2.应在产品包装环节应用AI视频分析技术从产成品外观上判断产品质量问题，及时调整产品工艺，提高产品质量合格率。	1.应建立出入库、生产使用、成品制成等环节的过程质量检验数据信息链采集组织，实现产成品的质量信息、生产信息、销售信息追溯； 2.应建设在线质量数据库，实现原材料、半成品、产成品质量指标的可视化展示； 3.应利用质检业务相关的机器人提升质检的效率和质量。	1.建立数据挖掘模型，实现原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导； 2.应通过信息技术手段实现关键产成品出厂后的质量信息追溯。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立设备维护保养定期工作管理机制，包含：设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任务，包含计划周期组态、计划执行和计划提醒等功能； 2.应建立设备台账，分为静设备台账、动设备台账、电气设备台账、仪表设备台账、特种设备（起重机械、电梯、压力容器、压力管道、特种车辆和安全阀）台账和常压容器台账，实现设备基础信息管理和设备动态	1.应建立设备在线台账，实现在线查看设备信息； 2.应建设设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理，实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化； 3.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知	1.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 2.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控。	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理

表3 石化和化工行业数字化转型成熟度要求（通用）（续）

HG/T 6346—2025

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		信息管理。设备基础信息管理应包含设备基本信息、设备型号、规格参数、电机型号参数、生产厂家、安装日期等。	技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护； 4.应采用物理感知、传感检测、图像识别等技术，建立关键设备在线监测系统，实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断，支持历史查阅和趋势分析统计，实现核心设备的一张图。			
	仓储配送	1.应制定库区原材料、半成品、产成品等管理规范，建立仓库台账，基于分类实现合理管理； 2.应根据销售订单制定发运计划，实现预约装车。	1.应建设仓储管理系统（WMS），实现物资信息化管理，实现库区物料（罐区）的自动化装卸控制； 2.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 3.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 4.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享。	1.应基于仓储、运输、供应链管理系统等集成，建立仓储模型和配送模型，实现库存优化和方便快捷运输； 2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现半自动或自动出入库管理。	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链等集成，建立数据模型，实现全流程原料、产成品等的自主实时分拣、配送； 2.应建立运输优化模型，实现运输路径等优化。	1.应接入化工园区监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，对黑名单车辆进行智能预警以及布控，系统与园区智慧化平台充分互联互通，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化服务	服务产品、能力、交付、运行	1.应建立规范化服务流程，设置线上的反馈渠道和互动机制，实现服务闭环管理。	1.应通过信息技术手段实现线上客户管理，可进行基础统计分析，提供简单快捷的线上产品追溯方式。	1.应建设全面的、多方式的客户、服务、质量处置的综合平台，集成相关数据以及能力。	1.应建立服务管理常用数据模型库，并支持相关业务人员进行数据分析。	1.应基于所在行业、领域的服务产品大数据，建立服务产品价值模型与价值链，支撑服务的集成与融合。

8 评估方法

8.1 评估内容

应建立评估组开展评估活动，评估组成员应为单数。评估组应基于第4章和第6章相关要求，根据受评估企方业务活动特点对数字化转型能力域和能力子域进行裁剪，形成评估域。受评估的石化和化工企业应对数字化转型项目的真实性负责。

8.2 评估流程

石化和化工行业企业数字化转型成熟度评估流程包括预评估、正式评估和发布评估结果等。

8.3 预评估

8.3.1 受理评估申请

评估组对受估方提交的申请资料进行评审，综合确定是否受理评估申请。

8.3.2 开展预评估活动

评估组应通过会议、文档审查等方式，围绕受评估方的需求开展预评估：

- a) 了解受估方数字化转型建设基本情况；
- b) 了解受估方可提供的直接或间接证据；
- c) 确定受估方的评估模型及权重（按需裁剪）；
- d) 确定是否进入正式评估。

8.4 正式评估

8.4.1 首次会议

首次会议应说明评估目的、介绍评估方法、确定评估日程以及明确其他需要提前沟通的事项。会上应确认相关方对评估计划的安排达成一致，介绍评估人员，确保策划的评估活动可执行。

8.4.2 采集评估证据

评估组在评估过程中应采集并验证与评估内容有关的资料，包括与数字化转型成熟度建设或改造相关的过程文件、统计报表、原始记录等，采集的资料应予以记录。采集方式可包括人员座谈、实地调查、抽样调查、文件与评审记录、信息系统演示、数据采集查验等。

8.4.3 评估分析打分

评估组应对照评估标准，将采集的证据与其满足程度进行对比分析。评估组按照第5章要求，结合各能力域权重值，计算企业得分，并最终判定成熟度等级。评估组应达成一致意见，必要时进行组内评审。

8.4.4 形成评估报告

石化和化工企业数字化转型成熟度评估活动应由评估组形成评估报告。评估报告包括但不限于石化和化工企业数字化转型成熟度的基本情况、评估结论、评估弱项、改进建议等。

8.5 结果发布

8.5.1 评估结果复核

应对评估组形成的评估报告有效性进行评审，包括资料评审和现场抽查等。

8.5.2 沟通评估结果

在完成现场评估活动、评估结果复核后，评估组应将评估结果与受评估方代表进行通报，并由评估组确定最终结果。

8.5.3 末次会议

末次会议上发布最终评估结论。会议内容至少应包括评估总结、评估结果、优秀经验、短板不足等相关内容。

9 成熟度等级判定

石化和化工行业企业数字化转型成熟度等级判定应由评估组织根据企业数字化转型实际情况与成熟度要求对照，按照符合程度对评估域的每一项要求进行打分。成熟度要求满足程度与得分表如表4所示。

表4 成熟度要求满足程度与得分对应表

成熟度要求满足程度	得分
全部满足	1
大部分满足	0.8
部分满足	0.5
不满足	0

石化和化工企业数字化转型成熟度等级得分按公式（1）计算：

$$A = \sum B_k \dots\dots\dots(1)$$

式中：

A ——石化和化工企业数字化转型成熟度等级得分。

其中，能力域成熟度等级得分为该域下能力子域指定成熟度等级得分的加权求和，能力域得分按公式（2）计算：

$$B_k = \sum(\alpha \times \sum_{j=1}^5 C_j) \dots\dots\dots(2)$$

式中：

B_k ——能力域得分， $k=1,2,3,4,5,6,7$ ；

C_j ——能力子域指定成熟度等级得分， $j=1,2,3,4,5\dots$ ；

α ——能力子域权重。

其中，能力子域指定成熟度等级得分为该子域指定成熟度等级下每条要求得分的算术平均值，能力子域指定成熟度等级得分按公式（3）计算：

$$C_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(3)$$

式中：

X_i ——能力子域指定成熟度等级每个要求得分；

n ——能力子域指定成熟度等级要求的个数。

对于生产作业能力子域具体的评估指标，一级共包含4个要求，企业均全部满足，则 $C_1 = \frac{1}{4} \times (1 + 1 + 1 + 1) = 1$ ；二级共包含4个要求均全部满足，则 $C_2 = \frac{1}{4} \times (1 + 1 + 1 + 1) = 1$ ；三级共包含5个要求，其中4个全部满足、1个大部分满足， $C_3 = \frac{1}{5} \times (1 + 1 + 1 + 1 + 0.8) = 0.96$ ；四级共包含3个要求，其中1个大部分满足、1个部分满足、1个不满足，则 $C_4 = \frac{1}{3} \times (0.8 + 0.5 + 0) = 0.43$ ；五级共包含2个要求，均不满足，则 $C_5 = \frac{1}{2} \times (0 + 0) = 0$ 。则该企业生产作业能力子域的得分为 $(1 + 1 + 0.96 + 0.43 + 0) = 3.39$ 。

附 录 A
(规范性)
炼化企业成熟度要求¹

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化运营	数字化供应链	1.应建立完备的原油、辅料及物资招投标及采购流程管理和控制体系，记录采购执行过程，并实现对采购订单、采购合同、供应商等信息的静态管理； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	1.应通过信息技术手段，规范及整合采购、生产、仓储系统的基础数据与业务数据； 2.应通过信息技术手段，规范招投标及采购管理流程，实现采购执行的动态跟踪与管理； 3.应通过信息技术手段，进行供应商信息动态管理。	1.应规范整合采购、生产、仓储系统的基础数据与业务数据，实现采购执行的自动跟踪与管理； 2.应打通采购、仓储、生产、运输等相关业务流程，实现合同及订单执行、单据流转、库存变化的信息联动； 3.应建立基于质量、成本、交货准时率、服务水平等的数学模型，进行供应商选择评价。	1.应通过大数据技术或机器学习等信息技术手段，预测预警市场趋势，根据趋势分析结果及时优化、调整采购计划； 2.应通过大数据技术等手段，优化供应商选择和评价方案。	1.应通过与供应链上下游企业的系统集成，实现供应链协同，并将调整结果同步反馈至相关供应商系统； 2.应通过人工智能等信息技术手段，优化供应链整体决策方案。
数字化生产	计划调度	1.应依据人员经验进行调度作业计划编制，形成详细生产作业计划文档； 2.应通过信息技术手段支撑生产作业基础数据的获取，支持调度工作； 3.应依据系统数据人工进行异常处置。	1.应系统考虑各种能力的限制进行调度排产，对生产月度计划进行拆解，生成详细生产作业计划，并通过报表展示计划和完成的偏差对比； 2.应构建调度指令解析器，可实现处置建议、排产计划自动分解为调度指令； 3.应实现调度指令在线发布、在线执行、在线跟踪、在线反馈的痕迹化闭环管理。	1.应基于约束理论的有限产能算法开展排产调度，系统自动生成详细油品、化工品生产作业计划； 2.应集成计划调度系统与制造执行系统（MES），具备异常情况自动预警能力，支持人工对异常的处置。	1.应建立数学模型，采用先进排产调度的算法，依据专家经验，系统自动给出满足多种约束条件、优化的排产方案，形成最优的详细生产作业计划； 2.应建立调度指令库和异常处置经验库，针对不同的生产活动，采用大数据分析等技术，协助调度人员构建指令方案，人工确认后下达执行。	1.应通过不断试算的方式进行排产计算，动态调整周、日作业计划，并对生产偏差进行预警和分析，自动响应； 2.应通过人工智能等信息技术手段，根据调度排产计划自动捕获的生产异常事件，自动生成调度指令并发布，自动跟踪执行结果并反馈。

¹ 未列明的指标引用通用评估模型，其他行业企业参照执行。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	生产作业	1.应建立规范的生产作业管理制度及流程，并可采用线下管理的方式对作业文件进行管控； 2.应有独立的专业系统（如实时数据库）可以分别实现装置投入产出、罐存、进出厂的工艺参数（温度、压力、液位、流量、组分等）实时监控； 3.通过人工手动控制分布式控制系统（DCS）； 4.应依据系统数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 5.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等关键工序数控化率大于 70%，设备完好率和自控率低于 30%。	1.应通过信息技术手段对作业文件进行统一管理及审批； 2.应实现装置、罐区、进出厂装卸台工艺运行实时数据、物料移动关系、库存实时数据的集成监控； 3.应通过分布式控制系统（DCS）编写个性化脚本，实现部分自动控制； 4.应通过监控常减压蒸馏、催化裂化、延迟焦化、加氢裂化等生产重点环节运行状态，及时处置生产异常状态报警，实现机、泵、塔、罐等生产设备安全平稳运行； 5.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等关键工序数控化率大于 80%，设备完好率和自控率达 30%至 50%。	1.应建立生产全流程的工艺指标（温度、压力、液位、流量、组分等）可视化监控系统并在线分析，实现平稳率及合格率的实时监控预警； 2.应建立生产平衡经验库，实时跟踪生产运行动态，并根据生产波动情况，协助调度指挥人员编制生产平衡调整方案； 3.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等单套装置具有先进过程控制系统（APC）； 4.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 5.应基于实时数据集成，开展异常信息综合分析，并形成处置记录； 6.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等关键工序数控化率大于 90%，设备完好率和自控率达 50%至 80%。	1.应基于工艺档案系统与工控系统信息，实现关键生产岗位操作规程、操作记录的关联管理； 2.连续重整、乙烯裂解等重要装置采用实时优化（RTO）系统； 3.应通过人工智能等信息技术手段实现装置的智能优化（加工方案、产品结构、装置操作、换热网络等）； 4.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等关键工序数控化率大于 95%，设备完好率和自控率大于 80%。	1.应综合分析整个装置的运行情况，对装置运行状态进行诊断、告警和优化，必要时采取智能措施使装置平稳高效运行； 2.应在相关信息数据集中展示汇总的基础上，通过云计算、大数据和 VR 等信息技术手段实现装置突发事件（泄漏、火灾、爆炸等）的远程诊断，远程操作指导； 3.常减压、催化裂化、连续重整、延迟焦化等关键工序数控化率达 100%。
	安全生产	1.应建立完整的安全生产管理制度，明确安全生产职责及规程； 2.应针对 GB 30871 中涉及的动火、高处、吊装等特殊作业进行全面管理；	1.应通过信息技术手段对特殊作业进行全面管理； 2.应利用信息技术手段进行人员、档案、培训管理； 3.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有	1.应实现特殊作业管理系统与现场信息的综合集成； 2.应实现特殊作业相关管理系统与风险管控系统的综合管理和集成联动，引用典型风险管理知识库，动态实现火灾、爆炸、中毒、窒息、	1.应基于知识库，支持特殊作业分析与决策，实现特殊作业与风险管控一体化管理，实现风险管理知识库的持续优化； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		3.应通过线下方式进行人员、档案、培训管理； 4.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划。	害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 4.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范； 5.应建立在线安全教育平台或安全教育云课堂，开展线上教育。	坠落、物体打击等风险识别、评审和治理的闭环管理； 3.应实现各业务应急指挥过程中各个环节数据采集，并录入系统，实现系统集成与数据共享； 4.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况。	性减灾处理决策，实现灾害预防处理； 3.应基于安全作业、风险管控、应急指挥等数据的集成分析，实现对应急指挥核心业务的精确预测和优化； 4.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生等手段，对员工进行安全生产、事故处置、应急演练等方面的沉浸式培训。	源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现； 4.应通过人工智能等信息技术手段支撑应急策略自动制定、应急路线智能规划、应急资源智能调度等，实现应急指挥核心业务的智能决策，支撑人工智能驱动的自适应安全生产系统。
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划对废气（二氧化硫、氮氧化物等）、废液（主要为含氨氮、COD、石油类等的废水）排放点定期进行采样监控，并将监测数据（大气污染物排放数据、水污染物排	1.应对废气、废液排放点进行全天候 24 小时的不间断采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施（油气回收设施、工艺废气洗涤塔、含盐或高盐污水处理系统、脱硫装置、脱硝装置等）、排	1.应对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预； 2.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据	1.应根据实时的生产、设备、治理设施等数据，建立废气、废液污染物超标预测训练模型，预测排放超标情景（处理设施老化或故障、原料质量波动、操作失误等），通过模型自动提出最优方案并且执行，支撑污染源智能管控平台；	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、当地政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析； 2.采用分子管理技术等近零排放技术，从分子层面分析、设计和控制污染物的组成及转化过程。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		放数据、固体废物产生与处置数据等）录入信息化平台。	放口等基础信息坐标位置进行展示。	进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	2.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	
	能源管理	1.应实现水、电、汽、风等能源介质产、耗的定期计量管理； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应通过信息技术手段，建立能源的供应、转换、输配和消耗的管理体系； 2.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应建设能源管理平台，实现能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环，对能源的生产和消耗进行监控和预警，提高能源管理的定量管理水平； 2.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	1.应通过信息技术手段实现能源消耗、能源利用、设备能效等生产各环节的主动预测预警，并给出全局智能优化方案，实现自主优化闭环管理，推动用能设施技术改造。	1.应建设工业互联网平台，与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同形式的碳资产来实现碳减排目标。
	质量管控	1.应依据产品标准，制定检验计划、质量管控相关规范，并有效执行； 2.应实现原油、成品油、化工品等质量信息数据采集，包括检测结果、检验标准、质量指标等。	1.应通过信息技术手段，将产品标准、检验计划、质量管控、检验化验相关规范文件下发到生产单元、实验室分析系统； 2.应通过信息技术手段，实现分析数据录入、自动判定、审核发布等基本的检验业务流程，实现数据查询、数据统计、状态跟踪、仪器管理等基本的管理功能。	1.应建设质量管理体系，实现检验业务的样品管理、资源管理、事务管理等流程全过程管理，质量产品全覆盖与全监控； 2.应基于信息技术手段，建设分析数据标准化编码体系，实现数据录入、审核等移动应用； 3.应集成实时数据库、制造执行系统（MES）、操作型数据存储（ODS）等系统，实现检验过程的标准化、检验业务跨区域、跨部门的数据共享与监控。	1.应实现自动跟踪相关规范的执行，实现自动处理样品、样品流转，实现分析过程、审核过程、实验设备的智能化管控； 2.建立数据挖掘模型，实现原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导； 3.应通过信息技术手段实现关键产成品出厂后的质量信息追溯。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立设备维护保养定期工作管理机制，包含：设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任务，包含计划周期组态、计	1.应建设关键机泵的状态监测系统，实现部分关键机泵（循环泵、压缩机、鼓风机等）机械运行参数的实时监控；	1.应建设关键机泵的状态监测系统，实现全部关键机泵机械运行参数（流量、扬程、转速、轴功率、效率、	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联储，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化；	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		划执行和计划提醒等功能； 2.应建立设备台账，分为静设备台账、动设备台账、电气设备台账、仪表设备台账、特种设备（起重机械、电梯、压力容器、压力管道、特种车辆和安全阀）台账和常压容器台账，实现设备基础信息管理和设备动态信息管理。设备基础信息管理应包含设备基本信息、设备型号、规格参数、电机型号参数、生产厂家、安装日期等。	2.应建设设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理，实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化； 3.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护。	温度、压力、振动等）的实时监控； 2.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 3.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控。	2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理
	仓储配送	1.应建立规范的仓储配送管理制度及操作规程； 2.应对仓储订单的入库信息、出库信息进行记录，自动更新实时库存信息； 3.应根据销售订单制定发运计划，实现预约装车。	1.应建设仓储管理系统（WMS），实现物资信息化管理，实现库区物料（罐区）的自动化装卸控制； 2.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 3.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 4.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享；	1.应基于仓储、运输、供应链管理系统等集成，建立仓储模型和配送模型，实现库存优化和方便快捷运输； 2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现半自动或自动出入库管理。	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链等集成，建立数据模型，实现全流程原料、产成品等的自主实时分拣、配送； 2.应建立运输优化模型，实现运输路径等优化。	1.应接入化工园区监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，对黑名单车辆进行智能预警以及布控，系统与园区智慧化平台充分互联互通，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸； 2.应基于大模型等人工智能技术，通过供应链上下游企业的系统集成，建立仓储、运输等环节的协同优化模型，实现整体成本优化。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			5.应在包装货物仓库中使用自动立体仓库、自动导引车（AGV）等自动化设施设备完成放货、取货、分拣操作; 6.应实现罐区信息自动采集，对储罐状态进行实时监测，储罐状态异常时可自动报警。			

附 录 B
(规范性)
现代煤化工企业成熟度要求

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化运营	数字化供应链	1.应建立完备的原料煤、辅料、燃料煤及物资招投标及采购流程管理和控制规范，记录采购执行过程，并实现对采购订单、采购合同、供应商等信息的静态管理； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	1.应通过信息技术手段，规范及整合采购、生产、仓储系统的基础数据与业务数据，确保招投标及采购管理流程合规，采购执行的动态跟踪与管理； 2.应通过信息技术手段对供应商定期进行多维度评价，明确准入、退出机制，实现供应商的全生命周期管理。	1.应通过信息技术手段，打通采购、仓储、生产、运输等相关业务流程，实现合同及订单执行、单据流转、库存变化的同步，实现信息系统之间的协同与联动； 2.应建设供应商管理平台，实现企业和供应商在采购执行流程中的信息共享依据供应商产品价格、到货率、检维修等数据进行多维度评价。	1.应建设基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库预测优化分析系统，实现库存优化以及采购辅助决策； 2.应实现企业内部供应链和销售、财务数据集成，并与上游大宗原材料供应商的销售系统互动，实现数据互通与协同，实现通过数据分析模型优化供应商评价和选择。	1.应通过人工智能等信息技术手段，实时监控采购环节的风险及变化，自主做出反馈和调整，自优化供应商选择、原材料采购计划、日常物资需求计划、安全库存等； 2.应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或及时供货，实现供应链资源协同。
数字化生产	生产作业	1.应建设有独立的专业系统（如实时数据库），可以分别实现装置投入产出、罐存、进出厂的工艺参数（温度、压力、液位、流量、组分等）监控； 2.应通过人工手动控制分布式控制系统（DCS）； 3.应依据系统数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 4.煤气化、煤制烯烃、煤制丙烯等关键工序数控化率大于70%，设备完好率和自控率低于30%。	1.应实现装置、罐区、进出厂装卸台工艺运行实时数据、物料移动关系、库存实时数据的集成监控； 2.应通过分布式控制系统（DCS）编写个性化脚本，实现部分自动控制； 3.应通过监控气化、变换、净化、合成等生产重点环节运行状态，及时处置生产异常状态报警，实现机、泵、塔、罐等生产设备安全平稳运行； 4.煤气化、煤制烯烃、煤制丙烯等关键工序数控化率大于80%，设备完好率和自控率达30%至50%。	1.应建设生产平衡经验库，实时跟踪生产运行动态，并根据生产波动情况，协助调度指挥人员编制生产平衡调整方案； 2.应基于工艺档案系统与工控系统信息，实现关键生产岗位操作规程、操作记录的关联管理； 3.应建设生产全流程的工艺指标（温度、压力、液位、流量、组分等）可视化监控系统并在线分析，实现平稳率及合格率的实时监控预警； 4.煤气化、甲醇合成、净化、聚丙烯、聚乙烯等单套装置应采用先进过程控制系统（APC）； 5.煤气化、煤制烯烃、煤制丙	1.煤气化、甲醇合成等重要装置应采用实时优化（RTO）系统； 2.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 3.应通过人工智能等信息技术手段实现装置的智能优化（加工方案、产品结构、装置操作、换热网络等）； 4.煤气化、煤制烯烃、煤制丙烯等关键工序数控化率大于95%，设备完好率和自控率大于80%。	1.应综合分析整个装置的运行情况，运用人工智能技术，对装置运行状态进行诊断、告警和优化，必要时采取智能措施使装置平稳高效运行； 2.应在相关信息数据集中展示汇总的基础上，通过信息技术手段实现装置突发事故（泄漏、火灾、爆炸等）的远程诊断，远程操作指导。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
				烯等关键工序数控化率大于90%，设备完好率和自控率达50%至80%。		
	安全生产	1.应针对GB 30871中涉及的动火、高处、吊装等特殊作业进行全面管理； 2.应通过线下方式进行人员、档案、培训管理； 3.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划； 4.应建立符合标准规范要求的重点危险源视频监控、气体检测、温度检测和消防检测等环境监测设施，建立重大危险源安全与应急防护体系。	1.应建设作业票系统，实现作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录，并结合作业安全分析（JSA）实现电子作业票的在线审批； 2.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 3.应建立安全培训、风险管理、应急指挥等知识库，利用信息技术手段进行人员安全教育、安全应急培训管理； 4.应对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源进行实时监控，通过信息技术手段实现危险化学品、危险工艺的管理； 5.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范； 6.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集	1.应实现特殊作业管理系统与现场信息的综合集成； 2.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行沉浸式培训； 3.应采用移动通信、物联网新一代通信技术等，实现现场作业实施监控及作业环境分析规范化，实现特殊作业相关管理系统与风险管控系统的综合管理和集成联动，引用典型风险管理知识库，动态实现火灾、爆炸、中毒、窒息、坠落、物体打击等风险识别、评审和治理的闭环管理； 4.应实现各业务应急指挥过程中各个环节数据采集，并录入系统，实现系统集成与数据共享； 5.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况。	1.应基于知识库，支持特殊作业分析与决策，实现特殊作业与风险管控一体化管理，实现风险管理知识库的持续优化，应用大数据分析、人工智能、大模型等技术，实现风险管理的智能识别、预测、预警； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 7.应建设在线安全教育平台或安全教育云课堂，开展线上教育。			
	环保管理	1.应基于人工监测采样计划对废气（二氧化硫、氮氧化物等）、废液（主要为含氨氮、COD、含盐废水、有机废水）排放点定期进行采样监控，并将监测数据（大气污染物排放数据、水污染物排放数据、固体废物产生与处置数据等）录入信息化平台。	1.应对废气、废液排放点进行全天候24小时的不间断采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施（除尘设施、脱硫装置、脱硝装置和污水处理系统等）、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应通过信息技术手段对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预； 2.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	1.应建立废气、废液污染物超标预测训练模型，预测排放超标情景（处理设施老化或故障、原料质量波动、操作失误等），通过模型自动提出最优方案并且执行，支撑污染源智能管控平台； 2.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、当地政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。
	能源管理	1.应建立供用水计量体系，实现用水计划管理和资源量、耗水量的定期计量管理； 2.应实现电、汽、风等能源介质产耗的定期计量管理； 3.应具备碳排放核算能力。	1.应建设水资源在线实时监测系统，应用新型智能节水计量器具（如智能水表等智能采集数据设备），实现水资源管理数字化、智能化； 2.应通过信息技术手段，建立能源的供应、转换、输配和消耗的能流管理体系； 3.应利用信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应形成水、电、汽、风能源管理业务从能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环； 2.应建立集成一体的能源管理体系，逐步实现能流、能耗的动态可视化监控及能源集中统一管理； 3.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	1.应通过信息技术手段实现能源消耗、能源利用、设备能效等生产各业务环节的主动预测预警，并给出全局智能优化方案，实现自主优化闭环管理，推动用能设施技术改造。	1.应建设工业互联网平台，与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同形式的碳资产来实现碳减排目标。
	质量管控	1.应依据原料煤和化工品质量控制标准，制定检验计划、质量管控相关规范，并有效执行；	1.应通过信息技术手段，将产品标准、检验计划、质量管控、检验化验相关规范文件下发到生产单元、实验室分	1.应建设质量管理体系，实现检验业务的样品管理、资源管理、事务管理等流程全过	1.应实现自动跟踪相关规范的执行，实现自动处理样品、样品流转，实现分析过程、	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		2.应实现原料煤和化工品等质量信息数据采集，包括检测结果、检验标准、质量指标等。	析系统； 2.应通过信息技术手段，实现分析数据录入、自动判定、审核发布等基本的检验业务流程，实现数据查询、数据统计、状态跟踪、仪器管理等基本的管理功能。	程管理，质量产品全覆盖与全监控； 2.应基于信息技术手段，建设分析数据标准化编码体系，实现数据录入、审核等移动应用； 3.应集成实时数据库、制造执行系统（MES）、操作型数据存储（ODS）等系统，实现检验过程的标准化、检验业务跨区域、跨部门的数据共享与监控。	审核过程、实验设备的智能化管控； 2.建立数据挖掘模型，实现原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导； 3.应通过信息技术手段实现关键产成品出厂后的质量信息追溯。	测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立纸质、电子文档的设备台账； 2.应建立设备维护保养定期工作管理机制，包含：设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任务，包含计划周期组态、计划执行和计划提醒等功能。	1.应建设关键机泵的状态监测系统，实现压缩机、汽轮机等重点关键机泵机械运行参数的实时监控； 2.应建设设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理，实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化； 3.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护。	1.应建设关键机泵的状态监测系统，实现全部关键机泵机械运行参数（流量、扬程、转速、轴功率、效率、温度、压力、震动等）的实时监控； 2.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 3.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控。	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理
	仓储配送	1.应建立规范的仓储配送管理制度及操作规程；	1.应建设仓储管理系统（WMS），实现物资信息化管理，实现库区物料（罐区）的自动化装卸控制；	1.应基于仓储、运输、供应链管理系统等集成，建立仓储模型和配送模型，实现库存优化和方便快捷运输；	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链等集成，建立数据模型，实现全流程原	1.应接入化工园区监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，对黑

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		2.应对仓储订单的入库信息、出库信息进行记录，自动更新实时库存信息； 3.应根据销售订单制定发运计划，实现预约装车。	2.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 3.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 4.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享； 5.应在包装货物仓库中使用自动立体仓库、自动导引车（AGV）等自动化设施设备完成放货、取货、分拣操作； 6.应实现罐区信息自动采集，对储罐状态进行实时监测，储罐状态异常时可自动报警。	2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现半自动或自动出入库管理。	料、产成品等的自主实时分拣、配送； 2.应建立运输优化模型，实现运输路径等优化。	名单车辆进行智能预警以及布控，系统与园区智慧化平台充分互联互通，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸； 2.应基于大模型等人工智能技术，通过供应链上下游企业的系统集成，建立仓储、运输等环节的协同优化模型，实现整体成本优化。

附 录 C
(规范性)
传统煤化工企业成熟度要求

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化运营	数字化供应链	1.应实现对采购订单，采购合同和供应商等信息的管理。	1.应基于物料主数据，通过信息技术手段汇总备品备件与煤、电、水、硫磺、磷矿、钾肥等原料需求计划，采购单位根据需求计划自动生成采购计划，并对采购计划执行情况进行跟踪； 2.应通过信息技术手段实现供应商协同管理、供应商开发、供应商绩效管理、供应商分级分类管理、供应商风险管理等功能。	1.应将采购管理（SRM）与企业资源计划管理（ERP）、工程项目管理、仓储管理（WMS）等系统打通，实现物资需求、仓库库存、采购计划的自动数据对接与联动； 2.应通过信息技术手段解决各信息系统供应商主数据不统一问题，并通过供应商主数据实现采购管理（SRM）、企业资源计划管理（ERP）、仓储管理（WMS）等系统中关于供应商的寻源、准入、评价、分级、淘汰等全生命周期各个环节的联动。	1.应建立煤炭采购等关键环节的分析模型，包括采购周期、供货周期、付款结算、供货质量、库存占用、价格波动等； 2.应通过信息技术手段基于供应商资质、价格、质量、到货率、技术实力等构建供应商画像模型，为供应商遴选提供数据支持。	1.应建设工业互联网平台，链接上下游企业，打通设计、生产计划、库存计划、销售计划、物流计划、采购计划等，实现供应链资源整合与协同。
数字化生产	生产作业	1.应通过分布式控制系统（DCS）等集中控制系统，实现生产各车间、工段的远程控制； 2.应通过视频监控、可燃有毒报警系统、消防报警系统等远程实时监控各环节设备、安全以及环境等要素运行情况； 3.煤气化、净化、合成以及尿素合成等关键工序数控化	1.应通过分布式控制系统（DCS）系统实现生产流程的线上化，实时监测工艺、能源、压力、液位、流量、温度等，结合 PID 整定等技术，对分布式控制系统（DCS）系统控制回路进行优化，提高生产过程控制精度； 2.应采用数据采集分析系统，对工艺运行情况、工艺指标工艺平稳率、连锁投切率、自动	1.应在锅炉、空分、气化等关键装置应用先进过程控制（APC），提升自动化控制水平，优化产品产量与质量，同时实现节能降耗目标； 2.应实现煤气化、净化、合成以及尿素合成等重点环节数据及分析结果的跨部门在线共享； 3.煤气化、净化、合成以及尿素合成等关键工序数控化	1.应建立全工厂级闭环优化模型，采用实时优化（RTO）系统，根据锅炉、空分、气化等关键装置实时数据，预测生产环节状态如合成氨碳比等，为生产活动提供优化建议和决策支持，实现厂级全流程实时优化控制； 2.应通过人工智能等信息技术手段实现装置的智能优化	1.应通过人工智能等信息技术手段实现装置自主调控和优化、自主监督、自动生成装置运行报告、数据溯源，并形成相应数据分析报告； 2.煤气化、净化、合成以及尿素合成等关键工序数控化率达 100%。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		率大于 70%，设备完好率和自控率低于 30%。	投运率等进行实时监控分析调整优化； 3.煤气化、净化、合成以及尿素合成等关键工序数控化率大于 80%，设备完好率和自控率达 30%至 50%。	率大于 90%，设备完好率和自控率达 50%至 80%。	（加工方案、产品结构、装置操作、换热网络等）； 3.煤气化、净化、合成以及尿素合成等关键工序数控化率大于 95%，设备完好率和自控率大于 80%。	
	安全生产	1.应建立完整的安全生产管理制度，明确安全生产职责及规程； 2.应针对 GB 30871 中涉及的动火、高处、吊装等特殊作业进行全面管理； 3.应通过线下方式建立风险管理、应急指挥等知识库，进行人员、档案、培训管理； 4.应实现合成氨球罐等重大危险源管理； 5.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划。	1.应通过信息技术手段对特殊作业进行全面管理； 2.应建设安全双预控系统、智能巡检系统等，实现安全风险、安全隐患进行分级分类、排查治理线上闭环； 3.应通过信息技术手段实现部分作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录，如人员定位数据、作业票证数据、应急资源数据等； 4.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 5.应对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源进行实时监控，通过信息技术手段实现危险化学品、危险工艺的管理； 6.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范。	1.应实现特殊作业管理系统与现场信息的综合集成，解决票证系统与其它信息系统的信息孤岛问题，实现作业票移动端全过程电子化闭环管理； 2.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况； 3.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生技术等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行沉浸式培训。	1.应实现硝化工艺、裂解工艺等危险工艺的大数据分析，对工艺实时数据、报警数据、操作数据进行综合分析建模，减少开停车次数； 2.应基于安全作业、风险监控、应急指挥等数据的集成分析，实现对应急指挥核心业务的精确预测和优化； 3.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划对碳氧化物、硫氧化物等废气，造粒塔等排放口的颗粒物，含酚废水、含油废水等废液，定期进行采样监控，并将监测数据录入信息化平台。	1.应对碳氧化物、硫氧化物等废气，造粒塔等排放口的颗粒物，含酚废水、含油废水等废液进行自动采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据，并进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息； 2.应通过信息技术手段对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预，解决环保排放超标各层级管理人员无法及时发现问题； 3.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享。	1.应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，实现排放分析及预测预警； 2.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、当地政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。
	能源管理	1.应实现水、电、汽、煤等能源介质产耗的定期计量管理； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应实现主要能源计量器具接入工控系统，建设数据采集系统，实现对所有耗能设备的监测，并实现对耗能设备的运行、停机、待机、崩溃、故障、超负荷等运行状态的监测； 2.应通过信息技术手段实现单位产品综合能耗、单位产品综合电耗等数据的自动计算和显示，为工厂管理人员提供生产单品能耗趋势变化情况； 3.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应建设能源管理信息系统，对能源输送、存储、转化、使用等各环节进行全面监控，实现能源管理各个环节的集成； 2.应建设主要用能设备的数据分析中心，建立合理的能耗评价指标体系，对收集到的能源使用数据通过信息技术手段进行分析，识别出能源使用的优化空间，提供有效的节能建议。	1.应形成能源管理业务从能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环； 2.应利用成熟的节能模型、实时优化技术、模拟技术，与信息系统结合，提高能源管理的定量管理水平； 3.应通过人工智能等信息技术手段从能源种类、车间、工艺等多维度对产品单耗、工序能耗、厂级总能耗进行分析，通过模块运算得到平衡结果，实现全厂能源消耗、能源分布智能动态优化调整。	1.应建设工业互联网平台，与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同类型的碳资产来实现碳减排目标。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	质量管控	1.应建立产品生产制造记录规范并有效执行，记录产品制造过程中的关键信息并反馈给生产、销售部门，如时间地点、生产批次、操作员、设备使用情况等； 2.应建立原材料、半成品、产成品等量化的质量指标体系； 3.应实现原材料、半成品、产成品等质量信息数据采集，包括检测结果、检验标准、质量指标等。	1.应通过信息技术手段，将产品标准、检验计划、质量管控、检验化验相关规范文件下发到生产部门； 2.应通过信息技术手段，实现分析数据录入、自动判定、审核发布等基本的检验业务流程，实现数据查询、数据统计、状态跟踪、仪器管理等基本的管理功能； 3.应使用射频识别技术（RFID）、二维码、标识解析等技术，实现肥料及其工业产品等的唯一标识和质量溯源。	1.应通过二维码、条形码等将化肥产品的质量信息、批次信息、生产日期、养分含量、销售商、原料来源等重要信息共享，并实现质量信息、生产信息、销售信息追溯； 2.应建设在线质量数据库，实现原材料、半成品、产成品质量分析数据录入、自动判定、审核发布等基本的检验业务流程，实现数据查询、数据统计、状态跟踪、仪器管理等基本的管理功能。	1.应通过信息技术手段实现化肥出厂后的质量信息追溯； 2.应具备数字化质量检测预警及处置能力，如利用在氮肥、磷肥、复合肥生产过程中的关键质量指标（含量、配比）波动或偏离正常值，可通过信息技术手段进行预计，在继续偏离质量指标的情况下，可通过算法模型推荐操作方法，实现装置的质量动态平衡。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立设备台账，分为静设备台账、动设备台账、电气设备台账、仪表设备台账、特种设备（起重机械、电梯、压力容器、压力管道、特种车辆和安全阀）台账和常压容器台账，实现设备基础信息管理和设备动态信息管理。设备基础信息管理应包含设备基本信息、设备型号、规格参数、电机型号参数、生产厂家、安装日期等； 2.重要设备和控制系统（动设备、电气设备、仪表设备、分布式控制系统（DCS）/安全仪表系统	1.应建立设备在线台账，实现在线查看设备信息； 2.应建设设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理，实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化； 3.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护； 4.应采用物理感知、传感检测、图像识别等技术，建立关	1.应集成设备管理、采购和仓储系统，实现设备的全面、系统管理； 2.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控； 3.应建设锅炉、空分、气化等关键装置的状态监测系统，实现全部关键机泵机械运行参数（流量、扬程、转	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		(SIS)/可编程逻辑控制器(PLC)等控制系统)自身应具有过载、超速等保护能力,并建立保障设施,如多回路/应急后备供电保障等,根据设备厂商的保养计划或操作规程进行维护; 3.应建立设备维护保养定期工作管理机制,包含:设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任务,包含计划周期组态、计划执行和计划提醒等功能。	键设备在线监测系统,实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断,支持历史查阅和趋势分析统计,实现核心设备的一张图; 5.应建设关键机泵的状态监测系统,实现部分关键机泵(循环泵、压缩机、鼓风机等)机械运行参数的实时监控。	速、轴功率、效率、温度、压力、振动等)的实时监控。		
	仓储配送	1.制定原料库和成品库等管理规范,实现出入库、盘点和安全库等管理; 2.根据运输订单和经验,制定运输计划且配置调度。	1.应建设仓储管理系统(WMS),基于条码、二维码、射频识别技术(RFID)等信息技术手段实现货物库分配、出入库和移库等管理; 2.应通过运输管理系统实现运输过程管理,能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员; 3.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能,对仓储、运输数据进行初步分析,实现仓储、运输过程数据互通,实现信息化全覆盖; 4.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理,对车辆的进出权限严格控制,对车辆超速、偏离路线进行告警,并实现定位信息共享。	1.应基于仓储管理系统(WMS)与制造执行系统(MES)、运输管理系统(TMS)等集成,依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管理,整合出库和运输过程; 2.应基于仓储、生产系统等集成,建立仓储、生产作业一体化数据模型,实现半自动或自动出入库管理; 3.应实现特殊作业场景下快速识别分析,通过车辆定位、电子围栏和视频监控联动,对危化品车辆进入周界、厂区进行路线引导和违规抓拍。	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链等集成,建立数据模型,实现全流程原料、产成品等的自主实时分拣、配送; 2.应实现运输配送全过程信息跟踪及可视展示,基于定位系统进行定位,实现运输到货后的签收,对轨迹异常进行报警。	1.应接入化工园区监管平台,根据门禁/卡口的分类,结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒,对黑名单车辆进行智能预警以及布控,系统与园区智慧化平台充分互联互通,紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸。

附 录 D
(规范性)
氯碱企业成熟度要求

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化运营	数字化供应链	1.应根据全年产品生产计划、物料需求和库存等信息，应实现对采购合同、采购订单、到货、停车检修等信息管理，并制定大宗原料（如煤、盐、石灰石、焦炭兰炭等）、辅料（如引发剂、分散剂等）、材料等采购计划； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	1.应通过信息技术手段制定物料需求计划，根据库存情况进行二次平衡后生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程； 2.应通过信息技术手段对供应商定期进行多维度评估，明确准入、退出机制，实现供应商的全生命周期管理。	1.应通过信息技术手段，打通采购、仓储、生产、运输等相关业务流程，实现合同及订单执行、单据流转、库存变化的同步，实现信息系统之间的协同与联动； 2.应建设供应商管理平台，实现企业和供应商在采购执行流程中的信息共享，依据供应商产品价格、到货率、检维修等数据进行多维度评价。	1.应基于历史数据、市场预测和产品计划建设仓库预测优化分析系统，实现库存优化以及采购辅助决策； 2.应实现企业内部供应链和销售、财务数据集成，并与上游大宗原材料供应商的销售系统互动，实现数据互通与协同，实现通过数据分析模型优化供应商评价和选择。	1.应通过人工智能等信息技术手段，实时监控采购环节的风险及变化，自主做出反馈和调整，自优化供应商选择、原材料采购计划、日常物资需求计划、安全库存等； 2.应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或及时供货，实现供应链资源协同。
数字化生产	生产作业	1.应具备生产作业相关的标准化指导文件，应制定生产作业、工艺相关管理制度和操作规程等； 2.应具备独立的专业系统（如实时数据库），实现生产过程数据（工艺、设备、能源等）的监控； 3.应通过PLC等系统实现自动控制； 4.依据系统数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 5.离子膜、氯氢处理、盐	1.应实现操作规程等工艺相关文件的信息化管理，应建立物料、能源等基础信息数据库和指标库； 2.应实现装置、罐区、进出厂装卸台工艺运行实时数据、物料移动关系、库存实时数据的集成监控； 3.应通过分布式控制系统（DCS）系统集中控制，结合PID整定等技术实现自动控制，及时处置生产异常状态； 4.应通过监控离子膜、氯氢处理等生产重点环节运行状态，及时处置生产异常状态报警，实现机、泵、塔、罐	1.应实现生产数据的数据集成，通过报表信息化等统计分析手段，实现生产和调度报表的自动生成，为企业生产决策提供支持； 2.应建设生产分析平台，对操作合格率、操作平稳率、自控率、联锁投切率、工艺报警率等进行实时监控分析调整优化； 3.关键回路（聚合釜温度、汽提干燥、正压输送等）应采用先进过程控制（APC）； 4.应建设生产全流程的工艺指标（温度、压力、液位、流量、组分等）可视化监控	1.关键回路（聚合釜温度、汽提干燥、正压输送等）应采用实时优化（RTO）系统； 2.应自动采集报警数据，辅助治理报警僵尸报警、频繁报警，实现关键报警根因分析、关键报警预测等； 3.应通过人工智能等信息技术手段实现装置的智能优化（加工方案、产品结构、装置操作、换热网络等）； 4.应通过信息技术手段实现优化模型自适应控制，基于云服务、工业大数据挖掘与分析技术、机器学习技术等，实现生产过程中异常情	1.应在数据集成的基础上实现上下游产业链计划、调度等业务协同，并通过人工智能等信息技术手段，最终形成生产、安全、作业、环保、能源、财务、人员等不同主题的看板，支持运营决策； 2.应综合分析整个装置的运行情况，运用人工智能技术，对装置运行状态进行诊断、告警和优化，必要时采取智能措施使装置平稳高效运行； 3.应在相关信息数据集中展示汇总的基础上，通过信息技术手段实现装置突发事故

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		酸、氯乙烯、聚合、乙炔、粒碱等关键工序数控化率大于70%，设备完好率和自控率低于30%。	等生产设备安全平稳运行； 5.离子膜、氯氢处理、盐酸、氯乙烯、聚合、乙炔、粒碱等关键工序数控化率大于80%，设备完好率和自控率达30%至50%。	系统，实现平稳率及合格率的实时监控预警； 5.离子膜、氯氢处理、盐酸、氯乙烯、聚合、乙炔、粒碱等关键工序数控化率大于90%，设备完好率和自控率达50%至80%。	况的自动化决策分析、预警和自动优化调整； 5.离子膜、氯氢处理、盐酸、元明粉、氯乙烯、聚合、乙炔、粒碱等关键工序数控化率大于95%，设备完好率和自控率大于80%。	（泄漏、火灾、爆炸等）的远程诊断，远程操作指导。
	安全生产	1.应建立灾害和突发事件的应急处理机制，具有充分的应急处理预案和响应机制，建立应急处理队伍，定期开展培训和演练； 2.应通过线下方式进行人员、档案、培训管理； 3.应建立危险化学品（酸碱、危废等）储罐调度制度，确保储罐本质安全； 4.应建立应急指挥方案，包括应急预案、应急物资等。并对应急指挥数字化的基础和条件进行规划。	1.应建设安全生产信息系统，实现作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录； 2.应建立安全培训、风险管理、应急指挥等知识库，利用信息技术手段进行人员安全教育、安全应急培训管理； 3.应通过信息技术手段，将涉及危化品的库区（酸碱、危废），应配置符合标准规范要求的视频监控、气体检测、温度检测和消防检测等环境监测设施，建立库区安全与应急防护体系，并实现氯乙烯球罐等重大危险源管理； 4.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 5.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及	1.应实现特殊作业管理系统与现场信息的综合集成； 2.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行浸入式培训； 3.应采用移动通信、物联网新一代通信技术等，实现现场作业实施监控及作业环境分析规范化，实现特殊作业相关管理系统与风险管控系统的综合管理和集成联动，引用典型风险管理知识库，动态实现火灾、爆炸、中毒、窒息、坠落、物体打击等风险识别、评审和治理的闭环管理； 4.应对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源进行实时监控，通过信息技术手段实现氯、液氯等危化品管理，电解工艺、聚合工艺、氯化工艺等危险工艺管理； 5.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将	1.应基于知识库，支持特殊作业分析与决策，实现特殊作业与风险管控一体化管理，实现风险管理知识库的持续优化，应用大数据分析、人工智能、大模型等技术，实现风险管理的智能识别、预测、预警； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理； 3.应通过信息技术手段分析视频图像，集中展示人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态，实现突发情况的远程指挥和处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范； 6.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理。	应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况。		
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划对氯气、氯化氢等废气，造粒塔、固碱炉等排放口的颗粒物，活性氯、总镍等废液，定期进行采样监控，并将监测数据录入信息化平台。	1.应对氯气、氯化氢等废气，造粒塔、固碱炉等排放口的颗粒物，活性氯、总镍等废液进行自动采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施（除尘设施、污水处理系统等）、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享； 2.应通过信息技术手段对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	1.应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，实现排放分析及预测预警； 2.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。
	能源管理	1.应实现水、电、汽、风等能源介质产、耗的定期计量管理； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应通过信息技术手段，建立能源的供应、转换、输配和消耗的管理体系； 2.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应建设能源管理平台，实现能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环，对能源的生产和消耗进行监控和预警，提高能源管理的定量管理水平； 2.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	1.应通过信息技术手段实现能源消耗、能源利用、设备能效等生产各业务环节的主动预测预警，并给出全局智能优化方案，实现自主优化闭环管理，推动用能设施技术改造。	1.应建设工业互联网平台，与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同形式的碳资产来实现碳减排目标。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	质量管控	1.应将质量控制数据记录，包括检测结果、检验标准、质量指标等； 2.应建立氯碱化工煤、盐、石灰石、焦炭兰炭等原材料，氯乙烯等半成品，聚氯乙烯、特种树脂、固碱、液碱等产成品量化的质量指标体系。	1.应通过信息技术手段实现对生产过程中煤、盐、石灰石、焦炭兰炭等原材料，氯乙烯等半成品，聚氯乙烯、特种树脂、固碱、液碱等产成品质量信息数据采集； 2.应建设产成品质量指标量化标准体系数据库； 3.应在产品包装环节应用AI视频分析技术从PVC、片碱和粒碱的外观上判断产品质量问题，及时调整产品工艺，提高产品质量合格率。	1.应将质量管理信息技术手段与生产控制信息技术手段集成，实现对质量管理制度、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理； 2.应建立出入库、生产使用、成品制成等环节的过程质量检验数据信息链采集组织，实现PVC、烧碱等重要产品的质量信息、生产信息、销售信息追溯； 3.应建设在线质量数据库，基于迭代分析模型实现原材料、半成品、产成品质量指标的可视化展示。	1.建立数据挖掘模型，实现原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立设备台账，分为静设备台账、动设备台账、电气设备台账、仪表设备台账、特种设备（起重机械、电梯、压力容器、压力管道、特种车辆和安全阀）台账和常压容器台账，实现设备基础信息管理和设备动态信息管理。设备基础信息管理应包含设备基本信息、设备型号、规格参数、电机型号参数、生产厂家、安装日期等； 2.应建立设备维护保养定期工作管理制度，包含：设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任	1.应建立设备在线台账，实现设备信息在线查看； 2.应通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检、辅助数据检测，实现设备运行状态记录、设备运行时长统计等，及时发现设备异常，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障消除； 3.应建设设备管理、维保管	1.应建立设备档案库，对应设备的备品备件清单，并与采购和仓储系统集成，实现设备备品备件的系统管理； 2.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 3.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控。	1.应通过设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		务，包含计划周期组态、计划执行和计划提醒等功能； 3.应建立设备及其零部件备品备件制度，合理储备备品备件。	4.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护； 5.应采用物理感知、传感检测、图像识别等技术，建立关键设备（如电解槽、聚合釜、精馏塔等）在线监测系统，实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断，支持历史查阅和趋势分析统计，实现核心设备的一张图。			
	仓储配送	1.应根据销售订单制定发运计划，实现预约装车； 2.应制定库区原材料、半成品、产成品等管理规范，建立仓库台账，基于分类实现合理管理。	1.应建设仓储管理系统（WMS），实现物资信息化管理，实现库区物料（如盐、煤、石灰、聚氯乙烯、特种树脂、固碱、液碱（罐区））的自动化装卸控制； 2.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 3.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 4.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车	1.应基于仓储、运输、供应链管理系统等集成，建立仓储模型和配送模型，实现库存优化和方便快捷运输； 2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现与生产协同的半自动或自动出入库管理。	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链等集成，建立数据模型，实现全流程原料、产成品等的自主实时分拣、配送； 2.应建立运输优化模型，实现运输路径等优化。	1.应接入化工园区监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，对黑名单车辆进行智能预警以及布控，系统与园区智慧化平台充分互联互通，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享； 5.应在入库环节能根据规则确定上架/放货储位，并在仓储内部操作环节中实现无纸化作业。			

附 录 E
(规范性)
轮胎企业成熟度要求

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
技术	研发管理	1.应实现轮胎产品设计参数化、模块化，并在研发设计过程中应用计算机辅助设计工具； 2.应具有轮胎产品设计环节相关标准，发布设计规范。	1.应实现计算机辅助轮胎产品设计三维设计； 2.应建设研发数据管理平台，设计过程中对产品设计数据或文档实现结构化管 理。	1.应使用三维设计软件进行轮胎产品设计、模具及工装设计，集成产品设计信息（尺寸、公差、工程说明、材料需求等），建立基于统一数据源和数据模型的智能设计平台； 2.应将轮胎产品的全生命周期信息（市场需求、设计信息、制造信息、检验信息、上市信息、退市信息）与研发设计平台协同。	1.应实现轮胎产品数据“网络化”，形成研发知识和能力正向循环。	1.应实现主机厂配套虚拟送样、供应商检测互信，构建研发生态圈。
	实验室管理	1.轮胎仿真领域应初步应用仿真软件进行仿真的特性不少于3个； 2.应制定实验室相关管理规范。	1.应建设高性能仿真平台，实现参数设计与特性仿真数据共享； 2.应建设实验室管理系统，实现实验室业务（如轮胎里程测试、高速性能测试、磨损及噪音等实验的下达计划、数据采集、数据反馈等）全面线上管理、测试数据系统沉淀。	1.应建设轮胎研发数字化智能设计仿真平台，建设产品三维设计、仿真模型，将企业现有的设计标准、专家知识经验及设计、仿真数据沉淀到设计平台； 2.应实现实验室设备（如化学分析、物理测试及成品轮胎实验设备）与实验室管理系统深度集成； 3.应通过项目管理平台、数据共享平台等信息技术手段，实现物料清单、密炼、	1.应实现实验室知识库的实时更新和实验室研发模型的迭代升级，支撑工艺设计、仿真分析和试验验证平台能力优化	1.应通过人工智能等信息技术手段，建立行业数据中心、联合实验室等生态级管理体系。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
				压延压出、成型、硫化等自动到生产机台的工艺一体化管控，达到设计变更与生产系统的实时联动，实现试制/量试计划与供应链及制造一体化协同。		
数字化运营	数字化供应链	1.应根据全年产品生产计划、物料需求和库存等信息，实现对采购合同、采购订单、到货、停车检修等信息管理，并制定大宗原料、辅料等采购计划； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	1.应通过信息技术手段制定物料需求计划，根据库存情况进行二次平衡后生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程； 2.应通过信息技术手段实现供应商策略、供应商协同管理、供应商开发、供应商绩效管理、供应商分级分类管理。	1.应将采购管理系统与企业资源计划管理（ERP）、工程项目管理（EPMS）、仓储管理（WMS）等系统打通，实现供应计划的实时同步，建立天然橡胶、合成橡胶、炭黑采购等关键环节的分析模型，包括采购周期、供货周期、付款结算、供货质量、库存占用、价格波动等； 2.应通过信息技术手段实现供应商主数据管理，并通过供应商主数据实现供应商的寻源、准入、评价、分级、淘汰等全生命周期管理。	1.应建设基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库预测优化分析系统，实现库存优化以及采购辅助决策； 2.应实现企业内部供应链和销售、财务数据集成，并与上游大宗原材料供应商的销售系统互动，实现数据互通与协同，实现通过数据分析模型优化供应商评价和选择。	1.应建设工业互联网平台，链接轮胎门店、汽车用户； 2.应实现供应链资源整合与协同，实现轮胎实时监控、物流转运追溯。
数字化生产	产品设计	1.应建立设计管理、质量控制、合规性检查控制体系，有完善的各专业设计流程管理制度； 2.应根据客户需求，基于设计经验，进行计算机辅助产品规划设计，实现图纸规范化、标准化，并通过数字化技术记录。	1.应基于信息技术手段实现需求的管理和跟踪； 2.应实现产品设计过程的追溯，支持产品设计数据或文档的结构化管理、技术状态版本控制及数据共享； 3.应建设典型轮胎产品的标准库及典型产品设计知识库，实现快速检索和智能匹配；	1.应建立敏捷设计环境，支持产品参数化、模块化设计，将产品的设计信息、生产信息、校验信息、运维信息等集成于产品的数字化模型中，实现基于模型的产品数据归档和管理； 2.应具有完备的产品设计系统，建立包含工艺管道模型、设备模型、工艺参数等	1.应构建完善的产品设计仿真分析和试验验证平台，并对产品外观、结构、性能、工艺等进行仿真分析、试验验证与迭代优化。	1.应建立产品设计平台，支持用户、供应商等多方信息交互、协同设计和产品创新，实现轮胎产品正向设计。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			4.应建立轮胎仿真测试环境，实现产品外观、结构、性能等关键要素的设计仿真。	信息的工艺模型，将完整的工艺信息集成于三维数字化模型中。		
	工艺设计	1.应具有工艺设计环节相关设计标准和技术规范，具有生产作业相关工艺文件和作业指导书； 2.应对工艺文件进行规范化管理。 示例：工艺图纸、工艺过程卡、作业指导书、工艺参数、程序、配方等。	1.应具备关键工序设备个性化定制的接口与能力，能够通过信息技术手段及时传输和下发与生产相关的图纸、工艺文件、作业指导书、配方等图文资料到生产现场； 2.应在工艺设计或工艺优化过程中，实现计算机辅助设计，建设工艺流程和工艺知识库，并提炼形成产品的典型工艺模板； 3.应以轮胎模具动态台账为核心，提供新模具全生命周期管理。	1.应实现关键工艺过程计算机辅助仿真优化，实现基于三维模型的关键工装、模具的设计全面数字化； 2.应实现轮胎产品半部件及成型工序工程物料清单和工艺材料清单管理，并将工艺半部件、工艺材料清单及施工信息下传到制造执行系统（MES），指导现场生产； 3.应建设模具管理系统，并与企业制造执行系统（MES）和排产系统进行综合集成。	1.应支持基于生产现场反馈信息的工艺动态优化，实现新工艺设计、验证、优化联动； 2.应建设工艺仿真环境、本企业原料物性库等，集成工艺设计系统与仿真系统，实现工艺设计全流程优化。	1.应通过人工智能等信息技术手段，进行工艺设计全生命周期动态管理，实现设计、工艺、制造、检验、运维等信息动态集成，支持用户与工艺设计环节信息交互，实现多领域、多区域、跨平台的全面协同优化； 2.应具备基于虚拟正向开发及数据库技术的下游主机厂配套（OE配套）轮胎开发能力。
	计划调度	1.应基于人工经验，制定计划编制流程、逻辑、方法，同时对生产计划可进行跟踪以及生产调度，实现资源统筹管理； 2.应通过人工实现各工厂生产计划执行情况的全域跟踪管理，并基于计划执行、统计分析等计算模型，实现企业多工厂的生产调度管控； 3.应依据系统数据人工进行异常处置。	1.应系统考虑各种能力的限制进行调度排产，对生产月度计划进行拆解，生成详细生产作业计划，并通过报表展示计划和完成的偏差对比； 2.应利用高级计划与排程系统（APS）可自动给出满足多种约束条件、优化的排产方案，形成最优的详细生产作业计划，同时系统实现对单一车间生产计划执行情况的数据进行采集和跟踪管理。	1.应基于约束理论的有限产能算法开展排产调度，系统自动生成详细油品、化工品生产作业计划； 2.应集成计划调度系统与制造执行系统（MES），具备异常情况自动预警能力，支持人工对异常的处置； 3.应实时监控各生产环节、批次的原材料、半成品、产成品等的投入和产出进度，实现系统自动预警和分析调度排产的异常情况（如：生产延时、产能不足），能根	1.应通过信息技术手段实现了多车间生产计划执行情况的统计分析和预测； 2.应通过信息技术手段实现多工厂（基地）的计划进行协同排程和优化调整。	1.应通过人工智能等信息技术手段建设高级智能排产信息化应用，实现从销售订单到详细生产计划、生产计划，再到生产部署的信息处理与资源调度相结合的自动化集成服务； 2.应通过人工智能等信息技术手段，根据调度排产计划自动捕获的生产异常事件，自动生成调度指令并发布，自动跟踪执行结果并反馈。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
				据生产过程异常情况进行自动预警和分析，在人工参与下系统能自动实现异常处置； 4.应建设主生产计划管理系统（MPS），与高级计划与排程系统（APS）进行集成，实现多工厂在采购、生产、配送等部分环节实现协同排产，以及生产计划排产及时优化，实现各工厂生产全过程的制造环节的管理要素进行协同均衡化管理。		
	生产作业	1.应建立精益运营组织或运营指标，针对生产制造活动相关的数据进行统一管理； 2.应建设有独立的专业系统（如实时数据库），实现装置工艺参数监控； 3.通过人工手动控制分布式控制系统（DCS）； 4.应依据系统数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 5.密炼、压延压出、成型、硫化等关键工序数控化率大于70%，设备完好率和自控率低于30%。	1.应开展基于价值链的精益化协同，围绕人、财、物、产、供、销等环节，实现精益生产数字化管理； 2.应实现工艺运行实时数据、物料移动关系、库存实时数据的集成监控； 3.应通过分布式控制系统（DCS）编写个性化脚本，实现部分自动控制； 4.应在关键工位实现电子防误防错管理； 5.应监控重点环节运行状态，及时处置生产异常状态报警，实现生产设备安全平稳运行； 6.密炼、压延压出、成型、硫化等关键工序数控化率大于80%，设备完好率和自控	1.应建设轮胎企业综合门户，实现企业管理全过程互联互通，围绕人、财、物、产、供、销等环节全面集成，基于精益化管理的逻辑与规则设定监控标准，运用新一代信息技术，建立少量的管理模型（如全面质量管理（TPS）、6西格玛等），提升整体运营管理的智能化水平； 2.应建设生产平衡经验库，实时跟踪生产运行动态，并根据生产波动情况，协助调度指挥人员编制生产平衡调整方案； 3.应建设生产全流程的工艺指标（温度、压力、液位、流量、组分等）可视化监控	1.应建立人、财、物、产、供、销等环节协同的精益管理数字化模型，实现生产作业精益管理优化； 2.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 3.密炼、压延压出、成型、硫化等关键工序数控化率大于95%，设备完好率和自控率大于80%。	1.应应用三维建模、数字孪生等技术建立数字孪生工厂，具备精益化、生态化协同能力与对外赋能能力； 2.应通过人工智能等信息技术手段综合分析整个装置的运行情况，对装置运行状态进行诊断、告警和优化，必要时采取智能措施使装置平稳高效运行； 3.应在相关信息数据集中展示汇总的基础上，通过信息技术手段实现装置突发事故（泄漏、火灾、爆炸等）的远程诊断、远程操作指导； 4.生产控制系统应配合上级系统基于云计算和大数据技术实现快速配方、产线、设备、工艺过程切换，满足高

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			率达30%至50%。	系统并在线分析，实现平稳率及合格率的实时监控预警； 4.应基于实时数据集成，开展异常信息综合分析，形成处置记录； 5.密炼、压延压出、成型、硫化等关键工序数控化率大于90%，设备完好率和自控率达50%至80%。		度柔性化、个性化生产的需求。
	安全生产	1.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划； 2.应通过线下方式建立风险管理、应急指挥等知识库，进行人员、档案、培训管理； 3.应通过信息技术手段对GB 30871中涉及的高处、吊装等特殊作业进行全面管理； 4.具备部分防误操作功能。	1.应建设在线安全教育平台或安全教育云课堂，开展线上教育； 2.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 3.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范； 4.应建设安全双预控系统、智能巡检系统等，实现安全风险、安全隐患进行分级分类、排查治理线上闭环； 5.应通过信息技术手段实现部分作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据进行	1.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况； 2.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行沉浸式培训。	1.基于安全作业、风险管控、应急指挥等数据的集成分析，实现对应急指挥核心业务的精确预测和优化； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			监测，监测数据可采集并记录； 6.生产管理过程可基于SOP制定防误规则，并通过信息系统实现自动化验证。			员，并自动在相关安全管理内容中予以体现； 4.应通过人工智能等信息技术手段实现基于图片、语音等识别功能的智能防误验证体系。
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划，对废气、废液、排放口颗粒物等定期进行采样监控，并将监测数据录入信息化平台。	1.应对三废、噪声、温室气体、异味等进行自动采样分析，通过信息技术手段自动获取监测数据并进行统计分析； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施（除尘设施、污水处理系统等）、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享； 2.应对废气、废液在线监测数据设定预警值，对于超过预警值的数据提前分析原因并进行人为干预； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	1.应通过信息技术手段，实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，实现排放分析及预测预警； 2.应通过人工智能等信息技术手段，建立三废、噪声、温室气体、异味超标预测模型，实现排放超标情景（处理设施老化或故障、原料质量波动、操作失误等）自优化、自执行； 3.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、当地政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。
	能源管理	1.应实现水、电、汽、风等能源介质产、耗的定期计量管理； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应通过信息技术手段建立能源的供应、转换、输配和消耗的管理体系； 2.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。	1.应建设能源管理平台，实现能源计划、能源运行、能源统计到能耗分析的业务完整闭环，对能源的生产和消耗进行监控和预警，提高能源管理的定量管理水平；	1.应通过信息技术手段实现能源消耗、能源利用、设备能效等生产各业务环节的主动预测预警，并给出全局智能优化方案，实现自主优化闭环管理，推动用能设施技术改造；	1.应建设工业互联网平台与上下游产业链进行能源管理交互，实现企业购买和持有碳排放配额、碳减排权、碳抵消项目等不同形式的碳资产来实现碳减排目标。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
				2.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	2.应在密炼、压延压出、成型和硫化等关键工序设备建设或连接碳资产管理平台，实现碳排放监测、追踪、分析等相关管理工作。	
	质量管控	1.应依据产品标准，制定检验计划、质量管控规范，并有效执行； 2.应在密炼、压延压出、成型、硫化及成品轮胎快检等关键质量控制工位利用数字化质量检测设备，质量监测数据存放在设备本身，数据分析以离线方式进行。	1.应针对轮胎产品生产制造过程，利用射频识别技术（RFID）、条码、二维码、标识解析等技术，实现批次的唯一标识，记录轮胎生产过程中的关键流程信息，如原材料质量检测、生产机台、时间、过程控制等；质量控制数据记录，包括检测结果、检验标准、质量指标等； 2.应通过信息技术手段，实现对质量制度管理、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理。	1.应基于市场端建立市场反馈、质量售后等管理协同平台，质量管理协同平台支撑企业赋能所有生产基地的质量管理； 2.应实现轮胎品质和性能（如轮胎的均匀性动平衡指标反馈到硫化胎胚入模角度，和成型部件分布角度自动调整）全工序的自动反馈、调整、优化。	1.应实现检验要求流程及检验标准的个性化定义，检验过程的实施、监控、预警的闭环化； 2.应通过信息技术手段实现关键产成品出厂后的质量信息追溯； 3.应实现监测设备与生产管理系统集成，可将质量监测数据在生产管理系统中进行统计分析，辅助产品与工艺参数优化决策； 4.应通过质量管理协同平台支撑企业全流程管理，质量管理模型赋能质量策划与实施、质量监测与分析、偏差跟踪与风险防范、质量预知与提升优化等环节。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。
	设备管理	1.应建立基本的设备管理制度，以及设备台账、资产等管理； 2.应建立设备维保、设备及其零部件备品备件制度，通过人工或手持仪器开展设备点检巡检，实现定期设备检修、保养；	1.应建设设备管理、维保管、备品备件管理的设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理； 2.应通过设备管理系统实现设备点巡检、润滑、维护保养等日常维护工作的标准化和过程管理，制定设备维护	1.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 2.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		3.应依据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理，并根据人工经验实现检维修过程管理和故障处理。	计划，维护保养的预警，形成设备维护周期，同时实现备品备件的库存管控； 3.应实现设备关键运行参数（温度、电压、电流等）数据的实时采集、故障分析和远程诊断。	员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控； 3.应建设与制造执行系统的集成的设备管理系统，实现设备在线管理、监控，以及设备产量、质量、成本、维修等相关数据采集，形成成本综合分析指标。	建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理
	仓储配送	1.应制定库区原材料、半成品、产成品等管理规范，建立仓库台账，基于分类实现合理管理； 2.应根据销售订单制定发运计划，实现预约装车； 3.应通过一卡通或车牌识别，联动门禁与物流车辆，实现运输车辆与其他车辆在园区内规范运行。	1.应建设仓储管理系统（WMS），基于条码、二维码、射频识别技术（RFID）等实现货物库分配、出入库和移库等管理； 2.厂内的物料出入库与拣货环节应用仓储辅助作业设备（如：亮灯货架、智能立体货柜、自动导向车（AGV）分拣系统、自动立体库等），具备数字化设备（自动导向车（AGV）、仓储设备等）、电子看板系统和信息系统集成； 3.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 4.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实	1.应基于仓储管理系统（WMS）与制造执行系统（MES）、运输管理系统（TMS）等集成，依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管理，整合出库和运输过程； 2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现半自动或自动出入库管理。	1.应实现生产、仓储、运输管理多系统的集成优化，建设无人仓库，依据实际生产状态规划叉车（转运或配送车辆的）作业路线，实现自动搬运、拆卸、装车； 2.应实现运输配送关键节点信息追踪，并通过信息技术手段将信息反馈给客户或门店。	1.应实现运输配送全过程信息跟踪及可视展示，基于定位系统进行定位，实现运输到货后的签收，对轨迹异常进行报警； 2.应接入工厂监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出厂区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，对黑名单车辆进行智能预警以及布控，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 5.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享。			

附 录 F

(规范性)

涂料及颜料企业成熟度要求

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
技术	研发管理	1.应具有完善的产品生命周期管理体系和制度，有完善的产品市场调研、市场分析组织，有健全的产品追踪溯源制度和管理体系； 2.应以数字化格式存储和呈现产品配方、工艺机理、加工方法、装备选择、材料要求、特性指标、市场应用等产品设计研发资料，并具有较好的保密管理制度和手段。	1.应通过信息技术手段对研发过程进行记录和追溯； 2.应通过信息技术手段实现产品设计数据和文档的结构化管理与共享，统一管理设计流程和结构，并支持版本控制、权限管理和电子审批等功能； 3.应具有较为齐备的产品与工艺研发装置和检测分析仪器仪表，有符合要求的研发监管措施和安全管控手段； 4.应建设典型产品的标准库及典型产品及生产工艺设计知识库，在产品设计时进行匹配和引用； 5.应建设典型的系列化产品标准库、产品设计知识库，实现智能匹配。	1.应采用产品生命周期管理系统（PLM），将产品的设计信息、生产信息、检验信息、运维信息、销售信息、服务信息等集成于产品的三维数字化模型中，实现基于模型的产品数据归档和管理； 2.应建设中试系统与产品生命周期管理系统（PLM）系统的网络集成与信息自动化收集； 3.应建设产品设计与工艺设计的协同平台，通过工艺设计的介入与联动，实现产品设计与工艺设计间的信息交互、并行协同； 4.应建设具备良好自动化水平的中试系统，小试和中试、产品生产应符合批生产控制的要求，具备批次数据组织、存储、检索、统计能力。	1.应基于产品设计和工艺模型实现配方、工艺、性能等关键要素的设计仿真及迭代优化； 2.应基于研发管理全流程绩效指标体系，实现研发管理能力全流程迭代优化； 3.应建设产品研发知识迭代模型，实现产品生命周期动态数字化管理； 4.应建设完整的产品特性、生产工艺、制备流程、介质物性研发仿真分析平台，并对产品性能、工艺技术、装置装备等进行仿真分析与迭代优化。	1.应建立与外部高校、科研院所等的协同研发平台，实现生态链的协同研发管理。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
数字化运营	数字化供应链	1.应根据全年产品生产计划、物料需求和库存等信息，实现对采购合同、采购订单、到货、停车检修等信息管理，并制定大宗原料、辅料等采购计划； 2.应建立供应商准入、供应商评价体系，并进行初步分析。	1.应通过信息技术手段制定物料需求计划，根据库存情况进行二次平衡后生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程； 2.应通过信息技术手段对供应商定期进行多维度评价，明确准入、退出机制，实现供应商的全生命周期管理。	1.应通过信息技术手段，将采购、设备维修、项目管理和仓储等打通，实现采购渠道多源化和采购低成本化； 2.应建设供应商管理平台，实现企业和供应商在采购执行流程中的信息共享，依据供应商产品价格、到货率、检维修等数据进行多维度评价。	1.应建设基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库预测优化分析系统，实现库存优化以及采购辅助决策； 2.应实现企业内部供应链和销售、财务数据集成，并与上游大宗原材料供应商的销售系统互动，实现数据互通与协同，实现通过数据分析模型优化供应商评价和选择。	1.应通过人工智能等信息技术手段，实时监控采购环节的风险及变化，自主做出反馈和调整，自优化供应商选择、原材料采购计划、日常物资需求计划、安全库存等； 2.应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或及时供货，实现供应链资源协同。
数字化生产	工艺设计	1.应建立清晰完善的设计管理、质量控制、合规性检查控制体系，有完善的各专设计流程管理制度； 2.应基于设计经验，进行计算机辅助工艺规划及工艺设计，实现图纸规范化、标准化； 3.应建立工艺设计规范和标准，指导计算机辅助工艺规划及工艺设计。	1.应具备关键工序设备个性化定制的接口与能力，能够及时传输和下发与生产相关的图纸、工艺文件、作业指导书、配方等图文资料到生产现场； 2.应在工艺设计或工艺优化过程中，实现计算机辅助设计，建设工艺流程和工艺知识库，并提炼形成产品的典型工艺模板。	1.应有完备的数字化设计系统，建立包含工艺管道模型、设备模型、工艺参数等信息的工艺模型，将完整的工艺信息集成于三维数字化模型中； 2.应基于三维模型，具有流体力学、热力学、机械管道工程、化学工程等方面的专家系统和数学模型，实现优化工艺、设备布置、管线、电气、控制等设计、资源配置与计算，在工艺设计阶段开展工艺系统验证和生产模拟。	1.应支持基于生产现场反馈信息的工艺动态优化，实现新工艺设计、验证、优化联动； 2.应建设工艺仿真环境、本企业原料物性库等，集成工艺设计系统与仿真系统，实现工艺设计全流程优化。	1.应通过人工智能等信息技术手段，进行工艺设计全生命周期动态管理，实现设计、工艺、制造、检验、运维等信息动态集成，支持用户与工艺设计环节信息交互，实现多领域、多区域、跨平台的全面协同优化。
	计划调度	1.应依据人员经验进行调度作业计划编制，形成详细生产作业计划文档； 2.应通过信息技术手段支撑生产作业基础数据的获取，支持调度工作；	1.应系统考虑各种能力的限制进行调度排产，将月度计划拆解为详细作业计划，并通过报表展示计划与实际完成的偏差对比；	1.应基于约束理论的有限产能算法开展排产调度，系统自动生成详细生产作业计划； 2.应集成计划调度系统与制造执行系统（MES），具备	1.应建立数学模型，采用先进排产调度的算法，依据专家经验，系统自动给出满足多种约束条件、优化的排产方案，形成最优的详细生产作业计划；	1.应通过不断试算的方式进行排产计算，动态调整周、日作业计划，并对生产偏差进行预警和分析，自动做出响应；

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		3.应依据系统数据人工进行异常处置。	2.应构建调度指令解析器，可实现处置建议、排产计划自动分解为调度指令； 3.应实现调度指令在线发布、在线执行、在线跟踪、在线反馈的痕迹化闭环管理。	异常情况自动预警能力，支持人工对异常的处置。	2.应建立调度指令库和异常处置经验库，针对不同的生产活动，采用大数据分析等技术，协助调度人员构建指令方案，人工确认后下达执行。	2.应通过人工智能等信息技术手段，根据调度排产计划自动捕获的生产异常事件，自动生成调度指令并发布，自动跟踪执行结果并反馈。
	生产作业	1.应具备涂料生产作业规范、标准化生产作业指导书，生产任务工单应有标准操作工艺要求，并按照实际操作执行情况如实进行记录和监督； 2.自动配料阀、大容量分散设备与调整设备、研磨设备等关键的状态监控点数据自动采集率大于 60%； 3.应建设生产数据采集与状态监控系统，可依据系统监测数据进行人工异常处置（设备运行故障，温度、压力、液位、流量、组分等工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等）； 4.配料、分散、研磨、调色、包装灌装等关键工序数控化率大于 70%，设备完好率和自控率低于 30%。	1.应通过信息技术手段传输生产相关的生产工艺文件、作业指导书、配方等图文资料到各生产单元； 2.规模化固定资产线生产系统数据自动采集率大于 60%，拉缸式、移动型小批量生产系统数据自动采集率大于 30%； 3.大宗液体采用管道自动化输送的覆盖率大于 80%，大宗固体物料自动化输送覆盖率大于 50%； 4.配料、分散搅拌、研磨、调整兑稀等关键或重要工序应采用自动化控制，实现配料监测与连锁控制、转速监测与连锁控制、温度压力与配料连锁控制、搅拌时间连锁控制、研磨温度与供料及冷却以及时间的连锁控制等，并对其进行实时状态监控和数据记录，具备故障报警、故障处理的控制能力；	1.应基于标准作业流程（SOP）建立数字化生产工艺配方数据库管理能力，实现物料、工艺方法、工艺参数的集成管理和量化执行监督； 2.规模化固定线生产系统数据自动采集率大于 80%，拉缸式、移动型小批量生产系统数据自动采集率大于 50%； 3.应在配料、分散搅拌、研磨、调整兑稀等关键环节工位实现电子防呆防错管理； 4.配料、分散、研磨、调色、包装灌装等关键工序数控化率大于 90%，设备完好率和自控率达 50%至 80%。	1.生产控制系统应具备符合涂料生产要求的批生产管理控制能力，应实现基于 SOP 的批生产控制和生产流程自动化，实现全生产流程的设备控制、电子化防错防呆、差错预防等，实现全流程的工艺生产批次化数据组织和采集； 2.涂料产线全流程数据自动采集率大于 90%； 3.配料、分散、研磨、调色、包装灌装等关键工序数控化率大于 95%，设备完好率和自控率大于 80%。	1.生产控制系统应与制造执行管理、仓储管理系统（WMS）、质量管理体系（QMS）、产品生命周期管理系统（PLM）等实现互联互通与业务融合，实现制造管理和生产控制的综合集成和数据共享，实现材料供给保障、设备运行控制、生产管理、质量控制等的自动化业务协同。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			5.配料、分散、研磨、调色、包装灌装等关键工序数控化率大于 80%，设备完好率和自控率达 30%至 50%。			
	安全生产	1.应开始对实施应急指挥数字化的基础和条件进行规划； 2.应通过线下方式进行人员、档案、培训管理； 3.应建立符合标准规范要求的重点危险源视频监控、气体检测、温度检测和消防检测等环境监测设施，建立重大危险源安全与应急防护体系。	1.应建设作业票系统，实现作业环境数据、安全管理数据、应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录，并结合作业安全分析（JSA）实现电子作业票的在线审批； 2.应建设人员定位系统，监控人员在安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急； 3.应建立安全培训、风险管理、应急指挥等知识库，利用信息技术手段进行人员安全教育、安全应急培训管理； 4.应对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源进行实时监控，通过信息技术手段实现危险化学品、危险工艺的管理； 5.应通过信息技术手段对应急指挥核心业务活动（应急响应准备、应急组织机构及职责、应急演练与培训、应急资源调配、外部协调与联络等）进行规范；	1.作业票系统应与人员定位、供应商管理等系统集成，实现作业票移动端全过程电子化闭环管理，针对各类不安全行为设置视频分析报警功能，实现生产安全一体化管理； 2.应实现应急指挥过程中各个环节数据监测及汇总分析，通过大屏展示等方式将应急指挥数据传输给决策者，使其全面、准确地了解安全管理各环节情况； 3.应运用虚拟现实、增强现实、混合现实或数字孪生等信息技术手段，建设化工仿真培训系统（OTS）对员工进行浸入式培训。	1.应基于安全作业、风险管控、应急指挥等数据的集成分析，实现对应急指挥核心业务的精确预测和优化； 2.应通过信息技术手段实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。	1.应接入化工园区监管平台，实现数字化预案的一键启动及智能分级推送，并能根据应急现场反馈信息自动修正调度策略，支持数据跨平台共享，自动生成应急资源评估报告、应急辅助决策报告； 2.应接入化工园区监管平台，支持以对话方式查询、统计和分析重大危险源数据信息、风险监测预警数据信息、双重预防信息、特殊作业信息等，并能够以文字和图表方式输出结果； 3.应建立与园区、当地政府部门等的定期交流机制，获取适用、有效的法律法规、标准规范等的渠道和方式，并将相关内容及时转化为本企业的规章制度、操作规程，及时传达给相关从业人员，并自动在相关安全管理内容中予以体现。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			6.应通过视频通讯和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示，实现突发情况的远程指挥和处理； 7.应建立在线安全教育平台或安全教育云课堂，开展线上教育。			
	环保管理	1.应建立完整的环保管理制度，明确环保管理职责及流程； 2.应基于人工监测采样计划，对废气、废液、排放口颗粒物等定期进行采样监控，监测数据录入信息化平台； 3.应采用密闭管道输送涂料生产使用的大宗液态危化品（树脂、油脂等）、粉体填料、色粉物料等，实现清洁化生产，并在车间使用VOCs有组织收集管网系统。	1.应使用合规满足要求的环境监测、环保处理设施系统，实现VOCs有组织收集的自动化运行和监控； 2.应通过信息技术手段对污染源、治理设施、排放口等基础信息坐标位置进行展示。	1.应采用信息技术手段进行环保管理，对于甲类仓库、甲类车间，以及涉及危化品和污染源的场所开展在线监测，环保数据可采集并记录，监测超限及时报警，并进行人为干预； 2.应通过一张图实现环保与生产、治理的协同智能管理，将与环保相关所有业务信息共享及可视化展示； 3.应集成生产、监测、环境风险等环保需要的所有数据进行展示及预警，提示管理人员废气排放口、废水排放口、固体废物堆放场等重点部位环保相关信息。	1.应在生产车间危化品输送、投放过程、生产过程设置泄漏监测点，建立数学模型以监测警示漏和泄漏点，实现与生产控制系统的联动减灾应急处理，并提示人工干预处置； 2.应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，实现排放分析及预测预警； 3.应通过模型分析及大数据手段实现在环保地图上对相关业务数据进行操控，实现动态联动与环保相关的生产、设备、治理设施等数据交互。	1.应接入化工园区监管平台，实现与园区、政府部门之间的应急响应上下互联、指挥调度，能够对突发环境事件进行污染扩散模拟分析。
	能源管理	1.应建立能源管理制度，对主要能源数据进行采集和计量； 2.应具备碳排放核算能力。	1.应建立综合能源统计分析流程，实现对能源供给设施（如变压器、电容柜、动力分配盘柜、空压机、锅炉或导热油炉、制冷设备等）的运行监控，通过对能源数据	1.应建设综合能源管控平台，能全面监控各类能源生产、存储、转化、使用等环节； 2.应建设碳排放管理平台，实现全厂范围内碳排放项目集成管理。	1.应建设多级能源计量监控与分析管理系统，对能源生产、存储、转化、使用等环节进行全面管控，实现能源精确计量、精准核算、能耗能流多元统计、能源分析与预测的精细化管理；	1.应建设碳资产管理平台，对碳排放进行追踪、分析、核算或交易，在碳排放监测、追踪、分析、核算、交易等部分环节开展碳资产管理工作。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
			进行综合分析，实现能源利用改进提升； 2.应通过信息技术手段实现碳排放在线核算。		2.应通过对能源数据进行综合分析，基于能耗模型实现能源的动态预测与平衡调度； 3.应在喷涂、烘干等关键工序设备建设或连接碳资产管理平台，实现碳排放监测、追踪、分析等相关管理工作。	
	质量管控	1.应建立原材料、半成品、产成品等量化的质量指标体系； 2.应实现原材料、半成品、产成品等质量信息数据采集，包括检测结果、检验标准、质量指标等。	1.应建设质量管理信息化系统，实现对质量制度管理、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理； 2.应建立产品生产制造记录规范及涂料原材料、半成品、产成品质量指标量化标准体系数据库，记录产品制造过程中的关键信息（如时间地点、生产批次、操作员、设备使用情况等）和质量控制数据记录（包括检测结果、检验标准、质量指标等）； 3.应建设使用数字化实验室管理系统（LIMS），进行原材料、成品与半成品的检测分析，实验室检化验设备数据自动采集率大于30%。	1.应基于市场端建立市场反馈、质量售后等管理协同平台，质量管理协同平台支撑企业赋能所有生产基地的质量管理； 2.应建立产品生产的标准作业流程和工艺生产标准规范，在关键工序实现过程质量的精准控制和防呆防错； 3.应建立出入库、生产使用、成品制成等环节的过程质量检验数据信息链采集组织，实现产成品的质量信息、生产信息、销售信息追溯； 4.应建设在线质量数据库，实现原材料、半成品、产成品质量指标的可视化展示； 5.应利用质检业务相关的机器人提升质检的效率和质量。	1.应利用在线成分检测分析智能化装置，实现生产过程在线质量分析与生产控制的自动化联动，极大缩短制造周期、提高质量水平和质量稳定性； 2.应建设产成品质量缺陷分析平台，利用大数据等分析工具，实现涂料原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导与生产工艺优化； 3.应建设在线质量分析模型，实现涂料原材料、半成品、产成品质量指标的可视化展示、质量分析、工艺方法与配方优化。	1.应建设工业互联网平台，与下游用户质量管理体系进行衔接，支持与用户质量数据的交互，建立一体化质量预测模型，实现基于用户质量结果对生产过程自优化。

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
	设备管理	1.应建立设备维护保养定期工作管理机制，包含：设备定期检修、润滑保养、特种设备定期检验等周期性任务，包含计划周期组态、计划执行和计划提醒等功能； 2.应建立设备台账，分为静设备台账、动设备台账、电气设备台账、仪表设备台账、特种设备（起重机械、电梯、压力容器、压力管道、特种车辆和安全阀）台账和常压容器台账，实现设备基础信息管理和设备动态信息管理。设备基础信息管理应包含设备基本信息、设备型号、规格参数、电机型号参数、生产厂家、安装日期等； 3.重要设备和控制系统（压缩机、搅拌釜等、分布式控制系统（DCS）/安全仪表系统（SIS）/可编程逻辑控制器（PLC）等）应具有保护功能，并建立保障设施，如多回路/应急后备供电保障等，根据设备厂商的保养计划或操作规程进行维护。	1.应建立设备在线台账，实现在线查看设备信息； 2.应建设设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化设备管理系统，通过信息技术手段实现对设备设施维护保养的管理，实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化； 3.应利用无人装置进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检，并采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护； 4.应采用物理感知、传感检测、图像识别等技术，建设关键机泵、搅拌釜的状态监测系统，实现部分关键机泵（循环泵、压缩机、鼓风机等）、搅拌釜等机械运行参数（流量、扬程、转速、轴功率、效率、温度、压力、振动等）的实时监控。	1.应集成设备管理、采购和仓储等系统，实现设备的全面、系统管理； 2.设备管理系统应建设设备故障知识库、企业资源管理系统（ERP）、生产控制系统的网络化集成和数据共享体系，依据设备故障状态自动生成含检修标准、检修人员等信息的可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理，以及设备在线管理、监控。	1.应构建设备运行状态监测分析模型，实现通用备品备件的联储联备，并能够同步到采购系统实现采购计划自动优化； 2.应建设故障管理系统，对设备故障进行分类、统计，建设设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建设预测性分析模型，实现设备趋势分析，实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。	1.应结合设备厂商等外部专家资源，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能，结合设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； 2.应结合设备厂商等外部专家资源，横向对比同类型重点设备的运行状况，实现设备运行、维保检测的预测分析，提升设备资产绩效管理
	仓储配送	1.应根据运输订单和经验，制定运输计划且配置调度；	1.应建设仓储管理系统，基于条码、二维码、射频识别技术（RFID）等实现货物库	1.应基于仓储、运输、供应链管理系统等集成，建立仓储模型和配送模型，实现库存优化和方便快捷运输；	1.应基于仓储、生产作业、计划调度、供应链系统等集成，建立数据模型，实现全	1.应接入化工园区监管平台，根据门禁/卡口的分类，结合进出园区的人以及车辆类型进行智能识别及提醒，

能力域	能力子域	成熟度等级要求				
		一级	二级	三级	四级	五级
		2.应制定原料库和成品库等管理规范，实现出入库、盘点和安全库等管理。	分配、出入库和移库等管理； 2.应建设仓储管理系统（WMS），实现物资信息化管理，实现库区物料（罐区）的自动化装卸控制； 3.应通过运输管理系统实现运输过程管理，能够以即时提醒等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员； 4.应通过信息技术手段实现预约派车、车牌识别入厂、自动过磅等功能，对仓储、运输数据进行初步分析，实现仓储、运输过程数据互通，实现信息化全覆盖； 5.应通过信息技术手段实现运输车辆定位管理，对车辆的进出权限严格控制，对车辆超速、偏离路线进行告警，并实现定位信息共享。	2.应基于仓储、生产系统等集成，建立仓储、生产作业一体化数据模型，实现半自动或自动出入库管理。	流程原料、产成品等的自主实时分拣、配送； 2.应建立运输优化模型，实现运输路径等优化。	对黑名单车辆进行智能预警以及布控，系统与园区智慧化平台充分互联互通，紧急情况下支持根据事故情况智能判断自动开/关闸。

参考文献

- [1] GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
 - [2] GB/T 39173-2020 智能工厂 安全监测有效性评估方法
 - [3] GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型
 - [4] GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法
 - [5] T/SDHCIA 016-2021 化工行业智能化水平评估规范
 - [6] 现代煤化工产业创新发展布局方案.发改产业〔2017〕553号，2017年3月22日
 - [7] 关于推进化肥行业转型发展的指导意见.工信部原〔2015〕251号，2015年7月20日
 - [8] 关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见. 工信部联原〔2022〕34号，2022年3月28日
 - [9] 原材料工业数字化转型工作方案（2024—2026年）.工信部联原〔2023〕270号，2024年1月16日
-