

中国计算机用户协会团体标准

T/CCUA 0000-2024

流程工业企业 数字化转型成熟度模型

Process Industry Enterprises—Maturity Model for Digital
Transformation

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

(征求意见稿)

2024-x-xx 发布

2024-x-xx 实施

中国计算机用户协会 发布

目次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 缩略语	4
5 模型构成	4
6 成熟度等级	4
7 能力域	5
8 成熟度要求	7
8.1 组织	7
8.2 技术	9
8.3 数据	13
8.4 资源	17
8.5 数字化运营	21
8.6 数字化生产	24
8.7 数字化服务	32
参考文献	34

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。

请注意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。

本文件由中国计算机用户协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

流程工业企业 数字化转型成熟度模型

1 范围

本文件确立了流程工业企业数字化转型的成熟度模型的构成，规定了成熟度等级和成熟度要求。本文件适用于流程工业企业数字化转型的战略制定、业务规划和工作实施。

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，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，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 43697-2024 《数据安全技术 数据分类分级规则》
- GB/T 20988-2007 《信息安全技术 信息系统灾难恢复规范》
- GB/T 31168-2023 《信息安全技术 云计算服务安全能力要求》
- GB/T 43439-2023 《信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估》
- GB 50174-2017 《数据中心设计规范》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 流程工业 process industry

利用化学反应、分离或混合等技术手段制造新产品，改进已有产品或处理废弃物的工业。

注1：流程工业包含以下行业：石油、化工、矿业、钢铁、有色、电力、建材、废弃物处理、造纸等。

注2：流程工业不包括以下行业：装备，机械制造及其类似行业。也不包括有特殊要求或需要特殊批准的行业。

[来源：T/CCUA 0028-2024, 定义3.1]

3.2 数字化转型 digital transformation

深化应用新一代信息技术，激发数据要素创新驱动潜能，建设提升数字时代生存和发展的新型能力（3.4），加速业务优化、创新与重构，创造、传递并获取新价值，实现转型升级和创新发展的过程。

[来源：GB/T 23011-2022, 定义3.3]

3.3 数字化转型成熟度 digital transformation maturity

对组织数字化转型发展阶段和水平的度量。

[来源：T/AIITRE 10004-2023, 定义3.2]

3.4 新型能力 enhanced capability

深化应用新一代信息技术，建立、提升、整合、重构组织的内外部能力，形成应对不确定性变化的本领。

[来源：GB/T 23011-2022, 定义3.2]

3.5 业务数据化 business datafization

业务过程中产生的各种痕迹或原始信息记录并转变为数据的过程。注：业务数据化的核心是数据的沉淀和收集，涉及过程数据和结果数据两部分。

3.6 数据业务化 data commercialization

先将业务问题定义为数据可分析问题，再对数据可分析问题做建模分析，最后对分析结果和模型进行业务实施的过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IT: 信息技术 (Information Technology)

OT: 运营技术/操作技术 (Operational Technology)

RFID: 射频识别技术 (Radio Frequency Identification)

ESB: 企业服务总线 (Enterprise Service Bus)

DCS: 分散控制系统 (Distributed Control System)

SCADA: 数据采集与监视控制系统 (Supervisory Control And Data Acquisition)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

PLM: 产品生命周期管理 (Product Lifecycle Management)

RTO: 实时优化 (Real Time Optimization)

ITSM: 信息技术服务管理 (Information Technology Service Management)

PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

ITCC: 透平压缩机集成控制技术 (Integrated Turbine Compressor Control Technique)

LIMS: 实验室信息管理系统 (Laboratory Information Management System)

ESD: 静电释放 (Electro-Static Discharge)

5 模型构成

本模型深度借鉴了 GB/T 43439-2023 标准，并紧密结合流程工业企业的特性，构建了一个由成熟度等级、能力域及其下的能力子域所组成的综合性框架，其中，能力域由能力子域构成，如图 1 所示。

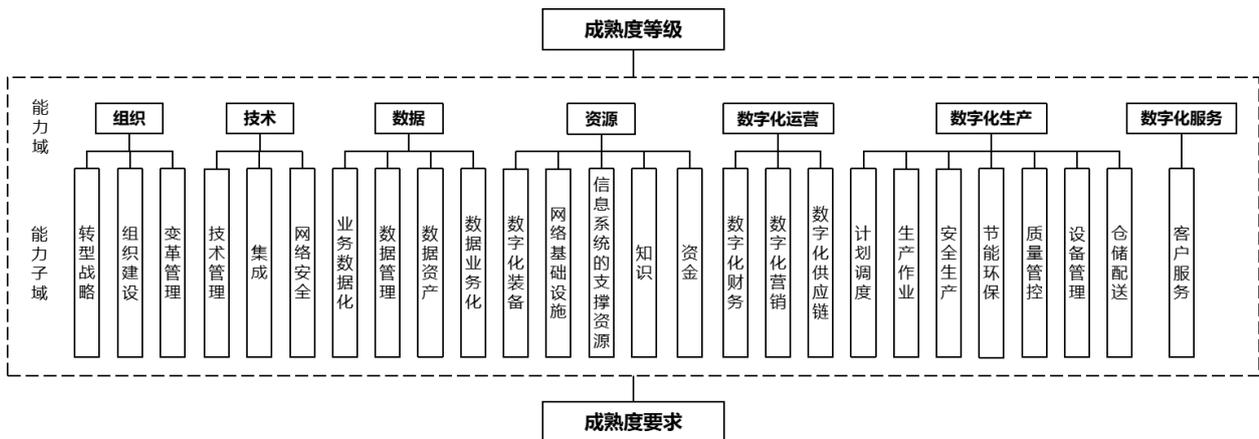


图 1 模型构成

6 成熟度等级

流程工业企业 数字化转型成熟度等级适用于根据流程工业企业现状和业务目标明确转型工作所要达到的成熟度等级目标，并根据目标等级的分级特征和要求制定详细的转型工作路径和各细项目标。成熟度等级分为五个等级，自低向高分别为一级、二级、三级、四级和五级。见图 2。

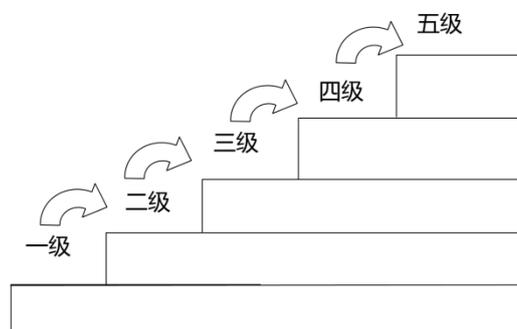


图 2 流程工业企业 数字化转型成熟度等级

流程工业企业 数字化转型成熟度等级中的各级特征如下：

a) 一级：应具备转型意识，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。

b) 二级：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营和优化能力。

c) 三级：应具备数字化转型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。

d) 四级：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。

e) 五级：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。

7 能力域

数字化转型成熟度能力域见表 1。

表格 1 能力域

能力域	能力子域
组织	转型战略
	组织建设
	变革管理
技术	技术管理
	集成
	网络安全

能力域	能力子域
数据	业务数据化
	数据管理
	数据资产
	数据业务化
资源	数字化装备
	网络基础设施
	数字化支撑资源
	知识
	资金
数字化运营	数字化财务
	数字化营销
	数字化供应链
数字化生产	计划调度
	生产作业
	安全生产
	节能环保
	质量管控
	设备管理
	仓储配送
数字化服务	客户服务

8 成熟度要求

8.1 组织

组织能力域包括转型战略、组织建设、变革管理 3 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 2 的规定。

表格 2 组织的成熟度要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
转型战略	a) 组织管理者应具备数字化转型意识，积极推动数字化转型工作开展； b) 应针对流程工业特点和企业总体发展战略，明确定义数字化转型的战略目标及主要方向	a) 应制订与组织发展相契合的数字化转型战略框架； b) 应有效组织数字化转型工作宣贯，明确数字化转型工作支持策略； c) 数字化转型负责人应具备数字化知识储备，了解关键数字化技术，企业具备一定的数据挖掘分析能力	a) 应制订完善的数字化转型战略，将数字化转型定位为企业发展的重要内容，明确数字化转型愿景目标和实施路径； b) 应成立数字化转型团队，负责数字化应用水平评估及转型方案设计、执行和管理； c) 应明确数字化转型专项资金、人力和技术支持	a) 应形成具体的数字化转型实施方案和智能化应用场景，并对数字化转型计划执行进行管理和监控； b) 应对数字化转型各方面成效评估评价，如业务、管理、技术、产品和服务等主营业务存量资源和增补资源转型提升的效果； c) 应形成可复用、可推广的数字化转型方案和典型场景用例	a) 应结合业务发展动态调整数字化转型战略； b) 应具备对外输出方法论和解决方案的能力； c) 应与产业链上下游及合作单位建立合作生态，共同推动数字化转型； d) 应具备利用人工智能技术开展数字化转型动态监测和辅助决策的能力
组织建设	a) 应明确生产经营、工艺技	a) 应初步将企业组织架构与数字化转型	a) 应结合企业特点建立企业数字化转型组织架构	a) 应形成适应于数据驱动业务的组织模式；	a) 应建立和完善基于全业务链相关的组

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	<p>术、设备、安全、环保、分析化验等重点业务部门的数字化转型职责；</p> <p>b) 应提升数字化转型意识，开展重点岗位数字化转型培训；</p> <p>c) 应识别和配备数字化转型所需人才</p>	<p>相结合，设置数字化转型相关组织或岗位；</p> <p>b) 应将数字化转型文化纳入组织文化建设重点工作，在内部通过组织全员培训、专题研讨等形式推广数字化转型的意义和价值，提升企业数字化转型能力及氛围；</p> <p>c) 应建设满足企业数字化转型需求的团队，通过整合内部、引入外部人才，包括但不限于信息化人员等方式配备所需数字化转型人才</p>	<p>和跨部门、跨专业数字化转型工作流程；</p> <p>b) 应在生产、技术、设备、能源和环保等重点业务方向配备数字转型岗位，并将其数字化转型职责纳入绩效考核；</p> <p>c) 应建立具有 IT 和业务复合背景的数字化转型人员队伍，并将数字化转型人力资源管理工作作为重点工作；</p> <p>d) 宜结合企业发展战略，借助外部能力为组织内部特定的难题或项目提供咨询和解决方案。</p>	<p>应建立符合数字化转型要求的人才任职资格评价及储备方案；</p> <p>b) 应针对 IT 和业务复合团队特点，建立数字化转型关键岗位评估机制，并进行岗位评估、晋升、优化和调整；</p> <p>c) 应对数字化转型关键岗位人员进行有效技术赋能，使其可自主利用数据和数字化技术，及时分析、发现和解决本岗位相关的工艺技术、设备、能源和安全等问题；</p> <p>d) 应形成企业数字化转型知识分享和利用文化氛围，建立知识沉淀和共享机制</p>	<p>织协作机制，有效实现流程企业各环节的共建、共用、共享等生态化协同能力；</p> <p>b) 应建立企业数字化岗位评价优化管理机制和模型，不断提升企业数字化能力；</p> <p>c) 应形成敏捷灵活的数字化组织，可根据生产业务、市场、技术变革等原因优化调整组织结构和岗位职责；</p> <p>d) 应持续开展数字化转型文化和数字化转型生态建设</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
变革管理	a) 应确定变革管理组织机构和企业主要负责人； b) 应制订变革管理方案，明确定义数字化转型变革的目标、意义和结果，应收集和分析客户信息，并反馈给相关部门	a) 应明确数字化转型的需求、目标和期望成果； b) 应制订数字化变革规划，并基于变革规划开展数字化转型实施工作	a) 应制订变革管理评估方案，可定性定量分析和识别变革管理效果； b) 应有效识别变革对主营业务带来的风险，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	a) 应建立变革管理体系，驱动业务运营和商业模式的重构，制订业务、技术、产品等取舍、增减调整方案，实现业务提质增效； b) 应建立评估机制，明确关键评价指标，实现定性定量评价变革效果，并可进行动态分析、预测、预警、调控； c) 应建立企业级阶段性创新发展关键指标，并基于关键指标的变化和趋势等，驱动变革管理进一步优化	a) 应建立基于人工智能技术的变革驱动技术，将数据作为新的生产要素，充分发挥数据价值，并形成知识沉淀机制，实现变革管理动态调整和优化； b) 应充分利用变革相关历史数据和实时数据开展变革风险超前预警，智能生成风险处置预案； c) 应基于全量数据，实现变革管理相关因素的相关性分析，智能识别变革管理关键影响要素，并在此基础上预测新的变革管理目标

8.2 技术

技术能力域包括技术管理、集成、网络安全 3 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 3 的规定。

表格 3 技术的成熟度要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
技术管理	<p>a) 应具有信息手段提升管理效率意识，配备数字化、信息化必要条件设施，确保在信息技术层面为主业生产经营活动提供支撑；</p> <p>b) 应以信息化手段满足关键时序的计划调度、工艺生产、技措技改及研发项目等管理业务需求。</p> <p>示例：建立自动化采集管理系统、工控网络管理系统、质检化验分析管理系统等，满足企业关键业务单点应用</p>	<p>a) 应采用必要的信息化技术手段，设计和建立标准化信息化管理流程，实现快速分发、反馈、记录、操作等功能，推动企业各阶段管理活动由线下向线上方式转变，提升工作效率和质量；</p> <p>示例：信息化项目可研评审、阶段评估、成果验收等，线上通知、会议内容和要求、记录和备案等标准化管理；</p> <p>b) 应有效组织技术部门及有关人员，协助和支持企业数字化转型工作；</p> <p>c) 应积极推动数字化、信息化能力培育，鼓</p>	<p>a) 应建立企业信息技术管理体系，编制数字化转型战略，设计并制订建设方案、业务场景、技术路径和实施计划等；</p> <p>b) 应具备满足业务需要的信息化技术管理和分析能力，并在企业计划经营、生产调度、工艺分析、安全环保、设备管理等场景应用数字化技术；</p> <p>c) 应在技术管理绩效指标体系中明确数字化、信息化价值，并将其纳入绩效考核；</p> <p>d) 宜使用信息系统实现企业新产品、新技术、新工艺等研发过程的全生命周期管理</p>	<p>a) 应建立支撑科研生命周期管理的数字化研发管理平台，确保业务、组织、技术和流程等实现融合创新过程管理与验证</p> <p>b) 应形成适用于企业技术特点的数字化路径。宜运用工业软件、AI、大数据、机理模型等数字化、智能化方法，建立基于云原生的全局化的数字化技术管理平台，实现企业全业务链的有效集成协同，支撑企业向技术高端化、智能化、绿色化转型；</p>	<p>a) 应围绕企业主营业务链，建立完善的数字化技术管理体系，形成本企业生产流程相关联的知识图谱，实现研发知识和技术体系的优化重组，驱动生态链协同研发的敏捷响应和决策，有效推动内外部创新能力的生态协同发展；</p> <p>b) 应基于多元协同生态治理体系，驱动行业或产业的变革与发展；</p> <p>c) 应实现企业从原料、生产、产品、调度运输，到终端消费服务等全业务</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
		励运用数字化、信息化技术提升企业新产品、新技术、新工艺等研发水平和数字化价值,并纳入科研绩效管理		示例:数字化支撑资源→数据中台+技术中台→业务应用(App)→场景目标。 c) 应形成有效的研发成果及产品的数字化能效作用评价措施,并以此驱动企业技术管理变革	场景端到端的数字孪生在线应用,全面打造全产业链的多能互补和灵活精准技术管理模式
集成	a) 应具有系统集成的意识	a) 应开展系统集成规划,包括网络、硬件、软件等内容; b) 应实现关键业务活动设备、系统间的集成; c) 应初步开展数据治理规划	a) 应形成完整的系统集成架构; b) 应具有设备、控制系统与软件系统间集成的技术规范,包括异构协议的集成规范、工业软件的接口规范 c) 应通过中间件工具、数据接口、集成平台等方式,实现跨业务活动设备、系统间的集成; d) 应通过数据治理建立数据统一标准	a) 应部署 ESB 以支持灵活的服务交互和数据传输; b) 应构建企业数据湖,建立唯一数据源	a) 应进一步完善 ESB 和数据湖的功能,实现企业全业务活动的集中集成; b) 应促进跨组织的信息共享和服务协同,提升整体竞争力
网络安全	a) 应明确网络安全管理机构、人员岗位和安全责	a) 应成立网络安全和信息化专项组织,落实网络安全责任制;	a) 应建立适宜的网络安全和数据安全管理机构,完善管理制度,配备专	a) 应建设完善的网络安全和数据安全管理体系,包括安全管理机	a) 应具备多网络安全手段统一调度和协同防御能力,实现

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	<p>任，制定管理网络、工控网络管理制度，并按制度开展相应工作；</p> <p>b) 应在工控网络与管理网络边界进行隔离和安全防护；</p> <p>c) 应具备网络安全意识，明确管理网络、工控网络安全要求</p>	<p>b) 应采取措施对通信网络、区域边界和计算环境进行网络安全防护；</p> <p>c) 应定期开展管理网络和工控网络以及数据安全风险评估，识别网络及数据安全风险，并控制相关风险到可接受范围</p>	<p>业的安全管理人员，并对管理网络和工控网络安全建设和运维过程进行有效管理；</p> <p>b) 应对管理网络和工控网络进行监测预警和态势感知，制定网络安全应急预案并开展应急演练，对安全漏洞与威胁进行有效处置；</p> <p>c) 应对网络安全和数据安全防护措施的有效性进行检测评估；</p> <p>d) 应开展全员网络安全培训，并对网络安全关键岗位开展专业培训、能力认证和持证上岗</p>	<p>构、安全管理制度、安全管理人员、安全建设管理和安全运维管理等；</p> <p>b) 应构建立体的网络安全纵深防御体系和数据安全管控体系，开展攻防演练，实现管理网络和工控网络安全主动防御、数据安全生命周期有效管控以及安全事件应急处置；</p> <p>c) 应建立数字化运营平台、专业化运营团队和规范化运营流程，通过威胁情报、态势感知、流量分析、自动化编排等智能化手段构建实战化、常态化网络安全运营体系，形成管理网络和工控网络全方位智能感知运营能力</p>	<p>网络安全监测、防护与处置全流程的自动化、协同化、智慧化；</p> <p>b) 应基于大数据、人工智能等技术，预测新技术、新模式、新业态带来的潜在网络安全及数据安全风险，并自动给出有针对性的解决建议，实现提前防御；</p> <p>c) 应实现工控安全与工业生产深度融合、网络安全与产业转型升级的一体化融合，确保网络安全架构的自适应，网络安全风险与处置的自优化、自决策；</p> <p>d) 应将网络安全成为组织文化的一部</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
					分，持续不断地进行安全创新和实践

8.3 数据

数据能力域包括业务数据化、数据管理、数据资产、数据业务化 4 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 4 的规定

表格 4 数据的成熟度要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
业务数据化	a) 应具备业务数据化意识，制订主营业务数据化措施； b) 应以手工或信息技术手段等方式，记录或描述全局或关键业务的流程、质量、状态等情况，为确保安全生	a) 应识别局部业务的转型需求，形成关键数据的需求清单； b) 应根据需求实现关键数据的自动或半自动采集	a) 应实现业务过程数据的统计查询、分类存储和挖掘利用； b) 应具备支持关键业务数据分析的必要信息手段； c) 应具备各业务数据支持的业务管理能力	a) 应识别业务模式的数据要素，建立相对完整的业务数据模型，有效推动数据转化为商业价值； b) 应设计和制订企业主要业务流程的数字化表述方法，并实现大部分业务过程场景的数据化映射或数字孪生；	a) 应基于业务数据支撑组织的业务创新和转型； b) 应建立和完善基于全业务数据的智能化采集、分析、运行、优化等全流程模型，基本建成全业务的数字孪生体系，实现业务智能自优化闭环运行；

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	产、提高作业效率、提升产品质量等提供分析决策支持			c) 支持业务数据的融合、互通，支持业务协同能力； d) 应实现 IT/OT 数据的有效融合，形成基于全流程业务数据的智能化技术手段，为局部或整体业务提供分析优化决策支持	c) 应具备基于数据自分析相匹配的业务自优化能力
数据管理	a) 应响应主要业务流程的数字化需求，及时获取与其相关业务数据，并提供数据接口； b) 应在全业务管理过程中设置了数据安全策略，并在文档中进行了描述，保证数据使用安全规范	a) 应根据局部或整体业务的数字化需求，定义数据类型、管理流程、制度规范等，宜识别过程数据安全相关责任方； b) 应在数据管理过程中体现不同类型数据管理要求，如管理数据、生产数据、产品数据、经营数据等，宜进行安全分级、分类管理	a) 应建立企业内部完备的数据管理体系，制修订主业务流程的数据治理策略，提升跨部门数据的协同管理能力。其要求应符合《GB/T 36073-2018》中 7.1.4.c)、7.2.4.c)和 7.3.4.c)的规定； b) 应建立数据信息管理平台，利用平台开展数据管理。平台宜考虑不同类型数据的技术要求，充分利用信息化技术处理海量、实时数据；	a) 应建立完备的数据治理策略，确立数据治理关键指标和评价模型，并开展全过程评估； b) 应基于模型对数据管理过程和绩效指标等开展连续评估，对管理过程进行优化改进； c) 企业全局数据安全管应符合《GB/T 36073-2018》中 10.1.4.d)、	a) 应引导生态伙伴参与构建数据管理过程体系，覆盖生态业务，并与其他相关管理业务实现有效融合； b) 应部署智能化的云化数据中台，提升数据共享服务能力，优化数据分析计算，提高数据资产核心价值； c) 宜实现生态合作伙伴的融合数据管理，并具备使用机

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			c) 应定义各业务域的数据管理考核指标，宜进行数据质量的的评估和改进； d) 宜开展关键业务数据规范化、安全标准（参照《GB/T 43697-2024》或企标）设计，进行试点示范实施验证	10.2.4.d)和 10.4.4.d)有关要求； d) 宜实现云边协同数据高效存储、分析、处理及共享等，确保数据完整性、准确性和安全性	理建模、AI 和机器学习等技术，联合开展全业务流程数据的深度优化分析和挖掘数据价值的的能力
数据资产	a) 应明确业务的数据资产管理目标，建立数据资产管理制度和流程； b) 应识别企业关键时序相关数据资源并形成数据资产目录	a) 应明确全局或局部业务的数据资产管理目标，建立关键业务时序的数据资产管理制度和管理流程； 示例：如数据权属保护、数据属性定义、数据质量考核等； b) 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、分类、标签等，形成数据资产成果；	a) 应建立数据资产管理组织和框架，发挥数据资产管理职责，任命数据资产管理负责人； b) 应建立数据资产管理机制； 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； c) 应全面建立数据资产全生命周期管理机制，形成完整的数据资产台账，定期开展数据资产	a) 应建立数据资产管理平台，对数据资产监测、记录和分析，实现数据资产共享，实现服务化使用数据资产，及时响应服务、统计、分析等需求； b) 应建立数据资产驱动的业务运营规则，建立完备的数据安全、质量、示踪等全生命周期管理机制，实现数据资产持续增值； c) 应基于算法和模型实现数据资产的自动提	a) 应将数据资产作为生产要素纳入资产负债表，开展数据资产业务价值评估； b) 示例：如业务贡献度、业务价值比重、经营质量和效率等； c) 应建立数据资产服务运营相关的收益分配机制，将自主数据资产融入生态，支撑生态可持续发展；

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
		c) 应建立数据的授权使用机制,确保数据使用合法合规	盘点,应用成果评估和流通风险分析等工作	供和价值度量,具备实时响应集成和扩展性等新需求的能力; d) 应定期进行数据安全风险评估	d) 应建立数据资产动态评估机制,确保数据的持续价值
数据业务化	a) 应具备数据业务化意识,并能积极寻求关键业务数据价值所在	a) 应初步识别数据业务化需求,积极培育数据管理人才,并通过数据分析计算形成洞察能力或决策支持; b) 宜依托真实数据开展生产流程关键环节的工艺、产品等分析评估,并提出有效的改进方案和措施	a) 应制订数据业务化的战略、目标、范围和路径; b) 应充分理解业务数据需求,优化生产运营活动,挖掘企业数据内在价值,提升企业的竞争力和盈利能力; c) 宜建立数据业务化的管理规程,实现数据统一归类管理	a) 应基于对数据资产的运营管理,形成数据业务; b) 应建立数据驱动的业务优化和创新机制; c) 示例:以计划调度、生产运行、产品质量控制等数据为主线,依托主要业务流程场景数字孪生模型,实现业务价值提升; d) 应建立统一的数据中心,采用机理算法与大数据混合建模技术,开发常用数据分析模型库,支持业务人员快速进行数据分析,预测流程制造各环节状态,为生产活	a) 应基于数据驱动持续优化业务,提升数据资产价值,实现业务创新; b) 应针对企业数据仓库、数据湖等建立完善的数据中台,实现全业务的数据化协同,有效推动企业以数据优化业务运营和决策分析,提高生产效率和创新能力; c) 宜利用人工智能、大数据分析、数字孪生等工具,定制开发行业通用的数据处理分析和优化工业应用APP,并

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
				动提供优化建议和决策支持	实现云端（边）部署，形成最佳实践或行业标准

8.4 资源

资源能力域包括数字化装备、网络基础设施、信息系统的支撑资源、知识、资金 5 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 5 的规定

表格 5 资源的成熟度要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
数字化装备	<p>a)) 应在生产作业关键工序采用自动化电器、仪器、仪表等监测设备,实现简单自动控制和保护能力;</p> <p>示例: 流量计、DCS、ESD、紧急关断阀门等;</p>	<p>a) 关键工序自动化设备应具有标准通信接口,支持主流数据传输协议;</p> <p>b) 部分设备实现数据自动采集并上传到分布式集中控制系统,通过装备信号识别进行生产运行的调度控制;</p> <p>示例: 仪表、数采设备、中控机柜、OPC-server;</p>	<p>a) 主要装备部件应具备自我感知能力,并通过内嵌软件实现自我行为的控制和健康状态诊断;</p> <p>b) 应配置必要的算力设施,制订分析检测管理措施,通过接口实现数采、分析检测、存储等数字化设备的数据交互处理和优化;</p> <p>示例: PLC、ITCC、LIMS 系统;</p>	<p>a) 企业全局智能装备应具备环境工况感知能力,能自动调整控制信息,满足生产及运行要求;</p> <p>b) 应具备一定的识别和优化、调整能力,辅助生产过程、工艺装置等全生命周期的智能监测、分析、诊断及预警管理;</p>	<p>a) 应实现全业务流程生产装置和设备的智能监测、故障预警、工艺优化、趋势预测和智能维护等功能;</p> <p>示例: MES、RTO、ITSM、智能机器人、无人机等;</p> <p>b) 企业数字化设备应全面支持集中远程数据自动采集上</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	b) 应形成关键工序或单元操作自动化设备的操作规程	c) 应配备必要的自动化分析设备、仪器、监测装备等,支撑原材料及产品质量的监测分析	c) 宜建立关键工序设备的三维模型库,实现三维视觉识别、3D打印、激光切割等应用。	示例:智能行为识别设备、巡检作业机器人、无人机等; c) 应实现关键业务流程工序相关智能物体的数据自动采集、汇聚、上传、存储和调控	传、调度控制和外部数据指令协同,自动辅助生产过程实现自身与外部经验数据的完善和优化; c) 适用时,形成云原生数字化装备数据库,并分享至同行业
网络基础设施	a) 应在部分办公区域实现宽带企业内网覆盖	a) 应具备工业控制网络; b) 应实现一定规模的宽带企业内网基础设施覆盖,宽带网络覆盖从办公区深入到生产区域,有安全管理和运维机制	a) 工业控制网应具备灾备功能; b) 应实现全部办公区和大部分生产区域的宽带企业内网覆盖; c) 应具备宽带企业外网和互联网的互通、安全隔离和统一认证访问能力; d) 应具备工业控制网络与企业内网之间的单向隔离和授权访问能力; e) 应能保障关键业务数据传输的可靠性,网络管	a) 应建立可集中管理和可配置的分布式工业控制网络; b) 企业内网应实现无线+光纤宽带全覆盖,应具备二次认证接入管理能力; c) 企业外网应具备互联网双出口; d) 企业外网应与企业内网之间使用主备的宽带专线互联。应实现对企业内外网络的集中管控和运维能力;	a) 无线宽带应采用5G技术; b) 应具备全网容灾能力; c) 应支持异构网络的集中管控和运维能力; d) 应具备对全网资源的实时动态优化配置能力

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			理手段和企业内网的灾备措施健全	e) 重点区域的宜采用4G/5G 等技术	
数字化支撑资源	<ul style="list-style-type: none"> a) 应具备关键业务的信息系统所需资源; b) 关键业务的信息系统应具备 GB/T 20988-2007 的第 1 级灾难恢复能力; c) 应具备满足 GB 50174-2017 的 C 级标准的企业级数据中心 	<ul style="list-style-type: none"> a) 应具备支持关键业务的信息系统云化部署和集成能力; b) 基础云计算服务应符合 GB/T 36326-2018 中 7、8.1 的要求; 关键业务的云计算服务安全能力应符合 GB/T 31168-2023 中增强要求; c) 关键业务的信息系统应具备 GB/T 20988-2007 的第 2 级灾难恢复能力; d) 应具备支持关键业务信息系统所需的基础算力能力 	<ul style="list-style-type: none"> a) 应支持关键业务的信息系统的平台化部署和集成能力, 并具有云边协同能力; b) 应具备弹性动态分配和管理云资源的能力; c) 关键业务的信息系统应具备 GB/T 20988-2007 的第 3 级灾难恢复能力; d) 宜具备支持关键业务信息系统平台所需的智能算力能力 	<ul style="list-style-type: none"> a) 应支持企业内部全流程业务的信息系统的平台化集成能力; b) 应具备集中管理分布式云边资源的能力; c) 关键业务的信息系统应具备 GB/T 20988-2007 的第 4 级灾难恢复能力; d) 应具备支持企业内部全流程业务信息系统平台所需分布式算力能力 	<ul style="list-style-type: none"> a) 应具备与企业内外部的信息系统进行生态集成的能力, 应具备低代码开发或在线协同开发环境, 应具备开发者社区生态, 宜具备流程行业大模型能力; b) 关键敏感类业务的云计算服务安全能力应符合 GB/T 31168-2023 中高级要求; c) 关键业务的信息系统应具备 GB/T 20988-2007 的第 5 级或以上灾难恢复能力; d) 应具备支持企业内外部信息系统平台

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
					所需的异构算力能力
知识	<p>a) 应重视知识在数字化转型中的作用,具备知识获取意识;</p> <p>b) 应设立知识资源管理组织或岗位,开展知识管理和培训工作;</p> <p>c) 应配备必要的信息化手段,进行知识资源的获取、存储和共享</p>	<p>a) 应建立知识管理相关信息系统,形成知识库,实现知识的收集和积累;</p> <p>b) 应识别全局或局部业务数字化转型所需的知识资源要素,多角度结合业务流程特点,挖掘知识资源价值,并进行知识规划和管理决策;</p> <p>c) 应配备完善的知识管理基础条件,包括软硬件配备、通讯网络、知识管理系统等,保证知识资源的正常运行</p>	<p>a) 应围绕主营业务,规划和构建知识管理体系,有效采集和维护数字化转型所需知识资源,建立数字化转型专业知识库;</p> <p>b) 应利用知识管理系统,实现岗位技术赋能,提高员工工作效率,推动业务绩效的提升;</p> <p>c) 应对研发、合作、购买或许可等方式获取的知识资源,形成知识产权库,包括但不限于成套工艺技术、产品、专利、软著等成果</p>	<p>a) 应融合多种专业知识,构建具有语义关系的知识图谱,为企业全业务链各业务场景提供多样化知识服务;</p> <p>b) 应建立知识共享的激励措施,配备完善的知识流转和共享渠道及场所,鼓励员工自主分享知识,促进知识的交流、共享、转移、学习、创新和应用,提高企业知识资源的价值;</p> <p>c) 宜采用人工智能和大数据分析手段,建立知识模型,支撑产品、工艺、技术和服务的创新能力提升</p>	<p>a) 应支持企业内部及同行业知识资源库的互联共享,建立企业内部大模型知识体系,实现生态共享,支撑知识重组和再造;</p> <p>b) 应支持企业的数字化转型战略,通过对知识资源的整合和数据分析,识别潜在的风险和问题,确保企业发展方向与市场、技术趋势保持一致</p>
资金	<p>a) 应安排专项资金计划支持数字化转型需求的实践</p>	<p>a) 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</p>	<p>a) 应建立与流程行业特点、数字化水平相匹配的数字化转型资金的投入预算及管控机制;</p>	<p>a) 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</p>	<p>a) 应建立数字化转型生态建设相关的资金预算;</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			b) 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	算，实现数字化转型资金自身数字化管理； b) 应持续识别风险，制定应急储备资金方案	b) 应针对生态环境相关数字和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

8.5 数字化运营

数字化运营能力域包括数字化财务、数字化营销、数字化供应链 3 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 6 的规定。

表格 6 数字化运营的成熟度管理要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
数字化财务	a) 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； b) 应规范组织经营、生产活动	a) 应建立完善的财务管理体系，并通过信息系统实现财务管理、固定资产管理等； b) 应规范财务预算和投资管理，通过信息系统分析相关数据，	a) 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； b) 应通过财务系统与数字化转型管理系统集成，	a) 应通过财务系统与营销、生产、物资、项目管理等集成，推进业务和财务的数据共享集成应用； b) 应借助 ERP、低代码、BI 等技术手段，采用标准化工具，简化流	a) 应基于财务管理体系中形成的一致性财务业务协同数据，建立并应用管理数据模型，深入对接业务前端，为企业研发、生产和

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	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	满足各项预算与决算决策需求	实现转型项目实施、预算、成本的一体化管理; c) 应开展全员经营意识、成本意识的数字化应用相关培训	程, 有效支撑企业经营管理、计划调度、MES、供应链协同等系统高效运行; c) 应建立经营分析与成本控制知识库, 加强生产成本管控, 构建生产管理报表分析体系, 助力决策支持能力提升	销售等环节提供敏捷经营决策; b) 应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; c) 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
数字化营销	a) 应基于市场变化, 利用信息技术手段进行客户需求管理, 包括收集、记录、分析和反馈; b) 应基于市场信息和销售历史	a) 应通过信息技术手段编制全面的营销计划, 覆盖营销各个环节, 并结合市场反馈及时更新, 以确保营销活动与市场变化保持一致; b) 利用信息技术手段形成数字化客户档	a) 应充分利用区域市场、客户反馈、历史数据等建立数据模型, 进行市场预测, 生成销售计划; b) 应与采购、生产、物流等业务集成, 实现客户实际需求拉动采购、生产和物流计划	a) 应综合利用线上线下渠道, 实现多渠道的整合营销, 统一管理所有营销方式; b) 根据客户需求和行为数据进行个性化服务和推荐, 提高客户满意度和忠诚度;	a) 应采用大数据、云计算和机器学习等技术, 通过数据挖掘、建模分析, 全方位分析客户特征, 实现满足客户需求的精准营销; b) 持续跟踪客户战略和中长期发展规

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	<p>数据, 通过人工方式进行市场预测, 制定销售计划;</p> <p>示例: 如区域、型号、产品定位、数量等;</p> <p>c) 应对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理</p>	<p>案, 包括静态信息和动态行为数据的收集和管理, 为个性化营销提供数据基础支持</p>		<p>c) 应建立客户关系管理系统, 全面记录客户互动信息和历史交易数据, 开展客户分析和分类评价, 并针对不同客户群体实施精准化营销策略</p>	<p>划, 调整产品和服务策略, 并挖掘客户新的需求, 促进产品创新;</p> <p>c) 利用虚拟现实技术等, 为客户提供沉浸式的产品和服务体验, 通过模拟真实场景和互动体验, 提升用户参与度和品牌认知;</p> <p>d) 应实现产品从接单、答复交期、生产、发货到回款全过程自动管理的销售模式</p>
数字化供应链	<p>a) 应具备企业物资供应业务管理信息化意识, 配备必要的信息化手段, 对企业产品生产流程所需的物料需求</p>	<p>a) 应通过生产计划管理、物资价格信息、物资供应等信息系统管理采购和销售的关键节点信息;</p> <p>b) 应以信息化手段对物资出入库进行管理, 配备必要的视频</p>	<p>a) 应将采购、生产和仓储等信息系统集成, 自动生成采购计划, 并实现出入库、库存和单据的同步;</p> <p>b) 应通过数字化技术形成供应商库 (如 CRM 系</p>	<p>a) 应建立产供销一体化管理平台, 以满足客户价值需求为主线, 通过系统平台实现企业物资采购、供应销售业务与市场客户实现有机协同;</p>	<p>a) 应基于企业发展目标、业务创新、变革策略以及数据资产的总体情况, 开展供应链智能算法模型、供应链智能仿真平台等新技术研究;</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	<p>和库存等进行统计分析，制订合理的采购计划并下发执行；</p> <p>b) 应通过信息手段记录和统计采购订单、采购合同、采购物资和供应商等信息</p>	<p>监控、条码扫描等装备；</p> <p>c) 适用时，应通过信息技术手段实现物流过程信息采集</p>	<p>源、量化评价、市场分析与决策、客户关系、售后服务等；</p> <p>c) 适用时，应开放客户关系系统部分功能，向客户推送产品性能、销售方式、相关物流等信息</p>	<p>b) 应打通计划决策、采购执行、生产消耗和库存等数据壁垒，采用人工智能、大数据等方法，建立企业供应链管控分析模型，优化和提升分析决策能力，动态监控经营管理、物资采购、供应销售等过程，及时预测、预警和处理风险问题；并及时预警；</p> <p>c) 应采用数字化技术实现供应商风险管理和异常处理；</p> <p>d) 适用时，应实现供应链智能调度、物流、生产、仓储等业务的可视化管理</p>	<p>b) 应全面开展业务、技术、产品的融合与衍生迭代，获取多变因素下最优采购、生产、销售、物流方案等；</p> <p>c) 适用时，应建设云原生的数字化供应链 App，实现全行业的供应链协同和供应链风险监测</p>

8.6 数字化生产

数字化生产能力域包括计划调度、生产作业、安全生产、节能环保、质量管控、设备管理、仓储配送 7 个能力子域。各能力子域的成熟度等级要求，应符合表 7 的规定。

表格 7 数字化生产的成熟度要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
计划调度	<p>a) 应基于市场需求等信息，编制生产计划</p> <p>b) 应基于生产计划进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度</p>	<p>a) 应通过信息系统，依据原料供应、生产数量、交期等约束条件自动生成生产计划</p> <p>b) 应基于企业的安全库存、采购提前期、产能等制约要素编制物料需求计划</p> <p>c) 应基于信息技术手段编制调度计划，基于人工经验开展生产调度，通过定期汇报、进度追踪和现场巡检等方式，及时了解生产计划进展情况</p>	<p>a) 应基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力生产计划</p> <p>b) 应基于约束理论的有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划</p> <p>c) 应实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现异常情况自动预警，并支持人工对异常的调整</p> <p>d) 应通过生产调度系统，制定生产运行调度方案，自动生成调度指令并下发</p>	<p>a) 应基于先进排产调度的算法模型，系统自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成优化的详细生产作业计划</p> <p>b) 应集成物料计划、调度、生产运行监控、质量控制等信息，实时监控各生产要素，实现对异常情况的辅助决策和优化调度</p>	<p>a) 应通过工业大数据分析，构建生产运行实时模型，提前处理生产过程中的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度</p> <p>b) 应以集团化、流域化、园区化、基地化，基于产能模型等要素，自动生成园区、基地企业的生产作业计划，并支持企业间生产作业计划异常情况的统一调度</p>
生产作业	<p>a) 应制定生产作业相关规程、</p>	<p>a) 应在生产现场实现生产作业相关工艺</p>	<p>a) 应能对关键作业流程的计划调控、资源配置、</p>	<p>a) 应建立相对完善的生产作业管理平台（如</p>	<p>a) 应基于人工智能、大数据等技术，实</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	<p>规范，并以信息手段准确记录执行过程；</p> <p>b) 应实现关键生产过程中设备及系统数据的实时采集</p>	<p>文件和作业指导的电子化查阅；</p> <p>b) 应依托主要业务流程自动化控制的内嵌软件和辅助系统，实现生产工艺数据采集和动态监测，为实现平稳生产提供决策参考</p>	<p>产品质量等数据变化情况进行记录和调控，实现生产作业指令自动下发和执行情况的跟踪、溯源和反馈；</p> <p>b) 应通过数字化检验设备及系统的集成，实现关键工序质量在线检测分析和自动预警，同时应在主要生产装置或主要作业单元采用先进过程控制技术，实现生产过程自动化；</p> <p>c) 应以主要生产作业过程的数据挖掘和利用为主线，开展工艺分析、预测预警和优化等工作，为生产作业提供指导；</p> <p>d) 应建立生产作业知识库，主要包括计数原理、设备参数、工艺条件、产品指标、质量分析等</p>	<p>DCS、SCADA、APC、MES、PLM等），实现自动分发生产计划、工艺流程、操作条件、性能参数等调度指令，精准指导开工生产，并能动态跟踪、监控和预测、预警生产全过程的运行状态；</p> <p>b) 应实时采集产品原料、生产过程、客户使用的质量信息，实现产品质量的精准追溯，并通过数据分析知识库的运用进行产品的缺陷分析，提出改善方案；</p> <p>c) 应实现三维可视化的装置生产工艺数字孪生，开展仿真操作培训取证和突发事件应急演练，提高实际上岗操作效率和质量；</p>	<p>现生产过程非预见性异常的自动调整；</p> <p>b) 宜实现跨部门、跨企业关键作业和生产资源的协同应用，满足柔性化、个性化的需求；</p> <p>c) 应具备全产业链的数字化创新能力，宜应用新型网络技术、机理建模、人工智能和三维可视化技术，实现信息物理融合系统，在数字世界真实反应实际装置工艺的运行状态，并基于数字化孪生模型开展产研结合、工艺优化等</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
				d) 宜通过工艺模型、实时数据、知识库等信息，开展机理与数据融合建模，实现关键工艺参数预测预警，为生产作业优化运行提供指导	
安全生产	a) 应制定企业安全生产管理机制，编制安全操作规程、规范	a) 应通过信息化手段实现现场作业人员安全管理及承包商管理、风险隐患、巡检、应急指挥等核心环节的管理； b) 应实现安全生产方面工艺参数、GDS、SIS 等核心要素的感知与数据采集，实现安全管理在线监测，可视化	a) 应利用人员定位手段，实现现场人员实时定位；应建立安全生产知识库，方便安全知识的系统性学习和快速获取；采用视频 AI 技术，对异常情况进行识别，强化现场安全管控。应全面实现精准隐患排查、隐患治理全程追溯。 b) 应成立应急指挥中心，基于应急预案，自动给出应急处置建议，缩短应急突发事故相应时间。	a) 应基于安全管控环节，建立风险识别模型，实现风险辨识、动态评价和预测预警，推动安全生产监管模式向事前预防数字化转型，并对风险进行分级分类。 b) 应实现安全生产相关系统之间的集成互通、开展统一的应急联动处置，实现应急物资、设备、人员的协同统一调度。 c) 应提升企业“互联网+督查”能力，实现安全监管任务精细化、	a) 应利用大数据和风险分析模型指引安全活动的开展，实现对安全生产风险的全面分析和系统性评估，实现生产安全一体化管理。 b) 应实现安全生产等各环节的跨界融合和创新发展，加强企业、园区、政府之间的合作与共享，推动实现安全生产全要素、各主体多级协同、纵向贯通

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			c) 应建立统一的融合通讯平台，集成语音、视频、数据调度功能，实现对突发事件的快速上报、统一部署、迅速处置和联合行动	检查智能化、程序规范化、研判多维化。 d) 应全面建成具备远程监控、态势分析、智能预警能力的安全风险监测预控信息平台，安全生产风险智能化管控能力明显增强	
节能环保	a) 应制定企业环保和节能减排管理制度，推进节能环保的规范化和标准化	a) 应通过信息化手段实现环保过程管理和能源计划、运行等关键环节的监控。 b) 应实现重点高耗能设备、主要能源产生和消耗点、重点污染源、国控排放口等核心要素数据的采集、计量、动态在线监控	a) 应实现从清洁生产到末端治理全过程环保数据的采集，实时监控及报警，并开展可视化分析。 b) 应实现能源输送、存储、转化、使用等各环节的全面监控，开展能效水平、能耗水平，碳排放波动情况的实时监控及可视化。 c) 应实现环保能源数据与其他系统数据共享，为业务管理系统和决策支持系统提供数据。	a) 应实现环保监测数据与工艺数据、生产管理数据的集成，建立环保智能分析模型，开展污染物排放分析及预测预警，自动识别污染源，实现环保污染事件自动预警。 b) 应实现能源使用与生产活动要求相匹配，优化能源调度、精细化管理，建立能源与低碳智能分析模型，实现多因素多目标条件下的能源消耗与碳	a) 应基于智能分析模型，实现对环保、能源等方面的全面系统性监控，预测环境污染事件和能源异常工况，自动提供生产及工艺优化方案并指导生产。 b) 应实现能源管理与碳排放的智能化协同管理，及时预警与辅助决策，实现多维度数据驱动下的算法模型动态优

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			d) 应对高能耗设备能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标	排放优化测算，敏感性分析	化，能源动态平衡分摊
质量管控	<p>a) 应建立清晰的客户服务规范，并有效执行；</p> <p>b) 应收集客户信息，分析客户反馈，并反馈给相关部门</p>	<p>a) 应实现质量过程关键信息监控及产品稳定性分析；</p> <p>b) 应建立不良品处置流程，基于质量数据的统计分析，包括但不限于原因排查、责任界定，制定质量不合格处置、异常报警闭环处置相关策略，并组织实施；</p> <p>c) 应支持质量目标分解，具备质量计划、质量检验规程管理</p>	<p>a) 应通过信息系统记录生产过程产品质量信息，每个批次实现从原料到成品的全流程质量记录追溯；</p> <p>b) 应通过数字化检验设备，实现关键工序产品质量在线检测和分析，自动对检验结果判断和报警，并将质量数据上传至质量管理系统；</p> <p>c) 宜建立质量分析模型</p>	<p>a) 应规范化管理质量数据和业务，覆盖从原料到成品的各个环节，对异常情况推送提醒警示信息；</p> <p>b) 应实现生产过程中原材料、中间产物、产成品等全生命周期质量信息的可追溯；</p> <p>c) 应建立产品质量问题知识库，整合故障案例、工艺偏差、设备故障等因素对质量影响的知识，并与质量管理系统集成；</p> <p>d) 应通过数据分析和知识库的运用，进行产品的缺陷分析，识别潜在质量问题的风险因素</p>	<p>a) 应通过质量管理体系实现生产运行和质量信息综合实时监控，动态展示详情；</p> <p>b) 应实时采集产品原料、生产过程参数等质量信息，实现产品质量的精准追溯与预测；定期对记录数据进行分析，识别潜在质量问题和改进空间，持续优化生产流程；</p> <p>c) 应基于在线监测的质量数据，建立质量数据算法预测模型，预测生产过程异常，并实时预警；</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
				e) 应基于模型进行质量缺陷分析及溯源	d) 应基于模型实现质量知识库自优化
设备管理	<p>a) 应建立设备资产台账、管理制度；</p> <p>b) 应制订周期性检维修计划并有效执行和统计备案；</p> <p>c) 应采用自动测量仪表、电器等满足正常生产运行需求</p>	<p>a) 应制订检维修计划，建立设备资产管理系统，讲生产设备实物和嵌入式软件均纳入系统，并通过信息技术手段实现巡检记录与维护保养等过程管理；</p> <p>b) 应采用可行技术获取各类设备设施运行数据，实现关键设备实时监控和故障分析，保障主要生产设备能够平稳运行；</p> <p>c) 应依据生产设备规程及过程数据，进行阶段设备可靠性、安全性评估分析，并依据评估结果提供决策</p>	<p>a) 应实现设备管理系统与其他相关信息系统有效集成，实现设备管理与生产计划、库存管理等业务有机协同和信息共享；</p> <p>b) 应实现设备全面感知和监控，关键工序和主要设备单元达到动态跟踪管理水平；</p> <p>c) 应依托生产实时数据对关键设备运行状态进行分析、评估和优化，及时制订预防性检维修策略；</p> <p>d) 应建立满足大部分生产单元设备功能需求的配套系统平台，完善设备故障知识库，优化设备维修策略等，并实现有效交互集成应用，进而开展覆盖大部分业务流</p>	<p>a) 应建立设备检修工艺软件包，强化检修数字化、规范化；</p> <p>b) 应制定设备指标数据采集规则，包括设备编码、传感器编码、采集方式、范围；</p> <p>c) 应基于设备机理、数据分析建立关键设备的数字孪生，预测性维修，为设备维护管理人员提供维修辅助决策；</p> <p>d) 应建立大部分设备的三维仿真孪生模型，实现资金投入、物理实体、嵌入式软件、孪生模型等相互协调集成应用；</p> <p>e) 重点用能产品设备能效达到节能水平</p>	<p>a) 应构建设备的数字孪生平台，与生产、仓储、供应链系统协同，实现设备管理的动态优化；</p> <p>b) 应实现关键设备的预测性维护，开展设备生命周期数字化管理，支持设备的近零故障运行；</p> <p>c) 应采用机器学习、神经网络等，实现设备运行模型的自学习、自优化；</p> <p>d) 重点用能产品设备能效达到先进水平，宜采用节能降碳技术装备</p>

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
			程设备实体的嵌入式软件、功能软件等全生命周期管理 e) 重点用能设备能效应达到准入水平		
仓储配送	a) 应建立仓储配送（适用时，含罐区、煤场等）管理办法或制度，实现原料、半成品、产品等的出入库、库存、盘点管理； b) 应基于生产计划制定配送计划，实现原料和中间产品定时定量配送； c) 应实施基于信息化技术的出入库及库存管理，确保库存	a) 应基于条码、二维码、RFID等方式，实现出入库等关键数据自动采集，实现半成品自动化出入库管理； b) 应利用信息化系统实现库位分配、出入库顺序和移库等合理管理； c) 应基于原料消耗情况发起配送请求，并提示及时配送； d) 适用时，实现储罐、煤场中物料相关数据的采集和分析	a) 应实现仓储配送与生产计划、生产执行以及企业资源管理等业务的集成，实现自动化出入库管理； b) 应采用自动化仓储物流设备和系统，实现仓储物流全流程自动化控制与管理； c) 适用时，应实现仓储和配送可视化管理； d) 适用时，对储罐、煤场等状态进行实时监测，储罐状态异常时可自动报警，避免事故发生	a) 应打通仓储管理、物流管理、生产执行和企业资源管理，实现物流、信息流、资金流三流合一； b) 应建立仓储模型和配送模型，实现库存和路径的优化； c) 实现配送计划管理、预约管理、入厂检车、排队叫号、计量出厂、资质核验全流程智能化； d) 适用时，应通过智能仪表、物联网、云计算和大数据技术，实现罐区阀门自动控制，实现无人罐区	a) 应建立基于模型的智能仓储物流管理，实现运输配送全流程跟踪预警、配送策略、装载能力、配送优化； b) 应实现数字化供应链协同，实现生产计划、供应商协作、物流配送等环节的智能协同； c) 应实现上下游企业仓储和配送数据的安全性和可追溯性，提高供应链管理的透明度和信任度

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
	信息的及时更新和准确性				

8.7 数字化服务

数字化服务能力域包括客户服务 1 个能力子域。能力子域的成熟度等级要求，应符合表 8 的规定

表格 8 数字化服务的成熟度管理要求

能力子域	成熟度等级要求				
	一级	二级	三级	四级	五级
客户服务	a) 应建立清晰的客户服务规范，并有效执行； c) 应收集客户信息，分析客户反馈，并反馈给相关部门	a) 应建立包含客户反馈渠道和服务满意度评价制度的规范化服务体系，实现客户服务闭环管理； b) 应建立客户服务管理系统，集中管理客户信息，对服务过程及结果进行指标化分析； c) 应使用社交媒体或即时通讯工具作为新的客户接入渠道，提供咨询服务	a) 应通过客户服务平台或移动客户端提供多形式的在线客服，实现高效的服务响应； b) 应开发知识库，开展基于人工智能或程序自动化的自助式服务； c) 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	a) 应提供主动式客户服务； b) 应基于数据模型，对客户进行画像和精准服务，预测客户需求和行为，提供定制化方案和需求管理建议； c) 应借助人工智能技术，具备机器人自助服务等交互能力	a) 基于知识库、多模态大模型实现机器人自然语言交互、智能客户管理，进行服务的动态调整和自动优化

参考文献

- [1] GB/T 43439-2023 《信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估》
- [2] GB/T 23006-2022 《信息化和工业化融合管理体系 新型能力分级要求》
- [3] GB/T 23011-2022 《信息化和工业化融合 数字化转型 价值效益参考模型》
- [4] GB/T 39116-2020 《智能制造能力成熟度模型》
- [5] TAITRE 10004-2023 《数字化转型 成熟度模型》