

团 体 标 准

T/ZIUR XXXX—2026

化工生产及装备智能化管控通用要求

General Requirements for Intelligent Management and Control of Chemical
Production and Equipment

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 智能化管控体系架构	3
6 生产智能化管控	4
7 装备智能化管控	5
8 数据与模型	6
9 网络与信息安全	8
10 系统集成与接口	9
11 测试与验证	10
附录 A（资料性） 化工生产及装备关键数据采集清单	11

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XXX提出。

本文件由浙江省产学研合作促进会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

化工生产及装备智能化管控通用要求

1 范围

本文件规定了化工生产及装备智能化管控的术语和定义、总体要求、智能化管控体系架构、生产智能化管控、装备智能化管控、数据与模型、网络与信息安全、系统集成与接口、测试与验证。

本文件适用于化工生产及装备智能化管控工作。

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 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- GB/T 19582.1 基于Modbus协议的工业自动化网络规范 第1部分：Modbus应用协议
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范
- GB/T 36344 信息技术 数据质量评价指标
- GB/T 36713 能源管理体系 能源基准和能源绩效参数
- GB/T 39116 智能制造能力成熟度模型
- GB/T 40571 智能服务 预测性维护 通用要求
- GB 45673 危险化学品企业安全生产标准化通用规范
- GB/T 46884.2 工业互联网平台 安全生产数字化管理 第2部分：石化化工行业
- GB/T 50770 石油化工安全仪表系统设计规范
- HJ 212 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求
- DB33/860 危险化学品重大危险源安全监控管理规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

化工生产及装备智能化管控 intelligent management and control of chemical production and equipment

以工业互联网、大数据、人工智能、数字孪生等技术为支撑，覆盖化工生产全流程、装备全生命周期，实现安全合规、数据驱动、协同高效的一体化管控活动。

3.2

工业互联网平台 industrial internet platform

面向制造业数字化、网络化、智能化需求，构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系，支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。

3.3

数据模型 data model

对分析的图像和文本表述，该分析识别了组织为完成其使命、功能、目标、目的和战略，以及管理和评价组织所需要的数据。

注1：在从高到低的不同抽象层次表示数据时，通常会区分概念模型（与某些努力相关的概念组成的模型）、逻辑模

型和物理模型。

注2：所使用数据模型的使用周境的边界的正规描述，称为上下文模式。

注3：数据模型标识实体、域（属性）以及与其他数据的关系（关联），提供数据和数据间关系的概念视图。

[来源：GB/T 36344, 2.7]

3.4

安全仪表系统 safety instrumented system

实现一个或多个安全仪表功能的仪表系统。

[来源：GB/T 50770, 2.1.1]

3.5

预测性维护 predictive maintenance

基于装备运行状态监测数据、历史故障数据与算法模型，提前预判潜在故障隐患，制定针对性维护计划的维护方式。

3.6

数字孪生 digital twin

通过数字化手段，在虚拟空间构建化工工艺、装备的虚拟模型，实现物理实体与虚拟模型的实时映射、交互与仿真优化。

3.7

数据治理 data governance

对化工生产、装备、质量、安全等全领域数据，开展标准化、清洗、存储、共享、安全防护等全生命周期管理，保障数据质量与价值实现的活动。

4 总体要求

4.1 基本准则

4.1.1 化工生产及装备智能化管控应遵循安全优先、合规为本、数据驱动、协同高效的基本原则，符合 GB 45673 的规定。

4.1.2 系统应覆盖生产全流程与装备全生命周期，实现横向到边、纵向到底的一体化管控，宜采用工业互联网平台架构，符合 GB/T 46884.2 的规定。

4.1.3 智能化管控应与企业现有管理体系融合，可采用 PDCA 循环持续改进，提升管控的适应性与有效性。

4.1.4 系统应具备可扩展性、兼容性、可靠性，满足企业业务发展与技术升级需求，遵循化工行业智能制造标准体系建设指南要求。

4.2 安全与合规要求

4.2.1 智能化管控系统应建立分级安全防护机制，对生产数据、操作指令、设备状态等信息实施差异化保护，符合 GB 12801 的规定。

4.2.2 高风险化工工艺的智能化管控应满足 DB33/860 的规定，配置独立安全仪表系统，实现安全联锁与紧急停车。

4.2.3 系统应具备操作权限管理、操作日志追溯、异常操作报警功能，操作行为应可追溯、可审计，符合安全生产相关法规要求。

4.2.4 系统功能设计应满足化工行业监管要求，可对接政府监管平台，按要求报送相关管控数据，符合监管数据报送规范。

4.3 性能要求

4.3.1 系统应满足化工生产实时管控需求，支撑生产过程的动态调整与响应，保障管控流程的顺畅运行。

4.3.2 核心管控功能应具备高可用性，关键环节应配置冗余机制，避免因单点故障影响生产管控的连续性。

4.4 实施与运维要求

- 4.4.1 智能化管控系统实施应制定详细实施方案，明确阶段目标、责任分工、进度计划与验收标准，宜采用分步实施策略。
- 4.4.2 企业应建立专业运维团队，配备相应技术人员，定期开展系统巡检、维护与优化，形成完整运维记录。
- 4.4.3 系统应具备远程诊断、在线升级、故障预警功能，降低运维成本，提升运维效率，可接入工业互联网远程运维平台。
- 4.4.4 应定期开展系统安全评估与性能测试，及时发现并整改问题，评估周期应符合相关安全管理要求，测试结果应形成正式报告。

5 智能化管控体系架构

5.1 体系框架

- 5.1.1 化工生产及装备智能化管控体系应采用分层架构，整体框架由感知层、控制层、执行层、管理层与协同层构成，具体见表1。

表1 智能化管控体系层级功能划分

层级	核心功能	典型系统/设备
感知层	现场数据采集、边缘预处理	智能传感器、物联网终端
控制层	过程控制、安全联锁保护	DCS、PLC、SIS系统
执行层	生产执行、过程优化调度	MES、APS、LIMS系统
管理层	经营管理、综合决策支持	ERP、BI、大数据分析平台
协同层	产业链协同、跨域信息交互	工业互联网协同平台

- 5.1.2 各层级应遵循功能独立、接口统一、数据共享、协同联动原则，实现信息在各层级间的顺畅流转与有效集成。
- 5.1.3 体系框架应包含安全防护体系、数据治理体系、标准规范体系三大支撑体系，保障系统稳定运行与持续优化。
- 5.1.4 框架设计应考虑未来技术发展，预留扩展接口，支持新技术、新装备的接入与融合应用。

5.2 层级划分

- 5.2.1 感知层应部署于生产现场，实现对工艺参数、设备状态、环境信息的全面感知，宜采用智能传感器与物联网设备，支持多协议接入。
- 5.2.2 控制层应实现对生产过程的实时控制与安全保障，核心控制系统应具备冗余配置，符合 GB/T 50770 的规定。
- 5.2.3 执行层应承接管理层指令，下达控制层执行，实现生产过程优化与资源高效配置，可集成先进过程控制与制造执行系统。
- 5.2.4 管理层应基于执行层数据进行综合分析与决策，支撑企业战略规划与经营管理，宜与 ERP 系统深度集成，实现业务财务一体化。
- 5.2.5 协同层应打破企业边界，实现产业链上下游协同，可接入行业平台与政府监管平台，提升企业协同能力与社会价值。
- 5.2.6 各层级间应采用标准通信协议，实现数据互联互通。

5.3 功能模块

- 5.3.1 数据采集模块应支持多种类型数据采集，包括模拟量、数字量、视频流等，采集精度应符合行业标准，数据应带时间戳，具备可追溯性。
- 5.3.2 实时监控模块应实现对生产过程与设备状态的可视化监控，支持工艺流程图、趋势曲线、报警信息等展示，报警信息应实时推送至相关人员。

- 5.3.3 智能分析模块宜采用大数据与人工智能技术，实现工艺优化、故障诊断、能耗分析等功能，分析模型应基于行业知识与企业数据构建。
- 5.3.4 决策支持模块应提供多维度数据报表与可视化分析，支撑生产计划制定、资源配置优化、风险评估等决策过程，提升决策科学性。
- 5.3.5 控制执行模块应具备自动控制与手动干预双重功能，控制指令应经过安全校验，执行过程应记录，支持操作追溯。
- 5.3.6 设备管理模块应覆盖设备全生命周期，包括设备台账、状态监测、维护计划、故障处理等功能。
- 5.3.7 安全环保模块应集成安全风险管控与环保排放监测，支撑隐患排查、应急响应、排放统计等功能。
- 5.3.8 能源管理模块应实现能源消耗的实时监测、统计分析、优化调度，支撑能耗定额管理与节能潜力挖掘。

6 生产智能化管控

6.1 工艺过程监控

- 6.1.1 工艺过程监控应覆盖原料投入、反应过程、产品分离、成品包装等全流程。
- 6.1.2 监控参数应包括温度、压力、流量、液位、成分、pH 值等，参数测量精度应满足工艺管控要求，工艺状态应可准确感知。
- 6.1.3 应建立分级报警机制，根据参数偏离程度设置预警、报警、紧急停车等不同级别，报警信息应实时推送，记录报警时间、原因与处理结果。
- 6.1.4 对高风险工艺环节，应采用双重监控方式，同时通过自动控制系统与视频监控系统进行监测，及时发现异常情况。
- 6.1.5 工艺监控数据应实时存储，历史数据应按相关法规要求留存，支持数据回溯与趋势分析，为工艺优化提供数据支撑。
- 6.1.6 宜采用数字孪生技术构建工艺过程虚拟模型，实现工艺参数模拟与优化，提升工艺控制的精度与稳定性。
- 6.1.7 监控系统应具备远程访问功能，支持授权人员通过移动端实时查看工艺状态，进行必要的远程操作。

6.2 生产计划与调度优化

- 6.2.1 生产计划制定应基于市场需求、资源状况、设备能力等因素，采用优化算法生成最优计划，计划应具备可执行性与可调整性。
- 6.2.2 调度系统应实现实时调度与动态优化，根据生产实际情况及时调整计划，平衡各装置生产负荷，提高整体生产效率，符合 GB/T 23331 的规定。
- 6.2.3 应建立物料平衡模型，实时跟踪物料流向与库存变化，物料在各环节的流转应保持平衡，减少物料损耗。
- 6.2.4 生产计划与调度应与设备维护计划协同，避免生产与维护冲突，提高设备利用率，可采用高级计划与排程系统。
- 6.2.5 调度指令应通过系统自动下达，并记录指令执行情况，指令传递应准确、及时，执行过程可追溯。
- 6.2.6 宜采用供应链协同模式，将生产计划与采购、销售、物流等环节联动，实现全产业链优化，提升企业整体竞争力。

6.3 质量管控

- 6.3.1 质量管控应贯穿原料进厂、过程控制、成品出厂全过程，建立全流程质量追溯体系，符合 GB/T 19001 的规定。
- 6.3.2 原料质量检测应采用自动检测设备，检测数据应自动上传至系统，不合格原料应自动拦截，禁止投入生产环节。
- 6.3.3 过程质量控制应设置关键质量控制点，对中间产品进行在线检测或抽样检测，检测结果应实时

反馈至控制系统，实现质量闭环控制。

6.3.4 成品质量检测应符合产品标准要求，检测数据应形成电子批记录，包含产品批次、检测时间、检测人员、检测结果等信息。

6.3.5 应建立质量异常预警机制，当质量指标偏离标准时，系统应自动报警，并提供异常原因分析参考，支撑质量问题快速处置。

6.4 能源管理

6.4.1 能源管理应覆盖企业各类能源介质，包括电、水、蒸汽、燃气等，实现能源消耗的全流程管控，符合 GB/T 36713 的规定。

6.4.2 应建立能源消耗计量体系，对各用能单元的消耗数据进行实时采集，能源数据应完整、准确。

6.4.3 宜开展能源消耗的多维度分析，识别高耗能环节，挖掘节能潜力，支撑企业节能改造与能效提升。

6.4.4 能源调度应根据生产计划与能源供应情况，优化能源分配，平衡能源供需，提高能源利用效率。

6.5 安全环保管控

6.5.1 安全环保管控应整合安全风险分级管控、隐患排查治理、环保排放监测等功能，符合 GB 45673 与 HJ 212 的相关要求。

6.5.2 应建立风险分级管控清单，对不同等级的风险实施差异化管控措施，定期开展风险评估，动态更新风险清单。

6.5.3 隐患排查治理应形成闭环管理，从隐患上报、核实、整改到验收全流程记录，排查内容可包括工艺安全隐患、设备安全隐患、作业环境隐患、人员操作隐患。

6.5.4 环保排放监测应覆盖企业所有排放口，对废气、废水、固废等排放数据进行实时采集，按要求报送环保监管部门。

6.5.5 应建立应急响应机制，当发生安全或环保异常时，系统应自动触发应急流程，推送应急处置方案，支撑应急指挥。

6.5.6 宜开展安全环保大数据分析，识别风险规律，提前预判潜在问题，提升安全环保管控的主动性。

7 装备智能化管控

7.1 智能装备接入

7.1.1 智能装备接入应符合 GB/T 40658 的规定，接入类型与适配要求见表 2。

表 2 智能装备接入类型与适配要求

装备类型	接入适配要求	典型通信协议
动力类装备	支持运行状态数据上传与控制指令下发	Modbus、OPC UA
工艺类装备	支持工艺参数采集与运行模式调整	MQTT、Profinet
检测类装备	支持检测数据自动上传与校准指令下发	HTTP、TCP/IP
储运类装备	支持位置与状态数据实时采集	LoRa、5G

7.1.2 接入前应进行兼容性验证，验证装备与管控平台的适配性，避免接入后出现功能不兼容的问题。

7.1.3 接入过程应制定详细方案，明确接入步骤、时间窗口与应急措施，不影响现有生产系统的正常运行。

7.1.4 接入完成后应开展联调测试，验证数据传输的稳定性与控制指令执行的有效性。

7.1.5 宜建立智能装备接入台账，记录装备基本信息、接入时间、配置参数与适配情况，支撑后续的运维管理。

7.1.6 可支持存量装备的智能化改造，对不具备智能接入能力的存量装备，通过加装传感器与智能模块实现接入。

7.1.7 应建立接入装备的身份认证机制，对接入的装备进行身份验证，避免非法装备接入管控平台。

7.2 装备状态监测

- 7.2.1 装备状态监测应覆盖装备的运行状态、性能状态与健康状态。
- 7.2.2 监测参数应包括装备的运行参数、环境参数、振动特征、温度特征等，全面感知装备的运行情况。
- 7.2.3 应建立分级状态报警机制，根据状态异常的程度设置不同的预警与报警级别，匹配对应的处置流程。
- 7.2.4 对关键核心装备，应采用多维度的监测方式，整合不同类型的监测数据，提升状态感知的全面性。
- 7.2.5 监测数据应实时上传至管控平台，支撑装备状态的实时感知与动态分析。
- 7.2.6 宜采用边缘计算技术，在装备侧开展数据预处理，过滤无效数据，降低网络传输的压力。
- 7.2.7 可支持装备状态的可视化展示，通过可视化看板直观呈现装备的健康状态与运行趋势。
- 7.2.8 对特殊环境下的装备，应采用适配的监测设备，保障监测设备在特殊环境下的稳定运行。
- 7.2.9 宜建立监测数据的关联分析，整合不同装备的监测数据，识别装备之间的状态影响规律。

7.3 故障诊断与预警

- 7.3.1 故障诊断应基于装备的历史运行数据与实时监测数据，结合行业故障知识库开展分析。
- 7.3.2 诊断模型应基于行业通用知识与企业自身的故障案例构建，适配企业的装备运行特性。
- 7.3.3 应建立故障预警机制，通过对装备状态的趋势分析，提前识别潜在的故障隐患。
- 7.3.4 预警信息应实时推送至相关运维人员，支撑运维人员及时开展隐患处置，避免故障发生。
- 7.3.5 宜支持故障的根因分析，通过对故障数据的关联分析，识别故障的根本原因，避免同类故障重复发生。
- 7.3.6 可建立企业级的故障案例库，积累故障诊断与处置的经验，持续提升故障诊断的准确性。
- 7.3.7 应支持故障的自诊断，部分智能装备应具备自诊断能力，可主动上报自身的故障信息。
- 7.3.8 宜建立故障的分级处置流程，根据故障的严重程度，匹配不同的处置流程与责任人员。
- 7.3.9 可支持故障处置的远程指导，通过远程的方式，支撑专家对现场运维人员的技术指导。

7.4 预测性维护

- 7.4.1 预测性维护应基于装备的健康状态评估结果，制定针对性的维护计划，符合 GB/T 40571 的规定。
- 7.4.2 维护计划应与生产计划、调度计划协同，合理安排维护时间，避免对正常生产造成影响。
- 7.4.3 应跟踪维护计划的执行情况，记录维护的过程信息、更换的备件与维护结果，形成完整的维护记录。
- 7.4.4 宜对维护效果进行评估，对比维护前后的装备状态，验证维护的有效性，优化维护策略。
- 7.4.5 可支持维护资源的调度管理，整合维护人员、备件、工具等资源，提升维护的效率。
- 7.4.6 宜开展维护成本的多维度分析，识别维护成本的优化空间，在保障装备可靠性的前提下降低维护成本。
- 7.4.7 应建立预测性维护的闭环管理，从计划制定、任务下达、执行到验收全流程记录，保障维护工作的落地。
- 7.4.8 可采用数字孪生技术，构建装备的虚拟退化模型，模拟装备的性能退化趋势，提升预测的准确性。
- 7.4.9 应建立预测性维护的绩效评估，对预测性维护的效果进行量化评估，对比传统维护方式的优势。
- 7.4.10 宜开展备件的需求预测，基于装备的维护计划，提前预测备件的需求，保障备件的及时供应。

8 数据与模型

8.1 数据采集与治理

- 8.1.1 数据采集应支撑全流程的管控需求，关键数据采集清单可参考附录 A。
- 8.1.2 应建立数据治理机制，明确数据治理的责任主体与工作流程，保障数据的质量符合管控要求，符合 GB/T 36344 的规定。
- 8.1.3 应开展数据的清洗、转换与标准化处理，统一数据的格式与编码，提升数据的一致性与可用性。

- 8.1.4 应建立数据质量的监控机制，实时监控数据的完整性、准确性、及时性，及时发现并整改数据质量问题。
- 8.1.5 宜建立元数据管理机制，记录数据的定义、来源、生命周期与关联关系，支撑数据的可理解与可追溯。
- 8.1.6 可开展敏感数据的脱敏处理，在不影响数据使用的前提下，去除敏感信息，保护数据的安全性。
- 8.1.7 应定期开展数据治理工作的评估，总结治理的效果，优化数据治理的策略与流程，持续提升数据质量。
- 8.1.8 应建立数据责任机制，明确各数据的责任部门与责任人员，落实数据治理的责任，保障数据治理工作的落地。
- 8.1.9 宜开展企业级的数据标准化工作，统一企业的数据标准，包括数据编码、数据格式、数据定义等，提升数据的一致性。
- 8.1.10 可建立企业的数据共享目录，梳理企业内部可共享的数据资源，支撑业务人员快速发现与使用数据。

8.2 数据模型

- 8.2.1 数据模型应符合化工企业的业务逻辑，支撑业务数据的组织、存储与关联分析，符合 ISA-95 企业与控制系统集成标准。
- 8.2.2 应采用统一的数据模型标准，保障不同系统、不同业务领域的数据模型的一致性，避免数据孤岛。
- 8.2.3 宜支持数据模型的扩展，预留扩展字段与接口，满足企业业务发展与新应用场景的需求。
- 8.2.4 应建立数据模型的版本管理机制，记录模型的变更历史，支撑模型的迭代优化与问题回溯。
- 8.2.5 可采用主数据管理的方式，统一管理企业的核心主数据，比如物料、客户、设备等，保障核心数据的一致性。
- 8.2.6 应建立数据模型的评审机制，模型变更前应组织相关业务与技术人员开展评审，保障模型的合理性。
- 8.2.7 宜支持数据模型的可视化展示，直观呈现数据的关联关系与业务逻辑，支撑业务人员对模型的理解。
- 8.2.8 可采用云原生的模型架构，提升模型的弹性与可扩展性，支撑模型的快速部署与调整。

8.3 算法模型

- 8.3.1 算法模型应适配化工生产的具体业务场景，满足工艺优化、故障诊断、能耗分析等不同场景的管控需求。
- 8.3.2 模型的训练应基于高质量的标注数据，结合化工行业的专业知识，保障模型的有效性与合理性。
- 8.3.3 应建立模型的上线验证机制，模型上线前应通过测试环境的验证，确认模型的效果符合要求。
- 8.3.4 宜支持模型的在线更新，根据新的生产数据持续优化模型的参数，提升模型的适应性与准确性。
- 8.3.5 应建立模型的运行监控机制，实时监控模型的运行状态、输出结果的准确性，及时发现模型的退化问题。
- 8.3.6 可建立算法模型的全生命周期管理，覆盖模型的需求分析、开发、测试、上线、监控到退役的全流程。
- 8.3.7 应建立模型的权限管理机制，对模型的访问与使用进行权限控制，避免模型的滥用与未授权使用。
- 8.3.8 宜开展模型的可解释性分析，提升模型的可解释性，支撑业务人员对模型结果的理解与信任。
- 8.3.9 可建立模型的共享机制，将成熟的算法模型共享给其他业务场景，提升模型的复用性，降低开发成本。

8.4 数据共享与交换

- 8.4.1 数据共享与交换应采用标准的接口与协议，保障不同系统、不同主体之间的数据互通。
- 8.4.2 应建立数据共享的权限管理机制，根据用户的角色与职责，分配不同的数据访问权限，控制数据的访问范围。
- 8.4.3 宜建立数据共享的审计机制，记录数据的访问、使用与传输情况，支撑数据共享行为的审计与

追溯。

8.4.4 可支持跨企业的数据共享，在保障数据安全的前提下，与产业链上下游企业开展数据共享，支撑产业链的协同优化。

8.4.5 应建立数据交换的校验机制，对交换的数据进行校验，保障交换数据的质量，避免错误数据的传输。

8.4.6 宜采用数据脱敏的方式开展跨企业数据共享，在共享过程中对敏感数据进行脱敏处理，保护企业的敏感信息。

8.4.7 可支持数据的联邦学习，在不传输原始数据的前提下，开展跨企业的联合建模，充分挖掘数据的价值。

9 网络与信息安全

9.1 网络架构

9.1.1 网络架构应采用分层分区的设计原则，符合 GB/T 22239 的规定，提升网络的安全性与可靠性。

9.1.2 应划分不同的安全区域，比如生产控制区、生产执行区、管理信息区、外部协同区，明确各区域的安全边界。

9.1.3 区域之间应设置访问控制机制，严格限制跨区域的访问行为，仅开放必要的业务访问端口与权限。

9.1.4 应配置冗余的网络链路，避免单点故障导致的网络中断，保障网络的可用性。

9.1.5 宜支持网络的动态调整，根据业务的变化需求，灵活调整网络的配置与资源分配。

9.1.6 可采用软件定义网络技术，提升网络的灵活性与可管理性，支撑网络的快速部署与调整。

9.1.7 应建立网络的运行监控机制，实时监控网络的运行状态，及时发现网络的异常情况。

9.1.8 宜采用网络隔离技术，对生产控制区与外部网络进行物理隔离，最大程度保障生产网络的安全。

9.1.9 可支持网络流量的分析，通过对网络流量的特征分析，识别异常的流量行为，提前发现潜在的安全威胁。

9.2 通信协议

9.2.1 通信协议应优先采用工业领域的标准协议，符合 GB/T 19582.1 的规定，保障协议的兼容性。

9.2.2 应支持多协议的转换，适配不同类型的装备与系统，实现异构设备与系统的互联互通。

9.2.3 应保障通信过程的可靠性，避免数据的丢失、错乱与延迟，支撑生产管控的实时性需求。

9.2.4 宜采用加密的通信协议，对传输的数据进行加密处理，防范数据传输过程中的窃听与篡改。

9.2.5 可支持协议的扩展，预留扩展接口，适配新的装备、新的技术与新的业务需求。

9.2.6 应建立通信协议的兼容性测试机制，新的协议接入前应开展充分的测试，保障协议的适配性。

9.2.7 宜采用轻量级的加密协议，适配工业场景的低延迟需求，在保障安全的前提下，不影响通信的效率。

9.3 安全防护

9.3.1 安全防护应覆盖网络边界、终端、应用、数据等全层面，构建纵深防御的安全防护体系，符合 GB/T 22239 的规定。

9.3.2 应在网络边界部署防火墙、入侵检测、入侵防御等安全设备，防范外部的网络攻击与非法访问。

9.3.3 应建立统一的身份认证与访问控制机制，对所有用户的访问进行身份验证，根据权限控制访问范围。

9.3.4 应定期开展安全漏洞的扫描与整改，及时发现系统、设备与应用的安全漏洞，消除安全隐患。

9.3.5 应建立安全审计机制，记录所有的操作行为、访问行为与数据传输行为，支撑安全事件的追溯与审计。

9.3.6 宜开展安全态势感知，整合各类安全数据，实时监控网络的安全状态，提前发现安全威胁。

9.3.7 应定期开展安全应急演练，验证应急响应流程的有效性，提升人员的应急处置能力。

9.3.8 可部署终端安全管理系统，对接入网络的终端进行安全管控，防范终端带来的安全风险。

9.3.9 应建立安全事件的响应机制，制定安全事件的处置流程，明确各环节的责任人员，在发生安全

事件时可快速处置。

9.3.10 宜部署工业安全网关，对工业协议进行深度解析与检测，防范针对工业控制系统的恶意攻击。

9.4 数据安全

9.4.1 数据安全应覆盖数据的采集、存储、传输、使用、销毁全生命周期，符合 GB/T 35273 的规定。

9.4.2 应建立数据分类分级管理机制，根据数据的敏感程度与重要程度，对数据进行分类分级，实施差异化的保护措施。

9.4.3 敏感数据与重要数据应采用加密存储与加密传输，提升数据的安全性，防范数据的泄露与篡改。

9.4.4 应建立数据的备份与恢复机制，定期对重要数据进行备份，保障数据的可用性，在发生故障时可快速恢复。

9.4.5 应建立数据的安全销毁机制，对过期的、不再使用的数据，采用安全的方式进行销毁，避免数据的泄露。

9.4.6 宜定期开展数据安全的评估，识别数据安全的风险，制定针对性的防护措施，持续提升数据安全防护能力。

9.4.7 可建立数据泄露的应急响应机制，制定数据泄露的处置流程，在发生数据泄露事件时可快速处置，降低事件的影响。

9.4.8 应建立数据安全的责任机制，明确各数据的安全责任部门与责任人员，落实数据安全的防护责任。

9.4.9 宜开展数据安全的培训，提升相关人员的数据安全意识，规范人员的数据操作行为，减少人为的安全风险。

9.4.10 可采用数据水印技术，对重要的业务数据添加数字水印，支撑数据泄露后的溯源与追踪。

10 系统集成与接口

10.1 集成原则

10.1.1 化工领域智能化管控系统开展集成工作时，应契合 GB/T 39116 相关规定，贴合化工行业流程生产的运行特征开展统筹规划。

10.1.2 系统集成宜遵循分层协同的思路，依照管控体系层级划分完成业务对接，减少不同业务模块之间的运行冲突与数据壁垒。

10.1.3 存量业务系统与新建智能化管控系统融合过程中，可保留原有成熟业务运行逻辑，逐步完成功能迭代与业务迁移调整。

10.1.4 跨车间、跨厂区的系统集成工作，应统筹兼顾现场生产作业秩序，避免集成调试工作干扰正常化工生产作业节奏。

10.1.5 集成设计阶段应充分考量后期业务拓展空间，预留业务拓展对接空间，适配企业生产规模扩张与业务模式调整需求。

10.1.6 涉及危险化工工艺相关系统集成，应同步对接安全管控相关模块，贴合化工安全生产相关管理规范开展对接布局。

10.2 接口规范

10.2.1 智能化管控系统各类内外对接接口，应选用行业通用标准化形式。

10.2.2 现场智能装备与上层管控平台之间的对接接口，宜统一交互形式，降低不同品类装备接入之后的对接调试工作量。

10.2.3 企业内部管理类系统与生产管控系统的交互接口，可划分不同访问权限等级，区分普通业务交互与核心管控业务交互通道。

10.2.4 对外对接行业监管平台、产业链协同平台的接口，应严格依照行业统一对接标准进行布设，保证交互内容合规。

10.2.5 所有正式投入使用的系统接口，均应留存完整对接文档，记录接口用途、对接范围与日常运维注意事项，便于后期运维梳理。

10.3 平台兼容性

10.3.1 化工智能化管控核心运行平台，应具备良好的软硬件环境适配能力，可适配化工企业常用各类服务器运行环境与办公终端环境。

10.3.2 不同厂商研发的智能化管控子平台进行融合使用时，宜提前完成兼容性适配核验，规避运行环境不匹配引发的运行异常。

10.3.3 移动端管控终端与后台管控主平台之间，应保持运行逻辑兼容，移动端操作指令可平稳同步至后台核心管控模块。

10.3.4 平台版本升级优化过程中，应兼顾历史运行数据与原有业务流程，不宜因版本更新造成原有正常业务流程中断停滞。

11 测试与验证

11.1 测试内容

11.1.1 应开展业务功能适配测试，依次核验生产工艺监控、装备状态管理、质量管控等核心业务模块的运行适配状态。

11.1.2 宜开展系统集成联动测试，检验多模块协同运行状态，核查跨层级、跨区域数据流转与业务联动的顺畅程度。

11.1.3 可开展日常运维适配测试，模拟常规巡检、数据调取、权限调整等日常操作场景，检验系统实操适配性。

11.1.4 针对安全环保相关管控模块，应开展专项合规测试，对照化工行业安全环保管理条例核验管控功能贴合程度。

11.1.5 网络通信与数据交互相关内容，应开展稳定性测试，模拟厂区复杂运行环境，检验数据传输与指令下发的稳定状态。

11.1.6 系统权限管控相关内容，需开展权限隔离测试，核验不同岗位操作权限划分与访问边界设置的合理程度。

11.2 验证指标

11.2.1 业务运行层面指标，可围绕全流程业务覆盖范围、日常业务办理流畅程度等内容进行设定，贴合化工实际生产管理模式。

11.2.2 装备管控相关验证内容，应结合装备日常运维管理需求，判定智能监测、故障预判等相关管控功能的实用程度。

11.2.3 数据管理相关验证指标，宜参考行业数据治理相关导则，评判数据归集、分类梳理、内部流转等工作的规整程度。

11.2.4 安全防护相关验证内容，应对照 GB/T 22239，划定合规性评判依据。

11.2.5 系统拓展适配相关指标，可结合企业中长期发展规划，评判系统后期功能增补、规模扩容的适配空间大小。

11.3 评价方法

11.3.1 企业内部可采用自主自评的方式，组建内部专业管理与技术人员队伍，对照本标准要求完成系统整体使用状态评判。

11.3.2 宜委托具备对应行业服务资质的第三方专业机构，开展专业化综合评价，保证评价结果具备客观公正性。

11.3.3 行业范围内同类型化工企业之间，可开展对标互评工作，借鉴优秀应用经验，梳理自身系统存在的优化方向。

11.3.4 完成各类评价工作之后，应整理形成完整评价文档，梳理现存问题并梳理对应的优化调整思路，留存归档备查。

11.3.5 系统经过大规模功能改造、架构调整之后，应重新开展整体评价工作，确认调整之后整体运行状态符合管控使用需求。

附录 A
(资料性)
化工生产及装备关键数据采集清单

A.1 工艺过程数据

工艺过程数据采集要求见表A.1。

表 A.1 工艺过程数据采集要求

数据类型	采集对象	关键参数	采集频率	数据格式	传输协议
温度	反应釜、换热器	介质温度、壁温	1次/秒	数值型 (°C)	Modbus、OPC UA
压力	管道、容器、塔器	表压、绝压、压差	1次/秒	数值型 (MPa)	Modbus、OPC UA
流量	进料/出料管线	体积流量、质量流量	1次/秒	数值型 (m ³ /h、t/h)	Modbus、OPC UA
液位	储罐、塔釜	实时液位、高低限位	1次/秒	数值型 (m、%)	Modbus、OPC UA
成分	反应产物、中间物料	浓度、纯度、pH 值	1次/分钟	数值型、字符型	MQTT、Profinet

A.2 装备运行数据

装备运行数据采集要求见表A.2。

表 A.2 装备运行数据采集要求

数据类型	采集对象	关键参数	采集频率	数据格式	传输协议
运行状态	泵、压缩机、风机	启停状态、运行模式	1次/秒	布尔型、字符型	Modbus、MQTT
振动特征	旋转类动设备	振动速度、位移、加速度	1次/秒	数值型 (mm/s、mm)	OPC UA、5G
电气参数	电机、配电设备	电流、电压、功率、频率	1次/秒	数值型 (A、V、kW)	Modbus、OPC UA
健康状态	关键静设备	腐蚀速率、壁厚、应力	1次/小时	数值型、文本型	LoRa、MQTT

A.3 安全环保数据

安全环保数据采集要求见表A.3。

表 A.3 安全环保数据采集要求

数据类型	采集对象	关键参数	采集频率	数据格式	传输协议
安全监测	重大危险源、高危区域	可燃气体浓度、有毒气体浓度	1次/秒	数值型 (% LEL、ppm)	Modbus、HJ212
环保排放	废气排放口、废水排放口	颗粒物、COD、氨氮、VOCs	1次/分钟	数值型 (mg/m ³ 、mg/L)	HJ212、MQTT
环境参数	生产车间、装置区	温湿度、粉尘浓度、噪声	1次/分钟	数值型 (°C、% RH、dB)	MQTT、LoRa