

T/

团体标准

T/XXX XXXX—2024

智慧工厂建设技术规范

Technical specifications for the construction of smart factories

草案版次选择

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。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

发布

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 基本体系	1
5 基础设施	1
6 技术保障	1
7 建设要点	2
8 建设内容	2

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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智慧工厂建设技术规范

1 范围

本文件规定了智慧工厂建设的术语和定义、基本体系、基础设施、技术保障、建设要点和建设内容相关要求。

本文件适用于智慧工厂建设。

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 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧工厂 smart factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的智慧工厂。

4 基本体系

应建立完善技术标准、质量管理、安全防护和组织管理等体系，并符合GB/T 23331的要求。

- 应建立完善相关技术标准，规范工厂设计、生产、管理、物流及其系统集成等业务活动，并针对流程、工具、系统、接口等应用要求，使用统一的技术标准；
- 应贯彻精益理念，加强质量管控体系建设，开展生产全过程质量管控，实施从原材料采购、生产过程控制与检验、产品出厂检验到售后服务产品全生命周期的质量管理；
- 应围绕生产安全、信息安全、功能安全等建立完善安全防护体系，提升安全生产的主动防御能力、监测预警能力、应急处置能力、协同治理能力；
- 应建立以人为本的企业文化，加强两新组织建设，引领现代化新型产业组织单元，持续改善工作环境，提升员工的获得感和幸福感，并建立相适应的组织管理架构和制度机制。

5 基础设施

应规划建设厂房（园区）设施、数字基础设施、装备及设施等，并符合GB/T 33000的要求。

- 应基于产品制造工艺、装备、物流、通信和数据等要求，采用数字建模与仿真技术，规划厂房（园区）空间和各类设施布局，实现生产经营的有序高效；
- 宜建立安全可靠、质量保证的通信网络和数据中心，满足研发、生产、销售、物流、服务等环节的数据传输、网络通信和数据治理；
- 宜深度融合应用先进制造技术和新一代信息技术，开展厂房（园区）设施、数字基础设施、装备及设施的升级迭代和模型优化，提升工厂（园区）的综合运行效率。

6 技术保障

6.1 新一代信息技术

应利用数字孪生、5G/6G、大数据、人工智能等新一代信息技术，赋能企业数字化转型。

- 应基于工业网络组网技术，建立安全可靠、质量保证的通信网络，满足研发、生产、销售、物流、服务等环节的数据传输和网络通信，形成 5G/6G+应用场景；
- 应建设工业互联网平台（数据中心），通过全面互联和数据驱动，实现研发、生产、销售、物流、服务等环节的信息共享和业务协同；
- 应采用数字孪生/元宇宙等技术，应用数据模型和逻辑模型，构建数字虚拟工厂，通过虚拟仿真、虚实融合与虚实共生，实现设计优化、控制优化和运营优化；
- 应采用机器学习、知识图谱等人工智能技术，通过计算机视觉、自然语言处理、语音识别、大模型等应用，提升研发、生产、检测、服务等环节的业务智能化。

6.2 先进制造技术

应利用数字化设计技术、先进工艺（加工）技术、智能装备技术等先进制造技术，支撑企业智能化改造与升级。

- 应采用虚拟现实、参数化设计、创成式设计等数字化设计技术，实现产品研发全生命周期的模块化设计、网络化协同设计；
- 应采用超精密、增材制造、微纳制造、高速加工、再制造、连续流等先进工艺（加工）技术，提升产品质量与效率，实现绿色化、高端化产品的制造；
- 应采用数控装备、工业机器人、工业视频等智能制造装备，深度融合工业互联网、云计算、大数据等技术，实现制造过程的自感知、自分析、自优化和自决策。

7 建设要点

7.1 设施全面互联

7.1.1 人与机器、机器与机器以及服务与服务之间宜形成互联，宜通过将传感器、嵌入式终端系统、智能控制系统、执行系统、通信设施等集成形成一个智能网络实现互联。

7.1.2 工厂的横向、纵向和端对端宜集成化，可利用物联网、互联网等通信技术将工厂与车间内部的生产设备之间、车间信息系统间、生产设备与车间系统间形成连接，实现集成。

7.2 系统全面互通

工厂的PDM、ERP、MES、SCADA等产品全生命周期的关键信息化管理系统之间的信息宜互联互通与集成，工厂的数据资源宜充分共享，产品的设计、工艺、生产、设备、质量、能源等方面的数据宜全面互通。

7.3 数据全面互换

宜构建包括数据采集标准、数据处理标准、数据服务与管理标准、数据安全标准等的标准体系，管理信息系统与控制系统之间开发数据接口模块，规范产品全生命周期各个环节所产生的各类数据的获取、处理和应用过程。

8 建设内容

8.1 整体规划

8.1.1 总体规划

智慧工厂建设的总体规划宜包括以下内容：

- 智慧工厂的战略定位；
- 智慧工厂的战略目标；
- 智慧工厂数字化、智能化发展路径；
- 智慧工厂的总体布局 and 具体架构。

8.1.2 参考模型

智慧工厂参考模型宜从企业内部协同及产品全生命周期的生产资源协同两个方面进行考虑。

- 企业内部协同宜从企业设备、控制、管理等方面进行考虑，包括组织内部的设备与控制、制造执行、经营管理、经营决策；
- 产品全生命周期的生产资源协同，宜从信息物理系统（CPS）角度进行分析，包括感知执行、适配控制、网络传输、认知决策和服务平台。

8.1.3 系统设计

8.1.3.1 概述

智慧工厂的系统建设包括总体架构和功能结构。进行智慧工厂系统设计时宜考虑数字化生产线、数字化车间、智慧工厂的递进关系。编制系统设计方案时，宜包括以下内容：

- 公司的总体战略目标及阶段性目标；
- 信息化架构设计；
- 自动化架构设计；
- 管理集成化设计；
- 系统安全设计。

8.1.3.2 信息化架构设计

8.1.3.2.1 可采用以下方法对智慧工厂建设的信息化框架进行设计并建立数字化模型：

- CIM-OSA 方法；
- 集成的信息系统体系构成方法（ARIS）方法；
- ICAM 分析（IDEF）方法；
- 决策活动关联图（GRAI）/GIM 方法；
- 集成化企业建模（IEM）方法；
- EAM 方法。

8.1.3.2.2 智慧工厂的信息化架构宜包括基础平台层、数据库层、功能层。

8.1.3.2.3 基础平台层设计宜考虑如下因素：

- 软件，如 CAD、PDM、ERP、CAPP、CAE、FMS、MES 以及数据库管理、操作系统等；
- 硬件，如计算机、存储设备、输入/输出设备、传感器、摄像头等；
- 公共服务，如软件接口、硬件接口、结构模式及信息安全。

8.1.3.2.4 数据库层设计组织宜考虑如下因素：

- 设计类，如基础设计类数据、设计规范等；
- 工艺类，如工艺数据、工艺规程等；
- 试验类，如试验数据、试验规范等；
- 制造类，如生产计划、运行数据等；
- 管理类，如管理制度、管理标准；
- 数据标准体系库。

8.1.3.2.5 功能层的设计组织宜考虑如下因素：

- 工厂布局；
- 产品设计；
- 工艺规划；
- 生产仿真。

8.1.3.3 自动化架构设计

8.1.3.3.1 智慧工厂的自动化架构包括现场设备层、车间监控层以及生产管理層。

8.1.3.3.2 现场设备层宜包括但不限于：

- 工业通信系统，如现场总线、工业以太网、工业无线、工业 5G 等；
- 传感器；
- 驱动设备；

——执行机构和开关设备等。

8.1.3.3.3 车间监控层宜包括但不限于：

——生产设备状态的在线监控；
——车间生产环境相关因素在线监控；
——设备故障报警及维护等。

8.1.3.3.4 生产管理层的宜包括但不限于：

——生产任务管理；
——工序计划与派工管理；
——领料与投料管理；
——生产过程管理；
——检验过程管理；
——产品入库管理。

8.1.3.4 管理集成化设计

利用信息化技术，对管理进行集成化设计。在进行管理集成化设计时，宜考虑如下因素：

——经营与决策能力；
——产品设计研发能力；
——供应链协同能力；
——生产协同能力；
——质量管理与保证能力；
——资产管理能力；
——设备互联能力；
——绿色制造能力；
——安全管理能力；
——环境管理能力。

8.1.4 设计过程监控

宜对智慧工厂设计过程的关键控制点进行监控，制定监控方案或计划，宜包括以下内容：

——监控的责任人及责任部门；
——监控的时机；
——监控的方法，如采取评审、研讨、专家座谈会等。

8.1.5 数据字典设计

对数据的数据项、数据结构、数据流、数据存储、处理逻辑等进行定义和描述，制定数据字典。在设计数据字典时，宜包括以下内容：

——对业务类型进行划分，形成相对独立的业务板块和对应的数据指标体系；
——对各条业务线内部的业务过程、业务主题域进行梳理，对业务过程进行抽象和提炼；
——对指标名称、指标含义、度量类型、数据汇总方式等内容进行完善。

8.2 场景建设

8.2.1 研发设计

8.2.1.1 工厂设计

8.2.1.1.1 宜利用工厂三维设计与仿真软件进行工厂规划、设计和仿真优化。

8.2.1.1.2 工厂总体设计、工艺流程及布局宜进行数字化模型仿真并优化产品生产流程。

8.2.1.2 工艺设计

8.2.1.2.1 宜使用 PDM 系统进行产品设计、工艺数据的集成管理。

8.2.1.2.2 宜利用试验数据管理（TDM）系统进行产品试验、测试、在线检测数据的管理。

8.2.1.2.3 宜运用 CAPP 等工具和工艺知识库，并集成三维建模和仿真验证等先进制造工艺。

8.2.1.2.4 宜开展过程工艺设计与流程全局优化，宜建设工艺技术系统和工艺知识库，可采用物料表征、工艺机理分析、过程建模和工艺集成等技术。

8.2.1.3 产品研发

8.2.1.3.1 宜进行基于模型的产品设计、仿真优化和测试。可运用计算机辅助设计工具（如 CAD、CAE 等）和设计知识库，可采用集成三维建模、有限元仿真、虚拟测试等技术。

8.2.1.3.2 宜创建原料物性数据库和模型库，优化原料选择和配方设计。可建设物性表征系统或配方管理系统，可采用快速评价、在线制备检测、流程模拟和材料试验等技术。

8.2.2 生产制造

8.2.2.1 计划调度

8.2.2.1.1 宜通过构建 ERP 系统，应用约束理论、寻优算法和专家系统等技术，进行基于采购提前期、安全库存和市场需求的生​​产计划优化。

8.2.2.1.2 宜通过建立生产过程数据采集和分析系统，进行生产进度、现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场数据自动上传，并可视化管理。

8.2.2.1.3 宜通过应用高级计划与排程（APS）系统，集成调度机理建模、寻优算法等技术，进行基于多约束和动态扰动条件下的车间排产优化。

8.2.2.1.4 宜通过建立车间 MES，建立人员技能库、岗位资质库等，进行生产、质量、库存、设备维护等的管理，提高设备利用率。

8.2.2.2 生产作业

8.2.2.2.1 宜应用自动化、数字化、智能化的生产装备或生产线，建立车间级工业通信网络，进行系统、装备、零部件及人员之间的信息互联互通和有效集成。

8.2.2.2.2 宜应用人机界面以及工业平板等移动终端，实现生产过程无纸化；人工操作工位宜建立防差错系统；宜建立互操作系统，实现工序间的协作。

8.2.2.2.3 宜应用模块化、成组和产线重构等技术，搭建柔性可重构产线，实现产线适应订单、工况等变化的快速调整。

8.2.2.2.4 宜构建 MES，集成大数据、运筹优化、专家系统等技术，进行人力、设备、物料等制造资源的动态配置。

8.2.2.2.5 宜依托先进控制技术（APC），融合工艺机理分析、实时优化和预测控制等技术，进行精准、实时和闭环过程控制。

8.2.2.2.6 宜搭建生产过程全流程一体化管控平台，应用工艺机理分析、流程建模和机器学习等技术，开展工艺流程和参数的动态优化调整。

8.2.2.2.7 集成机器人、高端机床、人机交互设备等智能装备，应用 AR/VR、机器视觉等技术，开展生产的高效组织和作业协同。

8.2.2.2.8 依托 MES，应用六西格玛、6S 管理和定置管理等精益工具和方法，开展基于数据驱动的人、机、料等精确管控。

8.2.2.3 仓储配送

8.2.2.3.1 宜通过集成智能仓储（储运）装备，建设 WMS，应用条码、射频识别、智能传感等技术，完成物料自动入库（进厂）、盘库和出库（出厂）。

8.2.2.3.2 宜通过应用 WMS 和智能物流装备，集成视觉/激光导航、室内定位和机器学习等技术，实现物资自动配送和路径优化。

8.2.2.3.3 宜应用 MES 或 WMS，采用识别传感、定位追踪、物联网和 5G 等技术，实现原材料、在制品和产成品流转的全程跟踪。

8.2.2.4 质量管控

8.2.2.4.1 宜利用流数据处理、多源异构数据融合、特征提取、关联分析与预测、人工智能卷积神经网络等技术，构建质量模型库、知识库、规则库、约束库、规则库，实现在线质量自动判定与监控预警。

8.2.2.4.2 宜通过质量关键管控指标监控及分析、产品全流程过程质量综合评价、跨工序产品质量交互分析与异常诊断和质量异议快速反查等程序，实现全流程质量追溯及分析。

8.2.3 经营管理

8.2.3.1 设备管理

8.2.3.1.1 宜应用工业机器人、智能巡检装备和设备管理系统，集成故障检测、机器视觉、AR/VR 和 5G 等技术，实现对设备的高效巡检和异常报警等。

8.2.3.1.2 宜建设设备管理系统，应用大数据和 AR/VR 等技术，开展检维修计划优化、资源配置优化、虚拟检维修方案验证与技能实训。

8.2.3.1.3 宜建设设备管理系统，融合智能传感、故障机理分析、机器学习、物联网等技术，实现设备运行状态判定、性能分析和故障预警。

8.2.3.1.4 宜构建故障预测与健康管理（PHM）系统，集成故障机理分析、大数据、深度学习等技术，进行设备失效模式判断、预测性维护及运行参数调优。

8.2.3.1.5 宜建立 EAM 系统，应用物联网、大数据和机器学习等技术，实现资产运行、检维修、改造、报废的全生命周期管理。

8.2.3.2 安全管控

8.2.3.2.1 宜依托安全感知装置和安全生产管理系统，集成危险和可操作性分析、机器视觉等技术，进行安全风险动态感知和精准识别。

8.2.3.2.2 宜基于安全事件联动响应处置机制和应急处置预案库，融合大数据等技术，实现安全事件处置的智能决策和快速响应。

8.2.3.2.3 宜建设危化品管理系统，应用智能传感、理化特征分析等技术，实现危化品存量、位置、状态的实时监测、异常预警与全过程管控。

8.2.3.2.4 宜依托自动化装备，集成智能传感、机器视觉和 5G 等技术，实现危险作业环节的少人化、无人化。

8.2.3.3 能源管理

8.2.3.3.1 宜建立能源管理系统（EMS），集成智能传感、大数据等技术，开展全环节、全要素能耗数据采集、计量和可视化监测。

8.2.3.3.2 宜依托 EMS，应用能效优化机理分析、大数据和深度学习等技术，基于设备运行参数或工艺参数优化，实现能源利用率提升。

8.2.3.3.3 宜依托 EMS，融合机理分析、大数据等技术，进行能源消耗量预测，实现关键装备、关键环节能源的综合平衡与优化调度。

8.2.3.4 环保管理

8.2.3.4.1 宜构建环保管理平台，应用机器视觉、智能传感和大数据等技术，开展污染源管理，实现全过程环保数据的采集、监控与报警。

8.2.3.4.2 宜依托环保管理平台，集成机器视觉、智能传感和大数据等技术，实现排放实时监测、分析预警和排放优化方案辅助决策。

8.2.3.4.3 宜搭建固废信息管理平台，融合条码、物联网和 5G 等技术，进行固废处置与循环再利用全过程监控、追溯。

8.2.3.4.4 宜开发碳资产管理平台，集成智能传感、大数据和区块链等技术，实现全流程碳排放追踪、分析、核算和交易。

8.2.3.5 营销管理

8.2.3.5.1 宜应用大数据、深度学习等技术，实现对市场未来供求趋势、影响因素及其变化规律的精准分析、判断和预测。

8.2.3.5.2 销售计划动态优化。宜依托 CRM 系统，应用大数据、机器学习等技术，挖掘分析客户信息，构建用户画像和需求预测模型，制定精准销售计划。

8.2.3.5.3 销售驱动业务优化。宜通过销售管理系统与设计、生产、物流等系统集成，应用大数据等技术，根据客户需求变化，动态调整设计、采购、生产、物流等方案。

8.2.4 售后服务

8.2.4.1 宜建设 CRM 系统，集成大数据、知识图谱和自然语言处理等技术，实现客户需求分析、精细化管理，提供主动式客户服务。

8.2.4.2 宜建立产品远程运维管理平台，集成智能传感、大数据和 5G 等技术，实现基于运行数据的产品远程运维、预测性维护和产品设计的持续改进。

8.2.4.3 宜分析产品的运行工况、维修保养、故障缺陷等数据，应用大数据等技术，提供专业服务、设备估值、融资租赁、资产处置等新业务。

8.2.5 供应链管理

8.2.5.1 宜建设 SCM 系统，集成大数据、寻优算法和知识图谱等技术，实现供应商综合评价、采购需求精准决策和采购方案动态优化。

8.2.5.2 宜搭建 SCM 系统，融合大数据和区块链等技术，打通上下游企业数据，实现供应链可视化监控和综合绩效分析。

8.2.5.3 宜依托运输管理系统（TMS），应用智能传感、物联网、实时定位和深度学习等技术，实现运输配送全程跟踪和异常预警，装载能力和配送路径优化。

8.2.5.4 宜建立 SCM 系统，集成大数据、知识图谱和远程管理等技术，开展供应链风险隐患识别、定位、预警和高效处置。

8.2.6 系统集成

8.2.6.1 宜建立覆盖工厂的工业通信网络，构建互联互通的基础环境。

8.2.6.2 宜对过程控制系统（PCS）、现场数据采集和分析系统、MES 与 PLM、ERP 协同与集成，实现设计、生产、管理、服务各环节的互联，支持跨企业的业务协同。

8.2.7 信息安全

8.2.7.1 宜建立工业信息安全管理和技术防护体系，具备网络防护、应急响应等信息安全保障能力；

8.2.7.2 宜建立功能安全保护系统，采用全生命周期方法有效避免系统失效。

8.2.8 新模式应用

8.2.8.1 宜通过用户和企业的深度交互，提供满足个性化需求的产品定制设计、柔性化生产和个性化服务等，创造独特的客户价值。

8.2.8.2 宜通过生产柔性化、敏捷化和产品模块化，根据客户的个性化需求，以大批量生产的低成本、高质量和高效率提供定制化的产品和服务。

8.2.8.3 宜建立制造能力交易平台，推动供需对接，将富余的制造能力通过以租代买、分时租赁、按件计费等多种模式对外输出。

8.2.8.4 基于网络协同平台，推动企业间设计、生产、管理、服务等环节紧密连接，实现基于网络的制造资源配置和生产业务并行协同。

8.2.8.5 宜应用建模仿真、多模型融合等技术，构建装备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统。

8.2.8.6 远程运行维护服务宜包含以下内容：

- 智能装备/产品配置有开放的数据接口，具备数据采集通信和远程控制等功能；
- 建立或应用智能装备/产品远程运维服务平台，并与企业的 PLM、CRM 实现信息共享；
- 智能装备/产品远程运维服务平台能够对装备/产品上传数据进行有效筛选、梳理、存储与管理，并通过数据挖掘、分析，向用户提供多种形式的远程服务；
- 建立相应的专家库和专家咨询系统，能够为智能装备/产品的远程服务提供智能决策支持，并向用户提出运维解决方案。

