|  |  |
| --- | --- |
| ICS |  |
| CCS |  |

|  |
| --- |
| 37 |

山东省地方标准

DB 37/T XXXX—XXXX

智能工厂 第1部分：建设指南

Smart factory Part1：construction guidance

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

山东省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc85910022)

[1 范围 1](#_Toc85910023)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc85910024)

[3 术语和定义 1](#_Toc85910025)

[4 缩略语 1](#_Toc85910026)

[5 建设目标 2](#_Toc85910027)

[6 建设途径 2](#_Toc85910028)

[7 基本要求 2](#_Toc85910029)

[7.1 设施全面互联 2](#_Toc85910030)

[7.2 系统全面互通 2](#_Toc85910031)

[7.3 数据全面互换 3](#_Toc85910032)

[8 建设规划 3](#_Toc85910033)

[8.1 总体框架 3](#_Toc85910034)

[8.2 总体规划 3](#_Toc85910035)

[8.3 参考模型 4](#_Toc85910036)

[8.4 系统设计 4](#_Toc85910037)

[8.4.1 总则 4](#_Toc85910038)

[8.4.2 信息化架构设计 4](#_Toc85910039)

[8.4.3 自动化架构设计 5](#_Toc85910040)

[8.4.4 管理集成化设计 5](#_Toc85910041)

[8.5 设计过程监控 5](#_Toc85910042)

[9 实施指南 6](#_Toc85910043)

[9.1 研发设计 6](#_Toc85910044)

[9.2 生产制造 6](#_Toc85910045)

[9.3 经营管理 6](#_Toc85910046)

[9.4 系统集成 6](#_Toc85910047)

[9.5 信息安全 6](#_Toc85910048)

[9.6 新模式应用 6](#_Toc85910049)

1. 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。

本文件由山东省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智能工厂 第1部分：建设指南

* 1. 范围

本文件提供了智能工厂建设目标、建设途径、基本要求、建设规划、实施指南等内容。

本文件适用于智能工厂建设的工业企业。

* 1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

数字化生产线 digital production line

将数字化、自动化生产设备按照要求进行结合，按规定的程序或指令对生产过程进行操作或控制，自动完成产品全部或部分制造过程，包括工业自动化软件、硬件和系统三大部分。

数字化车间 digital factory（digital workshop）

以生产对象所要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测控技术等为手段，用数据连接车间不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

[来源：GB/T 37393-2019,3.3]

智能工厂 smart factory

在数字化车间的基础上，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、舒适的人性化工厂。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ARIS：集成的信息系统体系构成方法(architecture of integrated information system)

CAD：计算机辅助设计（Computer Aided Design）

CAE：计算机辅助工程（Computer Aided Engineering）

CAPP：计算机辅助工艺过程设计（Computer Aided Process Planning）

CIM-OSA：计算机集成制造开放系统体系结构(computer intergraded manufacturing-open system architecture)

CPS：信息物理系统（Cyber-Physical Systems）

CRM：客户关系管理(Customer Relationship Management)

EAM：企业资产管理(Enterprise Asset Management)

ERP：企业资源计划（Enterprise Resource Planning）

FMS：柔性制造系统（Flexible Manufacture System）

GRAI：决策活动关联图(graph with results and activities interrelated)

IDEF方法：ICAM分析方法(ICAM Definition method)

IEM：集成化企业建模(integrated enterprise modeling)

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

PCS：过程控制系统（Process Control Systems）

PDM：产品数据管理(Product Data Management)

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

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

SCM：供应链管理(Supply Chain Management)

TDM：试验数据管理(Test Data Management)

WMS：仓储管理系统（Warehouse Management System）

* 1. 建设目标

智能工厂建设的最终目标是通过实现计划调度智能化、能源管理智能化、安全环保智能化、生产操作智能化、IT管控智能化，进而实现运营的自动化、数字化、可视化、模型化和集成化。

* 1. 建设途径

工业企业可从以下方面开展智能工厂建设：

1. 可从系统层级和业务范围开展建设；
2. 可对其智能化能力进行持续迭代优化，逐级提升企业智能化能力；
3. 可根据行业特性选择合理的业务活动范围。
   1. 基本要求
      1. 装备全面互联

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，使人与人、人与机器、机器与机器以及服务与服务之间能够互联，从而实现横向、纵向和端对端的高度集成。具体包括：

1. 建立工业互联网工厂内网，实现生产装备、传感器、控制系统与管理系统的互联；
2. 实现工厂内、外网以及设计、生产、管理服务各环节的互联，支持内、外网业务协同。
   * 1. 系统全面互通

集成自动化系统与MES和企业PLM/ERP的链接，实现在整个企业层级自上而下的数字化驱动，让业务数据在PLM、ERP、MES、WMS等系统间流转。具体包括：

1. 建立工厂的总体设计、工艺流程及布局的数字化模型，进行模拟仿真，应用数字化三维设计与工艺技术进行设计仿真；
2. 建立MES,实现计划、调度、质量、设备、生产、能效等管理功能；
3. 建立ERP系统,实现供应链、物流、成本等企业经营管理功能；
4. 建立PDM系统,实现产品设计、工艺数据的管理；
5. 实现CAD、CAPP、CAM、MES等互通集成；
6. 实现MES、ERP与数字化三维设计仿真软件、PDM、SCM、CRM等系统互通集成。
   * 1. 数据全面互换

在工厂的管理信息系统与控制系统之间分别开发数据接口模块，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、数据安全标准的标准体系，建立公共数据字典，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，进行数据传递格式的设计。具体包括：

1. 建立生产过程SCADA系统,实现生产进度现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场数据自动上传，并实现可视化管理；
2. MES、ERP与数字化三维设计仿真软件、PDM、SCM、CRM等系统之间的多元异构数据实现互换；
3. 建设工业信息安全管理制度和技术防护体系，具备网络防护应急响应等信息安全保障能力；
4. 建设功能安全保护系统，采用全生命周期方法有效避免系统失效。
   1. 建设规划
      1. 总体框架

智能工厂总体框架图如下所示。



1. 智能工厂总体框架图
   * 1. 总体规划

智能工厂建设的总体规划宜包括以下内容：

1. 智能工厂的基本情况及战略定位；
2. 智能工厂的战略目标及核心经济指标；
3. 智能工厂智能化、数字化发展的总体思路；
4. 智能工厂的总体布局；
5. 智能工厂建设的架构。
   * 1. 参考模型

智能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。其中：

1. 企业内部协同宜从企业设备层、控制层、管理层三个层面进行考虑，包括组织内部的设备与控制层、制造执行层、经营管理层、经营决策层；
2. 产品全生命周期的生产资源协同，宜从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。
   * 1. 系统设计
        1. 总则

智能工厂的建设包括总体架构和功能结构。进行智能工厂系统设计时考虑数字化生产线、数字化车间、智能工厂的递进关系。编制系统设计方案时，宜包括如下内容：

1. 公司的总体战略目标及阶段性目标；
2. 信息化架构设计；
3. 自动化架构设计；
4. 管理集成化设计；
5. 系统安全设计。
   * + 1. 信息化架构设计

可采用以下方法对智能工厂建设的信息化框架进行设计并建立数字化模型：

1. CIM-OSA方法；
2. ARIS方法；
3. IDEF方法；
4. GRAI/GIM方法；
5. IEM方法；
6. EAM方法。

智能工厂的信息化架构包括基础平台层、数据库层、功能层、产品层、管理层。各层的相关要求如下：

基础平台层设计宜考虑如下因素：

1. 软件，例如：CAD、PDM、ERP、CAPP、CAE、FMS、MES以及数据库管理、操作系统等；
2. 硬件，例如：计算机、存储设备、输入/输出设备、无线射频识别技术、传感器、摄像头等。
3. 公共服务，例如：软件接口、硬件接口、结构模式及信息安全。

数据库层设计组织宜考虑以下因素：

1. 设计类：例如：基础设计类数据库、设计类知识库；
2. 试验类：例如：试验数据、试验规范等；
3. 工艺类：例如：工艺数据、工艺文件等；
4. 管理类：例如：管理制度、管理标准；
5. 标准体系库：例如：数字化管理标准、测试与试验标准、设计标准等。

功能层的设计组织宜考虑如下因素：

1. 工厂布局；
2. 产品设计；
3. 工艺规划；
4. 生产仿真；
5. 虚拟装配；
6. 实验验证。

工厂管理层，完成将车间生产数据送到车间管理层。车间管理层作为工厂主网的一个子网，连接到厂区骨干网，将车间数据集成到工厂管理层。

* + - 1. 自动化架构设计

智能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层。各层的相关要求如下：

现场设备层，完成现场设备控制及设备间连锁控制，宜包括：

1. 工业通信系统，如现场总线、工业以太网、工业无线、工业5G等；
2. 传感器；
3. 驱动设备；
4. 执行机构和开关设备等。

车间监控层，用来完成车间主生产设备之间的连接，宜包括：

1. 生产设备状态的在线监控；
2. 设备故障报警及维护等。

生产管理层，利用计划、组织、用人、指导、控制等活动，对生产过程进行管理，宜包括：

1. 生产任务管理；
2. 工序计划与派工管理；
3. 领料与投料管理；
4. 生产过程管理；
5. 检验过程管理；
6. 产品入库管理。
   * + 1. 管理集成化设计

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

1. 经营与决策能力；
2. 产品设计研发能力；
3. 供应链协同能力；
4. 生产协同能力；
5. 质量管理与保证能力；
6. 资产管理能力；
7. 设备互联能力；
8. 绿色制造能力；
9. 安全管理能力；
10. 环境管理能力；
11. 资金投入使用能力。
    * 1. 设计过程监控

需对智能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。方案或计划宜明确：

1. 监控的责任人及责任部门；
2. 监控的时机；
3. 监控的方法，如可采取评审、研讨、专家座谈会等方式进行。
   * 1. 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：

1. 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；
2. 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；
3. 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。
   1. 实施指南
      1. 研发设计

应用数字化三维设计与工艺设计软件进行产品、工艺设计与仿真，并通过物理检测与试验进行验证与优化。

1. 针对于离散型智能工厂。

建立PDM系统，实现产品设计、工艺数据的集成管理。

建立TDM系统，实现产品试验、测试、在线检测数据的管理。

建立工厂总体设计、工艺流程及布局数字化模型仿真并优化产品生产流程，提高设备利用率、降低生产成本。

* + 1. 生产制造

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，实现系统、装备、零部件及人员之间的信息互联互通和有效集成。

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，人工操作工位建立防差错系统，适时给予智能提示，建立互操作系统，实现工序间的协作。

建立生产过程数据采集和分析系统，实现生产进度、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，并实现可视化管理。

建立车间MES,实现生产、质量、库存、设备维护等管理功能，提高设备利用率，减少非计划停机，实现生产过程的追溯，降低在制品库存。

建立能源、环保、安全、应急等管理系统，实现相关数据实时上传、自动分析，并实现可视化管理。

* + 1. 经营管理

建立ERP系统、SCM系统、CRM系统，实现生产、采购、供应链、物流、仓库、销售、质量、成本等企业经营管理功能，科学配置资源，优化运行模式，改善业务流程，提高决策效率。

建立PLM系统，改善产品研发速度和敏捷性，増强为客户量身定做产品的能力，最大限度满足客户需求。

* + 1. 能源管理

建立能源管理系统，通过能源数据自动采集，对能耗进行全流程的监控和数据跟踪，并通过分析寻找能耗的关键点，采取措施降低能耗，实现整体效益的提升。

* + 1. 系统集成

建立覆盖工厂的工业通信网络，构建互联互通的基础环境。

实现PCS、现场数据采集和分析系统、MES与PLM系统、ERP系统高效协同与集成，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。

* + 1. 信息安全

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

建有功能安全保护系统，采用全生命周期方法有效避免系统失效。

* + 1. 新模式应用

网络协同制造：

1. 建立或应用网络化制造资源协同云平台，实现社会/企业/部门之间市场需求、创新资源、设计能力、制造资源、制造能力等的集聚与对接；
2. 实现基于云平台的设计、供应、制造和服务环节并行组织和协同优化；
3. 建立围绕全生产链协同共享的产品溯源体系，实现企业间的产品信息溯源服务。

大规模个性化定制：

1. 实现产品的模块化设计和个性化组合；
2. 建立基于互联网的个性化定制服务平台，通过定制参数选择、三维数字建模、慮拟现实或增强现实等方式，实现与用户深度交互，快速生成产品定制方案；
3. 应用大数据技术对用户的个性化需求特征进行挖掘和分析，为企业自身开展个性化定制提供决策支持；
4. 个性定制服务平台与企业研发设计、计划排产、柔性制造、营销管理、供应链管理、物流配送和售后服务等系统实现协同与集成。

远程运维服务：

1. 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；
2. 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系统、CRM系统实现信息共享；
3. 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；
4. 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，并向用户提出运行维护解决方案。

