

SZSD

数 字 山 东 工 程 标 准

SZSD02 0006—2024

工业互联网应用指南

Application guide of industrial internet

2024 - 04 - 15 发布

2024 - 06 - 01 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 缩略语 2

5 应用模型 2

6 个性化定制 3

7 平台化设计 4

8 智能化制造 5

9 服务化延伸 7

10 网络化协同 8

11 数字化管理 9

参 考 文 献 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。

本文件由青岛市大数据发展管理局提出并归口。

本标准的主要起草单位：卡奥斯工业智能研究院（青岛）有限公司、北京机械工业自动化研究有限公司、联想（北京）有限公司、青岛宝佳自动化设备有限公司、山东省标准化研究院、青岛市标准化研究院、青岛大学、中国石油大学（华东）

本标准的主要起草人：陈录城、盛国军、尹作重、陶宏芝、王勇、秦修功、张光瑞、曹坤鹏、徐鑫、刘合艳、张欣、高亚平、高倩倩、沈照功、张卫山、常月亭、王迷珍、闫志飞

工业互联网应用指南

1 范围

本文件给出了工业互联网的模式特征和目的，提供了基本应用形式和实施路径。
本文件适用于企业实施和应用工业互联网。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业互联网 industrial internet

以工业数据为驱动，通过人、机、物的全面互联，构建起全要素、全产业链、全价值链的全面连接，推动形成全新的生产制造和服务体系，是新一代网络信息技术与工业制造业深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态的总称。

[来源：SJ/T 11915—2023，3.1]

3.2

个性化定制 personalized customization

以用户需求为导向，以柔性生产为依托，以数字技术委重要驱动力，通过新一代信息技术与制造业深度融合，为用户提供满足个性化需求的产品和服务的生产经营模式。

[来源：SJ/T 11915—2023，6.2]

3.3

平台化设计 platformization design

基于海量数据采集、汇聚、处理、分析，构建跨设备、跨系统、跨区域的全要素互联互通的基础业务平台，实现信息高效交互，提升研发、生产、管理、服务等活动的一体化。

3.4

网络化协同 networked collaboration

通过工业互联网平台把制造任务、订单信息分配给不同地域、不同规模的制造企业，将社会分散的制造资源、制造能力在工业互联网平台进行集聚共享、协同生产的组织模式。

[来源：SJ/T 11915—2023，6.3]

3.5

智能化制造 intelligent manufacturing

利用工业互联网对计划排产、生产作业执行、仓储系统等制造环节改造，实现自动排产、设备智能生产、智能仓储等功能的生产方式。

3.6

数字化管理 digital management

利用工业互联网，通过统计技术量化管理对象与管理行为，实现研发、计划、组织、生产、协调、销售、服务、创新等职能的管理活动和方法。

[来源：SJ/T 11915—2023，6.6]

3.7

服务化延伸 servitization extension

以提升用户粘性、拓展盈利空间、加快沿价值链向高附加值环节跃升为目标，企业基于工业互联网平台开展产品服务化、工程服务化、知识服务化等业务模式创新的活动总称。

[来源：SJ/T 11915—2023，6.5]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APP：应用软件（Application）

CAD：计算机辅助设计（Computer Aided Design）

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

IPD：集成产品开发（Integrated Product Development）

MBD：基于模型的设计（Model-Based Design）

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

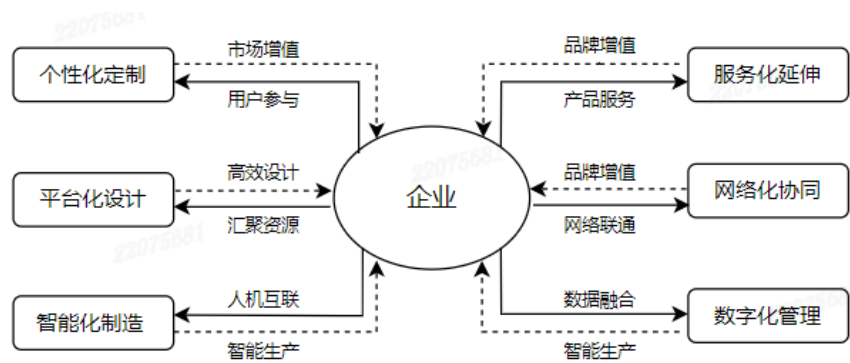
PDM：产品数据管理系统（Product Data Management）

RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）

5 应用模型

工业互联网应用模型见图 1，包括应用手段和应用反馈，具体如下：

- a) 个性化定制模式：企业宜通过用户参与等手段开展和应用个性化定制模式，获取大量个性化订单，实现市场增值。
- b) 平台化设计模式：企业宜通过资源汇聚等手段开展和应用平台化设计模式，变革设计方式，实现高效设计。
- c) 智能化制造模式：企业宜通过人机互联等手段开展和应用智能化制造模式，改造生产设备和生产环节，实现智能生产。
- d) 服务化延伸模式：企业宜通过产品服务等手段开展和应用服务化延伸模式，提升用户满意度，实现品牌增值。
- e) 网络化协同模式：企业宜网络化联通各业务环节数据信息，协同分配资源，实现设计、制造等业务环节的协同优化。
- f) 数字化管理模式：企业宜整合、集成各业务环节数据信息，打通核心数据链，实现基于数据创新的管理优化。



注：实线箭头为应用手段，虚线箭头为应用反馈

图 1 工业互联网应用模型

6 个性化定制

6.1 特征

模式特征包括：

- a) 需求个性化：销售环节前置，以订单为驱动、以用户个性化需求为中心；
- b) 生产柔性化：基于模块化设计、柔性化生产提供设计和生产保障，通过敏捷供应链提供资源保障；
- c) 设计个性化：企业通过工业互联网平台设计交互工具，满足客户更高需求的个性化设计。

6.2 目的

打通用户需求与研发设计、生产制造、物流交付、售后服务之间的数据流，实现资源协调配置，在合理的成本、较短的周期下满足用户个性化和多样化的需求。

6.3 基本应用形式

6.3.1 大批量定制

企业宜及时响应用户的个性化需求，将通俗化、多样化的需求信息转化为模块化、数字化的工艺语言，基于研发、生产、销售等部门的资源协同，开展模块设计、柔性生产、精准交付、增值服务等，实现制造资源与用户需求高精度连接。

6.3.2 多品种小批量定制

企业宜打通高端产品数据库，精准把控和分析用户对产品结构、性能、交付时间等方面的需求，将产品需求拆分为零部件、模块和产线的标准化配置，提升产品模块化设计、柔性化生产、个性化服务能力，提高用户体验和满意度。

6.3.3 单件定制

企业宜建设线上需求交互中心和线下体验馆，收集用户碎片化的创意和定制需求，并将创意和需求数据融入设计、生产、服务等环节，智能生成工艺代码参数和工艺组件，快速迭代出模块多样、功能先进的单件定制产品。

6.4 实施路径

6.4.1 需求获取

企业宜开放线上人机交互、VR 虚拟体验等渠道，线下通过免费的体验馆向用户展示产品，在与用户充分的交互过程中精准获取和采集需求数据。应建立需求数据库，基于数据传输、分析和可视化等手段，智能生成用户画像、需求订单。

6.4.2 模块化设计

企业宜深度分析需求并将产品的功能特征分解为若干个标准模块，根据客户体验反馈意见和创意对各个模块进行优化并设计模块实体，结合不同的模块化组合方案设计出符合用户个性化需求的产品结构。

6.4.3 柔性化生产

企业宜通过计算机和自动化技术对生产组织和业务系统进行改造，组建最小生产单元，在成本预算范围内灵活配置数控加工设备、物料运储装置和计算机控制系统等各种生产设备，实现一条产线上多品种的批量生产。

6.4.4 精准交付

企业宜通过工业互联网平台，对采购、设计、生产、交付等全流程进行优化管控，从而实现个性化定制产品与服务准时、精确交付。

6.4.5 用户服务

企业宜通过工业互联网平台、工业 APP 等与客户互动，开展产品和服务进度跟踪、客户投诉、售后技术指导、客户权益维护、新产品/服务推送等服务活动。

7 平台化设计

7.1 特征

模式特征包括：

- a) 设计开发便捷化：基于标准化的微服务库、模组和开发环境，降低技术开发和应用门槛；
- b) 设计生产一体化：设计、制造、运维等环节一体化，缩短研发周期；
- c) 研发/设计数据集成互通：打破企业内部不同研发架构之间的壁垒，实现研发和设计数据互通。

7.2 目的

在不同的产品或产品族之间构建通用性和兼容性的部分，简化数据处理、数字孪生建模、组态设计、应用开发过程，压缩零部件数量，缩减研发成本，形成高效协作的设计模式，实现对设计需求的快速响应。

7.3 基本应用形式

7.3.1 图形化设计

基于矢量图技术的图形化组态设计工具，快速开发 2D 或 3D 的工业组态场景，将图形元件与数字孪生模型进行绑定互动，实现工业场景的运行状态展示、设备状态监测及预警等；通过图形界面创建具有丰富组态场景展示效果的业务应用程序，支持不同行业工业场景的组态设计，并借助标准化工具自动生成配置文件。

7.3.2 并行设计

边缘接入现场研发工具和设备，实现跨系统、跨设备的研发和设计数据采集；搭建公共平台规范设计标准及数据传输结构，并在公共平台上将研发数据进行固化沉淀，用于跨部门产品设计的研发资源共享，实现多线并行产品设计。

7.3.3 敏捷设计

在边缘侧提供边缘采集数据的计算与处理，实现变化发送、数据幅度滤波、进制转换、开关量取反、一阶滞后滤波、四则运算等多种混合计算；连接所有边缘设备和端设备与控制系统之间的通信端口，提供高性能分布式时序数据和关系型数据的存储访问管理，支撑百万级实时数据高效读写、高压缩比低成本存储，实现敏捷设计。

7.3.4 交互设计

基于数据采集技术、特征提取技术和生物识别技术获取产品与用户之间的交互信息，通过射频识别技术和无线传感器网络技术获取产品与物理空间的交互信息；使用大数据技术和人工智能技术构建产品与用户和物理空间的交互模型，对产品、用户和物理空间三者间的数据交换过程进行详细分析，深层次挖掘用户需求，优化产品功能设计环节并设计出更加满足用户需求的产品。

7.4 实施路径

企业宜聚焦平台化设计工具的开发和使用，加强敏捷开发平台的探索应用，建设超低代码/零代码开发平台、协同开发设计平台等，打通系统间的数据孤岛，提高设计过程中数据传输的准确性和及时性；引入数字化仿真设计的平台化工具，将设计资源封装固化并复用，推动企业设计和工艺、制造、运维的一体化，实现无实物样机的高效设计和制造。

8 智能化制造

8.1 特征

模式特征包括：

- a) 泛在连接：建立资源共享渠道，实现了制造过程中人机料法环等制造资源的联通和共享；
- b) 设备智能化：基于大数据和人工智能技术，设备对自身运行状态进行实时分析和预测，并及时调整优化；
- c) 管控精细化：根据企业生产现场数据，并调用机理模型在线分析和决策，对各类制造活动实行精细化的管控。

8.2 目的

全面提升设备、产线、车间、仓库的智能化水平，优化企业生产制造业务。

8.3 基本应用形式

8.3.1 设备智能管理

企业宜按照下列方式开展设备智能管理：

- a) 设备状态监测：基于边缘网关和传感器采集设备温度、电压、电流等数据，通过数据可视化工具直观呈现设备状态，实现对设备状态的精准感知和实时监测；

- b) 设备故障诊断：基于数据分析和处理技术，对设备使用记录、历史故障、运行原理、工作时间等关键数据进行挖掘分析，通过机器学习和工业机理模型服务建立故障诊断模型，实现设备故障的模拟分析和智能诊断；
- c) 设备预测性维护：通过设备数据的采集、处理、分析、建模，对设备运行状态进行实时分析，识别异常状态，进行异常告警；
- d) 设备自适应控制：通过设备数据的自动获取、自适应模型的建立、设备运行状态的自适应调整等方法，保证无人值守设备的控制具有及时性、准确性和规范性，保证精密制造的质量要求；
- e) 设备能耗优化：利用数据采集和处理技术，在生产过程中，通过对能源的购入存储、在线使用等进行监测，基于数据分析生成能源预测和优化方案，实现能源在线预测管理。基于数据分析生成能源在线调度方案，实现能源的在线调度管理。

8.3.2 生产计划管理

企业宜基于平台开展智能化生产计划管理，包括生产计划优化、生产调度优化等。

8.3.3 生产作业执行

企业宜基于平台优化生产作业效果，包括生产过程监控、工艺参数优化等。

8.3.4 智慧仓储

企业宜基于平台，发挥数据汇聚和资源配置能力，优化仓储及物料管理，提升仓储综合管理水平。

8.3.5 质量检测

企业宜利用联邦学习和强化学习等技术，构建具有自学习机制的产品质检模型，并用海量产品的质量数据来训练模型，逐步提升和优化模型的识别和分析能力，实现产品质检服务的高精度和高可靠性；

8.4 实施路径

8.4.1 设备数字化

企业宜在生产设备、控制设备、质检设备和物流设备上安装智能传感器、摄像头、三维扫描仪等数据采集装置，采集工业现场的生产数据、控制数据、质检数据和物流数据，实现对企业生产状态的全面感知。

8.4.2 设备网络化

企业宜在生产设备、控制设备、质检设备和物流设备上添加物联模块、通信接口和边缘网关，实现设备的网络连接，通过网络手段高效传输设备数据，进而基于数据分析、数据建模和解决方案开发对企业生产制造全过程优化。

8.4.3 车间智能化

企业宜打通基于 CAD/PDM 的研发设计和基于 DCS/MES 的生产制造全流程，联通车间工业控制层和生产运营层，实现工业控制数据和生产运营数据的流通共享，推动生产制造全流程的智能化和敏捷化。

8.4.4 仓库高效化

企业宜配备堆垛机、轻载堆垛、AGV 无人车等硬件产品，接入仓储管理、输送系统、分拣系统、AGV 调度系统等软件产品，实现仓库智能化、储存高效化。

9 服务化延伸

9.1 特征

模式特征包括：

- a) 企业定位：既是制造商又是服务商，业务范围覆盖服务环节；
- b) 产品形态：产品与增值服务相结合，需企业围绕产品开展延伸服务活动；
- c) 商业模式：从短期交易到长期服务转变，提升用户粘性、拓展盈利空间。

9.2 目的

革新生产经营模式，开展产品服务、供应链服务等延伸业务，加速从产品销售向服务供给的转变进程，实现企业产品附加价值和口碑的提升。

9.3 基本应用形式

9.3.1 产品服务

企业宜按照下列方式开展产品服务：

- a) 产品健康管理：使用数据采集技术汇聚产品的流程工艺、运行状态和能源消耗等数据，基于大数据和人工智能技术构建并优化产品健康管理模型，通过模型开展产品健康的在线分析和管理的；
- b) 产品远程运维：采集并筛选产品在设计、制造、运行等环节的关键数据，基于数据分析和机理建模不断优化产品模型，提供远程故障预测、故障诊断、故障维修等产品远程运维服务。

9.3.2 供应链服务

企业宜按照下列方式开展供应链服务：

- a) 供应链管理：依托企业云平台开发采购管理、供应商管理、订单管理、产品数据管理、物流管理等云化服务，推动供应链上下游信息流、资金流和物流数据的无缝对接，实现企业业务流程的规范化、便捷化；
- b) 制造能力交易：围绕制造能力的集成整合、分享复用，开发部署制造能力在线发布、交互体验和按需计费的相关工业 APP，推动制造能力的计量化、协同化和价值化，面向不同用户提供精准、高效的制造能力交易服务。

9.3.3 工厂改造

企业宜提升生产线和车间的设备互联、系统集成和数据管控水平，促进生产过程的精简化、柔性化和高效化，提升产品质量、提高用户满意度；

9.3.4 创新孵化

企业宜整合企业内部及合作伙伴的研发、制造、销售、物流和售后等基础性资源，推动工业关键要素的数字化升级和网络化共享，为企业内部或中小企业提供创业保障服务。

9.4 实施路径

9.4.1 用户感知

企业宜在产品上添加智能模块，实现产品联网和数据采集功能。结合机器视觉、图像识别、深度学习等人工智能关键技术，推动产品与用户的深度交互，通过感知和识别用户需求，助力企业优化产品功

能，为用户提供更加适宜和精准的服务。

9.4.2 工业 APP 开发

企业宜对产品服务、供应链服务和工程服务进行模块化、通用化的固化和封装，形成供用户按需调用或购买的工业APP，为用户提供跨行业跨领域的多样化服务，提高用户体验和满意程度。

9.4.3 远程服务

基于工业互联网平台，在实现产业链连通的基础上，为产业链上下游企业开展远程监测、故障预警、远程维护、在线诊断、过程优化等在线增值服务、拓展产品价值空间，依托平台开展产业链上的融资租赁服务。

10 网络化协同

10.1 特征

模式特征包括：

- a) 资源价值网络化，设计资源、制造资源、运维资源和管理资源在不同主体之间流动和传递，实现资源共享价值最大化；
- b) 业务环节并行协同，形成了设计、制造、运维、供应链管理各环节并行联动的业务模式，实现协同优化。

10.2 目的

将计算机技术、网络通信技术与先进制造技术相结合，使在时间上分离、工作上关联的成员实现协同工作，在异地网络共享环境下交互协商、分工合作，实现设计、制造、运维和供应链管理的一体化协同，缩短产品制造周期，提高产品质量。

10.3 基本应用形式

10.3.1 协同设计

企业宜按照下列方式开展协同设计：

- a) 基于模型设计：在 MBD 模式下，面向需求分析、结构设计、方案规划、测试验证等场景，以标准化模型、数据源作为设计基础，利用内置模型和分布式的仿真工具和单元，实现快速原型和软件的开发、测试和验证；
- b) 集成产品开发：在 IPD 模式下，将单一产品开发模式扩展为研发领域多主体协同，基于流程重整和产品重整实现研发周期缩短、成本降低、产品利润提高和人均产出提高等目标。

10.3.2 协同制造

企业宜按照下列方式开展协同制造：

- a) 云制造：整合产品全生命周期相关资源，构建云制造平台。将产品的生产过程智能分解为零部件制造、材料加工、模块组装等环节，由云制造平台分配相应生产任务，并为各个生产环节灵活配置生产资源，实现生产订单向产能的高效转化；
- b) 云排产：根据市场订单、原材料库存、生产工况的实时信息定制协同生产计划，根据生产计划动态调整工业生产要素的配套和供给，保障产品生产顺利进行。

10.3.3 协同运维

企业宜按照下列方式开展协同运维：

- a) 运维服务协同：实时采集、检测和分析产品全生命周期数据，预测产品运维需求，规划运维方案，跨部门、跨企业动态调配运维人员和维保设备等资源，实现运维服务的协同；
- b) 运维信息协同：汇聚专家经验、维保方案、运维知识、产品信息等运维资源，面向不同部门和企业高度共享，规范运维流程，提高运维质量。

10.3.4 协同供应链

企业宜按照下列方式开展协同供应链：

- a) 精准化供应链：整合供应链上下游资源，联合产供销各方建立供应链协同运作体系，共享物流、信息流和资金流等重要信息，面向用户提供产供销一体化服务，精准响应用户多方面需求；
- b) 社会化供应链：基于产供销资源的协同配置，由供应链上下游拓展至产业链，推动跨行业、跨领域的资源共享、信息流通和业务协同，实现部分社会区域内制造资源的灵活配置和调度优化。

10.4 实施路径

10.4.1 网络基础设施建设

企业宜整合网络化协同的通信需求，提供兼容多端口的工业通信协议，完成网络通信设施建设，支撑工业设备联网上云、信息系统云化迁移。实施网络数据分级分类管理，通过数据加密、权限管理和访问控制等手段确保数据传输的安全性和可靠性。

10.4.2 协同应用和管控

企业宜根据协同设计、协同制造、协同运维和协同供应链等场景的相关数据和机理构建协同模型，开发工业 APP 供协作企业进行调用和订阅。制定针对工业 APP、微服务框架和应用程序接口的管理方案，包括资源保障、技术保障、安全保障和运维保障等，支撑和管控各环节的业务协作。

11 数字化管理

11.1 特征

数据成为管理要素，通过集成数据资源推动设计、生产、服务等业务环节的数据流形成闭环，构建业务环节数字化模型、打造数字孪生体，基于数字孪生体的仿真和分析实现业务的管理优化，并辅助决策。

11.2 目的

联通产品全生命周期的数据流，基于数据的价值共享推动资产管理、运营管理和组织管理等环节的创新和优化，提升企业管理水平和效率。

11.3 基本应用形式

11.3.1 资产管理

企业宜按照下列方式开展资产管理：

- a) 管理可视化：基于数字孪生技术对车间的零部件、车床、人员等生产资源进行数字化、虚拟化建模，建立数字空间生产线，通过模型仿真和数据可视化技术实时展示生产全过程，实现生产资源的可视化管理；
- b) 资源配置优化：基于企业云平台高效精准匹配供应链上下游供需信息，推动企业内部及合作伙伴数据、技术、产品等资源的按需共享和动态匹配，优化资源配置方案。

11.3.2 运营管理

企业宜按照下列方式开展运营管理：

- a) 成本控制：采集运营成本数据，通过数字化技术构建运营知识库，基于知识库优化设计、制造、销售、物流、服务等运营业务的管理，提升运营的智能化、数字化水平，有效控制企业运营成本；
- b) 精准营销：多维度采集用户数据，对用户购买行为全方位分析并绘制不同的用户画像，根据市场趋势精准提供个性化营销服务，实现营销的管理优化。

11.3.3 组织管理

企业宜按照下列方式开展组织管理：

- a) 人才发展管理：采集汇聚员工的专业能力、薪酬绩效、工作经历等人才发展数据，建设人才发展的模型框架和标准化体系。基于人才发展标准化体系开展人才初始化评定、常态化晋升评审、人才专向培养、人岗定向匹配等，激发人才活力、推动人才发展；
- b) 组织架构管理：采集组织架构、职能、目标等相关数据，开展企业组织架构的体系梳理、职能定位、目标论证等工作，重构和创新企业组织架构，实现组织架构的动态管理。

11.4 实施路径

11.4.1 数据接入体系建设

企业宜对软硬件设备、信息化系统等实施数字化接入，通过边缘处理和协议解析统一多源异构数据，并开展数据采集、清洗、传输和存储等工作，形成规范化、标准化的数据接入体系，为资产、运营、组织等方面的数字化管理提供基础数据支持。

11.4.2 业务流程管控

企业宜梳理业务流程日志和报表，建立涵盖流程定义、流程增删、流程优化和流程实施等环节的流程管理机制，基于关键数据对业务流程改进和升级，强化数字化管理模式的流程管理能力，奠定业务流程的管控基础。

11.4.3 资源汇聚

企业宜具备资源获取与交互的渠道，使客户资源、知识经验、数据资产等资源有效汇集，挖掘、分析与融合，为企业实现数字化管理提供资源保障。

参 考 文 献

- [1] GB/T 36310-2018 电子商务模式规范
 - [2] GB/T 40012-2021 个性化定制 分类指南
 - [3] GB/T 40814-2021 智能制造 个性化定制 能力成熟度模型
 - [4] GB/T 42021-2022 工业互联网 总体网络架构
 - [5] SJ/T 11915-2023 工业互联网平台 术语
 - [6] 工业互联网综合标准化体系建设指南（2021版）（工信部联科〔2021〕291号）
-