



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟标准

AII/014-2022

工业互联网信息模型 系统应用要求

Industrial Internet information model:

Application requirements for system

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

(2022年5月16日)



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aai@caict.ac.cn

目 次

目 次	I
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 工业互联网信息模型概述	2
5.1 工业互联网信息模型概念	2
5.2 工业互联网信息模型组成	3
6 工业互联网信息模型 系统应用架构	3
7 工业互联网信息模型 系统应用要求	4
7.1 系统基础能力要求	4
7.2 信息建模及模型部署要求	5
7.3 模型存储管理要求	6
7.4 互操作及应用服务要求	7
7.5 安全可信	8
参考文献	10

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这些专利的责任。

随着技术的发展,本文件会作适当的修订。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国科学院沈阳自动化研究所、深圳前海禾盈科技有限公司、华为技术有限公司。

本文件主要起草人：余思聪、赵艳领、刘阳、邝启康、毛平、黄颖、程春卯、沈彬、闫霞、高腾、公彦杰、王挺、夏豪、张誉、刘洁。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网信息模型 系统应用要求

1 范围

本文件规定了系统应用工业互联网信息模型的技术和功能要求，涉及系统基础能力、信息建模及模型部署要求、模型存储管理要求、互操作及应用服务要求和安全可信等方面，适用于系统设计、规划和建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 40209-2021 《制造装备集成信息模型通用建模规则》

2021-0259T-YD 《物联网信息模型 总体框架》

3 术语和定义

3.1

工业互联网信息模型（Industrial Internet Information Model, 3IM）

指工业互联网全要素、全价值链、全产业链在信息空间的标准化表达。

3.2

数字孪生模型（Digital Twin Model）

在工业互联网系统上建立物理实体、流程或者系统等虚拟映射，虚实之间能够实现双向控制和模拟的模型。

3.3

物模型（Thing Model）

以系统接入的各类硬件资源为建模对象建立的信息模型。

3.4

过程控制信息模型（Process Control Information Model）

以上传至系统的生产、业务过程产生的各类控制信息为建模对象建立的信息模型。

3.5

过程管理信息模型 (Process Management Information Model)

以上传至系统的生产、业务等过程产生的各类管理信息为建模对象建立的信息模型。

3.6

服务信息模型 (Service Information Model)

面向生产、业务等阶段需求的生产决策、数字孪生、资产管理壳、可视化等各类服务建立的信息模型。

3.7

知识信息模型 (Knowledge Information Model)

以生产管理的知识和经验等各类信息为建模对象建立的信息模型。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

3IM 工业互联网信息模型 (Industrial Internet Information Model)

CoAP 受限应用协议 (Constrained Application Protocol)

CPU 中央处理器 (central processing unit)

Http 超文本传输协议 (HyperText Transfer Protocol)

ID 身份标识号 (Identity Document)

JSON 脚本对象记法 (JavaScript Object Notation)

MQTT 消息队列遥测传输 (Message Queuing Telemetry Transport)

OPC UA 开放平台通信统一架构 (Open Platform Communications Unified Architecture)

XML 可扩展置标语言 (Extensible Markup Language)

5 工业互联网信息模型概述

5.1 工业互联网信息模型概念

工业互联网信息模型 (3IM) 主要表现为信息标准化描述和表达、信息协同化传输和读取、信息模型化构建和应用, 基于信息模型可以实现从设备层到产业链层的信息互操作。本文件涉及到的信息模型的建模应考虑七要素, 即标识、类、关系、事件、服务、参数和其它属性, 如图1所示。

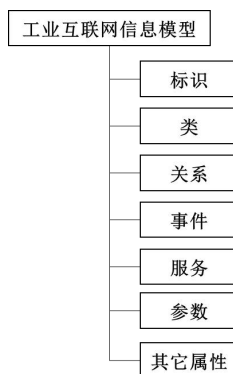


图1 工业互联网信息模型建模七要素

5.2 工业互联网信息模型组成

工业互联网信息模型组成框架如图2所示，基于统一的建模规则和系统，以业务为前提，通过模型联接并提供服务，支撑业务数字化运营。针对物理资源、过程资源、服务资源和知识分别建立物模型、过程控制信息模型、过程管理信息模型、服务信息模型和知识信息模型，如图2所示。

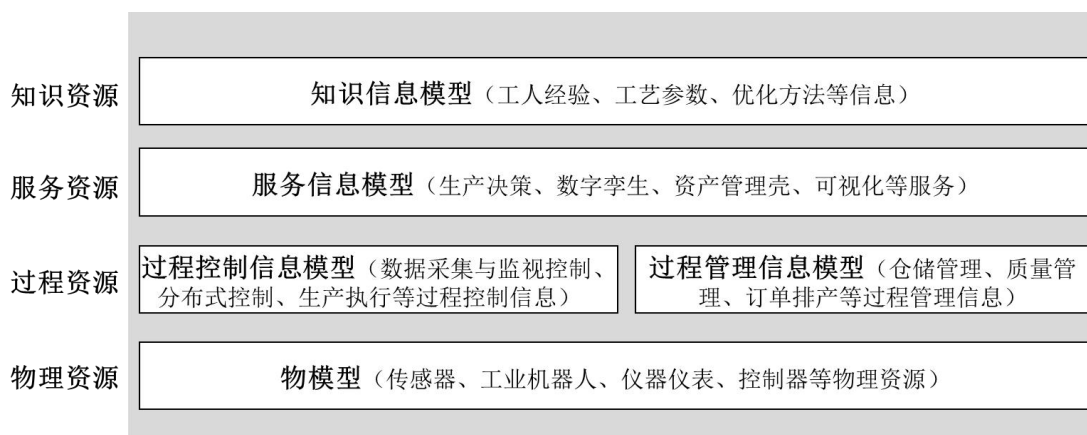


图2 工业互联网信息模型组成框架

物模型：以系统接入的各类硬件资源为建模对象，考虑设备的型号、制造商等静态和设备的状态、位置等动态信息，物模型建模可参见GB/T40209-2021《制造装备集成信息模型通用建模规则》；

过程控制信息模型：以上传至系统的生产、业务过程产生的各类控制信息为建模对象，考虑控制方法、控制指令、控制参数、实现方式等信息，过程控制信息模型建模框架可参见2021-0259T-YD《物联网信息模型 总体框架》；

过程管理信息模型：以上传至系统的生产、业务等过程产生的各类管理信息为建模对象，考虑管理内容、管理对象、服务内容、服务对象等信息，过程管理信息模型建模框架可参见2021-0259T-YD《物联网信息模型 总体框架》；

服务信息模型：面向生产、业务等阶段需求的生产决策、数字孪生、资产管理壳、可视化等各类服务进行标准化建模，服务信息模型建模框架可参见2021-0259T-YD《物联网信息模型 总体框架》；

知识信息模型：以生产管理的知识和经验等各类信息为建模对象，考虑工人经验、工艺参数、优化方法等信息，知识信息模型建模框架可参见2021-0259T-YD《物联网信息模型 总体框架》。

6 工业互联网信息模型 系统应用架构

系统应用工业互联网信息模型的基本架构如图3所示。工业互联网里的系统是面向工业数字化、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，支撑工业资源泛在连接、弹性供给、高效配置的载体，包括基础信息接入、信息建模及模型部署、模型存储管理层、互操作及应用服务、安全可信五层。

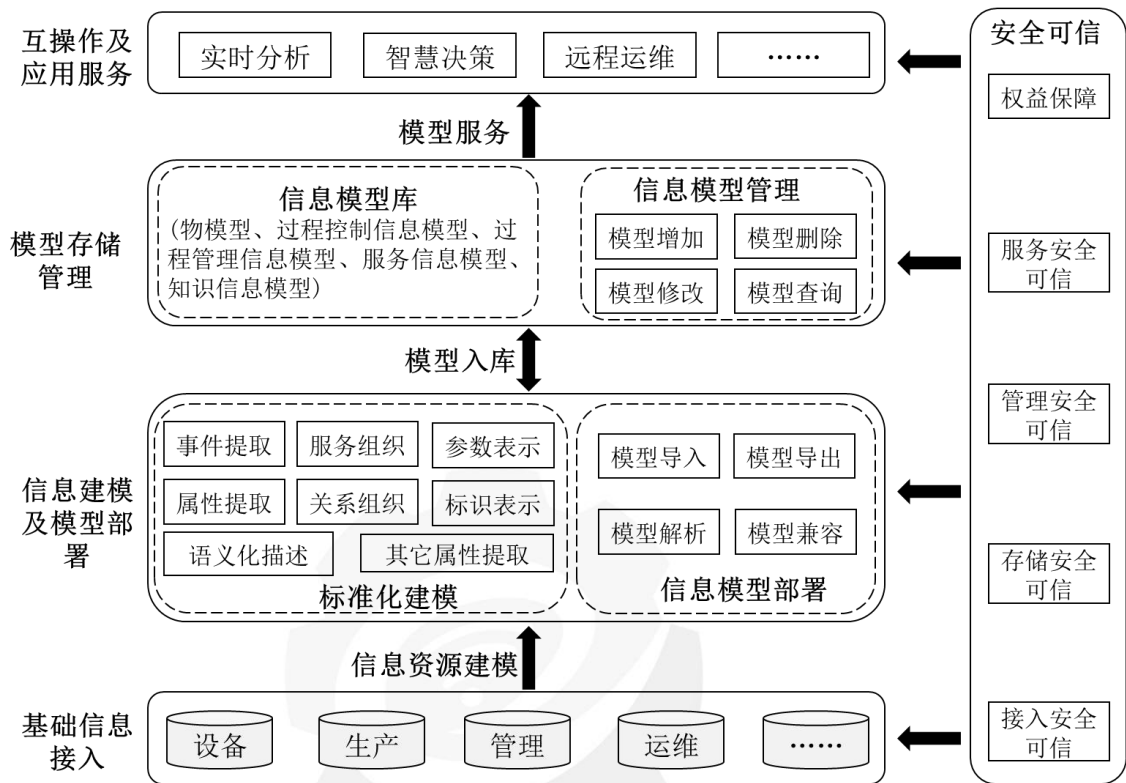


图3 系统应用信息模型的基本架构

基础接入层：通过大范围、深层次的数据采集，以及异构数据的协议转换与标准化格式处理，构建系统的数据互通基础。

信息建模及模型部署层：基于模型建模工具、语义字典等构建标准化信息模型，在系统中分布式部署。

模型存储管理层：通过信息模型库对标准化的信息模型进行存储，为模型应用提供调用接口。在系统中，可以对模型进行增、删、改、查操作。

互操作及应用服务层：基于信息模型实现系统数据之间的互操作，形成满足不同行业、不同场景的应用服务。

安全可信：由于信息模型涉及到从设备接入到应用服务层的全部数据，数据安全是系统应用方关注的重点问题，因此，系统应用工业互联网信息模型时，应保证信息模型的安全和可信服务。

系统在具体应用信息模型时，不同企业可以根据自己的产品和市场定位，选择实现部分能力。

7 工业互联网信息模型 系统应用要求

7.1 系统基础能力要求

7.1.1 多源数据接入能力

系统应支持不同的网络环境和接口协议，并对各类输入数据进行信息模型建模，实现系统接入端的数据互通，可满足以下多源数据接入要求：

- 1) 部署在工厂内部的系统，应支持 Modbus、Profinet 等工业以太网，实现对工厂内各种连接对象（指边缘网关、控制器等设备和生产控制、业务管理等系统）的数据接入；

- 2) 部署在工厂外部的工业系统, 应支持 MQTT、RESTful、EDP、HTTP、OPC /OPC UA、COAP、XMPP 等接口协议, 实现工厂外智能产品数据的采集;
- 3) 能够规则引擎, 将采集到的各种不同格式的数据转换成统一的格式。

7.1.2 服务稳定性

系统基于信息模型对外提供服务时, 可满足以下稳定性要求:

- 1) 完善的故障恢复机制, 在服务发生故障时, 信息模型数据不发生丢失;
- 2) 应能在承诺时间内恢复业务至正常水平, 并提供完整的故障报告;
- 3) 与某一个客户端之间的连接中断、恢复, 不影响其它已创建的信息模型数据接入。

7.1.3 服务易用性

系统基于信息模型对外提供服务时, 应具备易用性要求, 具体包括:

- 1) 系统应提供信息模型导入选项;
- 2) 系统应提供信息模型导出选项;
- 3) 系统应提供信息模型业务查询功能;
- 4) 系统应提供模型只读、隐藏、显示等信息安全保护选项。

7.1.4 环境兼容性

系统可支持与多种信息模型建模环境对接的能力。如, 支持JSON、XML等信息模型建模环境。

7.2 信息建模及模型部署要求

7.2.1 模型架构完整性

信息模型架构宜考虑对事件和属性进行提取, 对服务和关系进行组织, 对参数和标识进行标准化表示, 并针对以上建模要素进行语义化描述。系统应用的工业互联网信息模型宜包括标识、类、关系、事件、服务、参数及其它属性等关键要素。

7.2.2 建模要素标准化

系统应具备工业互联网信息模型建模能力。同时, 建模要素宜满足标准化要求:

- 1) 系统应配备可选的信息模型建模工具, 或者规定标准化的建模方法, 如, 能够基于拖、拉、拽等方式创建模型, 支持用户基于模型快速构建应用;
- 2) 对关系的描述应覆盖关系类型、关联方式等信息;
- 3) 对属性描述应覆盖 ID、名称、生产日期、状态、类型等信息;
- 4) 对事件的描述应覆盖 ID、类型、内容等信息;
- 5) 对服务的描述应覆盖 ID、类型、内容等信息;
- 6) 应对参数的数据类型、取值范围等信息进行约束。

7.2.3 模型兼容能力

系统应用工业互联网信息模型应符合以下兼容性要求:

- 1) 系统导出的信息模型应能够被其它符合本文件的系统识别;
- 2) 系统应能够兼容其它符合本文件的系统导出的信息模型, 如, JSON 格式的信息模型等。

7.2.4 模型部署能力

系统宜能够导入信息模型，并进行解析。

7.3 模型存储管理要求

7.3.1 模型库技术

系统可通过模型库的形式存储信息模型。模型库与数据库相对应，是存放信息模型的仓库，支持模型的存储、查询、分类和调用。

7.3.2 模型存储持久性

存储持久性是指信息模型在系统中存储不丢的概率，具体包括：

- 1) 系统应能够以数据驱动的方式进行模型存储和流转；
- 2) 用于信息建模的数据持久性宜不低于 99.999%，即每月完好数据/（每月完好数据+每月丢失数据），数据存储不包括缓存和临时存储。

7.3.3 模型可销毁性

在用户要求删除模型或系统对用户服务终止时，必须将其所有模型及数据彻底删除，并无法复原。符合以下要求之一即可：

- 1) 彻底删除的程度，如，无法复原；
- 2) 用户要求模型及数据删除时，服务商使用的彻底清除技术或手段：如，高级清零、文件索引删除、低格等；
- 3) 系统服务终止时，服务商的操作，如，消磁等；
- 4) 约定删除期限，如，用户停止续费，1 周后等。

7.3.4 模型可迁移性

系统用户能够控制模型及信息的迁移，保证启用或弃用系统服务时，模型及信息能迁入和迁出。说明不同迁移支持的数据格式，如，模型库格式、代码格式等。如果是专有格式，是否有技术手段可以转换成标准格式。是否为迁入和迁出提供方便的方式和技术手段，并与用户现有模型保持最大兼容性，如，模型存储方式等。

7.3.5 模型管理能力

系统应用工业互联网信息模型时，可满足以下管理要求。

- 1) 系统应具备信息模型的增、删、改、查能力；
- 2) 系统应根据数据安全等需求对信息模型分级分类管理，并配备相应的管理机制。

7.3.6 模型私密性

系统在访问用户的敏感模型或数据时可提供隐私保护功能。具备包括：

- 1) 说明用户身份认证的控制方式，如，用户名+密码等；
- 2) 说明用户在系统访问权限的控制方式，如，设定用户级别，确定增、删、改、查等不同的权限；
- 3) 说明系统不同租户的隔离方式。

7.3.7 模型知情权

系统可为用户提供了解模型及数据存储位置、使用程度等信息的方式，并告知用户模型及数据存储位置和使用的程度，包括：

- 1) 说明模型及数据的类型；
- 2) 说明模型及数据存储位置，模型及数据存储位置是否可选，如果可选，可选的方式；
- 3) 说明模型及数据备份情况及备份存储位置，如，有几份拷贝，是否有冷备份，备份数据存储的数据中心位置；
- 4) 说明模型及数据的使用原则，如，除了用户自己的程序会访问自己的数据外，是否还会有其他访问来源，如果有，需要说明情况。说明有无数据分析及其用途，如，PLC控制数据用于机器数据分析，提供设计建议等；
- 5) 说明有无跨境流动，是否用于国外业务，哪些模型及数据类型有跨境流动。

7.3.8 资源弹性配置

系统可为信息模型的使用提供弹性配置能力，包括：

- 1) 系统应满足资源弹性、自由配置要求，CPU、内存、带宽等关键资源可随时升级，升级配置模型数据不丢失，业务暂停时间可控；
- 2) 模型数据应有本地副本，具有跨机房或异地备份的能力；
- 3) 应提供模型数据备份与恢复功能，应定期对重要模型进行备份并在灾难情况下及时恢复，保持业务连续运行；
- 4) 当系统访问量出现高峰时，及时调用后端空闲资源，创建容器实例，提供更高的处理能力。当访问量少时，及时销毁容器实例，回收资源。

7.4 互操作及应用服务要求

7.4.1 模型调用能力

系统可提供信息模型调用能力，具体要求包括：

- 1) 系统应对外提供信息模型调用的接口；
- 2) 系统满足不同权限账户的调用需求，如，设置管理员和普通用户权限。

7.4.2 数据处理能力

系统应用信息模型时，可对数据进行如下处理：

- 1) 实现多种异构数据的标准化语义建模；
- 2) 用于信息建模的数据应是可公开的，不应涉及隐私或者敏感数据。

7.4.3 互操作能力

系统应用信息模型时，可与其它符合本文件的系统实现互操作，包括数据互认、指令响应。

7.4.4 模型准确性

系统应用模型面向工业生产和管理提供服务时，可满足准确性要求。

- 1) 物模型的准确性满足系统对工业互联网硬件资源的信息描述要求；
- 2) 过程控制信息模型的准确性满足工业互联网系统的控制准确性要求；
- 3) 过程管理信息模型的准确性满足工业互联网系统的管理要求；
- 4) 流程信息模型的准确性满足工业互联网系统的业务要求；
- 5) 服务信息模型的准确性满足工业互联网系统的服务要求；

- 6) 知识信息模型的准确性满足工业互联网系统的业务要求。

7.4.5 可扩展能力

系统应用信息模型可实现数字孪生功能，具体如下：

- 1) 系统可提供数字孪生应用的能力，支持用户基于信息模型开发数字孪生应用；
- 2) 系统可支持数字孪生组件与系统上各种数据源的对接；
- 3) 系统可支持数字孪生组件与系统上其他数字孪生模型的对接。

7.5 安全可信

7.5.1 接入可信

系统可提供加密机制，对连接对象（设备、系统、智能产品、边缘网关等）传送的用于建模的信息进行加解密。

7.5.2 存储可信

系统应用信息模型库提供服务时，可满足以下需求。

- 1) 应对应用数据的各种操作行为、操作结果予以完整记录，确保操作行为的可追溯；
- 2) 应记录接口调用的成功/失败日志，包括记录接口调用量、网络流量、响应时间及接口状态信息，便于运维快速定位问题，排查故障；
- 3) 模型数据不应存放于容器中。

7.5.3 管理可信

系统在向用户提供模型数据管理服务时，可具备对接入对象的认证鉴权、交互权限设置和防篡改功能。

7.5.4 服务可信

系统应用信息模型提供服务时，可满足以下需求。

- 1) 在发布服务调用接口时宜明确定义后端服务响应时间，且在规定的响应时间内返回请求结果；
- 2) 应提供信息模型服务的使用管理功能，可接受和记录用户的服务访问申请信息，设置或修改用户的服务访问权限；
- 3) 支持对服务调用接口的注册、发布和审核等管理；
- 4) 应用服务符合多实例部署条件；
- 5) 提供的微服务组件支持动态调度，服务等级可自动调整，服务与服务之间可自由组合或编排；
- 6) 提供的工业微服务组件可进行多副本发布，让不同的副本之间进行相互注册，构建一个高可用的注册管理中心集群；
- 7) 服务调用接口调整前（下线等），可通知到每个接口服务的调用者并给予一定的运行支撑时间才允许正式下线；
- 8) 使用被广泛证明可靠、可信的容器，在容器环境出现异常时，环境具备自我修复的能力；
- 9) 基于信息模型的应用服务可用性建议达到 99.9%以上。

7.5.5 权益保障

由于信息模型会涉及企业生产经营的敏感数据，因此，系统提供信息模型服务时可给出相应的权益保障，包括但不限于服务变更和终止、服务赔偿、用户约束等。

参考文献

- [1] 工业互联网产业联盟报告,《工业互联网信息模型白皮书》(征求意见稿).
 - [2] 2020-1868T-YD 物联网开放平台物模型技术要求.
-



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet