



中华人民共和国国家标准

GB/T 39401—2020

工业机器人云服务平台数据交换

The data exchange of cloud service platform for industrial robot

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

引言 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 数据集成模型 3

6 数据分类 3

7 数据描述规范 5

 7.1 周期性数据 5

 7.2 非周期性数据 5

8 数据描述模型 7

 8.1 信息模型概述 7

 8.2 通用属性 7

 8.3 对象、变量和方法 8

 8.4 引用 9

 8.5 统一数据描述模型 10

附录 A（资料性附录） OPC UA 简介 11

附录 B（资料性附录） 统一数据描述模型实例 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本标准起草单位:北京机械工业自动化研究所有限公司、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、博众精工科技股份有限公司、深圳吉阳智能科技有限公司、安徽省配天机器人技术有限公司、中国水利水电科学研究院、北京航空航天大学、佛山华数机器人有限公司、上海沃迪自动化装备股份有限公司、杭州电子科技大学、杭州海康机器人技术有限公司、北京理工大学、苏州东控自动化科技有限公司、北京易能立方科技有限公司、江苏汇博机器人技术有限公司、华南智能机器人创新研究院、工业和信息化部计算机与微电子发展研究中心(中国软件评测中心)。

本标准主要起草人:尹作重、邹凤山、黄金成、黄永衡、庞泰、陈煜、刘继红、黎晓东、陈彬、赵超、任建勋、秦修功、唐忠华、周星、童上高、邬惠峰、陈佰平、许路、马宏宾、王伟栋、王健、阳如坤、孟健、孙立宁、王振华、陈国栋、刘奕华、万彬彬。



引 言

工业机器人云服务平台是机器人技术与互联网技术相融合而产生,为用户提供基于互联网的机器人接入、监控、管理、数据分析、控制优化等专业化服务的软件服务平台。

机器人与云服务平台之间的数据交换是实现机器人云管理的基础。目前工业机器人种类繁多,数据交换不统一。统一的数据交换有利于实现云服务平台与机器人快速对接,保证数据实时动态匹配,减少不兼容带来的资源浪费等。

工业机器人云服务平台数据交换

1 范围

本标准规定了工业机器人与工业机器人云服务平台数据交换过程中数据集成模型、数据分类、数据描述规范及模型。

本标准适用于在运行生命周期内工业机器人与云服务平台之间信息资源交换体系的规划、设计、建设和实施。

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 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇

GB/T 33863.1—2017 OPC 统一架构 第1部分:概述和概念

GB/T 33863.2—2017 OPC 统一架构 第2部分:安全模型

GB/T 33863.3—2017 OPC 统一架构 第3部分:地址空间模型

GB/T 33863.4—2017 OPC 统一架构 第4部分:服务

GB/T 33863.5—2017 OPC 统一架构 第5部分:信息模型

3 术语和定义

GB/T 12643—2013 和 GB/T 33863.1—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 12643—2013 和 GB/T 33863.1—2017 中的某些术语和定义。

3.1

工业机器人 industrial robot

自动控制的、可重复编程、多用途的操作机,可对三个或三个以上轴进行编程。

注1:工业机器人包括:

——操作机,含致动器;

——控制器,含示教盒和某些通信接口(硬件和软件)。

注2:这包括某些集成的附加轴。

注3:它可以是固定式或移动式,在工业自动化中使用。

[GB/T 12643—2013,定义 2.9,有修改]

3.2

云服务平台 cloud service platform

通过云计算已定义的接口提供一种或多种能力的软硬件集合。

3.3

工业机器人云服务平台 cloud service platform for industrial robot

机器人技术与互联网技术相融合而产生,为用户提供基于互联网的机器人接入、监控、管理、数据分析、控制优化等专业化服务的软件服务平台。

3.4

信息模型 information model

定义、特征化、关联给定系统或一组系统的信息资源的组织框架。

注：核心地址空间支持地址空间内信息模型的表示。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.12]

3.5

节点 node

地址空间的基础组件。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.16]

3.6

节点类 NodeClass

地址空间中节点的类别。

注：节点类定义了 OPC UA 对象模型中组件的元数据。它们也定义了用于组成地址空间的结构,例如视图。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.17]

3.7

引用 reference

从一个节点到另一个节点的明确关系(一个命名指针)。

注：包含引用的节点是源节点,被引用的节点是目标节点。所有引用都由引用类型(ReferenceType)定义。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.25]

3.8

引用类型 ReferenceType

表示引用类型定义的节点。

注：引用类型规定一个引用的语义。引用类型的名称标识源节点如何关联到目标节点,它通常反映了两者间的一个操作,如“A 包含 B”。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.26]

3.9

服务 service

OPC UA 服务器中客户可随时调用的操作。

注：在 GB/T 33863.4—2017 中定义的服务。服务类似于编程语言中的方法调用,或网页(Web)服务 WSDL(网页服务定义语言)契约中的操作。

[GB/T 33863.1—2017, 定义 3.2.29]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS:分布式控制系统(Distributed Control System)

I/O:输入/输出(Input/Output)

ID:身份标识号码(Identification)

OPC:OPC 基金会(非赢利工业协会)[OPC Foundation(a non-profit industry association)]

PLC:可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)

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

UA:统一体系架构(Unified Architecture)

XML:可扩展标记语言(Extensible Markup Language)

5 数据集成模型

工业机器人与工业机器人云服务平台之间的数据集成模型如图 1 所示。

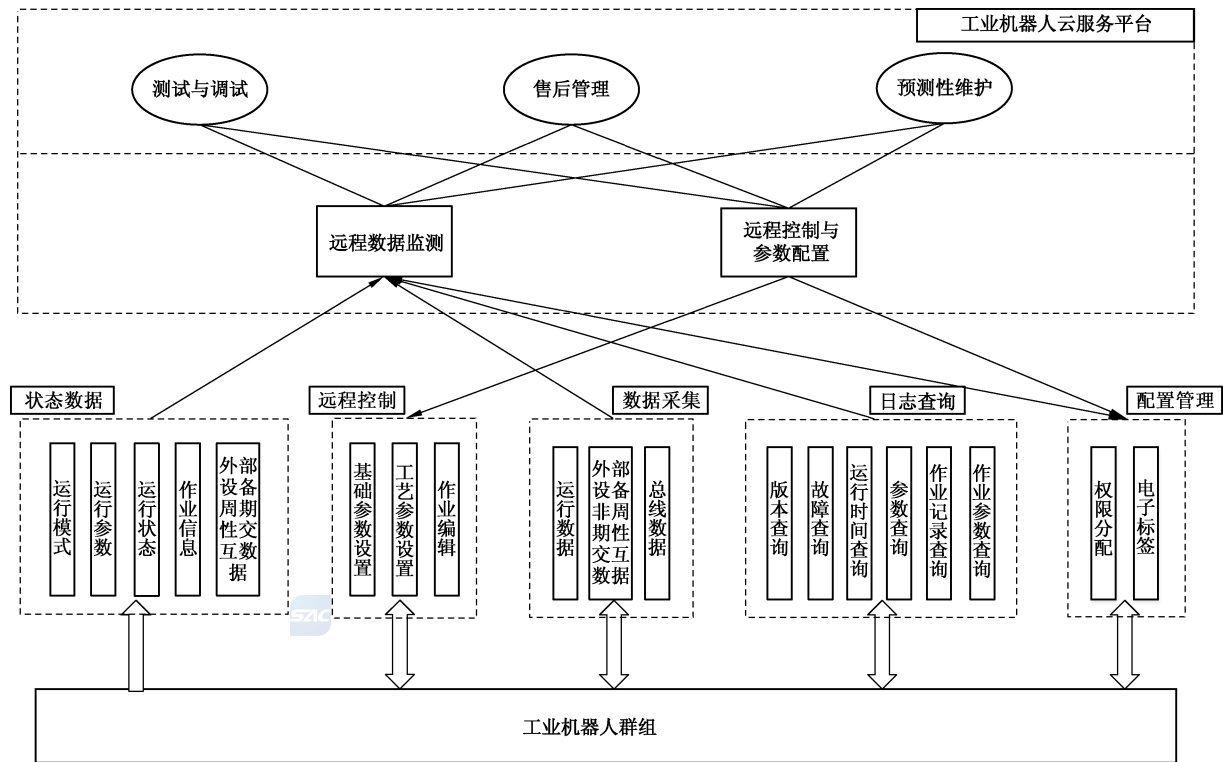


图 1 数据集成模型

云服务平台针对工业机器人具体应用环境提供远程数据监测、远程控制与参数配置等通用服务，以及测试与调试、售后管理、预测性维护等专用服务。每类服务传输的数据如下：

- a) 远程数据监测：运行模式、运行参数、运行状态、作业信息、外部设备周期性交互数据、运行数据、外部设备非周期性交互数据、总线数据、参数查询、运行时间查询、作业记录查询、作业参数查询、权限分配、电子标签；
- b) 远程控制与参数配置：运行模式、基础参数设置、工艺参数设置、作业编辑、权限分配；
- c) 测试与调试：运行模式、运行参数、运行状态、版本查询、故障查询、基础参数设置、工艺参数设置、作业编辑；
- d) 售后管理：运行数据、版本查询、故障查询、作业记录查询、运行时间查询、电子标签；
- e) 预测性维护：运行模式、运行参数、运行状态、作业信息、运行数据、版本查询、故障查询、作业记录查询、运行时间查询、电子标签。

6 数据分类

如图 2 所示，工业机器人与云服务平台之间交换的数据主要分为周期性数据和非周期性数据，其中：

- a) 周期性数据是指工业机器人向云服务平台定期传输的数据，包括：
 - 1) 状态数据，包括：

- 运行模式；
 - 运行参数；
 - 运行状态；
 - 作业信息；
 - 外部设备周期性交互数据。
- 2) 其他。
- b) 非周期性数据是指工业机器人和云服务平台非定期双向传输的数据,包括:
- 1) 远程控制,包括:
 - 基础参数设置；
 - 工艺参数设置；
 - 作业编辑。
 - 2) 数据采集,包括:
 - 运行数据；
 - 外部设备非周期性交互数据；
 - 总线数据。
 - 3) 日志查询,包括:
 - 版本查询；
 - 故障查询；
 - 运行时间查询；
 - 参数查询；
 - 作业记录查询；
 - 作业参数查询。
 - 4) 配置管理,包括:
 - 权限分配；
 - 电子标签。

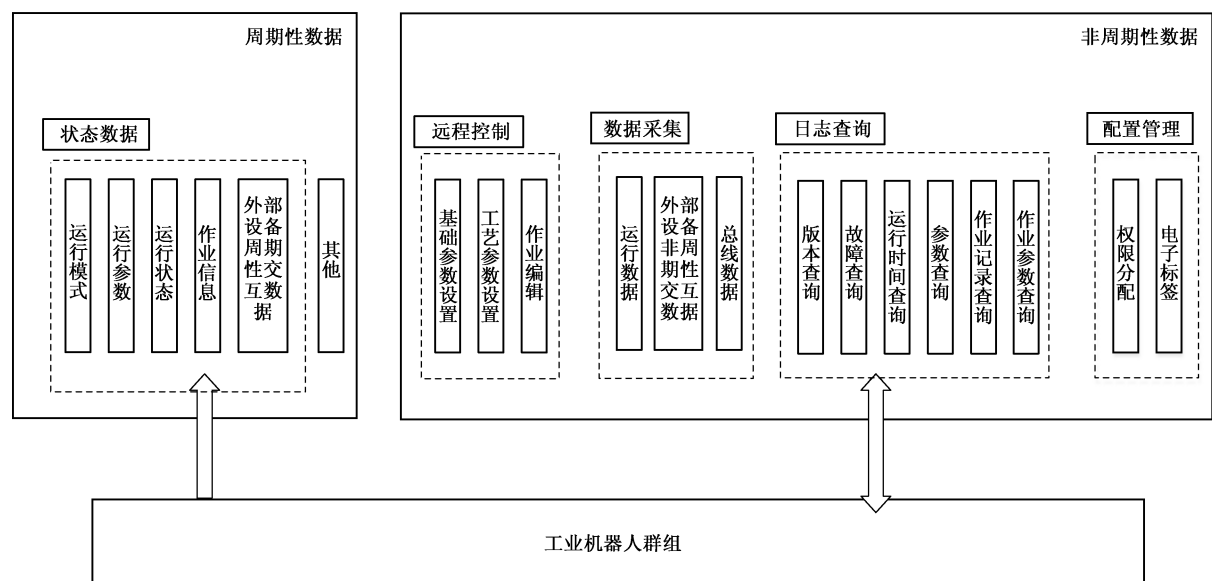


图 2 工业机器人云服务平台数据分类

7 数据描述规范

7.1 周期性数据

7.1.1 状态数据

状态数据包括运行模式、运行参数、运行状态、作业信息和外部设备周期性交互数据等周期性数据，其中：

- a) 运行模式，包括：
 - 数据项名：运行模式；
 - 数据项含义：机器人处于某种运行模式的数据，例如示教、执行和远程 3 种。
- b) 运行参数，包括：
 - 数据项名：运行参数；
 - 数据项含义：工业机器人运行时的模型和控制参数数据，例如速度、加速度、各轴码盘圈数、软限位状态、工艺相关的周期性参数数据等。
- c) 运行状态，包括：
 - 数据项名：运行状态；
 - 数据项含义：工业机器人运行时的周期性状态数据，例如警报数据、码盘值、关节值、全局坐标值、工具坐标值、用户坐标值、机器人与工业机器人云服务平台间的心跳等。
- d) 作业信息，包括：
 - 数据项名：作业信息；
 - 数据项含义：工业机器人作业执行信息数据，例如作业名、执行方式、当前执行指令、作业执行累计时间、计件等。
- e) 外部设备周期性交互数据，包括：
 - 数据项名：外部设备周期性交互数据；
 - 数据项含义：接入到工业机器人控制器的外接传感器和执行器的周期性控制数据，例如末端执行器控制数据、视觉传感器控制数据、力传感器控制数据等。

7.1.2 其他

工业机器人向工业机器人云服务平台定期传输的非状态数据。

7.2 非周期性数据

7.2.1 远程控制

远程控制包括基础参数设置、工艺参数设置和作业编辑等非周期性数据，其中：

- a) 基础参数设置，包括：
 - 数据项名：基础参数设置；
 - 数据项含义：设置工业机器人执行时的参数，例如工具坐标系号、用户坐标系号、各轴关节软限位、清除控制器命令缓存、暂停工业机器人运动等。
- b) 工艺参数设置，包括：
 - 数据项名：工艺参数设置；
 - 数据项含义：工艺机器人作业时工艺参数设置，例如点焊、弧焊、打磨、抛光、码垛等。
- c) 作业编辑，包括：
 - 数据项名：作业编辑；

——数据项含义：用于交互编辑机器人执行作业的信息数据，例如下发作业、打开作业、作业管理、指令搜索、作业校验等。

7.2.2 数据采集

数据采集包括运行数据、外部设备非周期性交互数据和总线数据等非周期性数据，其中：

- a) 运行数据，包括：
 - 数据项名：运行数据；
 - 数据项含义：工业机器人运行时的非周期性的状态数据，例如错误信息、I/O 信息、内存信息、系统数据的备份和恢复等。
- b) 外部设备非周期性交互数据，包括：
 - 数据项名：外部设备非周期性交互数据；
 - 数据项含义：接入到工业机器人控制器的外接传感器和执行器的非周期性交互数据，例如末端执行器数据、视觉传感器数据、力传感器数据等。
- c) 总线数据，包括：
 - 数据项名：总线数据；
 - 数据项含义：工业机器人控制系统中总线通信的非周期交互数据，例如以太网总线数据、串口数据等。

7.2.3 日志查询

日志查询包括版本查询、故障查询、运行时间查询、参数查询、作业记录查询和作业参数查询等非周期性数据，其中：

- a) 版本查询，包括：
 - 数据项名：版本查询；
 - 数据项含义：工业机器人控制器硬件配置和软件版本数据。
- b) 故障查询，包括：
 - 数据项名：故障查询；
 - 数据项含义：工业机器人运行时的提示、报警、错误数据。
- c) 运行时间查询，包括：
 - 数据项名：运行时间查询；
 - 数据项含义：工业机器人开机事件数据和所有作业运行时间的数据。
- d) 参数查询，包括：
 - 数据项名：参数查询；
 - 数据项含义：查询工业机器人执行时的参数，例如工具坐标系号、用户坐标系号、各轴关节软限位等。
- e) 作业记录查询，包括：
 - 数据项名：作业记录查询；
 - 数据项含义：查询工业机器人执行时的作业执行信息数据。
- f) 作业参数查询，包括：
 - 数据项名：作业参数查询；
 - 数据项含义：查询工业机器人作业中所有指令中的参数信息数据，例如位置参数、时间参数、I/O 参数等。

7.2.4 配置管理

配置管理包括权限分配和电子标签等非周期性数据，其中：

- a) 权限分配,包括:
 - 数据项名:权限分配;
 - 数据项含义:设置工业机器人控制器系统功能调用权限,例如普通用户权限、高级用户权限和超级用户权限。
- b) 电子标签,包括:
 - 数据项名:电子标签;
 - 数据项含义:工业机器人整机及各关键部件的 ID 号,例如工业机器人 ID、伺服电机 ID、减速器 ID、控制器 ID、机器人本体各机构模块 ID 等。

8 数据描述模型

8.1 信息模型概述

如图 3 所示,基于 OPC 统一架构系列标准中的信息建模规范给出机器人云服务平台和机器人之间数据交换的统一数据描述模型,OPC UA 模型的基础是节点以及节点之间的引用,重点对信息模型进行简单介绍。服务模型按照 GB/T 33863.4—2017 的规定。安全模型按照 GB/T 33863.2—2017 的规定。OPC UA 简介参见附录 A。

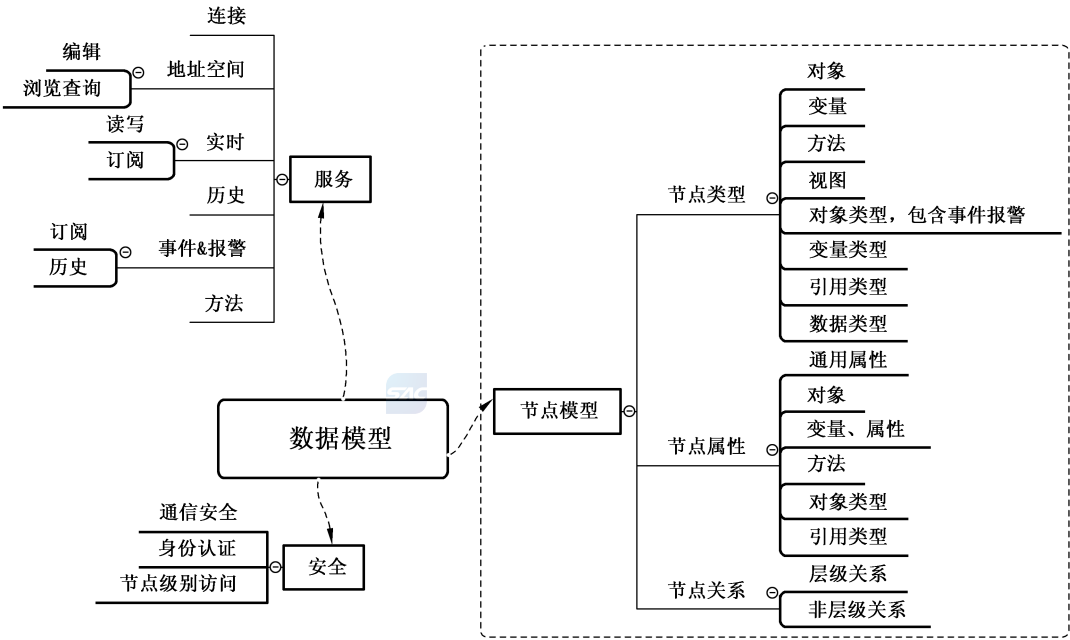


图 3 统一数据描述模型

节点模型描述了在 OPC UA 服务器地址空间的标准化节点。节点根据不同用途可分为不同的节点类,如部分节点代表对象,另一部分节点代表对象类型等。属性用来描述不同类别的节点,不同的节点类有不同的属性集。

节点属性、主要节点类和节点之间的引用按照 GB/T 33863.3—2017、GB/T 33863.5—2017 的规定。

8.2 通用属性

节点的通用属性主要包括显示名称、描述、浏览名称、节点类型、节点标识、写掩码、用户写掩码等,表 1 总结了常见节点的通用属性,按照 GB/T 33863.5—2017 中第 5 章的规定。

表 1 节点的通用属性

属性	值
显示名称	用于在用户界面中显示节点的名称。它是本地化的
描述	提供供应商特定描述(可选)
浏览名称	仅用于浏览 OPC UA 服务器,它是非本地化的
节点类型	一个定义节点类别的枚举
节点标识	节点在服务器中的唯一标识
写掩码	指明哪个节点的信息能被用户更改
用户写掩码	指出哪个节点的属性能被当前连接在服务器上的用户更改

8.3 对象、变量和方法

共有八种节点类,均继承于基本节点。对象、变量和方法是 OPC UA 中最重要的节点类,表 2 总结了常见的节点类,按照 GB/T 33863.3—2017 中第 5 章的规定。

表 2 节点类别


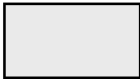


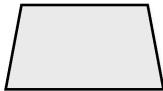



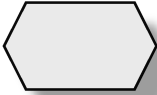
节点类	图形表示
对象 	
变量	
方法	
视图	
对象类型	
变量类型	

表 2（续）

节点类	图形表示
引用类型	
数据类型	

其中变量节点代表的是某个具体数值。OPC UA 客户端可读取、写入和订阅这个变量。变量一般用于在地址空间中展示除了节点属性和引用之外的附加数据,按照 GB/T 33863.5—2017 中第 7 章的规定。

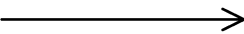
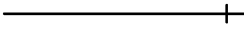
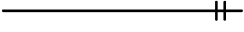
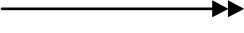
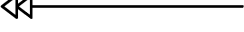
方法节点代表服务器中一个允许被客户端调用并且作出响应的方法。每个方法都宜指定客户端要输入的参数以及客户端希望返回的输出参数,服务器中的方法节点只提供方法的签名,按照 GB/T 33863.5—2017 中第 9 章的规定。

对象节点被 OPC UA 当作基本单位来描述实体的数据和活动,可拥有分组管理便利、方法或者其他对象,按照 GB/T 33863.5—2017 中第 6 章的规定。

8.4 引用

两个节点之间的关系通过引用来描述。引用不同于节点,它不包含任何属性。引用通过暴露两个节点之间如何连接的语义来描述节点间的关系,而每个引用都有相应的类型,因此引用本身也具有明确的语义。引用类型在 OPC UA 的地址空间中被看成节点来管理。这样客户端能以浏览引用类型节点的方式来获取当前使用的引用语义。表 3 总结了常见的引用类型,按照 GB/T 33863.5—2017 中第 11 章的规定。

表 3 节点引用类型

引用类型	图形表示	描述
Orgnizes		单纯地表示两个节点之间通过层次关系进行连接
HasComponent		表示“包含有……部分”语义,常用于定义对象和对象类型的变量和方法等
HasProerty		当描述节点的一些特征,但是这些特征没有包含在节点属性里的时候使用该引用
HasTypeDefinition		非层次化引用类型,表示“具有……类型定义”语义,用于描述实例所属的对象类型
HasSubType		表示“具有子类型……”语义,用于暴露类型的层次结构

8.5 统一数据描述模型

如图 4 所示,工业机器人云服务平台统一数据描述模型主要包括状态数据信息模型、远程控制信息模型、数据采集信息模型、日志查询信息模型、配置管理信息模型,模型实例参见附录 B。

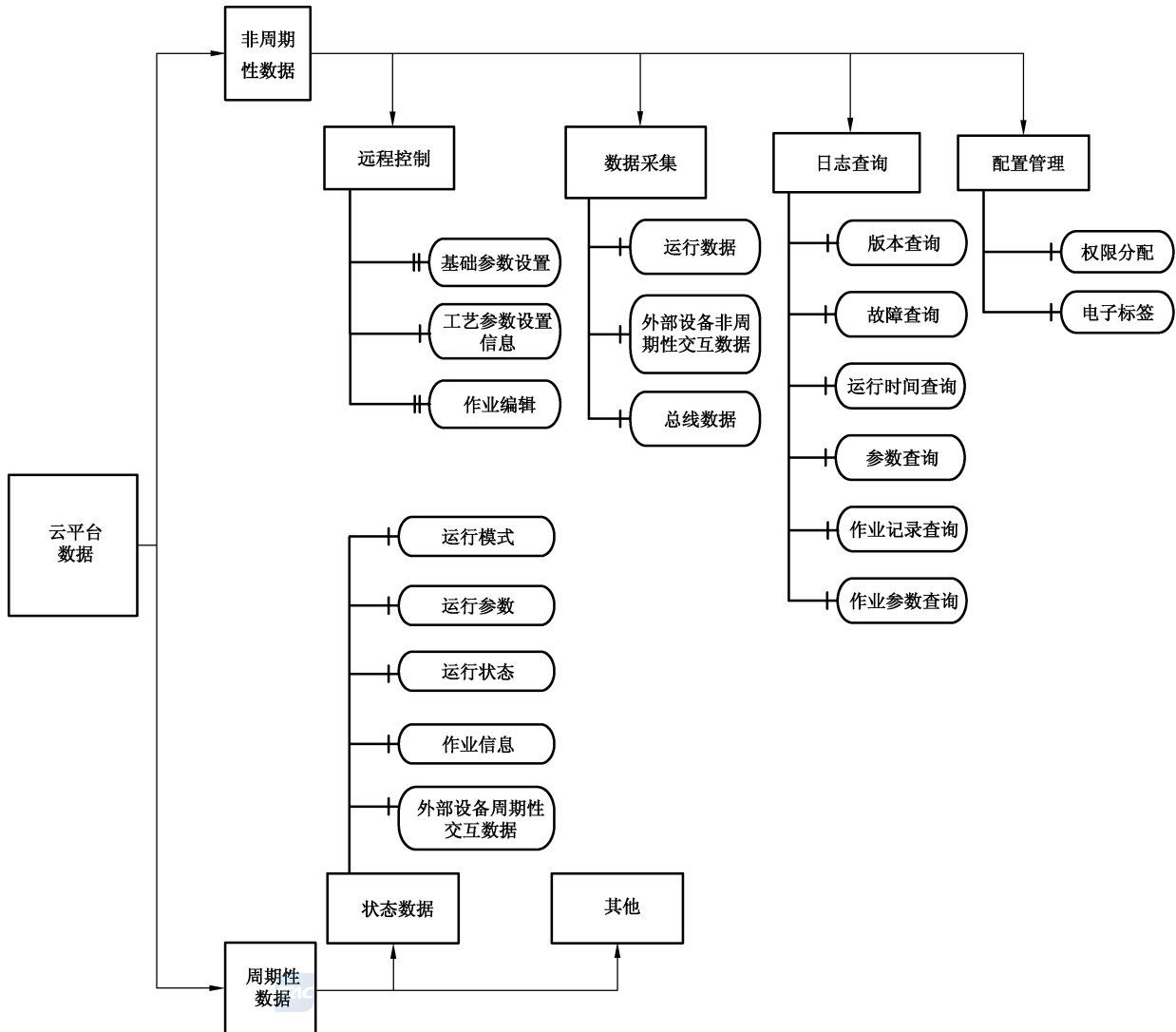


图 4 工业机器人云服务平台统一数据描述模型

附录 A

(资料性附录)

OPC UA 简介

A.1 UA 范围

OPC UA 可用于下列应用领域的制造业软件,这些应用领域包括现场设备、控制系统、制造执行系统和企业资源计划系统等。这些系统用于在工业过程领域交互信息、使用指令和执行控制。OPC UA 定义了通用架构模型以帮助实现这种信息交互,OPC UA 规定如下内容:

- 表示结构、行为和语义的信息模型;
- 在应用间交互的消息模型;
- 在端点间传输数据的通信模型;
- 确保系统间互操作的一致性模型。

A.2 概述

OPC UA 是一个与平台无关的标准,使用该标准可在位于不同类型网络上的客户端和服务端间发送消息,以实现不同类型系统和设备间的通信。它支持健壮、安全的通信,可确保客户端和服务器的识别并抵御攻击。OPC UA 定义了服务器可提供的服务集,以及针对客户端所规定的每个服务器支持的服务集。使用 OPC UA 定义的数据类型、制造商定义的数据类型来传递信息,客户端能动态发现的对象模型由服务器定义。服务器能提供对当前数据和历史数据的访问以及对报警和事件的访问,以向客户端通知重要变化。OPC UA 可被映射到不同的通信协议,并对数据可按不同方式进行编码以平衡可移植性和效率。

A.3 设计目标

OPC UA 提供一致的、集成的地址空间和服务模型,这允许一个 OPC UA 服务器将数据、报警、事件和历史数据集成到地址空间,并使用集成的服务集对其进行访问。这些服务也包括集成的安全模型。

OPC UA 允许服务器向客户端提供从地址空间访问的对象类型定义,也允许使用信息模型描述地址空间内容。OPC UA 允许数据按不同格式表示,包括二进制结构和 XML 文件。数据格式可由 OPC、其他标准组织或制造商定义。通过地址空间,客户端能向服务器查询描述数据格式的元数据。在许多情况下,没有数据格式的预编程序知识的客户端,能实时确定数据格式并适当地使用数据。

OPC UA 补充了对节点间多种关联的支持,而不是限定为一种层次结构。在这种方式下,OPC UA 服务器可按不同的经剪裁的层次结构表示数据,使得客户端能按喜欢的方式浏览数据。这种灵活性结合对类型定义的支持,使得 OPC UA 适用于更广泛的应用领域。如图 A.1 所示,使用 OPC UA 的目的不仅是用于 SCADA、PLC 和 DCS 接口,还可为更高级功能间提供互操作性方法。

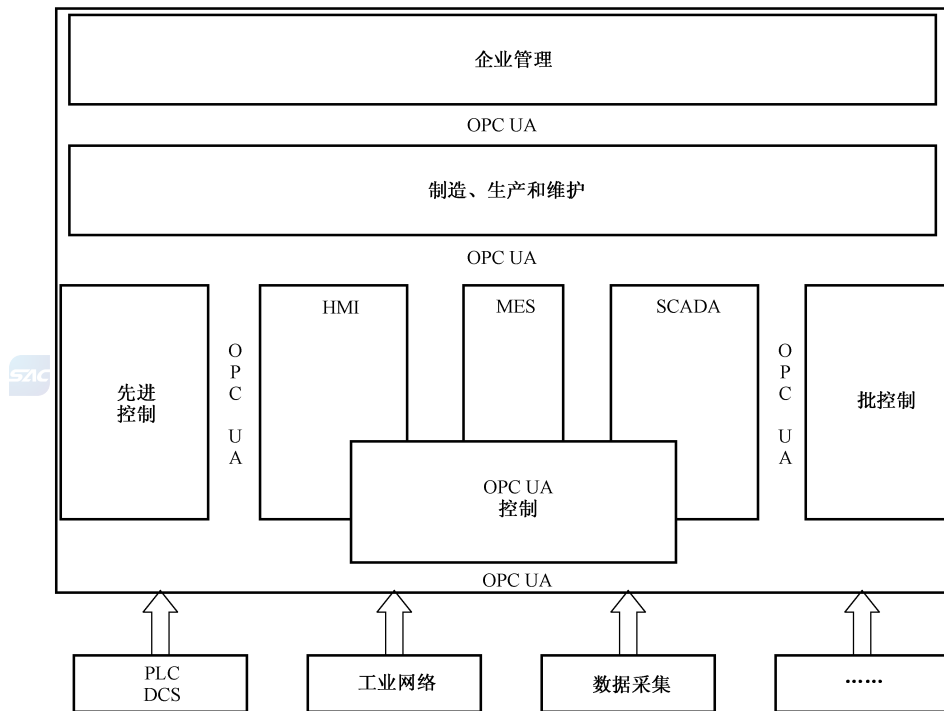


图 A.1 OPC UA 目标应用

OPC UA 被设计为可提供健壮的发布数据。所有 OPC 服务器的主要特点是具有发布数据和事件通知的能力。OPC UA 为客户端提供可实现快速检测并与传输相关联的通信故障中恢复的机制,而无须等待底层协议提供的长超时。

OPC UA 被设计为支持更广泛意义上的服务器,从工厂底层的 PLC 到企业服务器。这些服务器在尺寸大小、性能、执行平台和功能能力方面差异很大,而且 OPC UA 定义了详尽的能力集,服务器可实现这些能力的一个子集。为提高互操作性,OPC UA 定义了子集,称为行规,服务器可声明其符合哪种行规。客户端能发现服务器的行规,并基于行规调整其与服务器交互。

附录 B
(资料性附录)
统一数据描述模型实例

工业机器人云服务平台统一数据描述模型实例包括状态数据信息模型(见图 B.1)、远程控制信息模型(见图 B.2)、数据采集信息模型(见图 B.3)、日志查询信息模型(见图 B.4)、配置管理信息模型(见图 B.5)。

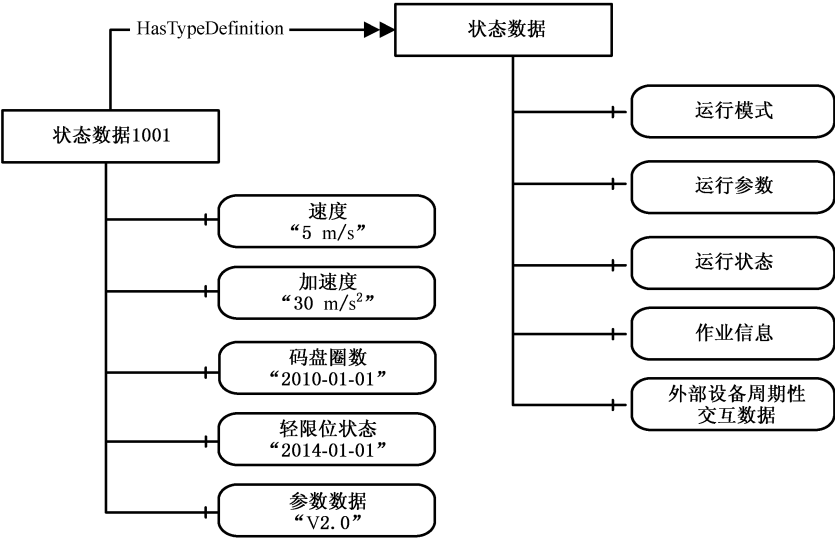


图 B.1 状态数据信息模型

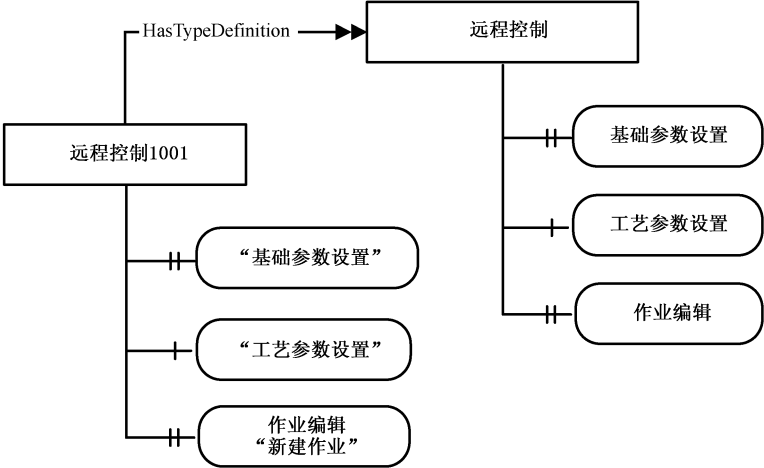


图 B.2 远程控制信息模型



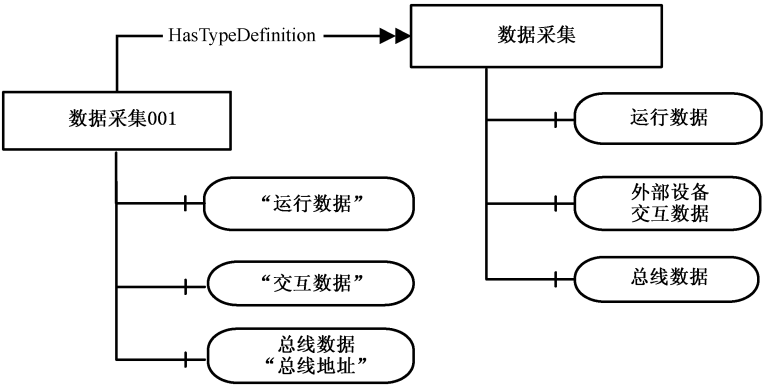


图 B.3 数据采集信息模型

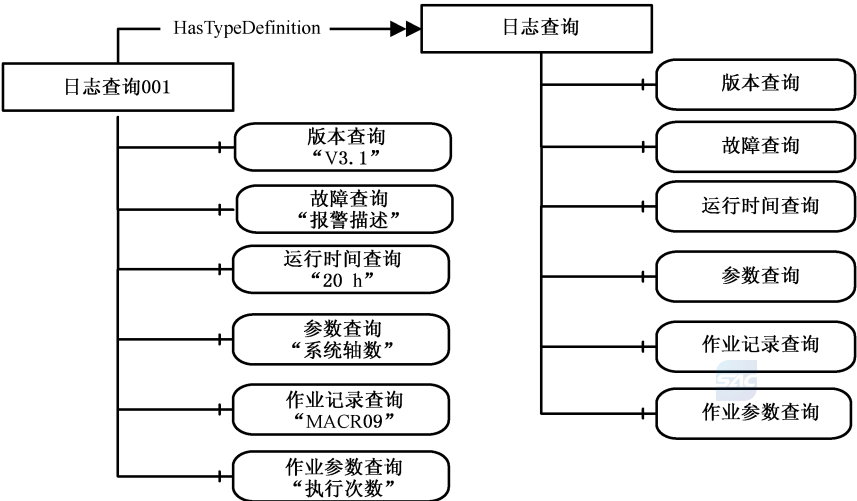


图 B.4 日志查询信息模型

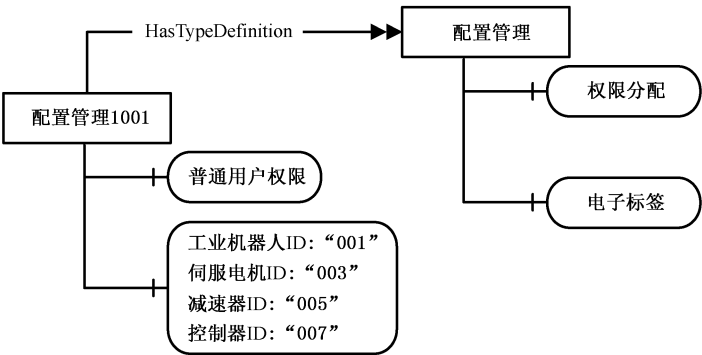


图 B.5 配置管理信息模型