



中华人民共和国国家标准

GB/T 39561.3—2020

数控装备互联互通及互操作 第 3 部分：面向实现的模型映射

Interconnection and interoperation of numerical control equipment—
Part 3: Implementation oriented model mapping

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 模型映射内容 1

5 模型映射规则 2

附录 A（资料性附录） 面向 MTConnect 的模型映射..... 4

附录 B（资料性附录） 面向 OPC UA 的模型映射 17

参考文献 27



前 言

GB/T 39561《数控装备互联互通及互操作》包含以下部分：

- 第 1 部分：通用技术要求；
- 第 2 部分：设备描述模型；
- 第 3 部分：面向实现的模型映射；
- 第 4 部分：数控机床对象字典；
- 第 5 部分：工业机器人对象字典；
- 第 6 部分：数控机床测试与评价；
- 第 7 部分：工业机器人测试与评价。

本部分为 GB/T 39561 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业机械电气系统标准化技术委员会(SAC/TC 231)归口。

本部分起草单位：国家机床质量监督检验中心、清华大学、沈阳高精数控智能技术股份有限公司、重庆大学、中国石油大学(北京)、山东建筑大学、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)、重庆固高科技长江研究院有限公司、齐鲁工业大学、山东易码智能科技股份有限公司、东莞市名菱工业自动化科技有限公司。

本部分主要起草人：黄祖广、邵珠峰、王立平、张兆坤、薛瑞娟、赵钦志、于皓宇、鄢萍、王金江、姬帅、余嫔、吴迪、周婷婷、马洪君、王漫江。

数控装备互联互通及互操作

第 3 部分:面向实现的模型映射

1 范围

GB/T 39561 的本部分规定了数控装备互联互通及互操作的设备描述模型向其他通信协议信息模型映射的规则和流程。

本部分适用于数控装备互联互通及互操作设备描述模型向 MTConnect、OPC UA 等通信协议信息模型的映射。

注: MTConnect 为数控设备互联通信协议。

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 39561.1—2020 数控装备互联互通及互操作 第 1 部分:通用技术要求

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39561.1—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

源模型 source model

待转换的数控装备信息模型。

3.1.2

目标模型 target model

对源模型进行映射后得到的模型。

3.1.3

模型映射 model mapping

将设备描述模型转换为一种或多种通信协议的方法和过程。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ID:标识符(Identifier)

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

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

4 模型映射内容

模型映射是将数控装备本地获取的按一定结构组织的信息模型映射为符合某些通用协议规定的信

息模型,映射前的数控装备本地模型为源模型,映射后获得的模型为目标模型,如图 1 所示。

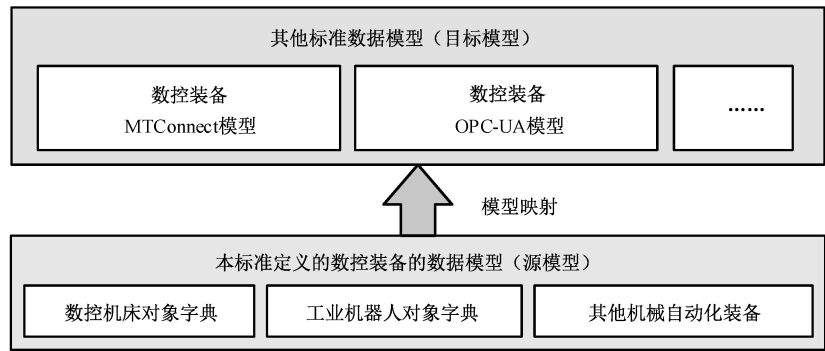


图 1 数控装备数据模型映射

模型映射内容包括信息模型结构映射、设备对象映射、组件对象映射以及属性数据映射等内容。数控装备通过目标模型接入互联互通及互操作网络,通过统一的、具有通用性的互联互通协议与其他数控装备和管理系统实现数据交互。

本部分支持面向不同类型的协议映射,包括 MTConnect 和 OPC UA 等,其映射方法和流程参见附录 A 及附录 B。

5 模型映射规则

模型映射应满足映射之后信息不丢失的基本原则,可采用内置式接口映射和外置式中间件映射的方式。

内置式接口的映射方式见图 2,将映射规则内置到数控装备控制器内部,将数控装备控制器收集的数控装备各类信息模型数据,直接在本地控制器侧完成向其他通用标准协议的映射,获得符合通用协议的信息模型,并通过该接口向外提供数据信息。

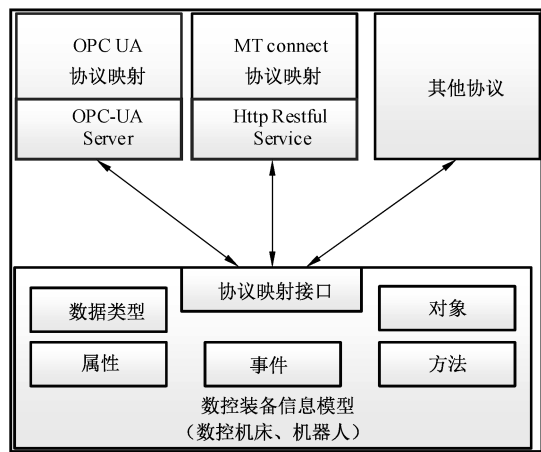


图 2 通过内置式协议映射接口进行模型映射

采用外置式中间件进行模型映射并实现设备与系统间互联互通的架构见图 3。中间件是位于现场硬件设备和管理系统之间的通用服务系统,具有标准的程序接口和协议,并内置有相应的模型映射规则。中间件按照源模型的建模要求收集数控装备的信息模型数据并按照对应的模型映射规则完成源模型向目标模型的映射,通过映射后得到的目标模型向外提供信息数据。中间件负责设备和上层系统之

间的联系和通讯,屏蔽软硬件平台、操作系统与网络协议以及各个系统接口之间的异构性。

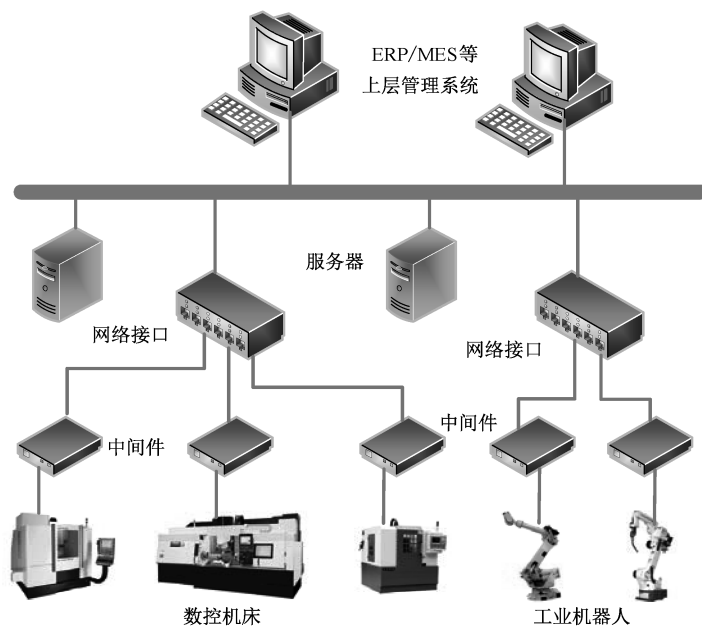


图 3 通过中间件进行模型映射

附 录 A
(资料性附录)
面向 MTConnect 的模型映射

A.1 面向 MTConnect 的信息模型结构映射

数控装备信息模型结构包括静态属性集、过程属性集、配置属性集和组件集,如图 A.1 所示。

MTConnect 中设备信息模型结构采用设备类(Devices)、设备(Device)、组件集(Components)、组件(Component)、数据项(DataItems)等结构元素组成,当该层次结构向 MTConnect 映射时,映射规则如下:

- a) 设备类映射为 MTConnect 中的 Devices,这是一个抽象的 XML 元素,是设备的 XML 文件的根元素,Devices 至少包含一个设备元素。
- b) 设备(如数控机床、工业机器人)映射为 MTConnect 中的 Device,Device 是一个包含与该设备相关联的所有 XML 结构元素和数据元素的服务运行集合。
- c) 静态属性集映射为 MTConnect 中的 Device 或者 Component 的属性(Attributes)和描述(Description)。
- d) 过程属性集映射为 MTConnect 中的 DataItems,具体属性映射为某一个具体的数据项(DataItem)。
- e) 配置属性集映射为 MTConnect 中的 Device 或者 Component 的配置(Configuration)。
- f) 组件集映射为 MTConnect 中的 Components,这是一个抽象的 XML 元素,是组件的 XML 文件的根元素。Components 至少包含一个组件元素。
- g) 组件映射为上述 f)中获得的 Components 下属的 Component,是设备组件的一个具体物理实例,如控制器、轴、门等。
- h) 组件的嵌套在 MTConnect 中表现为 Component 的嵌套。

数控装备信息模型结构向 MTConnect 信息模型结构的映射关系见图 A.1。

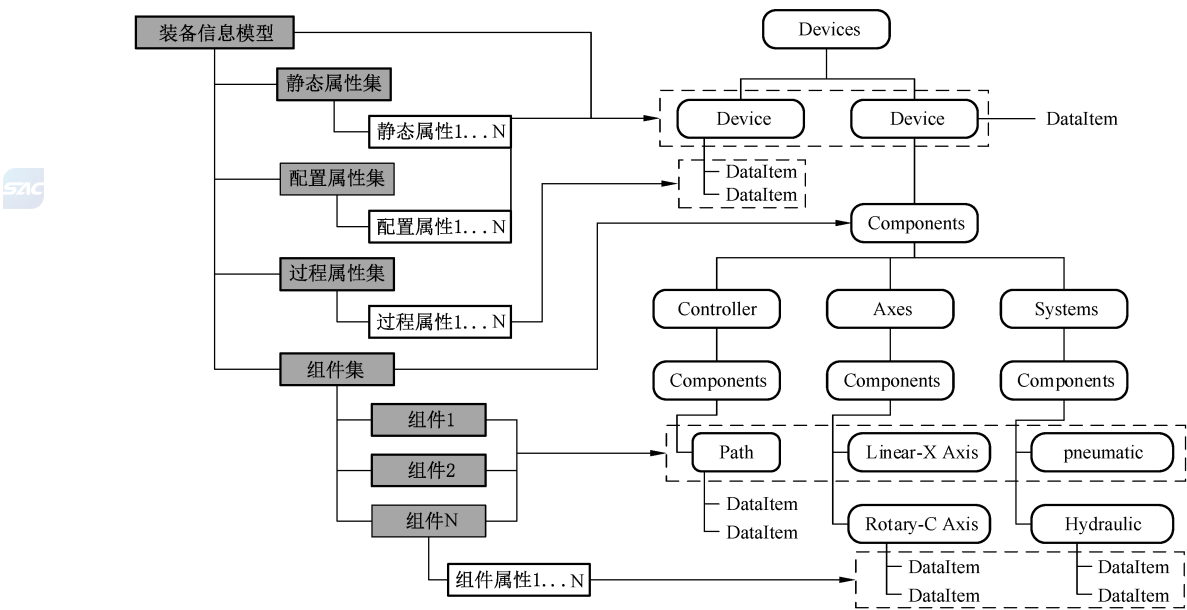


图 A.1 数控装备信息模型结构向 MTConnect 信息模型结构的映射关系

A.2 面向 MTConnect 的设备对象映射

A.2.1 概述

面向 MTConnect 的设备对象映射关系见图 A.2。

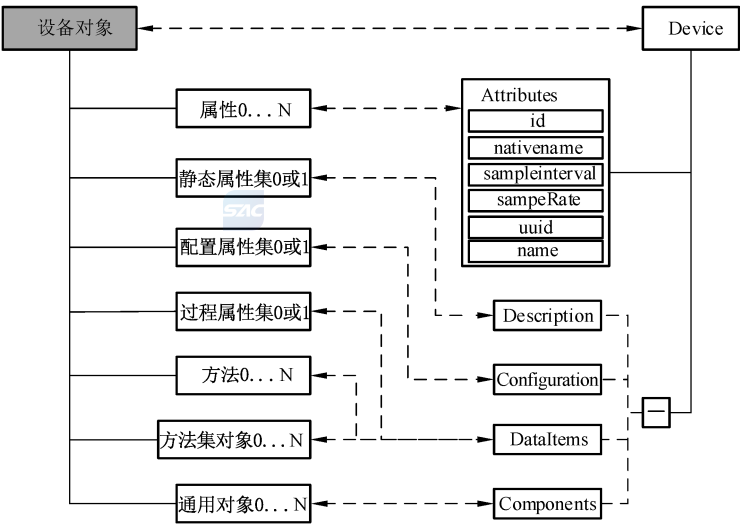


图 A.2 面向 MTConnect 设备对象的映射

A.2.2 设备的静态属性集映射

设备的静态属性集中的属性映射为 MTConnect Device 的 Attributes 和 Description 两个部分,其中映射对应关系见表 A.1。

表 A.1 设备静态属性集各属性向 MTConnect 映射表

序号	源模型中的属性名称	映射后的属性	说明
1	机床编号、机器人编号	id	Attributes
2	机床名称、机器人名称	name	Attributes
3	生产厂商、制造商	manufacturer	Description
4	机床型号、机器人型号	model	Description
5	序列号	serialNumber	Description
6	设备位置信息	station	Description
7	静态属性集中的其他属性	Description 中的属性描述,名称与源模型中属性英文名一致	Description

在映射时,应为映射后的 Device 指定或生成一个通用唯一识别码(uuid)属性,且 uuid 属性应为全局唯一。uuid 应是字母和数字的组合并且不超过 255 个字符。例如,uuid 可以是制造商编码和设备序列号的组合。

A.2.3 设备的过程属性集映射

设备的过程属性集中的属性映射为 MTConnect Device 的 DataItems,属性集中的具体某一属性映

射为设备的一个 DataItem。

A.2.4 设备的配置属性集映射

设备的配置属性集映射为 MTConnect Device 的 Configuration,映射后属性的名称采用源模型的英文名,语义保持不变。

A.3 面向 MTConnect 的组件对象映射

A.3.1 组件映射

设备组件映射为 MTConnect 中的 Component,然而在 MTConnect 中,Component 为抽象的结构元素,在建模中并不出现,实际映射时应将其映射为具有实际语义的具体组件模型。

数控装备信息模型中各类组件向 MTConnect 信息模型映射关系见表 A.2。

表 A.2 组件向 MTConnect 映射表

序号	源模型中的组件	映射后的 MTConnect Component	说明
1	数控装置、机器人控制器	Controller	Controller
2	主轴	Rotary	Axes
3	进给轴	根据进给轴类型进行映射,线性轴映射为 linear,旋转轴映射为 Rotary	 Axes
4	输入输出装置	Interfaces	Interfaces
5	可编程控制器	Controller	Controller
6	冷却系统	Coolant System	Systems
7	液压系统	Hydraulic System	Systems
8	气动系统	Pneumatic System	Systems
9	润滑系统	Lubrication System	Systems
10	排屑系统	WasteDiposal System	Systems
11	刀具	Tools	Assets
12	夹具	Assets 或者 Auxiliaries	Auxiliaries
13	传感器	Sensor System 或者 Sensor	Auxiliaries
14	末端执行器(工具)	Auxiliaries	Controller

A.3.2 组件的静态属性集映射

组件的静态属性集中的属性映射为 MTConnect Component 的 Attributes 和 Description 两个部分,其中映射对应关系见表 A.3。

表 A.3 组件静态属性集各属性向 MTConnect 映射表

序号	源模型中的属性名称	映射后的属性	说明
1	编号、标识信息	id	Attributes
2	组件名称	name	Attributes
3	生产厂商、制造商	manufacturer	Description
4	组件型号	model	Description
5	序列号	serialNumber	Description
6	组件位置信息	station	Description
7	静态属性集中的其他属性	Description 中的属性描述,名称与源模型中属性英文名一致	Description

A.3.3 组件的过程属性集映射

组件的过程属性集中的属性映射为 MTConnect Component 的 DataItems,属性集中的具体某一属性映射为 Component 的一个 DataItem。有关过程属性向 DataItem 映射的详细规则见 A.4。

A.3.4 组件的配置属性集映射

设备的配置属性集映射为 MTConnect Device 的 Configuration,映射后属性的名称采用源模型的英文名,语义保持不变。

A.4 面向 MTConnect 的属性数据映射

过程属性集映射为 MTConnect 信息模型中各个 Device 或 Component 的 DataItems,DataItems 与属性集一样,是抽象的结构元素,某一具体的过程属性将映射为 MTConnect 信息模型中各个 Device 或 Component 的 DataItem。

映射后获得的每个 DataItem 主要由属性(Attributes)、源(Source)和约束(Constraints)组成。属性各元素向 DataItem 中各结构元素映射规则如下:

- 属性标识(AttributeID)映射为 DataItem 的 id;
- 属性名称(AttributeName)映射为 DataItem 的 name;
- 属性值(AttributeValue)映射为 DataItem 的 Constraints 元素的值(Value)属性;
- 工程单位(EngineeringUnit)映射为 DataItem 属性的单位(units),units 采用国际标准单位;
- 本地单位(NativeUnits)映射为 DataItem 属性的本地单位(nativeUnits);
- 低限值(LValue)映射为 DataItem 的 Constraints 元素的最小值(Minimum)属性;
- 高限值(HighValue)映射为 DataItem 的 Constraints 元素的最大值(Maximum)属性;
- 采样间隔(SamplingInterval)映射为 DataItem 的采样率(sampleRate)属性,DataItem 的 sampleRate 属性表示在 1 s 之内该数据项被采集记录的次数,如果源模型中的采样间隔表示的是两次采样之间的时间,则二者之间在数值上应进行转换。

属性模型向 MTConnect 的映射关系分别见图 A.3 和表 A.4。

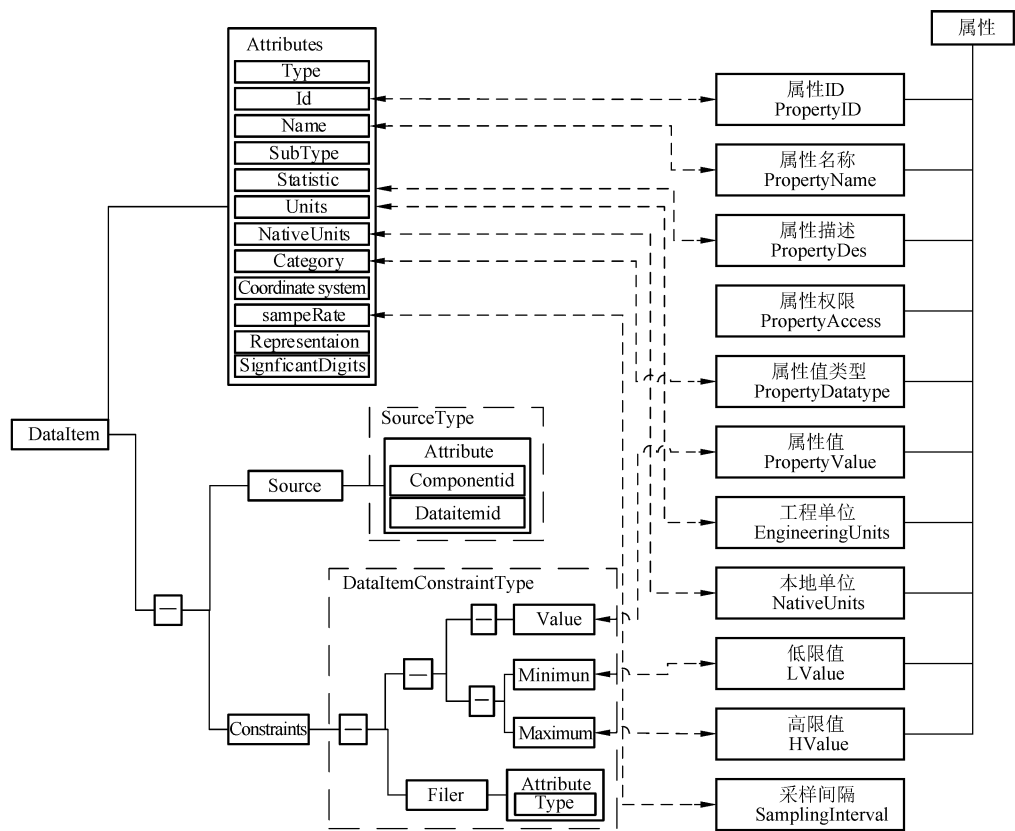


图 A.3 属性模型向 MTConnect 的映射

表 A.4 属性模型向 MTConnect 的映射关系表

源模型的属性元素	MTConnect 模型的 DataItem	描述		
		名称	数据类型 ^a	个数
AttributeID	id	属性标识	UNIT32	1
AttributeName	name	属性名称	STRING	1
AttributeDes	type	属性描述	STRING	0 或 1
AttributeAccess		属性访问权限	UNIT8	1
AttributeDatatype	Category	属性数据类型		1
AttributeValue	Value	数据值		0 至 INF ^b
EngineeringUnits	units	工程单位	STRING	0 或 1
NativeUnits	nativeUnits	本地单位	STRING	0 或 1
LValue	Minimum	下限值	FLOAT32	0 或 1
HValue	Maximum	上限值	FLOAT32	0 或 1
SamplingInterval	sampeRate	采样间隔	UNIT16	0 或 1
^a 见 GB/T 33863.3—2017 和 GB/T 33863.5—2017。				
^b INF 表示无穷。				

属性描述(AttributeDes)、属性访问权限(AttributeAccess)和属性数据类型(AttributeDataType)与 DataItem 没有一一对应的映射元素,其中属性访问权限不需要映射,在 MTConnect 中所有数据均为可读不可写的。属性描述和属性值数据类型通过 DataItem 的类别(Category)和类型(Type)属性来体现。

DataItem 的 Category 分为三类:采样类别(Sample)、事件类别(Event)和状态类别(Condition),具体内容如下:

- a) 采样类别:表示一个可读取的连续变量或者模拟数值,一个采样类别的属性可以在任意时间点被读取,并且会返回一个数值,比如:工业机器人各关节位置信息就是一个采样类别信息;一个具有采样类别属性元素的属性应具有同时具有单位属性元素;
- b) 事件类别:表示一个可读取的离散型数值,事件类别属性表示某一组件的当前状态;比如机器人任务模型,它属于事件类别,任务状态的数值只能是打开、忙碌、完成三者中的一个;
- c) 状态类别:表示一个设备的健康状况或可执行特定功能的能力,具有状态类别的属性值一般为:不可用、正常、警告、和错误。

设备信息模型中,最常见的属性就是数值(比如控制指令)或状态(如运动控制状态),数值属性的类别可以是采样类别或者事件类别,状态属性的属性类别是状态类别。属性类别可以方便使用信息模型的软件应用快速的定位其想获取的信息。

DataItem 的 Type 指明该数据项所提供的特定数据类型信息,它与数据编码中的数据类型不同,它指明数据项的语义。

在 MTConnect 中,每个 DataItem 则为其指定 Type 和 Category 属性。Category 和 Type 为该 DataItem 指明语义。

数控机床源模型中各过程属性映射后得到的 DataItem 的 Type 和 Category 属性关系见表 A.5。

工业机器人源模型中各过程属性映射后得到的 DataItem 的 Type 和 Category 属性关系见表 A.6。

表 A.5 数控机床过程属性映射后的 Category 和 Type 属性

源模型		MTConnect 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型(Subtype)	描述	单位
0X0100	运行状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X0101	控制模式	EVENT	CONTROLLER_MODE			
0X0102	上电时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	POWERED		
0X0103	切削时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	WORKING		
0X0104	运行时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	OPERATING		
0X0105	总上电时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	POWERED		
0X0106	总切削时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	WORKING		
0X0107	总运行时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	OPERATING		
0X0108	手动清除类报警号	CONDITION	SYSTEM			
0X0109	手动清除类报警轴号	CONDITION	ACTUATOR			
0X010A	自动清除类报警号	CONDITION	SYSTEM			
0X010B	自动清除类报警轴号	CONDITION	ACTUATOR			
0X010C	PLC 类报警号	CONDITION	LOGIC_PROGRAM			

表 A.5 (续)

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型 (Subtype)	描述	单位
0X010D	PLC 类报警轴号	CONDITION	LOGIC_PROGRAM			
0X010E	报警参数	CONDITION	SYSTEM			
0X010F	MDI 状态	EVENT	EXECUTION			
0X0110	MDI 行号	EVENT	BLOCK			
0X0111	进给状态	EVENT	EXECUTION			
0X0112	保持状态	EVENT	EXECUTION			
0X0113	轴锁状态	EVENT	CONTROLLER_MODE	MACHINE_AXIS_LOCK		
0X0114	辅助锁状态	EVENT	EXECUTION			
0X0115	空运行状态	EVENT	CONTROLLER_MODE	DRY_RUN		
0X0116	选择停状态	EVENT	CONTROLLER_MODE	OPTIONAL_STOP		
0X0117	程序跳段状态	EVENT	CONTROLLER_MODE	SINGLE_BLOCK		
0X0118	当前激活轴	EVENT	ACTIVE_AXES			
0X0119	回零解除	EVENT				
0X011A	回零距离	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X011B	手轮倍率	SAMPLE	PATH_FEEDRATE			
0X1000	主程序名	EVENT	PROGRAM			
0X1001	子程序名	EVENT	PROGRAM			
0X1002	显示的程序名	EVENT	PROGRAM			
0X1003	程序子层数	EVENT	LINE_NUMBER			
0X1004	执行程序当前行号	EVENT	BLOCK_COUNT			
0X1005	程序运行时间	SAMPLE	ACCUMULATED_TIME			
0X1006	执行的程序块	EVENT	BLOCK			
0X1007	已完成的工件数量	EVENT	PART_COUNT	ALL		
0X1008	G 代码	EVENT	BLOCK			
0X1009	M 代码	EVENT	BLOCK			
0X100A	直径编程标识	EVENT				
0X100B	重启动作行号	EVENT	LINE_NUMBER	ABSOLUTE		
0X2006	主轴状态	EVENT	AXIS_STATE			
0X2007	主轴编程速度值	SAMPLE	ROTARY_VELOCITY	PROGRAMMED		
0X2008	主轴实际速度值	SAMPLE	ROTARY_VELOCITY	ACTUAL		

表 A.5 (续)

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型 (Subtype)	描述	单位
0X2009	主轴修调值	EVENT	AXIS_FEEDRATE_ OVERRIDE			
0X200A	主轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X200B	主轴方向	EVENT	DIRECTION	ROTARY		
0X200C	主轴运转状态	EVENT	AXIS_STATE			
0X2100	X 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2101	Y 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2102	Z 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2103	A 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2104	B 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2105	C 轴用户坐标编程值	SAMPLE	POSITION	PROGRAMMED		
0X2106	X 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2107	Y 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2108	Z 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2109	A 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X210A	B 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X210B	C 轴用户坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X210C	X 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X210D	Y 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X210E	Z 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X210F	A 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X2110	B 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X2111	C 轴机床坐标理论值	SAMPLE	POSITION	COMMANDED		
0X2112	X 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2113	Y 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2114	Z 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2115	A 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2116	B 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2117	C 轴机床坐标实际值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X2118	X 轴剩余量	SAMPLE	LENGTH	REMAINING		
0X2119	Y 轴剩余量	SAMPLE	LENGTH	REMAINING		
0X211A	Z 轴剩余量	SAMPLE	LENGTH	REMAINING		
0X211B	A 轴剩余量	SAMPLE	ANGLE			

表 A.5 (续)

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型 (Subtype)	描述	单位
0X211C	B 轴剩余量	SAMPLE	ANGLE			
0X211D	C 轴剩余量	SAMPLE	ANGLE			
0X211E	X 轴反向间隙	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X211F	Y 轴反向间隙	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X2120	Z 轴反向间隙	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X2121	A 轴反向间隙	SAMPLE	ANGLE			
0X2122	B 轴反向间隙	SAMPLE	ANGLE			
0X2123	C 轴反向间隙	SAMPLE	ANGLE			
0X2124	X 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X2125	Y 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X2126	Z 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X2127	A 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X2128	B 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X2129	C 轴负载	SAMPLE	LOAD			
0X212A	快速倍率	SAMPLE	AXIS_FEEDRATE	ACTUAL		
0X212B	快移倍率	SAMPLE	AXIS_FEEDRATE	ACTUAL		
0X212C	进给编程速度	SAMPLE	PATH_FEEDRATE	PROGRAMMED		
0X212D	进给实际速度	SAMPLE	PATH_FEEDRATE	ACTUAL		
0X212E	进给修调值	EVENT	PATH_FEEDRATE_OVERRIDE	PROGRAMMED		
0X212F	耦合轴标识	EVENT	AXIS_COUPLING			
0X300D	输入数字量点值	EVENT	MESSAGE			
0X300E	输出数字量点值	EVENT	MESSAGE			
0X300F	输入模拟量值	EVENT	MESSAGE			
0X3010	输出模拟量值	EVENT	MESSAGE			
0X3013	刷新周期	SAMPLE	FREQUENCY			
0X4002	急停信号	EVENT	EMERGENCY_STOP			
0X4003	复位信号					
0X4004	运行状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X4005	进给保持状态	EVENT	EXECUTION			
0X4006	循环启动状态	EVENT	EXECUTION			

表 A.5 (续)


源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型 (Subtype)	描述	单位
0X4007	所有轴 锁住状态	EVENT	AXIS_INTERLOCK			
0X4008	辅助功能 锁住状态	EVENT	EXECUTION			
0X4009	空运行状态	EVENT	CONTROLLER_MODE			
0X400A	禁止轴使能					
0X400B	请求润滑信号	EVENT	MESSAGE			
0X400C	正在使用的 夹具	EVENT	WORKHOLDING_ID			
0X5000	温度值	SAMPLE	TEMPERATURE			
0X5001	压力值	SAMPLE	PRESSURE			
0X5002	位移值	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X5003	流阻值	SAMPLE	VISCOSITY			
0X5004	 冷却泵 电机功率	SAMPLE	WATTAGE	ACTUAL		
0X5005	冷却液流量	SAMPLE	FLOW			
0X5006	冷却方式	EVENT	MESSAGE			
0X5007	液压泵状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X5008	液压电机状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X5009	液压电磁阀	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X500A	最大工作压力	SAMPLE	PRESSURE			
0X500B	额定工作压力	SAMPLE	PRESSURE			
0X500C	最大流量	SAMPLE	FLOW			
0X500D	额定流量	SAMPLE	FLOW			
0X500E	最少稳定流量	SAMPLE	FLOW			
0X500F	工作温度	SAMPLE	TEMPERATURE			
0X5010	系统泄漏量	SAMPLE	FLOW			
0X5011	气动启用状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X5012	供气压力	SAMPLE	PRESSURE			
0X5013	工作压力	SAMPLE	PRESSURE			
0X5014	运动速度	SAMPLE	FLOW			
0X5015	减压阀	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X5016	电磁阀	EVENT	ACTUATOR_STATE			
0X5017	实际供油量	SAMPLE	FLOW			

表 A.5 (续)

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	子类型 (Subtype)	描述	单位
0X5018	实际运转周期	SAMPLE	ACCUMULATED_TIME			
0X5019	最低润滑周期	SAMPLE	ACCUMULATED_TIME			
0X501B	最远润滑点 距离	SAMPLE	DISPLACEMENT			
0X501F	电动机功率	SAMPLE	WATTAGE	ACTUAL		
0X5020	电动机传动比	SAMPLE	FILL_LEVEL			
0X6003	正在使用 刀具编号	EVENT	TOOL_ASSET_ID			
0X6004	正在使用 刀具半径	EVENT	TOOL_OFFSET	RADIAL		
0X6005	正在使用 刀具长度	SAMPLE	LENGTH			
0X6006	正在使用 X 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X6007	正在使用 Y 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X6008	正在使用 Z 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X6009	正在使用 A 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X600A	正在使用 B 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X600B	正在使用 C 方向刀具位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0X7005	夹具状态	EVENT	ACTUATOR_STATE			

表 A.6 工业机器人过程属性映射后的 Category 和 Type 属性

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	Subtype	描述	单位
0x9001	运行时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	OPERATING		
0x9002	累计运行时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	OPERATING		
0x9003	当前主程序号	EVENT	PROGRAM			
0x9004	报警信息	EVENT	SYSTEM			
0x9005	机器人负载	SAMPLE	LOAD			
0x9006	系统空间容量					
0x9007	生产状态	EVENT	EXECUTION			
0x1006	关节坐标	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0x1007	笛卡尔坐标	SAMPLE	PATH_POSITION	ACTUAL		
0x1008	系统通电时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	POWERED		

表 A.6 (续)

源模型		MTConnet 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	Subtype	描述	单位
0x1009	系统运行时间	SAMPLE	EQUIPMENT_TIMER	OPERATING		
0x100A	工作电流	SAMPLE	AMPERAGE	ACTUAL		
0x100B	维护状态	EVENT	FUNCTIONAL_MODE			
0x100C	机器人零点位置	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0x100D	机器人关节极限	SAMPLE	ANGLE			
0x100E	机器人干涉区域					
0x1101	机器人位置速度	SAMPLE	VELOCITY			
0x1102	机器人姿态速度	SAMPLE	ANGULAR_VELOCITY			
0x1109	操作模式	EVENT	CONTROLLER_MODE			
0x110A	程序名称	EVENT	PROGRAM			
0x110B	程序执行状态	EVENT	EXCUTION			
0x110C	程序当前执行位置	EVENT	BLOCK_COUNT			
0x2100	转速目标值	SAMPLE	ROTARY_VELOCITY	COMMANDED		
0x2101	实际转速度值	SAMPLE	ROTARY_VELOCITY	ACTUAL		
0x2102	转矩目标值	SAMPLE	TORQUE			
0x2103	实现转矩值	SAMPLE	TORQUE			
0x2104	位置目标值	SAMPLE	POSITION	TARGET		
0x2105	实际位置值	SAMPLE	POSITION	ACTUAL		
0x2106	编码器单圈值					
0x2107	编码器多圈值					
0x2108	电流有效值	SAMPLE	AMPERAGE	ALTERANTING		
0x2109	电机负载率	SAMPLE	LOAD			
0x210A	能耗制动电阻负载率	SAMPLE	LOAD			
0x210B	电机温度	SAMPLE	TEMPERATURE			
0x210C	数字输出状态字	EVENT	INTERFACE_STATE			
0x210D	数字输入状态字	EVENT	INTERFACE_STATE			
0x210E	驱动报警信息	CONDITION	ACTUATOR			
0x5100	输入数字量点值	EVENT	MESSAGE			
0x5101	输出数字量点值	EVENT	MESSAGE			
0x5102	输入模拟量值	EVENT	MESSAGE			
0x5103	输出模拟量值	EVENT	MESSAGE			
0x5106	刷新周期	SAMPLE	FREQUENCY			
0x4100	测量数据 1	EVENT	MESSAGE			

表 A.6 (续)

源模型		MTConnect 信息模型				
索引	属性名称	Category	Type	Subtype	描述	单位
0x4101	测量数据 2	EVENT	MESSAGE			
0x4102	测量数据 3	EVENT	MESSAGE			
0x4103	测量数据 4	EVENT	MESSAGE			
0x4104	测量数据 5	EVENT	MESSAGE			
0x4105	测量数据 6	EVENT	MESSAGE			
0x4106	传感器复位	EVENT				
0x4107	传感器数据位操作 1	EVENT				
0x4108	传感器数据位操作 2	EVENT				
0x3101	应用工艺参数	EVENT				

A.5 面向 MTConnect 的映射流程

当将设备源模型向 MTConnect 信息模型映射时,遵循如下映射流程:

- a) 映射前的初始化
对于给定的源模型,对源模型进行架构分析,明确模型中的设备、组件,对设备和组件的各类属性归类。
- b) 完成设备和组件的映射
完成设备和组件的映射,建立 MTConnect 信息模型结构。
- c) 完成设备描述信息
完成设备描述信息(设备的静态属性集、过程属性集、配置属性集)向 Device 的 DataItems 的映射,建立设备整体描述。
- d) 完成组件描述信息及映射
完成组件描述信息及映射的方法如下:
 - 1) 完成组件描述信息(组件的静态属性集、过程属性集、配置属性集)向 Component 的 DataItems 的映射;
 - 2) 完成轴类组件 Axes 及其描述信息 DataItems 的映射(如果有轴类组件);
 - 3) 完成控制器类组件 Controller 及其描述信息 DataItems 的映射(如果有控制器类组件);
 - 4) 完成门类组件 Door 及其描述信息 DataItems 的映射(如果有门类组件);
 - 5) 完成执行器类组件 Actuator(包括电动、液动和气动)及其描述信息 DataItems 的映射(如果有执行器类组件);
 - 6) 完成传感器类组件 Sensor 及其描述信息 DataItems 的映射(如果有传感器类组件);
 - 7) 完成其他类型组件向 Systems 的映射,并将其描述信息映射为 System 的 DataItems(如果有其他复杂组件,如电荷耦合器件(CCD)、可编程控制器(PLC)、上位机、冷却过滤、排屑等(其他));
 - 8) 完成刀具、夹具模型等向 MTConnect 资产模型 Assets 的映射。
- e) 建立符合 MTConnect 标准的设备信息模型,生成 XML 模型描述文件。

附录 B
(资料性附录)
面向 OPC UA 的模型映射

B.1 面向 OPC UA 的信息模型结构映射

OPC UA 提供标准地址空间结构来解决庞大复杂的设备模型的组织问题,通过提供统一的地址空间公开各种设备当前数据、历史数据和事件通知。

将设备信息模型映射到 OPC UA 信息模型地址空间时,各模型元素的映射如下:

- a) 定义信息模型中使用的各类对象类型和变量类型;
- b) 将设备或组件映射为对象(Object)节点下的一个实例,并通过引用连接到其对象类型定义上;
- c) 将属性映射为变量(Variable)节点下实例,并通过引用连接到其变量类型定义上;
- d) 将设备与组件的关系、设备与属性集的关系和组件与属性集和关系映射为 HasComponent 引用;
- e) 将设备/组件与属性的关系、属性集与属性的关系映射为 HasProperty 引用。

OPC UA 地址空间结构见图 B.1,OPC UA 信息模型元素在地址空间的映射关系见图 B.2。

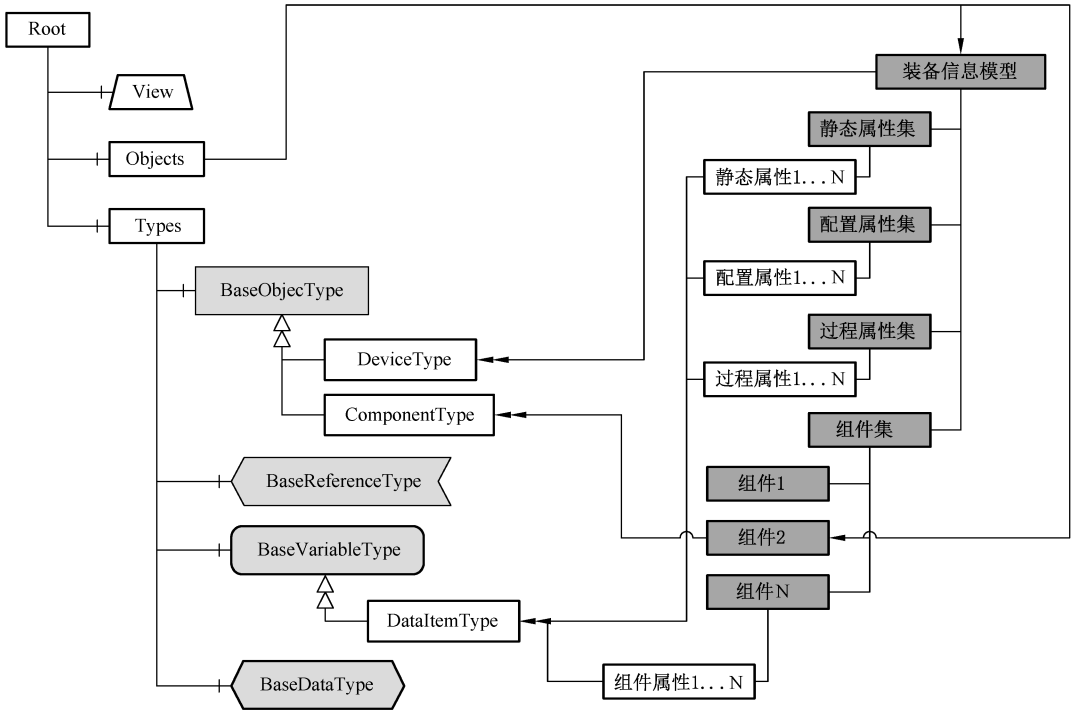


图 B.1 OPC UA 的地址空间结构

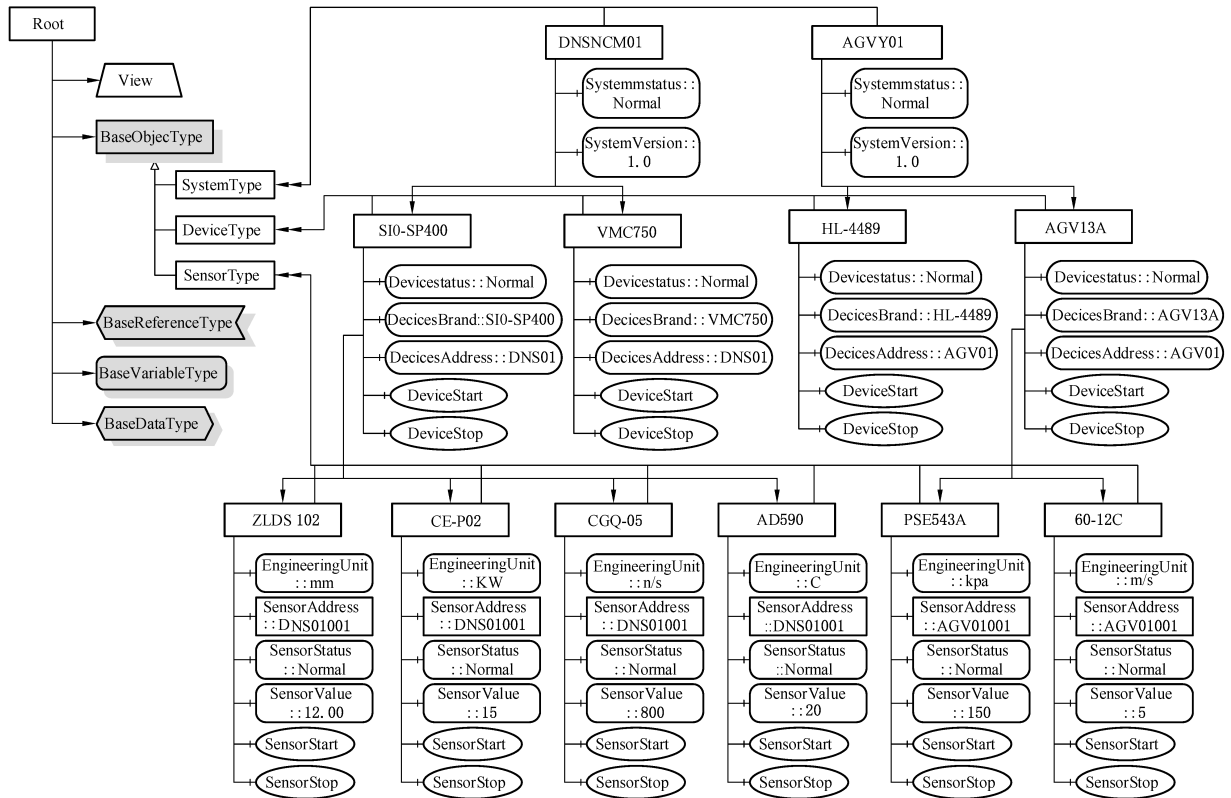


图 B.2 OPC UA 信息模型元素在地址空间的映射

实际建模时,实例数据和信息模型及地址空间的映射关系见图 B.3。

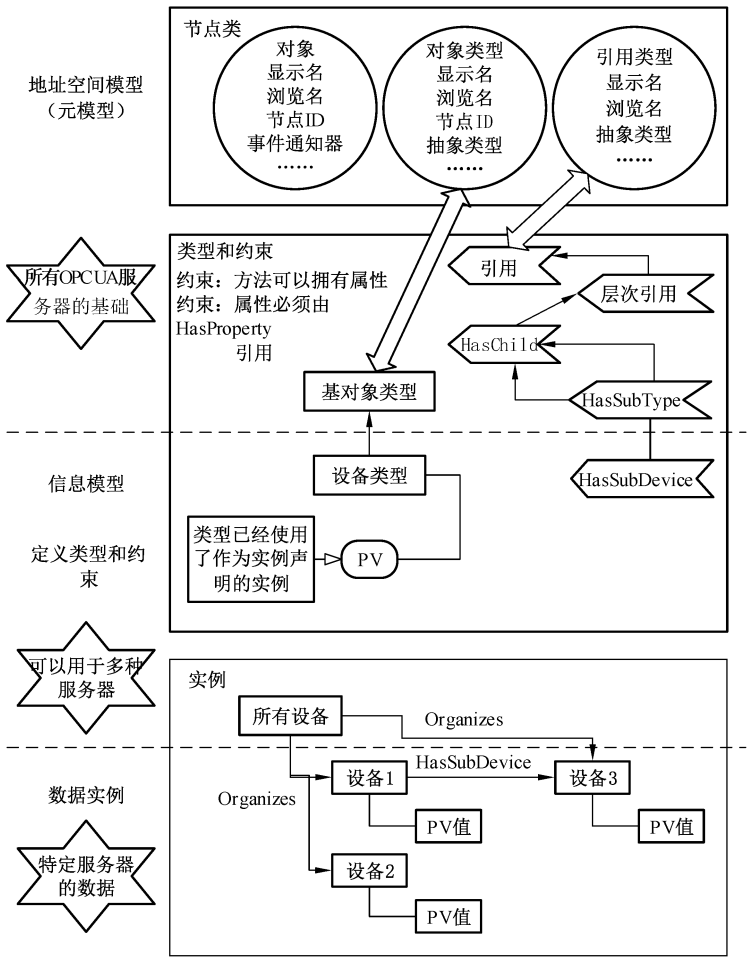


图 B.3 地址空间模型、信息模型和实例数据间的映射关系

B.2 面向 OPC UA 的设备对象映射

为满足数控装备向 OPC UA 信息模型地址空间的映射,首先在 OPC UA 信息模型地址空间中定义设备类型(DeviceType),DeviceType 属于对象类型(ObjectType)的一种,并且定义 DeviceType 是文件夹类型(FoldType)的子类型(Subtype)。

DeviceType 在地址空间的定义见表 B.1。

表 B.1 DeviceType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value3				
BrowseName	DeviceType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	Data Type	TypeDefinition	ModellingRule
Is a subtype of UA FolderType					
HasComponent	Variable	Availability	String	DataItemType	Mandatory

表 B.1 (续)

HasProperty	Variable	Manufacturer	String	PropertyType	Mandatory
HasProperty	Variable	SerialNumber	String	PropertyType	Mandatory
HasProperty	Variable	Configuration	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	SampleInterval	Duration	PropertyType	Optional
HasComponent	Object	DataItems		FolderType	Mandatory
HasComponent	Object	Components		FolderType	Mandatory
HasComponent	Object	Conditions		FolderType	Optional

数控装备映射为 Object 节点下的一个实例,其类型定义 (TypeDefinition) 为 DeviceType 或其子类型。从组件类型 (ComponentType) 创建具体组件的节点时,应遵循以下规则:

- a) 数控装备的组件集和组件通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联。设备的组件在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.3。
- b) 数控装备的属性集通过 HasComponent 引用。作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.4。

B.3 面向 OPC UA 的组件对象映射

B.3.1 概述

对于组件向 OPC UA 信息模型地址空间的映射,需要在 OPC UA 信息模型地址空间中定义 ComponentType,而 ComponentType 属于 ObjectType 的一种,并且 ComponentType 又是 FoldType 的 Subtype。

ComponentType 在地址空间的定义见表 B.2。

表 B.2 ComponentType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	MTComponentType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
Is a Subtype of MTDeviceType					
HasProperty	Variable	Model	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	Station	String	PropertyType	Optional

设备组件映射为 Object 节点下的一个实例,其 TypeDefinition 为 ComponentType 或其 Subtype。从 ComponentType 创建具体组件的节点时,应遵循以下规则:

- a) 节点的浏览名 (BrowseName) 由组件的 name 属性映射得到。
- b) 节点的 Description 由组件静态属性或配置属性中的某些属性映射得到。
- c) 组件的属性集通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空

间的映射见 B.4。

- d) 如果该组件含有子组件,则在 OPC UA 信息模型地址空间中,子组件作为 HasComponent 和 HasNotifier 引用的目标添加。

针对不同类型的组件,可以进一步在 OPC UA 信息模型地址空间中定义 ComponentType 的 Subtype,并根据不同的子类型定义组件的对象节点。不同类型组件的子类型定义和映射规则见 B.3.2~B.3.5。

B.3.2 控制器类组件映射

定义名为控制器类型(ControllerType)的对象类型作为控制器对象的根节点,见表 B.3。

表 B.3 ControllerType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	ControllerType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
Is a subtype of ComponentType					

设备控制器组件映射为 Object 节点下的一个实例,其 TypeDefinition 为 ControllerType)从 ControllerType 创建具体控制器的对象节点时,应遵循以下规则:

- a) 控制器对象节点的 BrowseName 由控制器的 name 属性映射得到。
- b) 控制器对象节点的 Description 由控制器静态属性或配置属性中的某些属性映射得到。
- c) 控制器的属性集通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.4。
- d) 控制器对象节点不再含有子组件。

B.3.3 轴类组件映射

定义名为轴类型(AxesType)的对象类型作为所有线性和旋转轴对象的根节点,见表 B.4。

表 B.4 AxesType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	AxesType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
Is a subtype of ComponentType					
HasProperty	Variable	RotaryAxesX	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	RotaryAxesY	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	RotaryAxesZ	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	RotaryAxesA	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	RotaryAxesB	String	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	RotaryAxesC	String	PropertyType	Optional

设备的轴组件映射为 Object 节点下的一个实例,其 TypeDefinition 为 AxesType。从轴 AxesType 创建具体轴的对象节点时,应遵循以下规则:

- a) 轴对象节点的 BrowseName 由轴的 name 属性映射得到,如 RotaryAxesX。
- b) 轴对象节点的 Description 由轴的静态属性或配置属性中的某些属性映射得到。
- c) 轴的属性集通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.4。

B.3.4 门类组件映射

定义名为门类型(DoorType)的对象类型作为所有门类组件的根节点,见表 B.5。

表 B.5 DoorType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	DoorType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
Is a subtype of MTDeviceType					
HasProperty	Variable	DoorState	String	PropertyType	Optional

设备的门组件映射为 Object 节点下的一个实例,其 TypeDefinition 为 DoorType。从 DoorType 创建具体轴的对象节点时,应遵循以下规则:

- a) 轴对象节点的 BrowseName 由门组件的 name 属性映射得到。
- b) 门对象节点的 Description 由门组件的静态属性或配置属性中的某些属性映射得到。
- c) 门组件的属性集通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.4。
- d) 门类组件代表可以打开或关闭的门盖,则有一个名为“DoorState”的属性数据项来指示是否打开,关闭或解锁。

B.3.5 驱动器类组件映射

定义名为驱动器类型(ActuatorType)的对象类型作为所有驱动器类组件的根节点,见表 B.6。

表 B.6 ActuatorType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	ActuatorType				
IsAbstract	False				
Reference	Nodeclass	BrowseName	Datatype	TypeDefinition	ModellingRule
Is a subtype of MTDeviceType					
HasProperty	Variable	LinearAxesX	String	PropertyType	Optional

设备的驱动器组件映射为 Object 节点下的一个实例,其 TypeDefinition 为 ActuatorType。从 Ac-

tuatorType 创建具体轴的对象节点时,应遵循以下规则:

- a) 驱动器对象节点的 BrowseName 由驱动器的 name 属性映射得到。
- b) 驱动器对象节点的 Description 由驱动器静态属性或配置属性中的某些属性映射得到。
- c) 驱动器的属性集通过 HasComponent 引用,作为 HasComponent 引用的对象进行添加和关联,其属性通过 HasProperty 引用进行添加和关联。属性集和属性在 OPC UA 信息模型地址空间的映射见 B.4。

B.4 面向 OPC UA 的属性数据映射

属性集是一个抽象的对象类型,在 OPC UA 中映射为数据项类型(DataItemType),并且它是 FolderType 对象类型的子类型,表示某一类属性数据的集合。

属性描述了可以从组件收集的一条信息,在 OPC UA 地址空间中被映射到具有 TypeDefinition 的变量节点的实例,TypeDefinition 是 DataItemType 的子类型。

针对不同的属性集,定义不同的数据项类型进行映射。

将静态属性集和配置属性集的属性数据映射为 DataItemType 的变量节点的实例。DataItemType 在 OPC UA 地址空间中的定义见表 B.7。

表 B.7 DataItemType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	DataItemType				
IsAbstract	False				
DataType	Number/String				
ValueRank	-1(-1=Scalar)				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
基本数据变量类型的子类型					
HasProperty	Variable	CoordinateSystem	CoordinateSystemTypeEnum	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	NativeUnits	EUInformation	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	NativeScale	Float	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	SampleInterval	Duration	PropertyType	Optional

过程属性集按照属性的不同,一般分为表示实时采样数值的数据,其数据是随时间连续变化的,另外一类是表示状态的数据,其值一般为若干个离散的量。将过程属性集的属性数据分为采样类和状态类,分别进行映射。

采样类过程属性映射为变量节点的实例,其类型定义为模拟量类型(AnalogItemType)或其子类型。AnalogItemType 的定义见表 B.8。



表 B.8 AnalogItemType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	AnalogItemType				
IsAbstract	False				
DataType	Number				
ValueRank	-2 (-2 = Any)				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
DataItemType 的子类型					
HasProperty	Variable	InstrumentRange	Range	PropertyType	Optional
HasProperty	Variable	EURange	Range	PropertyType	Mandatory
HasProperty	Variable	EngineeringUnits	EUInformation	PropertyType	Optional

状态类过程属性映射为变量节点的实例，其类型定义为离散量类型(DiscreteItemType)或其子类型。DiscreteItemType 的定义见表 B.9。

表 B.9 DiscreteItemType 在 OPC UA 地址空间中的定义

Attribute	Value				
BrowseName	DiscreteItemType				
IsAbstract	True				
DataType	BaseDataType				
ValueRank	-2 (-2 = Any)				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
DataItemType 的子类型					
HasSubtype	VariableType	TwoStateDiscreteType			
HasSubtype	VariableType	MultiStateDiscreteType			

进一步，离散量类型(DiscreteItemType)可以划分为两个子类型，分别为二状态离散类型(TwoStateDiscreteType)和多状态离散类型(MultiStateDiscreteType)。

TwoStateDiscreteType 表征的数据具有两个状态，即状态真(TrueState)或者状态假(FalseState)，其定义见表 B.10。

表 B.10 TwoStateDiscreteType 的定义

Attribute	Value				
BrowseName	TwoStateDiscreteType				
IsAbstract	False				
DataType	Boolean				
ValueRank	-2 (-2 = Any)				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule

表 B.10 (续)

DataItemType 的子类型					
HasProperty	Variable	TrueState	LocalizedText	PropertyType	Mandatory
HasProperty	Variable	FalseState	LocalizedText	PropertyType	Mandatory

对于数据值为两个值的过程状态属性,将其映射到类型定义为 TwoStateDiscreteType 的变量节点的实例。

MultiStateDiscreteType 表征的数据可以具有两个以上的状态,其定义见表 B.11。

表 B.11 MultiStateDiscreteType 的定义

Attribute	Value				
BrowseName	MultiStateDiscreteType				
IsAbstract	False				
DataType	UInteger				
ValueRank	-2 (-2 = Any)				
Reference	Nodeclass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	ModellingRule
DataItemType 的子类型					
HasProperty	Variable	EnumStrings	LocalizedText	PropertyType	Mandatory

对于其数据值可能多于两个值的过程状态属性,将其映射到类型定义为 MultiStateDiscreteType 的变量节点的实例。

B.5 面向 OPC UA 的映射流程

当将设备源模型向 OPC UA 信息模型映射时,遵循如下映射流程:

- a) 映射前的初始化
对于给定的源模型,对源模型进行架构分析,明确模型中的设备对象、组件集及组件,对设备和组件的各类属性归类;完成 OPC UA 信息模型基本元素类型的定义。
- b) 完成实体类型和对象实体的映射
完成实体类型和对象实体的映射的方法是:
 - 1) 完成 OPC UA 地址空间中基础节点的定义;
 - 2) 在 OPC UA 中定义基本设备类型(DeviceType, ObjectType 的子类型),将设备实体映射为设备对类型(DeviceType)的实例;
 - 3) 在 OPC UA 中定义基本组件类型(ComponentType, ObjectType 的子类型),将设备各部件实体映射为组件类型(ComponentType)的实例。
- c) 完成属性类型和属性实体的映射
按照静态属性集、过程属性集和配置属性集的分类方法,将设备及其组件的物理属性映射为 OPC UA 属性集(AttributeSet)和属性(Attributes)。
- d) 完成变量向属性元素的映射
按照属性中属性元素的定义,将设备及其组件的物理属性的各类变量值映射为 OPC UA 中属

性(Attributes)的属性元素,包括属性标识(AttributeID)、属性名称(AttributeName)、属性描述(AttributeDes)、访问权限(AttributeAccess)、数据值(AttributeValue)、工程单位(EngineeringUnits、上限值(HValue)、下限值(LValue)和采样间隔(SamplingInterval)等。

e) 完成物理属性操作向方法的映射

在 OPC UA 方法集中,将对设备物理属性的操作映射为方法(Method),并将其输入和输出参数地映射为相应的属性。

f) 完成数据类型的映射

按表 B.1 和表 B.2 中的数据类型映射关系,将全部属性的数据类型映射为 OPC UA 内置的数据类型。

g) 完成各类关系向各类引用的映射

将装备与部件之间、对象与属性集之间、属性集与属性之间的关系映射为相应的引用。其中设备与部件的从属关系和组件与子组件的从属关系映射为 HasComponent 引用,对象与属性间的关系映射为 HasProperty 或 HasAttribute 引用。

h) 建立符合 OPC UA 标准的设备信息模型,生成 XML 模型描述文件。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33863.3—2017 OPC 统一架构 第 3 部分:地址空间模型
 - [2] GB/T 33863.5—2017 OPC 统一架构 第 5 部分 信息模型
-