



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/002-2023

工业互联网边缘计算

面向工业边云协同通用技术要求

Edge computing for industrial Internet —General Technical
Requirement for Industrial Edge-Cloud Collaboration Application

工业互联网产业联盟

(2023年9月发布)

目 次

前 言	2
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语、定义和缩略语	4
3.1 术语和定义	4
3.2 缩略语	5
4 边云协同功能架构及组件要求	5
4.1 功能架构要求	5
4.2 边缘侧边缘接入层要求	6
4.2.1 边缘数据应用要求	6
4.2.2 通信与驱动组件要求	6
4.2.3 配置工具要求	6
4.3 边缘侧边缘节点层要求	7
4.3.1 边缘节点通用要求	7
4.3.2 边缘节点间信息交互要求	7
4.4 边缘侧现场层要求	7
4.4.1 现场设备交互功能架构要求	7
4.4.2 现场设备模型功能要求	8
4.4.3 现场设备间通信要求	8
5 边云协同数据要求	9
5.1 边云协同数据类型	9
5.2 边云协同数据交互要求	10
5.2.1 采集点数据格式	10
5.2.2 采集点数据打包方式	10
5.2.3 数据上传的频率	10
5.3 边云协同实时数据交互指令规范	10
5.3.1 交互指令参数	10
5.3.2 AGV 交互参数	11
5.3.3 数控机床交互参数	11
5.3.4 自动化仓库交互参数	11
5.3.5 其他常见底层装备交互参数	12
6 模型或应用管理要求	12
6.1 通用功能要求	13
6.2 API 调用要求	13
附 录 A （资料性） 数据调用接口传参示例	14

前 言

本文件由工业互联网产业联盟提出并归口。

标准牵头单位：南京航空航天大学、北京航天智造科技发展有限公司

标准起草单位和主要起草人：

南京航空航天大学：唐敦兵、朱海华、张毅、聂庆玮、刘长春、桂勇、宋家焯

北京航天智造科技发展有限公司：韩哲、赵京鹤、石伟、谢莉蕊、谢超男、曹玉龙

中国信息通信研究院：王哲、胡钟灏

软通动力信息技术（集团）股份有限公司：何海生、邢广良、石琦

航天重工科技发展有限公司：王鑫、悦斌

北京龙睿海拓科技发展有限责任公司：周谦益、王可新、李亚梅

南京航空航天大学无锡研究院：惠大可

北京铁牛智能科技有限公司：郭欢江

河北华一智慧城市科技有限公司：贾志峰



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

引 言

目前，工业现场大量异构设备和网络，造成“信息孤岛”的现象尤为严重，对工业数据的互联互通带来了艰巨的挑战。工业设备之间的连接需要边缘计算提供“现场级”的计算能力，实现各种制式的网络通信协议相互转换、互联互通，同时又能够应对异构网络部署与配置、网络管理与维护等方面的艰巨挑战。同时，大数据时代下，工业系统对计算能力的实时性和可靠性都有着严格的要求。

如果数据分析处理全部在云端实现，则难以满足业务的实时性要求。同时，在工业生产中要求计算能力具备不受网络传输带宽和负载影响的“本地存活”能力，避免断网、时延过大等意外因素对实时性生产造成影响。边缘计算在服务实时性和可靠性方面能够满足工业互联网的发展要求，为工业边云协同提供了必要技术支撑。



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

工业互联网边缘计算 面向工业边云协同通用技术要求

1 范围

本文件规定了工业互联网边缘计算边云协同的基本要求以及资源管理、数据管理、模型应用管理等相关要求。

本文件适用于工业企业构建工业互联网边缘计算边云协同系统,也适用于工业互联网平台服务商提供基于边云协同的工业互联网服务。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所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 29826-2013 云制造 术语

YD/T 2018-1666T 工业互联网边缘计算 总体架构与要求

T/CCSA 332-2021 工业互联网边缘计算 边缘节点模型与要求 边缘控制器

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 29826-2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

边缘智能网关 edge intelligence gateway

具备数据采集、传输和协议转换、解析的工业网络设备。

3.1.2

标识数据 identification data

描述为了满足设备管理需要,对基本情况进行标识的数据。

3.1.3

运行数据 operating data

描述设备在控制和运转过程中所产生的原始数据。

3.1.4

事件数据 event data

设备在控制和运转过程中，在设备内部对原始数据进行逻辑处理后产生的报警事件、消息事件等数据。

3.1.5

业务数据 business data

设备在控制和运转过程中，在设备内部对原始数据进行逻辑处理后能够表征其生产业务情况的数据。

3.1.6

运维数据 operation and maintenance data

描述设备在调试维护过程中所需的测试指令及测试数据。

3.1.7

实时数据 real-time data

描述当前时间状态下设备发生、发展过程中的同一时间中所得信息的载体。

3.1.8

状态数据 status data

描述在某一时间范围内，设备发生、发展过程中所得信息的载体。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

I/O：输入/输出（Input/Output）

IT：互联网技术（Internet Technology）

OT：即操作技术（Operation Technology）

IOT：物联网（Internet of Things）

4 边云协同功能架构及组件要求

4.1 功能架构要求

工业互联网边缘计算边云协同功能架构主要分为云侧和边缘侧，如图1所示，其中，边缘侧主要包括边缘接入层、边缘节点层以及现场资源交互层。

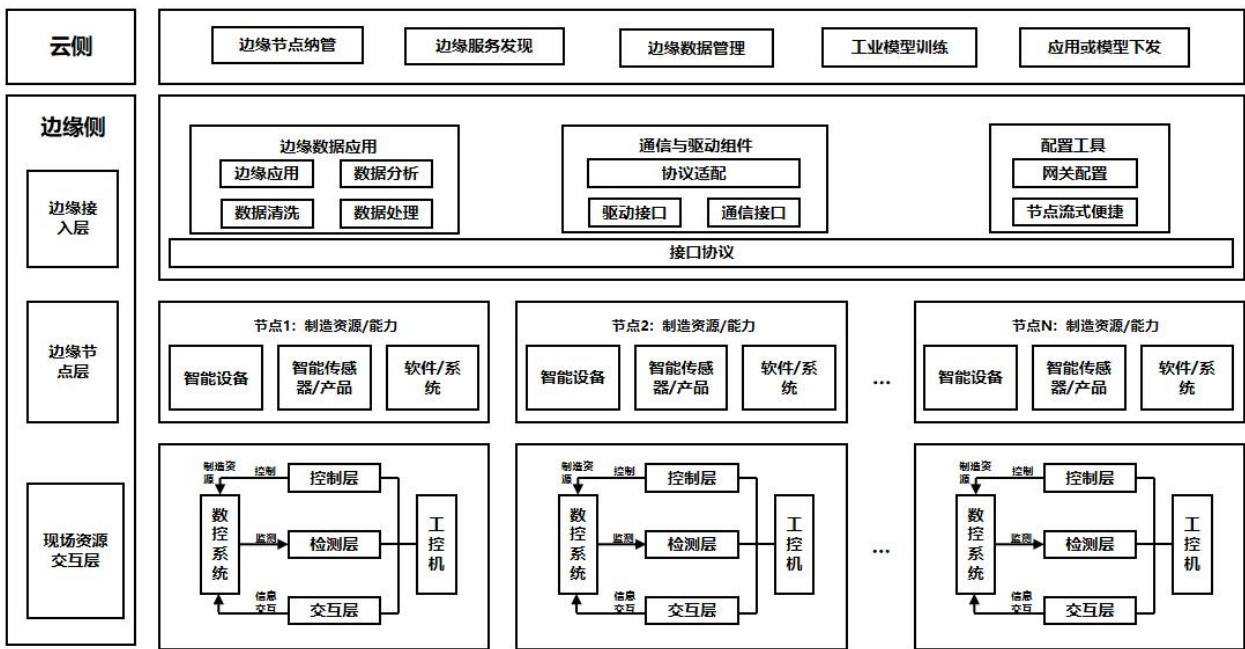


图1 功能组成架构

4.2 边缘侧边缘接入层要求

4.2.1 边缘数据应用要求

一般要求如下：

- a) 支持云平台分布式设备接入；
- b) 支持配置与管理边缘网关；
- c) 支持配置与管理边缘应用；
- d) 支持管理海量异构设备；
- e) 支持管控制造任务的执行过程；
- f) 支持云平台应用的数据更新；
- g) 支持云平台对边缘节点的权限管理；

4.2.2 通信与驱动组件要求

一般要求如下：

- a) 硬件组件具备自动化设备及智能仪器仪表接入和管控设备的能力；
- b) 通讯接口支持从设备中接入数据；
- c) 驱动接口通过软硬件适配支持硬件正常使用；
- d) 支持产品连接设备和云平台。

4.2.3 配置工具要求

一般要求如下：

- a) 支持与云制造服务平台构成通讯机制功能；
- b) 支持配置智能数据采集网关的基本信息和网络地址配置；
- c) 支持配置添加/管理采集对象功能；
- d) 支持配置采集对象设备基本信息；
- e) 支持配置采集对象设备网络地址；

- f) 支持配置采集对象设备通信协议;
- g) 支持配置采集对象数据名称;
- h) 支持配置采集对象数据地址;
- i) 支持配置采集对象数据预警规则;
- j) 支持配置数据访问类型;

4.3 边缘侧边缘节点层要求

4.3.1 边缘节点通用要求

- a) 边缘节点应该具备边缘计算、工业协议解析、信息建模与其他节点进行通讯等能力;
- b) 边缘节点支持从底层设备中接入数据以及被其他通讯节点订阅对应主题的数据;
- c) 边缘节点支持底层设备进行正常的生产活动;
- d) 边缘节点数据库支持存储现场制造过程数据;
- e) 边缘节点边缘控制器支持分布式设备的协同控制;

4.3.2 边缘节点间信息交互要求

一般要求如下:

- a) 支持边缘节点间信息互联互通;
- b) 提供产品交接时质量数据;
- c) 支持产能异常预警;
- d) 支持产能共享与协同制造。

4.4 边缘侧现场层要求

4.4.1 现场设备交互功能架构要求

现场设备如数控机床、工业机器人、数控测量仪、AGV等应有独立的控制单元,每个控制单元都有与其他控制单元交互协商、相互通信协作和自主决策的能力,如图2所示。

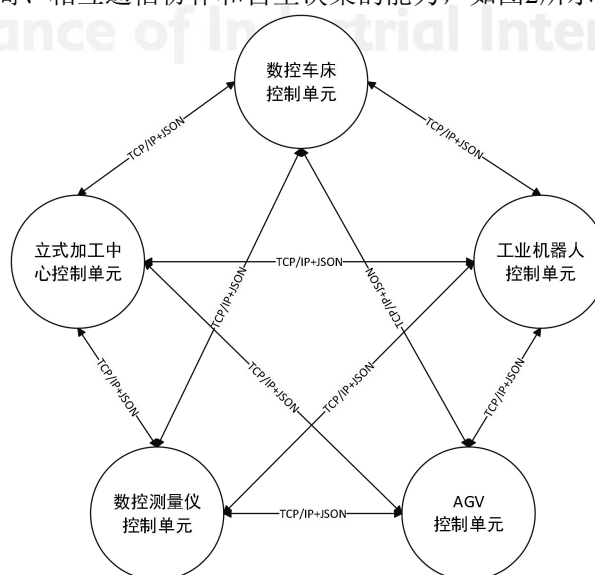


图2 现场设备控制交互方法

4.4.2 现场设备模型功能要求

现场设备适配模型主要由主函数、控制模块、监测模块和数据库模块四类模块组成，如图3所示，一般要求如下：

a) 主函数

主函数包含设备适配模型的总体工作逻辑和异常处理机制，负责设备适配模型各个接口的连接、通信和管理，以及外部接口的监听与回复。

b) 控制模块

控制模块包含连接、控制对应底层装备的一些基本功能，如程序启动按键、复位按键、夹具打开关闭按键等。

b) 检测模块

检测模块包含一些底层装备信息采集、状态监控功能，如程序执行状态、设备警报信息、运行状态等设备状态信息。

c) 数据库模块

数据模块包含设备适配模型与底层设备数据的连接、对数据表格中的数据进行增、删、改、查等常见数据库操作功能。

此外，根据底层设备的功能特点和物联制造系统的实际需求，在设备适配模型中灵活的添加其它功能模块实现功能拓展。如在AGV的适配模型中加入路径模块，在数控机床的适配模型中加入NC模块，在适配模型中加入指令集等。

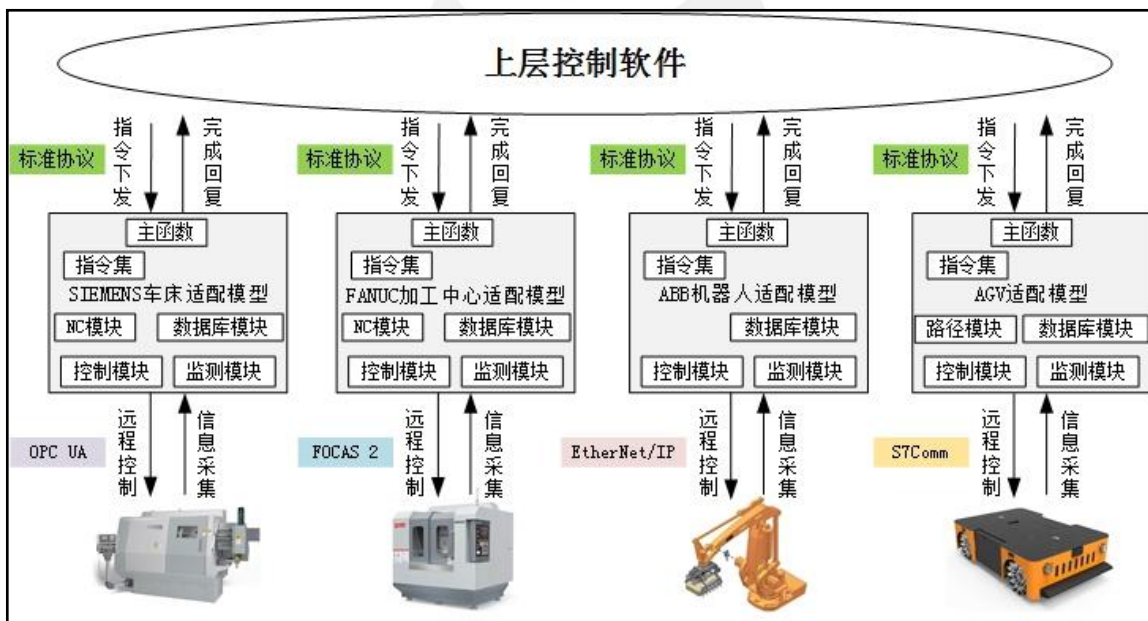


图3 现场设备模型功能要求

4.4.3 现场设备间通信要求

设备间通信分为有线方式与无线方式。有线方式包括现场总线与工业以太网等，常见的硬件接口为网口，无线方式包括蓝牙、GPRS和WIFI等。如图4所示，一般要求如下：

a) 针对固定装备，为每个设备配备一个嵌入式工控机，设备自身通过网线连接至工控机，再将工控机通过网口连接至交换机、路由器等设备；

b) 针对移动设备，由于需要在制造车间内进行移动，所以采用无线通信的方式，在移动设备例如AGV上，安装无线通讯组件，将设备连接至无线网络。

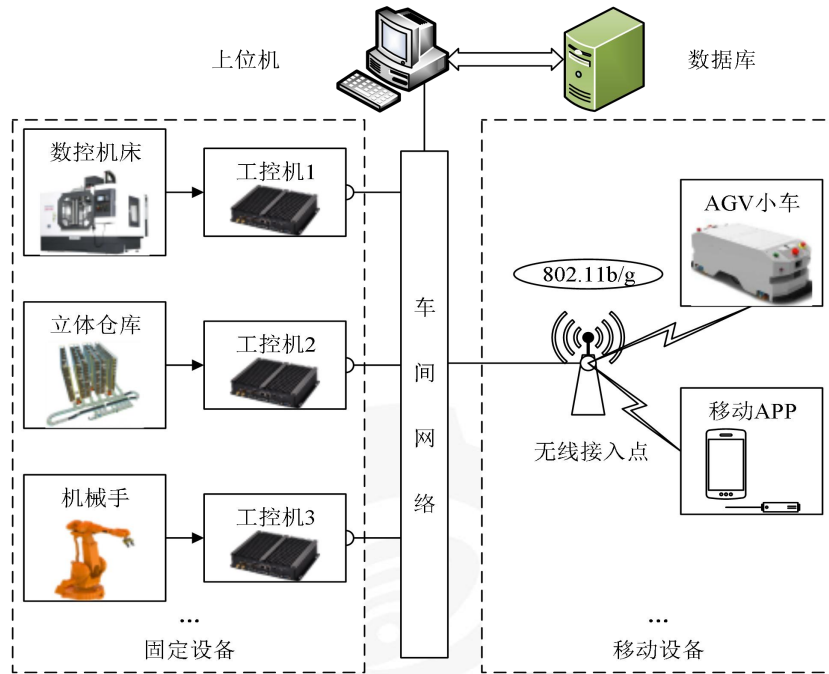


图4 设备间通信架构要求

5 边云协同数据要求

5.1 边云协同数据类型

边缘侧数据接入应支持从传感器、设备、OT 系统、IT 系统中采集不同类型的数据，如图 7 所示。

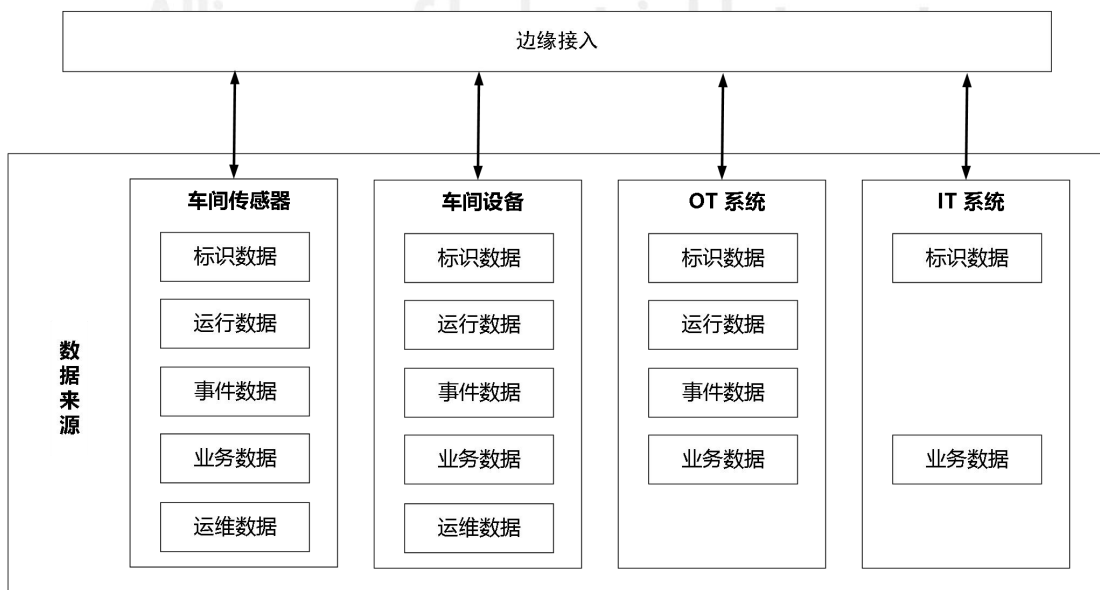


图7 数据来源

a) 从传感器中进行数据采集时，应包含以下5类数据：标识数据、运行数据、事件数据、业务数据、运维数据。

b) 从设备中进行数据采集时，应包含以下5类数据：标识数据、运行数据、事件数据、业务数据、运维数据。

c) 从 OT 系统中进行数据采集时，应至少包含以下4类数据：标识数据、运行数据、事件数据、业务数据。

5.2 边云协同数据交互要求

5.2.1 采集点数据格式

选择使用基于TCP/IP协议的Socket通信技术作为底层装备与上层控制软件的通信接口。采集点以k、v、t的形式进行组织，其中k为采集点的唯一标识，v为采集点的数值，t为采集时间的戳。每个数据点写入数据库时系统自动添加入库的时间戳，即每个采集点对应有两个时间戳，一个是网关上传时标识的数据采集时间，另一个是数据存入数据库的时间。data为采集点的列表，网关在上传数据时将同一设备下的采集点放到表1下，数据采集实例见附A.1。返回成功实例见附A.2。

表1 采集点列表

data 参数名称	是否必选	类型及范围	说明
k	是	str	数据点名称
v	是	str、float、int	数据点值
t	是	long	毫秒时间戳

5.2.2 采集点数据打包方式

实时数据以设备为单元上传，每次上传的数据必须属于同一设备；运行状态数据以网关为单位进行上传，每次上传的运行状态的设备必须属于同一个网关。

5.2.3 数据上传的频率

数据上传频率要求:状态数据5分钟一次，实时数据5秒钟或更长时间一次。

5.3 边云协同实时数据交互指令规范

5.3.1 交互指令参数

底层装备与上层控制软件之间的信息交互采用一问一答的交互方式，上层控制软件发起对话，底层装备进行回复。实时交互指令的参数如表2所示。

表2 交互指令参数表

字段	数据类型	示例	定义
task_no	Integer	1	指令编号
cmd	String	Grab_Workpiece	指令内容
Workpiece_type	String	001	工件类型
result	String	success/failed	执行结果
path	String	2,5,8,9,10	指定路径
data	JSON	{"D1":"25.013","H1":"5.029"}	查询结果

5.3.2 AGV 交互参数

实时AGV交互的参数的定义如图8所示，具有按照指定路径运输货物、入料、出料、当前位置查询这四种功能。

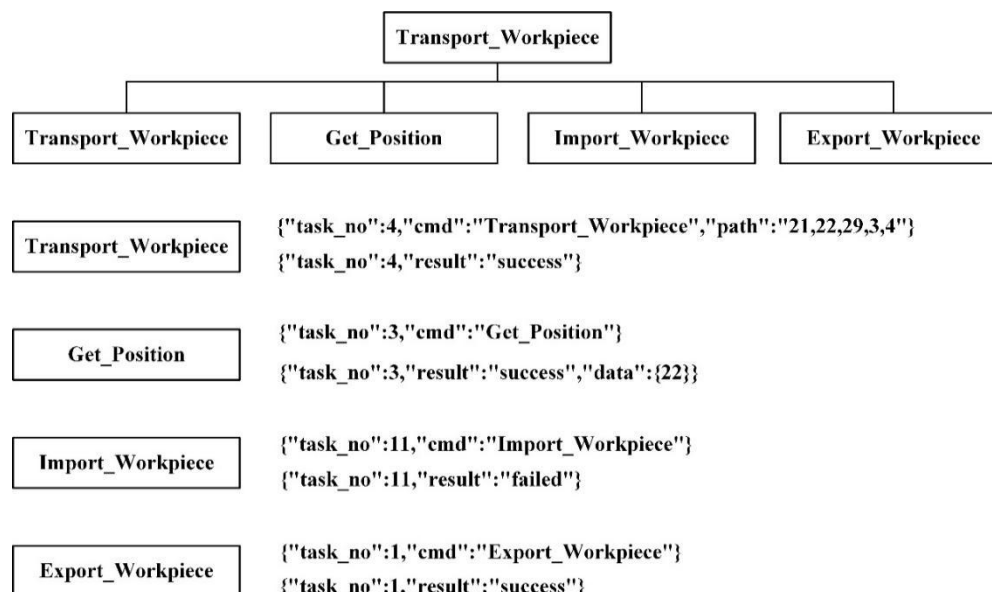


图8 AGV交互指令

5.3.3 数控机床交互参数

实时数控机床交互的参数的定义如图9所示，具有加工、加工时间预估、夹具关闭、夹具打开这四种功能。

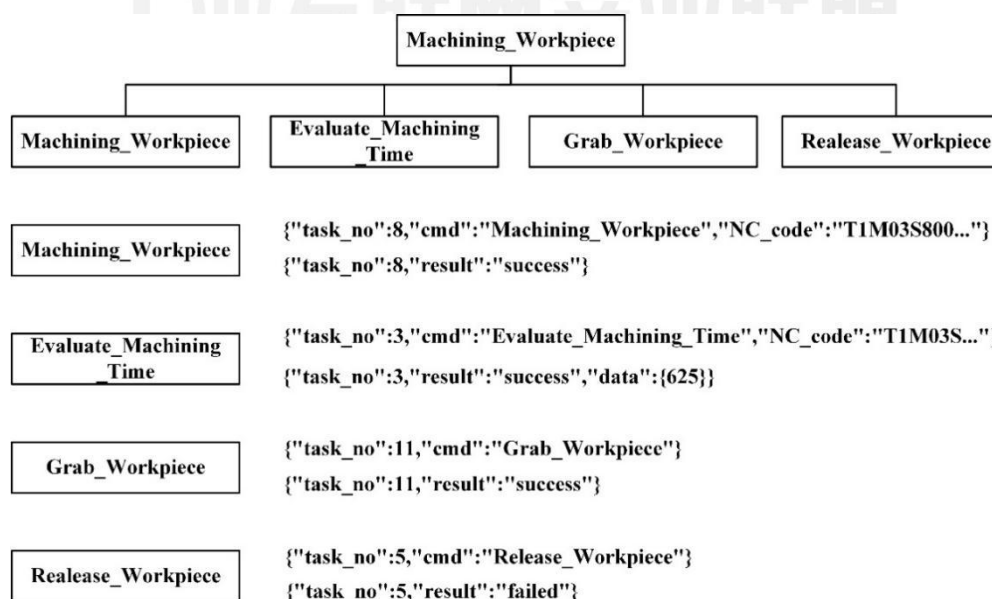


图9 数控机床交互指令

5.3.4 自动化仓库交互参数

实时自动化仓库交互的参数定义如图10所示，具有将货物从一个库位转移到另一个库位、当前状态查询、入料、出料这四种功能。

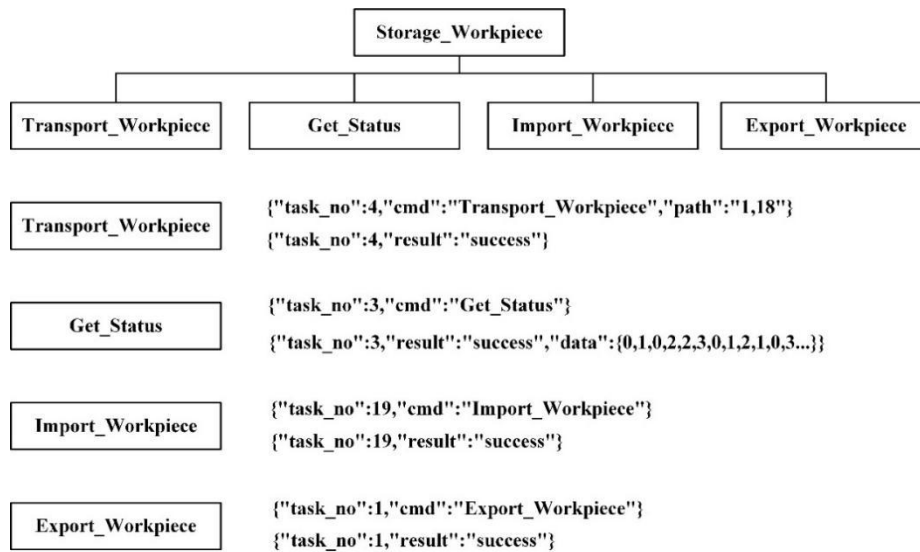


图10 自动化仓库交互指令

5.3.5 其他常见底层装备交互参数

实时工业机器人、数控测量仪和工件缓存台交互的参数定义如图11所示，工业机器人具有货物搬运功能、数控测量仪具有检测加工后零件的尺寸、形状、位置等各种几何参数功能、工件缓存台具有入料、出料功能。

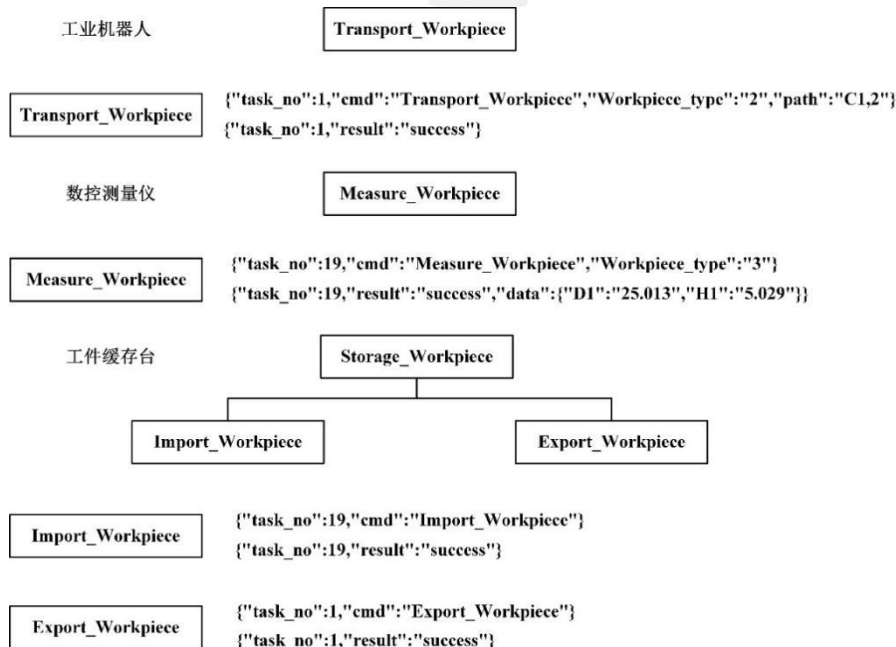


图11 其他常见底层装备交互指令

6 模型或应用管理要求

主要包括模型训练、评估、部署以及场景化应用，云侧进行工业智能模型的训练和优化迭代，并下发至边缘端部署。

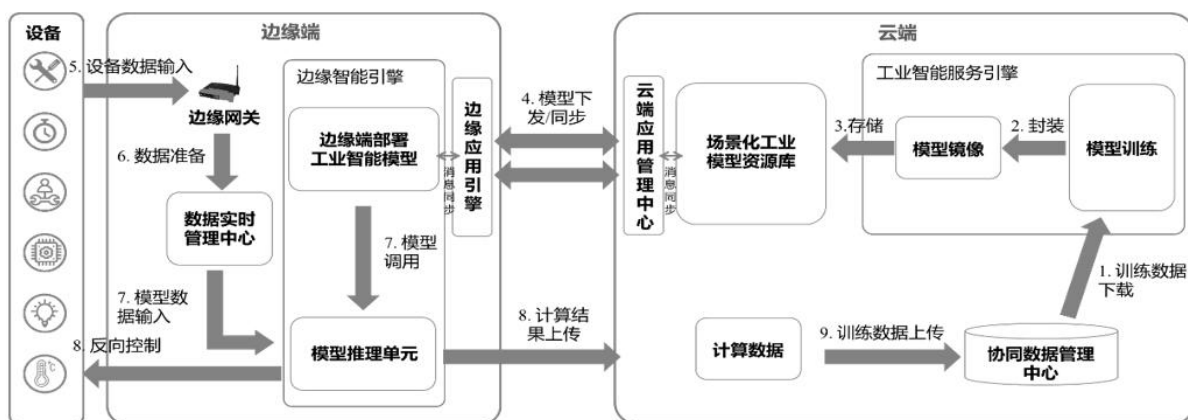


图7 模型训练、评估应用流程

6.1 通用功能要求

- a) 应支持云端模型下发部署，支持模型进行本地决策，并通过定期更新模型算法同步。
- b) 应支持云端模型训练以及边缘推理执行，支持部署轻量化的工业模型算法库。

6.2 API 调用要求

应支持 RPC、RESTful 等形式的 API 接口，统一边缘站点的服务调用入口，边缘应用可以通过该接口调用有权限的服务能力。

附录 A
(资料性)
数据调用接口传参示例

A.1 数据采集示例

实时数据采集调用接口传参的格式如下：

```
int num = serial.BytesToRead;//接收串口缓冲取的字节个数
Console.WriteLine(num);
byte[] receive = new byte[num];//创建一个字节数组存储缓冲区的数据
serial.Read(receive, 0, num);//将缓冲区的数据读取到字节数组中
sb.Clear();
foreach (var b in receive)
{
    sb.Append(b.ToString("X2"));//转化为 2 位 16 进制表示
}
sbb = sb.ToString();
Console.WriteLine(sbb);
try
{
    d1 = Convert.ToInt32("0X" + sbb.Substring(6, 4), 16) * 1.0 / 65535 * 5;
    d2 = Convert.ToInt32("0X" + sbb.Substring(10, 4), 16) * 1.0 / 65535 * 400;
}
catch (Exception)
{
    Console.WriteLine(DateTime.Now+"----aaaa");
}
string t = DateTime.Now.ToFileTime().ToString();
sql = "INSERT INTO D1 VALUES ( "+t+", "+ d1.ToString() + ", " +
d2.ToString() + ");";
cmd = new MySqlCommand(sql, conn);
if (cmd.ExecuteNonQuery() > 0)
{
    Console.WriteLine("数据库操作成功");
}
Console.WriteLine("电流: {0:F2} 电压: {1:F2}", d1, d2);
```


A.2返回示例

成功:

```
{  
  "status": 200,  
  "msg": " success"  
}
```

失败:

```
{  
  "status": 200,  
  "msg": "empty_request_data "  
}
```



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

参考文献

- [1] GB/T 39471-2020云制造服务平台制造资源接入集成规范
-



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