



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/013-2023

---

## 工业互联网电子装联设备交互信息 模型

Electronic assemble' s production  
equipment information model of data  
exchange for industrial Internet

工业互联网产业联盟

(2023 年 12 月)





## 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

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 信息模型 .....	1
3.2 电子装联 .....	1
3.3 配方 .....	1
4 缩略语 .....	2
5 设备信息建模范围 .....	2
5.1 设备信息交互架构 .....	2
5.2 设备信息建模对象 .....	3
6 设备信息交互模型 .....	4
6.1 设备联机状态模型 .....	4
6.2 设备控制状态模型 .....	5
6.3 设备生产状态模型 .....	5
6.4 设备登录管理模型 .....	6
6.5 产品生产状态模型 .....	7
6.6 物料管理模型 .....	8
6.7 工具管理模型 .....	10
6.8 Recipe 管理 .....	11
6.9 警报管理 .....	14
6.10 设备数据上报 .....	14
7 设备信息交互数据字典 .....	16
7.1 数据类型 .....	16
7.2 参数类别 .....	16
7.3 设备参数 .....	16
7.4 交互参数 .....	20
7.5 产品制程参数 .....	22
7.6 程序参数 .....	25
7.7 物料参数 .....	26
7.8 工具参数 .....	27
7.9 操作员参数 .....	28
7.10 告警参数 .....	29
7.11 设备数据上报参数 .....	31

附录 A (资料性) .....34



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

## 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：华为技术有限公司、中国信息通信研究院、中国科学院沈阳自动化研究所、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、北京邮电大学、台达电子企业管理（上海）有限公司、施耐德电气(中国)有限公司、美云智数科技有限公司、卡奥斯创智物联科技有限公司、湖北坤盈数字科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、中电科普天科技股份有限公司、格力电器股份有限公司、北京航空航天大学、联合智造北京科技发展有限公司、北京思谋智能科技有限公司。

本文件主要起草人：孔超、余思聪、郭小龙、乔冰、王莹东、杨德波、谢胜平、黄颖、刘阳、赵艳领、李栋、滕颖蕾、王挺、庄育林、邝启康、毛平、王逢春、宋奕能、赵东方、王振、刘斌、公彦杰、张誉、夏豪、高峰、任涛林、刘宗勇、张海城、张俊杰、张驰、田力、文武、张振、曾军、杜韬、路东。



# 工业互联网 电子装联设备交互信息模型

## 1 范围

本文件规定了电子装联行业生产设备与上层制造应用系统的交互信息模型。

本文件适用于电子装联行业生产制造设备的平台化管理和集中监控，并为生产设备设计、开发和采购提供物联数字化参考。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

ANSI/ISA-S88.01-1995 Batch Control Part 1: Models and Terminology

GB/T 20720.1-2006 企业控制系统集成 第1部分:模型和术语

T/CCSA 449-2023 工业互联网信息模型 物模型描述规范

YD/T 4097-2022 物联网信息模型总体框架

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**信息模型** information model

信息的标准化组织和表达技术，通过对工业互联网对象、对象属性和对象间的关系等进行建模，实现对象信息的互通和共享。

### 3.2

**电子装联** electronic assemble

依据设计方案将电子元器件通过插装、表面贴装、微组装等方式实现装配和电气连通的制造过程，并通过功能及可靠性测试，形成模块、整机或系统级组件。

### 3.3

**配方** Recipe

设备生产配方，一组唯一定义产品生产要求的必要信息集合。

#### 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ERP 企业资源计划系统 (Enterprise Resource Planning)

I/O 输入/输出 (Input/Output)

JSON JS 键值对数据(JavaScript Object Notation)

MES 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

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)

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

YAML 另一种标记语言(YAML Ain't a Markup Language)

#### 5 设备信息建模范围

##### 5.1 设备信息交互架构

依据GB/T 20720.1-2006，结合电子装联行业数字化需求，本文件给出如下信息交互架构，定位设备交互信息模型场景及建模对象。

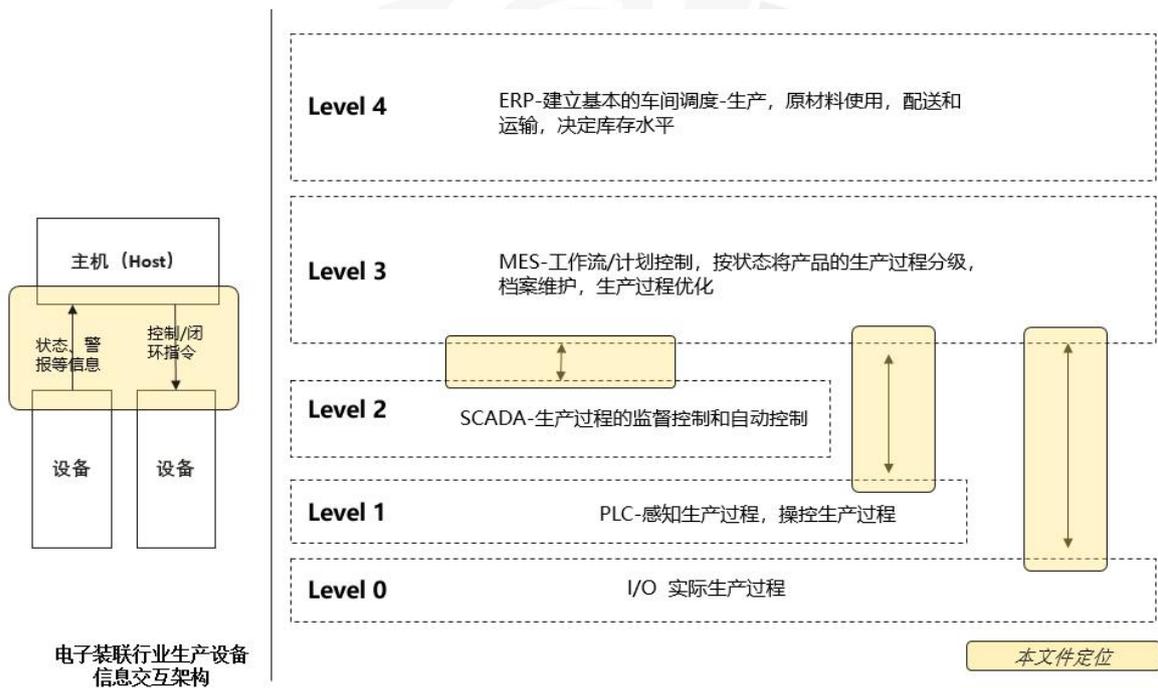


图 1 设备信息交互架构图

##### 1) 主机

本文件的主机指具备数字化应用和服务功能的制造系统或组件。

##### 2) 设备

本文件的设备具体指工厂用在生产经营过程中的一类生产要素，站在物联交互角度看，以独立实体与应用系统交互的对象，包括生产制程设备、辅助设备、物流设备、测试设备等。

### 3) 设备交互信息

依据ANSI/ISA-S88.01-1995，设备交互信息包括制造控制系统处理的数量（重量、单位等）、参数（比率、温度等等）等流程信息，以及控制器、传感器和执行器的状态、事件、操作、行为等信息。

## 5.2 设备信息建模对象

在电子产品加工过程中，一个加工周期覆盖被加工对象进到被加工对象出，共包括10个环节，见图2。

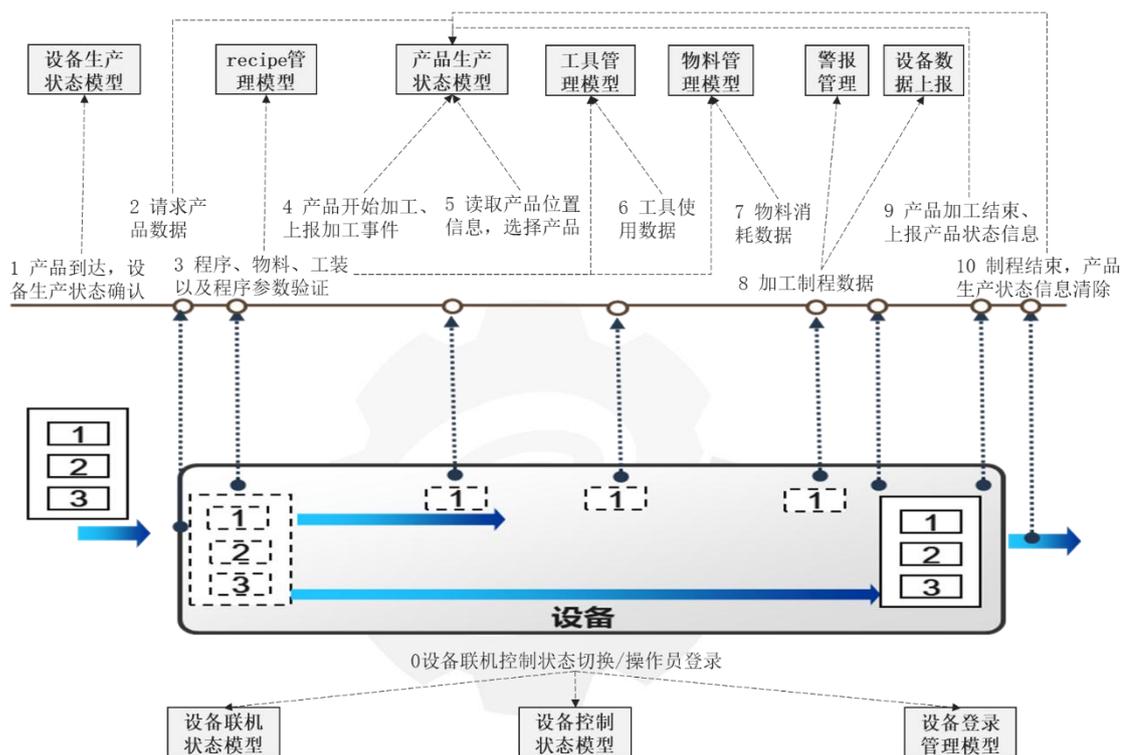


图2 设备交互过程信息建模

本文件信息模型建模架构应符合YD/T 4097-2022相关规定，信息模型描述方法应符合T/CCSA 449-2023相关规定，针对电子装联设备与主机交互的10个环节，涉及10类信息交互模型：

- 设备联机状态模型：定义设备与主机各种可能的联机状态及各状态间相互转换过程的模型；
- 设备控制状态模型：定义设备与主机各种可能的控制状态(OFFLINE/ONLINE-LOCAL/ONLINE-REMOTE)及各种状态间相互转换过程的模型；
- 设备生产状态模型：定义设备各种可能的生产状态(RUN/DOWN/IDLE/PM)及各状态相互转换过程的模型；
- 设备登录状态模型：定义各种可能的登录状态（LOGIN/LOGOUT）及各状态相互转换过程的模型；
- 产品生产状态模型：定义产品被设备加工时，各种可能的加工状态及各状态间相互转换过程的模型；
- 物料管理模型：物料搬运、加载到设备，从设备卸载、搬离的各场景；
- 工具管理模型：工具搬运、加载到设备，从设备卸载、搬离的控制过程；
- Recipe管理模型：用户在设备创建、修改、选中、删除、修改程序参数的控制过程；

- 警报管理模型：设备警报状态机模型定义了设备警报产生和清除两种状态；
- 设备数据上报模型：定义设备上报生产过程数据到主机的各种方式的模型。

## 6 设备信息交互模型

### 6.1 设备联机状态模型

#### 6.1.1 主机请求设备联机

主机向设备发起联机控制请求，当主机试图与设备通讯时，需要通过此请求与设备建立联机关系。

表1 请求联机信息模型

主机	方向	设备
设备联机状态切换请求 establishCommunicationRequest -请求应包括交互的唯一消息ID、设备SN、设备所在站点ID、通讯协议版本号、响应码、设备型号名称、软件版本等信息	>	
	<	设备联机状态切换响应 establishCommunicationReply
	<	设备联机状态上报 equipmentCommunicationStateChanged

#### 6.1.2 设备上报联机状态

当设备的生产条件发生变化时，包括由COMMUNICATING切换成NOT COMMUNICATING，或者由NOT COMMUNICATING切换成COMMUNICATING，设备可以主动切换与主机的联机状态，设备联机状态切换成功后，需要向主机上报变更后的状态。

表2 上报联机信息模型

主机	方向	设备
	<	设备联机状态切换通知 equipmentCommunicationStateChanged -通知应包括交互的唯一消息ID、设备通信状态、设备型号名称、软件版本、响应码等信息

#### 6.1.3 设备|主机请求心跳

设备和主机建立联机后，需要立即启动心跳，以探测联机链路的状态。

设备与主机心跳机制有如下特征：

1. 心跳建议由设备主动发起，或者由主机主动发起，但不建议设备与主机同时发起心跳请求；
2. 心跳的周期由设备供应商与工厂线下约定，不在此规范中定义，缺省心跳周期为1分钟；
3. 心跳丢失后，链路判故障的规则由设备供应商与工厂约定，不在此规范中定义。

表3 请求心跳信息模型

主机	方向		设备
		<	心跳请求 <b>heartbeatRequest</b> -应包括交互的唯一消息ID
心跳响应 <b>heartbeatReply</b>	>		

## 6.2 设备控制状态模型

### 6.2.1 主机请求设备切换控制状态

当主机试图切换与设备的控制状态时，主机向设备发起切换设备控制状态请求。

表4 请求状态切换信息模型

主机	方向		设备
设备控制状态切换请求 <b>equipmentControlStateChangeRequest</b> -应包括交互唯一消息ID、设备控制状态、响应码信息	>		
		<	设备控制状态切换响应 <b>equipmentControlStateChangeReply</b>
		<	设备控制状态上报 <b>equipmentControlStateChanged</b> -应包括交互唯一消息ID、监控方式、设备前置生产状态、设备当前生产状态信息

### 6.2.2 设备上报控制状态

当设备的生产条件发生变化时，包括由OFFLINE切换到ONLINE，或者由ONLINE切换到OFFLINE，设备宜主动切换与主机的控制状态。设备控制状态切换成功后，需要向主机上报变更后的状态。

表5 上报控制状态信息模型

主机	方向		设备
		<	设备控制状态切换通知 <b>equipmentControlStateChanged</b> -应包括交互唯一消息ID、监控方式、设备前置生产状态、设备当前生产状态信息

## 6.3 设备生产状态模型

### 6.3.1 设备生产状态定义

本规范中设备生产状态定义见表6。

表6 生产状态定义

设备状态	子状态（可选）	描述
RUN	SETUP	设备准备中，这包括与工艺相关要求的机器配置、程序、数据、调整等。
	READY	设备准备动作已经完毕，正在等待操作员/主机指令即可开始生产
	EXECUTING	设备正在加工，处于生产作业中
	PAUSE	设备加工还未完成状态下的暂定，正等待下一步执行指令
DOWN	DOWN	设备故障无法正常加工产品，如果设备物联软件能检测到设备故障且能与主机通信，则上报此状态； 如果设备无法上报故障状态，主机也可以根据设备的其它行为推断设备为故障状态。
IDLE	INIT	设备初始化，具备为完成某一加工任务的能力
	IDLE	设备正在等待加工主机加工任务
PM	PM	操作员将设备切换成维护保养状态： 如果设备物联软件能检测到此状态且能与主机通信，则上报此状态； 如果设备无法上报维护保养状态，操作员也可以在主机上将设备设置成维护保养状态。

6.3.2 设备上报生产状态

当设备的生产状态发生变化或者设备由OFFLINE控制模式转换成ONLINE模式时，需要向主机上报生产状态。

表7 上报生产状态信息模型

主机	方向	设备
	<	设备生产状态上报 equipmentProcessStateChanged --应包括交互唯一消息ID、监控方式、工作区编号、设备前置生产状态、设备当前生产状态、响应码信息

6.4 设备登录管理模型

6.4.1 登录状态定义

登录场景指操作员在设备上登录和登出过程，登录状态切换见图3。

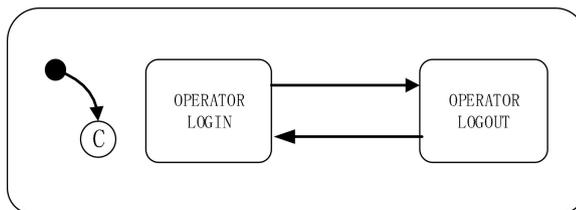


图3 登录状态切换示意图

6.4.2 登录状态上报

当设备上登录状态发生变化或者设备由OFFLINE控制模式转换成ONLINE模式时，需要向主机上报登录状态。

表8 登录管理模型

主机	方向	设备
	<	设备登录状态上报 operatorLoginStateChanged -应包括交互唯一消息ID、监控方式、操作员账号、登录状态、响应码信息

## 6.5 产品生产状态模型

### 6.5.1 产品生产状态定义

产品制造过程指设备加工产品的全过程，从产品加载到设备开始加工，产品离开设备结束加工，对应的产品生产状态切换如下图所示。

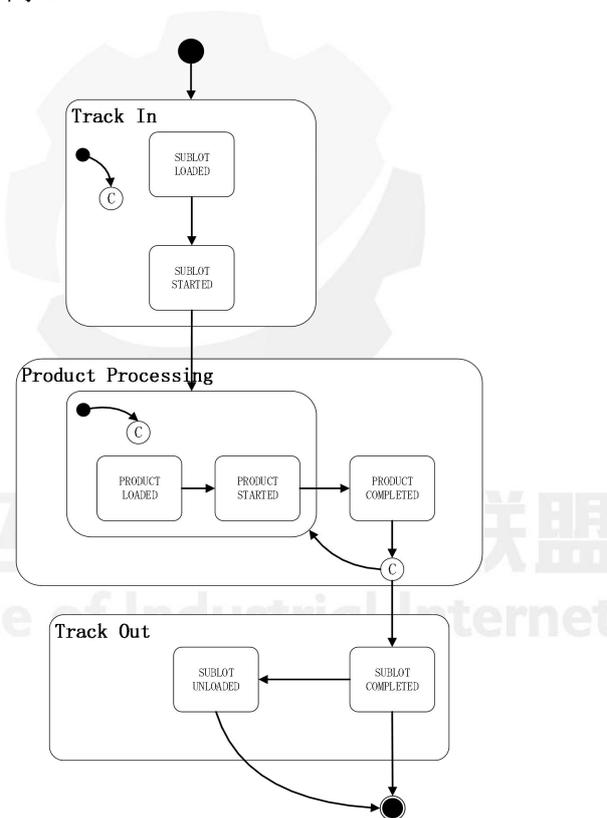


图4 生产状态切换示意图

各状态定义见表9。

表9 生产状态定义

主状态	子状态	说明
Track In	SUBLOT_LOADED	SUBLOT（产品+载具）进入到设备，如果设备没有产品上载的过程，则可以不上报

	SUBLOT_STARTED	设备开始加工载具中的产品
Product Processing	PRODUCT_LOADED	设备将产品从载具取出，放置到待加工位置，此事件是否上报由设备供应商跟华为约定
	PRODUCT_STARTED	设备开始加工产品
	PRODUCT_COMPLETED	设备完成产品加工
Track Out	SUBLOT_COMPLETED	设备加工完载具中的产品
	SUBLOT_UNLOADED	SUBLOT（产品+载具）离开设备，如果设备没有产品下载的过程，则可以不上报

### 6.5.2 产品生产状态上报

产品在设备生产过程中的产品生产状态发生变更时，设备需要向主机上报变更后的状态，包括但不限于：产品/载具编号，Recipe名称、Recipe版本，工装编号等信息。

表10 产品生产状态模型

主机	方向	设备
	<	产品生产状态上报 productProcessStateChanged -应包括交互唯一消息ID、监控方式、产品或产品批次SN、产品加工面标识、产品制程状态、工作区编号、程序、物料清单、工具清单、产品制程结果、响应信息
继续生产指示 continueProcess -应包括交互唯一消息ID、生产上下文信息	>	
终止生产指示 stopProcess -应包括交互唯一消息ID、终止原因、原始异常信息	>	
	<	产品制程数据上报 processDataReport -应包括交互唯一消息ID、产品或者产品批次SN、产品加工面标识、工作区编号、产品制程结果、程序、产品制程数据信息

## 6.6 物料管理模型

### 6.6.1 物料状态定义

物料状态切换见图5。

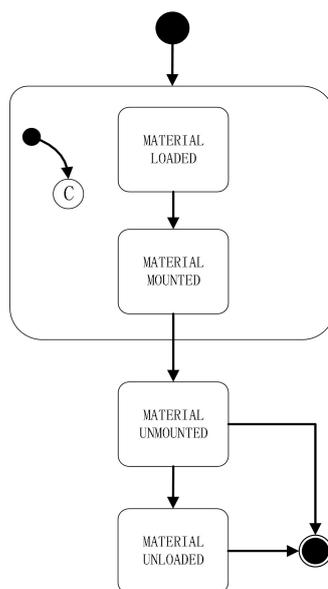


图5 物料状态切换示意图

各状态定义见表11。

表11 物料状态定义

物料状态	说明
MATERIAL LOADED	物料搬运到设备, 如果设备采用人工搬运物料, 则可以不上报此状态
MATERIAL MOUNTED	物料加载到设备
MATERIAL UNMOUNTED	物料从设备卸载
MATERIAL UNLOADED	物料搬离设备, 如果设备采用人工搬运物料, 则可以不上报此状态

### 6.6.2 物料状态上报

当设备执行与物料搬运、上载有关的操作时, 设备可以上报物料的状态给主机, 并根据主机下发的控制指令决定下一步处理。

表12 物料状态上报模型

主机	方向	设备
	<	物料状态变更上报 <b>materialStateChanged</b> -应包括交互唯一消息ID、监控方式、物料SN、上料口编号、物料状态、响应码信息
继续生产指示 <b>continueProcess</b>	>	
终止生产指示 <b>stopProcess</b>	>	

### 6.6.3 物料消耗信息上报

产品生产过程中, 如果产生了物料消耗, 设备需要上报物料的消耗信息。

一般情况下，设备每加工一个产品，上报一次物料消耗信息，特殊情况下允许上报多次。物料消耗需要在设备上报“产品开始生产”之后，上报“产品结束生产”前上报。

表13 物料消耗信息上报模型

主机	方向	设备
	<	物料消耗信息上报 materialConsumptionReport -应包括交互唯一消息ID、产品或者产品批次SN、物料消耗清单信息

### 6.7 工具管理模型

#### 6.7.1 工具状态定义

工具管理状态机切换如下图所示。

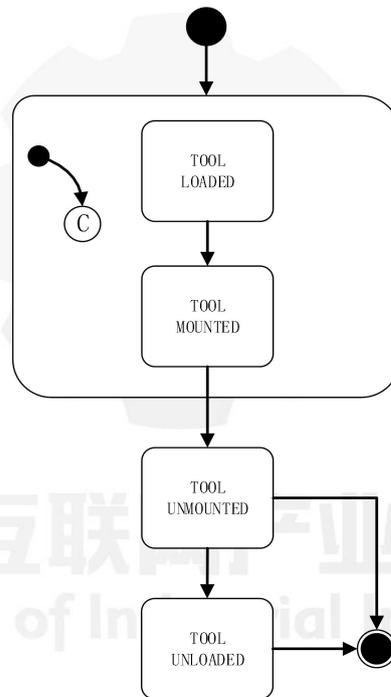


图6 工具管理状态切换示意图

各状态定义见表14。

表14 工具管理状态定义

工具状态	说明
TOOL LOADED	工具搬运到设备，如果设备采用人工搬运工具，则可以不上报此状态
TOOL MOUNTED	工具加载到设备
TOOL UNMOUNTED	工具从设备卸载
TOOL UNLOADED	工具搬离设备，如果设备采用人工搬运工具，则可以不上报此状态

#### 6.7.2 工具管理状态上报

当设备执行与工具搬运、上载有关的操作时，设备可以上报工具的状态给主机，并根据主机下发的控制指令决定下一步的处理。

表15 工具管理状态上报模型

主机	方向	设备
	<	工具状态变更上报 toolStateChanged -应包括交互唯一消息ID、监控方式、工具编号、上载口编号、工具状态、响应码信息
继续生产指示 continueProcess	>	
终止生产指示 stopProcess	>	

### 6.7.3 工具使用状态上报

产品生产过程中，如果产生了工具消耗（如使用次数、QTime等要求），设备需要上报工具的消耗信息。

一般情况下，设备每加工一个产品，上报一次工具消耗信息，特殊情况下允许上报多次。工具消耗需要在设备上报“产品开始生产”之后，上报“产品结束生产”前上报。

表16 工具使用状态模型

主机	方向	设备
	<	工具使用信息上报 toolUsageReport -应包括交互唯一消息ID、产品SN、工具使用信息

## 6.8 Recipe 管理

### 6.8.1 Recipe 状态定义

Recipe管理状态切换见图7。

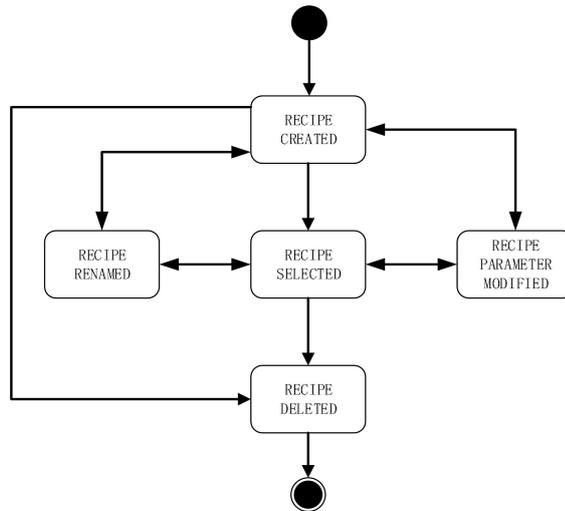


图 7 Recipe 管理状态切换示意图

各状态定义见表17。

表17 Recipe管理状态定义

程序状态	说明
RECIPE CREATED	操作员在设备上创建程序
RECIPE SELECTED	操作员在设备上选择程序，准备用此程序进行生产
RECIPE DELETED	操作员从设备上删除了程序
RECIPE RENAMED	操作员在设备重命名了程序
RECIPE PARAMETER MODIFIED	操作员在设备上修改了程序参数

### 6.8.2 Recipe 状态上报

当操作员在在设备上创建、修改（重命名或修改程序参数）、删除、选择程序时，设备需要上报 RECIPE状态变更的事件。

表18 Recipe状态上报模型

主机	方向	设备
程序切换请求 RecipeSelectRequest -应包括交互唯一消息ID、程序、响应码信息	>	
	<	程序切换响应 RecipeSelectReply
	<	程序状态变更上报 RecipeStateChanged -应包括交互唯一消息ID、监控方式、程序、程序状态、程序体、响应码信息

### 6.8.3 主机查询设备 Recipe 信息

主机向设备发起Recipe参数查询请求，获取设备上指定Recipe的参数信息，主机获取到的Recipe参数信息通常有如下用途：

- 1) Recipe应用管系统对设备Recipe参数进行校验，校验其合法性；
- 2) Recipe应用管理系统在主机侧保存Recipe参数信息，供设备下载。

表19 主机向设备查询Recipe参数模型

主机	方向		设备
程序参数查询请求 <b>RecipeParameterRequest</b> -应包括交互唯一消息ID、程序、响应码、程序体信息	>		
		<	程序参数查询响应 <b>RecipeParameterReply</b>

#### 6.8.4 设备查询主机 Recipe 信息

设备向主机发起Recipe参数查询请求，获取主机上指定Recipe的参数信息(俗称Recipe下载)，设备获取到的Recipe参数信息通常会被用作产品加工处理。

表20 设备向主机查询Recipe参数模型

主机	方向		设备
		<	程序参数查询请求 <b>RecipeParameterRequest</b> -应包括交互唯一消息ID、程序、响应码、程序体信息
程序参数查询响应 <b>RecipeParameterReply</b>	>		

#### 6.8.5 主机请求设备选择 Recipe

主机向设备发送Recipe选择请求，请求设备采用主机下发的Recipe作为产品生产使用的Recipe。

表21 主机向设备发送Recipe选择请求模型

主机	方向		设备
程序切换请求 <b>RecipeSelectRequest</b> -应包括交互唯一消息ID、程序、响应码信息	>		
		<	程序切换响应 <b>RecipeSelectReply</b>
		<	程序状态变更上报 <b>RecipeStateChanged</b> -应包括交互唯一消息ID、监控方式、程序体、程序状态、程序、响应码信息

### 6.8.6 主机请求设备修改 Recipe 参数

主机向设备发送Recipe参数修改请求，请求设备采用主机下发的Recipe参数来生产产品。

表22 主机向设备发送Recipe修改请求模型

主机	方向		设备
程序参数设置请求 RecipeParameterSetRequest -应包括交互唯一消息ID、程序、请求修改的程序体、响应码信息	>		
		<	程序参数设置响应 RecipeParameterSetReply

## 6.9 警报管理

### 6.9.1 警报状态上报

当设备上产生或者清除警报时，需要上报警报状态变更事件。

表23 警报状态上报模型

主机	方向		设备
		<	警报上报 alarmReport -应包括交互唯一消息ID、严重级别、警报状态、警报类别及警报描述信息

## 6.10 设备数据上报

### 6.10.1 场景说明

设备数据上报的业务场景包括：

- 主机查询设备数据；
- 主机下发设备数据采集任务；
- 设备周期性上报设备数据。

### 6.10.2 设备数据查询

主机可以根据北向数字化应用的需要，临时向设备发起数据查询请求，获取设备数据。

表24 设备数据查询模型

主机	方向		设备
设备数据查询 equipmentDataRequest -应包括交互唯一消息ID、设备数据类型、设备数据名称清单、响应码、设备数据项值清单信息	>		

		<	设备数据查询响应 equipmentDataReply
--	--	---	--------------------------------

### 6.10.3 设备采集任务下发

主机可以根据北向数字化应用的需要，向设备发起数据采集任务，请求设备周期性上报设备数据。任务请求中包含采集频率、采集次数、数据项列表等关键信息。

表25 设备采集任务下发模型

主机	方向		设备
设备采集任务下发 equipmentDataTraceRequest -应包括交互唯一消息ID、跟踪任务ID、采样周期、采样数量（计划）、采集数据包大小、设备数据项名称、响应码信息	>		
		<	设备采集任务下发响应 equipmentDataTraceReply

### 6.10.4 设备数据周期性上报

在以下两种情况下，设备需要周期性地向主机上报设备数据。

- 主机下发了设备数据采集任务且设备响应了成功；
- 设备跟主机线下约定了设备数据上报的频率、次数、数据项列表。

表26 设备数据周期性上报模型

主机	方向		设备
设备数据周期性上报请求 enableEventReportRequest -应包括交互唯一消息ID、设备事件数组（事件类型、事件名称、响应方式）、响应码信息	>		
		<	设备数据周期性上报响应 enableEventReportReply

### 6.10.5 产品制程数据上报

设备在加工完某个产品后，在上报PRODUCT-COMPLETED状态前，可以向主机上报产品的制程数据。产品制程数据的详细信息跟设备类型以及设备加工的产品相关，需要跟设备单独约定，不在本规范定义范围内。

表27 产品制程数据上报模型

主机	方向		设备
		<	产品制程数据上报 equipmentDataReport -应包括交互唯一消息ID、跟踪任务ID、采集数量（实际）、采样时间、

			设备数据项名称信息
--	--	--	-----------

## 7 设备信息交互数据字典

### 7.1 数据类型

本规范中引用的参数数据类型，可用JSON、XML、YAML语法进行定义。

### 7.2 参数类别

本规范中使用的参数有如下类别。

设备参数：设备的固有属性；

交互参数：设备信息交互过程涉及的参数信息；

产品参数：设备生产过程中，加工产品的基本属性，加工状态等；

程序参数：设备生产产品使用的程序名，版本、状态、程序体等；

物料参数：产品生产过程中所需要的物料清单、物料上载位置、物料类型、物料状态等；

工具参数：产品生产过程中所需要的工具清单、工具的上载位置、状态等；

操作员参数：操作员登录的账号及登录状态；

告警参数：设备产生的告警信息；

设备数据上报参数：设备根据主机要求上报的数据信息。

### 7.3 设备参数

#### 7.3.1 communicationState 设备通信状态

设备通信状态见表28。

表28 设备通信状态

字典描述	设备通信状态
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	{“DISABLED”   “NOT_COMMUNICATING”   “WAIT_CR_FROM_HOST”   “WAIT_CRA”   “WAIT_DELAY”   “COMMUNICATING” } ， 其中“NOT_COMMUNICATING”、“COMMUNICATING”是必选项。
举例	“COMMUNICATING”

#### 7.3.2 equipmentSn 设备 SN

设备SN见表29。

表29 设备SN

字典描述	设备编号
数据类型	String
长度	不超过512字符
赋值说明	设备与主机对接时由工厂提供给设备供应商

举例	PMALST002
----	-----------

### 7.3.3 dataClass 设备数据类型

设备数据类型见表30。

表30 设备数据类型

字典描述	设备数据类型
数据类型	String
长度	不超过512字符
赋值说明	设备数据查询时，可带此参数来查找设备特定类型的数据 取值可为“ESV”或“SV”。
举例	SV

### 7.3.4 equipmentModelName 设备型号名称

设备型号名称见表31。

表31 设备型号名称

字典描述	设备型号名称
数据类型	String
长度	不超过512字符
赋值说明	设备与主机建立通信连接时，由设备上报或返回给主机
举例	“WB 380”

### 7.3.5 softwareVersion 软件版本

软件版本见表32。

表32 软件版本

字典描述	设备软件版本
数据类型	String
长度	不超过512字符
赋值说明	设备与主机建立通信连接时，由设备上报或返回给主机
举例	“WB V1.0”

### 7.3.6 controlState 设备控制状态

设备控制状态见表33。

表33 设备控制状态

字典描述	设备与主机之间的控制状态
数据类型	String
长度	不超过512字符
赋值说明	{“OFFLINE”   “EQUIPMENT_OFFLINE”   “HOST_OFFLINE”   “ATTEMPT_ONLINE”   “LOCAL”   “REMOTE” }
举例	“REMOTE”

### 7.3.7 processState 设备生产状态

设备生产状态见表34。

表34 设备生产状态

参数	必要性	说明
state	M	设备生产主状态
subState	M	设备生产子状态

## 7.3.7.1 state 设备生产主状态

设备生产主状态见表35。

表35 设备生产主状态

字典描述	设备生产主状态
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	{"RUN" "DOWN" "IDLE" "PM"}
举例	"PM"

## 7.3.7.2 subState 设备生产子状态

设备生产子状态见表36。

表36 设备生产子状态

字典描述	设备生产子状态
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	允许供应商与厂家自定义，建议值如下： 当主状态为"RUN"时，子状态可以是："SETUP" "READY" "EXECUTING" "PAUSE"； 当主状态为"DOWN"时，子状态为：null； 当主状态为"PM"时，子状态为：null； 当主状态为"IDLE"时，子状态可以是："INIT" "IDLE"。
举例	"SETUP"

## 7.3.8 preProcessState 设备前置生产状态

当有设备生产状态变更时，变更前的设备生产状态；具体定义参见7.3.7。

## 7.3.9 curProcessState 设备当前生产状态

当有设备生产状态变更时，变更前的设备生产状态；具体定义参见7.3.7。

## 7.3.10 eventList 设备事件数组

设备事件数组见表37。

表37 设备事件数组

参数	必要性	说明
eventType	M	事件类型

eventName	O	事件名称, 如果不携带, 表示订阅同一个eventType下的所有事件
monitorMode	M	事件监控处理方式

### 7.3.10.1 eventType 事件类型

事件类型见表38。

表38 事件类型

字典描述	设备生产过程中产生的事件分类
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	{"MATERIAL_STATE" "RECIPE_STATE" "PRODUCT_PROCESS_STATE" "EQUIPMENT_PROCESS_STATE" "OPERATOR_LOGIN_STATE" "TOOL_STATE"}
举例	"PRODUCT_PROCESS_STATE"

### 7.3.10.2 eventName 事件名称

事件名称见表39。

表39 事件名称

字典描述	设备生产过程中产生的事件名称
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	<ul style="list-style-type: none"> <li>当"eventType"为"MATERIAL_STATE","eventName"具体定义参见materialState,为物料状态中的一种;</li> <li>当"eventType"为"RECIPE_STATE","eventName"具体定义参见RecipeState,为Recipe状态中的一种;</li> <li>当"eventType"为"PRODUCT_PROCESS_STATE","eventName"具体定义参见productState,为产品状态中的一种;</li> <li>当"eventType"为"EQUIPMENT_PROCESS_STATE","eventName"具体定义参见processState,为设备生产状态中的一种;</li> <li>当"eventType"为"OPERATOR_LOGIN_STATE","eventName"具体定义参见loginState,为登录状态中的一种;</li> <li>当"eventType"为"TOOL_STATE","eventName"具体定义参见toolState,为工具状态中的一种。</li> </ul>
举例	"SUBLOT_LOADED"

### 7.3.11 workspaceNo 工作区编号

工作区编号见表40。

表40 工作区编号

字典描述	设备工作区的编号
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	工作区可以是轨道, CHAMBER, 子模块, 工作台等, 具体取值由厂家和供应商约定
举例	"01"

## 7.4 交互参数

### 7.4.1 messageId 消息 ID

消息ID见表41。

表41 消息ID

字典描述	消息的唯一标识，如果是请求-响应类型的消息，请求和响应消息的messageId相同。
数据类型	String
长度	32字符
赋值说明	UUID不带”_”，由请求或者通知的发起方生成
举例	“cc46e9b9ebca48b9a2ec6f24ecb0875f”

### 7.4.2 siteId 站点 ID

站点ID见表42。

表42 站点ID

字典描述	设备所在的工厂编号
数据类型	Number – 可转换成4字节无符号整数
长度	4字节
赋值说明	设备与主机对接前，由厂方指定
举例	68

### 7.4.3 monitorMode 监控方式

监控方式见表43。

表43 监控方式

字典描述	标识设备上报状态时，是否需等待主机下发控制指令
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	NOTIFY: 设备无需等待主机下发控制指令 INTERRUPT: 设备需要等待主机下发控制指令
举例	“NOTIFY”

### 7.4.4 cause 终止原因

终止原因见表44。

表44 终止原因

字典描述	设备终止生产原因
数据类型	String
长度	不超过32字符

赋值说明	设备与主机对接前，由厂方指定
举例	“040001” – 设备联机状态非法，建议按照如上十类场景分类定义代码

#### 7.4.5 rawExceptionInfo 原始异常信息

原始异常信息见表45。

表45 原始异常信息

字典描述	原始异常信息
数据类型	String
长度	不超过65535字符
赋值说明	当主机根据北向数字化应用返回的服务响应决定需要终止 暂停生产时，主机通过此参数携带北向应用返回的错误信息。
举例	以下信息是当主机请求产品进站，物料不齐套时，MES+返回的错误信息： {"status":"500","code":"A0100061","message":"物料03790001(MES01)没有上料,请上载物料!"}

#### 7.4.6 protocolVersion 协议版本号

协议版本号见表46。

表46 协议版本号

字典描述	设备与主机通信时，采用的协议版本号
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	协议落地过程中会存在适配性修改，历史版本需要记录，企业可自定义
举例	“4.0”

#### 7.4.7 textMessage 文本信息

文本信息见表47。

表47 文本信息

字典描述	文本信息
数据类型	String
长度	不超过1024字符
赋值说明	设备与主机信息交互的文本信息
举例	“设备当前电流过大”

#### 7.4.8 replyCode 响应码

响应码见表48。

表48 响应码

字典描述	服务请求响应码
数据类型	String

长度	8字符
赋值说明	建议按“AABBCCCC”格式赋值，与上7.3.5对应。 AA: 业务场景编码 BB: 服务请求编码 CCCC: 服务执行结果编码
举例	“01011000”（设备已联机，无需重新联机）

#### 7.4.9 time 时间

时间见表49。

表49 时间

字典描述	时间
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	16位时间格式：YYYYMMDDhhmmssSS YYYY = Year                    0000-9999 MM = Month                    01-12 DD = Day                        01-31 hh = Hour                       00-23 mm = Minute                    00-59 ss = Second                    00-59 SSS = Millisecond              00-99
举例	“2023051614013699”

#### 7.5 产品制程参数

##### 7.5.1 productSn 产品或者产品批次 SN

产品或者产品批次SN见表50。

表50 产品或者产品批次SN

参数	必要性	说明
Type	M	SN类型，产品SN或产品批次SN
Value	M	SN值
Position	C	产品在批次中的顺序号
C: 当需要用托盘sn + 位置号唯一标识产品的时候需要填充		

##### 7.5.1.1 Type

Type见表51。

表51 Type

字典描述	SN类型，产品SN或产品批次SN
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	{“PRODUCT_SN” “SUBLOT_SN”} 如果产品可以管控到单粒，填“PRODUCT_SN”;如果只能管控产品批次，填“SUBLOT_SN”
举例	“SUBLOT_SN”

### 7.5.1.2 Value

Value见表52。

表52 Value

字典描述	PRODUCT_SN值或SUBLOT_SN值
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	产品SN值或产品批次SUBLOT_SN
举例	“102327126742”

### 7.5.1.3 Position

Position见表53。

表53 Position

字典描述	产品在批次中的顺序号
数据类型	Number – 可转换成4字节无符号整数
长度	4字节
赋值说明	产品在批次的顺序号。 如果设备将产品载具SN作为产品批次，则可以用载具的位置号表示产品在批次中的顺序号。
举例	1

### 7.5.2 productLayer 产品加工面标识

产品加工面标识见表54。

表54 产品加工面标识

字典描述	产品加工面标识
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	产品加工面标识: “B” – Bottom, 底面 “T” – Top, 顶面 “S” – Single, 单加工面产品, 不区分顶面和底面

举例	“T”
----	-----

### 7.5.3 productState 产品制程状态

产品制程状态见表55。

表55 产品制程状态

字典描述	产品制程状态
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	{“SUBLOT_LOADED”   “SUBLOT_STARTED”   “PRODUCT_LOADED”   “PRODUCT_STARTED”   “PRODUCT_COMPLETED”   “SUBLOT_COMPLETED”   “SUBLOT_UNLOADED”} 具体定义参见6.5.1章节产品生产状态定义。
举例	“SUBLOT_STARTED”

### 7.5.4 processData 产品制程数据

产品制程数据见表56。

表56 产品制程数据

字典描述	产品制程数据
数据类型	JSON数据项列表(Array)
长度	JSON数据项的总数（如果存在嵌套，则应统计父子项目的所有条目数）不超过1024个
赋值说明	产品的制程数据由供应商与工厂约定，不在此规范中定义。 在遵从JSON规范的基础上，产品制程数据项应遵守如下约定： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 数据项的key只支持ASCII码表中定义的可见字符。</li> <li>- 数据项的value支持任意类型的可见字符，但不推荐使用中文字符。</li> <li>- 如果存在Object Array两种数据的互相嵌套，嵌套的层数不能超过3层。</li> </ul>
举例	<pre>"temperature-1": "100", "temperature-2": {   "dimensionType": "temperature",   "value": "100",   "unit": "°C" }</pre>

### 7.5.5 contextData 生产上下文信息

生产上下文信息见表57。

表57 生产上下文信息

字典描述	产品制程上下文
数据类型	JSON数据项列表(Array)
长度	JSON数据项的总数（如果存在嵌套，则应统计父子项目的所有条目数）不超过1024个
赋值说明	产品的制程数据由设备供应商与工厂约定，不在此规范中定义。

	<p>在遵从JSON规范的基础上，产品制程上下文项应遵守如下约定：</p> <p>a) 数据项的key只支持ASCII码表中定义的可见字符；</p> <p>b) 数据项的value支持任意类型的可见字符，但不推荐使用中文字符；</p> <p>c) 如果存在Object Array两种数据的互相嵌套，嵌套的层数不能超过3层。</p>
举例	<p>常见的生产上下文信息包括：</p> <p>a) 产品SN（北向应用分配的SN）；</p> <p>b) 物料 产品 载具。</p>

### 7.5.6 processResult 产品制程结果

产品制程结果见表58。

表58 产品制程结果

参数	必要性	说明
code	U-M	结果编码。建议2位数字字符，具体编码由设备供应商与工厂约定，不在此规范中定义
defectList	U-O	缺陷列表。产品的制程缺陷清单由设备供应商与工厂约定，不在此规范中定义

## 7.6 程序参数

### 7.6.1 Recipe 程序

Recipe程序见表59。

表59 Recipe程序

参数	必要性	说明
name	M	设备加工产品使用的程序名，不超过512字符，如“Wire Binding”
version	M	设备加工产品使用的程序版本，不超过64字符，如V1.0”

### 7.6.2 RecipeState 程序状态

程序状态见表60。

表60 程序状态

字典描述	程序状态
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	{“CREATED”   “DELETED”   “RENAMED”   “PARAMETER_MODIFIED”   “SELECTED”}
举例	“CREATED”

### 7.6.3 RecipeBody 程序体

程序体见表61。

表61 程序体

参数	必要性	说明
formattedBody	C	格式化的程序体
nonFormattedBody	C	非格式化的程序体
fileBody	C	文件格式的程序体
C: 当程序中包含此种类型的程序体时可以填写, 一个程序可以包括1~3任意种类型的程序体。		

## 7.7 物料参数

### 7.7.1 materialList 物料清单

物料清单见表62。

表62 物料清单

参数	必要性	说明
materialSn	M	物料的SN或PSN
portNo	0	上料口

### 7.7.2 materialSn 物料 SN

物料SN见表63。

表63 物料SN

参数	必要性	说明
type	M	SN类型, 物料SN或物料批次PSN
value	M	SN值或PSN值

### 7.7.3 portNo 上料口编号

上料口编号见表64。

表64 上料口编号

字典描述	上料口编号
数据类型	Number – 可转换成4字节无符号整数
长度	4字节
赋值说明	设备的上料口编号, 由设备定义并赋值
举例	1

### 7.7.4 materialState 物料状态

物料状态见表65。

表65 物料状态

字典描述	物料状态
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	{“LOADED” “MOUNTED” “UNMOUNTED” “UNLOADED”}, 其中“MOUNTED” “UNMOUNTED”为必要项。 具体信息请参见6.6章节关于物料状态定义。
举例	“MOUNTED”

### 7.7.5 materialComsuptionList 物料消耗清单

物料消耗清单见表66。

表66 物料消耗清单

参数	必要性	说明
materialSn	M	物料SN
portNo	M	上料口
consumedQty	M	消耗数量
thrownQty	M	抛料数量
consumedMTLTransferMap	O	物料消耗转移图。 用来记录设备取物料的原始位置（如：坐标）和设备放置物料的目标位置（如：产品贴片位置号）
thownMTLTransferMap	O	物料抛料转移图。 用来记录设备取物料的原始位置（如：坐标）

## 7.8 工具参数

### 7.8.1 toolList 工具清单

工具清单见表67。

表67 工具清单

参数	必要性	说明
toolSn	M	工具的SN
portNo	O	上载口

### 7.8.2 toolSn 工具编号

工具编号见表68。

表68 工具编号

字典描述	工具编号
数据类型	String
长度	不超过64字符

赋值说明	英文可见字符，由工厂编号，由设备自动读取或者由操作员手工录入
举例	“GZ362041SN0000041006”

### 7.8.3 portNo 上载口编号

上载口编号见表69。

表69 上载口编号

字典描述	上载口编号
数据类型	Number – 可转成4字节无符号整数
长度	4字节
赋值说明	设备的上载口编号，由设备定义并赋值
举例	1

### 7.8.4 toolState 工具状态

工具状态见表70。

表70 工具状态

字典描述	物料状态
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	{“LOADED” “MOUNTED” “UNMOUNTED” “UNLOADED”} 具体信息请参见：工具状态定义请参见本规范6.7章节内容。
举例	“LOADED”

## 7.9 操作员参数

### 7.9.1 operatorAccount 操作员账号

操作员账号见表71。

表71 操作员账号

字典描述	操作员账号
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	英文可见字符，操作员用于登录设备工控机的账号
举例	“John Smith”

### 7.9.2 loginState 登录状态

登录状态见表72。

表72 登录状态

字典描述	登录状态
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	“LOGIN”：已登录 “LOGOUT”：已登出
举例	“LOGIN”

## 7.10 告警参数

### 7.10.1 alarmId 告警 ID

告警ID见表73。

表73 告警ID

字典描述	设备上报的告警编号
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	可见字符，设备与主机对接前，由设备供应商与厂方约定
举例	“010008”

### 7.10.2 alarmCategory 告警类别

告警类别见表74。

表74 告警类别

字典描述	设备上报的告警类别
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	<p>"Not used" --未使用</p> <p>"Personal safety" --人员安全</p> <p>"Equipment safety" --设备安全</p> <p>"Parameter control warning" --参数控制告警</p> <p>"Parameter control error" --参数控制错误</p> <p>"Irrecoverable error" --不可恢复的错误</p> <p>"Equipment status warning" --设备状态告警</p> <p>"Attention flags" --警示标示</p> <p>"Data integrity" --数据完整性警示</p> <p>"Other categories" --其他分类</p> <p>可自定义，建议按照如上划分</p>
举例	"Personal safety"

### 7.10.3 alarmSeverity 告警严重程度

告警严重程度见表75。

表75 告警严重程度

字典描述	告警的严重程度
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	“I”: informational --警示 “W”: warning --一般告警 “A”: alerting --严重告警 “F”: fatal --致命告警
举例	“I”

## 7.10.4 alarmState 告警状态

告警状态见表76。

表76 告警状态

字典描述	设备上报的告警状态
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	“SET” --告警产生 “CLEAR” --告警清除
举例	“SET”

## 7.10.5 alarmText 告警描述

告警描述见表77。

表77 告警描述

字典描述	设备上报的告警描述
数据类型	String
长度	不超过64字符
赋值说明	描述设备产生此告警的原因，由设备自定义
举例	“进料口舱门被打开”

## 7.10.6 alarmInstanceId 告警实例标识

告警实例标识见表78。

表78 告警实例标识

字典描述	设备上报的告警实例标识
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	如果同一个alarmId的告警允许上报多次，则用此字段标识特定的告警实例，由设备

	生成并保证唯一性。
举例	“549802”

## 7.11 设备数据上报参数

### 7.11.1 traceId 跟踪任务 ID

跟踪任务ID见表79。

表79 跟踪任务ID

字典描述	设备数据上报跟踪任务ID
数据类型	Number – 可转换成4字节无符号整数
长度	4字节
赋值说明	主机下发跟踪任务时，由主机指定，同一台设备不同跟踪任务ID不能重复
举例	1

### 7.11.2 totalSample 采样数量(计划)

采样数量(计划)见表80。

表80 采样数量(计划)

字典描述	设备数据采样数量（计划）
数据类型	Number – 可转成4位无符号整数
长度	4字节
赋值说明	由主机下发采集任务时赋值
举例	1024

### 7.11.3 samplePeriod 采样周期

采样周期见表81。

表81 采样周期

字典描述	设备数据采样周期
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	主机按”hhmmsscc”格式赋值
举例	“00000100”

### 7.11.4 reportGroupSize 采样数据包大小

采样数据包大小见表82。

表82 采样数据包大小

字典描述	设备数据采样包中的样本数量
数据类型	Number – 可转换成4字节无符号整数

长度	4字节
赋值说明	由主机下发采集任务时赋值
举例	“00000100”

#### 7.11.5 sampleNumber 采样数量(实际)

采样数量(实际)见表83。

表83 采样数量(实际)

字典描述	设备数据采样数量（实际）
数据类型	Number – 可转成4位无符号整数
长度	4字节
赋值说明	由设备上报样本数据时赋值
举例	1024

#### 7.11.6 sampleTime 采样时间

采样时间见表84。

表84 采样时间

字典描述	设备数据采样时间
数据类型	String
长度	不超过32字符
赋值说明	由设备上报样本数据时赋值
举例	“2023040911193500”

#### 7.11.7 equipmentDataNameList 设备数据项名称列表

设备数据项名称列表见表85。

表85 设备数据项名称列表

字典描述	设备数据项名称
数据类型	Array of string
长度	最大数据项名称个数：1024； 数据项名称最大长度：128。
赋值说明	设备接入主机时，由设备供应商与工厂约定，不在此规范中定义。
举例	[“pressure”, “temperature”, “duration”]

#### 7.11.8 equipmentDataValueList 设备数据项值列表

设备数据项值列表见表86。

表86 设备数据项值列表

字典描述	设备数据项清单
------	---------

数据类型	JSON数据项列表(Array)
长度	JSON数据项的总数（如果存在嵌套，则需统计父子项目的所有条目数）不超过1024个
赋值说明	<p>设备数据项由供应商与工厂约定，不在此规范中定义。</p> <p>在遵从JSON规范的基础上，设备数据项需遵守如下约定：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 数据项的key只支持ASCII码表中定义的可见字符。</li> <li>- 数据项的value支持任意类型的可见字符，但不推荐使用中文字符。</li> <li>- 如果存在Object Array两种数据的互相嵌套，嵌套的层数不能超过3层。</li> </ul>
举例	<pre>"temperature-1": "100", "temperature-2": {   "dimensionType": "temperature",   "value": 100,   "unit": "°C" }</pre>



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

附录 A

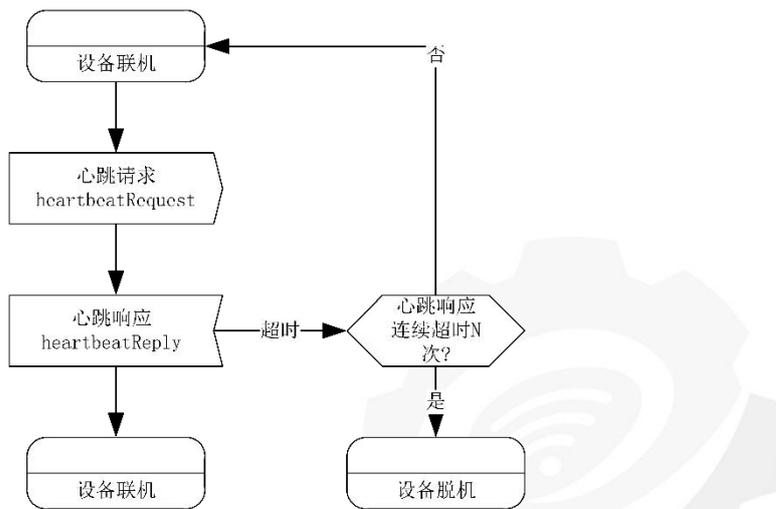
(资料性)

XX设备上报心跳样例

【场景】

设备在联机状态下，需要周期性上报心跳请求，心跳周期可配置，缺省1分钟。如果设备接收心跳响应连续超时N次，则设备判定与主机的连接已断开。最大超时次数“N”可以配置，缺省为3次。

【交互逻辑】



【交互信息模型】

A) 前置条件

设备联机状态为“联机”（COMMUNICATING）。

B) 交互过程

主机	方向	设备
	<	心跳请求 heartbeatRequest
心跳响应 heartbeatReply	>	

C) 后置处理

设备和主机根据心跳的丢失情况，判断设备与主机的链路是否故障。如果判断链路故障，需要通知到应用层执行相应的处理，如上实例中出现超时后进行三次尝试仍然超时，在主机侧将设备联机状态置为“脱机”（NOT COMMUNICATING）。