

KSSJ/YY15-2023

智能化矿山数据融合共享 矿山安控类机器人数据共享规范

Intelligent mine data fusion and sharing

Data sharing specifications for safety control robots of mine

国家矿山安全监察局
2023年6月

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. 时间戳 Timestamp.....	2
3.2. 状态数据 Status Data.....	2
3.3. 控制命令数据 Control Command Data.....	2
3.4. 配置数据 Configuration Data.....	2
3.5. 系统元数据 System Metadata.....	2
3.6. 设备元数据 Device Metadata.....	2
3.7. 服务元数据 Service Metadata.....	2
3.8. 状态元数据 Status Metadata.....	2
3.9. 控制命令元数据 Control Command Metadata.....	3
3.10. 配置元数据 Configuration Metadata.....	3
3.11. 信号数据 Signal Data.....	3
3.12. 日志数据 Log Data.....	3
4. 缩略语.....	3
5. 网络架构.....	4
5.1. 感知层.....	4
5.2. 传输层.....	5
5.3. 应用层.....	5
6. 数据内容.....	6
6.1. 状态数据.....	6
6.2. 控制命令数据.....	6
6.3. 配置数据.....	7
6.4. 系统元数据.....	7
6.5. 信号数据.....	9

6.6. 日志数据.....	10
7. 数据共享方式.....	10
附 录 A（规范性附录） 数据字典.....	11
附 录 B（规范性附录） 共享方式的 RESTful APIs 实现.....	13
附 录 C（规范性附录） 共享方式的 MQTT 实现.....	26
附 录 D（规范性附录） 共享方式的 Modbus-TCP 实现.....	40

前 言

本文件参照 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。

本文件起草单位：中信重工开诚智能装备有限公司、中国中煤能源集团有限公司、中国矿业大学（北京）、中煤信息技术（北京）有限公司、应急管理部信息研究院、国家电投集团科学技术研究院、国家电投集团内蒙古能源有限公司、山东能源集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、中国华电集团有限公司、陕西煤业化工集团有限责任公司、中国矿业大学、西安科技大学、中国煤矿机械装备有限责任公司、中煤集团山西有限公司、中煤电气有限公司、云鼎科技股份有限公司、陕煤集团神木张家峁矿业有限公司、国能数智科技开发（北京）有限公司、华电煤业集团有限公司、华电煤业集团数智技术有限公司、中煤科工集团沈阳研究院有限公司、中煤科工机器人科技有限公司、山西戴德测控技术有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司、徐州北矿智能科技有限公司、上海山源电子科技股份有限公司。

本文件技术指导：葛世荣、张忠温、杨克虎、赵文豪、王海春、丁震、杜将武、樊九林、邓文革、张朝平。

本文件主要起草人：裴文良、蔡峰、胡而已、王陈书略、包晓波、严海鹏、黄韶杰、王前、张冬阳、杜群猛、张虎、张旭、王一帆、秦卫卫、张伟、赵宇波、韩培强、刘忠、唐超权、李允旺、毛清华、薛旭升、宋振铎、迟焕磊、云涛、王景阳、唐黎明、刘波、王斌、高彬、郑耀涛、徐金陵、黄金、陈帅领、姜宇、李亚宁、张帆、王苏、李雨潭、张传金、李秀文。

智能化矿山数据融合共享 矿山安控类机器人数据共享规范

1. 范围

本文件规定了矿山安控类机器人数据共享的总体原则和要求，并规定了安控类机器人数据信息的协议类型、编码方式、数据格式的要求。本标准适用于安控类机器人数据共享标准，也可作为其它机器人数据共享的参照。

本文件适用于矿山安控类机器人系统相关软件产品的设计、开发、选型和实施，可作为企业选择或评价矿山安控类机器人系统时的评测依据。

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本文件必不可少的条款。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；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 18391.1-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第1部分：框架

GB/T 18391.2-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第2部分：分类

GB/T 18391.3-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第3部分：注册系统元模型与基本属性

GB/T 18391.4-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第4部分：数据定义的形成

GB/T 18391.5-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第5部分：命名和标识原则

GB/T 18391.6-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR）第6部分：注册

GB/T 20519-2006 信息安全技术 公钥基础设施 特定权限管理中心技术规范

《煤矿机器人重点研发目录》2019年 第1号

《安控类机器人监控平台 分类及参考体系结构》

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1. 时间戳 Timestamp

采用 Unix 时间戳形式，从1970年1月1日 UTC 的 Unix Epoch 开始计数，是一个特定时间与 Unix Epoch 之间的秒数。

[GB/T 20519-2006]

3.2. 状态数据 Status Data

机器人系统自身的状态数据，及感知类业务数据。

3.3. 控制命令数据 Control Command Data

控制机器人执行业务功能的数据，包含请求数据和响应数据。根据机器人业务类型不同，包括移动、行走、检测、接管、排水、掏槽等。

3.4. 配置数据 Configuration Data

配置数据是指调整机器人系统、业务功能的数据，根据机器人业务类型不同，包括系统网络地址、传感器阈值等。

3.5. 系统元数据 System Metadata

描述了机器人的设备信息、支持的服务、可提供的状态数据、支持的控制命令、可配置的参数。

[GB/T 18391.1-2009~GB/T 18391.6-2009]

3.6. 设备元数据 Device Metadata

描述机器人的设备信息，如生产厂家、设备型号、出厂编号。

3.7. 服务元数据 Service Metadata

描述机器人支持的服务（如视频流服务、语音对讲服务、FTP服务）及接入服务的必要配置、通讯参数。

3.8. 状态元数据 Status Metadata

描述机器人支持输出的状态数据。

3.9. 控制命令元数据 Control Command Metadata

描述机器人支持的控制命令。

3.10. 配置元数据 Configuration Metadata

描述机器人支持的配置参数。

3.11. 信号数据 Signal Data

状态数据发生变化后主动上报的数据。如机器人系统自身状态变化：电池电量低、自动导航结束；如感知类业务数据变化：有害气体浓度超限/恢复正常、围岩断面检测结果生成、皮带运行参数检测结果生成等。

3.12. 日志数据 Log Data

机器人运行过程中的运行日志。

4. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

UTF-8：8 位元统一码格式转换（8-bit Unicode Transformation Format）

OSI：开放式系统互联（Open System Interconnection）

4G：第四代移动通信技术（the 4th generation mobile communication technology）

5G：第五代移动通信技术（the 5th generation mobile communication technology）

IP：网际互连协议（Internet Protocol）

IPv4：网际协议版本 4（Internet Protocol version 4）

IPv6：网际协议版本 6（Internet Protocol version 6）

TCP：传输控制协议（Transmission Control Protocol）

UDP：用户数据报协议（User Datagram Protocol）

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

HTTP：超文本传输协议（HyperText Transfer Protocol）

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

Modbus: 是 Modicon 公司（现为施耐德电气 Schneider Electric）于 1979 年为使用可编程逻辑控制器（PLC）通信而发表的一种工业领域的串行通信协议。

FTP: 文件传输协议（File Transfer Protocol）

UTC: 协调世界时（Universal Time Coordinated）

5. 网络架构

矿山安控类机器人数据共享规范体系架构遵从《智能化矿山通信接口与协议规范》体系架构，采用 OSI 参考模型的分层设计，本规范定义从下到上分为感知层、传输层、应用层。

矿山安控类机器人数据共享规范体系架构示意图见图1。

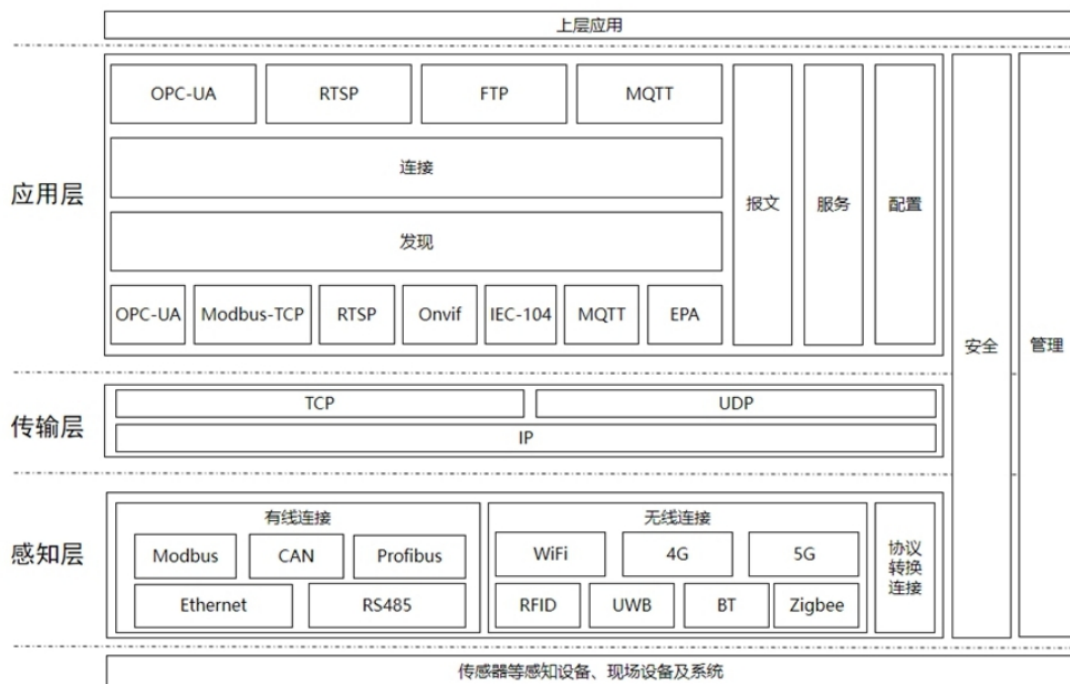


图1 矿山安控类机器人数据共享规范体系架构示意图

5.1. 感知层

感知层对应 OSI 模型中的物理层和链路层，通过定义物理层接口规范和建立数据连接，实现基于物理介质的数据传输。机器人通过有线和无线方式实现数据上传共享，数据上传共享应符合以下要求：

机器人设备应具备数据共享通信接口；

——有线传输接口应采用 RJ45、光纤等标准接口；

——无线传输接口应采用 Wi-Fi、4G、5G 等通讯接口；

5.2. 传输层

传输层对应 OSI 模型的网络层和传输层，通过路由协议和地址解析，实现数据传输，并为上层提供透明可靠的数据传输服务。

传输层在传输数据时提供的协议应符合 TCP/IP 协议，不宜采用 UDP/IP 协议。

TCP/IP 协议的实现要求：

IP 协议的实现应符合 RFC0791 的规定。TCP 协议的实现应符合 RFC0793 的规定。

5.3. 应用层

应用层对应 OSI 模型的会话层、表示层、应用层，通过发现、连接、服务、配置、安全功能，提供应用程序数据访问，实现智能矿山不同类型数据的融合共享。应用层主要包含机器人数据共享规范中的组网方式、控制流程等方面。

5.3.1. 组网方式

机器人端应作为数据服务器，平台端作为客户端，平台端主动发起连接请求，通过通讯协议与机器人进行连接通讯。

组网方式示意图见图2。

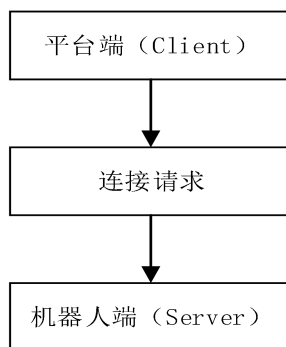


图2 组网方式示意图

5.3.2. 控制流程

控制流程示意图见图3。

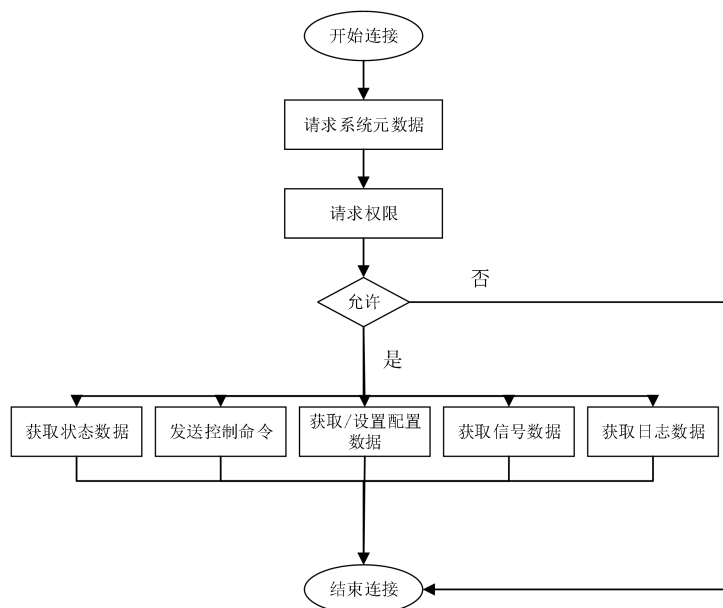


图3 控制流程示意图

6. 数据内容

安控类机器人数据内容应包含状态数据、控制命令数据、配置数据、系统元数据、信号数据、日志数据等。

6.1. 状态数据

状态数据主要包含机器人系统自身状态数据，及感知类业务状态数据。机器人系统自身状态数据包括电源（电池）状态、位置状态、系统报警状态、无线接收设备后备电源监测状态上传等。感知类业务状态数据，根据机器人业务类型不同，包括气体浓度、环境温度、通风参数、煤流监测数据等。

状态数据由多个状态值组成的列表，状态值定义详见表1状态数据数据项说明。

表 1 状态数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	状态标识	必填	string类型，字符串，长度根据设备信息、属性实例制定，应采用UTF-8编码
2	状态数据	必填	根据业务需要可以是string类型、数值类型或其它

6.2. 控制命令数据

控制机器人执行业务功能的数据，包含请求数据和响应数据。根据机器人业务类型不同，包括移动、行走、检测、接管、排水、掏槽等。

6.2.1. 请求数据

请求数据需要包含的数据项说明如表2所示。

表 2 控制请求数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	命令标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该命令，总长度不超过 50 个字符
2	请求参数列表	必填	命令参数列表，参数详见 6.2.3 命令参数“需要包含的数据项说明”部分

6.2.2. 响应数据

响应数据需要包含的数据项说明如表3所示。

表 3 控制响应数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	响应参数列表	必填	命令参数列表，参数详见 6.2.3 命令参数“需要包含的数据项说明”部分

6.2.3. 命令参数

命令参数需要包含的数据项说明如表4所示。

表 4 服务元数据协议参数数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	命令参数标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该参数，总长度不超过 50 个字符
2	命令参数值	必填	根据业务需要可以是string类型、数值类型或其它

6.3. 配置数据

调整机器人系统、业务功能的配置数据，根据机器人业务类型不同，包括系统网络地址、传感器阈值等。

6.4. 系统元数据

描述了机器人的设备信息、支持的服务、可提供的状态数据、支持的控制命令、可配置的参数。

6.4.1. 设备元数据

描述机器人的设备信息，如生产厂家、设备型号、出厂编号。

设备元数据需要包含的数据项说明如表5所示。

表 5 设备元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	设备信息编码	必填	字典编码，参见数据字典表 A.2 设备信息编码字典表

2	设备信息内容	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符
---	--------	----	------------------------------

6.4.2. 服务元数据

描述机器人支持的服务（如视频流服务、语音对讲服务、FTP 服务）及接入服务的必要配置、通讯参数。

服务元数据需要包含的数据项说明如表6所示。

表 6 服务元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	服务标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该服务，总长度不超过 250 个字符
2	服务友好名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
3	服务友好描述	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符
4	协议类型	必填	字典编码，参见数据字典表 A.3 协议类型编码字典表
5	协议参数列表	可选	列表，协议参数详见“协议参数需要包含的数据项说明”部分

服务元数据协议参数需要包含的数据项说明如表7所示。

表 7 服务元数据协议参数数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	参数名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
2	参数值	必填	根据业务需要可以是string类型、数值类型或其它

6.4.3. 状态元数据

描述机器人支持输出的状态数据。

状态元数据需要包含的数据项说明如表8所示。

表 8 状态元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	状态标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该服务，总长度不超过 250 个字符
2	状态友好名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
3	状态友好描述	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符
4	状态单位	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符

6.4.4. 控制命令元数据

描述机器人支持的控制命令。

控制命令元数据需要包含的数据项说明如表9所示。

表 9 控制命令元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	命令标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该服务，总长度不超

			过 250 个字符
2	命令友好名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
3	命令友好描述	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符
4	请求参数元数据	可选	命令参数元数据列表，命令参数元数据详见“参数元数据需要包含的数据项说明”部分
5	响应参数元数据	可选	命令参数元数据列表，命令参数元数据详见“参数元数据需要包含的数据项说明”部分

➤ 控制命令参数元数据需要包含的数据项说明如表10所示。

表 10 命令参数元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	命令参数标识	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
2	命令参数友好名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
3	命令参数友好描述	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符

6.4.5. 配置元数据

描述机器人支持的配置参数。

配置元数据需要包含的数据项说明如表11所示。

表 11 配置元数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	配置参数标识	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
2	配置参数友好名称	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 50 个字符
3	配置参数友好描述	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 250 个字符

6.5. 信号数据

状态数据发生变化后主动上报的数据。如机器人系统自身状态变化：电池电量低、自动导航结束；如感知类业务数据变化：有害气体浓度超限/恢复正常、围岩断面检测结果生成、皮带运行参数检测结果生成等。

信号数据需要包含的数据项说明如表12所示。

表 12 信号数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	信号标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该命令，总长度不超过 50 个字符
2	信号产生时间	必填	时间类型
3	信号级别	必填	数值类型，字典编码，参见数据字典表 A.5 信号级别字典表
4	信号友好信息	可选	string类型或数值类型，总长度不超过 500 个字符

5	信号参数列表	可选	信号参数列表，信号参数详见“信号参数需要包含的数据项说明”部分
---	--------	----	---------------------------------

信号参数需要包含的数据项说明如表13所示。

表 13 信号参数数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	信号参数标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该参数，总长度不超过 50 个字符
2	信号参数值	必填	根据业务需要可以是string类型、数值类型或其它

6.6. 日志数据

机器人运行过程中的运行日志。

日志数据需要包含的数据项说明如表 14 所示。

表 14 日志数据数据项说明

序号	数据项	可选性	说明
1	来源标识	必填	string类型或数值类型，唯一标识该命令，总长度不超过 50 个字符
2	产生时间	必填	时间类型
3	级别	必填	字典编码，参见数据字典表 A.4 日志级别字典表
4	内容	必填	string类型或数值类型，总长度不超过 1000 个字符

7. 数据共享方式

矿山安控类机器人数据共享规范规定的服务接口可有多种不同的实现方式，包括 RESTful APIs、MQTT、Modbus-TCP 等。RESTful APIs、MQTT、Modbus-TCP的实现详见附录 B、附录 C、附录D。

附 录 A
(规范性附录)
数据字典

A.1 传感器数值单位

表 A.1 传感器数值单位字典表

编码	描述
V	电压
A	电流
℃	温度
%LEL	甲烷
%VOL	氧气
PPM	一氧化碳、硫化氢
m	位置
m/s	速度

A.2 设备信息编码

表 A.2 设备信息编码字典表

编码	描述	备注
mfr	制造商	
name	设备名称	
model	规格型号	
sn	出厂编号	
mfd	生产日期	日期类型，格式为 yyyy-MM

A.3 协议类型

未来随着接入的服务增多，协议类型会不断扩展。

表 A.3 协议类型编码字典表

编码	描述
RTSP	实时流传输协议（Real Time Streaming Protocol），RFC2326
SIP	会话初始协议（Session initialization Protocol）
GB28181	GB/T28181-2011 《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》

A.4 日志级别

表 A.4 日志级别字典表

编码	描述
TRACE	跟踪级别。是更加具体的调试信息，一般用于功能开发初期的问题排查

DEBUG	调试级别。用于开发人员关注的调试信息，包含较多的技术信息
INFO	信息级别。通知用户一个操作或状态发生了变化
WARN	警告级别。是当前或未来潜在问题的预兆，也可能是程序在处理某些任务时出现错误，或能自动纠正的错误
ERROR	错误级别。可以用这个级别来表示需要引起人们注意（大多数时候需要采取行动）的错误
FATAL	致命错误级别。这个级别错误的发生将导致程序无法继续运行

A.5 信号级别

表 A.5 信号级别字典表

编码	描述
0	信息级别。通知一个或多个状态发生了变化
1	警告级别。是当前或未来潜在问题的预兆，也可能是系统在处理某些操作时出现错误，或能自动纠正的错误
2	错误级别。可以用这个级别来表示需要引起人们注意（大多数时候需要采取行动）的错误
3	致命错误级别。这个级别错误的发生将导致系统无法继续工作

附 录 B

(规范性附录)

共享方式的 RESTful APIs 实现

B.1 综述

机器人作为服务端，提供 RESTful APIs。客户端访问机器人 RESTful APIs 服务实现数据交换。

B.1.1 数据的 JSON 绑定

参考《智能化矿山通信接口与协议规范 第1部分：总则》9.3 设备参数数据类型，本附录定义了如下数据转换。

表 B.1 数据类型转换表

序号	数据类型	JSON 数据类型
1	数值类型 (byte、uint16、int16、uint32、int32、uint64、int64、float、double)	Number
2	字符串类型 (char、string、char array)	String
3	布尔类型 (bool)	Boolean
4	URL类型 (string)	String
5	二进制类型 (byte array)	String (Base64)
6	二进制类型 (byte array)	Byte Array

B.1.2 数据类型规范

B.1.2.1 时间戳

采用毫秒 Unix 时间戳形式，Unix 时间戳从 1970 年 1 月 1 日 UTC 的 Unix Epoch 开始计数，是一个特定时间与 Unix Epoch 之间的秒数。

如 Unix 时间戳 1664553600 表示 2022 年 10 月 1 日 0 时 0 分 0 秒，

B.1.2.2 时间

采用 ISO 8601 标准时间格式。

B.1.2.3 二进制类型

传输二进制类型的数据采用 Base64 方式、URL和二进制字节流三种方式实现，根据机器人系统资源情况自行选择。

➤ Base64 方式

适用于数据量较小的场景，将二进制数据以 Base64 方式编码后传输。

➤ URL 方式

适用于数据量较大的场景，服务端先将目标二进制数据存储在服务端，然后以 URL 的形式传递给客户端，客户端使用此 URL 下载目标二进制数据。

➤ 二进制字节流方式

适用于数据传输实时性较高的场景，服务端与客户端使用实时通讯方式进行二进制字节流传输。

B.1.3 接口访问地址

```
https://{ip}:{port}/api/v1/{path}
```

表 B.2 接口访问地址定义表

序号	字段	说明
1	ip	设备地址
2	port	设备接口服务端口
3	path	接口资源地址，详见下文

B.1.4 Content-Type 限定

HTTP 请求 Headers 中的 "Content-Type" 应限定为 "application/json" 。

B.1.5 响应数据

响应数据类型要求为 Object。属性“error”为错误处理部分，后不再赘述。

➤ 响应示例

```
{
  "error": {
    "code": 0,
    "message": ""
  },
  ...
}
```

表 B.3 错误处理字段表

序号	字段	类型	说明
1	message	string	错误信息
2	code	Number	系统错误码。值 0 保留，代表无错误。错误码根据机器人业务类型具体定义

B.2 获取状态数据

➤ 请求方法和路径

```
POST /status
```

➤ 请求数据

请求数据类型为 **Array**，指定要查询的状态标识，当为空数组（“[]”）时返回支持的所有状态数据。状态标识格式为 **string** 类型。

➤ 请求示例

请求电压、电流状态数据（状态标识为“voltage”、“current”）。

```
[
  "voltage",
  "current"
]
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”包含状态数据，类型为 **Object**，属性名为状态标识，属性值为状态数据，属性值类型根据机器人业务类型具体定义。

➤ 响应示例

响应状态数据：电压、电流。

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "voltage": "4.13",
    "current": "1.03"
  }
}
```

B.3 执行控制命令（可选）

➤ 请求方法和路径

```
POST /function/{command}
```

{command} 为控制命令标识。

➤ 请求数据

请求数据类型为 **Object**，包含控制命令的请求参数列表，属性名为命令参数标识，属性值为命令参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义。不需要请求参数列表时，传入空 **Object**（“{}”）。

➤ 请求示例

获取热成像视野内的最高温（控制命令标识：“cam1_thermal_max”）。

```
POST /function/cam1_thermal_max
```

```
{
  "area": "full"
}
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Object，包含控制命令的响应参数列表，属性名为命令参数标识，属性值为命令参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义。当命令无响应数据时，属性“data”为空对象(“{”)。

➤ 响应示例

响应数据：最高温。

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "max": 64.1
  }
}
```

B.4 读取配置和下发配置（可选）

B.4.1 读取配置

➤ 请求方法和路径

```
GET /system/settings?settings={settings}
```

{settings} 为需要查询的配置参数标识。当为空字符串时，返回所有配置参数，否则返回 *{settings}* 指定的配置参数。当需要获取多个配置参数时，配置参数标识之间使用英文逗号“,”分隔。

➤ 请求示例

获取 IP、端口配置（配置参数标识：“ip”、“port”）。

```
GET /system/settings?settings="ip,port"
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Object，包含配置数据，属性名为配置参数标识，属性值为配置参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义。

➤ 响应示例

响应配置数据：IP、端口。

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "ip": "192.168.1.100",
    "port": "4500"
  }
}
```

B.4.2 下发配置

➤ 请求方法和路径

```
POST /system/settings
```

➤ 请求数据

请求数据类型为 Object，包含配置数据，属性名为配置参数标识，属性值为配置参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义。不允许为空对象（“{}”）。

➤ 请求示例

下发 IP、端口配置（配置参数标识：“ip”、“port”）。

```
{
  "ip": "192.168.1.200",
  "port": "4000"
}
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Object，包含配置应用后当前的配置数据，属性名为配置参数标识，属性值为配置参数值。当下发配置失败时，通过检查响应中的配置数据，可以判断哪些配置下发失败。

➤ 响应示例

响应配置数据：IP、端口。

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "ip": "192.168.1.200",
    "port": "4000"
  }
}
```

```
}
}
```

B.5 信号机制的实现（可选）

由客户端发送请求查询信号数据，通常需要定时查询，信号数据至少保留 6 小时。

➤ 记录游标

记录游标唯一标识一条信号记录，从 1 开始，自增长方式生成。

➤ 游标重置时间戳

为了避免记录游标被重置为 1 后，造成通讯异常，规定了游标重置时间戳。游标重置时间戳会在记录游标被重置后更新。客户端在请求信号数据后，应判断返回的游标重置时间戳是否与本地记录相同。如不同，表明记录游标已被重置。

➤ 信号优先级

一些信号可能需要更快的送出，建议动态调整高优先级（如信号级别更加紧急）的信号在信号数据队列中的位置。

➤ 请求方法和路径

```
POST /signal
```

➤ 请求数据

请求数据类型为 Object。

表 B.4 请求数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	要查询的起始记录游标，若值为空（“null”），则返回最新的信号数据，返回 number 条
2	number	Number	要查询的记录数量，不允许小于等于 0，实际返回的记录数可能小于这个值
3	level	Number	要查询的信号级别，当值为空（“null”）时，返回所有级别的信号数据
4	signal	Array<string>	要查询的信号标识，当值为空数组（“[]”）时，返回所有支持的信号数据

➤ 请求示例

请求电池、热成像信号数据（配置参数标识：“battery”、“thermal”），起始记录游标为 13，取 2 条。

```
{
  "cursor": 13,
  "number": 2,
  "signal": [
    "battery",
    "thermal"
  ]
}
```



```
]
}
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Array，包含若干条信号记录。属性“cursorReset”为游标重置时间戳，Number 类型。

表 B.5 信号记录字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	当前记录游标
2	signal	string	信号标识
3	time	string	信号发生时间，ISO 8601 标准时间格式
4	level	Number	信号级别
5	message	string	信号友好信息
6	parameter	Object	信号参数列表，属性名为信号参数标识，属性值为信号参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义

客户端如果检测到游标重置时间戳已被更新后，需要更新本地游标重置时间戳记录，并设置起始记录游标为 1 重新请求信号数据，或者通过设置起始记录游标为空（“null”），请求最新记录游标。

➤ 响应示例

响应数据：低电报警、热成像报警。

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "cursorReset": 1667538503,
  "data": [
    {
      "cursor": 13,
      "signal": "battery",
      "time": "2022-10-01T10:10:05Z",
      "level": 1,
      "message": "电池电量低",
      "parameter": {
        "percentage": "30",
        "voltage": "3.96",
        "current": "0.21"
      }
    }
  ]
}
```

```

"cursor": 14,
"signal": "thermal",
"time": "2022-10-01T10:10:06Z",
"level": "1",
"message": "热成像传感器感知温度异常",
"parameter": {
  "max": "40.21",
  "position": "12.6",
  "cam0": "https://127.0.0.1:8088/190280912239412.jpg",
  "cam1": "https://127.0.0.1:8088/127647816512897.jpg"
}
}
]
}

```

B.6 获取系统元数据

> 请求方法和路径

```
GET /system/metadata
```

> 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Object，包含系统元数据。

表 B.6 系统元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	deviceId	string	设备 UUID，用于唯一标识该设备
2	nameplate	Object	设备元数据。属性名为设备信息编码，属性值为设备信息内容，string 类型
3	service	Object	服务元数据清单，属性名为服务标识，属性值为服务元数据，Object 类型，详见表 B.7 服务元数据字段表
4	status	Object	状态元数据清单，属性名为状态标识，属性值为状态元数据，Object 类型，详见表 B.8 状态元数据字段表
5	function	Object	控制命令元数据清单，属性名为控制命令标识，属性值为控制命令元数据，Object 类型，详见表 B.9 控制命令元数据字段表
6	settings	Object	配置元数据清单，属性名为配置参数标识，属性值为配置参数元数据，Object 类型，详见表 B.10 配置元数据字段表

表 B.7 服务元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	protocol	string	协议类型
2	name	string	服务友好名称
3	description	string	服务友好描述

4	parameter	Object	协议参数列表，属性名为协议参数标识，属性值为协议参数值，不限制类型
---	-----------	--------	-----------------------------------

表 B.8 状态元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	状态友好名称
2	description	string	状态友好描述
3	unit	string	状态值单位

表 B.9 控制命令元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	状态友好名称
2	description	string	状态友好描述
3	request	Object	请求参数元数据。属性名为参数标识，属性值为 Object 类型，包含属性“name”、“description”，分别为参数友好名称（string 类型）、参数友好描述（string 类型）
4	response	Object	响应参数元数据。属性名为参数标识，属性值为 Object 类型，包含属性“name”、“description”，分别为参数友好名称（string 类型）、参数友好描述（string 类型）

表 B.10 配置元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	配置参数友好名称
2	description	string	配置参数友好描述

> 响应示例

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "deviceId": "4E150A88-53B2-47A6-AC8B-F5ABC4B79ABA",
    "nameplate": {
      "mfr": "XX 厂家",
      "name": "皮带巡检机器人",
      "model": "PDXJ-001",
      "sn": "1234567890",
      "mfd": "2022-12"
    },
    "services": {
      "cam0": {
        "protocol": "RTSP",
        "name": "可见光相机",
        "description": "机器人前部的可见光相机",

```

```

    "parameter": {
      "url": "rtsp://192.168.1.100:554/h264/ch1/main/av_stream",
      "name": "root",
      "password": "123456"
    }
  },
  "cam1": {
    "protocol": "RTSP",
    "name": "热成像相机",
    "description": "机器人前部的热成像相机",
    "parameter": {
      "url": "rtsp://192.168.1.100:554/h264/ch2/main/av_stream",
      "name": "root",
      "password": "123456"
    }
  },
  "intercom": {
    "protocol": "SIP",
    "name": "语音对讲",
    "description": "机器人对讲模块",
    "parameter": {
      "port": "123456",
      "codec": "pcm"
    }
  }
},
"status": {
  "voltage": {
    "name": "电压",
    "description": "机器人电池电压",
    "unit": "V"
  },
  "current": {
    "name": "电流",
    "description": "机器人电池电流",
    "unit": "A"
  }
},
"function": {
  "cam1_thermal_max": {
    "name": "获取最高温",
    "description": "获取热成像相机最高温",
    "request": {
      "area": {

```

```

      "name": "视野范围",
      "description": "full 表示全视野"
    }
  },
  "response": {
    "max": {
      "name": "最高温",
      "description": "单位摄氏度"
    }
  }
},
"settings": {
  "ip": {
    "name": "设备 IP 地址",
    "description": "IPv4 地址"
  },
  "port": {
    "name": "设备端口号",
    "description": "端口可选范围 10000~20000"
  }
}
}
}
}

```

B.7 获取日志数据

由客户端发送请求查询日志数据，通常需要定时查询，日志数据至少保留 6 小时。

➤ 记录游标

记录游标唯一标识一条日志记录，从 1 开始，自增长方式生成。

➤ 游标重置时间戳

为了避免记录游标被重置为 1 后，造成通讯异常，规定了游标重置时间戳。游标重置时间戳会在记录游标被重置后更新。客户端在请求日志数据后，应判断返回的游标重置时间戳是否与本地记录相同。如不同，表明记录游标已被重置。

➤ 请求方法和路径

```
POST /system/log
```

➤ 请求数据

请求数据类型为 Object。

表 B.11 请求数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	要查询的起始记录游标，若值为（“null”），则返

			回最新的日志数据，返回记录数等于查询记录数。
2	number	Number	要查询的记录数量，不允许小于等于 0，实际返回的记录数可能小于这个值
3	source	Array<string>	要查询的日志来源标识，当值为空数组（“[]”）时，返回所有来源日志
4	level	string	要查询的日志级别，允许为空（“null”）或未定义（“undefined”），默认为“INFO”级别

➤ 请求示例

请求信息级别的日志数据，取最近 1 条。

```
{
  "cursor": null,
  "number": "1",
  "source": ["system"],
  "level": "INFO"
}
```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Array，包含若干条日志记录。属性“cursorReset”为游标重置时间戳，Number 类型。

表 B.12 日志记录字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	当前记录游标
2	level	string	日志级别
3	time	string	日志记录时间，ISO 8601 标准时间格式
4	source	string	日志来源
5	content	string	日志内容

客户端如果检测到游标重置时间戳已被更新后，需要更新本地游标重置时间戳记录，并设置起始记录游标为 1 重新请求日志数据，或者通过设置起始记录游标为空（“null”），请求最新记录游标。

➤ 响应示例

```
{
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": [
    {
      "cursor": 17345,
      "level": "INFO",
      "time": "2022-10-01T18:00:00Z",

```

```
        "source": "system",
        "content": "Device IP has been changed to 192.168.1.200 ."
    }
],
"cursorReset": 1667538503
}
```

B.8 数据传输安全的实现（可选）

根据工况网络环境，可以使用基于 HTTPS 的 RESTful 服务。

B.9 数据访问安全的实现（可选）

必要时，应增加身份认证机制保证数据安全。

可实现身份认证接口：

```
POST /auth/token
```

请求和响应数据应符合《智能化矿山通信接口与协议规范第8部分:安全》中的相关定义。

附录 C

(规范性附录)

共享方式的 MQTT 实现

C.1 综述

机器人端应作为MQTT通讯的broker，平台端作为client，订阅对应topic进行消息的发送和接收。

C.1.1 MQTT订阅主题：

- serverSendData: 机器人自动上报的电压、电流等机器人的状态的数据
- clientSendDataS: 发送机器人的控制数据
- clientSendDataR: 对机器人控制数据的反馈
- robotSettingRS: 发送读取配置
- robotSettingRR: 对读取配置的反馈
- robotSettingWS: 发送写配置
- robotSettingWR: 对写配置的反馈
- robotSignalS: 发送信号机制
- robotSignalR: 对信号机制的反馈
- robotMetadataS: 发送获取系统元数据
- robotMetadataR: 对系统元数据的反馈
- robotLogS: 发送获取日志数据
- robotLogR: 获取日志数据
- robotTokenS: 发送数据访问安全的数据
- robotTokenR: 对数据访问安全的数据的反馈

C.1.2 数据格式

MQTT传输数据应限定为JSON数据格式，同时传输数据格式遵循表C.1中的数据格式表。数据格式为所有机器人上报、客户端下发的数据共用的数据格式，格式中的“coll”代表数据类型，data 为 Object 类型的数据，可以根据不同的数据类型进行相应的替换

表 C.1 数据格式表

序号	名称	字段	说明
1	数据类型	coll	coll 中的内容，可以是如下几种： serverSendData: 机器人上报的数据 clientSendData: 客户端下发的控制命令 ...
2	客户端标识	guid	通过 getKey 获取
3	本机 IP 地址	ip	本机 IP
4	本机通信的用户名	userName	如: admin
5	数据内容	data	

6	发送时间	time	格式为 yyyy-MM-dd HH:mm:ss
7	错误处理	error	

C.1.3 组网方式

启动 MQTT 服务，客户端通过机器人本地 IP 地址和端口号（默认 1883）连接 MQTT 服务，通过订阅对应 topic 进行消息的发送和接收。

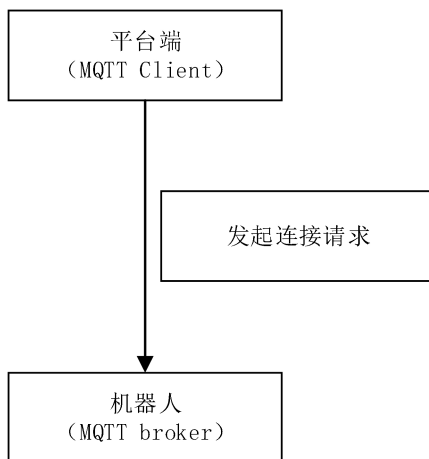


图 C.1 组网方式图

C.1.4 数据格式限定

MQTT传输数据应限定为JSON数据格式。

C.1.5 响应数据

响应数据类型要求为 Object。属性“error”为错误处理部分，后不再赘述。

表 C.2 错误处理字段表

序号	字段	类型	说明
1	message	string	错误信息
2	code	Number	系统错误码。值 0 保留，代表无错误。错误码根据机器人业务类型具体定义

➤ 响应示例

```

{
  "coll": "",
  "error": {
    "code": 0,
    "message": ""
  },
  ...
}
  
```

```
}

```

C.2 获取状态数据

需要订阅主题“serverSendData”获取机器人自动上报的数据

➤ 示例数据

比如电压、电流状态数据（状态标识为“robVoltage”、“robCurrent”）。

```
{
  "coll": "serverSendData",
  "data": {
    "robVoltage": 6,
    "robCurrent": 0.5,
    ...
  }
  "ip": "192.168.3.100",
  "time": "2022-11-20 15:13:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}
```

C.3 执行控制命令（可选）

带主题“clientSendDataS”发送给机器人的控制数据，需要订阅主题“clientSendDataR”获取对机器人控制数据的反馈

➤ 示例数据

```
{
  "coll": "clientSendData",
  "data": {
    "robCtrl1": 8,
    "robCtrl2": 10,
    ...
  }
  "ip": "192.168.3.200",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}
```

➤ 响应示例

```
{
  "coll": "clientSendData",

```

```

    "error": {
      "message": "",
      "code": 0
    },
    "data": {
      "robCtrl1": 8,
      "robCtrl2": 10,
      ...
    }
    "ip": "192.168.3.201",
    "time": "2022-11-20 15:23:01",
    "userName": "",
    "guid": ""
  }
}

```

C.4 配置数据

带主题“robotSettingRS”发送读取配置数据，需要订阅主题“robotSettingRR”获取对读取配置数据的反馈

C.4.1 读取配置

```

{
  "coll": "robotSetting",
  "data": {
    "robSetting": 0,
    ...
  }
  "ip": "192.168.3.200",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}

```

robSetting为需要查询的配置参数标识。当为0时，返回所有配置参数，否则返回 robSetting指定的配置参数

➤ 响应示例

```

{
  "coll": "robotSetting",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },

```

```

"data": {
  "robSpeed": 0.1,
  "robAcceleration": 3,
  ...
}
"ip": "192.168.3.201",
"time": "2022-11-20 15:13:01",
"userName": "",
"guid": ""
}

```

C.4.2 下发配置

带主题“robotSettingWS”发送写配置数据，需要订阅主题“robotSettingWR”获取对写配置的反馈

```

{
  "coll": "robotSetting",
  "data": {
    "robSpeed": 0.1,
    "robAcceleration": 3,
    ...
  }
}
"ip": "192.168.3.200",
"time": "2022-11-20 15:23:01",
"userName": "",
"guid": ""
}

```

➤ 响应示例

```

{
  "coll": "robotSetting",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "robSpeed": 0.1,
    "robAcceleration": 3,
    ...
  }
}
"ip": "192.168.3.201",
"time": "2022-11-20 15:13:01",
"userName": "",
"guid": ""

```

}

C.5 信号机制的实现（可选）

由客户端发送请求查询信号数据，通常需要定时查询，信号数据至少保留 6 小时。带主题“robotSignalS”发送信号机制，需要订阅主题“robotSignalR”获取对信号机制的反馈

➤ 记录游标

记录游标唯一标识一条信号记录，从 1 开始，自增长方式生成。

➤ 游标重置时间戳

为了避免记录游标被重置为 1 后，造成通讯异常，规定了游标重置时间戳。游标重置时间戳会在记录游标被重置后更新。客户端在请求信号数据后，应判断返回的游标重置时间戳是否与本地记录相同。如不同，表明记录游标已被重置。

➤ 信号优先级

一些信号可能需要更快的送出，建议动态调整高优先级（如信号级别更加紧急）的信号在信号数据队列中的位置。

➤ 请求数据

请求数据类型为 Object。

表 C.3 请求数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	要查询的起始记录游标，若值为空（“null”），则返回最新的信号数据，返回 number 条
2	number	Number	要查询的记录数量，不允许小于等于 0，实际返回的记录数可能小于这个值
3	signal	Array<string>	要查询的信号标识，当值为空数组（“[]”）时，返回所有支持的信号数据

➤ 请求示例

请求电池、热成像信号数据（配置参数标识：“battery”、“thermal”），起始记录游标为 13，取 2 条。

```
{
  "coll": "robotSignal",
  "data": {
    "cursor": 13,
    "number": 2,
    "signal": [
      "battery",
      "thermal"
    ]
  }
}
```

```

    ...
  }
  "ip": "192.168.3.200",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}

```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Array，包含若干条信号记录。属性“cursorReset”为游标重置时间戳，Number 类型。

表 C.4 信号记录字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	当前记录游标
2	signal	string	信号标识
3	time	string	信号发生时间，ISO 8601 标准时间格式
4	level	Number	信号级别
5	message	string	信号友好信息
6	parameter	Object	信号参数列表，属性名为信号参数标识，属性值为信号参数值，属性值类型根据机器人业务类型具体定义

客户端如果检测到游标重置时间戳已被更新后，需要更新本地游标重置时间戳记录，并设置起始记录游标为 1 重新请求信号数据，或者通过设置起始记录游标为空（“null”），请求最新记录游标。

➤ 响应示例

```

{
  "coll": "robotSignal",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "cursorReset": 1667538503,
  "data": [
    {
      "cursor": 13,
      "signal": "battery",
      "time": "2022-10-01T10:10:05Z",
      "level": 1,
      "message": "电池电量低",
      "parameter": {
        "percentage": "30",

```

```

        "voltage": "3.96",
        "current": "0.21"
    }
},
{
    "cursor": 14,
    "signal": "thermal",
    "time": "2022-10-01T10:10:06Z",
    "level": "1",
    "message": "热成像传感器感知温度异常",
    "parameter": {
        "max": "40.21",
        "position": "12.6",
        "cam0": "https://127.0.0.1:8088/190280912239412.jpg",
        "cam1": "https://127.0.0.1:8088/127647816512897.jpg"
    }
}
],
"ip": "192.168.3.201",
"time": "2022-11-20 15:13:01",
"userName": "",
"guid": ""
}

```

C.6 获取系统元数据

带主题“robotMetadataS”发送获取系统元数据，需要订阅主题“robotMetadataR”获取对系统元数据的反馈

➤ 请求实例

```

{
    "coll": "robotMetadata",
    "data": {

    },
    "ip": "192.168.3.200",
    "time": "2022-11-20 15:23:01",
    "userName": "",
    "guid": ""
}

```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Object，包含系统元数据。

表 C.5 系统元数据字段表

序号	字段	类型	说明
----	----	----	----

1	deviceId	string	设备 UUID，用于唯一标识该设备
2	nameplate	Object	设备元数据。属性名为设备信息编码，属性值为设备信息内容，string 类型
3	service	Object	服务元数据清单，属性名为服务标识，属性值为服务元数据，Object 类型，详见表 B.7 服务元数据字段表
4	status	Object	状态元数据清单，属性名为状态标识，属性值为状态元数据，Object 类型，详见表 B.8 状态元数据字段表
5	function	Object	控制命令元数据清单，属性名为控制命令标识，属性值为控制命令元数据，Object 类型，详见表 B.9 控制命令元数据字段表
6	settings	Object	配置元数据清单，属性名为配置参数标识，属性值为配置参数元数据，Object 类型，详见表 B.10 配置元数据字段表

表 C.6 服务元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	protocol	string	协议类型
2	name	string	服务友好名称
3	description	string	服务友好描述
4	parameter	Object	协议参数列表，属性名为协议参数标识，属性值为协议参数值，不限制类型

表 C.7 状态元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	状态友好名称
2	description	string	状态友好描述
3	unit	string	状态值单位

表 C.8 控制命令元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	状态友好名称
2	description	string	状态友好描述
3	request	Object	请求参数元数据。属性名为参数标识，属性值为 Object 类型，包含属性“name”、“description”，分别为参数友好名称（string 类型）、参数友好描述（string 类型）
4	response	Object	响应参数元数据。属性名为参数标识，属性值为 Object 类型，包含属性“name”、“description”，分别为参数友好名称（string 类型）、参数友好描述（string 类型）

表 C.9 配置元数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	name	string	配置参数友好名称
2	description	string	配置参数友好描述

➤ 响应示例

```
{
  "coll": "robotMetadata",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    "deviceId": "4E150A88-53B2-47A6-AC8B-F5ABC4B79ABA",
    "nameplate": {
      "mfr": "XX 厂家",
      "name": "皮带巡检机器人",
      "model": "PDXJ-001",
      "sn": "1234567890",
      "mfd": "2022-12"
    },
    "services": {
      "cam0": {
        "protocol": "RTSP",
        "name": "可见光相机",
        "description": "机器人前部的可见光相机",
        "parameter": {
          "url": "rtsp://192.168.1.201:554/h264/ch1/main/av_stream",
          "name": "root",
          "password": "123456"
        }
      },
      "cam1": {
        "protocol": "RTSP",
        "name": "热成像相机",
        "description": "机器人前部的热成像相机",
        "parameter": {
          "url": "rtsp://192.168.1.201:554/h264/ch2/main/av_stream",
          "name": "root",
          "password": "123456"
        }
      },
      "intercom": {
        "protocol": "SIP",
        "name": "语音对讲",
        "description": "机器人对讲模块",
        "parameter": {
          "port": "123456",
          "codec": "pcm"
        }
      }
    }
  }
}
```

```

    }
  }
},
"status": {
  "voltage": {
    "name": "电压",
    "description": "机器人电池电压",
    "unit": "V"
  },
  "current": {
    "name": "电流",
    "description": "机器人电池电流",
    "unit": "A"
  }
},
"function": {
  "cam1_thermal_max": {
    "name": "获取最高温",
    "description": "获取热成像相机最高温",
    "request": {
      "area": {
        "name": "视野范围",
        "description": "full 表示全视野"
      }
    },
    "response": {
      "max": {
        "name": "最高温",
        "description": "单位摄氏度"
      }
    }
  }
},
"settings": {
  "ip": {
    "name": "设备 IP 地址",
    "description": "IPv4 地址"
  },
  "port": {
    "name": "设备端口号",
    "description": "端口可选范围 10000~20000"
  }
}
}

```

```

"ip": "192.168.3.201",
"time": "2022-11-20 15:13:01",
"userName": "",
"guid": ""
}

```

C.7 获取日志数据

由客户端发送请求查询日志数据，通常需要定时查询，日志数据至少保留 6 小时。带主题“robotLogS”发送获取日志数据，需要订阅主题“robotLogR”获取日志数据

➤ 记录游标

记录游标唯一标识一条日志记录，从 1 开始，自增长方式生成。

➤ 游标重置时间戳

为了避免记录游标被重置为 1 后，造成通讯异常，规定了游标重置时间戳。游标重置时间戳会在记录游标被重置后更新。客户端在请求日志数据后，应判断返回的游标重置时间戳是否与本地记录相同。如不同，表明记录游标已被重置。

➤ 请求数据

请求数据类型为 Object。

表 C.10 请求数据字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	要查询的起始记录游标，若值为（“null”），则返回最新的日志数据，返回记录数等于查询记录数。
2	number	Number	要查询的记录数量，不允许小于等于 0，实际返回的记录数可能小于这个值
3	source	Array<string>	要查询的日志来源标识，当值为空数组（“[]”）时，返回所有来源日志
4	level	string	要查询的日志级别，允许为空（“null”）或未定义（“undefined”），默认为“INFO”级别

➤ 请求实例

```

{
  "coll": "robotLog",
  "data": {
    "cursor": null,
    "number": "1",
    "source": ["system"],
    "level": "INFO"
  }
}
"ip": "192.168.3.200",

```

```

"time": "2022-11-20 15:23:01",
"userName": "",
"guid": ""
}

```

➤ 响应数据

响应数据中，属性“data”类型为 Array，包含若干条日志记录。属性“cursorReset”为游标重置时间戳，Number 类型。

表 C.11 日志记录字段表

序号	字段	类型	说明
1	cursor	Number	当前记录游标
2	level	string	日志级别
3	time	string	日志记录时间，ISO 8601 标准时间格式
4	source	string	日志来源
5	content	string	日志内容

客户端如果检测到游标重置时间戳已被更新后，需要更新本地游标重置时间戳记录，并设置起始记录游标为 1 重新请求日志数据，或者通过设置起始记录游标为空（“null”），请求最新记录游标。

➤ 响应示例

```

{
  "coll": "robotLog",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": [
    {
      "cursor": 17345,
      "level": "INFO",
      "time": "2022-10-01T18:00:00Z",
      "source": "system",
      "content": "Device IP has been changed to 192.168.1.200 ."
    }
  ],
  "cursorReset": 1667538503,
  "ip": "192.168.3.201",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}

```

C.8 数据传输安全的实现（可选）

C.9 数据访问安全的实现（可选）

必要时，应增加身份认证机制保证数据安全。

可实现身份认证接口：

带主题“robotTokenS”发送数据访问安全的数据，需要订阅主题“robotTokenR”获取对数据访问安全的数据的反馈

➤ 请求实例

```
{
  "coll": "robotToken",
  "data": {
  },
  "ip": "192.168.3.200",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}
```

➤ 响应示例

```
{
  "coll": "robotToken",
  "error": {
    "message": "",
    "code": 0
  },
  "data": {
    {
      "token": XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,
    },
  },
  "ip": "192.168.3.201",
  "time": "2022-11-20 15:23:01",
  "userName": "",
  "guid": ""
}
```

附 录 D

(规范性附录)

共享方式的 Modbus-TCP 实现

D.1 综述

机器人使用Modbus-TCP协议通讯时，机器人端为Server，平台端作为Client。机器人端应具备连接数量限制，防止多个平台同时连接机器人。

D.1.1 数据格式

参考《智能化矿山通信接口与协议规范 第1部分：总则》 9.3 设备参数数据类型，本附录定义了如下数据转换。

表 D.1 设备参数数据类型定义

序号	数据类型	描述
1	byte	1个字节，范围是[0,255]
2	bool	逻辑状态值，取值true或者false
3	uint16	无符号整型，2个字节，范围是[0,65535]
4	int16	有符号整型，2个字节，范围是[-32768,32767]
5	uint32	无符号整型，4字节，范围是[0, 4294967295]
6	int32	有符号整型，4字节，范围是[-2147483648, 2147483647]
7	uint64	无符号整型，8字节，范围是[0,18446744073709551615]
8	int64	有符号整型，8字节，范围是[-9223372036854775808, 9223372036854775807]

D.1.2 数据类型规范

D.1.2.1 时间戳

采用 Unix 时间戳形式，从 1970 年 1 月 1 日 UTC 的 Unix Epoch 开始计数，是一个特定时间与 Unix Epoch 之间的秒数。Unix时间戳存储于uint64数据类型中。

如 Unix 时间戳 1664553600 表示 2022 年 10 月 1 日 0 时 0 分 0 秒。

D.1.2.2 编码方式

- 1) 所有数据位高位在前，低位在后。
- 2) 带小数点类型数据，发送数据方将实际数值*100，接收数据方/100，保留2位小数点。

D.1.3 组网方式

平台端（Client）用Connect命令与机器人端（Server）建立TCP连接，准备Modbus报文，使用send命令发送在同一连接下等待应答，使用recv命令读取报文，完成数据交换。


```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 09 92 00 00 02 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

如当通讯协议按下表约定时,读取到机器人电池电压 (40038)、电池电流(40040)值。

表 D.3 获取状态协议示例

数据定义	数据类型	通信地址	单位	解析值	备注
电池电压	int32	40038	V	24.5	保留 2 位小数, 乘 100
电池电流	int32	40040	A	5.2	保留 2 位小数, 乘 100

D.3 执行控制命令 (可选)

发送给机器人的控制数据。

> 执行控制示例

如当通讯协议按下表约定时,设置机器人云台角度 (40134) 值。

表 D.4 执行控制命令协议示例

数据定义	数据类型	通信地址	单位	设置值	备注
云台水平角度	int16	40134	°	144.66	保留 2 位小数, 乘 100

发送命令如下:

```
06 6D 00 00 00 09 01 10 00 85 00 01 02 38 82
```

> 响应示例

```
06 6D 00 00 00 06 01 10 00 85 00 01
```

D.4 读取配置和下发配置 (可选)

D.4.1 读取配置

> 请求示例

请求机器人配置数据, 40301~40401的100个字数值。

```
06 6D 00 00 00 06 01 03 01 2C 00 64
```

> 响应示例

机器人返回40301~40401的100个字数值:

```
06 6D 00 00 00 CB 01 03 C8 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

D.4.2 下发配置

发送给机器人的配置数据。

➤ 执行控制示例

如当通讯协议按下表约定时,设置机器人最大位置（40301）值。

表 D.5 下发配置协议示例

数据定义	数据类型	通信地址	单位	设置值	备注
最大位置	int32	40301	m	758.41	保留 2 位小数，乘 100

发送命令如下：

```
06 6D 00 00 00 0B 01 10 01 2C 00 02 04 00 01 28 41
```

➤ 响应示例

```
06 6D 00 00 00 06 01 10 01 2C 00 02
```

D.5 信号机制的实现（可选）

由客户端发送请求查询信号数据，通常需要定时查询，机器人端信号数据更新时，信号标记值+1。

➤ 请求示例

请求机器人状态数据，40501~40601的100个字数值。

```
06 6D 00 00 00 06 01 03 01 F4 00 64
```

➤ 响应示例

机器人返回40501~40601的100个字数值：

```
06 6D 00 00 00 CB 01 03 C8 00 01 00 01 00 00 00 00 63 37 12 80 00 01 00 0C 00 00 5F B4 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

响应数据中，包含单条信号记录，信号记录字段如表D.5所示。

表 D.6 信号记录字段表

序号	地址	类型	数值	说明
1	40501	int16	01	当前信号标记，有新的信号数值+1
2	40502	int16	01	信号标识
3	40503	uint64	1,664,553,600	信号发生时间，采用 Unix 时间戳形式
4	40507	int16	01	信号级别，参考表A.5
5	40508	int16	12	信号友好信息编码
	40509	int16	00	信号类型 0-报警数据，1-检测数据
6	40510	Int16	24.5	信号值，保留2位小数，乘100

D.6 获取系统元数据（可选）

由客户端发送请求查询系统元数据，机器人返回系统元数据，Modbus-TCP协议中所有设备能力使用int16编码代替字符串描述。

➤ 请求示例

