

KSSJ/CJ11-2023

智能化矿山数据融合共享
通信接口与协议规范
第1部分：基本要求

Intelligent mine data fusion and sharing

Specifications for communication interface and protocol

Part 1: Basic requirements

国家矿山安全监察局

2023年6月

目 次

前言	II
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 系列规范结构	4
6 总体要求	6
6.1 一般要求	6
6.2 网络模型	6
6.3 通信接口与协议	7
6.4 应用场景	8
6.5 工作模式	9
7 设备模型和传输数据	10
7.1 设备模型架构	10
7.2 传输数据信息	10
7.3 数据格式	11

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。

《智能化矿山数据融合共享 通信接口与协议规范》分为以下9个部分：

- 第1部分：基本要求；
- 第2部分：接口；
- 第3部分：服务；
- 第4部分：发现；
- 第5部分：连接；
- 第6部分：报文；
- 第7部分：配置；
- 第8部分：安全；
- 第9部分：管理。

本文件是《智能化矿山数据融合共享 通信接口与协议规范》的第1部分。

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：国家能源投资集团有限责任公司、应急管理部信息研究院、中国中煤能源集团有限公司、中国华电集团有限公司、山东能源集团有限公司、陕西煤业化工集团有限责任公司、晋能控股集团有限公司、矿冶科技集团有限公司、山东黄金集团有限公司、华电煤业集团有限公司、国能数智科技开发（北京）有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司、煤炭科学研究总院有限公司矿山大数据研究院、中国矿业大学（北京）、中煤科工集团常州研究院有限公司、浪潮通用软件有限公司、郑州恒达智控科技股份有限公司、山西阳光三极科技股份有限公司、南京北路智控科技股份有限公司、和利时卡优倍科技有限公司、华夏天信物联科技有限公司、中煤信息技术（北京）有限公司、云鼎科技股份有限公司、华电煤业集团数智技术有限公司、陕煤集团神木张家峁矿业有限公司、重庆梅安森科技股份有限公司、深圳市翌日科技有限公司、中国煤炭地质总局安全与应急研究院、中兴通讯股份有限公司、西安科技大学、西安电子科技大学杭州研究院、中国工业互联网研究院、新华三技术有限公司、

上海山源电子科技股份有限公司、精英数智科技股份有限公司、华为技术有限公司、航天智控（北京）监测技术有限公司、北京龙软科技股份有限公司、北京北矿智能科技有限公司、北京天玛智控科技股份有限公司、天津华宁电子有限公司、北京圆之翰工程技术有限公司、青岛慧拓智能机器有限公司、华洋通信科技股份有限公司、北京大地高科地质勘查有限公司、太重煤机有限公司、山东科技大学、太原理工大学。

本文件技术指导：杨荣明、徐会军、田臣、马世志、王海春、王致兵、王鹏、蔡峰、王秀林、杨林、赵宇波、宋文兵、谢旭阳、王瑞、樊九林、冯志华、郭军、贺耀宜、金卫朵、曹现刚、孙建国、马文静、扈天保、李晓方、吕杭榕、祝青、郭彪、赵威、姚松平、艾云峰。

本文件主要起草人：丁震、胡而已、张冬阳、邓文革、王波、高静、潘涛、张帆、李玉雪、郑耀涛、高秋秋、柳建华、钱海军、乔少利、李系民、鲍震、杨永生、曹正远、聂志勇、王亚军、刘宁、崔磊、韩培强、卢欣奇、胡文涛、逯宪彬、李国威、吉晓清、赵黄健、刘庆富、熊伟、王陈书略、赵文豪、徐金陵、黄金、陈帅领、呼少平、刘航、徐跃福、朱奎龙、陈阳、李秀文、杨振宇、高伟、李坤龙、张鹏鹏、周亚清、冯银辉、申军军、刘雷霆、陈龙、张永福、张彪、宋栋帅、张强、王学文。

引 言

《智能化矿山数据融合共享 通信接口与协议规范》规定了智能化矿山数据采集、传输、协同共享过程中的接口方式和通信协议基本要求，明确了不同通信接口协议之间的转换规则。通过建立统一的矿山数据采集、传输、融合、共享规范体系，解决智能化矿山建设过程中面临的传输协议不开放、数据孤岛林立等突出问题，保障数据高效、有序、精准传输，实现矿山安全、生产、经营、管理等环节的数据融合和共享应用。

智能化矿山数据融合共享 通信接口与协议规范

第 1 部分：基本要求

1 范围

本文件规定了智能化矿山数据采集、传输和协同共享的协议规范结构、总体要求和设备模型以及传输数据的要求。

本文件适用于智能化矿山数据的采集、传输与协同共享。

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；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 39264 智能水电厂一体化管控平台技术规范

ISO/IEC 7498-1 信息技术-开放系统互连-基本参考模型:基本模型

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 接口 interface

设备与设备、设备与外部网络或系统之间进行双向通信所需具备的物理接口和通信协议的总和。

3.2 数据采集 data acquisition

提供标准通信协议、通信接口，从矿山数据源获得原始数据，处理并转换为满足数据共享与利用需求的活动。

3.3 协议网关 protocol gateway

提供串口或网口采集智能化矿山设备数据，支持通过总线通信协议的方式获取数据，能够把各种协议转换成标准以太网协议后发送到上层业务应用系统的装置或系统。

3.4 连接 connection

指两个或多个设备互联互通的通道。

3.5 协议自适应转换 protocol adaptive conversion

智能化矿山基于非 IP 传输的设备通过协议网关将不同接口转换成标准的工业物联网接口。

3.6 服务 service

设备提供的能被其他设备所调用的功能，用于设备间的交互操作。

3.7 服务集 service set

服务集应定义一组相关服务，并分配服务集编码对服务进行分组管理。

3.8 发现 discovery

服务端设备通过网络协议、接口发现网端设备的过程，包括设备发现、数据发现。

3.9 上层/高层应用 high-level applications

需要数据采集系统提供数据共享服务的第三方的业务系统。

3.10 矿端管控平台 mine side control platform

为智能化矿山运行和管理提供统一的数据管理、服务以及界面定制，实现数据共享、集中管控与协同互动的软硬件平台。

3.11 矿端数据中心 mine side data center

在矿侧部署的具备数据采集、数据储存、数据计算、模型计算、数据服务、数据管理、数据治理、数据传输、云边协同及运维监控等功能的应用。

3.12 智能化矿山设备 intelligent mining equipment

智能化矿山中具备数据采集、监测、远程控制、数据上传等功能的装置及其组合。

3.13 感知设备 perception device

智能化矿山中可以对环境参数、设备运行状态和参数、音视频等信息获取的装置或设备。

3.14 现场设备 field device

智能化矿山的控制器、工控机、协议自适应转换网关等具备信息处理功能的装置、仪器或设备，具备独立数据上传能力。

3.15 系统 system

智能化矿山中由网络通信技术、计算机技术、矿山专业控制技术等组成可自成体系、完成某些功能需求的集合。如安全监测监控系统、人员定位系统、综采工作面集中控制系统等。

3.16 感知数据 perception data

为与音视频数据区分对待，将感知设备采集到的除音视频数据以外的可以实时采集或实时控制的数据定义为感知数据。如控制器或传感器的对象属性静态数据和动态数据等。

3.17 文本数据 text data

把智能化矿山中以文本文件形式存在的、不能参与算术运算的字符数据，可以经过二次转换或加工为用于系统之间传输、交换的数据，该数据宜支持OSI。如地测、告警数据，以及设备运行的日志文件等。

3.18 音视频数据 audio&video data

音频或视频采集设备经过数字化处理形成的声音数据和图像数据。如矿山工业摄像头、矿山机器人、智慧矿灯、沿线广播等设备采集的声音和图像数据。

3.19 设备模型 equipment model

设备中具备一定特征的抽象描述集合，如设备中采集类、通信类、工程类、配置类、报警事件类、网络安全类、控制类等相关信息的集合。

3.20 设备参数属性 device parameter property

设备参数属性是设备模型中的元素，用于描述设备某个状态、数据或者关系等，体现对设备中特定模型特征的专业抽象描述。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

CAN:控制器局域网总线 (Controller Area Network)

Profibus:过程现场总线 (Process Fieldbus)

4G:第4代通信网络 (4th generation network)

5G:第5代通信网络 (5th generation network)

RFID:射频识别 (Radio Frequency Identification)

UWB:超宽带 (Ultra Wide Band)

BT:蓝牙 (Bluetooth)

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)

OPC UA:过程控制组件统一架构接口协议 (OLE for Process Control Unified Architecture)

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

RTSP:实时流传输协议 (Real Time Streaming Protocol)

Onvif:开放型网络视频接口协议 (Open Network Video Interface Forum)

NB-IoT:窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

EPA:工业自动化以太网技术 (Ethernet for Plant Automation)

SFTP:安全文件传输协议 (Secure File Transfer Protocol)

ID:身份标识号 (Identity)

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

5 系列规范结构

通信接口与协议系列规范的结构如图1所示。

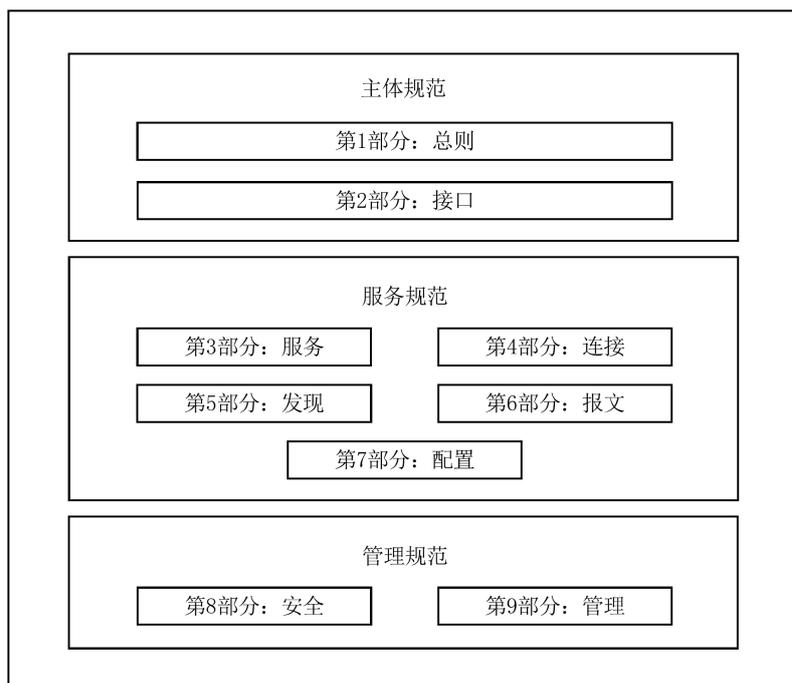


图 1 系列规范结构

主体规范明确了智能化矿山数据采集、传输、协同共享过程中的接口方式和通信协议，包括：

- 第 1 部分：总体要求。规定了数据采集、传输、协同共享过程中的通信接口与协议总体要求，描述了智能化矿山设备抽象后的理论模型。
- 第 2 部分：接口。规定了感知层、传输层和应用层接口方式和通信协议，规定了感知层协议转换和应用层数据共享的接口和协议。

服务规范为智能化矿山数据采集、传输及上层应用的通信接口与协议配置提供支撑，包括：

- 第 3 部分：服务。规定了发现服务集、安全服务集、连接服务集、配置服务集、文件传输服务集和告警服务集等，实现对服务的分组管理。
- 第 4 部分：发现。规定了感知层和应用层的发现方式、发现流程以及发现服务基本属性及格式。
- 第 5 部分：连接。规定了感知层数据采集的连接方式、连接过程；规定了传输层的连接建立/断开过程；规定了应用层协议解析、控制下发及数据共享过程。

——第 6 部分：报文。规定了智能化矿山设备之间的通信报文格式；规定了数据采集所涉及的感知数据、文本数据和音视频数据的报文格式。

——第 7 部分：配置。规定了智能化矿山设备在感知层协议转换的配置规范；规定了应用层服务集的配置规范；规定了应用层数据共享协议的配置规范。

管理规范为数据采集过程的安全、透明、可靠传输提供保障，包括：

——第 8 部分：安全。规定了智能化矿山设备通信的安全模型、安全接入要求、安全传输要求、访问控制要求及安全审计要求。

——第 9 部分：管理。规定了智能化矿山数据采集、传输与协同共享过程中的管理参考模型、管理技术要求。

6 总体要求

6.1 一般要求

6.1.1 智能化矿山的数据采集与传输应符合本文件要求。

6.1.2 智能化矿山数据类型应包括三类：感知数据、文本数据、音视频数据。

6.1.3 智能化矿山现场设备应支持与标准时钟授时服务同步功能。

6.1.4 智能化矿山现场设备宜支持本地缓存、存储转发和边缘计算功能。

6.1.5 智能化矿山数据传输宜支持超时重发、数据缓存、断点续传功能，见 GB/T 39364。

6.1.6 智能化矿山数据传输设备宜具备网络链路热备功能。

6.1.7 矿山企业应优先采用先进的工业物联网协议实现数据的采集与传输，避免多协议共存造成数据传输延迟或中断。

6.1.8 智能化矿山中基于非工业物联网协议传输的设备应通过协议接口转换网关实现数据采集。

6.1.9 矿山企业新采购机电设备应统一基于工业物联网协议实现数据的采集与传输，在用非工业物联网设备宜通过协议接口转换网关转换成工业物联网协议实现数据的采集与传输。

6.2 网络模型

6.2.1 智能化矿山通信接口与协议的网络模型应符合 ISO/IEC 7498-1，如图 2 所示。

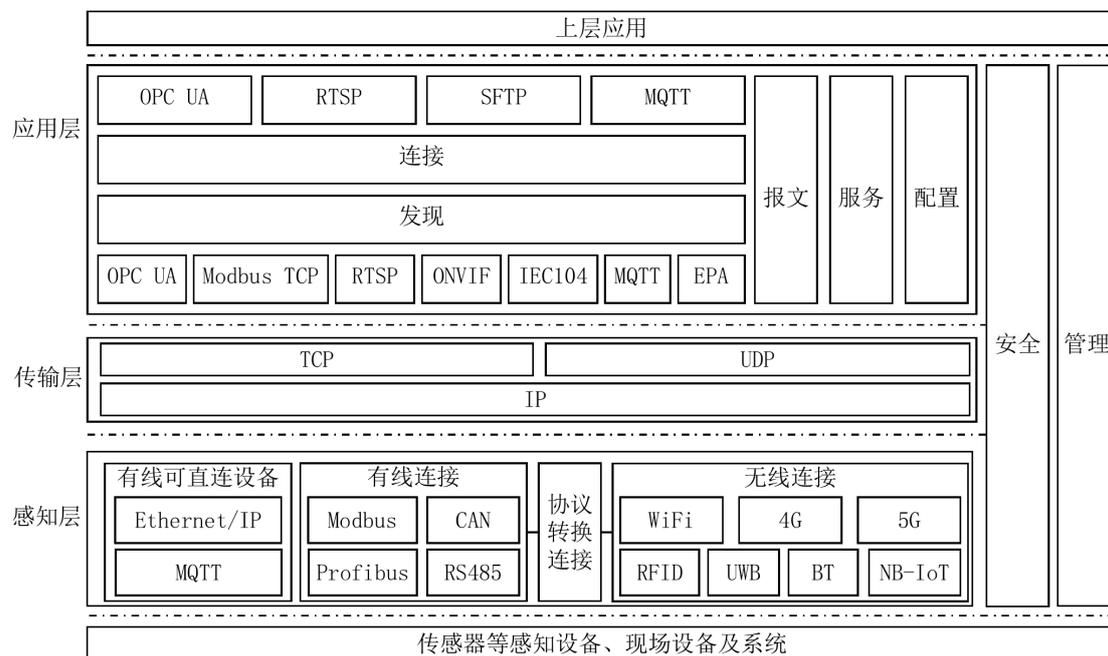


图 2 智能化矿山通信接口与协议的网络模型

6.2.2 智能化矿山通信接口与协议应选用成熟、先进、符合未来发展方向的主流协议。

6.2.3 感知层应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。

6.2.4 传输层应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。

6.2.5 应用层应通过发现、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。

6.2.6 上层应用宜包括矿端管控平台、矿端数据中心及其它应用系统。

6.3 通信接口与协议

6.3.1 感知层设备应选用有线接口或无线网络实现数据采集。有线接口采用标准工业物联网协议的设备可直接接入上级交换机，如 Ethernet/IP 和 MQTT 等；不能直接接入的有线接口宜选用 Modbus、CAN、Profibus、RS485；无线网络连接宜选用 WiFi、4G、5G、RFID、UWB、BT、NB-IoT。

6.3.2 感知层应具备 IP 协议转换功能，能够自动适配感知层接口和协议，向传输层提供统一的工业物联网接口。

6.3.3 传输层应选用 IPv4/IPv6 协议和 TCP/UDP 协议。

6.3.4 应用层数据解析应支持 OPC UA、MQTT、Modbus TCP、RTSP、Onvif、IEC-104、EPA 等通信协议。

6.3.5 应用层数据共享应选用 OPC UA、MQTT、SFTP、RTSP 通信协议：

——感知数据中实时/历史数据和控制命令的数据交互应采用 OPC UA 协议；

——感知数据中自定义格式的数据传输应采用发布/订阅式的 MQTT 协议；

——文本数据传输应采用 SFTP 协议；

——音视频数据传输应采用 RTSP 协议。

6.4 应用场景

6.4.1 矿山设备数据采集的业务场景，应采用直接采集方式、协议转换采集方式、系统中转采集方式。

6.4.2 对于数据传输接口支持标准工业物联网通信协议（如 Ethernet/IP、Modbus TCP、OPC UA 等）的矿山设备或子系统，应采用标准工业物联网接口直接接入矿山工业环网进行通信。直接采集方式如图 3 所示。

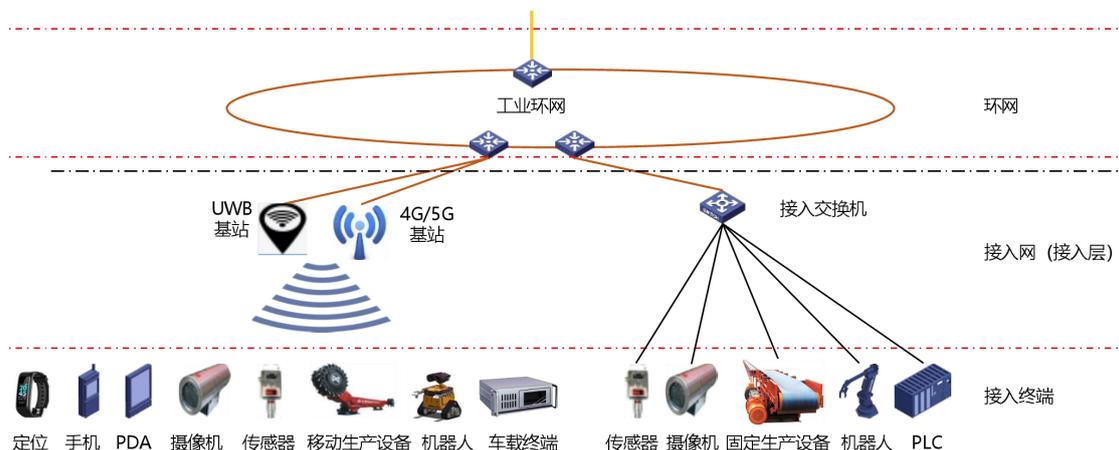


图 3 直接采集方式

6.4.3 对于数据传输接口是总线接口（如 Modbus RTU、CAN、Profibus 或 RS485）的矿山设备或子系统，应将总线接口转换为标准工业物联网接口后接入矿山工业环网进行通信。协议转换采集方式如图 4 所示。

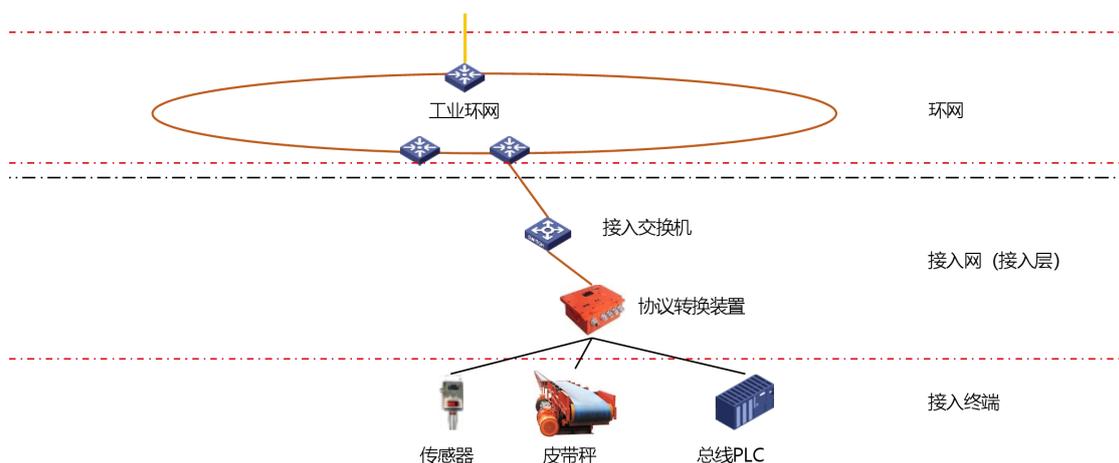


图4 协议转换采集方式

6.4.4 对于数据传输接口不是标准通信接口但具有上位机或服务端的子系统，由上位机或服务器端中接入矿山工业环网进行通信。系统中转采集方式如图5所示。

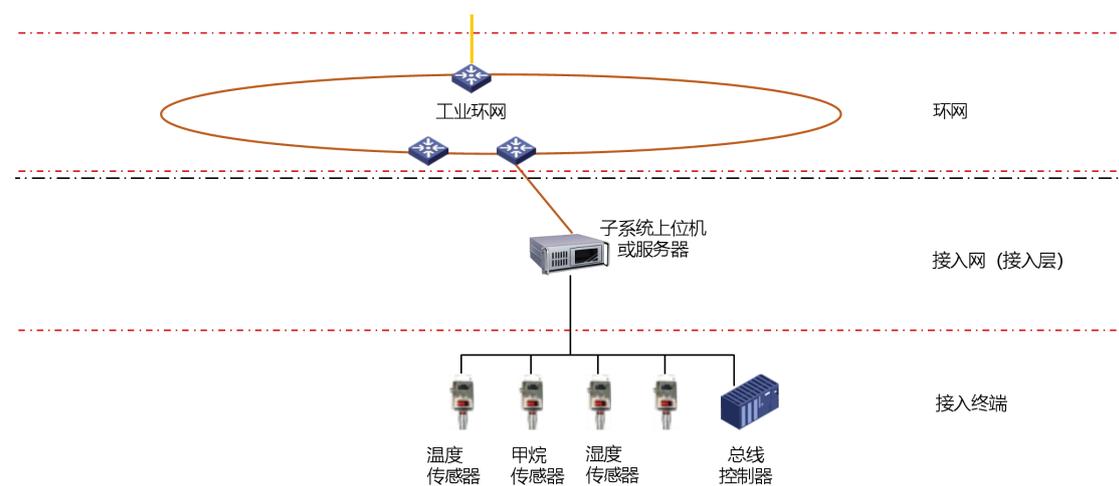


图5 系统中转采集方式

6.5 工作模式

6.5.1 智能化矿山数据采集的业务场景中，各设备之间通信的应答模式应统一采用“客户端—服务端”模式。客户端/服务端交互模型如图6所示。

6.5.2 在“客户端—服务端”模式下，应采用“请求—响应”或“订阅—发布”会话模式。

6.5.3 智能化矿山设备应单独具备客户端或服务端功能，或同时具备客户端和服务端功能。

6.5.4 客户端应可在同一时刻与一个或多个服务端进行业务交互；相应的，服务端在同一时刻也应可与一个或多个客户端进行互操作。

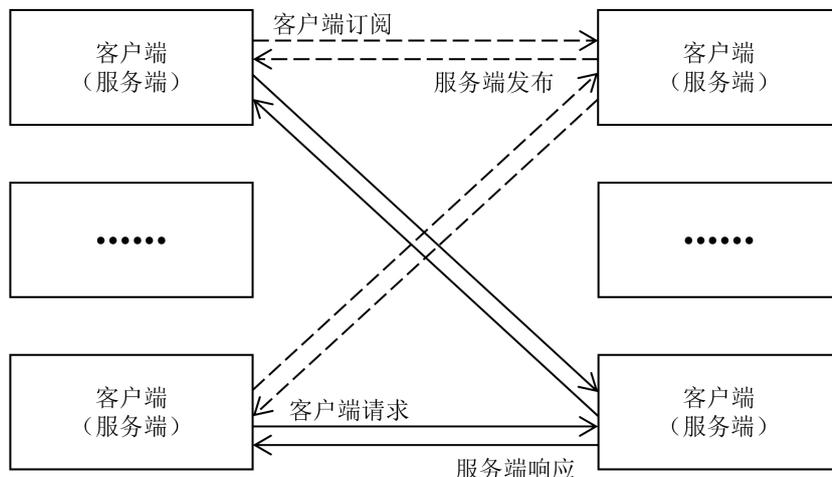


图 6 客户端/服务端交互模型

7 设备模型和传输数据

7.1 设备模型架构

设备模型应包括设备通用信息和设备扩展信息，其架构如图7所示。

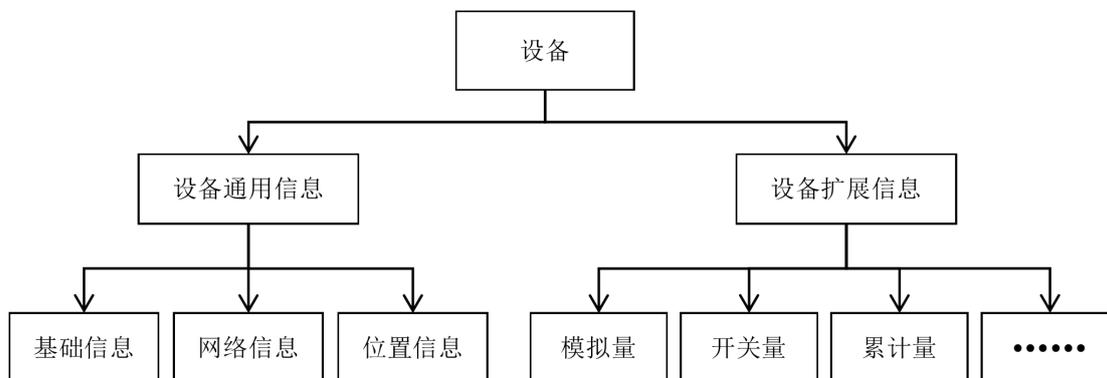


图 7 设备模型架构

7.2 传输数据信息

7.2.1 设备通用信息用于定义矿山设备的通用属性集，应包括但不限于基础信息、网络信息和位置信息：

- 基础信息：设备厂家、设备类型、设备型号、制造日期、设备序列号、操作系统类型及版本、通信协议类型及版本等；
- 网络信息：IP 地址、网络掩码、网关地址、DNS 服务器等；
- 位置信息：经度、纬度、海拔等。

7.2.2 设备扩展信息定义矿山设备特有状态和功能的属性集，应包括但不限于模拟量、开关量和累计量：

- 模拟量：在时间和数值上都是连续变化的信号，如电流、电压、功率、频率、温度、湿度、振动、压力、流量、告警码、故障码、整定值、心跳等；
- 开关量：在时间和数值上都是断续变化的离散信号，如运行状态、告警状态、故障状态、屏蔽状态、使能状态、时间戳、质量戳等；
- 累计量：和时间有关的数据，如瓦斯抽采量、产量等。

7.2.3 设备参数属性信息应满足：

- 设备属性应具有唯一性，且只能归属于某个特定的模型；
- 设备属性应包括但不限于属性 ID、属性名称、属性类型、读写权限、是否必要、值有效期、安全级别等；
- 智能化矿山设备应将需要采集的生产和安全类感知数据按照属性描述的形式和要求定义。

7.3 数据格式

设备参数数据格式定义见表1。

表1 设备参数数据格式定义

ID	数据类型	描述
1	byte	1个字节，范围是[0, 255]
2	char	1个字节，范围是[-128, 127]
3	bool	逻辑状态值，取值true或者false
4	uint16	无符号整型，2个字节，范围是[0, 65535]
5	int16	有符号整型，2个字节，范围是[-32768, 32767]
6	uint32	无符号整型，4字节，范围是[0, 4294967295]
7	int32	有符号整型，4字节，范围是[-2147483648, 2147483647]
8	uint64	无符号整型，8字节，范围是[0, 18446744073709551615]
9	int64	有符号整型，8字节，范围是[-9223372036854775808, 9223372036854775807]

ID	数据类型	描述
10	float	4字节单精度浮点型数据
11	double	8字节双精度浮点型数据
12	string	字符串，长度根据设备信息、属性实例制定，应采用UTF-8编码
13	byte array	无符号单字节数组，长度根据设备信息、属性实例制定
14	Char array	有符号单字节数组，长度根据设备信息、属性实例制定
15	uint16 array	无符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
16	int16 array	有符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
17	uint32 array	无符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
18	int32 array	有符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
19	uint64 array	无符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
20	int64 array	有符号整型数组，长度根据设备信息、属性实例制定
21	float array	浮点型数组
22	备用	备用