

团 体 标 准

T/ITS 0231-2023

数字交通 隧道机电设备互联互通接口协议

Digital transportation - Interface protocol for tunnel electromechanical equipment interconnection and interworking

2023-12-07 发布

2023-12-07 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前言	II
引言	错误! 未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 总体框架	2
5 北向接口技术规范	3
6 南向接口技术规范	4
7 东西向接口技术规范	5

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》给出的规则起草。

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专利的责任。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：深圳开鸿数字产业发展有限公司、华为技术有限公司、交通运输部公路科学研究院、湖南开鸿智谷数字产业发展有限公司、江西方兴科技股份有限公司、山东高速信息集团有限公司、北京万集科技股份有限公司、北京中字万通科技股份有限公司、电信科学技术研究院有限公司、广东利通科技投资有限公司、东来智慧交通科技（深圳）有限公司、山西省智慧交通研究院有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、贵州中南交通科技有限公司。

本文件主要起草人：解伟俊、齐志峰、李振华、胡季岗、李杰、沈阳、杨启彬、邢万勇、王小琿、王益维、陈双、伍韶峰、张宏强、钱劲、朱悦、罗芊、刘国平、孙昕、洪慧、马奔、陶金、王涌鹏、高伟、杨霖、周凯明、左建武、李磊、朱立、景峻、王磊、王凤春、陈元培、付继凯、董士山、孟令钊、裴志鑫、陈杨、黄凯、刘天明、张杰、杨天、房家奕、宦宣颐、吴林、吴宏涛、孟颖、高浩森、方栋平、刘方杰、肖德广、余青、张驱。

数字交通 隧道机电设备互联互通接口协议

1 范围

本文件规定了基于数字交通体系的隧道机电设备总体框架、北向、东西向机电设备的互联互通接口协议。

本文件适用基于数字交通体系的隧道机电设备的设计、开发和检测。公路隧道的建设、管理、养护、运营等相关信息化系统的物联机电设备建设可参照执行。

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 32420-2015 《无线局域网测试规范》

JTG/T D71-2004 《公路隧道交通工程设计规范》

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.5

数字交通 digital traffic system

以数据为关键要素和核心驱动，促进物理和虚拟空间的交通运输活动不断融合、交互作用的现代交通运输体系。

3.1.6

智能互联设备 intelligent interconnection equipment

指拥有32位以上性能处理器、有通讯接口的设备，具有与管理平台、其他机电设备进行信息交互、互操作控制、软硬件扩展、OTA升级能力。

3.1.7

智能机电设备 intelligent electromechanical equipment

基于智能互联设备，与传统管理平台机电设备结合后构成的下一代机电设备，在传统机电设备基础上，具备信息交互、互操作、软硬件扩展、OTA升级等智能能力。

3.1.8

北向接口 northbound interface

智能互联设备或智能机电设备对接各种管理平台的接口，通常在系统架构图的位置靠上，即连接上层应用的接口。

3.1.9

南向接口 southbound interface

智能互联设备连接到非智能设备的接口，通常在系统架构图中位置靠下，即连接底层传感器、执行设备的接口。

3.1.10

东西向接口 east-west interface

智能互联、智能机电设备之间的接口。

3.1.11

分布式软总线 distributed soft bus

分布式软总线是一种智能机电设备间通信的技术方案，基于Wi-Fi、蓝牙、Ethernet等物理通道，实现智能机电设备间统一的分布式通信管理能力，提供不区分链路的设备间发现连接、组网和传输能力。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

ADC: 模拟数字转换器(Analog-to-Digital Converter)

CoAP: 受限应用协议(Constrained Application Protocol)

CO/VI: 一氧化碳/能见度传感器(CO / Visibility)

DA: 设备接入(Device Access)

DI: 数字输入(Digital Input)

DO: 数字输出(Digital Output)

GPIO: 通用型输入输出(General-purpose input/output)

IOT: 物联网(Internet of Things)

Modbus-TCP: 基于TCP实现的Modbus通讯协议(Modbus-TCP)

Modbus-RTU: 基于串行链路(RS232C或RS485)的Modbus通讯协议(Modbus-RTU)

OBU: 车载单元(On Board Unit)

OTA: 空中下载技术(Over-the-Air Technology)

RTU: 远程终端设备(Remote Terminal Unit)

UART: 异步收发传输器(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

4 总体框架

隧道机电设备互联总体架构见图1，架构由三部分组成，分别为管理平台、互联接口等。管理平台和智能互联设备通过北向接口互联，智能互联设备和隧道机电外场设备通过南向接口互联，智能机电或智能互联设备之间通过东西向接口互联。

a) 北向接口：智能互联设备接入管理平台的接口。

b) 南向机电设备接口：外场设备等各类非智能机电设备通过此接口接入智能互联设备。各类隧道机电外场设备可上报传感数据，智能机电类设备可接受管理平台的控制命令等。

c) 东西向接口：智能机电设备之间的接口协议，例如：控制器与控制器之间的应急场景，控制器与运维平板之间的交互。

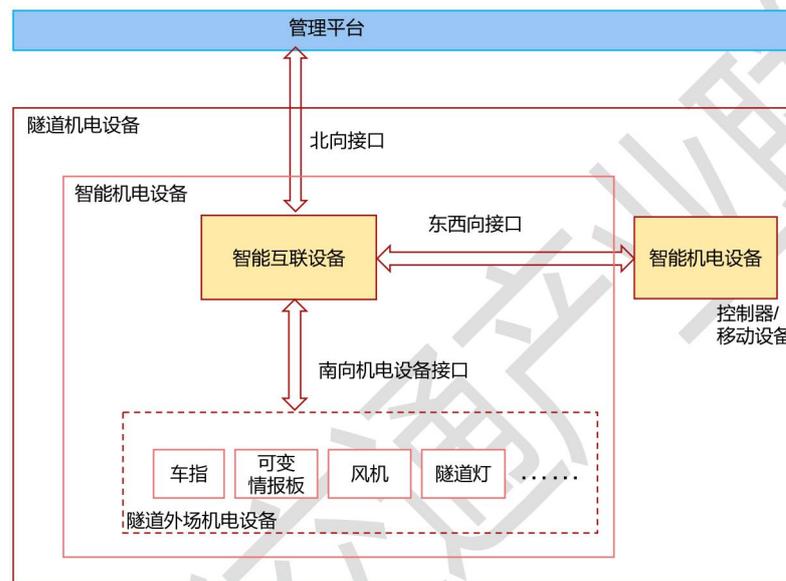


图1 隧道机电设备互联总体架构图

5 北向接口技术规范

5.1 接口要求

接口具体要求如下：

- 应采用统一的通信数据协议，可采用http、MQTT等方式。
- 应采用可扩展的数据格式，可采用XML、JSON等方式。

5.2 技术要求

5.2.1 数据定义/要求

北向接口交互的设备相关数据的定义应采用物模型规范，相关物模型详见《T/ITS 0229-2022 数字交通隧道机电设备物模型规范》中关于风机、照明、信号灯、车道指示牌、卷帘门、洞口光强传感器、情报板、一氧化碳和能见度检测器、风向风速仪、液位检测仪的定义。

5.2.2 功能要求

智能机电设备应能通过北向接口向管理平台提供状态查询类、设备控制类等服务，并上报事件内容，包括但不限于运行状态、属性状态、硬件参数、系统参数、日志、心跳、OTA反馈、查询命令错误反馈、控制命令错误等事件。

5.2.3 安全要求

北向接口应具有智能机电设备与物联云平台之间的信息交互功能，在双方建立通信时应对通讯双方实施双向身份认证，对通讯进行必要的加密处理，能够防范网络攻击和中间人攻击，应符合以下要求：

- a) 对传输信息实施安全保护策略，对传输信息进行分级保护。
- b) 实施网络加密技术，对传输数据进行加密。通过使用数字证书的方式进行身份认证和数据完整性校验，保证数据的不可篡改性 and 保密性。

6 南向接口技术规范

本章节中涉及各隧道机电设备遵循JTG/T D71-2004中的要求。

6.1 接口要求

智能机电设备应通过南向接口屏蔽所连接外场设备的物理结构，对云平台或其他智能机电设备提供统一的机电设备的逻辑资源访问接口，其硬件接口应符合以下条件：

- a) 应支持不少于DI、DO、ADC、UART、RJ45等接口中的一种。
- b) 串行接口应支持RS-232全双工通信、RS-422全双工通信、RS-485半双工通信中的一种。

南向接口所适用的通信协议示例类型见表1。

机电设备接口、对应主控接口、通信协议增加描述，推荐为表1

表 1 南向接口通信协议类型示例

机电设备类型	机电设备接口	对应主控接口	通信协议
风机	DI、DO	GPIO	开关量
照明	DI、DO	GPIO	开关量
信号灯	DI、DO	GPIO	开关量
车道指示牌（参考）	DI、DO	GPIO	开关量
卷帘门	DI、DO	GPIO	开关量
洞口光强传感器	RJ45	Ethernet	Modbus-TCP
情报板	RJ45	Ethernet	Modbus-TCP
COVI	RS485	UART	Modbus-RTU
风向风速	RS485	UART	Modbus-RTU
液位检测	RS485	UART	Modbus-RTU

6.2 接口需求与功能说明

6.2.1 风机

风机设备控制接口宜支持2个DI口2个DO口，应支持正转、反转、停止等功能。

6.2.2 照明

照明设备控制接口宜支持1个DI口1个DO口，应支持照明灯开、照明灯关等功能。

6.2.3 信号灯

信号灯控制接口宜支持4个DI口4个DO口，宜支持横向信号灯。

6.2.4 车道指示牌

车道指示牌宜支持4个DI口4个DO口，宜支持横向车道指示牌。

6.2.5 卷帘门

卷帘门宜支持2个DI口2个DO口，应支持上升、下降等功能。

6.2.6 洞口光强传感器

洞口光强传感器宜支持RJ45接口，支持Modbus-TCP协议。

6.2.7 情报板

情报板宜支持RJ45接口，支持Modbus-TCP协议。

6.2.8 一氧化碳和能见度检测器

一氧化碳和能见度检测器宜支持RS485接口，支持Modbus-RTU协议。

6.2.9 风向风速

风速风向检测器宜支持RS485接口，支持Modbus-RTU协议。

6.2.10 液位检测

液位检测器宜支持RS485接口，支持Modbus-RTU协议。

7 东西向接口技术规范

7.1 接口要求

7.1.1 东西向接口定义

本接口是指智能互联、智能机电设备之间的接口。主要通信方式为使用Wi-Fi、蓝牙、以太网等，相关标准参考GB/T32420-2015。

宜基于分布式软总线技术，屏蔽常见南向通信芯片的差异，向业务应用提供发现、连接、组网和传输能力：

- a) 发现连接能力应能通过设备间不同的物理链路通信，发布即注册并告知其他设备其自身能力，以实现设备基于一定规则的自动发现并建立安全连接。如基于Wi-Fi、蓝牙、以太网网线等通信方式均可提供发现连接能力。
- b) 组网能力应支持物理异构组网，如不同的智能机电设备分别以Wi-Fi和蓝牙方式接入组网。

7.1.2 东西向接口能力

分布式软总线桥接多个智能机电设备的内外资源、模块、通信等接口，应具备以下关键特征：

T/ITS 0231-2023

- a) 系统中多个智能机电设备之间具备分布式互联能力。
- b) 智能机电设备的系统资源宜被其它智能机电设备获取并使用。
- c) 多个智能机电设备应具有协同性。

7.2 分布式软总线数据结构定义

以下内容仅对智能机电设备与其他智能机电设备之间分布式软总线通讯进行定义说明。分布式软总线接口协议分为发现与发布、认证组网和传输三大模块进行描述。

7.3 分布式软总线发现连接

软总线应支持IP和蓝牙模式广播。其在IP模式通过CoAP协议进行广播，智能化机电设备接收到广播数据包后，将对数据包进行响应。

CoAP协议基于UDP通讯协议开发而来，CoAP协议报文格式如表2。

表 2 CoAP 协议报文格式

Ver	T	TKL	Code	Message ID
Token (如果存在)				
Options (如果存在)				
0xFF		Payload (如果存在)		

分布式软总线CoAP广播数据报文格式如表3。

表 3 分布式软总线 CoAP 广播数据报文格式

字段名	长度	含义
Ver	2 bit	版本号, 值为 01
T	2 bit	报文类型, 值为 01
TKL	4 bit	标签 token 的长度
Code	8 bit	请求应答方式, 0, 02
Message ID	2 Byte	报文序号
TKL	4 bit	标签 token 的长度
Token	4 Byte	token 值, 由 TKL 决定
Options	4 Byte	选项
0xFF	1 Byte	分隔符

表 3 (续)

字段名	长度	含义
PayLaod	/	传输数据内容: { deviceId: {UDID:设备 UDID 值} devicename:设备名称 type:设备类型 hicversion:hm.1.0.0", mode:发现模式 deviceHash:账户 hash 值 serviceData:{port: 认证端口} extendServiceData:{sn:SN 号, 扩展服务数据, 可不填充 } wlanIp:广播设备的 ip 地址 capabilityBitma:设备发布的能力值 bType: 业务类型, 可选 bData:业务数据, 可选 CoAPUri:{CoAP:CoAP 资源 uri} }

分布式软总线CoAP响应数据报格式如表4。

表 4 分布式软总线 CoAP 响应数据报格式

字段名	长度	含义
Ver	2 bit	版本号, 值为 01
T	2 bit	报文类型, 值为 00

表 4 (续)

字段名	长度	含义
TKL	4 bit	标签 token 的长度
Code	8 bit	请求应答方式, 0.02
Message ID	2 Byte	报文序号
TKL	4 bit	标签 token 的长度
Token	4 Byte	token 值, 由 TKL 决定
Options	4 Byte	选项
0xFF	1 Byte	分隔符
PayLaod		传输数据内容: { deviceId: {UDID:设备 UDID 值} devicename:设备名称 type:设备类型 hicomversion:hm.1.0.0", mode:发现模式 deviceHash:账户 hash 值 serviceData:{port: 认证端口} extendServiceData:{sn:SN 号, 扩展服务数据, 可不填充 } wlanIp:广播设备的 ip 地址 capabilityBitma:设备发布的能力值 bType: 业务类型, 可选 bData:业务数据, 可选 CoAPUri: {CoAP:CoAP 资源 uri} }

分布式软总线蓝牙广播报文长度为29字节，具体内容如表5。

表 5 分布式软总线蓝牙广播报文

数据长度（字节）	6	1	1	2	7	18
数据说明	设备地址	报文长度	厂商自定义数据	厂商 ID	厂商数据	设备 SN 号

分布式软总线蓝牙响应报文内容如表6。

表 6 分布式软总线蓝牙响应报文

数据长度（字节）	6	1	N
数据说明	设备地址	报文长度	设备名称

7.3.1 分布式软总线组网认证

分布式软总线组网认证应在智能化机电设备之间建立可信认证关系，设备之间资源应进行安全共享，并且设备之间所有通讯应都被加密。

分布式软总线在智能化机电设备之间建立可信认证关系应根据特定算法生成对称密钥。宜使用PAKE协议和STS协议。

7.3.2 分布式软总线传输

分布式软总线传输主要分为字节(Bytes)和消息(Message)和字节(Bytes)两种传输类型。

客户端发送消息类型传输格式如表7。

表 7 客户端发送消息传输内容格式

字段名	长度	含义	
ProxyMessageHead	8 字节	type	1 字节
		cipher	1 字节
		myId	2 字节
		peerId	2 字节
		reserved	2 字节

表 7 (续)

字段名	长度	含义
payload		json 数据格式: <pre> { JSON_KEY_TYPE: APP_TYPE_NORMAL JSON_KEY_IDENTITY: IDENTITY 值 JSON_KEY_DEVICE_ID: deviceID JSON_KEY_SRC_BUS_NAME:本端 sessionName JSON_KEY_DST_BUS_NAME:对端 sessionName JSON_KEY_UID:uid JSON_KEY_PID:pid JSON_KEY_GROUP_ID:group ID JSON_KEY_PKG_NAME:应用包名 JSON_KEY_SESSION_KEY: 会话密钥 JSON_KEY_ENCRYPT: 加密标识 JSON_KEY_ALGORITHM: 加密算法 JSON_KEY_CRC: CRC 校验 JSON_KEY_BUSINESS_TYPE: 传输通道类型 } </pre>

客户端响应内容如表8。

表 8 客户端响应消息传输内容格式

字段名	长度	含义	
ProxyMessageHead	8 字节	type	1 字节
		cipher	1 字节
		myId	2 字节
		peerId	2 字节
		reserved	2 字节

表 8 (续)

字段名	长度	含义
payload		json 数据格式： {JSON_KEY_IDENTITY: IDENTITY 值 JSON_KEY_DEVICE_ID: deviceID JSON_KEY_HAS_PRIORITY: bool 值 JSON_KEY_UID:uid JSON_KEY_PID:pid JSON_KEY_PKG_NAME:应用包名 JSON_KEY_ENCRYPT: 加密标识 JSON_KEY_ALGORITHM: 加密算法 JSON_KEY_CRC: CRC 校验 }

客户端发送字节类型传输内容格式如表9。

表 9 客户端发送字节传输内容格式

字段名	长度	含义	
packetHead	24 字节	magicNumber	4 字节
		module	4 字节
		seq	8 字节
		flags	4 字节
		dataLen	4 字节

表 9 (续)

字段名	长度	含义
data	dataLen	json 格式数据: { CODE: 1 API_VERSION:API_V2 BUS_NAME:会话名称 GROUP_ID:group ID 值 UID:uid PID:pid SESSION_KEY:密钥 PKG_NAME:应用包名 CLIENT_BUS_NAME:应用本地使用的会话名 AUTH_STATE:认证状态 MSG_ROUTE_TYPE:连接类型 BUSSINESS_TYPE:传输通道类型 }

服务端握手响应内容格式如表10。

表 10 服务端握手响应字节类型格式

字段名	长度	含义	
packetHead	24 字节	magicNumber	4 字节
		module	4 字节
		seq	8 字节
		flags	4 字节
		dataLen	4 字节

表 10 (续)

字段名	长度	含义
data	dataLen	json 格式数据: <pre> { CODE:1 API_VERSION:API_V2 DEVICE_ID:设备 Id UID:uid PID:pid PKG_NAME:应用包名 AUTH_STATE:认证状态 } </pre>

7.4 东西向接口中引用南向接口协议定义

7.4.1 数据帧格式如下:

- 功能码占据 2 字节，用于定义其他智能机电设备的南向设备接口类型。
- 数据长度占据 2 字节，表示数据区的数据长度。
- 数据区占据 N 字节，内容为具体的通讯数据，大端模式。

7.4.2 功能码定义

其他智能机电所连接南向设备各接口对应的功能码见表11。

表 11 接口对应功能码

接口类型	RS485	DI	DO	AI
功能码	0x52 0x53	0x44 0x49	0x44 0x4F	0x41 0x49

中国智能交通产业联盟
标准

数字交通 隧道机电设备互联互通接口协议
T/ITS 0231-2023

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）
中国智能交通产业联盟印刷
网址：<http://www.c-its.org.cn>

2023 年 12 月第一版 2023 年 12 月第一次印刷