

团体标准

T/ITS 0229-2023

数字交通 隧道机电设备物模型

Digital transportation - Thing model of tunnels electromechanical equipment

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
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
4 整体架构	1
5 模块描述	2
6 物模型扩展要求	25

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：湖南开鸿智谷数字产业发展有限公司、交通运输部公路科学研究院、华为技术有限公司、贵州中南交通科技有限公司、深圳开鸿数字产业发展有限公司、山东高速信息集团有限公司、北京万集科技股份有限公司、青岛海信网络科技股份有限公司、电信科学技术研究院有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、江西方兴科技股份有限公司、东来智慧交通科技（深圳）有限公司、广东利通科技投资有限公司。

本文件主要起草人：杨启彬、齐志峰、李振华、胡季岗、李杰、沈阳、王益维、解伟俊、陈双、王小琿、邢万勇、周凯明、左建武、李磊、孙昕、洪慧、马奔、陶金、王涌鹏、高伟、杨霖、刘方杰、肖德广、张宏强、伍韶峰、钱劲、景峻、王磊、王凤春、陈元培、付继凯、董士山、朱悦、孟令钊、敦博、孙代耀、杨天、吴艳光、房家奕、洪渊、朱立、宦宣颐、吴林、张驱、张祥波。

数字交通 隧道机电设备物模型

1 范围

本文件规定了隧道机电设备物模型的整体架构、模块描述、物模型扩展要求。

本文件适用于隧道机电系统物联网组网，适用于公路隧道的建设、管理、养护、运营等相关信息化系统的机电设备进行信息模型建模。

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 40209-2021 制造装备集成信息模型通用建模规则

YD/T 4097-2022 物联网信息模型 总体架构

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

物模型 thing model

物模型是对设备的数字化抽象描述，描述该型号设备的属性、方法、事件和模块等。物模型将物理空间中的实体设备数字化，在云端构建该实体的数据模型，即将物理空间的实体在云端进行格式化表示。

3.1.2

物联网 internet of things; iot

物模型是基于对象信息的相关性，在一定的框架下构建的语义模型，实现物理空间实体在数字层面的标准化表达。物模型从属性、方法和事件三个维度，分别描述了该实体是什么、能做什么、可以对外提供哪些信息。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

IoT: 物联网(Internet of Things)

DI: 数字量输入(Digital Input)

AI: 模拟量输入(Analog Input)

JSON: JavaScript对象表示法(JavaScript Object Notation)

OTA: 空中下载技术(Over-the-Air Technology)

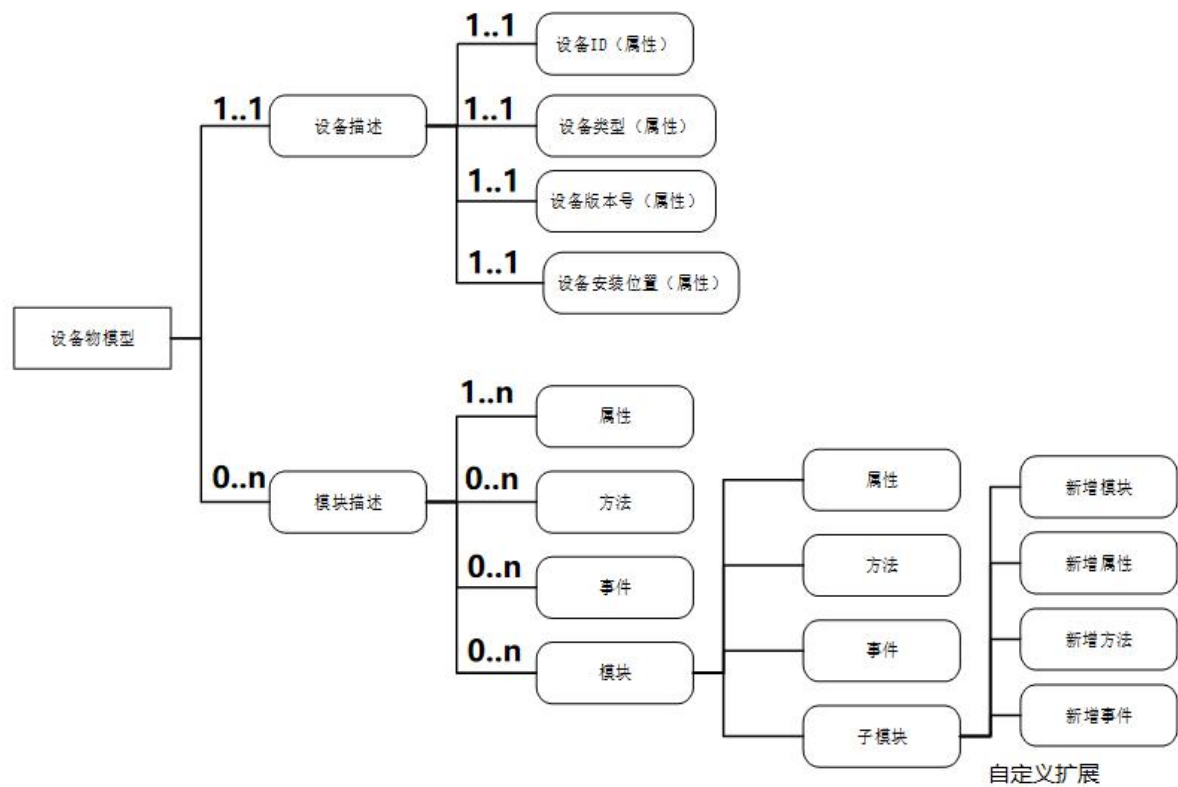
4 整体架构

4.1 架构概述

4.1.1 隧道机电设备级对象，如交互式控制器、车道指示器、亮度传感器等是由若干模块、属性数据以及各类工作数据组成的，设备物模型由设备描述和模块描述组成，设备描述包含设备的静态物理属性，

模块描述包含模块本身定义和属性、方法及事件。

4.1.2 物模型建模总体框架可参考 YD/T 4097-2022《物联网信息模型 总体框架》。为方便物模型的准确描述，本文件对隧道机电设备级对象的设备描述、模块描述、属性、方法、事件进行定义，并增加物模型子模块的扩展要求描述，物模型描述要素与隧道机电设备级对象的抽象关系如图 1 所示。



4.2 设备描述

描述设备的基本信息(如设备版本号、制造商、设备类型、设备序列号等)和设备的功能集(模块)列表(属性、方法、事件)，一个设备只包含一个设备描述(如设备版本号、制造商、设备类型、设备序列号等)。

4.3 模块定义

模块是具有独立功能并且可复用的单元，由属性、方法、事件组成，一个模块至少包含三者中的一种。模块可包含子模块，也可对模块自定义扩展。

5 模块描述

5.1 属性概述

描述设备的状态、数据、关系、功能等的最小单位，描述设备运行时具体信息和状态。属性可分为读写和只读两种类型。读写类型支持读取和设置属性值，只读类型仅支持读取属性值。属性属于某一个模块。属性分为基础属性、网络属性、位置属性、功能描述属性、扩展属性等几个大类。属性定义宜采用描述项的方式呈现。

5.2 报文格式定义

5.2.1 数据格式应采用 JSON 等格式字符串，名称宜采用驼峰式命名规则，首字母应小写。示例如下：

```
{
  "type": "zm",
  "name": "zm004",
  "btMac": "D7:74:08:B9:14:8B",
  "mac": "00:00:00:00:00:00",
  "touchType": 1
}
```

5.2.2 序列号后的格式如下：

```
{"type":"zm","name":"zm004","btMac":"D7:74:08:B9:14:8B","mac":"00:00:00:00:00:00","touchType":1}
```

5.3 属性分类

5.3.1 一般规定

接入到隧道机电物联网的设备应提供是属性；否属性为选择提供，可根据需求按照规定的方式添加自定义属性。

5.3.2 是属性

机电设备通用的属性信息，包括但不限于设备类型、名称、业务参数、运行状态、日志上报等内容。

5.3.3 否属性

机电设备非通用属性信息，根据每个设备情况否必选，包括但不限于设备网卡、芯片编码、应用说明等内容。

5.3.4 自定义属性

机电设备厂家除通用属性信息之外因差异化设计带来的还需额外添加的属性，包括但不限于各类设备的控制指令、状态等内容。

5.4 属性基本结构

描述设备运行时具体信息和状态。属性的基本结构见表1。

表 1 属性的基本结构

参数	描述	是否必选
功能名称	属性的名称，例如：洞内亮度值。同一产品下功能名称不能重复。支持中文、英文字母、数字、短划线（-）、下划线（_）、正斜线（/）和英文句号（.），且必须以中文、英文或数字开头，不超过 30 个字符。	是
标识符	属性唯一标识符，在产品下具有唯一性。支持英文、数字和下划线（_），不超过 50 个字符。	是
数据类型	<p>int32: 32 位整型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>float: 单精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>double: 双精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>enum: 枚举型。定义枚举项的参数值和参数描述，例如：0 表示无故障、1 表示有故障。</p> <p>bool: 布尔型。采用 0 或 1 来定义布尔值，例如：0 表示关、1 表示开。</p> <p>string: 字符串。需定义字符串的数据长度，最长支持 10240 字节。</p> <p>date: 时间戳。格式为 string 类型的 UTC 时间戳，单位：毫秒。</p> <p>struct: JSON 对象。定义一个 JSON 结构体，新增 JSON 参数项，例如：定义灯的颜色是由 Red、Green、Blue 三个参数组成的结构体。不支持结构体嵌套。</p> <p>array: 数组。需声明数组内的元素类型、数组元素个数。元素类型否择 int32、float、double、string 或 struct，需确保同一个数组元素类型相同。元素个数，限制 1~512 个。</p>	是
取值范围	数据类型为 int32、float、double 时，可设置属性值的取值范围。	是
步长	属性值变化的最小粒度。数据类型为 int32、float、double 时，可根据您的业务需要设置步长。 例如：为 CPU 核心温度定义温度属性时，将数据类型设置为 int32，步长为 1，单位为℃，取值范围 0~100。即温度每变化两度，设备上报温度值，例如：0℃、1℃、2℃等。	是
单位	单位否择为无，或根据实际情况选择。	否
读写类型	<p>只读：该属性仅支持数据上报，不支持下行修改。</p> <p>读写：该属性既可以上报获取，也可以下行修改设置。</p>	是
描述	输入文字，对该方法功能进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。	否

5.4.1 设备描述

机电设备描述包括但不限于设备安装信息、设备信息等信息，设备描述的基本结构见表2。

表 2 设备描述的基本结构

物模型 ID	类型	名称	标识符	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000001	属性	设备类型	devType	string	-	读写	不允许 NULL	设备具体类型（照明类、通风类、消防类...）	是
	属性	设备名称	name	string	-	读写	不允许 NULL	设备全称	是
	属性	设备 SN	sn	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备编号	是
	属性	设备版本号	version	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备版本代号	是
	属性	规格型号	contruction Stakenum	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	控制器规格型号说明	是
	属性	安装位置	contruction Stakenum	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备安装桩号	是
	属性	使用单位	useInfo	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备使用单位名称	否
	属性	安装时间	time	string	-	只读	字符串，格式： yyyy-MM-dd hh:mm:ss	设备安装的时间	是
	属性	负责人	user	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备使用的负责人	否
注：物模型 ID 用来标识该物模型在整个模型库里面的身份,使用 6 位字符串描述，其中前 2 位建议为固定值(行业自定义),标识该内容为属性。剩余的 4 位用来标识不同的属性基本结构。									

5.4.2 业务参数

机电设备业务参数包括但不限于硬件故障情况、设备类型、网络状态等信息。业务参数的基本结构见表3。

表 3 业务参数的基本结构

物模型 ID	类型	名称	标识符	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000002	属性	网关 ID	gatewayID	string	-	只读	字符串，可变长度，最长:32 个字符	设备连接的网关 ID	否
	属性	是否硬件故障	isFault	bool	-	读写	0 -- 无故障 1 -- 存在故障	设备的故障代码	是
	属性	接入设备类型	devType	enum	-	读写	01 -- 车道指示器 (三灯版) 02 -- 交通信号灯 03 -- 车道指示器 (双灯版) 05 -- 防火卷帘 06 -- 风机 07 -- 风速风向检测器 08 -- CO/VI 检测器 09 -- 洞内亮度检测器 10 -- 洞外亮度检测器 ...	接入设备的类型编号	是
	属性	网络状态	networkStata	enum	-	读写	1. 网口连接异常 2. 网络正常 3. 平台连接正常 4. 平台连接异常	设备当前网络状态	是
	属性	设备 id 编码	devID	string	-	读写	长度: 32 位 允许空字符串, 不允许 NULL	唯一值, 每一个机电设备都有唯一 id 编码	是
	属性	控制器 id 编码	id	string	-	读写	长度: 32 位 允许空字符串, 不允许 NULL	每一个控制器都有唯一 id 编码, 需要填写当前接的控制器	是

5.4.3 运行状态

5.4.3.1 机电设备运行状态包括但不限于：CPU占有率、片内内存占有率、片外内存占有率、启动至今CPU（tick）周期总数、CPU核心工作温度等基础信息。与业务相关的信息包括但不限于设备类型、设备当前业务状态、当前故障状态反馈、当前设备采集的数值。

5.4.3.2 根据隧道内不同机电设备运行状态给出如下示例：交互式控制器运行状态见表4，车道指示器运行状态见表5，交通信号灯运行状态见表6，防火卷帘运行状态见表7，风机运行状态见表8，风速风向检测器运行状态见表9，CO/VI检测器运行状态见表10，洞内亮度检测器运行状态见表11，洞外亮度检测器运行状态见表12。

表 4 交互式控制器运行状态

物模型ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000003	交互式控制器	属性	cpuUsage	CPU 占有率	int32	%	只读	范围：1 ~ 1000 步长：10 初始值：300 示例： 300/10=30%	设备当前CPU 占有率值	是
			memoryUsage	内存占有率	int32	%	只读	范围：1 ~ 1000 步长：10 初始值：300 示例：300/10=30%	设备当前内存占有率值	是
			tick	启动至今CPU（tick）周期总数	int32	次	只读	范围：1 ~ int32+ 步长：1	CPU（tick）周期总数值	否
			cpuTemp	CPU 核心工作温度	int32	℃	只读	范围：-50-100 步长：1	CPU 核心工作温度值	否
			OSVersion	OS 版本	string	-	只读	建议参考 xxx.xxx.xxx	操作系统版本号	是
			AppVersion	APP 版本	string	-	只读	建议参考 xxx.xxx.xxx	应用程序版本号	否

表 4（续）

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000003	交互式控制器	属性	localIP	本地 IP	string	-	只读	建议参考 xxx.xxx.xxx.xxx	本机的 IP 地址	是
		属性	storageUsage	存储占有率	int32	%	只读	范围：1 ~ 1000 步长：10 初始值：300 示例： 300/10=30%	设备当前存储占有率值	是
		属性	faultCode	故障状态码	string	-	只读	000000：一切正常 各种告警 100001：CPU 使用率超过 90% 100002：内存使用率超过 90% 100003：存储空间不足 5% 100004：OTA 下载失败 100005：OTA 升级失败 100006：应用下载失败 100007：应用安装失败 100008：以太网通信连接失败 100009：蓝牙通信数据传输失败 100010：WIFI 通信数据传输失败	故障状态码可动态扩展	是
		属性	totalStorage	存储大小	int32	Mbyte	只读	步长：1	设备当前存储大小	否
		属性	totalMemory	内存大小	int32	Kbyte	只读	步长：1	设备当前内存大小	是

表 5 车道指示器运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000005	车道指示器	属性	liRunStatus	灯状态	enum	-	读写	不允许为空 第一位是正面，第二位是反面： 0：灭 1：绿箭 2：红叉 3：横向 F：异常 00：全灭，12：正绿反红，21：正红反绿，22：正红反红，FF：异常	灯状态数据	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是
		属性	devStatus	设备状态	enum	-	读写	不允许为空 00 = 在线 01 = 离线 02 = 故障	当前设备状态	是

表 6 交通信号灯运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000005	交通信号灯	属性	tlRunStatus	运行状态	enum	-	读写	不允许为空 1 = 红灯 2 = 绿灯 3 = 黄灯 4 = 左转	当前运行状态	是

表 6 (续)

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000005	交通信号灯	属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫 秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间, 不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是
		属性	devStatus	设备状态	enum	-	读写	不允许为空 00 = 在线 01 = 离线 02 = 故障	当前设备状态	是

表 7 防火卷帘运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000006	防火卷帘	属性	rdRunStatus	运行状态	enum	-	读写	不允许为空 1 = 打开 2 = 关闭	当前运行状态	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫 秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间, 不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是
		属性	devStatus	设备状态	enum	-	读写	不允许为空 00 = 在线 01 = 离线 02 = 故障	当前设备状态	是

表 8 风机运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000007	风机	属性	isFault	当前是否故障	bool	-	读写	不允许为空 True - 出现故障 False - 无故障	故障数据	是
		属性	mode	控制模式	int32	-	读写	1 = 手动 0 = 自动	当前控制模式	是
		属性	fanRunStatus	运行状态	enum	-	读写	不允许为空 1 = 正转 2 = 反转 3 = 停止	设备运行状态	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型 表达时间, 不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是
		属性	devStatus	设备状态	enum	-	读写	不允许为空 00 = 在线 01 = 离线 02 = 故障	当前设备状态	是

表 9 风速风向检测器运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000008	风速风向检测器	属性	isFault	是否故障	bool	-	读写	不允许为空 True - 出现故障 False - 无故障	故障数据	是

表 9 (续)

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000008	风速风向检测器	属性	Direction	当前风向	int32	-	读写	不允许为空 1 - 正向 0 - 反向	当前风向	是
		属性	windDirection	当前风向描述	string	-	读写	字符,最大 60 个字节,unicode 编码,6 个字节表示一个汉字,约 10 个字符	当前风向描述	是
		属性	windSpeed	当前风速值	float	-	读写	小数点后进度一位 范围: 0 - ±30 分辨率(步长): 0.1	当前风速值	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间,不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

表 10 CO/VI检测器运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000009	CO/VI 检测器	属性	isCOFault	是否 CO 故障	bool	-	读写	不允许为空 True - 出现故障 False - 无故障	CO 故障数据	是
		属性	isVIFault	是否 VI 故障	bool	-	读写	不允许为空 True - 出现故障 False - 无故障	VI 故障数据	是
		属性	co	CO 值	int32	ppm	读写	小数点后进度一位 范围: 0-300 步长: 1	CO 值	是

表 10 (续)

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000009	CO/VI 检测器	属性	vi	VI 值	float	1/km	读写	小数点后进度一位 范围：0 - 30 分辨率(步长)：0.1	VI 值	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

表 11 洞内亮度检测器运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000010	洞内亮度检测器	属性	illuminance	lt 值	float	Lux	读写	不允许为空 范围：0-20000 步长：±0.1	lt 值	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

表 12 洞外亮度检测器运行状态

物模型 ID	设备类型	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000011	洞外亮度检测器	属性	brightness	la 值	float	cd/m²	读写	不允许为空 范围：0-7000 步长：±0.1	la 值	是
		属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

5.4.1 硬件参数

硬件参数属性包括但不限于蓝牙MAC、网卡MAC。硬件参数的属性结构见表13。

表 13 硬件参数的属性结构

物模型ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000012	属性	btMac	蓝牙MAC	string	-	只读	字符串，定长：17个字符	蓝牙 MAC 地址	是
	属性	sn	设备 SN	string	-	只读	字符串，可变长度，最长：32 个字符	设备 SN 号，唯一值	是
	属性	mac	设备网卡 MAC	string	-	只读	字符串，定长：17 个字符	设备网卡 MAC 地址	是
	属性	touchType	碰一碰支持类型	enum	-	只读	1. 蓝牙 2. wifi 3. 蓝牙 wifi 合一	巡检终端通过 NFC 与控制器自动配对，弹出巡检 APP，通过蓝牙或者 WiFi 进行数据传输 碰一碰支持类型	是

5.4.2 系统参数

系统参数包括但不限于芯片编码、原厂SDK版本、每秒的Tick频率、当前固件大小、当前固件的MD5的小写字符串、OS配置产品的模型、OS配置的产品序号。系统参数的属性结构见表14。

表 14 系统参数的属性结构

物模型ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000013	属性	code	芯片编码	string	-	只读	长度：32 位(若超出 32 位建议使用 MD5 代替)	芯片编码	是

表 14 (续)

物模型 ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000013	属性	sdkDev	原厂 SDK 版本	string	-	只读	长度: 32 位 获取不到: null	原厂 SDK 版本号	是
	属性	tick	每秒的 Tick 频率	string	次	只读	范围: 0 ~ 10000 步长: 1	每秒的 Tick 频率	是
	属性	firmwareSize	当前固件大小	enum	-	只读	范围: 0 ~ int32+ 步长: 1 获取不到: -1	当前固件大小值	是
	属性	firmwareMD5	当前固件的 MD5 的小写字符串	string	-	只读	获取不到: null	当前固件的 MD5 的小写字符串	是
	属性	OSMode	os 配置产品模型	string	-	只读	长度: 16 位 获取不到: null	os 配置产品模型	否
	属性	OSSN	os 配置的产品序号	string	-	只读	长度: 32 位 获取不到: null	os 配置的产品序号	否

5.4.3 日志上报

日志上报包括但不限于设备ID编码、日志记录时间、事件名称、事件等级、日志描述、最后更新时间。日志上报的属性结构见表15。

表 15 日志上报的属性结构

物模型 ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000014	属性	devID	设备 id 编码	string	-	读写	长度: 32 位 允许空字符串, 不允许 NULL	唯一值, 每一个设备都有唯一 id 编码	是
	属性	logTime	日志记录时间	string	-	读写	字符串类型, 允许为空字符串, 当为空字符串的时候, 方法器取上报时间 格式: YYYY-MM-DD hh:mm:ss	日志记录时间	是
	属性	eventName	事件名称	string	-	读写	长度: 32 位 不允许空字符串, 不允许 NULL	事件名称	是
	属性	eventLvl	事件等级	int32	-	读写	不允许为空, 数字枚举: 1 == info 2 == warn 3 == error	事件等级	是
	属性	eventDesc	日志描述	string	-	读写	长度: 128 位 英文描述不允许空字符串, 不允许 NULL	日志描述	是
	属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间, 不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

5.4.4 心跳上报

心跳上报包括但不限于设备ID编码、最后更新时间。心跳上报的属性结构见表16。

表 16 心跳上报的属性结构

物模型 ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000015	属性	devID	设备 id 编码	string	-	读写	长度：32 位 允许空字符串，不允许 NULL	唯一值，每一个设备都有唯一 id 编码	是
	属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

5.4.5 OTA 反馈

OTA反馈包括但不限于设备ID编码、OTA反馈状态、最后更新时间。OTA反馈的属性结构见表17。

表 17 OTA反馈的属性结构

物模型 ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000016	属性	devID	设备 id 编码	string	-	读写	长度：32 位 允许空字符串，不允许 NULL	唯一值，每一个设备都有唯一 id 编码	是
	属性	otaStatus	OTA 反馈状态	enum	-	读写	不允许为空 1 - 准备升级 0 - 版本一致，不升级	OTA 反馈状态数据	是
	属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

5.4.6 查询/控制命令反馈

查询/控制命令反馈包括但不限于设备ID编码、消息唯一编码、查询动作编码、错误原因、最后更新时间。命令反馈的属性结构见表18。

表 18 命令反馈的属性结构

物模型 ID	类型	标识符	名称	数据类型	单位	读写类型	解析示例数据	说明	是否必选
000017	属性	devID	设备 id 编码	string	-	读写	长度：32 位 允许空字符串，不允许 NULL	唯一值，每一个设备都有唯一 id 编码	是
	属性	identifier	消息唯一编码	string	-	读写	不允许为空 数字类型字符串。	消息唯一编码	是
	属性	action	查询动作编码	string	-	读写	不允许为空	查询动作编码	是
	属性	faultCode	错误原因	enum	-	读写	不允许为空 0 -- 无错误 1 -- 错误的 actionId 2 -- 命令设备与控制器挂在设备不符合 3 -- 错误的参数	错误原因	是
	属性	time	最后更新时间	date (string 类型 UTC 毫秒)	毫秒	读写	字符串类型表达时间，不允许为 NULL 或空字符串	最后更新时间	是

5.5 方法

指实现模块特定功能而触发的动作指令，设备可供外部调用的指令或方法。方法调用中可设置输入和输出参数。输入参数是方法执行时的参数，输出参数是方法执行后的结果。相比于属性，方法可通过一条指令实现更复杂的业务逻辑。方法参数设置说明见表19。

表 19 方法参数设置

参数	描述
功能名称	方法名称。支持中文、英文字母、数字、短划线（-）、下划线（_）、正斜线（/）和英文句号（.），且必须以中文、英文或数字开头，不超过 30 个字符。
标识符	方法唯一标识符，在产品下具有唯一性。支持英文、数字和下划线（_），不超过 50 个字符。

表 19（续）

参数	描述
调用方式	异步：方法为异步调用时，云端执行调用后直接返回结果，不会等待设备的回复消息。 同步：方法为同步调用时，云端会等待设备回复；若设备没有回复，则调用超时。
输入参数	设置该方法的入参，否。
输出参数	设置该方法的出参，否。
扩展描述	扩展描述为设备通信协议到标准物模型的映射关系。
描述	输入文字，对该方法功能进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。

5.5.1 设备动作（命令）定义

5.5.2 状态查询类

查询类命令做异步处理，当收到查询命令后，异步发起与命令对应的上报事件，状态查询类命令包括但不限于业务参数、运行状态、硬件参数、系统参数等信息。状态查询指令见表20：

表 20 状态查询指令

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
下行内容	下行内容建议通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

5.5.3 设备控制类

主要对机电设备进行控制操作，命令响应采用一对一响应模式。机电设备控制方法举例：OTA控制命令见表21，车道指示器控制命令见22，交通信号灯控制命令见表23，防火卷帘控制命令见表24，风机控制命令见表25。

表 21 OTA控制命令

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
下行内容	下行内容通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）、url 地址、bin 版本号等信息

表 22 车道指示器控制命令

参数	描述
动作类型	<p>参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符。</p> <p>需要定义对应以下动作：</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 1 = (开启)前绿箭</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 2 = (开启)前红叉</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 3 = (开启)前箭头</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 4 = (开启)后绿箭</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 5 = (开启)后红叉</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 6 = (开启)后箭头</p>
下行内容	下行内容通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 23 交通信号灯控制命令

参数	描述
动作类型	<p>参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符</p> <p>需要定义对应以下动作：</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 1 = (开启)红灯</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 2 = (开启)绿灯</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 3 = (开启)黄灯</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 4 = (开启)左转</p>
下行内容	下行内容通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 24 防火卷帘控制命令

参数	描述
动作类型	<p>参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符</p> <p>需要定义对应以下动作：</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 1 = 打开</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 2 = 关闭</p>
下行内容	下行内容通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 25 风机控制命令

参数	描述
动作类型	<p>参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符 需要定义对应以下动作：</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 1 = 正传</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 2 = 反转</p> <p>动作类型_设备物模型 id_动作编号 3 = 停止</p>
下行内容	下行内容建议通过 Json 格式进行输出，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

5.6 事件

指设备主动上报特定信息；设备运行时，主动上报给云端的信息，一般包含需要被外部感知和处理的信息、告警和故障。事件中可包含多个输出参数。例如，某项任务完成后的通知信息；设备发生故障时的温度、时间信息；设备告警时的运行状态等。事件可以被订阅和推送。事件参数设置见表26：

表 26 事件参数设置

参数	描述
功能名称	事件的名称。支持中文、英文字母、日文、数字、短划线（-）、下划线（_）、正斜线（/）和英文句号（.），且必须以中文、英文、日文或数字开头，不超过 30 个字符。
标识符	事件唯一标识符，在产品下具有唯一性。作为设备上报该事件数据的 Key，例如：ErrorCode。支持英文、数字和下划线（_），不超过 50 个字符。
事件类型	<p>您可以针对不同的事件类型进行业务逻辑处理和统计分析。</p> <p>信息：指设备上报的一般性通知，例如：完成某项任务。</p> <p>告警：设备运行过程中主动上报的突发或异常情况，告警类信息，优先级高。</p> <p>故障：设备运行过程中主动上报的突发或异常情况，故障类信息，优先级高。</p>
输出参数	该事件的出参。
扩展描述	扩展描述为设备通信协议到标准物模型的映射关系。
描述	输入文字，对该事件功能进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。

5.6.1 状态/参数上报事件

状态/参数上报事件包括交互式控制器的运行状态、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、控制命令错误反馈等内容。同时包括外挂设备的运行状态/参数上报动作。交互式控制器状态上报见表27，车道指示器运行状态上报见表28，交通信号灯运行状态上报见表29，防火卷帘运行状态上报见表30，风机运行状态上报见表31，风速风向检测器运行状态上报见表32，CO/VI检测器运行状态上报见表33，洞内亮度检测器运行状态上报见表34，洞外亮度检测器运行状态上报见表35。

表 27 交互式控制器状态

参数		描述
动作类型		参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	业务参数	(1) 15 分钟自动上报一次；(2) 收到【查询交互式控制器业务参数】命令后，触发上报一次
	运行状态	(1) 5 分钟自动上报一次；(2) 收到【查询交互式控制器运行状态】命令后，触发上报一次
	硬件参数	(1) 120 分钟自动上报一次；(2) 收到【查询交互式控制器硬件参数】命令后，触发上报一次
	系统参数	(1) 120 分钟自动上报一次；(2) 收到【查询交互式控制器系统参数】命令后，触发上报一次
	日志	写业务日志的同时上报
	心跳	(1) 5s 主动上报一次；(2) 方法器端可以根据 3+1 个周期无响应判断设备是否离线
	OTA 反馈	收到 OTA 升级命令后，反馈一次
	查询命令错误反馈	收到查询命令后，反馈一次
	控制命令错误反馈	收到控制命令后，反馈一次
上报内容		上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 28 车道指示器运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符

表 28 (续)

参数	描述
上报周期	(1) 定时任务：15 分钟上报一次； (2) 收到【查询车道指示器运行状态】命令后，触发上报一次 (3) DI 信号量变化引起【车道指示器参数变化事件】，触发上报一次 当有多个车道指示器时，一次分多条上报状态。
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 29 交通信号灯运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务：15 分钟上报一次； (2) 收到【查询交通信号灯运行状态】命令后，触发上报一次 (3) DI 信号量变化引起【交通信号灯参数变化事件】，触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 30 防火卷帘运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务：15 分钟上报一次； (2) 收到【查询防火卷帘运行状态】命令后，触发上报一次 (3) DI 信号量变化引起【防火卷帘参数变化事件】，触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 31 风机运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识, 采用驼峰式命名法, 支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务: 15 分钟上报一次; (2) 收到【查询风机运行状态】命令后, 触发上报一次 (3) DI 信号量变化引起【风机参数变化事件】, 触发上报一次 当风机有 2 台的时候, 分别上报 2 条消息
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传, 应包括事件 ID、版本、时间戳、参数 (事件动作类型) 等信息

表 32 风速风向检测器运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识, 采用驼峰式命名法, 支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务: 5 分钟上报一次; (2) 收到【查询风速风向检测器运行状态】命令后, 触发上报一次 (3) DI、AI、RS485 信号量变化引起【风速风向检测器参数变化事件】, 触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传, 应包括事件 ID、版本、时间戳、参数 (事件动作类型) 等信息

表 33 CO/VI 检测器运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识, 采用驼峰式命名法, 支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务: 5 分钟上报一次; (2) 收到【查询 CO/VI 检测器运行状态】命令后, 触发上报一次 (3) DI、AI、RS485 信号量变化引起【CO/VI 检测器参数变化事件】, 触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传, 应包括事件 ID、版本、时间戳、参数 (事件动作类型) 等信息

表 34 洞内亮度检测器运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识, 采用驼峰式命名法, 支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符

表 34 (续)

参数	描述
上报周期	(1) 定时任务：5 分钟上报一次； (2) 收到【查询洞内亮度检测器运行状态】命令后，触发上报一次 (3) DI、AI、RS485 信号量变化引起【洞内亮度检测器参数变化事件】，触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

表 35 洞外亮度检测器运行状态

参数	描述
动作类型	参数唯一英文标识，采用驼峰式命名法，支持大小写字母、数字和下划线、不超过 50 个字符
上报周期	(1) 定时任务：5 分钟上报一次； (2) 收到【查询洞外亮度检测器运行状态】命令后，触发上报一次 (3) DI、AI、RS485 信号量变化引起【洞外亮度检测器参数变化事件】，触发上报一次
上报内容	上报内容建议通过 Json 格式进行上传，应包括事件 ID、版本、时间戳、参数（事件动作类型）等信息

5.6.2 报文通用格式

事件报文通用格式体，所有事件报文分为两部分，标准头与消息体。内容包括但不限于消息唯一编码、协议版本、事件上报时间、事件的参数等等。

6 物模型扩展要求

6.1 一般要求

本文档允许行业对隧道外场机电设备物模型进行扩展，以实现行业自有的特定功能。扩展的数据模型应满足以下规则：

- 标准在建立初始，可以设定标准定义的模块、属性、事件、方法供使用；
- 可根据需要对标准定义的模块、属性、方法、事件、进行扩展，扩展的定义方法需要遵循本文档的要求；
- 可以新增自定义的模块；自定义模块中可以添加标准定义的属性、方法、事件；
- 可以新增自定义的模块；自定义模块中可以添加自定义的属性、方法、事件；
- 可以在标准定义的模块中新增自定义的属性、方法、事件；
- 自定义的模块、属性、方法、事件标识需要区别于标准定义的标识；
- 可以扩展定义枚举类型属性的取值内容。

6.2 内容描述

扩展内容，包括添加模块，添加属性，添加方法和添加事件。添加模块见表36，添加属性见表37，添加方法见表38，添加事件见表39。

表 36 添加模块

参数	描述	是否必选
模块名称	模块名称需要定义设备的特殊的属性，同一类产品模块名称不允许重复。支持中文、英文字母、数字、短划线（-）、下划线（_）、和英文句号（.），且必须以中文、英文或数字开头，不超过 30 个字符。	是
标识符	标识符应该在行业内所有产品中具备唯一性，支持英文、数字和下划线（_）	是
模块描述	用于描述模块的版本号、属性集、方法集、事件集列表，一个模块(Module)至少有一个属性	是
数据类型	<p>int32: 32 位整型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>float: 单精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>double: 双精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>enum: 枚举型。定义枚举项的参数值和参数描述，例如：1 表示正转模式、2 表示反转模式、3 表示停止。</p> <p>bool: 布尔型。采用 0 或 1 来定义布尔值，例如：0 表示关闭、1 表示开启。</p> <p>string: 字符串。需定义字符串的数据长度，最长支持 10240 字节。</p> <p>date: 时间戳。格式为 string 类型的 UTC 时间戳，单位：毫秒。</p> <p>struct: 可用 JSON 对象表示。定义一个 JSON 结构体，新增 JSON 参数项。</p> <p>array: 数组。需声明数组内的元素类型、数组元素个数。元素类型否择 int32、float、double、string 或 struct，需确保同一个数组元素类型相同。元素个数，限制 1~512 个。</p>	否
描述	输入文字，对该模块进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。	否

表 37 添加属性

参数	描述	是否必选
属性名称	属性名称需要定义设备的硬件参数、运行状态、系统参数等内容，同一类产品属性名称不允许重复。支持中文、英文字母、数字、短划线（-）、下划线（_）、和英文句号（.），且必须以中文、英文或数字开头，不超过 30 个字符。	是
标识符	标识符应该在行业内所有产品中具备唯一性，支持英文、数字和下划线（_）	是

表 37 (续)

参数	描述	是否必选
数据类型	<p>int32: 32 位整型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>float: 单精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>double: 双精度浮点型。需定义取值范围、步长和单位符号。</p> <p>enum: 枚举型。定义枚举项的参数值和参数描述, 例如: 1 表示正转模式、2 表示反转模式、3 表示停止。</p> <p>bool: 布尔型。采用 0 或 1 来定义布尔值, 例如: 0 表示关闭、1 表示开启。</p> <p>string: 字符串。需定义字符串的数据长度, 最长支持 10240 字节。</p> <p>date: 时间戳。格式为 string 类型的 UTC 时间戳, 单位: 毫秒。</p> <p>struct: 可用 JSON 对象表示。定义一个 JSON 结构体, 新增 JSON 参数项。</p> <p>array: 数组。需声明数组内的元素类型、数组元素个数。元素类型否择 int32、float、double、string 或 struct, 需确保同一个数组元素类型相同。元素个数, 限制 1~512 个。</p>	是
取值范围	数据类型为 int32、float、double 时, 可设置属性值的取值范围。	是
步长	属性值变化的最小粒度。数据类型为 int32、float、double 时, 可根据业务需要设置步长。	否
描述	输入文字, 对该属性进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。	否

表 38 添加方法

参数	描述	是否必选
方法名称	方法名称需要定义设备的调用方式、输出参数、输入参数等内容, 同一类产品方法名称不允许重复。支持中文、英文字母、数字、短划线 (-)、下划线 (_)、和英文句号 (.), 且必须以中文、英文或数字开头, 不超过 30 个字符。	是
标识符	标识符应该在行业内所有产品中具备唯一性, 支持英文、数字和下划线 (_)	是
调用方式	<p>异步: 方法为异步调用时, 云端执行调用后直接返回结果, 不会等待设备的回复消息。</p> <p>同步: 方法为同步调用时, 云端会等待设备回复; 若设备没有回复, 则调用超时。</p>	是
输入参数	设置该方法的入参。	否
输出参数	设置该方法的出参。	否
描述	输入文字, 对该方法进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。	否

表 39 添加事件

参数	描述	是否 必选
事件名称	事件名称需要定义设备的事件类型、输出参数等内容，同一类产品事件名称不允许重复。支持中文、英文字母、数字、短划线（-）、下划线（_）、和英文句号（.），且必须以中文、英文或数字开头，不超过 30 个字符。	是
标识符	标识符应该在行业内所有产品中具备唯一性，支持英文、数字和下划线（_）	是
事件类型	针对不同的事件类型进行业务逻辑处理和统计分析。 状态查询类事件：主动查询设备运行状态。 设备控制类事件：针对各类设备的业务逻辑进行相关的逻辑控制。 状态/参数自动上报事件：在一定时间间隔后，设备自动上报状态、参数；或由设备自身具备异常机制感知到异常、故障状态后进行自动上报。	是
数据类型	针对不同的事件类型收集的数据。 正常数据：设备正常情况下上报的数据。 异常数据：设备运行过程中主动上报的运行状态异常&故障数据。	是
取值范围	设置该事件的入参。	是
描述	输入文字，对该事件进行说明或备注。长度限制为 100 个字符。	否

6.3 其他未尽事宜

本文件未尽事宜，请遵照国家、行业有关技术标准、规范和规定执行。

T/ITS 0229-2023

中国智能交通产业联盟

标准

数字交通 隧道机电设备物模型

T/ITS 0229-2023

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