



中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

电动栏杆机智能感知与控制技术标准
Technical standard for intelligent perception and control of
electric barrier
(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布
Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

征求意见稿

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

电动栏杆机智能感知与控制技术标准
Technical standard for intelligent perception and control of
electric barrier

主编单位：交通运输部路网监测与应急处置中心

发布机构：中国工程建设标准化协会

施行日期：XX 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

XX 北 京

征求意见稿

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2022 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路〔2022〕91 号）的要求，交通运输部路网监测与应急处置中心等单位承担《电动栏杆机智能感知与控制技术标准》（以下简称“本标准”）的制订工作。

本标准是包括 6 章和 3 附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 数据采集与控制通信要求、4 智能感知与控制技术等级划分、5 数据联网要求、附录 A 设备编码规则、附录 B 车辆检测器参数设置要求、附录 C JSON 格式要求。

本标准是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由交通运输部路网监测与应急处置中心负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或交通运输部路网监测与应急处置中心（地址：北京市朝阳区安定路 5 号院 8 号楼外运大厦 A 座，邮编：100029，电子邮箱：liguorui881118@163.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：交通运输部路网监测与应急处置中心

参 编 单 位：厦门诚通达智能科技有限公司

石家庄优创科技股份有限公司

长安大学

中咨泰克交通工程集团有限公司

重庆首讯科技股份有限公司

福建省高速公路学会

主 编：蔚晓丹

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

征求意见稿

目 录

1 总则	1
2 术语	2
3 数据采集与控制通信要求	3
4 智能感知与控制技术等级划分	6
5 数据联网要求	8
附录 A 设备编码规则	11
附录 B 车辆检测器参数设置要求	12
附录 C JSON 格式要求	13

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为适应和满足国家智慧交通建设总体要求，在《收费用电动栏杆》（GB/T 24973-2010）的基础上进行补充完善，规范电动栏杆机智能感知与控制技术标准，提高电动栏杆机智能感知与控制技术的一致性、兼容性、协同性、可扩展性，满足电动栏杆机数字化的通信要求，为工程设计单位、建设单位、监理单位、运营维护单位等提供电动栏杆机设备的智能感知与控制技术依据，推动电动栏杆机类设备的智慧养护管理，并提高运维单位管理水平，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于已建、新建及改扩建公路、ETC 延伸应用的城市停车场等电动栏杆机应用场景需求。

1.0.3 电动栏杆机智能感知与控制的数据联网和对外交互，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 智能感知与控制 Intelligent Perception and Control

结合物联网、故障自诊断等技术，对电动栏杆机的自身状态、故障信息和数据进行采集、告警和操作。

2.0.2 智慧栏杆机 Smart Electric Barrier

具备智能感知和控制技术的电动栏杆机。

2.0.3 外部设备 External Equipment

可以和智慧栏杆机进行数据通信的平台和终端。

2.0.4 感知数据点 Perception Data Points

智慧栏杆机传输给外部设备的自身状态和数据。

2.0.5 感知故障点 Perception Fault Data Points

智慧栏杆机传输给外部设备的自身故障信息和数据。

2.0.6 远程操作数据点 Remote Operation Data Points

外部设备可对智慧栏杆机进行远程设置的参数和控制的状态。

2.0.7 JSON JavaScript Object Notation

JS 对象简谱，一种轻量级的数据交换格式。

3 数据采集与控制通信要求

3.1 通信端口要求

3.1.1 智慧栏杆机应至少具备一个 RS232 或 RS485 通信端口。

3.1.2 通信端口配置参数的波特率应至少包含：9600、19200、38400、57600 和 115200。

3.1.3 通信端口配置参数应为 8 位数据位，1 位停止位，无校验位，无流控制。

3.2 通信协议要求

3.2.1 数据格式要求

智慧栏杆机使用的传感器、功能模块之间的通信数据格式要求，参照《基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第一部分：Modbus 应用协议》(GB/T 19582.1-2008)。每帧数据格式如图 3.2.1 所示。

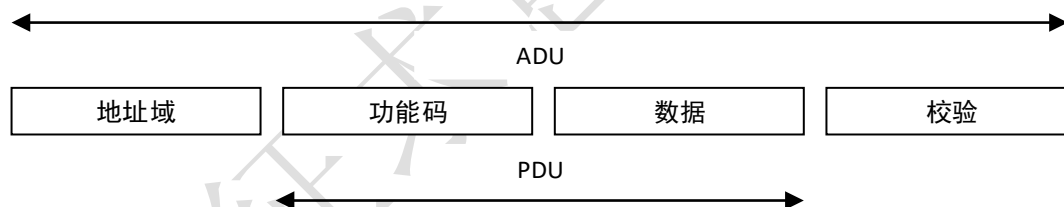


图3.2.1 数据格式

3.2.2 数据模型要求

采用 GB/T 19582.1-2008 定义的数据模型，如表 3.2.2 所示。

表3.2.2 数据模型基本表

基本表	对象类型	访问类型	注释
离散量输入	单个位	只读	I/O 系统可提供这种类型的数据。
线圈	单个位	读写	通过应用程序可改变这种类型的数据。
输入寄存器	16 位字	只读	I/O 系统可提供这种类型的数据。
保持寄存器	16 位字	读写	通过应用程序可改变这种类型的数据。

3.2.3 操作读或写的功能码要求

采用 GB/T 19582.1-2008 定义的公共功能码，如表 3.2.3 所示。

表3.2.3 操作读/写的功能码对照表

访问对象类型	功能	功能码	
		十进制	十六进制
单个位	读离散量输入	02	02
	读线圈	01	01
	写单个线圈	05	05
	写多个线圈	15	0F
16 位字	读输入寄存器	04	04
	读保持寄存器	03	03
	写单个保持寄存器	06	06
	写多个保持寄存器	16	10

3.3 主动上报功能码要求

3.3.1 实时感知数据点和实时感知故障点发生变化时，从机应使用表 3.3.1 的功能码主动向主机上报最新数据。

表3.3.1 主动上报功能码对照表

访问对象类型	功能	功能码	
		十进制	十六进制
单个位	主动上报离散量输入	66	0x42
	主动上报线圈	69	0x45
16 位字	主动上报输入寄存器	68	0x44
	主动上报保持寄存器	70	0x46

3.3.2 从机主动向主机上报实时感知数据点和实时感知故障点的请求报文格式如表 3.3.2 所示。

表3.3.2 主动上报请求报文格式

名称	数据长度	数值	
功能码	1 字节	0x42 或 0x45	0x44 或 0x46
起始地址	2 字节	0x0000-0xFFFF	
寄存器数量	2 字节	0-65535	
字节数	1 字节	寄存器数量对 8 求余再加 1	寄存器数量乘以 2
数据内容	字节数数值	——	

1 请求报文的离散量输入或线圈，应按照数据字段的每位一个离散量输入或线圈进行汇总，“1”表示 ON，“0”表示 OFF。第一个数据字节的最低有效位包含请求起始地址的离散输入或线圈的状态。其他离散输入或线圈以此类推，直至填满一个字节，并在后续字节中，按照从低位到高位顺序排列。

2 如果请求的离散量输入或线圈数量不是 8 的倍数，剩余位应使用“0”填充，直至填满该字节。字节数字段应填写所有汇总的字节数。

3 请求报文的输入寄存器或保持寄存器，应按照高字节在前，低字节在后的顺序进行汇总。请求起始地址的输入寄存器或保持寄存器在前，其余寄存器依次向后排列。

3.3.3 主机收到从机主动上报的请求报文，返回的响应报文格式应如表 3.3.3 所示。

表3.3.3 主动上报响应报文格式

名称	数据长度	数值
功能码	1 字节	0x42、0x45、0x44 或 0x46
起始地址	2 字节	0x0000-0xFFFF
寄存器数量	2 字节	0-65535

4 智能感知与控制技术等级划分

根据智慧栏杆机智能感知与控制技术的实用性与复杂性,可分为 4 个智能等级,其中 I 级最低,IV 级最高。

4.1 智能 I 级

外部设备应通过智慧栏杆机的通信端口,读取表 4.1 所示的感知数据点。

表4.1 智慧栏杆机感知数据点基本表

数据类型	数据点名称	功能说明
输入寄存器	环境温度	换算公式: $W \times 10 + 55$, 其中 W 为上报温度数值,精度为 0.1℃。
输入寄存器	环境湿度	换算公式: $S \times 10$, 其中 S 为上报湿度数值,精度为 0.1%。
输入寄存器	电源电压	精度为 1V。
保持寄存器	设备编码	详见附录 A。
保持寄存器	位置经纬度	可自动获取或人工输入。采用 ASCII 编码格式,经度/纬度(如 130.345678/50.345678)。
保持寄存器	工作时长	通电工作时的累计工作总时长。精度为 1 秒。

4.2 智能 II 级

在满足智能 I 级的条件下,外部设备应通过智慧栏杆机的通信端口,读取表 4.2 所示的实时感知数据点;且在数据点发生变化时,智慧栏杆机应立即主动上报数据点给外部设备。

表4.2 智慧栏杆机实时感知数据点基本表

数据类型	数据点名称	功能说明
离散量输入	车辆检测器状态	指示车辆检测器是否检测到车辆,ON 表示有车,OFF 表示无车。车道使用的每个车辆检测器都应能够读取。
离散输入量	抬杆状态	指示智慧栏杆机是否处于抬杆状态。ON 表示处于抬杆状态,OFF 表示处于非抬杆状态。
离散输入量	落杆状态	指示智慧栏杆机是否处于落杆状态。ON 表示处于落杆状态,OFF 表示处于非落杆状态。
保持寄存器	抬杆次数	智慧栏杆机状态由抬杆过程转为抬杆到位时,抬杆总次数数据点累加 1。
保持寄存器	落杆次数	智慧栏杆机状态由落杆过程转为落杆到位,落杆总次数数据点累加 1。
保持寄存器	抬杆时间	智慧栏杆机完成最近一次抬杆所花费的时间,单位:毫秒。
保持寄存器	落杆时间	智慧栏杆机完成最近一次落杆所花费的时间,单位:毫秒。

4.3 智能 III 级

在满足智能 II 级的条件下,智慧栏杆机应自动检测出表 4.3 所示的实时感知故障点;且在故障点发生变化时,智慧栏杆机应立即主动上报故障点给外部设备。

表4.3 智慧栏杆机实时感知故障点基本表

数据类型	数据点名称	功能说明
离散量输入	栏杆脱开	指示智慧栏杆机的栏杆臂是否出现脱开情况。ON 表示脱开，OFF 表示正常。
离散量输入	栏杆断裂	指示智慧栏杆机的栏杆臂是否出现断裂情况。ON 表示断裂，OFF 表示正常。
离散量输入	抬落杆不到位	指示智慧栏杆机是否出现抬落杆不到位的情况。ON 表示出现抬落杆不到位；OFF 表示正常。
离散量输入	车辆检测器死机	指示车辆检测器是否长时间持续检测有车的情况。ON 表示车辆检测器检测长时间有车，OFF 表示正常。
离散量输入	位置传感器故障	指示智慧栏杆机的用做抬落杆位置检测的传感器是否出现故障。ON 表示故障，OFF 表示正常。
离散量输入	控制器故障	指示智慧栏杆机的控制器是否出现故障。ON 表示故障，OFF 表示正常。
离散量输入	车辆检测器故障	指示车辆检测器是否出现故障。ON 表示故障，OFF 表示正常。
离散量输入	地感线圈故障	指示地感线圈是否出现故障，如断路。ON 表示地感线圈故障，OFF 表示正常。（本功能仅针对地感线圈车辆检测器）

4.4 智能Ⅳ级

在满足智能Ⅲ级的条件下，外部设备应通过智慧栏杆机的通信端口读取和设置表 4.4 所示的远程操作数据点。

表4.4 智慧栏杆机远程操作数据点基本表

数据类型	数据点名称	功能说明
线圈	复位车辆检测器	设置为 ON 操作复位；复位后自动置为 OFF。
线圈	死机自复位	车辆检测器持续检测有车超过自动复位时间，则自动复位。
线圈	复位控制器	设置为 ON 操作复位；复位后自动置为 OFF。
保持寄存器	栏杆机抬杆时限	智慧栏杆机抬杆过程超过该时间，自动停止。
保持寄存器	栏杆机落杆时限	智慧栏杆机落杆过程超过该时间，自动停止。
保持寄存器	栏杆机速度	改变智慧栏杆机的抬落杆速度。
保持寄存器	车辆检测器参数	详见附录 B。

5 数据联网要求

5.1 总体架构

5.1.1 智慧栏杆机可通过有线传输、无线传输或有线和无线混合传输 3 种方式，在互联网或行业专网与平台实时交互数据。

5.1.2 平台、片区/路段和前端三级总体架构如图 5.1.2 所示。

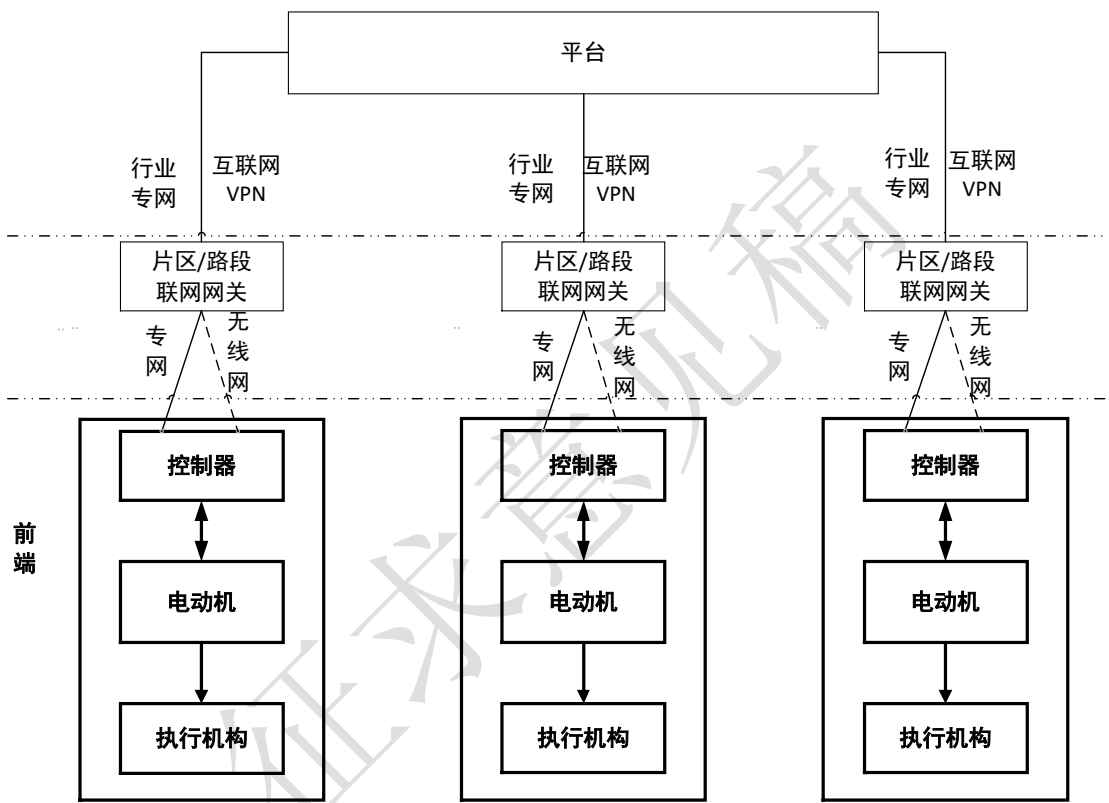


图5.1.2 三级总体架构图

5.1.3 平台、设备前端二级总体架构如图 5.1.3 所示。

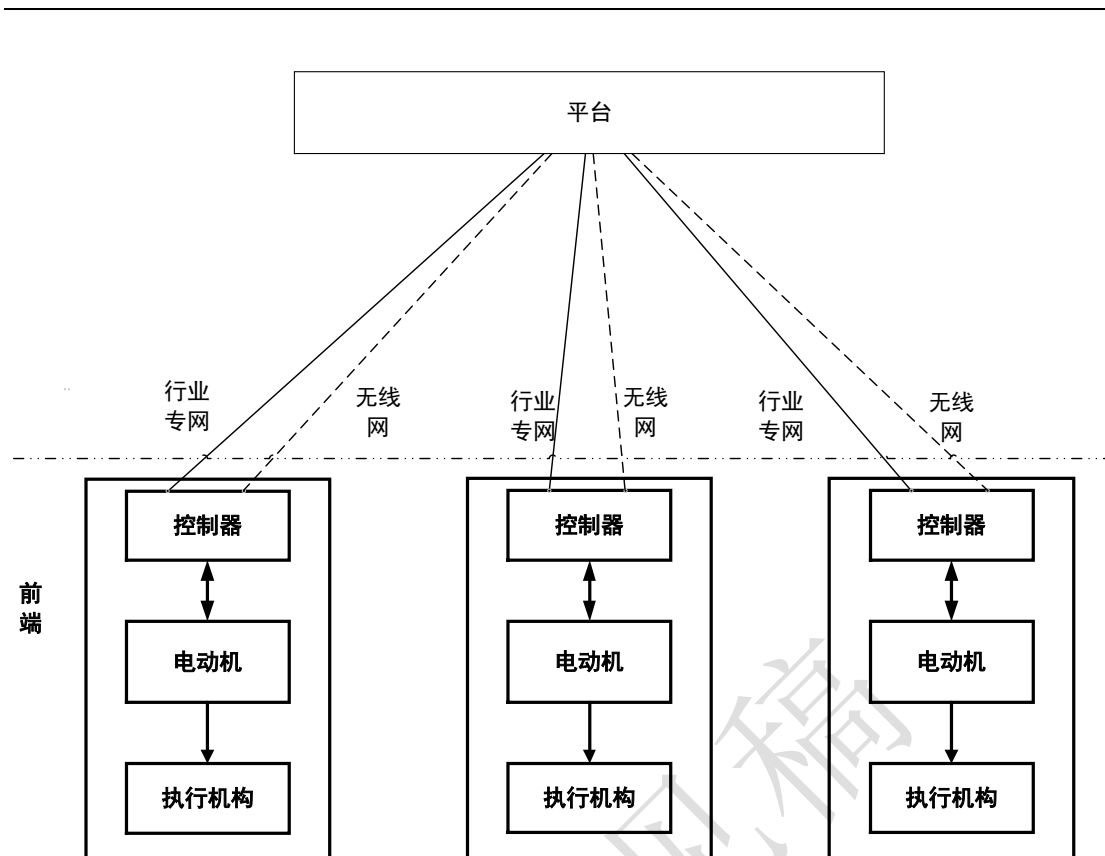


图5.1.3 二级总体架构图

5.2 数据传输技术要求

5.2.1 数据传输速率要求

- 1 实时感知故障点发生变化时，应在 1 秒内主动上报。
- 2 实时感知数据点、实时感知故障点的数据传输延迟时间应小于 2 秒。

5.2.2 数据存储要求

- 1 智慧栏杆机应具备断电存储功能。
- 2 智慧栏杆机和平台之间应具备数据同步功能。

5.2.3 数据交互要求

- 1 应用层数据协议可采用 MQTT、CoAP、HTTP、HTTPS。
- 2 数据交互格式应采用 JSON 格式，参照附录 C。

5.3 平台要求

5.3.1 功能要求

-
- 1 平台应对智慧栏杆机在线或离线状态进行监测。
 - 2 平台应实现智慧栏杆机的智能感知与控制技术分级对应功能。
 - 3 平台应具备统计分析能力，支持可视化展示及 GIS 人机交互界面。
 - 4 平台应具备自动校时功能。
 - 5 平台应具备故障消息推送功能。

5.3.2 性能要求

- 1 智慧栏杆机在线状态下，平台数据采集成功率应不低于 99.99%。
- 2 平台应支持不少于 10 万台（三级架构）智慧栏杆机同时联网。
- 3 平台应保证实时感知数据点、实时感知故障点数据接收与处理延迟时间小于 3 秒。
- 4 平台应将数据点更新的时间与数值逐一保存，实时感知数据点保存期限不低于 1 个月；实时感知故障点和远程操作数据点保存期限不低于 3 年。

5.3.3 安全性要求

- 1 平台应符合国家或行业有关信息及网络安全要求。
- 2 平台应具备鉴权控制和数据校验安全功能。
- 3 平台应具备安全权限控制功能。
- 4 平台应对智慧栏杆机、联网网关等设备的接入进行身份认证。

附录 A 设备编码规则

A.0.1 各省（区、市）智慧栏杆机设备均应按照省份编码+收费站编码+车道编码+开启方向编码的规则进行统一命名。如图 A.0.1 所示。

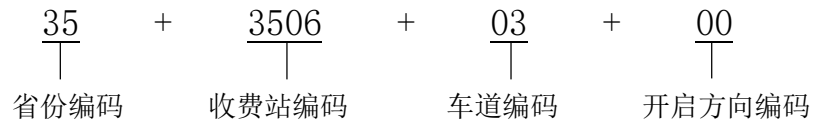


图 A.0.1 编号命名规则

示例：福建省+厦门收费站+3 道+开启方向（右侧型）：3535060300。

A.0.2 省份编码应参照《中华人民共和国行政区划代码》（GB/T2260-1999）的规定执行。

A.0.3 收费站编码应参照各省高速公路内部的统一编码，如厦门收费站编码为 3506。

A.0.4 车道编码：上行（入口）为单数，下行（出口）为双数，位数为 2 位，如上行 3 道，编码为 03。

A.0.5 开启方向编码：两位编码，右侧型编码为 00，左侧型编码为 01。右侧型、左侧型定义参照 GB/T 24973-2010 有关要求执行。

附录 B 车辆检测器参数设置要求

B. 0. 1 车辆检测器接口要求

车辆检测器可以采用地感线圈、毫米波、微波、红外光栅、激光、超声波、视频等方式，对外应具备至少一个 RS232 或 RS485 接口，用于数据传输。

B. 0. 2 地感线圈车辆检测器

包含但不限于以下参数：

表 B. 0. 2 地感线圈车辆检测器参数要求

数据类型	数据点名称	功能说明
保持寄存器	地感线圈工作频率	地感线圈的工作频率，单位 Hz。
保持寄存器	车辆检测器灵敏度等级	地感线圈所接车辆检测器设置的灵敏度等级。
保持寄存器	车辆检测器滤波次数	地感线圈所接车辆检测器设置的滤波次数。
保持寄存器	车辆检测器温飘校准时间	地感线圈所接车辆检测器设置的温飘校准时间。单位：秒。
保持寄存器	车辆检测器自动复位时间	地感线圈所接车辆检测器设置的自动复位时间，单位：秒。 自动复位时间，即车辆检测器持续检测有车超过该时间，车辆检测器自动复位。

B. 0. 3 毫米波车辆检测器

包含但不限于如下参数：

表 B. 0. 3 毫米波车辆检测器参数要求

数据类型	数据点名称	功能说明
保持寄存器	车辆检测器灵敏度等级	灵敏度取值范围一般为 0~1. 0。
保持寄存器	车辆检测器最小距离	最小检测距离取值范围一般为 0. 3~6m。
保持寄存器	车辆检测器最大距离	最大检测距离取值范围一般为 0. 3~6m。
保持寄存器	车辆检测器左侧检测范围	左侧检测范围取值范围一般为 0~1. 0m。
保持寄存器	车辆检测器右侧检测范围	右侧检测范围取值范围一般为 0~1. 0m。
保持寄存器	车辆检测器工作模式	工作模式：触发模式、防砸模式、栅栏杆模式。
保持寄存器	是否过滤单人	是否过滤单人：是/否。
保持寄存器	行车方向过滤	是否过滤行车方法：是/否。

B. 0. 4 其他车辆检测器

除上述两种车辆检测器外，其他车辆检测器可自定义设置和上报参数，对外传输数据格式应满足第三章有关要求。

附录 C JSON 格式要求

C.0.1 查询接口

查询接口为平台查询设备数据时使用的接口，平台发出请求数据，设备返回响应数据。平台使用查询接口发送请求数据格式见表 C.0.1-1；设备返回响应数据格式见表 C.0.1-2。

表 C.0.1-1 查询接口请求格式

请求字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
ConType	int	是	查询数据模型类型	1：表示线圈； 2：表示离散量输入； 3：表示保持寄存器； 4：表示输入寄存器。
ConAdd	int	是	查询寄存器首地址	值域：0-65535
ConNum	int	是	查询寄存器数量	值域：0-65535

示例：平台查询设备 ID 为 3535060300 的地址为 0-2 的保持寄存器，向设备发送的请求数据。

```
{  
  "ID", "3535060300",  
  "ConType", 3,  
  "ConAdd", 0,  
  "ConNum", 3,  
}
```

表 C.0.1-2 查询接口响应格式

返回字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
ResType	int	是	数据模型类型	1：表示线圈； 2：表示离散量输入； 3：表示保持寄存器； 4：表示输入寄存器。
ResAdd	int	是	寄存器起始地址	值域：0-65535
ResNum	int	是	寄存器数量	值域：0-65535
ResData	string	是	寄存器数据	填入寄存器的值，每个寄存器用逗号隔开。未查询到的寄存器，填“NULL”

示例：平台查询设备 ID 为 3535060300 的地址为 0-2 的保持寄存器，设备返回的响应数据。

```
{
    "ID", "3535060300",
    "ResType", 3,
    "ResAdd", 0,
    "ResNum", 3,
    "ResData", "0, 100, NULL, ",
}
```

C.0.2 上报接口

上报接口为设备主动向平台发送数据时使用的接口，设备发出请求数据，平台返回响应数据。设备使用上报接口发送请求数据格式见表 C.0.2-1；平台返回响应数据格式见表 C.0.2-2。

表 C.0.2-1 上报接口请求格式

请求字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
RepType	int	是	上报的数据模型类型	1: 表示线圈; 2: 表示离散量输入; 3: 表示保持寄存器; 4: 表示输入寄存器。
RepAdd	int	是	上报的寄存器首地址	值域: 0-65535
RepNum	int	是	上报的寄存器数量	值域: 0-65535
RepData	string	是	上报的寄存器值	填入寄存器的值, 每个寄存器的值用逗号隔开。

示例：设备 ID 为 3535060300 上报地址为 1-2 的线圈，向平台发送的请求数据。

```
{
    "ID", "3535060300",
    "RepType", 1,
    "RepAdd", 1,
    "RepNum", 2,
    "RepData", "OFF, ON",
}
```

表 C.0.2-2 上报接口响应格式

返回字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
ResType	int	是	数据模型类型	1: 表示线圈; 2: 表示离散量输入; 3: 表示保持寄存器; 4: 表示输入寄存器。
ResAdd	int	是	寄存器起始地址	值域: 0-65535
ResNum	int	是	寄存器数量	值域: 0-65535
RepResult	string	是	同步结果	Success: 表示上报成功; Fail: 表示上报失败。

示例：设备 ID 为 3535060300 上报地址为 1-2 的线圈，平台返回的失败响应数据。

```
{
  "ID", "3535060300",
  "ResType", 1,
  "ResAdd", 1,
  "ResNum", 2,
  "RepResult", "Fail",
}
```

C.0.3 写入接口

写入接口为平台写入设备数据时使用的接口，平台发出请求数据，设备返回响应数据。平台使用写入接口发送请求数据格式见表 C.0.3-1；设备返回响应数据格式见表 C.0.3-2。

表 C.0.3-1 写入接口请求格式

请求字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
WriType	int	是	写入的数据模型类型	1: 表示线圈; 2: 表示离散量输入; 3: 表示保持寄存器; 4: 表示输入寄存器。
WriAdd	int	是	写入的寄存器首地址	值域: 0-65535
WriNum	int	是	写入的寄存器数量	值域: 0-65535
WriData	string	是	写入的寄存器值	每个寄存器的值用逗号隔开。

示例：平台向 ID 为 3535060300 的设备写入地址为 3-5 的保持寄存器的值，向设备发出的请求数据。

```
{
```

```

“ID”, “3535060300”,

“WriType”, 3,

“WriAdd”, 3,

“WriNum”, 3,

“WriData”, “10,20,30”,

}

```

表 C.0.3-2 写入接口返回格式

返回字段	类型	是否必要	中文名称	备注
ID	string	是	设备编码	详见附录 A。
ResType	int	是	数据模型类型	1: 表示线圈; 2: 表示离散量输入; 3: 表示保持寄存器; 4: 表示输入寄存器。
ResAdd	int	是	寄存器起始地址	值域: 0-65535
ResNum	int	是	寄存器数量	值域: 0-65535
WriResult	string	是	写入结果	Success: 表示写入成功; Fail: 表示写入失败。

示例：平台向 ID 为 3535060300 的设备写入地址为 3-5 的保持寄存器的值，设备返回写入成功响应数据。

```

{

“ID”, “3535060300”,

“ResType”, 3,

“ResAdd”, 0,

“ResNum”, 3,

“WriResult”, “Success”,

}

```