

团 体 标 准

T/XAZN xxx—2024

路侧毫米波雷达终端接口 技术要求

Interface standard of Road-side Millimeter Wave Radar

(征求意见稿)

2024 - xx - xx 发布

2024 - xx - xx 实施

雄安新区智能城市创新联合会 发布

路侧毫米波雷达终端接口技术要求

1 范围

本文件规定了数字道路中路侧毫米波雷达（以下简称毫米波雷达）设备与上层系统之间业务数据接口、维护数据接口及管理接口的设计要求。

本文件适用于智能交通领域，数字道路统一采集与控制系统（以下简称采控系统）对毫米波雷达设备业务数据和维护数据的采集以及对设备参数配置和维护管理等操作的接口设计要求。

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 50647-2011 城市道路交叉口规划规范
- GB 50688-2011 城市道路交通设施设计规范
- GB/T 20609-2023 交通信息采集 微波交通流检测器
- GB/T 26771-2011 微波交通流检测器的设置
- GB/T 31418-2015 道路交通信号控制系统术语
- GB/T 37024-2018 信息安全技术 物联网感知层网关安全技术要求
- GB/T 51328-2018 城市综合交通体系规划标准
- GA/T 920-2010 道路交通信号控制机与车辆检测器间的通信协议
- GA/T 115-2020 道路交通拥堵度评价方法、
- GB/T 29107-2012 道路交通信息服务 交通状况描述
- GB/T 43229-2023 交通信号控制机与车辆检测器间的通信协议

3 术语和定义

GB/T 20609-2006、GB/T 26771-2011、GA/T 920-2010、GA/T 115-2020界定的以及下列术语与定义适用于本文件。

3.1

毫米波雷达交通状态检测器 millimeter wave radar traffic condition detector

毫米波雷达交通状态检测器是一种利用毫米波(频率30-300GHz)雷达技术，实现道路交通状态（包括所监测区域内的交通目标轨迹、道路断面交通流以及交通事件等）感知的检测器。本文档中的毫米波雷达即指毫米波雷达交通状态检测器。

3.2

交通流量 traffic flow

单位时间内通过道路某一地点、某一断面或某一车道的交通实体数。

[来源：GB/T 29107-2012，3.2，有修改]

3.3

时间占有率 time occupancy

时间占有率是指道路的任一路段上，车辆通过时间的累计值与观测总时间的比值，通常以百分数表示。

3.4

车头时距 time headway

在同一车道上，对于同向行驶的前后相邻的两车辆，前车尾与后车头通过道路某断面的时间间隔。

3.5

排队长度 queue length

车辆排队队列从交叉口停止线或排队起点至队列末尾之间的长度。

[来源：GA/T 115-2020, 3.5]

3.6

排队数量 number of queues

交叉口场景下，各进口道车辆排队，从停止线后第一辆车到排队的最后一辆车的车辆总数。路段场景下，各车道车辆排队，从第一辆车到排队的最后一辆车的车辆总数。

3.7

雷达反射截面 Radar cross section

雷达反射截面是表示目标在雷达波照射下所产生回波强度的一种物理量。

3.8

置信度 Confidence

置信度是指毫米波雷达对目标类别判断的可信任水平，通常以百分数表示。

3.9

心跳 heartbeat

心跳是指工业装置设备监测中，主服务器与各设备之间通过周期性发送信息判断设备的健康状况。

3.10

数据帧 data frame

数据链路层中传输的最小的、独立的数据单元。

3.11

交通目标 traffic target

交通目标是在交通场景中所关注的对象，包括行人、非机动车、机动车等要素。

3.12

2000国家大地坐标系 China Geodetic Coordinate System 2000

2000国家大地坐标系，是中国当前最新的国家大地坐标系。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CGCS2000：2000国家大地坐标系（China Geodetic Coordinate System 2000）

IPv4：网络协议版本4（Internet Protocol version 4）

IPv6：网络协议版本6（Internet Protocol version 6）

UDP：用户数据报协议（User Datagram Protocol）

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

UTC：协调世界时（Universal Time Coordinated）

RCS：雷达反射截面（Radar Cross Section）

5 接口描述

5.1 接口要求

5.1.1 接口范围

毫米波雷达设备和外部设备或系统之间的接口包括数据上报接口和数据请求下发接口。上报接口，也叫做数据采集接口，用于为采控系统周期性或实时性提供原始点云数据、感知识别后的业务数据、运行状态、设备基本信息、设备参数等。原始点云数据经边缘计算节点处理后可获取交通参与者、交通事件、交通流量等感知信息数据。

数据请求下发接口，也叫做运维管理接口，用于采控系统在修改设备的配置参数、实时查询、恢复出厂设置以及重启等操作时发送请求，从而对设备进行控制操作。上层其它系统（设备管理系统、资源管理系统、统一运维系统等）对毫米波雷达设备的数据获取、操作维护管理都是通过采控系统来实现。

5.1.2 通信要求

毫米波雷达与采控系统之间的通信要求如下：

- a) 物理层：采用以太网接口，至少支持 10/100BASE-T 全双工通信；
- b) 网络与传输层：网络层采用 IP 协议，支持 IPv4 和 IPv6，传输层支持采用 TCP 或 UDP 协议，毫米波雷达为客户端，接收方为服务端，设备支持对多个服务端传输数据；
- c) 应用层：采用二进制码流方式，支持 MQTT 协议，设备与上层采控系统之间的数据交互应采用基于数据帧封装的数据报文交换方式，信息格式应符合接口协议（见 5.3）以及第 6 章与第 7 章的规定。

5.1.3 数据质量

数据接口设计中必须考虑数据校验功能的后续实现，确保数据的完整性、一致性、时效性、可追溯性：

- a) 完整性：完整性是评价数据质量的重要属性，应包含数据规则要求的全部必要元素；
- b) 一致性：数据信息应保持一致，数据存在特定的上下文信息，依靠上下文信息可检出数据的矛盾；
- c) 时效性：数据发生变化之前的信息失去当前效用，应保证数据发生变化后及时被更新；
- d) 可追溯性：应保证接口传输数据的过程能够被跟踪和管理，支持运营人员对数据信息的质量和 安全进行监督。

5.1.4 安全要求

数据接口的实现过程中应体现以下安全措施：

- a) 访问控制；
- b) 数据授权控制；
- c) 数据传输安全。

5.2 接口周期

接口上报周期的配置规则根据数据上报类接口和指令下发类接口进行区分：

- a) 数据上报类接口根据上报数据内容的不同，应支持不同的上报周期，具体如下：
 - 业务类数据：设备可按照自行配置的周期来上报业务类数据，默认100ms。
 - 设备信息：设备信息包括设备首次连接、重连接或配置数据发生变更时的上报。
 - 设备状态：设备运行状态需周期性上报，周期可配置，默认1分钟。
 - 心跳上报：根据运维配置的心跳周期上报，周期可配置，默认1分钟。
- b) 指令下发类接口调用频率：
 - 根据上层平台需求发送消息报文，实现指令下发。

5.3 接口协议

5.3.1 数据帧结构

数据帧结构包括帧开始（帧头）、数据表、校验码与帧结束（帧尾）4个部分，数据帧结构应与图 1相符。

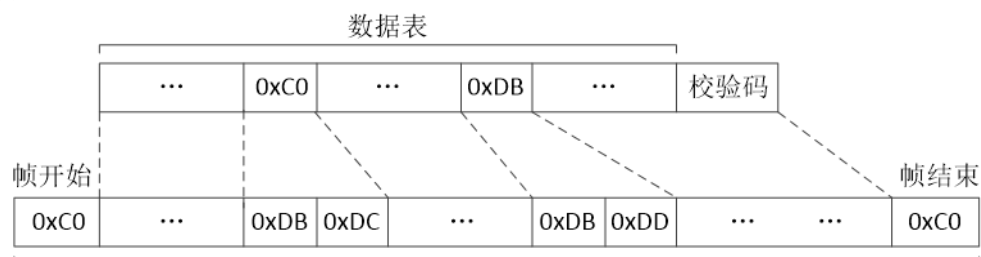


图1 数据帧结构

5.3.1.1 数据帧内容

数据帧的帧开始、数据表、校验码与帧结束内容应符合下列要求：

- 帧开始与帧结束长度分别为 1 字节，取值 0xC0；
- 数据表之后，帧结束之前，应有校验码，长度为 2 字节。校验码使用 CRC16，生成多项式为 $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ，初始值为 0xFFFF，生成校验码的校验范围为数据表的所有字节；结果与 0x0000 进行异或运算，即 CRC16 (Modbus) 模式；
- 校验结束后应进行数据转义，数据表或校验码中某字节值为 0xC0 时使用 0xDB、0xDC 转义替换，为 0xDB 时使用 0xDB、0xDD 转义替换。

5.3.1.2 数据表结构

数据表由链路地址、发送方标识、接收方标识、协议版本、操作类型、对象标识及消息内容七部分构成，数据表结构应符合表1的规定。

表1 数据表结构

链路地址	发送方标识	接收方标识	协议版本	操作类型	对象标识	消息内容
------	-------	-------	------	------	------	------

5.3.1.3 数据表内容

数据表内容应符合以下要求：

- 链路地址：链路地址由 2 个字节组成，保留，取值 0x0000；
- 发送方标识：发送方唯一身份，长度 7 字节。编制规则为：行政区划代码+类型+编号，行政区划代码、类型、编号的取值应符合表 2 的规定；
- 接收方标识：接收方唯一身份，长度 7 字节。编制规则为：行政区划代码+类型+编号，行政区划代码、类型、编号的取值应符合表 2 的规定；

表2 发送方/接收方标识取值

序号	名称	字节数	取值	描述
1	行政区划代码	3	0~999999	包含省、市、县级，6 位数字，取值应符合 GB/T 2260 的规定
2	类型	2	0~255	用于标识当前信息发送设备类型，其中，1：信号机，7：毫米波雷达，9：边缘计算服务器，其他：保留 需确定采控平台的类型取值
3	编号	16		设备的唯一编号，由数城公司统一规划的设备编号。采用 Unicode 编码方式。做成可配置项，设备部署时需要由工程师配置进去。

- 协议版本：标识通信协议的具体版本号，长度 1 字节，取值 0x10；
- 操作类型：标识数据表的操作类型，用 1 个字节表示，取值应符合表 3 的规定；

表3 操作类型

序号	二进制值	含义	说明
1	0x80	查询请求	发送方发送查询消息
2	0x81	设置请求	发送方发送设置消息
3	0x82	主动上传	发送方主动上传数据
4	0x83	查询应答	接收方对查询请求的应答
5	0x84	设置应答	接收方对设置请求的应答
6	0x85	主动上传应答	接收方对主动上传的应答

7	0x86	出错应答	接收到的数据包存在错误
8	0x87	维护管理发送	发送方向设备发送维护管理消息
9	0x88	维护管理请求	设备向发送方应答维护管理消息
10	其他	保留	

f) 对象标识：标识数据表的操作对象，用 2 个字节表示，取值应符合表 4 的规定。

表4 对象标识

对象分类	对象名称	取值	说明
通信链路监测	通信连接	0x0101	描述采控系统与毫米波雷达间通信链路的建立与维护，如：连接请求、连接请求应答
		0x0102	描述采控系统与毫米波雷达间的心迟跳信息等
设备管理	毫米波雷达配置参数	0x0204	描述毫米波雷达当前配置参数，如：数据开关、实时上报周期、统计周期等
	毫米波雷达工作状态	0x0205	描述毫米波雷达当前工作状态，如：故障信息、数据是否可信等
	毫米波雷达网络参数	0x0206	描述毫米波雷达的网络参数，如 IP、端口号等。
	设备恢复出厂设置	0x0207	描述设备恢复出厂设置发送和应答消息。
	设备重启	0x0208	描述设备重启发送和应答消息。
检测数据	交通目标轨迹信息	0x0301	描述毫米波雷达采集的交通目标实时轨迹数据
	检测断面过车信息	0x0302	描述毫米波雷达采集的各检测断面过车数据
	交通状态信息	0x0303	描述毫米波雷达采集的交通状态数据
	交通流信息	0x0304	描述毫米波雷达采集的交通流数据
	异常事件信息	0x0305	描述毫米波雷达采集的交通异常事件信息
	点云数据	0x0306	描述毫米波雷达采集到的原始点云数据

5.3.2 通信规程

5.3.2.1 信息查询规程

信息查询规程规定了采控系统查询毫米波雷达参数与数据的具体流程，应符合图2的规定。

- a) 信息查询：采控系统向毫米波雷达发送查询信息请求；
- b) 查询应答：毫米波雷达接收到查询请求后，立即回复信息查询请求应答；

- c) 确认应答：采控系统确认应答，若在规定时间内（3s~5s）内应答正确，则本次通信建立成功，若在规定的时间内没有收到毫米波雷达的应答或收到应答错误，则认定本次通信建立失败。



图2 信息查询规程

5.3.2.2 信息设置规程

信息设置规程规定了采控系统设置车辆毫米波雷达参数的具体流程，应与图3相符，具体如下：

- a) 信息设置：采控系统作为信息设置的发起方，由采控系统发送设置请求信息；
- b) 设置应答：毫米波雷达接收到设置请求后，立即完成指定操作，并向采控系统回复信息设置请求应答；
- c) 确认应答：采控系统确认应答，若应答正确，则本次通信建立成功，若在规定的时间内没有收到采控系统的应答或收到应答错误，则本次通信建立失败。

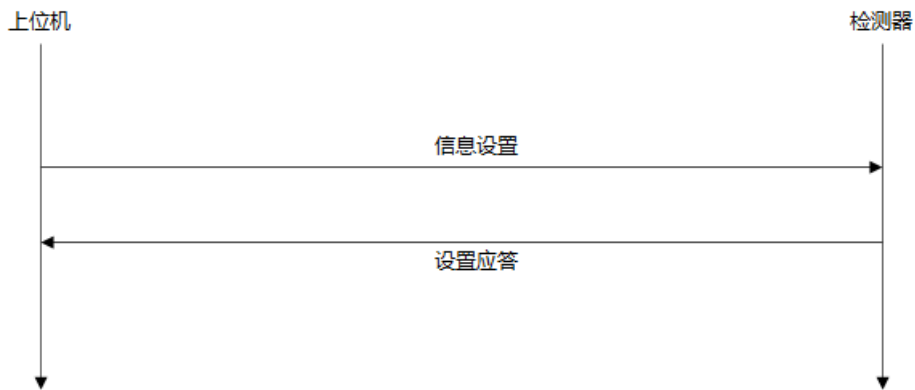


图3 信息设置规程

5.3.2.3 信息主动上报规程

信息主动上报规程规定了毫米波雷达主动上报消息的具体流程，包括：

- a) 无应答。当上报数据为毫米波雷达实时数据时，采控系统无需对毫米波雷达上报数据进行应答，流程应与图4相符，具体如下：
 - 信息上报：毫米波雷达主动上报数据；
 - 信息接收：采控系统接收毫米波雷达主动上报数据，无需回复应答。



图4 信息主动上报（无应答）规程

- b) 有应答。当上报数据为毫米波雷达历史数据时，采控系统需对毫米波雷达上报数据进行应答，流程应与图 5 相符，具体如下：
- 信息上报：毫米波雷达主动上报数据；
 - 上报应答：采控系统接收毫米波雷达主动上报数据，立即向毫米波雷达回复主动上报应答；
 - 应答确认：由毫米波雷达确认应答，若应答正确，则本次通信成功，若在规定的时间内（3s~5s）内没有收到采控系统的应答或收到应答错误，则本次通信失败。

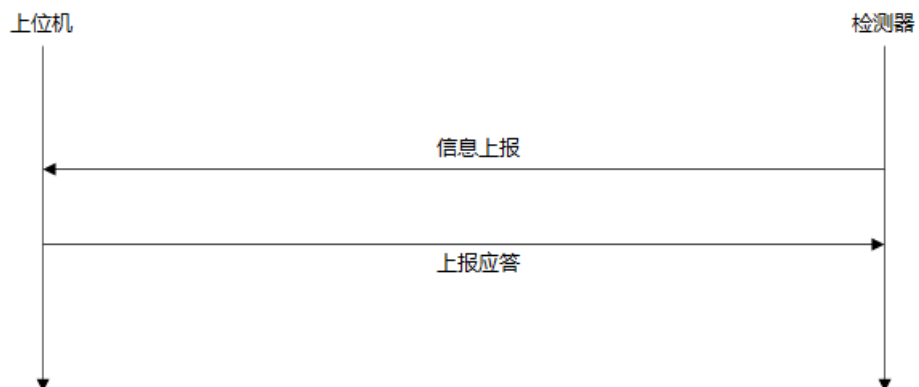


图5 信息主动上报（有应答）规程

5.3.3 消息内容

毫米波雷达的消息内容包括通信链路、毫米波雷达配置参数、毫米波雷达工作状态、实时交通目标轨迹信息、检测断面过车信息、秒级交通状态信息、周期级交通状态信息、异常事件信息交通流信息，各类消息的消息类型、操作类型、通信规程应符合表5的规定。

表5 消息表

序号	消息类型	操作类型	通信规程	说明
1	通信链路	设备注册	信息设置	脱机状态下，毫米波雷达每 5s 主动发送，信息格式应符合表 23 的规定
2		设备注册应答		接收方收到连接请求后认为联机成功并立即应答，毫米波雷达收到应答后认为联机成功，信息格式应符合表 24 的规定，后续操作均在联机状况下执行
3		心跳主动上传	主动上报 (无应答)	毫米波雷达每 10s 发送，信息格式应符合表 25 的规定
4	毫米波雷达网络参数	网络参数查询	信息查询	接收方发送，信息格式应符合表 28 的规定
5		网络参数查询应答		毫米波雷达收到网络参数查询命令后立即应答，信息格式应符合表 29 的规定
6		网络参数设置	信息设置	接收方发送，信息格式应符合表 31 的规定
7		网络参数设置应答		当毫米波雷达收到网络参数设置命令后立即应答，信息格式应符合表 32 的规定
8	毫米波雷达配置参数	参数查询	信息查询	接收方发送，信息格式应符合表 33 的规定
9		参数查询应答		毫米波雷达收到配置参数查询命令后立即应答，信息格式应符合表 34 的规定
10		参数设置	信息设置	接收方发送，信息格式应符合表 36 的规定
11		参数设置应答		当毫米波雷达收到配置参数设置命令后立即应答，信息格式应符合表 38 的规定
12	毫米波雷达工作状态	工作状态主动上传	主动上报 (有应答)	毫米波雷达工作状态发生变化时应主动上传毫米波雷达工作状态消息，信息格式应符合表 39 的规定
13		工作状态主动上传应答		接收方收到毫米波雷达主动上传的工作状态消息后立即应答，信息格式应符合表 41 的规定
14		工作状态查询	信息查询	接收方发送，信息格式应符合表 42 的规定
15		工作状态查询应答		毫米波雷达收到查询消息后立即应答，信息格式应符合表 43 的规定
16	轨迹信息	信息主动上传	主动上报 (无应答)	毫米波雷达按指定频率上传交通目标实时轨迹信息，信息格式应符合表 9 的规定
17	过车信息	信息主动上传	主动上报 (无应答)	毫米波雷达检测断面车辆驶入和驶离时分别发送过车信息，信息格式应符合表 12 的规定
18	交通状态信息	信息主动上传	主动上报 (无应答)	毫米波雷达按指定频率（秒级）采集的交通状态实时信息，信息格式应符合表 15 的规定
19	交通流信息	信息主动上传	主动上报 (无应答)	毫米波雷达按指定周期统计的交通流信息上传，信息格式应符合表 18 的规定

表5 消息表（续）

20	异常交通事件信息	信息主动上传	主动上报(无应答)	毫米波雷达上传异常交通事件信息，信息格式应符合表 21 的规定
----	----------	--------	-----------	---------------------------------

5.3.4 其它约定

5.3.4.1 字节序

长度大于1个字节的数字数据对象，字节顺序按“小端模式”传输，应先发送低字节，后发高字节。如果数据对象为字符串则不需要采用上述模式进行传输。对象标识按字符串处理，不需要大小端。

5.3.4.2 数字表示

数字前未加标识的数字为10进制，数字前以“0x”为标识的数字为16进制：

- a) 123 表示 10 进制 123；
- b) 0x123 表示 16 进制 123。

6 业务数据接口

6.1 原始点云数据上报

点云信息主动上传信息格式应符合表6的规定。对于点云的消息内容，建议按表7进行定义。各厂家可以按自己的格式定义点云的消息内容，但需符合表6所定义的点云信息格式。

表6 点云信息主动上传

名称	链路地址	发送方标识	接收方标识	协议版本	操作类型	对象标识	消息内容
内容					0x82	0x0306	应符合表7的规定

表7 点云信息

序号	名称	字节数	取值	描述
1	点云信息生成本地时间	8		前4字节为UTC时间秒值，后4字节是微秒
2	点云个数	2	N ($1 \leq N \leq 65535$)	当前有效的点云个数
3	单个点云信息			符合表8规定
.....
2+N	单个点云信息			建议符合表8规定

表8 单个点云信息

序号	名称	字节数	取值	描述
1	点云ID	2	0~65535	毫米波雷达给点云分配的ID编号，循环分配
2	横向距离	2		目标点云距离毫米波雷达横向距离，毫米波雷达左为负，毫米波雷达右为正，单位0.1米
3	纵向距离	2		目标点云距离毫米波雷达纵向距离，单位0.1米
4	横向速度	2		点云横向移动速度，毫米波雷达左为负，毫米波雷达右为正，单位0.1m/s
5	纵向速度	2		点云纵向移动速度，远离毫米波雷达为正，靠近毫米波雷达为负，单位0.1m/s
6	角度	2		毫米波雷达法线为0度，左为负，右为正，单位0.01度
7	SNR(信噪比)	1	0~255	单位：dB

6.2 业务数据上报接口

6.2.1 车轨迹数据上报

交通目标轨迹信息主动上传信息格式应符合表9的规定。需保证对于雷达视野中的一个目标，在不同时刻上传的数据帧，其ID保持一致。

表9 轨迹信息主动上传表

名称	链路地址	发送方标识	接收方标识	协议版本	操作类型	对象标识	消息内容
内容					0x82	0x0301	应符合表 10 的规定

表10 轨迹信息

序号	名称	字节数	取值	描述
1	轨迹信息 生成本地时间	8		前 4 个字节为 UTC 时间秒值，后 4 个字节是 微秒
2	交通目标数	2	N (1≤N≤128)	当前有效目标
3	单交通目标信息			应符合表 11 的规定
.....				
2+N	单交通目标信息			应符合表 11 的规定

表11 单交通目标信息

序号	名称	字节数	取值	描述
1	目标 ID	2	0~65535	毫米波雷达给目标分配的 ID 编号，循环分配范围在 0-65535 自增，到 65535 后开始重新分配
2	目标类型	1	1~5	目标类型为以下枚举值： 1：行人，2：非机动车，3：小型车，4：中型车，5：大型车 说明： 大型客车：9m<车身长度； 中型客车：6m<车身长度≤9m； 小型客车：3.5m<车身长度≤6m
3	目标长度	1	0~255	目标长度值，单位 0.1 米，255 表示无效
4	目标宽度	1	0~255	目标宽度值，单位 0.1 米，255 表示无效
5	目标高度	1	0~255	目标高度值，单位 0.1 米，255 表示无效
6	目标经度	8		Double 类型，目标 CGCS2000 坐标系下的经度 值，单位：度
7	目标纬度	8		Double 类型，目标 CGCS2000 坐标系下的纬度 值，单位：度
8	目标海拔	4		Float 类型，CGCS2000 坐标系下的海拔高度， 单位：米
9	车道编号	1		雷达照射方向从左往右由 1 开始递增，检测通 道编号和车道编号保持一致。
10	航向角	4		Float 类型，目标航向角，单位：度 与正北夹角，范围在 0-360 之间
11	速度	4		Float 类型，目标行驶速度，单位：km/h 来向负值，去向正值
12	加速度	4		Float 类型，目标行驶加速度，单位：m/s2 加速为正值，减速为负值

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/378034122112006027>