



T/CECS G XXXX: 202X

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路超长距毫米波雷达交通运行监测系
统技术标准

Technical Standard for Highway Ultra-Long Distance Millimeter
Wave Radar Highway Operation and Monitoring System

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

公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统 技术标准

Technical Standard for Highway Ultra-Long Distance Millimeter Wave
Radar Highway Operation and Monitoring System

T/CECS G:

主编单位：中咨泰克交通工程集团有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：202X 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2023 年第一批中国工程建设标准化协会标准(CESC G)制修订项目编制工作的通知》（中建标公路[2023]112 号）的要求，由中咨泰克交通工程集团有限公司承担《公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统技术标准》（以下简称“本标准”）的制订工作。

编写组在总结公路超长距毫米波雷达设备研发、系统建设、工程落地应用等经验基础上，以提高公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统性能，更好地服务于公路运行监测为核心目标，完成了本标准的编写工作。

本标准分为 9 章及 1 篇附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 系统构成、5 设备布设、6 系统功能要求、7 系统性能要求、8 主要设备性能要求、9 安装和维护要求，附录 A 数据格式。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准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，由中咨泰克交通工程集团有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，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），或李倩（地址：北京市海淀区北四环中路 229 号 海泰大厦 8 层中咨泰克交通工程集团有限公司；邮编：100083；电子邮箱：13581875025@163.com），以便修订时研用。

主 编 单 位: 中咨泰克交通工程集团有限公司

参 编 单 位: 北京网路智联科技有限公司

西安电子科技大学

中咨集团人工智能技术交通应用研发中心

河北德冠隆电子科技有限公司

主 编: 张 伟

主要参编人员: 谭小刚 李红芳 郭晓炜 张 涛 彭 敏 李全发

赵 静 张 华 贾沛源 冯保国 李 倩 贺 静

秦建良 杨继承 陈杨华 张智鸿 夏长青 廖芳清

陈凌飞 高凤艳 杨 凯 张博闻 阎 博 张 静

王 媛 王 欢 杨 波

主 审: 盛 刚

参与审查人员:

参 加 人 员:

征求意见稿

目 录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 系统构成.....	4
5 设备布设.....	6
6 系统功能要求	7
6.1 车辆目标定位与跟踪功能	7
6.2 交通事件检测功能	7
6.3 交通参数检测功能	7
6.4 系统安全和管理功能	7
6.5 扩展功能	7
7 系统性能要求	9
7.1 目标定位与跟踪性能要求	9
7.2 交通事件检测性能要求	9
7.3 交通参数检测性能要求	9
8 主要设备性能要求	10
8.1 超长距毫米波雷达技术要求	10
8.2 数据和接口要求	10
9 安装和维护要求	12
9.1 安装要求	12
9.2 维护要求	12
附录 A 数据格式	14

1 总则

1.0.1 为明确公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统技术标准的技术要求，同时提升公路交通运行超长距毫米波雷达的使用效果，降低运维成本，特此制定本标准。

1.0.2 本标准适用于设置在公路主线路段（隧道除外），有效检测距离在 1000m 及以上的定向超长距毫米波雷达交通运行监测系统的建设。

1.0.3 公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统技术标准的相关技术指标，除应符合本文件要求外，尚应符合国家、行业颁布的其他有关标准、规范的规定。

2 术语

下列术语和定义适用于本文件。

2.0.1 检测目标 detection target

雷达检测范围内位置或状态发生变化的车辆。

2.0.2 超长距毫米波雷达 ultra-long distance millimeter wave radar

有效检测距离在 1000m 及以上的定向毫米波雷达，在公路交通运行场景中用于检测目标的位置、速度等参数。

2.0.3 检测范围 detection range

在一定精度要求下，雷达能够有效检测目标的纵向及横向范围。

2.0.4 目标定位 target location

雷达对检测范围内的目标进行检测，并计算出检测目标的相对位置（X/Y 值）或地理坐标位置（经度/纬度）。

2.0.5 区域平均车流量 regional average traffic volume

统计时间内，检测范围内每条车道的车辆的数量平均值。

2.0.6 区域平均速度 regional average speed

统计时间内，检测范围内每条车道的车辆的速度平均值。

2.0.7 区域车道占有率 regional road occupancy rate

统计时间内，检测范围内每条车道被车辆占有的时间与该统计时间之比。

2.0.8 平均车头时距 average time headway

统计时间内，检测范围内每条车道，前后连续同向行驶的两辆车的车头到达同一检测断面的时间间隔的平均值。

3 基本规定

3.0.1 系统应具备车辆目标定位与跟踪、交通事件检测、交通参数检测、系统安全和管理等功能。

3.0.2 系统检测范围应支持单向多车道或双向多车道检测。

3.0.3 系统应具有北斗定位授时功能，可同时具有 GPS 定位授时功能，支持设备位置实时定位查询、毫秒级高精度授时及数据同步传输功能。

3.0.4 系统软件应采用模块化结构，具有功能性、可靠性、易用性、效率性、维护性和可移植性。

3.0.5 雷达设备应具有异常状态检测、来电自启动、远程唤醒、远程维护、自我诊断、状态侦测、自我修复等功能。应支持同时对单客户端或多客户端提供数据支持服务。

3.0.6 系统信息安全应按照不低于现行《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）和《交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南》中规定的二级安全等级保护要求执行。

4 系统构成

4.0.1 公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统应包括超长距毫米波雷达、中心管理系统以及配套设施。对于感知实时性要求较高的独立场景可增设路侧计算设施。

4.0.2 超长距毫米波雷达宜由射频板(含收发天线)、信号处理板、外壳防护罩组件、馈源组件等组成。雷达数据处理功能可由内置信号处理板或路侧计算设施完成。

4.0.3 中心管理系统包括雷达管理服务器、雷达管理工作站、应用软件等。

4.0.4 路侧计算设施包括路侧计算设备和应用软件。

4.0.5 超长距毫米波雷达、路侧计算设施与中心管理系统之间组建以太环网。

4.0.6 配套设施包括接地、防雷、网络通信、安装支架、基础立柱、配电、线缆等辅助设施。

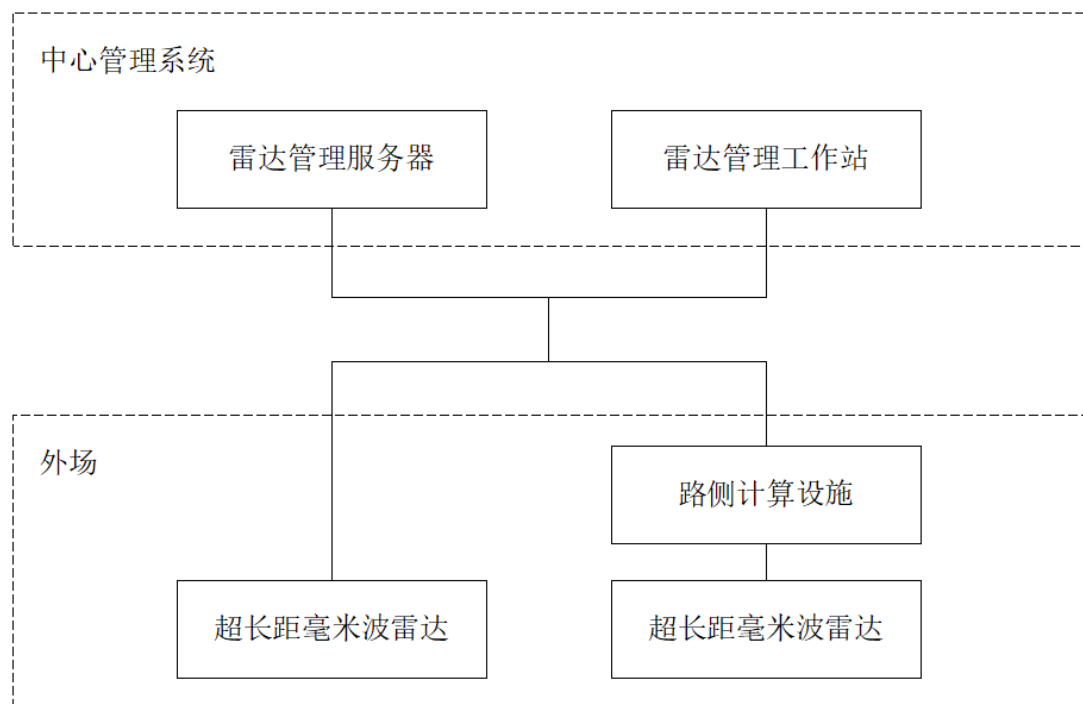


图 4-1 公路超长距毫米波雷达交通运行监测系统构成图

5 设备布设

5.0.1 超长距毫米波雷达布设方式可分为单点布设和无盲区连续布设。

5.0.2 单点布设时，宜选择重要点位或事故易发点位布设。

5.0.3 无盲区连续布设时，应保证相邻两个超长距毫米波雷达同时跟踪检测到同一目标车辆的重叠区域不少于 50m。

5.0.4 超长距毫米波雷达在公路长直路段中采用无盲区连续布设时，布设间距不宜大于 1000m。

5.0.5 超长距毫米波雷达布设时，应避免与交通标志或其他设施相互遮挡。

6 系统功能要求

6.1 车辆目标定位与跟踪功能

6.1.1 系统应具备车道级的车辆目标定位功能，包括车辆 ID 编号信息、相对位置/经纬度信息、行驶速度信息、目标类型信息（大型车/小型车）、所在车道信息等。

6.1.2 系统应具备超长距毫米波雷达连续覆盖范围内车辆全程跟踪功能。

6.2 交通事件检测功能

6.2.1 系统应具备停止事件、逆行事件、拥堵事件的检测功能。

6.3 交通参数检测功能

6.3.1 系统应具备交通参数采集功能，包括区域平均车流量、区域平均速度、区域车道占有率、平均车头时距等。

6.4 系统安全和管理功能

6.4.1 系统应具备一键重启、远程修改 IP、软件远程升级、车道手动或自动划分、目标强度修正、参数配置、偏移和角度修正等功能。

6.5 扩展功能

6.5.1 系统支持与车牌识别设备的车牌、特征、位置、时间等信息融合，可支持对目标车辆的检索、锁定、跟踪定位、跟踪监视、轨迹回溯、车辆行驶行为分析等扩展功能。

6.5.2 支持与沿线监控摄像机联动实现相关扩展功能，应满足下列规定：

- 1 支持交通事件报警及同步录像查询功能，支持通过沿线监控摄

像机记录事件起始前 1min 及后 3min 的完整视频信息。

2 支持与监控摄像机进行实时控制、联动功能，支持对交通事件跟踪查看。

征求意见稿

7 系统性能要求

7.1 目标定位与跟踪性能要求

7.1.1 目标车道级定位与跟踪准确率 $\geq 96\%$

7.1.2 两个连续布设的超长距毫米波雷达间数据融合传递成功率 $\geq 96\%$

7.2 交通事件检测性能要求

7.2.1 停止事件检测准确率 $\geq 96\%$

7.2.2 逆行事件检测准确率 $\geq 98\%$

7.2.3 拥堵检测准确率 $\geq 98\%$

7.3 交通参数检测性能要求

7.3.1 区域平均车流量、区域平均速度、区域车道占有率、平均车头时距准确率 $\geq 96\%$

8 主要设备性能要求

8.1 超长距毫米波雷达技术要求

- 8.1.1 纵向有效检测距离 $\geq 1000\text{m}$
- 8.1.2 横向覆盖范围 ≥ 8 车道
- 8.1.3 目标跟踪检测数量 ≥ 512 个
- 8.1.4 角度精度 $\leq 1^\circ$
- 8.1.5 测速范围 $\geq 200\text{km/h}$
- 8.1.6 速度精度 $\leq 1\text{m/s}$
- 8.1.7 下方盲区 $\leq 50\text{m}$
- 8.1.8 数据输出周期 $\leq 100\text{ms}$
- 8.1.9 功率 $\leq 40\text{W}$
- 8.1.10 平均无故障时间 (MTBF) $\geq 50000\text{h}$
- 8.1.11 防护等级 $\geq \text{IP67}$
- 8.1.12 工作环境温度 $-40^\circ\text{C} \sim +80^\circ\text{C}$

8.2 数据和接口要求

- 8.2.1 雷达应能输出点云数据和结构化数据。
- 8.2.2 雷达数据输出周期为 50 或 100 毫秒。
- 8.2.3 雷达事件检测和交通参数检测数据输出周期可提高，支持人工调整。
- 8.2.4 为了提高雷达输出协议的延续性与兼容性，将雷达的输出协议进行模块化处理，其具体采用如下形式：

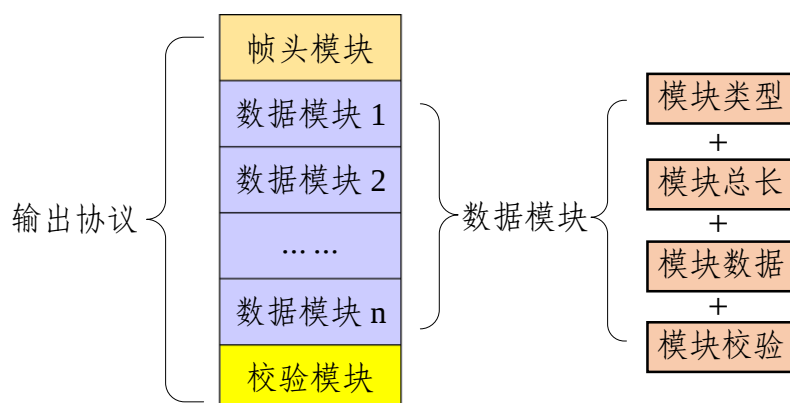


图 8-1 雷达输出协议总体格式

其中，帧头模块为输出协议数据的帧头与数据长度指示，校验模块为输出协议数据检验，数据模块包含雷达的各种输出数据信息。输出协议中所用的数据模块均采用模块类型+模块总长+模块数据+模块校验的格式进行设计。针对本标准现有的数据，数据模块包括基本信息模块、目标定位与跟踪信息模块、交通事件信息模块、交通参数信息模块、点云信息模块 5 个部分，如果后续需要再增加数据模块信息，只要再按照数据模块的定义形式增加相应数据模块即可，如果想增加模块中的信息，只要修改模块数据长度，而后再在相应字节位置增加信息即可。

8.2.5 数据格式应满足本标准附录 A 的要求。

8.2.6 接口宜采用 RJ45 接口，支持 100/1000Mbps 速率。

8.2.7 数据通信应采用统一的标准通信协议，支持 TCP/IP 数据格式输入输出的功能。

9 安装和维护要求

9.1 安装要求

9.1.1 超长距毫米波雷达宜设置在中央分隔带，不具备条件的可布设在路侧，安装高度宜不低于 6m。

9.1.2 公路较大坡度路段、匝道口、有遮挡物等区段可采用单向或双向加密设置。

9.1.3 在不影响使用效果的情况下，超长距毫米波雷达安装宜与摄像机、门架等共杆安装。

9.2 维护要求

9.2.1 日常维护应包括下列内容：

- 1 检查超长距毫米波雷达外观，发现问题及时处理。
- 2 检查超长距毫米波雷达外壳防护罩组件及配套设施是否有退化、损坏，发现问题及时处理。
- 3 监测分析超长距毫米波雷达工作温度、电压、电流、网络传输是否正常，发现问题及时处理。
- 4 检查两个超长距毫米波雷达间数据传递成功率是否下降，超长距毫米波雷达重叠区域是否偏移，发现问题及时修正。

9.2.2 定期维护周期应至少一年 1 次，定期维护应包括下列内容：

- 1 检测超长距毫米波雷达紧固螺丝是否有松动，雷达工作位置、角度是否发生偏移，发现问题及时处理。
- 2 开展标定校准工作，监测分析超长距毫米波雷达检测区域是否发生偏移，发现问题及时修正。

3 检查系统各类功能参数以及性能参数和检测精度是否下降，发现问题及时修正。

4 定期检查防雷和接地。

征求意见稿

附录 A 数据格式

A.0.1 数据格式应满足下列要求：

- 1 数据包由帧头、数据体和校验位组成。
- 2 数据内容采用网络字节序，即大端模式。
- 3 所有涉及到中文的字段均采用 UTF-8 字符集编码后再转为字节序。

A.0.2 雷达输出协议格式

表 A.0.2-1 雷达输出协议总体格式

序号	项目	内容	备注
1	帧头模块	帧头与数据总长度	4 字节
2	基本信息模块	基本信息模块	20 字节
3	目标定位与跟踪信息模块	目标定位与跟踪信息模块	5+30*i 字节
4	交通事件信息模块	交通事件信息模块	5+25*i 字节
5	交通参数信息模块	交通参数信息模块	6+9*i 字节
6	点云信息模块	点云信息模块	5+6*i 字节
7	校验模块	数据校验	1 字节

A.0.3 帧头模块定义

表 A.0.3-1 帧头模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	帧头	数据帧头 0xABCD	2	无符号 short

2	数据总长度		2	无符号 short; 数据模块中所有数据的字节长度
---	-------	--	---	---------------------------

A.0.4 基本信息模块

表 A.0.4 基本信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	信息模块类型	0x4A42: 基本信息	2	无符号 short, 0x4A42 为“JB”对应 ASCII 码值; 单位: 无
2	模块数据长度	A	2	无符号 short; A 为基本信息模块数据总长度(包括目标信息、模块数据长度以及校验和), A 根据模块数据大小可变; 单位: 无
3	时间	时间戳	8	无符号 int; 单位: 毫秒
4	目标总个数	0-512	2	无符号 short;
5	车道总个数	取值范围 1-车道数	1	无符号 char;
6	目标信息输出标志	0-1	1	无符号 char; 1: 本帧有目标信息; 0: 本帧无目标信息
7	事件报警	0-1	1	无符号 char; 0: 本帧无报警; 1: 本帧有报警

8	协议版本		2	协议版本号，无符号 short；单位：无
9	模块校验		1	无符号 char；基本信息模块所有数据和低 8 位

A.0.5 目标定位与跟踪信息模块

表 A.0.5 目标定位与跟踪信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	信息模块类型	0x4D42: 目标定位与跟踪信息	2	无符号 short, 0x4D42 为“MB”对应的 ASCII 码值。当目标个数为 0 时，目标定位与跟踪信息模块不上报
2	模块数据长度	B	2	无符号 short；B 为目标定位与跟踪信息模块数据总长度(包括目标定位与跟踪信息、模块数据长度以及校验和)，B 根据模块数据大小可变；单位：无
3	第 1 个目标的编号	1-65535	2	无符号 short
4	纵向距离(x 坐标)	0-65535	2	无符号 short；单位：0.1m
5	横向距离(y 坐标)	-32768-32767	2	short；单位：0.1m；雷达法线为中心，左为负，右为正
6	速度(x 方向)	-32768-32767	2	short；单位：0.1m/s；雷达法线为中心，向左移动为负，向右移动为正

7	速度(y 方向)	-32768-32767	2	short; 单位: 0.1 m/s; 来向为负, 去向为正;
8	目标类型	0-255	1	无符号 char; 1、未知; 2、小型车; 3、大型车
9	所在车道号	1-车道数	1	无符号 char
10	航向角	0-360	2	无符号 short; 单位: 0.01 度 (正北方向为 0 度, 顺时针旋转 360 度)
11	目标经度		8	double
12	目标纬度		8	double
13	第 2 个目标的编号	1-65535	2	无符号 char
...				
n	第 i 个目标的编号	1-65535	2	无符号 char
...				
n+1 0	模块校验		1	无符号 char; 目标定位与跟踪 信息模块所有数据和低 8 位

A.0.6 交通事件信息模块

表 A.0.6 交通事件信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	信息模块类型	0x534A: 交通事件信息	2	无符号 short, 0x534A 为“SJ”对应的 ASCII 码值。当事件个数为 0 时, 交通事件信息模块不上报
2	模块数据长度	C	2	无符号 short; C 为交通事件信息模块数据总长度(包括事件信息、模块数据长度以及校验和), C 根据模块数据大小可变; 单位: 无
3	第 1 个事件的编号	0-65535	2	无符号 short
4	事件类型	0-255	1	无符号 char; 1、停止; 2、逆行; 3、拥堵
5	事件位置经度		8	double
6	事件位置纬度		8	double
7	纵向距离(x 坐标)	0-65535	2	无符号 short; 单位: 0.1m
8	横向距离(y 坐标)	-32768-32767	2	short; 单位: 0.1m; 雷达法线为中心, 左为负, 右为正

9	所在车道号	1-车道数	1	无符号 char
10	方向	1-2	1	无符号 char; 1、来向; 2、去向
11	第 2 个事件的编号	0-65535	2	
...				
n	第 n 个事件的编号	0-65535	2	
...				
n+8	模块校验		1	无符号 char; 交通事件信息模块所有数据和低 8 位

A.0.7 交通参数信息模块

表 A.0.7 交通参数信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	信息模块类型	0x4353: 交通参数信息	2	无符号 short, 0x4353 为“CS”对应的 ASCII 码值。无数据时交通参数信息模块不上报

2	模块数据长度	D	2	无符号 short; D 为交通参数信息模块数据总长度(包括交通参数信息、模块数据长度以及校验和), D 根据模块数据大小可变; 单位: 无
3	统计周期	1-60	1	无符号 char; 单位: 分钟
4	第 1 条车道	1-车道数	1	无符号 char
5	区域平均车流量	0-65535	2	无符号 short; 单位: 辆
6	区域平均速度	-32768-32767	2	short; 单位 0.1m/s
7	区域车道占有率	0-65535	2	无符号 short; 单位: 0.01%(如收到 0x0013 表示占有率为 0.19%)
8	平均车头时距	0-65535	2	无符号 short; 单位: 0.1s
9	第 2 条车道	1-车道数	1	无符号 char
...	...	...	...	...
n	第 i 条车道	1-车道数	1	无符号 char

...	...	...	...	...
n+5	模块校验		1	无符号 char; 交通参数信息模块所有数据和低 8 位

A.0.8 点云信息模块

表 A.0.8 点云信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	信息模块类型	0x6889: 点云信息	2	无符号 short, 0x6889 为“DY”对应的 ASCII 码值。定时上报, 无数据时点云信息模块不上报
2	模块数据长度	E	2	无符号 short; E 为点云信息模块数据总长度(包括点云信息、模块数据长度以及校验和), E 根据模块数据大小可变; 单位: 无
3	第 1 个点云的径向距离	0-65535	2	无符号 short; 分辨率 0.1m
4	角度	-32768-32767	2	short; 分辨率 0.1°
5	径向速度	-32768-32767	2	short; 分辨率 0.1m/s
6	第 2 个点云的径向距离	0-65535	2	

...				
n	第 i 个点云的径向距离	0-65535	2	
...				
n+3	模块校验		1	无符号 char; 点云信息模块所有数据和低 8 位

A.0.9 校验模块

表 A.0.9 校验信息模块数据格式

序号	项目	内容	字节数	备注
1	校验	校验	1	无符号 char; “数据模块”所有数据和低 8 位