

团 体 标 准

T/ZGCSC 009—2024

数字道路路侧雷视一体机技术规范

Technical Specifications for Digital Roadside Radar-Video Integration Device

2024 - 08 - 20 发布

2024 - 08 - 21 实施

中关村智慧城市产业技术创新战略联盟

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	1
4 功能框图	2
5 总体要求	3
6 功能要求	3
7 性能要求	5
8 数据传输及通信接口要求	6
9 电气安全要求	6
10 设备外观和结构要求	6
11 设备安装要求	6
12 检验规则与试验方法	7
13 标志、包装、运输与贮存	9
附录 A (资料性) 检验项目	10

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。

本文件的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村智慧城市产业技术创新战略联盟发布。

本文件起草单位：中电信数字城市科技有限公司、北京理工睿行电子科技有限公司、中关村智慧城市产业技术创新战略联盟、北京鉴衡认证中心有限公司、浙江宇视科技有限公司、浙江海康智联科技有限公司、重庆中科汽车软件创新中心、上海神添实业有限公司。

本文件主要起草人：谷博宇、张银河、王海瑞、封顺天、连浩鑫、毛冬、赵梦、庞宏杰、王井伟、刘红文、肖思淼、王源、龚成宇、李彦峰、李莹焯、王建。

本文件为首次发布。

数字道路路侧雷视一体机技术规范

1 范围

本文件规定了数字道路项目中应用的雷视一体机的术语、定义、系统架构、总体要求、功能要求、性能要求、数据传输和通信接口、电气安全和可靠性、安装要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于数字道路项目中应用的雷视一体机产品的选型和应用。

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 9254.2 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第2部分：抗扰度要求
GB/T 20609-2023 交通信息采集 微波交通流检测器
GB/T 24726-2021 交通信息采集视频交通流检测器
GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
GB/T 28789—2012 视频交通事件检测器
JTG D202017 公路路线设计规范

3 术语和定义

GB/T 24726—2021 和 GB/T 28789—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

雷视一体机 millimeter-wave radar

采用毫米波雷达技术和视频图像技术对道路上的交通流进行动态信息采集，用以检测并输出目标区域的机动车类型、车流量、车牌号、车速等数据的检测设备。

3.2

交通参数 traffic parameters

车流量、平均车速、车头时距、车头间距、时间占有率、排队长度等综合反映交通状况的定量指标。

3.3

交通事件 traffic incident

道路上发生的，影响车辆通行及交通安全的异常交通状况及行为，主要指停止事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、机动车驶离事件等典型事件种类。

[来源：GB/T 28789-2012, 3.1]

3.4

自动标定 automatic calibration

雷视一体机自动标定是自动化校准雷达与摄像头空间姿态的过程，确保双感知数据在统一坐标下精确匹配，实现时空上的精准融合分析。

3.5

语义分割 semantic segmentation

语义分割是通过算法识别并区分图像中每个像素所属物体类别的技术，以实现道路用户及环境的精细理解。

3.6

车流量 vehicle volume

在规定时间内通过道路上检测断面的车辆数。

[来源: GB/T 24726-2021, 3.3]

3.7

残影 residual image

雷达针对在某一位置的实际已不存在的目标形成感知像, 并保持该感知像超过一段时间。

3.8

航向角 heading angle

交通目标行驶方向与正北方向顺时针的夹角。

3.9

检测率 rate of accurate detecting

系统在正常工作状态下, 交通事件发生时, 系统正确检测并报警的次数占实际发生交通事件总次数的比率。

[来源: GB/T 28789-2012, 3.9]

3.10

漏报率 rate of failed alarm

系统在正常工作状态中, 交通事件发生但未能检测并报警的次数占实际发生交通事件总次数的比率。

[来源: GB/T 28789-2012, 3.10]

3.11

虚报率 rate of false alarm

系统在正常工作状态中, 交通事件未发生而系统出现虚假报警的次数占交通事件报警总次数的比率。

3.12

丢包率 packet loss rate

丢包率是指在网络传输过程中, 由于网络拥堵、信号衰减或其他因素导致的数据包未能成功到达接收端的比例

3.13

闪烁 glint

闪烁是指在视频或雷达数据流传输过程中出现的不连续显示现象, 表现为图像短暂中断或雷达回波信号丢失。

4 功能框图

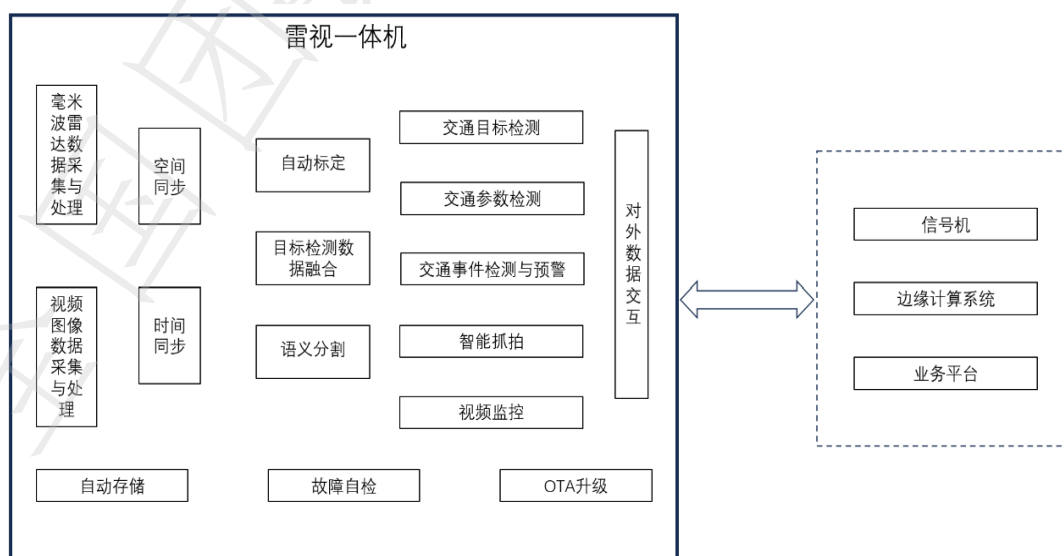


图1 雷视一体机功能组成示意图

雷视一体机的功能组成框图如图1所示，毫米波雷达数据采集与处理和视频图像数据采集与处理模块通过收集和分析毫米波雷达信号、捕捉视频图像以获取交通信息。空间同步和时间同步功能确保雷视一体机自身能够保持时间和空间上的协调和同步并与外界时间保持一致。雷视一体机自动标定和目标检测数据融合功能确保了其对同一检测目标输出进行精准的雷达和视觉数据融合分析。语义分割功能用于将图像中的不同物体或区域进行分类和标记。

雷视一体机也具备交通目标检测、交通事故检测与预警、交通参数检测、视频监控和智能抓拍功能，以及OTA升级、故障自检和自动存储功能。

雷视一体机支持通过RS-485或RJ-45等接口对与信控机、边缘计算系统和业务平台交互雷视结构化数据。

5 总体要求

雷视一体机为数字道路铺设精准高效的交通管理与监控体系，须具备感知技术与数据处理能力，确保交通信息的全面、实时与准确获取。

5.1 功能要求

雷视一体机须具备全时段、多方位的交通监测能力：涵盖车辆、非机动车与行人的精细识别与分类，结合雷达与视觉技术的数据融合，实现目标的连续跟踪与属性精准提取。

雷视一体机须具备交通参数实时分析、事件快速检测与告警、视频监控与智能抓拍、自我诊断与远程管理等功能，确保交通信息的实时性与准确性。

5.2 性能要求

雷视一体机在各类交通场景中，保持高识别率与低误报率，可实现大范围、多目标的并发监测，且实现速度、位置、方向等关键参数高精度测量。同时，雷视一体机具有低功耗与高稳定性能。

5.3 数据传输及通信接口要求

雷视一体机数据传输及通信接口须保证数据传输的高效性，支持灵活的参数配置与数据传输协议，确保系统长期稳定运行与信息的无缝对接。

5.4 电气安全要求

雷视一体机的电气安全要求包括绝缘电阻、介质强度要求以确保电气隔离与防止漏电，强调接地与防雷措施以防瞬间过电压损害，以及电磁兼容性和环境适应性设计，保证设备在多变环境下稳定运行且不影响周边电器，同时注重整体系统的可靠性，以实现长期不间断的安全监控与数据传输。

5.5 其他要求

雷视一体机的外观结构及安装设计需符合既定规范，确保设备不仅外观整洁、结构坚固，而且便于标准化安装实施；检验规则与试验方法包括外观结构、功能性能至电气安全多维度测试，旨在验证设备的完整功能、优异性能及使用安全性；此外，规定产品标志、包装、运输与贮存要求，保障从出厂到客户手中的每一个环节均能有效保护设备，延长其使用寿命并确保信息清晰可追溯。

6 功能要求

6.1 数据融合

雷视一体机应具备对同一检测目标输出进行雷达和视觉数据融合功能，对同一检测目标生成完整的目标ID、运行轨迹、速度、行驶方向、位置信息等数据，且应具备输出目标经纬度信息的功能。

6.2 自动标定

雷视一体机应支持自动外参标定功能，支持自动调整雷视一体机的外参参数，并实时反馈标定效果。

6.3 语义分割

雷视一体机宜支持道路语义分割的功能。

6.4 交通目标检测

6.4.1 目标识别

雷视一体机应具备对行人、自行车、摩托车、小轿车、公交车、卡车等六种类型道路移动目标及其速度识别的能力。

雷视一体机应具备对监控区域内的车牌宽度大于100像素的车辆车牌号识别能力，支持对检测到的道路车辆输出对应车辆的车牌号、车牌颜色等车辆属性信息。

6.4.2 目标可视化

支持图像可视化呈现雷达检测目标、视觉检测目标，同时支持雷视融合后检测目标效果的图像化输出，可在视频中实时呈现雷视目标融合的检测效果，并支持检测目标运动轨迹的可视化呈现。

6.4.3 目标跟踪检测

支持机动车目标持续跟踪功能，在雷视一体机检测范围内，机动车目标持续移动或停止时间未超过120s时，雷视一体机能保持机动车ID连续唯一。

6.5 交通参数检测

雷视一体机应具备按车道检测机动车车型、车牌号、车牌颜色、车流量、时间占有率、空间占有率、排队长度等交通参数信息检测、统计功能。

6.6 交通事件检测与预警

雷视一体机应具备对停止事件、逆行事件、拥堵事件、超速事件、行人闯入事件、抛洒物事件、施工事件和道路障碍物的检测功能，可具备其他自定义的事件检测功能。

6.7 视频监控

雷视一体机应支持对检测道路实时视频监控功能，应支持按GB/T 28181标准协议对外输出视频流。

6.8 智能抓拍

雷视一体机应支持智能抓拍功能，支持在发生交通事件时抓拍事件的对应照片并自动提交车牌号码、行驶方向、行驶速度、行驶加速度、发生事件的航向角等参数，且抓拍图片可对外输出。

6.9 故障自检

雷视一体机应具备自动诊断和报警功能，电压、安装角度等状态异常时，能自动诊断、记录并上报告警信息。

6.10 OTA 升级

雷视一体机应支持远程在线升级、重启及运维管理功能。

6.11 空间同步

雷视一体机的输出结果应统一到毫米波雷达坐标系。

6.12 时间同步

雷视一体机应支持时间同步功能，宜采用精确时间协议（PTP）。

6.13 自动存储

雷视一体机应具备本地存储和断点上传功能。本地存储时长不少于7天。

6.14 对外数据交互

雷视一体机应具备与信号机、边缘计算系统、业务平台等外部系统联网交互功能，支持通过RS-485或RJ-45等接口对外交互雷视结构化数据，可交互车辆实时位置、速度、类型等信息。

6.15 抗干扰能力

雷视一体机应能通过主动式、被动式或数字技术等干扰规避措施降低同频段雷达产生的有害干扰。

7 性能要求

7.1 相机性能

雷视一体机内置摄像头应满足如下要求：

- 传感器不低于 800w 像素。
- 图像分辨率不低于 3864(H) × 2228(V)。

7.2 自动标定

雷视一体机自动外参标定相对旋转误差 $\leq 0.26\text{rad}$ ，相对平移误差 $\leq 0.2\text{m}$ 。

7.3 语义分割

道路语义分割准确度 $\geq 90\%$ 。

注：道路语义分割指道路上动态目标的语义分割，比如行人、汽车、自行车、电动自行车等。

车道语义分割准确度 $\geq 90\%$ 。

注：车道语义分割指道路中静态目标的语义分割，比如车道上的黄线、斑马线、白线、导流线等。

7.4 检测范围

雷视一体机检测区域覆盖范围、机动车有效测速范围应满足如下要求：

- 横向覆盖不小于 40m（双向不低于 8 车道）、纵向覆盖不小于 350m，并支持相应车道来去向检测配置。
- 机动车有效测速范围应覆盖 $-250\text{km/h}\sim 250\text{km/h}$ 。

7.5 交通目标检测

良好环境下，行人、自行车、摩托车、小轿车、公交车、卡车等六种类型道路移动目标的识别准确率 $\geq 93\%$ ；恶劣气象条件下，道路车辆移动目标的检出率 $\geq 90\%$ 。

机动车最大检测目标数量 ≥ 256 个，机动车识别准确率 $\geq 95\%$ ，机动车ID切换率 $\leq 3\%$ ，机动车ID丢失率 $\leq 3\%$ ，停车目标丢失率 $\leq 5\%$ 。

目标无残影率 $\geq 99.5\%$ 。

雷视一体机检测机动车目标时，其检测精度应满足如下要求：

- 100 米范围内，位置检测绝对误差平均值 $\leq 0.25\text{m}$ ，绝对误差最大值 $\leq 0.5\text{m}$ ；100m 之外，位置检测绝对误差平均值 $\leq 0.4\text{m}$ ，绝对误差最大值 $\leq 0.6\text{m}$ 。
- 速度检测绝对误差平均值 $\leq 0.2\text{km/h}$ ，绝对误差最大值 $\leq 0.3\text{km/h}$ 。
- 航向角检测绝对误差平均值 $\leq 0.5^\circ$ ，绝对误差最大值 $\leq 1^\circ$ 。

7.6 交通参数检测

交通参数检测准确率 $\geq 90\%$

7.7 交通事件检测与预警

交通事件检测率 $\geq 98\%$ ，漏报率 $\leq 2\%$ ，虚报率 $\leq 1\%$ ，交通事件预警从事件触发到最终输出的计算时延 $\leq 500\text{ms}$ 。

7.8 在线性能

在线时长率 $\geq 99\%$ 。

7.9 时间同步

最大时延 $\leq 10\text{ms}$ ，平均时延 $\leq 8\text{ms}$ 。

7.10 功耗

电源功耗应 $\leq 25\text{W}$ ，且电源适应性符合GB/T 20609-2023中4.10.1的规定。

8 数据传输及通信接口要求

8.1 数据传输

雷视一体机数据传输能力应满足如下要求：

- 机动车交通参数传输数据间隔 1s~3600s 可调，交通事件数据即时传输。
- 设备丢包率 $\leq 0.1\%$ 。
- 异常数据帧条数占比 $\leq 0.01\%$ 。
- 设备上报数据目标闪烁出现率 $\leq 10\%$ 。

8.2 通信接口

应至少支持RJ45通讯接口。通信接口宜满足以下要求：

- 物理层：支持以太网等接口，支持 10/100BASE-T 全双工通信；
- 网络层：宜支持采用 IP 协议，支持 IPv4 和 IPv6；
- 传输层：宜采用 UDP 或 TCP 协议。

9 电气安全要求

9.1 绝缘电阻

应符合GB/T 20609-2023中4.8.1的规定。

9.2 介质强度

应符合GB/T 20609-2023中4.8.2的规定。

9.3 接地与防雷

应符合GB/T 20609-2023中4.8.3的规定。

9.4 电磁兼容性

应符合GB/T 9254.2的规定。

9.5 环境适应性

应符合GB/T 20609-2023中4.10.3的规定。

9.6 可靠性

设备在720h累积运行试验过程中，应稳定、可靠工作，允许出现经远程控制重启能排除的轻微故障，不允许进行线下维护、维修，在线时长率应 $\geq 99\%$ ，累计离线次数应 ≤ 10 次。

10 设备外观和结构要求

设备外观整洁、光亮，不应有凹痕、划伤、裂缝，紧固件无松动，不应有影响使用效果的变形；表面漆、镀层无气泡、龟裂和脱落；金属零件不应有毛刺、锈蚀及其它机械损伤，文字标识齐全清晰，字迹不易去除。

11 设备安装要求

支持道路侧信号灯杆、电警杆等其他立杆正装或侧装，架设高度 $\geq 6\text{m}$ 。

12 检验规则与试验方法

12.1 检验规则概述

产品的检验分为型式检验和出厂检验两类，附录A中给出检验内容指标项列表。

12.2 外观和结构试验方法

在环境照度300lx条件下，目距300mm~500mm情况下，对采集器的外壳进行目视检查，应符合10的要求；用酒精棉球擦拭铭牌、文字、符号等15min，不应被擦除。

12.3 功能试验方法

12.3.1 试验环境要求

测试选择符合JTG D20—2017要求的真实路段，选择单向或双向的断面进行测试。
测试环境的温度、湿度、能见度和照度应满足采集器和现场测试设备的工作要求。
雷视一体机安装于车道正中央，安装高度 $\geq 6\text{m}$ 。

12.3.2 检测交通目标和参数信息功能

雷视一体机正常工作5min后进行实时观测，雷视一体机在达到统计周期后应通过上位机或其他数据接口按车道和时段输出机动车车型、车牌号、车牌颜色、车流量、时间占有率、空间占有率、排队长度等交通状态信息。

12.3.3 检测交通事件功能

雷视一体机的采样间隔10min，采集器在触发事件时应通过上位机或其他数据接口输出交通事件信息。

12.3.4 目标检测数据融合功能

雷视一体机的采样间隔为10min，采集器应通过上位机或其他数据接口输出检测目标融合后的运行轨迹，运行轨迹应完整且稳定。

12.3.5 存储功能

雷视一体机连续工作7天，内部存储的数据可正常调阅，无数据丢失。

12.3.6 故障自检功能

网络通讯断开或异常、系统设备故障异常，雷视一体机应正常检测记录及提示。

12.3.7 OTA升级功能

雷视一体机通过网线和上位机连接，上位机打开网口调试工具进行监听。采集器上电后，网络调试工具应输出采集器广播的端口号数据。

准备比现有软件版本号更高的升级包，使用OTA升级功能对采集器的软件进行升级，升级完成后软件版本号应与升级包一致。

12.3.8 视频监控功能

在雷视一体机相关应用界面查看是否有视频监控画面，同时将雷视一体机连接到任意正规具备GB/T 28181协议视频解析的第三方视频软件，查看在GB/T 28181协议下是否能查看到实时监控画面。

12.3.9 智能抓拍功能

检查雷视一体机是否能在发出事件数据时对事件进行图片抓拍。

12.4 性能试验方法

12.4.1 摄像头性能

雷视一体机录制一段视频，使用任意正规举报查询分辨率功能的第三方视频软件打开视频，查看视频是否不低于800万像素，图像分辨率不低于3864(H)×2228(V)。

12.4.2 检测范围性能

雷视一体机检测范围试验方法如下：

——将受试雷视一体机接入设备采控平台，检查受试设备的实际覆盖范围，记录横纵向范围值；并检查受试雷达是否支持每条车道来去向检测配置功能。

——使用雷视一体机目标模拟器，设置 $RCS \leq 10\text{dBsm}$ 的运动目标，在雷视一体机检测值与模拟器设置值绝对误差 $\leq 0.3\text{km/h}$ 的前提下，记录正向最大速度和反向最大速度值。

12.4.3 目标识别性能

在实际交通场景下，通过设备采控平台检查受试雷视一体机是否能对机动车、非机动车和行人进行分类识别；采集100条受试雷视一体机上报的机动车目标识别数据，与视频采集数据进行对比，计算机动车识别准确率。

12.4.4 目标数量检测性能

使用雷视一体机目标模拟器验证受试雷达同一时刻的最大检测目标数量是否应 ≥ 256 个。

12.4.5 目标跟踪性能

在实际交通场景下，通过设备采控平台采集100条受试雷视一体机上报的机动车目标ID数据，与视频采集数据进行对比，计算ID连续唯一准确率。

12.4.6 检测精度性能

在实际交通场景下，将受试雷视一体机接入设备采控平台，按下述要求进行试验：

——取两台受试雷视一体机，在 $0 \sim 250\text{m}$ 的测试范围内均匀选择5个点，分别用雷视一体机调试助手、RTK取得同一机动车目标的检测值和实际值，分别计算两台雷视一体机的识别绝对误差平均值和绝对误差最大值，再计算两台雷视一体机识别同一目标位置的误差。

——将受试雷视一体机上报的目标速度与通过目标轨迹推算出的速度进行对比，验证雷视一体机对机动车速度的检测精度。

——将受试雷视一体机上报的机动车目标航向角与设备采控平台通过历史轨迹计算出的航向角进行对比，计算航向角检测精度。

注：可以使用雷视一体机目标模拟器进行等效测试。

12.4.7 交通参数检测性能

在实际交通场景下，通过设备采控平台检查受试雷视一体机正常上报交通参数信息的准确率。

12.4.8 交通事件检测性能

在实际交通场景下，采集100条受试雷达上报的交通事件信息，与视频数据进行对比，计算交通事件检测率、漏报率、虚报率，并记录其是否正常上报告警信息。

12.5 数据传输及通信接口试验

12.5.1 数据传输试验

在实际交通场景下，通过设备采控平台采集受试雷达上报的数据，采集时长不低于24h，验证雷达数据传输能力，结果应符合8.1的要求。

12.5.2 通信接口试验

通过通信接口更改传输数据内容及间隔，结果应符合8.2的要求。

12.6 电气安全试验

电气安全性能测试方法可按GB/T 20609-2023中5.7的规定进行测试，测试结果应符合9中的要求。

12.6.1 电磁兼容试验

电磁兼容测试按GB/T 9254.2的规定进行，测试结果应符合9.4的规定。

12.6.2 环境适应性试验

环境适应性测试方法可按GB/T 20609-2023中5.9.3的规定进行测试，测试结果应符合9.5要求。

12.6.3 可靠性试验

在实际交通场景下，将受试雷达接入设备采控平台，进行不少于720h累积运行试验，记录设备离线时长和离线次数，并计算出在线时长率和累计离线次数。

13 标志、包装、运输与贮存

13.1 产品标志

产品标志可采用铭牌或直接喷刷、印字等形式，标志应清晰，易于识别且不得随自然环境的变化而褪色、脱落。产品标志上应注明：

- 生产企业名称、地址及商标；
- 产品名称、型号规格及产地；
- 产品编号；
- 制造日期；
- 其他必要的技术数据。

13.2 产品包装

产品外包装箱宜选择瓦楞纸箱，内部宜用聚氨酯泡沫塑料或其他软性材料充填缓冲，包装应牢固可靠，能适应常规运输工具的运送需要。

产品包装箱内应随箱携带如下文件：

- 产品合格证；
- 产品使用说明书；
- 其他有关技术资料。

13.3 运输

包装好的产品可用常规运输工具运输，运输过程中应避免剧烈振动、雨雪淋袭、太阳暴晒、接触腐蚀性气体及机械损伤。

13.4 贮存

包装好的产品应放置在周围空气中无酸性、碱性及其他腐蚀性气体和通风、干燥的库房中，周围应无强烈的机械振动、冲击及强磁场作用。

附录 A
(资料性)
检验项目

项目	出厂检验	型式试验	要求	试验方法
交通目标检测	—	√	6.4	12.3.2
交通目标识别	—	√	6.4.1	12.3.2
交通参数统计	—	√	6.5	12.3.2
目标可视化	—	√	6.4.2	12.3.4
目标融合跟踪	—	√	6.4.3	12.3.4
检测精度	—	√	7.5	12.4.6
交通事件检测	—	√	6.6	12.4.8
视频监控	√	√	6.7	12.3.8
智能抓拍	—	√	6.8	12.3.9
故障自检	—	√	6.9	12.3.6
存储	—	√	6.13	12.3.5
OTA 升级	—	√	6.10	12.3.7
数据传输	—	√	8.1	12.5.1
通信接口	—	√	8.2	12.5.2
绝缘电阻	—	√	9.1	12.6
介质强度	—	√	9.2	12.6
接地与防雷	—	√	9.3	12.6
电磁兼容性	—	√	9.4	12.6.1
低温	—	√	9.5	12.6.2
高温	—	√	9.5	12.6.2
湿热	—	√	9.5	12.6.2
振动	—	√	9.5	12.6.2
冲击	—	√	9.5	12.6.2
防护	—	√	9.5	12.6.2
可靠性	—	√	9.6	12.6.3