

宁夏回族自治区 交通运输厅文件

宁交办发〔2021〕10号

自治区交通运输厅关于印发《宁夏公路网智能 感知设施建设指南（试行）》的通知

各市、县（区）交通运输局，宁东管委会规划建设土地局，厅属各单位，厅机关各处室，宁夏交通投资集团有限公司：

为加快推进宁夏交通运输领域新型基础设施、数字化建设进程，促进先进技术与路网运行管理与服务深度融合，构建数字化采集体系、网络化传输体系和智能化应用体系，推动宁夏交通运输高质量发展，按照《交通强国建设纲要》《交通运输部数字交通发展规划》等有关要求，在广泛调研我区智慧公路建设管理、深

入研究相关技术、参考已有标准的基础上，自治区交通运输厅组织编制了《宁夏公路网智能感知设施建设指南（试行）》，已经交通运输厅 2021 年第 1 次厅务会议研究通过。现印发给你们，请结合实际，认真遵照执行。

《宁夏公路网智能感知设施建设指南（试行）》实施过程中的有关问题和建议请及时反馈。联系人：蒋伟，0951—6076564。

宁夏回族自治区交通运输厅

2021 年 2 月 8 日

（此件公开发布）



NXJT XJJ

宁夏回族自治区交通运输新基建标准

NXJT/ XJJ 0001—2021

宁夏公路网智能感知设施 建设指南（试行）

宁夏回族自治区交通运输厅 发布

宁夏公路网智能感知设施建设指南 (试行)

2021 年 2 月

前言

本指南参照 GB/T 1.1-2020 编制。

本指南是宁夏回族自治区交通运输厅新基建系列指南之一，由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口管理及实施。

本指南起草单位：宁夏回族自治区交通运输厅、宁夏路网监测与应急处置中心、华设设计集团股份有限公司。

本指南属试行，试行期两年。

本指南编写组成员：魏 力 玉贵蓉 祁朝晖 蒋 伟

田晓明 张洪韬 栗 昊 胡永彬

郭亚中 张 炜 汤柏龄 张维苏

钱公斌 刘 昊

目 录

1	引言.....	1
2	范围.....	2
3	规范性引用文件.....	3
4	术语和定义.....	6
5	桥梁（隧道）健康监测设施建设要求.....	7
5.1	总体要求.....	7
5.2	桥梁结构健康监测设施建设要求.....	7
5.2.1	布局要求.....	7
5.2.2	健康监测传感器.....	9
5.2.3	数据采集与传输设备.....	14
5.2.4	数据存储与处理设施.....	15
5.2.5	数据预警与结构评估软件.....	15
5.3	隧道结构健康设施建设要求.....	16
5.3.1	布局要求.....	16
5.3.2	健康监测传感器.....	17
5.3.3	数据采集设备.....	19
5.3.4	数据传输设备.....	19
5.3.5	数据处理与控制设备.....	20
5.3.6	安全评价与预警软件.....	20
6	超限超载非现场执法设施建设要求.....	21
6.1	总体要求.....	21

6.2 建设要求.....	23
6.2.1 动态称重检测设施.....	23
6.2.2 超限激光感知设施.....	24
6.2.3 车牌识别及抓拍设备.....	25
6.2.4 取证视频监控设备.....	26
6.2.5 超限超载信息发布设施.....	26
6.2.6 超限超载检测配套设施.....	27
7 路网监测设施建设要求.....	29
7.1 总体要求.....	29
7.2 建设要求.....	30
7.2.1 运行监测设施.....	30
7.2.2 视频监测设施.....	32
7.2.3 气象监测设施.....	33
7.2.4 信息发布设施.....	34
7.2.5 事件监测设施.....	34
7.2.6 路网监测配套设施.....	36
附录 A: 路网监测设施推荐参数.....	38

1 引言

为贯彻落实党中央、国务院决策部署，推动交通运输新型基础设施、数字经济的建设进程，加快建设交通强国、数字交通，促进先进技术与路网运行管理与服务深度融合，推进构建数字化采集体系、网络化传输体系和智能化应用体系，按照自治区政府的相关部署要求，为推动宁夏交通运输高质量发展，结合宁夏公路网运行监测与应急处置现状，围绕全区高等级公路、国省干线公路的路网运行监测、应急处置、行业监管、养护等业务管理和服务需求，编制宁夏公路网智能感知设施建设指南（以下简称“本指南”）。

本指南的发布可以促进全区公路网的智能感知设施与公路主体工程同步设计、同步建设、同步运行，可以促进全区路网智能感知设施的建设与管理规范化，保持全区公路网智能感知设施的通用性、实用性和可用性，避免重复建设和浪费，保持全区公路网智能感知设施的技术先进性。

随着 2019 年国务院深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案、交通运输部高速公路称重检测业务规范等指导意见的实施和推动，路网运行监测与感知相关的技术标准不断发布，还有相当一部分标准，如交通运输部公路隧道长期监测技术规范、路网运行监测技术标准等还处在征求意见或送审阶段，为保持与上述文件的一致性，本次发布指南试行版，待条件成熟修订之后再发布正式版。

2 范围

本指南确定的智能感知设施包括桥梁（隧道）健康监测设施、超限超载非现场执法设施、路网监测设施三部分。其中，路网监测设施包括运行监测设施、视频监测设施、气象监测设施、信息发布设施、事件监测设施及路网监测配套设施等。

本指南服务于高速公路、国省干线公路为主体的宁夏回族自治区公路网。

3 规范性引用文件

本指南的规范性引用文件主要包括交通运输部对于公路网基础设施的相关行业标准与指导意见，特别是包括了近两年交通运输部出台路网管理办法（征求意见稿）、路网运行平台建设技术标准（征求意见稿）等一系列标准规范和管理文件。本指南的规范性引用文件包括政策文件、标准规范、指导文件、参考文献四类。

（1）政策方针

下列政策文件是本指南编制的依据。

- 交通强国建设纲要
- 关于保持基础设施领域补短板力度的指导意见
- 关于促进消费扩容提质加快形成强大国内市场的实施意见
- 关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见
- 数字交通发展规划纲要
- 智能网联汽车道路测试管理规范（试行）
- 推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点

（2）标准规范

下列行业和地方标准对于本指南的应用是必不可少的。

- 动态公路车辆自动衡器
- 公路交通工程钢构件防腐技术条件
- 安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- 高速公路 LED 可变信息标志
- 公路网图像信息管理系统

- 外壳防护等级(IP 代码)
- 公路桥涵养护规范
- 公路桥梁技术状况评定标准
- 公路工程质量检验评定标准
- 公路网运行监测技术规范（征求意见稿）
- 公路网管理平台技术规范（征求意见稿）
- 高速公路 ETC 门架系统技术要求
- 高速公路复合通行卡 CPC 技术要求
- 公路超限超载检测站点设计指南
- 治超信息系统数据接口说明书
- 公路隧道长期监测技术规范（征求意见稿）
- 治超系统工程建设指南
- 公路交通情况调查设备 第 1 部分 技术条件
- 公路网运行监测与服务暂行技术要求
- 普通干线公路路网监测点布局与建设技术规范
- 机动车号牌图像自动识别技术规范
- 道路交通安全违法行为视频取证设备技术规范
- 宁夏公路交通气象观测站建设技术规范

（3）指导文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。

- 交通运输信息化标准体系 2019 版
- 国家公路网运行管理办法（征求意见稿）

- 关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见
- 公路危旧桥梁改造行动方案
- 关于进一步加强公路桥梁养护管理的若干意见
- 深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案
- 交通运输部取消高速公路省界收费站工程建设方案
- 全国治超联网管理信息系统省级工程建设指南
- 国家级公路交通情况调查站布局方案
- 国省干线公路交通情况调查系统工程实施方案
- 全国高速公路视频云联网技术要求
- 高速公路 ETC 门架系统技术要求
- 公路工程技术标准
- 收费公路管理条例（修订草案）
- 公路交通阻断信息报送制度

（4）参考文献

下列文献是本指南编制和应用的参考。

- 江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南
- 江苏省公路运行管理办法

4 术语和定义

（1）桥梁（隧道）健康监测设施

部署于桥梁（隧道）关键结构部位，用于感知桥梁（隧道）结构状态和运行状态的设施。

（2）超限超载非现场执法设施

用于动态感知货运车辆超限超载信息，支撑非现场执法取证的设施。

（3）路网监测设施

用于感知路网运行状态、运行环境状态、交通事件等路网运行状态的设施。

5 桥梁（隧道）健康监测设施建设要求

5.1 总体要求

桥梁（隧道）健康监测设施可以对桥梁（隧道）状态进行详细的分析，得出桥梁（隧道）的当前状况，甚至可以对结构的将来状况、巡检频率、养护策略、维修方法等进行预测分析，保障桥梁（隧道）结构安全，并可辅助桥梁（隧道）维护计划等的编制工作。

桥梁（隧道）健康监测设施为公路网管理部门提供桥梁运营状态情况和桥梁结构健康状态，实时为宁夏交通运输大数据中心提供桥梁和隧道的健康监测等信息，需要及时获取桥梁（隧道）的传感器数据，并提供及时的状态预警。设置在本地的桥梁（隧道）数据库中主要存储来自桥梁（隧道）监测的信息。

桥梁（隧道）健康监测设施是关于桥梁基本数据、桥梁检测、状态评估、结构退化预测、维护对策和计划以及经济分析的重要支撑，主要包括传感器实时数据、桥梁（隧道）健康状态评估和桥梁（隧道）结构健康预测分析信息等。

桥梁（隧道）健康监测设施包括桥梁结构健康监测设施建设要求和隧道结构健康监测设施建设要求两部分。

5.2 桥梁结构健康监测设施建设要求

5.2.1 布局要求

交通运输部《关于进一步加强公路桥梁养护管理的若干意见》（交公路发[2013]321号）中，提出对“特大、特殊结构和特别重要桥梁”，要利用现代信息技术，建立符合自身特点的养护管理设施和健康监测

设施。

以下桥梁应部署健康监测设施，且与桥梁主体同步设计、同步施工、同步验收，包括：

- 黄河大桥等重要桥梁；
- 单孔跨径不小于 150m 的梁式结构；
- 单孔跨径不小于 100m 的拱桥、缆索承重桥梁（斜拉桥、悬索桥）；
- 80m 及以上长度的其他新建桥梁。

其他重要路段、关键部位的大桥宜部署健康监测设施。

桥梁健康监测相关的传感器应部署于桥梁结构体相应的关键部位，对应的数据采集、传输、存储、处理以及本地的预警与结构评估软件等应部署于当地的桥梁管理单位。

桥梁结构健康监测设施由健康监测传感器、数据采集与传输设备、数据存储与处理设施、数据预警与结构评估软件构成。

健康监测传感器包括环境监测、外部荷载监测与结构响应监测三类，应具备桥梁环境参数、外部荷载及结构各类响应的数据获取功能。

数据采集与传输设备包括采集设备、传输设备，应实现不同种类传感器的数据同步采集与传输功能，且具备与上级管理部门数据同步的功能。

数据存储与处理设施包括数据预处理系统、本地数据库、数据管理系统，应具备桥梁监测信息的归档、查询、存储、管理等功能。

数据预警与结构评估软件应具备实时数据在线显示和预警功能，

荷载与环境预警和评估，结构安全预警和评估功能。

有条件的桥梁管理单位宜集成上述软、硬件设施，推荐结合信息发布设施整合为协调运行的桥梁结构健康监测体系。

5.2.2 健康监测传感器

环境监测传感器感知的参数包括温度、湿度、风速风向等；

外部荷载传感器感知的参数包括地震作用、基础冲刷以及车辆荷载等；

结构响应传感器感知的参数包括应变、位移、加速度以及腐蚀、裂缝等。

宜在结构响应最不利处、易损伤处或已损伤处布置；布点宜结合结构分析确定；测得的数据应能充分并准确地反映结构的静、动力特性；可合理利用结构的对称性原则，达到减少传感器的目的。

不同类型的桥梁健康监测的内容不同，包括：

➤ 梁桥监测内容宜选择构件温度、主梁挠度、主梁应变、梁端位移、墩台倾斜、主梁振动等；

➤ 拱桥监测内容宜包括构件温度、主梁挠度、主梁应变、梁端位移、车辆荷载、拱顶偏位、拱脚移位、吊杆索力等；

➤ 斜拉桥监测内容宜包括风荷载、环境温湿度、地震作用、构件温度、主梁挠度、主梁振动加速度、主梁应变、桥塔应变、桥塔倾斜、梁端位移、车辆荷载、斜拉索索力等；

➤ 悬索桥监测内容宜包括风荷载、环境温湿度、地震作用、构件温度、主梁挠度、主梁振动加速度、主梁应变、主塔倾斜、梁端位移、

车辆荷载、吊索索力等。

➤ 高墩桥梁监测内容宜包括主墩墩身的纵向位移、横向位移、竖向压缩变形量和墩身温度线形等，实现墩顶位移、墩身垂直度、承台沉降、温度场影响等的监测。

健康监测传感器的具体类型如表 2-1 所示。

表 2-1 监测指标与传感器类型

监测内容		传感器类型
环境监测类	风荷载	风速仪、风压计
	温度	温度传感器
	湿度	湿度传感器
	雨量	雨量传感器
外部荷载类	地震	加速度传感器
	车辆	动态称重仪、视频摄像头、流量计
	撞击	加速度传感器、倾角仪、位移计
结构响应类	振动	加速度传感器、速度传感器、长标距光纤光栅传感器
	变形	GPS/北斗传感器、倾角仪、静力水准仪、电平梁、压力变送器、长标距光纤光栅传感器
	应变	振弦式应变传感器、光纤光栅应变传感器、焊接式电阻应变传感器
	索力	加速度传感器、磁通量传感器、锚索计、长标距光纤光栅传感器
	断丝	声发射传感器
	裂缝	振弦式裂缝计、光纤光栅式裂缝计、裂缝观测传感器、长标距光纤光栅传感器、导电涂料传感器
	腐蚀	腐蚀传感器、长标距光纤光栅传感器
	疲劳	应变传感器
	位移	振弦式位移计

不同类健康监测传感器具备不同的技术要求，主要包括：

（1）性能基本要求

应满足量程、采样频率、分辨率、灵敏度、使用环境和寿命的要求。

（2）环境监测类传感器选择及安装要求

风荷载监测可采用三向超声风速仪或机械式风速仪，且应符合下

列规定：

➤ 处于强风区域的桥梁和跨度较大的桥梁，宜选择三向超声风速仪；

➤ 量程应大于根据设计风速换算的安装位置的风速；

➤ 宜在桥面梁侧和塔顶布设，安装位置应使其能够监测自由场风速；

➤ 风向监测精度不宜低于 1° ，风向分辨率不宜低于 0.1° 。风速检测精度不宜低于 0.3m/s ，风速分辨率不宜低于 0.1m/s ；

➤ 宜安装在专用钢结构支架上，且安全得到保证。

温度监测宜选择热电偶温度传感器、热电阻温度传感器或光纤光栅温度传感器，并应符合下列规定：

➤ 应根据截面温度梯度及结构体系整体升、降温和空间分布，通过有限元模拟或参考相关桥梁设计规范确定布设位置；

➤ 应在主梁跨中截面、桥塔、拱圈等关键构件布设，测量温度场；

➤ 布设位置应避免太阳直射和传感器直接受力部位；

➤ 布设位置宜与施工监控、应变温度补偿传感器共享；

➤ 监测精度不宜低于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，测量分辨率不宜低于 0.1°C ；

➤ 温度传感器类型的选择应考虑监测构件、部位的特殊性、以及应变传感器的选型后综合确定。

湿度监测宜选择毛发湿度计、干湿球湿度计、氯化锂湿度计、电阻电容湿度计、电解湿度计，并应符合下列规定：

➤ 宜布设在结构内外湿度变化较大和对湿度敏感的构件内外部；

➤ 大型桥梁关键钢构件上应布设湿度监测点。对斜拉桥，宜在斜拉索的锚头、箱梁内外布设；对悬索桥，宜在箱梁内外布设；

➤ 监测范围宜选择 0-100%RH；湿度监测精度不宜低于 3%RH；

➤ 应考虑监测构件、部位的特殊性后综合选择，且应固定在结构构件内外表面。

（3）外部荷载类传感器选择及安装要求

地震监测宜采用强震动记录仪或三向加速度传感器监测，对于连续长度大于 800 米桥梁，宜考虑地面运动的非一致性，在梁侧桥墩底部各设一套传感器。

车辆荷载监测宜采用动态称重设备，传感器宜布设于有稳定支撑的混凝土铺装层内，宜覆盖所有车道，并应符合以下规定：

➤ 应符合国家标准《动态公路车辆自动衡器》（GB/T 21296）的相关规定；

➤ 量程应不小于限载车辆轴重的 200%；

➤ 应具备数据自动采集功能，现场存储能力不少于 7 天。

（4）结构响应监测类传感器要求

加速度传感器布置：加速度传感器的布点设置应依据桥梁结构动力计算结果，考虑振型的特点以及所需要监测的振型数量综合确定；测点传感器宜布设在所测结构振型振幅最大和较大的部位，并应避免开节点位置。

➤ 对于基频较低的大跨度桥梁结构振动监测，应选用低频动态频响较好的力平衡式或电容式加速度传感器；

➤ 对于自振频率较高的中小跨度桥梁结构或斜拉索、吊杆、吊索等钢构件，宜选用力平衡式或电容式加速度传感器，亦可选用压电式加速度传感器。

腐蚀监测传感器布置：腐蚀监测传感器测定的电流或电位差应能判别钢筋混凝土的腐蚀进程，并应选择与桥梁结构钢筋及保护层匹配的安装方式。

测量应变的传感器主要分为：振弦式应变计、光纤光栅应变计、电阻应变计、振弦式应变计，宜根据监测目的及要求选用。应变传感器的选择应充分考虑测量结构在制作、养护、施工及服役阶段的环境条件。对于要求长期监测的桥梁，应优先选择长期稳定性较好的振弦式应变计；对于监测长期处于潮湿、易腐蚀及高电磁干扰的结构应变时，宜优先采用光纤光栅应变计；对于需要监测动荷载作用下的结构应变时，宜采用电阻应变计或光纤光栅应变计。

➤ 不同材质的电阻应变计应使用不同的粘贴剂。在选用粘贴剂和导线时，应充分考虑监测对象在制作、养护和施工工程中的环境条件。

➤ 振弦式应变计应按被测对象规格大小选择。仪器的可测频率范围应大于被测对象在最大加载时的频率的 1.2 倍。振弦式应变计的精度不宜小于 $5\mu\varepsilon$ ，使用前应对振弦式应变计逐个标定。

光纤光栅传感器的性能参数应包括：

➤ 光纤光栅进行退火处理，以保证其长期稳定性；

➤ 光纤光栅反射光 3dB 带宽低于 0.25nm；光纤光栅反射率大于 90%；边模抑制比应高于 15dB；

- 对于 0.25nm 的带宽，推荐光纤光栅的物理长度为 10mm；
- 光纤光栅阵列波长间隔大于 3nm；
- 传感器中心波长不超过 $\pm 0.5\text{nm}$ 的误差。

索力监测应根据被测索结构的测量要求和安装测试技术条件综合比对选择采用振弦式压力传感器、磁通量传感器、振动法加速度传感器或光纤光栅应变传感器。

振动监测的长标距光纤光栅传感器选型应符合下列要求。

- 测量频率不小于 100Hz，分辨率不小于 0.002g；
- 最优布设于满足结构损伤识别与模态识别要求的测点，对于有振型测量要求的构件的测点数目不宜少于 5 处。

宜在可能存在船、冰凌等撞击桥墩的位置布设撞击监测传感器，包括桥墩和主梁监测两部分。桥墩监测宜采用加速度传感器监测，主梁监测宜采用拉绳式位移计监测。

5.2.3 数据采集与传输设备

（1）数据采集的硬件选型、软件预处理和数据传输软硬件设计与选型应保证及时获得数据；采集及传输硬件设备的耐久性和技术指标应满足国家相关规范、标准的要求。

（2）数据采集制度的设计应包括数据采集模式、触发阈值、频次和采样频率的设定。

（3）数据传输硬件应能保证安全监测设施各部分之间的物理连接，提供 2 倍以上传输宽带并留有冗余。

（4）数据传输软件应能保证监测数据在各节点和相应的通讯协

议之间的无障碍传输。

（5）数据采集和传输设施应满足在无人值守的情况下能够连续运行，满足长期稳定工作的要求。

5.2.4 数据存储与处理设施

结构健康监测数据库存储从采集设施收集到的实时数据和历史数据，供数据处理系统进行数据处理，供评估系统对数据进行分析，并将处理及分析结果进行保存以便查询。

（1）数据库系统的建设应遵循可靠性、先进性、开放性、可扩展性、标准性和经济性的原则，并应保持数据的共享性、数据结构的整体性、数据的安全性、数据库系统与应用系统的一致性。

（2）数据管理应具备标准化读取、存储接口，应能保证监测数据的安全、结构化、共享性以及对应用程序的便携友好支持。

（3）数据处理应能纠正或剔除异常数据，提高数据质量。

（4）宜考虑设计系统自监控功能，对系统是否正常运行进行自动监控，系统异常时应能及时报警。

5.2.5 数据预警与结构评估软件

应对监测项设置相应的预警值；当出现极端环境与荷载以及结构异常响应时应进行预警。

应根据桥梁结构形式，依据行业标准《公路桥涵养护规范》（JTG H11）、《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG H21）等相关规定，定期进行结构安全的一般评估，特殊事件后应进行结构安全特殊评估。

桥梁结构的安全评估宜分为两类：

（1）一般评估。利用监测数据，对比设计及规范的相关规定，直接对环境、荷载和结构关键构件的安全进行评估。

（2）特殊评估。满足下列条件之一时，应进行桥梁结构的特殊评估：

➤ 桥梁遭受强风、地震、冰凌等撞击、雪灾、洪水、特殊车辆超载通过等突发事件时；

➤ 一般评估结果发现结构关键构件异常时；

重点路段的桥梁在设计使用年限的中期之后，每年至少进行 1 次。

5.3 隧道结构健康设施建设要求

5.3.1 布局要求

隧道结构健康监测应综合考虑地形地质及环境条件、结构特点、使用要求、病害特征等因素确定监测等级、项目和方法，并能反应结构安全状态及其变化。

以下新建隧道应部署结构健康监测设施，包括：

- 软岩大变形，高水压隧道；
- 软土明挖隧道；
- 其他需要监测的不良地质和特殊性岩土隧道。

其他新建隧道宜部署结构健康监测设施。

正在运行的重要隧道在出现影响结构安全的病害或其他关键因素时，应部署结构健康监测设施；除重要隧道外，正在运行的其他隧道在出现影响结构安全的病害或其他关键因素时，应部署结构健康监测设施。

隧道健康监测相关的传感器应部署于隧道结构体相应的关键部位，对应的数据采集、传输、存储、处理以及隧道运行的预警与结构评估等软件宜部署于当地的隧道管理单位。

隧道结构健康监测设施的逻辑结构包括感知层、传输层和应用层，包括健康监测传感器、数据采集设备、数据传输设备、数据处理与控制设备。

5.3.2 健康监测传感器

健康监测传感器是基础，应具备在恶劣条件下为隧道提供真实、实时和可靠数据的功能。

应根据不同隧道的结构特点部署相应的健康监测传感器，具体监测内容包括：

（1）拱顶沉降和收敛

应采用静力水准仪或激光测距仪，用于隧道拱顶沉降及收敛、桥墩沉降监测。

（2）裂缝

应采用振弦式裂缝计进行监测，并选择有代表性的裂缝部署，对于裂缝密集处可多布置测点。

（3）环境温湿度

应采用温湿度传感器，测点布置相对集中的位置布置测点，可布置在隧道侧壁上，每个断面布置一个测点。

（4）不均匀沉降

应采用多维度变形测量装置的方式监测不均匀沉降，布设于每个

断面的拱脚和拱顶；或采用压差式变形测量传感器监测不均匀沉降，每个断面布置 3-7 个测点，分别布置在拱顶和拱腰位置。

（5）围岩内部位移

应采用多点位移计进行监测。

（6）地下水位

应采用孔隙水压计进行监测，每个断面分别布置 5 个测点，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚的位置。

（7）围岩压力

应采用土压力计进行监测，每个断面分别布置 5 个测点，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚的位置。

（8）初衬应力

应采用内埋应变计监测，该仪器主要用于混凝土结构的内部应变监测，每个监测断面布置 5 个测点，分布布置在拱顶、拱腰和拱脚。

（9）钢筋应力

应采用钢筋计进行监测，每个断面布置 5 个测点，分别布置在在拱顶、拱腰和拱脚。

（10）钢支撑应力

应采用表面应变计监测，每个断面布置 5 个测点，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚。

（11）初衬和二衬接触压力

应采用土压力计进行监测，每个断面布置 5 个测点，分别布置在在拱顶、拱腰和拱脚。

（12）二衬应力

应采用内埋应变计，每个监测断面布置 5 个测点，分布布置在拱顶、拱腰和拱脚。

（13）岩体温湿度

岩体内部温湿度应采用土壤温湿度计监测，每个断面布置 5 个测点，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚。

5.3.3 数据采集设备

数据采集设备应具备 RJ45 通信网口，便于组网。

数据采集设备应具备数据存储能力，宜存储容量不低于 256M B。

数据采集设备应具备自诊断功能，对于异常的信息数据、传感器失效和损坏部位等能进行快速的分辨，并且保证设备能够在恶劣的气候条件（如雨、雪、飓风、地震、暴雨等）下正常运行。

数据采集设备应具备一定的数据处理功能。

5.3.4 数据传输设备

路网数据传输推荐使用光纤传输方式，数据传输常用的无线通信方式有 4G、5G、LoRa、NB-IoT、无线网桥、无线传输中继等，宜因地制宜多种方式组合保证数据传输可靠性，选用原则宜包括：

- 手机信号能够覆盖的地区，宜优先考虑选用 4G、5G 组网；
- 现场和监控中心可通视，且距离不超过 10km，宜采用无线网桥；
- 对于长期在线或定期离线的监测宜采用边缘网关采集及回传的通信方式。

➤ 为保障隧道内部传输稳定性，隧道内部应采用光纤进行传输，且为保障应急需要，部署一定数量的无线传输中继设备保障应急传输的可靠性。

5.3.5 数据处理与控制设备

数据处理与控制设备旨在通过软件、硬件系统的处理，进行数据校对检验、总体数据初步分析、响应后续其他功能模块的指令等，具备数据查询、存储、可视化等结构化处理功能。

5.3.6 安全评价与预警软件

对采集数据进行统计分析，并对各种环境条件下，在一定的温度和荷载作用下，结构关键部件和控制截面的参数值，确定应力等的值域范围。

关键参数变化或遇到突发事件时，宜自动判断出变化趋势，提前判断结构状况，适时预警。

预警机制及预案的核心内容是及时对不稳定结构或可能出现失稳的结构采取治理措施，防止灾害的发生或扩大，减少损失。

6 超限超载非现场执法设施建设要求

6.1 总体要求

超限超载非现场执法设施是通过科学部署治超动态称重检测设施、超限激光感知设备等，实现称重检测信息、违法超限车辆信息、非现场执法信息等的感知，包括动态称重检测设施、车牌识别及电子抓拍设备、取证视频监控设备、超限超载信息发布设施、以及超限超载检测配套设施。

超限超载非现场执法设施可完善公路超限检测监控网络，对国省干线公路、自治区出入通道、长大坡道、高速公路衔接道路等重要路网节点实施全面管控，推动非现场执法和交通联合执法的信息化，并促进公安、交通超限超载治理工作数据共享和互认机制的建立。

超限超载非现场执法设施的布设与治超执法需求相匹配、应与周边地理环境和交通条件相协调。

- 应重点布设在自治区边界、市界入口以及重大桥梁、多条国省干线公路交汇点等重点路段；
- 不宜设在平、纵曲线半径较小、视距不良和长下坡等路段；
- 应与收费站、养护工区、服务区等现有公路养护管理设施及公安卡口相结合，综合考虑土地、环境等制约因素。

超限超载非现场执法设施的选点布局应科学分析、选点合理，既要着眼于当前宁夏公路网络格局和交通流运行特征，又要考虑未来路网形态变化和交通流分布变化的影响，避免重复建设。

- 路面纵向坡度应小于 3%，在承载器安装路面纵向坡度应不大

于 1%;

➤ 区域内的路面横线坡度应小于 2%;

➤ 安装区域应做平整度检验，规定 3m 直尺凹凸不应大于 5mm，新旧板块高低差不应大于 3mm;

➤ 检测区前 150m 引导路段应无遮挡驾驶员视线的障碍物;

➤ 符合称量准确度要求的刚性路面，刚性路面若与相邻路面结构不同，则应在路面交界处进行刚性过度处理，且保持相邻路面的摩擦系数一致;

➤ 引导路段路基应稳固，路面摩擦系数应满足所在路段的设计要求; 引导路段路面表面应平整密实，沥青路面不能有车辙、坑槽、沉陷、拥包、龟裂、网裂、凸起，水泥路面不能有错台、破碎板、沉陷、积泥等病害。

➤ 混凝土路面平整度应满足行业标准《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80）的相关规定和要求，引导路段路面的宽度应能支撑称量范围内的最宽货运车辆正常通行。

➤ 为保证动态称重数据准确性和行车安全，动态称重检测区前后引导路段的路面车道隔离宜采用实线隔离。

超限超载非现场执法设施应具有自我监测功能，监控运行状态，在发生运行错误时进行有效的处理，在系统死机时可以自动重启。具备硬件自检功能，检查设备硬件状态。具有开机自检、空闲时定时自检、零点校正和自动温度补偿能力。

6.2 建设要求

6.2.1 动态称重检测设施

动态称重检测设施部署在公路路面上，实时采集和上传途经的货运车辆的车牌、整车总重量、单轴载荷或轴组载荷、超限率、视频图像、车型、最大允许总质量等信息，为超限超载非现场执法提供证据。

（1）运行速度范围

允许货运车辆通过动态检测区域的速度范围为最低运行速度大于0km/h，最高运行速度不大于100km/h。

基于压电式技术路线动态称重设备通过动态检测区域的速度范围为最低运行速度不小于0.5km/h，最高运行速度不大于100km/h；基于应力应变式技术路线动态称重设备通过动态检测区域的速度范围为最低运行速度不小于1km/h，最高运行速度不大于80km/h。

（2）动态称重检测设备应符合《市场监管总局关于发布实施强制管理的计量器具目录的公告》（2019年第48号）的相关要求，包括：

- 动态汽车衡必须取得型式批准证书；
- 要符合动态五级称量精度的技术标准，即动态称量中整车总重量的检定最大允许误差以整车总重量真值的百分比表示为 $\pm 2.5\%$ ；
- 使用中最大允许误差以整车总重量真值的百分比表示为 $\pm 5\%$ ，设备检定周期 ≥ 6 个月。

（3）称重传感器使用寿命应 ≥ 10 年，动态称重使用的称重传感器防护等级应不低于IP68。

（4）断电保护要求

断电时，动态称重设备应能自动存储当前已设置的参数和称重信息，数据缓存不少于7d；断电情况下动态称重设备内部时钟运行时间应不小于72d。

（5）防腐处理要求

动态称重设备裸露金属部件部分的防腐应符合国家标准《公路工程钢构件防腐技术条件》（GB/T 18226）的相关规定。

6.2.2 超限激光感知设施

对动态通过的车辆进行高速动态扫描，通过测得物体表面点的反射距离，换算成三维空间坐标，瞬间计算出车辆的尺寸数据：长度、宽度和高度。

（1）超限激光感知设施部署在动态称重区，可有路侧和路中两种形式，均可获得通过车辆的最大长度和最大宽度。其中，路中布设的激光感知设施精度相对较高。

（2）利用激光高速扫描的特点，能够精确检测到跟车或并行状态，能检测车辆前进/后退的状态，保证检测数据与车辆的一一对应关系，保证车辆队列的正确性，不多车，不漏车。

（3）能形成完整的车辆轮廓信息，包括长度、宽度、高度、车道号等信息，并记录车辆通过时间。

（4）超限激光感知设施的参考技术指标：

- 检测速度 0~100km/h；
- 车辆分离正确率 ≥ 99%；
- 车辆误差：长度 ≤ ± 300mm、宽度 ≤ ± 100mm、高度 ≤ ± 50mm；

➤ 激光等级 1 级（人眼安全，IEC 60825）；

➤ 工作区域 0.5m-30m。

（5）应符合《公路限高限宽设施和检查卡点审批与设置技术指南（征求意见稿）》的相关要求。

（6）因设备费用相对较高，建议部署在关键区域和位置。

6.2.3 车牌识别及抓拍设备

（1）车辆通过动态称重检测区时，能够完成对车辆车牌号进行正确识别，并对货运车辆装载情况、轴结构以及不在机动车道内行驶的压线、跨道、套牌、遮挡号牌等行为进行取证抓拍。

（2）图片和视频数量：系统应输出2幅不同时间的货车前部全貌的全景特征图片、1幅驾驶员清晰人脸图片、1幅货车前部45度角全景特征图片、1幅货车后部45度角全景特征图片、1幅货车后部全貌的全景特征照片；1段注有拍摄时间、拍摄地点的超限超载车辆行驶视频流数据录制时间不少于15秒，记录通行车辆经过检测点时的全景图像和特征图像，并按标准要求叠加通行数据。

（3）叠加信息：照片中应叠加包括检测时间、地点、方向、车道、车牌、车速、设备编号、车辆轴数、总重的数据信息，数据匹配正确率要求 $\geq 99\%$ ，叠加的信息不应影响道路交通安全违法行为认定。

（4）图片质量参考技术指标：有效像素不低于500万，记录的图片应为24位真彩图像；基于数字成像，设备的图片分辨率应不小于 (1280×720) 像素点，最高分辨率可达 (4096×2176) 像素点。

（5）车牌识别：车辆识别包括车牌结构、颜色、尺寸类型等。

系统应能满足行业标准《机动车号牌图像自动识别技术规范》（GA/T 833）的相关规定。车辆号牌识别正确率要求为白天 $\geq 95\%$ ；晚上 $\geq 90\%$ 。

6.2.4 取证视频监控设备

（1）取证视频图像应不小于400万像素，应清晰、稳定，宜支持ONVIF协议、《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T 28181）等图像的接入，并与主流厂家协议无缝对接。

（2）视频监控摄像机应具备红外日夜摄像功能，且应能支持全天候摄像功能。

（3）监控视频图像应在站端检测系统或动态称重检测设施实时存储，保存时间不少于60天，并支持接入到区、市、县区视频监控平台，以备点播调阅。

（4）视频监控设备及其附件应满足行业标准《道路交通安全违法行为视频取证设备技术规范》（GA/T995）相关规定。

（5）视频监控设备覆盖范围应至少包括称重区、信息发布区以及信息发布设备显示内容等重要位置。

6.2.5 超限超载信息发布设施

（1）应满足信息发布告知和非现场执法取证需求，给超限超载违法车辆驾驶员实时发布该车辆超限超载信息，宜将超限超载违法车辆尾部与称重显示信息同步抓拍取证。

（2）推荐采用单立柱公路LED可变信息标志，具体尺寸和技术参数宜包括：

➤ 显示屏面积尺寸可选择6 m²全彩屏，抓拍取证显示屏（可选）

面积尺寸可选择 3 m²双基色屏；

➤ 显示屏像素点间距可选取 10mm, 屏体亮度：2500cd/m², 最佳视距：12m-100m。

（3）应能实现文字交替、滚动等发布和显示信息。

（4）超限超载信息发布的LED可变信息标志主要功能指标和技术指标宜满足国家标准《高速公路LED可变信息标志》（GB/T 23828）相关规定和要求。

6.2.6 超限超载检测配套设施

超限超载检测配套设施主要包括超限超载非现场执法所需的交通标志标线、供电设施和防雷、机柜等。

（1）交通标志标线

➤ 在动态称重检测区应在前方 200 米处设置“前方进入超限超载动态称重检测区域”交通标志，宜在前方 1000 米、500 米、200 米处分别设置“前方 1 公里、500 米、200 米进入超限超载动态称重检测区域”的交通标志。

➤ 推荐标志面积：2250mm*1300mm，铝板厚度为 3mm，字膜和底膜为 IV 类结构反光膜。

➤ 推荐标志字体：采用交通标志标准字体。

➤ 推荐立柱：Φ280mm*4500mm*8mm 热镀锌喷塑钢管。

➤ 推荐称重检测区车道分界线采用白实线进行隔离。

供电设备与防雷接地要求

➤ 路面动态称重检测设施应配置稳定可靠的供电线路，应能满足

24 小时不间断供电运行要求。

➤ 路面动态称重检测设施及相关元器件的供电接口和控制接口应采取必要的防雷电和过电压保护措施，防护措施应符合 JT / T817 的相关规定和要求。

➤ 路面动态称重检测设施应采用单点就近接地方式，宜采用直流并联接地方法。

➤ 防雷接电电阻 $\leq 10\Omega$ ，保护接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

现场控制机柜要求

➤ 现场控制机柜应能存放数据采集处理器、车检器、网络交换机等设备。

➤ 现场控制机柜应采用双层机箱密封设计，可有效防尘防雨，并有独立的温控系统。

➤ 控制机柜应插槽式设计，方便功能扩展。

➤ 控制机柜应配备数据安全防护设备，以免超限检测数据发生泄漏。

7 路网监测设施建设要求

7.1 总体要求

路网监测设施是宁夏公路网运行监测、管理与应急处置的基础，通过科学布设公路网监测设施，可以加强公路交通运行数据、视频图像数据、基础设施运行数据、路网环境信息和公路交通突发阻断信息等公路网信息的采集，全面掌握路网运行状况。

全区路网监测设施的建设目标是实现高速公路和国省干线公路重要路段、重要县道运行监测覆盖率 100%，大型公路桥梁、长大公路隧道实时监测覆盖率 100%，全面掌控全区高速公路、国省干线运行态势，重点加强公路管养重难点路段的控制，实现重要客运、物流大通道运行状况实时监测与预警，为公路通行数据综合统计分析、公路发展规划研究、公路网管理、应急处置及出行服务提供数据支撑，为宁夏交通运输大数据中心提供路网运行监测实时信息。

路网监测设施感知的参数主要包括高速公路、国省干线公路以及重要道路的外场设备基础信息、外场设备运行状态信息、视频监控信息和气象信息等。高速公路运行监测基础设施建设依据《全国高速公路视频云联网技术要求》、《高速公路 ETC 门架系统技术要求》、《公路工程技术标准》等相关行业标准规范以及交通运输部最新的建设意见执行。

路网监测设施包括运行监测设施、视频监测设施、气象监测设施、事件监测设施以及路网监测配套设施。其中，事件监测设施包括事故多发路段监测、复杂路段高空全景监测、雾天多发路段透雾视频监测

等。此外，考虑到自治区的路网管理和需求，将信息发布设施纳入路网监测设施范畴，统一管理。

路网监测设施应统一设计、统一实施，且应与桥梁（隧道）健康监测设施、超限超载非现场执法设施等统一布设、统一实施，避免重复建设。

7.2 建设要求

7.2.1 运行监测设施

运行监测设施包括交通量调查站和轴载调查站。交通量调查站根据行业标准《公路交通情况调查设备第1部分：技术条件》（JT/T1008.1）分为公路交通情况调查Ⅰ级设备和Ⅱ级设备。

（1）交通量调查站

交通量调查站布设以国省干线公路、重要县道为对象，以符合下列特征的路段构成的交汇点或节点，将路网划分为基本路段，在基本路段上进行布设，基本路段长度即为该站点的代表观测里程。

- 国省干线公路与自治区行政区划边界连接的路段。
- 国省干线公路与各地级市城市出入口连接的路段。
- 国省干线公路与高速公路、其他国省干线公路、重要县道交汇点之间的路段及快速路出入口匝道之间的路段（经过交汇点或匝道后交通量变化比例达到30%以上且运行流量达到设计车流量的70%，下同）。
- 国省干线公路与高速公路出入口连接的路段。
- 国省干线公路与机场连接的路段。

➤ 国省干线公路与 4A 级及以上旅游景区连接的路段。

➤ 国省干线公路与重点物流园区、矿产资源区、货运运输集散中心等货运源头连接的路段。

自治区内的每条国省干线应至少设置一个交通量调查站，重要（机动车当量数 $\geq 10000\text{pcu/d}$ ）县道应至少设置一个交通量调查站。

交通量调查站采用自动化采集方式，采集内容应符合行业标准《公路交通情况调查设备第 1 部分：技术条件》（JT/T1008.1）要求，布设位置选择在视线开阔、通行条件良好，便于安装观测仪器、公路路线纵坡小于 2% 的直线路段处。

根据《公路交通情况调查统计报表制度》，一般路线、平原或微丘区路段交通量调查站的间距宜为 20 ~ 30 公里。

在区间交叉路段较多的国省干线公路，可视情况用车检器（公路交通情况调查 II 级设备）加密，间距应大于 2 公里。

交通量调查站应避免与桥梁（隧道）健康监测设施、超限超载非现场执法设施以及其他流量监测设施重复设置。

（2）轴载调查站

轴载调查站主要在综合运输通道和主要物流通道的国省干线公路上进行布设，能够反映公路网重载交通分布与组成等特征，满足交通运输部《公路交通情况调查统计报表制度》的相关要求。

轴载观测站采用与桥梁（隧道）健康监测设施、超限超载非现场执法设施以及其他流量监测设施的数据共享方式，采集内容应符合《公路交通情况调查轴载调查站建设要求》。

7.2.2 视频监控设施

视频监控设施用于对公路沿线的交通运行状况、公路基础设施状况、气象状况等进行实时图像监测；对交通异常事件（包括交通拥堵、交通阻断、交通事故、隧道火灾等）和车辆特征进行实时图像监测，进而掌握实时路况，更好的为管养服务。

- 自治区边界、各地级市城市出入口。
- 特大桥应在桥梁两端或桥上设置视频监控设施，覆盖全桥面。
- 隧道的进出口；长隧道（长度 > 1000 米）内部，应按照 120m ~ 150m 间距设置视频监控设施。
- 易发生水毁、滑坡、塌方、落石等自然灾害或地质灾害路段和桥梁，易发生积水的低洼路段或下穿公路、铁路的低洼路段，应设置视频监控设施。
- 恶劣气象条件频发、易拥堵、易发生重特大公路突发事件的国省干线公路宜设置视频监控设施。
- 与高速公路连接路段，以及通往 4A 级及以上景区且交通量较大的重要旅游公路，应设置视频监控设施。
- 易发生非法占路、损坏公路基础设施等事件的、穿越牧区的路段宜设置。
- 交通量较大的国省干线公路（机动车当量数 ≥ 20000 pcu/d）的交叉节点处，宜设置视频监控设施。
- 国省干线公路服务区、停车区宜根据监测范围在出入口处设置视频监控设施。

➤ 一类、二类养护工区在出入口、超限检测站点在出入口处设置视频监测设施。

➤ 交通量较大的国省干线公路（机动车当量数 ≥ 20000 pcu/d）、主要纵横通道及快速路，可参照高速公路的布设标准（2km 一处）进行统一设置，在事故易发地点应考虑增加密度。

➤ 互通立交处按监视范围和角度设置视频监测设施。

➤ 在每一个交通量调查站 I 类设备布设的位置同步建设 1 套视频监测设施。

➤ 设备应选择具备夜视功能的高清摄像头，通讯协议符合自治区有关标准要求。

➤ 在需要重点监测的路段和关键节点进行布设，如边坡易滑坡、易水毁路段等，一般间距控制在 3~6 公里 1 个，符合特殊要求的可进一步加密。

➤ 杆件高度一般在 8~12 米，根据道路宽度、路口遮挡等情况选择观察角度最大的位置。

➤ 已有公路部门或公安等其他部门的视频监测设施处，且设施满足路网部门监测需求的，不重复设置。

7.2.3 气象监测设施

气象监测设施以国省干线公路为对象，以大雾为主要恶劣天气的路段，宜设置监测能见度等要素的气象监测设备。

➤ 易出现积雪、结冰等恶劣气象条件的路段，宜设置监测路面状态等要素的气象监测设备。

➤ 大型跨河桥梁路段，公路沿山谷或山岭路段，易出现影响行车安全的强风（特别是强横风）路段，宜设置监测风速、风向等要素的气象监测设备。

➤ 存在多种恶劣气象条件的路段，应同时监测相应环境参数，统筹气象监测设施的布设，以节约建设和运维成本。

➤ 各地级市根据实际需求进行布设。

7.2.4 信息发布设施

信息发布设施用于向驾驶者提供交通、气象等信息，提示公路上可能会发生的问题或异常情况，对已经发生事故或阻碍交通的道路维修或施工、天气异常等提供相应建议，对交通流进行疏导。

➤ 易拥堵、易发生重特大突发事件路段，以及恶劣气象条件频发路段，在上游分流节点前，宜设置可变情报板。

➤ 易发生积、滞水的低洼路段，在上游分流节点前，宜设置可变情报板。

➤ 进入高速公路匝道的上游分流节点前的路段，宜设置可变情报板。

➤ 自治区边界及地级市出入口的路段，宜设置可变情报板。

➤ 各地级市根据实际需求进行布设。

7.2.5 事件监测设施

自治区内国省干线路线较长，分布范围较广，存在着不同的道路环境特征以及交通特性，为了提高路段的管控水平，应针对性建设交通事件相关的监测设施，本指南推荐布设事故多发路段事件检测设施、

复杂路段高空全景监测设施、雾天多发路段透雾视频监控设施三类。

（1）事故多发路段事件检测设施

部分国省干线邻近市区、物流园等区域，因此车流量较大、货车占比较高导致易发生交通事故，此外，部分急弯道、连续上下坡等路段也易发生交通事故，该部分区域除了正常的布设视频监控外，还需要布设事件监测设施，便于第一时间发现事故、处理事故，尽量避免二次事故的发生，提升道路的通畅度和安全性。

当前技术相对成熟的视频事件监测和雷达事件监测有效检测距离均在 300 米以内，针对事故区域大小进行点位的选取和布设。

（2）复杂路段高空全景监测设施

部分国省干线彼此之间存在相互交织或与高速公路分合流的情况，该部分区域线性或交通状况一般较复杂，道路建设的低点监控摄像机往往无法监控路况全貌，尤其是节假日期间车流量交织严重、交通状况复杂，无法为管理人员提供直观完整的区域交通状况。

考虑建设高空全景监测摄像机来实现对区域的全貌监视，利用附近的铁塔或高层建筑安装监控距离达 3-5km 的远距离高清监控摄像机，为管理人员提供复杂区域的全景监控视频，支撑管理决策，提高管控效率。

（3）雾天多发路段透雾视频监控设施

西北地区每年会有雾天或沙尘暴天气，给行车安全带来隐患的同时，也给管理部门的监控管理带来极大的困难，现有的监控视频在这种天气情况下基本不起作用。

考虑在雾天或沙尘暴多发路段建设透雾视频监控摄像机，其可在大雾的情况下，实现百米以上的透雾监视，提升恶劣气象条件下的管控能力。

7.2.6 路网监测配套设施

（1）通信通路

关键监测点数据宜采用光纤传输；在无光纤接入条件时，可采用无线传输或租用运营商通信链路，视频监控图像应采用专线传输，每路图像带宽不低于 4M bps。

关键监测点的交通运行监测设备、气象监测设备、桥梁健康监测设备、超载检测设备以及针对特殊情况建设的监测设备均应符合开放式通信协议。

通信设备及传输线路应满足交通运行管理联网要求，传输速率不低于 9600bps。

视频监控设备应符合国家标准《公路网图像信息管理系统》(GB/T 28059) 的视频监控联网要求。

（2）供电设施

供电接入点应根据各类设施供电需求预留供电输出。

公路建设时，应在监测设施设置位置 15m 范围内预留供电接入点。

使用公共供电电源的关键监测点设备均应设置过载、接地、漏电、短路、防雷保护装置并符合国家相关安全标准，具备来电后自动恢复功能。

关键监测点不具备就近取电方式条件时，可采用太阳能电池供电

方式，为监测设备全天供电，连续使用阴雨天长不少于 7 天，电压 DC 12V/24V，地下埋设锂电池作为储能设备。

（3）设备机柜

考虑到关键监测点宜设置统一供电、光纤通讯的控制机柜，推荐机柜采用标准化设计，示例如下：

➤ 机柜高度为 $120\text{cm} \pm 5\text{cm}$ ，宽度为 $75\text{cm} \pm 5\text{cm}$ ，进深为 $65\text{cm} \pm 5\text{cm}$ ；安装控制主机及相关组件后，应至少留有高 20cm 的扩展空间。

➤ 机柜应采取密封措施，防止雨雪、水和灰尘进入设备内部。设备外壳密封性能应符合《外壳防护等级（IP 代码）》（GB/T 4208）的要求，防护等级不低于 IP55。

➤ 机柜结构应具有足够的机械强度，能承受正常条件下可预料到的运输、安装、搬运等过程中的操作。

➤ 机柜推荐采用抱杆式安装方式。

（4）监测设施安装基础

杆件的型式应在景观协调基础上，根据具体设备需要进行设计。各类监测设备杆件基础应根据具体型式要求设计。

➤ 需要架设立杆或龙门架安装的设备，其结构及安装固定应牢靠，当承受 40m/s 风速产生的风压时，不影响设备的安装角度和使用性能。

➤ 监测设备机柜及杆件旁设置大窰井，井径宜采用 $\Phi 600$ ，管道节点处设置小窰井，井径宜采用 $\Phi 300$ 。

附录 A：路网监测设施推荐参数

随着新基建、交通强国、数字纲要信息的发布、路网取消省界收费站、入口拒超等的全面推进，以及“云大物移智”、车路协同等关键技术应用的不突破，全国路网监测设施的相关技术规范正处于不断完善当中，本附录给出推荐参数，供相关单位在建设中参考。

A.1 恶劣气象条件频发的国省干线公路

- 年平均能见度小于 200m 的雾天数达到 8d（含）以上的路段；
- 年平均有 20d（含）以上出现 8 级以上大风的路段；
- 年平均有 7d（含）以上出现严重路面结冰的路段；
- 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；
- 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上公路基础设施严重水毁的路段；
- 地质灾害频发路段。

A.2 易拥堵、易发生重特大公路突发事件的国省干线公路

- 年平均发生 3 起（含）以上造成拥堵排队长度超过 5km 且拥堵时间超过 2h 的路段；
- 年平均发生 5 起（含）以上一般突发类公路交通阻断事件的路段；
- 3 年内发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；
- 长下坡、高边坡、急弯、避险车道等危险路段。

A.3 交通量调查站

超声波+微波交通量情况调查设备

➤ 环境温度：-550C—+850C（设备全部使用工业级元器件，经交通部检验同时具备环境适应类别为 S1 级、S2 级、A、B、C、J 五个级别、具备防盐雾功能）；

➤ 环境湿度：0—95%；

➤ 电源容差：设备能在以下电源条件下工作：交流电网电压 220V（ $1\pm 15\%$ ），频率 50（ $1\pm 4\%$ ）Hz。配备备用电源，正常供电中断 24 小时内可不间断供电；

➤ 设备总功耗：6 车道设备配置功耗 20W 以内，适合太阳能供电与市电供电时不间断电源使用；

➤ 绝缘电阻：设备的电源接线端子与机壳之间的绝缘电阻在正常状态下不小于 100M Ω ；在湿热状态下不小于 2M Ω ；

➤ 介电强度：设备的电源接线端子与机壳之间能耐受频率为 50Hz、有效值为 1500V 的正弦交流电压，历时 1 分钟，不产生飞弧或击穿现象；

➤ 安全接地：设备设安全保护接地端子，接地端子与机壳连接可靠，接地端子与机壳顶部金属部位间的接触电阻小于 0.1 Ω ；

➤ 来电恢复：设备在正常工作状态下，供电中断后恢复正常供电时，设备能自行恢复至正常工作状态；

➤ 防雷击：设备采用防雷电和过电压保护措施，采用的接口、元器件和模块防护措施符合有关标准要求，且符合 GB/T 19271 有关雷电电磁脉冲防护的规定；

- 防水及防尘：设备采取密封措施，防止雨雪、水和灰尘进入设备内部。设备外壳密封性能符合 GB/T 4208 的规定，不低于 IP55 级；
- 耐盐雾腐蚀性能：设备的印刷电路板及元器件、外壳防腐层与连接件采用耐盐雾腐蚀试验合格的产品；
- 身份识别：每台设备具备一个唯一的、可读取的、固化于设备硬件只读存储器中设备身份识别码；
- 主机设置：室外；
- 三防外机箱规格：60cm*40cm*25cm；
- 内置主机箱规格：20cm*30cm*20cm（应用高性能嵌入式处理器，使用工业级元器件，无须温控达 A、B、C 类）；
- 流量数据采集准确率：不低于 95%；
- 车型数据采集准确率：不低于 90%；
- 车速数据采集准确率：不低于 92%；
- 分车道、车型流量统计：支持；
- 存储容量：大于 3 个月；
- 超声波具备实时检测气温与温差测距误差修正功能（温度补偿功能）；
- 数据输出：RS232 / LAN / USB2.0 具备多点传输功能，设备现场可向宁夏交通运输大数据中心直接传输实时数据；
- 数据格式：符合交通部规定要求；
- 数据修正：支持；
- 检测参数：流量/车型/车速/车头间距/车头时距/时间占有率等

各种交通参数；

➤ 联网方式：有线/无线/ADSL/光纤/串口/其他。设备具备串行通信接口或 USB 接口，串行通信接口可使用 RS-232C 阴性插座或 RS-485 阳性插座。串行通信接口与外部的连接便于安装和维护，并采取防水、防尘等措施。设备具备数据网络传输功能，还具备 RJ45 网络接口，以便与相关网络设备互联；

➤ 通信规程：符合 GB/T 3453 的规定；

➤ 互联网传输数据：符合交通部通讯协议；

➤ 检测范围：2 ~ 16 车道；

➤ 软件支持：自备(交通量数据接收应用软件，具集中管理功能)/交通部软件(兼容)。

A.4 高清监控视频

➤ 400 万星光级 1/1.8” CMOS 传感器；

➤ 支持四种智能资源切换：人脸抓拍、混合目标检测、道路监控、Smart 事件；

➤ 最低照度:彩色：0.0005Lux @ (F1.5，AGC ON)；黑白：0.0001Lux @ (F1.5，AGC ON)；0 Lux with IR；

➤ 视频压缩:H.265/H.264/MJPEG；

➤ 红外照射距离:200 米；

➤ 支持 120dB 超宽动态、光学透雾、强光抑制、电子防抖、Smart IR；

➤ 网络接口:RJ45 网口，自适应 10M/100M 网络数据；

- 音频输入/输出:1 路音频输入; 1 路音频输出;
- 报警输入/输出:7 路报警输入; 2 路报警输出;
- 存储功能: 内置 Micro SD 卡插槽, 支持 Micro SD/Micro ;

SDHC/Micro SDXC 卡本地存储;

- 工作温度和湿度:-40℃-70℃; 湿度小于 90%;
- 防护等级:IP67。

A.5 气象检测设备

(1) 能见度检测仪

- 测量范围: 10m—2000m; 10-3000m; 10-5000m; (可扩展);
- 测量精度: $\pm 1\%$;
- 分辨率: $< 1\text{m}$;
- 信号输出: RS232/RS485/RS422;
- 接口: RS485, 半双工, UMB 协议;
- 工作温度: -50—75℃;
- 相对湿度: 0-100%RH;
- 保护等级: IP67;
- 光学仪器一致性: 2%, 每隔 3min 检测一次
- 供电电源: 标准直流电压 24VDC (12-28VDC), 3W

(2) 非接触式路面状态检测器

可检测以下数据:

- 道路表面温度;
- 道路表面湿滑度;

- 路况（干/潮/湿/霜/雪/冰/冰水混合物/黑冰/水厚度/浆状混合物）；
- 通过检测地面的干燥程度来计算地面的摩擦力；

技术指标：

- 路面状况：干/潮/湿/霜/雪/冰/冰水混合物/黑冰/水厚度；
- 测量距离：2—10m；
- 水层厚度：0.00—2mm；
- 冰厚度：0.00—2mm；
- 雪厚度：0.00—10mm；
- 精度：0.1mm；
- 分辨率：0.01mm；
- 路面温度测量范围：-40—+70℃；
- 测量精度：±0.1℃；
- 分辨率：0.1℃；
- 道路湿滑系数：0.01—1.00；
- 分辨率：0.01 单位；
- 结冰点：-50℃—0℃；
- 含冰量：0—100%；
- 信号输出：RS232/RS485；
- 供电电源：9-13VDC，AC220V±15%；
- 测量面积：距离 10m 处，直径 10cm—100cm 可调；
- 地平线安装角度：45° - 85° ；
- 工作温度：-50℃—75℃ ；

- 工作湿度：0—100%RH。

A.6 信息发布情报板设备

- 可进行全幕编辑，全部采用双基色显示，主要用于显示汉字、英文、符号、图形等，每个像素由红、绿两种 LED 组成；

- LED 显示屏可进行全屏幕编辑。显示屏上的字符或图案的结构尺寸符合 GB 5768 的要求。主要用于显示汉字、英文字符、阿拉伯数字、特殊符号、图形等，控制器内装有一、二级简体字库，具有宋、楷、黑、仿宋、隶书五种以上字体，其字体、粗细、汉字间隔、汉字在屏上的位置均可调。文字、图形均具备闪烁、移动功能，闪烁、移动的频率和速度可调；

- 显示方式：固定显示、可编程显示，出字方式应包含：清屏（全黑）、静止显示、左移、右移、上移、下移、横百页窗、竖百页窗、闪烁等；

- 大型可变情报板的静态视认距离不小于 250 米，动态视认距离不小于 210m。每屏刷新频率不小于 100Hz，在汽车高速行驶时，标志的内容应清晰、稳定；

- 无显示内容时，显示屏应为全黑，无任何亮点；

- 对于设备的显示内容应可在设备内固化存储，尤其是一些图形和图例符号，要求其存储器内至少可存储 50 条内容；

- 通信接口：RS232，RS485，标准网络接口。半功率角 $\geq 30^\circ$ ，失控点 $\leq 1\%$ ，且为离散型；

- 像素模组具有防水、防尘、防腐蚀的外型组件结构，采用恒电

流驱动方式，具有过流保护功能；

➤ 设备应配有过电压和浪涌电压保护装置，在雷击时设备应不受影响，做到在本项目高速公路使用环境下均能保证设备正常工作；

➤ 显示单元采用多层次模块化设计，个别点的故障不会引起连锁反应，增加了部件的通用性和可互换性，方便了维修，减少了备件量；

➤ 箱体采用钢板材料制作，钢板材料具有较强的抗冲击、抗弯能力，箱体与立柱连接部位采用衬板或加强筋等方式，以增加抗拉抗弯强度。产品在 40m/s 的风速下，箱体不变形；

➤ 箱体及连接件防护层色泽均匀、无划伤、无裂痕，无裸露基体等缺陷，供货商保证箱体在野外使用时不出现油漆脱落、龟裂等情况；

➤ 控制器功能：具备单粒 LED 管和驱动模块工作状态检测与定位功能；

➤ 具有远程故障检测功能：实现箱体过压、欠压监测、烟雾报警、高温报警、高湿报警、箱体开关门报警等功能；

➤ 远程运维：支持中心管理系统对通信故障、像素点故障、箱体电压、高温、烟雾、箱体开关门等状态机故障，统一远程运维，故障及时告警，及远程控制开关和系统重启；

➤ 支持矢量字库，可根据需求对任意点阵字体进行动态缩放；

➤ 具备图文发布交通路况、预计行程时间、道路维护、事故影响、交通管控等信息；

➤ 具备通过平台实现与区域其他已有和新建可变情报板联动信息发布的能力；

- 具备通过平台自动发布信息的能力；
- 具备现场发布情况反馈功能，支持中心管理系统远程查看屏幕当前显示信息；
- 符合 GB/T 23828 检验规定；
- 符合 ANSI/UL-94-1985 标准 V-O 阻燃等级；
- 具备强电磁干扰环境下正常稳定工作能力；
- 防尘防沙能力：符合 GA/T 484 标准要求；
- 具备优秀的抗冲击和抗振动能力；
- 具备 LED 显示屏光衰的矫正功能；
- 诱导屏控制器电路具备宽压输入功能，能适应电压波动的环境；
- 应能接收监控计算机发来的信息，按不同方式显示指定的信息，时间表可精确到秒级；
- 脱机运行：当和监控中心计算机通讯中断后，按照最后一次设置显示图案。控制板具有多种显示方式，可支持动画显示：多种方向移动显示、闪烁显示，移动速度、字间距和闪烁周期可调。

技术参数：

- 点距：20mm；
- 灯管配置：2R1G；
- 单管参数：5mm 正圆；
- 发光角度：30°高亮；
- 外部材质：镀锌板；
- 颜色及工艺：可定制；

- 亮度：≥8000cd/m²；
- 亮度调节：自动或手动 256 级；
- 像素密度：2500 点/m²；
- 像素分辨率：160×96；
- 屏幕大小：3200mm*1920mm；
- 视距：静态视认距离≥250 米；动态视认距离≥210 米；
- 工作环境温度：-40℃ ~ +55℃；
- 工作湿度：0%-98%；
- 工作电压：AC380V/50Hz 或 AC220V/50Hz；
- 平均无故障时间：≥100000 小时；
- 防护等级：IP66。

A.7 事件自动检测设备

（1）单向雷达事件检测器技术参数

- 微波检测器采用二维主动扫描式雷达微波检测技术，微波信号沿发射方向可靠地检测道路上每一车道的目标；
- 检测器可对正前方距其 300 米处的机动车进行检测；
- 检测器可对 8 车道（含正向车道和反向车道）范围内的不少于 256 个交通目标进行检测，并可对交通目标进行轨迹跟踪监测及在线仿真；
- 检测器可通过上位机软件输出检测器检测到的交通目标 ID、二维坐标（Px,Py）、纵向/横向速度（Vx,Vy）、所在车道、车辆长度等信息，具备图形化操作界面；

- 检测器可通过软件在每个车道上设置 5 个检测断面（含正向车道和反向车道），可根据要求设置各线圈位置、长度、宽度，并能输出线圈压占状态；
- 检测器支持输出显示每个断面的车流量、平均速度、时间占有率、车头时距等信息；
- 检测器可通过软件设置数据统计周期，设置时间范围 1~3600s；
- 检测器可通过软件按车道或检测断面对交通信息进行检测统计，包括车流量、平均速度、时间占有率、车头时距、车身时距、85% 位速度；
- 检测器支持静态和动态排队长度检测功能；
- 检测器可对交通异常事件进行检测，包括异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距、排队超限、排队溢出、缓行、拥堵等，并可输出报警信息；
- 检测精度：交通流量检测精度：≥95%，平均车速的检测精度≥95%；
- 接口：RJ45；
- 可在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等；
- 具有电压过载保护，浪涌保护，设备防雷屏蔽；
- 安装高度 5~8 米，可利用路灯或监控杆件等；
- 温度：-40℃~+85℃；湿度：0~95%；撞机/振动承受度：100g/rms;14g/rms;

- 电源：24VDC；功率：9W；过压和防雷保护；
- 设备支持存储能力，达到 IP67 防护等；
- MTBF ≥ 10 年，7*24 连续不间断工作。

（2）双向雷达事件检测器技术参数

- 微波检测器采用二维主动扫描式雷达微波检测技术，微波信号沿发射方向可靠地检测道路上每一车道的目标；
- 检测器可对正前方距其 600 米处的机动车进行检测；
- 检测器可对 8 车道（含正向车道和反向车道）范围内的不少于 512 个交通目标进行检测，并可对交通目标进行轨迹跟踪监测及在线仿真；
- 检测器可通过上位机软件输出检测器检测到的交通目标 ID、二维坐标（Px,Py）、纵向/横向速度(Vx,Vy)、所在车道、车辆长度等信息，具备图形化操作界面；
- 检测器可通过软件在每个车道上设置 10 个检测断面（含正向车道和反向车道），可根据要求设置各线圈位置、长度、宽度，并能输出线圈压占状态；
- 检测器支持输出显示每个断面的车流量、平均速度、时间占有率、车头时距等信息；
- 检测器可通过软件设置数据统计周期，设置时间范围为 1~3600s；
- 检测器可通过软件按车道或检测断面对交通信息进行检测统计，包括车流量、平均速度、时间占有率、车头时距、车身时距、85%

位速度；

- 检测器支持静态和动态排队长度检测功能；
- 检测器可对交通异常事件进行检测，包括异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距、排队超限、排队溢出、缓行、拥堵等，并可输出报警信息；
- 检测精度：交通流量检测精度： $\geq 95\%$ ，平均车速的检测精度 $\geq 95\%$ ；
- 接口：RJ45；
- 可在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等；
- 具有电压过载保护，浪涌保护，设备防雷屏蔽；
- 安装高度 5~8 米，可利用路灯或监控杆件等；
- 温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ；湿度：0~95%；撞机/振动承受度：

100g/rms;14g/rms;

- 电源：24VDC；功率：9W；过压和防雷保护；
- 设备支持存储能力，达到 IP67 防护等；
- MTBF ≥ 10 年，7*24 连续不间断工作。

（3）雷达交通微观大数据平台软件

- 基于广域雷达的精细化数据分析平台，实现雷达数据的采集、分析、清洗、存储；
- 具备数据统计分析及查询功能；
- 具有交通数据大屏全面展示以及基于 GIS 地图的路口、路段的

宏观监测等可视化展示；实现路口、路段雷达数据的精细化分析，实时检测 2D 仿真；

- 支持交通运行评价、路口信控效果评价、交通事件实时监测分析、交通拥堵点分析、路段全程监测、事故黑点分析等功能；
- 具有设备监测大屏、设备编辑、监测管理、故障运维功能；
- 支持数据定制化共享

A.8 高空全景监控设备

星光级全景网络高清智能球机，可同时提供全景与特写画面，兼顾全景与细节。其中全景画面由6个传感器拼接而成，实现270度的全景监控；一体化机芯和高速云台，在全景监控的同时为用户提供快速细节定位功能。可实现自动或手动对全景区域内的多个目标进行区域入侵、越界、进入区域、离开区行为的检测，并可输出报警信号和联动云台跟踪，从而满足高等级要求的安保需求，支持GB35114安全加密。

全景摄像机：

- 传感器类型：1/1.8" Progressive Scan CMOS；
- 视场角：水平 270°，垂直 85°；
- 视频压缩：H.265/H.264/MJPEG, 支持 smart265、smart264 编码，H.264 编码支持 Baseline/Main/High Profile；
- 分辨率及帧率：主码流：50Hz: 25fps (8160 × 2400); 60Hz: 30fps (8160 × 2400);

细节跟踪摄像机：

- 图像传感器: 1/1.8" Progressive Scan CMOS;
- 最低照度: 彩色: 0.0005Lux @(F1.2, AGC ON); 黑白: 0.0001Lux @(F1.2, AGC ON) ; 0 Lux with IR;
- 红外功能: 红外照射距离 250m; 红外灯亮度、角度根据场景智能调整;
- Smart 图像增强: 120dB 超宽动态、光学透雾、强光抑制、SmartIR、电子防抖;
- 焦距: 6.0-240mm, 40 倍光学变倍;
- 水平及垂直范围: 水平 360° ; 垂直-15° -90° (自动翻转);
- 水平速度: 水平键控速度: 0.1° -210° /s,速度可设; 水平预置点速度: 240° /s;
- 垂直速度: 垂直键控速度: 0.1° -150° /s,速度可设; 垂直预置点速度: 200° /s;
- 视频压缩: H.265/H.264/MJPEG, 支持 smart265、smart264 编码, H.264 编码支持 Baseline/Main/High Profile;
- 分辨率及帧率: 主码流: 50Hz:25fps (2560x1440) 60Hz:30fps (2560x1440);
- 电源接口:DC36V;
- 网络接口:RJ45 网口, 自适应 10M/100M/1000M 网络数据; 支持 Hi-PoE 供电;
- 光纤接口:采用 FC 接口, 内置光纤模块 (1000M 网络数据、波长 TX1310/RX1550nm、单纤单模、20km 传输距离);

- 具有 RS485 控制接口。

A.9 透雾摄像机设备

功能要求：

- 400 万像素星光级网络高清高速智能球机，
- 具备人脸抓拍并关联输出功能，支持指哪抓哪、多场景轮巡抓拍、远距离卡口抓拍模式；
- 支持人脸车辆同时抓拍，人脸人体关联输出，并实现对人脸、车辆结构化属性特征信息提取；
- 支持 GB35114 安全加密；
- 支持防破坏预警功能；
- 内置 GPS/北斗卫星定位模块和电子罗盘，支持将视场角、镜头指向、安装位置经纬度等信息上传中心管理平台；
- 支持集中布控功能，可快速调取目标可视域范围内球机实现机群监控；
- 可获取并解析卫星信号中的时间信息以实现高精度自动校时功能；
- 支持最大 2560×1440@60fps 高清画面输出；
- 支持 H.265 高效压缩算法，可较大节省存储空间；
- 星光级超低照度,0.0005Lux/F1.2(彩色),0.0001Lux/F1.2(黑白),0 Lux with IR;
- 支持 40 倍光学变倍，16 倍数字变倍；
- 采用高效变焦激光器补光，低功耗，照射距离最远可达 500m;

- 支持宽动态范围达 120dB，适合逆光环境监控；
- 支持三码流技术，每路码流可独立配置分辨率及帧率；
- 配合 SmartNVR 实现事件录像的二次智能检索、分析和浓缩播放；
- 采用光学透雾技术，极大提升透雾效果；
- 支持 3D 数字降噪、强光抑制、混合防抖、SmartIR；
- 支持 360°水平旋转，垂直方向-20°-90°（自动翻转）；
- 支持 300 个预置位，8 条巡航扫描；
- 支持 3D 定位，可通过鼠标框选目标以实现目标的快速定位与捕捉；
- 支持定时抓图与事件抓图功能；
- 支持定时任务、一键守望、一键巡航功能；
- 支持 1 路音频输入和 1 路音频输出；
- 内置 7 路报警输入和 2 路报警输出，支持报警联动功能；
- 支持最大 256G 的 Micro SD/Micro SDHC/Micro SDXC 卡存储；
- IP67; 6000V 防雷、防浪涌、防突波，适用于严酷的电磁环境，符合 GB/T17626.2/3/4/5/6 四级标准。

技术要求：

基础参数	传感器类型	1/1.8" progressive scan CMOS
	最低照度	彩色：0.0005Lux @ (F1.2, AGC ON)；黑白：0.0001Lux @ (F1.2, AGC ON)；0 Lux with IR
	快门	1/1-1/30, 000s
	慢快门	支持
	聚焦模式	半自动, 手动, 自动

	日夜转换模式	自动 ICR 彩转黑
	背光补偿	支持
	宽动态	120dB 超宽动态
	强光抑制	支持
	3D 降噪	支持
	电子防抖	支持
	区域曝光	支持
	区域聚焦	支持
	图像设置	饱和度, 亮度, 对比度, 锐度
	图像参数切换	支持
	白平衡	自动白平衡, 自动跟踪白平衡, 钠灯, 日光灯, 室内, 室外, 手动白平衡
	数字变倍	16 倍
	光学变倍	40 倍
	隐私遮蔽	最多 24 块, 支持马赛克, 支持多种颜色设置, 四边形区域
	信噪比	$\geq 52\text{dB}$
	通用功能	镜像, 密码保护, 视频遮盖, 水印技术, IP 地址过滤, 隐私遮蔽
	增益控制	自动, 手动
	光学透雾	支持
镜头	焦距	6.0-240mm, 40 倍光学变倍
	光学变倍速度	大约 4.8s (光学, 广角-望远)
	视场角	水平视场角 56.6-1.8 度 (广角-望远)
	近摄距	100mm-1500mm (广角-望远)
	最大光圈数	F1.2
云台功能	水平范围	360°
	垂直范围	-20° -90° (自动翻转)
	水平速度	水平键控速度: 0.1° -210° /s, 速度可设; 水平预置点速度: 280° /s
	垂直速度	垂直键控速度: 0.1° -150° /s, 速度可设; 垂直预置点速度: 250° /s
	比例变倍	支持
	预置点个数	300 个
	巡航扫描	8 条, 每条可添加 32 个预置点
	花样扫描	4 条, 每条路径记录时间大于 10 分钟

	断电记忆	支持
	守望功能	预置点, 花样扫描, 巡航扫描, 自动扫描, 垂直扫描, 随机扫描, 帧扫描, 全景扫描
	3D 定位	支持
	方位角信息显示	支持
	预置点视频冻结	支持
	定时任务	预置点, 花样扫描, 巡航扫描, 自动扫描, 垂直扫描, 随机扫描, 帧扫描, 全景扫描, 球机重启, 球机校验
	设备检测异常	网线断, IP 地址冲突, 存储器满, 非法访问, 存储器错误
视频	最大图像尺寸	2560 × 1440
	主码流帧率分辨率	50Hz: 25fps (2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720), 50fps (2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720); 60Hz: 30fps (2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720); 60fps (2560 × 1440, 1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720);
	子码流帧率分辨率	50Hz: 25fps (704 × 576, 640 × 480, 352 × 288); 60Hz: 30fps (704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
	第三码流帧率分辨率	50Hz: 25fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 576, 640 × 480, 352 × 288); 60Hz: 30fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
	视频压缩标准	H. 265, H. 264, MJPEG
	视频压缩码率	32 Kbps ~ 16384 Kbps
	H. 264	Baselin Profile, Main Profile, High Profile
	H. 265	Main Profile
	Smart 264	支持
	Smart 265	支持
	SVC	支持
	ROI	人脸 ROI, 固定区域 ROI, 车牌 ROI
音频	音频压缩标准	G. 711alaw, G. 711ulaw, G. 722. 1, G. 726, MP2L2, PCM
	音频压缩码率	64 Kbps (G. 711)/16 Kbps (G. 722. 1)/16 Kbps (G. 726)/32 Kbps to 192 Kbps (MP2L2)
智能	混合目标检测	支持人脸+人体+车辆抓拍, 人脸和人体关联输出
	人脸抓拍	支持同时检测 30 张人脸, 支持对运动人脸进行检测、跟踪、抓拍、评分、筛选, 输出最优的人脸抓图
	人脸比对	支持
	普通事件	移动侦测, 报警输入, 报警输出, 遮挡报警, 异常

	Smart 事件	区域入侵侦测,越界侦测,进入区域侦测,离开区域侦测,徘徊侦测,人员聚集侦测,快速移动侦测,停车侦测,物品遗留侦测,物品拿取侦测,防破坏报警,音频异常侦测
	Smart 跟踪	手动跟踪,全景跟踪,事件跟踪,支持多场景巡航跟踪
	Smart 录像	智能后检索,断网续传
	报警联动	预置点,巡航扫描,花样扫描,SD卡录像,报警输出,邮件,上传中心,上传FTP
	Smart 图像增强	120dB超宽动态,强光抑制,电子防抖,Smart IR
	Smart 编码	Smart265, Smart264, 低码率, ROI, SVC
网络	网络存储	NAS (NFS, SMB/ CIFS), ANR
	支持协议	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, Qos, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP/IP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE, Bonjour
	接口协议	软件集成的开放式 API, ONVIF, ISAPI, 第三方管理平台接入, GB/T28181 协议, E 家协议, CGI, 支持视图库
	最大取流路数	20
	用户管理	32 个
	安全管理	授权的用户名和密码, 以及 MAC 地址绑定, HTTPS 加密, IEEE 802.1x 网络访问控制, IP 地址过滤
	客户端	支持 iVMS-4200 客户端
	浏览器	IE8-11, Chrome41+, Firefox30+, Safari11+
接口	网络接口	RJ45 网口, 自适应 10M/100M 网络数据
	SD 卡扩展	内置 Micro SD 卡插槽, 支持 Micro SD/Micro SDHC/Micro SDXC 卡, 最大支持 256G
	报警输入	7 路报警输入
	报警输出	2 路报警输出
	音频输入	1 路音频输入, 音频峰值: 2-2.4V[p-p], 输入阻抗: $1K\Omega \pm 10\%$
	音频输出	1 路音频输出, 线性电平, 阻抗: 600Ω
	RS485 接口	采用半双工模式, 支持自适应 HIKVISION, PELCO-P 和 PELCO-D(可添加)协议
地理位置信息	定位	支持 GPS/北斗卫星定位模块
	电子罗盘	支持
补光	激光照射距离	500m
	防补光过曝	支持
一般规	电源接口类型	AC24V $\pm 25\%$

范	工作温湿度	-40℃-70℃；湿度小于 95%
	尺寸	Φ266.6 × 412mm
	重量	8Kg
	功耗	60W max（其中加热 5Wmax，红外灯 15W max）
认证	防护	IP67；6000V 防雷、防浪涌、防突波，符合 GB/T17626.2/3/4/5/6 四级标准