

公路网智能感知设施建设指南

Guidelines for the construction of intelligent sensing facilities
for highway networks

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 一般规定	5
4.1 设施分类	5
4.2 总体功能	6
4.3 布局原则	6
5 公路结构状态感知设施建设要求	6
5.1 桥梁状态感知设施	6
5.2 隧道状态感知设施	8
5.3 边坡结构状态感知设施	9
5.4 沿线结构物状态感知设施	10
5.5 公路基础设施性能观测	11
6 公路运行状态感知设施建设要求	11
6.1 交通流量感知设施	11
6.2 典型路段运行状态感知设施	12
6.3 重要交叉路口运行状态感知设施	13
6.4 沿线设施运行状态感知设施	14
7 公路气象环境状况感知设施监测要求	14
7.1 典型路段气象感知设施	14
7.2 沿线环境感知设施	15
8 公路增强感知设施建设要求	15
8.1 沿线设施要素感知设备	15
8.2 养护信息感知设施	15
8.3 要素信息感知设施	16
8.4 应急信息感知设施	16
9 公路动态服务设施建设要求	17
9.1 布设要求	17
9.2 技术要求	17
9.3 安装要求	17
10 感知配套设施建设要求	18
10.1 汇聚设施	18
10.2 传输设施	18
10.3 供配电设施	19
10.4 防雷设施	19

- 10.5 辅助设施 20
- 附录 A （资料性） 分类图 21
- 附录 B （资料性） 公路网智能感知设施参数示例..... 22
 - B.1 结构物状态感知 22
 - B.2 运行状态感知 24
 - B.3 气象环境状况感知 26
 - B.4 增强感知 27
 - B.5 动态服务 29
 - B.6 感知配套 30
- 参 考 文 献 32

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口。

本文件起草单位：宁夏公路管理中心、华设设计集团股份有限公司。

本文件主要起草人：张洪韬、王晓东、冯平、王朝晖、李瑞杰、郭亚中、罗廷赤、马成、董炜、冀鹏举、杨登荣、王昊、王辉、马小龙、马杨、杨勇江、包万路、李刚、杨武。

公路网智能感知设施建设指南

1 范围

本文件确定的公路网智能感知设施围绕公路主体开展建设，包括公路结构状态感知设施、公路运行状态感知设施等。

本文件主要服务于宁夏回族自治区普通国省干线公路的智能感知设施建设，高速公路、农村公路等其他公路可结合需求参照执行。

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 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 5768.1-2025 道路交通标志和标线 第1部分：总则
- GB/T 18226 公路交通工程钢构件防腐技术条件
- GB/T 23828 高速公路 LED 可变信息标志
- GB/T 28059 公路网图像信息管理系统
- GB/Z 41299 通信局（站）在用防雷系统的技术要求和检测方法
- GB 50057
- JTG/T 3602 公路工程施工环境保护技术规范
- JTG C20 公路工程地质勘察规范
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范
- JTG H30 公路养护安全作业规程
- JT/T 817 公路机电系统设备通用技术规范
- JT/T 1504.1 公路基础设施长期性能科学观测网 第1部分：建设规范
- GA/T 484 LED 道路交通诱导可变信息标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路网智能感知设施 intelligent sensing facilities for highway networks
部署于公路沿线和沿线设施，用于感知公路状态的智能设施。

3.2

公路结构状态感知设施 Road Structure Condition Monitoring Facilities
部署于桥梁、隧道、长大边坡、沿线结构物等位置，用于感知公路结构和沿线结构物的健康状态、运行状态的智能设施。

3.3

公路运行状态感知设施 Road Traffic Operation Monitoring Facilities

部署于公路沿线，特别是重要交叉路口、主要城镇出入口、城镇路段与路网衔接路段等重点路段，用于感知公路运行状态的智能设施，包括交通流量、图像、事件和货运车辆等运行状态。

3.4

公路气象环境状况感知设施 Road Weather and Environment Monitoring Facilities

部署于公路沿线，特别是长大坡、急弯、陡坡、易水毁、易滑坡、临崖、团雾等特殊路段，用于感知路面气象灾害等状态的智能设施。

3.5

公路增强感知设施 Road Enhanced Supplementary Monitoring Facilities

部署于公路沿线设施内或出入口，基于物联网等技术用于感知养护工区、服务区、停车区、应急救援机构等公路网沿线设施运行状态的智能设施；基于高精度定位技术、结构形变监测技术部署于公路沿线设施、车辆等位置，用于感知路面质量和状态的智能设施，包括感知路面、标志标线等养护状态和车辆、人员状态，以及道路限界、匝道（互通）、急弯、重要边坡、易拥堵路段、易事故路段、易灾害路段、易落石路段状态并可提供警示或提示信息的智能设施。

3.6

公路动态服务设施 Road Intelligent Dynamic Service Facilities

部署于公路路中或路侧，通过可变情报板、广播等提供动态信息服务的智能设施。

3.7

感知配套设施 Ancillary Sensing Facilities

用于支持公路结构物状态、运行状态、气象环境状况等感知以及管理服务设施的配套设施，包括汇聚、传输、供配电、防雷以及机柜、杆件、编码和铭牌等。

4 一般规定

4.1 设施分类

4.1.1 公路网智能感知设施应包括公路结构状态感知设施、公路运行状态感知设施、公路气象环境状况感知设施、公路增强感知设施、公路动态服务设施、感知配套设施等 6 类，具体分类见附录 A。

4.1.2 公路结构状态感知设施应包括桥梁状态感知、隧道状态感知、边坡结构状态感知、沿线结构物状态感知、公路基础设施性能观测 5 小类。

4.1.3 公路运行状态感知设施应包括交通流量感知、典型路段运行状态感知（含急弯、落石、山区、沙漠、大流量、事故多发、超限超载）、重要交叉路口运行状态感知（含国道省道重要交叉路口、省界、市界、与高速公路、农村道路的衔接路段、与城市道路的衔接路段）、沿线设施运行状态感知（含养护工区、服务区、停车区、沿线旅游区）4 小类。

4.1.4 公路气象环境状况感知设施应包括典型路段气象环境状况感知（易受灾、易水毁、易结冰、易积雪、易滑坡）、沿线环境状况感知（雨、雾、冰、雪、沙）2 小类。

4.1.5 公路增强感知设施应包括沿线设施要素感知（养护工区、服务/停车区、应急保障机构等）、养护感知（路面、标志标线）、要素感知（车辆运行、驾乘人员）、应急感知（限界、匝道互通、急弯、重要边坡、易拥堵事故灾害落石路段）4 小类。

4.1.6 公路动态服务设施应包括路侧服务设施（可变情报板、有线广播）1 小类。

4.1.7 感知配套设施应包括汇聚、传输、供配电、防雷和辅助设施 5 小类。辅助设施包括：机箱、隔

离、标识等。

4.2 总体功能

4.2.1 通过公路网智能感知设施建设形成国省干线公路的结构物、运行状态、气象环境、管理服务等全方位感知体系，支持公路网重要结构、交通流量与事件、气象环境与管理服务等全数字采集体系的建立。

4.2.2 公路结构状态感知设施建设的同时，应配合布设对应的公路动态服务设施。

4.2.3 公路运行状态感知设施、公路气象环境状况感知设施、公路增强感知设施等宜与公路动态服务设施联合使用。

4.2.4 公路网智能感知设施的全生命周期管理宜通过感知配套设施的建设支撑汇聚、传输、供配电、防雷、辅助设施等实现。

4.2.5 公路网智能感知设施宜利用云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等信息技术，结合公路的实际特点和需求，按照行业管理要求，接入宁夏公路网运行监测系统并逐步完善。

4.2.6 公路网智能感知设施应具备智能化维护功能。

4.3 布局原则

4.3.1 公路网智能感知设施的布局应遵循“需求引领、规划统筹；安全保畅、服务完备；数字前瞻、绿色优先”的原则。

4.3.2 “需求引领、统筹规划”对应的需求是公路网智能感知设施布局与设置的前提，统筹且做好规划是布局与设置的基本原则，应分析和考虑路段重要性、交通负荷、既有设施基础等内容，旨在保障感知设施合理分布、避免冲突、避免重复。

4.3.3 “安全保畅、服务完备”是公路网智能感知设施建设与管理业务的明确化，安全、保畅是交通运输的基本要求，应分析和考虑灾害风险、结构复杂性等内容，与服务完备共同形成业务体系，旨在推进感知设施作用和效益最大化。

4.3.4 “数字前瞻、绿色优先”是公路网智能感知设施布局与设置的必要条件，保持数字化、绿色化形势发展的必然要求，是保持公路网智能感知设施建设可持续发展的基本要求，应综合分析和考虑设施设备节能，旨在推动感知设施建设与运维的数字化、绿色化和适当的前瞻性。

4.3.5 公路网智能感知设施的布局应符合道路的特征功能定位，如旅游公路的旅游和景观功能、战备公路的战备和应急功能等。

4.3.6 公路网智能感知设施应根据具体需求，结合强升级、强智能以及两者相结合的技术路线布局。

4.3.7 公路网智能感知设施的布局应对应行业标准《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)和《公路养护安全作业规程》(JTG H30)等要求，具体安装应遵循设施共享、多杆合一原则，宜优先利用现有杆件、龙门架等共杆安装。

5 公路结构状态感知设施建设要求

5.1 桥梁状态感知设施

5.1.1 布设要求

5.1.1.1 以下桥梁应设置桥梁状态感知设施，包括：

- 新建和在役的黄河大桥、特大桥（含单孔跨径不小于 150m 的梁式结构桥梁）等重要桥梁；
- 新建的特殊结构桥梁，包括单孔跨径不小于 100m 的拱桥、缆索承重桥梁（斜拉桥、悬索桥）。

5.1.1.2 以下桥梁宜设置桥梁状态感知设施，包括：

- 新建长度不低于 100m、且单孔跨径不低于 80m 的桥梁；
- 新建和在役的易结冰积雪、易水毁路段的桥梁；
- 新建和在役的大交通流量、重载交通等重要桥梁；
- 在役的跨断裂带桥梁、高墩桥梁、老旧桥梁、危桥等其他桥梁。

5.1.1.3 其他桥梁的状态感知设施宜结合该桥梁的结构形式、跨径、规模、重要性、风险等级等布设。

5.1.1.4 桥梁状态感知设施的布设应满足桥梁状态监测的需求，且应遵循高集成、轻量化、经济性、可维护性的布设原则。

5.1.1.5 桥梁状态感知设施的布设范围应包括荷载与环境监测点、结构整体和局部监测点、桥梁典型病害点、桥梁典型风险点等。

5.1.2 技术要求

5.1.2.1 桥梁状态感知设施的感知范围应根据结构形式、规模、重要性等确定，宜包括桥梁结构状态、桥面状态、桥梁交通量与环境等。

5.1.2.2 桥梁状态感知设施的感知范围应包括桥梁全线、上下桥过渡段。

5.1.2.3 桥梁状态感知设施包括监测传感器、采集与传输设备、存储与处理设备、桥梁监测软件等。

- 监测传感器宜分为结构类、路面类、运行类、环境类，具体的选择应满足功能、量程、分辨率、灵敏度、寿命的要求，且应能保证监测数据的安全、结构化、共享性。
- 采集与传输设备应实现不同类型传感器的信息汇聚与无障碍传输，宜包括数据采集模式、触发阈值、频次和采样频率的设定。
- 存储与处理设备应具备标准化读取、存储接口，应具备采样频率、使用环境、监测阈值等的设置和调整功能。
- 桥梁监测软件应具备结构与桥梁路面质量的定期评估和结构、路面、交通量、环境的异常警示功能。

5.1.2.4 桥梁状态感知设施的传感器应集中在重点监测的范围和断面，且不应影响桥梁结构安全，采集与传输设备宜布设在桥梁沿线。

5.1.2.5 桥梁状态感知设施的使用前应校准，且使用中应定期校准。

5.1.2.6 新建桥梁的状态感知设施应与桥梁主体同步设计、同步施工、同步验收。

5.1.3 安装要求

5.1.3.1 不同类型传感器的安装方式应与监测需求一致，安装牢固、避免干扰，且连接正确。

- 5.1.3.2 采集与传输设备应结合桥梁的结构、传感器的类型确定安装方式，且不影响桥梁结构安全。
- 5.1.3.3 重要桥梁的存储与处理设备、桥梁监测软件应安装于桥梁状态汇聚机箱内。
- 5.1.3.4 桥梁状态汇聚机箱包括普通机箱和智能机箱两类，普通机箱应具备防雨、防尘、通风散热、防老化、防雷击、防电磁干扰等功能，智能机箱还应具备设备状态、状态评估功能。
- 5.1.3.5 桥梁状态感知设施的安装，涉及高空作业的应配备相应的安全设施，如防坠落装置、警示标志等。
- 5.2 隧道状态感知设施
- 5.2.1 布设要求
- 5.2.1.1 以下隧道应设置隧道状态感知设施，包括：
- 新建和在役的特长隧道、长隧道、中隧道；
 - 全长小于 500m，且渗水、滑坡、翻浆等需要重点监测的新建隧道。
- 5.2.1.2 以下隧道宜设置隧道状态感知设施，包括：
- 全长小于 500m，且渗水、滑坡、翻浆等需要重点监测的在役隧道；
 - 新建和在役的交通流量大、重载货车多、危化品车辆密集的其他隧道。
- 5.2.1.3 隧道状态感知设施的布设应根据隧道结构构造、地质条件、环境、规模、重要性等确定，且应遵循高集成、轻量化、经济性的原则。
- 5.2.2 技术要求
- 5.2.2.1 隧道状态感知设施的监测范围应包括隧道全线以及出入口 50m 处。
- 5.2.2.2 隧道状态感知设施的传感器宜集中在隧道出入口、重点监测的范围和断面，采集与传输设备宜布设在隧道沿线，均不能影响主体安全。
- 5.2.2.3 隧道状态感知设施的感知范围应根据隧道结构构造、规模、重要性等确定，宜包括隧道结构状态、路面状态、交通量与环境等。
- 5.2.2.4 隧道状态感知设施包括监测传感器、采集与传输设备、存储与处理设备、隧道监测软件等。
- 监测传感器宜分为结构类、路面类、运行类、环境类，具体的选择应满足功能、量程、分辨率、灵敏度、寿命的要求，且应能保证监测数据的安全、结构化、共享性。
 - 采集与传输设备应实现不同类型传感器的信息汇聚与无障碍传输，宜包括数据采集模式、触发阈值、频次和采样频率的设定。
 - 存储与处理设备应具备标准化读取、存储接口，应具备采样频率、使用环境、监测阈值等的设置和调整功能。
 - 隧道监测软件应具备结构与路面质量的定期评估和结构、路面、交通量、环境的异常警示功能。
- 5.2.2.5 特长隧道宜布设三维激光断面扫描的控制标靶。
- 5.2.2.6 隧道施工应支撑通风、照明和有害气体的监测，涉及高空作业的应配备相应的安全设施，如防坠落装置、警示标志等。

5.2.2.7 隧道状态感知设施的使用前应校准，且使用中应定期校准。

5.2.2.8 新建隧道的状态感知设施应与隧道主体同步设计、同步施工、同步验收。

5.2.3 安装要求

5.2.3.1 传感器应根据不同类型的安装要求确定安装方式，安装牢固、避免干扰、连接正确。

5.2.3.2 采集与传输设备应结合隧道的结构、传感器的类型确定安装方式，且不应影响隧道结构安全。

5.2.3.3 重点隧道的存储与处理设备、隧道监测软件应安装于隧道状态汇聚机箱内。

5.2.3.4 隧道状态汇聚机箱包括普通机箱和智能机箱两类，普通机箱应具备防尘、通风散热、防水、防老化、防雷击、防电磁干扰等功能，智能机箱还应具备设备状态、状态评估功能。

5.3 边坡结构状态感知设施

5.3.1 布设要求

5.3.1.1 边坡结构状态感知设施应根据边坡的具体形式、范围、变化情况等合理布设。

5.3.1.2 公路边坡可分为土质边坡、岩土混合边坡、岩质边坡等，边坡结构状态感知设施应部署的路段包括：

——公路工程土质边坡大于 20m，岩质边坡大于 30m 的边坡；

——路堤边坡，且岩质边坡高于 15m 的重要边坡；

——崩塌（落石）的岩质边坡；

——陡坡、急坡路段；

——重要隧道口边坡和服务区边坡；

——不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡和路堤；

——雨季施工的隧道洞口、不良地质和特殊岩石的洞口；

——雨季施工不良地质和特殊岩石的路基边坡。

5.3.1.3 边坡结构状态感知设施宜部署的路段包括：

——易出现滑坡、坍塌、塌陷、碎屑流的其他边坡。

5.3.1.4 边坡结构状态感知设施可按照施工安全监测、防治效果监测和运营期长期监测等需要有选择的布设。

5.3.2 技术要求

5.3.2.1 边坡结构状态感知设施的监测范围应包括边坡结构监测和稳固设备、边坡所处路段监测设备等，且各类设备应协同设置。

5.3.2.2 边坡结构监测设备包括监测传感器、采集与传输设备、存储与处理设备。

5.3.2.3 监测传感器的选型应根据结构形式、结构特点、重要性等确定，宜包括边坡结构状态、环境状态等。

5.3.2.4 监测传感器的类型宜包括地表变形、深部位移、裂缝、结构物应力、雨量等，且宜结合视频设备协同布设。

- 5.3.2.5 边坡结构监测设备宜结合孔径雷达干涉和北斗卫星等技术实现。
- 5.3.2.6 边坡位移监测的精度应不低于 5mm（监测范围 15m 内）；滑坡位移速率的预测精度应不低于 10mm/d。
- 5.3.2.7 边坡位移监测设备应覆盖易滑坡的全路段，宜具备警示提醒功能。
- 5.3.2.8 湿陷性黄土路段的边坡结构监测应包括水平位移监测设备、垂直沉降设备，严重湿陷路段路段宜包括分层沉降监测设备、土质张拉裂缝监测设备。
- 5.3.3 安装要求
- 5.3.3.1 边坡结构状态感知设施的安装应根据区域地质背景、地形地貌、岩性和岩土性质、地质构造、地质灾害及不良地质变化情况确定。
- 5.3.3.2 边坡结构状态感知设施的安装应依据地质勘察报告，地质勘察报告的编制应满足行业标准 JTG C20 的规定。
- 5.3.3.3 监测传感器应根据不同类型的安装要求确定安装方式，安装牢固、避免干扰、连接正确，宜使用视频、激光等易数字化的远程监测设施。
- 5.3.3.4 采集与传输设备应结合边坡的结构、传感器的类型确定安装方式。
- 5.3.3.5 存储与处理设备应安装于边坡结构状态感知机箱，机箱防雨、防尘、通风散热、防老化、防雷击、防电磁干扰之外，宜具备传感器、采集与传输设备状态感知、状态评估功能。
- 5.4 沿线结构物状态感知设施
- 5.4.1 布设要求
- 5.4.1.1 沿线结构物应包括特殊构造物（连续多跨桥、山区道路、临崖路、沙漠防护路等）、重要建筑物（停车区、服务区、养护站、渡口等）、重要涵洞（易沉降路段、易发洪水路段、重载货车多路段的涵洞）等重要结构。
- 5.4.1.2 特殊构造物的状态感知设施应设尽设，重要建筑物、重要涵洞等状态感知设施宜结合道路现状、需求设置。
- 5.4.2 技术要求
- 5.4.2.1 沿线结构物状态感知施的感知范围应根据地质地形条件、重要结构的形式特点、周边环境、重要性等确定。
- 5.4.2.2 沿线结构物状态感知施应包括监测传感器、采集与传输设备。
- 5.4.2.3 沿线结构物状态感知施宜包括动态称重检测设施和超限激光感知设施等，宜具备电磁干扰、温度漂移补偿等功能。
- 5.4.3 安装要求
- 5.4.3.1 监测传感器应根据不同类型的安装要求确定安装方式，安装牢固、避免干扰、连接正确，宜使用压电、振动、视频、雷达等易数字化的远程监测设施。
- 5.4.3.2 采集与传输设备的安装方式应结合结构形式、传感器类型确定。

5.4.3.3 监测传感器的安装可分为施工期、运营期两种，施工期的安装宜考虑临时工程、预留预埋等。

5.4.3.4 沿线结构物状态感知设施安装前应校准和测试，测试内容包括精度、高低温和防护等级等。

5.5 公路基础设施性能观测

5.5.1 公路基础设施长期性能科学观测点的建设应符合行业标准 JT/T1504.1 的规定。

5.5.2 湿陷性黄土路段地基根据黄土层的厚度、地基处理方式、道路的走向和位置选择沉降监测点，除沉降监测设备外，宜使用 SAR、北斗等观测技术。

5.5.3 路面感知应包括固定观测、移动观测等手段，两者宜因地制宜、专项布设。

5.5.4 宜布设于重载交通监测的典型路面结构应力监测传感器，包括拉应力、剪应力和回弹模量的观测。

6 公路运行状态感知设施建设要求

6.1 交通流量感知设施

6.1.1 布设要求

6.1.1.1 交通流量感知设施布设应实现公路网普通国省干线公路的流量感知等目标，重点是国道、省道及其衔接路段。

6.1.1.2 交通流量感知设施应包括交通量调查站、轴载调查站、视频监测设备或多功能交通调查站。

6.1.1.3 交通流量感知设施的设置应涵盖流量大、重载车辆多、交叉路口密集、城镇密集路段、重要旅游区路段、重点物流园区路段和普通国省干线公路的衔接路段，衔接路段包括与高速公路、其他国省干线公路、快速路、重要县道、重要农村公路的衔接以及省界、市界、县界等衔接。

6.1.1.4 交通流量感知设施的布设应与已建设的交通量调查站、轴载调查站和视频监测设备协同，避免重复。

6.1.2 技术要求

6.1.2.1 普通国省干线公路的交通量感知设备应依据普通国省道多功能交通调查站规划布设。

6.1.2.2 每条普通国省干线应至少设置 1 处包含轴载监测的多功能交通调查站，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。

6.1.2.3 包含轴载监测的多功能交通调查站应在重载车辆相对集中的路段设置，且应避免自治区超限超载检测站、非现场执法监测站的建设重复。

6.1.2.4 独立设置的视频监测设备应获得实时图像、视频流为目标，且应符合国家标准 GB/T 28059 的规定，宜实时获取交通事件的相关信息。

6.1.2.5 普通国省干线公路的视频监测设备宜设置于流量易变化、视线良好、气象条件不复杂的路段，平均监测范围应不低于 5 公里。

6.1.2.6 各市的每条普通国省干线公路应至少设置 1 处视频监测设备，重要桥梁、隧道、边坡、沿线结构物等宜设置视频监测设备。

6.1.2.7 视频监控设备的信息宜传输至分中心存储。

6.1.3 安装要求

6.1.3.1 交通量调查站和轴载调查站（或多功能交通调查站）的安装应根据设备原理、类型的不同而不同，其安装要求应符合交通运输部相关规定。

6.2 典型路段运行状态感知设施

6.2.1 布设要求

6.2.1.1 典型路段运行状态感知设施应涵盖道路急弯、落石、山区等典型道路特征路段和大流量、事故多发、重载车多、超限超载易发生等典型交通流量特征路段。

6.2.1.2 在典型道路特征路段的布设以及时发现事件、提供警示为目标，包括：

- 易发生水毁、滑坡、塌方、落石等自然灾害或地质灾害路段；
- 桥梁，易发生积水的低洼路段或下穿公路、铁路的低洼路段；
- 连续下坡、陡坡、弯坡、临水临崖、急弯、连续弯道、路基宽度发生变化、宽路窄桥等视距受限、视线不良路段；
- 沙漠公路、沿山公路等道路特征易发生重大变化的路段。

6.2.1.3 在典型交通流量特征路段的布设以及时发现事故为目标，包括：

- 流量较大、易拥堵、潮汐流量明显路段；
- 恶劣气象条件频发、事故多发路段；
- 穿越重点景区、学校、集镇、村庄路段；
- 客运停靠站、停车区、服务区、观景台等沿线路段；
- 与高速公路、其他普通国省干线公路、重要农村公路、城市快速路的衔接路段等。

6.2.2 技术要求

6.2.2.1 典型路段运行状态感知设施用于对公路沿线的交通运行状况、交通异常事件的实时图像监测、事件图片的自动获取。

6.2.2.2 典型路段运行状态感知设施围绕安全、保畅需求的应设尽设，解决服务质量需求的应结合供电、传输的稳定性设置。

6.2.2.3 典型路段运行状态感知设施的设置应按其范围和角度合理设置。

6.2.2.4 典型路段运行状态感知设施的智能处理功能，应包括：

- 车流量、拥堵等智能识别；
- 急弯来车警示等提示、警示；
- 逆行、非法停车、事故、烟雾等交通事件的智能识别；
- 施工、路障、行人等智能识别。

6.2.2.5 典型路段运行状态感知设施的智能处理功能，宜包括：

- 限界智能识别；
- 车辆轨迹等智能识别；

——道路裂痕变化、道路积水等智能识别。

- 6.2.2.6 典型道路特征路段的典型路段运行状态感知设施应至少布设在特征变化的首末段。
- 6.2.2.7 典型交通流量特征路段应至少布设 1 处典型路段运行状态感知设施。
- 6.2.2.8 运行状态感知设施宜采用视频、雷达和雷视一体融合等设备为主，快速检测终端、无人机等为辅的非接触式检测设备。
- 6.2.2.9 典型道路特征的视频感知设施应根据道路特点布设，交通流量大路段视频感知设施应至少 1000m 设置 1 处，视距不良区域宜加密设置。
- 6.2.2.10 典型道路特征的雷达感知设施应根据道路特点布设；典型交通流量特征的雷达感知设施应根据其感知范围布设，宜 500m 设置 1 处。
- 6.2.2.11 典型道路特征的视频感知设施应具备交通事件、抛洒物、拥堵、逆行、非法停车等自动检测功能。
- 6.2.2.12 户外环境光照度不小于 2000lx，能见度情况良好的情况下，典型道路特征的视频感知设施的自动检测功能应在码率高于 128kbps、分辨率 352x288 的条件下或在码率高于 1Mbps、分辨率 704 x576 的条件下，涵盖 200m 内，宜支持不低于 40 倍光学变焦。
- 6.2.2.13 视频传输的低码流应不低于 32kbps、高码流应高于 1Mbps；相关帧率为 15~25fps，且丢帧率应不高于 20%；Gop 值宜为 30~50 个。
- 6.2.2.14 视频感知设施宜对自身出现的雪花、滚屏、模糊、偏色、增益失衡、云台失控、画面冻结等故障自动判断和上报。
- 6.2.3 安装要求
- 6.2.3.1 典型路段运行状态感知设施的安装杆件应尽可能利用现有杆件。
- 6.2.3.2 视频感知设施的安装高度宜在 8m，并根据道路宽度、路口遮挡等情况选择观察角度最大的位置。
- 6.2.3.3 若单一设备无法满足监测需求，应合理增加监测点数量或设备。
- 6.2.3.4 典型路段运行状态感知设施的安装角度应涵盖各点位需求的监测范围。
- 6.2.3.5 典型路段运行状态感知设施应根据易发生事件的区域大小进行点位布设。
- 6.3 重要交叉路口运行状态感知设施
- 6.3.1 布设要求
- 6.3.1.1 重要交叉路口运行状态感知设施的布局应涵盖普通国省干线公路与高速公路、普通国省干线公路、城市道路的交叉路口以及车流量大、易出现拥堵、设置有红绿灯的平交路口。
- 6.3.2 技术要求
- 6.3.2.1 重要交叉路口运行状态感知设施用于重要交叉路口的通行安全。
- 6.3.2.2 重要交叉路口运行状态感知设施的范围应包括公路的车辆、行人监测。

6.3.2.3 重要交叉路口运行状态感知设施应包括信息采集设备、警示设备。

6.3.3 安装要求

6.3.3.1 重要交叉路口运行状态感知设施的安装应结合路口的实际情况、取电位置、通信节点布设位置确定。

6.3.3.2 重要交叉路口运行状态感知设施的信息采集设备安装高度应不低于 6m。

6.3.3.3 重要交叉路口运行状态感知设施的警示设备应以白光、黄光为主，且应与红绿灯不冲突、不重复。

6.4 沿线设施运行状态感知设施

6.4.1 布设要求

6.4.1.1 养护工区、停车区、服务区、沿线旅游区等宜设置沿线设施运行状态感知设施。

6.4.2 技术要求

6.4.2.1 沿线设施运行状态感知设施以感知沿线设施内部车辆行驶、停止情况为目标。

6.4.2.2 沿线设施运行状态感知设施应以视频为主要方式，兼顾供电、传输的便利性、稳定性。

6.4.3 安装要求

6.4.3.1 沿线设施运行状态感知设施的安装应根据设施的范围、大小确定，视频监测设备的安装杆件高度一般 12m。

7 公路气象环境状况感知设施监测要求

7.1 典型路段气象感知设施

7.1.1 布设要求

7.1.1.1 典型路段气象感知设施的布设应考虑典型需求，包括：

——典型路段运行状态感知设施的布设应涵盖大风、大雨、大雾、冰雪、沙尘暴等恶劣天气易发的路段。

——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。

7.1.2 技术要求

7.1.2.1 根据路段特征，应对应风、雨、雾、冰、雪、沙的典型需求选择典型路段气象感知设施相应的感知参数。

7.1.2.2 存在多种恶劣气象的普通国省干线公路，应同时监测多种对应的环境参数。

7.1.3 安装要求

7.1.3.1 典型路段气象感知设施的安装应符合传感器的感知范围和要求。

7.2 沿线环境感知设施

7.2.1 布设与技术要求

7.2.1.1 沿线环境感知设施宜布设在重载货车、扬尘、沙尘等大气环境易影响路段和野生动物穿越区、遗迹古迹等自然人文控制区路段。

7.2.1.2 沿线环境感知设施感知要素的范围宜包括结冰、雾、废气、噪音等。

7.2.1.3 沿线环境感知设施宜采用摄像机、激光雷达、北斗地基增强系统等新技术。

7.2.1.4 施工期的沿线环境感知设施宜参考行业标准 JTG/T3602 建设。

7.2.2 安装要求

7.2.2.1 沿线环境感知设施的安装位置与高度应根据采集的要素确定。

8 公路增强感知设施建设要求

8.1 沿线设施要素感知设备

8.1.1 布设要求

8.1.1.1 沿线设施包括养护工区、服务/停车区、应急保障机构等。

8.1.1.2 沿线设施要素感知设备的范围应涵盖养护工区的所辖路域、服务/停车区的容量和范围、应急保障机构的内容和现状等。

8.1.2 技术要求

8.1.2.1 在交通“一张图”上，相邻养护工区与所辖路域应明显区分。

8.1.2.2 服务/停车区的容量和范围宜与服务区、停车区的 BIM 模型匹配。

8.1.2.3 应急保障机构宜与公路管理中心的应急保障体系相对应，宜实现内容、设备、数量、功能等的数字化。

8.1.2.4 养护工区、服务/停车区、应急保障机构应集成至交通“一张图”。

8.2 养护信息感知设施

8.2.1 布设要求

8.2.1.1 养护信息感知设施的布设方式应包括车载式、手持式、机载式，且宜使用三维探地雷达等新技术。

8.2.1.2 车载式养护信息感知设施宜采用边缘计算或路侧计算设施等手段，且宜优先使用现有的全息影像路况检测车。

8.2.1.3 手持式养护信息感知设施宜采用现场存储、后台分析的手段。

8.2.1.4 机载式养护信息感知设施宜采用视频结合卫星定位的手段。

8.2.2 技术要求

- 8.2.2.1 车载式的养护信息感知设施适用于规模化养护信息感知。
- 8.2.2.2 手持式养护信息感知设施适用于局部现场实时的养护信息感知。
- 8.2.2.3 机载式养护信息感知适用于人工难以达到的桥梁部位或需要连续大面积检测或需要定期观测的部位。
- 8.2.2.4 养护人员、资源、应急资源等相关信息应包括汇聚至养护工区或应急保障站的设备、物资状态、数量等，便于在分中心汇聚。
- 8.2.2.5 三维探地雷达应每两年进行一次检验和校准。
- 8.3 要素信息感知设施
 - 8.3.1 布设要求
 - 8.3.1.1 要素信息感知设施的布设应与结构状态、运行状态、气象环境状态、其他增强感知设施协同，不重复，避免浪费。
 - 8.3.1.2 要素信息感知设施宜包括路侧智能设施、路侧计算设施、路侧北斗增强感知终端和感知服务融合设施等，宜采用路侧杆件部署或无人机、机器人、车载式、手持式等方式。
 - 8.3.1.3 路侧智能设施、路侧边缘计算设施宜布设于交通流量大、事故易发、行车条件复杂的路段，并对应实现路侧设施的智能分析与增强应用功能。
 - 8.3.1.4 路侧北斗增强感知终端宜布设于对于车辆定位需求较大的路段，特别是两客一危等重点车辆密集的路段。
 - 8.3.1.5 感知服务融合设施宜包括弯道警示、坡道警示、落石警示等感知与服务一体化的设施，宜结合道路的结构形式布置。
 - 8.3.2 技术要求
 - 8.3.2.1 要素信息感知设施的布设应结合需求、发展趋势确定。
 - 8.3.2.2 路侧边缘设施宜布设于交通流量大、事故易发、行车条件复杂的路段。
 - 8.3.2.3 路侧北斗增强感知终端宜布设于对于车辆定位需求较大的路段，特别是两客一危等重点车辆密集的路段。
 - 8.3.2.4 感知服务融合设施宜包括弯道警示、坡道警示、落石警示、消冰融雪等感知与服务一体化的设施，宜结合道路的结构形式布置。
- 8.4 应急信息感知设施
 - 8.4.1 布设要求
 - 8.4.1.1 应急信息感知设施的布设目标应包括提升公路网的安全、应急水平。
 - 8.4.1.2 应急信息感知设施的布设旨在实现运行状态感知设施、气象环境状况感知设施、增强感知设施等的协同。

8.4.1.3 应急信息感知设施的布设与运行状态感知、气象环境状况感知、增强感知设施同址，且共杆共电共用传输链路。

8.4.2 技术要求

8.4.2.1 应急信息感知设施包括感知模块、传输与处理模块、发布模块等。

8.4.2.2 传输与处理模块宜采用边缘计算、人工智能等方法。

8.4.2.3 应急信息感知设施的运行应与公路网运行监测系统同步，且传输链路应保持畅通。

9 公路动态服务设施建设要求

9.1 布设要求

9.1.1 公路动态服务设施的布设应包括：

- 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的上游分流节点；
- 易发生积、滞水的低洼路段的上游分流节点；
- 进入高速公路匝道的上游分流节点前的路段；
- 桥梁、隧道等应急场景相关路段；
- 自治区边界及地级市出入口的路段。

9.1.2 动态服务设施的布设宜包括：

- 沿线设施主要出入、与高速公路衔接路段等。

9.1.3 公路动态服务设施应与其控制设备同步布设，可变情报板应布设显示控制器等；有线广播设施应布设对应的主控设备、音源设备、功放控制器等；且应对应布设发布信息的公钥加密与解密设备。

9.2 技术要求

9.2.1 公路动态服务设施应向驾驶者提供交通、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。

9.2.2 公路动态服务设施主要指的是可变情报板、有线广播等。

9.2.3 可变情报板控制器检测到的所有故障直接传输至公路网运行监测系统，每 1min 与公路网运行监测系统通信，连续中断 20min 则停止供电、关闭显示信息。

9.2.4 1 块可变情报板宜使用主、辅 2 套显示控制板卡，且互为备份，防止显示不完整。

9.2.5 有线广播宜选用 IP 网络远程控制方式，且应具备支持自动扫频功能的接受器。

9.3 安装要求

9.3.1 公路动态服务设施的安装应在供电条件良好的区域，并设置对应的安全防护设备。

9.3.2 市界的动态服务设施宜双向发布，共用杆件、供电。

9.3.3 省界的公路动态服务设施宜从相应邻省获得出行信息。

10 感知配套设施建设要求

10.1 汇聚设施

10.1.1 技术要求

10.1.1.1 智能感知设施的汇聚宜包括终端接入设施、现地汇聚设施、分中心汇聚设施，根据设施的数量确定具体的带宽。

10.1.1.2 公路运行状态感知设施、公路增强感知设施的终端接入设施应不低于 100M bps，宜 100M/1000M bps 自适应。公路动态服务设施的现地汇聚设施应为 100M/1000M bps 自适应，且双工。

10.1.1.3 分中心汇聚设施应根据所在区域的智能感知设施数量、接入的通道数和存储容量综合确定，且应满足并发连接数和转发容量、转发速率的要求。

10.1.1.4 终端接入设施应满足对应智能感知设施的带宽要求。

10.1.1.5 现地汇聚设施应满足和转发速率要求。

10.1.2 安装要求

10.1.2.1 公路结构状态感知设施、公路气象环境状况感知设施的接入宜选择具备物联网功能的汇聚设施。

10.1.2.2 终端接入设施、现地汇聚设施的安装应在对应智能感知设施附着杆件上的机柜或落地的机柜内中，且应具备与传输设施连接的功能。

10.1.2.3 新增的分中心汇聚设施宜部署在分中心机房，与现有设施共网。

10.2 传输设施

10.2.1 技术要求

10.2.1.1 智能感知设施的传输路由应按照从外场设施到各市的公路管理分中心布设，之后再通过政务云汇聚。

10.2.1.2 智能感知设施信息传输链路应优先选用运营商互联网专线，在无接入条件时应采用无线传输方式。

10.2.1.3 考虑到全区网络覆盖的不均匀性，宜在交通流量大、灾害易发生路段、事故易发生路段等，如山区等关键节点加密设置网络设施。

10.2.1.4 关键监测点的传输设施，应包括交通运行监测设备、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数据的传输，且应接入公路网智能感知物联网模块。

10.2.1.5 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。

10.2.1.6 传输设施应保持安全措施，包括：数据传输协议具备数据校验功能、采用标准化时间戳、交互认证方式、加密传输、防伪基站攻击等。

10.2.2 安装要求

10.2.2.1 传输设施的传输宜租用运营商的链路，且宜传输带宽应不低于 10M bps。

10.2.2.2 公路结构状态感知设施的终端接入带宽宜不低于 2M bps、现地汇聚带宽宜不低于 20M bps。

10.2.2.3 公路运行状态感知设施的终端接入带宽宜不低于 8M bps、现地汇聚带宽宜不低于 16M bps。

10.2.2.4 公路气象环境状况感知设施的终端接入带宽宜不低于 2M bps、现地汇聚带宽宜不低于 6M bps。

10.2.2.5 公路增强感知设施的终端接入带宽宜不低于 10M bps、现地汇聚带宽宜不低于 16M bps。

10.2.2.6 公路动态服务设施的现地汇聚带宽宜不低于 10M bps，且双工。

10.3 供配电设施

10.3.1 技术要求

10.3.1.1 公路网智能感知设施应具备 220V 交流供电或直流风光新能源的直流供电方式。

10.3.1.2 供电接入点应根据各类设施供电需求预留供电输出。

10.3.1.3 宜在智能感知设施设置位置的 150m 范围内预留供电接入点。

10.3.1.4 具备新能源布设条件的供电点应优先选择太阳能供电方式，在光线受遮挡的山区路段宜选用风光互补的供电方式。

10.3.1.5 采用交流供电方式的智能感知设施宜增设远程电力控制模块。

10.3.2 安装要求

10.3.2.1 电缆敷设应贴合宁夏冻土地区工程实际，直埋敷设时应埋入冻土层以下，条件受限无法深埋时应采取防止电缆受损伤的措施。

10.3.2.2 采用太阳能电池供电方式的设备，宜满足为监测设备全天供电，连续使用阴雨天长不少于 7d，电压 DC 12V/24V，宜选择锂电池或磷酸铁锂电池作为储能设备，且宜置于具备温控和防护功能的机柜内。

10.4 防雷设施

10.4.1 技术要求

10.4.1.1 公路结构状态感知设施、增强感知设施的雷电防护应符合国家标准 GB/T 37048 中第二类防雷建筑物的规定。

10.4.1.2 公路运行状态感知设施、气象环境状况感知设施、动态服务设施等的防雷工程主要包括防雷地网、防雷带、避雷针。用于安装智能感知设施的立柱应设置避雷针，避雷针与杆体及设备做绝缘处理。

10.4.1.3 使用公共供电电源的智能感知设施均应设置过载、接地、漏电、短路、防雷保护装置，宜具备断电后来电的自动恢复功能。

10.4.1.4 智能感知设施的防雷保护可采用独立接地或联合接地，独立接地安全接地电阻不大于 4Ω ，共用接地电阻不大于 1Ω 。

10.4.1.5 汇聚设施、供配电设施的雷电防护应符合国家标准 GB/Z 41299 中 B 级的规定。

10.4.2 安装要求

10.4.2.1 设备网络线、数据线缆以及供电电缆的接口处安装防雷保护器。

10.5 辅助设施

10.5.1 机柜应采用标准化设计，配置统一供电、光纤。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。

10.5.2 公路网智能感知设施的整体防护等级应不低于 IP56。

10.5.3 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国家标准 GB/T 4208 的规定，防护等级不低于 IP56。

10.5.4 公路网智能感知设施的机柜外壳应加均印宁夏公路字样及 logo 图，宜加印有电危险、请勿靠近等警示标志。

10.5.5 公路网智能感知设施应具备基本的安全防护措施，如材质防护、隔离设施、缓冲设施、挤震设施等，在特殊路段应设置防碰撞设施，如易落石路段设置防落石网。

10.5.6 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。

10.5.7 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。

10.5.8 机柜及杆件旁设置大窨井，井径宜采用 $\Phi 600\text{mm}$ ，管道节点处设置小窨井，井径宜采用 $\Phi 300\text{mm}$ 。

10.5.9 公路网智能感知设施的安装宜考虑检测、安全、运维与应急处理等。

10.5.10 公路网智能感知设施应保持唯一身份，宜统一编码，其规则如下：

10.5.11 统一编码规则为 16 位字符，由 4 位管养单位代码、3 位分类代码、9 位自定义代码组成，见图 1。

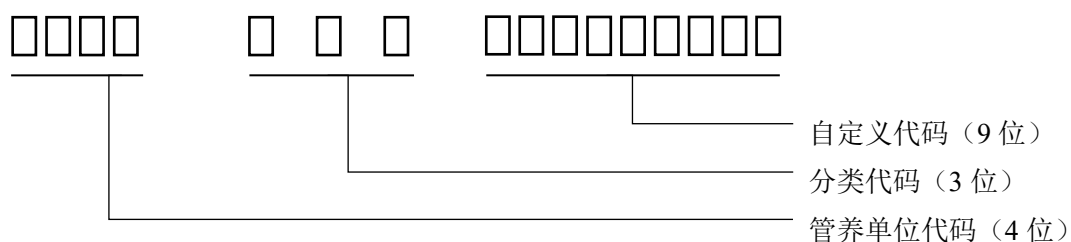


图1 统一识别代码结构

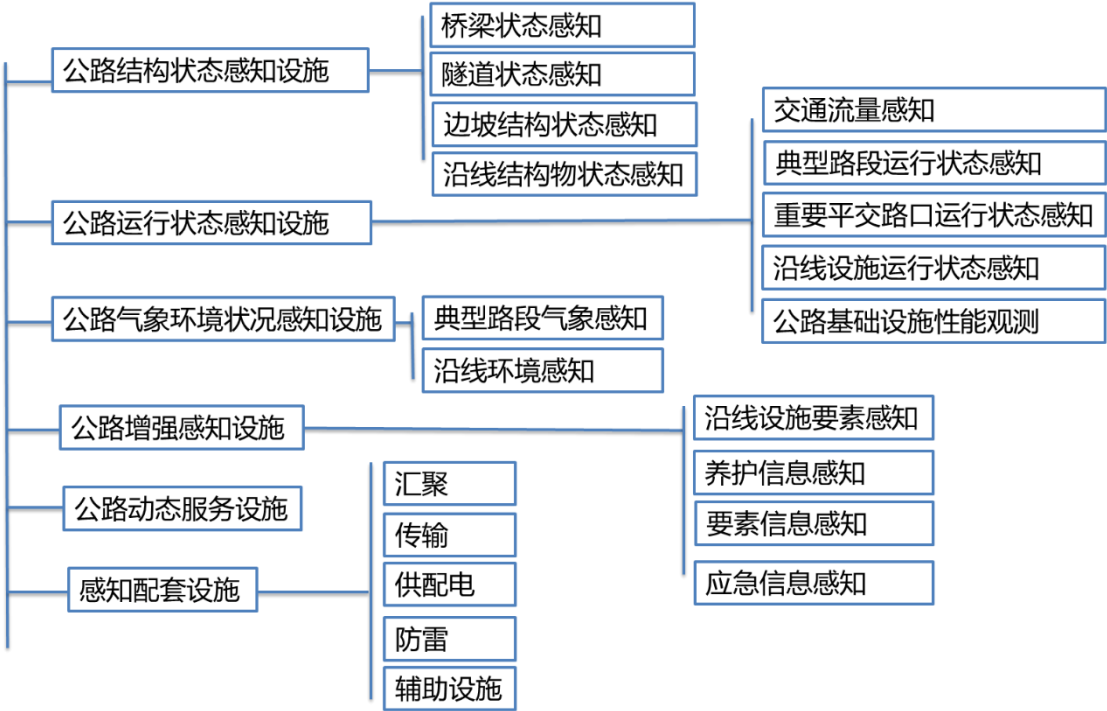
——管养单位代码为分中心与养护站代码，前两位为分中心，后两位是养护站，由分中心定义。

——分类代码应由大类代码、小类代码和设备代码组成。

——自定义代码由用户根据需求自定义。

10.5.12 结构物状态、运行状态、气象环境状况感知设施应加设铭牌，铭牌上标示统一编码。

附录 A
(资料性)
分类图



图A.1 分类图

附录 B
(资料性)
公路网智能感知设施参数示例

本附录给出示例参数，供相关单位在建设中参考。

B.1 结构物状态感知

B.1.1 桥梁状态感知设施

不同类型的桥梁状态感知的内容不同，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。

桥梁状态感知的传感器类型如表 B.1 所示。

表B.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	

B.1.2 隧道状态感知设施

应根据不同隧道的结构特点部署相应的状态感知设备，具体监测：

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、边坡沉降监测。

裂缝

——应采用振弦式裂缝计进行监测，部署于有代表性的裂缝，裂缝密集处可多布置测点。

环境温湿度

——应采用温湿度传感器，测点布置相对集中，可布置在隧道侧壁上，每个断面布置 1 个测点。

不均匀沉降

——应采用压差式变形测量传感器监测，每个断面布置 3-7 个测点，拱顶和拱腰位置。

围岩内部位移

——应采用多点位移计进行监测。

地下水位

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

围岩压力

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

初衬应力

——应采用内埋应变计监测，监测混凝土结构内部应变，每个断面布置 5 个测点，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚。

钢筋应力

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

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。

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，分别布置在拱顶、拱腰和拱脚。

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。

岩体温湿度

——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。

B.1.3 动态称重检测设施

以多功能交通调查站为主，原先部署的动态称重检测设施，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。

运行速度范围

——允许车辆通过动态检测区域的速度范围：最低运行速度 0km/h，最高运行速度 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：最低运行速度 0.5km/h，最高运行速度 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：最低运行速度 1km/h，最高运行速度 80km/h。

动态称重检测设备

- 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。

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。

其他要求

- 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。
- 动态称重设备裸露金属部件部分的防腐应符合国家标准 GB/T 18226 的规定。
- 宜具备电磁干扰、温度漂移补偿等功能。

B.1.4 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。

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。

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。

B.2 运行状态感知

B.2.1 交通量调查站（含轴载观测站）

拟为多功能交通调查站。总体应符合交通运输部文件（交通规划发[2025]8号）的要求，并应符合交通运输部多功能交通调查站的建设要求。

B.2.2 典型路段监控视频

- 400万像素，支持 2560*1440 图像；
- 1/2.8" CMOS 传感器，1/1.8" 也可；
- 最低照度：彩色：0.0005Lux @ F1.5；黑白：0.0001Lux @ F1.5；0 Lux with IR；
- 红外照射距离：200m；
- 宜支持不低于 40 倍光学变焦；
- 旋转范围：水平方向 360° 连续旋转，垂直方向 $-20^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 自动翻转 180° 后连续监视，无监视盲区；
- 网络接口：RJ45 网口，自适应 10M/100M 网络数据；
- 定时任务：预置点；巡迹；巡航；线扫；
- 支持对机动车辆监视，支持违停、逆行、变道、抛洒物、拥堵、路障、事故等监视功能；
- 宜支持陀螺仪防抖及强光抑制功能，能够在夜间清晰、稳定的还原视频画面；
- 视频压缩：H.265/H.264/MJPEG；
- 支持 120dB 超宽动态、光学透雾、强光抑制、电子防抖、Smart IR；
- 报警输入/输出：7 路报警输入；2 路报警输出；
- 防护等级：IP66，防雷、防浪涌、防突波；

- 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%；

B.2.3 重要交叉路口监控视频

- 400 万像素，支持 2560*1440 图像；
- 1/1.8” 或 1/2.8” CMOS 传感器；
- 最低照度：彩色：0.0005Lux @ F1.5；黑白：0.0001Lux @ F1.5；0 Lux with IR；
- 红外照射距离：100m；
- 旋转范围：水平方向 360° 连续旋转，垂直方向-20° ~90° 自动翻转 180° 后连续监视，无监视盲区；
- 网络接口：RJ45 网口，自适应 10M/100M 网络数据；
- 定时任务：预置点；巡迹；巡航；线扫；
- 支持对机动车辆监视，支持违停、逆行、变道、抛洒物、拥堵、路障、事故等监视功能；支持周界防范、区域入侵、穿越围栏，支持停车检测、人员聚集、人车分类报警；支持人脸检测；
- 视频压缩：H.265/H.264/MJPEG；
- 支持 120dB 超宽动态、光学透雾、强光抑制、电子防抖、Smart IR；
- 报警输入/输出：7 路报警输入；2 路报警输出；
- 防护等级：IP66，防雷、防浪涌、防突波；
- 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%；

B.2.4 沿线设施监控视频

- 至少 2 路摄像机，1 路全景，1 路细节，电动变焦摄像机均支持 25 倍光学变倍，1 路细节电动变焦摄像机支持 40 倍光学变倍，均 400 万像素，均采用 1/1.8 英寸 CMOS 传感器；
- 支持不低于，全景：2688×1520，细节：2560×1440；
- 最低照度：彩色：0.001Lux，黑白：0.0001Lux（红外灯开启）；
- 夜间补光距离：全景 1：150m；细节：150m；
- 雨刷功能：可远程开启及关闭；
- 镜头焦距：全景：5.4mm~135mm，细节：5.5mm~220mm；
- 光学变倍：全景：25 倍；细节：40 倍；
- 旋转范围：全景：水平 0° ~240° 旋转，垂直-20° ~90° ；细节：水平 360° ，垂直-20° ~90° ，自动翻转 180° 后连续监视，无监视盲区；
- 定时任务：预置点；巡迹；巡航；线扫；
- 定位功能：支持 GPS、北斗；
- 违法停车：支持多场景可巡航抓拍、违停检测及变倍抓拍，可独立巡航抓拍，抓拍半径 120m；
- 支持违法抓拍及抛洒物检测，起雾检测，违法停车、事故、行人、路障、施工检测规则；支持违法变道、压白线、主驾驶员不系安全带、非法占道、交通拥堵、车辆排队加塞、逆行、不按车道行驶等；
- 智能说明：支持卡口、交通事件检测、违停、交通数据采集；
- 透雾功能：支持电子透雾和光学透雾；
- 网络接口：1 个 RJ-45 网口，支持 100M/1000M 网络数据；

——防护等级：IP66，防雷、防浪涌和防突波保护；

B.2.5 沿线设施雷视一体设备

- 具备不小于 1 英寸 GMOS 传感器；
- 视频分辨率不低于 4096×2160；
- 网络接口：1 个 RJ-45 以太网口，支持 10/100/1000M 网络数据传输；
- 存储接口：1 个，最大支持 256GB TF 卡本地存储；
- RS-485 接口：1 个；RS-232 接口：1 个；I/O 接口：1 个；
- 温度：-40℃~+65℃；湿度：10%~90%RH（无凝结）；
- 视频参数见沿线设施监控视频；
- 目标检测：最大支持 128 个目标检测；
- 支持车牌识别、车型识别、车身颜色识别、车流量检测等功能；
- 支持交通事件检测抓拍功能：包括但不限于区域入侵、施工、路障、事故、火焰、烟雾、抛洒物、蛇形变道、连续变道、右侧超车、大车占道等违法和事件检测及抓拍；
- 支持拥堵、行人、路障、施工、抛洒物、低速、蛇行、连续变道、停车、客货分离(大车占道)等事件检测；
- 支持事故检测，碰撞事故及单车事故，并可通过设置车辆拥堵阈值来分辨拥堵与事故；
- 支持目标图形化展示，可通过不同样式图形在同一界面实时展示融合目标与无融合目标，并可分辨小型车、中型车、大型车、行人、非机动车等不同车型目标；
- 支持目标轨迹跟踪和显示，支持雷达目标跟踪，视频目标跟踪或融合目标跟踪显示；
- 宜支持自动修正功能，可自动修正雷达标定误差；
- 支持目标轨迹开启及关闭，可在监控界面显示目标的实时轨迹。

B.3 气象环境状况感知

B.3.1 能见度检测仪

- 测量范围：10m—2000m；10-3000m；10-5000m；（可扩展）；
- 测量精度：（10, 50] ±5 m、（50, 1 500] ±10%、（1 500, 5 000] ±20%；
- 分辨率：< 1m；
- 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；

B.3.2 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；
- 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。

B.4 增强感知

B.4.1 事件自动检测设备

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300m处的机动车进行检测；
- 检测器可对8车道范围内的交通目标进行检测，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、二维坐标、纵向/横向速度、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，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%；
- 可在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等；
- MTBF≥10年，7*24连续不间断工作。

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 600m 处的机动车进行检测；
- 检测器可对 8 车道范围内的交通目标进行检测，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、二维坐标、纵向/横向速度、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，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 $\geq 95\%$ ；
- 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；
- MTBF ≥ 10 年，7*24 连续不间断工作。

B.4.2 养护自动检测设备

表B.2 养护自动检测示例设备技术参数

产品组件		车载相机、车载边缘计算终端、定位模块或定位设施	
识别方式		■ 车载边端分析服务器	
支持车道数		≤ 3	
支持车速		$\leq 100\text{Km/h}$	
路面类型		■ 不分路面类型	
算法类型	路面病害	龟裂	■ 支持识别
		纵向裂缝	■ 支持识别
		横向裂缝	■ 支持识别
		块状裂缝	■ 支持识别
		坑槽	■ 支持识别
	修补	修补	■ 支持识别
	沿线设施类型识别	交通标志牌	■ 支持识别
		里程碑	■ 支持识别
		井盖	■ 支持识别
	抛洒物识别	纸箱	■ 支持识别
		石头	■ 支持识别
		木头	■ 支持识别
		轮胎	■ 支持识别

准确率	路面病害识别准确率	90%
	沿线设施准确率	90%
遗漏率		<5%

B.4.3 要素检测设备

边缘计算设备

- 支持物体识别、场景识别、图像增强功能；
- USB3.1×2、MicroSD ×1、HDMI ×1、RS-232×1、RS-485 ×1、I/O ×4、自适应 10/100/1000Mbps 网口×2 等接口；
- 内置 12GB 内存；

B.4.4 应急信息感知设备

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、路段的宏观监测可视化；实现路口、路段雷达数据的精细化分析；
- 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

B.5 动态服务

B.5.1 号角广播

- 远程号角式扬声器，宜 ABS 塑料注模成形，坚固轻便；
- 内置网络解码模块，立体声功率放大、高保真扬声器；
- 设有 1 个标准 10/100M RJ45 网络交换接口，支持局域网、广域网接入实现加密传输；
- 采用高速工业级芯片，嵌入式计算机技术及 DSP 音频处理技术，启动时间小于 1 秒数字化成品；
- 不受地理位置限制，无需增加机房管理设备；
- 网络接口：RJ45 传输速率：10/100Mbps；
- 支持协议：UDP、RTP、TCP、组播、SIP；
- 协音频格：MP3、WMA、WAV 音频模式：16 位立体声；
- 采样频率：8K-48KHz
- 输出功率：30W；频率响应：400-6KHz 灵敏度（1m, 1W）：105dB 谐波失真：≤0.1%；
- 信噪比：>70dB；

B.5.2 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国家标准 GB 5768.1-2025 中结构尺寸的要求。文字、图形均具备闪烁、移动功能，且闪烁、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；
- 静态视认距离不小于 250m，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；
- 控制器功能：显示控制板卡宜有主辅备份机制，且具备单粒 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；
- 符合国家标准 GB/T 23828 检验规定；
- 符合 ANSI/UL-94-1985 标准 V-0 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：符合行业标准 GA/T 484 规定；
- 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：

- 灯管配置：2R1G、全彩色二者择一；
- 单管参数：5mm 正圆；
- 发光角度：30°高亮；
- 颜色及工艺：可定制；
- 亮度： $\geq 8000\text{cd}/\text{m}^2$ ；
- 亮度调节：自动或手动 256 级；
- 像素密度：2500 点/ m^2 ；
- 像素分辨率：160×96；
- 工作湿度：0%-98%；
- 工作电压：AC380V/50Hz 或 AC220V/50Hz；
- 平均无故障时间： $\geq 100000\text{h}$ ；

B.6 感知配套

B.6.1 供电设施

- 设施应配置稳定可靠的供电线路，应能满足 24h 不间断供电运行要求。
- 关键元器件的选择应考虑性能、寿命等因素，如太阳能供电系统的效率要求，光伏板转换效率 $\geq 22\%$ ，储能电池循环寿命 ≥ 5000 次等。
- 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，防护措施应符合行业标准 JT/T817 的规定。
- 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。

B.6.2 机柜

- 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。
- 控制机柜均印宁夏公路标志、有电危险、请勿靠近等警示信息，形如：



图B.1 机柜外壳标志示意图

参 考 文 献

- [1] 关于推进公路数字化转型 加快智慧公路建设发展的意见
- [2] 关于支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级的通知
- [3] 交通运输信息化标准体系2019版
- [4] GB/T 18833 道路交通反光膜
- [5] GB/T 28593 沙尘暴天气预警
- [6] GB/T 37048 高速公路机电系统防雷技术规范
- [7] JTG/T 2430 公路工程施工支持自动驾驶技术指南
- [8] JTG B01 公路工程技术标准