

SZSD

数 字 山 东 工 程 标 准

SZSD02 0011—2024

普通国省道智慧公路建设技术指南

Technical guides for construction of national and provincial smart highways

2024 - 04 - 15 发布

2024 - 06 - 01 实施

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

 3.1 普通国省道智慧公路 national and provincial smart highway..... 1

 3.2 机器视觉 machine vision 2

4 缩略语 2

5 总体思路 2

 5.1 建设目标 2

 5.2 建设原则 2

 5.3 总体架构 3

 5.4 建设分级 3

6 精准感知 6

 6.1 主体及附属设施感知 6

 6.2 交通运行状态感知 7

 6.3 路域环境感知 9

7 精细管控 9

 7.1 智慧勘察设计 9

 7.2 智慧建设管理 10

 7.3 智能应急与管控 11

 7.4 智能养护运维 13

8 精心服务 14

 8.1 出行安全服务 14

 8.2 广义车路协同 16

 8.3 智慧驿站/服务区 17

9 支撑保障 17

 9.1 融合通信 17

 9.2 设施供电 18

 9.3 综合管控平台 18

 9.4 信息安全 18

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。

本文件由青岛市大数据发展管理局提出并归口。

本文件起草单位：青岛市交通科学研究院、青岛市交通运输局、山东胶东航空城投资有限公司、青岛城阳市政开发建设投资集团有限公司、青岛动车小镇投资集团有限公司、青岛市即墨区交通运输局、青岛市城阳区交通运输局、胶州市交通运输局、青岛市公路事业发展中心、青岛胶东国际机场交通服务中心、胶州市公路事业发展中心、青岛交通科技信息有限公司、华设设计集团股份有限公司、山东省交通规划设计院集团有限公司、同济大学。

本文件主要起草人：宋夫才、边慧、刁文利、刘明、宋国梁、李春亮、李慧明、潘文刚、马柏万、孙健、王晨曦、王子坚、于吉明、王鲁海、胡耀杰、王瑞良、邱若响、张庆、侯方展、张晓波、陈建伟、万剑、吴伟令、马万经、杨香传、徐治冰、王毅男、李一村、高茜、刁含楼、华禹凯、王超、孙拓、李萌、孙菲阳、谢诚、王玲、李晨光、丁闪闪、王文帅。

普通国省道智慧公路建设技术指南

1 范围

本文件规定了普通国省道智慧公路建设的总体要求、精准感知、精细管控、精心服务和支撑保障等方面的内容。

本文件适用于青岛市新建、改扩建和既有普通国省道的全生命周期智慧化建设、管理、养护、运营和服务。

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 29099 道路交通信息服务 浮动车历史数据交换存储格式
GB/T 28789-2012 视频交通事件检测器
GB/T 27967 公路交通气象预报格式
GB 3096-2008 声环境质量标准
GB 3095-2012 环境空气质量标准
GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求
GA/T 484-2018 LED道路交通诱导可变信息标志
JT/T 1037-2022 公路桥梁结构监测技术规范
JT/T 1182 基于手机信令的路网运行状态监测数据采集及交换服务
JTG D70-2-2014 公路隧道设计规范
JTG/T 2420-2021 公路工程信息模型应用统一标准
JTG/T 2421-2021 公路工程设计信息模型应用标准
JTG/T 2422-2021 公路工程施工信息模型应用标准
JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
DB37/T 4556-2022 普通国省道公路工程技术规范
DB37/T 4541—2022 智慧高速公路建设指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 普通国省道智慧公路

普通国省道智慧公路 national and provincial smart highway

通过5G、北斗、BIM、人工智能、大数据、车路协同自动驾驶等新一代信息技术，在公路设计、建造、养护、运营管理全生命周期集成应用，形成智能感知、智能管控、智能服务的综合管理服务系统，实现普通国省道数字转型、智能升级。

3.2 机器视觉

机器视觉 machine vision

用计算机来模拟人的视觉功能，从客观事物的图像中提取信息，进行处理并加以理解，最终用于实际检测、测量和控制。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G：第四代移动通信技术 (the 4th Generation mobile communication technology)

5G：第五代移动通信技术 (the 5th Generation mobile communication technology)

C-V2X：蜂窝车联网 (Cellular-V2X)

D-DSRC：专用短程通信技术 (Dedicated Short Range Communications)

E-ETC：电子不停车收费 (Electronic Toll Collection)

NB-IOT：窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

OBU：车载单元 (On-Board Unit)

OTN：光传送网 (Optical Transmission Net)

RFID：射频识别 (Radio Frequency Identification)

RSU：路侧单元 (Road Side Unit)

SD-WAN：广域软件定义网络 (Software Defined Wide Area Network)

V2X：车载单元与其他设备通信 (Vehicle to Everything)

VMS：可变信息交通标志 (Variable Message Signs)

5 总体思路

5.1 建设目标

5.1.1 普通国省道智慧化建设总体目标是推动普通国省道数字转型、智能升级，建设安全可靠、便捷顺畅、智能先进、绿色集约的智慧公路。

5.1.2 安全可靠是指通过智慧化建设，提升基础设施和交通运行安全保障能力，完善应急保障体系，降低事故发生率和事故严重性，实现全天候人车安全通行。

5.1.3 便捷顺畅是指通过智慧化建设，保障关键路段和交通节点实际通行能力，降低公路阻断率和突发事件处置时间，提高出行服务质量和服务水平，实现全路段人车高效通行。

5.1.4 智能先进是指通过智慧化建设，提升公路数字化采集能力、网络化传输能力和智能化决策能力，实现全业务精准管理和服务。

5.1.5 绿色集约是指通过智慧化建设，减少能源和材料消耗，实现基础设施全周期绿色化建设和养护。

5.2 建设原则

5.2.1 普通国省道智慧化建设，宜坚持问题和需求导向、目标和效果导向，解决管养手段单一、交通运行不畅、安全保障不足、服务品质不高的问题，实现数字化监管高效有力、全天候出行安全可靠的目的。

5.2.2 普通国省道智慧化建设，宜采用新技术、新材料、新工艺、新产品，同时为未来技术做好预留。

5.2.3 普通国省道智慧化建设，宜兼顾与高速公路、城市道路之间的信息共享与协同管控，兼顾建管

养运服全生命周期的数据关联与应用支撑，并考虑与综合执法、公安交管、消防、医疗、应急、旅游、气象等部门之间的联动。

5.2.4 普通国省道智慧化建设，宜与主体工程或交通工程同步规划、同步设计、同步施工和同步验收。

5.3 总体架构

普通国省道智慧公路总体架构可分为精准感知、精细管控、精心服务、支撑保障 4 部分内容，各部分内容的组成关系如下图。

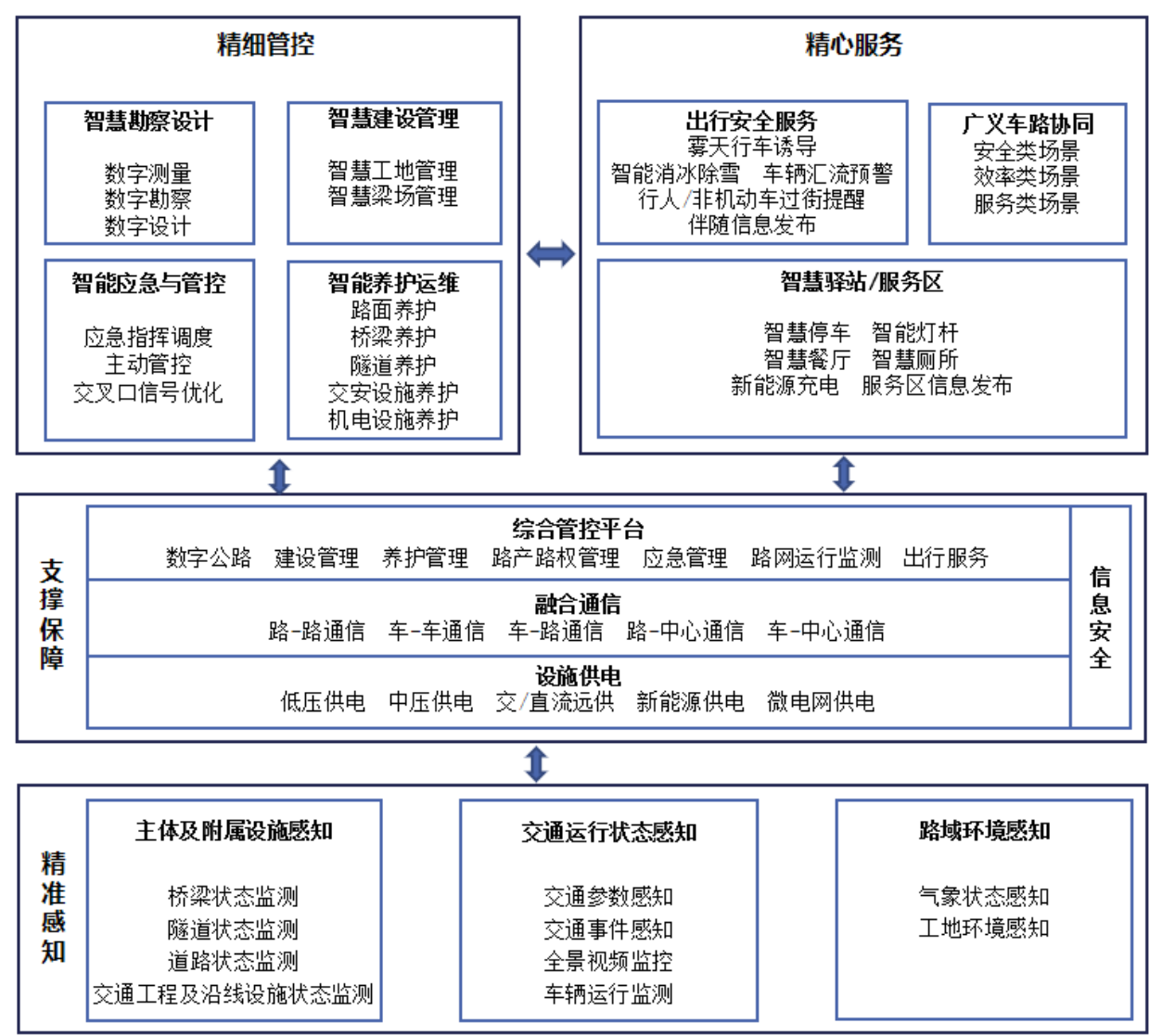


图 1 普通国省道智慧公路总体架构

5.4 建设分级

5.4.1 表 1 给出了普通国省道智慧化分级建议。

表 1 普通国省道智慧化分级

分级	主要特征	基础设施条件	管控和服务方式
D0 传统公路	基础设施支持静态信息数字化，可提供数字化地图和静态道路标志信息。	重点路段具备交通流自动感知、传统视频监控；通信以光纤传输为主。	人工为主，智慧为辅。
D1 简单智慧	基础设施支持动态信息数字化，可通过VMS和电子地图提供预警、事故、天气等广播式动态信息	重点路段具备交通流、环境、设施状态、事件自动感知，全线具备传统视频监控；具备多种基本通信方式。	人工为主，智慧为辅。
D2 中等智慧	基础设施支持协同感知，能够获取交通状况信息并实时向车辆提供数字化车道级超视距动态信息	重点路段具备设施状态、车辆个体行为自动感知，全线具备交通流、环境、事件自动感知；具备多种通信传输方式，支持车-中心实时通信。	智慧为主，人工为辅。
D3 高等智慧	基础设施支持协同驾驶，能够实时获取车辆行驶信息并引导车辆或车队的速度、跟车距离、车道选择	全路段具备交通流、环境、设施状态、事件、车辆个体行为自动感知能力；完备的通信传输和能源供给体系。	智慧为主，人工可干预。

5.4.2 特大桥、特长隧、恶劣天气、交通事故易发路段，重要的服务区、收费站或枢纽立交，以及服务核心城市、4A级以上风景区和重要物流枢纽的干线公路、旅游公路或物流通道，宜建设D1级及以上等级的智慧公路。

5.4.3 采用国拨资金或省拨资金的普通国省道建设项目，宜开展D1级及以上智慧化建设。

5.4.4 表2给出了普通国省道智慧化应用建议。

表2 普通国省道智慧化应用

应用范围	应用内容		D0	D1	D2	D3
精准感知	主体及附属设施感知	桥梁状态监测	/	“三特”桥梁自动监测	“三特”桥梁及技术状况评定为III类和IV类的桥梁监测	全部自动监测及无人巡检
		隧道状态监测	/	重点隧道自动监测	重点隧道自动监测	
		道路状态监测	/	重点路段自动监测	重点路段自动监测	
		交通工程及沿线设施状态监测	/	重点路段的重要机电设施自动监测	重点路段机电、交安设施自动监测	
	交通运行状态感知	交通参数感知	重点路段自动感知	重点路段自动感知	全部路段车道级自动感知	全部路段车道级自动感知
		交通事件感知	人工感知	重点路段自动感知	全部路段车道级自动感知、间距不大于1km	全部路段车道级自动感知、间距不大于1km
		全景视频监控	/	重点路段	重点路段	全部路段
		车辆运行监测	/	重点路段重点车辆	重点路段全部车辆	全部路段

表2 普通国省道智慧化应用（第2页/共3页）

应用范围	应用内容		D0	D1	D2	D3
精准感知	路域环境感知	气象环境感知	/	重点路段	全部路段间距不大于10km	全部路段间距不大于5km
		工地环境感知	/	全部路段	全部路段	全部路段
精细管控	智慧勘察设计	数字测量	/	数字外业、数字内业	数字外业、数字内业	数字外业、数字内业
		数字勘察	/	业务信息化	业务信息化、计算协同化	业务信息化、计算协同化
		数字设计	/	工可应用、初设应用、施工图应用	工可应用、初设应用、施工图应用、专项应用	工可应用、初设应用、施工图应用、专项应用
	智慧建设管理	智慧工地管理	/	大桥及特大桥、长隧及特长隧	大桥及特大桥、长隧及特长隧	全部路段
		智慧梁场管理	/	大桥及特大桥	大桥及特大桥	全部路段
	智能应急与管控	应急指挥调度	重要路段智慧预案、应急处置及后评价	重要路段、节点智慧预案、应急处置及后评价	重要路段智慧预案、仿真分析、应急处置及后评价	全部路段智慧预案、仿真分析、处置和后评价
		主动管控	/	单点可变限速、单点匝道控制	连续可变限速、匝道群控制、动态车道转向管控	协同式车速引导、匝道群控制、动态车道车型管控、车辆编队
		交叉口信号优化	/	单点固定信号控制、干线固定信号协调	单点实时信号控制、干线实时信号协调、特殊车辆信号优先	单点实时信号控制、干线实时信号协调、特殊车辆信号优先及速度引导
	智能养护运维	路面养护	人工巡检和人工决策	人工巡检和部分智慧决策	智慧决策和部分无人巡检	智慧决策和无人巡检
		桥梁养护				
		隧道养护				
		交安设施养护				
		机电设施养护				
精心服务	出行安全服务	雾天行车诱导	/	重点路段	重点路段	全路段
		智能消冰除雪	/	重点路段	重点路段	重点路段
		车辆汇流预警	/	重点路段	全部路段	全部路段
		行人/非机动车过街提醒	重点路段	重点路段	全部路段	全部路段
		伴随式信息发布	/	重点路段情报板、互联网、呼叫服务	重点路段情报板、互联网、呼叫服务、广播信息发布设备、服务车载终端	全部路段情报板、互联网、呼叫服务、广播信息发布设备、服务车载终端

应用范围	应用内容	D0	D1	D2	D3
	广义车路协同	/	/	重点路段	全部路段

表 2 普通国省道智慧化应用（第 3 页/共 3 页）

应用范围	应用内容	D0	D1	D2	D3
精心服务	智慧驿站/服务区	/	/	重点服务区	全部服务区
支撑保障	融合通信	单一通信方式	单一通信方式	多种通信传输方式，支持车路实时通信	完备的通信传输体系
	设施供电	按需设置			
	综合管控平台	/	具备部分单业务系统	路段级数据中心和统一业务平台	路网级数据中心和统一业务平台
	信息安全	按需设置			
注 1：“/”表示无相关应用建议。					

6 精准感知

6.1 主体及附属设施感知

6.1.1 一般规定

主体及附属设施感知一般包含桥梁状态监测、隧道状态监测、道路状态监测。

6.1.2 桥梁状态监测

6.1.2.1 桥梁状态监测主要包含桥梁环境、作用、结构响应和结构变化，其中环境监测包含环境温度和湿度、结冰状态；作用监测包含车辆荷载、风速、风向、风压、结构温度、船舶撞击、地震等；结构响应监测包含位移、转角、应变、索力、支座反力、震动等；结构变化监测包含基础冲刷、位移、裂缝、腐蚀、断丝、螺栓紧固力等。

6.1.2.2 宜采用多种传感器监测设施，结合 5G+北斗+边缘计算技术，实现桥梁静态毫米级位移监测，及时向管理者发送预警信息。

6.1.2.3 桥梁健康监测的具体建设要求宜符合现行标准 JT/T 1037-2022 的有关规定。

6.1.2.4 监测点相距较远且较分散时，宜选用分布式数据采集硬件；监测点相距较近且较集中时，宜选用集中式数据采集硬件；数据采集硬件、软件宜与传感器技术参数匹配。

6.1.2.5 D0 级可在沿线桥梁、重点构造物设置桥梁状态监测；D1 级宜在重点沿线桥梁、全部构造物设置桥梁状态监测；D2 级及以上宜在全部桥梁、全部构造物设置桥梁状态监测。

6.1.3 隧道状态监测

6.1.3.1 隧道状态感知主要包含环境监测及结构安全监测。

6.1.3.2 环境监测包含能见度、CO 浓度、风速风向、亮度、洞外雨量、火灾等。

6.1.3.3 结构安全监测主要包括裂缝、渗漏水、衬砌起层、路面与仰拱隆沉，其中裂缝监测包含错台位置、位移、边仰坡变形等；渗漏水监测包含水质、水压力等；衬砌起层包含周边位移、拱顶下沉、衬砌应力；路面与仰拱隆沉监测包含路面隆沉、仰拱隆沉、墙角隆沉、位移等。

6.1.3.4 宜采用视频监测器、能见度监测器、CO 监测器、风速风向检测器、亮度检测器及火灾探测器等设备,结合视频分析、激光测距、机器人测量、高精度定位等技术,实时获取隧道环境状态。

6.1.3.5 宜采用裂缝仪、位移计、应变计、测斜计、水压力监测器等多种监测设施,结合视频分析、激光测距、机器人测量、高精度定位等技术,实时获取隧道结构安全状态。

6.1.3.6 隧道状态感知的具体建设要求宜符合现行标准 JTG D70-2-2014 中的有关规定。

6.1.3.7 D0 级宜在重点隧道区间、重点构造物设置隧道状态监测;D1 级宜在重点隧道区间、全部构造物设置隧道状态监测;D2 级及以上宜在全部隧道区间、全部构造物设置隧道状态监测。

6.1.4 道路状态监测

6.1.4.1 道路状态感知主要包含路面荷载、路面病害、边坡坍塌和路基沉降的检测监测、预测预警。

6.1.4.2 路面荷载监测应能够获取车辆的轴数、轴重、轴距、速度以及所在车道等,监测设备主要布设于重载交通流量大的路段。

6.1.4.3 路面病害包含路面裂缝、坑塘、车辙、拥包等,可综合利用移动式自动巡检设备及 5G、北斗、高分遥感、人工智能等新技术,实现路面病害监测精度达到厘米级。

6.1.4.4 边坡坍塌监测设备宜布设于路基挖方高边坡和不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡处。

6.1.4.5 路基沉降监测设备宜布设于高填方路基和特殊地基处,可综合利用 5G、北斗、高分遥感、人工智能等新技术,实现路基沉降监测精度达到厘米级。

6.1.4.6 D0 级宜在重点路段、重点构造物设置道路状态监测;D1 级宜在重点路段、全部构造物设置道路状态监测;D2 级及以上宜在全路段、全部构造物设置道路状态监测,具体建设要求符合现行标准 JT/T 1037-2022 的有关规定。

6.1.5 交通工程及沿线设施状态监测

6.1.5.1 交通工程及沿线设施状态监测的主要指标项为交通安全设施状态、服务设施与管理设施中的机电设备运行状态。

6.1.5.2 交通安全设施状态监测主要包含交通标志、交通标线、护栏、凸起路标和视线诱导设施、防眩设施、隔离栅、防落网等设施的倾斜、位移、变形、磨损等状态监测。

6.1.5.3 机电设备运行状态主要包含设备供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱开门状态、箱内温湿度等。

6.1.5.4 可基于物联网,视频监控、无线射频识别(RFID)、光纤传感技术等机器视觉技术,自动监测交通安全设施状态。

6.1.5.5 可采用智能机箱对机电设备运行状态进行监测,宜具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、智能运维等功能,智能机箱可与路侧机电设备共同布设,共杆的机电设备宜采用同一个智能机箱。

6.1.5.6 宜对 D0 级重点路段的机电设备状态;D1 级重点路段安全设施状态和全路段机电设备状态;D2 级及以上公路全路段机电设备状态、安全设施状态进行监测。

6.2 交通运行状态感知

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 交通运行状态感知主要包含交通参数感知、交通事件感知、全景视频监控及车辆运行监测。

6.2.1.2 宜安装时钟同步系统,时钟同步系统主要由北斗天线、NTP 服务器、交换机等设备组成,宜具备对交通系统中的报警系统、无线通讯系统、广播系统、监控系统、电力监测系统、中央控制室、数显子钟等提供高精度的网络授时功能。

6.2.2 交通参数感知

6.2.2.1 交通参数感知主要包含交通量、速度、轴载、时间/空间占有率、车辆类型、速度信息等，支持按车道统计交通参数信息。

6.2.2.2 交通参数感知指标满足断面交通量检测精度 $\geq 95\%$ ，地点速度检测精度 $\geq 92\%$ ，时间/空间占有率检测精度 $\geq 90\%$ ，车辆类型检测精度 $\geq 90\%$ 。

6.2.2.3 第三方出行服务平台信息数据交换存储格式符合 GB/T 29099 的相关规定，基于手机信令的路网运行状态监测数据元、数据采集等符合 JT/T 1182 的相关规定。

6.2.2.4 主线交通参数感知设备布设间距宜小于 1km，服务区进出口、互通分合流区宜实现监测范围全覆盖。

6.2.2.5 D0-D3 级均布设断面交通参数感知设备。D1 级宜在交通流量大、事故发生率高的重点路段，以及重要平面交叉口、集镇段、服务区、互通枢纽等关键节点布设车道级交通参数感知设备，D2 级及以上全路段安装车道级交通参数感知设备。

6.2.3 交通事件感知

6.2.3.1 交通事件感知主要包含路网事件、养护事件，其中路网事件包含交通事故、交通拥堵、行人及车辆逆行、车辆超限运输、损害路产路权、违法涉路施工、违法设置标志等，养护事件包含路面破损、积水结冰、路面坑塘、设施损坏等。

6.2.3.2 交通事件感知设备一般由视频检测处理器、视频连接附件、视频检测管理软件等部分组成，宜采用雷达与视频结合技术实现事件的快速、精准检测。

6.2.3.3 宜具有边缘计算能力，支持交通事件快速检测。宜能实现自动进行事件检测并输出检测结论，具备报警信息提示功能，宜能实现自动录像、自动捕捉并存储交通事件发生过程的图像。

6.2.3.4 与公安交警、公路管理部门、第三方出行服务平台共享的交通突发事件信息应实现定时自动传输与更新。

6.2.3.5 主线交通事件感知设备布设间距宜为 1km，服务区进出口、互通分合流区宜实现监测范围全覆盖。

6.2.3.6 D0—D1 级宜在交通流量大、事故发生率高的重点路段，以及重要平面交叉口、集镇段、服务区、互通枢纽等关键节点布设交通事件感知，D2 级及以上宜在全路段布设交通事件感知设备。

6.2.4 全景视频监控

6.2.4.1 宜支持监测范围内的多目标跟踪及全景视频高低位联动检测功能。宜具备透雾功能，满足低能见度下的应用需求。

6.2.4.2 宜至少实现 180 度大范围全景视频监控，高点位视频检测范围宜大于 1km，低点位视频监控范围满足 GB/T 28789-2012 的相关要求。

6.2.4.3 全景视频监控宜在 D1 级交通流量大、事故发生率高的重点路段，以及重要平面交叉口、集镇段、服务区、互通枢纽等关键节点布设，D2 级及以上全路段布设。

6.2.5 车辆运行监测

6.2.5.1 车辆运行监测主要包含车辆身份信息、实时定位信息、运行状态信息和行驶轨迹信息等。

6.2.5.2 宜综合应用北斗、人工智能和专用短程通信等技术实现车辆运行精准感知。

6.2.5.3 “两客一危”车辆、公路巡检车辆、清扫车辆等身份信息、实时定位信息、运行状态信息和行驶轨迹信息等数据上传时间间隔宜 $< 5s$ ，宜能够实现连续的行驶轨迹监测，为普通国省道路况判别提供数据支撑。

6.2.5.4 D0 级—D1 级按需布设两客一危特殊车辆专项监测、大件运输等特殊车辆专项监测、救援车辆专项监测，D2 级及以上宜实现车辆运行监测全覆盖。

6.3 路域环境感知

6.3.1 一般规定

路域环境感知主要包括气象环境感知、工地环境感知。

6.3.2 气象状态感知

6.3.2.1 公路气象感知主要包含能见度监测、路面气象条件监测、气象环境监测。

6.3.2.2 路面气象条件监测内容主要包括路温、路面状况（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）等。

6.3.2.3 气象环境监测主要包含气温、相对湿度、气压、风速、风向、雨量等。

6.3.2.4 宜在路网相对密集地区对区域公路网沿线的气象监测设备进行统筹建设与综合利用。宜在易发生团雾的路段布设能见度监测设备，可通过能见度仪实现能见度的自动监测。宜在冬季易发生积水结冰的路段布设路面气象条件监测设备，可应用路面传感器实现路面气象条件监测。全要素气象检测器应符合 DB37/T 4556-2022 的有关规定。

6.3.2.5 与气象、国土等部门、第三方气象信息服务平台共享的公路气象环境信息宜实现定时自动传输与更新，交通气象预报格式的结构符合现行标准 GB/T 27967 的有关规定。

6.3.2.6 D0 级主线全要素气象站布设间距宜为 10km；D1 级重点路段主线全要素气象站布设间距宜为 5km，其余路段宜为 10km；D2 级及以上全路段布设间距宜为 2km。

6.3.3 工地环境感知

6.3.3.1 工地环境感知主要包含空气质量监测、噪音指数监测和扬尘浓度监测。

6.3.3.2 宜结合物联网以及云计算技术，实现实时、远程、自动监控颗粒物浓度及现场视频、图像的采集；数据通过网络传输，可以在电脑、手机等多个终端访问。

6.3.3.3 工地环境感知设备宜符合现行标准 GB 3096-2008 和 GB 3095-2012 中的有关规定。

6.3.3.4 工地环境感知设备宜布设于 D0—D3 级工地的车辆出入口、三场临建区域、灰土拌和区等容易对周边环境产生影响的区域。

7 精细管控

7.1 智慧勘察设计

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 勘察设计宜采用先进技术提升勘测、设计和成果交付等环节的数字化和智能化水平。

7.1.1.2 勘测过程宜利用高分遥感、无人机、GIS、北斗等技术，实现设计模型与地形的交互，提升勘测效率和精度。

7.1.1.3 设计过程宜采用 BIM 技术开展可视化比选、碰撞分析、净空核验、仿真模拟等工作，进行方案设计和优化。BIM 模型包含几何和非几何信息，具备统一的 EBS 编码，模型精细度满足专业应用需要，并符合 JTG/T 2420-2021、JTG/T 2421、JTG/T 2422 的有关规定。

7.1.1.4 成果交付宜提供完整的构件模型及属性信息，并上传至建设管理相关平台，完成设计阶段向施工阶段信息无损传递，实现数字化交付。

7.1.1.5 特大桥、隧道、枢纽互通等重要节点工程，宜根据设计阶段分别开展 BIM 技术专项应用。

7.1.2 数字测量

7.1.2.1 数字测量宜实现数字外业。通过北斗卫星定位、无人机航测、固定站激光扫描及车载激光雷达扫描等先进技术开展数字化地形测绘，采用无人机+全景技术的“空-地”联合方式开展数字化外业调查。本项内容宜在 D1 级及以上智慧公路实施。

7.1.2.2 数字测量宜实现数字内业。通过基础数据三维化、数据空间坐标统一化和数据格式标准化等方法实现多源异构数据融合，并进行数字化建模和数字化处理，实现多源异构地理信息数据三维可视化集成管理与融合应用，为数字化设计提供高精度的基础数据。本项内容宜在 D1 级及以上实施。

7.1.3 数字勘察

7.1.3.1 数字勘察宜实现业务信息化。通过信息化软件，实现标准化外业策划、外业工作数字化作业、外业质量监管、勘察内业数字化应用和二三维一体化勘察成果交付。本项内容宜在 D1 级及以上实施。

7.1.3.2 数字勘察宜实现计算协同化。通过信息化软件，为岩土设计、基础计算等设计应用提供标准化数据接口，实现勘察设计信息协同。本项内容宜在 D2 级及以上实施。

7.1.4 数字设计

7.1.4.1 工程可行性研究阶段 BIM 技术应用包括可视化交通分析、廊带选线、功能模拟、性能分析、冲突检查等，以提高可行性研究的深度及水平。交付成果以技术报告、可视化协同设计平台及视频等方式提供。本项内容宜在 D1 级及以上实施。

7.1.4.2 初步设计阶段宜应用 BIM 技术，包括精细场景路线方案比选、专业方案比选及论证、碰撞检查和交通仿真验证及安全评价等。交付成果以技术报告、可视化协同设计平台及视频等方式提供，模型精细度符合 JTG/T 2420、JTG/T 2421 关于 L2.0 规定。本项内容宜在 D1 级及以上实施。

7.1.4.3 施工图设计阶段 BIM 技术应用包括设计方案精细化模型交付、工程数量信息、碰撞检查、交通仿真验证及施工组织可视化等。交付成果以技术报告和综合 BIM 模型相结合的方式提供，模型精细度符合 JTG/T 2420、JTG/T 2421 关于 L3.0 规定。本项内容宜在 D1 级及以上实施。

7.1.4.4 特大桥、航道桥、跨铁路桥等重点桥梁工程宜基于 BIM 技术开展初步设计多方案比选论证，施工图精细建模优化设计等内容，并为建设期结构施工监测、运维期管养监测提供信息对接接口；隧道工程宜基于 BIM 技术进行初步设计阶段隧道洞口方案比选、多阶段地质勘察成果综合三维地质建模、施工图精细化建模设计方案优化等内容，并为建设运维期监测管控提供信息对接接口；枢纽互通宜基于 BIM 技术开展初步设计线型方案比选、施工图净空核查、视距验证以及交通仿真分析等优化设计应用。交付成果按照每个项目的具体情况提供精细化模型，模型精细度符合 JTG/T 2420、JTG/T 2421 关于 L3.0 规定。本项内容宜在 D2 级及以上智慧公路实施。

7.2 智慧建设管理

7.2.1 一般规定

智慧建设管理主要包含智慧工地管理、智慧梁场管理。

7.2.2 智慧工地管理

7.2.2.1 智慧工地主要包含人员管理、设备管理、质量管理、环境管理、安全管理和进度管理。

7.2.2.2 人员管理主要实现安全帽定位、指纹识别、人脸识别以及虹膜识别等功能，用于人员管理的设备主要布设于普通国省道施工现场人员出入口、办公场区和风险管控区等位置。

7.2.2.3 设备管理主要实现对车辆出入口设备、特种施工设备的管理，其中车辆出入口设备具备断电落杆、通行方向指示、来电自检等功能。

7.2.2.4 质量管理主要实现工序管理、试验检测管控、路基施工管控、水泥稳定碎石基层施工管控、沥青面层施工管控、桥涵结构物施工管控、隧道施工管控等功能。

7.2.2.5 环境管理主要实现空气质量/扬尘浓度监测、风速风向监测、噪音监测等功能，监测设备主要布设于车辆出入口、三场临建区域、灰土拌和区等容易对周边环境产生影响的区域。

7.2.2.6 安全管理主要实现智慧用电、安全抓拍、风险源管控等功能，安全管理设备主要布设于重点施工地段、关键施工部位、事故易发区域、三场临建区域、临水临边区域等位置。

7.2.2.7 进度管理主要实现施工工序监控、进度计划分析评估、进度优化调整等功能，宜采用高分遥感、机器视觉、无人机巡查、BIM 等技术对工程现场进度进行监管。

7.2.2.8 大桥、长隧道及以上重要基础设施施工，宜应用物联网、人工智能等技术建设智慧工地，实现施工工地设备、物料、人员、环境、质量、安全、进度的动态监测、预警分析与管控功能。

7.2.3 智慧梁场管理

7.2.3.1 智慧梁场主要内容包含预制构件自动化生产、预制构件信息跟踪和智慧梁场综合管理平台。

7.2.3.2 预制构件自动化生产宜在 BIM 模型图纸设计参数导入自动化生产系统的基础上，形成预制构件信息数据库，实现全流程工序自动化控制。

7.2.3.3 预制构件自动化生产宜利用三维激光扫描仪实现对预制构件、模板的三维扫描，并自动生成施工用表，实现测量数据的统计、分析、查询、汇总等功能。

7.2.3.4 预制构件信息跟踪宜采用 RFID、二维码技术，收集并集成预制构件生产、储存、安装、质量验收等全过程信息，形成质量追溯档案。

7.2.3.5 智慧梁场综合管理平台宜集成全流程质量管控、人员管理、视频监控、环保监测等功能模块，并与智慧工地进行有效信息融合。

7.3 智能应急与管控

7.3.1 应急指挥调度

7.3.1.1 一般规定

宜具备紧急事件快速发现、智慧预案、突发事件应急处理仿真分析、应急处置和事件处置评价等功能。

其中紧急事件快速发现、智慧预案、应急处置和事件处置评价宜在 D0 级重要节点布设，可在 D1 级重点节点及路段布设；紧急事件快速发现、智慧预案、突发事件应急处理仿真分析、应急处置和事件处置评价宜在 D2 级智慧公路重点路段及部分非重点路段布设，宜在 D3 级全路段布设。

7.3.1.2 紧急事件快速发现

宜具备紧急事件快速发现功能，可基于公路事件检测、互联网平台等快速发现事件、精准定位、一站式接报。

7.3.1.3 智慧预案

宜具备事件处置管理功能，针对公路事件类型进行分类管控；宜具备应急预案自动生成功能，自动生成控制策略和调度指令并实时发布，快速匹配和有效调度应急人员、车辆和资源。

7.3.1.4 突发事件应急处理仿真分析

宜具备数据孪生平台，地图可视化呈现突发事件信息描述。

宜具备基于突发事件周围应急资源与设施，呈现应急预案及处置流程，仿真分析预案执行全过程。

宜具备多种预案仿真分析，多个维度进行数据对比分析评估。

7.3.1.5 应急处置

宜具备灵活指挥调度功能，实现现场视频及时回传，实时监控指挥调度过程。

宜具备处置流程记录功能，对应急事件的处置流程进行全程记录，实现全流程可追溯。

宜具备协同联动处置功能，内部可实现路段与路网之间的联动，外部可实现与交警、消防、医疗等相关方的联动。

7.3.1.6 事件处置评价

宜对事件态势及其影响进行动态的跟踪研判，可对事件处置效果进行评价，生成事件处置分析报告。

7.3.2 连续流主动管控

7.3.2.1 一般规定

连续流主动管控主要包括主线可变限速、智能匝道控制、动态专用道车道管控、智能网联车辆编队。

7.3.2.2 主线可变限速

通过交通运行状态感知的信息研判交通运行状况，分析车辆运行效率，综合考虑道路限速，行驶安全等限制制定路侧可变限速，并通过可变情报板等发布。宜在 D2 级及以上布设。

7.3.2.3 智能匝道控制

通过交通运行状态感知的信息研判交通运行状况，分析主线、匝道车辆运行信息，综合考虑车道流量、匝道通行宜求等限制确定匝道调节率，并通过匝道信号灯实施控制。宜在 D2 级及以上布设。

7.3.2.4 动态专用道车道管控

根据交通运行状态感知的信息获得主线交通状况以及特殊车辆运行状况，短时将专用车道动态划分给其他车辆通行，以提升专用车道的总体利用效率，适用于公交专用车道、自动驾驶专用车道、路肩等。可通过可变情报板、道钉、通信设备，告知专用道开放状态信息。宜在 D3 级全线布设。

7.3.2.5 智能网联车辆编队

根据交通事件感知的前方交通状况，在安全前提下制定兼顾总体交通流影响与编队行驶目标，对车辆编队给出建议车道、建议换道位置、建议车速等决策信息。宜在 D3 级布设。

7.3.3 交叉口优化

7.3.3.1 一般规定

交叉口优化主要包括单点信号优化、干线协调信号优化、特殊车辆信号优先和动态车道功能管控。

7.3.3.2 单点信号优化

按照该交叉口的自身实际情况独立运行，根据交通运行状态感知信息获取交通运行状态，优化调整信号控制参数，提高控制效果与通行效率。宜在 D2 级布设。

7.3.3.3 干线协调信号优化

根据交通运行状态感知信息获取交通运行状态，优化调整干线信号协调控制参数，协调流向车辆在特定车速范围内行驶可实现连续不停车通过干线交叉口。宜在 D2 级及以上布设。

7.3.3.4 特殊车辆优先通行

基于特殊车辆实时运行状态与信控方案，进行信号优先控制，如红灯早断、绿灯延长，实现特殊车辆（如公交、应急车辆）优先通行。宜在 D2 及以上布设。

在车路协同环境下，优化信号方案与特殊车辆轨迹，实现信号优先控制与特殊车辆车速引导。宜在 D3 级布设。

7.3.3.5 动态车道功能管控

根据交通运行状态感知的信息获取实时交通状况，分析交通供给与需求的匹配程度，优化车道行驶方向与车道功能，提高供需匹配度，提高效率。可通过道钉、可变情报板等指明车道功能。宜在 D3 级布设。

7.4 智能养护运维

7.4.1 一般规定

智能养护运维主要包含路面养护、桥梁养护、隧道养护、交通工程及沿线设施养护。

7.4.2 路面养护

7.4.2.1 路面养护检测评定宜采用无人机、脉冲探地雷达、路面物联网传感器等实现路网性能的实时监测预警与评估、定期安全评价、预测分析及性能评估、养护方案及养护计划制定。

7.4.2.2 路面养护决策宜建立普通国省道智慧公路脑模型库，结合公路技术状况数据、公路养护辅助决策模型算法和日常养护管理系统，自动形成项目级养护方案报告。

7.4.2.3 路面养护决策宜基于 BIM+GIS 技术展示路面养护计划、养护方案、养护投资效益等分析决策结果。

7.4.2.4 路面养护施工宜采用智能化监控系统和质量管控平台等智能控制技术，实现施工数据传感器自动采集、统计、分析、预警，向操作人员自动发送优化建议。

7.4.2.5 路面养护评估宜按照评定标准抽检，辅助施工数据分析评价施工质量。

7.4.2.6 D1 级以人工巡检的路面养护为主。D2-D3 级宜采用自动数据采集。

7.4.3 桥梁养护

7.4.3.1 宜采用无人机检测、水下机器人检测、缆索爬索机器人和自动驾驶梁底检查等无人巡检技术实现桥梁养护数据的智能化采集。

7.4.3.2 桥梁养护现场宜选用 LoRa、NB-IoT 等低功耗电磁波无线传输技术，信号发射装置和接收装置应远离强电磁干扰源。

7.4.3.3 可采用人工智能技术对桥梁病害照片进行批量化图像识别，获取病害位置、类型和尺寸等信息，通过桥梁养护系统向养护人员推送桥梁养护信息。

7.4.3.4 可建立基于 BIM 的桥梁力学响应快速分析平台，实现量大面广的桥梁力学快速计算以及桥梁构件体系化分析。

7.4.3.5 可建立桥梁基础信息数据库、桥梁养护标准知识库（包含构件类型库、病害库、病害成因库、维修措施库、风险库和专家库等）、桥梁安全监测数据中心。

7.4.4 隧道养护

7.4.4.1 宜采用物联网、人工智能等技术对隧道进行全天候、多方位的立体结构检测与监测。

7.4.4.2 宜根据检查结果评定其技术状况，并结合隧道交通运行状况、结构和设施技术状况以及病害程度、地质条件等，与路面、桥梁一并考虑养护计划和实施方案。

7.4.4.3 宜通过隧道养护系统自动提取隧道病害、设施状况等数据，并将数据推送给隧道养护人员。

7.4.4.4 隧道养护系统宜录入隧道检测、监测、评定、保养和维修等数据。

7.4.4.5 隧道宜采用智能化设备实现隧道快速养护，并能与路网信息发布系统进行联动。

7.4.5 交通工程及沿线设施养护

7.4.5.1 交通工程及沿线设施宜包含交安设施养护及机电设施养护。

7.4.5.2 交通安全设施主要包含交通标志、交通标线、护栏、凸起路标和视线诱导设施、防眩设施、隔离栅、防落网等。

7.4.5.3 公路机电设施主要包括监控设施、通信设施、配电设施、照明设施、隧道通风设施、隧道消防设施、预留预埋设施等，应明确设计措施、材料技术要求、施工工艺、验收标准等。

7.4.5.4 宜定期对交通安全设施设置位置、外观状态、视认效果以及构件缺损、锈蚀、紧固程度、结构损伤等进行检测，结合交通量、运行速度、交通事故等数据分析，明确养护需求、养护规模、技术要求，制定养护方案。

7.4.5.5 宜根据调查、检测、评估结果及运营管理需求，考虑大数据、物联网、人工智能等新技术，制定机电设施养护设计方案。

7.4.5.6 机电设施修复养护设计宜满足系统功能恢复和技术进步的需要。对于功能不满足运营管理需求及由于系统升级造成无法与新系统兼容的机电设施宜进行更新或增设设计；需进行更新或增设设计；对于故障率高、面临淘汰的机电设施及功耗大、节能性差、环保性差的机电设施宜进行更新设计；

7.4.5.7 养护施工期间宜保障临时用电及监控、通信设施的通畅。

7.4.5.8 D1 级以人工巡检的路面养护为主。D2-D3 级宜采用自动数据采集。

8 精心服务

8.1 出行安全服务

8.1.1 一般规定

出行安全服务主要包含雾天行车诱导、智能消冰除雪、车辆汇流预警和行人/非机动车过街提醒、伴随式信息发布。

8.1.2 雾天行车诱导

8.1.2.1 雾天行车诱导由诱导装置、交通数据采集设施、能见度监测设备组成，诱导装置含发光显示组件，交通数据采集设施可集成至诱导装置中。

8.1.2.2 宜根据路域气象、交通、道路条件等，结合主线限速控距、入口限行限流、预约通行等交通管控策略保障通行安全。

8.1.2.3 雾天行车诱导宜具有公路轮廓或车道线强化、行车主动诱导和防止追尾警示等功能。诱导装置中任意连续 80m 范围内的诱导装置出现车辆碰撞损毁、丢失、自身故障等情形时，诱导系统中其他诱导装置仍能正常工作。系统处于防止追尾警示工作模式时，红色警示区间的长度宜在 60m-100m 范围内进行调整。

8.1.2.4 发光显示组件亮度控制等级宜不少于八档，宜保证最小亮度 $\leq 500\text{cd/m}^2$ ，最大亮度 $\leq 7000\text{cd/m}^2$ ，亮度控制误差 $<20\%$ 。

8.1.2.5 宜布设在易发生团雾且道路线型较差的路段，发光显示组件的布设间距宜为 16m-32m。

8.1.2.6 雾天行车诱导可在 D1 级重点路段布设，宜在 D2 级及以上全路段布设。

8.1.3 智能消冰除雪

- 8.1.3.1 智能消除冰雪主要包含路侧式消冰除雪及埋入式消冰除雪。
- 8.1.3.2 智能消冰除雪宜根据气象监测数据、路面温湿度监测数据，自动开启工作模式，实现路面冰雪快速融化。
- 8.1.3.3 路侧式消冰除雪主要由喷洒控制器、喷嘴、工作站、储液罐、气象监测器、路面传感器等组成，当消冰除雪完成后，可自动停止融雪剂喷洒。
- 8.1.3.4 埋入式消冰除雪宜应用埋入发热电缆装置（埋入式），采用恒温控制，加热时间可根据气象情况进行远程设置，当消冰除雪完成后，可自动停止电缆加热。
- 8.1.3.5 智能消除冰雪宜在 D1-D3 级冬季易积雪结冰且易引发交通事故的路段布设。

8.1.4 车辆汇流预警

- 8.1.4.1 车辆汇流预警由诱导装置、交通数据采集设施组成，诱导装置含发光显示组件。
- 8.1.4.2 车辆汇流预警宜具有道路轮廓强化和行车主动诱导功能，宜具备接收控制系统指令动态调整工作模式的功能。
- 8.1.4.3 道路轮廓强化模式下，诱导装置的黄色诱导灯宜显示常亮状态。
- 8.1.4.4 行车主动诱导模式下，诱导装置的黄色诱导灯宜按照特定频率进行同步闪烁。
- 8.1.4.5 车辆汇流预警诱导装置宜能够检测出车辆的通过情况，检测最大距离 $\geq 20\text{m}$ ，检测精度 $\geq 95\%$ ，闪烁策略宜根据车辆通过情况调整。
- 8.1.4.6 车辆汇流预警宜在合流区域布设，发光显示组件的布设间距宜与合流区域的标线施划间距保持一致。
- 8.1.4.7 D1 级宜在重点路段布设，D2 级及以上宜全线布设。

8.1.5 行人/非机动车过街提醒

- 8.1.5.1 行人/非机动车过街提醒主要包含感知设备、通信系统、安全预警设备等，安全预警设备可选择道钉灯、反光标线、LED 警示屏、路侧 RSU 等。
- 8.1.5.2 宜在夜间、阴雨天气等光照条件较差的条件下开启行人/非机动车过街安全提醒功能。
- 8.1.5.3 当安全预警设备为道钉灯时，道钉灯宜支持太阳能充电，无充电状态下工作 >10 天，垂直抗压承受 >30 吨，正常状态下道钉灯闪烁频率宜选择 $30 (\pm 5)$ 次/min，且能够根据外界环境优化调整道钉灯亮度和闪烁频率。
- 8.1.5.4 当安全预警设备为反光标线时，反光标线的颜色宜采用白色或者黄色，在规定的使用期限内，反光标线不应出行明显的变色。
- 8.1.5.5 当安全预警设备为 LED 警示屏时，当感知设备检测到行人/非机动车过街时，警示屏宜显示“注意行人/非机动车”，LED 警示屏技术要求应满足 GA/T 484-2018 规定。
- 8.1.5.6 当安全预警设备为路侧 RSU 时，RSU 可根据感知设备获取行人/非机动车信息，评估通行风险，并向 OBU 发送预警信息，时延宜 $<20\text{ms}$ 。
- 8.1.5.7 D0-D1 级宜在交通流量大、事故频发的人行横道布设行人/非机动车过街预警系统，宜在 D2 级及以上全路段布设。

8.1.6 伴随式信息发布

- 8.1.6.1 伴随式信息服务宜由服务平台和信息发布终端构成。信息服务发布内容包括但不限于公路基础设施信息、服务设施状态信息、交通运行状态信息、交通突发事件信息、公路施工养护信息、公路气象环境信息、应急救援信息、交通管制信息等。
- 8.1.6.2 服务平台宜通过收集、处理、分析交通信息数据，统一信息内容和数据交互方式，将服务信息推送至信息发布终端。

8.1.6.3 伴随式信息服务的信息发布终端包括但不限于可变情报板、车载智能终端、呼叫服务、互联网、广播等方式。同一出行信息采用多种方式发布时，宜确保信息发布内容的一致性。

8.1.6.4 可变情报板宜采用全彩屏，支持文字、图形、图片、视频等多种信息发布形式；支持手动、自动模式亮度调节。

8.1.6.5 可变情报板宜布设在公路互通式立体交叉出口前、服务区入口等站点，拥堵、交通事故多发、恶劣气象易发、长大桥梁或隧道入口前等特殊路段，宜布设在上述站点及路段的出入口上游 500m~800m 处，具体布设要求应满足 JTG D80 的有关规定。

8.1.6.6 D1 级按需布设情报板、呼叫服务、互联网、广播信息发布设备；D2 级宜布设情报板、呼叫服务、互联网、广播信息发布设备，可布设服务车载终端；D3 级宜布设情报板、呼叫服务、互联网、广播、服务车载终端。

8.2 广义车路协同

8.2.1 车路协同感知设施宜具备目标识别功能，宜能够实现对路段、转角盲区范围内的机动车、非机动车、行人的识别检测以及定位。

8.2.2 支持自动驾驶的车路协同系统主要包含高精度地图、高精度定位、路侧感知设施、通信设施、路段/区域级云控平台等组成。

8.2.3 车路协同交叉口车速引导信号灯运行信息宜通过 C-V2X 的通信接口直连通信或 RSU 转发传递至驾驶车辆。

8.2.4 普通国省道车路协同主要场景包括但不限于以下 3 大类 11 个场景：

a) 安全类：

- 1) 盲区预警/变道辅助：可避免车辆变道时，与相邻车道上的车辆发生侧向碰撞，提升变道安全，数据更新频率应 $\leq 10\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 1.5\text{m}$ ；
- 2) 紧急制动预警：可辅助驾驶员避免或减轻车辆追尾碰撞，提高道路行驶安全，数据更新频率应 $\leq 10\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 1.5\text{m}$ ；
- 3) 异常车辆预警（车辆停止、逆行、超速、低速、连续变道等）：基于通信终端及时对外广播，便于周边车辆迅速采取避让措施，避免由于车辆失控导致与周边车辆碰撞事故发生，数据更新频率应 $\leq 10\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；
- 4) 车辆失控预警：将道路危险状况及时通知周围车辆，数据更新频率应 $\leq 5\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；
- 5) 道路危险状况提示（含交通事故、路段施工、恶劣天气、路面异常等）；
- 6) 限速预警：用于辅助车辆按合理的速度行驶，数据更新频率应 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；

b) 效率类：

- 1) 车内标牌：主要将道路数据以及交通标牌信息提示给驾驶员，数据更新应频率 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；
- 2) 前方拥堵提醒：提醒主要将前方路段拥堵信息发送给驾驶员，指导驾驶员合理制定行车路线，提高通行效率，数据更新频率应 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；
- 3) 紧急车辆提醒：主要实现在途车辆对消防车、救护车、警车或其它紧急车辆的让行，数据更新频率应 $\leq 5\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；
- 4) 交通信号提醒：主要实现车辆对平面交叉口管控信号的接收，数据更新频率应 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 100\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ ；

c) 服务类：

服务区信息提醒：主要将服务区剩余车位、剩余充电桩等动态信息提示给驾驶员，数据更新应频率 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ 。

8.2.5 D2 级宜在分合流区域、危险路段、事故多发路段和大流量路段布设车路协同感知和通信设施，建设有车路协同设施、云控平台，实现网联协同的智慧化管控环境，提供车路协同安全管控、车道级、伴随式的高精准信息服务等，具有支持高级别自动驾驶、货车编队行驶等新技术的能力。D3 级公路宜在全路段布设车路协同感知和通信设施，宜在满足 D2 级的基础上，具有对公路全路网不同路段、不同层级的交通运行精准管理和控制能力，宜能实现人工驾驶车辆和自动驾驶车辆混合交通流的协同管控。

8.3 智慧驿站/服务区

8.3.1 智慧驿站/服务区主要包含智慧停车、多功能杆件、智慧餐厅、智慧厕所、新能源充电、服务区信息发布。

8.3.2 智慧停车主要功能包含驶入/驶出车流量监测、车位占用情况监测、停车诱导。

8.3.3 多功能杆件宜集成安防监控、信息发布屏、环境监测器、广播、无级调光、WiFi/4G/5G 通信终端等设备，成为服务区外场物联网终端。

8.3.4 智慧餐厅主要功能包含线上线下点餐、机器人送餐、自动结算、人脸支付等。

8.3.5 智慧厕所主要功能包含厕位监测、厕位引导、人流统计等。

8.3.6 服务区信息发布的主要方式包含信息发布屏、一体化查询机等。

8.3.7 宜根据智慧公路级别，所在路段的交通区位、场地特征、环境影响、服务规模、客流量等因素进行总体规划，配备匹配的服务设施。

8.3.8 D2 级宜在重点服务区布设，D3 级宜全部服务区布设。

9 支撑保障

9.1 融合通信

9.1.1 一般规定

公路多网融合通信主要可分为路-路通信、车-车通信、车-路通信、路-中心通信、车-中心通信等，目前涉及到的主要通信技术包含光纤、4G/5G、NB-IOT、Zigbee、RFID、DSRC、C-V2X、OTN、SD-WAN、应急自组网 MESH 等。

9.1.2 建设要点

9.1.2.1 路-路通信主要用于路侧设备之间的通信，主要涉及的通信技术包含光纤、NB-IOT、Zigbee 等。

9.1.2.2 车-车通信、车-路通信主要涉及的通信技术包含 RFID、DSRC 和 C-V2X，对于车路协同系统，宜采用 C-V2X 技术。

9.1.2.3 路-中心通信主要涉及的通信技术包含光纤、OTN、SD-WAN 等，其中 OTN 主要实现联网中心至各路段中心的通信，SD-WAN 主要实现云管边端通信。

9.1.2.4 车-中心通信主要涉及的通信技术为 4G/5G 和 C-V2X。

9.1.2.5 应急自组网 MESH 不依赖于既有通信保障措施，主要用于应急救援场景，当由于地震、台风、洪水、火灾等原因导致通信条件中断时，可提供持续语音、图像传输。

9.1.2.6 路侧部署能提供低延时、高可靠、全覆盖的新一代多模宽带无线通信网络，通信标准和协议应优先采用国家标准、行业标准和国际标准，无标准的可采用发达国家的工业标准，近期建设可采用但不限于中国 DSRC、LTE-V2X、5G。

9.2 设施供电

9.2.1 一般规定

普通国省道公路沿线的设施供电主要包含低压供电、中压供电、交/直流远供、新能源供电、微电网供电等，具体宜结合负荷特点及电源可接入条件合理选择。

9.2.2 建设要点

9.2.2.1 低压供电方式（不高于 1kV）适合于距离集镇段较近（供电距离不超过 1.5km）、负荷矩较小的小功率机电设施。

9.2.2.2 中压供电方式（高于 1kV、低于 20kV）或交/直流远供方式适合于供电距离超过 1.5km 的路段，应综合设备容量、供电距离和经济性等因素。

9.2.2.3 新能源供电技术主要利用太阳能、风能进行供电，宜用于距离集镇段较远的零星设备及改造期间缆线设置困难区域的设备。

9.2.2.4 根据公路所在区域的特点，应充分利用公路沿线资源，建设路面、边坡、互通、车棚、屋顶等区域光伏电站，构建普通国省道智慧公路新能源微电网及其控制系统。

9.2.2.5 供电系统建设应充分考虑基础供电网络的分布情况和已有供电网络设备的冗余情况；应配备可靠电源系统，保障 24 小时不间断供电，并对供电情况进行实时监测；供电设施应符合 DB37/T 4541—2022 的有关要求。

9.3 综合管控平台

9.3.1 一般规定

综合管控平台可采用“云-管-端”的架构模式，通过部署前置机及 VPN 路由等设备，将前端基础设施设备通过互联网的“安全隧道”接入到云端，VPN 路由设备由云端控制台统一配置管理及固件升级。

9.3.2 建设要点

9.3.2.1 综合管控平台宜包括数字公路、建设管理、养护管理、路产路权管理、应急管理、路网运行监测、出行服务等功能模块。

9.3.2.2 综合管控平台应在全省统一的 GIS 公路基础设施数字化基础上进行设计、开发；公路、桥梁、隧道等基础设施数字化的代码、桩号、坐标全省保持一致。

9.3.2.3 综合管控平台应具备数据的存储、管理和交互功能、智慧化基础设施、综合交通管理、信息服务集成功能。

9.3.2.4 基础数据、业务数据应按照“一数一源”原则进行设计，建立基础数据与各业务数据间的数据共享、交互机制，系统建设要与各业务子系统实现标准统一、源头一致。

9.3.2.5 综合管控平台建设应围绕管理需求进行功能设计开发，将系统作为公路行业管理的实用工具，与实际业务的结合，与日常管理制度相结合，从而满足各级管理部门以及公众的实际需要。

9.4 信息安全

9.4.1 一般规定

公路信息基础设施和信息化应用应按照《中华人民共和国网络安全法》和 GB/T 22239-2019 的相关规定开展系统网络安全设计、建设和维护管理。

9.4.2 建设要点

- 9.4.2.1 业务应用信息安全应参照现行标准 JT/T 904 中相关标准要求。
- 9.4.2.2 外场信息基础设施安全保护，应不低于第二级的安全物理环境、安全通信网络和安全计算环境等要求执行，应用物联网技术的还应符合物联网安全扩展要求，工业控制系统还应符合工业控制系统安全扩展要求。
- 9.4.2.3 应用云架构的公路信息化应用，应符合云计算安全扩展要求。采用大数据技术的信息化应用，还应符合大数据安全控制措施要求。移动终端应用还应符合移动互联安全扩展要求。
- 9.4.2.4 部、省互联的信息化应用，部级和省级中心的信息化应用应按照第三级要求执行。省级及以下信息系统按照业务应用和管理需求合理确定网络安全保护等级，应不低于第二级要求。
- 9.4.2.5 部省互联的信息化应用，应建设部省统一的身份认证体系。联网收费、车路协同、视频联网、重要基础设施监测等信息化系统还应采用交通运输行业统一的密码系统开展数据加密认证和传输保护。
- 9.4.2.6 部省互联的信息化应用，应提供等级保护测评报告，并通过具有网络安全等级测评或网络安全风险评估等相关资质的第三方检测评估机构的安全接入检测。信息基础设施接入相关应用系统应通过安全接入检测。
- 9.4.2.7 网络通信信息安全应采用校验技术或密码技术保证传输过程中数据的完整性。密码算法及密码产品应满足国家密码管理相关规定，应采用国产密码算法。
- 9.4.2.8 云计算信息安全应采用有效措施保障迁移过程中各个对象之间的信任关系，同时保障迁移过程及对象的保密性和完整性。
-