

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T XXXX—XXXX

高速公路智能化设计指南

Guide to intelligent design of expressway

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

湖北省市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语.....	1
4 基本规定.....	3
4.1 设计原则.....	3
4.2 设计目标.....	3
4.3 总体架构.....	3
4.4 智慧化设施分级.....	4
5 全要素感知.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 交通运行状态感知.....	11
5.3 交通环境状态感知.....	13
5.4 基础设施状态感知.....	14
5.5 外部数据接入.....	18
6 一般业务场景.....	19
6.1 一般规定.....	19
6.2 气象监测与预警.....	19
6.3 货车超温预警.....	19
6.4 行车安全诱导.....	20
6.5 伴随式信息服务.....	20
6.6 交通运行监测及态势分析.....	21
6.7 智慧服务区.....	22
6.8 应急指挥调度.....	23
6.9 重点车辆监测.....	24
6.10 智慧能源管理.....	25
6.11 机电资产管理与智慧运维.....	25
6.12 智慧养护.....	26
7 创新业务场景.....	27
7.1 一般规定.....	27
7.2 车路协同.....	27
7.3 匝道自由流.....	28
7.4 无人值守收费站.....	29
7.5 ETC 拓展应用.....	29
7.6 主动交通管控.....	30

7.7 准全天候通行.....	31
8 专项场景.....	31
8.1 一般规定.....	31
8.2 智慧收费站.....	32
8.3 智慧桥梁.....	33
8.4 智慧隧道.....	34
8.5 智慧保通.....	35
9 支撑与保障.....	36
9.1 云平台.....	36
9.2 融合通信网.....	38
9.3 设施供电网.....	39
9.4 信息安全.....	39
附录 A（资料性） 鄂州花湖机场智慧高速公路建设实践.....	41
附录 B（资料性） 京港澳智慧高速公路建设实践.....	43
附录 C（资料性） 设计界面.....	45

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。

本文件由中国公路工程咨询集团有限公司提出。

本文件由湖北省交通运输厅归口。

本文件起草单位：中国公路工程咨询集团有限公司、湖北交通投资集团有限公司、中南勘察设计院集团有限公司、中咨泰克交通工程集团有限公司、湖北省城建设计院股份有限公司

本文件主要起草人：

本标准在执行过程中，如有疑问请咨询湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460670，邮箱 hbjjglc@163.com。对本标准的修改意见请反馈至中国公路工程咨询集团有限公司，以便修订时参考，电话：027-xxxxxxx，电子邮箱：xxxxxxx@qq.com。

引 言

为了推进交通运输高质量发展，为人民群众提供更加安全、便捷、高效、绿色、经济的运输服务，本设计指南进一步统一思想、凝聚共识，形成推进湖北省高速公路实施的强大合力，落实交通强国战略、开启交通强省新征程，对传统高速公路的管理服务进行重构升级，加快形成湖北综合交通优势，更好发挥交通运输在经济社会发展中的硬支撑作用。依托鄂州花湖机场智慧高速公路建成湖北首条智慧高速公路的建设成果，全面提升高速公路安全、效率、效益及服务水平，提出积极建设智慧高速公路，为全国智慧高速公路建设提供可借鉴的范本。

设计指南编制组对国内外已建和在建智慧高速公路进行了广泛研究和实地调研，借鉴和吸收最新研究和技术成果，并认真总结湖北省交通强国工程试点成果，在充分征求意见的基础上，完成了编制工作。

高速公路智慧化设计指南

1 范围

本文件规定了高速公路智慧化设计的基本规定、全要素感知、一般业务场景、创新业务场景、专项场景、支持与保障的要求。

本文件适用于新建、改（扩）建高速公路智慧化设计，以及运营高速公路的智慧化提升改造设计。

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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
- GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- GB/T 28789 视频交通事件检测器
- GB/T 31443 冰雪天气公路通行条件预警分级
- GB/T 31444 雾天公路通行条件预警分级
- GB/T 31445 雾天高速公路交通安全控制条件
- GB/T 32399 信息技术云计算参考架构
- GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
- GB/T 37721 信息技术大数据分析系统功能要求
- GB/T 37722 信息技术大数据存储与处理系统功能要求
- GB/T 38667 信息技术大数据数据分类指南
- GB 50982 建筑与桥梁结构监测技术规范
- JT/T 1037 公路桥梁结构安全监测系统技术规程
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施
- JTG/T E61 公路路面技术状况自动化检测规程

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

高速公路智慧化 intelligent improvement of expressway

高速公路智慧化是指在传统高速公路机电设施的基础上充分利用新一代技术集成应用传感、通信、信息、云计算、大数据、人工智能和绿色能源等技术手段以实现公路运营更安全、更便捷、更高效、更绿色、更经济。

3.1.2

伴随式信息服务 location based service

利用多元交通信息数据，采用多种信息发布渠道，为用户提供基于位置的出行全过程信息服务。

3.1.3

智慧服务区 smart service area

为用户提供车辆服务、出行信息服务等智能化服务的高速公路服务区。

3.1.4

车路协同 vehicle infrastructure cooperation

指基于无线通信、传感探测等技术进行车路信息获取,通过车路信息交互和共享,实现车辆和基础设施之间智能协同与配合,达到优化利用系统资源、提高道路交通安全、缓解交通拥堵的目标。

3.1.5

准全天候通行 almost all-weather running

自动收集道路天气数据并使用该数据制定可提供给驾驶者实时警告或建议,提高雨雾、冰雪等特定恶劣气象条件下通行安全性。

3.1.6

云平台 cloud control platform

采用“云边端”协同控制架构,对采集接入的全量、全时交通信息进行处理和决策分析,实现对公路精确管控、高效运营的平台。

3.1.7

匝道自由流预交易 free-flow pre-charge on ramp

在收费站匝道建设ETC门架设备及相应的引导标志,提前与车载OBU、CPC卡预交易,实现车辆自由流通行方式下无感收费交易。

3.1.8

主线路段 expressway areas other than tunnels

是指高速公路中不包括隧道的相关路段,主要是和隧道路段相区分。

3.1.9

一般业务场景 general scenes

智慧高速公路建设中相对成熟、可规模推广的应用。

3.1.10

创新业务场景 Innovative scenes

智慧高速公路建设中现阶段尚处于探索验证阶段的应用。

3.1.11

专项场景 specialized scenes

智慧高速公路建设中具有特殊运行条件、特殊运行环境需求的综合应用。

3.2

缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BIM 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

DSRC 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communication)

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

GIS 地理信息系统 (Geographic Information System)

LoRa 远距离无线电 (Long Range Radio)

LTE-V 长期演进车路协同通信技术 (Long Term Evolution-Vehicle)

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

OTN 光传送网 (Optical Transport Network)

RFID 射频识别 (Radio Frequency Identification)

RSU 路侧单元 (Road-Side Unit)

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

4 基本规定

4.1 设计原则

- 4.1.1 高速公路智慧化设计应以高速公路行业管理者、所有者、运营者和使用者的需求为基础，遵循“统筹规划、因地制宜、先进适用、分步实施”的原则，充分考虑管理、养护、运营应用需求。
- 4.1.2 统筹规划：高速公路智慧设计应统筹全网协同和路段业务的需要，紧密结合主体工程、交通工程等进行整体布局。
- 4.1.3 因地制宜：高速公路智慧化设计应根据新建、改（扩）建及运营高速公路实际需求，结合工程特征、服务水平、运营特征和交通特性，确定具体建设内容。
- 4.1.4 先进适用：高速公路智慧化设计宜结合技术发展趋势评估投入、产出效益，指导建设过程中新技术、新产品的应用。
- 4.1.5 分步实施：高速公路智慧化设计应统筹应用场景、建设内容和建设时序，实现从技术研发、测试验证、试点示范到推广应用的正向闭环，稳步推进项目实施。
- 4.1.6 高速公路智慧化设计在满足安全和使用功能的条件下，应积极稳妥地采用新理念、新技术、新材料、新设备，加快培育壮大新业态、新模式和新经济。

4.2 设计目标

- 4.2.1 高速公路智慧化设计应以提升道路安全水平、提高道路通行效率、增强人民群众体验、推动绿色能源应用、提高运营管理效益为目的，最终实现“安全、便捷、高效、绿色、经济”的目标。
- 4.2.2 高速公路智慧化应提升夜间、易发生极端天气路段以及桥、隧、长下坡、高边坡等重点路段的安全保障能力，宜探索准全天候通行，最大限度减少因恶劣天气、事故以及道路施工等因素对通行造成的影响。
- 4.2.3 高速公路智慧化应通过加强感知能力提升事件自动检测识别效率和准确率，实现事件信息的快速响应，减少拥堵时长，实现速度和谐；宜探索通过主动管控措施提升道路通行效率。
- 4.2.4 高速公路智慧化宜提供ETC、移动支付、无感支付等多种收费方式；提供全方位、多渠道、伴随式、可预约的服务；宜在交通流量大、出行需求高的服务区开展多种主题的智慧服务区设计，提升人民群众的体验感、获得感和幸福感。
- 4.2.5 高速公路智慧化应根据项目所处的地理位置及自然环境开展光伏、风能等新能源的应用；宜在服务区、互通区、边坡等高速公路沿线合理布局光伏发电设施；应通过智能化能源管控技术，降低能源消耗。

4.3 总体架构

高速公路智慧化设计总体架构包括全要素感知、业务场景（一般业务场景和创新业务场景）、专项场景、支撑与保障四部分内容。高速公路智慧化设计总体架构见图1。

全要素感知包含高速公路交通运行状态监测系统、交通环境监测系统、基础设施状态监测系统、外部数据接入等，融合应用多种监测数据实现人、车、路、环境全方位感知，为智慧应用提供数据支撑。

业务场景包括一般业务场景和创新业务场景。一般业务应用包括气象监测预警、货车超温预警、行车安全诱导、伴随式服务、交通运行监测及态势分析、智慧服务区、应急指挥调度、重点车辆监测、智

慧能源管理、机电资产管理与智慧运维、智慧养护等；创新业务场景包括车路协同、匝道自由流、无人值守收费站、ETC拓展应用、主动交通管控和准全天候通行等。

专项场景包括智慧收费站、智慧桥梁、智慧隧道和智慧保通。

支撑与保障包含云平台、融合通信网、设施供电网和信息安全，为高速公路智慧化提供基础保障。云平台提供云基础计算资源、存储资源、云安全资源，并以数据驱动为主导进行数据融合和共享交换，同时具备大规模和扁平化接入能力，具有快速动态、安全可靠的计算、存储、网络资源分配能力；融合通信实现物理层的互联互通；设施供电网提供供配电保障；信息安全确保信息系统的保密性、完整性和可用性，保障系统在全生命周期内的安全。



图 1 高速公路智慧化设计总体架构

4.4 智慧化设施分级

高速公路智慧化等级由低到高分为A1、A2、A3、A4四个等级，等级特征见表1。

表 1 高速公路智慧化等级分类

等级	主要特征	感知能力和智能化	一般业务场景	创新业务场景	专项场景
A1 初级 智慧化	满足基本通行要求， 基于重点路段的智慧 化提升。	全路段应具备视频感知能 力；重点路段（例如：雾区、 事故多发、特长隧道、特大 桥等路段）应具备交通运行 和交通环境等自动感知能力。 人工为主，智慧为辅。	应具备气象监测与预警、 交通运行监测及态势分 析、应急指挥调度 3 个一 般业务场景，可根据项目 特点选择其他场景。	可根据项目特点选择场 景。	可根据项目特 点选择场景。

表1 高速公路智慧化等级分类（续）

等级	主要特征	感知能力和智能化	一般业务场景	创新业务场景	专项场景
A2 中级 智慧化	在 A1 基础上，加强设施养护能力，加强交通拥堵和收费站拥堵路段智慧化治理能力、加强重要基础设施和重点车辆的监测、管控、服务能力。	全路段应具备智能视频分析能力；交通拥堵、收费站拥堵路段应具备交通运行和交通环境感知能力；重要基础设施宜具备状态感知能力。人工+智慧相结合。	除 A1 等级提到的场景外，还应具备伴随式服务、重点车辆监测、机电资产管理与智慧运维、智慧养护 4 个一般业务场景，可根据项目特点选择其他场景。	应具备匝道自由流和无人值守收费站场景，可根据项目特点选择其他场景。	可根据项目特点选择场景。
A3 高级 智慧化	在 A2 基础上，增加主动管控、准全天候通行、决策和服务区智慧服务能力。	全路段应具备交通运行和环境感知能力；重点路段宜具备人车路协同自动感知能力。重要基础设施应具备状态感知能力。智慧为主，人工为辅。	除 A2 等级提到的场景外，还应具备行车安全诱导、智慧服务区 2 个一般业务场景，可根据项目特点选择其他场景。	除 A2 等级提到的场景外，应具备 ETC 拓展应用、主动交通管控和准全天候通行 3 个创新业务场景，宜具备车路协同场景。	应具备智慧收费专项场景，宜根据项目特点选择其他场景。
A4 自主 智慧化	在 A3 基础上建设完整的智慧设施，具备完整智慧管控、智慧服务、智慧决策等能力。	全路段应具备全要素感知能力；全路段应具备人车路协同自动感知能力。智慧为主，人工可干预。	应具备所有场景。	应具备所有场景。	应具备所有场景。
<p>注：全要素感知包括交通运行状态感知、交通环境状态感知、基础设施状态感知和外部数据接入。</p> <p>a) A1 级智慧化（初级智慧化）：高速公路具有初级的智慧化。建设有传统的机电系统，满足高速公路使用者基本需求，基于重点路段的智慧化提升。人工为主，智慧为辅。</p> <p>b) A2 级智慧化（中级智慧化）：高速公路具有中级的智慧化。在 A1 基础上加强设施养护能力，加强交通拥堵和收费站拥堵路段智慧化治理能力、加强重要基础设施和重点车辆的监测、管控、服务能力。人工+智慧相结合。</p> <p>c) A3 级智慧化（高级智慧化）：高速公路具有高级的智慧化。在 A2 基础上，增加主动管控、准全天候通行、决策和服务区智慧服务能力。智慧为主，人工为辅。</p> <p>d) A4 级智慧化（自主智慧化）：高速公路具有自主可控的智慧化。在 A3 基础上建设完整的智慧设施，具备完整智慧管控、智慧服务、智慧决策等能力。智慧为主，人工可干预。</p>					

4.1 分级内容

4.1.1 高速公路智慧化各个分级内容见表 2。

表 2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
全要素感知	交通运行状态感知	交通流监测				
		交通流监测设施	●	●	●	●
		多部门、多渠道采集、共享交通运行信息	◎	◎	◎	●
		视频监控				
		视频监控设施	●	●	●	●
		多部门、多渠道采集、共享视频监控信息	◎	◎	◎	●

表2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表（续）

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
全要素感知	交通运行状态感知	交通事件检测					
		交通事件检测设施	●	●	●	●	
		多部门、多渠道采集、共享阻断事件信息	◎	◎	◎	●	
		车辆特征监测					
		车型、车牌识别设施	●	●	●	●	
		车辆轨迹识别设施	-	-	◎	●	
	称重设施	○	◎	◎	●		
	交通环境状态感知	道路环境状态感知					
		道路气象感知	●	●	●	●	
		路面结冰感知	●	●	●	●	
		第三方、气象局共享信息	-	-	●	●	
		隧道环境状态感知					
		隧道环境监测	●	●	●	●	
	火灾监测	●	●	●	●		
	基础设施状态感知	桥梁状态监测					
		梁桥	环境监测	-	◎	●	●
			荷载监测	-	◎	◎	●
			结构监测	-	◎	●	●
		拱桥	环境监测	-	◎	●	●
			荷载监测	-	◎	◎	●
			结构监测	-	◎	●	●
		斜拉桥	环境监测	-	◎	●	●
			荷载监测	-	◎	◎	●
			结构监测	-	◎	●	●
		悬索桥	环境监测	-	◎	●	●
			荷载监测	-	◎	◎	●
			结构监测	-	◎	●	●
		高墩桥梁	环境监测	-	◎	●	●
			荷载监测	-	◎	◎	●
			结构监测	-	◎	●	●
		隧道状态监测					
			裂缝监测	-	◎	●	●
渗漏水监测			-	◎	●	●	
衬砌起层监测			-	◎	●	●	
路面与仰拱隆沉监测			-	◎	●	●	
道路状态监测							
	深路堑状态监测	-	◎	●	●		
	滑坡状态监测	-	◎	●	●		

表2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表（续）

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
全要素感知	基础设施状态感知	道路状态监测					
			深路堑状态监测	-	◎	●	●
			滑坡状态监测	-	◎	●	●
			高填方状态监测	-	◎	●	●
			抗滑桩、抗滑挡墙状态监测	-	◎	●	●
			特殊路基段路基状态监测	-	○	◎	●
			填挖交界段路基状态监测	-	○	◎	●
			全路段路面状态监测	-	○	◎	●
			设计速度变化段路面状态监测	-	◎	●	●
			重载交通量大段路面状态监测	-	◎	●	●
		交通工程沿线设施状态监测					
			设备自主监测	-	◎	●	●
			智能机箱	-	◎	●	●
		光纤监测	-	◎	●	●	
		护栏状态监测	-	◎	●	●	
	外部数据接入	手机信令数据、互联网数据、图商数据		○	◎	◎	●
		收费数据		○	◎	◎	●
		两客一危数据、综合执法数据		○	◎	◎	●
		气象数据		◎	◎	◎	●
一般业务场景	气象监测与预警	常规监测及预警	●	●	-	-	
		分钟级、公里级精准监测及预警	-	-	●	●	
	货车超温预警	前端超温预警采集设备	○	◎	◎	●	
		车辆超温预警发布设备	○	◎	◎	●	
	行车安全诱导	诱导设施	○	●	●	●	
		能见度检测器	○	◎	●	●	
		区域控制器	○	◎	●	●	
	伴随式服务	加密可变信息标志	○	●	●	●	
		互联网导航/微信小程序/APP	○	◎	●	●	
		车载终端	-	○	◎	●	
	交通运行监测及态势分析	运行状态信息监测	●	●	●	●	
		参数融合提取计算	○	◎	●	●	
		运行状态评估	○	◎	●	●	
		智能分析	○	◎	●	●	
		交通态势预测与预警	○	◎	●	●	
		交通仿真	○	◎	●	●	
		综合显示运行监测信息	●	●	●	●	
车路协同	○	◎	◎	●			

表2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表（续）

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
一般业务场景	智慧服务区	智慧管理	视频监控	○	●	●	●
			卡口	○	○	●	●
			车流客流大数据分析	—	○	◎	●
			能耗管控	—	○	◎	●
			智慧办公	—	○	●	◎
		智慧服务	智慧停车诱导	○	●	●	●
			绿色充能	○	○	◎	●
			智慧厕所	—	○	◎	●
			智慧餐厅	—	○	◎	●
			信息查询	○	○	◎	●
			信息发布	○	○	◎	●
			评价反馈	—	○	○	◎
		Wifi 设施	—	●	○	◎	
		应急指挥调度	紧急事件快速发现	●	●	●	●
	事件处置管理		●	●	●	●	
	应急预案自动生成		○	◎	●	●	
	灵活指挥调度		○	◎	●	●	
	协同联动		●	●	●	●	
	流程记录		○	◎	●	●	
	处置评价		○	◎	●	●	
	重点车辆监测	重点车辆信息获取	—	●	●	●	
		实时跟踪	—	◎	●	●	
		轨迹回放	—	○	◎	●	
		异常预警	—	○	◎	●	
		统计分析	—	○	◎	●	
	智慧能源管理		○	◎	●	●	
	机电资产管理与智慧运维	机电资产管理	○	●	●	●	
机电设备运行监测		○	●	●	●		
机电设备维护管理		○	◎	●	●		
综合分析		○	◎	●	●		
运维知识库		—	◎	●	●		
移动终端		—	○	◎	●		
智慧养护	在线监测	○	●	●	●		
	日常养护管理	○	◎	●	●		
	养护工程管理	○	◎	●	●		
	养护决策	○	◎	●	●		
	基础设施数字化模型	○	◎	◎	●		
	无人巡检	—	○	◎	●		

表2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表（续）

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
创新业务场景	车路协同	多源感知数据融合	○	○	◎	●
		车路通信网络（DSRC、LTE、5G）	○	○	◎	●
		车路协同路侧场景建设	○	○	◎	●
		车路协同云控平台	○	○	◎	●
		自动驾驶场景	○	○	○	●
		货车编队场景	○	○	○	●
		主动管控场景	○	○	◎	●
	匝道自由流	匝道预交易设施	○	●	●	●
		车辆诱导设施	○	●	●	●
	无人值守收费站	无人值守收费技术应用	○	●	●	●
	ETC 拓展应用	交通量调查融合应用	○	◎	●	●
		基于 ETC 的车路协同技术应用	○	○	◎	●
		基于 ETC 门架的轨迹跟踪技术应用	○	○	◎	●
		ETC 技术在服务区的应用	○	○	◎	●
	主动交通管控	车道开闭状态提示	—	◎	●	●
		路径诱导	—	◎	●	●
		限速调整	—	◎	●	●
		匝道控制	—	○	◎	●
		临时开放硬路肩	—	○	●	●
	准全天候通行	预警、诱导服务	○	◎	●	●
		气象服务	○	◎	●	●
		智能消冰除雪	○	◎	●	●
	专项场景	智慧收费站	ETC 预交易引导系统	○	●	●
云化收费软件			○	●	●	●
车道设备集成化、IP 化			○	◎	●	●
无人值守自助设备			○	◎	●	●
智慧桥梁		高精度桥梁数字模型	○	◎	●	●
		车牌识别	◎	●	●	●
		多目标跟踪雷达	○	◎	●	●
		全景摄像机	●	●	●	●
		气象检测	●	●	●	●
		通航桥梁防撞系统	○	◎	●	●
		预称重系统	○	◎	●	●
		桥梁结构健康监测	●	●	●	●
		北斗高精度定位设施	○	◎	●	●
		无人机自动巡检	○	◎	◎	●
雾区行车诱导系统	◎	●	●	●		
桥梁综合管理系统	●	●	●	●		

表2 高速公路智慧化各个分级设计内容一览表（续）

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
	智慧隧道	隧道数字模型	○	◎	●	●
		隧道综合管控平台	●	●	●	●
		交通事件检测	●	●	●	●
		雷视融合设施	○	◎	●	●
		隧道结构健康监测	●	●	●	●
		隧道入口测温设施	○	◎	●	●
		隧道移动式巡检设备	○	◎	●	●
		北斗隧道定位信号拓展	○	◎	●	●
		智能调光	●	●	●	●
		隧道ETC监测与应用	○	◎	●	●
		疲劳唤醒（4km以上隧道）	○	◎	●	●
	智慧保通	移动式智能路侧检测系统	◎	●	●	●
		移动式信息发布系统	◎	●	●	●
		无人机应急广播及交通流引导系统	○	◎	●	●
智能作业设施		○	◎	●	●	
支撑及保障	云平台	数据中台	○	◎	◎	●
		通用服务	○	◎	◎	●
	融合通信网	无线通信	○	◎	●	●
		有线通信	●	●	●	●
	设施供电网	电力监控系统	○	◎	●	●
		电能质量监测及治理	○	◎	●	●
		绿色能源的应用	○	◎	●	●
	信息安全	网络通信安全	●	●	●	●
		数据资源安全	●	●	●	●
业务应用安全		●	●	●	●	
注：表中●表示应建设，◎表示宜建设，○表示可建设，—表示不涉及。						

5 全要素感知

5.1 一般规定

5.1.1 高速公路智能感知设施应采用数字化手段，对交通运行状态、交通环境状态、基础设施状态等交通要素进行监测，构建全面、精准、实时的监测体系，宜结合外部接入数据，为高速公路建设、管理、养护、运营各阶段提供数据支撑。

5.1.2 高速公路智能感知设施建设应根据项目功能定位和管理服务需求等条件确定建设内容和建设规模，按照“统一规划、永临结合、合建利旧、分期实施”的原则进行设计。

5.1.3 感知设备应采用自动化、智能化设备，应合理配置兼容性接口及通信协议，便于统一管理和数据接入。

5.1.4 宜根据情况多部门、多渠道采集、共享监测信息。

5.2 交通运行状态感知

5.2.1 交通流监测

5.2.1.1 交通流主要监测内容：包括交通量、速度、占有率、车辆类型、车辆长度等，宜支持按车道统计交通参数信息。

5.2.1.2 交通流检测设备类型：宜选用微波、视频、雷达、光纤光栅等检测设备，宜利用 ETC 门架系统获取交通参数，宜与全域覆盖传感器网络的多源检测结果进行数据融合。

5.2.1.3 交通流监测设施布设原则：

- a) A1 级智慧高速公路应在恶劣气象条件、事故多发、长隧道、特大桥、互通上下游、服务区（停车区）上下游等重点路段设置交通流监测设施；
- b) A2 级智慧高速公路还应在交通拥堵、收费站拥堵等重点路段设置交通流监测设施；
- c) A3 级智慧高速公路应在考虑上述重点路段的基础上，全线按照不大于 1km 间距设置交通流监测设施；
- d) A4 级智慧高速公路应在考虑上述重点路段的基础上，全线按照不大于 500m 间距设置交通流监测设施。

5.2.1.4 交通流监测设施监测精度应符合以下要求：

- a) 速度测量范围：5~160km/h；
- b) 交通量准确度不低于 95%，基于 ETC 门架系统获取的交通量准确度不低于 99.9%；
- c) 车辆速度准确度不低于 90%；
- d) 占有率准确度不低于 90%。

5.2.2 视频监测

5.2.2.1 视频监测主要内容：路况实时图像、车辆行驶图像等。

5.2.2.2 视频监测设备类型：高清摄像机。

5.2.2.3 视频监测设施布设原则：

- a) 视频监控布设要求应满足《全国高速公路视频联网监测工作实施方案及全国高速公路视频云联网技术要求规范》交办公路函(1659)和《全国高速公路视频监测优化提升实施方案》交办公路函〔2023〕1334号；
- b) A1 级智慧高速公路主线段应按照不大于 2km 间距设置视频监测设备，转弯半径较小、互通立交、服务区（停车区）出入口等与主线衔接的区域应根据实际需求适当加密；
- c) A2 级智慧高速公路主线段应按照不大于 1km 间距设置视频监测设备，转弯半径较小、互通立交、服务区（停车区）出入口等与主线衔接的区域应根据实际需求适当加密；
- d) A3~A4 级智慧高速公路主线段应按照不大于 500m 间距设置视频监测设备，转弯半径较小、互通立交、服务区（停车区）出入口等与主线衔接的区域应根据实际需求适当加密；
- e) 隧道路段视频监测设施应满足《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 中的布设要求。

5.2.2.4 视频监测设施满足以下性能要求：

- a) 主线遥控摄像机宜不低于 400 万有效像素，镜头不低于 20 倍光学变焦；
- b) 专用于事件检测的摄像机宜不低于 400 万有效像素，采用定焦距自动光圈；
- c) 全景监测摄像机总分辨率宜不低于 800 万像素，实现不低于 180° 视角范围的视频监控；
- d) 应具备彩色/黑白、昼/夜自动转换功能，具备低照度、宽动态、背光补偿、强光抑制功能，防护等级不低于 IP65。

5.2.3 交通事件监测

- 5.2.3.1 交通事件监测主要内容：包括交通拥堵、交通事故、行人/动物闯入、车辆停驶、车辆慢行、车辆逆行、车辆倒车、路面遗撒、火灾/烟雾等。
- 5.2.3.2 交通事件监测设备类型：宜选用视频、毫米波雷达、光纤光栅等监测设施的一种或其组合。
- 5.2.3.3 交通事件监测设备可自动进行事件检测并输出检测结论，可具有边缘计算能力。
- 5.2.3.4 交通事件监测设施应按照以下原则布设：
- a) A1 级智慧高速公路宜在恶劣气象条件、事故多发、长隧道、特大桥、互通分合流、服务区（停车区）分合流等重点路段设置交通事件监测设施；
 - b) A2 级智慧高速公路应按照不大于 1km 间距设置交通事件监测，应在恶劣气象条件、事故多发、长隧道、特大桥、互通分合流、服务区（停车区）分合流、交通拥堵、收费站拥堵等重点路段设置交通事件监测设施，交通事件监测系统应具备自主学习功能；
 - c) A3 级智慧高速公路应按照不大于 500m 间距设置交通事件监测，宜在 A2 等级交通事件监测系统要求的基础上对重点路段提供车道级事件分析、车辆轨迹还原；
 - d) A4 级智慧高速公路应按照不大于 250m 间距设置交通事件监测，应全程提供车道级事件分析、车辆轨迹还原。
 - e) 隧道路段交通事件监测设施应满足《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 中的布设要求。
 - f) 交通事件监测应复用相关感知设施。
- 5.2.3.5 交通事件监测设施精度应符合以下要求：
- a) 交通拥堵事件、车辆逆行事件、停止事件的检测准确度不低于 90%。
 - b) 行人事件、抛洒物事件等的检测准确度不低于 85%；
 - c) 漏报率不大于 5%。
 - d) 当系统服务于车路协同时，事件检测宜定位至单个车道，检测时延 $<1s$ 。
- 5.2.4 车辆特征监测
- 5.2.4.1 车辆特征监测主要内容：包括车型、车牌、货车轴载、外廓尺寸识别以及车辆轨迹等识别功能。
- 5.2.4.2 车辆特征检测设备：摄像机、雷达、雷达-视频一体机、RSU 设备、高速称重设备等设施的一种或几种组合。
- 5.2.4.3 车辆特征监测设施宜按以下原则布设：
- a) A1 级智慧高速公路应在省界、长下坡等重要路段以及收费站、服务区节点设置车型、车牌识别监测设施。
 - b) A2 级智慧高速公路还应在特长隧道出入口处设置车型、车牌识别监测设施（特长隧道内部应按照 300m~600m 间距设置设施）；宜在特大桥入口前设置车型、车牌、轴载识别监测设施；
 - c) A3 级智慧高速公路还宜在行车交织区、易拥堵路段、事故多发路段等区域设置车辆轨迹跟踪设施，实现车辆轨迹跟踪；
 - d) A4 级智慧高速公路应全路段连续设置车辆轨迹跟踪设施，实现全程连续车辆轨迹跟踪。
- 5.2.4.4 车辆特征监测设施车型、车牌识别等设备应符合以下技术要求：
- a) 车牌图像识别准确率不低于 95%；
 - b) 车辆类型识别准确率日间不低于 90%，夜间不低于 85%；
 - c) 车辆 ID、速度、位置、经纬度、类型等，应每隔 100ms 以内上传一次数据，实现对同一目标车辆持续精准追踪定位，ID 唯一概率可达到 90%以上；
 - d) 称重精度误差在 $\pm 5\%$ 之内。
- 5.2.5 不同智慧化等级的高速公路，车辆特征监测采取的系统功能见下表。

表3 智慧高速公路车辆特征监测系统功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
全要素感知	交通运行状态感知	交通流监测	交通流监测设施	●	●	●	●
			多部门、多渠道采集、共享交通运行信息	◎	◎	◎	●
		视频监控设施	视频监控设施	●	●	●	●
			多部门、多渠道采集、共享视频监控信息	◎	◎	◎	●
		交通事件检测	交通事件检测设施	●	●	●	●
			多部门、多渠道采集、共享阻断事件信息	◎	◎	◎	●
	车辆特征监测	车辆特征监测	车型、车牌识别设施	●	●	●	●
			车辆轨迹识别设施	-	-	◎	●
			称重设施	○	◎	◎	●

5.3 交通环境状态感知

5.3.1 交通环境状态感知主要包含对道路主线环境状态感知和隧道环境状态感知两部分。

5.3.2 道路主线环境状态感知

5.3.2.1 道路主线环境状态感知主要监测内容：宜包括大气温度、相对湿度、风速、风向、降水量、降雪量、路面温度、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、路面水膜高度、含冰比例、积雪厚度和能见度的全要素实时监测。

5.3.2.2 道路主线环境状态感知设备类型：宜选用视频检测器、全要素气象检测器、能见度检测器、风速风向检测器、路面状态检测器、水膜厚度传感器等多种监测设施联合部署，同时接入第三方服务商、政府相关管理部门的气象环境数据。

5.3.2.3 道路主线环境状态感知应按照以下原则布设：

- a) A1~A4级智慧高速总体布设原则应满足《高速公路监控技术要求》（交通运输部2012年第3号公告）的相关规定；
- b) A1~A4级智慧高速应根据项目特点建设的应用场景需求针对性布设主线环境检测设备；
- c) A1~A4级智慧高速的视频检测器应复用道路沿线监控摄像机；
- d) A3~A4级智慧高速应充分考虑海拔高度、地形、地貌对气象的影响，气象检测器宜按20~30Km间距布设；
- e) A3~A4级智慧高速应在互通立交附近设置能见度检测器，宜根据沿线浓雾频发路段情况按照2Km间距进行加密；
- f) A3~A4级智慧高速应在易发结冰的路段按照3km的间距布设路面状态检测器；
- g) A3~A4级智慧高速应接入第三方服务商、政府相关管理部门的气象环境数据；

5.3.2.4 道路主线环境状态感知精度应符合以下要求：

- a) 监测信息准确率应不低于95%，宜每隔5~10min上传一次数据；
- b) 环境监测项目性能要求应不低于《公路交通气象监测设施技术要求》GB/T 33697的相关规定。

5.3.3 隧道环境状态感知

5.3.3.1 隧道环境状态感知主要监测内容：宜包括能见度、CO浓度、NO₂浓度、风速风向、亮度、火灾等。

5.3.3.2 隧道环境状态感知设备类型：宜选用视频检测器、能见度检测器、CO 检测器、NO₂ 检测器、风速风向检测器、亮度检测器、点型火焰探测器、线型感温火灾探测器、图像型火灾探测器等多种监测设施联合部署。

5.3.3.3 隧道环境状态感知应按照以下原则布设：

- a) A1~A4 级智慧高速总体布设原则应满足《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 的相关规定。
- b) A1~A4 级智慧高速应根据项目特点建设的应用场景需求针对性布设隧道环境检测设备。
- c) A1~A4 级智慧高速的视频检测器应复用隧道内监控摄像机。

5.3.3.4 隧道环境状态感知精度应符合以下要求：

- a) 隧道环境监测信息准确率应不低于 95%，宜每隔 5~10min 上传一次数据；
- b) 环境监测项目性能要求应不低于《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 的相关规定。

5.3.4 不同智慧化等级的高速公路，交通环境状态感知采取的系统功能见下表。

表 4 智慧高速公路车辆特征监测系统功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
全要素感知	交通环境状态感知	道路主线	道路主线气象感知	●	●	●	●
		环境状态感知	路面结冰感知	●	●	●	●
			第三方、气象局共享信息	—	—	●	●
		隧道环境状态感知	隧道环境监测	●	●	●	●
			火灾监测	●	●	●	●

5.4 基础设施状态感知

5.4.1 桥梁状态监测

5.4.1.1 桥梁结构状态感知主要包括桥梁环境、作用、结构响应和结构变化，应能充分并准确地反映结构的静、动力特性，宜根据桥梁的类型合理确定监测内容。

- a) 梁桥状态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；
- b) 拱桥状态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；
- c) 斜拉桥状态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；
- d) 悬索桥状态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；
- e) 高墩桥梁状态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。

5.4.1.2 宜采用温湿度传感器、湿度计、风速仪、加速度传感器、腐蚀监测传感器、应变传感器、索力传感器、位移计、振动传感器、非接触式挠度监测仪等多种监测设施联合部署，可结合人工智能、高精度定位、光纤分布式传感、窄带物联网技术，实时获取桥梁健康状态信息。

5.4.1.3 符合下列条件之一的桥梁，宜设置桥梁健康监测设备，其他桥梁可以参照执行：

- a) 交通运输部《公路长大桥梁结构健康监测建设实施方案》（交办公路〔2021〕21 号）中明确的在役公路长大桥梁及“三特”（特大、特殊结构、特别重要）桥梁；

- b) 跨越长江、汉江等大江大河的桥梁；
- c) 单孔跨径不小于 150m 的梁式桥、拱桥；
- d) 斜拉桥和悬索桥及其组合结构；
- e) 荷载等级提高或重载交通持续周期性通行的重要桥梁；
- f) 有典型病害加固历史或技术状况等级较差且尚需继续服役的桥梁；
- g) 路网内具有代表性或关键节点的中小跨径桥梁；
- h) 采用特殊材料、特殊工艺或具有特殊要求的桥梁；
- i) 工程项目有特需需要的。

5.4.1.4 设备应满足以下性能要求：

- a) 结构应力监测，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，应变计的精度不宜小于 $5\mu\epsilon$ ，具有自动温度补偿或温度测试功能；
- b) 变形监测，垂直位移的变形监测点的高程中误差 $\leq 1.0\text{mm}$ ，相邻变形观测点的点位中误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ；水平位移的变形观测点的点位中误差 $\leq 6.0\text{mm}$ ；
- c) 结构裂缝监测，裂缝宽度识别精度 $\leq 0.05\text{mm}$ ；
- d) 环境腐蚀监测，腐蚀速率检测精度 $\leq 0.01\text{mm/a}$ ；
- e) 交通荷载监测，监测量程应根据桥梁车辆限载重以及预估车辆荷载重综合确定，单轴监测量程不宜小于限载车辆轴重的 200%，称重误差不超过 $\pm 10\%$ ，轴数检测精度 $\geq 99\%$ ；
- f) 结构温度监测，温度测量精度不宜低于 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ，分辨率不宜低于 0.1°C ；
- g) 湿度监测范围宜选择 0-100RH；监测精度不宜低于 3%RH；
- h) 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 。

5.4.2 隧道状态监测

5.4.2.1 隧道结构状态感知主要包括裂缝、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；渗漏水监测包含形态、水质、水压力等；衬砌起层监测包含周边位移、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、路面开裂错台等。

5.4.2.2 隧道结构状态监测宜采用裂缝计、位移计、应变计、测斜仪、水压力监测器、光纤分布式传感器等多种监测设施联合部署，可结合视频分析、激光测距、机器人测量、高精度定位等技术，实时获取隧道健康状态信息。

5.4.2.3 隧道状态监测应按照以下原则布设：

- a) A1 级智慧高速公路应对水下隧道、不良地质隧道设置隧道状态感知系统；
- b) A2 及以上级智慧高速公路应增加对特长隧道设置隧道状态感知系统。

5.4.2.4 感知设施的主要技术指标：

- a) 衬砌裂缝监测。裂缝深度和倾角检测可利用钻孔取样方法或无损检测的方法进行，也可以采用凿孔检查的方法，裂缝缝宽应精确至 0.1mm ，缝深、错台等应精确至 1mm ；
- b) 渗漏水监测。形态监测可采用测量、计算、目测等手段计算渗水量及浑浊状态；水质监测包括渗漏水的温度、PH 值、电导度、化学成分等；水压力监测要求精度 0.01MPa 。
- c) 衬砌起层监测。周边位移及拱顶下沉监测要求精度 0.1mm ；围岩压力监测要求精度 0.01MPa ；拱架内力及外力监测要求精度 0.1MPa ；支护与衬砌间接触压力监测要求精度 0.01MPa 。
- d) 路面与仰拱隆沉监测。路面隆起与沉陷监测可采用目测法，也可采用全站仪或精密水准仪的仪器法，路面开裂可采用多功能检测车对路面开裂的位置、长度、宽度等进行监测。路面裂缝宽度监测精度不宜低于 0.01mm ，错台高度监测精度不宜低于 1mm 。

5.4.3 道路状态监测

5.4.3.1 道路状态感知主要包括路基监测、路面状态监测和高边坡、滑坡状态监测。

- a) 路基监测主要内容包含地表沉降、路堤分层沉降、地表位移、地基位移、土压力和水压力等。
- b) 路面状态监测主要包含路面裂缝、坑槽、车辙、拥包及路面动荷载检测等。
- c) 高边坡状态监测主要包含地表变形（路面沉降）、地下变形（分层沉降）、裂缝、地下水动态、锚杆（索）应力监测等。
- d) 滑坡监测主要包含地表位移、裂缝、深部位移、地下水动态、支挡构造物位移、锚索应力、锚索位移监测。

5.4.3.2 道路监测宜采用测斜仪、位移计、沉降计、测力计、水压力监测器、动态称重传感器、光纤分布式传感器等多种监测设施联合部署，可结合无人机、巡检车等进行视频分析、激光检测、高分遥感等技术进行“快检+精检”，必要时采取人工监测，实时获取道路健康状态信息。当采用新技术、新方法时应与常规方法结果进行不少于采集数据的30%进行验证。

5.4.3.3 道路状态感知按照以下原则布设，且应充分利用施工安全监测设备：

- a) A1级智慧高速应进行滑坡状态监测，可进行深路堑、高填方、抗滑桩、抗滑挡墙状态监测，可进行重载交通流量大的路段、设计速度变化路段路面状态监测；
- b) A2级智慧高速应进行滑坡状态监测，宜进行深路堑、高填方、抗滑桩、抗滑挡墙状态监测，宜进行重载交通流量大段、设计速度变化段路面状态监测，可进行特殊路基段、填挖交界段路基状态监测，可进行全路段路面状态监测；
- c) A3级智慧高速应进行滑坡、深路堑、高填方、抗滑桩、抗滑挡墙、重载交通流量大段和设计速度变化段路面状态监测，宜进行特殊路基段和填挖交界段路基状态监测，宜进行全路段路面状态监测；
- d) A4级智慧高速特殊路基路段应进行滑坡、深路堑、高填方、抗滑桩、抗滑挡墙状态监测，特殊路基段和填挖交界段路基状态监测，全路段路面状态监测。

5.4.3.4 道路监测技术要求：

- a) 路面健康监测精度和路基沉降监测精度宜达到厘米级；
- b) 地表裂缝宽度监测精度宜达到毫米级，深度监测岩质边坡不应低于0.50mm，土质边坡不应低于1.00mm；
- c) 构造物裂缝宽度监测精度不应低于1.0mm，长度不应低于10.0mm，深度不应低于3.0mm。

5.4.3.5 高边坡与滑坡状态监测周期与观测频率应符合以下要求：

- a) 监测周期应与工程效果监测阶段相衔接，止于工程竣工验收后不少于2年；
- b) 长期监测数据采集每季度不宜少于1次，连续降雨或暴雨期及坡体变形出现异常时，应加密观测次数。

5.4.4 交通工程沿线设施状态监测

5.4.4.1 机电设施运行状态监测

机电设施运行状态监测包括：

- a) 机电设施运行状态主要监测内容宜包括对设备状态、供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱环境状态等进行实时监测和报警，对主干光缆纤芯损耗、劣化、故障点等状态进行持续监测和报警；
- b) 机电设施应采用具有自检及故障报警或故障处理功能的设备；
- c) 机电设施宜采用智能机箱对机电设备运行状态进行监测；

- d) 机电设施宜采用具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、维修建议等功能的智能光纤监测系统对主干传输光缆纤芯状态进行监测；
- e) 机电设施运行状态监测应按照以下原则布设：
 - 1) A1~A4 级智慧高速服务设施、管理设施、外场主线的机电设施应开展状态监测；
 - 2) A1~A2 级智慧高速宜为摄像机、情报板、信号灯、车道指示器等关键设备配置智能机箱，共杆的机电设备宜采用同一个智能机箱；
 - 3) A3~A4 级智慧高速应为全线机电设施配置智能机箱，共杆的机电设备宜采用同一个智能机箱；
 - 4) A2~A4 级智慧高速应对主干传输光缆状态进行监测，智能光纤监测主机应布设于收费站、分中心管理设施机房内，布设间距不宜大于 60Km。
- f) 机电设施运行状态监测应满足以下性能要求：
 - 1) 智能机箱宜采用模块化设计，应具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、二维码巡检、智能运维等功能；
 - 2) 智能光纤监测主机应具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、维修建议等功能，最小采样间距应不大于 0.125m，测量精度应优于 $\pm(1m+5 \times 10^{-5} \times \text{距离} + \text{取样间距})$ 。

5.4.4.2 交通安全设施状态监测

交通安全设施状态监测包括：

- a) 交通安全设施状态主要监测内容宜包括碰撞事件、倾斜、位移、变形等；
- b) 交通安全设施状态监测宜选用物联网碰撞传感设备、光纤震动传感监测主机等方式；
- c) 交通安全设施状态监测应按照以下原则布设：
 - 1) A2 级智慧高速宜对重点安全防护区域的交安标志、护栏开展状态监测；
 - 2) A3~A4 级智慧高速应对重点安全防护区域的交安标志、护栏开展状态监测；
 - 3) 物联网碰撞传感设备监测护栏时布设间距不宜大于 50m；
 - 4) 光纤震动传感监测主机应布设于收费站、分中心管理设施机房内，布设间距不宜大于 40km。
- d) 交通安全设施状态监测应满足以下性能要求：
 - 1) 护栏碰撞事件定位精度应不大于 2m；
 - 2) 护栏碰撞事件定位响应时间应小于 2s，漏报率应小于 2%。

5.4.5 不同智慧化等级的高速公路，基础设施状态感知采取的系统功能见下表。

表 5 智慧高速公路基础设施状态感知监测系统功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
全要素感知	基础设施状态感知	桥梁状态监测					
		梁桥	环境监测	-	⊙	●	●
			荷载监测	-	⊙	⊙	●
			结构监测	-	⊙	●	●
		拱桥	环境监测	-	⊙	●	●
			荷载监测	-	⊙	⊙	●
			结构监测	-	⊙	●	●
		斜拉桥	环境监测	-	⊙	●	●
			荷载监测	-	⊙	⊙	●
			结构监测	-	⊙	●	●

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
	悬索桥	环境监测	-	◎	●	●
		荷载监测	-	◎	◎	●
		结构监测	-	◎	●	●
	高墩桥梁	环境监测	-	◎	●	●
		荷载监测	-	◎	◎	●
		结构监测	-	◎	●	●
	隧道状态监测					
		裂缝监测	-	◎	●	●
		渗漏水监测	-	◎	●	●
		衬砌起层监测	-	◎	●	●
		路面与仰拱隆沉监测	-	◎	●	●
	道路状态监测					
		深路堑状态监测	-	◎	●	●
		滑坡状态监测	-	◎	●	●
		高填方状态监测	-	◎	●	●
		抗滑桩、抗滑挡墙状态监测	-	◎	●	●
		特殊路基段路基状态监测	-	○	◎	●
		填挖交界段路基状态监测	-	○	◎	●
		全路段路面状态监测	-	○	◎	●
		设计速度变化段路面状态监测	-	◎	●	●
		重载交通量大段路面状态监测	-	◎	●	●
	交通工程沿线设施状态监测					
		设备自主监测	-	◎	●	●
		智能机箱	-	◎	●	●
		光纤监测	-	◎	●	●
		护栏状态监测	-	◎	●	●

5.5 外部数据接入

5.5.1 外部数据接入应根据建设的业务场景进行选择，接入数据包括但不限于手机信令数据、互联网数据、地图导航数据、交通运行数据、通行交易数据、车辆通行信息数据、两客一危数据、综合执法数据、精准气象数据等。

5.5.2 外部数据接入可以依据部级、省级现有的数据标准要求建设统一的数据接入标准，进行数据接入。减少接入时的二次开发，并且可以满足交换时各类用户对数据实时性、准确性及扩展性的要求。

5.5.3 接入的外部数据项经数据转换和处理后，需采用统一的数据规范和接口要求，提供数据交换和共享服务。

5.5.4 第三方出行服务平台、浮动车信息数据交换存储格式应符合 GB/T 29099 的相关规定。

5.5.5 基于手机信令的路网运行状态监测数据元、数据采集等应符合 JT/T 1182 的相关规定。

5.5.6 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应实现定时自动传输与更新。

表 6 智慧高速公路外部数据接入功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
全要素感知	外部数据接入	手机信令数据、互联网数据、图商数据	○	◎	◎	●
		收费数据	○	◎	◎	●
		两客一危数据、综合执法数据	○	◎	◎	●

6 一般业务场景

6.1 一般规定

6.1.1 一般场景应在满足现有标准规范的基础上,按照“感知更精细、布点再加密、前端再提档”的

6.1.2 要求,增加智慧化建设的内容,提高智慧高速公路交通运行效率和安全服务水平。

6.1.3 一般业务场景以提升出行服务体验为核心,实现“安全、快速、绿色、智能”的服务理念,主要包括气象监测与预警、货车超温预警、行车安全诱导、伴随式服务、交通运行监测及态势分析、智慧服务区、应急指挥调度、重点车辆监测、智慧能源管理、机电资产管理和智慧运维、智慧养护等。

6.1.4 一般场景建设内容可依据高速公路交通量、交通组成、服务水平、区域环境条件等影响因素进行分类、分情况建设。

6.2 气象监测与预警

6.2.1 气象监测与预警系统主要是针对道路沿线自建气象监测设施采集的气象数据、气象部门及第三方气象服务平台共享的气象数据进行分析、比较、集成、整合,及时精准形成线状道路气象状况信息,为道路主管单位的运营决策提供数据支撑,提升道路安全行车能力。

6.2.2 系统主要由前端气象环境监测设备和中心气象监测与预警服务平台构成。前端气象环境监测设备详见“交通环境感知”部分;气象监测与预警服务平台主要由数据采集服务、数据处理与分析服务、数据存储服务、数据统计分析服务、数据可视化服务、预警预报实时推送服务等模块组成。

6.2.3 系统监测及预警系统功能主要包括对空气温度、空气湿度、大气压强、风速、风向、降水量、冰点温度、路面状态、摩擦系数、水膜厚度等信息监测,实现对未来降水、降雾、降雪、道路湿滑指数、道路积水、道路结冰、极端大风等气象环境的预警。

6.2.4 不同智慧化等级的高速公路,采取的系统功能见下表7。

表7 智慧高速公路气象监测与预警功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
一般业务场景	气象监测与预警	常规监测及预警	●	●	-	-
		分钟级、公里级精准监测及预警	-	-	●	●

6.3 货车超温预警

6.3.1 货车超温预警系统主要针对高温天气下车辆超温出现易燃易爆的现象,利用先进的科技技术手段增强高速公路监管系统,有效减免火灾及燃爆类恶性事故的发生,降低大型客运车辆及特种易燃、易爆化学品车辆在运输状态下的安全隐患。

6.3.2 系统主要由前端超温预警采集设备和车辆超温预警发布设备组成。

6.3.3 系统应具备车牌识别、测温采集、测温分析和信息发布等功能,同时可以采集路段易燃易爆监管数据,为保畅通、建平安高速提供管理和分析数据。

- a) 货车超温预警系统宜设置在进入特长隧道或隧道群前、特大桥前、大型主线收费站前2~3公里处或长下坡中下段。

- b) 前端超温预警设备宜在每条车道设置一套，采集车辆不同区域的温度显示视频图像、车牌及车型的识别等基础信息。
- c) 车辆超温预警发布设备应包含 LED 情报板显示设备和定向广播等设备，对超温车辆的车牌号及警示信息进行发布。LED 情报板宜与前端超温预警设备间隔 500 米以上。定向广播宜与测温前端采集系统同点位布设。

6.3.4 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 8 智慧高速公路货车超温预警功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
一般业务场景	货车超温预警	前端超温预警采集设备	○	◎	◎	●
		车辆超温预警发布设备	○	◎	◎	●

6.4 行车安全诱导

6.4.1 行车安全诱导主要针对道路上恶劣天气、夜间、隧道出入口、弯道、分合流点等事故多发及视距不良情况下的行车安全问题，实现不良视距情况下的综合感知及预警，提升行车安全。

6.4.2 行车安全诱导设施主要由诱导设备、交通数据采集设施、能见度检测器、区域控制器、行车安全诱导平台等组成。诱导设备含发光显示组件，交通数据采集设施可集成至诱导装置中；区域协同控制器可实现现场设备接入、数据研判、设备控制、远程通信等功能；行车安全诱导平台可实现外场设备的实时控制。

6.4.3 行车安全诱导系统宜具备道路轮廓显示、同步诱导、间距提示防止追尾警示，可具备碰撞震动事件检测等功能。智能诱导灯的安装不应影响现有护栏等防护设施功能与性能的发挥。

6.4.4 诱导设备宜安装在公路护栏两侧不大于 30 米间距设置，区域控制器宜安装在智能机箱内。

6.4.5 诱导设备的发光显示组件最小亮度应 $\geq 500\text{cd/m}^2$ ，最大亮度应 $\leq 7000\text{cd/m}^2$ ，亮度控制误差 $< 20\%$ 。

6.4.6 诱导装置应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 $\geq 95\%$ ，闪烁策略可根据车辆通过情况调整。

6.4.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 9 智慧高速公路行车安全诱导功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
一般业务场景	行车安全诱导	诱导设施	○	●	●	●
		能见度检测器	○	◎	●	●
		区域控制器	○	◎	●	●

6.5 伴随式信息服务

6.5.1 伴随式信息服务系统可根据路况情况、突发事件、施工、气象环境等信息以及互联网交通信息数据，结合车辆位置和终端类型，由路段管理中心统一规划信息内容，通过多种渠道发布交通信息，实现面向个体车辆的诱导和出行辅助信息精准推送，提供更安全、更便捷、更可靠的综合路网服务。

6.5.2 伴随式信息服务发布内容包括公路基础设施信息、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、应急救援信息等。

6.5.3 宜采用可变信息标志、互联网导航/微信小程序/APP、车载终端等方式提供伴随式信息服务。

- a) 可变信息标志应根据不同信息服务场景制定，可发布不同的诱导、控制文字或图像信息，包括正常路况下的提示信息，以及对于恶劣天气、交通事件等影响高速公路车辆通行安全等情况下的预警信息。

- b) 互联网导航/微信小程序/APP 应根据用户位置提供信息，可在导航过程中根据不同路段实时播报高速公路路况信息。
 - c) 车载终端应通过车路间数据通信交互方式，以文字、语音、图形、图像等多种方式提供广播式、个性化信息服务。
- 6.5.4 出行信息采用多种方式发布时，应确保发布信息的一致性。
- 6.5.5 伴随式信息服务发布信息时效性应满足以下性能要求：

表 10 伴随式信息服务发布信息时效性性能要求

信息类型	信息内容	信息时效性要求
公路基础设施	包括公路基础信息、特殊构造物信息等	不定期
服务设施状态信息	包括收费站、服务区、停车区设施状态信息等	≤10min
出行规划信息	包括行程时间信息、推荐路径信息等	≤10min
交通运行状态信息	包括交通流、阻断和拥堵信息等	≤5min
交通突发事件信息	包括突发事件基本信息、突发事件处置信息等	≤1min
公路施工养护信息	包括道路施工基本信息、通行限制或封闭信息等	≤5min
公路气象环境信息	包括公路气象信息、预报信息、预警信息等	≤1h
应急救援信息	包括应急救援机构信息、应急救援服务信息等	≤1min
安全辅助驾驶信息	包括车辆基本安全信息、路侧安全信息、周边车辆状态信息等	≤100ms
车道级动态交通管控	包括车道级动态限速，车道资源动态分配，硬路肩开启等，策略信息根据交管部门要求制定	≤5min
其他信息	包括ETC通行费用、电子发票、优惠活动、车辆违章等	/

6.5.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 11 智慧高速公路伴随式服务功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
一般业务场景	伴随式服务				
	加密可变信息标志	○	●	●	●
	互联网导航/微信小程序/APP	○	◎	●	●
	车载终端	—	○	◎	●

6.6 交通运行监测及态势分析

- 6.6.1 交通运行监测及态势分析即采用路侧设备采集信息、辅以移动终端/车载终端采集信息及一路各方、气象等部门共享信息等多源数据融合的技术路径，实现高速公路实时状况信息获取及未来状态分析预测，为实时交通管理服务应用提供支撑。
- 6.6.2 交通运行监测应统筹考虑应急处置、出行服务、联网收费、治超管理及运行评价等路网管理业务需求，合理确定监测设施的建设规模和布局。
- 6.6.3 交通运行监测应基于交通运行状态感知、交通环境状态感知和基础设施状态感知等数据对交通信息进行全方位、全天候的实时监测，应具备公路网运行评价所需指标、指数等相关参数提取计算的功能。
- 6.6.4 交通运行监测应具备接入率、在线率、故障率、平均无故障运行时间等运行状态信息的监测功能。
- 6.6.5 交通态势分析应具备运行状态评估与告警、交通态势预测与预警、安全风险分析等功能。
- 6.6.6 交通运行状态评估应包含中断率、拥堵指数等运行状态监测和服务指标的评估，可实现中断率和拥堵指数超过设定的阈值后自动告警功能。
- 6.6.7 交通态势预测与预警应包括交通流预测、拥堵预测、交通事件影响时空分析、轨迹行为分析等，

采用数据分析推演，将预测结果可进行预警提示。

6.6.8 安全风险分析包含对历史交通事故发生原因和实时交通事故发生概率分析，对交通安全风险高的位置进行预警。

6.6.9 交通仿真应动态地、逼真地仿真交通流和交通事故等各种交通现象，对交通流的时空变化进行仿真。

6.6.10 交通仿真应含交通事故影响仿真、施工占道影响仿真、恶劣气象影响评仿真、交通控制方案效果仿真、节假日大流量出行仿真。

6.6.11 交通运行状态信息监测的内容，主要包含：

- a) 交通运行数据信息：主要包含高速公路主线及节点的断面交通量、平均速度等；
- b) 视频图像信息：主要包含高速公路主线及节点的视频图像数据；
- c) 阻断事件信息：主要包含交通事件监测信息、道路巡查、用户主动上报事件信息等；
- d) 重点监测管理车辆信息：主要包含“两客一危”车辆、公路巡检车辆、清扫车辆等。
- e) 主体关键结构物感知信息：主要包含一般设施设备、关键结构物、结构应力、变形、结构裂缝、位移、沉降等。

6.6.12 路网运行监测应具备智能分析应用服务，能够根据道路全域交通流信息的多源数据对拥堵事件、交通事件、平均速度、公路流量、公路气象等开展监测分析，并将分析的结构化数据上传至上级云平台。

6.6.13 宜具备基于 ETC 门架系统数据进行公路运行状态提取分析功能，以及对管辖范围内的公路网运行状态动态评价和预警功能。

6.6.14 宜具备收费数据、交通情况调查数据以及跨行业交通流数据等多源数据融合分析功能，可具备“两客一危”等重点车辆运行轨迹监测与预警功能。

6.6.15 宜基于三维 GIS、BIM、倾斜摄影、高精度地图等技术，实现重点路段的三维建模，并在此基础上综合显示运行监测信息。

6.6.16 宜建设气象环境监测分析专题应用，可联合气象环境部门有关应用，共同建设基于长期气象环境数据的预警预测分析功能模块。

6.6.17 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 12 智慧高速公路交通运行监测及态势分析功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
一般业务 场景	运行状态信息监测	●	●	●	●
	参数融合提取计算	○	◎	●	●
	运行状态评估	○	◎	●	●
	智能分析	○	◎	●	●
	交通态势预测与预警	○	◎	●	●
	交通仿真	○	◎	●	●
	综合显示运行监测信息	●	●	●	●
	车路协同	○	◎	◎	●

6.7 智慧服务区

6.7.1 智慧服务区通过对高速公路行业包含的各种信息进行收集、加工、整合、分析，实现便捷公众停车引导、信息咨询、路况掌握等服务功能，同时为服务区的管理方掌握经营状况、实时车流、资源信息等提供支撑。

6.7.2 智慧服务区应实现智慧管理功能，包括但不限于卡口、视频监控、车流客流统计分析、能耗管控和智慧办公。

- a) 在服务区进出通道设置 ETC 门架识别车辆信息，便于服务区管理人员及时掌握进出服务区的车辆动态状况。
 - b) 设置视频监视系统，包括场区监视、综合楼宇监视和全景监视，自动识别违规违法行为，实现服务区安全防范全覆盖。
 - c) 开展车流客流统计分析，对停车场、休息区、便利店、加油站、餐厅、卫生间等区域的客流和车流数据进行综合计算分析并可视化展示。
 - d) 能耗管控宜对用电、供暖、供冷、用水等能源使用情况进行信息采集和监控，实现对能源的统一管理和优化。
 - e) 智慧办公宜实现公文管理、办公用品管理、会议室管理、人事管理、后勤管理等信息化管理功能。
- 6.7.3 智慧服务区应实现智慧服务功能，包括但不限于智慧停车诱导、绿色充能、智慧厕所、智慧餐厅、信息查询、信息发布、评价反馈和 wifi 覆盖。
- a) 设置智能停车诱导系统，可采用智能终端等多种技术手段，引导车辆进入服务区并快速停车。
 - b) 绿色充能宜设置充电停车位，实现电动汽车快速补电。单侧服务区建设的充电基础设施或预留建设安装条件的车位原则上不低于小型客车停车位的 10%。
 - c) 智能厕所设施应具备异味监测、换气除臭、厕位监测、厕位引导等功能。
 - d) 智慧餐厅可提供线上线下点餐、人脸支付、机器人送餐等服务。
 - e) 设置一体化查询终端，提供服务区功能导览、交通路况、周边景区等信息查询服务。
 - f) 在餐厅、超市等公共区域设置广播系统与信息发布屏，便于及时发布寻人启事、疫情防控、应急疏散等信息。
 - g) 设置用户评价反馈系统，宜通过智能终端收集司乘人员评价，改善服务品质和体验。
 - h) Wi-Fi 设施应覆盖餐厅、超市、服务大厅、公厕、休息区等公共区域。
- 6.7.4 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 13 智慧高速公路智慧服务区功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4	
一般业务场景	智慧服务区	智慧管理					
			视频监控	○	●	●	●
			卡口	○	○	●	●
			车流客流大数据分析	—	○	◎	●
			能耗管控	—	○	◎	●
			智慧办公	—	○	●	◎
		智慧服务					
			智慧停车诱导	○	●	●	●
			绿色充能	○	○	◎	●
			智慧厕所	—	○	◎	●
			智慧餐厅	—	○	◎	●
			信息查询	○	○	◎	●
			信息发布	○	○	◎	●
			评价反馈	—	○	○	◎
Wifi 设施	—	●	○	◎			

6.8 应急指挥调度

6.8.1 应急指挥调度系统主要通过全面、迅速、准确、可靠的采集前端现场信息，实现各级指挥中心进行日常的管理和指挥；在遇突发事件、重大事件等紧急状态时，为高速公路运营单位提供快速、准确、全面的现场信息，便于快速做出科学、准确的指挥决策。

6.8.2 应急指挥调度系统具备紧急事件快速发现、事件处置管理、应急预案自动生成、灵活指挥调度、协同联动、流程记录、处置评价等功能。

- a) 具备紧急事件快速发现功能，可基于高速公路事件检测设备、互联网平台等快速发现事件、精准定位、一站式接报。
- b) 具备事件处置管理功能，针对高速公路事件类型进行分类管控。
- c) 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。
- d) 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，可设置智慧应急驿站，实现备勤点和临时驻点的布局优化。
- e) 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、路政、消防、医疗等相关方的联动。
- f) 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。
- g) 具备事件处置评价功能，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。

6.8.3 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 14 智慧高速公路应急指挥调度功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
一般业务场景	紧急事件快速发现	●	●	●	●
	事件处置管理	●	●	●	●
	应急预案自动生成	○	◎	●	●
	灵活指挥调度	○	◎	●	●
	协同联动	●	●	●	●
	流程记录	○	◎	●	●
	处置评价	○	◎	●	●

6.9 重点车辆监测

6.9.1 重点车辆监测系统主要实现“两客一危”车辆、大件运输车辆、重载货车等重点营运车辆的动态监督管理，预防和减少重点营运车辆道路运输安全事故。

6.9.2 重点车辆监测系统宜包括重点车辆信息获取、实时跟踪、轨迹回放、异常事件预警、营运车辆统计分析等功能。

- a) 重点车辆信息获取渠道主要通过交通运输部联网联控平台、湖北省重点营运车辆动态监管平台、沿线交通运行状态感知设备等方式。
- b) 实时跟踪应对重点营运车辆进行跟踪管理，通过交通运行状态感知设备进行实时跟踪，按照重点营运车辆类型的分布情况进行分类，并实时展示行驶的车辆位置等信息，实时了解某一车辆的行驶情况、车辆信息以及位置信息等。
- c) 轨迹回放应提供重点营运车辆的历史轨迹信息检索、可对轨迹数据进行播放、暂停、快进、快退、过滤无效数据等操作。

- d) 异常事件预警应实现车辆停驶、超速、禁行时段行驶、电子围栏外行驶、违停等异常情况的主动报警，可查看异常车辆的基本信息，包括事件类型、时间、车牌、车牌颜色、车速、经纬度、方向、桩号等位置信息，在 GIS 可视化地图精确显示预警车辆的位置信息等。
- e) 营运车辆统计分析应对重点营运车辆的类型、数量、分布情况等，按照一定时间范围要求进行统计分析；对重点营运车辆报警情况在报警类别、异常区域等方面进行统计分析，并实现统计分析数据以列表、图形化等方式进行展现。

6.9.3 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 15 智慧高速公路重点车辆监测功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
一般业务场景	重点车辆监测	重点车辆信息获取	—	●	●	●
		实时跟踪	—	◎	●	●
		轨迹回放	—	○	◎	●
		异常预警	—	○	◎	●
		统计分析	—	○	◎	●

6.10 智慧能源管理

6.10.1 智慧能源管理系统基于对用能数据的监测与分析，对能耗效果进行评估，实现能源数据的可视化，从而生成能源节约建议和能源管理报告，实现能源的高效利用，提高能源管理的智能化水平。

6.10.2 智慧能源管理主要针对高速公路沿线的服务区、停车区、收费站、办公区、生活区等涉及到水、电、气、热能的区域，应具备对水、电、气、热等能源的实时监测、数据管理、运维安全等功能。

6.10.3 智慧能源管理系统的架构由现场感知层、网络传输层和监控管理层构成。

6.10.4 现场感知层指现场监控点的传感设备和控制器，即智能节能设备，主要包括电力监控终端、智能水表、智能变频器、照明智能控制终端、空调节能控制器等。

6.10.5 网络传输层是解决现场设备联网的关键环节，主要包括现场智能节点设备组成的现场控制网络和系统主干光纤通信网。

6.10.6 监控管理层是主要的人机交互平台，主要包括流程化监控界面、实时检测和控制功能，以及能源统计、分析、预测、调度和管理等功能。

6.10.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 16 智慧高速公路智慧能源管理功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
一般业务场景	智慧能源管理		○	◎	●	●

6.11 机电资产管理与智慧运维

6.11.1 机电资产管理与智慧运维系统通过智慧运维管理平台实现高速公路机电设施设备资产管理、运行状态监测、故障预警、综合分析等全生命周期管理。

6.11.2 机电资产管理与智慧运维系统由智慧运维管理平台、状态采集设备和通信传输链路等构成。

6.11.3 智慧运维管理平台宜具备机电资产管理、机电设备运行监测、机电设备维护管理、综合分析等功能模块。

- a) 机电资产管理应能够对设备、零配件、耗材进行基础信息、库存、出入库、处置等全生命周期管理，宜通过可视化方式进行展示。

- b) 机电设备运行监测应能够对内外场机电设备运行状态进行在线监测，能够实现故障判断和预警，并显示故障位置、故障类型等信息。
 - c) 机电设备维护管理应能够为机电设备的维护维修提供处理意见，进行标准化维护维修处置，并跟踪整个维护维修过程。
 - d) 综合分析应能够基于监测数据分析，提供巡检计划、预防性运维保养计划、备品采购调拨计划等；宜建立运维知识库。
- 6.11.4 状态采集设备设计要求详见“5.4.4”。
- 6.11.5 宜配置移动终端，实现对运维人员的定位、设施的扫码检修、在作业现场完成对运维工单的收发、处理等功能。
- 6.11.6 通信传输链路宜采用有线通信方式，接口形式宜为RJ45口。
- 6.11.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 17 智慧高速公路机电资产管理与智慧运维功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
一般业务场景	机电资产管理	○	●	●	●
	机电设备运行监测	○	●	●	●
	机电设备维护管理	○	◎	●	●
	综合分析	○	◎	●	●
	运维知识库	—	◎	●	●
	移动终端	—	○	◎	●

6.12 智慧养护

- 6.12.1 智慧养护采用智能监测设施、无人巡检等技术采集高速公路基础设施数据，通过智慧养护管理平台实现基础设施监测预警及评估、安全评价及性能评估、养护方案和计划制定等功能。
- 6.12.2 智慧养护系统由智慧养护管理平台、外场智能监测设施和通信传输链路构成。
- 6.12.3 智慧养护管理平台应具备基础设施在线监测、日常养护管理、养护工程管理、养护决策等功能模块。
- a) 基础设施在线监测应能够实现高速公路基础设施全寿命周期智能在线监测，宜利用BIM、数字孪生、GIS等技术，建设基础设施数字化模型。
 - b) 日常养护管理应以经常性检查为主，应能够实现道路基础信息管理、日常巡查管理、病害信息管理、养护任务管理等。
 - c) 养护工程管理以定期检查、专项检查为主，应能够实现专项养护信息管理、养护计划编制、养护工程等管理。
 - d) 养护决策应能够实现基础设施技术状况检测评定、养护需求分析、养护方案制定、养护计划制定、养护决策后评估等。
- 6.12.4 外场智能监测设施设计要求详见“5.4.1-5.4.3”。
- 6.12.5 通信传输链路宜采用有线通信方式，接口形式宜为RJ45口。
- 6.12.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 18 智慧高速公路智慧养护功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
一般业务场景	智慧养护				
	在线监测	○	●	●	●
	日常养护管理	○	◎	●	●

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
	养护工程管理	○	◎	●	●
	养护决策	○	◎	●	●
	基础设施数字化模型	○	◎	◎	●
	无人巡检	—	○	◎	●

7 创新业务场景

7.1 一般规定

7.1.1 创新业务场景为现阶段不具备大规模推广的应用，可结合自身需求、工程特点开展示范性建设。

7.1.2 创新业务场景主要包括车路协同、匝道自由流、无人值守收费站、ETC 拓展应用、主动交通管控、准全天候通行等。

7.2 车路协同

7.2.1 车路协同是采用先进的无线通信（DSRC、LTE-V、5G-V）和新一代互联网等技术全方位实施车与路之间动态实时信息交互，并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上，基于建设的车路协同云控平台，开展车辆主动安全控制和道路协同管理，充分实现人、车、路、云的协同。

7.2.2 车路协同系统应通过云平台、路侧设备和车载终端构建“云-边-端”一体化架构。

7.2.3 车路协同路侧设备宜由感知设备、边缘计算节点设备、路侧信息发布设备组成。

- a) 宜采用多源传感数据融合、边缘计算技术，通过高清摄像机、光纤分布式传感手段、雷达、气象监测、智能道钉、边缘计算等设备的感知和分析，支持不同车路协同应用场景。
- b) 应采用（DSRC、LTE-V2X、5G-V2X）无线网络技术，进行车路通讯，实现信息交互和共享。
- c) 车路协同场景宜在分合流区、隧道路段、气象复杂路段、事故多发路段和大流量路段等区域设置。

7.2.4 车路协同应具备向车载终端提供安全类、效率类、信息服务类等场景消息的能力。

- a) 车路协同应可向车端提供安全类信息服务：前方车辆碰撞预警（车辆慢行、停驶、逆行、紧急刹车、异常行为预警）、合流区安全提醒（主线车辆行驶提醒、匝道车辆汇入提醒、合流区交通事故预警、应急车道被占提示、两客一危车辆行驶提醒、合流区车流量提醒等）、分流区安全提醒（提前变道提醒、左侧车辆变道提醒、分流区车流量提醒、分流区交通事故预警、车辆超速预警等）、弱势交通参与者碰撞预警（行人横穿预警、非机动车行驶预警）、道路危险状况提醒（前方抛洒物提醒等）、危险气象预警（雨、雾、雪预警等）。安全类信息发布基本要求：预警数据更新频率应 $\leq 1\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ 。
- b) 车路协同应可向车端提供效率类信息服务：交通事故（车辆故障信息、人车事故信息、车车事故信息、道路设施相关信息）、交通灾害（火灾类信息、地质灾害类信息、水灾类信息）、交通气象、路面状况、道路施工（占道施工、断路施工）、交通拥堵信息、重大事件、阻断事件、动态车道管理、路径诱导信息、限速信息、协作式编队行驶等。效率类信息发布基本要求：预警数据更新频率应 $\leq 10\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 5\text{m}$ 。
- c) 车路协同应可向车端提供静态信息服务：事故多发路段提醒信息，长下坡、急转弯等危险类提醒信息，前方收费站、服务区等道路服务设施提醒信息，违法抓拍、区间测试、行道标线提示信息。信息服务类信息发布基本要求：预警数据更新频率应 $\leq 10\text{Hz}$ ，系统延迟应 $\leq 500\text{ms}$ ，定位精度应 $\leq 1.5\text{m}$ 。
- d) 车路协同可支持多车协同智能控制、编队协同驾驶、主动智能控制等功能。

7.2.5 车路协同云端管理平台应具备车路协同路侧信息发布设备跨节点信息调度功能、车路协同外场设备运行监测、路侧信息采集分析、路侧信息处理下发、日常运行维护、高精度地图管理等功能，云端管理平台可通过 Uu 接口将弱实时性信息下发给车载终端。

7.2.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 19 智慧高速公路车路协同功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
创新业务场景	多源感知数据融合	○	○	◎	●
	车路通信网络（DSRC、LTE、5G）	○	○	◎	●
	车路协同路侧场景建设	○	○	◎	●
	车路协同云控平台	○	○	◎	●
	自动驾驶场景	○	○	○	●
	货车编队场景	○	○	○	●
	主动管控场景	○	○	◎	●

7.3 匝道自由流

7.3.1 为提高 ETC 车道通行效率，降低 ETC 交易失败车辆进入 ETC 专用车道的比例，新建收费广场应布设匝道自由流预交易设施，改扩建收费广场宜根据现场实际情况确定。

7.3.2 匝道自由流预交易设备应包括路侧单元（RSU）天线及其控制器、高清车牌识别设备、补光灯、数据通信及供电设备、机柜、诱导设施等。

7.3.3 预交易天线应布设于收费站匝道区域，也可在收费广场的渐变段衔接区域设置。

- a) 预交易天线安装应尽量选取长直线段安装，天线前方直道距离应不少于 50m，且无金属广告牌和立交、高架等其他交通设施遮挡。
- b) 预交易天线与高速主线直线距离应不少于 150m。
- c) 预交易天线与收费车道天线距离宜不少于 50m。
- d) 预交易天线前方直线距离 150m 内应避免市政道路、高速公路服务区或非出、入口匝道路段。

7.3.4 预交易软件应具备以下功能：

- a) 支持 ETC 车辆交易功能，系统对 ETC 车辆应具有介质有效性判定，对 ETC 车辆的车辆信息及路径信息进行识别，对满足交易条件车辆进行计费、扣款交易；
- b) 具备接收、更新收费参数功能，满足 ETC 车辆计费要求；具备数据共享功能，匝道自由流预交易设施在收费站边缘系统与入口自助发卡/ETC 车道、出口自助缴费/ETC 车道、MTC/ETC 混合车道、智能移动服务终端、邻近的 ETC 门架系统等通过实时推送、订阅模式共享交易数据，实现车辆交易状态同步；
- c) 预交易软件应具备通行路径动态拟合功能，拟合路径点位数量不低于 10 个；
- d) 具备生成 ETC 交易流水、抓拍车牌图像流水功能；
- e) ETC 交易流水、抓拍车牌图像流水应能与车辆抓拍图片进行自动匹配，并实时上传至收费站系统及部、省中心，清分结算流程应符合《公路电子不停车收费联网运营和服务规范》4.1 中的相关规定。
- f) 具备“一车多介质”判定功能。

7.3.5 应根据条件布设车辆诱导设施。

- a) 车辆诱导设施应包括可变情报板、配套标识标牌、定向音柱、供电设施设备等。
- b) 车辆诱导设施宜布设于收费站出口匝道与出口收费岛之间区域，车辆诱导设施应接入收费系统，具备引导信息输出控制及运行状态检测等功能。

7.3.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 20 智慧高速公路匝道自由流功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
创新业务场景	匝道自由流	匝道预交易设施	○	●	●	●
		车辆诱导设施	○	●	●	●

7.4 无人值守收费站

7.4.1 无人值守收费站主要适用于交通量小、客车比例高、ETC 比例高、地理位置偏远的收费站，可在交通量不大于 15000 pcu/D、ETC 车辆比例不低于 60%、货车比例低于 15%的收费站设置无人值守收费站。

7.4.2 应在收费站/路段管理中心设置远程值守坐席，为特情车辆提供远程服务。

7.4.3 ETC 专用车道应配置 ETC 自助终端。

7.4.4 车道应在岛头、岛尾设置两个 ETC 天线。

7.4.5 无人值守收费站主要功能如下。

- a) ETC 专用车道可通行 ETC 车辆，ETC 车辆交易失败后可通过 ETC 自助终端呼叫远端值守客服，由远端值守客服引导处理。
- b) 在收费站入口混合车道设置无人值守自助发卡设备，实现非 ETC 车辆自助取卡，同时具备 ETC 专用车道的功能。
- c) 在收费站出口混合车道设置无人值守自助缴费设备，实现非 ETC 车辆自助缴费，同时具备 ETC 专用车道的功能。
- d) 无人值守自助发卡/缴费设备具备入口发放 CPC 卡，出口回收 CPC 卡功能；
- e) 具备 ETC、移动支付、数字人民币等方式的收单功能、缴费凭证打印功能和电子票据服务功能；
- f) 具备按键求助、液晶显示、语音提示与对讲等远程值守的人机交互功能；
- g) 具备设备状态自检和恢复、应用软件在线更新的功能；
- h) 具备自动接收并更新车道参数的功能；具备车辆通行路径的地图展示功能。
- i) 岛头智能节点设备具备自动关道、可变信息屏、雾灯等功能。
- j) 岛尾智能节点设备具备费额显示、自动栏杆、车牌识别等功能。

7.4.6 无人值守收费站车道包括无人值守自助发卡/ETC 混合车道、无人值守自助缴费/ETC 混合车道、ETC 专用车道。

- a) ETC 专用车道由岛头节点设备、车型自动识别设备、ETC 自助设备、岛尾节点设备、ETC 天线、车道摄像机等构成。
- b) 无人值守自助发卡/ETC 混合车道由岛头节点设备、车型自动识别设备、无人值守自助发卡设备、岛尾节点设备、ETC 天线、车道摄像机等构成。
- c) 无人值守自助缴费/ETC 混合车道由岛头节点设备、车型自动识别设备、无人值守缴费发卡设备、岛尾节点设备、ETC 天线、车道摄像机等构成。

7.4.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 21 智慧高速公路无人值守收费站功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
创新业务场景	无人值守收费站	无人值守收费技术应用	○	●	●	●

7.5 ETC 拓展应用

7.5.1 ETC 拓展应用主要是基于公路现有 ETC 门架结构体系进行新技术的应用。

7.5.2 ETC 拓展应用主要包括交通量调查、基于 ETC 的车路协同服务、基于 ETC 门架的轨迹跟踪技术应用、ETC 技术在服务区的应用等。

- a) 交通量调查融合应用是利用 ETC 门架数据开展交通量调查，包括分方向、分车道、分车型交通量。
- b) 基于 ETC 的车路协同技术应用是利用 ETC 门架系统探索基于 ETC 的车路协同应用。
- c) 基于 ETC 门架的轨迹跟踪技术应用是利用 ETC 门架数据进行车辆轨迹追踪，实现重点营运车辆在途监测。
- d) ETC 技术在服务区的应用是包括加油、充电、洗车、车辆维修等。

7.5.3 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 22 智慧高速公路 ETC 拓展应用功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
创新业务场景	交通量调查融合应用	○	◎	●	●
	基于 ETC 的车路协同技术应用	○	○	◎	●
	基于 ETC 门架的轨迹跟踪技术应用	○	○	◎	●
	ETC 技术在服务区的应用	○	○	◎	●

7.6 主动交通管控

7.6.1 主动交通管控是基于道路交通状态信息、交通事件信息、气象信息等，通过道路沿线可变信息标志、移动终端、车载终端等多种方式实现对管控信息的发布。实现不同区段、不同车道、不同级别的车道动态管控，提前对车辆进行预告提示，最大限度减少事件对道路通行的影响。

7.6.2 主动交通管控主要包括车道开闭状态提示、路径诱导、限速调整、匝道控制、临时开放硬路肩等建设内容。

7.6.3 主动交通控制宜部署于大流量路段、易拥堵路段、易拥堵收费站、分合流区域及特殊路段（桥梁、隧道）。

- a) 高速公路可变信息标志应具备分车道指示功能，布设间距宜在 5km 之内。可变信息标志在每个车道（含硬路肩）上方以文字、图形等多种方式提供每个车道允许通行的车型、限速、车道开放等信息，宜优先选择与 ETC 门架合建或升级既有门架式可变情报板；
- b) 移动终端应通过自建或第三方出行信息服务系统，通过车道级高精地图导航，以文字、图形等多种方式提供每个车道允许通行的车型、限速、车道/路肩开放等信息。
- c) 车载终端应通过车路间数据通信交互方式，以文字、语音、图形等多种方式提供精细化的速度和行驶车道引导。
- d) 一路各方应结合路段所在位置、交通量状况、运营模式等，制定正常运营工况、交通阻塞工况、突发事件工况、施工养护工况、恶劣气象环境工况、应急车辆优先工况等交通控制策略，确保满足执法和道路运营管理需求。管控决策信息宜通过伴随式信息服务系统发布。发布信息应包含位置、适用路段范围、有效时间、必要的校验信息等。

7.6.4 主动交通管控宜协调机电和交安工程和信息化系统，为用户提供一致性出行体验。

7.6.5 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 23 智慧高速公路主动交通管控功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
创新业务 场景	主动交通管控	车道开闭状态提示	—	◎	●	●
		路径诱导	—	◎	●	●
		限速调整	—	◎	●	●
		匝道控制	—	○	◎	●
		临时开放硬路肩	—	○	●	●

7.7 准全天候通行

7.7.1 准全天候通行系统通过应用道路信息监测、车路协同、高精定位、交通诱导等技术及管理手段，有效实现在恶劣天气条件下车辆的安全通行，预防及减少交通事故，进而保证道路的通畅和安全。

7.7.2 宜采用交通信息监测、边缘计算、车载终端、高精定位、安全行车诱导、智能消冰除雪等技术和管理办法，宜与车路协同设施配合使用。

7.7.3 总体架构宜由智能车载终端、交通信息监测、新一代无线通信、高精定位、边缘计算、行车安全诱导及智能消冰除雪等设施构成。

7.7.4 一路各方应制定高速公路准全天候通行管理办法。

7.7.5 通过路侧车路协同设施及车载终端获取车道级的信息数据，包括车道线、道路边缘线等数据。

7.7.6 路侧应部署边缘计算设施，提供监测信息分析及环境动态预测的计算能力。

7.7.7 路侧应部署交通信息监测设施，应至少包括交通流检测器、交通事件检测器、路面状态检测器、气象传感器等。

7.7.8 通过信息发布、车路协同进行预警、诱导服务，实现特定恶劣气象条件下车辆的安全通行。

7.7.9 路侧及中央分隔带应设置行车安全诱导装置，详见 6.4 章节。

a) 气象预报服务

b) 气象服务由公路沿线的气象环境感知数据及外部共享气象环境数据组成，外部气象环境数据宜采用气象局共享的气象数据。

c) 气象服务包含实时气象信息和气象预警信息，通过车载终端、情报板、手机 APP 消息推送等方式提供，包括强降水、团雾、道路湿滑指数、道路积水、道路结冰、极端大风等事件的实时播报和临近预报等信息。

d) 消冰除雪

e) 消冰除雪可根据气象监测数据、路面温湿度监测数据自动开启或关闭工作模式，通过主动除冰雪装置达到智能消冰除雪的目的。

f) 消冰除雪应布设在冬季易积雪结冰且交通事故多发路段。

7.7.10 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 24 智慧高速公路准全天候通行功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
创新业务 场景	准全天候通行	预警、诱导服务	○	◎	●	●
		气象服务	○	◎	●	●
		智能消冰除雪	○	◎	●	●

8 专项场景

8.1 一般规定

- 8.1.1 专项场景主要是结合项目实际特点综合各类业务场景设置智慧化设施，主要包括智慧收费站、智慧桥梁、智慧隧道和智慧保通等。
- 8.1.2 专项场景建设要充分利用一般场景的设施设备，在共享复用的基础上优化、补充、完善，实现集约化设计，最大程度的节约资源。
- 8.1.3 同一路段不同场景的设施设备要协同布设，数据应实现互联互通，提升数据的利用效率。

8.2 智慧收费站

8.2.1 基本规定

- 8.2.1.1 应在满足交通运输部和湖北省交通运输厅颁布的收费公路相关技术标准要求基础上，以提高收费站通行效率和运营水平为目标，开展智慧收费站建设。
- 8.2.1.2 新建收费站应采用智慧收费站，改扩建收费站可参照智慧收费站开展建设。
- 8.2.1.3 智慧收费站应采用“云、边、端”一体化协同架构，建设云化收费系统，在平台侧对“边、端”系统进行统一配置、部署、升级、监控。

8.2.2 设施设置要求

8.2.2.1 收费站系统包括站级系统和车道外设，站级系统实现车道交易功能和站级管理功能，车道外设由站级系统控制。

- a) 站级系统包括站级交易系统、站级管理系统。
- b) 站级交易系统采用集中的管理模式，实现向所有车道（含预交易系统）提供统一的计费服务、名单服务、交易流程控制、车道逻辑控制、车道外设控制等功能；
- c) 站级管理信息系统实现收费站的查询服务、班次管理、票据管理、报表管理、运行监测、稽核协查等功能。

8.2.2.2 智慧收费站系统应具备以下功能：

- a) 通过标准接口协议与车道外设交互，实现车道外设（车牌识别设备、费额显示器、栏杆机、通行指示灯、报警器、车检器等）集中控制和监测；
- b) 与车道外设控制服务协同完成车辆通行逻辑集中处理；
- c) 集中提供ETC卡/OBU状态名单、大件运输车辆名单、预约名单、抢险救灾名单等，以及接收的“一车多介质”车辆名单信息的查询；
- d) 控制混合车道上的集成化、智能化自助设备，实现收费业务的远程化、自动化、少人化和集中化处理；
- e) 按照计费规则集中提供计费服务；
- f) 实现收费站基础参数、车道设备参数、功能参数、发行方信息、最小费额参数、名单参数等版本管理功能；
- g) 站级交易服务实现ETC专用车道、ETC/MTC混合车道、预交易系统的交易流程集中控制。

8.2.2.3 车道外设设置原则包括：

- a) 车道采用高度集成化、智能化、IP化的设备，通过统一的车道外设接口，由站级系统实现集中控制。车道的车辆计费交易、车道外设控制、车道逻辑、运行监测、入口治超接入站级等服务通过站级交易系统集中实现；
- b) 车道分为ETC专用车道、ETC/MTC混合车道、预交易系统三种；
- c) 应根据收费车道客货车流量比例，设置ETC专用车道、ETC/MTC混合车道；
- d) ETC车道应支持客货车通行，货车流量大且具备条件的收费站，应设置货车ETC专用车道；
- e) 混合车道应设置具备远程值守功能的智能化收发卡/缴费设备，提升收费车道自助服务能力；

- f) 具备条件的可设置预交易系统，对自由流通行的 ETC 车辆进行通行费计费和扣费，交易流程与出入口 ETC 车道保持一致，交易成功的直接放行，交易失败的车辆提示进入混合车道处理；
- g) 预交易系统宜配套设置可变信息标志，显示交易结果，提示交易失败车辆驶入混合车道完成收费。

8.2.2.4 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 25 智慧高速公路智慧收费站功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
专项场景	智慧收费站	ETC 预交易引导系统	○	●	●	●
		云化收费软件	○	●	●	●
		车道设备集成化、IP 化	○	◎	●	●
		无人值守自助设备	○	◎	●	●

8.3 智慧桥梁

8.3.1 基本规定

8.3.1.1 在针对公路桥梁进行智慧化建设时，应在《高速公路监控技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）相关要求的基础上开展。

8.3.1.2 长度在 1000m 以上的特大桥及悬索桥、斜拉桥等异形结构的桥梁应按照本节要求建设，其他桥梁可参照执行。

8.3.1.3 应借助 BIM 技术及参数化手段，建立可视化的三维桥梁模型，将 BIM 数据模型贯通设计、施工、运营、维护等各阶段，实现全过程的精细化管理。

8.3.1.4 应建设数字桥梁系统，包括但不限于高精度桥梁数字模型、全天候交通状态感知、预称重、桥梁结构健康监测、雾天行车诱导、桥梁管理系统等。

8.3.2 设施设置要求

8.3.2.1 宜在施工图阶段交付的桥梁 BIM 数据模型的基础上建设高精度桥梁数字模型。

8.3.2.2 在《高速公路监控技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）的基础上，全天候状态感知宜设置车型及车牌识别设备、毫米波雷达、全景视频监控、气象环境监测设施、桥梁防撞智能预警系统、无人机自动巡检等，符合下列要求：

- 应在桥梁入口前方 25m 设置车型及车牌识别设备，面向行车方向；
- 宜间距 500m 设置毫米波雷达，提高特大桥全域的交通事件监测水平；
- 斜拉桥和悬索桥宜在每一座索塔的顶部设置全景摄像机；
- 宜在特大桥设置全要素气象检测器，对桥梁附近的周边环境进行自动监测；
- 宜在通航桥梁设置桥梁防撞系统，主要包括船舶超高监测、船舶偏航监测、坍塌预警等功能。

8.3.2.3 桥梁结构健康监测系统主要包括数据采集、传输、处理与管理等软硬件，符合下列要求：

- 数据采集可选用设置监测传感器、部署北斗高精度定位设施、无人机自动巡检等方式或其组合；
- 桥梁结构健康监测要素和指标应满足 5.4.1 条要求。

8.3.2.4 针对车型比例中货运车辆占比较高的国高干网桥梁，宜在进入桥梁前的一个互通立交设置预称重系统，对超重车辆及时提醒、拦截。

8.3.2.5 应在阴雨天气多发、雾区桥梁，设置行车安全诱导系统，提升安全通行能力。

8.3.2.6 桥梁管理系统应具备接入并处理全天候交通状态感知数据和前端桥梁结构健康监测设施的功能，并将数据信息以虚拟仿真的形式映射至高精度桥梁数字模型的场景中；宜包括且不限于桥梁交通运行监测、桥梁健康状态评估、重点车辆监控、全生命周期养护等功能模块。

8.3.2.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 26 智慧高速公路智慧桥梁功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
专项场景	高精度桥梁数字模型	○	◎	●	●
	车牌识别	◎	●	●	●
	多目标跟踪雷达	○	◎	●	●
	全景摄像机	●	●	●	●
	气象检测	●	●	●	●
	通航桥梁防撞系统	○	◎	●	●
	预称重系统	○	◎	●	●
	桥梁结构健康监测	●	●	●	●
	北斗高精度定位设施	○	◎	●	●
	无人机自动巡检	○	◎	◎	●
	雾区行车诱导系统	◎	●	●	●
	桥梁综合管理系统	●	●	●	●

8.4 智慧隧道

8.4.1 基本规定

8.4.1.1 在针对公路隧道进行智慧化建设时，应在《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》JTG D70/2 相关要求的基础上开展。

8.4.1.2 根据隧道长度和交通量确定隧道等级，隧道长度大于 500m 且等级达到 B 级高速公路隧道应按照本节要求建设，其他隧道可参照执行。

8.4.1.3 长大隧道应建设数字隧道系统；其他隧道宜根据隧道实际情况，有针对性的建设综合管控平台、交通事件检测、雷视融合设施、结构健康监测设施、入口测温设施、隧道移动式巡检设备、北斗隧道定位信号拓展、智能调光设施、长大隧道 ETC 监测与应用、疲劳唤醒措施等。

8.4.2 设施设置要求

8.4.2.1 数字隧道系统的架构包括基于 BIM+GIS 的高精度隧道模型、感知控制层、技术及数据支撑层、应用层等，应符合以下要求：

- a) 新建高速公路隧道宜建立三维 GIS 模型和精细化 BIM 模型，通过集成 BIM、GIS 模型，实现 BIM 模型与地理信息数据集成管理与展示；
- b) 感知控制层除了隧道内原有的监控摄像机，还增加设置高精度毫米波雷达、高清抓拍卡口等设备组成，宜在隧道内连续设置实现全覆盖；
- c) 数字孪生管控平台是应用层的中心，基于高精度地图信息，对隧道通行数据、路况数据、车辆目标数据、事故事件数据、设备数据、环境数据等进行详细展示，并对各接入设备实施统一管理控制。

8.4.2.2 应建设隧道综合管控平台，未建设数字隧道系统的隧道应具备的功能包括但不限于隧道环境感知、隧道交通运行状态感知、应急指挥调度、机电设备联动控制等。

- 8.4.2.3 特长隧道（群）、不良地质条件隧道宜设置隧道结构健康监测设施，监测要素和指标应满足5.4.2。
- 8.4.2.4 针对车型比例中两客一危车辆占比较高的国高干网长大隧道，应建设入口测温设备。
- 8.4.2.5 长大隧道可设置隧道移动式巡检设备，对隧道结构病害进行自主监测、病害定位，同时还可以对隧道内的交通运行状况及火灾等特殊情况进行全面监测。
- 8.4.2.6 特长隧道宜建设北斗隧道定位信号拓展系统，在隧道内提供实时位置服务，实现全路段车辆无缝监管，提高隧道事故应急处理能力，还可为特种车辆提供安全监管服务。
- 8.4.2.7 应设置智能调光系统，根据路段实时交通量动态调节照明亮度。
- 8.4.2.8 宜在隧道出入口布设ETC天线和摄像机，并结合AI算法，实现出入口车流信息和内部车辆定位及滞留信息分析。
- 8.4.2.9 宜在4km以上特长隧道设置“疲劳唤醒”区，可采用涂料+LED洗墙灯方案，通过多种变化光源结合墙面当地特色的图案起到视觉冲击的效果。
- 8.4.2.10 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 27 智慧高速公路智慧隧道功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
专项场景	隧道数字模型	○	◎	●	●
	隧道综合管控平台	●	●	●	●
	交通事件检测	●	●	●	●
	雷视融合设施	○	◎	●	●
	隧道结构健康监测	●	●	●	●
	隧道入口测温设施	○	◎	●	●
	隧道移动式巡检设备	○	◎	●	●
	北斗隧道定位信号拓展	○	◎	●	●
	智能调光	●	●	●	●
	隧道ETC监测与应用	○	◎	●	●
	疲劳唤醒（4km以上隧道）	○	◎	●	●

8.5 智慧保通

8.5.1 基本规定

8.5.1.1 高速公路改扩建或者日常养护施工期间宜考虑智慧保通，通过在施工期间合理设置外场设施，保障行车安全和施工安全。

8.5.1.2 宜充分利用交通仿真的能力，预判在特定时间段施工对交通流的影响。

8.5.2 设施设置要求

8.5.2.1 施工期间设置的外场设施可采用固定式或者移动式，宜永临结合。

8.5.2.2 施工期间宜加强交通转换过渡段、中墩施工、高边坡等特殊工点的监测，加强对重点车辆的管控，通过情报板、广播或者交警部门进行信息发布。

8.5.2.3 可在特殊工点设置移动式智能路侧检测系统，采集交通流信息及视频并处理，获取交通状态信息。

8.5.2.4 可在施工合流区等重点路段设置移动式信息发布系统，引导车辆有序行驶，及时疏散车流。

8.5.2.5 可采用无人机设备对施工区路段进行常态化巡逻、应急广播及交通流引导等，保障施工区路段通行安全、高效。

8.5.2.6 可在施工作业区设置智慧锥桶设备、智能作业机器人等智能作业设施。

8.5.2.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 28 智慧高速公路智慧保通功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
专项场景	移动式智能路侧检测系统	◎	●	●	●
	移动式信息发布系统	◎	●	●	●
	无人机应急广播及交通流引导系统	○	◎	●	●
	智能作业设施	○	◎	●	●

9 支撑与保障

9.1 云平台

9.1.1 一般规定

9.1.1.1 各路段宜共享区域管理中心云平台资源，也可自建路段级云平台。

9.1.1.2 各级云平台应按照计算、应用、存储需求合理配置云控平台的算力和存储空间，并应具备算力、存储资源的扩展能力。

9.1.1.3 应满足云安全防护等级要求，包括虚拟机访问控制、DDoS 防护、内容过滤、邮件过滤、漏洞扫描、传输数据加密、存储数据控制访问、防病毒、身份认证等功能。

9.1.1.4 各级云平台应具备统一的权限管理体系，统一的账户体系，能够对资源、应用进行有效的监控与管理。

9.1.1.5 A3 及以上等级智慧公路云平台安全等级定级应定级 3 级。

9.1.2 基础设施

9.1.2.1 计算资源

9.1.2.1.1 计算资源兼容性应兼国内主要服务器厂商的主流服务器；兼容 KVM、Xen、Hyper-V 等主流虚拟化技术。

9.1.2.1.2 计算设备作为云计算平台中计算资源的提供者，是整个云计算环境中的重要组成部分，应支持多种操作系统；支持主流操作系统。

9.1.2.1.3 为满足云计算平台中计算资源的需求，云计算基础设备的 CPU 应支持 X86 及 ARM 指令集架构的处理器。

9.1.2.1.4 为满足云计算平台中 GPU 资源的需求，为机器学习、区块链等提供计算能力，云计算基础设备的 GPU 卡单卡显存应不低于 16GB，单精度浮点性能不低于 10TFLOPS。

9.1.2.1.5 为匹配云计算 IaaS 计算设备的计算能力，云计算基础设备的内存应支持 ECC 纠错能力；支持通用接口 DDR4 及后续主流内存接口标准；支持内存的 EPT (Extended Page Table) 技术；支持内存复用、内存交换技术。

9.1.2.2 存储资源

9.1.2.2.1 存储资源兼容性应兼容市场主流的存储阵列产品，如 SAN、NAS 和 iSCSI，兼容业界主流

的虚拟化平台，包括 VMWare、KVM 等。

9.1.2.2.2 虚拟化平台使用存储时，须支持分布式存储、集中式存储等不同类型的存储设备。

9.1.2.2.3 存储资源应符合下列非功能要求：

- a) 出现故障及时感知并告警，支持告警分等级，具有详细说明和修复手段提示；
- b) 要求采用三副本冗余存储方式，实现存储平台的高可靠性；
- c) 要求任意两块磁盘或单个存储节点损坏，不会导致业务数据丢失；
- d) 要求任意一块磁盘或一个存储节点故障，不影响存储平台其他设备以及业务系统的正常使用。

9.1.2.3 网络资源

9.1.2.3.1 网络资源兼容性应支持软件定义网络（SDN）技术；支持网络功能虚拟化（NFV）技术；兼容现有市场上主流的网卡产品设备。

9.1.2.3.2 网络是云计算环境中进行数据交互的重要基础设施，承载着所有云计算节点间的数据传输，网络设备应支持 1 Gbps/10 Gbps 以上带宽；支持基于网络芯片硬件的数据传输或交换加速功能，例如 TOE、SR-IOV 等技术；支持网络端口聚合功能，满足系统对于网络带宽的需求，同时提高系统可用性；支持网络端口故障切换功能，满足系统高可用性需要。

9.1.2.3.3 网络设计应符合下列要求：

- a) 先进性要求：能够满足未来业务开展的需求，网络结构具备较强的弹性。
- b) 高可用性要求：通过多层次的冗余连接，以及设备自身的冗余能力支持，使得网络架构在任意部分都能够满足业务系统不间断的连接需求，加强网络高可用性。
- c) 安全性要求：针对客户各种网络访问需求，构建整体安全的网络架构，设置安全策略，确保网络承载的客户业务的运行安全性。
- d) 灵活性要求：网络规划需要遵循业界公认的标准，制定一个高兼容性网络架构，确保设备、技术的互通和互操作性，方便快速灵活部署新的产品和技术。
- e) 易管理性要求：网络的规划需要设计层次化、模块化的网络管理架构，建立独立的运维管理网络，方便未来网络进行管理、故障隔离和日常运维。

9.1.2.3.4 应提供 VPC 私有网络相关的网络服务，能实现动态的网络资源调配和隔离。

9.1.2.3.5 平台内网络至少划分为业务网、存储网、管理网等，业务网络与存储网络至少具备 10 G 网络通讯能力，管理网络至少具备 1 G 网络通讯能力。

9.1.2.3.6 平台核心交换机须具备网络虚拟化集群部署能力，接入交换机须具备虚拟化部署能力。

9.1.3 数据中台

9.1.3.1 数据中台应具备数据规划、数据采集、数据治理、数据交换共享、数据运营等功能。

9.1.3.2 数据规划应建立数据标准，形成数据资产目录。

9.1.3.3 数据采集应将公路系统内部数据、系统间数据、外部社会数据资源统一采集交换到平台，满足多种采集方式，能够满足不同网络环境、不同数据类型的数据采集。

9.1.3.4 数据治理应将分布的、异构数据源中的数据抽取到临时中间层进行清洗、转换、集成，加载到数据仓库中作为大数据分析处理的基础。其中数据清洗至少具备填补缺失值、删除重复值、转化不一致值以及处理异常值等功能。

9.1.3.5 数据交换共享应根据数据资产目录进行数据接口封装，为其他业务提供数据服务，并实现服务授权、认证、共享过程的统一管理。

9.1.3.6 数据运营应对数据采集量、数据质量、共享数据量、数据使用率、执行效率等运营结果进行评定与度量。

9.1.4 通用服务

- 9.1.4.1 通用服务应包括地理信息处理与展示的 GIS 模块、视频图像汇聚分发的视频服务模块、面向项目全生命周期管理的 BIM 支撑模块和服务数字孪生的物联控制模块等。
- 9.1.4.2 GIS 模块应以基础地图数据、高精地图数据以及交通业务数据为基础，构建具备地图分层展现、搜索查询、图层叠加、地图服务等功能的电子地图。
- 9.1.4.3 视频服务模块应具备视频图像资源汇聚、视频图像资源调用、视频图像信息查询检索等服务能力。
- 9.1.4.4 BIM 支撑模块应支持模型导入，并对模型解析后进行可视化展示。
- 9.1.4.5 物联控制模块应具备设备接入、设备信息采集、控制指令下发、设备监测及版本管理的能力。
- 9.1.4.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 29 智慧高速公路云平台功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
支撑与保障	云平台	数据中台	○	◎	◎	●
		通用服务	○	◎	◎	●

9.2 融合通信网

- 9.2.1 在高速公路有线通信专网基础上建设短距离无线网络、移动物联网，形成全域覆盖的物联感知网络体系。
- 9.2.2 应充分考虑多网联通情况下链路、带宽配置，保证高速公路通信信息网络与卫星通信网络、互联网等深度融合，提供广覆盖、低时延、高可靠、大带宽的网络通信服务。
- 9.2.3 融合通信包括有线通信网络与无线通信网络，核心通信技术包含光纤、OTN、4G/5G、NB-IoT、Zigbee、RFID、DSRC、C-V2X、WiFi、LoRa 等。
- 9.2.4 有线通信网络宜采用专网部署，并应符合下列规定：
 - a) 有线通信网络应具备根据实际数据传输需求提供网络交换信息的能力，并应考虑业务扩展和备用需求；
 - b) 应包含通信光缆路由敷设、节点传输设备选型、业务和数据接口带宽设计等内容。
 - c) 主干光缆数量和通信管道容量设计应充分考虑高速公路智慧化业务需求；
 - d) 重要通信传输链路应提供链路冗余，关键通信设备应采用双机备份。
- 9.2.5 无线通信网络包括 C-V2X、LoRa、NB-IoT 等通信技术，并应符合下列规定：
 - a) 应支持高速运动交通要素和交通对象的实时可靠通信接入，支撑交通对象及要素全 IP 化、主动信息推送和双向信息交互；
 - b) 应按照满足业务场景应用的国家标准、行业标准建设，在安全可控、技术成熟的前提下，可优先选择超低时延、超高可靠、超大带宽的无线通信服务；
 - c) 在使用无线方式承载时，应选用国家授权频段、频率。网络建设中所采用的主要设备，应取得主管部门颁发的相关许可证。
- 9.2.6 选择通信技术方式应综合考虑以下因素：
 - a) 应用场景对业务带宽、传输距离、终端功耗、移动性、语音功能等要求；
 - b) 对于高带宽型感知终端承载，宜选用光纤、4G/5G、以太网等方式；
 - c) 对于低时延型感知终端承载，宜选用工业以太网、TSN 确定性网络、V2X 等方式；
 - d) 对于长连接型感知终端承载，宜选用 4G/5G、eMTC 等方式；
 - e) 对于低速类感知终端承载，宜选用 NB-IoT、Wi-Fi、4G/5G、eMTC 等方式。

9.2.7 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 30 智慧高速公路融合通信网功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
支撑与保障	融合通信网	无线通信	○	◎	●	●
		有线通信	●	●	●	●

9.3 设施供电网

9.3.1 在针对高速公路供配电系统进行智慧化建设时，应在《高速公路交通工程及沿线设施及通用规范》JTG D80、《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》JTG D70 / 2 的相关要求规定基础上开展。

9.3.2 智慧高速沿线设施的供电方式主要包含低压直供、交/直流远距离供电、新能源微电网供电等，应结合负荷特点及电源可接入条件合理选择。

9.3.3 应设置电力监控系统，宜在重要线路设置电气火灾监测系统，实现对被保护电气线路的报警、监视、控制及管理。

9.3.4 设施供电网应重视电能质量监测，应通过有源滤波、无功补偿等装置进行有效治理；供电设施应具备防雷击、防浪涌冲击等隔离防护能力。

9.3.5 可根据区域特点，结合风能、光伏能源、储能设施、智慧能源管理平台组建微电网，利用削峰填谷实现绿色能源的高效补充，通过智能调度实现经济效益最大化。

9.3.6 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 31 智慧高速公路设施供电网功能表

应用范围	应用内容		A1	A2	A3	A4
支撑与保障	设施供电网	电力监控系统	○	◎	●	●
		电能质量监测及治理	○	◎	●	●
		绿色能源的应用	○	◎	●	●

9.4 信息安全

9.4.1 网络通信信息安全

9.4.1.1 网络结构安全应保证关键网络设备的业务处理能力具备冗余空间，可根据各类设施应用的网络环境、重要性和所涉及信息重要程度，通过网络安全设施将重要网段与其他网段安全隔离。

9.4.1.2 网络安全设施应根据网络安全关键信息基础设施建设要求，同步规划、同步建设、同步使用，其区域安全划分及管理要求等设置应参照《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239) 中的技术要求进行建设。

9.4.1.3 访问控制应进行可信验证，保证只有授权的节点能够接入，在检测到其可信性受到破坏后进行报警，并将验证结果形成审计记录送至网络管理人员。通过在系统区域边界部署防火墙或其它访问控制设备、设置访问控制策略，实现边界防护、访问控制、入侵防范、恶意代码防范、安全审计等安全机制的防护。

9.4.1.4 密码防护应采用校验技术或密码技术，对传输通道进行加密保护，实现外场设备接入以及与系统内各类数据在传输和存储过程中的保密性与完整性。

9.4.1.5 网络设备防护应具备身份鉴别、限制网络设备管理员登录地址、设备特权用户的权限分离、处理登录失败、防止网络远程管理被窃听等功能。

9.4.2 数据资源信息安全

- 9.4.2.1 数据资源信息安全主要包含数据完整性、数据保密性、数据备份和恢复。
- 9.4.2.2 应采用密码技术支持的完整性保护机制和数据备份系统，共同实现用户数据完整性保。
- 9.4.2.3 应采用加密或其它有效措施实现系统管理数据、鉴别信息和涉敏业务数据传输、存储的保密性。
- 9.4.2.4 应提供本地数据备份与恢复、异地数据备份等功能，宜采用冗余技术设计网络，避免关键节点存在单点故障，保证系统的高可用性。

9.4.3 业务应用信息安全

- 9.4.3.1 业务应用信息安全主要包含身份鉴别和访问控制。
- 9.4.3.2 应通过开发独立的身份鉴别功能模块或使用符合信息安全等级保护要求的其它系统防护软件实现系统身份鉴别。
- 9.4.3.3 应通过开发独立的授权访问控制功能模块或使用符合信息安全保护要求的系统防护软件进行系统加固，达到授权访问控制安全要求。
- 9.4.3.4 应实时监控涉敏应用，及时核查并更新管理机制。
- 9.4.3.5 涉敏数据脱敏共享时，应检查脱敏方式和算法强度是否安全，并监控涉敏数据去向。
- 9.4.3.6 应能识别账号共用情况和某人以多身份访问的情况，及时发现高风险账号并进行相应治理。
- 9.4.3.7 移动终端应用还应符合移动互联安全扩展要求。
- 9.4.3.8 不同智慧化等级的高速公路，采取的系统功能见下表。

表 32 智慧高速公路信息安全功能表

应用范围	应用内容	A1	A2	A3	A4
支撑与保障	网络通信安全	●	●	●	●
	数据资源安全	●	●	●	●
	业务应用安全	●	●	●	●

附录 A

(资料性)

鄂州花湖机场智慧高速公路建设实践

A.1 建设目标

鄂州机场高速公路是《湖北省综合交通运输“十三五”发展规划纲要中期评估》的重点规划项目，其中，机场至武黄高速段为一期工程，武黄高速至武阳高速段为二期工程。机场一期工程于2022年5月1日建成通车，全长13.2km，采用双向六车道高速公路标准建设，设计速度为120km/h，路基宽度34m。全线设置枢纽互通2处，主线收费站1处，监控管理分中心1处、养护工区1处。

鄂州机场高速是连接鄂州花湖机场的唯一高速通道，是湖北省境内的首条智慧高速公路，是打造航空客货“双枢纽”的交通“硬联通”，服务于鄂州花湖机场与高速路网的公空联运。具有全时通行时间需求长、物流集散速度要求快、紧急状况下应急处置效率要求高等需求特点。因此，我们将其目标定位为基于光栅光纤、雷达和视频的多源融合传感系统，打造一条全时、全域、全天候可感知、可触达的安全型、数字型、智慧型、服务型、创新型智慧高速公路，为湖北省内的智慧高速建设做出了积极探索，并起到了一定的引领示范作用。

A.2 建设内容

鄂州机场高速利用“物联网+云计算+大数据”，建立完善的基础设施监测体系、智能化的路网运行感知体系、可靠的通信资源保障体系、实时的预报预警体系、高效的应急保障体系和完备的出行服务体系，实现智慧管理、智慧服务，让路网运行更安全舒畅、出行更便捷愉快、管理更高效智能、道路更绿色经济。建设内容主要包括全时、全域、全天候综合感知系统、货车安全管控系统、伴随式服务信息系统、智慧收费运营管理系统、大数据综合管控平台。

A.3 外场布设

外场布设应符合下列要求：

- a) 每条车道（含应急车道）下敷设一根光栅阵列传感光缆，共计97.9km；
- b) 全线每500米交错设置智能摄像机及雷视一体机，枢纽处设置一套全景摄像机，共设一体化云台遥控摄像机24台、全景摄像机6台、雷视一体机18套；
- c) 全线结合道路监控设置可变信息情报板与车道指示器，设施间距在2km左右，共设置F型情报板2处，门架式情报板8处；
- d) 在收费站至东庙枢纽互通1Km范围内设置车路协同试验段，从K3+580至K4+505，以150米左右的间距布设7套智慧基站（包含1个32线激光雷达、2台400万视频摄像机、交换设备等）。

A.4 建设成果

A.4.1 全时、全域、全天候综合感知系统

为克服基于视频监控技术识别高速公路车流信息易受恶劣天气状态影响，覆盖密度有限，信号远传需要中继供电等缺陷，鄂州机场高速利用光栅阵列传感技术大容量、长距离、高密度的优势，通过在主线双向各车道（含应急车道）中心线下方各埋设一根沿行车走向的传感光缆，并每间隔1km，垂直主线行车方向布设4根间距为10m的传感光缆，实现车道级、全路段车辆振动信号感知，是国内首创高速公路车道级感知覆盖技术。传感数据经过大数据分析、模式识别判断后上传到综合管控平台，与视频、雷达

等传统感知设备采集的信息融合处理，形成“触觉+视觉+雷达”多重感知，精确定位车辆轨迹，及时识别道路、桥梁等基础设施病害分布。

A.4.2 货车安全管控系统

鄂州花湖机场是亚洲第一、世界第四的专业货运机场，与武汉天河机场共同定位为“货客双枢纽”，整个高速运输的痛点在于交通流以货运车辆为主、大部分集中在夜间通行。货车安全管控系统主要由货车精准画像、货运安全管理、货运车辆全程管控系统组成。系统主要通过高速公路车牌识别系统、道路动态称重设备、收费站联网收费系统，针对鄂州机场高速上通行的货车，将其车辆数据进行录入统计，形成货车画像，通过车载终端、路侧情报板等实现安全驾驶行为提醒，通过与物流企业合作，录入物流车队车牌信息，实现基于车道路权管理的货运车辆在途管控。

A.4.3 伴随式服务信息系统

鄂州机场智慧高速为车辆用户提供基于可变信息标志的伴随式信息服务，在显著位置明显体现前方路况、施工、限速、天气等安全驾驶信息，此方式为驾驶员提供最安全、便捷的获取信息的渠道。通过云控平台与第三方行业平台以及底层传感设备采集到的交通信息、交通事件，基于可变速度控制、车道管理以及可变信息诱导等实现高速公路车道级管控，达到高速公路行驶安全、通畅、提高高速公路通行效率的目的。

A.4.4 智慧收费运营管理系统

通过采用云边协同和人工智能等新技术，建设入口预称重和出口ETC准自由流预收费系统，降低收费站入口货车治超压力，提升出口ETC车道的通行速度和效率；在出入口混合车道设置自动发卡机和自动缴费机，集收发卡、读卡、车牌识别、扫码支付、信息显示、语音播报、票据打印等多种功能于一身，实现对CPC通行卡车辆进行非现金收费处理，降低了人工成本；所有收费岛侧面内嵌LED跑马灯作为路面标识，根据交易结果和车辆位置，对于通行车辆实现“红灯停、绿灯行、灯光跑动、车辆通行”的动态指引效果，改善了通行环境、提升了用户体验。

A.4.5 大数据综合管控平台

大数据综合管控平台重点聚焦运行监测、指挥调度、公众出行和智慧运营四个版块，与国内的其他智慧高速建设有所区别。按照共建共享、开放共用的原则，科学规划和整合交通机电系统相关信息资源，形成统一平台，打破信息孤岛和资源分割，统筹为政府及部门、各交通运输管理单位和广大驾驶人提供服务，最大限度的提高资源利用率。项目建设过程中，没有采用北斗高精定位、5G通信等新技术，而是希望探索一种基于非网联汽车的信息服务和触达方式，为其他路段的推广提供可能。

附录 B

(资料性)

京港澳智慧高速公路建设实践

B.1 建设目标

京港澳高速公路湖北段是国家高速公路网及湖北省骨架公路网的重要组成部分，于2002年9月全线建成通车，全长293.7公里，分湖北北段、军山长江大桥和湖北南段三部分。京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段，改扩建里程157.79km。采用双向八车道高速公路标准建设，设计速度为120km/h，路基宽度为42m；全线设置枢纽互通6处、服务型互通13处、服务区4处、停车区2处、养护工区2处。

京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程是《交通运输领域新型基础设施建设行动方案（2021-2025年）》中计划实施的智慧高速示范工程，改扩建工程的智慧高速建设是完成既有传统公路向智慧共享、智慧管理、智慧服务、智慧运营的公路演进，解决人民日益增长的高品质交通出行的需求，建设一条数据共享和业务联动的智能之路、准全天候实时引导的安全之路、贴心服务的便捷之路、节能减排的绿色之路、降本增效的经济之路，为湖北省营运高速公路智慧化提升改造打造一套可复制、可应用的方案，示范引领全省高速公路的智慧化发展转型升级。

B.2 建设内容

以面向京港澳智慧高速未来数十年发展和管理服务需求，深入贯彻智能化系统与业务系统的深度融合、管理与服务深度融合、边缘服务与云端服务深度融合、交通大数据应用创新、新技术集成应用创新，打造智慧示范项目，实现“智能、安全、便捷、绿色、经济”五大指标。建设内容主要包括基于边缘对等网络的车道级管控系统、基于数据共享的应急指挥平台、准全天候行车安全引导系统、基于多触达方式的伴随式出行服务系统、改扩建期智慧保通系统。

B.3 外场布设

外场布设应符合下列要求：

- a) 全线常规路段每2km布置1对枪球一体机，在事故多发段每1km布设1对雷视一体机、互通与特大桥前后设置卡口抓拍摄像机，共计布设 99套枪球一体机，314套雷视一体机、68套卡口抓拍；
- b) 全线在特大桥、雾区、结冰路段设置全要素气象站、能见度检测仪、路面状况检测仪，共计27套气象感知设施；
- c) 按照为10km的作业半径，设置无人机，共计8套；
- d) 在互通、事故危险路段、结冰多雾路段设置可变情报板，共计79套；
- e) 在结冰路段设置融雪除冰设施，在雾区设置智慧诱导灯、广播设施。共计8处融雪除冰系统，6处雾区诱导系统；
- f) 在车路协同试验段21km，每2km设置1处边缘计算单元。

B.4 建设成果

B.4.1 基于边缘对等网络的车道级管控系统

基于边缘对等网络的车道级管控系统将人、车、路和环境实时融合，人可以直接与路进行互动，形成信息闭环，并对车辆行驶（超、低速监测，占道，逆行，倒车，违法停车，两客一危超时间驾驶）、驾驶人行为（疲劳驾驶，抛洒物，驾驶员违法信息）、气象与环境（雨、雪、冰、凝冻路面湿滑系数与速度关系）等监测与信息发布，对车辆进行靶向性安全行驶。现场级安全引导的核心在于提供适当信息，

从而明确各个场景的行驶规则，让汽车交通根据规则自我协调。车道级中心管控通过共享前端的感知数据判别交通运行状态，建立预警机制与协同工作机制，制定交通流管控措施，实现交通管理效率与安全的双重目标。

B.4.2 基于数据共享的应急指挥平台

基于数据共享的应急指挥平台通过共享运营部门、交警部门的数据，丰富感知数据和发布方式，全面提升指挥调度的广度、精度和效率。同时通过数据共享平台提高应急事件确认、审批、上报的效率，从而实现事件快速定位、快速清障、快速完结。平台具有“一路各方”感知数据共享数据库，支持和具备数据随机调用共识机制，支持路警快速处置业务模式，支持底层信息的结果输出和多模式发布，同时具备信息加密功能。

B.4.3 基于准全天候行车安全引导系统

自动收集道路天气数据并使用该数据制定可提供给驾驶者短期警告或建议，提高雾天、冰雪等特定恶劣气象条件下通行安全性。通过智慧诱导灯加强视觉警示，实现当高速公路能见度在100米至200米时，车辆正常通行。通过智能除冰系统，实现路面冰厚与限速提醒联动，对过完车辆的安全预警，提高车辆的安全驾驶意识。

B.4.4 基于多触达方式的伴随式出行服务系统

信息服务系统将导航公司、气象部门、交警部门、相邻路公司中心系统实现信息共享，结合气象部门获取的气象数据、导航公司获取的道路状况、交警部门获取的事件信息、用户报告信息、中心采集获取的道路状态等信息，进行集中处理，并将道路状态（通畅、流量大、拥堵、阻断、事故、施工、恶劣气候条件）和气象状态等信息通过信息共享发送至APP、导航公司、V2X OBU、ETC OBU、可变情报板和广播等，实现信息实时、多途径发布。

B.4.5 改扩建期智慧保通系统

施工期间利用雷视拟合感知设备、可移动情报板等设施技术，保障施工作业和通行区域的安全。重点增强信息化管控能力，实现对改扩建施工区的施工精准监控监测、施工风险预警和精细化项目管理，提升改扩建工程的工作协同和数据协同能力。并将智慧保通平台与智慧工地平台融合，实现沿线的视频、交通状态、分流管控的策略与作业区人员管理、施工进度管理相融合，构建全项目周期的数字化管理新模式。

附录 C
(资料性)
设计界面

C.1 智慧交通与主体工程的界面如下：

- a) 道路主体需要进行结构健康监测的构筑物主要有桥梁、隧道、高边坡、路基、路面；
- b) 构筑物结构健康检测项目及监测传感器的选择、设置位置由道路主体工程确定；
- c) 智慧交通负责将传感器信息汇集并传输到云控平台；
- d) 关键结构物监测数据分析与决策系统由道路主体和智慧交通共同开发或选定，以道路主体工程为主；
- e) 智慧交通需在桥梁构造物上设置各类设施的基础，在隧道内预留预埋的洞室、管线、预埋件、隧道接地网等，应由智慧交通提供基础位置、受力条件、预埋件的安装方式等，主体工程专业负责相关桥梁基础及预埋件、预留洞室的配筋加固设计。

C.2 智慧交通与房建工程的界面如下：

- a) 智慧交通提出云控中心监控大厅、数据机房、电源室的面积、高度、载荷、抗震、孔洞预留、环境温湿度等要求，由房建工程负责建筑工程的设计；
- b) 云控中心监控大厅、数据机房、电源室的照明、通风、空气调节、消防、防雷接地等由房建工程一并实施；
- c) 监控大厅及各机房的室内装修、装饰工程由房屋建筑提出方案，经建设单位审定后实施。

C.3 智慧交通与交通工程（监控、通信、收费）的界面如下：

- a) 智慧交通与交通工程应统一共用外场设施、信息传输设施及供电设施；
 - b) 外场设施包括道路监控、收费数据采集设施、道路信息发布设施及道路上各类电子诱导设施；
 - c) 智慧交通负责云控平台（含硬件、软件）、监控大厅、数据机房及电源室等系统设备的设计、设备配置；
 - d) 新建工程和道路改扩建工程，交通工程负责外场设施、通信管道、缆线供电等工作；
 - e) 智慧化提升改造工程中，新增外场设施位置由智慧交通自行确定，并自行完成外场设施、通信管道、缆线的实施，供电电源的引接以及防雷接地等工作；
 - f) 智慧高速公路的综合云控平台应取代交通工程的监控中心硬件及软件平台。
-