



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

# 普通国省干线交通安全智慧技术标准

Technical specification for Intelligent Traffic Safety of Ordinary  
National and Provincial Trunk Highways

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会标准

# 普通国省干线交通安全智慧技术标准

Technical specification for Intelligent Traffic Safety of  
Ordinary National and Provincial Trunk Highways

T/CECS \*\*\* -202X

主编单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 XX 月 X 日

202X 北 京

# 前言

《普通国省干线交通安全智慧技术标准》（以下简称“标准”）根据中国工程建设标准化协会公路分会发中建标公路[2023]279号《关于开展2023第二批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》的要求编制。编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分5章，主要内容包括：总则、术语与缩略语、交通安全风险辨识与分级、智慧设施分级设置技术要求、应急保障。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

主编单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

参编单位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

参加单位：

参加人员：

# 目 录

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术语与缩略语</b> .....	<b>2</b>
2.1 术语.....	2
2.2 缩略语.....	2
<b>3 公路安全风险辨识与分级</b> .....	<b>4</b>
3.1 一般规定.....	4
3.2 资料收集与现场调查.....	5
3.3 安全风险评估.....	6
3.4 安全风险分级.....	7
<b>4 智慧设施分级设置技术要求</b> .....	<b>9</b>
4.1 一般规定.....	9
4.2 智慧设施布设要求.....	10
4.3 智慧设施功能、性能要求.....	18
<b>5 应急保障</b> .....	<b>27</b>
5.1 一般规定.....	27
5.2 应急保障措施.....	27
<b>附录 A 交通运行安全风险评估资料收集与现场调查公路基础信息</b> .....	<b>29</b>
<b>附录 B 交通运行安全风险评估</b> .....	<b>31</b>
<b>附录 C 基础设施安全风险评估</b> .....	<b>35</b>

# 1 总则

**1.0.1** 为规范普通国省干线公路交通安全智慧工程，统一普通国省干线公路交通安全风险分级及相应智慧设施布设、功能、性能等技术要求，制订本标准。

**1.0.2** 本标准适用于普通国省干线一级、二级、三级在役公路交通安全智慧设计，新建公路参照执行。

**1.0.3** 普通国省干线交通安全智慧设计应遵循“系统性、安全性、实用性、可扩展性”原则。

## 条文说明

**系统性：**建立感知、分析、预警、管控等一体化、完备的系统。

**安全性：**所有技术部署和升级应以增强道路安全为核心目标，预防交通事故的发生，并提升紧急响应效率。

**实用性：**智慧公路建设应因路制宜，结合现状和实际需求开展建设，在役公路应充分利用已有的监测、感知、管控、出行服务等设备与系统。

**可扩展性：**考虑技术更新与成熟度，选用先进的技术和设备，确保系统具备向前兼容的能力，能适应未来技术进步和业务需求的变化。

**1.0.4** 普通国省干线交通安全智慧工程设计除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

## 2 术语与缩略语

### 2.1 术语

#### 2.1.1 智慧公路(smart highway)

采用 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，实现公路网的高效治理和高品质出行。

#### 2.1.2 交通安全风险辨识(traffic safety risk identification)

从公路基础设施和交通运行角度，分路段量化评估交通事故的发生概率及损失的严重程度，确定风险等级，分析高风险成因，基于评估结果制定最优化的安全完善策略，预估未来安全效果的全过程。包括风险源辨识、风险因素分析、风险指数计算和分级、完善策略制定、安全效果预估等内容。

#### 2.1.3 无信控平交口(unsignalized intersection)

没有交通信号灯或标志来指示通行权的平面交叉口。

#### 2.1.4 直连通信(direct communication)

路侧通信设施与车载通信设施之间直接进行数据传输的无线通信方式。

### 2.2 缩略语

#### 2.2.1 TSRI

交通运行安全风险指数(Traffic Safety Risk Index)

#### 2.2.2 RSU

路侧单元(Road Side Unit)

#### 2.2.3 TCP/IP

传输控制协议/网际互联网协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

#### 2.2.4 TLS

传输层安全协议 (Transport Layer Security)

## 2.2.5 DTLS

数据报传输层安全协议 (Datagram Transport Layer Security)

征求意见稿

## 3 公路安全风险辨识与分级

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 普通国省干线安全风险辨识应包括公路交通运行安全风险辨识和公路基础设施安全风险辨识。

#### 条文说明

普通国省干线公路安全风险辨识是为促进普通国省干线公路基础设施的进一步完善，提升公路本质安全水平，实现“预防为主、降低风险、防范有效”的目标。该工作应坚持“科学辨识、分级处治、综合施策”的原则，根据公路安全风险评估结果，结合各地市经济社会发展水平，可投入资金情况，分轻重缓急，制定风险处置方案。

公路交通运行安全风险包括主线交通运行安全风险、路侧交通运行安全风险和交叉交通运行安全风险；公路基础设施安全风险包括路基安全风险、路面安全风险、隧道安全风险和桥梁安全风险。

**3.1.2** 普通国省干线安全风险辨识和分级工作 实施步骤应包括：资料收集与现场调查；安全风险评估；安全风险分级。

**3.1.3** 普通国省干线安全风险辨识可采用定量分析、现场踏勘、专家评审、地理信息系统（GIS）和遥感技术、交通仿真与模拟等多种方法。

#### 条文说明

定量分析通过对历史交通数据、交通流量、事故频率等相关数据的统计处理，评估道路的安全水平；现场踏勘用于直接观测道路及其附属设施的现状，记录潜在的风险因素；专家评审则通过多学科专家的专业判断，对复杂或潜在风险进行定性评估；GIS和遥感技术利用空间数据对道路环境进行分析，识别可能存在的地质灾害和其他外部风险；交通仿真与模拟通过构建虚拟交通环境，分析不同交通状况下的运行安全性。

**3.1.4** 普通国省干线安全风险辨识应包括经常性辨识、定期辨识。经常性辨识应结合公路养护经常性检查进行；定期辨识可由具有相应专业资质的机构开展。

**3.1.5** 交通运行安全风险经常性辨识应主动发现交通运行安全设施损坏、新增开口、接入道路功能变化等动态因素；基础设施安全风险经常性评估应针对路堤与河床病害、边坡病害、既有防护及支挡结构物病害、水毁冲沟、路基塌陷、水文地质、地震、路面抗滑、路面车辙、路面坑槽、路面积水等各单项二级指标进行检查评估。

**3.1.6** 定期辨识宜一年一次。

### 条文说明

通过定期辨识全面评估公路安全风险因素，对确定为安全风险等级较高的路段需强化有关安全监测。

**3.1.7** 恶劣天气、车流量短时期剧增期等特殊情况下宜增大公路安全风险排查频率。

## 3.2 资料收集与现场调查

### 3.2.1 一般规定

1 普通国省干线安全风险辨识与分级应根据具体的公路安全风险评估工作需要全面的或某一专项的资料收集与现场调查。

2 资料收集与现场调查应充分利用普通国省干线养护管理系统数据库基础数据，包括路线基础资料、最新基础设施定期检查数据等。

3 在满足工作需要的条件下，结合养护路况调查，鼓励采用快速化、自动化、智能化水平较高的新装备进行数据采集。

### 3.2.2 交通运行安全风险评估资料收集与现场调查应符合下列规定：

1 应根据附件 A 中的公路基础信息，以桩号连续的公路路段为单元进行现场记录或现场采集公路场景图像后开展内业数据处理，记录每一属性变化的起止桩号。

2 公路场景图像采集时应辐射至公路两侧并同步采集对应的里程桩号信息、地理坐标信息等。

3 一级公路应进行双向数据采集。

4 应调查典型断面的货车比例以及运行速度数据。

### 3.2.3 基础设施安全风险评估资料收集与现场调查应符合下列规定：

1 路基安全风险评估资料收集与现场调查应包括路基路堤与路床、边坡、既有防护及支挡结构物设施现状数据，并检查路基是否存在路基塌陷、水毁冲沟病害。

2 路面安全风险评估资料收集与现场调查应包括路面抗滑性能、路面车辙深度、路面坑槽以及路面积水等情况。

3 隧道安全风险评估资料收集与现场调查应符合《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）和《公路隧道提质升级行动技术指南》有关要求。

4 桥梁安全风险评估资料收集与现场调查应符合《公路桥涵养护规范》（JTG 5120—2021）和《提升公路桥梁安全防护能力专项行动技术指南》有关要求。

5 对于可能存在安全风险的基础设施应进一步开展监测，收集监测数据。

## 3.3 安全风险评估

3.3.1 普通国省干线公路安全风险评估应包括公路交通运行安全风险评估和公路基础设施安全风险评估。

### 条文说明

公路交通运行安全风险包括主线交通运行安全风险、路侧交通运行安全风险和交叉交通运行安全风险；公路基础设施安全风险包括路基安全风险、路面安全风险、隧道安全风险和桥梁安全风险。

3.3.2 普通国省干线交通运行安全风险应综合考虑主线交通运行安全风险、路侧交通运行安全风险和路线交叉交通运行安全风险。

### 条文说明

主线交通运行安全风险包括机动车正向碰撞风险、机动车同向碰撞风险、机动车碰撞非机动车风险和机动车碰撞行人风险；路侧交通运行安全风险包括机动车驶出左右两侧路外风险（碰撞路侧静止物、驶出路面坠河等均视为驶出路外）；路线交叉交通运行

安全风险包括交叉口风险、接入口风险和中分带开口风险。

**3.3.3** 普通国省干线基础设施安全风险应综合考虑路基安全风险、路面安全风险、隧道安全风险和桥梁安全风险。

#### 条文说明

基础设施安全风险应综合考虑路基安全风险、路面安全风险和隧道安全风险。路基安全风险包括正常服役因素风险、灾害因素风险和通行环境因素风险；路面安全风险包含路面抗滑风险、路面车辙风险、路面坑槽风险和路面积水风险。

**3.3.4** 公路交通运行风险计算应按 100m 单元依次划分路段，对公路沿线基础条件数据进行提取，获得公路基础条件指标，结合交通运行条件指标，计算风险分值，用该值代表路段单元的公路交通运行风险程度。

#### 条文说明

双车道和单车道公路按整幅划分路段，设有中分带硬隔离的双车道和多车道公路按两个行车方向分别划分路段。

### 3.4 安全风险分级

**3.4.1** 公路交通运行安全风险状况分为低、较低、一般、较高和高五个等级，等级划分标准应符合表 3.4.1-1 的规定。

**3.4.1-1 公路交通运行安全风险等级划分标准**

风险等级	TSRI	风险状况
I	[90, 100]	低
II	[80, 90)	较低
III	[70, 80)	一般
IV	[60, 70)	较高
V	[0, 60)	高

公路基础设施安全风险状况分为低、较低、一般、较高和高五个等级，等级划分标准应符合表 3.4.1-2 的规定。

**表 3.4.1-2 公路基础设施安全风险等级划分标准**

风险等级	TSRI	风险状况
I	[90, 100]	低
II	[80, 90)	较低
III	[70, 80)	一般
IV	[60, 70)	较高
V	[0, 60)	高

公路安全风险管控应坚持“预防为主、防治结合”的原则，根据风险评估结果按照下表风险接受准则，采取分级风险控制策略。

**表 3.4.1-3 风险级别接受准则与控制策略**

风险等级	风险状况	接受准则	控制策略
I	低	可忽略	日常管理
II	较低	可忽略	日常管理
III	一般	可接受	日常管理+重点关注
IV	较高	不期望	日常管理+专项处治
V	高	不可接受	专项处治

#### 条文说明

普通国省干线公路安全风险分级主要依据交通运行状况以及道路基础设施状况，坚持“科学排查、分级处置、综合施策”的原则，根据安全风险评估结果，将公路交通运行风险状况分为低、较低、一般、较高和高五个等级，结合当地经济社会发展水平，可投入资金情况，分轻重缓急，制定风险管控方案，以促进国省干线公路基础设施的进一步完善，提升公路本质安全水平。

## 4 智慧设施分级设置技术要求

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 普通国省干线智慧设施分级设置应根据在役公路路段特征、服务水平、交通特性、既有交通安全及沿线设施确定具体建设内容。

#### 条文说明

按照普通国省干线路段特征，交通安全智慧设施设置的适用场景类型包括：无信号平交口、长陡下坡路段、桥梁路段、隧道、隧道群路段、互通式立交交织区、高边坡等不良地质路段、恶劣气象路段等。

**4.1.2** 交通安全智慧设施应根据交通安全风险辨识结果，按照表 4.1.2 风险级别分级、分类采取处置策略。

表 4.1.2 风险级别与处置策略

风险等级	一级风险	二级风险	三级风险	四级风险	五级风险
场景分类					
无信号平面交叉口、接入口	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
长陡下坡路段	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
桥梁路段	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
隧道、隧道群路段	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
互通式立交交织区	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
不良地质路段	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜设置智慧设施	应设置智慧设施
恶劣气象路段	日常养护	日常养护	养护计划逐步治理	日常养护、宜增设智慧设施	应增设智慧设施

## 4.2 智慧设施布设要求

### 4.2.1 一般规定

1 应根据工程特点、风险评估结果、风险控制措施预计效果分析、成本效益比等，选择合适的智慧设施进行风险控制、治理。

2 应按照公路评估评价要求，综合考虑公路功能定位以及管理服务需求等因素，按照“综合复用、永临结合”的原则确定建设方案。

**4.2.2** 本标准涉及的通信设施应包括与公路交通管理、监控和信息传输相关的路侧直连通信设施，以及其他与公路运行和安全相关的通信设施。

**4.2.3** 不同风险等级不同场景对应的智慧设施应符合表 4.2.3 的规定：

**表 4.2.3 风险级别与处置策略**

场景、风险等级	无信号平面交叉口、接入点		长陡下坡路段		桥梁路段		隧道、隧道群路段		互通式立交交织区		不良地质路段		恶劣气象路段	
	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V
感知设施	摄像机	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	雷视一体机	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	微波车辆检测器	*	*	**	***	***	***	***	***	--	--	**	***	**
	毫米波雷达	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	超速抓拍设备	***	***	*	*	--	--	***	***	--	--	--	--	***
	气象监测设备	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	结构健康监测设施	--	--	**	**	***	***	***	***	--	--	**	***	**
管控诱导设施	可变信息标志	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**
	广播	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	***	**
	RSU	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**
	警示灯	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**
	诱导灯	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**	***	**

\*\*\*表示应选，\*\*表示宜选，\*表示可选，--表示不做要求。

### 条文说明

普通国省干线感知设施应能分别实现交通流检测、交通事件检测、基础设施状态监测、交通气象监测、交通参与者感知等功能，应包括感应线圈、地磁、微波检测器、毫米波雷达、激光雷达、红外摄像头、气象监测设备以及具有融合计算功能的智慧型感知设备。

交通控制与诱导设施应包括可变信息标志、广播、RSU、警示灯、诱导灯等。

#### 4.2.4 无信号平面交叉口、接入口管控、诱导措施应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 无信号平面交叉口、接入口管控、诱导措施

风险场景	潜在风险	管控措施（4级风险）	管控措施（5级风险）
无信号平面交叉口、接入口	交叉视距不良，交通冲突易发生，易造成交通事故	摄像机与雷视一体机的布设应遵循主线布设的原则和要求； 微波车辆检测器应在主线无分合流变化直线段设置，以实现主线车辆交通量、速度、车型、方向精准检测； 毫米波雷达在主线双方向布设； 气象监测设备宜按照 20-40km 间距布设； 应在主线双方向布设超速抓拍设备； 可变信息标志宜在交叉口前无遮挡、视野良好等便于识读的位置设置； 广播宜在交叉口前安装布设； RSU 宜在交叉口前安装布设； 警示灯宜在交叉口前安装布设； 诱导灯宜在交叉口前 100m 内按照 10m 间隔布设。	摄像机应在主线及被交路四个方向设置，确保对各个方向来车的监控和数据采集，无盲区监控； 雷视一体机应按照无盲区原则在主线及被交路四个方向布设，确保对各个方向来车的监控和数据采集； 微波车辆检测器应在主线无分合流变化直线段设置，以实现主线车辆交通量、速度、车型、方向精准检测； 毫米波雷达应在主线及被交路四个方向布设； 超速抓拍设备应在主线双方向布设； 气象监测设备宜按照 20-40km 间距布设； 可变信息标志应在交叉口前无遮挡、视野良好等便于识读的位置设置； 广播应在交叉口前安装布设； RSU 应在交叉口前安装布设； 警示灯应在交叉口前安装布设；诱导灯应在交叉口前 100m 内按照 10m 间隔布设。

#### 4.2.5 长陡下坡路段管控、诱导措施应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 长陡下坡路段管控、诱导措施

风险场景	潜在风险	管控措施（4级风险）	管控措施（5级风险）
------	------	------------	------------

<p>长陡下坡路段</p>	<p>重载的重中型货车易发生制动摩擦片过热而导致紧急制动能力下降甚至失效的现象,路面湿滑条件下出现制动能力下降的情况会更凸显;中底部存在收费站时易发生失控车辆冲撞排队缴费车辆或收费岗亭事故。</p>	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 雷视一体机按照无盲区原则在主线布设,确保对各个方向来车的监控和数据采集; 车辆检测器宜按照 2km 间距设置; 毫米波雷达按照无盲区原则加密设置; 可在主线双方向布设超速抓拍设备; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 结构健康监测设施布设宜符合 GB50330 中 19.1.1 和 JTG/T3334 中 8.1~8.5 的规定; 可变信息标志宜按不小于 2km 的原则进行布设,如该范围内有门架可考虑合并原则,但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km (详细布设要求应符合 GB/T 34599、GA/T 994 所有部分, JTG D70/2 中 7.3 的规定); 广播、RSU 宜按 1km 间距的原则布设,如该范围内有杆件可考虑合并; 宜在起点前安装布设警示灯; 诱导灯宜在路段内按照 20m 间隔布设。</p>	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 雷视一体机按照无盲区连续追踪原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 车辆检测器应按照 2km 间距设置; 毫米波雷达按照无盲区连续追踪原则加密设置; 可在主线双方向布设超速抓拍设备; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 结构健康监测设施布设宜符合 GB50330 中 19.1.1 和 JTG/T3334 中 8.1~8.5 的规定; 可变信息标志应按不小于 2km 的原则进行布设,如该范围内有门架可考虑合并原则,但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km (详细布设要求应符合 (GB/T34599、GA/T 994 所有部分, JTG D70/2 中 7.3 的规定); 应按 1km 间距的原则布设广播,如该范围内有杆件可考虑合并; 应按 1km 间距的原则布设 RSU,如该范围内有杆件可考虑合并; 应在起点前安装布设警示灯; 诱导灯应在路段内按照 20m 间隔布设。</p>
---------------	---	--	--

4.2.6 桥梁路段管控、诱导措施应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 桥梁路段管控、诱导措施

路段属性	潜在风险	管控措施 (4 级风险)	管控措施 (5 级风险)
------	------	--------------	--------------

桥梁路段	<p>车辆通过时产生跳跃和冲击,使司机和乘客感到颠簸不适,诱使车辆突然减速而导致交通事故;桥面横风现象易导致车辆碰撞、侧翻事故,冬季暗冰易导致事故。</p>	<p>摄像机、雷视一体机按照无盲区原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 微波车辆检测器应在桥梁直线段设置,以实现桥梁车辆交通量、速度、车型、方向精准检测; 毫米波雷达按照无盲区原则加密设置; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 结构健康监测设施应符合 GB 50982(所有部分)和 JT/T1037 中 5.1~5.3 的规定; 可变信息标志宜在特大桥前无遮挡、视野良好等便于识读的位置; 广播宜在特大桥前安装布设; RSU 宜按 1km 间距布设; 警示灯宜在特大桥前设置; 诱导灯宜在特大桥按照 20m 间距布设。</p>	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 雷视一体机按照无盲区连续追踪原则加密设置,确保能对车辆的行驶状态进行实时监控; 微波车辆检测器应在桥梁直线段设置,以实现桥梁车辆交通量、速度、车型、方向精准检测; 毫米波雷达按照无盲区连续追踪原则加密设置; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 结构健康监测设施结构健康监测设施; 可变信息标志应在大桥、特大桥前无遮挡、视野良好等便于识读的位置; 广播应在大桥、特大桥前安装布设; RSU 应按 1km 间距的原则进行布设; 警示灯应在大桥、特大桥前安装布设; 诱导灯应在大桥、特大桥按照 20m 间距布设。</p>
------	--	---	--

4.2.7 隧道、隧道群路段管控、诱导措施应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 隧道、隧道群路段管控、诱导措施

风险场景	潜在风险	管控措施 (4 级风险)	管控措施 (5 级风险)
隧道、隧道群路段	<p>隧道出入口明暗过渡较差时易发生追尾事故,天气晴朗条件下洞口内外明暗过渡更为显著;隧道口端墙处置欠佳时易发生车辆碰撞端墙事故;隧道中光照强度欠佳时易发生追</p>	<p>摄像机应在隧道出入口外距离洞口 100-400m 处、隧道内人行和车行横洞处、紧急停车带布设摄像机,隧道内按照无盲区原则设置,布设间隔 150m; 雷视一体机按照无盲区原则加密设置; 出入口外距离洞口 30-50m 处应设置车辆检测器,洞内按照 300-700m 间距布设,以实现隧道车辆交通量、速度、车型、方向精准检测; 毫米波雷达按照无盲区原则加密设置; 超速抓拍设备应在主线双方向布设; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 应对隧道围岩内部位移监测、裂缝监测、初支钢拱架应变监测、二衬</p>	<p>摄像机应在隧道出入口外距离洞口 100-400m 处、隧道内人行和车行横洞处、紧急停车带布设,隧道内按照无盲区原则设置,间隔 150m; 雷视一体机按照无盲区连续追踪原则加密设置,确保多层、多方向交通流的全面监控和数据采集; 出入口外距离洞口 30-50m 处应设置车辆检测器,洞内按照 300-700m 间距布设,以实现隧道车辆交通量、速度、车型、方向精准检测; 毫米波雷达按照无盲区连续追踪原则加密设置; 超速抓拍设备应在主线双方向布设; 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设; 应对隧道围岩内部位移监测、裂缝监测、初支钢拱架应变监测、二衬结构应力监测和锚杆轴力监测;</p>

	尾事故。	结构应力监测和锚杆轴力监测； 可变信息标志应在隧道前无遮挡、视野良好等便于识读的位置； 广播应在特大桥前安装布设； RSU 宜按 1km 间距布设； 警示灯宜在特大桥前设置； 诱导灯宜在特大桥按照 20m 间距布设。	可变信息标志应在隧道前无遮挡、视野良好等便于识读的位置； 广播应在大桥、特大桥前安装布设； RSU 应按 1km 间距的原则进行布设； 警示灯应在大桥、特大桥前安装布设； 诱导灯应在大桥、特大桥按照 20m 间距布设。
--	------	---	---

4.2.8 互通式立交交织区管控、诱导措施应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 互通式立交交织区管控、诱导措施

风险场景	潜在风险	管控措施（4 级风险）	管控措施（5 级风险）
互通式立交交织区	车辆在分流、合流过程中，易发生侧面相撞、追尾等事故，尤其在加减速车道长度不足甚至缺失时，事故发生可能性会加大；接入口视距不良时，主路和支路车辆之间的通视性受限，容易诱发交通事故。	摄像机、雷视一体机按照无盲区原则加密设置，确保多层、多方向交通流的全面监控和数据采集； 毫米波雷达按照无盲区原则加密设置； 气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设； 可变信息标志宜在交织区前无遮挡、视野良好等便于识读的位置设置； 广播宜在加减速车道起点处布设； 警示灯宜在鼻端处安装布设； RSU 宜在鼻端处安装布设； 诱导灯宜在加减速车道起点开始设置，按照间隔 20m 布设。	雷视一体机按照无盲区原则加密设置，确保多层、多方向交通流的全面监控和数据采集； 毫米波雷达按照无盲区连续追踪原则加密设置； 宜按照 10-30km 间距布设气象监测设备； 可变信息标志应设置在交织区前无遮挡、视野良好等便于识读的位置； 广播应在加减速车道起点处布设； 警示灯应在鼻端处安装布设； RSU 应在鼻端处安装布设； 诱导灯应在加减速车道起点开始设置，按照间隔 20m 布灯。

4.2.9 不良地质路段管控、诱导措施应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 不良地质路段管控、诱导措施

路段属性	潜在风险	管控措施（4 级风险）	管控措施（5 级风险）
------	------	-------------	-------------

路段属性	潜在风险	管控措施（4级风险）	管控措施（5级风险）
不良地质路段	崩塌、裂缝、滑坡、泥石流影响交通通行，易造成交通事故。	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>雷视一体机按照无盲区原则加密设置雷视一体机，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>车辆检测器宜按照 2km 间距设置车辆检测器；</p> <p>毫米波雷达宜按照无盲区原则加密设置毫米波雷达；</p> <p>气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设气象监测设备；</p> <p>结构健康监测设施宜布设结构健康监测设施，应符合 GB50330 中 19.1.1 和 JTG/T3334 中 8.1~8.5 的规定；</p> <p>可变信息标志宜按不小于 2km 的原则进行布设，如该范围内有门架可考虑合并原则，但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km（详细布设要求应符合 GB/T 34599、GA/T 994（所有部分），JTG D70/2 中 7.3 的规定）；</p> <p>广播宜按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；</p> <p>RSU 宜按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；</p> <p>警示灯应在路段起点前安装布设警示灯；</p> <p>诱导灯宜在路段内按照 20m 间隔布设诱导灯。</p>	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>雷视一体机按照无盲区连续追踪原则加密设置雷视一体机，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>车辆检测器应按照 2km 间距设置车辆检测器；</p> <p>毫米波雷达应按照无盲区连续追踪原则加密设置毫米波雷达；</p> <p>气象监测设备应按照 10-20km 间距布设气象监测设备；</p> <p>结构健康监测设施应布设结构健康监测设施应符合 GB50330 中 19.1.1 和 JTG/T3334 中 8.1~8.5 的规定；</p> <p>可变信息标志应按不小于 2km 的原则进行布设可变信息标志，如该范围内有门架可考虑合并原则，但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km（详细布设要求应符合 GB/T 34599、GA/T 994（所有部分），JTG D70/2 中 7.3 的规定）；</p> <p>广播应按 1km 间距的原则布设广播，如该范围内有杆件可考虑合并；</p> <p>RSU 应按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；</p> <p>警示灯应在路段起点前安装布设；</p> <p>警示灯应在路段起点前安装布设；</p> <p>诱导灯应在路段内按照 20m 间隔布设。</p>

4.2.10 恶劣气象路段管控、诱导措施应符合表 4.2.10 的规定。

表 4.2.10 恶劣气象路段管控、诱导措施

风险场景	潜在风险	管控措施（4级风险）	管控措施（5级风险）
恶劣气象路段	视距不良时，主路和支路车辆之间的可视性受限，容易诱发交通事故。	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>雷视一体机按照无盲区原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>车辆检测器宜按照 2km 间距设置毫米波雷达按照无盲区原则加密设置</p>	<p>摄像机按照无盲区原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>雷视一体机按照无盲区连续追踪原则加密设置，确保能对车辆的行驶状态进行实时监控；</p> <p>车辆检测器应按照 2km 间距设置；</p> <p>毫米波雷达按照无盲区原则加密设置；</p> <p>超速抓拍设备在主线双方向布设；</p>

	<p>置；                  超速抓拍设备在主线双方向布设；                  气象监测设备宜按照 10-30km 间距布设；                  能见度、路面状态、积水监测设备宜按需布设。                  可变信息标志宜按不小于 2km 的原则布设，如该范围内有门架可考虑合并原则，但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km(详细布设要求应符合 GB/T 34599、GA/T 994 所有部分)，JTG D70/2 中 7.3 的规定)；                  广播宜按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；                  RSU 宜按 1km 间距的原则布设；警示灯应在路段起点前安装布设；                  诱导灯宜在路段内按照 20m 间隔布设。</p>	<p>气象监测设备应按照 10-30km 间距布设；                  能见度、路面状态、积水监测设备应按需布设；                  可变信息标志应按不小于 2km 的原则进行布设，如该范围内有门架可考虑合并原则，但两个门架之间的距离应大于 1.5km 且小于 4km（详细布设要求应符合 GB/T 34599-2017、GA/T 994-2017 所有部分），JTG D70/2 中 7.3 的规定)；                  广播应按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；RSU 应按 1km 间距的原则布设，如该范围内有杆件可考虑合并；                  警示灯应在路段起点前安装布设；                  诱导灯应在路段内按照 20m 间隔布设诱导灯。</p>
--	--	--

#### 4.2.11 支撑系统布设要求

##### 1 通信设施

在四级、五级风险下，各场景感知、控制与诱导设施采用无线或有线方式进行通信时，应优先利用、扩容既有的通信设施或考虑租赁。

##### 2 供电、照明设施

1) 供电设施应遵循安全可靠、节能高效、经济合理的原则，为智慧设施提供稳定、持续、可靠的能源供给。

2) 普通国省干线公路智慧设施的供电方式应结合负荷特点及电源可接入条件合理选择。

3) 离变配电站（所）较近、负荷较小的智慧设施宜采用低压直接供电方式。

4) 距离供电点较远的智慧外场设备宜采用交/直流远供方式。

5) 利用太阳能、风能等进行供电的新能源设施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。

6) 服务区/停车区广场、避险车道等应设置照明设施，重要平交口、过城镇路段宜

设置道路照明，城市附近的互通式立体、特大桥可设置照明设施。

7) 大桥上的路灯照明灯具应结合桥墩间距设置，路灯宜设置在桥墩上方，否则应对灯具提出抗震要求。

8) 隧道基本照明应按照《公路隧道照明设计细则》(JTG/T D70/2-01)、《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》(JTG D70-2)要求设计，光源应采用 LED 灯或其它高光效、节能、环保的光源。

9) 根据公路横断面形式、宽度、照明器具的配光性能和照明要求，灯具的布设方式可选择单侧布置方式、双侧交错布置方式、双侧对称布置方式、中心对称布置方式和中心布置方式。

10) 照明灯具的间距应根据安装高度(H)、公路宽度、灯具的配光性能以及照明质量的要求设置，一般灯杆间距宜为  $3H\sim 4.5H$ 。采用泛光灯照明时，高杆灯的灯杆间距宜为  $4H\sim 6H$ 。

11) 互通式立体交叉应根据其特点及照明要求宜采用高杆照明方式，采用高杆照明方式时，宜优先选用升降式高杆照明设施。

### 条文说明

普通国省干线公路智慧设施的供电方案设计应根据公路特点、用能设施规模及分布、负荷等级、负荷容量、电源条件等，合理确定，并优先考虑利用、扩容既有的供电设施。隧道供电系统设计应遵循现行的《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》(JTG D70-2)的要求。

普通国省干线公路智慧设施的供电方式主要包含低压直供、交/直流远供、新能源微电网供电等，需确保供电设施在各种环境下能够稳定、持续地提供电力，避免因电压波动导致设备故障或性能下降。

小功率供电设备指低压不高于 1kV 的电压等级，常用 220V 或 380V 电压，小功率供电设备供电半径一般不大于 4km。

交/直流远供方式可将电能以较低的损耗传输给远端设备，同时受耐压不大于 1kV 的条件约束，一般供电半径不超过 15km 范围内稳定可靠。

### 3 管理中心与平台

1) 管理中心基础设施应包括主机及存储设备、网络安全设备，宜采用云技术架构，按照满足未来 5 年的智慧公路业务发展需求建设。租用公有云资源建设的，可按照当年业务发展需求建设，实现资源合理配置。

2) 云平台提供云化的计算资源及存储资源，实现资源的自动、按需分配，提供资源弹性扩展及智能调度功能，还负责提供资源的安全管控功能。

3) 路段宜具备边缘计算服务能力，宜共享区域中心或云端的云平台资源。

## 4.3 智慧设施功能、性能要求

### 4.3.1 感知设施

1 感知设施功能应符合下列规定：

- 1) 应具备实时采集交通流运行状态、交通事件等交通信息及处理能力；
- 2) 交通流运行状态应包括分车型的流量、速度、占有率、车辆类型等参数；
- 3) 交通事件应包括行人、事故、拥堵、停车、逆行、占用应急车道、超速、低速、压线、抛洒物等；
- 4) 应能够传输观测数据、监测数据、机柜状态监控与告警数据、设备运行状态与告警数据、气象数据；
- 5) 桥梁感知应包括桥梁结构的温度荷载、结构整体变形、受力裂缝宽度变化、关键支座与伸缩缝以及桥面系等内容。宜在建设及运营过程中布设相关智能传感设备，对“三特”桥梁（特大、特殊结构、特别重要）应进行重点监测；
- 6) 隧道感知内容应包括结构变形、应力应变、衬砌裂缝、衬砌剥落、渗漏、内装饰脱落等；
- 7) 路侧高边坡感知内容应包括支护结构变形、支护结构应力、水平位移、垂直位移等。监测设备应布置在挖方高边坡和不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡处；

- 8) 应具备数据结构化输出及本地存储功能;
- 9) 应支持检测范围内的多目标跟踪;
- 10) 应能实现外部时钟同步功能, 定位精度应达到秒级;
- 11) 应具备自动故障检测和诊断能力, 能够及时发现设备故障(如传感器失效、数据传输中断), 并自动上传给交通控制设施。

2 感知设施的性能要求应符合下列规定:

- 1) 摄像头分辨率应不低于 800 万像素;
- 2) 各类感知设施应协同、补充, 实现感知不同亮度、不同光照强度、不同天气条件下的交通运行状态, 包括白天、夜间, 雨、雪、雾等不良气象条件;
- 3) 应连续监测“两客一危”车辆的行驶轨迹与速度等参数;
- 4) 车辆位置、流量、速度、朝向、车流密度等关键交通运行状态参数应支持车道级检测, 准确率应不低于 95%, 更新频率大于等于 10Hz;
- 5) 交通事件检测准确率应不低于 95%, 漏报率不大于 2%, 交通事件检测设备宜具备边缘计算功能, 检测时延应不大于 1 秒;
- 6) 目标驶入至驶出连续跟踪准确率应不低于 98%;
- 7) 工作温度范围应满足 $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ (寒区 $-35^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ), 湿度范围应满足 5%~95%(无凝露)。各地区可根据气候地理条件, 进行温湿度适应范围调整;
- 8) 在交流电压  $220\text{V} \pm 33\text{V}$ 、频率  $50\text{Hz} \pm 2\text{Hz}$  条件下, 感知设施应可靠工作;
- 9) 感知设施传感器选取应满足量程、测量精度、分辨率、灵敏度、动态频响特性、长期稳定性、耐久性、环境适应性和经济性等要求, 传感器选型宜便于系统集成;
- 10) 感知设施数据采集和传输软件应自动采集与传输数据, 并可进行人工干预采集和采集参数调整;
- 11) 硬件部分设计使用寿命应不低于 7 年。

### 4.3.2 交通控制与诱导设施

1 交通控制与诱导设施的功能要求应符合下列规定：

1) 应能支持文字、图形、图片、视频等多种信息发布形式，信息内容、发布方式、发布形式、通行状态信息应符合《道路交通信息发布规范》（GA/T 994）（所有部分）；

2) 信息发布应支持发布交通运行信息、交通事件信息、道路施工信息、交通管制信息、气象环境信息及管理辅助信息。

3) 应具备相位配时管理、感应控制/自适应控制、冲突检测、多时段控制、变相位结构控制等功能；

4) 应支持预约时间发布内容，具备离线播放预案；

5) 宜具备向网联车辆发送当前通行状态的功能；

6) 应依据路况、交通流量、气象条件等因素，动态调整路段的限速标志，并通过可变信息标志（VMS）及时发布限速信息；

7) 应具备自动故障检测和诊断功能，能显示系统各设备工作状态。

2 交通控制与诱导设施的性能要求应符合下列规定：

1) 光学性能应符合《交通警示灯》（GB 24965.2）（所有部分）、《道路交通信号灯》（GB 14887）中 5.2 的规定；

2) 显示色度性能应符合《灯光信息颜色》（GB/T 8417）（所有部分）、《中国颜色体系》（GB/T 15608）（所有部分）中的规定，颜色边界交叉点色晶坐标应符合《道路交通信息发布规范》（GA/T 994）中 5.4 的规定；

3) 动态识认距离不应小于 200m；

4) 信息发布设施点间距像素应不低于 P8；

5) 信息发布宜采用全彩屏，支持手动、自动模式亮度调节；

6) 外壳材料应采用一次性铝压铸材料成型，硬度高、耐高温、阻燃并且永不变形，硅橡胶双重密封，防水、防尘；

7) 应配备可靠电源系统，当采用太阳能供电时，至少能够满足 72h 正常发光的需

要；

- 8) 应具有高精度响应性能，通信数据延迟应小于 1 秒。

### 4.3.3 通信设施

- 1 通信设施的电磁兼容应符合下列规定：

- 1) 整机静电放电抗扰度的要求应符合《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》（GB/T17626.2）（所有部分）的规定；

- 2) 浪涌和抗冲击电流的要求应符合《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》（GB/T 17626.5）（所有部分）的规定；

- 3) 辐射骚扰测试的要求应符合《信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第 1 部分：发射要求》（GB/T 9254.1）（所有部分）的规定；辐射抗扰度的要求应符合《电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验》（GB/T 17626.3）（所有部分）的规定；

- 4) POE 端口传导发射（CE）和传导敏感度（CS）的要求应符合《信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第 1 部分：发射要求》（GB/T 9254.1）（所有部分）的规定；

- 5) POE 端口电快速瞬变脉冲群抗扰度（EFT）的要求应符合《电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》（GB/T 17626.4）（所有部分）的规定。

- 2 感知设施的通信功能应符合下列规定：

- 1) 应具备联网通信功能，采用有线或无线组网方式将交通信息发送至路侧计算设施或平台；

- 2) 应具备自诊断与报警功能，设备检测信号丢失、系统设备故障、网络通讯故障等各种情况发生时，系统能够自诊断、记录并报警；

- 3) 在系统传输正常的情况下，应以设定的时间间隔上传数据，时间间隔应能够依系统需求调整，系统通信中断并恢复正常后，可以上传中断存储数据；

- 4) 通信接口应支持串口接口、以太网接口或光纤接口等，应能够高效接入系统控制的接口参数和规程，便于其实施系统联网监控，可自定义 IP 地址；

5) 应具备时钟同步功能。

3 管控诱导设施的通信功能要求应符合下列规定：

1) 管控诱导设施的通信系统应具备接收和发送无线信号的功能，至少应该支持广播数据发送；

2) 管控诱导设施通信应具备接受高精度定位设施提供的时钟信号，并用于其自身的时钟同步；

3) 用于 V2X 通信时，管控诱导设施通信应能够基于 UTC 时钟进行无线链路上的时隙边界及帧号的转化；

4) 管控诱导设施通信对直连通信数据进行编译和解析应符合通信相关标准；

5) 管控诱导设施通信应支持通过远程或本地进行操作维护，应提供必要的配置管理、性能管理、故障管理、维护管理、安全管理、日志管理和软件管理；

6) 管控诱导设施通信应具备通过直连通信链路为车辆提供时钟同步信号的功能；

7) 数据交互标准应符合《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用层数据交互标准》（T/CSAE 53）（所有部分）、《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准(第二阶段)》（T/CSAE 157）（所有部分）中的规定；

8) 一般数据接口应支持：TCP/IP、UDP/IP 传输协议，并应支持 HTTP 等协议；

9) 安全接口应支持 TLS、DTLS 协议；

10) 应支持网络管理协议，宜为 TR069、SNMP 中的一种；

11) 扩展数据接口应根据实际情况确定；

12) 应支持《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》（CSAE T/CSAE 53）（所有部分）所定义的车路协同通信系统第一阶段和第二阶段应用场景，实现各场景的功能；

13) 如果同时有多个场景触发时，优先级高的场景应优先提醒，安全类优先于效率类，同类型场景优先提醒距离最近即将发生的场景。

#### 4.3.4 供电与照明设施

1 供电、照明设施功能要求应符合下列规定：

- 1) 采用市电、太阳能供电在内的多种方案设计，供电设施应具备功能扩展能力，便于未来的升级和扩容，满足不断变化的需求。
- 2) 采用冗余或备用电源，在主电源失效时仍能维持一定时间的供电、照明设施运行。
- 3) 供电设施应具备供电状态、设备状态、故障报警及远程管理等实时监测功能。
- 4) 外场配电箱(智能机箱)宜配置动力环境监测管理、供电/网络监测管理、远程修复管理、卫星定位、智能门禁管理等功能。
- 5) 低压配电屏和各级配电箱的备用回路，宜为总回路数的 25%。
- 6) 由树干式系统供电的配电箱，其进线开关应选带保护的开关；由放射式系统供电的配电箱，进线开关可采用隔离开关。
- 7) 公路照明应采用截光型或半截光型灯具。
- 8) 照明灯具的悬挑伸延长度一般不宜超过灯杆高度的 1/4，灯具的仰角不宜超过 15°。
- 9) 特大型桥梁照明宜根据桥梁结构形式采用与之相适应的照明灯具和布设方式。桥梁照明应防止眩光，必要时采用严格控光灯具，不得使用对船舶航行等水上交通及渔业活动造成不利影响的照明设施。

2 供电、照明设施性能要求应符合下列规定：

- 1) 供电、照明设施应具备防雷击、防浪涌冲击等隔离防护能力。
- 2) 供电与照明设施能在高温、低温、暴雨、强风等恶劣天气和复杂环境中稳定运行。
- 3) 供电设施应具备耐高温、耐低温、防潮、防水、防雷等性能。
- 4) 外场配电箱防护等级应 $\geq$ IP65，LED 灯具的防护等级不宜低于 IP65。
- 5) LED 灯具应能够在-40°C~50°C 范围内正常工作。

6) 常规照明灯具的性能指标应符合国家现行有关能效标准规定的节能评价要求。

#### 4.3.5 管理中心与平台

1 管理中心与平台的功能需求应符合下列规定：

1) 管理中心机房应按照《数据中心设计规范》（GB50174）的要求执行。

2) 应具备支撑国省干线智慧应用，及相关基础数据、业务数据及视频图像等一体化管理、协同存储、大数据服务、交换共享以及安全管理等应用的能力。

3) 宜根据管理和需求，合理设置用于综合监测、分析、指挥调度等信息化显示和操作的设施设备。

4) 应具备接入智慧设施交通流监测数据的功能。可支持接入公安、交警、第三方出行服务平台等第三方数据平台提供的交通流状态信息，并可自定义策略，定时自动同步更新数据。

5) 应具备接入路侧感知设施交通气象环境监测数据的功能，可支持接入气象部门等第三方数据平台提供的交通气象环境监测信息。

6) 应具备接入路侧感知设施基础设施状态监测数据的功能，可接入道路养护部门的巡检数据、用户上报数据等信息。

7) 应具备手动和自动信息发布功能。

8) 应具备对外通信接口，可向上级管理中心或第三方数据平台发送所需信息。

9) 宜具备对外数据查询接口，支持上级管理部门或第三方数据平台的数据同步存储、查询。

10) 可自动生成交通运行状态、交通事件、道路气象环境、交通管控指令和设施工作状态等图表、报告，并查询简便。

11) 应能够审核、分析、处理监测信息，预测所辖路段的路况信息，监测交通感知设施的工作运行状态，可远程管理交通感知设施。

12) 应能够将交通管控信息与预警信息通过交通控制与诱导设施进行发布，并具

有发布内容实时反馈功能。

13) 应能监测交通控制与诱导设施的工作运行状态,可远程管理交通控制与诱导设施。

2 管理中心与平台的安全等级要求应符合下列规定:

1) 严格落实网络安全等级保护制度,强化网络安全设施与信息系统同步建设及动态监测,依据 GB/T 22239《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》,网络安全要求应包括通信网络、区域边界、计算环境和管理中心等通用要求,安全拓展要求根据不同等级保护对象安全保护需求差异进行选择实现。

2) 国省干线智慧外场设施信息安全应参照《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239)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。

3) 外场设施信息安全应采用交通运输行业密钥管理与证书认证系统构建统一的网络信任体系,实现应用系统的数据加密和传输。

4) 网络通信信息安全应按照《中华人民共和国网络安全法》和《信息安全技术 网络安全等级 保护基本要求》(GB/T 22239)的相关规定开展系统网络安全设计、建设和维护管理。

5) 业务应用信息安全应参照《交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南》(JT/T 904)要求。

6) 平台的存储方式及要求应符合下列规定:

7) 应实现国省干线公路基础设施数据、监测数据、业务数据等不同类型数据的存储和访问。

8) 视频存储应符合《安全防范视频监控联网系统信息传输交换控制技术要求》(GB28281)中相关存储规范要求。

9) 视频图像数据存储周期不应低于 30 天,业务数据存储周期不应低于 6 个月,交通事件、执法管理等相关数据根据管理需要设置存储周期,不宜低于 3 年。

10) 公路数据应做好数据备份,宜定期开展数据备份恢复测试。

11) 对存储在平台中的数据进行加密，确保即使存储介质被盗，数据也无法被未经授权的人访问。

3 云平台的性能要求应符合下列规定：

1) 支持快速的数据检索和访问，能够在短时间内响应查询请求，为管理决策提供及时支持。

2) 平台应具备抵网络攻击的能力，确保在恶意攻击下依然能够正常运行。

3) 应具备高效的实时数据处理能力，能够同时处理来自多个感知设备（如摄像头、传感器）的海量数据，确保交通信息的实时性。

4) 交通流状态、交通事件监测信息的误报率应不大于 5%，可靠性（置信度）应大于 95%，时效性小于 1s。

5) 交通控制与诱导等交通管控信息的信息丢包率应不大于 0.1%，准确率应不小于 99%，时效性小于 1s。

6) 公路交通气象环境状态、基础设施状态发布的准确率应不低于 90%，更新周期不大于 30s。

## 5 应急保障

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 普通国省干线公路交通安全智慧工程应支撑突发地质灾害、恶劣气象条件、交通事故等突发事件应急保障工作。

**5.1.2** 应通过全面的风险评估，构建完善的监测预警系统，实现多部门协同应对、公众信息发布与引导、应急演练与预案优化，确保在突发事件发生时，能够快速、高效地采取应对措施，保障道路安全畅通。

### 5.2 应急保障措施

**5.2.1** 监测设备触发预警时，应立即启动应急预案，通过远程控制实施交通封闭与疏导，联动交警、救援队伍和医疗服务部门进行快速响应。

**5.2.2** 应利用路段控制、诱导设施确保能够快速响应并有效疏导交通，利用可变信息标志、广播系统等多渠道实时发布事故信息，确保现场安全和高效处置事故。

**5.2.3** 突发事件发生后，利用智慧设施实施的联动处置策略应包括：

1 路段封闭与交通引导

1) 策略实施：突发事件发生后，感知系统触发报警，应立即启动应急预案，远程控制交通信号，迅速封闭事故路段。

2) 信息发布：应通过可变信息标志和广播系统发布封路信息，明确封路原因、预计持续时间及绕行建议，引导车辆绕行。

3) 对于突发事件导致道路完全中断、无法通行时，应立即封闭受灾路段，禁止一切车辆通行。结合预警信息，提前封锁危险区域的所有入口，并设置警戒线，通过广播、电子告示牌等发布封闭信息，指挥所有车辆通过安全的替代路线撤离，必要时动员交警或应急人员在现场指挥交通。

4) 对于道路半幅受影响但仍有通行条件的路段，应实施单向通行措施，确保车辆能够安全撤离。调整信号灯周期，配合单向通行的指令。通过该区域的车速限制，应降至 20-40km/h，并加强巡查，确保道路安全。

5) 对于道路通行条件未受影响但是存在地质、气象灾害隐患的路段，应通过电子

告示牌提醒驾驶员注意减速行驶，并发布警告信息，如“前方地质灾害高风险，请减速慢行”。在有明显迹象的地质灾害风险前期（如小规模滑坡或裂缝扩展），宜实施间歇性封闭措施，结合现场情况进行动态调整。

## 2 应急响应联动

- 1) 协同机制：应与地方政府、气象局、地质灾害应急管理部门、交警部门建立联动机制，事故预警信号触发后，自动通知相关部门，并启动紧急救援工作。
- 2) 资源调配：应快速调集工程机械、救援设备及专业救援人员赶赴现场，进行道路疏通、抢险救援和后续处理，确保在最短时间内恢复交通通行能力。

## 3 信息共享与公众告知

- 1) 多渠道发布：宜通过电视、广播、社交媒体、交通 APP 等多种渠道发布突发事件预警信息和应对措施，明确事故地点、严重程度、绕行建议及救援进展。
- 2) 实时更新：应根据灾害发展动态及时更新灾害发展动态和救援进展，确保公众知晓最新情况，避免因信息滞后造成恐慌或不必要的出行风险。

## 附录 A 交通运行安全风险评估资料收集与现场调查公路基础信息

表 A 公路基础信息调查表

指标类别	公路指标	公路属性
路线	平曲线半径	[1500m, ∞) / [700m, 1500m) / [400m, 700m) / [200m, 400m) / [100m, 200m) / (0m, 100m)
	平曲线超高	合理, 满足标准规范要求/不足, 不满足标准规范要求/未应用 (非平曲线路段)
	纵坡度	[0%, 2.5%) / [2.5%, 4%) / [4%, 7%) / [7%, 10%) / [10%, ∞)
	主线视距	好, 满足标准规范要求/差, 不满足标准规范要求
	单向车道数	1车道/2车道/3车道/4车道及以上
	车道宽度	宽[3.5m, ∞) / 中等[3.25m, 3.5m) / 窄 (0m, 3.25m)
	中间带类型	单行线/波形梁钢护栏/混凝土护栏/缆索护栏/实体中央分隔带宽度[20m, ∞) / 实体中央分隔带宽度[12m, 20m) / 实体中央分隔带宽度[5m, 12m) / 实体中央分隔带宽度[1m, 5m) / 实体中央分隔带宽度 (0m, 1.0m) / 分道体/中央渠化线[0.3m, 1m) / 中央渠化线[1m, ∞) / 中心标线/无中间带设施
	侧分带类型	波形梁钢护栏/混凝土护栏/缆索护栏/实体分隔带宽度[20m, ∞) / 实体分隔带宽度[12m, 20m) / 实体分隔带宽度[5m, 12m) / 实体分隔带宽度[1m, 5m) / 实体分隔带宽度(0m, 1.0m) / 分道体/渠化线[0.3m, 1m) / 渠化线[1m, ∞) / 行车道边缘线/无侧分带设施
	左侧硬路肩宽度	宽[2.5m, ∞) / 中等[1m, 2.5m) / 窄[0m, 1.0m) / 无
	右侧硬路肩宽度	宽[2.5m, ∞) / 中等[1m, 2.5m) / 窄[0m, 1.0m) / 无
	非机动车行驶空间状况	宽[4m, ∞) / 较宽[3m, 4m) / 中[2m, 3m) / 较窄 [1m, 2m) / 窄(0m, 1m) / 无
	行人行走空间状况	宽[4m, ∞) / 较宽[3m, 4m) / 中[2m, 3m) / 较窄[1m, 2m) / 窄(0m, 1m) / 无
	非机动车和行人共享空间	否/是
辅路	无/有	
路侧条件	左侧障碍物	波形梁钢护栏/混凝土护栏/缆索护栏/垂直的山体/深边沟/上边坡 [75°, 90°) / 上边坡 (15°, 75°) / 下边坡 (15°, 90) / 临水临崖/直径大于10cm的树/直径大于10cm的标志或其他设施杆/坚硬的结构物、桥梁或者建筑物/易碎的结构物或者建筑物/无防护的护栏端头/大石 (高≥20cm) / 示警桩/无危险物/缓冲设施 (防撞端头、防撞垫等) / 外展式护栏端头/地锚式护栏端头/未外展的护栏端头 (带实体标记) / 未外展的护栏端头 (无实体标记)
	左侧障碍物距车道边缘线距离	[0m, 1m) / [1m, 5m) / [5m, 10m) / [10m, ∞)
	右侧障碍物	波形梁钢护栏/混凝土护栏/缆索护栏/垂直的山体/深边沟/上边坡[75°, 90°) / 上边坡 (15°, 75°) / 下边坡 (15°, 90) / 临水临崖/直径大于10cm的树/直径大于10cm的标志或其他设施杆/坚硬的结构物、桥梁或者建筑物/易碎

指标类别	公路指标	公路属性
		的结构物或者建筑物/无防护的护栏端头/大石（高≥20cm）/示警桩/无危险物/缓冲设施（防撞端头、防撞垫等）/外展式护栏端头/地锚式护栏端头/未外展的护栏端头（带实体标记）/未外展的护栏端头（无实体标记）
	右侧障碍物距车道边缘线距离	[0m, 1m) / [1m, 5m) / [5m, 10m) / [10m, ∞)
路面	路面技术状况	优/良/中/次/差
桥梁	桥梁路段	否/是
隧道	隧道路段	否/是
路线交叉	交叉口类型	合流匝道/环岛/三岔交叉：无信号灯、有专用转弯车道/三岔交叉：无信号灯、无专用转弯车道/三岔交叉：有信号灯、有专用转弯车道/三岔交叉：有信号灯、无专用转弯车道/四岔交叉：无信号灯、有专用转弯车道/四岔交叉：无信号灯、无专用转弯车道/四岔交叉：有信号灯、有专用转弯车道/四岔交叉：有信号灯、无专用转弯车道/无交叉口/公路铁路交叉口：被动式，仅有标志/公路铁路交叉口：主动式，闪烁警示灯和闸门
	交叉角度	[80°, 90°]/[60°, 80°) / [30°, 60°) / [0°, 30°) / 无交叉口
	交叉视距	好，满足标准规范要求/差，不满足标准规范要求/无交叉点
	中分带开口类型	正式的可通行机动车、有转向车道/正式的可通行机动车、无转向车道/正式的仅非机动车、行人通行/非正式的可通行机动车、有转向车道/非正式的可通行机动车、无转向车道/非正式的仅非机动车、行人通行/交叉口的中分带开口/无中分带开口
	接入口数量	商业性接入口[1个, ∞) / 居住性接入口[3个, ∞) / 居住性接入口[1个, 2个] / 无接入口
交通安全设施	交通标志设置状况	设置合理、充分/设置不充分/未设置或破损或遮挡严重
	交通标线设置状况	设置合理、充分/设置不充分或磨损率超过 50%/未设置或磨损严重
	中间振动带	有/无
	路肩振动带	有/无
	交叉口渠化（渠化交通）	无/有/无交叉口
	人行护栏	无/有
	速度管理措施	无/有
路域环境	支路路权控制设施	有/无/无接入口
	村镇路段	否/是
交通运行	照明	无/有
	不同车型间运行速度差或限速差	[0km/h, 20km/h] / (20km/h, ∞)

## 附录 B 交通运行安全风险评估

评估路段或路网 TSRI (Traffic Safety Risk Index) 为路段或路网内各子单元交通运行安全风险指数 TSRI 均值。各子单元交通运行安全风险指数 TSRI (Traffic Safety Risk Index) 计算按照 100m 进行计算, 各子单元 TSRI 按照下式计算:

$$TSRI=100-(MRI + RRI + IRI)$$

其中,

TSRI 表示交通运行安全风险指数 (Traffic Safety Risk Index);

MRI 表示主线交通运行安全风险指数 (Mainline traffic safety Risk Index);

RRI 表示路侧交通运行安全风险指数 (Roadside traffic safety Risk Index);

IRI 表示交叉交通运行安全风险指数 (Intersection traffic safety Risk Index)。

评估路段或路网内各子单元交通运行安全风险指数 TSRI 按照上式计算为负值时, 该子单元公路交通运行安全风险指数 TSRI 取 0。

单个评估单元中主线交通运行安全风险指数 MRI、路侧交通运行安全风险指数 RRI 和交叉交通运行安全风险指数 IRI 以及各分项指数的计算见下表。

**表 B 交通运行安全风险指数**

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
主线交通安全风险指数 MRI	机动车正向碰撞风险	可能性	平曲线半径
			平曲线超高
			纵坡度
			单向车道数
			车道宽度
			路面技术状况
			主线视距
			交通标志设置状况
			交通标线设置状况
			中间振动带
			不同车型运行速度差或限速差
	严重性	中间带类型	
	运行速度	/	
	机动车流量	/	
机动车同向碰撞风险	可能性	单向车道数	
		路面技术状况	

目标层	一级指标	二级指标	三级指标		
			桥梁路段		
			隧道路段		
			主线视距		
			照明		
		严重性	不同车型运行速度差或限速差		
		运行速度	/		
		机动车流量	/		
		货车比例	/		
		机动车碰撞非机动车风险		可能性	村镇路段
					平曲线半径
					中间带类型
					主线视距
					交通标志设置状况
					交通标线设置状况
	速度管理措施				
	照明				
	严重性			侧分带类型	
				非机动车行驶空间状况	
		非机动车与行人共享空间			
	运行速度	/			
	机动车流量	/			
	非机动车流量	/			
	机动车碰撞行人风险		可能性	村镇路段	
				平曲线半径	
				中间带类型	
				主线视距	
				交通标志设置状况	
				交通标线设置状况	
				人行护栏	
				速度管理措施	
照明					
严重性			侧分带类型		
			行人行走空间状况		
			非机动车与行人共享空间		
运行速度			/		
机动车流量			/		
行人流量			/		

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
路侧交通安全风险指数 RRI	机动车驶出路外风险（左右单独计算）	可能性	平曲线半径
			平曲线超高
			纵坡度
			车道宽度
			路面技术状况
			交通标志设置状况
			交通标线设置状况
		严重性	路侧障碍物
			距路侧障碍物距离
			硬路肩宽度
		运行速度	/
		机动车流量	/
		路线交叉交通运行安全风险指数 IRI	交叉口风险指数
交叉角度			
交叉口渠化			
交叉视距			
纵坡度			
路面技术状况			
照明			
速度管理措施			
严重性	交叉口类型		
运行速度	/		
机动车流量	/		
非机动车流量	/		
行人流量	/		
接入口风险	可能性		接入口数量
			交叉视距
			辅路
			中间带类型
		支路路权控制设施	
		照明	
	严重性	接入口数量	
	运行速度	/	
	机动车流量	/	
非机动车流量	/		
行人流量	/		

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
	中分带开口风险	可能性	中分带开口类型
			交叉视距
			中间带类型
			交通标志设置状况
			交通标线设置状况
		照明	
		严重性	中分带开口类型
		运行速度	/
		机动车流量	/
		非机动车流量	/
		行人流量	/

注：表中自右向左三级指标各公路指标属性对应的风险系数相乘得到相应风险类型二级指标中的可能性和严重性计算值；相应风险类型二级指标中的可能性计算值、严重性计算值与相应风险类型运行速度、交通量以及货车比例对应的风险系数相乘得到一级指标相应风险类型计算值；一级指标对应的各类风险计算值相加得到目标层安全风险指数计算值。

## 附录 C 基础设施安全风险评估

### 1 路基安全风险

路基安全风险应综合考虑正常服役因素风险、灾害因素风险、通行环境因素风险三个一级风险指标及十五个二级指标。路基安全风险评估指标如图下表所示。

表 C-1 路基安全风险评估指标

目标层	一级指标	二级指标
路基安全风险指数	正常服役因素风险	河堤与路床病害风险
		边坡病害风险
		既有防护及支挡结构物病害风险
	灾害因素风险	公路重要性
		灾害发生频次
		灾害历史危险程度
		灾害处治情况
		灾害发育程度
	通行环境因素风险	气候
		降雨
		降雪
		风速
		能见度
		地震
		不良地质

路基安全风险评估采用分层评估方法，先分别对二级指标因素进行评估，计算出其相应所得分数，由二级指标所得分数加权后得到一级指标因素分数，最后通过一级指标分数加权得出路基安全风险指数。正常服役因素中路基产生的路堤开裂滑移，边坡局部坍塌、滑坡，既有防护及支挡结构物结构失稳等病害对评价范围内路段存在严重安全隐患，应进行现场监测，该评定单元路基安全风险指数为 0。

路基安全风险指数（SSRI）按式（3.3.3）计算：

$$SSRI=NRI \times \omega_N + DRI \times \omega_D + ERI \times \omega_E$$

其中，

SSRI 表示路基安全风险指数（Subgrade Safety Risk Index）；

NRI 表示正常服役因素风险指数（Normal Service Factor Risk Index）；

DRI 表示灾害因素风险指数（Disaster Risk Index）；

ERI 表示通行环境因素风险指数（Traffic Environment Factor Risk Index）；

TSRI 表示 NRI 在 SSRI 中权重，取值为 0.5；

MRI 表示 DRI 在 SSRI 中权重，取值为 0.3；

RRI 表示 ERI 在 SSRI 中权重，取值为 0.2。

路基安全风险二级指标中通行环境因素风险的二级指标采用标度进行评估，通过标度转化为所得分数。转化方法为：所得分数=100×（5-所得标度）/4。根据以上二级指标所得分数加权计算一级指标得分。

路基安全风险指数评估的一级指标因素、二级指标因素评估权重如下表。

表 C-2 路基安全风险评估指标权重

路基安全风险	一级指标	权重	二级指标	权重
路基安全风险指数	正常服役因素风险	0.5	路堤与路床病害风险	0.3
			边坡病害风险	0.4
			既有防护及支挡结构物风险	0.3
	灾害因素风险	0.3	公路重要性	0.1
			灾害发生频次	0.225
			灾害历史危险程度	0.225
			灾害处治情况	0.225
	通行环境因素风险	0.2	灾害发育程度	0.225
			气候	0.125
			降雨	0.125
			降雪	0.125
			风速	0.125
			能见度	0.125
		地震	0.25	
		不良地质	0.125	

#### 1) 正常服役因素风险

路基正常服役因素风险重点排查路堤与路床风险、边坡风险、既有防护风险及支挡结构物风险。根据现场检查，按照下表规定进行扣分，评估其技术状况。

表 C-3 路基病害扣分标准

序号	分项	病害名称	扣分标准	备注
1	路堤与路床	不均匀沉降	20	每20m为一处，不足20m按一处计
2		开裂滑移	50	
3		冻胀翻浆	20	
4	边坡	坡面冲刷	5	沿路线方向长度，每20m为一处，不足20m按一处计，当坡面高度超过20m，扣分加
5		碎落崩塌	20	

序号	分项	病害名称	扣分标准	备注
				倍。当岩质边坡出现局部碎落崩塌后，坡面形成坑洞、缺陷，但不影响路基边坡整体稳定和通行安全，可不扣分
6		局部坍塌	50	有坍塌或明显安全隐患的计为一处，当坡面高度超过 20m，扣分加倍。
7		滑坡	100	/
8	既有防护及支挡结构物	局部损坏	20	沿路线方向长度，每20m为一处，不足20m按一处计
9		结构失稳	100	按既有防护及支挡结构物单独评价
注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完100分为止。 2.若路基物缺少分项，不扣分。 3.“不足20m按一处计”是指某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计。 4.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。				

①路堤与路床病害风险评估指标包括不均匀沉降、开裂滑移、冻胀翻浆。按照下式计算路堤与路床技术状况。

$$ESCI = 100 - \sum (GD_{iE} \times \omega_{iE})$$

式中： $GD_{iE}$  表示第  $i$  类路堤与路床病害的总扣分，根据定期检查结果确定； $\omega_{iE}$  表示第  $i$  类路堤与路床病害的权重，按下表取值。

表 C-4 路堤与路床病害权重

病害名称	不均匀沉降	开裂滑移	冻胀翻浆
权重	0.375	0.375	0.25

②边坡病害风险评估指标包括坡面冲刷、碎落坍塌、局部坍塌、滑坡。边坡病害风险评估按照下式计算边坡技术状况。

$$SSCI = 100 - \sum (GD_{iS} \times \omega_{iS})$$

式中： $GD_{iS}$  表示第  $i$  类边坡病害的总扣分，根据定期检查结果确定； $\omega_{iS}$  表示第  $i$  类边坡病害的权重，按下表取值。

表 C-5 边坡病害权重

病害名称	破面冲刷	碎落坍塌	局部坍塌	滑坡
权重	0.2	0.25	0.25	0.3

③既有防护及支挡结构物风险评估指标包括局部损坏、结构失稳。既有防护及支挡结构物病害风险评估按照下式计算既有防护及支挡结构物技术状况。

$$RSCI = 100 - \sum (GD_{iR} \times \omega_{iR})$$

式中： $GD_{iR}$  表示第  $i$  类既有防护及支挡结构物病害的总扣分，根据定期检查结果

确定： $\omega_{iR}$  表示第  $i$  类既有防护及支挡结构物病害的权重，按表取值。

**表 C-6 既有防护及支挡结构物病害权重**

病害名称	局部损坏	结构失稳
权重	0.43	0.57

## 2) 灾害因素风险

路基灾害因素风险重点评估公路重要性、灾害发生频次、灾害历史危险程度、灾害处治情况和灾害发育程度。根据调研情况，按照下表进行扣分，评估灾害因素风险。

**表 C-7 灾害风险扣分标准**

评估指标	分级	扣分标准	备注
公路重要性	四级公路及以下	0-20	按公路等级对公路重要性进行评分
	三级公路及国道四级公路	20-40	
	国道三级公路	40-60	
	二级公路	60-80	
	高速公路及一级公路	80-100	
灾害发生频次	10年内发生次数0次	0-20	按灾害在十年内发生的次数进行评分
	10年内发生次数1-2次	20-40	
	10年内发生次数3-4次	40-60	
	10年内发生次数4-5次	60-80	
	10年内发生次数>5次	80-100	
灾害历史危害程度	无或轻微	0-20	按历史灾害危害程度评分
	一般	20-40	
	中等	40-60	
	较严重	60-80	
	严重	80-100	
灾害处治情况	灾害已处治恢复	0-20	按灾害发生后是否实施处治恢复进行评分
	灾害已处治未恢复	20-40	
	灾害正在处治恢复	40-60	
	灾害计划处置恢复	60-80	
	灾害未处治恢复	80-100	
灾害发育程度	无	0-20	按灾害发育程度评分
	轻微	20-40	
	一般	40-60	
	中等	60-80	
	严重	80-100	

灾害因素风险评估指标按下式计算。

$$DRI = 100 - \sum (GD_{iD} \times \omega_{iD})$$

式中： $GD_{iD}$  表示第  $i$  类灾害风险因素的扣分； $\omega_{iD}$  表示第  $i$  类灾害风险因素的权重。

## 3) 通行环境因素风险

通行环境因素风险重点评估气候、降雨、降雪、风速、能见度、地震和不良地质，采用标度的方法评估其安全风险，评估方法如下表所示。

**表 C-8 通行环境因素指标评估**

评估指标	内容	等级划分	标度
气候	全年不冻区	I类	1
	季节冻土区	II类	2
降雨	多年平均降雨量 600mm 以下	I类	1
	多年平均降雨量 600mm 以上	II类	2
降雪	24 小时降雪量小于 10mm	I类	1
	24 小时降雪量 10~20mm	II类	2
	24 小时降雪量 20~30mm	III类	3
	24 小时降雪量大于 30mm	IV类	4
风速	瞬时风速 17 米/秒以下	I类	1
	瞬时风速 17 米/秒以上	II类	2
能见度	能见度范围 1.5km 以上	I类	1
	能见度范围 0.5km~1.5km	II类	2
	能见度范围 0.5km 以下	III类	3
不良地质	无不良地质或局部不良地质且已采取有效工程措施	I类	1
	路基为特殊性土	II类	2

**表 C-9 地震指标评估**

评估指标	I类	II类
地震烈度	不严重	严重
地基条件	非浸水	浸水
支挡结构（挡墙等）	无破损	局部损坏（含墙身开裂、滑移墙身鼓肚、承载力不足等）
边坡高度（路堤、路堑）	小于 15 米	大于等于 15 米

**表 C-10 地震评估等级划分**

地震烈度	地基条件	支挡结构	边坡高度	标度
I类	I类	I类	I类	1
			II类	2
		II类	I类	2
			II类	3
	II类	I类	I类	2
			II类	3
		II类	I类	3

			II类	4
II类	I类	I类	I类	2
			II类	3
		II类	I类	3
			II类	4
	II类	I类	I类	3
			II类	4
		II类	I类	4
			II类	5

## 2 路面安全风险

路面安全风险应包括路面抗滑风险、路面车辙风险、路面坑槽风险、路面积水风险。

**表 C-11 路面安全风险指数计算**

目标层	一级指标
路面安全风险指数 PSRI	路面抗滑
	路面车辙
	路面坑槽
	路面积水

路面安全风险评估采用分层评估方法，分别对一级指标因素进行评估，确定路面抗滑性能指数值、路面车辙深度指数值，路面坑槽、路面积水标度。标度需转化为所得分数，转化方法为：所得分数=100×（5-所得标度）/4。最后由一级指标路面抗滑、路面车辙、路面坑槽、路面积水所得分数加权计算路面安全风险指数。

路面安全风险指数（PSRI）按下式计算：

$$PSRI=SRI \times \omega_S + RDI \times \omega_R + PRI \times \omega_P + PPRI \times \omega_{PP}$$

其中，PSRI 表示路面安全风险指数（Pavement Safety Risk Index）；

SRI 表示路面抗滑性能指数（Pavement Skid Resistance Index）；

RDI 表示路面车辙深度指数（Pavement Rutting Depth Index）；

PRI 表示路面坑槽风险指数（Pavement Pothole Risk Index）；

PPRI 表示路面积水风险指数（Pavement Ponding Risk Index）；

$\omega_S$ 表示 SRI 在 PSRI 中权重，取值为 0.4；

$\omega_R$ 表示 RDI 在 PSRI 中权重，取值为 0.25；

$\omega_P$ 表示 PRI 在 PSRI 中权重，取值为 0.1；

$\omega_{PP}$ 表示 PPRI 在 PSRI 中权重，取值为 0.25。

路面安全风险指数评估的一级指标因素评估权重如下表所示。路面抗滑性能指数低于 75 分存在安全风险，路面车辙深度指数低于 80 分存在安全风险。路面抗滑性能指数、

路面车辙深度指数、路面坑槽数据可从定期检查数据获取，具体计算方法按照《公路技术状况评定标准》JTG 5210-2018 规范计算。路面坑槽风险等级划分、路面积水风险等级划分具体方法见下表。

表 C-12 路面安全风险评估指标权重

路面安全风险	一级指标	权重
路面安全风险指数	路面抗滑性能指数	0.4
	路面车辙风险指数	0.25
	路面坑槽风险指数	0.1
	路面积水风险指数	0.25

表 C-13 路面坑槽风险类型

评估指标	总体情况描述	类型
轻度	坑槽深度小于25mm，或面积小于0.1m <sup>2</sup>	I
重度	坑槽深度大于或等于25mm，或面积大于或等于0.1m <sup>2</sup>	II

表 C-14 路面积水风险类型

评估指标	总体情况描述	类型
轻度	积水长度小于2m，或面积小于 2 m <sup>2</sup>	I
重度	积水长度大于或等于2m，或面积大于或等于2 m <sup>2</sup>	II

表 C-15 路面积水及坑槽因素评估等级划分

评估标准	均低于 II 类	II 类个数为1-2个	II 类个数为3-5个	II 类数量多于5个
标度	1	2	3	4

### 3 隧道安全风险

隧道安全风险指数 TuSRI (Tunnel Safety Risk Index) 等于公路隧道技术状况评定得分。公路隧道技术状况评定得分计算应符合《公路隧道养护技术规范》(JTG H12) 和《公路隧道提质升级行动技术指南》有关规定。