



团 体 标 准

T/JSCTS 82.2—2025

普通国省道运营期安全风险辨识评估与 管控规范 第2部分：桥隧

Specifications for safety risk identification, assessment and control during the
operation period of ordinary national and provincial roads—
Part 2: bridges and tunnels

2025-12-04 发布

2026-02-01 实施

江苏省综合交通运输学会 发布
中国标准出版社 出版

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	1
4 基本要求	1
5 风险辨识	2
6 风险评估	7
7 风险管控	38
附录 A (资料性) 管控措施	40

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。

本文件是 T/JSCTS 82《普通国省道运营期安全风险辨识评估与管控规范》的第 2 部分，T/JSCTS 82 已发布以下部分：

——第 1 部分：公路；

——第 2 部分：桥隧。

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。

本文件由江苏省交通运输厅公路事业发展中心提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：江苏省交通运输厅公路事业发展中心、宿迁市公路事业发展中心、华设计集团股份有限公司、华设检测科技有限公司、北京中交华安科技有限公司、中公高科养护科技股份有限公司。

本文件主要起草人：叶恒鑫、傅饶、杨登宇、曹廷、曹源、刘亚斌、王欣、王强、于彬彬、居长飞、黄琨、高念茹、刁含楼、朱森林、王彤、张东、吴岚、熊子杰、吴思海、李丹丹、米晓艺、仪明伟、王君羽、董春桥、朱丽东、武建、冯竹林、孙晓红、陈果、万娇娜、林翔、张铁军、弋晓明、张璐吴瑕、王睿、常嵘。

引 言

T/JSCTS 82《普通国省道运营期安全风险辨识评估与管控规范》为江苏省普通国省道运营领域的
安全风险评估与管控提供依据,拟由两个部分构成。

- 第1部分:公路。目的在于提出江苏省普通国省道中公路部分风险辨识评估与管控的依据。
- 第2部分:桥隧。目的在于提出江苏省普通国省道中桥隧部分风险辨识评估与管控的依据。

普通国省道运营期安全风险辨识评估与 管控规范 第2部分:桥隧

1 范围

本文件规定了普通国省道桥隧运营期安全风险辨识评估与管控的基本要求,以及风险辨识、风险评估、风险管控的要求。

本文件适用于江苏省普通国省道运营期安全风险辨识评估与管控。

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。

- JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范
- JTG/T 3360-01 公路桥梁抗风设计规范
- JTG/T 3360-02 公路桥梁抗撞设计规范
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程
- JTG 5120 公路桥涵养护规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG/T D70 公路隧道设计细则
- JTG D81 公路交通安全设施设计规范
- JTG/T D81 公路交通安全设施设计细则
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准(土建工程)
- JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准
- JTG H12 公路隧道养护技术规范
- JTG/T J21 公路桥梁承载能力检测评定规程

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 基本要求

- 4.1 桥隧安全风险辨识评估与管控的基本程序包括风险辨识、风险评估和风险管控三个阶段。
- 4.2 桥隧安全风险辨识评估与管控应包括基础设施和交通运行两个部分,应同时开展。

4.3 桥隧安全风险辨识评估应结合安全风险辨识体系对评估桥隧进行详细的资料收集与现场调查。

4.4 桥隧宜在运营通车前宜进行首次安全风险辨识评估。特大桥、大桥、特长隧道、长隧道安全风险辨识评估周期不宜超过 2 年；中小桥、中短隧道安全风险辨识评估周期不宜超过 3 年。

5 风险辨识

5.1 一般规定

5.1.1 桥隧风险辨识应包括资料收集、现场调查、风险分析等环节。

5.1.2 资料收集与现场调查宜涵盖自然灾害综合风险交通行业(公路水路)数据、江苏省交通运输(公路运营)领域较大以上安全风险填报数据、交通事故数据、气象数据以及养护管理系统数据库中的既有基础数据,包括桥隧基础信息、设计资料,检查资料、历史养护处治资料等。

5.1.3 在满足工作需要的条件下,宜结合养护路况调查,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。

5.2 基础设施和交通运行安全风险辨识

5.2.1 风险辨识体系应包括基础设施安全风险辨识体系和交通运行安全风险辨识体系两个部分。

5.2.2 桥梁基础设施安全风险辨识体系应符合表 1,隧道基础设施安全风险辨识体系应符合表 2。

表 1 桥梁基础设施安全风险辨识体系

一级指标	二级指标	三级指标
正常服役	表观	技术状况等级
		交通事故严重程度
	护栏设施	大型车比例
		标准符合性
		路侧危险程度
		交通标志
	其他安全设施	交通标线
		视线诱导标志
		防眩设施
		防抛(落)网

表 2 隧道基础设施安全风险辨识体系

一级指标	二级指标	三级指标
正常服役	土建结构	技术状况等级
	隧道技术条件	隧道长度
		最小平曲线半径
		最大纵坡
		隧道通行条件

表2 隧道基础设施安全风险辨识体系（续）

一级指标	二级指标	三级指标
正常服役	通风设施	设备完备性
		隧道火灾临界风速
		射流风机
		轴流风机
		风阀
	照明设施	设备完备性
		各段路面平均亮度
		路面亮度总均匀度
		路面中线亮度纵向均匀度
		照明控制
		应急照明
		灯具安装牢固度
	结构安全监测	结构安全监测系统
		监测数据自动采集
		监测数据分析功能以及数据
		监测预警功能
		监测数据存储与传输
	供电设施	外电源
		双电源自动投入装置
		应急电源装置
		不间断电源装置
		隧道电力监控系统
		电气火灾检测系统
		消防水泵巡检系统
		消防用电设备配电线路末端切换
	通讯设施	隧道全线及洞口覆盖有线广播
		隧道内无线调频广播
紧急电话及设置间距		
隧道内移动信号强度		
消防与救援设施	火灾探测报警	
	消防设施	
	人行横通道	
	车行横通道间距	
	横通道门防火、防烟	
	隧道类型	

表 2 隧道基础设施安全风险辨识体系（续）

一级指标	二级指标	三级指标
正常服役	交通监控设施	拥堵频率
		隧道监控中心及人员值守
		危险品车通行管理
		摄像机
		视频事件检测系统
		车道指示
		洞内、洞外可变情报板
		紧急关闭隧道物理措施
	交通安全设施	标志
		标线
		轮廓标
		入口防护及过渡

5.2.3 交通运行安全风险辨识应包括偶然因素、通行环境和管理因素等，桥梁交通运行安全风险辨识体系应符合表 3，隧道交通运行安全风险辨识体系应符合表 4。

表 3 桥梁交通运行安全风险辨识体系

一级指标	二级指标	三级指标
偶然因素	车辆撞击	交通事故严重程度
		下穿道路等级
		下穿道路大型车比例
		桥下净空
		主梁防撞措施
		桥墩防撞措施
	船舶撞击	桥区水域航道条件
		桥区水上导助航标志设置维护情况
		船舶交通流量
		船舶通航秩序
		事故情况
		桥梁通航净空尺寸适应性
		桥梁抗撞能力与船型适应性
		涉水桥墩数量
		桥梁导助航标志设置维护情况

表3 桥梁交通运行安全风险辨识体系（续）

一级指标	二级指标	三级指标
偶然因素	超载	交通事故严重程度
		大型车比例
		结构抗超载性能
	火灾	事故严重程度
		火灾风险程度
		结构抗火性能
		交通服务重要程度
		消防设施
	水毁	水文环境
		地质条件
		基础
		墩台
	风灾	事故严重程度
		抗风设计
		风环境
		结构受风影响程度
通行环境	交通条件	车道交通量
		大型车比例
		运行车速
	桥域环境	水资源保护区
		跨线/跨水桥梁
		桥下保护区
		出口通行环境
		社会影响
	气象条件	年降雨天数
		年雾霾天数
		年积雪天数
	管理因素	养护管理
桥梁检查		
养护质量		
养护资料		
养护资质		
交通管理		交通管理措施
		交通安全状况

表 3 桥梁交通运行安全风险辨识体系（续）

一级指标	二级指标	三级指标
管理因素	应急管理	应急准备能力
		应急处置设备
		决策及响应能力
		资金保障能力

表 4 隧道交通运行安全风险辨识体系

一级指标	二级指标	三级指标
偶然因素	火灾	违规用火管控
		初期处置时长
		火灾事件频次
	交通事故	事故发生频次
		大型车比例
		拥堵时长占比
	渗水	湿滑险情次数
		渗水点数量
		渗水持续时长
通行环境因素	交通条件	交通绩效
		大型车比例
		危险货物运输车辆通行
		运行车速
	周边环境	保护区安全管理体系及长效工作机制
		控制区范围
		公共场所与公路隧道建筑控制区边界外缘距离
		危及公路隧道安全活动
	气象条件	危险物品的场所、设施
		年降雨天数
		年雾霾天数
		年积雪天数
管理因素	养护管理	养护制度
		隧道检查
		养护质量
		养护资料
		养护资质

表4 隧道交通运行安全风险辨识体系(续)

一级指标	二级指标	三级指标
管理因素	交通管理	交通管理措施
		交通安全状况
	应急管理	应急准备能力
		应急处置设备
		决策及响应能力
		资金保障能力

5.3 风险排查资料收集与现场调查

5.3.1 桥梁安全风险辨识资料收集与现场调查应收集下列资料。

- a) 正常服役风险辨识资料包括:桥梁施工图、竣工图、历次加固和改造设计图、定期检查、特殊检查报告、交通流量等资料;现场调查桥梁技术状况、护栏设施、其他安全设施等情况。
- b) 偶然因素风险辨识资料包括:历史桥梁偶然事故资料;现场调查桥梁穿跨越、防船舶碰撞设施设置、桥梁结构服役性能、水文、地质、风环境等情况。
- c) 通行环境风险辨识资料包括:车辆交通流量、通行速度、跨越物、历史气象等资料;现场调查通行流量、桥梁保护区、跨越物等。
- d) 管理因素风险辨识资料包括:桥梁养护管理、交通管理以及应急管理等资料。

5.3.2 隧道安全风险辨识资料收集与现场调查应收集下列资料。

- a) 正常服役风险辨识资料包括:隧道施工图、竣工图、历次加固和改造设计图、定期检查、特殊检查报告、交通流量等资料;现场调查隧道土建技术状况、机电设施、其他安全设施等情况。
- b) 偶然因素风险辨识资料包括:历史桥梁偶然事故资料;现场调查土建结构渗漏水等情况。
- c) 通行环境风险辨识资料包括:车辆交通流量、通行速度、历史气象等资料;现场调查通行流量、周边环境等情况。
- d) 管理因素风险辨识资料包括:隧道养护管理、交通管理以及应急管理等资料。

6 风险评估

6.1 一般规定

6.1.1 风险评估宜逐桥逐隧开展。

6.1.2 当桥隧存在不同形式,且运行环境差异较大时,可根据结构形式的分布情况划分,分别进行安全风险辨识评估。

6.2 风险评估计算方法

6.2.1 安全风险辨识评估各指标评估标度均为“1~5”,标度越大表示风险可能性越高,标度“1”表示风险可能性最低,标度“5”表示风险可能性最高,具体要求详见表5。

表 5 二级指标安全风险状况标度等级

标度	安全风险描述
1	风险可能性低
2	风险可能性比较低
3	风险可能性一般
4	风险可能性比较高
5	风险可能性高

6.2.2 桥隧安全风险指数 SRI 按公式(1)~公式(7)计算。

$$SRI = ISRI \times \omega_1 + TSRI \times \omega_T \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$ISRI = NRI \times \omega_{NRI} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$TSRI = CRI \times \omega_{CRI} + ERI \times \omega_{ERI} + MRI \times \omega_{MRI} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$NRI = 100 \times \frac{5 - \sum_{i=1}^n A_{Ni} \times \omega_{Ni}}{4} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$CRI = 100 \times \frac{5 - \sum_{i=1}^n A_{Ci} \times \omega_{Ci}}{4} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$ERI = 100 \times \frac{5 - \sum_{i=1}^n A_{Ei} \times \omega_{Ei}}{4} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$MRI = 100 \times \frac{5 - \sum_{i=1}^n A_{Mi} \times \omega_{Mi}}{4} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

SRI ——安全风险指数；

$ISRI$ ——基础设施安全风险指数；

$TSRI$ ——交通运行安全风险指数；

NRI ——正常服役因素风险指数；

CRI ——偶然因素风险指数；

ERI ——通行环境因素风险指数；

MRI ——管理因素风险指数；

ω_1 —— $ISRI$ 在 SRI 中权重,取值为 0.49；

ω_T —— $TSRI$ 在 SRI 中权重,取值为 0.51；

ω_{NRI} —— NRI 在 $ISRI$ 中权重,取值为 1；

ω_{CRI} —— CRI 在 $TSRI$ 中权重,取值为 0.45；

ω_{ERI} —— ERI 在 $TSRI$ 中权重,取值为 0.26；

ω_{MRI} —— MRI 在 $TSRI$ 中权重,取值为 0.29；

ω_{Ni} ——第 i 类二级指标在 NRI 中权重；

ω_{Ci} ——第 i 类二级指标在 CRI 中权重；

- ω_{Ei} ——第 i 类二级指标在 ERI 中权重；
 ω_{Mi} ——第 i 类二级指标在 MRI 中权重；
 A_{Ni} —— NRI 中第 i 类二级指标所属三级指标评估标度；
 A_{Ci} —— DRI 中第 i 类二级指标所属三级指标评估标度；
 A_{Ei} —— ERI 中第 i 类二级指标所属三级指标评估标度；
 A_{Mi} —— MRI 中第 i 类二级指标所属三级指标评估标度。

6.3 基础设施安全风险评估

6.3.1 桥梁基础设施安全风险评估

6.3.1.1 桥梁基础设施安全风险评估指标及权重应满足表 6 的要求。

表 6 桥梁基础设施安全风险评估指标权重

目标层	一级指标		二级指标		三级指标			
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法		
桥梁基础设施安全风险指数 $ISRI$	正常服役 NRI	$\omega_{NRI} = 1$	表观	$\omega_{N1} = 0.798$	技术状况等级	A_{N1} 标度法		
			护栏设施	$\omega_{N2} = 0.110$	交通事故严重程度	A_{N2} 标度法		
					大型车比例			
					标准符合性			
			其他安全设施	$\omega_{N3} = 0.092$	路侧危险程度	A_{N3} 标度法		
					交通标志			
					交通标线			
					视线诱导标志			
							防眩设施	
							防抛(落)网	

6.3.1.2 桥梁正常服役风险评估应满足下列要求。

6.3.1.2.1 表观安全风险评估的内容为桥梁技术状况等级,应满足 JTG/T H21 的相关要求,并宜引用最近一期定期检查报告评定结果,表观安全风险评估方法应满足表 7 的要求。

表 7 表观风险评估方法

表观	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
标度	1	2	3	4	5
注：“表观”评估时同时考虑桥梁已使用年限(剩余寿命)的影响,按照桥梁使用年限划分四个等级,即 $[0, 10)$, $[10, 20)$, $[20, 30)$, $[30, +\infty)$,对不同使用年限的标度分别乘以相应影响系数(1.0, 1.1, 1.2, 1.3),对影响系数修正后的标度进行四舍五入取整。					

6.3.1.2.2 护栏设施安全风险评估内容和方法应满足表 8 和表 9 的要求。

表 8 护栏设施安全风险评估内容

评估指标	判断方法	判断条件
交通事故严重程度	满足判断条件之一时,评估交通事故严重程度较高	1. 近 3 年内发生 3 起及以上,或 1 起死亡 3 人及以上的车撞护栏事故; 2. 近 3 年内发生 3 起及以上,或 1 起死亡 3 人及以上车辆穿越中央分隔带护栏或隔离设施的事故
大型车比例	满足判断条件之一时,评估大型车比例较高	1. 一级公路年平均日交通量(AADT)大于或等于 15 000 辆小客车,且总质量大于或等于 25 t 的车辆自然数所占比例大于 20%; 2. 二级公路年平均日交通量(AADT)大于或等于 5 000 辆小客车,且总质量大于或等于 25 t 的车辆自然数所占比例大于 20%; 3. 三级公路年平均日交通量(AADT)大于或等于 2 000 辆小客车,且总质量超过 10 t 的车辆自然数所占比例大于 15%; 4. 四级公路年平均日交通量(AADT)大于或等于 400 辆小客车,且总质量超过 6 t 的车辆自然数所占比例大于 15%
标准符合性	—	标准符合性排查评估包括是否设置护栏,以及护栏(包括路侧护栏、中分带护栏、护栏过渡段以及端部)的防护等级和结构形式是否符合标准规定
路侧危险程度	满足判断条件之一时,评估路侧危险程度较高	1. 跨越高速铁路、高速公路、三级及以上等级航道、饮用水水源一级保护区; 2. 桥梁路侧建筑控制区范围内存在高速铁路、高速公路、高压输电线塔等重要构筑物,失控车辆有碰撞可能性; 3. 桥梁高度大于 30 m

表 9 护栏设施安全风险评估方法

交通事故严重程度是否较高	大型车比例是否较高	护栏是否符合下列标准		路侧危险程度是否较高	标度	
		现行标准	建设时期标准			
是	—	—		—	5	
否	是	否	否	—	5	
			是	是	4	
		是	—	否	3	
	否	否	否	否	—	2
				是	—	5
			是	否	是	3
				否	2	
		是	—	—	1	

6.3.1.2.3 其他安全设施的安全风险评估内容和方法应满足表 10 和表 11 的要求。

表 10 其他安全设施安全风险评估内容

评估指标	I 类	II 类
交通标志	按照 JTG D81 相关要求设置,且使用状况良好	符合下列之一: 1. 未设置; 2. 新旧标志并存互相干扰; 3. 标志模糊不清或者缺损
交通标线	按照 JTG D81 相关要求设置,且使用状况良好	符合下列之一: 1. 未设置; 2. 新旧标线并存互相干扰; 3. 标线模糊不清或者缺损; 4. 与交通标志发生冲突; 5. 桥梁标线为虚线
视线诱导设施	按照 JTG D81 相关要求设置,且使用状况良好	符合下列之一: 1. 未设置; 2. 视线诱导设施损坏
防眩设施	按照 JTG D81 相关要求设置,且使用状况良好	符合下列之一: 1. 非近村镇路段未设置; 2. 设置,但防眩设施损坏; 3. 近村镇路段设置
防抛(落)网	按照 JTG D81 相关要求设置,且使用状况良好	未按 JTG D81 相关要求设置

表 11 其他安全设施安全风险评估方法

评估指标 I 类的数量	5 个 I 类	3~4 个 I 类	2 个 I 类	1 个 I 类	无 I 类
标度	1	2	3	4	5
注: 评估指标 I 类的数量是指按表 10 的评估结果。					

6.3.2 隧道基础设施安全风险评估

6.3.2.1 隧道基础设施安全风险评估指标及权重应满足表 12 的要求。

表 12 隧道基础设施安全风险评估指标权重

目标层	一级指标		二级指标		三级指标	
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法
隧道基础设施安全风险指数 <i>ISRI</i>	正常服役 <i>NRI</i>	$\omega_{NRI} = 1$	土建结构	$\omega_{N1} = 0.183$	技术状况等级	A_{N1} 标度法
			隧道技术条件	$\omega_{N2} = 0.055$	隧道长度	A_{N2} 标度法
					最小平曲线半径	
					最大纵坡	
					隧道通行条件	
			通风设施	$\omega_{N3} = 0.147$	设备完备性	A_{N3} 标度法
					隧道火灾临界风速	
					射流风机	
					轴流风机	
			照明设施	$\omega_{N4} = 0.256$	设备完备性	A_{N4} 标度法
					各段路面平均亮度	
					路面亮度总均匀度	
					路面中线亮度纵向均匀度	
					照明控制	
					应急照明	
			结构安全监测	$\omega_{N5} = 0.014$	结构安全监测系统	A_{N5} 标度法
					监测数据自动采集	
					监测数据分析功能以及数据	
					监测预警功能	
					监测数据存储与传输	
			供电设施	$\omega_{N6} = 0.103$	外电源	A_{N6} 标度法
					双电源自动投入装置	
					应急电源装置	
					不间断电源装置	
隧道电力监控系统						
电气火灾检测系统						
消防水泵巡检系统						
消防用电设备配电线路末端切换						

6.3.2.2.2 隧道技术条件的安全风险评估内容和方法应满足表 14 至表 19 的要求。

表 14 隧道长度安全风险评估内容

隧道长度/m	(0,100]	[100,500)	[500,1 000)	[1 000,3 000)	[3 000,+∞)
评估分值 B_1	1	2	3	4	5

表 15 隧道最小平曲线半径安全风险评估内容

最小平曲线半径 R/m	未设平曲线	设置平曲线,平曲线半径满足隧道不设超高的圆曲线最小半径要求	设置平曲线,且设置超高,超高值小于或等于 2%	设置平曲线,且设置超高,超高值大于 2%,小于 4%	设置平曲线,且设置超高,超高值大于 4%
评估分值 B_2	1	2	3	4	5

表 16 隧道最大纵坡安全风险评估内容

最大纵坡/%	[0.3,1]	(1,2]	(2,3]	(3,4]	(4,+∞)
评估分值 B_3	1	2	3	4	5

表 17 隧道通行条件安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
连续长下坡路段	1. 属于,得 0 分; 2. 不属于,得 30 分
洞外连接线形与隧道线形	1. 协调,得 15 分; 2. 不协调,得 0 分
洞外与其他隧道相接	1. 是,得 0 分; 2. 否,得 20 分
单洞双向通行	1. 是,得 0 分; 2. 否,得 20 分
人机混合通行	1. 是,得 0 分; 2. 否,得 15 分

表 18 隧道通行条件安全风险评估方法

隧道通行条件/分	(80,100]	(60,80]	(40,60]	(20,40]	[0,20]
评估分值 B_4	1	2	3	4	5
注：得分 B_4 是按表 17 的评估结果。					

表 19 隧道技术条件安全风险评估方法

得分 G	[1.0,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,3.5)	[3.5,4.5)	[4.5,5]
标度	1	2	3	4	5
注：得分 $G=0.3 \times B_1 + 0.2 \times B_2 + 0.2 \times B_3 + 0.3 \times B_4$, B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 分别按表 14、表 15、表 16、表 18 的评估结果。					

6.3.2.2.3 通风设施的安全风险评估内容和方法应满足表 20 和表 21 的要求。

表 20 通风设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
设备完备性	1. 满足现行规范要求,得 10 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
隧道火灾临界风速	1. 满足现行规范要求,得 20 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
射流风机	1. 满足现行规范要求,得 30 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
轴流风机	1. 满足现行规范要求,得 30 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
风阀	1. 能远程进行开启、关闭,得 10 分, 2. 不能远程进行开启、关闭,得 0 分

表 21 通风设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 按表 20 的评估结果。					

6.3.2.2.4 照明设施的安全风险评估内容和方法应满足表 22 和表 23 的要求。

表 22 照明设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
设备完备性	1. 满足现行规范要求,得 15 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
各段路面平均亮度	1. 满足现行规范要求,得 20 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
路面亮度总均匀度	1. 满足现行规范要求,得 20 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
路面中线亮度纵向均匀度	1. 满足现行规范要求,得 20 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
照明控制	1. 具有自动控制、手动控制模式,功能正常,得 15 分; 2. 不具有自动控制、手动控制模式,或功能不正常,得 0 分
应急照明	1. 主供电断电,自动切换到备用供电线路,得 5 分; 2. 主供电断电,不能自动切换到备用供电线路,得 0 分
灯具安装牢固度	1. 无松动,得 5 分; 2. 松动,得 0 分

表 23 照明设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5

注：得分 G 按表 22 的评估结果。

6.3.2.2.5 结构安全监测的安全风险评估内容和方法应满足表 24 和表 25 的要求。

表 24 结构安全监测安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
结构安全监测系统	1. 按规范已建立,得 20 分; 2. 未建立,得 0 分
监测数据自动采集	1. 正常运行,得 20 分; 2. 无法正常运行,得 0 分
监测数据分析功能以及数据	1. 正常,得 20 分; 2. 异常,得 0 分
监测预警功能	1. 正常运行,得 20 分; 2. 无法正常运行,得 0 分
监测数据存储与传输	1. 正常,得 20 分; 2. 异常,得 0 分

表 25 结构安全监测安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 按表 24 的评估结果。					

6.3.2.2.6 供电设施的安全风险评估内容和方法应满足表 26 和表 27 的要求。

表 26 供电设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
外电源	1. 双重电源供电,得 30 分; 2. 两回路电源线路供电,得 22.5 分; 3. 单回路电源线路供电,得 12 分
双电源自动投入装置	1. 有,得 10 分; 2. 无,得 0 分
应急电源装置	1. 满足现行规范要求,得 10 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
不间断电源装置	1. 满足现行规范要求,得 10 分; 2. 不满足满足现行规范要求,得 0 分
隧道电力监控系统	1. 有,得 10 分; 2. 无,得 0 分
电气火灾检测系统	1. 有,得 10 分; 2. 无,得 0 分
消防水泵巡检系统	1. 有,得 10 分; 2. 无,得 0 分
消防用电设备配电线路 末端切换	1. 有,得 10 分; 2. 无,得 0 分

表 27 供电设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 按表 26 的评估结果。					

6.3.2.2.7 通信设施的安全风险评估内容和方法应满足表 28 和表 29 的要求。

表 28 通信设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
隧道全线及洞口覆盖 有线广播	1. 洞内、外均设置且状况良好,得 30 分; 2. 仅洞内设置且状况良好,得 20 分; 3. 未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
隧道内无线调频广播	1. 设置且状况良好,得 10 分; 2. 未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
紧急电话及设置间距	1. 设置,间距 ≤ 100 米且状况良好,得 30 分; 2. 间距为 200 m 且状况良好,得 18 分;100 m $<$ 间距 ≤ 200 m 且状况良好,取线性插值; 3. 间距 > 300 m,未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
隧道内移动信号强度	1. 所有运营商均覆盖,得 30 分; 2. 部分运营商覆盖,得 10 分; 3. 无移动信号覆盖,得 0 分

表 29 通信设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注:得分 G 按表 28 的评估结果。					

6.3.2.2.8 消防与救援设施的安全风险评估内容和方法应满足表 30 和表 31 的要求。

表 30 消防与救援系统安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
火灾探测报警	1. 设置且状况良好,得 30 分; 2. 未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
消防设施	1. 设置且状况良好,得 30 分; 2. 未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
人行横通道	1. 已设置,间距 ≤ 250 m,得 10 分; 2. 间距 350 m,得 5 分;250 m $<$ 间距 ≤ 350 m 时取线性插值; 3. 人行横通道限界宽度 < 2.0 m 或限界高度 < 2.5 m 或间距 > 350 m 时,得 0 分
车行横通道间距	1. 已设置,间距 ≤ 750 m,得 10 分; 2. 间距 1 000 m,得 5 分;750 m $<$ 间距 $< 1 000$ m 时,取线性插值; 3. 车行横通道限界宽度 < 4.5 m 或限界高度小于主洞限界高度或间距 $> 1 000$ m 时,得 0 分

表 30 消防与救援系统安全风险评估内容 (续)

评估指标	定性定量指标
横通道门防火、防烟	1. 设置且状况良好,得 10 分; 2. 未设置或设置但无法使用、使用效果不佳,得 0 分
隧道类型	1. 城市隧道,得 10 分; 2. 山岭隧道得 5 分; 3. 水下隧道得 0 分

表 31 消防与救援设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5

注: 得分 G 按表 30 的评估结果。

6.3.2.2.9 交通监控设施的安全风险评估内容和方法应满足表 32 和表 33 的要求。

表 32 交通监控设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
拥堵频率	1. 低(偶尔),得 20 分; 2. 中(早晚高峰时段),得 5 分; 3. 高(常态),得 0 分
隧道监控中心及人员值守	1. 设置监控中心且有人员值守,得 15 分; 2. 设置监控中心,得 10 分; 3. 未设置监控中心,得 0 分
危险品车通行管理	1. 禁止通行,得 15 分; 2. 在有引导车的情况下限制通行,得 10 分; 3. 无限制通行,得 0 分
摄像机	1. 满足现行规范要求,得 10 分; 2. 不满足,得 0 分
视频事件检测系统	1. 有,且功能正常,得 10 分; 2. 无,或功能不正常,得 0 分
车道指示	1. 有,且功能正常,得 10 分; 2. 无,或功能不正常,得 0 分
洞内、洞外可变情报板	1. 有,且功能正常,得 10 分; 2. 无,或功能不正常,得 0 分
紧急关闭隧道物理措施	1. 有,且功能正常,得 10 分; 2. 无,或功能不正常,得 0 分

表 33 交通监控设施安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 按表 32 的评估结果。					

6.3.2.2.10 交通安全设施的安全风险评估内容和方法应满足表 34 和表 35 的要求。

表 34 交通安全设施安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
标志	1. 满足现行规范要求,得 50 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
标线	1. 满足现行规范要求,得 25 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
轮廓标	1. 满足现行规范要求,得 10 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分
入口防护及过渡	1. 满足现行规范要求,得 15 分; 2. 不满足现行规范要求,得 0 分

表 35 交通安全设施安全风险评估方法

得分 G	[75,100]	[37.5,75)	[18.75,37.5)	[7.5,18.75)	[0,7.5)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 按表 34 的评估结果。					

6.4 交通运行安全风险评估

6.4.1 桥梁交通运行安全风险评估

6.4.1.1 桥梁交通运行安全风险评估指标及权重应满足表 36 的要求。当桥梁某些二级指标不需要判断时,应根据此二级指标在上层一级指标的隶属关系,将其权重值分配给该指标隶属的一级指标所含的其余各二级指标,分配原则按照各剩余二级指标权重比例进行分配。

表 36 桥梁交通运行安全风险评价指标权重

目标层	一级指标		二级指标		三级指标	
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法
桥梁交通运行安全风险指数 TSRI	偶然因素 CRI	$\omega_{CRI} = 0.45$	车辆撞击	$\omega_{C1} = 0.179$	交通事故严重程度	A_{C1} 标度法
					下穿道路等级	
					下穿道路大型车比例	
					桥下净空	
					主梁防撞措施	
					桥墩防撞措施	
			船舶撞击	$\omega_{C2} = 0.235$	桥区水域航道条件	A_{C2} 标度法
					桥区水上导助航标志设置维护情况	
					船舶交通流量	
					船舶通航秩序	
					事故情况	
					桥梁通航净空尺寸适应性	
					桥梁抗撞能力与船型适应性	
					涉水桥墩数量	
			超载	$\omega_{C3} = 0.274$	交通事故严重程度	A_{C3} 标度法
					大型车比例	
					结构抗超载性能	
			火灾	$\omega_{C4} = 0.088$	事故严重程度	A_{C4} 标度法
					火灾风险程度	
					结构抗火性能	
					交通服务重要程度	
			水毁	$\omega_{C5} = 0.118$	消防设施	A_{C5} 标度法
					水文环境	
					地质条件	
基础						
风灾	$\omega_{C6} = 0.106$	墩台	A_{C6} 标度法			
		事故严重程度				
		抗风设计				
		风环境				
						结构受风影响程度

表 36 桥梁交通运行安全风险评估指标权重 (续)

目标层	一级指标		二级指标		三级指标	
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法
桥梁交通运行安全风险指数 TSRI	通行环境 ERI	$\omega_{ERI} = 0.26$	交通条件	$\omega_{E1} = 0.446$	车道交通量	A_{E1} 标度法
					大型车比例	
					运行车速	
			桥域环境	$\omega_{E2} = 0.281$	水资源保护区	A_{E2} 标度法
					跨线/跨水桥梁	
					桥下保护区	
					出口通行环境	
			气象条件	$\omega_{E3} = 0.273$	年降雨天数	A_{E3} 标度法
					年雾霾天数	
	年积雪天数					
	管理因素 MRI	$\omega_{MRI} = 0.29$	养护管理	$\omega_{M1} = 0.431$	养护制度	A_{M1} 标度法
					桥梁检查	
					养护质量	
					养护资料	
			交通管理	$\omega_{M2} = 0.264$	交通管理措施	A_{M2} 标度法
					交通安全状况	
应急管理			$\omega_{M3} = 0.305$	应急准备能力	A_{M3} 标度法	
	应急处置设备					
	决策及响应能力					
				资金保障能力		

6.4.1.2 偶然因素风险评估

6.4.1.2.1 车辆撞击的安全风险评估内容和方法应满足下列要求。

- a) 交通事故严重程度评估,具有下列情形之一时,判定交通事故严重程度较高:
 - 1) 近3年内发生3起及以上,或1起死亡3人及以上的车撞主梁事故;
 - 2) 近3年内发生1起及以上车撞引起桥梁大修加固事故。
- b) 下穿道路等级评估,对于跨线桥,应判断跨越道路等级。
- c) 大型车比例评估,大型车比例评估方法按表8。
- d) 桥下净空评估,桥下通行道路最小净高是否满足规范要求。
- e) 主梁防撞设施评估,参见JTG/T 3360-02中具体标准判断桥梁是否设置了防护措施。
- f) 桥墩防撞构造措施评估,桥墩防撞构造措施评估应满足表37要求。

表 37 桥墩及防撞构造措施安全风险评估内容

桥墩形式	防撞构造措施	评估结果
实体墩、薄壁墩	已设置防撞措施,防撞等级符合 JTG/T D81 要求	优
	已设置防撞措施,防撞等级不符合 JTG/T D81 要求	良
	未设置防撞措施	中
柱式墩	已设置防撞措施,防撞等级符合 JTG/T D81 要求	良
	已设置防撞措施,防撞等级不符合 JTG/T D81 要求	中
	未设置防撞措施	差

g) 车辆撞击评估包括车撞主梁评估和车撞桥墩评估,评估结果取车撞主梁和车撞桥墩最不利标度,车撞主梁评估的评估方法应满足表 38 要求,车撞桥墩评估的评估方法应满足表 39 要求。

表 38 车撞主梁安全风险评估方法

交通事故严重程度是否较高	下穿道路等级	桥下净空是否满足	主梁防车撞设施是否设置	下穿道路大型车比例是否较高	标度
是	高速公路、一级公路	—	—	—	5
	二级及以下公路	—	—	—	4
否	高速公路、一级公路	否	否	是	5
				否	4
			是	—	1
		是	否	是	3
				否	2
			是	—	1
	二级及以下公路	否	否	是	4
				否	3
			是	—	1
		是	否	是	2
				否	1
			是	—	1

注:可不设置防护措施的桥梁,主梁防车撞设施是否设置评估为“是”。

表 39 车撞桥墩安全风险评估方法

交通事故严重程度是否较高	下穿道路等级	下穿道路大型车比例是否较高	桥墩及防撞构造措施评估	标度
是	高速、一级公路	—	—	5
	二级及以下	—	—	4
否	高速、一级公路	是	差	5
			中	4
			良	3
			优	2
		否	差	4
			中	3
			良	2
			优	1
	二级及以下	是	差	4
			中	3
			良	2
			优	1
		否	差	3
			中	2
			良	1
			优	1

6.4.1.2.2 船舶撞击的安全风险评估内容和方法应满足表 40 和表 41 的要求。

表 40 船舶撞击安全风险评估内容

序号	评估指标	具体评分标准
1	桥区水域航道条件	1. 河床 5 年来变化不大,航道条件良好,航标常年不变的,得 4 分; 2. 河床存在一定的冲淤变化,洪、枯水期航标标位有一定调整,得 2 分; 3. 桥址处于分汊河段、距离分汇流口较近,河床冲淤变化明显,得 1 分; 4. 桥址处于易变洲滩,河床不稳定或需要长期流滩,得 0 分
		1. 流速适中,桥轴线法线方向与水流方向交角较小,流态较好,对船舶操纵影响较小,得 3 分; 2. 水流条件一般,得 2 分; 3. 流速较大,或靠近弯道,桥轴线法线方向与水流方向交角较大,对船舶操纵有一定影响,得 1 分; 4. 流速较大,流态较差,或靠近弯道,桥轴线法线方向与水流方向交角大,对船舶操纵有影响较大,得 0 分
		1. 无明显横风、大雾,对船舶操纵影响较小,得 3 分; 2. 有明显横风、或多雾,对船舶操纵有一定影响,得 1 分; 3. 有明显横风或多雾,对船舶操纵影响较大,得 0 分

表 40 船舶撞击安全风险评估内容（续）

序号	评估指标	具体评分标准
2	桥区水上导助航标志设置维护情况	1. 桥区水上导助航标志设置完善,功能发挥正常,得 5 分; 2. 桥区水上导助航标志设置不符合规范,得 2 分; 3. 未设置桥区水上导助航标志或导助航标志功能不能正常发挥,得 0 分
3	船舶交通流量	1. 桥区船舶通航密度较小,对船舶通航安全影响较小,得 15 分; 2. 桥区船舶通航密度一般,得 8 分; 3. 桥区船舶通航密度较大,影响船舶通航安全,根据情况按 0 分~5 分确定得分
4	船舶通航秩序	1. 船舶航行规范、商船比例高、公司化水平高,得 15 分; 2. 船舶航行规范、商船比例一般、公司化水平一般,得 8 分; 3. 船舶航行不规范、商船比例低、公司化水平低,根据情况按 0 分~5 分确定得分
5	事故情况	1. 近 5 年无碰撞事故,得 10 分; 2. 近 5 年每出现 1 次碰撞事故,扣 5 分,共 10 分扣完为止
6	桥梁通航净空尺寸适应性	通航净宽、净高是否满足现行《内河通航标准》要求,满足要求得 15 分;不满足要求的按与要求差值的值扣分
7	桥梁抗撞能力与船型适应性	1. 通航批复或设计文件中桥梁抗撞能与中高水位期实际通航船舶及船舶大型化发展代表船型或涉水桥墩位置处能够到达的船型相适应或进行增设了防撞设施,得 15 分; 2. 不适应或防撞设施损坏,且存在一定差距,得 10 分; 3. 不适应,且差距较大,根据情况按 0 分~5 分确定得分
8	涉水桥墩数量	1. 涉水桥墩均处于非通航水域或船舶不易驶入的水域,得 10 分; 2. 处于可通航水域内的桥墩数量小于等于 2 个,碰撞风险较小,得 8 分; 3. 处于可通航水域内的桥墩数量大于 2 个小于等于 4 个,得 5 分; 4. 处于可航水域内的桥墩数量大于 4 个,有一定碰撞风险,得 2 分; 5. 处于可航水域内的桥墩数量众多,碰撞风险大,得 0 分
9	桥梁导助航标志设置维护情况	1. 桥梁导助航标志设置完善,功能发挥正常,得 5 分; 2. 部分桥梁导助航标志设置不符合规范,得 2 分; 3. 未设置导助航标志或导助航标志功能不能正常发挥,得 0 分

表 41 船舶撞击安全风险评估方法

得分 G	[95,100]	[80,95)	[70,80)	[60,70)	[0,60)
标度	1	2	3	4	5
注:得分 G 按表 40 的评估结果。					

6.4.1.2.3 超载安全风险评估内容和方法应满足表 42 和表 43 的要求。

表 42 超载安全风险评估内容

评估指标	判断方法	判断条件
超载事故严重程度	—	近 3 年发生过 1 起及以上因车辆超载或超限而导致桥梁结构发生损坏、坍塌事故,则超载事故严重程度较高
大型车比例	—	判断条件按表 8
抗超载性能不利的结构形式(条件一)	满足判断条件之一时,评估结构抗超载性能不利(条件一)	1. 抗倾覆性能不足且未经改造的独柱墩单支座桥梁; 2. 存在单板受力情况的装配式梁桥; 3. 横向联系性能较差的双曲拱桥、冗余度较少的吊杆体系结构
抗超载性能不利的结构形式(条件二)	满足判断条件之一时,评估结构抗超载性能不利(条件二)	1. 桥梁技术状况等级为 3 类及以上; 2. 设计荷载标准汽车—20 级及以下; 3. 桥龄大于等于 30 年

表 43 超载安全风险评估方法

超载事故严重程度是否较高	大型车比例是否较高	结构抗超载性能不利(条件一)	结构抗超载性能不利(条件二)	标度	
是	—	—	—	5	
否	是	是,且为独柱墩单支座桥梁	—	5	
		是,非独柱墩单支座桥梁	是	5	
			否	4	
		否	是	3	
	否	否	是,且为独柱墩单支座桥梁	—	4
			是,非独柱墩单支座桥梁	是	4
				否	3
			否	是	2
		否	1		

6.4.1.2.4 火灾安全风险评估内容和方法应满足表 44 和表 45 的要求。

表 44 火灾安全风险评估内容

评估指标	判断方法	判断条件
火灾事故严重程度	满足判断条件之一时,评估火灾事故严重程度较高	1. 运营以来发生 3 起及以上或 1 次死亡 3 人及以上的火灾事故; 2. 结构发生因火灾引起的大修加固
火灾风险程度	满足判断条件之一时,评估火灾风险程度较高	1. 桥梁周围 200 m 范围内存放易燃易爆物; 2. 近 3 年发生过车撞燃烧、船撞燃烧、车辆自燃事故; 3. 所处路段为危化品、易燃易爆物运输通道; 4. 桥梁存在外挂电线、电缆等

表 44 火灾安全风险评估内容（续）

评估指标	判断方法	判断条件
结构抗火性能	满足判断条件之一时,评估结构抗火性能不利	桥梁为木桥、缆索承重桥、钢桥、钢-混组合式桥梁
交通服务重要程度	满足判断条件之一时,评估交通服务重要程度较高	1. 桥梁所在公路为快速路、一级公路; 2. 桥梁位于城镇路段
消防能力良好程度	满足判断条件之一时,评估消防能力良好程度良好	1. 自身消防设施齐全,能够满足一般灭火需求; 2. 自身无消防设施,但消防急救中心到达时间在 30 min 内

表 45 火灾安全风险评估方法

火灾事故严重程度是否较高	火灾风险程度是否较高	结构抗火性能是否不利	交通服务重要程度是否较高	消防设施是否良好	标度
是	—	—	—	—	5
否	是	是	是	否	5
				是	4
			否	否	4
		是		3	
		否		4	
		否	是	是	否
	是				3
	否			否	3
			是	2	
			否	3	
	否		是	是	否
		是			2
否		否	2		
		是	1		
否	—	—	—	—	1

6.4.1.2.5 水毁安全风险评估内容和方法应满足表 46 和表 47 的要求。

表 46 水毁安全风险评估内容

评估指标	I 类	II 类
水文环境	一般河流	处于泄洪、入海口涨落潮不利环境
地质条件	河床断面稳定	河床断面不稳定
基础	基础无外露,无明显冲蚀、掏空	基础外露,存在冲蚀、掏空
墩台	外观良好,无明显冲蚀	存在表观病害,存在冲蚀

表 47 水毁安全风险评估方法

水文环境	地质条件	基础	墩台	标度
I 类	I 类	I 类	I 类	1
			II 类	2
		—	3	
	II 类	I 类	I 类	2
			II 类	3
		—	4	
II 类	I 类	I 类	I 类	3
			II 类	4
		—	5	
	II 类	I 类	—	4
		II 类	—	5

6.4.1.2.6 风灾安全风险评估内容和方法应满足表 48 和表 49 的要求。

表 48 风灾安全风险评估内容

评估指标	判断方法	判断条件
风灾事故严重评估	满足判断条件之一时,评估风灾事故严重评估较高	1. 风致结构损坏; 2. 风致行车事故
抗风设计性能	满足判断条件时,评估抗风设计性能不足	1995 年之前设计且单孔跨径大于 100 m 缆索承重桥梁
风环境严重性	满足判断条件之一时,评估风环境较严重地区	1. 桥梁抗风风险区域处于 R1,江苏省各地区的基本风速(重现期 100 年)为 25.6 m/s~32.6 m/s。根据 JTG/T 3360-01 中 2.2.1 条“桥梁抗风风险区域划分”,连云港地区桥梁抗风风险区域处于 R1($U_{10} \geq 32.6$ m/s)外,其余地区均处于 R2($25.6 \leq U_{10} < 32.6$ m/s); 2. 所在位置年台风数大于 3 次
结构受风影响程度	满足判断条件之一时,评估结构受风影响程度较高	1. 单孔最大跨径大于 40 m 的钢桥,或大于 150 m 的混凝土桥; 2. 当结构的抗风性能不满足承载能力极限状态或正常使用极限状态时,没有设置风致振动控制措施,或虽设置风致振动控制措施,但运行不正常

表 49 风灾的安全风险评估方法

是否发生过风灾事故	抗风设计是否不足	是否处于风环境较严重地区	结构受风影响程度是否较严重	标度
是	—	—	—	5
否	是	是	是	5
			否	4
		否	是	4
			否	3
	否	是	是	3
			否	2
		否	是	2
			否	1

6.4.1.3 通行环境风险评估

6.4.1.3.1 交通条件安全风险评估内容和方法应满足表 50 和表 51 的要求。

表 50 交通条件安全风险评估内容

评估指标	评估内容					
	车道交通量	车道交通量/(pcu/d/车道)	[0,2 000)	[2 000,4 000)	[4 000,8 000)	[8 000,15 000)
	评估分值 B_1	1	2	3	4	5
大型车比例	大型车比例/%	[0,5)	[5,10)	[10,20)	[20,30)	[30,100]
	评估分值 B_2	1	2	3	4	5
运行车速	$ V-V_0 /(km/h)$	[0,5]	(5,10]	(10,15]	(15,20]	>20
	评估分值 B_3	1	2	3	4	5

注：V 为最大运行车速， V_0 为隧道限速。

表 51 交通条件安全风险评估方法

得分 G	[1.0,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,3.5)	[3.5,4.5)	[4.5,5]
标度	1	2	3	4	5

注：得分 $G=0.24 \times B_1 + 0.38 \times B_2 + 0.38 \times B_3$ ， B_1 、 B_2 、 B_3 按表 50 的评估结果。

6.4.1.3.2 桥域环境安全风险评估内容和方法应满足表 52 和表 53 的要求。

表 52 桥域环境安全风险评估内容

评估指标	判断方法	判断条件
水资源保护区	满足判断条件时,评估水资源保护区为Ⅱ类,否则为Ⅰ类	跨越饮用水资源保护区且未设置桥面径流水收集处理系统等相关防护设施的桥梁
跨线/跨水桥梁	满足判断条件之一时,评估跨线/跨水桥梁为Ⅱ类,否则为Ⅰ类	桥梁为跨线、跨水桥梁
桥下保护区	满足判断条件时,评估桥下保护区为Ⅱ类,否则为Ⅰ类	桥梁上下游 1 km 范围内存在施工作业
出口通行环境	满足判断条件时,评估出口通行环境为Ⅱ类,否则为Ⅰ类	桥梁接线 150 m 范围内存在平交道口
社会影响	满足判断条件之一时,评估社会影响为Ⅱ类,否则为Ⅰ类	1. 桥梁所在公路为快速路、一级公路; 2. 桥梁跨越城镇路段或位于居民区; 3. 桥梁附近 5 km 范围内无可替代交通路线

表 53 桥域环境安全风险评估方法

评估指标Ⅰ类的数量	5个Ⅰ类	4个Ⅰ类	3个Ⅰ类	2个Ⅰ类	其他
标度	1	2	3	4	5

注:评估指标Ⅰ类的数量按表 52 的评估结果。

6.4.1.3.3 气象条件安全风险评估内容和方法应满足表 54 和表 55 的要求。

表 54 气象条件安全风险评估内容

评估指标	评估内容					
	年降雨天数	年降雨天数/d	[0,100)	[100,200)	[200,250)	[300,350)
	评估分值 B_1	1	2	3	4	5
年雾霾天数	年雾霾天数/d	[0,10)	[10,20)	[20,30)	[30,40)	[40,365)
	评估分值 B_2	1	2	3	4	5
年积雪天数	年积雪天数/d	[0,5)	[5,10)	[10,15)	[15,20)	[20,365)
	评估分值 B_3	1	2	3	4	5

表 55 气象条件安全风险评估方法

得分 G	[1.0,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,3.5)	[3.5,4.5)	[4.5,5]
标度	1	2	3	4	5

注:得分 $G=0.4 \times B_1 + 0.2 \times B_2 + 0.4 \times B_3$, B_1 、 B_2 、 B_3 按表 54 的评估结果。

6.4.1.4 管理因素风险评估

6.4.1.4.1 养护管理安全风险评估内容和方法应满足表 56 和表 57 的要求。

表 56 养护管理安全风险评估内容

评估项	1	养护制度	养护制度评估,应建立有养护管理制度,包括路况检查及评定、养护决策、日常养护、养护工程设计和施工、技术文件和数据管理等工作要求,且应满足 JTG 5120 的相关规定
	2	路况检查	桥梁检查评估,应按规定频率开展日常巡查、经常检查、定期检查、专项检查和应急检查,对特殊基础设施应进行结构监测,且应满足 JTG 5120 的相关规定
	3	养护质量	养护质量评估,应具备完整的养护作业质量、质量控制与验收文件,且应满足 JTG 5120 的相关规定
	4	养护资料	养护资料评估,应收集并归档桥梁基础资料、路况资料、管理资料以及养护过程资料,且应满足 JTG 5120 的相关规定
	5	养护资质	养护资质评估,养护作业单位应满足《公路养护作业单位资质管理办法》(中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 22 号)的相关要求

表 57 养护管理安全风险评估方法

满足表 56 评估项数量	5 项	4 项	3 项	2 项	1 项及以下
标度	1	2	3	4	5

6.4.1.4.2 交通管理安全风险评估内容和方法应满足表 58 和表 59 的要求。

表 58 交通管理安全风险评估内容

评估项	交通管理措施	1	交叉口设置了除标志标牌外的其他安全措施,包括机情报板、信息牌等
		2	设置了中重型货车靠右通行管控措施
		3	城镇路段设置了速度管控措施
	交通安全状况	1	评估单元范围内 3 年内发生轻微交通事故数量 ≤ 5
		2	评估单元范围内 3 年内发生一般交通事故数量 ≤ 3
		3	评估单元范围内 3 年内发生重大、特大交通事故

表 59 交通管理安全风险评估方法

满足表 58 评估项数量	交通管理措施	3 项	2 项	3 项	1 项	2 项	0 项	1 项	0 项
	交通安全状况	3 项	3 项	2 项	2 项	1 项	1 项	0 项	0 项
标度		1	2	3	4	5			

6.4.1.4.3 应急管理安全风险评估内容和方法应满足表 60 和表 61 的要求。

表 60 应急管理安全风险评估内容

评估项	1	应急准备能力	应急准备能力评估,应建立有突发事件应急管理组织机构,制定应急管理制度
	2	应急处置设备	应急处置设备评估,应急救援装备应能满足紧急事件应急处置工作需求,或与第三方签订应急处置设施设备租赁协议
	3	决策及响应能力	决策及响应能力评估,应制定完备的培训和演练计划,定期开展培训和演练,如实编制演练评估报告
	4	资金保障能力	资金保障能力评估,应建立有年度应急预算制度,对应急物资储备资金的投入充分,专项用于应急处置物资的采购

表 61 应急管理安全风险评估方法

满足表 60 评估项数量	4 项	3 项	2 项	1 项	0 项
标度	1	2	3	4	5

6.4.2 隧道交通运行安全风险评估

6.4.2.1 隧道交通运行安全风险评估指标及权重应满足表 62 的要求。当隧道某些二级指标不需要判断时,应根据此二级指标在上层一级指标的隶属关系,将其权重值分配给该指标隶属的一级指标所含的其余各二级指标,分配原则按照各剩余二级指标权重比例进行分配。

表 62 隧道交通运行安全风险评估指标权重

目标层	一级指标		二级指标		三级指标	
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法
隧道交通运行安全风险指数 TSRI	偶然因素 CRI	$\omega_{CRI} = 0.45$	火灾	$\omega_{C1} = 0.400$	违规用火管控	A_{C1} 标度法
					初期处置时长	
					火灾事件频次	
			交通事故	$\omega_{C2} = 0.350$	事故发生频次	A_{C2} 标度法
					大型车比例	
					拥堵时长占比	
	渗水	$\omega_{C3} = 0.250$	湿滑险情次数	A_{C3} 标度法		
			渗水点数量			
			渗水持续时长			
	通行环境因素 ERI	$\omega_{ERI} = 0.26$	交通条件	$\omega_{E1} = 0.704$	交通绩效	A_{E1} 标度法
					大型车比例	
					危险货物运输车辆通行	
运行车速						

表 62 隧道交通运行安全风险评估指标权重 (续)

目标层	一级指标		二级指标		三级指标	
	指标名称	同级权重	指标名称	同级权重	指标名称	评估方法
隧道交通运行安全风险指数 TSRI	通行环境因 ERI	$\omega_{ERI} = 0.26$	周边环境	$\omega_{E2} = 0.255$	保护区安全管理体系及长效工作机制	A_{E2} 标度法
					控制区的范围	
					公共场所与公路隧道建筑控制区边界外缘的距离	
					危及公路隧道安全的活动	
					危险物品的场所、设施	
	气象条件	$\omega_{E3} = 0.041$	年降雨天数	A_{E3} 标度法		
			年雾霾天数			
			年积雪天数			
	管理因素 MRI	$\omega_{MRI} = 0.29$	养护管理	$\omega_{M1} = 0.305$	养护制度	A_{M1} 标度法
					隧道检查	
					养护质量	
					养护资料	
			交通管理	$\omega_{M2} = 0.264$	交通管理措施	A_{M2} 标度法
					交通安全状况	
应急管理			$\omega_{M3} = 0.431$	应急准备能力	A_{M3} 标度法	
	应急处置设备					
	决策及响应能力					
资金保障能力						

6.4.2.2 偶然因素风险评估

6.4.2.2.1 火灾安全风险评估内容和方法应满足表 63 和表 64 的要求。

表 63 火灾安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
评估周期内对隧道内吸烟、违规动火、危险品携带的巡查与制止效果	1. 无违规/发现即制止,得 30; 2. ≤ 1 次/月,得 25分; 3. 2次/月~3次/月,得 15分; 4. ≥ 4 次/月,得 0分
接警至应急人员携带设备到达现场的平均时间	1. ≤ 5 min,得 30分; 2. 6 min~10 min,得 25分; 3. 11 min~20 min,得 15分; 4. > 20 min,得 0分

表 63 火灾安全风险评估内容（续）

评估指标	定性定量指标
评估周期内引发火灾风险的违规事件总数	1. 0次/月,得40分; 2. 1次/月,得30分; 3. 2次/月~3次/月,得20分; 4. ≥ 4 次/月,得0分

表 64 火灾安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注: 得分 G 按表 63 的评估结果。					

6.4.2.2.2 交通事故安全风险评估内容和方法应满足表 65 和表 66 的要求。

表 65 交通事故安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
事故发生频次	1. ≤ 0.1 次/万车公里,得40分; 2. 0.1次~0.3次,得35分; 3. 0.3次~0.5次,得20分; 4. > 0.5 次,得0分
大型车比例	1. $< 5\%$,得30分; 2. $5\% \sim 15\%$,得20分; 3. $15\% \sim 30\%$,得15分; 4. $\geq 30\%$,得0分
拥堵时长占比	评估周期内隧道拥堵时长/总运营时长 1. $\leq 5\%$,得30分; 2. $6\% \sim 15\%$,得20分; 3. $16\% \sim 30\%$,得15分; 4. $> 30\%$,得0分

表 66 交通事故安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注: 得分 G 是按表 65 的评估结果。					

6.4.2.2.3 渗水安全风险评估内容和方法应满足表 67 和表 68 的要求。

表 67 渗水安全风险评估内容

评估指标	定性定量指标
湿滑险情次数	1. 0 次/月,得 40 分; 2. 1 次/月,得 30 分; 3. 2 次/月~3 次/月,得 20 分; 4. 大于 3 次/月,得 0 分
渗水点数量	1. 0 个,得 30 分; 2. 1 个~3 个,得 20 分; 3. 4 个~6 个,得 15 分; 4. >6 个,得 0 分
渗水持续时长	1. 无渗水,得 30 分; 2. ≤7 d,得 20 分; 3. 8 d~30 d,得 15 分; 4. >30 d,得 0 分

表 68 渗水安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5

注: 得分 G 是按表 67 的评估结果。

6.4.2.3 通行环境风险评估

6.4.2.3.1 交通条件安全风险评估内容和方法应满足表 69 和表 70 的要求。

表 69 交通条件安全风险评估内容

评估指标	评估内容					
交通绩效	交通绩效/(百万车公里/年)	[0,2]	(2,10]	(10,40]	(40,100]	(100,+∞)
	评估分值 B_1	1	2	3	4	5
大型车比例	大型车比例/%	[0,5)	[5,10)	[10,20)	[20,30)	[30,100]
	评估分值 B_2	1	2	3	4	5
危险货物运输车辆通行比例	危险货物运输车辆通行比例 WB/%	[0,0.1]	(0.1,0.5]	(0.5,1]	(1,5]	(5,+∞)
	评估分值 B_3	1	2	3	4	5
运行车速	$ V-V_0 /(km/h)$	[0,5]	(5,10]	(10,15]	(15,20]	(20,+∞)
	评估分值 B_4	1	2	3	4	5

注 1: 交通绩效是指每年车辆使用公路隧道的总里程数,其定义为年交通量(veh)×隧道长度(km)。交通量采用自然车辆数(单位为 veh),通常采用前一个自然年的交通量评估;如果统计的交通量不满一年,可计算已统计交通量的日平均交通量。

注 2: 大型车比例的评估方法按表 8。

注 3: V 为最大运行车速, V_0 为隧道限速。

表 70 交通条件风险评估方法

得分 G	[1.0,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,3.5)	[3.5,4.5)	[4.5,5]
标度	1	2	3	4	5
注：得分 $G=0.06\times B_1+0.29\times B_2+0.49\times B_3+0.16\times B_4$ ， $B_1、B_2、B_3、B_4$ 按表 69 的评估结果。					

6.4.2.3.2 隧道周边环境安全风险评估内容和方法应满足表 71 和表 72 的要求。

表 71 隧道周边环境安全风险评估内容

评估指标	分项指标	定性定量指标
隧道周边环境	公路隧道保护区安全管理体系及长效工作机制	已建立,得 20 分;未建立,得 0 分
	公路隧道建筑控制区的范围	符合规定,得 20 分;不符合规定,得 0 分
	新建村镇、开发区、学校和货物集散地、大型商业网点、农贸市场等公共场所,与公路隧道建筑控制区边界外缘的距离	符合规定,得 20 分;不符合规定,得 0 分
	公路隧道周边和洞口外 100 m,是否存在从事采矿、采石、取土、爆破作业等危及公路隧道安全的活动	是,得 0 分;否,得 20 分
	除按照国家有关规定设立的为车辆补充燃料的场所、设施外,公路隧道周边和洞口外 100 m 存在设立生产、储存、销售易燃、易爆、剧毒、放射性等危险物品的场所、设施	是,得 0 分;否,得 20 分

表 72 隧道周边环境安全风险评估方法

得分 G	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
标度	1	2	3	4	5
注：得分 G 是按表 71 的评估结果。					

6.4.2.3.3 气象条件安全风险评估内容和方法应满足表 73 和表 74 的要求。

表 73 气象条件安全风险评估内容

评估指标	评估内容					
年降雨天数	年降雨天数/d	[0,100)	[100,200)	[200,250)	[300,350)	[350,365)
	评估分值 B_1	1	2	3	4	5
年雾霾天数	年雾霾天数/d	[0,10)	[10,20)	[20,30)	[30,40)	[40,365)
	评估分值 B_2	1	2	3	4	5
年积雪天数	年积雪天数/d	[0,5)	[5,10)	[10,15)	[15,20)	[20,365)
	评估分值 B_3	1	2	3	4	5

表 74 气象条件安全风险评估方法

得分 G	[1.0,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,3.5)	[3.5,4.5)	[4.5,5]
标度	1	2	3	4	5
注：得分 $G=0.4 \times B_1 + 0.2 \times B_2 + 0.4 \times B_3$, B_1 、 B_2 、 B_3 按表 73 的评估结果。					

6.4.2.4 管理因素风险评估要求

6.4.2.4.1 养护管理安全风险评估内容和方法应满足表 75 和表 76 的要求。

表 75 养护管理安全风险评估内容

评估项	1	养护制度	应建立有养护管理制度,包括路况检查及评定、养护决策、日常养护、养护工程设计和施工、技术文件和数据管理等工作要求,且应满足 JTG H12 的相关规定
	2	隧道检查	应按规定频率开展日常巡查、经常检查、定期检查、专项检查和应急检查,对特殊基础设施应进行结构监测,且应满足 JTG H12 的相关规定
	3	养护质量	应具备完整的养护作业质量、质量控制与验收文件,且应满足 JTG H12 的相关规定
	4	养护资料	应收集并归档隧道基础资料、路况资料、管理资料以及养护过程资料,且应满足 JTG H12 的相关规定
	5	养护资质	养护作业单位应满足《公路养护作业单位资质管理办法》(中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 22 号)的相关要求

表 76 养护管理安全风险评估方法

满足表 75 评估项数量	5 项	4 项	3 项	2 项	1 项及以下
标度	1	2	3	4	5

6.4.2.4.2 交通管理安全风险评估内容和方法应满足表 77 和表 78 的要求。

表 77 交通管理安全风险评估内容

评估项	交通管理措施	1	设置了除标志标牌外的其他安全措施,包括机情报板、信息牌等
		2	设置了中重型货车靠右通行管控措施
		3	设置了速度管控措施
	交通安全状况	1	评估单元范围内三年内发生轻微交通事故数量 ≤ 5
		2	评估单元范围内三年内发生一般交通事故数量 ≤ 3
		3	评估单元范围内三年内发生重大、特大交通事故

表 78 交通管理安全风险评估方法

满足表 77 评估项数量	交通管理措施	3 项	2 项	3 项	1 项	2 项	0 项	1 项	0 项
	交通安全状况	3 项	3 项	2 项	2 项	1 项	1 项	0 项	0 项
标度		1	2		3		4		5

6.4.2.4.3 应急管理安全风险评估内容和方法应满足表 79 和表 80 的要求。

表 79 应急管理安全风险评估内容

评估项	1	应急准备能力	应建立有突发事件应急管理组织机构,制定应急管理制度
	2	应急处置设备	应急救援装备应能满足紧急事件应急处置工作需求,或与第三方签订应急处置设施设备租赁协议
	3	决策及响应能力	应制定完备的培训和演练计划,定期开展培训和演练,如实编制演练评估报告
	4	资金保障能力	应建立有年度应急预算制度,对应急物资储备资金的投入充分,专项用于应急处置物资的采购

表 80 应急管理安全风险评估方法

满足表 79 评估项数量	4 项	3 项	2 项	1 项	0 项
标度	1	2	3	4	5

6.5 风险等级

6.5.1 安全风险应分为一、二、三、四、五共五个等级。其中一级为风险最低等级,五级为风险最高等级。

6.5.2 安全风险评估各等级划分,应满足表 81 的要求。

表 81 安全风险评估等级划分

SRI 分值区间	风险等级	风险状况
[90,100]	一级	低
[80,90)	二级	较低
[70,80)	三级	中等
[60,70)	四级	较高
[0,60)	五级	高

7 风险管控

7.1 风险等级接受准则与控制策略

风险等级接受准则与控制策略宜符合表 82。

表 82 风险等级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
一级	低	可忽略	实施日常管理
二级	较低	可接受	实施定期检测评估
三级	中等	可容忍	实施预防、监测等措施,提升安全性
四级	较高	不期望	实施控制、预警措施削减风险
五级	高	不接受	启动预案

7.2 管控措施

风险评估应提出管控措施,桥隧安全风险管控措施可见附录 A。

附 录 A
(资料性)
管控措施

A.1 桥梁安全风险管控措施参见表 A.1。

表 A.1 桥梁安全风险管控措施

一级指标	二级指标	可选管控措施
正常服役	表观	定期开展检查评估、加强日常维护保养、修复缺损部位等
	护栏设施	按规范增设或改造护栏、协调交警部门优化交通管控(限载限速)等
	其他安全设施	按规范修复或更换标志/设施、定期检查维护等
偶然因素	车辆撞击	增设警示标志、增设防撞门架、增设墩柱侧防撞护栏或柔性防撞设施、增设结构监测等
	船舶撞击	增设桥上助航设施、防撞设施、加装主动预警装置、协调航道部门加强桥区水域导航设施维护管理等
	超载	加强结构冗余度、优化交通管控(限载)、设置桥梁结构监测等
	火灾	定期清理易燃堆积物、严禁违规堆放、加强巡查监管及设置警示标识等措施、加强火源管控(严禁违规动火、规范危险品运输)、配备消防设施等
	水毁	定期开展水下桩检测、桩基冲刷检测、加强水文监测、开展水中病害桩基处治等
	风灾	加强与气象部门联动,实现恶劣天气预警等
通行环境	交通条件	协调交警部门优化交通管控(限载限速)、动态管控桥梁车道交通量等
	桥域环境	加强日常巡查、加强桥面及周边环境巡查、协调交警部门优化交通管控(限速限载)等
	气象条件	加强与气象部门联动,实现恶劣天气预警、强化桥梁桥面排水、积雪处治、定期检修桥面铺装与伸缩缝、协调交警部门设置恶劣天气限速警示等
管理因素	养护管理	全面梳理制度要求,组织专业培训提升人员认知、明确管养与监管单位职责、按规定周期开展检查并更新管理系统数据、根据桥梁技术状况分类实施养护、规范养护工程管理流程、建立健全技术档案,加强监督检查与责任追究等
	交通管理	定期检查交通设施完好性,加强维修更换、协调交警部门强化交通流管控、危险行为实时干预与事故快速处置、通过优化限速标识,增设监控抓拍设备等
	应急管理	编制涵盖各类险情的应急预案、组建专业应急队伍并开展培训演练、配备应急物资与设备、明确响应流程与责任分工、制定系统的应急培训方案与定期演练计划,组织相关人员参与实操训练、协调落实专项养护资金并纳入预算保障,建立资金动态调整机制,规范资金使用监管,确保养护工作有序开展等

A.2 隧道安全风险管控措施参见表 A.2。

表 A.2 隧道安全风险管控措施

一级指标	二级指标	可选管控措施
正常服役	土建结构	定期开展检查评估、加强日常维护保养、修复缺损部位等
	隧道技术条件	设置醒目的警示标识、限速标识等、加强交通管控与安全巡查
	通风设施	检修或更换失效风机,加强设备维护与性能监测
	照明设施	更换老化或适配性不足的灯具,强化日常巡检与应急演练,加强设备维护与性能监测
	结构安全监测	检修故障组件,更换损坏部件,校准监测参数与数据传输链路,加强系统日常维护与功能测试
	供电设施	检修或更换故障设施,加强系统调试与维护
	通信设施	检修线路与控制模块等,确保功能正常,加强日常测试与维护
	消防与救援设施	更换消防设施并确保其功能正常运行,加强日常巡检与设备检修;完善通道防火、照明及标识设施,强化通道畅通性与安全性的检查维护
	交通监控设施	优化交通信号与诱导系统,实施车流调控,加强实时路况监测与信息发布,加强日常检查与维护、建立值守制度与联动机制、完善应急处置预案
	交通安全设施	修复或更换损坏标志、标线等设施,加强设施防护与日常巡检
偶然因素	火灾	严查隧道内违规用火行为、优化消防预警联动系统,加密巡查频次、增设智能火源探测设备、强化应急队伍响应训练、定期实战演练
	交通事故	强化隧道内交通流管控、危险行为实时干预与事故快速处置、优化限速标识、增设监控抓拍设备、高峰时段专人疏导及清障机制
	渗水	全面排查隧道渗水源头、实时监测路面湿滑状态、强化路面防滑处理与警示标识设置、缩短处置响应时效、强化高峰时段巡查、加强日常检查与维修
通行环境	交通条件	协调交警部门优化交通管控(限载限速)、动态管控桥梁车道交通量等
	隧道周边环境	对违规行为依法处罚并开展安全风险评估、设置警戒区域、加固隧道防护设施、完善多部门审批联动与常态化巡查机制,确保管控范围合法合规
	气象条件	加强与气象部门联动,实现恶劣天气预警、加强隧道排水系统的检查与维修、协调交警部门设置恶劣天气限速警示等
管理因素	养护管理	全面梳理制度要求,组织专业培训提升人员认知、明确管养与监管单位职责、按规定周期开展检查并更新管理系统数据、根据隧道技术状况分类实施养护、规范养护工程管理流程、建立健全技术档案,加强监督检查与责任追究等
	交通管理	定期检查交通设施完好性,加强维修更换、协调交警部门强化交通流管控、危险行为实时干预与事故快速处置、通过优化限速标识,增设监控抓拍设备等
	应急管理	编制涵盖各类险情的应急预案、组建专业应急队伍并开展培训演练、配备应急物资与设备、明确响应流程与责任分工、制定系统的应急培训方案与定期演练计划,组织相关人员参与实操训练、协调落实专项养护资金并纳入预算保障,建立资金动态调整机制,规范资金使用监管,确保养护工作有序开展等