



T/CECS G XXXX: 2025

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路桥梁运营期安全风险评估标准

Operational Safety Risk Assessment Standard for Highway
Bridges

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路桥梁运营期安全风险评估标准

Operational Safety Risk Assessment Standard for Highway Bridges

主编单位：北京新桥技术发展有限公司
交通运输部路网监测与应急处置中心

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：2025 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2023 年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》（中建标公路[2023]279 号）的要求，由北京新桥技术发展有限公司、交通运输部路网监测与应急处置中心承担《公路桥梁运营期安全风险评估标准》（以下简称“本标准”）的制订工作。

编写组在总结公路桥梁运营期安全风险评估工作经验和十多年相关科研成果的基础上，以建立和完善运营期桥梁安全风险评估体系为核心，完成了本标准的编写工作。

本标准分为 8 章及 4 篇附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定 4 风险源辨识、5 风险评估准备、6 总体风险评估、7 专项风险评估、8 风险管控，附录 A 风险源辨识，附录 B 风险评估，附录 C 风险管控措施，附录 D 公路桥梁运营期安全风险评估报告。

请注意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。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由北京新桥技术发展有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或温娟娟（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；传真：0431-81036542；电子邮箱：185967992@qq.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：北京新桥技术发展有限公司

交通运输部路网监测与应急处置中心

参 编 单 位：山西省公路局

山西交通控股集团有限公司

上海市道路运输事业发展中心

宁波市公路与运输管理中心

主 编：温娟娟 王世伟

主要参编人员：

主 审：袁洪

参与审查人员：

目录

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
3.1 运营期桥梁安全风险管理	4
3.2 风险源辨识	4
3.3 风险评估方法	4
3.4 风险管控原则	6
3.5 风险评估的条件和周期	7
3.6 安全风险评估报告	8
3.7 后评价	8
4 风险源辨识	9
4.1 一般规定	9
4.2 桥梁结构风险源辨识	9
4.3 交通运行风险源辨识	10
4.4 交通环境风险源辨识	10
4.5 自然条件风险源辨识	10
4.6 管理风险源辨识	10
5 风险评估准备	11
5.1 评估准备内容	11
5.2 收集资料内容	11
5.3 其他	12
6 总体风险评估	13
6.1 一般规定	13
6.2 总体风险评估步骤	13
6.3 桥梁风险评估指标体系	13
7 专项风险评估	15
7.1 一般规定	15
7.2 火灾专项风险评估	15
7.3 桥梁结构专项风险评估	16
7.4 车辆超载专项风险评估	17
7.5 车辆撞击专项风险评估	18
7.6 船舶撞击专项风险评估	18

8 风险管控..... 19

 8.1 一般规定..... 19

 8.2 安全风险管控措施..... 19

 8.3 风险等级的调整及变更..... 20

 8.4 安全风险管控保障机制..... 20

 8.5 风险管控措施动态调整..... 21

附录 A 风险源辨识..... 22

 A.1 桥梁结构安全风险源辨识表..... 22

 A.2 交通运行风险源辨识表..... 34

 A.3 交通环境风险源辨识表..... 36

 A.4 自然条件风险源辨识..... 38

 A.5 管理风险源辨识..... 39

附录 B 风险评估..... 40

 B.1 桥梁结构安全风险评估表..... 40

 B.2 交通运行风险评估表..... 51

 B.3 交通环境风险评估表..... 53

 B.4 自然条件风险评估表..... 55

 B.5 管理风险评估表..... 56

附录 C 风险管控措施..... 57

 C.1 桥梁结构安全风险管控措施表..... 57

 C.2 交通运行风险管控措施表..... 64

 C.3 交通环境风险管控措施表..... 66

 C.4 自然条件风险管控措施表..... 68

 C.5 管理风险管控措施表..... 69

附录 D 公路桥梁运营期安全风险评估报告..... 70

 D.1 安全风险评估报告格式说明..... 70

 D.2 安全风险评估报告内容说明..... 73

1 总则

1.0.1 为加强运营桥梁安全风险管理工作，规范安全生产风险源辨识、评估与管控工作，防范和遏制桥梁安全运行事故，根据《中华人民共和国安全生产法》、交通运输部《公路水路行业安全生产风险管理暂行办法》等法规制度，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于养护检查等级 I 级的公路桥梁。

1.0.3 桥梁管养单位应坚持“安全第一、预防为主、动态实施、科学管控”的原则，积极开展桥梁风险源辨识、评估与管控工作。

1.0.4 运营期桥梁风险管理工作应按照“计划、实施、检查、改进”（PDCA）动态循环改进模式，逐步形成持续改进的桥梁养护风险管理长效机制。

1.0.5 运营期桥梁安全风险管理工作除应符合本标准外，尚应符合国家和行业的现行相关标准以及法律法规要求。

2 术语

本章主要对规范中所涉及的专业术语，从本标准角度赋予其含义，同时还分别给出相应的推荐性英文术语。

2.0.1 风险 Risk

发生事故的可能性与其产生损失的组合。

2.0.2 事故 Accident

公路桥梁运行期间，可造成人员伤亡、财产损失、设施损坏、环境影响和社会影响等损失的不利事件和灾害的总称。

2.0.3 风险源 Risk Source

可能单独或共同引发风险的内在要素，一般包括致险因素、风险事件等。

2.0.4 风险源辨识 Risk Factors Identification

对运行阶段的桥梁进行风险源排查，并进行分类汇总的过程。

2.0.5 一般风险源 Normal Risk Factors

风险源相对简单，影响关联度较低，运用一般知识和经验即可防控的风险源类型。

2.0.6 较大风险源

风险源相对复杂，存在一定的不可预见性，采取适当管控措施（维修加固）可以有效预防（降低）的风险源。

2.0.7 重大风险源 High Risk Factors

风险源比较复杂，存在较大的不可预见性，引发的事故严重性大，会产生重大人员伤亡和财产损失，必须针对性进行管控的风险源。

2.0.8 风险分析 Risk Analysis

对风险发生的可能性及其他所产生的后果和损失进行研究，包括风险原因分析及风险后果分析等。

2.0.9 风险控制 Risk Control

通过采取各种措施和方法,消灭或减少风险事件发生的各种可能性或减少风险事件发生时造成的损失。风险控制措施包括风险消除、风险降低、风险转移和风险自留四种方式。

2.0.10 风险监测 Risk Supervise and test

在公路桥梁运行过程中,对设施自身、社会环境和自然环境的安全风险信息思进行收集、汇总、分析和评估的技术活动。

2.0.11 风险预警 Risk Warning

在公路桥梁运行过程中,通过技术手段,针对可能引发安全事故的风险所采取的预先报警和事前控制的技术措施。

2.0.12 安全保护区 Protected Area

桥梁结构垂直投影面加上四周外延一定距离范围内的陆地或水域。

3 基本规定

3.1 运营期桥梁安全风险管理

3.1.1 运营期桥梁风险管理工作包括资料收集与现场调查、风险源辨识、风险评估、风险管控和后评估等方面。

3.1.2 风险等级按照可能导致安全生产事故的后果和概率，由高到低依次分为重大、较大、一般和较小 4 个等级。

3.1.3 重大风险是指一定条件下易导致特别重大安全生产事故的风险。

3.1.4 较大风险是指一定条件下易导致重大安全生产事故的风险。

3.1.5 一般风险是指一定条件下易导致较大安全生产事故的风险。

3.1.6 较小风险是指一定条件下易导致一般安全生产事故的风险。

3.1.7 运营期的桥梁风险管理是动态管理过程，桥梁风险管理相关的制度、防控措施等均应根据实际情况进行变化调整。

3.2 风险源辨识

3.2.1 风险源辨识分为一般辨识和专项辨识。

3.2.2 一般辨识应根据桥梁运营过程中可能出现的安全风险，结合日常桥梁养护管理的实际情况，综合考虑历史风险事件发生情况，按照本标准第 4 章内容执行。

3.2.3 当一般辨识、评估后发现桥梁结构、车辆撞击、船舶撞击、超载超限、火灾等处于重大或较大风险时，应按照有关标准规范或指南开展专项辨识。

3.2.4 当桥梁交通环境、技术状况等风险源条件发生明显变化时，应调整风险源辨识内容，重新确定风险源辨识的范围、确定风险事件、分析致险因素。

3.3 风险评估方法

3.3.1 总体评估的风险等级大小(D)由风险事件发生可能性(L)、后果严重程度(C)两个指标按照式 3.3-1 确定。

$$D=L \times C \quad (3.3-1)$$

3.3.2 风险等级（D）的取值区间见表 3.3-1，同一风险源同时满足两个以上风险等级时，应按最高等级确定风险等级。

表 3.3-1 风险等级取值区间

风险等级	风险等级取值区间
重大	(55、100]
较大	(20、55]
一般	(5、20]
较小	(0、5]

3.3.3 风险事件发生可能性应针对不同作业单元，根据近年来桥梁突发事件发生情况频次数据，结合行业实践经验，进行风险事件发生可能性评价，并通过可能性判断标准，进行突发事件发生可能性评分。

风险评估风险事件发生的可能性可采用风险事件发生的历史数据调查、事故树和事件树预测或专家经验法等方法确定。桥梁运营安全风险事件发生可能性（L）分为极高、高、中等、低、极低 5 个级别。可能性判断标准表见表 3.3.4。

表 3.3.4 风险发生可能性判断标准

序号	可能性级别	发生的可能性	取值区间
1	极高	极易	(9-10]
2	高	易	(6-9]
3	中等	可能	(3-6]
4	低	不大可能	(1-3]
5	极低	极不可能	(0-1]

3.3.4 后果严重程度针对不同作业单元，分析风险事件发生后，可能造成的最大人员伤亡、经济损失、环境污染、社会影响，综合参考历史上类似事件后果损失，根据后果严重程度判断标准，进行后果严重程度指标评分。

后果严重程度分级标准分为特别严重、严重、较严重、不严重 4 个级别，后果严重程度判断标准见表 3.3.5。

表 3.3.5 后果严重程度判断标准

后果严重程度等级	事故等级	后果严重程度取值	人员伤亡分级标准	直接经济损失分级标准
特别严重	特别重大	10	30 人以上人员死亡（含失踪）或 100 人以上重伤	1 亿元以上
严重	重大	5	10 人以上 30 人以下人员死亡（含失踪）或 50 人以上 100 人以下重伤	5000 万元以上 1 亿元以下
较严重	较大	2	3 人以上 10 人以下人员死亡（含失踪）或 10 人以上 50 人以下重伤	1000 万元以上 5000 万元以下
不严重	一般	1	3 人以下死亡（含失踪）或 10 人以下重伤	1000 万元以下

注：表中所称的“以上”包括本数，所称的“以下”不包括本数。

3.4 风险管控原则

3.4.1 应针对不同风险等级评估结果，按表 3.4-1 确定接受准则和控制对策。

表 3.4-1 风险接受准则与控制对策

风险等级	接受准则	控制对策
较小	可忽略	日常管理维护。可不采取特别的风险防控措施。
一般	可接受	需采取风险防控措施。严格日常安全生产管理，加强现场巡视，开展风险监测预警，采取部分分项治理消除隐患。
较大	不期望	必须采取措施降低风险。严格安全生产管理，加强监测、预警，及时进行现场巡视，采取专项风险治理。
重大	不可接受	必须高度重视，立即采取切实可行的防控措施，并密切监测，及时预警，开展全面风险治理，尽可能将风险降低到可接受的程度。

3.4.2 风险等级为“重大”的风险源为风险可能性高、危害性大的风险，应高度关注，立即采取针对性防控措施，切实降低风险等级，并编制突发事件应急预案，采取必要的交通管控措施。

3.4.3 风险等级为“较大”的风险源为风险可能性比较大、危害性较大的风险，应重点关注，及时制定针对性的应对管控措施，以预防、降低安全隐患。

3.4.4 风险等级为“一般”的风险源为风险可能性一般、危害性一般的风险，一般需要根据实际情况采取必要的风险处理措施，以降低或消除安全隐患。

3.4.5 风险等级为“较小”的风险源为风险可能性比较低、危害性比较低的风险，可以不采取风险处理措施，但需要予以监测，以防风险增大。

3.4.6 专项治理和全面治理应根据设施病害、隐患类型和危害程度，开展专项处置设计与养护工程。

3.5 风险评估的条件和周期

3.5.1. 总体风险评估的周期应根据桥梁的实际状态确定，并符合下列规定：

- 1 养护等级为 I 级的公路桥梁应在运营通车第 5 年完成首次总体风险评估。
- 2 在役公路桥梁宜在 3 年内开展一次风险评估，最长不得超过 6 年。
- 3 风险等级为 III 级的公路桥梁宜在 2 年内开展一次评估，最长不得超过 3 年。

3.5.2 当符合下列条件之一时，应及时开展桥梁安全风险评估：

- 1 公路桥梁一年之内发生 2 起较大及以上交通事故，且直接原因与桥梁结构或交通工程及其附属设施相关。
- 2 公路桥梁一年之内发生 5 起及以上交通事故，且直接原因与桥梁结构或交通工程及其附属设施相关。
- 3 公路桥梁大型车交通量较上一年增加 20% 以上，且后期交通量不低于本年度。
- 4 公路桥梁上发生较大及以上火灾事故，且火灾直接影响桥梁结构及其交通工程及附属设施。
- 5 公路桥梁因地质气象灾害发生后导致桥梁结构技术状况评定为 3 类及以上。
- 6 公路桥梁因自身材料劣化、缺损等原因造成 1 年内技术状况评定为 3 类及以上。

3.5.3 在符合下列条件之一时，可开展专项风险评估：

- 1 当运营期桥梁发生较大及以上火灾事故，且火灾事故直接影响桥梁结构主要承重构件时，进行火灾专项风险评估。
- 2 当桥梁技术状况等级评定为 4 类且仍处于通车状态时，进行桥梁结构专项风险评估。

- 3 当桥梁技术状况等级评定为 3 类且桥梁总体风险评估中涉及到结构风险源有重大风险等级时，进行桥梁结构专项风险评估。
- 4 当高速公路或一级公路桥梁技术状况等级评定为 3 类，桥梁日交通流量大于 50000 辆，大型车比例不低于 30%，且桥龄超过 30 年以上时，进行车辆超载专项风险评估。
- 5 当运营期桥梁发生车辆撞击事故时，进行车辆撞击专项风险评估。
- 6 当运营期桥梁发生船舶撞击事故，或通航桥梁技术状况等级评定为 3 类且该桥梁未设置防撞设置时，进行船舶撞击专项风险评估。

3.7.4 在评估周期内，当公路桥梁总体技术状况为 4 类或 5 类时，开展总体风险评估前应完成维修加固整改。

3.6 安全风险评估报告

3.6.1 公路桥梁运营期安全风险评估报告内容应全面具体，数据应具有时效性，结论应客观合理。

3.6.2 公路桥梁运营期安全风险评估报告应包括工程概况、评估目的和依据、风险评估过程与方法、风险评估内容与结论、风险应对措施建议、后评价以及相关附件。

3.4.3 公路桥梁运营期安全风险评估报告可作为改善桥梁运营安全状况、提升桥梁运营安全水平、升级改造桥梁基础设施与改善桥梁交通管控措施等相关工作的参考依据。

3.7 后评价

3.7.1 对于重大、较大风险源，风险经过治理后应根据风险等级组织相关人员进行验收并开展后评价，明确治理后风险等级。

3.7.2 对于解除风险或风险等级降低的情况，应随时间变化定期对风险措施进行后评价。

4 风险源辨识

4.1 一般规定

4.1.1 一般辨识应根据桥梁运营过程中可能出现的安全风险，结合日常桥梁养护管理的实际情况，综合考虑历史风险事件发生情况，从桥梁结构、交通运行安全、交通环境、自然条件及管理风险 5 个方面开展。

4.1.2 风险源辨识包括四个步骤：工程资料的收集整理、风险源的整理收集、运行期间可能发生的安全事故辨识、风险源分类汇总。

4.1.3 风险源辨识应结合交通环境和技术状况等风险因子，识别风险源类型，建立风险源清单。

4.1.4 风险源辨识可由养护单位、管理单位或者有经验的专业第三方服务机构开展。

4.1.5 风险源辨识应成立辨识小组，辨识小组成员应包括养护管理单位技术骨干、两名及以上相关领域专家等。第三方服务机构应具有桥梁技术咨询和风险评估服务相关经历，评估人员应具有桥梁养护检测相关经验。

4.1.6 风险源辨识小组应对桥梁所收集的资料进行归纳分析，填入风险源普查表。

4.1.7 管理单位应针对本单位管理的设施范围及其类型特点，按照本导则和相关要求，编制风险源辨识手册，明确风险源辨识范围、方式和程序。

4.2 桥梁结构风险源辨识

4.2.1 桥梁结构风险源辨识是根据定期检查、特殊检查等成果，将影响结构安全的缺损作为主要风险源进行辨识。

4.2.2 根据桥梁上部结构类型的不同分为板桥、小箱梁及肋梁桥、整体现浇箱梁、悬臂施工箱梁、钢及钢混组合结构、板拱、肋拱及箱型拱、双曲拱、桁架及刚架拱、拱式组合结构、斜拉桥、悬索桥等。

4.2.3 下部结构的结构风险主要包括桥墩、桥台及其基础等。

4.3 交通运行风险源辨识

交通运行风险源辨识从桥面铺装、防撞护栏、标志标线、伸缩装置、桥路连接部及防落网等附属设施几个方面进行。

4.4 交通环境风险源辨识

交通环境风险源辨识是从车辆超载、车辆撞击、船舶撞击、安全保护区、危险品运输和火灾等几个方面进行。

4.5 自然条件风险源辨识

自然条件风险源辨识从水文地质、风、冰雪、地震、氯盐环境等几个方面进行。

4.6 管理风险源辨识

管理风险源辨识主要从日常巡查、经常检查、定期检查、大件运输管理、养护资金管理、应急管理、养护技术人员管理等几个方面进行。

5 风险评估准备

5.1 评估准备内容

评估准备应包括下列内容：

- 1 成立风险评估小组。
- 2 制订风险评估方案。
- 3 收集资料。
- 4 进场现场踏勘，必要时开展检测或试验工作。
- 5 沟通与咨询。

5.2 收集资料内容

开展总体风险评估，收集公路桥梁不同阶段的资料，包括设计阶段、施工阶段和运营阶段，具体如下：

- 1 设计相关资料。
- 2 区域内水文、地质、自然环境等资料。
- 3 规划、可行性和工程地质勘察报告等资料。
- 4 区域内的建（构）筑物（含管线、民防设施、铁路、城市等）资料。
- 5 施工、建造相关的竣工资料。
- 6 运营的养护、检测、大中修和改造等资料。
- 7 桥梁交通量相关资料，包括年平均交通量、日平均交通量、大型车年平均交通量等。
- 8 桥梁管理单位相关人员、养护管理制度相关养护资料。
- 9 运营安全事故统计、应急管理、危险货物运输车辆通行限制情况等相关资料。
- 10 其他与评估相关的资料。

5.3 其他

5.3.1 风险评估小组应由经验丰富的专业人员组成。

5.3.2 应结合实际收集到的资料进行现场踏勘，以便及时发现环境变化、运营条件改变或结构劣化的情况。

5.3.2 对于需要进一步查明结构缺损或病害的桥梁，应开展专门的检测、试验与分析等工作。

5.3.3 在评估准备过程中，风险评估小组成员应与运营管理人员进行沟通与咨询，全面了解桥梁运营环境和养护管理状况。

6 总体风险评估

6.1 一般规定

6.1.1 公路桥梁运行阶段的总体安全风险评估，应根据公路桥梁的特点，针对相应的风险源，采用定性和定量相结合的评估方法，估测风险源发生概率和风险损失，确定风险等级。

6.2 总体风险评估步骤

6.2.1 公路桥梁运营阶段的安全风险评估流程为：

- 1 开展桥梁风险源辨识。
- 2 对桥梁风险源进行评估。
- 3 确定桥梁风险等级，提出管控措施。
- 4 出具评估报告。

6.2.2 桥梁总体风险评估方法采用 LC 法，风险等级按表 3.3-1 取值。

6.2.3 总体风险评估报告应包括风险评估过程中的记录表格、采用的评估方法、评估结果和建议的管控措施等。

6.2.4 经过总体风险评估，对于风险等级为重大的桥梁，应进行针对性风险源排查的专项评估。基于总体评估的结果，列出需要进行专项评估的重大风险源清单。

6.3 桥梁风险评估指标体系

6.3.1 根据第 4 章风险源辨识的相关规定，将桥梁安全风险评估指标体系分为一级评估指标层和二级评估指标层。一级评估指标层包含结构安全、交通设施、交通环境、自然条件、管理风险，二级评估指标层包含若干评价项目，详见表 6.3-1 所列。

表 6.3-1 桥梁风险评估指标体系

目标层	安全风险管理体系					
一级评估指标层	结构安全风险		交通运行风险	交通环境风险	自然条件风险	管理风险
二级评估指标层	梁式桥	板桥	桥面铺装	车辆超载	水文地质	日常巡查
		小箱梁及肋梁桥	防撞护栏	车辆撞击	风	经检查
		整体现浇箱梁	标志标线	船舶撞击	冰雪	定期检查
		悬臂施工箱梁	伸缩装置	安全保护区	地震	大件运输
		钢及钢混组合梁	桥路连接部	危险品运输	氯盐腐蚀	养护资金
	拱式桥	板拱	其他	火灾		应急预案
		肋拱				养护技术人员
		箱形拱				
		双曲拱				
		桁架拱				
		刚架拱				
		拱式组合体系				
	悬索桥					
	斜拉桥					

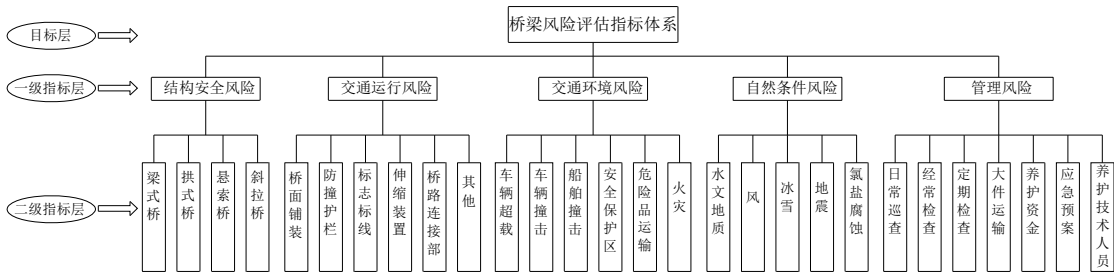


图 6.3-1 桥梁风险评估指标体系层次模型

6.3.2 根据桥梁评估指标体系及各指标评价标准，结合风险概率、风险后果严重程度给出每一个风险源对应的安全风险等级，详见附表 B。

7 专项风险评估

7.1 一般规定

7.1.1 运营期桥梁专项风险评估应基于定性或定量的方式估测的风险发生的可能性和严重程度进行评估。

7.1.2 运营期桥梁专项风险后果可从人员伤亡、直接经济损失等方面进行估计。当两种及以上后果同时产生时，应采用就高原则确定风险后果等级。

7.2 火灾专项风险评估

7.2.1 公路桥梁在运营期的火灾风险识别应依次开展资料收集整理、火灾位置及类型分类、火灾风险事件影响因素识别、确定火灾风险事件场景等工作。

7.2.2 火灾风险识别收集桥梁相关资料时，除应符合本规范第 5.2.1 条规定外，还应收集评估对象历史火灾事故资料、同路段其他火灾事故资料，以推断火灾事故原因及影响因素，确定火灾场景或场景组合。

7.2.3 火灾风险辨识可采用时间树法确定可能发生的火灾风险事件场景，包括火灾随时间发展的过程、桥梁环境、火灾位置及规模、影响火灾发展过程的相关因素等。

7.2.4 火灾事故后果估计应结合工程资料搜集情况、可获得的数据、火灾场景类型等因素确定。火灾事故的后果均可用人员伤亡数量或财产损失数量表示。

条文说明：当有详细历年火灾事故损失统计数据时，可使用统计数据直接估算评估发生火灾事故的后果。当无法准确火灾事故损失统计数据时，可采用专家调查法或数值模拟法分析火灾事故的后果。

7.2.5 火灾事故风险后果等级应按照本规范第 3.3 节执行。桥梁火灾专项风险等级可采用火灾场景风险后果等级，火灾场景较多时，应取典型火灾场景中风险等级的最高值。

7.3 桥梁结构专项风险评估

7.3.1 公路桥梁结构专项评估应对桥梁结构承载力的验算、评估。

7.3.2 承载能力评估考虑荷载和抗力两种因素，荷载指结构重力、预加力、基础变位作用等永久作用和汽车荷载、人群荷载等可变作用。

7.3.3 承载能力评估应采用现行《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）的计算方法；对于承载力验算无法确定安全等级的，应按现行《公路桥梁荷载试验规程》（JTG/T J21-01）进行荷载试验验证。

7.3.4 若桥梁结构承载能力验算结果不符合规范要求，该桥安全风险等级为重大，按《桥涵养护规范》要求开展相应的处治措施。

7.3.5 若验算结果符合规范要求，应分两种情况进行风险评估：

- 1 当桥梁技术状况等级评定为 4 类且仍处于通车状态时，应将直接影响桥梁结构安全的风险评估为较大风险，但仍应作为重点风险监控对象进行动态管理并密切监测，如有变化及时调整并采取相应的处治措施。
- 2 当桥梁技术状况等级评定为 3 类且桥梁总体风险评估中涉及到结构风险源有重大风险等级时，可将重大风险降级为较大风险，但仍应作为重点风险监控对象进行动态管理并密切监测，如有变化及时调整并采取相应的处治措施。

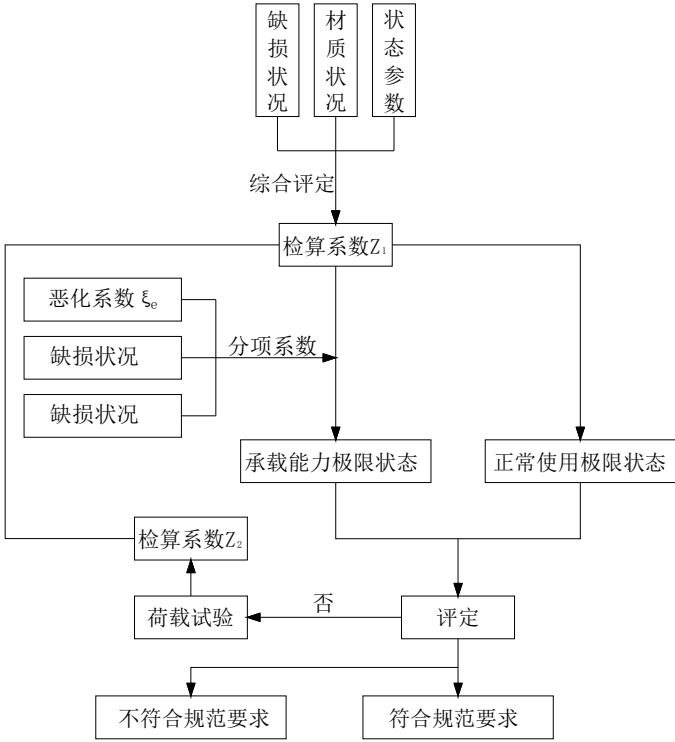


图 7.3-1 桥梁结构专项风险评估流程图

7.4 车辆超载专项风险评估

7.4.1 车辆超载专项风险评估内容包括超载作用下桥梁结构的强度、稳定性和抗倾覆性能。

7.4.2 强度、稳定性计算依据现行《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）。计算时应考虑旧桥承载力的衰退及实际通行车辆的技术参数。

7.4.3 桥梁抗倾覆计算依据现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）。

7.4.4 当进行桥梁结构的强度、稳定性和抗倾覆性能计算结果不能满足规范要求时，车辆超载的风险等级应为重大风险，及时采取相应的风险防控措施。

7.4.5 当进行桥梁结构的强度、稳定性和抗倾覆性能计算结果满足规范要求时，车辆超载的风险等级应为较大风险，作为重点风险监控对象进行动态管理并密切监测，如有变化及时调整并采取相应的处治措施。

7.5 车辆撞击专项风险评估

7.5.1 车辆撞击专项风险评估分车撞桥墩和车撞主梁两种，评估指标应考虑车辆撞击后的桥墩、主梁内力/应力、损伤/残余变形。

7.5.2 车辆撞击采用理论计算法或数值模拟法时，车辆冲击力可按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)中“4.4.3 条”的规定取值。冲击力对桥墩/主梁的作用计算分析时，应考虑材料性能的退化。通过冲击力对桥墩/主梁的作用计算分析，判断桥梁结构的承载力是否能满足要求。

7.5.3 当对车辆撞击后的桥墩、主梁进行计算分析后，承载能力不满足规范要求，应判定该风险等级为重大风险，并按规范要求及时采取相应的处治措施。

7.5.4 当对车辆撞击后的桥墩、主梁进行计算分析后，承载能力满足规范要求，应判定该风险等级为较大风险，并作为重点风险监控对象进行动态管理并密切监测，如有变化及时调整并采取相应的处治措施。

7.6 船舶撞击专项风险评估

7.6.1 船舶撞击专项风险评估主要通过对桥梁结构构件进行抗船撞性能等级的计算，该构件主要包括柱式构件、支座、桩基础。

7.6.2 船舶撞击分析方法详见现行《公路桥梁抗撞设计规范》(JTG / T 3360)。

7.6.3 根据《公路桥梁抗撞设计规范》(JTG / T 3360)规定得出桥梁结构的抗船撞性能等级后，按表 7.6-1 确定其船舶撞击安全风险等级。

图 7.6-1 桥梁结构的抗船撞性能等级与安全风险等级对应关系

结构的抗船撞性能等级	总体性能描述	风险等级
P1(长期功能降低的临界状态)	结构构件的安全性能完全保持，即其承载能力和通行能力没有降低，但因局部损伤（如保护层混凝土剥落等）影响桥梁的耐久性，需要进行耐久性的修补。	一般
P2(部分安全功能丧失的临界状态)	结构主要构件受到一定程度的损伤，即其承载能力和通行能力一定程度降低，当限制交通荷载和通行能力时，仍可以使用，可以提供紧急通行功能。损伤可以修补，且修复后功能可以得到恢复。	较大
P3(安全功能完全丧失的临界状态)	结构接近倒塌，承载能力和通行能力接近完全丧失。	重大

8 风险管控

8.1 一般规定

8.1.1 风险管控应根据风险等级，按照风险接受准则，提出有针对性的风险控制对策

8.2 安全风险管控措施

8.2.1 公路桥梁运营期安全风险防控措施可包括重点巡查、监测预警、升级改造和专项治理等。

8.2.2 公路桥梁风险分级管控措施建议见表 8.2-1 所示。

表 8.2-1 风险分级管控措施建议表

风险等级	分级管控策略	分级管控措施
较小	不需要采取措施	正常养护运营
一般	可采取预防措施	重点巡查风险点、必要时监测预警
较大	应采取措施	监测预警、局部升级改造、尽快专项治理等
重大	必须及时采取措施	实时监测预警、及时综合升级改造、及时专项治理等

8.2.3 管理单位是风险管控的主体，应建立健全风险管控规章制度，成立专门的风险管控小组，按照规定对辖区内桥梁设施风险实行管控。

8.2.4 应依据风险的等级、性质等因素，科学制定管控措施。应建立风险动态监控机制，按要求进行监测、评估、预警，及时掌握风险的状态和变化趋势。

8.2.5 建立安全风险排查治理和风险源监控机制，强化动态管理，及时消除安全风险，防止重大安全事故的发生。

8.2.6 重大风险源管控措施应按照预案、预警、预防三个阶段来进行明确。风险评估达到高度的，应制定专项管控方案，在运行过程中加强监测，防治重大安全事故发生。

8.2.7 一般风险源，应纳入重点养护管理范围，进行管控，及时消除安全风险，防止风险源扩大。

8.2.8 较小风险源管控应根据相关技术标准、安全管理来制定，本着“持续跟踪、动态监管”的原则进行日常运营养护。

8.2.9 对于一般及较大风险源，一旦指标超出控制范围，应当及时重新评估并确定等级，判断是否需要列入重大风险源。

8.2.10 实施风险应对措施后，应根据风险接受准则开展再评估工作，直至风险降低至可接受或以下。

8.3 风险等级的调整及变更

8.3.1 针对不可接受风险，桥梁养护管理单位应针对主要致险因素，及时通过人、财、物、技术等方面的投入，降低风险等级，积极加强风险管控，经重新评估后可变更风险等级。

8.3.2 出现新的致险因素，或已有主要致险因素发生变化，应及时开展风险再评估，并变更风险等级。

8.4 安全风险管控保障机制

8.4.1 管理单位应加强风险事件应急处置体系建设，建立应急管理机制，对于重大风险源和重点设施编制应急预案。

8.4.2 公路桥梁应急预案应与地方政府应急预案有机结合，并积极与属地其他部门联合建立应急协调联动机制。

8.4.3 管理单位应对安全风险管控工作进行督促检查，并定期开展“重大风险”管控措施落实情况监督检查，组织制定风险事件应急预案或措施，及时、如实上报安全生产风险事件。

8.4.4 管理单位应督促养护单位根据相关管理办法、管控措施来制定风险源管控方案，成立专门管控小组，与日常巡查、养护工作相结合。

8.4.5 管理单位应当联合养护、检测等相关单位落实档案管理制度，规范档案管

理，如实记录风险源辨识、评估、管控，以及教育培训、登记备案等工作痕迹和信息，遵守上级部门相关信息报备要求。

8.4.6 管理单位应当制定安全抢险预备方案，明确固定的抢险队伍，定期进行应急演练，并签订安全责任书，确定安全责任人。

8.4.7 安全风险源辨识、评估小组一旦辨识无法控制的重大风险源，应当立即向上级主管部门报备，进行风险预警，并启动应急预案。重大风险解除或者降低等级后，应当报主管部门后进行再次风险评估。

8.5 风险管控措施动态调整

8.5.1 对于桥梁风险评估体系中存在重大风险的指标，应制订专项动态监测计划，定期更新监测数据或状态，每月不少于 1 次，并单独建档。

8.5.2 根据桥梁风险动态变化及时采取相应的风险管控措施，如发现风险防控措施不能达到预期目的，应及时调整风险管控措施。

附录 A 风险源辨识

A.1 桥梁结构安全风险源辨识表

附表A.1-1 板梁结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型
1	结构安全	板桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌
2					个别超限		
					未超限		
				铰缝	完全失效，形成单板受力	铰缝质量欠佳，加上长期的水蚀和活载反复下导致铰缝失效	结构受力失衡或开裂甚至垮塌
部分失效，尚未形成单板受力							
严重渗水，有失效风险							
3				支座系统	多数脱空或结构缺陷	支座老化开裂或受力不均	结构受力不均
					个别脱空或结构缺陷		
					普通的老化、开裂		
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-2 小箱梁及肋梁桥结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型
1	结构安全	小箱梁及肋梁桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌
					个别超限		
					未超限		
2				横向联系	失效	连接钢板表面混凝土剥落和连接钢板焊缝开裂	结构受力失衡或开裂甚至垮塌
					有明显缺陷		
					设置不足但无明显缺陷		
3				支座系统	多数脱空或结构缺陷	支座老化开裂或受力不均	结构受力不均
					个别脱空或结构缺陷		
					普通的老化、开裂		
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-3 整体现浇箱梁结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	整体现浇箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌
少量未超限的斜裂缝							
大量耐久性的裂缝							
预应力损伤				预应力筋锈蚀	张拉不到位或预应力松弛、混凝土收缩徐变等	结构受力失衡或开裂、垮塌	
				预应力筋外露但无锈蚀			
				波纹管外露			
3			支座系统	钢组件严重变形或开裂	支座老化开裂或受力不均	结构受力不均	
				多个支座钢组件明显缺陷			
				个别支座锈蚀缺陷			
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
	轻度缺陷，无倾覆风险						
5	基础冲刷掏空	浅基础局部掏空		因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌		
		桩基础埋深不足，有冲刷					

附表A.1-4 悬臂施工箱梁结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型	
1	结构安全	悬臂施工箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌	
2					预应力损伤			少量未超限的斜裂缝
								大量耐久性的裂缝
				预应力筋锈蚀		张拉不到位或预应力松弛、混凝土收缩徐变等	结构受力失衡或开裂、垮塌	
预应力筋外露但无锈蚀								
波纹管外露								
3			支座	钢组件严重变形或开裂	支座老化开裂或受力不均	结构受力不均		
				多个支座位移、转角超限				
				个别支座锈蚀缺陷				
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌	
					轻度缺陷，无倾覆风险			
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌	
					桩基础埋深不足，有冲刷			

附表A.1-5 钢及钢混组合梁结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	钢及钢混组合梁	上部结构	变形	影响结构安全的变形	受力不均或外力作用 受损变形	结构受力失衡或断裂、 垮塌
有变形，但尚不影响结构安全							
螺栓、铆钉				大量松动脱落，大于该节点总量的 5%	荷载反复作用下螺栓、 铆钉松动或脱落	结构变形或开裂	
				有松动脱落，不足该节点总量的 5%			
下部结构			墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌	
				轻度缺陷，无倾覆风险			
			基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌	
				桩基础埋深不足，有冲刷			

附表A.1-6 板拱结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型
1	结构安全	板拱	上部结构	主拱圈	拱圈线形明显异常或拱圈严重缺损	受力超限或材料劣化	结构变形、开裂至垮塌
拱圈局部缺损或严重横向开裂							
拱圈少量缺损或轻微裂缝							
拱脚位移				明显位移	拱脚碎裂、推移	结构变形、开裂至垮塌	
				严重疏松、破损			
侧墙外鼓或推移				显著外鼓、推移	受水侵蚀、填料外鼓	结构变形、开裂	
			轻度外鼓、推移				
			局部破损				
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
轻度缺陷，无倾覆风险							
5	基础冲刷掏空	浅基础局部掏空		因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌		
桩基础埋深不足，有冲刷							

附表A.1-7 肋拱及箱型拱结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型
1	结构安全	肋拱及箱型拱	上部结构	拱肋	线形明显异常	受力超限或材料劣化	结构变形、开裂至垮塌
					拱肋严重缺损		
					拱肋少量缺损		
2				横向联系	失效	混凝土劣化、碎裂	结构受力失衡或开裂甚至垮塌
					有明显缺陷		
					设置不足但无明显缺陷		
3			拱脚位移	明显位移	拱脚碎裂、推移	结构变形、开裂至垮塌	
				严重疏松、破损			
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-8 双曲拱结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	双曲拱	上部结构	拱肋开裂	线形明显异常	受力超限或材料劣化	结构变形、开裂至垮塌
					拱肋严重缺损		
					拱肋少量缺损		
2				拱波开裂	大量纵向超限裂缝	结构受力超限	结构变形、开裂
					少量纵向超限裂缝		
					少量纵向未超限裂缝		
3				横向联系	失效	混凝土劣化、碎裂	结构受力失衡或开裂甚至垮塌
					有明显缺陷		
					设置不足但无明显缺陷		
4				拱脚位移	明显位移	拱脚碎裂、推移	结构变形、开裂至垮塌
					严重疏松、破损		
5			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
6				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-9 桁架拱及刚架拱结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	桁架拱及刚架拱	上部结构	拱片	杆件、节点多处缺陷或明显变形	节点混凝土碎裂	结构变形或开裂、垮塌
					杆件、节点局部失效		
					杆件、节点少量缺陷		
2				横向联系	失效	混凝土劣化、碎裂	结构受力失衡或开裂甚至垮塌
					有明显缺陷		
					设置不足但无明显缺陷		
3			拱脚位移	明显位移	拱脚碎裂、推移	结构变形、开裂至垮塌	
				严重疏松、破损			
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-10 拱式组合体系结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	拱式组合体系	上部结构	拱脚位移	明显位移	拱脚碎裂、推移	结构变形、开裂至垮塌
				严重疏松、破损			
2			上部结构	吊索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重，钢构件严重锈蚀，有影响结构受力的变形，锚固失效	保护层老化开裂或锚固区混凝土开裂	锚头开裂或吊杆断裂
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂，钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力，锚头有积水		
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀，锚头油脂流失但无积水		
3			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
4				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深不足，有冲刷		

附表A.1-11 悬索桥结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的故事类型	
1	结构安全	悬索桥	上部结构-混凝土	裂缝	大量超限的斜裂缝	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌	
2					预应力损伤			少量未超限的斜裂缝
								大量耐久性的裂缝
				预应力筋锈蚀		张拉不到位或预应力松弛、混凝土收缩徐变等	结构受力失衡或开裂、垮塌	
预应力筋外露但无锈蚀								
波纹管外露								
3			上部结构-钢结构	变形	影响结构安全的变形	受力不均或外力作用受损变形	结构受力失衡或断裂、垮塌	
有变形，但尚不影响结构安全								
4				螺栓、铆钉	大量松动脱落，大于该节点总量的 5%	荷载反复作用下螺栓、铆钉松动或脱落	结构变形或开裂	
有松动脱落，不足该节点总量的 5%								
5			缆索体系	主缆	防护层多处严重损坏，失去防护功能	保护层老化开裂	主缆锈蚀至断裂	
防护层普遍老化开裂或局部损坏严重								
防护层表面局部轻度损伤								
6				吊索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重，钢构件严重锈蚀，有影响结构受力的变形，锚固失效	保护层老化开裂或锚固区混凝土开裂	锚头开裂或吊杆断裂	
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂，钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力，锚头有积水			
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀，锚头油脂流失但无积水			
7			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌	
轻度缺陷，无倾覆风险								
8				锚碇及锚固系统	锚板开裂大于 0.1mm 或锚杆严重锈蚀、多处螺栓松动或断裂	混凝土开裂或锚杆锈蚀、螺栓松动	锚杆断裂	
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆局部锈蚀、个别螺栓松动			
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆轻微锈蚀			

附表A.1-12 斜拉桥结构安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	结构安全	斜拉桥	上部结构-混凝土	裂缝	大量超限的斜裂缝	结构受力超限	结构开裂或部分垮塌
					少量未超限的斜裂缝		
					大量耐久性的裂缝		
2			上部结构-混凝土	预应力损伤	预应力筋锈蚀	张拉不到位或预应力松弛、混凝土收缩徐变等	结构受力失衡或开裂、垮塌
					预应力筋外露但无锈蚀		
					波纹管外露		
3			上部结构-钢结构	变形	影响结构安全的变形	受力不均或外力作用 受损变形	结构受力失衡或断裂、垮塌
					有变形，但尚不影响结构安全		
4			上部结构-钢结构	螺栓、铆钉	大量松动脱落，大于该节点总量的 5%	荷载反复作用下螺栓、铆钉松动或脱落	结构变形或开裂
					有松动脱落，不足该节点总量的 5%		
5			斜拉索	斜拉索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重，钢构件严重锈蚀，有影响结构受力的变形，锚固失效	保护层老化开裂或锚固区混凝土开裂	锚头开裂或吊杆断裂
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂，钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力，锚头有积水		
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀，锚头油脂流失但无积水		
6			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	基础不均匀沉降或墩台严重缺损，承载力不足	结构受力失衡、垮塌
					轻度缺陷，无倾覆风险		
7				基础冲刷	桩基础埋深不足，有冲刷	因冲刷、洪水或人为原因导致基础掏空、外露	结构受力失衡、垮塌
					桩基础埋深符合要求，有冲刷		

A.2 交通运行风险源辨识表

附表A.2-1 交通安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	交通运行风险	桥面铺装	坑槽	深度大于 25mm	桥面松散、龟裂等病害未及时修补处理，在行车作用下不断扩展劣化	车辆伤害
				深度小于 25mm，单处面积大于 0.1 m²		
2			裂缝	裂缝宽度大于 2mm	沥青混凝土在温度作用下收缩变化而产生纵横向裂缝	车辆伤害
				裂缝宽度介于 1-2mm		
3		防撞护栏	防撞性能	无防撞功能	未设置栏杆或设置的栏杆不满足现行规范	高处坠落、车辆伤害
				有一定防撞功能，但与现行规范要求不符		
				防撞功能符合旧规范要求，但不满足现行规范		
4			缺损变形	局部缺损至倾斜变形或倒塌	栏杆受到外力作用致使栏杆损坏	高处坠落、车辆伤害
				局部缺损，尚不影响安全		
5		标志标线	交通标志	损坏导致无法正常识别或未按有关标准设置	外力受损或老化损坏	车辆伤害
				局部损坏，但仍可正常识别		
6			交通标线	显著劣化，无法正常识别或未按有关标准设置	标线磨损、老化	车辆伤害
				明显劣化，但仍可正常识别		
7			防眩设施	未设置或大量缺失	外力受损或老化损坏	车辆伤害
				少量缺失，剩余部分可正常使用		
8		伸缩装置	钢组件	断裂、翘曲或缺失	外力受损或荷载反复作用下老化断裂	高处坠落、车辆伤害
				断裂		

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
				局部变形或组件异常		
9			伸缩缝高差	大于 50mm	桥台沉陷、安装误差以及支座垫石碎裂等导致桥梁一侧低于路面一侧(桥头跳车现象)所引起的	车辆伤害
				高差介于 20-50mm		
				高差介于 5-20mm		
10		锚固区混凝土 碎裂	规则裂缝，间距小于 2m 或局部锚固失效	长期汽车荷载冲击作用下导致混凝土开裂、破损或锚固槽口混凝土施工质量欠佳	车辆伤害	
			规则裂缝，间距大于 2m 或较大面积松散			
11		桥路连接部	宽路窄桥	桥头引道需要急剧减速的线形或破损	设计原因导致	车辆伤害
				桥头引道有需要减速的线形或破损		
12			台后搭板	台后搭板有断裂	台后填土沉陷或超载、超速车辆较多	车辆伤害
				台后搭板脱空沉陷		
13		其他	防落网	大面积破损或缺失导致其失效	外力受损或老化损坏	高处坠落、车辆伤害
				局部破损变形		

A.3 交通环境风险源辨识表

附表A.3-1 交通运行环境风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	交通运行风险	车辆超载	交通流量	>50000 辆/日	交通量大	结构垮塌
				(10000~50000]		
2			大型车比例	≥30%	重车多	结构垮塌
				[20~30%)		
				[10~20%)		
3			独柱墩	高速公路	结构缺陷	受力失衡、结构垮塌
				一级公路		
				二级公路		
4			桥龄	≥50 年，高速或一级路	建设年代久、荷载等级低	结构垮塌
				30~50 年，高速或一级路		
				20-30 年，高速或一级路		
				10-20 年，高速或一级路		
5		车辆撞击	桥下净空	跨域高速或一级公路，且高速公路、一级公路净高不足 5m	结构跨线且设计不满足要求	结构开裂或断裂
				跨越二级公路，二级公路净高不足 4.5m		
6			历史事故情况	3 年内历史事故≥5 起	事故易发区	
				3 年内历史事故在[3~5)起		
7		船舶撞击	通航等级	I~IV级航道	通航船舶多	结构开裂
				V~VII级航道		
8			防撞设施设置	未设置防撞设施	防撞设施	结构开裂或垮塌

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
				设置防撞设施		
9			桥区水上导航助航标志	未设置水上导航助航标志	水上导航标志	结构开裂
				设置水上导航助航标志		
10			桥梁主动防撞系统	未设置主动防撞系统	监控系统	结构开裂或垮塌
				设置主动防撞系统		
11			历史事故情况	3年内历史事故≥5起	事故易发区	结构开裂或垮塌
				3年内历史事故在[3~5)起		
12		安全保护区	桥下挖砂采矿取土	桥下有挖砂采矿取土	挖砂取土	结构受力失衡
				桥下无挖砂采矿取土		
13			桥下堆积易燃易爆品等危险品	桥下堆积易燃易爆品等危险品	堆积易燃易爆等危险品	结构损伤或开裂
				桥下堆积易燃易爆品		
				桥下未堆积易燃易爆品等危险品		
14			随桥管线	有随桥管线，无评估资料	增加荷载	结构受力失衡
				有随桥管线，有评估资料		
15			桥下建筑	桥下有违章建筑	/	人员伤亡
				桥下有建筑，符合要求		
16		危险品运输	历史事故情况	3年内历史事故≥5起	事故易发区	结构损伤或开裂
				3年内历史事故在[3~5)起		
17			路线位置（弯路、宽路窄桥、路线交叉等）	高速公路或一级公路，事故多发路段	线形不利	车辆伤害
				二级及以下公路，事故多发路段		
18		火灾	消防设施设置	三特桥梁，未设置消防设施	火灾造成结构损伤	结构损伤
				三特桥梁，消防设施部分失效		

A.4 自然条件风险源辨识

附表A.4-1 自然条件安全风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	自然条件安全风险	水文地质	河床断面稳定性	河床不稳定，冲刷严重	河流改道或泥沙堆积	结构损伤或垮塌
				河床有冲刷		
2			防洪能力	浅基础无防护或防护被冲空面积超过 20%	基础无防护设施	结构损伤或垮塌
				浅基础防护损坏明显		
3			调制构造物	桥孔偏置；应设而未设调治构造物，或调治构造物严重损坏	调制构造物失效	结构损伤
4				桥孔有偏置，调治构造物不齐全或有较大损坏；		
5		地质灾害		崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度为严重	地质灾害	结构损伤或垮塌
				崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度为中等		
6		风	风力等级和桥梁结构类型	悬索、斜拉体系桥梁或墩高 $\geq 40\text{m}$ 的桥梁结构处于风力等级 ≥ 12 级地区，或所在位置年台风次数 > 3 次地区	风力等级较大引起结构共振	结构变形、垮塌
				悬索、斜拉体系桥梁或墩高 $\geq 40\text{m}$ 的桥梁结构处于风力等级在 10 级至 11 级地区		
7		冰雪	冬季最低气温	最冷月平均气温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$	冻融及氯盐叠加影响造成结构损伤	结构损伤
				最冷月平均气温在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间		
8			除雪措施	严寒地区，使用含氯盐融雪剂		结构损伤
				非严寒地区，使用含氯盐融雪剂		
9		地震	地震烈度	八度以上地区	地震作用下导致结构设施或垮塌	结果损伤或垮塌
				八度及以下地区		
10			抗震设施	无抗震设施		结构损伤
				有抗震设施，但严重缺损		
				有抗震设施，局部缺损		
11		氯盐环境	氯盐腐蚀	冻融环境，且除雪措施中有含氯盐融雪剂	氯盐腐蚀	结构损伤
				近海或海洋氯化物环境		

注：其中崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度的判定参照《自然灾害综合风险公路承灾体普查技术指南》第一册中表 5.2.7-1～表 5.2.7-5。

A.5 管理风险源辨识

附表A.5-1 管理风险源辨识一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	致险因素	可能发生的事故类型
1	管理风险	日常巡查	日常巡查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	日常巡查不到位，未按要求开展养护工作	结构损伤、车辆伤害
				检查频率满足要求，但检查记录不规范		
2		经查检查	经常检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	经查检查不到位，未按要求开展养护工作	结构损伤、车辆伤害
				检查频率满足要求，但检查记录不规范		
3		定期检查	定期检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	定期检查不到位，未按要求开展养护工作	结构损伤、车辆伤害
				检查频率满足要求，但定检报告深度不足或评定有误		
4		大件运输	大件运输管理制度	无相关记录，无护送记录	大件运输管理制度未按规定执行	结构损伤、车辆伤害
				有相关记录，但无护送记录，无监管		
5		养护资金	养护资金使用	经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 60、80、100	养护资金不到位，影响养护工作	养护不利
				经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 80、100、150		
6		应急预案	应急预案及应急队伍	未编制应急预案，无应急队伍	应急预案不完善、无应急队伍	人员伤亡
				应急预案不完善，有应急队伍及应急物资设备台账		
7		养护技术人员	桥梁养护工程师	无专职桥梁养护工程师，无桥梁养护队伍	无专职桥梁养护工程师、养护技术队伍	养护不利
				有专职桥梁养护工程师，但无桥梁养护队伍		

附录 B 风险评估

B.1 桥梁结构安全风险评估表

附表B.1-1 板梁结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级	
1	结构安全	板桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	(6~9]	5	(30~45]	较大	
2					铰缝	个别超限	(3~6]	2	(6~12]	一般
						未超限	(1~3]	1	(1~3]	较小
				支座系统		完全失效，形成单板受力	(6~9]	10	(60~90]	重大
部分失效，尚未形成单板受力					(3~6]	5	(15~30]	一般/较大		
严重渗水，有失效风险					(1~3]	2	(2~6]	较小/一般		
3			下部结构	墩台变形、倾斜	多数脱空或结构缺陷	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
					个别脱空或结构缺陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
				基础冲刷掏空	普通的老化、开裂	(0~1]	1	(0~1]	较小	
4			墩台变形、倾斜		严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大	
	轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]		2	(6~12]	一般				
5	基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大				
		桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般				

附表B.1-2 小箱梁及肋梁桥结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	小箱梁及肋梁桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	(6~9]	5	(30~45]	较大
2					个别超限	(3~6]	2	(6~12]	一般
						未超限	(1~3]	1	(1~3]
				横向联系		失效	(6~9]	10	(60~90]
					有明显缺陷	(3~6]	5	(15~30]	较大
						设置不足但无明显缺陷	(1~3]	2	(2~6]
				3	支座系统	多数脱空或结构缺陷	(3~6]	5	(15~30]
个别脱空或结构缺陷						(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
普通的老化、开裂						(0~1]	1	(0~1]	较小
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
					桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般

附表B.1-3 整体现浇箱梁结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	整体现浇箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	(6~9]	5	(30~45]	较大
少量未超限的斜裂缝					(3~6]	2	(6~12]	一般	
大量耐久性的裂缝					(1~3]	1	(1~3]	较小	
2				预应力损伤	预应力筋锈蚀	(6~9]	10	(60~90]	重大
					预应力筋外露但无锈蚀	(3~6]	5	(15~30]	较大
					波纹管外露	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
3				支座系统	钢组件严重变形或开裂	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					多个支座钢组件明显缺陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
					个别支座锈蚀缺陷	(0~1]	1	(0~1]	较小
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
					桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般

附表B.1-4 悬臂施工箱梁结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	悬臂施工箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	(6~9]	5	(30~45]	较大
2					少量未超限的斜裂缝	(3~6]	2	(6~12]	一般
					大量耐久性的裂缝	(1~3]	1	(1~3]	较小
				预应力损伤	预应力筋锈蚀	(6~9]	10	(60~90]	重大
预应力筋外露但无锈蚀					(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
波纹管外露					(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
3				支座	钢组件严重变形或开裂	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					多个支座位移、转角超限	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
					个别支座锈蚀缺陷	(0~1]	1	(0~1]	较小
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(1~3]	2	(6~12]	一般
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(6~9]	10	(30~60]	较大/重大
					桩基础埋深不足，有冲刷	(3~6]	5	(5~15]	一般

附表B.1-5 钢及钢混组合梁结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	钢及钢混组合梁	上部结构	变形	影响结构安全的变形	(6~9]	10	(30~60]	较大/重大
有变形, 但尚不影响结构安全					(3~6]	2	(6~12]	一般	
螺栓、铆钉				大量松动脱落, 大于该节点总量的 5%	(3~6]	5	(30~45]	较大	
				有松动脱落, 不足该节点总量的 5%	(1~3]	2	(6~12]	一般	
下部结构			墩台变形、倾斜	严重缺陷, 有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				轻度缺陷, 无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般	
			基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大	
				桩基础埋深不足, 有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般	

附表B.1-6 板拱结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的 概率	后果严重程度取值	风险等级 值	后果严重程度等级	
1	结构安全	板拱	上部结构	主拱圈	拱圈线形明显异常或拱圈严重缺损	(6~9]	10	(60~90]	重大	
2					拱脚位移	拱圈局部缺损或严重横向开裂	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
						拱圈少量缺损或轻微裂缝	(1~3]	1	(1~3]	较小
3				侧墙外鼓或推移	明显位移	(6~9]	10	(60~90]	重大	
					严重疏松、破损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
					显著外鼓、推移	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				下部结构	墩台变形、倾斜	轻度外鼓、推移	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
						局部破损	(1~3]	1	(1~3]	较小
4			基础冲刷掏空	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大		
轻度缺陷，无倾覆风险				(3~6]	2	(6~12]	一般			
5				浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大		
			桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般			

附表B.1-7 肋拱及箱型拱结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	肋拱及箱型拱	上部结构	拱肋	线形明显异常	(6~9]	10	(60~90]	重大
					拱肋严重缺损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					拱肋少量缺损	(1~3]	1	(1~3]	较小
横向联系				失效	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				有明显缺陷	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
				设置不足但无明显缺陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
拱脚位移			明显位移	(6~9]	10	(60~90]	重大		
			严重疏松、破损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大		
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
基础冲刷掏空				浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大	
				桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般	

附表B.1-8 双曲拱结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	双曲拱	上部结构	拱肋	线形明显异常	(6~9]	10	(60~90]	重大
					拱肋严重缺损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					拱肋少量缺损	(1~3]	1	(1~3]	较小
拱波				大量纵向超限裂缝	(6~9]	5	(30~45]	较大	
				少量纵向超限裂缝	(3~6]	2	(6~12]	一般	
				少量纵向未超限裂缝	(1~3]	1	(1~3]	较小	
横向联系				失效	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				有明显缺陷	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
				设置不足但无明显缺陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
拱脚位移			明显位移	(6~9]	10	(60~90]	重大		
			严重疏松、破损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大		
5			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
基础冲刷掏空				浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大	
				桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般	

附表B.1-9 桁架拱及刚架拱结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	桁架拱及刚架拱	上部结构	拱片	杆件、节点多处缺陷或明显变形	(6~9]	10	(60~90]	重大
					杆件、节点局部失效	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					杆件、节点少量缺陷	(1~3]	1	(1~3]	较小
横向联系				失效	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				有明显缺陷	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
				设置不足但无明显缺陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
拱脚位移			明显位移	(6~9]	10	(60~90]	重大		
			严重疏松、破损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大		
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
基础冲刷掏空				浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大	
				桩基础埋深不足，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般	

附表B.1-10 拱式组合体系结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	拱式组合体系	上部结构	拱脚位移	明显位移	(6~9]	10	(60~90]	重大
严重疏松、破损					(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
吊索体系				防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重, 钢构件严重锈蚀, 有影响结构受力的变形, 锚固失效	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂, 钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力, 锚头有积水	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大	
			锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀, 锚头油脂流失但无积水	(1~3]	1	(1~3]	较小		
下部结构			墩台变形、倾斜	严重缺陷, 有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大	
				轻度缺陷, 无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般	
			基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大	
				桩基础埋深不足, 有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般	

附表B.1-11 悬索桥结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	悬索桥	上部结构-混凝土	裂缝	大量超限的斜裂缝	(6~9]	5	(30~45]	较大
					少量未超限的斜裂缝	(3~6]	2	(6~12]	一般
					大量耐久性的裂缝	(1~3]	1	(1~3]	较小
2				预应力损伤	预应力筋锈蚀	(3~6]	10	(60~90]	重大
					预应力筋外露但无锈蚀	(1~3]	5	(15~30]	一般/较大
					波纹管外露	(0~1]	2	(2~6]	较小/一般
3			上部结构-钢结构	变形	影响结构安全的变形	(6~9]	10	(30~60]	较大/重大
					有变形, 但尚不影响结构安全	(3~6]	2	(6~12]	一般
4				螺栓、铆钉	大量松动脱落, 大于该节点总量的 5%	(3~6]	5	(30~45]	较大
					有松动脱落, 不足该节点总量的 5%	(1~3]	2	(6~12]	一般
5			缆索体系	主缆	防护层多处严重损坏, 失去防护功能	(6~9]	10	(60~90]	重大
					防护层普遍老化开裂或局部损坏严重	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					防护层表面局部轻度损伤	(1~3]	1	(1~3]	较小
6				吊索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重, 钢构件严重锈蚀, 有影响结构受力的变形, 锚固失效	(6~9]	10	(60~90]	重大
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂, 钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力, 锚头有积水	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀, 锚头油脂流失但无积水	(1~3]	1	(1~3]	较小
7			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷, 有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷, 无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
8				锚碇及锚固系统	锚板开裂大于 0.1mm 或锚杆严重锈蚀、多处螺栓松动或断裂	(6~9]	10	(30~60]	较大/重大
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆局部锈蚀、个别螺栓松动	(3~6]	2	(6~12]	一般
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆轻微锈蚀	(1~3]	1	(1~3]	较小

附表B.1-12 斜拉桥结构安全风险评估一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	结构安全	斜拉桥	上部结构-混凝土	裂缝	大量超限的斜裂缝	(6~9]	5	(30~45]	较大
					少量未超限的斜裂缝	(3~6]	2	(6~12]	一般
					大量耐久性的裂缝	(1~3]	1	(1~3]	较小
2			上部结构-混凝土	预应力损伤	预应力筋锈蚀	(3~6]	10	(60~90]	重大
					预应力筋外露但无锈蚀	(1~3]	5	(15~30]	一般/较大
					波纹管外露	(0~1]	2	(2~6]	较小/一般
3			上部结构-钢结构	变形	影响结构安全的变形	(6~9]	10	(30~60]	较大/重大
					有变形，但尚不影响结构安全	(3~6]	2	(6~12]	一般
4				螺栓、铆钉	大量松动脱落，大于该节点总量的 5%	(3~6]	5	(30~45]	较大
					有松动脱落，不足该节点总量的 5%	(1~3]	2	(6~12]	一般
5			斜拉索	斜拉索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重，钢构件严重锈蚀，有影响结构受力的变形，锚固失效	(6~9]	10	(60~90]	重大
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂，钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力，锚头有积水	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀，锚头油脂流失但无积水	(1~3]	1	(1~3]	较小
6			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	(6~9]	10	(60~90]	重大
					轻度缺陷，无倾覆风险	(3~6]	2	(6~12]	一般
7				基础冲刷	桩基础埋深不足，有冲刷	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
					桩基础埋深符合要求，有冲刷	(1~3]	5	(5~15]	一般

B.2 交通运行风险评估表

附表B.2-1 交通运行风险评估表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	交通运行风险	桥面铺装	坑槽	深度大于 25mm	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				深度小于 25mm, 单处面积大于 0.1 m ²	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
2			裂缝	裂缝宽度大于 2mm	(3~6]	2	(6~12]	一般
				裂缝宽度介于 1-2mm	(1~3]	1	(1~3]	较小
3		防撞护栏	防撞性能	无防撞功能	(9~10]	10	(60~90]	重大
				有一定防撞功能, 但与现行规范要求不符	(6~9]	5	(30~45]	较大
				防撞功能符合旧规范要求, 但不满足现行规范	(3~6]	2	(6~12]	一般
4			缺损变形	局部缺损至倾斜变形或倒塌	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				局部缺损, 尚不影响安全	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
5		标志标线	交通标志	损坏导致无法正常识别或未按有关标准设置	(3~6]	2	(6~12]	一般
				局部损坏, 但仍可正常识别	(1~3]	1	(1~3]	较小
6			交通标线	显著劣化, 无法正常识别或未按有关标准设置	(3~6]	2	(6~12]	一般
				明显劣化, 但仍可正常识别	(1~3]	1	(1~3]	较小
7			防眩设施	未设置或大量缺失	(1~3]	5	(5~15]	一般
				少量缺失, 剩余部分可正常使用	(0~1]	2	(0~2]	较小
8		伸缩装置	钢组件	断裂、翘曲或缺失	(6~9]	5	(30~45]	较大

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
				断裂	(3~6]	2	(6~12]	一般
				局部变形或组件异常	(1~3]	1	(1~3]	较小
9			伸缩缝高差	大于 50mm	(6~9]	5	(30~45]	较大
				高差介于 20-50mm	(3~6]	2	(6~12]	一般
				高差介于 5-20mm	(1~3]	1	(1~3]	较小
10			锚固区混凝土碎裂	规则裂缝，间距小于 2m 或局部锚固失效	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
		规则裂缝，间距大于 2m 或较大面积松散		(0~1]	1	(0~1]	较小	
11		桥路连接部	宽路窄桥	桥头引道需要急剧减速的线形或破损	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
桥头引道有需要减速的线形或破损				(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
12			台后搭板	台后搭板有断裂	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				台后搭板脱空沉陷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
13		其他	防落网	大面积破损或缺失导致其失效	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				局部破损变形	(0~1]	1	(0~1]	较小

B.3 交通环境风险评估表

附表B.3-1 交通运行环境风险评估表

序号	一级 评估 指标	二级评估指标		评估标准	可能发生的 概率	后果严重 程度取值	风险等级 值	后果严重程 度等级
1	运行 环境	车辆超载	交通流量	>50000 辆/日	(1~3]	5	(15~30]	一般/较大
				(10000~50000]	(0~1]	2	(0~1]	较小
2			大型车比例	≥30%	(6~9]	5	(30~45]	较大
				[20~30%)	(3~6]	2	(6~12]	一般
				[10~20%)	(1~3]	1	(1~3]	较小
3			独柱墩	高速公路	(6~9]	5	(30~45]	较大
				一级公路	(3~6]	2	(6~12]	一般
				二级公路	(1~3]	1	(1~3]	较小
4			桥龄	≥50 年，高速或一级路	(6~9]	10	(60~90]	重大
				30~50 年，高速或一级路	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				20-30 年，高速或一级路	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				10-20 年，高速或一级路	(0~1]	1	(0~1]	较小
5		车辆撞击	桥下净空	跨域高速或一级公路，且高速公路、一级公路净高不足 5m	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
				跨越二级公路，二级公路净高不足 4.5m	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
6			历史事故情况	3 年内历史事故≥5 起	(3~6]	2	(6~12]	一般
				3 年内历史事故在[3~5)起	(1~3]	1	(1~3]	较小
7	船舶撞击	通航等级	I~IV级航道	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
			V~VII级航道	(0~1]	1	(0~1]	较小	
8			防撞设施设置	未设置防撞设施	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般

				设置防撞设施	(0~1]	1	(0~1]	较小
9			桥区水上导航助航标志	未设置水上导航助航标志	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				设置水上导航助航标志	(0~1]	1	(0~1]	较小
10			桥梁主动防撞系统	未设置主动防撞系统	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				设置主动防撞系统	(0~1]	1	(0~1]	较小
11			历史事故情况	3年内历史事故≥5起	(6~9]	2	(6~12]	一般
				3年内历史事故在[3~5)起	(3~6]	1	(1~3]	较小
12			桥下挖砂采矿取土	桥下有挖砂采矿取土	(1~3]	5	(5~15]	一般
				桥下无挖砂采矿取土	(0~1]	2	(0~2]	较小
13		安全保护区	桥下堆积易燃易爆品等危险品	桥下堆积易燃易爆品等危险品	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				桥下堆积易燃易爆品	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				桥下未堆积易燃易爆品等危险品	(0~1]	1	(0~1]	较小
14			随桥管线	有随桥管线，无评估资料	(3~6]	2	(6~12]	一般
				有随桥管线，有评估资料	(1~3]	1	(1~3]	较小
15			桥下建筑	桥下有违章建筑	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
				桥下有建筑，符合要求	(0~1]	1	(0~1]	较小
16			历史事故情况	3年内历史事故≥5起	(6~9]	2	(6~12]	一般
				3年内历史事故在[3~5)起	(3~6]	1	(1~3]	较小
17		危险品运输	路线位置（弯路、宽路窄桥、路线交叉等）	高速公路或一级公路，事故多发路段	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				二级及以下公路，事故多发路段	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
18		火	消防设施设置	三特桥梁，未设置消防设施	(3~6]	2	(6~12]	一般
				三特桥梁，消防设施部分失效	(1~3]	1	(1~3]	较小

B.4 自然条件风险评估表

附表B.4-1 自然条件安全风险评估表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	自然条件	水文地质	河床断面稳定性	河床不稳定，冲刷严重	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				河床有冲刷	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
2			防洪能力	浅基础无防护或防护被冲空面积超过 20%	(6~9]	5	(30~45]	较大
				浅基础防护损坏明显	(3~6]	2	(6~12]	一般
3			调制构造物	桥孔偏置；应设而未设调治构造物，或调治构造物严重损坏	(3~6]	2	(6~12]	一般
				桥孔有偏置，调治构造物不齐全或有较大损坏；	(1~3]	1	(1~3]	较小
4			地质灾害	崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度为严重	(9~10]	10	(90~100]	重大
5				崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度为中等	(6~9]	5	(30~45]	较大
6		风	风力等级和桥梁结构类型	悬索、斜拉体系桥梁或墩高 $\geq 40\text{m}$ 的桥梁结构处于风力等级 ≥ 12 级地区，或所在位置年台风次数 > 3 次地区	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
				悬索、斜拉体系桥梁或墩高 $\geq 40\text{m}$ 的桥梁结构处于风力等级在 10 级至 11 级地区	(1~3]	5	(5~15]	一般
7		冰雪	冬季最低气温	最冷月平均气温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$	(3~6]	2	(6~12]	一般
				最冷月平均气温在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间	(1~3]	1	(1~3]	较小
8			除雪措施	严寒地区，使用含氯盐融雪剂	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				非严寒地区，使用含氯盐融雪剂	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
9		地震	地震烈度	八度以上地区	(3~6]	10	(30~60]	较大/重大
				八度及以下地区	(1~3]	5	(5~15]	一般
10			抗震设施	无抗震设施	(6~9]	5	(30~45]	较大
				有抗震设施，但严重缺损	(3~6]	2	(6~12]	一般
				有抗震设施，局部缺损	(1~3]	1	(1~3]	较小
11		氯盐环境	氯盐腐蚀	冻融环境，且除雪措施中有含氯盐融雪剂	(6~9]	5	(30~45]	较大
				近海或海洋氯化物环境	(3~6]	2	(6~12]	一般

B.5 管理风险评估表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	可能发生的概率	后果严重程度取值	风险等级值	后果严重程度等级
1	管理风险	日常巡查	日常巡查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
检查频率满足要求，但检查记录不规范				(1~3]	2	(2~6]	较小/一般	
2		经查检查	经常检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				检查频率满足要求，但检查记录不规范	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
3		定期检查	定期检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				检查频率满足要求，但定检报告深度不足或评定有误	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
4		大件运输	大件运输管理制度	无相关记录，无护送记录	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				有相关记录，但无护送记录，无监管	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
5		养护资金	养护资金使用	经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 60、80、100	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 80、100、150	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
6		应急预案	应急预案及应急队伍	未编制应急预案，无应急队伍	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				应急预案不完善，有应急队伍及应急物资设备台账	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般
7		养护技术人员	桥梁养护工程师	无专职桥梁养护工程师，无桥梁养护队伍	(3~6]	5	(15~30]	一般/较大
				有专职桥梁养护工程师，但无桥梁养护队伍	(1~3]	2	(2~6]	较小/一般

附录 C 风险管控措施

C.1 桥梁结构安全风险管控措施表

附表C.1-1 板梁结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	板桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	较大	加固
					个别超限	一般	提升性养护
					未超限	较小	延缓性养护
2			上部结构	铰缝	完全失效，形成单板受力	重大	加固/更换
					部分失效，尚未形成单板受力	一般/较大	提升性养护
					严重渗水，有失效风险	较小/一般	加强监控
3			上部结构	支座系统	多数脱空或结构缺陷	一般/较大	更换
					个别脱空或结构缺陷	较小/一般	加强监控
					普通的老化、开裂	较小	加强监控
4		下部结构	墩台变形、倾斜		严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5			基础冲刷掏空		浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-2 小箱梁及肋梁桥结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	小箱梁及肋梁桥	上部结构	结构性裂缝	多条超限	较大	加固
					个别超限	一般	提升性养护
					未超限	较小	延缓性养护
2			上部结构	横向联系	失效	重大	加固/更换
					有明显缺陷	较大	加固
					设置不足但无明显缺陷	较小/一般	矫正性养护
3			上部结构	支座系统	多数脱空或结构缺陷	一般/较大	更换
					个别脱空或结构缺陷	较小/一般	加强监控
					普通的老化、开裂	较小	加强监控
4		下部结构	墩台变形、倾斜		严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5			基础冲刷掏空		浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-3 整体现浇箱梁结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	整体现浇箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	较大	加固
					少量未超限的斜裂缝	一般	提升性养护
					大量耐久性的裂缝	较小	延缓性养护
2				预应力损伤	预应力筋锈蚀	重大	加固
					预应力筋外露但无锈蚀	较大	提升性养护
					波纹管外露	较小/一般	延缓性养护
3			支座系统		钢组件严重变形或开裂	一般/较大	更换
					多个支座钢组件明显缺陷	较小/一般	加强监控
					个别支座锈蚀缺陷	较小	加强监控
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-4 悬臂施工箱梁结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	悬臂施工箱梁	上部结构	裂缝	大量超限的斜裂缝	较大	加固
					少量未超限的斜裂缝	一般	提升性养护
					大量耐久性的裂缝	较小	延缓性养护
2				预应力损伤	预应力筋锈蚀	重大	加固
					预应力筋外露但无锈蚀	一般/较大	提升性养护
					波纹管外露	较小/一般	延缓性养护
3			支座		钢组件严重变形或开裂	一般/较大	更换
					多个支座位移、转角超限	较小/一般	加强监控
					个别支座锈蚀缺陷	较小	加强监控
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-5 钢及钢混组合梁结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	钢及钢混组合梁	上部结构	变形	影响结构安全的变形	较大/重大	加固
					有变形, 但尚不影响结构安全	一般	提升性养护
2			螺栓、铆钉		大量松动脱落, 大于该节点总量的 5%	较大	更换或拧紧
					有松动脱落, 不足该节点总量的 5%	一般	拧紧
3		下部结构	墩台变形、倾斜		严重缺陷, 有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷, 无倾覆风险	一般	提升性养护
4			基础冲刷掏空		浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足, 有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-6 板拱结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	板拱	上部结构	主拱圈	拱圈线形明显异常或拱圈严重缺损	重大	加固/专项养护
					拱圈局部缺损或严重横向开裂	一般/较大	加固
					拱圈少量缺损或轻微裂缝	较小	提升性养护
2				拱脚位移	明显位移	重大	加固/专项养护
					严重疏松、破损	一般/较大	加固
3				侧墙外鼓或推移	显著外鼓、推移	重大	加固
					轻度外鼓、推移	一般/较大	提升性养护
					局部破损	较小	延缓性养护
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷, 有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷, 无倾覆风险	一般	提升性养护
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足, 有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-7 肋拱及箱型拱结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	肋拱及箱型拱	上部结构	拱肋	线形明显异常	重大	加固/专项养护
拱肋严重缺损					一般/较大	加固	
拱肋少量缺损					较小	提升性养护	
2				横向联系	失效	重大	加固/更换
					有明显缺陷	一般/较大	加固
					设置不足但无明显缺陷	较小/一般	矫正性养护
3			拱脚位移	明显位移	重大	加固/专项养护	
				严重疏松、破损	一般/较大	加固	
4			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-8 双曲拱结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	双曲拱	上部结构	拱肋开裂	线形明显异常	重大	加固/专项养护
拱肋严重缺损					一般/较大	加固	
拱肋少量缺损					较小	提升性养护	
2				拱波开裂	大量纵向超限裂缝	较大	加固
					少量纵向超限裂缝	一般	提升性养护
					少量纵向未超限裂缝	较小	延缓性养护
3				横向联系	失效	重大	加固/更换
					有明显缺陷	一般/较大	加固
					设置不足但无明显缺陷	较小/一般	矫正性养护
4			拱脚位移	明显位移	重大	加固/专项养护	
				严重疏松、破损	一般/较大	加固	
5			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
6				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-9 桁架拱及刚架拱结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	桁架拱及刚架拱	上部结构	拱片	杆件、节点多处缺陷或明显变形	重大	加固/专项养护
					杆件、节点局部失效	一般/较大	加固
					杆件、节点少量缺陷	较小	提升性养护
2				横向联系	失效	重大	加固/更换
					有明显缺陷	一般/较大	加固
					设置不足但无明显缺陷	较小/一般	矫正性养护
3			下部结构	拱脚位移	明显位移	重大	加固/专项养护
					严重疏松、破损	一般/较大	加固
4				墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
5				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-10 拱式组合体系结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	拱式组合体系	上部结构	拱脚位移	明显位移	重大	加固/专项养护
					严重疏松、破损	一般/较大	加固
2				吊索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重，钢构件严重锈蚀，有影响结构受力的变形，锚固失效	重大	加固/专项养护
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂，钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力，锚头有积水	一般/较大	加固
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀，锚头油脂流失但无积水	较小	提升性养护
3			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷，有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷，无倾覆风险	一般	提升性养护
4				基础冲刷掏空	浅基础局部掏空	较大/重大	加固
					桩基础埋深不足，有冲刷	一般	提升性养护

附表C.1-11 悬索桥结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	悬索桥	上部结构-混凝土	裂缝	大量超限的斜裂缝	较大	加固
					少量未超限的斜裂缝	一般	提升性养护
					大量耐久性的裂缝	较小	延缓性养护
2				预应力损伤	预应力筋锈蚀	重大	加固
					预应力筋外露但无锈蚀	一般/较大	提升性养护
					波纹管外露	较小/一般	延缓性养护
3			上部结构-钢结构	变形	影响结构安全的变形	较大/重大	加固
					有变形, 但尚不影响结构安全	一般	提升性养护
4				螺栓、铆钉	大量松动脱落, 大于该节点总量的 5%	较大	更换或拧紧
					有松动脱落, 不足该节点总量的 5%	一般	拧紧
5			缆索体系	主缆	防护层多处严重损坏, 失去防护功能	重大	加固/专项养护
					防护层普遍老化开裂或局部损坏严重	一般/较大	加固
					防护层表面局部轻度损伤	较小	提升性养护
6				吊索体系	防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重, 钢构件严重锈蚀, 有影响结构受力的变形, 锚固失效	重大	加固/专项养护
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂, 钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力, 锚头有积水	一般/较大	加固
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀, 锚头油脂流失但无积水	较小	提升性养护
7			下部结构	墩台变形、倾斜	严重缺陷, 有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷, 无倾覆风险	一般	提升性养护
8				锚碇及锚固系统	锚板开裂大于 0.1mm 或锚杆严重锈蚀、多处螺栓松动或断裂	较大/重大	加固
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆局部锈蚀、个别螺栓松动	一般	提升性养护
					锚板开裂小于 0.1mm 或锚杆轻微锈蚀	较小	延缓性养护

附表C.1-12 斜拉桥结构安全风险管控措施一览表

序号	一级评估指标	二级评估指标			评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	结构安全	上部结构-混凝土	裂缝		大量超限的斜裂缝	较大	加固
					少量未超限的斜裂缝	一般	提升性养护
					大量耐久性的裂缝	较小	延缓性养护
2			预应力损伤		预应力筋锈蚀	重大	加固
					预应力筋外露但无锈蚀	一般/较大	提升性养护
					波纹管外露	较小/一般	延缓性养护
3		上部结构-钢结构	变形		影响结构安全的变形	较大/重大	加固
					有变形,但尚不影响结构安全	一般	提升性养护
4			螺栓、铆钉		大量松动脱落,大于该节点总量的 5%	较大	更换或拧紧
					有松动脱落,不足该节点总量的 5%	一般	拧紧
5		斜拉索	斜拉索体系		防护层失去防护功能或锚固区混凝土开裂渗水严重,钢构件严重锈蚀,有影响结构受力的变形,锚固失效	重大	加固/专项养护
					防护层严重开裂或锚固区混凝土开裂,钢构件严重锈蚀或变形但尚不影响受力,锚头有积水	一般/较大	加固
					锚固区混凝土风化或钢构件轻度锈蚀,锚头油脂流失但无积水	较小	提升性养护
6		下部结构	墩台变形、倾斜		严重缺陷,有倾覆风险	重大	加固
					轻度缺陷,无倾覆风险	一般	提升性养护
7			基础冲刷		桩基础埋深不足,有冲刷	较大/重大	加固
					桩基础埋深符合要求,有冲刷	一般	提升性养护

C.2 交通运行风险管控措施表

附表C.2-1 交通安全风险管控措施表

序号	一级 评估 指标	二级评估指标		评估标准	后果严重 程度等级	管控措施
1	交通 运行 风险	桥面 铺装	坑槽	深度大于 25mm	一般/较大	加固
深度小于 25mm，单处面积大 于 0.1 m²				较小/一般	提升性养护	
2			裂缝	裂缝宽度大于 2mm	一般	提升性养护
				裂缝宽度介于 1-2mm	较小	延缓性养护
3		防撞 护栏	防撞 性能	无防撞功能	重大	加固
				有一定防撞功能，但与现行规 范要求不符	较大	提升性养护
				防撞功能符合旧规范要求，但 不满足现行规范	一般	延缓性养护
4		缺损 变形	局部缺损至倾斜变形或倒塌	一般/较大	加固	
			局部缺损，尚不影响安全	较小/一般	提升性养护	
5		标志 标线	交通 标志	损坏导致无法正常识别或未按 有关标准设置	一般	加固
				局部损坏，但仍可正常识别	较小	提升性养护
6			交通 标线	显著劣化，无法正常识别或未 按有关标准设置	一般	加固
				明显劣化，但仍可正常识别	较小	提升性养护
7			防眩 设施	未设置或大量缺失	一般	加固
				少量缺失，剩余部分可正常使 用	较小	提升性养护
8		伸缩 装置	钢组 件	断裂、翘曲或缺失	较大	加固
				断裂	一般	提升性养护
				局部变形或组件异常	较小	提升性养护
9			伸缩 缝高 差	大于 50mm	较大	加固
				高差介于 20-50mm	一般	加固
				高差介于 5-20mm	较小	提升性养护
10			锚固 区混 凝土 碎裂	规则裂缝，间距小于 2m 或局 部锚固失效	较小/一般	加固
				规则裂缝，间距大于 2m 或较 大面积松散	较小	提升性养护

序号	一级 评估 指标	二级评估指标		评估标准	后果严重 程度等级	管控措施
11		桥路 连接 部	宽路 窄桥	桥头引道需要急剧减速的线形 或破损	一般/较大	提升性养 护、加强警 示标志
桥头引道有需要减速的线形或 破损				较小/一般	提升性养 护、加强警 示标志	
12		台后 搭板	台后搭板有断裂	一般/较大	加固	
			台后搭板脱空沉陷	较小/一般	提升性养护	
13		其他	防落 网	大面积破损或缺失导致其失效	较小/一般	加固
				局部破损变形	较小	提升性养护

C.3 交通环境风险管控措施表

附表3.3-1 交通运行环境风险管控措施表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	交通运行环境风险	车辆超载	交通流量	>50000 辆/日	一般/较大	加强超载车辆管理
				(10000~50000]	较小	
2			大型车比例	≥30%	较大	加强超载车辆管理
				[20~30%)	一般	
				[10~20%)	较小	
3			独柱墩	高速公路	较大	加强独柱墩排查
				一级公路	一般	
				二级公路	较小	
4			桥龄	≥50 年, 高速或一级路	重大	增加警示标志
				30~50 年, 高速或一级路	一般/较大	
				20-30 年, 高速或一级路	较小/一般	
				10-20 年, 高速或一级路	较小	
5		车辆撞击	桥下净空	跨域高速或一级公路, 且高速公路、一级公路净高不足 5m	较大/重大	增加防撞架
				跨越二级公路, 二级公路净高不足 4.5m	较小/一般	
6		历史事故情况		3 年内历史事故≥5 起	一般	加强通行车辆管理
				3 年内历史事故在[3~5) 起	较小	
7		船舶撞击	通航等级	I~IV级航道	较小/一般	加强通航船舶管理
				V~VII级航道	较小	
8			防撞设施设置	未设置防撞设施	较小/一般	增加防撞设施, 并定期排查
				设置防撞设施	较小	
9			桥区水上导航助航标志	未设置水上导航助航标志	较小/一般	设施水上导航助航标志, 并定期排查
				设置水上导航助航标志	较小	
10			桥梁主动防撞系统	未设置主动防撞系统	较小/一般	设置主动防撞系统, 并定期排查
				设置主动防撞系统	较小	

序号	一级 评估 指标	二级评估指标		评估标准	后果严重程度等级	管控措施
11			历史事故情况	3年内历史事故≥5起	一般	加强通航船舶管理
				3年内历史事故在[3~5)起	较小	
12		安全保护区	桥下挖砂采矿取土	桥下有挖砂采矿取土	一般	加强桥下空间管理，并定期排查
				桥下无挖砂采矿取土	较小	
13			桥下堆积易燃易爆品等危险品	桥下堆积易燃易爆品等危险品	一般/较大	定期排查，并清理易燃易爆危险品
				桥下堆积易燃易爆品	较小/一般	
				桥下未堆积易燃易爆品等危险品	较小	
14			随桥管线	有随桥管线，无评估资料	一般	加强随桥管线管理，并进行承载力验算
				有随桥管线，有评估资料	较小	
15			桥下建筑	桥下有违章建筑	较小/一般	加强桥下空间使用的管理，并定期排查
				桥下有建筑，符合要求	较小	
16		危险品运输	历史事故情况	3年内历史事故≥5起	一般	加强危险品车辆管理
				3年内历史事故在[3~5)起	较小	
17			路线位置（弯路、宽路窄桥、路线交叉等）	高速公路或一级公路，事故多发路段	一般/较大	增加警示标志
				二级及以下公路，事故多发路段	较小/一般	
18		火	消防设施设置	三特桥梁，未设置消防设施	一般	增加消防设施
				三特桥梁，消防设施部分失效	较小	

C.4 自然条件风险管控措施表

附表C.4-1 自然条件安全风险管控措施表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	后果严重程度等级	管控措施	
1	自然条件	水文地质	河床断面稳定性	河床不稳定，冲刷严重	一般/较大	加强水下专项检测	
				河床有冲刷	较小/一般		
2			防洪能力	浅基础无防护或防护被冲空面积超过 20%	较大	加强水下专项检测	
				浅基础防护损坏明显	一般		
3			调制构造物	桥孔偏置；应设而未设调治构造物，或调治构造物严重损坏	一般	提升性养护	
				桥孔有偏置，调治构造物不齐全或有较大损坏；	较小		
			地质灾害	崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育程度为严重	重大	多发季节加强检查频率，采取主动预防措施	
				崩塌、滑坡、泥石流、沉陷与塌陷及水毁发育都为中等	较大		
4			风	风力等级和桥梁结构类型	悬索、斜拉体系桥梁或墩高≥40m 的桥梁结构处于风力等级≥12 级地区，或所在位置年台风次数>3 次地区	较大/重大	加强台风期警示及监控
					悬索、斜拉体系桥梁或墩高≥40m 的桥梁结构处于风力等级在 10 级至 11 级地区	一般	
5		冰雪	冬季最低气温	最冷月平均气温≤10℃	一般	加强警示	
				最冷月平均气温在 0~10℃之间	较小		
除雪措施			严寒地区，使用含氯盐融雪剂	一般/较大	优先使用不含氯盐融雪剂，并增强全桥防排水		
			非严寒地区，使用含氯盐融雪剂	较小/一般			
7		地震	地震烈度	八度以上地区	较大/重大	加强警示	
八度及以下地区				一般			
抗震设施			无抗震设施	较大	增加抗震设施，并在经检查或定期检查中增加对抗震设施的检查频率		
			有抗震设施，但严重缺损	一般			
			有抗震设施，局部缺损	较小			
9		氯盐环境	氯盐腐蚀	冻融环境，且除雪措施中有含氯盐融雪剂	较大	增加防腐措施	
				近海或海洋氯化物环境	一般		

C.5 管理风险管控措施表

附表C.5-1 管理风险管控措施表

序号	一级评估指标	二级评估指标		评估标准	后果严重程度等级	管控措施
1	管理风险	日常巡查	日常巡查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	一般/较大	加强日常巡查管理
				检查频率满足要求，但检查记录不规范	较小/一般	
2		经常检查	经常检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	一般/较大	加强经常检查管理或委托有资质的第三方进行经常检查
				检查频率满足要求，但检查记录不规范	较小/一般	
3		定期检查	定期检查频率和内容	检查频率低于规范要求或检查记录不规范	一般/较大	加强对定期检查成果质量的管理或委托有资质的第三方检测单位对定期报告进行咨询
				检查频率满足要求，但定检报告深度不足或评定有误	较小/一般	
4		大件运输	大件运输管理制度	无相关记录，无护送记录	一般/较大	规范大件运输管理制度
				有相关记录，但无护送记录，无监管	较小/一般	
5		养护资金	养护资金使用	经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 60、80、100	一般/较大	制定养护资金使用管理制度，加强对养护自己的管理
				经常检查、小修保养、定期检查每延米不足 80、100、150	较小/一般	
6		应急预案	应急预案及应急队伍	未编制应急预案，无应急队伍	一般/较大	完善应急预案，加强应急演练
				应急预案不完善，有应急队伍及应急物资设备台账	较小/一般	
7		养护技术人员	桥梁养护工程师	无专职桥梁养护工程师，无桥梁养护队伍	一般/较大	制定桥梁养护工程师制度，加强对桥梁养护工程师及养护技术团队的管理和培训
				有专职桥梁养护工程师，但无桥梁养护队伍	较小/一般	

附录 D 公路桥梁运营期安全风险评估报告

D.1 安全风险评估报告格式说明

D.1.1 公路桥梁运营期安全风险评估宜包括下列内容：

- 1 封面；
- 2 著录页；
- 3 目录；
- 4 正文。

D.1.2 评估报告应采用 A4 幅面，左侧装订。

D.1.3 评估报告封面宜采用白色。

D.1.4 封面宜包括下列内容：

- 1 公路桥梁运营期安全风险评估项目名称；
- 2 标题，统一为“安全风险评估报告”；
- 3 评估机构名称；
- 4 评价报告完成日期。

封面式样如图 D.1.4 所示。

D.1.5 著录项首页宜包括下列内容：

- 1 公路桥梁运营期安全风险评估项目名称；
- 2 标题，统一为“安全风险评估报告”；
- 3 评估机构单位负责人、技术负责人、项目负责人、项目组成员及报告编制人员姓名；
- 4 评估机构名称及公章或技术成果章；
- 5 评价报告完成日期。

著录页首页式样如图 D.1.5 所示。

公路桥梁名称
风险评估项目名称
(宋体 30 号加粗)
安全风险评估报告
(黑体 48 号加粗)

评估机构名称 (宋体三号加粗居中)

××××年××月 (评估报告完成日期, 宋体三号加粗居中)

图 A.1.4 封面样张

公路桥梁名称

风险评估项目名称

(宋体小一号加粗)

安全风险评估报告

(黑体 36 号加粗)

人员	姓名	签字
单位负责人		
部门负责人		
项目负责人		
项目组成员		
报告编制人员		

(表中均为宋体小四)

图 A.1.5 著录页样张

D.2 安全风险评估报告内容说明

D.2.1 公路桥梁运营期安全风险评估报告应包括下列内容：

- 1 概述。阐述安全风险评估背景及目的、工作依据、工作过程、评估方法和调研情况。
- 2 桥梁基本情况。说明公路桥梁基本概况、主要技术指标等。
- 3 桥梁建设基本情况。说明公路桥梁建设概况、建设时间、建设方、施工方、监理方等。
- 4 桥梁运营管理情况。说明公路桥梁运营单位、交通量、交通组成、生产安全事故情况、突发事件情况等。
- 5 桥梁维护情况。说明公路桥梁日常养护维修、技术状况评定结果等基本养护情况。
- 6 桥梁风险调查。说明公路桥梁安全风险调查情况。
- 7 桥梁风险源识别。明确影响公路桥梁运营安全的主要风险、风险源等，给出桥梁风险源识别一览表。
- 8 桥梁风险分析。根据风险源识别的结果，开展公路桥梁运营期安全风险分析。
- 9 桥梁风险评估及风险等级判定。根据本规范相关规定和方法，开展公路桥梁运营期安全风险评估，判定公路桥梁安全风险等级，明确存在的事故隐患和薄弱环节。
- 10 桥梁风险防控措施及后评价。针对重大风险、现存事故隐患和薄弱环节，提出相应的风险防控措施，并对防控措施进行后评价。