

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1375.2—2025

公路水运工程施工安全风险评估指南 第2部分：桥梁工程

Guideline for safety risk assessment of highway and waterway
engineering construction—Part 2: Bridge engineering



2025-01-24 发布

2025-05-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言 Ⅲ

引言 V

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 总体风险评估 1

6 专项风险评估 3

7 风险控制措施 8

8 风险评估报告 8

附录A(资料性) 桥梁工程施工安全总体风险主控因素判识表 9

附录B(资料性) 桥梁工程施工安全总体风险评估指标体系 10

附录C(资料性) 桥梁工程常见施工作业及施工作业场所的典型风险事件类型 12

附录D(资料性) 桥梁工程常见重大作业活动清单 14

附录E(资料性) 可选用的评估方法 16

附录F(资料性) 重大作业活动风险估测可能性评估指标 18

附录G(资料性) 13种重大作业活动风险事件可能性评估指标体系 29

附录H(资料性) 安全管理评估指标体系 53

参考文献 55



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 JT/T 1375《公路水运工程施工安全风险评估指南》的第2部分。JT/T 1375已经发布了以下部分：

- 第1部分：总体要求；
- 第2部分：桥梁工程；
- 第3部分：隧道工程；
- 第5部分：港口工程；
- 第6部分：航道工程；
- 第7部分：船闸工程。

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。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部科学研究院、交通运输部公路科学研究所。

本文件主要起草人：王玉倩、肖殿良、李伟、郭鹏、宋浩然、陈磊、李然、孙建伟、杨弘卿、文明、董伟、刘伟。



引 言

JT/T 1375《公路水运工程施工安全风险评估指南》是指导公路水运工程施工安全风险评估的基础性和通用性标准。JT/T 1375旨在指导公路水运工程施工安全风险评估工作的开展,由7个部分构成。

- 第1部分:总体要求。确立适用于开展公路水运工程施工安全风险评估工作需要遵守的通用规则和基本规定。
- 第2部分:桥梁工程。为桥梁工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。
- 第3部分:隧道工程。为隧道工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。
- 第4部分:边坡工程。为边坡工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。
- 第5部分:港口工程。为港口工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。
- 第6部分:航道工程。为航道工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。
- 第7部分:船闸工程。为船闸工程施工安全风险评估工作的开展提供可操作、可参考的评估程序和方法。

通过确立基本的评估程序,让评估人员在评估公路水运工程施工安全风险时有据可依,从而规范公路水运工程施工安全风险评估工作,提高评估的质量和评估效率,促使指南功能的有效发挥,更好地提升施工安全管理水平。



公路水运工程施工安全风险评估指南

第2部分:桥梁工程

1 范围

本文件规定了公路桥梁工程施工安全风险评估的基本要求,以及总体风险评估、专项风险评估、风险控制措施、风险评估报告的要求。

本文件适用于新建、改扩建公路桥梁工程的施工安全风险评估,其他公路桥梁工程的施工安全风险评估参照使用。

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。

JT/T 1375.1—2022 公路水运工程施工安全风险评估指南 第1部分:总体要求

3 术语和定义

JT/T 1375.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主控因素判识法 **identification method of main controlling factor**

对公路桥梁工程施工安全风险的主要控制性因素进行辨识、分析和量化,从而评判公路桥梁施工安全总体风险的一种评估方法。

注:公路桥梁工程施工安全风险的主控因素包括建设类型、建设规模、地质水文条件、桥位特征等主要控制性因素。

4 基本要求

4.1 桥梁工程施工安全风险评估的基本要求应符合JT/T 1375.1—2022第4章的规定。

4.2 桥梁工程施工安全总体风险评估宜在项目施工招标前完成,并不应晚于开工前完成。

5 总体风险评估

5.1 一般要求

5.1.1 满足下列条件之一的桥梁工程,应开展总体风险评估:

- a) 拱桥、斜拉桥、悬索桥,建设规模为大桥或特大桥的梁式桥;
- b) 墩高或净空大于或等于40 m的桥梁工程;
- c) 临近铁路、公路、城市道路、航道,上跨石油管线、天然气管线,下穿高压线,临堤、跨堤,或临近大坝等桥位特征特殊的桥梁工程;

- d) 主体结构采用新材料、新结构、新工艺、新技术的桥梁工程；
 - e) 建设规模为中桥、大桥或特大桥的桥梁拆除工程；
 - f) 其他有必要开展总体风险评估的桥梁工程。
- 5.1.2 总体风险评估所需资料应符合 JT/T 1375.1—2022 中 5.1.3 的要求。
- 5.1.3 总体风险评估应采用主控因素判识法或指标体系法等方法,并按图 1 的流程进行评估。

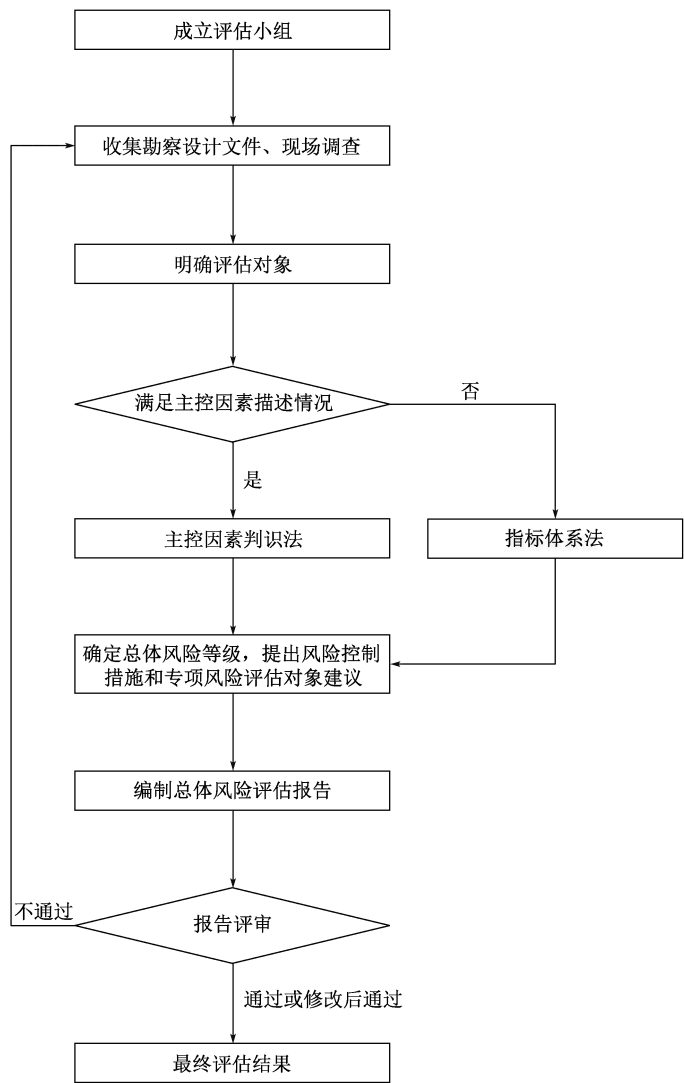


图 1 桥梁工程总体风险评估流程图

5.2 主控因素判识法

- 5.2.1 待评桥梁工程满足主控因素描述情况时,应采用主控因素判识法开展桥梁工程总体风险评估,判断桥梁工程施工安全总体风险等级,主控因素判识表见附录 A。
- 5.2.2 由不同主控因素确定的桥梁工程施工安全总体风险等级不同时,以最高的等级为准。

5.3 指标体系法

- 5.3.1 采用指标体系法对桥梁工程开展总体风险评估,应符合 JT/T 1375.1—2022 中 5.3 的要求。

5.3.2 桥梁工程施工安全总体风险评估指标体系见附录B,应根据具体工程的特点选择适合的指标体系。

5.3.3 桥梁工程施工安全总体风险按公式(1)计算确定:

$$F_r = \sum X_i \dots\dots\dots(1)$$

式中:
 F_r ——总体风险评估分值;
 X_i ——评估指标的分值, $i=1,2,\dots$ 。
 计算得出 F_r 后,对照表1确定施工安全总体风险等级。

表1 指标体系法总体风险分级标准

风险等级	F_r
重大风险(Ⅳ)	$F_r \geq 37$
较大风险(Ⅲ)	$25 \leq F_r < 37$
一般风险(Ⅱ)	$16 \leq F_r < 25$
低风险(Ⅰ)	$F_r < 16$

6 专项风险评估

6.1 一般要求

6.1.1 总体风险评估等级为重大风险(Ⅳ级)、较大风险(Ⅲ级)的桥梁工程应开展专项风险评估。总体风险评估中,单一指标取最大分值的桥梁工程宜开展专项风险评估。

6.1.2 桥梁工程施工安全专项风险评估应符合JT/T 1375.1—2022中6.1的规定。

6.2 风险辨识与风险分析

6.2.1 风险辨识与风险分析应符合JT/T 1375.1—2022中6.2的规定。

6.2.2 对待评桥梁工程,应根据单位工程、分部工程、分项工程、作业工序等建立作业活动清单;施工工艺简单的分项工程可作为作业活动列入清单。

6.2.3 风险事件辨识应通过现场调查、评估小组讨论、同类工程事故分析、专家咨询等方式,分析作业活动中可能发生的典型风险事件类型,并形成风险事件清单。常见施工作业及施工作业场所可能发生的典型风险事件类型见附录C。

6.2.4 致险因素分析主要考虑人的不安全行为和物的不安全状态,据此将致险因素分为人的因素、设施设备因素、环境因素、管理因素。

- a) 人的因素包括但不限于从业人员安全意识、安全技能、安全作业行为或状态等;
- b) 设施设备因素包括但不限于施工准备、安全防护设施与安全标志、机械设备、工作场所、个体防护用品等;
- c) 环境因素包括但不限于气候环境条件、地质水文条件、周边环境条件等;
- d) 管理因素包括但不限于安全生产的管理机构与机制、安全生产管理制度、施工技术 etc.

6.2.5 风险辨识与风险分析的结果应填入表2。

表2 桥梁工程施工安全风险辨识与风险分析表

分部 分项	作业 活动	风险 事件	致险因素											风险事件后果类型				
			人的因素			设施设备因素				环境因素			管理因素		受伤害 人员 类型	人员 伤亡	直接 经济 损失	
			安全 意识	安全 技能	安全 作业 行为 或状态	施工 准备	安全 防护 设施 与安全 标志	机械 设备	工作 场所	个体 防护 用品	气候 环境 条件	地质 水文 条件	周边 环境 条件	管理 机构 与机制	安全 生产 管理 制度	施工 技术		
分部 分项1	作业 活动1	风险 事件1																
		风险 事件2																
																		
																		
	作业 活动N	风险 事件1																
风险 事件2																		
.....																		
.....																		

6.3 风险估测

6.3.1 风险估测方法

6.3.1.1 风险估测方法按JT/T 1375.1—2022中6.3.1的规定进行。

6.3.1.2 桥梁工程常见重大作业活动清单见附录D。

6.3.2 一般作业活动风险估测

应采用作业条件危险性分析法(LEC法,见附录E)对表2各作业活动的风险事件进行估测,并按表3汇总风险估测结论。

表3 桥梁工程一般作业活动风险估测汇总表

一般作业活动	风险事件	风险程度
一般作业活动1	风险事件1	
	风险事件2	
		
.....		
一般作业活动N	风险事件1	
	风险事件2	
		

6.3.3 重大作业活动风险估测

6.3.3.1 一般规定

6.3.3.1.1 重大作业活动风险估测应符合JT/T 1375.1—2022中6.3.3的规定。

6.3.3.1.2 评估小组可结合附录D及表3中风险程度为高度危险及以上的风险事件对应的作业活动,形成重大作业活动清单。

6.3.3.1.3 重大作业活动风险估测应针对表3中风险程度为高度危险及以上的风险事件进行。

6.3.3.1.4 重大作业活动风险估测宜采用风险矩阵法,根据风险事件发生的可能性等级、严重程度等级确定各重大作业活动风险事件的风险等级。其中,风险事件后果严重程度的估测方法宜采用专家调查法,风险事件可能性的估测方法宜采用指标体系法,也可使用其他定量计算方法。

注:风险事件可能性估测可与桥梁结构的失效概率计算结合,采用可靠度分析法进行,见附录E。

6.3.3.1.5 采用风险矩阵法确定各重大作业活动风险事件的风险等级时,划分标准见表4。

表4 专项风险等级标准

可能性等级		严重程度等级				
		小	一般	较大	重大	特大
		1	2	3	4	5
很可能	5	较大风险(Ⅲ)	较大风险(Ⅲ)	重大风险(Ⅳ)	重大风险(Ⅳ)	重大风险(Ⅳ)
可能	4	一般风险(Ⅱ)	较大风险(Ⅲ)	较大风险(Ⅲ)	重大风险(Ⅳ)	重大风险(Ⅳ)
偶然	3	一般风险(Ⅱ)	一般风险(Ⅱ)	较大风险(Ⅲ)	较大风险(Ⅲ)	重大风险(Ⅳ)
可能性很小	2	低风险(Ⅰ)	一般风险(Ⅱ)	一般风险(Ⅱ)	较大风险(Ⅲ)	较大风险(Ⅲ)
几乎不可能	1	低风险(Ⅰ)	低风险(Ⅰ)	一般风险(Ⅱ)	一般风险(Ⅱ)	较大风险(Ⅲ)

6.3.3.1.6 重大作业活动风险估测完成后,应按表5汇总重大作业活动风险估测结论。

表5 桥梁工程重大作业活动风险等级汇总表

分部分项	重大作业活动	风险事件	风险事件可能性等级	风险事件后果严重程度				风险等级
				人员伤亡	直接经济损失		风险事件后果严重程度等级	
分部分项1	重大作业活动1	风险事件1						
								
								
	重大作业活动N	风险事件1						
								
.....								

6.3.3.1.7 应按 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.3.6 的要求绘制并应用施工安全风险分布图。桥梁工程施工安全风险分布图中,每个分项工程应取其全部作业活动中风险等级最高的风险事件所对应的颜色,并注明该作业活动及风险事件。

6.3.3.2 风险事件可能性的估测

6.3.3.2.1 采用指标体系法进行风险事件可能性的估测时,应符合 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.3.2、6.3.3.4 和 6.3.3.5 的要求。

6.3.3.2.2 重大作业活动风险事件风险估测可能性评估指标见附录 F,部分常见重大作业活动风险事件的可能性评估指标体系见附录 G;其他重大作业活动风险事件的可能性评估指标体系可参照建立。评估指标体系中指标的个数应为 5~13 个,宜为 10 个。

6.3.3.2.3 权重系数宜采用重要性排序法确定。采用重要性排序法时,应通过工程类比分析、集体研究论证等方式,结合工程实际情况,分析评估指标与风险事件发生可能性的相关性,进行综合评判后,将评估指标按重要性从高到低依次进行排序。

6.3.3.2.4 采用重要性排序法时,权重系数应按公式(2)计算:

$$\gamma = \frac{2n - 2m + 1}{n^2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:
γ——权重系数;
n——评估指标项数;
m——重要性排序号, m≤n。

6.3.3.2.5 应结合工程技术资料收集分析、施工现场地质水文条件和环境条件调查、施工队伍素质和管理制度调查等结果,采用现场调查、资料分析、小组讨论、专家咨询等方式进行指标取值。

6.3.3.2.6 安全管理评估指标体系见附录 H。将评估指标分值按公式(3)进行计算。根据计算分值对照表 6 找出安全管理调整系数 λ。在对每个重大作业活动进行风险评估时,应分别计算相应的安全管理调整系数。

$$M = A + B + C + D + E + F + G + H + I + J \dots\dots\dots(3)$$

式中:
M——安全管理评估分值;

- A——总包企业资质评估指标分值；
- B——专业分包评估指标分值；
- C——劳务分包评估指标分值；
- D——作业班组经验评估指标分值；
- E——项目技术管理人员经验评估指标分值；
- F——项目安全管理人员配备评估指标分值；
- G——机械设备配置及管理评估指标分值；
- H——施工组织设计或专项施工方案评估指标分值；
- I——企业工程业绩评估指标分值；
- J——企业信用评价等级评估指标分值。

注：评估小组可结合工程实际情况、项目管理模式等，补充具体的评估指标。

表6 安全管理评估分值与安全管理调整系数对照表

安全管理评估分值 M	安全管理调整系数 λ
$M \geq 15$	1.1
$12 \leq M < 15$	1.05
$9 \leq M < 12$	1
$7 \leq M < 9$	0.95
$M < 7$	0.9

6.3.3.2.7 桥梁工程施工风险事件的可能性大小计算按公式(4)计算确定。

$$P = \lambda \times \sum X_i = \lambda \times \sum (R_i \times \gamma_i) \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- P ——风险事件可能性评估分值；
- λ ——安全管理调整系数,按表6取值；
- X_i ——评估指标的分值; $i=1、2、\cdots、n,n$ 为评估指标项数；
- R_i ——评估指标的基本分值；
- γ_i ——评估指标的权重系数。

计算得出 P 后,根据 P 值对照表7确定各风险事件的可能性等级。

表7 专项风险评估风险事件可能性等级标准

可能性等级描述	可能性等级	P
很可能	5	$P > 60$
可能	4	$45 < P \leq 60$
偶然	3	$30 < P \leq 45$
可能性很小	2	$15 < P \leq 30$
几乎不可能	1	$0 \leq P \leq 15$

6.3.3.3 风险事件后果严重程度估测

采用专家调查法进行风险事件后果严重程度的估测时,应符合 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.3.3 的规定。

6.4 风险控制预期效果评价

风险控制预期效果评价按 JT/T 1375.1—2022 中 6.4 的要求进行。

7 风险控制措施

7.1 总体风险控制措施

7.1.1 总体风险的控制措施应符合 JT/T 1375.1—2022 中第 7 章的规定。

7.1.2 应根据桥梁工程施工安全总体风险等级,从施工单位选择、安全生产管理规划和施工组织设计编制等方面提出风险控制措施建议。

——指导安全生产管理规划时,应结合桥梁工程施工安全风险特点,从安全管理目标、安全管理思路、安全工作任务、安全资源配置及实施保障措施等方面提出措施建议。

——指导施工组织设计编制时,应从资源(财、物)配置、进度计划、安全技术和安全组织等方面提出措施建议。

7.2 专项风险控制措施

专项风险的控制措施应符合 JT/T 1375.1—2022 中第 7 章的规定。

8 风险评估报告

风险评估报告按 JT/T 1375.1—2022 中第 8 章的要求进行。



附录 A
(资料性)
桥梁工程施工安全总体风险主控因素判识表

表 A. 1 为桥梁工程施工安全总体风险主控因素判识表。

表 A. 1 主控因素判识表

评估指标		总体风险等级		说明
主控因素类型	因素描述	重大风险 (Ⅳ级)	较大风险 (Ⅲ级)	
建设类型	特大桥拆除工程	√		
	中桥、大桥拆除工程		√	
建设规模	单孔跨径大于或等于 40 m 的圬工拱桥,单孔跨径大于或等于 210 m 的钢拱桥或钢管混凝土拱桥,单孔跨径大于或等于 170 m 的钢筋混凝土拱桥,单孔跨径大于或等于 140 m 的梁式桥,单孔跨径 400 m 以上的斜拉桥,单孔跨径 750 m 以上的悬索桥	√		
	桥下净空大于 100 m	√		
	涉及 100 m 及以上索塔或墩柱施工	√		自承台顶面高程计
地质水文条件	有深水基础,且基础处水深大于 30 m	√		
桥位特征	上跨(下穿)高速公路、干线铁路、城市轨道交通、城市快速路,上跨通航等级Ⅱ级以上航道	√		封航、封闭施工不选此项



附录 B

(资料性)

桥梁工程施工安全总体风险评估指标体系

表 B.1 列出了桥梁工程施工安全总体风险的评估指标体系,包括 6 项必选指标及 6 项可选指标。具体评估时应根据实际情况选择可选指标,并使可选指标的最高分值之和为 28 分,所有指标的最高分值之和为 100 分;可对表 B.1 中指标的数值区间进行适当调整。

表 B.1 桥梁工程施工安全总体风险评估指标体系

项别	评估指标	分级	分值	说明
建设规模	桥型及跨径* (X_1)	单孔跨径大于或等于 60 m 的圬工拱桥,单孔跨径大于或等于 320 m 的钢拱桥或钢管混凝土拱桥,单孔跨径大于或等于 260 m 的钢筋混凝土拱桥,单孔跨径大于或等于 200 m 的梁式桥,单孔跨径 700 m 以上的斜拉桥,单孔跨径 1 300 m 以上的悬索桥	14 ~ 20	当地该桥型建设经验及水平高者可取分值范围下限;满足多项条件时取分值高者
		单孔跨径 20 m ~ 60 m 的圬工拱桥,单孔跨径 40 m ~ 320 m 的钢拱桥或钢管混凝土拱桥,单孔跨径 40 m ~ 260 m 的钢筋混凝土拱桥,单孔跨径 40 m ~ 200 m 的梁式桥,单孔跨径 700 m 以下的斜拉桥,单孔跨径 1 300 m 以下的悬索桥	4 ~ 14	
		单孔跨径小于 20 m 的圬工拱桥,单孔跨径小于 40 m 的钢拱桥、钢管混凝土拱桥、钢筋混凝土拱桥或梁式桥	0 ~ 4	
	墩/塔高度* (X_2)	>100 m	10 ~ 11	墩/塔高度取该桥墩/塔高度最大值
		40 m ~ 100 m	7 ~ 10	
		15 m ~ 40 m	3 ~ 7	
		<15 m	0 ~ 3	
地质水文条件	地质灾害和不良地质* (X_3)	地质灾害危险性大,或位于地质灾害高易发区,或位于地质灾害重点防治区,或存在其他不良地质条件,严重影响施工安全	9 ~ 11	需要关注的地质灾害包括岩溶、滑坡、泥石流、地震、雪崩、采空区塌陷、尾矿库地质灾害、水库坍岸等;地质灾害危险性评估依据 GB/T 40112
		地质灾害危险性中等,或位于地质灾害中易发区,或存在其他不良地质条件,较影响施工安全	6 ~ 9	
		地质灾害危险性小,或位于地质灾害低易发区,或存在轻微影响施工安全的特殊性岩土	3 ~ 6	
		地质条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 3	
	水深 (X_4)	>30 m	7	水深指施工期基础处最大水深
		20 m ~ 30 m	5 ~ 7	
		5 m ~ 20 m	2 ~ 5	
		<5 m	0 ~ 2	

表 B.1 桥梁工程施工安全总体风险评估指标体系（续）

项别	评估指标	分级	分值	说明
气候环境条件	气候条件* (X_5)	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	7~11	需要关注的极端天气事件包括大风、洪水、暴雨、暴雪、寒潮、高温等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	3~7	
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0~3	
地形地貌	地形地貌* (X_6)	峡谷、山间盆地、山口等险要地区	9~11	结合勘察资料,综合判定;一般山地区指除峡谷、山间盆地、山口等险要地区的山地区;滩涂或海上作业同时选择指标“大型临时设施”时,已考虑人员物料机械运输施工不便,取区间低值,否则取高值
		一般山地区	6~9	
		滩涂或海上	3~9	
		盆地区、高原区	3~6	
		平原、丘陵区	0~3	
桥位特征	跨江、河、海湾 (X_7)	通航等级Ⅱ级及以上航道	11~14	综合考虑船舶交通量,封航施工可降低1级取值
		通航等级Ⅲ~Ⅴ级航道	7~10	
		通航等级Ⅵ~Ⅶ级航道	3~6	
		通航等级等外航道或不通航	0~2	
	穿跨公路、铁路、城市道路 (X_8)	上跨(下穿)高速公路、干线铁路、城市轨道交通、城市快速路	11~14	综合考虑被交叉线路的交通量;封闭施工可降低1级取值
		上跨(下穿)一级公路、城市主干路、支线铁路	7~10	
		上跨(下穿)二至四级公路、非干线/支线铁路、城市次干路等	3~6	
		上跨(下穿)等外公路、支路等,或穿越未通车道路	0~2	
	存在可能影响施工安全的结构物或设施 (X_9)	结构物或设施位于公路建筑控制区内,或桥梁施工作业可能距离石油天然气管线5m以内、位于电力保护区、堤防安全保护区或大坝保护区内	5~7	存在可能影响施工安全的结构物或设施,如临近或穿越石油天然气管线,临近或穿越高压线、变电站,临堤、跨堤,临近大坝等;依据影响施工安全的结构物或设施的重要性、等级、穿越方式及相对距离综合取值;存在多项因素时提高取值
		结构物或设施位于公路建筑控制区外,或桥梁施工作业在石油天然气管线5m外、位于电力保护区、堤防安全保护区或大坝保护区外,但对施工安全有一定影响	3~5	
		结构物或设施与桥梁施工距离远,对施工安全影响不大	0~3	
施工技术	施工工艺复杂程度* (X_{10})	施工工艺中工序较多,且工序转换或交叉作业频繁	5~8	指主要结构施工的工艺复杂程度;根据工程地质勘察报告、初步设计文件、施工图设计文件等对施工工艺的要求取值
		施工工序较多,但没有较多的工序转换或交叉作业不频繁	3~5	
		施工工艺较简单	0~3	
	工艺成熟度 (X_{11})	新结构、新技术、新工艺、新设备国内首次应用	6~7	根据施工企业的工程经验取值;对安全有较大影响且无相关技术标准的取分值范围高限
		新结构、新技术、新工艺、新设备省(自治区、直辖市)内首次应用	3~6	
		新结构、新技术、新工艺、新设备省(自治区、直辖市)内已有应用	0~3	
	大型临时设施 (X_{12})	施工规模大或难度高	5~7	栈桥、临时码头及水上作业平台的难度主要考虑水深、流速等条件及度洪、通航等要求;作业平台、临时支墩的难度主要考虑搭设作业条件、搭设高度等;满足多项条件时取分值高者
		施工规模较大或难度较高	3~5	
		施工规模较小、难度较低或不涉及	0~3	

注:6项必选指标以*号标注,未标注*号的指标为可选指标。

附录 C

(资料性)

桥梁工程常见施工作业及施工作业场所的典型风险事件类型

表 C.1 列出了桥梁工程常见施工作业典型风险事件类型,表 C.2 列出了桥梁工程常见施工作业场所典型风险事件类型。利用附录 C 判断具体桥梁工程作业活动中可能发生的风险事件时,应先纳入该作业活动在表 C.1 所对应的风险事件,再分析该作业活动的施工作业场所,补充其在表 C.2 中对应的风险事件,也可经评估小组论证后对风险事件进行补充或删除。

表 C.1 桥梁工程常见施工作业典型风险事件类型

序号	施工作业	典型风险事件										
		坍塌/ 倾覆	起重 伤害	物体 打击	高处 坠落	机械 伤害	触电	车辆 伤害	中毒 窒息	火灾	爆炸	放炮
1	基坑工程作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
2	钻孔灌注桩作业	○	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—
3	人工挖孔桩作业	○	○	○	○	—	○	—	○	—	—	—
4	地下连续墙施工作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
5	围堰施工作业	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
6	沉井施工作业	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
7	翻模、爬模作业	○	○	○	○	—	○	—	—	○	—	—
8	支架现浇法作业	○	○	○	○	○	—	—	—	○	—	—
9	架桥机作业	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
10	悬臂浇筑法作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
11	移动模架作业	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—
12	节段预制拼装法作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
13	转体施工作业	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—
14	顶推法作业	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—
15	拱桥劲性骨架法作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
16	缆索吊装法作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
17	锚碇锚固体系制作安装作业	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—
18	索鞍安装作业	○	○	○	○	—	○	—	—	—	—	—
19	先导索架设作业	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
20	猫道安装与拆除作业	○	—	○	○	—	○	—	—	—	—	—
21	主缆架设作业	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—
22	吊/系杆/索、索夹安装作业	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
23	斜拉索安装作业	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—
24	桥面护栏施工作业	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—
25	伸缩装置安装作业	—	○	—	○	○	—	○	—	—	—	—
26	钢筋工程作业	○	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—
27	混凝土工程作业	○	—	—	○	○	—	○	—	—	—	—
28	吊装作业(浮式起重机等)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 C.1 桥梁工程常见施工作业典型风险事件类型（续）

序号	施工作业	典型风险事件										
		坍塌/ 倾覆	起重 伤害	物体 打击	高处 坠落	机械 伤害	触电	车辆 伤害	中毒 窒息	火灾	爆炸	放炮
29	吊装作业(塔式起重机等)	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
30	吊装作业 (门式起重机、汽车起重机等)	○	○	○	—	—	○	○	—	—	—	—
31	电焊与气焊(割)作业	—	—	—	—	—	○	—	—	○	○	—
32	预应力工程作业	—	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—
33	临时用电作业	—	—	—	—	—	○	—	—	○	—	—
34	机械设备维修作业	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—	—
35	模板安装与拆除作业	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
36	混凝土结构预制作业	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
37	混凝土构件安装作业	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
38	钢结构安装作业	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
39	涂装作业	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—
40	爆破作业	○	—	○	—	—	—	—	—	—	○	○
41	车辆运输作业	○	○	○	—	—	—	○	—	—	—	—
42	船舶运输作业	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
43	临时设施(栈桥、码头、平台、 临时支墩等)安装与拆除作业	○	○	—	○	○	—	—	—	—	—	—
44	起重设备安装与拆除作业	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
45	轻钢屋架安装与拆除作业	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
46	既有结构拆除作业 (建筑物、旧桥拆除)	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
注：“○”表示该类风险事件常见，“—”表示该类风险事件不常见。												

表 C.2 桥梁工程常见施工作业场所典型风险事件类型

序号	施工作业场所	典型风险事件								
		坍塌/ 倾覆	物体 打击	高处 坠落	船舶 触碰	车辆 撞击	车辆 伤害	淹溺	中毒 窒息	水上交通 事故
1	高处作业	—	—	○	—	—	—	—	—	—
2	潜水作业	—	—	—	—	—	—	○	—	—
3	非通航水域水上作业	—	—	—	—	—	—	○	—	—
4	通航水域作业	—	○	—	○	—	—	○	—	—
5	船舶作业	○	—	—	—	—	—	○	—	○
6	不中断交通作业	—	○	—	—	○	○	—	—	—
7	有限空间作业	—	—	—	—	—	—	—	○	—
注1：“○”表示该类风险事件常见，“—”表示该类风险事件不常见。 注2：“车辆撞击”主要考虑车辆撞击在建桥梁工程，“船舶触碰”主要考虑船舶触碰在建桥梁工程主体结构及临时设施。 注3：“通航水域作业”指在通航水域或其上方进行施工作业。										

附录 D

(资料性)

桥梁工程常见重大作业活动清单

表 D.1 列出了桥梁工程常见重大作业活动清单。

表 D.1 桥梁工程常见重大作业活动清单

类别	重大作业活动
基坑开挖、 支护、 降水工程	深度 5 m 及以上的基坑(槽)的土(石)方开挖、支护、降水工程
	开挖深度虽在 5 m 以下,但地质条件、周围环境和地下管线复杂,或影响毗邻建(构)筑物安全,或存在有毒有害气体分布的基坑(槽)的开挖、支护、降水工程
基础工程	受地形限制需采取人工挖孔桩时,开挖深度 15 m 及以上的人工挖孔桩或开挖深度不超过 15 m,但地质条件复杂的人工挖孔桩工程
	平均高度 6 m 及以上且面积 1 200 m ² 及以上的砌体挡土墙的基础工程
	水深 20 m 及以上的各类深水基础工程
	离岸无掩护条件下的桩基工程
	在Ⅲ级及以上通航等级的内河航道上进行的基础工程
大型临时 工程	水深 10 m 及以上的围堰工程
	高度 40 m 及以上墩柱,高度 100 m 及以上索塔的滑模、爬模、翻模工程
	支架高度 8 m 及以上;跨径 18 m 及以上,施工总荷载 15 kN/m ² 及以上;集中线荷载 20 kN/m 及以上
	用于钢结构安装等满堂承重支撑体系,承受单点集中荷载 7 kN 及以上
	50 m 及以上落地式钢管脚手架工程
	提升高度在 150 m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程
	分段架体搭设高度在 20 m 及以上的悬挑式脚手架工程
	猫道、移动模架
下部结构 工程	栈桥、水上作业平台
	高度 40 m 及以上的墩柱、高度 100 m 及以上的索塔等的施工
	在Ⅲ级及以上通航等级的内河航道上进行的下部结构的水上水下施工
	斜拉桥、悬索桥的桥塔施工工程
	悬索桥的锚定施工工程
上部结构 工程	悬索桥的隧道式锚碇施工工程
	长度 40 m 及以上梁的制造与运输、拼装与吊装
	跨径 36 m 及以上的钢结构安装工程
	跨径 150 m 及以上的钢管拱安装施工
	跨径超过 200 m 或最大块重超过 250 t 的悬浇、悬拼施工工程
	开敞式水域大型预制构件的运输与吊装作业
	在Ⅲ级及以上通航等级的内河航道上进行的上部结构的水上施工
	转体、顶推施工

表 D. 1 桥梁工程常见重大作业活动清单（续）

类别	重大作业活动
上部结构工程	斜拉桥、悬索桥缆索施工工程
	跨高速公路、一级公路、铁路的桥梁上部结构施工
起重吊装工程	采用非常规起重设备、方法,且单件起吊重量在 100 kN 及以上的起重吊装工程,2 台及以上轮式或履带式起重机起吊同一吊物的起重吊装工程
拆除、爆破、维修工程	大桥及以上桥梁拆除工程
	C 级及以上爆破工程、水下爆破工程
	桥梁换索、换墩等工程
	重要建筑物、构筑物影响范围内的拆除工程



附 录 E
(资料性)
可选用的评估方法

E.1 LEC法

LEC法采用风险事件发生的可能性(L ,见表E.1)、人员暴露于危险环境的频繁程度(E ,见表E.2)、发生风险事件可能造成的后果(C ,见表E.3)三种因素指标值的乘积得到风险分值 D ,从而进行风险估测。

风险分值 D 按公式(E.1)计算:

$$D = L \times E \times C \quad \cdots \cdots \cdots (E.1)$$

计算得出风险分值 D 后,根据 D 值对照表E.4确定各风险事件的风险程度和等级。

表E.1 事故发生的可能性分值 L

分值	10	6	3	1	0.5	0.2	0.1
风险事件发生的可能性	完全会被预料到	相当可能	可能,但不经常	完全意外,可能小	可以设想,不太可能	极不可能	实际上不可能

表E.2 暴露于危险环境的频繁程度分值 E

分值	10	6	3	2	1	0.5
暴露于危险环境的频繁程度	连续暴露	每天工作时间内暴露	每周一次或偶然暴露	每月暴露一次	每年暴露几次	非常罕见暴露

表E.3 事故造成的后果分值 C

分值	100	40	15	7	3	1
风险事件造成的后果	10人以上死亡	3人以上9人以下死亡	1~2人死亡	严重伤残	有伤残	轻伤,需救护

表E.4 风险等级划分标准

风险分值 D	≥ 320	$\geq 160 \sim 320$	$\geq 70 \sim 160$	$\geq 20 \sim 70$	< 20
风险程度	极度危险,不能继续作业	高度危险,需要整改	显著危险,需要整改	比较危险,需要注意	稍有危险,可以接受
风险等级	5	4	3	2	1

E.2 可靠度分析法

可靠度分析法适用于分析施工状态的结构在规定的时间内、规定的条件下具备预定功能的安全概率,或对待拆除结构进行可靠度校核。

可靠度的计算方法有多种,如一次可靠度方法(FORM)、二次可靠度方法(SORM)、蒙特卡洛模拟(Monte-Carlo Simulation)方法等。JTG 2120中推荐采用国内外标准普遍采用的一次二阶矩方法,对于一些比较特殊的情况,也可以采用其他方法,如对计算精度要求较高时,可采用二次二阶矩方法,极限状态方程比较复杂时可采用GB/T 27921中的蒙特卡洛方法等。



附录 F

(资料性)

重大作业活动风险估测可能性评估指标

表 F.1 ~ 表 F.3 分别给出了重大作业活动风险估测中设施设备因素、环境因素、施工技术因素的评估指标。

表 F.1 设施设备因素评估指标

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
施工准备	地基处理情况 (X_{ss1})	地基未经处理,承载力可能不符合要求或存在斜坡等不平整,沉降影响安全的可能性较高	75 ~ 100	针对落地式支架、脚手架、起重机、平台等
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性较低,但存在台阶等不平整	25 ~ 75	
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性极低	0 ~ 25	
	临时设施与设备 (X_{ss2})	两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等部分未完成建设,或已进场设备和已完工设施不符合作业要求	100	验收符合 JT/T 1404、JTG F90 等的相关规定;标准化建设符合相关规范规定
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成建设但未验收,或已进场设备和已完工设施基本符合作业要求	50 ~ 100	
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成建设并通过验收,已进场设备和已完工设施符合作业要求	25 ~ 50	
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成标准化建设并通过验收,已进场设备和已完工设施符合作业要求	0 ~ 25	
	用电防爆 (X_{ss3})	无安全照明电压、隔离变压器、整体电气防爆或防静电措施	75 ~ 100	钢箱梁内部等有限空间的临时用电
		有整体电气防爆或防静电措施,无安全照明电压和隔离变压器;或有安全照明电压和隔离变压器,无整体电气防爆和防静电措施	25 ~ 75	
		使用安全照明电压、隔离变压器、整体电气防爆和防静电措施	0 ~ 25	
	待拆桥梁养护管理 (X_{ss4})	工程资料不完整,养护、管理等不符合相关制度,或桥梁技术状况为五类	75 ~ 100	对照 JTG 5120 等查阅相关养护、维修档案
		工程资料欠完整,养护、管理等符合或基本符合相关制度,且桥梁技术状况为三至四类	50 ~ 75	
		工程资料欠完整,养护、管理等基本符合相关制度,且桥梁技术状况为一至二类	25 ~ 50	
		工程资料完整,养护、管理等严格符合相关制度,且桥梁技术状况为一至二类	0 ~ 25	

表 F.1 设施设备因素评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
施工准备	施工材料 (X_{ss5})	材料无出厂合格证明、未按规定验收或验收资料不真实	100	符合 JTG F90 等的相关规定
		材料有出厂合格证明、按照相应规范进行了验收,但验收资料不齐全	50 ~ 100	
		材料有出厂合格证明、按照相应规范进行了验收、验收资料齐全,但使用情况不可溯源	25 ~ 50	
		材料有出厂合格证明、按照相应规范进行了验收、验收资料齐全、使用情况可溯源	0 ~ 25	
安全防护设施与安全标志	安全防护设施与安全标志规划 (X_{ss6})	未进行安全防护设施与安全标志的规划	75 ~ 100	施工现场常见安全防护设施有防护栏杆、防护棚、作业平台、钢斜梯、钢直梯、人行塔梯、高处作业水平安全通道等
		进行了安全防护设施与安全标志的规划,安全防护设施经过设计验算	25 ~ 75	
		进行了安全防护设施与安全标志的规划,安全防护设施经过设计验算,并通过专家评审	0 ~ 25	
	安全防护设施及安全标志标准化 (X_{ss7})	缺失部分类型的安全防护设施、安全标志,或自制产品不符合相关规范要求	100	
		部分使用自制产品、部分使用定型产品	50 ~ 100	
		使用专业厂家定型产品,自行安装	25 ~ 50	
		使用专业厂家定型产品并由专业厂家进行安装	0 ~ 25	
	交通诱导、分流及防撞设施 (X_{ss8})	技术特点、布设位置和数量均不满足防护需要	100	针对通航条件、涉路作业的施工安全防护
		布设位置、数量基本满足防护需要	50 ~ 100	
		技术特点基本满足防护需要,布设位置和数量满足防护需要	25 ~ 50	
		技术特点、布设位置和数量满足防护需要	0 ~ 25	
	作业平台结构形式 (X_{ss9})	漂浮式作业平台(如猫道),或立足处外倾等特殊作业平台	75 ~ 100	针对猫道、墩柱翻模、爬模、盖梁、护栏、湿接缝、斜拉索张拉、悬索桥塔顶、水上施工、各种支架模板等的施工作业平台上进行的待评作业活动
		移动式作业平台(如墩柱翻模施工作业平台、桥面护栏施工作业平台、桥梁检查车等)或悬挑式作业平台(如塔顶作业平台、盖梁作业平台等)	50 ~ 75	
		水上施工作业平台	50 ~ 100	
		落地式作业平台,如施工脚手架等	0 ~ 50	
	作业平台设计荷载 (X_{ss10})	起重机、运输车荷载	75 ~ 100	满足多项条件时取分值高者
		较多物料堆载	50 ~ 75	
		人员及少量物料堆载	0 ~ 50	
机械设备	设备的先进适用 (X_{ss11})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	淘汰、限制设备依据国家、行业相关规定;先进性体现在本质安全设计、自动化、智能化、自动监测系统等
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75	
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50	
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25	

表 F.1 设施设备因素评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
机械 设备	起升高度 (X_{ss12})	>50 m	75 ~ 100	针对各种起重机械作业 的实际起升高度
		25 m ~ 50 m	50 ~ 75	
		5 m ~ 25 m	25 ~ 50	
		<5 m	0 ~ 25	
	轨道线形 (X_{ss13})	纵坡大于 5%, 或横坡大于 4%	75 ~ 100	针对有轨机械设备, 满足 多项条件时取分值高者
		纵坡 2% ~ 5%, 或横坡 2% ~ 4%	25 ~ 75	
		纵坡小于 2% 且横坡小于 2%	0 ~ 25	
	安全防护 装置 (X_{ss14})	各类安全防护装置不齐全或不满足使用需要	75 ~ 100	指机械上防护、保险限位 装置及各种安全信息装置
		各类安全防护装置基本齐全或基本满足使用需要	25 ~ 75	
		各类安全防护装置齐全且完全满足使用需要	0 ~ 25	
	设备管理 (X_{ss15})	进场资料不完整, 或检查、维修等不符合相关制度	75 ~ 100	对照 TSG 08 等查阅特种 设备相关制度及检查、维修 档案, 对照施工单位临时设 施与设备安全管理制度查 阅其他设备检查、维修档案
		进场资料完整、有效, 检查、维修等基本符合相关制度	25 ~ 75	
		进场资料完整、有效, 检查、维修等严格符合相关制度	0 ~ 25	
	设备安装 类型 (X_{ss16})	附着式	75 ~ 100	
		吊顶式	50 ~ 100	
		落地式	0 ~ 50	
	采用 新设备 (X_{ss17})	新设备无相关技术标准, 施工企业首次应用	75 ~ 100	针对待评作业活动使用 设备
		新设备无相关技术标准, 施工企业已有应用但分包单位 首次应用	50 ~ 75	
		新设备已有相关技术标准或分包单位已有应用	0 ~ 50	
工作 场所	操作空间 (X_{ss18})	狭小	75 ~ 100	针对作业人员、设备的操 作空间; 狭小指如支座施工、 支架搭拆施工、有限空间施 工等; 较小指如桥墩施工、盖 梁施工、猫道施工等; 较大指 如基坑施工、桥面施工等
		较小	50 ~ 75	
		较大	0 ~ 50	
	通风 (X_{ss19})	有限空间未采取机械通风措施	100	针对工作场所通风方式
		有限空间机械通风	50 ~ 100	
		非有限空间局部通风或全面通风	25 ~ 50	
		非有限空间局部加全面通风	0 ~ 25	
	作业条件 (X_{ss20})	高处作业, 临边作业, 临水作业, 不中断交通作业, 有限 空间作业, 交叉作业, 能见度差作业, 存在危险电压带电 体, 可能存在有毒气体或含氧量低于 19.5%, 机械设备倾 覆半径的 1.5 倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑 物、构造物或高大机械设备	75 ~ 100	针对工作场所危险作业 条件; 存在 2 种及以上危险 因素时, 提高取值; 高温作 业分级依据 GBZ/T 229.3, 低温作业分级依据 GB/T 14440
		其他危险因素, 如夜间作业, 有冰、雪、霜、水、油等易滑 物, 高温作业, 低温作业等	25 ~ 75	
		无上述危险因素	0 ~ 25	

表 F.1 设施设备因素评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
工作场所	有毒作业场所 (X_{ss21})	有毒作业工作量大、作业人员多,且劳动时间每日 ≥ 5 h	75 ~ 100	针对防水、防腐、油漆、沥青、人工挖孔桩作业等
		有毒作业工作量大、作业人员多,但劳动时间每日 < 5 h; 或工作量小、作业人员少,但劳动时间每日 ≥ 5 h	50 ~ 75	
		有毒作业工作量小、作业人员少,且劳动时间每日 < 5 h	0 ~ 50	
	火灾爆炸危险场所 (X_{ss22})	爆炸危险性高、可燃物火灾危险性高;或爆炸危险性一般、可燃物火灾危险性一般,但正常作业中会出现火源	75 ~ 100	针对可能发生爆炸、火灾事故的工作场所;钢箱梁内部等爆炸危险环境工作场所,参考 GB 3836.14 等分类(如 0 区为爆炸危险性高,1 区为爆炸危险性一般,2 区为爆炸危险性低);火灾危险性参考 GB 50016 分类(甲、乙类为火灾危险性高,丙、丁为火灾危险性一般,戊为火灾危险性低)
		爆炸危险性一般、可燃物火灾危险性一般,正常作业中出现火源的概率低	50 ~ 75	
		爆炸危险性低、可燃物火灾危险性低;或爆炸危险性一般、可燃物火灾危险性一般,但正常作业中出现火源的概率可忽略不计	0 ~ 50	
	基坑周边 (X_{ss23})	在基坑周边 4 h 范围内有洪水位高于基坑底的水库、河流等稳定或动态水体、湿地	75 ~ 100	h 为基坑高度;基坑外水位越高的、建筑物重要性越大的、管线越复杂的取大值,反之取小值,满足多项条件时取分值高者
		在基坑周边 3 h 范围内有建筑物、管道、线缆等设施	50 ~ 75	
		基坑周边有临时道路、其他工序交叉施工	25 ~ 50	
		无水体、无建筑物、基坑单独施工	0 ~ 25	
个体防护用品	个体防护用品 (X_{ss24})	配备不齐全或缺失检查维护	100	针对待评风险事件相关个体防护用品
		配备齐全,但使用培训缺失或不到位	50 ~ 100	
		配备齐全、种类欠合理,进行了使用培训	25 ~ 50	
		配备齐全、种类合理,并进行了使用培训	0 ~ 25	

表 F.2 环境因素的评估指标

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
气候环境条件	施工期降雨量 (X_{hj1})	雨(台风)季施工,施工周期内出现暴雨;或施工地区过去 5 年内年均降雨大于 1 600 mm	75 ~ 100	根据桥梁所在区域的降雨情况确定
		雨季施工,施工周期内出现中到大雨;或施工地区过去 5 年内年均降雨 300 mm ~ 1 600 mm	25 ~ 75	
		旱季施工,施工周期内出现小雨或不降雨;或施工地区过去 5 年内年均降雨小于 300 mm	0 ~ 25	

表 F.2 环境因素的评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
气候环境条件	气候条件 (X_{hj2})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	需要关注的极端天气事件包括大风、洪水、暴雨、暴雪、寒潮等;施工不在极端气候季节的可降低 1 级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75	
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50	
	五级风 日数 (X_{hj3})	>100 d	100	根据桥位所在地区五级 以上大风的年平均日数 划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100	
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75	
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50	
		<3 d	0 ~ 25	
	雾日 (X_{hj4})	>50 d	75 ~ 100	根据桥位所在地区年平 均能见度小于 1 000 m 雾日 划分
		30 d ~ 50 d	50 ~ 75	
		15 d ~ 30 d	25 ~ 50	
		<15 d	0 ~ 25	
地质水文条件	地质灾害 和不良 地质 (X_{hj5})	地质灾害危险性大,或位于地质灾害高易发区,或位于地质灾害重点防治区,或存在其他不良地质条件,严重影响施工安全	75 ~ 100	需要关注的地质灾害包括岩溶、滑坡、泥石流、地震、雪崩、采空区塌陷、尾矿库地质灾害、水库坍岸等;地质灾害危险性评估依据 GB/T 40112
		地质灾害危险性中等,或位于地质灾害中易发区,或存在其他不良地质条件,较影响施工安全	50 ~ 75	
		地质灾害危险性小,或位于地质灾害低易发区,或存在轻微影响施工安全的特殊性岩土	25 ~ 50	
		地质条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 25	
	土石条件 (X_{hj6})	差	75 ~ 100	结合作业类别加以判定; 土石条件不均时,以最不利 条件作为判定基准
		中	25 ~ 75	
		好	0 ~ 25	
	地下水 (X_{hj7})	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,只采用 1 种降水或截排水措施	75 ~ 100	结合施工区域地下水分 布特征综合判断
		地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,同时采用 2 种及以上降水或截排水措施	50 ~ 75	
		地下水深层分布,施工中基本不带水作业	0 ~ 50	
	水深 (X_{hj8})	>30 m	100	针对水中基础作业
		20 m ~ 30 m	75 ~ 100	
		5 m ~ 20 m	25 ~ 75	
		<5 m	0 ~ 25	

表 F.2 环境因素的评估指标（续）

项别	评估指标	分级		基本分值 (R_i)	说明
				分值范围	
地质水文条件	潮汐 (X_{hj9})	半日潮或不规则半日潮的潮差高度	>4 m	75 ~ 100	根据最近验潮站或推算的平均潮差进行划分
			2 m ~ 4 m	50 ~ 75	
			<2 m	0 ~ 50	
		一日潮或不规则日潮的潮差高度	>6 m	75 ~ 100	
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75	
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50	
			<2 m	0 ~ 25	
地质水文条件	山区河流 水位差 (X_{hj10})	>20 m		75 ~ 100	根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分
		10 m ~ 20 m		50 ~ 75	
		6 m ~ 10 m		25 ~ 50	
		<6 m		0 ~ 25	
	平原河流 水位差 (X_{hj11})	>6 m		75 ~ 100	根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分
		4 m ~ 6 m		50 ~ 75	
		2 m ~ 4 m		25 ~ 50	
		<2 m		0 ~ 25	
	冲刷 (X_{hj12})	严重冲刷		75 ~ 100	针对水中基础作业
		中度冲刷		50 ~ 75	
		轻微冲刷		0 ~ 50	
	潮流流速 (X_{hj13})	>2 m/s		75 ~ 100	根据水中基础处潮流流速最大值进行划分
		1 m/s ~ 2 m/s		50 ~ 75	
		0.6 m/s ~ 1 m/s		25 ~ 50	
		<0.6 m/s		0 ~ 25	
	山区河流 流速 (X_{hj14})	>3 m/s		75 ~ 100	根据水中基础处流速的最大值进行划分;对于长江等大江大河,分级指标可适当加大;在山区河道地势起伏大、流速紊乱的情况下,取高值;对于受潮汐影响的河口地区,将河流与潮流流速对比,取大值
		2 m/s ~ 3 m/s		50 ~ 75	
		1 m/s ~ 2 m/s		25 ~ 50	
		<1 m/s		0 ~ 25	
	平原河流 流速 (X_{hj15})	>2 m/s		75 ~ 100	
		1 m/s ~ 2 m/s		50 ~ 75	
		0.5 m/s ~ 1 m/s		25 ~ 50	
		<0.5 m/s		0 ~ 25	
周边环境条件	跨江、河、 海湾 (X_{hj16})	通航等级Ⅱ级及以上航道		75 ~ 100	综合考虑船舶交通量,封航施工可降低1级取值
		通航等级Ⅲ ~ V级航道		50 ~ 75	
		通航等级Ⅵ ~ Ⅶ级航道		25 ~ 50	
		通航等级等外航道或不通航		0 ~ 25	

表 F.2 环境因素的评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
周边环境条件	穿跨公路、铁路、城市道路 (X_{hj17})	上跨(下穿)高速公路、干线铁路、城市轨道交通、城市快速路	75 ~ 100	综合考虑被交叉线路的交通量;封闭施工可降低1级取值
		上跨(下穿)一级公路、城市主干路、支线铁路	50 ~ 75	
		上跨(下穿)二至四级公路、非干线/支线铁路、城市次干路等	25 ~ 50	
		上跨(下穿)等外公路、支路等,或穿越未通车道路	0 ~ 25	
	存在可能影响施工安全的结构物或设施 (X_{hj18})	结构物或设施位于公路建筑控制区内,或桥梁施工作业可能距离石油天然气管线5 m以内、位于电力保护区、堤防安全保护区或大坝保护区内	75 ~ 100	存在可能影响施工安全的结构物或设施,如临近或穿越石油天然气管线,临近或穿越高压线、变电站,临堤、跨堤,临近大坝等;依据影响施工安全的结构物或设施的重要性、等级、穿越方式及相对距离综合取值;存在多项因素时提高取值
		结构物或设施位于公路建筑控制区外,或桥梁施工作业在石油天然气管线5 m外、位于电力保护区、堤防安全保护区或大坝保护区外,但对施工安全有一定影响	25 ~ 75	
		结构物或设施与桥梁施工距离远,对施工安全影响不大	0 ~ 25	
	地形地貌 (X_{hj19})	峡谷、山间盆地、山口等险要地区	75 ~ 100	结合勘察资料综合判定;一般山地区指除峡谷、山间盆地、山口等险要地区的山地区
		一般山地区	50 ~ 75	
		滩涂或海上	25 ~ 75	
		盆地区、高原区	25 ~ 50	
		平原、丘陵区	0 ~ 25	
	防台、避风锚地 (X_{hj20})	防台、避风锚地距离施工区域大于50 n mile	75 ~ 100	根据锚地掩护程度、地质、水文条件、距离及施工船舶的性能综合取值
		防台、避风锚地距离施工区域30 n mile ~ 50 n mile	50 ~ 75	
		防台、避风锚地距离施工区域10 n mile ~ 30 n mile	25 ~ 50	
		防台、避风锚地距离施工区域小于10 n mile	0 ~ 25	

表 F.3 施工技术因素的评估指标

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
通用施工技术	技术的先进适用 (X_{sg1})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	淘汰、限制技术依据国家、行业相关规定;先进体现在本质安全设计、自动化、智能化、自动监测系统等
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75	
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50	
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25	
	临时结构设计 (X_{sg2})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	针对支架、模板、围堰、栈桥、移动模架、挂篮、作业平台等临时结构
		进行专项设计,进行安全性验算,但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75	

表 F.3 施工技术因素的评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
通用 施工 技术	临时结构设计 (X_{sg2})	进行专项设计,进行安全性验算,征求桥梁设计单位意见,委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25	针对支架、模板、围堰、栈桥、移动模架、挂篮、作业平台等临时结构
	桥梁线形 (X_{sg3})	纵坡大于 5%,横坡大于 4%,或圆曲线半径小	75 ~ 100	满足多项条件时取分值高者
		纵坡 2% ~ 5%,横坡 2% ~ 4%,或圆曲线半径较小	25 ~ 75	
		纵坡小于 2%,横坡小于 2%,且圆曲线半径较大	0 ~ 25	
	截面形状 (X_{sg4})	左右明显不对称,或异形截面	75 ~ 100	
		上下不对称、左右基本对称	50 ~ 75	
		上下、左右基本对称	0 ~ 50	
	监测 (X_{sg5})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	针对可能影响施工安全的人、物、环境、设备因素进行监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75	
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25	
	工艺成熟度 (X_{sg6})	新结构、新技术、新工艺国内首次应用	75 ~ 100	根据施工企业的工程经验取值;对安全有较大影响且无相关技术标准的取分值范围高限
		新结构、新技术、新工艺省(自治区、直辖市)内首次应用	50 ~ 75	
		新结构、新技术、新工艺省(自治区、直辖市)内已有应用	0 ~ 50	
	施工工艺复杂程度 (X_{sg7})	施工工艺中工序较多,且工序转换或交叉作业频繁	75 ~ 100	根据工程地质勘察报告、施工图设计文件、施工组织设计、专项施工方案等对施工工艺的要求取值
		施工工序较多,但没有较多的工序转换或交叉作业不频繁	50 ~ 75	
		施工工艺较简单	0 ~ 50	
人工挖孔桩施工	人工挖孔桩桩长 (X_{sg8})	>15 m	75 ~ 100	待评桥梁所在地区和施工单位人工挖孔桩施工经验丰富时,可降低取值
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75	
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50	
		<5 m	0 ~ 25	
	人工挖孔桩数量 (X_{sg9})	>100 根	75 ~ 100	针对待评桥梁的人工挖孔桩数量
		50 根 ~ 100 根	50 ~ 75	
		10 根 ~ 50 根	25 ~ 50	
		<10 根	0 ~ 25	
水上群桩施工	水上群桩桩长 (X_{sg10})	>100 m	75 ~ 100	
		60 m ~ 100 m	50 ~ 75	
		30 m ~ 60 m	25 ~ 50	
		<30 m	0 ~ 25	
	水上群桩数量 (X_{sg11})	≥6 个	75 ~ 100	
		3 个 ~ 5 个	50 ~ 75	
		1 个 ~ 2 个	0 ~ 50	

表 F.3 施工技术因素的评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
基坑 施工	基坑深度 (X_{sg12})	>10 m	75 ~ 100	筑岛围堰、钢板桩围堰、双 壁钢围堰开挖,考虑洪水、潮 汐及冲刷水平等因素取值
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75	
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50	
		<3 m	0 ~ 25	
	基坑开挖 方式 (X_{sg13})	筑岛围堰开挖	75 ~ 100	
		钢板桩围堰或双壁钢围堰开挖	50 ~ 75	
		放坡台阶法开挖	0 ~ 50	
围堰 施工	围堰挡水 高度 (X_{sg14})	>15 m	75 ~ 100	
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75	
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50	
		<5 m	0 ~ 25	
	围堰结构 (X_{sg15})	土石围堰	75 ~ 100	
		钢筋混凝土板桩、钢板桩、钢管桩围堰,双壁钢围堰	50 ~ 75	
		地下连续墙围堰	25 ~ 50	
		钢筋混凝土围堰	0 ~ 25	
钢筋 工程 作业	钢筋工程 规模 (X_{sg16})	板厚大于 1.5 m(含)或梁高大于 2 m(含)的钢筋支撑工 程;绑扎高度大于 6 m(含)的墩身钢筋工程	50 ~ 100	
		其他钢筋工程	0 ~ 50	
模板 施工	模板高度 (X_{sg17})	>16 m	75 ~ 100	
		8 m ~ 16 m	50 ~ 75	
		5 m ~ 8 m	25 ~ 50	
		<5 m	0 ~ 25	
	模板 及配件的 周转情况 (X_{sg18})	使用周转模板及配件,未按规定验收或验收情况未知	50 ~ 100	综合考虑模板及配件的 设计周转次数取值
		使用周转模板及配件,按照相应规范严格执行验收,验 收资料齐全	25 ~ 50	
		使用新模板及配件	0 ~ 25	
	模板特点 (X_{sg19})	滑模、翻模、爬模施工、高处支架模板施工等	50 ~ 100	取值时考虑作业人员的 施工经验
		落地模板施工	25 ~ 50	
		预制构件模板施工	0 ~ 25	
墩/塔 施工	墩/塔高度 (X_{sg20})	>100 m	75 ~ 100	
		40 m ~ 100 m	50 ~ 75	
		15 m ~ 40 m	25 ~ 50	
		<15 m	0 ~ 25	
支架 施工	支架规模 (X_{sg21})	高度不小于 20 m 或跨径不小于 40 m	75 ~ 100	满足多项条件时取分值 高者
		高度不小于 8 m 且小于 20 m,或跨径不小于 18 m 且小于 40 m	50 ~ 75	

表 F.3 施工技术因素的评估指标 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
支架 施工	支架规模 (X_{sg21})	高度不小于 5 m 且小于 8 m, 或跨径不小于 10 m 且小于 18 m	25 ~ 50	满足多项条件时取分值高者
		高度小于 5 m, 或跨径小于 10 m	0 ~ 25	
	支架 构件的 周转情况 (X_{sg22})	使用周转支架构件, 未按规定验收或验收情况未知	50 ~ 100	综合考虑支架及配件的设计周转次数取值
		使用周转支架构件, 按照相应规范严格执行验收, 验收资料齐全	25 ~ 50	
		使用新支架构件	0 ~ 25	
	支架特点 (X_{sg23})	托架式支架	75 ~ 100	支架安拆为 IV 级高处作业等情况提高 1 级取值
		满堂式与梁柱式组合支架	50 ~ 75	
		梁式支架、梁柱式支架、满堂式支架	0 ~ 50	
构件 安装 施工	构件尺寸 (X_{sg24})	长边不小于 40 m	75 ~ 100	宽或高尺寸亦较大时提高 1 级取值
		长边不小于 20 m 且小于 40 m	50 ~ 75	
		长边不小于 5 m 且小于 20 m	25 ~ 50	
		长边小于 5 m	0 ~ 25	
悬臂 浇筑法 施工	挂篮节段 尺寸 (X_{sg25})	节段长度 5 m 以上或节段宽度 15 m 以上	50 ~ 100	
		节段长度 5 m 及以下且节段宽度 15 m 及以下	0 ~ 50	
顶推法 施工	顶推距离 (X_{sg26})	总顶推距离大于 300 m 或最大悬臂长度大于 80 m	75 ~ 100	满足多项条件时取分值高者
		总顶推距离为 100 m ~ 300 m 或最大悬臂长度为 30 m ~ 80 m	25 ~ 75	
		总顶推距离小于 100 m 且最大悬臂长度小于 30 m	0 ~ 25	
	顶推临时 设施规模 (X_{sg27})	临时墩、扣塔高度大于 40 m 或存在深水临时墩、作业平台; 支架高度不小于 20 m 或跨径不小于 40 m	75 ~ 100	深水临时墩、作业平台指基础处水深大于 20 m 的临时墩、作业平台; 满足多项条件时取分值高者
		临时墩、扣塔高度为 15 m ~ 40 m 或存在水中临时墩、作业平台; 支架高度不小于 8 m 且小于 20 m, 或跨径不小于 18 m 且小于 40 m	50 ~ 75	
		临时墩、扣塔高度小于 15 m; 支架高度不小于 5 m 且小于 8 m, 或跨径不小于 10 m 且小于 18 m	25 ~ 50	
		无临时墩、扣塔; 支架高度小于 5 m, 或跨度小于 10 m	0 ~ 25	
吊装 作业	吊物特点 (X_{sg28})	吊物异形、易受风影响、易变形、易滚动或易碎裂等	50 ~ 100	存在 2 种及以上危险因素时, 提高取值
		无上述危险因素	0 ~ 50	
	吊装方法 (X_{sg29})	非常规起重设备、方法, 或双机抬吊	50 ~ 100	
		常规起重设备、方法	0 ~ 50	
	吊物重量 (X_{sg30})	>240 t	100	
		100 t ~ 240 t	75 ~ 100	
		30 t ~ 100 t	50 ~ 75	
		5 t ~ 30 t	25 ~ 50	
		<5 t	0 ~ 25	

表 F.3 施工技术因素的评估指标（续）

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_i)	说明
			分值范围	
桥梁 拆除 施工	待拆桥梁 结构形式 (X_{sg31})	多跨圬工拱桥、双曲拱桥	100	主体结构或主要构件采用新结构形式的提高1级取值;满足多项条件时取分值高者
		协作体系桥梁	75 ~ 100	
		斜腿刚构、拱桥、斜拉桥、悬索桥	50 ~ 75	
		连续刚构、变截面连续梁桥	25 ~ 50	
		简支梁桥或等截面连续梁桥	0 ~ 25	
	拆除计算 (X_{sg32})	未进行拆除计算	100	
		进行拆除计算,但未进行专家评审	75 ~ 100	
		进行拆除计算及专家评审,但未征求桥梁设计单位意见或未委托相应设计资质单位出具审核验算报告	25 ~ 75	
		进行拆除计算及专家评审,征求桥梁设计单位意见,并委托相应设计资质单位出具审核验算报告	0 ~ 25	



附 录 G

(资料性)

13种重大作业活动风险事件可能性评估指标体系

表G.1~表G.13分别给出了13种重大作业活动风险事件的可能性评估指标体系,其他重大作业活动风险事件的可能性评估指标体系可参照建立。对于具体工程,经专家评审会质询讨论后,可依据表2风险辨识与风险分析结果和附录F新增或调整评价指标。

表G.1 基坑工程作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
工作场所	基坑周边(X_{jk1})	在基坑周边4h范围内有洪水位高于基坑底的水库、河流等稳定或动态水体、湿地	75~100	R_1	γ_1	$X_{jk1}=R_1 \times \gamma_1$	h 为基坑高度;基坑外水位越高的、建筑物重要性越大的、管线越复杂的取大值,反之取小值
		在基坑周边3h范围内有建筑物、管道、线缆等设施	50~75				
		基坑周边有临时道路、其他工序交叉施工	25~50				
		无水体、无建筑物、基坑单独施工	0~25				
气候环境条件	气候条件(X_{jk2})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75~100	R_2	γ_2	$X_{jk2}=R_2 \times \gamma_2$	极端天气事件主要考虑大风、洪水、大雾、强暴雨雪等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50~75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0~50				
	施工期降雨量(X_{jk3})	雨(台风)季施工,施工周期内出现暴雨;或施工地区过去5年内年均降雨大于1600mm	75~100	R_3	γ_3	$X_{jk3}=R_3 \times \gamma_3$	根据桥梁所在区域的降雨情况确定
		雨季施工,施工周期内出现中到大雨;或施工地区过去5年内年均降雨300mm~1600mm	25~75				
		旱季施工,施工周期内出现小雨或不降雨;或施工地区过去5年内年均降雨小于300mm	0~25				
地质水文条件	地质灾害和不良地质(X_{jk4})	地质灾害危险性大,或位于地质灾害高易发区,或位于地质灾害重点防治区,或存在其他不良地质条件,严重影响施工安全	75~100	R_4	γ_4	$X_{jk4}=R_4 \times \gamma_4$	地质灾害主要关注岩溶、滑坡等
		地质灾害危险性中等,或位于地质灾害中易发区,或存在其他不良地质条件,较影响施工安全	50~75				

表 G.1 基坑工程作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
地质水文条件	地质灾害和不良地质(X_{jk4})	地质灾害危险性小,或位于地质灾害低易发区,或存在轻微影响施工安全的特殊性岩土	25 ~ 50	R_4	γ_4	$X_{jk4} = R_4 \times \gamma_4$	地质灾害主要关注岩溶、滑坡等
		地质条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 25				
	土石条件(X_{jk5})	差	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{jk5} = R_5 \times \gamma_5$	主要从存在易滑及软弱地层、开挖范围土质差别等进行判断;若开挖前钻探或过程中揭露坡体中的土层分布、土质与设计文件出现较大偏差且趋于劣化,则进行过程风险评估
		中	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	地下水(X_{jk6})	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,只采用1种降水或截排水措施	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{jk6} = R_6 \times \gamma_6$	结合施工区域地下水分布特征综合取值
		地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,同时采用2种及以上降水或截排水措施	50 ~ 75				
		地下水深层分布,施工中基本不带水作业	0 ~ 50				
通用施工技术	技术的先进适用(X_{jk7})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{jk7} = R_7 \times \gamma_7$	主要指支护结构、开挖工艺的先进适用;爆破工艺取区间高值
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	监测(X_{jk8})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{jk8} = R_8 \times \gamma_8$	主要考虑对支护结构,地下水状况,基坑底部及周围土体,周围建(构)筑物、地下管线及地下设施、重要道路等的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				
基坑施工	基坑深度(X_{jk9})	>10 m	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{jk9} = R_9 \times \gamma_9$	
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50				
		<3 m	0 ~ 25				

表 G.1 基坑工程作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
基坑施工	基坑开挖方式(X_{jk10})	筑岛围堰开挖	75 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{jk10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	筑岛围堰、钢板桩围堰、双壁钢围堰法开挖,考虑洪水、潮汐及冲刷水平等因素取值
		钢板桩围堰或双壁钢围堰开挖	50 ~ 75				
		放坡台阶法开挖	0 ~ 50				

表 G.2 人工挖孔桩作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
工作场所	作业条件(X_{wk1})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,有限空间作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,可能存在有毒气体或含氧量低于19.5%,机械设备倾覆半径的1.5倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构造物或高大机械设备	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{wk1} = R_1 \times \gamma_1$	针对工作场所危险作业条件;存在2种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据GBZ/T 229.3,低温作业分级依据GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	施工期降雨量(X_{wk2})	雨(台风)季施工,施工周期内出现暴雨;或施工地区过去5年内年均降雨大于1 600 mm	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{wk2} = R_2 \times \gamma_2$	根据桥梁所在区域的降雨情况确定
		雨季施工,施工周期内出现中到大雨;或施工地区过去5年内年均降雨300 mm ~ 1 600 mm	25 ~ 75				
		旱季施工,施工周期内出现小雨或不降雨;或施工地区过去5年内年均降雨小于300 mm	0 ~ 25				
地质水文条件	地质灾害和不良地质(X_{wk3})	地质灾害危险性大,或位于地质灾害高易发区,或位于地质灾害重点防治区,或存在其他不良地质条件,严重影响施工安全	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{wk3} = R_3 \times \gamma_3$	地质灾害主要关注岩溶、滑坡等
		地质灾害危险性中等,或位于地质灾害中易发区,或存在其他不良地质条件,较影响施工安全	50 ~ 75				

表 G.2 人工挖孔桩作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
地质水文条件	地质灾害和不良地质(X_{wk3})	地质灾害危险性小,或位于地质灾害低易发区,或存在轻微影响施工安全的特殊性岩土	25 ~ 50	R_3	γ_3	$X_{wk3} = R_3 \times \gamma_3$	地质灾害主要关注岩溶、滑坡等
		地质条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 25				
	土石条件(X_{wk4})	差	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{wk4} = R_4 \times \gamma_4$	主要从存在易滑及软弱地层、开挖范围土质差别等进行判断;若开挖前钻探或过程中揭露坡体中的土层分布、土质与设计文件出现较大偏差且趋于劣化,则进行过程风险评估
		中	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	地下水(X_{wk5})	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,只采用1种降水或截排水措施	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{wk5} = R_5 \times \gamma_5$	结合施工区域地下水分布特征综合取值
		地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,同时采用2种及以上降水或截排水措施	50 ~ 75				
		地下水深层分布,施工中基本不带水作业	0 ~ 50				
	周边环境条件(X_{wk6})	峡谷、山间盆地、山口等险要地区,或地势陡峭	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{wk6} = R_6 \times \gamma_6$	结合勘察资料,综合判定;一般山地区指除峡谷、山间盆地、山口等险要地区的山地区
		一般山地区,或位于陡坡	50 ~ 75				
		地势起伏变化较大	25 ~ 50				
		地势较平坦	0 ~ 25				
通用施工技术	技术的先进适用(X_{wk7})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{wk7} = R_7 \times \gamma_7$	主要指支护结构、开挖工艺的先进适用
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	监测(X_{wk8})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{wk8} = R_8 \times \gamma_8$	主要考虑对孔壁变形、地下水深度、降雨量等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				

表 G.2 人工挖孔桩作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
人工挖孔桩施工	人工挖孔桩桩长(X_{wk9})	>15 m	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{wk9} = R_9 \times \gamma_9$	待评桥梁所在地区和施工单位人工挖孔桩施工经验丰富时,可降低取值
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	人工挖孔桩数量(X_{wk10})	>100 根	75 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{wk10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	针对待评桥梁的人工挖孔桩数量
		50 根 ~ 100 根	50 ~ 75				
		10 根 ~ 50 根	25 ~ 50				
		<10 根	0 ~ 25				

表 G.3 围堰施工作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
机械设备	设备的先进适用(X_{wy1})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{wy1} = R_1 \times \gamma_1$	主要关注钢围堰、起重、插打等设备的先进适用性
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{wy2})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{wy2} = R_2 \times \gamma_2$	极端天气事件主要考虑大风、洪水、大雾、暴雨等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				
地质水文条件	地质灾害和不良地质(X_{wy3})	地质灾害危险性大,或位于地质灾害高易发区,或位于地质灾害重点防治区,或存在其他不良地质条件,严重影响施工安全	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{wy3} = R_3 \times \gamma_3$	主要考虑软塑黏土、淤泥、流砂、承压含水层等
		地质灾害危险性中等,或位于地质灾害中易发区,或存在其他不良地质条件,较影响施工安全	50 ~ 75				
		地质灾害危险性小,或位于地质灾害低易发区,或存在轻微影响施工安全的特殊性岩土	25 ~ 50				
		地质条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 25				

表 G.3 围堰施工作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级		基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
				分值范围	取值			
地质水文条件	潮汐(X_{wy4})	半日潮或不规则半日潮的潮差高度	>4 m	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{wy4}=R_4\times\gamma_4$	潮汐、山区河流水位差、平原河流水位差三指标择一；潮差根据最近验潮站或推算的平均潮差进行划分；山区河流水位差、平原河流水位差根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分
			2 m ~ 4 m	50 ~ 75				
			<2 m	0 ~ 50				
		一日潮或不规则日潮的潮差高度	>6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<2 m	0 ~ 25				
	山区河流水位差(X_{wy5})	>20 m	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{wy5}=R_5\times\gamma_5$		
		10 m ~ 20 m	50 ~ 75					
		6 m ~ 10 m	25 ~ 50					
		<6 m	0 ~ 25					
	平原河流水位差(X_{wy6})	>6 m	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{wy6}=R_6\times\gamma_6$		
		4 m ~ 6 m	50 ~ 75					
		2 m ~ 4 m	25 ~ 50					
		<2 m	0 ~ 25					
	冲刷(X_{wy7})	严重冲刷	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{wy7}=R_7\times\gamma_7$		
		中度冲刷	50 ~ 75					
轻微冲刷		0 ~ 50						
周边环境条件	跨江、河、海湾(X_{wy8})	通航等级Ⅱ级及以上航道	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{wy8}=R_8\times\gamma_8$		
		通航等级Ⅲ ~ V级航道	50 ~ 75					
		通航等级Ⅵ ~ Ⅶ级航道	25 ~ 50					
		通航等级等外航道或不通航	0 ~ 25					
通用施工技术	临时结构设计(X_{wy9})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{wy9}=R_9\times\gamma_9$		
		进行专项设计,进行安全性验算,但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75					
		进行专项设计,进行安全性验算,征求桥梁设计单位意见,委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25					
通用施工技术	监测(X_{wy10})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{wy10}=R_{10}\times\gamma_{10}$		
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75					
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25					

表 G.3 围堰施工作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
围堰施工	围堰挡水高度(X_{wy11})	>15 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{wy11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	围堰结构(X_{wy12})	土石围堰	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{wy12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		混凝土板桩、钢板桩、钢管桩围堰, 双壁钢围堰	50 ~ 75				
		地下连续墙围堰	25 ~ 50				
		混凝土围堰	0 ~ 25				

表 G.4 墩/塔柱混凝土浇筑作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
气候环境条件	气候条件(X_{dj1})	极端天气事件多发区域, 对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{dj1} = R_1 \times \gamma_1$	极端天气事件主要考虑大风、寒潮等; 施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般, 对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好, 基本不影响施工安全	0 ~ 50				
	五级风日数(X_{dj2})	>100 d	100	R_2	γ_2	$X_{dj2} = R_2 \times \gamma_2$	根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
通用施工技术	临时结构设计(X_{dj3})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{dj3} = R_3 \times \gamma_3$	针对支架、模板、作业平台等临时结构
		进行专项设计, 进行安全性验算, 但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
		进行专项设计, 进行安全性验算, 征求桥梁设计单位意见, 委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25				
	截面形状(X_{dj4})	左右明显不对称, 或异形截面	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{dj4} = R_4 \times \gamma_4$	截面形状指墩/塔柱的截面形状
		上下不对称、左右基本对称	50 ~ 75				
		上下、左右基本对称	0 ~ 50				

表 G.4 墩/塔柱混凝土浇筑作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
通用施工技术	监测(X_{dj5})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{dj5} = R_5 \times \gamma_5$	主要考虑对混凝土浇筑速度、浇筑高度、初凝时间、模板变形和受力等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				
模板施工	模板高度(X_{dj6})	>16 m	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{dj6} = R_6 \times \gamma_6$	
		8 m ~ 16 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 8 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	模板及配件的周转情况(X_{dj7})	使用周转模板及配件,未按规定验收或验收情况未知	50 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{dj7} = R_7 \times \gamma_7$	综合考虑模板及配件的设计周转次数取值
		使用周转模板及配件,按照相应规范严格执行验收,验收资料齐全	25 ~ 50				
		使用新模板及配件	0 ~ 25				
	模板特点(X_{dj8})	滑模、翻模、爬模施工,高处支架模板施工等	50 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{dj8} = R_8 \times \gamma_8$	取值时考虑作业人员的施工经验
		落地模板施工	25 ~ 50				
		预制构件模板施工	0 ~ 25				
墩/塔施工	墩/塔高度(X_{dj9})	>100 m	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{dj9} = R_9 \times \gamma_9$	
		40 m ~ 100 m	50 ~ 75				
		15 m ~ 40 m	25 ~ 50				
		<15 m	0 ~ 25				

表 G.5 上部结构支架现浇法作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	地基处理情况(X_{zj1})	地基未经处理,承载力可能不符合要求或存在斜坡等不平整,沉降影响安全的可能性较高	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{zj1} = R_1 \times \gamma_1$	非落地式支架不选本指标
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性较低,但存在台阶等不平整	25 ~ 75				
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性极低	0 ~ 25				

表 G.5 上部结构支架现浇法作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
气候环境条件	气候条件(X_{zj2})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{zj2} = R_2 \times \gamma_2$	极端天气事件主要考虑大风、暴雨、寒潮等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				
	施工期降雨量(X_{zj3})	雨(台风)季施工,施工周期内出现暴雨;或施工地区过去5年内年均降雨大于1 600 mm	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{zj3} = R_3 \times \gamma_3$	根据桥梁所在区域的降雨情况确定
		雨季施工,施工周期内出现中到大雨;或施工地区过去5年内年均降雨300 mm ~ 1 600 mm	25 ~ 75				
		旱季施工,施工周期内出现小雨或不降雨;或施工地区过去5年内年均降雨小于300 mm	0 ~ 25				
	五级风日数(X_{zj4})	>100 d	100	R_4	γ_4	$X_{zj4} = R_4 \times \gamma_4$	落地式支架可不选本指标;根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
		<3 d	0 ~ 25				
地质水文条件	地下水(X_{zj5})	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,只采用1种降水或截排水措施	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{zj5} = R_5 \times \gamma_5$	非落地式支架不选本指标;取值时结合施工区域地下水分布特征综合判断
		地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业,同时采用2种及以上降水或截排水措施	50 ~ 75				
		地下水深层分布,施工中基本不带水作业	0 ~ 50				
通用施工技术	临时结构设计(X_{zj6})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{zj6} = R_6 \times \gamma_6$	针对支架、模板等临时结构
		进行专项设计,进行安全性验算,但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
		进行专项设计,进行安全性验算,征求桥梁设计单位意见,委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25				
	截面形状(X_{zj7})	左右明显不对称,或异形截面	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{zj7} = R_7 \times \gamma_7$	指上部结构的截面形状
		上下不对称、左右基本对称	50 ~ 75				
		上下、左右基本对称	0 ~ 50				

表 G.5 上部结构支架现浇法作业坍塌的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
通用施工技术	监测(X_{j8})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{j8} = R_8 \times \gamma_8$	主要考虑对支架变形和受力、混凝土浇筑速度及浇筑的均匀对称性、模板变形和受力、初凝时间等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				
支架现浇施工	支架规模(X_{j9})	高度不小于20 m或跨径不小于40 m	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{j9} = R_9 \times \gamma_9$	满足多项条件时取分值高者
		高度不小于8 m且小于20 m,或跨径不小于18 m且小于40 m	50 ~ 75				
		高度不小于5 m且小于8 m,或跨径不小于10 m且小于18 m	25 ~ 50				
		高度小于5 m,或跨径小于10 m	0 ~ 25				
	支架构配件的周转情况(X_{j10})	使用周转支架构配件,未按规定验收或验收情况未知	50 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{j10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	综合考虑支架及配件的设计周转次数取值
		使用周转支架构配件,按照相应规范严格执行验收,验收资料齐全	25 ~ 50				
		使用新支架构配件	0 ~ 25				
	支架特点(X_{j11})	托架式支架	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{j11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	支架安拆为Ⅳ级高处作业等情况的提高1级取值
		满堂式与梁柱式组合支架	50 ~ 75				
		梁式支架、梁柱式支架、满堂式支架	0 ~ 50				

表 G.6 架桥机作业坍塌/倾覆/起重伤害的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	临时设施与设备(X_{j1})	两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等部分未完成建设,或已进场设备和已完工设施不符合作业要求	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{j1} = R_1 \times \gamma_1$	指与架桥机作业相关的临时设施与设备情况,如梁场至架桥机作业地点的施工便道和已完工路基、梁段是否符合架桥机、运梁车走行技术性能要求,路基回填路面与桥面连接处的地基处理,架桥机作业现场的临时用电,运梁车等设备选型与施工作业、架桥机的匹配性等;验收符合 JTG F90、JT/T 1404 等的相关规定;标准化建设符合相关规范规定
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成建设但未验收,或已进场设备和已完工设施基本符合作业要求	50 ~ 75				
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成建设并通过验收,已进场设备和已完工设施符合作业要求	25 ~ 50				
		两区三厂、施工便道、临时码头和栈桥、临时用电等已完成标准化建设并通过验收,已进场设备和已完工设施符合作业要求	0 ~ 25				

表 G.6 架桥机作业坍塌/倾覆/起重伤害的可能性评估指标体系（续）

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
机械设备	设备的先进适用(X_{jq2})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{jq2} = R_2 \times \gamma_2$	架桥机的先进性主要体现在自动控制技术、智能安全监测系统、故障诊断技术等方面;适用性主要体现在架桥机的选型与桥梁线形、梁体特点、地形地貌条件等的符合性
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	起升高度(X_{jq3})	>50 m	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{jq3} = R_3 \times \gamma_3$	针对架桥机作业的实际起升高度
		25 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 25 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	设备管理(X_{jq4})	进场资料不完整,或检查、维修等不符合相关制度	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{jq4} = R_4 \times \gamma_4$	对照 TSG 08 等查阅特种设备相关制度及架桥机检查、维修档案
		进场资料完整、有效,检查、维修等基本符合相关制度	25 ~ 75				
		进场资料完整、有效,检查、维修等严格符合相关制度	0 ~ 25				
	安全防护装置(X_{jq5})	各类安全防护装置不齐全或不满足使用需要	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{jq5} = R_5 \times \gamma_5$	架桥机安全防护装置符合 GB 26469 等相关规范要求
		各类安全防护装置基本齐全且基本满足使用需要	25 ~ 75				
		各类安全防护装置齐全且完全满足使用需要	0 ~ 25				
工作场所	作业条件(X_{jq6})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的 1.5 倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{jq6} = R_6 \times \gamma_6$	针对工作场所危险作业条件;存在 2 种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据 GBZ/T 229.3,低温作业分级依据 GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{jq7})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{jq7} = R_7 \times \gamma_7$	极端天气事件主要考虑大风、洪水、大雾、强暴雨雪等,施工不在极端气候季节的可降低 1 级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				

表 G.6 架桥机作业坍塌/倾覆/起重伤害的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
通用施工技术	监测(X_{jq8})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{jq8} = R_8 \times \gamma_8$	主要考虑对架桥机运行参数、主梁应力变形、风力、吊运梁体姿态、行进时偏位等的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				
	桥梁线形(X_{jq9})	纵坡大于5%,横坡大于4%,或圆曲线半径小	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{jq9} = R_9 \times \gamma_9$	圆曲线半径小于300 m可认为半径小;圆曲线半径300 m~1 500 m可认为半径较小;圆曲线半径大于1 500 m可认为半径较大
		纵坡2%~5%,横坡2%~4%,或圆曲线半径较小	25 ~ 75				
		纵坡小于2%,横坡小于2%,且圆曲线半径较大	0 ~ 25				
构件安装施工	构件尺寸(X_{jq10})	长边不小于40 m	75 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{jq10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	宽或高尺寸亦较大时提高1级取值
		长边不小于20 m且小于40 m	50 ~ 75				
		长边不小于5 m且小于20 m	25 ~ 50				
		长边小于5 m	0 ~ 25				
吊装作业	吊物重量(X_{jq11})	>240 t	100	R_{11}	γ_{11}	$X_{jq11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		100 t ~ 240 t	75 ~ 100				
		30 t ~ 100 t	50 ~ 75				
		5 t ~ 30 t	25 ~ 50				
		<5 t	0 ~ 25				

表 G.7 悬臂浇筑法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
机械设备	设备的先进适用(X_{sj1})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{sj1} = R_1 \times \gamma_1$	主要指挂篮的先进适用
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	设备管理(X_{sj2})	进场资料不完整,或检查、维修等不符合相关制度	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{sj2} = R_2 \times \gamma_2$	对照施工单位临时设施与设备安全管理制度查阅挂篮等设备检查、维修档案
		进场资料完整、有效,检查、维修等基本符合相关制度	25 ~ 75				
		进场资料完整、有效,检查、维修等严格符合相关制度	0 ~ 25				

表 G.7 悬臂浇筑法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
工作场所	作业条件(X_{j3})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的1.5倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{j3} = R_3 \times \gamma_3$	针对工作场所危险作业条件;存在2种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据GBZ/T 229.3,低温作业分级依据GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{j4})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{j4} = R_4 \times \gamma_4$	极端天气事件主要考虑大风、暴雨、寒潮等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				
	施工期降雨量(X_{j5})	雨(台风)季施工,施工周期内出现暴雨;或施工地区过去5年内年均降雨大于1 600 mm	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{j5} = R_5 \times \gamma_5$	根据桥梁所在区域的降雨情况确定
		雨季施工,施工周期内出现中到大雨;或施工地区过去5年内年均降雨300 mm ~ 1 600 mm	25 ~ 75				
		旱季施工,施工周期内出现小雨或不降雨;或施工地区过去5年内年均降雨小于300 mm	0 ~ 25				
	五级风日数(X_{j6})	>100 d	100	R_6	γ_6	$X_{j6} = R_6 \times \gamma_6$	根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
		<3 d	0 ~ 25				
通用施工技术	临时结构设计(X_{j7})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{j7} = R_7 \times \gamma_7$	针对模板、挂篮、作业平台等临时结构
		进行专项设计,进行安全性验算,但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
		进行专项设计,进行安全性验算,征求桥梁设计单位意见,委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25				

表 G.7 悬臂浇筑法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
通用施工技术	桥梁线形(X_{sj8})	纵坡大于5%,横坡大于4%,或圆曲线半径小	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{sj8} = R_8 \times \gamma_8$	圆曲线半径小于300 m可认为半径小;圆曲线半径300 m ~ 1 500 m可认为半径较小;圆曲线半径大于1 500 m可认为半径较大
		纵坡2% ~ 5%,横坡2% ~ 4%,或圆曲线半径较小	25 ~ 75				
		纵坡小于2%、横坡小于2%,且圆曲线半径较大	0 ~ 25				
	监测(X_{sj9})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{sj9} = R_9 \times \gamma_9$	主要考虑对挂篮的强度和刚度、模板变形和受力、混凝土浇筑速度、浇筑的均匀对称性、初凝时间等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				
悬臂浇筑法施工	挂篮节段尺寸(X_{sj10})	节段长度5 m以上或节段宽度15 m以上	50 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{sj10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	
		节段长度5 m及以下且节段宽度15 m及以下	0 ~ 50				

表 G.8 顶推法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	地基处理情况(X_{dt1})	地基未经处理,承载力可能不符合要求或存在斜坡等不平整,沉降影响安全的可能性较高	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{dt1} = R_1 \times \gamma_1$	指拼装和顶推平台、支架等的地基处理情况
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性较低,但存在台阶等不平整	25 ~ 75				
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性极低	0 ~ 25				
工作场所	作业条件(X_{dt2})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的1.5倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{dt2} = R_2 \times \gamma_2$	针对工作场所危险作业条件;存在2种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据GBZ/T 229.3,低温作业分级依据GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				

表 G.8 顶推法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
气候环境条件	气候条件(X_{dt3})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{dt3} = R_3 \times \gamma_3$	极端天气事件主要考虑大风、大雾、雷电等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				
周边环境条件	跨越公路、铁路、城市道路(X_{dt4})	上跨(下穿)高速公路、干线铁路、城市轨道交通、城市快速路	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{dt4} = R_4 \times \gamma_4$	综合考虑被交叉线路的交通量;封闭施工可降低1级取值
		上跨(下穿)一级公路、城市主干路、支线铁路	50 ~ 75				
		上跨(下穿)二至四级公路、非干线/支线铁路、城市次干路等	25 ~ 50				
		上跨(下穿)等外公路、支路等,或穿越未通车道路	0 ~ 25				
通用施工技术	技术的先进适用(X_{dt5})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{dt5} = R_5 \times \gamma_5$	主要考虑顶推、临时支撑、桥梁拼装等施工方法及工艺流程,以及施工控制系统等的先进适用
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	临时结构设计(X_{dt6})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{dt6} = R_6 \times \gamma_6$	主要指临时墩、扣塔、支架、导梁、顶推轨道、拼装和顶推平台等
		进行专项设计,进行安全性验算,但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
通用施工技术	桥梁线形(X_{dt7})	纵坡大于5%,横坡大于4%,或圆曲线半径小	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{dt7} = R_7 \times \gamma_7$	圆曲线半径小于300m可认为半径小;圆曲线半径300m~1500m可认为半径较小;圆曲线半径大于1500m可认为半径较大
		纵坡2%~5%,横坡2%~4%,或圆曲线半径较小	25 ~ 75				
		纵坡小于2%、横坡小于2%,且圆曲线半径较大	0 ~ 25				
	监测(X_{dt8})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{dt8} = R_8 \times \gamma_8$	主要考虑对主梁偏位、变形、应力,导梁的挠度和上下缘应力,临时墩、扣塔、支架变形,地基沉降,风力等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25 ~ 75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0 ~ 25				

表 G.8 顶推法作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
顶推法施工	顶推距离(X_{d9})	总顶推距离大于 300 m 或最大悬臂长度大于 80 m	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{d9} = R_9 \times \gamma_9$	
		总顶推距离为 100 m ~ 300 m 或最大悬臂长度为 30 m ~ 80 m	25 ~ 75				
		总顶推距离小于 100 m 且最大悬臂长度小于 30 m	0 ~ 25				
	顶推临时设施规模(X_{d10})	临时墩、扣塔高度大于 40 m 或存在深水临时墩、作业平台; 支架高度不小于 20 m 或跨径不小于 40 m	75 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{d10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	深水临时墩、作业平台指基础处水深大于 20 m 的临时墩、作业平台; 满足多项条件时取分值高者
		临时墩、扣塔高度为 15 m ~ 40 m 或存在水中临时墩、作业平台; 支架高度不小于 8 m 且小于 20 m, 或跨径不小于 18 m 且小于 40 m	50 ~ 75				
		临时墩、扣塔高度小于 15 m; 支架高度不小于 5 m 且小于 8 m, 或跨径不小于 10 m 且小于 18 m	25 ~ 50				
		无临时墩、扣塔; 或支架高度小于 5 m, 或跨径小于 10 m	0 ~ 25				

表 G.9 旧桥上部结构拆除作业坍塌的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	待拆桥梁养护管理(X_{c11})	工程资料不完整, 养护、管理等不符合相关制度, 或桥梁技术状况为五类	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{c11} = R_1 \times \gamma_1$	对照 JTG 5120 等查阅相关养护、维修档案
		工程资料完整或欠完整, 养护、管理等符合或基本符合相关制度, 且桥梁技术状况为三至四类	50 ~ 75				
		工程资料欠完整, 养护、管理等基本符合相关制度, 且桥梁技术状况为一至二类	25 ~ 50				
		工程资料完整, 养护、管理等严格符合相关制度, 且桥梁技术状况为一至二类	0 ~ 25				

表 G.9 旧桥上部结构拆除作业坍塌的可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
周边环境条件	跨江、河、海湾(X_{cj2})	通航等级Ⅱ级及以上航道	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{cj2}=R_2\times\gamma_2$	跨江、河、海湾和穿跨公路、铁路、城市道路根据实际情况选用,取分值高者;封闭施工降低1级取值
		通航等级Ⅲ ~ V级航道	50 ~ 75				
		通航等级Ⅵ ~ Ⅶ级航道	25 ~ 50				
		通航等级等外航道或不通航	0 ~ 25				
	穿跨公路、铁路、城市道路(X_{cj3})	上跨(下穿)高速公路、干线铁路、城市轨道交通、城市快速路	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{cj3}=R_3\times\gamma_3$	
		上跨(下穿)一级公路、城市主干路、支线铁路	50 ~ 75				
		上跨(下穿)二至四级公路、非干线/支线铁路、城市次干路等	25 ~ 50				
		上跨(下穿)等外公路、支路等,或穿越未通车道路	0 ~ 25				
	地形地貌(X_{cj4})	峡谷、山间盆地、山口等险要地区	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{cj4}=R_4\times\gamma_4$	
		一般山地区	50 ~ 75				
		滩涂或海上	25 ~ 75				
		盆地区、高原区	25 ~ 50				
		平原、丘陵区	0 ~ 25				
工作场所	作业条件(X_{cj5})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的1.5倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构造物或高大机械设备	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{cj5}=R_5\times\gamma_5$	针对工作场所危险作业条件;存在2种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据GBZ/T 229.3,低温作业分级依据GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{cj6})	极端天气事件多发区域,对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{cj6}=R_6\times\gamma_6$	极端天气事件主要考虑大风、洪水、大雾、暴雨等;施工不在极端气候季节的可降低1级取值
		气候条件一般,对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好,基本不影响施工安全	0 ~ 50				
通用施工技术	技术的先进适用(X_{cj7})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75~100	R_7	γ_7	$X_{cj7}=R_7\times\gamma_7$	主要指所选择拆除施工方法的先进性及与待拆桥梁结构型式、周边环境条件等特点的适用性;爆破拆除作业取区间高值
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50~75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25~50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0~25				

表 G. 9 旧桥上部结构拆除作业坍塌的可能性评估指标体系（续）

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
通用施工技术	桥梁线形(X_{cj8})	纵坡大于 5%,横坡大于 4%,或圆曲线半径小	75~100	R_8	γ_8	$X_{cj8}=R_8\times\gamma_8$	圆曲线半径小于 300 m 可认为半径小;圆曲线半径 300 m~1 500 m 可认为半径较小;圆曲线半径大于 1 500 m 可认为半径较大
		纵坡 2%~5%,横坡 2%~4%,或圆曲线半径较小	25~75				
		纵坡小于 2%,横坡小于 2%,且圆曲线半径较大	0~25				
	监测(X_{cj9})	只观测无监测、监测指标不全或监测精度不够	75~100	R_9	γ_9	$X_{cj9}=R_9\times\gamma_9$	主要考虑对结构线形、应力、裂缝、变位、索力、风力等参数的监测
		人工监测,监测指标全面,监测精度较合理	25~75				
		自动监测系统,监测指标全面,监测精度合理	0~25				
桥梁拆除施工	待拆桥梁结构形式(X_{cj10})	多跨圬工拱桥、双曲拱桥	100	R_{10}	γ_{10}	$X_{cj10}=R_{10}\times\gamma_{10}$	主体结构或主要构件采用新结构形式的提高 1 级取值;满足多项条件时取分值高者
		协作体系桥梁	75~100				
		斜腿刚构、拱桥、斜拉桥、悬索桥	50~75				
		连续刚构、变截面连续梁桥	25~50				
		简支梁桥或等截面连续梁桥	0~25				
	拆除计算(X_{cj11})	未进行拆除计算	100	R_{11}	γ_{11}	$X_{cj11}=R_{11}\times\gamma_{11}$	
		进行拆除计算,但未进行专家评审	75~100				
		进行拆除计算及专家评审,但未征求桥梁设计单位意见或未委托相应设计资质单位出具审核验算报告	25~75				
		进行拆除计算及专家评审,征求桥梁设计单位意见,并委托相应设计资质单位出具审核验算报告	0~25				

表 G. 10 模板安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
机械设备	设备的先进适用(X_{ma1})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75~100	R_1	γ_1	$X_{ma1}=R_1\times\gamma_1$	指模板、作业平台及模板安装与拆除作业所用机械设备的先进适用
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50~75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配适用	25~50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0~25				

表 G. 10 模板安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
工作场所	操作空间(X_{ma2})	狭小	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{ma2} = R_2 \times \gamma_2$	针对作业人员、设备的操作空间
		较小	50 ~ 75				
		较大	0 ~ 50				
	作业条件(X_{ma3})	高处作业, 临边作业, 临水作业, 不中断交通作业, 交叉作业, 能见度差作业, 存在危险电压带电体, 机械设备倾覆半径的 1.5 倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{ma3} = R_3 \times \gamma_3$	针对工作场所危险作业条件; 存在 2 种及以上危险因素时, 提高取值; 高温作业分级依据 GBZ/T 229.3, 低温作业分级依据 GB/T 14440
		其他危险因素, 如夜间作业, 有冰、雪、霜、水、油等易滑物, 高温作业, 低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{ma4})	极端天气事件多发区域, 对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{ma4} = R_4 \times \gamma_4$	极端天气事件主要考虑大风、大雾、暴雨等; 施工不在极端气候季节的可降低 1 级取值
		气候条件一般, 对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好, 基本不影响施工安全	0 ~ 50				
	五级风日数(X_{ma5})	>100 d	100	R_5	γ_5	$X_{ma5} = R_5 \times \gamma_5$	根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
		<3 d	0 ~ 25				
通用施工技术	临时结构设计(X_{ma6})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{ma6} = R_6 \times \gamma_6$	针对模板、作业平台等临时结构
		进行专项设计, 进行安全性验算, 但未征求桥梁设计单位意见, 未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
		进行专项设计, 进行安全性验算, 征求桥梁设计单位意见, 委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25				
模板施工	模板高度(X_{ma7})	>16 m	75 ~ 100	R_7	γ_7	$X_{ma7} = R_7 \times \gamma_7$	
		8 m ~ 16 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 8 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	模板及配件的周转情况(X_{ma8})	使用周转模板及配件, 未按规定验收或验收存在问题	50 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{ma8} = R_8 \times \gamma_8$	综合考虑模板及配件的设计周转次数取值
		使用周转模板及配件, 按照相应规范严格执行验收, 验收资料齐全	25 ~ 50				
		使用新模板及配件	0 ~ 25				

表 G. 10 模板安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
模板施工	模板特点(X_{ma9})	滑模、翻模、爬模施工,高处支架模板施工等	50 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{ma9} = R_9 \times \gamma_9$	取值时考虑作业人员的施工经验
		落地模板施工	25 ~ 50				
		预制构件模板施工	0 ~ 25				
吊装作业	吊物特点(X_{ma10})	吊物异形、易受风影响、易变形、易滚动或易碎裂等	50 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{ma10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	存在2种及以上危险因素时,提高取值
		无上述危险因素	0 ~ 50				

表 G. 11 作业平台安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
安全防护设施与安全标志	作业平台结构形式(X_{za1})	漂浮式(如猫道),或立足处外倾等特殊作业平台	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{za1} = R_1 \times \gamma_1$	
		移动式作业平台(如墩柱翻模施工作业平台、桥面护栏施工作业平台、桥梁检查车等)或悬挑式作业平台(如塔顶作业平台、盖梁作业平台等)	50 ~ 75				
		水上施工作业平台	50 ~ 100				
		落地式,如施工脚手架等	0 ~ 50				
	作业平台设计荷载(X_{za2})	起重机、运输车荷载	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{za2} = R_2 \times \gamma_2$	满足多项条件时取分值高者
		较多物料堆载	50 ~ 75				
		人员及少量物料堆载	0 ~ 50				
机械设备	设备的先进适用(X_{za3})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{za3} = R_3 \times \gamma_3$	针对作业平台以及实施安装与拆除作业的机械设备
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	起升高度(X_{za4})	>50 m	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{za4} = R_4 \times \gamma_4$	针对实施安装与拆除作业的起重机械的实际起升高度
		25 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 25 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				

表 G.11 作业平台安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系（续）

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
工作场所	作业条件(X_{za5})	高处作业, 临边作业, 临水作业, 不中断交通作业, 有限空间作业, 交叉作业, 能见度差作业, 存在危险电压带电体, 可能存在有毒气体或含氧量低于 19.5%, 机械设备倾覆半径的 1.5 倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构造物或高大机械设备	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{za5} = R_5 \times \gamma_5$	针对工作场所危险作业条件; 存在 2 种及以上危险因素时, 提高取值; 高温作业分级依据 GBZ/T 229.3, 低温作业分级依据 GB/T 14440
		其他危险因素, 如夜间作业, 有冰、雪、霜、水、油等易滑物, 高温作业, 低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	气候条件(X_{za6})	极端天气事件多发区域, 对施工安全影响较大	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{za6} = R_6 \times \gamma_6$	极端天气事件主要考虑大风、大雾、暴雨等; 施工不在极端气候季节的可降低 1 级取值
		气候条件一般, 对施工安全有一定影响	50 ~ 75				
		气候条件较好, 基本不影响施工安全	0 ~ 50				
	五级风日数(X_{za7})	>100 d	100	R_7	γ_7	$X_{za7} = R_7 \times \gamma_7$	仅针对高处作业平台; 根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
	水深(X_{za8})	>30 m	100	R_8	γ_8	$X_{za8} = R_8 \times \gamma_8$	仅针对水上作业平台
		20 m ~ 30 m	75 ~ 100				
		5 m ~ 20 m	25 ~ 75				
		<5 m	0 ~ 25				
通用施工技术	临时结构设计(X_{za9})	采用以往经验设计方案	75 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{za9} = R_9 \times \gamma_9$	针对作业平台等临时结构
		进行专项设计, 进行安全性验算, 但未征求桥梁设计单位意见、未委托相应设计资质单位出具审核验算报告或未进行专家评审	25 ~ 75				
		进行专项设计, 进行安全性验算, 征求桥梁设计单位意见, 委托相应设计资质单位出具审核验算报告并通过专家评审	0 ~ 25				
吊装作业	吊物特(X_{za10})	吊物异形、易受风影响、易变形、易滚动或易碎裂等	50 ~ 100	R_{10}	γ_{10}	$X_{za10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	存在 2 种及以上危险因素时, 提高取值
		无上述危险因素	0 ~ 50				
	吊装方法(X_{za11})	非常规起重设备、方法, 或双机抬吊	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{za11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		常规起重设备、方法	0 ~ 50				

表 G. 12 吊装作业倾覆/起重伤害的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	地基处理情况(X_{dz1})	地基未经处理,承载力可能不符合要求或存在斜坡等不平整,沉降影响安全的可能性较高	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{dz1} = R_1 \times \gamma_1$	附着式起重机、桥式起重机等不选此项
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性较低,但存在台阶等不平整	25 ~ 75				
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性极低	0 ~ 25				
机械设备	设备的先进适用(X_{dz2})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{dz2} = R_2 \times \gamma_2$	指吊装作业采用的起重机械
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	起升高度(X_{dz3})	>50 m	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{dz3} = R_3 \times \gamma_3$	针对起重机械作业时的实际起升高度
		25 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 25 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
	设备管理(X_{dz4})	进场资料不完整,或检查、维修等不符合相关制度	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{dz4} = R_4 \times \gamma_4$	对照TSG 08等查阅特种设备相关制度及检查、维修档案,对照施工单位临时设施与设备安全管理制度查阅其他设备检查、维修档案
		进场资料完整、有效,检查、维修等基本符合相关制度	25 ~ 75				
		进场资料完整、有效,检查、维修等严格符合相关制度	0 ~ 25				
	安全防护装置(X_{dz5})	各类安全防护装置不齐全或不满足使用需要	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{dz5} = R_5 \times \gamma_5$	指起重机械上防护、保险限位装置及各种安全信息装置
		各类安全防护装置基本齐全且基本满足使用需要	25 ~ 75				
		各类安全防护装置齐全且完全满足使用需要	0 ~ 25				
工作场所	作业条件(X_{dz6})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的1.5倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{dz6} = R_6 \times \gamma_6$	针对工作场所危险作业条件;存在2种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据GBZ/T 229.3,低温作业分级依据GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				

表 G. 12 吊装作业倾覆/起重伤害的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
气候环境条件	五级风日数(X_{dz7})	>100 d	100	R_7	γ_7	$X_{dz7} = R_7 \times \gamma_7$	根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
		<3 d	0 ~ 25				
吊装作业	吊物特点(X_{dz8})	吊物异形、易受风影响、易变形、易滚动或易碎裂等	50 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{dz8} = R_8 \times \gamma_8$	存在2种及以上危险因素时,提高取值
		无上述危险因素	0 ~ 50				
	吊装方法(X_{dz9})	非常规起重设备、方法,或双机抬吊	50 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{dz9} = R_9 \times \gamma_9$	
		常规起重设备、方法	0 ~ 50				
	吊物重量(X_{dz10})	>240 t	100	R_{10}	γ_{10}	$X_{dz10} = R_{10} \times \gamma_{10}$	
		100 t ~ 240 t	75 ~ 100				
		30 t ~ 100 t	50 ~ 75				
		5 t ~ 30 t	25 ~ 50				
		<5 t	0 ~ 25				

表 G. 13 起重机安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
施工准备	地基处理情况(X_{qa1})	地基未经处理,承载力可能不符合要求或存在斜坡等不平整,沉降影响安全的可能性较高	75 ~ 100	R_1	γ_1	$X_{qa1} = R_1 \times \gamma_1$	针对待安拆起重机的起重,取两者之中高值
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性较低,但存在台阶等不平整	25 ~ 75				
		地基经过处理,承载力符合要求,沉降影响安全的可能性极低	0 ~ 25				
机械设备	设备的先进适用(X_{qa2})	与工程情况匹配性或适用性有不足	75 ~ 100	R_2	γ_2	$X_{qa2} = R_2 \times \gamma_2$	针对待安拆起重机的起重,取两者之中高值
		类型先进,与工程情况匹配性、适用性一般	50 ~ 75				
		类型先进性一般,与工程情况匹配、适用	25 ~ 50				
		类型先进,与工程情况匹配适用	0 ~ 25				
	起升高度(X_{qa3})	>50 m	75 ~ 100	R_3	γ_3	$X_{qa3} = R_3 \times \gamma_3$	针对实施安拆作业的起重机的实际起升高度
		25 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 25 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				

表 G. 13 起重机安装与拆除作业坍塌/倾覆的可能性评估指标体系 (续)

项别	评估指标	分级	基本分值(R_i)		权重系数(γ_i)	评估分值(X_i)	说明
			分值范围	取值			
机械设备	设备管理(X_{qa4})	进场资料不完整,或检查、维修等不符合相关制度	75 ~ 100	R_4	γ_4	$X_{qa4} = R_4 \times \gamma_4$	对照 TSG 08 等查阅特种设备相关制度及检查、维修档案,对照施工单位临时设施与设备安全管理制度查阅其他设备检查、维修档案
		进场资料完整、有效,检查、维修等基本符合相关制度	25 ~ 75				
		进场资料完整、有效,检查、维修等严格符合相关制度	0 ~ 25				
	设备安装类型(X_{qa5})	附着式	75 ~ 100	R_5	γ_5	$X_{qa5} = R_5 \times \gamma_5$	仅针对待安拆起重机
		吊顶式	50 ~ 100				
		落地式	0 ~ 50				
工作场所	作业条件(X_{qa6})	高处作业,临边作业,临水作业,不中断交通作业,交叉作业,能见度差作业,存在危险电压带电体,机械设备倾覆半径的 1.5 倍范围内有施工作业/生活区域、其他建筑物、构筑物或高大机械设备	75 ~ 100	R_6	γ_6	$X_{qa6} = R_6 \times \gamma_6$	针对工作场所危险作业条件;存在 2 种及以上危险因素时,提高取值;高温作业分级依据 GBZ/T 229.3,低温作业分级依据 GB/T 14440
		其他危险因素,如夜间作业,有冰、雪、霜、水、油等易滑物,高温作业,低温作业等	25 ~ 75				
		无上述危险因素	0 ~ 25				
气候环境条件	五级风日数(X_{qa7})	>100 d	100	R_7	γ_7	$X_{qa7} = R_7 \times \gamma_7$	根据桥位所在地区五级以上大风的年平均日数划分
		50 d ~ 100 d	75 ~ 100				
		10 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		3 d ~ 10 d	25 ~ 50				
		<3 d	0 ~ 25				
吊装作业	吊物特点(X_{qa8})	吊物异形、易受风影响、易变形、易滚动或易碎裂等	50 ~ 100	R_8	γ_8	$X_{qa8} = R_8 \times \gamma_8$	存在 2 种及以上危险因素时,提高取值
		无上述危险因素	0 ~ 50				
	吊装方法(X_{qa9})	非常规起重设备、方法,或双机抬吊	50 ~ 100	R_9	γ_9	$X_{qa9} = R_9 \times \gamma_9$	
		常规起重设备、方法	0 ~ 50				

附 录 H
(资料性)
安全管理评估指标体系

表 H.1 给出了安全管理评估指标体系。

表 H.1 安全管理评估指标体系

评估指标	分级	分值	说明
总包企业资质 (A)	二级	2	资质级别越高的施工企业安全管理相对越完善。取得资质时间短于5年者,不计入该级别资质
	一级	1	
	特级	0	
专业分包 (B)	有分包	1	针对当前作业的分包企业
	无分包	0	
劳务分包 (C)	有分包	1	针对当前作业的分包企业
	无分包	0	
作业班组经验 (D)	无经验	2	从特种作业人员、一线施工人员的工程经验考虑。有3个及以上项目的作业经验为经验丰富,1~2个项目为有一定经验。核心人员不固定的作业班组视为无经验。评估专家宜深入班组了解情况
	有一定经验	1	
	经验丰富	0	
项目技术管理 人员经验 (E)	无经验	2	项目管理人员和专业技术人员具有3次及以上的同类桥梁工程建设经验为丰富。1~2次桥梁工程建设经验的为有一定经验。没有项目管理经历的为无经验。人员变更超过1/3的,取高值
	有一定经验	1	
	经验丰富	0	
项目安全管理 人员配备 (F)	不满足要求	2	从主要负责人和安全生产管理人员的持证、在岗情况考虑,人员数量、持证情况均合格则为满足要求,否则为不满足要求
	满足要求	0	
机械设备配置 及管理 (G)	机械设备配置不满足合同要求	2	按合同要求配置机械设备,建立完善的机械设备管理体系、制度,管理及维护工作得到有效落实。主要机械设备变更大且达不到合同履行条件的,取大值
	机械设备配置满足合同要求,但无建档台账或缺日常管理维护	1	
	机械设备配置满足合同要求,台账建档完备,管理、维护到位	0	
施工组织设计 或专项施工方案 (H)	未履行审批程序或针对性、可操作性较差	2	专项施工方案包括危险性较大分部分项工程的专项施工方案和施工临时用电专项方案等;可操作性强指与现场实际情况符合,能够按方案执行,并取得预期效果
	针对性、可操作性一般	1	
	针对性、可操作性强	0	

表 H. 1 安全管理评估指标体系（续）

评估指标	分级	分值	说明
企业工程业绩 (I)	无	2	企业有类似工程施工经验的安全风险小。 企业近三年内有较大以上责任事故或一般事故3起以上,取高值
	有同类工程,但不超过2次	1	
	同类工程3次及以上	0	
企业信用评价 等级 (J)	B级及以下	2	根据上一年度施工企业信用评价等级判定
	A	1	
	AA	0	



参 考 文 献

- [1] GB/T 3608—2008 高处作业分级
- [2] GB 3836.14—2014 爆炸性环境 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境
- [3] GB/T 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分:总则
- [4] GB 6441—1986 企业职工伤亡事故分类
- [5] GB/T 14440—1993 低温作业分级
- [6] GB 26469—2011 架桥机安全规程
- [7] GB/T 27921—2023 风险管理 风险评估技术
- [8] GB/T 40112—2021 地质灾害危险性评估规范
- [9] GB 50016—2014 建筑设计防火规范
- [10] GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范
- [11] GBZ/T 229.3—2010 工作场所职业病危害作业分级 第3部分:高温
- [12] GBZ/T 230—2010 职业性接触毒物危害程度分级
- [13] JT/T 1375.5—2022 公路水运工程施工安全风险评估指南 第5部分:港口工程
- [14] JT/T 1404—2022 公路水运工程安全生产条件通用要求
- [15] JTG 2120—2020 公路工程结构可靠性设计统一标准
- [16] JTG 5120—2021 公路桥涵养护规范
- [17] JTG F90—2015 公路工程施工安全技术规范
- [18] TSG 08—2017 特种设备使用管理规则

