

ICS 93.140

CCS P 67



中华人民共和国交通运输行业标准

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

Guideline for safety risk assessment of highway and waterway engineering
construction—Part 5: Port engineering

2022-01-13 发布

2022-04-13 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	4
7 风险控制措施	7
8 风险评估报告	7
附录 A(资料性) 总体风险评估指标体系	8
附录 B(资料性) 港口工程施工作业程序分解	27
附录 C(资料性) 港口工程施工的典型风险事件类型	34
附录 D(资料性) 港口工程常见重大作业活动清单	43
附录 E(资料性) 重大作业活动的风险事件可能性评估指标体系	46
附录 F(资料性) 安全管理评估指标体系	84
参考文献	86

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5部分。JT/T 1375 已经发布了以下部分：

- 第1部分：总体要求；
- 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：福建省交通建设质量安全中心、交通运输部科学研究院、浙江省交通工程管理中心、上海市交通建设工程安全质量监督站、中国交通建设股份有限公司、天津市交通运输综合行政执法总队。

本文件主要起草人：程李凯、彭建华、王立强、蔡杰、李同飞、孙建伟、王瑜、黄宏宝、林明臻、廖乾旭、陈阵阵、肖殿良、孙晓军、姜一洲、庞一华、周京、林积大、卓晓玲、王兴。

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5部分：港口工程

1 范围

本文件规定了港口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。

本文件适用于新建港口工程中码头、护岸及防波堤的施工安全风险评估,港区道路和堆场工程、引桥工程、大型临时工程以及改扩建港口工程等的施工安全风险评估参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 6722 爆破安全规程

GB 26123 空气潜水安全要求

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

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

SL 645 水利水电工程围堰设计规范

3 术语和定义

JT/T 1375.1—2022 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

港口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章的要求。

5 总体风险评估

5.1 一般要求

满足下列条件之一的港口工程,宜开展总体风险评估:

- a) 沿海码头工程:集装箱、件杂货、多用途等,大于或等于10万吨级;散货、原油,大于或等于20万吨级;液体化工,大于或等于2万吨级;
- b) 内河码头工程:长江中下游及三峡库区大于或等于5000吨级;其他大于或等于2000吨级;
- c) 防波堤或护岸工程:最大水深大于或等于6m;长度大于或等于1000m;
- d) 台风频发区港口工程:近5年,年平均正面遭受台风(红色预警)1次及以上或受台风影响(橙色预警)2次及以上;
- e) 新港区港口工程;
- f) 离岸距离大于或等于1000m的港口工程;

- g) 海洋岛礁港口工程;
- h) 潮差大于或等于 4 m 的河口地区港口工程;年水位差大于或等于 10 m 的山区河流港口工程;年水位差大于或等于 4 m 的平原河流港口工程;
- i) 需要破堤(二级及以上的防洪堤或海堤)施工的港口工程;
- j) 采用新理论、新材料、新技术、新工艺、新设备的港口工程;
- k) 在化工区内建设的港口工程。

5.2 专家调查法

5.2.1 采用专家调查法对港口工程开展总体风险评估,应符合 JT/T 1375.1—2022 中 5.2 的要求。

5.2.2 评估小组应从工程特点、施工环境、地质条件、气象水文、资料完整性等项别对港口工程施工安全风险作出评估,评估步骤如下:

- a) 根据表 1,每位专家分别对每个项别给出风险等级评估分值(R_i), R_i 由高至低分别为 4 分、3 分、2 分、1 分;
- b) 根据表 2,每位专家分别对每个项别给出专家信心指数(W_i);
- c) 按公式(1)计算出每位专家的评估结果(D_i);
- d) 将 D_i 累加再除以专家总数得出平均值 \bar{D}_i ,作为评估小组的评估结果,并按表 3 划分港口工程施工安全总体风险等级。

表 1 专家调查要素

项别	沿海码头工程	内河码头工程	沿海码头护岸与防波堤工程	内河码头护岸工程
工程特点	泊位吨级、基槽与岸坡开挖、基础工程、码头结构形式、码头上部结构工程、接岸形式、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、同类项目建设管理经验、施工组织便利性等	泊位吨级、基槽与岸坡开挖、基础工程、码头结构形式、码头上部结构工程、接岸形式、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、同类项目建设管理经验、施工组织便利性等	建设总体长度、地基与基础工程、堤身结构工程、护面结构工程、堤顶结构、附属设施、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、同类项目建设管理经验、施工组织便利性等	建设总体长度、地基与基础工程、堤身结构工程、护面结构工程、堤顶结构、附属设施、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、同类项目建设管理经验、施工组织便利性等
施工环境	工程离岸距离、工程水域掩护条件、工程水域水深、工程施工场地周边妨碍物、防台避风锚地	工程水域水深、航道等级、施工水域通航影响、工程施工场地周边妨碍物,采用干地施工还需考虑围堰挡水高度与基坑深度、地下水位	工程水域掩护条件、工程水域水深、工程施工场地周边妨碍物、防台避风锚地	工程水域水深、工程施工场地周边妨碍物,采用干地施工还需考虑围堰挡水高度与基坑深度
地质条件	岸坡地质、水域地质	岸坡地质、水域地质	岸坡地质、水域地质	岸坡地质、水域地质

表 1 专家调查要素(续)

项别	沿海码头工程	内河码头工程	沿海码头护岸与防波堤工程	内河码头护岸工程
气象水文	台风(或突风)、季风、浪、潮差、潮流、雾、冰冻、冰凌	突风(或台风)、季风、水位差、河流流速、河床冲淤变化、雾、冰冻、冰凌,河口地区还需考虑潮差与潮流	台风(或突风)、季风、浪、潮差、潮流、雾、冰冻、冰凌	突风(或台风)、季风、水位差、河流流速、河床冲淤变化、雾、冰冻、冰凌,河口地区还需考虑潮差与潮流
资料完整性	地质水文气象资料、设计文件	地质水文气象资料、设计文件	地质水文气象资料、设计文件	地质水文气象资料、设计文件

表 2 专家信心指数

信心描述	专家信心指数
对评估内容非常熟悉,对评估结果很有信心	0.9~1
对评估内容比较熟悉,对评估结果比较有信心	0.7~0.9
对评估内容有一定了解,对评估结果有一定信心	0.4~0.7
对评估内容不太了解,对评估结果基本没把握	0.1~0.4

$$D_r = \frac{\sum (W_i \times R_i)}{\sum W_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- R_i ——每个项别的风险等级评估分值(1~4);
- W_i ——每个项别的专家信心指数;
- D_r ——每位专家的评估结果。

表 3 专家调查法总体风险分级标准

风险等级	\bar{D}_r
重大风险(IV)	$\bar{D}_r \geq 3.5$
较大风险(III)	$2.5 \leq \bar{D}_r < 3.5$
一般风险(II)	$1.5 \leq \bar{D}_r < 2.5$
低风险(I)	$\bar{D}_r < 1.5$

5.3 指标体系法

5.3.1 采用指标体系法对港口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 权重系数宜采用重要性排序法确定。根据评估指标与风险事件发生可能性以及后果严重程度(优先考虑人员伤亡)的相关性,进行综合评判后,将各评估指标按重要性从高到低依次进行排序,权重

系数按公式(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, $m \leq n$ 。

5.3.3 在采用重要性排序法确定权重系数时,评估小组应通过集体讨论等方式,结合工程实际情况,合理选取或补充评估指标并对其重要性进行排序。评估指标个数的选取宜在 13 个以内。

5.3.4 评估小组应集体讨论确定并标识出重要性指标,重要性指标应包括权重大、对施工安全风险影响不能忽略的指标,指标取值变化会对评估结果影响大的敏感指标,若干指标组合后对风险影响大的指标等。

5.3.5 码头工程、护岸与防波堤工程的总体风险评估指标体系见附录 A。其他类型的港口工程可参照建立相应的总体风险评估指标体系。

5.3.6 施工安全总体风险按公式(3)计算确定。

$$F_r = \sum X_{ij} = \sum R_{ij} \times \gamma_{ij} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- F_r —— 总体风险评估分值;
- X_{ij} —— 评估指标的分值, $i = 1, 2, 3, 4, 5, j = 1, 2, \dots, n$; n 为对应第 i 个项别包括的评估指标的数量;
- R_{ij} —— 评估指标的基本分值;
- γ_{ij} —— 评估指标的权重系数。

计算得出 F_r 后,对照表 4 确定施工安全总体风险等级。

表 4 指标体系法总体风险分级标准

风险等级 ^a	F_r
重大风险(IV)	$F_r \geq 60$
较大风险(III)	$50 \leq F_r < 60$
一般风险(II)	$40 \leq F_r < 50$
低风险(I)	$F_r < 40$

^a 若出现 1 个或多个重要性指标(评估小组集体讨论确定)取最大值,应调高一个风险等级。

6 专项风险评估

6.1 一般要求

6.1.1 5.1 所列的港口工程应开展专项风险评估,其他港口工程宜开展专项风险评估。

6.1.2 港口工程专项风险评估应符合 JT/T 1375.1—2022 中 6.1 的要求。

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 的要求。

6.2.2 港口工程施工作业程序分解见附录 B。

6.2.3 分析港口工程施工可能发生的风险事件类型时,可见附录 C。

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 沿海港口工程常见的重大作业活动主要包括:沉箱预制,沉箱出运下水,沉箱运输及安装,水上沉桩施工,水上灌注桩施工,潜水作业,水下爆破,水上/临水现场浇筑,接岸(驳岸)工程施工,软基处理,水上吊运及安装,大型平台、便桥架设与拆除,大型支架模板架设与拆除,岸坡开挖,预制构件及设备船舶运输,基床爆夯,基床整平(导轨刮道法),地下连续墙成槽施工,地下连续墙钢筋笼起重吊装,基坑开挖,拉杆安装,码头前沿挖泥,高边坡加固等。具体沿海港口工程可根据实际选取或补充重大作业活动。

6.3.1.3 内河港口工程常见的重大作业活动主要包括:围堰施工(适用于干地施工),基坑开挖(适用于干地施工),筑岛施工(适用于干地施工),水上沉桩施工,水上灌注桩施工,水下爆破(干地施工时陆上爆破),潜水作业,水上/临水现场浇筑(干地施工时上部结构现场浇筑),接岸(驳岸)工程施工,软基处理,水上吊运及安装(干地施工时构件吊运及安装),大型平台、便桥架设与拆除,大型支架模板架设与拆除,岸坡开挖,预制构件及设备船舶运输,基床爆夯,基床整平(导轨刮道法),地下连续墙成槽施工,地下连续墙钢筋笼起重吊装,拉杆安装,码头前沿挖泥,高边坡加固等。具体内河港口工程可根据实际选取或补充重大作业活动。

6.3.1.4 高桩码头、重力式码头、板桩码头、防波堤及护岸工程等沿海与内河港口工程的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

一般作业活动风险估测按 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.2 的要求进行。

6.3.3 重大作业活动风险估测

6.3.3.1 重大作业活动风险估测应符合 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.3 的要求。

6.3.3.2 沉箱出运下水、沉箱运输及安装、水上沉桩施工、水上灌注桩施工、接岸(驳岸)工程施工、软基处理、潜水作业、水下爆破、水上吊运及安装、水上/临水现场浇筑、地下连续墙成槽施工、地下连续墙钢筋笼起重吊装、围堰施工、基坑开挖等 14 个重大作业活动的风险事件可能性评估指标体系见附录 E 其他重大作业活动可参照附录 E 建立相应的风险事件可能性评估指标体系。评估指标权重系数的确定应符合 5.3.2、5.3.3 的要求。

6.3.3.3 安全管理评估指标体系见附录 F。将评估指标分值按公式(4)进行计算。根据计算分值对照表 5 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。

$$M = A + B + C + D + E + F + G + H + I + J + K \dots\dots\dots (4)$$

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* ——安全生产费用评估指标分值；
- H* ——船机设备配置及管理评估指标分值；
- I* ——施工组织设计或专项施工方案评估指标分值；
- J* ——企业工程业绩评估指标分值；
- K* ——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5 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(<i>M</i>)	安全管理调整系数(λ)
$M \geq 16$	1.1
$13 \leq M < 16$	1.05
$10 \leq M < 13$	1
$7 \leq M < 10$	0.95
$M < 7$	0.9

6.3.3.4 港口工程施工风险事件可能性大小计算按公式(5)计算确定。

$$P = \lambda \times \sum X_{ij} = \lambda \times \sum (R_{ij} \times \gamma_{ij}) \dots\dots\dots (5)$$

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5取值。

计算得出 *P* 后,根据 *P* 值对照表6 确定各重大作业活动发生风险事件的可能性等级。

表6 施工安全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 ^a	<i>P</i>
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	$P \leq 15$

^a 若出现1个或多个重要性指标(评估小组集体讨论确定)取最大值,可调高一个可能性等级。

6.3.3.5 根据风险事件发生的可能性、严重程度等级,宜采用风险矩阵法确定重大作业活动的施工安全风险等级,划分标准见表7。

表 7 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)

6.4 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

风险控制措施按 JT/T 1375.1—2022 第 7 章的要求进行。

8 风险评估报告

风险评估报告按 JT/T 1375.1—2022 第 8 章的要求进行。

附 录 A
(资料性)
总体风险评估指标体系

码头工程、护岸与防波堤工程的总体风险评估指标体系应符合表 A.1 ~ 表 A.4 中的相关规定。对于具体工程,可根据实际情况对表 A.1 ~ 表 A.4 的数值区间进行适当调整。

表 A.1 沿海码头工程总体风险评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
工程特点	泊位吨级(X_{11})	>30 万 t	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按水工结构吨级
		20 万 t ~ 30 万 t	50 ~ 75				
		10 万 t ~ 20 万 t	25 ~ 50				
		<10 万 t	0 ~ 25				
	基槽与岸坡开挖(X_{12})	水下基槽与岸坡开挖	50 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	两者兼有者,按高级别取值
		陆上基槽与岸坡开挖	0 ~ 50				
	基础工程(X_{13})	爆破夯实	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	使用两种及以上地基基础处理措施的,取高值
		灌注桩、嵌岩桩、地下连续墙	50 ~ 75				
		预制桩沉桩	25 ~ 50				
		水下基槽抛石、锤夯、整平	0 ~ 25				
	码头结构形式(X_{14})	混合形式码头、新形式码头	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		大圆筒、沉箱码头、板桩码头	50 ~ 75				
		高桩码头	25 ~ 50				
		方块码头、浮码头	0 ~ 25				
	码头上部结构工程(X_{15})	水上作业现浇混凝土主体构件	75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	$X_{15} = R_{15} \times \gamma_{15}$	使用两种及以上施工方式的,取高值
水上作业主体预制构件安装		50 ~ 75					
临水作业主体预制构件安装		25 ~ 50					
临水作业现浇混凝土主体构件		0 ~ 25					

表 A.1 沿海码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	工程离岸距离(X_{21})	>3km、孤岛作业	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	距离大陆岸线的最远垂直距离
		1 km ~ 3 km	50 ~ 75				
		0.5 km ~ 1 km	25 ~ 50				
		0 km ~ 0.5 km	0 ~ 25				
	工程水域掩护条件(X_{22})	开敞式	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	个别指标叠加的情况下,取高值,如离岸距离与掩护条件的风险叠加
		半开敞式	50 ~ 75				
		掩护条件较好	25 ~ 50				
		掩护条件好	0 ~ 25				
	工程水域水深(X_{23})	>22 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	天然水深或开挖后水深,取二者中大值
		19 m ~ 22 m	50 ~ 75				
		15 m ~ 19 m	25 ~ 50				
		<15 m	0 ~ 25				
	工程施工场地周边妨碍物(X_{24})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施等	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	施工场地为施工区及外围 500 m 以内的范围
		周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶	50 ~ 75				
		周边有养殖区、易受影响建筑物	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全妨碍物	0 ~ 25				
防台、避风锚地(X_{25})	防台、避风锚地差,距离施工区域远	75 ~ 100	R_{25}	γ_{25}	$X_{25} = R_{25} \times \gamma_{25}$	根据锚地掩护程度、地质、水文条件以及施工船舶的性能综合判断。一般情况下: 大于 50 n mile 为远,大于 30 n mile 但不大于 50 n mile 为较远,大于 10 n mile 但不大于 30 n mile 为较近,不大于 10 n mile 为近	
	防台、避风锚地好,距离施工区域较远	50 ~ 75					
	防台、避风锚地差,距离施工区域较近	25 ~ 50					
	防台、避风锚地好,距离施工区域近	0 ~ 25					

表 A.1 沿海码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	工程选址(X_{26})	新港区	50 ~ 100	R_{26}	γ_{26}	$X_{26} = R_{26} \times \gamma_{26}$	老港区各方面的资料较齐全,有经验可以借鉴
		老港区	0 ~ 50				
地质条件	岸坡地质(X_{31})	岸坡与边坡稳定情况不明	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		岸坡与边坡不稳定,须进行处理	25 ~ 75				
		岸坡与边坡稳定,无须进行处理	0 ~ 25				
	码头施工区域地质(X_{32})	重力式码头地基有突变;桩基码头持力层上覆盖层薄或持力层倾斜较大或存在较多孤石;易发生滑坡的区域	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		地基不均匀,重力式码头地基无突变;桩基码头持力层上覆盖层不够厚或需穿过硬土层或软硬土层交错	25 ~ 75				
		地基均匀	0 ~ 25				
气象水文	台风或突风(X_{41})	>3 次	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据台风或突风的年平均次数划分
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		<1 次	0 ~ 25				
	风力条件(X_{42})	>60 d	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		<20 d	0 ~ 25				
	波高(X_{43})	>5 m	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据设计高水位五十年一遇的波要素 $H_{4\%}$ 划分,还应考虑涌浪的影响
		3.5 m ~ 5 m	50 ~ 75				
		2 m ~ 3.5 m	25 ~ 50				
		<2 m	0 ~ 25				

表 A.1 沿海码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文	潮差(X_{44})	>5 m	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	根据最近站点或推算的平均潮差进行划分
		4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
		<3 m	0 ~ 25				
	潮流(X_{45})	>2.0 m/s	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	根据潮流流速最大值进行划分
		1.0 m/s ~ 2.0 m/s	50 ~ 75				
		0.6 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50				
		<0.6 m/s	0 ~ 25				
	雾日(X_{46})	>50 d	75 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	根据年平均能见度小于1000 m雾日划分
		30 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		15 d ~ 30 d	25 ~ 50				
		<15 d	0 ~ 25				
	冰冻、冰凌(X_{47})	存在一段时间的冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	R_{47}	γ_{47}	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	根据出现天数以及持续时间确定
		偶尔出现冰冻、冰凌天气,但不严重,时间不长	25 ~ 75				
		无冰冻、冰凌天气	0 ~ 25				
	回淤程度(X_{48})	严重回淤	75 ~ 100	R_{48}	γ_{48}	$X_{48} = R_{48} \times \gamma_{48}$	结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断
中度回淤		50 ~ 75					
轻微回淤		25 ~ 50					
无回淤		0 ~ 25					
资料完整性	地质水文气象资料(X_{51})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据地勘资料以及当地或附近的水文、气象资料记录年份综合判断
		地质、水文、气象资料基本完整	25 ~ 75				
		地质、水文、气象资料完整	0 ~ 25				
	设计文件(X_{52})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	完整的文件包括平面图、立面图、剖面图、结构图、大样图以及设计说明
		施工图及说明文件基本完整	25 ~ 75				
		施工图及说明文件完整	0 ~ 25				

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
工程特点	泊位吨级(X_{11})	长江中下游及三峡库区	> 10 000 t	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按水工结构吨级
			5 000 t ~ 10 000 t	50 ~ 75				
			3 000 t ~ 5 000 t	25 ~ 50				
			< 3 000 t	0 ~ 25				
		一般河流	> 2 000 t	75 ~ 100				
			1 000 t ~ 2 000 t	50 ~ 75				
			500 t ~ 1 000 t	25 ~ 50				
			< 500 t	0 ~ 25				
	基槽与岸坡开挖(X_{12})	水下基槽与岸坡开挖		50 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		陆上基槽与岸坡开挖		0 ~ 50				
	基础工程(X_{13})	爆破作业		75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		灌注桩、嵌岩桩、地下连续墙		50 ~ 75				
		预制桩沉桩		25 ~ 50				
		水下基床抛石、锤夯、整平		0 ~ 25				
	码头结构形式(X_{14})	混合形式码头、新形式码头		75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		板桩码头、框架式高桩码头		50 ~ 75				
非框架式高桩码头		25 ~ 50						
重力式码头、浮码头、斜坡码头		0 ~ 25						

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
工程特点	码头上部结构工程(X_{15})	水上/临水施工	水上作业现浇混凝土主体构件	75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	$X_{15} = R_{15} \times \gamma_{15}$	内河码头有采用围堰干地施工的方式。使用两种及以上施工方式的,取高值
			水上作业主体预制构件安装	50 ~ 75				
			临水作业主体预制构件安装	25 ~ 50				
			临水作业现浇混凝土主体构件	0 ~ 25				
		干地施工	现浇混凝土主体构件	50 ~ 100				
			主体预制构件安装	0 ~ 50				
施工环境	工程水域水深(X_{21})	> 12 m	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	天然水深或开挖后水深,取二者的高值	
		5 m ~ 12 m	50 ~ 75					
		2.5 m ~ 5 m	25 ~ 50					
		< 2.5 m	0 ~ 25					
	围堰挡水高度(X_{22})	> 15 m	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	适用于围堰干地施工	
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75					
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50					
		< 5 m	0 ~ 25					
	基坑深度(X_{23})	> 10 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	适用于围堰干地施工	
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75					
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50					
		< 3 m	0 ~ 25					
	航道等级(X_{24})	I 级航道	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	根据主航道等级划分判断	
		II、III级航道	50 ~ 75					
		IV级航道	25 ~ 50					
		V级航道及以下	0 ~ 25					

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	施工水域通航影响(X_{25})	施工水域占用部分主航道,主航道通航密度大	75 ~ 100	R_{25}	γ_{25}	$X_{25} = R_{25} \times \gamma_{25}$	根据通航密度情况、通航船舶船行波对施工船舶以及施工对通航船舶的影响等情况进行综合判断
		施工水域占用部分主航道,主航道通航密度小	50 ~ 75				
		施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较大	25 ~ 50				
		施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较小	0 ~ 25				
	工程施工场地周边妨碍物(X_{26})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施,有饮用水源、防洪设施等	75 ~ 100	R_{26}	γ_{26}	$X_{26} = R_{26} \times \gamma_{26}$	施工场地范围为施工区及外围500 m 以内的范围
		周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶	50 ~ 75				
		周边有养殖区、易受影响的建筑物	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全的妨碍物	0 ~ 25				
	工程选址(X_{27})	新港区	50 ~ 100	R_{27}	γ_{27}	$X_{27} = R_{27} \times \gamma_{27}$	
		老港区	0 ~ 50				

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
地质条件	岸坡地质(X_{31})	岸坡与边坡稳定情况不明	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		岸坡与边坡不稳定,须进行处理	25 ~ 75				
		岸坡与边坡稳定,无须进行处理	0 ~ 25				
	码头施工区域地质(X_{32})	重力式码头地基有突变;桩基码头持力层上覆盖层薄或持力层倾斜较大或存在较多孤石或存在溶洞;处于地质灾害易发区域	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		地基不均匀,重力式码头地基无突变;桩基码头持力层上覆盖层不够厚或需穿过硬土层或软硬土层交错	25 ~ 75				
		地基均匀	0 ~ 25				
气象水文	突风或台风(X_{41})	>3 次	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据台风或突风的年平均次数划分
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		<1 次	0 ~ 25				
	风力条件(X_{42})	>60 d	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		<20 d	0 ~ 25				

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
气象水文	年度水位差或潮差(X_{43})	山区河流	>20 m	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。对于受潮汐影响的河口地区,应将水位差与潮差对比,取大值
			10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
			6 m ~ 10 m	25 ~ 50				
			<6 m	0 ~ 25				
		平原河流	>6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<2 m	0 ~ 25				
		潮差	>5 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<3 m	0 ~ 25				
	河流流速或潮流(X_{44})	山区河流	>3 m/s	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	根据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应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	>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				
潮流		>2 m/s	75 ~ 100					
		1 m/s ~ 2 m/s	50 ~ 75					
		0.6 m/s ~ 1 m/s	25 ~ 50					
		<0.6 m/s	0 ~ 25					
雾日(X_{45})	>50 d	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	根据年平均能见度小于1 000 m的雾日天数划分		
	30 d ~ 50 d	50 ~ 75						
	15 d ~ 30 d	25 ~ 50						
	<15 d	0 ~ 25						

表 A.2 内河码头工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文	冰冻、冰凌(X_{46})	存在一段时间冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	根据出现天数以及持续时间确定
		偶尔出现冰冻、冰凌天气,但不严重,时间不长	25 ~ 75				
		无冰冻、冰凌天气	0 ~ 25				
	河床冲淤变化(X_{47})	严重冲刷或回淤	75 ~ 100	R_{47}	γ_{47}	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断
中度冲刷或回淤		50 ~ 75					
轻微冲刷或回淤		25 ~ 50					
无冲刷或回淤		0 ~ 25					
资料完整性	地质水文气象资料(X_{51})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据地勘资料以及当地或附近的水文、气象资料记录年份综合判断
		地质、水文、气象资料基本完整	25 ~ 75				
		地质、水文、气象资料完整	0 ~ 25				
	设计文件(X_{52})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	完整的文件包括平面图、立面图、剖面图、结构图、大样图以及设计说明
		施工图及说明文件基本完整	25 ~ 75				
		施工图及说明文件完整	0 ~ 25				
<p>注 1:珠江、闽江等通航等级较高的河流下游或库区的码头泊位吨级 X_{11} 指标可借鉴参考长江中下游及三峡库区。 注 2:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。 注 3:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区的流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。</p>							

表 A.3 沿海码头护岸与防波堤工程总体风险评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
工程特点	建设总体长度(X_{11})	>3 000 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	根据项目工程建设总长度计算
		1 000 m ~ 3 000 m	50 ~ 75				
		500 m ~ 1 000 m	25 ~ 50				
		<500 m	0 ~ 25				
	地基与基础工程(X_{12})	爆破挤淤、堆载预压、搅拌桩	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	直立式地基与基础工程参考码头总体风险评估。所列施工工艺是并列关系,采取两种以上地基处理方式的,取高值
		抛石挤淤、真空预压	50 ~ 75				
		土工合成材料	25 ~ 50				
		换填沙垫层	0 ~ 25				
	堤(墙)身结构工程(X_{13})	坐床式圆筒、半圆体、沉箱	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		空心方块、方块、扶壁、板桩	50 ~ 75				
		斜坡式	25 ~ 50				
		其他简易形式	0 ~ 25				
	护面结构工程(X_{14})	人工块体护面	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	结合施工分包队伍的施工经验值综合确定分值,使用两种及以上的,取高值
		大块石护面	50 ~ 75				
		干砌或浆砌块石、干砌条石护面	25 ~ 50				
		模袋混凝土	0 ~ 25				
堤顶结构(X_{15})	现浇混凝土胸墙与防浪墙	75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	$X_{15} = R_{15} \times \gamma_{15}$		
	压顶块体预制与安装	50 ~ 75					
	浆砌石胸墙与防浪墙	0 ~ 50					
附属设施(X_{16})	有附属设施	50 ~ 100	R_{16}	γ_{16}	$X_{16} = R_{16} \times \gamma_{16}$		
	无附属设施	0 ~ 50					

表 A.3 沿海码头护岸与防波堤工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	工程水域掩护条件(X_{21})	开敞式	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	个别指标叠加的情况下,取高值,如离岸距离与掩护条件的风险叠加
		半开敞式	50 ~ 75				
		掩护条件较好	25 ~ 50				
		掩护条件好	0 ~ 25				
	工程水域水深(X_{22})	> 20 m	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	天然水深或开挖后水深,取大值
		15 m ~ 20 m	50 ~ 75				
		6 m ~ 15 m	25 ~ 50				
		< 6 m	0 ~ 25				
	工程施工场地周边妨碍物(X_{23})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、海底管线、储罐、设施等	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	施工场地范围为施工区及外围 500 m 以内的范围
		周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶	50 ~ 75				
		周边有养殖区、易受影响的建筑物	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全的妨碍物	0 ~ 25				
	防台、避风锚地(X_{24})	防台、避风锚地差,距离施工区域远	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	根据锚地掩护程度、地质、水文条件以及施工船舶的性能综合判断。一般情况下: 大于 50 n mile 为远,大于 30 n mile 但不大于 50 n mile 为较远,大于 10 n mile 但不大于 30 n mile 为较近,不大于 10 n mile 为近
		防台、避风锚地好,距离施工区域较远	50 ~ 75				
		防台、避风锚地差,距离施工区域较近	25 ~ 50				
		防台、避风锚地好,距离施工区域近	0 ~ 25				

表 A.3 沿海码头护岸与防波堤工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
地质条件	岸坡地质(X_{31})	岸坡与边坡稳定情况不明	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		岸坡与边坡不稳定,须进行处理	25 ~ 75				
		岸坡与边坡稳定,无须进行处理	0 ~ 25				
	施工区域地质(X_{32})	淤泥质软土层厚度大于 12 m,或存在较厚的软弱夹层,或土层倾斜较大,或易发生滑坡的区域	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		淤泥质软土层厚度在 4 m ~ 12 m 之间,或存在较薄的软弱夹层	50 ~ 75				
		淤泥质软土层厚度小于 4 m	25 ~ 50				
		无淤泥质软土层	0 ~ 25				
气象水文	台风或突风(X_{41})	>3 次	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		<1 次	0 ~ 25				
	风力条件(X_{42})	>60 d	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		<20 d	0 ~ 25				
	波高(X_{43})	>5 m	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	
		3.5 m ~ 5 m	50 ~ 75				
		2 m ~ 3.5 m	25 ~ 50				
		<2 m	0 ~ 25				

表 A.3 沿海码头护岸与防波堤工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文	潮差(X_{44})	>5 m	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	根据最近站点或推算的平均潮差进行划分
		4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
		<3 m	0 ~ 25				
	潮流(X_{45})	>2.0 m/s	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	根据潮流流速最大值进行划分
		1.0 m/s ~ 2.0 m/s	50 ~ 75				
		0.6 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50				
		<0.6 m/s	0 ~ 25				
	雾日(X_{46})	>50 d	75 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	根据年平均能见度小于 1 000 m 的雾日天数划分
		30 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		15 d ~ 30 d	25 ~ 50				
		<15 d	0 ~ 25				
	冰冻、冰凌(X_{47})	存在一段时间冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	R_{47}	γ_{47}	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	根据出现天数以及持续时间确定
		偶尔出现冰冻、冰凌天气,但不严重,时间不长	25 ~ 75				
		无冰冻、冰凌天气	0 ~ 25				
	回淤程度(X_{48})	严重回淤	75 ~ 100	R_{48}	γ_{48}	$X_{48} = R_{48} \times \gamma_{48}$	回淤量标准见设计文件,结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断
中度回淤		50 ~ 75					
轻微回淤		25 ~ 50					
无回淤		0 ~ 25					
资料完整性	地质水文气象资料(X_{51})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据地勘资料以及当地或附近的水文、气象资料记录年份综合判断
		地质、水文、气象资料基本完整	25 ~ 75				
		地质、水文、气象资料完整	0 ~ 25				
	设计文件(X_{52})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	完整的文件包括平面图、立面图、剖面图、结构图、大样图以及设计说明
		施工图及说明文件基本完整	25 ~ 75				
		施工图及说明文件完整	0 ~ 25				

表 A.4 内河码头护岸工程总体风险评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
工程特点	建设总体长度(X_{11})	> 1 000 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	根据项目工程建设总长度计算
		500 m ~ 1 000 m	50 ~ 75				
		100 m ~ 500 m	25 ~ 50				
		< 100 m	0 ~ 25				
	地基与基础工程(X_{12})	爆破挤淤、堆载预压、搅拌桩、强夯	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	直立式地基与基础工程参考码头总体风险评估,采取两种以上地基处理措施的,取高值
		抛石挤淤、真空预压	50 ~ 75				
		土工合成材料	25 ~ 50				
		换填砂垫层	0 ~ 25				
	堤(墙)身结构工程(X_{13})	混合形式、新形式	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		重力式、板桩	50 ~ 75				
		斜坡式	25 ~ 50				
		其他简易形式	0 ~ 25				
	护面结构工程(X_{14})	人工块体护面	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	结合施工分包队伍的施工经验值确定分值,使用两种及以上的,取高值
		大块石护面	50 ~ 75				
		干砌或浆砌块石、干砌条石护面	25 ~ 50				
		模袋混凝土、生态护面	0 ~ 25				
堤顶结构(X_{15})	现浇混凝土胸墙与防浪墙	75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	$X_{15} = R_{15} \times \gamma_{15}$		
	压顶块体预制与安装	50 ~ 75					
	浆砌石胸墙与防浪墙	0 ~ 50					
附属设施(X_{16})	有附属设施	50 ~ 100	R_{16}	γ_{16}	$X_{16} = R_{16} \times \gamma_{16}$		
	无附属设施	0 ~ 50					

表 A.4 内河码头护岸工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	工程水域水深(X_{21})	> 12 m	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	天然水深或开挖后水深,取大值
		5 m ~ 12 m	50 ~ 75				
		2.5 m ~ 5 m	25 ~ 50				
		< 2.5 m	0 ~ 25				
	围堰挡水高度(X_{22})	> 15 m	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	适用于围堰干地施工
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		< 5 m	0 ~ 25				
	基坑深度(X_{23})	> 10 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	适用于围堰干地施工
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50				
		< 3 m	0 ~ 25				
	工程施工场地周边妨碍物(X_{24})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施,有饮用水源、防洪设施等	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	施工场地范围为施工区及外围500 m 以内的范围
		周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶	50 ~ 75				
		周边有养殖区、易受影响的建筑物	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全的妨碍物	0 ~ 25				

表 A.4 内河码头护岸工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
地质条件	岸坡地质(X_{31})	岸坡与边坡稳定情况不明,存在危岩	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		岸坡与边坡不稳定,须进行处理	25 ~ 75				
		岸坡与边坡稳定,无须进行处理	0 ~ 25				
	施工区域地质(X_{32})	淤泥质软土层厚度大于 6 m,或存在较厚的软弱夹层,或土层倾斜较大,或存在溶洞;处于地质灾害易发区域	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		淤泥质软土层厚度在 3 m ~ 6 m 之间,或存在较薄的软弱夹层	50 ~ 75				
		淤泥质软土层厚度小于 3 m	25 ~ 50				
无淤泥质软土层		0 ~ 25					
气象水文	台风或突风(X_{41})	>3 次	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据台风或突风的年平均次数划分
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		<1 次	0 ~ 25				
	风力条件(X_{42})	>60 d	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		<20 d	0 ~ 25				

表 A.4 内河码头护岸工程总体风险评估指标体系(续)

项 别	评估 指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重分值 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
气象水文	年度 水位 差或 潮差 (X_{43})	山区 河流	>20 m	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。对于受潮汐影响的河口地区应将水位差与潮差对比,取大值
			10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
			6 m ~ 10 m	25 ~ 50				
			<6 m	0 ~ 25				
		平原 河流	>6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<2 m	0 ~ 25				
		潮差	>5 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<3 m	0 ~ 25				
	河流 或潮流 流速 (X_{44})	山区 河流	>3 m/s	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	
			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	>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				
		潮流	>2 m/s	75 ~ 100				
			1 m/s ~ 2 m/s	50 ~ 75				
			0.6 m/s ~ 1 m/s	25 ~ 50				
			<0.6 m/s	0 ~ 25				
雾日 (X_{45})	>50 d	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	根据年平均能见度大于1 000 m 的雾日天数划分		
	30 d ~ 50 d	50 ~ 75						
	15 d ~ 30 d	25 ~ 50						
	<15 d	0 ~ 25						
冰冻、 冰凌 (X_{46})	存在一段时间冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	根据出现天数以及持续时间确定		
	偶尔出现冰冻、冰凌天气,但不严重,时间不长	25 ~ 75						
	无冰冻、冰凌天气	0 ~ 25						

表 A.4 内河码头护岸工程总体风险评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重分值(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文	河床冲淤变化(X_{47})	严重冲刷或回淤	75 ~ 100	R_{47}	γ_{47}	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断
		中度冲刷或回淤	50 ~ 75				
		轻微冲刷或回淤	25 ~ 50				
		无冲刷或回淤	0 ~ 25				
资料完整性	地质水文气象资料(X_{51})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据地勘资料以及当地或附近的水文、气象资料记录年份综合判断
		地质、水文、气象资料基本完整	25 ~ 75				
		地质、水文、气象资料完整	0 ~ 25				
	设计文件(X_{52})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	完整的文件包括平面图、立面图、剖面图、结构图、大样图以及设计说明
		施工图及说明文件基本完整	25 ~ 75				
		施工图及说明文件完整	0 ~ 25				
<p>注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。 注 2:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区的流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。</p>							

附录 B

(资料性)

港口工程施工作业程序分解

表 B.1 ~ 表 B.4 分别给出了常见的高桩码头、重力式码头、板桩码头泊位工程及防波堤与护岸工程的施工作业程序分解。

表 B.1 高桩码头泊位工程施工作业程序分解

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施 工 工 序
高桩码头泊位工程 (B1)	基槽与岸坡开挖 (B1-1)	水下岸坡开挖 (B1-1-1)	设置水尺→原泥面测量→挖泥船定位/校对定位系统→分条分层开挖→岸坡开挖标高测量、核对土质→验收
		陆上岸坡开挖 (B1-1-2)	—
	桩基与墩台工程 (B1-2)	钢筋混凝土预应力方桩预制 (B1-2-1)	清理台座→预应力筋制作→支底模或涂隔离剂、安放钢筋骨架及预应力筋→张拉预应力筋→支模、安设预埋件、网片→浇筑混凝土→养护→拆模→放松及切断预应力筋→出槽→堆放
		预应力高强度混凝土管桩(PHC 桩或大管桩)制作 (B1-2-2)	工厂化生产
		钢管桩制作 (B1-2-3)	工厂化生产
		陆上沉桩 (B1-2-4)	沉桩场地整平→桩位放样→桩机就位、对中、整平→起桩(接桩)、稳桩并检查垂直度→锤击沉桩→沉桩完毕、检查验收→桩机移动至下一桩位继续施工
		构件水上运输 (B1-2-5)	—
		吊桩 (B1-2-6)	—
		水上沉桩 (B1-2-7)	运桩驳就位→桩船移位吊桩→立桩入龙口(接桩)→测量定位、扭角、垂直度→下桩、压锤→沉桩、标高贯入度观测→起锤退船→验收
		夹桩 (B1-2-8)	用夹桩方木或抱箍夹桩→将所沉桩通过型钢纵横向固定

表 B.1 高桩码头泊位工程施工作业程序分解(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施 工 工 序
高桩码头泊位工程 (B1)	桩基与墩台工程 (B1-2)	灌注桩施工平台与桩机就位 (B1-2-9)	—
		护筒施工 (B1-2-10)	护筒安装一般应采用施工平台上吊机配合振动锤进行埋设施工或水上打桩船先打入施工,工序与沉桩类同
		钻孔、清渣 (B1-2-11)	—
		钢筋笼制作与安装 (B1-2-12)	—
		混凝土灌注 (B1-2-13)	—
		桩头处理 (B1-2-14)	截桩平台搭设→剥除桩头钢筋保护层→钢筋或预应力筋割除→桩头吊除→桩头顶面修整→平台拆除
		墩台或桩帽施工 (B1-2-15)	—
	上部结构施工 (B1-3)	施工便桥搭设 (B1-3-1)	—
		预制构件 (B1-3-2)	—
		钢引桥、钢梁制作 (B1-3-3)	材料进厂检验→杆、构件下料→杆、构件制作→整体组装焊接及焊缝探伤→除锈防腐→编号
		构件水上运输 (B1-3-4)	—
		构件安装 (B1-3-5)	水上吊装、架桥机安装
		钢筋绑扎与装设 (B1-3-6)	—
		模板架设与拆除 (B1-3-7)	—
		混凝土浇筑 (B1-3-8)	搅拌船、陆上泵送、吊罐或其他
	轨道、停靠船与防护设施 (B1-4)	轨道安装 (B1-4-1)	—
		铁栏杆、系船柱安装 (B1-4-2)	—
		护舷、爬梯安装 (B1-4-3)	测量放线→橡胶护舷、爬梯安装
		护轮坎施工 (B1-4-4)	—

表 B.1 高桩码头泊位工程施工作业程序分解(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
高桩码头泊位工程(B1)	护桩填抛(B1-5)	块石运输(B1-5-1)	—
		块石填抛(B1-5-2)	块石备料装船→定位船定位→抛石船靠定位船抛石→抛石船返回码头装船→定位船移船重新定位→验收
	接岸结构与回填(B1-6)	地基处理(B1-6-1)	砂垫层、塑料排水板、砂桩、碎石桩、搅拌桩、抛石基床等
		现浇或砌石挡土墙施工(B1-6-2)	施工放样→挖基→基底验收→垫层施工→模板安装→挡墙浇(砌)筑→挡墙检验→填方施工
		打入式挡土墙施工(B1-6-3)	—
		岸坡施工(B1-6-4)	岸坡抛石→块石护底→块石护面、人工块体护面

表 B.2 重力式码头泊位工程施工作业程序分解

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
重力式码头泊位工程(B2)	基础(B2-1)	基槽开挖(B2-1-1)	设置水尺→原泥面测量→挖泥船定位/校对定位系统→分条分层开挖→基槽开挖深度测量、核对土质→验槽
		水下爆破(B2-1-2)	炸礁船定位→钻孔→孔深检查→装药/检测→连线→总药量检查→移船/警戒→起爆→盲炮检查确认→清礁
		基床抛石(B2-1-3)	测量标志设立→定位船定位→抛石→打水检测→补抛→下层夯实/上层抛石(下一循环)
		基床夯实(B2-1-4)	测量放线→基床粗平→夯船定位→初夯→复夯→验收
		基床整平(B2-1-5)	测量放样→定位→安放导轨、刮刀→粗平→复测导轨→细平→验收
	墙身(B2-2)	方块预制(B2-2-1)	—
		方块吊运(B2-2-2)	—
		方块安装(B2-2-3)	—
		沉箱预制(B2-2-4)	底模铺设→底层钢筋绑扎→安装底内外模→安装芯模→验收/混凝土浇筑→拆除底层模板/养护→架设钢筋内外绑扎脚手架、工作平台→钢筋绑扎→拆除钢筋绑扎架→安装标准层内外模→浇筑混凝土→拆除模板→下一循环→拆除模板→养护→混凝土防腐

表 B.2 重力式码头泊位工程施工作业程序分解(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
重力式码头泊位工程 (B2)	墙身 (B2-2)	沉箱气囊出运 (B2-2-5)	清理底模、打磨边角→千斤顶顶升、穿入气囊(穿入气囊、充气顶升、抽出底模工字钢)→沉箱横移(搭接牵引和溜尾钢丝绳索)→支垫枕木→抽横移气囊、穿纵移气囊→气囊充气、抽出支垫枕木→沉箱纵移(搭接牵引和溜尾钢丝绳索)→支垫枕木→上船准备工作→搭驳、离驳潮水符合要求→沉箱上浮船坞→枕木支垫、抽出气囊→沉箱出运完成
		沉箱台车出运 (B2-2-6)	轨道槽清理→台车组装及放入轨道槽→沉箱顶升(气囊或千斤顶)→台车移动(卷扬机牵引、液压顶推或电动牵引)→上船准备工作→搭驳、离驳潮水符合要求→沉箱上浮船坞或半潜驳→固定台车→沉箱出运完成
		沉箱水上拖运、浮运 (B2-2-7)	拖航前的准备(气象及拖航航线的选择,沉箱稳定计算,拖力计算,拖轮及缆绳的选用,拖轮和沉箱上号灯的安装,拖轮船队的组建)→压载封仓→拖航到安装现场→拆除灯号及封仓盖→安装
		沉箱安装 (浮船坞或半潜驳) (B2-2-8)	浮船坞或半潜驳运输沉箱在下潜坑位置定位→工作船或起重船就位→浮船坞或半潜驳下潜至指定深度/沉箱内同步灌水至预定水位→沉箱助浮、出驳→浮船坞或半潜驳起浮离场→沉箱安装定位→沉箱注水下沉→精准定位→沉箱坐落基床→检查沉箱安装质量→合格/不合格,合格完成/不合格,抽水上浮,重新定位安放
		沉箱吊运安装 (B2-2-9)	—
		沉箱海上临时存放 (B2-2-10)	沉箱海上临时存放的选定(收集水文地质资料并分析)→软弱海床应进行基础处理→沉箱稳定计算→沉箱运输到存放点→沉放就位→注水压载→设置警示标志→定期观测
		扶壁构件预制 (B2-2-11)	—
		扶壁吊运 (B2-2-12)	—
		扶壁安装 (B2-2-13)	—
		箱格内回填 (B2-2-14)	沉箱四个角立标→回填料运至现场→各箱格同步回填(片块石用反铲配合、碎石及砂用皮带船各仓同步均匀回填)
	上部结构施工 (B2-3)	现浇胸墙 (B2-3-1)	测量放线→钢筋绑扎→预埋件安装→安装托架→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		预制构件 (B2-3-2)	—
		构件安装 (B2-3-3)	—
后方回填及面层施工 (B2-4)	抛石棱体施工 (B2-4-1)	块石备料装船→定位船定位→抛石船靠定位船抛石→抛石船返回码头装船→定位船移船重新定位→验收	

表 B.2 重力式码头泊位工程施工作业程序分解(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
重力式码头泊位工程(B2)	端头护岸施工(B2-5)	基槽与岸坡开挖(B2-5-1)	—
		护面(B2-5-2)	—
	轨道、停靠船与防护设施(B2-6)	轨道安装(B2-6-1)	—
		铁栏杆、系船柱安装(B2-6-2)	—
		护舷、爬梯安装(B2-6-3)	测量放线→橡胶护舷、爬梯安装
		护轮坎施工(B2-6-4)	—

表 B.3 板桩码头泊位工程施工作业程序分解

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
板桩码头泊位工程(B3)	基槽与岸坡开挖(B3-1)	水下岸坡开挖(B3-1-1)	设置水尺→原泥面测量→挖泥船定位/校对定位系统→分条分层开挖→岸坡开挖标高测量、核对土质→验收
		陆上岸坡开挖(B3-1-2)	—
	地基处理(B3-2)	地基处理(B3-2-1)	碎石桩、砂桩、塑料排水板、水泥搅拌桩等
	前墙结构(B3-3)	预制构件(混凝土板桩,钢板桩加工)(B3-3-1)	工厂化生产
		板桩沉桩(B3-3-2)	陆上沉桩:场地整平→桩位放样→桩机就位、对中、整平→起桩、稳桩并检查垂直度→沉桩→沉桩完毕、检查验收→桩机移动至下一桩位继续施工
			水上沉桩:运桩方驳就位→桩船移船吊桩→移船粗定位→调整桩架斜度→移船细定位→沉桩→沉桩完毕、检查验收→桩船移动至下一桩位继续施工
		地下连续墙(B3-3-3)	导墙制作→泥浆制备→成槽施工→清槽除砂→钢筋笼制作、起吊、下放→安放锁口管→混凝土灌注→拔出锁口管→下一槽段施工
	遮帘桩(B3-3-4)	导墙制作→泥浆制备→成槽施工→清槽除砂→钢筋笼制作、起吊、下放→混凝土灌注→下一槽段施工	
	上部结构(B3-4)	基坑开挖(B3-4-1)	胸墙与后锚碇结构导梁结构之间土方开挖
		胸墙(B3-4-2)	地下连续墙桩头凿除→浇筑垫层→钢筋制作、绑扎→模板支设→混凝土浇筑→养护

表 B.3 板桩码头泊位工程施工作业程序分解(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
板桩码头泊位工程 (B3)	上部结构 (B3-4)	遮帘桩导梁 (B3-4-3)	遮帘桩桩头凿除→浇筑垫层→钢筋制作、绑扎→模板支设→混凝土浇筑→养护
		锚碇墙导梁 (B3-4-4)	锚碇墙桩头凿除→浇筑垫层→钢筋制作、绑扎→模板支设→混凝土浇筑→养护
	锚碇结构与拉杆 (B3-5)	锚碇墙 (B3-5-1)	导墙制作→泥浆制备→成槽施工→清槽除砂→钢筋笼制作、起吊、下放→混凝土灌注→下一槽段施工
		灌注桩 (B3-5-2)	埋设护筒→泥浆制备→成孔施工→清孔→钢筋笼制作吊装→下导管→二次清孔→混凝土灌注
		拉杆制作与安装 (B3-5-3)	拉杆加工→拉杆安装→包裹防腐材料→施工保护体
	回填与面层 (B3-6)	倒滤层 (B3-6-1)	—
		土方回填 (B3-6-2)	—
		地基处理 (B3-6-3)	碎石振冲桩、砂桩等
		基地整平与碾压 (B3-6-4)	—
		垫层与基层 (B3-6-5)	—
		面层 (B3-6-6)	—
	轨道梁与轨道安装 (B3-7)	现浇轨道梁 (B3-7-1)	测量放线→钢筋绑扎→预埋件安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		轨道安装 (B3-7-2)	—
	停靠船与防护设施 (B3-8)	系船柱 (B3-8-1)	—
		护舷、爬梯安装 (B3-8-2)	测量放线→橡胶护舷、爬梯安装
		护轮坎 (B3-8-3)	—
		堤头灯 (B3-8-4)	—
	码头前沿挖泥 (B3-9)	码头前沿挖泥 (B3-9-1)	—

表 B.4 防波堤与护岸工程施工作业程序分解

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施 工 工 序
防波堤与 护岸工程 (B4)	基础工程 (B4-1)	水下基槽开挖 (B4-1-1)	—
		水下抛砂 (B4-1-2)	—
		水下基床抛石 (B4-1-3)	测量标志设立→定位船定位→抛石→打水检测→补抛→下层夯实/上层抛石(下一循环)
		水下基床夯实 (B4-1-4)	测量放线→基床粗平→夯船定位→初夯→复夯→验收
		水下基床整平 (B4-1-5)	测量放样→定位→安放导轨→粗平→复测导轨→细平→验收
		陆上或水下地基加固 (B4-1-6)	—
	堤身工程 (B4-2)	构件预制与安装 (B4-2-1)	起重船定位→起吊→安装→构件坐落基床→检查安装质量
		水下爆炸抛石挤淤 (B4-2-2)	—
		堤心石抛填 (B4-2-3)	—
		土工织物充填袋筑堤 (B4-2-4)	—
		理坡 (B4-2-5)	堤身各层规格石抛理施工采用“先外侧、后内侧”“先水下、后水上”,实行多断面多点施工
	护面工程 (B4-3)	护面块体预制 (B4-3-1)	—
		护面块体安放 (B4-3-2)	采用“先外侧、后内侧”,“先水下、后水上”
	上部结构 (B4-4)	现浇混凝土结构 (B4-4-1)	施工准备→测量放线→钢筋绑扎→预埋件安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		浆砌块石 (B4-4-2)	施工准备→测量放样→挂线分皮坐浆卧砌→空隙堵塞砂浆→碎石嵌实→上下皮互相错缝、内外交错搭砌→验收

附录 C

(资料性)

港口工程施工的典型风险事件类型

表 C.1 ~ 表 C.5 分别给出了高桩码头、重力式码头、板桩码头、防波堤与护岸工程、大临工程(围堰和基坑开挖)施工的典型风险事件类型,评估时可结合工程实际情况进行调整,可增加水上交通事故(船舶碰撞、搁浅、触礁等)和水上环境污染等风险事件。

表 C.1 高桩码头泊位工程施工的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	滑桩	滑坡
基槽与 岸坡开挖 (C1-1)	水下岸坡开挖 (C1-1-1)	○			○	○		○					○
	陆上岸坡开挖 (C1-1-2)	○			○	○		○					
桩基与 墩台工程 (C1-2)	钢筋混凝土 预应力方桩 预制 (C1-2-1)		○	○		○	○	○					
	陆上沉桩 (C1-2-2)		○			○	○						
	构件水上运输 (C1-2-3)	○	○				○	○					
	吊桩 (C1-2-4)	○	○				○	○					
	水上沉桩 (C1-2-5)	○	○			○	○	○		○		○	○
	夹桩 (C1-2-6)	○	○				○			○			

表 C.1 高桩码头泊位工程施工的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	滑桩	滑坡
桩基与 墩台工程 (C1-2)	灌注桩施工平台 与桩机就位 (C1-2-7)	○	○	○	○	○	○			○			○
	护筒施工 (C1-2-8)	○	○			○	○	○				○	○
	钻孔、清渣 (C1-2-9)		○	○		○							
	钢筋笼制作 与安装 (C1-2-10)		○	○		○	○	○					
	混凝土灌注 (C1-2-11)		○	○	○	○		○					
	桩头处理 (C1-2-12)	○	○	○		○	○	○		○			
	墩台或桩帽施工 (C1-2-13)	○		○	○	○	○	○		○			
上部结构施工 (C1-3)	施工便桥搭设 (C1-3-1)	○	○	○	○	○	○	○		○		○	
	预制构件 (C1-3-2)	○		○		○	○	○					
	钢引桥、 钢梁制作 (C1-3-3)		○	○		○	○	○		○	○		
	构件水上运输 (C1-3-4)	○	○				○	○					
	构件吊装作业 (C1-3-5)	○	○				○	○		○			
	钢筋绑扎与装设 (C1-3-6)	○	○	○		○	○			○			
	模板架设与拆除 (C1-3-7)	○	○	○	○		○			○			
	混凝土浇筑 (C1-3-8)	○	○	○	○	○		○		○			

表 C.1 高桩码头泊位工程施工的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	滑桩	滑坡
轨道、停靠船 与防护设施 (C1-4)	轨道安装 (C1-4-1)		○	○		○	○	○					
	铁栏杆、 系船柱安装 (C1-4-2)	○		○		○	○			○			
	护舷、爬梯安装 (C1-4-3)	○	○			○	○			○			
	护轮坎施工 (C1-4-4)	○		○		○		○		○			
护桩填抛 (C1-5)	块石运输 (C1-5-1)	○						○					
	块石填抛 (C1-5-2)	○	○			○		○					
接岸结构 与回填 (C1-6)	地基处理 (C1-6-1)	○	○	○	○	○		○					
	现浇或砌石 挡土墙施工 (C1-6-2)	○	○	○	○	○	○	○		○			○
	打入式挡土墙 施工 (C1-6-3)	○	○			○	○	○					○
	岸坡施工 (C1-6-4)	○	○			○	○	○					○
注：“○”表示可能发生该风险事件,表 C.2 ~ 表 C.5 同此。													

表 C.2 重力式码头泊位工程施工的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	倾覆
基础 (C2-1)	基槽开挖 (C2-1-1)	○			○	○		○				
	水下爆破 (C2-1-2)	○			○			○	○			
	基床抛石 (C2-1-3)	○	○			○		○				
	基床夯实 (C2-1-4)	○	○			○	○	○				
	基床(潜水)整平 (C2-1-5)	○	○			○	○					
墙身 (C2-2)	方块预制 (C2-2-1)		○	○		○	○			○		
	方块吊运 (C2-2-2)		○			○	○	○				
	方块安装 (C2-2-3)	○	○			○	○	○				
	沉箱预制 (C2-2-4)		○	○		○	○	○		○		
	沉箱气囊或 台车出运 (C2-2-5)		○	○		○		○				○
	沉箱水上 拖运、浮运 (C2-2-6)	○				○		○				○
	沉箱安装 (浮船坞或半潜驳) (C2-2-7)	○	○			○	○	○		○		○
	沉箱吊运安装 (C2-2-8)	○	○			○	○	○		○		○

表 C.2 重力式码头泊位工程施工的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	倾覆
墙身 (C2-2)	扶壁构件预制 (C2-2-9)		○	○		○	○	○		○		
	扶壁吊运 (C2-2-10)		○			○	○	○				
	扶壁安装 (C2-2-11)	○	○			○	○	○				
上部结构施工 (C2-3)	现浇胸墙 (C2-3-1)	○		○		○	○	○		○		
	预制构件 (C2-3-2)		○	○		○	○					
	构件安装 (C2-3-3)	○	○			○	○	○		○		
后方回填及 面层施工 (C2-4)	○	○			○		○					
端头护岸施工 (C2-5)	基槽与岸坡开挖 (C2-5-1)	○			○	○		○				
	护面 (C2-5-2)	○	○			○	○	○				
附属设施安装 (C2-6)	轨道安装 (C2-6-1)		○	○		○	○	○				
	铁栏杆、系船 柱安装 (C2-6-2)	○		○		○	○			○		
	护舷、爬梯安装 (C2-6-3)	○	○			○	○			○		
	护轮坎施工 (C2-6-4)	○		○		○		○		○		

表 C.3 板桩码头泊位工程施工的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	滑桩	滑坡
基槽与 岸坡开挖 (C3-1)	水下岸坡开挖 (C3-1-1)	○			○	○		○					○
	陆上岸坡开挖 (C3-1-2)	○			○	○		○					
地基处理 (C3-2)	地基处理 (C3-2-1)		○	○	○	○		○					
前墙结构 (C3-3)	预制混凝土板桩 (C3-3-1)		○	○		○	○	○					
	钢板桩制作 (C3-3-2)			○		○	○	○			○		
	陆上沉桩 (C3-3-3)		○			○	○	○		○		○	○
	水上沉桩 (C3-3-4)	○	○			○	○	○		○		○	○
	地下连续墙 (C3-3-5)	○		○	○	○	○	○					○
	遮帘桩 (C3-3-6)			○	○	○	○	○		○		○	○
上部结构 (C3-4)	基坑开挖 (C3-4-1)				○	○		○					
	胸墙 (C3-4-2)	○		○		○	○	○		○			
	遮帘桩导梁 (C3-4-3)			○		○	○	○					
	锚碇墙导梁 (C3-4-4)			○		○	○	○		○			
锚碇结构 与拉杆 (C3-5)	锚碇墙 (C3-5-1)			○	○	○	○	○					
	灌注桩 (C3-5-2)	○		○	○	○	○	○					
	拉杆制作与安装 (C3-5-3)		○			○	○						

表 C.3 板桩码头泊位工程施工的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾	滑桩	滑坡
回填与面层 (C3-6)	倒滤层 (C3-6-1)					○		○					
	土方回填 (C3-6-2)					○		○					○
	地基处理 (C3-6-3)		○	○	○	○		○					
	基地整平与碾压 (C3-6-4)					○		○					
	垫层与基层 (C3-6-5)					○		○					
	面层 (C3-6-6)			○		○		○					
轨道梁与 轨道安装 (C3-7)	现浇轨道梁 (C3-7-1)			○		○	○	○					
	轨道安装 (C3-7-2)		○	○		○	○	○					
停靠船与 防护设施 (C3-8)	系船柱 (C3-8-1)	○				○	○			○			
	护舷、爬梯安装 (C3-8-2)	○	○			○	○			○			
	护轮坎 (C3-8-3)	○		○		○		○		○			
	堤头灯 (C3-8-4)					○	○			○			
码头前沿 挖泥 (C3-9)	码头前沿 挖泥 (C3-9-1)	○			○	○		○				○	

表 C.4 防波堤与护岸工程施工的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾
基础工程 (C4-1)	基槽开挖 (C4-1-1)	○			○	○		○			
	水下抛砂 (C4-1-2)	○						○			
	水下基床抛石 (C4-1-3)	○	○			○		○			
	水下基床夯实 (C4-1-4)	○				○	○	○	○		
	水下基床 (潜水)整平 (C4-1-5)	○	○			○		○			
	陆上或水下 地基加固 (C4-1-6)	○	○	○	○	○		○			
堤身工程 (C4-2)	构件预制安装 (C4-2-1)	○	○			○	○	○			
	水下爆炸 挤淤抛石 (C4-2-2)	○			○	○		○	○		
	堤心石抛石 (C4-2-3)	○			○	○		○			
	土工织物充 填袋筑堤 (C4-2-4)	○				○					○
	理坡 (C4-2-5)	○			○	○					
护面工程 (C4-3)	护面块体预制 (C4-3-1)		○	○		○	○	○			

表 C.4 防波堤与护岸工程施工的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	火灾
护面工程 (C4-3)	护面块体安放 (C4-3-2)	○	○		○		○	○			
上部结构 (C4-4)	现浇混凝土结构 (C4-4-1)	○		○	○	○		○		○	
	浆砌块石 (C4-4-2)	○	○							○	
注:在软土地基上进行防波堤或护岸施工,以及护岸后方回填施工时,有可能出现滑坡的风险。											

表 C.5 大临工程(围堰与基坑开挖)施工的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	淹溺	物体 打击	触电	坍/ 垮塌	机械 伤害	起重 伤害	车船 伤害	爆炸	高处 坠落	坑底 浸水	滑桩	滑坡
围堰 (C5-1)	土石 围堰 (C5-1-1)	○	○		○	○		○		○	○		○
	板桩、地下连续墙、 钢圆筒围堰 (C5-1-2)	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○
	混凝土围堰 (C5-1-3)	○	○	○		○	○	○	○	○	○		
基坑开挖 (C5-2)	基坑开挖 (C5-2-1)		○		○	○	○	○	○	○	○		○
注:土石围堰和基坑出现渗水、管涌时,若不采取措施,会导致坍(垮)塌的风险。													

附录 D

(资料性)

港口工程常见重大作业活动清单

表 D.1 和表 D.2 分别给出了沿海港口工程和内河港口工程常见重大作业活动清单。

表 D.1 沿海港口工程常见重大作业活动清单

港口工程类型		重大作业活动
高桩码头工程		a) 岸坡开挖; b) 水上沉桩施工; c) 水上灌注桩施工; d) 平台便桥架设与拆除; e) 水上现场浇筑(桩帽、横梁等施工); f) 水上吊运及安装(梁、板、靠船构件、钢引桥等吊运及安装); g) 接岸(驳岸)工程施工; h) 软基处理; i) 高边坡加固
重力式码头工程		a) 水下爆破作业(水下基槽炸礁或港池炸礁、基床爆夯); b) 潜水作业(基床整平); c) 沉箱预制(包含大型模板架设与拆除); d) 沉箱/方块出运下水; e) 沉箱运输与安装; f) 水上吊运及安装(沉箱、方块、钢引桥等吊运及安装); g) 大型模板架设与拆除及水上/临水现场浇筑(胸墙施工); h) 软基处理; i) 驳岸工程施工; j) 高边坡加固
板桩码头工程		a) 岸坡开挖; b) 水上沉桩施工(板桩水上沉桩施工); c) 地下连续墙成槽施工; d) 地下连续墙钢筋笼起重吊装施工; e) 基坑开挖(胸墙、帽梁,导梁浇筑前基坑开挖); f) 拉杆安装; g) 码头前沿挖泥; h) 高边坡加固
防波堤及护岸工程	直立式	a) 水下爆破作业(水下基槽炸礁或港池炸礁、基床爆夯); b) 潜水作业(基床整平); c) 沉箱预制(包含大型模板架设与拆除); d) 沉箱/方块出运下水; e) 沉箱运输与安装; f) 水上吊运及安装(沉箱或方块等吊运及安装); g) 大型模板架设与拆除及水上/临水现场浇筑(胸墙或防浪墙施工); h) 软基处理
	斜坡式	a) 软基处理; b) 水下爆破作业(爆破挤淤); c) 水上吊运及安装(护面施工); d) 大型模板安装与拆除(大型防浪墙浇筑)
注:板桩结构的护岸工程参照板桩码头工程。		

表 D.2 内河港口工程常见重大作业活动清单

港口工程类型		重大作业活动
高桩码头工程		a) 筑岛施工(适用于干地施工); b) 岸坡开挖; c) 水上沉桩施工; d) 水上灌注桩施工; e) 平台便桥架设与拆除; f) 水上现场浇筑(桩帽、横梁、框架等)施工,干地施工时为陆上现场浇筑; g) 水上吊运及安装(梁、板、靠船构件、钢引桥等吊运及安装),干地施工时为陆上吊运及安装; h) 接岸(驳岸)工程施工; i) 软基处理; j) 高边坡加固
重力式码头工程		a) 围堰施工(适用于干地施工); b) 基坑开挖(适用于干地施工); c) 水下爆破作业(水下基槽炸礁或港池炸礁、基床爆夯); d) 陆上爆破作业(适用于干地施工); e) 潜水作业(基床整平); f) 水上吊运及安装(方块、钢引桥等吊运及安装),陆上吊运与安装(适用于干地施工); g) 大型模板架设与拆除及水上/临水现场浇筑(胸墙施工),大型模板架设与拆除及陆上现场浇筑(干地施工时的墙身与胸墙施工); h) 软基处理; i) 驳岸工程施工; j) 高边坡加固
板桩码头工程		a) 水上沉桩施工(板桩水上沉桩施工); b) 地下连续墙成槽施工; c) 地下连续墙钢筋笼起重吊装施工; d) 基坑开挖(胸墙、帽梁,导梁浇筑前基坑开挖); e) 拉杆安装; f) 码头前沿挖泥; g) 高边坡加固
护岸工程	直立式	a) 围堰施工(适用于干地施工); b) 基坑开挖(适用于干地施工); c) 水下爆破作业(水下基槽炸礁或港池炸礁、基床爆夯); d) 陆上爆破作业(适用于干地施工); e) 潜水作业(基床整平); f) 水上吊运及安装(方块等吊运及安装); g) 陆上吊运与安装(适用于干地施工); h) 大型模板架设与拆除及水上/临水现场浇筑(胸墙或防浪墙施工),大型模板架设与拆除及陆上现场浇筑(干地施工时的堤身与胸墙或防浪墙施工); i) 软基处理

表 D.2 内河港口工程常见重大作业活动清单(续)

港口工程类型		重大作业活动
护岸工程	斜坡式	a) 软基处理; b) 水下爆破作业(爆破挤淤); c) 水上吊运及安装(护面施工); d) 大型模板安装与拆除(大型防浪墙浇筑)
注:板桩结构的护岸工程参照板桩码头工程。		

附录 E

(资料性)

重大作业活动的风险事件可能性评估指标体系

E.1 沉箱出运下水

沉箱出运下水风险事件可能性评估,主要基于倾覆、物体打击、机械伤害、淹溺等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.1。

表 E.1 沉箱出运下水风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})	权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明		
		分值范围	取值						
沉箱因素	沉箱形状(X_{11})	异型形式		50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	采用两种以上形状、规格的沉箱,取高值	
		圆形		25 ~ 50					
		矩形		0 ~ 25					
	沉箱高宽比(X_{12})	> 1.5		75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$		
		1 ~ 1.5		50 ~ 75					
		< 1		0 ~ 50					
	沉箱吨位(X_{13})	> 5 000 t		75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$		
		3 000 t ~ 5 000 t		50 ~ 75					
		1 000 t ~ 3 000 t		25 ~ 50					
		< 1 000 t		0 ~ 25					
	场地条件	地面或轨道坡度(X_{21})	气囊出运	$i \geq 1 : 30$	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	i 表示坡度
				$1 : 50 \leq i < 1 : 30$	25 ~ 75				
$i < 1 : 50$				0 ~ 25					
台车出运			$i \geq 1 : 50$	75 ~ 100					
			$1 : 100 \leq i < 1 : 50$	25 ~ 75					
			$i < 1 : 100$	0 ~ 25					

表 E.1 沉箱出运下水风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
场地条件	地基条件(X_{22})	经局部补强处理后,地基承载力符合要求,但存在不均匀沉降	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据出运场地强度和稳定性验算、补强加固以及沉降观测情况综合判定
		地基承载力符合要求,但局部存在不均匀沉降	50 ~ 75				
		地基承载力符合要求,但存在均匀沉降	25 ~ 50				
		地基承载力符合要求,且无明显沉降	0 ~ 25				
气象水文条件	风力条件(X_{31})	> 60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据大于6级风的年平均日数划分
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		< 20 d	0 ~ 25				
	台风或突风(X_{32})	> 3 次	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据突风的年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		< 1 次	0 ~ 25				
	波高(X_{33})	> 1 m	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	滑道下水,波高大于或等于1 m时,不宜进行沉箱的溜放;浮船坞或半潜驳下潜时,下潜区波高不宜大于1.0 m;还应考虑涌浪的影响
		0.6 m ~ 1 m	50 ~ 75				
		0.3 m ~ 0.6 m	25 ~ 50				
		< 0.3 m	0 ~ 25				
	潮流流速(X_{34})	> 1.0 m/s	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	流速宜小于1.0 m/s
		0.6 m/s ~ 1 m/s	50 ~ 75				
		0.3 m/s ~ 0.6 m/s	25 ~ 50				
		< 0.3 m/s	0 ~ 25				
不良天气(X_{35})	会涉及且天数较多	50 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	根据施工期间是否会涉及冬季、夜间、雾天、雷雨天等不良天气,以及天数进行综合判断	
	偶尔涉及	25 ~ 50					
	不涉及	0 ~ 25					

表 E.1 沉箱出运下水风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	预制场选址合理性(X_{41})	一般	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	考虑距离、风速等因素,专业预制场应根据运输距离与方式进行综合考虑
		较合理	25 ~ 75				
		合理	0 ~ 25				
	出运工艺(X_{42})	气囊	50 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	其他工艺由评估小组综合评估
		台车	0 ~ 50				
	机具状态(X_{43})	一般	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据沉箱出运所用到的千斤顶、卷扬机、索具、气囊等机具检查状态及性能,由评估小组综合评估
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	船机富余程度(X_{44})	<10%	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	根据所使用船舶、机具富余程度,由评估小组综合评估
		10% ~ 20%	25 ~ 75				
		>20%	0 ~ 25				
	下水方式(X_{45})	滑道	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	
搭接式半潜驳或浮船坞		50 ~ 75					
起重船起吊		25 ~ 50					
座底半潜驳、干船坞		0 ~ 25					
工期安排合理性(X_{46})	一般	50 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$		
	合理	0 ~ 50					
施工作业环境	作业场地布局及周边情况(X_{51})	一般	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据施工现场平面布置与物品堆放秩序、周边有无宿舍区等,由评估小组综合评估
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	通信环境与设备(X_{52})	一般	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
注:对于具体工程,可根据实际情况对表中数值区间进行适当调整,下同。							

E.2 沉箱运输及安装

沉箱运输及安装风险事件可能性评估,主要基于倾覆、物体打击、机械伤害、淹溺等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.2。

表 E.2 沉箱运输及安装风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
沉箱因素	沉箱形状(X_{11})	异型形式	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	采用两种以上形状、规格的沉箱,取高值	
		圆形	25 ~ 50					
		矩形	0 ~ 25					
	沉箱高宽比(X_{12})	> 1.5	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$		
		1 ~ 1.5	50 ~ 75					
		< 1	0 ~ 50					
	沉箱吨位(X_{13})	> 5 000 t	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$		
		3 000 t ~ 5 000 t	50 ~ 75					
		1 000 t ~ 3 000 t	25 ~ 50					
		< 1 000 t	0 ~ 25					
	气象水文条件	风力条件(X_{21})	> 60 d	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分
			40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
20 d ~ 40 d			25 ~ 50					
< 20 d			0 ~ 25					
台风或突风(X_{22})		> 3 次	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施	
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75					
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50					
		< 1 次	0 ~ 25					
波高(X_{23})		> 0.8 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	评估时还应考虑涌浪的影响	
		0.6 m ~ 0.8 m	50 ~ 75					
		0.3 m ~ 0.6 m	25 ~ 50					
		< 0.3 m	0 ~ 25					
潮流流速(X_{24})		> 1.0 m/s	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$		
		0.6 m/s ~ 1.0 m/s	50 ~ 75					
		0.3 m/s ~ 0.6 m/s	25 ~ 50					
		< 0.3 m/s	0 ~ 25					

表 E.2 沉箱运输及安装风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文条件	雾日(X_{25})	> 50 d	75 ~ 100	R_{25}	γ_{25}	$X_{25} = R_{25} \times \gamma_{25}$	根据年平均能见度小于 1 000 m 的雾日天数划分
		30 d ~ 50 d	50 ~ 75				
		15 d ~ 30 d	25 ~ 50				
		< 15 d	0 ~ 25				
	海面浮冰(X_{26})	有较多浮冰且体积较大	75 ~ 100	R_{26}	γ_{26}	$X_{26} = R_{26} \times \gamma_{26}$	根据海面有无浮冰,以及浮冰数量、大小和是否对船体造成破坏进行判断
		有零星浮冰且体积较小	25 ~ 75				
		无浮冰	0 ~ 25				
	不良天气(X_{27})	涉及且时间较长	75 ~ 100	R_{27}	γ_{27}	$X_{27} = R_{27} \times \gamma_{27}$	拖运期间会涉及雨雪天等不良天气以及持续时间
		短暂涉及	25 ~ 75				
不涉及		0 ~ 25					
施工方案	运输距离(X_{31})	> 30 n mile	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		10 n mile ~ 30 n mile	50 ~ 75				
		5 n mile ~ 10 n mile	25 ~ 50				
		< 5n mile	0 ~ 25				
	出驳方式(X_{32})	需助浮	50 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		无需助浮	0 ~ 50				
	沉箱运输方式(X_{33})	浮运	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	
		平板驳	50 ~ 75				
		半潜驳或浮船坞	0 ~ 50				
	机具状态(X_{34})	一般	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据沉箱拖运所用到的拖环、围缆、拖缆、索具等机具状态,由评估小组综合评估。机具性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
船机富余程度(X_{35})	< 10%	75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	船机富余程度根据运输和安装方式由评估小组综合评估,若采用起重船助浮安装取大值	
	10% ~ 20%	25 ~ 75					
	> 20%	0 ~ 25					

表 E.2 沉箱运输及安装风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
施工方案	浮游稳定性(X_{36})	近程浮运	$0.2 \text{ m} \leq H_{\text{定}} < 0.3 \text{ m}$	50 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	$X_{36} = R_{36} \times \gamma_{36}$	$H_{\text{定}}$ 为定倾高度。近程浮运指在同一港区内或运程在 30 n mile 以内(包括在掩护良好的海域浮运);远程浮运指整个浮运时间内有夜间航行或运程大于或等于 30 n mile (包括在无掩护海域浮运)
			$H_{\text{定}} \geq 0.3 \text{ m}$	0 ~ 50				
		远程浮运(固体压载)	$0.4 \text{ m} \leq H_{\text{定}} < 0.5 \text{ m}$	50 ~ 100				
			$H_{\text{定}} \geq 0.5 \text{ m}$	0 ~ 50				
		远程浮运(液体压载)	$0.5 \text{ m} \leq H_{\text{定}} < 0.6 \text{ m}$	50 ~ 100				
			$H_{\text{定}} \geq 0.6 \text{ m}$	0 ~ 50				
工期(X_{37})	工期较长或跨过台风季	50 ~ 100	R_{37}	γ_{37}	$X_{37} = R_{37} \times \gamma_{37}$	根据施工期的长短、是否跨台风季以及跨台风季的时间进行综合判断		
		工期较短但进入台风季					25 ~ 50	
		工期较短且不跨过台风季					0 ~ 25	
施工作业环境(X_{41})	航道航线选择合理性	一般	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据航道水深,航道宽度,拖船沿线暗礁、浅点、渔网点、水产养殖区情况,有无船只通行、作业,周围有无生产性泊位等情况,由评估小组综合确定	
		较合理	25 ~ 75					
		合理	0 ~ 25					
注:若存在沉箱临时存放的情况,则应对沉箱临时存放开展风险事件可能性评估。								

E.3 水上沉桩施工

水上沉桩施工风险事件可能性评估,主要基于滑桩、滑坡、机械伤害、物体打击等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.3。

表 E.3 水上沉桩施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
				分值范围	取值				
桩体因素	桩的材质(X_{11})	混凝土桩	混凝土管桩、板桩	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	组合桩按组成材料分别取值后取大值	
			混凝土方桩	0 ~ 50					
		钢桩	钢板桩	50 ~ 100					
			钢管桩	0 ~ 50					
	桩长(X_{12})	混凝土桩	沿海	≥ 50 m	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	当需要进行水上接桩时,分值取值应调高一个区间。河口地区港口借鉴参考沿海
				35 m ~ 50 m	50 ~ 75				
				25 m ~ 35 m	25 ~ 50				
				< 25 m	0 ~ 25				
			内河	≥ 45 m	75 ~ 100				
				30 m ~ 45 m	50 ~ 75				
				15 m ~ 30 m	25 ~ 50				
				< 15 m	0 ~ 25				
		钢桩	沿海	≥ 80 m	75 ~ 100				
				60 m ~ 80 m	50 ~ 75				
				40 m ~ 60 m	25 ~ 50				
				< 40 m	0 ~ 25				
			内河	≥ 45 m	75 ~ 100				
				30 m ~ 45 m	50 ~ 75				
				15 m ~ 30 m	25 ~ 50				
				< 15 m	0 ~ 25				

表 E.3 水上沉桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
				分值范围	取值				
桩体因素	直径(边长)(X_{13})	混凝土桩	≥ 1400 mm	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$		
			1200 mm ~ 1400 mm	50 ~ 75					
			1000 mm ~ 1200 mm	25 ~ 50					
			< 1000 mm	0 ~ 25					
		钢桩	≥ 1800 mm	75 ~ 100					
			1000 mm ~ 1800 mm	50 ~ 75					
			600 mm ~ 1000 mm	25 ~ 50					
			< 600 mm	0 ~ 25					
	桩型(X_{14})	含斜桩		50 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$		根据结构复杂情况和受力模式确定
		全为直桩		0 ~ 50					
扭角(X_{15})	$> 100^\circ$		75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	$X_{15} = R_{15} \times \gamma_{15}$			
	$75^\circ \sim 100^\circ$		50 ~ 75						
	$30^\circ \sim 75^\circ$		25 ~ 50						
	$< 30^\circ$		0 ~ 25						
地质条件	沉桩区域地质条件(X_{21})	差		75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据桩的承载性质、桩型、地质勘探综合考虑,重点考虑覆盖层和硬夹层厚度、持力层倾斜情况或是否存在孤石或溶洞等	
		一般		50 ~ 75					
		较好		25 ~ 50					
		好		0 ~ 25					
	岸坡地质条件(X_{22})	差		75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据岸坡勘探、周边堆载等条件综合判断,应重点分析淤泥质软土层、软弱夹层厚度与土层倾斜情况以及是否处于地质灾害易发区域	
		一般		50 ~ 75					
		较好		25 ~ 50					
		好		0 ~ 25					

表 E.3 水上沉桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
气象水文条件	风力条件(X_{31})	>60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{31}$	根据大于6级风的年平均日数划分	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75					
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50					
		<20 d	0 ~ 25					
	波高(X_{32})	>2.5 m	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	适用于沿海及受潮汐影响的河口地区;根据海况等级划分;评估时还应考虑涌浪的影响	
		1.25 m ~ 2.5 m	50 ~ 75					
		0.5 m ~ 1.25 m	25 ~ 50					
		<0.5 m	0 ~ 25					
	潮流或河流流速(X_{33})	沿海	>2.0 m/s	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	受潮汐影响的河口地区应将潮流和河流流速进行比较,取大值。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
			1.0 m/s ~ 2.0 m/s	50 ~ 75				
			0.6 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50				
			<0.6 m/s	0 ~ 25				
		山区河流	>2.0 m/s	75 ~ 100				
			1.0 m/s ~ 2.0 m/s	50 ~ 75				
			0.5 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50				
			<0.5 m/s	0 ~ 25				
平原河流		>1.5 m/s	75 ~ 100					
		1.0 m/s ~ 1.5 m/s	50 ~ 75					
		0.5 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50					
		<0.5 m/s	0 ~ 25					
台风或突风(X_{34})	>3 次	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施		
	2 次 ~ 3 次	50 ~ 75						
	1 次 ~ 2 次	25 ~ 50						
	<1 次	0 ~ 25						

表 E.3 水上沉桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})	权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
		分值范围	取值					
气象水文条件	潮差或年度水位差(X_{35})	沿海	>5 m	75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	沿海主要考虑对沉桩和桩身稳定的影响,根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。内河主要考虑对桩身稳定的影响,根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。对于受潮汐影响的河口地区,应将水位差与潮差对比,取大值
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<3 m	0 ~ 25				
		山区河流	>20 m	75 ~ 100				
			10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
			6 m ~ 10 m	25 ~ 50				
			<6 m	0 ~ 25				
		平原河流	>6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<2 m	0 ~ 25				
	河床冲刷变化(X_{36})	严重冲刷或回淤	75 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	$X_{36} = R_{36} \times \gamma_{36}$	适用于内河。主要考虑对桩身稳定的影响,结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断	
中度冲刷或回淤		50 ~ 75						
轻微冲刷或回淤		25 ~ 50						
无冲刷或回淤		0 ~ 25						
施工方案	沉桩方式(X_{41})	锤击法	50 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	不同的沉桩方式会形成不同程度的风险	
		振动法、液压法	0 ~ 50					
	船机富余程度(X_{42})	<10 %	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据打桩船、运输船、定位船及其他辅助船的性能状况,由评估小组综合评估	
		10 % ~ 20 %	25 ~ 75					
		>20 %	0 ~ 25					
	岸坡开挖(X_{43})	无	50 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据沉桩前岸坡有无开挖以及开挖范围进行综合判别	
		有	0 ~ 50					
	岸坡监测(X_{44})	只观测无监测	50 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	离岸较远,岸坡可不监测,风险小	
		监测指标少	25 ~ 75					
		系统监测	0 ~ 25					

表 E.3 水上沉桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
施工方案	沉桩工期合理性(X_{45})	一般	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	评估小组根据实际状况确定	
		较合理	25 ~ 75					
		合理	0 ~ 25					
	截桩施工平台(X_{46})	非固定式	50 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	赶潮水截桩建议取高值	
固定式		0 ~ 50						
施工作业环境	施工区附近管线等障碍物(X_{51})	有且距离较近	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	施工区附近是指施工区及外围500 m以内的范围;再根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断	
		有但距离较远	50 ~ 75					
		无	0 ~ 50					
	施工水域通航环境(X_{52})	沿海	施工水域狭窄且有船舶通航	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	根据通航密度情况、通航船舶船行波对施工船舶以及施工对通航船舶的影响等情况进行综合判断
			施工水域狭窄但无船舶通航	50 ~ 75				
			施工水域开阔但有船舶通航	25 ~ 50				
			施工水域开阔且无船舶通航	0 ~ 25				
		内河	施工水域占用主航道,主航道通航密度大	75 ~ 100				
			施工水域占用主航道,主航道通航密度小	50 ~ 75				
			施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较大	25 ~ 50				
			施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较小	0 ~ 25				
	<p>注1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。</p> <p>注2:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区的流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。</p>							

E.4 水上灌注桩施工

水上灌注桩施工风险事件可能性评估,主要基于淹溺、坍塌、高处坠落、机械伤害、物体打击等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.4。

表 E.4 水上灌注桩施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
桩体因素	钢护筒深度(X_{11})	部分埋置	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		全埋入	0 ~ 50				
	桩长(X_{12})	≥ 50 m	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		35 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		25 m ~ 35 m	25 ~ 50				
		< 25 m	0 ~ 25				
	直径(X_{13})	≥ 2000 mm	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		1500 mm ~ 2000 mm	50 ~ 75				
		1000 mm ~ 1500 mm	25 ~ 50				
		< 1000 mm	0 ~ 25				
	桩型(X_{14})	嵌岩桩斜桩	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		嵌岩桩直桩	50 ~ 75				
		非嵌岩桩	0 ~ 50				
	地质条件	成桩地质条件(X_{21})	差	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	
一般			50 ~ 75				
较好			25 ~ 50				
好			0 ~ 25				
岸坡地质条件(X_{22})		差	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		一般	50 ~ 75				
		较好	25 ~ 50				
		好	0 ~ 25				
气象水文条件	风力条件(X_{31})	> 60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据大于6级风的年平均日数划分
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75				
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50				
		< 20 d	0 ~ 25				

表 E.4 水上灌注桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
气象水文条件	台风或突风(X_{32})	>3 次	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施	
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75					
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50					
		<1 次	0 ~ 25					
	波高(X_{33})	>2.5 m	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区。评估时还应考虑涌浪的影响	
		1.25 m ~ 2.5 m	50 ~ 75					
		0.5 m ~ 1.25 m	25 ~ 50					
		<0.5 m	0 ~ 25					
	潮差或年度水位差(X_{34})	沿海	>5 m	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。内河根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。受潮汐影响的河口地区应将潮差和年度水位差进行比较,取大值
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<3 m	0 ~ 25				
		山区河流	>20 m	75 ~ 100				
			10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
			6 m ~ 10 m	25 ~ 50				
			<6 m	0 ~ 25				
平原河流		>6 m	75 ~ 100					
		4 m ~ 6 m	50 ~ 75					
		2 m ~ 4 m	25 ~ 50					
		<2 m	0 ~ 25					
河床冲淤变化(X_{35})	严重冲刷或回淤	75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	适用于内河。结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断		
	中度冲刷或回淤	50 ~ 75						
	轻微冲刷或回淤	25 ~ 50						
	无冲刷或回淤	0 ~ 25						

表 E.4 水上灌注桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
施工方案	施工平台(X_{41})	沿海	独立钢构平台	50 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	以是否整体受力判断
			整体钢构平台	0 ~ 50				
		内河	独立钢构平台	50 ~ 100				
			整体钢构平台	25 ~ 50				
			筑岛平台	0 ~ 25				
	护筒跟进方式(X_{42})	无覆盖地层,护筒无法定位,边钻孔边跟进护筒		75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	不同的护筒跟进方式会形成不同程度的风险
		覆盖层较少,护筒可定位,边钻孔边下放护筒		50 ~ 75				
		覆盖层厚,先下放护筒后钻孔		25 ~ 50				
		干地施工,先下放护筒后钻孔		0 ~ 25				
	成孔方式(X_{43})	旋挖钻成孔		75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	不同的成孔方式因设备、工艺等会造成不同程度的风险
		回旋钻成孔		50 ~ 75				
		冲击钻成孔		0 ~ 50				
	混凝土输送方式(X_{44})	水上输送		50 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	水上输送使用拌和船的,分值可取 50 ~ 75
		陆上输送		0 ~ 50				
	设备性能(X_{45})	设备陈旧,测试性能较一般		75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	根据设备状态与性能,由评估小组综合评估。设备性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小
		设备测试性能一般		50 ~ 75				
设备测试性能较好		25 ~ 50						
设备测试性能好		0 ~ 25						
截桩施工平台(X_{46})	非固定式		50 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	根据具体的平台方案进行判断	
	固定式		0 ~ 50					

表 E.4 水上灌注桩施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	施工区附近管线等障碍物(X_{51})	有管线且距离较近	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	施工区附近是指施工区及外围500 m以内的范围;再根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断
		有管线但距离较远	25 ~ 75				
		无	0 ~ 25				
	施工水域通航环境(X_{52})	施工水域狭窄,有船舶通航且密度大	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	船舶经过会造成水面波动,影响灌注桩的施工。根据通航密度情况、通航船舶船行波对施工的影响等情况进行综合判断
		施工场地狭窄,有船舶通航但密度小	50 ~ 75				
		施工水域开阔,有船舶通航且密度大	25 ~ 50				
		施工水域开阔,有船舶通航但密度小或无船舶通航	0 ~ 25				
	<p>注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。 注 2:河网地区和运河的水位差借鉴参考平原河流,库区水位差借鉴参考山区河流。</p>						

E.5 接岸(驳岸)工程

接岸(驳岸)工程施工风险事件可能性评估,主要基于边坡失稳(滑坡、坍塌、推移)等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.5。

表 E.5 接岸(驳岸)工程施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
墙体因素	基础形式(X_{11})	浅基础	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	深基础一般指基础埋深大于基础宽度且深度大于5 m的基础,反之为浅基础
		深基础	0 ~ 50				
	结构形式(X_{12})	直立式	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	根据结构形式与周边环境综合判断
		混合式	50 ~ 75				
		斜坡式	0 ~ 50				
	回填土高度(X_{13})	> 15 m	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	都应按规范进行分层回填与碾压
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
≤ 5 m		0 ~ 25					

表 E.5 接岸(驳岸)工程施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
地质条件	施工区域地质(X_{21})	淤泥质软土层厚度大于 12 m,或存在较厚的软弱夹层,或土层倾斜较大,或位于地质灾害易发区域	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	评估小组根据岸坡钻探、周边堆载等条件综合判断,应重点分析淤泥质软土层和软弱夹层厚度以及土层倾斜情况	
		淤泥质软土层厚度在 4 m ~ 12 m 之间,或存在较薄的软弱夹层	50 ~ 75					
		淤泥质软土层厚度小于 4 m	25 ~ 50					
		无淤泥质软土层	0 ~ 25					
气象水文条件	潮流或河流流速(X_{31})	沿海	> 2 m/s	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	沿海根据潮流流速最大值进行划分;内河根据流速最大值进行划分。受潮汐影响的河口地区,应将潮流和河流流速进行比较,取大值;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
			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	> 3 m/s	75 ~ 100				
			2 m/s ~ 3 m/s	50 ~ 75				
			1 m/s ~ 2 m/s	25 ~ 50				
			< 1m/s	0 ~ 25				
		平原河流	> 2 m/s	75 ~ 100				
			1 m/s ~ 2 m/s	50 ~ 75				
			0.5 m/s ~ 1 m/s	25 ~ 50				
			< 0.5m/s	0 ~ 25				

表 E.5 接岸(驳岸)工程施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说 明				
		基本分值(R_{ij})	取值							
气象水文条件	波高 (X_{32})	>2.5 m		75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区,评估时还应考虑涌浪的影响		
		1.25 m ~ 2.5 m							50 ~ 75	
		0.5 m ~ 1.25 m							25 ~ 50	
		<0.5 m							0 ~ 25	
	潮差或年度水位差 (X_{33})	沿海	>5 m		75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。内河根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。受潮汐影响的河口地区应将潮差和年度水位差进行比较,取大值	
			4 m ~ 5 m							50 ~ 75
			3 m ~ 4 m							25 ~ 50
			<3 m							0 ~ 25
		山区河流	>20 m		75 ~ 100					
			10 m ~ 20 m		50 ~ 75					
			6 m ~ 10 m		25 ~ 50					
			<6 m		0 ~ 25					
		平原河流	>6 m		75 ~ 100					
			4 m ~ 6 m		50 ~ 75					
			2 m ~ 4 m		25 ~ 50					
			<2 m		0 ~ 25					
河床冲刷变化 (X_{34})	严重冲刷或回淤		75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	适用于内河接岸(驳岸)。结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断			
	中度冲刷或回淤		50 ~ 75							
	轻微冲刷或回淤		25 ~ 50							
	无冲刷或回淤		0 ~ 25							
不良天气 (X_{35})	涉及较多		50 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	施工期是否涉及天文大潮、台风季、雨季等不利状况			
	偶尔涉及		25 ~ 50							
	不涉及		0 ~ 25							
施工方案	岸坡开挖 (X_{41})	无		50 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据施工前岸坡有无开挖以及开挖范围进行综合判断		
		有		0 ~ 50						
	地基加固 (X_{42})	无		50 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据软弱地基上的接岸结构是否进行了地基加固以及加固方案进行判断		
		有		0 ~ 50						
	后方陆域加载 (X_{43})	加载的距离较近以及影响范围较大		50 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据后方陆域加载的距离以及影响范围进行综合判断		
		加载的距离较远以及影响范围较小		25 ~ 50						
无		0 ~ 25								

表 E.5 接岸(驳岸)工程施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	稳定性验算(X_{44})	采取补强措施后满足规范要求	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	施工期间是否验算挖泥、回填土、抛填块石和吹填等各种情况的岸坡稳定性,并根据验算所获得的结果进行综合判断
		经验算,安全系数超出规范较少	25 ~ 75				
		经验算,安全系数超出规范较多	0 ~ 25				
	周边施工震动影响程度(X_{45})	> 50 m	75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	
		20 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 20 m	25 ~ 50				
		< 5 m	0 ~ 25				
	施工顺序合理性(X_{46})	一般	75 ~ 100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	主要根据挖泥、软基处理、围堰、沉桩各工序的衔接、间歇、顺序合理性,由评估小组综合评估
		较合理	25 ~ 75				
		合理	0 ~ 25				
监测(X_{47})	只观测无监测	75 ~ 100	R_{47}	γ_{47}	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	施工期是否进行位移、沉降、变形监测等	
	监测指标少	25 ~ 75					
	系统监测	0 ~ 25					
施工作业环境	周边环境排水状况(X_{51})	差	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	
		一般	50 ~ 75				
		较好	25 ~ 50				
		好	0 ~ 25				
<p>注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。</p> <p>注 2:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。</p>							

E.6 软基处理工程

软基处理工程风险事件可能性评估,主要基于塌陷、触电、机械伤害、物体打击、淹溺等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.6。

表 E.6 软基处理工程风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
软基因素	土体类型(X_{11})	淤泥质土	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		混合型土	50 ~ 75				
		黏性土	25 ~ 50				
		沙土、粉土	0 ~ 25				
	软土层厚度(X_{12})	>20 m	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		≤5 m	0 ~ 25				
施工方案	施工工艺(X_{21})	爆破	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	
		强夯	50 ~ 75				
		振冲、深层搅拌	25 ~ 50				
		排水固结、换填处理	0 ~ 25				
	船机性能(X_{22})	设备陈旧,测试性能一般	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据船机设备状态与性能,由评估小组综合评估。船机设备性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小
		设备测试性能一般	50 ~ 75				
		设备测试性能较好	25 ~ 50				
		设备测试性能好	0 ~ 25				
	工期合理性(X_{23})	一般	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	评估小组根据实际状况确定
		较合理	25 ~ 75				
		合理	0 ~ 25				
	施工作业环境	施工场地周边妨碍物(X_{31})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施等	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$
周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶			50 ~ 75				
周边有养殖区、易受影响的建筑物			25 ~ 50				
周边无其他影响施工安全的妨碍物			0 ~ 25				
有无交叉施工(X_{32})		存在两种以上或持续时间较长	50 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据施工工序之间时间、空间的组织安排,判断有无交叉施工,并根据交叉施工的种类及持续时间长短进行综合判断
		偶尔存在	25 ~ 50				
		无	0 ~ 25				
施工区域(X_{33})		水上	50 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	
		潮间带	25 ~ 50				
		陆上	0 ~ 25				

E.7 潜水作业施工

潜水作业施工风险事件可能性评估,主要基于淹溺等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.7。其中,潜水作业“潜水深度 X_{12} ”“流速 X_{21} ”“风力条件 X_{22} ”“波高 X_{23} ”“通信装备性能 X_{31} ”“潜水装备性能 X_{32} ”指标的选择应符合 GB 26123 的相关要求。

表 E.7 潜水作业施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
潜水因素	作业类型(X_{11})	焊接、切割	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		安装、拆除	50 ~ 75				
		混凝土浇筑、探摸	25 ~ 50				
		整平	0 ~ 25				
	潜水深度(X_{12})	> 30 m	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		24 m ~ 30 m	50 ~ 75				
		12 m ~ 24 m	25 ~ 50				
		< 12 m	0 ~ 25				
气象水文条件	流速(X_{21})	> 1.0 m/s	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	使用 SCUBA 潜水,水流速度应小于或等于 0.5 m/s;使用水面供气式潜水装置潜水,水流速度应小于或等于 0.5 m/s;使用开式潜水钟潜水,水流速度应小于或等于 0.5 m/s。当流速大于 1.0 m/s 时,在无安全防御措施的情况下不得潜水作业,因特殊情况需要潜水时,应评估现场具体条件,采取更有效的安全防护措施,以确保潜水安全,此时风险取值区间取最高一档
		0.75 m/s ~ 1.0 m/s	50 ~ 75				
		0.5 m/s ~ 0.75 m/s	25 ~ 50				
		< 0.5 m/s	0 ~ 25				
	风力条件(X_{22})	5 级 ~ 6 级	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		4 级 ~ 5 级	50 ~ 75				
< 4 级		0 ~ 50					

表 E.7 潜水作业施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_j)	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文条件	波高(X_{23})	1.8 m ~ 3.0 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区。使用潜水梯入出水时,蒲福风力等级应小于或等于4级(风速11节~16节,波高1.0 m);蒲福风力等级4级~5级(风速17节~21节,波高1.8 m)时,应评估现场具体条件决定是否潜水,此时风险取值区间取最高一档。使用潜水吊笼或潜水钟入水时,蒲福风力等级应小于或等于5级;蒲福风力等级5级~6级(风速22节~27节,波高3.0 m)时,应评估现场具体条件决定是否潜水,此时风险取值区间取最高一档
		1.0 m ~ 1.8 m	50 ~ 75				
		<1.0 m	0 ~ 50				
	水温(X_{24})	<10 °C	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	
10 °C ~ 15 °C		50 ~ 75					
>15 °C		0 ~ 50					
装备与性能	通信装备性能(X_{31})	设备陈旧、测试性能一般	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	在潜水现场,除自携式水下呼吸器潜水外,潜水员与潜水监督所在的潜水站之间应该配备性能良好的双向语音通信系统。性能指标包括信号强度、清晰度等
		设备测试性能一般	50 ~ 75				
		设备测试性能较好	25 ~ 50				
		设备测试性能好	0 ~ 25				
	潜水装备性能(X_{32})	设备陈旧、测试性能一般	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		设备测试性能一般	50 ~ 75				
		设备测试性能较好	25 ~ 50				
		设备测试性能好	0 ~ 25				

表 E.7 潜水作业施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	作业水域通航条件(X_{41})	有船舶通航且附近有高危险生产性码头	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	在通航水域潜水应报海事主管部门批准。现场应悬挂潜水作业的信号旗、信号灯或号型
		有船舶通航,但附近无高危险生产性码头	50 ~ 75				
		无船舶通航,但附近有高危险生产性码头	25 ~ 50				
		无船舶通航且附近无高危险生产性码头	0 ~ 25				
	水质条件(X_{42})	水中有腐蚀性污染物且能见度低	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		水中能见度好但有腐蚀性污染物	50 ~ 75				
		水中污染物质较少但能见度低	25 ~ 50				
		水中污染物质少且能见度好	0 ~ 25				
	水面照明条件(X_{43})	照明条件差	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	
		照明条件一般	25 ~ 75				
		照明充足	0 ~ 25				
	爆破活动(X_{44})	与爆破活动区域的距离超过安全允许距离,在安全允许距离的1倍以内	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	在爆破作业的安全允许距离内,不得进行潜水作业
		与爆破活动区域的距离超过安全允许距离,在安全允许距离的1倍至2倍之间	50 ~ 75				
		与爆破活动区域的距离超过安全允许距离,在安全允许距离的2倍至3倍之间	25 ~ 50				
		与爆破活动区域的距离超过安全允许距离,在安全允许距离的3倍以上	0 ~ 25				

E.8 水下爆破

水下爆破风险事件可能性评估,主要基于爆炸等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.8。其中,“爆破等级 X_{34} ”指标 A、B、C、D 四级的划分应符合 GB 6722 的要求。

表 E.8 水下爆破风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
岩石因素	岩石分类(X_{11})	坚硬岩(饱和单轴抗压强度大于 60 MPa)	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	坚硬的岩石需要的炸药量大,且可能需要二次爆破,应取高值	
		较硬岩(饱和单轴抗压强度大于 30 MPa 但不大于 60 MPa)	50 ~ 75					
		软岩和较软岩(饱和单轴抗压强度大于 5 MPa 但不大于 30 MPa)	25 ~ 50					
		极软岩(饱和单轴抗压强度不大于 5 MPa)	0 ~ 25					
气象水文条件	施工水深(X_{21})	> 22 m	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$		
		13 m ~ 22 m	50 ~ 75					
		6 m ~ 13 m	25 ~ 50					
		< 6 m	0 ~ 25					
	潮流或河流流速(X_{22})	沿海	> 2 m/s	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	沿海根据潮流流速最大值进行划分;内河根据流速最大值进行划分。受潮汐影响的河口地区应将潮流和河流流速进行比较,取大值;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
			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	> 3 m/s	75 ~ 100				
			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	> 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						

表 E.8 水下爆破风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
气象水文条件	潮差或年度水位差(X_{23})	沿海	> 5 m	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。内河根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。受潮汐影响的河口地区应将潮差和年度水位差进行比较,取大值
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			< 3 m	0 ~ 25				
		山区河流	> 20 m	75 ~ 100				
			10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
			6 m ~ 10 m	25 ~ 50				
			< 6 m	0 ~ 25				
		平原河流	> 6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			< 2 m	0 ~ 25				
	天气情况(X_{24})	浓雾	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	水下爆破在恶劣天气下进行,对警戒信号的发送有一定的影响	
		阴天	50 ~ 75					
晴朗		0 ~ 50						
施工方案	爆破类别(X_{31})	水下裸露爆破	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$		
		水下浅孔爆破	50 ~ 75					
		水下深孔爆破	0 ~ 50					
	钻孔方式(X_{32})	钻孔爆破工作船	50 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$		
		自升式水上作业平台	0 ~ 50					
	起爆方法(X_{33})	电气起爆法	50 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$		
		传爆线、导爆管起爆法	0 ~ 50					
	爆破等级(X_{34})	A	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$		
		B	50 ~ 75					
		C	25 ~ 50					
D		0 ~ 25						

表 E.8 水下爆破风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	警戒方向(X_{35})	4 个方向	75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	水下爆破起爆点与发爆点之间最小距离不应小于 200 m,且起爆前应检查起爆点周边有无通航船只,水下是否有潜水员,确认后后方可起爆
		3 个方向	50 ~ 75				
		2 个方向	25 ~ 50				
		1 个方向	0 ~ 25				
施工作业环境	施工场地条件(X_{41})	附近有船舶作业、通行或有保护动物、养殖区	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	进行起爆作业时施工人员、船机应当尽量远离起爆点,狭小的施工场地以及通航的船舶都会增大施工的风险
		附近偶尔有船舶通行、作业	50 ~ 75				
		附近无船舶作业、通行,无养殖区	0 ~ 50				
	水域掩护条件(X_{42})	无	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	水域掩护条件好坏影响施工现场的风、浪、流等条件
		一般	50 ~ 75				
		较好	25 ~ 50				
		好	0 ~ 25				
	水面照明条件(X_{43})	照明条件差	75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	
		照明条件一般	25 ~ 75				
		照明充足	0 ~ 25				
	与周边构筑物距离(X_{44})	不大于安全距离	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	
		大于安全距离,但不大于安全距离的 1.2 倍	50 ~ 75				
大于安全距离的 1.2 倍,但不大于安全距离的 1.5 倍		25 ~ 50					
大于安全距离的 1.5 倍		0 ~ 25					

注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。
 注 2:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。
 注 3:水下爆夯可参考水下爆破进行风险事件可能性评估,须考虑流速指标。

E.9 水上吊运及安装

水上吊运及安装风险事件可能性评估,主要基于物体打击、垮塌、起重伤害、机械伤害等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.9。

表 E.9 水上吊运及安装风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
水上吊运自身因素	构件类型(X_{11})	大型设备及构件	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	安装的类型不同,对捆绑方式和起重方式要求不同。最大边长在 8 m 以上的为大型构件
		大模板、钢筋笼	50 ~ 75				
		小型设备及构件	0 ~ 50				
	重量(X_{12})	> 200 t	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	大型构件重量过大,且在高空作业,吨位越大风险越大
		30 t ~ 200 t	50 ~ 75				
		10 t ~ 30 t	25 ~ 50				
		< 10 t	0 ~ 25				
	吊运高度(X_{13})	> 50 m	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	大型构件重量过大,且在高空作业,高度越高风险越大,空中转角的情况下,风险程度加剧
		40 m ~ 50 m	50 ~ 75				
		25 m ~ 40 m	25 ~ 50				
		< 25 m	0 ~ 25				
	吊运跨度(X_{14})	> 30 m	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		20 m ~ 30 m	50 ~ 75				
		10 m ~ 20 m	25 ~ 50				
		< 10 m	0 ~ 25				
	气象水文条件	风力条件(X_{21})	> 60 d	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$
40 d ~ 60 d			50 ~ 75				
20 d ~ 40 d			25 ~ 50				
< 20 d			0 ~ 25				
波高(X_{22})		> 2.5 m	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区,评估时还应考虑涌浪的影响
		1.25 m ~ 2.5 m	50 ~ 75				
		0.5 m ~ 1.25 m	25 ~ 50				
		< 0.5 m	0 ~ 25				
台风或突风(X_{23})		> 3 次	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据年平均次数判断,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50				
		< 1 次	0 ~ 25				

表 E.9 水上吊运及安装风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})	权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
		分值范围	取值					
气象水文条件	潮流或河流流速(X_{24})	沿海	>2 m/s	75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	沿海根据潮流流速最大值进行划分;内河根据流速最大值进行划分。受潮汐影响的河口地区,应将潮流和河流流速进行比较,取大值;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
			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	>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				
		平原河流	>1.5 m/s	75 ~ 100				
			1.0 m/s ~ 1.5 m/s	50 ~ 75				
			0.5 m/s ~ 1.0 m/s	25 ~ 50				
			<0.5 m/s	0 ~ 25				
施工方案	设备富余度(X_{31})	<10%	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据设备起重重量的富余度和性能状态,由评估小组综合评估。设备性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小	
		10% ~ 20%	25 ~ 75					
		>20%	0 ~ 25					
	吊装方式(X_{32})	双机吊运	50 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$		
单机吊运		0 ~ 50						
施工作业环境	作业场地秩序(X_{41})	一般	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据施工场地平面布置及现场查看由评估小组综合确定	
		较好	50 ~ 75					
		好	0 ~ 50					
施工作业环境	施工水域通航环境(X_{42})	沿海	施工水域狭窄且有船舶通航	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	进行吊运作业时施工人员、船机应当尽量远离吊运地点,狭小的施工场地以及通航的船舶都会增大施工的风险。根据通航密度情况、通航船舶船行波对施工船舶以及施工对通航船舶的影响等情况进行综合判断
			施工水域狭窄但无船舶通航	50 ~ 75				
			施工水域开阔但有船舶通航	25 ~ 50				
			施工水域开阔且无船舶通航	0 ~ 25				
		内河	施工水域占用主航道,主航道通航密度大	75 ~ 100				
			施工水域占用主航道,主航道通航密度小	50 ~ 75				

表 E.9 水上吊运及安装风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
施工作业环境	施工水域通航环境(X_{42})	内河	施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较大	25 ~ 50	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
			施工水域不占用主航道,但船行波对施工船舶或施工对船舶通行影响较小	0 ~ 25				
<p>注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。</p> <p>注 2:河网地区、运河和库区的河流流速借鉴参考平原河流。</p>								

E.10 水上/临水现场浇筑

水上/临水现场浇筑风险事件可能性评估指标体系,主要基于淹溺、机械伤害、物体打击等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.10。

表 E.10 水上/临水现场浇筑风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
				分值范围	取值			
工程自身因素	单次混凝土浇筑方量(X_{11})	> 500 m ³	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	减少混凝土单次浇筑体积,有利于减小支架及模板承受的荷载,提高安全性	
		300 m ³ ~ 500 m ³	50 ~ 75					
		50 m ³ ~ 300 m ³	25 ~ 50					
		< 50 m ³	0 ~ 25					
	浇筑类型(X_{12})	大型墩台、承台、桩帽、框架	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	大体积混凝土单次浇筑方量大,对施工设备、施工水平要求高,可以分层分期浇筑	
		横梁	50 ~ 75					
		节点、接缝	25 ~ 50					
		面层	0 ~ 25					
气象水文条件	风力条件(X_{21})	> 60 d	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75					
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50					
		< 20 d	0 ~ 25					
	波高(X_{22})	> 2.5 m	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区,评估时还应考虑涌浪的影响	
		1.25 m ~ 2.5 m	50 ~ 75					
		0.5 m ~ 1.25 m	25 ~ 50					
		< 0.5 m	0 ~ 25					

表 E.10 水上/临水现场浇筑风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文条件	台风与突风(X_{23})	>3 次	75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据年平均次数判断,施工不在台风与突风季节可以降低取值
		2 次~3 次	50 ~ 75				
		1 次~2 次	25 ~ 50				
		<1 次	0 ~ 25				
施工方案	浇筑输送方式(X_{31})	搅拌船输送、水上吊罐输送	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	考虑吊灌、泵送、溜槽和溜槽输送等方式的风险不同。泵送混凝土应注意泵送管道的维护。采用陆上吊罐输送时,陆地吊罐浇筑取低值,在施工平台或便桥上吊罐浇筑取高值。短距离泵送取低值,长距离泵送取高值
		陆上吊罐输送	50 ~ 75				
		输送泵输送	25 ~ 50				
		溜槽输送	0 ~ 25				
	设备性能(X_{32})	设备陈旧、测试性能较一般	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		设备测试性能一般	50 ~ 75				
		设备测试性能较好	25 ~ 50				
		设备测试性能好	0 ~ 25				
	是否趁潮施工(X_{33})	需要且次数较多、持续时间较长	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	适用于沿海地区和受潮汐影响的河口地区
		偶尔且时间短	50 ~ 75				
		否	0 ~ 50				
	底模承重方式(X_{34})	夹桩木或钢抱箍	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	混凝土方桩或管桩采用夹桩木或钢抱箍夹桩后作底模承重方式;斜桩及有扭角的桩常采用桩顶反吊吊筋悬挂型钢作底模承重方式;直钢管桩采用钢牛腿作底模承重方式。其他方式借鉴参考取值
吊筋悬挂		50 ~ 75					
钢牛腿、钢结构支架		0 ~ 50					
施工作业环境	作业场地秩序(X_{41})	一般	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据施工场地平面布置及现场查看由评估小组综合确定
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	施工场地条件(X_{42})	附近有船舶作业、通行或有养殖区	50 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	指施工区及外围 500 m 以内的范围
附近无船舶作业、通行,无养殖区		0 ~ 50					

E.11 地下连续墙成槽施工

地下连续墙成槽施工风险事件可能性评估,主要基于塌槽、触电、机械伤害、物体打击、基坑失稳等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.11。

表 E.11 地下连续墙成槽施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
墙体因素	墙的形状(X_{11})	异形	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按墙体的结构形式	
		矩形	0 ~ 50					
	墙深(X_{12})	≥ 35 m	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$		
		25 m ~ 35 m	50 ~ 75					
		15 m ~ 25 m	25 ~ 50					
		< 15 m	0 ~ 25					
	墙厚(X_{13})	$\geq 1\ 500$ mm	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$		
		1 200 mm ~ 1 500 mm	50 ~ 75					
		800 mm ~ 1 200 mm	25 ~ 50					
		< 800 mm	0 ~ 25					
	地质条件	成墙区域地质条件(X_{21})	差	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据墙的结构形式、地质勘探综合考虑,重点考虑覆盖层和硬夹层软弱层的厚度、持力层情况、是否存在孤石等
			一般	50 ~ 75				
较好			25 ~ 50					
好			0 ~ 25					
岸坡地质条件(X_{22})		差	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据岸坡勘探、周边堆载等条件综合判断,应重点分析淤泥质软土层和软弱夹层厚度以及土层倾斜情况	
		一般	50 ~ 75					
		较好	25 ~ 50					
		好	0 ~ 25					
气象水文条件	风力条件(X_{31})	> 60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75					
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50					
		< 20 d	0 ~ 25					
	台风或突风(X_{32})	> 3 次	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施	
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75					
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50					
		< 1 次	0 ~ 25					
	波高(X_{33})	> 2.5 m	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	适用于沿海和受潮汐影响的河口地区,评估时还应考虑涌浪的影响	
		1.25 m ~ 2.5 m	50 ~ 75					
		0.5 m ~ 1.25 m	25 ~ 50					
		< 0.5 m	0 ~ 25					

表 E.11 地下连续墙成槽施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	地基加固(X_{41})	无	50 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据软弱地基是否进行了地基加固以及加固方案进行判断
		有	0 ~ 50				
	施工导墙(X_{42})	钢制或预制装配式结构	50 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据是否整体受力进行判断
		现浇结构	0 ~ 50				
	成槽工艺(X_{43})	冲孔成槽	50 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	灌墙首先要形成槽体,针对不同的地质地层条件选择不同的成墙工艺会形成不同程度的风险
		液压抓斗或钻孔成槽	0 ~ 50				
	设备性能(X_{44})	设备陈旧、测试性能较一般	75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	根据设备状态与性能,由评估小组综合评估。设备性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小
		设备测试性能一般	50 ~ 75				
		设备测试性能较好	25 ~ 50				
		设备测试性能好	0 ~ 25				
	监测(X_{45})	只观测无监测	50 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	施工期是否进行位移、沉降、变形监测等
		监测指标少	25 ~ 75				
系统监测		0 ~ 25					
施工作业环境	有无交叉施工(X_{51})	存在两种以上或持续时间较长	50 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据施工工艺之间时间、空间的组织安排,判断有无交叉施工,并根据交叉施工的种类及持续时间长短进行综合判断
		偶尔存在	25 ~ 50				
		不存在	0 ~ 25				
	外侧水域掩护条件(X_{52})	无	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	外侧水域掩护条件的好坏直接影响施工现场的风、浪、流等条件,必要时需构筑临时围堤
		一般	50 ~ 75				
		较好	25 ~ 50				
		好	0 ~ 25				
	地下连续墙离围堰护岸的距离(X_{53})	0 m ~ 15 m	75 ~ 100	R_{53}	γ_{53}	$X_{53} = R_{53} \times \gamma_{53}$	地下连续墙距离围堰护岸的垂直距离
		15 m ~ 25 m	50 ~ 75				
		25 m ~ 35 m	25 ~ 50				
		≥ 35 m	0 ~ 25				

E.12 地下连续墙钢筋笼起重吊装

地下连续墙钢筋笼起重吊装风险事件可能性评估,主要基于起重吊装、机械伤害、物体打击等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.12。

表 E.12 地下连续墙钢筋笼起重吊装风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
			分值范围	取值				
吊装自身因素	钢筋笼的形状(X_{11})	异形	50 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按墙体的结构形式	
		矩形	0 ~ 50					
	重量(X_{12})	> 50 t	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	钢筋笼外形尺寸大、重量重,吊装时,重量越大取值越大	
		35 t ~ 50 t	50 ~ 75					
		15 t ~ 35 t	25 ~ 50					
		< 15 t	0 ~ 25					
	吊装高度(X_{13})	> 50 m	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	钢筋笼外形尺寸大、重量重,且在高空作业时,高度越高风险越大,空中转角的情况下风险加剧	
		40 m ~ 50 m	50 ~ 75					
		25 m ~ 40 m	25 ~ 50					
		< 25 m	0 ~ 25					
	吊装跨度(X_{14})	> 25 m	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$		
		15 m ~ 25 m	50 ~ 75					
		8 m ~ 15 m	25 ~ 50					
		< 8 m	0 ~ 25					
	地基条件	吊装区域地基条件(X_{21})	差	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	场地地基承载力越差,其吊装的风险越大
			一般	50 ~ 75				
较好			25 ~ 50					
好			0 ~ 25					
气象水文条件	风力条件(X_{31})	> 60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分	
		40 d ~ 60 d	50 ~ 75					
		20 d ~ 40 d	25 ~ 50					
		< 20 d	0 ~ 25					
	台风或突风(X_{32})	> 3 次	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据年平均次数划分,施工不在台风或突风季节可以降低取值。台风或突风期间应及时做好加固措施	
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75					
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50					
		< 1 次	0 ~ 25					
施工方案	设备富裕度(X_{41})	< 10%	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据设备起重重量的富余度和性能状态,由评估小组综合评估。设备性能好、使用年限短、日常维护好,则风险小	
		10% ~ 20%	25 ~ 75					
		> 20%	0 ~ 25					
	钢筋笼吊装方式(X_{42})	单机起吊	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	考虑到地下连续墙钢筋笼的宽度较大,当采用双机起吊,且每台吊机最大起重重量均大于钢筋笼重量时,按照操作规程进行吊装,风险较小;否则风险较大,应在 50 ~ 100 之间取值	
		双机起吊	25 ~ 75					
		单机吊架起吊	0 ~ 25					

表 E.12 地下连续墙钢筋笼起重吊装风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	有无交叉施工(X_{51})	存在两种以上交叉施工或交叉施工持续时间较长	50 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据施工工艺之间时间、空间的组织安排,判断有无交叉施工,并根据交叉施工的种类及持续时间长短进行综合判断
		偶尔存在交叉施工	25 ~ 50				
		无交叉施工	0 ~ 25				
	作业场地秩序(X_{52})	一般	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		较好	50 ~ 75				
		好	0 ~ 50				

E.13 围堰施工

围堰施工风险事件可能性评估,主要基于堰体失稳(滑坡、坍塌、推移)等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.13。其中,指标“监测 X_{42} ”的监测项目应符合 SL 645 的要求。

表 E.13 围堰施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
围堰因素	挡水高度(X_{11})	> 15 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	根据围堰等级并结合内河码头吨位划分
		10 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		< 5 m	0 ~ 25				
	围堰结构(X_{12})	土石围堰	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		混凝土板桩、钢板桩、钢管桩围堰	50 ~ 75				
		地下连续墙围堰	25 ~ 50				
		钢圆筒围堰、混凝土围堰	0 ~ 25				
	土石围堰防渗结构(X_{13})	黏土斜墙或心墙式	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		灌浆帷幕、高压喷射灌浆	50 ~ 75				
		钢板桩、板桩灌注墙	25 ~ 50				
		混凝土防渗墙	0 ~ 25				

表 E.13 围堰施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})	权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
		分值范围	取值					
围堰因素	围堰使用期(X_{14})	经历3个及以上汛期	75~100	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	根据工期安排确定	
		经历2个汛期	50~75					
		经历1个汛期	25~50					
		全在枯水期	0~25					
地质条件	围堰地质条件(X_{21})	软基(淤泥或淤泥质土)	75~100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	依据地质勘察报告确定	
		土基(残积土或砂卵石等)	25~75					
		岩基(强风化以上)	0~25					
	岸坡地质条件(X_{22})	差	75~100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据岸坡的勘探报告,以及堰体与岸坡衔接方式等综合判定	
		一般	50~75					
		较好	25~50					
		好	0~25					
气象水文条件	河流流速(X_{31})	山区河流	>3 m/s	75~100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据流速最大值进行划分。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
			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	>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				
	年度水位差(X_{32})	山区河流	>20 m	75~100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	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	>6 m	75~100				
			4 m ~ 6 m	50~75				
2 m ~ 4 m			25~50					
<2 m			0~25					
风力条件(X_{33})	>60 d	75~100	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	根据大于6级风的年平均日数划分		
	40 d ~ 60 d	50~75						
	20 d ~ 40 d	25~50						
	<20 d	0~25						

表 E.13 围堰施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
气象水文条件	冰冻、冰凌(X_{34})	存在一段时间冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据出现天数以及持续时间确定
		偶尔出现冰冻、冰凌天气,但不严重,时间不长	25 ~ 75				
		无冰冻、冰凌天气	0 ~ 25				
	河床冲刷变化(X_{35})	严重冲刷	75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	适用于内河地区。结合水文条件、工程本身特点或周边工程的情况作出判断
		中度冲刷	50 ~ 75				
		轻微冲刷	25 ~ 50				
		无冲刷	0 ~ 25				
施工方案	施工方法(X_{41})	水上施工	50 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据施工组织设计确定
		陆上施工	0 ~ 50				
	监测(X_{42})	只观测无监测	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据施工期是否进行位移、沉降、变形、渗流监测等确定
		监测指标少	25 ~ 75				
		系统监测	0 ~ 25				
施工作业环境	施工场地周边妨碍(X_{51})	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐等设施	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	指施工区及外围 500 m 以内的范围;再根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断
		周边有生产泊位、通航、靠离泊船舶	50 ~ 75				
		周边有养殖区、易受影响的建筑物	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全的妨碍物	0 ~ 25				
	施工水域通航环境(X_{52})	施工水域狭窄,有船舶通航且密度大	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	根据通航密度情况、通航船舶船行波对施工以及施工对通航的影响等情况进行综合判断
		施工场地狭窄,有船舶通航但密度小	50 ~ 75				
		施工水域开阔,有船舶通航且密度大	25 ~ 50				
		施工水域开阔,有船舶通航但密度小或无船舶通航	0 ~ 25				

注 1:长江等大江大河(除河口地区)的河流流速和水位差借鉴参考山区河流,河口地区借鉴参考平原河流。
 注 2:河网地区和运河的河流流速与水位差借鉴参考平原河流;库区的流速借鉴参考平原河流,水位差借鉴参考山区河流。

E.14 基坑开挖施工

基坑开挖施工风险事件可能性评估,主要基于坍塌、机械伤害、物体打击、高处坠落等风险事件类型建立评估指标体系,见表 E.14。其中,指标“监测 X_{44} ”的监测项目应符合 JGJ 120 的要求。

表 E.14 基坑开挖施工风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
基坑因素	基坑深度(X_{11})	> 10 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50				
		< 3 m	0 ~ 25				
	有支护基坑支护方式(X_{12})	水泥土墙支护	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		土钉墙、喷锚支护	50 ~ 75				
		地下连续墙、灌注桩、混凝土板桩、钢板桩、钢管桩、悬臂支护	25 ~ 50				
		地下连续墙、灌注桩、混凝土板桩、钢板桩、钢管桩,加内支撑或加锚支护	0 ~ 25				
	无支护基坑放坡坡度(X_{13})	$\alpha = 90^\circ$, 坑壁直立	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$, 且 $\Delta\alpha \geq 10^\circ$ (α_0 为稳定坡脚, $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$)	50 ~ 75				
		$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$, 且 $\Delta\alpha < 10^\circ$ (α_0 为稳定坡脚, $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$)	25 ~ 50				
		$\alpha \leq \alpha_0$	0 ~ 25				
	地质条件	地质变化(X_{21})	开挖揭露坡体中有易滑及软弱地层,而设计文件中无	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	
土质类别差 2 级及以上			50 ~ 75				
土质类别差 1 级			25 ~ 50				
土质差别不大			0 ~ 25				
地下水变化(X_{22})		地下水位高于基坑底面且水量充沛	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		地下水位高于基坑底面且水量较少	50 ~ 75				

表 E.14 基坑开挖施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明
			分值范围	取值			
地质条件	地下水变化(X_{22})	地下水位低于基坑底面且水量充沛	25 ~ 50	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		地下水位低于基坑底面且水量较少	0 ~ 25				
气象水文条件	施工季节(X_{31})	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800 mm	75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据边坡所在区域的降雨等级进行确定
		雨季施工,施工周期内出现大雨;或施工地区过去5年内年均降雨在600 mm ~ 800 mm 之间	50 ~ 75				
		雨季施工,施工周期内出现中雨;或施工地区过去5年内年均降雨在300 ~ 600 mm 之间	25 ~ 50				
		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				
气候条件(X_{32})	气候条件	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	自然灾害发育季节取大值
		气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	25 ~ 75				
		气候条件良好,基本不影响施工安全	0 ~ 25				
施工方案	开挖工艺(X_{41})	石方爆破开挖	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	爆破震动对基坑扰动大,不利于边坡稳定,风险大。石方开挖宜采用控制爆破;当周边环境要求高时可采用机械破碎开挖。当开挖边坡高陡时取大值
		土方机械开挖	50 ~ 75				
		土方人工开挖	25 ~ 50				
		石方机械开挖	0 ~ 25				

表 E.14 基坑开挖施工风险事件可能性评估指标体系(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说 明	
				分值范围	取值				
施工方案	开挖方法(X_{42})	无支护	横向或纵向挖掘法	50 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	分层开挖,根据每层的开挖面积大小取值,面积越大的取值越大	
			混合式挖掘法	0 ~ 50					
		有支护	中心岛式(墩式)	75 ~ 100					
			盆式	50 ~ 75					
			逆作法	0 ~ 50					
	降水或截排水措施(X_{43})	仅采用止水帷幕(搅拌桩、旋喷桩、咬合排桩等)措施		75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	只采用一种降水或截排水措施的取大值,同时采用两种及以上治理措施的取小值	
		采用止水帷幕和坑底排水(明沟排水、排水孔、集水井)措施		50 ~ 75					
		采用止水帷幕、坑底排水、降水(轻型井点降水、深井降水)措施		25 ~ 50					
		采用止水帷幕、坑底排水降水、坑顶截水(截水沟)等措施		0 ~ 25					
	监测(X_{44})	只观测无监测		75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$		
		降级监测,监测指标少		25 ~ 75					
		按等级系统监测		0 ~ 25					
	施工作业环境	周边环境(X_{51})	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_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	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						

附 录 F
(资料性)
安全管理评估指标体系

表 F.1 给出了安全管理评估指标体系。

表 F.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完善
	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个~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次及以上港口工程建设经验为丰富。1次~2次的为有一定经验。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	
安全生产费用 (G)	不符合规定	2	安全生产费用投入满足、使用合规的为符合规定,投入满足、使用存在不规范现象的为基本符合规定,投入不满足的为不符合规定
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
船机设备配置 及管理 (H)	船机设备配置不满足合同要求	2	按合同要求配置船机设备,建立完善的船机管理体系、制度,管理及维护工作得到有效落实。船机及主要设备变更大且达不到合同履行条件的,取大值
	船机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	
	船机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 (I)	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 F.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 (J)	无	2	企业有类似工程施工经验的安全风险小。企业近3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 (K)	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] JTJ 303—2003 港口工程地下连续墙结构与施工规程
 - [2] JTS 205-1—2008 水运工程施工安全防护技术规范
 - [3] JTS 215—2018 码头结构施工规范
-