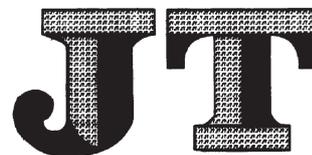


ICS 93.140

CCS P 67



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1375.6—2022

公路水运工程施工安全风险评估指南 第6部分：航道工程

Guidelines for safety risk assessment of highway and waterway engineering
construction—Part 6: Navigation channel 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) 航道工程施工安全总体风险评估指标体系	8
附录 B(资料性) 权重系数计算方法	22
附录 C(资料性) 航道工程施工作业程序分解	25
附录 D(资料性) 航道工程施工的典型风险事件类型	31
附录 E(资料性) 航道工程重大作业活动筛选分析	36
附录 F(资料性) 重大作业活动的 M-PEC 评价方法评估指标体系	37
参考文献	62

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6部分。JT/T 1375 已发布了以下部分：

- 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：长江航运发展研究中心、长江航道局、苏交科集团股份有限公司、长江航道工程局有限责任公司、四川省交通运输厅工程质量监督局、中交第一航务工程局有限公司、长江南京以下深水航道建设工程指挥部。

本文件主要起草人：阮成堂、彭东方、谢静、李恒、李国强、朱国宏、胡怀玉、李亚军、李廷文、王立强、何传金、张明锋、林红国、陆新、李红勇、汪金豹、宋天文、周发林、寇军、周永康、张云必、梁波。

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,由七个部分构成。

- 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 6 部分：航道工程

1 范围

本文件规定了航道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、改建、扩建航道疏浚与吹填工程、清礁工程、整治建筑物工程和助航设施工程的施工安全风险评估。

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 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

M-PEC 评价法 M-PEC evaluative method

根据影响航道工程施工安全风险的主要致险因素,综合考虑项目管理、外界环境、施工人员和施工设备等,建立体现风险特征的评估指标体系,采用风险评估技术计算各风险事件发生的可能性和后果,对施工安全风险作出系统性评估和预测的一种方法。

4 基本要求

航道工程施工安全风险评估的基本要求按 JT/T 1375.1—2022 第 4 章的要求进行。

5 总体风险评估

5.1 一般要求

符合下列条件之一的航道工程,宜开展总体风险评估:

- a) 整治建筑物工程:新建护岸总长度大于或等于 3 km;或新建护滩(底)总面积大于或等于 10 万 m²;或新建堤坝总长度大于或等于 2 km;
- b) 疏浚与吹填工程:内河疏浚与吹填工程量大于或等于 100 万 m³;沿海疏浚与吹填工程量大于或等于 500 万 m³;远海疏浚与吹填作业;
- c) 清礁工程;
- d) 助航设施工程:新建及调整助航设施数量大于或等于 100 个;或新建岸标位于陡峭岸壁、远海

- 孤岛等恶劣施工环境；
- e) 涉及涉水生态环境敏感区段的航道工程；
- f) 施工区域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；或占用主航道施工；或桥区、渡口、码头周边水域、防波堤围堰等复杂的施工环境施工；或存在其他边通航边施工等复杂情况的；
- g) 航道工程施工可能影响桥梁、隧道、码头等建(构)筑物结构安全的；
- h) 首次采用新结构、新材料、新技术、新工艺、新设备的航道工程；
- i) 其他有必要开展总体风险评估的航道工程。

5.2 专家调查法

5.2.1 采用专家调查法对航道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 评估小组应从工程规模、复杂程度、施工环境、地质条件、气象水文、生态环境、资料完整性等项别对航道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评估信心指数(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 $\overline{D_r}$,作为评估小组的评估结果,并按表 3 划分航道工程施工安全总体风险等级。

表 1 专家调查要素表

项别	疏浚与吹填工程	清 礁 工 程	整治建筑物工程	助航设施工程
工程规模 R_1	疏浚总量、吹填纳泥总量、单位时间内施工强度、弃泥运距	清礁以及清渣工程量、单位时间内施工强度	护岸总长度、筑坝总长度、护滩(底)面积、抛石总量、沉排工程量、单位时间内施工强度	塔标/杆标高度、岸标数量、浮标新设与调整数量、单位时间内施工强度
工程复杂程度 R_2	船舶运输、接管吹填、围埝工程、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、工程施工与通航安全的影响程度、施工组织便利性、施工船舶类型及数量、后勤补给及通信便利性、职业健康与卫生环境影响程度等	施工技术复杂性、施工工艺成熟度、工程施工与通航安全的影响程度、爆破区与周边建筑物距离、施工组织便利性、施工船舶类型及数量、后勤补给及通信便利性、职业健康与卫生环境影响程度等	结构、施工工艺成熟度、施工组织便利性、施工船舶类型及数量、后勤补给及通信便利性、职业健康与卫生环境影响程度等	助航设施类型、结构工程施工施工技术复杂性、施工工艺成熟度、施工组织便利性、施工船舶类型及数量、后勤补给及通信便利性、职业健康与卫生环境影响程度等
施工环境 R_3	施工水域宽度、有效航宽、水域水深、通航情况、防风避台锚地等,施工场地周边邻近桥梁、码头、渡口等建筑物,水下存在管线、文物、沉船等碍航物	施工水域宽度、有效航宽、水域水深、通航情况、防风避台锚地等,施工场地周边邻近桥梁、码头、渡口等建筑物稳定性,水下存在管线、文物、沉船等碍航物	施工水域宽度、有效航宽、水域水深、通航情况、防风避台锚地等,施工场地周边邻近桥梁、码头、渡口等建筑物,水下存在管线、文物、沉船等碍航物	施工水域宽度、有效航宽、水域水深、陡峭岸壁、通航情况等

表1 专家调查要素表(续)

项别	疏浚与吹填工程	清礁工程	整治建筑物工程	助航设施工程
地质条件 R_4	围埝基础地质、水域地质(礁石、不平整等因素)	水域地质	水域地质、受采砂或其他因素影响程度	水域地质(浮标)、岸基地质(岸标)
气象水文 R_5	台(突、季)风、浪、水位(潮)差、流速、流态、流向、雾、冰冻、冰凌、高温天气、雷雨(电)天气	台(突、季)风、浪、水位(潮)差、流速、流态、流向、雾、冰冻、冰凌、高温天气、雷雨(电)天气	台(突、季)风、浪、水位(潮)差、流速、流态、流向、雾、冰冻、冰凌、高温天气、雷雨(电)天气	台(突、季)风、浪、水位(潮)差、流速、流态、流向、雾、冰冻、冰凌、高温天气、雷雨(电)天气
生态环境 R_6	取水口、水域水源保护区、自然保护区、水生物保护区、重要生态湿地、海洋功能区等	取水口、水域水源保护区、自然保护区、水生物保护区、重要生态湿地、海洋功能区等	取水口、水域水源保护区、自然保护区、水生物保护区、重要生态湿地、海洋功能区等	取水口、水域水源保护区、自然保护区、水生物保护区、重要生态湿地、海洋功能区等
资料完整性 R_7	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	对评估内容非常熟悉,对评估结果很有信心	对评估内容比较熟悉,对评估结果比较有信心	对评估内容有一定了解,对评估结果有一定信心	对评估内容不太了解,对评估结果基本没把握
专家信心指数 W_i	0.9~1	0.7~0.9	0.4~0.7	0.1~0.4

$$D_r = \sum (W_i \times R_i) / \sum W_i \quad (1)$$

式中:

D_r ——每位专家的评估结果;

W_i ——每位专家评估信心指数;

R_i ——每个项别评估等级(1~4)。

表3 专家调查法施工安全总体风险分级标准

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

5.3 指标体系法

5.3.1 采用指标体系法对航道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 疏浚与吹填工程、清礁工程、整治建筑物工程和助航设施工程的总体风险评估指标体系见附录 A。其他类型的航道工程可借鉴参考建立相应的总体风险评估指标体系。

5.3.3 评估应采用权重系数对各评估指标重要性进行区分。权重系数可采取重要性排序法、层次分析法等方法进行确定(附录 B),必要时可采用多种方法进行比对确定。

5.3.4 在对具体航道工程进行总体风险评估时,评估小组应通过集体研判等方式,合理选取评估指标、确定指标权重。

5.3.5 施工安全总体风险评估按公式(2)计算。

$$F_r = \sum X_{ij} = \sum R_{ij} \gamma_{ij} \quad (2)$$

式中:

F_r ——总体风险评估分值;

X_{ij} ——评估指标的分值, $i=1,2,3,4,5,6,7, j=1,2,\dots,n, n$ 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 指标体系法施工安全总体风险分级标准

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

5.3.6 重要性指标是指对施工安全风险影响不能忽略的指标,或指标取值变化后对评估结果影响大的指标。重要性指标由评估小组集体讨论确定。若出现 2 个及以上取最大值的重要性指标,总体风险等级应调高一级。

6 专项风险评估

6.1 一般要求

6.1.1 本文件 5.1 所列的航道工程应开展专项风险评估,其他航道工程宜开展专项风险评估。

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

6.1.3 专项风险评估流程见 JT/T 1375.1—2022 中的图 3。

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 航道工程施工作业程序分解见附录 C。

6.2.3 分析航道工程施工可能发生的风险事件类型时,可按附录 D 进行。

6.2.4 风险辨识与风险分析结果应填入表 5。

表 5 风险辨识与风险分析表

作业活动	风险事件类型	致险因素				风险事件后果				
		人的因素	物的因素	管理因素	外部环境因素	受伤害人员类型	人员伤亡	直接经济损失	环境损害	……
作业活动 1										
作业活动 2										
……										
作业活动 n										

6.2.5 作业活动划分：

- 根据风险辨识与风险分析结论,作业活动按照复杂程度划分为一般作业活动和重大作业活动。
- 评估小组可结合附录 E 中的重大作业活动筛选要素及常见重大作业活动清单,判断作业活动是否为重大作业活动。

6.3 风险估测

6.3.1 风险估测方法

风险估测方法应综合考虑管理、风险事件发生的可能性、环境及风险事件后果等影响因素,可采用 M-PEC 评价方法、格雷厄姆-金尼法(LEC)或专家调查法等方法进行估测,必要时可采用两种以上方法比对验证风险估测结果。

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 的要求执行。

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宜符合 JT/T 1375.1—2022 中 6.3.3 的要求。

6.3.3.2 重大作业活动宜采用 M-PEC 评价方法。风险值按公式(3)计算。

$$R = f(M, P, E, C) = \lambda_M \times \max(P_1, P_2, P_3) \times (\sum E_{ij}) \times \max(C_1, C_2, C_3, C_4) \quad (3)$$

式中：

R ——专项风险评估分值；

M ——management,安全管理评估分值；

λ_M ——安全管理评估分值调整系数,按照表 6 取值；

P ——possibility,风险事件发生的可能性；

P_1 ——人的因素引发风险事件的可能性指标评估分值；

P_2 ——主要设备的因素引发风险事件的可能性指标评估分值；

P_3 ——工艺因素引发风险事件的可能性指标评估分值；

E ——environment,环境因素对风险发生可能性的影响；

E_{ij} ——环境因素引发风险事件的可能性指标评估分值, $i = 1, 2, j = 1, 2, \dots, n, n$ 为对应第 i 个项别包括的评估指标的数量;

C ——consequence, 风险事件的后果;

C_1 ——风险事件可能造成的人员伤亡评估指标分值;

C_2 ——风险事件可能造成的直接经济损失评估指标分值;

C_3 ——风险事件可能造成的环境损害评估指标分值;

C_4 ——风险事件可能造成的社会影响评估指标分值。

6.3.3.3 安全管理评估指标体系见附录 F, 评估指标分值通过公式(4)进行计算。

$$M = \sum M_{ij} \tag{4}$$

式中:

M ——安全管理评估分值;

M_{ij} ——管理因素指标评估分值, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, j = 1, 2, \dots, n, n$ 为对应第 i 个项别包括的评估指标的数量。

表 6 安全管理评估分值与调整系数对照表

计算分值(M)	安全管理评估分值调整系数(λ_M)
$M \geq 16$	1.1
$12 \leq M < 16$	1.05
$6 \leq M < 12$	1
$2 \leq M < 6$	0.95
$M < 2$	0.9

6.3.3.4 采用 M-PEC 评价方法计算出风险值 R 后, 对照表 7 施工安全专项风险分级标准确定作业活动的风险等级。

表 7 M-PEC 评价方法施工安全专项风险分级标准

序号	风险等级	取值区间
1	重大风险(IV级)	$R \geq 200$
2	较大风险(III级)	$100 \leq R < 200$
3	一般风险(II级)	$50 \leq R < 100$
4	低风险(I级)	$R < 50$

6.3.3.5 航行挖泥、抛石作业、铺排护底、水下基床整平、预制构件水上吊运安装、岸坡开挖、爆破作业和扫床作业等常见航道工程重大作业活动的 M-PEC 评价方法评估指标体系见附录 F, 其他重大作业活动可参照附录 F, 建立相应的评估指标体系。

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 的要求执行。

7 风险控制措施

风险控制措施按 JT/T 1375.1—2022 第 7 章的要求执行。

8 风险评估报告

风险评估报告按 JT/T 1375.1—2022 第 8 章的要求执行。

附录 A

(资料性)

航道工程施工安全总体风险评估指标体系

表 A.1 ~ 表 A.4 分别给出了疏浚与吹填工程、清礁工程、整治建筑物工程及助航设施工程的总体风险评估指标。评估小组可结合工程实际情况,从表中选取或补充相应的评估指标,并可对附录 A 的分值区间进行适当调整。

表 A.1 疏浚与吹填工程总体风险评估指标体系

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
				分值范围	取值		
工程规模 X_1	疏浚与吹填总量 (X_{11})	内河航道	≥ 500 万 m^3	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	取工程疏浚与吹填总量,适用于内河航道
			200 万 m^3 ~ 500 万 m^3	50 ~ 75			
			100 万 m^3 ~ 200 万 m^3	25 ~ 50			
			< 100 万 m^3	0 ~ 25			
	沿海航道	≥ 2000 万 m^3	75 ~ 100	取工程疏浚与吹填总量,适用于沿海航道(含河口航道)			
		1000 万 m^3 ~ 2000 万 m^3	50 ~ 75				
		500 万 m^3 ~ 1000 万 m^3	25 ~ 50				
计划施工强度 (X_{12})	单月投入 6 艘及以上疏浚船舶		75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	施工强度可以从工程量、投入船机数量、工期、产值等多方面综合考虑,以单月投入船舶数量为主要依据	
	单月投入 3 ~ 5 艘疏浚船舶		25 ~ 75				
	单月投入 2 艘及以下疏浚船舶		0 ~ 25				
工程复杂程度 X_2	船舶施工方式 (X_{21})	非自航船舶施工		50 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	考虑主要施工船舶类型
		自航船舶施工		0 ~ 50			
	施工技术 及工艺复杂程度 (X_{22})	施工技术及工艺复杂		50 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	综合考虑施工技术及工艺复杂程度
		施工技术及工艺复杂程度一般		0 ~ 50			
气象水文 X_3	风力条件 (X_{31})	≥ 60 d		75 ~ 100	R_{31}	γ_{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 A.1 疏浚与吹填工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明			
				分值范围	取值					
气象 水文 X_3	台风/ 突风(X_{32})	≥ 3 次		75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	根据台风(风力达12级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分			
		2次~3次		50 ~ 75						
		1次~2次		25 ~ 50						
		<1次		0 ~ 25						
	寒潮 (X_{33})	≥ 5 次		75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	根据寒潮年平均影响次数划分			
		3次~5次		50 ~ 75						
		2次~3次		25 ~ 50						
		<2次		0 ~ 25						
	能见度条件 (X_{34})	≥ 50 d		75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	根据年平均能见度小于1000 m雨雪、雾(雾霾)日划分			
		30 d ~ 50 d		50 ~ 75						
		15 d ~ 30 d		25 ~ 50						
		<15 d		0 ~ 25						
	流速 (X_{35})	山区 河流	≥ 5 m/s		75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	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		
			3 m/s ~ 5 m/s		50 ~ 75					
			1 m/s ~ 3 m/s		25 ~ 50					
			<1 m/s		0 ~ 25					
平原 河流		≥ 3 m/s		75 ~ 100						
		1.5 m/s ~ 3 m/s		50 ~ 75						
		0.5 m/s ~ 1.5 m/s		25 ~ 50						
		<0.5 m/s		0 ~ 25						
潮流		≥ 2 m/s		75 ~ 100	R_{35}				γ_{35}	对于受潮汐影响的河口地区应将流速与潮流对比,取大值
		1 m/s ~ 2 m/s		50 ~ 75						
		0.6 m/s ~ 1 m/s		25 ~ 50						
		<0.6 m/s		0 ~ 25						
波高 (X_{36})	自航 施工 船舶	≥ 2.5 m		75 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	考虑施工区域最大波高对自航施工船舶的影响,还应考虑涌浪的影响			
		2 m ~ 2.5 m		50 ~ 75						
		1 m ~ 2 m		25 ~ 50						
		<1 m		0 ~ 25						

表 A.1 疏浚与吹填工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明	
				分值范围	取值			
气象 水文 X_3	波高 (X_{36})	非自 航施 工船 舶	≥ 1.5 m	75 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	考虑施工区域最大波高 对非自航施工船舶的影响, 还应考虑涌浪的影响	
			0.5 m ~ 1.5 m	25 ~ 75				
			< 0.5 m	0 ~ 25				
	潮差或 年度 水位差 (X_{37})	沿海	≥ 5 m	75 ~ 100	R_{37}	γ_{37}	沿海根据最近水文站或 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				
		平原 河流	< 6 m	0 ~ 25				
			≥ 6 m	75 ~ 100				
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			< 2 m	0 ~ 25				
地质 条件 X_4	施工水域 底质 (X_{41})		胶结卵石和风化基岩	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	主要考虑对施工挖泥/ 清渣的难易程度	
			以砂砾石质为主	50 ~ 75				
			淤泥和砂石混合	25 ~ 50				
			以淤泥质为主	0 ~ 25				
施工 环境 X_5	施工水域 船舶富余 水深 (X_{51})	耙 吸 船	< 1.5 m	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	适用于耙吸船的富余 水深	
			1.5 m ~ 2 m	50 ~ 75				
			2 m ~ 3 m	25 ~ 50				
			≥ 3 m	0 ~ 25				
			其 他 船 舶	< 0.3 m	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	适用于其他施工船舶的 富余水深
				0.3 m ~ 1 m	50 ~ 75			
				1 m ~ 1.5 m	25 ~ 50			
				≥ 1.5 m	0 ~ 25			

表 A.1 疏浚与吹填工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明
				分值范围	取值		
施工环境 X_5	施工所在航区航段 (X_{52})	内河航道	J1、J2 航段	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	适用于内河航道,其中 J1 航段是指航区内滩地流速为 5.5 m/s 以上至 6.5 m/s 的航段; J2 航段是指航区内滩地流速为 4.5 m/s 以上至 5.5 m/s 的航段
			A、B 级航区(不包含 J1、J2)	25 ~ 75			
			C 级航区(不包含 J1、J2)	0 ~ 25			
		沿海航道	远海航区	80 ~ 100			
			近海航区	60 ~ 80			
			沿海航区	40 ~ 60			
			遮蔽航区	20 ~ 40			
	港池及内航道	0 ~ 20					
	施工水域通航情况 (X_{53})	内河航道	施工区域全部或大部分位于主航道内	75 ~ 100	R_{53}	γ_{53}	适用于内河航道
			上下行航线与施工区域存在交叉	50 ~ 75			
			施工区域紧邻主航道边缘	25 ~ 50			
			施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上	0 ~ 25			
		沿海航道	不停航施工	50 ~ 100	R_{53}	γ_{53}	适用于沿海航道
			停航施工	0 ~ 50			
船舶流量 (X_{54})	船舶流量大	75 ~ 100	R_{54}	γ_{54}	根据施工水域海事主管部门主要断面日交通流量统计为准		
	船舶流量一般	25 ~ 75					
	船舶流量小	0 ~ 25					
施工水域航道条件 (X_{55})	施工区域多位于航道弯段或边滩	75 ~ 100	R_{55}	γ_{55}	综合考虑险滩河段或部分沿海航道对施工的影响		
	施工区域部分位于航道弯段或边滩	25 ~ 75					
	施工区域少部分位于航道弯段或边滩	0 ~ 25					
邻近建筑物、水下碍航物情况 (X_{56})	水下存在管线、文物、沉船;邻近桥梁、码头、渡口等建筑物 50 m 以内;吹填管线跨防洪大堤	75 ~ 100	R_{56}	γ_{56}	考虑周边建筑物和水下碍航物对施工的影响		
	施工水域有养殖区;距离桥梁、码头、渡口等建筑物 50 m ~ 100 m	50 ~ 75					
	距桥梁、码头、渡口等建筑物 100 m ~ 200 m	25 ~ 50					
	距桥梁、码头、渡口等建筑物 200 m 以上	0 ~ 25					

表 A.1 疏浚与吹填工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
			分值范围	取值		
生态环境 X_6	施工涉及生态敏感区 (X_{61})	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	75 ~ 100	R_{61}	γ_{61}	考虑施工水域与生态敏感区要求
		施工区域位于或邻近重要生态敏感区	50 ~ 75			
		施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区	0 ~ 50			
资料完整性 X_7	地质水文气象资料 (X_{71})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{71}	γ_{71}	根据地勘资料以及当地或附近水文、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_{72})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{72}	γ_{72}	完整的文件包括平面图、立面图、剖面图、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:内河船舶航行区域划分执行《内河航区分级规范》有关规定,划分为 A、B、C 三级,其中某些水域,依据水流湍急情况,又划分为急流航段,即 J 级航段。J1 级航段:航区内滩地流速为 5.5 m/s 以上至 6.5 m/s 的航段; J2 级航段:航区内滩地流速为 4.5 m/s 以上至 5.5 m/s 的航段。</p> <p>注 2:沿海航区划分执行《国内航行海船法定检验技术规则》(2004),划分为以下 4 类:</p> <p>(1)远海航区:系指国内航行超出近海航区的海域;</p> <p>(2)近海航区:系指中国渤海、黄海及东海距岸不超过 200 n mile 的海域。台湾海峡;南海距岸不超过 120 n mile (台湾岛东海岸、海南岛东海岸及南海岸距岸不超过 50 n mile)的海域。</p> <p>(3)沿海航区:系指台湾岛东海岸、台湾海峡东西海岸、海南岛东海岸及南海岸距岸不超过 10 n mile 的海域和除上述海域外距岸不超过 20 n mile 的海域;距有避风条件且有施救能力的沿海岛屿不超过 20 n mile 的海域。</p> <p>(4)遮蔽航区:系指在沿海航区内,由海岸与岛屿、岛屿与岛屿围成的遮蔽条件较好、波浪较小的海域。在该海域内岛屿之间、岛屿与海岸之间的横跨距离不超过 10 n mile。</p> <p>注 3:本指南中涉及取值范围的上限包括本数,下限不包括本数。</p>						

表 A.2 清礁工程总体风险评估指标体系

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
			分值范围	取值		
工程规模 X_1	清礁以及清渣 工程量 (X_{11})	≥ 20 万 m^3	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	取清礁以及清渣工程 总量
		10 万 m^3 ~ 20 万 m^3	50 ~ 75			
		5 万 m^3 ~ 10 万 m^3	25 ~ 50			
		< 5 万 m^3	0 ~ 25			
工程复杂程度 X_2	爆破安全允许 振动速度 (X_{21})	< 0.2 cm/s	80 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	爆破点距保护对象安全 允许振动速度(取计算最 小安全允许振动速度)
		0.2 cm/s ~ 0.5 cm/s	60 ~ 80			
		0.5 cm/s ~ 1.0 cm/s	40 ~ 60			
		1.0 cm/s ~ 2.0 cm/s	20 ~ 40			
	施工技术 复杂程度 (X_{22})	施工技术及工艺复杂	50 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	综合考虑施工技术复杂 程度
		施工技术及工艺复杂程度一般	0 ~ 50			
气象水文 X_3	风力条件 (X_{31})	≥ 60 d	75 ~ 100	R_{31}	γ_{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/突风 (X_{32})	≥ 3 次	75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	根据台风(风力达 12 级 或以上)年平均影响次数 划分; 突风根据年平均影响次 数划分
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75			
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50			
		< 1 次	0 ~ 25			
	雷电 (X_{33})	≥ 40 d	75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	取近三年统计数据平 均值
		30 d ~ 40 d	50 ~ 75			
		20 d ~ 30 d	25 ~ 50			
		< 20 d	0 ~ 25			
	能见度条件 (X_{34})	≥ 50 d	75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日 划分
		30 d ~ 50 d	50 ~ 75			
15 d ~ 30 d		25 ~ 50				
< 15 d		0 ~ 25				

表 A.2 清礁工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明	
				分值范围	取值			
气象 水文 X_3	水深 (X_{35})	≥ 15 m		75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	考虑水深对钻孔施工的影响	
		10 m ~ 15 m		50 ~ 75				
		5 m ~ 10 m		25 ~ 50				
		< 5 m		0 ~ 25				
	流速 (X_{36})	山区 河流	≥ 5 m/s		75 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	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;对于受潮汐影响的河口地区应将流速与潮流对比,取大值
			3 m/s ~ 5 m/s		50 ~ 75			
			1 m/s ~ 3 m/s		25 ~ 50			
			< 1 m/s		0 ~ 25			
		平原 河流	≥ 3 m/s		75 ~ 100			
			1.5 m/s ~ 3 m/s		50 ~ 75			
			0.5 m/s ~ 1.5 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			
	波高 (X_{37})	≥ 1.5 m		75 ~ 100	R_{37}	γ_{37}	考虑波浪对清礁施工船舶的影响	
		0.5 m ~ 1.5 m		25 ~ 75				
< 0.5 m		0 ~ 25						
潮差或年度 水位差 (X_{38})	沿海	≥ 5 m		75 ~ 100	R_{38}	γ_{38}	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				

表 A.2 清礁工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明
				分值范围	取值		
气象 水文 X_3	潮差或年度 水位差 (X_{38})	平原 河流	≥ 6 m	75 ~ 100	R_{38}	γ_{38}	同上
			4 m ~ 6 m	50 ~ 75			
			2 m ~ 4 m	25 ~ 50			
			< 2 m	0 ~ 25			
地质 条件 X_4	岸坡地质 (X_{41})		岸坡与边坡稳定影响情况不明	75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	考虑清礁施工是否影响 周边岸坡的稳定性
			岸坡与边坡不稳定,需处理	25 ~ 75			
			岸坡与边坡稳定,无须处理	0 ~ 25			
	施工区域 岩石完整度 (X_{42})		破碎岩层	75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	考虑岩石对清礁施工的 影响
			裂隙较发育岩层	25 ~ 75			
			完整岩层	0 ~ 25			
施工 环境 X_5	施工区周围 设施 (X_{51})		周边有易燃易爆、有毒有害管线、 水上加油站、海底管线、储罐、设施、 生产泊位、通航、靠离泊船舶、养殖区、 易受影响建(构)筑物(民房等)、铁路, 距离作业区小于 50 m	75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	考虑清礁对周围设施的 影响
			周边有易燃易爆、有毒有害管线、 海底管线、储罐、设施、生产泊位、通 航、靠离泊船舶、养殖区、易受影响 建筑物(民房、防洪大堤等)、铁路, 距离作业区 50 m ~ 200 m	50 ~ 75			
			周边有易燃易爆、有毒有害管线、 海底管线、储罐、设施、生产泊位、通 航、靠离泊船舶、养殖区、易受影响 建筑物、铁路,距离作业区 200 m ~ 500 m	25 ~ 50			
			周边无其他影响施工物,或其距 离作业区大于 500 m	0 ~ 25			
	施工水域 通航情况 (X_{52})		施工船机设备全部或大部分位于 航道内	75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	考虑通航船舶对清礁施 工船舶的影响
			上下行航线与作业区存在交叉	50 ~ 75			
			作业区域紧邻航道边缘	25 ~ 50			
			施工区域距离主航道 2 倍标准船 型船宽以上	0 ~ 25			
生态 环境 X_6	施工涉及 生态敏感区 (X_{61})		施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	75 ~ 100	R_{61}	γ_{61}	考虑施工水域与生态敏 感区要求
			施工区域位于或邻近重要生态敏感区	50 ~ 75			
			施工区域不涉及特殊生态敏感区 和重要生态敏感区	0 ~ 50			

表 A.2 清礁工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明
			分值范围	取值		
资料完整性 X_7	地质水文气象资料 (X_{71})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{71}	γ_{71}	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_{72})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{72}	γ_{72}	
		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.3 整治建筑物工程总体风险评估指标体系

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明	
			分值范围	取值			
工程规模 X_1	护岸总长度 (X_{11})	≥ 5 km	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	取新建护岸总长度	
		3 km ~ 5 km	50 ~ 75				
		1 km ~ 3 km	25 ~ 50				
		< 1 km	0 ~ 25				
	筑坝总长度 (X_{12})	≥ 5 km	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}		
		2 km ~ 5 km	50 ~ 75				
		1 km ~ 2 km	25 ~ 50				
		< 1 km	0 ~ 25				
	护滩(底)面积 (X_{13})	≥ 50 万 m^2	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}		
		20 万 m^2 ~ 50 万 m^2	50 ~ 75				
		10 万 m^2 ~ 20 万 m^2	25 ~ 50				
		< 10 万 m^2	0 ~ 25				
	散抛物总量 (X_{14})	≥ 100 万 m^3	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}		取整治建筑物工程散抛物总量
		50 万 m^3 ~ 100 万 m^3	50 ~ 75				
		10 万 m^3 ~ 50 万 m^3	25 ~ 50				
< 10 万 m^3		0 ~ 25					
沉排工程量 (X_{15})	≥ 100 万 m^2	75 ~ 100	R_{15}	γ_{15}	取整治建筑物工程沉排总量		
	50 万 m^2 ~ 100 万 m^2	50 ~ 75					
	10 万 m^2 ~ 50 万 m^2	25 ~ 50					
	< 10 万 m^2	0 ~ 25					
工程复杂程度 X_2	施工船舶种类和数量 (X_{21})	投入施工船舶 5 种以上或运输船 30 艘以上或使用非标准船型	75 ~ 100	R_{21}	γ_{21}	铺排船、吊装船、定位船、运输船、抛石船,非标准船型	
		投入施工船舶 3 种 ~ 4 种或运输船 20 艘 ~ 30 艘	50 ~ 75				
		投入施工船舶 3 种以下或运输船 20 艘以下	25 ~ 50				
	施工技术及工艺复杂程度 (X_{22})	施工技术及工艺复杂	50 ~ 100	R_{22}	γ_{22}		
		施工技术及工艺复杂程度一般	0 ~ 50				

表 A.3 整治建筑物工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明	
				分值范围	取值			
气象 水文 X_3	风力 条件 (X_{31})	≥ 60 d		75 ~ 100	R_{31}	γ_{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/ 突风 (X_{32})	≥ 3 次		75 ~ 100	R_{32}	γ_{32}	根据台风(风力达12级或 以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次 数划分	
		2 次 ~ 3 次		50 ~ 75				
		1 次 ~ 2 次		25 ~ 50				
		< 1 次		0 ~ 25				
	能见度条件 (X_{33})	≥ 50 d		75 ~ 100	R_{33}	γ_{33}	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日 划分	
		30 d ~ 50 d		50 ~ 75				
		15 d ~ 30 d		25 ~ 50				
		< 15 d		0 ~ 25				
	流速 (X_{34})	山区河流	≥ 5 m/s		75 ~ 100	R_{34}	γ_{34}	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;对于受潮汐影响的河 口地区应将流速与潮流对 比,取大值
			3 m/s ~ 5 m/s		50 ~ 75			
			1 m/s ~ 3 m/s		25 ~ 50			
			< 1 m/s		0 ~ 25			
		平原河流	≥ 3 m/s		75 ~ 100			
			1.5 m/s ~ 3 m/s		50 ~ 75			
			0.5 m/s ~ 1.5 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				
水深 (X_{35})	≥ 15 m		75 ~ 100	R_{35}	γ_{35}	考虑水深对整治建筑物 施工的影响		
	10 m ~ 15 m		50 ~ 75					
	5 m ~ 10 m		25 ~ 50					
	< 5 m		0 ~ 25					
波高 (X_{36})	≥ 1.5 m		75 ~ 100	R_{36}	γ_{36}	考虑波浪对施工船舶的 影响		
	0.5 m ~ 1.5 m		25 ~ 75					
	< 0.5 m		0 ~ 25					
潮差或年度 水位差 (X_{37})	沿海	≥ 5 m		75 ~ 100	R_{37}	γ_{37}	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				

表 A.3 整治建筑物工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
				分值范围	取值		
气象 水文 X_3	潮差或 年度 水位差 (X_{37})	山区河流	≥ 20 m	75 ~ 100	R_{37}	γ_{37}	同上
			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			
地质 条件 X_4	岸坡 地质 (X_{41})	岸坡与边坡稳定情况不明		75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	考虑地质灾害对整治建 筑物的影响
		岸坡与边坡不稳定,需处理		25 ~ 75			
		岸坡与边坡稳定,无须处理		0 ~ 25			
	施工水域底质 (X_{42})	淤泥质软土层厚度超过 3 m, 或土层倾斜较大		75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	考虑施工水域表层淤泥 质对整治建筑物施工的 影响
		淤泥质软土层厚度 2 m ~ 3 m		50 ~ 75			
		淤泥质软土层厚度 1 m ~ 2 m		25 ~ 50			
		淤泥质软土层厚度 0 ~ 1 m		0 ~ 25			
	施工水域地形 (X_{43})	施工水域底质有冲沟		50 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	考虑施工水域地形对整 治建筑物施工影响
		施工水域底质无冲沟,地形平坦		0 ~ 50			
	施工 环境 X_5	施工所在 航区航段 (X_{51})	J1、J2 航段		75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}
A、B 级航区(不包含 J1、J2)			25 ~ 75				
C 级航区(不包含 J1、J2)			0 ~ 25				
施工水域 通航情况 (X_{52})		施工区域全部或大部分位于主航道内		75 ~ 100	R_{52}	γ_{52}	考虑通航船舶对施工船 舶的影响
		上下行航线与施工区域存在交叉		50 ~ 75			
		施工区域紧邻主航道边缘		25 ~ 50			
		施工区域距离主航道 2 倍 标准船型船宽以上		0 ~ 25			
船舶 流量 (X_{53})		船舶流量大		75 ~ 100	R_{53}	γ_{53}	根据施工水域海事主管 部门主要断面日交通流量 统计为准
		船舶流量一般		25 ~ 75			
		船舶流量小		0 ~ 25			
邻近建筑物、 水下碍航 物情况 (X_{54})		水下存在管线、文物、沉船;距桥梁、 码头、渡口等建筑物 50 m 以内		75 ~ 100	R_{54}	γ_{54}	考虑邻近建筑物和水下 碍航物对施工的影响
		施工水域有养殖区;距桥梁、码头、 渡口等建筑物 50 m ~ 100 m		50 ~ 75			
	距桥梁、码头、渡口等 建筑物 100 m ~ 200 m		25 ~ 50				
	距桥梁、码头、渡口等建筑物 200 m 以上		0 ~ 25				

表 A.3 整治建筑物工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
			分值范围	取值		
生态环境 X_6	施工涉及生态敏感区 (X_{61})	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	75 ~ 100	R_{61}	γ_{61}	考虑施工水域与生态敏感区要求
		施工区域位于或邻近重要生态敏感区	50 ~ 75			
		施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区	0 ~ 50			
资料完整性 X_7	地质水文气象资料 (X_{71})	地质、水文、气象资料不完整	75 ~ 100	R_{71}	γ_{71}	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_{72})	施工图及说明文件不完整	75 ~ 100	R_{72}	γ_{72}	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 助航设施工程总体风险评估指标体系

评估指标		分 级	基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明
			分值范围	取值		
工程规模 X_1	塔标高度 (X_{11})	≥ 12 m	75 ~ 100	R_{11}	γ_{11}	根据塔标标体高度进行取值
		10 m ~ 12 m	50 ~ 75			
		8 m ~ 10 m	25 ~ 50			
		< 8 m	0 ~ 25			
	岸标数量 (X_{12})	≥ 100 个	75 ~ 100	R_{12}	γ_{12}	根据新设岸标数量进行取值
		50 个 ~ 100 个	50 ~ 75			
		10 个 ~ 50 个	25 ~ 50			
		< 10 个	0 ~ 25			
	浮标新设与调整数量 (X_{13})	≥ 50 个	75 ~ 100	R_{13}	γ_{13}	根据浮标新设与调整数量进行取值
		30 个 ~ 50 个	50 ~ 75			
		10 个 ~ 30 个	25 ~ 50			
		< 10 个	0 ~ 25			
	计划工作强度 (X_{14})	单船日抛标 5 个及以上	75 ~ 100	R_{14}	γ_{14}	根据单船日抛标个数进行取值
		单船日抛标 3 个 ~ 4 个	25 ~ 75			
单船日抛标 1 个 ~ 2 个		0 ~ 25				
气象水文 X_2	风力条件 (X_{21})	≥ 60 d	75 ~ 100	R_{21}	γ_{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/突风 (X_{22})	≥ 3 次	75 ~ 100	R_{22}	γ_{22}	根据台风(风力达 12 级以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分
		2 次 ~ 3 次	50 ~ 75			
		1 次 ~ 2 次	25 ~ 50			
		< 1 次	0 ~ 25			

表 A.4 助航设施工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_{ij})	说 明	
				分值范围	取值			
气象 水文 X_2	能见度条件 (X_{23})	≥ 50 d		75 ~ 100	R_{23}	γ_{23}	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日 划分	
		30 d ~ 50 d		50 ~ 75				
		15 d ~ 30 d		25 ~ 50				
		< 15 d		0 ~ 25				
	流速 (X_{24})	山区 河流	≥ 5 m/s		75 ~ 100	R_{24}	γ_{24}	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; 对于受潮汐影响的河口 地区应将流速与潮流对 比,取大值
			3 m/s ~ 5 m/s		50 ~ 75			
			1 m/s ~ 3 m/s		25 ~ 50			
			< 1 m/s		0 ~ 25			
		平原 河流	≥ 3 m/s		75 ~ 100			
			1.5 m/s ~ 3 m/s		50 ~ 75			
			0.5 m/s ~ 1.5 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			
	波高 (X_{25})	> 3 m		75 ~ 100	R_{25}	γ_{25}	考虑波浪对助航设施施 工的影响	
		3 m ~ 5 m		50 ~ 75				
		1 m ~ 3 m		25 ~ 50				
		< 1 m		0 ~ 25				
	潮差或年度 水位差 (X_{26})	沿海	≥ 5 m		75 ~ 100	R_{26}	γ_{26}	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				
地质 条件 X_3	岸坡 地质 (X_{31})	岸坡与边坡稳定情况不明		75 ~ 100	R_{31}	γ_{31}	考虑地质灾害对助航设 施施工的影响	
		岸坡与边坡不稳定,需处理		25 ~ 75				
		岸坡与边坡稳定,无须处理		0 ~ 25				

表 A.4 助航设施工程总体风险评估指标体系(续)

评估指标		分 级		基本分值		权重系数 (γ_j)	说 明	
				分值范围	取值			
施工环境 X_4	施工水域船舶富余水深 (X_{41})	<0.3 m		75 ~ 100	R_{41}	γ_{41}	考虑富余水深对施工船舶的影响	
		0.3 m ~ 1 m		50 ~ 75				
		1 m ~ 1.5 m		25 ~ 50				
		>1.5 m		0 ~ 25				
施工所在航区航段 (X_{42})	内河航道	J1、J2 航段		75 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	适用于内河航道,考虑航区航段对助航设施施工船舶的影响	
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)		25 ~ 75				
		C 级航区(不包含 J1、J2)		0 ~ 25				
施工环境 X_4	施工所在航区航段 (X_{42})	沿海航道	远海航区		80 ~ 100	R_{42}	γ_{42}	适用于沿海航道
			近海航区		60 ~ 80			
			沿海航区		40 ~ 60			
			遮蔽航区		20 ~ 40			
			港池及内航道		0 ~ 20			
	施工水域通航情况 (X_{43})	施工区域全部或大部分位于主航道内		75 ~ 100	R_{43}	γ_{43}	考虑通航船舶对助航设施施工船舶的影响	
		上下行航线与施工区域存在交叉		50 ~ 75				
		施工区域紧邻主航道边缘		25 ~ 50				
		施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上		0 ~ 25				
	船舶流量 (X_{44})	船舶流量大		75 ~ 100	R_{44}	γ_{44}	根据施工水域海事主管部门主要断面日交通流量统计为准	
		船舶流量一般		25 ~ 75				
		船舶流量小		0 ~ 25				
	灯塔施工位置(X_{45})	拟建灯塔位于陡峭岩石、远海孤岛、峭壁等施工环境较为恶劣场所上		75 ~ 100	R_{45}	γ_{45}	考虑设置灯塔位置对助航设施施工的影响	
		拟建灯塔位于岩石、近岸岛屿、不良地质条件(软基等)等施工环境复杂的场所		25 ~ 75				
		拟建灯塔位于地势平坦等施工环境较好的场所		0 ~ 25				
生态环境 X_5	施工涉及生态敏感区 (X_{51})	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区		75 ~ 100	R_{51}	γ_{51}	考虑施工水域与生态敏感区要求	
		施工区域位于或邻近重要生态敏感区		50 ~ 75				
		施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区		0 ~ 50				
资料完整性 X_6	地质水文气象资料 (X_{61})	地质、水文、气象资料不完整		75 ~ 100	R_{61}	γ_{61}	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_{62})	施工图及说明文件不完整		75 ~ 100	R_{62}	γ_{62}	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				

附录 B
(资料性)
权重系数计算方法

权重系数 γ_i 的取值可采用重要性排序法或层次分析法确定;当采用层次分析法时,应综合考虑工程规模、工程复杂程度、气象水文、地质条件、施工环境、生态环境敏感性和资料完整性,通过各因素之间重要性两两对比获得。

B.1 重要性排序法

B.1.1 采用重要性排序法确定权重系数时,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(B.1)计算。

$$\gamma = \frac{2n - 2m + 1}{n^2} \tag{B.1}$$

式中:

γ ——权重系数;

n ——评估指标项数;

m ——重要性排序号, $m \leq n$ 。

B.1.2 根据表 B.1 选取权重系数进行简化处理。

表 B.1 重要性排序法权重系数表

指标项目 数量 (n)	权重 系数	指标重要性排序(m)													总权重
		第一 项	第二 项	第三 项	第四 项	第五 项	第六 项	第七 项	第八 项	第九 项	第十 项	第十一 项	第十二 项	第十三 项	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
第一项	γ	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第二项	γ	0.75	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第三项	γ	0.56	0.33	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第四项	γ	0.44	0.31	0.19	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第五项	γ	0.36	0.28	0.20	0.11	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第六项	γ	0.31	0.25	0.19	0.14	0.08	0.03	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第七项	γ	0.27	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.03	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第八项	γ	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08	0.05	0.02	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第九项	γ	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.06	0.03	0.01	—	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第十项	γ	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	—	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第十一项	γ	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.01	—	—	$\Sigma\gamma = 1$
第十二项	γ	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	—	$\Sigma\gamma = 1$
第十三项	γ	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	$\Sigma\gamma = 1$

B.2 层次分析法

层次分析法是将决策问题按目标层和准则层的顺序分解为不同的层次结构,然后用求解判断矩阵特征向量的办法,求得准则层每一元素对目标层的优先权重。计算步骤包括:建立层次结构模型、构造判断(成对比较)矩阵、层次排序及其一致性检验。进行权重计算时也可采用相应的计算软件进行辅助计算。

B.2.1 首先建立风险评估目标的递阶层次结构模型,如图 B.1 所示。

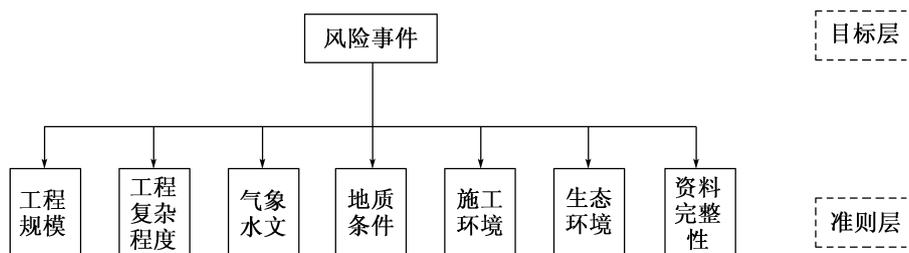


图 B.1 递阶层次结构

B.2.2 在准则层中,将该层次中的各因素相对于上一层中的总目标因素进行两两重要性比较,并将比较的结果构造为一个判断矩阵。用数字 1~9 作为尺度,来表达上述两两因素间的比较,数字从小到大表示程度的由低到高,比较尺度如表 B.2 所示。

表 B.2 层次分析法的判断矩阵标度及其含义

标 度	含 义
1	表示两个因素相比,具有同等重要性
3	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素一般重要
7	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要
9	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素极其重要
2,4,6,8	上述两相邻判断之中值,表示重要性判断之间的过渡性
倒数	b_{ij} 是指因素 i 与 j 比较得到重要性比值, b_{ji} 是因素 j 与 i 比较得到的重要性比值, $b_{ji} = 1/b_{ij}$

评估小组专家分别构造出风险评估因素的比较判断矩阵,如表 B.3 所示。

表 B.3 风险评估因素判断矩阵

因素	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1	w_1/w_2	w_1/w_3	w_1/w_4	w_1/w_5	w_1/w_6	w_1/w_7
X_2	w_2/w_1	1	w_2/w_3	w_2/w_4	w_2/w_5	w_2/w_6	w_2/w_7
X_3	w_3/w_1	w_3/w_2	1	w_3/w_4	w_3/w_5	w_3/w_6	w_3/w_7
X_4	w_4/w_1	w_4/w_2	w_4/w_3	1	w_4/w_5	w_4/w_6	w_4/w_7
X_5	w_5/w_1	w_5/w_2	w_5/w_3	w_5/w_4	1	w_5/w_6	w_5/w_7
X_6	w_6/w_1	w_6/w_2	w_6/w_3	w_6/w_4	w_6/w_5	1	w_6/w_7
X_7	w_7/w_1	w_7/w_2	w_7/w_3	w_7/w_4	w_7/w_5	w_7/w_6	1

注: $w_1、w_2、w_3、w_4、w_5、w_6、w_7$ 分别对应与 $X_1、X_2、X_3、X_4、X_5、X_6、X_7$ 七种影响因素重要性比值。

B.2.3 进行一致性和随机性检验。

判断矩阵的一致性常用一致性指标 $C. I$ 检验,一致性指标 $C. I$ 的值越大,表明判断矩阵偏离完全一致性的程度越大; $C. I$ 的值越小,表明判断矩阵越接近于完全一致性。 $C. I$ 计算公式见(B.2)。

$$C. I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \tag{B.2}$$

对于多阶判断矩阵,引入平均随机一致性指标 $R. I$,判断矩阵一致性指标 $C. I$ 与同阶平均随机一致性指标 $R. I$ 之比称为随机一致性比率 $C. R$ 。 $C. R$ 计算公式见(B.3)。

$$C. R = C. I / R. I \tag{B.3}$$

式中:

$C. I$ ——一致性指标;

$R. I$ ——平均随机一致性指标,其值见表 B.4;

$C. R$ ——随机一致性比率。

只有当 $C. R < 0.1$ 时,判断矩阵才具有满意的一致性,即表明该组数据(专家构造的判断矩阵)为有效数据。

表 B.4 层次分析法中的 $R. I$ 取值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R. I$	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

根据上述计算方法,可得到判断矩阵的计算结果如表 B.5 所示。

表 B.5 采用各位专家构造判断矩阵计算的权重系数结果

专家编号	α	β	γ	δ	z	λ_{\max}	$C. I$	$C. R$	一致性检验
1	α_1	β_1	γ_1	δ_1	z_1	$\lambda_{\max 1}$	$C. I_1$	$C. R_1$	是否通过?
2	α_2	β_2	γ_2	δ_2	z_2	$\lambda_{\max 2}$	$C. I_2$	$C. R_2$	是否通过?
...
s	α_s	β_s	γ_s	δ_s	z_s	$\lambda_{\max s}$	$C. I_s$	$C. R_s$	是否通过?

B.2.4 选取表 B.5 中的有效数据(m 组, $m \leq s$)进一步计算。将权重系数计算平均值,则能够得到各项评估因素的权重系数。

附录 C

(资料性)

航道工程施工作业程序分解

C.1 疏浚与吹填工程施工作业程序分解

疏浚与吹填工程常见施工作业程序分解见表 C.1。

表 C.1 疏浚与吹填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
疏浚与吹填工程 C1-1	—	施工区域内船舶调遣 C1-1-1-1	下达船舶调遣任务→封舱备航→召开调遣会→航前安检→航前会议→船舶调遣
		航行挖泥(耙吸) C1-1-1-2	空载航行到挖泥地点→下耙挖泥→装载→满舱溢流→起耙→重载航行至抛泥区→抛泥→空载航行到挖泥地点
		非自航船施工作业 C1-1-1-3	定位、抛锚→泥驳靠泊→挖泥装驳→泥驳离泊→航行至抛泥区抛泥→泥驳返航→泥驳靠泊
		船舶靠离泊/锚泊/泥驳装卸 C1-1-1-4	停靠/驶离→人员上下→解系缆停靠→装载→驶离
		吹泥管线布设与拆卸 C1-1-1-5	锚艇拖带浮管、趸船→浮管/沉管搭设→陆上管线搭设
		吹泥作业 C1-1-1-6	接管→吹泥→拆管
围埝工程 C1-2	基底 C1-2-1	基床清淤 C1-2-1-1	测量放线→机械清除埝底处河床上的淤泥杂物→测量验收
	埝身 C1-2-2	抛石 C1-2-2-1	堆码装填→黏土填芯→抽水→施工埝内其余项目→拆除
	倒滤层 C1-2-3	倒滤层 C1-2-3-1	测量放样→分层铺设倒滤层

C.2 清礁工程施工作业程序分解

清礁工程常见施工作业程序分解见表 C.2。

表 C.2 清礁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
清礁工程 C2	爆破及清渣 C2-1	施工船舶定位 C2-1-1	拖轮编解队→锚艇抛绞锚→带缆艇带缆→绞锚移位
		钻孔作业 C2-1-2	装卸钻具→钻孔→移动钻机
		爆破作业 C2-1-3	搬运→临时储存→加工→装药连线→起爆
		清渣 C2-1-4	清渣→泥驳装驳
		弃渣 C2-1-5	泥驳航行→泥驳弃渣
	—	硬式扫床 C2-2-1	扫床架制作安装→扫床船定位→扫床

C.3 整治建筑物工程施工作业程序分解

整治建筑物工程常见的单位工程可划分为堤坝、护岸和固滩；堤坝单位工程可分为基础、护底、堤体或坝体、坝面、护坡、附属工程等分部工程；护岸单位工程可分为基础、护底、护脚、护坡、岸壁、附属工程等分部工程；固滩单位工程可分为护底、护滩、护坡、附属工程等分部工程。整治建筑物工程常见施工作业程序分解见表 C.3。

表 C.3 整治建筑物工程施工作业程序分解

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
基础 C3-1	基槽开挖 C3-1-1	土方开挖→土石方运输→弃土
	抛石挤淤 C3-1-2	块石运输→抛石船定位→运石船靠抛石船→抛石→抛石船移位
	填砂挤淤 C3-1-3	抛砂船定位→运砂船靠抛砂船→砂袋充灌→砂袋沉放→抛砂船移位
	现浇混凝土基础 C3-1-4	模板安装→钢筋及预埋件→混凝土运输→ 混凝土浇筑→混凝土养护→拆模
	水下基床抛石 C3-1-5	抛石船定位→运石船靠抛石船→抛石沉放→抛石船移位
	水下基床整平 C3-1-6	整平机整平;起重船调运整平机→整平机定位→整平 整平船整平;整平船定位→整平船抛石整平一体化作业→整平船移位
	潜水作业(水下基床整平) C3-1-6	潜水作业准备→潜水员水下整平作业→潜水员出水
护底 C3-2	基槽开挖 C3-2-1	土方开挖→土石方运输→弃土
	散抛石压载软体排护底 C3-2-2	铺排船定位移位→铺设软体排→抛石船定位移位→ 运石船靠抛石船→抛石沉放
	系结压载软体排护底 C3-2-3	材料运输→铺排船定位移位→联锁块运输船靠铺排船→ 联锁块装卸→联锁块绑扎→铺设软体排
	散抛物护底 C3-2-4	抛投船定位→运输船靠定位船→沉放→抛投船定位
	砂袋护底 C3-2-5	抛砂船定位→运砂船靠抛砂船→砂袋充灌→砂袋沉放→抛砂船移位
坝体 C3-3	混凝土预制构件制作 C3-3-1	模板制作→混凝土浇筑→养护
	混凝土预制构件水上吊运安装 C3-3-2	浮吊船定位→大型构件运输船靠定位船→起吊安装→浮吊船移位
	充填袋筑坝 C3-3-3	抛砂船定位→运砂船靠抛砂船→充灌砂袋→沉放砂袋→抛砂船移位
	块石抛筑坝体 C3-3-4	抛石船定位→运石船靠抛石船→抛石沉放→抛石船移位
	石笼抛筑坝体 C3-3-5	抛石船定位→运石船靠抛石船→吊装沉放→抛石船移位
	模袋混凝土 C3-3-6	模袋加工→铺设模袋→模袋混凝土灌注→养护

表 C.3 整治建筑物工程施工作业程序分解(续)

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
坝面 C3-4	土工织物垫层 C3-4-1	材料运输→杂物清理→铺设→搭接缝合
	抛石护面 C3-4-2	抛石船定位→运输船靠抛石船→精确定位→块石抛投→整理
	铺石护面 C3-4-3	坡面验收→块石运输→铺设→整平
	砌石护面 C3-4-4	坡面验收→石料运输→人工铺砌
	干砌条石护面 C3-4-5	坡面验收→石料运输→人工铺砌
	预制混凝土铺砌块铺砌 C3-4-6	坡面验收→预制块运输→放样→铺砌
	现浇混凝土护面 C3-4-7	坡面验收→支立模板→混凝土浇筑→抹面→养护→拆模
	模袋混凝土护面 C3-4-8	模袋加工→坡面整平→铺设模袋→模袋混凝土灌注→养护
	钢丝网格护面 C3-4-9	土工布铺设→钢丝网格组装→钢丝网格铺设→ 填料填充→填料整平→封盖
	混凝土块体安装 C3-4-10	混凝土块体吊运→混凝土块体安装
护脚 C3-5	水下抛充填袋护脚 C3-5-1	浮吊船抛锚定位→运输船靠浮吊船→人工挂钩→起吊→抛投
	水下抛石护脚 C3-5-2	浮吊船抛锚定位→运输船靠浮吊船→人工挂钩→起吊网兜→抛投块石
	水下抛石笼护脚 C3-5-3	浮吊船抛锚定位→运输船靠浮吊船→人工挂钩→起吊→抛投
护坡 C3-6	岸坡开挖 C3-6-1	测量→放样→分段开挖
	土石方回填 C3-6-2	土石方运输→分层回填→分层夯实
	削坡及整平 C3-6-3	放样→削坡整平
	基槽开挖 C3-6-4	机械开挖→弃土运输→人工修整→验收
	砂石垫层 C3-6-5	放样→砂石垫层铺设→整平
	土工织物垫层 C3-6-6	土工织物加工→坡面清理→铺设→搭接缝合
	砂石倒滤层 C3-6-7	放样→分段铺设→人工整平
	土工织物倒滤层 C3-6-8	土工织物加工→坡面清理→铺设→搭接缝合
	盲沟 C3-6-9	放样→土方开挖→人工修整→垫层铺设→回填物填充
	明沟 C3-6-10	放样→土方开挖→人工修整→浆砌块石→砂浆抹面→养护

表 C.3 整治建筑物工程施工作业程序分解(续)

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
护坡 C3-6	抛石护面 C3-6-11	抛石船定位→运输船靠抛石船→精确定位→块石抛投→整理
	铺石护面 C3-6-12	坡面验收→块石运输→铺设
	砌石护面 C3-6-13	坡面验收→石料运输→人工铺砌
	干砌条石护面 C3-6-14	坡面验收→石料运输→人工铺砌
	模袋混凝土护面 C3-6-15	模袋加工→坡面整平→铺设模袋→模袋混凝土灌注→养护
	现浇混凝土护面 C3-6-16	模板支立→混凝土运输→混凝土浇筑→抹面→混凝土养护→拆模
	预制混凝土铺砌块铺砌 C3-6-17	预制块运输→铺砌
	混凝土块体护面 C3-6-18	混凝土块体预制→坡面整理→放样→铺砌
	钢丝网格护面 C3-6-19	土工布铺设→钢丝网格组装→钢丝网格铺设→ 填料填充→填料整平→封盖
	砌石拱圈 C3-6-20	测量放线→基槽开挖→基底验收→砌筑基础及墙身→架设拱架→石料选用→砂浆拌和→砌筑拱圈→做胶泥防水层→砌筑侧墙及缘石→砌筑翼墙
砌石齿墙 C3-6-21	测量放样→齿墙开挖、精修→块石砌筑	
岸壁 C3-7	岸坡开挖 C3-7-1	测量放样→机械开挖
	基槽开挖 C3-7-2	机械开挖→弃土运输→人工修整→验收
	砂石垫层 C3-7-3	放样→砂石垫层铺设→整平
	土工织物垫层 C3-7-4	土工织物加工→坡面清理→铺设→搭接缝合
	砂石倒滤层 C3-7-5	放样→分段铺设→人工整平
	土工织物倒滤层 C3-7-6	土工织物加工→坡面清理→铺设→搭接缝合
	土石方回填 C3-7-7	土石运输→回填→夯实
	现浇混凝土挡墙 C3-7-8	土方开挖→模板支立→混凝土运输→混凝土浇筑→抹面→混凝土养护→拆模
	加筋土挡墙 C3-7-9	基槽开挖→基础浇筑→墙面板安装→筋带铺设→ 填料铺筑→夯实碾压→验收
	砌石挡墙 C3-7-10	测量放线→基坑开挖→铺设土工织物垫层→砌筑基础→ 砌筑墙身→勾缝抹面→养护
护滩 C3-8	铺石压载软体排护滩 C3-8-1	铺排船定位移位→铺设软体排→抛石船定位移位→ 运石船靠抛石船→抛石沉放
	系结压载软体排护滩 C3-8-2	材料运输→铺排船定位移位→联锁块运输船靠铺排船→联锁块 装卸→联锁块绑扎→铺设软体排

表 C.3 整治建筑物工程施工作业程序分解(续)

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
附属工程 C3-9	基槽开挖 C3-9-1	土方开挖→土方运输→弃土
	现浇混凝土基础 C3-9-2	基槽开挖→模板支立→混凝土运输→混凝土浇筑→抹面→混凝土养护→拆模
	浆砌石基础 C3-9-3	基槽开挖→块石铺砌→勾缝抹面→养护
	灯柱制作与安装 C3-9-4	灯柱制作→测量放样→灯柱安装
	栏杆制作与安装 C3-9-5	栏杆加工→测量方案→下料→焊接安装→焊缝检查→抛光
	踏步 C3-9-6	放样→支立模板→混凝土浇筑→抹面收光→养护→拆模

C.4 助航设施工程施工作业程序分解

助航设施工程常见的单位工程可划分为灯塔,塔型岸标、灯桩和海区导标,杆型岸标、内河导标和立标,浮标;灯塔单位工程可分为基础、塔体、航标设备、附属设施等分部工程;塔型岸标、灯桩和海区导标单位工程可分为基础、塔体、航标设备、附属设施等分部工程;浮标单位工程可按每区段的浮标划分分部工程。助航设施工程常见施工作业程序分解见表 C.4。

表 C.4 助航设施工程施工作业程序分解

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
基础 C4-1	基坑开挖与回填 C4-1-1	测量放样→机械开挖/分层回填夯实
	抛石基础 C4-1-2	抛石船定位→块石抛投
	砌石基础 C4-1-3	场地清理整平→测量放样→人工干砌石块
	桩基础 C4-1-4	场地清理整平→测量放样→设备安装→打桩→设备拆除
	现浇混凝土墩台 C4-1-5	场地清理整平→测量放样→支模→预埋件安装→混凝土浇筑→拆模→养护
	岩石基础 C4-1-6	测量放样→机械开挖清理整平→支模→预埋件安装→封底混凝土浇筑→拆模→养护
	现浇混凝土基础 C4-1-7	场地清理整平→测量放样→钢筋绑扎→支模→混凝土浇筑→拆模→养护
塔体 C4-2	混凝土塔体 C4-2-1	测量放样→脚手架搭设→钢筋绑扎→支模→预埋件安装→混凝土浇筑→拆模→养护→下一层浇筑→脚手架拆除
	砖砌塔体 C4-2-2	测量放样→脚手架搭设→堆砌→预埋件安装→脚手架拆除
	钢结构/玻璃钢塔体安装 C4-2-3	吊机架设→塔体吊装→塔体固定→吊机撤场

表 C.4 助航设施工程施工作业程序分解(续)

分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
每区段的杆型岸标和立标 C4-3	基坑开挖与回填 C4-3-1	测量放样→机械开挖/分层回填夯实
	杆型岸标混凝土基座 C4-3-2	测量放样→支模→预埋件安装→混凝土浇筑→拆模→养护
	杆型岸标标杆制作与安装 C4-3-3	杆型岸标标杆制作→吊装→固定
	顶标制作与安装 C4-3-4	顶标制作→安装→固定
每区段的浮标 C4-4	浮标抛设 C4-4-1	浮鼓、沉石起吊作业→浮鼓、沉石抛设作业→拆除作业
	标体安装 C4-4-2	靠基座→起吊标体→安装固定
	航标灯器安装 C4-4-3	靠标→登标→安装→离标
航标设备 C4-5	航标灯器安装 C4-5-1	登标→灯器安装固定→调试→离标
	电源安装 C4-5-2	登标→电源箱安装→电源安装→离标
	雷达应答器及反射器安装 C4-5-3	登标→雷达应答器及反射器安装→调试→离标
	信号标志揭示装置制作与安装 C4-5-4	信号标志揭示装置制作→登标→信号标志揭示装置安装→调试→离标
	航标遥测监控终端安装 C4-5-5	登标→航标遥测监控终端安装→调试→离标
附属设施 C4-6	避雷设施制作与安装 C4-6-1	避雷设施制作→埋设→焊接链接→测试
	水位遥测遥报装置安装 C4-6-2	水位遥测遥报装置安装→调试
	爬梯及航标维护平台制作与安装 C4-6-3	爬梯及航标维护平台制作→焊接安装
	维护道路和登陆点 C4-6-4	测量放样→维护道路和登陆点施工

附录 D

(资料性)

航道工程施工的典型风险事件类型

表 D.1 ~ 表 D.4 分别给出了常见的疏浚与吹填工程、清礁工程、整治建筑物工程和助航设施工程的典型风险事件类型。

表 D.1 疏浚与吹填工程的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型										
		物体打击	车辆伤害	机械伤害	起重伤害	淹溺	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染	船舶倾覆
—	船舶调遣						○	○	○	○	○	○
	航行挖泥 (耙吸)	○		○	○		○	○	○	○	○	○
	非自航船 施工作业	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
	船舶靠离泊/锚 泊/泥驳装卸	○		○		○	○				○	○
	吹泥管线 布设与拆卸	○		○	○	○	○	○	○			○
	吹泥作业					○	○	○		○	○	○
基底	基床清淤	○	○	○	○							
埕身	抛石	○		○	○	○	○	○		○	○	○
倒滤层	倒滤层	○	○	○	○	○						

表 D.2 清礁工程的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型											
		物体打击	机械伤害	起重伤害	火灾	爆炸	淹溺	高处坠落	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染
爆破及 清渣	施工船舶定位		○				○		○	○	○	○	○
	钻孔作业	○	○	○	○		○	○					
	爆破作业	○				○	○						
	抓斗船清渣 (深水) 挖机清渣(浅水)	○	○	○			○	○		○			○
	渣石运输弃渣						○	○	○	○	○	○	○
—	硬式扫床		○				○			○			

表 D.3 整治建筑物工程的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型														
		物体打击	车辆伤害	机械伤害	起重伤害	触电	淹溺	高处坠落	坍塌	中毒和窒息	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染	船舶倾覆
基础	基槽开挖	○	○	○				○	○							
	抛石挤淤	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	填砂挤淤	○		○	○											
	现浇混凝土基础	○	○	○		○	○		○							
	水下基床抛石	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	水下基床整平	○		○			○				○	○		○	○	○
	潜水作业 (水下基床整平)	○		○			○			○						
护底	基槽开挖	○	○	○					○							
	散抛石压载 软体排护底	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	系结压载软体 排护底	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	散抛物护底	○		○			○				○	○		○	○	○
	砂袋护底	○		○			○				○	○		○	○	○
坝体	混凝土预制构件 水上吊运安装	○		○	○	○					○	○	○	○	○	○
	充填袋筑坝	○		○			○				○	○		○	○	○
	预制构件制作	○	○	○	○	○		○	○							
	块石抛筑坝体	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	石笼抛筑坝体	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	模袋混凝土	○		○												
	干砌条石护面	○	○	○												
	预制混凝土 铺砌块铺砌	○	○	○	○											
	现浇混凝土护面	○	○	○												○
	模袋混凝土护面	○	○	○												
	钢丝网格护面	○	○	○												
	混凝土块体安装	○		○	○						○	○		○	○	○

表 D.3 整治建筑物工程的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型															
		物体 打击	车辆 伤害	机械 伤害	起重 伤害	触电	淹溺	高处 坠落	坍塌	中毒 和 窒息	船舶 碰撞	船舶 搁浅	船舶 触礁	船舶 触损	船舶 污染	船舶 倾覆	
护脚	水下抛充填 袋护脚	○		○	○		○					○	○		○	○	○
	水下抛石护脚	○		○	○		○					○	○		○	○	○
	水下抛石笼护脚	○		○	○		○					○	○		○	○	○
护坡	岸坡开挖	○	○	○					○								
	土石方回填	○	○	○	○				○								
	削坡及整平	○	○	○					○								
	基槽开挖	○	○	○					○								
	砂石垫层	○	○	○													
	土工织物垫层	○		○													
	砂石倒滤层	○	○	○													
	土工织物倒滤层	○		○													
	盲沟	○	○	○													
	明沟	○	○	○	○												
	抛石护面	○		○	○		○				○	○			○	○	○
	铺石护面	○	○	○													
	砌石护面	○	○	○													
	干砌条石护面	○	○	○													
	模袋混凝土护面	○	○	○													
	现浇混凝土护面	○	○	○			○										
	预制混凝土 铺砌块铺砌	○	○	○	○												
	混凝土块体护面	○	○	○			○										
钢丝网格护面	○	○	○														
砌石拱圈	○	○	○	○													
砌石齿墙	○	○	○	○													
岸壁	岸坡开挖	○	○	○					○								
	基槽开挖	○	○	○					○								
	砂石垫层	○	○	○													
	土工织物垫层	○		○													
	砂石倒滤层	○	○	○													

表 D.3 整治建筑物工程的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型														
		物体打击	车辆伤害	机械伤害	起重伤害	触电	淹溺	高处坠落	坍塌	中毒和窒息	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染	船舶倾覆
岸壁	土工织物倒滤层	○		○												
	土石方回填	○	○	○	○				○							
	现浇混凝土挡墙	○	○	○												
	加筋土挡墙	○	○	○												
	砌石挡墙	○	○	○												
护滩	铺石压载软体排护滩	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	系结压载软体排护滩	○		○	○		○				○	○		○	○	○
	铰链排制作与铺设	○		○	○		○				○	○		○	○	○
附属工程	基槽开挖	○	○	○					○							
	现浇混凝土基础	○	○	○		○			○							○
	浆砌石基础	○	○	○	○											
	灯柱制作与安装	○	○	○	○											
	栏杆制作与安装	○	○	○	○											
	踏步	○	○	○	○											

表 D.4 助航设施工程的典型风险事件类型

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型														
		物体打击	车辆伤害	机械伤害	起重伤害	触电	淹溺	高处坠落	坍塌	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染	船舶倾覆	
基础	基坑开挖与回填	○	○	○				○	○							
	抛石基础	○		○	○		○			○	○	○	○	○	○	○
	砌石基础	○		○	○											
	桩基础	○		○	○			○								
	现浇混凝土墩台	○	○	○			○	○	○							○
	岩石基础	○		○	○											
	现浇混凝土基础	○	○	○		○	○	○	○							○

表 D.4 助航设施工程的典型风险事件类型(续)

分部工程	分项工程 (作业环节)	风险事件类型													
		物体打击	车辆伤害	机械伤害	起重伤害	触电	淹溺	高处坠落	坍塌	船舶碰撞	船舶搁浅	船舶触礁	船舶触损	船舶污染	船舶倾覆
塔体	混凝土塔体	○		○	○			○							
	砖砌塔体	○		○	○			○							
	钢结构/玻璃钢塔体安装	○		○	○			○							
每区段的杆型岸标和立标	基坑开挖与回填	○	○	○				○	○						
	杆型岸标混凝土基座	○		○	○			○							
	杆型岸标标杆制作与安装	○		○	○			○							
	顶标制作与安装	○		○	○			○							
每区段的浮标	浮标抛设	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	标体安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	航标灯器安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
航标设备	航标灯器安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	电源安装	○		○	○	○	○			○	○	○	○	○	○
	雷达应答器及反射器安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	信号标志揭示装置制作与安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	航标遥测监控终端安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
附属设施	避雷设施制作与安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	水位遥测遥报装置安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	爬梯及航标维护平台制作与安装	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○
	维护道路和登陆点	○		○	○			○		○	○	○	○	○	○

附 录 E
(资料性)
航道工程重大作业活动筛选分析

表 E.1 重大作业活动筛选要素表

序号	重大作业活动筛选要素
1	穿越航道或占用通航水域的施工作业;船舶航路在施工区附近,转向不及时冲进施工区等受通航环境影响较大
2	受水文环境影响较大且处于复杂水文环境的施工作业
3	对施工区域生态环境易造成较大不利影响的施工作业
4	人机配合密度较高且作业人员连续暴露于危险作业环境的施工作业
5	引发风险事件的频率较高的施工作业
6	引发风险事件的频率较低但后果严重的施工作业
7	参建单位或相关方多方公认的高风险复杂施工作业
注:凡符合表中任一项筛选要素,即可判定为重大作业活动。	

表 E.2 常见重大作业活动表

序号	工程类型	重大作业活动
1	疏浚与吹填工程	航行挖泥(自航船)
2		非自航船复杂水域施工
3	清礁工程	水下爆破作业
4		挖泥船清渣/挖机清渣
5		硬式扫床
6	整治建筑物工程	散抛物(块石、石笼等)抛投
7		系结压载软体排护底
8		潜水作业(水下基床整平)
9		预制构件水上吊运安装
10	助航设施工程	陡峭岸壁塔体安装作业
11		浮标抛设

附录 F

(资料性)

重大作业活动的 M-PEC 评价方法评估指标体系

重大作业活动的 M-PEC 评价方法指标体系是从管理(M)、风险事件发生的可能性(P)、环境(E)以及风险事件后果(C)四方面进行建立。

表 F.3 ~ 表 F.18 中,评估取值保留小数点后两位。

F.1 管理(M)评估指标

表 F.1 管理(M)评估指标

评估指标		分 类	分值	说 明	
安全 生产 条件 M_1	施工企业 资质 M_{11}	二级	2	资质级别越高的施工企业 安全管理相对越完善	
		一级	1		
		特级	0		
	专业分包 M_{12}	有分包	1	针对当前作业的分包企业	
		无分包	0		
	劳务分包 M_{13}	有分包	1	针对当前作业的分包企业	
		无分包	0		
	从业人员 资格条件 M_{14}	专职安全管理人员未持证书上岗、未持有有效证书或 证书与对应岗位人员身份不相符	2	安全管理人员的持证、在 岗情况	
		项目负责人未及时获取上岗证书	1		
		持有有效证书且证书与对应岗位人员身份相符	0		
	安全组织 机构 M_{15}	未成立安全生产领导小组、未设置独立的安全生产 管理部门或未配置专职安全员	2	安全组织机构设置和专兼 职安全管理人员配备情况	
		项目负责人、各部门及作业层安全岗位职责及 责任人不明确或专职安全员配备数量不满足要求	1		
		成立安全生产领导小组、设置相应管理部门,且各 岗位职责明确,并按要求配备相应数量专职安全员	0		
	安全 生产 管理 制度 M_2	制度建立 M_{21}	未建立安全生产管理制度体系或制度不健全	1	安全生产管理制度体系应 符合《公路水运工程平安工 地建设管理办法》要求
			制度完善、符合要求	0	
制度落实 M_{22}		未落实安全生产管理制度	1	在安全生产责任制考核或 安全检查中核实安全生产管 理制度的执行情况	
		严格执行安全生产管理制度	0		
安全技 术 管理 M_3	施工组织 设计或专项 施工方案 M_{31}	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 较大大部分项工程的专项施 工方案和施工临时用电方 案等	
		针对性、可操作性一般	1		
		针对性、可操作性强	0		

表 F.1 管理(M)评估指标(续)

评估指标		分类	分值	说明
安全技术管理 M_3	安全技术交底(工种交底) M_{32}	未进行安全技术交底或交底不全面	1	安全技术交底覆盖各作业岗位,交底内容贴合岗位作业实际
		制定安全技术交底制度和计划,并进行安全技术交底	0	
施工设备与设施管理 M_4	船舶及机械设备管理制度及台账 M_{41}	未建立船舶及机械设备(含特种设备)管理制度及台账	2	船机设备单独建档,相关资质证书在有效期
		台账内容不全或设备档案不规范	1	
		建立完善的船舶及机械设备(含特种设备)管理制度及台账	0	
	特种设备管理 M_{42}	特种设备未取得登记证书投入使用	2	特种设备安拆单位资质符合要求,检测合格证书在有效期等
		特种设备安装、拆除无专项方案	1	
		特种设备投入使用前已经具备相应资质的单位检测合格,特种设备安装、拆除由具备相应资质的单位承担	0	
应急管理 M_5	应急管理 M_{51}	未制定应急响应程序或预案,或应急预案有缺陷	1	应急预案体系完善,有应急演练计划,按照计划进行演练
		制定应急预案并定期进行应急培训和演习	0	
安全投入 M_6	安全生产费用使用管理 M_{61}	安全生产费用投入不足	2	安全生产费用是否按规范要求足额投入,未超范围使用
		安全生产费用使用不规范	1	
		安全生产费用使用符合要求	0	

F.2 风险事件后果(C)评估指标

表 F.2 风险事件可能造成的后果(C)评估指标

人员伤亡(C_1)	直接经济损失(C_2)	环境损害(C_3)	社会影响(C_4)	取值
死亡人数 30 人以上 或重伤人数 100 人以上	$C_2 \geq 10\,000$ 万元 或 $C_{pr} \geq 10\%$	船舶溢油 1 000 t 以上致水域严重污染的	绝大部分群众有意见、反应强烈,可能引发大规模群体性事件,媒体高度关注	10
死亡人数 10 人以上 30 人以下 或重伤人数 50 人以上 100 人以下	$5\,000$ 万元 $\leq C_2 < 10\,000$ 万元 或 $5\% \leq C_{pr} < 10\%$	船舶溢油 500 t 以上 1 000 t 以下致水域大范围污染	大部分群众有意见、反应较强烈,可能引发小规模群体性事件,媒体一般关注	8
死亡人数 3 人以上 10 人以下 或重伤人数 10 人以上 50 人以下	$1\,000$ 万元 $\leq C_2 < 5\,000$ 万元 或 $2\% \leq C_{pr} < 5\%$	船舶溢油 100 t 以上 500 t 以下致水域较大范围污染	小部分群众有意见、反应较强烈,可能引发矛盾冲突	5
死亡人数 1 人以上 3 人以下 或重伤人数 5 人以上 10 人以下	100 万元 $\leq C_2 < 1\,000$ 万元 或 $1\% \leq C_{pr} < 2\%$	船舶溢油 1 t 以上 100 t 以下致水域小范围污染	绝大部分群众理解支持但极少数人有意见,矛盾易化解	2
重伤人数 5 人以下	$C_2 < 100$ 万元 或 $C_{pr} < 1\%$	船舶溢油 1 t 以下致水域轻微污染的	群众均无意见	1
注 1: C_{pr} ——经济损失占项目建安费的比例。 注 2:“以上”包括本数,“以下”不包括本数。				

F.3 航行挖泥作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.3 航行挖泥作业活动风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发 风险事件的 可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有3年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有3年~5年类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有5年以上类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		
主要设备的因素 引发风险事件 的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的80%及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的60%~80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的60%以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素引发 风险事件的 可能性 P_3	未考虑气象水文条件、底质、通航环境等因素,或未合理编制航行挖泥施工方案,或未合理规划航行挖泥线路,或无施工安全防护和环境保护措施	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.4 航行挖泥作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明		
自然 环境 E_1	流速 E_{11}	沿海	≥ 3 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	根据流速最大值进行划分,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	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		山区 河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	E_{12}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$		
	波高 E_{13}	≥ 2.5 m		$3 < E_{13} \leq 4$	E_{13}	依据施工水域最大波高取值
		2 m ~ 2.5 m		$2 < E_{13} \leq 3$		
1 m ~ 2 m		$1 < E_{13} \leq 2$				
< 1 m		$0 < E_{13} \leq 1$				

表 F.4 航行挖泥作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明	
自然环境 E_1	能见度条件 E_{14}	≥ 50 d		$3 < E_{14} \leq 4$	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日划分	
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{14} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{14} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{14} \leq 1$		
	潮差或水位差 E_{15}	沿海	≥ 5.0 m		$3 < E_{15} \leq 4$	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
			4.0 m ~ 5.0 m		$2 < E_{15} \leq 3$	
			3.0 m ~ 4.0 m		$1 < E_{15} \leq 2$	
			< 3.0 m		$0 < E_{15} \leq 1$	
		山区河流	≥ 20.0 m		$3 < E_{15} \leq 4$	
			10.0 m ~ 20.0 m		$2 < E_{15} \leq 3$	
			6.0 m ~ 10.0 m		$1 < E_{15} \leq 2$	
			< 6.0 m		$0 < E_{15} \leq 1$	
		平原河流	≥ 6.0 m		$3 < E_{15} \leq 4$	
			4.0 m ~ 6.0 m		$2 < E_{15} \leq 3$	
			2.0 m ~ 4.0 m		$1 < E_{15} \leq 2$	
			< 2.0 m		$0 < E_{15} \leq 1$	
	风力条件 E_{16}	≥ 60 d		$3 < E_{16} \leq 4$	E_{16}	依据大于 6 级风的年平均日数划分
		40 d ~ 60 d		$2 < E_{16} \leq 3$		
		20 d ~ 40 d		$1 < E_{16} \leq 2$		
		< 20 d		$0 < E_{16} \leq 1$		
台风或突风 E_{17}	≥ 3 次		$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	根据台风(风力达 12 级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分	
	2 次 ~ 3 次		$2 < E_{17} \leq 3$			
	1 次 ~ 2 次		$1 < E_{17} \leq 2$			
	≤ 1 次		$0 < E_{17} \leq 1$			
寒潮 E_{18}	≥ 3 次		$3 < E_{18} \leq 4$	E_{18}	根据寒潮的年平均影响次数划分	
	2 次 ~ 3 次		$2 < E_{18} \leq 3$			
	1 次 ~ 2 次		$1 < E_{18} \leq 2$			
	≤ 1 次		$0 < E_{18} \leq 1$			
施工涉及生态敏感区 E_{19}	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区		$2 < E_{19} \leq 3$	E_{19}	考虑施工水域与生态敏感区要求	
	施工区域位于或邻近重要生态敏感区		$1 < E_{19} \leq 2$			
	施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区		$0 < E_{19} \leq 1$			

表 F.4 航行挖泥作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明	
作业环境 E_2	施工所在航区航段 E_{21}	J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道	
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$			
		C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$			
		远海航区	$4 < E_{21} \leq 5$	E_{21}	适用于沿海航道	
		近海航区	$3 < E_{21} \leq 4$			
		沿海航区	$2 < E_{21} \leq 3$			
		遮蔽航区	$1 < E_{21} \leq 2$			
		港池及内航道	$0 < E_{21} \leq 1$			
	施工水域通航情况 E_{22}	施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值	
		上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$			
		施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$			
		施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$			
	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}	水下存在管线、文物或障碍物	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值	
		邻近桥梁、码头等建筑物分布密集	$2 < E_{23} \leq 3$			
		邻近有少数桥梁、码头等建筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$			
		水下无管线、文物或障碍物	$0 < E_{23} \leq 1$			
	施工水域船舶富余水深 E_{24}	耙吸船	< 1.5 m	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
			1.5 m ~ 2.0 m	$2 < E_{24} \leq 3$		
			2.0 m ~ 3.0 m	$1 < E_{24} \leq 2$		
			> 3.0 m	$0 < E_{24} \leq 1$		
		其他船舶	< 0.3 m	$3 < E_{24} \leq 4$		
			0.3 m ~ 1.0 m	$2 < E_{24} \leq 3$		
			1.0 m ~ 1.5 m	$1 < E_{24} \leq 2$		
> 1.5 m			$0 < E_{24} \leq 1$			
船舶流量 E_{25}	船舶流量大	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	依据施工水域海事主管部门主要断面日交通流量统计为准		
	船舶流量一般	$1 < E_{25} \leq 2$				
	船舶流量小	$0 < E_{25} \leq 1$				
交叉作业 E_{26}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{26} \leq 3$	E_{26}	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	$1 < E_{26} \leq 2$				
	不存在	$0 < E_{26} \leq 1$				

F.4 抛石作业(水下基床抛石、块石抛筑坝体)作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.5 抛石作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有 3 年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有 3 年~5 年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有 5 年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		
主要设备的因素引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的 80% 及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% ~ 80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% 以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素引发风险事件的可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护和环境保护措施	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理,或挖机作业未进行稳定性测算	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.6 抛石作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
自然环境 E_1	沿海	≥ 3 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	根据流速最大值进行划分,在山区河道地势起伏大、流速紊乱的情况下,取高值;此处河口按“平原河流”选取
		2 m/s ~ 3 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$	
		< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	
	山区河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	
		2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$	
		< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	
	平原河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	
		1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$	
		< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	

表 F.6 抛石作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明	
自然环境 E_1	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	E_{12}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$		
	能见度条件 E_{13}	≥ 50 d		$3 < E_{13} \leq 4$	E_{13}	根据年平均能见度小于1000m 雨雪、雾(雾霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{13} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{13} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{13} \leq 1$		
	潮差或水位差 E_{14}	沿海	≥ 5.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。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
			4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$		
			3.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$		
			< 3.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$		
		山区河流	≥ 20.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$		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
			10.0 m ~ 20.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$		
			6.0 m ~ 10.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$		
			< 6.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$		
		平原河流	≥ 6.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$		
			4.0 m ~ 6.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$		
			2.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$		
			< 2.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$		
风力条件 E_{15}	≥ 60 d		$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	依据大于6级风的年平均日数划分	
	40 d ~ 60 d		$2 < E_{15} \leq 3$			
	20 d ~ 40 d		$1 < E_{15} \leq 2$			
	< 20 d		$0 < E_{15} \leq 1$			
台风或突风 E_{16}	≥ 3 次		$3 < E_{16} \leq 4$	E_{16}	根据台风(风力达12级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分	
	2 次 ~ 3 次		$2 < E_{16} \leq 3$			
	1 次 ~ 2 次		$1 < E_{16} \leq 2$			
	< 1 次		$0 < E_{16} \leq 1$			
寒潮 E_{17}	≥ 3 次		$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	根据寒潮的年平均影响次数划分	
	2 次 ~ 3 次		$2 < E_{17} \leq 3$			
	1 次 ~ 2 次		$1 < E_{17} \leq 2$			
	< 1 次		$0 < E_{17} \leq 1$			
施工涉及生态敏感区 E_{18}	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区		$2 < E_{18} \leq 3$	E_{18}	考虑施工水域与生态敏感区要求	
	施工区域位于或邻近重要生态敏感区		$1 < E_{18} \leq 2$			
	施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区		$0 < E_{18} \leq 1$			

表 F.6 抛石作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明
作业环境 E_2	施工所在航区航段 E_{21}	J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$		
		C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$		
	施工水域通航情况 E_{22}	施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值
		上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$		
		施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$		
		施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$		
	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}	水下存在管线、文物或障碍物	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
		邻近桥梁、码头等建筑物分布密集	$2 < E_{23} \leq 3$		
		邻近有少数桥梁、码头等建筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$		
		水下无管线、文物或障碍物	$0 < E_{23} \leq 1$		
	施工水域船舶富余水深 E_{24}	$< 0.3 \text{ m}$	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
		$0.3 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$	$2 < E_{24} \leq 3$		
		$1 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$	$1 < E_{24} \leq 2$		
		$\geq 1.5 \text{ m}$	$0 < E_{24} \leq 1$		
	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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	$1 < E_{25} \leq 2$		
		不存在	$0 < E_{25} \leq 1$		

F.5 铺排护底(散抛石压载软体排护底)作业活动 P 和 E 的评估指标

表 F.7 铺排护底作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有 3 年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有 3 年~5 年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有 5 年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		

表 F.7 铺排护底作业风险事件发生的可能性(P)评估指标(续)

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
主要设备的因素引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的 80% 及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% ~ 80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% 以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素引发风险事件的可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护和环境保护措施,或首次采用“新工艺”施工作业	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理,或施工方案未充分考虑施工区域的地质和水文条件等施工环境	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.8 铺排护底作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明		
自然 环境 E_1	流速 E_{11}	山区 河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	根据流速最大值进行划分,在山区河道地势起伏大、流速紊乱的情况下,取高值;此处河口按“平原河流”选取	
			2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	E_{12}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$		
	能见度 条件 E_{13}	≥ 50 d		$3 < E_{13} \leq 4$	E_{13}	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{13} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{13} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{13} \leq 1$		
	波高 E_{14}	≥ 1 m		$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	适用于沿海及受潮汐影响的河口地区;根据海况等级划分
		0.6 m ~ 1 m		$2 < E_{14} \leq 3$		
0.3 m ~ 0.6 m		$1 < E_{14} \leq 2$				
< 0.3 m		$0 < E_{14} \leq 1$				

表 F.8 铺排护底作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级		取值区间	评估取值	说 明
自然环境 E_1	潮差或水位差 E_{15}	河口	≥ 5.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	根据最近站点或推算的平均潮差进行划分,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
			4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$		
			3.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$		
			< 3.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$		
		山区河流	≥ 20.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$		
			10.0 m ~ 20.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$		
			6.0 m ~ 10.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$		
			< 6.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$		
		平原河流	≥ 6.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$		
			4.0 m ~ 6.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$		
			2.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$		
			< 2.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$		
	风力条件 E_{16}	≥ 60 d	$3 < E_{16} \leq 4$	E_{16}	依据大于6级风的年平均日数划分	
		40 d ~ 60 d	$2 < E_{16} \leq 3$			
		20 d ~ 40 d	$1 < E_{16} \leq 2$			
		< 20 d	$0 < E_{16} \leq 1$			
	台风或突风 E_{17}	≥ 3 次	$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	根据台风(风力达12级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分	
		2次 ~ 3次	$2 < E_{17} \leq 3$			
		1次 ~ 2次	$1 < E_{17} \leq 2$			
< 1 次		$0 < E_{17} \leq 1$				
寒潮 E_{18}	≥ 3 次	$3 < E_{18} \leq 4$	E_{18}	根据寒潮的年平均影响次数划分		
	2次 ~ 3次	$2 < E_{18} \leq 3$				
	1次 ~ 2次	$1 < E_{18} \leq 2$				
	< 1 次	$0 < E_{18} \leq 1$				
施工涉及生态敏感区 E_{19}	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区		$2 < E_{19} \leq 3$	E_{19}	考虑施工水域与生态敏感区要求	
	施工区域位于或邻近重要生态敏感区		$1 < E_{19} \leq 2$			
	施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区		$0 < E_{19} \leq 1$			

表 F.8 铺排护底作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明
作业环境 E_2	施工所在航区航段 E_{21}	J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$		
		C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$		
	施工水域通航情况 E_{22}	施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值
		上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$		
		施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$		
		施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$		
	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}	水下存在管线、文物或障碍物	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
		邻近桥梁、码头等建筑物分布密集	$2 < E_{23} \leq 3$		
		邻近有少数桥梁、码头等建筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$		
		水下无管线、文物或障碍物	$0 < E_{23} \leq 1$		
	施工水域船舶富余水深 E_{24}	$< 0.3 \text{ m}$	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
		$0.3 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$	$2 < E_{24} \leq 3$		
		$1 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$	$1 < E_{24} \leq 2$		
		$\geq 1.5 \text{ m}$	$0 < E_{24} \leq 1$		
	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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	$1 < E_{25} \leq 2$		
		不存在	$0 < E_{25} \leq 1$		

F.6 水下基床整平作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.9 水下基床整平作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有 3 年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有 3 年 ~ 5 年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有 5 年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		

表 F.9 水下基床整平作业风险事件发生的可能性(P)评估指标(续)

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
主要设备的因素引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的 80% 及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% ~ 80%,或采用“新型设备”施工作业(具有类似运用经验),或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% 以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素引发风险事件的可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护和环境保护措施,或采用新工艺施工作业	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况下取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.10 水下基床整平作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明		
自然 环境 E_1	流速 E_{11}	河口	≥ 3 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	E_{11}	根据流速最大值进行划分
			2 m/s ~ 3 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	E_{12}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$		
	能见度 条件 E_{13}	≥ 50 d		$3 < E_{13} \leq 4$	E_{13}	根据年平均能见度小于 1 000 m 雨雪、雾(雾霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{13} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{13} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{13} \leq 1$		
	潮差或 水位差 E_{14}	河口	≥ 5.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	根据最近站点或推算的平均潮差进行划分,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
			4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$		
3.0 m ~ 4.0 m			$1 < E_{14} \leq 2$			
< 3.0 m			$0 < E_{14} \leq 1$			

表 F.10 水下基床整平作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级		取值区间	评估取值	说 明
自然环境 E_1	潮差或 水位差 E_{14}	平原 河流	≥ 6.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	根据最近站点或推算的平均潮差进行划分,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
			4.0 m ~ 6.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$		
			2.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$		
			< 2.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$		
	风力条件 E_{15}		≥ 60 d	$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	依据大于 6 级风的年平均日数划分
			40 d ~ 60 d	$2 < E_{15} \leq 3$		
			20 d ~ 40 d	$1 < E_{15} \leq 2$		
			< 20 d	$0 < E_{15} \leq 1$		
	台风或 突风 E_{16}		≥ 3 次	$3 < E_{16} \leq 4$	E_{16}	根据台风(风力达 12 级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分
			2 次 ~ 3 次	$2 < E_{16} \leq 3$		
			1 次 ~ 2 次	$1 < E_{16} \leq 2$		
			< 1 次	$0 < E_{16} \leq 1$		
	寒潮 E_{17}		≥ 3 次	$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	根据寒潮的年平均影响次数划分
			2 次 ~ 3 次	$2 < E_{17} \leq 3$		
			1 次 ~ 2 次	$1 < E_{17} \leq 2$		
			< 1 次	$0 < E_{17} \leq 1$		
	施工涉及生态敏感区 E_{18}		施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	$2 < E_{18} \leq 3$	E_{18}	考虑施工水域与生态敏感区要求
			施工区域位于或邻近重要生态敏感区	$1 < E_{18} \leq 2$		
施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区			$0 < E_{18} \leq 1$			
作业环境 E_2	施工所在航区航段 E_{21}		J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道
			A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$		
			C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$		
	施工水域通航情况 E_{22}		施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值
			上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$		
			施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$		
			施工区域距离主航道 2 倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$		
	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}		水下存在管线、文物或障碍物	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
			邻近桥梁、码头等建筑物分布密集	$2 < E_{23} \leq 3$		
			邻近有少数桥梁、码头等建筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$		
			水下无管线、文物或障碍物	$0 < E_{23} \leq 1$		
	施工水域船舶富余水深 E_{24}		< 0.3 m	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
0.3 m ~ 1 m			$2 < E_{24} \leq 3$			
1 m ~ 1.5 m			$1 < E_{24} \leq 2$			
≥ 1.5 m			$0 < E_{24} \leq 1$			

表 F.10 水下基床整平作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明
作业环境 E_2	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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 内河潜水作业环境复杂,相比沿海潜水作业风险高,依据水文条件等水下环境复杂程度进行取值
		偶尔存在	$1 < E_{25} \leq 2$		
		不存在	$0 < E_{25} \leq 1$		
	潜水作业 E_{26}	内河潜水作业	$3 < E_{26} \leq 4$	E_{26}	
		沿海潜水作业	$1 < E_{26} \leq 3$		
		不存在潜水作业	$0 < E_{26} \leq 1$		

F.7 预制构件水上吊运安装作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.11 预制构件水上吊运安装作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有3年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有3年~5年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有5年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		
主要设备的因素引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的80%及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的60%~80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的60%以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素引发风险事件的可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护和环境保护措施,或首次采用新工艺施工作业	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.12 预制构件水上吊运安装作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标		分 级		取值区间	评估取值	说 明
自然环境 E_1	流速 E_{11}	沿海	≥ 3 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	E_{11}	根据流速最大值进行划分,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	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		山区 河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$		
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$		
			< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$		
	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	E_{12}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$		
	能见度 条件 E_{13}	≥ 50 d		$3 < E_{13} \leq 4$	E_{13}	根据年平均能见度小于1 000 m 雨雪、雾(雾 霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{13} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{13} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{13} \leq 1$		
波高 E_{14}	≥ 1 m		$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	适用于沿海及受潮汐影响的河口地区;根据海况等级划分	
	0.6 m ~ 1 m		$2 < E_{14} \leq 3$			
	0.3 m ~ 0.6 m		$1 < E_{14} \leq 2$			
	< 0.3 m		$0 < E_{14} \leq 1$			
潮差或 水位差 E_{15}	沿海	≥ 5.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分,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	
		4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$			
		3.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$			
		< 3.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$			
	山区 河流	≥ 20.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$			
		10.0 m ~ 20.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$			
		6.0 m ~ 10.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$			
		< 6.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$			

表 F.12 预制构件水上吊运安装作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明	
自然 环境 E_1	潮差或 水位差 E_{15}	平原 河流	≥ 6.0 m	$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	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
			4.0 m~6.0 m	$2 < E_{15} \leq 3$		
			2.0 m~4.0 m	$1 < E_{15} \leq 2$		
			< 2.0 m	$0 < E_{15} \leq 1$		
	风力 条件 E_{16}		≥ 60 d	$3 < E_{16} \leq 4$	E_{16}	依据大于6级风的年平均日数划分
			40 d~60 d	$2 < E_{16} \leq 3$		
			20 d~40 d	$1 < E_{16} \leq 2$		
			< 20 d	$0 < E_{16} \leq 1$		
	台风或 突风 E_{17}		≥ 3 次	$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	根据台风(风力达12级或以上)年平均影响次数划分; 突风根据年平均影响次数划分
			2次~3次	$2 < E_{17} \leq 3$		
			1次~2次	$1 < E_{17} \leq 2$		
			< 1 次	$0 < E_{17} \leq 1$		
	寒潮 E_{18}		≥ 3 次	$3 < E_{18} \leq 4$	E_{18}	根据寒潮的年平均影响次数划分
			2次~3次	$2 < E_{18} \leq 3$		
			1次~2次	$1 < E_{18} \leq 2$		
			< 1 次	$0 < E_{18} \leq 1$		
	施工涉 及生态 敏感区 E_{19}		施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	$2 < E_{19} \leq 3$	E_{19}	考虑施工水域与生态敏感区要求
			施工区域位于或邻近重要生态敏感区	$1 < E_{19} \leq 2$		
			施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区	$0 < E_{19} \leq 1$		
作业 环境 E_2	施工所 在航区 航段 E_{21}		J1、J2航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道
			A、B级航区(不包含J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$		
			C级航区(不包含J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$		
	施工水 域通航 情况 E_{22}		施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值
			上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$		
			施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$		
			施工区域距离主航道2倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$		
	邻近建 筑物、水 下碍航 物情况 E_{23}		水下存在管线、文物或障碍物	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
			邻近桥梁、码头等建筑物分布密集	$2 < E_{23} \leq 3$		
			邻近有少数桥梁、码头等建筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$		
水下无管线、文物或障碍物			$0 < E_{23} \leq 1$			

表 F.12 预制构件水上吊运安装作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明
作业环境 E_2	施工水域船舶富余水深 E_{24}	<0.3 m	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
		0.3 m ~ 1 m	$2 < E_{24} \leq 3$		
		1 m ~ 1.5 m	$1 < E_{24} \leq 2$		
		≥ 1.5 m	$0 < E_{24} \leq 1$		
	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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	$1 < E_{25} \leq 2$		
		不存在	$0 < E_{25} \leq 1$		
	潜水作业 E_{26}	内河潜水作业	$3 < E_{26} \leq 4$	E_{26}	内河潜水作业环境复杂,相比沿海潜水作业风险高,依据水文条件等水下环境复杂程度进行取值
		沿海潜水作业	$1 < E_{26} \leq 3$		
不存在潜水作业		$0 < E_{26} \leq 1$			

F.8 岸坡开挖作业活动 P 和 E 评估指标体系

表 F.13 岸坡开挖作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有3年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有3年~5年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有5年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		
主要设备的因素引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的80%及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的60%~80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的60%以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		

表 F.13 岸坡开挖作业风险事件发生的可能性(P)评估指标(续)

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
工艺因素 引发风险 事件的 可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护和环境保护措施,或首次采用新工艺施工作业,或采用石方爆破开挖	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理,或机械开挖时未进行边坡稳定性验算,或采用机械开挖	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求,或采用人工开挖	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.14 岸坡开挖作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明	
自然 环境 E_1	岸坡 地质 E_{11}	岸坡地形稳定情况不明	$2 < E_{11} \leq 3$	E_{11}	依据岸坡水下地形情况取值
		岸坡不稳定,需进行处理	$1 < E_{11} \leq 2$		
		岸坡地形稳定,无须进行处理	$0 < E_{11} \leq 1$		
	气候 条件 E_{12}	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	$2 < E_{12} \leq 3$	E_{12}	依据施工期恶劣雨雪天气发生情况取值
		气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	$1 < E_{12} \leq 2$		
		气候条件良好,基本不影响施工安全	$0 < E_{12} \leq 1$		
	冰冻 E_{13}	有冰冻	$1 < E_{13} \leq 2$	E_{13}	依据施工区冰冻情况取值
		无冰冻	$0 < E_{13} \leq 1$		
	作业 环境 E_2	交叉 作业 E_{21}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}
偶尔存在			$1 < E_{21} \leq 2$		
不存在			$0 < E_{21} \leq 1$		

F.9 爆破作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.15 爆破作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素 引发风险 事件的 可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验 或具有3年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工 经验情况取值
	主要工序施工人员具有3年~5年的类似 项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有5年以上的类似项 目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		
主要设备的 因素引发 风险事件的 可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的80% 及以上,或首次采用“新型设备”施工作业, 或设备故障率高,或未使用专用检测仪器,或 测量仪器故障	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况 取值
	设备使用年限处于设计使用年限的60%~ 80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的60% 以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素 引发风险 事件的 可能性 P_3	施工方案未通过审批,或无施工安全防护 和环境保护措施,或临时存储方案未考虑爆 炸物品性质相抵触的特性,或爆破安全允许 振动速度小于0.5 cm/s	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况 取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或 工艺流程不合理,或爆破安全允许振动速度 处于0.5 cm/s~1.0 cm/s	$1 < P_3 \leq 2$		
	施工工艺符合施工安全和环保要求,或爆 破安全允许振动速度大于或等于1.0 cm/s	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.16 爆破作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明		
自然 环境 E_1	岩石 类别 E_{11}	坚硬岩(饱和单轴抗压强度大于60 MPa)	$3 < E_{11} \leq 4$	E_{11}	坚硬的岩石需要炸药 量大,且可能需要二次 爆破,作业风险高	
		较硬岩(饱和单轴抗压强度大于 30 MPa 但不大于60 MPa)	$2 < E_{11} \leq 3$			
		软岩和较软岩(饱和单轴抗压强度大于 5 MPa 但不大于30 MPa)	$1 < E_{11} \leq 2$			
		极软岩(饱和单轴抗压强度不大于5 MPa)	$0 < E_{11} \leq 1$			
	水深 E_{12}	≥ 15 m	$3 < E_{12} \leq 4$	E_{12}	考虑水深对钻孔施工 的影响	
		10 m~15 m	$2 < E_{12} \leq 3$			
		5 m~10 m	$1 < E_{12} \leq 2$			
		<5 m	$0 < E_{12} \leq 1$			
	流速 E_{13}	沿海	≥ 3 m/s	$2 < E_{13} \leq 3$	E_{13}	根据流速最大值进行 划分,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	$1 < E_{13} \leq 2$		
			<2 m/s	$0 < E_{13} \leq 1$		

表 F.16 爆破作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级		取值 区 间	评估 取值	说 明
自然 环境 E_1	流速 E_{13}	山区 河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{13} \leq 3$	E_{13}	根据流速最大值进行划分,在山区河道地势起伏大、流速紊乱的情况下,取高值
			2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{13} \leq 2$		
			< 2 m/s	$0 < E_{13} \leq 1$		
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{13} \leq 3$		
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{13} \leq 2$		
			< 1 m/s	$0 < E_{13} \leq 1$		
	流向 E_{14}	流向紊乱		$1 < E_{14} \leq 2$	E_{14}	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{14} \leq 1$		
	能见度 条件 E_{15}	≥ 50 d		$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	根据年平均能见度小于1000 m雨雪、雾(雾霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{15} \leq 3$		
		15 d ~ 30 d		$1 < E_{15} \leq 2$		
		< 15 d		$0 < E_{15} \leq 1$		
	漂浮物 E_{16}	爆破区域漂浮物多		$2 < E_{16} \leq 3$	E_{16}	依据爆破区域漂浮物的多少取值
		爆破区域漂浮物少		$1 < E_{16} \leq 2$		
		爆破区域无漂浮物		$0 < E_{16} \leq 1$		
	潮差或 水位差 E_{17}	沿海	≥ 5.0 m	$3 < E_{17} \leq 4$	E_{17}	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。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
			4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{17} \leq 3$		
3.0 m ~ 4.0 m			$1 < E_{17} \leq 2$			
< 3.0 m			$0 < E_{17} \leq 1$			
山区 河流		≥ 20.0 m	$3 < E_{17} \leq 4$			
		10.0 m ~ 20.0 m	$2 < E_{17} \leq 3$			
		6.0 m ~ 10.0 m	$1 < E_{17} \leq 2$			
		< 6.0 m	$0 < E_{17} \leq 1$			
平原 河流		≥ 6.0 m	$3 < E_{17} \leq 4$			
		4.0 m ~ 6.0 m	$2 < E_{17} \leq 3$			
	2.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{17} \leq 2$				
	< 2.0 m	$0 < E_{17} \leq 1$				

表 F.16 爆破作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值 区 间	评估 取值	说 明
自然 环境 E_1	风力 条件 E_{18}	≥ 60 d	$3 < E_{18} \leq 4$	E_{18}	依据大于6级风的年 平均日数划分
		40 d ~ 60 d	$2 < E_{18} \leq 3$		
		20 d ~ 40 d	$1 < E_{18} \leq 2$		
		< 20 d	$0 < E_{18} \leq 1$		
	台风或 突风 E_{19}	≥ 3 次	$3 < E_{19} \leq 4$	E_{19}	根据台风(风力达12 级或以上)年平均影响 次数划分; 突风根据年平均影响 次数划分
		2 次 ~ 3 次	$2 < E_{19} \leq 3$		
		1 次 ~ 2 次	$1 < E_{19} \leq 2$		
		< 1 次	$0 < E_{19} \leq 1$		
	岸坡 地质 E_{110}	岸坡与边坡稳定影响情况不明	$2 < E_{110} \leq 3$	E_{110}	依据岸坡与边坡的稳 定情况取值
		岸坡与边坡不稳定,需进行处理	$1 < E_{110} \leq 2$		
		岸坡与边坡稳定,无须进行处理	$0 < E_{110} \leq 1$		
	波高 E_{111}	≥ 1 m	$3 < E_{111} \leq 4$	E_{111}	依据施工水域最大波 高取值
0.6 m ~ 1 m		$2 < E_{111} \leq 3$			
0.3 m ~ 0.6 m		$1 < E_{111} \leq 2$			
< 0.3 m		$0 < E_{111} \leq 1$			
施工涉 及生态 敏感区 E_{112}	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	$2 < E_{112} \leq 3$	E_{112}	考虑施工水域与生态 敏感区要求	
	施工区域位于或邻近重要生态敏感区	$1 < E_{112} \leq 2$			
	施工区域不涉及特殊生态敏感区 和重要生态敏感区	$0 < E_{112} \leq 1$			
作业 环境 E_2	施工所 在航区 航段 E_{21}	J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$		
		C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$		
	施工水 域通航 情况 E_{22}	施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情 况取值
		上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$		
		施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$		
		施工区域距离主航道2倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$		

表 F.16 爆破作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明	
作业环境 E_2	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}	周边有易燃易爆、有毒有害管线、水上加油站、海底管线、储罐、设施、生产泊位、通航、靠离泊船舶、养殖区、易受影响建(构)筑物(民房等)、铁路,距离作业区小于 50 m	$3 < E_{23} \leq 4$	E_{23}	依据施工水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
		周边有易燃易爆、有毒有害管线、海底管线、储罐、设施、生产泊位、通航、靠离泊船舶、养殖区、易受影响建筑物(民房、防洪大堤等)、铁路,距离作业区 50 m ~ 200 m	$2 < E_{23} \leq 3$		
		周边有易燃易爆、有毒有害管线、海底管线、储罐、设施、生产泊位、通航、靠离泊船舶、养殖区、易受影响建筑物、铁路,距离作业区 200 m ~ 500 m	$1 < E_{23} \leq 2$		
		周边无其他影响施工物,或其距离作业区大于 500 m	$0 < E_{23} \leq 1$		
	施工水域船舶富余水深 E_{24}	< 0.3 m	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据施工水域船舶富余水深情况取值
		0.3 m ~ 1 m	$2 < E_{24} \leq 3$		
		1 m ~ 1.5 m	$1 < E_{24} \leq 2$		
		≥ 1.5 m	$0 < E_{24} \leq 1$		
	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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	$1 < E_{25} \leq 2$		
不存在		$0 < E_{25} \leq 1$			

F.10 扫床作业活动 P 和 E 评估指标

表 F.17 扫床作业风险事件发生的可能性(P)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
人的因素引发风险事件的可能性 P_1	主要工序施工人员无类似项目的施工经验或具有 3 年以下施工经验	$2 < P_1 \leq 3$	P_1	依据施工人员的施工经验情况取值
	主要工序施工人员具有 3 年 ~ 5 年的类似项目的施工经验	$1 < P_1 \leq 2$		
	主要工序施工人员具有 5 年以上的类似项目的施工经验	$0 < P_1 \leq 1$		

表 F.17 扫床作业风险事件发生的可能性(P)评估指标(续)

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明
主要设备的因素 引发风险事件的可能性 P_2	设备使用年限达到设计使用年限的 80% 及以上,或首次采用“新型设备”施工作业,或设备故障率高,或船舶尺度、设备状况、操纵性能等不能有效满足测量水域的环境要求	$2 < P_2 \leq 3$	P_2	依据设备的实际情况取值
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% ~ 80%,或设备故障率较高	$1 < P_2 \leq 2$		
	设备使用年限处于设计使用年限的 60% 以下,或设备故障率较低、设备状况较好	$0 < P_2 \leq 1$		
工艺因素 引发风险事件的可能性 P_3	方案中无施工安全防护和环境保护措施,或首次采用新工艺施工作业	$2 < P_3 \leq 3$	P_3	依据工艺的实际情况下取值
	施工安全防护和环境保护措施不到位,或工艺流程不合理	$1 < P_3 \leq 2$		
	方案符合施工安全要求	$0 < P_3 \leq 1$		

表 F.18 扫床作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标

评估指标	分 级	取值区间	评估取值	说 明	
自然 环境 E_1	流速 E_{11}	沿海	≥ 3 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	根据流速最大值进行划分,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	$1 < E_{11} \leq 2$	
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	
		山区 河流	≥ 3.5 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	
			2 m/s ~ 3.5 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$	
			< 2 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	
		平原 河流	≥ 2 m/s	$2 < E_{11} \leq 3$	
			1 m/s ~ 2 m/s	$1 < E_{11} \leq 2$	
			< 1 m/s	$0 < E_{11} \leq 1$	
	流向 E_{12}	流向紊乱		$1 < E_{12} \leq 2$	依据施工水域流向实际情况取值
		单向水流		$0 < E_{12} \leq 1$	
	能见度 条件 E_{13}	≥ 50 d		$3 < E_{13} \leq 4$	根据年平均能见度小于 1000 m 雨雪、雾(雾霾)日划分
		30 d ~ 50 d		$2 < E_{13} \leq 3$	
15 d ~ 30 d		$1 < E_{13} \leq 2$			
< 15 d		$0 < E_{13} \leq 1$			

表 F.18 扫床作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级		取值区间	评估取值	说 明	
自然环境 E_1	潮差或水位差 E_{14}	沿海	≥ 5.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$	E_{14}	沿海根据最近站点或推算的平均潮差进行划分。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	
			4.0 m ~ 5.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$			
			3.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$			
			< 3.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$			
		山区河流	≥ 20.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$			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
			10.0 m ~ 20.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$			
			6.0 m ~ 10.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$			
			< 6.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$			
		平原河流	≥ 6.0 m	$3 < E_{14} \leq 4$			
			4.0 m ~ 6.0 m	$2 < E_{14} \leq 3$			
			2.0 m ~ 4.0 m	$1 < E_{14} \leq 2$			
			< 2.0 m	$0 < E_{14} \leq 1$			
	风力条件 E_{15}	≥ 60 d	$3 < E_{15} \leq 4$	E_{15}	依据大于6级风的年平均日数划分		
		40 d ~ 60 d	$2 < E_{15} \leq 3$				
		20 d ~ 40 d	$1 < E_{15} \leq 2$				
		< 20 d	$0 < E_{15} \leq 1$				
水下地形 E_{16}	水下地形稳定情况不明	$2 < E_{16} \leq 3$	E_{16}	依据水下地形的稳定情况取值			
	水下地形不稳定,需进行处理	$1 < E_{16} \leq 2$					
	水下地形稳定,无须进行处理	$0 < E_{16} \leq 1$					
施工涉及生态敏感区 E_{17}	施工区域位于或邻近特殊生态敏感区	$2 < E_{17} \leq 3$	E_{17}	考虑施工水域与生态敏感区要求			
	施工区域位于或邻近重要生态敏感区	$1 < E_{17} \leq 2$					
	施工区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区	$0 < E_{17} \leq 1$					
作业环境 E_2	施工所在航区航段 E_{21}	J1、J2 航段	$2 < E_{21} \leq 3$	E_{21}	适用于内河航道		
		A、B 级航区(不包含 J1、J2)	$1 < E_{21} \leq 2$				
		C 级航区(不包含 J1、J2)	$0 < E_{21} \leq 1$				
	施工水域通航情况 E_{22}	施工区域全部或大部分位于主航道内	$3 < E_{22} \leq 4$	E_{22}	依据施工水域通航情况取值		
		上下行航线与施工区域存在交叉	$2 < E_{22} \leq 3$				
		施工区域紧邻主航道边缘	$1 < E_{22} \leq 2$				
		施工区域距离主航道2倍标准船型船宽以上	$0 < E_{22} \leq 1$				

表 F.18 扫床作业风险事件发生的环境因素(E)评估指标(续)

评估指标		分 级	取值区间	评估取值	说 明
作业环境 E_2	邻近建筑物、水下碍航物情况 E_{23}	邻近桥梁、码头等建筑物分布密集;测量区域存在渔网、人工水产养殖区等	$2 < E_{23} \leq 3$	E_{23}	依据测量水域的邻近建筑物和水下碍航物的位置分布情况取值
		邻近有少数桥梁、码头、航道整治建筑物等构筑物分布	$1 < E_{23} \leq 2$		
		距桥梁、码头、渡口等建筑物 200 m 以上	$0 < E_{23} \leq 1$		
	作业水域船舶富余水深 E_{24}	富余水深小于 0.5 m	$3 < E_{24} \leq 4$	E_{24}	依据测量船舶富余水深情况取值,考虑对测量仪器的影响
		富余水深大于或等于 0.5 m	$2 < E_{24} \leq 3$		
	交叉作业 E_{25}	存在两种以上或持续时间较长	$2 < E_{25} \leq 3$	E_{25}	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		$1 < E_{25} \leq 2$			
不存在		$0 < E_{25} \leq 1$			

参 考 文 献

- [1] JTS/T 103-2—2021 航道工程基本术语标准
 - [2] JTS 204 水运工程爆破技术规范
 - [3] JTS 205-1 水运工程施工安全防护技术规范
 - [4] JTS 207 疏浚与吹填工程施工规范
 - [5] JTS 224 航道整治工程施工规范
 - [6] JTS 257 水运工程质量检验标准
-