

ICS 93.140

CCS P 67



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1375.7—2022

---

## 公路水运工程施工安全风险评估指南 第7部分：船闸工程

Guideline for safety risk assessment of highway and waterway engineering  
construction—Part 7: Shiplock 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 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	1
5 总体风险评估 .....	1
6 专项风险评估 .....	3
7 风险控制措施 .....	6
8 风险评估报告 .....	6
附录 A(资料性) 船闸工程施工安全总体风险评估指标体系 .....	7
附录 B(资料性) 船闸工程施工作业程序分解 .....	12
附录 C(资料性) 船闸工程施工的典型风险事件类型 .....	19
附录 D(资料性) 船闸工程常见重大作业活动清单 .....	25
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 .....	26
附录 F(资料性) 安全管理评估指标体系 .....	53
参考文献 .....	55

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 JT/T 1375《公路水运工程施工安全风险评估指南》的第7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：浙江省交通工程管理中心、浙江省交通运输科学研究院、南京水利科学研究院、中交第二航务工程局有限公司、杭州交投建设工程有限公司。

本文件主要起草人：戴晓栋、项柳福、孙晓军、廖乾旭、陈世俊、潘国华、徐志峰、吕树胜、翟弢、朱权华、朱晓珍、董志远、宋叶青、黄建红、王谦、李茂儒、沈婷、高建楠、张晖、何钊。

## 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7部分：船闸工程

### 1 范围

本文件规定了船闸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、扩建船闸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 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 基本要求

船闸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

满足下列条件之一的船闸工程,宜开展总体风险评估:

- a) 新建船闸工程:船闸级别Ⅲ级及以上或设计通航船舶1 000吨级及以上;
- b) 改建、扩建船闸工程:船闸级别Ⅳ级及以上;
- c) 感潮区域船闸工程;山区河流船闸工程;设计水头大于或等于5 m的船闸工程;
- d) 环境复杂地区的船闸工程:台风频发区[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];严寒地区(室外日平均气温连续5 d稳定低于5℃);
- e) 采用新结构、新材料、新技术、新工艺、新设备的船闸工程;
- f) 其他有必要开展施工安全风险评估的船闸工程。

#### 5.2 专家调查法

5.2.1 采用专家调查法对船闸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、地质条件、气象水文条件、施工环境、资料完整性等项别对船闸工程施

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 划分船闸工程施工安全总体风险等级。

表 1 专家调查要素

项 别	调查要素
工程特点 ( $R_1$ )	船闸级别、船闸线数、船闸级数、船闸最大设计水头、闸室结构类型、闸阀门及启闭机的种类、施工技术复杂性、施工工艺成熟度、同类项目建设管理经验等
地质条件 ( $R_2$ )	地层岩性、土体类型、特殊地质、开挖体结构、地基渗透性、地质灾害
气象水文条件 ( $R_3$ )	降水、台(突)风、雾、水位变幅、水流流速、冰冻、冰凌,河口地区还应考虑潮差和潮流
施工环境 ( $R_4$ )	航道特性、通航情况、工程选址、工程施工场地周边妨碍物、场内外交通条件、施工导流方式、围堰工程、基坑开挖深度等
资料完整性 ( $R_5$ )	水文、气象、地质资料,设计文件,既有建筑物竣工、加固等文件资料

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	0.9~1	0.7~0.9	0.4~0.7	0.1~0.4

$$D_i = \frac{\sum (W_i \times R_i)}{\sum W_i} \quad (1)$$

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;

$D_i$ ——每位专家的评估结果。

表 3 专家调查法施工安全总体风险分级标准

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

### 5.3 指标体系法

5.3.1 采用指标体系法对船闸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(优先考虑人员伤亡因素)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。

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

式中:

$\gamma$ ——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,评估小组应通过工程类比分析、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 船闸工程的总体风险评估指标体系见附录 A。

5.3.5 施工安全总体风险按公式(3)计算确定,计算得出总体风险评估分值( $F_r$ )后,对照表 4 确定施工安全总体风险等级。

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

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;

$\gamma_{ij}$ ——评估指标的权重系数。

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)	$F_r \geq 60$
较大风险(III)	$60 > F_r \geq 50$
一般风险(II)	$50 > F_r \geq 40$
低风险(I)	$F_r < 40$

5.3.6 重要性指标包括对施工安全风险影响不能忽略的指标,及指标取值变化对评估结果影响大的敏感指标。若出现 2 个及以上取最大值的重要性指标,风险等级应调高一级。重要性指标的确定及风险等级的调整应由评估小组集体讨论确定。

## 6 专项风险评估

### 6.1 一般要求

6.1.1 5.1 所列的船闸工程应开展专项风险评估,其他船闸工程宜开展专项风险评估。

6.1.2 船闸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 船闸工程常见施工作业程序分解见附录 B。

6.2.3 船闸工程施工可能发生的风险事件类型见附录 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 的要求进行。

6.3.1.2 船闸工程常见的重大作业活动包括:临时围堰施工、地下连续墙施工、基坑施工、船闸主体混凝土施工、板桩施工、水上沉桩施工、水上灌注桩施工、沉井预制与下沉、沉箱出运与安装、构件水上吊运及安装、潜水作业、闸阀门吊运及安装、拆除施工、爆破作业等。具体船闸工程可根据实际选取或补充重大作业活动。

6.3.1.3 船闸工程常见重大作业活动清单见附录 D。

### 6.3.2 一般作业活动风险估测

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 临时围堰施工、地下连续墙施工、基坑施工、船闸主体混凝土施工、板桩施工、沉井预制与下沉、沉箱出运与安装、闸阀门吊运及安装、拆除施工等 9 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( $\lambda$ )。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。

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

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 安全管理评估指标分值与安全管理调整系数对照表

安全管理评估分值 $M$	安全管理调整系数 $\lambda$
$M \geq 16$	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 船闸工程施工风险事件可能性大小计算按公式(5)计算确定。

$$P = \lambda \cdot \sum X_{ij} = \lambda \cdot \sum R_{ij} \gamma_{ij} \quad (5)$$

式中：

$P$ ——风险事件可能性评估分值；

$\lambda$ ——安全管理调整系数，按表5取值。

6.3.3.5 计算得到出  $P$  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

概率等级描述	概率等级 <sup>a</sup>	$P$
很可能	5	$P > 60$
可能	4	$45 < P \leq 60$
偶然	3	$30 < P \leq 45$
可能性很小	2	$15 < P \leq 30$
几乎不可能	1	$P \leq 15$

<sup>a</sup>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。

6.3.3.6 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 专项风险评估等级标准

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)

## 船闸工程施工安全总体风险评估指标体系

表 A.1 给出了船闸工程的总体风险评估指标体系。根据工程风险的具体情况,各地区可结合自身经验,对附录 A 的数值区间进行适当调整。

表 A.1 船闸工程施工安全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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
工程特点	船闸级别 $X_{11}$	I 级、II 级	75 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按船舶吨级确定
		III 级、IV 级	50 ~ 75				
		V 级	25 ~ 50				
		V 级以下及其他	0 ~ 25				
	船闸线数 $X_{12}$	三线及以上(分期建设)	80 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		三线及以上(同时建设)	60 ~ 80				
		二线(分期建设)	40 ~ 60				
		二线(同期建设)	20 ~ 40				
		单线	0 ~ 20				
	船闸级数 $X_{13}$	三级及以上	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		二级	25 ~ 75				
		单级	0 ~ 25				
	船闸设计水头 $X_{14}$	>40 m	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		20 m ~ 40 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 20 m	25 ~ 50				
		<5 m	0 ~ 25				
地质条件	基础岩性 $X_{21}$	易滑及软弱地层	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据地勘报告与现场揭露岩体情况综合判断。存在不同岩土类型的按就高原则取值
		全风化层基岩	50 ~ 75				
		强风化层基岩	25 ~ 50				
		弱风化层基岩	0 ~ 25				
	土体类型 $X_{22}$	一类土	75 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	一类土为松软土,二类土为普通土,三类土为坚土,四类土为砂砾坚土。存在不同土体类型的按就高原则取值
		二类土	50 ~ 75				
		三类土	25 ~ 50				
		四类土	0 ~ 25				

表 A.1(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
				分值范围	取值			
地质条件	开挖体结构 $X_{23}$	开挖体中存在顺坡向缓倾的软弱结构面或组合体	贯通	75 ~ 100	$R_{23}$	$\gamma_{23}$	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据地勘报告与现场揭露岩体情况综合判断
			不贯通	50 ~ 75				
		开挖体中存在顺坡向缓倾的硬性结构面或组合体	贯通	25 ~ 50				
			不贯通					
		开挖体中存在其他方向的结构面,且贯通和发育		0 ~ 25				
	开挖体中其他方向的结构面,不贯通,不发育		0 ~ 25					
	特殊地质 $X_{24}$	岩溶发育,有宽大岩溶洞穴、地下暗河、塌陷坑、岩溶发育带;软土层厚大于 20 m		75 ~ 100	$R_{24}$	$\gamma_{24}$	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	
		岩溶较发育,有岩溶裂隙带和较大岩溶洞或存在断层破碎带;软土层厚 10 m ~ 20 m		50 ~ 75				
		岩溶少发育,有岩溶裂隙、小溶洞发育或存在较大裂隙;软土层厚 5 m ~ 10 m		25 ~ 50				
		岩溶不发育或不存在断层破碎带和较大裂隙;软土层厚小于 5 m		0 ~ 25				
气象水文条件	降水 $X_{31}$	年平均降水日数多,施工地区过去 5 年内年平均降雨量超过 1 500 mm		75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据船闸所在区域的平均降雨量确定。如没有过去 5 年内年平均降雨量资料,可用当地的年降雨量数据代替 5 年内年平均降雨量,分值可按实际值线性内插取值
		年平均降水日数较多,施工地区过去 5 年内年平均降雨量 1 000 mm ~ 1 500 mm		50 ~ 75				
		年平均降水日数一般,施工地区过去 5 年内年平均降雨量 600 mm ~ 1 000 mm		25 ~ 50				
		年平均降水日数较少,施工地区过去 5 年内年平均降雨量不超过 600 mm		0 ~ 25				

表 A.1 (续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明	
				分值范围	取值				
气象水文条件	流速 $X_{32}$	山区 河流	>5 m/s	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据流速最大值进行划分。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					
			1.5 m/s ~ 3 m/s	25 ~ 50					
			<1.5 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	>3 m/s	75 ~ 100					
			1.5 m/s ~ 3 m/s	50 ~ 75					
			0.6 m/s ~ 1.5 m/s	25 ~ 50					
			<0.6 m/s	0 ~ 25					
	水位变幅或潮差 $X_{33}$	山区 河流	>20 m	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$		根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。存在短时间内水位变化较大、暴涨暴落情况的取高值;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						
台风或突风 $X_{34}$	>3 次	75 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据台风或突风影响施工区域的年平均次数划分			
	2 次 ~ 3 次	50 ~ 75							
	1 次 ~ 2 次	25 ~ 50							
	<1 次	0 ~ 25							

表 A.1(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
气象水文条件	风力条件 $X_{35}$	>60 d	75 ~ 100	$R_{35}$	$\gamma_{35}$	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	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				
	冰冻、冰凌 $X_{36}$	存在一段时间冰冻、冰凌天气	75 ~ 100	$R_{36}$	$\gamma_{36}$	$X_{36} = R_{36} \times \gamma_{36}$	
		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					
施工环境	河道区域 $X_{41}$	山区河道	75 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据船闸建设所在河道情况判断
		感潮河道	25 ~ 75				
		平原区河道	0 ~ 25				
	工程选址 $X_{42}$	枢纽改扩建船闸或船闸大修	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		扩建复线船闸	50 ~ 75				
		枢纽与船闸同步建设	25 ~ 50				
		单一船闸建设	0 ~ 25				
	临时围堰 $X_{43}$	采用过水围堰施工	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	围堰在消能区范围内的取高值
		采用一般围堰施工	50 ~ 75				
		不采用围堰施工	0 ~ 50				
	通航情况 $X_{44}$	全天候通航	50 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	
		仅白天通航	25 ~ 50				
		无通航	0 ~ 25				
	基坑开挖深度 $X_{45}$	$H_{\pm} \geq 15 \text{ m}, H_{\text{岩}} \geq 30 \text{ m}$	75 ~ 100	$R_{45}$	$\gamma_{45}$	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	$H_{\pm}$ 为土质基坑开挖深度; 当土体开挖深度超过 20 m, 岩体开挖深度超过 40 m, 基本分值确定为 100, 其他分值可按线性内插计算取值
		$10 \text{ m} \leq H_{\pm} < 15 \text{ m}, 15 \text{ m} \leq H_{\text{岩}} < 30 \text{ m}$	50 ~ 75				
$H_{\pm} < 10 \text{ m}, H_{\text{岩}} < 15 \text{ m}$		0 ~ 50					

表 A.1(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_j$		权重系数 $\gamma_j$	评估分值 $X_j$	说 明
			分值范围	取值			
施工环境	工程施工 场地周边 妨碍物 $X_{46}$	周边有易燃易爆、有毒有害管线、储罐、设施,有饮用水源、防洪设施,高铁和地下轨道交通等	75 ~ 100	$R_{46}$	$\gamma_{46}$	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	施工场地范围为施工区及外围 500 m 以内的范围
		周边有跨闸、跨航桥梁,高速公路、国道沿线道路,其他轨道交通等	50 ~ 75				
		周边有生产性泊位、通航、离靠泊船舶	25 ~ 50				
		周边无影响施工安全的障碍物	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	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	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	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	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				

附录 B

(资料性)

船闸工程施工作业程序分解

B.1 船闸主体工程施工作业程序分解

表 B.1 给出了常见的船闸主体工程的施工作业程序分解。

表 B.1 船闸主体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
船闸主体工程 (B1)	临时围堰 (B1-1)	土石围堰施工 (B1-1-1)	围堰填筑施工→防渗结构施工→护面施工→土石方挖除
		钢板桩围堰施工 (B1-1-2)	钢板桩制作→打入钢板桩→围堰内抽水堵漏→围堰堰身填筑→钢板桩拔除→堰身拆除
		混凝土围堰施工 (B1-1-3)	基础处理→防渗结构施工→混凝土浇筑→混凝土养护→拆除
	基坑开挖 (B1-2)	水下土石方开挖 (B1-2-1)	测量定位、立标→水下分段、分层开挖→验槽
		陆上土石方开挖 (B1-2-2)	—
	地基与基础 (B1-3)	地基换填 (B1-3-1)	—
		钢筋混凝土桩预制 (B1-3-2)	—
		钢管桩预制 (B1-3-3)	工厂化生产
		预制桩沉桩 (B1-3-4)	预制桩制作→沉桩场地平整→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
		灌注桩施工 (B1-3-5)	灌注桩施工平台与桩机就位→护筒及泥浆循环系统施工→钻孔、清渣→钢筋笼制作安装→混凝土灌注→桩头处理
		水泥搅拌桩施工 (B1-3-6)	场地平整→测量放样定位→钻机就位→搅拌钻进至设计深度→喷浆搅拌提升→提升至停浆面→复搅至设计深度→提升搅拌至桩顶→钻机移位
		旋喷桩施工 (B1-3-7)	场地平整→测量放样→钻机就位→钻孔→插管→试管→旋喷注浆作业→喷射结束→拔管→钻机移位

表 B.1 (续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
船闸主体工程 (B1)	地基与基础 (B1-3)	帷幕灌浆 (B1-3-8)	场地平整→测量放样定位→钻机就位→钻孔→清孔及裂隙清理→分段灌浆→孔口封堵→灌浆效果检查→灌段循环
		岩石固结灌浆 (B1-3-9)	场地平整→测量放样→钻机就位→钻孔→清孔及裂隙清理→压水试验→灌浆→孔口封堵→灌浆效果检查
	闸首与闸室 (B1-4)	现浇底板与底撑梁 (B1-4-1)	测量放线→封底(垫层)施工→钢筋绑扎→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇混凝土消能设施 (B1-4-2)	测量放线→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇混凝土门槛 (B1-4-3)	测量放线→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇混凝土输水廊道 (B1-4-4)	测量放线→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇闸首边墩 (B1-4-5)	测量放线→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇混凝土闸墙 (B1-4-6)	测量放线→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		板桩闸墙 (B1-4-7)	板桩预制→场地平整→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
		地连墙闸墙 (B1-4-8)	导墙制作→泥浆制备→成槽施工→清槽除砂→钢筋笼制作、安装→混凝土灌注→下一槽段施工
		衬砌闸墙 (B1-4-9)	施工准备→测量放线→浆砌石墙→块石空隙堵塞→砂浆抹面→支立闸墙外侧模板→混凝土浇筑→拆模→养护
		浆砌石闸墙 (B1-4-10)	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
		现浇或预制安装闸墙顶挡板 (B1-4-11)	测量放线→钢筋制作安装→预埋件安装→安装托架→模板安装→混凝土浇筑→拆模→养护
		砌石护底 (B1-4-12)	施工放样→挖基→基底验收→垫层施工→砌石安装→检验
	墙后工程 (B1-5)	倒滤层回填 (B1-5-1)	—
		墙后排水系统施工 (B1-5-2)	—

表 B.1 (续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
船闸主体工程 (B1)	墙后工程 (B1-5)	土石方及混凝土回填 (B1-5-3)	—
		防渗盖面施工 (B1-5-4)	—
		铺砌面层 (B1-5-5)	—
	附属设施 (B1-6)	栏杆、系船柱(钩)安装 (B1-6-1)	—
		护舷、爬梯、水尺安装 (B1-6-2)	测量放线→护舷、爬梯、水尺安装

B.2 引航道工程施工作业程序分解

表 B.2 给出了常见的引航道工程的施工作业程序分解。

表 B.2 引航道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
引航道工程 (B2)	航道施工 (B2-1)	陆上开挖 (B2-1-1)	—
		水下开挖 (B2-1-2)	测量定位、立标→水下分段、分层开挖→验槽
		岸坡削坡及整平 (B2-1-3)	—
		护底护坦施工 (B2-1-4)	—
	临时围堰 (B2-2)	土石围堰施工 (B2-2-1)	围堰填筑施工→防渗结构施工→护面施工→土石方挖除
		钢板桩围堰施工 (B2-2-2)	钢板桩制作→打入钢板桩→围堰内抽水堵漏→围堰堰身填筑→钢板桩拔除→堰身拆除
		混凝土围堰施工 (B2-2-3)	基础处理→防渗结构施工→混凝土浇筑→混凝土养护→拆除
	基坑(槽)开挖 (B2-3)	土方开挖 (B2-3-1)	—
		石方开挖 (B2-3-2)	—

表 B.2(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
引航道工程 (B2)	地基与基础 (B2-4)	地基换填 (B2-4-1)	—
		钢筋混凝土桩预制 (B2-4-2)	—
		钢管桩预制 (B2-4-3)	工厂化生产
		预制桩沉桩 (B2-4-4)	预制桩制作→沉桩场地平整→桩位放样→桩机就位→吊桩、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
		灌注桩施工 (B2-4-5)	灌注桩施工平台与桩机就位→护筒及泥浆循环系统施工→钻孔、清渣→钢筋笼制作安装→混凝土灌注→桩头处理
		沉井预制与下沉 (B2-4-6)	垫层施工→安装刃脚铁件、绑扎钢筋→支刃脚、井身模板→混凝土浇筑/养护→拆除模板→布设排水系统→拆除垫层→沉井下沉→稳定监测→沉井接高→清理基底→沉井封底
		沉箱预制 (B2-4-7)	底模铺设→底层钢筋绑扎→安装底内外模→安装芯模→混凝土浇筑→拆除底层模板→钢筋绑扎→安装标准层内外模→浇筑混凝土→拆除模板/养护→下一循环
		沉箱出运与安装 (B2-4-8)	沉箱预制→沉箱出运→工作船或起重船就位→沉箱安装定位→沉箱注水下沉→精准定位→沉箱座落基床→检查安装质量→合格/不合格,合格完成/不合格,抽水起浮,重新定位安放
		水泥搅拌桩施工 (B2-4-9)	场地平整→测量放样定位→钻机就位→搅拌钻进至设计深度→喷浆搅拌提升→提升至停浆面→复搅至设计深度→提升搅拌至桩顶→钻机移位
		旋喷桩施工 (B2-4-10)	场地平整→测量放样→钻机就位→钻孔→插管→试管→旋喷注浆作业→喷射结束→拔管→钻机移位

表 B.2(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
引航道工程 (B2)	地基与基础 (B2-4)	帷幕灌浆 (B2-4-11)	场地平整→测量放样→钻机就位→ 钻孔→清孔及裂隙清理→分段灌浆→ 孔口封堵→灌浆效果检查→灌段循环
		岩石固结灌浆 (B2-4-12)	场地平整→测量放样→钻机就位→ 钻孔→清孔及裂隙清理→压水试验→ 灌浆→孔口封堵→灌浆效果检查
	导航建筑物与 靠船建筑物 (B2-5)	现浇导航墙 (B2-5-1)	测量放线→钢筋绑扎→模板安装→ 混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇靠船墩 (B2-5-2)	测量放线→钢筋绑扎→模板安装→ 混凝土浇筑→拆模→养护
		浆砌石导航墙 (B2-5-3)	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→勾 缝→验收
		浆砌石靠船墩 (B2-5-4)	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
		现浇挡板 (B2-5-5)	测量放线→钢筋制作安装→模板安 装→混凝土浇筑→拆模→养护
	护岸与护底 (B2-6)	现浇底板 (B2-6-1)	测量放线→钢筋制作安装→模板安 装→混凝土浇筑→拆模→养护
		现浇挡墙 (B2-6-2)	测量放线→钢筋制作安装→模板安 装→混凝土浇筑→拆模→养护
		浆砌石挡墙 (B2-6-3)	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→勾 缝→验收
		砌石护坡 (B2-6-4)	施工准备→测量放线→砌石填筑→ 块石空隙堵塞→勾缝→验收
		模袋护坡 (B2-6-5)	施工准备→测量放线→坡面平整→ 模袋制作、铺设、固定→模袋混凝土灌 注→验收
		预制块铺砌护坡 (B2-6-6)	施工准备→测量放线、场地平整→ 预制块转运安装→检查安装质量
		砌石拱圈护坡 (B2-6-7)	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

表 B.2(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
引航道工程 (B2)	护岸与护底 (B2-6)	护底护坦 (B2-6-8)	测量放线→钢筋绑扎→模板安装→ 混凝土浇筑→拆模→养护
	墙后工程 (B2-7)	倒滤层回填 (B2-7-1)	—
		土石方及混凝土回填 (B2-7-2)	—
		防渗盖面施工 (B2-7-3)	—
		铺砌面层 (B2-7-4)	—
	附属设施 (B2-8)	栏杆、系船柱(钩)安装 (B2-8-1)	—
		护舷、爬梯安装 (B2-8-2)	测量放线→护舷、爬梯安装

## B.3 闸阀门及启闭装置工程施工作业程序分解

表 B.3 给出了常见的闸阀门及启闭装置工程的施工作业程序分解。

表 B.3 闸阀门及启闭装置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
闸阀门及启闭 装置工程 (B3)	闸门、阀门金属 结构工程 (B3-1)	闸门、阀门金属结构制作 (B3-1-1)	工厂化生产
		预埋件安装 (B3-1-2)	起重设备就位→起吊→埋件位置预 置、复核→加固埋件→检查验收
		止水安装 (B3-1-3)	止水结构制作→现场焊接安装→检 测验收
		门轨安装 (B3-1-4)	起重设备就位→起吊→安装→落 座→检测验收
		门体安装 (B3-1-5)	起重设备就位→分层吊装、焊接→ 门叶变形矫正→防腐施工→检查验收
		运转件安装 (B3-1-6)	起重设备就位→起吊→安装→落 座→检查验收
		闸阀门试运行 (B3-1-7)	—

表 B.3(续)

单位工程	分部工程	分项工程(作业环节)	施工工序
闸阀门及启闭装置工程 (B3)	启闭装置 (B3-2)	启闭装置制造 (B3-2-1)	工厂化生产
		预埋件安装 (B3-2-2)	起重设备就位→起吊→埋件位置预置、复核→加固埋件→检查验收
		启闭机安装 (B3-2-3)	起重设备就位→起吊→安装→落座→检查验收
		启闭机试运行 (B3-2-4)	—

## 附录 C

(资料性)

## 船闸工程施工的典型风险事件类型

## C.1 船闸主体工程施的典型风险事件类型

表 C.1 给出了船闸主体工程施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,可增加管涌、渗流、溃坝、船舶碰撞、船舶搁浅和水上环境污染等风险事件。

表 C.1 船闸主体工程施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	滑坡
临时围堰 (C1-1)	土石围堰施工 (C1-1-1)	○	○		○	○	○	○		○		○
	钢板桩围堰施工 (C1-1-2)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	混凝土围堰施工 (C1-1-3)	○	○	○		○	○	○	○	○		
基坑开挖 (C1-2)	水下土石方开挖 (C1-2-1)	○				○	○	○	○			
	陆上土石方开挖 (C1-2-2)		○		○	○		○	○	○		○
地基与基础 (C1-3)	地基换填 (C1-3-1)				○	○		○				
	钢筋混凝土桩预制 (C1-3-2)		○	○		○	○	○				
	预制桩沉桩 (C1-3-3)		○			○	○	○		○		
	灌注桩施工 (C1-3-4)		○	○		○	○			○		
	水泥搅拌桩施工 (C1-3-5)		○	○		○						
	旋喷桩施工 (C1-3-6)		○	○		○						
	帷幕灌浆 (C1-3-7)		○	○		○						
	岩石固结灌浆 (C1-3-8)		○	○		○						

表 C.1(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	滑坡
闸首与闸室 (C1-4)	现浇底板与底撑梁 (C1-4-1)		○	○	○	○		○				
	现浇混凝土消能设施 (C1-4-2)		○	○		○		○				
	现浇混凝土门槛 (C1-4-3)		○	○		○		○		○		
	现浇混凝土输水廊道 (C1-4-4)		○	○	○	○	○	○		○		
	现浇闸首边墩 (C1-4-5)		○	○	○	○	○	○		○		
	现浇混凝土闸墙 (C1-4-6)		○	○	○	○	○	○		○		
	板桩闸墙 (C1-4-7)		○	○		○	○			○		○
	地连墙闸墙 (C1-4-8)		○	○		○	○			○		
	衬砌闸墙 (C1-4-9)		○	○	○	○	○			○		○
	浆砌石闸墙 (C1-4-10)		○	○	○	○	○	○		○		
	现浇或预制安装闸 墙顶挡板 (C1-4-11)		○	○		○	○	○		○		
	砌石护底 (C1-4-12)		○			○						
墙后工程 (C1-5)	倒滤层回填 (C1-5-1)					○		○				○
	墙后排水系统施工 (C1-5-2)		○		○	○						
	土石方及混凝土回填 (C1-5-3)					○		○				○
	防渗盖面施工 (C1-5-4)			○		○		○				
	铺砌面层 (C1-5-5)		○			○						

表 C.1(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	滑坡
附属设施 (C1-6)	栏杆、系船柱(钩)安装 (C1-6-1)			○			○			○		
	护舷、爬梯、水尺安装 (C1-6-2)		○	○			○			○		
注：“○”表示可能发生该风险事件。												

## C.2 引航道工程施工的典型风险事件类型

表 C.2 给出了引航道工程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,可增加管涌、渗流、船舶碰撞、船舶搁浅和水上环境污染等风险事件。

表 C.2 引航道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	滑坡
航道施工 (C2-1)	陆上开挖 (C2-1-1)		○		○	○		○	○	○		○
	水下开挖 (C2-1-2)	○				○	○	○	○			
	岸坡削坡及整平 (C2-1-3)	○			○	○		○				○
	护底护坦施工 (C2-1-4)	○				○						
临时围堰 (C2-2)	土石围堰施工 (C2-2-1)	○	○		○	○	○	○		○		○
	钢板桩围堰施工 (C2-2-2)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	混凝土围堰施工 (C2-2-3)	○	○	○		○	○	○	○	○		
基坑(槽) 开挖 (C2-3)	土方开挖 (C2-3-1)				○	○		○	○	○		○
	石方开挖 (C2-3-2)		○		○	○		○	○	○		
地基与基础 (C2-4)	地基换填 (C2-4-1)					○		○				

表 C.2(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	滑坡
地基与基础 (C2-4)	钢筋混凝土桩预制 (C2-4-2)		○	○		○	○	○				
	预制桩沉桩 (C2-4-3)	○	○			○	○	○		○		
	灌注桩施工 (C2-4-4)	○	○			○	○					
	沉井预制与下沉 (C2-4-5)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	沉箱预制 (C2-4-6)		○	○	○	○	○	○		○		
	沉箱出运与安装 (C2-4-7)	○				○	○	○				
	水泥搅拌桩施工 (C2-4-8)		○	○		○						
	旋喷桩施工 (C2-4-9)		○	○		○						
	帷幕灌浆 (C2-4-10)		○	○		○						
	岩石固结灌浆 (C2-4-11)		○	○		○				○		
导航建筑物 与靠船建筑物 (C2-5)	现浇导航墙 (C2-5-1)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	现浇靠船墩 (C2-5-2)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	浆砌石导航墙 (C2-5-3)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	浆砌石靠船墩 (C2-5-4)	○	○	○	○	○	○	○		○		
	现浇挡板 (C2-5-5)	○	○	○		○	○	○		○		
护岸与护底 (C2-6)	现浇底板 (C2-6-1)	○		○		○		○				
	现浇挡墙 (C2-6-2)	○	○	○		○		○		○		

表 C.2(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	滑坡
护岸与护底 (C2-6)	浆砌石挡墙 (C2-6-3)	○	○		○	○	○	○		○		
	砌石护坡 (C2-6-4)	○	○		○	○				○		
	模袋护坡 (C2-6-5)	○				○				○		
	预制块铺砌护坡 (C2-6-6)	○	○		○	○	○			○		
	砌石拱圈护坡 (C2-6-7)	○	○		○	○				○		
	护底护坦 (C2-6-8)	○	○			○						
墙后工程 (C2-7)	倒滤层回填 (C2-7-1)					○		○				○
	土石方及混凝土回填 (C2-7-2)				○	○		○				○
	防渗盖面施工 (C2-7-3)					○		○				
	铺砌面层 (C2-7-4)			○		○						
附属设施 (C2-8)	栏杆、系船柱(钩) 安装 (C2-8-1)	○	○	○			○			○		
	护舷、爬梯安装 (C2-8-2)	○	○	○			○			○		
注：“○”表示可能发生该风险事件。												

### C.3 闸阀门及启闭装置工程施工的典型风险事件类型

表 C.3 给出了闸阀门及启闭装置工程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。

表 C.3 闸阀门及启闭装置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	滑坡
闸门、阀门 金属结构 工程 (C3-1)	闸门、阀门金属结构制作 (C3-1-1)		○	○		○	○				○	
	预埋件安装 (C3-1-2)		○	○		○	○			○		
	止水安装 (C3-1-3)		○	○		○			○	○	○	
	门轨安装 (C3-1-4)		○	○		○	○			○		
	门体安装 (C3-1-5)		○	○		○	○			○		
	运转件安装 (C3-1-6)		○	○		○	○			○		
	闸阀门试运行 (C3-1-7)	○		○		○				○		
启闭装置 (C3-2)	启闭装置制造 (C3-2-1)		○	○		○	○				○	
	预埋件安装 (C3-2-2)		○	○		○	○			○		
	启闭机安装 (C3-2-3)		○	○		○	○			○		
	启闭机试运行 (C3-2-4)			○		○				○		
注：“○”表示可能发生该风险事件。												

## 附录 D

(资料性)

## 船闸工程常见重大作业活动清单

表 D.1 给出了船闸工程常见重大作业活动清单。

表 D.1 船闸工程常见重大作业活动清单

工程类型	重大作业活动
船闸工程	a) 临时围堰施工; b) 地下连续墙施工; c) 基坑施工; d) 船闸主体混凝土施工(闸首、闸室大体积混凝土施工); e) 板桩施工; f) 水上沉桩施工; g) 水上灌注桩施工; h) 沉井预制与下沉; i) 沉箱出运与安装; j) 构件水上吊运及安装(预制块、预制板、钢引桥等吊运及安装); k) 潜水作业(基床整平、水下构件拆除); l) 闸阀门吊运及安装(闸门、阀门现场吊运及拼装); m) 拆除施工(改造工程原有水工结构、金属机电结构等拆除施工); n) 爆破作业(水下基槽炸礁、陆上石方开挖)

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 临时围堰施工

临时围堰施工风险事件可能性评估,主要基于围堰涌水、塌方等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.1。

表 E.1 临时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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
围堰因素	围堰工程级别 $X_{11}$	3 级	75 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		4 级	50 ~ 75				
		5 级	25 ~ 50				
		5 级以下	0 ~ 25				
	围堰结构 $X_{12}$	其他形式围堰	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		土石围堰	50 ~ 75				
		钢板桩围堰	25 ~ 50				
		混凝土围堰	0 ~ 25				
	围堰防渗结构 $X_{13}$	旋喷桩、搅拌桩类	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		黏土斜墙或心墙式	50 ~ 75				
		板桩墙	25 ~ 50				
		混凝土防渗墙	0 ~ 25				
	围堰使用期 $X_{14}$	施工经历 3 个以上汛期	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		施工经历 2 个汛期	50 ~ 75				
		施工经历 1 个汛期	25 ~ 50				
		施工全在枯水期	0 ~ 25				

表 E.1(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明		
			分值范围	取值					
地质条件	围堰地质条件 $X_{21}$	软基(淤泥或淤泥质土)	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据地勘报告与现场揭露岩体情况综合判断		
		土基(残积土或砂卵石等)	25 ~ 75						
		岩基(强风化以上)	0 ~ 25						
	岩土体渗透性 $X_{22}$	强透水	80 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	渗透系数 $K$ 范围: 强透水, 大于 $10^{-2}$ cm/s; 中等透水, $10^{-4}$ cm/s ~ $10^{-2}$ cm/s; 弱透水, $10^{-5}$ cm/s ~ $10^{-4}$ cm/s; 微透水, $10^{-6}$ cm/s ~ $10^{-5}$ cm/s; 极微透水, 小于 $10^{-6}$ cm/s		
		中等透水	60 ~ 80						
		弱透水	40 ~ 60						
		微透水	20 ~ 40						
		极微透水	0 ~ 20						
	气象水文条件	流速 $X_{31}$	山区河流	> 5 m/s	75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	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; 对于受潮汐影响的河口地区应将流速与潮流对比, 取大值; 围堰在消能区范围内的取高值
				3 m/s ~ 5 m/s	50 ~ 75				
1.5 m/s ~ 3 m/s				25 ~ 50					
< 1.5 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		> 3 m/s	75 ~ 100						
		1.5 m/s ~ 3 m/s	50 ~ 75						
		0.6 m/s ~ 1.5 m/s	25 ~ 50						
		< 0.6 m/s	0 ~ 25						
水位变幅或潮差 $X_{32}$		山区河流	> 20 m	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据最近站点或推算的平均年度水位差进行划分。存在短时间内水位变化较大、暴涨暴落情况的取高值; 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						

表 E.1(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$	权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明	
				分值范围				取值
气象水文条件	水位变幅或潮差 $X_{32}$	潮差	>5 m	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
			4 m ~ 5 m	50 ~ 75				
			3 m ~ 4 m	25 ~ 50				
			<3 m	0 ~ 25				
	河床冲刷变化 $X_{33}$	严重冲刷	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	严重冲刷影响围堰结构安全,应对围堰进行防护;轻微冲刷对围堰结构影响较小,注意堰脚防护。结合水文条件、工程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	导流方式 $X_{41}$	围堰过水导流	75 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	若使用两种及以上导流方式的,取高值	
		明渠导流、泄洪洞导流	50 ~ 75					
		束窄河床分期导流	25 ~ 50					
		束窄河床一期导流	0 ~ 25					
	施工方法 $X_{42}$	水上施工	50 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据施工组织设计确定	
		陆上施工	0 ~ 50					
	围堰拆除方式 $X_{43}$	爆破拆除	50 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	若使用两种及以上拆除方式的,取高值	
		机械拆除	0 ~ 50					
	监测 $X_{44}$	只观察无监测	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	监测项目应符合 SL 645 的要求。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	围堰挡水高度 $X_{51}$	>20 m	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	
10 m ~ 20 m			50 ~ 75					
5 m ~ 10 m			25 ~ 50					
<5 m			0 ~ 25					

表 E.1(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	围堰挡水超高 $X_{52}$	低于施工期间可能出现的最高水位(包括浪高)	75 ~ 100	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	围堰设计的洪水标准为施工期间可能出现的最高水位
		达到施工期间可能出现的最高水位(包括浪高),富裕高度小于 0.5 m	50 ~ 75				
		高于施工期间可能出现的最高水位(包括浪高),富裕高度在 0.5 m ~ 1 m	25 ~ 50				
		高于施工期间可能出现的最高水位(包括浪高),富裕高度大于 1 m	0 ~ 25				
	施工场地周边妨碍物 $X_{53}$	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施等	75 ~ 100	$R_{53}$	$\gamma_{53}$	$X_{53} = R_{53} \times \gamma_{53}$	指施工区及外围 500 m 以内的范围。根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断
		周边有其他保护构筑物	50 ~ 75				
		周边有生产性泊位、通航、靠离泊船舶	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全妨碍物	0 ~ 25				
	上游库区分布情况 $X_{54}$	无库区分布	75 ~ 100	$R_{54}$	$\gamma_{54}$	$X_{54} = R_{54} \times \gamma_{54}$	根据上游库区调蓄对围堰工程影响判断
		有库区分布,无调蓄功能	25 ~ 75				
		有库区分布,有调蓄功能	0 ~ 25				

E.2 地下连续墙施工

地下连续墙施工风险事件可能性评估,主要基于塌槽、触电、机械伤害、起重伤害等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.2。

表 E.2 地下连续墙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 $\gamma_{ij}$	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	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按墙体的结形形式	
		矩形	0 ~ 50					
	墙深 $X_{12}$	$L \geq 35$ m	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	$L$ 为墙深	
		$25 \text{ m} \leq L < 35 \text{ m}$	50 ~ 75					
		$15 \text{ m} \leq L < 25 \text{ m}$	25 ~ 50					
		$L < 15 \text{ m}$	0 ~ 25					
	墙厚 $X_{13}$	$B \geq 1.5 \text{ m}$	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	$B$ 为墙厚	
		$1 \text{ m} \leq B < 1.5 \text{ m}$	50 ~ 75					
		$0.6 \text{ m} \leq B < 1 \text{ m}$	25 ~ 50					
		$B < 0.6 \text{ m}$	0 ~ 25					
	地质条件	成墙区地质条件 $X_{21}$	岩土种类多,很不均匀,岩性变化大,需特殊处理或岩土层中含特殊性岩土及其他复杂情况	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据墙的结构形式、地质勘探综合考虑
			岩土种类多,不均匀,岩性变化较大,不含特殊性岩土及其他复杂情况	25 ~ 75				
			岩土种类单一,均匀,岩性变化不大,无特殊性岩土	0 ~ 25				
吊装区域地基条件 $X_{22}$		差	75 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	场地地基承载力差,其吊装的危险程度越大	
		一般	50 ~ 75					
		较好	25 ~ 50					
		好	0 ~ 25					

表 E.2(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
气象条件	降水 $X_{31}$	年平均降水日数多,施工地区过去5年内年平均降雨超过1 500 mm	75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据施工区域的平均降雨量确定。如没有过去5年内年均降雨量资料,可用当地的年降雨量数据代替5年内年均降雨量,分值可按实际值线性内插取值
		年平均降水日数较多,施工地区过去5年内年平均降雨1 000 mm ~ 1 500 mm	50 ~ 75				
		年平均降水日数一般,施工地区过去5年内年平均降雨600 mm ~ 1 000 mm	25 ~ 50				
		年平均降水日数较少,施工地区过去5年内年平均降雨不超过600 mm	0 ~ 25				
	台风或突风 $X_{32}$	>3次	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据台风或突风影响施工区域的年平均次数划分。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				
	风力条件 $X_{33}$	>60 d	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	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				
施工方案	地基加固 $X_{41}$	未进行地基加固	50 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	软弱地基是否进行了地基加固以及加固方案进行判断
		有采取地基加固的措施	0 ~ 50				
	施工导墙 $X_{42}$	整体受力	50 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	以是否整体受力判断
		非整体受力	0 ~ 50				
成墙工艺 $X_{43}$	冲孔成墙	50 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	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危险	
	液压抓斗或钻孔成墙	0 ~ 50					

表 E.2(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	监测 $X_{44}$	只观察无监测	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	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				
	钢筋笼重量 $X_{45}$	> 50 t	75 ~ 100	$R_{45}$	$\gamma_{45}$	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	钢筋笼外形尺寸大、重量大,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				
	钢筋笼吊装跨度 $X_{46}$	> 25 m	75 ~ 100	$R_{46}$	$\gamma_{46}$	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	
		15 m ~ 25 m	50 ~ 75				
		8 m ~ 15 m	25 ~ 50				
		< 8 m	0 ~ 25				
	钢筋笼吊装方式 $X_{47}$	单机起吊	75 ~ 100	$R_{47}$	$\gamma_{47}$	$X_{47} = R_{47} \times \gamma_{47}$	考虑到地连墙钢筋笼的宽度较大,当采用双机起吊,且每台起重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
		双机起吊	25 ~ 75				
单机吊架起吊		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	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	考虑不同施工工艺作业时间、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 ~ 75				
		不存在	0 ~ 25				
	地连墙两侧水位差 $X_{52}$	> 5 m	75 ~ 100	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		3 m ~ 5 m	50 ~ 75				
		1 m ~ 3 m	25 ~ 50				
		< 1 m	0 ~ 25				

E.3 基坑施工

基坑施工风险事件可能性评估,主要基于坍塌、边坡失稳、高处坠落、突泥涌水等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.3。

表 E.3 基坑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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
基坑因素	基坑开挖深度 $X_{11}$	$H_{\pm} \geq 15 \text{ m}$ , $H_{\text{岩}} \geq 30 \text{ m}$	75 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	$H_{\pm}$ 表示土体开挖深度; $H_{\text{岩}}$ 表示岩体开挖深度。基坑开挖深度按作业面向下开挖深度计,土体开挖深度超过 20 m,岩体开挖深度超过 40 m,基本分值确定为 100,其他分值可按线性内插计算取值
		$10 \text{ m} \leq H_{\pm} < 15 \text{ m}$ , $15 \text{ m} \leq H_{\text{岩}} < 30 \text{ m}$	50 ~ 75				
		$H_{\pm} < 10 \text{ m}$ , $H_{\text{岩}} < 15 \text{ m}$	0 ~ 50				
	坡体高度 $X_{12}$	$h_{\pm} \geq 30 \text{ m}$ , $h_{\text{岩}} \geq 40 \text{ m}$	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	$h_{\pm}$ 表示土质边坡高度; $h_{\text{岩}}$ 表示岩质边坡高度。按坡体与基坑开挖形成的整体边坡高度计(含山体裸露边坡与作业面裸露边坡高度之和)。土质边坡高度超过 40 m,岩质边坡高度超过 60 m,基本分值确定为 100,其他分值可按线性内插计算取值
		$20 \text{ m} \leq h_{\pm} < 30 \text{ m}$ , $30 \text{ m} \leq h_{\text{岩}} < 40 \text{ m}$	50 ~ 75				
		$h_{\pm} < 20 \text{ m}$ , $h_{\text{岩}} < 30 \text{ m}$	0 ~ 50				
	有支护基坑支护方式 $X_{13}$	水泥土墙支护	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	同一基坑不同部位采取两种以上的方式时,按风险大的取值
		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 $X_{14}$	$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$ , 且 $\Delta\alpha \geq 10^\circ$	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	$\alpha$ 为基坑放坡坡度, $\alpha_0$ 为稳定坡脚, $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$ ;稳定坡脚按设计文件确定;基坑岩土指标软弱的取大值,基坑岩土指标为中风化及以上更具稳定性的取小值
		$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$ , 且 $\Delta\alpha < 10^\circ$	25 ~ 75				
		$\alpha \leq \alpha_0$	0 ~ 25				

表 E.3(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
地质条件	土质情况 $X_{21}$	开挖揭露坡体中有易滑、易液化或软弱地层	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	土质变差, 差距越大导致基坑破坏的可能性就越大; 根据开挖前钻探或施工中揭露坡体中的土层分布判别
		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				
	岩体结构 $X_{22}$	岩体中存在向临空缓倾贯通软弱结构面	75 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据地质勘探揭露的结构面的贯通性、充填情况判断
		岩体中存在向临空缓倾不贯通软弱结构面	50 ~ 75				
		岩体节理裂隙较发育	25 ~ 50				
		岩体完整程度较好, 节理裂隙少发育	0 ~ 25				
	地层含水率 $X_{23}$	开挖层中有连续的含水层分布	75 ~ 100	$R_{23}$	$\gamma_{23}$	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据地下水类型、含水层的分布、含水率的大小确定
		开挖层中有鸡窝状地下水分布	50 ~ 75				
		开挖层中有含水率较大的地层	25 ~ 50				
		开挖层中含水率较少	0 ~ 25				
	特殊地质 $X_{24}$	岩溶发育, 有宽大岩溶洞穴、地下暗河、塌陷坑、岩溶发育带; 软土层厚大于 20 m	75 ~ 100	$R_{24}$	$\gamma_{24}$	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	根据地勘报告与现场揭露岩体情况综合判断
		岩溶较发育, 有岩溶裂隙带和较大岩溶洞或存在断层破碎带; 软土层厚 10 m ~ 20 m	50 ~ 75				
		岩溶少发育, 有岩溶裂隙、小溶洞发育或存在较大裂隙; 软土层厚 5 m ~ 10 m	25 ~ 50				
		岩溶不发育或不存在断层破碎带和较大裂隙; 软土层厚小于 5 m	0 ~ 25				

表 E.3(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$	权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明	
		分值范围	取值					
气象条件	降水 $X_{31}$	年平均降水日数多,施工地区过去5年内年平均降雨超过1500mm		75~100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据施工区域的平均降雨量确定。如没有过去5年内年均降雨量资料,可用当地的年降雨量数据代替5年内年均降雨量,分值可按实际值线性内插取值
		年平均降水日数较多,施工地区过去5年内年平均降雨1000mm~1500mm		50~75				
		年平均降水日数一般,施工地区过去5年内年平均降雨600mm~1000mm		25~50				
		年平均降水日数较少,施工地区过去5年内年平均降雨不超过600mm		0~25				
	气候环境条件 $X_{32}$	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)		50~100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著		25~50				
气候环境条件良好,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	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	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高值
		土方机械开挖		50~75				
		土方人工开挖		25~50				
		石方机械开挖		0~25				
	开挖方法 $X_{42}$	无支护	横向或纵向挖掘法	50~100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
			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					

表 E.3(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	降水或截排水措施 $X_{43}$	仅采用止水帷幕(旋喷桩、搅拌桩类)措施	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	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 $X_{44}$	只观察无监测	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	支护结构的安全等级不同对应的监测项目不同,基坑监测项目应符合 JTS 218 的要求
		降级监测,监测指标少	25 ~ 75				
		按等级系统监测	0 ~ 25				
	施工环境	施工周边环境 $X_{51}$	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,坡后有保护对象	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$
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				
地下水变化 $X_{52}$		地下水水位高于基坑底面且水量充沛	75 ~ 100	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	主要针对非岩地质;根据地下水类型、含水层的分布、含水率的大小确定
		地下水水位高于基坑底面且水量较少	50 ~ 75				
		地下水水位低于基坑底面且水量充沛	25 ~ 50				
		地下水水位低于基坑底面且水量较少	0 ~ 25				

## E.4 船闸主体混凝土施工

船闸主体混凝土施工风险事件可能性评估,主要基于坍塌、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 船闸主体混凝土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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
结构物因素	闸室结构类型 $X_{11}$	混合式结构	75 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按闸室结构类型判断
		空箱、扶壁式	25 ~ 75				
		重力式	0 ~ 25				
	闸首结构类型 $X_{12}$	整体式	50 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	按闸首结构类型判断
		分离式	0 ~ 50				
	结构高度 $X_{13}$	> 30 m	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	按底板距离顶高的距离,比照基准分,综合判定
		20 m ~ 30 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 20 m	25 ~ 50				
		< 5 m	0 ~ 25				
	单次混凝土浇筑方量 $X_{14}$	> 1 000 m <sup>3</sup>	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	主要考虑对模板支架稳定性的影响,不包括闸底板单次混凝土浇筑。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,提高安全稳定性
		500 m <sup>3</sup> ~ 1 000 m <sup>3</sup>	50 ~ 75				
		300 m <sup>3</sup> ~ 500 m <sup>3</sup>	25 ~ 50				
		< 300 m <sup>3</sup>	0 ~ 25				
	水文地质条件 $X_{21}$	地质条件	施工区域内地质条件差,如存在岩溶、空穴、断层破碎带等	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$
施工区域内地质条件较差,如存在淤泥质软土层或软弱夹层			50 ~ 75				
施工区域内地质条件一般,如土层松软或基岩强风化破碎			25 ~ 50				
施工区域内地质条件好			0 ~ 25				

表 E.4(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明	
			分值范围	取值				
水文地质条件	地下水 $X_{22}$	地下水浅层分布, 需降水处理, 施工中可能带水作业	50 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据现场情况确定	
		地下水深层分布, 对施工安全基本无影响	0 ~ 50					
施工方案	模板形式 $X_{31}$	组合钢模板	75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据施工组织设计采用的模板类型判断, 采用两种或两种以上类型模板时, 按风险高的取值	
		整体模板	50 ~ 75					
		翻模或爬模	0 ~ 50					
	浇筑输送方式 $X_{32}$	陆上吊罐输送	50 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	考虑吊罐、泵送和溜槽输送等方式的风险不同。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	
		输送泵或皮带机输送	25 ~ 50					
		溜槽输送	0 ~ 25					
	地基处理方式 $X_{33}$	爆破	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	使用两种及以上地基基础处理措施的取高值	
		振冲、深层搅拌、高压旋喷桩	50 ~ 75					
		灌注桩、水泥搅拌桩	25 ~ 50					
		固结灌浆、排水固结、换填处理	0 ~ 25					
	脚手架高度 $X_{34}$	> 24 m	75 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	$h$ 表示脚手架高度。脚手架基础不平整、地基软取大值, 坡度陡取大值; 反之, 取小值。脚手架高度超过 30 m, 分值为 100, 其他按线性内插法取值	
		16 m < $h$ ≤ 24 m	50 ~ 75					
		8 m < $h$ ≤ 16 m	25 ~ 50					
		≤ 8 m	0 ~ 25					
	施工作业环境	气候环境条件 $X_{41}$	极端天气多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	50 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	主要考虑风荷载、雪荷载对临时结构安全及水对支架基础承载力影响
			气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	25 ~ 50				
气候环境条件良好, 基本不影响施工安全			0 ~ 25					

表 E.4(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	作业场地秩序 $X_{42}$	一般	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据施工场地平面布置及现场查看由评估组综合确定
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	施工干扰 $X_{43}$	存在大量交叉作业	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	根据现场施工组织情况确定
		无开放交通、施工相关车辆多	50 ~ 75				
		无开放交通、施工相关车辆少	25 ~ 50				
		无相关干扰	0 ~ 25				
	施工区附近管线等障碍物 $X_{44}$	有,且距离较近	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	施工区附近是指施工区及外围 500 m 以内的范围。施工区外围 100 m 范围内为较近,施工区外围 100 m ~ 500 m 范围为较远。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	25 ~ 75				
		无	0 ~ 25				

## E.5 板桩施工

板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.5。

表 E.5 板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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
桩体因素	板桩类型 $X_{11}$	钢筋混凝土板桩	50 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		钢板桩	0 ~ 50				
	桩长 $X_{12}$	> 45 m	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		30 m ~ 45 m	50 ~ 75				
		15 m ~ 30 m	25 ~ 50				
		< 15 m	0 ~ 25				
	板桩入土深度 $X_{13}$	> 16 m	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		12 m ~ 16 m	50 ~ 75				
		8 m ~ 12 m	25 ~ 50				
		< 8 m	0 ~ 25				

表 E.5(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明		
				分值范围	取值					
地质条件	地基或地层 $X_{21}$	差		75 ~ 100		$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	根据桩型、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存在溶洞等	
		一般		50 ~ 75						
		较好		25 ~ 50						
		好		0 ~ 25						
	地下水条件 $X_{22}$	基础在地下水位以下 4 m		75 ~ 100		$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	地下水同一区域不同时期变化的取高值	
		基础在地下水位以下 2 ~ 4 m		50 ~ 75						
		基础在地下水位以下 0 ~ 2 m		25 ~ 50						
		基础在地下水位以上		0 ~ 25						
气象水文条件	风力条件 $X_{31}$	> 60 d		75 ~ 100		$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	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						
	降水 $X_{32}$	年平均降水日数多,施工地区过去 5 年内年平均降雨超过 1 500 mm		75 ~ 100		$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据施工区域的平均降雨量确定。如没有过去 5 年内年均降雨量资料,可用当地的年降雨量数据代替 5 年内年均降雨量,分值可按实际值线性内插取值	
		年平均降水日数较多,施工地区过去 5 年内年平均降雨 1 000 mm ~ 1 500 mm		50 ~ 75						
		年平均降水日数一般,施工地区过去 5 年内年平均降雨 600 mm ~ 1 000 mm		25 ~ 50						
		年平均降水日数较少,施工地区过去 5 年内年平均降雨不超过 600 mm		0 ~ 25						
	流速 $X_{33}$	山区河流	> 5 m/s		75 ~ 100		$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	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;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					
			1.5 m/s ~ 3 m/s		25 ~ 50					
			< 1.5 m/s		0 ~ 25					

表 E.5(续)

项别	评估指标	分 级		基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
				分值范围	取值			
气象水文条件	流速 $X_{33}$	平原河流	>2 m/s	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	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;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				
			0.5 m/s ~ 1 m/s	25 ~ 50				
			<0.5 m/s	0 ~ 25				
		潮流	>3 m/s	75 ~ 100				
			1.5 m/s ~ 3 m/s	50 ~ 75				
			0.6 m/s ~ 1.5 m/s	25 ~ 50				
			<0.6 m/s	0 ~ 25				
	水位变幅或潮差 $X_{34}$	山区河流	>20 m	75 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	
			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				
台风或突风 $X_{35}$	>3 次	75 ~ 100	$R_{35}$	$\gamma_{35}$	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	根据台风或突风影响施工区域的年平均次数划分		
	2 次 ~ 3 次	50 ~ 75						
	1 次 ~ 2 次	25 ~ 50						
	<1 次	0 ~ 25						
施工方案	锚定方式 $X_{41}$	多锚	50 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据施工组织设计确定	
		单锚	25 ~ 50					
		无锚	0 ~ 25					
	锚定结构 $X_{42}$	锚定叉桩	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$		
		锚定桩板(墙)	25 ~ 75					
		锚定桩(板桩)	0 ~ 25					
	接桩工艺 $X_{43}$	接桩 2 次及以上	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$		
		接桩 1 次	25 ~ 75					
		单根桩打入	0 ~ 25					

表 E.5(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	沉桩方式 $X_{44}$	冲击打入	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	不同的沉桩方式形成不同程度的危险
		振动打入	25 ~ 75				
		静力压入	0 ~ 25				
	岸坡监测 $X_{45}$	只观察无监测	75 ~ 100	$R_{45}$	$\gamma_{45}$	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	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				
	施工场地周边妨碍物 $X_{51}$	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施等	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	指施工区及外围 500 m 以内的范围。根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断
		周边有桥梁、公路、防洪设施等易受影响建筑物	50 ~ 75				
		周边有生产性泊位、通航、靠离泊船舶	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全妨碍物	0 ~ 25				
	施工区域 $X_{52}$	水上	50 ~ 100	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		陆上	0 ~ 50				

E.6 沉井预制与下沉

沉井预制与下沉施工风险事件可能性评估,主要基于倾覆、物体打击、机械伤害、高处坠落等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.6。

表 E.6 沉井预制与下沉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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
沉井因素	沉井类型 $X_{11}$	钢筋混凝土沉井	50 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	
		钢沉井	0 ~ 50				
	沉井形状 $X_{12}$	异形	50 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	采取两种以上形状、规格的沉井,取高值
		矩形	25 ~ 50				
		圆形	0 ~ 25				
	沉井高度 $X_{13}$	> 15 m	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		8 m ~ 15 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 8 m	25 ~ 50				
< 5 m		0 ~ 25					

表 E.6(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
沉井因素	下沉深度 $X_{14}$	> 10 m	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		5 m ~ 10 m	50 ~ 75				
		3 m ~ 5 m	25 ~ 50				
		< 3 m	0 ~ 25				
地质条件	地质情况 $X_{21}$	五、六类土	50 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	一类土为松软土,二类土为普通土,三类土为坚土,四类土为砂砾坚土,五类土为软石,六类土为次坚石。存在不同岩土类型的按就高原则取值
		三、四类土	25 ~ 50				
		一、二类土	0 ~ 25				
	地下水条件 $X_{22}$	地下水位高于工作坑基底且水量充沛	75 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据施工现场地下水出露情况进行判断
		地下水位高于工作坑基底但水量较少	50 ~ 75				
		地下水位低于工作坑基底但水量充沛	25 ~ 50				
		地下水位低于工作坑基底且水量较少	0 ~ 25				
	地质变化 $X_{23}$	土体中存在大块孤石或岩层倾斜较大	75 ~ 100	$R_{23}$	$\gamma_{23}$	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	地质变化可能引起突沉或下沉困难,土质差距越大,施工难度越大
		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				
	气象条件	气候环境条件 $X_{31}$	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	50 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$
气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著			25 ~ 50				
气候环境条件良好,基本不影响施工安全			0 ~ 25				
风力条件 $X_{32}$		> 60 d	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	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.6(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	地基处理 $X_{41}$	未进行地基处理	50 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	根据是否进行了地基处理以及处理的方案进行判断
		有地基处理	0 ~ 50				
	模板形式 $X_{42}$	组合钢模板	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据施工组织设计采用的模板类型判断,采用两种或两种以上类型模板时,按风险高的取值
		整体模板	50 ~ 75				
		翻模或爬模	0 ~ 50				
	开挖方式 $X_{43}$	爆破开挖	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	采用两种以上开挖方式的,取高值
		真空吸泥、高压水冲泥	50 ~ 75				
		机械挖土	0 ~ 50				
	助沉方式 $X_{44}$	空气幕法、高压射水法	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	采用两种以上助沉方式或采用新工艺助沉的,取高值
		桩基反压法、触变泥浆法	50 ~ 75				
		压重法	0 ~ 50				
	封底方式 $X_{45}$	水下封底	50 ~ 100	$R_{45}$	$\gamma_{45}$	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	
干封底		0 ~ 50					
监测 $X_{46}$	只观察无监测	75 ~ 100	$R_{46}$	$\gamma_{46}$	$X_{46} = R_{46} \times \gamma_{46}$	监测项目应符合 GB/T 51130 的要求	
	监测指标少	25 ~ 75					
	系统监测	0 ~ 25					
施工作业环境	施工场地周边妨碍物 $X_{51}$	周边有易燃易爆、有毒有害的管线、储罐、设施等	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	指施工区及外围 500 m 以内的范围。根据施工工艺以及施工机具的影响范围进行综合判断
		周边有其他保护构筑物	50 ~ 75				
		周边有生产性泊位、通航、靠离泊船舶	25 ~ 50				
		周边无其他影响施工安全妨碍物	0 ~ 25				
	通风照明 $X_{52}$	需要通风照明,但无通风照明措施	75 ~ 100	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		空气污浊,光线昏暗	50 ~ 75				
		有较好的通风照明措施	25 ~ 50				
		无须通风照明	0 ~ 25				

表 E.6(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	作业场地秩序 $X_{53}$	一般	75 ~ 100	$R_{53}$	$\gamma_{53}$	$X_{53} = R_{53} \times \gamma_{53}$	施工现场管理规范、有序,可有效减少安全事故发生,达到标准化文明施工的,场地秩序好。根据施工现场平面布置及现场查看由评估组综合确定
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	周边环境排水状况 $X_{54}$	差	75 ~ 100	$R_{54}$	$\gamma_{54}$	$X_{54} = R_{54} \times \gamma_{54}$	
		一般	50 ~ 75				
		较好	25 ~ 50				
		好	0 ~ 25				

## E.7 沉箱出运与安装

沉箱出运与安装施工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.7。

表 E.7 沉箱出运与安装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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
沉箱因素	沉箱形状 $X_{11}$	异形	50 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	采取两种以上形状、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	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		1 ~ 1.5	50 ~ 75				
		< 1	0 ~ 50				
	沉箱吨位 $X_{13}$	> 800 t	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
500 t ~ 800 t		50 ~ 75					
200 t ~ 500 t		25 ~ 50					
< 200 t		0 ~ 25					
场地条件	地面或滑道坡度 $X_{21}$	$\theta > 1:50$	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	$\theta$ 为坡度
		$1:100 < \theta \leq 1:50$	25 ~ 75				
		$\theta \leq 1:100$	0 ~ 25				
	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	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		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				

表 E.7(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	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	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	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				
	波高 $X_{32}$	>1 m	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	滑道下水,波高大于或等于 1 m 时,不宜进行沉箱的溜放
		0.6 m ~ 1 m	50 ~ 75				
		0.3 m ~ 0.6 m	25 ~ 50				
		<0.3 m	0 ~ 25				
	流速 $X_{33}$	>1 m/s	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	流速宜小于 1 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 $X_{34}$	影响天数较多	50 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	施工期间是否会涉及冬季、夜间、雾天、雨天、台风、突风等不良天气,以及天数的多少进行综合判断	
	偶尔影响	25 ~ 50					
	不影响	0 ~ 25					
施工方案	出运工艺 $X_{41}$	斜坡滑道	75 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	
		起重机吊运	50 ~ 75				
		挖掘法	25 ~ 50				
		干坞法	0 ~ 25				
	运输方式 $X_{42}$	浮运	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		甲板驳	25 ~ 75				
		浮船坞	0 ~ 25				
	运输距离 $X_{43}$	>10 n mile	75 ~ 100	$R_{43}$	$\gamma_{43}$	$X_{43} = R_{43} \times \gamma_{43}$	n mile 表示国际度量单位海里。考虑水文条件以及施工船舶的性能等因素,根据运输距离判断
		5 n mile ~ 10 n mile	50 ~ 75				
		3 n mile ~ 5 n mile	25 ~ 50				
<3 n mile		0 ~ 25					

表 E.7(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	浮游稳定性 $X_{44}$	$0.2 \text{ m} \leq h_{\text{倾}} < 0.3 \text{ m}$	75 ~ 100	$R_{44}$	$\gamma_{44}$	$X_{44} = R_{44} \times \gamma_{44}$	$h_{\text{倾}}$ 为定倾高度。根据定倾中心距沉箱重心的距离定倾高度判断
		$0.3 \text{ m} \leq h_{\text{倾}} < 0.4 \text{ m}$	50 ~ 75				
		$0.4 \text{ m} \leq h_{\text{倾}} < 0.5 \text{ m}$	25 ~ 50				
		$h_{\text{倾}} \geq 0.5 \text{ m}$	0 ~ 25				
	工期安排合理性 $X_{45}$	工期较长或跨越台风季	75 ~ 100	$R_{45}$	$\gamma_{45}$	$X_{45} = R_{45} \times \gamma_{45}$	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 ~ 75				
工期较短且不跨过台风季		0 ~ 25					
施工作业环境	场地布局及周边情况 $X_{51}$	一般	75 ~ 100	$R_{51}$	$\gamma_{51}$	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	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	$R_{52}$	$\gamma_{52}$	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	航道航线选择合理性 $X_{53}$	一般	75 ~ 100	$R_{53}$	$\gamma_{53}$	$X_{53} = R_{53} \times \gamma_{53}$	根据航道水深,航道宽度,沿线暗礁、浅点情况,有无船舶航行、作业,周边有无生产性泊位、通航、靠离泊船舶等情况,由评估组综合确定
		较合理	25 ~ 75				
		合理	0 ~ 25				

### E.8 闸阀门吊运及安装

闸阀门吊运及安装风险事件可能性评估,主要基于起重伤害、机械伤害、高处坠落等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.8。

表 E.8 闸阀门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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
闸阀门 规模	闸阀门 类型 $X_{11}$	3 种及以上类型	50 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	按设计文件确定
		2 种类型	25 ~ 50				
		单一类型	0 ~ 25				
	闸门 节段 重量 $X_{12}$	每节段重量 80 t 以上	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		每节段重量 50 t ~ 80 t	50 ~ 75				
		每节段重量 20 t ~ 50 t	25 ~ 50				
		每节段重量 20 t 以下	0 ~ 25				
	闸门 封闭 孔口 面积 $X_{13}$	> 400 m <sup>2</sup>	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	A 为闸门封闭孔口面积,按设计文件确定
		140 m <sup>2</sup> < A ≤ 400 m <sup>2</sup>	50 ~ 75				
		40 m <sup>2</sup> < A ≤ 140 m <sup>2</sup>	25 ~ 50				
		≤ 40 m <sup>2</sup>	0 ~ 25				
	闸门 形式 $X_{14}$	横拉门、三角门、人字门	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	闸门类型不同,现场拼装工作量不同,安装方式不同,吊装时捆绑方式和起重方式要求不同
		弧形门	50 ~ 75				
		浮式闸门	25 ~ 50				
平面闸门、叠梁式闸门		0 ~ 25					
施工 方案	吊装 方式 $X_{21}$	多个起重设备组合吊装	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	按施工组织设计文件确定
		双机吊装	25 ~ 75				
		单机吊装	0 ~ 25				
	吊装 设备 $X_{22}$	汽车起重机	50 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		履带式起重机	25 ~ 50				
		门式起重机	0 ~ 25				
	安装 方式 $X_{23}$	一次性整体安装	50 ~ 100	$R_{23}$	$\gamma_{23}$	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	按施工组织设计文件确定
多次分节段安装		0 ~ 50					

表 E.8(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工方案	设备 富余度 $X_{24}$	< 10%	75 ~ 100	$R_{24}$	$\gamma_{24}$	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	根据设备起重重量的富余度和性能状态综合判定。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				
	起吊 高度 $X_{25}$	> 40 m	75 ~ 100	$R_{25}$	$\gamma_{25}$	$X_{25} = R_{25} \times \gamma_{25}$	吊运高度越高危险系数越大,空中转角的情况下,风险程度加剧
		25 m ~ 40 m	50 ~ 75				
		10 m ~ 25 m	25 ~ 50				
		< 10 m	0 ~ 25				
运输 方式 $X_{26}$	特殊运输	50 ~ 100	$R_{26}$	$\gamma_{26}$	$X_{26} = R_{26} \times \gamma_{26}$	特殊运输为常规运输方式以外的运输方式,如超限运输	
	一般运输	0 ~ 50					
施工作业环境	突风 $X_{31}$	> 3 次	75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	根据施工区域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				
	施工 干扰 $X_{32}$	存在大量上下交叉作业或交叉施工持续时间较长	50 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	根据现场施工组织情况确定
		无相关干扰	0 ~ 50				
	作业 场地 秩序 $X_{33}$	一般	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	根据施工现场平面布置及现场查看由评估组综合确定
		较好	25 ~ 75				
		好	0 ~ 25				
	通视 情况 $X_{34}$	一般	75 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据施工现场平面布置及现场查看由评估组综合确定
较好		25 ~ 75					
好		0 ~ 25					

## E.9 拆除施工

拆除施工风险事件可能性评估,主要基于高处坠落、物体打击、机械伤害、淹溺、起重伤害等风险事件类型,建立评估指标体系,见表 E.9。

表 E.9 拆除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 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
拆除建筑物因素	拆除内容 $X_{11}$	枢纽工程整体拆除	75 ~ 100	$R_{11}$	$\gamma_{11}$	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	考虑拆除结构的形式、类别,包括水工结构建筑物、金属机电结构等。多种结构联合拆除取高值
		多种结构拆除	25 ~ 75				
		单一结构拆除	0 ~ 25				
	拆除建筑物等级 $X_{12}$	1、2 级	75 ~ 100	$R_{12}$	$\gamma_{12}$	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	拆除建筑物等级参照 SL 252 的划分标准,评估时按建筑物级别判断
		3 级	50 ~ 75				
		4、5 级	25 ~ 50				
		5 级以下及其他	0 ~ 25				
	拆除高度 $X_{13}$	>40 m	75 ~ 100	$R_{13}$	$\gamma_{13}$	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	按底板距离顶高的距离,比照基准分,综合判定
		20 m ~ 40 m	50 ~ 75				
		5 m ~ 20 m	0 ~ 50				
	吊物重量 $X_{14}$	$T \geq 50$ t	75 ~ 100	$R_{14}$	$\gamma_{14}$	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	$T$ 为单块重量。按吊物最大重量判断,重量越大危险系数越大,空中转角的情况下,风险程度加剧
		$30 \text{ t} \leq T < 50 \text{ t}$	50 ~ 75				
$10 \text{ t} \leq T < 30 \text{ t}$		25 ~ 50					
$T < 10 \text{ t}$		0 ~ 25					
拆除方案	拆除方式 $X_{21}$	水上爆破拆除	75 ~ 100	$R_{21}$	$\gamma_{21}$	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	使用两种及以上拆除方式的,取高值
		陆上爆破拆除	50 ~ 75				
		水上人工配合机械拆除	25 ~ 50				
		陆上人工配合机械拆除	0 ~ 25				
	吊装方式 $X_{22}$	陆上吊装	50 ~ 100	$R_{22}$	$\gamma_{22}$	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	使用两种吊装方式的,取高值
		水上吊装	0 ~ 50				
	施工顺序合理性 $X_{23}$	一般	75 ~ 100	$R_{23}$	$\gamma_{23}$	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据施工组织设计确定的拆除工艺结合实际情况进行评估
		较合理	25 ~ 75				
		合理	0 ~ 25				

表 E.9(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明	
			分值范围	取值				
拆除方案	工期安排合理性 $X_{24}$	一般	75 ~ 100	$R_{24}$	$\gamma_{24}$	$X_{24} = R_{24} \times \gamma_{24}$	考虑是否涉及不良天气施工,涉及不良天气较多的合理性一般;施工较少涉及不良天气的较合理;基本避开不良天气的为合理。施工评估时根据施工进度计划安排和实际情况确定	
		较合理	25 ~ 75					
		合理	0 ~ 25					
施工作业环境	施工区域 $X_{31}$	水下拆除	75 ~ 100	$R_{31}$	$\gamma_{31}$	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	天然水深或开挖后水深,取高值	
		水上拆除	50 ~ 75					
		陆上拆除	0 ~ 50					
	施工水深 $X_{32}$	>20 m	75 ~ 100	$R_{32}$	$\gamma_{32}$	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$		
		15 m ~ 20 m	50 ~ 75					
		5 m ~ 15 m	25 ~ 50					
		<5 m	0 ~ 25					
	与周边构筑物距离 $X_{33}$	爆破活动与其他保护构筑物的距离大于最小安全距离,超过的距离在1倍以内	75 ~ 100	$R_{33}$	$\gamma_{33}$	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$		按爆破设计时确定的爆点到附近人员、设备、建筑物及井巷等的最小安全距离判断
		爆破活动与其他保护构筑物的距离大于最小安全距离,超过的距离在1倍以上2倍以内	25 ~ 75					
		爆破活动与其他保护构筑物的距离大于最小安全距离,超过2倍以上	0 ~ 25					
	破碎场地 $X_{34}$	破碎场地受限	50 ~ 100	$R_{34}$	$\gamma_{34}$	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$		根据周边建(构)筑物分布情况,结合施工场地平面布置及现场情况由评估组综合确定
		破碎场地部分受限	25 ~ 50					
破碎场地空旷		0 ~ 25						

表 E.9(续)

项别	评估指标	分 级	基本分值 $R_{ij}$		权重系数 $\gamma_{ij}$	评估分值 $X_{ij}$	说 明
			分值范围	取值			
施工作业环境	不良天气 $X_{35}$	影响天数较多	50 ~ 100	$R_{35}$	$\gamma_{35}$	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	施工期间是否会涉及冬季、夜间、雾天、雨天等不良天气,以及天数的多少进行综合判断
		偶尔影响	25 ~ 50				
		不影响	0 ~ 25				
	邻近建筑物使用情况 $X_{36}$	正常使用	75 ~ 100	$R_{36}$	$\gamma_{36}$	$X_{36} = R_{36} \times \gamma_{36}$	主要考虑邻近枢纽、船闸、厂房、电站、桥梁、道路等建筑物的使用情况
		临时停用	25 ~ 75				
		停止使用	0 ~ 25				
拆除构筑物状况	资料完整性 $X_{41}$	资料缺乏,无相关结构设计资料	50 ~ 100	$R_{41}$	$\gamma_{41}$	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	资料完整性包括设计图纸、维修、检修资料、使用保养记录及其他建设、维修、使用资料
		资料基本齐全	25 ~ 50				
		资料完善,具有拟拆除构筑物及可能危及比邻建筑的说明	0 ~ 25				
	结构稳定性 $X_{42}$	主体结构不稳定,应采取加固措施后方可拆除	75 ~ 100	$R_{42}$	$\gamma_{42}$	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	根据拆除建筑物主体结构现状,考虑拆除施工时结构物坍塌、垮塌风险
		主体结构基本稳定,采取一定加固措施后拆除	25 ~ 75				
		主体结构稳定,可直接拆除	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)	二级以下	2	资质级别越高的施工企业安全管理相对完善,安全风险相对较小
	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。有1~2个项目的作业经验为有一定经验。核心人员不固定的作业班组视为无经验。评估专家宜深入班组了解情况
	有一定经验	1	
	经验丰富	0	
项目技术管理 人员经验 (E)	无经验	2	项目管理人员和专业技术人员具有3次及以上的船闸工程建设经验为丰富。有1~2次的船闸工程建设经验为有一定经验。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	从项目负责人和专职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	

表 F.1(续)

评估指标	分 级	分 值	说 明
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,取高值
	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施工方案等;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	
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1起或一般责任事故3起以上,取高值
	同类工程1~2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	根据上一年度施工项目所在地省级企业信用评价等级判定
	A	1	
	AA	0	

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 51130—2016 沉井与气压沉箱施工规范
  - [2] JGJ 120—2012 建筑基坑支护技术规程
  - [3] JTG/T 3650—2020 公路桥涵施工技术规范
  - [4] JTJ 305—2001 船闸总体设计规范
  - [5] JTJ 307—2001 船闸水工建筑物设计规范
  - [6] JTJ 308—2003 船闸闸阀门设计规范
  - [7] JTS 133—2013 水运工程岩土勘察规范
  - [8] JTS 205-1—2008 水运工程施工安全防护技术规范
  - [9] JTS 218—2014 船闸工程施工规范
  - [10] JTS 257—2008 水运工程质量检验标准
  - [11] SL 252—2017 水利水电工程等级划分及洪水标准
  - [12] SL 623—2013 水利水电工程施工导流设计规范
  - [13] SL 645—2013 水利水电工程围堰设计规范
-