

中华人民共和国行业标准

港口与航道工程设计风险评估指南

JTS/T 187—2022

主编单位:中交第一航务工程勘察设计院有限公司

批准部门:中华人民共和国交通运输部

施行日期:2022年12月1日

人民交通出版社股份有限公司

2022·北京

交通运输部关于发布 《港口与航道工程设计风险评估指南》的公告

2022 年第 60 号

现发布《港口与航道工程设计风险评估指南》(以下简称《指南》)。《指南》为水运工程建设推荐性行业标准,标准代码为 JTS/T 187—2022,自 2022 年 12 月 1 日起施行。

《指南》由交通运输部水运局负责管理和解释,实施过程中具体使用问题的咨询,由主编单位中交第一航务工程勘察设计院有限公司答复。《指南》文本可在交通运输部政府网站水路运输建设综合管理信息系统“水运工程行业标准”专栏(mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)查询和下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
2022 年 10 月 12 日

制定说明

港口与航道工程建设条件复杂,安全风险因素多,在工程设计阶段开展风险评估工作,科学决策,可避免或减少因设计不当引起的安全事故的发生,提高工程建设和运行的安全性。为落实《交通强国建设纲要》“提升本质安全水平,完善交通基础设施安全技术标准规范,完善预防措施体系,有效防控系统性风险”以及《公路水运工程安全生产监督管理办法》“实施安全生产风险管理,按规定开展设计、施工安全风险评估”等要求,推动港口与航道工程设计风险评估工作,提高风险防控水平,促进水运工程建设高质量发展,交通运输部水运局组织有关单位通过深入调查、专题研究、广泛征求有关单位和专家意见,并结合我国港口与航道工程特点和发展需要制定了本指南。

本指南共分9章和5个附录,并附条文说明,主要包括风险等级、风险辨识与评估方法、风险评估程序与内容、风险辨识、风险估计与评价、风险控制、评估报告等。

本指南的主编单位为中交第一航务工程勘察设计院有限公司,参编单位为同济大学、天津大学、辽宁港口集团有限公司、长江航道规划设计研究院、四川省交通勘察设计院有限公司。本指南编写人员分工如下:

- 1 总则:祝世华 季则舟 陈广桐
 - 2 术语:祝世华 杨兴晏 胡群芳 黄宏伟
 - 3 风险等级:季则舟 杨兴晏
 - 4 风险辨识与评估方法:杨兴晏 胡群芳 黄宏伟
 - 5 风险评估程序与内容:刘进生 张俊健 袁达全 谭先泽
 - 6 风险辨识:季则舟 杨兴晏 刘进生 祝世华 张俊健 孙克俐 袁达全
谭先泽 陈广桐
 - 7 风险估计与评价:刘进生 杨兴晏
 - 8 风险控制:张俊健 孙克俐
 - 9 评估报告:张俊健 刘进生 杨兴晏
- 附录A:杨兴晏 胡群芳 孙克俐 黄宏伟
附录B:刘进生 季则舟 祝世华 杨兴晏 张俊健 孙克俐 袁达全 谭先泽
陈广桐
附录C:张俊健 杨兴晏
附录D:张俊健 刘进生
附录E:张俊健

本指南于2020年3月11日通过部审,2022年10月12日发布,自2022年12月1日起施行。

本指南由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见,请及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街11号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本指南管理组(地址:天津市河西区洞庭路18号颐航大厦,中交第一航务工程勘察设计院有限公司,邮政编码:300220,联系电话:022-89560088),以便修订时参考。

目 次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	风险等级	(4)
3.1	风险等级划分	(4)
3.2	风险等级确定	(4)
3.3	风险发生概率等级确定	(4)
3.4	风险损失等级确定	(5)
4	风险辨识与评估方法	(7)
4.1	风险辨识方法	(7)
4.2	风险发生概率估计方法	(7)
4.3	风险损失估计方法	(8)
4.4	风险评价方法	(8)
5	风险评估程序与内容	(9)
5.1	评估程序	(9)
5.2	评估内容	(11)
5.3	评估组织	(11)
6	风险辨识	(12)
6.1	风险源	(12)
6.2	风险事件与风险筛查	(12)
7	风险估计与评价	(14)
7.1	风险估计	(14)
7.2	风险评价	(14)
8	风险控制	(15)
8.1	风险对策	(15)
8.2	风险控制与管理	(15)
9	评估报告	(17)
9.1	评估报告内容	(17)
9.2	评估报告格式	(17)
附录 A	风险分析方法	(18)
附录 B	评估用表	(20)
附录 C	评估报告格式	(38)

附录 D 风险评估报告示例	(41)
附录 E 本指南用词说明	(78)
附加说明 本指南主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(79)
条文说明	(81)

1 总 则

1.0.1 为指导港口与航道工程设计过程中对工程项目的风险评估工作,预防工程风险,提高防控工程技术风险水平,编制本指南。

1.0.2 本指南适用于港口与航道工程的可行性研究、初步设计和施工图设计阶段的工程项目风险评估。

1.0.3 港口与航道工程设计风险评估除应符合本指南要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 风险 Risk

事故发生的可能性及其损失的组合。

2.0.2 损失 Loss

工程建设和运行中任何潜在的、外在的负面影响或不利后果,包括人员伤亡、经济损失、周边环境影响和生态环境破坏等。

2.0.3 风险事件 Hazard

可能造成工程建设和运行中人员伤亡、经济损失、周边环境影响、生态环境破坏等不利事件。

2.0.4 风险源 Risk Source

可能导致风险事件发生的原因或条件。

2.0.5 风险辨识 Risk Identification

调查工程建设中潜在的风险类型、事故发生的地点、时间和原因,并进行系统筛选、分类。

2.0.6 风险估计 Risk Estimation

在风险辨识的基础上,通过对所收集的资料进行分析,运用定性或定量的方法,对风险发生的概率和损失进行估算。

2.0.7 风险分析 Risk Analysis

对风险进行界定、辨识和估计,采用定性或定量方法分析风险。

2.0.8 风险评价 Risk Evaluation

根据制定的工程风险分级划分和判别标准,对工程风险进行等级确定、危害性评定和风险排序。

2.0.9 风险控制 Risk Control

为降低工程风险损失所采取的处置对策、技术方案或措施等。

2.0.10 风险评估 Risk Assessment

包括风险辨识、风险估计、风险评价和风险控制,对工程中存在的各种风险及其影响程度进行综合分析。

2.0.11 残留风险 Residual Risk

对于工程建设各阶段未采取风险控制措施前就已存在的初始风险,经采取处理措施后遗留的或转移到下一阶段的风险。

2.0.12 运行条件风险 Risks Caused By Various Operation Conditions

设计阶段,针对设计方案所依据或设定的运行条件,如荷载条件、船舶靠离泊条件、作业条件、观测和维护要求等,在其合理性、明确性等方面,可能存在的影晌结构安全、设备设施安全及通行安全等的风险。

3 风险等级

3.1 风险等级划分

3.1.1 港口与航道工程设计风险等级宜分为较小风险、一般风险、较大风险、重大风险,分别表示为 I、II、III、IV 级。风险等级判别标准及处理要求应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 风险等级判别标准及处理要求

风险等级		判别标准及处理要求
I	较小风险	风险水平可以接受,当前应对措施有效,可不采取额外技术、管理方面的预防措施
II	一般风险	风险水平有条件接受,工程可进一步实施预防措施提升安全性
III	较大风险	风险水平有条件接受,必须实施削减风险的应对措施,并应准备应急计划
IV	重大风险	风险水平不可接受,必须采取有效应对措施将风险等级降低到 III 级及以下水平;应对措施的成本超出项目法人的承受能力时,应更换方案或放弃项目执行

3.2 风险等级确定

3.2.1 港口与航道工程设计风险等级,应根据风险发生概率等级和风险损失等级,按表 3.2.1 的评价矩阵综合确定。

表 3.2.1 风险等级评价矩阵表

风险发生 概率等级	风险损失等级				
	1	2	3	4	5
1	I	I	II	II	III
2	I	II	II	III	III
3	II	II	III	III	IV
4	II	III	III	IV	IV
5	III	III	IV	IV	IV

3.3 风险发生概率等级确定

3.3.1 风险发生概率宜采用定量判定,当实际工程无法进行定量计算或风险事件的发生概率值无法取得时,可采用定性判定,或采用定性与定量相结合的方法判定。

3.3.2 风险发生概率等级宜分为 5 级,各等级的划分判断标准见表 3.3.2。

表 3.3.2 风险发生概率等级判断标准

等级	定性判断	定量判断
1	几乎不可能发生	$P_1 < 0.0003$
2	难以发生	$0.0003 \leq P_1 < 0.003$
3	偶然发生	$0.003 \leq P_1 < 0.03$
4	可能发生	$0.03 \leq P_1 < 0.3$
5	频繁发生	$P_1 \geq 0.3$

注:表中 P_1 表示风险事件在施工期或使用期的发生概率,当概率值无法取得时,可采用年发生的频率代替。

3.4 风险损失等级确定

3.4.1 风险损失等级宜分为5级,并可分为人员伤亡等级、经济损失等级、生态环境破坏等级和周边区域影响损失等级四类。当同一风险存在多种损失时,应采用就高原则确定该风险损失等级。

3.4.2 人员伤亡等级判断标准宜符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 人员伤亡等级判断标准

等级	判断标准
1	重伤人数 5 人以下
2	3 人以下死亡或 5 人以上 10 人以下重伤
3	3 人以上 10 人以下死亡或 10 人以上 50 人以下重伤
4	10 人以上 30 人以下死亡或 50 人以上 100 人以下重伤
5	30 人以上死亡或 100 人以上重伤

注:①表中“以上”包括本数,“以下”不包括本数;

②死亡人数包括死亡和失踪人数。

3.4.3 经济损失应根据风险事件导致的直接经济损失判断,经济损失等级判断标准宜符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 经济损失等级判断标准

等级	判断标准
1	经济损失在 500 万元以下
2	经济损失在 500 万元以上 1000 万元以下
3	经济损失在 1000 万元以上 5000 万元以下
4	经济损失在 5000 万元以上 10000 万元以下
5	经济损失在 10000 万元以上

注:表中“以上”包括本数,“以下”不包括本数。

3.4.4 生态环境破坏应包括对水、土地、生物资源等自然环境破坏和污染等。生态环境破坏等级判断标准宜符合表 3.4.4 的规定。

表 3.4.4 生态环境破坏等级判断标准

等级	判断标准
1	发生较小的环境事件,造成工程所辖范围内发生生态环境污染影响
2	发生一般的环境事件,造成跨行政区域纠纷,引起一般性群体影响
3	发生较大的环境事件,造成国家重点保护的动植物物种受到破坏或局部段集中式饮用水水源地取水中断
4	发生重大的环境事件,造成区域生态功能部分丧失或该区域国家重点保护野生动植物种群大批死亡
5	发生特别重大的环境事件,造成区域生态功能丧失或该区域国家重点保护物种灭绝,或流域城市集中式饮用水水源地取水中断

3.4.5 周边区域影响损失应包括对已有建筑物、管线、道路河流及周边居民人身安全的影响等。周边区域影响损失等级判断标准宜符合表 3.4.5 的规定。

表 3.4.5 周边区域影响损失等级判断标准

等级	判断标准
1	涉及范围很小,无群体性影响,需紧急转移安置人数在 50 人以下
2	涉及范围较小,一般群体性影响,需紧急转移安置人数在 50 人以上 100 人以下
3	涉及范围大,区域正常经济、社会活动受影响,需紧急转移安置人数在 100 人以上 500 人以下
4	涉及范围很大,区域环境安全功能部分丧失,需紧急转移安置人数在 500 人以上 1000 人以下
5	涉及范围非常大,区域内周边环境安全功能严重丧失,需紧急转移安置人数在 1000 人以上,正常的经济、社会活动受到严重影响

注:表中“以上”包括本数,“以下”不包括本数。

4 风险辨识与评估方法

4.1 风险辨识方法

4.1.1 港口与航道工程设计风险辨识方法根据工程实际情况和不同的设计阶段可采用专家调查法、检查表法、层次分析法、故障树法等,主要方法的适用条件见附录 A。

4.1.2 根据工程设计阶段风险辨识目标和任务,工程风险辨识时应广泛收集与工程设计相关的基础资料,并进行现场调查。其中,应收集下列主要资料:

- (1) 工程及周边水文、气象、地质、自然环境以及人文、社会区域环境等资料;
- (2) 类似工程的设计经验和风险事故或相关数据;
- (3) 项目前期研究或设计资料;
- (4) 工程周边邻近的建构筑物资料;
- (5) 可能存在业务联系或影响的相关部门与第三方等信息;
- (6) 其他相关资料。

4.1.3 风险辨识宜包括下列步骤:

- (1) 确定参与者;
- (2) 收集阅读相关资料;
- (3) 专家咨询;
- (4) 风险识别;
- (5) 风险筛选;
- (6) 编制风险辨识表。

4.1.4 风险辨识应完成下列工作:

(1) 风险源筛查,系统分析工程设计基本资料,对工程建设和使用期中存在的各种风险源进行筛查;

(2) 建立初步识别清单,利用风险检查表建立初步风险清单,清单中明确列出客观存在的和潜在的各种风险;

(3) 确定风险事件,根据初步风险清单,分析与其相关联的各种潜在的损失或影响,明确工程风险事件及其发生原因;

(4) 编制风险辨识表,根据设计阶段风险辨识要求,以表单形式给出详细的风险点,列出所有工程风险清单。

4.2 风险发生概率估计方法

4.2.1 风险发生概率可采用专家调查法、概率分析法、层次分析法、故障树法或模糊综合

评价法等方法进行估计确定,各种方法的适用条件见附录 A。根据工程实际情况和不同设计阶段的特点,可采用一种方法或多种方法相结合确定风险发生概率。

4.2.2 工程可行性研究阶段风险发生概率宜根据历史事故资料或采用专家调查法等定性方法确定。

4.2.3 初步设计阶段风险发生概率可采用定性或定量分析方法,其中,定性方法可采用专家调查法或通过类似工程对比,专家调查法见附录 A。

4.2.4 施工图设计阶段风险发生概率估计可采用专家调查法、概率分析法等定性或定量方法确定,各种方法的适用条件见附录 A。

4.3 风险损失估计方法

4.3.1 风险损失应根据国家相关法律、法规和标准中损失计算方法确定。

4.3.2 人员伤亡宜采用死亡、失踪、重伤人数统计;经济损失宜采用直接损失量值统计;生态环境破坏宜采用造成区域生态功能破坏程度、动植物物种破坏程度或水源地影响程度等进行估算;周边区域影响损失宜采用影响区域的大小和需紧急转移安置的人数表示。

4.3.3 风险损失估计可采用专家调查法、层次分析法、故障树法、模糊综合评价法等方法,各种方法的适用条件见附录 A。

4.4 风险评价方法

4.4.1 港口与航道工程设计风险评价宜采用风险评价矩阵方法。

4.4.2 风险等级应根据风险评价矩阵确定,风险评价矩阵由风险发生概率等级和风险损失等级组合,见表 3.2.1。

5 风险评估程序与内容

5.1 评估程序

5.1.1 港口与航道工程设计风险评估应按图 5.1.1 的程序进行。

5.1.2 风险评估计划应根据设计阶段和设计对象编制,并应包括下列内容:

- (1) 制定设计风险评估的目标和原则;
- (2) 提出风险评估的工作范围、标准和采用的方法;
- (3) 说明风险评估程序、组织内容和防控职责;
- (4) 规定风险评估报告内容框架及格式。

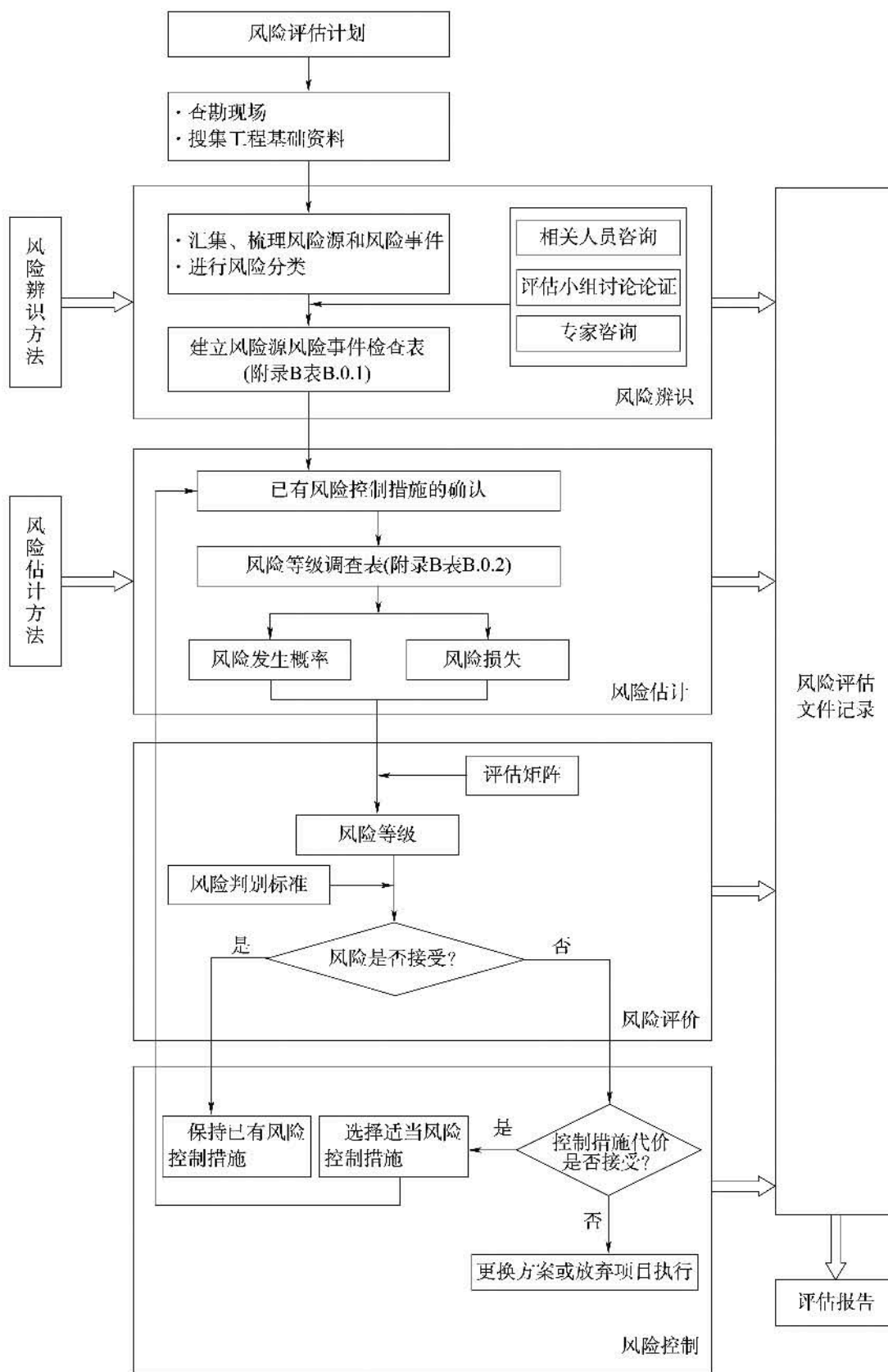


图 5.1.1 港口与航道工程设计风险评估程序

5.2 评估内容

5.2.1 风险评估应遵循设计安全、技术可行和经济合理的原则,按照不同的设计阶段分别进行。风险评估可根据工程实际进行总体风险评估或专项风险评估。总体风险评估宜对整个工程项目进行风险评估,专项风险评估宜对整个工程项目中预判风险较大的专项进行风险评估。

5.2.2 可行性研究阶段风险评估,应主要针对工程建设必要性、政策和规划符合性、建设条件、设计方案等进行风险评估。

5.2.3 初步设计阶段风险评估,应主要针对设计文件中同深度比选的多个设计方案的建设条件、设计方案、施工技术和运行条件四个方面进行风险评估。

5.2.4 施工图设计阶段风险评估,应结合初步设计审查意见对初步设计阶段的风险评估进行细化。重点是对上一阶段的残留风险和对施工、运行影响较大的设计关键技术的风险进行评估,并提出相应的风险控制措施。

5.3 评估组织

5.3.1 风险评估宜由建设单位或其他机构委托具有相应能力的工程设计单位、社会第三方单位或机构等风险评估单位单独或联合承担。

5.3.2 承担风险评估工作的单位应组织专业人员成立项目风险评估小组,评估小组应符合下列规定。

5.3.2.1 评估小组的负责人应为具有8年及以上相关工程设计、施工或管理经验,并在工程项目中担任过设计负责人或为任职5年以上的高级技术职称人员。

5.3.2.2 评估小组人员主要成员人数宜为5人~7人,应为具有不少于5年的工程专业经验、工程师以上技术职称且熟悉工程风险评估工作的专业人员。

5.3.2.3 承担工程设计的单位负责本工程设计风险评估时,宜邀请第三方单位高级职称人员和本单位专业人员共同组建评估小组,并将评估小组成员名单报告委托单位。

5.3.3 开展风险评估过程中,评估小组应及时将风险评估情况与设计人员进行沟通,并将Ⅲ级及以上风险报告委托单位,委托单位对Ⅲ级及以上风险应及时组织设计审查。

5.3.4 委托单位应对完成的风险评估报告组织行业专家进行验收评审,风险评估单位应根据专家组意见修改完善报告,设计单位应根据风险评估报告、专家评审结论,针对其中的Ⅲ级及以上风险措施等进行回复。

6 风险辨识

6.1 风险源

6.1.1 港口与航道工程设计风险源辨识应全面检查搜集本工程及其周边相关已存在与将出现的风险源,并按照建设条件、设计方案、施工技术、运行条件划分评估单元,分析当前工程中是否存在该风险源。存在时应明确其存在方式和产生的影响,填写风险源风险事件检查表,见附录 B 表 B.0.1。

6.1.2 建设条件风险应包括自然条件风险与工程环境条件风险。自然条件风险应考虑地质、地貌、水文、气象等因素所导致的风险。工程环境条件风险应考虑与相邻工程、既有建筑物、既有管线等冲突、周边配套不足、工程建设各参加方之间沟通协调障碍、周边政策与社会环境等因素所导致的风险。

6.1.3 设计方案风险应考虑设计方法、设计参数、新材料新技术、设计标准、地基基础等因素所导致的风险,以及平面主尺度、导助航设施、水工结构选型、结构主尺度、作用组合、工况选取、码头附属设施、防腐措施、工艺方案、设备配置、危险品管线、罐区布置、供电设置、给排水设施、消防设施、环保设施等因素所导致的风险。

6.1.4 施工技术风险应考虑设计方案在施工可行性、安全性与环保方面的风险,包括施工条件、施工方案、施工设备等因素所导致的风险。

6.1.5 运行条件风险应考虑设计方案所依据或设定的运行条件在合理性、明确性方面的风险,包括荷载条件、船舶靠离泊条件、作业条件及观测与维护要求等。

6.1.6 风险源辨识应根据不同设计阶段确定不同侧重点,并根据工程具体情况确定风险源。工程可行性研究阶段的主要风险源可参见附录 B 表 B.0.3,初步设计和施工图设计阶段的主要风险源可参见附录 B 表 B.0.4,根据工程情况可增减风险源。

6.2 风险事件与风险筛查

6.2.1 港口与航道工程的风险事件根据工程实际情况可从总体布置、水工结构、工艺设备、环境与生态等方面设计内容分别进行筛查。

6.2.2 港口与航道工程典型风险事件可包括冲淤严重、泊稳条件差、操船困难、码头上水、船舶搁浅、道路交通不畅、影响周边环境、岸坡与地基失稳、结构垮塌、结构变形过大、越浪严重、码头附属设施破坏、设备倾覆、设备损毁、生态破坏、环境污染、管线破裂、爆炸火灾等。

6.2.3 在风险源辨识基础上,可通过相关人员咨询、评估小组讨论、专家咨询等方式,分析筛查工程在施工期间和运行期间可能发生的风险事件,并填写风险源风险事件检查表,

见附录 B 表 B.0.1。

6.2.4 港口工程各设计阶段的典型风险事件可参见附录 B 表 B.0.5 ~ 表 B.0.7,根据工程情况可增减风险事件。

6.2.5 航道工程各设计阶段典型风险事件可参见附录 B 表 B.0.8 ~ 表 B.0.10,根据工程情况可增减风险事件。

7 风险估计与评价

7.1 风险估计

- 7.1.1 港口与航道工程设计风险估计应包括风险发生概率估计和风险损失估计。
- 7.1.2 风险估计的方法应根据项目的实际情况确定。有条件时风险概率估计和风险损失估计可采用工程事故数据库或参考相近工程事故数据库,并结合相关资料进行分析;条件不具备时可采用专家调查法或其他方法,按附录 B 表 B.0.2 的格式填写风险等级调查表。
- 7.1.3 港口与航道工程风险估计宜按照建设条件、设计方案、施工技术、运行条件逐级分解到合适的工作单元。

7.2 风险评价

- 7.2.1 港口与航道工程风险发生概率和风险损失等级应按其估计值分别按表 3.3.2、表 3.4.2~表 3.4.5 确定。
- 7.2.2 港口与航道工程设计风险等级应根据风险发生概率和风险损失的等级,按表 3.2.1 确定。
- 7.2.3 工程风险的说明与评价应根据风险等级和风险评价结果形成。

8 风险控制

8.1 风险对策

8.1.1 根据风险评估结论,应在保障安全、保护环境和控制成本的前提下,制定具有针对性的合理有效的应对措施,预防、降低或消除风险使项目总体风险达到可接受的水平。

8.1.2 风险对策应根据风险等级、风险应对策略制定,风险对策应包括设计、施工、残留风险等内容。风险等级为Ⅲ级时,应对设计方案进行修改完善,制定应急预案;风险等级为Ⅳ级时,应对设计方案进行重新论证。

8.1.3 无法判断的风险,应在评估报告中明确,并提出下阶段工作的建议和措施。

8.2 风险控制与管理

8.2.1 风险控制应考虑各种措施的成本和效益,制定应对措施,提出应对措施建议。按照针对性和重要性的不同,应对措施建议可分为应采纳和宜采纳两种类型。应对措施建议应具体翔实,具有可操作性。

8.2.2 建设条件风险控制应符合下列规定。

8.2.2.1 应对地质、地貌、水文、气象等自然条件进行评估,必要时应要求委托单位组织补充相关专题研究。

8.2.2.2 应根据工程所处地理位置对工程周边环境条件进行评估,并应考虑周边环境与工程的相互影响。

8.2.3 设计方案风险控制应对设计方法、设计参数、设计标准、地基基础、平面布置、水工结构、装卸工艺、配套设施、新材料新技术等相关内容进行评估,并应对设计方案的技术风险进行评价。必要时应要求委托单位组织补充相关专题研究。

8.2.4 施工技术风险控制应符合下列规定。

8.2.4.1 针对不同设计方案的施工方法应进行可行性、适应性评价,选择风险小的施工方法,并制定应对突发事件的应急预案。

8.2.4.2 针对施工设备应进行适应性评价,选择性能满足施工安全及环保的施工设备。

8.2.4.3 项目建设单位应针对新技术、新材料、新设备的应用组织开展必要的专题研究。

8.2.5 运行条件风险控制应针对运行期可能导致风险的荷载、船舶靠离泊、作业、观测与维护等运行条件进行合理性、明确性分析,并提出风险控制措施。

8.2.6 施工图设计阶段应根据初步设计审查意见对初步设计阶段的风险评估进行细化,

重点是对上一阶段的残留风险和对施工、运行影响较大的设计关键技术等可能存在的风险进行评估,并提出相应的应对措施。当风险产生的后果可能为整体失稳、构件破坏等突发性事件时,施工图设计阶段应明确施工方案、施工工艺、注意事项、监控要求等,并进行有效的风险管理。

8.2.7 评估小组应根据评估目标全面评价各设计阶段风险控制对策执行的效果,跟踪记录各阶段风险在采取应对措施后的变化情况,并保存评估过程中的文档资料。

9 评估报告

9.1 评估报告内容

9.1.1 评估报告应包含下列内容：

(1) 编制依据,主要包括委托单位的委托要求,相关的法律法规和国家、行业标准,上阶段的审查意见与评估结果,工程基础性资料等;

(2) 工程概况;

(3) 风险评估过程与评估方法;

(4) 风险评估内容,包括风险辨识、风险发生概率和风险损失概率的确定、风险等级的确定以及风险控制措施的确定等;

(5) 风险评估结论,包括各种风险发生概率和风险损失的汇总,项目中Ⅲ级和Ⅳ级风险存在的部位、方式等情况,风险控制措施,存在问题及建议等。

9.2 评估报告格式

9.2.1 评估报告格式可参见附录 C。

附录 A 风险分析方法

表 A.0.1 风险分析方法一览表

名称	优点	缺点	适用范围
专家调查法	<p>可防止由于专家多而产生当面交流困难、效率低.. 避免因权威作用或人数众多而压倒其他意见..</p> <p>多次征求意见,专家可修改意见,防止专家考虑错漏造成的误差</p>	<p>由于专家不能当面交流,缺乏沟通,可能会坚持错误意见..</p>	<p>1. 适用于缺乏数据或难以借助精确的分析技术进行定量分析,而需依靠专家集体的经验判断进行风险分析与评估..</p> <p>2. 问题庞大复杂,专家代表不同的专业且没有交流的历史..</p> <p>3. 受时间、经费限制,或因专家之间存在分歧、隔阂不宜当面交换意见</p>
检查表法	<p>按照以前经验总结,参考对照核对表,节省时间和成本</p>	<p>需要搜集大量相关资料,增加了风险管理成本</p>	<p>可用于风险辨识及评估控制效果,适用于工程全生命周期的任何阶段,可以与其他风险评估方法联合使用</p>
层次分析法	<p>具有适用、简洁、实用和系统的特点</p>	<p>对于有较高定量要求的决策问题,单纯应用该法不适合..</p> <p>在使用过程中,无论建立层次结构还是构造判断矩阵,人为因素对结果的影响极大,判断失误即可能造成决策失误</p>	<p>可用于风险识别及风险概率、损失的估计.. 应用领域比较广阔,可以分析社会、经济以及科学管理领域中的问题.. 适用于任何领域的任何环节.. 但不适用于层次复杂的系统</p>
概率分析法	<p>1. 能够用于包括随机变量在内的任何计算类型..</p> <p>2. 考虑的变量数目不受限制..</p> <p>3. 用于计算的随机变量可以根据具体数据采用不同的分布形式..</p> <p>4. 可以更有效地发挥专家的作用</p>	<p>1. 模拟系统复杂,建立模型很困难..</p> <p>2. 众多的不确定性因素均必须给出数量化的概率分布,在实际操作中较困难..</p> <p>3. 没有计入风险因素之间的相互影响,使得风险估计结果可能偏小</p>	<p>可用于风险分析与风险估计.. 需要有足够数量风险随机变量的试验或观测资料以进行概率统计分析.. 一般适用于问题比较复杂、要求精度较高的情况</p>

续表 A.0.1

名 称	优 点	缺 点	适 用 范 围
故障树法	<p>1. 对导致灾害事故的各种因素及逻辑关系能做出全面、简洁和形象的描述..</p> <p>2. 便于查明系统内固有的或潜在的各种危险因素,为设计、施工和管理提供科学依据..</p> <p>3. 便于进行逻辑运算,进行定性、定量分析和系统评价</p>	<p>1. 步骤较多,计算较复杂..</p> <p>2. 大型故障树不易理解,且与系统流程图毫无相似点,在数学上往往非单一解,包含复杂的逻辑关系..</p> <p>3. 用于大系统时容易产生遗漏和错误</p>	<p>该方法应用比较广,特别是重复性较大的系统..</p> <p>常用于直接经验较少的风险辨识及风险概率、损失的估计</p>
风险矩阵法	<p>根据系统层次按次序揭示系统、分系统和设备中的危险,做到不漏任何一项,并按风险的可能性和严重性分类,以便分别按轻重缓急采取措施,更适合现场作业,可以进行定性和定量分析</p>	<p>1. 主观性比较强..</p> <p>2. 风险严重等级及风险发生频率是研究者自行确定的,存在较大的主观误差</p>	<p>该方法可根据使用需求对风险等级划分进行修改,使其适用不同的分析系统..</p> <p>既可适用于整个系统,又可适用于系统中某一环节</p>
模糊综合评价法	<p>简单、容易掌握,对多因素、多层次的复杂问题评判效果比较好,适用性较广</p>	<p>1. 主观性比较强..</p> <p>2. 同时对于多因素、多层次的复杂评价,其计算也比较复杂</p>	<p>适用性比较广,特别是对多因素、多层次复杂问题的评价</p>

附录 B 评估用表

表 B.0.1 风险源风险事件检查表

序号	风险事件	检查项目	是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
1	风险 1	风险源 1-1				
		风险源 1-2				
					
		风险源 1-m				
2	风险 2	风险源 2-1				
		风险源 2-2				
					
		风险源 2-m				
...				
N	风险 n	风险源 n-1				
		风险源 n-2				
					
		风险源 n-m				
填表人:			填表日期:			

表 B.0.2 风险等级调查表

典型风险	风险源	风险发生 概率等级	风险损失等级					评定概率和损失 等级的理由	建议进一步 采取的措施
			人员 伤亡	经济 损失	生态 环境 破坏	周边 区域 影响	.....	
风险 1	风险源 1-1								
	风险源 1-2								
								
	风险源 1-m								
风险 2	风险源 2-1								
	风险源 2-2								
								
	风险源 2-m								
.....								

续表 B.0.2

典型风险	风 险 源	风险发生 概率等级	风险损失等级					评定概率和损失 等级的理由	建议进一步 采取的措施
			人员 伤亡	经济 损失	生态 环境 破坏	周边 区域 影响	……		
风险 n	风险源 $n-1$								
	风险源 $n-2$								
	……								
	风险源 $n-m$								
填表人：			填表日期：						

表 B.0.3 港口与航道工程可行性研究阶段风险源清单

序 号	类 型		风 险 源
1	建设条件	地质地貌	活动构造带
2			岸滩
3			岩溶
4			软弱地基
5			地震液化土
6			地形
7			……
8		水文	水位
9			风暴潮
10			波浪
11			流
12			冰
13			河势变化
14			……
15		气象	风
16			雨
17			雾
18			雷电
19			……
20		工程环境	既有管线
21			既有建筑物
22			配套设施
23			政策与社会环境
24			……

续表 B.0.3

序 号	类 型	风 险 源
25	设计方案	设计方法
26		设计参数
27		新材料、新技术
28		设计标准
29		地基基础
30		总体布置
31		结构选型
32		.....
33	.....	.....

表 B.0.4 港口与航道工程初步设计及施工图设计阶段风险源清单

序 号	类 型		风 险 源
1	建设条件	地质地貌	活动构造带
2			岸滩
3			岩溶
4			软弱地基
5			地震液化土
6			地形
7			.....
8		水文	水位
9			风暴潮
10			波浪
11			流
12			冰
13			河势变化
14			.....
15		气象	风
16			雨
17			雾
18			雷电
19			.....
20		工程环境	既有管线
21			既有建筑物
22			配套设施
23			政策与社会环境
24			.....

续表 B.0.4

序 号	类 型	风 险 源	
25	设计方案	设计方法	
26		设计参数	
27		新材料、新技术	
28		设计标准	
29		地基基础	
30		平面布置	设计主尺度
31			导助航设施
32			.....
33		水工结构	结构选型
34			结构主尺度
35			构造措施
36			作用组合
37			工况选取
38			码头附属设施
39			防腐措施
40			.....
41		配套设施	供电设置
42			给排水设施
43			消防设施
44			环保设施
45			.....
46		装卸工艺	工艺方案
47			设备配置
48			危险品管线、罐区布置
49			.....
50	施工技术	施工条件	
51		施工方案	
52		施工设备	
53		.....
54	运行条件	堆货仓储	
55		运输通行	
56		船舶靠离泊	
57		作业条件	
58		.....
59	.....	.....

风 险 源			风 险 事 件														
			总平面布置							水工结构					生态环境		
			港址 选择 不当	建设 规模 不当	冲淤 严重	泊稳 条件差	操船 困难	道路 交通 不畅	影响 周边 环境	……	岸坡 与地基 失稳	结构 垮塌	变形 过大	越浪 严重	……	生态 破坏	环境 污染
建设 条件	工程 环境	既有管线	★					★									
		既有建筑物	★				★	★	★							★	
		配套设施	★	★			★	★							★	★	
		政策与社会环境	★	★					★								
		……															
设计 方案	设计方法				★	★	★	★	★		★	★	★	★		★	★
	设计参数				★	★	★	★	★		★	★	★	★		★	★
	新材料、新技术										★	★	★	★		★	★
	设计标准					★	★	★	★		★	★	★	★		★	★
	地基基础							★			★	★	★				
	总体布置				★	★	★	★	★				★		★	★	
	结构选型				★	★						★	★	★		★	
	……																
……																	

注：①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件；

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件。

风 险 源			风险事件																					
			总平面布置						水工结构						工艺设备			生态环境			其他			
			冲淤 严重	泊稳 条件 差	操船 困难	码头 上水 船舶 搁浅	道路 交通 不畅	影响 周边 环境	……	岸坡 与 地基 失稳	结构 垮塌	变形 过大	越浪 严重	码头 附属 设施 损坏	……	设备 倾覆	设备 损毁	……	生态 破坏	环境 污染	……	管线 破裂	爆炸 火灾	……
设计 方案	配套 设施	供电设置				★	★								★							★		
		给排水设施				★	★												★					
		消防设施																★	★				★	
		环保设施																★	★					
	……																							
	装卸 工艺	工艺方案				★	★									★				★				
		设备配置				★	★									★				★				
		危险品管线、 罐区布置				★	★											★	★		★	★		
……																								
施工技术	施工方案			★		★		★	★	★				★			★	★		★	★			
	施工设备					★		★	★	★							★	★		★				
	……																							
运行条件	堆货仓储				★	★		★	★	★				★				★		★	★			
	运输通行			★		★	★	★	★	★								★			★			
	船舶靠离泊					★			★	★		★		★				★						
	作业条件			★		★	★					★		★						★	★			
	……																							

注:①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件;

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件。

风 险 源			风 险 事 件																						
			总平面布置							水工结构							工艺设备			生态环境			其他		
			冲淤严重	泊稳条件差	操船困难	码头上水船舶搁浅	道路交通不畅	影响周边环境	堆场水淹	……	岸坡与地基失稳	结构垮塌	构件损坏	变形过大	越浪严重	码头附属设施损坏	……	设备倾覆	设备损毁	……	生态破坏	环境污染	……	管线破裂	爆炸火灾
设计 方案	配套 设施	供电设置				★	★										★							★	
		给排水设施				★	★														★				
		消防设施																		★	★				★
		环保设施																		★	★				
	……																								
	装卸 工艺	工艺方案				★	★											★			★				
		设备配置				★	★											★			★				
		危险品管线、 罐区布置				★	★													★	★		★	★	
		……																							
	施工 技术	施工方案			★		★			★	★	★	★				★			★	★		★	★	
		施工设备					★			★	★	★	★							★	★		★		
		……																							
运行 条件	堆货仓储					★			★	★	★	★				★				★		★	★		
	运输通行			★		★			★	★	★	★								★			★		
	船舶靠离泊					★			★	★	★		★				★			★					
	作业条件			★		★	★							★			★					★	★		
	……																								

注：①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件；

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件。

风 险 源		风 险 事 件														
		总平面布置							水工结构					生态环境		
		航道 选线 不当	建设 规模 不当	船舶 碰撞	操船 困难	冲淤 严重	影响 周边 环境	船舶 触礁 搁浅	.....	地基 失稳	结构 垮塌	变形 过大	.....	生态 破坏	环境 污染	.....
设计 方案	设计方法		★	★	★	★	★			★	★	★		★	★	
	设计参数		★	★	★	★	★			★	★	★		★		
	新材料、新技术									★	★	★			★	
	设计标准		★	★	★	★	★			★	★	★		★	★	
	地基基础									★	★	★			★	
	总体布置		★	★	★	★	★							★		
	结构选型					★	★			★	★	★				
.....																
.....																

注:①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件;

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件..

风 险 源		风险事件													
		总平面布置					水工结构					生态环境			
		船舶碰撞	操船困难	冲淤严重	影响周边环境	船舶触礁搁浅	……	地基失稳	结构垮塌	变形过大	……	生态破坏	环境污染	……	
设计 方案	设计方法	★	★	★	★	★		★	★	★		★	★		
	设计参数	★	★	★	★	★		★	★	★		★	★		
	新材料、新技术				★			★	★	★		★	★		
	设计标准	★	★	★	★	★		★	★	★		★	★		
	地基基础							★	★	★		★	★		
	平面 布置	设计主尺度	★	★	★	★	★						★	★	
		导助航设施	★	★		★	★			★	★				
		……													
	水工 结构	结构选型			★					★	★		★		
		结构主尺度				★			★	★	★				
		作用组合							★	★	★				
工况选取								★	★	★					
防腐措施										★		★	★		
……															
施工 技术	施工方案							★	★	★			★		
	施工设备							★	★	★			★		
	……														
运行 条件	运输通行	★	★		★							★	★		
	作业条件	★	★		★							★	★		
	……														
……															

注：①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件；

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件。

表 B.0.10 航道工程施工图设计阶段风险源风险事件对照表

风 险 源			风 险 事 件												
			总平面布置					水工结构					生态环境		
			船舶碰撞	操船困难	冲淤严重	影响周边环境	船舶触礁搁浅	地基失稳	结构垮塌	构件损坏	变形过大	生态破坏	环境污染
建设条件	地质地貌	活动构造带						★	★	★	★				
		岸滩		★	★		★	★	★	★		★			
		岩溶						★	★	★	★				
		软弱地基						★	★	★	★				
		地震液化土						★	★	★	★				
		地形		★	★		★	★					★		
														
	水文	水位		★	★		★	★			★				
		波浪		★	★			★	★	★	★				
		流		★	★			★	★	★	★				
		冰		★					★	★	★				
		河势变化		★	★	★	★	★	★	★	★		★		
														
	气象	风		★											
		雾	★	★											
														
	工程环境	既有管线	★											★	
		既有建筑物	★	★		★								★	
.....															
设计方案	设计方法	★	★	★	★	★		★	★	★	★		★	★	
	设计参数	★	★	★	★	★		★	★	★	★		★	★	

风 险 源		风 险 事 件														
		总平面布置						水工结构					生态环境			
		船舶碰撞	操船困难	冲淤严重	影响周边环境	船舶触礁搁浅	……	地基失稳	结构垮塌	构件损坏	变形过大	……	生态破坏	环境污染	……	
设计 方案	新材料、新技术				★			★	★	★	★			★		
	设计标准	★	★	★	★	★		★	★	★	★		★	★		
	地基基础							★	★	★	★		★	★		
	平面 布置	设计主尺度	★	★	★	★	★							★	★	
		导助航设施	★	★		★	★			★	★	★				
		……														
	水工 结构	结构主尺度							★	★	★	★				
		构造措施									★	★				
		作用组合							★	★	★	★				
		工况选取							★	★	★	★				
		防腐措施									★	★				
……																
施 工 技 术	施工方案							★	★	★	★				★	
	施工设备							★	★	★	★				★	
	……															
运 行 条 件	运输通行	★	★		★								★	★		
	作业条件	★	★		★								★	★		
	……															
……																

注：①表中“★”表示存在该风险源时可能引起的风险事件；

②应根据工程实际情况有针对性地增加或减少风险源与风险事件。

附录 C 评估报告格式

C.0.1 评估报告格式应包括封面、扉页、目录、正文、附件。

C.0.2 封面和扉页格式可参见图 C.0.1 和图 C.0.2。

<p style="text-align: center;">评估项目名称 (二号宋体)</p> <p style="text-align: center;">× × 阶段 (二号黑体)</p> <p style="text-align: center;">风险评估报告 (一号黑体加粗)</p> <p style="text-align: center;">编制单位： (三号宋体加粗)</p> <p style="text-align: center;">评估报告完成日期： (三号宋体加粗)</p>

图 C.0.1 评估报告封面示例图

审定人：
审核人：
评估小组负责人：
评估小组人员：
(四号宋体)

图 C.0.2 评估报告扉页示例图

附录 D 风险评估报告示例

× × 港 × × 码头工程

初步设计阶段

风险评估报告

编制单位：× × × ×

编制时间：× × × × 年 × × 月 × × 日

审定人：×××(职称)

审核人：×××(职称)

评估小组负责人：×××(职称)

评估小组人员：

专 业	姓 名	职 称
总平面	×××	×××
装卸工艺	×××	×××
水工建筑物	×××	×××
供电照明	×××	×××
给水排水	×××	×××
环境保护	×××	×××
施工条件	×××	×××

目 录

第1章 概述	(46)
1.1 编制依据	(46)
1.2 风险评估的范围	(46)
1.3 风险评估概况	(46)
第2章 初步设计方案	(48)
2.1 工程概况	(48)
2.2 建设条件	(48)
2.3 总平面布置	(48)
2.4 装卸工艺	(50)
2.5 水工结构	(50)
2.6 配套工程	(51)
2.7 施工技术	(52)
2.8 运行条件	(52)
第3章 风险辨识与评估方法	(53)
3.1 本工程采用的风险辨识与评估方法	(53)
3.2 风险评估流程	(56)
第4章 建设条件风险评估	(58)
4.1 建设条件风险辨识	(58)
4.2 建设条件风险估计	(65)
4.3 建设条件风险评价	(68)
4.4 建设条件风险控制	(70)
4.5 建设条件风险评估结论	(70)
第5章 设计方案风险评估	(71)
第6章 施工技术风险评估	(72)
第7章 运行条件风险评估	(73)
第8章 风险综合评估	(74)
8.1 风险综合评估	(74)
8.2 评估结论	(74)
8.3 建议	(74)

附件 A	建设条件风险等级专家调查表	(75)
附件 B	专家权重指标确认表	(77)
附件 C	设计方案风险等级专家调查表	(77)
附件 D	施工技术风险等级专家调查表	(77)
附件 E	运行条件风险等级专家调查表	(77)

第 1 章 概 述

1.1 编制依据

- (1)《港口与航道工程设计风险评估指南》(JTS/T 187—2022)(以下简称《指南》);
- (2)国家现行有关设计规范、标准和规定等;
- (3)其他风险评估有关规范、指南等;
- (4)建设项目相关支持性文件;
- (5)相关基础性资料。

1.2 风险评估的范围

本次风险评估的范围与工程初步设计阶段的设计范围一致,主要包括下列内容:

- (1)码头前沿停泊水域、港池、航道,码头装卸区总平面布置设计;
- (2)输油管廊自新建码头装卸区经码头后方公用管廊接至后方库区分界点,库区及综合管廊不在本工程设计范围内;
- (3)码头主体结构设计;
- (4)码头生产及消防设备供电设计;
- (5)码头消防设施设计;
- (6)其他配套工程设计等。

1.3 风险评估概况

1.3.1 风险评估的主要内容

- (1)建设条件中地质地貌、水文、气象等风险源产生的风险;
- (2)设计方案中设计方法、参数、平面主尺度、导助航设施、水工结构选型、结构主尺度作用组合、码头附属设施等风险源产生的风险;
- (3)施工技术中施工组织方案、施工作业条件、基床施工、沉箱出运、水上施工误差等风险源产生的风险;
- (4)运行条件中船舶通行、船舶靠离泊、作业条件等风险源产生的风险。

1.3.2 风险评估过程

××××年××月××日:××公司委托我公司开展××港××码头工程初步设计阶段的风险评估工作。

××月××日,我公司成立了以×××为技术负责人、以×××为评估小组负责人以及相关专业负责人在内的风险评估小组。

××月××日,风险评估小组在委托单位的组织下,在公司×××的带领下,踏勘了工程现场,整理了资料搜集清单。

××月××日,风险评估小组收到了委托单位提供的初步设计文件报告、相关基础资料、专题研究报告以及相关支持性文件。

××月××日,风险评估小组负责人×××编制完成了评估工作大纲,制定了评估计划,确定了评估方法和工作分工。

××月××日—××月××日,风险评估小组开展风险辨识,梳理汇集同类工程风险事件、风险源,分建设条件、设计方案、施工技术以及运行条件等方面进行分类识别。通过小组讨论论证、专家咨询等方法建立风险源风险事件检查表。

××月××日—××月××日,在风险辨识的基础上,对初步设计方案已有风险控制措施进行确认,并建立风险事件风险源识别清单及风险等级调查表。

××月××日—××月××日,采取专家调查法邀请专家对风险等级调查表中各风险事件风险源的风险发生的概率及风险损失等级进行判断估计。

××月××日—××月××日,风险评估小组根据专家对风险等级调查表的反馈,开展风险评估工作,采用基于专家权重的矩阵统计分析方法确定各类风险的风险等级。分析风险可接受水平及风险控制措施,提出相关建议。

××月××日,完成并提交风险评估报告。

1.3.3 风险评估结论

经过对风险事件风险源的辨识、估计和评价,本工程风险等级确定为Ⅱ级,为一般风险。

第2章 初步设计方案

2.1 工程概况

本工程位于××港××港区规划××作业区内,工程拟建2个5万吨级和1个1万吨级油品化工泊位及相关配套设施。

2.2 建设条件

2.2.1 气象

(1) 风况:

常风向为E向,频率29.0%;次常风向为NE向,频率24.5%;强风向ENE向,最大风速为15.0m/s风向为ENE。登陆本地区的台风平均每年有1.6个。受台风影响,该地区普遍有6级以上的大风,阵风10级~12级。

(2) 其他(略)。

2.2.2 水文

(1) 波浪:

常浪向为ESE向,出现频率55.71%;次常浪向SE向,出现频率为31.75%;强浪向为SE向,各方向 $H_{1/10} > 1.5\text{m}$ 的波浪出现频率为4.63%,各方向 $H_{1/10} > 2.0\text{m}$ 的波浪出现频率为1.28%。

(2) 其他(略)。

2.2.3 工程地质

本工程岩土层分布自上而下依次为:中粗砂:黄褐色,松散状,混大量碎贝壳,平均标准贯入试验锤击数(以下简称标贯击数) $N < 1.0$ 击;残积土:灰黄色,中密状,以中砂为主,标贯击数 $N = 19.8$ 击;全风化岩:黄褐色,为全风化花岗岩,标贯击数 $N = 39.1$ 击;强风化岩:灰黄色,为强风化花岗岩,标贯击数 $N > 50$ 击。

表层中粗砂为可液化土层,液化等级为轻微液化~严重液化;强风化岩为该区良好的基础持力层。

2.3 总平面布置

2.3.1 总平面布置与总体规划及周边工程的关系(略)

2.3.2 设计船型主尺度(略)

2.3.3 总平面布置方案

2.3.3.1 总平面布置方案一

(1) 水域布置:

1#泊位为5万吨级油品化工泊位,码头为顺岸墩式布置,泊位全长329m。2#和3#泊

位分别为 1 万吨级和 5 万吨级油品化工泊位,为顺岸墩式布置,2#、3#泊位总长 463m。3 个泊位共用港池水域,港池设计底高程为 -12.7m,回旋圆直径为 460m;码头前沿停泊水域宽度均取为 65m,码头前沿设计底高程 -14.5m。

(2) 码头布置:

1#泊位工作平台长 100m,宽度 38.25m,码头前沿顶高程为 6.5m。平台两侧对称布置 6 个系缆墩。2#、3#泊位工作平台长分别为 71.0m 和 193.0m,宽度均为 33.0m,码头前沿顶高程均为 6.5m。2#和 3#泊位工作平台外侧分别布置系缆墩 2 个,2#泊位与 3#泊位之间布置系缆墩 3 个。

(3) 支管廊布置:

1#泊位管廊通过引桥与后方拟建公共管廊直接相接。2#、3#泊位后方新建支管廊,与后方拟建公共管廊相接。

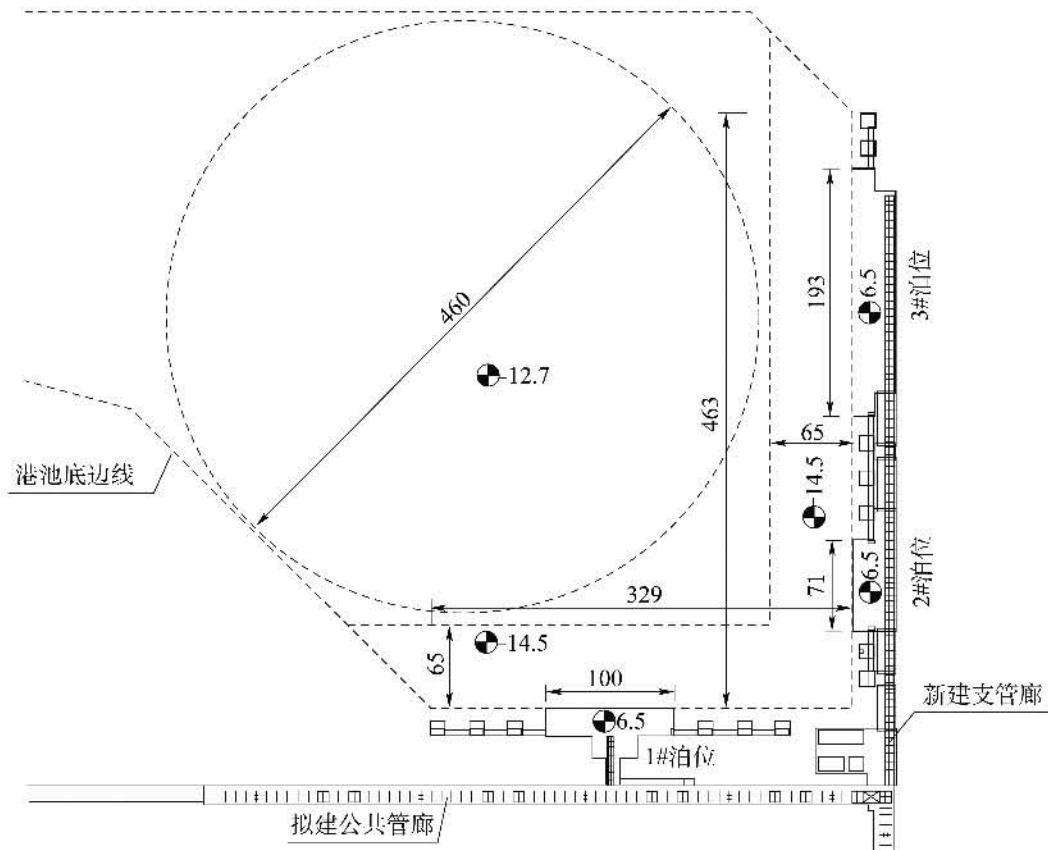


图 2-1 总平面布置图方案一

2.3.3.2 总平面布置方案二

总平面布置方案二与总平面布置方案一的主要区别在于 1#泊位后方新建支管廊,该管廊接入 2#、3#泊位后方新建支管廊,支管廊汇集后接入后方拟建公共管廊。

2.3.3.3 推荐方案

总平面布置方案一具有投资低,符合规划,对远期发展影响小的优点,故本阶段推荐总平面布置方案一。

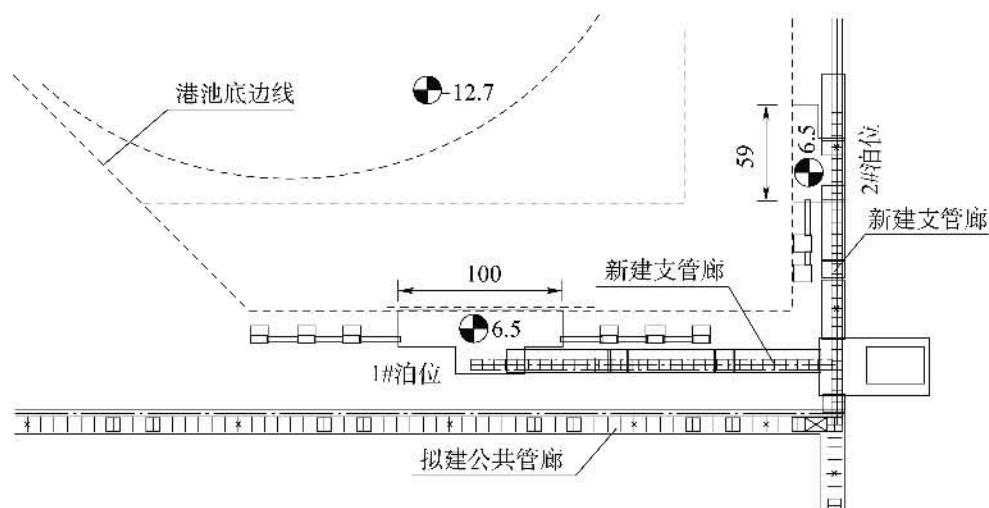


图 2-2 总平面布置图方案二

2.4 装卸工艺

2.4.1 工艺方案比选

1#泊位全部采用装卸臂装卸方案;2#泊位全部采用装卸软管装卸方案;3#泊位采用装卸臂和软管相结合的方案。

2.4.2 工艺流程

(1) 卸船流程:

化学品船→装卸臂(软管)→装卸船管道→罐区储罐;

成品油船→装卸臂→装卸船管道→罐区储罐。

(2) 装船流程:

罐区储罐→罐区装船泵→装卸船管道→装卸臂(软管)→化学品船;

成品油罐区储罐→罐区装船泵→装卸船管道→装卸臂→成品油船。

(3) 码头装卸臂或软管排空流程:

码头氮气→装卸臂或软管内残液→化学品船;

码头氮气→装卸臂内残液→成品油船;

成品油装卸臂和管道内残液→泄空泵→码头作业区后方主管道。

(4) 装卸船管道清管流程:

氮气→码头平台管道始端清管器(发球器)→码头段管道→库区段管道→管道末端罐区清管器(收球器)。

2.4.3 装卸机械设备选型与配置(略)

2.5 水工结构

2.5.1 重力墩式结构方案

(1) 1#泊位:

码头和引桥主体采用重力墩式结构,其中:码头工作平台基础由 2 排 7 个沉箱组成,

第一排布置 5 个沉箱,中间 3 个紧邻布置,外侧两个沉箱与相邻沉箱间距为 8.4m,上部采用预制混凝土面板连接,沉箱尺度(长×宽×高)为 15.4m×20.35m×17.0m;第二排 2 个沉箱紧邻布置在码头中间。码头系缆墩共 6 个,均为单沉箱结构,沉箱尺度(长×宽×高)为 10.45m×10.45m×17.0m。系缆墩之间由 3.2m 宽人行钢桥连接。引桥长度为 25.1m,由两个沉箱桥墩和 1 跨 10.5m 宽钢桥组成。

工作平台、系缆墩及引桥墩沉箱上现浇钢筋混凝土胸墙,沉箱下为 10~100kg 抛石基床,基床肩部设置 100~200kg 护底块石。基槽开挖至强风化岩作为持力层。码头上设置 1000kN 快速脱缆钩,SC1700H(RO)型两鼓一板橡胶护舷。

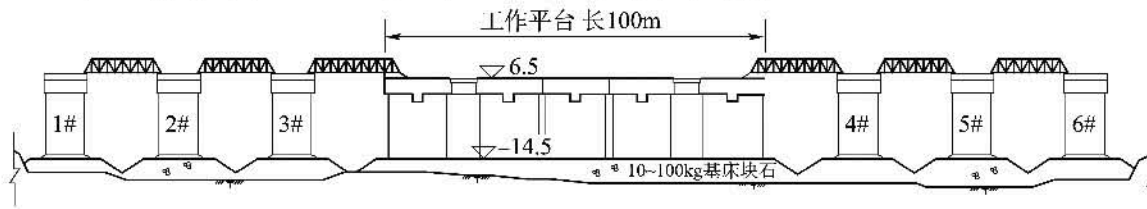


图 2-3 1#泊位结构立面图

(2)2#和 3#泊位:

2#泊位工作平台基础由两排 5 个沉箱组成,前排布置 3 个沉箱,后排两个沉箱位于前排东侧的两个沉箱后方。

3#泊位工作平台基础由两排 16 个沉箱组成,前排布置 9 个沉箱,后排的 7 个沉箱位于前排中间 7 个沉箱的后方。2#和 3#泊位沉箱尺度(长×宽×高)为 15.4m×15.4m×17.0m。

码头系缆墩共 7 个,均为单沉箱结构,沉箱尺度(长×宽×高)为 10.45m×10.45m×17.0m。系缆墩之间由 3.2m 宽人行钢桥连接。

码头结构形式同 1#泊位。

2.5.2 高桩墩台结构方案(略)

2.5.3 推荐方案

经比较,码头结构推荐采用重力墩式结构方案。

2.6 配套工程

2.6.1 供电工程

新建 1 座 10/0.4kV 变电所(1#中心变电所)。变电所 10kV 进线电源采用双回路。码头设备装机容量约 1478kW,计算负荷约 612kVA,负荷等级为二级负荷。所有电气设备设置防雷保护装置。

2.6.2 给排水工程

工程最高日总用水量约为 460m³;最高时用水量约为 58.4m³/h。排水采用雨污分流制。含油污水最大排放量为码头初期雨水排放量。

2.6.3 消防工程

陆域消防依托后方消防站,消防车辆 5min 内可以到达火灾现场。水上消防依托已有

的消拖两用船,要求消拖两用船消防炮流量不小于 190L/s。

2.6.4 其他(略)

2.7 施工技术

2.7.1 重力墩式结构方案

码头主体施工应在港池和基槽挖泥基本完成后进行。基床施工由方驳定位,装石驳船靠驳抛填基床块石。

码头主体钢筋混凝土沉箱拟在现有沉箱预制场预制,沉箱出运采用气囊运移。气囊采用空压机充气,充气后即可由卷扬机牵引沉箱利用气囊滚动至半潜驳上出运至现场安装。沉箱经半潜驳拖运至下潜坑注水下潜,沉箱起浮以后由拖轮拖到现场直接就位安装。

沉箱经现场定位驳水上定位,乘低潮灌水坐底安放,由驳船机械水上抛填沉箱内部块石。码头胸墙、沉箱盖板及后方轨道梁等上部结构,可在回填施工完成后,现场支立模板、绑扎钢筋,浇筑混凝土。

其他配套工程施工(略)。

2.7.2 高桩墩台结构方案(略)

2.8 运行条件

2.8.1 船舶靠离泊

船舶靠泊角度 $\leq 5^\circ$,船舶靠泊时法向靠岸速度不应大于表 2-1 中的取值。

表 2-1 最大法向靠船速度限制

满载排水量(t)	最大法向靠岸速度(m/s)
30000 ~ 50000	0.12
10000 ~ 30000	0.15
5000 ~ 10000	0.17
1000 ~ 5000	0.2

当风速大于 24.4m/s 时,船舶离港。当 1#和 3#泊位前沿横浪大于 1.0m 或平均周期大于 6s 时,船舶应驶离码头;当 2#泊位前沿横浪大于 0.8m 或平均周期大于 6s 时,船舶应驶离码头。

2.8.2 作业条件

风:风力 ≤ 6 级;

雨:日降水量 < 50 mm;

雾:能见度 ≥ 1 km;

雷暴:无雷暴;

波浪:5万吨级船舶:顺浪 $H_{4\%} \leq 1.5$ m,横浪 $H_{4\%} \leq 1.2$ m;

1万吨级船舶:顺浪 $H_{4\%} \leq 1.0$ m,横浪 $H_{4\%} \leq 0.8$ m。

第 3 章 风险辨识与评估方法

3.1 本工程采用的风险辨识与评估方法

3.1.1 风险辨识方法

根据《指南》附录 B 表 B.0.1 的有关要求,对照《指南》附录 B 表 B.0.6,采用检查表法进行风险事件风险源的辨识。

3.1.2 风险评估方法

目前我国工程领域,大多采用专家调查法进行风险评估。专家调查法依靠行业内设计、施工、科研、管理等方面专家丰富的工程经验,简单实用。专家调查法中,如何根据各位专家对不同风险事件风险发生概率等级和风险损失等级的评判估计,确定为最终的风险发生概率等级和风险损失等级,有着多种方法:(1)基于出现频率的统计分析法,该方法适用于专家数量较多的情况,以出现频率为估计的依据;(2)基于专家权重的矩阵统计分析法,该方法简单易懂,充分考虑了各位专家的学识,对工程的掌握程度和熟悉程度等情况,以专家对风险事件的等级判断和专家权重为估计的依据,形成矩阵统计分析方法;(3)基于专家权重和风险因素熵权的统计分析法(层次分析法),该方法既考虑专家权重,又充分考虑各风险因素对整个风险的影响程度,形成矩阵统计分析方法。

根据《指南》附录 A 表 A.0.1 风险分析方法的适用范围和本工程的具体情况,工程案例的风险估计采用专家调查法和基于专家权重的矩阵统计分析法相结合,并根据《指南》表 3.2.1 风险等级评价矩阵表及综合分析,评价确定工程的风险等级。

本工程案例风险评估的具体方法应用如下:

(1)评估小组根据《指南》附录 B 表 B.0.2 的有关要求,结合工程风险事件风险源辨识情况,形成风险等级调查表;同时编制专家权重指标确认表,详见表 3-1。指标表中各权重影响因素分值,按重要程度由低到高可取 2 分~5 分,对权重影响因素分值采取列归一的方法,计算得到各权重影响因素的相对权值,各类别相对权值之和均为 1。

表 3-1 专家权重指标确认表

序号	类别	权重影响因素	分值	相对权值	专家确认
1	职称	资深专家	5	0.36	
		正高级工程师	4	0.29	
		高级工程师 5 年以上(含)	3	0.21	
		高级工程师 5 年以下	2	0.14	
2	港航工程风险理论了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	
		一般熟悉	3	0.21	
		比较了解	2	0.14	

续表 3-1

序号	类别	权重影响因素	分值	相对权值	专家确认
3	从事港口工程时间	20年以上(含)	5	0.36	
		15(含)~20年	4	0.29	
		8(含)~15年	3	0.21	
		5(含)~8年	2	0.14	
4	对本项目了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	
		一般熟悉	3	0.21	
		比较了解	2	0.14	
填表人:		填表日期:			

注:表中资深专家指设计大师或行业内具有影响力的长期从事水运工程工作的专家。

(2)评估人员根据专家填写的专家权重指标确认表,计算各专家的权重值。如:专家×××的专家权重指标确认表如表3-2所示。

表 3-2 专家权重指标确认表

序号	类别	权重影响因素	分值	相对权值	专家确认
1	职称	资深专家	5	0.36	
		正高级工程师	4	0.29	
		高级工程师5年以上(含)	3	0.21	√
		高级工程师5年以下	2	0.14	
2	港航工程风险理论了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	√
		一般熟悉	3	0.21	
		比较了解	2	0.14	
3	从事港口工程时间	20年以上(含)	5	0.36	
		15(含)~20年	4	0.29	
		8(含)~15年	3	0.21	√
		5(含)~8年	2	0.14	
4	对本项目了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	
		一般熟悉	3	0.21	√
		比较了解	2	0.14	
填表人:×××		填表日期:×××年××月××日			

专家×××权重值计算为 $A_1 = 3 \times 0.21 + 4 \times 0.29 + 3 \times 0.21 + 3 \times 0.21 = 3.05$ 。

同理可以计算出其他专家的权重值, A_2, A_3, \dots, A_j ,形成专家权重值矩阵 W :

$$W = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_j \end{bmatrix}$$

对专家权重值矩阵 W , 进行列归一处理, 得到各位专家的权重比例矩阵:

$$W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} \frac{A_1}{\sum_{j=1}^n A_j} \\ \frac{A_2}{\sum_{j=1}^n A_j} \\ \frac{A_3}{\sum_{j=1}^n A_j} \\ \vdots \\ \frac{A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \end{bmatrix}, \frac{A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \text{ 即为每位专家的权重比例。}$$

例如本工程聘请了 5 位专家, 5 位专家的权重值经计算分别为 3.05、6.56、6.03、4.11 和 5.92, 则专家权重值矩阵 W :

$$W = \begin{bmatrix} 3.05 \\ 6.56 \\ 6.03 \\ 4.11 \\ 5.92 \end{bmatrix}$$

对矩阵 W 进行列归一处理, 经计算, 第 1 位专家权重比例为 $\frac{A_1}{\sum_{j=1}^n A_j} = \frac{3.05}{3.05 + 6.56 + 6.03 + 4.11 + 5.92} = 0.119$, 同理得到另外 4 位专家的权重比例分别为 0.256、0.235、0.16、0.23。则 5 位专家的权重比例矩阵 $W_{\text{权重}}$:

$$W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix}$$

(3) 根据风险发生概率等级矩阵 V_1 、风险损失等级矩阵 V_2 和专家权重矩阵 $W_{\text{权重}}$, 分别计算风险发生概率等级判断矩阵 R_1 和风险损失等级判断矩阵 R_2 , $R_1 = V_1 \times W_{\text{权重}}$, $R_2 = V_2 \times W_{\text{权重}}$ 。然后按照就高原则分别确定某风险事件风险发生概率和风险损失的最高等级。

如某工程风险事件中存在 5 种风险源, 聘请了 5 位专家进行专家调查, 5 位专家权重

$$\text{比例矩阵: } W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix} \text{。}$$

依据 5 位专家填写的风险等级调查表,分别形成风险发生概率等级矩阵和风险损失等级矩阵如下 V_1 和 V_2 所示。

$$V_1 = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 1 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}, V_2 = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

矩阵中 V_1 ——风险发生概率等级矩阵;

V_2 ——风险损失等级矩阵;

V_1 中某列值——某位专家针对同一风险事件不同风险源,按照《指南》表 3.3.2 判断的风险发生概率等级值;

V_2 中某列值——某位专家针对同一风险事件不同风险源,按照《指南》表 3.4.2 ~ 表 3.4.5,判断的风险损失等级值;

V_1 、 V_2 矩阵列数——专家数;

V_1 、 V_2 矩阵行数——风险源数。

风险发生概率等级判断矩阵 R_1 和风险损失等级判断矩阵 R_2 均采用矩阵法进行计算,计算如下所示。

$$R_1 = V_1 \times W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 1 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.742 \\ 1.716 \\ 2.228 \\ 2.486 \\ 1.716 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = V_2 \times W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.791 \\ 1 \\ 1.512 \\ 1.742 \\ 1.256 \end{bmatrix}$$

R_1 、 R_2 矩阵计算,以 R_1 第一行为例计算如下:

$$2 \times 0.119 + 4 \times 0.256 + 2 \times 0.235 + 2 \times 0.16 + 3 \times 0.23 = 2.742$$

其含义为 5 位专家对同一风险事件的相同风险源的风险发生概率或风险损失判断等级值,结合 5 位专家各自的相对权值,经计算得到的该风险事件的发生概率或风险损失的等级判断值。其中,工程风险发生概率最大等级值为 2.742,风险损失最大等级值为 1.791。

(4) 按照上述方法计算得到各风险事件风险发生概率和风险损失的最大等级值,依据《指南》风险等级评价矩阵表和综合分析,评价各评估单元和工程的风险等级。

3.2 风险评估流程

根据《指南》规定,本工程风险评估流程按照下列步骤开展评估工作:(1)接受任务,

制定风险评估工作进度计划；(2) 查看现场, 收集工程基础资料；(3) 风险辨识；(4) 风险估计；(5) 风险评价；(6) 风险控制措施。

3.2.1 接受任务, 制定风险评估工作进度计划

接受工作任务, 根据委托方的具体评估要求, 确定工程的风险评估范围和工作量, 提出本项目风险评估的目标, 制定风险评估工作的进度计划。

3.2.2 查看现场, 搜集基础资料

踏勘工程现场, 了解工程周边区域现状, 搜集整理工程设计依托的相关基础性资料。具体资料主要包括下列内容:

(1) 国家现行标准、规范和规定等;

(2) 工程依托的相关支持性文件, 如港口总体规划报告批复、工程可行性研究报告批复文件、岸线批复文件等;

(3) 工程依托的相关基础性资料, 如水文、勘察测量等基础资料, 数学模型、物理模型等试验报告, 环境评价、安全评价等评价报告和项目初步设计文件等。

3.2.3 风险辨识

评估小组在充分分析各项基础资料的前提下, 梳理本项目的风险事件和风险源, 按照建设条件、设计方案、施工技术与运行条件等方面进行归类, 经过评估小组讨论论证、相关人员咨询及专家咨询后, 按照《指南》附录 B 表 B.0.1 的要求, 形成风险源风险事件检查表、风险源清单等。

3.2.4 风险估计

结合项目风险事件检查表与前期基础资料, 分析确认已有的风险控制措施的合理性, 进一步梳理风险源风险事件检查表。依据风险源风险事件的重要程度, 建立风险等级调查表。

根据工程的重要程度聘请相关专业的专家, 对风险等级调查表中的风险事件对应的风险源, 依据《指南》的有关规定对风险发生概率及风险损失进行等级确定, 并阐述其评定风险发生概率和风险损失等级的理由及建议进一步采取的措施。

评估小组汇总所有专家对风险发生概率和风险损失等级的判断, 形成风险发生概率与风险损失等级矩阵。根据专家权重, 计算每个风险源的风险发生概率等级判断矩阵和风险损失等级判断矩阵。

3.2.5 风险评价

根据每个风险事件风险源的风险发生概率等级判断矩阵和风险损失等级判断矩阵确定的最大等级值, 依据《指南》风险等级评价矩阵表, 确定风险事件风险等级, 按照就高原则, 确定建设条件、设计方案、施工技术与运行条件四个方面风险事件的风险等级。按照上述四个方面的风险事件的最高等级判定本项目的风险等级。

3.2.6 风险控制措施

根据风险评估过程中发现的主要风险事件的风险源, 提出风险控制措施。

第4章 建设条件风险评估

考虑到本工程平面布置和工艺方案差异性不大等具体情况,工程初步设计重点围绕两个水工结构方案,即重力墩式结构和高桩墩台结构方案进行比选。因此,风险评估亦针对初步设计的两个主要设计方案开展风险辨识与评估。

设计方案一为推荐的总平面布置方案一+推荐的工艺方案+水工重力墩式结构方案;
设计方案二为推荐的总平面布置方案一+推荐的工艺方案+水工高桩墩台结构方案。

4.1 建设条件风险辨识

4.1.1 风险源辨识

(1) 地质地貌风险:

地震:地震可能导致设备产生剧烈晃动,使设备损毁或倾覆,造成管道错位,破裂导致漏油,管架毁坏导致管道掉落破裂。

软弱地基:工程区岩土层表层主要为中粗砂、中粗砂混淤泥和淤泥混砂,标贯击数小于1.0击,土层可能引起码头结构后方岸坡或地基的失稳。

地震液化土:工程区岩土层表层的中粗砂判定为轻微液化~严重液化土层。液化土层处理不好会引起码头结构后方岸坡或地基的失稳。

(2) 水文风险:

波浪:工程码头布置在港池底部呈L形,由于外海绕射波浪集中作用,可能导致结构位移,码头结构变形较大,港内泊稳条件差、口门处操船困难、码头上水、结构垮塌、变形过大、越浪严重、设备损毁等风险事件。

流:根据试验,口门航道轴线处最大横流可达0.81m/s,会对码头的作业产生不利影响,同时影响进出港船舶航行。

(3) 气象风险:

风:该地区常风向为E向,频率29.0%;强风向ENE向,最大风速为15.0m/s。受台风的影响,普遍有6级以上的大风,阵风10级~12级。受台风的影响,风成浪波高较大,码头存在上水的可能。

雨:装卸区初期雨水需要统一排入集水池,处理达标后排放,处理不好可能造成海水污染,对周边环境产生不利影响。

雾:受能见度小于1km雾天影响,船舶在航道内航行天数可能会减少。

(4) 工程环境风险:

既有建筑物:目前港区东西防波堤已经基本完工。受口门处最大横流影响,防波堤堤头区域可能会造成操船困难。

配套设施:油气需要回收处理,如果油气回收设施密封不好、设施内憋压严重,或者发生操作失误,可能导致油气泄露或管线破裂,漏出油气遇到火花产生爆炸。

4.1.2 建设条件风险事件与风险筛查

根据本工程的具体情况,重点围绕总平面布置、水工结构、工艺设备、生态环节和其他方面,进行风险事件和风险源筛查。

(1)设计方案一建设条件风险源风险事件检查表,详见表4-1。

表4-1 设计方案一建设条件风险源风险事件检查表

序号	风险事件		检查项目		是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
1	泊稳条件差	风险源 1-1	台风	是	根据试验,码头前沿设计高水位条件下,2年一遇 $H_{4\%}$ 介于 1.4m ~ 1.7m	受船舶作业标准影响,码头作业天会减少	为次要风险源	
		风险源 1-2	波浪	是				
		风险源 1-3	流	否				
		风险源 1-4	风	是	当地受台风影响,普遍有 6 级以上大风,阵风可达 10 级 ~ 12 级	受船舶作业标准影响,码头作业天会减少	为次要风险源	
2	总平面布置	风险源 2-1	岸滩	否				
		风险源 2-2	地形	否				
		风险源 2-3	水位	否				
		风险源 2-4	台风	否				
		风险源 2-5	波浪	是	港区各方向 $H_{1,10} > 2.0\text{m}$ 的频率为 1.28%, $H_{1,10} > 3.0\text{m}$ 的频率为 0.18%, $H_{1,10} > 4.0\text{m}$ 的频率为 0.05%	受船舶航行标准影响,船舶在航道内航行天数可能会减少	为次要风险源	
		风险源 2-6	流	是	根据试验数据,口门航道轴线处最大横流可达 0.81m/s	口门处最大横流对船舶进港操纵会形成较大的影响	为主要风险源	
		风险源 2-7	风	是	港区最大风速为 15.0m/s, 2004 年 ≥ 6 级风出现 15 次, 2005 年 ≥ 6 级风出现 7 次	受 ≥ 6 级风影响,船舶在航道内航行天数可能会减少	为次要风险源	
		风险源 2-8	雨	否				

序号	风险事件		检查项目		是否存在 该风险源	存在方式	产生的影响	备注
2		操船困难	风险源 2-9	雾	是	港区能见度 $\leq 1\text{km}$ 的大雾年平均日数为 18.0 天	受能见度小于 1km 雾天影响,船舶在航道内航行天数可能会减少	为次要风险源
			风险源 2-10	既有建筑物	是	港区东西防波堤已经基本完工	受口门处最大横流影响,防波堤堤头的存在可能会引起操船的困难	为主要风险源
			风险源 2-11	配套设施	否			
3	总平面布置	码头上水	风险源 3-1	地形	否			
			风险源 3-2	台风	否			
			风险源 3-3	波浪	是	根据试验设计高水位、15 年重现期波浪入射时,码头前波峰面高度为 6.7m~6.8m	码头前沿顶面高程为 6.5m,码头存在上水的可能	码头上水水舌厚度较小,为次要风险源
			风险源 3-3	风	否			
4		影响周边环境	风险源 4-1	台风	否			
			风险源 4-2	波浪	否			
			风险源 4-3	流	否			
			风险源 4-4	雨	是	港区年平均降水量 1392.1mm、日最大降水量 177.5mm	化工码头装卸区初期雨水需要统一排入集水池,处理不好可能对周边环境产生不利影响	为主要风险源
			风险源 4-6	既有管线	否			
			风险源 4-7	既有建筑物	否			
			风险源 4-8	政策与社会环境	否			

序号	风险事件		检查项目		是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
5	水工结构	岸坡与地基失稳	风险源 5-1	地震	否			
			风险源 5-2	岸滩	否			
			风险源 5-3	岩溶	否			
			风险源 5-4	软弱地基	是	工程区岩土层表层存在 0.5m~2.9m 厚的软弱土层	软弱土层处理不好会引起码头结构后方岸坡或地基的失稳	工程设计已经将软弱土层挖除.. 为次要风险源
			风险源 5-5	地震液化土	是	工程区岩土层表层的中粗砂判定为轻微液化~严重液化土层	液化土层处理不好会引起码头结构后方岸坡或地基的失稳	工程设计已经将液化土层挖除.. 为次要风险源
			风险源 5-6	地形	否			
			风险源 5-7	水位	否			
			风险源 5-8	台风	否			
			风险源 5-9	流	否			
6	水工结构	结构垮塌	风险源 6-1	地震	是	工程按照抗震设防比常规工程高 1 度设计	地震可能造成结构的垮塌	为次要风险源
			风险源 6-2	岸滩	否			
			风险源 6-3	岩溶	否			
			风险源 6-4	软弱地基	是	工程区岩土层表层存在 0.5m~2.9m 厚的软弱土层	基床下存在软弱土层时会导致承载力不足、结构失稳或沉降过大,严重时会导致结构垮塌	工程已将软土层挖除,最大限度的消除了软弱地基风险
			风险源 6-5	地震液化土	否			
			风险源 6-6	台风	否			
			风险源 6-7	波浪	是	根据试验,极端高水位、设计高水位和设计低水位时, $H_{1\%}$ 分别为 4.1m、4.0m 和 3.9m	设计考虑不充分,较大的波浪,可能会引起码头结构的垮塌	为主要风险源
			风险源 6-8	流	否			

序号	风险事件		检查项目		是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
7	水工结构	变形过大	风险源 7-1	地震	否			
			风险源 7-2	岸滩	否			
			风险源 7-3	岩溶	否			
			风险源 7-4	软弱地基	否			
			风险源 7-5	地震液化土	否			
			风险源 7-6	水位	否			
			风险源 7-7	台风	否			
			风险源 7-8	波浪	是	码头在港池底部布置成 L 形,外海绕射波浪在此处有集中现象	外海绕射波浪可能导致结构位移,引起码头结构较大的变形	为主要风险源
			风险源 7-9	流	否			
			风险源 7-10	冰	否			
8	越浪严重	风险源 8-1	水位	否				
		风险源 8-2	台风	否				
		风险源 8-3	波浪	是	受台风的影响,浪高较大	码头前沿顶面高程为 6.5m,存在上水的可能	为次要风险源	
		风险源 8-4	风	是				
9	码头附属设施损坏	风险源 9-1	冰	否				
		风险源 9-2	风	是	受台风的影响,该地区普遍有 6 级以上大风,阵风最大 12 级	船舶不能及时离开码头,可能会造成码头附属设施损坏的损坏	为主要风险源	
10	工艺设备	设备倾覆	风险源 10-1	地震	是	地震导致设备基础产生剧烈晃动	设备基础损坏导致倾覆	设计已充分考虑地震对码头的影... 为主要风险源
			风险源 10-2	软弱地基	否			
			风险源 10-3	地震液化土	否			

序号	风险事件		检查项目		是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
10		设备倾覆	风险源 10-4	台风	否			
			风险源 10-5	风	是	受台风的影响,该地区普遍有 6 级以上的大风,阵风最大 12 级	设备基础不能承受台风作用,导致设备倾覆	设计已经考虑最不利台风影响.. 为主要风险源
11	工艺设备	设备损毁	风险源 11-1	地震	是	地震导致设备产生剧烈晃动	设备剧烈晃动导致损毁	设计已充分考虑地震对码头的影... 为主要风险源
			风险源 11-2	软弱地基	否			
			风险源 11-3	地震液化土	否			
			风险源 11-4	台风	否			
			风险源 11-5	波浪	是	受台风的影响,浪高较大	码头前沿顶高程为 6.5m,存在上水的可能	为次要风险源
			风险源 11-6	风	是	受台风的影响,普遍有 6 级以上的大风,阵风最大 12 级	码头上设备被台风损毁,或被台风挂起的其他物品击中导致损毁	设计已充分考虑当地最不利台风影响.. 为主要风险源
			风险源 11-7	雷电	是	雷雨天气	较高设备防雷接地做得不好导致被雷击损毁	设计已考虑防雷设计.. 为主要风险源
12	生态环境	生态破坏	风险源 12-1	地震	否			
			风险源 12-2	岸滩	否			
			风险源 12-3	地形	否			
13	生态环境	环境污染	风险源 13-1	地震	是	地震产生晃动	设备和管道损坏导致漏油污染水环境和大气环境	设计已经采取必要的防范措施.. 为次要风险源
			风险源 13-2	岸滩	否			
			风险源 13-3	雨	是	雨水将码头上的污油冲进海里	造成海水污染	设计已经采取必要的防范措施.. 为次要风险源

序号	风险事件		检查项目		是否存在该风险源	存在方式	产生的影响	备注
13	生态环境	环境污染	风险源 13-4	既有建筑物	否			
			风险源 13-5	配套设施	否			
14		管线破裂	风险源 14-1	地震	是	地震导致管道剧烈晃动	管道错位、破裂导致漏油;管架毁坏导致管道掉落破裂	设计已经考虑地震的影响..为次要风险源
			风险源 14-2	软弱地基	否			
			风险源 14-3	地震液化土	否			
			风险源 14-4	既有管线	否			
15	其他	爆炸火灾	风险源 15-1	地震	是	地震产生晃动	设备和管道毁坏导致漏油后遇上火花发生火灾或爆炸	为次要风险源
			风险源 15-2	软弱地基	否			
			风险源 15-3	地震液化土	否			
			风险源 15-4	雷电	是	码头上装卸臂、管道补偿器等设施高度较高	有可能在雷雨天因雷击发生火灾或爆炸事故	为次要风险源
			风险源 15-5	既有管线	否			
			风险源 15-6	配套设施	是	油气回收设施密封不好或者设施内憋压严重	导致油气泄露或设备破裂,漏出油气遇到火花产生爆炸	由于设施老化,操作失误等原因有可能引起爆炸火灾..为主要风险源

(2)设计方案二建设条件风险源风险事件检查表(略)。

4.1.3 建设条件风险源清单

(1)设计方案一建设条件风险源清单:

在上述风险源辨识的基础上,评估小组通过对工程建设条件和设计方案相关内容及技术措施等的分析研究,梳理甄别主要风险和次要风险,针对主要的典型风险,从地质地貌、水文、气象、工程环境等方面,对风险源进行梳理,形成设计方案一建设条件风险源清单,详见表4-2。

表 4-2 设计方案一建设条件风险源清单

序号	典型风险	风 险 源	
1	操船困难	水文	波浪
			流
		气象	风
			雾
工程环境	既有建筑物		
2	码头上水	水文	波浪
3	结构垮塌	地质地貌	地震
			软弱地基
		水文	波浪
4	变形过大	水文	波浪
5	码头附属设施损坏	气象	风
6	设备倾覆	地质地貌	地震
		气象	风
7	设备损毁	地质地貌	地震
		水文	波浪
		气象	风
雷电			
8	环境污染	地质地貌	地震
		气象	雨
9	管线破裂	地质地貌	地震
10	爆炸火灾	地质地貌	地震
		气象	雷电
		工程环境	配套设施

(2)设计方案二建设条件风险源清单(略)。

4.2 建设条件风险估计

4.2.1 建设条件风险等级调查

(1)建设条件风险等级调查表:

根据建设条件风险源清单,建立建设条件风险等级调查表,详见表4-3。

表 4-3 建设条件风险等级调查表

序号	典型风险	风险源		风险发生 概率等级	风险损失等级	评定概率和 损失等级的理由	建议进一步 采取的措施
1	操船困难	水文	波浪				
			流				
		气象	风				
			雾				
工程环境	既有建筑物						
2	码头上水	水文	波浪				
3	结构垮塌	地质地貌	地震				
			软弱地基				
		水文	波浪				
4	变形过大	水文	波浪				
5	码头附属 设施损坏	气象	风				
6	设备倾覆	地质地貌	地震				
		气象	风				
7	设备损毁	地质地貌	地震				
		水文	波浪				
		气象	风				
			雷电				
8	环境污染	地质地貌	地震				
		水文	雨				
9	管线破裂	地质地貌	地震				
10	爆炸火灾	地质地貌	地震				
		气象	雷电				
		工程环境	配套设施				
填表人：				填表日期：			

注：专家可根据经验和工程实际情况，增加风险项并进行等级评定。

(2) 建设条件专家调查结果：

通过专家调查，填写建设条件风险等级调查表，形成专家调查结果。各位专家填写的建设条件风险等级调查表详见附件 A。

4.2.2 建设条件风险估计

4.2.2.1 建设条件风险发生概率和风险损失等级矩阵

(1) 设计方案—建设条件风险发生概率和风险损失等级矩阵：

设计方案一风险事件主要包括:操船困难、码头上水、结构垮塌、变形过大、码头附属设施损坏、设备倾覆、设备损毁、环境污染、管线破裂、爆炸火灾等,风险发生概率等级矩阵详见矩阵 $V_{E11,C1} \sim V_{E11,C10}$, 风险损失等级矩阵见 $V_{E11,J1} \sim V_{E11,J10}$ 。以操船困难风险发生概率等级矩阵 $V_{E11,C1}$ 和风险损失等级矩阵 $V_{E11,J1}$ 为例,其他风险事件等级矩阵略。

$$V_{E11,C1} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, V_{E11,J1} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

矩阵中的列数代表专家数。

风险发生概率等级矩阵中的行代表专家对表 4-3 中典型风险事件操船困难的 5 个风险源波浪、流、风、雾和既有建筑物,按照《指南》表 3.3.2 判断的风险发生概率等级。

风险损失等级矩阵中的行代表专家对表 4-3 中典型风险事件操船困难的 5 个风险源,按照《指南》表 3.4.2~表 3.4.5,判断的风险损失等级。

(2) 设计方案二建设条件风险发生概率和风险损失等级矩阵(略)。

4.2.2.2 专家权重值

各位专家的专家权重指标确认表,详见附件 B。专家权重指标汇总表,详见表 4-4。

表 4-4 专家权重指标汇总表

序号	类别	权重影响因素	分值	相对权值	专家确认				
					专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5
1	职称	资深专家	5	0.36		√	√		
		正高级工程师	4	0.29				√	√
		高级工程师 5 年以上(含)	3	0.21	√				
		高级工程师 5 年以下	2	0.14					
2	港航工程 风险理论 了解程度	非常熟悉	5	0.36					√
		熟悉	4	0.29	√	√			
		一般熟悉	3	0.21			√	√	
		比较了解	2	0.14					
3	从事港口 工程时间	20 年以上(含)	5	0.36		√	√		√
		15(含)~20 年	4	0.29				√	
		8(含)~15 年	3	0.21	√				
		5(含)~8 年	2	0.14					
4	对本项目 了解程度	非常熟悉	5	0.36		√	√		
		熟悉	4	0.29				√	√
		一般熟悉	3	0.21	√				
		比较了解	2	0.14					
5		分数合计			3.05	6.56	6.03	4.11	5.92

根据第 3.1.2 节专家权重值的计算方法,计算得到 5 位专家的权重比例矩阵 $W_{权重}$ 。

$$W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix}$$

4.2.2.3 建设条件风险发生概率和风险损失等级判断矩阵

根据第3.1.2节的计算方法,设计方案一建设条件风险发生概率等级判断矩阵采用公式 $R_{\text{II},\text{CI}} = V_{\text{II},\text{CI}} \times W_{\text{权重}}$ 进行计算;风险损失等级判断矩阵采用公式 $R_{\text{II},\text{JI}} = V_{\text{II},\text{JI}} \times W_{\text{权重}}$ 进行计算。下面以操船困难风险发生概率等级判断矩阵 $R_{\text{II},\text{CI}}$ 和风险损失等级判断矩阵 $R_{\text{II},\text{JI}}$ 计算为例,其他风险等级判断矩阵计算略。

(1) 设计方案一风险发生概率和风险损失等级判断矩阵

$$R_{\text{II},\text{CI}} = V_{\text{II},\text{CI}} \times W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.256 \\ 1 \\ 1.881 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$R_{\text{II},\text{JI}} = V_{\text{II},\text{JI}} \times W_{\text{权重}} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.119 \\ 0.256 \\ 0.235 \\ 0.16 \\ 0.23 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.744 \\ 1 \\ 1.744 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(2) 设计方案二风险发生概率和风险损失等级判断矩阵(略)

4.3 建设条件风险评价

4.3.1 设计方案一建设条件风险评价

设计方案一建设条风险等级判断表,详见表4-5。

表4-5 设计方案一建设条件风险等级判断表

序号	典型风险	风险源		风险发生概率值	风险损失值	风险等级判断	风险事件等级
1	操船困难	水文	波浪	1.256	1.744	II	II
			流	1	1	I	
		气象	风	1.881	1.744	II	
			雾	1	1	I	
		工程环境	既有建筑物	1	1	I	
2	码头上水	水文	波浪	2	1.744	II	II
3	结构垮塌	地质地貌	地震	1	2.049	II	II
			软弱地基	1	1.744	II	
		水文	波浪	1.23	1.256	II	

续表 4-5

序号	典型风险	风险源		风险发生概率值	风险损失值	风险等级判断	风险事件等级
4	变形过大	水文	波浪	1.119	2	II	II
5	码头附属设施损坏	气象	风	1.625	1	II	II
6	设备倾覆	地质地貌	地震	1	2.093	II	II
		气象	风	1.465	1.46	II	
7	设备损毁	地质地貌	地震	1	2.093	II	II
		水文	波浪	1.486	1.744	II	
		气象	风	1.721	2	II	
			雷电	1	1.959	I	
8	环境污染	地质地貌	地震	1	1.395	I	I
		水文	雨	1	1.514	I	
9	管线破裂	地质地貌	地震	1	1	I	I
10	爆炸火灾	地质地貌	地震	1	2	II	II
		气象	雷电	1	2	II	
		工程环境	配套设施	1	1.765	I	

经分析,按照就高原则,设计方案一建设条件风险评估,风险等级判定为 II 级,为一般风险。

4.3.2 设计方案二建设条件风险评价

设计方案二建设条风险等级判断表,详见表 4-6。

表 4-6 设计方案二建设条件风险等级判断表

序号	典型风险	风险源		风险发生概率值	风险损失值	风险等级判断	风险事件等级
1	操船困难	水文	波浪	1.256	1.744	II	II
			流	1	1	I	
		气象	风	1.881	1.744	II	
			雾	1	1	I	
		工程环境	既有建筑物	1	1	I	
2	码头上水	水文	波浪	2	1.744	II	II
3	结构垮塌	地质地貌	地震	1	2.049	II	II
			软弱地基	1	1.744	I	
		水文	波浪	1.23	1.256	II	
4	变形过大	水文	波浪	1.119	2	II	II
5	码头附属设施损坏	气象	风	1.625	1	I	I
6	设备倾覆	地质地貌	地震	1	2.093	II	II
		气象	风	1.465	1.46	II	

续表 4-6

序号	典型风险	风险源		风险发生概率值	风险损失值	风险等级判断	风险事件等级
7	设备损毁	地质地貌	地震	1	2.093	II	II
		水文	波浪	1.486	1.744	II	
		气象	风	1.721	2	II	
			雷电	1	1.959	I	
8	环境污染	地质地貌	地震	1	1.395	I	I
		水文	雨	1	1.514	I	
9	管线破裂	地质地貌	地震	1	1	I	I
10	爆炸火灾	地质地貌	地震	1	2	II	II
		气象	雷电	1	2	II	
		工程环境	配套设施	1	1.765	I	

经分析,按照就高原则,设计方案二建设条件风险评估,风险等级判定为 II 级,为一般风险。

4.4 建设条件风险控制

针对建设条件风险源引起的各风险事件,建议采取以下风险控制措施。

- (1) 下阶段结合工程地质特点,进一步完善工程结构设计方案。
- (2) 本地区属于台风多发地区,加强气象、水文、信息的收集和观测,针对突发应急事件采取必要的应对措施,减小风险事件造成的影响和损失。
- (3) 做好现场消防、环保设施管理,定期对消防器材、消防应急物资和环保设施进行检查并留下记录。

4.5 建设条件风险评估结论

经评估,××港××码头工程初步设计阶段建设条件引起的工程风险等级为 II 级,为一般风险。

第 5 章 设计方案风险评估

根据第 3 章确定的风险评估方法,参照第 4 章建设条件风险评估的过程进行设计方案风险评估,各位专家填写的设计方案风险等级调查表详见附件 C,具体过程略。

经评估,××港××码头工程初步设计阶段设计方案引起的工程风险等级为Ⅱ级,为一般风险。

第 6 章 施工技术风险评估

根据第 3 章确定的风险评估方法,参照第 4 章建设条件风险评估的过程进行施工技术风险评估,各位专家填写的施工技术风险等级调查表详见附件 D,具体过程略。

经评估,××港××码头工程初步设计阶段施工技术引起的工程风险等级为Ⅱ级,为一般风险。

第 7 章 运行条件风险评估

根据第 3 章确定的风险评估方法,参照第 4 章建设条件风险评估的过程进行运行条件风险评估,各位专家填写的运行条件风险等级调查表详见附件 E,具体过程略。

经评估,××港××码头工程初步设计阶段运行条件引起的工程风险等级为Ⅱ级,为一般风险。

第8章 风险综合评估

8.1 风险综合评估

经评估,本工程建设条件风险等级为Ⅱ级,为一般风险;设计方案风险等级为Ⅱ级,为一般风险;施工技术风险等级为Ⅱ级,为一般风险;运行条件风险等级为Ⅱ级,为一般风险。

8.2 评估结论

××港××码头工程初步设计阶段风险评估,经过对建设条件、设计方案、施工技术和运行条件等风险源的辨识、分析和评估,本工程风险等级确定为Ⅱ级,为一般风险。

建设单位、设计单位和施工单位后续应分析风险原因,对重大致险因素采取专项整治措施,包括完善或变更设计方案、调整施工方法、加强安全措施、改善施工环境、加强现场管理、提高人员安全素养等。还应提出典型风险事件的应急预案,做好应急处置准备工作,以进一步降低风险可能造成的损失。

8.3 建议

(1)为本工程服务的综合管廊及罐区不在本工程评估范围内,建议相关管理部门,统筹好码头、管廊以及罐区工程间的设计工作协调,避免衔接不到位给工程带来的风险。

(2)建议在工程施工及运行过程中,根据有关规定开展施工及运行管理风险评估工作,制定有效的风险应对措施,并实施动态管理。

附件 A 建设条件风险等级专家调查表

表 A-1 建设条件风险等级调查表

序号	典型风险	风险源		评估方案	风险发生概率等级	风险损失等级	评定概率和损失等级的理由	建议进一步采取的措施	
1	操船困难	水文	波浪	两方案相同	1	2	根据设计单位提供的基础资料及相关工程经验	建立运营期间气象环境和水文环境监测机制,供管理单位运营使用	
			流	两方案相同	1	1			
		气象	风	两方案相同	1	2			
			雾	两方案相同	1	1			
		工程环境	既有建筑物	两方案相同	1	1			运营期间加强监管
2	码头上水	水文	波浪	两方案相同	2	2		运营期间加强观测	
3	结构垮塌	地质地貌	地震	设计方案一	1	3		根据设计单位提供的基础资料及相关工程经验	建立预警保障系统,制定应急保障机制
				设计方案二	1	3			
			软弱地基	设计方案一	1	2			
				设计方案二	1	2			
		水文	波浪	设计方案一	1	1			
				设计方案二	1	1			
4	变形过大	水文	波浪	设计方案一	1	2	进一步复核设计主尺度及波浪荷载		
				设计方案二	2	1			
5	码头附属设施损坏	气象	风	设计方案一	1	1	定期检查设备		
				设计方案二	1	1			
6	设备倾覆	地质地貌	地震	两方案相同	1	3	定期检查设备,灾害前做好加固工作		
		气象	风	两方案相同	1	1			

序号	典型风险	风险源		评估方案	风险发生 概率等级	风险损失等级	评定概率和 损失等级的理由	建议进一步采取的措施
7	设备损毁	地质地貌	地震	两方案相同	1	3	根据设计单位提供的基 础资料及相关工程经验	定期检查设备,灾害前 做好加固工作
		水文	波浪	两方案相同	1	2		
		气象	风	两方案相同	1	2		
			雷电	两方案相同	1	3		
8	环境污染	地质地貌	地震	两方案相同	1	1	根据设计资料及经验评 估	运营期间加强监管
		水文	雨	两方案相同	1	2		
9	管线破裂	地质地貌	地震	两方案相同	1	1		
10	爆炸火灾	地质地貌	地震	两方案相同	1	2		
		气象	雷电	两方案相同	1	2		
		工程环境	配套设施	两方案相同	1	2		
填表人: × × ×						填表日期: × × × × 年 × × 月 × × 日		

注:专家可根据经验和工程实际情况,增加风险项并进行等级评定。

其他专家建设条件风险等级调查表 A-2 ~ 表 A-5(略)。

附件 B 专家权重指标确认表

表 B-1 专家权重指标确认表

序号	类别	权重影响因素	分值	相对权值	专家确认
1	职称	资深专家	5	0.36	
		正高级工程师	4	0.29	
		高级工程师 5 年以上(含)	3	0.21	√
		高级工程师 5 年以下	2	0.14	
2	港航工程风险理论了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	√
		一般熟悉	3	0.21	
		比较了解	2	0.14	
3	从事港口工程时间	20 年以上(含)	5	0.36	
		15(含)~20 年	4	0.29	
		8(含)~15 年	3	0.21	√
		5(含)~8 年	2	0.14	
4	对本项目了解程度	非常熟悉	5	0.36	
		熟悉	4	0.29	
		一般熟悉	3	0.21	√
		比较了解	2	0.14	
填表人: × × ×		填表日期: × × × × 年 × × 月 × × 日			

注:请在相对应权值后打“√”确认。

其他专家权重指标确认表 B-2 ~ 表 B-5(略)。

附件 C 设计方案风险等级专家调查表(略)

附件 D 施工技术风险等级专家调查表(略)

附件 E 运行条件风险等级专家调查表(略)

附录 E 本指南用词说明

为便于在执行本指南条文时区别对待,对要求严格程度的用词说明如下:

- (1)表示很严格,非这样做不可的,正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- (2)表示严格,在正常情况下均应这样做的,正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- (3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- (4)表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

附加说明

本指南主编单位、参编单位、主要起草人、
主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位:中交第一航务工程勘察设计院有限公司

参编单位:同济大学

天津大学

辽宁港口集团有限公司

长江航道规划设计研究院

四川省交通勘察设计研究院有限公司

主要起草人:祝世华(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

季则舟(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

杨兴晏(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

刘进生(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

孙克俐(天津大学)

张俊健(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

陈广桐(辽宁港口集团有限公司)

胡群芳(同济大学)

袁达全(长江航道规划设计研究)

黄宏伟(同济大学)

谭先泽(四川省交通勘察设计研究院有限公司)

主要审查人:徐光、蒋千

(以下按姓氏笔画为序)

仇伯强、文立、刘汉东、杨国平、俞武华、浦伟庆、解曼莹、

魏宏大

总校人员:刘国辉、吴敦龙、刘连生、李荣庆、董方、檀会春、祝世华、

季则舟、杨兴晏、刘进生、张俊健、张国权、韩瑞洁、袁琳

管理组人员:刘进生(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

张俊建(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

张国权(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

中华人民共和国行业标准

港口与航道工程设计风险评估指南

JTS/T 187—2022

条文说明

目 次

1	总则	(85)
3	风险等级	(86)
3.1	风险等级划分	(86)
3.2	风险等级确定	(86)
3.3	风险发生概率等级确定	(86)
3.4	风险损失等级确定	(86)
4	风险辨识与评估方法	(88)
4.2	风险发生概率估计方法	(88)
4.3	风险损失估计方法	(88)
5	风险评估程序与内容	(89)
5.1	评估程序	(89)
5.2	评估内容	(89)
5.3	评估组织	(90)
6	风险辨识	(91)
6.1	风险源	(91)
6.2	风险事件与风险筛查	(92)
7	风险估计与评价	(93)
7.1	风险估计	(93)
8	风险控制	(94)
8.1	风险对策	(94)

1 总 则

1.0.1 港口与航道工程是一项高风险的建设工程,项目建设规模一般较大,工程条件复杂,设计荷载种类多,建造环境恶劣,易受到自然灾害及各类工程事故的影响,因此,开展港口与航道工程设计风险评估并采取必要的措施降低或消除风险,对保障工程安全具有重要意义。本指南对工程项目设计各阶段风险评估工作的内容、方法等进行统一规定和要求,以规范、指导港口与航道工程项目的设计风险评估,预防工程风险。

1.0.3 风险评估工作是工程建设的重要组成部分,需要符合工程建设有关技术标准的规定,以及风险评估、管理方面相关标准的规定。

3 风险等级

3.1 风险等级划分

3.1.1 风险等级是最终评判工程风险是否可接受及采取何种措施的重要指标,本指南提出的港口与航道工程设计风险等级划分标准与目前国内外广泛采用的4等级划分方式及对应要求相一致。

3.2 风险等级确定

3.2.1 参考国内外工程风险评估技术标准,风险评价矩阵方法是确定风险等级的主要方法且得到广泛应用,因此,本指南参考类似标准制定表3.2.1的风险评价矩阵,以规范港口与航道工程设计风险评估。

3.3 风险发生概率等级确定

3.3.1 风险发生概率的定量判定是指通过对风险发生的数据或相关随机变量的试验、观测资料等进行统计分析,在此基础上确定风险发生概率的量值;风险发生概率的定性判断是指凭经验或工程对比判断风险发生概率的大与小,无法给出具体量值。定量判定有大量数据做支撑,方法科学,但对很多缺乏相关数据的工程而言要求比较高,需采用定性方法进行判断。也可采用定性与定量相结合的方法,比如对于那些具有长期观测数据的风险源,像风、浪、潮位等引起的风险,能够通过对观测数据进行统计分析,确定其出现概率,从而得出风险的发生概率;对于那些不具备数据统计条件的,比如地质条件变化、人为因素等引起的风险,一般采用定性方法确定风险发生概率。

3.3.2 风险发生概率等级判断标准参考了《Guidelines for tunnelling risk management》International Tunnelling Association, Working Group No. 2(2004)。

3.4 风险损失等级确定

3.4.1 针对港口与航道工程设计风险一旦发生可能会产生一类或多类的损失,一般损失包括经济类损失、人员伤亡、生态环境破坏或周边区域影响范围等。同一风险如存在多种损失,需要采用风险损失等级最大值作为该风险的损失等级。

3.4.2 人员伤亡等级的判断标准参考了国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》和国家标准《企业职工伤亡事故分类标准》(GB 6441—1986)。

3.4.3 经济损失等级的判断标准参考了国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》。

3.4.4 生态环境破坏损失等级划分参考了国家标准《城市轨道交通地下工程建设风险

管理规范》(GB 50652—2011)。

3.4.5 周边区域影响损失等级划分参考了《建设项目环境保护管理条例》(2017 修订版)和《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 修订版)。

4 风险辨识与评估方法

4.2 风险发生概率估计方法

4.2.1 风险评估的方法很多,包括定性方法和定量方法,每种方法都有其优缺点和适用条件,一般根据工程的实际情况和设计阶段具体分析选用。

4.2.2 港口与航道工程可行性设计阶段风险主要是分析影响工程项目必要性、可行性的主要风险。例如工程建设的必要性和政策、规划的符合性,由于此阶段主要是论证项目可行性,且可能缺少详细的设计资料,因此,需要根据历史事故资料或采用专家调查法等定性方法确定。

4.2.3、4.2.4 初步设计阶段和施工图阶段是工程建设的重要阶段,初步设计阶段主要是对多种方案进行设计比选并论证其在施工条件、方法和进度等方面的可行性和适应性;施工图阶段主要对推荐方案进行细化设计以满足施工要求和运行要求。与工程可行性研究阶段相比,初步设计阶段和施工图阶段的设计深度逐步深化,设计资料丰富翔实,相关研究也得以开展并有明确结论,故采用定性或定量方法进行风险概率估计,也可以采用定性定量相结合的方法。

4.3 风险损失估计方法

4.3.2 四类损失估计方法是参考国家有关法律法规确定的,主要有《生产安全事故报告和调查处理条例》、《企业职工伤亡事故分类标准》(GB 6441—1986)、《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》(GB 50652—2011)、《建设项目环境保护管理条例》(2017 修订版)、《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 修订版)。

5 风险评估程序与内容

5.1 评估程序

5.1.1 针对港口与航道工程设计风险评估要求,系统说明了风险评估程序,主要包括:①制定风险评估计划,即针对待评估的项目要求,制定详细的评估工作实施计划,包括评估工作时间、组织及具体人员安排等;②收集工程基础资料,风险评估的开始主要是收集评估项目资料,如有条件结合设计任务需要到现场开展调研和查勘;③风险辨识,考虑工程实际情况不同、设计阶段不同的要求和基础资料情况,选择适用的风险辨识方法对项目进行辨识和分析;④风险估计,针对辨识的设计风险,选择适用的风险估计方法,估计其发生概率及潜在损失;⑤风险评价,确定风险等级,根据风险矩阵和等级划分对各项风险进行评级和排序;⑥风险控制,提出风险控制措施;⑦编制风险评估报告,风险评估报告作为项目设计风险实施后成果,按照本指南的要求应进行专家评审。

5.1.2 为保证港口与航道工程设计风险评估顺利进行,需编制风险评估计划。

5.2 评估内容

5.2.1 港口与航道工程设计风险评估,考虑项目设计阶段和任务要求,分为总体风险评估和专项风险评估,总体评估重点从工程建设条件、设计方案、施工技术和运行条件四个方面对项目设计风险进行辨识、分析与评估;专项评估主要是针对总体风险评估值为Ⅲ级、Ⅳ级风险或其他有必要开展专项设计的节点性工程进行专项评估,专项风险评估作为总体风险评估的重要组成部分,主要目的是将工程设计风险均降低到可接受的风险等级。

5.2.2 可行性研究阶段主要内容为建设必要性和设计方案的可行性问题,因此,该阶段的设计风险辨识与分析主要针对工程建设的必要性、政策和规划的符合性、建设条件、设计方案等进行风险评估,建设条件主要包括工程地理位置、气象、水文、地形地貌、工程地质等内容。设计方案主要包括设计方法、设计参数、设计标准、地基基础、总体布置、结构选型等。

5.2.3 初步设计阶段主要内容为通过对多方案的技术、经济、施工等方面比选,确定最优的设计方案,因此风险评估也需要对参与比选的多个方案同深度进行。

5.2.4 施工图设计阶段主要是在前期完成的可行性研究风险评估、初步设计风险评估基础上对推荐方案进行二次风险评估,重点分析是否存在新的风险或未辨识的风险,同时,评估重点侧重于上阶段的残留风险和关键技术风险,从而为工程项目招投标和施工、运行阶段风险评估提供前期成果。

5.3 评估组织

5.3.1 港口与航道工程设计风险评估一般由建设单位或其他(如政府、银行)机构予以委托,可以承担风险评估的机构或单位包括工程设计单位、社会第三方的专业单位如高校或研究院所等单独或联合承担。

5.3.2 港口与航道工程设计风险评估工作是一项比较复杂的工作,要求评估小组具备一定的专业知识和工程经验。对项目负责人和参加项目评估人员提出了相关要求。同时,为保障设计风险评估的客观、科学和全面,对工程设计单位负责本工程设计风险评估的情况,规定宜邀请第三方具有高级技术职称人员共同参加,评估小组的人员组成需要报请项目建设单位批准备案。

5.3.3 项目风险评估中的Ⅲ级和Ⅳ级风险需要报告项目建设单位,同时,配合建设单位共同完成对潜在的重大风险进行设计审查,开展专项设计风险评估。

5.3.4 港口与航道工程设计风险评估完成后,需要由项目委托单位组织设计风险专家评审,重点审查项目风险辨识是否全面、评估方法是否科学适用、提出的风险控制措施是否经济可行、重大风险是否开展专项设计风险评估、项目总体风险是否处于可控。项目设计风险评估单位需要根据专家意见对完成的风险评估报告进行修改完善。

6 风险辨识

6.1 风险源

6.1.1 设计风险评估以建设条件、设计方案、施工技术、运行条件作为评估单元进行风险辨识与估计,体现了港口与航道工程设计风险评估的特点。

6.1.2 建设条件风险源包括地质、地貌、水文、气象、工程环境等。通常情况下,对于内河工程,重点研究暴雨、洪枯水位、雾、淤积、冲刷、漂浮物、软弱地基、地震等因素;对于沿海工程,侧重研究风暴潮、台风、雾、冲刷、淤积、软弱地基、地震等因素,同时对于北方工程,考虑低温结冰的影响。工程环境条件风险源包括周边既有管线、既有建筑物、配套设施、政策与社会环境对工程建设及运行的相互影响。

6.1.3 设计方案风险主要考虑与设计方案相关的各方面技术因素可能导致的风险。

6.1.4 施工技术风险是考虑设计方案在施工可行性、安全性与环保方面可能导致的风险,包括施工条件是否具备、施工方案是否可行,施工设备是否安全、适用、环保以及采用新材料、新技术、新设备等风险。

施工技术风险辨识的目的是分析辨识设计方案的施工可行性、安全性与环保方面,其重点是围绕设计方案,并非针对施工过程各具体作业环节的风险。

6.1.5 运行条件风险是考虑设计所依据或设定的运行作业条件是否会因不合理、不明确从而导致的风险。比如,设计如果对荷载限值、船舶靠离泊标准、作业标准、观测与维护等条件没有提出明确的要求,或者提出的条件不准确、不合理,在港口运行时,就可能出现船舶靠离泊、装卸作业、堆货或流动机械荷载等超出设计条件的情况,或出现冲淤、腐蚀、变形过大等情况,从而导致码头结构安全、设备设施安全等方面的风险。

运行条件风险辨识的目的是分析辨识设计所依据或设定的运行条件是否准确、合理、明确,从而避免出现相关的风险,并非针对运行过程中各具体作业环节的风险。

6.1.6 风险源辨识在不同阶段侧重点不同。工程可行性研究阶段侧重于工程建设的必要性和可行性,风险辨识的重点是建设条件和设计方案。初步设计阶段侧重于方案设计和比选以及方案的施工可行性、安全性,运行条件的符合性;施工图阶段侧重于推荐方案的细化以满足施工和运行的要求。初步设计阶段和施工图设计阶段除要考虑建设条件、设计方案风险外,还需要对施工技术、运行条件进行风险辨识。

6.2 风险事件与风险筛查

6.2.4、6.2.5 港口、航道工程不同设计阶段风险源风险事件对照表(附录 B 表 B.0.5 ~ 表 B.0.10)是通过对搜集的大量资料进行分析提出的,供项目风险评估时参考。在工程项目风险辨识及风险评估时根据工程特点具体问题具体分析。例如:对于干散货码头,需要考虑粉尘污染以及爆炸风险等;对于油气码头,需要考虑泄漏、燃烧或爆炸等。

7 风险估计与评价

7.1 风险估计

7.1.2 在一些发达国家会有专业的工程事故数据库或风险一览表,为做好风险估计奠定了良好的基础。由于我国对港口与航道工程设计风险评估工作刚刚起步,相关资料匮乏,所以在风险评估工作的初期多会选择专家调查法或类似工程对比的方法。当然,需要注意对风险事故资料的统计、整理和保存,以为今后的工作奠定基础。

8 风险控制

8.1 风险对策

8.1.1 设计风险控制需要考虑各种风险控制措施的成本和效益,选择合适的风险控制措施,提出风险控制的具体实施方案。应对措施建议需要具体翔实,具有可操作性。

8.1.2 港口与航道工程设计风险评估中,需要针对项目设计风险的Ⅲ级风险、Ⅳ级风险明确详细的风险处置方案,尤其是不可接受的风险,需要采用设计方案更改或重新论证。