



理事会

Distr.: General
31 January 2022
Chinese
Original: English

第二十七届会议

理事会届会，第一期会议

2022年3月21日至4月1日，金斯敦

临时议程* 项目 11

“区域”内矿物资源开发规章草案

关于危害识别和风险评估工具和技术的准则草案

法律和技术委员会编写

目录

	页次
一. 导言	3
A. 本准则的宗旨	3
B. 本准则的形式	3
C. 本准则的使用	4
二. 危害识别和风险评估的一般原则	4
A. 关键原则	4
B. 风险评估办法	4
C. 利益攸关方协商的重要性	5
三. 风险评估流程	6
A. 确定背景	7
B. 危害识别	8
C. 风险分析	9

* ISBA/27/C/L.1。



D. 风险评价	14
E. 风险处理	16
F. 监测和审查	17
G. 风险通报流程	18
H. 记录和报告	19
I. 风险评估工具和技术	20
四. 风险管理最佳做法	20
五. 定义	21
六. 信息来源	21
A. 参考资料	21
B. 有用链接	23

一. 引言

1. 制定本准则的目的是就有关“区域”内矿物资源开发的危害识别和风险评估工具和方法提供实务和技术指导，本准则普遍适用于《开发规章》的许多部分。

2. 鉴于“区域”内矿物开发所固有的不确定性，项目的每个阶段都必须有严格的风险管理战略。因此，风险管理流程应纳入承包者开发工作计划申请书的各个组成部分，包括健康和计划、关闭计划、环境影响评估、环境管理和监测计划以及应急和应变计划。风险管理流程还应纳入日常开发活动，包括采矿支援船只和设施的管理和操作。

A. 本准则的宗旨

3. 本准则旨在介绍危害识别和风险评估办法和工具。其意图是“在合理可行的范围内尽量减少事故风险，直至进一步减少风险的成本与其效益严重不成比例”。

4. 下文的指导意见不具有规范性；其目的在于提供充分指导，使承包者能够通过使用危害识别和风险评估工具，制定执行风险管理战略的办法。下文所载的指导意见旨在作为一个相当全面的起点，可由此出发，在有利益攸关方严格参与的流程中，制定实用、适当的危害识别和风险评估办法。本准则还面向工作计划以下组成部分的使用者和审查者(包括广泛的利益攸关方)而制定：健康和计划、关闭计划、环境影响评估、环境管理和监测计划以及应急和应变计划。

5. 危害识别和风险评估活动应当在合理可行的范围内尽量减少事故风险和开发对海洋环境的影响所用的方法提供参考，并应当：

(a) 用于建立必要的风险评估和风险管理制，按照良好行业做法、最佳可得技术和最佳环保做法和各项规章有效实施拟议工作计划，包括采用技术和流程，以便工作计划中的拟议活动符合健康、安全和环境要求；

(b) 为环境影响评估和环境影响报告提供依据；

(c) 就人命的保护和作规定。

B. 本准则的形式

6. 本准则由以下各节组成：

- 第一节详细说明了准则的宗旨和范围，并向承包者介绍了准则的结构以及本准则与各项规章和其他准则之间的关联方式。
- 第二节详细介绍了危害识别和风险评估的关键原则、风险管理流程的触发因素和时间安排，并讨论了相关的利益攸关方。
- 第三节详细介绍了风险评估流程，具体而言，即确定背景、危害识别、风险分析、风险评价，以及风险处理、监测、审查和通报。此外，还概述了潜在的风险评估工具和技术。
- 第四节概述了与风险评估和风险管理流程有关的最佳做法。

- 第五节载有本准则全文所用术语的定义。
- 第六节载有有助于危害识别和风险评估的其他信息来源的参考资料和链接。

C. 本准则的使用

7. 本准则应与海管局《开发规章》、相关开发规章以及其他标准和准则一并阅读。
8. 承包者还应考虑适当的区域环境管理计划，因为可能有更多的区域危害和风险要素受到影响。
9. 更多资源载于本准则第六节。针对所有行业的总体指导文件包括国际标准化组织第 31000:2018 号标准(风险管理：准则)、国际电工委员会第 31010:2019 号标准(风险管理：风险评估技术)和国际标准化组织第 9000:2015 号标准(质量管理：基础和词汇)。国家管辖区和相关行业发布了許多指导文件，可为进行危害识别和风险评估提供宝贵和相关的办法。

二. 危害识别和风险评估的一般原则

A. 关键原则

10. 《开发规章》的两项基本政策和原则是就“切实保护海洋环境免受开发可能产生的有害影响”作出规定，并“就人命的保护和安作出规定”。
11. 与“区域”内矿物开发有关的所有活动都必然对环境和(或)受雇从事此类活动的人员的健康和安全构成一定程度的潜在风险。危害识别和风险评估是在编制重要风险管理文件(例如，环境影响报告中记录的环境影响评估、环境管理和监测计划、应急和应变计划、健康和安计划等)过程中使用的关键要素。此类文件会规定承包者使用的适当控制措施，以降低对环境和人类造成损害的可能性。许多行业拥有成熟的风险管理原则，而在与透明和系统性的风险审查和控制流程有关的方法和工具方面，也有大量宝贵的指导意见，包括可适用于开发的国际标准化组织风险管理标准(国际标准化组织第 31000:2018 号标准)，以及其他许多指导意见。

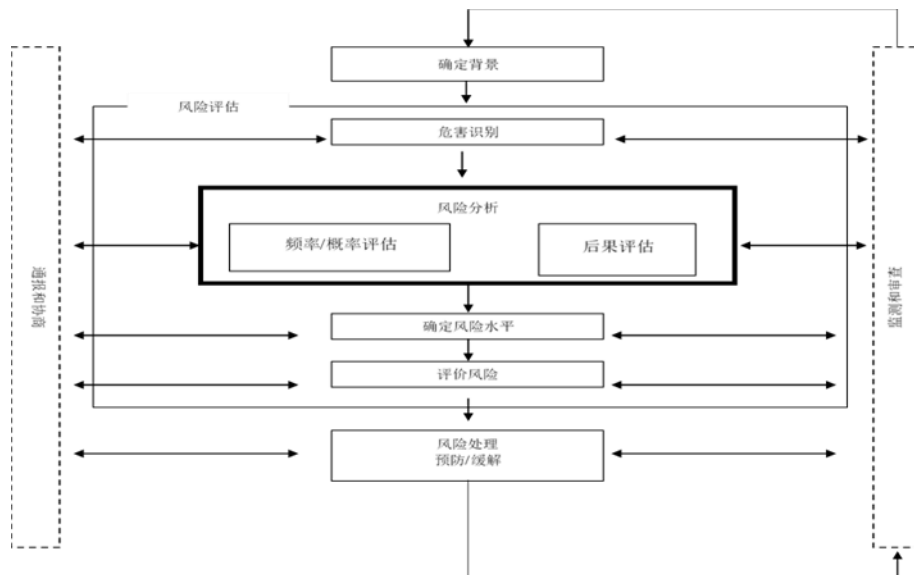
B. 风险评估办法

12. 风险评估是风险管理的一部分；这是一个结构化的流程，旨在确定目标可能如何受到影响，并在决定是否要进一步处理之前，从后果及其概率的角度分析风险。风险评估试图回答以下基本问题：
 - (a) 可能出现什么问题？
 - (b) 出现问题的可能性有多大？
 - (c) 影响是什么？
 - (d) 风险水平是否可接受或是否需要缓解？

13. 如下文图 1 所示，以下要素构成风险评估的支柱(即识别、分析、评估和通报风险)：

- (a) 确定背景；
- (b) 危害识别；
- (c) 风险分析(频率和后果评估)；
- (d) 风险评价(风险表述)；
- (e) 风险处理；
- (f) 监测和审查；
- (g) 通报和协商。

图 1
风险管理流程中的风险评估流程概览



资料来源：改编自国际标准化组织/国际电工委员会第 31010:2019 号标准。

C. 利益攸关方协商的重要性

14. 成功的风险评估取决于与利益攸关方的有效沟通和协商。通过健全、透明的流程开展危害识别和风险评估活动，对于审查和接受由此制定的管理文件至关重要。这些利益攸关方包括但不限于：

- (a) 会员国；
- (b) 担保国；
- (c) 海管局其他相关承包者；
- (d) 海管局观察员；

- (e) 科学界；
- (f) 环境(非政府组织)界；
- (g) 行业利益攸关方(如供应商、分包者、潜在客户)；
- (h) 其他实体(酌情)。

三. 风险评估流程

15. 危害识别和风险评估是一个更大的流程的一部分，该流程可确保工作计划在整个项目生命周期内达到上文第二.A 节概述的目标。第一.C 节所列的其他标准和准则与风险评估和风险管理流程之间具有内在联系，承包者应在进行危害识别和风险评估时，审查有关这些计划的适用准则。

16. 表 1 简要概述了与项目生命周期每个阶段对应的风险评估组成部分，以及向海管局报告的相关要求。

表 1
风险评估的组成部分

项目阶段	各阶段的风险评估特征	提交海管局的材料
预可行性研究和(或)可行性研究	广泛审查与矿床和拟议开发有关的潜在危害和风险，在其中考虑到所有地质、工程、法律、运营、经济、社会、环境和其他相关因素	将结果列入根据《开发规章》第 7 条提交海管局的请求核准工作计划的申请书中的采矿工作计划
制定详细工作计划	<ul style="list-style-type: none"> - 确立危害识别和风险评估流程 - 在与拟议开发有关的环境影响、健康和安、安保风险、采矿支援船只和设施的管理和操作以及关闭方面，识别具体相关的危害并评价具体相关的风险 	将结果列入根据《开发规章》第 7 条提交海管局的请求核准工作计划的申请书的以下组成部分，包括健康和安、安保计划、关闭计划、环境影响评估、环境管理和监测计划以及应急和应变计划
作业	<ul style="list-style-type: none"> - 根据环境和安、安保监测结果以及适应性管理流程，持续进行风险评估和新危害识别 - 视需要修改健康和安、安保计划、环境管理和监测计划以及应急和应变计划，确保缓解和安、安保结果可以接受 	在整个合同期间，根据《开发规章》第 38 条第 1 款每年向海管局报告
关闭	<ul style="list-style-type: none"> - 对与环境效应有关的风险进行量化、评估和管理，包括收集与关闭或暂停开发相关的信息 - 评价关闭后的危害和风险以及拟议的关闭后相关监测和缓解措施 	至少在计划结束生产前 12 个月，根据《开发规章》第 59 和 60 条向海管局提交关闭计划

项目阶段	各阶段的风险评估特征	提交海管局的材料
关闭后监测	根据关闭后环境监测结果和适应性管理流程，持续进行风险评估和新危害识别	在关闭后监测活动停止时，根据《开发规章》第 61 条向海管局提交最终执行情况评估报告

A. 确定背景

17. 确定背景可为风险评估流程的其余部分提供参考，这些部分包括界定风险评估目标和风险标准，以及确定适当的风险评估工具和技术。对于特定的风险评估（例如，环境影响报告/环境管理和监测计划/应急和应变计划中的环境风险评估，或健康和计划/应急和应变计划中的健康和计划中的健康和计划风险评估），确定背景应包括以下内容：

- (a) 确定与系统(即开发)运行环境有关的外部背景，包括：
 - (一) 物理化学、生物、社会、文化、政治、法律、监管和经济因素，无论是国际、国家、区域还是地方因素；
 - (二) 外部利益攸关方的看法和价值观；
- (b) 确定与以下方面有关的内部背景：
 - (一) 承包者组织在资源和知识方面的能力；
 - (二) 内部利益攸关方和政策；
 - (三) 内部结构(如治理、职责和问责制)；
- (c) 确定风险管理流程的背景；
- (d) 界定风险标准涉及就以下方面作出决定：
 - (一) 拟纳入后果的性质和类型以及如何衡量这些后果；
 - (二) 概率的表示方式；
 - (三) 确定风险水平的方式；
 - (四) 决定需要处理风险的标准；
 - (五) 决定风险可接受和(或)可容忍的标准；
 - (六) 是否以及如何考虑风险组合。

18. 在深海海底开发中，造成环境影响评估复杂化的一个特定方面是，缺乏有关深海物种和生态系统的科学定论。因此，如《开发规章》第 2 条(e)项(二)目所述，必须采取预防性办法。在评价与开阔洋上的水面船只和设施以及作业机械有关的健康和安全风险方面，不确定性较少，因为可参考一些现有的成熟行业(如近海油气钻探、陆上采矿、疏浚、深海捕鱼)，为保护人类健康和安全所需的危害识别和

风险评估流程提供借鉴，从而切实将风险降低至被认为符合“在合理可行范围内尽可能低”原则的水平。

B. 危害识别

19. 危害是潜在损害的来源；识别危害应当是风险分析流程的第一步。在进入第二步(即识别风险以作分析)之前，应当识别和了解与项目所有方面有关的危害。危害识别流程应当是动态和持续的，以便确保在工作计划改变之后和在项目的不同阶段识别出任何新的危害。这一阶段在风险管理中至关重要，因为对于被忽视的危害(这也意味着被忽视的风险)，无法作出进一步的评估和控制。

20. 危害识别流程应包括审查在项目各个阶段可能对人员、水面船只和环境造成后果的所有潜在危害。应当审查与工作计划和采矿区中拟议活动有关的一些一般类别的潜在危害。危害类别和待评价方面的例子包括但不限于：

(a) 自然环境和生态系统问题(即开发导致水的成分或清澈度发生变化，或噪声影响食物链和猎物可得性；潜在缺氧；沉积物羽流对海底和水柱产生的效应；有毒金属和其他污染物的生物积累等)；

(b) 污染和危险物质问题(即船只或设备对海洋环境的潜在污染、可能出现的火灾、爆炸和生物危害等)；

(c) 职业问题(如工作环境中存在的危害、可能出现的人员问题和工效学问题等)；

(d) 气候和自然事件(如飓风、闪电、风等事件的影响)；

(e) 社会经济问题(例如，可能发现具有考古或历史意义的人类遗骸，以及对海洋运输、渔业及“区域”的传统使用者和其他使用者的影响)。

21. 协助识别危害的常用技术包括但不限于以下几种：

(a) 危害识别技术；

(b) 危害审查；

(c) 假设分析；

(d) 核对清单分析；

(e) 危害和可操作性分析；

(f) 失效模式和效应分析。

22. 国际标准化组织/国际电工委员会第 31010:2019 号标准更加详细地说明了这些技术。第六.B 节载有协助识别危害的资源链接。

23. 对于现有和成熟的技术与行业而言，危害识别可能非常依赖以往经验和研究，或许仅需要一种简单的识别技术列举危害。例如，如第三.A 节所述，为评价与开阔洋上的水面船只和设施以及作业机械有关的健康和安全危害，可利用类似

行业(如近海油气钻探、陆上采矿、疏浚、深海捕鱼)中公认的风险作为指导。但对于在缺乏充分科学定论的生态系统中使用新技术或开展工作(即深海海底开发以及深海物种和生态系统)而言,则应利用更加全面的分析(如危害和可操作性分析),充分确定所有危害均已得到识别。

C. 风险分析

24. 风险分析是确定所识别的每项危害或风险事件的后果及其概率的过程。然后,将每项危害的后果和概率结合起来,确定风险水平(见第三.D节)。这一过程涉及评估(a) 危害发生的频率和概率以及(b) 危害相关后果的严重性。这可以使用定量和定性方法实现。

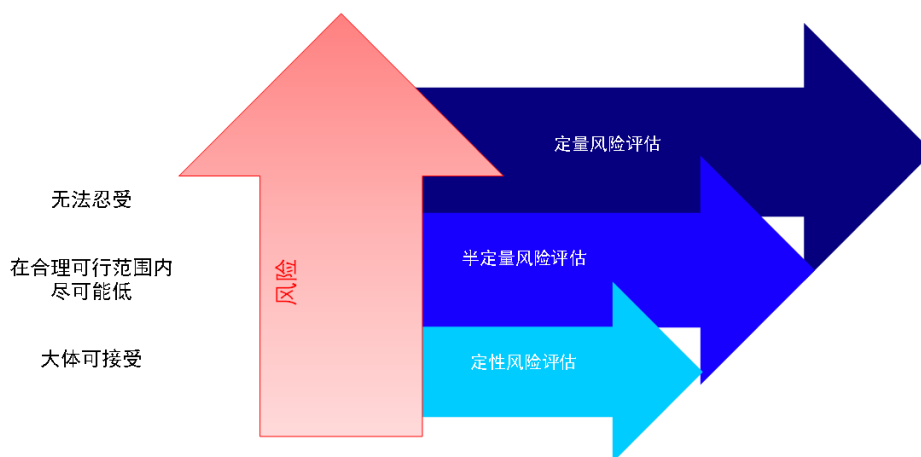
25. 所用的风险评估方法应当高效(具有成本效益)且足够细致,能够对各项风险进行排序,以便随后考虑减少风险的问题。评估的严谨性应与问题的复杂性和风险的大小相称。预计评估会经历以下阶段(见图 2):

- (a) 定性,纯粹以定性方式确定频率和严重性;
- (b) 半定量,将频率和严重性近似量化到某些范围内;
- (c) 定量风险评估,进行完全量化。

26. 这些风险评估办法反映了评估从定性(最低)到完全量化(最高)的一系列细致程度。在选择办法时,应当考虑到:

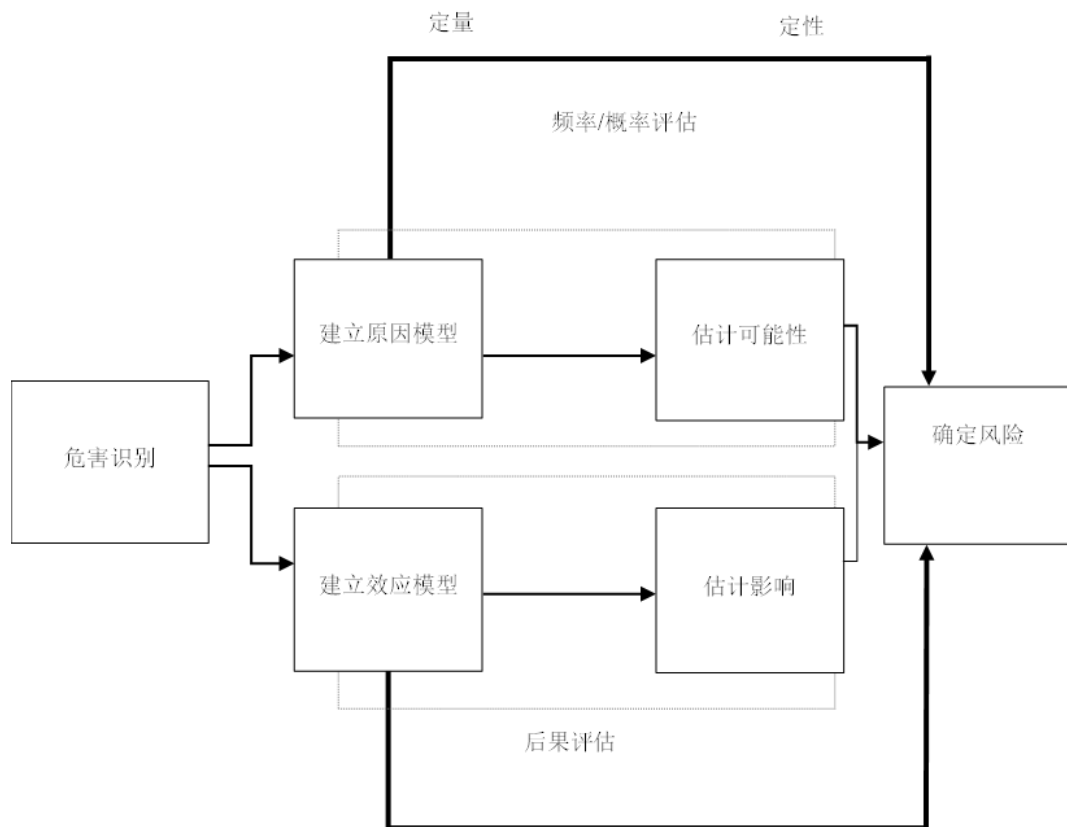
- (a) 估计风险水平(及其接近可容忍限度的程度);
- (b) 问题的复杂性和(或)在回答是否需要开展更多工作降低风险这一问题时遇到的困难。

图 2
相称风险评估



27. 从危害识别到确定风险的整个过程如图 3 所示。

图 3
风险分析流程概览



资料来源：改编自 Vamanu 等人。

28. 选择适当的风险评估办法或办法组合是支持风险管理流程的关键步骤。定性风险评估通常基于经验或专业知识，并生成对风险的分类型估计。定量风险评估涉及在概率和后果评估中分配有数据支持的数值。此类评估通常在重点对所识别的最优先风险作出初始定性评估之后进行。定量风险评估更有可能用于考虑多种情境或事件的复合效应。

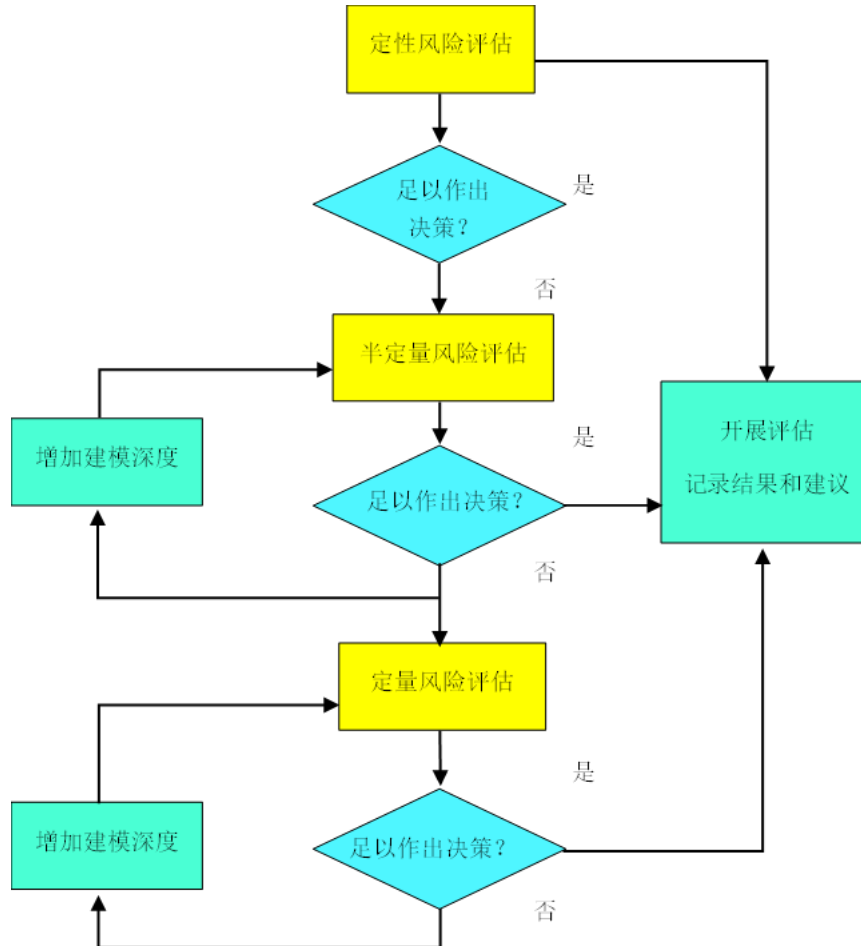
29. 重要的是，应当利用风险评估为决策流程提供投入；负责此类决策的人员应具有适当资格、经验和足够资历，能够胜任其职，并对自身行动负责。

30. 较低级别的评估(定性和半定量)被认为最适合筛选需要进行更细致分析的危害和事件，例如，协助确定应列入代表性集合以便进行更细致评估的事件。在决定适当的细致程度时，一种办法是从定性方法出发，一旦目前的程度显然无法做到以下几点，便选择更加细致的方法：

- (a) 形成对风险的必要了解；
- (b) 区分不同事件的风险；
- (c) 协助决定是否需要开展更多工作(作出合规判断)。

31. 下文图 4 描绘了确定适当风险评估水平的筛选过程。

图 4
通过筛选确定适当的风险评估水平



32. 定性和定量风险评估都为承包者提供了适当控制和通报风险所需的知识。涉及专业判断的定性评估或许足以用于许多作业，例如，风险水平取决于较少变量和不确定性相对较低的简单作业。但如果作业或技术较为复杂、关于风险控制措施成效和潜在后果的决策取决于许多变量、存在多种失效途径、风险较大或不确定性较大，则定量评估可提供更多深入见解。最后，选择适当的风险评估方法还有助于承包者、海管局和其他利益攸关方之间适当通报风险。

33. 要估计风险，就需要评估危害事件的严重性(后果)和频率(可能性)。定性、半定量和定量风险评估所需的细致程度和需要付出的努力呈逐渐递增关系。对于定性或半定量办法，绘制风险矩阵是对结果进行排序和呈现的便捷方法。重要的是，所用的风险矩阵应当能够区分不同危害事件对设施造成的风险。

34. 下文提供了定量和定性评估方法的例子。

程序

35. 下文讨论了频率/概率评估程序和后果评估程序。

频率/概率评估

36. 频率/概率评估旨在通过估计危害事件发生的可能性、此类事件的结果范围和这些结果出现的频率，根据风险危害发生的可能性，描述风险危害的特征。通常使用以下三种一般办法估计概率；这些办法可单独或结合使用：

- (a) 使用相关历史数据；
- (b) 运用预测技术的概率预估；
- (c) 在系统性和结构化流程中使用的专业意见。

37. 在频率评估期间，可使用归纳或演绎分析，确定事件的结果范围。归纳性危害分析使用自下而上的技术，考虑危害事件及其对整个作业可能产生的效应。演绎性危害分析是一种自上而下的技术，用于考虑作业以某种方式失败的假设情况，并试图确定可能的原因或促成失败的行为。

38. 频率评估达到的细致程度取决于评价项目时项目所处的阶段；项目进行得越深入，评估中可能包含的细节和数据就越多。如果不可能通过使用有关项目的可用数据，利用定量方法进行频率评估，则应考虑使用关于事件历史频率的统计数据对频率进行评估。

39. 概率评估的结果可用于为每项风险分配特定的概率类别，然后可将其用于风险评价(见第三.D 节)。表 2 提供了一个环境影响以及健康和影响概率等级表的例子。

表 2

环境影响以及健康和影响概率等级表

类别	项目期间发生事件的概率
可能	>50%
在合理情况下可能	10%-50%
不太可能	1%-10%
很不可能	0.1%-1%
极不可能	<0.1%

40. 下文提供了频率评估方法的例子。第六.B 节载有协助识别危害的资源链接。

后果评估

41. 后果评估会评价可能发生的影响程度，以及危害事件对人员、水面船只和环境的影响程度。例如，后果可能包括意外排放材料、释放能量或损失船上资源。一起事件可能产生一系列程度不一的影响，波及一系列目标和利益攸关方。待分析的后果类型和受影响的利益攸关方在早些时候即确定背景时决定(见第三.A 节)。

42. 后果分析可能涉及以下方面：

- (a) 考虑用于处理后果的现有控制措施，以及影响后果的所有相关促成因素；
- (b) 将风险的后果与原始目标相关联；
- (c) 在符合评估范围的情况下，既考虑直接后果，也考虑在一定时间后可能产生的后果；
- (d) 考虑次生后果，例如，对相关系统、活动、设备或组织有影响的后果。

43. 后果评估阶段采用的活动可包括以下几类：

- (a) 描述与所分析的危害有关材料或能量特征；
- (b) 通过模型和关联性，估计环境当中材料向关注目标(人、结构等)的传播情况和(或)能量向此类目标的传输情况；
- (c) 确定能量或材料传播对关注目标的影响；
- (d) 对健康、安全、环境或经济影响(取决于关注目标)进行量化。

44. 建立后果模型通常涉及为特定任务设计的复杂计算机程序，其中大多数用于安全或环境目的(例如，建立火灾、爆炸超压以及烟雾和气体扩散模型)。此类模型可用于预测范围、强度以及死亡率和发病率。

45. 概率评估的结果可用于为每项风险分配特定的后果类别，然后可将其用于风险评价(见第三.D 节)。表 3 提供了一个基于水质的环境影响后果等级表的例子。

表 3

基于水质的环境影响后果等级表

负面效应	说明
无	预计该危害不会对水或沉积物质量产生任何负面效应。预计不会对生态系统产生负面效应(无慢性效应)。这意味着，水浓度和(或)沉积物浓度预计不会超过对生物区系产生的慢性效应的限值。
小	对水或沉积物质量产生负面效应的风险很低。对生态系统产生负面效应(慢性效应)的风险很低。这意味着，水浓度和(或)沉积物浓度预计不会超过对生物区系产生的慢性效应的限值。有可能恢复。
较大	该危害对水或沉积物质量产生较大负面效应。该危害对生态系统产生较大负面效应(慢性效应)。这意味着，水浓度和(或)沉积物浓度预计会超过对生物区系产生的慢性效应的限值。只可能在长期(1 000 年以上)实现部分恢复。
大	该危害对水或沉积物质量产生很大负面效应。该危害对生态系统产生很大负面效应(慢性或急性效应)。这意味着，水浓度和(或)沉积物浓度预计会超过对生物区系产生的慢性效应的限值。从长期看(1 000 年以上)，仅可能实现部分恢复。
严重	该危害对水或沉积物质量产生严重负面效应。该危害对生态系统产生严重负面效应(慢性或急性效应)。这意味着，水浓度和(或)沉积物浓度预计会超过对生物区系产生的慢性效应的限值。不可能恢复。

46. 第三.C 节提供了后果评估方法的例子。第六.B 节载有协助识别危害的资源链接。

考虑不确定性

47. 风险管理流程旨在考虑不确定性和未来事件或情况(预期或非预期)的可能性及其对商定目标的影响,从而支持决策。与风险分析有关的不确定性往往相当大。要有效解释和通报风险分析结果,就有必要了解这些不确定性。风险的识别和分析是利用数据、方法和模型实现的,对与这些数据、方法和模型有关的不确定性进行分析对于其应用具有重要作用。不确定性分析涉及对用于界定结果的参数和假设所发生的集体变化导致结果产生的变化或不精确性作出认定。与不确定性分析密切相关的一个领域是敏感度分析。在管理风险过程中作出决策时,必须铭记,这不是一门绝对的科学;其所围绕的核心是管理不确定性,从而实现保护人类健康和海洋环境的目标。

48. 通过考虑数据、分析和解释方面的不确定性,可评估在对拟议活动影响的认知方面存在哪些严重不足,这有助于指导开展进一步的工作,增进知识并提高置信度。

49. 由于深海海底采矿是涉及不确定性的新行业,必须采取预防性办法管理环境风险。预防性办法要求在早期阶段处理和预防环境风险,即使在仍有不确定性的情况下也应如此。

D. 风险评价

50. 评价风险是一个复杂的领域,从最纯粹的意义上说,评价风险是将风险水平与预先确定的接受标准进行比较,以便决定如何处理。在一些情况下,这是适用的,而且评估结果较为绝对,表明了哪些风险可以接受、哪些风险不可接受,这样便可就处理方法和优先事项的程度和性质作出明确决策。《开发规章》没有列出环境影响阈值(环境影响评估/环境影响报告)。

51. 在存在足够的“区域”数据,且海管局确定环境影响评估阈值和其他标准之前,承包者可根据质量与影响程度相称的数据和分析,使用针对具体项目和具体区域的影响阈值。

52. 一旦承包者对风险水平作出评价,就应当根据风险大小(低、中或高风险),对风险进行排序和分类,这将为开展必要程度的风险处理提供参考,从而达到在合理可行范围内尽可能低的风险水平。

1. 风险表述

53. 风险表述一词用于描述以易于向利益攸关方通报且便于决策流程参考的形式,将通过危害识别和风险评估活动获得的结果(频率和后果)加以整合的行为。风险表述有多种方法(如风险矩阵、F-N 曲线、风险概述、风险等值线、风险指数),但风险矩阵是最常用的风险表述工具。

54. 在考虑风险表述时，承包者应选择满足以下标准的方法：

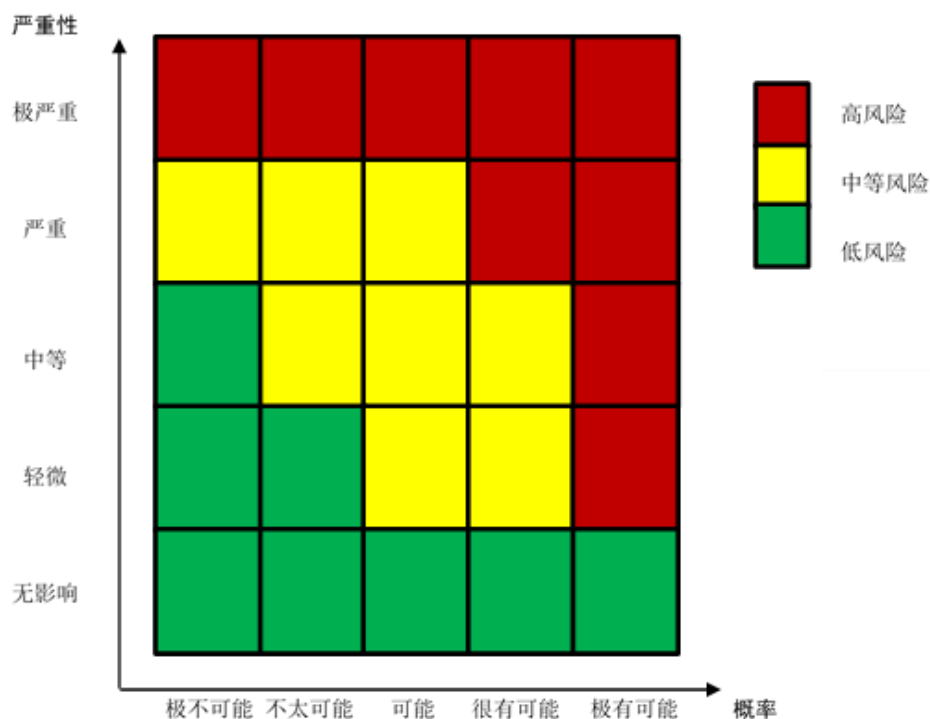
- (a) 易于应用；
- (b) 易于理解；
- (c) 广为接受(因此是对多学科团队有益的风险通报工具)；
- (d) 允许对人员、环境和资产的风险进行一致处理；
- (e) 允许对危害进行优先级排序。

55. 风险矩阵是一种以图示形式表述风险的方法。风险矩阵有两个维度：后果(亦称严重性)和频率(亦称可能性或概率)。在由这些维度界定的空间内，划分出以下三个区域(另见图 5)：

- (a) 绿色区域，对应低概率和有限后果；
- (b) 黄色区域，对应中等概率和中等后果；
- (c) 红色区域，对应高概率和严重后果；

图 5

风险矩阵结构示例



资料来源：改编自 Vamanu 等人。

56. 风险矩阵是以一致、简洁的方式通报危害所构成的风险水平的方法，无论相关风险是与环境还是健康和有关。因此，风险矩阵允许许多学科团队按大小对

风险进行排序, 筛除较低风险, 并评价对各项危害进一步采取减少/预防风险措施(即风险处理)的必要性。

57. 上文图 5 是非常简单的风险矩阵示例; 在实际当中, 格式布局、标记说明、严重性的定义和概率术语有多种形式。除矩阵形式外, 还有许多方法(见环境影响评估流程标准和准则, 以及国际标准化组织第 31000:2018 号标准), 尽管风险评估成功的关键涉及对类似的组成部分作出评价(即便对这些组成部分的分析方法和呈现方式存在差异)。第三.C 节提供了一些例子供参考。

2. 累积风险

58. 没有通过风险矩阵工具处理的一个问题是累积风险, 因为风险矩阵用于一次评价一项危害。符合承包者利益的做法是, 确定较小的风险如不予处理, 是否可能累积, 共同构成不可接受的风险。

59. 累积风险可能源于某一区域多项开发作业产生的综合效应, 或单一活动造成的不同影响的组合。累积风险可能不太明显, 因为此类风险往往不易察觉, 且在时间上分散分布。《开发规章》载有一项建议, 即在环境影响报告中(因此也包括在环境管理和监测计划中)考虑累积风险的环境影响。从健康和角度来看, 人员暴露在多种压力源(吸入、重复性运动等)中可能导致累积影响。《开发规章》规定的一项义务是, 与科学界、其他承包者和海管局合作, 找出“区域”相关科学知识的不足, 并发展最佳做法, 改进现行标准和规程。在这方面, 随着有关受影响生态系统的知识(以及在较小程度上, 有关作业人员的知识)演变发展, 需要经历一个迭代过程。

E. 风险处理

60. 在承包者评价每项危害的风险水平后, 应当评价风险处理(亦称风险缓解或控制)备选方案。这涉及选定一个或多个相关备选方案, 用于改变发生的概率、风险的效应(即严重性)或改变两者, 并实施这些备选方案。

61. 风险评估流程的结果会输入风险处理流程。虽然一般认为中等风险(风险矩阵的黄色类别)或高风险(风险矩阵的红色类别)需要风险处理, 但这并不一定意味着被归为低风险(风险矩阵的绿色类别)的风险已被控制在合理可行范围内尽可能低的水平。在深海海底环境中开发矿物时, 可能存在仍需风险处理/风险管理的低风险(例如, 通过常规程序或监测进行管理)。

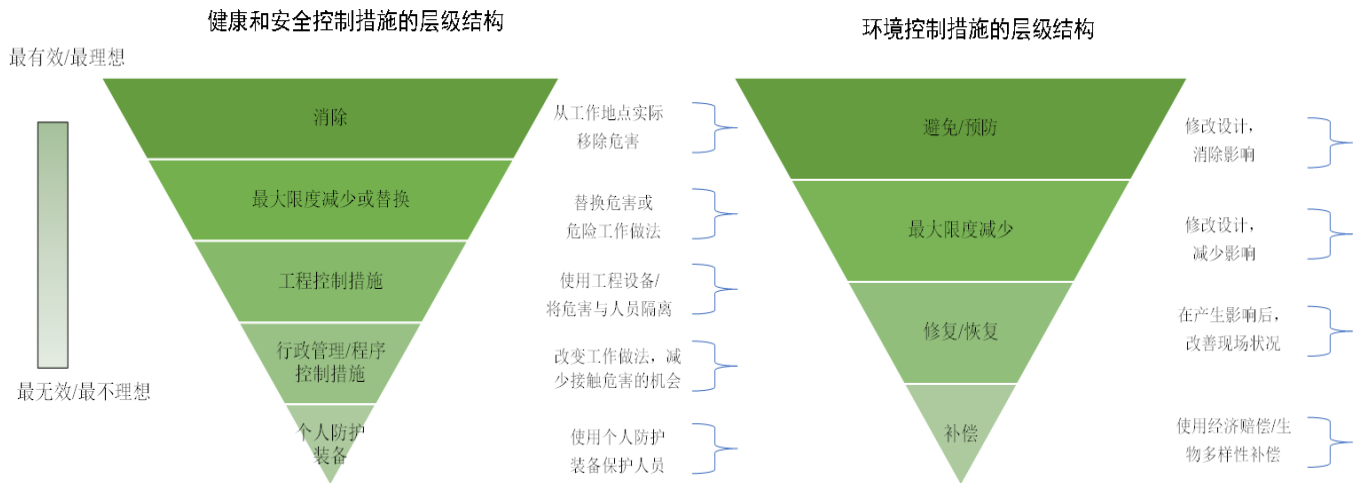
62. 大多数风险处理办法必然需要适当设计和有效执行风险控制措施。风险控制措施是防止发生威胁后果的系统、流程、程序、设备或其他组织能力。控制措施可具有以下性质:

- (a) 预防性——旨在防止不良事件发生;
- (b) 侦测性——用于侦测正在发生的不良事件;
- (c) 保护性——用于减少直接影响;

(d) 缓解性——用于通过最终恢复到可接受的状态，减少计划外事件的长期影响。

63. 图 6 显示了健康和环境风险控制措施的基本层级结构。风险管理的关键目标是避免与“区域”内开发有关的计划内或计划外活动对环境或人类造成影响。

图 6
健康和环境风险控制措施的层级结构



64. 一旦承包者确定了倾向采用的风险处理备选方案，就可以重新评估修改后的情境，确定新的风险水平(即重新评估后果的严重性和可能性)，从而确定是否需要进一步处理和(或)是否引入了次生风险。如果存在次生风险，则应将其纳入与原始风险相同的处理计划，并应确定两种风险之间的联系。这方面的一个例子或许是应用工程控制措施(如冗余阀)，减少排放进入环境的可能性，但这一改变会带来额外的健康和环境风险(例如，在没有压力释放的情况下，阀之间的截留压力会增加伤害风险)。

65. 所确定的风险控制措施将构成环境管理系统以及健康和环境计划的基础。第三.E 节讨论了报告风险处理方法成效的义务。

F. 监测和审查

66. 承包者应在整个项目生命周期内对风险管理流程及其结果进行持续监测和定期审查。此类审查可与环境管理和监测计划的审计和审查同时进行。监测和审查旨在确保和提高风险评估流程、执行和结果的质量和成效。特别是，应当随着时间的推移，监测(即重新评估)承包者实施的风险控制措施的成效，并根据不断变化的条件调整这些措施。

67. 风险管理审查旨在：

(a) 通过审查环境及健康和安全管理记录、纠正措施以及以往任何审计的结果，评价现行风险处理行动的成效和风险水平；

(b) 识别因工作计划改变或项目新阶段的实施而产生的任何新危害和相关风险。

68. 可在以下时间对风险管理计划开展审查或审计。此类审查或审计可能与对环境管理和监测计划或健康和安全管理计划的审查或审计同时进行。

(a) 在发生环境以及健康和安全管理事件(例如，《开发规章》附录一中规定的应通报的事件)之后，例如危险物质的严重泄漏、未经批准的采矿排放物、可能造成严重环境后果的不利环境条件、对环境具有关键作用的设备受到损害和(或)损坏，或因疾病或受伤、医疗后送或死亡而损失工作时间；

(b) 在相关区域环境管理计划有实质性调整之时；

(c) 对于长期进行的深海海底开发和(或)监测活动，可定期开展(例如，对于持续五年或五年以下的作业/关闭期，可每两年开展一次，对于持续五年以上的作业/关闭期，可每五年开展一次)。

69. 项目管理团队应制定进行风险管理审计的程序，其中应包括以下关键组成部分：

(a) 制定审计程序；

(b) 确定审计频率；

(c) 制定时间安排、报告和维护记录(如维护正式风险登记册)的程序；

(d) 确保审计员能够客观进行审计并具备相关能力，从而胜任其职。审计可由内部方面或胜任的外部人员开展；

(e) 安排负责进行审查的人员和所需资源。

70. 承包者应在根据《开发规章》第 38 条提交的年度报告中列入关于风险管理的信息。关于报告要求的更多详情，参阅第三.H 节。

G. 风险通报流程

71. 通报和协商是风险管理流程每个步骤的重要考虑因素，可能包括以下关键组成部分：

(a) 与利益攸关方合作和对话，侧重于协商和互动；

(b) 在项目最初阶段为内部和外部利益攸关方制定通报计划；

(c) 确定和记录利益攸关方对风险的看法，并在必要时将其纳入决策流程；

(d) 制定基于团队的办法，以确定背景，确保识别所有风险，并确保考虑不同意见。

72. “区域”使用者和相关利益攸关方之间的协商与合作将有助于提高对矿物开发地点、所涉采矿技术、影响和环境反应的科学认知，从而提供关键反馈，供今后决策参考。协商涉及与可能对拟议活动感兴趣或受其影响的人员进行对话。可借此机会向人们介绍拟议项目，并邀请其为项目设计/问题识别和解决过程作出贡献。具体而言，在风险评估方面，对于建立信任、增进利益攸关方界对“区域”开发和相关风险的认知，以及帮助业界更好地了解可能受这些活动影响的利益攸关方的意见而言，通报是一个关键部分。建议承包者在整个项目生命周期中考虑以下七项风险通报原则：

- (a) 接受公众成为合作伙伴，实现公众参与；
- (b) 认真开展规划，评价所作努力；
- (c) 听取利益攸关方的具体关切；
- (d) 诚实、坦率、开放；
- (e) 与其他可信来源合作；
- (f) 满足媒体需求；
- (g) 表达清晰，心怀同情。

73. 因此，应当根据《开发规章》第3条，提供与经确认目前在拟议项目区内拥有权益的各方以及相关利益攸关方(见第二.C节)进行持续协商的计划。承包者应说明拟议的协商方法和时间表，以及拟联系的相关利益攸关方和有关方面。

H. 记录和报告

74. 应当通过适当机制，例如在工作计划申请书(见第三节)和年度报告(下文讨论)中，记录和报告风险管理流程及其结果。记录和报告的目的如下：

- (a) 通报所有考虑到的风险和开展的风险管理活动；
- (b) 为决策提供信息，确定关键干预点；
- (c) 在一段时间后审查风险时作为参考，以便考虑因战略执行或商业、环境、监管或社会条件变化而发生变化的情况；
- (d) 协助与利益攸关方、包括对风险管理活动负有职责和责任的利益攸关方开展互动。

75. 报告范围将取决于评估的目标和范围，文件可包括以下内容：

- (a) 目标和范围；
- (b) 关于系统相关部分及其功能的说明；

- (c) 组织外部和内部背景及其与所评估的状况、系统或情况的关系概述；
- (d) 采用的风险标准及其理由；
- (e) 限制、假定和假设理由；
- (f) 评估方法；
- (g) 风险识别结果；
- (h) 数据、假设及其来源和验证；
- (i) 与数据、分析或解释有关的不确定性方面的不足；
- (j) 风险分析结果及其评价；
- (k) 敏感度和不确定性分析；
- (l) 关键假设和其他需要监测的因素；
- (m) 对结果的讨论；
- (n) 结论和建议；
- (o) 参考资料。

76. 风险登记册通常用于提供风险信息，记录风险识别流程产生的产出，并提供风险分析和战略制定的结果。风险登记册的典型内容包括：

- (a) 所考虑的风险事件列表；
- (b) 排除的事件、排除这些事件的原因及其可能性和后果；
- (c) 风险分析和评价的结果；
- (d) 现行控制措施、计划管理行动、责任分配和行动时间。

77. 第六.B 节载有协助制定风险登记册的资源链接。

78. 风险分析结果将纳入根据《开发规章》第 7 条提交海管局的请求核准工作计划的申请书的以下组成部分，包括健康和安全计划、关闭计划、环境影响报告中记录的环境影响评估、环境管理和监测计划以及应急和应变计划。

I. 风险评估工具和技术

79. 国际标准化组织/国际电工委员会第 31010:2019 号标准讨论了用于危害识别和风险分析的各种风险评估工具和技术。第六.B 节载有有助于危害识别和风险分析的资源链接。

四. 风险管理最佳做法

80. 下文概述了在为努力遵守《开发规章》而开展风险评估和风险管理活动时应考虑的部分最佳做法：

(a) 按照良好行业做法、最佳可得技术和最佳环保做法，建立风险管理制度，包括采用技术和流程，以便工作计划中的拟议活动符合健康、安全和环境要求(规章第 13 条第 3 款(c)项)。在这方面，承包者可考虑由经认可的认证机构评估其风险管理制度；

(b) 设计风险管理方案，在合理可行的范围内尽量减少事故风险，直至进一步减少风险的成本与其效益严重不成比例，并考虑到相关准则。应根据新的知识和技术发展以及良好行业做法、最佳可得技术和最佳环保做法，不断审查减少风险措施的合理可行性。在评估进一步减少风险所需的时间、成本和努力是否与其效益严重不成比例时，应考虑到与正在进行的作业相称的最佳做法风险水平(规章第 32 条)；

(c) 采用《关于环境与发展的里约宣言》原则 15 所反映的预防性办法，评估和管理“区域”内开发活动损害海洋环境的风险(规章第 44 条(a)项)；

(d) 就开发对海洋环境造成的风险和影响与“区域”使用者和相关利益攸关方开展公开协商与合作(规章第 3 条)。

五. 定义

“危害”系指可能造成伤害、不良健康状况或财产或环境损害的任何物体、情况或行为。

“风险”系指任何危害实际造成损害的或高或低的概率。

“风险管理”系指在风险方面指导和控制某一组织的协调活动。

“预防性办法”系指在早期阶段即使仍有不确定性的情况下处理和预防环境风险的环境风险管理办法，《里约宣言》原则 15 对这一办法予以确认，原文如下：

“为了保护环境，各国应按照本国的能力，广泛采用防备措施。遇有严重或不可逆转损害的威胁时，不得以缺乏科学的充分可靠性为理由，延迟采取符合成本效益的措施防止环境退化。”预防性办法未必意味着不应开展后果或影响未知的拟议项目，但此类项目仅应在存在适当检查和减少风险措施的情况下进行。

“在合理可行范围内尽可能低”系指风险管理中的一项原则，即“在合理可行的范围内尽量减少事故风险，直至进一步减少风险的成本与其效益严重不成比例”。如《开发规章》所述，“应根据新的知识和技术发展以及良好行业做法、最佳可得技术和最佳环保做法，不断审查减少风险措施的合理可行性。”

六. 信息来源

A. 参考资料

Australia, and Tourism Department of Industry and Resources. “Risk Management: Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry.” Dept. of Industry, Tourism and Resources, 2016.

Clark, M.R., Jennifer M. Durden, and Sabine Christiansen. “Environmental Impact Assessments for Deep-Sea Mining: Can We Improve Their Future Effectiveness?” *Marine Policy*. 2019年12月18日访问。<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.026>。

Clark, M.R., H.L. Rouse, G. Lamarche, J.I. Ellis, Christopher Wayne Hickey, and National Institute of Water and Atmospheric Research (N.Z.). “Preparation of Environmental Impact Assessments: General Guidelines for Offshore Mining and Drilling with Particular Reference to New Zealand.” (New Zealand) National Institute of Water and Atmospheric Research, 2017.

CSIR Environmentek. “Guideline for Environmental Management Plans.” Republic of South Africa, Provincial Government of the Western Cape, Department of Environmental Affairs & Development Planning, Cape Town: Department of Environmental Affairs & Development Planning, Cape Town, 2005.

Department of Environment and Conservation. “Risk Assessment Matrix.” Government of Western Australia, n.d.

DNV GL. “Recommended Practice: Managing Environmental Aspects and Impacts of Seabed Mining.” DNV GL, 2016.

Durden, Jennifer M., Kevin Murphy, Aline Jaeckel, Cindy Lee Van Dover, Sabine Christiansen, Kristina M. Gjerde, Aleyda Ortega, and Daniel O. B. Jones. “A Procedural Framework for Robust Environmental Management of Deep-Sea Mining Projects Using a Conceptual Model.” *Marine Policy* 84 (2017): 193–201.

Düzgün, Sebnem. “F-N Curves, Social Aspects and Risk Acceptability,” n.d., 23.

国际标准化组织。“国际标准化组织第 31000:2009 号标准：风险管理——准则”，2018 年。<http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/home/standards/popular-standards/iso-31000-risk-management.html>。

国际标准化组织。“国际标准化组织第 31000:2018 号标准：风险管理——准则”，2018 年。

国际标准化组织和国际电工委员会。“国际电工委员会第 31010:2009 号标准：风险管理——风险评估技术”，2009 年。<http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/07/21/72140.html>。

国际海底管理局。“ISBA/25/C/WP.1——‘区域’内矿物资源开发规章草案”。海管局，2019 年。

National Aeronautics and Space Administration; Bureau of Safety and Environmental Enforcement. “Probabilistic Risk Assessment: Applications for the Oil & Gas Industry.” National Aeronautics and Space Administration; Bureau of Safety and Environmental Enforcement, 2017.

The Biodiversity Consultancy. “A Cross-Sector Guide for Implementing the Mitigation Hierarchy.” Koninklijke Brill NV. 2020 年 1 月 30 日访问。 https://doi.org/10.1163/9789004322714_cclc_2015-0013-003。

“《采矿守则》，国际海底管理局”。2020 年 2 月 9 日访问。 <https://www.isa.org.jm/mining-code>。

联合国人类环境会议。“《关于环境与发展的里约宣言》”，2006 年 11 月 13 日。 <https://www.cbd.int/doc/ref/rio-declaration.shtml>。

Vamanu, B., A. Necci, S. Tarantola, and E. Krausmann. “Offshore Risk Assessment: An Overview of Methods and Tools.” European Commission, 2016.

Washburn, Travis W., Phillip J. Turner, Jennifer M. Durden, Daniel O.B. Jones, Philip Weaver, and Cindy L. Van Dover. “Ecological Risk Assessment for Deep-Sea Mining.” *Ocean & Coastal Management* 176 (June 2019): 24-39. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.04.014>.

B. 有用链接

专题	网址
标准和准则	
国际标准化组织(标准化组织)第 31000:2018 号标准: 风险管理——准则	https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html
国际电工委员会第 31010:2019 号标准: 风险管理——风险评估技术	https://www.iso.org/standard/72140.html
Pacific-ACP States Regional Guidance Documents and Reports (多种资源)	http://dsm.gsd.spc.int/index.php/publications-and-reports
风险评估工具和技术	
Risk assessment and management: Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry (Commonwealth of Australia, 2016)	https://www.industry.gov.au/data-and-publications/leading-practice-handbook-risk-management
Offshore Risk Assessment: An overview of methods and tools (Vamanu, 2016)	https://euoag.jrc.ec.europa.eu/vicos/uploads/2018/10/03/Offshore%20Risk%20Assessment.Methods%20and%20tools.pdf
DNVGL-RP-O601 Recommended Practice: Managing environmental aspects and impacts of seabed mining (2016)	https://www.dnvgl.com/oilgas/download/dnv-gl-rp-O601-managing-environmental-aspects-and-impacts-of-seabed-mining.html
Probabilistic Risk Assessment: Applications for the Oil & Gas Industry (National Aeronautics and Space Administration, 2017)	https://www.bsee.gov/sites/bsee.gov/files/pr-05012017-whitepaper.pdf

专题	网址
Hazard Identification and Risk Assessment (National Offshore Petroleum Safety and Environmental Management Authority, 2017)	https://www.nopsema.gov.au/assets/Guidance-notes/A122420.pdf
Guidance Notes on Risk Assessment Applications for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries (American Bureau of Shipping, 2000)	https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/97_riskassessapplmarineandoffshoreandg/pub97_riskassessment.pdf
Offshore Risk Assessment Vol 1.	https://www.springer.com/gp/book/9781447174431
Principles, Modelling and Applications of QRA Studies (Vinnem, 2020)	
Ecological risk assessment for deep-sea mining (Washburn, 2019)	https://www.researchgate.net/publication/333538553_Ecological_risk_assessment_for_deep-sea_mining
Section 4.6.3 Summary of Operation Boundaries (SOOB) Combined Operations – Health, Safety and Environmental Case Guidelines for Mobile Offshore Drilling Units (International Association of Drilling Contractors, 2015)	https://www.iadc.org/forms/access-hse-case-guidelines-modu/
Guidelines for Ecological Risk Assessment (US EPA, 1998)	https://www.epa.gov/risk/guidelines-ecological-risk-assessment
Climate Change effects and impacts assessment: A guidance manual for local government in New Zealand [publication ME 870, Chapter 6-Risk Assessment] (NZ Ministry for the Environment, 2008)	https://www.mfe.govt.nz/publications/climate-change/climate-change-effects-and-impacts-assessment-guidance-manual-local-6
Guidance on Risk Assessment for Offshore Installations (UK Health and Safety Executive, 2006)	https://www.hse.gov.uk/offshore/sheet32006.pdf
国际海事组织规则制定流程使用的正式安全评估准则修订版(国际海事组织, 2018 年)	http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/SafetyTopics/Documents/MSC-MEPC%202-Circ%2012-Rev%202.pdf
Risk Management Framework for Mining in BC [治理实例] (Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Ministry of Environment and Climate Change Strategy, The Environmental Assessment Office, 2018)	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/mineral-exploration-mining/documents/compliance-and-enforcement/miningbc_risk_management_framework_july2018.pdf
风险评估实例	
Expert risk assessment of activities in the New Zealand Exclusive Economic Zone and Extended Continental Shelf (National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd, 2012)	https://www.mfe.govt.nz/publications/marine/expert-risk-assessment-activities-new-zealand-exclusive-economic-zone-and
Chapter 19 Environmental Management Plan - Port of Gladstone Western Dredging Project Environmental Impact Statement (GHD, 2009)	http://eisdocs.dsdp.qld.gov.au/Port%20of%20Gladstone%20Western%20Basin%20Dredging/EIS/19-environmental-management-plan.pdf

专题	网址
Navigational Risk Assessment for The New Zealand King Salmon Co. Ltd. (Enhanced Operating Systems Limited, 2012)	https://www.epa.govt.nz/assets/FileAPI/proposal/NSP000002/Evidence/4bd456a77f/Navigational-Risk-Assessment.pdf
Environmental Impact Statement for South of Embley Project – Section 19 Hazard and Risk, (Rio Tinto Alcan, n.d.)	https://www.yumpu.com/en/document/read/52661607/embley
Risk Management Framework for Mining in BC [治理实例] (Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Ministry of Environment and Climate Change Strategy, The Environmental Assessment Office, 2018)	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/mineral-exploration-mining/documents/compliance-and-enforcement/miningbc_risk_management_framework_july2018.pdf
风险表述——风险矩阵实例	
Basic Risk Assessment Matrix (Western Australia Department of Environment and Conservation)	https://ww2.health.wa.gov.au/~/_media/Files/Corporate/general%20documents/Clandestine%20drug%20Iabs/PDF/Risk-Assessment-Matrix-Provided-by-the-Department-of-Environment-Regulation.pdf
Final Guidelines for Port & Harbour Risk Assessment and Safety Management Systems in New Zealand (Maritime Safety Authority of New Zealand, 2004)	https://www.maritimenz.govt.nz/commercial/ports-and-harbours/documents/Port-harbour-risk-assessment.pdf