



## 法律和技术委员会

Distr.: General  
4 August 2023  
Chinese  
Original: English

### 第二十五届会议

法律和技术委员会会议，第一部分

2019年3月4日至15日，金斯敦

议程项目 11

对《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》的审查

## 指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议

法律和技术委员会印发\*

### 一. 引言

1. 在海洋矿物勘探过程中，国际海底管理局除其他外必须制定并定期审查环境规则、规章和程序，以确保有效保护海洋环境，使其免受“区域”内活动可能造成的有害影响；还必须与担保国一道，按照法律和技术委员会的建议对此类活动采取预防性办法。此外，“区域”内勘探矿物合同要求承包者收集海洋学和环境基线数据，制定基线依据，用于对照评估其勘探工作计划的活动方案可能对海洋环境造成的影响，并制定监测和报告此类影响的方案。承包者应与管理局和担保国合作制定和执行此类监测方案，并每年报告环境监测方案的结果。此外，每一申请者在申请核准勘探工作计划时，除其他外应提交关于按照相关规章及管理局制定的任何环境规则、规章和程序开展的海洋学和环境基线研究方案的说明，以便结合法律和技术委员会发布的任何建议，评估拟议勘探活动对环境的潜在影响；每一申请者还应提交关于拟议勘探活动可能对海洋环境造成的影响的初步评估。

2. 法律和技术委员会可不时发布技术性 or 行政性建议，以指导承包者，协助其执行管理局的规则、规章和程序。1982年《联合国海洋法公约》第一六五条第2款(e)项规定，委员会还应向理事会提出关于保护海洋环境的建议，考虑到在这方面公认的专家的意见。

\* 本文件取代 ISBA/25/LTC/6/Rev.1、ISBA/25/LTC/6/Rev.1/Corr.1 和 ISBA/25/LTC/6/Rev.2。



3. 不妨回顾，管理局于 1998 年 6 月就制定多金属结核矿床勘探环境准则举行研讨会。研讨会的成果是制定了一套关于评估“区域”内多金属结核矿床勘探可能对环境造成的影响的准则草案。研讨会与会者指出，有必要根据既定的科学原则，并考虑到海洋学方面的限制因素，确定明确、通用的环境特性评估方法。在《“区域”内多金属结核探矿和勘探规章》(ISBA/6/A/18)获得核准一年后，法律和技术委员会于 2001 年在 ISBA/7/LTC/1/Rev.1 号文件中发布准则，之后于 2010 年根据了解到的更多情况对准则加以修订(见 ISBA/16/LTC/7)。鉴于《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》(ISBA/16/A/12/Rev.1)和《“区域”内富钴铁锰结壳探矿和勘探规章》(ISBA/18/A/11)分别于 2010 年和 2012 年获得核准，因此决定需要制定一套合并环境准则，其中包括对多金属硫化物和富钴铁锰结壳勘探的指导意见。

4. 管理局于 2004 年 9 月 6 日至 10 日在金斯敦举行题为“多金属硫化物和钴结壳：矿床环境和设定环境基线与相关勘探监测方案时应考虑的因素”的研讨会，以满足在勘探这两种资源期间提供环境指导意见的需要。研讨会的建议是基于起草建议时对海洋环境和拟采用技术的科学认知。在举行上述研讨会后，开展了若干国家性和区域性深海采矿研究方案，特别是欧洲国家(“管理深海资源开发的影响”项目(2013-2016 年)和“联合拟订方案倡议的采矿影响”项目(2015-2017 年))、西南太平洋(“太平洋共同体-欧洲联盟深海采矿”项目，2011-2016 年)、新西兰(国家水和大气研究所的“加强海上采矿管理”项目(2012-2016 年))和日本/法国(题为“生态深海”的联合项目)开展的方案，对基线和监测调查的科学要求进行了评估。此外，管理局还举办了一系列分类标准化研讨会(巨型动物——2013 年，德国威廉斯港；大型动物——2014 年，大韩民国蔚珍郡；小型底栖动物——2015 年，比利时根特)。2017 年 9 月 27 日至 29 日，题为“在深海采矿合同区内设计影响参照区和保全参照区”的研讨会在德国柏林举行。上述研讨会和方案的产出现可用于更新之前在 ISBA/19/LTC/8 号文件中为承包者提出的建议。

5. 除非另有说明，本文件中有关勘探的建议适用于所有类型的矿床。在某些矿址，可能难以实施部分具体建议。建议承包者在这种情况下向管理局提供有关论据，随后管理局可免除对承包者的具体要求。

6. 委员会认为，鉴于建议的技术性较强，必须在建议附件一中提供解释性评注。解释性评注附有技术用语词汇表作为补充。

7. 与试采和采矿组件测试有关的环境因素的性质取决于开采矿物所用的采矿技术类型和作业规模。进行机械搬运而不在海床进行初步加工的做法被认为是最有可能使用的技术，也是本文件假定使用的矿物开采方法。今后的采矿作业可能采用本文件未考虑到的技术。鉴于本文件所载建议是基于起草建议时对海洋环境和拟采用技术的科学认知，今后可能需要根据科技进步情况予以修订。根据各套规章的规定，委员会可不时根据最新科学知识和信息审查本建议。建议定期进行此类审查，审查间隔不应超过五年。为了便于审查，建议管理局每隔适当的一段时间召开研讨会，邀请委员会成员、承包者、科学界公认专家、国际和政府组织以及非政府组织参加。

8. 在合同形式的勘探工作计划获得核准之后以及勘探活动开始之前，承包者必须向管理局提交：

(a) 一份影响评估书，用于评估所有拟议活动对海洋环境的潜在影响，但法律和技术委员会认为不会对海洋环境造成有害影响的活动除外；

(b) 一份监测方案计划书，用于确定拟议活动对海洋环境的潜在影响，并核实矿物勘查和勘探不会对海洋环境造成严重损害；

(c) 可用于制定环境基线的数据，以对照基线评估今后活动的影响。

## 二. 范围

### A. 宗旨

9. 本建议说明了采集基线数据时应遵循的程序，以及在勘探区域开展任何可能对环境造成严重损害的活动期间和之后应进行的监测所应遵循的程序。这些建议的具体目的如下：

(a) 界定应测量的海洋学、化学、地质、生物和沉积物性质，以及承包者为确保有效保护海洋环境不受承包者在“区域”内活动可能造成的有害影响所应遵循的程序；

(b) 便于承包者提交报告；

(c) 向潜在承包者提供指导，以根据《公约》、1994年《关于执行〈联合国海洋法公约〉第十一部分的协定》和管理局相关规章的规定，制定海洋矿物勘探的工作计划。

### B. 定义

10. 除非本文件另有说明，每套《规章》所界定的术语和用语在本建议中具有相同含义。本文件附件二载有技术用语词汇表。

### C. 环境研究

11. 每一份海洋矿物勘探的工作计划均应考虑环境研究的以下阶段：

(a) 环境基线研究；

(b) 为确保探矿和勘探期间各项活动不会对海洋环境造成严重损害所开展的监测工作；

(c) 采矿组件测试期间和之后开展的监测工作。

12. 承包者应准许管理局派检查员登临承包者在“区域”内开展勘探活动所用的船舶和设施，以便除其他外监测此类活动对海洋环境的影响。

### 三. 环境基线研究

#### A. 基线研究所需的信息

13. 必须从勘探区域获取足够信息，记录试采或采矿组件测试前的自然状况，了解颗粒扩散和沉淀以及底栖动物演替等自然过程，并采集其他数据，以便获得必要能力，准确预测环境影响，如假定影响及其过程，包括海床扰动羽流、排放羽流、潜在毒性、噪音和光照强度。周期性自然过程可能对海洋环境有重要影响，但此类影响并未得到很好的量化。因此，必须在开展采矿相关活动之前，尽可能长期地收集海面、中层水域、近海底和海床群落对自然环境变异性的自然反应。应使用已有的最佳采样技术和方法，建立环境影响评估的基线数据。

#### B. 基线数据要求

14. 为了根据相关规章建立勘探区域的环境基线，承包者应通过利用地理信息系统等已有的最佳技术以及运用健全的统计设计方法制定采样策略，开展收集数据，以确定物理海洋学、化学海洋学、地质、生物和其他参数的基线状况，这些参数能够反映可能受到勘探以及潜在试采或采矿组件测试活动影响的环境的特性。记录试采或采矿组件测试前自然状况的基线数据对于监测这些活动带来的变化和预测商业采矿活动的影响至关重要。

15. 需要记录的数据应包括：

##### (a) 物理海洋学：

- (一) 测量方案应适合海床地貌以及海面、水柱和海底的区域水动力学过程；
- (二) 沿整个水柱自上而下按一定间隔、特别是在海底附近收集海洋学状况信息，包括压力、流向和流速、温度、盐度和浊度状况；
- (三) 在可能受到加工排放产生的羽流和海床扰动羽流影响的深度测量物理海洋学参数；
- (四) 需要以足够的时空分辨率测量物理参数，以充分确定海洋环境的特性；
- (五) 测量天然颗粒浓度和构成，以记录水柱内分布状况；

##### (b) 化学海洋学：

- (一) 收集关于水柱化学性质、包括资源上覆水层的信息，特别是可能在采矿过程中释放的金属和其他元素的信息，包括可能因研磨过程、立管泄漏、海面船舶脱水作业和随之产生的排放羽流而发生的相互作用；
- (二) 提供有关信息，说明在海上进行矿石脱水和(或)加工后可能在排放羽流中释放的其他潜在化学物质(若有)；
- (三) 尽可能大范围地在整个沉积物-水界面及其附近以及沉积物柱内部测量氧浓度，生成水柱剖面图；

- (四) 酌情测量 pH 值和碳酸盐系统的其他成分(如二氧化碳、碱度);
- (c) 地质性质:
- (一) 制作标明高分辨率水深数据和海底类型的地理信息系统区域图,显示主要的地质和地貌特征,以反映环境异质性。这些区域图的比例应符合资源和生境的变异性;
  - (二) 记录在试采或采矿组件测试活动期间可能释放的资源中重金属和微量元素成分的基线水平;
  - (三) 确定底质的基本性质,以便描述作为海床扰动羽流潜在来源的表层沉积物的特性;
  - (四) 对底质进行取样,同时考虑到海床变异性性和每一资源类别的性质;
- (d) 生物群落:
- (一) 利用高分辨率测深图,并结合环境变异性,规划生物采样策略;
  - (二) 收集生物群落数据,采集动物样本,样本应足以代表生境、海底地形、深度、海床和沉积物特性、水柱以及目标矿物资源的变异性;
  - (三) 在勘探区域和可能受作业影响的区域(如受排放和海床扰动羽流影响的区域)收集近海底和海床原生动物及后生动物群落的数据,特别是巨型动物、大型动物、小型底栖动物、微生物群落、底栖鱼类和食腐动物以及与资源直接相关的生物区系的数据;
  - (四) 评估水柱和近海底水层内(海底边界层内)可能受作业(如噪音和排放羽流)影响的水层群落;
  - (五) 记录观察到的海洋哺乳动物、其他近水面大型动物(如海龟和鱼群)和鸟群,如有可能应确定相关物种类别。应在前往和离开勘探区域以及来往于各测站之间时进行详细记录。
  - (六) 建立时间序列测站,以评估水柱和海床群落随时间的变化;
  - (七) 评估物种和群落/群聚的区域分布以及主要和代表物种的基因联系;
  - (八) 如有可能,应就地对采集物进行摄影记录(并附有录像索引),以便为每份样品提供背景/环境信息档案;
- (e) 记录和描述沉积物的生物扰动活动和混合状况;
- (f) 评估水层和底栖生境之间的联系,包括沉积物通量:采集有关从水柱上层到海床的下沉通量和物质构成(包括颗粒有机物)的时间序列数据;
- (g) 测量沉积物群落耗氧量,作为衡量整体群落(主要是微生物)功能的指标;
- (h) 评估水层和底栖生境的食物网结构。

16. 除数据分析外，应根据与秘书处达成的协议，以电子格式在年度报告中提供原始数据。这些数据将用于区域环境管理和累积影响评估。

17. 除上文所述信息外，还须针对多金属硫化物提供以下信息：

(a) 应记录热液环境中液体排放及相关动物的任何变化(酌情使用摄影记录、温度计量和其他测量标准)；

(b) 对于活性硫化物矿床，应分析温度-动物关系(例如，在每个次生境内的5至10个不连续点测量温度并进行录像记录)；

(c) 应确定各次生境(活跃及非活跃喷口区域、非喷口生境)中优势分类群的分布、丰度、物种结构和多样性。这包括评估与潜在采矿地点有关的特化、局部化学合成生物群落；

(d) 应在可能的情况下利用遥控水下机器人/潜水器进行采样，获得与多金属硫化物矿床有关的小型底栖动物和微生物群落结构和生物量，也可利用水底采石器或凿岩机所采样本进行研究。如有可能，从多金属硫化物中所获样本的数量应在统计上可靠。在可能的情况下，应确定生活在矿床岩石上或裂缝和凹陷中的物种类别；

(e) 从活跃热液喷口系统采集生物样本时，必须利用具有精确采样功能的遥控水下机器人/潜水器技术，以次生境为单位进行采样，并将样本放在不同的样本盒内；

18. 除上文所述信息外，还须针对富钴铁锰结壳提供以下信息：

(a) 与富钴铁锰结壳有关的生物群落可能分布非常集中。因此，必须按照生境类型在承包者区域内进行分层生物采样，生境类型将根据地形(如海山的山顶、山坡和基底)、海道测量情况、海流状况、优势巨型动物(如珊瑚丘、海绵和八放珊瑚群)和水含氧量(若最小含氧层与有关区域相交)确定，也可能根据深度确定。在每个次生境内均应以适当采样工具获得在空间和时间上重复的生物样本。采集样本时，建议在每个分层取得统计上可靠的重复样本数量，以评估物种丰富度；

(b) 应沿样带进行摄影或录像，确定生境类型、群落结构以及巨型动物与特定类型底质的联系。巨型动物的丰度、覆盖率和多样性最初应至少以四条样带为依据。这些样带应包括海山基底的平坦海底、海山山坡及其山顶。应在可能进行试采的结壳区作进一步的样带调查；

(c) 应利用拖曳式样带摄影/录像装置、深海着陆器和(或)潜水器/遥控水下机器人进行观察和拍摄，评估生活在海底的底栖鱼类和其他自游生物。海山可能是重要的生态系统，能为多种鱼类提供聚集产卵或觅食的各类生境。

## 四. 数据收集、报告和归档程序

### A. 数据收集和分析

19. 在确定依照本建议收集的数据类型、收集频率和分析技术时，应遵循可以获得的最佳方法，并使用国际质量体系以及经认证的操作程序和实验室。

### B. 数据归档和检索办法

20. 在远洋考察结束后一年内，应将附有测站清单、活动清单和其他相关元数据的科考船报告提交管理局秘书处。

21. 按照第 23 段的规定，承包者应向管理局提供所有相关数据、数据标准和目录，包括以与管理局商定的格式提交原始环境数据。管理局为制定关于保护和保全海洋环境及安全的规则、规章和程序所需的数据和信息，包括海道测量、化学和生物数据，均应在远洋考察结束后四年内供科学分析免费使用，但专利设备设计数据除外。应在万维网上公布每个承包者所提交数据的目录。实际数据应附有元数据，详细列出分析技术、误差分析、失败说明、应避免的方法和技术、关于数据充分性的评论意见以及其他相关说明性信息。

22. 承包者应尽一切合理努力，确保在研究结束后，将任何剩余的有代表性的优质生物、矿物和分子样本存放于适当的长期储存设施当中，如自然历史博物馆、岩心保管机构、地质研究所和采用相关标识的国际储存库(微生物学)。

23. 依照第 24 和 38 段所载建议、为保护和保全海洋环境而收集的所有数据(设备设计数据除外)均应递送秘书长，供免费使用，但须符合相关规章所载的保密规定。

24. 承包者应将其掌握的其他任何可能与保护和保全海洋环境目的相关的非机密性数据递送秘书长。

### C. 报告

25. 应按照《就年度报告内容、格式、结构向承包者提供的指导建议》(ISBA/21/LTC/15)，并使用国际海底管理局网站上适当的承包者报告模板，定期将经过评估和解读的监测结果连同原始数据一并报告管理局。

### D. 数据递送

26. 依照第 24 和 38 段所载建议、为保护和保全海洋环境而收集的所有数据(设备设计数据除外)均应在远洋考察结束后四年内递送秘书长，供科学分析和研究免费使用，但须符合相关规章所载的保密规定。这一程序不妨碍根据附件四(勘探合同标准条款)第 10 节向管理局报告和递送数据的义务。

27. 承包者应将其掌握的其他任何可能与保护和保全海洋环境目的相关的非机密性数据递送秘书长。

## 五. 合作研究和填补知识空白的建议

28. 合作研究可提供更多有助于保护海洋环境的数据，而且可能对承包者具有成本效益。

29. 多个海洋学学科和多个机构之间开展互动，可能有助于填补因承包者独自开展工作造成的知识空白，特别是在区域级环境模式方面。管理局可依照《公约》规定，为协调和传播此类研究成果提供支持。管理局应为勘探承包者寻找合作研究机会提供咨询，但承包者应自行与学术界和其他专业人员建立联系。

30. 合作研究方案可能具有较强的协同增效作用，整合采矿公司以及合作机构和部门的知识专长、研究设施、后勤能力和共同利益。这样承包者便可以最佳方式利用船舶、自动潜航器、遥控水下机器人等大型研究设施，以及学术机构在地质学、生态学、化学和物理海洋学方面的知识专长。

31. 为了解答某些关于未来采矿活动对环境的影响的问题，必须进行具体实验、观察和测量。并非所有承包者都需要开展同样的研究。重复某些实验和影响研究未必会增进科学知识或促进影响评估，反而会不必要地消耗财政、人力和技术资源。鼓励承包者探索联合开展国际海洋学合作研究的机会，借鉴彼此的研究成果，获得或增进对目标生态系统的必要了解。

## 六. 勘探期间的环境影响评估

### A. 勘探期间不需要环境影响评估的活动

32. 根据现有信息，一般认为目前用于勘探的多种技术不会对海洋环境造成严重损害，因而不需要进行环境影响评估。这些技术包括：

- (a) 重力和磁力观测；
- (b) 在海底和海底浅层对电阻率、自然电位或感应极化进行的声学或电磁剖面测量，或在不使用炸药或已知会严重影响海洋生物的频率的情况下进行的成像；
- (c) 用于环境基线研究的海水、生物、沉积物和岩石采样，包括：
  - (一) 海水、沉积物和生物区系的少量采样(如利用遥控水下机器人采样)；
  - (二) 有限度的矿物和岩石采样，如使用小型抓斗或筒式采样器采样；
  - (三) 使用箱式取样器或其他岩心取样器对沉积物进行采样；
- (d) 气象观测，包括安放仪器(如数量有限的系泊装置)；
- (e) 海洋学(包括海道测量)观测，包括安放仪器(如系泊装置、深海降落器)；
- (f) 从非底部接触装置(如拖曳式摄影平台、遥控水下机器人、自动潜航器)进行的录像/影片和静态摄影观测；
- (g) 船上进行的矿物测定和分析；



- (h) 定位系统, 包括海底应答器以及在航行通知中列出的水上和水下浮标;
- (i) 拖曳式羽流传感器测量(化学分析、浊度计、荧光计等);
- (j) 动物代谢原地测量(如沉积物群落耗氧量);
- (k) 生物样本 DNA 检测;

(l) 染色测流或示踪剂研究, 除非国内或国际法律要求对某些可能有害的染色剂/示踪剂开展环境影响评估。

## B. 需要在勘探期间进行环境影响评估的活动

33. 下列活动需要进行事前环境影响评估, 并需要依照第 33 和 38 段的建议在特定活动期间和其后实施环境监测方案。必须强调, 这些基线、监测和影响评估研究可能是为商业采矿进行的环境影响评估的主要投入。这些活动包括:

- (a) 利用沉积物扰动系统在海底造成人为扰动和羽流;
- (b) 测试采矿组件;
- (c) 试采;
- (d) 测试排放系统和设备;
- (e) 利用船载钻机进行钻探活动;

(f) 在结核矿区超过 10 000 平方米的区域使用海底拖撬、挖掘机或拖网或类似技术进行采样。

- (g) 为测试陆上流程提取大样本。

34. 第 38 段所载建议中的环境影响报告和资料应由承包者不迟于活动开始前一年提交给秘书长, 同时铭记必须留出足够时间在下文 E 节概述的程序之后对划界案进行评估, 并考虑到委员会的年度会议。

35. 第 33 段所列活动(包括测试采矿组件)之前、之时及之后, 需要在受影响区及控制区(根据其环境特点和生物成分选定)获得环境监测数据。影响评估必须基于能探测时空影响的设计合理的监测方案, 以提供统计上可靠的数据。在进行试采时, 除上述建议外, 还应设立用于监测影响的影响参照区和保全参照区(见第 38(o)段)。

36. 预计环境影响预计将发生在海底, 也可能发生在水柱处的任何排放深度(如适用)。影响评估应述及对海底、海底边界层及大洋环境的影响。影响评估不仅应述及直接受到活动影响的地区, 还应述及受海底扰动羽流、排放羽流以及运输矿物至海洋表面时所排放任何物质的影响的更广泛区域——这取决于所使用的技术。需要进行环境影响评估, 以评估造成排放羽流带来的环境变化是否会导致食物链的改变, 并有可能扰乱垂直迁移和其他迁移, 导致氧最小层的地球化学变化(如存在或适用)。

37. 承包者可单独或合作测试采矿组件或试采。就环境评估而言，这一试验阶段应被严密监测，以便预测开发和使用更大规模商业系统带来的预期变化。当试采已完成时，即使是由另一名承包者完成，应酌情提供和采用上述试验所得知识，以确保新的调查解决未解问题。

### C. 承包者如在勘探期间开展一种必须进行环境影响评估的活动所应提供的资料和测量

38. 承包者应根据附件三中的模板，视拟开展的具体活动的情况，向秘书长提供部分或全部下列资料：

- (a) 矿物采集技术(被动式或主动式机械挖采、液压吸扬、射水剥离等)；
- (b) 在沉积物或岩石中的贯入深度以及采集器造成的横向扰动；
- (c) 接触海底的行走装置(滑板、齿轮、履带式挖掘机、阿基米德螺钉、支承板、水垫等)，以及采集器轨迹在海底的宽度、长度和型式；
- (d) 从采集器上的矿物资源分离出来的沉积物比例、采集器排放的物质体量和规模、海底扰动羽流的规模和几何形状以及与羽流内部的颗粒大小相比，羽流的轨道和空间范围；
- (e) 在海底分离矿物资源和沉积物的方法，包括矿物的清洗情况，海床扰动羽流中的沉积物与水混合的浓度和成分，排放羽流距离海底的高度，粒度分散和沉降模型，覆盖在离采矿活动一定距离的地区的沉积物厚度估算，水柱中横向和纵向羽流差幅估算(根据羽流模型)，其中包括基于与拟议采矿活动的距离及拟议采矿活动持续时间的颗粒浓度；
- (f) 海床加工方法(如有)；
- (g) 矿物研磨方法；
- (h) 运输物质至海面的方法；
- (i) 在海面船上从碎屑和沉积物中分离矿物资源；
- (j) 被研磨的粉尘和沉积物的处理方法；
- (k) 排放羽流的体量和深度，排水中的颗粒浓度和构成，排放物的化学和物理特性，海面、海水中或海底排放羽流的行为(酌情)；
- (l) 试采的位置和试采区的边界；
- (m) 试采活动的可能期限；
- (n) 试采计划(采集模式、扰动地区、监测等)；
- (o) 为试采影响评估而划定的影响参照区和保全参照区。影响参照区应是试采和发生相关直接影响的场址。保全参照区应仔细定位且距离足够远，以免受到试采活动的影响，包括海底扰动和排放羽流的影响。应实施一项良好的监测方案，

以发现因试采而可能在影响参照区以外出现的任何扰动，这对保全参照区位置评定至关重要。应对试采场址的远场(>10 公里)进行物理化学和生物扰动探测。保全参照区将在确定环境条件的自然变化方面发挥重要作用，并将据此评估试采的影响。其物种成分应与受影响地区类似。勘探试采期间建立的保全参照区应尽可能处于承包者的区域内。

(p) 待采矿床的基线图(如侧扫声纳、高分辨率测深、海床底部类型)；

(q) 区域和地方环境基线数据的现状。

39. 每一承包者应在其上述特定活动方案内具体说明：如不能适当减轻其后果，可因其严重环境损害而导致暂停或修改活动的事件。

#### D. 在勘探期间开展一种必须进行环境影响评估的活动之后应作出的观测和测量

40. 承包者应根据将进行的特定活动向秘书长提供部分或全部下列资料：

(a) 受采矿活动引起的作业羽流和排放羽流影响地区的再沉积物和碎石堆的厚度，以及基层异质性的变化；

(b) 水层部分的物种组成、多样性和丰富性(如适用)以及包括微生物和原生动物的海底群落的变化(其中包括回殖)以及基础物种、三维生境形成物种或生态系统构造物的变化。生物扰动率、化学效应和关键物种行为变化(受到沉积作用窒息等影响)；

(c) 预期不会受到排放和海底扰动羽流等活动影响的毗邻区内微生物和原生动物等群落以及食物网结构可能发生的变化；

(d) 在试采期间，排放羽流深度的海水特性的变化，以及排放羽流深度及更深区域内生物区系行为的变化(见附件 1 第 13 段)；

(e) 在矿床方面，试采后的矿区地图，突出地貌变化；

(f) 受作业羽流和排放羽流沉积物影响的主要代表性底栖生物区系的金属含量；

(g) 对当地环境基线数据重新采样，并评估环境影响；

(h) 在热液环境下流体通量方面的变化及生物对这一变化的相关反应；

(i) 水流变化及生物对水流循环变化的反应。

**E. 审查与测试采矿组件或在勘探期间需要进行环境影响评估的其他活动有关的环境影响报告的程序。**

41. 该程序将遵循以下步骤：

(a) 承包者应利用附件三所列模板，按照本建议第 34 段规定的时间表，提交完整的环境影响报告。承包者应根据本建议附件一所述，在提交的报告中说明已进行的利益攸关方协商的情况；

(b) 秘书长将在收到环境影响报告 30 天内予以确认，并对照本建议附件三所列模板，检查报告是否完整。如果提交的报告不完整，秘书长将与承包者联系，要求补充资料。承包者应在 30 天内作出答复。如承包者无法在该时限内答复，可请求合理延长这一期限；

(c) 法律和技术委员会将在其下次会议上根据本建议附件一第 69 段，开始对环境影响报告完整性、准确性和统计可靠性进行审查，但这不影响向公认的外部专家征求意见的可能性；

(d) 委员会可通过秘书长请承包者提供关于报告的补充资料，包括有关所进行的利益攸关方协商情况的资料。承包者有多达 30 天的时间提供此类补充资料；

(e) 委员会将根据本建议附件一第 69 段继续进行并完成审查，并就环境影响报告是否应纳入合同范围内的活动计划向秘书长提出建议。秘书长将相应地通知承包者。该建议、包括根本依据将由秘书长送交理事会作为资料，并将连同最终环境影响报告在海管局网站上公布；

(f) 如委员会不建议把环境影响报告纳入合同范围内的活动计划，承包者可选择重新提交报告。如果承包者选择重新提交报告，则应按照本文件所述程序予以重新提交和审查，包括在需要时提交有关上文(a)分段提及的利益攸关方协商情况的修订资料；

(g) 委员会主席将在理事会下一届会议上报告在这一事项下开展的工作。

## 附件一

### 解释性评注

1. 根据本建议第 6 段和本解释性评注第 2 至 6 段，本评注的目的是就目前最佳可得技术和方法向承包者提供指导，以支持承包者执行这些勘探建议，并有效保护海洋环境免受“区域”内活动可能产生的有害影响。应当理解，以下指导意见代表了目前的相关方法和技术，这些方法和技术可能在今后的研究基础上发生变化。还应当理解，这一指导意见将具体适用于各项拟议作业，并侧重于可能产生影响的环境。
2. 勘探工作计划应包括考虑到涉及下列环境要求的活动：
  - (a) 确定环境基线研究，以便根据该研究比较背景变异、气候变化和采矿活动造成的影响；
  - (b) 提供监测和评估深海海底采矿对海洋环境影响的办法；
  - (c) 提供本建议第六节所列所有活动及申请开采合同所需的环境影响评估数据；
  - (d) 提供用于区域资源勘探和开采管理、生物多样性保护和受深海海底采矿影响地区的重植/监测的数据；
  - (e) 建立表明海洋矿物勘探没有对环境造成任何严重危害的程序。
3. 根据目前拟议方法，预计主要影响将发生在海底。在采矿船上的加工处理、排放羽流或使用不同技术可能带来更多的影响。
4. 在海床，采矿设备会干扰和搅乱海底(岩石、结核和沉积物)，并造成微粒物质的海底扰动羽流，在某些情况下可能含有会影响海洋生物的潜在有害污染物(包括金属)。
5. 在海面采矿船上处理矿物泥浆会把大量寒冷、富含营养物质、充满二氧化碳和颗粒的海水带到海面，必须谨慎控制这些海水，以避免海面生态系统变化、气候活性气体脱气以及在采矿过程释放金属等有毒污染物，特别是与被还原矿物相有关的化合物，如硫化物。对于添加任何化学物使矿物相从废料和海水中分离的作法，必须评估其潜在的有害影响。
6. 需要谨慎控制对海洋环境的任何排放并评估其影响，包括其潜在的生态毒性影响。
7. 基线数据的要求包括六类：物理海洋学、化学海洋学、地质特性、生物群落、生物扰动和沉积物流量。[建议三.B.15]
8. 建议在生境制图、采样点记录和规划分层随机取样方案中使用地理信息系统等适当制图工具。[建议三.B.14；三.B.15.(c).(一)；]

## 物理海洋学

9. 需要物理海洋学数据是为了评估自然背景条件并估计作业羽流和排放羽流的潜在影响，加上海底地貌学的资料，就能预测物种潜在分布情况。需要关于海水特性的资料，包括压力、流速、温度、含盐量、浑浊度、氧气、光学特性(如光强、后向散射、衰减等)和颗粒物。[建议三.B.14；三.B.15(a)；三.B.17-18(视生境情况而定)]

10. 关于数据收集：

(a) 需要确定水柱的海洋学结构(包括空间和时间)，并用剖面 and 截面对整个水柱进行分层抽样。所用方法必须提供足够分辨率，以恰当确定合同区的空间和时间变异。可使用一系列设备进行此类研究，例如带有额外传感器的电导率—温度—深度探测器、投弃式温深计和投弃式电导温深计、锚系和浮标系统、浮筒和漂浮器、配备适当传感器的自动潜航器和滑翔机。测量(年内和年际)瞬时变化需要配备了适当传感器的锚系/浮标和(或)浮筒/漂浮器。还需要确定空间变异性，这是可以实现的，例如，使用电导率—温度—深度探测站网络或一系列自动潜航器、滑翔机或浮筒和漂浮器。还可将卫星数据用于海面测量。

(b) 在测量流速方面，可使用声学多普勒海流剖面仪(包括船载声学多普勒海流剖面仪和低频声学多普勒海流剖面仪)、其他流速计或浮筒/漂浮器。目前使用锚系和浮标(配备声学多普勒海流剖面仪或其他流速计)和(或)浮筒/漂浮器测量瞬时变化。

(c) 所需锚系设备的数目和位置应考虑到有关地区的大小，以充分确定海流区域特征，特别是在复杂地貌学地区。建议的采样分辨率应以世界海洋环流实验及气候多变性和可预报性研究标准为依据，台站间距不超过 50 公里。在横向梯度大的区域(如边界洋流内或主要地形结构附近)，应缩短水平采样间距，以提高梯度分辨率。锚系设备上的流速计数目应根据所研究地区的地形特征尺度(距海底高度的差异)加以确定。需要在海底边界层至海底以上 200 米的区间测量流速。上部流速计的位置应高于周边地形。需要根据所得数据，对流速、温度、含盐量和密度场结构进行分析。

(d) 在基线研究期间应收集湍流强度数据。湍流强度测量有利于确定垂直涡流扩散速率，这是影响颗粒羽流扩散的一个关键参数，并因此用于羽流建模。在理想状况下，应在具有代表性的条件下(如大潮和小潮)在若干潮汐周期内通过重复剖面法收集湍流强度数据。可使用湍流剖面仪测量湍流强度，或从电导率、温度和深度的垂直剖面进行推断，前提是这些剖面具有适当品质(如分析密度剖面中的 Thorpe 翻转尺度)。[建议三.B.14；三.B.15(a)]

11. 建议对海面温度和生产力(海洋色彩)进行多年卫星数据分析，以了解有关地区的综观尺度海面活动情况以及较大尺度的事件。[建议三.B.14；三.B.15(a)]

12. 应通过连续剖面或水柱样品确定水柱结构。在梯度大的区域应提高分辨率(例如，确定氧最小层的位置和进行量化)。对于没有显著横向梯度的参数，确定

基线范围(如平均值和标准离差)就足够了。对空间结构大的参数(梯度、极值), 取样分辨率必须有利于确定地区物理海洋学结构。由于地形对海洋地貌空间尺度的影响很大, 预计将需要制定一个勘测计划, 根据当地地形尺度确定台站间距(如坡度大地区需要增加分辨率)。[建议三.B.14; 三.B.15(a); 三.B.17-18(视生境情况而定); 六.C.38.(k); 六.D.40.(d)和(-); ]

13. 必须了解海流速度和方向的时空变化。因此, 需要在测试采集系统和设备之前测量物理海洋参数, 以确定潮汐和季节的变异性波动幅度及其在相关作业半径范围内的变化, 这些变化将因区域而异。[建议三.B.15(a).(-); 六.D.40(-)]

14. 为了预测沉积物和羽流的扩散情况, 应开发和验证一个数字环流模型, 以及一个合适的纳入颗粒聚集和解聚效应的沉积物迁移模型。这应涵盖对羽流和毒素扩散而言至关重要的时间和空间尺度。还可能需要考虑进行试验, 以应对潜在的重要影响(例如调查事故性溢漏的潜在影响)。承包者应使用一种被海洋建模界视为适合在海底附近进行扩散研究, 但亦可更广泛应用到整个水柱、特别是羽流动力学/扩散方面的模型。简单盒式模型或水深垂直分辨率低的 Z 坐标模型都不能胜任。这一模型的细节将取决于靶区的地形和海洋环境。分辨率应符合上文提到的尺度(即梯度应以多点分辨)。该模型需要与观测数据进行比较验证。[建议三.B.14; 三.B.15.(a).(-)-(-)]

15. 光照的垂直分布对透光带的初级生产力有着直接的影响。如果有海面排放, 幻灯片将显示排放颗粒在不同的时间、深度和与采矿船距离方面对光照衰减和光谱带的影响。可利用上述测值探测悬浮颗粒在密度跃层的累积情况。此外, 任何排放羽流可能导致大量营养物质排放、温度变化、二氧化碳排放以及(硫化物矿址)潜在的 pH 值变化及海洋酸化。[建议三.B.15.(a).(-)-(-); 三.B.15.(d).(-)]

### 化学海洋学

16. 需要在向水柱或海床作出任何排放以前收集化学海洋学数据。收集的数据对于评估采矿可能造成的影响, 包括试采或成分测试对海水成份的影响(如金属浓度)以及对生态系统流程(生物活动)的影响至关重要。应在进行物理海洋学测量的相同地点采集样本。应尽可能从化学角度确定矿床上覆水层和沉积物中孔隙水的特征, 以评价沉积物与水柱之间的化学交换过程。应测量的化学参数包括(磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、硅酸盐、碳酸盐碱度、氧、锌、镉、铅、铜、汞和总有机碳)。一旦查明拟议试采技术的细节, 应增加所列参数, 以列入试采时会释入水柱的任何可能造成危害的物质。所有测量结果必须达到符合公认科学标准(如同位素海洋生物地球化学循环的规程)的精度。氧气对动物的影响取决于海洋盆地以及反应物类型, 不一定涉及氧最小层。氧气水平可能对来自海底的羽流沉积物、营养物质和微生物非常敏感。由于氧最小层的大小因区域而异, 在一定程度上也因季节而异, 环境研究应确定氧最小层的深度范围, 方法是通过水柱定期确定每个同区的氧气剖面状况(及其时间变异)。[建议三.B.14; 三.B.15.(b).(-)和(-)]

17. 应测量有机物(如颗粒有机物和溶解有机物),以便在与环境有关的时空尺度上,评估溶解物和颗粒物在水平和垂直平流和涡流中的扩散潜力。[建议三.B.15.(b); 三.B.15(g); 四.B.22]
18. 实地测量方案还需述及垂直剖面和瞬时变化(潮汐、季节和年际变化)。[建议三.B.14]
19. 无论使用哪种采矿技术,预计都有一定数量的颗粒和(或)溶解采矿副产品释入临近所开采矿床以及来自运输管道和海面加工的水柱中。如果使用目前提议的勘探和试采或测试采矿组件工艺,预计试采或测试采矿组件的主要副产品是矿物机械碎裂后产生的颗粒。采矿作业者预计会尽力减少有经济价值的矿物流失,但假定零流失显然不切实际。由于不知道颗粒的大小,可以假定试采或测试采矿组件的副产品中会有非常细小的颗粒或可能有胶粒大小的颗粒物,而且这些颗粒物可悬浮数月之久。不能排除释入有毒物质的可能性。虽然颗粒束缚金属在生物学角度可能不存在,但在特定环境条件下,可能发生颗粒溶解导致金属排放并随之造成金属中毒(如海洋无脊椎动物体内的低 pH 度、水柱中的氧最小层)。其他可能的例子包括意外或故意排放勘探和试采或测试采矿组件时使用的化学品。[建议三.B.14; 三.B.15(b); 三.B.15.(c).(-)(-)]
20. 采集物理基线数据的首要目标是评估颗粒和溶解物质的扩散可能性。为了监测和减轻试采或测试采矿组件作业的事故性溢泄影响,还需要了解扩散的可能性。为了预测事故性排放的影响,应评估可能矿址附近的扩散可能性,即使采矿技术的设计目标包括避免向环境排放任何试采副产品。[建议三.B.14; 三.B.15.(a).(-); 三.B.15.(b); 三.B.15.(c).(-)]
21. 对试采活动的每一种副产品,必须对造成重大环境影响的时标进行建模分析。如果这些时标受稀释度影响,扩散评估中必须确定靶区附近的垂直和水平混合率。必须评估各种时标中的扩散可能性,包括从潮周期到这些环境影响最大时标。评估深海扩散可能性通常要作长期监测。即使是确定深海平均流向和流速,可能也需要多年的洋流计数据。难以评估涡流扩散情况,通常需要应用拉格朗日测量法,例如中性漂流浮标和示踪剂试验。因此,建议在勘探之初就对水柱内多个深度的区域扩散可能性进行评估。可以利用海面浮标和实时地转海洋学阵列的现有数据,分别评估海面附近和近 1 000 米处的扩散情况。在开始试采前,必须对试采时有害副产品可能释入水柱、可能发生事故性溢泄的所有深度进行扩散可能性评估。所需的垂直分辨率将取决于区域动力机制(水平洋流的垂直剪切),但预计至少需要在三个层次取样(近海面、中层和近海底)。近海床的底层流尤其必须具备时空分辨率,例如,可使用放置于海底的声学多普勒海流剖面仪进行测量,用充足的采样分辨出潮汐优势流。在试采矿区附近的地形起伏地区,必须提高水平和垂直分辨率,以分辨出与深海地形有关的动力结构(如边界流、圈闭涡流、溢流)。[建议三.B.15.(a).(-)至(四); 三.B.15.(b).(-)]
22. 在活性热液喷口区附近,通常可从水文、化学和光学观测中获得中性浮力羽流一级的有用的一阶扩散信息。从采矿副产品扩散可能性的角度解释羽流扩散观测因各种因素而变得复杂,其中包括对热液源的时间和空间特性不甚了解;热液



羽流平衡扩散受来源和环境背景特征的影响；热液羽流颗粒成分(及随后的沉降速度)不可控。尽管如此，当此类羽流发生在矿资源附近时，为了设计受控后续扩散研究，仍应观测热液羽流扩散情况。为完成对扩散可能性的评估，必须制作一个涵盖观测扩散所需时空尺度的三维流体动力学数字模型。[建议三.B.14；三.B.15.(a).(-)(=)；三.B.15.(c).(-)]

23. 建模对从试采推断到商业规模开采至关重要。[建议三.B.15.(a).(-)和(四)]

### 地质特性

24. 了解地质特性旨在确定环境异质性和协助安排合适的采样地点，以确定动物群落的分布和组成。[建议三.B.14；三.B.15.(c).(-)]

25. 应在整个勘探区收集高分辨率、多波束测深数据(包括后向散射数据)。在开展试采作业和(或)未来开发活动的选定地区，应从在自动潜航器、遥控水下机器人或其他系统上安装的多波束传感器获得厘米至米尺度分辨率的代表性数据。从多波束传感器获得的代表性数据亦适用于受采集器系统产生的沉积物羽流影响的地区。后向散射测量(或海底声反射率)可提供因涟漪、海底改造以及岩石露头、地壳、结核和沉积物等特性造成的海底粗糙度资料。[建议三.B.14；三.B.15.(c)]

26. 作为高分辨率基线调查的一部分，应酌情收集一套具有代表性的采前海床沉积物岩心，并储存于一个合适的存放处。应使用收集上端数厘米的未经干扰样品的采样器(如多芯采样管或遥控水下机器人操控的岩芯取样器)。[建议三.A.13；三.B.14]

27. 对于硫化物矿床，应将热液喷口地区分为活跃喷口场址或休眠/死亡场址。从生物学角度来看，重要的是拟议采矿场址是否有：活跃热液喷口(情况 1)，可能被开采活动激活的休眠喷口(情况 2)，或即使受到试采扰动也不会喷发热液的死亡喷口(情况 3)。基线评估必须确定适用上述哪种情况。[建议三.B.14]

28. 了解沉积物特性、包括孔隙水化学(另见化学海洋学章节)是为了预测排放羽流的行为以及试采活动对沉积物成分的影响。这应包括沉降羽流粒子的特性。在这方面，应测量下列参数：绝对比重、体积密度、颗粒大小、成分(碳酸物百分比、总有机物)以及从氧化到亚氧化状态(没有氧气和硫化氢)或从亚氧化到氧化状态的沉积物深度变化。测量对象应包括沉积物中的溶解和颗粒有机碳和无机碳、可能造成某种形式危害的金属和其他化学品、营养物质(磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐和硅酸盐)、碳酸盐(碱度)和孔隙水中的氧化还原体系(Eh 和 pH)。对于孔隙水和沉积物的地球化学特征应该测量至 20 厘米深度，或采矿干扰的海底深度，以更深者为准。由于海底有大量的硫，其他(最终有毒)成分(如硫化氢、甲烷、砷、镉)可能富化，因而可能需要在特定场址进行进一步分析。在试采或测试采矿组件后，应测量沉降羽流颗粒的特性，因为这关乎重殖。[建议三.A.13；三.B.15.(b).(-)；三.B.15.(d).(四)]

## 生物群落

29. 生物群落数据组旨在确定群落及其生态系统功能，包括群落的自然空间和时间变异性，以评估各种活动对海底、底栖和海洋水层动物的潜在影响。[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(-)-(≡)]

30. 应在可能受采矿作业影响的所有次生境中确定海洋水层和底栖生物群落的特性，并确定区域分布范围和连通性模式，以便建立保全参照区和制定减轻影响战略，促进受采矿活动影响地区的自然重植。缜密和稳健的采样设计对于评估动物群落至关重要，并且应考虑到调查地点的生态条件。如果预计生态条件或生境存在差异，则应考虑分层随机取样方法。缜密的规划极其重要，因为不恰当的采样会产生对确定基线和影响毫无用处的数据集。例如，应通过对沉积物样本中的大型和小型底栖动物进行分析，确立一条物种累积曲线。在此基础上有可能估算出充分评估物种数量所需的样本数量。[建议三.B.15.(d).(-)]

31. 应遵循标准的生物固定和保存方法，并注意到甲醛/福尔马林固定并不适用于所有分类群。使用适当设备进行离散取样，应可确保从不同生境收集足够的样本。如使用遥控水下机器人，应准备单独的封盖样本容器(最好隔温)，以免取回时清洗。理想情况下，微生物样本应在 3 小时内取回到水表，其他动物样本应在 6 小时内取回，或尽快取回。应对采自沉积层生境的定量岩芯样本进行评估，以确保其质量合格(例如样本在取出后没有塌落或“被冲刷”)。只有优质样本才能进入处理环节。样本捞到船上后应尽快处理，即立即处理和保存，或在冷藏室储存尽可能短的时间(处理和保存前的冷藏时间不得超过 6 小时，特别是在计划进行分子化验的情况下)。[建议三.B.15.(e)；三.B.17.(e)]

32. 应根据生物分类群和研究目的采用不同的保存方法，包括冷冻或在分子级乙醇中保存，以用于分子研究；在乙醇或甲醛中保存，以用于形态分类学研究；或立即冷冻整个动物和(或)选定的组织，以用于稳定同位素、微量金属元素和生化分析。关于样品的处理和保存：

(a) **巨型动物和大型动物。**分子研究须与形态学分类分析相结合。如样本用于分子研究，最好在进一步处理前进行活样本分类和拍照。如有可能，应只采集一个组织样本，以便保存取证标本，供后续进行形态学比较。随后应将标本保存在分子级乙醇中。须采用“冷链”方法，使样本在处理的所有阶段都保持低温。DNA 提取可以在勘探船上进行，也可以回到研究所进行，但多聚酶链式反应不应在船上进行，原因是污染不可避免，这将危及稀有物种分析和后续航行中收集的材料。样本最好储存在零下 80 摄氏度，以便长期储存和存档。用于分子遗传学研究的取证标本应在研究完成后存放在长期储存设施中(如自然历史博物馆、核心存储处、地质研究所)；

(b) **小型底栖动物。**经滤网筛选的小型底栖动物样本可用含有二甲基亚砜、乙二醇四乙酸二钠和饱和氯化钠的溶液(DESS 溶液)固定保存。可将样本保存在溶液中，以便进一步处理，包括制备临时玻片、用于形态学分类研究的视频采集和 DNA 测序(遵循海管局第 7 号技术研究报告中提出的规程)；

(c) **微型真核生物**。有孔虫目应经干燥(硬壳)处理后进行形态分析, 或保存在适当的核酸稳定剂中, 如核糖核酸, 以用于后续分子分析;

(d) **微生物学**。专用于微生物学的样本(包括微生物、细菌、古生菌、真菌、病毒、微型真核生物)必须使用无菌设备收集。使用遥控水下机器人/潜水器进行采样的效果最佳。必须在 3 小时内尽快将样本取回到水表, 低温保存, 并在取回后立即无菌处理。应通过克隆/序列测定方法进行多样性评估。在为描述新物种而进行的培养程序中, 也应尽可能评估微生物多样性。应进行微生物活性测量, 以确定可能的采矿影响;

(e) **环境脱氧核糖核酸(eDNA)样本**。eDNA 是一种通过宏基因组或扩增子测序方法(例如细菌、古生菌、病毒、真菌、原生生物、小型底栖动物)监测生物多样性的公认工具。eDNA 样本采自水和沉积物。为防止交叉污染, 须从陆基实验室保存的样本中提取和纯化 DNA。必须根据生境条件对保存的样本容量和数量进行调整, 因为 DNA 数量因生物量而异。就水样本而言, 必须在船上实验室进行过滤, 然后将过滤后的捕获颗粒存档。筛孔大小取决于目标生物的细胞大小。eDNA 沉积物和过滤样本应保存在零下 80 摄氏度的环境中。[建议三.B.14; 三.B.15.(e)-(c)]。

33. 应尽可能获取生物体的彩色照片记录并辅以清晰标签(原位生物体和(或)活的新鲜材料), 因为当标本被固定后, 眼睛和颜色图案等特征可能会消失。这些照片应该数字化存档。[建议三.B.15.(d)-(c); 四.A.19; 四.B.21]

34. 所有样本和样本衍生物(例如照片、保存的材料、基因序列)应与相关的采集信息相联系(最低要求是日期、时间、取样方法、纬度、经度、深度和测量船航次)。[建议三.B.15.(d)-(c); 四.A.19]

35. 在海上和实验室对样本进行鉴定和计数时, 应辅之以分子和同位素分析, 以确定食物网关系。在利用生物标志物进行食物网研究时, 还须获得沉积物(表面厘米及更深)、水柱碎屑(沉积物收集器和水柱过滤)和(或)微生物席(例如在海底热泉区)的冷冻样本。在实际可行情况下, 应把物种丰度和物种生物量列表作为标准产品。[建议三.B.15.(d)-(c); 四.A.19]

36. 样本必须存档, 以便与其他地点的分类鉴定进行比较, 并了解物种组成随时间变化的详细情况。如果物种组成有变化, 变化可能不明显, 必须与原有动物(如原来仅是一种推定性鉴定)对比。建议将样本作为国家和国际数据集的组成部分加以归档, 并确定适当的资金来源以促进这项工作。[建议四.A.19; 四.B.22]

37. 方法和结果报告的标准化极其重要。标准化的方面应包括仪器和设备; 总体质量保证; 样本采集规程; 处理和保存技术; 船上的测定方法和质量控制; 实验室里的分析方法和质量控制; 以及数据处理和报告。方法标准化将使不同空间尺度的结果具有可比性, 并有助于为监测工作选择关键参数。[建议四.A.19]

38. 在试采或测试采矿组件之前, 必须评估生物群落组成的空间变化和连通性水平。必须了解待采集的矿物中各个种群的隔离程度, 以及某一种群是否充当其他

种群的重要养育种。应至少在 3 个矿址(如存在)进行取样,并在合同区的背景群落中取样。每个矿址之间的距离应大于采矿作业预计产生的沉积;例如,羽流中沉积物的沉积不应超过背景沉积速率的 10 倍(例如克拉里昂-克利珀顿区 $>0.1$  毫米/年),或水柱中的沉积物浓度不超过背景水平的 10 倍。[建议三.A.13; 三.B.15.(d).(-)(-)和(\)]

39. 可根据水柱和海底特征以及要采集的生物群大小,使用不同类型的取样仪器。因此,收集基线生物数据的方法必须适应每一组特定条件。在软沉积层中使用多芯采样管可以尽可能减少表面搅动,并允许在使用不同技术进行动物识别和计数的专家之间分配来自同一站的不同采样管。生物样本必须足够大,以便在丰度和生物量方面产生严格统计分析所需的适当样本容量。然而,在动物群密度低的地区,如克拉里昂-克利珀顿区深海海底,可能有必要使用箱式取样器(0.25 平方米)来获取符合统计要求的大型动物样本。[建议三.B.14; 四.A.19]

40. 在硬底质(如多金属硫化物、钴结壳、玄武岩),特别是在生物较小的硬底质环境中定量取样具有一定难度。可能需要采取多种采样技术,包括对较大生物和小岩礁进行吸管采样和抓斗抽样。有可能(通过金属箔称重)测量出岩石的表面积,以便对附着的小型动物进行定量分析。在某些情况下,录像记载或拍摄断面照片可能是制作物种丰度表的唯一适当手段。建议使用遥控水下机器人对所有生境进行精确采样。外露岩礁表面可能不规则,梯度大,难以成像量化,因此必须借助遥控水下机器人。[建议三.B.15.(d); 三.B.17; 三.B.18]

41. 下文按不同类别/大小的海底生物群介绍需收集的数据和相应方法,应至少研究年际尺度上的时间变差:

(a) **巨型动物**。巨型动物包括原生生物(xenophyophores)的丰度、生物量、物种结构和多样性数据,应来自可见比例尺的断面录像和照片(例如相距一定距离的激光)。照片需有足够的分辨率,以识别最小尺寸大于 2 厘米的生物。照片所覆盖的宽度应至少为 2 米。在确定断面照片的型式时,应考虑到海底的不同特征,如地形、沉积层特征的变异性以及矿床的丰度和类型。应在研究区域内安装一台缩时摄影相机,至少拍摄一年,以研究表层沉积物的物理动力学,并记录表层巨型动物的活动水平和再悬浮事件频率。物种鉴定必须通过现场采集标本证实。在某些情况下,这可通过在目标区域直接采样(如果遥控水下机器人可以在这些区域沿断面进行采集)或短距离拖曳拖架/底栖生物刮底网/拖网来实现。底栖生物刮底网和拖网在活性硫化物区域(有化能合成动物存在)无效且具有潜在破坏性,因此在这些地区应避免使用。在栖息地形成群落(如珊瑚)可能密集存在的某些结壳环境中也需要小心。应通过采样工作,包括使用带诱饵的捕获器和摄像机进行采样,来确定系统中不太丰富但具有潜在重要性的巨型动物(包括鱼、蟹和其他能动生物)的特征。应保存具有代表性的生物体样本,以便进行分类、分子分析和同位素分析; [建议三.A.13; 三.B.14; 三.B.15.(d).(-)(-); 四.B.22]

(b) **大型动物**。应通过对样本的定量分析，获得关于大型动物(筛孔尺寸 300 微米筛<sup>1</sup>)的丰度、物种结构、生物量和多样性的数据。在软沉积物中，应从箱式取样器(0.25 平方米)中获得深度分布适当(建议深度：0-1、1-5、5-10 厘米)的垂直剖面。箱式取样器在动物密度较低的深海海底多金属环境中最为有效。只有当岩芯沉积物与金属结核混合存在的可能性很小时，箱内的岩芯样本才可作为代表性样品使用。即使箱内岩芯沉积物表层有结核存在，也可以将该岩芯样本切割成多层。但是，如果存在这样一种可能性，即与岩芯沉积物混合的结核是在取样期间被埋入的，则应只切割上层，样本的切割厚度为 0-1 厘米，且该样本不应被视为具有代表性。应使用整箱岩芯样本，而不应再进行明显细分或分割。锰结核表面和缝隙中的动物群应予以保留和适当保存。在深海沉积层环境中可使用大型取样器。样本处理的规程与箱式取样器类似。还可使用经过改良的底表拖架从软沉积物中采集大型动物。这些样本可以为生物多样性研究，特别是以分子为重点的生物多样性研究提供有用的材料；[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(一)-(二)；四.B.22]

(c) **后生小型底栖动物**。(32 微米筛)的丰度、生物量和物种结构数据应通过对样本的定量分析获得。在可能的情况下应部署 10 厘米的多芯采样管，以采集沉积系统中的小型底栖动物。建议每个站点至少部署 3 个多芯采样管。每次部署时应至少将一个(完整的)岩芯样本专门用于后生小型底栖动物的数据采集，并将第二个岩芯样本用于分子小型底栖动物的数据采集。每个岩芯样本应取顶部 0-5 厘米加以处理(这是考虑到与被埋入的结核有关的潜在问题)，如进行 eDNA 分析，则应取顶部 0-2 厘米。如存在结核，应将其移除，进行记录并切割结核下方的沉积物)；[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(一)-(二)；四.B.22]

(d) **有孔虫类小型底栖动物**。有孔虫类小型底栖动物的丰度、生物量和物种结构数据应通过对岩芯样本的定量分析获得。推荐筛孔尺寸为 125 微米。对有孔虫群落的分析可通过标本分类和显微鉴定或沉积物的 eDNA 分析进行。用于采样的岩芯应切层，每层 1 厘米厚，深至 5 厘米，但如果岩芯内埋有结核，则应仅切取顶部 0-1 厘米的部分；就 eDNA 而言，没有必要对沉积物进行切层并对每一层进行单独分析；[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(一)-(二)；四.B.22]

(e) **微生物群**。微生物群落在生物地球化学循环和生态系统功能中起着重要作用，如有机质再矿化、养分循环和底栖群落食物网等。根据环境 DNA 测序，可以使用分子方法来评估微生物的生物多样性。来自沉积物生境的样本可以使用标准取样设备(例如，多芯采样管或遥控水下机器人携带的推进式取样器)获取。随后，样本应在船上切片并在零下 20 摄氏度(或零下 80 摄氏度)冷冻，或在适当的 DNA 储存缓冲液中保存，而基因材料的提取工作应在陆上实验室进行。高通量方法(如光照测序)应用于分子材料测序。这一描述主要与软沉积物生态系统有关，但也可涉及硬底群落和以水柱为目标的宏基因组学(或宏条形码)，重点是分类学标记，例如核蛋白体 RNA 基因应以 RNA 为基础并结合 DNA 材料，以便区

<sup>1</sup> 承包者可沿用过去的筛孔尺寸，以确保数据兼容。优选 300 微米筛，因为由此产生的数据可以与历史数据比较。如果承包者决定继续使用 250 微米筛，则在解释结果时需要在这两种筛孔尺寸之间进行校准。

分活物种和来自古老、死亡物质的信号，并解释物种活动水平的差异。代谢组学分析的用时和费用都在减少，因此正在变得越来越常规。在基因多样性分类和功能分析中纳入代谢物信息，为研究生态系统功能(和服务)提供了额外的数量指标。微生物代谢活性应使用原位沉积物群落呼吸测量法或其他适合于给定代谢活动的标准测定方法确定。就软沉积层而言，应获得垂直剖面，并建议以 0-1、1-2、2-3、3-4、4-5 厘米为间隔取样。每站可专门为此配备一台多芯采样管；[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(↔)-(↔)；四.B.22]

(f) **结核生物群**。还应从取自箱式取样器顶部或由遥控水下机器人采集的选定结核中取得生活在结核表面和内部的生物群样本并确定其特性。应分解形态复杂的大型结核，并对任何生活在结核结构内的生物群进行分类、提取和分析；[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(↔)-(↔)；四.B.22]

(g) **底栖鱼类和食腐动物**。需使用多种取样技术对底栖鱼类进行取样，以获得关于鱼类物种组成和相对丰度的信息。建议采用摄影测量、布放带诱饵着陆器或遥控水下机器人断面采样相结合的方法。在适用的情况下，可使用小型拖网或拖架直接捕获移动缓慢的物种，但请见第 42(d)段。[建议三.B.15(d).(↔)]。底栖着陆器通常用于短期部署摄像机和带诱饵的捕获器，以确定群落物种的组成特点。待诱饵的摄像机和捕获器应布放在不同深度(对多金属硫化物和富钴结壳而言)和不同的地域特征分散布放(对多金属结核而言)，以测量深度和空间变异性。还可以短期(24-48 小时)部署待诱饵的捕获器，以测量片脚类和其他甲壳亚门食尸动物群落的相关数据。[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d)]

42. 在因事故或正常作业向水柱排放的可能性极高时，应确定水层群落的特征。在试采之前，需要对排放羽流深度附近和以下的水层群落结构(包括鱼类)进行评估。此外，还应采用近底开/闭中水层网、系泊浮游生物泵、沉降物收集器和(或)遥控水下机器人采样或遥控水下机器人技术，以确定海底边界层的水层群落的特征。如果封闭的立管/桶和排放管能尽可能减少通过水柱的任何物质流失，那么水层取样应主要侧重于海底沉降物羽流会影响的深度、有废物排放的深度和噪音污染(例如钻研海底矿床造成的噪音污染)大大超过本底噪声电平的深度。[建议三.A.13；三.B.14；三.B.15.(d).(↔)]

(a) **浮游植物和初级生产**。应测量浮游植物的组成、生物量和产量，再加上浮游细菌的生物量和生产率。应按季节尺度和年际尺度研究时间变差。连续几年进行监测可能不切实际，但遥感数据(叶绿素 a 和海洋颜色)可提供关于表层生产率水平的信息，这种分析可取代具体的浮游植物采样，也可用于加强海上方案。遥感数据的校准和验证至关重要；[建议三.A.13；三.B.15.(d).(↔)；四.B.22]

(b) **浮游动物(永久浮游动物和季节浮游动物)**。采样通常用网具进行，在较深水域则用浮游生物泵进行。海面到水深 200 米的采样可使用“Bongo 网”这种标准设备进行(尽管它能合并采集不同深度的捕获物)。建议使用两张带网囊的网，一张网囊孔径为 350 $\mu$ ，一张网囊孔径为 200 $\mu$ 。应在框架上安装一个流量计，这样就能确定过滤的水量。Bongo 网不能很好地用于中深层鱼类采样，因为这类鱼能避开它。在大于 200 米的深度采样最好使用采样器，这样才能得到一套按深度

分层的数据，用以评估采矿作业和沉降物羽流可能产生的影响。由于在较深的深度浮游动物的密度较低，采样体积往往必须很大，这样才能收集足够多的浮游生物，以描述其组成和丰度。必须有多个开/闭网系统(视乎研究目的和目标生物的不同，孔径为 64 微米到 3 毫米不等)。这种系统由一系列可在不同深度按顺序打开和关闭的单一网具组成(使用声控或预先编程设定)，例如 MOCNESS 和 MultiNet。拖曳深度的离散和量化非常重要。纵向和水平/斜向拖曳都可用于定量采样，以确定浮游动物的组成和丰度及其因深度或地点不同的变异情况。如果需要对细窄深度层和大体积进行采样(例如靠近海底或针对特定声音散射层)，则应使用水平拖曳和水平渔具。也可使用其他无需实物捕获浮游动物的技术。这些技术包括水下视频剖面仪；这是一种光学记录器，可用以对不适合用网具采样的脆弱胶状浮游生物和滤食性浮游生物进行量化。另一种可以考虑的技术是声学采样。建议以不同的深度间隔对浮游动物进行采样。这可能会因地点和资源类型的不同而有所不同，但包括：水面到水下 50 米；50-100 米；100-200 米；200-500 米；500-1 000 米；1 000 米以上(适当时，并视环境情况的不同而灵活决定)；海底至高于海底 10 米(底上层)。可使用浮游生物网对近底层进行采样，但必须在渔具上安装准确的声脉冲器系统、深度计或高度计，以减少因接触海底而造成损害的风险。也可使用安装在拖架(例如“Brenke 拖架”)上的浮游生物网对该层进行采样。系泊在海底附近的浮游生物泵也可在海底以上非常精确的不同高度提供量化浮游动物样本；系泊沉降物捕捉器则可提供浮游动物的定性样本；[建议三.B.15(d). (三)；四.B.22]

(c) **胶状浮游动物**。在海洋上层到深层，包括海底边界层的浮游生物中，按生物量、丰度和多样性衡量，胶状浮游动物占比很高。它们通常是滤食性动物(因此可能对沉降物羽流敏感)，也是重要的颗粒处理器，可产生/消除水柱中下沉的颗粒。光学工具(例如水下视频剖面仪)或自动潜航器/遥控水下机器人断面仪是调查胶状浮游动物的最佳手段。它们在水柱中布设的深度间隔应与拖网相似；[建议三.B.15(d).(三)；四.B.22]

(d) **自游生物**。能涉及矿产资源区的自游生物分为几种“类型”，可能需要根据排放深度或作业沉降物羽流的情况加以考虑：上层鱼类，通常停留在水柱上方 300 米处，往往体型大、游速快(例如金枪鱼)；深潜表层鱼类，如魔鬼鱼和一些鲨鱼鱼种；中深层鱼、虾和鱿鱼，体型中小(例如弱泳生物)，进行同步或异步(并非整个种群)的纵向洄游；非洄游自游生物，无论日夜都停留在中深层或次深层；底栖水层鱼类，能在海底上方数米至数十米处生存和洄游。这些类型都必须采用不同的方法对待；对有些类型来说，即使使用先进的渔业声学或拖网采样设备，也很难进行调查。不过，视乎许可区的特点，未必需要对所有类型进行直接调查；[建议三.B.15(d).(三)；四.B.22]

(e) **中深层弱泳生物**。中深层弱泳生物(如灯笼鱼、斧鱼、樱花虾、玻璃鱿鱼)通常体型细小(2-20 厘米)。如果在几百米的范围内使用相对高频的声波传感器，即可发现它们并估算出它们的相对生物量。收集它们则可用较大的浮游动物采样装置(例如 10 米的 MOCNESS)。使用纵向网具的话则捕获量有限，但如果使用较

大的开闭网具，则可捕获到较小的物种。水深分布可通过在水柱的不同高度处布网来确定。它们应与上文第 42(b)段所述范围持平；[建议三.B.15(d).③；四.B.22]

(f) **较大的中深海层分类群。**它们需要通过拖曳中层拖网进行采样，这对非专用渔船只来说是一项具有挑战性的任务。声学采样是一种可应用于体型较大的中深层自游生物的技术。安装在船体上的中频传感器(常见的是 38 千赫)，可有效测量中水层动物(弱泳生物，包括较大型浮游动物、中深层鱼类、鱿鱼等)的声散射密度，视乎水柱结构和船只的“声学安静”程度，测量深度可达水下 100-1 500 米。这些数据能给出声后向散射的测定总量，可用以估计生物量，但要确定种群/分类群的组成，仍然必须进行直接观察或采样。采样网具通常是以 3-6 节航速拖曳的双线网；[建议三.B.15(d).③；四.B.22]

(g) **鱼类。**体型较大、生活在紧邻海底处的鱼类可能至少会在一些摄影调查中看到。许多(但不是所有)鱼在中水层受到干扰时往往会潜向海底，迎面而来的遥控水下机器人或拖曳相机框架可能会将它们往下赶到看得见的地方。这将提供关于鱼种组成的信息，但这种数据不是量化数据。[建议三.B.15(d).③]

43. **噪声。**需要进行基线调查，以确定水柱从海面到海床的纵向剖面的本底噪声水平。这可通过一些装配在电导率—温度—深度探测器系统上的仪器来实现。本分析中应包含对有效传导噪声的声波定位和测距信道在不同深度的估计(这将是专门用以实现噪声最小化的深度范围)。为了表征环境噪声水平的时间变异性，应在系泊设备上安装自动记录器，其中有些(例如 EARS、HARP)可通过商业渠道获取，并可将其与其他系泊设备配合使用，一年之内无须照料。[建议三.A.13；三.B.14]

44. **纵向洄游。**中深层浮游动物和自游生物的纵向洄游动态表明，无论白天和夜间都应进行采样，以确定纵向分布的变异。拖曳应在羽流可能高度的上方某些深度和其内部的几个深度进行，并在不同时间重复进行，以测量纵向洄游的情况。这将按地点特定，但最好以上文第 42(b)段定义的通用深度面元作为起点。每一层次应进行至少三次拖曳，以提供关于所涉区域上方某深度的动物变异性的信息。[建议三.B.15(d).③]

45. 应对主要底栖鱼类和无脊椎动物种群的肌肉和目标器官进行微量金属元素和潜在有毒元素评估。这应在试采作业开始之前的一段时间反复进行(以测量自然变异性)，其后至少每年进行一次，以监测试采活动可能带来的变化。在试采之前，可能需要综合进行监测及船上和实验室试验，以化解潜在的生态毒理影响，包括对浮游植物和浮游动物，或在排放羽流发生在海面或中水层时摄食它们的自游生物的可能影响。利用微藻延迟荧光在船上进行海水水质监测是一种很有潜力的方法。一系列常见的微量金属元素(例如砷、铬、铜、镉、铅、汞、镍和锌)通常被用来提供一套令人关切的潜在污染物基线。在以稀土元素为目标的地区，与采矿有关的研究可能必须包含内容更广的一套微量元素。然而，对一种资源(或排放)的整体毒性进行评估可能更为实际。沿受影响地点到远方参考地点这一沿梯度，对采样的物种的生物累积污染物进行整生物体浓度测量，将是一种稳健的初步评估方法。[建议六.D.40.(f)]



46. 环境研究的时间长短也应与背景相关。研究时间应足够长，并应定期采样，以了解季节性变异和年际变异以及其他相关的潜在间断性和极端事件。例如，潮汐运动会影响沉降物羽流的沉降模式。必须按照试采活动开始之前商定的术语，对至少一个试采地点与保全参照区的时间变差进行评估(最好是连续三年至少每年采样一次)。管理局应在试采开始之前对该项研究进行审查。对海底时间变差的研究应以录像和(或)摄影调查及流速计研究为基础。对于硫化物矿床，必须有相关的温度和次生境采样。用延时摄影海底观测系统连续一年每天简单地对海底和流出物温度进行四至五次记录，将提供高分辨率的时间数据。为了提供关于生态系统功能、营养结构和种群抗干扰能力的信息，应尽可能就主要分类群的生长速度、补充速度和营养状况等方面进行生态系统研究。如果确定有多个试采地点，承包者必须评估在一个地点进行的时间性研究可在多大程度上适用于另一个地点；管理局也应审查该评估。[建议三.B.15；六.B.33-35]

47. 生物分类标准化问题应予以解决。为了便利识别，对海洋生物进行分类学研究的主要实验室应交流包括在文献集中使用的识别代码、密钥、图纸和序列。理想的情况是，一个地区的各承包者能就此相互保持一致。分类学专门知识极为有限，即使对主要动物群(例如鱼、软体动物、甲壳动物、珊瑚、海绵、环节动物和棘皮动物)来说也是如此。在每个地点对所有分类群进行评估十分重要。这可通过组建合作分类中心或专家组来最有效地实现。如果采用一致的规则并保存凭单样本，按数字进行分类(例如物种 1、物种 2)是基线研究的良好基础，但古典的分子分类学必须得到承包者的直接支持，或作为合作研究方案的一部分。现代分类学要求应用分子检测方法。条码或适合物种识别的 DNA 序列，再加上形态学信息，可促成更准确、更一致的识别。为了保持基于形态学的识别和基于分子的识别之间的联系，应提倡反向分类流程。该流程使用一个(或多个)基因序列作为条码，可拍摄从中获得分子材料的样本，并说明其形态。这两组信息其后会一起发表在某份科学期刊上，并添加到国际数据库(例如 GenBank)中。这些说明有助于识别过去抽样方案收集的材料。分子方法继续迅速发展，使得各个层次的生物调查，特别是微生物水平的调查，完成迅速更快、经济上更可行。分子序列应存入 GenBank 或国际公认的同等序列数据库。凭单样本和分子样本(包括 DNA 抽提物)应存放在自然历史博物馆等经认可的策展收藏设施内，以供更广泛的研究使用。[建议三.B.14；三.B.15.(d).(-)(-)和(t)；四.A.22]

48. 对于极小的生物(细菌、古生菌、微小型原生动物及后生动物)，利用高通量测序(下一代测序)进行宏基因组分析正在迅速成为一种标准工具。冻结沉降物样品(-80°C)存档以供今后分析使用既简单又相对便宜，无论目前是否具备资助分析的能力或生物信息学技能，都可以做到这一点。需要为涉及下一代测序协议的项目制定清晰、可靠的数据管理计划，以促进分子数据的注释、存储和共享。这与多样性编目工作特别相关，有助于收集涉及冻结沉降物样本的元数据，以便推动湿实验室处理和生物信息/统计分析方面的未来工作流程实现自动化并提高效率。[建议三.B.15(d).(-)(-)；三.B.17.(c)；六.D.40(b)]

49. 关于试采或采矿组件测试后动物演替的信息对确定底栖生物种群摆脱采矿影响的恢复率至关重要。数据中应包括从与矿区相隔的不同选定距离，在试采之前、之后直接采自试验区的样本，以确定海底羽流的影响，此外还应包括试采之后在重复间隔采取的样本。这种影响实验可以协同进行。[建议六.D.40.(b)-(d)]

50. 其他关于排放羽流对水层动物影响的信息，应通过在设计上类似于海底演替研究(见上文)的时间性研究来收集，也可为此记录不寻常的自然事件，如鱼灾以及鱼、海洋哺乳动物、海龟和鸟异常大量聚集。[建议六.D.40(d)]

51. **海洋哺乳动物、鸟、海龟和鲨鱼**。重要的是要知道这类敏感和(或)受保护的物种是否出现在可能会采矿的大致区域。在过境进出勘探区和在站与站之间穿行途中记录的观察若要有用，就应由一人或两人一组进行系统的观察。例如，可以考虑采用由大不列颠及北爱尔兰联合王国自然保护联合委员会制定并被广泛使用的海洋哺乳动物观察者规程，或考虑为 Edokko Mark 1 项目制定的规程(SIP 规程系列 4)。在可能的情况下，对哺乳动物、鲨鱼、海龟和海鸟的记录应有照片作为佐证。通过直接观察，人们能大致了解海洋哺乳动物在合同区内出现的程度，但直接观察需要结合其他关于动物在大致区域内的可能行为的信息。许多物种都有季节性洄游模式，一些地区有可用的跟踪数据。其他与对海洋哺乳动物的影响特别相关的信息包括关于整个水柱环境噪音的研究以及对采矿活动所产生噪音水平的估计。[建议三.B.15.(d).<sup>(6)</sup>]

#### 生物扰动

52. 收集生物扰动数据是为了收集沉积过程的背景“自然”数据，包括“自然空间和时间的变异性”，以模拟和评价采矿活动对这些过程的影响。生物扰动是指生物将不同沉积物相互混合的现象，必须测量其速率和深度，以分析在采矿扰动之前生物活动的重要性；在考虑到沉积物的变异性情况下，可以通过柱状样上过剩 Pb-210 活性的剖面进行评价。为测量过剩 Pb-210 的活性，应在每个点至少取四个柱状样(例如不同多管取样器上的取样管)，在每个柱状样上至少取六个水平面(建议深度为 0-0.5、0.5-1.0、1-2、2-3、3-5、5-7 和 7-9 厘米)。为测量生物扰动(均质层)的速率及深度，要使用标准平流输送或直接扩散-反应模型，但可能得纳入非本地交换条件。其他方法包括分析过剩 Th-234 和沉积物剖面图像。[建议三.B.15(e)]

#### 沉积物通量

53. 关于沉积物通量：

(a) 收集这组基线数据是为了模拟和评价排放羽流的影响。从上层水柱到深海物质通量在底栖生物的食物链中具有重要的生态意义，因此需要充分研究中层水中的物质通量和流向海底的物质通量，以便与尾矿排放产生的羽流造成的影响作对比。针对中层水扰动、近海底扰动和排放羽流，了解试采或采矿设备试验所排微粒的现场沉降速度，有助于验证用来预测中层水羽流和海底羽流扩散情况的数学模型的能力以及在今后改善这些预测。这一信息关乎解决人们对于排放羽流和作业羽流给底栖生物群落和海底边界层浮游生物造成的影响所表达的关切；

(b) 建议部署锚系收集器：一个收集器放到水面以下 2 000 米，用于测量来自透光层的微粒通量；一个收集器放到海底以上大约 500 米，用于测量沉积物和食物微粒的通量基线。建议部署锚系装置，在缆绳上安装沉积物收集器。一个收集器放到水面以下 2 000 米，用于测量来自透光层的微粒通量；一个收集器放到海底以上大约 500 米，一个收集器放到海底以上 10 米的海地边界层，用于测量水柱中的物质通量基线和到达海底的物质通量基线。沉积物收集器应放置一段适当的时间，每月采集样本，考察通量的季节性变化，评估年际变异情况，特别是发生气候事件(例如厄尔尼诺、拉尼娜)的年份之间的变异情况。如可行，收集器与上文所述流速计应安装在同一个锚系装置上(避免锚系装置“下垂”)。微粒通量测量的时间分辨率须为一个月以下，沉积物收集器上应记录浊度时间序列。[建议三.A.13；三.B.15.(f)]

### 数据管理

54. 《建议》第四部分涉及数据的收集和报告。建议在收集和分析技术中采用最佳做法，例如联合国教育、科学及文化组织政府间海洋学委员会制定的最佳做法，世界数据中心和国家海洋学数据中心提供的最佳做法，或海管局推荐的最佳做法。应在万维网上公布每个承包者所掌握的数据目录。[建议四]

55. 环境基线研究和监测方案是重要的数据和知识来源。数据归档和检索系统应有助于所有承包者搜索对环境具有重大意义的指标要素。综合利用这些数据和经验可以有助于所有承包者。增强数据的存取功能可以提高模型的准确性，并可以有助于：

- (a) 确定最佳做法；
- (b) 制定一种管理数据通用办法；
- (c) 开展多边意见和数据交流，促进国际合作；
- (d) 促使有关各方注意失败经验，以节省时间、人力和物力；
- (e) 减少对一些参数的测量，以节省开支。[建议四；建议五]

56. 可以通过这些海洋实测数据对模型加以验证和微调，其后还可以部分地补充成本昂贵的数据收集工作。一些采矿权区可能与其他采矿权区毗邻或相近，因此就更有理由让数据能够易于取用以及联合编制模型，以免周边区域内的活动所造成的影响发生相互作用，以便既能够评估造成的影响，又不必重复环境评估的所有方面。[建议五；建议六.C.38(e)]

### 合作研究

57. 《建议》第五部分涉及合作研究和填补知识空白的建议。近几年来，深海科学知识和技术发展出现了一场革命。世界上若干研究所正在进行广泛的研究。这些研究机构都拥有相当多的生物和科学知识专长，可能愿意同采矿承包者联合进行一些所需的环境研究。它们可以提供采样设备和知识专长，协助在边远海区采样。[建议五]

58. 合作研究可有助于按照在选定区内收集的地质、生物和其他环境记录制定自然变异基线，而这些选定区的位置包括从许可区内的地点到整个区域。[建议五]
59. 科学界同承包者结成伙伴关系，可改进收集样本存放库、基因序列数据库、稳定同位素分析与解读以及物种/标本图片库。通过伙伴关系获得的基本科学信息应以低成本-高效益方式获得信息，从而有助于开发规划和决策，并导致在试采之前和期间及时认识到任何重大的环境影响或问题。这些信息可以用来在尽量减少冲突的情况下找到解决办法。[建议五.30]
60. 采矿对生物多样性的影响在很大程度上取决于物种分布的范围大小，种群数量之间的联系，以及控制生态系统功能的生物群落的分布。评估需要综合生物地理学和生物群结构方面的知识。承包者与承包者之间、承包者与科学界之间应相互协作，帮助实施评估。此举还有助于制定出适当的区域环境管理计划。[建议五.29-31]
61. 应合作进行模型研究，同实地研究密切相连，以评估在各种管理战略、包括在设计保护区的各种方案带来的物种灭绝风险。总体养护战略需要考虑到动物群落受到的自然和人为影响。[建议五.30]
62. 承包者应彼此之间并与海管局以及国家和国际科学研究机构携手开展合作研究方案，扩大环境影响评估工作，减少评估费用。[建议五.30]
63. 《公约》规定海管局应促进和鼓励在“区域”内进行海洋科学研究，并应协调和传播所得到的这种研究和分析的结果。

#### 环境影响评估

64. 《建议》第六部分涉及环境影响评估。有些活动不会对海洋环境造成严重损害，无需进行环境影响评估。这些活动已一一列出。对于需要进行环境影响评估的活动，必须在进行特定活动之前、之时和之后执行一个监测方案，以确定有关活动对生物活动的影响，包括被扰动地区生物重新定殖情况。[建议六]
65. 环境影响报告应说明在此过程中的利益攸关方参与活动，包括协商时间表、协商方法和公布节点。
66. 环境影响报告书应列出协商过的所有利益攸关方，并说明确定这些利益攸关方的过程。“利益攸关方”是指拥有某种利益或相关信息或专门知识的自然人或法人或团体。
67. 环境影响报告中应：
- (a) 说明为报告的目的进行的任何协商的性质和范围；
  - (b) 说明用于收集、记录和回应利益攸关方意见与关切的规程。环境影响报告应评价所进行的协商如何与可能有的相关协商义务保持一致。
  - (c) 说明利益攸关方的意见和关切，以及承包者在环境影响报告中如何予以处理。

68. 环境影响报告以及承包者与利益攸关方进行协商的相关信息，将在承包者网站上和国际海底管理局网站上公布。

69. 在勘探期间进行的环境研究将以承包者提出的计划为基础，由法律和技术委员会审查，以确保计划的全面性、准确性及统计上的可靠性。这个计划然后将成为合同的活动方案一部分。在勘探期间进行的环境研究将包括监测环境参数，以提供环境基线。根据这个基线，应利用监测结果，确定在海床、中层和上层水柱正开展的任何活动都不会造成严重环境损害。[建议二.C.11-12；建议三.A.13；建议三.B.14-16]

70. 采矿设备试验或试采是判断采矿的环境影响的一个机会。承包者应至迟在试验开始以前一年向海管局提交一份试验计划，在其中详细说明环境监测措施。测试采矿组件或试采计划应作出安排，监测可能造成严重环境损害的承包者活动所影响的地区，即使这些地区位于提议的试验地点以外。在可行的情况下，方案应尽可能包括资料，具体说明如造成严重环境损害，包括在不能适当地减轻其后果时，应暂停或修改试验的特定活动或事件。方案还应规定，在试验开始以前或在其他适当时候，可以对试验计划进行必要修改。该计划应包括将采取哪些战略，来确保利用合理的统计方法进行采样，设备和方法是科学上可以接受的，规划、收集和分析数据的人员拥有合格的资质，并按照规定把所得到的数据提交海管局。为进行采矿组件试验和试采而提交的环境影响报告的提交和评估程序见本建议 E 节和附件三。[建议四]

71. 在勘探阶段试采时，建议告知拟划定的影响参照区和保全参照区。应挑选影响参考区，用作试采地点。应仔细选择保全参照区的位置。保全参照区要(a) 够大，能代表当地环境状况，而且(b) 不在试采造成的环境影响范围之内。保全参照区的物种组成应与试采区相类似。保全参照区应在承包区之内，在试采区和受海床扰动和排放羽流影响区之外。[建议六.C.38.(o)]

72. 承包者提议的监测方案必须包括如何评估采矿组件测试和试采活动的影响的细节。[建议六.D.40]

## 附件二

## 技术词汇表

活性硫化物 (Active sulphides)	有暖水或热水流经的多金属硫化物。活性硫化物(也称热液喷口)向海底-海水界面输送被还原化合物(如硫化物), 这些化合物可被自生或共生微生物氧化或自养代谢。
古菌(Archaea)	系微生物, 被认为是一个古老的物种, 介于细菌与真核生物之间。古菌的大小类似细菌, 但分子组成不同。
ATP	腺苷三磷酸, 是一种复杂的有机化合物, 所有生物都以其作短期储存和转换能量之用。可以利用 ATP 的存在数量测算沉积层中微生物的总生物量, 因为 ATP 数量反映活细胞(多为细菌)的数目。
次深海(的)(Bathypelagic)	指深度为 1 000 米到大约 3 000 米的开阔海洋环境, 在中深海层(200 米到 1 000 米)之下。
海底(的)(Benthic)	与洋底有关的。
海底边界层 (Benthic boundary layer)	指位于洋底水与沉积界面之上的水层, 受底水的影响。
底栖生物(Benthos)	生活在洋底上或洋底下的各类海洋生物。
化合作用 (Chemosynthesis)	微生物利用被还原化合物氧化产生的能量, 把无机碳代谢变为有机碳(细胞)的过程。化合作用是深海热液喷口食物网的基础。对于化合作用这种一般现象, 化能自养是更贴切、更精确的术语; 两个术语常可交替使用。
富钴铁锰结壳(Cobalt-rich ferromanganese crusts)	富含钴的铁锰结壳, 一般沉淀形成, 赋存于海山和海岭等地形起伏较大的深海地貌的硬底质之上。
温盐深测量(CTD)	指一套测量电导率(反映盐度)、温度和深度(通过测量压力确定)的办法。头两个参数是海洋观测所必不可少的, 深度剖面则是确定大洋垂直结构所需要的。可通过装置其他传感器测量其他参数, 如 pH 和溶解氧浓度。
累积影响 (Cumulative impacts)	过去、目前或可预见的其他作用逐渐造成的变化所产生的影响。
底栖的(Demersal)	海底附近生活的生物体。

生态系统(Ecosystem)	生物体与其环境中的无生命要素构成的整体,两者相互作用,形成一个系统。
浅海(的)(Epipelagic)	大洋上层水域,在中深海层之上。
环境 DNA(e-DNA, environmental DNA)	从环境样品(沉积物、水等)中直接提取的遗传物质,不带生物源物质的任何明显特征。
透光层(Euphotic zone)	指有足够阳光以发生光合作用的大洋上层。在清澈的大洋水域,透光层最深可达 150 米。
有孔虫(Foraminifera)	是深渊底栖群落中的主要原生动物,有小型、大型和巨型各种尺寸。
盐跃层(Halocline)	指具有大盐度梯度的水层。
硬底质(Hard substrata)	碳酸盐结核、固体物质、地壳岩石或热液系统从表层下排出的物质、金属和矿物的沉积矿床等形式的露头。
高通量测序技术(High-throughput sequencing)	又称下一代测序技术,是测定 DNA 序列的一种方式。
水动力学的(Hydrodynamic)	指一切与海水运动有关的事件。
影响参照区 (Impact reference zones)	用于评估“区域”内试采对海洋环境的影响的区域。影响参照区须在承包区内。
非活性(休眠)硫化物 (Inactive(or dormant) sulphides)	不再有暖水流到上覆海水的多金属硫化物(即“冷”的硫化物)。这些硫化物若被扰动,可能促使热液重新流入水柱,把非活性硫化物变为活性硫化物(因此有“休眠”硫化物这一概念)。
大型底栖动物(Macrofauna)	不能通过 250 或 300 微米孔径网筛的动物,通常用显微镜分类、识别,其下类群包括多毛纲、双壳纲、等足目、原足目等。
巨型底栖动物(Megafauna)	可根据照片确定的动物(大于 2 厘米);提议为深海采矿之环境影响评价的主要分类单位(见分类学)。
中深海层(Mesopelagic)	指浅海层之下、次深海层之上的那一部分海洋区,通常也就是指阳光暗淡,称为“半阴影区”的那一部分海洋。
宏条形码技术 (Metabarcoding)	是快速评估生物多样性的一种方法,借通用聚合酶链式反应引物大幅扩增从生物体集合或环境 DNA(e-DNA)上提取的 DNA 条形码。使用下一代测序技术

	(NGS)分析聚合酶链式反应产物,可得到大量的 DNA 序列数据。
代谢组学(Metabolomics)	是高通量质谱法,用来分析有生命的生物体在环境中生成的各种分子的组成和结构,从而根据对特定生态信号释放乃至大规模生态系统运行等各个过程中代谢产物以及其他生物分子的量化,筛选代谢交换,再现生物交互作用。
宏基因组学(Metagenomics)	现代基因组学技术的应用,无需对个别物种进行隔离和实验室培养。特别用于微生物研究。
小型底栖动物(Metazoan meiofauna)	属底栖动物群落,其下类群包括线虫动物门、桡足类、介形纲等。操作定义为>32 微米。
微型底栖动物(Microfauna)	肉眼所不能见的生物,小于小型底栖动物。操作定义为<32 微米。
微生物(Microorganisms)	包括细菌、古菌和微真核生物。
近底层(Near Bottom Layer)	指紧靠海底边界层上面的水层,一般离海底最多 50 米。
自游动物(Nekton)	鱼、鱿鱼、甲壳动物及在大洋环境中不断游来游去的海洋哺乳动物。
下一代测序技术(Next Generation Sequencing)	指高通量测序技术,为 DNA 测序方法,可生成大量数据。
最小含氧层(Oxygen minimum)	各个大洋深度为 100 米至 1 000 米的水层,由海面产生的有机物上细菌的沉降和降解所致。含氧量稀少可使微粒金属溶解。最小含氧层有别于最小含氧带。根据定义,最小含氧带是指含氧量十分低(氧气<0.5 毫升/升)的海洋区,见于海洋的不同地理区域(例如铁锰结核区上方)。
聚合酶链式反应(PCR)	聚合酶链式反应,是一种 DNA 扩增方法,可复制出足够量某遗传标记区段所特有的分子,用以完成测序,实施所谓的“靶向宏基因组学分析”(或“宏条形码技术”)。
大洋的(Pelagic)	指开阔大洋环境。
氢离子浓度指数(pH)	系酸度计量值,根据氢离子浓度测定。
光合作用(Photosynthesis)	有机物利用光作为能源的生物合成作用。植物利用叶绿素和光能将二氧化碳和水份转变为碳水化合物和氧。



浮游植物(Phytoplankton)	微型植物，为大洋的初级自养有机体。
浮游生物(Plankton)	被动地飘浮或弱泳力的生物，包括海底和大洋生物的幼体、浮游植物(在表层水)、浮游动物、水母、底栖无脊椎动物幼虫以及其它飘浮或弱泳生物。
羽流(Plume)	含有大量沉积物颗粒的海水的弥漫。海底扰动羽流为一水流，含有采矿器扰动海底所造成的海底沉积物、矿物碎屑、浸渍海底生物群的悬浮颗粒，在接近海底的层带扩散。海底羽流的远场部分称为“碎屑雨”。排放形成的羽流为一水流，含有因结核在采矿船上从含水体分离出来而造成的海底沉积物、矿物碎屑、浸渍海底生物群的悬浮颗粒，在比海底羽流更接近海洋表面的区域扩散。
多金属硫化物 (Polymetallic sulphides)	“区域”内热液作用形成的硫化物矿床及附随的矿物资源，其富含的金属包括铜、铅、锌、金和银等。
孔隙水(Pore water)	沉积物颗粒之间空间的水；也称作“陶隙水”。
保全参照区 (Preservation reference zones)	为进行勘探，划出保全参照区，作为试采的一部分。选定的区域应与试采区有可比性。就保全参照区而言，位置要仔细挑选，面积要足够，以免受到试采工作的影响，包括海底扰动和排放羽流的影响。就试采而言，如有可能，保全参照区应位于承包区内。保全参照区的目的是充当对照区。
密度跃层(Pycnocline)	指密度随深度陡增的大密度梯度水层，把充分混合的表层水体与深海密度大的水体分离。海水密度受温度、盐度和在较小程度上受压力的影响。
碎屑雨(Rain of fines)	“海底羽流”的远场部分，主要含各种碎屑；随海流漂移，缓慢沉降到一般在有关矿区以外的海底的沉积物颗粒。
氧化还原体系(Redox system)	氧化(增加电子)和还原(减少电子)为基本的化学反应。发生氧化化学反应的趋势(环境力度)可以通过 Eh/pH 计测量的氧化还原电势(mv)表示。Eh 与沉积中的溶解氧浓度密切相关。
食腐动物(Scavenger)	吃其他动植物废弃物和并非自己杀死的动植物遗骸的动物。
海山(Seamounts)	孤立的地形特征，通常是火山造成，高出海底很多。
严重损害(Serious Harm)	是指根据海管局按照国际公认的标准和参考最佳可得科学证据采取的做法通过的规则、规章和程序确定的

	“区域”内活动对海洋环境造成的任何代表海洋环境较大不利变化的影响。
空间尺度(Spatial scale)	面积所占空间的尺度特性，例如，在海洋现象中，涡旋的直径或波浪的长度。也与采样站的地理分布有关。
稳定同位素分析(Stable isotope analysis)	同位素特征的识别：化学化合物中某些稳定同位素和化学元素的分布。在用于研究食物网时，它可用于直接推断饮食、营养级和生存状况。同位素分馏导致的同位素比率的变化是使用质谱法测量的，质谱法根据一个元素的不同同位素的质荷比，分离这个元素的同位素。
次生境(Subhabitat)	大生境中可以目视识别的组成部分，如管栖蠕虫和贻贝层可能是某一活性多金属硫化物场的次生境；用于协助理解整个生境的作业用语。
共生(化能合成) Symbioses(chemosynthetic)	细菌(共生体)同无脊椎动物或脊椎动物(宿主)之间的组合关系，其中共生体为化能合成，为宿主提供养分。细菌既可是内共生(在宿主组织内生存，如管栖蠕虫、贻贝、贻贝)，也可是外共生(在宿主之外生存，如热液喷口的盲虾和多毛纲蠕虫)。
中尺度(Synoptic scales)	流体动力变化或事件的尺度，时间尺度可从一到两周以至一到两个月，空间尺度可从 1 公里至几百公里不等。一个典型事例是直径 100 至 200 公里，从东至西穿越东北热带太平洋，往往贯穿至海底的海洋中尺度涡旋。
分类学(Taxonomy)	根据假设的自然关系有条理地将动物或植物分类。
试采(Test Mining)	使用并测试已完成组装并可运行的采矿系统，包括采集系统和排水系统。
测试采矿组件(Test of mining components)	使用和测试回收系统和设备以及采矿系统组件，包括海底收集器、立管系统和设备、排水系统和设备。
温跃层(Thermocline)	温度随深度急剧变化的水层。
断面(Transect)	海洋考察船从 A 点至 B 点的航线，由海面到海底的垂直面(在考察期间所进行的所有测量和采样的基准)。
浮游动物 (Zooplankton/Animal plankton)	与浮游植物不同，这些生物本身不能制造有机物，因此以其他生物体为食。

## 附件三

### 报告勘探期间所进行环境影响评估的环境影响报告模板

环境影响报告用于记录和报告环境影响评估流程的结果。影响评估应与正在考虑的活动的性质和范围相适宜。环境影响报告记录了项目的广度以及进行环境评估的方式，包括对项目影响的预测、拟议缓解措施、遗留影响的严重程度、影响预测的不确定性和如何解决这些不确定性，以及在协商中提出的关切和如何解决这些关切。承包者应根据其活动，使用以下列出的大标题，并采用副标题或正文分段，以便用合乎逻辑和连贯的方式说明情况。

#### 模板

##### 执行摘要

1. 引言
  2. 政策、法律和行政背景
  3. 拟议活动说明
  4. 目前物理化学环境的说明
  5. 目前生物环境的说明
  6. 对物理化学环境影响的评估及拟议缓解措施
  7. 对生物环境影响的评估及拟议缓解措施
  8. 意外事件和自然危害
  9. 环境管理、监测和报告
  10. 协商
  11. 术语和缩略语
  12. 研究团队
  13. 参考资料
  14. 附录
-