



第五届会议

金斯敦 牙买加

1999年8月9日至27日

制订区域内多金属结核勘探可能对环境造成的影响的
评价准则讲习班的建议

秘书长的报告

一、 导言

1. 1998年6月,国际海底管理局举行了制订区域内深海底多金属结核勘探可能对环境造成的影响的评价准则讲习班。应中国政府的盛情邀请,讲习班在中国海南岛三亚举行。讲习班的参与者包括生物学、化学和物理海洋学领域的公认科学界专家,以及国际海洋政策事务专家。出席讲习班的还有五个已登记先驱投资者的代表:中国大洋矿产资源研究开发协会、深海资源开发有限公司(日本)、国际海洋金属联合组织、印度、大韩民国;以及下列国家的专家:澳大利亚、巴西、喀麦隆、中国、斐济、德国、印度尼西亚、牙买加、日本、纳米比亚、巴布亚新几内亚、俄罗斯联邦和美利坚合众国。讲习班文集内容包括对历年和当前的深海底采矿环境研究的详细介绍,以及关于海底的生物、化学和物理环境的论文和讨论,订于1999年出版。

二、区域内多金属结核勘探对环境造成的影响的评价准则

2. 讲习班的主要成果是一套有关“区域”内勘探对环境造成的影响的评价准则草案。准则草案载于本文件附件。准则草案的目的是规定承包者在采集基线数据、监测其勘探活动以及向管理局报告这些活动时须遵守的程序。法律和技术委员会依照 1982 年《联合国海洋法公约》第一六五条第 2 款(e)项规定审议准则草案。该款要求委员会就保护海洋环境向理事会提出建议,同时考虑到该领域的公认专家的意见。

3. 根据现有科学知识,讲习班把勘探期间分为两个不同阶段,在制订监测方案,以公认的科学方法定期观测、测量、评价和分析勘探活动污染环境的风险或后果方面,必须考虑到这两个阶段。在第一阶段,应收集能说明潜在矿址自然条件的科学资料(基线数据)。还是在这一阶段,应通过对采矿系统各组件进行技术测试,加深对微粒的扩散和沉降等自然过程的认识,从而使国际社会能够具备预测能力,准确地预测对环境的影响。在第二阶段,应对综合采矿系统进行耐力和可靠性测试,并应要进行环境监测,以获得预测能力,评估商业系统可能产生的影响(试验采矿)。

4. 环境准则草稿分九节。在导言(第 1 节)之后,第 2 节载有定义和各种用语,与管理局理事会目前审议中的《采矿规则》草案的定义和用语相同。¹第 3 节列举预计不会造成严重环境损害的活动,第 4 节则说明可能造成环境损害的活动。第 5 节涉及监测活动、收集基线数据和减轻后果的方法。第 6 节涉及报告规定。第 7 节涉及基线数据,尽管目前尚未知实际开发技术。第 8 节载有合作研究的建议,第 9 节指出环境研究方面的一些未来需求。

5. 准则一开头就提出承包者为收集基线数据和核实有关影响的初步调查结论而必须拟订的环境实地调查计划。讲习班建议,环境实地调查计划由法律和技术委员会审查后,应当成为勘探合同内承包者工作方案的一部分。提出准则是为了帮助制订并执行环境实地调查计划。准则还规定,在试验采矿之前至少五年,承包者应向管理局提出试验采矿计划。该计划应当制定措施,监测承包者矿址内提议活动

有可能造成严重环境损害的地区。还提出了拟订试验采矿计划的准则。

6. 讲习班指出,深海生态系统属于最不为人知的一类,因为配备专业仪表和技术来进行研究所费不赀。讲习班就此提出了一些建议。为把工作做得更为合算、避免重复劳动,讲习班力主开展国际合作,通过管理局协调研究、统筹资源。另外建议,在基线研究期间,应就需要进行痕量金属研究之事请教痕量金属化学专家。由于三亚讲习班没有合格的专家出席,参与者提出再悬浮沉积物同低氧或缺氧的孔隙水之间可能产生化学反应,结果可能释放溶解金属。

三、研究问题

7. 讲习班期间,与会者提出了一些建议,旨在帮助填补国际社会知识库的空白,以便管理深海底多金属结核采矿,从而防止对海洋环境造成严重损害,帮助减少获得有关深海生态系统的资料的高昂费用。

8. 有人提到,可以通过承包者的合作,有效地进行针对环境问题的共同研究。具体的环境问题并不是事事都要由每一个承包者处理。大家感到,通过合作,人力和资本将得到最有效的利用。讲习班指出下列研究问题属重要问题。讲习班认为,可以通过管理局协调的国际合作努力研究这些问题。

A. 生物多样性的经纬度分布模式

9. 动物的地理分布是影响深海生物群落的重要因素。结核区底栖物种的经纬度分布范围为何?基因流动率和空间尺度为何?回答这些问题,就可以测算对生物群落的影响、处理海底采矿业可能导致物种灭绝的问题。

10. 目前,多数深海物种的地理分布情况极不明确。举例来说,载人潜水器在地中海最早拍摄到的鱼类之一,深海狗母鱼(*Bathypterois grallator*),30年后被发现也生活在中太平洋。²其他能动性稍差的生物,如棘皮动物和多孔动物的例子多不胜举。形态和特性不明的动物难以识别。

B. 深海生物群的分系和分类

11. 由于用来对深海生物群进行分系和分类的资源有限,参加讲习班的科学家的共识是:应高度优先研究深海动物群的分类和说明。为了制定有关深海物的生物基线,并将采矿扰动区和未扰动参考区的物种识别结果加以比较,必须备有充分记录及训练有素的物种分系员。

12. 提议制定标准的分类法,以便根据不同国家科学家所获得的数据对各个地区进行比较。这一标准化也将使科学技术人员可以确定各区之间动物的异同,提高对物种范围的认识。指出的是,并非所有的可能的承包者都需要这一专门知识。只要物种识别方面的公认国际标准得以实施,可能的承包者就可以共同利用这一专门知识。

13. 为了预测影响,说明物种的地理范围,就预测多金属结核采矿对生物群落的影响方面的重大问题进行实地试验,必须制订可以接受的分类标准。

C. 保全参照区

14. 科学家认为,必须设立保全参照区。但他们目前尚未准备回答或处理以下基本问题:如何选择保全参照区和影响参照区,参照区应当有多大面积,需要多少参照区,以及参照区应当如何在多金属结核区内沿自然梯度分布。有一实例可说明这项工作的复杂性:DISCOL 参照区的数据表明,资源量在七年期间有很大的变化。³ 因此,在进行扰动试验前,必须三思采掘结核前进行的深海试验的控制站或参照站的甄选标准。⁴

15. 数位评论人发言指出,需要在进程初期设立影响参照区和保全参照区,以便集中精力来收集高质环境数据。此外,提议影响参照区与初期采矿区相吻合,以便能较早地研究和分析影响过程及恢复过程。应对这一重要专题作进一步研究和评价。

D. 掩埋率研究

16. 采掘结核会造成沉积再悬浮。测量沉积增加对底栖生物的影响的工作,因为实地试验缺乏控制而一直受到影响。

17. 应当对有代表性的主张地区的深海沉积群落进行剂量-反应关系研究。这有助于确定海底沉积沉降量对当地生物群落的影响。提出的一个方法是通过控制试验,以机械操作方式,把一定数量的沉积放到海底,定期对生物影响做出评价。

18. 剂量-反应关系是沉降在现有海底的沉积量同生物群落对掩埋的反应之间的关系。除了对单一事件的反应之外,也可能存在着多起再沉积事件引起的慢性反应问题。长期扰动的后果也需要加以重视。应当进行研究,确定长期扰动的影响。这将有助于确定某一地区的容许沉积频率,以确保产生少量沉积的沉积卷流,不会对生态系统产生负面影响。长期扰动后果是底栖生物群落对多次再沉积事件的反应。迄今提出的采矿方案都预见这种事件。必须认识到卷流形成频率以及生物群落恢复所需时间的重要性,处理这些问题,关系到所有可能承包者设计设备、操作系统和结核采掘战略的工作。

19. 应当对发生大幅度扰动之后,生物群落恢复所需时间进行研究。至于有关剂量反应关系、长期扰动和恢复所需时间的研究,指出的一个十分有用的办法是使用潜水器在精确选定的地点进行严格控制的试验。进一步指出,现有若干潜水器可以潜至 4 000 米深度,因此可以在结核区作业。

E. 自然变异

20. 应当对一般的和主张地区的深海年际自然变异进行研究,采用较长的时间尺度(如十年期),以便确定“区域”内活动造成的影响的程度。在这方面,业经指出,由于此类研究需要长期观察,因此只是在少数地区进行。

21. 自然变异的一个实例是深海生物学家所看到的寂静深海和受海底风暴影响的深海之间的差异。生物学家所描述的低物理能环境同流体动力学家所描述的

动力环境形成对比。物理海洋学家认为,涡旋突入洋底,对流动沉积物和溶解物质在深水层和近底水层的迁移和再分布可能发生很大作用。这可能对未来采矿区的环境产生影响,深海层可能也不会仅仅由生物进程所控制了。⁵

22. 对影响深海底的物理进程作进一步区域性研究,可能导致这一情况得到解决。有几项技术可以用来处理这一问题,其中包括:长期照相记录、长期监测以及根据海面风场和水柱垂直结构对涡旋的垂直影响范围进行理论推算。此外,在区域一级,把过去的海流记录(可向可能的承包者索取)结合起来,将有助于从时间和空间角度评价水动力作用。

四、其他建议

23. 另外建议,把各个已登记先驱投资者的环境数据,如海流数据、底层水化学和生物学数据集中起来,在区域一级加以评价。随着各个承包者的环境监测方案的开展,应该可以把方法和结果汇报标准化。讲习班建议,管理局推动研究与发展所用方法和技术的统一和标准化。在这方面,指出的一点是,此种标准化应包括仪表和设备、总体质量保证、样本的采集、处理和保全、船上测定方法和质量管理、实验室的分析方法和质量管理,以及数据处理和汇报。方法的标准化有助于对各结核地区的调查结果进行比较,选定监测工作的重要参数。

注

¹ ISBA/4/C/4/Rev.1(1998年4月29日)。

² Jones,A.T.和 K.J. Sulak(1990年)。在中太平洋板块和夏威夷对深海狗母鱼 *Bathypterois grallator* (Pisces:Cholorophthalmidae)的第一次记录。《太平洋科学》(Pacific Science)第44期,第254至257页。

³ DISCOL 数据,据 H. Thiel。

⁴ 采矿公司的观点,可见 Greenwald, R.J.和 Hennigar, H.R.,Jr.(1988年)。《确定一

个海洋采矿稳定参照区》。马里兰巴尔的摩 *Oceans'* 88,第 752 页至 761 页。较具学术性的讨论,见国家研究理事会海洋科学和政策委员会(1984 年),《深海底稳定参照区》。哥伦比亚特区华盛顿市国家学术出版社,第 74 页。

⁵ 见 Gardner,W.D.,L.G. Sullivan 和 E.M. Thorndike(1994 年)。对太平洋锰结核环境的长期照相、海流和浊度计观察。《地球和行星学通信》70,第 95 页至第 109 页,由 C.R. Smith 讨论,见本讲习班文集中题为“深海底结核区的生物环境”的一节。

附件

关于评价勘探“区域”内多金属结核 对环境所产生的影响的准则

1. 引言

1982年《联合国海洋法公约》(《公约》)和1994年的《关于执行1982年12月10日〈联合国海洋法公约〉第十一部分的协定》(《协定》)规定国际海底管理局应制定关于“区域”内探矿、勘探和开发的规则、规章和程序。目前,管理局正处于通过《“区域”内多金属结核探矿和勘探规章》草案(《采矿规则》草案)的过程中。¹《采矿规则》草案的一个重要内容是保护海洋环境不受与勘探有关的活动的影

响。《采矿规则》草案条例28(1)规定,管理局应制定程序,以确定用作对照评估“区域”内活动对海洋环境的可能影响的各种环境基线。条例28(2)规定,每一项合同都应要求承包者确定用作对照评估其工方案可能对海洋环境造成的影响的各种环境基线,并制定一个方案监测和报告这种影响。

本准则反映了关于深海环境的科学知识现状。根据《公约》规定,拟定本准则时考虑到这个领域公认专家的意见。²认识到在勘探期间进行的某些活动,诸如气象观测和测量,是无侵扰性的,未见会对环境造成损害,可与必须加以监测的活动分开来。拟定本准则是因为国际社会认识到有必要更好地了解潜在矿址的自然条件,获得更多关于采矿所可能产生的影响的科学资料。

2. 定义

为本准则的目的,应参照《采矿规则》草案以一致方式解释以下用语:³

- (a) “‘区域’内活动”是指勘探和开发“区域”的资源的一切活动;
- (b) “‘区域’”是指国家管辖范围以外的海床和洋底及其底土;

(c) “管理局”是指国际海底管理局;

(d) “承包者”是指已同管理局签订合同进行“区域”内活动的国家或实体,包括同管理局签订了此种合同的企业部;

(e) “勘探”是指以专属权利在“区域”内探寻多金属结核矿床,分析这些矿床,测试采集系统和设备、选矿设施及运输系统,以及对开发时必须考虑到的环境、技术、经济、商业和其他有关因素进行研究;

(f) “海洋环境”是指影响和决定海洋生态系统,包括沿海地区、海洋水域及这些水域的上空,以及海床和洋底及其底土的生产力、状态、状况和素质的物理、化学和生物组成部分、条件和因素;

(g) “多金属结核”是指“区域”的一种资源,包括在松散沉积层之上或之内的猛和铁氢氧化合物深海增生矿床,其中除其他外可能含有镍、铜和钴;

(h) “资源”是指“区域”内在海床及其下的一切固体、液体或气体原地矿物资源,包括多金属结核;

(i) “秘书长”的指管理局秘书长;

(j) “对海洋环境造成严重损害”是指“区域”内活动对海洋环境及其关联的生态系统的生物或非生物组成部分所造成的任何影响,按照管理局根据国际公认标准和惯例所制定的规则、规章和程序断定,这种影响使海洋环境出现显著不良变化。

3. 预计不会造成严重环境损害的活动

为本准则的目的,勘探可划分为两个阶段。第一阶段是获得基线数据期间。这个期间通常涉及测试采矿系统各部件(技术测试),在试验综合采矿系统之前进行。

第二阶段始于对综合采矿系统进行试验之时,包括进行疲劳试验和可靠性试验(试采);必须监测试采对环境的影响。

根据现有的资料,以下所列的勘探活动,无论是在试采阶段之前还是试采期间

进行的,都被视为不会对海洋环境造成严重损害,无需要作进一步环境评价:

- (a) 重力和磁力观察和测量;
- (b) 不使用炸药的海底和海底浅层声波或电磁剖面测量或成象;
- (c) 程度有限的矿物采样,如使用岩心取样器、抓岩机或打捞篮的采样方式;
- (d) 海水和生物采样;
- (e) 气象观察和测量,包括安放仪器;
- (f) 包括水文观察和测量在内的海洋学观察和测量,包括安放仪器;
- (g) 以箱式取样器、小口径岩心取样器或抓岩机采样,以确定海底地质或地质技术特性;
- (h) 电视和格定摄像观察和测量;
- (i) 船上矿物化验和分析;
- (j) 定位系统,包括海底应答器以及在航海通告中列出的水上和水下浮标。

4. 可能造成环境损害的活动

现有的科学资料表明,勘探期间的试采活动可能造成一些环境影响,不过尚不知道其带来严重环境损害的可能性。估计在海底以及在排放尾砂和污水的水层及以下造成严重环境影响的可能性最大。由于可能对水面至 1 000 米处的水层造成某些环境损害(见下文),极力建议在最小含氧层的深度(在太平洋许多地区是海平面以下 1 000 米)以下排放废料。

4.1. 海底可能受到的影响

预计勘探期间的试采对海底造成的主要影响是:

- (a) 结核采集器对所经之处造成直接影响,沉积物和相关动物将被碾压或随卷流扩散,结核则被取走;
- (b) 在沉积卷流沉降之处,结核采集地以外地区的海底动物将被窒息或掩埋;

和 (c) 食悬浮动物的食物来源过剩而食底泥动物的食物来源则减少。

4.2. 水柱可能产生的影响

在恒定温跃层以下(例如在最小含氧层的深度以下)排放尾砂和污水可能对远洋动物造成的一些环境损害是:

(a) 居住在中层水或按昼夜、季节或以个体发生方式洄游到这个深度的各种浮游动物死亡;

(b) 沉积卷流或相关金属类别对中层鱼类和深层鱼类及其他游泳生物直接造成的影响,或通过对其猎物的影响间接造成的影响;

(c) 通过对猎物数量造成的影响及其他因素而影响到深潜海洋哺乳动物;

(d) 中层和深层细粒沉积增加而影响到浮游细菌;

(e) 悬浮粒上的细菌增长使氧气耗尽;

(f) 沉积物或痕量金属影响到鱼类的行为和死亡率;

(g) 排放造成浮游生物死亡或改变其物种构成;

(h) 重金属(例如铜和铅)在最小含氧层内溶解,并可能进入食物链内;

(i) 浮游生物可能因过滤卷流中微粒而被堵塞;

4.3. 上层水柱可能产生的影响

如果尾砂、沉积物和污水在近表层水(在温跃层以上)排放,除了上文第 4.2 节所述影响外还会造成其他影响:

(a) 试采的排放物可能在表层水造成痕量金属的生物积累;

(b) 浮游植物被表层排放物遮蔽而使初级生产力降低;

(c) 表层排放中的痕量金属对浮游植物的影响;

(d) 采矿活动对海洋哺乳动物行为的影响;

5. 监测活动、收集基线数据以及减轻影响

预计每个勘探计划的活动都将包括一般调查活动,诸如第 3 节所列的活动,以及为拟定和示范采矿技术而进行的工程技术试验。在这两个阶段中,必须从潜在矿址获得充分资料(通称为“基线资料”),以清楚地记录采矿前存在的自然条件,以及对诸如颗粒的扩散和沉降等自然过程和海底动物的演替有深入的了解,并收集其他数据以便有可能获得对环境影响进行精确预测的必要预测能力。

潮汐作用和季节作用等在海洋环境自然发生的周期性现象,以及厄尔尼诺/南方涛动和经过“区域”的大型热带风暴等偶发现象,其影响被认为具有重要性,但却缺乏数量资料。因此,必须尽可能长期地了解表层和海底群落对这些现象的自然反应。

根据《采矿规则》草案的规定,将要求承包者同管理局和担保国合作,确定用作对照评估其工作方案可能对海洋环境造成的影响的各种环境基线,并制定一个方案监测和报告这些影响。⁴ 此外,承包者应准许管理局派其检查员登临承包者用以进行勘探区域内活动的船只和设施,以便除其他外监测这些活动对海洋环境的影响。⁵

收集基线数据将是工程技术试验期间主要的关切事项,对试验采矿的监测将侧重于获得预测能力,以评估商业或战略系统可能产生的影响。以下各节叙述了对这两类活动的监测要求。

5.1. 对一般勘探调查的监测

根据《采矿规则》草案,承包者勘探期间的工作方案应作为一个附表附在勘探合同之后。最初,工作方案将由承包者所具体说明的内容组成,作为其请求核准勘探的工作计划的申请的一部分。除其他外这些内容包括:

(a) 关于拟议的勘探方案的一般性说明和时间表,包括在未来五年的工作方案,例如对勘探时必须考虑到的环境、技术、经济和其他有关因素进行的研究;

(b) 关于拟议的勘探活动可能对环境造成的影响的初步评价;

(c) 关于预防、减少和控制污染及其他危险以及可能对海洋环境造成的影响的提议措施的说明;

(d) 关于按照本规章及管理局公布的规则和程序进行的海洋学和环境基线研究方案的说明,这些研究是为了能够考虑到管理局发表的任何准则评估拟议的勘探活动对环境的潜在影响。⁶

如果确定承包者的勘探工作是计划可接受的并已经理事会批准,则秘书长将具体提出一项环境实地计划。这项计划将以承包者提出的计划为基础,并由法律和技术委员会审查,以确保计划的全面性、准确性以及统计数字的可靠性。计划将纳入合同的工作方案内。

环境这地调查计划除其他外将包括监测在核实上述关于潜在影响的调查结果方面的环境参数(见第 3 节),并着重收集可解决第 4 节中所述的可能造成严重环境损害的三个未决关切事项的数据,以及证实已出版的深海底采矿环境评估所列一切其他潜在影响不会造成严重损害的初步评价。管理局已拟定了技术准则(第 7 节),其中包括与海洋学数据收集有关的参数。这些技术准则的目的是协助与承包者咨商制定环境实地调查计划。

5.2. 对试验采矿的监测

承包者必须把计划进行的试验采矿充分通知管理局。管理局认为测试采矿系统是同工业界一道审查采矿的环境影响的机会。

在进行试验采矿至少五年之前,承包者就应向管理局提交一份试验采矿计划。如果已具有试验采矿的初步说明,则应连同请求核准勘探的工作计划的申请一并提交;详细资料应在开始试验采矿至少两年前提交。

试采计划应作出安排,在所拟议活动可能造成严重环境损害的情况下,对受承包者采矿活动影响的地区进行监测,即使这些地区是在采矿场址之外。在可行的情况下,方案将尽可能包括资料,具体说明在造成严重环境损害的情况下即应暂停或

修改试验的活动和事件,如果这些活动或事件不能适当地予以减轻。方案还应规定,为准确地反映拟议的活动或纳入最新的研究或监测结果,在试验前或在其他适当时候,可以酌情修改试验采矿计划。

试采计划将包括战略,以确保采样是根据合理的统计方法进行的,设备和方法是科学上可接受的,规划、收集和分析数据的人员的科技水平达到要求,并按照规定的格式把所产生的数据提交管理局。第 7.2 节的技术准则规定了应列入试验采矿计划的参数。

在试采阶段,建议划定影响参照区和保全参照区。⁷ 选择影响参照区应以该地区能代表矿址的环境特点(包括生物群)为考虑因素。保全参照区的地点选择要仔细,面积要足够大,以便不受到局部环境条件的自然变化的影响。这个区的物种构成应与试采地区相似。保全参照区应在试验采矿活动的上流。保全参照区应位于试采地区和受卷流影响的地区之外。

6. 汇报要求

为了使管理局能履行第 1 节所述环境保护责任,承包者应定期提出报告,至少每年提出一份,说明拟订和已进行的活动对环境的影响,以及所获得的环境基线数据。第 7 节详述可以就提交这种一般勘探调查资料采用的格式。承包者须提交关于勘探区的物理、化学和生物学资料。该资料应包括在报告所述期间可能获得的任何相关环境资料。格式和数据的具体要求将由承包者与管理局之间协商制定。

报告也必须说明在勘探地区规划的活动,包括对模拟商业回收情况的综合采矿系统进行的测试。如果所提交的资料表明,综合系统的测试对环境造成严重损害,法律和技术委员会可修改进行测试的规定和条件以解决这些问题。在所有这类修改中,委员会应考虑到现有技术水平,所采用的选矿系统,任何废弃物的价值和潜在用途,活动对环境的影响,经济和资源数据,以及国际上对矿物资源的需求量。

7. 区域性基线数据

尽管迄今为止尚未知道开发多金属结核的实际技术,采矿的技术原则却是众所周知,而且也可在一定程度上预测对环境的扰动。这项前提使得管理局有理由颁布收集基线数据的准则,根据这些数据可评价潜在的影响。估计主要影响将发生在海底,少量影响预计会发生在排放尾砂的深度。

采集器会扰动半液体沉积表面层。这将产生近底卷流,而且视结核的扬升技术而定,部分可能被带到海面。采掘机会压缩、断裂和挤压较坚硬的下伏沉积层。

随着含多金属结核的水流运送到表层的沉积物可能会与结核屑一道被排放到大洋。在表层水进行处理可能会:

- (a) 因增加营养量和减少海洋的光射程度而影响初级生产力;
- (b) 进入食物链并扰乱垂直洄游;
- (c) 导致氧化锰的还原和最小含氧层金属成分的溶解。

因此,建议的尾砂排放深度应大大低于最小含氧层。由于最小含氧层在各区域均不相同,而且在一定程度上随季节变化,因此,环境研究必须:

- (a) 确定各采矿区最小含氧层的深度范围;
- (b) 以排放深度附近的海洋特性为研究重点;
- (c) 包括上层水的海洋参数,因为可能发生意外的排放。

7.1. 基线数据的要求

7.1.1. 物理海洋学

要求提供的海洋状况资料包括海底上的海流,温度和混浊状态,以便估计采矿卷流的潜在影响。在排放深度,需要测量海和颗粒物质,作为预测排放卷流动态的基本资料。在海洋上层,需要进行这些研究,以便确定基线环境状况的特征。

7.1.1.1. 底层水物理状态

由于近底海流受地形和上层水柱及海面的水力活动的影响,在设计海流测量方

案时需考虑到这些因素。锚定设备的数量必须足以充分确定研究地区的特征。最少需要四个锚定设备,其中至少有一个达到密度跃层的深度(下文称为长锚定设备),因为基于多种原因上层海流和温度场的测量是必要的。建议阵列间距范围为 50 至 100 公里。

锚定设备上的海流计数目应根据所研究地区的地形几何特征尺度(海底的高度差)加以确定。最低的海流计应尽可能接近于海底,通常是 1 至 3 米。上层海流计的位置应超过地形最高部分 1.2 至 2 倍。同时,海流计的基本高度应该是高出海底 5 米、5 米、50 米和 200 米。

所有锚定设备应带有透射度仪,记录颗粒浓度,以研究颗粒物分布。

7.1.1.2. 排放深度和上层海流状态

应确定排放深度的海流状态特征。长锚定设备上至少需要四个海流计,其中一个应置于密度跃层的深度,另一个由在排放深度之下。

海面海洋学结构通过几次巡航的温深电导系统的研究加以测量。海面结构的时间性质需得到处理。温深电导剖面图和横断面图应从海面到海底加以测绘,以确定整个水柱的层结特征。海流和温度场结构可通过长锚定设备的数据和补充性声学多普勒海流剖面设备以及其他测流办法加以推断。

建议通过卫星资料分析,了解在该地区中尺度海面活动的情况以及更大尺度的活动。

7.1.2. 化学海洋学

7.1.2.1. 底层水化学

应从化学角度分析结核的上覆,以评估沉积物与水柱之间的化学交换过程。需要测量溶解氧浓度及营养物,包括硝酸盐,亚硝酸盐,磷酸盐和硅酸盐,以及有机碳总量。

7.1.2.2. 水柱化学

确定水柱化学的特性,对于评估在水中作任何排放之前的本底状况是至关重要的。需要绘制有机碳总量,包括磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐和硅酸盐等营养物以及温度、含盐量和溶解氧浓度的垂直剖面图。在实地测量方案中也需要处理时间变化问题。

如果痕量金属的季节和年际变化性是微不足道的,则不需要加以确定。

大力推荐采用旨在了解物理海洋学结构横断面的采样作法。

7.1.3. 沉积物性质

为了充分了解表层沉积物和深水卷流潜在来源的特征,需要确定沉积的基本性质,包括土壤力学的测量数据。沉积至少应从四个站点取样,并测量其含水量、比重、松密度、剪应力和颗粒大小,以及沉积从充氧变化到低氧状态的深度。

此外,对于沉积物和营养物(硅酸盐、酸盐和硅酸盐)中的有机碳和无机碳,碳酸盐(碱度)和孔隙水中的氧化还原系统至少应该测量至沉积物 20 厘米深度或低氧层以下(以较深者为准)。

对于孔隙水和沉积物的地球化学特征,至少应该测量至 20 厘米深度或低氧层以下(以较深者为准)。

7.1.3.1. 生物扰动率

生物扰动是指生物扰动沉积物的现象。该现象必须加以测量,以分析在采矿扰动之前表层沉积物的扰动程度。可从每个地区至少五个多芯取样管所得的过量 Pb-210 活动的剖面评价生物扰动率。每一取样应来自随机分布的不同下放点。应在每个取样的至少五个深度(建议的深度为 0-1、2-3、4-5、6-7、9-10、14-15 厘米)评价过量 Pb-210 活动。生物扰动的比率和深度应以标准平流或直接扩散的模式加以评价。

7.1.3.2. 沉积作用

由于从上水柱流进深海的物质通量对底栖生物食物循环具有重要的生态意义,因此,必须对中层水的物质通量和流到海底的通量进行充分分析。

建议采用同式锚定设备,在系缆上装置两个沉积物收集器,一个位于 2000 米以下的深度,以便分析来自透光层的微粒通量,另一个位于离海底约 500 米的深度,以分析到达海底的物质通量。底部的收集器必须适当距离海底,以便不受沉积物再悬浮的影响。沉积物收集器应放置至少 12 个月时间,每月取样,检查季节性通量。收集器可使用上文第 7.1.1 节所述的海流计所用的相同锚定设备。

7.1.4. 海底群落

海底采矿将对海底生物群落造成最大影响。实地方案应有适当的取样设计,至少应包括四个取样站。关键的环境因素,如结核覆盖数量、地形和深度等,应包括在取样设计中。在每个取样站中,建议随机取样。为了评估时间性变化,在三年期间每年至少应调查一个取样站。

7.1.4.1. 巨形动物

关于巨形动物的资源量、生物量、物种结构和多样性的数据应基于至少五条长 1 公里的照片样带,每一照片覆盖每个研究点宽约 2 米的面积。照片需能够分辨不小于 2 厘米的生物。样带应随机定向。照片样带也可用于评估结核丰度、结核粒径分布以及表层沉积结构。

为了分析海底的大面积地区,巨形动物的调查应在请求区风的随机分区设计中的分区内进行。应采用配备侧扫声纳的深海拖 摄影系统、在离海底 3 米的深度移动拍摄,以了解该区域的一般生态状况。掌握大面积地区巨形动物记录、生物踪迹和表层沉积结构,将有助于参照区和研究区。

7.1.4.2. 大型动物

关于大型动物(大于 250 微米)的资源量、物种结构、生物量、多样性和深度分布(建议深度:0-1、1-5、5-10 厘米)的数据应基于每个研究区 10 个以上的箱式取样器(0.25 平方米)。大型动物应以 500 微米和 250 微米套网筛轻柔处理。取样应随机分布。

7.1.4.3. 小型动物

小型动物(小于 250 微米,大于 32 微米)的资源量、生物量、物种结构和深度分布(建议深度为:0-0.5、5-1.0、1-2、2-3 厘米)的资料应基于每个研究区 10 个以上多芯取样管,每一取样来自不同下放点。小型动物应以 1 000、5 000、250 和 32 微米的套网筛处理。取样应随机分布。

7.1.4.4. 微生物生物量

微生物生物量的确定办法是,在每个研究区随机分布 10 个多芯取样管,在 0-1cm 间距进行腺苷三磷酸或其他标准分析。每一取样应来自每个研究区的不同下放点。建议取样间距为 0-0.5、0.5-1.0、1.0-2.0、2.0-3.0、3.0-4.0、4.0-5.0 厘米。

7.1.4.5. 结核动物

应从每个研究区的 10 个箱式取样(分析大型动物所用的同一箱式取样)随机选择 10 个结核,取样和分析结核动物的资源量和物种结构。

7.1.4.6. 底栖食腐动物

应在研究区安装一个延时摄影机,时间至少一年,以研究表层沉积物的物理动态,并记录表层巨型动物的活动程度和再悬浮事件的频率。可利用带饵照相机系统底栖食腐动物群落的特性。

7.1.4.7. 近底层和中深海层及次深海层生物中的痕量金属

应化验主要的底栖、近底层、中深海层及次深海层物种,以确定是否存在痕量金属。

7.1.5. 远洋群落

7.1.5.1. 深层水

需分析卷流深度附近和海底界面层中的深海浮游动物和鱼类的大洋群落结构。

建议在至少三个深度层进行深层取样,在上层水 1 500 米中分析鱼类群落。应在一昼夜间重复相同的取样,研究时间性变化。

7.1.5.2. 表层水

应分析水柱上层 200 米的浮游生物群落,并测量浮游植物的构成、生物量和产量;浮游动物的构成和生物量;以及浮游细菌生物量和产量。

应研究上层表面水浮游生物群落的时间性变化。

可利用遥感技术补充实地调查方案。遥感结果的校准和核实是至关重要的。

7.1.5.3. 海洋哺乳动物

需要观察海洋哺乳动物。在基线研究期间应记录观察到海洋哺乳动物的情况。建议在不同取样点的样条中记录海洋哺乳动物的物种及其行为。应分析时间性变化。

7.2. 试验采矿

除第 7.1 节所要求的资料外,承包者应向管理局提出一份试验采矿计划(见第 5.2 节)。这项计划将对勘探合同整段期间拟议实施的技术试验和监测程序作出初步说明。管理局确认,此种试验采矿的细节相信将因承包者而异。因此,可能的缓冲措施、额外基线研究等细节应由承包者提出,经法律和技术委员会逐案审查,并

随着活动的开展通过相互协商加以确定。试验采矿计划须包含两类参数。第一类包括可用现有技术适当加以研究的参数。第二类包括很难以现有技术测量或观察的参数。第 7.2.3.1 至第 7.2.3.5 节所列的参数必须列入试验采矿计划,并包括在承包者于试验采矿之后两年内提交管理局的数据文件中。

7.2.1. 开采系统的特性

下列要求对系统特性进行的测试涉及结核采集器触点、海底排放或海面排放。管理局对开采系统的这些特性感兴趣,其原因有两方面:

(a) 评价拟议系统,以确定目前环境评价工作对第一代技术采用的影响分析假设是否可予适用;和

(b) 为建立预测影响的模型提供材料。

相关的参数包括:

(a) 结核采集技术(例如索斗、尖叉、喷射冲洗);

(b) 海底贯穿深度;

(c) 与海底接触的传动装置(滑板、滑轮、支承板);

(d) 包括结核洗选在内的海底沉积物分离法(包括海底排放高度以及排放容量);

(e) 轧矿计划;

(f) 扬矿法;

(g) 矿船的结核/碎屑分离系统和溢流排放;

(h) 结核研磨碎屑的留存计划;

(i) 估计平均结核采收率;

(j) 海底结核采集率;

(k) 估计产矿量,包括每小时吨数。

7.2.2. 试验采矿

承包者必须在按计划进行试验采矿之前至少两年提出下列数据:

- (a) 试验采矿点位置和界限;
- (b) 试验采矿计划(例如开采方式和采集器速度);
- (c) “区域”内的运输通道;

(d) 海面和海底排放的估计特征,包括排放点布置、流速和时间性变化、组成与密度、排放温度以及悬浮颗粒的粒径分布。

7.2.3. 试验采矿期间的环境监测

在试验采矿期间进行环境监测的目的是确定所产生的后果是否与现有环境评估所预测的情况一致,并确保发现任何意外的严重损害。最重要的是,监测的结果将是评价采矿影响的首要依据。

在试验采矿之前、期间及其后均应收集第 7.1 节所概述的基线参数。为了取得在统计上能站得住脚的数据,进行监测的时间应依照合理的科学原则来确定。此外,第 7.2.3.1 至第 7.2.3.5 节所提到的参数应在试验采矿期间加以测量。强烈建议在试验采矿期间对第 7.2.3.6 至第 7.2.3.7 节所提到的参数进行测量。

7.2.3.1. 海底影响和动物演替

以采样、摄影、录像或其他手段收集的资料将帮助确定底栖生物所受到的影响。这些资料将有助于解决关于这一影响的严重性的问题,并将帮助制定商业采收作业的适当缓解战略。有关继采矿后出现的动物演替的资料将有助于确定底栖种群,从采矿后果中恢复的潜力。数据应包括开采前后试验采矿区附近的采样。采样应距采矿区一定距离,以确定海底卷流的影响,并应在采矿之后的特定时间进行。

7.2.3.2. 对浮游生物的影响以及痕量金属的作用

可能需要结合进行监测以及船上和实验室试验,以便在试验采矿之前彻底解决对浮游植物和浮游动物的影响以及痕量金属的作用的问题。

7.2.3.3. 对上层水生物群的观察

可以对诸如采矿排放区气泡栓塞导致鱼类死亡,以及鱼类、海洋哺乳动物和鸟类异常大量聚集等不寻常情况进行观察,以收集有关海底卷流对中层水生物的其他影响的资料。

7.2.3.4. 再沉积的厚度

关于采矿扰动所造成的沉积掩埋厚度的资料将有助于确定必要的最佳采矿模式,以尽量减小沉积物扩散的不良后果,并确定再沉积厚度与动物演替之间在数量上的关系。

7.2.3.5. 光的垂直分布

光的垂直分布直接影响到透光层的初级生产力。垂直光强度分布图将显示排放微粒按时间、深度和离船距的不同而对光衰减和光谱带(有效光合辐射——400-700 纳米和蓝光——475 纳米)产生的影响。这些数值将用于探查密度跃层悬浮微粒的任何积聚。

7.2.3.6. 中层水的微粒扩散

关于采矿固体排放的扩散资料将改进现有的扩散模型,以准确预测海底卷流的动态,并帮助根据试验采矿对商业规模开采进行推断。

7.2.3.7. 现场沉降速度

了解中层水和近底采矿排放微粒的现场沉降速度将有助于核实和改进预测中层水和海底卷流扩散情况的数学模型的准确性。这一资料对于第 7.2 节中就中层水卷流所表示的关切以及对于有关海底卷流对海底生物群的影响的重要关切而言是很有关联的。

7.3. 数据的收集、分析和归档规程

7.3.1. 数据的公开

承包者针对第 7.1 和 7.2 节中所列参数进行的基线、技术试验和试验采矿研究是重要的数据和知识来源。综合利用这些数据和经验综合可以有助于所有承包者。例如,测深、海流、风、盐度和温度场方面的综合数据可以成为区域或海盆范围洋流动态模型的重要资料。模型可通过此一海洋实测数据加以确证和调整,随后也可以部分地补充成本昂贵的数据收集作业。

一些主张地区毗邻或接近另一些主张地区,这使得更有理由公开数据并合力制作模型,以便附近地区的活动能够以模型体现,加以说明。

采矿也许需要实时数据来反映水柱状况,既用于确保输送结核上船的管道的安全,也用于优化尾砂传送管的排放深度。在此类情况中,如果能公开更多的数据,则可能加强模型的准确性,并且将对以下方面有所帮助:

- (a) 确定最佳做法;
- (b) 订立共同策略,建立一个可获接受的数据库;
- (c) 开展多边意见和数据交换,进而导致国际合作;
- (d) 提醒各方注意失败经验,以节省时间、精力和费用;
- (e) 减少对一些参数的测量,以节省开支。

讲习班强烈建议所有承包者在收集数据两年之内免费提供环境数据。

7.3.2. 数据的收集和分析

本准则概述了应收集的数据类型、收集的频率和使用的方法。收集和分析技术必须采用最佳做法,例如联合国教育、科学及文化组织(教科文组织)政府间海洋学委员会(海洋学委员会)所制定的并且可由世界数据中心和国家海洋学数据中心提供的做法,或管理局确立或建议的做法。附录二列出了若干手册和指南。

7.3.3. 数据的归档和检索办法

建议将数据、数据描述符和数据目录保存在海底管理局。第 7.1 和 7.2 节所列类型的重要环境数据应免费提供,用以进行科学分析,并应在万维网上公布每个承包者所掌握数据的清单。除实际数据外,还应包括详述分析技巧、误差分析、对失败及应避免的办法和技术的描述、对数据是否充足的评论以及其他有关描述符的元数据。

这样一种数据归档和检索办法可以帮助所有承包者研究具有重要环境意义的指标内容。

7.3.4. 报告

应根据《采矿规则》草案条例 28 及附件 4 第 5.4 节,将评价和判析的监测结果连同数据一并汇报管理局。

8. 建议的合作研究

要回答有关采矿对环境的影响的某些问题,就必须进行具体的试验、观察和测量。然而,并非所有承包者都必须作这些研究。受影响的生态系统的反应会很类似。重复进行某些试验或影响研究不一定会增加科学知识或对影响评价有何助益,但却会耗费资金、人力和技术资源。由于所有承包者都可以利用试验结果,因而让一个承包者单独进行试验是不公平的。因此,强烈促请承包者探索和寻找办法,在某些方面合力开展海洋学的国际合作研究。

8.1. 现场影响试验

目前仍未能很好地了解动物对掩埋的敏感程度,因为以前的试验未能把沉积厚度与动物演替充分联系起来。为了对环境作充分的评价,必须知道受扰动地区以内及其周围不同地点采矿卷流引起的再沉积的速度,并定量分析动物对不同程度再沉

积的反应。今后,沉积厚度可以通过卷流迁移和微粒沉降模型来预测。

深海的沉积剂量-反应试验是取得所需答案的合适办法。应在一些小地区覆盖不同厚度的沉积物,被覆盖生物的反应将通过采样和活动测量加以记录。

此类试验在数量上将是有有限的。因此,承包者应争取有经验的科学家提供合作与指导,以便设计和执行共同的试验。

8.2. 开采试验

开采试验应由所有承包者进行,除非他们所使用的是其他承包者已试验过的开采设备。在开采试验中,以前在各种技术试验中已测试过的开采系统的所有部件将组装在一起,进行采矿、扬矿以及排放尾砂整个工序。这将是第一次所有影响同时起作用。由于此次开采试验是对工程设计的耐力测试,因此估计开采试验最长可达几个月,而且可能会以较小型的系统进行。为进行环境评估,在逐步展开采矿过程中最重要的是认真地对这一试验阶段进行监测和调查。然而,对环境影响的评价不必由所有承包者重复进行。在对第一次开采试验进行深入评价之后,就可了解到其他采矿系统的影响的可预测性,在以后的试验中,环境研究可以局限于未解决的问题,或具体的局部环境条件,或因采用不同技术而引起的不同影响。似乎可以合理地推断,第一次开采试验将大大增广我们的知识,而且所有承包者都会通过此一经验获得益处。以后的开采试验可以不必那么费力。

基于上述原因,预计承包者将合力进行第一次及其后的开采试验,以便每个承包者能够以最小的气力来最大限度地扩大知识。

8.3. 选矿厂尾砂

在陆上选矿厂,进入冶金过程的原材料有 75%到 97%会作为选矿尾砂被排放。需要针对由各种矿石成分和各种选矿法产生的尾砂类型提出环境影响评估。对于同类选矿尾砂,也许没有必要进行新的环境研究,承包者应考虑进行合作,以优化各种努力。

9. 环境监测方面今后的需要

监测、基线数据收集和持续研究有可能产生有关减轻潜在环境损害方面今后的需要的信息。在确定这些需要后,可适当修改各种规定、条件和限制。

随着潜在承包者环境监测方案的开展,方法和结果汇报方面的标准化是一种可能。管理局应推动研究与发展所用方法和技术的统一和标准化。在这方面,指出的一点是,此种标准化应包括仪表和设备、总体质量保证、样本的采集、处理和保全、船上测定方法和质量管理、实验室的分析方法和质量管理,以及数据处理和汇报。方法的标准化有助于对各结核区的调查结果进行比较,选定监测工作的重要参数。

为了监测环境基线,只应挑选对自然变化和非自然扰动或污染敏感的参数。随着海底采矿技术的发展,需要进行沉积动力的研究,以便了解最高沉积层的微粒是如何迁移的。在这些研究中应探讨金属吸附作用方面的地球化学变化。

注

¹ ISBA/4/C/4/Rev.1(1998年4月29日)。

² 《公约》第一六五条第2款(e)项。

³ ISBA/4/C/4/Rev.1。这些定义将需根据管理局理事会对《采矿规则》所作的订正来进行修改。

⁴ ISBA/4/C/4/Rev.1,条例 28(3)。

⁵ ISBA/4/C/4/Rev.1,附件 4,第 13 节。

⁶ ISBA/4/C/Rev.1,条例 15。

⁷ 承包者申请开发权时,应提交提议划定地区,专门用作为影响参考区和保全参考区。影响参考区是指用来评估每一承包者在“区域”内的活动对海洋环境造成的影响,而且代表有关地区的环境特征的地区。保全参考区指是在区内不得进行任何采矿活动的地区,目的是保全具有代表性和稳定的海底生物群,以便评价海洋环

境的植物群和动物群的任何变化(ISBA/4/C/4/Rev.1,附件 4,第 5.6 节)。

附录一

技术用语词表

ATP	即腺苷三磷酸是一种复杂的有机化合物,生物以其作短期储存和转换能量之用。可以利用 ATP 的数量测算沉积层的微生物总生物量,因为 ATP 数量反映活细胞(多为细菌)的数目。
次深海层 (bathypelagic)	深度在 3 000 米以上的大洋环境,深于中深海层。
海底(的) (benthic)	与洋底有关的。
海底界面层 (benthic boundary layer)	指位于洋底水与沉积界面之上的水层。
海底卷流/表层卷流 (benthic plume/surface plume)	卷流为含有大量沉积颗粒的海水的弥散。海底卷流在最接近海底的层带扩散,表层卷流则在最接近海面的层带扩散。
近底层(的) (benthopelagic)	指非常接近海底,或在有些情况下,与海底接触的层带。
底栖生物 (benthos)	生活在洋底上或洋底下的各类海洋生物。
生物扰动 (bioturbation)	海底生物垂直或水平移动沉积颗粒的活动。
温深电导测量 (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。可通过装置光学传感器测量其他参数,如 pH 和溶解氧浓度。
一昼夜 (diel)	指一段 24 小时的时间,一般包括一个白天和邻接的黑夜。
栓塞	鱼类的血液和组织含溶解氧,深海鱼类被带到水面时,压力减小使溶解氧在体内形成气泡(栓塞),引起组织坏死,严重时

(embolism)	少使溶解气体以气泡形式扩张(栓塞),导致外形毁损,内脏从口孔突出。
底上动物 (epifauna)	在海底生活的动物,或是附着海底,或是在其上自由游动。
浅海层(的) (epipelagic)	指深海上层,在中深海层之上,而且一般在最小含氧层之下。
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。
盐跃层 (halocline)	指具有大盐度梯度的水层。
流体动力 (hydrodynamic)	指一切与海水运动有关的事件。
底内动物 (infauna)	在沉积层内生活的生物。
大型动物 (macrofauna)	肉眼能见的大动物,长度可达 2cm。
巨型动物 (megafauna)	大于 2cm 的动物。
小型动物 (meiofauna)	底栖生物群落的动物,体积在大型动物和微型动物之间。作业定义为>321m 和<2501m。
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。
微型动物 (microfauna)	肉眼所不能见的生物,小于小型动物。作业定义为<321m。
游泳动物 (nekton)	鱼、鱿鱼、甲壳动物及在大洋环境中活跃游泳的海洋哺乳动物。
线虫纲	指各种线虫;为一种主要的小型动物。

(nematoda)	
最小含氧层 (oxygen minimum zone)	位于各大洋 400 米至 1 000 米深度的水层,由海面产生的有机物细菌的沉降和降解所造成。缺氧可导致微粒金属溶解。
大洋(的) (pelagic)	指开阔大洋环境。
ph	酸度或碱度的测量。
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,为大洋的初级生产物。
浮游生物 (plankton)	被动地飘浮或弱泳力的生物。
密度跃层 (pycnocline)	指密度随深度陡增的大密度梯度水层。海水密度受温度、盐度和在较小程度上受压力的影响。
氧化还原 (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机率(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。
空间尺度 (spatial scales)	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。也与取样站的地理分布有关。
表层卷流 (surface plume)	见“海底卷流”。
中尺度 (synoptic scales)	流体动力变异或事件的尺度,时间尺度可从一至二周以至一至二个月,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。
温跃层	温度随深度急剧变化的水层。

(thermocline)

透射度仪

(transmissometer)

测量光在光径中, 如水中的衰减程度。数据可与存在的微粒量对比。

浮游动物

(zooplankton/animal
plankton)

与浮游植物不同, 这些生物不能自己制造有机质, 因此需要捕食其他生物。

附录二

政府间海洋学委员会编写的手册和指南

政府间海洋学委员会出版了一系列手册和指南,介绍在环境影响评价所需的若干海洋学参数方面,可供采用的方法和规程。有关的四本手册和指南如下:

《海洋学和海洋气象学仪表和观测法指南》¹

《指南》提供的资料包括:常用海洋学仪表、仪表的标准化和测量的准确度、单位和常数、数据编码和汇报。《指南》也提供各种参数(海面温度、盐度、温深层化、风、浪和涌浪、海流、风速和风向、气压、温度和湿度、降水量、能见度、水透明度和水色)的公认观测方法。

《海洋环境监测可用化学分析法》²

本手册介绍在化学海洋学方案和海洋环境监测方案中常见参数的化学分析法。提供的资料包括 pH 的电势测定法,溶解氧和氧饱和、硫化氢、溶解无机磷酸盐、磷总量、活性硅酸盐、亚硝酸盐和硝酸盐的测定法,利用靛酚蓝法的氨直接测定法,水中含磷和氮的化合物的同时氧化。

《全球海洋通量联合研究核心测量规程》³

本核心测量手册提供的资料包括:船上取样程序、温深电导及相关测量、质量评价和相互校准。手册还提供各种测定法供测量:盐度;溶解氧(温克勒测定法);无机碳总量(库伦分析法);硝酸盐、亚硝酸盐和硝酸盐、原磷酸盐和活性硅酸盐;海水中的硝酸盐、亚硝酸盐、磷和活性硅酸盐;藻叶绿素和类叶红素(高性能液相色谱法);叶绿素 a(氟测定法);颗粒有机碳和氮;溶解有机碳;浮游细菌和细菌生产;微型浮游动物生物量和沉积收集法。

《海洋学测量技术的生物资源评价法》⁴

本出版物提供的资料包括:各种导航系统及海洋过程测量法(潮、浪和环流)和海岸过程测量法(海岸侵蚀的成因和监测、海滩剖面和海滨环境观察)。书中还介绍各种海洋学技术(测深学、潮汐、表面波浪、海流、漂流、温度、盐度、声速、密度、悬浮物、溶解物质的测量,及采水器),讨论各种生物资源评价法如生态调查,监测工作和信息管理。这些规程与用于深海采矿环境研究的规程可能有些不同,但可予修改以适用于深海采矿的环境影响评价研究。

注

- ¹ 《政府间海洋学委员会手册和指南,第 4 号》,教科文组织(1975 年)。
- ² 《政府间海洋学委员会手册和指南,第 12 号》,教科文组织(1983 年)。
- ³ 《政府间海洋学委员会手册和指南,第 29 号》,教科文组织(1994 年)。
- ⁴ 《政府间海洋学委员会手册和指南,第 32 号》,教科文组织(1996 年)。
