



中华人民共和国国家标准

GB/T ××××—××××

国际海底区域环境调查技术规程

第 3 部分：海洋生物调查

Specifications for International Seabed Area environmental survey part 3:

Marine biological survey

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

国家标准化管理委员会

目 次

前 言	I
引 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	3
4.1 技术设计	3
4.2 调查要求	4
4.3 调查与分析仪器设备	5
4.4 样品采集	6
4.5 样品分析	6
5 叶绿素 <i>a</i> 测定	7
5.1 技术要求和调查要素	7
5.2 水体叶绿素 <i>a</i> 萃取荧光法测定	7
5.3 水体叶绿素 <i>a</i> 粒度分级测定	10
5.4 沉积物叶绿素 <i>a</i> 测定	11
6 初级生产力	12
6.1 技术要求和调查要素	12
6.2 测定方法	13
6.3 初级生产力粒度分级测定	16
7 微生物	17
7.1 技术要求和调查要素	17
7.2 样品采集	17
7.3 样品分析	18
7.4 资料整理	19
8 微微型光合浮游生物	20
8.1 技术要求和调查要素	20
8.2 样品采集	21
8.3 样品分析	21
8.4 资料整理	22
9 微、小型浮游生物	23
9.1 技术要求和调查要素	23
9.2 样品采集	24
9.3 样品分析	25
9.4 资料整理	26
10 大、中型浮游生物	27
10.1 技术要求和调查要素	27
10.2 样品采集	28
10.3 样品分析	29
10.4 资料整理	29

11 鱼类浮游生物调查	30
11.1 技术要求和调查要素	30
11.2 样品采集	30
11.3 样品分析	31
11.4 资料整理	31
12 巨型底栖动物	32
12.1 技术要求和调查要素	32
12.2 样品（资料）采集	33
12.3 样品（资料）分析	34
12.4 资料整理	34
13 大型底栖动物	35
13.1 技术要求和调查要素	35
13.2 样品采集	35
13.3 样品分析	36
13.4 资料整理	37
14 小型底栖后生动物	37
14.1 技术要求和调查要素	37
14.2 样品采集	37
14.3 样品分析	38
14.4 资料整理	39
15 有孔虫类小型底栖动物	40
15.1 技术要求和调查要素	40
15.2 样品采集	40
15.3 样品分析	41
15.4 资料整理	41
16 微型底栖生物	41
16.1 技术要求和调查要素	41
16.2 样品采集	41
16.3 样品分析	42
16.4 资料整理	42
17 结核（结壳）动物	42
17.1 技术要求和调查要素	42
17.2 样品采集	43
17.3 样品分析	43
17.4 资料整理	44
18 底栖鱼类与食腐动物	44
18.1 有饵观测	44
18.2 无饵观测	46
19 游泳动物	46
19.1 技术要求与调查要素	46
19.2 样品采集	47
19.3 样品分析	47
19.4 资料处理	47
20 海洋哺乳动物和鸟类	48

20.1 技术要求与调查要素..... 48

20.2 主要仪器设备 48

20.3 调查方法 48

20.4 资料处理 48

21 食物网..... 49

21.1 技术要求与调查要素..... 49

21.2 样品采集 49

21.3 样品分析 50

21.4 资料整理 51

附 录 A..... 52

前 言

GB/T ××××—××××《国际海底区域环境调查技术规程》分为如下 4 个部分：

——第 1 部分：总则；

——第 2 部分：海洋化学调查；

——第 3 部分：海洋生物调查；

——第 4 部分：海洋地质（沉积物物理力学性质测试）调查（含沉积通量、沉积物的生物扰动活动和混合状况）调查。

本部分为 GB/T ××××—××××的第 3 部分：本部分应与第 1 部分总则配套使用。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和起草规则》的规定起草。

本部分由中国大洋矿产资源研究开发协会办公室提出。

本部分由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本部分起草单位：自然资源部第二海洋研究所、自然资源部第三海洋研究、中国科学院海洋研究所和中国大洋矿产资源研究开发协会办公室。

本部分主要起草人：王春生、许学伟、高岩、林施泉、周 鹏、王小谷、张东声、孙栋、类彦立、林龙山、周亚东、刘诚刚、孟凡旭、瞿红昌、杨志、方晨。

引 言

依据《联合国海洋法公约》和国际海底管理局相关规章，在国际海底区域申请勘探合同区，需要履行环境和生物多样性保护义务。由于大洋生态系统和自然环境极为脆弱，开展勘探、和开发期间深海生物多样性和自然环境的研究及环境影响评估，是深海资源可持续开发和利用的需求；同时，加强大洋特别是在国际海底区域的环境调查与研究的工作，也是履行我国国际义务，彰显负责任大国和提升我国在国际海底区域事务中的影响力和话语权的需求。

2016年5月1日正式实施的《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》规定了我国公民、法人或者其他组织从事深海海底区域资源勘探、开发活动提供必须履行环境基线调查和环境影响评估等义务。

从“九五”期间开始，中国大洋矿产资源研究开发协会在国际海底区域资源与环境调查中执行了由我国科学家倡导并负责实施的以海洋生物生态为主的环境基线及其自然变化研究（NaVaBa）计划。在计划执行之初的1997年和1998年，分别颁布了《大洋环境基线调查技术规程》外业试行稿和内业试行稿。由于我国“九五”制订《大洋环境基线调查技术规程》时，国际海底管理局相关的环境指南尚未颁布，该规程在很大程度上仍参照1991和1992版的国家海洋调查规范，没有考虑到深海大洋寡营养，生物个体普遍偏小、丰度（或浓度）低等特点，如浮游植物仅采用拖网采集的方法，不能满足微微型和微型浮游植物调查的需要。1999年国际海底管理局颁布了《深海多金属结核勘探环境指南》，2001年颁布了《环境数据和资料标准化指南》，2013年又开始起草《关于指导承包者评估勘探“区域”内海底矿产资源可能对环境产生影响的建议草案》。2019年国际海底管理局对该环境建议草案又做了修订，新修订版指南中环境调查的项目和参数明显增加，如：食腐动物、结核附着生物、微型底栖生物、大型哺乳动物、海鸟和生态系统功能（食物网）等调查项目都是新增的。同时，对所采用的调查技术也有新的要求，如ROV、AUV、载人潜水器、电视多管取样器、电视箱式取样器和深海着陆器（Lander）等先进技术大量使用，这些在原有的规程中都是未曾采用的。

除了环境基线调查义务外，国际海底管理局对资源勘探过程中的一些调查项目和采矿部件及采矿系统试验都要求进行环境影响评估或实施环境监测计划，这些都是原有的《大洋环境基线调查技术规程》所没有的。

综上所述，我国已有的一些可供参考的海洋生物调查规程和标准难以适用于新形势下国际海底区域

海洋生物调查，因此十分有必要专门编制针对国际海底区域海洋生物调查规程。

国际海底区域环境调查技术规程

第3部分：海洋生物调查

1 范围

本部分规定了我国大洋专项在国际海底区域开展海洋环境调查之海洋生物调查的一般规定、技术要求和调查（测定）要素、样品采集、样品分析及资料整理的基本要求和办法。

本部分适用于我国大洋专项海洋环境基本要素调查中的海洋生物调查。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12763.1—2007 《海洋调查规范 第1部分：总则》

GB/T 12763.6—2007 《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》

GB/T 12763.7—2007 《海洋调查规范 第7部分：海洋调查资料交换》

GB/T 34656—2017 《海洋沉积物间隙生物调查规范》

HY/T 140—2011 《海洋微型底栖生物调查规范》

GB 3100—93 《国际单位制及其应用》

ISA/99/02 深海多金属结核勘探环境指南（Deep-Seabed Polymetallic nodule Exploration: Development of Environmental Guidelines）

ISA/02/02 环境数据和资料标准化指南（Standardization of Environmental Data and Information - Development Of Guidelines）

ISBA/25/LTC/6/Rev.1 指导承包者评估勘探“区域”内海底矿产资源可能对环境产生影响的建议（Recommendations for the Guidance of Contractors for The Assessment of The Possible Environmental Impacts Arising From Exploration for Marine Minerals in the Area）

ISBA/21/LTC/15 就年度报告内容、格式结构向承包者提供的指导建议（Recommendations for the guidance of contractors on the content, format and structure of annual reports）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

叶绿素 chlorophyll

自养植物细胞中一类很重要的色素，是植物进行光合作用时吸收和传递光能的主要物质。叶绿素 a （Chl a ）是其中的主要色素。

3.2

沉积物叶绿素 sediment chlorophyll

存在于沉降到海底的浮游植物碎屑和腐殖质中，对颗粒有机物活性成分向海底的输出同量、混合和降解作用提供指示性信息。主要包含叶绿素 a 和脱镁叶绿酸。

3.3

初级生产力 primary production

自养生物通过光合作用生产有机物的能力。通常以单位时间（年或天）内单位面积（或体积）中所产生的有机物（一般以有机碳表示）的质量来计算，相当于该时间内相同面积（或体积）中的初级生产量。

3.4

微生物 microbe

一类个体微小、结构简单、生理类型多样的单细胞或多细胞的低等生物，包括属于原核生物类的细菌、放线菌、支原体、立克次体、衣原体和蓝细菌，属于真核生物类的真菌（酵母菌和霉菌）、原生动物和显微藻类，以及属于非细胞生物类的病毒、类病毒和朊病毒。

3.5

浮游生物 plankton

缺乏发达的运动器官，没有或只有微弱的运动能力，漂浮在水层中，常随水流移动的生物群。包括浮游植物和浮游动物两大类。

按个体大小，浮游生物可分为以下几种类型：

——大型浮游生物：粒径为 $2000\mu\text{m}$ ~ $20000\mu\text{m}$ 的浮游生物。

——中型浮游生物：粒径为 $200\mu\text{m}$ ~ $2000\mu\text{m}$ 的浮游生物。

——小型浮游生物：粒径为 $20\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$ 的浮游生物，本规程指小型浮游植物。

——微型浮游生物：粒径为 $2\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 的浮游生物，本规程指微型浮游植物。

——微微型浮游生物：粒径小于 $2\mu\text{m}$ 的浮游生物，包括异养细菌和自养型生物，本规程指微微型光合浮游生物。

3.6

巨型底栖动物 megafauna

大到在海底照片上分辨得清楚为止的底栖动物，由于照相机分辨率不同其下限可能有变化，一般认为大于 2cm 的底栖动物。

3.7

大型底栖动物 macrofauna

栖息在海洋基底表面或沉积物中能被 250 μm 孔径套筛所阻留的底栖动物。

3.8

小型底栖后动物 meiofauna

栖息在海洋基底表面或沉积物中能被 32 μm 孔径套筛所阻留的后生动物。

3.9

微型底栖生物 microbenthos

生活于沉积物表面和底内的，被 0.2 μm 滤膜截留的所有的单细胞原核、真核微生物。主要包括底栖微生物、底栖微藻和底栖原生动物。

3.10

结核（结壳）动物 nodule (crust) fauna

在多金属结核（结壳）表面和裂隙中生活的动物。

3.11

海底食腐动物 demersal scavenger

生活在海底，以其他动植物废弃物和并非自己杀死的动植物遗骸为食的动物。

3.12

海洋哺乳动物 marine mammal

在海洋中胎生哺乳、体温恒定的脊椎动物。现存的海洋哺乳动物分属于哺乳纲下的三个目，包括食肉目（海豹、海狗、海狮、北极熊等），鲸目（鲸、海豚和属海豚）和海牛目（海牛类和儒艮）。

4 一般规定**4.1 技术设计**

要求如下：

- a) 根据调查任务进行技术设计，其内容包括调查项目、调查要素、调查站位、调查方法、调查时间、调查频次、调查船只、调查人员及专业、调查设备、预期成果等；
- b) 根据海洋生物调查要素需求，海洋生物调查站位应同步开展水体和底质环境参数调查，包括海洋水体化学、沉积物化学、水文气象、海洋地质等调查，生物调查与环境参数调查应同船、同站、同步作业。

4.2 调查要求

4.2.1 调查项目

要求如下：

- a) 浅层水群落：叶绿素 *a*、初级生产力、微生物、微微型生物、微小型浮游生物、大中型浮游生物、鱼类浮游生物；
- b) 深层水群落：深层浮游动物群落结构、微生物；
- c) 海底群落：底层鱼类、巨型底栖动物、大型底栖动物、小型底栖动物、微型底栖生物、微生物、结核（壳）动物、海底食腐动物、沉积物叶绿素等；
- d) 海洋哺乳动物和鸟类：海洋哺乳动物和鸟类的种类与行为；
- e) 辅助参数包括物理海洋、海洋化学、海洋地质等参数，详见本标准体系的其他部分。

4.2.2 样品和海底视像资料类型及采集方法

4.2.2.1 样品类型及采集方法

要求如下：

- a) 采水样：适用于叶绿素 *a*、微生物、微微型浮游生物和微型浮游生物等调查项目的水样应采用 CTD Rosette 采水器按规定水层采样（见表 1）。用于初级生产力培养的水样，其采集层次必须按初级生产力测定要求设定；

表 1 采水层次

单位为 m

海区	标准层次
多金属结核调查区	2 25 50 75 100 125 150 200 500 800 1000
	1500 3000 5000 离底100 离底50 离底10
富钴结壳调查区	2 25 50 75 100 125 150 200 500 800 1000
	1500 离底100 离底50 离底10
热液硫化物调查区	2 25 50 75 100 125 150 200 500 800 1000
	1500 3000 5000 离底100 离底50 离底10
稀土调查区及其他区域	2 25 50 75 100 125 150 200 500 800 1000
	1500 3000 5000 离底100 离底50 离底10

注：可根据调查和研究目标的特殊需要，适当增加或调整采样层次，尤其是跃层和叶绿素 *a* 次表层最大值层所处的层次；初级生产力测定站位，水样采集层次按初级生产力测定要求设定。

b) **沉积物采样**：适用于大型底栖动物、小型底栖动物、微型底栖生物、结核（结壳）动物、微生物和沉积物叶绿素调查项目的采样；

c) **拖网采样**：浮游生物垂直拖网和分层拖网适用于大中型浮游生物、微小型浮游生物、鱼类浮游生物和游泳动物等项目的采样；底栖生物拖网适用于坡度小于 5°的底栖生物采样，包括巨型底栖动物、结核（结壳）动物、底层鱼类等调查项目的采样；

d) **深海着陆器系统（Lander 系统）、遥控无人潜水器（ROV）、水下自治机器人（AUV）和载人潜水器采样（HOV）采样**：适用于底层鱼类、食腐动物、巨型底栖动物、结核（结壳）动物和微生物等采样调查项目。

4.2.2.2 海底视像资料类型及采集方法

要求如下：

a) **海底摄像**：适用于底层鱼类、巨型底栖动物丰度调查和多样性分析；

b) **海底照相**：适用于底层鱼类、巨型底栖动物种类鉴定和多样性分析。

4.2.3 出海准备

出海前所有现场调查和分析的仪器设备应按计量认证等有关要求进行检定/校准和自检；海上所需物品准备应考虑备用量；仪器设备的安装，工具、器皿和试剂的存放，应以安全、方便为原则。

4.3 调查与分析仪器设备

4.3.1 海洋生物调查和分析的主要仪器设备

要求如下：

a) 主要调查设备有：ROV、AUV、载人潜水器、（电视）箱式取样器、（电视）多管取样器、深海时间间隙照相机、Lander 系统、浮游生物网、多联浮游生物拖网、CTD 采水器、阿氏拖网、底栖生物撬网、底栖生物样品分选装置等；

b) 主要分析仪器和设备有：体视显微镜和数码显微照相系统、光学显微镜和数码显微照相系统、荧光显微镜、微分干涉相差显微镜、荧光计、液闪计数器、流式细胞仪、PCR 仪、测序仪等仪器。

4.3.2 调查船设施

要求如下：

a) **一般实验室**：应适用于叶绿素、浮游生物、底栖生物和鱼类等样品的处理和分析，要求有通风设施；

b) **放射性实验室**：应适用于初级生产力样品应用 ^{14}C 进行分析测定，要求具有通风和放射性防护设施。放射性实验室与接触 ^{14}C 的仪器都应具有明显标志，并定期检测放射性强度；

c) **微生物实验室**：应适用于微生物样品的处理，并应具备无菌设施；

d) **样品和试剂存放库**：应具备适用于各类生物样品存放的 4℃、-20℃和-80℃样品库和冰箱；试剂库应具备阴凉（≤30℃）和通风条件；

e) **其他设施**: 具有 CTD 绞车、地质绞车、光缆 (或同轴铠装电缆) 等, 适应现场采样要求; 实验室有海 (淡) 水源、工作电源; 后甲板有海 (淡) 水源, 适用于底栖动物样品、浮游生物拖网和仪器冲洗。

4.4 样品采集

4.4.1 采样位置

浮游生物拖网和 CTD 采水时, 应避开调查船的排污口。采样要求如下:

a) **采水样**: 使用 CTD Rosette 采水器采水, 入水前应检查采水器的球盖是否打开, 出水嘴是否关闭, 准确放至预定水层, 严守停滞时间。按要求取样和处理;

b) **拖网采样**: 使用专业规定的网具采样, 严格控制起、落网速度不超过 30 m/min, 浮游生物拖网必须安装网口计。拖网时注意工作状态是否正常, 遇异常情况应立即采取有效措施。起网后认真冲洗网具, 收集样品, 特别是粘附在网衣和网底管套筛绢上的生物样品, 严禁标本夹带;

c) **采泥样**: 使用调查项目规定的采样器采样, 严守操作程序, 注意采样器的工作状态。如果发现沉积物样品的上覆水泄漏, 样品严重扰动时应重新采集;

d) **海底视像资料采集**: 严守海底视像资料采集设备的操作程序, 注意设备在海底的工作状态, 离底高度尽量控制在 3 m~5 m 左右, 保证采集的视像资料质量。

4.4.2 记录

样品采集、分析、鉴定和测定记录表的格式规定见本规程表 A.1~表 A.47。遇异常现象或新发现, 除记录外还应现场拍照或录像。

4.4.3 采样工具、设备的要求

应满足 GB/TXXXX—XXXX《国际海底区域环境调查技术规程 第 1 部分: 总则》和本规程的有关规定。

4.5 样品分析

4.5.1 样品处理

各调查项目获取的样品应按 GB/TXXXX—XXXX《国际海底区域环境调查技术规程 第 1 部分: 总则》和本规程有关规定的具体要求处理。

4.5.2 样品测定

需要测定的生物样品, 应按本规程相应调查项目的要求进行。

4.5.3 鉴定、计数

主要生物种类, 一般应鉴定到种, 并按本规程相应专业的要求计数。

4.5.4 样品保存

分析、测量、鉴定后的样品, 可依资料分析、应用程度和学术价值高低, 确定全部或部分保留。保留样品应按各专业的要求保管。

5 叶绿素 *a* 测定

5.1 技术要求和调查要素

5.1.1 技术要求

要求如下：

a) **采样层次：**采集 200 m 以浅水样用于测定水体叶绿素 *a* 浓度，水层设置参见表 1 中 200 m 以浅水层设置，条件许可时，可加采跃层（或叶绿素 *a* 次表层极大值层）上、中、下三层水样；采集表层 10 cm 沉积物测定沉积物叶绿素 *a* 浓度，每隔 1 cm 取一层样品。每层样品不少于 2 g 湿重；

b) **测定精密度：**叶绿素 *a* 浓度在 0.5 mg/m³ 水平时，样品重复性的相对误差在 ±10 % 以内。

5.1.2 调查要素

要求如下：

a) 海区水体叶绿素 *a* 和粒度分级的水平和垂直分布等；

b) 海区沉积物叶绿素 *a* 浓度的水平和垂直分布等。

5.2 水体叶绿素 *a* 萃取荧光法测定

5.2.1 样品采集

要求如下：

a) 主要仪器设备

1) **采水器：**根据采样深度和实际需要，选用 CTD Rosette 采水器；

2) **抽滤装置：**包括滤器、支架、抽滤瓶和真空泵；

3) **滤膜：**0.65 μm 孔径玻璃纤维滤膜，200 μm 筛绢（用于除去较大型的浮游生物）；

4) **冰箱：**-20 °C 低温冰箱。

b) **水样采集：**按表 1 规定的层次采集水样，并记录于叶绿素采样记录表中（表 A.1）；

c) **水样过滤：**采样后，应尽快过滤。过滤时水样先经 200 μm 筛绢预过滤除去大部分浮游动物后，再过滤至滤膜上。过滤海水的体积为 500 cm³~1000 cm³，过滤时抽气负压应小于 50 kPa。过滤水样量与滤膜贮存号记录于叶绿素采样记录表中（表 A.1）；

d) **滤膜保存：**滤后的滤膜应在 1 h 内提取，若无条件提取测量，可将滤膜对折，用铝箔包好，存放于低温冰箱（-20 °C）保存期可为 60 d 或放入液氮中保存期可为一年。

5.2.2 样品分析

要求如下：

a) **主要仪器和设备：**荧光计：激发光波长 450 nm，发射光波长 685 nm；

b) **试剂：**体积分数为 90% 的丙酮、体积分数为 10 % 的盐酸。

c) 荧光计校准

1) **校准频率：**至少每半年一次；

2) 标准叶绿素a溶液制备: 过滤一定量的生长良好、处于指数生长前期的培养硅藻, 用90 %丙酮提取其叶绿素a, 或者用90 %丙酮溶解一定量的市售叶绿素a结晶, 浓度大约为 $\rho=1 \text{ mg/dm}^3$;

3) 标准叶绿素a溶液浓度标定: 使用分光光度计正确测定标准叶绿素a溶液的浓度(测定与计算方法按照GB/T 12763.6-2007);

4) 叶绿素a标准工作溶液配制: 用上述标准叶绿素a溶液配制浓度不同的标准工作溶液, 供各量程档校准用;

5) 换算系数 F_d 的测定: 上述不同浓度的标准工作溶液, 在不同量程档上进行酸化前后荧光值的测定。各量程档的换算系数 F_d 的计算公式:

$$F_d = \frac{\rho(\text{Chl } a)}{R_1 - R_2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F_d ——量程档“d”的换算系数, 单位为毫克每立方米(mg/m^3);

$\rho(\text{Chl } a)$ ——叶绿素a的标准工作溶液的浓度, 单位为毫克每立方米(mg/m^3);

R_1 ——酸化前的荧光值;

R_2 ——酸化后的荧光值。

注: 若使用内置萃取酸化法计算程序的专用叶绿素测定荧光计(如Turner Trilogy叶绿素荧光仪), 可使用叶绿素a标准工作溶液按照仪器操作说明校准并存储仪器内置标准曲线, 无需测定换算系数 F_d 。

d) 测定步骤

1) 提取: 将载有浮游植物的滤膜放入加有10 cm^3 体积分数为90 %丙酮的提取瓶内, 盖紧, 摇荡, 立即放于低温(0 $^{\circ}\text{C}$)冰箱内, 提取12 h~24 h;

2) 荧光测定操作程序: 操作程序如下:

i. 出样品放在室温、黑暗处约0.5 h, 使样品温度与室温一致;

ii. 每批样品测定前后, 以90 %丙酮作对比液, 测出空白荧光值;

iii. 将提取瓶内上清液倒入测定池中, 选择适当量程档, 测定样品的荧光值 R_b ;

iv. 加1滴体积分数为10 %盐酸于测定池中, 30 s后测定其荧光值 R_a ;

v. 将测定结果记录于叶绿素a测定记录表中(表A.2)。

注: 若使用专用叶绿素荧光计, 在完成仪器校准后, 可按照仪器内置的萃取酸化法测定程序直接测出叶绿素a和脱镁叶绿素a浓度, 将测定结果记录于叶绿素a测定记录表中(表A.2-1)。

5.2.3 资料整理

要求如下:

a) 数值计算

要求如下:

1) 海水中叶绿素a浓度计算, 见公式(2):

$$\rho_v(\text{Chl } a) = \frac{F_d \cdot (F_b - F_a) \cdot V_1}{V_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\rho_v(\text{Chl } a)$ — 海水中叶素, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

F_d — 量程档“d”的换算系数, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

F_b — 酸化前荧光值;

F_a — 酸化后荧光值;

V_1 — 提取液的体积, 单位为立方厘米 (cm^3);

V_2 — 过滤海水的体积, 单位为立方厘米 (cm^3)。

注: 若使用专用叶绿素荧光计, 可直接记录叶绿素a浓度测定结果, 忽略此计算步骤。

2) 水柱叶绿素a含量计算, 见公式 (3)。

$$\rho_s(\text{Chl } a) = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\rho_{vi}(\text{Chl } a) + \rho_{vi+1}(\text{Chl } a)}{2} \cdot (D_{i+1} - D_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\rho_s(\text{Chl } a)$ — 水柱叶绿素a含量, 单位为毫克每平方米 (mg/m^2);

$\rho_{vi}(\text{Chl } a)$ — 第i层叶绿素a浓度, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

D_i — 第i层的深度, 单位为米 (m);

n— 取样层数, $1 \leq i \leq n-1$ 。

水柱叶绿素a平均浓度值计算, 见公式(4)。

$$\rho_v(\text{Chl } a) = \frac{\rho_s(\text{Chl } a)}{D} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\rho_v(\text{Chl } a)$ — 水柱叶绿素a平均浓度值, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

$\rho_s(\text{Chl } a)$ — 水柱叶绿素a含量, 单位为毫克每平方米 (mg/m^2);

D — 最大取样深度, 单位为米 (m)。

b) 填写表格

将上述计算结果填写于叶绿素 (萃取荧光法) 测定记录表 (表A.2或表A.2-1);

c) 绘制分布图包括:

1) 平面分布图

i. 各层次分布图: 等值线取值标准 (单位为 mg/m^3) 为0.10, 0.20, 0.30, 0.50, 0.75, 1.00, 2.00;

ii. 含量分布图: 等值线取值标准 (单位为 mg/m^2) 为1.00, 1.50, 2.00, 3.00, 5.00, 10.00, 25.00,

50.00, 100.00。

2) 断面分布图

等值线取值标准（单位为 mg/m^3 ）为0.10, 0.20, 0.30, 0.50, 0.75, 1.00, 2.00;

3) 上述平面和断面分布图取值标准，可视具体情况调整。

5.3 水体叶绿素 *a* 粒度分级测定

5.3.1 样品采集

要求如下：

a) 主要仪器设备

1) 采水器同 5.2.1 a);

2) 抽滤装置同 5.2.1 a);

3) 滤膜：200 μm 筛绢（用以除去较大型的浮游生物）、20 μm 筛绢、2 μm 核孔滤膜、0.65 μm 玻璃纤维滤膜；

4) 冰箱同5.2.1 a)。

b) 水样采集：同 5.2.1 b);

c) 水样过滤：水样采样后，先经 200 μm 筛绢过滤一遍，然后将充分混合均匀的水样取一式两份，一份直接用玻璃纤维滤膜；另一份则依次通过 20 μm 筛绢（在无抽滤负压条件下）、2 μm 核孔滤膜、0.65 μm 玻璃纤维滤膜三种规格滤膜过滤，分别记为 Net-（或 Micro-）、Nano-和 Pico-。过滤海水的体积为 500 $\text{cm}^3 \sim 1000 \text{cm}^3$ 过滤时抽气负压应小于 50 kPa。过滤水样量与滤膜贮存号记录于叶绿素采样记录表中（表 A.1）；

d) 滤膜保存：同 5.2.1 d)。

5.3.2 样品分析

要求如下：

a) 主要仪器设备荧光计同 5.2.2;

b) 试剂同 5.2.2;

c) 荧光计校准同 5.2.2;

d) 测定步骤同 5.2.2，测定结果记录于表 A.3。

5.3.3 资料整理

具体要求如下：

a) 分别计算出不同粒级（Net-、Nano-和 Pico-）浮游植物叶绿素 *a* 的含量和直接用玻璃纤维滤膜过滤的浮游植物叶绿素 *a* 的总量，计算公式同公式（2）；

b) 水体中叶绿素 *a* 含量应为三个粒级叶绿素 *a* 之和：即 $\text{Chl } a = \text{Net-} + \text{Nano-} + \text{Pico-}$ ，这一计算结果与直接用玻璃纤维滤膜抽滤的结果应十分接近，若两者相差较大，水体中叶绿素 *a* 的含量则取二者的平均值；

c) 各不同粒级叶绿素 *a* 所占百分比的计算可根据各粒级叶绿素 *a* 的含量与各粒级叶绿素 *a* 之和的比，即为该粒级叶绿素 *a* 与叶绿素 *a* 总量的百分比。

5.4 沉积物叶绿素 *a* 测定

5.4.1 测定步骤

要求如下：

a) 沉积物叶绿素 *a* 提取

取1 g~2 g沉积物样品，称重后转移至含有10 cm³ 体积分数为 90 %丙酮的离心管内，盖紧，摇荡，立即放于低温（-20 ℃）冰箱内提取24小时；

b) 荧光测定

1) 样品测定前后，以90 %丙酮作对比液，测出空白荧光值；

2) 取出样品，低温、避光条件下，离心5分钟（转速不大于3000 rpm），离心后放在室温、黑暗处约0.5 h，使样品温度与室温一致；

3) 将提取瓶内上清液倒入测定池中，测定样品的荧光数值 F_b ；

4) 加1滴体积分数为10 %盐酸于测定池中，10 s后测定酸化后样品的荧光数值 F_a ；

5) 将测定结果记录于叶绿素*a*测定记录表中（表A.4）。

6) 测定完后，烘干沉积物，称量干重，记录于记录表中（表A.4）。

5.4.2 资料整理

要求如下：

a) 数值计算

1) 提取液中叶绿素*a*浓度计算，见公式(5)；

$$\rho_l(\text{Chl } a) = F_d \cdot (F_b - F_a) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\rho_l(\text{Chl } a)$ — 提取液中叶绿素*a*浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

F_d — 量程档“d”的换算系数，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

F_a — 样品酸化后荧光；

F_b — 样品酸化前荧光。

注：若使用专用叶绿素荧光计，在完成仪器校准后，可按照仪器内置的萃取酸化法测定程序直接测出提取液叶绿素*a*和脱镁叶绿素*a*浓度，将测定结果记录于记录表中（表A.4）。

2) 沉积物叶绿素*a*含量计算，见公式（6）（7）

$$\rho_w(\text{Chl } a) = \frac{\rho_l(\text{Chl } a) \cdot V}{W_1 \cdot 1000} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\rho_d(\text{Chl } a) = \frac{\rho_l(\text{Chl } a) \cdot V}{W_2 \cdot 1000} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$\rho_w(\text{Chl } a)$ — 单位湿重沉积物叶绿素 a 含量（叶绿素含量1），单位为微克每克（ $\mu\text{g/g}$ ）；
 $\rho_d(\text{Chl } a)$ — 单位干重沉积物叶绿素 a 含量（叶绿素含量2），单位为微克每克 $\mu\text{g/g}$ ；
 V —提取液的体积，单位为立方厘米（ cm^3 ）；
 W_1 — 沉积物样品湿重，单位为克（ g ）；
 W_2 — 沉积物样品干重，单位为克（ g ）。

b) 填写表格

将上述计算结果填写于叶绿素（萃取荧光法）测定记录表（表A.4）。

6 初级生产力

6.1 技术要求和调查要素

6.1.1 技术要求

技术要求如下：

a) 采样层次

按真光层（自海表层到光强衰减至1 %深度的水层）内光衰减百分比层次采集水样。当真光层深度 $\leq 3 \text{ m}$ 时，仅采表层水样（100 %）；当真光层深度在 $3 \text{ m} \sim 10 \text{ m}$ 时，采表层（100 %）和光衰减至10 %和1 %层次（共3层）水样；当真光层深度 $> 10 \text{ m}$ 时，采表层（100 %）和光衰减至50 %、30 %、10 %、5 %和1 %层次（共6层）水样。真光层深度和各光衰减百分比层次深度的确定，可使用水下光量子计现场实测，也可用以下公式（8）和公式（9）计算获得：

$$I_d = I_0 e^{-kd} \dots\dots\dots (8)$$

$$k = \frac{1.7}{S} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

k — 海水的消光系数（ m^{-1} ）；
 I_0 — 海表层的光强[$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{S})$]；
 d — 水深（ m ）；
 I_d — 在深度为 d 处的光强 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{S})$]；
 S — 透明度（ m ）；

注1：当真光层深度 $\leq 2 \text{ m}$ 时，公式（6）改为 $k = \frac{1.44}{S}$ 。

注2：当太阳照射角度低时（ $< 30^\circ$ ），用 $1.2d$ 代替 d 。

b) 初级生产力测定范围： $0.05 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) \sim 100 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ；

c) 初级生产力测定精密度：当初级生产力在 $30 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 水平时，样品重复性的相对误差在 $\pm 10 \%$ 以内（培养 3 h，加强度为 185 kBq 放射性 ^{14}C ）。

6.1.2 调查要素

海区初级生产力和初级生产力粒度分级的水平、垂直分布等。

6.2 测定方法

6.2.1 样品采集

要求如下：

a) 主要仪器设备包括：

- 1) 水下光量子仪、水下照度计或透明度盘；
- 2) 培养瓶：建议使用容积为250cm³的聚碳酸酯无色透明培养瓶；
- 3) 样品培养箱或培养瓶罩：用中性衰光材料遮光，将培养瓶中的光强衰减为海表光强100 %、50 %、30 %、10 %、5 %、和1 %；

4) 抽滤装置：包括滤器、支架、抽滤瓶和真空泵；

5) 滤膜：孔径为0.65 μm 的玻璃纤维滤膜或纤维素酯微孔滤膜；

b) 试剂包括：

1) 过滤海水：用调查海区的海水，经玻璃纤维或纤维素酯微孔滤膜过滤，盛于干净的试剂瓶中备用；

2) ¹⁴C工作溶液：用过滤海水稀释¹⁴C贮备液，使放射性浓度约为1.850 kBq/cm³，或视要求而定；

3) 闪烁液；

4) 测总计数闪烁液：每10 cm³闪烁液中加0.2 cm³的苯乙胺；

5) 0.1 mol/dm³盐酸。

c) 水样采集

1) 采样深度的确定：使用水下光量子仪或照度计，测定水柱中不同深度的光辐射强度，或者用透明度盘测定海水的透明度，确定采样的光学深度；

2) 水样采样：按预定深度采样，并记录于初级生产力采样、过滤、测定记录表中（表A.5）。采样时应使用不透光 and 没有铜制部件的采水器，水样避免阳光直接照射。

d) 水样分装

采样后，尽快在弱光下，将水样经孔径为200 μm左右的筛绢过滤，分装至培养瓶。培养瓶应清洗干净，并经体积分数为2 %的稀盐酸浸泡24 h以上。每层样品应包括两个白瓶和一个黑瓶，至少在第一和第四层样品应各分装一个零时间培养瓶（用于测定总计数），零时间培养瓶中水样体积应准确测量。剩余水样按5.2的规定，测定各层次水样的叶绿素a浓度。

e) 培养

1) 加¹⁴C工作液：取相同体积的¹⁴C工作溶液加至每个培养瓶。所加数量视样品中浮游植物多少和培养时间而定，在大洋深海区一般加入370 kBq~740 kBq；

2) 取总计数样：用微量吸液器从每一零时间培养瓶中吸取0.25 cm³水样两份，分别移入2个总计数闪烁瓶中，加10 cm³闪烁液和0.2 cm³苯乙胺，盖紧，混匀，供作放射性活度测定；

3) 培养：将已加有¹⁴C的培养瓶（零时间培养瓶除外），放入各相应的培养箱内，或罩上各相应的培养罩，再放入透明的培养箱内。记下开始培养时间，培养箱应置于阳光不受遮蔽处，并用流动的表层海水保持培养期间的温度恒定，培养时间一般在4 h~6 h之间，并尽量接近当地中午时间。

f) 水样过滤

培养结束，立即过滤培养水样，过滤时抽气负压应小于50 kPa，所得载有浮游植物的滤膜，放入闪烁瓶，在通风橱中，加入1 cm³浓度为0.1 mol/dm³盐酸，15 min后加盖。或在通风橱中以浓盐酸蒸气熏滤膜15 min，置于干燥器内完全干燥（5 h~6 h）后，放入闪烁瓶。

6.2.2 样品分析

要求如下：

a) 主要仪器设备：液体闪烁计数器、通风橱和振荡器；

b) 试剂：闪烁液；

c) 淬灭校对方程的确定：用一系列（一般不少于6个）¹⁴C淬灭标准瓶，在液闪计数器上测定。用直线回归法得出道比求效率的方程；

d) 放射性活度测定：向装有带浮游植物的滤膜的闪烁瓶加入10 cm³闪烁液，在振荡器上缓慢振荡至少20 min后，把闪烁瓶置于液体闪烁计数器内使样品暗适应12 h后测定，并记录于初级生产力采样、过滤、测定记录表中（表A.5）。

6.2.3 资料整理

要求如下：

a) 数值计算

1) 海水中二氧化碳总浓度计算

测定海水样品的盐度，计算海水中二氧化碳总浓度，按公式（10）计算。

$$\rho(C) = (0.067S - 0.05) \times 12000 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\rho(C)$ —海水中二氧化碳的总浓度（以C计），单位为毫克每立方米（mg/m³）；

S —海水实用盐度（无量纲）。

2) 计算加入¹⁴C的量

$$R = \frac{R_t \cdot V_1}{V_2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

R —加入¹⁴C的量，单位为千贝可（kBq）；

R_t —各总计数闪烁瓶测得¹⁴C数量的平均值，单位为千贝可（kBq）；

V_1 — 培养水样的体积, 单位为立方厘米 (cm^3);

V_2 — 取测总计数水样的体积, 单位为立方厘米 (cm^3)。

3) 初级生产力计算

$$P_v = \frac{(R_s - R_d) \cdot \rho(C)}{R \cdot T} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

P_v — 海洋初级生产力 (以C计), 单位为毫克每立方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$];

R — 加入 ^{14}C 的量, 单位为千贝可 (kBq);

R_s — 白瓶样品中 ^{14}C 的放射性活度的平均值, 单位为千贝可 (kBq);

R_d — 黑瓶样品中 ^{14}C 的放射性活度, 单位为千贝可 (kBq);

$\rho(C)$ — 海水中二氧化碳的总浓度, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

T — 培养时间, 单位为小时 (h)。

4) 生产力指数计算

$$I = \frac{P_v}{\rho_v(\text{Chl } a)} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

I — 生产力指数, 单位为碳 (毫克) / 叶绿素 (毫克) / 小时;

P_v — 水体初级生产力, 单位为毫克每立方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$];

$\rho(\text{Chl } a)$ — 水体中叶绿素a的浓度, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3)。

5) 计算水柱初级生产力

$$P_s = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{P_{vi} + P_{vi+1}}{2} \cdot (D_{i+1} - D_i) \dots\dots\dots (14)$$

式中:

P_s — 水柱初级生产力, 单位为毫克每平方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$];

P_{vi} — 第*i*层初级生产力, 单位为毫克每立方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$];

n — 采样层次数;

D_i — 第*i*层深度, 单位为米 (m), $1 \leq i \leq n-1$ 。

b) 填写表格

将上述计算结果记录于初级生产力采样、过滤、测定记录表中 (表A.5);

c) 绘制分布图

1) 平面分布图: 等值线取值标准 [单位为 $\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$] 为 1.0, 5.0, 10.0, 20.0, 30.0, 50.0, 100.0;

2) 断面分布图: 等值线取值标准[单位为 $\text{mg}/(\text{m}^3\cdot\text{h})$]为0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0, 30.0, 50.0, 100.0;

3) 上述平面和断面分布图等值线取值标准, 可视具体情况调整。

6.3 初级生产力粒度分级测定

6.3.1 样品采集

要求如下:

a) 主要仪器设备包括:

1) 水下光量子仪、水下照度计或透明度盘;

2) 培养瓶: 建议使用容积为 250 cm^3 的聚碳酸酯无色透明培养瓶;

3) 样品培养箱或培养瓶罩: 用中性衰光材料遮光, 将培养瓶中的光强衰减为海表光强100%、50 %、30 %、10 %、5 %、和1 %;

4) 抽滤装置: 包括滤器、支架、抽滤瓶和真空泵;

5) 滤膜: $20\text{ }\mu\text{m}$ 筛绢、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 核孔滤膜、 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ 玻璃纤维滤膜;

b) 试剂同 6.2.1 b);

c) 水样采集同 6.2.1 c);

d) 水样分装同 6.2.1 d);

e) 培养同 6.2.1 e);

f) 水样过滤: 除过滤时将每层培养的两个白瓶(平行样)中的一个和黑瓶直接用 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ 微孔玻璃纤维滤膜, 而另一个则依次用 $20\text{ }\mu\text{m}$ 筛绢、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 核孔滤膜、 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ 微孔滤膜分级膜过滤外, 其余步骤同 6.2.1 f)。

6.3.2 样品分析

同6.2.2。

6.3.3 资料整理

要求如下:

a) 数值计算

同6.2.3;

b) 不同光学深度上的初级生产力总值的获取

具体包括:

1) 三种粒级浮游植物的初级生产力之和;

2) 直接用 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜抽滤的测量结果。

注: 1) 和2) 所获得量值应该十分接近, 若两者差异较大, 初级生产力的总值取两者的平均值;

c) 不同粒级浮游植物的初级生产力占总生产力的百分比。

每一种滤膜上的初级生产力的测定值与三种滤膜的测定值之和的比值。即为该粒级浮游植物初级生产力与总生产力的比值。

7 微生物

7.1 技术要求和调查要素

7.1.1 技术要求

要求如下：

a) 采样站位和层次具体要求包括：

- 1) 站位布设应尽量和其他调查项目一致；
- 2) 采样水层参见表 1 水样采集层次的有关规定。但可根据调查的特殊需要，酌情增加 200 m 以深的水层。

b) 无菌操作具体要求包括：

- 1) 采样杯、采样瓶、袋应预先灭菌；
- 2) 实验室内水、泥样分样过程中，均按无菌操作要求进行；
- 3) 其他海上调查所需物品，如水样贮存瓶（棕色）、移液管（1 mL、5 mL、10 mL）、培养皿等均需洗净，包封灭菌、足量备用。

c) 样品保存具体要求包括：

- 1) 应尽快将样本取回到水表，并立即进行无菌处理保存；
 - 2) 用于微生物计数的样品，暂放冰箱（4 °C 左右）保存；
 - 3) 用于扩增子分析的样品，存放于 -80 °C 超低温冰箱冷冻保藏，或在适当的储存缓冲液中保存。
- 如无 -80 °C 超低温冰箱，可置于 -20 °C 或 -40 °C 冰箱保存。

7.1.2 调查要素

海洋微生物调查要素为：海洋微生物总数和微生物群落组成。

7.2 样品采集

7.2.1 主要仪器设备

设备要求如下：

- a) 采水器：根据采样深度和实际需要，选用合适采水器；
- b) 沉积物采样器：多管采样器和箱式取样器，有条件的可利用遥控水下机器人/潜水器采样。

7.2.2 采水样

要求如下：

- a) 按实际情况选用采水器；
- b) 采水器开启后，应停留片刻，待水样装满；
- c) 按测定项目计算采水量，若同一水层分几次采样，样品应混匀，再按各测定项目要求分装、处理。水样采集时，采样器皿需用原位海水样品润洗 1~2 次。样品临时储藏温度为 4 °C，存放至预处理前的时间不宜超过 24 小时。

7.2.3 采沉积物样

用无菌工具从预定层次中取 10 g ~ 20 g 样品，置于无菌容器。样品保存参考 7.1.1。沉积物样分层切片操作应在样本提取至船上后立刻进行。利用分样器进行分样，使用无菌刀片根据采样需求按层位分割处理。

7.2.4 记录

按采样记录要求填写微生物现场采样记录表（表 A.6 和表 A.7）。

7.3 样品分析

7.3.1 主要仪器设备

要求如下：

- a) 荧光显微镜：具备蓝光道和紫外光道供观察 DAPI 染色，配置电脑或高分辨率并适用于弱光场的数码相机；
- b) 抽滤装置：进口成品滤器组或自行装配 25 mm 和 47 mm 滤器和负压抽滤设备；
- c) 移液枪：置备不同功用的移液枪；
- d) 超净台：有条件的单位选用超净室，内置生物安排柜；
- e) 超低温冰箱：有条件的单位选用 -80℃超低温冰箱存放水样滤膜和沉积物样品，无条件时也可置于 -20℃或 -40℃冰箱保存；
- f) 灭菌锅：用于高温高压灭菌消毒。

7.3.2 消耗性材料

要求如下：

- a) 微孔滤膜（材料：醋酸纤维或硝化纤维），直径 25 mm 和 47 mm，孔径 0.2 μm、0.45 μm 和 0.8 μm；
- b) 黑色核孔滤膜（材料：聚碳酸酯），直径 25 mm，孔径 0.2 μm；
- c) 注射器和滤器：一次性无菌注射器和无菌滤器；
- d) 荧光显微镜计数用的装样瓶：50 mL 螺盖塑料瓶，用前用体积分析为 5 % 的盐酸溶液浸泡 24 h 以上，并经 0.2 μm 滤膜过滤的蒸馏水冲洗并高压灭菌。

7.3.3 试剂和工作溶液

计数用工作溶液，具体包括：

- a) 荧光显微镜直接计数用溶液（甲醛溶液）：经 0.2 μm 滤膜过滤，质量浓度为 37 % ~ 40 % 的甲醛溶液；
- b) DAPI 储备液和工作溶液：取 10 mg DAPI（4', 6-diamidino-2-phenylindole，即 4', 6-二脒基-2-苯基吲哚）溶于 50 mL 蒸馏水中（200 μg/mL），用 0.2 μm 一次性滤器过滤，按 1 mL 量分装于 1.5 mL 小离心管中，在 -20℃冷冻保存备用，保存期可达一年。临用前取一小管储备液解冻后按 10 μg/mL 稀释，并用 0.2 μm 一次性滤器过滤，制备成工作溶液。

7.3.4 样品处理

要求如下：

a) 荧光直接计数的水样，取水样 50 mL 于预先处理的采样瓶（见 7.3.2, d）中，加甲醛溶液 2.5 mL（甲醛在样品中的质量浓度为 2%）室温固定样品 15 min，样品于 2℃~8℃低温保存；

b) 微生物群落组成样品：取海水样品 5 L 过滤至 0.2 μm 孔径滤膜，将滤膜内折置于 50 mL 无菌离心管中并放于冰箱低温冷冻保存；取沉积物 10 g 置于 50 mL 无菌离心管中并放于冰箱低温冷冻保存。

7.3.5 样品分析步骤

7.3.5.1 微生物计数

微生物计数是指对总菌数的直接计数。采用落射荧光显微镜用 DAPI 直接计数法测定微生物总数，有条件的应采用流式细胞仪。具体方法如下：

a) 滤器装配：长期未用的滤器应先装好滤器和抽滤装置，用经 0.2 μm 过滤的高压灭菌蒸馏水加满滤筒并抽滤清洗 2~3 次，（当天使用的滤器，在各个样品测定前用同样方法清洗一次，清洗时不必取下衬垫滤膜），再卸下滤筒，在滤板上先放置孔径为 0.8 μm 或 0.45 μm 的直径 25 mm 微孔滤膜作衬底（衬底可多次使用）；然后将黑色核孔滤膜（光滑面朝上）放于衬垫上，再装配好滤筒；

b) 加样：加入适量样品（控制在视野出现菌体 50 个左右），若样品量少于 1 mL 则应先加入 2 mL 经 0.2 μm 过滤的无菌海水，再加样，以便微生物均匀分布于滤膜上；

c) 抽滤：在负压（50 kPa）条件下，把样品抽滤至滤膜刚好呈湿润状态，并释放真空；

d) 染色：用无菌注射器吸取 DAPI 工作液，套上 0.2 μm 无菌滤器，沿滤筒壁加入约 1 mL 染色液，使其盖满滤膜并染色 5 min~10 min。而后在同样负压下抽滤至干，-20℃ 黑暗条件下可保存数月，但以立即计数为宜；

e) 制片：取出滤膜，置于滴有无荧光镜油的载玻片上，贴上滤膜（载菌一面朝上），并在滤膜上滴加一小滴同样镜油，盖上盖玻片（滤膜上下两面均不能有气泡）；

f) 计数：在荧光显微镜蓝光道，油镜条件下，随机取 10 个视野，计算具有微生物形态呈亮绿色的细胞数；每个样品至少计数 300 个菌体；每次（不同测定日期）测定时，应加测未加样品的空白对照，空白制片，每个视野不得出现 1 个以上微生物；

g) 将计数结果记录于海洋水体细菌数量直接计数记录表（表 A.8）。

7.3.5.2 分子测序方法

要求如下：

a) DNA 提取：采用与水样和泥样对应的 DNA 提取试剂盒进行基因组 DNA 抽提后，利用 1% 琼脂糖凝胶电泳检测 DNA 的完整性和纯度，同时利用紫外分光光度计检测 DNA 的浓度和纯度；

b) 以基因组 DNA 为模板，选取 16S rRNA 基因合适区域进行测序，并获得测序数据。

7.4 资料整理

7.4.1 数值计算

方法如下：

a) 直接计数法

计算样品含菌数：

$$BN = \frac{Na \cdot S}{Sf \cdot (1 - 0.05) \cdot V} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

BN—样品含菌数，单位为个每立方分米（dm³）；

Na—各视野平均菌数，单位为个；

S—滤膜实际过滤面积，单位为平方毫米（mm²）；

Sf—显微镜视野面积，单位为平方毫米（mm²）；

V—过滤样品量（式中 0.05 为加入 37 %～40 % 甲醛占固定样品总体积的比例），单位为立方分米（dm³）。

b) 微生物群落多样性：

1) 对测序结果进行质量控制，包括数据进行去噪、去嵌合体等；

2) 通过将代表性序列和微生物核糖体基因综合数据库进行比对获得物种注释信息；

3) 对所有代表性序列进行系统发育关系构建，计算各样品的 α 多样性及 β 多样性。其中 α 多样性指数包括：用来度量群落均匀度的 evenness 指数；用来定量度量群落丰富度的包括丰富度 richness 和均匀度 evenness 两个层面的 Shannon 指数；用来定性度量群落丰富度只包括丰富度的 observed OTU 指数；用来衡量进化关系的 faith_pd 指数。β 多样性指数包括分别以 Bray-Curtis 距离和 Jaccard 距离计算获得的各样品微生物群落组成距离矩阵和 PCoA 降维分布图观察各样品微生物群落组成的差异情况。

7.4.2 填写报表

以上测定和计算结果分别填入海洋水体微生物数量直接计数记录表（表 A.8），微生物扩增子分析信息记录表（表 A.9）。

7.4.3 绘制分布图

要求如下：

- a) 断面分布图：一般以等值线表示，取值标准视具体情况而定；
- b) 大面分布图：一般以等值线表示，取值标准视具体情况而定；
- c) 微生物群落组成图：一般以柱状图表示，取值标准视具体情况而定。

8 微微型光合浮游生物

8.1 技术要求和调查要素

8.1.1 技术要求

技术要求如下：

- a) 采样要求：采水层次见表 1。可根据调查的特殊需要，酌情增加跃层（或叶绿素 a 次表层最大值层）上、中、下三层水样及 200 m 以深的水层；
- b) 样品分析：对不同主要类群微微型光合浮游生物进行区分，分别测定其细胞密度。

8.1.2 调查要素

微微型光合浮游生物主要包括三种重要类群：聚球藻（*Synechococcus*，记为 *Syn*），原绿球藻（*Prochlorococcus*，记为 *Pro*）和微微型真核藻（*Picoeukaryotes*，记为 *PEuk*）。调查要素包括微微型光合浮游生物 3 个主要类群的数量组成和密度分布（时间、空间分布）。

8.2 样品采集

8.2.1 主要仪器设备

CTD 采水器、液氮罐、超低温冰箱。

8.2.2 试剂和溶液

样品固定可采用多聚甲醛溶液（固定终浓度为 1 %）或戊二醛溶液（固定终浓度为 0.1 %），也可加入多聚甲醛和戊二醛的混合溶液（固定终浓度分别为 1 %和 0.05 %）。配置方法如下：

a) 多聚甲醛溶液：电子显微镜用（EM 级）多聚甲醛溶液或自制 10 %多聚甲醛溶液。自制 10%多聚甲醛溶液配制方法：在通风橱中把 10 g 多聚甲醛放入 85 cm³煮沸的蒸馏水中，然后在 70℃ 连续搅拌至少 2 h 使其均匀混合（可使用恒温磁力搅拌器）；加入少量 NaOH 溶液（1 mol/dm³）直至溶液澄清；加入 10cm³ 10%磷酸缓冲液，调节 pH 到 7.5，溶液体积到 100 cm³；使用 0.2 μm 的微孔滤膜过滤，过滤后的多聚甲醛溶液可分装于 10 cm³ 试管中，储存于-20 °C 下。未冻结的多聚甲醛溶液（可 4 °C 保存）使用不宜超过 1 周；

b) 25 %戊二醛溶液：电镜级 25 %戊二醛溶液，经 0.2 μm 的微孔滤膜预过滤。

8.2.3 水样采集和保存

要求如下：

a) 水样采集

使用 CTD 采水器采集水样，每次采水宜不少于 30 cm³，并记录于海洋微微型光合浮游生物海上采样记录表中（表 A.11）；

b) 样品固定与保存

水样经过 20 μm 筛绢预先过滤，然后取过滤水样放入预先贴好标签的 2 mL 或 5 mL 的冻存管中；加入适量固定剂（见 8.2.2），充分混匀；在室温下放置 15 min 后，将样品置于液氮中速冻保存，或于速冻后转移到-80 °C超低温冰箱保存（-20 °C条件下保存不宜超过 1 个月，-80 °C或液氮中保存不宜超过半年），直至分析。

注：如有条件进行现场分析，可不进行固定尽快上机分析，也可避光于 4℃ 保存在 12 h 内上机分析。

8.3 样品分析

8.3.1 主要仪器设备

流式细胞测定仪。

8.3.2 试剂和溶液

所需试剂如下：

a) **鞘液**: 经 0.2 μm 微孔滤膜过滤的现场海水, 也可使用超纯水;

b) **内标准**: 用超纯水或经 0.2 μm 预过滤的海水稀释 0.95 μm 黄绿色荧光小珠 (Polysciences Ref 71825) 至浓度约为 10^5 个/ mm^3 。

8.3.3 测定步骤

步骤如下:

a) 准备好鞘液, 开机预热, 当使用过滤海水为鞘液时, 不宜使用仪器内的鞘液过滤器, 否则应注意更换鞘液过滤器;

b) 仪器自较: 按照仪器厂商提供的方法检查仪器的灵敏度和准确度 (用 CV 值表示, 一般 CV 值应小于 2.0), 确保仪器状态良好;

c) 流速校准: 进样管中加入超纯水或过滤海水, 测量进样前后样品重量, 并对进样过程计时, 精确计算样品流速 (mm^3/min), 水样重量可通过密度换算为体积 (过滤海水 $d = 1.03 \text{ mg}/\text{mm}^3$, 超纯水 $d = 1.00 \text{ mg}/\text{mm}^3$)。样品分析期间, 一天内流速校准不少于 4 次。

d) 将冷冻样品置于常温或 37 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中避光解冻, 将 10 mm^3 的荧光小球工作液和 1 cm^3 的样品加入贴好标签的流式细胞进样管中, 用漩涡振荡器充分混匀;

e) 设定仪器各荧光通道的参数: 在红色荧光通道设定阈值, 使之适合采集海区微微型光合浮游生物样品的测定, 保证目标细胞群出现在分析图谱中。并做好参数设定的记录, 采集 Log 信号;

f) 选择和校准流速: 流速控制在 (10~30) mm^3/min 范围内, 采集速度 (50~100) 个颗粒/s 为宜;

g) 数据获取: 进样, 至少稳定 15 s 后开始采集数据, 使用列表模式 (Listmode) 提取数据, 采集数量宜大于 10 000 个颗粒。记录样品分析时仪器设置的各项参数;

h) 将结果记录于海洋微微型光合浮游生物测定结果记录表 (表 A.12) 中。

8.4 资料整理

8.4.1 不同类群的区分

a) 根据各细胞群光散射信号 (前向散射光和侧向散射光, 分别表征细胞大小和粒度) 和荧光信号 (橙色荧光和红色荧光, 分别表征藻胆蛋白和叶绿素含量) 的差异区分原绿球藻、聚球藻和微微型真核藻类;

b) 不同类群微微型光合浮游生物的区分, 可考虑以下重要特征: 前向散射光、侧向散射光和红色荧光信号强度大小依次为: 微微型真核藻 > 聚球藻 > 原绿球藻; 橙色荧光信号强度大小依次为聚球藻 > 原绿球藻 $\approx$ 微微型真核藻。

8.4.2 获取细胞数

在仪器分析结果的散点图上圈出目标细胞群, 仪器自带分析软件将自动给出获得该类群细胞的数量, 做好记录。

8.4.3 数值计算

样品中各个类群的细胞密度可用下式计算:

$$C = \frac{N \times V_t}{V_s \times R \times T} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

C ——细胞密度，单位为个每立方毫米（cells/mm³）；

N ——获取该类群细胞数，单位为个（cells）；

V_t ——样品体积加添加物（固定剂，荧光微珠等）体积，单位为立方毫米（mm³）；

V_s ——样品体积，单位为立方毫米（mm³）；

R ——样品流速，单位为立方毫米每分钟（mm³/min）；

T ——样品测定时间，单位为分钟（min）。

8.4.4 填写报表

将测定结果记录于海洋微微型光合浮游生物测定结果记录表（表 A.12）中。

8.4.5 绘制分布图

分布图绘制要求如下：

a) 平面分布图

各类群微微型光合浮游生物（原绿球藻、聚球藻和微微型真核藻）细胞细胞密度（单位为个/mm³）各层次分布图；微微型光合浮游生物总细胞密度（单位为个/mm³）各层次分布图；

b) 断面分布图

各类群微微型光合浮游生物（原绿球藻、聚球藻和微微型真核藻）细胞细胞密度（单位为个/mm³）断面分布图；微微型光合浮游生物总细胞密度（单位为个/mm³）断面分布图；

c) 上述平面和断面分布图等值线取值标准，可视所测得细胞密度数值范围具体情况设定。

9 微、小型浮游生物

9.1 技术要求和调查要素

9.1.1 技术要求

要求如下：

a) 采样要求

1) 网采微、小型浮游生物样品用小型浮游生物网，与大、中型浮游生物同步采集（表 2），由 200 m 至表层垂直拖曳；

2) 水采微、小型浮游生物样品用 CTD Rosette 采水器采集，每次采水体积不少于 1000 cm³。

b) 样品分析

种类鉴定与个体计数常见种应给出种名，按种计数。

9.1.2 调查要素

调查要素包括微、小型浮游生物的种类组成和密度分布（时间、空间分布）。

9.2 样品采集

9.2.1 采样设备

要求如下：

a) 拖网

- 1) 网具：采用小型浮游生物网，具体指标见表2-网1；
- 2) 网底管：网底管套的筛绢与网衣筛绢的孔径应相同；
- 3) 流量计：浮游生物拖网时应在网口半径二分之一处安装流量计，根据流量计使用说明要求，需标定的流量计应在使用前进行标定，每航次标定一次；
- 4) 量角器：角弧形量角器；
- 5) 绞车及钢缆：绞车变速范围为0.3 m/s～1 m/s，并附有排缆装置和钢缆计数器；
- 6) 吊杆：高度为5m～6m（深水拖网须大于6 m），负荷为2000 kg～2500 kg；吊杆离舷间距1 m左右，并能调节位置；
- 7) 冲水设备：水泵、水管、水桶和吸耳球等，用于冲洗收集粘贴在网衣或网底管筛绢上的标本。

表 2 浮游生物网网具规格及适用对象

网型	适用范围及采集对象	网长 cm	网口内径 cm	网口面积 m ²	筛绢规格及孔宽近似值 mm
网 1	适用于垂直采集小型浮游生物	250	37	0.1	NY ₂₀ HC(0.020)
网 2	适用于垂直采集大、中型浮游生物和鱼类浮游生物	280	80	0.50	CB 30(0.198) JP 32(0.202)
Bongo 网	适用于垂直或倾斜采集大、中型浮游生物和鱼类浮游生物	360	80	0.50	CB 30(0.198) JP 32(0.202)

b) 采水器

根据采样深度和实际需要，选用CTD Rosette采水器。

9.2.2 采样前的准备

要求如下：

a) 试剂和耗材准备

根据调查项目、站数计算样品数量，配以足量的样品瓶、相应的固定剂、记录表及其它器材。装箱上船并放于适当位置，避免碰撞和丢失。固定液如下：

- 1) 鲁哥氏液：100 g碘化钾溶于1 dm³蒸馏水，加入50 g碘使其溶解，再加入100 cm³冰醋酸；
- 2) 缓冲甲醛溶液：商用甲醛（40 %）加入同量蒸馏水，1 dm³ 20 %的甲醛溶液加100 g六次甲基四胺。

b) 流量计现场标定

- 1) 流量计现场标定工作应尽量安排在风平浪静的海况下进行；
- 2) 标定前将流量计安装在浮游生物拖网（脱去网衣，仅为网架）网口半径二分之一处；

3) 将网架放至一定深度(如 50 m 或 100 m 等), 然后以实际采样时的拖网速度, 匀速垂直拖网至表层(拖网过程中切忌停顿)并记录转数;

4) 重复拖网 5 次至 10 次, 求得平均转数(去除偏差大的数据后至少还有 5 次有效数据);

5) 按下列公式换算成每转滤水量。

$$V_0 = \frac{H_0 S}{N_0} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

V_0 —— 每转滤水量, 单位为立方米每转 (m^3/r);

H_0 —— 标定时拖网放的水深, 单位为米 (m);

S —— 拖网网口的面积, 单位为平方米 (m^2);

N_0 —— 平均转数, 单位为转 (r)。

9.2.3 海上采样与样品保存

要求如下:

a) 网样采集要求如下:

1) 网具: 用小型浮游生物网采集水柱中的微、小型浮游生物样品, 也包括一些无壳纤毛虫、砂壳纤毛虫、轮虫、桡足类幼体、放射虫和有孔虫等样品;

2) 拖网速度: 落网速度为 0.5 m/s, 到达预定深度后停车 30 s, 然后以 0.5 m/s~0.8 m/s 的速度起网;

3) 样品保存: 样品用缓冲甲醛溶液固定, 加入量为样品体积的 5%, 根据样品的实际浓度可作适当增减, 需进行电镜观察的样品, 用戊二醛固定, 加入量为样品体积的 2%~5%, 并记录于浮游生物海上采样记录表(表 A.12)。

b) 水样: 按预定水层和规定量采集水样。如需去除大于 20 μm 的生物, 可先用孔径 20 μm 的筛绢预过滤。样品用鲁哥氏液固定, 每 1 dm^3 水样加入 10 cm^3 ~15 cm^3 , 根据样品的实际浓度可作适当增减。如需要对样品做电镜观察分析, 则选用戊二醛固定, 根据样品浓度可加入样品体积的 2%~5%。采样情况记录于浮游生物海上采样记录表(表 A.12)。

9.2.4 样品编号

各类样品须有总编号。总编号由代表采样海区、采样工具与采样方式、采样年份和样品序号等内容的代号依次组成, 每份贮存样品的瓶外须贴有总编号的外标签, 瓶内须放有总编号、站号和采样日期等内容的内标签。采样情况记录于浮游生物海上采样记录表(表 A.12)。

9.3 样品分析

9.3.1 主要仪器和设备

光学显微镜、倒置显微镜和沉降器。

9.3.2 种类鉴定与计数

要求如下：

a) **浓缩计数法：**浓缩计数法用于网采或采水样品浮游生物计数。原则上主要种类应鉴定至种的水平。每个样品细胞镜检数不少于 500 个。计数结果记录于网采（微、小型）浮游生物标本个数计数记录表（表 A.13）。具体要求如下：视样品 $C = \frac{n' \cdot V_1'}{V_2' \cdot V_n'}$ 中浮游生物数量多少，浓缩至适当体积，用取样管搅拌均匀，迅速将取样管直立于样品中，准确地一次吸取所需体积并移入浮游生物计数框，加盖玻片后进行鉴定、计数；浮游生物的计数视其数量多少确定计数全部、1 / 2 或 1 / 4，重复计数 3 次。

b) **沉降计数法：**沉降计数法用于采水样品浮游生物计数。除需作特殊处理的微、小型浮游生物种类以及培养观察的特殊类群之外，原则上主要种类应鉴定至种的水平。每个水采样品细胞镜检数不少于 100 个。计数结果记录于水采（微、小型）浮游生物标本个数计数记录表（表 A.14）。具体要求如下：将水样或混合样（根据调查性质及不同要求，由 50 cm³ 或 100 cm³ 等量的数层水样混合而成）每份取三个分样，分别装满三个等体积的沉降器（10~20）cm³，加盖玻片静置 24 h 后，使用倒置显微镜鉴定，计数。取样体积应视样品浊度和浮游植物密度而定。

9.4 资料整理

9.4.1 数值计算

方法如下：

a) **浓缩计数**

..... (18)

式中：

- C——单位体积海水中标本总量，单位为个每立方米（cell/m³）；
- n'——取样计数个数，单位为个（cells）；
- V1'——水样浓缩后的体积，单位为立方厘米（cm³）；
- V2'——滤水量，单位为立方米（m³）；
- Vn'——取样计数的体积，单位为立方厘米（cm³）。

b) **沉降计数**

$C = \frac{N_i}{V_i}$ (19)

式中：

- C——单位体积海水中标本总量，单位为个每立方厘米（cells/cm³）；
- N_i——三个分样计数的标本总个数，单位为个（cells）；
- V_i——三个分样的总体积，单位为立方厘米（cm³）。

9.4.2 填写报表

将上述分析统计数据的结果填入微、小型浮游生物数量统计表（表A.15）。

9.4.3 绘制分布图

平面分布图一般用等值线表示，取值标准如下：

- a) 网采微、小型浮游生物细胞总密度（单位： 10^3 cells/m^3 ）：5，10，50，100，500，1000；
- b) 网采微、小型浮游生物优势种细胞密度（单位： 10^3 cells/m^3 ）：1，5，10，50，100，500，1000；
- c) 水采微、小型浮游生物细胞总密度（单位为 10^2 cells/dm^3 ）：5，10，50，100，500，1000；
- d) 水采微、小型浮游生物优势种细胞密度（单位为 10^2 cells/dm^3 ）：1，5，10，50，100，500；
- e) 以上取值标准，可视具体情况酌情调整。

10 大、中型浮游生物

10.1 技术要求和调查要素

10.1.1 技术要求

要求如下：

- a) 垂直拖网：用 WP2 网由水深 200 m 处至表层垂直拖曳；或者使用 Bongo 网由水深 200 m 处至表层倾斜拖曳；
- b) 分层拖网：使用 5 层或 9 层采样能力的多联浮游生物分层拖网（表 3）开展垂直拖曳或者倾斜拖曳采样。根据测站深度规定采样水层（表 4）。也可视项目要求根据现场温度、盐度跃层、中层缺氧层和叶绿素次表层极大值层等分段分层采样。

表3 多联浮游生物分层拖网网具规格及适用对象

序号	网具名称	网长 cm	网口面积 m ²	筛绢规格及 孔宽近似值 mm	适用范围及采集对象
1	多联浮游生物分层 拖网	250或 365	0.50或1.0	0.2或0.33	适用于分层采集大、中型浮游动物

表 4 大、中型浮游生物垂直分层采样水层设置

单位为m

测站水深	采样深度范围	采样网类型	采样水层
>3000	0-3000	9层	0-50, 50-100, 100-200, 200-300, 300-500, 500-750, 750-1000, 1000-2000, 2000-3000
>1000, ≤3000	0-近底	9层	0-50, 50-100, 100-200, 200-300, 300-500, 500-750, 750-1000, （1000m以深视水深决定是否继续加采，每1000m加采一层）
>1000	0-1000	9层	0-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-300, 300-400, 400-500, 500-750, 750-1000,
>3000	0-3000	5层	0-100,100-200,200-500,500-1000,1000-3000
>1000, ≤3000	0-近底	5层	0-100,100-200,200-500,500-1000,（1000m以深视水深决定是否继续加采，每1000m加采一层）
>1000	0-1000	5层	0-50,50-100,100-200,200-500,500-1000

- c) 生物量测定精密度：大、中型浮游生物湿重生物含量测定 ±1 mg；

d) **样品分析**：包括生物量湿重、干重测定和群落结构测定两部分。种类鉴定应到物种阶元或者最小可分类阶元，个体计数应按物种计数或者按最小可分类阶元计数。

10.1.2 调查要素

调查要素包括大、中型浮游生物的种类组成、生物量和密度分布。

10.2 样品采集

10.2.1 采样设备

要求如下：

- a) **网具**：根据不同的采样方式选用Bongo型或WP2型（表2）或多联浮游生物分层拖网（表3）；
- b) **网底管**：网底管套的筛绢与网衣筛绢的孔径应相同；
- c) **流量计**：流量计安装方法同9.2.1；
- d) **量角器**：角弧形量角器；
- e) **绞车及钢缆**：绞车变速范围为0.1 m/s～1 m/s，并附有排缆装置和钢缆计数器；
- f) **吊杆**：高度为5 m～6 m（分层拖网须大于6 m），负荷为2000kg～2500 kg；吊杆离舷间距1 m左右，并能调节位置；
- g) **冲水设备**：用于冲洗收集粘贴在网衣或网底管筛绢上的标本。

10.2.2 采样前的准备

要求如下：

- a) **试剂和耗材准备**：根据调查项目、站数、层次计算样品数量，配以足量的样品瓶、相应的固定剂及其它器材。为了防止浮游软体动物等钙质外壳的溶解，应配制中性甲醛溶液（在商用甲醛中加入硼沙，至硼沙不能溶解为止）；
- b) **流量计现场标定**：同 9.2.2。

10.2.3 海上采样与样品保存

要求如下：

- a) 用Bongo网、WP2网（表2）或多联浮游生物分层拖网（表4），采集水层中的大、中型浮游生物样品；
- b) **拖网速度**：
 - 1) Bongo网倾斜拖曳：绞车速度为0.5 m/s，船速为1.5 kn～2 kn；
 - 2) WP2网垂直拖曳：绞车速度为0.5 m/s～1.0 m/s；
 - 3) 联浮游生物分层拖网：倾斜拖曳时，绞车速度为0.5 m/s，船速为1.5 kn～2 kn；垂直拖曳时，绞车速度为0.5 m/s～1.0 m/s。
- c) **样品保存**：样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的5 %。需进行电镜观察的样品，用戊二醛固定，加入量为样品体积的2 %～5 %。并记录于浮游生物海上采样记录表或浮游生物分层拖网采样记录表（表A.12和表A.16）。

10.3 样品分析

10.3.1 主要仪器和设备

体视显微镜、浮游动物分样器、浮游动物计数框、滤器、电子天平。

10.3.2 样品编号

各类样品须有总编号。总编号由代表采样海区、网具与采样方式、采样年份和样品序号等内容的代号依次组成，每份贮存样品的瓶外须贴有总编号的外标签，瓶内须放有总编号、站号和采样日期等内容的内标签，填写在浮游生物拖网样品登记表（表 A.17）。

10.3.2 样品生物量测定与鉴定计数

要求如下：

a) 湿重生物量测定

- 1) 去除样品中的杂物，但保留水母和被囊类等胶质生物；
- 2) 取孔径略小于采样网孔的筛绢，剪成与漏斗内径相同的圆块，用水浸湿并用滤纸吸干后，用天平（感量0.01 g）称重，记录该筛绢的标定重量；
- 3) 将已标定重量的筛绢浸湿铺于漏斗中，倒入待测样品后抽滤片刻，至样品表面没有明显水分时停止抽滤；
- 4) 移出载有样品的筛绢至滤纸上吸干筛绢底表的水分；
- 5) 用电子天平称重，从总重量中减去筛绢重量即得样品湿重，测定结果记录于大、中型浮游生物湿重生物量测定记录表（表A.18）；
- 6) 称重完毕，将样品倒回原样品瓶中，供个体鉴定计数用。

b) 个体鉴定计数

将样品倒入浮游动物鉴定计数框中，在体视镜和显微镜下进行种类鉴定和计数。如果样品数量大，可先挑出个体较大的大型甲壳动物、箭虫、水母和被囊类等全部计数，其余样品用浮游动物取样管取样鉴定、计数，结果记录于大、中型浮游生物个体计数记录表（表 A.19）。

10.4 资料整理

10.4.1 数值计算

方法如下：

a) 大、中型浮游生物湿重生物量计算

$$P_B = m_B / V \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

P_B ——单位体积海水浮游动物的湿重含量，单位为毫克每立方米（mg / m³）；

m_B ——样品湿重含量，单位为毫克（mg）；

V ——滤水量，单位为立方米（m³）。

b) 大、中型浮游生物个体密度计算

$C_B=N_B/V$ (21)

式中：

C_B ——单位体积海水中浮游动物的个体密度，单位为个每立方米（ind./m³）；

N_B ——全网个数，单位为个（ind.）；

V ——滤水量，单位为立方米（m³）。

10.4.2 填写报表

根据编写报告的要求和规定将上述分析统计数据的结果填入大、中型浮游生物数量统计表（表 A.20）。

10.4.3 绘制分布图

平面分布图一般用等值线表示，测站稀少或测站不连续时可用不同等级的圆圈或符号表示。取值标准如下：

- a) 浮游动物湿重生物量（单位：mg/m³）为 0.1, 1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, >500；
- b) 浮游动物总个体密度为（单位：ind./m³）为 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, >500；
- c) 浮游动物主要种或主要类别的个体密度（单位：ind./m³）为1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, >500；
- d) 以上取值标准，可视具体情况酌情调整。

11 鱼类浮游生物调查

11.1 技术要求和调查要素

11.1.1 技术要求

要求如下：

- a) **垂直拖网**：利用大、中型浮游生物网由 200 m 至表层垂直拖曳采集样品或利用 Bongo 网由 200 m 至表层垂直或倾斜采集样品；
- b) **水平拖网**：利用 Neuston 型网水平拖网采集样品；
- c) **样品分析**：主要鱼类浮游生物应鉴定到种或属。

11.1.2 调查要素

调查要素包括鱼卵和仔、稚鱼的种类组成和数量分布（时间、空间分布）。

11.2 样品采集

11.2.1 采样设备

要求如下：

- a) **网具**：根据不同的采样方式选用大、中型浮游生物网、Bongo 网（表 2）或 Neuston 型表层浮游生物网（表 5）；
- b) **网底管**：网底管套的筛绢与网衣筛绢的孔径应相同；
- c) **流量计**：流量计安装方法同 9.2.1；

- d) 量角器：角弧形量角器；
- e) 绞车及钢缆：绞车变速范围为 0.3 m/s~1 m/s，并附有排缆装置和钢缆计数器；
- f) 吊杆：高度为 5 m~6 m，负荷为 2000kg~2500 kg；吊杆离舷间距 1 m 左右，并能调节位置；
- g) 冲水设备：水泵、水管、水桶和吸耳球等，用于冲洗收集粘贴在网衣或网底管筛绢上的标本。

表5 Neuston型表层浮游生物网网具规格及适用对象

序号	网具名称	网长 cm	网口面积 m ²	筛绢规格及 孔宽近似值 mm	适用范围及采集对象
1	Neuston型表层浮游生物网	299或 411	0.24或 0.40	0.200	适用于采集表层漂浮鱼类浮游生物、微塑料颗粒

11.2.2 采样前的准备

同 10.2.2。

11.2.3 海上采样与样品保存

要求如下：

- a) 水平采样：在海水表面利用 Neuston 型网水平拖曳 15~20min，船速保持对水 2 kn。水平拖网一般作为定性采样，网口加挂流量计也作为定量采样。并记录于鱼类浮游生物采样记录表（表 A.21）；
- b) 垂直采样：同 10.2.3；
- c) 样品保存：形态鉴定样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5 %，分子鉴定样品则用 95 %乙醇固定。

11.3 样品分析

11.3.1 主要仪器和设备

光学显微镜、生物计数框。

11.3.2 样品编号

同 10.3.2

11.3.3 样品种类鉴定

将样品倒入生物计数框中，在体视镜和显微镜下进行种类鉴定和计数。结果记录于鱼类浮游生物计数记录表（表A.22）。

11.4 资料整理

11.4.1 丰度计算

$$G=N/(S\times L\times C) \dots\dots\dots (22)$$

式中：
G——单位体积海水中鱼类浮游生物的个体密度，单位为尾每立方米或粒每立方米（ind./m³）；
N——全网个数，单位为个（ind.）；

S ——网口面积，单位为平方米（ m^2 ）；

L ——流量计转数；

C ——流量计校正值。

11.4.2 定性样品

以尾每网（ind./net）或粒每网（ind./net）计算。

11.4.3 填写报表

根据编写报告的要求和规定将上述分析统计数据的结果填入表 A.22。

11.4.4 绘制分布图

平面分布图一般用等值线表示，测站稀少或测站不连续时可用不同等级的圆圈或符号表示。取值标准如下：

- a) 鱼卵和仔、稚鱼总个体密度为（单位：ind./ m^3 或 ind./100 m^3 ）为1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, >500；
- b) 鱼卵或仔、稚鱼主要科、属或种的密度（单位：ind./ m^3 或 ind./100 m^3 ）为1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, >500；
- c) 数量小于上述等级时，可用“+”标在测站上，以示出现。

12 巨型底栖动物

12.1 技术要求和调查要素

12.1.1 技术要求

要求如下：

a) 样品采集

1) 应采集不同生境类型的巨型底栖动物样品。根据生境不同，采取不同采样方法。在热液喷口或海山区宜采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避免交叉感染。在地形平坦的深海盆地可采用阿氏拖网采样；

2) 采集样品时，应取得统计上可靠的重复样本数量，用以评估物种丰度；

3) 样本取到船上后应尽快处理，样品在处理的所有阶段都应保持低温。

b) 生物视像资料采集

1) 使用深海光学拖体、载人潜水器、ROV或AUV等潜水器设备采集巨型底栖动物的视像资料，一般应具备高清照相机和高清录像机，采集视像资料时拍摄的照片需有足够的分辨率，以识别最小尺寸大于 2 cm的生物，照片所覆盖的宽度应至少为2米；

2) 调查设备应具有水下定位信标、激光标尺和离底高度计等传感器，宜挂载温度、盐度、溶解氧、pH传感器等环境传感器；

3) 海山区生物视像资料采集调查应至少完成4条不同生境的测线，包括海山基底的平坦海底、海山山坡及其山顶；

4) 巨型底栖动物物种鉴定应通过现场采集标本证实。

12.1.2 调查要素

包括测定巨型底栖动物丰度、覆盖率和多样性。

12.2 样品（资料）采集

12.2.1 主要仪器设备

要求如下：

- a) 阿氏拖网：适用于坡度小于5度的地形。网口宽度250 cm，主网网目：前部1/3为2 cm、中部1/3为1.5 cm、后部1/3为1 cm，网长450 cm，衬网网目为4 cm、网长250 cm；
- b) 底栖撬网：适用于坡度小于5度的地形。网口宽度为1 m~1.5 m，网衣孔径为0.25 mm或0.5 mm；
- c) 载人潜水器、ROV；
- d) 深海光学拖体、AUV；
- e) 绞车及钢缆：底栖生物拖网使用万米钢缆，其他设备使用万米铠装电缆或光缆；
- f) 低温过滤海水制备设备。

12.2.2 海上采样和样品保存

要求如下：

- a) 使用阿氏拖网或底栖撬网采集巨型底栖动物样品，具体步骤如下：
 - 1) 通过绞车张力监控拖网状态，待拖网着底后开始拖曳，拖曳过程航速不大于2节，拖曳时间不少于30分钟。
 - 2) 拖网返回甲板后，用镊子将生物样品转移至托盘中，用低温（0~4℃）过滤（200 μm网筛过滤）海水冲洗去除生物样品上附着的杂质，放入标尺及站位号牌后，从正面和侧面两个不同角度对样品进行拍照；
 - 3) 将样品按类别、个体大小、柔软脆弱和坚硬等特征分别登记装瓶（表A.23），使用体积分数为8%~10%中性甲醛溶液或体积分数为75 %及以上的乙醇溶液固定保存；条件允许时，样品应取部分组织样于超低温（-80℃）、液氮或-20℃条件下保存。
- b) 载人潜水器和ROV采样
 - 1) 载人潜水器和ROV水下调查一般沿环境梯度设计测线，热液和冷泉等特殊生境根据具体需求设计调查测线；
 - 2) 采样主要使用机械手、虹吸取样器等采样装置，在水下将样品放置于生物样品框内，采样目标和数量根据工作设计决定，采样期间应记录好每个生物样品的准确采样时间；
 - 3) 样品返回甲板后处理方式同阿氏拖网，采样信息登记于表A.24。
- c) Lander诱捕系统采样：Lander诱捕系统水下采样时间可根据设备条件和作业具体情况设计，样品现场处理和保存要求同阿氏拖网。

12.2.3 海上视像资料采集

载人潜水器、ROV和AUV水下作业按相关作业规程执行，深海光学拖体具体操作要求如下：

- a) 作业过程航速≤1.5节；
- b) 进入作业高度以后开启录像和照相功能，拍摄高度低于3米左右为佳；
- c) 每5~10分钟记录一次观测到的生物和地形数据，特殊现象要随时记录于表A.25；
- d) 照相设置每15秒拍照一次或进行手动拍照。

12.3 样品（资料）分析

12.3.1 生物样品分析

要求如下：

a) **样品核对与登记：**调查船返航后，应认真检查样品和采样记录是否相符，核对每站样品数量和标签，若发现标签损坏和不清，应与原始记录核对，并更换标签；

b) **样品挑选、鉴定、计数：**回陆上实验室后，样品按下列步骤处理：

- 1) 标本分离按站进行，并进一步清除样品内的残留杂质；
- 2) 在体式显微镜下鉴定生物样品种类，常见种必须鉴定到种，疑难种可在咨询分类专家后给出相应的分类学信息；

3) 经鉴定的样品以种为单位分装，并及时更换固定液，鉴定时发现某号样品中出现两种以上，应立即分开，另编新号，填写记录表（表A.25），同时投放鉴定标签。

c) **测定生物量**

1) 生物量以湿重计，即将生物用滤纸吸干后用电子天平称重，并记录巨型底栖动物定量分析记录表（表A.25）；

2) 管栖动物应剥去管子（小管可保留），寄居蟹应去螺壳称重，软体动物一般不去贝壳，但需吸尽壳表水分；

3) 个体大、数量多的软体动物的壳和肉分别称干、湿重。

12.3.2 视像资料分析

要求如下：

a) **资料核对与登记：**调查船返航后，应认真核对视像资料，检查并规范视像资料文件名，并登记统一管理；

b) **图像分析：**回陆上实验室后，按下列步骤处理：

1) 重新查看录像资料，记录巨型底栖动物出现频率和数量，为视频中出现的底栖动物提供分类学信息，针对不同类群进行单独记录（表A.26）；

2) 整理包含巨型底栖动物的视像资料，选择拍摄角度和清晰度合适的照片进行种类鉴定，常见种应鉴定到种，疑难种可在咨询分类专家后给出相应的分类学信息。

12.4 资料整理

12.4.1 种类分布表

记录巨型底栖动物定性分析种类分布记录表（表A.27）。

12.4.2 种类名录表

按分类系统顺序，列出调查海区巨型底栖动物种类名录表，包括中文名和拉丁名。

13 大型底栖动物

13.1 技术要求和调查要素

13.1.1 技术要求

要求如下：

- a) 采泥样面积：每站不小于 0.25 m^2 ；
- b) 套筛孔径： $300\text{ }\mu\text{m}$ ；
- c) 湿重生物量测定精密度： $\pm 0.01\text{ g}$ ；干重生物量测定精度： $\pm 0.1\text{ mg}$ ；
- d) 种类鉴定计数：常见种须给出种名，按种计数。

13.1.2 调查要素

包括大型底栖动物的丰度、物种结构、生物量和多样性。

13.2 样品采集

13.2.1 主要仪器设备

要求如下：

- a) 箱式取样器：采样箱体尺寸 $\geq 500\text{ mm}$ （长） $\times 500\text{ mm}$ （宽） $\times 500\text{ mm}$ （高）（面积 $\geq 0.25\text{ m}^2$ ），条件允许时，以使用电视箱式取样器为佳；
- b) 钢缆及绞车系统：采用万米缆，条件允许时，以使用万米光缆或铠装电缆为佳；
- c) 洗泥器及 $300\text{ }\mu\text{m}$ 网筛；
- d) 低温过滤海水制备设备，用于淘洗沉积物和处理清洗底栖动物样品。

13.2.2 海上采样

现场泥样按如下步骤处理：

- a) 将箱式取样器中的表层水虹吸到孔径为 $300\text{ }\mu\text{m}$ 筛子中，以滤取可能被向上卷起的底栖生物；
- b) 放入标尺及站位号牌后，从正面和侧面两个不同角度对样品表面进行照相，并记录表层沉积物特征；
- c) 取出表层可见的大型动物、结核等，用过滤低温海水冲洗生物和结核表面，以除去粘附的沉积物，冲洗后的海水经 $300\text{ }\mu\text{m}$ 网筛淘洗，残留物装瓶，贴上标签后保存；
- d) 箱式取样器中的沉积物宜按 $0\sim 3\text{ cm}$ 、 $3\sim 5\text{ cm}$ 和 $5\sim 10\text{ cm}$ 分为三层，利用洗泥器加入低温过滤海水淘洗，经 $300\text{ }\mu\text{m}$ 网筛截留，淘洗后的残留物分别装瓶，贴上标签；
- e) 10 cm 以上层次取样结束后，再用铲子检查下层沉积物中是否还有大型动物。

13.2.3 样品保存

要求如下：

a) 固定液

- 1) 中性甲醛溶液；
- 2) 乙醇试剂（≥75 %）。

b) 固定和保存

沉积物表层肉眼可见的大型生物可挑取出后用体积分数为 75%及以上的乙醇固定保存，沉积物样保存使用体积分数为 8 %~10 %中性甲醛溶液。

13.2.4 记录

每站采样结束，应立即填写大型底栖动物定量（采泥）取样记录表（表 A.28）。已装瓶的每号样品，需投入已填写好的标签，标签字迹清晰，保留采样站位、时间等关键信息。一般按调查采样站位先后，采泥序号等先后以代号编排。

13.3 样品分析

13.3.1 样品核对与登记

调查船返航后，应认真核对样品和采样记录是否相符。若发现标签损坏和不清，应与原始记录核对，并更换标签做好登记。

13.3.2 样品挑选、鉴定、计数

要求如下：

a) 样品挑选：样品运回陆上实验室后，按下列步骤处理：

- 1) 将每站不同层次的泥样，分别放在300 μm的套筛上用水轻轻地冲洗，然后把套筛筛网上的样品（残留物）浸入盛有 0.1% Rose Bengal溶液的染色缸中，染色1 h；
- 2) 用蒸馏水冲洗已染色的标本，至冲洗水的颜色变浅为止；
- 3) 在体视显微镜下将泥样中的大型底栖动物标本逐个挑出。

b) 鉴定、计数：

1) 在高倍体视显微镜下对大型底栖动物标本进行观察、鉴定和计数，鉴定结果记录于大型底栖动物定量分析记录表（表A.29）；

2) 鉴定时发现某号样品中出现两种以上，应立即分开，另编新号，并及时填写相应记录表，同时投放鉴定标签；

3) 易断的纽虫、环节动物按头部计数；软体动物的死壳不计数；数量大时，可取其中一部分称重计数、换算。

c) 测定湿重生物量：

1) 管栖动物应剥去管子（小管可保留），寄居蟹应去螺壳称重，软体动物一般不去贝壳，但需吸尽壳表水分；

2) 个体大、数量多的软体动物的壳和肉分别称干、湿重；

3) 有孔虫、石珊瑚和部分钙质苔藓虫可不计重。

13.4 资料整理

13.4.1 数值计算

定量泥样资料，种类个体数和生物量分别换算为 ind./m^2 和 g/m^2 。

13.4.2 填写报表

定量泥样资料所得种类或类群的个体密度和生物量记录于大型底栖动物定量分析种类分布记录表（表 A.30）。

13.4.3 绘制分布图

栖息密度和生物量：按各类群生物所占密度和生物量百分数，用圆形图或柱状图或矩形图表示：

- a) 绘制总密度和总生物量分布图；
- b) 绘制无脊椎动物重要门类（环节动物、软体动物、甲壳动物和棘皮动物四大类）的密度和生物量分布图；
- c) 密度分布图一般以等值线或不同大小的圆圈表示，密度（ ind./m^2 ）的取值标准：<5，10，25，50，100，250，500，1000，>1000，以上取值标准，可视具体情况酌情调整；
- d) 生物量分布图，一般以等值线或不同大小的圆圈表示，生物量（ g/m^2 ）取值标准：1，5，10，25，50，100，250，500，1000，>1000；以上取值标准，可视具体情况酌情调整；
- e) 主要种类分布图：选择对总密度和总生物量，或对各类群密度和生物量起决定作用和分布普遍的种类，绘制主要种类分布图。

13.4.4 种类名录表

按分类系统顺序，列出调查海区大型底栖动物种类名录表，包括中文名和拉丁名。

14 小型底栖后生动物

14.1 技术要求和调查要素

14.1.1 技术要求

要求如下：

- a) 从多管取样器取芯样，应是未受扰动的采泥样品；
- b) 栖息密度以 ind./10 cm^2 表示；
- c) 生物量以 $\mu\text{g(dwt)}/10 \text{ cm}^2$ 表示。

14.1.2 调查要素

小型底栖后生动物调查要素包括主要类群组成、栖息密度、生物量和优势类群的种类组成、群落结构和生物多样性。

14.2 样品采集

14.2.1 采样设备

要求如下：

- a) 多管取样器：可携带8支（取样管内径为9.5 cm）取样管。条件允许时，以使用电视多管取样器为佳；
- b) 套筛网目：现场使用的套筛孔径为32 μm ；
- c) 沉积物样品分样器具：包括多管分样器、切割片、洗瓶、漏斗等；
- d) 船上支撑设备：同大型底栖动物调查。

14.2.2 海上采样

每站至少取3管沉积物样，3管样品中1管用于小型底栖后生动物丰度计算和种类鉴定，1管样品用于分子生物学分析，1管用于测定沉积物环境参数。芯样现场处理步骤如下：

- a) 用于小型底栖后生动物分析的2管沉积物芯样按0 cm~1 cm, 1 cm~2 cm, 2 cm~3 cm, 3 cm~4 cm和4 cm~5 cm分割成5层（根据情况可酌情增加层次）；每管的上覆水与0 cm~1 cm层的泥样装在一起，其余各层泥样分别装瓶；
- b) 用于沉积物环境参数分析的上层10 cm沉积物，按1 cm间隔分割成10层。应至少包括沉积物粒度，总有机碳（%），叶绿素 a 和脱镁叶绿酸分析样品，有机碳和叶绿素样品于-20 $^{\circ}\text{C}$ 保存。用于粒度分析和有机碳分析的沉积物量不应少于50 g，叶绿素分析样不少于5 g。

14.2.3 样品固定与保存

要求如下：

- a) 小型底栖后生动物样品：小型底栖后生动物样品用体积分数为10 %的中性福尔马林溶液固定，用于分子生物学研究的样品用DESS溶液保存；
- b) 环境参数分析样品：用于粒度分析的沉积物样应冷藏保存，用于有机碳、叶绿素 a 和脱镁叶绿酸分析的样品装入样品袋后，立即放入-20 $^{\circ}\text{C}$ 冰柜内保存。

14.2.4 记录

多管采样过程应填写表A.31。样品现场处理后，对于已装瓶和装袋的每号分样，需投入已填写好的标签并填写表A.32。记录表、标签和样品瓶号应严格核对。

14.3 样品分析

14.3.1 仪器设备

要求如下：

- a) 套筛：共4层套筛，第一层孔径为250 μm ，第二层孔径为125 μm ，第三层孔径为63 μm ，第四层孔径为32 μm ；
- b) 台式离心机：最大转速5000 rpm；
- c) 体视镜：放大倍数40倍及以上的体视显微镜；
- d) 分样器。

14.3.2 样品预处理和分选

要求如下：

a) 将泥样倒入4层套筛（从上至下套筛孔径分别为250 μm，125 μm，63 μm和32 μm）的最上层，用轻缓的20 μm筛绢过滤后的自来水流仔细冲洗，去除样品中残留的甲醛溶液、海水以及大部分沉积物。

b) 按照GB/T 34656—2017中17.5.1.2.2的要求利用硅溶胶（Ludox）离心漂浮法分选出小型底栖后生动物。

14.3.3 取分样

与沉积物样品分离后的样品，若动物数量太多（超过1000个体）时，可随机取分样鉴定计数，具体操作如下：将样品移入分样器，注入蒸馏水至2 dm³，加顶盖，颠倒摇动，静置1 h，取分样2或3个。

14.3.4 计数

在高倍体视显微镜下（≥40×）观察，鉴定和计数，将不同类群的个体数分别记录于表A33。

14.4 资料整理

14.4.1 精密度

要求如下：

a) 小型底栖后生动物样品计数的精密度，以标准误差或置信度（95% C.L）表示；

b) 群落结构差异的统计检验，若取样前已存在某种零假设，则可根据几种试验设计类型做出检验。3个重复样时，成对比较的显著水平最小不超过10%，4个为3%，5个为1%，若要在5%的水平获得显著差异，一般至少需要4个重复样。

14.4.2 密度

方法如下：

a) 密度计算

$$D = \frac{T}{\pi r^2} \times 10 \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中：

D — 个体密度，单位为个每十平方厘米（ind/10cm²）；

T — 重复芯样的个体平均数，单位为个（ind）；

r — 取样管半径，单位为厘米（cm）。

b) 密度空间分布

按表A.33要求，计算各站总密度和调查海区平均密度。

c) 密度垂直分布

按表A.33要求计算各层次（0cm~1cm，1~2cm，2cm~3cm，3cm~4cm和4cm~5cm）所占百分比，并计算相应各类群的百分比组成。

14.4.3 生物量

按照GB/T 34656—2017中17.6.3要求执行。

14.4.4 填写报表

按本部分的有关规定填写报表A.33。

14.4.5 绘图

要求如下：

- a) 各类群密度百分比组成图，密度平面分布和垂直分布图；
- b) 主要类群生物量百分比组成图，平面分布图和垂直分布图；
- c) 多变量分析有关图，聚类图，MDS图等。

15 有孔虫类小型底栖动物

15.1 技术要求和调查要素

15.1.1 技术要求

技术要求包括以下方面：

- a) 根据工作任务确定采样方式，并预先设计采样流程。其中，表层取样要求是海底表层0 cm~2 cm的样品，柱状取样的分层按照每2 cm的间隔，或者按照任务要求；
- b) 不同海区沉积物中有孔虫丰度相差较大，可根据任务需要确定采样量。陆坡至深海沉积物取样量一般推荐2 g~10 g干样；
- c) 确保样品不产生混样和污染，并认真填写、记录站位和样品信息；
- d) 将壳径大于0.15 mm的有孔虫镜检，一般对于浮游有孔虫建议鉴定到种，对于底栖有孔虫的优势种类应鉴定到种，其他可鉴定到属或归为生态类别（例如，瓶虫类），注意记录有孔虫的磨损、破碎和溶蚀现象等保存情况；
- e) 有孔虫群落统计时，如全样中大于0.15 mm的壳体不足300个则计数全样；若壳体数量太多时，可利用分样器或对角线分样法划分样品计数分样，每个分样样品鉴定统计建议不少于300个有孔虫；建议浮游有孔虫分样壳体数量镜检约300个，底栖有孔虫分样壳体镜检约150个；
- f) 对各鉴定种类的统计最后需换算为相对丰度，以百分含量（%）表示；或根据任务要求换算成绝对丰度，单位以个每克干样表示；对于表层沉积样品，也可以采用个每平方厘米表示。

15.1.2 调查要素

主要包括测定有孔虫的总体群落和活体群落的主要类群组成、优势种、丰度和群落结构。

15.2 样品采集

15.2.1 取样和处理

深海的沉积物中陆源碎屑相对少，沉积物颗粒细，沉积速率较慢，有孔虫含量多。样品用蒸馏水或自来水浸泡分散，经过0.063 mm孔径网筛的水洗，之后烘干便可直接用于有孔虫标本的制作。取样记录于表A.34。

15.2.2 沉积遗壳的采集和保存

采集有孔虫遗壳样品，需要沉积物采样工具（如箱式采样器、多管采样器、重力采样器等）并在海洋调查船上进行。样品应冷藏保存，也可以根据工作任务需要，在现场处理（如用虎红染色，以区分活体和遗壳）后，再密封冷藏（4℃）保存。

15.2.3 活体有孔虫的采集和保存

要求如下：

a) 对于活体有孔虫调查，采集表层沉积物（一般为沉积物表面0 cm~2 cm，但也可根据任务需求研究表层0 cm~15 cm的沉积物）进行酒精固定，样品以虎红溶液染色48 h以内，再进行样品处理和分析，以区分活体和遗壳；

b) 用于分子鉴定的样品，需采集现场沉积物中的活体有孔虫，冷藏或超低温冷冻保存，回实验室进行处理和分析。

15.3 样品分析

按照GB/T 34656—2017中7.5的要求处理和分析有孔虫样品。

15.4 资料整理

按照GB/T 34656—2017中4.5的要求整理相关资料，相关结果记录于表A.35。

16 微型底栖生物

16.1 技术要求和调查要素

16.1.1 技术要求

技术要求主要包括以下方面：

- a) 采集未受扰动的沉积物样品；
- b) 个体丰度以个每10平方厘米或个每立方厘米表示；
- c) 生物量以微克每10平方厘米的碳量或微克每立方厘米的碳量表示。

16.1.2 调查要素

主要包括测定底栖原生动物和底栖微藻的主要类群的组成、丰度和优势类群等。

16.2 样品采集

16.2.1 采样设备

要求如下：

- a) 多管取样器：可携带8支（取样管内径为9.5 cm）取样管。条件允许时，以使用电视多管取样器为佳；
- b) 沉积物样品分样器具：包括多管分样器、切割片、洗瓶、漏斗等；
- c) 船上支撑设备：同大型底栖动物调查。

16.2.2 海上采样

宜与小型底栖动物调查同步，每站取2管沉积物样，用于环境因子分析的沉积物样品可与小型底栖动物共享。

16.2.3 样品现场处理

要求如下：

a) 根据调查任务和实验要求设计分层采样。浅海采样时，一般将芯样按照每1 cm~2 cm深度垂直分层；深海采样需根据实验要求进行分层。对于多管采样器获得的沉积物样品，可直接利用分样器进行分层切片；

b) 用于沉积物环境因子分析的样品，可仅取表层样或与生物样品的分层一致。用于沉积物粒度分析的样品应将各相应分层子样保存至 4 °C冰箱中冷藏，而用于含水量、有机质含量、有机氮含量及叶绿素a和脱镁叶绿素a等的测定的子样应保存于-80 °C或-20 °C冰箱中；

c) 用于分子多样性分析的样品，可直接取表层1 cm的沉积物，放入无菌塑料袋中超低温冷冻保存。

16.2.4 样品固定与保存

要求如下：

a) 各分层样品用等体积的4 %的戊二醛固定，最终浓度为2 %，加入固定液后应立即摇匀，置于阴凉处存放；

b) 用于活体原生动物分离和培养的沉积物样品，直接在现场或带回实验室处理；

c) 用于分子多样性分析的样品，可直接将各分层沉积物保存至 -80 °C超低温冰箱中，用于真核微生物DNA和RNA的提取。

16.2.5 记录

多管采样过程应填写表A.31。微型底栖生物样品现场处理后，对于已装瓶和装袋的每号分样，需投入已填写好的标签并填写表A.34。记录表、标签和样品瓶号应严格核对。

16.3 样品分析

按照HY/T 140—2011中8.4和9.1的要求处理和分析微型底栖生物样品，分析结果记录于表A.35。

16.4 资料整理

按照 GB/T 34656—2017 中 4.5 的要求整理相关资料。

17 结核（结壳）动物

17.1 技术要求和调查要素

17.1.1 技术要求

要求如下：

a) 采泥样面积：每站不小于0.25 m²；

b) 种类鉴定计数：常见种须给出种名，按种计数。

17.1.2 调查要素

包括确定附着于结核的动物的丰度和种类结构。

17.2 样品采集

17.2.1 主要仪器设备

要求如下：

- a) 箱式取样器同13.2.1；
- b) 船舶支撑设备同13.2.1。

17.2.2 海上采样与样品保存

17.2.2.1 固定液

要求如下：

- a) 中性甲醛溶液（5 %）；
- b) 酒精溶液（75 %）。

17.2.2.2 采样和保存

使用0.25 m²的箱式采样器采集沉积物表层结核样品，现场结核样品按如下步骤处理：

- a) 去除箱式取样器中的表层水，对沉积物表层的结核进行拍照；
- b) 随机选取8个结核，用海水小心清洗，去除结核表面的沉积物；
- c) 结核先于浓度为4 %的甲醛缓冲液中保存数天，之后转移至广口瓶中，用浓度为70%的酒精固定保存；整个操作过程中，结核应始终保持湿润，防止干燥，结核在不同容器间转移时应小心操作，防止结核破碎。

17.2.2.3 记录

每站采样结束，应立即填写结核动物取样记录表（表A.36）。

17.2.2.4 填写标签

已装瓶的每号样品，需投入已填写好的标签，标签字迹清晰，保留采样站位、时间等关键信息。一般按调查采样站位先后等以代号编排。

17.3 样品分析

17.3.1 样品核对与登记

调查船返航后，应认真核对样品和采样记录是否相符。

17.3.2 样品鉴定与计数

回陆上实验室后，样品按下列步骤处理：

- a) 标本分离按站进行，并进一步清除样品内的残留杂质；
- b) 个体较大的动物标本用体式显微镜进行鉴定、计数，个体较小的动物标本用高倍光学显微镜或扫描电子显微镜进行鉴定、计数，常见种应鉴定到种，疑难种可在咨询分类专家后给出相应的分类学信息；

c) 经鉴定的样品根据分类信息进行分装,并及时加入固定液,鉴定时发现某号样品中出现两种以上,应立即分开,另编新号,并种类鉴定和数量等信息记录于结核动物分析记录表(表A.37)。

17.3.3 结核表面积

要求如下:

a) 将结核分为三类(A、B、C)分别计算其暴露于海水部分表面积:

1) A类结核:个体较小,球径一般小于4 cm,形状规则,表面光滑,整体位于沉积物界面之上;

2) B类结核:圆形或卵圆形,平均球径约5 cm,表面粗糙,部分埋藏于沉积物中;

3) C类结核:个体较大,部分埋藏于沉积物中,沉积物以上部分由结节或瘤状突起,表面粗糙。

b) 表面积计算方法如下:

1) 根据球面积计算公式 $S=4\pi r^2$ 估算结核表面积;

2) 根据取样时拍摄的整体俯视图,使用图像处理软件计算表面积;

3) 将结核上的突起与结核分离开,如突起部分高度小于30 mm,则按照b)方法估算结核及其突起的总体表面积,如突起部分高度大于30 mm,突起部分表面积按圆柱形估算,结核部分表面积按照b)方法估算。

17.4 资料整理

17.4.1 数值计算

种类数和个体数分别换算为:种/cm²和ind./cm²。

17.4.2 填写报表

所得结核动物的种类及其个体密度记录于结核动物分析记录表(表A.37)。

17.4.3 种类名录表

按分类系统顺序,列出调查海区结核动物种类名录表。

18 底栖鱼类与食腐动物

18.1 有饵观测

18.1.1 技术要求和调查要素

使用带饵定时照相机,工作时间为7~10天,调查底栖鱼类和食腐动物的种类结构、对食物来源的趋向性和活跃程度。

18.1.2 主要仪器设备

要求如下:

a) 深海照相系统:由照相机、闪光灯、电源、金属支架组成,可在水深6000多米的海底摄取大于1平方米的海底表面,相机光学像素不小于200万;

b) 深海着陆器系统,带有饵料的框架,用于吸引附近的食腐动物;

c) 其他辅助仪器:浮球或浮体材料、释放器、重块;

d) 有条件可配备海流计，记录海底流速和流向；可配备多参数水质分析仪（CTD），记录海底温、盐、深等参数。

18.1.3 仪器准备与操作过程

要求如下：

a) 仪器准备

1) 照相机及其配件应固定在深海着陆器系统的合适位置上，与诱捕装置保持一定距离，使相机在拍摄过程中能够获得最佳的拍摄角度和视野；照相机拍摄间隔一般设置为30秒；

2) 海流计、CTD等在投放前开启仪器并进行设置，数据采集时间间隔不大于30秒；

3) 连接浮球、海流计、CTD、照相机、诱捕装置、释放器和重块。

b) 仪器投放与回收

1) 投放：将仪器吊放入水中，使整个系统（包括沉降重块）以自由落体方式或利用投放装置投放到海底预定位置，站位经纬度、投放时间等信息记录于海洋食腐动物作业记录表（表A.38）；

2) 回收：调查船达到调查站位，在船上使用释放器甲板单元对海底释放器发出指令，抛弃重块，整个系统靠浮力上浮至海面并回收至甲板，回收至甲板后应检查各仪器外观和连接部位情况，将回收时间及站位经纬度信息记录于Lander诱捕观测作业记录表（表A.38）。

18.1.4 采样与样品处理

诱捕获取的底栖鱼类与食腐动物在现场拍照后，应按照种类分别装入样品瓶中写好标签，加入5 % 甲醛溶液或75 % 乙醇溶液保存，分子生物学研究用途的样品做完记录后视个体大小取全部或部分组织放入液氮或-80 °C超低温冰箱，采样记录于表A.39。

18.1.5 数据处理

要求如下：

a) 将采集到的图像数据、海流数据和水文数据下载并保存到电子介质中；

b) 根据照片对食腐动物进行种类鉴定，常见种应鉴定到种，疑难种根据相应的分类依据或咨询分类专家，鉴定到尽量高的种类水平，并填写海底食腐动物视像分析记录表（表A.40）。

18.1.6 样品分析

要求如下：

a) 样品核对与登记：调查船返航后，应认真检查样品和采样记录是否相符，核对每站样品数量和标签，若发现标签损坏和不清，应与原始记录核对，并更换标签；

b) 样品挑选、鉴定、计数：回陆上实验室后，样品按下列步骤处理：

1) 标本分离按站进行，并进一步清除样品内的残留杂质；

2) 在体式显微镜下鉴定生物样品种类，常见种必须鉴定到种，疑难种可在咨询分类专家后给出相应的分类学信息；

3) 经鉴定的样品以种为单位分装，并及时更换固定液，鉴定时发现某号样品中出现两种以上，应立即分开，另编新号，填写记录表（表A.25），同时投放鉴定标签。

18.2 无饵观测

18.2.1 技术要求和调查要素

使用定时照相机，工作时间为1年，研究无饵状态下，海底食腐动物的群落结构和活跃程度。

18.2.2 主要仪器设备

同18.1.2，但不包含诱捕装置。

18.2.3 仪器准备与操作过程

要求如下：

a) 仪器准备

1) 照相机及其配件应固定在金属支架的合适位置上，使相机在拍摄过程中能够获得最佳的拍摄角度和视野；照相机拍摄间隔一般为1小时一次；

2) 海流计、CTD等在投放前开启仪器并进行设置，数据采集时间间隔不大于1小时；

3) 连接浮球、海流计、CTD、照相机、释放器和重块。

b) 仪器投放与回收

同18.1.3.2。

18.2.4 数据处理

同18.1.5。

19 游泳动物

19.1 技术要求与调查要素

19.1.1 技术要求

游泳动物调查的技术要求如下：

a) 视调查区的特点，可选择网具调查、渔业声学调查或两者相结合的调查方法。根据调查对象群体的不同生活阶段（产卵、索饵、越冬）确定调查时间和调查范围，并结合调查目的、游泳动物洄游规律和海底地形地貌等环境条件确定调查断面和站位等调查计划；

b) 网具调查应选取选择性能小的网具作为调查网具，如采用拖网调查，拖速应根据调查对象游泳能力的强弱和调查船的性能综合考虑，调查游泳能力较弱的游泳动物时以2 kn ~3 kn为宜，调查游泳能力强的游泳动物时以3 kn ~4 kn左右为宜。采用其他网具调查，则根据网具性能采用不同的操作方式；

c) 渔业声学调查应选择频率38 kHz或70 kHz的为宜，在调查开始及航次结束时，应严格按照本部分的要求对回声探测—积分系统各进行一次声学校正，以确保原始声学数据的准确性；渔业声学调查一般选择调查对象分布较为集中、分布格局较为稳定的时期进行。另外，调查时间的选择还应考虑调查对象的分布特点及环境、海况因素。

19.1.2 调查要素

调查要素包括游泳动物的种类组成、数量分布、群体组成，生物学和生态学特征及其时空变化等。

19.2 样品采集

19.2.1 主要仪器设备

19.2.1.1 调查网具：调查网具包括底层拖网、变水层拖网、灯光围网、灯光敷网、灯光罩网、流刺网、钓具等，在特殊海域或对特定调查对象调查时，应因地制宜地选择最适网具，且必须备有备用网具和充足的渔具属具。

19.2.1.2 调查仪器设备：主要仪器设备包括解剖镜（体视显微镜）、显微镜、台秤、电子秤、天平（感量 0.1 g，0.01 g 和 0.001 g 各一台（杆）、量鱼板（长度 500 mm，每格 1 mm）、解剖刀和卷尺；以及科学探鱼仪（38 kHz 或 70 kHz）及其配件等。

19.2.2 样品采集和保存

19.2.2.1 样品采样：如采用拖网方式采样，放网的位置要综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，临放网前要准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中要尽可能保持拖网方向朝着标准站位，记录鱼群映象出现的水层、经、纬度和拖网速度的改变情况，要注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常时，应视其情况改变拖向或立即起网。起网时间以起网机开始卷收曳纲的时间为准。如遇严重破网等重大事故导致采样数量不足，应重新拖网。采样记录如表 A.41。其他网具调查可根据具体调查方式进行采样，并做好相应记录于表 A.41。

19.2.2.2 样品取样和保存：游泳动物样品总重量在 30 kg~40 kg 以下时，全部取样分析，大于 40 kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从样品中随机取出分析样品 20 kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录准确的样品重量（kg），并从其中再留取特殊需要的样品，如不同体长组的年龄、胃含物和怀卵量的样品等。样品如不在现场分析，应装箱（袋）扎好标签，做好记录，核对无误后及时冰鲜或速冻或浸制。如是小型标本要装好瓶子放好标签，用 5 % 的甲醛或工业酒精固定带回。

19.3 样品分析

按照 GB 12763.6—2007 中 14.3 的要求处理和分析鱼类、虾类、蟹类和头足类等游泳动物样品，分析结果记录于表 A.42。

19.4 资料处理

按照 GB 12763.6—2007 中 14.4 的要求整理和统计，并填写相关结果记录于表 A.43。渔业声学调查数据处理包括声学数据的预处理、生物学数据的预处理和映像分析和积分值分配等，预处理时需要排除偶尔出现的非生物来源回波信号，如气泡、不规则海底及本底噪声等，对原始积分值进行必要的修正；并以基本积分航程单元为单位进行映像分析和积分值判读。根据生物学取样资料和映像特征来鉴别产生回波映像的目标生物种类，并将预处理后的总积分值分配给对回声积分作出贡献的每一生物种类。具体处理方法可参考 GB 12763.6—2007 中附录 G。

20 海洋哺乳动物和鸟类

20.1 技术要求与调查要素

以调访和观测等途径，对海洋哺乳动物和鸟类进行调查，主要调查鳍足类和鲸类等海洋哺乳动物和鸟类的种类组成、群体数量、群体结构、行为模式及环境信息。观察过程中应尽可能降低对目标动物的干扰。

20.2 主要仪器设备

要求如下：

a) 调查船的主要仪器和设备应具备能在调查海域（区）中定位的卫星定位仪；调查船上具有固定的目视观测平台，观测平台到海平面的垂直距离在5米左右；

b) 主要仪器设备包括望远镜、超长焦镜头相机（100~400 mm变焦为宜）、摄像机、GPS定位仪、测距仪、测深仪、角度盘等。

20.3 调查方法

20.3.1 调查区域选择

要求如下：

a) 对调查海域（区）的调查路线进行设计，设计的调查路线（截线或“之”字形路线）应覆盖调查海域（区），确保调查海域（区）的调查努力量平均分布；

b) 海上调查通常选择能见度较高（≥500 m）、风浪较小（海况≤3级）的天气情况下进行；调查船按照设计好的调查路线行进，船速控制在15 km/小时左右。

20.3.2 观测方式

要求如下：

a) 目视观测在观测平台上使用望远镜并结合肉眼进行观测进行。左、右观测范围为各自一侧100°的范围，即以航线方向为0°，从各自一侧90°到越过中线10°的水域。视野略微越过中线能保证在中线位置上的发现概率。左、右观测者在90 %以上时间内使用望远镜观测；中间记录者负责数据记录和左右90°的观测范围，有利于动物距离考察船较近时也能被发现；

b) 发现动物后需要收集的信息包括发现的准确时间和GPS位点、动物与调查船间的直线距离以及与考察线路之间的夹角、动物数量、群体结构、外形特征（体色）和行为模式等，有条件时可记录周围的环境信息（潮汐状况、栖息地类型、人类活动情况、水深、水温、盐度、叶绿素 a 和pH值等），记录表格详见附表A.44；

c) 条件允许时，可结合GPS跟踪技术的遥测等观测方法与手段进行调查。

20.4 资料处理

详细统计海洋哺乳动物和鸟类观测期间出现的几率、种类和数量，绘制海洋哺乳动物和鸟类观测结果统计表（表A.45）；鸟群密度可利用DISTANCE软件计算，若资料不足，无法以DISTANCE软件计算时，可用下面公式计算：

$$D = \frac{n \times 10000}{\pi \times r^2 \times C} \dots\dots\dots (24)$$

D：鸟类种群密度，每公顷只数；

n：特定基础半径内所记录的总只数；

r：特定基础半径，在此半径内大部分的鸟可察觉到，单位为 m；

C：调查次数。

21 食物网

21.1 技术要求与调查要素

21.1.1 技术要求

要求如下：

- a) 采用稳定同位素法分析，其中 $\delta^{13}\text{C}$ 值的分析精度为 $\pm 0.2\text{‰}$ ， $\delta^{15}\text{N}$ 的分析精度为 $\pm 0.2\text{‰}$ ；
- b) 尽可能采集各个营养级样品，建议除个别类群外每份样品干重不低于0.5 g。

21.1.2 调查要素

调查要素包括沉积物有机物、水体悬浮颗粒物及不同类群生物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{15}\text{N}$ 值，不同类群生物的营养级和食物源贡献率。

21.2 样品采集

21.2.1 海上采样

要求如下：

- a) 利用箱式取样器或多管取样器采集沉积物样品，具体按照13.2.2的要求进行，现场采集表层0~1 cm未受扰动的沉积物样品装入样品袋中；
- b) 水体悬浮颗粒物样品由CTD采集海水获得，参照表1水层采集海水样品，水样经过200 μm 筛绢预先过滤后装入大体积桶内；
- c) 利用小型浮游生物拖网采集200 m以浅浮游植物样品，具体按照9.2.3中网采的要求进行；
- d) 利用大、中型浮游生物网和多联浮游生物网采集不同水层的浮游动物样品，具体操作按照10.2.3的要求进行；
- e) 鱼类浮游动物样品按照11.2.3的要求采集；
- f) 巨型底栖动物样品按照12.2.2的要求采集；
- g) 大型底栖动物样品按照13.2.2的要求采集；
- h) 小型底栖动物按照14.2.2的要求采集；

- i) 底栖鱼类与食腐动物样品按照18.1.3和18.2.3的要求采集;
- j) 游泳动物样品按照19.3的要求采集。

21.2.2 样品现场处理与保存

要求如下:

- a) 沉积物样品采集后写好标签冷冻保存, 以液氮或-80 °C冰箱保存为佳;
- b) CTD采集的海水可利用过滤器抽滤过滤到Whatman GF/F玻璃纤维滤膜上(过滤压力不超过450 kPa), 所用滤膜应事先经过450 °C预灼烧4 h, 海水过滤体积不少于20 L; 滤膜做好标签后冷冻保存, 以液氮或-80 °C冰箱保存为佳;
- c) 浮游植物样品采集后, 先用200 μm筛绢过滤去除浮游动物, 再利用过滤器将浮游植物过滤到Whatman GF/F玻璃纤维滤膜上(过滤压力不超过450 kPa), 所用滤膜应事先经过450 °C预灼烧4 h。将滤膜编号登记后冷冻保存, 以液氮或-80 °C冰箱保存为佳;
- d) 浮游动物和鱼类浮游动物样品采集后, 静养2 h排除消化道内含物, 在台式解剖镜下分选并分类, 挑选较大个体的浮游动物样品和优势种分别装瓶, 做好标签, 放入液氮或-80 °C或-20 °C冰箱保存;
- e) 巨型底栖动物, 游泳动物, 底层鱼类, 食腐动物等类群采集后, 挑取出肌肉组织, 写好标签并登记好后冷冻保存, 以液氮或-80 °C冰箱保存为佳;
- f) 含大型底栖动物的沉积物样品现场用250 μm网筛淘洗, 现场在体视镜下挑选动物样品, 不同类群按如下要求挑取组织冻存: 多毛类以及较小个体的类群选取整体, 双壳类选取闭壳肌, 腹足类选取腹足部分, 甲壳类选取肌肉组织冻存; 每个类群干重不低于100 mg;
- g) 含小型底栖动物的沉积物样品现场用32 μm网筛淘洗, 有条件的可在现场利用Ludox离心法分离收集小型底栖动物样品, 冷冻保存, 以液氮或-80 °C冰箱保存为佳。

21.2.4 记录

每站采样结束, 应立即填写食物网分析样品采集登记表(表A.46)。已装瓶的每号样品, 需投入已填写好的标签, 标签字迹清晰, 保留采样站位、时间等关键信息。一般按调查采样站位先后, 样品种类等先后以代号编排。

21.3 样品分析

21.3.1 样品预处理

上述样品带回实验室后, 按如下要求预处理:

- a) 沉积物样品经冷冻干燥48 h后研磨成粉末待用;
- b) 水体悬浮颗粒物滤膜和浮游植物滤膜用浓盐酸酸熏24 h, 冻干后刮去滤膜表层全部样品装入锡囊待测;
- c) 浮游动物样品解冻后, 使用去离子水清洗后放入冷冻干燥机冷冻干燥48 h, 装入锡囊待测;
- d) 各类动物组织样品用去离子水清洗后放入冷冻干燥机冷冻干燥48 h, 研磨成粉末待测。

21.3.2 样品分析

各类样品预处理完毕后，取适量装入锡囊，送入稳定同位素比值质谱仪测定碳氮稳定同位素组成。碳氮同位素组成分别以国际通用的PDB（Peedee Belemnite Carbonate）和大气氮作为参考标准以 δ 值形式报告。

21.4 资料整理

21.4.1 碳氮稳定同位素比值计算

碳氮稳定同位素比值通过下列公式进行计算：

$$\delta X = [(R_{\text{样品}} - R_{\text{标准}}) / R_{\text{标准}}] \times 10^3 \dots\dots\dots (25)$$

其中： X 为所测定的稳定同位素种类（ ^{15}N 或 ^{13}C ）；

$R_{\text{样品}}$ 为样品的同位素比值， $R_{\text{标准}}$ 为标准样品的同位素比值；

对于碳同位素 $R = ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ，以国际标准物质PDB为标准物质，对于氮同位素， $R = ^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ，以空气中的 N_2 为标准物质；

计算结果记录于表A.47。

21.4.2 食源贡献率计算

对于采集到的潜在食源基于碳稳定同位素来确定不同食物对消费者的贡献率。该贡献率可利用IsoSource软件进行分析计算，计算公式如下：

$$\delta M = f_A J_A + f_B J_B + \dots + f_N J_N \dots\dots\dots (26)$$

$$f_A + f_B + \dots + f_N = 1 \dots\dots\dots (27)$$

其中 δM 代表所测消费者的同位素比值；

J_A 、 J_B ... J_N 代表潜在食源稳定同位素比值；

f_A 、 f_B ... f_N 代表潜在食源的贡献率；

计算结果记录于表A.47。

21.4.3 营养级计算

不同生物体所处营养级可用氮稳定同位素比值的高低来表征，其具体的计算公式如下：

$$TL = \lambda + (\delta^{15}\text{N}_{\text{消费者}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{基准生物}}) / \Delta\delta^{15}\text{N}_{\text{平均}} \dots\dots\dots (28)$$

其中：TL 为营养级；

λ 为基准生物营养级，一般根据所研究的生物群体取值1，2，3；

$\delta^{15}\text{N}_{\text{消费者}}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{基准生物}}$ 、 $\Delta\delta^{15}\text{N}_{\text{平均}}$ 分别是所测消费者、基准生物和平均每一营养级富集的 $\delta^{15}\text{N}$ 值；

基准生物应根据所研究的区域和生物种类来选择合适的基准生物，需要根据生物个体的活动范围小、生物周期相对长、易收集、分布广泛、营养级位置低等条件进行综合考量。计算结果记录于表A.47。

附 录 A

(资料性附录)
海洋生物调查和分析记录表格式

表 A.1 叶绿素采样记录表

共__页 第__页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 采样日期 (UTC) _____年____月____日
实测站位经度 (E/W) _____度____分____秒 纬度 (N/S) _____度____分____秒
水深_____m 透明度_____m 水色_____ 天气状况_____ 海况_____
滤膜类型_____ 滤膜孔径_____μm 抽气负压_____kPa 储样条件_____

序号	预定深度 m	实测深度 m	采水时间 时：分	水样号	过滤时间 时：分	过滤水样量 cm ³	滤膜 贮存号	备注
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

采样_____ 记录_____ 过滤_____ 校对_____ 审核_____

表 A.2 叶绿素（萃取荧光法）测定记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水深_____m

实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒

采样日期（UTC）_____年_____月_____日 测定仪器_____ 仪器编号_____ 滤膜型号_____

提取液体积_____cm³ 空白值：_____ 测定日期_____年_____月_____日

序号	实测深度 m	采样时间 时：分	过滤水样量 cm ³	提取瓶号	酸化前 荧光读数 F _b	酸化后 荧光读数 F _a	叶绿素 a 浓 度 mg/m ³	脱镁叶绿 酸浓度 mg/m ³	备注
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

测定_____ 计算_____ 校对_____ 审核_____

表 A. 2-1 叶绿素（萃取荧光法）测定记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水深_____m
实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒
采样日期(UTC)_____年_____月_____日 测定仪器_____ 仪器编号_____ 滤膜型号_____
提取液体积_____cm³ 空白值_____ 测定日期_____年_____月_____日

序号	实测深度 m	采样时间 时：分	过滤水样量 cm ³	提取瓶号	叶绿素 a 浓度 mg/m ³	脱镁叶绿素 a 浓度 mg/m ³	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

测定_____ 计算_____ 校对_____ 审核_____

表 A.3 水体叶绿素 *a* 粒级结构测定记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水深_____m
实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒
采样日期(UTC)_____年_____月_____日 测定仪器_____ 仪器编号_____ 滤膜型号_____
过滤体积_____cm³ 提取液体积_____cm³ 空白值: _____ 测定日期_____年_____月_____日

序号	实测 深度 m	> 20 μm			2~20 μm			0.2~2 μm		
		酸化前 荧光读数 R _b	酸化后 荧光读数 R _a	叶绿素 <i>a</i> 浓度 mg/m ³	酸化前 荧光读数 R _b	酸化后 荧光读数 R _a	叶绿素 <i>a</i> 浓度 mg/m ³	酸化前 荧光读数 R _b	酸化后 荧光读数 R _a	叶绿素 <i>a</i> 浓度 mg/m ³
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

采样_____ 测定_____ 校对_____ 审核_____

表 A.4 沉积物叶绿素(萃取荧光法)取样、测定记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 调查船_____ 航次_____ 站号_____

着底经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 水深_____m 采样器类型_____

采样管内径_____cm 芯样号_____ 沉积物类型_____ 测定仪器_____

采样时间 (UTC) _____年____月____日____时____分至____月____日____时____分

着底时间 (UTC) _____年____月____日____时____分 测定日期_____年____月____日

序号	层次 cm	样品 编号	沉积物 湿重 g	提取液 体积 cm ³	酸化前 荧光读数 F _b	酸化后 荧光读数 F _a	叶绿素 a mg/m ³	脱镁 叶绿酸 mg/m ³	叶绿素 含量 1 mg/m ³	样品 干重 mg	叶绿素 含量 2 μg/g
1	0~1										
2	1~2										
3	2~3										
4	3~4										
5	4~5										
6	5~6										
7	6~7										
8	7~8										
9	8~9										
10	9~10										
备注											

采样_____ 测定_____ 校对_____ 审核_____

表 A.5 初级生产力采样、过滤、测定记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 采样日期(UTC)____年____月____日

水深_____m 水色_____ 透明度_____m 盐度_____ 温度_____℃

天气状况_____ 海况_____ 海表光辐照强度_____μmol/(m²S) 加入 ¹⁴C 量_____kBq

培养时间_____日_____时_____分至_____日_____时_____分 测定日期_____年____月____日

序号	相对光强 %	预定深度 m	实测深度 m	采样时间 时：分	水样编号	培养瓶号	过滤体积	贮存瓶号	初级生产力 mg/(m ³ ·h)	叶绿素 a 浓度 mg/m ³	生产力指数 mgC/(mgChla h)	备注
1						白瓶						
						黑瓶						
						零时						
2						白瓶						
						黑瓶						
						零时						
3						白瓶						
						黑瓶						
						零时						
4						白瓶						
						黑瓶						
						零时						
5						白瓶						
						黑瓶						
						零时						
6						白瓶						
						黑瓶						
						零时						

采样_____ 测定_____ 校对_____ 审核_____

表 A.6 微生物现场采样记录表

海区_____ 船名_____ 航次_____ 采样器_____ 站号_____ 共_____页 第_____页
实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 水深_____m
采样时间 (UTC) _____年_____月_____日_____时_____分 至_____日_____时_____分

序号	样品类型	层次	样号	微生物计数分样	扩增子分析分样
				分样号	分样号
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
记 事					

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.7 微生物取样、分析记录表

共____页 第____页

航次/航段_____ 调查船_____ 海区_____ 采样日期_（UTC）_____年____月____日至_____年____月____日

序号	样品编号	站位	取样设备	采样日期（UTC） 年/月/日	经度(E/W) 度 分 秒	纬度(N/S) 度 分 秒	水深 m	样品类型	分析内容	备注（保藏方式）
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.8 海洋水体细菌数量直接计数记录表

共____页 第____页

海区 _____ 船名 _____ 航次 _____ 采样器 _____ 计数方法 _____

站号	样号	最大水深 m	水层 m	采样时间 (UTC)	计数时间	加样量 cm ³	各 视 野 细 菌 数 cells								平均 cells	总菌数 cells/dm ³	备 注
记事																	

分 析 _____ 记 录 _____ 校 对 _____ 审 核 _____

表 A.9 微生物 16S rRNA 基因扩增子数据分析信息表

共 页 第 页

海区_____ 船名_____ 航次_____

[illegible]

测定_____ 计算_____ 校对_____ 审核_____

表 A.10 海洋微微型光合浮游生物海上采样记录表

共 页 第 页

海区_____ 调查船_____ 采水器_____

采样日期 (UTC) _____ 年 _____ 月 _____ 日至 _____ 年 _____ 月 _____ 日 分析日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

[illegible]

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.11 海洋微微型光合浮游生物测定结果记录表

共____页 第____页

海区_____ 调查船_____ 仪器型号_____ 仪器编号_____

采样日期（UTC）：_____年____月____日至____月____日 分析日期：_____年____月____日

序号	站位	水层 m	样品 编号	采样 日期	电压 V					激光功率 mW	流速 mm ³ /min	进样时间 min	获 取 细 胞 数 cells			样品体积 mm ³		细胞密度 cells/ cm ³		
					FS	SS	FL1	FL2	FL3/阈值				Pro	Syn	PEuk	无添 加物	含添 加物	Pro	Syn	PEuk
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
备注																				

分析_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.12 浮游生物海上采样记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____

站号_____ 实测站位经度(E/W)_____度____分____秒 纬度(N/S)_____度____分____秒

水深_____m 采样时间 (UTC) _____年____月____日____时____分 至____时____分

采样项目		瓶号	绳长 m	倾角(°)		流量计读数		备 注
				开始	终了	开始时	结束时	
拖网	网							
	网							
	网							
	网							
	网							
采水						采水量 cm ³		
	层							
	层							
	层							
	层							
	层							
	层							
	层							
	层							
海况:								

采样_____记录_____校对_____ 审核_____

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水层(或绳长)_____m
样品编号_____ 采样日期(UTC)_____年_____月_____日 计数日期_____年_____月_____日
浓缩体积_____cm³ 计数体积_____cm³ 滤水(或采水)量_____m³

[illegible]

注：本表适用于浓缩计数法的记录。

计数 _____ 校对 _____ 审核 _____

表 A.14 水采（微、小型）浮游生物标本个数计数记录表

共_____页 第_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水深_____m

样品编号_____ 层次_____m 采样日期 (UTC) _____年____月____日

浓缩体积_____cm³ 计数日期_____年_____月_____日 计数体积_____cm³

[illegible]

注：本表适用于沉降计数法的记录。

计数 _____ 校对 _____ 审核 _____

海区_____ 船名_____ 航次_____

[illegible]

GB/T ××××—××××
制表_____ 校对_____ 审核_____

表 A.16 浮游生物分层拖网采样记录表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____ 水深_____m
实测站位经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 网型_____ 网口面积_____m²
采样时间(UTC) _____年_____月_____日_____时_____分至_____日_____时_____分

采样层次 m	瓶号	绳长 m		流量计读数		滤水量 m ³	备注
		开始	结束	开始时	结束时		
原始电子文档号			存储电子文档号				
海况:							

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

海区_____ 船名_____ 航次_____

[illegible]

记 录_____校 对_____审 核_____

表 A.18 大、中型浮游生物湿重生物量测定记录表

共_____页 第_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 测定日期_____年_____月_____日

[illegible]

测定_____ 计算_____ 校对_____ 审核_____

表 A.20 大、中型浮游生物数量统计表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____

站号	经度(E/W) 度 分 秒	纬度(N/S) 度 分 秒	采样日期 (UTC)	水深 m	层次 m	类别	中文种名	拉丁种名	个数	密度 ind/m ³	生物量 mg/m ³	备 注

制表_____ 校对_____ 审核_____

采样时间 (UTC) _____年____月____日____时____分至____时____分

序号	网目类型	网口面积 (m ²)	流量计读数				备 注
			入水读数	出水读数	转数	滤水量(m ³)	
1							
2							
3							
4							
水平拖曳		(是/否)	拖曳深度			拖曳时间	
记事（海况）：							
采样船时_____时_____分至_____时_____分							

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.22 鱼类浮游生物计数记录表

共____页 第____页

样品编号_____ 站号_____ 水深_____ m 绳长_____ m 水层 _____m

滤水量_____m³ 取样_____ 采样日期_____年____月____日 计数日期_____年____月____日

序号	种 名	发育阶段	数 量	全网个数	密度 (ind./m ³)	备 注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
总计		鱼 卵				
		仔稚鱼				

计数_____ 校对_____ 审核_____

表 A.23 巨型底栖动物采样与分析记录表（拖网）

第 ____ 页 共 ____ 页

海区 _____ 船名 _____ 航次 _____ 站号 _____ 编号 _____
底质 _____ 网型 _____ 网宽 _____ m 拖网距离 _____ m
拖网时间（UTC） _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时 至 _____ 日 _____ 时
始拖位置：经度(E/W) _____ 度 _____ 分 _____ 秒 纬度(N/S) _____ 度 _____ 分 _____ 秒 水深 _____ m
终拖位置：经度(E/W) _____ 度 _____ 分 _____ 秒 纬度(N/S) _____ 度 _____ 分 _____ 秒 水深 _____ m

序号	种 名	拉 丁 名	数量（ind.）	备 注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

采样 _____ 记录 _____ 校对 _____ 审核 _____

表 A.24 巨型底栖动物采样记录表（潜器）

共____页 第____页

海区：_____ 调查船：_____ 站号（测线）：_____ 设备型号_____ 调查日期（UTC）：____年____月____日

拖体名称				入水时间（UTC）			进入作业高度时间（UTC）			离开作业高度时间（UTC）		收回甲板时间（UTC）	
加挂设备名称													
设备编号													
设备与拖体间距离（m）													
时间 （UTC）	水深 （m）	航向 （°）	航速 （Kn）	经度	纬度	缆长 （m）	离底高度 （m）	水下定位 经度	水下定位 纬度	目标特征记录			

记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.25 巨型底栖动物定量分析记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

编号_____ 水深_____ m 底质_____ 采样设备_____

采样时间（UTC）_____年_____月_____日_____时

序 号	种 类	个 数 ind	密 度 ind/m²	湿重 g	湿重生物量 g/m²
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

鉴定_____ 称重_____ 校对_____ 审核_____

表 A.26 巨型底栖动物标本个数计数记录表（视频和照片）

第 ____ 页 共 ____ 页

海区 _____ 船名 _____ 航次 _____ 站号 _____

观测水深范围 _____ m—_____ m 视像资料采集设备 _____

视像资料采集时间（UTC） _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时—_____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时

序 号	种 类	个 数 ind	密 度 ind/m ²	视频照片文 档名称	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

鉴定 _____ 称重 _____ 校对 _____ 审核 _____

科名_____ 种名_____

[illegible]

鉴定_____记录_____校对_____审核_____

表 A.28 大型底栖动物定量（采泥）取样记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 调查船_____ 航次_____ 站号_____

着底经度(E/W)_____度_____分_____秒 着底纬度(N/S)_____度_____分_____秒 水深_____ m

沉积物取样器_____ 分样面积_____ m² 箱式采样编号_____

采样时间（UTC）_____年____月____日____时____分 至____月____日____时____分

触底时间（UTC）_____年____月____日____时____分

层次	分样（份数）		表层生物	
	样品编号	样品份数	生物类群	生物数量 ind.
上覆水				
0 cm ~3 cm				
3 cm ~ 5 cm				
5 cm ~ 10 cm				
记事：				

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.29 大型底栖动物定量分析记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

编号_____ 水深_____ m 底质_____ 采泥器_____ m²

采样厚度_____ cm 采样时间（UTC）_____ 年_____ 月_____ 日_____ 时

序 号	种 名	个 数 ind	密 度 ind/m ²	湿重 g	湿重生物量 g/m ²
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

鉴定_____ 称重_____ 校对_____ 审核_____

表 A.30 大型底栖动物定量分析种类分布记录表

第 _____ 页 共 _____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____

科名_____ 种名_____

[illegible]

鉴定_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.31 多管取样器采样记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

实测站位经度(E/W)_____度____分____秒 纬度(N/S)_____度____分____秒 水深_____m 采样编号_____

取样管内径_____cm 采样日期（UTC）_____年____月____日至 ____月____日

	下水	着底	上甲板
当地时间			
纬度 (N/S)	度 分 秒	度 分 秒	度 分 秒
经度 (E/W)	度 分 秒	度 分 秒	度 分 秒
水深 / m			
缆长 / m	_____		_____

芯样号	上覆水长度 cm	沉积物长度 cm	管样总长度 cm	备 注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
记 事：				

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.32 小型底栖动物取样记录表

第 ____页 共 ____页

海区_____ 调查船_____ 航次_____ 站号_____

着底经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 水深_____m

采样器类型_____ 采样管内径_____cm 沉积物类型_____

采样时间 (UTC)_____年____月____日____时____分 至____月____日____时____分

触底时间 (UTC)_____年____月____日____时____分

小型底栖动物				叶绿体、有机碳	
层次	芯样号：	芯样号：	芯样号：	层次	芯样号：
				0 cm~1 cm	
0 cm~1 cm				1 cm~2 cm	
1 cm ~2 cm				2 cm~3 cm	
2 cm~3 cm				3 cm~4 cm	
3 cm~4 cm				4 cm~5 cm	
4 cm~5 cm				5 cm~6 cm	
				6 cm~7 cm	
				7 cm~8 cm	
				8 cm~9 cm	
				9 cm~10 cm	
记 事：					

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.33 小型底栖动物计数表

第_____页 共_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号 _____
层次_____cm 样品面积_____cm² 取样器_____ 蕊样号_____
采样日期 (UTC)_____年 _____月 _____日 鉴定日期 _____年_____月_____日

			个体数					丰度				
			个					个/10cm ²				
			32~63 μm	63~125 μm	125~250 μm	>250 μm	小 计	32~63 μm	63~125 μm	125~250 μm	>250 μm	小 计
类 群												
Nematoda												
Gastrotricha												
Priapulida												
Kinorhyncha												
Polychaeta												
Oligochaeta												
Sipuncula												
Tardigrada												
Ostracoda												
Harpacticoida												
Nauplius												
Copepoda												
Isopoda												
Tanaidacea												
Amphipoda												
Acari												
Aplacophora												
Gastropoda												
Bivalvia												
Cumacea												
类群数		合计										

挑选_____ 计数_____ 校对_____ 审核_____

表 A.34 微、小型底栖生物取样记录表

第 ____页 共____页

海区_____ 调查船_____ 航次_____ 站号_____

采样器着底经度(E/W)_____度_____分_____秒 纬度(N/S)_____度_____分_____秒 水深_____m

采样器类型_____ 采样管内径_____cm 沉积物类型_____

采样时间 (UTC)_____年____月____日____时____分 至____月____日____时____分

触底时间 (UTC)_____年____月____日____时____分

层次	芯样号:	芯样号:
	样品编号	样品编号
0 cm~1cm		
1 cm ~2cm		
2 cm~3cm		
3 cm~4cm		
4 cm~5cm		

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.35 微、小型底栖生物分析记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区 _____ 船名 _____ 航次 _____ 站号 _____

编号 _____ 水深 _____ m 底质 _____ 采泥器 _____ 采样面积 _____ m²

采样厚度 _____ 采样时间（UTC） _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时

序 号	种 名	个 数 ind	密 度 Ind./10cm ²	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

鉴定 _____ 校对 _____ 审核 _____

表 A.36 结核动物采样记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号 _____
样品面积_____cm² 取样器_____ 采样日期 (UTC)_____

站 位 工 作 信 息	位置	经度:		纬度:		水深 (m):					
	地理气象	地形特征:					定位实际误差 (偏离设计位置): (m)				
		气象与海况:									
	采样工具				甲板照相推测覆盖率 (%):			海底照相推测覆盖率 (%):			
	工作状态描述										
样 品 种 类	结核类型	样品要素测量							主要形状类型数量 (个)		
		重量 (kg)	数量 (个)	厚度范围 (cm)	宽度范围 (cm)	高度范围 (cm)	丰 度 (kg/m ²)	菜花状	椭球状	其它	
	大型										
	中型										
	小型										
结 核 动 物 描 述											
样品编号 及包装记录											

采样_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.37 结核动物分析记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

编号_____ 水深_____m 底质_____ 采泥器面积_____m²

采样厚度_____ 采样时间（UTC）_____年____月____日_____时

序 号	种 类 名	个 数 ind	密 度 ind/m ²
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			

鉴定_____ 称重_____ 校对_____ 审核_____

表 A.38 Lander 诱捕观测作业记录表

共____页 第____页

航次_____ 调查船_____ 站号_____ 日期_____年____月____日 气象_____

Lander 型号		作业类型		释 放 器 参 数 记 录				
		释放 () 回收 ()		实测电压值: _____V ARM: <u>09E7</u> 释放命令: <u>0955</u> 诊断命令: <u>0949</u>				
时间 (GMT)	水深 (m)	航向 (°)	航速 (kn)	经度 (° 'W)	纬度 (° 'N)	设备离船距离 (m)	目标特征	记录人

整理_____ 校对_____ 审核_____

表 A.39 Lander 采样记录表

共_____页 第_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 站号_____

水深_____ m 底质_____ 采样时间 (UTC) _____年____月____日____时

[illegible]

记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.40 底层鱼类和食腐动物视像分析记录表

第 ____ 页 共 ____ 页

海区 _____ 船名 _____ 航次 _____ 站号 _____

水深 _____ m 采样时间（UTC） _____ 年 _____ 月 _____ 日 至 _____ 年 _____ 月 _____ 日

序号	种 类 名	第一个生物出现时间 (min 或 h)	最多同时出现个数 ind	最多个数出现时间 (min 或 h)	出现频率 (ind/min 或 ind/h)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

鉴定 _____ 校对 _____ 审核 _____

表 A.41 游泳动物海上采集记录表

共____页 第____页

海区_____船名_____航次_____站号 _____拖网号次_____日期_____

风向_____风力_____天气_____气压_____气温_____℃ 表层水温度_____℃

网具类型_____规格_____网囊网目尺寸_____mm

开灯：时间_____位置_____N（S）_____E（W） 水深_____m 拖速_____kn 拖向_____

关灯：时间_____位置_____N（S）_____E（W） 水深_____m 拖速_____kn 拖向_____

曳纲长度_____m 拖网时间_____h 总渔获量_____kg（估计）

样品标本号_____样品重量_____kg(估计) 探鱼仪映像：_____

其它记事：_____

记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.42 游泳动物分析记录表

共____页 第____页

海区_____船名_____航次_____站号_____拖网号次_____日期_____

种 类	取 样 样 品						全网渔获量		备注
	重量/g	尾数 /ind.	最小体 长/mm	最大体 长 mm	最小体 重/g	最大体 重/g	重量/g	尾数 /ind.	

记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.43 游泳动物数量统计表

共_____页 第_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 作业方式 _____ 网型 _____

调查时间_____年_____月_____日至_____年_____月_____日

[illegible]

统计_____ 校对_____ 年_____月_____日

表 A.44 海洋哺乳动物和鸟类观测记录表

共 页 第 页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 海况_____

观测时间 (UTC) _____年_____月_____日_____时_____分 至 _____年_____月_____日_____时_____分

[illegible]

观测_____记录_____校对_____审核_____

表 A.45 海洋哺乳动物和鸟类观测结果统计表

共____页 第____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 海况_____

观测时间（UTC）_____年_____月_____日_____时_____分 至_____年_____月_____日_____时_____分

序号	种 类 名	数量	个体和行为特征描述	是否随船	备 注
记事：					

观测_____ 记录_____ 校对_____ 审核_____

表 A.46 食物网分析样品采集登记表

共_____页 第_____页

海区_____ 船名_____ 航次_____ 采样时间(UTC)____年____月____日至____年____月____日

[illegible]

记录_____

校对_____

审核_____

[illegible]

测定_____ 计算_____ 校对_____ 审核_____