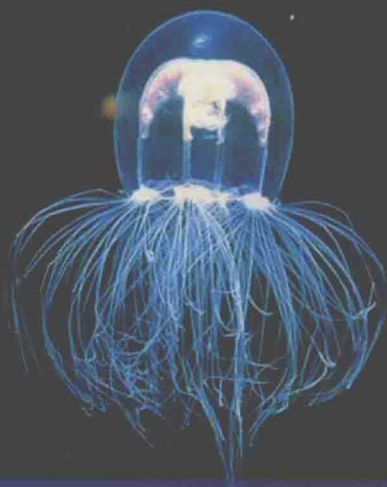


海洋生态环境 监测技术方法培训教材

生物分册



樊景凤 主编



海洋出版社

海洋生态环境监测技术方法培训教材

生物分册

樊景凤 主编

海洋出版社

2018年·北京

内 容 简 介

海洋生物多样性监测是海洋生态环境业务化监测的重要内容,其监测目的是评价生态系统健康状况,监测指标包括浮游植物、浮游动物、底栖生物和游泳动物等。本书作为海洋生态环境监测技术方法培训教材之一的生物分册,分别对海洋浮游植物、海洋浮游动物、大型底栖生物和海洋游泳动物的基本理论知识、监测方法、资料整理和报告编写以及种类鉴定进行简述,以解决海洋生物多样性监测工作中,监测机构普遍反映物种鉴定专业性较强、难度较大,急需开展定期的业务交流和培训,以提高海洋生物多样性监测数据的标准化和规范化的问题。

本书作为海洋生态环境监测技术方法培训教材,主要供海洋生态环境监测从业人员选用。

图书在版编目(CIP)数据

海洋生态环境监测技术方法培训教材. 生物分册/樊景凤主编. —北京:
海洋出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-5210-0198-3

I. ①海… II. ①樊… III. ①海洋环境-生态环境-海洋监测-技术培训-教材②海洋生物-技术培训-教材 IV. ①P71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 219624 号

责任编辑: 郑跟娣 钱晓彬

责任印制: 赵麟苏

出版发行: 海洋出版社

网 址: <http://www.oceanpress.com.cn>

网 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号

邮 编: 100081

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

字 数: 408 千字

发 行 部: 010-62132549

总 编 室: 010-62114335

编 辑 部: 010-62100961

承 印: 北京朝阳印刷厂有限责任公司

版 次: 2018 年 9 月第 1 版

印 次: 2018 年 9 月第 1 次印刷

印 张: 21

定 价: 98.00 元

本书如有印、装质量问题可与本社发行部联系调换

编写委员会

主任：关道明

副主任：霍传林 韩庚辰 王菊英 张志锋

委员：王卫平 姚子伟 王震 樊景凤

李宏俊 陈伟斌 赵骞 赵建华

孟庆辉

序

海洋生态环境监测工作是海洋管理乃至整个海洋事业发展的重要基础性工作。从20世纪70年代初开始渤海和北黄海污染调查至今，我国海洋生态环境业务化监测工作已经走过了近半个世纪的历程，并先后开展了两次全国海洋污染基线调查。监测对象从最初的海洋污染要素发展到目前海洋环境和生态要素并重；监测手段从单一的船舶定点采样监测发展到浮标、卫星、雷达、飞机等综合技术运用的立体化监测和自动化监测，并注重水下滑翔机、水下机器人、无人船和无人机等高新技术的引入；监测范围也已覆盖我国全部管辖海域，并延伸至大洋和极地周边海域。

进入中国特色社会主义新时代以来，我国生态文明建设达到前所未有的高度，“绿水青山就是金山银山”的理念深入人心。当前，“坚决打好污染防治攻坚战，推动我国生态文明建设迈上新台阶”是海洋生态环境保护从业人员的首要任务。新发展理念和渤海综合治理攻坚战对海洋生态环境保护工作提出了更高的要求，全面系统地掌握海洋生态环境监测技术方法，是每个海洋生态环境监测从业人员的专业要求和事业目标。

海洋化学监测是评价海洋环境质量的基础，可以分析海洋污染状况和明确污染来源；海洋生物多样性监测是海洋生态监测的重要内容，可以评价生态系统健康状况；海洋动力过程监测是认知海洋的基础监测，可以摸清污染物在海水中的迁移、转化规律；海洋遥感监测是海洋生态环境宏观监测认知手段，可以解决常规监测方法不易解决的许多问题；海洋监测全过程质量保证与质量控制技术是海洋环境监测最基础性的管理和技术工作，能够确保海洋监测数据具有准确性、可靠性、可比性、完整性和公正性。

国家海洋环境监测中心组织编写的海洋生态环境监测技术方法培训



教材，包括化学、生物、动力、遥感、质控 5 个分册，能够为海洋生态环境监测工作技术人员提供较为全面的辅导，有效推动新时期我国海洋生态环境监测工作的技术进步，服务建设监测技术本领高强的海洋生态环境保护铁军。化学分册包括海水样品的采集、处理和贮存方法，溶解气体、海水成分、耗氧物质、pH、碳循环参数、营养盐、重金属、石油类、持久性有机污染物、放射性核素的分析测定以及海洋环境在线监测技术等内容；生物分册包括海洋浮游植物、海洋浮游动物、大型底栖生物和游泳动物的概述、监测方法及分类鉴定特征等内容；动力分册包括海水水深、水温、水色、盐度以及海流、海浪、海面风监测等内容；遥感分册包括海洋遥感基础知识，海洋光学要素、海洋气溶胶、海洋水色水温、近岸海洋生态系统、入海排污扩散、赤潮绿潮、海上溢油以及海岸线的卫星遥感监测方法等内容；质控分册包括海洋监测的质控要求、数据处理方法、实验室质量控制要求、数据质量评估方法以及标准物质和实验室信息管理系统简介等内容。

在教材编写过程中得到了生态环境部海洋生态环境司（原国家海洋局生态环境保护司）相关领导的大力支持；中国海洋大学、上海海洋大学、大连海洋大学、辽宁省海洋水产科学研究院以及原国家海洋局海洋减灾中心、各海洋研究所和各海区环境监测中心有关专家学者对教材进行了技术审查，并提出了宝贵修改意见，在此谨表诚挚谢意。

海洋生态环境监测工作是海洋生态环境保护事业的基础，期待在我们这一代海洋生态环境保护工作者和全社会的共同努力下，未来的海洋能够海碧水清、鱼虾成群。

国家海洋环境监测中心

2018年9月

前 言

生物多样性是地球上所有生命形式的总称，包括物种多样性、遗传多样性以及生态系统多样性。其中，物种多样性是核心，准确的物种分类鉴定是生物多样性研究的前提和基础。海洋生物的种类鉴定主要依据不同种类的形态差异，鉴定人员根据种类检索表和形态图谱，结合自身经验进行分析判断，因此工具书是专业分类人员的必备工具。

海洋生物多样性是全球生物多样性的重要组成部分。海洋生物根据其生活习性可分为浮游生物、底栖生物和游泳生物三大类群。海洋生物多样性监测是海洋生态环境业务化监测的重要内容，监测目的是评价生态系统健康状况，监测指标包括浮游植物、浮游动物、底栖生物和游泳动物等。国家海洋环境监测中心组织编写的《海洋生态环境监测技术方法培训教材——生物分册》，分别对海洋浮游植物、海洋浮游动物、大型底栖生物和海洋游泳动物的基本理论知识、监测方法、资料整理和报告编写以及种类鉴定进行简述，以解决海洋生物多样性监测工作中，监测机构普遍反映物种鉴定专业性较强、难度较大，急需开展定期的业务交流和培训，以提高海洋生物多样性监测数据的标准化和规范化的问题。

《海洋生态环境监测技术方法培训教材——生物分册》参考《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》（GB 12763.6—2007）、《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB 17378.7—2007）和其他国内外相关研究资料编写而成，谨供各级海洋监测机构的监测与评价人员参考。全书共4章，由樊景凤、李宏俊组织编写。其中，第1章海洋浮游植物由刘永健编写，第2章海洋浮游动物由闫



启仑编写，第3章海洋大型底栖生物由王立俊编写，第4章海洋游泳动物由叶金清编写。全书由李宏俊统稿。

由于编者水平所限，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2018年5月

目 录

第1章 海洋浮游植物	1
1.1 海洋浮游植物概述	1
1.1.1 海洋浮游植物的定义	1
1.1.2 海洋浮游植物的主要类群	1
1.1.3 海洋浮游植物的生态作用	2
1.2 海洋浮游植物的监测方法	2
1.2.1 主要依据	2
1.2.2 调查方法	2
1.2.3 监测要素	3
1.2.4 仪器设备	4
1.2.5 采样前的准备	5
1.2.6 海上采样与样品保存	5
1.2.7 样品分析	6
1.2.8 资料整理	7
1.2.9 报告编写	8
1.3 海洋浮游植物常见类群的形态特征及常见种的分类鉴定	9
1.3.1 硅藻	9
1.3.2 甲藻	51
1.3.3 其他海洋浮游植物	69
思考题	76
参考文献	76
第2章 海洋浮游动物	78
2.1 海洋浮游动物概述	78

2.1.1	海洋浮游动物的定义	78
2.1.2	海洋浮游动物的特点	78
2.1.3	海洋浮游动物的类群组成	79
2.2	海洋浮游动物的监测方法	79
2.2.1	监测目的和内容	79
2.2.2	样品采集	79
2.2.3	样品整理与分析	82
2.2.4	资料整理	84
2.2.5	浮游动物生态监测报告编写	85
2.3	海洋浮游动物主要类群形态特征及分类鉴定	87
2.3.1	原生动物	87
2.3.2	腔肠动物	90
2.3.3	栉水母	98
2.3.4	枝角类	101
2.3.5	桡足类	104
2.3.6	端足类	112
2.3.7	糠虾类	115
2.3.8	磷虾类	117
2.3.9	樱虾类	121
2.3.10	其他浮游甲壳类	123
2.3.11	浮游软体动物	125
2.3.12	毛颚动物	127
2.3.13	被囊动物	129
2.3.14	多毛类	131
2.3.15	浮游幼虫	132
	思考题	139
	参考文献	139
第3章	海洋大型底栖生物	142
3.1	海洋底栖生物概述	142

3.1.1	海洋底栖生物的定义	142
3.1.2	海洋底栖生物主要类群及其生态特征	142
3.1.3	底栖生物在海洋食物链中的地位	143
3.2	海洋底栖生物监测和评价	143
3.2.1	监测内容	143
3.2.2	监测方法	144
3.2.3	样品采集	145
3.2.4	室内标本处理	156
3.2.5	资料整理与保存	157
3.2.6	海洋底栖生物监测结果评价	158
3.3	海洋大型底栖生物主要类别形态特征及种类鉴定	160
3.3.1	环节动物门	160
3.3.2	软体动物门	214
3.3.3	节肢动物门	221
3.3.4	棘皮动物门	243
	思考题	254
	参考文献	255
第4章	海洋游泳动物	257
4.1	海洋游泳动物概述	257
4.1.1	海洋游泳动物的定义	257
4.1.2	海洋游泳动物的主要类群	257
4.2	海洋游泳动物的监测方法	258
4.2.1	海洋游泳动物监测方法	258
4.2.2	鱼卵和仔稚鱼监测方法	268
4.3	海洋游泳动物常见类群形态特征及分类鉴定	271
4.3.1	鱼类生命周期	271
4.3.2	早期发育鱼类鉴定	274
4.3.3	成体鱼类鉴定	283
	思考题	311



附 录

附录 1 黄海、渤海、东海、南海鱼类产卵期 312

附录 2 鱼卵主要形态特征 317

附录 3 缩写符号 323

第 1 章 海洋浮游植物

海洋浮游植物是海洋生态系统中重要的初级生产者，在海洋生态系统中具有重要作用。本章对海洋浮游植物的定义、主要类群和生态作用做了简要介绍；对海洋浮游植物的监测方法和海洋浮游植物常见类群的形态特征，特别是常见硅藻和甲藻做了详细的阐述。

1.1 海洋浮游植物概述

1.1.1 海洋浮游植物的定义

浮游植物(phytoplankton)是一个生态学概念，这是一类自养型的浮游生物，具有叶绿素或其他色素体，能吸收光能(太阳辐射能)和二氧化碳进行光合作用，从而自己制造有机物(主要是碳水化合物)。这类浮游生物是水域生态系统中的主要生产者(属于初级生产力)。由于需要吸收日光能，它们一般分布于海洋的上层或称真光层。

1.1.2 海洋浮游植物的主要类群

海洋浮游植物主要包括原核生物蓝藻(Cyanophyta)，真核生物的硅藻(Bacillariophyta)、甲藻(Pyrrophyta)、绿藻(Chlorophyta)、金藻(Chrysophyta)、黄藻(Xanthophyceae)、隐藻(Cryptophyceae)和裸藻(Euglenophyta)。

根据浮游植物个体大小，浮游植物可分为超微型浮游植物(小于 2 μm)、微型浮游植物(2~20 μm)和小型浮游植物(20~200 μm)。



1.1.3 海洋浮游植物的生态作用

海洋浮游植物是海洋动物，尤其是海洋动物幼体的直接或间接饵料，是海洋生物生产力的基础，在海洋渔业上具有重要意义。同时，由于缺乏运动器官，浮游植物的分布受海水运动的影响，因此有些种类的分布可作为海流、水团的指示生物；有些浮游植物具有富集污染物质的能力，可作为污染的指示生物，在海洋环境保护方面具有一定的意义。另外，海洋甲藻是形成海洋赤潮灾害的主要门类，甲藻中有 120 余种能形成赤潮，60 余种能产生赤潮毒素，分泌的毒素不但能引起其他海洋生物的中毒或死亡，也能对人类食品安全产生威胁。

1.2 海洋浮游植物的监测方法

1.2.1 主要依据

海洋浮游植物生态监测应按《海洋监测规范》(GB 17378—2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763—2007)的规定执行。

1.2.2 调查方法

海洋浮游植物调查方法主要有水样采集、垂直拖网和垂直分段拖网 3 种方法。

1.2.2.1 水样采集

水样的采集方法如下。

(1)采水量：水深大于 200 m 的海区，每次采水量不少于 1 000 mL；水深小于 200 m 的海区，每次采水量不少于 500 mL；发生富营养化或赤潮的海区视具体情况而定，一般每次采水量不少于 100 mL。

(2)采水层次：视不同监测项目的要求确定采水层次，采集水层规定见表 1.1。

表 1.1 水样采集层次

测站水深范围/m	标准层次	底层与相邻标准层的最小距离/m
<15	表层、5 m、10 m、底层	2
15~50	表层、5 m、10 m、30 m、底层	2
50~100	表层、5 m、10 m、30 m、50 m、75 m、底层	5
100~200	表层、5 m、10 m、30 m、50 m、75 m、100 m、150 m、底层	10
>200	表层、5 m、10 m、30 m、50 m、75 m、100 m、150 m、200 m	

注：1. 表层指海面下 0.5 m 以浅的水层；

2. 水深小于 50 m 时，底层为离底 2 m 的水层；

3. 水深在 50 ~200 m 时，底层为离底 5 m 的水层；

4. 可根据调查的需要，酌情增加 200 m 以深的采水层次；

5. 条件许可时，应充分考虑跃层和采集叶绿素次表层最大值所处的水层。

1.2.2.2 垂直拖网

一般用规定的网具自海底至水面垂直拖网采样，水深大于 200 m 的海区，垂直拖网深度为 200 m；水深小于 200 m 的海区，拖网深度从底至表。

1.2.2.3 垂直分段拖网水层

根据测站深度规定采集水层(表 1.2)。有些专项监测可视项目要求根据现场温度、盐度、叶绿素等跃层分段采样。

表 1.2 小型浮游生物垂直分段拖网采样水层

测站水深/m	采样水层
<20	10~0 m, 底层~10 m
20~30	10~0 m, 20~10 m, 底层~20 m
30~50	10~0 m, 20~10 m, 30~20 m, 底层~30 m
50~100	10~0 m, 20~10 m, 30~20 m, 50~30 m, 底层~50 m
100~200	10~0 m, 20~10 m, 30~20 m, 50~30 m, 100~50 m, 底层~100 m
>200	10~0 m, 20~10 m, 30~20 m, 50~30 m, 100~50 m, 200~100 m

1.2.3 监测要素

监测要素包括浮游植物的种类组成、优势种和数量分布(时间、空间)。



1.2.4 仪器设备

1.2.4.1 网具

网具根据监测海区情况和采样对象选用(表 1.3)。

表 1.3 各种网具规格及适用对象

网具名称	网长 /cm	网口内径 /cm	网口面积 /m ²	筛绢规格 (孔径近似值/mm)	适用范围及采集对象
小型浮游生物网	280	37	0.1	JF 62(0.077) JP 80(0.077)	适用于 30 m 以深垂直 或分段采集小型浮游植物
浅水Ⅲ型浮游生物网	140	37	0.1	JF 62(0.077) JP 80(0.077)	适用于 30 m 以浅垂直 或分段采集小型浮游植物
手拖定性浮游植物网	60	22	0.038	NY20HC(0.020) NY10HC(0.010)	适用于采集小型和微 型浮游植物

注:筛绢规格见《合成纤维筛网》(GB/T 14014—2008)。

1.2.4.2 网底管

网底管为浮游生物网末端收集标本的装置,其外径为 9 cm,所用筛绢套与浮游生物网网衣的筛绢规格一致。

1.2.4.3 网口流量计

网口流量计为测量浮游生物网滤水量的装置。使用时安装于网口半径的中点,通过水流驱动其叶轮转动,记录器记录转数,经必要的换算,可求出流经网具的实际水量。

网口流量计使用前应进行标定,每航次标定一次。标定方法是将网口流量计按实际使用时的位置,安装在不带网衣的网圈上,并按实际采样时的拖网速度从一定深度(10 m 或 30 m)垂直拖至表层,记录其转数。如此反复 5~10 次,取得平均值,再计算每转的流量。此值应至少保留 3 位有效数字。

1.2.4.4 其他仪器设备

(1)量角器:角弧形量角器。

(2)沉锤:根据水流速度和风浪大小,使用重量为 10~40 kg 的白钢或铅制沉锤。

(3)绞车及钢丝绳:绞车变速范围为 0.3~1 m/s,并附有排缆装置和钢丝绳计数器。钢丝绳直径为 3.6~5.0 mm。

(4)吊杆：高度为5~6 m(深水拖网须大于6 m)；负荷为500~1 000 kg；吊杆的舷间距为1 m左右，并能调节位置。

(5)冲水设备：水泵、水管、水桶和吸水球等。用于冲喷收集粘贴在网衣或网底管套筛绢上的标本。

(6)采水器。

1.2.5 采样前的准备

根据监测要素、站数、层次计算采样数量，配以足量的样品瓶、采样工具、相应的固定剂、记录表及其他器材。装箱上船并放于适当位置，避免碰撞和丢失。

固定液类型如下。

(1)鲁哥氏液(Lugol's solution)：100 g 碘化钾溶于1 L 蒸馏水，加入50 g 碘使其溶解，再加入100 mL 冰醋酸。

(2)缓冲甲醛溶液：取一定量的商用甲醛(40%)加入同等量的蒸馏水配置成20%的甲醛溶液，1 L 20%的甲醛溶液加入100 g 六次甲基四胺。

1.2.6 海上采样与样品保存

1.2.6.1 采水

使用采水器按预定水层和规定量采集浮游植物样品，并装入样品瓶，样品用鲁哥氏液或缓冲甲醛溶液固定，加入量分别为样品体积的1%和5%，视样品实际浓度可作适当增减，并做采样记录。

1.2.6.2 垂直拖网

主要采集水柱中个体为20~200 μm 的绝大部分小型浮游植物。

按不同水深选用小型浮游生物网或浅水Ⅲ型浮游生物网进行垂直拖网。每次下网前应检查网具是否破损，发现破损应及时修补或更换网具；检查网底管和网口流量计是否处于正常状态，并把流量计指针拨至零；放网入水，当网口贴近水面时，应调整计数器指针于零的位置；落网速度为0.5 m/s；以钢丝绳保持紧直为准；当网具距海底2 m时，应立即停车，记下绳长。

网具到达海底后立即起网，起网速度为0.5~0.8 m/s，网口未露出水面前不可停车。把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面(切勿使冲洗的海水进入网口)，使粘附于网上的标本集中于网底管内。将网收入甲板，