



高等院校海洋科学专业规划教材

海洋动物学实验

Experiments of Marine Zoology

黄志坚 宁曦◎编著



中山大学出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

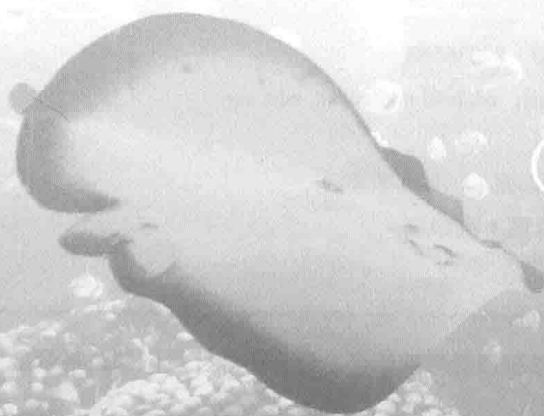


高等院校海洋科学专业规划教材

海洋动物学实验

Experiments of Marine Zoology

黄志坚 宁曦◎编著



中山大学出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

· 广州 ·

内容提要

本书围绕海洋动物学的基础知识,将海洋动物学理论教学内容和实验实践课程内容紧密结合。实验涉及内容包括海洋生物调查、采集、标本制作,海水水体理化因子的测定,海洋病原微生物分离培养和鉴定,常见软体动物、甲壳类、虾类、蟹类、鱼类综合实验,海洋动物生物学特性综合性研究等相关实验技术。本书一共 16 个实验,适合高等院校相关专业作为实验教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

海洋动物学实验/黄志坚,宁曦编著. —广州:中山大学出版社,2019.1

(高等院校海洋科学专业规划教材)

ISBN 978-7-306-06301-4

I. ①海… II. ①黄… ②宁… III. ①水生动物—海洋生物—实验—高等学校—教材 IV. ①Q958.885.3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 031031 号

HAIYANG DONGWUXUE SHIYAN

出 版 人:王天琪

策划编辑:邓子华

责任编辑:邓子华

封面设计:林绵华

责任校对:付 辉

责任技编:何雅涛

出版发行:中山大学出版社

电 话:编辑部 020-84111996, 84113349, 84111997, 84110779

发行部 020-84111998, 84111981, 84111160

地 址:广州市新港西路 135 号

邮 编:510275 传 真:020-84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者:佛山市浩文彩色印刷有限公司

规 格:787mm×1092mm 1/16 8.5 印张 200 千字

版次印次:2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

版权所有 翻印必究

如发现本书因印装质量影响阅读,请与出版社发行部联系调换

《高等院校海洋科学专业规划教材》 编审委员会

主 任 陈省平 王东晓
委 员 (以姓氏笔画排序)

王东晓	王江海	吕宝凤	刘 岚
孙晓明	苏 明	李 雁	杨清书
来志刚	吴玉萍	吴加学	何建国
邹世春	陈省平	易梅生	罗一鸣
赵 俊	袁建平	贾良文	夏 斌
殷克东	栾天罡	郭长军	龚 骏
龚文平	翟 伟		

总 序

海洋与国家安全和权益维护、人类生存和可持续发展、全球气候变化、油气和某些金属矿产等战略性资源保障等息息相关。贯彻落实“海洋强国”建设和“一带一路”倡议，不仅需要高端人才的持续汇集，实现关键技术的突破和超越，而且需要培养一大批了解海洋知识、掌握海洋科技、精通海洋事务的卓越拔尖人才。

海洋科学涉及领域极为宽广，几乎涵盖了传统所熟知的“陆地学科”。当前海洋科学更加强调整体观、系统观的研究思路，从单一学科向多学科交叉融合的趋势发展十分明显。在海洋科学的本科人才培养中，如何解决“广博”与“专深”的关系，十分关键。基于此，我们本着“博学专长”的理念，按照“243”思路，构建“学科大类→专业方向→综合提升”专业课程体系。其中，学科大类板块设置基础和核心2类课程，以培养宽广知识面，让学生掌握海洋科学理论基础和核心知识；专业方向板块从第四学期开始，按海洋生物、海洋地质、物理海洋和海洋化学4个方向，进行“四选一”分流，让学生掌握扎实的专业知识；综合提升板块设置选修课、实践课和毕业论文3个模块，以推动学生更自主、个性化、综合性地学习，提高其专业素养。

相对于数学、物理学、化学、生物学、地质学等专业，海洋科学专业开办时间较短，教材积累相对欠缺，部分课程尚无正式教材，部分课程虽有教材但专业适用性不理想或知识内容较为陈旧。我们基于“243”课程体系，固化课程内容，建设海洋科学专业系列教材：一是引进、翻译和出版 *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction* (6 ed) (《物理海洋学·第6版》)、*Chemical Oceanography* (4 ed) (《化学海洋学·第4版》)、*Biological Oceanography* (2 ed) (《生物海洋学·第2版》)、*Introduction to Satellite Oceanography* (《卫星海洋学》) 等原版教材；二是编著、出版《海洋植物学》《海洋仪器分析》《海岸动力地貌学》《海洋地图与测量学》《海洋污染与毒理》《海洋气象学》《海洋观测技术》《海洋油气地质学》

等理论课教材；三是编著、出版《海洋沉积动力学实验》《海洋化学实验》《海洋动物学实验》《海洋生态学实验》《海洋微生物学实验》《海洋科学专业实习》《海洋科学综合实习》等实验教材或实习指导书，预计最终将出版40余部系列教材。

教材建设是高校的基础建设，对实现人才培养目标起着重要作用。在教育部、广东省和中山大学等教学质量工程项目的支持下，我们以教师为主体，及时地把本学科发展的新成果引入教材，并突出以学生为中心，使教学内容更具针对性和适用性。谨此对所有参与系列教材建设的教师和学生表示感谢。

系列教材建设是一项长期持续的过程，我们致力于突出前沿性、科学性和适用性，并强调内容的衔接，以形成完整知识体系。

因时间仓促，教材中难免有所不足和疏漏，敬请不吝指正。

《高等院校海洋科学专业规划教材》编审委员会

前 言

海洋动物学实验是海洋动物学教学的重要环节。我国海洋动物学实验教学体系不够完善，我们在调研和参考国内外有关院校和科研机构在海洋动物学实验教学方面的研究经验基础上，总结、提炼和整理出海洋动物学实验教学方法 and 内容。根据本科生专业的实际情况和基础，确立切实可行的海洋动物学实验教学体系，制订符合海洋生物资源和环境专业实际的海洋动物学教学大纲，编写出海洋动物学实验指导书。

根据海洋动物学实验教学大纲，本书围绕海洋动物学的主要内容，将海洋动物学理论教学内容和实验实践课程内容紧密结合，注重将海洋动物学科研成果应用于海洋动物学实验教学，开设海洋动物学基础实验和开放性实验，培养学生积极思考和动手的能力，培养海洋动物学研究 and 应用的新型高级人才。

由于海洋动物学实验课程开设刚刚起步，加之编著者能力有限，书中实验内容有待完善和补充，欢迎同行专家和广大读者多提宝贵建议，批评指正。同时，本实验指导书参考了大量国内外有关院校和科研机构在海洋动物学实验教学方面的资料和经验，在此一并致谢。

编著者

2019 年 1 月

目 录

实验须知	1
实验一 海洋生物调查和采集方法	2
一、实验目的	2
二、实验内容	2
三、作业	7
实验二 海洋生物标本的制作和观察	8
一、实验目的	8
二、实验内容	8
三、作业	11
实验三 海洋生物实验室和海洋生物养殖场参观实习	12
一、实验目的	12
二、实验内容	12
三、作业	13
实验四 海水水体理化因子的测定	14
一、实验目的	14
二、实验材料	14
三、实验工具	14
四、实验内容	14
五、实验步骤	20
六、注意事项	23
七、作业	23
实验五 海洋病原微生物分离培养和鉴定	24
一、实验目的	24
二、实验材料	24
三、实验内容	24



四、实验步骤	39
五、作业	39
实验六 浮游生物样品采集和观察	40
一、实验目的	40
二、实验内容	40
三、实验步骤	46
四、作业	47
实验七 常见软体动物（腹足纲、瓣鳃纲）生物学研究	48
一、实验目的	48
二、实验材料	48
三、实验工具	48
四、腹足纲、瓣鳃纲简介	48
五、实验步骤	57
六、作业	57
实验八 常见软体动物（头足类）生物学研究	58
一、实验目的	58
二、实验材料	58
三、实验工具	58
四、头足纲简介	58
五、实验步骤（以乌贼为例）	59
六、注意事项	61
七、课堂作业	61
八、课后作业	61
实验九 虾类生物学研究	62
一、实验目的	62
二、实验材料	62
三、实验工具	62
四、虾类简介	62
五、实验内容	76
六、课堂作业	77
七、课后作业	77

实验十	虾类血淋巴光镜的观察和检测	78
一、实验目的		78
二、实验对象		78
三、实验工具		78
四、虾蟹简介		78
五、实验内容		81
六、作业		82
实验十一	蟹类生物学研究	
	——外部形态和内部解剖观察及采血技术	83
一、实验目的		83
二、实验材料		83
三、实验工具		83
四、蟹类简介		83
五、实验内容		100
六、课堂作业		101
七、课后作业		101
实验十二	海洋鱼类综合性实验	102
一、实验目的		102
二、实验材料		102
三、实验工具		102
四、鱼类简介		102
五、实验内容		108
六、课堂作业		109
七、课后作业		109
实验十三	海洋动物资源调查	110
一、实验目的		110
二、实验内容		110
三、作业		111
实验十四	海洋动物生物学特性综合性研究	112
一、实验目的		112
二、实验内容		112
三、作业		112



实验十五 海洋动物遗传多样性研究 113

 一、实验目的 113

 二、海洋动物遗传多样性简介 113

 三、作业 116

实验十六 海洋动物开放性实验设计展示 117

 一、实验目的 117

 二、实验要求 117

 三、实验材料 117

主要参考书目 121

实验须知

(1) 实验前认真预习实验指导和教材的相关部分，了解实验的目的、内容和方法。

(2) 进行实验时应严格遵守上课时间，带齐教材、纸张、铅笔、直尺、橡皮擦等用具。操作前认真听老师讲解实验重点和技术操作的关键。

(3) 实验过程要保持实验室内安静、紧张有序的学习气氛，不要随意走动，互相攀谈、聊天，更不要高声喧哗。

(4) 注意时间的合理分配，对规定的实验内容，应严格按照要求在规定的时间内完成。根据实验内容独立或合作完成操作，养成认真细致、一丝不苟、独立思考的科学精神和探索求真的学习态度，同时注意同学间的交流和合作精神的培养。

(5) 实验过程中注意安全，避免实验动物或实验器械对身体造成损伤。

(6) 要爱护公物，保持实验室整洁，不随意抛丢垃圾。用过的物品要整理好，放回原处。注意载玻片和盖玻片等观察后要放回玻片盒或玻片盘，不要置于手肘边、实验台边缘，以免将载玻片和盖玻片扫落坠地，造成损坏。如有损坏公物，要及时报告老师，登记被损坏的物品和责任人，视造成后果给予处理。

(7) 做好实验记录，按时完成实验报告。

(8) 实验完毕，每个同学要将自己用过的器具清洁、整理好，保持实验台整洁；值日生要做好清洁卫生工作，整理使用过的实验用具；离开实验室时要关好水、电、门窗，防止发生安全事故。

实验一 海洋生物调查和采集方法

一、实验目的

了解海洋生物调查和采集方法。

二、实验内容

海洋生物调查主要包括海洋藻类调查、海洋浮游生物调查、海洋底栖生物调查和海洋鱼类调查等。

(一) 海洋生物采样器

海洋生物采样器是海洋生物样品采集工具的总称。根据用途又可分为浮游生物采样器、底栖生物采样器、附着生物采样器、微生物采样器和各种渔网等。

1. 浮游生物采样器

浮游生物采样器主要包括浮游生物网、浮游生物连续记录器和浮游生物泵等。

浮游生物网可分为简单式浮游生物网和复合式浮游生物网 2 类。世界上第一个简单式浮游生物网在 1828 年被研制出来，用来捕捉小蟹和藤壶幼虫。简单式浮游生物网由网口、网衣、网底取样瓶、桶和囊袋构成。网口由边框支撑，呈圆形、三角形或长方形等形状；网衣与网口连接，网眼大小规格很多，可根据采集对象的大小加以选用；网底取样瓶附在网衣末端，用以收集网中的浮游生物样品。复合式浮游生物网是在网架上装配若干个网，可同时采集不同水层中的浮游生物样品。先进的复合式网配备有环境监测仪器，用电子计算机处理资料，显示环境参数和网位深度、网滤水量等数据。

浮游生物连续采集器于 1936 年发明，使用时拖于船尾，在船航行时连续采集浮游生物样品。采集器主要由水雷形管子、筛绢、卷轴、潜水板、齿轮箱、福尔马林池等部分组成，通过管内缓缓卷动的筛绢不断过滤进入仪器中的海水，得到浮游生物样品。

浮游生物泵是抽取海水的离心泵，抽取的海水经筛绢过滤便可得到浮游生物样品。



2. 底栖生物采样器

底栖生物采样器包括底拖网、采泥器和柱状取样管。底拖网由长方形或三角形的架子和袋形网构成,用船拖曳在海底采集底栖生物样品。采泥器有蚌式采泥器、弹簧采泥器等,依靠重力或弹力将2个颚瓣插入海底表层沉积物内取样。柱状取样管靠降落时自身的重量插入底质中,采集小型底栖生物样品。

3. 附着生物采样器

附着生物采样器的主要工具是挂板。将挂板放置在预测地点,按规定时间取回,获取附着生物样品。试验挂板分木质和非木质两类,按规格分为年板、季板和月板。

4. 微生物采样器

微生物采样器主要包括微生物采水器和采泥器等。

微生物采水器用于采集海水中的微生物样品,有佐贝尔采水器、复背式采水器和无菌采水袋等。常用的佐贝尔采水器由机架和采水瓶两部分组成,将其沉放到预定深度时,投放下坠铁块敲击杠杆后部,杠杆前端挑起,将玻璃管击断,使海水进入采水器瓶内。复背式采水器由一个厚壁橡皮球附加在颠倒采水器上构成,采水器颠倒时,把球口上的塞子拉下,海水进入橡皮球中。无菌采水袋由无菌塑料袋和采水机架组成,采水袋沉放到预定采水深度时,用锤或切刀将水嘴打开,海水流入。

采泥器也可用来采集底质中的微生物样品。

(二) 海洋藻类调查

1. 采样点的设置

采样点的设置有几个要求:第一,根据采集样品的需求而定,不同类型的海洋藻类设置采样点的距离、位置、深度均有所不同;第二,根据周边海域人类生活影响情况而定,若是采样点在河口,需要了解当地排污口的位置;第三,根据当地气候而定,每个季节气压带和风带随着太阳直射点的移动而移动,由于海陆热力差异所造成盛行的风向不同,海洋藻类的生长地点也随着风向的改变而有所变化;第三,在采样范围内按一定规则分布采样点,可以是均匀分布,也可以根据地形、水团等因素不均匀分布采样点。在进行采样点设置的时候,要确定其经纬度、所处的方位等地理位置信息,可以借助GPS进行定位。

2. 调查方法

(1) 定性样品采集。在各采样点中部的水面和水面下0.5 m处,用25号浮游生物网以每秒20~30 cm的速度作“∞”形往复缓慢拖动约10 min后垂直提出水面。将采得的水样倒入标本瓶中,加入鲁哥氏液进行固定,带回实验室,在显微镜下进行

浮游藻类的观察、鉴定和分类。浮游藻类鉴定到种或属，其中的优势种鉴定到种。

(2) 定量样品采集。在各采样点用有机玻璃采水器按断面左、中、右3点进行定量样品的采集。在各采样点共计采集水样1 000 mL，加入15 mL鲁哥氏液进行固定并带回实验室后，浓缩至30 mL，充分摇匀，用定量吸管取0.1 mL，注入计数框内，在显微镜下进行藻类计数。每个水样计数3片，并计算平均值。

3. 评价方法

(1) Margalef 多样性指数。通过测得某生态区域内生物多样性程度来判断该区域污染程度。生物多样性越好，污染越轻。

(2) Margalef 多样性指数公式：

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (1-1)$$

其中， D 为物种丰富度， N 为样品总个数， S 为种类数。

Shannon-wiener 生物多样性指数公式为：

$$H = - \sum (P_i) (\ln P_i) \quad (1-2)$$

其中， P_i 为群落中第 i 种的个体数占有物种总个体数的比例。如果生态系统的多样性程度越高，其不定性就越大，则 Shannon-Wiener 指数就越大。即各种之间，个体分配越均匀， H 值就越大。如果每一个体都属于不同的种，多样性指数就最大；如果每一个体都属于同一种，则其多样性指数就最小。

4. 浮游藻类组成分析

用显微镜观察不同时期采集的水样，并用数码相机连接显微镜进行拍照，根据形态鉴定藻类的主要组成。

(三) 海洋浮游生物调查

1. 目的

明确海洋中浮游生物的种类组成、数量分布和变化规律，从而研究海洋生态系统的构成、物质循环和能量流动，为合理开发利用海洋资源、保护海洋环境提供基本资料。

2. 内容

调查内容包括浮游植物的种类组成、数量分布，以及浮游动物的生物量、种类组成和数量分布；调查内容还可分为定性和定量调查，前者是调查海区中浮游生物的种类组成和分布状况，后者是调查海区中浮游生物的数量、季节变化和昼夜垂直移动等，特别是海区优势种类的数量和分布状况的变化。

3. 方法

调查方法有大面观测、断面观测和定点连续观测（昼夜连续观测）。



(1) 大面观测是为了掌握海区浮游生物的水平分布及变化规律,以一定时间、一定距离,使用棋盘式或扇状式的方法进行观测采集,包括分层采水和底层拖网。分层采水用于浮游植物调查、叶绿素浓度和初级生产力的测定;底层拖网通常用于浮游动物的采集。

(2) 断面观测是为了掌握浮游生物垂直分布情况,在调查海区布设几条有代表性的观测断面,在每个断面上设若干个观测站进行采集,包括底表拖网、垂直分段拖网和分层采水等。

(3) 定点连续观测是为了研究浮游生物的昼夜垂直移动,在调查海区布设若干有代表性的观测站,根据研究目的在观测站抛锚进行整日或多日连续观测。

4. 海上样品采集

样品采集主要使用采水器、浮游生物拖网和底栖生物拖网。采集的时间、位点依研究海域的实际情况和具体研究对象而定。

5. 海上记录

海上采集过程要按规定做好原始记录。记录内容包括站位号、海区、站位、水深、采样时间、采集项目、绳长、倾角、瓶号、采集及记录者姓名等。

6. 活体样品的观察

样品收集后,一部分用于活体实验观察。将混合标本置于载玻片上或培养皿中,在显微镜或解剖镜下进行观察,注意各类浮游生物的体色、形态、运动形式等。

7. 样品的固定与分析

收集后的样品除用于活体观察外,其余样品要立即杀死和固定。一般浮游植物每升水样用6~8 mL 碘液固定,浮游动物用5% 甲醛溶液固定。将固定好的标本在显微镜或解剖镜下进行分类鉴定。

(四) 海洋底栖生物调查

底栖生物分为大型底栖生物和小型底栖生物。

1. 大型底栖生物调查

大型底栖生物的调查方法分为定量采泥和定性拖网两部分。

定量采泥是了解单位面积中有多少个或多少克底栖生物;定性拖网应有较大的采样面积,能更好地了解底栖生物的种类组成和分布,是对定量采泥的补充。一般的海洋底栖生物调查都要求做定量采泥,有条件的可以做定性拖网。

(1) 定量采泥。定量采泥用的工具是采泥器,之所以是定量,是因为各种采泥器完全张开口的面积是一定的,如有 0.25 m^2 、 0.1 m^2 、 0.05 m^2 等(表1-1)。也就

是说，采泥器所采到的海底沉积物的表面积是一定的，通过对一定表面积沉积物中的底栖生物进行分析，就能知道该站位所采到的各种底栖生物的个体数和生物量。

海洋调查规范规定，一个站位的采泥面积不小于 0.2 m²。

表 1-1 不同规格的采泥器对应的适应区域和采样次数

项目	采泥器/m ²	适应区域	采样次数/站位
1	0.10	近岸浅水调查	1
2	0.25	大洋调查	2
3	0.05	港湾调查	4

使用采泥器将沉积物采上后的下一步工作是分选，即过筛子。分选大型底栖生物的筛子的网孔孔径是 0.5 mm。将泥样放入筛子中，然后用海水慢慢冲洗，直至海水变清，也就是说小于 0.5 mm 的颗粒已经全部漏下筛子。这时，应将留在筛子上的标本及渣子全部收集，装入广口瓶中，加固定液保存。回到陆地实验室后，在解剖镜下将渣子中的标本全部拣出，然后进行分类鉴定。

(2) 定性拖网。根据调查的目的要求和对各站深度与底质性质等的预先了解来选择适宜的网具。

2. 小型底栖生物调查

(1) 定量取样。使用内径 2.6 cm（根据底质类型不同，孔径有变化）的有机玻璃管，在采有沉积物样品的箱式采泥器中插管取样，称为取分样或再取样。

(2) 定性取样。在采上沉积物样品的箱式采泥器中刮取表面适量的沉积物，作为定性样品。

(五) 海洋鱼类调查

1. 海洋鱼类资源调查

分站设点，根据各江段的鱼类出现的频率（以往记录的渔场）建立标本采集点。采取定点定时为主、面上零星抽样调查为辅的采样方法获取渔获物，并对渔获物的组成进行分析。依据相关表格记录并分析数据。设计现有的渔具、渔法的问卷调查，内容包括：①现在捕获量的调查；②了解以往的资源状况；③野生鱼类天然种苗的资源状况调查；④现存的饵料生物量与渔产力；⑤主要经济鱼类的生产力分析；⑥以往传统的产卵场的变化情况。根据有关海洋鱼类资源调查方法的标准设计合理和科学的调查方案和工作计划。

2. 海洋鱼类生物学特性研究

海洋鱼类生物学特性研究内容有：①采集鱼类及鉴定；②对鱼类年龄与生长、繁