

• 高等院校生命科学野外实习指导系列 •

Field Practice Guidance for Coastal Zoology

滨海动物学

野外实习指导

项 辉 黄建荣 蒙子宁 主 编



中山大学出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

• 高等院校生命科学野外实习指导系列 •

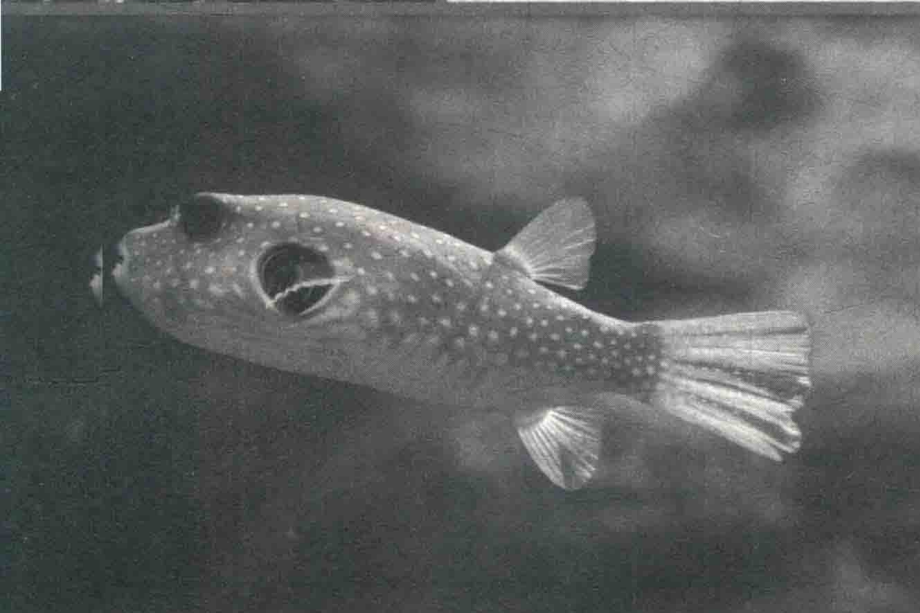
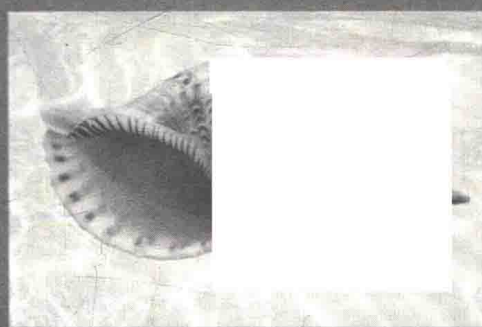
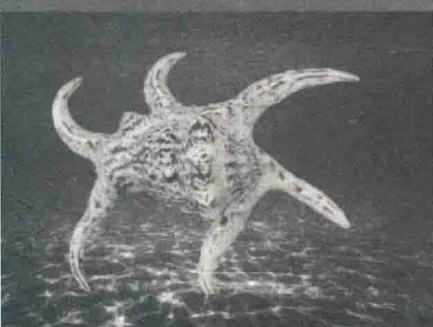
Field Practice Guidance for Coastal Zoology

滨海动物学

野外实习指导

项 辉 黄建荣 蒙子宁 主 编

王英永 邵千芊 张志刚 王瑞霞 参 编



中山大学出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

• 广州 •

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

滨海动物学野外实习指导/项辉, 黄建荣, 蒙子宁主编. —广州: 中山大学出版社, 2017. 6

(高等院校生命科学野外实习指导系列)

ISBN 978 - 7 - 306 - 06060 - 0

I. ①滨… II. ①项… ②黄… ③蒙… III. ①海滨—水生动物—海洋生物—教育实习—高等学校—教学参考资料 IV. ①Q958.885.3-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 109455 号

出版人: 徐 劲

策划编辑: 周建华 谢贞静

责任编辑: 谢贞静

封面设计: 曾 斌

责任校对: 谢贞静

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: 广东省农垦总局印刷厂

规 格: 787mm × 1092mm 1/16 10.5 印张 300 千字

版次印次: 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

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

内 容 摘 要

进行海洋生物学实习对了解海洋资源，发展海洋经济有重要作用。本书主要以广东沿海潮间带、近海岛礁和浅海区域海洋动物为主，介绍了海洋动物学实习涉及的方法技术和习见动物。本书较全面地介绍了滨海环境特点，影响海洋生物分布的因素，潮间带动物标本采集、保存及制作方法，贝螺、虾蟹、鱼类等习见动物特征，辅以图片形式展示了各类动物形态。

本书内容系统，覆盖面较广，实用性和指导性强，可作为高等院校生物科学、生物技术、生态学、海洋生物学、水产科学和动物学等相关专业的实习用书，也可供中学生物老师、水产养殖、海洋动物资源保护等行业及生物爱好者参考使用。

前 言

地球表面总面积约 5.1 亿平方公里，其中海洋面积约为 3.6 亿平方公里，占总面积的 71%。海洋中丰富的动植物资源在全球生物多样性中极其重要，有着极大的经济价值和开发潜力。随着人口剧增和陆地资源的日益衰竭，人类的生存与发展将越来越依赖海洋。21 世纪以来，随着全球进入到全面开发利用海洋的时代，各国对海洋资源的开发和争夺异常激烈。我国是海洋大国，如何开发和利用海洋生物的资源潜力，实现蓝色海洋生物产业的可持续发展，保障我国食物安全和海洋经济的发展，成为一个受到特别关注的问题。海洋经济的发展，海洋生物资源的开发、利用和保护，从根本上讲离不开科学技术水平的提高和现代生物技术的广泛应用。因此，国家对海洋科学领域人才的需求日益增加。广东省海域辽阔，海岸线长，滩涂广布，有着丰富的海洋资源。全省大陆海岸线 4 114 公里，海湾 510 多个，滩涂面积 2 千多平方公里，开发空间巨大，海洋经济发展前景良好。根据《广东海洋经济综合试验区发展规划》，广东省海洋经济将到 2020 年实现建设海洋经济强省的战略目标。处于海洋大省广东的中山大学，莅临南海之滨，有着得天独厚的条件，应该为满足国家和地方海洋战略发展需要培养更多人才。

滨海动物学实习一直是我校生物学野外实习实践教学的重要内容之一，多年来先后在广东汕尾、阳江、茂名、珠海、惠州等海域开展了动物学海洋实习。近 5 年考虑生物多样性、科研条件和吃住行等综合因素，滨海动物学实习比较固定于广东大亚湾区域。大亚湾东、西两侧受平海半岛与大鹏半岛掩护，海湾周围的山地丘陵由古生代和中生代的各种变质岩、紫色砂岩、凝灰岩或花岗岩构成。大亚湾具有良好的海洋和陆地环境，特别重要的是，海洋生物和七娘山地区的陆生生物受到人为破坏相对较少，生物种类比较丰富，而生态环境也多样，为生物学实习创造了良好的自然条件。同时，这一地区有中国水产科学院南海水产所深圳基地、中科院大亚湾海洋生物综合实验站、海洋渔业局大亚湾水产养殖站、大亚湾深水网箱产业基地、大鹏半岛国家地质公园，以及东山珍珠岛等众多科研单位和水产养殖公司，另外还有大鹏所城等历史文化景点，这些，为开展研究性实习和产业化训练、进行综合素质培养提供了非常好的条件。

中山大学生命科学学院自 2000 年以来参加“生物学野外实习”课程的学生都在 240 人以上，规模较大。近 5 年，我们还加强了与广东省内高校及全国生物学基地高校的交流，也拓展了与中国香港、中国台湾及俄罗斯、美国等高校的交流，参加实习的人数经常在 300 人左右。考虑到住宿、交通、学习条件，我们滨海动物学实习主要

安排在广东深圳大亚湾区域。通过中山大学生命科学学院与中国水产科学院南海水产所合作,本课程利用南海水产所深圳基地为依托建立了生物学教学科研基地。南海水产所深圳基地为吃、住、会议室及实验室需求提供了较好的条件,而周边杨梅坑、坝光红树木、三门岛、大辣甲岛、南澳渔港等生境海岸涂滩良好,多样性元素非常丰富,而众多的水产养殖科研单位 and 公司又为实习拓展提供了条件。在此基地上,动物学滨海实习充分利用大亚湾地理与生物资源和产业化背景,通过实习教学进行产学研融合,强化理论、实践、科研与产业相结合,在培养掌握专业知识和实践技术的海洋生物资源开发利用的复合型人才方面做了有益探索,积累了不少资料。另一方面,滨海动物学实习教学也需要一本专业性、针对性、实用性强的指导书。为此,我们组织编写了《滨海动物学野外实习指导》。

《滨海动物学野外实习指导》一书,是本次围绕滨海生物学实习用书策划编写的系列教材之一,本系列教材策划由生命科学学院主持教学工作现任和前任副院长张雁、陆勇军提出,组织实施由实习负责人廖文波、项辉、凡强、黄建荣等落实。《滨海动物学野外实习指导》一书,由项辉负责第1章、第2章及第8章的编写;黄建荣负责第4章、第5章及第7章的编写;蒙子宁负责第6章的编写;三位均参与了第3章滨海实习方法与技术概论的编写。王英永参与了第6章的编写;邵千芊(第4章),张志刚(第2章),王瑞霞(第6章、第8章)等也参与了本书的编写工作。

本书的编写出版得到了中山大学生物学、生态学一级学科建设项目、教育部校外实践教育基地建设项目(2013—2015)、广东省教育厅及中山大学教务部本科教学改革项目(2014—2016)的资助。在此,特别感谢在实习基地建设及野外考察教学过程中众多合作单位和领导的支持,感谢中科院南海水产研究所及领导江世贵、李纯厚、林黑着给予的大力支持,感谢大鹏新区、深圳市城管局、马峦山郊野公园、海洋渔业局大亚湾水产养殖站、大亚湾深水网箱产业基地、大鹏半岛国家地质公园,东山珍珠岛等诸多单位领导、技术人员和管护人员给予的大力支持,恕不能一一列举,在此一并表示衷心的感谢。

项辉

2017年3月31日

目 录

第1章 绪 论 / 1

1.1 目的和要求 / 2

1.1.1 认识海洋生态环境的多样性 / 2

1.1.2 认识海洋生物多样性与经济价值 / 2

1.1.3 认识环境对海洋生物的影响及海洋资源利用面临的问题 / 3

1.1.4 认识水产养殖产业与应用研究 / 3

1.1.5 掌握实习技术, 尝试科研探索 / 3

1.2 实习效果的评估与考核 / 4

1.2.1 实习的总结 / 4

1.2.2 实习的成绩评定 / 4

第2章 滨海海洋环境 / 5

2.1 岩岸自然环境 / 5

2.2 沙岸、泥沙岸自然环境 / 6

2.2.1 沙岸的自然环境 / 6

2.2.2 泥沙岸自然环境 / 7

2.3 岛礁的自然环境 / 8

2.3.1 岛礁的定义 / 8

2.3.2 珊瑚礁的形成 / 9

2.3.3 珊瑚礁的分类 / 9

2.3.4 珊瑚礁的生态学和生物多样化 / 10

2.4 海港码头自然环境 / 10

2.5 红树林湿地 / 11

2.6 影响滨海自然环境的主要因素 / 12

2.6.1 温度 / 12

2.6.2 盐度 / 13

2.6.3 海水中的营养物质 / 13

2.6.4 深度 / 14

2.6.5 潮汐 / 14

第3章 滨海实习方法与技术概论 / 17

3.1 实习的前期准备 / 17

- 3.1.1 实习时间和地点的选择 / 17
- 3.1.2 实习工具及药品 / 18
- 3.2 海滨潮间带实习方法 / 18
 - 3.2.1 海滨潮间带各类无脊椎动物的采集 / 18
 - 3.2.2 滨海无脊椎动物标本处理与制作保存 / 20
- 3.3 鱼类实习 / 22
 - 3.3.1 鱼类标本的采集 / 22
 - 3.3.2 鱼类标本的制作和保存 / 22

第4章 滨海习见软体动物图谱 / 23

- 4.1 软体动物的主要特征 / 23
 - 4.1.1 软体动物的一般特征 / 23
 - 4.1.2 腹足类形态学分类术语 / 23
 - 4.1.3 双壳类形态学分类术语 / 24
- 4.2 习见软体动物 / 26

第5章 滨海习见甲壳类动物图谱 / 72

- 5.1 甲壳动物的主要特征 / 72
- 5.2 习见甲壳动物 / 73

第6章 滨海习见鱼类图谱 / 90

- 6.1 鱼类的主要分类特征 / 90
- 6.2 习见鱼类 / 91

第7章 滨海习见其他类群动物图谱 / 126

- 7.1 腔肠动物门 Cnidaria / 126
- 7.2 星虫动物门 Sipuncula / 127
- 7.3 节肢动物门 Arthropoda / 127
- 7.4 腕足动物门 Brachiopoda / 128
- 7.5 棘皮动物门 Echinodermata / 129

第8章 观赏性海洋贝类图谱 / 131

- 8.1 观赏性贝类简介 / 131
- 8.2 习见观赏性贝类 / 131

附录一 中文学名索引 / 149

附录二 拉丁文学名索引 / 153

第1章 绪 论

地球表面总面积约 5.1 亿平方公里，其中海洋面积约为 3.6 亿平方公里，占总面积的 71%。海洋是地球能量平衡、气候调节以及生物、化学循环的重要组成部分。海洋中丰富的动植物资源在全球生物多样性中占有极其重要的位置，有着极大的经济开发潜力。随着人口剧增和陆地资源的日益衰竭，人类的生存与发展将越来越依赖海洋。据估计，海洋动植物达 20 多万种，在不影响生态平衡的情况下，海洋提供食物总能力约为陆地全部农作物的 1 000 倍，是人类重要的食物和蛋白质来源。

我国是海洋大国，拥有丰富的海洋生物资源。改革开放以来，我国渔业的生产力得到了有效的释放，1990 年开始，我国水产品总量就跃居世界首位。21 世纪以来，随着全球进入到全面开发利用海洋的时代，各国对海洋资源的开发和争夺异常激烈，到 2030 年前后我国人口达到 15 亿峰值时，水产品需求比现在将要增加 2 000 万吨以上。如何开发和利用海洋生物的资源潜力，实现蓝色海洋生物产业的可持续发展，保障我国食物安全和海洋经济的发展，便成为一个受到特别关注的问题。海洋经济的发展，海洋生物资源的开发、利用和保护，从根本上讲，离不开科学技术水平的提高和现代生物技术的广泛应用。因此，国家对海洋科学领域人才的需求日益加大。（图 1-1）



图 1-1 大亚湾全景

1.1 目的和要求

处于海洋大省广东的中山大学，莅临南海之滨，有着得天独厚的条件，多年来一直把动物学滨海实习作为主要内容，能比较完整地考察形形色色的海洋动物种类及其在生境中的生态习性，强化理论、实践、科研与产业相结合，培养掌握专业知识和实践技术的海洋生物资源研究与开发利用的复合型人才，以服务海洋经济发展。

1.1.1 认识海洋生态环境的多样性

海洋水体环境具有立体性，因而海洋生物的分布比陆生生物更具垂直分布的洋带性特点。在海平面到水下 200 米这一范围内，由于水、陆、气三界直接接触，沿大陆岸带光线充足，可透入底部，且大陆径流带来丰富的有机物质和营养盐，海洋动植物十分丰富，总称为沿岸带生物或浅海区生物。这个区域的生存环境又可分潮上带、潮间带、潮下带。根据潮间带生物生存和分布的生活环境及其基底性质，又分为岩礁海岸、沙质海岸、泥质海岸和河口潮间带。潮间带可发展海带、多种藻类、贝类的人工养殖场。

我国海域辽阔，海洋生态系统，除了滨海生态系统，还有珊瑚礁生态系统、东海的上升流生态系统和南海的深海生态系统等。

1.1.2 认识海洋生物多样性与经济价值

我国海域辽阔，由北向南依次濒临渤海、黄海、东海和南海，广阔的海域面积，复杂的地形，使中国成为海洋生物多样性特别丰富的国家之一。我国海域现已记录海洋生物 2 万多种，分别隶属于原核生物、原生生物、真菌、植物、动物等 5 个生物界 44 门，有许多是中国特有物种或世界珍稀物种。我国海洋生物的多样性是海洋生物资源的重要保证。海洋中蕴藏的经济动物和植物的群体数量，是有生命、能自行增殖和不断更新的海洋生物资源。海洋生物资源按种类分为：①海洋鱼类资源；②海洋软体动物资源；③海洋甲壳类动物资源；④海洋哺乳类动物；⑤海洋植物。

海洋生物资源是人类食物的重要来源，人类在人口不断增长的压力下，必须向海洋索取更多的食物，更多的动物蛋白质。海洋生物资源还提供了重要的医药原料和工业原料，由于海洋生物的次生代谢产物复杂、独特的化学结构及其特异、高效的生物活性，其资源已成为寻找和发现创新药物和新型生物制品的重要源泉。以各种海洋动植物、海洋微生物等为原料，研制开发海洋酶制剂、农用生物制剂、功能材料和海洋动物疫苗等海洋生物制品已成为我国海洋生物产业资源开发的热点。另外，有的贝壳

是贝雕的优良材料，贝雕成为我国独特的美丽精细工艺品之一，我国还是珍珠发祥地，尤其南海珍珠在世界上最负盛名，这些海洋生物资源为人类提供很多精美的饰品。

1.1.3 认识环境对海洋生物的影响及海洋资源利用面临的问题

生物与环境是一个统一不可分割的整体，生物依赖环境，环境影响生物。环境中影响海洋生物分布的因素是多方面的，其中主要有气候、环境、阳光、海水温度、盐度、养分、压力、洋流、栖息地等。如潮间带生物，由于该潮间带介于陆、海间，交替地受到空气和海水淹没的影响，且常有明显的昼夜、月和年度的周期性变化，因而其生物具有两栖性（表现为广温性、广盐性、耐干旱性和耐缺氧性等）、节律性（一般生物的活动高峰与高潮期相一致）、分带性（因不同生物适应的干湿条件不同而引起的分带分布现象）等生态特征。

随着人类对海洋资源的开发利用强度日益加剧，海洋生物的多样性和海洋生物资源的可持续性面临诸多问题和严峻挑战。海洋生物资源的过度开发利用，导致海洋生物多样性在逐渐减少，过度捕捞导致整个生态系统食物链发生改变，脆弱生物濒临灭绝。随着经济发展，沿海地区工业和生活污水的排放将大量污染物携带入海，加上航运业的排污、无序的水产养殖以及海洋原油泄漏等造成的污染，使我国近岸海域海水污染日趋严重。总之，海洋资源利用过度、海洋污染、生境破坏和外来物种入侵，使海洋生物物种灭绝速度加快，丰富的物种多样性日趋下降，已经给我国海洋水产资源和人体健康造成了严重损害。

1.1.4 认识水产养殖产业与应用研究

海洋生物资源的利用，应以海水养殖的持续健康发展为龙头，进一步向海洋生物高新技术产业转化。以鱼、虾、贝为代表的水产养殖，是我国海洋经济效应最主要的部分。据中国海洋环境状况公报所发布的数据显示，2015年我国的海洋生产总值高达64 669亿元，占国内生产总值的9.6%。但是，维持海洋生物资源的经济效益、社会效益和生态效益的可持续发展，保护海洋，还需要根据海洋可利用的海洋生物多样性特点，系统研究多品种、高密度集约化的养殖模式与生态养殖新方法新技术，重点发展海水健康可持续发展的海水养殖技术、养殖生态学与病害控制技术、名优特养殖品种的杂交技术、抗逆品种的培养技术、海洋生物天然活性物质的药物与人工合成技术、毒素与生物酶的应用技术，提高海洋生物资源的利用率和高附加值。

1.1.5 掌握实习技术，尝试科研探索

动物学滨海实习包括潮间带动物、海洋鱼类和海洋浮游动物、滨海湿地鸟类等内容，会学习到如何采集各个类群动物标本及标本制作方法，如何使用检索表鉴定标本

等方法和技术。另外,也有老师出题或者学生自己选题,设计科研小课题。研究性实习所有环节如选题、小组成员招募、分析总结、答辩汇报、评分等都是以学生为主体开展活动,教师的职责为负责组织和教学引导。选题、组员招募和实验方案设计是准备阶段,要求学生根据自己的兴趣成立科研小组,进行相关资料的收集,制订实施计划,准备实验材料;实验实施阶段要求学生立足实习基地的实验设施和实验条件,完成实验设计内容,并确保获取的各项数据真实有效;总结汇报阶段,要求学生对实验数据进行合理分析,得出科学结论。

1.2 实习效果的评估与考核

实习要讲效果,既要促进学生掌握与巩固所学的知识,也要让学生学会自主学习和掌握知识的能力。因此实习评估要有多种方法和方式,引导学生注重对自身独立工作能力和综合素质的培养,也可进一步引起学生对野外实习的重视。

1.2.1 实习的总结

野外实习的总结工作包括学生个人总结、小组总结、课程总结以及学院总结。学生个人总结以实习报告或者小专题报告体现,而小组总结以 PPT 汇报形式体现,课程总结由带队老师执行,而学院总结是由学院实习课程负责人执行。不同层次实习的总结,可交流经验,相互学习,对不足之处提出改进意见,也为下次实习奠定良好的基础。通过野外实习,让学生初步学习和掌握野外研究的过程和方法,训练学生具体观察、发现及分析问题的能力,使野外实习真正成为提高学生综合素质的大课堂。

1.2.2 实习的成绩评定

为了更客观、公正地评价学生的实际能力,提高实习的效益,动物学滨海实习的考核评估方式也是多元化的。实习考核评估方式包括分类学考试、实习报告、科研小课题、实习小组展示和实习平时成绩等五个方面。分类学考试范围在收集标本中选择 50~100 种,涉及实习过程的主要门类。实习报告按照学校要求的统一格式撰写,每个学生单独完成。科研小课题主要根据课题报告和 PPT 展示评定,实习小组展示同样是根据 PPT 展示和答辩讨论由参加老师给定。成绩评估现在也强调平时成绩,包括云课程平台的预习、材料的准备、平时提问、实习工具管理、遵守纪律情况等等。目前,也在根据教学大纲的内容和要求编制网络考试题库,可完善实习的复习和总结。通过综合全面评价学生的实际能力,可促进实习教学规范化、科学化,更能使老师和学生从思想上重视实习,从而进一步提高实习效果。

第2章 滨海海洋环境

海洋生物,按照分布情况大致可以分为水域海洋生物和滩涂海洋生物两大类。在水域海洋生物中,鱼类、头足类和虾、蟹类是最主要的海洋生物。其中以鱼类的品种最多,数量最大,构成了水域海洋生物的主体。分布在我国滩涂上的海洋生物种类共有1580多种,其中以软体动物最多,其次是海藻和甲壳类(虾、蟹),其他类群种类很少。滨海海洋生物包含近海主要经济种类和养殖种类,对海洋经济起着重要作用。

滨海带是海岸带的一部分,称为“海洋第一经济带”,海岸带是海陆之间交互作用的过渡地带,是地球海、陆、气系统中物质、能量、信息交换最频繁、最集中的区域,受物理、化学、生物、地质等多种过程的制约,是一个多功能、多界面、多过程的生态系统,具有复杂多样的环境条件和丰富多彩的自然资源。海岸线错综复杂,岬角、海湾相间,不仅岩石、泥质、沙质、泥沙质海岸线交替分布,而且具有珊瑚海岸、红树林海岸和河口区海岸,还有码头、养殖鱼虾塘海岸。海岸生态系统在我国一般可分为河口岸、基岩岸、沙砾质岸、淤泥质岸、珊瑚礁岸和红树林岸等六种基本类型。近年来,由于越来越多的人类活动介入,使滨海带成为人类经济和社会活动比较频繁的区域和生活生产的重要场所。

2.1 岩岸自然环境

岩石海岸(岩岸)是以花岗岩岩石为主体的海岸。岩石海岸由于受到海浪、海风和阳光的长期作用,往往会产生各种各样的风化现象。其中以海水侵蚀最显著,因此岩石海岸普遍存在着海蚀地貌。最常见地貌有海蚀平台、海蚀崖、海蚀拱桥、海蚀柱、海蚀洞(穴)、海蚀槽、海蚀龕等。岩石海岸可以分为外向型岩石海岸和内向型岩石海岸,外向型岩石海岸是直接面向外海的岩石海岸;内向型岩石海岸是封闭程度最高的岩石海岸。外向型岩石海岸有以下特点:①由于岩石常受到波浪的击打作用,可以使得岩石在低潮时潮间带仍然保持一定的水分,而不会长时间处于干涸状态,在高潮时岩石也能获取一定的水分,因此保证了生物的生存。②岩石除了受到波浪的击打作用外,还有波浪回流时产生的剪切和裹挟作用,因此,这些地方非常危险,不是很适合进行科研实践活动。在内向型岩石海岸中,由于其受到陆地包围,具有较高的封闭度,岩石并没有受到波浪的直接击打作用,海面较为风平浪静。但是内向型岩石

海岸处在湾角的地理位置，海水的潜流较为复杂，流速也很快。因此，内向型岩石海岸也不适合组织学生进行科研考察活动。

栖息于岩石海岸的生物有着垂直分布的特点，岩石表面栖息生物大多为一些附着能力强的种类，而自由活动的种类一般栖息于较为掩蔽的岩石缝隙处。由于受到海洋波浪和潮汐的作用，岩石海岸可以分为潮上带、高潮区、中潮区和低潮区，各个区域中分布着许多不同的生物群落。潮上带主要的生物类型有：海藻与真菌结合的成藻壳状的黑色地衣和蓝绿藻，动物主要有滨螺和等足类的海蟑螂。高潮区的主要生物类型有：龟足、粗糙拟滨螺、中间拟滨螺、日本花棘石鳖、黑凹螺、绒毛近方蟹、牡蛎、圆紫菜等。中潮区的主要生物类型有：牡蛎属的各个种类和藤壶，为牡蛎－藤壶带。低潮区有褐藻门的马尾藻，动物以软体动物和虾蟹类为主。（图 2-1）



上左：泥滩，上右：低潮浅水海域，下左：沙滩，下右岩石滩

图 2-1 各种滨海海岸环境

2.2 沙岸、泥沙岸自然环境

2.2.1 沙岸的自然环境

在各种海岸类型中，沙滩开发程度较高，很多沙滩海岸成为了旅游、娱乐和休闲

的胜地。沙滩通常由不规则的沙粒、石英颗粒和贝壳类碎壳等组成,其粒度大小主要取决于波浪作用的程度。沙滩有两个显著特征,一是可移动性和非永久性。这是在所有的海岸类型中唯一的动态岸滩,维持着侵蚀—沉积之间的动态平衡。其基质处于不停地移动中,并且一次台风可能把整个剖面变得面目全非,使沙滩粗化。除此之外,沙滩还受季节性的影响,一年为一个变化周期,夏季除台风期外产生沉积,冬季则发生侵蚀。侵蚀一般在冬季涨潮时最显著,沉积则发生在夏季退潮时。沙滩的另一个显著特征就是,其沉积物的通气性较泥滩好,但由于微生物呼吸作用以及化学物质氧化耗氧,其含氧量也随着深度增加而减少,最终出现还原层。沙滩有机质含量比泥滩低得多。

表面上看来,沙滩如同陆地上的沙漠一样,表现出一派荒凉,似乎没有多少活的生命痕迹,只有一些被海水冲上来的空贝壳、水母和鱼等死亡生物。而生物要栖息在这样环境下,必须要有适应的特点:①这些动物能深深地掘穴,其深度要超出波浪影响所及的范围,如双壳类的帘蛤。②当波浪把动物从沙中掀出来时,会立即迅速掘穴,如多毛类、小型蛤和甲壳类动物。这些动物一般体短,有非常发达的足,能很快钻进湿沙中。当它们被波浪掀出来的时候,没等到水的运动把它们卷走,立即又重新钻进沙中。生活在沙滩上的动物,除了具有掘穴的本领外,其身体结构还必须相适应。例如,多数掘穴的软体动物的贝壳光滑,以减少它们钻沙时的阻力。海胆为了便于钻进沙中,身上刺的数目也减少了许多。此外,为了适应在沙中呼吸,它们的呼吸器官还具有筛网,或者具有浓密的纤毛,能把沙粒挡住,但是水可以通过,以保证呼吸的正常进行。广东省沿海沙质滩涂潮间带各类群生物生物量的百分比组成中,软体动物居首位,占沙质滩涂潮间带平均生物量的80%;棘皮动物居第二,藻类植物居第三。沙滩海岸具有多种生物类型,因此,也开发了许多沙滩的自然保护区,如广东省惠东海龟湾国家级自然保护区。

2.2.2 泥沙岸自然环境

泥滩、泥沙滩或者沙泥滩是沿海常见的海岸类型之一。这些滩涂一般出现在河口湾或者其他海岛屏障的避风之处,由河流挟带的悬移质沉积发育形成。泥滩基质是细小的沉积物颗粒形成的泥;泥沙滩基质以泥为多,但含有一定分量的沙;沙泥滩基质以沙为多,但含有一定的泥。由于这些地方都是水运动最少的区域,因此,滩涂的坡度比沙滩平坦。与开阔的沙滩不同的是,这些类型的滩涂只局限在完全不受大洋波浪作用的潮间带地区形成,总是出现在部分封闭的海湾、港口和河口。这些类型的滩涂沉积物颗粒比较小,静止角度也很平,这意味着沉积物中的水不会排走,都留存在基质内。长期保留在缝隙中的水和上面的海水交换较少,水内细菌量很高,所以在表层几厘米以下的沉积物中往往很少氧甚至没有氧,在泥滩中尤其明显。沉积物中很少氧或者没有氧,是这类滩涂的一个重要的环境特征之一。由于这类滩涂具有累积有机物的功能,因此,栖息在这里的动物具有丰富的食物来源。泥滩、泥沙滩和沙泥滩海岸

潮间带生长的生物群落与在沙滩海岸潮间带生长的生物群落有相同的部分，也有不同的部分。在沙滩海岸潮间带上很少有植物生长，但是，在泥滩、泥沙滩和沙泥滩海岸的潮间带中，生长着各种类型的植物，这些植物与生活在这个环境的动物构成了一个复杂的生态系统。在泥滩，数量最多的是硅藻，它们生活在泥层表面，退潮时使泥滩表面带有棕色。除此之外，常见的藻类植物还有江篱（红藻）、石莼（绿藻）等。一些草本植物和红树林都是这些滩涂上常见的植物。由于这些滩涂有众多的初级生产者，所以有相当高的初级生产力。在海滩上没有专门以这些植物为食的大型动物，这些植物的叶子落在滩涂上，再进入海洋生物的食物网。栖息在这样的环境下的动物，大多适应于在松软基质中掘洞，或者建筑一个永久性的管状穴道，栖息于其中。与生活在沙滩中的动物不同，这些滩涂表面存在有许多大小不一、形状各异的穴孔。这是因为在这样的滩涂下面普遍缺少氧气，动物只有通过洞穴的孔来获得氧气和食物。由于这些滩涂实际上没有海洋波浪的直接冲击，所以，这里的动物也就没有必要像沙滩上的动物那样，发展出快速掘穴的功能，或者增大体重来固定身体的位置。生活在泥滩上的动物多为食底泥动物和食悬浮物动物。食底泥的动物如多毛类的沙蚕，食悬浮物的动物如蛤类、甲壳类。由于泥滩的初级生产力高，生活的各种动物也多，生物量大，且栖息密度也大。生活在这样类型滩涂的大型动物类群和沙滩上的类群大致相同，为各种多毛类、双壳类和甲壳类动物。只是其中有的种类不同。生活在这种类型滩涂上的肉食性动物主要是鱼类，它们在潮水进来时摄食，而鸟类则在潮水退落时摄食。在这样类型的海滩上，存在着两个危险的因素。第一个危险因素是泥滩上可能存在着淤黏土，泥沙滩或者沙泥滩上可能存在着流沙，这对人类的活动是一些危险性很高的地方。第二个危险因素就是潮水。由于这些类型的海滩、滩涂都比较平坦，面积都比较大，退潮后，滩涂一望无边。但是，当涨潮时潮水来得迅速凶猛，对在海滩上的人来说是非常危险，如果腿脚不麻利的话，容易被海水吞没。

2.3 岛礁的自然环境

2.3.1 岛礁的定义

有关岛礁的定义有以下几种：岛屿、礁、干礁、沙洲和暗沙。《联合国海洋法公约》和《中华人民共和国海岛保护法》都指出，岛屿是指四面环海，并在高潮的时候高于水面，自然形成的陆地区域。礁是指在海洋里面由岩石和珊瑚虫遗骸堆积而成的石状物，一般高潮时不露出水面，在海平面以下，包括暗礁、珊瑚礁、人工鱼礁等各种形式的礁。而干礁一般介于岛屿和礁之间，《海岛保护法》指出，干礁为低潮高地，在高潮的时候，它在海面底下，在最低低潮时，干礁才露出水面来。沙洲是指在海洋当中，高潮的时候露出水面的沙滩，如中建岛。暗沙无论在高潮还是低潮时都在

海水底下,如曾母暗沙。海岸生态系统里的岛屿主要是指以石珊瑚为主的造礁生物形成的海岸珊瑚礁。

岛屿一般通过四种方式形成:①由于大陆架下沉,海水淹没低洼处,最终导致海拔较高的地方形成,或者由于气温的上升,海平面升高而淹没了大陆架较为低洼处形成。此类型岛屿称大陆岛,如台湾岛、海南岛、舟山群岛等。②由径流带来的泥沙堆积,长年累月下沉积于海,逐渐形成海岸陆地。此类型岛屿称冲积岛,例如崇明岛、百里洲等。③由海底火山喷发形成的火山岛,如夏威夷群岛、澎湖列岛、龟山岛等。④由珊瑚的尸体堆积而成的珊瑚岛,如中国南海的南沙群岛、澳大利亚的大堡礁等。

2.3.2 珊瑚礁的形成

珊瑚最宜生长在水温 $18 \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、盐度 $27\text{‰} \sim 40\text{‰}$ 的海水中。水温超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 会使大多数珊瑚死亡,而盐度太低也不利于珊瑚的生长。珊瑚的生长需要良好的光照度,因而大多生活在水深不足 45 米处。珊瑚一般在较硬的基底上生长良好,由软泥组成的底质不利于它的生长。珊瑚在海底营固着生活,当珊瑚体死亡后,坚硬的石灰质骨骼仍会保留,新生的珊瑚会附着在这些骨骼上继续生长繁殖。珊瑚礁是成千上万的由碳酸钙组成的珊瑚虫骨骼在数百年至数万年的生长过程中形成的。珊瑚礁为许多动植物提供了生活环境,其中包括蠕虫、软体动物、海绵、棘皮动物和甲壳动物等,估计占海洋物种数的 25%,此外珊瑚礁还是大洋带鱼类的幼鱼生长地。

2.3.3 珊瑚礁的分类

珊瑚礁按照其地理分布的不同可以分两类:深水珊瑚礁和热带珊瑚礁。许多石珊瑚在水温 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下成长而形成深水珊瑚礁,这些石珊瑚一般利用周围水中的营养物质,而不像热带珊瑚利用阳光作为其首要能源物质。与热带珊瑚礁相比,深水珊瑚礁生长非常缓慢。形成这些珊瑚礁的主要物种是 *Lophelia pertusa* 和 *Madrepora oculata*,这种珊瑚礁位于水深 200 ~ 1000 米之间。热带珊瑚只能在水温高于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的地区生存,这些珊瑚与虫黄藻共生,利用阳光作为其能源物质,生活在水深 50 米以内、高于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水温的地区。全球热带珊瑚礁的总面积约为 60 万平方公里,一般位于北纬 30° 至南纬 30° 之间,每年约堆积 6.4 亿吨的碳酸盐。

根据形状、大小以及与陆地的关系,珊瑚礁可以分为 5 类:岸礁、堡礁、环礁、台礁和斑礁。岸礁沿着大陆或者岛屿的边缘形成,大多数沿岸珊瑚礁是岸礁,有保护海岸的作用,是天然的水下防波堤,也称裙礁、边缘礁,如夏威夷恐龙湾、泰国普吉岛。堡礁位于大陆架的边缘,它在大洋与大陆架的浅水之间形成了一个屏障,可以是因为大陆下沉由岸礁演化而成,最著名的堡礁是澳大利亚的大堡礁。环礁通过风化岛屿逐渐被消磨,最后沉到水面以下,只剩下环绕着一个暗礁的环礁,一般是由火山岛周围的裙礁演化而成的,此外,大陆下沉和海面上升也会形成环礁,如马尔代夫由