

中国潮间带物种资源调查与研究丛书

Survey and Study on the Marine Species Resources of  
the Intertidal Zone in Hainan Island

# 海南岛潮间带 物种资源调查与研究

张 涛 张 振 徐勤增 王海艳 马培振 著



科学出版社

中国潮间带物种资源调查与研究丛书

# 海南岛潮间带物种资源 调查与研究

张 涛 张 振 徐勤增 王海艳 马培振 著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍海南岛本岛潮间带海洋生物现存资源与生物多样性情况。在系统调查的基础上,对不同断面的生物种类组成、生物量及生物多样性状况进行分析,给出了不同类群的种名录。通过对不同类群常见种、优势种及受威胁种类分析,总结出海南岛潮间带海洋生物优先保护名录,分析了海南岛潮间带生物多样性保护存在的问题,最后提出科学合理、可供参考的资源保护对策和措施。

本书可为海洋生物资源调查、海洋环境保护及海洋管理工作提供参考及基础数据。

### 图书在版编目(CIP)数据

海南岛潮间带物种资源调查与研究/张涛等著. —北京:科学出版社, 2017.6

(中国潮间带物种资源调查与研究)

ISBN 978-7-03-053234-3

I. ①海… II. ①张… III. ①海南岛—潮间带—种质资源—资源调查—调查研究 IV. ①Q178.42

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第128425号

责任编辑:张会格 朱 瑾 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:张 伟 / 封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年6月第一版 开本:B5(720×1000)

2017年6月第一次印刷 印张:12 1/4

字数:242 000

定价:88.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《中国潮间带物种资源调查与研究丛书》

## 编委会

主 编 张 涛

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 晖 马培振 王海艳 刘会莲

李佳琦 张 振 张 涛 徐海根

徐勤增 蔡 蕾 臧春鑫

## 丛 书 序

我国海岸线绵长，海域辽阔。曲折的海岸线孕育着各式各样的潮间带生态系统，成为数以万计海洋生物赖以生存的栖息地。我国沿海潮间带底质类型多样，生态类群和种群结构多样化程度高，地域特色明显。作为海洋与陆地连接的过渡地带，潮间带既是资源丰富的海洋生态系统的重要组成部分，也是人类活动最频繁、影响最直接的区域。在海洋经济快速发展的今天，如何在开发、利用海岸资源的同时，做好以潮间带生物为代表的海洋资源保护工作是一项亟须解决的问题。

我国海洋生物资源方面的大型调查主要包括20世纪50年代末中苏合作、1984年中澳合作、1991年中德合作，以及2004年开展的908专项调查等。由于时间较早和环境变化，很多调查结果已不能有效地反映我国目前海洋生物资源，特别是潮间带生物资源状况。近年来我国潮间带生物资源的调查多集中于个别特殊区域，如黄河口、长江口等河口区域、崇明岛和厦门岛等岛屿，以及沿海各级自然保护区潮间带，尚未有全面、系统地全国性潮间带生物资源调查结果问世。

在国家环境保护部项目等资助下，中国科学院海洋研究所的科研工作者对我国沿海潮间带的生物资源进行了全面、系统的调查，并汇编成册，出版《中国潮间带物种资源调查与研究丛书》。本丛书将我国沿海潮间带分成若干片区，每区以春、秋两次调查结果为基础，单独成册，不仅涵盖潮间带定性、定量调查结果，同时结合历史资料对每片区域潮间带生物资源保护现状进行分析、讨论，并附有完整的潮间带海洋生物目录，数据翔实、可靠，真实地反映了我国潮间带生物资源现状。本丛书的出版将弥补我国潮间带海洋生物资源调查信息的不足，不仅为我国海洋科学研究提供基础数据，同时对于我国潮间带生物资源的开发、利用和保护，以及研究人类活动对海洋生物资源的影响等具有重要的参考价值。

本丛书的出版得到国家环境保护部项目的大力支持，同时得到国家自然科学基金、中国科学院战略性先导科技专项、国家科技基础性工作专项、海洋公益性行业科研专项、中国科学院海洋研究所出版基金等的资助，一并致谢。

著 者

2017年6月

# 前 言

海南省属于热带季风气候，秋冬季盛行东北风，春末夏初盛行南风 and 东南风。海南省是我国著名的海洋岛屿省，所辖海域面积辽阔，岛屿众多。海南岛周边海域海底地势平缓，起伏较小，离岸 20~30 海里范围内地形地势变化规则。海南岛西海岸属北部湾范围，地势凹凸交错，以泥沙底质为主，水深不足 100 米，常伴有珊瑚礁环境；海南岛东海岸多景区，底质多为细沙。

潮间带位于海洋与陆地交界处，生态环境复杂多样，分布有海草床、红树林、珊瑚礁等典型生境，生物多样性水平较高。随着海洋经济的发展，潮间带的开发活动愈加普遍，其生境亦受到严重破坏，同时受全球气候变化的影响，潮间带生物多样性水平急剧下降。

近年来，受各方面因素影响，海南岛潮间带生态环境变化极大，但未见其潮间带生物群落特征与结构变化方面的详细调查分析。在国家环境保护部项目资助下，本课题组于 2012~2013 年对海南岛西海岸和东海岸潮间带进行了 4 次大型生物资源调查，内容涉及大型藻类及海草、常见鱼类和无脊椎动物等生物的现存资源量及生物多样性情况，分析了海南岛东、西海岸潮间带不同类群常见种类与受威胁的种类，提出海南岛潮间带海洋生物保护名录。在系统调查的基础上，分析了海南岛潮间带生物资源减少、流失以及受威胁的原因，并进一步分析了海南岛潮间带不同生境生物多样性的现状及存在的问题，最后提出了科学合理的资源保护措施。

本书共分为六个部分，第一章介绍了海南岛潮间带大型底栖生物的采样方法、采样站位等；第二章、第三章分别介绍了海南岛西海岸和东海岸潮间带生物资源状况；第四章综合分析了海南岛潮间带各主要类群的物种组成情况；第五章提出了海南岛潮间带海洋生物保护名录；第六章分析了本海域生物多样性的现状及存在的问题，列举了部分生物多样性丧失案例，提出了保护与管理策略。作为地域性海洋生物资源调查性书籍，本书将为海洋环境保护、海洋生物资源调查，以及海洋管理提供基础数据。

由于作者学识有限，个中纰漏在所难免，望广大读者和同行朋友及时指出，加强沟通，以臻完善！

著 者

2017 年 6 月

## 致 谢

本书是在国家环境保护部生物多样性保护专项课题资助下完成的。在样品采集、分类鉴定、文字撰写和编辑等方面得到了大量专家和工作人员的帮助。其中，徐凤山研究员、张素萍研究员、刘静研究员、王永良研究员、任先秋研究员、刘会莲副研究员、蒋维副研究员、肖宁博士、隋吉星博士等给予了分类上的指导和帮助；石耀华博士、李翠博士、李永强硕士、佟文天硕士、刘春芳硕士、胡利莎硕士等参与了样品采集和处理工作；李永强硕士和佟文天硕士参与了部分文字撰写和编辑工作。本书的顺利出版得益于以上人员的无私帮助和支持，在此表示诚挚的谢意！

本书的出版得到国家环境保护部生物多样性保护专项的大力资助；作者同时承担着有关海洋生物多样性的研究课题，主要包括国家自然科学基金（40406032，40876084，31000948）、中国科学院战略性先导科技专项（XDA10020305）、国家科技基础性工作专项（2014FY110500）、海洋公益性行业科研专项经费项目（200805069）等，也为本书的完成提供了部分资助，一并表示诚挚感谢！

著 者

2017年6月16日于青岛

# 目 录

第一章 调查方法及站位	1
第一节 调查方法	1
一、调查内容	1
二、调查方法	1
第二节 群落多样性分析方法	3
第三节 调查站位	3
一、西海岸潮间带调查站位	3
二、东海岸潮间带调查站位	5
第二章 海南岛西海岸潮间带生物资源	8
第一节 总概况	8
一、种类组成及分布	8
二、栖息密度和生物量分布	10
三、生物多样性指数分析	15
第二节 分述	21
一、藻类和海草资源状况	21
二、鱼类资源状况	25
三、无脊椎动物资源状况	27
第三章 海南岛东海岸潮间带生物资源	58
第一节 总概况	58
一、种类组成及分布	58
二、栖息密度和生物量分布	60
三、生物多样性指数分析	66
第二节 分述	71
一、藻类资源状况	71
二、鱼类资源状况	74
三、无脊椎动物资源状况	76
第四章 海南岛潮间带生物物种组成分析	105
第一节 大型藻类和海草物种组成	105



第二节	鱼类物种组成	105
第三节	软体动物物种组成	105
第四节	节肢动物物种组成	105
第五节	环节动物物种组成	106
第六节	棘皮动物物种组成	106
第七节	刺胞动物物种组成	106
第五章	海南岛潮间带海洋生物保护名录	107
第一节	评估指标体系	107
一、	评估原则	107
二、	评估标准	107
三、	评估指标	108
第二节	评估结果	109
第六章	海南岛潮间带生物多样性保护存在的问题及其对策	111
第一节	主要问题	111
一、	自然灾害、气候等的影响	111
二、	海岸带建设性工程，直接毁灭沿岸生态环境	112
三、	海洋污染加剧导致生物资源的破坏	112
四、	近岸珊瑚礁的破坏性开发加剧海滩侵蚀	113
五、	过度捕捞对生物多样性的破坏	113
六、	海水养殖对生物多样性的影响	114
七、	外来入侵物种对生物多样性的威胁	114
第二节	生物多样性丧失案例	114
一、	海南洋浦—白马井地区	115
二、	洋浦干冲	116
三、	新盈县临高镇后水湾	117
四、	海南万宁港北港—小海	118
五、	海南三亚海棠湾—藤海渔港（后海渔排、海港湾）	119
第三节	对策与建议	121
一、	完善法律法规建设，规范近岸海域功能区划，统筹发展	121
二、	加强污染治理，严控污染源	121
三、	完善自然保护区建设，统筹协调自然、经济与社会的发展	122
四、	加强海洋基础研究，为科学管理提供理论依据	122
五、	加强宣传教育，提高公众生物生态保护意识	123
六、	建立健全协调保护机制，统筹管理	123

主要参考文献 .....	124
附表 1 海南岛潮间带大型藻类 .....	128
附表 2 海南岛潮间带鱼类 .....	133
附表 3 海南岛潮间带软体动物 .....	137
附表 4 海南岛潮间带甲壳动物 .....	165
附表 5 海南岛潮间带环节动物 .....	175
附表 6 海南岛潮间带棘皮动物 .....	179
附表 7 海南岛潮间带刺胞动物 .....	181

# 第一章 调查方法及站位

## 第一节 调查方法

### 一、调查内容

野外调查任务主要包括海南岛潮间带大型藻类和海草的种类组成、分布及生境状况等；潮间带鱼类的种类组成、分布及生境状况等；底栖无脊椎动物及其他动物类群的种类组成、群落结构、优势种、生物量资源状况、生境状况等。并进一步分析海南岛潮间带物种资源变化趋势及主要影响因素，对物种受威胁程度及濒危机制进行研究，提出需要保护的物种名录。

### 二、调查方法

按照中华人民共和国国家标准《海洋调查规范 第1部分：总则》(GB/T 12763.1—2007)、《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》(GB/T 12763.6—2007)和环境保护部《全国海洋生物物种资源调查技术规定(试行)》进行采样。

#### 1) 采样工具

套筛(双层,上层孔径1mm,下层孔径0.5mm)、白色搪瓷盘、金属镊子(大、中、小规格)、铁锹、小铁铲、平口铲、铁锤、铁凿、牡蛎刀、棉线手套、21L塑料水桶、小塑料盆、标本瓶(大、中、小号)、透明自封袋(大、中、小号)、脱脂棉、野外工作记录本、油性记号笔、铅笔、硫酸纸标签、长筒胶靴、手电筒、手持式GPS定位仪、数码相机。

#### 2) 断面的选择和站位的设置

调查地点的设置应从调查目的以及历史调查资料、网络材料、地点开发现状等多方面考虑,把握“全面性、代表性、独特性”的原则,即每一调查地点尽量涵盖该调查区域的全部底质环境(沙滩、泥滩、岩礁、砾石、红树林以及人工建筑等)、所选取调查区域的生物可作为该底质环境的代表(同样的底质环境,优先选取人为干扰少的站位)、调查地点间距离近等以及岛屿等特殊站位的详细调查。同时调查断面滩涂底质类型相对均匀、人为影响因素较小且相对稳定。根据潮间带生物的分布特点与底质变化情况,在每个调查断面,按高潮、中潮、低潮分别设站,每条断面设5~7个站位(通常高潮区2站,中潮区3站,低潮区1~2站;

潮汐情况不理想,低潮滩面退出较短的区域,高潮区设1站,中潮区3站,低潮区1站),每个站位取2个以上样方。断面确定后要予以明显的固定标志,以保证重复调查时取样区域的一致。

### 3) 样品采集

样品采集时必须随身携带野外工作日志。首先对所调查地点的自然环境特点进行一般性描述。另外,对天气、风向等气象情况也要进行记录。调查中要准确地记录底质变化、生物的生活方式和分布情况。有时除做文字记录外,还要拍摄照片以做参考。原始野外记录不得涂改。

调查之前查阅潮汐表,尽量安排在天文大潮期间进行调查。抵达每一采样断面时,样品采集前应先进行GPS定位,获取精确经纬度,并对采样环境进行拍照留底。采样过程中遇有优势种大量出现、稀有物种不宜采集或样品无法携带时,亦应及时拍照。

#### 定量样品的采集:

泥、沙、泥沙底质的站位上,样方面积一般取 $25\text{cm}\times 25\text{cm}\times 30\text{cm}$ ,用双层套筛(上层孔径 $1\text{mm}$ ,下层孔径 $0.5\text{mm}$ )清洗分离,将筛内全部生物样品取出,并按生物分类地位或其他自然属性(大小、硬度、带刺与否)分类保存。碎石岩礁岸段的站位上,取 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ (生物稀少时)或 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ (生物较密集时)的样方,细心剥去样方内(岩石表面及底部)的全部生物样品,然后装入样品瓶或袋。采集过程中,注意钻蚀生物和固着生物,如海笋、蛇螺等不要遗漏。

#### 定性样品的采集:

定量样品采集的同时或邻近时间内应及时进行潮间带定性样品的采集,作为对定量取样的补充。定性样品的采集同样分高、中、低潮区进行。

### 4) 样品处理和保存

现场采集的样品应尽快处理。底栖动物样品需先用淡水清洗,经初步分拣后分门别类地装入写有站位及采集信息标签的塑料标本瓶中,用75%乙醇固定保存(腔肠动物、纽形动物等易发生收缩或自切行为的种类应先用海水暂养,再用薄荷脑或硫酸镁麻醉,继而固定;甲壳类动物因附肢容易断脱,应单独装瓶,以免标本损坏;某些多毛类先用淡水麻醉再进行固定)。样品在运回实验室前通常更换乙醇1~2次。

大型藻类和海草类样品先用正常海水清洗干净,再用浓度5%的中性海水福尔马林溶液固定保存。

### 5) 样品鉴定和称量

样品运回实验室后,按站位、采集时间、样品采集性质、样品种类等进行系统分拣,并将分拣出的样品按照分类门类送至特定专家鉴定。

对经过鉴定的定量样品按站位逐瓶进行计数和称重。标本计数时,如残缺,则

只计入具头部的个体；贝类空壳不计入。称重时将样品从标本固定瓶中取出，用吸水纸吸去样品表面酒精和水分，然后用感量为 0.01g 的电子天平称量。

#### 6) 数据整理、分析

按断面、站位、潮带、底质性质对数据进行系统整理，计算各生物类群的种数、定量样品的数量密度和生物量等。分析各断面生物种类组成、分布特点、栖息密度和优势种类。

样品的取样、保存、分离和处理按中华人民共和国国家标准《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》(GB/T12763.6—2007) 进行。

## 第二节 群落多样性分析方法

### 1) 香农-维纳 (Shannon-Wiener) 多样性指数 ( $H'$ )。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中， $S$  为生物种数； $P_i$  为第  $i$  种个体数占总个体数的比例 ( $N_i/N$ )。

### 2) Pielou 均匀度指数 ( $J'$ )。

$$J' = H' / \log S$$

式中， $H'$  为香农-维纳指数； $S$  为生物种数。该指数的变化范围为 0~1。公式中对数的底可取 2、e 和 10。

### 3) Margalef 物种丰富度指数 ( $d$ )。

$$d = (S - 1) / \log_2 N$$

式中， $S$  为生物种数； $N$  为总个体数量。

### 4) Simpson 优势度指数 ( $D$ )。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

式中， $N_i$  为第  $i$  种的个体数； $N$  为总个体数。

## 第三节 调查站位

### 一、西海岸潮间带调查站位

2012 年 5 月 9 日至 5 月 22 日和 2012 年 10 月 11 日至 10 月 21 日共分两次，每次潮间带调查各 9 名调查成员，共历时 25 天对西海岸潮间带进行春季和秋季生物资源调查。每次调查取样范围和站位设置如图 1-1 和图 1-2 所示。春季调查北起北港铺前向西、南至三亚小东海，根据环境和底质情况选定 16 条作业断面，见表 1-1；秋季调查路线与春季基本一致，共在 14 条断面上顺利开展调查，见表 1-2。

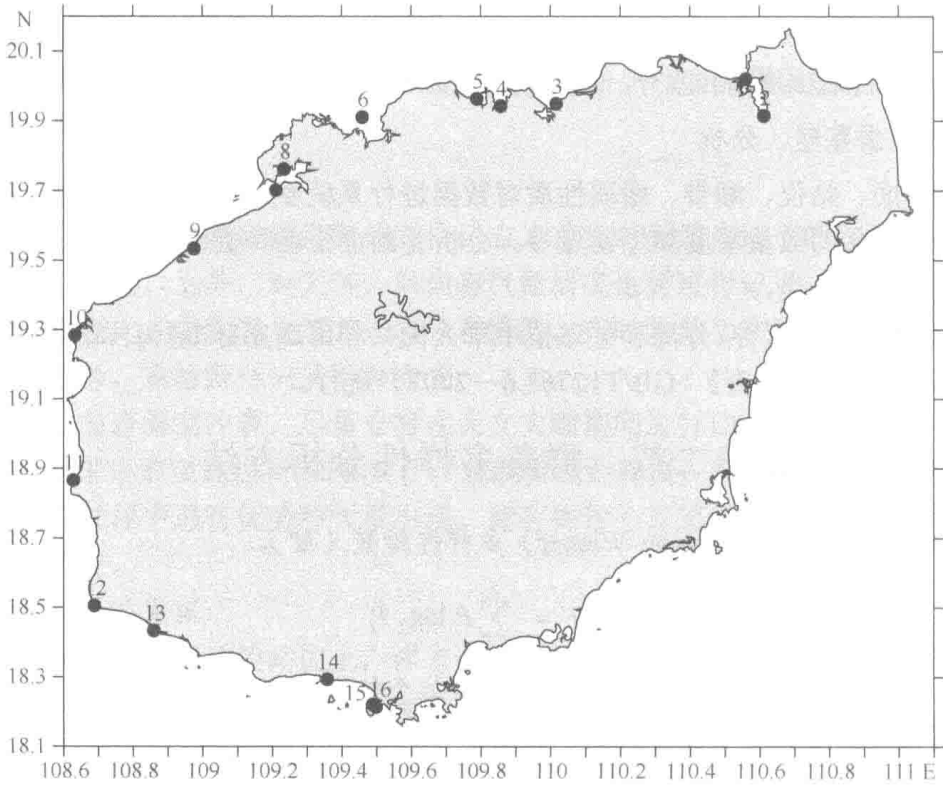


图 1-1 西海岸潮间带春季调查采集断面分布图

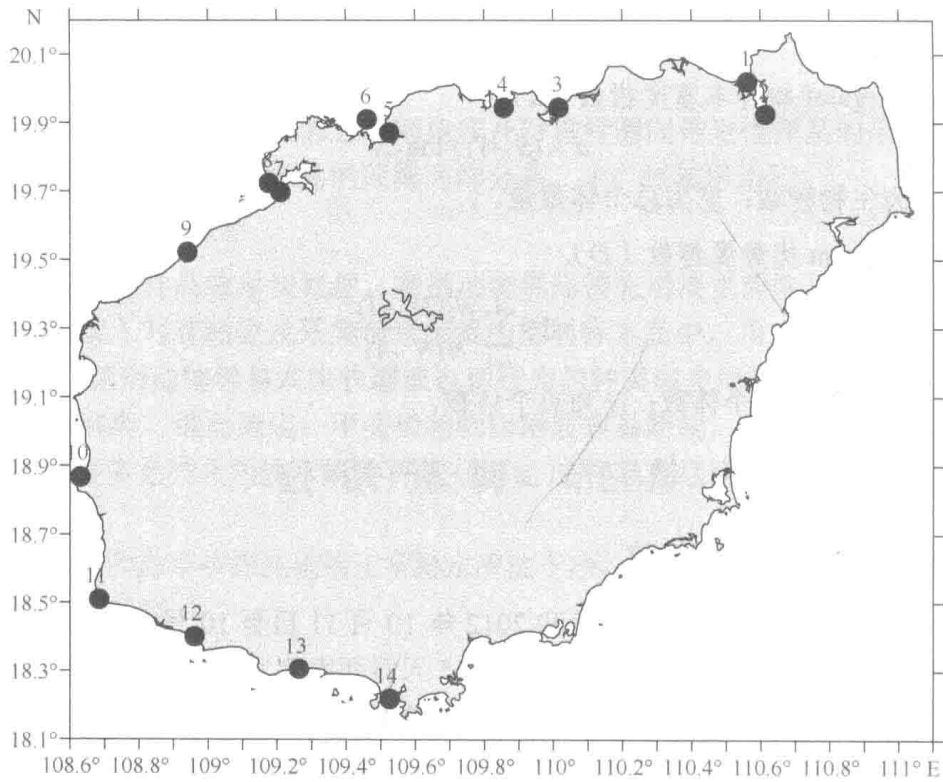


图 1-2 西海岸潮间带秋季调查采集断面分布图

表 1-1 西海岸潮间带春季调查断面经纬度

编号	断面名称	采样时间	底质	断面经度	断面纬度
1	北港	2012.5.15	红树林、泥沙滩	110°33.794'	20°01.052'
2	三江	2012.5.14	红树林	110°36.910'	19°54.663'
3	马村	2012.5.12	泥滩、沙滩	110°01.136'	19°56.720'
4	灶道	2012.5.13	泥滩、泥沙滩、沙滩	109°51.593	19°56.337'
5	头咀	2012.5.12	礁石滩、泥沙滩	109°52.498'	19°52.498'
6	邻昌礁	2012.5.13	沙滩、礁石	109°27.725'	19°54.422'
7	白马井	2012.5.14	礁石、泥滩、鹅卵石	109°12.826'	19°41.915'
8	冠英	2012.5.15	泥滩、泥礁石	109°14.228'	19°45.563'
9	海头	2012.5.16	泥沙、小礁石	108°58.656	19°31.816'
10	英显	2012.5.17	沙滩	108°38.156'	19°16.853'
11	感城	2012.5.17	粗砂、沙滩土	108°37.847'	18°51.765'
12	莺歌海	2012.5.18	沙滩、礁石	108°41.458'	18°30.176'
13	望楼	2012.5.18	沙滩	108°51.705'	18°25.813'
14	天涯海角	2012.5.19	礁石、沙滩	109°21.577'	18°17.437'
15	鹿回头	2012.5.19	沙滩、泥沙滩、散布岩石	109°29.383'	18°13.096'
16	小东海	2012.5.19	沙滩、礁石	109°29.989'	18°12.672'

表 1-2 西海岸潮间带秋季调查断面经纬度

编号	断面名称	采样时间	底质	断面经度	断面纬度
1	北港	2012.10.16	红树林、泥沙	110°33.760'	20°01.052'
2	三江	2012.10.17	红树林	110°36.904'	19°55.350'
3	马村	2012.10.18	泥滩、沙滩	110°01.014'	19°56.556'
4	灶道	2012.10.19	泥滩、泥沙滩、沙滩	109°51.501	19°56.537'
5	头咀	2012.10.17	沙滩、砾石、粗砂	109°31.616'	19°52.123'
6	邻昌礁	2012.10.16	沙滩、礁石	109°27.744'	19°54.452'
7	白马井	2012.10.18	泥滩、沙滩、	109°12.733'	19°41.653'
8	干冲	2012.10.19	礁石、沙滩	109°10.714'	19°43.202'
9	海头	2012.10.20	泥沙、礁石	108°56.559'	19°31.139'
10	感城	2012.10.20	沙、泥沙	108°37.970'	18°51.852'
11	莺歌海	2012.10.21	礁石、沙	108°41.230'	18°30.360'
12	九所	2012.10.21	沙滩、小礁石	108°57.787'	18°23.854'
13	红棠	2012.10.22	沙滩、礁石	109°15.951'	18°18.129'
14	大东海	2012.10.22	礁石	109°31.708'	18°12.898'

## 二、东海岸潮间带调查站位

2013年5月15日至5月31日和2014年1月4日至1月20日分两次,每次潮间带调查各9名调查人员,共历时34天对东海岸潮间带进行春季和秋季生物资源调查。每次调查取样范围和站位设置如图1-3和图1-4所示。春季调查南起三亚市亚龙湾沿海岸,北至木兰头,根据环境和底质情况选定15条调查断面,见表1-3;秋季调查路线与春季基本一致,共在15条断面顺利开展调查,见表1-4。

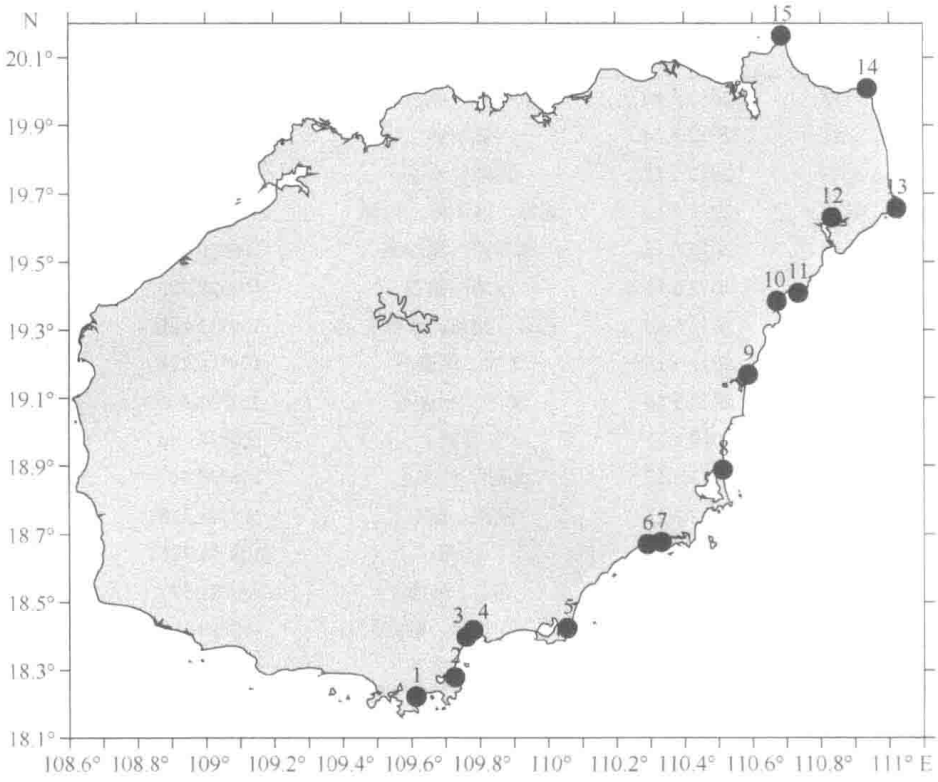


图 1-3 东海岸潮间带春季调查采集断面分布图

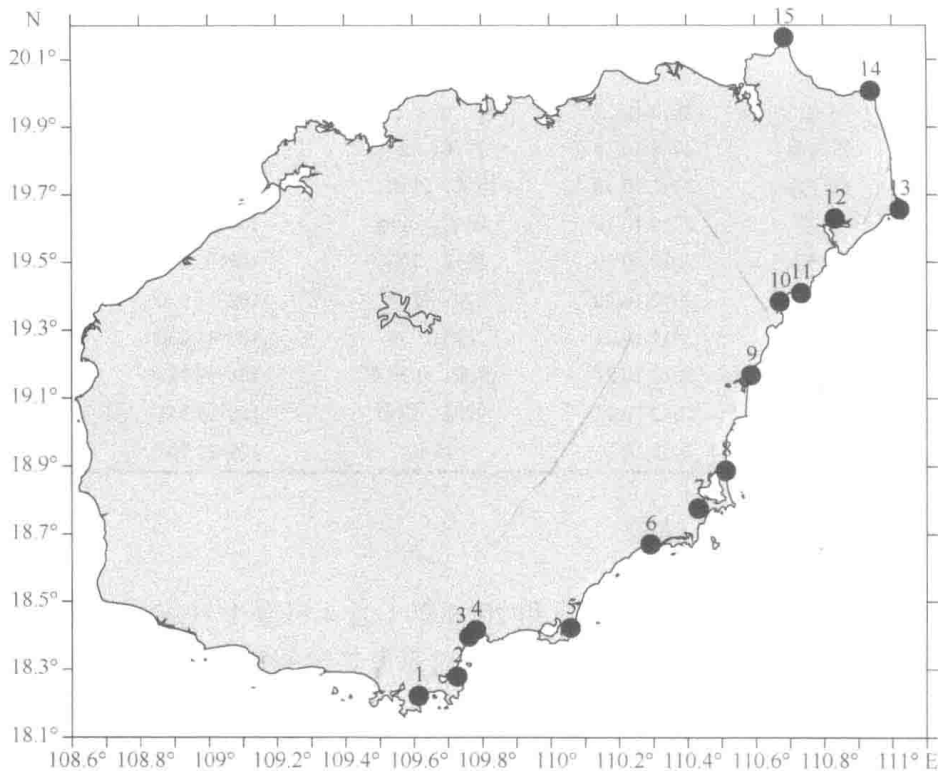


图 1-4 东海岸潮间带秋季调查采集断面分布图



表 1-3 东海岸潮间带春季调查断面经纬度

编号	断面名称	采样时间	底质	断面经度	断面纬度
1	亚龙湾	2013.5.16	岩礁	109°36.972'	18°13.127'
2	后海村	2013.5.17	砂砾、碎石	109°43.731'	18°16.554'
3	藤海渔港	2013.5.18	泥沙	109°43.794'	18°16.031'
4	藤桥	2013.5.19	泥沙	109°45.793'	18°23.612'
5	黎安湾	2013.5.20	沙泥、泥沙	110°03.610'	18°25.192'
6	南燕湾	2013.5.21	碎石	110°17.583'	18°40.047'
7	神州半岛	2013.5.22	沙泥、泥	110°20.006'	18°40.417'
8	港北港	2013.5.23	沙、泥沙	110°30.819'	18°53.116'
9	博鳌	2013.5.24	沙	110°35.270'	19°09.891'
10	官回村	2013.5.25	沙泥、礁石	110°40.339'	19°22.885'
11	冯家村	2013.5.26	泥沙、礁石、沙	110°44.096'	19°24.378'
12	排港	2013.5.27	泥、泥沙、红树林	110°50.029'	19°37.585'
13	铜鼓岭	2013.5.28	沙、礁石	111°01.675'	19°39.215'
14	景心角	2013.5.29	礁石	110°56.313'	20°00.270'
15	木兰头	2013.5.30	礁石、沙	110°41.252'	20°09.646'

表 1-4 东海岸潮间带秋季调查断面经纬度

编号	断面名称	采样时间	底质	断面经度	断面纬度
1	亚龙湾	2014.1.5	岩礁	109°36.977'	18°13.139'
2	后海村	2014.1.6	砂砾、碎石	109°43.756'	18°16.582'
3	藤海渔港	2014.1.7	泥沙	109°43.793'	18°16.032'
4	藤桥	2014.1.8	泥沙	109°45.788'	18°23.614'
5	黎安湾	2014.1.9	沙泥、泥沙	110°03.642'	18°23.190'
6	南燕湾	2014.1.10	碎石	110°17.580'	18°40.052'
7	春园湾	2014.1.11	岩礁	110°27.315'	18°46.245'
8	港北港	2014.1.12	沙、泥沙	110°30.843'	18°53.127'
9	博鳌	2014.1.13	沙	110°35.270'	19°09.891'
10	官回村	2014.1.14	礁石、沙	110°40.343'	19°22.916'
11	冯家村	2014.1.15	泥沙、礁石、沙	110°44.305'	19°24.552'
12	排港	2014.1.16	泥、礁石、红树林	110°50.045'	19°37.538'
13	铜鼓岭	2014.1.17	礁石、沙	111°01.639'	19°39.279'
14	景心角	2014.1.18	沙、礁石	110°56.301'	20°00.254'
15	木兰头	2014.1.19	沙滩、礁石	110°41.180'	20°09.597'