

广东省优秀科技专著出版基金会资助

广东徐闻 西岸珊瑚礁



Guangdong Xuwen
Xi'an Shanhuojiao

赵焕庭 王丽荣 宋朝景 陈北跑等 著

广东省出版集团
广东科技出版社
全国优秀出版社

广东省优秀科技专著出版基金会资助

广东徐闻西岸珊瑚礁

赵焕庭 王丽荣 宋朝景 陈北跑等 著

广东省出版集团
广东科技出版社
· 广 州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

广东徐闻西岸珊瑚礁/赵焕庭等著. —广州: 广东科技出版社, 2009. 10

ISBN 978-7-5359-5156-4

I. 广… II. 赵… III. 珊瑚礁—环境保护—广东省
IV. P737.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第126167号

责任编辑: 李 鹏 应中伟

装帧设计: 八度设计 李康道

责任校对: 雪 心

责任技师: 任建强

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 中山新华商务印刷有限公司

(广东省中山市南朗大车工业区东槎片 邮码: 528451)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/16 印张16 字数370千

版 次: 2009年10月第1版

2009年10月第1次印刷

定 价: 140.00元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

序 一

现代珊瑚礁是沿海当地居民赖以生存与发展的基地，传统渔业与现代旅游业比较发达。珊瑚礁学科作为海洋科学的一个重要组成部分，自19世纪开创现代珊瑚礁学科研究以来，研究领域不断拓展，研究队伍不断扩大。地质学家还拓展至古生物礁与矿产，特别是油气资源的研究，所以珊瑚礁学科是既古老又时新的学科。珊瑚礁的形成演变，其资源、环境及开发与保护是历久不衰的课题。由于地球过去的变化以及人类无度的开发已造成突出的地球环境问题，即环境资源的变化已成为世界热门课题。全球珊瑚礁也面临着环境变化、资源衰退、开发不当与保护问题的局面。《广东徐闻西岸珊瑚礁》专著是对热带北缘中国大陆唯一的具有礁坪的珊瑚岸礁的较详细的调查研究的总结，提供了不少的新资料，提出了许多的新观点，发展了珊瑚礁与海岸理论，有重要的学术价值和应用意义，这将有助于推动我国珊瑚礁学科的深入研究。

迄今国内外珊瑚礁专著多是单学科的，如地质学、地貌学、物理海洋学、生物学和生态学等学科。著者们依托国家和省的自然科学基金资助的课题，以及有关单位委托的项目，短则7年，长则20多年在该珊瑚礁区进行多次较广泛和深入的调查研究，以大量的第一手资料为基础，参考大量国内外文献，包括各单位科技人员在该区调查研究成果论文，搜集当地有关资料，吸收了珊瑚礁学科理论和丰富的材料，因此该书具有厚实的科学资料基础和科学理论基础。它是至今最全面和最完整地论述中国大陆沿岸现代珊瑚岸礁的原创性专著，其内容很丰富，包括徐闻西岸珊瑚礁的分布、成礁条件、社会经济概况、地质地貌与古环境、珊瑚礁的形成演变和今后发展趋势，珊瑚礁生物与生态、人类活动对珊瑚礁的负面影响、区域景观生态、珊瑚礁的生态旅游开发、生态保护与管理等，并对其做了很好的综合分析和理论概括，既有理论意义，也有可操作的实践指导意义。该书论述了一个在热带北缘条件下现代珊瑚岸礁形成演变过程，它不仅如典型的热带珊瑚礁发育建造过程中主要受海平面变化的控制，而且还深受较高纬度的温度变化和沿海陆地与沿岸水域环境变化的显著影响。本书还系统论述了人类对珊瑚礁生态的影响，以及实行生态开发、生态保护与管理问题。

地球科学家刘东生院士说过，总结工作是科研进步和创新的动力，也可以说如果没有总结就很难谈创新和进步。笔者认为该书就是一本对于这一独特的海洋地理区珊瑚礁多年科学调查研究的总结，内容详实，图文并茂，观点新颖，是珊瑚礁学科研究的最新成果和理论概括，是一部高水平专著，对今后国内外珊瑚礁研究有促进意义。例如，该书建立了热带北缘珊瑚礁的形成发展模式，有别于热带正常地区的珊瑚礁演变模式；论证了在全球变暖、世界珊瑚礁因而屡受“白化”重创而退化，而该区珊瑚礁仍能顽强地发展的自然原因；报道历来观察与最新的统计该区造礁珊瑚、非造礁珊瑚、浮游生物与礁栖生物的种类

等；揭示了其丰富的生物多样性和生态特征；论述了人类活动对礁的负面影响和有组织的调控，即实行生态旅游开发、生态保护与生态管理，使人与珊瑚礁共存，事实表明都可以持续发展；等等。这些都是该书的创新点。像该书这样全面系统总结一个珊瑚礁区的礁地质地貌与成礁条件、礁生物与生态、人类活动对礁影响、礁的生态旅游开发、生态保护与生态管理等专著，在国内尚无，国外也不多见。该书将向有关学术界、实业界和政府管理部门提供新的资料，将促进徐闻乃至国内外对珊瑚礁的科学研究与社会发展。

笔者在此由衷地祝贺该书著者们的新贡献。

朱袁智

(原中国第四纪科学研究会珊瑚礁专业委员会主任、
中国科学院南海海洋研究所研究员)

序 二

徐闻县地处中国大陆最南端，三面环海，海岸线长达372 km，年平均气温23.3℃，雨日121 d，降水量1 364 mm，四季暖热湿润，热带生物种类多，在这独特的地理环境和生态条件中孕育了丰富的热带海洋资源。《广东徐闻西岸珊瑚礁》专著公布资料说明，徐闻县西部海岸一带生活着造礁石珊瑚56种和5个未定种，其他珊瑚虫纲物种31种和12个未定种，造成了该岸段的珊瑚礁。珊瑚丛林与光彩夺目的贝类、茂密的海藻、鲜美的虾蟹，还有五彩缤纷的热带鱼儿，共同形成了一个和美的生态系统，构成了一个美丽的海底花园世界。经中国科学院南海海洋研究所的专家、学者们多年调查研究，指出徐闻珊瑚礁是中国大陆海岸唯一的现代珊瑚岸礁。2005年6月，中国国家地理杂志社与南方都市报联合举办“寻找广东最美的地方”评选活动，徐闻珊瑚礁荣获“广东最美的海岸”称号。

现代珊瑚礁是热带海洋中一种特殊的地质地貌体，它自成一种独特的海洋生态体系，拥有丰富的生物资源、渔业资源、旅游资源、建筑材料资源和饲料添加剂原料资源等，又是天然的护岸屏障，早已被人类认识和被当地居民开发利用。

由于全球气候变暖和人类过度、不当的开发，世界珊瑚礁生态体系趋向退化，渔业资源衰竭，徐闻珊瑚礁也不例外。当地群众无序地吊养珠母贝，影响珊瑚礁生长。开发虾塘、修建房屋、采沙等行为破坏了海岸线，导致海岸沙坝、林带、野生花草和自然景观受到了不同程度的破坏，沙滩也被侵蚀。沿海鱼虾塘的废水、村庄生活污水、垃圾及珍珠贝壳均直接排下海，环境受到不同程度的污染。珊瑚生长环境越来越恶劣，受到衰退和灭绝的威胁。因此必须采取措施，很好地加以保护，才能使珊瑚礁成为可持续发展利用的资源，造福于子孙后代。

徐闻珊瑚礁的研究和保护工作始于1999年，得幸于中国科学院南海海洋研究所赵焕庭研究员等一大批科研人员的支持和努力。课题组人员曾多次到徐闻珊瑚礁区调查研究，取得了一系列的科研成果。1999年8月，县委县政府决定将我县角尾乡灯楼角和西连镇响栏角两片沿岸水域划为县级珊瑚保护区。2002年该保护区升格为湛江市级，2003年升格为广东省级，保护面积为143.785 km²。专家组先后进行了“雷州半岛珊瑚岸礁生态系统的自然恢复和保护研究”、“徐闻珊瑚礁生态旅游开发与生态保护管理研究”等课题研究，其成果促进了徐闻珊瑚礁自然保护区于2005年底通过国家级评审公示，2007年4月国务院办公厅公布晋升为国家级。

徐闻县委县政府近10年很重视珊瑚礁资源的保护与管理工作，发布了《徐闻县人民政府关于保护旅游资源的通告》和《关于加强角尾珊瑚礁保护管理的通知》，划定了《珊瑚礁风景区规划控制红线图》，严格控制保护区涉渔行为，创造条件推动部分渔民发展远海捕捞和深水养殖，同时做好部分渔民的转产安置工作。结合开展创建生态文明村的活动，

加强保护区周围的防护林、红树林和鸟类保护工作，打造保护区周围良好的社会环境，朝着实现人与自然和谐相处、人与环境协调方向发展，向着生态文明的目标前进。

徐闻县委县政府非常重视珊瑚礁区的旅游开发建设工作，决心把它打造成广东省的品牌景区，借此提升湛江市旅游景区品位及市场竞争力，带动徐闻县第三产业的发展。县委县政府对珊瑚礁旅游区的宣传推介、招商引资、基础设施配套建设等方面，给予足够的政策和资金扶持，当地角尾乡放坡村群众利用家庭住宿设施和生产捕捞工具，办起了“渔家乐”，形成了20多户旅游接待的专业户。渔民有了新的财源，收入增加，保护资源意识大为提高，开展生态旅游，经济效益与生态效益相得益彰。

《广东徐闻西岸珊瑚礁》专著是在课题研究成果报告的基础上作出的全面总结，论述了徐闻珊瑚礁的过去和现状以及它的发展趋势，论述了生态开发、生态保护与管理等。它不仅向学术界提供了进一步深入研究珊瑚礁的科学资料，还向社会提供了可持续开发珊瑚礁资源、开展自然保护与管理工作的基础资料和建议。该项研究成果专著，包括阶段性的成果论文，都具有很大的参考价值和很重要的指导意义。由于该书论述的都是本县的事情，阅读时常有亲切感。感谢该书著作者们为徐闻人民做了一件大好事。

中共徐闻县委书记 钟力

前言

海洋中由浅水造礁石珊瑚（或称造礁珊瑚）和其他礁栖生物的遗骸堆积成的珊瑚礁是热带海洋中的一种特殊的地质地貌体。现代珊瑚礁自成一种独特的海洋生态系，它拥有异常优美的自然环境和丰富的生态资源，如生物资源、渔业资源、旅游资源、建筑材料资源和饲料添加剂原料资源等，又是天然的护岸屏障，这些资源早已被人类认识和被当地居民开发利用。

我国南海、东海南部（含台湾海峡）和西北太平洋台湾东岸及其离岛海域，就生活着浅水造礁石珊瑚及其形成的现代珊瑚礁。广东省、香港、澳门和广西壮族自治区濒临热带海洋南海，但沿岸深受来自温带和亚热带的中国沿岸流南下的影响，冬季寒潮侵袭，水温凉冷，加上韩江和珠江等众多河川大量的径流入海，沿岸盐度偏低，含沙量较大，透明度较差，浅水造礁石珊瑚只能在某些适宜的海岸段落、港湾与离岛水域生长，也能生成小礁体。不过，除广东省属东沙群岛（现仍受台湾管治）外，沿岸大规模成礁且具有礁坪者仅见于湛江市雷州半岛西南部徐闻县西部沿岸，以及广西北部湾涠洲岛沿岸。笔者等通过近年的研究，证明了徐闻县西部沿岸拥有典型的现代岸礁（裾礁）和独特的海洋生态系。

由于全球气候变暖和人类过度和不当的开发，世界珊瑚礁生态系趋向退化，渔业资源衰退，徐闻珊瑚礁也不例外。世界上的科学家和政治家已愈来愈深刻地认识到珊瑚礁在全球海洋的循环过程与资源方面具有重要地位。珊瑚礁研究已被列入了全球变化研究的多个核心项目，如“国际地圈与生物圈计划（IGBP）”、“过去全球变化（PAGES）的海岸带海陆交互作用（LOICZ）”等，并已实施多年。1992年世界环境与发展大会（里约热内卢）把珊瑚礁列为高度优先保护对象。后来，美国等国家已正式启动“国际珊瑚礁对策研究计划（CRI）”，倡议“国际珊瑚礁研究十年”研究项目。1996年6月国际第八届珊瑚礁年会（巴拿马）以珊瑚礁的保护和恢复为主题，国际上也曾定1997年为“珊瑚礁年”，1998年为“海洋年”，开展科普宣传和组织科研活动。我国也已把珊瑚礁研究继续列入“九五”科技计划，并纳入2010年科技发展规划纲要和“中国海洋21世纪议程行动计划”的优选项目。

在这样的大环境下，著者注意到徐闻珊瑚礁的现状，顺着20世纪80~90年代组织南沙群岛珊瑚礁调查研究之风，1999年5月向国家自然科学基金委员会提出申请“雷州半岛珊瑚岸礁生态系统的自然恢复和保护研究”课题，获准后于2000~2002年执行。课题组已在全国性科技期刊刊出12篇论文。近年来，中国科学院南海海洋研究所一些科技人员多次在徐闻珊瑚礁调查，又拜访当地政府官员并交换意见，引起了徐闻县政府的重视。徐闻县政府已于1999年8月将角尾乡灯楼角和西连镇响栏角两片沿岸水域划为县级珊瑚保护区，2000年11月向全县宣布了珊瑚自然保护区管理的通告。该保护区于2002年升为湛江市级保

保护区,2003年升为广东省级保护区。徐闻县政府又将灯楼角陆地规划为旅游区。徐闻县旅游公司于2003年1月主动邀请笔者合作向广东省科学技术厅申请社会发展攻关类科学基金课题“徐闻珊瑚礁生态旅游开发与生态保护管理研究”,获准后于2004~2006年执行。迄今该课题也已顺利结题,已刊论文13篇,并已写出课题研究成果报告稿。本课题提供的科学资料促进了该保护区于2005年底通过国家级评审公示晋升为国家级保护区,2007年4月6日国务院办公厅正式发布^①,这同时促进了当地旅游事业的发展,收到明显的社会效益和经济效益。

今以上述两项基金课题的成果资料为基础,再参考有关文献,加以全面系统地总结成专著,以便学术交流和推广。本书执笔人分工:赵焕庭主笔前言、第1章、第2章、第3章、第4章、第12章和第5.3节,合作编写第5.2节、第5.4节、第5.5节、第6.1节和第9章;王丽荣主笔第5章、第6章、第7章、第8章、第10章和第11章;宋朝景主笔第4.1节,合作编写第5.4节;陈锐球合作编写第5.5节;陈北跑主笔第9章,合作编写第10章和第11章;覃朝锋主笔第2.10节、附录1和附录2,合作编写第6.1节;于红兵合作编写第2.6节;张建林主笔第5.1节;陈清潮主笔第5.2节;方静威、Denise McCorry和黄志俊等合作编写第5.4节。全书由赵焕庭和王丽荣统稿、定稿,并写后记。本所罗晖工程师清绘了5幅1:5万专业图(附在书中,已缩小)和若干小插图。本所赵美霞、张江勇、陈天然、李淑、张会领和严宏强等博士研究生,以及黄玲英硕士研究生帮助制作照片和部分小插图。

书稿全部写作打印完毕后,著者于2007年6月再向广东省优秀科技专著出版基金会提交出版基金项目申请书。2008年2月接到批准通知书,要求一年内交书稿电子版,安排于2009年出版。著者对广东省优秀科技专著出版基金会的全力资助,谨致衷心的感谢。

^① 国务院办公厅2007年4月6日国办发〔2007〕20号文《关于发布河北塞罕坝等19处新建国家级自然保护区名单的通知》,又见广州日报2007年4月22日(A6)报道

目 录

1 绪论	1
1.1 珊瑚礁的概念	2
1.2 中国现代珊瑚礁的分布	3
1.3 中国现代珊瑚礁研究概况	5
1.4 前人对本区珊瑚礁的调查研究	9
1.5 笔者近年对本区珊瑚礁的调查研究	10
2 徐闻县西部自然概况	17
2.1 地理位置和政区	18
2.2 海陆地形	19
2.3 区域地质和第四纪区域环境变化	20
2.4 气候	21
2.5 陆地水文	24
2.6 海洋水文	24
2.7 海洋环境质量状况	32
2.8 地貌	32
2.9 土壤	46
2.10 植被	46
2.11 自然区划位置	48
3 徐闻县西部社会经济概况	49
3.1 秦以前原始阶段(公元前3世纪以前)	50
3.2 秦至南北朝时经济起步阶段(公元前3世纪至公元6世纪)	50
3.3 隋至民国时经济多灾多难阶段(公元6~20世纪上半叶)	53
3.4 新中国成立初30年经济缓慢发展阶段(1949~1978年)	56
3.5 改革开放以来经济加快发展阶段(1979~2004年)	56
3.6 本区乡镇社会经济现状简介	57
4 徐闻县西部珊瑚礁地质地貌	65
4.1 珊瑚礁分布	66
4.2 珊瑚礁地貌	71
4.3 珊瑚礁地质与古环境	73
4.4 珊瑚礁的形成演化过程	76
4.5 本区珊瑚礁今后发展趋势	77

5 徐闻县西部珊瑚礁生态	85
5.1 沿岸水域叶绿素a和初级生产力	86
5.2 沿岸水域的浮游生物	88
5.3 沿岸水域的鱼类	90
5.4 徐闻珊瑚礁保护区的珊瑚虫纲物种	92
5.5 徐闻珊瑚礁自然保护区的礁栖生物	104
6 徐闻县西部的景观生态	117
6.1 徐闻县西部的景观生态分类	118
6.2 本区景观生态类型的时空分布规律	131
6.3 本区景观生态结构	133
6.4 小结	137
7 徐闻西岸珊瑚礁生态系统服务价值评估问题	139
7.1 珊瑚礁生态系统服务	140
7.2 珊瑚礁生态系统服务价值	142
7.3 珊瑚礁生态系统价值的评价方法	143
7.4 徐闻西岸珊瑚礁生态系统服务价值评估的迫切性	145
7.5 徐闻西岸珊瑚礁生态系统教育和科研服务价值的评估	145
8 人类活动对徐闻珊瑚礁生态系统的影响	147
8.1 徐闻西岸研究区历年调查情况	148
8.2 徐闻西岸研究区历年变化归纳	152
8.3 小结	154
9 徐闻县西部生态旅游开发	155
9.1 生态旅游的概念	156
9.2 本区景观生态旅游资源	156
9.3 本区旅游开发历史	160
9.4 本区生态旅游规划要点	161
9.5 打造珊瑚礁生态旅游拳头产品与客源市场分析	163
9.6 规划项目评估	163
10 徐闻县西部珊瑚礁的生态保护	165
10.1 全球珊瑚礁生态健康现状呼吁生态保护	166
10.2 徐闻县西部珊瑚礁现状亟待生态保护	166
10.3 徐闻珊瑚礁自然保护区的生态保护	167
11 徐闻县西部珊瑚礁的生态管理	171
11.1 生态管理的概念	172
11.2 珊瑚礁生态管理现状	172
11.3 珊瑚礁生态保护和管理的目标和原则	173
11.4 珊瑚礁生态管理的方法	174
11.5 徐闻县西部珊瑚礁的生态管理	175
12 结论	179
12.1 本区的自然特点	180

12.2	本区人类开发历史悠久	180
12.3	本区拥有华南大陆（除海岛）沿岸唯一的珊瑚礁	180
12.4	徐闻珊瑚礁自然保护区物种丰富	181
12.5	本区具鲜明热带海岸景观生态特色	181
12.6	可有序地开发本区珊瑚礁生态旅游	182
12.7	本区珊瑚礁急待生态保护	182
12.8	建立严格的、有公众参与的珊瑚礁管理体制	183
附录1	徐闻县西部现状植被研究	185
1	研究方法	186
2	结果与分析	186
附录2	徐闻县西部角尾、迈陈和西连三地维管植物名录	205
参考文献		221
后记		237

1 绪 论

1.1 珊瑚礁的概念

造礁石珊瑚群体及其他附礁生物死亡后其遗骸构成的岩体即为珊瑚礁。

腔肠动物门珊瑚虫纲 (Anthozoa) 石珊瑚目 (Scleractinia) 中造礁石珊瑚 (Zooxanthellate corals) 的许多科属种为热带浅水底栖生物, 一般附着在基岩或其他硬底, 乃至坚硬的堆积物表面上, 一般生活在水温 20°C 以上的温暖海洋中 (水温 13°C 以下多属种将死亡) 且水深至 50 m 左右的透光层范围内的海底。其个体大小不一, 半径可超过 2 m , 寿命长达 300 a 以上。形态各异, 有团块状、亚团块状、皮壳状、板块形、复叶形、桌形、分枝形和柱形, 但均以钙质骨骼包裹在珊瑚虫软体外为特征。它们是中生代至现代热带海洋中的造礁动物。礁体也包括活珊瑚丛。现代造礁石珊瑚有数百种, 澳大利亚珊瑚专家 Veron, JEN (2000) 在专著中详细地、图文并茂地介绍了世界造礁石珊瑚的 18 科 110 属 781 种。我国造礁石珊瑚属印度—太平洋区系, 据邹仁林 (2001) 在《中国动物志》丛书之一《造礁石珊瑚专志》中介绍了中国的 14 科 54 属 174 种, 由于调查研究还不够广泛深入, 实际属种数可能与菲律宾 67 属 200 余种相当。陈清潮 (2003) 则统计南沙群岛有 282 种。

丛生的珊瑚群体死后仍留在海底原地, 其遗骸构成的钙质岩体保留死前的态势者为原生礁; 珊瑚被波浪、天敌或人为破坏, 其残肢败躯和各种附礁生物 (如软体动物、有孔虫等) 骨壳、各种粒级碎屑混杂堆积在一处, 被皮壳状的钙质藻类珊瑚藻覆盖, 由这些沉积物不断堆积又不断地被珊瑚藻覆盖与黏结构成的岩体, 称为次生礁。钙质藻类也属于造礁生物。

珊瑚礁有多种类型 (图 1-1), 背叠在大陆或大陆岛基岩海岸者, 称岸礁或裾礁; 离岸坐落在大陆架 (或岛架)、大陆坡或深海海山上者, 称岛礁。礁坪围圈的潟湖中有岩岛者称堡礁, 南海尚未见。礁顶为礁坪及其围圈的潟湖者, 称环礁, 缺潟湖或潟湖已湮灭, 只见礁坪和中间或残存可涉水的浅水塘者, 称台礁; 仍在潮下带匍匐在海底, 背隆者称礁丘, 平坦者称礁滩。隐现在水面、涨潮淹没、低潮出露者为干出礁。已拔离水面者, 称上升礁或隆起礁。现代礁是指全新世处于沿岸和大海中的礁体, 隐现于水面, 或处于浅水区, 尚有造礁生物附着与栖息, 仍处于发育中。

珊瑚礁在岩石学上统称为礁灰岩, 主要化学成分为 CaCO_3 。部分生物碎屑又被波浪和潮流堆积成礁顶浅滩、潮间带海滩, 继而被暴风浪和风堆积成外围为沙堤包绕、内为碟形

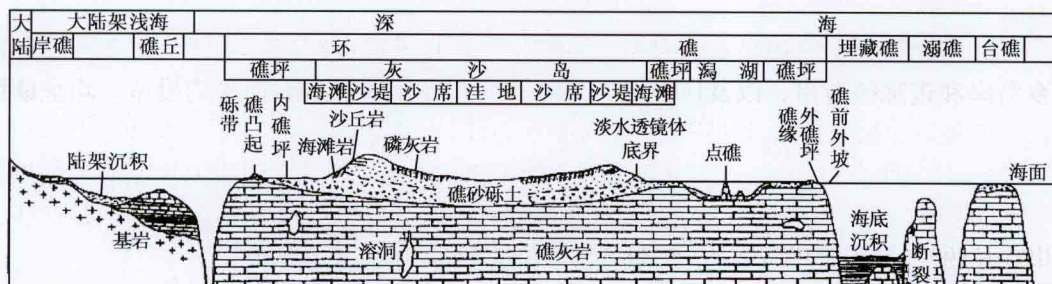


图 1-1 南海常见珊瑚礁地质地貌模式
(据赵焕庭, 1996b)

洼地的灰沙岛（沙洲）。灰沙岛由钙质（石灰质）砂砾堆积而成的，老灰沙岛长植物。在大气—淡水环境下，岛上砂砾可胶结成海滩岩和沙丘岩。灰沙岛上的鸟粪层下的钙质堆积物在大气—淡水环境下也可结成磷灰岩（鸟粪石）。礁外被有多级由于地质历史上海平面或新构造运动间歇性升降而造成的水下阶地，还有岩洞等。

珊瑚礁灰岩地质体面积和厚度也很悬殊。一般岸礁多是冰后期海侵以来形成的，年龄约距今10 ka，厚仅几米至几十米。一般岛礁和部分堡礁形成于更新世乃至第三纪，厚逾百米、上千米。我国珊瑚礁体最大厚度见于南沙群岛礼乐滩，为2 160 m，系距今27 Ma晚渐新世以来发育的（Du Bois EP, 1985）。从南沙群岛永暑礁等的礁顶几口钻井资料可见，一般表层厚0~18 m，为全新世松散生物砂砾层，其下为更新世及其以前的礁灰岩〔中国科学院南沙综合科学考察队（赵焕庭等），1992；朱袁智等，1997〕。礁顶在地貌上可分为呈同心圆分布的礁前斜坡、礁坪和潟湖等3个单元。岸礁和台礁则没有潟湖。礁坪上或有沙滩（沙帽），沙滩演变最终可成为灰沙岛。典型的灰沙岛地貌是呈同心圆状由外向内分布的海滩、沙堤、沙席和洼地等地貌带。现代珊瑚礁的礁坪和灰沙岛都是冰后期海面升至最高以来形成的（钟晋梁等，1996；赵焕庭等，1996a；曾昭璇等，1997）。

1.2 中国现代珊瑚礁的分布^①

中国现代珊瑚礁主要分布在热带海洋南海。台湾海峡、台湾岛东面的西北太平洋和台湾岛北面的东海南部，虽位于北回归线以北，但受黑潮主流及黑潮进入南海后沿台湾海峡的北支的影响，海水暖热，适合造礁石珊瑚栖息、生长、丛生并成礁。华南大陆沿岸主要受来自温带、亚热带的中国沿岸流贴岸南下的影响，冬季水温凉冷，加上众多河川大量径流入海，盐度偏低，含沙量较多，透明度差，只有少数造礁石珊瑚种类尚能在某些远离河口的港湾和岛屿或有大陆架上升流爬升到达的水域生长，如广东省雷州湾涠洲岛、电白县放鸡岛、阳江市海陵岛、台山市川山群岛、珠江口的担杆列岛、大鹏湾、大亚湾和红海湾，以及福建省东山岛等水域，但很稀疏，覆盖率极少超过20%，其他喜礁生物也较少，不能构成珊瑚礁。热带大陆岛海南岛和台湾岛及它们附近的小岛，雷州半岛西南岸以及北部湾涠洲岛和斜阳岛，岸礁发育较正常，而南海诸岛本身就是发育优良的珊瑚礁群体（赵焕庭，1998b）（图1-2）。

1.2.1 华南大陆沿岸和离岛的岸礁

大陆岸礁仅见于雷州半岛西南岸，自雷州半岛乌石港以南房参乡那毛村至徐闻县角尾乡沿岸和迈陈镇南岸，以及广西北部湾岸外的离岛涠洲岛和斜阳岛的沿岸，均呈断续分布。调查统计徐闻县西部西连镇、角尾乡和迈陈镇16段岸礁（含个别潟湖斑礁），总长约37.5 km，总面积约30.1 km²，已知最大厚度3.42 m，是冰后期海侵以来形成的（赵焕庭等，2006b）。涠洲岛岸礁总长21 km，礁坪宽500~1 100 m（莫永杰，1988）。估计涠洲岛岸礁长约22 km，面积14 km²；斜阳岛岸礁长约3 km，面积约0.5 km²。

① 赵焕庭. 我国现代珊瑚礁研究的现状与发展问题. 南海研究与开发, 1997, (3): 7~14

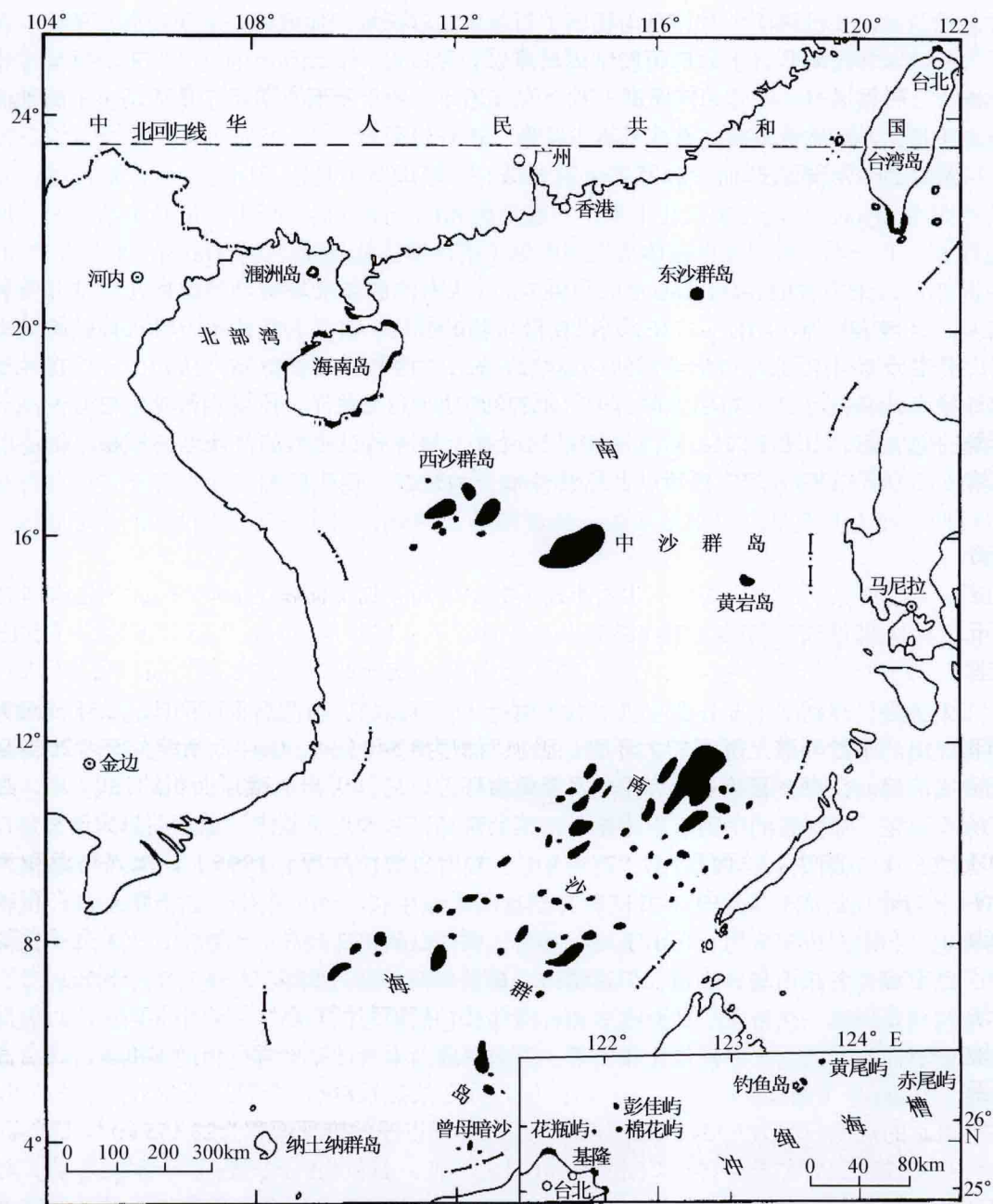


图1-2 中国现代珊瑚礁分布

1.2.2 海南岛及其离岛的岸礁与岛礁

海南岛周围岸礁断续分布，还包括潟湖岸礁（如东南岸陵水县新村潟湖）和离岸岛礁（如儋州市洋浦港外的磷枪石岛以及后水湾中的邻昌岛；三亚港中的白排，今已被人工填筑为人工岛——凤凰岛）。离岛岸礁见于万宁县大洲岛、三亚市陵水湾蜈支洲岛、牙龙（亚龙）湾野猪岛、三亚港东岛和西岛等地。据粗算，珊瑚礁岸线总长约200 km（吕炳全

等, 1984), 即占海南岛及其离岛岸线的11.5%。西北岸、东岸和南岸的礁体规模大, 如万泉河口以北的琼海、文昌两市毗邻区的岸礁, 连续分布长达30 km, 平均宽达4 km。钻探和岩心测年揭示, 本区礁体厚度一般不超过10 m, 牙龙湾东岸岸礁厚度达15 m (宋朝景等, 1997), 都是冰后期形成的 (赵希涛等, 1983; 陈俊仁等, 1991)。统计海南岛主要的14段以上的珊瑚礁总面积约195.2 km² (邹发生, 2005)。

1.2.3 台湾岛及其离岛的岸礁

台湾岛岸礁断续分布于南岸线、东岸线、北岸线和离岛岸线。南岸恒春半岛岸礁规模最大, 长约100 km, 礁坪宽度由几米至250 m (曾昭璇, 1993)。台湾岛北端的富贵角和麟山鼻也分布有岸礁。大部分离岛都有岸礁, 见于台湾海峡中的澎湖列岛, 台湾岛北岸外的彭佳屿、棉花屿和花瓶屿, 东北岸外的钓鱼列岛 (含钓鱼岛、黄尾屿和赤尾屿等)、东岸外的龟山岛、绿地 (火烧岛)、兰屿和小半屿, 南岸外的七星岩和琉球屿等地。此外, 恒春半岛有海拔300 m的中更新世上升礁和几个低级上升礁。

1.2.4 南海诸岛的岛礁

南海诸岛除了西沙群岛的高尖石小岛是火山碎屑岩岛 (面积仅0.000 3 km²) 也有岸礁外, 其余全部是珊瑚岛礁。东沙群岛由东沙环礁和一些暗沙组成。东沙环礁礁顶 (含礁坪与潟湖) 面积粗算约为387 km², 其西北礁坪有一灰沙岛, 叫东沙岛, 面积为1.74 km² (陈史坚等, 1989)。中沙群岛主要由中沙环礁和黄岩岛 (民主礁) 组成, 还有一些暗沙和海山。中沙环礁是沉溺的大环礁, 礁顶面积为8 540 km²。礁环上断续分布着20多座暗沙或暗滩, 潟湖中还有6座点礁。黄岩岛为环礁, 局部干出, 礁顶面积约130 km²。西沙群岛有8座环礁和1座台礁 (中建岛), 其上有35座灰沙岛 (其中潮上带面积大于500 m² 的有32个)。灰沙岛总面积为7.974 0 km² (海南省海洋厅等, 1996)。永兴岛面积为2.000 8 km², 是南海诸岛中最大的一个岛屿。石岛与永兴岛同嵌在一个礁坪上, 它海拔15.9 m, 是南海诸岛中最高的岛屿, 又是唯一已固结成岩的、成岛时间最老的 (全新世高海面出现前) 老灰沙岛, 礁灰岩¹⁴C年龄 (8 670 ± 250) ~ (23 870 ± 1 100) aB.P.。南沙群岛的岛礁尚未完全查清, 据初步统计 (不包括卫星照片解释尚待现场核实的, 但包括几处可能有名无实者), 低潮干出环礁44座, 沉溺环礁18座, 低潮干出台礁8座, 沉溺台礁至少3座, 塔礁至少1座, 大陆坡礁丘5座, 大陆架礁丘8座, 合起来至少87座。其中52座干出礁的礁顶面积为2 904.3 km², 32处水深200 m以浅的礁顶面积为23 155 km²。礁体面积大小悬殊, 大者如礼乐滩, 它是一座沉溺大环礁, 面积约9 400 km²。干出大环礁, 如郑和群礁615 km², 九章群礁618 km²。大小灰沙岛23个 (其中潮上带面积较大的、并已命名的有11个, 面积为1.642 km²), 总面积1.81 km² (赵焕庭, 1999), 散布于干出礁礁坪上, 其中最大的太平岛为0.432 km², 最高的鸿麻岛海拔6.1 m。整个南海诸岛的干出礁有64座, 其中环礁54个, 台礁10个, 礁顶面积共5 287.7 km², 其中礁坪907.1 km², 潟湖面积为4 380.6 km²; 灰沙岛59个, 面积共11.524 0 km²。

1.3 中国现代珊瑚礁研究概况

我国古人对南海现代珊瑚礁的研究, 据曾昭璇等 (1997) 的整理, 笔者添加了一点注