

海南岛港湾海岸的 形成与演变

王宝灿 陈沈良 龚文平 林卫青 徐 元 著



海军出版社

海南岛港湾海岸的 形成与演变

王宝灿 陈沈良 龚文平 著
林卫青 徐 元

海洋出版社

2006 年 · 北京

内 容 简 介

本书采用历史过程与现代过程相结合、宏观与微观相结合、定性与定量相结合的研究方法,对琼州海峡、岬角港湾海岸、沙堤-潟湖-潮汐通道地貌体系的形成与演变进行综合分析,并对海南岛岸滩侵蚀后退的典型岸段,从海岸的自然过程和人为因素的影响进行深入分析。试图通过对海岸的形成过程及其演变趋势的分析,为海南环岛沿岸的开发利用与整治相结合提供理论依据。

本书可供从事海岸工程、海洋、环境、地理等专业技术人员和研究机构的科研人员以及大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

海南岛港湾海岸的形成与演变/王宝灿等著. -北京:
海洋出版社,2006.8

ISBN 7-5027-6635-9

I. 海… II. 王… III. ①海南岛-港湾海岸-形成②海南岛-港湾海岸-演变 IV. P737.172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 094450 号

责任编辑:陈茂廷 高 英
责任印刷:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京顺诚彩色印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2006年8月第1版 2006年8月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14

字数:358千字 印数:1~1000册

定价:45.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

海南岛的海岸是我国闻名遐迩的热带海岸，海岸类型繁多，有热带海洋环境特有的珊瑚礁、红树林和海滩岩岸段；有基岩港湾海岸，特别是火山熔岩所构成的岬角港湾海岸；有由沙堤—潟湖—潮汐通道地貌体系组成的海岸；更有镶嵌在全岛周边呈断续相间的美丽沙滩。在碧海蓝天和绿树成荫的陆域交相辉映下，海南岛海岸更显妖娆。

自从1988年海南建省以来，随着经济建设迅猛发展，海南岛的海岸具有很大的魅力，这不仅是因其具有千姿百态引人入胜的地貌类型，更重要的是它的地理位置和特殊的自然资源。近20多年来海南岛沿岸自然资源的开发利用，促进了多种行业的蓬勃发展。开发海湾、兴建港口、发展航运事业；利用隐蔽的潟湖水域发展水产养殖业；开发利用沿岸沙滩、清澈透底的近岸海域以及热带海域特有的千姿百态海底珊瑚群落发展旅游业。海南岛海岸日趋繁荣，已成为经济活动频繁的地带，并给人们带来了巨大的经济效益和社会效益。随着经济建设进一步发展，海南岛海岸的开发利用也将达到更高的程度。同时，人为因素对海岸环境也将带来负面影响。

《海南岛港湾海岸的形成与演变》一书是在参与海南岛海岸开发利用的生产实践中，积累了不同海岸类型的研究资料而撰写的。试图从各种地貌类型岸段的形成过程及其演变趋势的分析，为环岛沿岸的开发利用与整治相结合提供理论依据，使海岸这一宝贵的自然资源得以持续发展。

本书是20多年来华东师范大学河口海岸研究所、河口海岸学国家重点实验室对琼州海峡和海南岛海岸研究的总结。20多年来，参加生产实践工作的人员很多，其中有吕全荣、李兴华、沈健、季中、曹敏、华棣、张国安、浦美燕等研究人员，还有当时正在攻读博士、硕士学位的研究生：章可奇、陈卫跃、陈沈良、林卫青、徐元、龚文平、陈坚、王兴忠及程和琴博士后。在历次生产实践中，大家不畏风浪和炎热天气，艰辛工作，取得了宝贵的现场资料，完成了一篇篇生产研究报告，为本书撰写创造了条件，所以这一本书应是集体劳动的成果。在本书撰写期间，浦美燕、王佩琴技术员协助资料汇集、图件处理、打字、图件扫描、排版，海南省海洋开发规划设计研究院陈春华研究员对本书撰写给予大力支持，并协助拍摄照片；王海先技术员协助图件扫描。特此表示感谢！

由于我们的经验不足，水平有限，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

王宝灿

2005年12月

目 次

第1章 海南岛自然环境概况	(1)
1.1 海南岛的地质构造格架及新生代地貌过程	(1)
1.2 海南岛的气候和沿岸波浪的基本特征	(3)
1.3 海南岛沿岸潮汐的基本特征	(4)
1.4 海岸地貌类型和特征	(4)
1.4.1 琼北海岸	(5)
1.4.2 琼东海岸	(6)
1.4.3 琼南海岸	(6)
1.4.4 琼西海岸	(6)
1.5 海岸带自然资源的开发与保护	(6)
第2章 琼州海峡的形成与演变	(8)
2.1 琼州海峡的形成过程	(8)
2.1.1 琼州海峡的地质构造基础	(9)
2.1.2 琼州海峡的第四系沉积层	(10)
2.2 琼州海峡的动力条件	(17)
2.2.1 潮汐	(17)
2.2.2 风、浪	(23)
2.3 琼州海峡底床的冲淤动态	(24)
2.3.1 中部深槽地段的形成	(25)
2.3.2 海峡西口的辐射状滩、槽地貌及其成因探讨	(25)
2.3.3 东口门浅滩和沙波的发育过程	(26)
第3章 琼北港湾型海岸的地貌特征	(32)
3.1 琼北港湾海岸概况	(32)
3.2 南渡江三角洲的发育过程和岸滩动态	(33)
3.2.1 南渡江三角洲的发育过程	(34)
3.2.2 南渡江三角洲岸滩的冲淤动态	(36)
3.2.3 南渡江三角洲前海滨沉积物分布和泥沙运移趋向	(42)
3.3 海口湾的动力条件和泥沙来源	(43)

3.3.1	海口湾的潮汐	(44)
3.3.2	海口湾的波浪	(45)
3.3.3	海口湾的泥沙来源	(46)
3.3.4	波浪输沙模型及海口湾岸线动态	(47)
3.4	铺前湾的形成和岸滩地貌特征	(51)
3.4.1	铺前湾的形成过程	(51)
3.4.2	海湾内的动力条件	(52)
3.4.3	海湾内岸滩冲淤变化	(52)
3.5	火山熔岩海岸	(53)
3.5.1	岸线发育的地质背景	(53)
3.5.2	澄迈湾的海洋动力条件和泥沙运移	(54)
3.5.3	港湾岸段的地貌过程	(60)
第4章	琼东沙堤－潟湖－潮汐通道地貌体系和港湾海岸	(75)
4.1	沙堤－潟湖地貌体系	(75)
4.1.1	八门湾潟湖－沙嘴－潮汐通道地貌体系的形成与演变	(75)
4.1.2	博鳌潟湖的形成和玉带沙的发育与演变	(98)
4.1.3	小海沙堤－潟湖－潮汐通道地貌体系的形成与演变	(104)
4.1.4	老爷海潟湖	(112)
4.2	港湾海岸	(114)
4.2.1	龙湾	(114)
4.2.2	乌场湾	(119)
第5章	琼南海岸的形成和地貌特征	(128)
5.1	琼南海岸发育过程	(128)
5.1.1	地质构造与海岸轮廓	(128)
5.1.2	第四纪时期岸线动态	(129)
5.2	三亚湾海域泥沙运移趋向	(134)
5.2.1	波浪特征	(135)
5.2.2	三亚湾西部近岸海滨波浪场数值模拟	(136)
5.2.3	岸滩及其水下岸坡的冲淤动态分析	(139)
5.3	琼南海岸的地貌类型	(140)
5.3.1	沿岸沙堤	(140)
5.3.2	潟湖的形成与演变	(143)

5.3.3	海蚀地貌、连岛沙洲和海滩岩的形成	(149)
5.3.4	河口湾的地貌特征	(158)
第6章	琼西海岸地貌	(161)
6.1	火山熔岩海岸	(161)
6.1.1	海蚀地貌	(161)
6.1.2	海蚀地貌的形成及其发展速率	(162)
6.2	洋浦湾—儋州湾的形成与演变	(166)
6.2.1	海湾形成的地质历史背景	(166)
6.2.2	洋浦湾—儋州湾的流场	(169)
6.2.3	风场与波场	(172)
6.2.4	洋浦湾南部浅滩和湾口拦门沙的动态	(173)
6.3	琼西中部岸段的地貌演变	(175)
6.3.1	珊瑚岸礁	(175)
6.3.2	珠碧江和昌化江的河口三角洲	(176)
6.4	琼西南海岸地貌特征	(181)
6.4.1	北黎湾的地貌结构	(182)
6.4.2	莺歌海沙堤—潟湖地貌体系的形成	(183)
6.5	琼西的海岸沙丘	(188)
第7章	海南岛岸滩侵蚀后退的典例分析	(190)
7.1	海洋动力在岸滩侵蚀后退过程的作用	(190)
7.1.1	海平面上升与岸滩侵蚀后退的关系	(190)
7.1.2	风暴浪对岸滩的侵蚀作用	(193)
7.2	风对岸滩的侵蚀作用	(194)
7.2.1	海南岛沿岸的风场概况	(194)
7.2.2	风沙起动和影响风沙起动的因素	(197)
7.3	人为因素对岸滩侵蚀后退的作用	(200)
7.3.1	水利建设、开采沙料与岸滩侵蚀后退的关系	(200)
7.3.2	滥挖珊瑚岸礁对海岸稳定性的影响	(201)
7.3.3	海岸工程对岸滩动态的影响	(205)

第 1 章 海南岛自然环境概况

海南岛是我国的第二大海岛，全岛面积为 33 907 km²^[1]。海南岛位于南海陆架的西北部，其东面和南面濒临南海，西濒北部湾，北面隔琼州海峡与雷州半岛相望。

海南岛的山脉、丘陵纵横交错，地势逶迤起伏。海南岛最高山脉五指山海拔高度为 1 867 m，耸突在岛的中部，四周的地势呈急降趋势。发源于五指山及其邻近山地的南渡江、万泉河、昌化江等主要的入海河流，因受岛的地势和构造格架控制而分别往北、东南、西流入琼州海峡、南海和北部湾等海域，形成以岛的中部山地向四周辐散的河流水系，同时在海滨地带形成了堆积平原与丘陵相互交织的自然景观（图 1.1）。

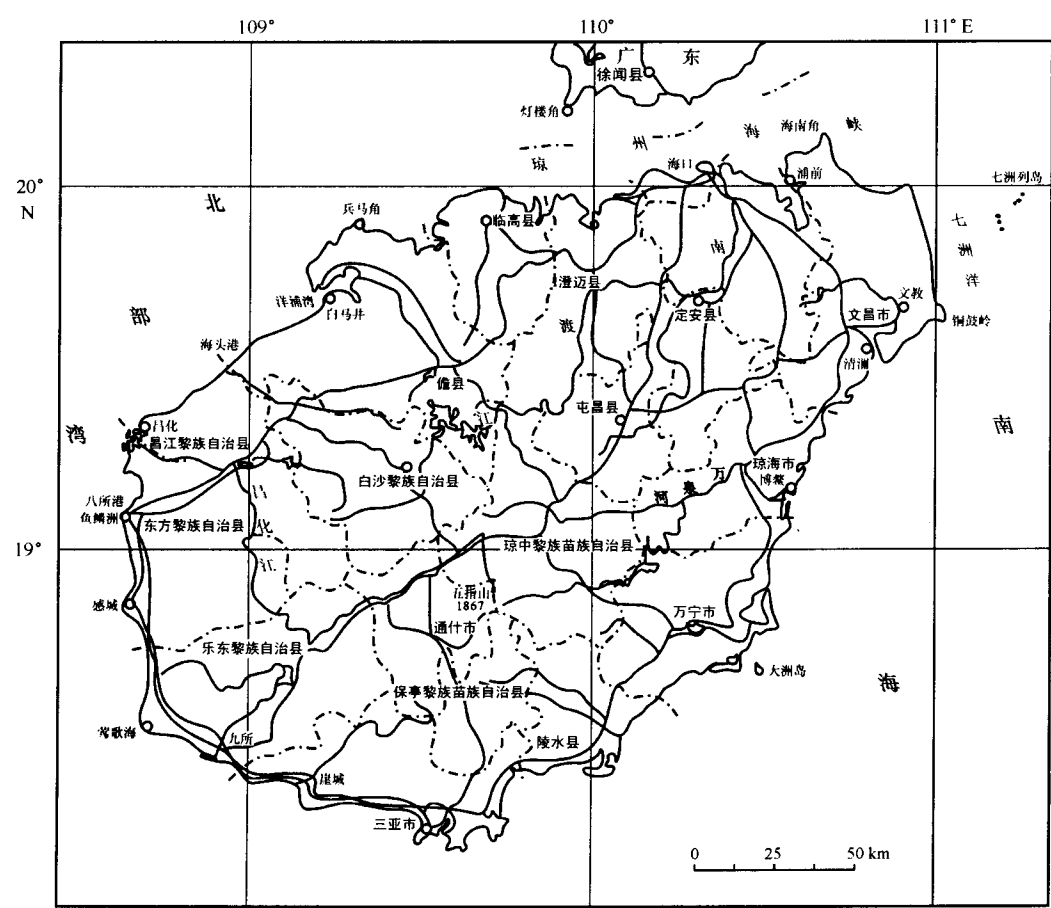


图 1.1 海南岛的自然环境和海域

1.1 海南岛的地质构造格架及新生代地貌过程

海岛地貌及其海岸基本轮廓是对海岛地质构造和气候及海洋动力的响应。在漫长地质历史时期，古生代的沉积建造及其变质岩系至中生代中酸性岩浆侵入体，奠定了海南岛的地质基础。从构造形迹及其对不同地质时代岩系的分隔和切割，反映自古生代以来，在海南岛地壳范围内历经加里东、华西－印支、燕山以及喜马拉雅山的地壳构造运动，形成了四条分别横贯海岛北部、中部和南部的东西向断裂带，以及与其生成联系的 NE 向和 NW 向扭性断裂、南北向的张性断裂^[2]（图 1.2）。这些断裂构造在时间上先后发生，在空间上纵横交错，使该区域地壳分割成相互连接的块体。

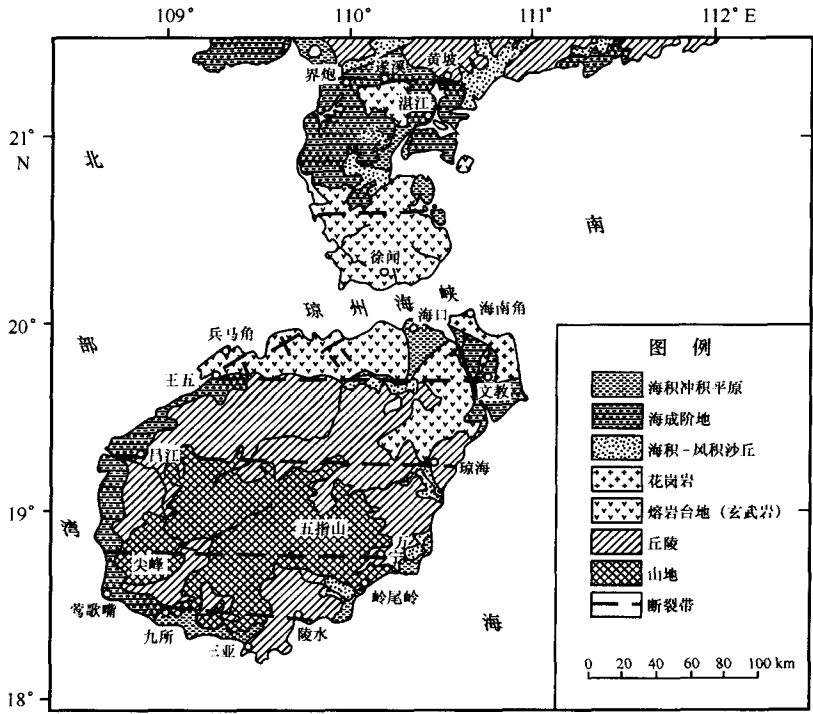


图 1.2 海南岛断裂构造和地貌类型图

第三纪以来，在地壳水平运动影响下，引发区域性地体的垂直差异性升降运动，形成了以雷州半岛的遂溪断裂为北界和以琼北的王五一文教东西向断裂为南界的雷琼拗陷。在此期间新构造运动以继承性活动为主要特征，沿着早期的断裂带产生剧烈的断块差异性升降活动，使较老的构造形态又以新的形态在地貌上显现出来，特别是在王五一文教东西向断裂带以北的琼北地区和琼州海峡，伴随着地壳构造运动而相继地沿着东西向、北东向和北西向断裂发生多期火山玄武岩喷溢，构成了琼北地区的火山熔岩台地和基岩岬角。

第四纪时期，全球气候出现多次冷暖交替变化，相应地引起全球性海面的升降变化。大约在距今 17 000 a 前^[3]，积聚在大陆上的冰盖和冰川逐渐消融，融化的水流汇入海洋，

海平面上升,直至距今约 6 000 a 前海面上升至现海面。海南岛的海岸和全球各地的海岸一样,经受了更新世历次海面升降和海岸线水平迁移过程。早、中更新世时期冰期低海面的海滨线,因受后期海侵与海退的侵蚀和泥沙覆盖,尚难确定,而晚更新世末低海面位置大致在现海面下 100 ~ 130 m 海底附近,已由世界各海区采集到生物化石经¹⁴C 年代测定所证实^[4]。在海南岛邻近海域的底床也发现一些与低海滨线位置相关的生物化石和地貌形态,如珠江口外的南海海域,在水深 50 ~ 80 m 的海底采集到属于潮间带浅滩的生物化石,经¹⁴C 年代测定为距今 15 000 ~ 20 000 a 左右;在琼州海峡西口与北部湾毗连的南部海域,经浅地震剖面勘探,发现在现海面下 40 m 的海底下有埋藏谷地痕迹;又如在琼南的南山—红塘岭岸外海滨水深 20 m 的海底经浅地震剖面勘探和钻孔揭示,发现被埋覆的河流相冲、洪积扇堆积物。这些迹象均表明了晚更新世低海面时,海南岛的海滨线向陆架方向迁移,当时琼州海峡和北部湾大部分海底都露成陆。当冰后期海面上升过程,波浪和海浪沿着大陆架向陆地方向上溯并席卷大量泥沙向陆推移,与此同时,陆地水流携带泥沙向海方向搬移,二者在海陆交会地带沉积下来,组成了海滨带堆积地貌。琼州海峡也因冰后期海侵而被海水淹没,成为海南岛和雷州半岛之间的分隔水域,并成为南海与北部湾之间的潮流通道。

1.2 海南岛的气候和沿岸波浪的基本特征

海南岛位处 18°09'33" ~ 20°09'42"N, 108°36'45" ~ 111°16'22"E,属于低纬度热带季风气候。冬半年盛行 NE 风,夏半年盛行 SE 风和 SW 风。夏秋期间常受热带风暴和台风侵袭,素有台风走廊之称,然而因五指山脉耸峙在岛的中部,对气流产生屏障作用,使得海岛北部、南部、东部、西部的降水量、气温和风向都具有较为明显差别。当冬季 NE 风盛行时,岛的北部和东北部沿岸为向岸风,而南部和西部沿岸则为离岸风;当夏季 SE 风和 SW 风盛行时,岛的东部、南部和西南部沿岸为向岸风,而北部沿岸则为离岸风。

风作用于海面产生风浪,其形成、发展和消衰取决于风力的盛衰。风浪离开风区形成涌浪,或风速骤然下降,风向改变,在风区内的风浪将演变成为涌浪。在风向和风力的驱使下,波浪传播至近岸海滨,在水下岸坡摩擦阻作用的影响下,波浪的波速、波向、波形发生变化,出现了折射、绕射现象,形成近岸波,并在近岸浅水地带接连发生破碎。在破碎带内产生沿岸流系,并驱使沿岸泥沙运移以及对海岸产生塑造作用。风除了产生风浪以外,还在海滨地带产生风蚀和风积的沙丘地貌。

波浪是海岸地貌塑造和沿岸泥沙运移的最活跃动力因素。沿岸的波向和功率是与风向和风力紧密相关的。由于海南岛位处热带季风气候区,冬半年盛行 NE 向风浪,夏半年盛行 SE 向和 SW 向风浪和涌浪。从沿岸沙体的堆积地貌及其延伸方向,都反映出波浪及其引起的沿岸漂沙运移的趋向。

夏、秋期间,海南岛沿岸常受台风或热带风暴侵袭,台风源地大多在太平洋西部的菲律宾以东洋面和南海海域。台风源地具有季节变动,盛夏主要发生在南海北部海面上,秋季和春季一般发生在菲律宾东部洋面和南海中部的南沙群岛附近。台风移动,既由本身强度、结构等内因决定,又受周围的气压系统、气流及地转偏向力等影响,因而台风路径是极其复杂的。引起海南岛北岸、东岸及南岸海域增水的台风路径,一般均穿过 16° ~

20°N, 107°~111°E 的矩形海区。在这一矩形海区内台风中心的运动方向可分为 SW 向、W 向、WNW 向、NW 向及 N 向, 这些方向都朝着海南岛方向运动。台风风力大, 中心气压低, 强大的风力使海水以 100 cm/s 量级的速度运动。台风在外海时, 由于台风中心气压低, 海面上升, 而升高的水位以长波形式向四周传播。当台风经过近岸海域时, 强大的风力驱使海水向岸运动, 海水在沿岸发生聚积, 从而形成增水, 例如台风路径呈 WNW 向移动的 7406 号台风造成海口湾增水 156 cm; NW 向移动的 8007 号台风造成海口湾增水 231 cm; 台风路径呈 WSW 向的 7125 号造成三亚增水 92 cm; W 向的 7126 号造成三亚增水 111 cm; WNW 向的 7112 号造成三亚增水 86 cm。风暴潮增水, 相应地促使波浪侵蚀作用向陆方向扩展, 大量侵蚀泥沙随底部回流向岸外搬移, 导致岸滩遭受强烈侵蚀后退。由此可见, 风暴潮是海南岛海岸侵蚀后退的极其重要因素。

1.3 海南岛沿岸潮汐的基本特征

海南岛沿岸的潮流主要受巴士海峡和巴林塘传入的太平洋潮波的影响。潮波进入南海陆架后, 受水深和地形影响, 形成以前进波为主的南海潮波系统, 其中一部分沿粤西海岸向西传播, 并进入琼州海峡东口; 另一部分经由海南岛南侧传入北部湾, 并进入琼州海峡西口。沿岸的潮汐、潮流主要受这两部分潮波控制, 使得沿岸的潮汐和潮流状况较为复杂, 东部海区如: 清澜港的潮性系数 $\left(\frac{H_{O_1} + H_{K_1}}{H_{M_2}}\right)$ 为 1.97, 平均潮差为 0.69 m, 为不正规半日潮; 龙湾的潮性系数为 2.53, 平均潮差为 0.84 m, 为不正规全日潮流; 南部海区的潮性系数为 2.85, 平均潮差为 0.90 m, 为不正规日潮。西部海区主要是不正规全日潮流, 而洋浦湾的潮性系数达 7.2, 属典型的正规日潮性质, 多年平均潮差为 1.80 m。琼州海峡则受其东口和西口不同潮波系统的控制, 因而从东口至西口的海区潮性系数在海峡东口的海南角为 0.75, 在海口湾秀英港为 3.86, 在马村港为 7.1, 由不正规半日潮过渡为正规全日潮。沿岸的平均潮差由东往西逐渐增大, 在海南角为 0.83 m, 在秀英港为 1.21 m, 在马村港为 1.50 m, 到后水湾增大为 1.89 m。

涨落潮流向受水下岸坡和沿岸地形的影响, 流向发生一定变化, 东部海区的岸线基本上呈 NE—SW 走向, 涨潮流向大致在 S—W—N 这个范围内变化, 落潮流向则反之; 南部海区的岸线大致呈 WNW—ESE 走向, 涨潮流向集中在 260°~340°范围内, 落潮流向基本在 160°~140°范围内; 西部海区的岸线走向呈 S—N 向, 涨潮流向在 N—E 向范围内变化, 落潮流向在 S—W 向范围内变化; 琼州海峡水域既受其南北两侧近东西走向岸线的约制, 又受其东西口门不同潮波系统的控制, 所以在海峡内形成涨潮东流、西流, 落潮西流、东流等四种流动形式。

1.4 海岸地貌类型和特征

海岸过程在某种程度上就是海岸剖面过程。海岸带剖面通常是由海滩、后海滨、前海滨和近海滨等四个地带组成的, 如图 1.3 所示。海岸带剖面的演变通常是受风暴产生的高振幅、高波陡的波浪和无风或小风条件的低振幅、低波陡波浪这两种极端波候所支配的。

在涌浪作用下，泥沙缓慢地向岸移动，在前海滨带营造滩面和扩展滩肩（beach berm），因而使海滩剖面形成较为陡峭的坡度。在后海滨地带通常有一个或两个滩肩，滩肩的前沿具有近于垂直的小陡崖（即滩坎 beach scarp），高度为 1.0 m 左右。前海滨带是波浪上冲活动的地带，近岸的海底剖面呈凹形，在这一地带可能有一列或几列与岸平行的波浪破碎点坝。在强风暴时，强大的风力可将大量海滩泥沙搬运至沙丘上；同时，暴风浪上冲，扰动海滩上部的泥沙，并产生底流（undertow），导致泥沙离岸搬运至海滩下部堆积，从而在海滩剖面的上部发育侵蚀陡坎，下部发育水下沙坝（sand bar）。如果暴风浪活动历时很长，涌浪时形成的滩肩可能完全被侵蚀掉，海滩剖面被冲刷后退至陡崖或沙丘。

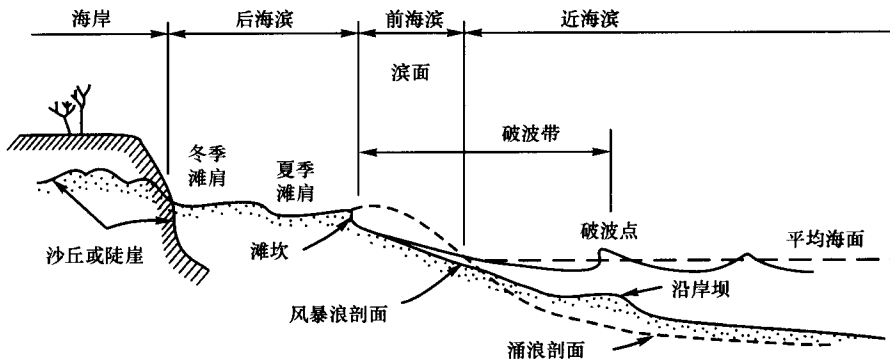


图 1.3 典型海滩剖面概图

在海南岛大部分海岸地区，冬季以暴风浪起主要作用，而夏季则出现静风条件的波浪。冬季时的暴风浪剖面普遍具有一个冬季滩肩，如果海岸地区的海滩正处于侵蚀后退，则滩肩缺失。在这种情况下，暴风浪将直接撞击陡崖或沙丘前沿。夏季时（除台风或其他风暴外）涌浪将在所有海滩，包括大部分处于急速后退的海滩，重新塑造一个具有夏季滩肩的海滩剖面。由此可见，风浪对海滩产生破坏性作用，而涌浪则对海滩产生建设性作用。

近岸海滨水下沙坝的形态和空间尺度是对优势波的紧密响应。在较强大的波浪作用时，水下沙坝将向海方向运移，并将增大其尺度。随着低波陡波浪的回复，水下沙坝将停顿在它的向海位置上，同时在紧靠海滨处形成新的较小的水下沙坝，而在极其低缓的波浪期间则不可能形成水下沙坝。在潮差很大的近岸海滨地带，很少有水下沙坝形成。

在海南岛海岸地貌发育过程中，在区域性地质构造格架的基础上，经冰后期海侵的海洋动力条件和河流的综合作用，从而在沿岸构成了岬角、港湾、侵蚀及堆积的地貌类型以及热带海洋环境所具有的珊瑚岸礁。它们彼此毗连，环绕岛的周边，形成了蜿蜒曲折的海岸线，长度达 1 617.8 km^[5]。

由于沿岸构造因素和各海区海洋动力因素的差异，使海南岛海岸形成以琼北、琼东、琼南及琼西等四种不同的地貌区段。

1.4.1 琼北海岸

琼北海岸东始于海南角，西至兵马角，濒临琼州海峡南缘和北部湾。在地质构造上，

除海南角为中生代燕山期花岗岩侵入体构成的琼东北隆起以外，属于雷琼拗陷的组成部分。新构造运动沿着东西向、北东向和北西向交错断裂相继产生活动，引起沿岸地区断块的差异性升降，并伴发了多期火山玄武岩类喷溢，组成了琼北的熔岩台地。在冰后期海侵，海水沿着断陷谷地入侵，形成了分隔海南岛与雷州半岛之间的琼州海峡水域，并淹没了琼北熔岩流台地之间的低洼地带，同时南渡江河口三角洲向海峡方向进积，因而琼北岸线呈岬角、港湾相间的轮廓。

1.4.2 琼东海岸

琼东海岸北始于琼州海峡东口的南侧，南至万宁的岭尾岭，濒临辽阔的南海。海岸线走向虽受横贯海岛北部、中部和南部的东西断裂带影响，但其走向仍然呈 NE—SW 向延伸，局部断陷地段成为冰后期形成的潟湖—潮汐通道—沙嘴地貌体系发育的岸段。这种地貌体系组成了琼东海岸的主要地貌特征。

1.4.3 琼南海岸

琼南海岸东始于陵水河口，西至九所望楼港，濒临南海。海岸位处九所—陵水东西向断裂南侧，并受一系列北东和北西向断裂分割和控制，中生代燕山期花岗岩侵入体构成了沿岸山丘累布，奠定了岸线轮廓。冰后期海侵过程，由于受山地丘陵展延轮廓的影响，在不同的岸段上发育了潟湖—潮汐通道—沙嘴地貌体系、沿岸沙堤、连岛沙洲等复杂的地貌类型，更有全岛岸线中发育较为典型的珊瑚岸礁和海滩岩。

1.4.4 琼西海岸

琼西海岸北始于单州的兵马角，南至乐东的莺歌嘴，濒临北部湾。岸线从北往南分属于雷琼拗陷西南侧火山熔岩隆起台地、琼中隆起、琼西断陷盆地及黄流断陷盆地等构造单元，然岸线较为平直。在北部岸段上的洋浦湾—儋州湾是一个向陆伸延的断陷谷地，其北侧为火山熔岩台地，而其南侧则受王五—文教东西向断裂的西段所制约。冰后期海侵以来，在琼西海岸的玄武岩岸段发育了海蚀陡崖、海蚀平台和河口三角洲、沿岸沙堤、珊瑚岸礁以及向后海滨推移的风成沙丘。

1.5 海岸带自然资源的开发与保护

海南岛的海岸魅力不仅是因为它具有引人入胜的婷婷玉立的椰林、千姿百态的珊瑚和珊瑚岸礁、银灰色和金黄色的沙滩以及清澈见底的近岸海域，更重要的是它的地理位置和特殊的自然资源。海南岛的海岸已成为投资开发、经济活动频繁的地带，一些海湾具有天然的水深条件可供发展航运和对外通商的港口，近岸海域有丰富的水产资源及独特的生态系统，沿岸的港湾和潟湖则是人工养殖的场所。沿海地区还蕴藏着丰富的矿产、能源以及旅游等资源。同时，海南岛位处我国西南海疆，更显示出其地理位置对国家的重要性。

近几十年来，随着海南岛经济建设的发展，沿岸的社会活动和经济建设日趋频繁，如港口码头建设、围海造地、开辟海滨旅游设施、沿岸养殖等等。海岸的开发利用已达到相当高的程度，人为因素对海岸环境的影响已日显突出。海岸及毗连的近岸海域正遭受沿海

城市的生活污水、工农业污水和废料的污染,沿岸的生态系遭受破坏。沿岸一些海岸工程设施、开采沙矿和挖掘珊瑚岸礁已导致海岸侵蚀出现加剧之势。

为合理开发利用海岸自然资源,必须充分认识岸滩形成的历史过程和现代演变趋势,以便在开发的同时,采取相应的防护和整治措施。大多数砂质岸滩是在冰后期海面上升的历史背景下形成的,自从岸滩形成以来一直处于波场、流场和风场作用的环境下,又加上人为作用,在泥沙来源减少的情况下,岸滩处于冲刷、泥沙再运移和再堆积的演变,使岸滩与水动力场之间的动态平衡关系失调,导致岸滩侵蚀与后退。在海岸资源开发的过程中,一些海岸工程设施(如丁坝、防波堤、海堤等的建设)以及在海滩和水下岸坡挖沙,这种人为因素看起来是在局部岸段实施的,然而,局部岸段是其毗连岸段与沿岸水动力条件相互协调的组成部分,亦即局部与整体的关系,人为对局部岸段的作用,将导致周边岸线与水动力之间脆弱的动态平衡出现新的变化,例如人为的海岸工程截断了沿岸漂沙运移,使工程的上游岸段产生泥沙淤积,而下游岸段则因失去泥沙补给而产生侵蚀。同样,在海滩上或水下岸坡挖沙,破坏了海滩及其水下岸坡与水动力之间的相对平衡状态。水下岸坡因挖沙而加深,波浪向岸传播时的耗能效应相应减弱,波浪对岸滩作用加强。当海滨线或水下岸坡出现曲折和深浅变化时,波峰线与岸滩的交角也随着岸滩地形变化而变化,导致沿岸波能出现辐聚与辐散的不均匀分布,水动力将重新塑造与其相适应的岸滩剖面,这种塑造过程将引起毗邻岸段的连锁反应,并造成极大的破坏作用。因此,局部岸段的开发利用,应从周边岸线的自然因素和生态环境进行系统的、多学科的综合论证,并采取相应的预防措施,使其危害性降低到最小程度。在海滩和水下岸坡上挖沙,这不是开发利用自然资源,而是不顾后果地破坏自然资源。沿岸的珊瑚岸礁、红树林和海滩岩,不仅具有护岸作用,而且是形成近岸生态系的独特资源。

海岸侵蚀后退,是自然因素和人为因素综合作用的结果,特别是人为因素值得加以重视。已如上述,海滩自6 000 a前形成以来,一直处于激岸浪的冲刷和泥沙再搬运过程。海滩要维护相对稳定状态,须从岸外海滨输沙和河流输沙取得补给作用,以便维护海滩的相对稳定。然而,海面自6 000 a前抵达现海面以来,海滩从近岸海底取得泥沙补给几乎甚微,而在河流的中、上游建坝蓄水或发电,河流输出的泥沙已显著减少。海滩在输入沙量与输出沙量失调的情况下,又因全球海平面出现上升、近岸动力作用有加强之势,更加剧了海岸侵蚀后退速度,如南渡江三角洲岸线就是一个典型的例子。这种侵蚀后退现象是全球砂质海岸共同面临的重大问题,已引起国家有关政府部门和研究机构的高度重视。

参考文献:

- [1] 海南省海洋厅海南省海岛资源综合调查领导小组办公室. 海南省海岛资源综合调查研究报告集. 北京: 海洋出版社, 1999. 1 053.
- [2] 严国柱, 等. 海南岛主要构造体系的划分及其与石碌式铁矿关系的探讨. 中山大学学报, 1978, 14 (1): 1—37.
- [3] Bird E C F. Coast. Canberra: Australian National University Press, 1976.
- [4] 王宝灿, 黄仰松, 等. 海岸动力地貌. 上海: 华东师范大学出版社, 1989.
- [5] 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队. 广东省海岸带和海涂源综合调查报告. 北京: 海洋出版社, 1987. 622.

第2章 琼州海峡的形成与演变

琼州海峡是一条介于雷州半岛与海南岛之间的狭长潮流通道。海峡的走向大致呈 ENE—WSW 方向，其东西两端的口门分别与南海北部海域和北部湾海域相连。海峡的东口以北岸的盐井角和南岸的海南角（木栏头）之间的断面为界，西口以北岸的灯楼角（涠尾角）和南岸的临高角之间的断面为界，二者之间的东西向长度约为 80 km，南北向的宽度为 20~40 km，其中海峡的中部地段较窄，而东西两侧地段则逐渐向东、西口门方向展宽。海峡的深度与底床形态有较复杂的变化，中部地段的冲刷槽，底床起伏，水深达 70~90 m，而深槽内最大水深达 118 m；在海峡东口门附近的潮流三角洲，浅滩累布，形成了浅滩与分汉槽相互交织的复杂地形，有的分汉槽底床发育了波状起伏的沙波；在海峡西口附近的潮流三角洲，发育了一系列向北部湾方向延伸的滩、槽相间的辐射状水下地形（图 2.1）。

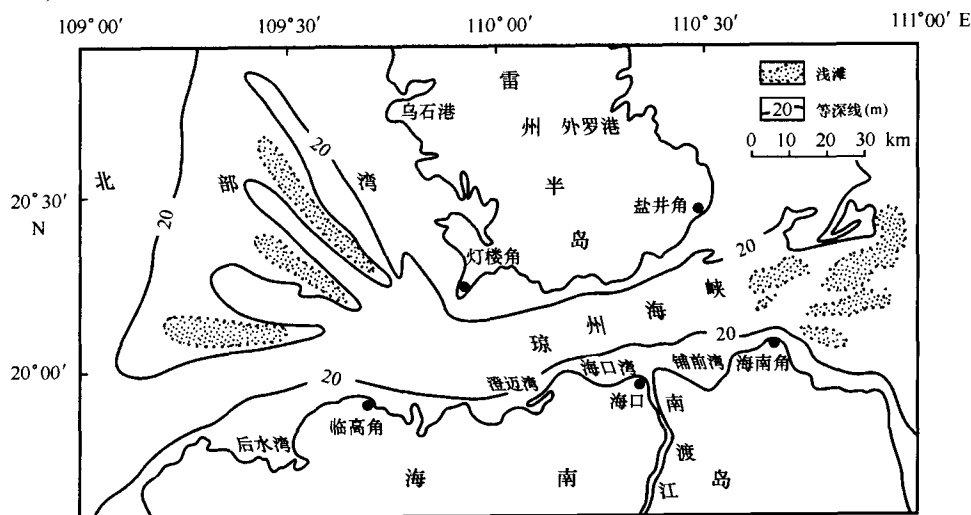


图 2.1 琼州海峡地貌轮廓图

2.1 琼州海峡的形成过程

关于琼州海峡的成因，许多研究者根据各自所取得的资料，提出过各种观点，大致可归纳为三种：一种观点认为地壳构造的差异运动导致海峡地带呈地堑式断陷^[1]；另一种观点认为是冰后期海侵塑造而形成的^[2]；第三种观点认为是在断陷低地的基础上，经冰后期海侵进一步塑造而形成的^[3]。从海峡两岸的构造形迹、第三纪以来的沉积岩系分布以及海峡底床的冲淤地貌特征来看，地壳构造作用和冰后期海侵作用对海峡的形成都是客

观存在的，而前两种观点实际上是在海峡成因上的主要因素和次要因素上产生差别。对此，我们根据近年来在琼州海峡西部地段开展的浅地震剖面探测所取得的资料，并结合前人的研究成果，对琼州海峡的成因和演变进行探讨。

2.1.1 琼州海峡的地质构造基础

琼州海峡在地质构造上，属雷琼拗陷的组成部分。根据物探资料和研究^[1,2]，拗陷区除其南北两侧分别以 E—W 向展布的王五—文教断裂和遂溪断裂为界以外，还有几列 E—W 向断裂和 NE 向及 NW 向断裂展布，它们在时间上先后发育于古生代的加里东运动和中生代的燕山运动，第三纪以来仍有不同程度的活动，在空间展布上相互交叉切割，从而构成了雷琼拗陷的构造格架。位处该拗陷区南部的琼州海峡，在其北缘、中部和南缘分别存在一系列近 E—W 向的断裂展布（图 2.2），表明了海峡的成因与断裂构造的关系。

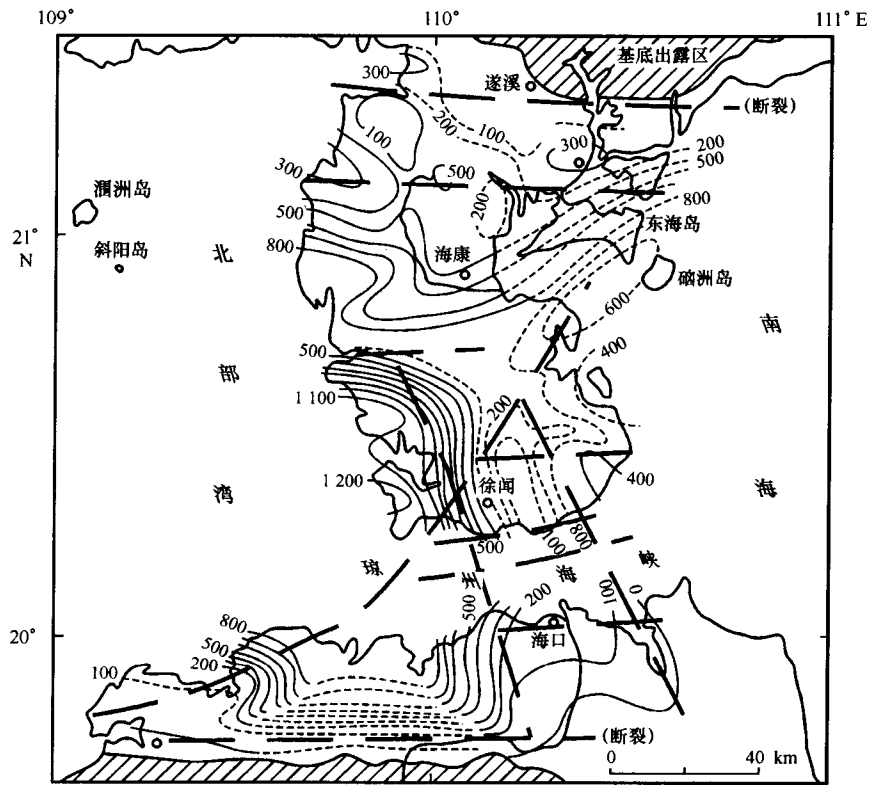


图 2.2 雷琼拗陷上第三系等厚度和断裂展布图（图中等值线单位：m）
（据张虎男和陈伟光^[2]）

第三纪以来，新构造运动导致雷琼拗陷区的断块差异性沉降。据钻孔揭示，在拗陷区的古生界和中生界的基底上为第三系覆盖层，特别是上第三系含有海绿石和有孔虫的海相沉积层广泛分布，而其沉积厚度则有明显变化。虽其沉积厚度有向海峡方向增厚的趋势，但是其最大沉积厚度却出现在雷州半岛西南部的迈陈凹陷，厚度达 1 500 ~ 1 600 m，在琼北的福山凹陷的沉积厚度也有 1 000 m 以上（图 2.2）。在迈陈凹陷的上第三系地层中有

多次火山熔岩流穿插其间，表明晚第三纪期间坳陷区的构造活动相当剧烈，并导致坳陷区持续沉降，从而形成深厚的上第三系地层，然其沉降中心分别位处迈陈凹陷和福山凹陷，并在沉积层中含有海相化石，反映当时的雷琼坳陷处于浅海或滨海的沉积环境。

在海峡南北两岸遍布着火山锥和熔岩被，主要是第四纪时期新构造运动的产物。根据火山锥的排列方向，基本上是沿着东西向、东北向和北西向的断裂带喷溢的。据研究^[1]，它们分别为早更新世的多文岭期、中更新世的东英期（可分为德义岭和高山岭两个亚期）、晚更新世的峨蔓期以及全新世的雷虎岭期。历次喷溢的熔岩流分别与早更新统的湛江组地层、中更新统的北海组地层交互覆盖，并构成了雷州半岛南部和琼北地区的玄武岩台地，表明第四纪时期的新构造运动引起海峡南北两岸地区抬升。从海峡及其南北两岸的湛江组和北海组的堆积厚度和分布趋势看，这两组沉积物都向海峡方向逐渐变薄或尖灭，甚至缺失，而且在海峡底床的第四系沉积层中也发现火山熔岩，有些地段的沉积层被海流侵蚀，而使熔岩裸露于底床上。这些迹象反映海峡地带也趋于上升之势，然因新构造运动对海峡及其两岸产生差异性抬升，其南北两岸的抬升幅度大于海峡地带，因此，在南北两岸火山熔岩台地的制约下，构成了琼州海峡的轮廓。

2.1.2 琼州海峡的第四系沉积层

琼州海峡的第四系沉积地层，经冰后期的海侵作用，海峡中轴线附近的沉积层几乎被海流冲蚀殆尽，而在海峡南北两侧边坡则尚有残留。海峡西段南侧部分底床的浅地震剖面勘测（图 2.3）^[4]，揭示了自更新世以来海峡西部地段的沉积结构、沉积序列、沉积界面变化，记录了新构造运动和海平面变化对海峡的形成和演变的影响。

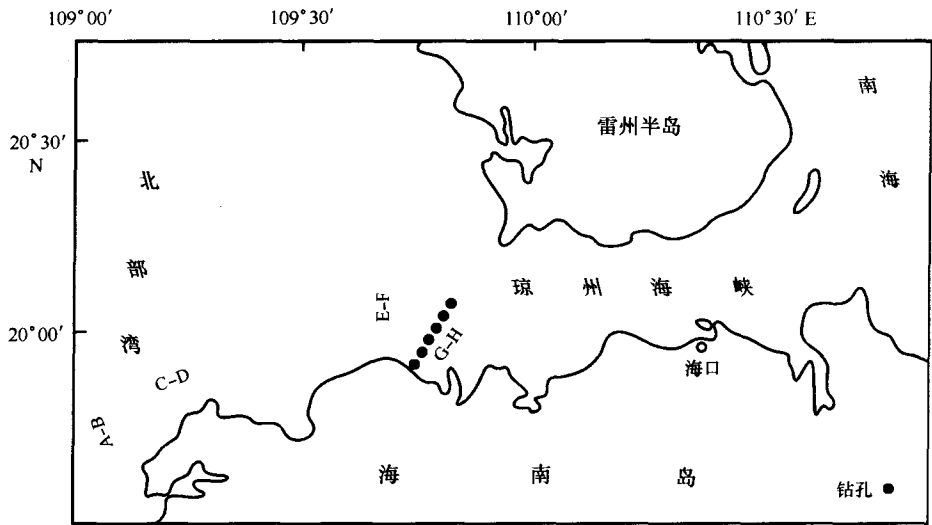


图 2.3 浅地震剖面勘测区和钻孔位置图

(1) 琼州海峡西部海区的浅地震剖面资料与分析

1) 海峡西口南侧海底

在海峡西口南侧的海区，水深为 23.9 ~ 26.6 m。表层沉积物为淤泥质粉砂。根据浅