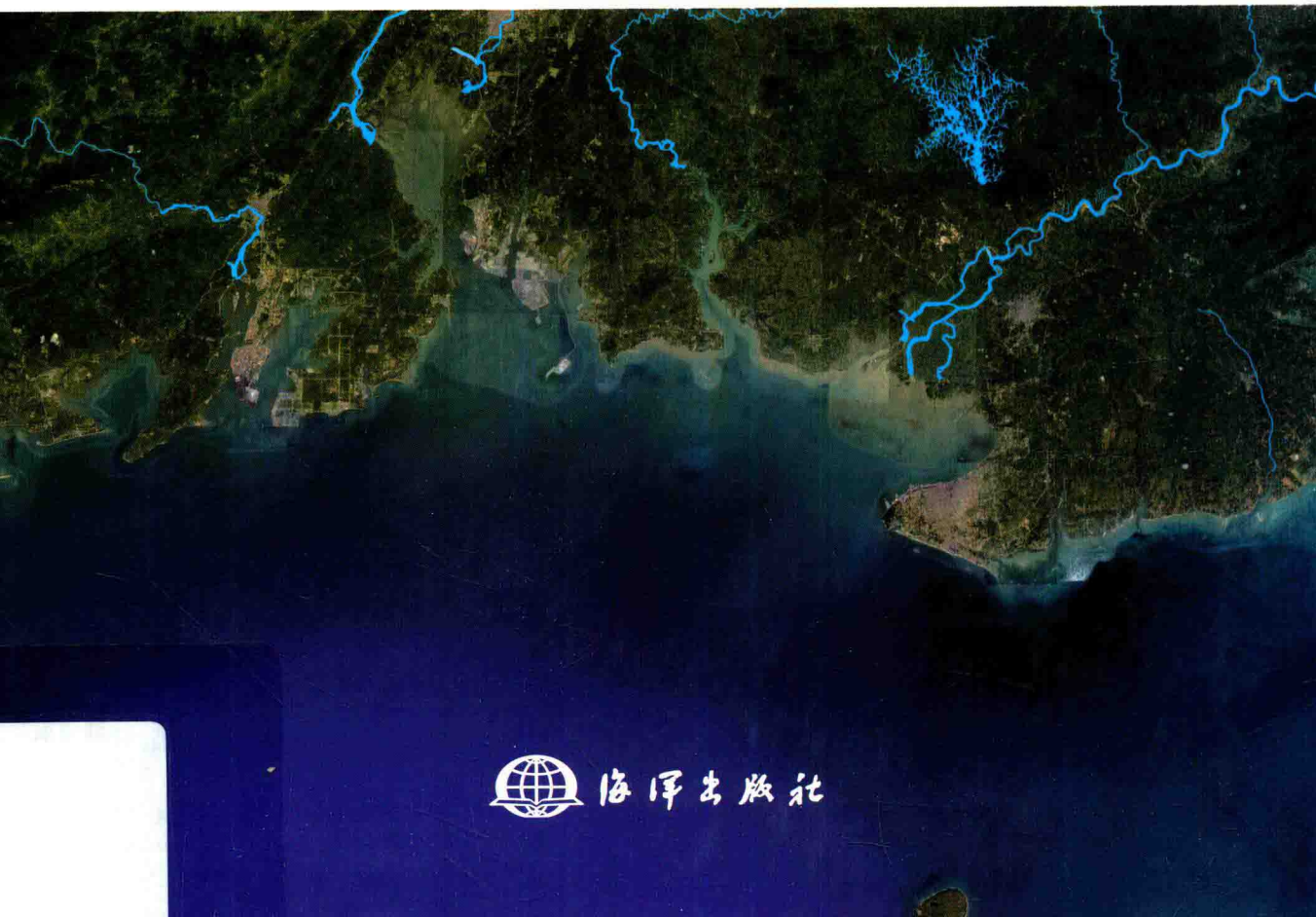


北部湾广西海陆交错带 地貌格局与演变及其驱动机制

*Geomorphologic Patterns of the Marine-terrestrial Interlaced Zone
and Evolution and Its Driving Mechanism in Guangxi Beibu Gulf*

黎广钊 梁文 王欣 刘涛 农华琼 等 著



海洋出版社

北部湾广西海陆交错带 地貌格局与演变及其驱动机制

黎广钊 梁文 王欣 刘涛 农华琼 等 著

海洋出版社

2017年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

北部湾广西海陆交错带地貌格局与演变及其驱动机制/黎广钊等著. —北京: 海洋出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5027-9906-9

I. ①北… II. ①黎… III. ①海岸带-海岸地貌-研究-广西 IV. ①P737.172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 204835 号

责任编辑: 朱 林 王 倩

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

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

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 15

字数: 320 千字 定价: 98.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

海陆交错带地貌类型无论其规模大小、形态如何,其形成和发育演化均要受到内力和外力的共同作用。人类在长期的生产活动过程中,不断地利用自然、改造自然,对海陆交错带地貌演化的影响较为深刻。研究地貌格局对深入分析地貌成因、地貌演化、地貌利用、生态修复、环境保护等具有重要意义,而且地貌类型及其分布格局可作为研究活动构造及评估地震危险性的标志(韩恒悦等,2001;程维明等,2009)。自实施《广西北部湾经济区发展规划》以来,广西北部湾经济区开放开发正式上升为国家发展战略,北部湾经济区迈入了跨跃式发展时代。随着实施北部湾经济区开发战略的不断深入,北部湾地区工业化和城市化速度加快,尤其是海陆交错带区域的临海工业、港口码头、仓储、滨海旅游、城镇化、海水养殖等迅速发展,使环境发生巨大的变化,资源与环境问题突出,环境的承载压力将越来越大。同时,海陆交错带地貌所反映的基本特征和地貌类型分布格局,是在内、外营力因素的综合作用下长期发展演化的结果。针对广西北部湾经济区社会经济可持续发展所面临的海岸、河口、海湾自然地貌受到改造或破坏,海湾面积缩小、港口航道淤积、自然地貌为人工地貌所代替,从而导致生态环境恶化、海陆交错带滨海湿地减少、海岸侵蚀等科学问题。因此,2011年8月,由广西科学院组织牵头,联合广西师范大学、广西师范学院、广西红树林研究中心共同提出“广西北部湾经济区海陆交错带环境与生态演变过程及适应性调控”项目,广西科技厅于2012年4月,以合同形式下达广西自然科学基金重大资助项目:“广西北部湾经济区海陆交错带环境与生态演变过程及适应性调控(2012GXNSFEA0533001)”。该项目包括:(1)广西海陆交错带现代海岸环境演化机制及稳定性维持;(2)污染时空变化动力过程及控制预测;(3)典型生态系统退化机制及适应性调控等3个专题研究。广西红树林研究中心承担该项目“广西海陆交错带现代海岸环境演化机制及稳定性维持”专题中的子课题“海陆交错带现代地貌格局与海岸变化的形成过程及其驱动机制”。

经过广西红树林研究中心课题组成员4年多的外业现场调查和内业分析,深入研究了海陆交错带现代地貌类型、空间分布格局,揭示海陆交错

带的地貌形态特征、成因类型、分布规律,分析了较大规模围海造地工程现状及其对海岸自然地貌演变的影响,探讨了海陆交错带海岸线变化及滨海湿地变化过程,并厘清了现代海岸变化的驱动机制。本书的研究成果将为广西海陆交错地带中的港口交通、临海工业、城镇化、滨海旅游建设,海域海岛管理与整治修复、生态保护等海洋经济建设及可持续发展提供基础资料和科学依据。

本书的研究成果既有作者多年的工作积累,又有近年最新的研究成果,全书共分7章。第1章,自然环境概况(黎广钊执笔);第2章,海陆交错带地貌类型及其空间分布格局(黎广钊主笔,梁文、王欣、刘涛、农华琼参与撰写及图件绘制);第3章,海岛地貌类型及其空间分布格局(黎广钊主笔,梁文、王欣、刘涛、农华琼参与撰写及图件绘制);第4章,海陆交错带海岸线变迁及滨海湿地变化过程(梁文执笔,黎广钊、胡自宁、农华琼参与撰写);第5章,海陆交错带围填海活动对海岸地貌演变影响分析(黎广钊主笔,陶艳成、王欣参与撰写及图件绘制);第6章,现代海岸变化的驱动机制(黎广钊主笔,刘涛、梁文参与撰写);第7章,主要结论和建议(黎广钊执笔)。

本书的研究成果得到以下基金项目的资助:广西自然科学基金重大资助项目“广西北部湾经济区海陆交错带环境与生态演变过程及适应性调控”(2012GXNSFEA053001);国家自然科学基金项目“广西沿岸沙坝—潟湖形成演化与开发整治”(49766013);广西自然科学基金项目(桂科自0007009);广西908专项“广西海岸带综合调查(GX908-01-03)”子课题之一“广西地貌与第四纪地质调查”;“广西海岛保护与开发利用研究及其管理对策”;“广西海岸侵蚀现状调查及防治对策”项目。特此,表示十分感谢!

同时,本书的研究成果得到了广西科技厅、广西海洋局、广西科学院、国家海洋局第一海洋研究所、广西师范大学、广西师范学院等部门和单位的支持和帮助。陶艳成、刘文爱、邱广龙、李森等参加了部分外业现场调查、室内分析、资料收集整理工作,卢进林、陶艳成参加了部分图件绘制等工作。谨此,一并表示诚挚的感谢!

由于作者学识浅薄,本书的纰漏和不足之处在所难免,敬请同仁不吝指正。

黎广钊

2016年6月

目 次

第 1 章 自然环境概况	(1)
1.1 海陆交错带地形地势	(1)
1.2 沿岸水系分布	(1)
1.3 气候概况	(2)
1.3.1 气温	(2)
1.3.2 风况	(3)
1.3.3 降水	(3)
1.3.4 灾害性天气	(4)
1.4 水动力概况	(4)
1.4.1 潮汐	(4)
1.4.2 潮流和余流	(4)
1.4.3 波浪	(5)
1.5 地质概况	(5)
1.5.1 地层	(5)
1.5.2 岩浆岩	(7)
1.5.3 地质构造	(7)
第 2 章 海陆交错带地貌类型及其空间分布格局	(8)
2.1 海陆交错带现代地貌成因类型划分	(8)
2.2 海陆交错带现代地貌成因类型空间分布格局基本特征	(9)
2.3 海陆交错带主要地貌类型及其空间分布格局	(13)
2.3.1 侵蚀剥蚀地貌类型及其空间分布格局	(13)
2.3.2 流水地貌类型及其空间分布格局	(19)
2.3.3 构造地貌成因类型及其空间分布格局	(24)
2.3.4 重力地貌	(33)
2.3.5 海成地貌类型及其空间分布格局	(33)
2.3.6 人工地貌类型及其空间分布格局	(52)
2.3.7 河口地貌	(68)
2.3.8 岩滩地貌类型及其空间分布格局	(69)
2.3.9 海滩地貌类型及其空间分布格局	(76)

2.4 海岸类型及其基本特征	(98)
2.4.1 砂质海岸	(98)
2.4.2 粉砂淤泥质海岸	(100)
2.4.3 基岩海岸	(102)
2.4.4 人工海岸	(105)
2.4.5 生物海岸	(108)
2.4.6 河口海岸	(110)
第3章 海岛地貌类型及其空间分布格局	(114)
3.1 海岛数量及其分布特征	(114)
3.2 海岛地貌成因类型及其规模概述	(116)
3.2.1 海岛地貌成因类型划分	(116)
3.2.2 海岛地貌成因类型规模概述	(117)
3.3 海岛地貌成因类型及其空间分布格局	(118)
3.3.1 海岛火山地貌类型及其空间分布特征	(118)
3.3.2 海岛侵蚀剥蚀台地空间分布特征	(125)
3.3.3 流水地貌、海成地貌类型及其空间分布特征	(131)
3.3.4 海岛重力地貌	(134)
3.3.5 海岛人工地貌类型及其空间分布特征	(135)
3.3.6 岩滩、海滩等潮间带地貌类型及其空间分布特征	(140)
第4章 海陆交错带海岸线变迁及滨海湿地变化过程	(165)
4.1 50年来海岸线变迁分析	(165)
4.1.1 数据处理与方法	(165)
4.1.2 海岸线变迁特征	(167)
4.1.3 海岸线变化特点及主要原因	(173)
4.2 50年来滨海湿地地貌景观格局变化	(174)
4.2.1 数据处理与方法	(175)
4.2.2 湿地景观分布与景观结构	(177)
4.2.3 湿地景观指数变化	(181)
4.2.4 滨海湿地变化的因素	(182)
第5章 海陆交错带围填海活动对海岸地貌演变影响分析	(185)
5.1 海陆交错带围填海活动现状	(185)
5.1.1 防城港湾海岸较大规模围填海活动现状	(185)
5.1.2 钦州湾海岸较大规模围填海现状	(188)
5.1.3 铁山港海岸较大规模围填海现状	(191)

5.2 海陆交错带较大规模围填海工程对海岸地貌影响分析	(193)
5.2.1 潮间带滩涂地貌面积减少,海湾自然属性弱化	(194)
5.2.2 海岸结构及形态发生变化,人工岸线增加、自然岸线减少	(195)
5.2.3 海岛形态发生变化,部分海岛消失	(197)
5.2.4 海岸滨海湿地减少或消失,自然景观遭到破坏	(198)
第6章 现代海岸变化的驱动机制	(200)
6.1 自然因素	(200)
6.1.1 台风暴潮(热带气旋)	(200)
6.1.2 海平面变化	(205)
6.1.3 海岸的自身性质及水动力条件	(207)
6.2 人为因素	(210)
6.2.1 社会经济发展因素	(210)
6.2.2 围填海工程建设	(211)
6.2.3 入海泥沙减少	(212)
6.2.4 人工采砂	(213)
6.2.5 生物入侵	(215)
6.2.6 砍伐沿岸沙地木麻黄防护林	(218)
第7章 主要结论和建议	(220)
7.1 主要结论	(220)
7.2 建议	(223)
主要参考文献	(225)

第1章 自然环境概况

1.1 海陆交错带地形地势

广西海陆交错带地处我国大陆 18 000 km 海岸线的最西南端，东起与广东廉江市高桥镇接壤的洗米河口，西至中越边界的北仑河口，蜿蜒曲折，岸线长 1 628.6 km（范航清等，2015）分属于北海市、钦州市、防城港市。陆上地区总的地势西北高，东南低，最高海拔是西部江平镇北部的平头顶，其海拔高度 196.0 m，其次为茅岭江西北部的三角大岭，海拔高度 194.8 m。大体上以大风江为界，东、西两部具有不同的地形地貌特征，东部主要是古洪积-冲积平原，其次为三角洲平原，地势平缓；西部主要是侵蚀剥蚀台地，地势起伏不平，局部为三角洲平原和海积平原。

1.2 沿岸水系分布

注入北部湾近岸浅海的中小型河流有 120 余条，其中 95% 为间歇性的季节性小河流，常年性的主要河流有南流江、钦江、大风江、茅岭江、防城河、北仑河等 6 条（范航清等，2015）。各条主要河流的年径流量和年输沙量如表 1-1 所示。

南流江发源于广西玉林市大容山，在合浦县总江口下游分 4 条支流呈网状河流入海，河长 287 km，集水面积 6 645 km²，南流江多年年平均径流量为 50.81×10^8 m³，多年年平均输沙量为 61.40×10^4 t。

钦江发源于灵山县罗阳山，于钦州西南部尖山镇沙井岛东西两岸呈网状河流注入茅尾海东北部，河长 179 km，集水面积 1 400 km²，多年年平均径流量为 10.56×10^8 m³，多年年平均输沙量为 17.30×10^4 t。

大风江发源于广西灵山县伯劳乡万利村，于犀牛脚炮台角入海，河长 121 km，集水面积为 613 km²，多年年平均径流量为 5.61×10^8 m³。

茅岭江发源于灵山县的罗岭，由北向南流经钦州境内于防城港市茅岭镇东南侧流入茅尾海西北部，河长 100 km，集水面积 1 826 km²，多年年平均径流量为 14.12×10^8 m³。

防城河发源于上思县十万大山附近，河长 107 km，流域面积 441 km²，多年年平均径流量为 9.16×10^8 m³，于防城港渔沥岛北端分为东、西两支，分别流入防城湾东湾和西湾。

北仑河发源于东兴市峒中镇捕老山东侧，自西北向东南流经东兴至竹山附近注入

北部湾北部北仑河口湾，河长 185 km，集水面积 787 km²（部分面积在国界线以外），目前还没有开展径流量监测，没有统计数据。

表 1-1 广西沿海各水文站 2000—2014 年多年平均统计资料表

河流名称	水文站	长度/km	集水面积/km ²	年径流量/10 ⁸ m ³	年输沙量/10 ⁴ t
南流江	常乐站	287	6 645	50. 81	61. 40
钦江	陆屋	179	1 400	10. 56	17. 30
大风江	坡朗坪	121	613	5. 61	无泥沙监测资料
茅岭江	黄屋屯	100	1 826	14. 12	无泥沙监测资料
防城河	长岐	107	441	9. 16	无泥沙监测资料
北仑河	东兴站	185	787	目前还没有开展径流量和输沙量监测	

注：广西沿海地区入海河流仅南流江、钦江有泥沙监测资料，大风江、茅岭江、防城河仅有径流量监测资料，北仑河东兴站目前还没有开展径流量和输沙量监测。

1.3 气候概况

广西沿海地区位于北回归线以南，属亚热带季风气候区，受大气环流和海岸地形的共同影响，形成了典型的亚热带海洋性季风气候。其主要特点是夏季高温多雨、冬季温和少雨、夏长冬短、季风盛行。

1.3.1 气温

广西沿海地区各市所处的地理位置不同，从沿岸东部至西部依次为北海市、钦州市、防城港市。

根据北海市气象局 1989—2013 年 25 年气象观测资料统计分析，其结果表明历年平均气温为 23.0℃；历年年极端最高气温为 37.1℃（出现在 1990 年 8 月 23 日）；历年年极端最低气温为 2.6℃（出现在 2002 年 12 月 27 日）；历年最热月为 7 月，平均气温为 28.7℃；历年年最冷月为 1 月，平均气温为 14.3℃。

根据钦州市气象局 1953—2013 年 61 年气象观测资料统计分析，其结果表明历年年平均气温为 22.1℃，历年月平均最高气温为 26.1℃，月平均最低气温为 19.2℃。最热月为 7 月，平均气温为 28.3℃，平均最高气温为 31.9℃；极端最高气温为 37.5℃（出现在 1963 年 7 月 16 日）；最冷月为 1 月，平均气温为 13.4℃；平均最低气温为 10.3℃；极端最低气温为 -1.8℃（出现在 1956 年 1 月 13 日）。

根据防城港气象局 1994—2013 年 20 年气象观测资料统计分析，其结果表明历年年平均气温为 23.0℃；最热月为 7 月，平均气温为 29.0℃；最冷月为 1 月，平均气温为 14.7℃。历年极端最高气温为 37.7℃（出现在 1998 年 7 月 24 日）；极端最低气温为

1.2℃（出现在1994年12月29日）。

1.3.2 风况

广西沿岸为季风区，冬季盛行东北风、夏季盛行南或西南风，春季是东北季风向西南季风过渡时期，秋季则是西南风向东北风过渡的季节。

北海市常风向为N向，频率为22.1%；次风向为ESE向，频率为10.8%；强风向为SE向，实测最大风速30 m/s。该地区风向季节变化显著，冬季盛吹北风，夏季盛吹偏南风。据统计，风速 ≥ 17 m/s（8级以上）的大风天数，历年最多25 d，最少3 d，平均11.8 d。

钦州市沿海地区位于钦州湾沿岸，其平均风速大小处在不同区域具有明显差异，湾中部龙门居首，平均风速为3.9 m/s，湾东岸犀牛脚次之，平均风速为3.0 m/s，钦州市区最小，平均风速为2.7 m/s，历年最大风速为29 m/s。钦州市常风向为北向风（N），频率为22.0%，强风向为南向风（S），频率为13.0%。钦州市地区风速 ≥ 17 m/s（8级以上）的大风天数，历年年均均为5.1 d，最多为9.0 d，明显少于北海地区的平均11.8 d。

防城港市历年年平均风速为3.1 m/s，历年月平均最大风速出现在12月，为3.9 m/s，其次为1月和2月，为3.7 m/s；最小风速出现在8月，为2.3 m/s。该区冬季风速比夏季风速大。防城港的常风向为NNE，频率为30.9%；次常风向为SSW，频率为8.5%；强风向为E，频率为4.7%。

1.3.3 降水

北海市雨量较为充沛，根据1989—2013年的统计资料，每年5—9月为雨季，占全年降水量的78.7%，10月至翌年4月为旱季，降水量较少，占全年降水量的21.3%。历年年平均降水量为1751.0 mm，历年年最大降水量为2728.4 mm（出现在2008年）；历年年最小降水量为1109.2 mm（出现在1992年）。

钦州市地区降水量的季节变化较大，根据1953—2013年的统计资料，全年降水集中在4—10月，占全年降水量的90%，而6—8月为降雨高峰期，这3个月占全年降水量的57%。历年年平均降水量为2170.9 mm，历年年最大降水量2807.7 mm（出现在1970年），最小降水量为1255.2 mm（出现在1977年）。

防城港市地区降水量较大，根据1994—2013年的统计资料，历年年平均降水量为2102.2 mm，历年年最大降水量2911.19 mm。大部分降水集中在6—8月，占全年平均降水量的54%；1月至8月雨量逐月增多，其中8月是高峰期，月雨量达416.0 mm；9月至12月雨量递减，其中，12月雨量最少，月雨量仅24.1 mm。防城港24小时最大降水量为365.3 mm（出现在2001年7月23日）。

1.3.4 灾害性天气

广西沿海地区的灾害性天气较多，主要有台风（热带气旋）、强风和寒潮大风，低温阴雨等。沿海地区每年5—10月为台风季节，平均每年热带气旋影响2~3次，平均每5~8年有一次强台风危害，在强台风的严重影响下，较容易产生较大的风暴潮，给工、农业、海洋开发和安全带来威胁。强风和寒潮大风主要出现在9月至翌年4月，平均每月出现6~9 d，给海上渔业捕捞和运输安全带来影响。低温阴雨天气主要发生在每年2—3月，给种植业和海水养殖业带来危害。

1.4 水动力概况

1.4.1 潮汐

广西沿岸以全日潮为主，除铁山港和龙门港为非正规全日潮以外，其余均为正规全日潮，是一个典型的全日潮区，但每次大潮过后约有2~4 d为半日潮。全日潮在一年当中约占60%~70%。全日潮潮差一般大于半日潮潮差。广西沿岸潮差较大，各站最大潮差均大于4 m，平均潮差为2.30 m（表1-2）。铁山港潮差最大，历史记录最大潮差达6.41 m。

表 1-2 广西沿岸各站潮差

验潮站	珍珠港	防城港	企沙镇	龙门港	北海港	铁山港	涠洲岛
平均潮差/m	2.28	2.12	1.96	2.55	2.49	2.53	2.30
最大潮差/m	5.00	4.17	4.24	5.49	5.36	6.41	5.37

1.4.2 潮流和余流

广西沿岸主要是浅海近岸区，除个别区域（如大风江口、涠洲岛及斜阳岛周边海域、珍珠港江平以南部分海域）之外，潮流的运动形式基本为往复流。根据广西沿海潮流实测资料及其调和分析结果， K_1 分潮流椭圆长轴方向与地形密切相关，在河口和海湾，一般与岸线或港湾水道走向一致，主要为南北向；在浅海区则主要为东北—西南向。 K_1 分潮流的流速分布规律为近岸高于浅海，尤其以港口口门及潮汐通道附近的流速最大。流速一般为20~45 cm/s，最大流速出现在钦州湾口，流速可达73 cm/s，流速剖面分布特征一般为表层高于中底层，局部区域也会出现底层高于表层的情形。 M_2 分潮流椭圆长轴分布趋势与 K_1 分潮流基本一致，在河口及港湾区域，长轴方向几乎与岸线或潮流通道方向一致，主要为南北向，在浅海区则主要为东北—西南向。 M_2 分潮流的流速在浅海区一般为10.0~20.0 cm/s，在近岸港湾则为15~30 cm/s。

影响广西沿岸余流场分布的主要因素有风场、大陆径流、地形以及长周期波等。夏季广西近海盛行偏南风，广西近海主要形成 2 个涡旋系统，一个存在于白龙半岛至大风江口门外，余流流速一般为 5~30 cm/s，最大余流速度出现在防城港口门外。另一个在北海西村港至铁山港口门外，在近海区域外海水向岸流动，余流方向以西北向为主，在铁山港口门则为西南向，该逆时针余流系统流速较低，一般为 2~10 cm/s。除以上逆时针涡旋系统，涠洲岛海域余流主要为西向或西北向，余流流速约 15~25 cm/s。冬季广西沿岸主要发育一个大型逆时针涡旋系统。该系统控制涠洲岛以西的广大海域，外海高温高盐水沿着北部湾东侧向北流动，在广西近海受河流冲淡水影响而转向西南，形成半封闭的逆时针涡旋系统，余流流速一般为 10~20 cm/s。

1.4.3 波浪

广西沿岸波浪的季节性变化异常明显，冬季以东北和北东北浪为主，最高达当月的 43%。夏季西部主要为南向浪，东部则以南西南向浪为主，其中 7 月南西南向浪占当月的 40%。波浪中风浪与风速、风向关系最为密切，根据白龙尾和涠洲岛观测，风浪与风向一致，夏季盛行南向风浪。冬季偏北浪频率最大，涌浪只有偏南向。白龙尾站平均波高 0.5 m，最大波高 3.6 m，而涠洲岛平均波高同样为 0.5 m，但最大波高达 5.0 m；北海港平均波高和最大波高较小，分别为 0.3 m 和 2.0 m（表 1-3）。广西沿岸最大波高出现在东南向，其次为西南向波浪。

表 1-3 广西沿岸各月最大波高（单位：m）

站名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
涠洲岛	2.3	2.2	1.9	2.2	5.0	3.9	4.2	4.0	4.6	4.6	1.8	1.8	5.0
北海港	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1.3	1.0	1.5	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0
白龙尾	2.0	1.5	1.7	1.9	2.8	3.6	4.1	3.7	3.5	3.6	2.0	2.2	3.6

1.5 地质概况

1.5.1 地层

广西海岸带出露的地层从老到新有下古生界志留系，上古生界泥盆系、石炭系、二叠系，中生界侏罗系、白垩系和新生界第三系、第四系。总厚度 13 401~22 145 m。其中以志留系、第四系分布广泛，其他地层出露面积较小。

(1) 志留系 (S)

主要分布于海岸带的中部和西部，东部有零星出露，面积 1 803 km²，为一套地槽型复理石沉积，岩性以砂岩、细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩、页岩为主，厚度

6 923~10 295 m, 盛产笔石化石。

(2) 泥盆系 (D)

分布于中部那丁、东部犁壁山—公馆—白沙一带, 面积 216 km²。以合浦—清水江一带为界, 分东部和中西部两个相区, 中西部为槽盆相类复理石岩石, 以砂岩、石英砂岩、砾质砂岩、泥岩为主的深—浅海相碎屑岩沉积建造, 厚度大于 207 m; 东部为台地相碎屑岩、碳酸盐岩, 厚度 911~2 067 m。

(3) 下石炭统 (C₁)

仅见下统零星出露, 分布于公馆西南一带, 面积 16 km²。与上泥盆统呈整合接触, 为浅海—滨海沼泽相碳酸盐岩和含煤砂页岩沉积, 厚度 538~845 m。

(4) 上二叠统 (P₂)

发育不全, 仅见上统, 分布于西部垌尾一带, 面积约 132 km²。为一套山麓相粗碎屑岩, 厚度 892~2 830 m。与下伏泥盆系呈不整合接触。主要岩性有砾岩、砾质砂岩、砂岩、细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩等。产植物化石和腕足类、瓣鳃类化石。

(5) 侏罗系 (J)

分布于中西部江平、防城、企沙、钦州和鸡墩头等地, 面积 426 km²。为一套内陆湖泊相碎屑岩, 主要岩性有石英质砾岩、石英砂岩、长英质砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩、钙质泥岩页岩等。局部夹有炭质泥岩和煤线。厚度 249~1 247 m。产植物化石和瓣鳃类化石。与下伏地层呈不整合接触。

(6) 上白垩系 (K₂)

主要分布于东部白沙一带, 另外在中部乌家、尖顶岭和石窟有零星出露, 面积约 1 km², 为一套中酸性火山岩和陆相红色砂砾岩、砂岩, 厚度大于 2 364 m。与下伏地层呈角度不整合接触。

(7) 新近系 (N)

新近系大部分被第四系地层覆盖, 仅在合浦乌家以南、上洋以西、芋头塘至啄罗一带零星出露, 面积约 1.2 km²。为湖泊相杂红色泥质粉砂岩和粉砂质泥岩, 出露厚度 201 m。产介形虫和植物化石。

(8) 第四系 (Q)

分布于江平、钦州、合浦、北海、营盘、南康、沙田、新圩等地, 面积约 2 100 km²。第四系主要为洪积—冲积相、冲积相、滨海相、三角洲相砂砾层、砂、砂质黏土层、黏土质砂层、黏土层和泥炭土层以及基性火山岩。厚度 34~800 m。分为更新统和全新统; 更新统为砂砾层、砂层、砂质黏土层、黏土质砂层、黏土层和火山岩, 厚度 25~773 m; 全新统为砂层、砂砾层、砂质黏土层、黏土质砂层、黏土层和局部泥炭土, 厚度 9~27 m。

1.5.2 岩浆岩

广西海岸带内岩浆岩不太发育,出露面积共 160 km²,岩浆活动时代有华力西晚期、燕山早期、燕山晚期和喜马拉雅期。分侵入岩和喷出岩两类。侵入岩分布于东部、中部和西部,面积约 82 km²,以酸性和中性为主,侵入下志留统、泥盆系、上二叠统和侏罗系中统;喷出岩分布于东部新圩一带,面积约 26.82 km²,基性岩均有。

1.5.3 地质构造

广西近岸大地构造位于华南褶皱系西南端,地质构造运动比较复杂,各次构造运动都有所表现。断裂构造发育,主要以东北、西北为主。东北向断裂为华夏构造体系,表现为压扭性,规模较大,动力变质明显,以中生代活动最为强烈,形成地堑式断裂系统;西北向断裂为张扭性构造,规模相对东北向较小,其他小构造也较为发育。沿岸岩浆活动自第三纪开始逐渐活跃,到第四纪表现为最强烈,主要发生在山口新圩一带。广西沿海地区的地貌明显受这种“X”型断裂构造的控制,海岸山脉基本沿东北或东北北方向延伸,海湾、半岛、岬角以及入海河流的走向多为东北、东北北方向或西北、西北北方向(庞衍军等,1987)。

广西近岸地区新构造活动可以划分为早更新世、中更新世、晚更新世和全新世等 4 个活动期,每个新构造活动期均表现各自的特点,但总的趋势以抬升为主。

早更新世,北部湾近岸地区在喜马拉雅运动的影响下活动强烈。北部湾拗陷继续下沉,形成一套厚达近百米的海陆过渡相沉积层(湛江组),此期间局部发生火山活动。六万大山隆起带内的龙门岛群、渔沥岛、珍珠港一带继续抬升受到剥蚀,形成该地区三级剥蚀台地。

中更新世,北部湾拗陷继续下降,初期发生石岬岭期火山活动,在涠洲岛、斜阳岛形成火山堆积,北流-合浦断裂带的继续活动使得差异升降加剧,合浦盆地内沉积了厚层的洪积-冲积物(北海组)。随后抬升影响全区,西部龙门群岛、渔沥岛及珍珠港一带继续上升,形成二级剥蚀台地,东部北海组也遭受侵蚀形成平缓的波状平原。

晚更新世,广西近岸地区仍然持续上升,在这个时期,涠洲岛、斜阳岛一带在石岬岭期火山喷发堆积之后,晚期火山开始活动,形成湖光岩组火山喷发堆积。渔沥岛、珍珠港一带晚更新世早、中期仍处于上升阶段,受到剥蚀,形成一级剥蚀台地,到晚更新世晚期开始接受海滩或滨海沼泽沉积。

全新世,从地壳变形、地震活动等现象判断,北部湾近岸地区新构造运动仍有活动,总的趋势是上升。但由于后期海平面上升的速度超过了构造上升的速度,从而发生海侵,使广西沿岸一带接受全新世海相或海陆过渡相沉积。

第2章 海陆交错带地貌类型及其空间分布格局

2.1 海陆交错带现代地貌成因类型划分

根据《海岸带调查技术规程》（国家海洋局 908 专项办公室，2005a）地貌与第四纪地质有关地貌类型划分的规定，结合广西海陆交错带地区的实际情况和前人对本区地貌类型划分的基础，将广西海陆交错带自海岸线向陆延伸 5 km 范围内的地貌成因类型划分为二级类有陆地地貌、人工地貌、潮间带地貌等三大类型，其中陆地地貌划分三级类的有侵蚀剥蚀地貌、流水地貌、构造地貌、重力地貌、海成地貌等 5 类。人工地貌的三级类与其二级类相同，亦为人工地貌 1 类，潮间带地貌划分三级类的有河口地貌、岩滩地貌、海滩地貌等 3 类。三级类之下再根据地貌成因的复杂性程度细分四级类地貌成因类型（表 2-1）。

表 2-1 广西海陆交错带地貌成因类型分类表（一级类为地貌，以下分二、三、四级类）

二级类	三级类	四级类	原代号	本报告代号
陆地地貌	侵蚀剥蚀地貌	三级侵蚀剥蚀台地 (地形海拔高度>50 m 至<200 m)	EDT ₃	F2 ₃ ³
		二级侵蚀剥蚀台地 (地形海拔高度 15~50 m)	EDT ₂	F2 ₃ ²
		一级侵蚀剥蚀台地 (地形海拔高度小于 15 m)	EDT ₁	F2 ₃ ¹
	流水地貌	古洪积-冲积平原	pl-al	Fl ₃ ¹
		冲积平原	al	Fl ₂
	构造地貌	熔岩台地	β ₁	V2
		古火山口		
		活动断裂		
		地震断裂		
		温泉与地热		
	重力地貌	倒石堆		
	海成地貌	冲积-海积平原	al-m	Ml
		三角洲平原	dp	Fl ₁
		海积平原	mp	Ml ₂
		潟湖平原		Ml ₁

续表

二级类	三级类	四级类	原代号	本报告代号
人工地貌	人工地貌	盐田		Sa
		养殖场		Aq
		港口码头		Har
		海堤（海挡）		
		防潮闸		
		水库		
		防护林		
潮间带地貌	河口地貌	入海水道（河流）		
	岩滩地貌	海蚀阶地		M2 ₂
		古海蚀崖		
		海蚀崖		
		海蚀穴		
		礁石		
	海滩地貌	沿岸沙堤	bar	CL7a
		连岛沙坝		
		离岸沙坝		
		潟湖		
		潮汐通道		
		沙滩		
		水下沙堤（潮流沙脊）		

2.2 海陆交错带现代地貌成因类型空间分布格局基本特征

地球表面一切地貌类型不论其规模大小和形态如何，其形成和发展演化均要受到内力和外力的共同作用（程维明等，2009）。由于地貌营力组合的不同，造就了不同的地貌格局（王升忠，2007）。作为地貌学研究的重要内容之一，研究地貌格局对深入分析地貌成因、地貌演化、地貌利用、生态修复、环境保护等具有重要意义，而且地貌类型及其分布格局可作为研究活动构造及评估地震危险性的标志（韩恒悦等，2001）。根据广西海陆交错带现代地貌成因类型、空间分布特征的调查研究结果表明，广西海陆交错带陆域自海岸线向陆延伸 5 km 范围内的地形海拔高度均小于 200 m，地势呈西北高，东南低的特点，大体上以中部大风江为界，东、西两部具有不同的地形地貌特征。东部地区主要地貌类型是由第四系湛江组及北海组构成的古洪积-冲积平原，其地