

引用格式: 夏真,林进清,郑志昌,等. 北部湾广西海岸带地质环境综合监测进展及成果[J]. 中国地质调查,2016,3(1): 52-57.

北部湾广西海岸带地质环境综合监测进展及成果

夏真,林进清,郑志昌,梁开,马胜中,张顺枝,陈太浩,石要红

(广州海洋地质调查局,广州 510760)

摘要: 广西沿海地处我国东南沉陷地震带,地震活动比较活跃,热带气旋影响频繁,地质环境和灾害风险性问题日益突出,但缺乏有效的海陆联测手段和长期监测资料。通过综合物探、地质取样、海水取样及海流剖面测量等综合技术手段,首次在北部湾广西近岸进行了5年次的海洋地质环境综合监测,对地形、地层、沉积物、矿物、重金属以及水质要素等进行了分析和评价。结果显示:广西海岸带环境要素时空变化较大,滩面平衡点摆动,冲淤变化较大;海水污染物主要是营养盐、石油类和部分重金属;局部岸段人为改造明显,水质总体趋好与加大环境治理力度有关;海岸脆弱性较高,灾害的突发性风险增加,需要进一步加强监测工作。

关键词: 广西海岸带;地质环境;监测

中图分类号: P642

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2016)01-0052-06

0 引言

北部湾广西沿海城市是我国5个少数民族自治区中唯一的沿海开放城市,海岸线漫长,海岸类型多样,具有良好的区位优势和资源开发潜力。广西沿海地处华南活动带,地质演化海陆交互过程复杂,基底固结程度较低,NEE向防城—灵山深大断裂新构造运动活跃。随着沿海地区工程建设规模的不断加强,城市化进度加快,地质环境和灾害风险性问题日益突出,而相应环境地质研究工作比较分散和单一,主要集中在养殖区、湾汊及局部岸段,缺乏区域性、系统性的基础调查资料和长期监测数据。鉴于服务于北部湾经济圈发展的需要,广州海洋地质调查局承担了“北部湾广西近岸海洋地质环境与地质灾害调查”的工作任务,旨在为广西沿海的经济发展规划、工程建设、环境保护及减灾防灾提供基础资料和科学依据。

本文在华南近岸海洋地质调查研究工作基础上,以多层次结合、海陆结合、长短期结合为原则^[1-8],同时收集消化前人对广西海岸环境地质的研究结果^[9-11],在逐年实施1:10万基础比例尺图

幅近岸地质环境调查的同时,在海岸带重点区段进行地质环境监测。

1 技术方法

1.1 测线和站位布设

根据目标任务,以基本比例尺部署总体工作方案。海上调查为0~15 m水深范围的海区,海滩剖面调查主要为潮间带范围(图1)。在重点区域布设3条走航海流观测剖面,在钦州湾口外布置2个定点海流观测站,每年在不同潮期进行25 h连续剖面监测或同步观测;在钦州湾口以东、大风江—南流江三角洲水域三娘湾潮间带上布置1条海滩观测剖面,每年进行沉积物取样和地形剖面测量;在北海市大墩海、侨港和银滩公园布设3条海滩平衡剖面,每年对潮滩面进行地形测量和样品粒度分析。

1.2 技术手段

1.2.1 导航定位设备及工作方法

基线取样和定点海流观测采用HYPACK+LGBX-pro DGPS、Haida+HD-8600 GPS等方法,利用Hi-RTK Road+Hi V8蓝牙GPS RTK进行海滩

收稿日期: 2015-07-27; 修订日期: 2015-11-09。

基金项目: 中国地质调查局“我国重点海岸带滨海环境地质调查与评价(编号: 1212010611403)”项目资助。

第一作者简介: 夏真(1963—),男,教授级高级工程师,主要从事海洋地质环境调查研究。Email: xia-zhen@163.com。

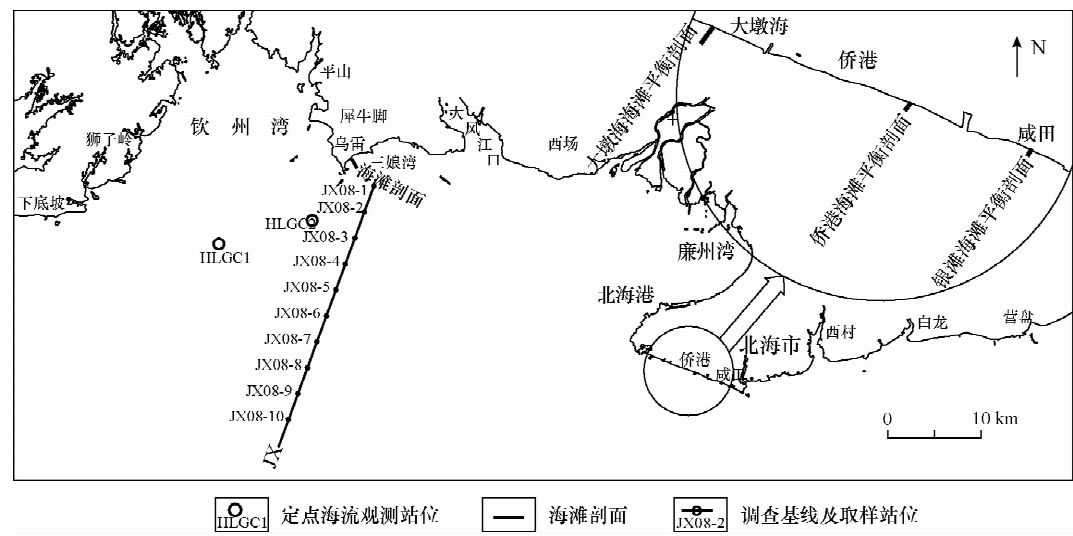


图 1 定点海流观测站位、海滩剖面及调查基线位置图

Fig. 1 The locality of fixed ocean current observation station, beach profiles and survey baseline along Guangxi coastal zone

剖面观测。野外作业前对 DGPS 接收机进行了连续 24 h 的稳定性试验,作业过程中的定位误差在 ± 5 m 之内,精度满足调查技术要求。

1.2.2 基线监测技术

水深测量采用 Navisound 210 型双频数字测深仪,工作水深 0 ~ 100 m,精度 1 cm,工作频率 210 kHz; 旁侧声纳测量采用 Klein 2000 旁侧声纳系统,工作频率为 100/500 kHz,垂直波束角为 40° ,分辨率为 8 bits,工作频率 100 kHz,单边扫描宽度 75 m; 浅层剖面测量采用 Innomar SES-96 型浅层剖面系统,换能器波束角 3.6° ,发射频率为 100 kHz,最大穿透深度达 50 m,分辨率最高可达 5 cm; 海流测量采用 SONTEK 500/1 000 kHz ADP; 表层沉积物取样采用箱式采样器,海水取样采用 QCC10-2A 型球阀式采水器。

1.2.3 海滩剖面监测方法

在滩面设立 1 个基准点作为坐标原点,确定海滩剖面方向,沿海滩剖面向海方向每隔约 60 m 距离设置 1 桩和埋桩 10 个,每桩测量其高程、坐标和经纬度; 在每根桩周围 1 m 的范围内取 1 个表层样进行沉积物粒度和矿物分析; 在每条剖面的岸基确定基准点和定向点各 1 个,并做长久识别标志。测量前使用 GPS 仪器,通过地面控制点校正后解算出转换参数,测量出各海滩剖面的基准点和定向点,测量时按 1:1 000 比例尺精度对潮滩面进行地形测量,每条平衡剖面在具代表性的部位取表层样

5 ~ 10 个进行粒度分析。

1.2.4 实验测试技术

化学元素测试主要采用 ICP4300DV 电感耦合等离子体发射光谱仪,粒度测试采用沉降法,碎屑矿物鉴定粒级为 0.063 ~ 0.25 mm,采用 Leica M165C 显微镜进行鉴定。海水样品营养盐和重金属测试主要采用分光光度法和原子荧光法,石油类采用紫外分光光度法。

2 主要创新点和取得的成果

2.1 主要创新点

针对广西海岸带缺乏长时间序列的环境地质数据,尚未开展系统性、基础性的环境地质工作,本文采用了点线面相结合、海陆相结合、水体与沉积物相结合以及浅层与深层相结合的工作部署原则,综合应用各类先进调查仪器和测试手段,首次在重要岸段开展基线和海滩剖面海陆监测,每年同步采集地质、地球物理及海水综合数据,分析地形、地层、粒度及水质等时空变化特征,为海岸保护、资源管理、滩涂维护,工程设计及功能区划提供了第一手地质资料,对进一步开展海岸带环境监测工作起到了示范作用。

2.2 基线监测成果

2.2.1 海流

大潮期 HLGC1 站的涨、落潮流变化不大,涨潮

流速略小于落潮流速,流速随深度增加逐渐变小。最大涨潮、最大落潮流速依次为 115 cm/s、127 cm/s,均出现在表层;小潮期 HLGC1 站的涨潮流速大于落潮流速;HLGC2 站位在大潮期的涨、落潮流变化不大,涨潮流速略小于落潮流速,而在小潮期的涨潮流速与落潮流速相差微小,最大流速分别为 101 cm/s 和 112 cm/s。

不同年份基线剖面的水平流速均表现出表层流速最大,而中层和底层的流速较小且较为接近的特征。受到风、潮流以及科氏力等多种因素共同作用,各年份调查时段内表层和中层的盛行流向较为接近(表 1)。水平流速一般随深度的增加呈现出衰减的趋势。

表 1 监测基线海流剖面调查结果

Tab.1 Statistics of fixed ocean current measuring		
年份	表、中、底层平均流速/ (cm·s ⁻¹)	表、中、底层盛行流向/ (°)
2006	21/10/12	28/62/66
2007	24/11/9.7	293/313/63
2008	32/26/24	350/351/9
2009	40/32/30	63/63/45
2012	29/21/18	314/332/297

2.2.2 海水化学要素

采用《海水水质标准》GH 3097—1997 对水质进行评价。结果显示:2006—2009 年、2012 年营养化指数变化范围为 0.001~0.169,局部变化较大,但海水总体营养化程度偏低;有机污染指数变化范围为-1.15~0.39,表明基线海水有机污染程度偏低;水质综合指数年度变化呈现波动,变化范围介于 0.21~0.74 之间,综合评价为清洁级。

2.2.3 表层沉积物粒度

沉积物类型呈砂—粉砂—黏土、粉砂质黏土、黏土质粉砂波动变化,但各种粒度参数较接近,多数站位中值粒径分别为细→粗→细旋回变化,即总体上趋向更细。

2.2.4 表层沉积物碎屑矿物

表层沉积物检出的碎屑矿物有 20 余种。轻矿物主要为石英和长石,其他矿物有赤铁矿、铬铁矿、钛铁矿、辉石、角闪石、锆石、锐钛矿、云母、电气石、金红石以及风化矿物。此外,碎屑矿物中还含有较多的钙质生物,还有自生矿物黄铁矿和海绿石。年度监测结果显示,碎屑矿物呈现波动变化,自岸向海风化矿物含量变化趋势由高→低→

高,海绿石、锆石含量呈现逐渐增加的趋势,不稳定矿物云母变化较大,基本保持海绿石—锆石—云母矿物组合。

2.2.5 表层沉积物重金属

表层沉积物重金属含量呈现波动变化,但 Cu、Zn、Cd 年度变化趋势较为一致,总体上低于评价标准值;Pb、As 总体稳定,但少数年际变化较大,出现异常高值;由于 Cr 性质活跃,各年度波动变化较大,变化范围为 $52.2 \times 10^{-6} \sim 112 \times 10^{-6}$,2006 与 2007 年度,总体上高于评价标准值,2008、2009 和 2012 年度低于评价标准值;Hg 含量呈现增加→降低→再增加的变化趋势。

2.2.6 浅地层

基线(JX)水深 4.3~19.8 m。在浅层剖面可识别出 R₀、R₁ 2 个反射界面和层 A、层 B 2 套反射层序(图 2);结合单道地震剖面,可识别出 3 个界面和相应 3 套地层(图 3)。其中,层 A 的最大厚度约为 10.8 m,层 B 的最大厚度约为 151.9 m;基岩面的最大埋深约为 173.2 m,断层有 F3 和 F4。监测期间,断层地层位置与深度变化很小。

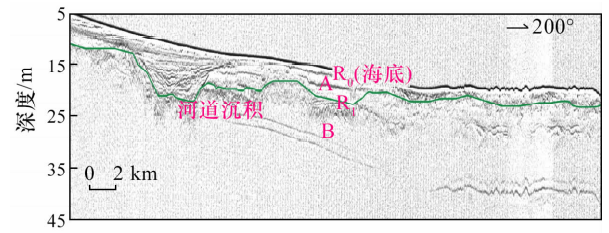


图 2 监测基线(JX)浅地层剖面
Fig.2 Shallow seismic profile for baseline (JX)

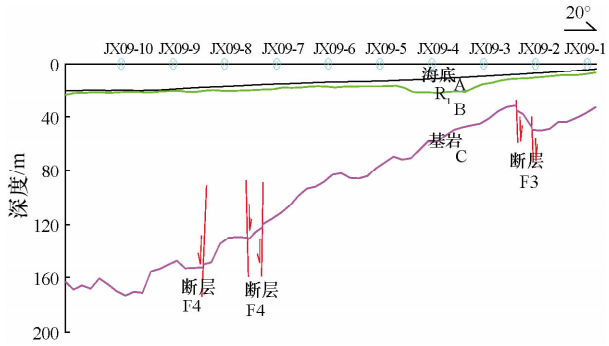


图 3 监测基线(JX)地层剖面解释图
Fig.3 Shallow seismic interpretation for baseline (JX)

2.3 海滩观测剖面

2.3.1 地形

对南流江—大风江三角洲水域的三娘湾 5 a 次

的地形测量结果显示：2006—2009 年海滩剖面大多数桩位地形受到侵蚀，高程有所减小；2006—2008 年滩面以侵蚀作用为主；2012 年 10 个桩的高程整体上比 2006—2009 年的高程都高（图 4），总体来说为淤积。对比前人在相邻银滩的调查结果以蚀退为主^[12]，表明广西海岸变化类型多样。

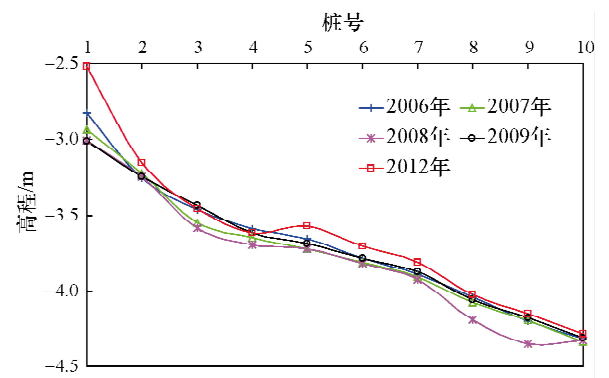


图 4 三娘湾海滩剖面高程变化对比图
Fig.4 Elevation variation for beach profile of Sanniang Wan

2.3.2 粒度参数

对比年度监测数据，离岸最近的水下岸坡 1~4

号桩的底质类型不稳定，沉积物出现粗→细→粗→细旋回变化；位于水下斜坡 5~9 号桩底质类型相对稳定，10 号桩虽然底质类型多次变更，但沉积物颗粒粗细 F50 变化不大。海滩泥沙运动的中立线（点）出现在 5~7 号桩之间的某一点上，物质在该区间来回运动，因此底质较稳定。2008 年剖面变化较大，与监测时段受到风暴潮影响有关。且粒度参数自陆向海变化具有一定的规律性，均具有在高能环境下快速响应的特征，与前人研究结果有可比性^[13]。

2.3.3 表层沉积物碎屑矿物变化特征

5 a 的表层沉积物重矿物组合类型变化不大，均为赤铁矿-角闪石-锆石-云母。主要的碎屑矿物含量变化特征为：赤铁矿、海绿石、角闪石等由岸及远，含量大致呈减少的趋势，锆石无明显的变化规律，2012 年出现异常高值，平均含量上升到 0.36%，与海流搬运有关；长石与石英含量比值总体较为稳定。

2.4 海滩平衡剖面

2008 年、2009 年和 2012 年对海滩平衡剖面进行了 3 次地形测量，综合变化见图 5。

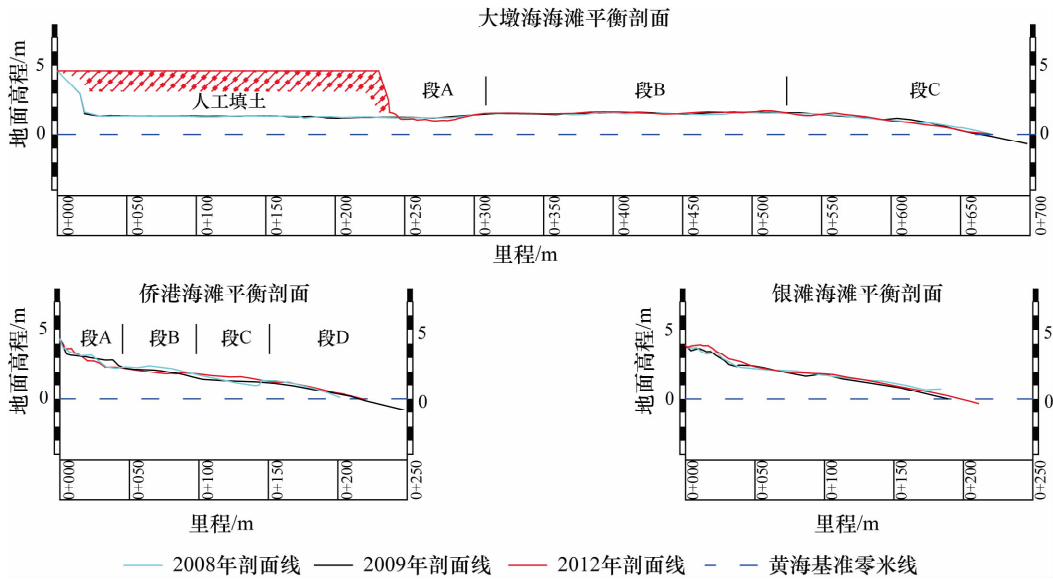


图 5 北海市海滩平衡剖面地形变化图
Fig.5 Elevation variation for beach equilibrium profile of Beihai

2.4.1 大墩海海滩平衡剖面变化特征

2008 年和 2009 年测量结果表明，大部分滩面的高程变化绝对值在 3~5 cm 之间。对比 2009 年与 2012 年测量结果，在陡坡下段 A 处发生轻微削蚀，地

形变化最大值为 28 cm；在滩面最平缓的段 B 处，出现 6~9 cm 的堆积；在入海段 C 处，相间发生削蚀和堆积。总体来看，滩面各段带处于准平衡状态，海滩剖面变化与人工填土和海水动力作用有关。

2.4.2 侨港、银滩海滩平衡剖面变化特征

侨港滩面长 219.5 m, 与大墩海剖面相比, 剖面坡度略陡。监测结果总体显示, 段 A 坡度有进一步变陡趋势, 而段 B 和段 C 则向更平缓发展, 夷平作用明显, 段 D 无明显变化。判断该剖面处于非平衡状态, 近岸端有削侵作用。银滩剖面坡度与侨港剖面接近, 整条滩面削侵和堆积相间出现, 最大变化值为 41 cm, 在近岸陡坎处, 一般变化幅度在 ± 20 cm 以内。

3 监测结果综合对比分析

3.1 基线

环境基线在 5a 间的海流观测结果显示: 各年度水平流速均为表层流速最大, 而中层和底层的流速较小且较为接近; 表层和中层盛行流向较为接近, 底层盛行流向偏移。2006 年度海水中的 Pb、Hg 含量高, 达三、四类海水标准; 2007 年水质较差, Pb、挥发性酚、油类达到二类海水标准, Hg 达到四类海水标准。2008 年的 Pb、Hg 含量均为四类海水标准; 2009 年水质最好, 基本达到了一类海水标准; 2012 年水质较好, 仅个别站位达到二类海水标准。由此可见, 5 a 水质波动变化的评价总体较好, 超标因子较少, 主要污染物为 Pb、Hg、挥发性酚和油类。自 2009 年以来, 水质总体向好, 应是环境保护及综合治理的结果, 与前人研究结果一致^[14]。基线的表层沉积物分析结果显示, Cu、Pb、Zn、Cr、As、Cd 和 Hg 等有害物质总体含量较少。但 Cr 含量波动变化较大, 且 2006 年和 2007 年高于评价标准; 大部分站位 As 含量稳定, 但 2 个站位的变化稍大, 部分高于评价标准值, 达中等污染。

3.2 海滩剖面

2006—2009 年, 海滩剖面有 7 个桩位(桩 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9)受侵蚀, 高程降低, 降幅逐渐增加。2 号桩 2007 年少量淤积, 但 2008 年为少量侵蚀, 3 a 基本持平。5 号桩在 2007 年时略有侵蚀, 2008 年则几乎不变。10 个桩位高程 2007 年及 2008 年均降低, 以侵蚀作用为主。2009 年除 1 号桩高程略有降低, 2 号桩高程没有变化外, 其他 8 个桩的高程都有所增加, 说明 2009 年这 10 个桩位以淤积作用为主。2012 年 6 个桩的高程整体增加, 说明 2012 年地形变化以淤积作用为主。

从海底表层沉积物粒度分析, 1~4 号桩的底质

类型不稳定, 沉积物反复出现粗→细→粗→细旋回变化; 5~9 号桩底质类型相对稳定, 10 号桩虽然底质类型多次变更, 但沉积物颗粒粗细变化不大; 海滩泥沙运动存在中立点, 物质在该区间来回运动, 因此底质较稳定, 淤蚀基本平衡。

由于海滩剖面选在人为影响较小区, 高程及粒度变化主要为自然因素影响。因此, 海滩剖面总体稳定, 变化较小, 有少量淤积; 物质交换变化也较小, 出露的滩面受风力影响较大, 但基本保持稳定。当然, 以上高程及沉积物粒度变化可能由于突发性的风暴潮事件或其他原因而造成。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 监测显示, 大小潮期涨潮流和落潮流变化不一, 水平流速一般随深度的增加呈现出衰减的趋势。受到水动力作用和人为影响, 近岸水下浅滩和岸坡段基线、剖面地形局部粒度、矿物、有害重金属等变化较大, 主要与水动力作用以及径流变化有关。粒度显示滩面沉积物比较松散, 某些年度剖面形态变化明显, 是因为出现风暴潮影响, 显示滩面对干扰性因素反应很快。

(2) 基线海水主要污染物为无机氮、活性磷酸盐和石油类等, 营养化指数、有机污染指数、水质综合指数总体虽然偏低, 但有些变化较大。水质总体向好与加大环境治理有关。

(3) 表层沉积物 Cu、Pb、Zn、Cr、As、Cd 和 Hg 等有害重金属含量较少, 但有波动式积累的趋向。Cr 含量波动明显, 少数站位 As 的变化也较大, 达到中等污染程度。

(4) 海滩剖面显示沉积物类型较粗, 较为松散, 淤积、侵蚀波动变化, 局部人工填埋导致剖面形态变化较大且难以恢复到自然状态。由于滩面开阔, 坡度平缓, 掩蔽性差, 风浪流影响频繁, 海岸脆弱性较高。

4.2 建议

沿海破坏红树林及向海排污的突发事件时有发生, 广西大部分砂质海岸出现侵蚀与淤积现象, 陆域面积不断缩小, 个别岸段受波浪冲刷时, 常出现崩塌现象。随着海平面的升高, 海岸侵蚀将更强烈, 所以必须加强海岸保护和环境监测工作。

养殖、港口的迅猛发展, 导致向海排污加大, 区

域开发建设的同时,应加强环境监测,建立数据库与数学模型,模拟环境变化过程,从而预测环境发展趋势,防止环境发生灾变。综合环境监测揭示了地形、沉积物组分和粒度、化学要素局部年变率较大,应加大重点入海污染源、重点港湾和生态脆弱区的监测,实施重大海岸工程对海域生态环境影响的监测。

参考文献:

[1] 冯志强,李学杰,林进清,等. 广东大亚湾海洋地质环境综合评价[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2002.

[2] 夏真,林进清,郑志昌,等. 深圳大鹏湾海洋地质环境综合评价[M]. 北京:地质出版社,2004.

[3] 夏真,林进清,郑志昌,等. 珠江口近岸海洋地质环境综合研究[M]. 北京:科学出版社,2015.

[4] 广州海洋地质调查局. 北部湾广西近岸海洋地质环境与地质灾害调查成果报告(钦州湾幅)[R]. 广州:广州海洋地质调查局,2007.

[5] 广州海洋地质调查局. 北部湾广西近岸(北海)海洋地质环境与地质灾害调查报告[R]. 广州:广州海洋地质调查局,2008.

[6] 广州海洋地质调查局. 北部湾广西近岸海洋地质环境与地质

灾害调查成果报告(北海幅)[R]. 广州:广州海洋地质调查局,2009.

[7] 广州海洋地质调查局. 北部湾广西铁山港近岸海洋地质环境与地质灾害调查报告[R]. 广州:广州海洋地质调查局,2010.

[8] 广州海洋地质调查局. 北部湾广西近岸(东兴港)海洋地质环境与地质灾害调查报告[R]. 广州:广州海洋地质调查局,2013.

[9] 黎广钊,农华琼,刘敬合,等. 广西沿海主要岛屿区海滩沉积[J]. 广西科学院学报,1995,11(3/4):11-16.

[10] 朱同兴,冯心涛,于远山,等. 广西北海现代海岸沉积作用[J]. 沉积与特提斯地质,2005,25(4):66-70.

[11] 黄鹄,戴志军,胡自宁,等. 广西海岸环境脆弱性研究[M]. 北京:海洋出版社,2005.

[12] 黄鹄,戴志军,盛凯. 广西北海银滩侵蚀及其与海平面上升的关系[J]. 台湾海峡,2011,30(2):275-279.

[13] 黄鹄,戴志军,施伟勇,等. 强潮环境下的海滩剖面沉积特征——以春季广西北海银滩为例[J]. 热带海洋学报,2011,30(4):71-76.

[14] 龙晓红,蒋清华,邓琰. 广西钦州湾近岸海域“十一·五”期间营养盐变化趋势分析及污染控制重点[J]. 环境科学与管理,2011,36(8):65-68.

Progress and achievements of integrated geo-environmental monitoring along Guangxi coastal zone, Beibu gulf

XIA Zhen, LIN Jinqing, ZHENG Zhichang, LIANG Kai, MA Shengzhong, ZHANG Shunzhi, CHEN Taihao, SHI Yaohong
(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China)

Abstract: The Guangxi castal zone is located in the earthquake subsidence belt of southeastern China, in which the earthquake is rather active, and the tropical cyclone is rather frequent. The geo-environmental problem and geo-hazard risk have become more serious, but there are insufficient land-sea synchronously-observed methods and long-term monitoring data to prevent the burgeoning crisis. A set of integrated geophysical exploration, geological sampling, seawater sampling and ocean current survey are used to monitor the geo-environment along the Guangxi coastal zone of Beibu gulf during the last five years, and the auunal variation of shallow strata, bottom sediments, detrital minerals, heavy metals and seawater elements are analyzed and assessed for the first time. The results show that the spatial and temporal variations are significant, the balance point change of beach surface is distinct, and the scouring and silting change is great. The seawater pollutants are mainly composed of nutrition salt, oil and heavy metals, and the geo-environment of some segments of the Guangxi coastal zone is changed by human. The water quality is related with local environment improvement. The vulnerability and the risk of geo-harzard should be paid more attention and need further monitoring.

Key words: Guangxi coastal zone; geo-environment; monitoring