

doi: 10.3969/j.issn.1007-3701.2015.01.011

北部湾经济区主要环境地质问题探讨

何 军¹, 黎清华¹, 刘怀庆¹, 余绍文¹, 黄国彬², 黄栋生²

HE Jun¹, LI Qing-Hua¹, LIU Huai-Qing¹, YU Shao-Wen¹, HUANG Guo-Bin², HUANG Dong-Sheng²

(1. 武汉地质矿产研究所, 武汉 430205; 2. 广西壮族自治区地质环境监测总站, 广西 桂林 541004)

(1. Wuhan Institute of Geology and Minerals Resources, Wuhan 430205, China;

2. Geological Environmental Monitoring Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guilin 541004, China)

摘要:北部湾经济区的飞速发展,引发了一系列环境地质问题。为查明经济区内的主要环境地质问题类型、分布特征、背景条件以及成因等,本次通过遥感解译、地面调查以及水化学分析等技术手段进行1:25万环境地质调查,在此基础上系统集成,对北部湾经济区的主要环境地质问题进行了梳理。目前需要引起关注的重大环境地质问题为断裂活动性与区域地壳稳定性、地下水污染、特殊土环境工程地质问题、地质灾害以及海岸带相关环境地质问题。经济区内的主要环境地质问题分布较分散,发育的程度也有差异。北部湾经济区内地震多沿断裂成条带状展布,主要发生在NE向和NW向断裂的交汇处,地下水污染呈点状分布,主要污染组分为氨氮和硝酸盐等,工程地质问题主要为南宁地区的膨胀土、沿海软土以及填海造陆地区的场地稳定性问题,地质灾害主要以经济区中东部的灵山、浦北及横县一带较为集中,沿海一带的海岸侵蚀和淤积、海水入侵和高位养殖引发的地下水污染和地下水咸化等环境地质问题较为突出。

关键词:北部湾经济区;断裂活动性;区域地壳稳定性;地下水污染;海岸侵蚀;海水入侵;环境地质

中图分类号:P66

文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2015)01-96-08

He J, Li Q H, Liu H Q, Yu S W, Huang G B and Huang D S. Review on the main geological environmental problems in Beibu Gulf Economic Zone. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2015, 31(1):96-103.

Abstract: A series of environmental geological problems were caused by the rapid development of economic construction in Beibu Gulf Economic Zone. This study will summarize and analyze the types, distribution characteristics, background conditions and cause of the main geological environmental problems in Beibu Gulf Economic Zone based on remote sensing analysis, environmental geological investigation and water chemical analyses. The five major important geological environmental problems need to focus in Beibu Gulf Economic Zone are fracture activity and regional crustal stability, groundwater pollution, environmental engineering geological problems of special soil, geologic hazards and coastal geological environment problems. The main geological environmental problems with different characteristics are widely scattered. Earthquakes distributed along the fault, especially in the intersection of the NE and NW faults. Groundwater with high ammonia and nitrate content exceeding the standard was spotted. The main engineering geological problems were stability of expansive soil in Nanning area, soft soil in coastal and marine reclamation. Geological disasters were relatively developed in mid-eastern in Ling-

收稿日期:2014-09-24;修回日期:2014-12-26.

基金项目:中国地质调查局项目“珠三角-环北部湾经济区地质环境调查评价与区划综合研究”(编号:1212011220012)资助.

作者简介:何 军(1984—),男,工程师,从事城市地质环境调查评价工作,E-mail:05302105hj@163.com.

shan, Pubei and Hengxian. Coastal erosion and deposition, seawater intrusion, groundwater pollution and salinization caused by mariculture were relatively prominent in coastal area.

Key words: Beibu Gulf Economic Zone; fault activities; regional crust stability; ground water pollution; Coastal erosion; seawater intrusion; geological environment problems

北部湾经济区位于广西壮族自治区南部,行政范围包括南宁、钦州、防城港和北海四个地级市,面积为4.25万km²,是我国西部唯一的沿海地区。该区处于中国-东盟自贸区,是促进中国与东盟全面合作的重要桥梁和基地,具有重要的经济地位。在地质研究领域,该经济区有其独特的内陆-沿海复合系统的地质环境背景,许多学者对北部湾经济区的环境地质问题进行过局部的、专题性的调查评价,取得了一批重要的成果和认识^[1-6]。近年来随着经济建设规模的升级,尤其是对海岸带改造日益强烈,对地质环境作用的强度和范围也是日益增强,地质环境条件也较上世纪七、八十年代发生了很大的变化,从而引发了一些新的环境地质问题,另一方面一些本来的环境地质问题的影响范围也扩大和进一步恶化了。

2009-2011年根据中国地质调查局的部署,在北部湾经济区开展了1:25万环境地质调查,本文基于近两年1:25万环境地质调查成果,进行综合集成,对区内存在的主要环境地质问题进行总结和梳理,分析主要环境地质问题特征,并提出相应建议,为广西北部湾经济区的可持续发展提供基础地质数据。

1 北部湾经济区地质环境背景

北部湾经济区依山傍海,地势总体上呈北东向山岭、盆地相间分布,由北向南逐渐降低,从最北面的低中山-丘陵地形逐渐过渡为低山台地进而为滨海平原。经济区位于钦防造山带与右江造山带交汇地带,地质构造复杂。区内断层发育,以NE向断裂为主,NW向次之,另有少量NEE向和近EW向断层发育^[7]。NW向和NE向两组断裂,奠定了本区构造基本格架。这些区域性断裂的活动对新生代沉积盆地的展布、岩浆作用、现代构造地貌格局有明显的控制作用,对本区地壳的稳定性和生态地质环境产生重大影响。

经济区内北部南宁以北地区为岩溶地貌,地下

水类型为碳酸盐岩岩溶水,富水性较丰富,水质较好;东南部的北海市一带为滨海冲洪积平原,地下水类型为松散岩类孔隙水,富水性丰富,水质一般较好,滨海地带地下水水质较差;经济区中部防城港市和钦州市主要地下水类型为基岩裂隙水、红层碎屑岩孔隙裂隙水和花岗岩风化网状裂隙水,富水性较差,水质一般较好。

广西海岸线总长1628.59km^①,总体上呈东西走向。海岸蜿蜒曲折,沿岸岛屿众多,岛屿海岸线总长531 km。经济区海岸线以填海造地、海湾支叉拦筑堤坝、滩涂围垦等人工岸线为主,长度达1280.21 km;自然海岸长度为348.38 km,自然岸线中以沙质、粉砂和淤泥质海岸为主。

2 主要环境地质问题

北部湾经济区地质环境较为复杂,人类对经济区地质环境的改造引发了一系列环境地质问题。目前,经济区的主要环境地质问题为断裂活动性与区域地壳稳定性、地下水污染、特殊土环境工程地质问题、地质灾害以及海岸带环境地质问题等五大类。其中,特殊土主要包括膨胀土、软土和人工填土;海岸带环境地质问题包括海岸侵蚀和淤积、海水入侵以及高位养殖引发地下水咸化等环境地质问题。

2.1 活动断裂与地壳稳定性

本区发育的主要区域性活动断裂有NE向和NW向两组(图1)。NE向断裂带主要有钦防-灵山断裂带、合浦-北流断裂带、凭祥-南宁断裂带三条。常由多条分枝断裂组成断裂带,成为不同构造单元分界线。上述断裂大部分切割第三系,并控制中新世盆地展布方向及其边界,造成两侧地质体差异升降明显,形成不对称断陷地或谷地。大部分断裂遥感影像清晰,航磁异常呈串珠状分布。桂东南地区断裂测年值0.15-102万a,说明中更新世以来仍在活动,是经济区主要发震断裂^[8-9]。NW向断裂主要是百色-南宁-合浦断裂带和巴马-横县

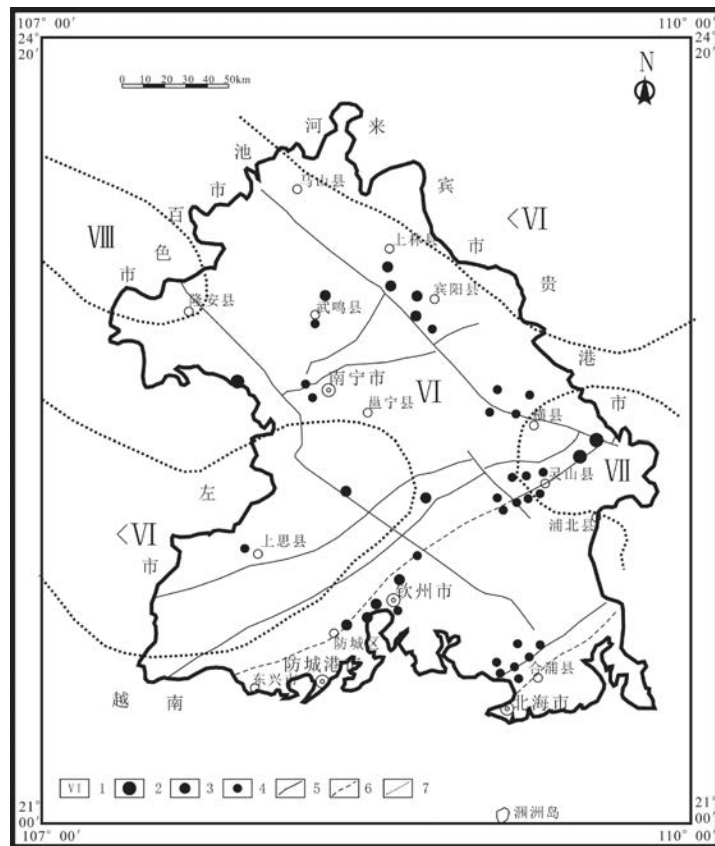


图1 北部湾经济区主要断裂与震中分布图^②

Fig. 1 Distribution of the main fracture and earthquake epicenters in Beibuwan Economic Zone

1:地震烈度代号;2:5级以上地震震中;3:4-4^{3/4}级地震震中;4:3-3^{3/4}级地震震中;5:实测断裂;6:推测断裂;7:地震烈度分区界线。

—博白断裂带。为多期活动的继承性断裂,对山脉、水系有切割错移情况,明显控制第四纪谷地展布方向,2-4级地震时有发生,同位素测年6-35万a,中更新世以来仍在活动^[8-9]。

北部湾经济区位于东南沿海地震带西段,区内地震多沿断裂成条带状展布(图1),主要发生在NE向和NW向断裂的交汇处,断陷盆地或断陷谷地的边缘,断裂带由宽变窄或两头宽、中间窄的部位,断裂的枢纽、弯曲和端部等。自该区有地震记录以来,历史上曾发生过40余次中强地震,最大震级为1936年灵山县的 M_s 6.7,其地震影响烈度高达V度。其中凭祥-南宁断裂西北有10次,占25%;钦州、防城、灵山、北部湾、一带共有30次,占75%,说明南宁东南区的地震相对比西北区多,越往东南活动性有所增强,北部湾附近是相对活跃的地区。据《中国地震烈度区划图》(1990),本区属于基本烈度VI度区^[10]。据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),经济区内地震动峰值加速度为

0.05g,反应谱特征周期为0.35s^[11]。

2.2 地下水污染

通过采集北部湾经济区的407件地下水样品分析和地下水质量评价结果表明,地下水质量现状总体良好,满足饮用水水质要求的约占90%,主要分布于经济区北部的上林县、宾阳县、马山县等碳酸盐岩峰丛洼地地区。水质极差区零星分布在南宁伶俐镇、吴圩镇,北部湾沿海一带(图2)。参照《地下水质量标准》(GB/T14848-93)Ⅲ类水标准^[12],地下水中主要的超标组分为pH、铁、锰、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐和高锰酸盐指数,另外少量局部地区出现了呈点状分布的重金属和有机污染。

根据地下水中污染组分的成因可分为天然成因组和人为污染两种。天然成因是由地质环境条件引起的地下水天然水质不良,主要是pH值偏低、铁、锰含量偏高;而亚硝酸盐、硝酸盐、高锰酸盐指数以及少量的重金属和有机污染属人为成因。

天然弱酸性地下水主要分布在北海市,钦州、

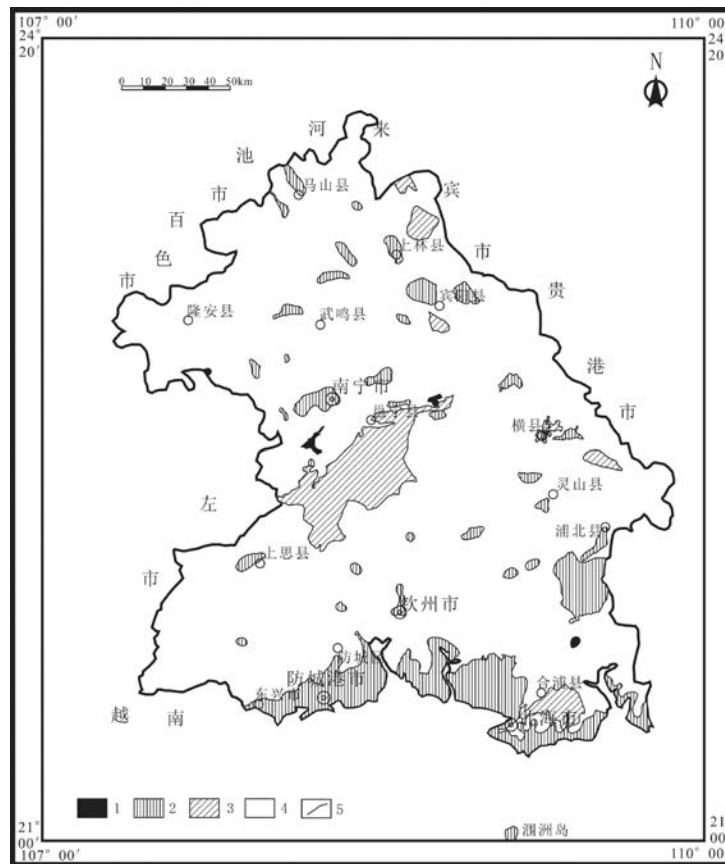


图2 地下水质量分区图

Fig. 2 Groundwater quality partition map

1-地下水水质极差区;2-地下水水质较差区;3-地下水水质较好区;4-地下水水质优良区;5-地下水质量分区界线。

防城港以及南宁局部地区有少量出现,其地下水的pH值普遍小于6.5。周训等和欧业成等对北海市滨海地下水天然偏酸性特征进行研究认为:粘土层中的 H_2O^+ 以及雨水中的酸度是偏酸性地下水形成的物质基础,具有多层结构的越流含水系统,是偏酸性地下水形成的水动力条件^[13-14]。地下水铁锰超标点主要分布在北海、钦州、防城港沿海城市,锰含量为0.11~1.63 mg/l,铁含量为0.32~32.00 mg/l。地下水铁锰超标处多以碎屑岩类裂隙水和松散岩类孔隙水为主,绝大部分属背景值所致^①,少数为受污染。

经济区内地下水“三氮”浓度超标现象较为普遍,地下水中氨氮的含量为0.2~50 mg/l;亚硝酸根含量为0.02~11.5 mg/l;硝酸根含量为20.35~130.41 mg/l。“三氮”超标点分布也较广泛,一般呈点状分布,超标水点主要分布于化工厂附近,人口较密集的城区、村屯。与生活污水、工厂废水、不合理使用化肥有关。地下水中“三氮”浓度的增高,也导致高锰酸钾指数、细菌总数、总大肠菌群增高。重

金属污染以点状为主,主要污染组分为铜、铅、锌、汞、镉、砷,主要原因是工厂、矿山的废水不合理排放、矿山的废渣不合理堆放。区内地下水有机物污染程度较轻,大部分为轻度污染,以点状污染为主,污染项为甲醛、石油类和表面活性剂,均为单项检出,受污染的水样主要分布于工厂附近,人口较密集社区、村屯。

2.3 特殊土环境工程地质问题

北部湾经济区内对工程建筑产生威胁的特殊土主要包括膨胀土、软土和人工填土。

膨胀土主要分布于武鸣县、宾阳县、上林县以及隆安县等地碳酸盐岩地区的残积、坡积粘土层,矿物成分为多水高岭石,具有失水收缩,吸水复原的特性,地貌上多形成岩溶坡丘。膨胀土主要产生的灾害为地裂缝,裂缝宽一般为2~5 cm,最宽达20 cm,长度数米到数百米,可见深度大于1 m^①。经济区地裂缝的成因,与区内膨胀土的特性、地质环境条件及人类工程活动有密不可分的联系。

软土主要分布在沿海一带和入海冲沟,分布面积较小,属多层结构土,粘性土与砂性土呈多层状产出,上部以灰白色细砂为主。平均粒径为 0.2 mm,不均匀系数为 2,相对密度为 0.67。细砂土层地下水位埋深一般在 1.0 m 左右,处于饱和状态;下部为淤泥、淤泥质粘土、淤泥混砂和泥炭等软土,软土时而单层存在,时而重叠成一层,厚度一般为 5.32 m。软土具有天然含水量高,透水性弱,承载力低等工程地质特征,在外荷作用下会产生急剧变形,对建筑物危害很大^[15]。

人工填土分布于沿海防城港港口区、企沙临港工业园区、钦州港及其东南面海域钦州保税港区、北海市铁山港区等地。主要分为吹砂填海和碎石填海两种方式。吹砂填海是在近岸海滩地区,高压泥浆泵将挖泥船挖出的潮滩沙,输送到围堤内经沉淀排水后形成的。其岩性主要为石英中细砂,含少量粘性土及生物碎屑。土层呈松散状、饱和状。经标贯及取样测试,饱和中细砂冲填土是可液化砂土。碎石填海是将碎屑岩山体进行爆破开挖,经随机搬运并堆填在海滩上而形成的。主要成份是砂岩碎石,夹少量砂和粘土。土层呈松散状,压缩性大。强度低,存在浸水湿陷问题。素填土成份既有块石,也有粘土,造成地基土很不均匀。但是,无论是那种填海方式,填料物质的透水性都较强,场地均未完全固结。在大面积堆载的情况下地基土固结就会产生大幅度的沉降变形引起地面沉降,对工程设施产生影响。同时,由于地基土的强度不足,在侧向压力的作用下而产生剪切破坏,形成圆弧滑坡,发生浅层滑移^[16]。

2.4 地质灾害

北部湾经济区内地质灾害较发育,以滑坡、崩塌、泥石流为主,地面塌(沉)陷、采空塌(沉)陷、地裂缝、河堤管涌、地面沉降等其它地质灾害较少。本次调查崩滑流地质灾害点共 2214 处,占地质灾害总量的 74.55%。从地质灾害分布密度来看,浦北县地质灾害最为密集,其次为横县和灵山县,武鸣县和合浦县地质灾害最稀疏(图 3),地质灾害发生的时间主要集中在 5~9 月。

地质灾害的形成原因可分为内因和外因。内因主要包括地形地貌和岩土体结构。地质灾害多发生于 45°以上的斜坡和 50°~80°的人工边坡,且上陡下缓,硬软相间的砂岩、页岩、泥岩和松散花岗岩风化土、松散粉砂质土的岩土体结构最易发生崩塌和

滑坡。泥石流主要发生于陡坡低山地貌,花岗岩强烈风化区,岩体风化强烈,残坡积层及强风化带厚度在几米至十米左右,结构松散。外因主要包括气象条件和人类工程活动。崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害主要集中于 5~9 月发生,正是降雨量最多(大暴雨也最多)的时候,地质灾害的发生与降雨量的大小有着密切关联。另外人类工程活动也是地质灾害的诱发因素。

2.5 海岸带环境地质问题

广西北部湾经济区包含了全广西的海岸线,北部湾经济区海岸带相关环境地质问题包括海岸侵蚀与淤积、海水入侵以及高位养殖引起的环境地质问题。

(1) 海岸侵蚀和淤积

侵蚀型海岸主要受海洋水文条件作用影响较大,一般沙质海岸、沙泥质海岸受侵蚀作用较为明显,淤积型海岸一般分布于陆地河流入海的河流三角洲,它的淤积强弱受陆源物质供应、海岸类型及海洋水文条件作用影响较大。

北部湾经济区侵蚀海岸主要分布于北海北部冠头岭一带、合浦北暮盐场至珍珠养殖场、营盘镇至南康河口、高德岭底、白龙尾基岩岸段、江平万尾岛南岸以及企沙湾等地。侵蚀岸段地貌上多表现为人工海堤被冲垮、防护林树根裸露或树木被冲倒、高达 12 m 的侵蚀陡崖、海蚀穴及海蚀凹槽等特征。海岸侵蚀最为典型的是企沙半岛防城港市光坡镇沙螺寮村。企沙半岛是北部湾经济区重大工程建设基地,但在半岛东海岸长约 15 km 的海积阶地中,海岸防护林带因强烈海蚀,高大的乔木根系已被冲蚀裸露;红树林经不起冲蚀而逐渐消亡;砂质阶地岸段的地下基岩已逐步裸露呈岩滩;砂质海岛被海蚀冲刷变成水下砂坝。在沙螺寮一带,该地段岸滩原为沙滩,近年来由于被侵蚀,沙源流失导致滩涂类型改变,其侏罗系岩质滩底逐渐裸露成为岩滩,砂岸后退。

北部湾经济区沿海入海河流虽多,但主要河流的输沙量较少。因此,总体上广西海岸因物源缺乏以致整个海岸带的堆积或充填作用较为微弱。北部湾经济区淤积海岸主要分布于南流江、钦江、防城江、茅岭江等三角洲岸段。其中,南流江三角洲、钦江三角洲是淤积作用最为明显的岸段^[6,17]。港湾淤积较为严重的有防城港西岸大坪坡和廉州湾一带。据

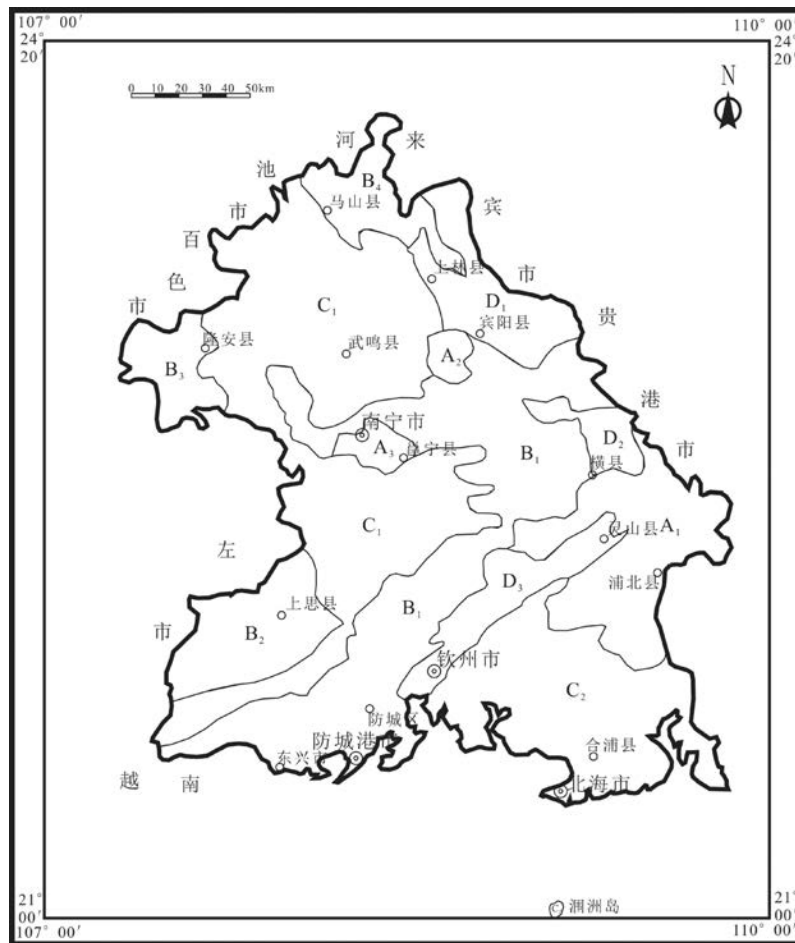


图3北部湾经济区地质灾害易发分区图

Fig. 3 Geological disaster-prone zoning map of Beibuwan Economic Zone

A-地质灾害高易发区;B-地质灾害中易发区;C-地质灾害低易发区;D-地质灾害不易发区。

大坪坡遥感资料显示,1988年大坪坡东侧沙尾咀淤积现象并不是很明显,只有一些水下沙坝,然而到了1998年,淤积现象明显增强,沙尾咀呈三角形向东淤涨,沙咀明显向北东翘起。根据影像图中悬浮物质运移趋势,沙坝淤积正在向北方方向扩展,防城港部分航道淤积达12.4 cm/a,淤积较严重^[18]。廉州湾为南流江的入海口,经将遥感解译结果与1980年的地形图资料对比,由原来的潮间带宽4~6.5 km,变为现状的5~7 km宽,总共平均增长约0.6 km,年平均增长0.025 km。

(2)海水入侵

北部湾经济区海水入侵区域主要位于北海市北部海角大道一带和南部侨港局部地段(图4)。海水入侵最初首见于北海市老城区(海角路),发生于二十世纪八十年代末,至九十年代初开发热潮时最甚,面积达3 km²左右^[19,20],南部的侨港镇,海水入侵

面积约0.5 km²。北海市海水入侵的主要原因就是不合理的地下水开采导致的^[21-22]。以北海太平洋冷冻厂水井BCL-12为例,该水井建于上世纪80年代,为承压水,建井之初,井水的Cl⁻离子含量小于10 mg/l,二十世纪80年代末至90年代,由于老城区海角路一带地下水过度超采,导致海水入侵,该开采井于1991年Cl⁻离子含量升至51.23 mg/l,1992年为106.8 mg/l,1993年升至最高,为440.56 mg/l,之后,海角大道沿海地带关停了一批抽水井,海城区水源地的开采量逐年减小,开采井Cl⁻离子含量也逐年减小。现今,海城区水源地部分开采井因遭受海水入侵影响,水质变咸而报废后,地下水的开采量近年来逐渐减小,地下水位回升,使Cl⁻含量总体呈逐年下降的趋势,即原海水入侵区的地下水有淡化趋势,海水入侵强度有所缓和,现今海水入侵的面积约1.7 km²。通过综合调查证实,海角路一带的红坎

质调查报告[R].2014.

- ②广西壮族自治区地质环境监测总站.北部湾经济区环境地质调查评价与区划项目总体设计[R].2009.

参考文献:

- [1] 李凤华.广西重点海域主要环境问题及其对策探讨[J].环境科学与管理,2012,37(B12):41-56.
- [2] 尹绍清.广西北部湾经济区的水资源综合开发利用[J].广西水利水电,2009,(3):74-77.
- [3] 朱 真.广西岩溶塌陷特征及防治对策[J].水文地质工程地质,2002,(3):75-76.
- [4] 陈宏华,方 崇,张信贵,王家全,马福荣.广西环境地质灾害现状与防治措施[J].科学技术与工程,2006,6(6):791-195.
- [5] 曾广庆,钟善锦.广西主要环境问题及成因分析[J].环境与可持续发展,2010,(3)23-25.
- [6] 林桂兰. 广西茅尾海河口湾资源环境演变趋势和综合整治初探[J].海洋开发与管理,2012,(1):91-97.
- [7] 广西壮族自治区地质矿产局.广西壮族自治区地质志[M].北京:地质出版社,1985:655-661.
- [8] 张继淹.广西地质构造稳定性分析与评价[J].广西地质,2002,15(3):1-7.
- [9] 游象照.广西活动性断裂的特征及其与地震关系[J].华南地震,1982,2(3):7-14.
- [10] 中国地震烈度区划图编委会. 中国地震烈度区划图(1990)及其说明[J].中国地震,1992,8(4):1-11.
- [11] GB 18306-2001,中国地震动参数区划图[S].北京:中国标准出版社,2001.
- [12] GB/T14848-93,地下水质量标准[S].北京:中国标准出版社,1994.
- [13] 欧业成,陈润玲,黄喜新,周 训.北海市滨海地下水天然偏酸性特征及其影响因素[J].桂林工学院学报,2009,29(4):449-454.
- [14] 周 训,张 华,赵 亮,沈 晔,严 霞,欧业成,黄喜新.浅析广西北海市偏酸性地下水的形成原因[R],地质学报2007,81(6):850-856.
- [15] 韦友道.浅谈广西沿海地区海堤工程主要工程地质问题[J].广西水利水电,1999,(3):30-34.
- [16] 胡小颖,周兴华,刘 峰,彭 琳,辛海英,杨凤丽.关于围填海造地引发环境问题的研究及其管理对策的探讨[J].海洋开发与管理,2009,26(10):80-86.
- [17] 陆可喜.浅析广西钦州湾回淤地质环境特征及其灾害形成机理[J].地下水,2008,30(4):122-124.
- [18] 广西地质调查研究院,广西北海水文工程矿产地质勘察研究院.广西北部湾生态环境地质调查[R].南宁:广西地质调查研究院,2007.
- [19] 周 训,鞠秀敏,宁雪生,王举平.广西北海市海水入侵状况分析[J].地质灾害与环境,1997,8(2):9-14.
- [20] 王举平,宁雪生.北海市海水入侵及其勘察方法[J].广西地质,1997,10(4):47-52.
- [21] Zhou X, Chen M, Wan L, Wang J, Ning X. Optimal groundwater development in coastal aquifers near Beihai, China [J]. Journal of China University of Geosciences, 2000, 11 (3): 334-340.
- [22] Zhou X, Chen M, Ju X, Ning X, Wang J. Numerical simulation of sea water intrusion near Beihai, China [J]. Environmental Geology, 2000, 40(1-2):223-233.