

防城港东湾纳潮量减弱及其影响分析*

Analysis on the Decline of Tidal Volume in Fangchenggang East Bay and Its Influence

陈宪云,何小英

CHEN Xian-yun, HE Xiao-ying

(广西科学院 广西近海海洋环境科学重点实验室,广西南宁 530007)

(Guangxi Key Laboratory of Marine Environmental Science, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China)

摘要:【目的】研究防城港东湾水交换改变状况,分析其变化的原因,并探讨造成的影响。【方法】采用传统方法计算防城港东湾2008年和2012年的纳潮量。【结果】2008年防城港东湾纳潮量为 $1.8443 \times 10^8 \text{ m}^3$,2012年纳潮量为 $1.7436 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅4年时间防城港东湾纳潮减少量占总纳潮量的5.5%。纳潮量减少后海水交换能力明显减弱。【结论】港口码头工程填海和岸线及滩涂资源的大量利用减少了湾内海域空间面积,造成海水交换能力减弱,使湾内海洋生态环境出现退化现象。

关键词:纳潮量 水交换变化 原因分析 防城港东湾

中图分类号:P731.21 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2014)04-0365-05

Abstract:【Objective】This study is to analyze the characteristics and variation of the water exchange in Fangchenggang East Bay, and to evaluate its forming reason and its impact on the bay.【Methods】A traditional method is used to calculate the tidal volumes in 2008 and 2012.【Results】The tidal volume of Fangchenggang East Bay is about $1.8443 \times 10^8 \text{ m}^3$ in 2008 and $1.7436 \times 10^8 \text{ m}^3$ in 2012, corresponding to which the tidal volume reduced about 5.5% in the four years. As a result, the water exchange ability weakened significantly in the bay.【Conclusion】The large utilization of the port reclamation engineering, the coastline and beaches resources reduced the marine area and weakened the water exchange capacity, and resulted in the degradation of the marine ecological environment.

Key words: tidal prism, water exchange change, cause analysis, Fangchenggang East Bay

【研究意义】防城港湾位于 $108^\circ 17' \sim 108^\circ 29' \text{ E}$, $21^\circ 32.0' \sim 21^\circ 44.3' \text{ N}$,自然条件好,湾内地形隐蔽、水域宽阔,属于天然避风深水良港。湾口朝南,宽约10km,口门东面是企沙半岛,西面为白龙半岛。全湾岸线约115km,海湾面积约 160 km^2 [1]。全湾被 NE-

SW 走向的渔湾岛分为两部分,大部分海域水深较浅,滩涂宽阔。由于防城港码头建设向海(南)延伸了6.5km,原来仅 19.6 km^2 的渔湾岛被扩建为约 27.6 km^2 的港口码头区,使防城港湾分成东、西两湾。西湾以牛头岭为界,以北为西湾内湾,以南为外湾,内湾大于外湾,内湾面积为 27.6 km^2 左右,顶部有防城江注入。防城江年平均径流量为 $17.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,年平均输沙量为 $23.7 \times 10^4 \text{ t}$ 。从20万吨码头至防城港市中心区以东为东湾,海域面积约为 80 km^2 ,有榕木江、风流岭江和云约江等河流汇入(图1)。【本研究切入点】纳潮量是海湾水动力环境条件评价的重要指标,纳潮量的大小反映了海湾的自净能力,决定海湾与外

收稿日期:2014-04-09

修回日期:2014-07-15

作者简介:陈宪云(1986-),男,助理研究员,主要从事海岸与环境学研究。

* 广西科技攻关项目(135507/GXKLHY13-01)和防城港市政府项目(YLFCG20101041)资助。

海的水交换强度,对海湾环境、生态及冲淤等方面的意义重大。【拟解决的关键问题】采用传统方法计算防城港东湾 2008 年和 2012 年的纳潮量,对比分析防城港东湾水交换能力的变化、形成的原因及造成的影响。

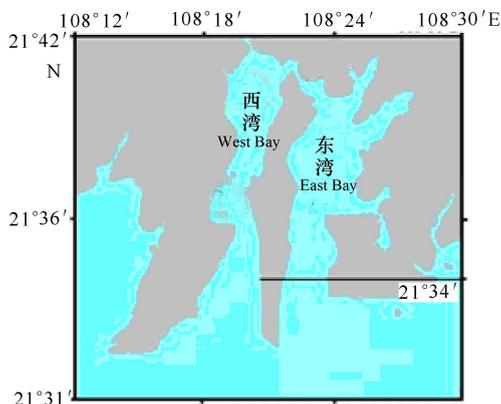


图 1 防城港东西湾位置

Fig. 1 Location of Fangchenggang Bay

1 纳潮量的计算方法

采用传统方法,利用形态因子面积及潮差因子(H)计算纳潮量。海湾纳潮量的计算公式为^[2]:

$$W=0.5 \times (S_1 + S_2)H,$$

式中, S_1, S_2 分别为高低潮时的水域面积, H 为平均潮差。通过卫星遥感图像、海图等方法,获取 S_1 和 S_2 的值。

由于防城港湾具有南北纵向的特点,所以,纳潮量的大小与湾口位置的选取存在密切关系,选取的计算区域越大,纳潮量就会增大,反之,纳潮量就会减少。本文以 $21^{\circ}34'N$ 作为湾口位置(图 1),分别计算了防城港东湾 2008 年和 2012 年的纳潮量。

2 结果与分析

2.1 纳潮量的变化

2008 年防城港东湾纳潮量约为 $1.8443 \times 10^8 m^3$,2012 年纳潮量约为 $1.7436 \times 10^8 m^3$,仅 4 年东湾纳潮减少量占总纳潮量的 5.5% 左右^[3]。另外,由于防城港钢铁项目填海 1000 多公顷后口门收窄,缩小了东湾湾口断面 1.9km,海水涨落发生变化,涨急时,导致位于经过该处航道的潮流流速稍有增大,但进入东湾内湾后,大部分区域的流速普遍较 2008 年减小,流速差值变化量最大可达 0.1m/s,最大相对变化率可超过 20%;落急时,情况与此相类似,除在湾口附近流速稍有增加外,2012 年东湾海域的潮流较 2008 年变小,防城港湾内(东、西湾)纳潮量减少了 3.6%^[4]。

纳潮量作为海湾水动力环境条件评价的重要指标,防城港东湾的纳潮量变小,意味着其与外海的水交换能力减弱,自净能力降低,造成生态环境退化。

2.2 纳潮量减弱的主要原因

2.2.1 港口码头工程填海

近年来,防城港市不断深化改革开放、加快转变经济发展方式,区域经济发展呈现加速化、临海化、重工业化的总体趋势。从表 1 统计得出,2001~2005 年防城港市围填海面积变化相对平稳,填海面积均较小,共为 $1373.52 hm^2$,平均每年填海面积 $228.92 hm^2$;从 2005~2009 年,围填海面积有一定程度的增加,但变化也不显著,而从 2010 年开始围填海面积迅速增加,累计填海面积从 2009 年的 $467.87 hm^2$ 增加到 2010 年的 $962.02 hm^2$ 。2011 年、2012 年累计填海面积分别为 $1718.87 hm^2$ 和 $2141.09 hm^2$,为 2003 年填海面积的 13 倍^[4]。2010~2012 年,仅防城港东湾 18~20 号泊位码头以及沿岸仓储工业项目的建设填海面积占全市填海总面积的 80%。

表 1 2001~2012 年防城港市项目工程填海面积统计

Table 1 Statistics of reclamation area of project engineering in Fangchenggang 2001~2012

年份 Year	填海面积(hm^2) Reclamation area	年份 Year	填海面积(hm^2) Reclamation area
2001	154.63	2007	454.93
2002	154.63	2008	462.53
2003	164.84	2009	467.87
2004	208.84	2010	962.02
2005	238.29	2011	1718.87
2006	452.29	2012	2141.09

围填海主要是用于港口及码头建设。防城港是广西最早建设的港口,1990 年已经形成约 $1 km^2$ 的浅水码头规模;到 2000 年,防城港码头面积已达到 $3 km^2$ 左右,而且形成了一个深水港码头的雏形(图 2);到 2005 年,防城港码头扩建工程继续向深水区挺进,南部的炮台港也开始建设,到 2008 年,防城港港口建设突飞猛进,港北区面积已经达到 $5 km^2$,在加紧建设北区两个深水港码头的同时,南部的炮台港也形成了 $8 km^2$ 的围填海规模^[5]。从防城港 2012 年的影像图 3 可看出,防城港市继续加大对炮台港(企沙工业区)海域的围填海工程建设,海域围填海面积达到 $12 km^2$ 。同时,北部港区围填海面积也有一定程度的增加。近 20a 来,防城港市围填海主要集中在防城港东湾码头建设区以及企沙半岛西、南岸工业区沿海岸域。围填海工程造成该区域自然岸线减少,人工岸线显著增加(图 4)。



图2 2000年防城港东湾影像

Fig. 2 Image of Fangchenggang East Bay in 2000



图3 2012年防城港东湾影像

Fig. 3 Image of Fangchenggang East Bay in 2012



图4 防城港域总体布局规划

Fig. 4 General layout plan of Fangchenggang

2.2.2 海岸线和滩涂资源的利用

防城港市大陆岸线东起防城区的茅岭乡(中间隔钦州龙门岛),经港口区的企沙、光坡两镇,防城区的附城、江山两乡,东兴市的江平镇,西至中越边境东兴镇北仑河口止,防城港市管辖岸段大陆岸线总长537.79 km。大陆岸线类型包括人工岸线、沙质岸线、粉砂淤泥质海岸线、生物海岸线、基岩海岸和河口岸线,其长度分别为395.35km、35.22km、82.51km、4.46km、19.16km和1.09km^[6]。岸线类型构成,人工岸线最长,相当于其他岸线长度的总和。位于防城港湾的岸线主要集中在防城港东、西湾及企沙半岛西岸,全长为342.83km,占全市岸线537.79km的63.75%。其中人工岸线266.74km,河口岸线0.24km,沙质岸线20.35km,粉砂淤泥质海岸45.26km,生物

海岸4.05km,基岩海岸6.19km^[6]。人工岸线广泛分布,主要以防波海堤和人工填海造陆岸线为主,但仍以东、西湾人工岸线最为集中;自然岸线主要分布于企沙半岛东部,由于人工造陆影响较少,自然岸线以沙质岸线和淤泥岸线为主,仅有少量基岩岸线。

近年来,海岸带开发速度加快,岸线和滩涂资源主要用于围塘养殖、盐田修建、港口围填以及人工海堤修建等,自然岸线呈逐年递减、人工岸线呈逐年递增的态势,且岸线平直化趋势越来越严重。据统计^[6],2012年,防城港市(港口区、防城区、东兴市)岸线资源利用已占可利用岸线长度的50%以上,其中,港口区岸线总长为342.83km,已用岸线长度266.74km,占岸线利用程度78%,主要为东湾港口码头工程建设占用岸线;防城区岸线总长为141.66km,已用岸线长度81.57km,占岸线利用程度58%,主要为围塘养殖开发占用岸线;东兴市岸线总长为53.30km,已用岸线长度47.04km,占岸线利用程度88%,主要为人工海堤修建使用岸线。

2.3 纳潮量减弱造成的负面影响

“十二五”期间,防城港市的一批项目已陆续进入建设、运营期,频繁的沿海工业开发和港口建设等开发利用活动带来经济效益的同时,对该市的自然环境、海洋生态环境产生一系列的负面影响,导致诸多环境问题出现。

2.3.1 海域空间面积减少及水深变浅

根据《广西北部湾港总体规划》(2008~2030),防城港功能定位为港口航运用海和工业与城镇建设用海,兼顾旅游娱乐用海和海洋保护用海。防城港域为港口、工业集中开发区,重点发展钢铁、电力、粮油加工、船舶修造等临海工业,积极发展机电、化工、香料、糖业等地方特色资源加工业。按照防城港域总体规划,港域规划重点为防城港东湾区域,即渔湾港区和企沙西港区(图4)。规划建设各作业区使用海域及岸线如下:

渔湾港区:由第一作业区至第六作业区以及马鞍岭岸线组成。港区规划岸线24368m,其中深水岸线21930m;规划布置100~200000吨级泊位85个,其中深水泊位74个;陆域面积2859ha;港区规划全部实施后年通过能力20620万t。规划期(2030年)建设岸线13736m,其中深水岸线14298m;100~200000吨级泊位62个,其中深水泊位51个;陆域面积2359ha;年通过能力10620万t。

企沙西港区:自北向南由潭油作业区、云约江南作业区和赤沙作业区组成。港区规划岸线18520m,其中深水岸线15964m;规划布置2000~200000吨级

泊位 87 个,其中深水泊位 71 个;陆域面积 1208hm²;港区规划全部实施后年通过能力 13000 万 t。规划期(2030 年)建设岸线 14812m,其中深水岸线 12256m;2000~200000 万吨级泊位 66 个,其中深水泊位 50 个;陆域面积 888ha;年通过能力 10500 万 t。

由此可以看出,防城港市发展的重点为港口,而港口的重心在东湾,也就是说,要满足东湾规划建设项目的要求只有大量填海及利用现有岸线资源,而仅有约 80km²东湾海域空间面积将会逐年减少,湾内纳潮面积减少后海水交换能力强度就会变弱,海湾淤积等方面的问题也就随之而发生。近年来,除航道区域外,东湾水深逐年变浅,60%以上的大片浅滩低潮时露出。

2.3.2 近岸海水质量呈现下降趋势

据统计^[5,7],防城港市沿岸入海污染源增长最快的为工业污染,2008 年,工业废水排放量增幅一般不超过 20%,2009 年,工业废水排放量增幅比 2008 年增加了约 25%,2010 年增幅高达 52.4%。其次为海水养殖污染,增幅约为 6.3%。大量污染源通过排污口入海,从 2011 年 3、5、8、10 月对防城港市沿岸 3 个主要陆源入海排污口排污状况的监测结果显示,全年四次监测均存在超标排污现象,超标率达 100%;其次是通过河流入海,2007 年防城江化学需氧量(COD)入海量为 4580t,2011 年防城江 COD 入海量为 79898t,平均每年 COD 入海量增加 18829t。污染源进入近岸后,水质质量状况发生明显变化。2011 年 9 月、12 月和 2012 年 3 月、6 月,广西科学院科研人员在防城港海域东西湾及附近海域进行了水质调查,共布设 20 个调查站位。调查结果显示,1 周年 4 个代表月的大面调查中发现海水水质质量出现下降现象,在所调查的 8 个站位中约有 40% 站位 COD 含量存在明显超标,高值区位于东湾中部西面近岸处。夏季和秋季,生化需氧量(BOD)超出一类海水水质标准;夏季,悬浮物含量超一类海水水质标准;春季,无机氮含量超出一类海水水质标准。沉积物重金属污染、沉积物油类污染也出现超标现象,海水水质质量较差。2011 年 11 月防城港东湾海域爆发棕囊藻赤潮,赤潮爆发期间海面漂浮着死鱼。由此可见,由于防城港市陆域及海域入海污染物排放总量在逐年上升,直接造成了近岸海水水质质量明显下降,局部区域已到了恶化程度,必须要采取措施加以控制,文献^[8]已提出一些既促进海洋产业发展、又防止海水水质污染的措施,值得借鉴。

2.3.3 海岸及滨海湿地生态环境退化

近年来,由于人为开发活动和自然胁迫导致海岸

自然环境改变、滨海及潮带植被破坏、环境污染、生态退化、生物多样性下降等,这些不利因素对防城港市海岸及滨海湿地生态环境安全构成了严重威胁。由于东湾内的一些临岸工业企业生产污水未处理达标排放,入海排污口的油类污染严重,排污口的长期超标排放导致部分生态区域的健康状况每况愈下,环境恶化的趋势加剧,已对多处岸段的红树林生态系统构成了威胁,红树林湿地退化现象严重。2012 年 4 月,广西科学院科研人员在防城港东湾万鑫钢铁厂入海排污口现场监测时发现,该片区附近红树林出现较大面积病虫害,红树林处于亚健康状态,部分红树林枯萎死亡。据调查发现,东湾其他区域红树林也出现斑块死亡现象,退化严重。

海岸及滨海湿地生态环境受到人为活动干扰后,还会造成海岸严重侵蚀和资源的损失。防城港西面海岸,由于防城港航道历年来的人工疏浚,使海岸失去了动力平衡状态,加上受潮汐潮流作用及台风海浪自然侵袭强烈的综合影响,海岸蚀退严重。根据科研人员现场勘察结果,全长有近 300m 的海岸受到严重侵蚀,侵蚀宽度一般为 5~6m,最宽可达到 8~10m。侵蚀岸段自然海岸植被遭到破坏,沙土流失,生态护岸功能大为降低,海岸线后退加速,已经危及到临岸居民生产和生活的安全。

海岸及滨海湿地生态环境退化是一个复杂的、动态的、以量变到质变的过程,由此而导致的生态环境改变及环境损害加重都会随时空的变化而改变,对此必须引起足够的重视,加强保护措施,防止海岸及滨海湿地生态环境退化。

3 结论

随着防城港市城镇化、临海化、重工业化的加速发展,岸线利用和围填海域呈现快速发展趋势,对海湾自然环境及生态环境产生一系列的负面影响,海域纳潮量减少,水交换条件减弱,海洋生态环境面临着严重的压力。今后随着临岸临港工业的建成,海域生态环境问题将更为突出。所以,为了保护防城港海域的海洋生态环境,必须要改善海湾水交换能力条件,节约集约利用海域及岸线资源,控制填海规模及岸线利用。

参考文献:

[1] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志第十二分册(广西海湾)[M]. 北京:海洋出版社,1992.

Compilation Committee of China Gulf Record. The twelfth volume of Chinese gulf record (Guangxi gulf)

Guangxi Sciences, Vol. 21 No. 4, August 2014

- [M]. Beijing: China Ocean Press, 1992.
- [2] 国家海洋局第一海洋研究所. 广西钦州茅尾海综合整治数值模拟综合评价报告[R]. 青岛: 国家海洋局, 2010.
The First Marine Research Institute of the State Oceanic Administration. The numerical simulation and comprehensive evaluation report of Maowei Hai comprehensive improvement, Qinzhou, Guangxi[R]. Qingdao: The State Oceanic Administration, 2010.
- [3] 广西科学院. 防城港市入海污染物排放总量控制研究与规划报告[R]. 南宁: 广西科学院, 2013.
Guangxi Academy of Sciences. The report of sea pollutant total amount control research and planning in Fangchenggang City[R]. Nanning: Guangxi Academy of Sciences, 2013.
- [4] 广西壮族自治区海洋局, 国家海洋局第三海洋研究所. 广西壮族自治区海洋主体功能区规划研究报告[R]. 南宁: 广西壮族自治区海洋局, 2012.
Oceanic Administration of Guangxi Zhuang Autonomous region, The Third marine Institute of the State Oceanic Administration. The report of ocean development planning study of the Guangxi Zhuang autonomous region [R]. Nanning: Oceanic Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region, 2012.
- [5] 防城港市统计局. 防城港市统计年鉴 2010[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
Bureau of Statistics of Fangchenggang. The Statistical Yearbook of Fangchenggang 2010 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2010.
- [6] 国家海洋信息中心. 广西海洋主体功能区规划专题研究报告[R]. 天津: 国家海洋局, 2011.
National Marine Information Center. The report of planning research Guangxi marine main body function area [R]. Tianjin: The State Oceanic Administration, 2011.
- [7] 防城港市统计局. 防城港市统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
Bureau of statistics of Fangchenggang. The Statistical Yearbook of Fangchenggang 2011 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2011.
- [8] 陆海生, 陈波. 海洋产业发展对广西近海水质环境的影响[J]. 南方农业学报, 2014, 45(7): 1322-1326.
Lu H S, Chen B. Effects of the development of marine industry on offshore environment in Guangxi[J]. Journal of Southern Agriculture, 2014, 45(7): 1322-1326.

(责任编辑: 竺利波)

(上接第 364 页 Continue from page 364)

- [7] Chen C, Liu H, Beardsley R C. An unstructured, finite-volume, three - dimensional, primitive equation ocean model: application to coastal ocean and estuaries [J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2003, 20: 159-186.
- [8] Chen C, Cowles G, Beardsley R C. An unstructured grid, finite-volume coastal ocean model: FVCOM User Manual, SMAST/UMASSD Technical Report-04-0601 [S]. 2004: 183.
- [9] 谭维炎. 计算浅水动力学——有限体积法的应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
Tan W Y. Calculation of shallow water dynamics: the application of finite volume method [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005.
- [10] 胡四一, 谭维炎. 无结构网格上二维浅水流动的数值模拟[J]. 水科学进展, 1995, 6(1): 1-9.
Hu S Y, Tan W Y. Numerical modeling of two-dimensional shallow water flow on unstructured grids [J]. Advances in Water Science, 1995, 6(1): 1-9.
- [11] 国家海洋局第一海洋研究所. 钦州恒新镍业镍铁项目一期工程海域使用论证报告书[R]. 青岛: 国家海洋局第一海洋研究所, 2007.
The First Institute of Oceanography, SOA. The demonstration report of Qinzhou Hengxin nickel and ferro-nickel project phase I Sea area use [R]. Qindao: The First Institute of Oceanography, SOA, 2007.
- [12] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志第十四分册(重要河口)[M]. 北京: 海洋出版社, 1998.
Editorial Committee of Chinese Bay Record. The fourteenth volume of Chinese bay record (important estuaries) [M]. Beijing: China Ocean Press, 1998.
- [13] 匡国瑞. 海湾水交换的研究——海水交换率的计算方法[J]. 海洋环境科学, 1986, 5(3): 45-48.
Kuang G R. Research on bay water exchange: calculation method of water exchange rate [J]. Marine Environmental Science, 1986, 5(3): 45-48.
- [14] 匡国瑞, 杨殿荣, 喻祖祥, 等. 海湾水交换的研究——乳山东湾环境容量初步探讨[J]. 海洋环境科学, 1987, 6(1): 13-23.
Kuang G R, Yang D R, Yu Z X, et al. Research on bay water exchange: preliminary study on environmental capacity in the east Rushan Bay [J]. Marine Environmental Science, 1987, 6(1): 13-23.
- [15] 曾刚. 厦门港水交换的初步计算[J]. 海洋通报, 1984, 3(5): 7-11.
Zeng G. Preliminary computation of the seawater exchange in Xiamen Harbor [J]. Marine Science Bulletin, 1984, 3(5): 7-11.

(责任编辑: 陈小玲)