

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20180806.002

苏涛,牛超,詹诚,等.广西围填海进程及其对近海生态和生物资源的影响分析[J].广西科学院学报,2018,34(3):228-234.

SU T, NIU C, ZHAN C, et al. Study on the process of the coastal reclamation and its impact on coastal ecological and marine biological resources in Guangxi Zhuang Autonomous Region[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2018, 34(3): 228-234.

广西围填海进程及其对近海生态和生物资源的影响分析*

Study on the Process of the Coastal Reclamation and its Impact on Coastal Ecological and Marine Biological Resources in Guangxi Zhuang Autonomous Region

苏涛¹,牛超²,詹诚²,李云涛²

SU Tao¹, NIU Chao², ZHAN Cheng², LI Yuntao²

(1. 广西交通投资集团有限公司,广西南宁 530022;2. 广西交通科学研究院有限公司,广西南宁 530007)

(1. Guangxi Communications Investment Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi Transportation Research and Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530007, China)

摘要:近年来,随着社会、经济和科技的迅猛发展以及人口的快速增加,广西城镇化、工业化的迅速推进,土地需求量急剧增加。围填海是缓解沿海省市土地资源紧缺的重要方式;围填海在带来经济效益的同时,对海洋环境、生态也造成了巨大的影响。为此,本文在分析广西沿海1949年至今大规模围填海进程和特征的基础上,从海洋生态环境、自然海岸线、滨海湿地和海洋生物资源等方面,分析和探讨大规模围填海对广西近海生态环境和资源的影响,并对如何合理地开发利用海洋资源提出初步的管理方法和对策,为广西沿海经济快速发展和围填海开发管理提供参考。

关键词:围填海 生态影响 生物资源 管理对策 广西

中图分类号:S937.3;X835 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2018)03-0228-07

Abstract: In recent years, with the rapid development of society, economy and science and technology and the rapid increase of population, the urbanization and industrialization of Guangxi has been rapidly advanced, and the demand for land has increased sharply. Reclamation is an important way to alleviate the shortage of land resources in coastal provinces and cities. While reclamation brings economic benefits, it also has a bad effect on the marine environment in the marine space of Guangxi. Here, based on the analysis of process and characteristics of large-scale reclamation in Guangxi coastal areas since 1949, we focused on the marine ecological environment, natural coastline, coastal wetland and fishery resources, the impacts of large-scale reclamation on the coastal ecosystem and resources of Guangxi were analyzed and discussed. It also put forward the primary management methods and countermeasures for how to reasonably develop and utilize marine resources, and provided reference for economic development and reclamation management of Guangxi coastal areas.

Key words: coastal reclamation, ecological effect, biological resources, management countermeasure, Guangxi Zhuang Autonomous Region

收稿日期:2018-01-29

作者简介:苏涛(1984—),男,工程师、经济师,主要从事项目管理、经营管理,交通建设项目生态保护与修复研究, E-mail: niuchao1231@163.com.

* 广西自然科学基金(2016GXNSFAA380065)资助。

0 引言

广西北部湾港是我国西南和部分中南地区最便捷的出海口,也是西南、中南地区开放发展的重要出海通道。近年来港口基础设施建设加快,货运吞吐量持续较快增长,临港产业加快发展,有力地推动了广西的开发和发展。但是随着社会生产和港口规模的迅猛发展以及人口增多,城镇化、工业化、港口建设迅速推进,土地的需求量急剧增加,有限的土地资源成为制约广西沿海地区经济发展的重要因素之一。围填海是人类拓展生存发展空间,解决“人地矛盾”的重要手段之一,已被沿海各国家广泛采纳与运用。围填海一般是通过人工修建堤坝、围堰、填埋土石方等方式将自然海域改造成陆域,以拓展发展空间^[1],目前是我国海岸开发利用的主要形式^[2]。我国围填海始于东汉,到唐宋时期围填海规模逐渐扩大^[3]。1949年以来,我国围填海主要经历了如下几个阶段:1950—1960年,主要以围海晒盐为主;1960—1970年,主要用于扩大农业用地;1980—1990年,主要用于沿岸滩涂养殖;2000年之后,沿海各地大规模开展城市化、工业化、港口及滨海旅游区建设等,围填海主要以填海造地为主,以解决经济快速发展的用地需求。但是围填海在带来巨大经济效益的同时,也给海洋生态环境和海洋资源等造成一定程度的威胁和破坏^[4-6],由此带来的生态危机日益凸显。据统计,全国沿海各地大规模的围填海使滩涂湿地面积累积损失约 $2.19 \times 10^4 \text{ km}^2$,相当于我国滩涂湿地面积的50%^[7-8]。至2020年,我国围填海面积预计将超过 5780 km^2 ,将占用 $1.1 \times 10^3 \sim 3.0 \times 10^3 \text{ km}$ 的海岸线^[9]。

2017年,国家海洋局组建海洋督察组,对包括广西在内11个省(市、区)开展围填海专项督查。期间,督察组对广西督查时发现,沿海各地存在向海要地的趋势,并普遍存在着不合理乃至违法的围填海,发展和保护的矛盾仍较突出,部分地区围填海管控和环境保护问题不容忽视。因此,开展围填海生态效应研究,科学评价和有效控制围填海对海洋生态环境及资源的破坏,了解围填海对海洋生态环境及资源的影响已成为海洋保护和可持续发展不可忽视的任务和课题,对保护海洋资源和维护海洋生态平衡,实现广西北部湾经济区健康稳定发展具有重要的科学意义。

1 研究区域概况

广西是我国重要的海洋省份之一,位于我国南部,南邻南海的北部湾,大陆海岸线东起洗米河口,西至北仑河口,长约 1595 km ,有岛礁697个,其中涠洲岛最大,面积约为 28 km^2 ,岛屿岸线约 461 km 。广西沿海滩涂资源丰富,面积约 1005 km^2 ,北部湾海域宽广,海底较为平坦,面积约 12.93 万 km^2 ^[10]。广西共有14个地级市,其中沿海地级市共有3个:北海市、钦州市和防城港市。

2 广西围填海发展进程

2.1 20世纪50年代至90年代

20世纪50年代至70年代,广西沿海各地市大规模开展“向海洋要粮”等围海造地的活动,但总体而言围填海规模小且分散,大片滩涂被围垦后用于发展种植业和围海造盐^[11],造成滩涂湿地资源锐减,但滩涂围垦利用率不高,浪费较为严重。

改革开放后随着人民生活水平的逐步提高,老百姓对海产品的需求量逐渐增加,围填海主要表现为滩涂围垦养殖,并得到迅猛发展。仅1992年钦州市开发滩涂养殖面积达10多 km^2 ,到1995年滩涂围垦养殖面积已达40多 km^2 ,比1949年增加10倍以上^[12]。

2.2 21世纪初至今

2000年以后,随着广西北部湾沿海城市和海洋运输业高速发展,围填海主要用于城市化建设,建设港口、码头等海洋交通及工业园区,缓解城市发展和建设用地的紧张与不足,同时保证耕地占比平衡。在此基础上,围填海规模持续扩大,广西北部湾地区2000—2005年围填海面积为 6.79 km^2 ,2005—2010年为 46.18 km^2 ,2010—2013年为 13.77 km^2 ;其中,钦州市围填海面积最大,为 33.53 km^2 ;其次为防城港市,面积为 20.72 km^2 ;北海市围填海面积最小,为 12.5 km^2 。2000年至今,钦州市和防城港市均有围填海,在2005—2010年围填海面积最大;北海市铁山港区和合浦县2005年开始有围填海,且围填海面积逐渐增多,而海城区和银海区2010年才开始有围填海^[13]。

《广西壮族自治区海洋功能区划(2011—2020年)》明确提出要控制围填海规模,推行围填海年度计划制度,整体规划、有序开发,避免海洋资源的低效率使用;到2020年,广西全区围填海规模控制在

161 km²内,严格推行阶段性开发限制,大陆自然岸线保有率大于35%,保留区面积大于700 km²,海洋生态红线区面积大于35%,岛屿自然岸线保有率大于85%。

3 围填海对近海生态环境的影响

3.1 自然海岸线遭受破坏

自然海岸线是近海生态、空间资源的重要要素,同时也是海岸生态系统的重要组成部分。广西北部湾沿海大部分围填海都在海湾内部,以自然海岸线为基础,向海推进,其最直接的影响就是天然海岸线被截弯取直后大幅度减少,天然海岸线受到破坏,导致近海海岸带原有的自然地地貌形态发生变化,带来一系列的海洋生态环境问题。近年来,大规模的围填海已经蔓延了整个中国海岸线,各地围填海面积屡超国家控制总量,造成严重的“失度、失序、失衡”等问题。

20世纪90年代之前,广西北部湾沿岸的大陆岸线以自然岸线为主;之后人工岸线逐渐取代自然岸线,大大改变北部湾海岸带原有的地形地貌,严重影响近岸海洋生态环境。根据周相君^[13]研究结果,1973—2013年,广西大陆岸线总长度由1973年的1 376.61 km到2013年的1 378.78 km,总体变化平缓,但人工岸线的长度发生巨大变化:1973年人工岸线长度为224.69 km,仅占总长度的16.32%;2013年人工岸线长度占总岸线长度的比例已经达到66.72%,人工岸线长度达919.88 km,自然岸线的长度大大缩短。近几十年的研究表明,围填海导致人工岸线逐渐代替自然岸线,自然岸线逐渐缩短,且岸线形态逐渐趋于规则、平直^[14-15]。目前,包括广西在内的中国自然海岸线保有率已不足40%,大量自然岸线被港口、工业等占用,同时部分地区围填海规模大、增长过快,导致利用率低,甚至还有一些空间未得到利用,导致资源浪费。

3.2 对近海水动力和海洋生态环境的影响

广西沿海围填海主要分布在内湾、港口码头和河口水域,导致海湾面积缩减,并直接改变原始岸线、地形地貌,从而改变海水潮流的流向、流速等运动特性,海湾潮差变小、纳潮量减少,致使附近海域的水动力受到影响;同时,水体交换速度会减慢、自净能力减弱,进一步导致海水水质恶化,加剧海洋环境污染,并对防洪、港口航道等造成不利影响^[16-19]。围填海面积越大,对海域水动力的影响也越大;在海洋水动力稳定性较差的内湾,围填海的影响更为明

显。蒋磊明等^[20]研究表明,防城港钢铁项目围填海使防城港海湾的纳潮量最大减少8%,口门宽度减少2.56 km,水体交换周期减慢,涨落潮流速减缓。南京水利科学研究所编制的《广西北部湾港潮流数学模拟研究及泥沙回淤分析》表明,钦州港三墩二期扩区围填海使钦州湾西湾和东湾纳潮量分别减少8.5%、9%,导致湾内水体交换能力下降,水质呈现缓慢变差的趋势。庄军莲等^[21]研究表明,钦州保税港区围填海使得金鼓江的口门变小,潮通量变少,影响其水动力条件。

3.3 近岸海岛数量减少

近岸海岛是广西海洋生态系统的重要组成部分,在促进广西海洋经济发展、保障海洋权益与安全等方面发挥着重要的作用。近几十年,钦州、北海、防城港沿海地市将近海分布的海岛人工堤坝相连或围垦滩涂,如钦州湾中部西岸、茅尾海、珍珠港湾、铁山港海岛区等海湾中的部分海岛^[22],使得这些海岛失去独立于海中的自然形态。另外,部分海岛在北部湾港口建设过程中被炸毁或推毁,如鹰岭岛、虾塘岛、老颜车岛、蚶壳山岛、马口岭、亚公墩、长山尾岛、葫芦岭岛、鱼墩岛等海岛已被推毁消失^[23]。近岸海岛具有相对独立的属性,围填海破坏了其原有的生态环境,或与陆地连为一体,或填海开发失去其原有的形态,严重破坏海岛对海洋生态环境保护、海洋水动力维持的特有属性。

3.4 对滨海湿地的影响

广西滨海沿岸有珊瑚礁、红树林、河口水域、岩石性海岸、潮间淤泥海滩以及海草床等众多类型的湿地^[24],包括人工湿地在内面积达2 827.3 km²^[25]。由于湿地在地球生态系统健康发展中起着非常重要的作用以及在生物多样性等方面有着巨大贡献,被称为“地球之肾”^[26]。近年来,随着广西北部湾地区经济建设的快速发展,滨海湿地保护与开发之间的矛盾日益突出,各类工农业用地、城市建设等占用滨海湿地,使湿地面积不断减小。黄鹤等^[27]调查结果表明,1955—1977年和1988—1998年广西海岸滩涂面积分别递减10 000 hm²和1 700 hm²。广西滨海湿地面积的减少,导致越来越多的物种失去其栖息地、产卵地等生存空间,物种多样性下降,甚至逐渐消亡,严重破坏海岸带湿地生态系统,广西北部湾沿海滩涂经济作物产量降为原来的60%~90%,近海渔业资源量明显减少^[28]。大规模围填海在带来经济效益的同时,也给滨海湿地带来巨大的负面效应,导致湿地面积萎缩,生境丧失、斑块化,生物多样

性减少,碳储存功能减弱等众多生态问题,降低湿地生态系统的稳定性,大大削弱了其自我调节能力。

3.5 对沿海红树林的影响

广西北部湾沿海是中国红树林分布最为集中的区域之一,占我国红树林总面积的37%^[11]。红树林生态系统具有保护海岸、御风消浪、净化海水和调节气候等功能,在抵御风暴潮等海洋灾害方面也起到重要作用。19世纪50年代广西沿海的红树林面积高达24 066 hm²。20世纪50年代末至70年代中,广西沿海开展大范围的围海造地活动,大面积的红树林被破坏,红树林的面积由1955年的9 351.18 hm²急速锐减到1988年的4 671.39 hm²;而后由于红树林的重要生态功能引起人们高度重视,通过实施红树林的资源修复等,广西沿海红树林得到恢复,面积逐渐增加,到2004年红树林的面积增加到7 066.44 hm²^[29],但从20世纪50年代到21世纪初,广西红树林的面积和生长范围整体趋势是减少的。近些年,由于广西城镇化和沿海养殖业的快速发展,红树林被破坏得更为严重,呈现出明显的萎缩趋势。红树林的围垦和破坏会进一步导致风蚀、土壤沙化、水土流失等,造成海岸线侵蚀严重、港口淤积率增多以及经济损失增加。

4 围填海对海洋生物资源的影响

4.1 对底栖生物的影响

围填海对底栖生物的影响主要是在施工期,施工期对部分潮间带、海域永久性占用,毁坏原有底栖生物的栖息场所,栖息环境同样受到破坏。除少数运动能力比较强的底栖生物能够逃避危险存活外,绝大多数底栖种类会被覆盖、掩埋而死亡,导致该区域内底栖种类永久性破坏^[30]。此外,开挖、疏浚会导致局部海域悬浮物扩散、沉积,海水透明度下降,浓度过高的悬浮物会对底栖生物的正常生命活动、种类组成等造成影响^[31]。施工结束后,周边海域的生境发生较大变化,底栖生物群落的主要指标,如丰富度、种类组成、多样性指数等与原有群落相比将明显下降,底栖生物群落组成呈现低值化、简单化且稳定性降低^[31-32]。李洋等^[33]研究表明,钦州港保税港区围填海将永久性改变海域属性,其范围内的底栖生物将全部死亡,损失量大于1.99 t。

4.2 对鱼卵、仔鱼的影响

鱼类的产卵场多分布在近岸各内湾,多淡水注入、盐度相对较低、浮游动植物比较丰富。围填海一般都包括疏浚、开挖锚地及炸礁等建设,疏浚、锚地

开挖等会破坏该区域的原有生境,使水草、礁石等粘性卵的天然附着基受到严重破坏,影响下一代鱼类补充群体的数量,并最终影响渔业资源量。《渔业水质标准》(GB 11607—1989)^[34]指出,当水体中悬浮物浓度增加到大于10 mg/L时,会影响鱼类的生长发育。水体中过高的悬浮物浓度,容易造成鱼类等游泳生物的鳃耙腺集聚过多的泥沙微粒,影响其鳃部滤水、呼吸等功能,严重甚至会窒息而死;同时过高的悬浮物浓度还会干扰鱼类等游泳生物的产卵繁殖,悬浮物质会附着在鱼卵的表面上,影响鱼卵呼吸时和水体间气体的交换,使其窒息而死^[30];还会影响其捕食效率、孵化率和仔鱼的成活率等^[35-36]。围填海建设的堤坝、拱桥等会阻断洄游性鱼类的洄游通道,改变其洄游习性^[37]。

4.3 对浮游生物的影响

水下工程施工期建设期间,由于疏浚、挖泥、吹沙会使部分泥沙与海水混合,海水中悬浮微粒的浓度大大增加,海水的透明度下降,阻碍浮游植物光合作用的进行,影响其细胞分裂,从而使水体中浮游植物的生物量减少^[32]。与浮游植物类似,悬浮物浓度、粒径同样会对水体中浮游动物的存活率、生物量、生长率等造成不利的影 响。悬浮物浓度的增加会导致以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙,从而使浮游动物因内部系统紊乱,饥饿而死;海水透明度下降也会导致一些桡足类生物生活习性紊乱^[32]。

一般而言,水体中浮游植物受到较大影响的悬浮微粒浓度临界值为50 mg/L,特别是施工中心区域,悬浮微粒浓度极高,浮游植物基本全部死亡^[30]。随着与施工点距离的增加,悬浮物浓度迅速下降,并且在施工结束后,受影响海域的浮游动植物生物量水平基本恢复到先前水平,此种影响是非永久性的、可逆的。项目建成运营期间,在做好防范措施的前提下,对浮游动植物不会产生长期影响。

4.4 对近岸传统渔业的影响

北部湾近岸海域是众多海洋生物产卵繁殖、栖息的重要场所,如二长棘鲷(*Paerargyrops edita*)、卵圆鲳鲆(*Trachinotus blochii*)、黄鳍鲷(*Sparuslatus*)、长毛对虾(*Penaeus penicillatus*)、方格星虫(*Sipunculus nudus*)等广西近岸重要的海洋经济生物,儒艮(*Dugong dugon*)、中华白海豚(*Sousa chinensis*)、中华鲎(*Tachypleus tridentatus*)等广西重要的国家级保护动物。大规模的围填海不仅使具有重要生态功能

的近海湿地消失、旱情加重,还改变了广西近海的水文特性、理化因子,影响重要海洋生物的洄游分布,破坏海洋生物栖息环境、产卵场等,导致渔业资源严重衰退。北部湾近海滩涂养殖、浅海养殖等多集中在近岸、近海区域,近海养殖海域的占用,造成养殖户无法进行养殖生产,给近海养殖业和养殖户带来了损失,对当地渔业经济和渔业发展空间都会造成很大的影响。

5 广西围填海管理与生态修复措施

我国正面临新一轮的围填海热潮,国务院批复沿海省、自治区、直辖市的《海洋功能区划(2011—2020)》中,包括广西在内的七省(自治区)一直辖市共获得围填海面积超 2 100 km²[38]。通过围填海虽然短期内可以带来巨大的经济效益,但是对近海生态环境、海洋生物资源等都会造成巨大的影响。近年来,广西沿海在控制围填海规模和生态环境保护与修复等方面取得了一定的效果,但是仍存在着诸多问题。综合分析围填海活动存在的问题及其造成的影响,提出以下围填海管理和生态修复的措施及建议。

5.1 建立、健全围填海法律规章和科学规划

加快海域管理工作法制化建设,完善海域使用权制度、海洋环境影响评价制度,以及落实海洋功能区划、海域有偿使用、海域权属管理等制度,使围填海管理专业化、规划化和规范化,通过立法管理围填海活动,使其有法可依(如制定围填海管理条例等)。围填海时,应严格执行现有的法律法规以及根据广西区情所制定的规章、管理办法等,明确围填海各项法规制度。

5.2 严格限制围填海区域和规模

北部湾最具代表性的主要鱼类有蓝圆鲹、鲈鱼、二长鳍鲷、金线鱼、大眼鲷、蛇鲻等,围填海应该尽量避免以上重要经济鱼类的产卵场以及产卵期。尽量围填非生态敏感区、等深线较浅以及高滩淤涨型的海域,对广西重点港湾、重要湿地、红树林区域等重要生态环境敏感区及周边海域应严格限制填海;同时,在重要经济鱼类的产卵、越冬洄游路径上对群体进行适当保护,减少围填海对其的不利影响,可以大幅增加群体数量,有效恢复北部湾近海渔业资源量。

5.3 完善海洋生态补偿措施和监测机制

通过对海洋生物资源的监测,掌握海洋生物资源、海洋环境及物种多样性的变动情况,为围填海科学、合理地实施提供基础资料,并针对性地提出海洋

生态修复措施。

根据国发〔2006〕9号《中国水生生物资源养护行动纲要》,按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则,开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用,专项用于水生生物资源养护工作;对资源及生态造成损害的,应进行赔偿或补偿,并采取必要的生态修复措施。目前,围填海施工及营运对海洋生物资源造成的损失,一般采取增殖放流和建设人工鱼礁两种方式进行生态补偿。钦州市、防城港市、北海市近些年相继开展渔业生态修复工程。2009年,防城港钢铁项目——渔业生态保护修复工程总投资 3 300 万元,其中人工鱼礁投资 1 141.70 万元,增殖放流投资 1 170 万元。同时,利用生态保护补助资金,广西各级水产行政主管部门已经组织实施多次人工增殖放流。

6 展望

围填海缓解了广西工业化、城市化、港口建设以及人口快速增长导致的建设用地不足等问题,投入较低且可以快速获取较高的经济效益。在广西北部湾经济区发展规划上升为国家战略后,随着广西沿海经济的快速发展,将会迎来新一轮的围填海高潮。

在进行围填海时,为避免对海洋生态环境与资源造成损失,应采取相应的渔业资源生态补偿措施,围填海区域水深不宜过深,尽量避免在河口、湿地、重要产卵场及生态环境敏感区附近围填海,等等。目前广西乃至我国其余沿海各省市在围填海的规划、管理等方面起步较晚,尚未形成有效的科学评估与管理体系。我们在研究围填海对海洋生态环境的影响、保护我们赖以生存的生态环境的同时,也需要探询适合广西区情的围填海科学与规范管理体系,利用好北部湾这笔可持续发展的财富,打造好广西北部湾蓝色经济区,把海洋资源开发利用多元化,而非仅仅是围填海造地,实现和谐开发利用海洋资源。

参考文献:

- [1] 王萌. 人为因素主导下海岸带生态系统变迁探讨[J]. 绿色科技, 2015(6): 13-14.
WANG M. Discussion on coastal ecosystem change dominated by anthropogenic factors [J]. Journal of Green Science and Technology, 2015(6): 13-14.
- [2] 崔保山, 谢焱, 王青, 等. 大规模围填海对滨海湿地的影响与对策[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(4): 418-425.
CUI B S, XIE T, WANG Q, et al. Impact of large-scale reclamation on coastal wetlands and implications for ecological restoration, compensation, and sustainable

- exploitation framework[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(4): 418-425.
- [3] 陈吉余. 中国围海工程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000: 34-109.
CHEN J Y. China coastal reclamation project [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2000: 34-109.
- [4] 陈书全. 关于加强我国围填海工程环境管理的思考[J]. *海洋开发与管理*, 2009, 26(9): 22-26.
CHEN S Q. Thinking on strengthening the environment management of China's reclamation project[J]. *Ocean Development and Management*, 2009, 26(9): 22-26.
- [5] 孙书贤. 关于围海造地管理对策的探讨[J]. *海洋开发与管理*, 2004, 21(6): 21-23.
SUN S X. Discussion on the countermeasures of land reclamation management[J]. *Ocean Development and Management*, 2004, 21(6): 21-23.
- [6] 胡小颖, 周兴华, 刘峰, 等. 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.
HU X Y, ZHOU X H, LIU F, et al. Study on environmental problems caused by reclamation and discussion on management countermeasures [J]. *Ocean Development and Management*, 2009, 26(10): 80-86.
- [7] 宋红丽, 刘兴土. 围填海活动对我国河口三角洲湿地的影响[J]. *湿地科学*, 2013, 11(2): 297-304.
SONG H L, LIU X T. Effect of reclamation activities on wetlands in estuarine delta in China [J]. *Wetland Science*, 2013, 11(2): 297-304.
- [8] 张明慧, 陈昌平, 索安宁, 等. 围填海的海洋环境影响国内外研究进展[J]. *生态环境学报*, 2012, 21(8): 1509-1513.
ZHANG M H, CHEN C P, SUO A N, et al. International advance of sea areas reclamation impact on marine environment[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2012, 21(8): 1509-1513.
- [9] WANG W, LIU H, LI Y, et al. Development and management of land reclamation in China[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2014, 102: 415-425.
- [10] 谭伟福, 蒋波, 廖铮. 广西北部湾经济区发展规划实施对滨海生态环境的影响分析[J]. *广西科学院学报*, 2009, 25(1): 50-53, 57.
TAN W F, JIANG B, LIAO Z. Analysis of impacts of Guangxi Beibu Gulf economic zone development plan on coastal eco-environment[J]. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 2009, 25(1): 50-53, 57.
- [11] 张丽珍, 徐淑庆. 广西北部湾红树林湿地生态功能的探讨[J]. *安徽农学通报*, 2010, 16(23): 134-136.
ZHANG L Z, XU S Q. Discussion about the eco-function of mangrove wetlands of Beibu Gulf of Guangxi Zhuang Nationality Autonomous Region [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2010, 16(23): 134-136.
- [12] 欧柏清. 广西钦州沿海滩涂的开发利用[J]. *人民珠江*, 1995 (1): 39-41.
OU B Q. Development and utilization of coastal tidal flat in Qinzhou, Guangxi [J]. *Pearl River*, 1995(1): 39-41.
- [13] 周相君. 1973—2013年广西大陆海岸线遥感变迁分析[D]. 青岛: 国家海洋局第一海洋研究所, 2014.
ZHOU X J. Shoreline change analysis of Guangxi mainland based remote sensing from 1973 to 2013 [D]. Qingdao: The First Institute of Oceanography, SOA, 2014.
- [14] 黄鸽, 胡自宁, 陈新庚, 等. 基于遥感和GIS相结合的广西海岸线时空变化特征分析[J]. *热带海洋学报*, 2006, 25(1): 66-70.
HUANG H, HU Z N, CHEN X G, et al. Analyses on spatial and temporal changes of Guangxi shoreline based on remote sensing and GIS [J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2006, 25(1): 66-70.
- [15] DUTCH VAN HEUVEL T, HILLEN R. Coastline management with GIS in the Netherlands[C]//EAR-SeL Workshop on remote sensing and GIS for coastal zone management. The Netherlands: National Institute for Coastal and Marine Management/RIKI, 1994: 155-164.
- [16] 伍善庆. 浅议漩门港围海工程对乐清湾海洋资源及环境的影响[J]. *海洋信息*, 2000 (3): 17-19.
WU S Q. Xuanmen harbor on the impact of reclamation activities on marine resources and environment in Yueqing Bay [J]. *Marine Information*, 2000 (3): 17-19.
- [17] 谢挺, 胡益峰, 郭鹏军. 舟山海域围填海工程对海洋环境的影响及防治措施与对策[J]. *海洋环境科学*, 2009, 28(z1): 105-108.
XIE T, HU Y F, GUO P J. Influence of reclamation land project from marshes on marine environment and countermeasures of protection in Zhoushan [J]. *Marine Environmental Science*, 2009, 28(z1): 105-108.
- [18] CHOI B H, KIM K O, LEE H S, et al. Perturbation of regional ocean tides due to coastal dikes[J]. *Continental Shelf Research*, 2010, 30(6): 553-563.
- [19] YANAGI T, ONISHI K. Change of tide, tidal current, and sediment due to reclamation in Tokyo Bay [J]. *Oceanogr Jpn*, 1999, 8: 411-415.
- [20] 蒋磊明, 陈波, 邱绍芳. 围填海工程对防城港湾及其周边水动力条件环境变化的影响分析[J]. *广西科学院学报*, 2009, 25(2): 116-118.
JIANG L M, CHEN B, QIU S F. Analysis on the effect of coast reclamation works on hydraulic environment variation in Fangchenggang bay and neighborhood [J]. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 2009, 25(2): 116-118.
- [21] 庄军莲, 许铭本, 王一兵, 等. 钦州湾潮间带生物群落对环境变化的响应分析[J]. *广西科学*, 2014, 21(4): 381-388.
ZHUANG J L, XU M B, WANG Y B, et al. Response analysis of intertidal organism communities to environmental change in Qinzhou Bay [J]. *Guangxi Sciences*, 2014, 21(4): 381-388.

- [22] 刘暉,庄军莲,陈宪云,等. 广西海岛资源开发利用现状和对策[J]. 广西科学院学报,2013,29(3):181-185.
LIU H,ZHUANG J L,CHEN X Y,et al. Resources status and exploitation countermeasure of the island in Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2013,29(3):181-185.
- [23] 史莎娜. 广西海岛面临的问题与修复对策研究[D]. 南宁:广西师范学院,2011.
SHI S N. Study on the problems and rehabilitate countermeasure for Guangxi island [D]. Nanning: Guangxi Teachers Education University,2011.
- [24] 陈桂珠,兰竹虹,邓培雁. 中国湿地专题报告[M]. 广州:中山大学出版社,2005:64-71.
CHEN G L,LAN Z H,DENG P Y. The special report on China's wetland [M]. Guangzhou:Sun Yat-sen University Press,2005:64-71.
- [25] 吴黎黎,李树华. 广西滨海湿地生态系统的恢复与保护措施[J]. 广西科学院学报,2010,26(1):62-66.
WU L L,LI S H. The restoration and protections of coastal wetland ecosystem in Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2010,26(1):62-66.
- [26] 陆健健,何文珊,童春富,等. 湿地生态学[M]. 北京:高教出版社,2006:1-3.
LU J J,HE W S,TONG C F,et al. Wetland ecology [M]. Beijing:Higher Education Press,2006:1-3.
- [27] 黄鹤,陈锦辉,胡自宁. 近50年来广西海岸滩涂变化特征分析[J]. 海洋科学,2007,31(1):37-42.
HUANG H,CHEN J H,HU Z N. Analysis on the characteristics of changeable intertidal zones along Guangxi coast in the late of 50 years [J]. Marine Sciences,2007,31(1):37-42.
- [28] 梁维平,黄志平. 广西红树林资源现状及保护发展对策[J]. 林业调查规划,2003,28(4):59-62.
LIANG W P,HUANG Z P. Resource status and strategies for protection of mangrove forests in Guangxi Province [J]. Forest Inventory and Planning,2003,28(4):59-62.
- [29] 覃玲玲. 北部湾经济区建设背景下广西红树林湿地保护与发展[J]. 安徽农业科学,2011,39(23):14086-14088,14102.
QIN L L. Protection and development of Guangxi mangrove wetland on the background of the construction of Beibu Gulf Economic Zone [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2011,39(23):14086-14088,14102.
- [30] 曹伟,李涛. 水运工程对海洋生态系统的影响[J]. 中国资源综合利用,2009,27(11):26-30.
CAO W,LI T. Analysis on the impact of waterway engineering on marine ecosystem [J]. China Resources Comprehensive Utilization,2009,27(11):26-30.
- [31] 马军. 大连围填海工程对周边海洋环境影响研究[D]. 大连:大连海事大学,2009.
MA J. Study on marine environment impact of land reclamation from sea in Dalian city[D]. Dalian:Dalian Maritime University,2009.
- [32] 高文斌,刘修泽,段有洋,等. 围填海工程对辽宁省近海渔业资源的影响及对策[J]. 大连海洋大学学报,2009,24(s1):163-166.
GAO W B,LIU X Z,DUAN Y Y,et al. Impact of the sea reclamation on fishery resources in Liaoning offshore and corresponding countermeasures[J]. Journal of Dalian Fisheries University,2009,24(s1):163-166.
- [33] 李洋,黄鹤,佟智成. 钦州保税港区围填海工程生态损失及其补偿价值研究[J]. 钦州学院学报,2016,31(1):17-21.
LI Y,HUANG H,TONG Z C. Study on ecological loss and compensation value of reclamation project in Qinzhou bonded port area[J]. Journal of Qinzhou University,2016,31(1):17-21.
- [34] 国家环境保护局. 渔业水质标准:GB 11607—1989[S]. 北京:中国标准出版社,1989.
National Environmental Protection Agency. Water quality standard for fisheries:GB 11607—1989[S]. Beijing:Standards Press of China,1989.
- [35] NEWCOMBE C P,MACDONALD D D. Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems [J]. North American Journal of Fisheries Management,1991,11(1):72-82.
- [36] REYNOLDS J B,SIMMONS R C,BURKHOLDER A R. Effects of placer mining discharge on health and food of arctic grayling [J]. Journal of the American Water Resources Association,1989,25(3):625-635.
- [37] 黄小燕,陈茂青,陈奕. 滩涂围垦冲淤变化及对生态环境的影响——以舟山钓梁围垦工程为例[J]. 水利水电技术,2013,44(10):30-33.
HUANG X Y,CHEN M Q,CHEN Y. Erosion-deposition variation from tidal flat reclamation and its impact on eco-environment—A case of Diaoliang reclamation project in Zhoushan[J]. Water Resources and Hydropower Engineering,2013,44(10):30-33.
- [38] 王珏磊. 21万公顷:新一轮填海潮涌[J]. 大经贸,2012(11):63-65.
WANG Y L. 210 thousand hectares:A new wave of reclamation[J]. Foreign Business,2012(11):63-65.

(责任编辑:米慧芝)