

广西滨海湿地现状及红树林湿地碳储量分析

李 畅^{1,2},赵瑞斌²,王 福^{1,3,4*},汪翡翠^{1,3,4},胡云壮^{1,3,4},杨 朋^{1,3,4},赵琰琳^{1,2}

(1.中国地质调查局天津地质调查中心,天津300170; 2.天津城建大学,天津300384;
3.中国地质调查局海岸带地质环境重点实验室,天津300170; 4.华北地质科技创新中心,天津300170)

摘 要:滨海湿地现状及碳储量数据是湿地生态系统功能评估和保护修复的基础。基于2021年Landsat8 OLI卫星遥感数据,以ArcGIS软件为平台,本文对广西滨海湿地进行了遥感信息提取和统计分析;进而利用InVEST模型及前人数据,定量分析了其中的红树林湿地碳储量。结果表明,广西滨海湿地现状总面积为2 986.95 km²,其中:(1)人工湿地618.22 km²,占湿地总面积的20.70%,包括养殖场为469.98 km²、水库128.70 km²、盐田6.46 km²和其他类型人工湿地13.08 km²;(2)自然湿地为2 368.73 km²,占湿地总面积的79.30%,包括近海与海岸湿地2 222.32 km²、河流湿地137.97 km²、湖泊湿地5.80 km²和沼泽湿地2.64 km²;(3)天然与人工红树林湿地面积90.80 km²,红树林湿地碳储量为6.47×10⁵ t。

关键词:滨海湿地;遥感解译;红树林;海岸带;碳储量;广西

中图分类号: X171

文献标识码: A

文章编号: 2097-0188(2022)03-0029-07

湿地是水陆相互作用形成的独特生态系统,它覆盖地球表面仅有6%,却为地球上20%的已知物种提供了生存环境^[1]。滨海湿地作为湿地的重要组成部分,分布于海岸带地区,在调节气候、涵养水源、防护风暴、维持区域水平衡、净化环境、保护生物多样性和为人类提供生产、生活资源等方面,有着不可替代的作用^[2-4]。与此同时,滨海湿地又是受多圈层交互作用最为强烈的生态系统之一,近年来,在海面上升^[5-7]和围海养殖、围海造陆^[8]等人类活动共同作用下,滨海盐沼湿地遭受侵蚀或被挤占^[9]。2016年监测结果显示,我国滨海湿地面积为5.25×10⁴ km²,1975—2016年期间,滨海湿地面积减少了约28.7%^[10],造成海岸带生态系统退化、生态系统服务功能降低。湿地的分布状况不仅是湿地资源保护和开发的基础资料,更是对区域社会经济可持续发展具有重要指导作用的基础国情信息。

广西沿海,内接大西南和珠江三角洲,是中国西部唯一既沿海又沿边的地区,是中国大西南地区最便捷的出海大通道和中国通向东盟的陆路、水路要道,是促进中国—东盟全面合作的前沿地带和桥头堡^[4]。广西是我国红树林的主要分布区,红树林生态系统是

全球生产力最高的生态系统之一,具有很高的土壤和有机质的沉积速率,使得红树林生态系统成为全球碳循环中重要的碳储存及碳汇之一,在全球碳循环中具有重要而独特的作用^[11,12]。随着广西经济快速发展,人类活动对湿地生态环境的破坏越来越严重,盲目围垦^[13,14]、海岸工程建设^[15-17]、生物资源的过度利用^[18,19]和海水养殖^[20,21]等活动导致广西沿海地区红树林等自然湿地生态系统遭到破坏,致使红树林等自然湿地生态系统服务功能退化,直接影响区域社会经济的可持续发展及碳中和碳达峰战略能否实现。全面掌握广西滨海湿地分布状况及红树林湿地碳储量是开展生态保护修复的基础,也是本文的现实意义。

遥感具有宏观、高效、现势性强和多时相的特点,已被广泛应用于海岸带地区动态监测^[22-25]。针对广西湿地,以往研究涉及广西全区的^[26],或只研究某一类型湿地^[15,16],或对湿地的植被^[27,28]等方面进行专项研究,而对广西滨海湿地的综合研究较少。本文以广西沿海地级市陆域及其毗邻水深小于6 m的海域为研究区,基于Landsat8 OLI卫星遥感数据和91卫图数据,应用遥感解译结合ISO聚类非监督分类法,对2021年广西滨海湿地的类型、面积、分布现状进行研究。在

收稿日期: 2022-07-01

资助项目:中国地质调查局项目:“津冀沿海资源环境承载力调查(DD20189506)”、“黄渤海海岸带重点生态保护修复区综合地质调查(DD20211301)”

作者简介:李畅(1997-),男,硕士,就读于天津城建大学,土木水利专业,E-mail:lichang7879@163.com;

*通讯作者:王福(1979-),男,博士,研究员,主要从事海岸带与第四纪地质环境演化研究,E-mail:tjwangfu@163.com。

此基础上,基于InVEST模型对红树林湿地碳储量进行了估算,以期为该区的滨海湿地生态系统保护修复及碳中和碳达峰国家战略目标实现提供支撑。

1 研究区域及方法

1.1 研究区域概况

研究区包括防城港的港口区、防城区、东兴市、钦州市的钦南区和北海市全市及其毗邻6 m水深以

浅海域(图1),属于亚热带海洋性季风气候。防城港市地势平缓,地处中低山丘陵地区。钦州市境内北部、东部、西部三面环山,南部临海,属丘陵地貌。北海市市东北、西北均为丘陵,南部临海为平原和台地。

早中全新世海面快速上升,广西沿海发生海侵^[29,30],廉州湾8 000年前已遭受海侵,地层中浅海相沉积与下伏陆相沉积直接接触,之间缺乏海陆过渡相沉积。而在廉州湾以西,开始遭受海侵的时间在距今

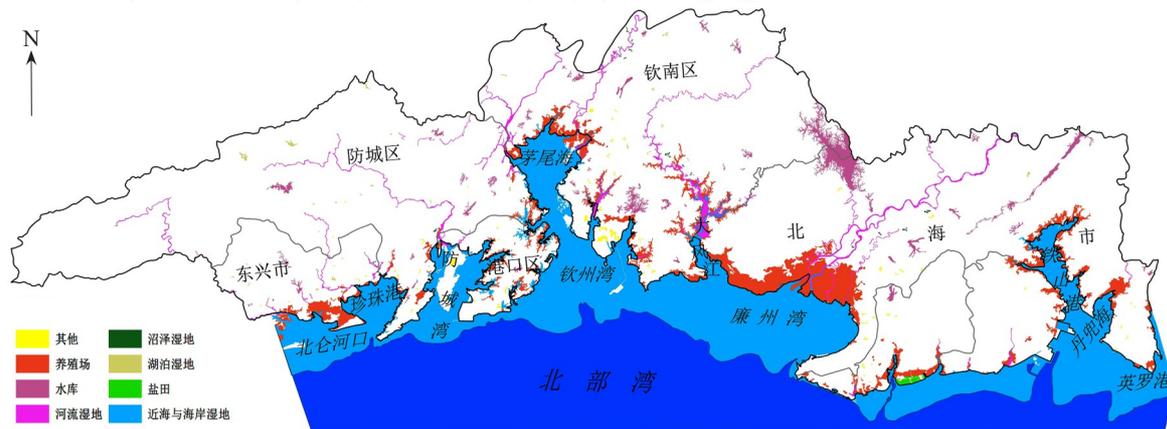


图1 广西滨海湿地分布图

Fig.1 Distribution map of coastal wetlands in Guangxi

6 000年以后,此时海面已趋于稳定,由于构造下沉为海陆过渡相沉积的形成和保存创造了条件,因而在廉州湾以西,地层中普遍发育了盐沼相沉积^[31]。广西北部湾沿岸晚全新世发生缓慢海退,中全新世沉积的滨海沙滩相及三角洲相露出水面,形成海积阶地及三角洲平原^[30],形成现代广西滨海湿地基本格局。

1.2 研究方法

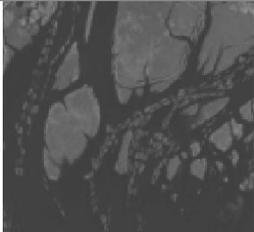
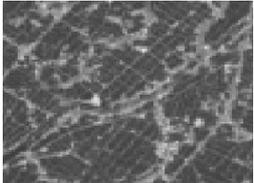
湿地研究所用数据源主要为2021年广西沿海地区Landsat8 OLI卫星影像数据,空间分辨率15 m,并选择无云或少云(云量低于10%)的影像数据以确保地面特征识别和解译的高精度,其他非遥感数据包括广西壮族自治区行政区划矢量文件。湿地遥感分类主要参照国家林业局调查规划研究院起草,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局2009年11月30日发布的GB/T24708-2009湿地分类,结合梁士楚等^[32]编写的广西湿地研究专著,将湿地分为自然湿地和人工湿地两大类,并分别进行次一级分类(表1)。

针对不同地貌单元建立湿地遥感解译标志,以ArcGIS 10.2软件为平台,采用遥感目视解译的方法及ISO聚类非监督分类方法^[33-37]完成广西滨海湿地现状的遥感信息提取、编图及统计分析。红树林湿地信息的提取主要通过5(NIR)、4(Red)、3(Green)波

段合成标准假彩色图像,应用ISO聚类非监督分类方法进行分类,在此基础上结合遥感目视解译对地物分类类型进行纠错与改正,提取出红树林湿地信息。广西其他类型湿地信息提取主要应用遥感目视解译方法,并根据研究需要,结合研究区湿地信息及遥感影像特点,应用水体指数法: $MNDWI = (GREEN - SWIR) / (GREEN + SWIR)$ 提取滨海湿地信息。式中:GREEN为绿光波段;SWIR为短波红外波段。MNDWI主要利用了SWIR红外波段水体强吸收几乎没有反射而植被反射率很强的特点,通过抑制植被和突出水体用来提取影像中的水体信息,效果较好。建筑物等阴影在绿光和近红外波段的波谱特征与水体相似,当采用短波红外波段时,可以使计算出的水体与建筑物指数的反差明显增强,大大降低了二者的混淆程度,从而有利于城镇中水体信息的准确提取。同时利用5(NIR)、6(SWIR1)、4(Red)波段合成后的图像可以区分陆地和水体的特性及通过91卫图影像对解译的红树林湿地进行比对等辅助解译,以提高解译精确性。

本研究采用InVEST模型中总碳储量计算公式估算红树林湿地碳储量。InVEST模型是以模型模拟为主的碳储量估算方法,相比于其他碳储量研究

表1 湿地分类表(GB/T24708-2009湿地分类)
Table 1 Wetland classification(GB / T24708-2009 wetland classification)

1级	2级	解译标志	说明
自然湿地	近海与海岸湿地		浅海水域、红树林、珊瑚礁、岩石海岸、沙石海滩、潮间盐水沼泽、河口水域、河口三角洲、沙洲、沙岛等
	河流湿地		包括永久性河流、季节性或间歇性河流、洪泛湿地等
	沼泽湿地		包括草本沼泽、苔藓沼泽、灌丛沼泽、森林沼泽、内陆盐沼、季节性咸水沼泽、沼泽化草甸
	湖泊湿地		包括永久性淡水湖、永久性咸水湖、永久性内陆盐湖、季节性淡水湖、季节性咸水湖
人工湿地	水库		以蓄水和发电为主要功能而建造的,面积大于8公顷的人工湿地
	养殖场		以养殖为主要目的修建的人工湿地
	盐田		为获取盐业资源而修建的晒盐场或盐池
	其他		包括农用池塘、灌溉用沟渠、城市人工景观水面等

方法, InVEST 模型具有需求数据少, 运行速度快的特点, 可实现碳储量空间分布与动态变化空间制图, 反映土地利用变化与碳储量之间关系^[38]。

2 结果与讨论

2.1 湿地现状

2021年, 广西滨海湿地现状总面积为2 986.95

km², 其中人工湿地为618.22 km², 占湿地总面积的20.70%, 包括养殖场469.98 km²、水库128.70 km²、盐田6.46 km²以及其他类型人工湿地13.08 km², 分别占人工湿地总面积的76.02%、20.82%、1.04%和2.12%(图2), 养殖场和水库为人工湿地主要类型。养殖场主要分布在海岸带地区的陆域部分, 水库主要分布在平原地区, 盐田主要分布在北海市银海区

的北海竹林盐场(图1)。

自然湿地为2 368.73 km²,占湿地总面积的79.30%,包括近海与海岸湿地2 222.32 km²,河流湿地137.97 km²,湖泊湿地5.80 km²,沼泽湿地2.64 km²,分别占自然湿地总面积的93.82%、5.82%、0.25%、0.11%(图2),近海与海岸湿地为自然湿地主要类型。湖泊湿地主要分布在山地、丘陵地区;沼泽湿地靠河发育,主要分布在河流泛滥区域(图1)。

2.2 红树林碳储量分析

红树林湿地面积90.80 km²,主要沿海岸线分布,除北海市的铁山港区海岸线地区无红树林分布以外,其他均有红树林湿地发育(图3)。

对研究区红树林湿地碳储量的估算,采用INVEST模型中总碳量计算公式,该模型将每种土地类型的碳储量划分为4个基本碳库:地上生物碳(C_{above})、地下生物碳(C_{below})、土壤碳(C_{soil})、死亡有机碳(C_{dead}),计算公式如下:

$$C_{totali} = (C_{abovei} + C_{belowi} + C_{soili} + C_{dead_i}) \times A_i$$

式中: i 为每种土地利用的平均碳密度, A_i 为该土地利用的面积, C_{totali} 为每种土地利用类型的总碳储量。

马云梅等^[39]研究显示,桐花树(*Aegiceras corniculatum*)和白骨壤(*Avicennia marina*)作为广西红树林的优势物种,在广西滨海湿地中分布面积最为广泛,分别占红树林湿地面积的45.55%和46.54%,其他种类红树林植被占红树林湿地面积的7.91%,桐花树、白骨壤这2种典型植被共占红树林湿地总面积的92.09%,取这2种典型植被的碳储量数值及所占比例估算整个红树林湿地的碳储量。桐花树和白骨壤地上碳密度、地下碳密度及土壤碳密度数值参考何琴飞等^[40]研究数据,死亡有机物碳密度参考高天伦等^[41]研究数据,其他种类红树林植被取这2种典型植被的平均值(表2)。根据遥感监测的结果,2021年广西滨海湿地中红树林湿地面积为90.80 km²,即9 080 hm²,根据表中数值估算红树林湿地总碳储量为 6.47×10^5 t。

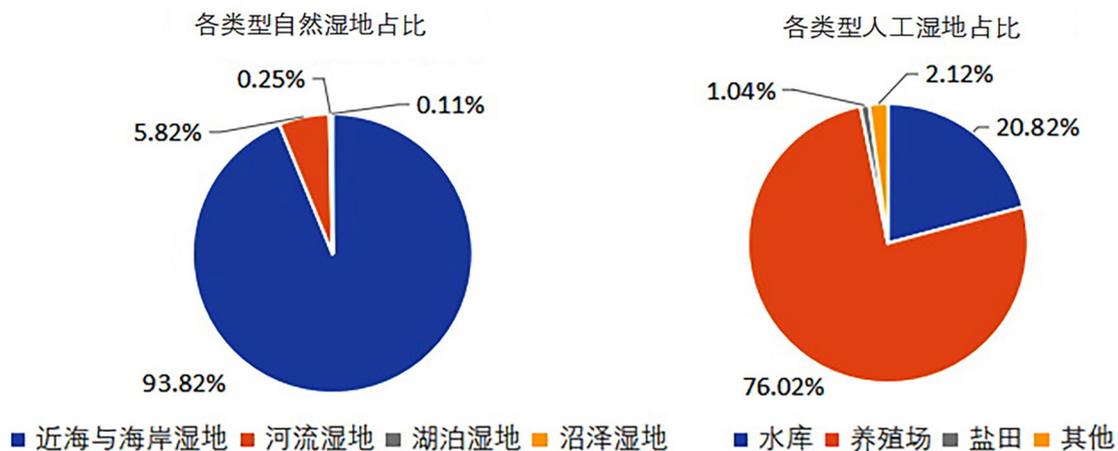


图2 各类型湿地占比图

Fig.2 Proportion of various types of wetlands

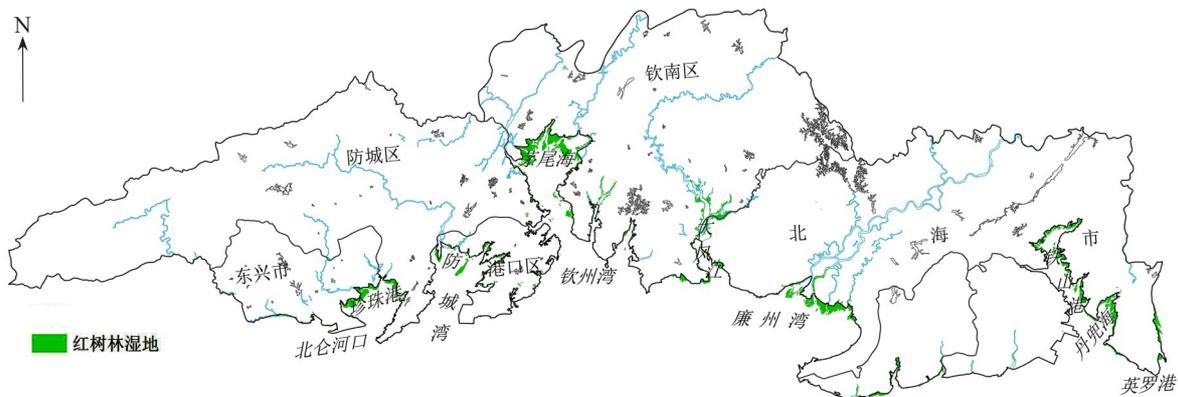


图3 广西沿海红树林湿地分布图

Fig.3 Distribution map of the mangrove wetlands in Guangxi

表2 红树林湿地各部分的碳密度 (t/hm^2)^[40-41]Table 2 Carbon density of each part of Mangrove wetland (t/hm^2)

红树林 种类	地上碳 密度	地下碳 密度	土壤碳 密度	死亡有机 物碳密度
桐花树 (<i>Aegiceras corniculatum</i>)	27.86	6.02	45.25 (深度0~30 cm)	0.12
白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>)	7.27	3.09	51.73 (深度0~30 cm)	1.30
其他	17.57	4.56	48.49 (深度0~30 cm)	0.71

2.3 讨论

总体而言,广西滨海湿地有以下特点:一是广西滨海湿地类型多样,除人工湿地外,自然湿地中河流、湖泊、沼泽、红树林、近海与海岸湿地在广西沿海地区都有发育;二是自然湿地占比将近80%,其中近海与海岸湿地面积占比极大,湖泊、沼泽等其他类型自然湿地占比很小,人工湿地主要以海水养殖场和水库为主,2017年全国滨海湿地中自然湿地占比为75%^[10],广西超过全国平均值;三是湿地在地域上分布不均匀,大部分湿地分布于近海及海岸地区,靠近海岸线的陆地部分湿地类型则以养殖场为主,往内陆延伸过程中,湿地分布迅速减少;四是本文解译结果与王浩等^[42]的成果对比发现,广西红树林湿地面积仅次于广东,为全国第二,并且广西红树林湿地面积与2020年相比稳步增长,说明整个广西的红树林保护和恢复工作成效明显。

自1950年代以来,随着经济的不断发展及人口的不断增长,人们对土地资源的需求也在不断增加,广西凭借着得天独厚的地域优势,水产养殖业及港口运输业蓬勃发展,使得岸线大幅度向海推进,不断侵占自然湿地,其港口、临海工业建设所产生的废水以及城镇生活污水、农用污水、船舶污水排入海,破坏了滨海湿地的生态环境^[13-15,17]。广西红树林湿地面积在1950年代之后逐渐减少,特别是1990年代迅速减少,直到21世纪初开始,随着红树林保护力度的加大,红树林的面积才逐步恢复^[43]。

红树林湿地以其极高的碳储量,对促进全球碳循环有着不可忽视的作用。本文粗略估算广西红树林湿地总碳储量为 6.47×10^5 t,同时也表明如果红树林湿地遭到破坏,它的高碳储量也可能成为一个大的碳源。尽管2002—2015年期间,广西通过人工造林使得红树林湿地的面积逐步恢复,但仍存在红树

林土壤碳库的碳储量逐年减少以及天然红树林比例下降等问题^[44-45]。此外,海面上升引起的海岸侵蚀也会逐渐破坏红树林生态系统的平衡,加之红树林向陆一侧的自然海岸线被海堤固化后,造成红树林生存空间被压缩^[7]。仅依靠人工造林扩大红树林数量是远远不够的,治理红树林必须要在应对和适应海面上升及其引起的海岸侵蚀上下功夫,制定科学的措施,推动滨海湿地生态系统的保护和修复,借助滨海湿地生态系统的自我调节改善红树林湿地的质量。同时要加强滨海湿地生态系统碳循环的监测,更好地服务于碳中和碳达峰国家战略。

3 结论

利用目视解译及InVEST模型碳储量计算方法,本研究进一步证实了:

(1)广西滨海湿地现状总面积为2986.95 km²,其中人工湿地为618.22 km²,自然湿地为2368.73 km²,分别占湿地总面积的20.70%和79.30%,湿地类型多样,分布主要集中在近海及海岸地区,近海地区主要以近海及海岸湿地和红树林湿地等自然湿地为主,近岸陆上地区主要以养殖场等人工湿地为主,往内陆延伸时湿地面积显著减少。

(2)广西滨海湿地中红树林湿地总面积为90.80 km²,基于InVEST模型估算红树林湿地总碳储量为 6.47×10^5 t。

(3)尽管近20年来广西红树林湿地面积逐步增长,从59.37 km²增加到近年来的90.80 km²,红树林恢复取得良好成效。但是仍存在天然红树林比例下降,红树林土壤碳库的碳储量逐年减少等问题。

参考文献:

- [1] 孙广友. 中国湿地科学的进展与展望[J]. 地球科学进展, 2000, (06):666-672.
- [2] MURRAY N J, PHINN S R, DEWITT M, et al., The global distribution and trajectory of tidal flats[J]. Nature, 2019, 565 (7738):1.
- [3] 杨永兴. 国际湿地科学研究的主要特点, 进展与展望[J]. 地理科学进展, 2002, 21(2):111-120.
- [4] 杨晨玲. 广西滨海湿地退化及其原因分析[D]. 广西师范大学, 2014.
- [5] WANG Fu, LI Jian-fen, SHI Pei-xin, et al. The impact of sea-level rise on the coast of Tianjin-Hebei, China[J]. China Geology, 2019, (1):26-39.
- [6] 自然资源部. 2000—2020中国海平面公报[R]. 中国海洋信息网 (<http://www.nmdis.org.cn/hygb/zghpmgb/>), 2021.

- [7] 王福,王宏,李建芬,等.我国海岸2万年以来的演替过程及趋势分析:对现代海岸生态保护修复的启示[J/OL].中国地质,2022:1-22.
- [8] 田立柱,王福,裴艳东,等.渤海湾天津滨海新区围海造陆前后海底冲淤变化[J].华北地质,2021,44(04):28-34.
- [9] 王福,商志文,李建芬,等.渤海湾贝壳堤现状及保护建议[J].地质调查与研究,2020,43(04):293-316.
- [10] 何磊,叶思源.滨海湿地现状与变迁专题研究[J].中国地质调查成果快讯,2020,6(16-17):11-13.
- [11] DONATO D C, KAUFFMAN J B, MURDIYARSO D, et al. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics [J]. Nature Geoscience, 2011, 4(5):293-297.
- [12] LUU, VIET, DUNG, et al. Carbon storage in a restored mangrove forest in Can Gio Mangrove Forest Park, Mekong Delta, Vietnam[J]. Forest Ecology and Management, 2016, 380(2): 31-40.
- [13] 华泽爱,贾泓.中国沿海湿地开发利用、管理与保护[J].海洋通报,1996,(01):78-83.
- [14] 范航清,陈光华,何斌原.山口红树林滨海湿地与管理[M].海洋出版社,2005.
- [15] 范航清.广西沿海红树林养护海堤的生态模式及其效益评估[J].广西科学,1995(04):48-53.
- [16] 范航清,黎广钊.海堤对广西沿海红树林的数量、群落特征和恢复的影响[J].应用生态学报,1997,(03):240-244.
- [17] 陈国强,刘影,陈鹏.海湾型城市湿地的动态变化及其退化因素分析[J].江西师范大学学报:自然科学版,2007,(03):327-330.
- [18] 范航清,何斌源,韦受庆.传统渔业活动对广西英罗港红树林区渔业资源的影响与管理对策[J].生物多样性,1996(03):45-52.
- [19] 何琴飞,范航清,莫竹承.人为干扰对滨海红树林湿地的影响[J].湿地科学与管理,2009,5(03):44-46.
- [20] 范航清.红树林:海岸环保卫士[M].广西科学技术出版社,2000.
- [21] 李风华,赖春苗.广西沿海地区环境状况及其保护对策探讨[J].环境科学与管理,2007,(11):59-62+108.
- [22] AUSSEIL A G E, DYMOND J R, SHEPHERD J D. Rapid mapping and prioritisation of wetland sites in the Manawatu-Wanganui region, New Zealand.[J]. Environmental Management, 2007, 39(3):316-325.
- [23] 汪翡翠,杨朋,施佩歆,等.基于Landsat OLI影像的河北省2019年海岸线现状[J].华北地质,2021,44(04):35-39.
- [24] 汪翡翠,施佩歆,商志文,等.天津市海岸线现状[J].地质调查与研究,2019,42(04):278-281.
- [25] 陈有明,刘同庆,黄燕,等.长江流域湿地现状与变化遥感研究[J].长江流域资源与环境,2014,23(06):801-808.
- [26] 李桂荣.广西湿地生态学研究[D].广西师范大学.2005.
- [27] 巫文香.广西湿地植物种类及区系特征研究[D].广西师范大学,2014.
- [28] 赵彩云,李俊生,宫璐,等.广西北海市滨海湿地互花米草入侵对大型底栖动物的影响[J].湿地科学,2014,12(06):733-739.
- [29] 黄向青,梁开,张亮,等.广西近岸西部中全新世显著海侵及气候特征[J].广西科学,2017,24(03):316-322.
- [30] 谢复飘.北部湾广西海岸第四纪岸线变迁[J].技术与市场,2013,20(03):135-136.
- [31] 刘涛,黎广钊.北部湾广西沿岸全新世海侵过程的区域差异[J].海洋学报,2015,37(3):70-76.
- [32] 梁士楚等.生态学研究:广西湿地与湿地生物多样性[M].科学出版社,2014.
- [33] 王旭红.基于卫星影像制作土地利用和土地覆盖图的方法试验—全国1:5万土地利用/土地覆盖图制作试验项目[J].测绘通报,2001,(S1):6-8.
- [34] 周珂,杨永清,张俨娜,等.光学遥感影像土地利用分类方法综述[J].科学技术与工程,2021,21(32):13603-13613.
- [35] BALL G H, HALL J, ISODATA. A Novel Method of Data Analysis and Pattern Classification [J]. stanford research institute, 1965.
- [36] ANOUNCIA S M, HEMALATHA S. Unsupervised Segmentation of Remote Sensing Images using FD Based Texture Analysis Model and ISODATA[J]. International Journal of Ambient Computing and Intelligence (IJACI), 2017, 8(3), 58-75.
- [37] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版,2013.
- [38] 刘洋,张军,周冬梅,等.基于InVEST模型的疏勒河流域碳储量时空变化研究[J].生态学报,2021,41(10):4052-4065.
- [39] 马云梅,吴培强,任广波.基于高分影像光谱特征的广西海岸带红树林精细分类与制图[J].地球信息科学学报,2021,23(12):2292-2304.
- [40] 何琴飞,郑威,黄小荣,等.广西钦州湾红树林碳储量与分配特征[J].中南林业科技大学学报,2017,37(11):121-126.
- [41] 高天伦.广东省雷州附城主要红树林群落碳储量及其影响因子[D].中国林业科学研究院,2018.
- [42] 王浩,任广波,吴培强,等.1990—2019年中国红树林变迁遥感监测与景观格局变化分析[J].海洋技术学报,2020,39(05):1-12.
- [43] 张姗.广西红树林保护历程回顾与展望[J].广西科学院学报,2021,37(03):161-170.
- [44] 戴子熠,廖丽蓉,梁嘉慧,等.1988—2018年广西北海红树林蓝碳储量变化分析[J].海洋环境科学,2022,41(01):8-15+23.
- [45] 范航清,莫竹承.广西红树林恢复历史、成效及经验教训[J].广西科学,2018,25(04):363-371+387.

Current situation of the coastal wetlands in Guangxi and analysis of carbon storage in the mangrove wetland

LI Chang^{1,2}, ZHAO Rui-bin², WANG Fu^{1,3,4*}, WANG Fei-cui^{1,3,4}, HU Yun-zhuang^{1,3,4},
YANG Peng^{1,3,4}, ZHAO Yan-lin^{1,2}

(1. Tianjin Center of Geological Survey, China Geological Survey, Tianjin 300170, China; 2. Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China; 3. Key Laboratory of Coast Geo-Environment, China Geological Survey, CGS, Tianjin 300170, China; 4. North China Center of Geoscience Innovation, Tianjin 300170, China)

Abstract: The current situation of coastal wetlands and carbon storage are the basis of wetland ecosystem protection and restoration and ecosystem function evaluation. Based on the Landsat8 OLI satellite remote sensing data in 2021, this paper extracts and statistically analyzes the remote sensing information of coastal wetlands in Guangxi on the platform of ArcGIS software. Further, based on the InVEST model and previous data, the carbon storage of Mangrove Wetland in Guangxi is analyzed. The results show that the current total area of coastal wetlands in Guangxi is 2 986.95 km², among which 618.22 km² is the constructed wetland and accounting for 20.70% of the total. Such artificial wetland includes 469.98 km² of farms, 128.70 km² of reservoirs, 6.46 km² of salt fields while the other types of 13.08 km². The natural wetland is 2 368.73 km², accounting for 79.30% of the total wetland area, including 2 222.32 km² of offshore and coastal wetlands, 137.97 km² of river wetlands, 5.80 km² of lake wetlands and 2.64 km² of swamp wetlands. The mangrove wetland area is 90.80 km² and the carbon storage of mangrove wetland is 6.47×10⁵ t.

Key words: coastal wetland; remote sensing interpretation; mangrove; coastal zone; carbon storage; Guangxi

Distinctive variations between slow- and rapid-sedimentations and their different spatiotemporal distributions in the central and western part of coastal plain of Lidaodong Bay since Late Pleistocene

JIANG Xing-yu^{1,2}, MA Hong-wei³, LI Yan⁴, YANG Da-wei⁵,
LI Jian-fen^{1,2}, SHANG Zhi-wen^{1,2}, WANG Hong^{1,2*}

(1. CGS Tianjin Center, China Geological Survey (CGS), Tianjin 300170, China; 2. CGS Key Laboratory of Coastal Geo-Environment, Tianjin 300170, China; 3. CGS Shenyang Center, China Geological Survey (CGS), Shenyang 110036, Liaoning, China; 4. China University (Beijing), Beijing 100083, China; 5. Panjin Municipal Archive (Panjin Office of Local Chronicles), Panjin Liaoning 124010, China)

Abstract: It is of great significance to study the sedimentation process under the interaction between river and sea to understand the coastal evolution process and trend, and to make conservation and restoration plans based on nature. In this paper, the central and western areas of Liaodong Bay coastal plain are taken as the research area. According to the 38 land-sea change indicators, 33 collected by the authors and 5 from the others, four stratigraphic profiles with depositional isochrons in the central and western part of the Liaodong Bay coastal plain have been obtained. The results revealed obvious characteristics of the slow-sedimentation and the subsequent rapid-sedimentation since Late Pleistocene. The present evidence, found in the landward side near the modern coastline of the study area, shows that the low-velocity deposition began at least ~40 ka before, and its buried depth was very shallow (the elevation ~-15m). After the Holocene transgression advanced northwards in ~6.24 ka to Xinmin area, ~60~70 km from the present coastline, the slow-sedimentation continued until ~1.5 ka (or even later), with an average depositional rate around 0.1 mm/a. Then, a rapid sedimentation period, with ~10 m of thickness and an average deposition rate of >5 mm/a, lasted for 1.5~1 ka. In addition, in the periphery of the study area, another rapid accretion event occurred earlier in ~3 ka with an average depositional rate of >1 cm/a. Thick fluvial inundation fans, formed during such two rapid accretion periods, overlapped successively on the regressive intertidal flat and constitute the modern landscape of the Liaodong Bay coastal plain (surface elevations ~10 m and ~5 m, respectively). The recent rapid accretion since ~0.5 ka filled up in the Panjinwan Depression, and finally completed the land forming process in the south of the study area.

Key words: Liaodong Bay coastal plain; slow-sedimentation; rapid-sedimentation; Holocene transgression