

广东、广西和海南滨海湿地遥感制图与分析

董迪¹, 魏征¹, 王刚¹, 刘胜文²

(1. 国家海洋局南海规划与环境研究院 广州 510300; 2. 国家海洋局南海信息中心 广州 510300)

摘要:滨海湿地是介于陆地生态系统和水生生态系统之间的特殊生态系统,是珍贵的湿地资源,具有重要的生态系统功能。掌握滨海湿地的分布状况对于我国滨海湿地自然资源的保护和管理意义重大。文章基于2018—2019年“哨兵2号”卫星10 m分辨率多光谱影像,完成广东、广西和海南滨海湿地的遥感制图;对岩石海岸、砂石海滩、淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、红树林、河口水域、河口三角洲/沙洲/沙岛、海岸性咸水湖、海岸性淡水湖、浅海水域共10个亚类建立解译标志,通过目视解译,对滨海湿地进行分类和统计。研究结果显示:广东、广西和海南滨海湿地面积共计1 377 140 hm²,各地滨海湿地面积与岸线长度基本呈正相关,海岸线越长,滨海湿地面积越大,各地典型滨海湿地的类型也不相同。

关键词:滨海湿地;遥感;制图

中图分类号:P74;P237

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2020)06-0095-05

Analysis on the Mapping of Remote Sensing for Coastal Wetland in Guangdong, Guangxi and Hainan

DONG Di¹, WEI Zheng¹, WANG Gang¹, LIU Shengwen²

(1. South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, SOA, Guangzhou 510300, China;

2. South China Sea Information Center, SOA, Guangzhou 510300, China)

Abstract: As a special ecosystem between terrestrial ecosystem and aquatic ecosystem, coastal wetlands are precious wetland resources with important ecosystem functions. Coastal wetland mapping is of great significance to the protection and management of natural resources of coastal wetlands in China. Based on Sentinel-2 multispectral remote sensing imagery with 10 m spatial resolution from 2018 and 2019, coastal wetlands in three provinces of the South China Sea (Guangdong, Guangxi and Hainan) were mapped. Rocky shores, sandy beaches, muddy beaches, intertidal brine marshes, mangroves, estuarine waters, estuarine deltas/sandbars/sand islands, coastal salt-water lakes, coastal freshwater lakes and shallow waters were interpreted, classified and analyzed. Based on the classification and statistics results, the area of coastal wetlands of the three provinces is 1 377 140 hm² in total. There is a positive correlation between the area of coastal wetlands and

基金项目:地理国情监测国家测绘地理信息局重点实验室开放基金项目(2017NGCM08);广东省自然科学基金博士启动项目(2018A030310032);广东省海洋遥感重点实验室开放基金项目(2017B030301005-LORS1806);广东省促进经济高质量发展专项资金海洋经济发展项目(GDOE[2019]A44)。

作者简介:董迪,工程师,博士,研究方向为海洋遥感、海洋中尺度涡和内波

the length of shorelines. The longer the coastline, the larger the area of coastal wetlands, and the representative types of coastal wetlands vary from place to place in the study region.

Key words: Coastal wetlands, Remote sensing, Mapping

0 引言

滨海湿地是一种介于陆地生态系统和水生生态系统之间的特殊生态系统^[1],是珍贵的湿地资源,具有重要的生态系统功能,如调蓄洪水、涵养水源、调节气候、控制侵蚀、营养循环、固碳释氧等^[2]。随着城市化进程加快、社会经济高速发展,大规模的围垦和填海活动、湿地环境污染等使得滨海湿地面积大幅减少,湿地生态功能退化乃至丧失^[3]。有研究显示,与 20 世纪 50 年代相比,中国已经损失了 53% 的滨海湿地、73% 的红树林和 80% 的珊瑚礁^[4]。2016 年国务院出台《湿地保护修复制度方案》,有关部门也相继出台《海岸线保护与利用管理办法》《围填海管控办法》《关于加强滨海湿地管理与保护工作的指导意见》等政策措施。因此,掌握滨海湿地的分布状况对于我国滨海湿地自然资源的保护和管理意义重大。

滨海湿地调查存在地处偏远、难以进入、地跨多区等诸多问题,遥感技术的覆盖范围广、实时性强、重复观测、成本低等优势使其在湿地调查、监测等研究中被广泛应用。牛振国等^[5]基于 1999—2002 年 Landsat ETM+ 遥感影像,通过目视解译提取全国的湿地分布,其分类体系中滨海湿地类型包括潮间带/浅滩、潟湖、滨海沼泽以及河口三角洲湿地。宫鹏等^[6]在此基础上提出分类修正方案,其分类体系中滨海湿地亚类为潮间带/浅滩/海滩、滨海沼泽、河口水域、河口三角洲、沙洲、沙岛以及潟湖,并基于 1990 年和 2000 年前后的 Landsat 遥感影像完成对应时期中国湿地分布遥感制图,分析湿地变化因素。牛振国等^[7]基于 Landsat 卫星和中巴资源卫星数据,通过人工目视解译,完成中国 1978—2008 年 4 期(基准年为 1978 年、1990 年、2000 年和 2008 年)湿地遥感制图,并讨论湿地变化驱动因子,但该研究将人工湿地和滨海湿地合并为一类进行提取和分析。侯西勇等^[8]基于 2000 年、2005 年和 2010 年 Landsat 卫星遥感数据,通过目视解译提取

中国沿海土地利用数据,分析滨海湿地的时空变化,其提取的滨海湿地包括滩涂、河口水域、河口三角洲、潟湖以及浅海水域。刘润红等^[9]对我国滨海湿地遥感的研究进展进行总结,指出滨海湿地遥感仍存在诸多问题,如研究区地理空间分布不均,在大尺度、欠发达地区的研究较少,偏重于理论而忽视应用,在滨海湿地制图等方面缺少系统研究等。

我国南海区滨海湿地遥感研究一般集中在经济发达的局部区域,例如珠江口、粤港澳大湾区^[10],鲜见对广东、广西和海南滨海湿地分布的系统性的遥感研究;且一般使用中等空间分辨率 Landsat 卫星影像^[11-12],较少使用更高空间分辨率的卫星影像。本研究基于 2018—2019 年“哨兵 2 号”10 m 空间分辨率光学卫星影像,通过人—机交互目视解译方式,对广东、广西和海南滨海湿地开展遥感制图,掌握南海区最新的滨海湿地分布现状,为滨海湿地的管理、保护和修复提供基础数据。

1 研究区

以广东、广西和南海海岸带为研究区,滨海湿地解译范围是大陆岸线与-6 m 等深线之间的水域及浸淹或浸湿地带。其中,海岸线数据为 2008 年广东、广西和海南公布的海岸线,等深线来源于电子海图数字化处理后获得的矢量数据。

2 数据来源和滨海湿地制图方法

收集覆盖广东、广西和南海滨海湿地 2018—2019 年“哨兵 2 号”多光谱影像数据。该多光谱成像仪有 13 个多光谱波段,包括 10 m 空间分辨率蓝色、绿色、红色和近红外波段。滨海湿地遥感解译以近红外、红和绿波段为最佳波段,同时考虑其他波段组合。另外,还使用“谷歌地球”平台的高空间分辨率影像数据作为辅助数据进行调查和分析。

分类系统与研究目的、研究尺度等因素密切相关,分类系统直接影响制图精度^[5]。目前对滨海湿地分类系统的研究尚未统一^[13],本研究在综合已有研究的基础上,采用基于遥感的滨海湿地分类系统(表 1)。

表 1 基于遥感的滨海湿地分类体系

类型	亚类	解译标志
滨海湿地(近海与海岸湿地)	浅海水域	低潮时水深小于 6 m 的永久性水域
	岩石海岸	底部基质 75% 以上是岩石和砾石
	砂石海滩	由砂质或沙石组成的,植被盖度小于 30% 的疏松海滩
	淤泥质海滩	位于潮间带,由淤泥质组成的泥/沙海滩,植被盖度小于 30%
	潮间盐水沼泽	位于潮间带,常年积水或过湿的盐水沼泽,植被盖度不低于 30%
	红树林	由红树植物为主组成的潮间沼泽
	河口水域	从近口段的潮区界(潮差为 0)至口外海滨段的淡水舌锋缘之间的永久性水域
	河口三角洲/沙洲/沙岛	河口四周冲积形成的沙滩、沙洲、沙岛(包括水下部分),植被盖度小于 30%
	海岸性咸水湖	地处海滨区域,有 1 个或多个狭窄水道与海相通的湖泊,包括海岸性微咸水、咸水或盐水湖(咸淡属性由调查得到)
	海岸性淡水湖	起源于潟湖,与海隔离后演化而成的淡水湖泊(咸淡属性由调查得到)

该系统参考已有的分类体系,对前人的分类系统进行扩充,重点关注自然滨海湿地。本次滨海湿地制图以人一机交互目视解译为主,在广东、广西和海南建立不同滨海湿地类型的解译标志,统一在 GIS 平台进行遥感解译工作。

3 结果与讨论

通过对 2018—2019 年遥感影像进行解译与信息提取,得出广东、广西和海南滨海湿地类型分布和各滨海湿地类型占比(图 1)。

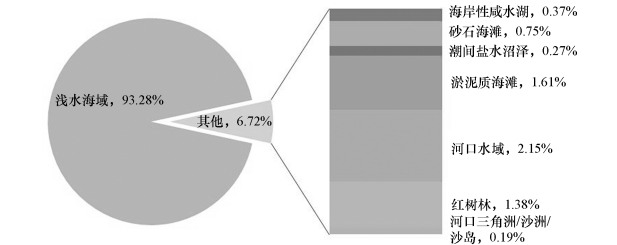


图 1 广东、广西和海南滨海湿地类型占比

综上,广东、广西和海南滨海湿地面积总计 1 377 140 hm²。其中,浅海水域作为最典型的湿地类型,占比高达 93.28%,基本沿海岸线连续分布;其次为河口水域、淤泥质海滩和红树林,占比分别为 2.15%、1.61%和 1.38%;其余各滨海湿地类型占比均低于 1%,砂石海滩、海岸性咸水湖、潮间盐水沼泽、河口三角洲/沙洲/沙岛占比分别为 0.75%、0.37%、0.27%、0.19%;岩石海岸占比极小。

3.1 广东

广东滨海湿地类型占比和各市滨海湿地面积如图 2 和图 3 所示。广东滨海湿地面积总计 903 447.81 hm²。其中,占比最多的滨海湿地类型是浅海水域,占整个广东滨海湿地面积的 93.42%,主要分布在伶仃洋海域、西江入海口、阳裕河入海口、台山南部海域、阳江海域、雷州半岛东部和西北部;其次为河口水域和淤泥质海滩,占比分别为 2.91%和 1.49%,河口水域主要分布在广州市南沙区珠江入海口一带,淤泥质海滩主要分布在南渡河下游湛江市雷高镇和东里镇一带;其余各滨海湿地类型占比均低于 1%,红树林和砂石海滩占比分别为 0.94%和 0.62%;潮间盐水沼泽、河口三角洲/沙洲/沙岛以及岩石海岸占比极小。

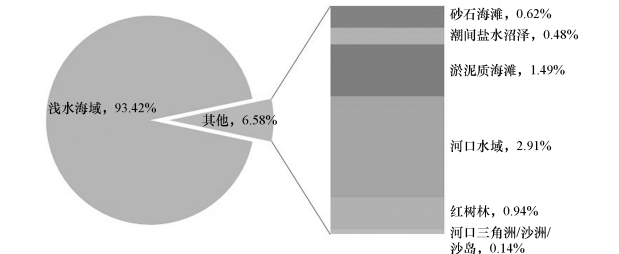


图 2 广东滨海湿地类型占比

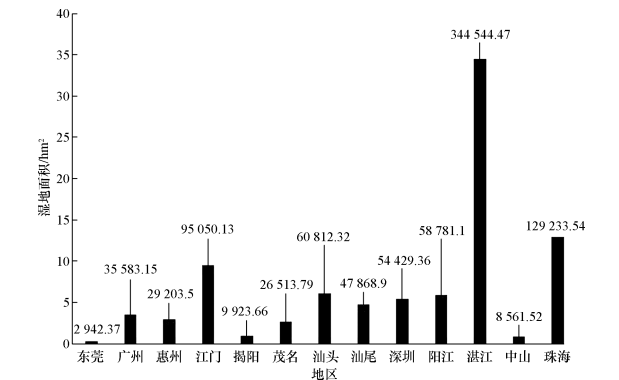


图 3 广东各市滨海湿地面积

除湛江滨海湿地面积达 344 544.47 hm² 外,其余各市滨海湿地面积均低于 13 万 hm²,其中湿地面积较小的东莞、中山和揭阳均不足 1 万 hm²,最小(东莞)滨海湿地面积仅为 2 942.37 hm²。各市滨海湿地面积与岸线长度基本呈正相关关系,海岸线越长的市,滨海湿地面积越大;各市典型的湿地类型也不同,如湛江沿海地区海岸线长且多淤泥质海滩,广州濒临的珠江口是三角洲网河和残留河口湾并存的河口,这使得广州的河口水域居多。

3.2 广西

广西滨海湿地类型占比如图 4 所示。广西滨海湿地面积总计 253 074.76 hm²。其中,占比最多的是浅海水域,占整个自治区滨海湿地面积的 94.42%;其次为红树林和潮间盐水沼泽,占比分别为 2.88%和 1.19%;其余各滨海湿地类型占比均低于 1%,淤泥质海滩、河口水域、砂石海滩和海岸性咸水湖占比分别为 0.69%、0.35%、0.21%和 0.06%。

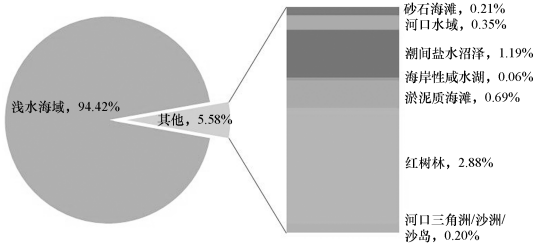


图 4 广西滨海湿地类型占比

广西滨海湿地面积最多的是北海,面积达到 136 630.87 hm²;其次为防城港和钦州,面积为 61 159.48 hm²和 55 284.41 hm²。各市占比较多的滨海湿地类型依然是浅海水域。钦州淤泥质海滩、河口三角洲/沙洲/沙岛、河口水域占比相对其他市较高,北海的潮间盐水沼泽、海岸性咸水湖和红树林占比相对其他市较高。

3.3 海南

海南滨海湿地类型占比和各地滨海湿地面积如图 5 和图 6 所示。海南滨海湿地面积总计 220 617.71 hm²。其中,占比最多的是浅海水域,占整个海南滨海湿地面积的 91.43%;然后为海岸性咸水湖、砂石海滩、红树林、淤泥质海滩、河口水域,占比分别为 2.24%、1.91%、1.49%、1.28%、

1.10%;其余各滨海湿地类型占比均低于 1%,河口三角洲/沙洲/沙岛和潮间盐水沼泽占比分别为 0.35%和 0.20%;岩石海岸占比极小。

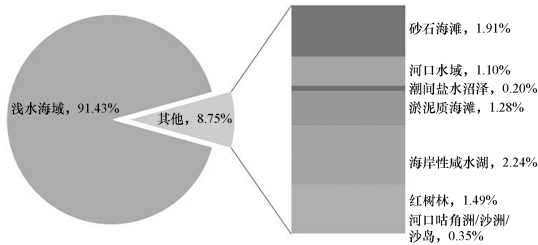


图 5 海南滨海湿地类型占比

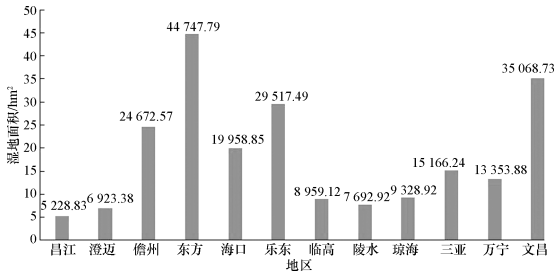


图 6 海南各地滨海湿地面积

海南滨海湿地面积最多的地区是东方,面积达到 44 747.79 hm²;其次为文昌和乐东,面积为 35 068.73 hm²和 29 517.49 hm²;最小的是昌江,面积为 5 228.83 hm²。海南各地占比较多的滨海湿地类型依然是浅海水域。红树林主要在海口、文昌、儋州。

4 结语

本研究以广东、广西、海南为研究区,基于“哨兵 2 号”10 m 分辨率卫星影像数据,提取滨海湿地分布现状,为开展滨海湿地管理、保护和修复提供最新的本底数据。研究结果显示:①广东、广西和海南滨海湿地面积总计 1 377 140 hm²,其中广东 903 447.81 hm²、广西 253 074.76 hm²、海南 220 617.71 hm²;②各地滨海湿地面积与岸线长度基本呈正相关,海岸线越长,滨海湿地面积越大,且各地滨海湿地的主要类型也各不相同。

值得注意的是,随着越来越多高分辨率国产卫星的发射成功,优于 10 m 空间分辨率卫星影像数据不断积累,未来可基于更高空间分辨率国产卫星数据进行南海区乃至全国的滨海湿地分类和提取。

另外,本研究主要依赖人工目视解译开展滨海湿地的提取,未来可在湿地自动提取算法等方面进行进一步深入研究。

参考文献

[1] 李晶,雷茵茹,崔丽娟,等.我国滨海滩涂湿地现状及研究进展[J].林业资源管理,2018(2):24—28,137.

[2] GHERMANDI A,VAN DEN B J C,BRANDER L M, et al. Values of natural and human-made wetlands: a meta-analysis [J].Water Resources Research,2010,46(12):W12516.

[3] 雷昆,张明祥.中国的湿地资源及其保护建议[J].湿地科学, 2005,3(2):81—86.

[4] 雷光春,张正旺,于秀波,等.中国滨海湿地保护管理战略研究 [M].北京:高等教育出版社,2017.

[5] 牛振国,宫鹏,程晓,等.中国湿地初步遥感制图及相关地理特征分析[J].中国科学(D辑:地球科学),2009,39(2):188—203.

[6] 宫鹏,牛振国,程晓,等.中国 1990 和 2000 基准年湿地变化遥感[J].中国科学:地球科学,2010,40(6):768—775.

[7] 牛振国,张海英,王显威,等.1978—2008 年中国湿地类型变化 [J].科学通报,2012,57(16):1400—1411.

[8] 侯西勇,徐新良,毋亭,等.中国沿海湿地变化特征及情景分析 [J].湿地科学,2016,14(5):597—606.

[9] 刘润红,梁士楚,赵红艳,等.中国滨海湿地遥感研究进展[J].遥感技术与应用,2017,32(6):998—1011.

[10] 赵玉灵.粤港澳大湾区自然资源遥感调查与保护建议[J].国土资源遥感,2018,30(4):139—147.

[11] 李团结,马玉,王迪,等.珠江口滨海湿地退化现状、原因及保护对策[J].热带海洋学报,2011,30(4):77—84.

[12] 周昊昊,杜嘉,南颖,等.1980 年以来 5 个时期珠江三角洲滨海湿地景观格局及其变化特征[J].湿地科学,2019,17(5): 559—566.

[13] 牟晓杰,刘兴土,阎百兴,等.中国滨海湿地分类系统[J].湿地科学,2015,13(1):19—26.