珠海市海岸线分类及开发利用的遥感分析

林静柔[1,2,3]，唐丹玲[1,2]，高杨[3]，李雪瑞[3]

（1. 中国科学院南海海洋研究所广东省海洋遥感重点实验室　广州　510301；2. 中国科学院大学　北京　100864；
3. 国家海洋局南海规划与环境研究院　广州　510310）

摘要：文章采用遥感解译与现场踏勘相结合的方法，开展珠海市海岸线分类及开发利用现状研究。通过遥感影像解译提取岸线数据，对砂质岸线、淤泥质岸线、基岩岸线、生物岸线、具有自然海岸形态特征和生态功能的岸线、人工岸线等岸线类型进行解译标志建立，并对岸线进行分类与统计；根据岸线分类统计结果与现场踏勘情况，对珠海市海岸线开发利用现状进行评价，并分析其存在的问题。研究表明，珠海市大陆海岸线长 257.48 km，其中自然岸线仅占岸线总长的 17.49%，岸线开发利用强度较大且利用方式粗放，近岸海域生态压力增大，同时由于围填海导致大陆与海岛相连，海岛属性发生改变。文章最后提出加强自然岸线保护与修复、优化利用人工岸线、开展岸线动态监测、强化生态环境保护的建议，以期增强珠海市海岸线的保护与开发利用，落实自然岸线保有率，为珠海市海岸带相关规划研究和海域管理提供参考作用。

关键词：海岸线；海洋空间规划；自然岸线；海域管理；分类统计

中图分类号：P7　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2019)03－0069－06

Remote Sensing of the Classification, Development and Utilization of Coastline in Zhuhai City

LIN Jingrou[1,2,3], TANG Danling[1,2], GAO Yang[3], LI Xuerui[3]

(1. South China Sea Institute of Oceanography Guangdong Key Lab of Ocean Remote Sensing, Guangzhou 510301, China; 2. Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China; 3. South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, State Oceanic Administration, Guangzhou 510310, China)

Abstract: The techniques of remote sensing interpretation and exploration survey together were used to carry out the investigation of coastline protection and development status of Zhuhai city. Extracting coastline via remote sensing, sandy coastline, silt coastline, bedrock coastline, estuary coastline, coastline with natural morphology and ecological functions and artificial coastline were interpreted, classified and calculated. Based on the classification and statistic results and exploration survey, the coastline development and utilization status of Zhuhai city were evaluated and its problems were analyzed. The results showed that the length of continent coastline of Zhuhai city was 257.48 km among which only 17.49% was natural coastline. The development was in-

收稿日期：2018-09-11；**修订日期**：2019-03-21

基金项目：国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金(1505)；广东省海洋遥感重点实验室开放基金(2017B030301005－LORS1807).

作者简介：林静柔，工程师，博士研究生，研究方向为海岸带遥感、海洋空间规划

tense and extensive, insufficient coordinated and had heavily destroyed the ecological environment of the coastline. Meanwhile, sea reclamations had led to the linkage of continent and island, which had changed the island attribute. Suggestions of strengthening the utilization plan and ecological protection and undertaking renovation were proposed to enhance the coastline protection and development, achieve the natural coastline retention rate and provide decision support for coastline reference investigation and sea area management of Zhuhai city.

Key words: Coastline, Marine spatial planning, Natural coastline, Marine management, Classification and statistics

0 引言

海岸线为陆地与海洋表面的交界线，通常定义为平均大潮高潮时海陆分界线的痕迹线，具有重要的生态功能和资源价值，与海洋生态安全和沿海地区民生福祉息息相关，为海岸带经济发展的重要空间载体[1-3]。海岸线的科学分类对于海岸线保护与利用研究意义重大。关于海岸线的分类研究，近年来受到很多学者的关注，尚未形成统一的标准。一般来说，按照是否被人类利用将海岸线分为自然岸线与人工岸线两大类；按照海岸的形态和物质组成，将自然岸线分为基岩岸线、砂质岸线、生物岸线、淤泥质岸线和河口岸线等；按照人工利用类型，将人工岸线分为建设围堤、码头岸线、农田围堤和养殖围堤等[4-8]。2017 年 1 月，原国家海洋局印发了《海岸线保护与利用管理办法》，是强化海岸线管理、施行岸线分类保护的首部规范性文件，并提出将整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线（以下简称“自然形态生态岸线”）纳入自然岸线范畴，为管理层面统一岸线分类标准、优化自然岸线格局起到重要指导作用。

由于已有研究的分类方法中未考虑自然形态生态岸线，难以凸显海岸线的属性特点，对海岸线管理实践指导作用有限。本研究采用原国家海洋局印发的《海岸线保护与利用管理办法》和《海岸线调查统计技术规程（试行）》的岸线分类标准，以珠海市大陆海岸线为例，对其岸线现状类型进行分类、分析和评价，在充分考虑珠海市的自然资源环境和社会环境特征基础上，总结归纳珠海市海岸线开发利用中存在问题，并提出优化海岸线保护与利用、提高海岸线资源利用价值的对策建议，为海岸线管理、保护与利用等相关研究提供参考。

1 区域概况

珠海市位于广东省珠江口西南部，东与香港隔海相望，南与澳门相连，西邻江门新会、台山市，北与中山市接壤，地理范围在 21°48′N—22°27′N、113°03′E—114°19′E 之间。作为珠三角海岸线最长的城市，珠海具有丰富的港湾资源、海岛资源、生物资源和滨海旅游等资源。珠海所在的珠江三角洲南部平原为近千年淤积而成，河网稠密，海岸线曲折，岸线外河口水域宽广，沿岸岛屿众多。大陆海岸形态受入海口门影响较强，在口门附近形成拦门浅滩，多为淤泥质海岸，间或有砂质和基岩海岸分布，淤泥质海岸普遍呈现淤涨趋势[9]。

2 研究方法

2.1 数据来源与处理方法

本研究采用 2016 年 3 月的 SPOT6 和 2016 年 2 月的 SPOT7 卫星遥感影像作为主要数据源，空间分辨率为 1.5 m。影像经辐射校正、几何校正、正射纠正，并经波段合成与影像融合、光谱增强、影像镶嵌、地理校正等处理后，作为提取岸线信息的基础。采用目视解译方法，根据海岸地物光谱特征对卫星遥感影像数据进行分析处理，按照岸线分类和界定原则，结合现场踏勘情况，进行岸线提取与岸线类型确定。

2.2 海岸线类型解译

本研究将海岸线按人类利用情况分为自然岸线与人工岸线两个一级类；按照海岸的物质组成，将自然岸线划分为基岩岸线、砂质岸线、淤泥质岸线、生物岸线、河口岸线和自然形态生态岸线等二

级类；根据用途差异将人工岸线分为港口码头岸线、工业与城镇岸线、防护堤坝岸线和围塘坝岸线。

2.2.1　自然岸线类型解译

自然岸线是指保持自然海岸属性特征，没有受到人类活动改变形态和属性的岸线[10]。《海岸线保护与利用管理办法》将整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线也纳入自然岸线范畴[3]。

基岩岸线的潮间带地质以基岩为主，常有突出的海岬和深入陆地的海湾，岸线较曲折。砂质岸线的潮间带地质主要为沙砾，是由粒径大小为 0.063～2 mm 的沙、砾等沉积物质在波浪的长期作用下形成的相对平直岸线；淤泥质岸线的潮间带地质基本为粉砂淤泥，是由粒径为 0.05～0.01 mm的泥沙沉积物长期在潮汐、径流等动力作用下淤积形成的底质为淤泥的相对平直岸线；生物岸线的潮间带是由某种生物特别发育而形成的一种特殊海岸空间，如红树林、珊瑚礁等；河口岸线是河口水面与海洋水面的分界线，一般以河流入海口区域的陡然增宽处为界；自然形态生态岸线是指通过沙滩养护、堤坝拆除、湿地植被种植、促淤保滩、生态护岸等人为措施干预，基本恢复或再生了自然岸滩形态特征和生态功能的岸线[10-12]。

2.2.2　人工岸线类型解译

人工岸线是指由永久性人工构筑物组成的岸线，如防潮堤、防波堤、护坡、挡浪墙、码头、防潮闸、道路等挡水（潮）构筑物组成的岸线。

其中工业与城镇岸线指用于发展临海工业、进行城市、城镇公共基础设施建设、城镇居民亲海、赶海等用途的岸线，一般位于工业区与城镇中心附近；港口码头岸线指用于港口码头建设的岸线，包括码头、防波堤、港池、航道、仓储区等建设岸线，主要满足城市物流、港口建设、能源供应等需求；防护堤坝岸线指用于防止海岸遭侵蚀、破坏，维护海岸安全的堤坝岸线，一般远离市区；围塘坝岸线指用于水产增养殖、渔业生产的围塘堤坝岸线，一般位于河口、浅滩、鱼塘周边[11]。本研究岸线解译标志特征见表 1。

表 1　海岸线解译标志

岸线类型	解译标志特征
基岩岸线	1. 海边绿化程度较高的山体光谱反射率较低，表现为粗糙的暗绿色斑块状，能够区别于一般的岩石或裸地 2. 岩石山体的面积比较大，植被覆盖较少，因此在图像中能表现出明显的凹凸感，有比较明显的山脉纹理特征，色调上较为明亮，但较砂质海岸低 3. 基岩海岸与海水相连接的边界非常明显，通常界定为陡崖与海水的结合处
砂质海岸	1. 在影像上多位于湾内 2. 表现为高亮的宽条带状，色调均一，也有时会因潮水涨退使得部分沙含水较多而在水边线两侧呈现向陆为一明亮条带和向海为一较暗条带的状况 3. 通常为沙堤靠陆地一侧边缘与非砂质地物的分界线，以及与其他海水不能影响的地物（诸如植被）的分界线
淤泥质岸线	1. 在影像上位于植被茂盛与稀疏程度明显差异处 2. 向陆一侧一般植被生长较旺盛，向海一侧植被较稀疏或没有植被
生物岸线	1. 通常界定为红树林植被向陆一侧的边界 2. 表现为一些面状的矮林，树冠多表现为深绿色团状颗粒，色调较为均一
自然形态生态岸线	1. 在影像上与砂质岸线、淤泥质岸线、生物岸线表现相类似 2. 历史影像及现场调研显示现状为岸滩淤涨地带，或经过红树林植被种植、沙滩修复等人类活动，基本恢复或重塑了自然岸滩形态特征和生态功能的岸线
人工岸线	在影像上主要分布于城区等人类活动密集区，多表现为颜色较为明亮、形状规则的条带状

3　结果与分析

3.1　珠海市海岸线分类统计

珠海市大陆岸线总长为 257.48 km，其中自然岸线 45.04 km，占比 17.49%，而人工岸线总长 212.44 km，占比高达 82.51%。自然岸线包括砂质岸线、基岩岸线、河口岸线和自然形态生态岸线 4 种类型，没有生物岸线和淤泥质岸线。其中砂质岸线 11.30 km，占岸线总长的 4.39%，主要分布于珠海东部华发绿洋湾、银坑及鸡啼门海域；基岩岸线 21.61 km，占比 8.39%，主要分布于鸡啼门海域；河口岸线长度为 6.28 km，占比 2.44%，分布于各河

口地区;自然形态生态岸线长度为 5.85 km,占比 2.27%,分布于高新区和香洲区海域。珠海市自然岸线分类统计见表 2。

表 2 珠海市自然岸线分类统计

一级岸线类型	二级岸线类型	岸线长度 /km	所占百分比 /%
自然岸线	砂质岸线	11.30	4.39
	淤泥质岸线	0.00	0.00
	基岩岸线	21.61	8.39
	生物岸线	0.00	0.00
	河口岸线	6.28	2.44
	自然形态生态岸线	5.85	2.27
小计		45.04	17.49

人工岸线包括工业与城镇岸线、港口码头岸线、防护堤坝岸线和围塘坝岸线 4 种类型,其中工业与城镇岸线 102.81 km,占岸线总长的 39.93%,主要集中于香洲区、高栏港区西南侧;港口码头岸线 15.53 km,占岸线总长的 6.03%,主要分布在高栏岛和香洲区;防护堤坝岸线 36.73 km,占岸线总长的 14.27%,主要集中于金湾区西南侧、斗门区西侧;围塘坝岸线 57.37 km,占岸线总长的 22.28%,主要分布在金湾区西部海岸、南水镇南部海岸,分别位于黄茅海保留区和鸡啼门保留区功能区范围内。珠海市人工岸线分类统计见表 3。

表 3 珠海市人工岸线分类统计

一级岸线类型	二级岸线类型	岸线长度 /km	所占百分比 /%
人工岸线	工业与城镇岸线	102.81	39.93
	港口码头岸线	15.53	6.03
	防护堤坝岸线	36.73	14.27
	围塘坝岸线	57.37	22.28
小计		212.44	82.51

3.2 珠海市海岸线开发利用现状评价

珠海市海岸线总体形态较蜿蜒,以人工岸线为主,开发利用强度大,海岸主要利用方式为工业与城镇建设、围塘坝、防护堤坝、港口码头和休闲旅游等,自然岸线存量低。以磨刀门东岸、横琴岛西岸为界,根据海岸线形态特征,将海岸线分为东、西两段。

东段岸线东起珠海和中山行政交界处,西至磨刀门口东岸,功能以旅游休闲娱乐为主,辅以港口码头建设,岸线后方陆域多为城镇建设。其中情侣路是珠海的城市象征,沿珠海市区东部海岸铺建,具沿岸建有珠海渔女雕像、美丽湾、香炉湾等旅游景点,规划建设“一带九湾”高端旅游休闲带。香洲保税区岸线为洪湾港、海事码头、海警码头等港口码头岸线和防护堤坝岸线,人工化程度较高[13]。

西段岸线东起磨刀门口西岸,西至虎跳门口门,开发利用方式以港口和临港工业建设为主,其次为滩涂围垦养殖,部分岸线由填海或填海连岛形成。其中金湾机场及配套设施、航空产业园区、游艇产业园区占用金湾区大部分人工岸线;高栏港岸线临港工业发展较为突出,其东北侧沿岸建有珠海电厂、海洋石油、钢铁等企业专用码头;由于高栏岛北侧填海使高栏港区岛陆相连,高栏岛部分海岛岸线变成大陆岸线,大陆岸线明显增加。目前高栏岛西北侧已建有高栏港煤炭、矿石、集装箱等货运仓储物流码头以及海事码头等。西侧沿岸建有石油化工企业专用码头;高栏港自然水深 2~5 m,湾口水深 5~10 m,20 m 等深线距高栏岛南端 8 km,具有建深水港的优良岸线;斗门岸线多为防护堤坝及围塘坝岸线。

3.3 海岸线开发利用存在问题

3.3.1 海岸线人工化明显,自然岸线保有压力增大

近年来,由于围填海等工程实施占用了大量自然岸线,珠海市海岸线人工化显著,自然岸线保有量和保有率逐渐降低[14]。珠海市海岸线开发强度较大,目前仅存自然岸线总长 45.04 km,仅占岸线总长的 17.49%(表 1),可开发利用海岸线资源相当紧缺,化解自然岸线保有压力面临挑战。如珠海东部海岸线,已基本用于城镇建设、旅游休闲、港口运输等功能,除银坑、中大珠海校区等海岸存在少量自然岸线外,大部分为人工岸线或整治修复后岸线。

3.3.2 海岸线开发布局零散,集约节约利用水平较低

尽管珠海市海岸线开发利用规模较大,但由于缺乏规划,岸线开发布局零散,呈粗放利用态势。港口、工业与城镇建设占用了大量的海岸线,且存在岸线荒废、占而不用等现象;岸线功能定位不清,利用方式粗放,如情侣路岸线有港口码头等交通运

输功能,兼沙滩浴场等旅游娱乐功能,既不能充分发挥海岸线价值,又不利于海岸带高效管理;岸线利用多为截弯取直和开山采石等方式,人工岛、多突堤和区块组团等海岸线高效开发利用方式使用较少,海岸线资源集约节约利用水平较低[15]。

3.3.3　近岸海域生态压力增大,部分海岸生态功能受损

珠海市近岸海域水质总体较差,水体较浑浊。2011—2017 年,海水水质为四类和劣四类的海域面积比例逐年增加。海水中无机氮和活性磷酸盐含量超标导致了北部和西部近岸局部海域的富营养化。城市和工业发展对近岸海域生态环境影响较大,局部海域生态环境恶化,赤潮时有发生。东部海岸带旅游休闲区自然环境优良,美丽湾、香炉湾经实施沙滩修复、堤岸整治等工程后,生态景观环境进一步提升。西部海岸由于工业建设强度较大,生态环境整体不如东部海岸;拱北湾由于受港珠澳大桥连线建设影响,近岸海域淤泥较显著;大陆岸线已不存在生物岸线和淤泥质岸线,生态功能较脆弱。

3.3.4　填海造成岛陆相连,海岛属性消失

随着珠海西部高栏港、三灶临海产业的兴起,填海造陆工程大量侵蚀生态海岸线,加速沿海滩涂的消失,公众亲海空间不断缩减。更严重的是,部分围填海工程导致大陆与海岛相连接,改变了海岛属性,导致海岛消失,海岛岸线转变为大陆岸线,海岛功能面临严峻威胁。如由于高栏港海域大面积填海,高栏岛北部已与陆地相连,实际上高栏岛不复存在,而大陆岸线总长增加了 32.44 km,同时围填海工程改变了潮流方向,对高栏港附近海域水动力环境产生较大影响。

4　结论与建议

海岸线分类与开发利用现状研究是开展海岸线规划、海岸带统筹管理的重要本底信息,也是管理决策的重要依据。本研究以珠海市为研究对象,分析珠海市海岸线类型、开发利用现状及其存在问题。研究结果显示:①珠海市大陆岸线总长 257.48 km,其中自然岸线总长 45.04 km,占比 17.49%,而人工岸线总长 212.44 km,占比高达 82.51%,海岸人工化较显著,自然岸线保有率低。②珠海市自然形态生态岸线长 5.85 km,占岸线总长的 2.27%。随着海岸带整治修复工作的开展,由人工岸线修复后具有自然海岸形态和生态功能特征的岸线规模将逐渐扩大,将自然形态生态岸线纳入自然岸线统计范畴符合自然岸线变迁规律,同时有助于提高自然岸线保有量,对于各地区达到管理要求的自然岸线保有率目标指标具有重要意义。③珠海市海岸线开发利用中存在岸线人工化明显、开发利用布局零散、海域生态环境压力增大、填海造成岛陆相连等问题。其中珠海高栏港由于实施填海工程与高栏岛相连,导致高栏岛实际灭失,部分海岛岸线转变为大陆岸线,大陆岸线总长增加 32.44 km。

为解决海岸线开发利用问题,提高珠海市岸线资源价值,落实自然岸线保有率控制指标,本研究提出以下 4 点建议:①重视海岸线、海岸带规划与管理,实施分类管控,科学保护自然岸线,通过实施整治修复工程等方式养护和恢复部分自然岸线,保护沙滩、红树林和沿海防护林带,规范养殖等开发活动,节约利用岸线资源,体现海岸线公益属性。②加强人工岸线规划布局,优化岸线利用,引导岸线利用功能集聚,集约节约利用岸线资源,提高岸线利用效率,加强海域海岸高效管理。③通过遥感观测、无人机观测、实地踏勘等手段,开展岸线定期监测,及时跟踪掌握大陆、海岛岸线最新动态,以便提出相应保护对策与措施。④加大生态环境保护力度,执行陆源入海污染防控措施,普及清洁能源、环保装备,提高海洋环境污染防治水平;严格执行国家对滨海湿地围填海的管控要求,开展围填海生态评估工作;加强海岛保护的监督管理,避免因过度开发造成自然景观和地形地貌严重改变,保护海岛的岛礁属性及生物多样性。

本研究利用遥感与现场踏勘方法研究珠海市海岸线分类及开发利用现状,对岸线管理实践具有重要指导意义。值得注意的是,自然形态生态岸线的认定标准和遥感解译岸线方法亟待深入研究,海岸线整治修复应依据岸线修复的必要性和适宜性开展,而非纯粹为了提高自然岸线保有率指标,因此实施整治修复前应严格论证与深入评估,提高整治修复方式与效果。(以下内容转至第 93 页)