

莆田围填海工程对岸线变迁及海岸环境的影响研究

曹超^{1,2,3}, 吴承强¹, 郑勇玲¹, 朱铠³, 潘祥进³, 戚洪帅^{1,2,3},
卢惠泉¹, 鲍晶晶¹, 苏燕³, 蔡锋^{1,2}

(1. 自然资源部第三海洋研究所 厦门 361005; 2. 福建省海洋生态保护与修复重点实验室 厦门 361005;
3. 福州大学土木工程学院 福州 350108)

摘要:文章运用 ArcGIS10.5 软件的 DSAS 模块的端点变化率、线性回归率等算法,以莆田市 1984 年、1994 年、2004 年、2010 年、2014 年和 2019 年 6 个时期的 google 遥感影像图(Landsat 卫星)为数据源,分析莆田 30 余年来围海、填海工程及其他岸线类型的变迁过程。结合历史文献资料研究发现:①1984—2004 年,围填海工程基本以围海养殖和围海盐业生产为主,胜利、澄峰、后海、东峤围海垦区占围海工程 90% 以上;②2004—2014 年,填海造地工程飞速发展,临港产业园、妈祖城、东吴港区、石门澳等大面积区域性填海面积约 60 km²,约占全市填海面积的 93%;③近 5 年来,大批围海工程转产转型,围海面积逐年减少,生态修复岸线和砂质岸线迅速增长,海岸保护能力不断升级。莆田围填海工程建设提升了莆田海洋经济社会的发展水平,增加了海洋经济产值,适应了城市发展需求,但海岸保护功能降低、纳潮量减少、生物多样性损伤、水质恶化等海洋生态环境问题日益突出。随着生态海堤、蓝色海湾等海洋修复工程的实施,改善了海岸防护工程的功能体系,提升了海岸带生态环境自适应能力,为推进海岸带生态修复工程的实施提供科学依据。

关键词:莆田;围填海工程;海岸类型变迁;海岸环境;海岸带开发利用

中图分类号:P737.1;P74 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2021)05-0080-05

Study on Influence of Reclamation Project on Coastal Change and Coastal Environment in Putian

CAO Chao^{1,2,3}, WU Chengqiang¹, ZHENG Yongling¹, ZHU Kai³, PAN Xiangjin³,
QI Hongshuai^{1,2,3}, LU Huiquan¹, BAO Jingjing¹, SU Yan³, CAI Feng^{1,2}

(1. Third Institution of Oceanography, MNR, Xiamen 361005, China; 2. Key Laboratory of Marine Ecology Protection and Restoration, Xiamen 361005, China; 3. College of Civil Engineering of Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Using endpoint rate, linear homing rate algorithm of DSAS module of ArcGIS10.5, 6 Google images of remote sensing (Landsat satellites) of Putian city in 1984, 1994, 2004, 2010, 2014 and 2019 were used as the data sources, to analyze the changing process of reclamation pro-

收稿日期:2020-06-09;修订日期:2021-04-07

基金项目:国家自然科学基金(42076058、41930538、41406059);自然资源部第三海洋研究所基本科研业务费(海三科 2019006)。

作者简介:曹超,副研究员,博士,研究方向为海岸带地质

通信作者:蔡锋,研究员,博士,研究方向为海洋地质和海滩保护与修复

jects and other types of shoreline change of Putian for over 30 years.1) From 1984 to 2004, the reclamation project mainly focused on sea farming and salt production, and Shengli, Chengfeng, Houhai and Dongqiao reclamation areas accounted for more than 90% of the reclamation area. 2) From 2004 to 2014, land reclamation projects developed rapidly. Lingang Industrial Park, Mazu City, Dongwu Port District, Shimen'ao and other large areas of regional reclamation area were about 60 km², accounting for 93% of the reclamation area of the whole city. 3) During the recent 5 years, a large number of sea reclamation projects have been transformed into productive projects. The area of sea reclamation has been reduced year by year, the ecological restoration coastline and sandy coastline have been growing rapidly, and the coastal protection capacity has been constantly upgraded. The construction of Putian reclamation project has improved the development level of marine economy and society, increased the output value of marine economy and adapted to the needs of urban development. However, marine ecological and environmental problems such as reduced coastal protection function, reduced tidal load, biodiversity damage and water quality deterioration have become increasingly prominent. With the implementation of ecological seawall, Blue Bay and other marine restoration projects, the functional system of coastal protection projects has been improved and the adaptive capacity of coastal ecological environment has been enhanced, providing scientific basis for the implementation of coastal ecological restoration projects.

Keywords: Putian, Reclamation project, Coastal type change, Coastal environment, Development and utilization of coastal zones

0 引言

围填海造地是世界沿海国家普遍存在的一种海洋开发利用活动。由于各个国家对围填海的开发方式、方法、规划和监管不同,所以各个国家因围填海所产生的经济、社会和生态效益也不尽相同^[1]。因此,围填海活动一方面是人类向海洋拓展生存和发展空间的一种重要手段,适度而科学合理的围填海开发有其必要性,它保障了国家重大项目用海,为沿海地区率先发展发挥了重要作用,成为沿海地区调整产业结构的重要手段,具有强大的经济效益;同时,围填海工程又是一种深入改变海岸带空间自然属性的开发利用活动,若管理不到位极易引发海岸带自然资源破坏、生态环境损害以及海岸侵蚀等多种问题,从而制约沿海地区社会经济的可持续发展^[2]。

我国与世界沿海的许多国家一样,围填海的目的都是由最初的渔业增产、扩大土地面积逐步转向工业、城镇建设、港口发展、旅游娱乐、商业房产等多目标发展。但是,由于早期我国的围填海规划管

理制度不够健全,对海洋空间资源利用的方式、方法不够科学合理,特别是缺乏海洋生态系统科学的支撑等原因,使我国围填海造地活动存在着“失序、失度、失衡”的现象^[3]。因此,通过陆海统筹的思想和科学合理的手段开发利用海岸带资源迫在眉睫。

1 研究区概况

莆田市位于福建省东中部沿海地区(24°55'N—25°45'N, 118°41'E—120°05'E),北与福州相邻,南与泉州接壤,东临台湾海峡。陆域面积 4 200 km²,海域面积约 11 000 km²,海岸线长达 336 km,约占福建省海岸线总长的 9%。其东部和南部沿海呈现低丘陵、多岛屿和海湾相间,海洋资源丰富,海洋优势突出^[4]。海岸类型主要由基岩海岸、砂质海岸、泥质海岸构成,岸线迂回曲折,海湾与岬湾相间排列,兴化湾、湄洲湾及平海湾为莆田市三大海湾,埭头半岛、忠门半岛和秀屿半岛夹在三湾之间,砂质海岸主要分布于兴化湾东南部、平海湾东北部和东南部海岸以及湄洲岛和南日岛部分沿岸^[5]。

莆田属亚热带季风气候,年平均气温 18.5℃~

21.3℃,年均日照时数约 2 000 h,无霜期约 310 天,多年平均年降雨量约 1 500 mm^[5]。季风特征明显,滨海风大也是莆田气候的主要特性之一,主风向有东北风和西南风;东北风有 10 个月左右控制在沿海地区,山区则以北风或东风居多。冬季和夏季风方向随季节交替而转换明显,冬季多为偏北风,夏季多为东南风,而春季和秋季为风向转换季节。

2 围填海工程历程

2.1 海岸类型划分

在 google earth 上利用 Bigmap 软件下载 1984 年、1994 年、2004 年、2010 年、2014 年和 2019 年共 6 期莆田地区高清遥感影像(传感器分别为 Landsat5、Landsat7、Landsat8,分辨率为 30 m、10 m、5 m)。基于 ArcGIS 开发的 DSAS(Digital Shoreline Analysis System,DSAS)模块,对 6 期遥感影像进行几何校正,校准精度优于一个像元的分辨率,以 1984 年的像图作为基准影像,配准、拼接、裁剪其他 5 幅影像^[6]。结合莆田市海岸线特征、Landsat 系列卫星识别功能以及历史资料,判别—计算—修订每期次的海岸线类型和长度,按照 1:5 000 比例尺统计不同类型和不同期次的海岸线长度和围填海面积,形成适用于本研究的莆田市海岸线类型变迁数据库。本研究海岸类型划分参照《我国近海海洋综合调查与评价专项——海岸线修测技术规程》,划分为自然岸线和人工岸线两大类^[7-8]。结合莆田海岸类型的特点,自然岸线突出基岩岸线和砂质岸线;人工岸线突出围海和填海岸线(表 1)。

表 1 海岸类型划分一览

一级类	二级类	判定方式
自然岸线	基岩岸线	由裸露的基岩构成的海岸线
	砂质岸线	由砂质和砾质砂石构成的海岸线
人工岸线	填海造地	填海造地工程外边界围堤采用直立式或斜坡式结构的,海岸线原则上应界定在多年平均大潮高潮位时海陆分界痕迹线处
	围海	由围海养殖和盐田用海形成的人工岸线,原则上以围海养殖与盐田区靠陆一侧的外边缘线进行界定
	其他	带闸堤坝、桥梁、透空式防浪墙等顺岸布局的透水构筑物和其他人工岸线

2.2 围填海工程演变

根据上述方法统计 1984—2019 年莆田市不同类型海岸线长度、占比及围填海面积(表 2 和表 3)。自 1984 年以来,莆田市海岸线(不含海岛岸线)长度为 254.11~268.26 km,总体变化不大,但不同类型岸线在不同时期的长度和占比发生巨大变化。基岩岸线长度从 1984 年的 83.16 km 减少到 2019 年的 36.57 km,减少一倍多;砂质岸线长度从 1984 年的 47.32 km 减少到 2019 年的 37.82 km,减少约 10 km;其他类型的人工岸线长度从 1984 年的 52.75 km 减少到 2019 年的 33.05 km,占比也减少约 7%;围海岸线长度从 1984 年的 81.71 km 增长到 2010 年的 106.96 km,又回落到 2019 年的 81.43 km,占比从 30%增长至 42%又减少到 30%的状况;填海岸线长度从 1984 年 0 km 一直增长到 2019 年的 79.40 km,占比也增长近 30%。从岸线类型的长度和占比可以看出,莆田海岸线变化趋势呈自然状态的基岩岸线和砂质岸线不断减少,人类活动的填海岸线不断增大;围海岸线因为经济发展需求、转产转型,先增大后减少,最终趋于稳定的态势。

表 2 1984—2019 年围填海面积及新增面积

年份	围海		填海	
	面积	新增面积	面积	新增面积
1984	67.11	0.00	0.00	0.00
1994	76.90	11.71	1.38	1.38
2004	77.12	7.80	9.90	8.52
2010	89.71	19.82	20.28	10.38
2014	82.98	2.31	42.94	22.66
2019	70.89	1.07	74.80	31.86

20 世纪 80 年代,莆田市海洋经济以粗放型的渔业养殖和盐业生产为主,围填海面积不断扩大,但围海岸线多位于天然的基岩岬湾内,形态和范围受地形约束,面积和规模增长较缓,围海工程主要位于胜利、澄峰、后海、东峤垦区内,占围海工程 90%以上。2000 年以后随着海洋经济的飞速发展,为解决用地紧张和土地资源短缺的状况,莆田市在临港产业园、妈祖城、东吴港区、石门澳等河口湾和岬湾内大面积区域性填海,面积约 60 km²,约占全

市填海面积的 93%。近 5 年来,大批围海工程转产转型,围海面积逐年减少,生态修复岸线和砂质岸线迅速增长,海岸保护能力不断升级。蓝色海湾和生态岛礁工程在妈祖城、三江口、临港产业园等区域实施,改善了区域海岸防护工程的功能体系,提升了海岸带生态环境自适应能力。

表 3 1984—2019 年海岸线类型长度及占比

年份	基岩岸线		砂质岸线		其他人工岸线		围海岸线		填海岸线		岸线 /km
	长度/km	占比/%	长度/km	占比/%	长度/km	占比/%	长度/km	占比/%	长度/km	占比/%	
1984	83.16	31.39	47.32	17.86	52.75	19.91	81.71	30.84	0.00	0.00	264.93
1994	81.16	31.94	40.99	16.13	41.29	16.25	83.96	33.04	6.72	2.64	254.11
2004	62.07	24.36	40.02	15.71	42.79	16.79	93.20	36.58	16.72	6.56	254.80
2010	50.13	19.72	36.89	14.51	34.31	13.50	106.96	42.08	25.90	10.19	254.19
2014	45.70	16.78	39.66	14.56	30.67	11.26	91.90	33.74	64.46	23.66	272.39
2019	36.57	13.63	37.82	14.10	33.05	12.32	81.43	30.36	79.40	29.60	268.26

3 海岸类型变迁和环境影响

大规模的围填海工程虽然在短期内解决了用地紧张和土地资源紧缺的问题,增加了海洋经济价值和适应了城市发展需求,但海岸保护功能降低、纳潮量减少、生物多样性损伤、水质恶化等海洋生态环境问题日益突出。

3.1 对海岸类型的影响

3.1.1 自然岸线不断减少

大规模围填海造地使人工岸线长度急剧扩展,自然岸线保有率不断下降,这不仅降低了海岸线的生态功能与资源价值,也使海岸带海陆相互作用都发生了明显变化。

3.1.2 海涂资源和海湾面积不断减小

海湾水域面积缩小,不仅仅是水域面积减小的问题,相应地也将引起海湾的冲淤变化与地形地貌的改变、动力场格局变化、水交换能力减弱、污染加重、生态环境恶化、灾害频发等一系列变化^[9-10]。

3.1.3 滨海旅游资源被破坏

旅游业是 21 世纪经济发展的驱动力。围填海造地会使该区域沿岸滨海沙滩资源直接被毁埋,或是间接造成其旅游质量衰退。除滨海沙滩资源外,围填海造地也对滨海湿地旅游资源造成一定的影响,如湾口浅滩、湿地等永久性消失,湿地生态系统服务功能改变,滨海湿地旅游资源丧失。

3.2 对海岸环境的影响

3.2.1 水动力条件的变化

海湾具有一定的封闭性,在海湾内进行大规模的围填海造地所致的海湾面积减少和海岸线形态、位置的改变,必然导致其纳潮量减小、海湾流速降低、海水交换能力变弱,以及海区底质的冲淤变化。

3.2.2 生态环境发生明显变化

围填海对生态环境变化的影响除导致海湾纳污能力下降,海洋生物多样性锐减,并压缩当地区域海洋渔业的生产空间外,对红树林、珊瑚礁海洋生态系统也有着明显影响。围填海造地工程不仅占用、破坏珊瑚礁、红树林、海草床等生长区域,使之分布面积减少,而且改变了它们分布区域的生态环境,导致其发生变异,失去生命力^[2]。

3.2.3 改变海岸稳定性,增加海洋灾害风险

绝大多数围填海工程单纯构筑硬式堤坝围割海域,而且许多围填海区域的围割堤坝工程形状都是将原来岸线裁弯取直,使岸线长度减少,导致海岸冲淤动态平衡被打破从而遭到侵蚀^[11]。

4 结语

(1)本研究以莆田市 1984 年、1994 年、2004 年、2010 年、2014 年和 2019 年 6 个时期的 google 遥感影像图(Landsat 卫星)为数据源,分析莆田 30 余年来围海、填海工程及其他岸线类型的变迁过程。

1984—2004 年,围填海工程基本以围海养殖和围海盐业生产为主;2004—2014 年,填海造地工程飞速发展,临港产业园、妈祖城、东吴港区、石门澳等大面积区域性填海;近 5 年来,围海面积逐年减少,生态修复岸线和砂质岸线迅速增长,海岸保护能力不断升级。莆田围填海工程建设提升了莆田海洋经济社会的发展水平,增加了海洋经济产值,适应了城市发展需求,但海岸保护功能降低、纳潮量减少、生物多样性损伤、水质恶化等海洋生态环境问题日益突出。生态海堤、蓝色海湾等海洋修复工程的实施,改善了海岸防护工程的功能体系,提升了海岸带生态环境自适应能力。

(2)围填海活动不仅是人类向海洋拓展生存和发展空间的一种重要手段,而且是目前改变海岸带空间自然属性的主要开发利用活动之一。适度和科学的围填海活动是保障国家重大项目用海,发挥沿海地区调整产业结构的重要方法,具有强大的经济效益。但无序的围填海活动或者监管不到位,极易引发海岸带自然资源破坏、生态环境损害以及海岸侵蚀等多种灾害问题,从而制约沿海地区经济发展的可持续性。

参考文献

[1] 杨波,朱建斌,马润美,等.关于围填海造地的思考[J].海洋开

发与管理,2015,32(10):22—25.

[2] 王衍,王同行,符史勇.海南省填海造地现状及管理对策探讨[J].海洋开发与管理,2015,32(8):56—59.

[3] 韩宇.海岸带生态系统承载力评价研究:以广西海岸带为例[D].厦门:厦门大学,2015:14.

[4] 陈元瑞.提升沿海防护林工程建设成功率的方法及解析[J].低碳世界,2015(1):332—333.

[5] 梁卉昕.省市层级海洋功能区划修编衔接的方法与实践研究:以莆田市海洋功能区划修编为例[D].厦门:厦门大学,2016:31.

[6] 曹馨,李新虎,高丽玲,等.多目标多测度数据空间抽样方法[J].地球信息科学学报,2018(10):12—18.

[7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 18190—2017 海洋学术语 海洋地质学[S].2017.

[8] 国家海洋局 908 专项办公室.我国近海海洋综合调查与评价专项——海岸线修测技术规程[M].北京:海洋出版社,2007.

[9] 蔡锋,苏贤泽,曹超,等.中国海岸侵蚀脆弱性评估及示范应用[M].北京:海洋出版社,2019:211.

[10] 吴桑云,王文海,丰爱平,等.我国海湾开发活动及其环境效应[M].北京:海洋出版社,2011:65.

[11] 夏东兴,段焱,吴桑云.现代海岸线划定方法研究[J].海洋学研究,2009,27(Z1):28—33.