

陈书润, 沈天宇, 王江波, 等. 1979—2020 年深圳市围填海空间演变特征与驱动因素研究[J]. 海洋地质前沿, 2025, 41(7): 43-53.

CHEN Shurun, SHEN Tianyu, WANG Jiangbo, et al. Evolution and driving factors of the reclamation in Shenzhen from 1979 to 2020[J]. Marine Geology Frontiers, 2025, 41(7): 43-53.

1979—2020 年深圳市围填海空间演变特征与驱动因素研究

陈书润¹, 沈天宇², 王江波^{2*}, 施子康², 苟爱萍³

(1 江苏省地质调查研究院, 南京 210018; 2 南京工业大学建筑学院, 南京 211816;

3 上海应用技术大学生态技术与工程学院, 上海 201418)

摘要:在沿海城市建设用地不足的背景下,围填海活动是海岸带开发的重要利用途径。本文利用 9 个不同时相的 Landsat MSS/TM/OLI 遥感影像数据源,对深圳市 42 a 时间跨度内的围填海空间分布、利用类型、围垦与开发强度等动态演变特征进行分析并探究其驱动因素。结果表明,研究时段内,围填海规模速率变化呈现先迅猛增加,后增势放缓的趋势。围填海空间分布形态由细条带状延伸向斑块式镶嵌演变。围填海利用类型由单一化向多元与综合化的开发利用结构转变。岸线围垦强度呈先增强后减弱的趋势,东西岸线形成“西强东弱”的空间分异格局。在驱动因素上,海岸地貌条件决定了围填海的区位选择,政策法规导向决定了围填海的强度与速率,社会经济因素决定了围填海的规模与类型。

关键词:围填海; 空间演变; 驱动因素; 海岸带开发

中图分类号:P736.2; P539.2

文献标识码:A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2024.111

0 引言

围填海活动作为海岸带开发利用的重要途径,为沿海快速城市化与海陆产业联动提供了重要资源补给与发展空间^[1-3]。作为改革开放的窗口,沿海第 1 个经济特区,深圳是中国城市化发展速度最快,首个城市化率达 100% 的城市。在如此迅猛的城市化发展阶段中,深圳市常住人口从 1979 年的 31.41 万人增至 2020 年的 1 756.01 万人,人口规模近 55 倍的跃升与丘陵山地为主的地形导致深圳最早遭受土地资源瓶颈压力,人地矛盾尤为突出。1979—

2020 年,通过开展累计规模达约 8 500 hm² 的围填海活动,深圳市拓展了城市生存与生产空间,成功从边陲渔村蜕变成成为大湾区经济发展的核心引擎与全球海洋中心城市。

围填海空间土地利用具有高价值收益与生态高脆弱性的双重特征。围填海空间的动态监测与驱动因素挖掘成为围填海综合管控的研究重点。国内外研究集中在海岸线与围填海空间信息的提取方法、岸线变迁与围填海空间演变数量特性变化、驱动因素的定性或定量化探讨等内容上^[4-8]。目前,前人对深圳市南山区、深圳湾、空港新城等区域进行了短时序内海岸线变迁与填海造地的动态演变特征研究^[9-11];也有学者虽对深圳全市长时序的海岸线与围填海数量变化特性与空间演变进程进行研究,但对围填海利用类型演变、围垦与开发强度、多维度驱动因素探讨较少^[12-14]。现有的深圳市围填海相关研究中,研究范围多为单独片区,研究时序较短,研究内容主要聚焦于填海信息提取与海岸线监测,缺乏围填海空间动态演变进程研究,对于围填海利用类型与围填海区域开发强度提及

收稿日期: 2024-05-13

资助项目: 国家自然科学基金(51978329, 51778364); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX23_1488); 江苏省地质勘察项目“江苏省典型生态功能区主要生态地质问题调查与安全评价”(苏财资环[2024]33号)

第一作者: 陈书润(1997—),男,硕士,主要从事韧性城市方面的研究工作。E-mail: 908544613@qq.com

* 通讯作者: 王江波(1976—),男,博士,教授,主要从事土地利用演化与韧性城市方面的研究工作。E-mail: wjb623@163.com

甚少,对于背后驱动因素的研究也多为单一维度,缺乏多层面深入挖掘。

因此,本文利用深圳市 9 个时期 Landsat 系列遥感影像、多版城市总体规划与土地利用规划成果数据、统计年鉴等社会经济统计等资料,对于深圳市 42 a 时序内围填海规模数量、空间分布、利用类型、围垦与开发强度以及多维度驱动因素等内容进行了深入分析与挖掘,为科学化与规范化开展围填海活动提供依据。

1 数据处理与研究方法

1.1 研究区概况

深圳市位于中国广东省中南部,东临大亚湾与大鹏湾,西濒珠江口和伶仃洋,南接香港,北邻东莞与惠州^[15]。2018 年,广东省政府实施对深圳市东西岸线法定划分,深圳市西海岸岸线为自宝安区东宝河口至福田区深圳河河口,深圳市东海岸的岸线为盐田区沙头角段至大鹏新区坝光段,海岸线全长 260.5 km,其中,人工岸线 160.1 km,自然岸线 100.4 km^[16]。目前,深圳市下辖 9 个行政区与 1 个功能区:罗湖区、福田区、南山区、宝安区、龙岗区、盐田区、龙华区、坪山区、光明区与大鹏新区。

1.2 数据来源与预处理

本研究采用的数据来源于美国地质调查局(United States Geological Survey, USGS),为含云量较少且分辨率为 30 或 60 m 的 Landsat 系列遥感影像,具体包括 1979、1986、1990、1995、2000、2005、2009、2015 与 2020 年 9 个不同时相的深圳市东西两景影像,共 18 景(表 1)。为了确保后期影像解译提取的精度,基于 ENVI5.2 软件,对于遥感影像进行预处理,首先对原始遥感影像数据进行波段合成,Landsat3 MSS 影像选择 7(0.896 μm)、5(0.656 μm)、4(0.545 μm)3 个波段进行假彩色影像合成;Landsat5 TM 影像选择 4(0.840 μm)、3(0.660 μm)、2(0.569 μm)3 个波段进行标准假彩色影像合成;Landsat8 OLI 影像选择 5(0.865 μm)、7(2.201 μm)、1(0.443 μm)波段进行非标准假彩色影像合成。将多波段的彩色遥感影像进行不同波段的遥感影像合成,达到图像增强的目的,便于对不同地物信息的提取与分辨;然后以 2009 年遥感影像为基准,对

其他各期影像进行几何校正,保证各期遥感影像在空间上保持一致;其次,进行大气校正,消除由于大气辐射与光照等因素导致的影像失真;最后,进行图像镶嵌与裁剪工作,将研究区所涉及的多景遥感影像进行拼接,形成研究所需大范围影像的无缝镶嵌处理过程^[17]。为便于空间可视化分析,影像均统一采用 WGS84 坐标系。

表 1 深圳市遥感影像数据参数统计

Table 1 Statistics of data parameters of remote sensing image in Shenzhen City

序号	传感器类型	轨道号	成像时间	分辨率/m	云量/%
1	Landsat3 MSS	130/44	1979-09-30	60×60	0
2	Landsat3 MSS	131/44	1979-10-19	60×60	0
3	Landsat5 TM	121/44	1986-12-14	30×30	0
4	Landsat5 TM	122/44	1986-11-03	30×30	0
5	Landsat5 TM	121/44	1990-11-23	30×30	0
6	Landsat5 TM	122/44	1990-10-13	30×30	1
7	Landsat5 TM	121/44	1995-12-23	30×30	1
8	Landsat5 TM	122/44	1995-12-30	30×30	1
9	Landsat5 TM	121/44	2000-09-15	30×30	0
10	Landsat5 TM	122/44	2000-09-06	30×30	0.01
11	Landsat5 TM	121/44	2005-01-16	30×30	0.01
12	Landsat5 TM	122/44	2005-11-23	30×30	0.22
13	Landsat5 TM	121/44	2009-10-10	30×30	0.49
14	Landsat5 TM	122/44	2009-02-03	30×30	0.17
15	Landsat8 OLI	121/44	2015-08-08	30×30	5.9
16	Landsat8 OLI	122/44	2015-10-18	30×30	0.22
17	Landsat8 OLI	121/44	2020-12-27	30×30	0.07
18	Landsat8 OLI	122/44	2020-02-18	30×30	0.05

1.3 空间信息解译提取与量化分析

1.3.1 海岸线提取

本文首先通过利用归一化水体指数(NDWI)与改进的归一化差异水体指数(MNDWI)模型进行瞬时水位线自动提取^[18-20]。其次,根据卫星成像时刻的潮位高度、平均大潮高潮位高度以及海岸坡度等信息进行潮位校正,确定最终海岸线位置。为避免出现多年份岸线重叠现象,本文对 2020 年岸线进行了提取,并仅对变化的区域进行更新,依次提取其余年份的岸线(图 1)。

1.3.2 围填海利用类型解译与提取

通过海岸线矢量线图层的叠加获取到围填海区域范围,参考《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》中海域使用类型分类^[21],结合深圳市城市与土地利用规划、社会经济统计资料等,

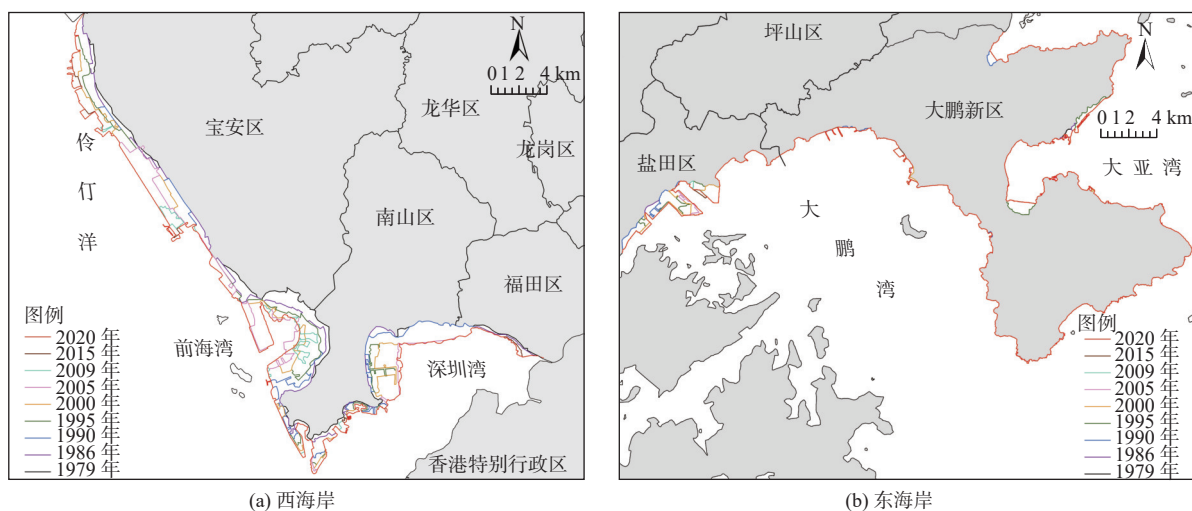


图 1 1979—2020 年深圳市海岸线动态演变

Fig.1 Dynamic evolution of coastline in Shenzhen from 1979 to 2020

建立深圳市围填海利用类型分类体系,分为 7 个一级类与 10 个二级类。根据围填海不同利用类型的光谱与空间信息特征差异,参考现有围填海类型解译成果^[22],结合实地踏勘资料,基于真彩色遥感影像设定 1979—2020 年深圳市围填海利用类型的解译标志(表 2)。

1.3.3 围垦与开发强度指标

围垦强度系数(Coastal Reclamation Index, CRI)为某一时期内每千米海岸线年均围填海规模^[23],反映了围填海活动的强烈程度。

$$CRI = \frac{S_{t-t_0}}{(t-t_0) \times \frac{(l_t + l_{t_0})}{2}} \quad (1)$$

式中: t 为期末年份;

t_0 为期初年份;

S_{t-t_0} 为两年份间的围填海新增面积;

l_t 为期末年份海岸线长度;

l_{t_0} 为期初年份海岸线长度。

2 围填海空间演变特征

2.1 围填海新增规模与速率先增中稳后降

1979—2020 年,深圳市累计围填海规模达 8 429.73 hm^2 。各时期围填海新增规模与围填海速率均呈现迅猛上升,趋于稳定,后逐渐下降的趋势。2000—2005 年,新增规模与速率均达峰值。2005 年以后,围填海进程放缓,新增规模仅约为前期规模的 1/7,围填海速率下跌,2015—2020 年达历史新低

(图 2)。

深圳市城市化进程与围填海规模变化具有相对同步性。1979—1986 年,深圳农村城市化转型,工业带动城市化率提升,城市化率为 51.41%,围填海处于起步阶段。1986—2000 年,深圳城市化处于稳定发展阶段,金融、物流、信息服务业等第三产业兴起,城市化率迅速升至 80.17%,围填海处于快速发展阶段。2000—2009 年,深圳城市化处于高水平发展,城市化率高达 100%,围填海处于调整优化阶段。2009—2020 年,深圳市跨入深度城市化阶段,城市空间资源重新配置、土地存量优化与产业结构升级,围填海迈入理性增长阶段(图 3)。

2.2 围填海新增空间由条带延伸向斑块镶嵌转变

围填海热点区域集中成片分布在宝安区、南山区与盐田区岸线处,小规模零散分布在大鹏新区东岸,围填海空间分布演变的阶段性特征如下(图 4):

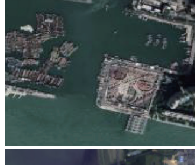
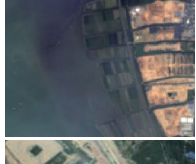
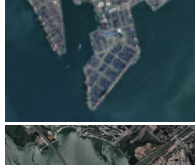
1979—1986 年,开启小规模围填海,呈条带状与零星块状拓展。围填海起步阶段,围海新增区域沿珠江口入海口、前海湾与赤湾处细条带状延伸,填海在赤湾处零星块状增加。

1986—2000 年,大规模围填海齐头并进,呈长条块状与片区状延伸。围填海快速发展阶段,伶仃洋东岸、前海湾与深圳湾大规模长条块状与片状围海新增,赤湾、大鹏湾、大亚湾与白沙湾以小规模块状填海为主。深圳湾片状围海区域转为填海利用。

2000—2009 年,围填海进程均放缓,填海片区状新增,围海块状拓展。围填海优化调整阶段,前海湾与深圳湾大规模围海区域转为建设用地,填海

表 2 围填海利用类型解译标志

Table 2 Interpretation marks of reclamation utilization types

序号	分类	解译标志	影像示例
1	红树林	在遥感影像上一般呈深绿色或深红色, 形状一般无明显边界感, 附近多淤泥沉积	
2	城镇建设用海	在遥感影像上一般呈几何块状分布, 建筑密度较高规则分布, 颜色多为灰褐色或灰白色, 有阴影	
3	渔业基础设施用海	在遥感影像上一般呈亮褐色, 形状规则, 邻岸多有大量渔船停靠, 围有港池	
4	增养殖用海	在遥感影像上一般呈长条块状并列, 排列规则整齐, 围堤内为深蓝色	
5	工业用海	在遥感影像上岸线大多凹凸不平, 呈蓝黑色几何状分布, 成像较不均匀	
6	港口码头用海	在遥感影像上大多呈蓝黑色网格块状分布, 面积较大, 平直块状往海域延伸, 具有凹凸感	
7	路桥隧道用海	在遥感影像上大多呈暗褐色, 细长条状绵延, 具有较强的连续感	
8	文体休闲娱乐用海	在遥感影像上大多呈亮白色与蓝黑色相间, 形状多呈条带状分布, 有娱乐设施或建筑分布	
9	填而未建	在遥感影像上呈深褐色, 纹理较平整, 无建筑物, 与泥沙类似	
10	围而未填	在遥感影像上有明显的白色围堤, 但围堤内仍为深绿色水体, 为没有使用痕迹的封闭水域	

区域集聚程度高, 呈片区状分布, 盐田区大鹏湾、大亚湾与白沙湾小块状新增。珠江口岸线小块状围

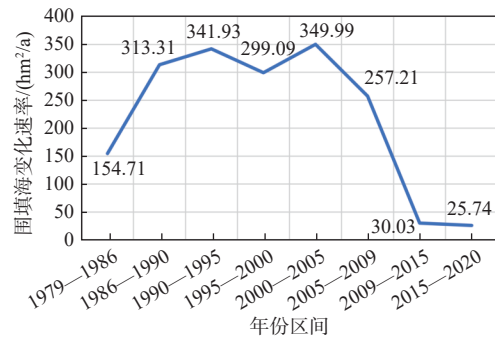


图 2 1979—2020 年深圳市围填海变化速率趋势

Fig.2 Trend of reclamation rate in Shenzhen from 1979 to 2020

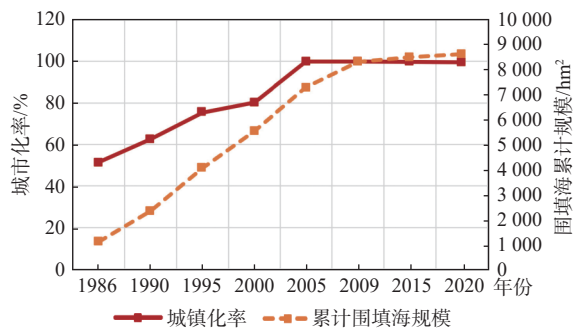


图 3 深圳市 1986—2020 年城市化率与围填海累计规模变化趋势

Fig.3 Trend of urbanization rate and cumulative reclamation in Shenzhen from 1986 to 2020

海区域向海微微拓展。

2009—2020 年, 围海空间呈斑块状镶嵌退出, 填海零星小块微微拓展。围填海理性增长阶段, 围海规模停止新增, 原围海区域持续被填, 呈斑块式镶嵌填充。除珠江口北岸外, 宝安区伶仃洋南部岸线、前海湾与深圳湾均已全部转为填海用地。此外, 前海湾部分块状围海空间退出。

2.3 围填海利用类型由单一化向多元综合化转变

深圳市围海利用构成包括增养殖用海和围而未填 2 个类型, 规模变化均呈现先递增后缩减的趋势; 填海利用构成包括红树林地、城镇建设用海、渔业基础设施用海、工业用海、港口、路桥隧道用海、文体休闲娱乐用海与填而未建 7 个类型, 前 6 个利用类型随着时间的推进规模逐渐增加, 填而未建利用类型呈现递增后缩减的变化趋势(图 5)。

(1) 阶段一 1979—1986 年, 以增养殖用海围海利用类型为主, 细条带状向海延伸。改革开放初期, 增养殖用海为最主要的围填海利用类型, 占总规模的 73.09%。填海利用以工业用海为主, 赤湾处与大亚湾处小块新增, 主要用以核电站建设(图 6a、b)。

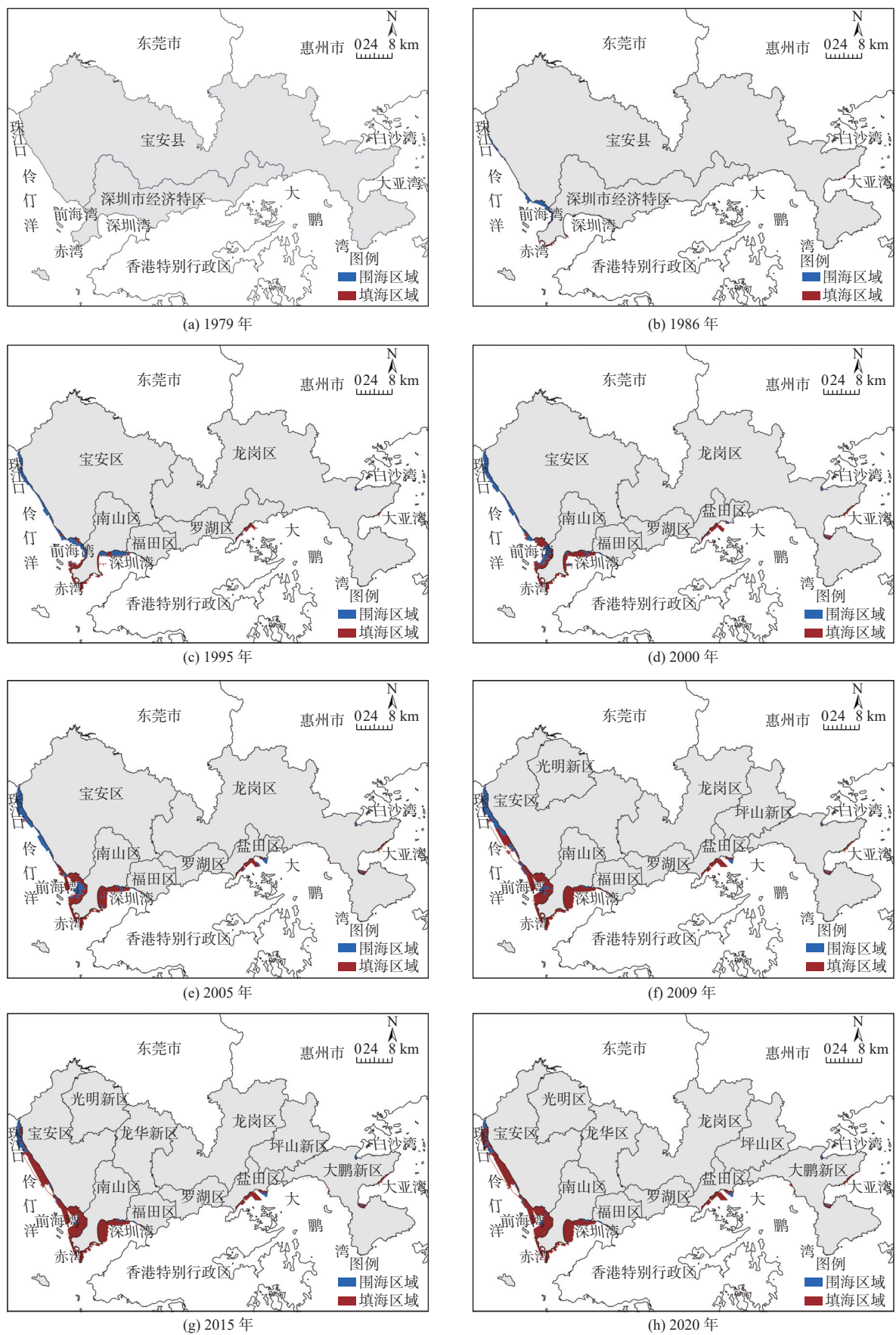


图 4 1979—2020 年深圳市围填海空间分布特征演变

Fig.4 Characteristics of spatial distribution of reclamation in Shenzhen from 1979 to 2020

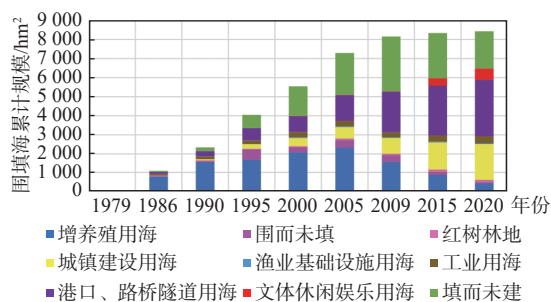


图5 1979-2020年深圳市围填海土地利用类型
累计规模变化

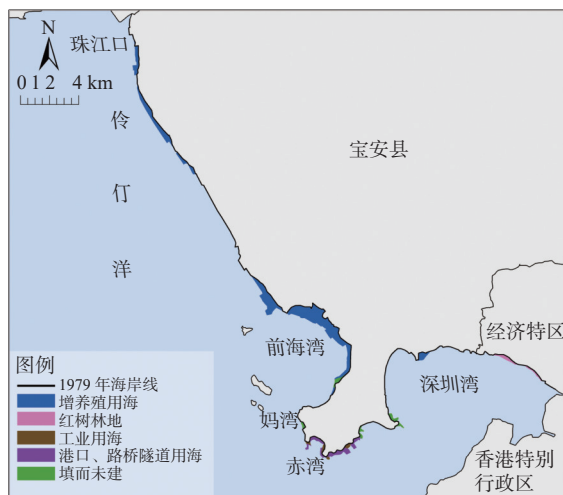
Fig.5 Cumulative change of reclaimed land use types in
Shenzhen from 1979 to 2020

(2)阶段二 1986—2000年,围海与填海齐头并进,条带状与片区状高度性聚集。围填海热潮掀起,围海仍以增养殖用海新增为主,占总规模的37.7%。填海利用类型多元化,以填而未建用海与港口、路桥隧道用海新增为主,用以妈湾港、赤湾港与盐田港等港口与集装箱专业码头建设,以及滨海大道建设。城镇建设、渔业基础设施与工业等用海

类型规模稍有增加(图6c、d)。

(3)阶段三 2000—2009年,多元化填海利用类型为主,长条状与块状零散增加。围填海热潮逐渐褪去,围海新增规模较小,大规模原围海利用转为城市建设用地,围海利用类型规模占比从42.48%降至23.75%。填海利用类型仍以填而未建与港口、路桥隧道用海为主,用以西部通道口岸、广深沿江高速、宝安机场飞行区扩建等海陆空对外交通体系建设。同时,城镇建设用海规模占比上升至9.98%,深圳湾与前海湾大规模滨海住宅片区与配套服务设施建设迅猛(图6e、f)。

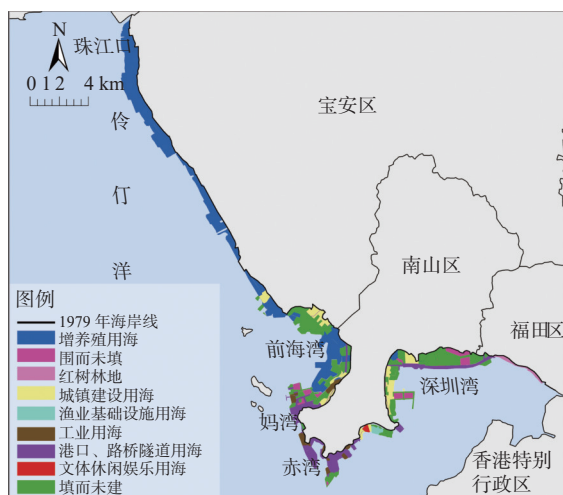
(4)阶段四 2009—2020年,围海规模缩减,填海呈斑块式填充与微微向海拓展。围海停止新增,围填海重点从向海扩张转向围海区域的填海工程与发展备用建设,围海规模占比从23.75%降至5.85%。填海利用类型中港口、路桥隧道用海与城镇建设用海规模持续增加,大规模文体休闲娱乐用海转入,占比从0.23%升至7.04%(图6g、h)。



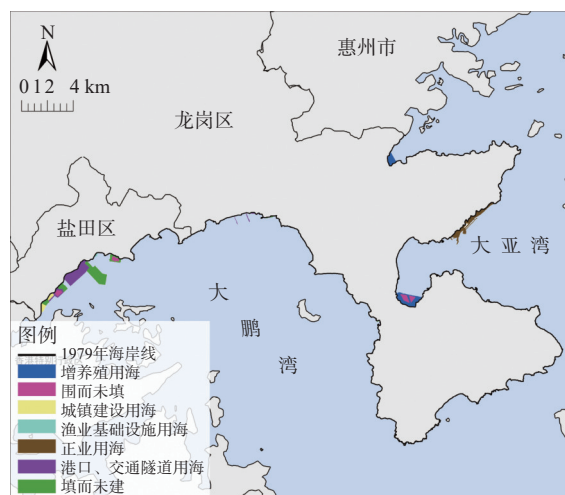
(a) 1986年西海岸



(b) 1986年东海岸



(c) 2000年西海岸



(d) 2000年东海岸

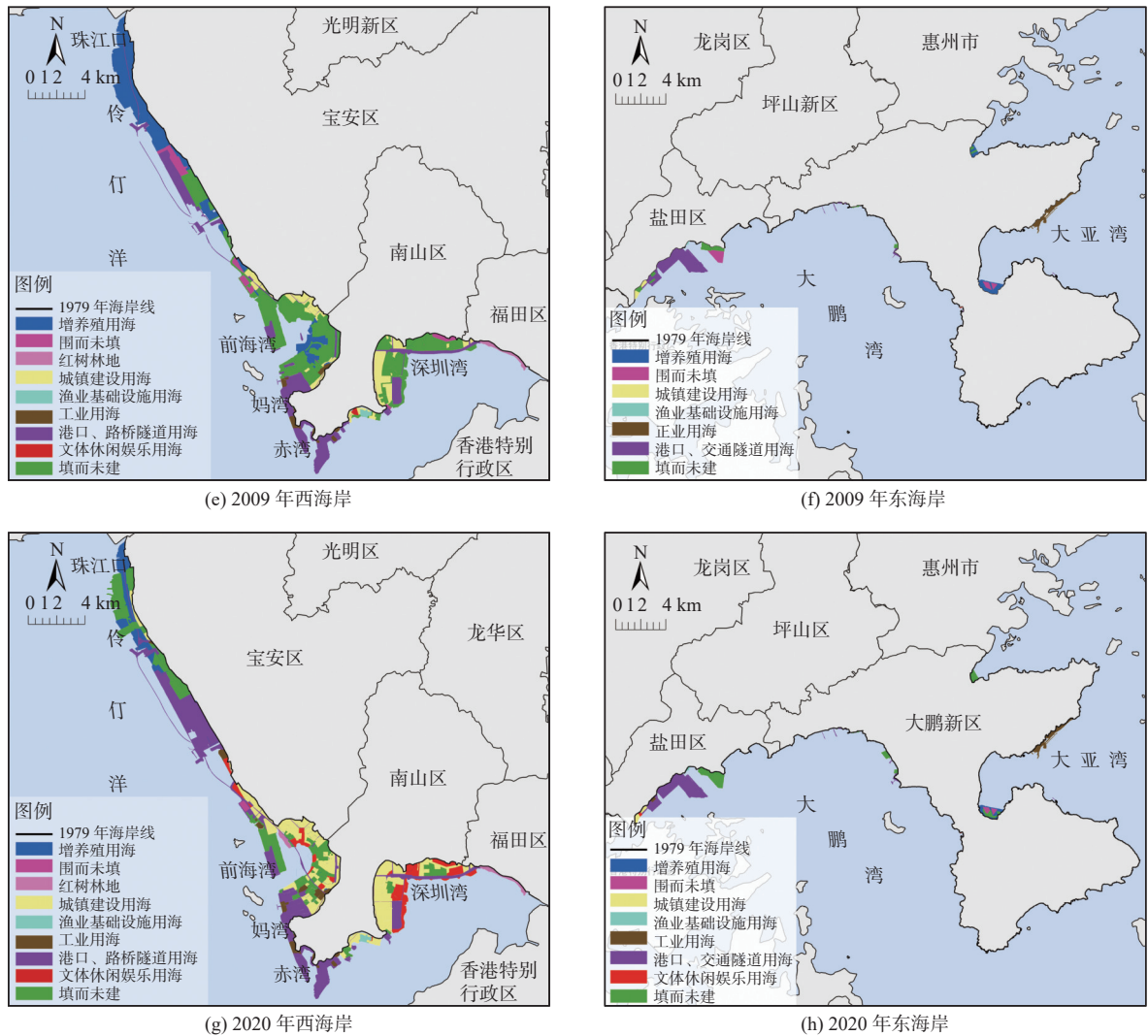


图 6 1986、2000、2009、2020 年深圳市围填海利用类型分布

Fig.6 Distribution of reclamation types in Shenzhen in 1986, 2000, 2009 and 2020

2.4 围垦与开发强度呈“西强东弱”分异格局

深圳市东西两岸的围垦强度均呈增强-减弱-增强-减弱的变化趋势,深圳市西海岸在 1986—1990 年与 2000—2005 年达围垦峰值,围填海活动最为剧烈(图 7)。42 年间,深圳市西海岸的围垦强度约为深圳市整体岸线围垦强度的 2.4 倍,约为深圳市东海岸的 12.2 倍。深圳市岸线围垦强度始终呈现出“西强东弱”的空间分异格局。

3 围填海空间演变的驱动因素

3.1 海岸地貌条件决定围填海的区位选择

研究时段内,深圳用于生产与生活的大面积围填海工程均集中在宝安区与南山区,大鹏新区七娘

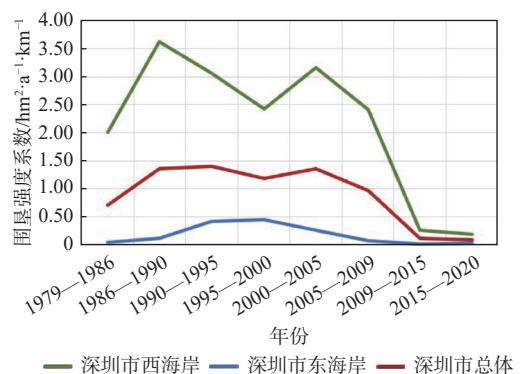


图 7 1979—2020 年深圳市东西海岸各时期围垦强度系数变化

Fig.7 Changes of reclamation intensity coefficient in different periods along the east and west coasts of Shenzhen from 1979 to 2020

山、大燕顶与尖峰顶等多段为陡崖区,几乎无围填海工程开展。这是由于台地与平原适宜性较高,丘

陵适宜性较低。台地与平原的地形坡度与丘陵相比较缓,围填海工程成本降低,围填海条件适宜性较高。深圳市宝安区海岸带地貌以台地与平原为

主,南山区与福田区海岸带均为平原,盐田区海岸带为低丘陵区,大鹏新区海岸带多为高丘陵区(图8)。

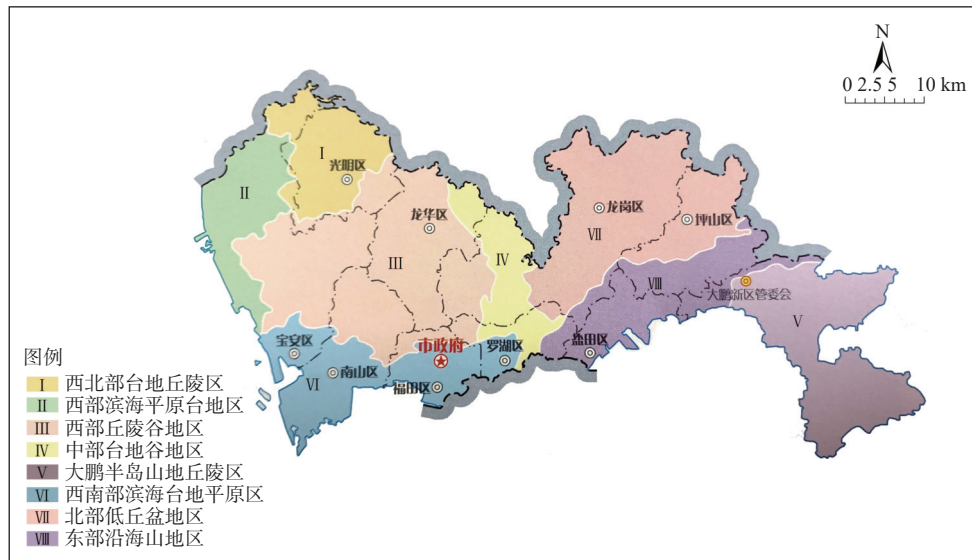


图8 深圳市地貌分区^[15]

Fig.8 Geomorphic zoning of Shenzhen^[15]

研究时段内,深圳市岸线围垦强度始终呈现出“西强东弱”的空间分异格局。这是由于淤泥质与砂砾质海岸适宜性较高,基岩海岸适宜性较低。淤泥质海岸、砂砾质海岸与基岩海岸相比,岸线较平直、坡度较缓、潮间带宽、滩涂资源丰富,填海潜力较大。1979年,深圳市西海岸岸线几乎均为

淤泥质海岸,东海岸基岩海岸与砂砾质海岸较多。随着围填海不断开展,西海岸岸线均已被改造成生活与生产岸线,而东海岸仍保留相当一部分基岩岸线(图9)。2005年以后,由于淤泥质岸线和砂质岸线的存量不足,使得深圳市整体的围填海速率显著下降。

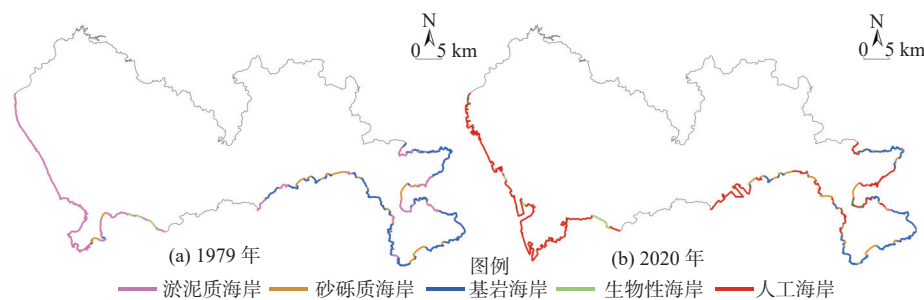


图9 深圳市1979、2020年海岸线类型分布

Fig.9 Distribution of coastline types in Shenzhen in 1979 and 2020

3.2 政策法规导向决定围填海的强度与速率

研究时间段内,2010年之前宽松的政策与法规极大地推动了围填海规模与速率的增长;2010年之后的阻滞政策与法规是围填海规模与速率不断下降的主要因素。在深圳市围填海起步阶段,国家渔业支持政策掀起深圳市伶仃洋东岸的围海养殖热潮,促使1979—1990年以围海养殖用海为主的围填

海速率直线上升。国有土地有偿制的制定对围填海规模增加起到加速作用,加大填海出让土地的高额收益,促使深圳市形成1990—2000年的填海高峰期。此外,改革开放政策与经济特区政策带来的社会经济发展优势与城市空间拓展效应,成为深圳市零散块状式填海的主要动力引擎。2010年后进入围填海理性增长阶段,海洋海域管理法与围填海管控办法等对围填海规模起到限制作用,对于规模

逐渐从无具体管控计划向顶层宏观调控,再到严控新增转变,促使后期围填海新增规模骤减至前期的

1/10。围填海管控政策的颁布直接抑制围填海进程,促使 2009—2020 年围填海速率创历史最低(表 3)。

表 3 政策导向与法律法规对于围填海速率与规模的驱动作用

Table 3 The driving effect of policy orientation and laws and regulations on the rate and scale reclamation

发布年份	相关政策与法律法规	对于围填海速率与规模的驱动作用
1978	改革开放	推动蛇口第1个外向型工业特区填海进程
1980	经济特区	推动规模性港口码头填海建设,拉开围填海序幕,速率呈直线上升趋势
1982	《中华人民共和国海洋环境保护法》	加大对海洋环境保护的关注,但对围填海规模无管控计划
1985	《中共中央、国务院关于放宽政策、加速发展水产业的指示》	提出以海水养殖为主的水产业发展方针,推动以养殖为核心的围填海速率直升
1986	《土地管理法》	土地资源有偿制掀起1990—2000年填海热潮
1992	邓小平南巡讲话	改革向纵深发展,深入发展外向型经济,围填海速率再次上升
1993	《国家海域使用管理暂行规定》	严格限制改变海域属性或生态环境的围填海活动,逐渐抑制围填海速率
1999	《中华人民共和国海洋环境保护法》修订	完善海洋管理制度,加强海洋环境保护力,但对围填海规模仍无具体管控计划
2001	《海域使用管理法》	海域有偿使用制度以经济调控手段对2005年后围填海规模起到一定限制作用
2010	《关于加强围填海造地管理有关问题的通知》	制定围填海年度计划管理制度,较大程度地抑制了围填海速率
2011	《围填海计划管理办法》	围填海年度计划指标制定,明显约束了2015—2020年围填海规模
2016	《围填海管控办法》	严格落实生态保护红线管控要求,严控总量
2016	《区域建设用海规划管理办法》	规范特定区域围填海开发建设秩序,促使围填海有序有度,围填海规模受限
2018	《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》	取消围填海年度计划,除国家重大战略项目外,暂停新增围填海项目的审批,完全抑制回填海速率上升
2018	《关于加强围填海成陆土地利用和管理若干问题的通知》	推动大量已填未利用的城市发展备用土地资源向高新技术与高附加值产业转化
2019	《深圳经济特区海域使用管理条例》	将海域利用规划纳入国土空间规划体系,实现陆海统筹,填海规模进一步受限
2019	《广东省加强滨海湿地保护严格管控围填海实施方案》	加快围填海历史遗留问题处理进度,彻查违法违规填海工程

3.3 社会经济因素决定围填海的规模与类型

围填海活动的实质即通过开发利用海洋海域资源,以此满足人类的生存与生产发展需要。人口规模的增长、区域经济与海洋产业的迅猛发展一定程度上均会加大对土地资源与海洋资源的迫切需求,是推动围填海活动的内在驱动力。因此,本文选取了这三个方面的 10 个具体社会经济驱动因子,利用 SPSSAU 软件计算每个指标因子与围填海规模的灰色关联度,关联度值 >0.6 ,说明该指标因子对于围填海规模具有一定的驱动作用(图 10)。

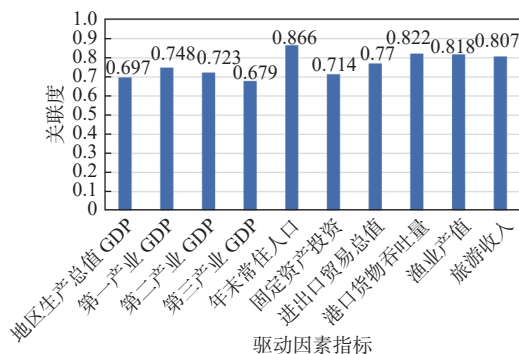


图 10 社会经济驱动因素与围填海规模的关联度

Fig.10 Correlation between socio-economic driving factors and reclamation scale

人口规模集聚因素围填海驱动力最强。人口规模集聚因素包括常住人口规模因子,关联度最高达 0.866,驱动力最强。深圳市年末常住人口规模增长了约 55 倍,而海岸带特殊资源区位优势促使人口向沿海大规模聚集,直接影响围填海数量、结构与方式。

海洋产业发展因素驱动力较强。海洋产业发展因素中具体指标因子驱动作用从高到低依次为:港口货物吞吐量 $>$ 渔业产值 $>$ 旅游收入 $>$ 进出口贸易总值。随着海洋产业结构的升级,深圳市海洋经济发展逐渐由渔业养殖生产为主转为港口运输业、滨海旅游业等多元产业为主。这些多元化海洋主导产业成为推动围填海规模增长的核心驱动力,推动工业、港口、路桥隧道、文体休闲娱乐与城镇建设等多元利用类型用海规模增长。

4 结论

(1)研究时段内,深圳市围填海空间演变主要表现为 4 个特征:①围填海规模速率变化呈现先迅猛增加,后增势放缓的趋势,围填海累计规模增长趋势与深圳市城市化进程相吻合。②围填海空间

分布形态从细条带状延伸向斑块式镶嵌演变。东西海岸对比下呈西海岸规模大且聚集程度高, 东海岸规模小且分散的特征。围填海重心逐渐从珠江口东岸伶仃洋岸线与赤湾处向前海湾、妈湾、深圳湾、盐田港与大亚湾转移。③利用类型从单一的增养殖向城市与基础设施多元、综合化开发利用结构转变。前期围填海新增以增养殖用海为主, 后期停止新增, 转为填海类型趋于频繁, 类型多元化, 以港口、路桥隧道用海、城镇建设用海与文体休闲娱乐用海为主。④围垦强度呈现先增强后减弱的趋势。在空间上, 东西岸形成“西强东弱”的围垦空间分异格局。

(2) 深圳市围填海活动受自然地理条件、政策法规与规划、社会经济多因素共同驱动。①海岸带的地形地貌特征决定了围填海活动的区位选择。深圳市海岸带的地形条件决定了深圳市围填海强度与规模呈“西强东弱”的空间分异格局。②政策与法规的调整决定了围填海速率的强度与速率。在2010年之前, 政策与法规对于围填海的管控力度较弱, 该时间段内的围填海增长速率较快。2010年之后, 由于政策法规的调整, 对于围填海管控力度的不断强化, 深圳市围填海的强度与速率的显著下降。③社会经济因素决定了围填海的规模与类型。人口的大量集聚导致了用地紧张进而驱动围填海活动的进行, 产业的发展变化导致了围填海利用类型的变化, 深圳市海洋经济产业逐渐由渔业养殖生产转为港口运输业、滨海旅游业等多元产业, 推动了围填海用地类型从增养殖用海为主向工业、港口、路桥隧道、文体休闲娱乐与城镇建设等多元利用的转变。

参考文献:

- [1] 于海波, 莫多闻, 吴健生. 深圳填海造地动态变化及其驱动因素分析[J]. *地理科学进展*, 2009, 28(4): 584-590
YU H B, MO D W, WU J S. Study on the dynamic changes and driving forces based on remote sensing images of land reclamation in Shenzhen[J]. *Progress in Geography*, 2009, 28(4): 584-590.
- [2] 岳奇, 徐伟, 胡恒, 等. 世界围填海发展历程及特征[J]. *海洋开发与管理*, 2015, 32(6): 1-5.
YUE Q, XU W, HU H, et al. Development and characteristics of reclamation in the world[J]. *Ocean Development and Management*, 2015, 32(6): 1-5.
- [3] 魏婷. 世界主要海洋国家围填海造地管理及对我国的启示[J]. *国土资源情报*, 2016, 16(2): 47-52.
WEI T. Reclamation management of main marine countries and the implications for China[J]. *Land and Resources Information*, 2016, 16(2): 47-52.
- [4] AKTAS U R, CAN G. Edge-aware segmentation in satellite imagery: a case study of shoreline detection[C]. Tsukuba: IEEE, 2012.
- [5] CLEVE C, KELLY M, KEARNS F R, et al. Classification of the wild land-urban interface classification: comparison and classification of objects use pixels high resolution aerial photography[J]. *Computer, Environment and City System*, 2008, 32(4): 317-326.
- [6] 李秀梅, 袁承志, 李月洋. 渤海湾海岸带遥感监测及时空变化[J]. *国土资源遥感*, 2013, 25(2): 156-163.
LI X M, YUAN C Z, LI Y Y. Remote sensing monitoring and spatial-temporal variation of Bohai Bay coastal zone[J]. *Remote Sensing for Land and Resources*, 2013, 25(2): 156-163.
- [7] 吴一全, 刘忠林. 遥感影像的海岸线自动提取方法研究进展[J]. *遥感学报*, 2019, 23(4): 582-602.
WU Y Q, LIU Z L. Research progress on methods of automatic coastline extraction based on remote sensing images[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2019, 23(4): 582-602.
- [8] 唐硕. 近40年辽宁省海岸线演变及驱动因素研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2020.
TANG S. Study on coastline evolution and driving factors in Liaoning Province in the last 40 years[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2020.
- [9] 宋红, 陈晓玲. 基于遥感影像的深圳湾填海造地的初步研究[J]. *湖北大学学报(自然科学版)*, 2004, 29(3): 259-263.
SONG H, CHEN X L. Study on the process of Shenzhen Bay sea-filling based on remote sensing image[J]. *Journal of Hubei University (Natural Science Edition)*, 2004, 29(3): 259-263.
- [10] 王震, 赵振业, 周连宁, 等. 深圳市空港新城近岸海域海岸线及围填海变化情况初探[J]. *环境科学导刊*, 2019, 38(4): 91-96.
WANG Z, ZHAO Z Y, ZHOU L N, et al. The changes of coast line and reclamation in the nearshore of Shenzhen Airport New City[J]. *Environmental Science Survey*, 2019, 38(4): 91-96.
- [11] 陈小平, 雷呈斌, 王勇强, 等. 深圳市南山区30余年填海造地遥感监测与分析[J]. *湖北大学学报(自然科学版)*, 2016, 38(6): 502-509.
HONG Y, ZHOU Y Y, SHEN S Q, et al. Study on the dynamic changes of land reclamation in Nanshan district of Shenzhen based on remote sensing data[J]. *Journal of Hubei University (Natural Science)*, 2016, 38(6): 502-509.
- [12] 洪宇, 周余义, 沈少青, 等. 基于遥感与GIS技术的深圳市1979—2014年填海动态变化及其影响因素分析[J]. *海洋开发与管理*, 2016, 33(3): 89-93.
HONG Y, ZHOU Y Y, SHEN S Q, et al. On dynamic changes of reclamation and its causes in Shenzhen during 1979 to 2014 based on remote sensing and GIS technology[J]. *Ocean Development and Management*, 2016, 33(3): 89-93.
- [13] 郭伟, 朱大奎. 深圳围海造地对海洋环境影响的分析[J]. *南京大学学报(自然科学版)*, 2005(3): 286-296.

- GUO W, ZHU D K. Reclamation and its impact on marine environment in Shenzhen area, China[J]. *Journal Of Nanjing University (Natural Sciences)*, 2005(3): 286-296.
- [14] 高梅, 曾辉. 深圳市 1986—2020 年间海岸线动态变化特征及成因分析[J]. *热带地理*, 2012, 32(3): 274-279
- GAO M, ZENG H. Dynamic change of the shoreline in Shenzhen during 1986-2020[J]. *Tropical Geography*, 2012, 32(3): 274-279.
- [15] 深圳市规划和自然资源局. 深圳市地图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 2020.
- Shenzhen Municipal Bureau of Planning and Natural Resources. Atlas of Shenzhen[M]. Beijing: Sinomap Press, 2020.
- [16] 深圳市规划与自然资源局. 深圳市 2020 年海岸线开发利用情况 [EB/OL]. (2020-12-14)[2022-04-01]. http://pnr.sz.gov.cn/gkmlpt/content/8/8345/post_8345397.html#4297.
- Shenzhen Municipal Bureau of Planning and Natural Resources. Development and utilization of coastline in Shenzhen in 2020[EB/OL]. (2020-12-14)[2022-04-01]. http://pnr.sz.gov.cn/gkmlpt/content/8/8345/post_8345397.html#4297.
- [17] 王江波, 陈书润, 苟爱萍. 1988 年以来深圳市大陆海岸线时空演化特征[J]. *海洋地质前沿*, 2023, 39(11): 26-35
- WANG J B, CHEN S R, GOU A P. Temporal and spatial evolution characteristics of coastline in Shenzhen since 1988[J]. *Marine Geology Frontiers*, 2023, 39(11): 26-35.
- [18] 尹楠楠, 汤军, 杨元维, 等. 1989—2021 年粤港澳大湾区海岸线变迁及土地利用变化[J]. *海洋地质前沿*, 2023, 39(5): 1-11.
- YIN N N, TANG J, YANG Y W, et al. Variations of shoreline and land use in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area from 1989 to 2021[J]. *Marine Geology Frontiers*, 2023, 39(5): 1-11.
- [19] 祝琳, 褚忠信, 沈昆明, 等. 黄河三角洲近期海岸线演变与预测[J]. *海洋地质前沿*, 2022, 38(8): 20-27.
- ZHU L, CHU Z X, SHEN K M, et al. Recent changes and forecast of the coastline of the Huanghe River deltaic regions[J]. *Marine Geology Frontiers*, 2022, 38(8): 20-27.
- [20] 唐江浪, 李涛, 李刚, 等. 厦门及其邻域近 40 年海岸线变迁[J]. *海洋地质前沿*, 2020, 36(5): 14-21.
- TANG J L, LI T, LI G, et al. Coastline changes in Xiamen and surrounding area for the past 40 years[J]. *Marine Geology Frontiers*, 2020, 36(5): 14-21.
- [21] 自然资源部办公厅. 国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南[S]. 北京: 自然资源部, 2023.
- General Office of the Ministry of natural resources. Guidelines for land and sea use classification for land and space investigation, planning and use control[S]. Beijing: the Ministry of Natural Resources, 2023.
- [22] 温馨燃, 王建国, 王雨婷, 等. 1985—2017 年环渤海地区围填海演化及驱动力分析[J]. *水土保持通报*, 2020, 40(2): 85-91, 99.
- WEN X R, WANG J G, WANG Y T, et al. Sea reclamation and driving forces in Bohai Rim from 1985 to 2017[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2020, 40(2): 85-91, 99.
- [23] 吴文挺, 田波, 周云轩. 中国海岸带围垦遥感分析[J]. *生态学报*, 2016, 36(16): 5007-5016.
- WU W T, TIAN B, ZHOU Y X, et al. The trends of coastal reclamation in China in the past three decades[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(16): 5007-5016.

Evolution and driving factors of the reclamation in Shenzhen from 1979 to 2020

CHEN Shurun¹, SHEN Tianyu², WANG Jiangbo^{2*}, SHI Zikang², GOU Aiping³

(1 Geological Survey of Jiangsu Province, Jiangsu Nanjing 210018, China; 2 College of Architecture, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China;

3 College of Ecological Technology and Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: Under the background of insufficient land for construction in coastal cities, reclamation is an important way to develop coastal zones. In this paper, 9 Landsat MSS/TM/OLI remote sensing image data sources of different phases were used. The evolution of the spatial distribution, utilization type, and development intensity of the reclamation in Shenzhen in the past 41 years were analyzed, and the driving factors explored. Results show that in the study period, the rate of reclamation scale increased rapidly at first and then slowed down. The spatial distribution pattern of reclamation changed from thin strip to patch mosaic. The development and utilization pattern of reclamation changed from single type to diversified and integrated types. The shoreline reclamation intensity was increased first and then weakened, and the east and west shorelines formed a spatial differentiation pattern of "strong in the west and weak in the east". In terms of driving factors, coastal geomorphic conditions determined the location choice of reclamation, policy and regulatory guidance determined the intensity and rate of reclamation, and social and economic factors determined the scale and type of reclamation.

Key words: reclamation; spatial evolution; driving factors; coastal zone development