

DOI: 10.5846/stxb202011032811

石佳佳, 李伟峰, 刘亚丽, 周伟奇, 韩立建, 田淑芳, 王瑗镁, 牛雪倩. 粤港澳大湾区城镇化对海岸线与海岸带的影响. 生态学报, 2022, 42(1): 67-75.

Shi J J, Li W F, Liu Y L, Zhou W Q, Han L J, Tian S F, Wang Y M, Niu X Q. Impacts of urbanization on coastline and coastal zone in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(1): 67-75.

粤港澳大湾区城镇化对海岸线与海岸带的影响

石佳佳^{1,2}, 李伟峰^{2,*}, 刘亚丽¹, 周伟奇², 韩立建², 田淑芳¹, 王瑗镁¹, 牛雪倩¹

¹ 中国地质大学(北京), 北京 100083

² 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

摘要: 海岸带以丰富的自然资源与优越的地理位置成为城镇化的关键地带。基于 Google Earth 平台 2001、2010、2018 年高分影像识别分析了粤港澳大湾区快速城镇化过程中海岸线长度的变化, 并分析了大湾区海岸带土地利用/土地覆被 (land use/land cover, LULC) 变化, 以及定量解析了大湾区滨海城市城镇化与海岸带城镇用地的关联关系。结果表明: (1) 2001—2018 年, 粤港澳大湾区海岸线总长度净增加 32.24 km, 但自然岸线人工化问题突出, 自然岸线共减少 187.67 km, 人工岸线共增加 219.91 km; (2) 海岸带 (海岸线向陆侧 5 km 缓冲区) LULC 组成以耕地为主, 但城镇用地对耕地的侵占问题突出, 2001—2018 年, 耕地面积减少 347.58 km², 城镇用地面积增加 588.33 km²; (3) 2001—2018 年, 滨海城市土地城镇化与海岸带城镇用地增长呈显著相关, 并且滨海城市土地城镇化对海岸带城镇用地增加的影响在加强 (2001—2010 年和 2010—2018 年贡献率分别为 43.7% 和 68.51%)。研究结果可对粤港澳大湾区海岸带保护、修复以及土地利用规划管理提供科学参考。

关键词: 湾区; 城镇化; 海岸线; 海岸带; 土地利用/土地覆被

Impacts of urbanization on coastline and coastal zone in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

SHI Jiajia^{1,2}, LI Weifeng^{2,*}, LIU Yali¹, ZHOU Weiqi², HAN Lijian², TIAN Shufang¹, WANG Yuanmei¹, NIU Xueqian¹

¹ China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

² State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Ecological Environment, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: The coastal zone has become the key area of urbanization with its rich natural resources and advantageously geographical location. This paper identified and analyzed the coastline length change of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area (GBA) under rapid urbanization based on high-resolution images of Google Earth platform in 2001, 2010 and 2018. We analyzed land use/land cover (LULC) change in the GBA coastal zone, and analyzed the correlation between the urbanization of coastal cities and LULC change of coastal zone. The results showed that (1) the coastline length of the GBA increased by 32.24 km from 2001 to 2018, indicating that the human activities had marked impacts on the coastline; the artificial coastline increased by 219.91 km, mainly at the cost of the decrease (187.67 km) of natural coastline. (2) and the urban land in the coastal zone (5 km buffer zone on the landward side of coastline) increased by 588.33 km² and mainly encroached agriculture (347.58 km²); (3) there were significant correlations between the urbanization level of coastal cities and the growth of urban land in coastal zones from 2001—2018, and the relation became stronger during 2010 to 2018 ($R^2 = 0.6851$) than that during 2001 to 2010 ($R^2 = 0.437$), suggesting that the effects of urbanization was

基金项目: 中国科学院 A 类战略性先导科技专项 (XDA230301); 国家重点研发计划 (2017YFC0505701)

收稿日期: 2020-11-03; 网络出版日期: 2021-06-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: li.wf@rcees.ac.cn

deepened. Our findings have important practical implications for coastal zone protection, restoration and land use planning and management in GBA.

Key Words: Bay area; urbanization; coastline; coastal zone; LULC

海岸带是兼具陆海资源的脆弱生态带,其在净化环境、调节气候、涵养水源、保护生物多样性等方面发挥着不可替代的重要作用^[1]。湾区滨海地区作为特殊的海岸带,往往也是城镇化的关键地带^[2],海岸带为湾区城镇化提供了独特的区位优势与自然资源,但城镇发展给海岸带自然生态系统带来了巨大压力,导致一系列生态环境问题^[3],影响人类福祉,进而制约了城镇的可持续发展^[4],因此,海岸带保护与修复不容忽视^[5]。粤港澳大湾区(以下简称大湾区)是我国经济活力最强的区域之一^[6],虽然城镇化是促进湾区经济增长的重要力量^[7],但是,城镇化对脆弱海岸带的影响是大湾区城镇化面临的突出问题之一。2018年《粤港澳大湾区发展纲要》^[8]明确指出要建立海岸线动态监测机制,加强海岸带保护,建设沿海生态带。鉴于此,研究大湾区城镇化过程中海岸带的时空动态变化及影响机制,对大湾区海岸带保护具有重要支撑。

气候变化、海平面上升与人类活动是影响海岸带生态系统健康的重要因素^[8-10]。与自然因素相比,频繁而强烈的人类活动对海岸带造成了许多不可逆的改变^[10],例如,滨海旅游、海水养殖以及港口和码头的建设等^[11],不仅改变海岸线形态和长度,导致大量自然岸线转变为人工岸线^[12],也改变了海岸带 LULC。当前,城镇化是全球范围内影响最大的人类活动,其对海岸带的主要影响是各类城镇用地的增加^[13],例如,由于城市扩张引起的美国密西西比州沿海地区植被减少及土地围垦^[14],西班牙海岸带被城市用到侵占的问题十分严重^[15],滨海地区的城镇化对自然海岸 LULC 的干扰得到越来越广泛的关注^[16],吴文挺等^[17]采用围垦强度系数计算了我国环渤海经济圈沿海围垦导致的海岸带湿地减少状况,Hakan Alphan 等从景观生态学角度研究了地中海东部海岸城镇用地发展对农业用地的侵占^[18]。城镇化不仅直接改变了海岸带 LULC 的组成与结构,还间接地影响其生态过程与功能,导致了湿地功能退化、生物多样性减少及环境污染等一系列生态环境问题^[19]。目前已有的关于大湾区海岸带的研究主要围绕海岸线长度测算和基于海岸带 LULC 的海陆生态问题分析^[12,20],尚缺乏关于大湾区城镇化对海岸带变化的详细分析与定量描述。

因此,本文以我国重要的沿海经济带——粤港澳大湾区海岸带作为研究对象,海岸带范围是以海岸线为基线向内陆延伸 5 km 的缓冲区^[21-23],该区域是经济活动与生态系统交互影响的关键地带^[24]。研究基于 2001—2018 年三期高分遥感影像,定量分析大湾区海岸线长度与海岸带 LULC 的时空变化特征,并解析海岸带城镇用地增长与滨海城市城镇化的关联关系,详细探究了城镇化对大湾区海岸线和海岸带的影响。研究结果对于保护与修复海岸带,及保障海岸带地区人类福祉与生态环境的协调可持续发展具有重要的参考意义。

1 研究区概况

粤港澳大湾区(Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area,GBA)位于广东省中南部,主要包括广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、江门、中山、肇庆和香港、澳门 2 个特别行政区。范围为 21°17'36"—23°55'54"N, 111°59'42"—115°25'18"E(图 1),土地面积位于国际四大湾区之首,约 5.6 万 km²,相当于纽约湾区的 2.7 倍,旧金山湾区的 3 倍,东京湾区的 1.5 倍;人口数量也位于四大湾区之首,为 6950 万人,相当于纽约湾区的 3 倍,东京湾区的 1.5 倍,旧金山湾区的近 10 倍^[25];GDP 水平仅次于东京湾区,与纽约湾区齐平,为旧金山湾区的 2.1 倍,但 GDP 增长速率最快,GDP 影响力位居四大湾区之首^[26]。区内三江(西江、北江和东江)汇聚,区位优势明显,是国家建设世界级城市群和参与全球竞争的重要空间载体;沿海地区经济发达^[27],人口密集,对土地资源需求巨大^[28]。

大湾区海岸线绵长曲折,海岸带地区人口聚集度高,城市开发强度大,经济发展迅速,是我国城镇化建设的重点区域,也是我国重要的沿海经济带,在国家发展大局中具有重要战略地位。

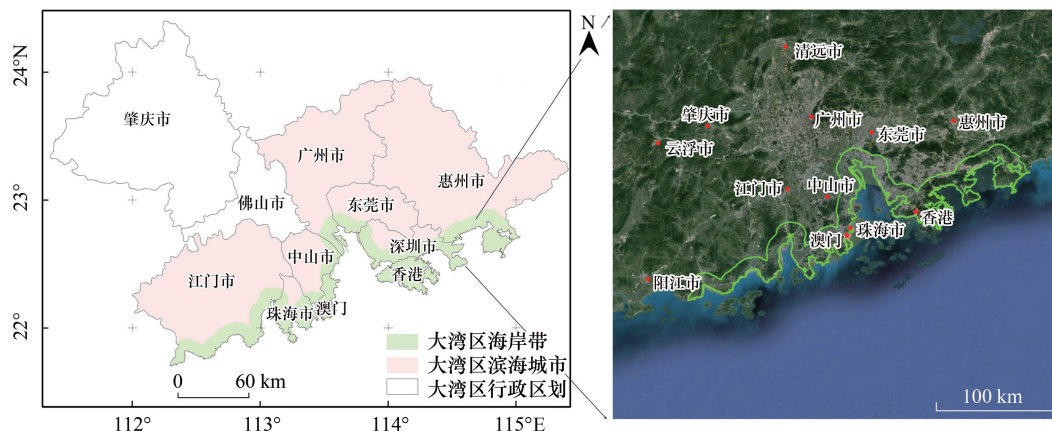


图1 研究区地理位置

Fig.1 Geographical location of the study area

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本研究所用数据包括:(1) 2001、2010、2018 年全球土地覆被 (Land Cover, LC) 数据来源于欧洲航空局 (European Space Agency, ESA), 其中 2018 年基于哥白尼气候变化服务 (C3S) 发布的 LC 数据与 2001 和 2010 年基于气候变化倡议 (CCI) 编制的 LC 数据保持一致。此数据集为 WGS84 地理坐标系, 分辨率为 300m, 将 LULC 描述为 22 类。并对不同 LULC 给出对应编号; 根据国际标准在全球范围内使用独立的 GlobCover2009 精度验证数据库评估了 CCI_LC 产品 2010 年的总准确率为 71.5%, 其中对于城市用地等类别的用户准确度达 88%^[29-30], 因其一致性、每年更新和全球覆盖范围等优势, 该数据集在土地核算、城市化、森林监测等多方面被广泛采用^[31-32], 数据下载网址为: <http://www.esa.int/>; (2) 大湾区行政边界的矢量范围来自全球行政区划数据库 (Database of Global Administrative Areas, GADM), 下载网址为: https://gadm.org/download_country_v3.html; (3) 2001、2010、2018 年高分辨率卫星影像通过 Google Earth 软件获得; (4) 人口及经济数据从国家统计局 (<http://www.stats.gov.cn/>) 获得。

2.2 研究方法

粤港澳大湾区海岸线经过珠三角 7 市和香港、澳门 2 个特别行政区 (图 1), 由于城镇化过程对海岸带的开发利用主要是人类的围填海活动^[33-34], 围填海活动主要造成人工岸线形态及位置发生变化, 而人工岸线呈现规则线性特征, 易于遥感判读识别提取, 因此目视解译精度可靠; 并且由于人工岸线不受潮水位影响, 通过对比识别 不同季节的高分影像可以排除因潮起潮落引起的不真实海岸线变化情况。为确保不同时期识别的海岸线特征的一致性, 本研究先判读识别 2001 年海岸线特征, 然后以 2001 年海岸线判读结果为基础, 再识别了 2010 和 2018 年海岸线。

2.2.1 海岸线变化强度

海岸线类型的判断是参考我国近海海洋综合调查与评价专项 (简称“908 专项”) 及相关领域的研究^[35-37], 并结合大湾区海岸线基本特征, 从颜色、纹理、地物邻接关系等不同侧面确定了大湾区海岸线类型的解译标志 (表 1)。其中, 自然岸线是指自然作用形成的沿海地区陆域与海域的分界线, 通常由泥沙、植被或是颗粒不均的岩石构成, 主要包括: 基岩岸线、砂质岸线、淤泥岸线、生物岸线 4 种岸线类型; 人工岸线主要是人类干预造成的沿海自然地物向人工地物的转变, 通常由水泥或是形状规则的石块修筑而成, 主要包括人为修建的港口和码头、沿海旅游的建设, 养殖区和盐田的修建等。通过自然岸线变化强度与人工岸线变化强度可以综合反映城镇化过程中人类活动对海岸带的影响程度。

表 1 大湾区海岸线解译标志

Table 1 Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area (GBA) coastline interpretation signs

一级海岸线类型 Primary coastline type	二级海岸线类型 Secondary coastline type	解译标志 Interpretation signs
自然岸线 Natural coastline	基岩岸线	由岩石组成, 常有突出的海岬和深入陆地的海湾, 岸线比较曲折
	砂质岸线	表现为高亮的宽条带状, 色调均一
	淤泥岸线	影像上向陆一侧一般植被生长比较茂盛, 向海侧植被稀疏
	生物岸线	由红树林形成的陆海分界线, 深绿色团状颗粒, 色调均一
人工岸线 Artificial coastline	人工岸线	包括人工修建的港口、码头、养殖区、盐田等

关于大湾区海岸线长度变化强度的测量方法, 采用的是给定时期内海岸线长度的年平均变化量^[38] (公式 1):

$$LCI_{ij} = \frac{L_j - L_i}{j - i} \quad (1)$$

式中, LCI_{ij} 为第 i 年至第 j 年间的海岸线长度变化强度; L_i 为第 i 年海岸线长度; L_j 为第 j 年海岸线长度。

2.2.2 海岸带 LULC 变化

结合研究区 LULC 组成特征, 将欧空局 LC 包含的 22 种一级地类类型重分类组合为 8 种类型, 主要包括耕地、林地、草地、湿地、城镇用地、灌木、水体、其它^[39-40] (表 2)。

LULC 变化的转移矩阵表示形式为 (公式 2):

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & & s_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, S 代表地类面积; n 代表转移前后的土地利用类型数; i, j ($i, j = 1, 2, \dots, n$) 分别代表转移前与转移后的土地利用类型; S_{ij} 表示转移前的 i 地类转换成转移后的 j 地类的面积。

表 2 大湾区 LULC 分类体系

Table 2 GBA land use/land cover (LULC) classification system

二级地类 Secondary class	编号 Code number	分类前 Before the classification 一级地类 Primary class
耕地 Agriculture	10, 11, 12, 20, 30, 40	旱作农田、灌溉农田、混合农田、混合自然植被
林地 Forest	50, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 90, 100, 160, 170	乔木、树木、阔叶、落叶、针叶、常绿
草地 Grass	110, 130	混合草本覆盖、草地
湿地 Wetland	180	灌木或草本覆盖的淹水、淡水、咸水
城镇用地 Urban	190	城市
灌木 Shrubs	120, 121, 122	灌木
水体 Water	210	水体
其它 Others	140, 150, 151, 152, 153	地衣、苔藓、稀疏植被、裸地

2.2.3 城镇化对海岸带 LULC 影响

为了充分表征大湾区 9 个滨海城市的城市化特征, 本研究选择人口、土地与经济城镇化 3 个指标来分别表征城镇化的不同方面, 具体采用增加幅度来衡量一个时间段内滨海城市的人口、土地与经济城镇化幅度, 计算公式为 (公式 3—5):

$$\text{人口增幅} = \frac{\text{人口增加量}}{\text{人口基数}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{城镇用地增幅} = \frac{\text{城镇用地面积增加量}}{\text{城镇用地面积基数}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{GDP 增幅} = \frac{\text{GDP 增加量}}{\text{GDP 基数}} \times 100\% \quad (5)$$

然后,采用 Pearson 相关系数,分别分析针对大湾区 9 个滨海城市人口、土地与经济城镇化幅度与海岸带城镇用地变化的相关关系,并采用线性回归分析的方法定量描述滨海城市城镇化对海岸带的影响。

3 结果与分析

3.1 城镇化对大湾区海岸线长度的影响

2001—2018 年,粤港澳大湾区海岸线总长度净增加 32.24 km,以人工海岸线增加为主,且人工岸线持续增加(图 2,表 3)。其中,人工岸线共增加了 219.91 km,自然海岸共减少 187.67 km。海岸线改变的强度在加剧,2001—2010 年海岸线总长度净增加了 13.42 km,增加幅度为 1.34 km/a,其中人工海岸线增加了 99.24 km,增加幅度为 9.92 km/a,自然海岸线减少了 85.82 km,减少幅度为 8.59 km/a;2010—2018 年海岸线总长度净增加了 18.82 km,增加幅度为 2.35 km/a,其中人工海岸线增加了 120.67 km,增加幅度为 15.08 km/a,自然海岸线减少了 101.85 km,减少幅度为 12.73 km/a。

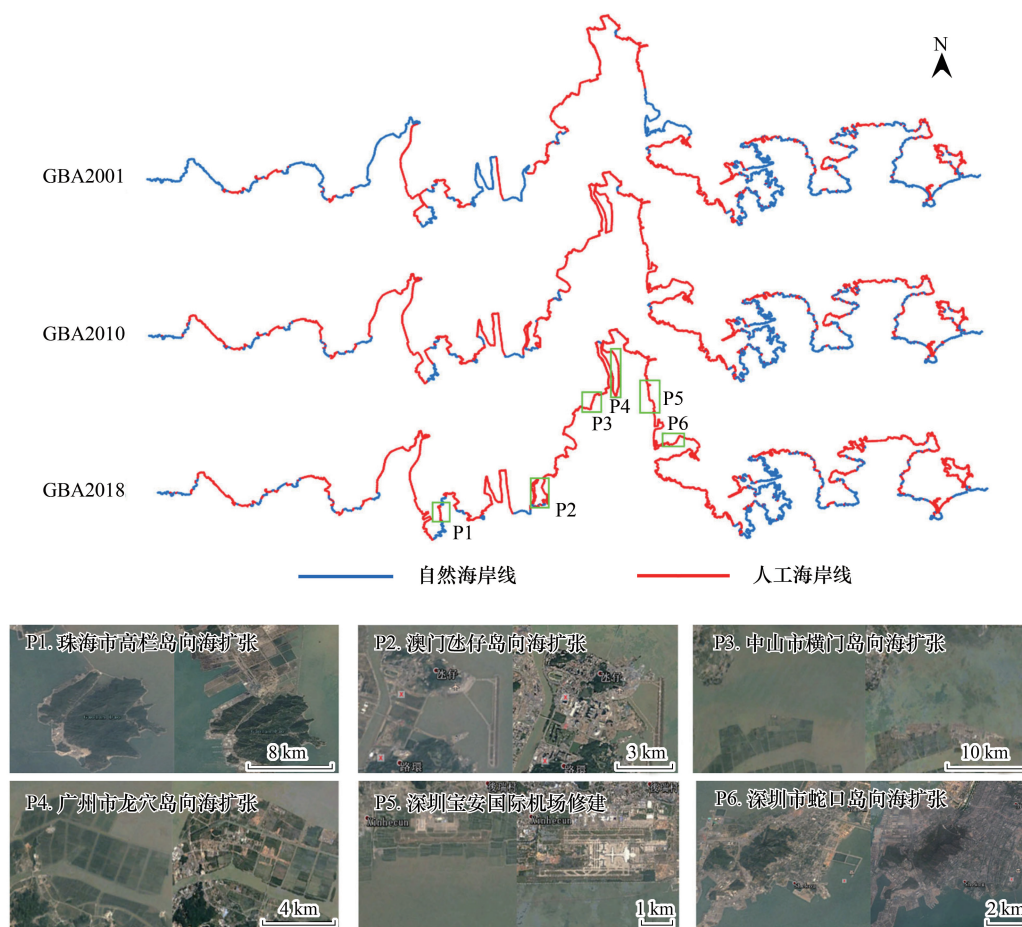


图 2 2001—2018 年大湾区海岸线长度变化

Fig.2 Coastline length change in GBA from 2001 to 2018

表 3 大湾区海岸线长度变化/km

Table 3 Variation of coastline length in GBA

年份 Year	人工海岸线 Artificial coastline	自然海岸线 Natural coastline	总长度 Total length
2001	1081.71	742.79	1824.50
2010	1180.95	656.97	1837.92
2018	1301.62	555.12	1856.74

基于 Google Earth 平台 2001、2010 与 2018 年高分影像识别的大湾区海岸线向海扩张位置主要涉及到广州市、深圳市、珠海市与澳门等,标志性建筑有宝安国际机场、蛇口岛、横门岛、龙穴岛、高栏岛与氹仔岛(图 2)。

3.2 城镇化对大湾区海岸带 LULC 的影响

2001—2018 年,大湾区海岸带 LULC 组成以耕地为主,但耕地持续减少,城镇用地持续显著增加(图 3、表 4)。其中,耕地占海岸带总面积分别为 47.10% (2001 年)、42.47% (2010 年)、39.15% (2018 年),林地则分别占 25.53% (2001 年)、27.03% (2010 年)、26.92% (2018 年),城镇用地占比为 10.29% (2001 年)、16% (2010 年)和 18.56% (2018 年),其它地类占比小于 0.1% (表 4)。18 年来城镇用地面积持续明显增加,净增加 546.58 km²,增速为 30.37 km²/a;耕地面积持续减少,减少了 518.75 km²,减速为 28.82 km²/a;林地增加了 94.76 km²,草地减少了 73.81 km²;湿地增加幅度最大,为 114.08%;灌木减少幅度最大,为 61.54%;水域和其它地类变化较小。

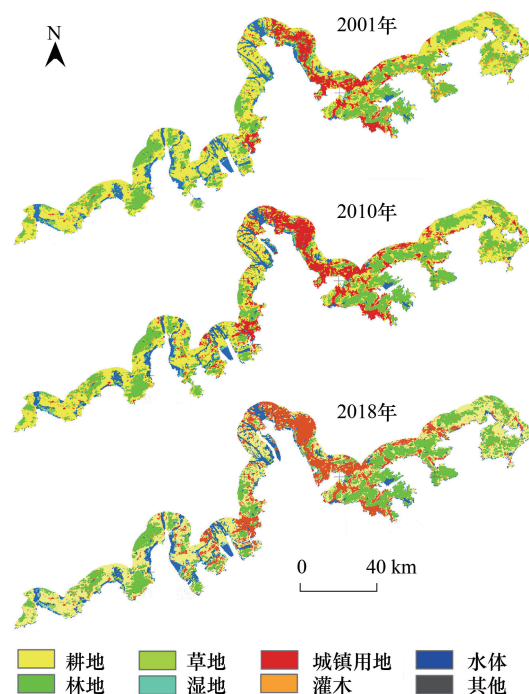


图 3 2001—2018 年大湾区海岸带 LULC 分布图

Fig.3 LULC of GBA coastal zone from 2001 to 2018

表 4 2001—2018 年大湾区海岸带 LULC/km²

Table 4 LULC in the coastal zone of GBA from 2001 to 2018

年份 Year	耕地 Agriculture	林地 Forest	草地 Grass	湿地 Wetland	城镇用地 Urban	灌木 Shrubs	水体 Water	其它 Others	总和 Total
2001	3100.23	1680.66	187.47	44.91	677.25	172.71	716.76	2.43	6582.42
	47.10%	25.53%	2.85%	0.68%	10.29%	2.62%	10.89%	0.04%	100.00%
2010	2794.23	1778.22	126	81.99	1052.64	75.06	669.06	1.35	6578.55
	42.47%	27.03%	1.92%	1.25%	16.00%	1.14%	10.17%	0.02%	100.00%
2018	2581.48	1775.42	113.66	96.1	1223.83	66.42	733.23	4.26	6594.4
	39.15%	26.92%	1.72%	1.46%	18.56%	1.01%	11.12%	0.06%	100.00%

2001—2010 年与 2010—2018 年两个阶段比较发现,人类活动对海岸带干扰有所减少,大湾区海岸带 LULC 变化程度减弱。其中,2010—2018 年增加的城镇用地降为 2001—2010 年增量的 45.6%,增加的湿地占前一时期的 38.05%;同样,2010—2018 年减少的耕地、草地、灌木分别是 2001—2010 年减少量的 71.16%、20.07%、8.85% (图 4)。

2001—2018 年,大湾区海岸带增长的城镇用地的 75.11% 来自耕地,其次是草地 (90.68 km², 占比

15.37%),林地(16.38 km²,占比2.78%),剩余6.74%来自湿地、灌木、水体和其它地类。而耕地减少的主要去向为,城镇用地(443.05 km²),其次是林地(274.11 km²)和水体(99.52 km²)。

3.3 大湾区滨海城市城镇化对海岸带城镇用地增长的影响

2001—2018 年滨海城市土地城镇化与海岸带城镇用地增长具有显著相关性,且相关性呈增强趋势。2001—2010 年与 2010—2018 年两个阶段比较,滨海城市的城镇用地增幅与海岸带城镇用地增幅的相关性为 0.66 与 0.83 (表 6)。而滨海城市 GDP 城镇化和人口城镇化与海岸带城镇用地增长没有显著关联。

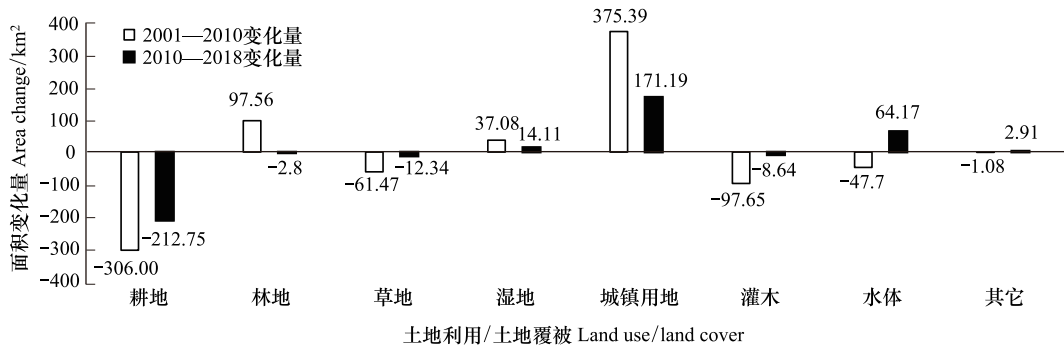


图 4 2001—2018 年大湾区海岸带 LULC 变化/km²
Fig.4 LULC change of GBA coastal zone from 2001 to 2018

滨海城市的城镇用地增加会带动海岸带城镇用地的增长,且两者相关性呈增强趋势(图 5)。2001—2010 年,海岸带城镇用地增幅大约是滨海城市城镇用地增幅的 1.23 倍,海岸带城镇用地增加的 44% ($R^2 = 0.44$) 可由滨海城市的城镇用地变化来解释;2010—2018 年,海岸带城镇用地增幅大约是滨海城市城镇用地增幅的 0.83 倍,海岸带城镇用地增加的 69% ($R^2 = 0.69$) 可由滨海城市城镇用地变化来解释。此外,18 年来大湾区滨海城市人口城镇化、GDP 城镇化与海岸带城镇用地增长没有显著关联(表 6)。

4 结论与讨论

粤港澳大湾区作为我国城镇化的重点区域,滨海城市城镇化对海岸带具有明显影响,本研究基于 Google earth 平台的不同时相高分遥感影像,定量识别并分析了大湾区海岸线长度与海岸带的 LULC 变化,及海岸带城镇用地增加与滨海城市城镇化的关联,主要结论及讨论如下:

表 5 大湾区海岸带 2001—2018 年 LULC 转移矩阵/km²
Table 5 LULC transfer matrix of GBA coastal zone from 2001 to 2018

	耕地 Agriculture	林地 Forest	草地 Grass	湿地 Wetland	城镇用地 Urban	灌木 Shrubs	水体 Water	其它 Others	总和 Total
耕地 Agriculture	2096.97	201.08	34.77	7.52	48.89	24.87	99.86	0.26	2514.22
林地 Forest	274.11	1344.07	3.24	1.31	4.84	107.82	23.71	0.17	1759.27
草地 Grass	19.39	3.42	34.98	2.39	3.55	0.09	24.44	0.08	88.34
湿地 Wetland	10.93	0.60	2.60	15.84	0.19	0.00	40.24	0.00	70.39
城镇用地 Urban	443.05	16.38	90.68	2.95	585.65	0.89	34.22	1.68	1175.50
灌木 Shrubs	20.90	16.46	0.00	0.00	0.08	32.62	0.93	0.00	71.01
水体 Water	99.52	18.68	15.29	12.63	7.30	0.64	444.47	0.00	598.53
其它 Others	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.44	0.18	0.71
总和 Total	2964.95	1600.69	181.56	42.64	650.50	166.94	668.31	2.37	6277.96

表 6 大湾区城镇化与海岸带城镇用地增加的关系

	海岸带城镇用地增幅 Urban growth in coastal zones	
	2001—2010 年	2010—2018 年
滨海城市人口增幅 Population growth in coastal cities	0.07	0.17
滨海城市城镇用地增幅 Urban growth in coastal cities	0.66 *	0.83 **
滨海城市 GDP 增幅 GDP growth in coastal cities	0.45	0.29

(1) 大湾区海岸线人工化问题突出。2001—2018 年,人工岸线共增加 219.91 km,自然岸线共减少 187.67 km,海岸线总长度净增加 32.24 km;平均每年有 10.43 km 自然海岸线向人工海岸线转变,增加的人工岸线主要来自自然岸线的转化和沿海城镇用地的向海扩张。而城镇化水平越高的城市,如珠海市、深圳市、广州市与澳门等,其海岸线人工化问题越严重,主要是国际机场扩建、港口和码头的修建,这些人类活动不仅导致的海岸线形态向海偏移,还导致海岸线长度增加,而海岸线长度增加也受近岸岛屿或陆连岛开发(如广东省的高栏岛、蛇口岛等)的影响。因此,大湾区海岸线保护必须严格监管海岸线的人工化问题,需要协同考虑大湾区海岸线整体保护目标以及不同滨海城市海岸线的局部保护目标,设定满足多等级海岸线保护要求的自然岸线保有率,才能最大程度地控制海岸线人工化问题。

(2) 大湾区海岸带城镇用地对农业用地侵占问题突出。大湾区海岸带土地覆盖/利用组成以耕地为主,近 18 年来,大湾区海岸带 LULC 变化主要表现为耕地明显减少与城镇用地大量增加,增加的城镇用地主要来自于对耕地的侵占。虽然大湾区海岸带城镇用地增长幅度呈减小趋势,但城镇用地增长对农业用地侵占的问题在未来一段时间依然内仍将是大湾区海岸带土地利用规划与管理的重点,严格监管海岸带土地利用开发率,提高城镇用地与耕地的利用效率,是缓解海岸带耕地被侵占问题的最直接有效的手段。

(3) 大湾区海岸带城镇用地增长与滨海城市土地城镇化强度具有显著的相关性,表明大湾区城镇发展对土地资源的依赖性依然很强,而土地资源依赖型的城镇发展模式对海岸带具有明显影响。因此,加快推进大湾区的土地集约化利用,不仅有利于提升湾区城镇化质量,也有利于保护海岸带可持续发展。

参考文献 (References):

[1] 刘玉斌,李宝泉,王玉珏,陈琳琳,李晓炜,侯西勇. 基于生态系统服务价值的莱州湾-黄河三角洲海岸带区域生态连通性评价. 生态学报, 2019, 39 (20): 7514- 7524.

[2] 蔡赤萌. 粤港澳大湾区城市群建设的战略意义和现实挑战. 广东社会科学, 2017, (4): 5-14.

[3] 骆永明. 中国海岸带可持续发展中的生态环境问题与海岸科学发展. 中国科学院院刊, 2016, 31 (10): 1133-1142.

[4] Xiao R, Lin M, Fei X F, Li Y S, Zhang Z G, Meng Q X. Exploring the interactive coercing relationship between urbanization and ecosystem service value in the Shanghai-Hangzhou Bay Metropolitan Region. Journal of Cleaner Production, 2020, 253: 119803.

[5] 索安宁,关道明,孙永光,林勇,张明慧. 景观生态学在海岸带地区的研究进展. 生态学报, 2016, 36(11): 3167-3175.

[6] 颜彭莉. 《四大湾区影响力报告(2018)》发布 粤港澳经济影响力领跑四大湾区. 环境经济, 2019, (S1): 68-71.

[7] Becker C M. Urbanization and rural-urban migration//Dutt A K, Ros J, eds. International Handbook of Development Economics. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd, 2008: 516-531.

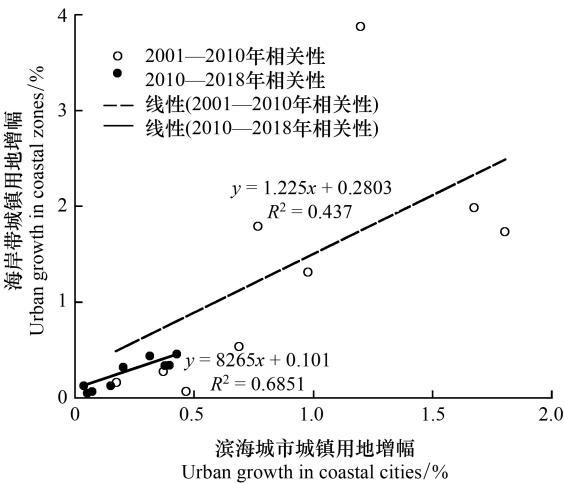


图 5 2001—2010 和 2010—2018 年大湾区滨海城市城镇用地增长与海岸带城镇用地增长线性回归

Fig.5 Linear regression between coastal urban land growth of GBA coastal cities and coastal zones in 2001—2010 and 2010—2018

- [8] 彭芳梅.《粤港澳大湾区发展规划纲要》解读与启示. 特区实践与理论, 2019 (02): 78-82.
- [9] Agardy T, Cody M, Hastings S, Hoyt E, Nelson A, Tetley M, di Sciara G N. Looking beyond the horizon: an early warning system to keep marine mammal information relevant for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2019, 29(S2): 71-83.
- [10] Manuel P, Rapaport E, Keefe J, Krawchenko T. Coastal climate change and aging communities in Atlantic Canada: a methodological overview of community asset and social vulnerability mapping. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 2015, 59(4): 433-446.
- [11] 毋亭, 侯西勇. 海岸线变化研究综述. *生态学报*, 2016, 36(4): 1170-1182.
- [12] 徐谅慧, 李加林, 李伟芳, 赵斯, 袁麒麟, 王明月, 杨磊, 卢雪珠. 人类活动对海岸带资源环境的影响研究综述. *南京师大学报: 自然科学版*, 2014, 37(3): 124-131.
- [13] 赵玉灵. 粤港澳大湾区自然资源遥感调查与保护建议. *国土资源遥感*, 2018, 30(4): 139-147.
- [14] 朱诚, 姜逢清, 吴立, 曾蒙秀, 贾天骄, 周生路, 宁越敏, 于军, 冯学智. 对全球变化背景下长三角地区城镇化发展科学问题的思考. *地理学报*, 2017, 72(4): 633-645.
- [15] Schweizer P E, Matlack G R. Factors driving land use change and forest distribution on the coastal plain of Mississippi, USA. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 121: 55-64.
- [16] de Andrés M, Barragán J M, Sanabria J G. Relationships between coastal urbanization and ecosystems in Spain. *Cities*, 2017, 68: 8-17.
- [17] 叶梦姚, 史小丽, 李加林, 刘永超, 姜忆涓, 史作琦. 快速城镇化背景下的浙江省海岸带生态系统服务价值变化. *应用海洋学报*, 2017, 36(3): 427-437.
- [18] 吴文挺, 田波, 周云轩, 舒敏彦, 戚纤云, 胥为. 中国海岸带围垦遥感分析. *生态学报*, 2016, 36(16): 5007-5016.
- [19] Alphan H, Güvensoy L. Detecting coastal urbanization and land use change in Southern Turkey. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2016, 24(2): 97-107.
- [20] 褚琳, 黄翀, 刘庆生, 刘高焕. 2000—2010 年辽宁省海岸带景观格局与生境质量变化研究. *资源科学*, 2015, 37(10): 1962-1972.
- [21] 赵蒙蒙, 寇杰锋, 杨静, 赵文静. 粤港澳大湾区海岸带生态安全问题与保护建议. *环境保护*, 2019, 47(23): 29-34.
- [22] 李连伟, 刘展, 白永良, 盛洁. 基于 AHP-CVI 技术的黄河三角洲海岸带环境脆弱性评价. *生态环境学报*, 2018, 27(2): 297-303.
- [23] 刘勇. 基于海湾系统概念及其分类的遥感应用——以广东省海湾为例[D]. 济南: 山东科技大学, 2009.
- [24] Zhang P D, Yuan H M, Tian X. Sustainable development in China: trends, patterns, and determinants of the “Five Modernizations” in Chinese cities. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 214: 685-695.
- [25] Yang C, Li Q, Hu Z, et al. Spatiotemporal evolution of urban agglomerations in four major bay areas of US, China and Japan from 1987 to 2017: Evidence from remote sensing images. *Science of the Total Environment*, 2019, 671: 232-247.
- [26] 毛艳华, 杨思维. 粤港澳大湾区建设的理论基础与制度创新. *中山大学学报: 社会科学版*, 2019, 59(2): 168-177.
- [27] 申勇, 马忠新. 构筑湾区经济引领的对外开放新格局——基于粤港澳大湾区开放度的实证分析. *上海行政学院学报*, 2017, 18(1): 83-91.
- [28] 林琿, 张鸿生, 林殷怡, 魏姗, 吴志峰. 基于城市不透水面—人口关联的粤港澳大湾区人口密度时空分异规律与特征. *地理科学进展*, 2018, 37(12): 1644-1652.
- [29] Bontemps S, Defourny P, Van Bogaert E, Arino O, Kalogirou V, Perez J R. GlobCover 2009: Products description and validation report. (2017-11-10). http://due.esrin.esa.int/files/GLOBCOVER2009_Validation_Report_2.2.pdf.
- [30] Li W, MacBean N, Ciaia P, Defourny P, Lamarche C, Bontemps S, Houghton R A, Peng S S. Gross and net land cover changes in the main plant functional types derived from the annual ESA CCI land cover maps (1992-2015). *Earth System Science Data*, 2018, 10(1): 219-234.
- [31] 李元春, 葛静, 侯蒙京, 高宏元, 刘洁, 包旭莹, 殷建鹏, 高金龙, 冯琦胜, 梁天刚. 基于 CCI-LC 数据的甘南和川西北地区土地覆盖类型时空动态分布及草地面积变化驱动力研究. *草业学报*, 2020, 29(3): 1-15.
- [32] Mousivand A, Arsanjani J J. Insights on the historical and emerging global land cover changes: the case of ESA-CCI-LC datasets. *Applied Geography*, 2019, 106: 82-92.
- [33] Meng W Q, Hu B B, He M X, Liu B Q, Mo M Q, Li H Y, Wang Z L, Zhang Y. Temporal-spatial variations and driving factors analysis of coastal reclamation in China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2017, 191: 39-49.
- [34] 高志强, 刘向阳, 宁吉才, 芦清水. 基于遥感的近 30a 中国海岸线和围填海面积变化及成因分析. *农业工程学报*, 2014, 30(12): 140-147.
- [35] 胡亚斌, 马毅, 孙伟富, 包玉海. 基于多期遥感影像的砂质岸线提取方法——以海阳沙滩为例. *海洋开发与管理*, 2016, 33(5): 32-36, 49-49.
- [36] 吴一全, 刘忠林. 遥感影像的海岸线自动提取方法研究进展. *遥感学报*, 2019, 23(4): 582-602.
- [37] 孙伟富, 马毅, 张杰, 刘善伟, 任广波. 不同类型海岸线遥感解译标志建立和提取方法研究. *测绘通报*, 2011, (3): 41-44.
- [38] 刘永超, 李加林, 袁麒麟, 史小丽, 浦瑞良, 杨磊, 卢雪珠. 人类活动对港湾岸线及景观变迁影响的比较研究——以中国象山港与美国坦帕湾为例. *地理学报*, 2016, 71(1): 86-103.
- [39] Manaf S A, Mustapha N, Sulaiman M N, Husin, N A, Hamid M R A. Artificial neural networks for satellite image classification of shoreline extraction for land and water classes of the North West Coast of Peninsular Malaysia. *Advanced Science Letters*, 2018, 24(2): 1382-1387.
- [40] Rahimikhoob A, Behbahani S M R, Banihabib M E. Comparative study of statistical and artificial neural network's methodologies for deriving global solar radiation from NOAA satellite images. *International Journal of Climatology*, 2013, 33(2): 480-486.