

粤港澳、东京湾和旧金山湾海岸线四十年(1980–2020) 变化数据集的研发

苏倩欣, 李志强*

广东海洋大学电子与信息工程学院海洋技术系, 湛江 524088

摘要: 湾区是河口海岸蓝图重绘的重点区域。基于遥感和 GIS 技术, 使用粤港澳大湾区、东京湾和旧金山湾 1980–2020 年 7 个时期的 Landsat 系列遥感影像, 并参考 Google Earth 高分辨率影像, 进行湾区海岸线的位置提取和类型划分研究。海岸线采用平均大潮高潮线定义, 分为自然岸线和人工岸线 2 大类, 7 小类。通过相关公式, 计算得到不同年份岸线长度变化强度、类型结构变化和利用程度指数等数据, 共同构成粤港澳、东京湾和旧金山湾海岸线及其类型时空变化数据集 (1980–2020)。数据结果表明, 2020 年各湾区海岸线总长分别为 2,243.17, 580.68 和 689.11 km。1980–2020 年, 粤港澳大湾区、东京湾和旧金山湾的海岸线年均长度变化强度分别为 0.22%、0.37% 和 0.09%。2020 年人工岸线占比分别为 57.62%、95.87% 和 55.36%, 海岸线利用程度指数分别为 55.20%, 83.22% 和 57.70%。该数据集内容包括 1980–2020 年三大湾区的以下数据: (1) 1980、1990、2000、2005、2010、2015、2020 共 7 个时期的海岸线及其类型空间分布数据 (.shp 和 .kmz); (2) 海岸线的类型结构数据 (.xlsx); (3) 海岸线长度变化强度 (.xlsx); (4) 海岸线利用程度指数 (.xlsx)。数据集存储为 .shp, .kmz 和 .xlsx 格式, 由 192 个数据文件组成, 数据量为 146 MB (压缩为 3 个文件, 69 MB)。

关键词: 湾区; 海岸线; 长度变化强度; 岸线类型; 利用程度指数

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.02.06>

CSTR: <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2021.02.06>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志 (中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.07.V1> 或 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.07.V1>;

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.08.V1> 或 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.08.V1>;

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.09.V1> 或 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.09.V1>。

收稿日期: 2021-01-28; 修订日期: 2021-05-11; 出版日期: 2021-06-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41676079); 广东海洋大学创新强校基金 (Q18307)

*通讯作者: 李志强 0000-0001-9139-9579, 广东海洋大学电子与信息工程学院海洋技术系, qiangz1974@163.com

数据引用方式: [1] 苏倩欣, 李志强. 粤港澳、东京湾和旧金山湾海岸线四十年 (1980–2020) 变化数据集的研发 [J]. 全球变化数据学报, 2021, 5(2): 148–155. <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.02.06>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2021.02.06>.
[2] 苏倩欣, 李志强. 粤港澳大湾区海岸线类型及其时空变化数据集 (1979–2020) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.07.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.07.V1>.
[3] 苏倩欣, 李志强. 东京湾海岸线类型及其时空变化数据集 (1980–2020) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.08.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.08.V1>.
[4] 苏倩欣, 李志强. 旧金山湾海岸线类型及其时空变化数据集 (1980–2020) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.09.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.09.V1>.

1 前言

气候变暖大背景下，全球平均海平面呈持续上升趋势，给人类社会的生存和发展带来了严重挑战。湾区的经济社会发展程度高，是当今国际社会经济版图的突出亮点，其海岸带是人类活动最活跃和最集中的地带，也是海平面上升的重要影响区域，因此海岸线资源演化受气候变化和人类活动作用明显^[1,2]。提取湾区海岸线长时间尺度的空间分布、变化强度及利用程度等信息，有利于评估气候变化对海岸带的影响、促进区域岸线的保护和修复、为生态环境的有效治理与规划提供数据基础。

本研究收集了粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）1980、1990、2000、2005、2010、2015 和 2020 年 7 期 Landsat 遥感影像数据及 Google Earth 高分辨率影像，提取出研究所需的海岸线位置及长度信息，计算岸线长度变化强度、岸线结构变化和利用程度指数，得到了三大湾区海岸线时空分布及其变化强度数据集。

2 数据集元数据简介

《粤港澳、东京湾和旧金山湾海岸线四十年（1980–2020）变化数据集》^[3–5]的元数据简介见表 1。

表 1 《粤港澳、东京湾和旧金山湾海岸线四十年（1980–2020）变化数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称/短名	粤港澳大湾区海岸线类型及其时空变化数据集（1979–2020）/GHM_Coastline_1979-2020 东京湾海岸线类型及其时空变化数据集（1980–2020）/TK_Coastline_1980-2020 旧金山湾海岸线类型及其时空变化数据集（1980–2020）/SF_Coastline_1980-2020
作者信息	苏倩欣 AAD-2930-2021，广东海洋大学电子与信息工程学院海洋技术系，qianxinsu77@163.com 李志强 0000-0001-9139-9579，广东海洋大学电子与信息工程学院海洋技术系，qiangzli1974@163.com
地理区域	粤港澳大湾区、东京湾区和旧金山湾区
数据年代	1980、1990、2000、2005、2010、2015、2020
时间分辨率	5 年、10 年
数据格式	.xlsx、.shp、.kmz 数据量 69 MB 空间分辨率 10 m
数据集组成	三大湾区海岸线空间分布；岸线类型结构、长度变化强度、利用程度指数
基金项目	国家自然科学基金（41676079）；广东海洋大学创新强校基金（Q18307）
数据计算环境	ArcGIS、ENVI、Google Earth
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[6]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

3 数据研发方法

海岸线的定义众多，其选取对研究结果有重要的影响，本研究采用平均大潮高潮线的定义^[7]。以美国地质调查局（<http://glovis.usgs.gov/>）提供下载的 1980–2020 年 Landsat 系列的多光谱影像为数据源（表 2），主要下载云覆盖量小于 5%且成像时间集中于 10 月至 3 月的影像数据。并结合 Google Earth 对提取的岸线予以修正，数据集的空间分辨率可达 10 m。

表 2 数据研发采用的 Landsat 系列遥感影像数据列表

地点	时间（年-月-日）	地点	时间（年-月-日）	地点	时间（年-月-日）	传感器
粤港 澳湾 区	1979-10-01		1980-11-11		1980-11-14	MSS（80 m）
	1990-10-13		1990-12-07		1990-10-10	TM（30 m）
	2000-01-27		2000-11-24		2000-12-16	
	2005-11-23	东京 湾区	2005-03-19	旧金山 湾区	2005-11-20	ETM+（30 m）
	2010-10-28		2010-01-20		2010-10-25	
	2015-10-18		2015-10-25		2015-12-26	
	2020-02-18		2020-02-09		2020-10-12	OLI（30 m）

根据湾区岸线类型特征，参考国家海岸基本功能规划的类型并根据海岸线的自然状态和人为利用方式将研究区海岸线分为自然岸线和人工岸线两大类，自然岸线又分为基岩岸线、砂砾质岸线、淤泥质岸线和生物岸线；人工岸线又分为农田养殖岸线、港口码头岸线和其他人工岸线。选择地物的靠海侧外边缘作为岸线位置^[8-10]。

在分析海岸线附近地物不同的反射波谱特征的基础上，综合采用 MNDWI、阈值分割法、数学形态法和 Sobel 算子法提取各时期的海岸线，并结合目视解译对所需岸线的位置及其类型进行修正^[11]。

3.1 算法原理

海岸线长度变化强度用于度量海岸线长度随时间变化速率的差异，其表达式为^[12]：

$$K_i = \frac{L_{iT_2} - L_{iT_1}}{L_{iT_1}} \times \frac{1}{T_2 - T_1} \times 100\% \tag{1}$$

式中， K_i 为某类海岸线从第 T_1 年到第 T_2 年间海岸线长度变化强度； L_{iT_1} 、 L_{iT_2} 分别为第 T_1 年到第 T_2 年该类海岸线长度。

海岸线类型结构变化表示各类岸线在一定时间内的比例关系，其表达式为^[12]。

$$T_i = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \times 100\% \tag{2}$$

式中， T_i 表示某类岸线长度占总岸线长度的比例； L_i 为该类岸线的长度； n 为岸线类型总数。参考肖锐^[13]的中国海岸线开发利用主体度评价方法，定量化研究区的岸线结构。多数

地区的岸线为单一主体、二元或三元结构。即：当某类岸线的比例大于 45% 时，为单一主体结构；若所有岸线的比例都小于 45%，且存在两类或多类岸线的比例大于 20% 时，为二元或三元结构。

依据人类的各类活动对岸线影响的强弱，采用专家打分法确定分级系数，计算海岸线利用程度指数^[12]：

$$S = 100 \times \sum_{i=1}^n \frac{L_i \times P_i}{L} \tag{3}$$

式中， S 表示该区某年的岸线利用程度指数； P_i 为各类岸线的分级系数，赋值参考刘旭拢等^[12]对珠江口区域海岸线的类型分级系数。根据研究区岸线类型特点和开发利用情况，将岸线分为 4 级：自然岸线受人类影响程度低，因此分级系数最低，为 0.25；港口码头岸线和其他人工岸线受人类影响强烈且不可恢复，其中，其他人工岸线组成更加复杂，因此分级系数分别为 0.85 和 0.9；农田养殖岸线虽为人工岸线但开发利用程度相对较低，因此分级系数为 0.5。

3.2 技术路线

数据集研发技术路线如图 1 所示，首先作者汇集了粤港澳湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区 1980–2020 年 Landsat 遥感影像数据，对其原始遥感影像进行图像预处理，包括几何纠正和配准、波段合成、影像镶嵌和研究区的裁剪；建立研究区岸线分类体系及解译标志，运用 MNDWI、灰度阈值法、数学形态法和 Sobel 算子提取出湾区岸线的空间分布；在 Google Earth 上对岸线结果进行精度验证。然后运用公式，计算三大湾区的海岸线长度变化强度、类型结构变化和利用程度指数，定量分析 40a 来粤港澳湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）岸线的动态变迁程度。

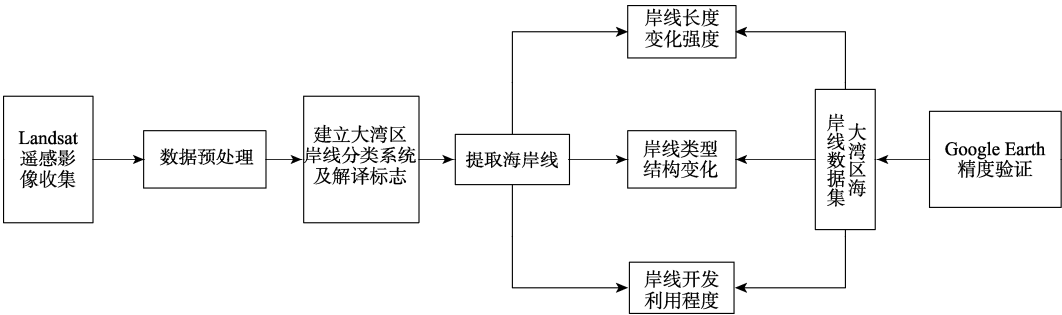


图 1 数据集研发技术路线图

4 数据结果

4.1 数据集组成

本文论及的数据集包括粤港澳湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区岸线空间分布图的矢量文件（.shp 和.kmz 格式），数据研发方法采用相同的相关公

式计算得到的湾区岸线长度变化强度、类型结构变化及利用程度指数结果的表格文件（.xlsx）。其中，矢量文件包括由 ArcGIS10.6 导出的三大湾区岸线 1980、1990、2000、2005、2010、2015、2020 年的空间分布图（数据文件缩略词见表 3）；.xlsx 文件主要是利用.shp 数据计算得到的结果，并在 Excel 中做成了对应的组合图。压缩后的数据量为 69 MB。

表 3 三大湾区中英文名称及缩略词对照表

中文	英文	数据文件缩略词
粤港澳大湾区（中国）	Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area	GHM
东京湾（日本）	Tokyo Bay	TK
旧金山湾（美国）	San Francisco Bay	SF

4.2 数据结果

基于 1980–2020 年 7 期岸线的遥感解译数据，得到粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区各时相岸线类型分布（图 2）。同时，在湾区海岸带范围尺度上，分别统计了各时相不同类型岸线的长度百分比，绘制柱状图（图 3），以此分析岸线类型结构。从总体情况来看，三大湾区的岸线类型构成存在明显的年际和空间差异。1980–2020 年间，三大湾区的砂砾质岸线、基岩岸线、淤泥质岸线占总岸线长度比例不断下降，人工岸线（农田养殖岸线、其他人工岸线和港口码头岸线）占比持续上升，粤港澳大湾区（中国）的生物岸线波动上升。2020 年三大湾区的人工岸线占比均过半，分别达到了 57.62%、95.87% 和 55.36%。

根据式(1)计算得到粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区 7 个时期岸线变迁强度（图 4）。总体上三大湾区各个阶段岸线长度变化强度呈现波动变化状态，东京湾（日本）变化最大，粤港澳大湾区（中国）次之，旧金山湾（美国）最稳定。40 年间，粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）岸线的年均长度变化强度分别为 0.22%、0.37% 和 0.09%。

利用式(2)对粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区的岸线主体类型进行划分（图 3），从而反映各湾区岸线复杂程度的变化。粤港澳大湾区（中国）的岸线类型组成和变化最复杂，从 1979 年的基岩和农田养殖岸线二元结构，2005 年过渡为基岩、农田养殖和港口码头岸线三元结构，2020 年变为基岩和港口码头岸线的二元结构。旧金山湾（美国）的岸线类型始终为淤泥质和港口码头岸线二元结构。东京湾（日本）岸线始终为港口码头岸线单一主体结构。

为探究各种人类活动对岸线的影响，根据式(3)及分级系数，计算岸线利用程度指数（图 5）。1980–2020 年三大湾区的岸线利用程度指数均呈上升状态，粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）分别上升了 7.09%，1.81% 和 0.63%，粤港澳大湾区（中国）变化最大，2005–2010 年间出现明显“陡坡”。2020 年三大湾区的利用程度指数分别为 55.20%，83.22% 和 57.70%，即东京湾（日本）>旧金山湾（美国）>粤港澳大湾区（中国）。

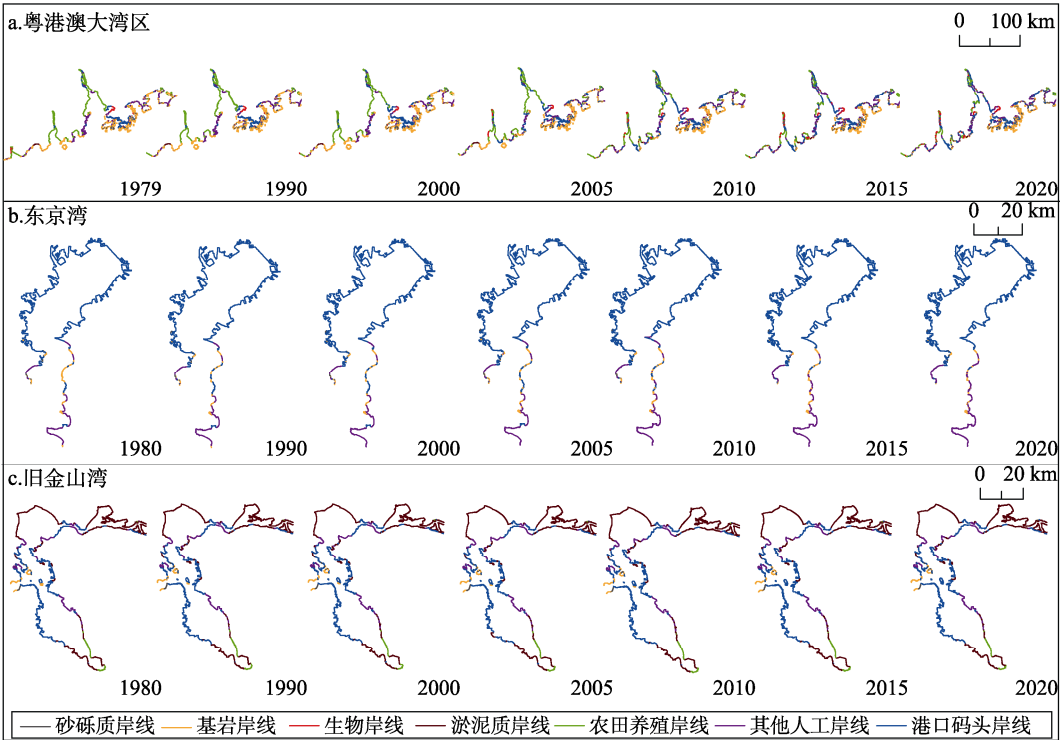


图 2 1980–2020 年三大湾区不同类型海岸的空间分布

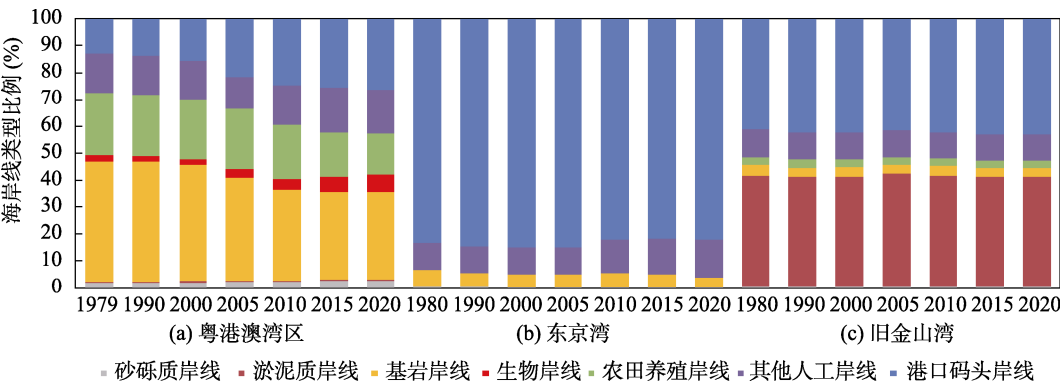


图 3 1980–2020 年三大湾区海岸线类型和比例

5 总结

基于 Landsat 系列遥感影像和 Google Earth，提取了粤港澳湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）三大湾区 1980、1990、2000、2005、2010、2015 和 2020 年 7 个时期的海岸线，空间分辨率可达 10 m；比较和分析了各湾区海岸线长度、类型和利用程度的变化特征。主要结论为：1980–2020 年，三大湾区的岸线类型构成存在明显的年际和空

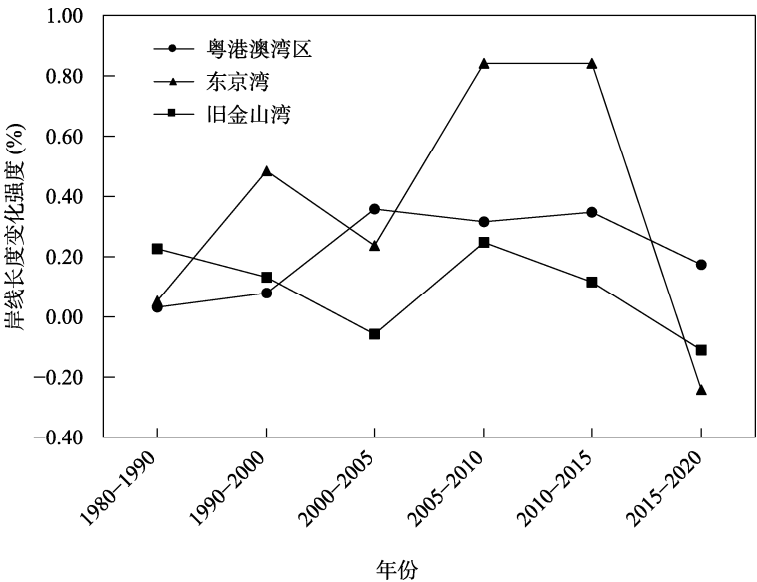


图 4 1980-2020 年三大湾区海岸线长度变化强度

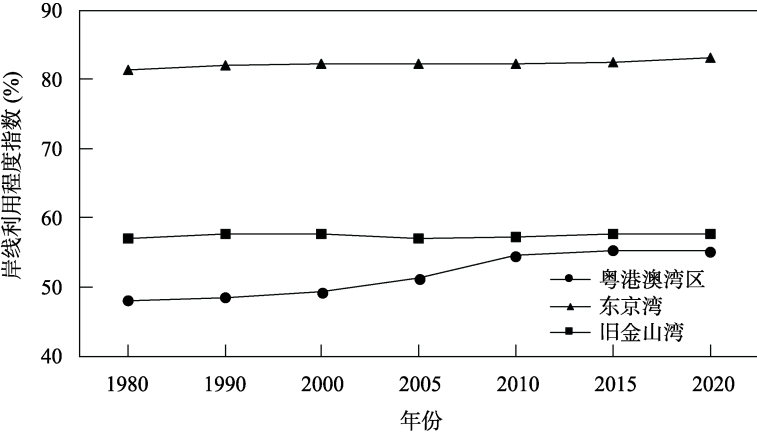


图 5 1980-2020 年三大湾区岸线利用程度指数

间差异。粤港澳大湾区（中国）、东京湾（日本）和旧金山湾（美国）的海岸线年均长度变化强度分别为 0.22%、0.37%和 0.09%。粤港澳大湾区（中国）的岸线类型组成和变化最复杂，2020 年农田养殖岸线比例下降，变为基岩和港口码头岸线的二元结构；东京湾（日本）岸线始终为港口码头岸线单一主体结构；旧金山湾（美国）的岸线类型始终为淤泥质和港口码头岸线二元结构。2020 年人工岸线占比均过半，分别为 57.62%、95.87%和 55.36%；海岸线利用程度指数分别为 55.20%，83.22%和 57.70%，40 年间粤港澳大湾区（中国）变化幅度最大，为 7.09%。

现有岸线数据集的研究区较多集中在岛屿及人类密集活动区域，湾区作为全球经济的代表，其岸线变化蕴含着多种信息。该湾区海岸线数据集对于研究太平洋沿岸湾区的岸线变化、分析区域景观格局变化及岸线开发利用程度等有着重要作用。可作为基础数据，为

未来湾区海岸线资源的合理开发、促进其与人类社会和谐发展提供有力借鉴。

作者分工: 李志强负责数据集生产的总体设计和技术框架; 苏倩欣负责 Landsat 影像数据的下载、处理、验证和统计, 以及数据论文的撰写。

利益冲突声明: 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 高抒. 海岸带区域性差异与海洋经济潜力分级: 陆海统筹视角[J]. 民主与科学, 2020(1): 29–31.
- [2] 张君珏, 苏奋振, 左秀玲等. 南海周边海岸带开发利用空间分异[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 319–332.
- [3] 苏倩欣, 李志强. 粤港澳大湾区海岸线类型及其时空变化数据集(1979–2020)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.07.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.07.V1>.
- [4] 苏倩欣, 李志强. 东京湾海岸线类型及其时空变化数据集(1980–2020)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.08.V1>.
- [5] 苏倩欣, 李志强. 旧金山湾海岸线类型及其时空变化数据集(1980–2020)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.04.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.04.09.V1>.
- [6] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).
- [7] 侯西勇, 毋亨, 王远东等. 20 世纪 40 年代以来多时相中国大陆岸线提取方法及精度评估[J]. 海洋科学, 2014, 38(11): 66–73. DOI: 10.11759/hyx 20131217001.
- [8] 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.
- [9] 刘闯, 石瑞香, 张应华等. 基于 Google Earth 遥感影像全球多尺度海陆(岛)岸线数据集(2015)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2019. <https://doi.org/10.3974/geodb.2019.04.13.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2019.04.13.V1>.
- [10] 陈帮乾, 肖向明, 李香萍等. 2015 年中国红树林空间分布数据[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2017. <https://doi.org/10.3974/geodb.2017.03.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2017.03.03.V1>.
- [11] 高志强, 刘向阳, 宁吉才等. 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[J]. 农业工程学报, 2014, 30(12): 140–147.
- [12] 刘旭拢, 邓孺孺, 许剑辉等. 近 40 年来珠江河口区海岸线时空变化特征及驱动力分析[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(10): 1336–1345.
- [13] 肖锐. 近三十五年中国海岸线变化及其驱动力因素分析[D]. 上海: 华东师范大学, 2017.