

胶州湾海域面积变化及原因探讨

马立杰¹, 杨曦光^{1,2}, 祁雅莉^{1,2}, 刘艳霞¹, 张金枝^{1,2}

(1. 中国科学院海洋研究所 中国科学院海洋地质与环境重点实验室, 山东 青岛 266071;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 基于已有研究成果, 利用地形图、海图和遥感影像等资料, 提取 1863~2012 年共 6 个年代胶州湾海岸线位置, 量算 5 期胶州湾海域面积变化量, 制作各期胶州湾海域面积变化及不同开发利用方式面积分布图。研究结果表明: 在过去近 150 a 时间里, 胶州湾海域面积减小 41%, 减小速率最大可达 3.71 km²/a; 1863 年以前, 胶州湾海域面积变化完全受自然因素控制; 1863~1935 年, 自然因素是主控因素; 1935~2012 年, 人类活动是主控因素; 1863~2012 年, 填海造陆等开发利用方式导致的胶州湾海域面积变化数量逐期增加。

关键词: 胶州湾; 海域面积变化; 自然因素; 人类活动

中图分类号: P737.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2014)03-0365-05

胶州湾位于山东半岛南部, 全新世大暖期最大海侵侵入黄海深入山东半岛内陆所致, 地理区域范围为 35°38'~36°18' N, 120°04'~120°23' E, 以团岛头(36°2'36" N, 120°16'49" E)和薛家岛脚子石(36°0'53" N, 120°17'30" E)连线为界, 是一个与黄海相通的半封闭型海湾^[1,2](图 1)。沿岸有洋河、大沽河、墨水河、白沙河、李村河和海泊河等十几条河流注入胶州湾。这些大河还有许多无名冲沟携带大量泥沙进入胶州湾, 曾对胶州湾海域面积变化带来很大影响^[3]。但是, 近年来由于河流上游修建水库和筑坝等工程拦截影响, 汇入胶州湾的泥沙量急剧减小, 导致河流对胶州湾海域面积变化的影响也相应减弱^[4,5]。近年来, 填海造陆等人类活动极大地改变了海岸带和海湾的轮廓及面积^[6,7], 修建盐田和养殖池及围海造陆等人类活动对胶州湾海域面积变化的影响也在逐渐增强^[8,9]。近 70 多年来胶州湾海域面积急剧减小, 为“环湾保护, 拥湾发展”等战略提供基础科学依据, 深入探讨胶州湾海域面积变化情况及不同时期海域面积变化的主导因素是非常重要的。

1 数据及处理方法

本文所选历史图件包括不同年代地形图、海

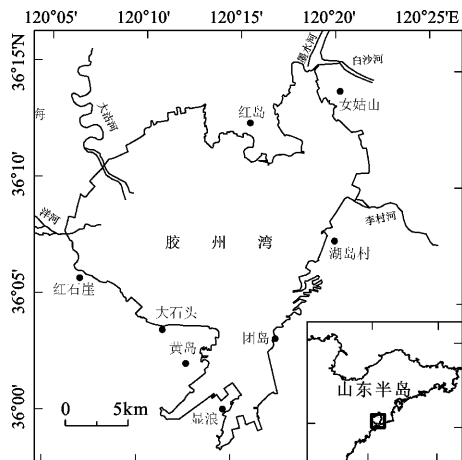
图和遥感影像(表 1)。数据处理过程中还参考胶州湾及附近区域海洋功能区划图、青岛市城市规划图和青岛市土地利用现状图等资料。Landsat TM 影像获取时间是 1987 年 11 月和 2002 年 10 月, Landsat7 ETM+ 影像获取时间是 2012 年 1 月 5 日。纸质图件通过扫描和交互式跟踪矢量化进行地理编码, 处理过程的综合均方根误差小于 1:1 万比例尺。遥感影像几何精校正采用 1:5 万地形图作为主控制图件, 影像采用二项多项式变换配准和双线性内插重采样, 配准的均方根误差小于 0.5 个像元(15 m)。为提高解译精度, 将 Landsat TM 的 5、4 和 3 波段进行彩色合成, 将 Landsat7 ETM+ 的 4、3 和 2 波段进行彩色合成, 所有图件统一采用 WGS84 坐标系统 UTM-51N 投影。

郑全安等^[10]分析了利用遥感影像目视解译法提取海岸线误差可控制在 30 m 范围内, 面积量算解译误差为 6 km²。因此, 本研究遥感影像的海岸线提取主要采用半自动-交互式目视判读解译^[11]。两个操作员分别对影像解译岸线位置进行检验, 最大限度减少岸线解译误差^[12]。本文将盐田和养殖池视为不透水构筑物, 以盐田和养殖池围堤向海测的平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线作为人工岸线。1987 年胶州湾海岸线中人工岸线占总岸

收稿日期: 2012-12-23; 修订日期: 2013-02-01

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目(201005010, 200905004)资助。

作者简介: 马立杰(1976-), 女, 黑龙江佳木斯人, 副研究员, 博士, 主要从事海洋地质与环境方面研究。E-mail: malijie@qdio.ac.cn



图中岸线为2012年岸线
图1 胶州湾地理位置

Fig.1 The location of Jiaozhou Bay, Shandong Peninsula

线长度的87%^[13],2002年人工岸线达到90%^[13],2012年胶州湾大部分岸线类型为人工岸线,即使胶州湾北侧和西侧有潮滩分布,滩顶岸线类型也是人工岸线(北侧为养殖池塘,西侧为养殖池塘和人工堤)。河口处海岸线等详细界定方法参见文献[12]。

表2 近150 a来胶州湾海域面积变化情况一览表

Table 2 Area changes of Jiaozhou Bay in recent 150 years

年份(年)	1863	1928	1935	1958	1966	1971	1977
面积(km ²)	578.5 ^a ; 567.95 ^b	560	559	535	470.3	452±1	423
获取途径	海图(1:5.5万)		海图		海图(1:5万)	地形图(1:10万)	地形图
资料出处	[15]; [16]	*	[15]	*	[15]	[10]	[17]
年份(年)	1986	1988	1992	1998	2001	2006	2012
面积(km ²)	403±7	390±7	388	368.33	364.86	353.92±3	343.09
获取途径	Landsat-5 TM	Landsat-5 TM	海图(1:2.5万)	Landsat-5 TM	Landsat-7 ETM+	Landsat-5 TM	Landsat-7 ETM+
资料出处	[10]	[10]	[15]	[17]	[17]	[18]	本研究

*胶澳志:第二卷. 1928.

2012年)里,胶州湾海域面积减少235.41 km²,占原来(1863年)胶州湾海域面积的41%。

1863~1935年,胶州湾海域面积变化比较平缓,平均减小速度为0.21 km²/a;1935~2012年,胶州湾海域面积变化剧烈,平均以2.95 km²/a的速度在减小(图2和表3)。

2.2 不同时期胶州湾海域面积变化及其开发利用情况统计

1863~1935年,胶州湾海域总的面积变化为15.1 km²,其中,自然因素导致的面积变化为13.68

表1 不同年代地形图、海图和遥感影像资料详细情况一览表

Table 1 A list of the topographic maps, nautical maps and remote sensing images in different years

年代(年)	类型	比例尺或分辨率	坐标系统
1863	海图	1:5.5万	墨卡托投影
1935	海图	1:10万	墨卡托投影
1969	纸质地形图	1:5万	高斯投影
1987	Landsat TM	30 m	UTM投影
2002	Landsat TM	30 m	UTM投影
2012	Landsat ETM+	30 m	UTM投影

2 结果与讨论

2.1 不同年代胶州湾海域面积变化

根据历史记载和近年来的研究,大约6 000 a B.P.前,大暖期海侵达到最大范围,胶州湾边界在目前5 m等高线附近,胶州湾海域面积达707.7 km^{2[5,14]}。此后,胶州湾海域面积不断减小。1863年为578.5 km²,1935年为559 km²,1971年为452 km²,1988年为390 km²,2001年为364.86 km²,2012年为343.09 km²(表2)。在过去近150 a(1863~

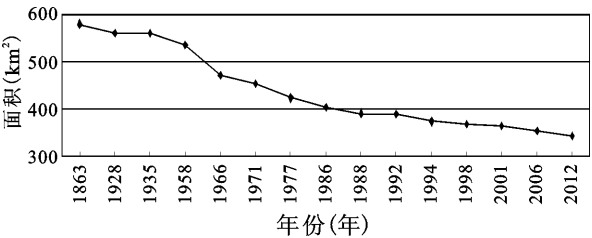


图2 近150 a来胶州湾海域面积变化趋势

Fig. 2 The area-time plot of Jiaozhou Bay in recent 150 years

km²(表3和图3a)。人类活动导致的面积变化为

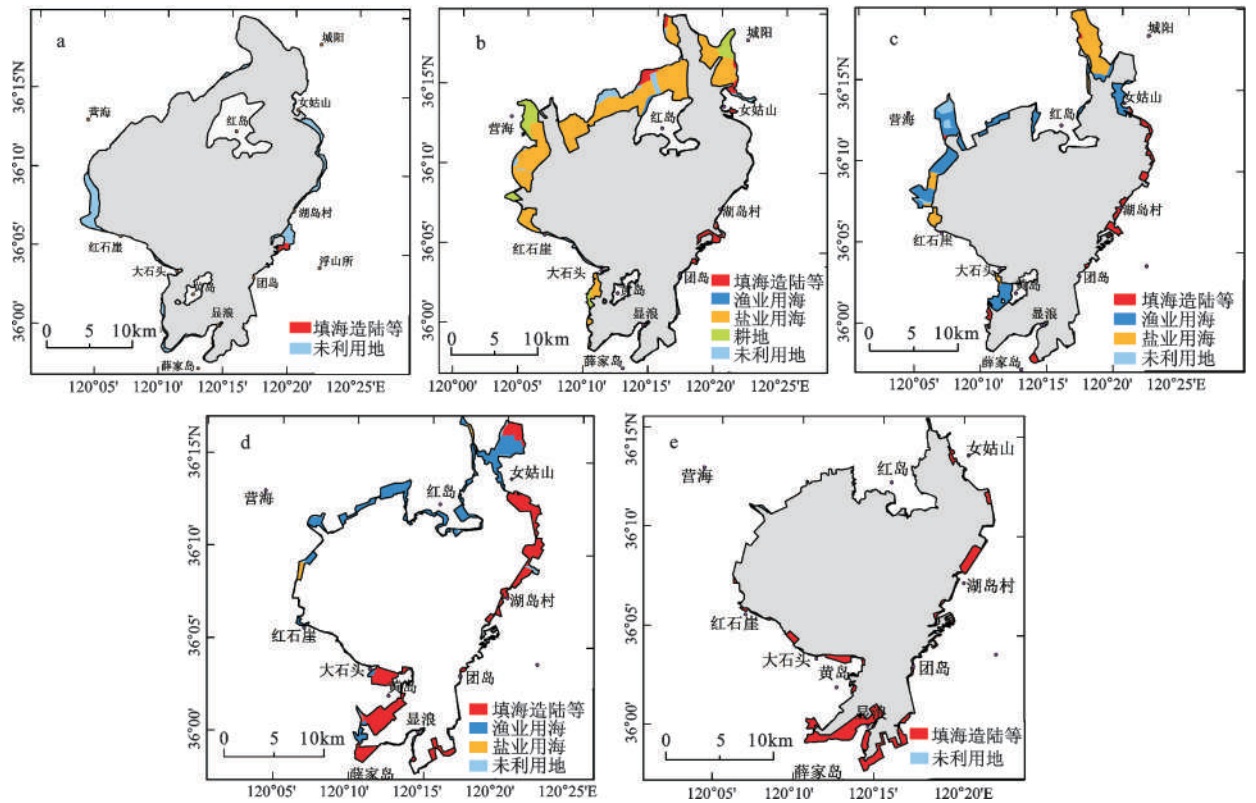
表3 5期胶州湾海域面积变化及其不同开发利用方式面积变化情况统计表

Table 3 The change of the area and land use types of Jiaozhou Bay in five periods

年代(年)	1863~1935		1935~1969		1969~1987		1987~2002		2002~2012	
总的面积变化(km ²)	15.1/0.21	5.08(-)	104.78/3.08	3.72(-)	49.99/2.78	11.09(-)	55.62/3.71	1.17(-)	16.76/1.68	5.75(-)
/变化速度(km ² /a)		20.18(+)		108.5(+)		61.08(+)		56.79(+)		22.51(+)
自然因素导致的面积变化* (km ²)	13.68		13.88		5.48		5.49		0.09	
人类开发利用	1.42		90.9		44.51		50.13		16.67	
面积(km ²)	0		72.58		12.77(19.49,-6.72)		1.003		0	
盐田	0		0.6		25.68		21.46		-4.33	
养殖池塘	1.42		5.25		6.06		27.67		21.0	
填海造陆等	0		12.47		0		0		0	
农用耕地										

注: -表示岸线向陆地方向迁移; +表示岸线向海洋方向迁移。

* 该面积主要为自然因素和人类围填海共同作用下岸滩冲淤的结果。鉴于很难定量区分以上两个因素,再加上人类围填海导致的岸滩冲淤面积变化相对较小,因此本文忽略围填海作用导致的岸滩冲淤,将该面积视为自然因素单独作用的结果。



a.1863~1935年; b. 1935~1969年; c. 1969~1987年; d. 1987~2002年; e. 2002~2012年

图3 胶州湾海域面积变化及不同开发利用方式面积分布

Fig.3 The area change and distribution of different land use types in Jiaozhou Bay

1.42 km², 为1901~1932年修建青岛港码头填海所致。此期间,未修建盐田和养殖池。人类活动导致的胶州湾海域面积变化只占总面积变化的9.4%,该段时期胶州湾海域面积变化的主控因素是自然因素。

1935~1969年,胶州湾海域面积变化较大,减小104.78 km²,自然因素导致的面积减小量为13.88 km²,占总面积变化的13%。人类活动导致的面积变化为90.9 km²,占总面积变化的87%,其中,修建盐田72.58 km²,修建养殖池0.6 km²,填海

造陆等 5.25 km², 农用耕地 12.47 km² (表 3 和图 3b)。该段时期, 盐田和养殖池的修建使红岛与陆地相连, 胶州湾大规模围、填海(图 3b), 人类活动是导致胶州湾海域面积减小的主控因素。

1969~1987 年, 胶州湾总海域面积变化为 49.99 km², 自然因素导致的面积变化 5.48 km², 人类活动导致的面积变化为 44.51 km², 其中, 修建盐田 12.77 km² (其中, 新建盐田 19.49 km², 拆除盐田 6.72 km²), 养殖池 25.68 km², 填海造陆等 6.06 km² (表 3 和图 3c)。该段时期, 自然因素导致的胶州湾海域面积变化占总面积变化的 11%, 人类活动导致的胶州湾海域面积变化占总面积变化的 89%, 人类活动是该段时期胶州湾海域面积变化的主控因素。

1987~2002 年, 胶州湾海域总的面积变化为 55.62 km²。自然因素导致面积变化为 5.49 km², 人类活动导致的面积变化为 50.13 km²。修建盐田 1.0 km², 养殖池 21.46 km², 填海造陆等 27.67 km² (表 3 和图 3d)。据不完全统计, 该段时期, 胶州湾沿岸已经完成或正在进行大型填海项目 20 多项^[8], 该期填海造陆等面积是 5 期中最大的, 占总填海造陆面积(1863~2012 年)的 45%。

2002~2012 年, 胶州湾海域总的面积变化为 16.76 km², 自然因素导致的面积变化为 0.09 km², 人类活动导致的面积变化为 16.67 km², 拆除养殖池面积 4.33 km², 填海造陆等面积 21.0 km² (表 3、图 3e)。在本研究的 5 期胶州湾海域面积变化中, 该期填海造陆等规模位于第二位, 占总填海造陆面积(1863~2012 年)的 34%。

1863~2012 年的 5 个时间段, 胶州湾海域面积减小速度依次为: 0.21→3.08→2.78→3.71→1.68 km²/a。1987~2002 年的 15 a 里, 胶州湾海域面积变化速度最大, 达到 3.71 km²/a, 1935~1969 年的 34 a 里, 胶州湾海域面积变化速度次之, 达到 3.08 km²/a。这两个时期是胶州湾开发的两个高潮期, 1987~2002 年, 填海造陆达到最大规模, 1935~1969 年, 盐田修建达到最大规模(见表 3)。

3 结 论

根据影响胶州湾海域面积变化主控因素的不同, 可将胶州湾海域面积变化划分为 3 个阶段: 1863 年以前, 胶州湾海域面积缓慢减小, 处于自然发育演化时期, 为自然因素控制阶段; 1863~1935

年, 胶州湾海域面积仍然处在缓慢减小阶段, 人类活动开始干预胶州湾海域面积变化, 但自然因素仍是控制胶州湾海域面积变化的主导因素; 1935 年至今, 修建盐田和养殖池及填海造陆等人类活动使胶州湾海岸线大幅度向海推进, 海域面积急剧减小, 人类开发活动逐渐成为控制胶州湾海域面积变化的主导因素, 为人类活动主控阶段。

1863~2012 年, 填海造陆等人类开发利用方式导致的胶州湾海域面积减少量逐期递增。该开发利用方式对海域面积变化的影响不可逆转。盐田和养殖等活动则不同, 某种情况下, 可以通过拆除围堤, 使之恢复为海洋。因此, 为减缓胶州湾海域面积减小速度, 保护海湾和维持生态环境平衡, 对胶州湾围海造陆等具有潜在威胁性的工程项目采取相应治理措施是非常紧迫的。

由于制图综合技术和多源数据融合技术存在的难点和海岸线解译精度等问题, 研究中得出的面积存在一定误差, 但在一定程度上可以反映出胶州湾海域面积变化趋势及各影响因素相对强度关系。

参考文献:

- [1] 谢文霞, 赵全升, 张 芳, 等. 胶州湾河口湿地秋冬季 N₂O 气体排放通量特征[J]. 地理科学, 2011, 31(4): 464~469.
- [2] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第四分册)[M]. 北京: 海洋出版社, 1993.
- [3] 刘福寿, 王揆洋. 胶州湾沿岸河流及其地质作用[J]. 海洋科学, 1992, (1): 25~28.
- [4] 汪亚平. 胶州湾及邻近海区沉积动力学[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所博士学位论文, 2000.
- [5] 李乃胜, 于洪军, 赵松岭, 等. 胶州湾自然环境与地质演化[M]. 北京: 海洋出版社, 2006.
- [6] 朱高儒和许学工. 渤海湾西北岸 1974~2010 年逐年填海造陆进程分析[J]. 地理科学, 2012, 32(8): 1006~1012.
- [7] 王永丽, 于君宝, 董洪芳, 等. 黄河三角洲滨海湿地的景观格局空间演变分析[J]. 地理科学, 2012, 32(6): 717~724.
- [8] 贾怡然. 填海造地对胶州湾环境容量的影响研究[D]. 青岛: 中国海洋大学硕士论文, 2006.
- [9] 史经昊. 胶州湾演变对人类活动的响应[D]. 青岛: 中国海洋大学博士论文, 2010.
- [10] 郑全安, 吴隆业, 张欣梅, 等. 胶州湾遥感研究(I. 总水域面积和总岸线长度量算)[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(3): 193~199.
- [11] Masona D C, Davenport I J, Flather R A, et al. A Sensitivity Analysis of the Waterline Method of Constructing a Digital Elevation Model for Intertidal Areas in ERS SAR scene of Eastern England[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2001, 53(6): 759~778.

- [12] Elizabeth H B, Ian L T. Shoreline definition and detection: A review[J]. *Journal of Coastal Research*, 2005, **21**(4): 688-703.
- [13] 刘 林. 胶州湾海岸带空间资源利用时空演变[D]. 青岛: 国家海洋局第一海洋研究所硕士论文, 2008.
- [14] 韩有松, 孟广兰. 胶州湾地区全新世海侵及其海平面变化[J]. *科学通报*, 1984, **29**(20): 1255-1258.
- [15] 边淑华, 胡泽建, 丰爱平, 等. 近 130 年胶州湾自然形态和冲淤演变探讨[J]. *黄渤海海洋*, 2001, **19**(3): 46-53.
- [16] 周春艳, 李广雪, 史经昊. 胶州湾近 150 年来海岸变迁[J]. *中国海洋大学学报*, 2010, **40**(7): 99-106.
- [17] 樊建勇. 青岛及其周边地区海岸线动态变化的遥感监测[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所硕士论文, 2005.
- [18] 吴永森, 辛海英, 吴隆业, 等. 2006 年胶州湾现有水域面积与岸线的卫星调查与历史演变分析[J]. *海岸工程*, 2008, **27**(3): 15-22.

Oceanic Area Change and Contributing Factor of Jiaozhou Bay

MA Li-jie¹, YANG Xi-guang^{1,2}, QI Ya-li^{1,2}, LIU Yan-xia¹, ZHANG Jin-zhi^{1,2}

(1. *Key Laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong 266071, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China*)

Abstract: Based on previous results, using the topographic map, nautical chart and remote sensing data, six different periods (1863, 1935, 1969, 1987, 2002 and 2012) coastline position of Jiaozhou Bay were extracted. Also, we calculated the area change of Jiaozhou Bay in these five periods and making changes of sea areas in different periods and land area distribution map of different development and utilization types according to the way of the development and utilization. It is showed that, in the past 150 years, oceanic area of Jiaozhou Bay decreased by 41% from 578.5 km² in 1863 to 343.09 km² in 2012. In past 70 years, oceanic area of Jiaozhou Bay reduces sharply, and the rates are 3.08 km²/a, 2.78 km²/a, 3.71 km²/a and 1.68 km²/a, respectively. Oceanic area change of Jiaozhou Bay is 129.2 km² and is controlled entirely by natural factor before 1863. Between 1863 and 1935, oceanic area change of Jiaozhou Bay is 15.1 km², and the main factor of area change is natural factor. Only 9.4% of the area change is due to human activities. In 1935-1969, oceanic area change of Jiaozhou Bay is 104.78 km², and the area change caused by human activities is 87%. In 1969-1987, oceanic area change of Jiaozhou Bay is 49.99 km², and the area change caused by human activities is 89%. Between 1987 and 2002, Oceanic area change of Jiaozhou Bay is 55.62 km², the area change due to human activities is 90%. Between 2002 and 2012, oceanic area change of Jiaozhou Bay is 16.76 km², and 99% of the area are caused by human activities. In 1935-2012, 93.89% of area change is caused by human activities, which is the main controlling factor. The way of development and utilization, such as sea reclamation, result in the area of Jiaozhou Bay increase in 1863-2012. The maximum appears in 1987 to 2012 and the maximal area is 27.67 km². In 1987-2002, land reclamation reaches the maximum scale; in 1935-1969, area of saltern achieves the largest. The impact of this way of development and utilization is devastating and irreversible.

Key words: Jiaozhou Bay; oceanic area change; natural factor; human activities