

# 胶州湾遥感研究\*

## I. 总水域面积和总岸线长度量算

郑全安 吴隆业 张欣梅 孙玉星 潘家祎

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266003)

徐鸿楷

(青岛市环境保护科学研究所, 266003)

**提要** 本文以高分辨力卫星遥感资料(TM861105, TM881025)为依据,量算胶州湾现有总水域面积和总岸线长度,给出历史变迁趋势。结果表明,胶州湾现有(1988年,下同)总水域面积为 $(390 \pm 7) \text{km}^2$ ,近60年(1928—1988年)来缩小 $170 \text{km}^2$ ;1971年以来缩小 $62 \text{km}^2$ ,其中1986—1988两年间急剧缩小 $13 \text{km}^2$ 。胶州湾现有总岸线长度为 $(207 \pm 1) \text{km}$ ,20年来呈增长趋势,总增长 $20 \text{km}$ ,其中1986—1988两年间急剧增长 $15 \text{km}$ 。变化最大的岸段为西北和东北部。

青岛作为一个城市出现在胶州湾畔,首先是依托青岛港。而青岛港的建设与发展则依托于胶州湾水深域阔、少淤少冻、进出便利、腹地宽广等优越的自然条件。因此,胶州湾素有青岛发展的“摇篮”之称。

胶州湾的调查、研究、开发和保护工作受到多方关注,已有许多论著问世<sup>[2-9]</sup>。本研究以高分辨力卫星图象为主要资料,采用计算机图象处理技术,量算胶州湾现有总水域面积和总岸线长度,对其历史变迁与动态趋势进行分析,为合理开发利用提供宏观、动态数据。

### 一、调查研究方法

#### 1. 卫星资料收集与处理

为了精确量算地物面积和长度,进行动态分析,需要收集多时相、高分辨力卫星遥感图象。本文采用了我国的国土普查卫星全景相机相片(地面分辨力约10m)和美国陆地卫星5号(Landsat-5)主题绘图仪(TM)图象(地面分辨力1—5,7波段为30m,6波段为120m)两种资料。为了制取满足定量测量要求的图象,还需要进行图象处理,其目的在于消除几何畸变,增强研究目标影象,调整图象比例尺。主要步骤为:

(1) 几何纠正 从TM标准整幅图象CCT(计算机用磁带)中,读取胶州湾部分,经计算机数字放大和信息增强处理,再与1:10万地形图相配准,以有代表性的地面控制点为参考点,作图象的几何纠正,以消除原始图象中的几何畸变。

\* 参加现场调查和内业工作的还有张东、修树孟、马小兵、纪育强、于衍桂、戴懋瑛、吴伟、钟德林和徐承德等同志。

收稿日期: 1990年4月25日。

(2) 影象信息增强 为制取信息丰富、影象清晰的卫星图象,采用了线性拉伸、假彩色合成技术。考虑到本课题研究目标的特点,在处理中使水体和陆地信息均得到增强。为保证水体轮廓清晰、地物信息丰富、图面色调和谐,选用 4(0.76—0.90 $\mu\text{m}$ ),3(0.63—0.69 $\mu\text{m}$ ),1(0.45—0.52 $\mu\text{m}$ ) 波段[分别赋予红(R)、绿(G)、蓝(B)色]和 4,7(2.08—2.35 $\mu\text{m}$ ),1 波段(R、G、B) 两种方式进行假彩色合成。

(3) 彩色放大 将计算机输出的扫描图象负片,通过高精度彩色放大机放大成适当比例尺的彩色图象。本课题采用的工作图象比例尺为 1:10 万,每两个象元的间距为 28.5m。用于量算的图象参数见表 1。

表 1 量算用 TM 图象参数

Tab. 1 The parameters of TM images as used for measurement and calculation

图象代号	TM861105	TM881025
主题	胶州湾	胶州湾
时相	1986.11.5,09:55 (北京时间)	1988.10.25,10:06 (北京时间)
轨道号	120/35	120/35
合成波段	TM4,7,1	TM4,3,1
象元数	2 048 $\times$ 1 536	2 048 $\times$ 1 600
比例尺	1:100 000	1:100 000
幅面( $\text{cm}^2$ )	58.368 $\times$ 43.776	58.368 $\times$ 45.600

由图版 I 可以看出,胶州湾滩涂、水边线、周围地物都十分清晰。该图象的接收时间与低潮时非常接近(青岛为 10 时 57 分,黄岛为 10 时 53 分),是一张十分难得的卫片。

## 2. 现场调查与勘测

现场调查与勘测的主要目的是:通过卫星遥感影象与实际地物相互对照,确定水域面积和岸线长度量算中至关重要的平均高潮线在卫星图象上的影象特征和对应位置,以及河流入海口门的对应位置。对大沽河、石桥河等对量算有较大影响的河流入海口门位置进行了现场勘察和对照,确定了量算依据。

## 3. 面积与岸线计算机量算

(1) 量算原则 海陆相互作用的结果,使得受作用的地带在微地貌和纹理结构上与未受作用的地带迥然不同,这种差异导致了地物光谱特征的不同,从而在遥感影象上呈现不同的灰度或色调。这是通过遥感影象确定海岸线的基本依据。在量算中,还遵循如下原则: ① 潮汐河口处海岸线的确定原则。对于潮汐河口处海岸线,有不同的确定方法。我们规定,以河口两侧的海岸线与河口入海口门两岸交点之连线,作为河口处的海岸线;② 人工堤坝的处理原则。当堤坝宽度小于 50m 时,单独列出,其长度不计在总海岸线长度之内。与陆地成封闭式的堤坝,以向海一侧为海岸线边界;③ 胶州湾的海上界线确定原则。以团岛与薛家岛间最小距离连线为胶州湾与外海的分界线。

有关胶州湾的研究工作也大多采用这三条原则。

(2) 量算方法 ① 以 TM861105 和 TM881025 两幅图象为主工作图,经透图作业,利用透明涤纶薄膜制取专题解译图。作业过程中严格遵循上述原则,精心操作,以减

小解译误差;②将制备好的专题解译图作为工作图,利用数字化仪为输入设备,由 IBM/PSII80386 微机进行岸线与面积(包括岸线长度、总水域面积、围占面积、蚀退面积等)量算;③为减小测量误差,采用了多次测量,求取平均值与标准偏差方法。对总水域面积的量算结果还进行了平差处理,即用已知面积控制待测面积的方法;

(3) 量算误差分析 上述量算方法产生的测量总误差由解译误差和量算误差两部分组成。其中解译误差主要由图象的地面分辨力(即象元大小)决定。本研究使用的主工作图象的象元为 28.5m。对熟练解译人员来说,制取解译图过程中,使影象的边缘线位置误差控制在两个象元(在 1:10 万影象图上为 0.6mm)之内是可以做到的。这就意味着解译误差为一个象元,即 30m。由此推算,对胶州湾总水域面积的解释误差为 6km<sup>2</sup>,岸线长度的解释误差为 0.2km。

量算过程中还会产生量算误差。测量总误差应为解译误差与多次量算标准偏差之和。

## 二、结果与分析

### 1. 胶州湾总水域面积量算结果与历史变迁

由陆地卫星 TM 图象量算得出的胶州湾总水域面积见表 2。本研究还利用上述量算方法,对 1977 年出版的胶州湾 1:10 万地形图进行了量算,得出当时的总水域面积为 (452±1)km<sup>2</sup>。以上测量数据再加上前人的结果,得出胶州湾总水域面积近 60 年来的历史变迁(表 3、图 1)。

表 2 由 TM 图象量算得出的胶州湾总水域面积

Tab. 2 The total area covered by water of the Jiaozhou Bay measured by Landsat TM images

年 代	图象代号	总水域面积 (km <sup>2</sup> )	
		平均值	总误差
1986	TM861105	403	7
1988	TM881025	390 <sup>①</sup>	7

① 经平差处理。

表 3 胶州湾总水域面积近 60 年的历史变迁

Tab. 3 The historical changes in trend of the total area covered by water of the Jiaozhou Bay during recent six decades

年 代	总水域面积 (km <sup>2</sup> )	资料来源
1928	560	胶澳志 <sup>①</sup>
1958	535	山东省水利厅 <sup>②</sup>
1971	452±1	本研究
1977	423	地形图 <sup>[1]</sup>
1986	403±7	本研究
1988	390±7	本研究

① 胶澳志,1928。第 2 卷,第 5 页。② 山东省水利厅,1958。胶州湾潮汐电站规划报告。

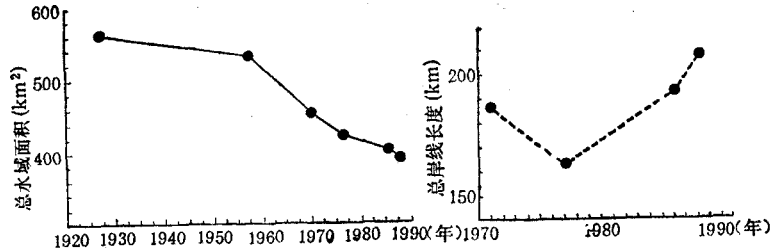


图1 胶州湾总水域面积近60年历史变迁  
Fig. 1 The historical changes in trend of the total area covered by water of the Jiaozhou Bay during recent six decades

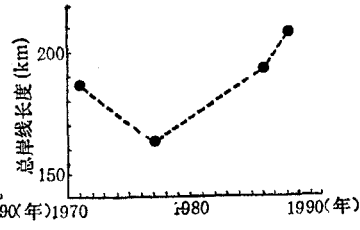


图2 胶州湾总岸线长度近20年历史变迁  
Fig. 2 The historical changes in trend of the total length of coastal line of the Jiaozhou Bay during recent two decades

## 2. 胶州湾总岸线长度量算结果与历史变迁

由 TM861105, TM881025 两幅卫星图象和 1971 年版 1:10 万地形图量算得出的胶州湾总岸线长度以及近 20 年来的历史变迁见表 4、图 2。

表 4 胶州湾总岸线长度近 20 年的历史变迁

Tab. 4 The historical changes in trend of the total length of coastal line of the Jiaozhou Bay during recent two decades

年代	总岸线长度 (km)	资料来源	宽度 < 50m 的堤长 (km)①
1971	186.6 ± 0.7	本研究, 地形图	2.7
1977	163	1977 年版地形图 <sup>[1]</sup>	
1986	192 ± 1	本研究, TM861105	5.4
1988	207 ± 1	本研究, TM881025	5.4

①未计入总岸线长度之内。

## 3. 总水域面积与总岸线长度动态变化分析

由上述量算结果与历史变迁可以看出, 在人为因素和自然因素的综合作用下, 胶州湾总水域面积的变化总趋势是不断缩小, 特别是近 20 年来急剧缩小; 总岸线长度有降、有增, 近 10 年来则急剧增长 (见图 3)。

由表 5 可以看出, 1986—1988 两年间, 总水域面积缩小了 13km<sup>2</sup>, 年平均递减率为

表 5 1971—1988 年胶州湾总水域面积和总岸线长度变化情况

Tab. 5 The changes in the total area covered by water and the total length of coastal line of the Jiaozhou Bay during 1971—1988

项目	年代	变化量 (km <sup>2</sup> )	相对变化量 (%)	年平均递减率 (10 <sup>-3</sup> )
总水域面积 (km <sup>2</sup> )	1971—1988	-62	-14	8.7
	1971—1986	-49	-11	7.6
	1986—1988	-13	-3	16.3
总岸线长度 (km)	1971—1988	+20	+11	-6
	1971—1986	+5	+3	-2
	1986—1988	+15	+8	-38

$16.3 \times 10^{-3}$ , 是 1971—1988 年平均递减率的 1.9 倍。在此期间, 总岸线长度增加 15km, 年平均递增率达  $38 \times 10^{-3}$ , 是 1971—1988 年平均递增率的 6.3 倍。

为了定量地搞清胶州湾总水域面积缩小的原因, 我们对人工岸段和自然岸段进行了分类量算和统计, 见表 6。

通过卫星图象解译和现场核查可知, 东部岸段主要由填海造陆、修堤筑港等海岸工程建设造成海湾总水域面积缩小。而东北、西北和西南部岸段主要由围海造田(盐田和养虾池)引起。

在红岛南部、海西半岛北部和红石崖至大石头岸段, 尚未开发利用, 为处于自然状态下的自然岸段。其中前两岸段没有明显变化, 属稳定的自然岸段。而红石崖至大石头岸段为不稳定的自然岸段, 从岩墩至大石头岸段有明显蚀退现象, 但该段对胶州湾总水域面积变化影响不大。

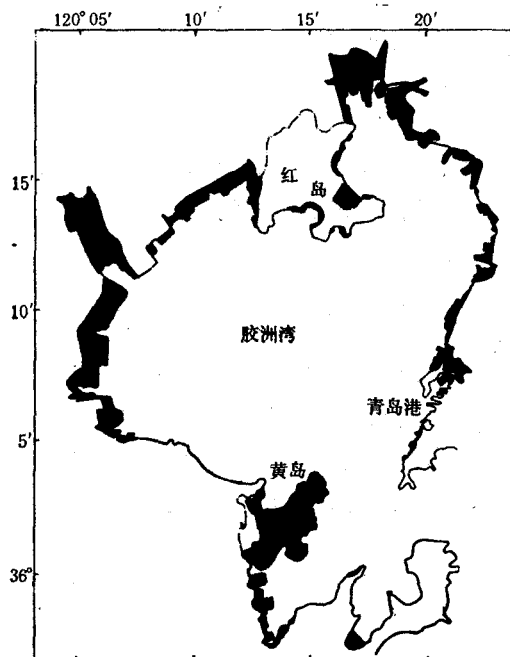


图 3 1971—1988 年胶州湾岸线与面积动态变化  
Fig. 3 The dynamical changes in coastal line and area of the Jiaozhou Bay during 1971—1988

表 6 1971—1988 年胶州湾人工岸段总水域面积变化统计

Tab. 6 The changes in the area of the artificial coastal sections of the Jiaozhou Bay

年 代	岸段名称	变化量 (km <sup>2</sup> )
1971—1988	西北(宿流—红石崖)	-28.6
	东北(石油化工厂—东大洋)	-15.1
	东部(石油化工厂—团岛)	-6.6
	西南(大石头—辛岛)	-9.8 <sup>①</sup>
	合 计	-60.1

① 黄岛面积不计。

### 三、结论与讨论

1. 本文量算结果表明, 胶州湾现有(1988 年)总水域面积为  $(390 \pm 7) \text{km}^2$ 。自 1928 年以来的 60 年呈逐渐缩小趋势, 总缩小量达  $170 \text{km}^2$ , 相当于原有面积的 30%。虽然不同年代的测量方法有所不同, 但其结果揭示出的胶州湾的变化总趋势确是完全相同的, 这就更加客观地反映了海湾的变迁规律。

近 20 年来, 胶州湾呈急剧缩小状态, 1988 年比 1971 年缩小  $62 \text{km}^2$ , 其中 1986—1988

年两年间缩小 $13\text{km}^2$ ,年平均递减率达 $16.3 \times 10^{-3}$ 。

2. 本文量算结果还表明,胶州湾现有(1988年)总岸线长度为 $(207 \pm 1)\text{km}$ 。自1971年以来的20年间呈增长趋势,总增长量为 $20\text{km}$ ,相当于原有岸线长度的 $11\%$ 。其中1986—1988年两年间增长 $15\text{km}$ ,年平均递增率达 $38 \times 10^{-3}$ 。

3. 量算和统计表明,在造成胶州湾总水域面积缩小、总岸线长度增长的人为和自然两种因素中,目前人为因素居主导地位。例如,1971—1988年间由于人工填海造陆、修堤筑港、围海造盐田虾田等造成的海湾面积缩小达 $60.1\text{km}^2$ ,占这一时期全部缩小量的 $97\%$ 。其中围填最严重、岸线变化最大的岸段为西北部(宿流至红石崖)和东北部(石油化工厂至红岛东大洋)。

4. 胶州湾总水域面积的缩小和总岸线长度的增长,必然破坏原有的水动力条件,使得纳潮量减小,海水交换能力下降,携沙能力随之减弱,这就势必引起海湾的淤积。淤积的结果又会导致水域面积再度减小。常此往复,形成恶性循环,终有一日使胶州湾面积缩小的主导因素将由人为因素转变为自然因素。因此,应从现在着手,及早采取措施,排除人为因素,尽量恢复海湾动力平衡,避免出现不可控制的自然因素为主导造成水域大面积缩小的恶果。

#### 参 考 文 献

- [1] 王文海,1986。胶州湾开发利用中的几个问题。海岸工程 5(3): 12—17。
- [2] 孙荣生,1987。胶州湾东岸开发利用规划构思。海岸工程 6(2): 89—93。
- [3] 吴宝铃,1986。开发利用胶州湾的几点浅见。海岸工程 5(3): 1—4。
- [4] 李善为,1983。从海湾沉积物特征看胶州湾的形成演变。海洋学报 5(3): 328—339。
- [5] 郑全安等,1980。胶州湾污染状况的航空遥感监测结果分析。海洋与湖沼通报 4: 55—63。
- [6] 侯国本,1986。胶州湾的综合开发利用。海岸工程 5(3): 5—7。
- [7] 高振华、曲绵旭等,1984。胶州湾自然环境。海洋出版社,1—275页。
- [8] 高振华、武桂秋,1986。胶州湾开发方针的探讨。海岸工程 5(3): 8—11。
- [9] 童钧安、尹相淳,1986。加强管理保护胶州湾的自然环境。海岸工程 5(1): 90—93。

## A REMOTE SENSING STUDY OF JIAOZHOU BAY I. MEASUREMENT OF TOTAL AREA AND COASTAL LINE

Zheng Quanan, Wu Longye, Zhang Xinmei,

Sun Yuxing, Pan Jiayi

*(The First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266003)*

Xu Hongkai

*(The Qingdao Institute of Environmental Protection Sciences, 266003)*

### ABSTRACT

Based on satellite remote sensing images with high resolution, the existent total area covered by water and total length of coastal line of the Jiaozhou Bay were measured and calculated in this study. The results indicate that the existent total area covered by water of the Bay is  $(390 \pm 7) \text{ km}^2$ . The area has decreased  $170 \text{ km}^2$  since six decades ago. The decrement of the area from 1971 was  $62 \text{ km}^2$  and  $13 \text{ km}^2$  from 1986 through 1988. The existent total length of coastal line of the Bay is  $207 \pm 1 \text{ km}$  showing an increment tendency since two decades ago. The total increment was  $20 \text{ km}$ . The length increased sharply by  $15 \text{ km}$  during the period from 1986 through 1988. The coastal sections changed mostly on the northwest and the northeast of the Bay.

郑全安等：胶州湾遥感研究 I. 总水域面积和总岸线长度量算



图版 I 量算用 TM 图象 TM 881025 (Landsat-5 卫星 1988 年 10 月 25 日 10 时 06 分拍摄)  
Plate I TM image as used for measurement and calculation TM 881025