

文章编号:1002-3682(2014)04-0033-08

2003—2013年大沽河口湿地高分辨率 遥感监测与变迁分析*

于衍桂¹,崔文连²,王建步¹,任广波¹,马毅¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所,山东青岛266061;2. 青岛市环境监测中心站,山东青岛266071)

摘要:以2003年SPOT 5和2013年资源三号高空间分辨率遥感影像为数据源,开展了大沽河口湿地现状的遥感监测,分析了2003—2013年10 a间大沽河口湿地的变迁情况。研究表明:1)2003年研究区域湿地类型面积为8 876.80 hm²,占研究区域的65.45%,其中自然湿地占22.8%;2013年研究区域湿地面积为6 779.19 hm²,占研究区域的50%,其中自然湿地占19.4%;2)10 a间,大沽河口湿地面积减少了2 097.61 hm²,其中自然湿地面积减少446.72 hm²,人工湿地整体面积减少1 650.92 hm²;3)10 a间研究区域总体呈湿地类型向非湿地类型转化、自然湿地向人工湿地转化,其中湿地类型向非湿地类型转化的面积为2 569.68 hm²,自然湿地向人工湿地转化面积为397.54 hm²。

关键词:大沽河口;湿地;遥感**中图分类号:** P737.1**文献标识码:** A

河口湿地在拉姆撒湿地公约的分类体系中属海岸湿地大类,具有受自然和人类影响大而变化剧烈、咸淡水生态系统交汇处生态系统复杂脆弱的特点^[1]。由于经济利益的驱使,人类对海岸湿地资源的过度开发已经在世界范围内引起了海岸湿地普遍而严重的退化^[2],同时也是中国所有湿地中受人类活动影响退化最严重的湿地类型^[3]。

大沽河是经由胶州湾入海的青岛市最大的河流,河口位于胶州湾北部海岸带,周边已发展成青岛市新兴的北部经济开发区,包括青岛出口加工区和青岛高新区北部园区。由于人类开发活动非常剧烈,自然湿地逐渐变少,河道水域面积不断减小^[4-5]。近年来,已针对大沽河口湿地和胶州湾湿地开展了一系列的湿地现状及变迁研究^[4,6-8],但上述工作多是基于TM等中分辨率遥感影像,且未有关于最近几年大沽河口湿地变迁的研究,而2011年之后,伴随着青岛市对大沽河流域的综合治理和红岛经济区的大规模开发建设,大沽河口湿地会发生巨大的变化。

本文拟基于分别获取于2003年的SPOT 5和2013年的资源三号高空间分辨率遥感影像,开展大沽河口湿地现状的高精度监测;并基于2个时相的河口湿地类型及分布监测结果分析10 a来湿地的变迁情况。

* 收稿日期:2013-12-03

资助项目:中欧国际合作龙计划项目3期——Monitoring China's Coastal Zones and Adjacent Seas Under Global Change by Satellite Data(10470)

作者简介:于衍桂(1960-),女,高级工程师,主要从事海洋遥感应用方面研究。E-mail:yuyangui@fio.org.cn

(王佳实 编辑)

1 研究区域

大沽河发源于烟台招远市的阜山西麓,流经山东省招远、栖霞等9县(市),在胶州市营海镇码头村南流入胶州湾,全长179 km,总流域面积6 131.3 km²[4]。随着人类开发活动的加剧,大沽河口胶州湾区域经历了1950年代的盐田建设,1970年代前后的填湾造地和1980年代以来的围建养殖池、开发港口、建设公路和临港工程等几拨填海高潮^[5]。2004年,青岛市重新修订发布了大沽河管理办法,逐渐增强对大沽河流域湿地可持续利用和健康发展的重视;2011年,青岛市启动了全面的旨在保护和恢复大沽河流域湿地的的大沽河综合治理,特别是在河口区域的湿地保护、恢复和大规模改造,改变了河口湿地原来的景观特征。因此,需要开展精细的基于遥感的湿地状况监测与变迁分析,掌握湿地分布于变化信息,为大沽河口湿地的管理和保护提供数据基础。本文参考青岛市环境监测中心关于大沽河口湿地相关资料,给出大沽河口湿地范围,如图1所示。

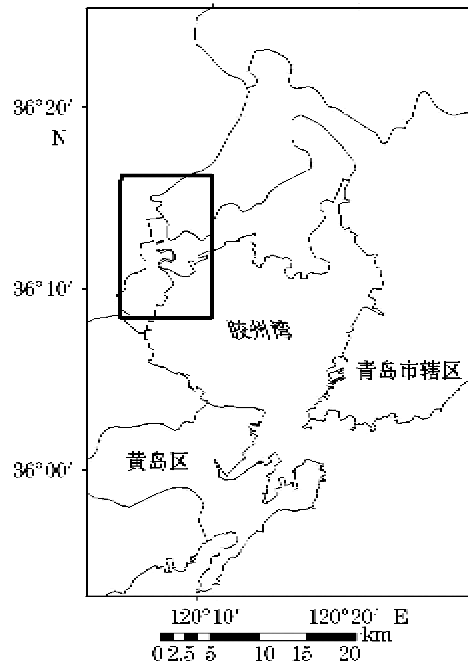


图1 大沽河口湿地范围

Fig.1 The range of the Dagu River estuary wetland

2 数据与方法

2.1 数据源

应用 SPOT-5 和资源三号(ZY-3)两种具有较高空间分辨率的卫星遥感数据开展大沽河口湿地的信息提取,两种卫星影像的具体参数如表1所示,研究区域两期遥感影像见图2。

表1 SPOT-5 和资源三号卫星遥感数据参数

Table 1 Parameters of the remote sensing data for SPOT-5 and ZY-3

| 卫星名称 | 光谱范围/ μm | 空间分辨率/m | 发射时间 |
|--------|---------------------|---------|---------|
| SPOT-5 | 绿:0.50~0.59 | 10 | 2003-05 |
| | 红:0.61~0.68 | 10 | |
| | 近红外:0.79~0.89 | 10 | |
| | 短波红外:1.58~1.75 | 10 | |
| | 全色:0.48~0.71 | 2.5 | |
| ZY-3 | 蓝:0.45~0.52 | 5.8 | 2003-01 |
| | 绿:0.52~0.59 | 5.8 | |
| | 红:0.69~0.69 | 5.8 | |
| | 近红外:0.77~0.89 | 5.8 | |
| | 全色:0.50~0.80 | 2.1 | |

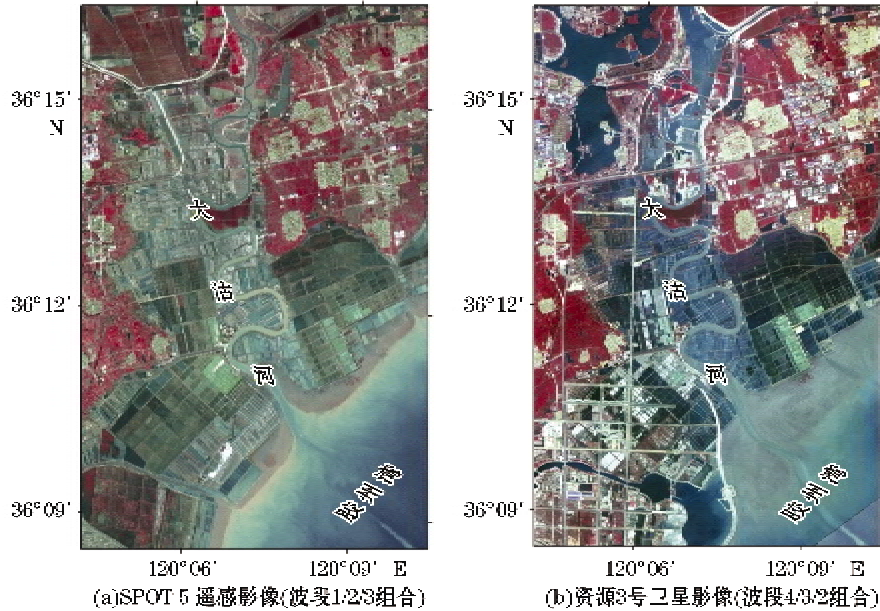


图 2 大沽河口湿地遥感影像

Fig. 2 Remote sensing images of the Dagu River estuary wetland

2.2 方法

研究采用的 2003-05 与 2013-01 2 个时相的遥感影像均依据 2007-01 野外测量的控制点进行了几何精校正,校正的均方根误差小于 0.5 个像元。根据现场踏勘所建立的解译标志,采用人机交互的方式提取研究区域 2 个时相的湿地类型信息。根据现场踏勘结果并参考相关湿地分类体系,将研究区域的湿地分为河流、河滩、潮滩、盐田、养殖池塘和坑塘六个类型,其中前 3 者为自然湿地,后 3 者为人工湿地。同时,由于研究区域湿地在 10 a 间可能出现与非湿地类型的相互转化,故将非湿地类型也进行了提取,包括住宅用地、耕地、休闲娱乐用地、公路用地、工矿仓储用地和裸地六个类型。上述湿地和非湿地类型的遥感影像解译标志见表 2。

通过对 2 个时相的解译结果进行分析,得出各类湿地类型在不同年份的分布情况;通过制作湿地类型变化的转移矩阵,对研究区域的湿地类型变迁以及各类型之间的转化展开分析。

3 结果与分析

3.1 湿地分布状况

应用 2003 年和 2013 年的遥感影像,基于现场踏勘所建立的解译标志库进行土地利用信息提取,获得湿地类型现状数据(表 3)和湿地类型现状分布图(图 3)。

表2 大沽河口湿地地物类型遥感解译标志

Table 2 Remote sensing interpretation signs of the object types in the Dagu River estuary wetland

| 地物分类 | 地物类型 | NIN/R/G 波段组合 | 形状 | 色调 | 纹理 | 位置 |
|------|--------|---|----------------|-------------|-------|-----------|
| | 盐田 |  | 规则的小方格状 | 蓝色或白色相间 | 均匀 | 沿海 |
| 人工湿地 | 坑塘水库 |  | 有人工建造痕迹 | 蓝色 | 细腻、均匀 | 内陆或沿海 |
| | 养殖池塘 |  | 大小不一致的长方形格子 | 深蓝色 | 细腻、均匀 | 内陆或沿海 |
| | 河流水面 |  | 自然弯曲条带状 | 蓝色 | 细腻、均匀 | 内陆或沿海 |
| 自然湿地 | 滩涂 |  | 有沙滩和水体 | 灰色和蓝色 | 相对均匀 | 零米等深线和岸线间 |
| | 河滩 |  | 边界有河沟 | 灰色或有稀疏的植被红色 | 均匀 | 河道边 |
| 非湿地 | 住宅用地 |  | 规则的边界, 内部建筑分均匀 | 灰白相间 | 不均匀 | 内陆 |
| | 耕地 |  | 形状规则, 有田埂 | 深红色 | 均匀 | 内陆 |
| | 休闲娱乐用地 |  | 不规则, 植被中有建筑物间 | 有红色和白色相间 | 不均匀 | 人工湖泊周边 |
| | 公路用地 |  | 长条状, 直线形 | 灰色或白色 | 均匀 | 内陆或沿海 |
| | 工矿仓储用地 |  | 建筑物大小和颜色不均匀 | 各种颜色混合 | 不均匀 | 内陆或沿海 |
| | 裸地 |  | 无规则边界 | 白色或灰色 | 不均匀 | 内陆 |

表 3 2003 年和 2013 年大沽河口湿地类型现状

Table 3 Status of the Dagu River estuary wetland types in 2003 and 2013

| 湿地类型 | 2003 年 | | 2013 年 | |
|------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | 面积/hm ² | 百分比/% | 面积/hm ² | 百分比/% |
| 潮滩 | 2 331.65 | 17.19 | 1 940.24 | 14.30 |
| 河流 | 491.96 | 3.63 | 605.86 | 4.47 |
| 河滩 | 254.23 | 1.87 | 85.06 | 0.63 |
| 坑塘 | 296.97 | 2.19 | 1 166.09 | 8.60 |
| 盐田 | 2 494.85 | 18.39 | 1 153.54 | 8.50 |
| 养殖池塘 | 3 007.14 | 22.17 | 1 828.40 | 13.48 |

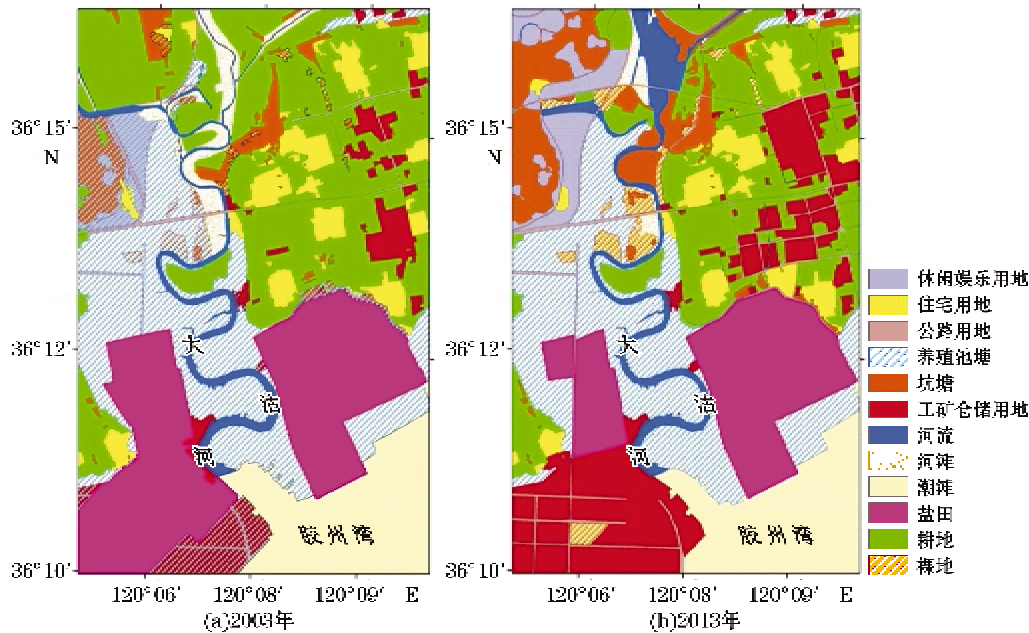


图 3 2003 年和 2013 年大沽河口湿地类型现状分布图

Fig. 3 Distribution of the types of the Dagu River estuary wetland in 2003 and 2013

由表 3 和图 3 可知,2003 年湿地类型面积为 8 876.80 hm²,占研究区域总面积的 65.45%。其中人工湿地面积为 5 798.96 hm²,占湿地类型面积的 65.33%;自然湿地面积为 3 077.84 hm²,占湿地类型面积的 34.67%。人工湿地中按面积由大到小依次排序为:养殖池塘、盐田和坑塘,其面积分别为 3 007.14,2 494.85 和 2 96.97 hm²。自然湿地中潮滩面积最大为 2 331.65 hm²,河流和河滩的面积较小,分别为 491.96 hm² 和 254.23 hm²。

2013 年研究区域湿地类型的面积为 6 779.19 hm²,占研究区域面积的 50%。其中人工湿地面积为 4 148.04 hm²,占湿地类型面积的 61.19%;自然湿地面积为 2 631.12 hm²,占湿地类型面积的 38.81%。2013 年人工湿地中,养殖池塘、坑塘和盐田的面积分别为 1 828.40,1 166.09 和 1 153.54 hm²;自然湿地中,潮滩、河流和河滩面积分别为 1 940.24,605.86 和 85.06 hm²。

2个时相的湿地类型中,面积较大的有盐田、养殖池塘和坑塘,其中盐田主要分布在沿海区域,养殖池塘主要分布于大沽河口两侧和沿海区域,坑塘主要分布在内陆和沿海区域。

3.2 变迁分析

由2003年和2013年两期大沽河口湿地数据,分析得到湿地类型的转移矩阵,如表4所示。矩阵中包含湿地类型和非湿地类型。由转移矩阵不难发现,在2003—2013年的10a间,研究区域内湿地面积整体呈减少的趋势,减少量为2 097.61 hm²,其中人工湿地面积减少1 650.92 hm²,自然湿地面积减少446.72 hm²。湿地类型向非湿地类型转变的面积为2 569.68 hm²,自然湿地向人工湿地转变面积为397.54 hm²。

自然湿地中,潮滩面积由2003年的2 331.65 hm²减少为2013年的1 940.24 hm²,主要原因是部分潮滩变迁为坑塘和养殖池塘等人工湿地,少许变迁为工矿仓储用地和公路等非湿地类型。河流面积由2003年的491.96 hm²增大为2013年的605.86 hm²,主要是研究区域北部大沽河的清淤和河道加宽所致。河滩的面积由2003年的254.23 hm²减少为2013年85.06 hm²,主要是在河流清淤和河道加宽时,部分河滩变迁为河流所致,另外也有少许河滩变迁为裸地等非湿地类型。

人工湿地中,盐田和养殖池塘的面积总体减少,其中1 149.53 hm²盐田和628.46 hm²养殖池塘变迁为工矿仓储用地,另有少许盐田和养殖池塘变迁为公路等其它非湿地类型。坑塘面积由2003年的296.97 hm²增大为2013年的1 166.09 hm²,其中主要是耕地、养殖池塘和潮滩等类型变迁为坑塘所致,变迁为坑塘的面积分别为336.83,294.18和206.83 hm²。另有少许人工湿地重新转变为自然湿地,如在河流附近的养殖池塘等重新转变为河流或河滩。

表4 2003—2007年大沽河口湿地类型转移矩阵(hm²)

Table 4 Transfer matrix of the Dagu River estuary wetland types from 2003 to 2013(hm²)

| 土地类型 | 坑塘 | 盐田 | 养殖池塘 | 潮滩 | 河流 | 河滩 | 耕地 | 工矿仓储用地 | 公路用地 | 裸地 | 休闲娱乐 | 住宅用地 | 总计 |
|--------|--------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|-------|------|--------|-----------|
| 坑塘 | 209.17 | 1.14 | 294.18 | 206.83 | 35.66 | 65.35 | 336.83 | 0.00 | 0.00 | 10.26 | 0.00 | 6.68 | 1 166.09 |
| 盐田 | 0.00 | 1 136.30 | 14.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1 153.54 |
| 养殖池塘 | 13.41 | 55.02 | 1 652.69 | 68.51 | 8.87 | 12.32 | 16.25 | 0.00 | 1.27 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 1 828.40 |
| 潮滩 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 1 939.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1 940.24 |
| 河流 | 6.15 | 18.18 | 3.94 | 7.08 | 411.27 | 94.93 | 61.50 | 0.00 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 1.29 | 605.86 |
| 河滩 | 0.00 | 0.00 | 13.74 | 0.00 | 5.60 | 31.93 | 33.73 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 85.06 |
| 耕地 | 20.10 | 0.00 | 34.41 | 0.00 | 2.18 | 1.95 | 2 067.45 | 33.28 | 10.64 | 8.80 | 0.00 | 78.94 | 2 257.75 |
| 工矿仓储用地 | 5.08 | 1 149.53 | 628.46 | 78.88 | 12.70 | 4.91 | 397.88 | 275.38 | 0.19 | 3.72 | 0.00 | 45.02 | 2 601.74 |
| 公路用地 | 10.22 | 104.79 | 94.05 | 30.86 | 3.02 | 4.99 | 148.88 | 14.42 | 94.08 | 3.85 | 0.00 | 8.43 | 517.58 |
| 裸地 | 8.09 | 29.63 | 84.37 | 0.00 | 3.06 | 31.00 | 22.70 | 1.87 | 2.37 | 22.10 | 0.00 | 2.94 | 208.14 |
| 休闲娱乐 | 21.97 | 0.27 | 159.86 | 0.00 | 9.61 | 6.86 | 297.73 | 0.00 | 11.91 | 5.86 | 0.00 | 5.85 | 519.92 |
| 住宅用地 | 2.79 | 0.00 | 26.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 559.20 | 679.27 |
| 总计 | 296.97 | 2 494.85 | 3 007.14 | 2 331.65 | 491.96 | 254.23 | 3 474.19 | 327.57 | 122.04 | 54.59 | 0.00 | 708.41 | 13 563.59 |

4 结 语

本文应用 2003 年和 2013 年的 SPOT 5 和资源三号高空间分辨率遥感影像,开展了大沽河口湿地遥感监测,并分析了 2003 年和 2013 年大沽河口湿地类型现状以及 10 a 来大沽河口湿地的变迁情况,得出如下结论:

1)2003 年研究区域湿地类型面积为 8 876.80 hm^2 ,占研究区域的 65.45%,其中人工湿地面积为 5 798.96 hm^2 ,占湿地类型面积的 65.33%,自然湿地面积为 3 077.84 hm^2 ,占湿地类型面积的 34.67%;2013 年研究区域湿地类型的面积为 6 779.19 hm^2 ,占研究区域面积的 50%,其中人工湿地面积为 4 148.04 hm^2 ,占湿地类型面积的 61.19%,自然湿地面积为 2 631.12 hm^2 ,占湿地类型面积的 38.81%。

2)在 2003—2013 年 10 a 间,大沽河口湿地面积呈减少的趋势,减少量为 2 097.61 hm^2 ,其中自然湿地面积减少 446.72 hm^2 ,人工湿地整体面积减少 1 650.92 hm^2 。

3)10 a 间总体呈湿地类型向非湿地类型转化、自然湿地向人工湿地转化的趋势,其中湿地类型向非湿地类型转化的面积为 2 569.68 hm^2 ,自然湿地向人工湿地转化的面积为 397.54 hm^2 。

需要指出的是,本文虽然给出了 2003—2013 年 10 a 间大沽河口湿地土地利用的变化及其类型之间的转化,但受数据资料的限制,未对引起变化和转化的影响因素进行深入分析;另外受遥感影像空间分辨率的限制,研究结果可能与实际情况存在一定的偏差。

参考文献:

- [1] 陆健健. 河口生态学[M]. 北京:海洋出版社,1990.
- [2] KIRSTEN D S. Economic consequences of wetland degradation for local populations in Africa[J]. *Ecological Economics*,2005,53(2):177-190.
- [3] 张绪良,谷东起,李永科,等. 胶州湾海岸湿地保护:社区参与原则、方法与程序[J]. *海洋湖沼通报*,2007,4:135-143.
- [4] 马妍妍,李广雪,史经昊,等. 胶州湾大沽河口湿地现状的遥感分析[J]. *中国海洋大学学报:自然科学版*,2006,(B05):179-184.
- [5] 王慧勇,史衍玺. 胶州湾北部滨海湿地分布特征及质量评价[J]. *湿地科学与管理*,2012,8(4):40-42.
- [6] 张绪良,徐宗军,张朝辉,等. 胶州湾滨海湿地生态旅游的开发对策[J]. *湖北农业科学*,2010,49(6):1513-1518.
- [7] 张绪良,张朝晖,徐宗军,等. 胶州湾滨海湿地的景观格局变化及环境效应[J]. *地质评论*,2012,58(1):190-200.
- [8] 马妍妍,李广雪,刘勇,等. 胶州湾湿地动态变化的遥感分析及质量评价[J]. *海洋地质与第四纪地质*,2008,28(1):69-75.
- [9] 印萍,路应贤. 胶州湾的环境演变及可持续利用[J]. *海岸工程*,2000,19(3):14-22.

High-Resolution Remote Sensing Monitoring and Change Analysis of the Dagu River Estuary Wetland

YU Yan-gui¹, CUI Wen-lian², WANG Jian-bu¹, REN Guang-bo¹, MA Yi¹

(1. *The First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China;*

2. *Qingdao Environmental Monitoring Center Station, Qingdao 266071, China*)

Abstract: The high-resolution remote sensing images obtained by SPOT 5 in 2003 and ZY-3 in 2013 are used to monitor the status of the Dagu River estuary wetland, and the changes of the wetland from 2003 to 2013 are analyzed. The results show that: 1) The area of the wetland was 8 876.8 hm² in 2003, making up 65.45% of the study area, of which the area of natural wetland was 22.8%. In 2013, the area of the wetland was 6 779.19 hm², making up 50% of the study area, of which the area of the natural wetland was 19.4%. 2) In the period of 10 years, the area of the Dagu River estuary wetland reduced by 2 097.61 hm², of which the reduction area of the natural wetland was 446.72 hm², with the artificial wetland area decreasing by 1 650.92 hm². 3) In the period of 10 years, the study area tended generally to transform from a wetland type to a non-wetland one, from a natural wetland type to an artificial one. The conversion area was 2 569.68 hm² from wetland to non-wetland and 397.54 hm² from natural wetland to artificial wetland.

Key words: Dagu River estuary; wetland; remote sensing