

基于 RS 和 GIS 技术的新生湿地与植被覆盖度动态分析

姜春玲¹, 曲春风^{2*} (1. 威海市第一中学, 山东威海 264200; 2. 山东大学(威海)海洋学院, 山东威海 264209)

摘要 利用 RS 和 GIS 技术对黄河三角洲的卫星遥感影像数据进行了分析, 研究了新生湿地面积及植被覆盖度的动态变化。结果表明: 1992~2004 年黄河三角洲年均造陆面积 126.88 hm², 2004~2014 年年均造陆面积 63.42 hm², 造陆速度有变缓的趋势。新生湿地以低盖度植被为主, 1992、2004 和 2014 年低盖度植被面积占比分别为 69.14%、70.98% 和 87.89%, 呈增加趋势。1992~2004 和 2004~2014 年湿地净造陆面积中低盖度植被面积占比分别为 92.97% 和 96.36%, 2004~2014 年新生湿地植被覆盖度下降明显, 显示了黄河三角洲新生湿地趋于退化。

关键词 黄河三角洲; 新生湿地; 植被覆盖度; 动态分析

中图分类号 S181 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)28-0077-04

Analysis of New Wetland and Vegetation Coverage Dynamics of the Yellow River Delta Based on RS and GIS

JIANG Chun-ling¹, QU Chun-feng^{2*} (1. The First Senior High School at Weihai, Weihai, Shandong 264200; 2. Weihai Marine College, Shandong University, Weihai, Shandong 264209)

Abstract Remote sensing satellite image data of the Yellow River delta was analyzed by using RS and GIS technology, the dynamic change of the new wetland area and vegetation coverage was studied. The results showed that the trend and speed of land building of the delta is slowing down, the formed land area in the delta is 126.88 hm² during 1992-2004 and 63.42 hm² during 2004-2014. The new wetland is based on low coverage vegetation, the area ratio is 69.14%, 70.98% and 87.89% separately in 1992, 2004 and 2014. The low coverage vegetation area to net land building area of the delta ratio is 92.97% and 96.36% separately during 1992-2004 and 2004-2014. The vegetation coverage of the new wetland is decline sharply during 2004-2014, indicating the degradation of the Yellow River delta's new wetland.

Key words The Yellow River delta; New wetland; Vegetation coverage degree; Dynamic analysis

湿地破坏与退化造成湿地面积减少、生境丧失、水质和底质污染、生物多样性下降等一系列生态问题^[1-2], 因此及时准确地掌握湿地现状和动态对于湿地资源的保护管理和合理开发利用具有重要意义。植被覆盖度是植物群落覆盖地表状况的一个综合量化指标, 在监测湿地生态环境、分析植被蒸腾和土壤水分蒸发、研究湿地水土保持等方面具有重要作用^[3]。利用卫星遥感影像可以快速、连续地获取大范围的地表信息, 通过 GIS 的空间分析, 能够快速、准确地获取研究区域植被覆盖度、面积及其动态变化情况。

黄河三角洲湿地位于渤海湾和莱州湾的交汇处, 是我国暖温带最完整、最广阔的新生湿地生态系统。黄河三角洲由黄河携带泥沙冲淤而成, 是世界上成土最快的河口三角洲^[4]。我国学者对黄河三角洲湿地的遥感监测研究主要集中于湿地景观格局分析、植被覆盖度提取、湿地生态环境质量评价等方面^[4-6]。然而, 关于植被覆盖度变化与湿地面积增长、蚀退之间的关系研究较少, 这直接影响对黄河三角洲湿地变化的正确评估。笔者利用 RS 和 GIS 技术分析了 1992~2014 年黄河三角洲的新生湿地蚀退和淤进变化, 探讨新生湿地植被覆盖度的变化, 以期对黄河三角洲湿地的植物群落演替正确评价及黄河三角洲湿地科学保护管理和开发利用提供基础资料与参考依据。

1 材料与与方法

1.1 区域概况

黄河三角洲新生湿地位于现代黄河三角洲

区域, 北起挑河口, 南至宋春荣沟, 以垦利县鱼洼为顶点的扇形区域(118°30'~119°20' E, 37°35'~38°10' N)^[7]。由于黄河三角洲石油开采、农业开发、水产养殖、城市化等人类经济生产活动频繁, 加上近年来黄河来水减少、海水侵蚀等自然因素, 该地面临湿地退化、盐碱化加剧等生态问题。

1.2 数据来源 试验数据包括 Landsat TM(1992 年 5 月 20 日、2004 年 5 月 21 日) 和 Landsat OLI_TIRS(2014 年 5 月 1 日) 共 3 期卫星遥感影像数据^[8]。由于 Landsat TM 的使用年限已远远超过其设计的工作年限, 未能查询到 2011 年之后研究区域的卫星遥感影像数据, 因此选取 Landsat OLI_TIRS(2014 年 5 月 1 日) 作为第 3 期的卫星遥感影像数据。

1.3 数据预处理 利用 ENVI 5.0 软件对 1992、2004 年 Landsat TM 遥感影像数据及 2014 年 Landsat OLI_TIRS 遥感影像数据进行几何校正。利用 Landsat TM 卫星遥感影像数据中的 Band7(2.09~2.35 μm) 进行植被覆盖和湿润土壤的辨识, 利用 Band5(1.55~1.75 μm) 进行道路、裸露土壤、水的分辨, 利用 Band1(0.45~0.52 μm) 进行水体穿透、分辨土壤与植被。选取 751 波段合成假彩色, 合成影像出现明显的陆水界面。Landsat OLI_TIRS 遥感影像数据对应波段选取 872 波段合成假彩色。利用 ENVI 软件对 3 期遥感影像的研究区域进行矢量化, 得到 1992、2004 和 2014 年的黄河三角洲新生湿地区域矢量图。

利用得到的黄河三角洲新生湿地区域矢量图对 3 期遥感影像进行裁剪, 运用 ENVI 软件的 Radiometric Calibration 工具和 FLAASH Atmospheric Correction 工具分别对裁剪后的遥感影像进行辐射校正和大气校正。

1.4 植被覆盖度的反演

1.4.1 像元二分模型。 利用遥感影像数据进行植被覆盖度估算的常用方法有回归模型法和混合像元分解模型法^[9], 其

基金项目 威海市海洋研究院资助课题(0000413421003, 107041342103, 1070413421129)。

作者简介 姜春玲(1981-), 女, 山东荣成人, 中学一级教师, 硕士, 从事自然地理教学与研究。* 通讯作者, 实验师, 硕士, 从事环境生态学研究。

收稿日期 2016-08-12

中,混合像元分解模型法以地物光谱混合模型估算植被在像元中所占的比例。像元二分模型是假设一个像元的信息可以分为土壤与植被两部分^[10],通过遥感传感器观测到的信息 S 可以线性分解为由绿色植被成分所贡献的信息 S_v 和由土壤成分所贡献的信息 S_s ,即:

$$S = S_v + S_s \quad (1)$$

对于一个由土壤与植被两部分组成的混合像元,像元中有植被覆盖的面积比例即为该像元的植被覆盖度 F_c ,而土壤覆盖的面积比例为 $1 - F_c$ 。由植被所覆盖的纯像元所得的遥感信息为 S_{veg} ,由土壤所覆盖的纯像元所得的遥感信息为 S_{soil} ,可表示为:

$$S_v = F_c \cdot S_{veg} \quad (2)$$

$$S_s = (1 - F_c) \cdot S_{soil} \quad (3)$$

将式(2)、(3)代入式(1)可得:

$$S = F_c \cdot S_{veg} + (1 - F_c) \cdot S_{soil} \quad (4)$$

对式(4)进行变换可得:

$$F_c = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \quad (5)$$

因此,只要确定了像元二分模型的2个参数 S_{veg} 和 S_{soil} ,就可以通过观测到的信息 S 来估算植被的覆盖度 F_c 。

1.4.2 归一化植被指数的计算。 植被指数又称光谱植被指数,是由遥感传感器获取的多光谱数据经线性和非线性组合而构成的对植被有一定指示意义的数值^[11]。由于植物叶面在可见光红光波段有很强的吸收特性,而在近红外波段有很强的反射特性,通过这2个波段测值的不同组合可得到不同的植被指数。植被指数中最常用的是归一化植被指数(NDVI)^[9-10],计算公式为:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (6)$$

式中, ρ_{NIR} 为近红外波段(Landsat TM为Band4,Landsat OLI-TIRS为Band5); ρ_{RED} 为红波段(Landsat TM为Band3,Landsat OLI-TIRS为Band4)。

1.4.3 植被覆盖度反演。 NDVI与植被覆盖度之间具有良好的正相关性^[11-12]。采用像元二分模型利用NDVI来反演植被覆盖度,一个像元的NDVI可以表达为裸土所贡献的信

息 $NDVI_{soil}$ 和绿色植被所贡献的信息 $NDVI_{veg}$,将NDVI代入式(5)可得:

$$F_c = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (7)$$

式中, $NDVI_{soil}$ 为完全无植被裸地像元的NDVI值, $NDVI_{veg}$ 为完全有植被覆盖像元的NDVI值。

对于大多数裸地, $NDVI_{soil}$ 理论上接近于0。结合该研究区域的实际情况,区域中水体较多,水体区域NDVI值小于0,将小于0的NDVI值定义为0; $NDVI_{soil}$ 取值0, $NDVI_{veg}$ 取值0.7。

1.5 植被覆盖度分级 根据像元二分模型计算得到的植被覆盖度 F_c 是一个[0,1]的灰度值。笔者利用GIS重分类方法,将研究区域植物覆盖度按照分类标准划分为5个等级(表1)。

表1 植被覆盖度分级标准

Table The classification standard of vegetation coverage

级别 Grade	类别 Category	F_c
1	裸露	[0,0.1)
2	低覆盖度	[0.1,0.3)
3	中覆盖度	[0.3,0.5)
4	较高覆盖度	[0.5,0.8)
5	高覆盖度	[0.8,1.0]

2 结果与分析

2.1 新生湿地面积变化 从图1可以看出,1992~2014年黄河三角洲叶瓣体处于演化过程中。清水沟新河口^[13]叶瓣有明显的生长过程,老河口^[13]叶瓣由于海水侵蚀作用面积缩小。从图2可以看出,1992~2004年黄河三角洲累计造陆面积8634.02 hm²,蚀退面积7111.42 hm²,平均每年净增加面积126.88 hm²;2004~2014年黄河三角洲累计造陆面积6778.91 hm²,蚀退面积6144.72 hm²,平均每年净增加面积63.42 hm²。因此,黄河三角洲的湿地在某些区域处于由于蚀退导致的面积减小和由于淤进导致的面积增加的动态变化过程中。

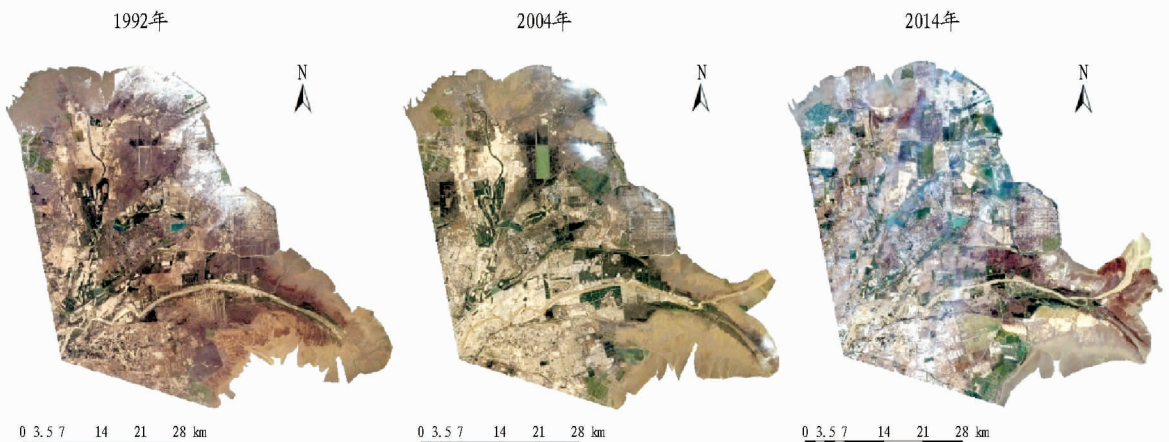


图1 1992~2014年黄河三角洲新生湿地遥感影像

Fig.1 Remote sensing image of the Yellow River delta's new wetland during 1992-2014

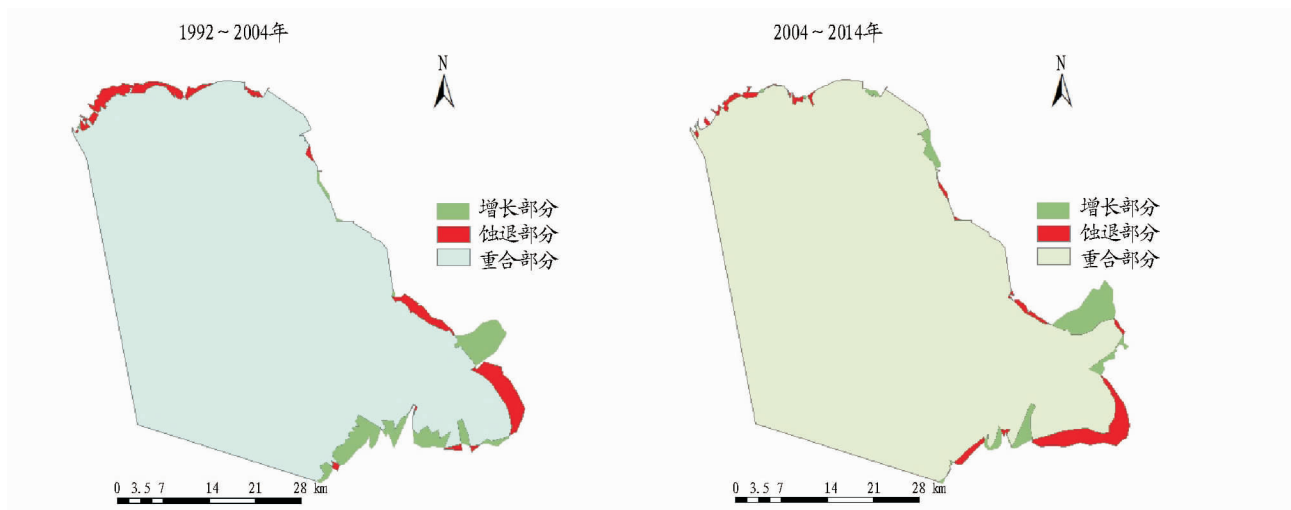


图2 1992~2014年黄河三角洲新生湿地蚀退、淤进变化情况

Fig.2 Erosion and deposition variations of the Yellow River delta's new wetland during 1992-2014

2.2 新生湿地植被覆盖度变化 从图3可以看出,1992年黄河三角洲新生湿地植被中由裸露和低覆盖度组成的低盖度植被面积占69.14%,2004年占70.98%,2014年占87.89%,呈逐步增加趋势。从图4可以看出,1992~2004年黄河三角洲新生湿地的中覆盖度面积减少8863.11 hm²,裸露面积增加445.95 hm²,低覆盖度面积增加5064.90 hm²,较高覆盖度面积增加13.23 hm²,高覆盖度面积增加4857.66

hm²;2004~2014年裸露面积增加62220.11 hm²,低覆盖度面积减少20746.60 hm²,中覆盖度面积减少16595.20 hm²,较高覆盖度面积减少15710.70 hm²,高覆盖度面积减少8530.47 hm²。以上结果说明,1992~2014年黄河三角洲新生湿地低盖度植被面积占比较高,且随着湿地面积的增加,呈现逐步增加趋势。

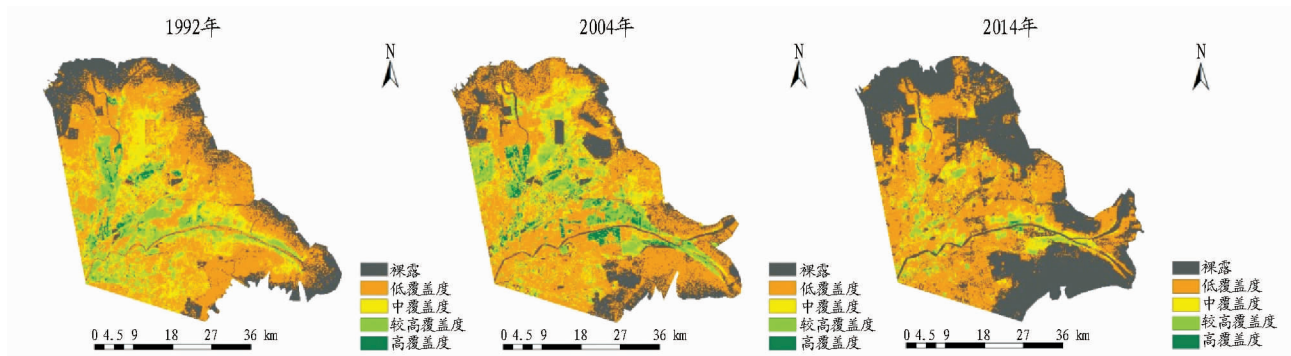


图3 1992~2014年黄河三角洲新生湿地植被覆盖度分级

Fig.3 Vegetation coverage classification of the Yellow River delta's new wetland during 1992-2014

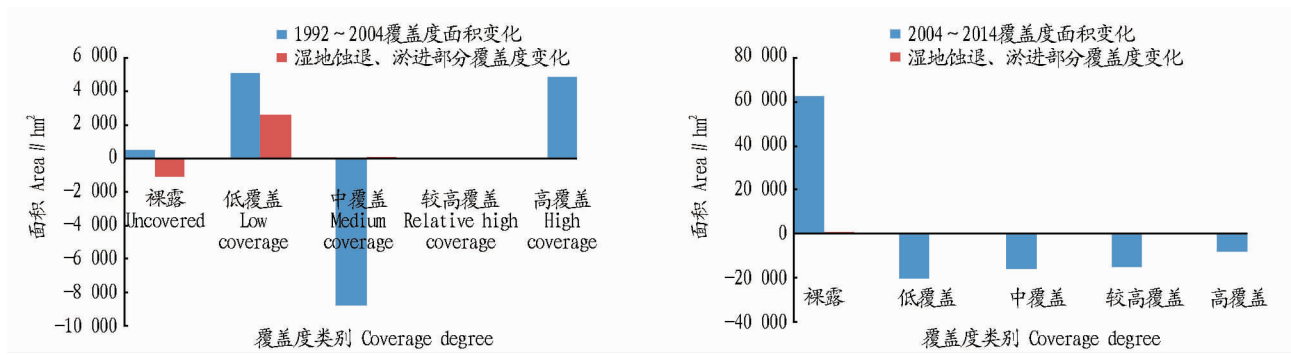


图4 1992~2014年黄河三角洲新生湿地植被覆盖度变化情况

Fig.4 Vegetation coverage variations of the Yellow River delta's new wetland during 1992-2014

2.3 湿地面积变化对植被覆盖度的影响 从图4可以看出,1992~2004年黄河三角洲湿地蚀退、淤进变化对植被覆盖度的影响为裸露面积减少1139.76 hm²,低覆盖度面积增

加2556.36 hm²,即由裸露和低覆盖度组成的低盖度植被面积增加1415.60 hm²,占净造陆面积的比例为92.97%;2004~2014年黄河三角洲湿地蚀退、淤进变化对植被覆盖度的影

响为裸露面积增加 366.84 hm²,低覆盖度面积增加 244.26 hm²,即由裸露和低覆盖度组成的低覆盖度植被面积增加 611.10 hm²,占净造陆面积的比例为 96.36%。

1992~2004年黄河三角洲由于湿地蚀退、淤进变化导致的低覆盖度植被面积增加占总低覆盖度面积变化的比例为 25.69%;2004~2014年由于湿地蚀退、淤进变化导致的低覆盖度面积增加占总低覆盖度面积变化的比例为 2.52%。

以上结果说明,黄河三角洲湿地净造陆面积中以低覆盖度植被面积占比很高,面积净增加对低覆盖度植被面积增加有一定影响。

3 讨论

3.1 新生湿地发育的驱动力 黄河三角洲的演变受黄河来沙和海洋动力共同作用的影响。一方面,由于黄河含沙量高、输沙量大,受水海域浅,巨量黄河泥沙在河口附近淤积,使得海岸线向海洋推进。另一方面,由于海洋动力作用使得海岸线受到侵蚀向陆地推进。1992~2004和2004~2014年,黄河三角洲年均净造陆面积分别为 126.88和63.42 hm²。说明1992~2014年黄河三角洲处于活跃造陆进程中,但造陆速度有变缓的趋势。原因是随着我国中西部经济开发,各地经济建设和农业发展导致用水量上升。再者,由于黄河流域降水量的减少与气温升高导致的蒸发量增大^[14],使近年来黄河上游来水持续减少、断流时间越来越长^[15],输沙量的减少使造陆速度下降。1996年在清水沟实施人工出汉之后^[16],由于清水沟老河口叶瓣失去了来沙,在海浪的侵蚀作用下,海岸出现净侵蚀,造成海岸后退。

3.2 新生湿地植被覆盖度变化分析 3期黄河三角洲新生湿地低覆盖度植被占比都很高,说明湿地植被以低覆盖度植被为主,这与张高生的研究结果一致^[17]。

如果不考虑新生湿地面积变化对植被覆盖度的影响,对图4进行分析,结果是1992~2004年中覆盖度面积减少8863.11 hm²,低覆盖度面积增加5510.85 hm²,高覆盖度面积增加4870.89 hm²。由于覆盖度减少的面积与覆盖度增加的面积不对应,难以对覆盖度实际变化面积进行讨论,只能对覆盖度面积百分比的变化进行讨论。中覆盖度面积占比下降3.78%,低覆盖度面积占比增加1.84%,高覆盖度面积占比增加1.94%。高覆盖度面积占比增加的原因是在黄河三角洲湿地植被演替的初级阶段,由于土壤含盐量较高,只有一些耐盐植物作为先锋种存在,随着演替的进行,生态环境的逐步改善,优势种覆盖度增加,植物群落由低覆盖度群落向较高覆盖度群落演替;低覆盖度占比的增加,如果不考虑新生湿地面积变化对植被覆盖度的影响,只能理解为部分湿地发生退化,植物群落发生逆行演替,使得植被覆盖率下降。2004~2014年低覆盖度面积占比增加16.91%,中覆盖度面积占比减少6.88%,高覆盖度面积占比减少10.02%。这主要是由于近10a来,该区域为

了加快经济发展,加大城市开发及水产养殖力度,再加上近年来黄河断流时间变长,断流使得土壤盐碱化程度加重,使得湿地退化,生态恶化。

通过分析湿地面积变化对植被覆盖度的影响可知,1992~2004年净造陆面积中92.97%为低覆盖度植被,2004~2014年净造陆面积中96.36%为低覆盖度植被。由于黄河三角洲湿地蚀退、淤进区域集中在海岸线区域,该区域盐碱化程度高,植物分布主要为裸露的滩涂或者盐生植被,植物群落处于演替的初级阶段。因此,黄河三角洲净造陆面积中低覆盖度植被面积占比很高。

由于黄河三角洲湿地净造陆面积中低覆盖度植被面积占比很高,因此不考虑湿地面积变化对植被覆盖度的影响,而通过植被覆盖度来表征湿地植物群落的演替变化是不全面的。1992~2004年黄河三角洲湿地面积变化使得低覆盖度植被面积增加占总低覆盖度面积增加的比例为25.69%,因此除了湿地退化的因素外,湿地面积增加也是低覆盖度植被面积增加的重要因素。2004~2014年黄河三角洲湿地面积变化使得低覆盖度植被面积增加占总低覆盖度植被面积增加的比例为2.52%,湿地面积增加不是植被覆盖度变化的主要影响因素。

参考文献

- [1] 韩大勇,杨永兴,杨扬,等. 湿地退化研究进展[J]. 生态学报,2012,32(4):1293-1307.
- [2] 张绪良,徐宗军,张朝晖,等. 中国北方滨海湿地退化研究综述[J]. 地质论评,2010,56(4):561-567.
- [3] 崔天翔,宫兆宁,赵文吉,等. 不同端元模型下湿地植被覆盖度的提取方法:以北京市野鸭湖湿地自然保护区为例[J]. 生态学报,2013,33(4):1160-1171.
- [4] 宗秀影,刘高焕,乔玉良,等. 黄河三角洲湿地景观格局动态变化分析[J]. 地球信息科学学报,2009,11(1):91-97.
- [5] 贾维花,廉丽姝,吕宜平. 基于TM数据的黄河三角洲地区植被覆盖度提取[J]. 地理信息世界,2012,12(6):62-74.
- [6] 孟岩,赵庚星. 基于卫星遥感数据的河口区生态环境状况评价:以黄河三角洲垦利县为例[J]. 中国环境科学,2009,29(2):163-167.
- [7] 张高生,王仁卿. 现代黄河三角洲生态环境的动态监测[J]. 中国环境科学,2008,28(4):380-384.
- [8] Landsat 遥感影像数据服务系统[DB/OL]. <http://www.csdb.cn/>.
- [9] 贾坤,姚云军,魏香琴,等. 植被覆盖度遥感估算研究进展[J]. 地球科学进展,2013,28(7):774-782.
- [10] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所,2003:41-55.
- [11] 田庆久,闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展,1998,13(4):327-333.
- [12] 罗亚,徐建华,岳文泽. 基于遥感影像的植被指数研究方法述评[J]. 生态科学,2005,24(1):75-79.
- [13] 杨伟,陈沈良,谷国传,等. 黄河三角洲清水沟河口区近期冲淤演变特征[J]. 海洋通报,2010,29(1):44-51.
- [14] 刘勤,严昌荣,张燕卿,等. 近50年黄河流域气温和降雨量变化特征分析[J]. 中国农业气象,2012,33(4):475-480.
- [15] 李政海,王海梅,和国栋,等. 黄河下游断流研究进展[J]. 生态环境,2007,16(2):686-690.
- [16] 谷源泽,姜明星,徐从亮,等. 黄河口清8出汉工程的作用及对河口演变的影响[J]. 泥沙研究,2000(5):50-61.
- [17] 张高生. 基于RS、GIS技术的现代黄河三角洲植物群落演替数量分析及近30年植被动态研究[D]. 济南:山东大学,2008:55-56.