

1990~2020年大庆湿地景观格局演变分析

李琳琳

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年12月21日; 录用日期: 2025年3月4日; 发布日期: 2025年3月12日

摘 要

本研究基于遥感技术(RS)和地理信息技术(GIS)对大庆湿地1990年、2000年、2010年和2020年4期遥感影像数据进行处理, 对近30年间大庆市各区、县湿地进行动态演变分析, 将大庆市湿地分为河流、沼泽、滩地、湖泊、水田五大类, 分析其湿地面积变化、质心变化以及各类湿地类空间自相关性。结果表明: 近30年大庆市湿地面积在总体上呈现先减少再增加的趋势; 湿地质心总体上呈现向西移动的态势; 各类湿地在整体上呈现相关趋势且相关性显著。分析大庆市湿地存在的问题并根据大庆市湿地存在的问题, 加强对湿地生态系统的保护力度; 广泛宣传, 加强多部门的协同合作; 建立湿地补偿机制; 加快推进湿地保护体系的建设; 加快推进因地制宜的湿地生态修复机制; 建立稳定的湿地生态监测系统提出对策建议。

关键词

Landsat, 景观格局, 动态变化, 大庆市

Analysis on the Evolution of Daqing Wetland Landscape Pattern from 1990 to 2020

Linlin Li

School of Geographic Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Dec. 21st, 2024; accepted: Mar. 4th, 2025; published: Mar. 12th, 2025

Abstract

Based on remote sensing technology (RS) and geographic information technology (GIS), this paper processed the remote sensing image data of Daqing wetland in 1990, 2000, 2010 and 2020, analyzed the dynamic evolution of Daqing wetland in each district and county in recent 30 years, and divided Daqing wetland into five categories: river, swamp, beach, lake and paddy field. The changes of wetland area, center of mass and spatial autocorrelation of various types of wetlands were analyzed.

The results showed that the area of Daqing wetland decreased first and then increased in the last 30 years. The center of mass of the wetland generally moves westward. All kinds of wetlands showed a significant correlation trend on the whole. Analysis of the problems existing in the Daqing city wetland and according to the problems of Daqing city wetland, the wetland ecosystem in strong protection; publicity, strengthen the cooperation and establish multi-sectoral wetland compensation mechanism, accelerate the construction of wetland protection system, accelerate the wetland ecological restoration mechanism of adjust measures to local conditions, to establish stable wetland monitoring system puts forward countermeasures and suggestions.

Keywords

Landsat, Landscape Pattern, Dynamic Change, Daqing City

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大庆市是黑龙江省西南部的重要中心城市，拥有着我国最大的油田，截止 2019 年为止已累计为国家贡献约 24 亿吨石油，是目前我国最大的石油化工基地。大庆市四周湖泊众多，有“百湖之城”称号，同时也有“绿色油化之都，天然百湖之城”的美誉。70 多年的石油开采历史，对湿地景观格局的变化产生一系列影响。湿地作为“自然有机体”重要组成部分，是水陆结合而形成的综合体。虽然湿地拥有多方面的功能，但它本身也是非常脆弱的，所以湿地景观格局变化的研究对生态系统的预测、可持续发展研究等具有重大意义。同时景观格局对景观生态学研究有着举足轻重的地位，目前国内外对于景观格局动态研究主要运用地理信息技术和遥感分析技术结合的方法，在此之上再应用定量分析、定性分析等方法，研究景观格局变化的原因及其干扰因素、预测景观格局变化趋势等。

对于湿地景观格局的研究国外要比国内早很多年，1995 年唐纳德·蒂尔顿(Donald L. Tilton)首次提出把湿地生态系统归类到景观格局规划中[1]。而后，2000 年国际湿地保护联盟执行主席威廉·米奇(William J. Mitsch)，明确指出了湿地对于农业、生物、林业、城市、乡村等的重要性，同时阐述了湿地在空间上所处于的位置也在一定程度上决定了湿地的重要性及其价值[2]。之后，湿地景观格局的研究者对于湿地景观的价值有了更加深刻的认识，诸如湿地景观的生态价值、人文价值和社会价值等。而后著名学者菲鲁扎·帕夫里(Firuz Pavri)及他的同伴对堪萨斯州中部地区的湿地进行湿地景观的动态变化分析，通过采集 15 年的数据，采用多时间成像的方法，得出多时间遥感放大方法可以有效捕捉湿地和其他环境中定性信息的变化，并且能够有效地反应湿地的动态变化[3]。2011 年凯文·古茨威勒(Kevin J. Gutzwiller)等人应用多元自适应方法建立回归模型以及 3S 模型对 1992~1997 年美国南部地区的湿地资源进行预测，预测其湿地景观格局丧失风险以及对湿地景观的功能和湿地特征进行验证，研究成果表明，此次建立的模型具有普适性并且显著性明显，也同时适合美国南部的其他地区的预测分析[4]。穆尼亚蒂(Munyati)将赞比亚作为湿地景观的研究区，运用遥感影像技术对该地的湿地动态变化情况进行实时监测，为得到湿地景观不同时期的阶段性变化过程，对监测到的遥感数据进行了科学性分析，对于后来湿地的利用和保护具有极其重要的意义[5]。然而伴随着学者们科研的深入，学者们发现只用遥感影像技术去获取遥感数据的方法无法达到获得预期算出的结果。为了弥补技术上的缺陷，部分学者构建更多的动态数据模型，动态数据模型也被应用到湿地景观动态变化分析中，与此同时遥感影像技术在湿地景观动态变化监测和分

析中被广泛应用,二者结合形成以动态数据模型为手段的湿地动态变化趋势预测技术。综上所述,国外的湿地景观动态变化分析是根据对不同时期的土壤类型图的观测和研究而对湿地数据的动态变化进行预测。同时,遥感影像技术的广泛应用为湿地景观格局的动态变化分析供应了更加准确、便捷、高效的方法,从而让湿地景观格局动态变化分析研究有了实质性的飞跃,向未来更加靠近。因此,构建湿地动态变化模型,成为了预测湿地动态演变不可或缺的方法和手段。

对于国内的湿地景观格局动态演变分析是始于 20 世纪 90 年代,研究发展速度上我国较快,研究水平呈现正在逐步上升趋势。如张静、周林飞等人将遥感影像作为数据源,应用遥感数据与景观生态指数结合,以研究区的景观格局特征为基础,对辽宁省凌河口湿地自然保护区的景观类型进行分类以及定量分析,得出凌河口湿地的多样性指数、斑块密度、板块数量以及总面积等信息,研究凌河口湿地的功能区划分,得出凌河口湿地自然保护区的核心地区[6]。2016 年卢晓宁、洪佳、王玲玲等人应用遥感和地理信息技术对黄河三角洲湿地以近 40 年的 9 期影像(1973~2013 年)作为数据源,结合相关湿地景观指数以及动态数据模型等一系列模型,以分析研究区的特征为基础,对黄河三角洲湿地的动态变化进行定量分析[7]。曾光、高会军、朱刚等人,以 1975~2014 年 4 个时期的遥感影像数据作为数据源,以山西省为研究区,根据遥感信息计算处理斑块面积、斑块数量,结合景观格局指数(分为景观破碎度和景观优势度),以此来分析山西省的湿地景观格局动态变化[8]。2017 年谭志强、许秀丽、李云良等人以长江地区湿地为研究区,结合决策树分类等方法,以三峡工程为时间节点,来分析长江地区湿地景观格局三峡工程前后的动态变化的差异性分析[9]。近年来越来越多的国内的优秀学者运用多元化的湿地分析方法,借助回归分析、指数模型构建和 3S 技术等方法,对湿地景观格局动态变化进行更深一步探究。大量实证研究表明,湿地演变分析通常要与时空格局的变化相结合,同时各种方法、模型和技术的引入为湿地的变化分析提供有效支撑。

基于国内外湿地景观格局的研究成果,本研究以大庆市湿地面积、质心、空间自相关性为主要因子,研究其在时空上的景观格局演变,分析得出大庆市湿地面积变化、质心变化、各湿地类空间自相关性是否显著,并根据目前大庆市湿地存在的问题提出对策性建议。

2. 研究区概况、数据来源与研究方法

2.1. 研究区概况

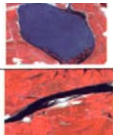
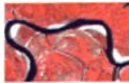
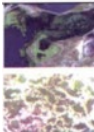
大庆市位于黑龙江省西南部,与哈尔滨市、绥化市、齐齐哈尔市相邻,西、南邻接松花江、嫩江,地处松花江、嫩江冲积一级阶地。地理坐标为 $45^{\circ}46'N-46^{\circ}55'N$, $124^{\circ}19'E-125^{\circ}12'E$ 。大庆市地势平坦宽阔,位置处于松嫩平原中部,总面积为 22161 km^2 ,其中有,包括萨尔图区、龙凤区、让胡路区、大同区和红岗区 5 个管辖区,包括肇州、肇源和林甸县 3 个县以及杜尔伯特蒙古族自治县 1 个自治县。由于蒙古内陆冷空气的陆地因素,海洋暖流的季风因素的影响,导致大庆市气候雨热同季,春、秋季风多,冬季寒冷干燥,分属于中温带半干旱大陆性季风气候,年平均气温 3.2°C ,年平均降水量 427.5 mm 。大庆市地势由北向南渐低且地势平坦,海拔高度在 $126\sim 165\text{ m}$ 之间,形成了面积广阔的湿地[10]。湿地分为天然湿地和人工湿地,大庆市湿地中天然湿地占比 80%以上,大庆湿地总面积约是黑龙江省拥有湿地总面积的 21.58%,约是全国已知湿地总面积的 2.24%,是黑龙江省湿地集中分布地区。大庆湿地景观纷杂,包括盐沼湿地、沙地、草丛盐沼、天然沼泽化草甸、人工林等其他景观,它们共同组成了大庆湿地绚烂多彩的湿地景观,其中湖泊和沼泽是数量和面积占比最大的。

2.2. 数据来源

本研究采用 1990 年、2000 年、2010 年 Landsat4-5 TM 的影像及 2020 年 Landsat8-OLI 影像 7~9 月的数据,来源于中国科学院网络信息中心地理空间数据云平台。在地理空间数据云平台下载大庆市遥感影

像数据源，根据研究区一级研究内容特征，对影像云量、清晰度等进行约束，对比择优，选取 4 个时期 7~9 月综合水平相对较高的遥感影像数据。在影像处理过程中，所有数据都采用 5、4、3 波段标准假彩色进行合成，以 4、3、2 波段真彩色影像作为辅助。应用 ENVI5.3 软件主要处理步骤如下：对下载的四期遥感影像分别进行图像增强处理、大气校正等预处理工作；再对预处理好的遥感影像进行影像的镶嵌、裁剪，再通过神经网络分类、图斑合并、类别合并等处理，得到大庆市四期影像的湿地分类图，其中四期神经网络分类均方根梯度函数都在 0.3 左右，分类效果较好；再应用 ArcGIS10.2 软件对处理后的遥感影像进行按掩膜提取、唯一值显示等工作，得到 1990、2000、2010、2020 年大庆市湿地景观格局演变矢量数据图。本研究主要分为沼泽、河流、湖泊、滩地、水田五类湿地，应用其中对影像进行目视解译得到湿地分类如表 1 所示：

Table 1. Types of wetlands in Daqing city
表 1. 大庆市湿地类型

类型	影像	空间位置	形态	色调	纹理
湖泊 河流		平原上、台地	湖泊几何特征明显，呈现自然形态，河流自然弯曲或局部明显平直，边界明显	蓝色、深蓝色、浅蓝色	影像结构单一
滩地		河漫滩	边界清晰，呈现斑块状	白色	影像结构单一
水田		河漫滩，冲积平原	几何形状明显，边界清晰，田块较大，有渠道灌溉设施	红色、粉红色	影像纹理较均一、较平滑
沼泽		湖泊表面边缘，河漫滩	边缘较清晰，呈现斑块状	绿色、暗绿色、暗棕色	影像结构较单一

2.3. 研究方法

对比分析法是指对遥感影像数据分析后得到不同时期的湿地类型对比图，通过对比得到湿地景观格局的动态变化，得出结论。

空间自分析法指采用统计学的方法，根据大庆市湿地特征值以及空间自分析指数，本研究主要用到 P-Value 值、Moran’s I 指数、Z-score 值三个指数，对 4 期各湿地类面积进行相关程度分析，得到大庆市湿地在整体上是否具有显著性。其中 P-Value 值、Z-score 值、Moran’s I 指数是度量空间自相关性的指标。Moran’s I 指数是用来描述大庆市 4 期各湿地类间聚集与离散程度的标准。Z-score 值是表示大庆市各类湿地面积与湿地面积均值之间的偏离程度，且需呈现正态分布。三者作为约束条件需符合以下规则：Z-score 需大于 1.96，且 Z-score 数值越大表明空间相关性越显著；Moran’s I 值需要大于 0，且 Moran’s I 数值越大表示其空间正相关性越强。

3. 结果与分析

3.1. 面积变化

根据数据处理及分析，得到大庆市湿地动态演变图(图 1)与各类湿地面积表(表 2)。

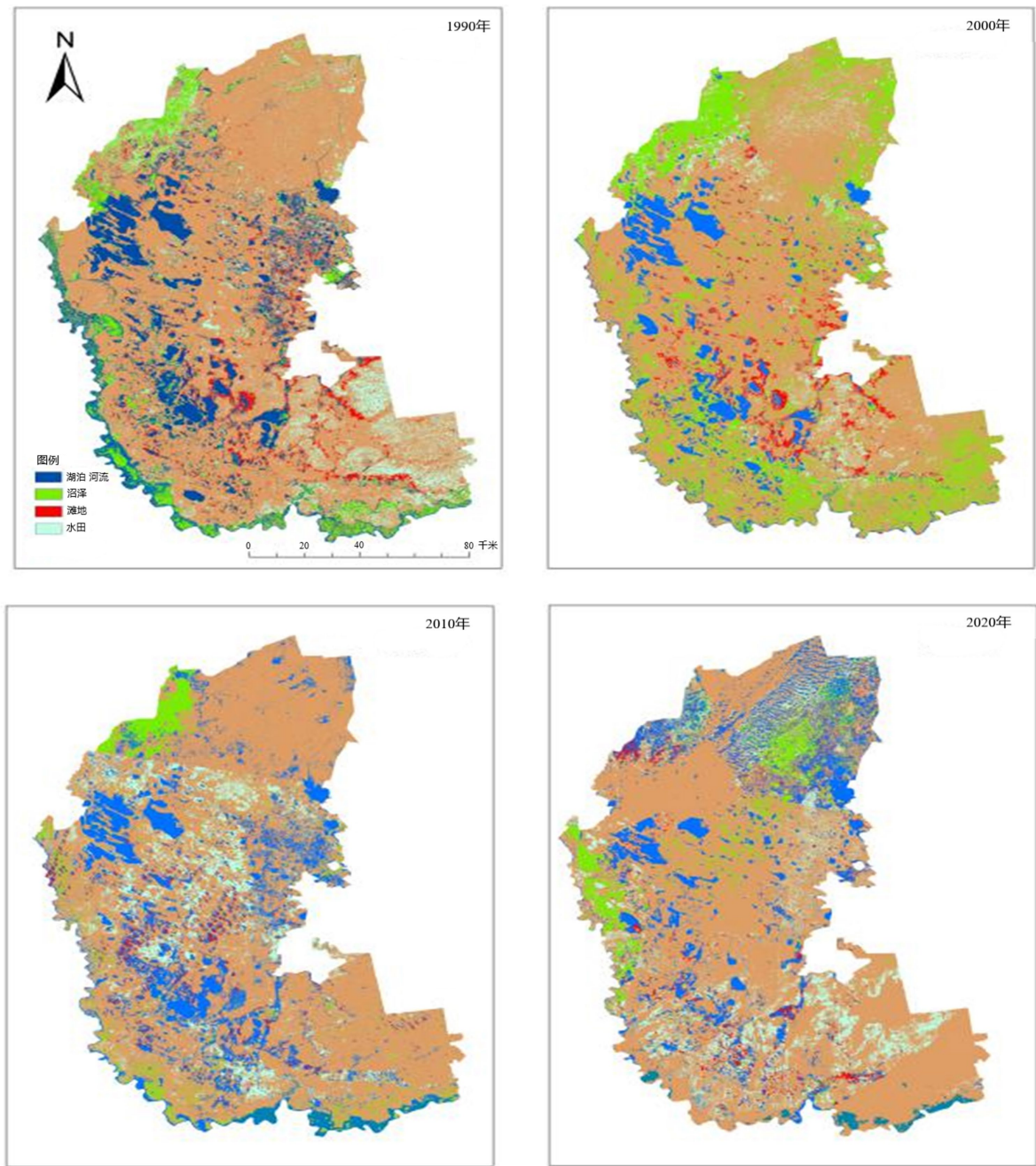


Figure 1. Dynamic evolution of wetlands in Daqing city from 1990 to 2020

图 1. 1990~2020 年大庆市湿地动态演变图

从图 1 中可以看出湿地的动态变化，湿地面积在逐年减少。并利用 ENVI 软件对个湿地类型的面积数据进行统计得到表 2。

Table 2. The area table of various wetlands in Daqing from 1990 to 2020**表 2.** 1990~2020 年内大庆各类湿地面积表

类型	面积(计量单位: hm ²)			
	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
湖泊、河流	235,292	187,364	159,317	163,578
滩地	6205	5392	5342	4839
沼泽	344,667	240,999	233,436	210,891
水田	43,007	47,456	66,683	86,786
合计	632,012	484,565	472,307	473,857

研究表明,近 30 年大庆市湿地面积在总体上呈现先减少再增加的趋势。按十年间的对比变化为 1990~2000 年减少面积 147,446 hm², 2000~2010 年面积减少 122,358 hm², 2010~2020 年面积增加 1675 hm²。按各湿地类型看,大庆市河流、沼泽、滩地面积逐年递减,水田的面积逐年递增,湖泊的面积呈现先下降再上升趋势。根据两期的对比变化我们可以看出,1990~2000 年期间,大庆市沼泽、滩地、河流、湖泊的面积都在减少,但其中湖泊的变化量最大,约为 104,000 hm²,而水田面积增加了约 5000 hm²; 2000~2010 年期间,同样是河流、沼泽、滩地面积逐年减少,同时湖泊面积也有所减少,减少面积分别约为 1200 hm²、7600 hm²、27,000 hm²、50 hm²,从以上数据可以看出湖泊减少量最多,但水田增加量约为 23,000 hm²; 从 2010~2020 年期间,河流、沼泽、滩地呈减少趋势,但水田和湖泊的数量有所增加,其中水田变化量较大,约为 22,000 hm²。从以上数据分析可得到,由于对湿地的开发利用导致了,河流、沼泽、滩地、湖泊在一定程度上呈现减少趋势而水田呈现增加趋势,近年来对退耕还湿政策的落实在一定程度上缓解了湖泊的退化,由此我们得到,湿地整体上还是呈现减少趋势,保护湿地亟待落实。

3.2. 质心变化

根据图 1 大庆市湿地动态演变图与大庆市行政区划图可知,1990 年、2000、2010 和 2020 年大庆市四期影像质心按方位主要分布在影像的左侧,按地区分主要杜尔伯特自治县,总体上呈现向西移动的态势。

3.3. 各类湿地空间自相关

Table 3. Statistical table of spatial autocorrelation index of various types of wetlands**表 3.** 各类型湿地空间自相关指数统计表

湿地	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
Moran's I	0.367884	0.352852	0.382451	0.49738
Z-score	26.521745	27.255732	28.876545	28.265776
P-Value	0	0	0	0

根据遥感影像算出的面积数据源,利用 SPSS 软件对河流、沼泽、滩地、湖泊、水田等进行空间自相关分析工作。由表 3 大庆市湿地空间自相关指数统计表可以得出,大庆市各类型湿地 Moran's I 值大于 0,且数值都在 0.4 左右,表明大庆市各类湿地在整体上呈现相关趋势,呈现上升趋势,但变化量不大,这一结果说明大庆市湿地的空间分布具有聚集性,不是离散分布状态。Z-score 值都在 27 左右,远远大于 1.96,表明大庆市各类湿地在空间相关性上显著。

3.4. 湿地变化驱动机制

大庆市是一个以石油产业为主的工业城市,随着城市化和工业化的发展,大量湿地被用于城市建设、农业生产和基础设施建设,导致湿地面积大幅减少。为了增加耕地,湿地常常被转为农田,特别是水稻种植区,这使得湿地的自然功能受到严重破坏。大庆油田的石油开采及相关设施建设,也对湿地生态产生影响,改变了水文条件,加速了湿地的消失。同时,气候变暖可能导致水体蒸发增加,使湿地水源不足,进一步加剧湿地干涸。农业污染,特别是农药和化肥的过度使用,导致水质恶化,促进湿地的富营养化,破坏了湿地的生物多样性和生态功能。

湿地退化可能导致原有的生态核心区域失去功能,湿地质心可能会向更加稳定、功能更强的区域迁移。大庆市湿地的水文变化(如水位和水流方向的变化)也可能推动湿地质心的移动。水资源的过度开发和气候变化等因素导致湿地面积减少和生态功能下降,因此需要采取措施加强湿地保护、恢复生态系统、合理使用水资源并减少污染。

4. 结论

本研究以大庆市作为研究区,1990年、2000年、2010年和2020年的Landsat遥感数据为基础,研究大庆市近30年的湿地利用类型动态演变,结果表明大庆市湿地面积近30年来总体上呈现递减趋势,在1990~2000年间由于人为开发利用,造成大庆市湿地减少较多,2000~2020年由于大庆市政府实施生态环境保护政策,湿地状况在一定程度上改善。在湿地保护问题上提出问题和建议,未来更应加重湿地的保护力度,实现生态文明建设。

参考文献

- [1] Tilton, D.L. (1995) Integrating Wetlands into Planned Landscapes. *Landscape and Urban Planning*, **32**, 205-209. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(95\)07001-b](https://doi.org/10.1016/0169-2046(95)07001-b)
- [2] Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. (2000) The Value of Wetlands: Importance of Scale and Landscape Setting. *Ecological Economics*, **35**, 25-33. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(00)00165-8)
- [3] Pavri, F. and Aber, J.S. (2004) Characterizing Wetland Landscapes: A Spatiotemporal Analysis of Remotely Sensed Data at Cheyenne Bottoms, Kansas. *Physical Geography*, **25**, 86-104. <https://doi.org/10.2747/0272-3646.25.1.86>
- [4] Gutzwiller, K.J. and Flather, C.H. (2011) Wetland Features and Landscape Context Predict the Risk of Wetland Habitat Loss. *Ecological Applications*, **21**, 968-982. <https://doi.org/10.1890/10-0202.1>
- [5] Helbig, M., Chasmer, L.E., Desai, A.R., Kljun, N., Quinton, W.L. and Sonnentag, O. (2017) Direct and Indirect Climate Change Effects on Carbon Dioxide Fluxes in a Thawing Boreal Forest-Wetland Landscape. *Global Change Biology*, **23**, 3231-3248. <https://doi.org/10.1111/gcb.13638>
- [6] 周林飞, 徐浩田, 张静. 凌河口湿地自然保护区景观格局变化及功能区划分[J]. 湿地科学, 2016, 14(3): 403-407.
- [7] 卢晓宁, 张静怡, 洪佳, 王玲玲. 基于遥感影像的黄河三角洲湿地景观演变及驱动因素分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(S1): 214-223.
- [8] 曾光, 高会军, 朱刚. 近40年来山西省湿地景观格局变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(1): 103-108.
- [9] 谭志强, 许秀丽, 李云良, 张奇. 长江中游大型通江湖泊湿地景观格局演变特征[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(10): 1619-1629.
- [10] 高文杰, 潘继亚. 大庆湿地时空变化分析[J]. 吉林水利, 2015(2): 12-17.