

黄河三角洲自然保护区国土空间变化遥感监测与评价

孔 梅¹, 曹惠明¹, 高兴国², 宗雪梅¹,
孟祥亮¹, 王 聪¹

(1.山东省生态环境监测中心, 山东 济南 250101; 2.山东电力工程咨询院有限公司, 山东 济南 250013)

摘 要: 为了解人类活动对黄河三角洲国家级自然保护区生态环境的影响, 利用 2000 年至 2019 年的卫星影像数据, 分析了黄河三角洲自然保护区近 20 年来土地利用的变化情况, 并利用开发干扰指数定量分析了土地利用变化对自然保护区的影响。得出主要结论如下: 黄河三角洲自然保护区近 20 年土地利用变化明显, 草地、耕地和未利用地等土地利用面积下降, 而建设用地 (城乡居民点、工矿用地) 和水域湿地等面积增加。变化面积占自然保护区总面积的 47.0%, 减少的草地和耕地等主要转为建设用地、水域湿地, 主要表现为实验区内盐田和养殖塘面积的增加。2000 年以来黄河三角洲自然保护区开发干扰指数逐年增大, 2005 年之前人类活动干扰相对轻微; 2005 年至 2016 年人类活动干扰剧烈, 自然保护区开发干扰指数增加迅速, 以盐田和养殖塘的开发为主要影响因素; 2016 年后自然保护区的监督管理力度加大, 开发干扰指数趋于稳定。人类活动干扰呈现从轻微到剧烈再到稳定的过程。

关键词: 黄河三角洲自然保护区; 土地利用; 人类活动; 遥感

中图分类号: X36; X87

文献标识码: A

文章编号: 1007-6336(2021)02-0272-05

Remote sensing monitoring and evaluation of land space change in the Yellow River Delta Nature Reserve

KONG Mei¹, CAO Hui-ming¹, GAO Xing-guo², ZONG Xue-mei¹,
MENG Xiang-liang¹, WANG Cong¹

(1. Shandong Provincial Eco-environment Monitoring Center, Jinan 250101, China; 2. Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Corp., Ltd, Jinan 250013, China)

Abstract: In order to understand the impact of human activities on the environmental quality of the Yellow River Delta National Nature Reserve, this paper analyzes the characteristics of land use change over the past 20 years, and outlines the influence of land use change on the nature reserve by using the development disturbance index. The main conclusions are as follows: over the past 20 years, the land use types of the Yellow River Delta Nature Reserve have changed significantly. The area of grasslands and farmlands in the Yellow River Delta Nature Reserve declined from 2000 to 2019, while the area of construction land has expanded at a faster pace. The change area accounts for 47.0% of the total area of the nature reserve. The reduced grasslands and farmlands are mainly transformed into salt fields and aquaculture ponds which mainly located in the experimental area. Since 2000, the development interference index of the Yellow River Delta Nature Reserve has been increasing year by year. From 2000 to 2005, the interference of human activities was relatively slight. From 2005 to 2015, the interference index of human activities increased rapidly. The development of salt field

收稿日期: 2019-12-25, 修订日期: 2020-02-28

基金项目: 山东省环境监测科研基金资助项目 (LHJ-Y-2018-01)

作者简介: 孔 梅 (1985—), 女, 山东济宁人, 硕士, 工程师, 主要从事生态环境遥感监测研究, E-mail: km2003@163.com

通讯作者: 曹惠明 (1977—), 男, 河南开封人, 高级工程师, 主要从事生态环境监测研究, E-mail: caohuiming@shandong.cn

and aquaculture pond is the main influencing factor. After 2016, the development interference index has become stable. Overall the disturbance of human activities presents a process from mild to severe and then to stable.

Key words: Yellow River Delta Nature Reserve; land use; human activities; remote sensing

自然保护区是保护和管理自然资源、保护生态系统多样性、保护丰富的物种及其遗传资源的重要场所^[1-3]。随着人类活动与自然环境之间相互作用的加剧,自然保护区范围缩小、生境破碎化、生物多样性流失等问题受到高度关注^[4-6]。2017年至2019年,国家开展了绿盾自然保护区专项行动,对自然保护区环境问题进行全面检查监督。

随着遥感技术的发展,很多学者尝试用遥感手段对自然保护区进行监测研究。宫鹏等^[7]利用遥感技术发现湿地景观面积转移变化主要受人类活动的影响;刘晓曼等^[8]、崔文连等^[9]、曹巍等^[10]通过模型评价了人类活动对自然保护区的影响;陈琳等^[11]、徐玉梅等^[12]、韩美等^[13]、李永涛等^[14]对黄河三角洲湿地生态服务功能、景观格局等进行了监测与评价。目前自然保护区研究多集中于现状监测、黄河三角洲研究多集中于湿地景观,本研究针对黄河三角洲国家级自然保护区,利用2000年至2019年黄河三角洲自然保护区土地利用变化量化人类活动,并进一步分析人类活动对自然保护区生态环境的影响,以期自然保护日常监管等工作提供技术支持和问题线索。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

山东黄河三角洲国家级自然保护区位于山东省东营市垦利区、利津县和河口区境内,地理位置为118°32'59" E—119°20'27" E, 37°34'46" N—38°12'19" N。总面积1530 km²,其中核心区594.19 km²,缓冲区112.33 km²,实验区823.48 km²。保护区陆地面积827 km²,滨海湿地面积703 km²(其中低潮时-3 m浅海面积320.5 km²)。2013年10月该保护区被列入国际重要湿地名录,主要保护对象为黄河口湿地生态系统和珍稀濒危

鸟类。保护区地处黄河入海口,北临渤海,东靠莱州湾,海岸线长131 km,与辽东半岛隔海相望。黄河三角洲是世界上土地自然生长最快的新生湿地生态系统,也是我国暖温带最年轻、最广阔、保存最完整的湿地生态系统。

1.2 数据与研究方法

1.2.1 数据来源与处理

黄河三角洲国家级自然保护区功能区划数据来源于生态环境部官方网站,所用的卫星遥感影像来源于中国环境监测总站,包括2000年8月6日、2005年8月20日、2010年6月16日、2015年8月16日30 m的4期Landsat 7 ETM影像以及2019年5月11日、5月23日、5月28日5.8 m的4景资源三号卫星数据。将多时相遥感影像数据进行投影转换,具体的投影参数为Albers Conical Equal Area投影,椭球体为WGS84,中央经线为110° E,双标准纬线为25° N和47° N,投影起始纬度12° N,中央经线偏差和起始点偏差都为0。

以卫星影像为数据源,采用面向对象和目视判读相结合的方法,结合研究区遥感影像季相、地貌类型等特征,采用2000年全国土地利用/覆盖分类系统提取2000年至2019年黄河三角洲国家级自然保护区土地利用数据。

1.2.2 研究方法

根据《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192—2015)^[15],开发干扰指数用于评价人类生产生活在自然保护区的干扰程度,利用与开发活动有关的用地类型表示。

开发干扰指数 $A_{dev} = (\text{功能区权重} \times 0.4 \times \text{城镇建设用地} + \text{功能区权重} \times 0.4 \times \text{其他建设用地} + \text{功能区权重} \times 0.1 \times \text{农村居民点} + \text{功能区权重} \times 0.1 \times \text{耕地}) / \text{保护区总面积}$

式中: A_{dev} 为开发干扰指数的归一化系数,参考值为1520.3363830174。功能区核心区、缓

冲区、实验区的权重依次为 0.6、0.3、0.1。

2 结果与讨论

2.1 自然保护区土地利用变化分析

人类活动导致土地利用发生变化,而土地利用变化又量化了人类活动^[10]。本文将黄河三角洲自然保护区土地利用分类结果划分为 5 个时间段:2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2019 年。

年,土地利用空间分布见图 1。统计表明,黄河三角洲自然保护区陆地部分以水域湿地、耕地和建设用地(城乡居民点和工矿用地)为主,林地和未利用地较少。其中水域湿地占自然保护区陆地部分的 40% 以上,主要分布在自然保护区东部和北部沿海;工矿用地以盐田为主,主要分布在实验区的沿浅海区域;耕地和林地主要分布在黄河沿岸。

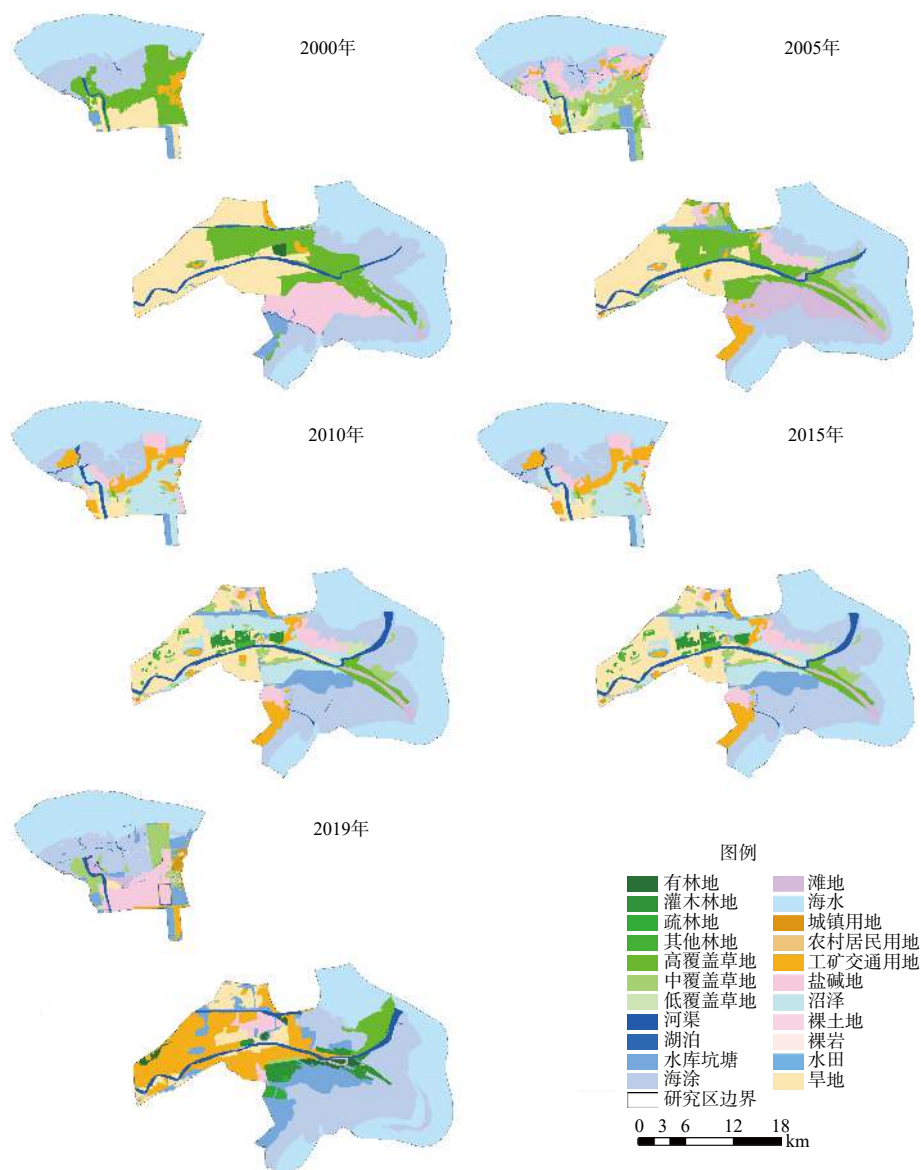


图 1 黄河三角洲国家级自然保护区 2000 年至 2019 年土地利用空间分布

Fig. 1 Spatial distributions of land use in the Yellow River Delta Nature Reserve from 2000 to 2019

2000 年至 2019 年间黄河三角洲自然保护区内草地、耕地和未利用地等用地面积减少(图 2),建设用地(城乡居民点和工矿用地)面积增加。

草地面积从 2000 年的 303.2 km^2 减少到 2015 年的 14.5 km^2 , 之后小幅上升到 2019 年的 77.2 km^2 , 20 年来共减少 226.0 km^2 ; 水域湿地面积由 2000

年的 402.7 km^2 增加到 2019 年的 536.2 km^2 , 主要表现为养殖塘的开发; 建设用地(城乡居民点、工矿用地)由 2000 年的 37.6 km^2 增加到 2019 年的 195.1 km^2 , 主要表现为城镇建设和盐田开发; 耕地面积 2015 年前变化较小, 之后降幅明显, 由 2015 年的 228.2 km^2 减少到 2019 年的 65.3 km^2 。

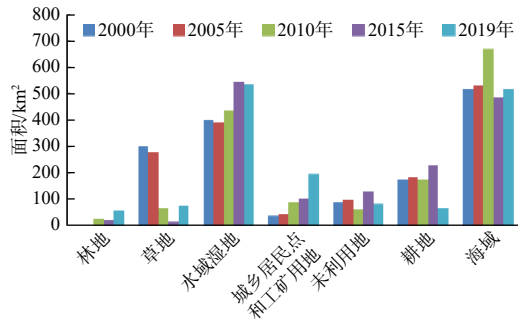


图2 2000年至2019年黄河三角洲自然保护区土地利用面积变化

Fig. 2 The change of land use in the Yellow River Delta Nature Reserve from 2000 to 2019

表1 2000年至2019年黄河三角洲自然保护区土地利用转移矩阵/ km^2

Tab.1 The transfer matrix of land use for the Yellow River Delta Nature Reserve from 2000 to 2019

2000	2019						
	草地	耕地	建设用地	林地	水域湿地	未利用地	海域
草地		32.27	63.47	42.22	79.88	56.25	8.22
耕地	4.59		112.48	4.52	13.74	12.68	0
建设用地	2.27	1.28		1.12	26.32	1.26	0
水域湿地	11.54	2.90	3.74	8.91		7.30	60.14
未利用地	16.26	1.94	3.11	0.06	61.66		4.19
海域	21.66	0	0.45	0	52.84	0	

2.3 自然保护区人类活动影响分析

根据自然保护区开发干扰指数的计算方法, 得到 2000 年以来黄河三角洲自然保护区的开发干扰指数如图 3 所示。2000 年至 2005 年自然保护区开发干扰指数增加了 0.17, 建设用地和耕地等人类活动面积增加了 18.9 km^2 , 其中主要为实验区内耕地面积的增加; 2005 年至 2015 年自然保护区开发干扰指数增速较大, 增加了 66.7%, 人类活动干扰显著, 建设用地和耕地等人类活动面积增加了 98.9 km^2 , 其中实验区增加的人类活动面积占到了 94.4%, 主要表现为开发建设活动以及盐田和养殖塘的开发; 2016 年后, 自然保护

2.2 自然保护区土地利用转化分析

从表 1 土地利用转移来看, 2000 年至 2019 年黄河三角洲国家级自然保护区动态变化总面积为 719.3 km^2 , 占研究区总面积的 47.0%。转出类型中草地、耕地面积变化较大, 分别占研究区变化总面积的 39.2% 和 20.6%。减少的草地主要转为建设用地(城乡居民点、工矿用地)和水域湿地; 减少的耕地主要转为建设用地(城乡居民点、工矿用地)。转入类型中水域湿地和建设用地(城乡居民点、工矿用地)面积变化较大, 分别占研究区变化总面积的 32.6% 和 25.5%。水域湿地转入面积最多, 约 234.4 km^2 , 主要由草地、未利用地、海域转入; 其次是建设用地(城乡居民点、工矿用地), 转入面积约 183.3 km^2 , 主要由草地和耕地转入。结合遥感影像及土地利用分类结果分析可知, 这一时期黄河三角洲自然保护区内城镇建设、盐田和养殖塘开发是自然保护区土地利用变化的主要原因。

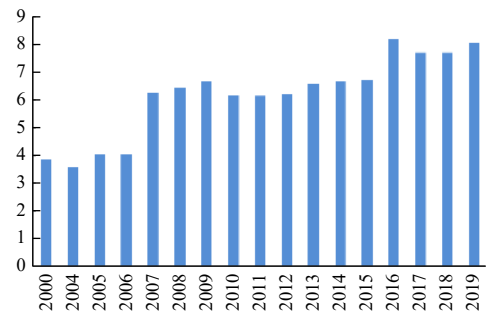


图3 2000年至2019年黄河三角洲自然保护区开发干扰指数变化

Fig. 3 The change of development interference index in the Yellow River Delta Nature Reserve from 2000 to 2019

区开发干扰指数趋于稳定。国家相关部门采取积极措施,开展了“绿盾 2017”“绿盾 2018”“绿盾 2019”自然保护区监督检查专项行动,根据遥感监测通报情况,重点排查采矿(石)、采砂、工矿企业和自然保护区核心区缓冲区内的旅游开发、水电开发等对生态环境影响较大的活动以及其他新增人类活动,并进行整改修复,退耕还林还草,使人类活动面积减少,自然保护区生态环境逐步得到改善。

3 结 论

(1)黄河三角洲自然保护区 2000 年至 2019 年土地利用变化明显,变化面积占自然保护区总面积的 47.0%。草地、耕地和未利用地等土地利用类型面积减少,减少的草地、耕地和未利用地等主要转为建设用地(城乡居民点、工矿用地)和水域湿地等。城乡建设用地和水域湿地等土地利用面积增加,主要表现为实验区内盐田和养殖塘面积的增加。

(2)近 20 年来黄河三角洲自然保护区开发干扰指数逐年增大,人类活动强度不断增强。2000 年至 2005 年自然保护区开发干扰指数增速较小,以耕地为主要影响因素;2005 年至 2015 年自然保护区人类活动干扰剧烈,开发干扰指数增加了 66.7%,以实验区盐田和养殖塘的开发为主要影响因素;2016 年后人类活动干扰趋于稳定。人类活动干扰呈现轻微到剧烈再到稳定的过程。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国自然保护区条例[Z]. 北京: 中华人民共和国国务院, 1994.
- [2] LIU J G, LINDERMAN M, OUYANG Z Y, et al. Ecological degradation in protected areas: The case of Wolong Nature Reserve for giant pandas[J]. *Science*, 2001, 292(5514): 98-101.
- [3] CHAPE S, HARRISON J, SPALDING M, et al. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2005, 360(1454): 443-455.
- [4] MOONEY H A, DURAIAPPAH A, LARIGAUDERIE A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110(Suppl 1): 3665-3672.
- [5] 王 耕, 常 畅, 韩冬雪, 等. 老铁山自然保护区景观格局与生境质量时空变化[J]. *生态学报*, 2020, 40(6): 1910-1922.
- [6] CORBAU C, ZAMBELLO E, RODELLA I, et al. Quantifying the impacts of the human activities on the evolution of Po delta territory during the last 120 years[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 232: 702-712.
- [7] GONG P, NIU Z G, CHENG X, et al. China's wetland change (1990-2000) determined by remote sensing[J]. *Science China Earth Sciences*, 2010, 53(7): 1036-1042.
- [8] 刘晓曼, 李 静, 刘玉平, 等. 自然保护区人类活动天地一体化监管与评价技术体系[J]. *中国环境科学*, 2016, 36(10): 3135-3142.
- [9] 崔文连, 刘 杰, 刘善伟, 等. 崂山自然保护区人类活动遥感监测与评价[J]. *海洋科学*, 2015, 39(2): 118-121.
- [10] 曹 巍, 黄 麟, 肖 桐, 等. 人类活动对中国国家级自然保护区生态系统的影响[J]. *生态学报*, 2019, 39(4): 1338-1350.
- [11] 陈 琳, 任春颖, 王宗明, 等. 黄河三角洲滨海地区人类干扰活动用地动态遥感监测及分析[J]. *湿地科学*, 2017, 15(4): 613-621.
- [12] 徐玉梅. 黄河三角洲湿地生态系统服务价值研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2006.
- [13] 韩 美, 张 翠, 路 广, 等. 黄河三角洲人类活动强度的湿地景观格局梯度响应[J]. *农业工程学报*, 2017, 33(6): 265-274.
- [14] 李永涛, 杜振宇, 王 霞, 等. 黄河三角洲自然保护区湿地生态服务功能价值评估[J]. *海洋环境科学*, 2019, 38(5): 761-768.
- [15] HJ 192-2015, 生态环境状况评价技术规范[S].