

近15年来黄河三角洲土地利用演化及成因分析

李畅^{1,2}, 李桂娥^{1,2}, 谢志文³, 汪宏晨⁴

1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 武汉 430079
2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 武汉 430079
3. 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079
4. 武汉大学科学技术发展研究院, 武汉 430072

摘要 黄河三角洲是中国三大河口三角洲之一, 同时也是世界上陆地资源生长最快的地区之一。在自然演替和人工干扰的相互作用影响下, 该地区土地利用/覆被变化非常迅速并成为当前研究的热点。通过解译研究区 1995、2004 和 2010 年遥感影像, 利用转移矩阵、土地利用变化图等从数量和结构变化两方面对该地区的土地利用变化进行了分析。同时结合现有基础数据源, 从自然因素和社会因素两方面对其成因进行了探究和分析。结果表明: 研究区的各类土地利用一直处于动态变化之中, 建设用地、水体、盐田虾塘都呈现增加的态势, 而草地、林地等在波动中下降, 未利用土地比重仍然很大, 土地利用类型复杂度不断增加。自然因素和社会因素的影响互为补充累积, 共同影响着研究区的土地利用类型变化, 其中, 社会因素起主导作用, 但自然因素的影响也不容忽视。

关键词 土地利用变化; 黄河三角洲; 转移矩阵; 驱动力

中图分类号 K903

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.22.005

Analysis of the land use history and the causes in Yellow River Delta during the last 15 years

LI Chang^{1,2}, LI Gui'e^{1,2}, XIE Zhiwen³, WANG Hongchen⁴

1. Hubei Province Key Laboratory for Geographical Process Anlayzing & Modeling, Central China Normal University, Wuhan 430079, China
2. College of Urban and Environmental Science, Central China Normal University, Wuhan 430079, China
3. School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China
4. Research and Development Office of Wuhan University, Wuhan 430072, China

Abstract The Yellow River Delta is one of three major river deltas in China and the fastest growing areas for land resources in the world. With the influence of the interaction between the natural succession and the artificial interference, the LUCC changes rapidly and becomes the focus of current researches in this area. The analysis of the land use in the oriented zone has been completed in aspects of the quantity and the structure by interpreting the remotely sensed images of 1995, 2004 and 2010. The LUCC is analyzed based on the transfer matrix, and the picture of the land use variation. Furthermore, from natural and social aspects, the contributing factors are explored and analyzed by combining the current basic data source. The results show that the curves of all kinds of land use are dynamic in the oriented zone; the area of the construction land, the water, the salt field and the ponds is expanding; while the

收稿日期: 2015-06-11; 修回日期: 2015-09-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101407); 湖北省自然科学基金项目(2014CFB377, 2010CDZ005); 国家基础科学人才培养基金“武汉大学地理科学理科基础”科研能力训练项目(J1103409)

作者简介: 李畅, 副教授, 研究方向为摄影测量与遥感、地理信息系统和计算机视觉, 电子信箱: 286136156@qq.com; 汪宏晨(通信作者), 副教授, 研究方向为地理信息系统和编辑学, 电子信箱: wanghc@whu.edu.cn

引用格式: 李畅, 李桂娥, 谢志文, 等. 近15年来黄河三角洲土地利用演化及成因分析[J]. 科技导报, 2015, 33(22): 37-44.

area of the grassland and the woodland is dwindling; The portion of the unused land keeps still large; and the complexity of the land use types increases constantly. The effects of natural factors and social factors work together, and influence the change of land use types in the oriented zone mutually. The social factors play a leading role, but the influence of natural factors also cannot be ignored during the processing.

Keywords LUCC; Yellow River Delta; transfer matrix; driving force

土地利用/土地覆被变化(land use and land cover change, LUCC)是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一,与人类的未来生存息息相关,是全球变化在地球上留下的最直接、最重要遗迹的载体^[1]。自1995年全球环境变化人文计划(IHDP)和国际地圈—生物圈计划(IGBP)共同提出LUCC研究计划以来,该研究迅速引起地理学家和国际社会的密切关注,国内外对LUCC研究也不同程度地展开,使其成为了地理学综合研究的国际性前沿课题。很多学者都对LUCC的相关研究投入了大量心血,其研究区域主要集中于人地关系矛盾尖锐、生态环境脆弱、人口与城市化快速发展的地区^[2]。

黄河三角洲是中国第二大河河口三角洲,也是世界上面积增长速度最快的三角洲之一^[3],保存着中国暖温带最完整、最广阔的河口新生湿地生态系统,是中国最年轻的陆地,同时也是环西太平洋和东北亚内陆鸟类迁徙的重要繁殖和越冬栖息地,是中国生物多样性保护的热点、难点地区。黄河三角洲特有的多种物质交汇、多种动力系统相互作用的多重生态界面决定了该地区植被的特殊性、生态系统脆弱、自然灾害频繁等特点^[4],使其自然和土地利用问题十分突出。近年来,很多学者利用逐渐发展的3S技术对该地区展开了多样的研究,涉及黄河三角洲湿地^[5,6]、海岸线的蚀退淤积^[7-10]、盐碱地^[11]、耕地^[12]、滩涂^[13]等的变化监测和景观格局的演变。其中,也有学者从定性、定量、基于模型的角度研究了黄河三角洲的土地利用/覆被变化,并从不同的层面、利用不同的模型探讨了该变化的驱动力因素^[14-18]以及该变化对于陆地碳循环^[19]、土地盐碱化^[20]等方面的影响。但涵盖2010年土地利用/覆被情况的相关成果较少^[6],尤其涉及黄河1996年人工改向东北侧的清8汉河入海^[8]这一重大变化前后的土地利用/覆被变化的相关研究较少;同时,利用变化图像表示土地利用变化特点的成果也相对较少。

黄河三角洲区域是中国土地利用/覆被变化最为剧烈的地区之一,其变化趋势在自然和人类活动交互影响的作用下具有一定的演化规律。本文解译研究区1995、2004和2010年的遥感影像,获得研究区1995—2010年土地利用类型变化情况,并从不同的角度分析研究区的土地利用变化特点,探讨土地利用时空演变的驱动力因素。

1 研究区概况

黄河三角洲位于莱州湾西岸和渤海湾南岸,位于117°31'E~119°18'E, 36°55'N~38°16'N^[4]。地处暖温带半湿润地区,属

于大陆性季风气候,四季分明,雨热同期。春季干旱多风,常发生春旱,夏季温度高、湿度大,时而受台风侵袭;夏季降雨量约占全年降水量的一半,且降雨量年季变化幅度大,易形成旱、涝灾害。该地区东北低,西南高,地势低平,自然比降1/8000~1/12000,海拔在0~10 m。地质构造位属济南凹陷东部,断裂活动频繁。下第三系被深埋,促使有机质演化,形成油气田^[21]。研究区内的土壤因成陆时间和成土母质的不同而有所分异,共包括6个土类:黄褐土、盐土、砂姜黑土、水稻土、潮土、冲积土。

2 研究区土地利用变化分析

2.1 数据源及其数据处理

选取研究区1995-09-18、2004-09-10和2010-09-11的Landsat 4-5的TM数据以及黄河三角洲陆上范围矢量图作为基础数据源,所获得的遥感数据下载于地理空间数据云,云量均低于5%,图像清晰,成像时间接近。基于各波段数据统计特征分析、主成分分析和相关性分析,最佳波段选择为波段7、4、3。

参照国土资源部门制定的全国土地分类体系,根据其他学者关于黄河三角洲土地利用/覆被变化的分类原则^[22-25],结合本地区的实际土地利用情况以及笔者对该地区的调查了解,本文将黄河三角洲地区的土地利用/覆被分为8类,即水体、耕地、林地、草地、滩涂、建设用地、盐田虾塘、未利用地。并根据黄河三角洲的实际情况,结合对应传感器的遥感影像的光谱特征,建立了黄河三角洲的遥感影像解译标志,以2010年数据为例,制定了对应的解译标志,因数据选择的季相时间相近,故其他年份图像的解译标志以此作为参考(表1)。同时,采用监督分类和目视解译相结合的方法,结合黄河三角洲的实际考察和询问调查情况对3期影像进行了分类,对应年份的土地利用类型分类结果如图1所示。随机选取若干样本区(3期影像对应的样本区分别为162、163、177个),基于目视解译基础并参考同期地面资料,对3期遥感影像的解译结果进行精度检验,结果表明,1995、2004、2010年的总体精度分别为84.71%、86.90%、88.98%,kappa系数分别为0.81、0.84、0.86,可以满足基本的解译精度要求。

2.2 研究区土地利用时空演变

土地利用/覆被变化是一个综合性的大问题,它研究一个地区的土地利用/覆被变化的整个过程,即如何变、变化的原因、预测未来变化的方向等。由于土地利用/覆被变化受社会、自然等因素的影响,变化错综复杂,只能借助宏观定量分

表1 黄河三角洲土地利用类型含义和遥感影像解译标志(RGB743图像)

Table 1 Land use types and remote sensing image interpretation symbols of Yellow River Delta

土地利用/覆被类型	影像特征	备注	类型含义
水体		多呈蓝色, 海域颜色较深, 河流颜色较浅, 多蜿蜒分布	海域、河流等
耕地		多呈条带状, 纹理清晰, 呈浅绿色, 多沿河流分布	水田、水浇地、旱地、果园、园林等
林地		区域形状有的规则, 有的不规则, 颜色较深	生长乔木、灌木等的土地
草地		区域形状不规则, 颜色较重, 多呈褐色, 多分布在河谷周围	以生长草本植物为主的土地, 如芦苇地等
滩涂		颜色多呈红色, 多沿海河分布, 分布具有规律性	潮侵地带, 河流、湖泊常水位至洪水水位间的土地及各类滩地等
建设用地		形状不规则, 颜色呈亮红, 且周围多由耕地包围	居民点、道路、油井、堤等
未利用地		表面粗糙, 不规则分布, 多分布于滨海及河流低洼处	不包括滩涂在内的未利用和难利用土地, 如盐碱地等
盐田虾塘		沿海分布, 形状规则, 十分容易辨别	水库、坑塘养殖地、盐田等

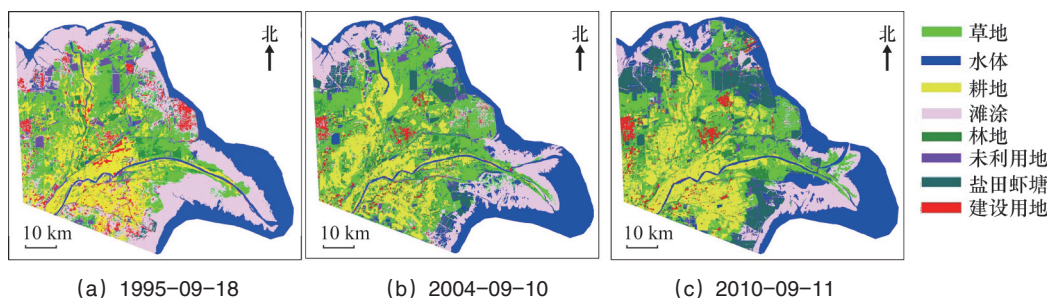


图1 黄河三角洲土地利用/覆被分类

Fig. 1 Land use and land cover classification of Yellow River Delta

析才能有效地研究其变化规律。基于现有数据资料, 本文着重探究研究区的土地利用/覆被的数量变化和时空结构分异特征。

2.2.1 研究区土地利用数量变化

土地利用数量变化主要探究的是随着时间的推移各类

土地利用类型的数量变化。本文计算整理了研究区1995、2004、2010年每个土地利用类型的面积及占总面积的比例(表2), 研究区1995—2004、2004—2010和1995—2010年的土地利用变化幅度(表3), 该变化指土地利用类型面积方面的变化, 反映的是不同土地利用类型数量方面的变化。

表2 研究区1995、2004、2010年各土地利用类型面积及占总面积的比例

Table 2 Area and proportion of the total area of land use types for the study area in 1995, 2004, 2010

用地类型	面积/km ²			比例/%		
	1995	2004	2010	1995	2004	2010
建设用地	132.1922	128.2224	134.5740	3.33	3.23	3.39
草地	780.4498	1077.7829	928.5209	19.66	27.15	23.39
水体	623.2483	736.7827	794.3439	15.70	18.56	20.01
耕地	828.8806	609.3543	860.6385	20.88	15.35	21.68
盐田虾塘	204.0444	213.5717	482.7197	5.14	5.38	12.16
未利用地	269.5450	181.0199	265.9722	6.79	4.56	6.70
滩涂	958.6909	725.2705	396.5765	24.15	18.27	9.99
林地	172.6835	297.3331	106.3889	4.35	7.49	2.68

表3 研究区 1995、2004、2010 年各土地利用类型变化幅度
Table 3 Range of land use change types for study area in 1995, 2004, 2010 km²

用地类型	总变化幅度			年变化幅度		
	1995—2004	2004—2010	1995—2010	1995—2004	2004—2010	1995—2010
建设用地	0.0343	5.5260	5.5603	0.0038	0.9210	0.3707
草地	277.9407	-129.4803	148.4604	30.8823	-21.5801	9.8974
水体	114.4701	50.1012	164.5713	12.7189	8.3502	10.9714
耕地	-169.8039	218.1591	48.3552	-18.8671	36.3599	3.2237
盐田虾塘	13.5702	233.9991	247.5693	1.5078	38.9999	16.5046
未利用地	-70.2711	73.6164	3.3453	-7.8079	12.2694	0.2230
滩涂	-178.6410	-285.8346	-464.4756	-19.8490	-47.6391	-30.9650
林地	112.6314	-166.0581	-53.4267	12.5146	-27.6764	-3.5618

表2、表3表明:

1) 1995—2004年间黄河三角洲地区的土地利用类型不断发生变化,其中,草地、水体、盐田虾塘、林地的面积呈现增加的态势;而耕地、未利用地、滩涂的面积却在不断减少;建设用地的面积从数量上看变化不大,这十几年间建设用地的变化仅表现在质量上的变化。从变化幅度方面看,无论从总的变化幅度,还是从年变化幅度,草地、水体的增长幅度明显高于其他增长的土地利用类型;耕地、未利用土地的减少幅度也表现出强劲的势头。

2) 黄河三角洲地区的土地利用类型始终在发生着变化,且这些变化并不是一致的,这也间接说明土地利用类型变化受多种因素的影响。在2004—2010年间建设用地、水体、耕地、盐田虾塘、未利用地呈现增加的趋势,其中,水体、耕地、盐田虾塘增加的幅度很大;而林地、滩涂减少的幅度很大。

3) 将本文所研究的黄河三角洲地区的所有时间联系起来看,该地区1995—2010年间建设用地、草地、耕地、盐田虾塘、未利用地在波动中不断增长,其中,盐田虾塘、水体增加的幅度很大,其年增长率分别达到了9.6%、2.1%;滩涂、林地

则在波动中减少,尤其是滩涂减少幅度很大,年减少率达到3.8%。对于滩涂的减少、盐田虾塘的快速增加,从解译后的遥感影像中可以很直观地看到。耕地和未利用地的变化近乎一致,先是减少,进而又呈现出快速增长的趋势,使得黄河三角洲地区的土地利用类型变化错综复杂。

2.2.2 研究区土地利用结构变化

土地利用数量变化只能表明在某一时间段内各土地利用类型面积的增减,但是对于一个固定的地区而言,一种土地利用类型的增加必然导致另一种或另几种土地利用类型的减少,因而仅仅研究面积的变化并不能准确把握一个地区土地利用的变化。为了更好地把握各种土地利用类型的相互转化情况,本文利用研究区1995—2004和2004—2010年土地利用类型转移矩阵(表4和表5)以及1995—2004和2004—2010年土地利用类型转化图(图2)对其进行分析。

土地利用类型的结构变化主要从2个方面分析:首先探究某一种土地利用类型转变成了哪些类型;然后探求该种土地利用类型是由哪些类型转变而成。通过对表4、表5和图2分析,可以得到黄河三角洲地区土地利用类型的转化情况。

表4 1995—2004年各土地利用类型转移矩阵
Table 4 Transfer matrix of land use change types between 1995 and 2004 km²

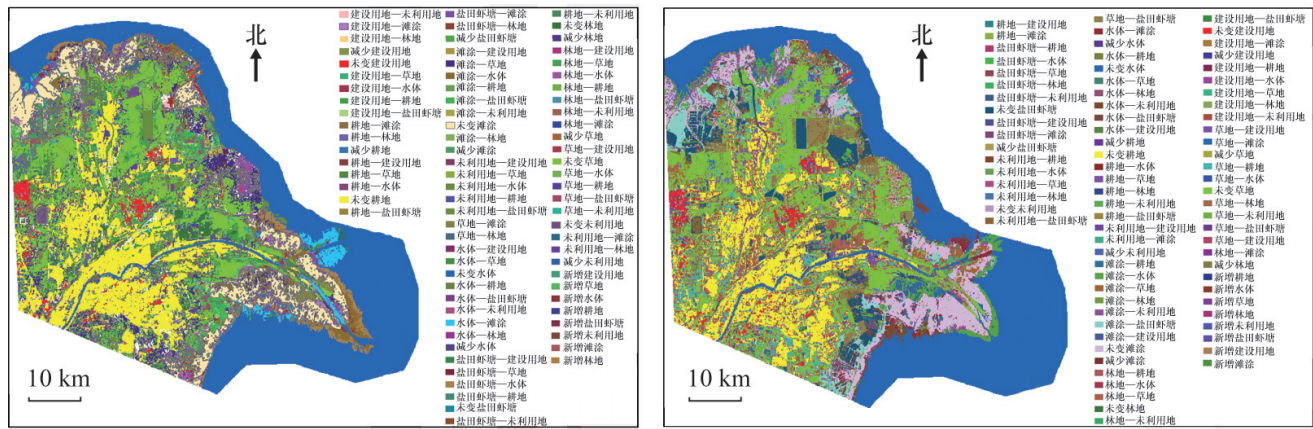
用地类型	2004							
	建设用地	草地	水体	耕地	盐田虾塘	未利用地	滩涂	林地
1995 建设用地	47.6334	32.5089	10.9143	29.1753	13.9104	6.1596	64.4760	6.6447
草地	11.2572	424.5462	2.5938	55.7811	19.2213	41.0670	50.1282	54.2466
水体	3.1554	10.8477	434.4174	0.9063	21.5613	2.1987	52.4052	0.5868
耕地	16.3053	144.0810	2.4624	384.7527	2.4840	11.7954	10.2753	127.4598
盐田虾塘	2.5740	22.1490	67.0518	0.8829	11.3490	7.8579	59.8311	0.4176
未利用地	2.4561	48.3516	45.5085	8.1054	50.4072	48.0312	19.3662	5.4531
滩涂	26.9757	191.5614	77.0643	24.8886	66.1230	35.9523	372.2013	14.4864
林地	1.0989	62.7318	0.5319	25.3701	0.6300	4.3533	1.9512	49.1094

表5 2004—2010年各土地利用类型转移矩阵

Table 5 Transfer matrix of land use change types between 2004 and 2010

km²

用地类型	2010							
	建设用地	草地	水体	耕地	盐田虾塘	未利用地	滩涂	林地
建设用地	64.4400	20.1411	1.0224	11.8782	2.5794	1.9476	8.2971	1.1592
草地	23.9931	504.0297	20.9727	141.2595	88.2225	84.8871	29.0259	44.3853
水体	1.1745	8.0208	532.2573	1.1448	34.5015	27.8136	34.8210	0.8154
耕地	6.3333	61.4772	1.1754	432.9369	1.4211	3.4461	0.6507	22.4199
盐田虾塘	0.5751	2.1474	27.2052	1.0818	140.9454	8.5230	4.8951	0.3132
未利用地	1.0926	26.0127	2.9520	6.1029	73.3311	39.5055	4.9941	3.4245
滩涂	15.8148	94.9689	104.7546	10.6146	77.7321	60.7527	260.9694	5.0076
林地	3.5586	90.5094	0.3069	142.9659	0.9288	4.1544	1.1520	14.8212



(a) 1995—2004年

(b) 2004—2010年

图2 研究区土地利用类型变化

Fig. 2 Land use type change of study area

1) 1995—2010年15年间,研究区内的8种土地利用类型之间是相互转化的,不存在一种类型与另一种类型之间没有相互转化的情形,只是每种土地利用类型被转化和转化的程度不同,进而使它们在面积的多少上呈现出各自的特征。

2) 对于建设用地而言,1995—2004年间主要是依靠侵占耕地和滩涂用地使其面积保持稳定,建设用地侵占耕地是最常见的情况,2004—2010年间建设用地的开拓主要来源于耕地、滩涂、草地等。建设用地占据滩涂多源于盐田虾塘的快速增长,近年来,草地不断转化成建设用地,多半是因为研究区内的矿产资源不断被开发,且开发力度较大。对于草地,15年间主要是由滩涂、耕地、林地等类型转化而来,该类土地利用类型的转化多是因为受到了人为因素的干扰。

3) 研究区内的水体面积15年来一直在增加,主要是盐田虾塘、滩涂等土地利用类型向其转化。而与其相邻的土地利用类型滩涂则一直在减少,且减少速度很快,尽管水体、盐田虾塘等土地利用类型也不断向其转化。与水体、滩涂面积

相关的盐田虾塘的面积呈现出快速增长的势头,尤其是2004—2010年间增长速度更是高于以前年份。综合分析而言,由土地利用类型变化图也可以直观地看到,盐田虾塘、水体的增加极大地影响了滩涂的面积,使其面积不断减少。经济的发展,市场的需求使盐田虾塘面积快速增长,近年来,降雨不稳定,北方多干旱,使黄河水量减少,再加上黄河入海口的改道,使得海岸线出现了不同程度的蚀退,从而使本区的水体面积不断增加。

4) 耕地的数量对于一个地区的发展极为重要,国家近年来十分关注耕地数量。对研究区而言,尽管草地、林地等不断向耕地转化,但1995—2004年间耕地数量仍是减少的;而2004—2010年间耕地数量不断增加,且增加很快,增长率达到了41.2%,虽然增长率很快,但其面积与1995年相比变化依旧不明显。对于研究区内的林地,其数量在波动中下降,保持其基本数量的主要是耕地、草地等地类向其转化。未利用土地主要是指研究区内的盐碱地,黄河三角洲特殊的形成

方式和独特的地理位置使研究区有一定数量的盐碱地,其来源主要是滩涂和草地向其转化。未利用地占有面积比重相对较大,提升未利用地的利用率值得关注。

3 研究区土地利用变化的驱动力分析

在探究土地利用类型转换的过程中,驱动因素问题研究一直占据着重要地位。土地利用类型转换的基本驱动力在于自然生态系统的内在演化发展和人类的外在胁迫作用,前者是一个间接的、长期的和自发的演替过程,后者是一个直接的、短期的和自觉的驱使过程。其中,自然因素(气候、土壤、水文、地质地貌等)是影响区域土地利用结构的最基本要素,相对较为稳定,发挥着累积性效应;人类驱动因素(也称社会经济驱动因素)则相对较活跃^[26]。黄河三角洲地区土地利用类型变化多样,影响因素错综复杂,是各类因子综合作用的结果^[22]。本文主要从自然因素和社会因素2个方面对其驱动力进行分析。

3.1 自然因素

区域土地利用/覆被的分布特征由研究区的土壤、气候、水文、地貌等自然要素在空间上的组合决定。尤其是对于黄河三角洲地区,因其属于黄河携带大量泥沙在渤海凹陷处沉积形成的冲积平原,因而它的泥沙颗粒细、变化快、受黄河水流波动影响极大。因此,研究本区的驱动因素,其自然方面的影响不可忽视。

黄河流量变化、流向变化、海洋风暴潮^[27]等方面的水文变化和沿海地带的淤积和蚀退是研究区土地利用/覆被变化的最具影响力的自然动因,带动了整个黄河三角洲地区的自然景观的演替。黄河从20世纪80年代末开始出现了不同程度的断流,流量的减少再加之与海水的不断交换改变着土壤的含盐量^[3],进而导致了研究区土地利用类型的变化。黄河三角洲1996年人工改道使得其海岸线在1996—2010年间发生了很大的变化,极大地改变了黄河三角洲入海口的形状,改变了其淤积环境,并在持续改变着黄河入海口周围的生态系统,使得该区域的水体和滩涂、草地、耕地等土地利用类型之间存在着位置的相对转换和土地利用类型的绝对替代。因此,距离黄河的远近以及海岸线的变迁^[28]都对黄河三角洲地区的土地利用变化产生了很大的影响。

研究区位于暖温带半湿润地区,属于大陆性季风气候,雨热同季,春季干旱多风,夏季时而受台风影响,因而易形成旱、涝灾害,再加之地区成陆时间短,土壤疏松,使该地区的土地利用类型受旱涝灾害影响显著,很大程度地影响着水陆交界地带的土地利用类型,使其具有季节的不稳定性。由于该地区处于三角洲平原地区,因而,海拔坡度对于土地利用类型的改变影响甚小,但却决定着水库、滩涂、水体等土地利用类型的发展方向。

3.2 社会因素分析

黄河三角洲作为一块新生陆地,其社会经济发展的历史相对其他地区较短,但因其优越的地理位置,且具有丰富的

矿产资源和土地后备资源,使该地区经济发展迅速。2009年11月23日中国国务院正式批复《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》^[14],中国三大三角洲之一的黄河三角洲地区的发展上升为国家战略,成为国家区域协调发展战略的重要组成部分。随着国家政策和各类项目的开展,再加上黄三角城市群的雏形已基本形成,这些经济和政策因素导向对于黄河三角洲地区的土地利用类型的影响是持续且长期性的。自国家关于三角洲的各项政策陆续颁布实施以来,这些变化主要体现在该区建设用地的扩张和规模的扩大;盐田虾塘、耕地等快速增长,尤其是盐田虾塘自2004年以来面积成倍增长,其转换土地利用类型主要来源于滩涂和未利用地等,其转换动力主要来源于该地区将此产业视为经济的快速增长点。

人口因素、工业化、产业结构和城市化因素等都会对研究区的土地利用类型产生影响。但由于黄河三角洲地区成陆时间短,经济发展缓慢,虽然20世纪这些因素的影响低于其他因素的作用,但近年来,随着研究区的发展潜力被发掘,油田开发、湿地开发等项目提上日程,这些因素对该区土地利用类型的影响越来越显著。此外,交通条件也会对本区的土地利用类型产生影响,它强制性地改变了交通沿线的土地利用类型,并且其影响具有扩展性。随着本区的不断发展以及国家支持力度的加大,其交通条件也在不断完善,公路、海运、铁路、管道等运输方式密切组合,共同构成黄河三角洲发达的交通格局。1995—2010年,研究区的建设用地主要是由耕地和草地等转换而来,并且从图1的3期影像对比可以发现,建设用地的集聚程度在增加。人口素质、结构、工业化水平、城市化程度、交通条件等从不同的角度影响着研究区土地利用类型的转换方向。

另一方面,盲目垦荒和粗放经营^[29]也会对土地利用类型产生重要影响且有些变化是难以改变的。相关统计表明,若垦殖不合理,现代黄河三角洲及其滨海低地,垦后10~15年即可完全盐化;土地盐化后若撂荒,靠多年自然淋盐可恢复,但再耕种不过3~5年又不得不弃荒^[17]。对于黄河三角洲这一特殊区域,土地盐渍化现象也比较明显,土地利用类型转换也更为迅速。1995—2004、2004—2010年,研究区的耕地和草地之间保持着较高的转换比例,草地和滩涂的转换也比较频繁。对于平原地区,耕地区域的不稳定性是人为因素和自然因素共同作用的结果。

除此之外,黄河上中游用水增多,下游断流现象越来越明显,1995—1998年连续4年断流时间超过100 d,1997年高达226 d;三角洲地区修建水库现象十分普遍,到2001年,大小水库遍布三角洲地区^[29]。这些都影响着该地区的土地利用,使研究区域的土地利用类型复杂度加大,具有离散化的态势,从该地区的土地利用变化图(图2)中也可以明显看出,该区域土地类型转换更为复杂和多样,类型转换的规律性变弱。从研究结果看,虽然研究区的水体面积在增加,但通过对3期影像的对比分析,可以看出,水体的增加基本属于海域的扩张。

总之,自然因素和社会因素的影响互为补充累积,共同影响着研究区的土地利用类型变化,决定着用地类型的发展方向。

3.3 讨论

1) 通过研究结果可以看出,本文所得到的研究结果与其他学者的研究成果基本一致,建设用地、水体、盐田虾塘等几类地物的发展态势近乎相同;当然在地物变化的幅度和方向等方面存在些许差别,一方面与本文选择的研究区域有关(本文研究区未包括主要的大型城镇用地),另一方面,遥感影像的解译精度也会对结果产生影响。

2) 本文的研究结论不仅可以反映黄河三角洲地区的土地利用变化,还可以反映出近年来研究区海岸线的淤积侵蚀以及该变化对于本区的土地利用类型的重大影响。

3) 通过时间段的对比分析可以看出:2004—2010年间的变化与其他时间段相比,变化趋势更为明显,水体、盐田虾塘的增长幅度很大,滩涂的减少幅度也十分明显,土地利用类型转换的倾向性越来越明显,其转换的速率逐渐趋于稳定。这些变化的最重要的动因在于人为因素的影响明显增强,并将在较长一段时间里影响着该地区的土地利用类型的变化方向。

4 结论

通过探究黄河三角洲地区土地利用类型的演化及其驱动力进行分析,可以看出该地区发展潜力巨大与生态环境脆弱并存,土地利用一直处于动态变化之中,建设用地、水体、盐田虾塘都呈现增加的态势,而草地、林地等处于波动之中,且土地盐渍化现象也未得到改善,未利用土地比重仍然很大。这就要求决策者在制定开发计划时一定要衡量其决策对生态环境的影响。固然黄河三角洲拥有丰富的资源和优越的地理位置,倘若忽视其生态环境的脆弱和多变性,结果必然得不偿失。

本文借助RS和GIS完成了对黄河三角洲地区的土地利用变化的分析,取得了良好的分析效果,但同时也存在一些不足,需要不断改正。多因素影响下的黄河三角洲土地利用变化十分明显,因而,探究黄河三角洲土地利用的演变规律和新生驱动力仍是值得继续努力的方向。

参考文献(References)

- [1] 史培军, 官鹏, 李晓兵, 等. 土地利用覆盖变化研究的方法和实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
Shi Peijun, Guan Peng, Li Xiaobing, et al. Methods and practice of land use changes in research[M]. Beijing: Science Press, 2000.
- [2] 罗娅, 杨胜天, 刘晓燕, 等. 黄河河口镇—潼关区间1998—2010年土地利用变化特征[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 42-53.
Luo Ya, Yang Shengtian, Liu Xiaoyan, et al. Land use change in the reach from Hekouzhen to Tongguan of the Yellow River during 1998-2010[J]. Journal of Geographical Science, 2014, 69(1): 42-53.
- [3] 李静, 赵庚星, 杨佩国, 等. 黄河三角洲土地利用/覆被变化时空特征

研究[J]. 地域研究与开发, 2008, 27(6): 110-114.

- Li Jing, Zhao Gengxing, Yang Peiguo, et al. Temporal-spatial characteristic of the land use and land cover change in the Yellow River Delta[J]. Areal Research and Development, 2008, 27(6): 110-114.
- [4] 吴大千. 黄河三角洲植被的空间格局, 动态监测与模拟[D]. 济南: 山东大学, 2010.
Wu Daqian. Spatial pattern, dynamic monitoring and simulation of the vegetation in the Yellow River Delta[D]. JingNan: Shandong University, 2010.
- [5] 陈建, 王世岩, 毛战坡. 1976—2008年黄河三角洲湿地变化的遥感监测[J]. 地理科学进展, 2011, 30(5): 585-592.
Chen Jian, Wang Shiyan, Mao Zhanpo. Monitoring wetland changes in Yellow River Delta by remote sensing during 1976-2008[J]. Progress in Geography, 2011, 30(5): 585-592.
- [6] Yue T X, Liu J Y, Jorgensen S E, et al. Landscape change detection of the newly created wetland in Yellow River Delta[J]. Ecological Modelling, 2003, 164(1): 21-31.
- [7] 樊彦国, 张淑芹, 侯春玲, 等. 基于遥感影像提取海岸线方法的研究——以黄河三角洲地区黄河口段和刁口段海岸为例[J]. 遥感信息, 2009(4): 67-70.
Fan Yanguo, Zhang Shuqin, Hou Chunling, et al. Emergency remote sensing investigation for landslide activity dammed the Yarlung Zangbo in Gandeng Village Modog Xian Tibet China[J]. Remote Sensing Information, 2009(4): 67-70.
- [8] 刘艳霞, 黄海军, 丘仲锋, 等. 基于影像间潮滩地形修正的海岸线监测研究——以黄河三角洲为例[J]. 地理学报, 2012, 67(3): 377-387.
Liu Yanxia, Huang Haijun, Qiu Zhongfeng, et al. Monitoring change and position of coastlines from satellite images using slope correction in a tidal flat: A case study in the Yellow River Delta[J]. Journal of Geographical Science, 2012, 67(3): 377-387.
- [9] Chu Z X, Sun X G, Zhai S K, et al. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) Subaerial Delta, China: Based on remote sensing images[J]. Marine Geology, 2006, 227: 13-30.
- [10] Kuenzer C, Ottinger M, Liu G H, et al. Earth observation--based coastal zone monitoring of the Yellow Riverdelta: Dynamics in China's second largest oil producing region over four decades[J]. Applied Geography, 2014, 44: 92-107.
- [11] 邓小炼, 于嵘, 亢庆, 等. 基于遥感的黄河三角洲地区盐碱地分布监测[J]. 遥感信息, 2006(5): 34-36.
Deng Xiaolian, Yu Rong, Kang Qing, et al. Monitoring of the saline-alkali land distribution in Yellow River Delta based on remote sensing [J]. Remote Sensing Information, 2006(5): 34-36.
- [12] 赵庚星, Ge Lin. 基于TM数字图像的耕地变化检测及其驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 298-301.
Zhao Gengxing, Ge Lin. TM digital image based cultivated land change detection and driving force analysis in Kenli County of the Yellow River Delta[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(1): 298-301.
- [13] 刘勇, 黄海军, 刘艳霞, 等. 基于RS和GIS的近代黄河三角洲滩涂变化分析[J]. 海洋科学, 2012, 36(2): 82-87.
Liu Yong, Huang Haijun, Liu Yanxia, et al. Changes of the tidal flat the modern Yellow River Delta based on RS and GIS[J]. Marine Sciences, 2012, 36(2): 82-87.
- [14] 王薇, 王昕, 黄乾, 等. 黄河三角洲土地利用时空变化及驱动力研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(32): 172-177.
Wang Wei, Wang Xin, Huang Qian, et al. Research on spatial-

- temporal changes and the driving force of land use in the Yellow River Delta[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(32): 172-177.
- [15] 樊彦国, 张磊, 孙元芳, 等. 基于RS的黄河三角洲地区土地利用分类监测研究[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(1): 45-49.
Fan Yanguo, Zhang Lei, Sun Yuanfang, et al. The research of land use classification monitoring of Yellow River Delta region using RS[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010, 25(1): 45-49.
- [16] 张成扬, 赵智杰. 近10年黄河三角洲土地利用/覆盖时空变化特征与驱动因素定量分析[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2015, 51(1): 151-158.
Zhang Chengyang, Zhao Zhijie. Temporal and spatial change of land use/cover and quantitative analysis on the driving forces in the Yellow River Delta[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2015, 51(1): 151-158.
- [17] 周文佐. 近10a黄河三角洲LUCC及其驱动因素分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 341-345.
Zhou Wenzuo. Analysis of land use/cover changes and their driving forces in Yellow River Delta, China during the last decade[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(1): 341-345.
- [18] Ottinger M, Kuenzer C, Liu G, et al. Monitoring land cover dynamics in the Yellow River Delta from 1995 to 2010 based on Landsat 5 TM [J]. Applied Geography, 2013, 44(4): 53-68.
- [19] 王绍强, 许君, 周成虎, 等. 土地覆被变化对陆地碳循环的影响——以黄河三角洲河口地区为例[J]. 遥感学报, 2001, 5(2): 142-148.
Wang Shaoqiang, Xu Jun, Zhou Chenghu, et al. The effect of land cover change on carbon cycle: A case study in the estuary of Yellow River Delta[J]. Journal of Remote Sensing, 2001, 5(2): 142-148.
- [20] Zhang T, Zeng S, Gao Y, et al. Assessing impact of land uses on land salinization in the Yellow River Delta, China using an integrated and spatial statistical model[J]. Land Use Policy, 2011, 28: 857-866.
- [21] 刘桂卫, 黄海军, 杜廷芹, 等. 黄河三角洲地区地面沉降驱动因素研究[J]. 海洋科学, 2011, 35(8): 43-50.
Liu Guiwei, Huang Haijun, Du Tingqin, et al. Effective factors of land subsidence in the Yellow River Delta[J]. Marine Science, 2011, 35(8): 43-50.
- [22] 舒莹, 胡远满. 基于RS和GIS的近代黄河三角洲土地利用/覆被变化[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(14): 2953-2957.
Shu Ying, Hu Yuanman. Analysis on land use and cover change in Yellow River Delta by RS and GIS[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2012, 51(14): 2953-2957.
- [23] 赵庚星, 李静, 王介勇, 等. 基于TM图像和GIS的土地利用/覆被变化及其环境效应研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 78-82.
Zhao Gengxing, Li Jing, Wang Jieyong, et al. Anylisis of land use/cover change and its environment effects based on TM imagery and GIS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(10): 78-82.
- [24] 周良勇, 李广雪, 邓声贵, 等. 现代黄河三角洲土地利用变化分析[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(10): 1-4.
Zhou Liangyong, Li Guangxue, Deng Shenggui, et al. Changes of land uses in the Modern yellow river delta[J]. Marine Geology Letters, 2003, 19(10): 1-4.
- [25] 李翔宇. 基于RS的现代黄河三角洲土地利用/覆被变化检测方法研究[D]. 东营: 中国石油大学, 2008.
Li Xiangyu. Research on land use and land cover change detection method in the modern Yellow River Delta based on remote sensing[D]. Dongying: China University of Petroleum, 2008.
- [26] 陈国慧. 基于GIS的土地利用/土地覆被变化研究——以彭州市为例[D]. 成都: 四川大学, 2006.
Chen Guohui. Studies on land use and land cover change based on GIS: A case study of Pengzhou City[D]. Chengdu: Sichuan University, 2006.
- [27] 刘艳霞, 黄海军, 丘中锋, 等. 基于影像间潮滩地形修正的海岸线监测研究——以黄河三角洲为例[J]. 地理学报, 2012, 67(3): 377-387.
Liu Yanxia, Huang Haijun, Qiu Zhongfeng, et al. Monitoring change and position of coastlines from satellite images using slope correction in a tidal flat: A case study in the Yellow River Delta[J]. Journal of Geographical Science, 2012, 67(3): 377-387.
- [28] 常军, 刘高焕, 刘庆生. 黄河三角洲海岸线遥感动态监测[J]. 地球信息科学, 2004, 6(1): 94-98.
Chang Jun, Liu Gaohuan, Liu Qingsheng. Dynamic monitoring of coastline in the Yellow River Delta by remote sensing[J]. Geo-information Science, 2004, 6(1): 94-98.
- [29] 汪小钦, 王钦敏, 励惠国, 等. 黄河三角洲土地利用/覆盖变化驱动力分析[J]. 资源科学, 2007, 29(5): 175-181.
Wang Xiaoqin, Wang Qinmin, Li Huiguo, et al. Driving forces of land use change/cover in the Yellow River Delta[J]. Resources Science, 2007, 29(5): 175-181.

(责任编辑 王媛媛)