

# 宁夏沙坡头区土地利用景观格局变化及其驱动力分析

王 鹏<sup>1</sup>,王亚娟<sup>1,2\*</sup>,刘小鹏<sup>1,2</sup>,温胜强<sup>1</sup>

(1. 宁夏大学 资源环境学院,宁夏 银川 750021;2. 宁夏(中阿)旱区资源评价与环境调控重点实验室,宁夏 银川 750021)

**摘 要:**以宁夏沙坡头区为研究对象,以 1995、2000、2007 年和 2013 年遥感数据为基础数据源,运用土地利用动态度、土地利用程度模型、土地利用多样性、均匀度模型对研究区土地利用景观格局变化状况进行分析研究。结果表明,1995—2013 年沙坡头区土地利用结构变化显著,其中林地、草地、水域以及建设用地面积增加,耕地和未利用地面积不断下降;而耕地和未利用面积向其他土地利用类型转化成为该区域土地利用变化的主要特征之一;沙坡头区不同时期的土地利用变化速度不同,且存在较大差异;研究区土地利用程度由 159.326 8 增加至 212.094 4,表明人类活动对土地利用的程度加深;而土地利用程度变化量和变化率均 $>0$ ,说明土地利用处于发展阶段;从景观多样性来看,研究区景观格局结构趋于多样化;从景观均匀度来看,研究区景观均匀度指数整体水平不高,且研究期内呈下降变化趋势,说明研究区土地利用景观格局结构复杂化程度较低。从土地利用景观格局变化的驱动因素来看,沙坡头区气温和降水等自然因素对研究区土地利用景观格局的变化具有较大的影响作用,而人类社会经济活动强度以及政策导向是沙坡头区土地利用景观格局变化的主要原因。

**关键词:**土地利用变化;景观格局;驱动力;沙坡头区

中图分类号:S771.8      文献标志码:A      文章编号:1001-7461(2018)06-0197-07

Changes of Landscape Pattern in Land Use and Driving Forces in Shapotou District, Ningxia

WANG Peng<sup>1</sup>, WANG Ya-juan<sup>1,2\*</sup>, LIU Xiao-peng<sup>1,2</sup>, WEN Sheng-qiang<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China; 2. Key Laboratory (China-Arab) of Resource Evaluation and Environmental Regulation of Arid Region in Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

**Abstract:** Taking Shapotou district of Ningxia as the research object, using remote sensing data of 1995, 2000, 2007 and 2013 as the basic data sources, changes of landscape pattern in land use were analyzed by using land use dynamic degree, land use degree model, land use diversity, and evenness model. The results showed that from 1995 to 2013, the land use structure in the Shapotou area changed significantly. The area of forest land, grassland, water areas, and construction land increased. The area of cultivated land and unused land continued to decline. The cultivated land and unused land were converted to other types of land use, which was one of the main characteristics of land use change in the region. The land use change rate in Shapotou District was different at different time, and there were great differences. The degree of land use in the study area increased from 159.326 8 to 212.094 4, indicating the deepening extent of human activities on land use, while the degree of land use change and rate of change were greater than 0, indicating that land use was in the development stage. From the perspective of landscape diversity, the landscape pattern structure of the study area tended to be diversified. From the perspective of landscape uniformity, the landscape in the study area was uniform. The overall level of the degree index was not high, and it showed a down-

收稿日期:2018-01-29    修回日期:2018-05-08

基金项目:国家自然科学基金项目(41461039)。

作者简介:王 鹏,男,硕士,研究方向:生态经济与生态评估。E-mail:775767923@qq.com

\* 通信作者:王亚娟,女,博士,副教授,研究方向:生态风险与环境评价。E-mail:wangyj@nxu.edu.cn

ward trend during the study period, indicating that the complexity of landscape pattern was relatively low. From the perspective of the driving forces of the changes in landscape patterns, natural factors such as temperature and precipitation in the Shapotou area had a significant impact on the changes, and the intensity of human socio-economic activity and policy orientation were key factors.

**Key words:** land use change; landscape pattern; driving force; Shapotou district

土地利用是人类活动与自然环境长期相互作用的综合产物,是一个动态变化的过程,具有特定的时间和空间属性,包括“时间过程”的动态变化以及“空间格局”的动态特征,展现了地球表面景观的时空动态变化过程<sup>[1-4]</sup>。土地利用时空动态表征了人地关系在不同地域空间上的作用强度与模式随时间推移的演替特点和规律性<sup>[5-6]</sup>,是土地利用变化的重要内容,也是全球气候变化和环境变化研究关注的重要问题,当前地理学研究的热点话题之一。而景观格局变化是生态环境变化的综合反映,可有效地揭示区域生态状况及空间变异特征<sup>[7-8]</sup>。而土地利用景观格局具有典型的空間異質性,在空間上表现为不同土地利用类型斑块的镶嵌,反映了土地生态过程的作用结果<sup>[9-10]</sup>。随着社会经济的迅速发展,人类活动在一定程度上改变着区域土地利用的结构和方式,而区域土地利用景观格局的变化对人类活动具有反作用。因此把土地利用景观格局的空间特征与时间过程紧密联系起来,有助于了解各土地类型、景观要素的形状、大小、数量和空间组合,更好地分析土地利用景观格局的时空演变规律,从而更有效地探讨土地利用景观格局的空间变化格局与地理生态

过程的关系<sup>[11-13]</sup>。目前,学术界不同领域的专家学者对区域土地利用景观格局变化进行了大量的研究,并取得了丰富的研究成果<sup>[14-18]</sup>。在参考前人研究成果的基础上,通过运用土地利用动态度模型、土地利用程度模型以及土地利用多样性、均匀度指数等景观格局指数对宁夏沙坡头区土地利用景观格局变化及其驱动力进行分析研究,以期为沙坡头区土地利用规划和生态建设提供理论参考和科学依据。

### 1 研究区概况

沙坡头区地处宁夏中西部(图 1),介于 36°58′—37°42′N,104°17′—105°34′E,全区东西长 115.3 km,南北宽 81.4 km,区域总面积为 5 922.4 km<sup>2</sup>,总人口约 40 万。其地形由西向东、由南向北倾斜,分为沙漠、黄河冲积平原、台地、山地和盆地五大地貌单元,平均海拔在 2 000 m 左右,属于半干旱气候,具有典型的大陆性季风气候的特点。年平均气温在 8.5℃左右,年均降水量约 186.2 mm,年蒸发量约为 1 829.6 mm。2015 年全区 GDP 为 146.2 亿元,其中第一、二、三产业占 GDP 的比重分别为 15.9%、38.3%和 45.8%,人均 GDP 约为 36 394 元。

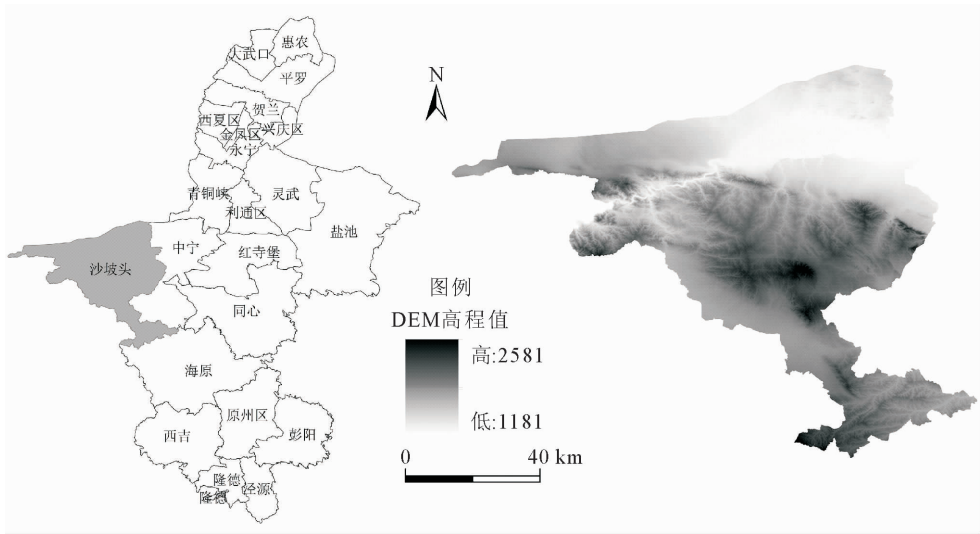


图 1 研究区位

Fig.1 Map of study area

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源与处理

以沙坡头区1995 年、2000 年、2007 年和 2013

年 4 期 TM 遥感影像为基础数据,在 ENVI5.0 软件支持下进行几何校正、图像配准等多项综合处理,然后进行图像波段合成,依据研究区行政边界范围对经过处理的遥感影像进行裁剪,提取研究区影

像数据。依据全国土地资源分类系统,再结合研究区的土地利用现状特点,将研究区分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 6 类土地利用类型,然后进行监督分类,而后对监督分类结果进行后期处理,经过处理得到研究区三期土地利用数据。最后经过 GPS 野外采样点实地考察校正并结合实地调查采样点数据,对分类结果进行精度检验,检验结果显示总精确度和 Kappa 指数均接近或>0.82,达到研究所需要求。

2.2 研究方法

土地利用变化过程是一个动态变化过程,因此本文采用土地利用动态度、土地利用程度、土地利用结构多样性和均匀度 4 个指标对研究区土地利用变化进行评价研究。

2.2.1 土地利用动态度变化 土地利用动态变化度可以反映某一时间段内的土地利用类型的数量变化,通过分析土地利用类型的动态变化度,能够很好地掌握土地利用变化的剧烈程度和变化趋势<sup>[19-20]</sup>。其计算公式为:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{1}$$

式中, $K$  为不同土地利用类型的动态变化度; $U_a$  和  $U_b$  分别为研究初期和末期不同土地利用类型的数量; $T$  为时间。

2.2.2 土地利用程度模型 按照刘纪远<sup>[21]</sup>提出的综合分析法,将土地利用程度划分为 4 个级别,第 1 类为未利用地;第 2 类为林地、草地和水域;第 3 类为耕地;第 4 类为建设用地。其计算公式为:

$$L=100\times\sum_{i=1}^nA_i\times C_i \tag{2}$$

式中, $L$  为土地利用程度综合指数; $A_i$  为第  $i$  级土地利用程度分级指数,其中未利用地取值为 1,林地、草地和水域取值为 2,耕地取值为 3,建设用地取值为 4; $C_i$  为第  $i$  级土地利用类型面积比率。

土地利用程度变化模型:

$$\Delta L_{b-a}=L_b-L_a=100\times\left[\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{bi})-\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ai})\right],$$
$$R=\frac{\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{bi})-\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ai})}{\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ai})} \tag{3}$$

式中, $\Delta L_{b-a}$  为土地利用程度变化量, $R$  为土地利用程度变化率, $L_a$  和  $L_b$  分别为研究初期和末期综合土地利用程度指数。若  $\Delta L_{b-a}>0$  或  $R>0$ ,则该区土地利用处于发展期,若  $\Delta L_{b-a}<0$  或  $R<0$ ,则该区土地利用处于衰退期。

2.2.3 土地多样性、均匀度模型 本文引进信息熵,利用土地利用结构信息熵指数考量土地利用的

多样性,其熵值越大,土地利用类型越多,面积相差越小,结构越均匀<sup>[22]</sup>。其计算公式为:

$$H=-\sum_{i=1}^np_i\ln p_i \tag{4}$$

式中, $i$  为某一种土地利用类型, $n$  为土地利用总类型数, $p_i$  为第  $i$  类土地利用的面积比例。

土地均匀度指数是指空间上各土地利用类型分配的平均程度,均匀度指数越大,土地类型越多,结构越复杂<sup>[23]</sup>。其计算公式为:

$$E=(-\sum_{i=1}^np_i\ln p_i)/\ln(n) \tag{5}$$

式中, $i$  为某一种土地利用类型, $n$  为土地利用总类型数, $p_i$  为第  $i$  类土地利用的面积比例。

3 结果与分析

3.1 研究区土地利用变化分析

沙坡头区 1995—2013 年土地利用变化如表 1 所示。从中可以看出 1995—2013 年间林地、草地、水域以及建设用地面积增加,耕地和未利用地面积下降是研究区土地利用变化的主要特征之一,其中建设用地、草地和未利用地面积变化最大。研究期间沙坡头区草地面积增加量最大,18 a 共增加了 241 679.95 hm<sup>2</sup>,其次是建设用地、林地和水域面积,分别增加了 32 036.2、5 198.08 hm<sup>2</sup> 和 2 326.85 hm<sup>2</sup>,而且建设用地、水域和林地研究期间呈稳定增加的变化态势。耕地和未利用地面积研究期间呈逐年下降趋势,且面积下降明显,分别减少 39 951.9 hm<sup>2</sup> 和 241 289.24 hm<sup>2</sup>,而耕地和未利用面积向其他土地利用类型转化成为该区域土地利用变化的主要特征之一。

1995—2000 年,未利用地面积下降显著,共减少了 26 992.37 hm<sup>2</sup>;除此之外,其他各类土地利用类型均呈现出增加的变化趋势,其中草地面积增加最多,共增加了 11 920.18 hm<sup>2</sup>,其次是建设用地和耕地面积,分别增加了 7 724.58 hm<sup>2</sup> 和 4 659.71 hm<sup>2</sup>,水域面积增加量最小,仅增加了 619.17 hm<sup>2</sup>。这一时期为促进社会经济发展,大面积的开垦荒地进行种植,致使未利用地面积下降明显,其他土地利用类型面积增加。2000—2007 年沙坡头区积极响应国家退耕还林、还草政策的号召,在此期间取得了显著的成果,草地面积增加了 76 627.37 hm<sup>2</sup>;耕地和未利用地面积则呈下降变化趋势,其中耕地减少最多,7 a 间共减少 23 841.29 hm<sup>2</sup>,而未利用地面积减少 67 557.75 hm<sup>2</sup>;林地、水域和建设用地面积不断增加,7 a 间分别增加了 1 801.72、889.26 hm<sup>2</sup> 和 12 081.57 hm<sup>2</sup>。2007—2013 年是生态移民工程建设重点期,也是宁夏中卫市大型水利工程建设

表 1 沙坡头区 1995—2013 年土地利用变化

Table 1 Changes of land use in Shapotou district,1995—2013

土地利用类型	1995 年	2000 年	2007 年	2013 年	变化量			
					1995—2000	2000—2007	2007—2013	2000—2013
耕地	52 486.75	57 146.46	33 305.17	17 194.56	4 659.71	—23 841.29	—16 110.61	—39 951.9
林地	16 562.94	18 630.94	20 432.66	23 829.02	2 068.00	1 801.72	3 396.36	5 198.08
草地	163 744.34	175 664.52	252 291.89	417 344.47	11 920.18	76 627.37	165 052.58	241 679.95
水域	4 286.37	4 905.54	5 794.8	7 232.39	619.17	889.26	1 437.59	2 326.85
建设用地	20 596.82	28 321.4	40 402.97	60 357.64	7 724.58	12 081.57	19 954.67	32 036.24
未利用地	334 563.57	307 571.2	240 013.45	66 281.96	—26 992.37	—67 557.75	—173 731.49	—241 289.24

关键时期,同时我国生态环境保护政策颁布和实施以及自治区生态移民政策的出台,使得沙坡头区土地利用变化发生明显变化。耕地和未利用地面积持续下降,分别下降 16 110.61 hm<sup>2</sup> 和 173 731.49 hm<sup>2</sup>,而其他土地利用类型面积增加明显,其中草地和建设用地面积增加量较大,分别增加 165 052.58 hm<sup>2</sup> 和 19 954.67 hm<sup>2</sup>。

3.2 研究区土地利用变化速度分析

为了掌握不同土地利用类型的变化速度,将其进行对比分析,而土地利用的变化速度可以用土地利用动态来反映,通过上述公式计算得到不同土地利用类型的变化率如表 2 所示。从表 2 可看出,沙坡头区不同时期的土地利用变化速度不同,且存在较大差异。1995—2013 年耕地和未利用地变化率都在下降,分别为-3.735 6%和-4.454 9%,而其他土地利用类型变化率均在增加,其中增加最快的是建设用地,其变化率为 10.724 6%;其次是草地,变化率为 8.604 2%;而林地增加速度较慢,仅为 2.437 2%。1995—2000 年未利用地变化率在下降,主要是社会经济发展需要,大量地开发和利用未利用地,使得其面积减少。2000—2007 年,国家退耕还林还草政策的实施,使得耕地变化率下降,草地和林地变化率增加显著,而宁夏大型水利工程的建设是水域变化率增加的主要原因。2007—2013 年生态移民的推进和生态环境保护政策的颁布、实施,使得林地、草地、水域以及建设用地变化率持续增加,而耕地和未利用变化率在下降。因此,区域城市化水平的提高,住房条件的改善,生态移民工程的推进,退耕还林还草、封山育林等政策的实施和农业生产结构优化升级是研究区土地利用发生变化的主要原因。

3.3 研究区土地利用程度变化及多样性分析

根据上述公式计算得到研究区不同年份土地利用程度变化量及变化率如表 3 所示。由此可知,1995—2013 年,沙坡头区的土地利用程度由 1995 年的 159.326 8 增加至 2013 年的 212.094 4,表明

人类活动对生态系统影响程度逐步加深,而土地利用程度变化量和变化率(*R*)均>0,说明土地利用表现为发展期。从土地利用多样性来看,1995—2007 年研究区土地利用多样性指数不断增加,由 1995 年的 0.306 7 增加至 2007 年的 0.329 6,并在 2007 年达到峰值,说明这一时期研究区土地利用结构趋于多样化,而在 2007—2013 年研究区土地利用多样性指数呈下降趋势,下降至 2013 年的 0.233 8,表明这一时期研究区土地利用结构较为单一。从景观均匀度来看,研究区景观均匀度指数整体水平呈下降变化趋势,说明研究区土地利用结构复杂化程度较低。

表 2 沙坡头区 1995—2013 年土地利用变化率

Table 2 Land use change rates in Shapotou district,1995—2013

土地利用类型	1995—2000	2000—2007	2007—2013	1995—2013
耕地	1.775 6	—5.959 9	—8.062 1	—3.735 6
林地	2.497 1	1.381 5	2.770 4	2.437 2
草地	1.456 0	6.231 6	10.903 6	8.604 2
水域	2.889 0	2.589 6	8.473 0	3.818 3
建设用地	7.500 8	6.094 1	8.231 5	10.724 6
未利用地	—1.613 6	—3.137 8	—12.064 0	—4.454 9

表 3 沙坡头区土地利用程度变化及变化率

Table 3 Changes of land use degree and rate of change in Shapotou district

评价指标	1995	2000	2007	2013
土地利用程度	159.326 8	167.279 8	178.777 1	212.094 4
土地利用程度变化量	7.953 0	11.461 5	33.353 0	52.767 6
土地利用程度变化率	4.991 6	6.851 7	18.659 9	33.119 1
土地利用多样性	0.306 7	0.316 1	0.329 6	0.233 8
景观均匀度指数	0.171 2	0.176 4	0.184 0	0.130 5

4 驱动力分析

4.1 自然因素

沙坡头区地处宁夏中部干旱半干旱地区,由于

其位于我国大陆内部,远离海洋,且靠近沙漠,因此具有典型的大陆性季风气候和沙漠气候的特点。气温、降水和热量为特征的气候变化过程在一定程度上影响和改变了区域水系统和水环境,进而影响区域内景观的空间分布格局。其中气温和降水是主要的限制性因子。对沙坡头区 1995—2013 年的平均气温和降水量进行统计分析发现,研究期间,沙坡头区年平均气温起伏不一,具有显著的波动变化,但整

体看来呈现出增加的变化趋势,年平均气温增加率为 0.24/18 a,具有明显的增温现象。对降水量而言,由于气候的暖干化趋势的加剧,气温的上升,使得研究区蒸发量较大,且蒸发量远大于降水量,土壤含水量下降(图 2)。2000 年以来研究区降水量增加明显,水资源是沙坡头区生态环境的恢复和改善实现可持续发展的动力源泉,是研究区景观格局发生变化的主要自然因素。

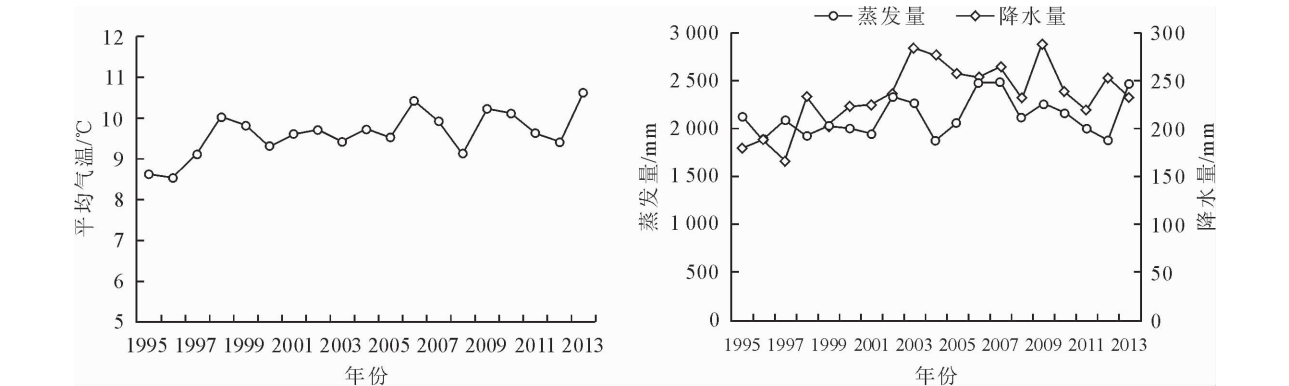


图 2 沙坡头区年平均气温、降水量与蒸发量变化

Fig. 2 Annual average temperature, precipitation and evaporation curve in Shapotou

4.2 社会经济因素

通常来说,在小尺度时间范围内,自然因素对土地覆被景观格局的影响较小,而人类生产生活的影 响是其面积、分布格局发生改变的主要原因。本文利用研究区统计年间数据资料,选取对土地覆被景观格局有影响的 14 项社会经济指标,利用 SPSS 22.0 软件进行主成分分析(表 4),得到各因子方差贡献率以及累计贡献率,并进行球型检验,显著性概率为 0.000,样本系数为 0.826,效果显示良好。按照特征值>1 和累计贡献率>85%的原则来提取主因子,前 4 个主成分方差贡献率分别为 48.56%、23.17%、10.24% 和 7.62%,累计贡献率为 89.59%,期特征值分别为 7.327、4.629、2.114 和 1.046。由图 4 可知,第 1 主成分在总人口上的载荷最大,因此,可将其视为人口影响因子;第 2 主成分在农业人口、第一产值和粮食产量上的载荷较大,因此可将其视为农业影响因子;第 3 主成分在地区生产总值上的载荷较大,因此可将其视为经济发展因子;而第 4 主成分在人均 GDP 和农民人均纯收入上的载荷最大,可将其视为社会发展因子。人口因素对区域土地利用景观格局变化有很大的影响,沙坡头区 1995 年总人口数为 31.73 万,2013 年全区总人口数达到 41.03 万,增加了近 10 万。但从农业人口来看,农业人口数量不断下降,由 1995 年的 25.35 万下降至 2013 年的 18.37 万,年变化幅度为 1.3%,说明研究区城市化水平不断提高,建设用地面积增

加迅速,城市基础设施建设的完善不断侵占周边其他土地利用类型,使得研究区土地覆被景观格局不断改变。而沙坡头区地区生产总值由 1995 年的 7.51 亿元增加至 2013 年的 146.2 亿元,其中第三产业值由 2.68 亿元增加至 2013 的 66.98 亿元,尤其是随着沙坡头旅游景区的开发和发展以及沙坡头区特色产业—沙产业的发展,使得研究区未利用地面积变化显著。

4.3 政策因素

宁夏自 20 世纪 80 年代初以来先后实施了 1983—2000 年的“吊庄移民”、2001—2007 年的易地生态移民、2007—2011 年的中部干旱带县内生态移民和 2011 年以来的中南部地区生态移民 4 个阶段的生态移民工程,截止 2013 年沙坡头区共承接和安置贫困人口 2.5 万余人,随着安置区建设和社会经济的发展,使得建设用地面积不断扩大。而 2005 年宁夏实施的沙坡头水利枢纽工程建设,促使了沙坡头区水域面积不断扩张。生态移民政策的实施和国家对生态环境保护的重视促使沙坡头区生态用地面积增加。除此之外,历届政府能够始终立足于实际,把防风固沙、做好沙区治理工程作为改善生态环境的重点工作,不仅巩固了沙区防沙治沙工程的建设,还促进了当地沙产业的发展,而沙坡头北部地区形成的林纸一体化的产业经营模式及其建立的以生产纸浆原料林为主的速生林基地等林地建设项目的形成改变了沙坡头区土地利用景观格局的分布<sup>[24]</sup>。

表 4 旋转因子载荷矩阵  
Table 4 Rotation factor loading matrix

指标因子	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4
总人口	0.928	0.146	0.418	0.124
农业人口	0.747	0.892	0.259	0.325
GDP	0.364	−0.125	0.905	−0.245
人均 GDP	0.642	0.354	0.657	0.895
第一产值	0.157	0.874	0.238	0.314
第二产值	0.257	0.138	0.354	0.229
粮食产量	0.438	0.901	0.228	0.542
工业增加值	0.357	0.278	0.561	0.426
农林牧渔增加值	0.286	0.318	0.412	0.224
社会消费品零售总额	0.247	0.428	0.317	0.313
灌溉面积	0.421	−0.248	−0.214	0.147
粮食播种面积	−0.186	0.718	0.156	0.071
农机总动力	0.635	0.145	0.182	−0.089
农民人均纯收入	0.576	0.235	0.573	0.913

5 结论与讨论

1995—2013 年沙坡头区土地利用景观格局变化较为显著。除耕地和未利用地面积下降外,林地、草地、水域以及建设用地面积不断增加,其中草地面积增加量最大,18 年共增加了 241 679.95 hm<sup>2</sup>,其次是建设用地、林地和水域面积,分别增加了 32 036.2、5 198.08 hm<sup>2</sup> 和 2 326.85 hm<sup>2</sup>。耕地和未利用地面积研究期间呈逐年下降趋势,且面积下降明显,分别减少 39 951.9 hm<sup>2</sup> 和 241 289.24 hm<sup>2</sup>,而耕地和未利用面积向其他土地利用类型转化成为该区域土地利用变化的主要特征之一。

沙坡头区不同时期的土地利用变化速度不同,且存在较大差异。1995—2013 年耕地和未利用地变化率都在下降,而林地、草地、水域以及建设用地变化率均在增加,其中增加最快的是建设用地。不同时期的土地利用变化率说明区域城市化水平的提高,住房条件的改善,生态移民工程的推进,退耕还林还草、封山育林等政策的实施和农业生产结构优化升级是研究区土地利用发生变化的主要原因。而沙坡头区的土地利用程度由 1995 年的 159.326 8 增加至 2013 年的 212.094 4,表明人类活动对生态系统影响程度逐步加深,而土地利用程度变化量和变化率(*R*)均>0,说明土地利用表现为发展期。从土地利用多样性来看,研究区土地利用结构趋于多样化。从景观均匀度来看,研究区景观均匀度指数整体水平不高,且研究期内呈下降变化趋势,说明研究区土地利用结构复杂化程度较低。从土地利用景观格局的驱动因素看,沙坡头区气温和降水等自然因素对研究区土地覆被景观格局的变化具有影响作用,人类社会经济活动强度以及政策导向是沙坡头

区土地覆被景观格局变化的主要原因。

参考文献:

[1] 吴见,张艳,谭靖,等.安徽省土地利用地形梯度格局变化分析[J].遥感信息,2016,31(4):108-115.  
WU J,ZHANG Y,TAN J,*et al.* Analysis of the gradient pattern change of land use in Anhui Province [J]. RSSI,2016,31(4):108-115. (in Chinese)

[2] 吴莉,侯西勇,徐新良,等.山东沿海地区土地利用和景观格局变化[J].农业工程学报,2013,29(5):207-216,293-293.  
WU L HOU X Y,XU X L,*et al.* Changes of land use and landscape pattern in Shandong coastal areas[J]. Journal of Agricultural Engineering,2013,29(5):207-216,293-293. (in Chinese)

[3] 梁小英,顾铮鸣,雷敏,等.土地功能与土地利用表征土地系统和景观格局的差异研究——以陕西省蓝田县为例[J].自然资源学报,2014,29(7):1127-1135.  
LIANG X Y,GU Z M ,LEI M,*et al.* Study on the difference of land use and land use between land system and landscape pattern——a case study of Lantian county in Shaanxi Province [J]. Journal of Natural Resources,2014,29(7):1127-1135. (in Chinese)

[4] 潘竟虎,苏有才,黄永生,等.近 30 年玉门市土地利用与景观格局变化及其驱动力[J].地理研究,2012,31(9):1631-1639.  
PANJ H,SU Y C,HUANG Y S,*et al.* Changes and driving forces of land use and landscape pattern in Yumen city in recent 30 years[J]. Geographical Research,2012,31(9):1631-1639. (in Chinese)

[5] 于佳,张磊.土地利用景观格局动态效应分析——以长春市为例[J].中国农业资源与区划,2016,37(12):98-103.  
YU J,ZHANG L. Analysis of dynamic effects of land use and landscape pattern——a case study of Changchun city [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning,2016,37(12):98-103. (in Chinese)

[6] 陈颐,林毅伟,朱志鹏,等.基于 RS 和 GIS 的莆田市土地利用景观格局变化分析[J].西北林学院学报,2017,32(1):279-286.  
CHEN Y,LIN Y W,ZHU Z P,*et al.* Analysis of landscape pattern change of land use in Putian city based on RS and GIS [J]. Journal of Northwest Forestry University,2017,32(1):279-286. (in Chinese)

[7] 李鑫,丁建丽,王刚,等.土库曼斯坦典型绿洲土地利用/覆被变化和景观格局的时空演变[J].中国沙漠,2014,34(1):260-267.  
LI X,DING J L,WANG G,*et al.* Changes in land use / cover and temporal and spatial evolution of landscape pattern in a typical oasis of Turkmenistan [J]. Chinese Deserts,2014,34(1):260-267. (in Chinese)

[8] 吴健生,张朴华.城市景观格局对城市内涝的影响研究——以深圳市为例[J].地理学报,2017,72(3):444-456.  
WU J S,ZHANG P H. Effects of urban landscape patterns on urban waterlogging——a case study of Shenzhen city [J]. Acta Geographica Sinica,2017,72(3):444-456. (in Chinese)

[9] 吴波,慈龙骏.毛乌素沙地景观格局变化研究[J].生态学报,2001(2):191-196.



WU B,CI L J. Study on the change of landscape pattern in Mu Us Su Sandland[J]. *Acta Ecologica Sinica*,2001(2):191-196. (in Chinese)

[10] 彭保发,陈端吕,李文军,等. 土地利用景观格局的稳定性研究——以常德市为例[J]. *地理科学*,2013,33(12):1484-1488.

PENG B F,CHEN D L,LI W J,*et al.* Study on the stability of land use landscape pattern——a case study of Changde city [J]. *Geographical Science*,2013,33(12):1484-1488. (in Chinese)

[11] 田锡文,王新军,K. G. 卡迪罗夫,等. 近 40 a 凯拉库姆库区土地利用/覆盖变化及景观格局分析[J]. *农业工程学报*,2014,30(6):232-241.

TIAN X W,WANG X J,KADIPOV K G,*et al.* Land use/cover dynamic change and landscape pattern analysis in Kay-rakkum reservoir area during past 40 years[J]. *Journal of Agricultural Engineering*,2014,30(6):232-241. (in Chinese)

[12] 任志远,张晗. 银川盆地土地利用变化对景观格局脆弱性的影响[J]. *应用生态学报*,2016,27(1):243-249.

REN Z Y,ZHANG H. Effects of land use change on landscape vulnerability in Yinchuan basin[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2016,27(1):243-249. (in Chinese)

[13] 张利利,余济云,李锐,等. 1998-2010 年五指山市土地利用景观格局变化分析[J]. *西北林学院学报*,2016,31(1):221-225,249-249.

ZHANG L L,SHI J Y,LI R,*et al.* Analysis of land use landscape change in Wuzhishan city from 1998 to 2010 [J]. *Journal of Northwest Forestry University*,2016,31(1):221-225,249-249. (in Chinese)

[14] 马亚鑫,丛辉,周维博,等. 西安市土地利用景观格局动态演变及驱动力分析[J]. *西北林学院学报*,2017,32(4):186-192.

MA Y X,CONG H,ZHOU W B,*et al.* Analysis of dynamic evolution and driving forces of landscape pattern of land use in Xi'an [J]. *Journal of Northwest Forestry University*,2017,32(4):186-192. (in Chinese)

[15] 年雁云,王晓利,陈璐. 1930—2010 年额济纳三角洲土地利用景观格局变化[J]. *应用生态学报*,2015,26(03):777-785.

NIAN Y Y,WANG X L,CHEN L. Changes of landscape pattern of land use in the Ejina Delta from 1930 to 2010 [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2015,26(03):777-785. (in Chinese)

[16] 冯异星,罗格平,周德成,等. 近 50a 土地利用变化对干旱区典型流域景观格局的影响——以新疆玛纳斯河流域为例[J]. *生态学报*,2010,30(16):4295-4305.

FENG Y X,LUO G P,ZHOU D C,*et al.* Effects of land use change on landscape pattern of typical watershed in arid area in recent 50 years——a case study of Manas River Basin,Xin-jiang [J]. *Acta Ecologica Sinica*,2010,30(16):4295-4305. (in Chinese)

[17] 刘吉平,赵丹丹,田学智,等. 1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J]. *生态学报*,2014,34(12):3234-3244.

LIU J P,ZHAO D D,TIAN X Z,*et al.* Dynamic changes and driving forces of landscape pattern of land use in Sanjiang Plain from 1954 to 2010 [J]. *Acta Ecologica Sinica*,2014,34(12):3234-3244. (in Chinese)

[18] 李阳兵,姚原温,谢静,等. 贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变[J]. *生态学报*,2014,34(12):3257-3265.

LI Y B,YAO Y W,XIE J,*et al.* Spatio-temporal evolution of land use and landscape pattern in mountain-dam system in Guizhou Province [J]. *Acta Ecologica Sinica*,2014,34(12):3257-3265. (in Chinese)

[19] 马亚鑫,丛辉,周维博,等. 西安市土地利用景观格局动态演变及驱动力分析[J]. *西北林学院学报*,2017,32(4):186-192.

MA Y X,CONG H,ZHOU W B,*et al.* Analysis of dynamic evolution and driving forces of landscape pattern of land use in Xi'an[J]. *Journal of Northwest Forestry University*,2017,32(4):186-192. (in Chinese)

[20] 孙恺,杨延征,赵鹏祥,等. 基于遥感技术的西安城市景观格局时空演变及分析[J]. *西北林学院学报*,2015,30(2):180-185.

SUN K,YANG Y Z,ZHAO P X,*et al.* Spatiotemporal evolution and analysis of Xi'an urban landscape pattern based on remote sensing [J]. *Journal of Northwest Forestry University*,2015,30(2):180-185. (in Chinese)

[21] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. *地理学报*,2009,64(12):1411-1420.

LIU J Y,ZHANG Z X,XU X L,*et al.* Spatial pattern and driving forces of land use change in China in the early 21st century [J]. *Acta Geographica Sinica*,2009,64(12):1411-1420. (in Chinese)

[22] 阳文锐. 北京城市景观格局时空变化及驱动力[J]. *生态学报*,2015,35(13):4357-4366.

YANG W R. Spatio-temporal changes and driving forces of urban landscape pattern in Beijing [J]. *Acta Ecologica Sinica*,2015,35(13):4357-4366. (in Chinese)

[23] 玉苏普江·艾麦提,阿里木江·卡斯木,艾克拜尔·买提尼牙孜. 基于遥感的乌鲁木齐市景观格局演变分析[J]. *西北林学院学报*,2015,30(2):172-179,205.

YUSUPUYI AMATI,ALIMUQIANG KASIM,IKEBAYR BUYITI NIYAZI. Analysis of landscape pattern evolution in Urumqi based on remote sensing [J]. *Journal of Northwest Forestry University*,2015,30(2):172-179,205. (in Chinese)

[24] 张明鑫,谢树春,李皖堂. 宁夏中卫市沙坡头区近 13 年土地利用空间布局变化及环境健康效应[J]. *经济地理*,2016,36(2):176-181.

ZHANG M X,XIE S C,LI L T. Spatial layout and environmental health effects of land use in Shapotou district,Zhongwei city,Ningxia during the past 13 years[J]. *Economic Geography*,2016,36(2):176-181. (in Chinese)