

# 盐池北部风沙区土地利用格局变化对沙漠化的影响

方广玲<sup>1</sup>, 吴斌<sup>1,2</sup>, 张宇清<sup>1,2</sup>, 吴秀芹<sup>1,2</sup>

1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 国家林业局宁夏盐池荒漠生态系统定位研究站, 宁夏 盐池 751500

**摘要:**以盐池北部风沙区为研究区域, 利用 1989、1995、2000、2007 年土地利用现状图, 借助地理信息系统软件提取有关格局分析的基础数据, 基于景观生态学原理, 构造主要土地利用类型和沙地景观格局指数, 探讨不同时段内盐池北部风沙区土地利用格局变化对沙漠化的影响。结果表明: (1) 沙地景观在 1995 年之前不断扩张, 1995 年以后开始减少, 集中连片沙地被零星分布的小沙化斑块取代; (2) 林地和草地经历了先减少后增大的过程, 土地利用格局变化中, 中、低覆盖度草地和灌木林地变动性大; 中、低覆盖度草地、耕地、灌木林地不稳定性程度较高; (3) 受农作活动影响, 尤其在灌溉条件较好区域, 草地沙化明显, 而灌木林能起到很好的防沙作用; (4) 盐池北部风沙区土地利用格局特征指标与沙地面积呈负相关, 随着特征指标增大沙化面积减小。土地利用格局变化能够综合反映相应时段内的人类活动结果, 以此为切入点研究其对沙漠化的影响, 有利于揭示沙漠化的驱动机制。

**关键词:**土地利用格局; 沙地景观; 风沙区; 沙漠化; 盐池县

**中图分类号:** F301

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-5906 (2010) 04-0877-06

土地利用变化反映了人类与自然相互作用与影响中最直接、最密切的关系<sup>[1]</sup>, 也是其它全球变化问题的主要原因之一, 很多国际研究项目或国家开展了相关研究<sup>[2]</sup>。土地利用变化对生态环境的影响一直是研究重点, 特别是风沙区, 关注点在土地利用变化对沙漠化的影响上<sup>[3-4]</sup>。大量研究表明, 人类不合理的土地利用方式, 如过度放牧, 是沙漠化加剧的主导因素<sup>[5]</sup>。大面积的林地、草地向耕地转化, 也会加速沙漠化。构建合理的草地、林地、耕地格局, 能降低土地沙漠化的程度<sup>[6-8]</sup>。

为探讨土地利用变化与沙漠化之间的关系, 杨思全等<sup>[9]</sup>计算了沙漠化逆转区和沙漠化轻度、强烈、稳定发展区的土地利用类型转化面积, 初步建立了沙漠化与土地利用变化之间的半定量关联关系; 张继平等<sup>[10]</sup>进行了沙漠化程度变化对应土地利用变化的空间分布研究。但这些都是基于土地利用类型转化对沙地面积增减的驱动研究, 较少分析土地利用格局变化对沙地斑块空间分布的影响<sup>[11]</sup>。实际上, 由土地利用斑块的数量、大小、形状、空间位置关系等决定的土地利用格局, 包含丰富的土地利用时空演变信息<sup>[12]</sup>, 直接影响不同演化阶段的沙地斑块的分布。因此, 以景观演变的时空分布特征为线索, 综合分析生态脆弱区土地利用变化的沙漠化响应, 值得进一步探索<sup>[13]</sup>。

本文以盐池北部风沙区为研究区域, 以土地利用格局的时空变化特征为线索, 分析沙地景观格局

变化原因, 以探讨土地利用格局变化对沙漠化景观演变的驱动作用, 为沙区土地利用方式调控与管理、建立合理的土地利用生态—生产范式提供依据。

## 1 研究区概况

盐池北部风沙区位于 37°04'N ~ 38°10'N, 106°30'E ~ 107°41'E, 北与毛乌素沙地相连, 包括 5 个乡(镇), 见图 1。1954—2007 年间, 年平均气温为 7.9 °C, 年降水量为 290.3 mm, 年日照时数为 2863.1 h。气候特点为干旱少雨、蒸发量大、冬春两季风大沙多; 地表植被以沙生植被为主, 主要组成植物有黑沙蒿(*Artemisia ordosica* Kraschen.)、白草(*Pennisetum centrasaticum* Tzvel.)、苦豆子(*Sophora alopecuroides* Linn.)、甘草(*Glycyrriza uralensis* Fisch.)、猫头刺(*Oxytropis aciphylla* Le-

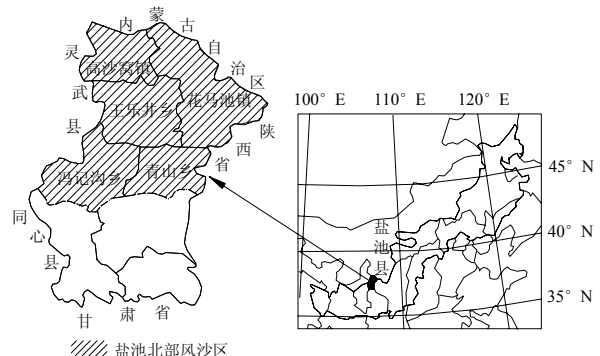


图1 研究区地理位置示意图

Fig. 1 Location diagram of study area

**基金项目:** 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD26B03)

**作者简介:** 方广玲(1982-), 女, 博士, 主要研究方向为荒漠化防治。E-mail: fang\_life@126.com

**通讯作者:** 张宇清(1971-), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向为荒漠化防治、复合农林。E-mail: zhangyq@bjfu.edu.cn

**收稿日期:** 2010-03-22

deb.)、柠条(*Caragana korshinskii* Kom.)、赖草(*Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel.)、老瓜头(粘合剂)等;土壤以有机质含量低、易沙化的灰钙土为主;地表水与地下水资源匮乏。

2007年,盐池北部风沙区乡村人口总数为8.27万,从业人口达4.41万,占乡村人口的53.5%。区域主要土地利用类型为草地、林地、耕地,其中耕地面积4.28万 hm<sup>2</sup>,人均0.52 hm<sup>2</sup>,是全国人均耕地面积的5倍多。农林牧渔总产值为3.2万元,种植业产值占37.2%,牧业产值占46.9%,农业中的主导部门是牧业。20世纪80年代以来,由于人类活动加剧,土地沙化面积不断扩大,沙漠成为研究区主要地貌类型。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

土地利用数据从1989、1995、2000、2007年遥感影像解译数据中提取,分为耕地、林地、草地、建设用地、水域、未利用地6个一级类型,旱耕地、灌木林、疏林地、高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地、农村居民点等20个二级类型,考虑到研究区土地利用特点,仅选择主要的二级类型进行分析。

2.2 研究方法

利用地理信息系统软件提取土地利用格局与沙地景观分析的基础数据,用Excel进行相关指标的计算。关于沙地景观格局,已经提出和运用了很多指标<sup>[14]</sup>,本文选择景观破碎度、分离度研究沙地景观格局变化特征。利用斑块面积、斑块密度、斑块周长、分维数研究土地利用格局变化。相关的景观格局指数及涵义见表1。

3 结果与分析

3.1 沙地景观的时空变化

按照表1中的公式,计算各年份沙地景观格局指数,结果见表2。提取各年份沙地空间分布,见图2。

对表2与图2进行分析,结果表明。

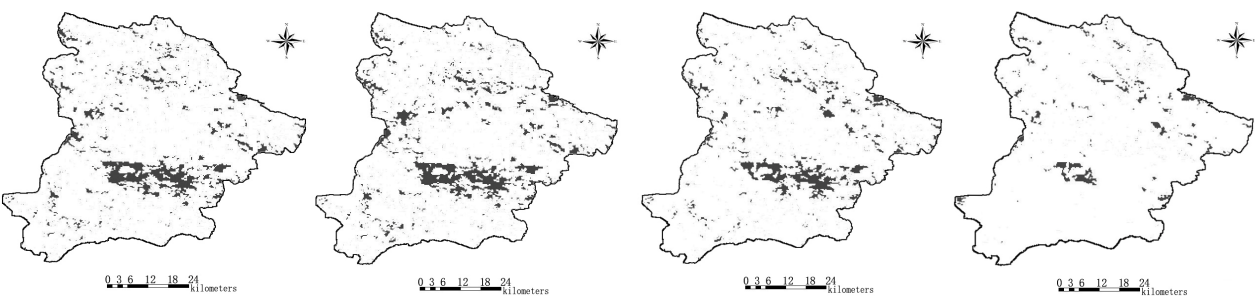


图 2 研究区 1989—2007 年沙地空间分布

Fig. 2 1989-2007 the spatial distribution of sand of study area

表 1 景观格局指数及涵义

Table 1 Landscape pattern index and the meaning

| 指标    | 计算方法                                                    | 涵义                                                                                        |
|-------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斑块密度  | $M_i=N_i/A$                                             | 某一景观类型单位面积内的斑块数                                                                           |
| 分维数   | $D=2\ln(P_i/4)/\ln(A_i)$                                | 反映一定的观测尺度上土地利用斑块边缘的复杂程度,值越大说明斑块越不规则、越复杂                                                   |
| 景观破碎度 | $F_i=(N_i-1)/A_i$                                       | 某一景观类型在给定时间和给定性质上的破碎化程度,表征景观被分割的破碎程度,在一定程度上反映了人类对景观的干扰程度。取值为(0,1),0表示景观完全未被破坏,1表示景观被完全破坏。 |
| 分离度   | $E_i=Q_i/S_i$<br>$Q_i=(N_i/A_i)^{1/2}/2$<br>$S_i=A_i/A$ | 描述斑块在空间分布上的分离程度,值越大说明斑块在空间上分布越离散                                                          |

注:  $P_i$ 、 $A_i$ 、 $N_i$ 表示第*i*类土地利用类型斑块的周长、面积和个数;  
 $A$ 为土地总面积。

表 2 1989—2007 年沙地景观格局指数

Table 2 1989—2007 sandy landscape pattern indices

| 年份   | 斑块面积/<br>km <sup>2</sup> | 斑块数/<br>个 | 斑块密度/<br>(个·km <sup>-2</sup> ) | 景观<br>破碎度 | 分离度   |
|------|--------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|-------|
| 1989 | 697                      | 354       | 0.508                          | 0.506     | 0.862 |
| 1995 | 775                      | 370       | 0.477                          | 0.476     | 0.793 |
| 2000 | 551                      | 284       | 0.515                          | 0.514     | 0.977 |
| 2007 | 251                      | 214       | 0.853                          | 0.849     | 1.865 |

- (1) 1989—1995年,沙地斑块密度、景观破碎度均减小,表明沙地景观在自然和人为干扰下,一些沙地小斑块被连通,呈现更为简单并集中连片的分布趋势,斑块分布更为聚集。随着沙地斑块数量增加,连通性提高,形成合并后的大型沙地斑块,通过边缘扩张而不断吞噬外围土地,局部沙化程度加大,并向中西部扩张。
- (2) 1995—2000年,沙地斑块面积和数量分别减小29%、23%,景观破碎度、斑块密度和分离度都增大,表明沙地景观不断破碎化,分布越来越离散。大型沙地斑块开始萎缩,而北部接近毛乌素沙地的沙化斑块也在减少。
- (3) 2000—2007年,沙地斑块数量和面积继续减

小，同时，斑块密度等景观格局指数都增大。沙地斑块不断被其它类型斑块取代，连通性扩张条带完全被打破，形成零星分布的小沙化斑块，原来集中连片的沙地基本消失。

3.2 土地利用格局变化

对1989—2007年土地利用数据进行分析，按照表1中的公式计算，得到各年份主要土地利用景观格局指数见表3，各时段内主要土地利用类型转化见表4。

分析表3~4，土地利用格局在各时段内变化特征不同，结果如下。

(1) 1989—1995年，耕地斑块密度减小，破碎化程度降低，在局部范围内分布更加聚集，分布区域连片。灌木林地和高覆盖度草地斑块密度增大，分维数减小，由于大部分转化为中覆盖度草地，导致斑块变得破碎。中覆盖度草地向覆盖度更低的草地和耕地转化。农村居民点扩张造成耕地、中低覆盖度草地损失。

表 3 1989—2007 年土地利用景观格局指数  
Table 3 1989—2007 land use landscape pattern indices

| 年份   | 土地利用<br>类型 | 斑块数/<br>个 | 斑块周长/<br>km | 斑块面积/<br>km <sup>2</sup> | 斑块密度/<br>(个·km <sup>-2</sup> ) | 分维数   |
|------|------------|-----------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------|
| 1989 | 耕地         | 621       | 4 199       | 853                      | 0.73                           | 1.348 |
|      | 灌木林        | 103       | 1 075       | 255                      | 0.40                           | 1.292 |
|      | 疏林         | 24        | 118         | 21                       | 1.12                           | 1.220 |
|      | 高覆盖草       | 28        | 1 500       | 272                      | 0.10                           | 1.322 |
|      | 中覆盖草       | 127       | 9 061       | 1 325                    | 0.10                           | 1.393 |
|      | 低覆盖草       | 345       | 2 308       | 477                      | 0.72                           | 1.328 |
|      | 居民点        | 224       | 475         | 50                       | 4.51                           | 1.319 |
| 1995 | 耕地         | 603       | 4 107       | 834                      | 0.72                           | 1.348 |
|      | 灌木林        | 97        | 745         | 177                      | 0.55                           | 1.278 |
|      | 疏林         | 28        | 159         | 29                       | 0.97                           | 1.233 |
|      | 高覆盖草       | 26        | 194         | 35                       | 0.74                           | 1.242 |
|      | 中覆盖草       | 140       | 9 570       | 1 399                    | 0.10                           | 1.395 |
|      | 低覆盖草       | 302       | 2 991       | 618                      | 0.49                           | 1.336 |
|      | 居民点        | 220       | 480         | 50                       | 4.38                           | 1.319 |
| 2000 | 耕地         | 443       | 3 476       | 807                      | 0.55                           | 1.334 |
|      | 灌木林        | 109       | 1 259       | 396                      | 0.28                           | 1.279 |
|      | 疏林         | 31        | 160         | 29                       | 1.08                           | 1.234 |
|      | 高覆盖草       | 57        | 687         | 166                      | 0.34                           | 1.274 |
|      | 中覆盖草       | 95        | 8 409       | 1 404                    | 0.07                           | 1.382 |
|      | 低覆盖草       | 245       | 2 682       | 597                      | 0.41                           | 1.328 |
|      | 居民点        | 161       | 347         | 35                       | 4.55                           | 1.308 |
| 2007 | 耕地         | 121       | 1 294       | 428                      | 0.28                           | 1.277 |
|      | 灌木林        | 150       | 1 308       | 428                      | 0.35                           | 1.278 |
|      | 疏林         | 112       | 323         | 36                       | 3.14                           | 1.300 |
|      | 高覆盖草       | 9         | 78          | 16                       | 0.56                           | 1.190 |
|      | 中覆盖草       | 66        | 4 400       | 2 103                    | 0.03                           | 1.296 |
|      | 低覆盖草       | 105       | 1 830       | 709                      | 0.15                           | 1.279 |
|      | 居民点        | 115       | 158         | 14                       | 8.08                           | 1.286 |

(2) 1995—2000年，土地利用格局总体上呈现出斑块归并、边界规则化，斑块间转化幅度增加。耕地向草地、灌木林地转化，高、中覆盖度草地向灌木林地转化。同时，中、低覆盖度草地仍然存在被开垦问题，或被用于农村居民点建设。

(3) 2000—2007年，耕地斑块数量、面积都减小，净转出量中的94%转化为中覆盖度草地，斑块已经具有较为规则的边界。灌木林地、疏林地斑块增加，大部分由草地转化而来。草地斑块数量增长，其中高覆盖度草地面积减少，出现破碎化，中、低覆盖度草地在原有基础上不断扩张，稳定性提高。废弃居民点转化为草地。

3.3 土地利用格局变化对沙地景观的影响

由于人类土地利用方式不断调整，造成土地利用类型组成比例与空间格局变化，会影响到沙地景观演化。利用土地利用类型转移矩阵，计算主要土地利用类型不同时段内转化为沙化的面积，及其占该时段内沙地总面积的比重，见表5。

结果表明：

(1) 1989—1995年，盐池北部风沙区的沙地83.8%来自原有沙地，其余近12 373 hm<sup>2</sup>由其它类型斑块转化而来。其中草地沙化面积最大，共8 333 hm<sup>2</sup>，主要是中、低覆盖度草地沙化，沙化草地的斑块连通性增强，斑块数量少但平均面积大。林地沙化现象次之，以灌木林沙化为主，灌木林沙化面积占1989年灌木林地面积的8.9%。耕地沙化只占沙地面积的2.2%，但其分布相当零散。

沙地景观的演化，其根本是由人类生产活动所引起，并通过土地利用格局变化传递作用。1989—1995年沙漠化发展主要表现为草地、林地、耕地向沙地转化，究其原因：一是对灌木林地开荒严重，其斑块密度在1995年达到最大，使原来大面积分布的灌木林斑块变得破碎化；二是羊只数量增长而导致的放牧饲养方式，加大了中、低覆盖度草地的负载，草地斑块不稳定性程度提高；三是农业生产开垦了大量天然植被，形成边界规整的耕地斑块。在这种土地利用格局变化背景下，直接导致沙地周围的中、低覆盖度草地沙化，而高覆盖度草地和灌木林地也存在强烈的沙化威胁。

(2) 1995—2000年，土地利用斑块沙化以中、低覆盖度草地、耕地为主，耕地沙化的速度和幅度减少，林地沙化最轻。

研究区在上世纪90年代中后期开展了人工造林、禁牧封育等生态建设工程，到2000年，灌木林地斑块密度明显减小，草地斑块在原来基础上扩大，但是灌木林和高覆盖度草地分维数变大，不稳

表 4 各时段主要土地利用类型斑块面积转化  
Table 4 Each time area conversion of major land use type patch

| 时段          | 土地利用类型 | 灌木林地   | 疏林地   | 高覆盖度草地 | 中覆盖度草地  | 低覆盖度草地 | 农村居民点 | 耕地     |
|-------------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 1989—1995 年 | 灌木林地   | 16 479 | 0     | 0      | 4 547   | 833    | 0     | 660    |
|             | 疏林地    | 0      | 1 981 | 0      | 72      | 0      | 0     | 0      |
|             | 高覆盖度草地 | 0      | 0     | 2 854  | 845     | 0      | 0     | 225    |
|             | 中覆盖度草地 | 530    | 636   | 282    | 115 377 | 8 544  | 19    | 7 312  |
|             | 低覆盖度草地 | 21     | 127   | 0      | 9 615   | 47 238 | 35    | 3 688  |
|             | 农村居民点  | 11     | 0     | 0      | 32      | 6      | 4 886 | 12     |
|             | 耕地     | 364    | 30    | 285    | 7 030   | 4 156  | 71    | 70 889 |
| 1995—2000 年 | 灌木林地   | 15 521 | 0     | 0      | 946     | 666    | 0     | 493    |
|             | 疏林地    | 889    | 1 185 | 0      | 586     | 170    | 0     | 41     |
|             | 高覆盖度草地 | 316    | 139   | 1 716  | 282     | 153    | 0     | 0      |
|             | 中覆盖度草地 | 13 112 | 149   | 5 939  | 102 364 | 8 466  | 13    | 6 850  |
|             | 低覆盖度草地 | 1 959  | 74    | 1 247  | 12 337  | 42 423 | 10    | 3 130  |
|             | 农村居民点  | 68     | 7     | 82     | 481     | 78     | 3475  | 769    |
|             | 耕地     | 945    | 890   | 1 005  | 11 887  | 1 682  | 6     | 65 994 |
| 2000—2007 年 | 灌木林地   | 17 564 | 358   | 151    | 15 375  | 1 407  | 60    | 752    |
|             | 疏林地    | 151    | 141   | 0      | 1 646   | 315    | 0     | 309    |
|             | 高覆盖度草地 | 1 592  | 74    | 831    | 10 736  | 1 489  | 50    | 8 86   |
|             | 中覆盖度草地 | 7 215  | 1 075 | 268    | 90 073  | 21 945 | 406   | 8 200  |
|             | 低覆盖度草地 | 3 169  | 452   | 140    | 28542   | 14 943 | 123   | 7 213  |
|             | 农村居民点  | 71     | 18    | 1      | 1818    | 396    | 211   | 880    |
|             | 耕地     | 17     | 3     | 0      | 936     | 7      | 34    | 1 741  |

表 5 主要土地利用类型沙化统计表  
Table 5 Sandy statistics of major land use type

| 时段         | 转化为沙地              | 耕地    | 灌木林   | 疏林地 | 高覆盖度草地 | 中覆盖度草地 | 低覆盖度草地 | 居民点 | 沙地     |
|------------|--------------------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|-----|--------|
| 1989—1995年 | 面积/hm <sup>2</sup> | 1 692 | 2 272 | 51  | 425    | 5 004  | 2904   | 25  | 64 930 |
|            | 占沙地比重/%            | 2.2   | 2.9   | 0.1 | 0.5    | 6.5    | 3.7    | 0.0 | 83.8   |
| 1995—2000年 | 面积/hm <sup>2</sup> | 412   | 0     | 0   | 2      | 1 721  | 347    | 55  | 52345  |
|            | 占沙地比重/%            | 0.7   | 0.0   | 0.0 | 0.0    | 3.1    | 0.6    | 0.1 | 95.0   |
| 2000—2007年 | 面积/hm <sup>2</sup> | 1 668 | 2 469 | 167 | 608    | 3 463  | 2 379  | 84  | 11675  |
|            | 占沙地比重/%            | 7.4   | 10.9  | 0.7 | 2.7    | 15.3   | 10.5   | 0.4 | 51.4   |

定性增加。因此，1995—2000年，土地利用格局一方面向合理方向转化，有效遏制了沙地景观进一步破碎，同时仍然存在沙化的潜在威胁。

(3)2000—2007年，原有沙地面积减少了55%，在2007年沙地面积中，由其它类型转化而来的沙地比重占到49.6%，以中、低覆盖度草地、灌木林地、耕地沙化为主。新农村建设工程实现了农村居民点规划建设、合理占地，迁出地基本转化为中、低覆盖度草地。

与2000年相比，土地利用格局逐渐合理，通过增加草地和灌木林地、发展有灌溉条件的耕地，使相同类型斑块聚集度提高、稳定性增强。2001年开始，盐池北部风沙区全面实施退耕还林还草工程，沙地景观迅速萎缩。土地利用方式的转变，有利于沙化斑块转化为植被覆盖度高的斑块类型。但是，

中、低覆盖度草地、耕地、灌木林地的分维数大，依然是各种土地利用类型中稳定性最差的4种，加之上一阶段耕地、灌木林地、中、低覆盖度草地局部斑块破碎化，因此，在2000年以后，这4种类型用地内部或周边又出现新的沙化斑块。

为建立土地利用格局与沙化的定量关系，利用层次分析法计算不同土地利用类型对沙化过程影响的权重，耕地、林地、草地、建设用地、水域、未利用地依次为0.094、0.138、0.050、0.079、0.329、0.030<sup>[15-16]</sup>，值越小，越有利于沙地扩展。将各土地利用类型权重与对应的面积比重加权求和，计算盐池北部风沙区各年土地利用格局特征指标，值越大表明土地利用格局越合理，并与相应年份沙地面积进行相关性分析，见图3。结果表明：区域沙化与土地利用格局特征指标具有负相关性，特征指标越高

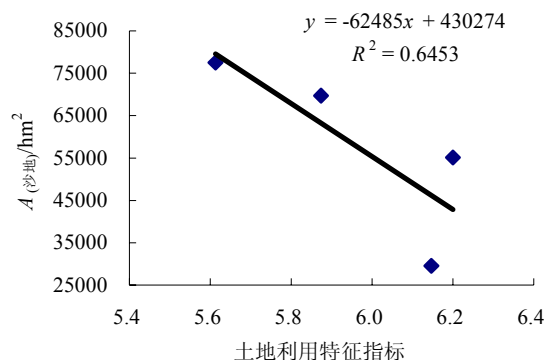


图3 研究区土地利用格局与沙地面积的关系

Fig.3 Relations between land use pattern and the sand area of study area

沙化面积越小，反之，沙化面积越大。

#### 4 结论与建议

(1)1989—1995年，沙地景观处于扩张状态，小沙化斑块被连通，总体上分布更为聚集，并向中西部发展。1995—2000年，沙地斑块面积和数量大幅减小，但是沙地景观在外界干扰下不断破碎化，沙化斑块分布越来越离散。2000—2007年，沙地景观明显萎缩，连通性扩张条带完全被打破，形成零星分布的小沙化斑块。

(2)1989—1995年，林地、草地覆盖度降低，并向耕地转化。1995—2000年，耕地净转出量增大，而转入量仍以中覆盖度草地为主。灌木林地、草地扩张，其中高、中覆盖度草地向灌木林地转化，低覆盖度草地大部分向中覆盖度草地转化，沙区植被恢复效果显著。2000—2007年，灌木林地和草地面积不断增加，但是中高覆盖度草地出现破碎化。

(3)在各类型用地向沙地流转过程中，以中、低覆盖度草地、灌木林地沙化为主。在土地利用格局变化过程中，尤其是耕地、灌木林地、中、低覆盖度草地相互转化时，需要加强管理，防止植被已经得到恢复的区域再次沙化。

当耕地边界复杂程度减小，灌木林地破碎度增大，中、低覆盖度草地斑块不稳定性程度提高时，有利于耕地、林地、草地斑块转化为沙地；当林草地斑块密度减小，在原来基础上扩张时，能够遏制沙化。由此可见，调整土地利用方式，能够影响盐池北部风沙区沙漠化的发展方向。针对这种情况，在实施禁牧封育、退耕还林还草、治沙造林种草等生态建设工程基础上，应建立符合当地生态与生产要求的农林牧土地利用格局，即调整农业部门结构，加强外部环境对农民的物质、资金输入，逐步退耕；发展舍饲养殖业，对已退化的草地实施休牧、轮牧，保证草地稳定性。

(4)经过多年的生态建设，盐池北部风沙区土地

利用格局发生了明显变化，过去集中连片的沙地景观基本消失，而以草地和林地为主导的土地利用格局正在形成，这表明通过恢复林草植被，构造合理的土地利用格局，有效防治了沙漠化。

#### 参考文献：

- [1] 郭丽英, 刘彦随, 任志远. 生态脆弱区土地利用格局变化及其驱动机制分析: 以陕西榆林市为例[J]. 资源科学, 2005, 27(2): 128-133.  
GUO Liying, LIU Yansui, REN Zhiyuan. Analysis of the land landscape changes and its driving mechanism in vulnerable ecological area: A case study of Yulin City[J]. *Resources Science*, 2005, 27(2): 128-133.
- [2] 葛全胜, 戴君虎. 20世纪前、中期中国农林土地利用变化及驱动因素分析[J]. 中国科学: D辑, 2005, 35(1): 54-63.  
GE Quansheng, DAI Junhu. 20 centuries ago, the mid-Chinese agriculture, forestry, land-use change and driving factors[J]. *Science in China: Series D*, 2005, 35(1): 54-63.
- [3] 窦燕, 陈曦, 包安明. 近40年和田河流域土地利用动态变化及其生态环境效应[J]. 干旱区地理, 2008, 31(3): 449-455.  
DOU Yan, CHEN Xi, BAO Anming. Eco-environmental responses of land use and cover change in nearly 40 years in the Hetian River Basin[J]. *Arid Land Geography*, 2008, 31(3): 449-455.
- [4] 莫宏伟, 任志远, 王秋贤. 风沙过渡区土地利用变化及生态效应图谱: 以陕北榆阳区为例[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 770-775.  
MO Hongwei, REN Zhiyuan, WANG Qiuxian. Images analysis of land use change and its eco-environmental effects in wind drift sand region: A case study on Yuyang district of the northern Shaanxi Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(6): 770-775.
- [5] AKRAM M, KAHLOWN M A, SOOMRO Z A. The future of drylands[M]. Netherlands: Springer, 2009: 483-492.
- [6] WANG T. Land use and sandy desertification in the north China[J]. *Journal of Desert Research*, 2000, 20(2): 103-107.
- [7] HAO C Y, WU S H. The effects of land-use types and conversions on desertification in Mu Us sandy land of China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2006, 16(1): 57-68.
- [8] 郝成元, 吴绍洪, 杨勤业. 毛乌素地区沙漠化与土地利用研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 33-39.  
HAO Chengyuan, WU Shaohong, YANG Qinye. Research on relationship between sandy desertification and land-use in Mu Us region[J]. *Journal of Desert Research*, 2005, 25(1): 33-39.
- [9] 杨思全, 武建军. 基于RS与GIS的土地沙漠化与土地利用变化时空耦合[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 51-56.  
YANG Siqun, WU Jianjun. Coupling analysis between desertification and land-use change based on RS and GIS[J]. *Journal of Catastrophology*, 2005, 20(4): 51-56.
- [10] 张继平, 常学礼, 蔡明玉, 等. 土地利用类型变化对沙漠化过程的影响: 以科尔沁沙地为例[J]. 干旱区研究, 2009, 26(1): 39-44.  
ZHANG Jiping, CHANG Xueli, CAI Mingyu, et al. Effects of land use on desertification in typical regions in the Horqin sandy land[J]. *Arid Zone Research*, 2009, 26(1): 39-44.
- [11] 李义玲, 乔木, 杨小林, 等. 干旱区典型流域近30a土地利用/覆被变化和景观破碎化分析: 以玛纳斯河流域为例[J]. 中国沙漠, 2008, 28(6): 1050-1057.  
LI Yiling, QAO Mu, YANG Xiaolin, et al. Analysis on land use/cover change and landscape fragmentation in typical watershed of arid zone

- in last 30 years: A case of Manasi river watershed, Xinjiang[J]. *Journal of Desert Research*, 2008, 28(6): 1050-1057.
- [12] 刘家福, 王平, 李京, 等. 土地利用格局景观指数算法与应用[J]. *地理与地理信息科学*, 2009, 25(1): 107-109.
- LIU Jiafu, WANG Ping, LI Jing, et al. An algorithm for land-use pattern index and its application[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2009, 25(1): 107-109.
- [13] 吕晓芳, 王仰麟, 张懿铨, 等. 宁夏中部生态脆弱区土地利用变化及沙漠化响应: 以宁夏盐池县为例[J]. *地理研究*, 2007, 26(6): 1156-1164.
- LV Xiaofang, WANG Yanglin, ZHANG Yili, et al. Analysis of land use change and its desertification response in the central Ningxia Hui Autonomous Region: A case study of Yanchi County[J]. *Geographical Research*, 2007, 26(6): 1156-1164.
- [14] 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局特征分析[J]. *生态学报*, 1998, 18(3): 225-232.
- Chang Xueli, Wu Jianguo. Spatial analysis of pattern of sandy landscapes in Horqin, Inner Mongolia[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, 18(3): 225-232.
- [15] 吴薇, 倪晋仁, 刘荣霞, 等. 基于土地利用结构变化的沙漠化动态评估: 以内蒙古自治区奈曼旗为例[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 2003, 39(4): 481-487.
- WU Wei, NI Jinren, LIU Rongxia, et al. Dynamic assessment for desertification based on the changes in landuse structure: An example from Naiman Qi of the Inner Mongolia, China[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinesis*, 2003, 39(4): 481-487.
- [16] 李晓娟, 倪晋仁, 李振山, 等. 土地利用结构与土地生产力的关系研究[J]. *自然资源学报*, 2005, 20(3): 340-346.
- LI Xiaojuan, NI Jinren, LI Zhenshan, et al. Relationship between land productivity and land use structure[J]. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(3): 340-346.

## The impact on land use pattern change to desertification in north of Yanchi

FANG Guangling<sup>1</sup>, WU Bin<sup>1, 2</sup>, ZHANG Yuqing<sup>1, 2</sup>, WU Xiuqin<sup>1, 2</sup>

1. School of Soil & Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Ningxia Yanchi Desert Ecosystem Research Station of the State Forestry Administration, Yanchi, Ningxia 751500, China

**Abstract:** Taking sandy north of Yanchi County as study area, using 1989, 1995, 2000, 2007 Land-use maps, extracted the basic data related to pattern analysis using geographic information system software, based on principles of landscape ecology, major land use types and sand Landscape pattern indices was constructed, to explore the different times of the impact on land-use pattern change to desertification in north of Yanchi County. The results showed that: (1) sandy landscape was expanding before 1995, started to decrease after 1995, focusing contiguous sand has been scattered to replace the small sandy patch; (2) woodland and grassland experienced the process of the first decrease and then increases, in land-use pattern changes, medium and low coverage grassland and shrub land changes was largest; medium and low coverage grassland, farm land, bush forest land was instably; (3) by the impact of farming activities, in particular, with better conditions in the irrigated areas, grassland desertification was obvious, it caused of the shrub playing the role of a good sand prevention; (4) land-use pattern characteristic index was negatively correlated with the sandy area in north of Yanchi County, with the characteristic index increases desertification area is reduced. Integrated land use pattern change to reflect the corresponding period result of human activities, in order for the entry point to study the impact of desertification, desertification is conducive to reveal the driving mechanism.

**Key words:** land use patterns; sandy landscape; sand area; desertification; Yanchi County