

# 基于 GIS 的贺兰山两侧沙漠边缘带 近 20 a 来土地景观格局变化

马安青<sup>1</sup>, 贾永刚<sup>1</sup>, 单红仙<sup>1</sup>, 王一谋<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学, 山东 青岛 266003; 2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

**摘 要:** 毛乌素沙地与腾格里沙漠位于贺兰山东西两侧, 是中国北方重要的沙漠之一。20 世纪 80 年代至 21 世纪初, 受北方气候变化与沙漠边缘地带人类活动强度加大的影响。两大沙漠边缘地带所属的陕西、甘肃、以及宁夏各县土地利用/ 土地覆盖发生了显著的变化。同时, 由于受到自然地带差异以及其它因素的影响, 两大沙漠边缘带土地利用/ 土地覆盖变化表现出不同的特征。试用景观生态学中景观格局分析方法对这种差异进行描述, 通过对两大沙漠边缘带土地利用/ 土地覆盖格局变化对比研究, 力图揭示我国北方干旱区与半干旱区沙漠边缘生态脆弱带生态环境对气候与人类活动变化表现出的不同响应方式。

**关键词:** 贺兰山; 沙漠边缘; 土地景观; 景观分析法

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)06-0033-07

中图分类号: P208, P931.3

## GIS Based Study on Variety of Landscape Structure of Margin Region of Two Deserts Lying to Each Side of Helan Mountain

MA An-qing<sup>1</sup>, JIA Yong-gang<sup>1</sup>, SHAN Hong-xian<sup>1</sup>, WANG Yi-mou<sup>2</sup>

(1. Ocean University of China, Qingdao 266003, Shandong Province, China;

2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, Gansu Province, China)

**Abstract:** The Maowusu Desert and the Tengeli Desert are important deserts in the North China. The Maowusu Desert lies to the east of the Helan mountain and the other lies to the west of it. From 1986 to 2000, affected by climatic change and increasingly intensifying force of anthropic activity, land cover/ land use of the margin regions of two deserts, which falls into Shannxi Province, Gansu Province and Ningxia Hui Autonomous Region, had changed evidently. Attributing to different dry-humid terrain and other factors, land-cover/ land-use change of two desert marginal regions displayed different trait each other. The study used method of analysis landscape structure to describe the difference of the two marginal regions, and with it, to expose different mode of ecological environment responding to variety of climatic and anthropic activity, which happened in two marginal regions being part of ecotone in the semi-arid or arid of the North China.

**Keywords:** the Helan mountain; margin region of deserts; landscape; landscape structure analysis

甘肃省民勤、武威、古浪、景泰、靖远等县市和宁夏中卫、中宁等县, 构成了我国北方腾格里沙漠的南缘。宁夏灵武、盐池、同心、甘肃环县、以及陕西定边县、靖边县、横山县、榆林县、神木等县市则构成了鄂尔多斯高原毛乌素沙地的南缘。2 个地域综合体分别位于著名地理分界线贺兰山的东西两侧, 是我国北方广义农牧交错带重要组成。其中, 研究区西半部是西北绿洲—荒漠交错带的重要组成; 而东半部则是狭义农牧交错带西半部的重要组成部分。研究区同时位于我国重要地貌单元青藏高原、黄土高原、以及蒙古高原的接合部上。由于处于多个自然系统的“交界

面”上, 强烈地“界面”效应使研究区整体属于生态环境脆弱带<sup>[1]</sup>。

20 世纪 70 年代至 2000 年, 包括研究区在内的整个中国北方, 气候演变基本处于“暖干化”。这种趋势对抗扰动能力弱的生态环境脆弱带的影响尤为显而易见。在农牧交错带东部, 沙漠化与草原退化已经成为当地环境演变的主要趋势<sup>[1]</sup>; 与 50 年代相比, 暖干化已使黄河中上游径流量减少了 24.4%, 致使黄河下游出现了历史上罕见的连续断流现象<sup>[2-3]</sup>。地处多个气候、地貌、植被、景观交错带的本研究区自然环境受到了这种趋势的强烈扰动, 发生了显著的响

应。同时,整个研究区地处沙漠化前沿,是沙漠化防治的关键地带<sup>[4]</sup>,研究该地区生态环境的演变问题具有现实而紧迫的意义。

土地覆盖一般指地球表面当前所具有的自然和人为影响所形成的覆盖物,如植被、土壤、湖泊与建筑物等。土地覆盖具有特定的时间与空间属性,其形态和状态可在多种时空尺度上变化。由于土地覆盖和土地利用方式与人类的生产生活休戚相关,长期以来土地利用/土地覆盖的研究是地球表面科学研究领域的一个重要分支<sup>[5]</sup>。

区域土地利用/土地覆盖变化不仅对本地区,也会对相邻地区乃至全球的大气化学性质及过程、气候、水文、土壤沉积物、生物多样性、土地生产力等产生一定影响<sup>[6]</sup>。

研究区所属沙漠,是我国著名的大沙漠,由于其位置的独特性,它们生态环境质量的演变将对我国北方未来社会经济可持续发展产生一定影响。土地利用/土地覆盖研究是揭示地区人与生态环境关系状况的重要方法,在我国北方沙漠化地区生态环境演变分析中得到广泛应用<sup>[7-8]</sup>。

但是,长期以来在对我国沙漠边缘地带土地覆盖变化研究中存在着孤立性大于比较性、研究区域厚此薄彼、研究方法较单一等问题。这些问题表现在本研究区就是,长期孤立地研究 2 大沙漠各自的土地覆盖变化特征机制,只突出了各自特色,可是没有使用一种联系比较的方法,通过比较研究,揭示出了位于半干旱地区与干旱地区沙漠边缘生态环境演变的深层机制;目前针对研究区东部毛乌素地区相关研究已经比较丰富,而且西半部腾格里地区研究则相对贫乏;研究方法往往存在就事论事,描述性大于量化,缺少从时空多维角度研究 2 大沙漠边缘带生态环境演变规律。

景观是指由地貌过程和各种干扰作用形成的,具有特定结构、功能和动态特征的一种宏观系统,是具有高度空间异质性的区域<sup>[9]</sup>。景观格局及其变化是自然的和人为的多种因素相互作用所产生的一定区域生态环境体系的综合反映,景观嵌块的类型、形状、大小、数量和空间组合,既是各种干扰因素相互作用的结果,又影响着区域的生态过程和边缘效应。因此,对区域景观格局的研究,是揭示区域生态状况及空间变异特征的有效手段<sup>[10]</sup>。正是因为土地覆盖/土地利用与景观生态学之景观格局研究在一定尺度研究对象的高度一致性,景观格局演化分析方法已经

成为研究区域土地覆盖/土地利用变化的重要手段<sup>[11]</sup>。使用这种方法对揭示干旱半干旱沙漠边缘带土地覆盖/土地利用时空格局变化规律必然具有一定的启示。

## 1 数据与研究指标体系

### 1.1 数据处理

本研究使用 1986 年与 2000 年 2 个时期 TM 影像数据作为数据源,将遥感解译结果在 ArcView3.2 中转换为景观栅格图。以土地利用类型作为景观分类基础,结合沙漠边缘带特殊生态背景特点,将景观分类为:水田,坡旱地,平原、川旱地,林、园地,高、中覆盖草地,低覆盖草地,水域,建设用地,未利用土地等几大类型。

### 1.2 景观指标计算方法

FRAGSTATS 是由美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的著名的景观指标计算软件,其中 FRAGSTAT 3 版本更是提供了许多新的指数。该软件可以计算的斑块(Patch)指数 19 个,类型(Class)指数 121 个,景观(Landscape)指数 130 个。

但是许多指数间的相关性都很强,所以我们在研究中选用了生态意义较为显著的 9 个类型指标:类型形状指数(LSI)、分离度(SPLIT)、总面积(CA)、景观类型百分比(PLAND)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、斑块平均面积(MN)、景观分割度(DIVISION)、散布与并列指数(II)。

在景观尺度选用 8 个指标:最大总面积(TA)、香农多样性指数(Shannon's Diversity Index)、香农均匀度指数(Shannon's Evenness Index)、景观形状指数(LPI)、分离度(SPLIT)、聚集度(AI)、最大斑块指数(LPI)、斑块密度(PD)。

这些指标的具体计算方法见于 FRAGSTATS version 3 的使用说明书,所有公式都采用 FRAGSTATS 中的表达式。

在计算景观指标时,选用 FRAGSTATS 的栅格版本。计算过程栅格分辨率为 50 m × 50 m。

## 2 结果分析

表 1 是 2 大沙漠边缘带不同景观区内各景观类型在类型级别的指标计算结果。

### 2.1 两大边缘带景观格局类型级特征比较

以 2000 年 2 大沙漠南缘带景观格局表 1 所列指标值为特征进行横向比较,得出以下结果。

表 1 两大沙漠南缘带景观区内各类型景观指标时空变化比较

景观类型 (1986 年)	CA/ hm <sup>2</sup>		PLAND/ %		PD/ (个·hm <sup>-2</sup> )	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	98 181.75	208 908.25	2.159 2	3.665 2	0.029 7	0.063 2
高、中覆盖草地	654 094	1 618 005.75	14.384 8	28.387 0	0.067 8	0.062 2
低覆盖草地	1 038 389.25	1 146 991.25	22.836 2	20.123 3	0.138 9	0.107 4
水域	34 194	57 980.25	0.752 0	1.017 2	0.003 1	0.010 4
建设用地	40 168.25	31 708	0.883 4	0.556 3	0.080 1	0.038 9
沙地	999 873.25	712 952	21.989 2	12.508 3	0.016 4	0.039 6
戈壁	297 380.75	20 920.50	6.540 0	0.367 0	0.003 6	0.000 3
裸土地	45 207.75	14 643.25	0.994 2	0.256 9	0.021 0	0.004 0
其它未利用土地	392 303.75	22 302	8.627 5	0.391 3	0.013 9	0.004 7
水田	65 738.50	41 709.50	1.445 7	0.731 8	0.001 5	0.002 6
坡旱地	67.00	131.25	0.001 5	0.002 3	0.000 0	0.000 2
山区旱地	266 048.75	1 206 982.75	5.850 9	21.175 8	0.044 3	0.218 9
平原旱地	615 467	616 577.50	13.535 3	10.817 5	0.024 8	0.049 9

  

景观类型 (1986 年)	LPI/ %		LSI/ %		AREA MN/ hm <sup>2</sup>	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	0.134 8	0.224 2	73.492 8	102.136 7	72.727 2	58.030 1
高、中覆盖草地	1.426 0	15.864 3	179.557 2	266.441 5	212.161 5	456.033 2
低覆盖草地	1.109 1	1.364 4	213.687 5	256.877 2	164.432 2	187.416 9
水域	0.353 2	0.155	57.598 6	61.947 1	239.118 9	97.445 8
建设用地	0.020 6	0.007 1	75.053 6	60.112 2	11.029 2	14.289 3
沙地	17.340 6	1.776 4	45.850 5	99.985 2	1 336.728 9	316.165 0
戈壁	3.047 0	0.125 5	32.564 2	16.342 0	1 802.307 6	1 307.531 3
裸土地	0.031 5	0.019 2	63.104 6	29.026 8	47.239 0	64.793 1
其它未利用土地	1.307 9	0.029 3	48.458 5	28.973 2	622.704 4	82.907 1
水田	0.616 8	0.079 4	19.981 5	26.030 6	996.037 9	276.221 9
坡旱地	0.001 5	0.000 4	2.333 3	5.673 9	67.000 0	14.583 3
山区旱地	0.431 6	0.678 6	138.023 3	330.505 3	131.968 6	96.721 1
平原旱地	3.547 3	2.171 0	83.717 7	112.284 0	545.626 8	216.799 4

  

景观类型 (1986 年)	II/ %		DIVISION/ %		SPLIT	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	66.675 0	65.979 3	1.000 0	1.000 0	182 009.053 7	108 551.999 4
高、中覆盖草地	49.380 3	50.360 6	0.999 6	0.974 4	2 612.209 9	39.031 7
低覆盖草地	68.748 9	59.640 8	0.999 6	0.999 4	2 492.043 3	1 808.856 8
水域	74.853 9	74.425 7	1.000 0	1.000 0	75 852.935 2	167 660.543 2
建设用地	50.348 5	65.024 4	1.000 0	1.000 0	6 783 784.305 1	19 147 275.505 6
沙地	57.166 9	59.699 8	0.969 8	0.999 4	33.066 8	1 728.530 7
戈壁	61.300 0	45.512	0.999 0	1.000 0	983.915 7	308 618.514 3
裸土地	66.419 3	55.591 6	1.000 0	1.000 0	1 914 967.981 2	7 289 262.878 5
其它未利用土地	67.945 2	67.644 7	0.999 7	1.000 0	3 019.685 8	3 500 752.922 7
水田	71.345 1	77.750 1	0.999 9	1.000 0	17 423.684 1	368 905.223 7
坡旱地	0.000 0	33.925 8	1.000 0	1.000 0	4605980336.1542	14590219635.7819
山区旱地	41.669 4	39.082 2	1.000 0	0.999 8	20 347.175 9	5 198.489 8
平原旱地	73.955 9	68.423 9	0.998 2	0.999 5	546.576 3	1 850.945 2

续表 1

景观类型 (2000 年)	CA/ hm <sup>2</sup>		PLAND/ %		PD/ (个 hm <sup>2</sup> )	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	99 105.5	212 266.25	2.179 5	3.724 2	0.030 0	0.064 5
高、中覆盖草地	651 624.75	1 568 310.75	14.330 5	27.515 7	0.068 0	0.062 3
低覆盖草地	1 013 086	1 218 088	22.279 8	21.371 1	0.137 6	0.104 7
水域	33 381	54 306.50	0.734 1	0.952 8	0.003 3	0.009 9
建设用地	45 772.75	34 422.50	1.006 6	0.603 9	0.088 3	0.039 4
沙地	997 876.50	591 516.50	21.945 3	10.378	0.017 6	0.045 4
戈壁	297 046.75	19 965	6.532 6	0.350 3	0.003 6	0.000 2
裸土地	45 964.75	15 336.75	1.010 9	0.269 1	0.021 1	0.004
其它未利用土地	390 437	25 022	8.586 5	0.439 0	0.014 1	0.004 5
水田	71 938.75	50 388.75	1.582 1	0.884 1	0.001 7	0.002 8
坡旱地	67.00	128.25	0.001 5	0.002 3	0.000 0	0.000 2
山区旱地	277 870	1 236 005	6.110 9	21.685 4	0.045 6	0.222 7
平原旱地	622 943.25	673 948	13.699 7	11.824 3	0.025 4	0.049 8

  

景观类型 (2000 年)	LPI/ %		LSI/ %		AREA MN/ hm <sup>2</sup>	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	0.134 8	0.228 6	73.656 3	102.527 9	72.711 3	57.759 5
高、中覆盖草地	1.388 3	15.501 5	179.930 6	266.635 9	210.813 6	441.528 9
低覆盖草地	1.089 8	1.282 2	214.359 8	259.867 7	161.886 5	204.103 2
水域	0.321 3	0.155 2	59.380 3	60.494 1	222.540 0	96.630 8
建设用地	0.020 6	0.010 7	79.479 0	59.359 4	11.400 4	15.339 8
沙地	17.239 8	0.711 1	47.063 6	104.515 4	1 245.788 4	228.384 7
戈壁	3.046 1	0.116 9	32.589 2	15.954 1	1 800.283 3	2 218.333 3
裸土地	0.031 5	0.019 2	63.016 3	29.475 8	47.929 9	66.681 5
其它未利用土地	1.299 9	0.045 5	49.036 0	28.154 8	610.057 8	96.984 5
水田	0.643 9	0.153 7	20.766 1	26.579 1	946.562 5	320.947 5
坡旱地	0.001 5	0.000 4	2.333 3	5.608 7	67.00	14.250 0
山区旱地	0.431 6	0.661 3	137.968 2	325.719 9	134.107 1	97.384 6
平原旱地	3.509 3	2.197 6	86.703 6	110.717 7	540.280 4	237.222 1

  

景观类型 (2000 年)	II/ %		DIVISION/ %		SPLIT	
	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区	腾格里地区	毛乌素地区
林、园地	67.522 6	66.500 9	1.000 0	1.000 0	180 744.236 7	106 680.351 5
高、中覆盖草地	50.400 3	49.089 8	0.999 6	0.975 6	2 687.240 1	40.951 7
低覆盖草地	68.915 6	60.518 9	0.999 6	0.999 5	2 696.359 3	1 854.687 7
水域	75.854 3	75.609 7	1.000 0	1.000 0	90 567.736 8	193 405.734 1
建设用地	47.804 3	63.867 5	1.000 0	1.000 0	6 300 908.730 6	10 875 217.292 6
沙地	57.053 6	55.705 1	0.970 1	0.999 9	33.451 4	7 296.421 8
戈壁	62.731 8	52.973 4	0.999 0	1.000 0	984.557 5	342 854.924 1
裸土地	66.783 1	56.887 5	1.000 0	1.000 0	1 820 327.015 6	7 127 208.530 3
其它未利用土地	68.618	67.445 1	0.999 7	1.000 0	3 057.964 1	1 921 199.879 1
水田	73.776 1	79.978 2	0.999 9	1.000 0	15 032.700 0	205 311.226 8
坡旱地	0.000 0	33.368 3	1.000 0	1.000 0	4 605 980 336.154 2	14 836 193 994.562 3
山区旱地	42.503 2	39.168 8	0.999 9	0.999 8	19 610.167 9	5 172.130 3
平原旱地	74.971 3	67.821 2	0.998 2	0.999 4	555.724 8	1 728.471 0

### 2.1.1 指标值特征比较

(1) 总面积(CA)与面积百分比(PLAND)比较。面积与面积百分比是用来反映研究地区景观类型结构与优势类型分析的简捷指标。这两个指标反映出,贺兰山东西两侧沙漠南缘带优势景观构成具有较大的差异。西部的腾格里南缘基质基本由草地(面积比:36.6%)、沙地(21.95%)相互镶嵌组成,二者合计占总面积58.6%,但对其它景观类型并未构成显著面积优势。东部毛乌素地区景观基质由草地(58.9%)、山区旱地(21.69%)镶嵌组成,二者合计占总面积80.6%,面积优势显著。而且,东部毛乌素地区高、中覆盖草地(27.52%)面积大于低覆盖草地(21.37%);而西部腾格里地区低覆盖草地面积(22.28%)大于高中覆盖草地(14.33%)。同时,旱耕地在毛乌素地区是优势类型,占总面积34.51%,在腾格里地区旱耕地类型仅占总面积19.81%。沙地在2个地区景观结构比重差异显著。这说明2大沙漠边缘带存在的较明显的自然生态质量以及人类活动强度的差异。

(2) 斑块密度、散布与并列指数。这2个指标用来描述景观类型在景观区的分布特征。其中,散布与并列指数侧重于描述某景观类型与其它类型的相邻分布关系,以及景观类型分布集中与分散程度;斑块密度不仅反映景观类型分布的集中与分散特征,也可以部分解释景观类型斑块破碎程度。在2个地区中,草地均是分布密度比较大的类型,与(1)中的分析结构相对照,这反映出整个研究地区地处半干旱、干旱沙漠边缘带,土地覆盖以草地为基质,其它景观类型镶嵌分布的情况;毛乌素地区山区旱地的分布密度高于其它任何类型,山区旱地的土地利用格局是典型黄土高原土地利用特点<sup>[11]</sup>,这说明与腾格里南缘相比,毛乌素南缘景观格局特征更趋向于黄土高原地区。腾格里南缘地区建设用地较毛乌素南缘地区显得密集(0.08个/hm<sup>2</sup>),其平均面积小于毛乌素地区建设用地,所以其粒径较后者同类型细碎。水域、水田、平原旱地均是2个地区散布与并列指数值最大的景观类型,反映出这些景观类型与其它类型具有比较高的相邻关系。在干旱、半干旱沙漠边缘带,水资源分布地区基本是整个地区景观类型最丰富、景观结构最复杂地区,与水资源关系密切的景观类型,如水田、平原旱地在这个地区基本呈纵横交错的分布格局。

(3) 最大斑块指数、平均斑块面积、景观形态指数、景观分割度与景观分离度。为用来描述景观类型形态特征的指标。同时,最大斑块指数也是描述景观优势度的简易方法,通过比较,腾格里地区沙地

(17.24%)、平原旱地(3.5%)、戈壁(3.05%)3种景观该指数值显著超过其它类型,类型内优势度较高,斑块间面积分配不均匀。而毛乌素地区则主要是高、中覆盖草地(15.5%)、平原旱地(2.2%)、低覆盖草地(1.28%)。运用斑块平均面积进行比较,腾格里地区平均面积最大类型依次为戈壁(1800.28hm<sup>2</sup>)、沙地(1245.79hm<sup>2</sup>)、水田(946.56hm<sup>2</sup>);毛乌素地区则是戈壁(2218.33hm<sup>2</sup>)、高中覆盖草地(441.53hm<sup>2</sup>)、平原旱地(237.22hm<sup>2</sup>)、沙地(228.38hm<sup>2</sup>)。2个地区除了平原旱地与水田的散布并列指数值较高外,其它类型该值均比较低。这说明其中非人工景观类型分布集中,并且受到外界扰动较小,保持了较完整的形状,还说明同是沙漠边缘地区,最大斑块指数反映出半湿润毛乌素南缘地区生态环境质量要好于腾格里沙漠南缘地区。

景观形态指数对景观类型特征描述与使用面积百分比所划分的优势景观类型较一致。在腾格里南缘地区,作为优势类型的低覆盖草地、高中覆盖草地、山区旱地、平原旱地也是该地区景观轮廓最复杂类型。而毛乌素地区山区旱地、高中覆盖草地、低覆盖草地、平原旱地不仅是该地区景观轮廓最复杂类型,也是该地区优势景观类型。

景观分割度用来衡量景观类型形状粒径与破碎状态,该值越趋于1,其粒径越细小,形状越破碎。在腾格里地区分割度值最小类型主要为:沙地(0.97%)、高中低覆盖草地(0.996)、平原旱地(0.998%)。毛乌素南缘地区则表现为:高中覆盖草地(0.976%)、平原旱地(0.9994%)、低覆盖草地(0.9995%)、山区旱地(0.9998%)。草地作为两个研究区的优势景观类型,保持了斑块粒径粗大、形态较完整特征。由于沙漠边缘带农业活动特点,平原旱地在两个地区也保持着较大的粒径与较完整形态的特征。但是,由于气候环境的差异,腾格里地区沙地的粒径与形态远较毛乌素地区相同类型大而完整。景观分离度同样将2个地区景观类型的斑块形态特征差异进行了准确地描述。

以上指标从类型组成比例、空间形状结构、空间分布关系等几方面反映出半干旱与干旱沙漠边缘带景观空间结构的共性与差异。贺兰山东西两侧沙漠边缘带在景观优势类型组成、分布密度、形态特征方面,草地景观类型较其它类型表现出较强优势度与较完整粗大的粒径、斑块形态较为完整特点。受到气候尤其是水分条件的制约,二者之间景观类级结构存在明显差异。毛乌素南缘水分条件好于腾格里南缘,导致其人类活动强度也高于腾格里地区,其人工景观类

型在整个景观区中的面积优势,以及斑块密度均高于腾格里地区。而且,代表良好生态环境质量的高中覆盖草地在景观优势度、斑块形态上,也较后者高而完整、粒径粗大。这些,均说明前者生态环境质量要显著好于后者。

2.1.2 类型级别指标值变化特征比较 在整个研究期,毛乌素南缘地区所有景观类型中,建设用地面积得到了显著增长,强度超过了其它类型(PLAND > 21%);与此同时,山区旱地是这个地区面积减少程度最强的景观类型(PLAND < -20%)。腾格里地区整体面积变化强度要小于毛乌素地区,增长幅度最大的山区旱地(PLAND > 0.26%)与减小幅度最大的低覆盖草地(PLAND < -0.56%),其变化幅度均小于毛乌素地区。除了其它未利用土地类型、山区旱地、低覆盖草地外,其它景观类型面积变化方向在两个地区是一致的。即沙地、高中覆盖草地、水域与戈壁的面积呈缩小趋势,其它类型面积均呈扩大趋势。

除了低覆盖草地,腾格里地区所有类型的斑块密度均有所上升,最显著的是建设用地,密度增量达0.0082个/hm<sup>2</sup>。建设用地的平均面积与总面积均呈升高趋势,因此它与其它类型的优势度得到很大的提高,类似地,山区旱地在该地区也表现出斑块颗粒粗化,优势度增强的趋势。

但是,值得提出的是,其它类型则表现为颗粒细化,存在破碎度加剧的可能。毛乌素地区景观类型密度变化情况较腾格里地区复杂。其中变化最显著的仍然是建设用地(PD > 0.18个/hm<sup>2</sup>)与山区旱地(PD < -0.18个/hm<sup>2</sup>)。由于建设用地的平均面积增长显著,其斑块数量、粒径大小、景观内优势度增加均十分明显;与此相反,山区旱地在该研究地区其多样性、优势度、粒径均显著减少。

毛乌素地区沙地的最大斑块指数值减少幅度最大(LPI < -1.06%),这说明沙地类型景观破碎度进一步加强,类型内斑块间优势度进一步降低,斑块间面积大小更趋于均匀。同时,山区旱地(LPI = -0.67%)、高中覆盖草地(LPI = -0.36%),它们的景观格局变化趋势与沙地类似。而建设用地该指标值增长幅度最大(LPI > 0.65),景观内优势度得到显著增强,反映为实际情况就是该地区代表大的建设用地的城镇在规模上得到了快速扩大。对于腾格里南缘地区,除了水田以外,其它景观类型的该指数值要么未发生改变;要么不同程度地减少,以斑块均匀化、优势度降低趋势为主,其中沙地(LPI = -1%)该值减小程度最大,其最大斑块面积减小程度最大,斑块间大小更趋均匀。

毛乌素地区,建设用地(II = -25.86%)分布集中化趋势超过其它类型,山区旱地则成为分布分散化趋势最显著的类型(II = 24.79%)。在腾格里地区,建设用地也是分布最趋于集中化的类型(II = -2.54%),但是该指数值远较毛乌素同类型小,这表明它的景观类型发生分散与集中演变的强度要小于东部毛乌素地区。在腾格里地区分布分散化程度最强景观是水域类型(II = 2.43%)。

景观分割度与分离度是用来描述景观斑块破碎程度的指数,景观形状指数用来衡量景观斑块的轮廓形状。它们都是衡量景观斑块形状的指标。与其它指标衡量结果类似,在发展变化方面,毛乌素地区的建设用地与山区旱地是形状变化最剧烈的类型。建设用地对应指标变化值如下: SPLIT = -1.90 × 10<sup>7</sup>; LSI = 265%;山区旱地: SPLIT = 1.08 × 10<sup>7</sup>; LSI = -271%,这表明建设用地是该地区景观斑块粒径粗化、形状非规则化程度最大的景观类型,而山区旱地则呈相反演变趋势。在腾格里地区,上述指标值变化最剧烈的是建设用地(SPLIT = -482876; LSI = 4.43);水域斑块的破碎化程度最高(SPLIT = 14714),除了山区旱地与裸土地,腾格里地区所有景观类型斑块形状指数均有所升高,这说明其大部分景观类型形状趋于不规则。但是,上述指标值变化强度,腾格里地区仍较毛乌素地区小。

总之,这2大沙漠地区景观类型中变化强度最显著的均为建设用地,该类型在两个地区均表现为斑块粒径显著增大、与其它类型优势对比显著增强、内部优势度显著增大,景观形状不规则程度显著增强。毛乌素地区的山区旱地是该地区优势景观类型,但是,其发展演化趋势与建设用地正好相反。相比较而言,毛乌素各景观类型在上述指标值变化强度上均基本超过了腾格里地区,这说明贺兰山东西两侧,我国北方半干旱区与干旱地区两大沙漠边缘带土地覆盖变化强度差异显著。

## 2.2 景观级别特征比较

腾格里南缘与毛乌素南缘相比,景观水平的景观格局表现出如下特点:腾格里地区景观斑块形态较毛乌素地区粗大、规则。这个结论通过景观分离度、最大斑块指数、斑块密度等指标的比较可以得到验证。通过多样性指数与均匀度指数比较,腾格里南缘地区上述两个指标值也超过毛乌素地区。腾格里地区景观分布较毛乌素地区集中,这说明其景观结构较毛乌素地区简单。

1986—2000年间,2个地区景观指标值变化方向一致,共同表现为:景观斑块密度增大,相应最大斑块

指数呈下降之势,这导致景观多样性指数与均匀度指数值升高,也就是说斑块之间大小差异趋于缩小,使得景观破碎程度加强,表现为景观分离度值升高。与此同时,斑块间分散程度得到进一步加强,聚集度下降。其中在最大斑块指数、与分离度方面毛乌素地区

变化强度超过腾格里地区,即景观斑块破碎化强度,毛乌素南缘超过了腾格里南缘,而腾格里的斑块密度增加、斑块形状不规则化、以及景观多样性与均匀度增强程度均较毛乌素地区显著,斑块分布分散化程度也较毛乌素地区显著(表2)。

表2 两大景观区景观级别指标值比较

年份	景观区	TA/hm <sup>2</sup>	PD/(个·hm <sup>-2</sup> )	LPI/%	LSI/%	SPLIT	SHDI	SHEI	AI
1986年	腾格里地区	4 547 114	0.445 2	17.340 6	156.676 1	29.130 0	2.044 4	0.797 0	92.794 3
	毛乌素地区	5 699 812.25	0.602 3	15.864 3	261.033 2	36.355 9	1.800 0	0.701 8	89.193 5
2000年	腾格里地区	4 547 114	0.456 2	17.239 8	158.220 3	29.486 3	2.055 9	0.801 5	92.722 1
	毛乌素地区	5 699 812.25	0.610 3	15.501 5	262.136 6	38.624 7	1.803 2	0.703 0	89.147 2
变化	腾格里地区	0	0.011 0	-0.100 8	1.544 2	0.356 3	0.011 5	0.004 5	-0.072 2
	毛乌素地区	0	0.008 0	-0.362 8	1.103 4	2.268 8	0.003 2	0.001 2	-0.046 3

### 3 结 论

使用景观格局分析方法、按照景观类型与景观2个级别对2大沙漠边缘地带土地覆盖变化特点进行了研究。研究表明,贺兰山两侧半干旱与干旱沙漠边缘景观区,草地是优势景观类型。但是,随着气候干湿条件的变化,另一种优势类型由半干旱沙漠边缘带的山区旱地转变为沙地,代表沙漠边缘带好的生态环境质量的高中覆盖草地以及林、园地与水域优势度也由东向西递减。草地构成也由高中覆盖草地为主转变为低覆盖草地为主。草地作为整个研究区的基质类型,其分布密度也高于其它类型,并且相对其它类型,其形态表现为粒径粗大、轮廓复杂、完整程度高。景观格局斑块形状方面指数与景观类型优势程度具有一定关系,2个研究区不同之处在于,东半部沙地边缘带的山区旱地形态指数值仅次于草地类型,而西半部沙漠边缘带沙地类型的斑块形状指数值仅小于草地类型。2个地区水分条件差异对景观类型斑块形态差异产生重要影响。

水是沙漠边缘带决定景观类型分布的要素之一。2个地区水域的并列分散指数值比较高,与水资源关系密切的景观类型,如水田、平原旱地等该指标值也非常高。所以,水资源对干旱、半干旱沙漠边缘带景观格局具有重要影响。

建设用地是整个研究区格局变化最强烈类型。除此之外,沙地是腾格里地区变化比较强烈类型,而毛乌素地区山区旱地成为变化强度仅次于建设用地的类型。从类型级别上,腾格里各类型景观格局变化强度一般小于毛乌素地区;但是从景观级别上,腾格里景观格局变化则超过了毛乌素地区。

使用景观格局的分析方法从时间与空间结构方面对土地覆盖进行了量的描述,并且从共性与个性方面分别揭示出土地覆盖的时空分布特点,较以往研究方法,其描述与评价方法更显得精确。2大沙漠边缘地带的比较性研究更好地揭示出不同生态环境背景沙漠边缘带土地覆盖时空分布特点。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 赵跃龙,等. 中国脆弱生态环境类型及其分布范围的确定[J]. 地理研究,1994(6):2.
- [2] 符淙斌,温刚. 中国北方干旱化的几个问题[J]. 气候与环境研究,2002,7(1):22—29.
- [3] 符淙斌,安芷生. 我国北方干旱化研究——面向国家需求的全球变化科学问题[J]. 地学前缘,2002,9(2):271—275.
- [4] 朱震达,陈广庭. 中国土地砂质荒漠化[M]. 北京:科学出版社,1994.39—194.
- [5] 陈佑启,杨鹏. 国际上土地利用/覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理,2001,21(1):95—100.
- [6] Turner B L. Land use and land cover change[J]. 地学前缘,1997,4(1):26—33.
- [7] WANG Tao. Land use and sandy desertification in the North China[J]. 中国沙漠,2000,20(2):103—107.
- [8] 中国防治荒漠化办公室. 中国荒漠化在土地利用类型方面的表现与分析[Z].
- [9] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用[M]. 北京:中国林业出版社,1999.92—99.
- [10] 许慧,王家骥. 景观生态学的理论与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社,1993.129—209.
- [11] 马安青,陈东景,等. 基于RS与GIS的陇东黄土高原土地景观格局变化研究[J]. 水土保持学报,2002,16(3):56—59.