

# 新疆典型绿洲阜康地区土地利用/覆被 及景观格局变化分析

闫俊杰<sup>1,2</sup>, 乔木<sup>1</sup>, 田长彦<sup>1</sup>, 周生斌<sup>1</sup>, 卢磊<sup>1,2</sup>, 宋鹏<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 利用 1977、1990 和 2006 年的 3 期遥感影像, 将 GIS 及景观生态学的分析方法相结合, 对新疆阜康地区 1977—2006 年土地利用/覆被和景观格局变化进行了分析。结果表明: (1) 研究区土地利用/覆被变化显著, 耕地和建设用地持续增加, 林地、草地、水域、盐碱和未利用土地逐步减少, 且有明显加快的趋势; 耕地增加主要来源于草地和盐碱地, 建设用地主要来源于耕地、草地及未利用土地。(2) 在类型水平上, 耕地、建设用地和未利用土地连通性增强, 优势度增加; 林地、水域和盐碱地斑块趋于均匀而分离, 破碎度增加, 连通性降低; 草地形状趋于规则, 破碎度增加, 但连通性变化不大; 沙地几乎没有变化。在景观水平上, 景观整体异质性增强, 表现出多样化和均匀化的发展趋势。(3) 驱动力分析表明, 气温对水域, 降水对草地影响较大, 但人为因素是主要驱动因素, 其中人口增加是直接动力, 政策环境的改善及产业结构的调整加快了土地利用的变化速度。

**关键词:** 土地利用/覆被; 景观格局; 驱动力; 新疆阜康地区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0139-07

中图分类号: P208, Q149

## Changes of Land Use/Cover and Landscape Pattern in Typical Oasis of Fukang Area in Xinjiang Wei Autonomous Region

YAN Jun-jie<sup>1,2</sup>, QIAO Mu<sup>1</sup>, TIAN Chang-yan<sup>1</sup>, ZHOU Sheng-bin<sup>1</sup>, LU Lei<sup>1,2</sup>, SONG Peng<sup>1,2</sup>

(1. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Science, Urumqi 830011, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

**Abstract:** Using remote sensing data collected in the years of 1977, 1999 and 2007, and integrating GIS with analytical methods of landscape ecology, research on changes of land use/cover and landscape pattern of Fukang area in Xinjiang Wei Autonomous Region from 1977 to 2006 was conducted. The results indicate that: (1) Significant changes in land use/cover have taken place in Fukang area from 1977 to 2006. Farmland and construction land increased continually, while the area of forestland, grassland, water land, and salinized land decreased accordingly, and still the rate was accelerating. Increase in farmland was mainly from grass land and salinized land, while increase in construction land was mainly from farmland, grass land and unused land. (2) At the class level, spatial connectedness and landscape dominance of farmland, construction land and unused land increased gradually. Patches of forest, water land and salinized land became more separated, broken and evenly distributed than before and their spatial connectedness decreased. Patches of grassland tended to be more regular and fragmented, but its spatial connectedness hardly changed. Patches of sandlot hardly changed. At the landscape level, the heterogeneity of the whole landscape increased in general, and the landscape was evolving in the direction of diversity and evenness. (3) The analysis of driving forces show that: though temperature and precipitation has comparatively large impact upon water land and grassland respectively, anthropogenic factors were the main driving forces, among which, increase in population was the direct driving force, and improves on policies and industrial structure accelerated the rate of changes of the land use.

**Keywords:** land use/cover; landscape pattern; driving force; Fukang area of Xinjiang Wei Autonomous Region

收稿日期: 2012-02-20

修回日期: 2012-04-03

资助项目: 省部级重大科技支撑项目“阜康市北部(准噶尔盆地南缘)绿洲荒漠过渡带防护林及植被恢复生态科技示范研究”(0742141); 中国科学院知识创新工程重大项目“新疆后备耕地的潜力评价与开发模式”(KZCX1-YW-09)

作者简介: 闫俊杰(1984—), 男(汉族), 河南省林州市人, 硕士研究生, 研究方向为环境遥感。E-mail: yan3550@sina.com。

通信作者: 乔木(1957—), 男(汉族), 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市人, 研究员, 主要从事环境遥感和干旱区生态恢复研究。E-mail: qiaomu@ms.xjb.ac.cn。

土地利用/覆被变化是引起区域环境变化的关键要素<sup>[1]</sup>,也是全球生态环境变化的重要组成部分<sup>[2]</sup>,因而成为全球环境变化研究的热点<sup>[3]</sup>。土地利用/覆被变化具有动态性和复杂性等特征<sup>[4]</sup>,其除了在类型数量和面积方面的变化外,还存在空间结构的变化<sup>[5]</sup>。景观格局分析是分析景观要素组成及空间配置的方法<sup>[6]</sup>,是景观生态学的核心内容之一<sup>[7]</sup>。以景观几何特征为基础的景观格局分析可以有效地反映土地利用/覆被的空间格局变化<sup>[8]</sup>及其定量化状态<sup>[9]</sup>。因此,近年来不少国内研究学者将土地利用研究方法和景观格局分析方法结合起来,对不同区域土地利用/覆被变化进行了分析<sup>[10-12]</sup>。

阜康地区位于中国西北内陆干旱区,其南部为天山山脉,中部为阜康绿洲,北部为准格尔沙漠,3种地貌单元构成了干旱区典型的山地—绿洲—荒漠系统(MODS,mountain oasis desert system)。自20世纪60年代以来,随经济发展的逐步加快,土地开垦、放牧、城镇和道路建设、采矿以及旅游资源开发等经济活动逐步增强<sup>[13]</sup>,阜康地区土地利用/覆被及景观格局也随之发生深刻变化。然而,目前针对阜康地区土地利用/覆被及景观格局变化和驱动力分析的研究案例很少,对该区土地利用/覆被及景观格局变化的方向、速率和趋势还没有进行过系统的研究。因此,本文以1977—2006年的3期遥感影像为基础,借助GIS和景观生态的空间分析技术对阜康地区土地利用/覆被及景观格局的变化进行了研究,旨在揭示近30a来阜康地区土地利用/覆被和景观结构变化的过程和特征,以为维护该区生态稳定和水土资源开发提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区概况

阜康地区地处天山北坡东段,准噶尔盆地南缘,地理坐标为 $87^{\circ}46'—88^{\circ}44'E$ , $43^{\circ}45'—45^{\circ}00'N$ ,属中温带大陆性干旱气候,冬季严寒,夏季酷热,降雨量少,蒸发量大,年平均气温 $6.6^{\circ}C$ ,极端最高温度 $41.5^{\circ}C$ ,极端最低温度 $-37^{\circ}C$ ,多年平均降水量 $187.5\text{ mm}$ ,年蒸发量 $2\ 064\text{ mm}$ 。地形呈南北长条状,南高北低,由东南向西北倾斜,地貌总轮廓由南向北沿低山丘陵、洪积扇冲积平原至沙漠,呈现出典型干旱区地貌景观。

### 1.2 数据及研究方法

1.2.1 数据来源及处理 本文采用的数据主要有1977年8月13日获取的Landsat MSS,1990年9月7日获取的Landsat TM和2006年9月27日获取的

Landsat ETM<sup>+</sup>3期遥感影像。MSS影像的空间分辨率为 $60\text{ m}\times 60\text{ m}$ ,TM和ETM<sup>+</sup>影像的空间分辨率均为 $30\text{ m}\times 30\text{ m}$ 。MSS影像采取421波段假彩色合成,TM和ETM<sup>+</sup>影像采用432波段假彩色合成。以1:10万地形图为底图在ENVI4.8软件上完成3期影像的几何校正,平均位置误差控制在了1个像元以内。

在对研究区进行土地类型划分时,参考了GB/T 21010—2007《土地利用现状分类》的2级分类体系,并结合阜康土地利用及景观特点,将盐碱地和沙地从未利用土地中分离出来,最终确定出耕地、林地、草地、水域、建设用地、未利用土地、沙地和盐碱地8个类型。依据上述分类体系,根据不同土地覆被类型的影像色调、纹理等特征,并结合实地调查,建立相应的遥感解译标志,同时参考来自中国西部环境与生态科学数据中心的2000年1:10万土地利用数据,在ArcGIS 9.3平台上采用人机交互的目视解译方式完成对3期影像的解译工作。具体的解译过程详见图1。

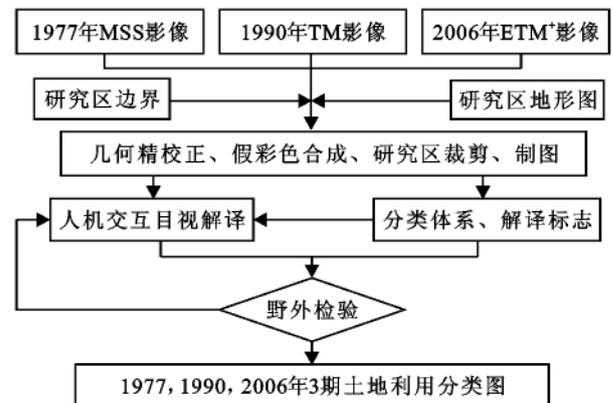


图1 影像解译工作流程

1.2.2 动态度分析 土地利用动态度是定量描述土地利用变化速度一个指标,可分为单一土地利用动态度( $K$ )和综合土地利用动态度( $L_c$ )<sup>[14]</sup>。单一土地利用动态度表示一定时间内某一土地利用类型的变化速度,综合土地利用动态度表示一定时间内整个研究区的土地利用变化速度。计算公式可以参考文献<sup>[14]</sup>。

1.2.3 转移矩阵分析 土地利用/覆被除了存在面积和速度等数量上的变化外,各土地利用类型之间还存在相互转化。转换矩阵用于表达不同土地利用类型之间的转换关系,是土地利用变化分析的一个有效手段<sup>[15]</sup>。本研究利用ArcGIS 9.3软件的空间分析模块计算得到各土地利用类型在1977—1990年及1990—2006年的转移矩阵。

1.2.4 景观格局变化分析 根据研究区特点和研究需要,本文从类型水平和景观水平上对景观指数进行选取。类型水平指数包括斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、面积—周长分维数(PAFRAC)、分离度指数(SPLIT)4个指数。景观水平指数包括斑块数(NP),斑块密度(PD),香农多样性指数(SHDI),香农均度指数(SHEI),蔓延度指数(CONTAG),分离度指数(SPLIT)6个指数。景观指数值均在 Fragstats 3.3 软件上计算完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用/覆被变化分析

依据上述 8 个土地利用类型,以及 1977,1990 和 2006 年 3 期土地利用矢量图,分别从总体特征、动态变化和变化过程 3 个方面对阜康市土地利用/覆被

变化进行了分析。

2.1.1 土地利用/覆被变化总体特征分析 表 1 列出了阜康市土地利用/覆被变化总体特征。由表 1 可以看出,阜康市草地和沙地面积最大,1977 年时草地和沙地的面积比例分别占到 34.03%和 51.20%。1977—1990 年,建设用地变化最大,增加了305.83%,面积也由 10.47 km<sup>2</sup> 增加到了42.49 km<sup>2</sup>,其次是未利用土地和盐碱地,分别减少 22.79%和 11.67%,耕地和草地分别增加 9.42%和 2.42%,而林地、水域和沙地则分别减少 5.02%,2.50%和0.42%。1990—2006 年,耕地面扩张加快,增加 64.15%,面积增加 254.43 km<sup>2</sup>,建设用地增加减缓,但仍然增加 89.41%,水域比例明显下降,减少61.92%,未利用土地由减少变为增加,林地、草地、盐碱地和沙地均有不同程度的减少。

表 1 1977,1990,2006 年不同土地利用/覆被类型面积和比例

类型	1977 年		1990 年		2006 年		1977—1990 年		1990—2006 年	
	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%						
耕地	362.42	4.25	396.61	4.65	651.04	7.64	34.19	9.43	254.43	64.15
林地	205.83	2.42	195.49	2.29	174.33	2.05	-10.34	-5.02	-21.16	-10.82
草地	2 900.09	34.03	2 970.25	34.85	2 709.05	31.79	70.16	2.42	-261.20	-8.79
水域	173.76	2.04	169.41	1.99	64.51	0.76	-4.35	-2.50	-104.90	-61.92
建设用地	10.47	0.12	42.49	0.50	80.48	0.94	32.02	305.83	37.99	89.41
未利用土地	397.07	4.66	306.59	3.60	414.00	4.86	-90.48	-22.79	107.41	35.03
沙地	4 363.86	51.20	4 345.42	50.99	4 342.56	50.95	-18.44	-0.42	-2.86	-0.07
盐碱地	109.38	1.28	96.61	1.13	86.89	1.02	-12.77	-11.67	-9.72	-10.06

2.1.2 土地利用/覆被变化动态度分析 1977—2006 年研究区  $L_c$  仅为 0.15%(表 2),表明土地利用总体变化速度不快。

不同研究时段  $L_c$  差别较大,1990—2006 年的  $L_c$  明显大于 1977—1990 年,表明土地变化的速度在加快。从单一动态度来看,建设用地的变化速度最大,

年变化率达 23.07%,其次为耕地和水域,年变化率为分别为 2.75%和-2.17%,其他 5 种类型年变化速度相对较小。

不同类型在不同时段内的变化速度也有所不同,与 1997—1990 年相比,1990—2006 年除建设用地和沙地外,各类型的变化速度均有加快。

表 2 1977—2006 年土地利用/覆被动态度计算结果

年份	单一土地利用动态度 $k$								综合土地利用动态度 $L_c$
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用土地	沙地	盐碱地	
1977—1990	0.73	-0.39	0.19	-0.19	23.53	-1.75	-0.03	-0.90	0.06
1990—2006	4.01	-0.68	-0.55	-3.87	5.59	2.19	0	-0.63	0.16
1977—2006	2.75	-0.53	-0.23	-2.17	23.07	0.15	-0.02	-0.71	0.15

2.1.3 土地利用/覆被变化过程分析 1977—1990 年,草地、耕地和未利用土地的变动最大,3 种地类在有大量转入的同时也有大量的转出(表 3)。期间 35.15 km<sup>2</sup> 和 66.30 km<sup>2</sup> 草地转出为林地和未利用土地,同时 47.06 km<sup>2</sup> 林地和 142.30 km<sup>2</sup> 未利用土地转入草地,转入大于转出,面积增加。36.81 km<sup>2</sup>

和 14.85 km<sup>2</sup> 耕地分别转出为了草地和建设用地,同时 63.77 km<sup>2</sup> 草地和 40.10 km<sup>2</sup> 盐碱地转入了耕地。未利用土地有 104.55 km<sup>2</sup> 转入和 195.00 km<sup>2</sup> 转出,总体面积减少。建设用地增加主要是由耕地、草地和未利用土地转入。1990—2006 年,变动最大的仍是草地、耕地和未利用土地(表 3)。236.73 km<sup>2</sup> 草地转

向了耕地,但也有 60.27 km<sup>2</sup> 林地和 106.92 km<sup>2</sup> 未利用土地转入草地,减缓了草地的减少。对于耕地的变化,除有草地转入外,还有 65.78 km<sup>2</sup> 的盐碱地的转入耕地,耕地大面积增加。同时该时段,由于大量

冰川的融化,102.59 km<sup>2</sup> 水域变成未利用土地,水域面积明显减小。未利用土地转入大于转出,总体增加。建设用地仍继续增加,主要还是由耕地、草地和未利用土地转入。

表 3 不同时期土地利用/覆被转移矩阵

km<sup>2</sup>

时段	类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用土地	沙地	盐碱地	转出
1977— 1990 年	耕地	276.71	1.53	36.81	0.66	14.85	2.68	1.80	27.40	85.74
	林地	0.11	157.90	47.06	0.20	0	0.06	0.52	0	47.94
	草地	63.77	35.15	2 690.67	4.30	11.15	66.30	10.85	17.92	209.44
	水域	0.04	0.61	6.25	135.68	0	31.16	0	0	38.06
	建设用地	3.59	0	0.11	0.19	5.97	0	0	0.61	4.50
	未利用土地	9.72	0.04	142.30	28.17	7.91	202.03	1.22	5.64	195.00
	沙地	2.54	0.32	27.39	0	0	2.71	4 330.79	0.04	33.00
	盐碱地	40.10	0.09	19.60	0.19	2.61	1.65	0.19	44.98	64.43
转入	119.88	37.74	279.53	33.71	36.52	104.55	14.58	51.61	—	
1990— 2006 年	耕地	303.82	0.34	11.85	0.33	28.98	1.23	1.68	14.23	58.63
	林地	10.39	133.95	60.27	0.05	0.02	1.01	0.16	0	71.90
	草地	236.73	36.25	2 477.11	5.11	26.68	63.87	19.39	34.98	423.01
	水域	0.24	0.54	14.09	56.23	0.00	102.59	0	0.06	117.52
	建设用地	2.72	0	0.29	0	7.28	0	0	0.18	3.19
	未利用土地	28.38	0.74	106.92	2.78	10.40	241.20	0.72	5.90	155.83
	沙地	3.12	2.25	30.18	0	3.65	3.78	4 320.58	0.24	43.21
	盐碱地	65.78	0.25	8.27	0	3.55	0.28	0.04	31.24	78.16
转入	347.34	40.37	231.86	8.26	73.27	172.76	21.97	55.60	—	

## 2.2 景观动态变化分析

2.2.1 类型水平上景观变化分析 斑块密度( $P_D$ )是指单位面积上的斑块个数,可以反映景观的破碎化程度和空间异质性程度。最大斑块指数(LPI)是各类型中最大斑块占景观总面积的比例,是一种简单的衡量各类型优势度的指数。从表 4 可以看出,除未利用土地  $P_D$  在减小外,其他 7 种景观类型  $P_D$  均呈增加趋势,其中建设用地和盐碱地  $P_D$  增加最为显著,分别由 0.003 2 个/km<sup>2</sup> 和 0.002 7 个/km<sup>2</sup> 增加到 0.010 9 个/km<sup>2</sup> 和 0.007 6 个/km<sup>2</sup>。林地和耕地  $P_D$  由 0.019 0 个/km<sup>2</sup> 和 0.007 5 个/km<sup>2</sup> 增加到 0.022 8 个/km<sup>2</sup> 和 0.009 5 个/km<sup>2</sup>。草地和水域  $P_D$  先增加后减小,总体增加。沙地  $P_D$  变化较小。研究区  $P_D$  增大说明景观趋于破碎化,土地开发与城镇发展在加快,人类活动在增强。从 LPI 可以看出,沙地和草地的 LPI 很大,其余斑块类型的 LPI 很小,说明阜康地区沙地和草地占据绝对优势。从变化趋势来看,1977—2006 年,耕地和建设用地的 LPI 逐步增加,分别从 1.38% 和 0.02% 增加到 1.91% 和 0.15%,表明

这 2 种类型的斑块趋于连片增长。草地、水域和盐碱地的 LPI 先增加后减小,总体减小,分别从 33.30%, 1.24% 和 0.24% 减小到 28.01%, 0.52% 和 0.13%,表明这几种类型的斑块被分割,优势度减小。未利用土地 LPI 略有增加,沙地和林地类型 LPI 变化不大。

分形维数是描述土地利用形态分析的有效语言,在景观生态学中经常被用于描述斑块或景观形状在空间尺度上的复杂程度,分维数越接近 1,斑块自相似性越强,几何形状越简单,说明斑块受人为干扰的程度越大。由表 4 可知,1977—2006 年,草地和盐碱地 PAFRAC 持续减小,由 1.40 减小为 1.31,说明其斑块形状趋于简单化,人类开发活动加强。建设用地 PAFRAC 持续增加,由 1.14 增加为 1.60,说明人类对建设用地的开发存在很大的随意性,其斑块形状变得越来越复杂。沙地 PAFRAC 几乎没有变化。其余 5 种类型的 PAFRAC 出现先增加后减小的变化,表明人类开发方式发生了改变,开发活动随意性降低,而趋向于合理化,这与政策环境的改善有很大关系。

斑块分离度指数(SPLIT)是对某一景观类型中

不同斑块空间分布的离散程度的描述。从表 4 可以看出,草地和沙地的 SPLIT 最低,且几乎没有变化,表明这 2 类的连通性最好,其连通性受人类破坏较小。耕地和建设用地的 SPLIT 持续减小,说明这 2

种类型呈连片增长,且不断被整合,连通性增强。林地和盐碱地的变化与耕地和建设用地相反,斑块越来越离散。水域和未利用土地的土地 SPLIT 出现波动变化,水域越来越离散,未利用土地越来越聚集。

表 4 1977—2006 年斑块水平景观格局指数

指数	年份	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用土地	沙地	盐碱地
$P_D/(\text{个} \cdot \text{km}^{-2})$	1977	0.007 5	0.019	0.006 8	0.004 2	0.003 2	0.009 3	0.000 5	0.002 7
	1990	0.009 3	0.019 4	0.008 4	0.005 6	0.008 2	0.008 8	0.000 6	0.006 8
	2006	0.009 5	0.022 8	0.007 4	0.004 7	0.010 9	0.005 7	0.000 7	0.007 6
LPI/%	1977	1.38	0.22	33.30	1.24	0.02	1.36	50.27	0.24
	1990	1.38	0.23	34.41	1.37	0.11	1.22	50.23	0.30
	2006	1.91	0.22	28.01	0.52	0.15	1.55	50.11	0.13
PAFRAC	1977	1.35	1.47	1.40	1.36	1.14	1.45	1.13	1.51
	1990	1.36	1.52	1.36	1.39	1.31	1.55	1.13	1.46
	2006	1.33	1.46	1.31	1.29	1.60	1.46	1.13	1.39
SPLIT	1977	2 438	53 563	9	6 268	9 698 460	3 760	4	56 926
	1990	2 427	59 556	8	5 254	504 771	5 456	4	71 674
	2006	901	89 697	13	37 406	155 892	2 025	4	168 581

2.2.2 景观水平上景观变化分析 阜康地区斑块数( $N_p$ )和斑块密度( $P_D$ )持续增大,最大斑块指数(LPI)持续减少(表 5)。 $N_p$ 由 1977 年的 453 个增加到了 1990 年的 572 个,2006 年增加到 591 个。 $P_D$ 相应地由 1977 年的 0.053 2 个/ $\text{km}^2$  增加到 1990 年的 0.067 1 个/ $\text{km}^2$ ,到 2006 年增加为 0.069 3 个/ $\text{km}^2$ 。1977—2006 年 LPI 逐步由 50.27% 减少到 50.10%。 $N_p$  和  $P_D$  增加表明斑块增多,景观变得破碎。LPI 减少表明研究区中大斑块减少,小斑块增多,斑块大小趋于均匀。

香农多样性指数(SHDI)可以反映景观类型的多少和景观中斑块的多度和异质性,而香农均度指数(SHEI)表示景观中不同斑块类型在数目或面积方面的均匀程度。由表 5 可以看出,研究区 SHDI 和

SHEI 先减小后增加,但总体增加,分别由 1.21 和 0.58 增加到了 1.26 和 0.61,说明整个研究区的景观斑块的多度增加,不同斑块的面积大小差异减小,景观的异质性增加,各斑块类型趋于均匀,景观空间结构向着多样化和均匀化方向发展。

蔓延度指数(CONTAG)是描述景观中不同类型聚集程度的指标,而景观水平上的分离度指数(SPLIT)是描述景观中不同斑块个体空间分布的离散程度的指标。从表 5 可以看出,阜康地区 CONTAG 指数逐渐减小,由 1977 年的 69.45% 减小到 2006 年的 68.35%,SPLIT 指数逐渐增大,由 1997 年的 2.74 增加到 2006 年的 3.01,说明整个景观区各景观要素的聚集程度减小,离散和分离程度增大,优势斑块类型的比例逐渐下降,景观要素空间分布逐步趋于均匀。

表 5 1977—2006 年景观水平景观格局指数

年份	$N_p/个$	$P_D/(\text{个} \cdot \text{km}^{-2})$	LPI/%	SHDI	SHEI	CONTAG/%	SPLIT
1977	453	0.053 2	50.27	1.22	0.59	69.45	2.74
1990	572	0.067 1	50.23	1.21	0.58	69.39	2.79
2006	591	0.069 3	50.10	1.26	0.61	68.35	3.01

### 2.3 驱动力分析

影响土地利用/覆被及景观结构变化的驱动因素一般包括自然因素和社会经济因素两大类。随人类社会的进步及人类改造自然的能力的增强,人口增长、政策环境及产业结构等社会经济因素的影响逐步

超过了自然因素,成为驱动土地利用/覆被及景观结构变化的主要因素。相对社会经济因素,自然因素虽然比较稳定,但对于对环境变化反应敏感的干旱区来说,其变化仍可能带来不容忽视的影响。

#### 2.3.1 自然因素 影响土地利用/覆被及景观结构

变化的自然因素主要有地质、地貌、土壤、气温和降水等<sup>[5,16]</sup>,30 a 的时期内,前 3 个因素的变化有限,而气温和降水表现相对活跃,对土地利用/覆被及景观结构变化的影响亦相对较大<sup>[11]</sup>。

研究区地处典型的内陆干旱区,草地是主要的植被类型,对降水量的变化非常敏感。从图 2 中降水变化曲线可以看出,研究区降水在 1977—1990 年波动上升,在 1990—2006 年先升后降。相应地从遥感卫片上可以看出研究区中部和东部沙漠边缘有大约 130 km<sup>2</sup> 的区域,在 1977—1990 年时,由裸地转化为了草地,而在 1990—2006 年,该区又由草地转化为了裸地。可见降水的波动变化对草地类型的面积和结构有较大的影响。

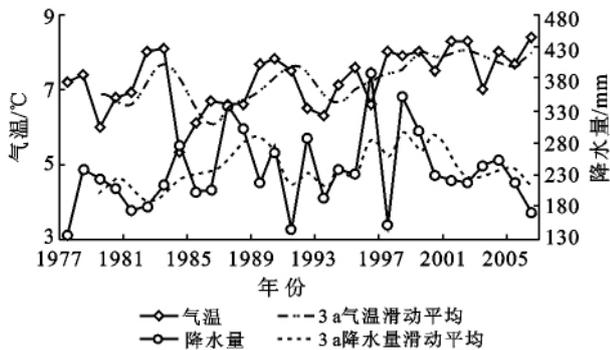


图 2 1977—2007 年阜康地区降水量和气温年际变化

从图 2 中气温变化曲线可以看出,1977—2006 年研究区气温呈现明显的升高趋势。随气温的升高,研究区南部高山的冰雪覆盖区逐步缩小,形成了大面积的裸露岩石,而研究区内水域类型主要为冰川,所以由气温升高引起的冰川融化为研究区水域面积减小的主要原因,整个区域的景观结构组成也因冰川融化而发生一定改变。此外,在干旱区 MODIS 系统中,冰川是绿洲景观及其相关的水文和生态系统稳定和持续存在的核心<sup>[17]</sup>,冰川的逐步缩小终将会给整个系统产生巨大影响。

**2.3.2 人口增长因素** 人口是人类社会经济活动中最主要的因素,也是土地利用/覆盖及景观结果变化的直接驱动因素。根据资料和统计结果显示,1977 年,阜康地区人口为 10.33 万人,到 2006 年人口达到 16.28 万,近 30 a 内人口增加 57.60%<sup>[18]</sup>。人口的不断增长,随之而来的是耕地大面积开垦以及城镇的扩张,居民建设用地和交通用的增加。1997—2006 年耕地和建设用地增加,林地、草地、盐碱地减少,究其原因,主要还是人口增加所致。从图 3 可以看出,1988 年以后,人口增长明显加快,致使 1990—2006 年研究区土地利用变化速度明显大于 1977—1990 年。



图 3 1977—2007 年阜康地区人口年际变化

**2.3.3 政策及产业因素** 除人口因素外,政策环境的改变和产业结构的调整也是阜康地区土地利用/覆被及景观格局变化的重要驱动因素。从 1976 年“文革”结束到 1978 年改革开放,再到 1984 年家庭联产承包土地制度的实施,这些政策充分调动了广大人民群众的生产建设积极性<sup>[18]</sup>。这一时期,建设用地面积增长迅速,草地开垦以及盐碱地改良扩大了耕地面积,景观斑块数目增多,密度增大,景观变得破碎而离散,多样性和均匀性减小。

进入 20 世纪 90 年代后,随着经济改革的推进,一些石油重工业企业、煤矿企业以及煤炭电力工业企业陆续在阜康开办和投产<sup>[19]</sup>,工业的发展增强了人类土地开发的强度和频度。同期阜康地区对农业进行了产业结构调整,推动了农业开发向合理化方向发展。这一时期土地变化速度明显加快,景观离散程度增大的同时景观要素的多样性增加,空间分布也趋于均匀化。

### 3 结论

(1) 1977—2006 年阜康地区土地利用/覆被变化显著,总体上表现为建设用地和耕地大幅增加,平均每年分别增加 23.07% 和 2.75%,林地、草地、水域和盐碱地相应减少,水域的减小速度最快,每年减少 2.17%。30 a 内整个研究区综合土地利用变化速度不大,但有明显加快的趋势。土地利用类型的转化方向主要为耕地、草地和未利用土地向建设用地转化,草地和盐碱地向耕地转化,水域向未利用土地转化,草地与林地以及草地与未利用土地相互转化。

(2) 类型水平上,耕地和建设用地随面积的扩大,空间连通性增强,但在斑块形状上耕地趋于规则,而建设用地却趋于复杂;草地破碎度增加,形状趋于规则,连通性几乎没有变化。林地、水域和盐碱地随面积的减小和斑块密度的增多,破碎程度逐步增加,斑块大小趋于均匀,形状也趋于规则,分布更为离散,连通性减弱。未利用土地虽然面积减小,斑块密度也在减小,斑块分布反而趋于聚集,连通性增强。沙地

斑块类型几乎没有变化。

(3) 景观水平上,30 a 内研究区斑块数、斑块密度、分离度指数、多样性指数和均匀指数增加,而最大斑块指数和蔓延度指数减小。表明景观破碎度增加,斑块趋于离散和分离,空间连接性下降,各类型所占比例差距缩小,斑块大小趋于均匀,景观多样性水平提高,异质性增强。

(4) 动力分析表明,由气温增加而造成的冰川融化是阜康地区水域减少的主要原因,同时降水的变化对草地变化有较大影响。但人口、政策和产业因素是阜康地区土地利用/覆被以及景观格局变化的主要驱动因素。其中人口增加的影响最直接,而政策环境的改善以及产业结构的调整起到很大的推动作用。尤其 20 世纪 90 年代后,随经济发展的加快以及产业结构的调整阜康地区地利用/覆被的变化速度明显加快,景观结构也趋于多样化和均匀化。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘军会,高吉喜,耿斌,等. 北方农牧交错带土地利用及景观局变化特征[J]. 环境科学研究,2007,20(5):148-154.
- [2] 于兴修. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展,2002,21(1):51-57.
- [3] Luo Geping, Zhou Chenghu, Chen Xi, et al. A methodology of characterizing status and trend of land changes in oases: A case study of Sangong River watershed, Xinjiang, China[J]. Journal of Environmental Management, 2008, 88(4): 775-783.
- [4] 李义玲,乔木,杨小林. 干旱区典型流域近 30 年土地利用/土地覆被变化的分形特征分析:以玛纳斯河流域为例[J]. 干旱区地理,2008,31(1):75-81.
- [5] 陈磊,李占斌,李鹏,等. 陕西省丹汉江流域土地利用时空变化动态分析[J]. 水土保持通报,2011,31(5):149-153.
- [6] 李欢,刘霞,姚孝友,等. 蒙阴县土地利用景观格局动态分析[J]. 水土保持研究,2011,18(5):43-47.
- [7] Naveh Z, Liebenna A S. Landscape ecology, theory and application[M]. New York: Springer-Verlag, 1984.
- [8] 伍星,沈珍瑶. 长江上游地区土地利用/覆被和景观格局变化分析[J]. 农业工程学报,2007,23(10):86-93.
- [9] 卢磊,乔木,周生斌,等. 阜康市土地利用变化的景观格局特征分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2010,26(3):149-155.
- [10] 徐嘉兴,李钢,渠俊峰,等. 洪泽湖地区土地利用与景观格局演变[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(10):1211-1216.
- [11] 胡玉福,邓良基,张世熔,等. 基于 RS 和 GIS 的西昌市土地利用及景观格局变化[J]. 农业工程学报,2011:322-326.
- [12] 冯异星,罗格平,周德成,等. 近 50 a 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.
- [13] 赵万羽,李建龙,陈亚宁. 天山北坡区域生态承载力与可持续发展[J]. 生态学报,2008,28(9):4363-4371.
- [14] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. 地理学报,2008,63(1):93-104.
- [15] 李慧燕,常庆瑞,马廷刚,等. 铜川市土地利用/土地覆被动态变化研究[J]. 水土保持通报,2011,31(2):211-215.
- [16] 赵晓丽,汪潇,张增祥,等. 河南省土地覆盖变化的时空特征分析[J]. 水土保持通报,2010,30(2):24-29.
- [17] 秦大河,效存德,丁永建,等. 国际冰冻圈研究动态和我国冰冻圈研究的现状与展望[J]. 应用气象学报,2006,17(6):649-656.
- [18] 新疆统计局. 新疆五十年[M]. 北京:中国统计出版社,2005:424-425.
- [19] 昌吉州统计局. 昌吉州辉煌六十年[M]. 乌鲁木齐:新疆统计出版社,2010:6-11.
- [16] 党海山,张全发. 秦巴山地亚高山冷杉(*Abies fargesii*)林对区域气候的响应[D]. 北京:中国科学院研究生院,中国科学院武汉植物园,2007.
- [17] 赵红莉,陈宁,将云钟,等. 汉江上游水资源时空演变及成因分析[J]. 南水北调与水利科技,2009,7(6):90-93.
- [18] 卜红梅,党海山,张全发. 汉江上游金水河流域近 50 a 气候变化特征及其对生态环境的影响[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(5):459-465.
- [19] 周云庵. 秦岭森林的历史变迁及其反思[J]. 中国历史地理论丛,1993(1):55-68.
- [20] 梁中效. 历史时期秦巴山区自然环境的变迁[J]. 中国历史地理论丛,2002,17(3):39-47.

(上接第 133 页)

- [11] 朱士光,王元林,呼林贵. 历史时期关中地区气候变化的初步研究[J]. 第四纪研究,1998,18(1):1-11.
- [12] 葛全胜,方修琦,郑景云. 中国历史时期温度变化特征的新认识[J]. 地理科学进展,2002,21(4):311-317.
- [13] 殷淑燕,黄春长. 唐代长安与洛阳都城水旱灾害对比研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(11):78-83.
- [14] 王绍武. 小冰期气候的研究[J]. 第四纪研究,1995(3):202-212.
- [15] 康兴成,程国栋,陈发虎,等. 祁连山中部公元 904 年以来树木年轮记录的旱涝变化[J]. 冰川冻土,2003,25(5):518-525.