

基于信息熵与分形理论的土地利用景观格局变化研究

——以陕北农牧交错带为例

贾科利¹, 张俊华², 常庆瑞³

(1. 宁夏大学资源环境学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学新技术应用研究开发中心, 宁夏 银川 750021;
3. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 信息熵和分形理论为研究地理学中复杂结构现象的不稳定性和系统的有序性提供了一条新途径, 在土地利用景观格局变化领域有着广阔的前景。以信息熵和分形理论为指导, 在遥感和 GIS 技术支持下, 对陕北农牧交错带土地利用景观格局演变的分形特征和信息熵进行了分析, 结果表明: 1986~2003 年, 陕北农牧交错带土地利用景观结构趋于简单化, 景观类型在空间上的稳定性逐渐增大; 土地利用景观结构信息熵总体上呈逐渐上升趋势, 即土地利用无序度逐渐上升, 而有序度逐渐降低。

关键词: 土地利用; 景观格局; 信息熵; 分形; 陕北农牧交错带

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)05-0235-05

土地利用/覆被变化(LUCC)是地球系统科学研究领域中的一个重要分支, 是当前地理学研究的热点问题之一^[1]。景观生态学的理论和方法为 LUCC 研究提供了重要的理论基础, 并有了广泛应用^[2~4]。其中以景观几何特征为基础的景观格局分析可以有效地反映 LUCC 空间格局^[5], 而以分析空间结构和有序程度见长的分形理论和信息熵理论被越来越多地应用于景观镶嵌结构的复杂性与稳定性等景观生态研究^[6~8], 为土地利用景观格局定量描述提供了一条新途径^[9], 并被逐渐应用到土地利用景观结构及其动态变化研究中^[10~12], 成为表征土地时空结构及其变化的有力工具^[13, 14]。土地利用景观格局既体现了景观的异质性, 又是人类活动结果与生态过程在不同尺度上作用的结果, 其结构具有不规则性和非稳定性。因此, 应用信息熵和分形理论来研究土地利用景观格局变化, 并借助于定量模型测定景观空间格局变化及其有序程度, 有利于揭示土地利用景观空间格局变化规律。

交错带是相邻生态系统的边缘交汇带, 是陆地生态系统对全球环境变化和人为干扰响应的关键地段。陕北农牧交错带位于毛乌素沙漠和黄土高原过渡地区, 其地形地貌、气候及生物等自然因素具有明显过渡性, 因而这里生态系统脆弱, 人类活动频繁且

干预强度大, 土地利用方式和结构复杂, 是我国土地退化最严重、生态环境最恶劣的地区。长期以来人类从事剧烈的农事活动, 引起土地利用格局发生变化, 使景观形状发生变化。基于此, 本文基于信息熵和分形理论, 借助遥感和 GIS 技术, 通过对陕北农牧交错带土地利用景观类型的信息熵、分维值和稳定性指数进行分析, 旨在深入了解土地利用景观格局在结构上的空间表征, 揭示土地利用变化的基本规律, 为该区土地资源的合理配置和有效利用提供参考依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 自然概况

研究区地处陕西省北部(107°35′~111°29′E, 37°35′~39°02′N), 包括榆阳、神木、府谷、横山、靖边、定边、佳县等 7 县区, 处于毛乌素沙漠南缘、陕北黄土高原北端, 是典型的农牧交错带。土地总面积为 $361.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 平均海拔为 800~1 800 m, 地貌上为毛乌素风沙地区向陕北黄土丘陵区的过渡地区, 并以风沙地貌为主。该区大体以长城为界, 西北部是毛乌素沙漠, 地势起伏平缓, 沙丘绵延不断, 滩地、海子散布其间; 东南部是黄土高原, 西南部是黄土覆盖的低山丘陵区, 坡度相对较小; 东北部为以梁

收稿日期: 2009-03-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(30571527)

作者简介: 贾科利(1975—), 男, 陕西宝鸡人, 博士, 讲师, 主要从事土地资源利用与 3S 技术应用研究。E-mail: jiakeli@163.com。

通讯作者: 常庆瑞, E-mail: changqr@nwsuaf.edu.cn。

为主的黄土丘陵,零星分布着流沙和裸露的基岩,地形破碎,切割较深,水土流失强烈。该区属于内陆性干旱、半干旱气候,年平均气温 7~9℃,无霜期短,降水量 300~500 mm,集中在 7~9 月。植被从东南向西北由森林草原向干草原、荒漠草原过渡,土壤主要为黄土和风沙土。土地利用方式在定边、靖边以干旱农业为主,向东北过渡为榆林、佳县、神木、府谷的半农半牧区,是典型的农牧交错带。

1.2 数据来源与数据处理

选用的 3 期影像数据资料是 Landsat TM 卫星数据,成像时间分别为 1986 年 8 月 2 日,1993 年 7 月 17 日和 2003 年 8 月 17 日(其空间分辨率均为 30 m)。图像校正采用图像配准的方法,以已用地形图经过校正的 2000 年影像为基准,对 1986、1993 和 2003 年影像采用二次多项式进行配准。配准后通过精度评定,配准的误差小于 1 个像元,满足精度要求。为了提取土地利用变化信息,采用多波段遥感数据融合的方法,通过统计分析和相关性分析,三期

影像的最佳波段组合为 TM4(R)、3(G)、2(B)假彩色合成方案。根据地表景观特征建立土地利用解译标志,然后采用人一机交互的方式解译出三期土地利用现状图。其中交通用地采用目视解译的方式通过手工直接在屏幕上获得。因研究区 1986 年影像上只有少数几条公路可见,但不足 1 个像元,因此没有通过目视解译获得。数据处理平台包括 Erdas 8.7、Arcgis 9.0 和 ArcView 3.2。

1.3 土地利用类型的划分

土地利用分类主要依据土地用途、土地经营方式、土地利用方式和土地覆盖特征等,参照全国农业区划委员会颁布的《土地利用现状调查技术规程》,把陕北农牧交错带土地利用类别划分为耕地、林地、草地、建设用地、水域和未利用土地 6 个一级类型,19 个二级类型(表 1)。其中建设用地中,盐田面积小,斑块数量少,被归并到工矿用地中。根据研究目的和重点,数据统计分析除沙地按二级类型单独统计分析外,其它类型按二级类型统计,一级类型汇总。

表 1 陕北农牧交错带土地利用分类体系

Fig. 1 Classification system of land use in the framing-pastoral region of northern Shaanxi

一级类型 First type	二级类型 Second type
1. 耕地 Cultivated land	11. 灌溉水田 Paddy field; 12. 水浇地 Irrigable land; 13. 旱地 Dry land
2. 林地 Forest land	21. 有林地 Woodland; 22. 灌木林地 Spinney land; 23. 疏林地 Sparse woodland
3. 草地 Grass land	31. 天然草地 Natural grassland
4. 建设用地 Construction land	41. 城镇及居民点 Urban and country area; 42. 交通用地 Transportation land; 43. 工矿用地 Mine land
5. 水域 Water area	51. 河流水面 River area; 52. 湖泊水面 Reservoir area; 53. 滩涂 Beach area
6. 未利用土地 Unusable land	61. 荒草地 Waste area; 62. 盐碱地 Salina land; 63. 沼泽地 Swampland; 64. 沙地 Sand; 65. 裸地 Bared land; 66. 裸岩石砾地 Bared gravel land

1.4 研究方法

1.4.1 分维数模型 分形分维数是表征自相似系统或结构的定量指标之一^[6],因此,我们借助该模型来定量表示土地利用景观类型结构的复杂程度。对于任何一种景观斑块形态,如果以 r 为尺度去测量其周长和面积,则可得到景观分形维数模型为^[14]:

$$\ln A(r) = \frac{2}{D} \ln P(r) + C \tag{1}$$

式中: D 为景观斑块的分形维数; $A(r)$ 为斑块面积; $P(r)$ 为斑块周长; C 为常数。由(1)式可知,对于一个特定的区域,只要按照一定的比例做出各景观要素镶嵌图,然后对于每一个景观要素,用其各个斑块的面积和周长数据做回归分析拟合,就可以求出 $2/D$,这样就可以得到该景观要素镶嵌结构的分维值 D 。 D 值的大小表示景观结构的复杂性与稳定性。就某种景观要素而言, D 值介于 1 和 2 之间, D 值越大表明该要素的景观结构越复杂,当 $D = 1.50$ 时,

表示处于一种类似于布朗运动的随机运动状态,即空间结构最不稳定^[15]。据此,定义景观要素空间结构稳定性指数(SI):

$$SI = |1.5 - D| \tag{2}$$

SI 值越大,表示空间结构越稳定;反之,表示空间结构越不稳定。

1.4.2 信息熵模型 信息熵作为土地利用系统演化阶段的判据^[14],是不确定性的度量,不确定性越大越无序^[16]。根据 Shannon 熵公式,信息熵模型为^[17]:

$$SH = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i \tag{3}$$

式中: SH 为土地利用景观类型信息熵; P_i 为景观斑块类型 i 占总面积的百分比; n 为土地利用类型。 SH 的高低可以反映土地利用系统的有序程度,熵值越大,表明不同职能土地利用类型越多,土地利用系统有序程度愈低,反之亦然。

2 结果与分析

2.1 土地利用景观结构变化

利用 GIS 技术获得研究区土地利用景观变化结果(表 2)。结果表明,1986~2003 年研究区土地利用景观结构变化较大,以林地及建设用地大幅度增

加和耕地、水域、未利用土地和沙地面积减少为主要特征。土地利用景观变化的主要原因是人口增长、社会经济发展、城市化进程加快,加大了对城市基础设施需求,导致居民及工矿用地与交通用地大幅度增加;退耕还林还草、防风固沙、水土保持等措施的实施,使耕地、未利用土地与沙地面积减少。

表 2 1986~2003 年陕北农牧交错带土地利用动态变化
Table 2 Dynamic change of land use in the farming-pastoral region of northern Shaanxi from 1986 to 2003

景观类型 Landscape type	面积(10 ⁴ hm ²) Area			面积变化(10 ⁴ hm ²) Area change		面积变化率(%) Rate of area change	
	1986	1993	2003	1986~1993	1993~2003	1986~1993	1993~2003
耕地 Cultivated land	95.45	86.77	84.93	-8.68	-1.84	-1.30	-0.21
林地 Forest land	52.68	82.10	96.86	29.41	14.76	7.98	1.80
草地 Grass land	84.85	90.89	78.95	6.04	-11.94	1.02	-1.31
建设用地 Construction land	0.53	0.68	5.11	0.15	4.43	4.12	65.25
水域 Water area	4.75	4.17	4.00	-0.58	-0.17	-1.74	-0.40
未利用土地 Unusable land	28.46	17.81	17.54	-10.65	-0.27	-5.35	-0.15
沙地 Desert land	89.36	73.67	68.69	-15.69	-4.98	-2.51	-0.68

2.2 土地利用空间结构演变的分形特征分析

利用 GIS 技术,基于土地利用景观类型代码,从土地利用数据库中获得每种景观类型斑块的面积和周长数据,在 EXCEL 2003 中进行回归拟合,得到形

如(1)式的各景观类型分形模型(见表 3)。对每种景观类型,将表 3 中与其对应的分析模型与(1)式进行比较,计算出各类型的分维值(D);运用(2)式计算出其稳定性指数(SI),结果如表 4。

表 3 1986~2003 年景观类型的分形模型
Table 3 Fractal model of landscape types from 1986 to 2003

景观类型 Landscape type	1986		1993		2003	
	模型 Model	相关系数 R^2 Correlation index	模型 Model	相关系数 R^2 Correlation index	模型 Model	相关系数 R^2 Correlation index
耕地 Cultivated land	$\ln A(r) = 1.3579 \ln P(r) + 1.1326$	0.9648	$\ln A(r) = 1.4374 \ln P(r) + 0.4929$	0.9650	$\ln A(r) = 1.4028 \ln P(r) + 0.9111$	0.9703
林地 Forest land	$\ln A(r) = 1.3466 \ln P(r) + 1.2089$	0.9629	$\ln A(r) = 1.3582 \ln P(r) + 1.0926$	0.9631	$\ln A(r) = 1.3949 \ln P(r) + 0.93$	0.9644
草地 Grassland	$\ln A(r) = 1.3251 \ln P(r) + 1.3874$	0.9618	$\ln A(r) = 1.3212 \ln P(r) + 1.3729$	0.9599	$\ln A(r) = 1.4073 \ln P(r) + 0.833$	0.9614
建设用地 Construction land	$\ln A(r) = 1.4332 \ln P(r) + 0.7476$	0.9558	$\ln A(r) = 1.4539 \ln P(r) + 0.4968$	0.9610	$\ln A(r) = 1.5283 \ln P(r) + 0.0072$	0.9513
水域 Water area	$\ln A(r) = 1.3089 \ln P(r) + 1.3659$	0.9548	$\ln A(r) = 1.3867 \ln P(r) + 0.6602$	0.9536	$\ln A(r) = 1.4501 \ln P(r) + 0.5002$	0.9705
未利用土地 Unusable land	$\ln A(r) = 1.3336 \ln P(r) + 1.272$	0.9594	$\ln A(r) = 1.3796 \ln P(r) + 0.9029$	0.9463	$\ln A(r) = 1.433 \ln P(r) + 0.6856$	0.9516
沙地 Desert land	$\ln A(r) = 1.4275 \ln P(r) + 0.664$	0.9687	$\ln A(r) = 1.4821 \ln P(r) + 0.2631$	0.9637	$\ln A(r) = 1.4657 \ln P(r) + 0.5502$	0.9643

由表 4 可知,1986 年水域的分维值最大,其次是草地,表明水域和草地景观结构复杂,而建设用地分维值最小,表明景观形状最规则。一方面是 20 世纪 80 年代初期以来,研究区进行大规模以兴修水利

和开荒造田为主的农业生产活动,人为活动加大了对水域和草地景观形态的影响;另一方面受自然灾害频发影响,农业生产常常采用“收一年吃三年”、“以丰年养灾年”的生存策略,雨水丰沛年份毁林草

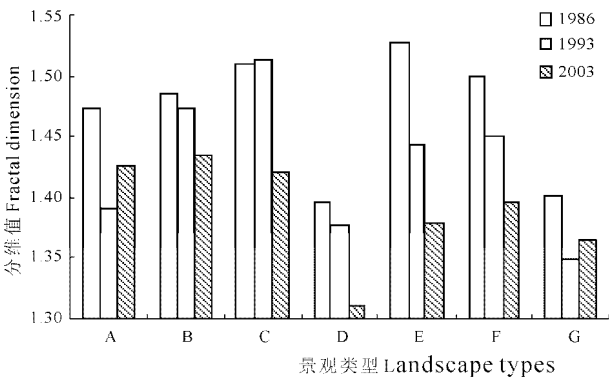
开荒、干旱灾害年份被迫弃耕撂荒^[18],使其结构复杂。而建设用地为受人类社会经济活动影响深刻的人工景观,规划平整,故形状趋向于简单化。到1993年,草地、林地景观分维值最大,主要是植树造林等工程,增加了林草覆盖,而这些景观多分布于沟谷沟壑地带,受自然地貌形态限制,故呈现破碎复杂的地表形态^[19]。沙地景观分维值最小,表明景观形状简单。主要是沙地在该区大面积、集中分布,几何形态简单。尽管在该区开展了大量治沙工程,但由

于治理还是一种点状面元治理,还不足以改变沙地景观的整体形状,因而治沙任务还很艰巨。随着退耕还林还草工程的实施,林、草地和耕地景观结构趋向复杂化,到2003年,各景观类型分维值由大到小的顺序是:林地>耕地>草地>未利用土地>水域>沙地>建设用地。从各景观类型分维值的动态变化看(图1),从1986~2003年分维值均呈减小趋势,表明各景观结构趋向简单化。

表 4 1986~2003 年景观类型分维数和稳定性指数

Table 4 Fractal dimensions and stability indexes of landscape types from 1986 to 2003

景观类型 Landscape type	1986		1993		2003	
	分维数 Fractal dimension	稳定性指数 Stability index	分维数 Fractal dimension	稳定性指数 Stability index	分维数 Fractal dimension	稳定性指数 Stability index
耕地 Cultivated land	1.4729	0.0271	1.3914	0.1086	1.4257	0.0743
林地 Forest land	1.4852	0.0148	1.4725	0.0275	1.4338	0.0662
草地 Grass land	1.5093	0.0093	1.5138	0.0138	1.4212	0.0788
建设用地 Construction land	1.3955	0.1045	1.3756	0.1244	1.3086	0.1914
水域 Water area	1.5280	0.0280	1.4423	0.0577	1.3792	0.1208
未利用土地 Unusable land	1.4997	0.0003	1.4497	0.0503	1.3957	0.1043
沙地 Desert land	1.4011	0.0989	1.3494	0.1506	1.3645	0.1355



A: 耕地 cultivated land; B: 林地 forest land; C: 草地 grass land; D: 建设用地 construction land; E: 水域 water area; F: 未利用土地 unusable land; G: 沙地 desert land. 下同。The following as the same.

图 1 1986~2003 年各景观类型分维值变化

Fig. 1 Change of fractal dimensions for each landscape types in 1986~2003

从各景观形态稳定性看,1986年最不稳定的未利用土地,其次是草地;稳定性最高的是建设用地。1993年草地不稳定性继续增大;沙地景观稳定性最大,这也体现了其结构的简单性。到2003年,建设用地稳定性最高。从不同时期各景观类型稳定性指数关系(图2)可知,从1986到1993年各景观类型稳定性指数逐渐增大,表明在空间上稳定性增大。从1993到2003年,除耕地、沙地景观的稳定性指数

较1993年有所减小外(与1986年相比仍在增大),其余各景观类型稳定性指数继续增大,表明各景观类型在空间上的稳定性逐渐增大。

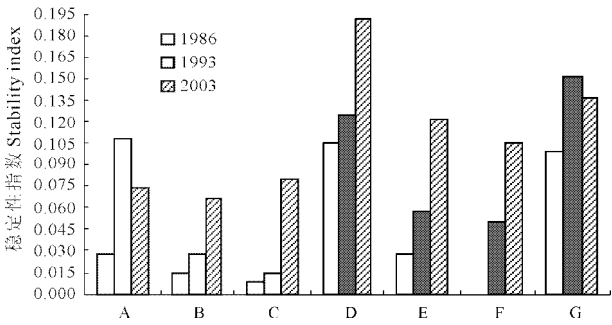


图 2 不同时期景观类型稳定性指数

Fig. 2 Stability indexes of landscape types in different period

2.3 土地利用结构信息熵的动态演变分析

依据公式(3)对研究区3个时期土地利用景观类型信息熵计算结果表明,土地利用信息熵由1986年的1.5932降低为1993年的1.5715,表明这一时期不同功能的土地利用类型减少,土地利用系统有序程度增加,各功能土地类型面积相差较大,土地分布趋向不均衡化。而后,土地利用景观结构信息熵逐步升高,到2003年,土地利用景观结构信息熵增大到1.6101,表明土地利用系统的无序度逐渐上升,而有序度逐渐降低。这主要是受农业结构调整、

土地利用、矿产资源开发等政策的深刻影响,使原本比重占绝对优势的耕地和沙地所占比重下降,而原本比重较低的建设用地所占比重明显升高;同时土地利用率的提高及退耕还林、草等措施的实施,未利用土地比重明显下降,使不同职能土地类型面积差异减小,土地分布趋向均衡化。体现了区域资源管理力度在逐渐增大,并已取得了一定效果^[20~23]。总体上研究区近 17 a 来,土地利用信息熵不断增加,景观类型由单一景观逐渐向多职能景观类型转化,景观类型结构趋于合理化和均衡化,但土地利用系统有序度降低。

3 结 论

- 1) 陕北农牧交错带土地利用景观结构变化较大,以林地及建设用地大幅度增加和耕地、水域、未利用土地和沙地面积减少为主要特征。
- 2) 通过对陕北农牧交错带土地利用景观类型分维值分析,各景观要素按照镶嵌结构的复杂性程度排序 1986 年为:水域>草地>未利用土地>林地>耕地>沙地>建设用地;1993 年为:草地>林地>未利用土地>水域>耕地>建设用地>沙地;2003 年为:林地>耕地>草地>未利用土地>水域>沙地>建设用地。从 1986 到 2003 年各景观类型分维值均呈减小趋势,其景观结构趋向简单化;而稳定性指数呈增大趋势,表明各景观类型在空间上的稳定性逐渐增大。
- 3) 土地利用结构信息熵值在时间上具有动态演变规律,研究表明陕北农牧交错带土地利用结构信息熵值自 1986 年开始至 1993 年逐渐减少,此后逐渐升高,到 2003 年达到最大,说明研究区土地利用系统总体上正由相对有序状态向相对无序状态演变。

参 考 文 献:

[1] 朱晓华,蔡运龙.中国土地利用空间分形结构及其机制[J].地理科学,2005,25(6):671—677.

[2] 荆玉平,张树文,李 颖.城乡交错带景观格局及多样性空间结构特征——以长春净月开发区为例[J].资源科学,2007,29(5):43—49.

[3] 邵怀勇,仙 巍,马泽忠,等.土地利用/土地覆被镶嵌体的分形结构模型研究[J].水土保持学报,2004,18(5):155—158.

[4] 郝润梅,海春兴,雷 军.农牧交错带农田景观格局对土地生态环境安全的影响——以呼和浩特市为例[J].干旱区地理,2006,29(5):700—704.

[5] Felix H, Angela L, Eckhard M, et al. Landscape metrics for assessment of landscape destruction and rehabilitation[J]. Environ Man, 2001,27(1):91—107.

[6] 杨国安,甘国辉.基于分形理论的北京市土地利用空间格局变化研究[J].系统工程理论与实践,2004,10:131—137.

[7] 朱晓华,李加林,杨秀春,等.土地空间分形结构的尺度转换特征[J].地理科学,2007,27(1):58—62.

[8] Burnett C, Blaschke T A. Multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscape analysis[J]. Ecological Modelling, 2003,168(3):233—249.

[9] 傅伯杰,陈利项,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001:202—240.

[10] 李 新,郭治兴,邓南荣,等.土地利用类型的分维值和稳定性指数空间变异分析[J].生态环境,2007,16(2):627—631.

[11] Wang X D, Li M H, Liu S Z, et al. Fractal characteristics of soils under different land use patterns in the arid and semiarid regions of the Tibetan Plateau[J]. China. Geodema, 2006,134:56—61.

[12] 余万军,吴次芳,关 涛,等.基于 GIS 和分形理论的山西屯留县土地利用空间格局变化[J].农业工程学报,2005,21(10):64—69.

[13] 郭建国.景观生态学[M].北京:高等教育出版社,2002:100—103.

[14] 徐建华,艾南山,金 炯,等.西北干旱区景观要素镶嵌结构的分形研究[J].干旱区研究,2001,18(1):35—39.

[15] Mandelbrot B B. 大自然的分形几何[M].陈守吉,凌复华译.上海:上海远东出版社,1998:285—298.

[16] 谭永忠,吴次芳.区域土地利用结构的信息熵分异规律研究[J].自然资源学报,2003,18(1):112—117.

[17] 陈彦光,刘继生.城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分数维[J].地理研究,2001,20(2):146—152.

[18] 徐 勇,Roy C S.黄土丘陵区燕沟流域土地利用变化与优化调控[J].地理学报,2001,56(6):657—666.

[19] 张 明.榆林地区脆弱生态环境的景观格局与演化研究[J].地理研究,2000,19(1):30—36.

[20] 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—135.

[21] 匡文慧,张树文.长春市百年城市土地利用空间结构演变的信息熵与分形机制研究[J].中国科学院研究生院学报,2007,24(1):73—80.

[22] 赵 晶,徐建华,梅安新,等.上海市土地利用结构和形态演变的信息熵与分维分析[J].地理研究,2004,23(2):137—146.

[23] 周 滔,吕 萍.城市边缘区居住用地的空间异质性:构型、度量与低熵化[J].地理与地理信息科学,2007,23(2):70—74.

(英文摘要下转第 250 页)

Land use change at farm household scale based on game theory

— A case study of Mengcha Village

GAO Hai-dong¹, CHEN Hai^{1,2}, XI Jing¹, WANG Tao¹

(1. Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: A pattern of static games of complete information was set up to analyze land use change of Mengcha Village in Mizhi County of Shaanxi Province based on farm household questionnaires from geography and economics perspectives. Through ways of GIS and GPS, land use spatial information was connected with farm households' social and economical behaviors characteristics. With maximizing benefits as the goal, new land use and household business patterns formed in the village, in which the minority of the households contracted rain-fed land for orchard, some contracted irrigable land, some gave up land completely and went out for hired working, while the majority worked for farming in busy seasons and went out for hired working in slack seasons. The new land use patterns achieved double-win effects both economically and ecologically.

Keywords: land use change; static games of complete information; farm household; Mengcha Village

(上接第 239 页)

Land use landscape pattern changes based on information entropy and fractal theory

— A case study of the farming-pastoral region of northern Shaanxi

JIA Ke-li¹, ZHANG Jun-hua², CHANG Qing-rui³

(1. School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;

2. The Applied Research and Development Center For New Technology, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;

3. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The fractal theory and information entropy have provided a new approach for study of some geographical phenomena, such as instability and complex structure and orderlies, and it has a broad prospect for application in land use landscape pattern study. Guided by the fractal theory and information entropy and the techniques of remote sensing and technology support of GIS, the patch fractal dimension and stability index and Shannon entropy of landscape were calculated in the farming-pastoral region of northern Shaanxi, and based on calculation, change in fractal character and information entropy of the land use landscape structure in the region was analyzed. The results showed that: from 1986 to 2003, great changes of land use landscape took place in the region; the characters showed that woodland, construction land area increased intensively, but cultivated land, water body, unusable land and sandy land area decreased consistently. The fractal dimension D of each landscape type has a decreasing tendency, on the contrary, its stability index tends to be increasing, which show that the structure of land use landscape tends to be simple and the stable on space. The information entropy of landscape structure in the study area has been rising in general since 1986, indicating a decrease in orderliness of land use system.

Keywords: land use; landscape pattern; information entropy; fractal; farming-pastoral region of northern Shaanxi