

淮河流域伏牛山区近 20 年景观格局动态变化研究

蔚霖, 黄珺婷, 孟庆香*, 冯新伟 (河南农业大学资源与环境学院, 河南郑州 450002)

摘要 以 1987、1997 和 2007 年的 TM 影像为数据源, 获取伏牛山区景观类型图, 选取典型景观指数, 分析其景观格局及动态变化特征。结果表明, 1987~2007 年, 伏牛山区的耕地面积减少, 林地、建设用地和水域面积增加, 草地变化不明显; 耕地、林地和水域的斑块总数增加, 平均斑块大小下降, 景观破碎化程度加强, 而建设用地的斑块总数和平均斑块大小都呈增加趋势; 研究区斑块景观形状指数减小, 香农多样性指标和香农均匀度指标增大。

关键词 TM 影像; 景观格局; 动态变化; 景观指数; 伏牛山区

中图分类号 Q149 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)30-15021-03

Study on the Landscape Pattern Dynamic Changes of Funiu Mountain Area in Huai River in Recent 20 Years

YU Lin et al (College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract Taking the TM images of 1987, 1997 and 2007 as data sources, obtained the landscape map of Funiu mountain area, then selected the typical landscape indexes and analyzed the landscape patterns and dynamic changes characters. The results showed that among 1987 to 2007, the area of cultivated land of Funiu mountain area was decreased, the area of wood land, construction land and water area were increased, the variation of grassland was not obvious; the plaque number of cultivated land, wood land and water area were increased, the mean plaque size were decreased, the landscape fragmentation degree was increased, the plaque number and the mean plaque size of construction land were increased; the landscape shape indexes of Funiu mountain area were decreased while the diversity index and the evenness index were increased.

Key words TM image; Landscape pattern; Dynamical change; Landscape index; Funiu mountain area

随着人类社会的发展, 土地利用格局、深度和强度不断发生变化, 由此引起许多自然现象和生态过程的变化, 如土壤侵蚀、水土流失、土壤养分变化、土地荒漠化等^[1-2]。该研究以淮河流域洪汝河、沙颍河上游伏牛山区为研究区域, 利用“3S”技术获取研究区不同时期的土地利用景观类型图, 定量分析其景观异质性与景观结构, 对研究区进行水土保持生态修复与重建, 实现区域经济与生态协调发展具有重要意义。

1 研究区概况

研究区位于淮河流域洪汝河、沙颍河上游的伏牛山区, 该区域位于 111°55'~114°10' E、32°40'~34°30' N, 总面积约 16 870.05 km², 主要包括河南省平顶山市和漯河、周口、郑州、驻马店等市局部地区, 占河南省总面积的 13%, 占淮河流域山丘区面积的 28%。该地区属于北亚热带向暖温带过渡地带, 年均气温为 10.7~12.9℃, 年降水量在 600~1 400 mm, 且多集中于 6、7、8 月, 占全年降水量的 60% 左右。伏牛山山地经强烈切割, 坡度陡峻, 汛期多暴雨, 水土极易流失。该区的经济发展不平衡, 城市总体经济发展水平在河南省处于中等水平, 而农村则相对比较落后。

2 研究方法与技术路线

2.1 土地利用景观类型划分 土地利用景观分类参考中国科学院国家资源环境遥感宏观调查与动态研究中制定的土地资源分类系统^[3], 把淮河流域伏牛山区的土地利用景观类别划分为 5 个一级类型和 8 个二级类型: 耕地(水浇地、旱地)、林地(有林地、灌木林、疏林地)、草地、水域和建设用地。由于数据库中土地利用二级分类较为复杂, 研究中数据按一级地类汇总统计。

2.2 数据处理 研究以伏牛山区 1987、1997 和 2007 年的

TM 影像为主要数据源, 利用 ERDAS 软件对三期影像进行波段选择与组合、增强、几何精校正、镶嵌等预处理, 然后利用 1:10 万地形图上 100 m 以上的等高线方位裁剪出研究区的遥感影像。在 ArcGIS 的支持下, 参考研究区的高分辨率影像、地形图和野外实地调查资料, 利用人机交互方式提取景观要素, 建立景观数据库, 得到研究区 3 个时期的土地利用景观类型图^[4-5]。将三期图像导入景观格局分析软件 FRAGSTATS, 计算景观指标。

2.3 景观指数的选择

2.3.1 斑块类型面积(CA)和斑块所占景观面积的比例(LAND)。

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

$$LAND = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{A} \times 100\% \quad (2)$$

式中, a_{ij} 为斑块 ij 的面积, 其中 $i=1, \dots, m$ 为斑块类型; $j=1, \dots, n$ 为斑块数目; A 为景观总面积; 下同。CA 为某一斑块类型中所有斑块面积之和; LAND 为某一斑块类型的总面积占整个景观面积的百分比。

2.3.2 斑块密度(PD)和斑块平均大小(MPS)。

$$PD = \frac{N}{A} \quad (3)$$

$$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n a_j}{n_i} \quad (4)$$

式中, N 为景观中的斑块总数, n_i 为类型 i 的斑块数目, PD 反映了景观的破碎化程度。

2.3.3 面积加权的平均形状指数(AWMSI)。

$$AWMSI = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_i \frac{25P_i}{\sqrt{a_{ij}}} \frac{a_{ij}}{A} \quad (5)$$

式中, P_i 为斑块类型 i 所占景观面积的比例, AWMSI 是度量景观空间格局复杂性的重要指标之一, AWMSI 值增大, 说明

基金项目 “淮河流域水土保持生态修复机理和评价指标体系研究”课题。
作者简介 蔚霖(1983-), 女, 河南南阳人, 助教, 从事土地资源与空间信息技术研究。* 通讯作者, 讲师, E-mail: qx-meng@126.com。

收稿日期 2009-06-26

斑块形状变得更复杂,更不规则^[6]。

2.3.4 面积加权的平均斑块分形指数(AWMPFD)。

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{P(\ln(0.25P_{ij}))}{\ln(a_{ij})} \frac{a_{ij}}{A} \quad (6)$$

AWMPFD 是反映景观格局总体特征的重要指标,一般来说,受人类活动干扰小的自然景观的分数维值高,而受人类活动影响大的人为景观的分数维值低。

2.3.5 香农多样性指数(SHDI)。

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m [P_i(\ln P_i)] \quad (7)$$

在一个景观系统中,景观元素类型越丰富、破碎化程度越高,则其信息含量和信息的不定性也越大,计算出的 SHDI 值也就越高。

2.3.6 香农均度指数(SHEI)。

$$SHEI = - \sum_{i=1}^m \frac{P(\ln P_i)}{\ln m} \quad (8)$$

表1 伏牛山区典型时期景观类型斑块面积及比例

Table 1 The plaque area and percentage of landscape type in typical period of Funiu mountain area

景观类型 Landscape type	斑块类型面积(CA) // km ²			CA 占整个景观总面积(TA)的百分比(LAND) // %		
	Plaque type area			Proportion of CA in total landscape area		
	1987	1997	2007	1987	1997	2007
耕地 Cultivated land	9 895.48	9 307.60	8 902.60	58.66	55.17	52.77
林地 Woodland	5 791.41	6 136.88	6 353.19	34.33	36.38	37.66
草地 Grassland	104.45	106.74	102.63	0.62	0.63	0.61
水域 Water area	325.79	328.75	355.27	1.93	1.95	2.11
建设用地 Construction land	752.92	990.08	1 156.36	4.46	5.87	6.85
合计 Total	16 870.05	16 870.05	16 870.05	100.00	100.00	100.00

3.1.2 不同时期土地利用景观类型变化动态。由表1可知,伏牛山区的耕地面积呈持续减少趋势,在1987~2007年间共减少了992.88 km²,面积比例每隔10年下降3个百分点左右。这与人类对耕地的开发利用强度增加有关,如城市的扩展、城乡居民用地以及工矿交通用地的增加占用了部分耕地,另外,一些地区由于实施退耕还林措施使部分耕地转化为林地,水域的扩展也占用了一小部分耕地。

伏牛山区的林地面积呈增加趋势,在1987~2007年间增加了561.78 km²,面积比例上升了3个百分点。这与伏牛山区实施的退耕还林、天然林保护和生态修复工程有关。

伏牛山区的草地面积变化十分微小,水域面积呈增加趋势,且增幅明显集中在1997~2007年。这与近年来该地区的水土保持工程和水利设施的发展有关,水库、塘坝等水利

SHEI 反映景观中不同景观类型的分配均匀程度和主要景观的控制程度,SHEI 值较小时说明景观受到一种或少数几种优势斑块类型所支配;SHEI 趋近1时说明景观中没有明显的优势类型,且各斑块类型在景观中均匀分布^[7]。

3 结果与分析

3.1 伏牛山区典型时期景观格局与动态特征

3.1.1 土地利用景观格局。由表1可知,伏牛山区的景观总面积为16 870.05 km²,5种一级景观类型的面积呈现出耕地>林地>建设用地>水域>草地的特征。耕地面积最大,占研究区景观总面积的52.77%,表明伏牛山区保持着以耕地为基质的景观特征。林地面积比例为37.66%,是伏牛山区次一级的优势景观类型,多成片分布在伏牛山区的西部和南部。城镇建设用地面积居第3位,水域和草地的面积相对较小。

设施的建设,明显增加了水体面积,河道两边部分耕地的退耕也带来了生态环境的好转,增加了一部分水域面积。

伏牛山区的建设用地呈明显增加趋势,在1987~2007年间增加了403.44 km²,表明人类对伏牛山区区域生态系统的干扰增大。因此,一定要控制伏牛山区建设用地扩展的势头,鼓励工矿、交通及城乡建设废弃地的复垦和开发利用,避免破坏植被来增加建设用地面积,这是伏牛山区生态环境建设所要解决的一个重要问题。

3.2 伏牛山区典型时期景观类型密度特征与动态 从斑块总数(NP)和平均斑块大小(MPS)2个指标来分析伏牛山区景观类型的密度特征。

由表2可知,耕地的斑块总数在1987~2007年间增加了247个;平均斑块大小呈下降趋势,由1987年的19.10 km²下

表2 伏牛山区典型时期景观类型密度指标

Table 2 The density index of landscape type in typical period of Funiu mountain area

景观类型 Landscape type	1987年		1997年		2007年	
	NP	MPS	NP	MPS	NP	MPS
耕地 Cultivated land	518	19.10	707	13.16	765	11.64
林地 Woodland	202	28.67	256	23.97	263	24.16
草地 Grassland	49	2.13	44	2.43	39	2.63
水域 Water area	272	1.20	315	1.04	371	0.96
建设用地 Construction land	3 657	0.20	3 801	0.26	3 840	0.30

降到2007年的11.64 km²,景观破碎化程度加强。

林地的斑块总数呈增加趋势,1987~1997年间斑块总数增加了54个,平均斑块大小减少了4.70 km²,破碎化程度加

强;而在1997~2007年间,斑块数量增加,平均斑块大小也呈上升趋势,表明林地的分布正朝扩大化和集中分布方向发展。林地的平均斑块大小在5种景观类型里最大,这表明伏

牛山区的林地分布连片规模较大。

草地的斑块总数和平均斑块大小的变化都不明显,相对稳定。水域的斑块总数呈上升趋势,1987~2007年间增加了99个;平均斑块大小呈下降趋势,减幅为 0.24 km^2 ,破碎化程度加强。

建设用地的斑块总数和平均斑块大小都呈增加趋势,1987~2007年斑块总数增加了183个,平均斑块大小增加了 0.10 km^2 ,表明人类活动对伏牛山区景观格局的影响日益增大,其他景观类型正在向建设用地转化,如何协调好经济发展和生态环境保护之间的关系是目前面临的重要问题。

3.3 伏牛山区典型时期整体景观特征与动态 伏牛山区总景观面积为 $16\ 870.05\text{ km}^2$,在景观级别上,3个典型时期的各个景观指标见表3。从表3可以看出,不同时期景观结构指标各有特点。

表3 伏牛山区典型时期景观级别指标值

Table 3 The indexes of landscape level in typical period of Funiu mountain area

景观指数 Landscape index	1987年	1997年	2007年
景观总面积 $TA//\text{km}^2$	16 870.05	16 870.05	16 870.050
景观斑块总数 NP	4 698	5 123	5 278
景观斑块密度 $PD//\text{km}^{-2}$	0.278	0.304	0.313
平均斑块大小 $MPS//\text{km}^2$	3.591	3.293	3.196
面积加权的平均形状指数 $AWMSI$	3.557	3.290	3.167
面积加权的平均斑块分形指数 $AWMPFD$	1.267	1.244	1.232
香农多样性指标 $SHDI$	1.189	1.199	1.210
香农均匀度指标 $SHEI$	0.736	0.745	0.752

从斑块的密度特征来看,斑块总数(NP)20年间呈增加趋势,增幅为580个;斑块密度(PD)随之上升,每公顷分布的斑块数量由1987年的0.278上升为2007年的0.313。斑块密度的增加,一方面反映了原有斑块可能发生了破碎化,使斑块数量有所增加;另一方面则反映了可能是其他景观类型转移数量的增加;与斑块总数和密度的增加相对应的是平均斑块面积的减少,20年间减幅为 0.395 km^2 ,这表明伏牛山区景观的破碎度在加剧,在一定程度上反映了人类对伏牛山区的开发利用强度和干扰强度的增加。

从斑块的形状特征来看,伏牛山区的面积加权平均形状指数(AWMSI)和面积加权平均斑块分形指数(AWMPFD)都呈现出减小的变化趋势。景观形状指数的变化对生态系统的功能和稳定性等具有重要影响,它可以体现不同类型景观

斑块的边界特征,形状指数越高,斑块形状越复杂。一般情况下,自然过程形成的斑块常为不规则形状,而人类影响下的斑块则表现为较规则的几何形状^[8-9]。伏牛山区景观形状指数的减小说明该地区的斑块形状在朝着规则化的方向发展,越来越有序,也表明了研究区受人类活动干扰的程度增大。随着经济的发展,人类对土地利用的规划意识增强,城市和农村的建设多按规划进行,因而使该地区景观类型的形状逐步规则整齐趋于简单化。

从多样性特征来看,香农多样性指标(SHDI)和香农均匀度指标(SHEI)都呈增大趋势,说明研究区的景观破碎度增加,异质性加剧,各类斑块在景观中呈均衡化分布趋势,这与耕地面积的减少,林地、建筑用地和水域面积的增加有关。

4 结论

1987~2007年间,伏牛山区的耕地面积减少,林地和建设用地的面积增加,草地面积变化不明显,水域面积增加且增幅集中在1997~2007年间。从密度特征来看,耕地、林地和水域的斑块总数增加,平均斑块大小下降,而建设用地的斑块总数和平均斑块大小都呈增加趋势。从整体景观特征来看,伏牛山区的斑块总数增加,平均斑块大小减少,斑块密度上升,说明研究区的景观破碎度在加剧;景观形状指数减小,说明研究区受人类活动干扰的程度增大,斑块形状朝规则化的方向发展;香农多样性指标和香农均匀度指标增大,说明随着景观破碎度的增加,斑块在景观中的分布越来越均匀,优势斑块类型的优势度在降低。

参考文献

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [2] 莫宏伟, 任志远, 谢红霞. 风沙过渡区土地利用动态与生态效应变化分析[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 619-622.
- [3] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 7-10.
- [4] 于兴修, 杨桂山, 李恒鹏. 典型流域土地利用/覆被变化及其景观生态效应——以浙江省西苕溪流域为例[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 13-19.
- [5] 梁国付, 丁圣彦. 河南黄河沿岸地区景观格局演变[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 665-672.
- [6] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 100-109.
- [7] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 123-134.
- [8] 王雪军, 程春满, 杨建新, 等. 生态环境脆弱区的景观动态监测与预报研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 39-43.
- [9] 马克明, 傅伯杰. 北京东灵山地区景观格局及破碎化评价[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 320-326.