开封市城区土地利用动态变化及其驱动因子分析

陈 志, 翟文侠, 宋成舜
(咸宁学院 资源与环境科学学院, 湖北 咸宁 437100)

摘 要: 基于开封市城区 1988 年和 2002 年土地详查与变更调查数据及社会经济统计资料, 通过引用土地利用变化幅度、动态度、转移矩阵与信息熵等理论与方法, 结合开封市社会经济发展状况, 在总结理论和对开封市土地利用动态变化特征进行分析的基础上, 得出了开封市土地利用变化的主要驱动因子。研究结果可为区域土地利用的优化配置、土地规划与管理提供理论依据。

关键词: 土地利用变化; 动态度; 信息熵; 驱动因子; 开封市
文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(2010)02-0103-05 中图分类号: F301.24

Urban Landuse Dynamic Change and Its Driving Factors in Kaifeng City

CHEN Zhi, ZHAI Wen-xia, SONG Cheng-shun
(*School of Resources and Environment Science, Xianning College, Xianning, Hubei* 437100, *China*)

Abstract: This study is based on the investigated data of landuse sifts and variations and the statistical information on society and economy in the urban area of Kaifeng City in 1988 and 2002. Landuse change extent and dynamic degree, transfer matrix, and information entropy model are referred. Driving factors of landuse change are discussed by the analysis of landuse change characteristics in the city. The research on regional landuse change and driving forces can afford theoretical attestation for optimizing configuration, layout, and management of regional landuse.

Keywords: landuse change; dynamic degree; information entropy; driving factor; Kaifeng City

土地利用变化涉及两个方面的问题, 一是变化过程, 二是引起变化的驱动力, 研究土地利用变化过程是研究其驱动力的基础。土地利用变化落实到具体区域上, 便会表现出不同的区域特点, 其驱动因子和各驱动因子的作用也呈现不同程度的变化[1-2]。分析土地利用结构变化过程, 探明驱动这一过程的关键因素及其作用方式, 能够为区域土地利用结构的优化、区域土地规划与管理提供理论依据。

国内学者从不同角度针对我国及各地区土地利用变化的特点及其驱动力进行了大量探索, 在基础理论、研究方法、区域模式和实践等方面积累了较多成果[3-11]。但从研究视角上, 土地利用变化的特点及驱动力机制需要作进一步的融合; 从研究尺度上, 中部地区的研究案例也需补充。

本研究拟引用土地利用变化幅度、动态度、转移矩阵与信息熵等理论与方法, 结合中部城市——开封市社会经济发展状况, 分析开封市 1988—2002 年土地利用变化的特征, 探讨开封市土地利用变化的驱动力因子, 以期为开封市土地利用结构的调整和土地利用规划提供科学依据。

1 研究区概况与数据来源

开封市位于中部省份河南省的东部, 黄河中下游冲积平原的南端, 处于豫东大平原的中心位置。现辖开封、兰考、通许、杞县、尉氏这 5 个市辖县及城区(包括龙亭、鼓楼、顺和、南关、郊区 5 个区), 土地总面积 6 444 km^2, 总人口 460 万人(2006 年)。开封市社会经济条件较好, 工农业发展较快, 但仍处于发展中期。研究区域为开封市城区的 5 个区, 即龙亭区、鼓楼区、顺和区、南关区和郊区。该区土地面积 395 km^2, 占全市土地面积的 6.1%, 人口为 80.1 万人, 占全市总人口的 17.4%。

开封市土地利用类型划分为耕地、林地、园地、居民点与工矿用地、交通用地、水域、未利用地共 7 个一级类型, 由于 1988—2002 年统计资料口径难以统一, 本研究将居民点与工矿用地、交通用地归并为建设用

收稿日期: 2009-01-05 修回日期: 2009-12-10
资助项目: 湖北省教育厅人文社会科学研究项目(2009y151); 咸宁学院重点科研项目(KY0853); 湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队资助计划项目(T200708); 咸宁学院优秀中青年科技创新团队资助计划项目(KT0736)
作者简介: 陈志(1967—), 男(汉族), 湖北省武汉市人, 教授, 主要研究方向为区域经济与城市发展。E-mail: chzh1967@163.com。

地,即合并为 6 个一级类型。引用的数据及资料主要来源于:(1) 1988 年和 2002 年土地利用详查和变更调查数据;(2) 河南省开封市 1997 年 1∶1 万和2000 年 1∶5 万土地利用图;(3) 2002—2004 年开封市年鉴和 2006 年开封市统计公报。

2 土地利用动态变化

2.1 土地利用变化幅度

土地利用数量变化通常以土地利用变化幅度来表示,土地利用变化幅度是指各土地利用类型面积的变化幅度(即变化率),反映不同类型土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化,其模型为[5-7]:

$$K_1 = \frac{S_2 - S_1}{S_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:K_1 ——研究时段内各土地利用类型变化幅度;S_1, S_2 ——分别为研究期初、研究期末某一土地利用类型的面积;$S_2 - S_1$ ——研究时段内各土地利用类型面积变化量。

根据公式(1)可计算得出 1988—2002 年开封市各土地利用类型变化量及变化幅度(表 1)。从表中可以看出,开封市耕地、园地和未利用地面积呈减少趋势,其中耕地面积减少量最大,达 4 354.63 hm^2,未利用地、园地次之,分别减少了 1 395.72 和 830.84 hm^2;林地、建设用地和水域面积增加,其中建设用地增加幅度居首,增加了 3 802.63 hm^2,水域、林地分别增加了 1 729.35 和 1 049.21 hm^2,从面积变化的绝对量来看,依次为耕地> 建设用地> 水域> 未利用地> 林地> 园地。但就各土地利用类型变化幅度而言,其绝对值依次为林地(97.48%)> 园地> 未利用地> 建设用地> 水域> 耕地(-19.58%)。

开封市土地利用变化的总趋势为耕地非农化和耕地后备资源的开发,区域林地覆盖率增加。

表 1 开封市 1988—2002 年土地利用变化

地 类	1988 年面积/ hm^2	2002 年面积/ hm^2	变化幅度/ %	动态度/ %
耕 地	22 242.50	17 887.87	-19.58	-1.40
园 地	1 454.67	623.83	-57.12	-4.08
林 地	1 076.31	2 125.52	97.48	6.96
建设用地	8 049.97	11 852.60	47.24	3.37
水 域	4 756.86	6 486.21	36.35	2.60
未利用地	2 500.56	1 104.84	-55.82	-3.99
合 计	40 080.87	40 080.87	—	11.20

2.2 土地利用动态度

土地利用变化的速度通常可以用土地利用动态度来表示,它包括单一土地利用类型动态度和综合土地利用类型动态度,前者表达的是某研究时段内某种土地利用类型变化情况,后者则是可以从总量上反映研究区内综合土地利用的变化信息。土地利用动态度模型可定量描述区域土地利用变化程度和变化速度,它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极作用。土地利用动态度是用以表示研究时段内各地类变化幅度的快慢,是一个相对值,其值的大小不仅与变化面积有关,还与研究初期的数值有较大关系,其模型为[8-9]:

$$K_2 = \frac{S_2 - S_1}{S_1} \times \frac{1}{T} \times 100\% = K_1 / T \quad (2)$$

$$K_3 = \sum |K_2| / 2 \quad (3)$$

式中:K_2 ——研究时段内单一土地利用类型动态度;K_3 ——研究时段内综合土地利用类型动态度,即单一土地利用类型动态度的绝对值之和;S_1, S_2 ——分别为研究期初、研究期末某一土地利用类型的面积;T ——研究时段(a);K_2 ——研究区某种土地利用类型的年变化率;K_3 ——研究区土地利用年变化率,即各土地利用类型变化幅度年平均值的 1/2(注:区域研究时段内各地类之间的相互转换是一个双向且等量的过程,综合动态度用以表示土地面积转出或转入的速度)。

本研究时段为 1988—2002 年,T 取值为 14。根据公式(2—3)可计算得出 1988—2002 年开封市单一土地利用类型动态度和综合土地利用类型动态度(表 1)。从表中可以看出,1988—2002 年 14 a 间开封市各地类的动态度(不分转出或转入)由大到小的次序为:林地> 园地> 未利用地> 建设用地> 水域> 耕地。林地动态度为 6.96%,为了优化城市旅游环境、防治风沙灾害、保护农田和改善区域生态环境,开封市政府近年加大了林地建设、城市绿化和防护林建设的力度,林地增长速度高于其他土地利用类型;园地动态度为-4.07%、未利用地动态度为-3.98%,开封市土地开发程度不断提高;建设用地动态度为 3.37%,由于人口增加、经济发展、城市化进程加快,使城市人口的居住面积以及相应的配套设施用地需求增加,导致开封市建设用地大幅度增加。1988 年开封市市区人口约为 66.35 万人,2002 年约为 78.03 万人,增加了 11.68 万人,增长幅度为 17.6%。建设用地的增加是以农用地(耕地、园地、林地)的减少为代价,另有 8% 的未利用地也被开发为建设用地;水域面积动态度为 2.59%,近年来开封市提出建设"北方水城"和大力发展旅游事业的政策,加大了水体治理、疏通河沟、水利建设的力度[12],2000 年完成了城市河流和湖泊的疏通工程,随着开封市引黄工程建设

步伐加快, 重点对柳园口干渠、东干渠和西干渠等沟渠进行了清淤治理, 同时加快了三荒两废的水产开发, 新增和改造鱼塘, 发展水产养殖, 使得全区的水域面积大大增加; 耕地动态度为– 1. 39% , 约为同期全国耕地平均动态度(– 0. 25%) 的 5. 56 倍, 开封市耕地递减速度远远高于全国平均速度。

土地单一动态度以林地最为明显, 开封市生态环境日趋改善, 但即使动态度最小的耕地也高于全国水平, 说明开封市土地地类变化较为频繁, 土地利用状况不稳定。

2. 3　土地利用类型转移矩阵

马尔可夫转移矩阵可全面、系统地刻画区域土地利用变化的结构特征和各种用地类型变化的方向, 根据转移矩阵所提供的数据信息, 通过分析特定的土地利用类型, 有利于揭示区域土地利用类型变化的驱动因子。转移矩阵的意义在于它不仅可以反映研究初期、研究末期的土地利用类型结构, 同时还可以反映研究时段内各种土地利用类型的转移变化情况, 便于了解研究初期各类型土地的转移去向以及研究末期各土地利用类型的来源与构成。针对某一种土地利用类型, 通过矩阵表, 可以计算其流向百分比, 并按照比率大小排序, 便于区分促使该类土地变化的主导类型和次要类型, 进而以此为突破口, 分析解释类型变化的原因[7-9]。根据 1988 年和 2002 年土地利用详查和变更调查数据, 可列出开封市土地利用类型转移矩阵(表 2) 。

表 **2**　开封市土地利用类型转移矩阵(**1988** —**2002** 年)　%

项 目	建设用地	耕 地	园 地	林 地	水 域	未利用地
建设用地	92	3	0	3	1	1
耕 地	17	66	1	4	10	2
园 地	18	64	2	4	10	2
林 地	43	30	0	12	10	5
水 域	0	19	0	4	74	3
未利用地	8	36	2	22	24	8

1988 —2002 年期间, 开封市建设用地有较高的稳定性, 保持 92% 的面积没有变化; 其次是水域, 其 74% 的面积没有发生变化; 未利用地、园地、林地的转移率较高, 未利用地的 92% 发生了转移, 未利用地主要是盐碱地、沙地、荒草地和背河洼地, 由于近年来黄河背河洼地、盐碱地和荒草地被复垦整理为耕地, 另外植树造林、引黄水利建设和水产养殖等导致未利用地大部分流向耕地、林地和水域。

开封市城市规模的扩展使一部分未利用地转化为建设用地, 占未利用地转移面积的 8% ; 园地和林地主要转移为建设用地和耕地, 其中 18% 的园地转移为建设用地, 64% 的园地转移为耕地, 43% 的林地转移为建设用地, 30% 的林地转移为耕地; 该区虽有 66% 的耕地面积没有变化, 但是转移率高达为 34% , 由于其基数大, 转移的数量还是很惊人的, 主要转移为建设用地、林地和水域。1988 —2002 年 14 a 间开封市耕地流失共 4 354. 63 hm^2, 其中有 50% 转化为建设用地。政府为保持农业持续发展和生态环境建设, 实行退耕还林还草政策, 转化为园地的面积占耕地流失面积的 8% 。由于研究区人口增长、城镇居民用地扩大, 城市化进程对耕地的变化产生了较大的影响, 促使耕地流向建设用地。

近年来, 随着经济的快速发展和人口的快速增长, 耕地资源的利用方式也发生了较大的转变, 主要表现为耕地向其它土地利用方式的转变和面积的减少。在市场经济条件下, 比较经济利益是导致耕地资源向非农利用或优质粮田抛荒的最根本原因。开封市耕地向非农利用方向特别是建设用地方向的大量转移是该区土地利用中存在的突出问题, 耕地大量流失的现象不容忽视。

2. 4　土地利用结构信息熵、均衡度和优势度

土地利用系统是一个复杂的开放系统, 土地利用的结构特征可以用信息熵来描述和刻画, 其模型为[10-11]:

$$H = -\sum_{i=1}^{n} P_i \ln P_i \qquad (4)$$

式中: H ——土地利用结构信息熵; P_i ——研究区各类土地面积占该区域土地总面积的百分比; n ——区域土地利用类型数量。熵值的大小反映区域土地利用类型的多少和各类型面积分布的均匀程度, 熵值越大, 表明研究区土地利用类型数越多, 各土地利用类型的面积相差越小, 土地利用越均衡。当区域内各用地类型的面积相等, 即:

$$P_1 = P_2 = P_3 = \cdots = P_N = 1/n \qquad (5)$$

这时, 熵值达到最大, 则表明区域土地利用达到了均衡状态。

但在实际应用中, 利用上式计算土地利用结构的信息熵对区域内土地利用类型数 n 的反映不够明朗, 其数值往往缺乏可比性。因此, 学者们在 Shannon 信息熵的基础上, 提出了土地利用均衡度的概念, 以便更好地揭示区域土地利用的结构特征。

区域土地利用结构的均衡度 J, 可表示为实际熵值与最大熵值之比, 即:

$$J = -\sum P_i \ln P_i / \ln n \qquad (6)$$

J 值越大, 表明区域土地利用的均质性就越强。

与信息熵相比, 其均衡度的直观性和可比性均有所增强。均衡度的取值范围为 $J \in [0, 1]$, 当 $J = 0$ 时, 城市土地利用处于最不均匀状态, 而当 $J = 1$ 时, 则土地利用类型达到理想的平衡状态。同样, 优势度的表达式为:

$$D = 1 - J \quad (7)$$

它反映了区域内一种或几种土地类型支配该区域土地的程度, 与多样性成反比。

运用以上理论和模型, 根据土地利用结构数据计算得出开封市 1988 和 2002 年的土地利用结构信息熵、均衡度及优势度(表 3)。

从表中可以看出, 1988 年开封市土地利用结构信息熵为 0.561 3, 2002 年为 0.579 7, 比 1988 年增大了 0.018 4, 平均递增率为 0.13%; 1988 年的均衡度为 0.721 4, 2002 年为 0.745 0, 增大了 0.023 6, 平均递增率为 0.17%。1988 年的优势度为 0.278 6, 2002 年为 0.255 0, 减少了 0.023 6, 平均递减率为 0.17%。1988—2002 年 14 a 来开封市土地利用结构的信息熵、均衡度呈增大的趋势, 增长率较小, 同时优势度减小, 减小的幅度很小, 说明开封市各土地利用类型之间的面积差别在减小, 土地利用向均衡方向发展, 均质性增强, 但发展趋势缓慢, 2002 年的信息熵与达到均衡状态的信息熵还有相当大的差距。

表 **3** 开封市土地利用结构信息熵、均衡度与优势度

类 型	1988 年	2002 年
耕 地	55.49%	44.62%
园 地	3.63%	1.56%
林 地	2.69%	5.31%
建设用地	20.08%	29.57%
水 域	11.87%	16.18%
未利用地	6.24%	2.76%
信息熵 H	0.561 3	0.579 7
均衡度 J	0.721 4	0.745 0
优势度 D	0.278 6	0.255 0

随着经济的发展、城市化进程的加快, 其用地规模也在逐年扩大, 基本建设投资由 1988 年的 7 660 万元增加到 2002 年的 76 383 万元, 14 a 间平均每年增长 3.37%, 导致了建设用地的迅速扩展。

工业活动在宏观上决定了城市用地的扩张速度, 在微观上决定了城市用地的结构形态, 在扩展距离上, 工业用地向外伸展, 并带动居住用地和仓库、交通设施向外扩张。1992 年以来开封市通过用地结构的逐步调整, 用地结构趋向合理, 但均衡化的发展速度较慢, 表现为耕地所占比重逐渐减少, 建设用地所占比重逐渐增大, 未利用地所占比重逐渐减小, 林地和水域所占比重也逐渐增大。

3 驱动因子分析

土地利用变化的驱动力主要包括自然和社会经济因子, 在一定区域、一定时期内, 土地利用变化的驱动主导因子常表现为社会经济政策因素, 而自然因素具有相对稳定性。据此, 在总结理论和分析开封市土地利用结构变化特征的基础上, 得出开封市土地利用变化的主要驱动因子。

3.1 自然环境因子

区域土地资源的自然供给, 除受到本身所处的地理环境和地域结构的限制外, 还受到行政地域和领土范围的限制, 因此, 土地资源的自然供给是无弹性的。但是土地具有多用途性, 且一种土地用途可被另一种用途所替代。

开封市的自然因素对开封市建设用地的扩展产生影响, 开封段黄河河道位于开封的北部, 距城区不到 10 km, 而且正常水位高出开封市区 5~8 m, 是世界上著名的悬河, 在黄河大堤以南 1~6 km 的狭长地带为背河洼地, 地势低洼, 盐碱地和滩涂较多, 这使得开封市向北部发展受到很大的限制。东部土质条件较好, 为郊区主要农业用地, 因此城市向东发展也受到一定的限制。南部为陇海铁路横贯, 城市向南发展受阻隔。城市西部特别是西郊乡, 虽然沙地、劣地较多, 在基建施工方面有一定影响, 但从全局来看, 仍是城市发展的主要方向, 1981—2000 年城市发展总体规划确定今后西郊为工业重点发展区域, 该区南部辟出仓库区, 并预留西货场用地, 西部为建设用地主要扩展方向。

该区土壤由黄河冲积物发育而成, 主要有潮土、风沙土、盐土和新积土这 4 类, 且以砂质潮土为主, 固定风沙土、半固定风沙土次之, 在土地利用过程中容易造成水土流失。为了防风固沙, 减少水土流失, 美化环境, 开封市提倡植树造林、退耕还林还草, 加大城市绿化力度, 林地的面积大幅度增加。1996 年城市公共绿地为 172.6 hm^2, 2003 年增加至 172.0 hm^2; 1994 年人均公共绿地为 2.9 m^2/人, 2003 年增加至 4.4 m^2/人。

3.2 经济发展因子

由于比较经济效益的驱使, 开封市的一些耕地流向建设用地或被撂荒, 造成耕地的减少和建设用地的不断扩张。据报道, 单位面积土地用于农业、工业和商业的产出价值比一般为 1∶100∶1 000。近几年来, 农业生产成本上升较快, 而粮食价格持续偏低, 种粮收益明显减少, 耕地用途转移或弃耕势必成为必然。随着我国计划经济向市场经济的转轨、土地有偿使用制度的实施, 不同类型土地的产出效益差异逐渐体现出

来。随着城乡土地市场日益发育, 土地价值差异也逐渐显现, 不同类型土地的价格也随之变动。在开封市郊区, 受经济利益的驱使, 非法买卖土地、私自修建住宅等现象十分严重。例如, 位于城区边缘的演武庄村 1999 年至 2002 年私自卖宅基地面积 11 667.25 m^2, 收款 106 万元。由于城区边缘地价相对较低, 有些人就在郊区购地建别墅和楼房, 但是由于郊区基础设施不完善, 交通不便, 大量住房闲置。

经济发展速度的周期性决定了建设用地扩展速度的周期性, 当经济高速发展时, 带来的实际收入和城建投资的增加, 促进了城镇化进程及城市空间的扩展, 使得大量农业人口流入城镇, 导致建设用地增加和耕地减少。随着开封市经济的快速发展, 同时推动了城市化进程的加快, 大量动态因素对于土地利用变化的影响非常显著, 园地、耕地和其他农用地被占用, 同时经济发展带动了一系列产业的出现和发展, 比如服务业、房地产业、交通业等, 也需要占用大量的土地。

3.3　城市化因子

城市化是农业人口向城市人口转化、农业地域向城市地域转化、农村生活方式向城市生活方式转化的动态过程, 其复杂性和综合性决定了城镇化发展驱动力的复合性。人口的非农化一定程度上可能加快建成区面积的不断扩张, 引起城市区域建设用地配置的变化。城市化的发展不仅通过人口、产业集中、地域扩散占用土地, 而且通过生活方式和价值观念的扩散, 改变原来的土地利用结构。从开封的具体情况来看, 城市化发展对于土地利用类型转化的驱动作用主要表现为建设用地的扩展即交通用地、市政设施用地等公共基础设施用地和农村居民点的增加。

1988—2002 年开封市城市化指数由 20.08% 增加至 29.57%, 开封市处于城市化的中期阶段, 城市化进程的加快必然导致城市规模扩大, 城市边缘区不断向外推进, 城市人口不断增多, 农业用地被住宅、工厂、交通、行政、商业等各种非农业建设用地所替代, 加速了农用地向建设用地的流转。同时, 开封古都风貌的修复和开封城的现代化建设必然会打破原有的城市土地利用格局, 使得城市内部各非农业用地间相互置换。

近年来, 开封市大力发展旅游业, 实施“旅游带动”战略, 积极开发西区, 改造美化老城区, 完美东区。仅在“九五”期间, 就融资 20 多亿元, 强力推进城市基础设施建设和旧城区改造, 使城市建成区扩展速度明显加快, 与“八五”相比, 扩大了 22 km^2。

3.4　人口因子

在人类因素中, 人口增加对土地影响尤为显著, 是最具有活力的驱动力之一。在限定区域, 且经济较为发达、城市化较快区域, 人口增长与耕地减少、土地利用程度可能存在正相关关系。人口城镇化与土地非农化密切相关, 城镇化水平越高, 城镇人口越多, 对商业、市政实施、交通仓储、公共建筑等城镇基础设施的需求也越多, 对城镇建设用地扩张的推动力可能也越大。1980—2004 年, 开封市非农业人口由 1980 年的 41.06 万人增加到 2003 年的 59.30 万人, 城区面积由 1980 年的 359 km^2 增加到 2004 年的 395 km^2, 这种增长规模和速度给土地利用带来显著影响。

3.5　政策因子

政策因素是城市土地利用变化的基础和保障。随着我国土地制度改革的推行与深化, 政策因素对开封古城土地利用转化的作用力度和作用形式也不断变化。20 世纪 90 年代以来, 开封市积极推进城市化进程, 大力发展二、三产业, 使该市建设用地大幅度增加, 城镇化水平逐渐提高; 同时, 响应国家号召, 开封市积极开展“退耕还林草”工程, 最近几年提出了建设旅游城市、水上城市的发展思路, 提高了城市绿化程度(如 2000 年完成植树造林 8 113 万株, 基本建成了黄河大堤、护城大堤、310 国道等骨干防护林带; 2001 年完成了金明大道和金明广场绿化工程)。加强了水域的综合治理, 同时政府为了加快当地经济的发展、增加农民收入, 进行了产业结构调整, 在重视农业的同时, 大力发展水产养殖, 且卓有成效, 使开封市的林地面积和水域面积都有大幅度的增加。

4　结 论

(1) 随着城市经济的发展、人口规模的增长、政策的变迁, 开封市土地利用变化具有明显的特征。主要表现为耕地和未利用地面积的急剧减少, 建设用地、水域和林地面积的增加, 建设用地占用大量的农用地, 未利用地不断被开发为水域、耕地、园地和建设用地。

(2) 自然环境、人口增长、经济发展和政策调控共同构成了开封市土地利用结构信息熵和均衡度变化的驱动力系统, 通过对开封市 1988 年和 2002 年土地利用结构的信息熵和均衡度分析, 总体趋势是各土地利用类型比重相对差距逐渐缩小, 土地利用结构的均衡性呈逐渐增强的趋势, 但速度缓慢。

(3) 目前开封市的土地利用方式仍较粗放, 结构均衡度不高, 用地布局混乱, 土地资源浪费严重, 尤其是城镇及独立工矿用地比重大, 土地利用率很高, 但生产率及效益偏低, 后备资源相对不足。

(下转第 113 页)

[4] 王凯博, 陈美玲, 秦娟, 等. 子午岭植被自然演替中植物多样性变化及其与土壤理化性质的关系[J]. 西北植物学报, 2007, 27(10): 2089-2096.
[5] 范玮熠, 王孝安, 郭华. 黄土高原子午岭植物群落演替系列分析[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 706-714.
[6] 周印东, 吴金水, 赵世伟, 等. 子午岭植被演替过程中土壤坡面有机质与持水性能变化[J]. 西北植物学报, 2003, 23(6): 895-900.
[7] 李国庆, 王孝安, 郭华, 等. 陕西子午岭生态因素对植物群落的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2463-2471.
[8] 胡理乐, 闫伯前, 刘淇璟, 等. 南方丘陵人工林林下植物中间关系分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2019-2024.
[9] 胡相明, 程积民, 万惠娥. 黄土丘陵区人工林下草本层植物的结构特征[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 41-46.
[10] D 米勒• 唐布依斯, H 埃伦伯格. 植被生态学的目的和方法[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
[11] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
[12] 马克平. 生物群落多样性的测度方法α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162-168.
[13] 张林静, 岳明, 顾峰雪, 等. 新疆阜康绿洲荒漠过渡带植物群落物种多样性与土壤环境因子的耦合关系[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 658-662.
[14] 朱利君, 苏智先, 胡进耀. 珙桐群落种间关系的研究[J]. 广西植物, 2006, 26(1): 32-37.
[15] 张桂娟, 张金龙, 李淑贤, 等. 承德县人工油松林林下草本植物种间关系研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(7): 109-113.
[16] 邓娟, 上官周平. 黄土丘陵区人工和天然油松林物种多样性比较[J]. 西北农业学报, 2008, 17(2): 126-131, 136.
[17] 杜宁, 郭卫华, 吴大千. 昆嵛山典型林下灌草层植物种间关系研究[J]. 山东大学学报, 2007, 42(3): 71-77.
[18] 邹厚远, 刘国彬, 王晗生. 子午岭林区北部近 50 年植被的变化发展[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 1-8.
[19] 刘政鸿. 黄土高原天然柴松林群落学特性的初步研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(9): 1486-1490.
[20] 程积民, 赵凌平, 程杰. 子午岭 60 年辽东栎林种子质量与森林更新[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(2): 10-16.

(上接第 107 页)

[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): 553-557.
[2] 李秀彬. 土地利用变化的解释[J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-203.
[3] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51-57.
[4] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(4): 129-138.
[5] 张丽萍, 张锐波. 城市化过程中土地利用结构变化的时空动态研究: 以杭州市为例[J]. 经济地理, 2004, 24(6): 794-799.
[6] 管相荣, 秦耀辰. 开封市城市土地利用时空演化分析[J]. 许昌学院学报, 2005, 24(2): 134-137.
[7] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
[8] 朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 643-650.
[9] 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540.
[10] 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.
[11] 陈志. 武汉市土地利用结构信息熵演变及动力分析[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2006, 28(3): 317-320.
[12] 王发曾. 开封市生态城市建设中的开放空间系统优化[J]. 地理研究, 2004, 23(3): 281-291.