

中国土地利用格局及其影响因子分析

王思远¹, 张增祥², 周全斌², 刘 斌², 王长有²

(1. 清华大学水利工程系, 北京 100084; 2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要:在遥感技术与 GIS 技术的支持下, 对中国土地利用空间格局及其影响因子进行了分析。首先通过 1 : 10 万中国土地利用数据库经过分层提取, 生成中国土地利用类型空间分布格局数据库, 在此基础上对中国土地利用空间格局进行了分析; 而后在引入景观多样性指数、优势度指数、均匀度指数、破碎度指数的基础上, 对中国土地利用景观格局进行了定量分析。研究结果表明: 中国土地利用景观多样性指数、优势度指数、均匀度指数、破碎度指数空间分布上具有明显的规律性; 随着人类活动的逐渐增强, 景观的多样性指数逐渐增加, 优势度指数逐渐减少, 破碎度指数逐渐增加; 而当人类已经彻底改变自然景观, 多样性指数则逐渐减少, 优势度指数增加, 而破碎度指数逐渐减少。同时, 针对中国土地利用景观格局及其生态背景的特点, 选择北纬 40°、28°和 24°三条样带, 东经 108°和 114°两条样带, 对中国土地利用格局的影响因子进行了分析。

关键词:GIS 技术; 土地利用; 景观格局; 影响因子

Analysis of landscape patterns and driving factors of land use in China

WANG Si-Yuan¹, ZHANG Zeng-Xiang², ZHOU Quan-Bin², LIU Bin², WANG Chang-You² (1. Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(4): 649~656.

Abstract: The research on land use and land cover changes is a core for studies on the global change. The study on spatial pattern and its change of land use is important for better understanding land use/land cover changes and environmental management. Remote sensing and geographical information system were used to analyze the landscape pattern and its driving factors of land use in China. First, the types of land use in China were divided into six major types and twenty-six sub-types. The major types include cultivated land, forestland, grassland, water area, built-up land and barer land. Second, the information of land use classification was extracted from a database of resource and environmental with 1:100000 scales and in raster format. The spatial pattern of land use based on the land use classification database was analyzed. Third, we calculated the landscape diversity index (H), the landscape dominant index (D), the landscape homogeneity index (E) and the landscape broken index (C). These indexes of spatial patterns showed a clear picture of disturbance caused by human activities. With the increasing of disturbances, the

基金项目:中国科学院知识创新工程重大资助项目(KZCX1-Y-02)

收稿日期:2001-11-27; **修订日期:**2002-07-20

作者简介:王思远(1972~), 男, 博士, 主要从事 GIS、模式识别、环境遥感等方面研究工作。E-mail: siyuan-w@cmail.com

致谢:感谢中国科学院遥感应用研究所赵晓丽、谭文斌、杨存建、邹亚荣等同志的帮助, 同时对中国科学院其它院所共同参加本项目辛勤工作的同志表示衷心感谢。

Foundation item: The Project of Knowledge Innovation of CAS(No. KZCX1-Y-02)

Received date 2001-11-27 **Accepted date:** 2002-07-20

Biography: WANG Si-Yuan, Ph.D., main research field: GIS, Pattern Recognise, Remote Sensing of Environment.

diversity index, the homogeneity index and the broken index all increased and the dominant index decreased. However, when natural landscape was transformed completely by human activities, shown as the increased human impact, the diversity index, the homogeneity index and the broken index all decreased and the dominant index increased. Fourth, According to characteristic of landscape patterns and its eco-environmental background of land use, five transects were selected and the driving factors of land use landscape patterns were analyzed.

Key words:geographical information system; land use; landscape patterns; driving factors

文章编号:1000-0933(2003)04-0649-08 中图分类号:Q143,F301 文献标识码:A

土地利用是自然基础上的人类活动的直接反映,土地利用特征具有显著的空间特点和时间特点,通过遥感获取的时间序列信息,为恢复重现土地利用的空间信息和预测未来发展趋势奠定了坚实的基础^[1]。景观生态学是地理学、生态学及系统论、控制论等多学科交叉、渗透而形成的一门新的综合学科^[2]。景观生态学的迅速发展,为综合解决资源与环境问题,全面开展生态环境建设,提供了新的理论与方法,并已在国土整治、资源开发、土地利用、自然保护、区域规划、环境整治等领域得到广泛的应用。因此,本文在遥感技术与 GIS 技术的支持下,通过引入景观生态学因子,对中国土地利用/土地覆盖的景观空间格局及其影响因子进行了分析,为更好的研究土地利用/土地覆盖时空演变规律,为政府的宏观决策提供依据。

1 数据获取

所使用的数据集来自中国资源环境数据库,主要有中国 20 世纪 90 年代末期土地利用的 1:10 万的土地利用数据、全国生态背景数据(温度、降雨、地形地貌)以及中国分县行政界限数据等。土地利用数据是通过 LANDSAT TM 图像进行人工目视解译得到的(见中国资源环境数据库的数据采集部分)。判读前首先进行 TM 图像的几何纠正与辐射纠正,而后进行图像的镶嵌、整饰。判读过程中,充分利用了地形地貌图等辅助数据,并进行了实地勘察。根据中国《土地利用现状调查技术规程》和土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素作为土地利用的分类依据,区分差异性,归纳共同性,从高级到低级逐级划分,将土地利用类型分耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用土地共 6 个一级类型和 26 个二级类型。

以上土地利用数据与行政界限数据均被统一到统一的坐标系和投影下。所采用的投影为等面积割圆锥投影,并采用中国统一的中央经线和双标准纬线,中央经线为东经 105°,双标准纬线分别为北纬 25°和北纬 47°,所采用的椭球体为 KRASOVSKY 椭球体。在 Arc/Info 软件环境下,二期土地利用数据均被统一栅格化成 100m×100m 的 GRID 数据。

2 中国土地利用空间格局分布特征

中国土地利用空间格局分布特征的研究是基于前面生成的 100m 土地利用栅格数据库的基础上,按照刘纪远先生提出的 1km 数据通用研究平台设计思想^[3],在 Arc/Info 软件支持下,按土地利用分类信息对土地利用栅格数据库进行分层提取,分别生成全国耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 1km 栅格数据,其中每一栅格像元代表了该种土地利用类型在整个土地利用类型所占百分比的高低。

彩图 1(见刊后彩图)为 20 世纪 90 年代末期中国土地利用空间分布格局。从中可以看出,耕地主要分布于中国东部地区,以大兴安岭-张家口-榆林-兰州-藏东南边缘为界,其东南部占中国土地总面积的 45%,而耕地却占总面积的 88.6%,而西北部虽占中国土地总面积的 45%,而耕地仅占 11.6%,从而使中国农业形成了农、牧两大作业区域。从耕地所处的生态环境背景来看,耕地主要分布在温度等级的中温带、暖温带、北亚热带和中亚热带地区;在不同降雨带主要分布于东部沿海 400mm 等降水线以东的地区,即半湿润和湿润区,400mm 等降水线以西的半干旱和干旱区;从地势上看,耕地主要分布于中国东部第 3 级阶梯上,在第 2 级阶梯上只有四川盆地、黄土高原区、河西走廊和天山南北绿洲区分布比较集中,而在第一级地势上只有零星分布。中国林地主要分布在东北三省的大小兴安岭区与南方山地丘陵区。从温度带来看,林地大部分分布于南方亚热带湿润等地区,从降雨带来看,主要分布于半湿润区和湿润区,从地势上主要分布于山地与丘陵区。草地的基本空间格局以分布于中国中西部为多,而在东部分布相对较稀少。从温度带与降

雨带来讲,草地主要分布于寒温带与中温带,降雨带的干旱与半干旱地区,即大致在大兴安岭-阴山-吕梁山-横断山一线以西地区。从地势地貌上则主要分布青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、天山山脉与塔里木盆地等周围地区。从遥感影像上解译的水域主要包括天然陆地水域和水利设施用地,如河流、湖泊、水库、海涂、滩地以及冰川和永久积雪地等。我国水资源数量比较丰富,其面积占国土总面积的 2.8%,但分布比较分散。建设用地主要包括城镇农村居民用地、工矿用地等。由于建设用地是直接供人们使用的土地,因而与人口的空间分布密切相关,也与耕地的分布趋势一致。所以中国建设用地的总体分布格局为:建设用地主要分布于暖温带、北亚热带和中温带地区;降雨带的湿润、半湿润地区,而在干旱、半干旱区分布稀少;从地势上来看主要分布在地势的 3 级阶梯上,包括沿海东北平原、华北平原、长江中下游平原以及长江三角洲、珠江三角洲等地区,西部的四川盆地、关中盆地与河套平原、河西走廊等地区。未利用地主要指目前还未利用的土地和难利用的土地,包括沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地和裸土、裸岩地等。未利用地的空间分布格局:主要分布于温带和暖温带荒漠区和青藏高原寒地区,这些地区由于置身于欧亚大陆中心,四周离海洋均极为遥远,又为一系列高山高原所环绕,湿润的海洋气流很难进入,因此,其主要自然特色是气候极为干旱,景观以各种类型的温带与暖温带荒漠为主,特别是流沙茫茫的沙漠和砾石累累的戈壁。沙漠主要分布在北方干旱、半干旱地带,包括最大的沙漠新疆塔克拉玛干沙漠;沙地主要有科尔沁沙地、毛乌素沙地、浑善达克沙地和呼伦贝尔沙地等;戈壁主要分布于西北干旱区,盐碱地分布范围较广,几乎遍及淮河、秦岭-巴颜喀拉山-念青唐古拉山-冈底斯山-昆仑山以北的大半个中国,而盐碱地分布最广的是西北干旱区,占整个中国盐碱地面积的 85.49%。

3 中国土地利用景观格局分析

土地利用/土地覆盖是由各种类型的斑块组成,斑块的空间分布称为格局,通过空间格局分析可以把土地利用/土地覆盖的空间特征与时间过程紧密联系起来,从而可以更好分析土地利用/土地覆盖的时空演变规律。

3.1 土地利用景观格局计算模型

由于景观生态学研究的主要对象是景观格局的空间结构、功能、变化以及景观规划管理等,为此,景观生态学家对景观的空间格局定量分析提出了许多不同指标,如景观多样性、均匀度、优势度、聚集度、分离度、破碎度等指数,为景观空间格局的研究奠定了基础。为了研究中国土地利用空间格局演变过程,同时,景观指数直接与人类对自然的影响程度习习相关,如通过景观多样性指数和破碎度指数的计算,可以反映人类对自然景观的影响过程;景观破碎度指数主要反映景观的破碎化程度,也可以定量衡量一种生态系统中物种的生存能力;多样性指数是反映景观中各类斑块复杂性和变异性的量度,生态学家也认识到,一个生态系统多样性指数的大小并不能完全反映该生态系统稳定性的高低,但对于相似的生态系统,多样性指数的大小可以反映该生态系统修复功能的强弱,同时研究也显示一个多样性指数较低的生态系统更容易受到外来物种所侵扰。通过计算各类景观指数,可以定量地了解中国土地利用景观分布的空间格局及人类影响过程。现选择景观多样性指数、优势度指数、均匀度指数和破碎度指数进行土地利用空间格局演变分析,其计算公式与生态涵义见表 1。

3.2 计算结果分析

在 Arc/Info 软件空间数据管理与分析功能支持下,根据 26 种土地利用景观类型,通过编制 AML 宏程序,同时结合大型统计分析软件包 SPSS,实现土地利用空间格局景观指数的计算与分析。

彩图 II 为以行政区县为分析基本单元计算的 20 世纪 90 年代末期中国土地利用景观多样性指数、优势度指数、均匀度指数和破碎度指数空间分布图。土地利用/土地覆盖景观多样性是土地利用类型多样性和复杂性的量度, H 值的高低反映了土地利用类型的多少以及各类型所占比例的变化。景观优势度指数用于测度土地利用类型中一种或几种类型支配整个土地利用/覆盖的程度,它与景观的多样性指数近似成反比,对于景观类型数目相同的地区, H 值越大,其 D 值越小。从中国土地利用景观多样性指数和优势度指数空间分布图可知:多样性指数与优势度指数空间分布比较有规律,多样性指数 0~1.004 的区域集中分布在中国中东部,包括北京、河北、山东部分区域以及河南、江苏、安徽、浙江等,地理位置相对集中,

表 1 景观空间格局特征指标及其生态涵义^[5,6]

Table 1 The diagnostic index and ecological meaning of the spatial pattern of landscape

名称 Name	计算方法 Method	生态涵义 Ecological meaning
1. 斑块面积(A)与斑块周长(S)	GIS 软件统计获得	景观空间格局分析基础 The analysis basic of landscape pattern
2. 景观多样性指数(H)	$H = - \sum_{i=1}^m P_i \times \log_2 P_i$ <p>P_i 为斑块 i 的景观比例, m 为斑块种类</p>	反映景观中各类斑块复杂性和变异性的量度 The complexity and variability of land scape patches
3. 景观优势度指数(D)	$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i) \log_2 (P_i)$ $H_{\max} = \log_2 (m)$	反映斑块在景观中占有的地位及其对景观格局形成和变化的影响 The status and function of patches in landscape pattern change
4. 景观均匀度指数(E)	$E = (H/H_{\max}) \times 100\%$ $H = - \lg[\sum_{i=1}^m (P_i)^2] H_{\max} = \lg(m)$	反映景观由少数几个主要景观类型控制的程度 Degree to which landscape is controlled by few patches
5. 景观破碎度指数(C)	$C = \sum N_i / \sum A_i$ <p>$\sum N_i$: 景观斑块总个数; $\sum A_i$: 景观总面积</p>	反映景观的破碎化程度 Measures the broken degree of landscape patches

而该区域景观优势度指数相对较大,为 2.289~3.205。通过分析中国土地利用空间格局可以发现,该区域土地利用景观类型主要由耕地、建设用地组成,由于人类活动的加强,耕地与建设用地已经占绝对优势,从而彻底改变了自然景观而形成了人文景观,土地使用类型相对单一,景观的多样性指数减小,属于人类影响最强区。多样性指数为 1.004~2.007、优势度指数为 1.373~2.289 的区域主要包括西藏自治区和内蒙古、新疆、青海部分区域以及中国中部较少区域,该区域景观类型主要以草地、沙漠未利用地等自然景观为主,人口分布稀疏,人类对自然景观的影响很小,故土地利用景观的复杂性较小而一种或几种景观类型的优势较明显,属于人类影响最弱区。多样性指数为 2.007~3.513、优势度指数为 0~1.373 的区域位于中国中南部大部分区域以及青海、新疆、内蒙古部分区域,该区域景观类型以林地、耕地、草地以及建设用地为主,由于人类活动的逐渐增强,人类对自然景观的影响逐渐加大,导致土地破碎程度增加,景观多样性增加,属于人类影响渐强区。均匀度指数描述了土地利用不同类型分配的均匀程度,破碎度指数反映了土地利用/覆盖被分割的破碎程度,它与土地资源保护密切相关。从彩图Ⅱ的景观均匀度指数和破碎度指数分布图可以看出:均匀度指数 0~27.977 的区域由人类活动影响最强区和人类活动影响最弱区组成,在人类活动最强区域由于人类的活动已经彻底改变了自然景观而形成相对单一的人文景观,而在人类活动最弱的区域由于人类干扰很少,自然景观也相对单一,从而均匀度指数相对较低,破碎度指数也相对较低,为 0.005~0.111。均匀度指数 27.977~62.5 的区域分布较分散,而均匀度指数为 62.5~85.516 的区域分布相对集中,主要分布于中国中南部地区以及福建、广东沿海区域,属于人类活动较密集的区域,通过分析最近 10a 中国土地利用类型的变化,可以发现此区域由于人类干扰逐渐加强,非农建设用地(居民地、工矿用地与交通用地)增加,占用一些耕地和林地,而造成耕地与林地减少,土地利用景观的均匀度指数增加,同时景观破碎度指数增大,为 0.537~0.75。这一区域,人类活动愈强烈,景观的均匀度指数愈大,土地利用/覆盖的破碎程度也愈深。

4 基于样带的中国土地利用景观格局影响因子分析

4.1 样带选择

样带是指在全球变化或区域环境变化中具有代表性的地带和敏感地带。在选取样带时,考虑的主要标准是典型性、易用性和完备性。我国地域辽阔,从南到北跨越热带、亚热带、温暖带和温带,从东到西包括了湿润、半湿润、半干旱、干旱地区,形成多种生态系统,具有代表性的有亚热带生态系统、暖温带生态系统、温带生态系统,还有数据上从东向西为“三级阶梯”分异特色,东部湿润的平原、中部半湿润半干旱的高原、盆地、西部干旱的沙漠戈壁。故在样带的选择上,针对中国土地利用景观格局特点,纬向选择温带与暖温带

过渡的北纬 40°、暖温带与北亚热带过渡的北纬 28°、北亚热带与南亚热带过渡的北纬 24°三条样带,经向选择我国地形二、三级阶梯(中部高原与西部荒漠)交接处的东经 108°、一、二级阶梯(东部沿海平原与中部高原)交接处的东经 114°两条样带。各样带内,通过土地利用/土地覆盖格局特点的比较研究,来分析土地利用景观格局的影响因子。土地利用景观类型变量为:耕地覆盖率(Y_1),林地覆盖率(Y_2),草地覆盖率(Y_3),建设用地覆盖率(Y_4),未利用地覆盖率(Y_5),由于水域与地域影响因子相关程度较小,故把水域变量排除在外。综合考虑中国土地利用格局的生态背景,选择影响因子变量为:土地利用程度(K_1),年降雨量(K_2),年日照时数(K_3),年均温(K_4),0℃积温(K_5),10℃积温(K_6),湿润度(K_7),环境综合指数(K_8),高程(K_9),植被指数(K_{10}),经纬度(K_{11})。

4.2 样带分析原理与方法

因子分析是一种用较少的综合变量来表达多个观测变量的多元统计分析方法。基本思想是:若确定一组变量或观测数据,就可能存在一个变量维数小于原始变量数的子集,用此子集基本上可以解释整个问题。

因子分析的基本方法:

(1) 数据标准化 多指标评价,由于各个指标量纲不同,数据缺少可比性,因此,必须将数据标准化,以使得各个指标之间具有可比性。最常用的标准化方法是正规化处理,即对每个指标的各个样本值 x_1, x_2, \dots, x_n 做如下变换:

令
$$y_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, 然后,用标准化后的数据,进行下一步因子分析。

(2) 因子分析:由于各个样本值总能分解成 p 个成分(即另外的 p 个变量),且 p 个成分能确定地预报 p 个变量(线性变换),要寻找的是 p 个成分中的 q 个成分($p > q$),它包含数据的大部分信息,能解释数据的大部分方差,而剩下的 $p-q$ 个成分对方差的影响是微不足道的,这样找到的 q 个成分就是潜在因子或公因子。其数学模型为:

$$|X| = |A| \cdot |F| + |E|$$

式中, A 为公因子载荷矩阵; F 为公因子载荷向量; X 为原变量向量; E 为 $p-q$ 个成分对数据方差的影响。由于剩下的 $p-q$ 个成分对方差的影响是微不足道的,即 E 的影响可以忽略,这时数学模型就变为:

$$|X| = |A| \cdot |F|$$

如果 F 中的各个变量均为正交,则就变为主因子分析。其数学模型为:

$$|Z| = |B| \cdot |X|$$

式中, Z 为主因子向量; B 为主因子变换矩阵; X 为原变量向量。

4.3 基于样带的影响因子分析

4.3.1 N40°样带影响因子分析 对 N40°样带影响因子进行主因子分析,提取前 3 个主成分,其累积贡献率为 72.3%。同时选取大于 0.7 的变量作为主因子的解释变量,得到主因子的线性组合表达式为:

$$F_1(\text{第一公因子}) \propto 0.819 Y_1(\text{耕地覆盖率}) + 0.951 K_1(\text{土地利用程度}) + 0.950 K_2(\text{年降雨量}) - 0.703 K_3(\text{年日照时数}) + 0.967 K_4(\text{年均温}) + 0.849 K_7(\text{湿润度}) + 0.853 K_8(\text{环境综合指数})$$

$$F_2(\text{第二公因子}) \propto 0.940 K_5(0^\circ\text{积温}) + 0.934 K_6(10^\circ\text{积温})$$

$$F_3(\text{第三公因子}) \propto -0.901 Y_3(\text{草地覆盖率})$$

可以得出:影响 N40°样带土地资源空间分布的第一综合影响因子与耕地覆盖率、土地利用程度、年降雨量、年均温、湿润度与环境综合指数呈正相关,而与年日照时数呈负相关。由于第一公因子主要与自然环境因素有关,所以可以命名为自然环境因子;第二综合影响因子主要由 0℃积温和 10℃积温构成,可以称为积温因子。除了自然环境因子的控制作用外,积温因子对北纬 40°样带土地资源空间分布起着特殊的控制作用;第三综合影响因子主要由草地覆盖率有关,可以称为生物量因子或生态因子。这样,

响北纬 40°样带土地资源空间分布的综合因子为自然环境因子,积温因子与生物量因子。

4.3.2 N28°样带影响因子分析 对 N28°样带影响因子进行主因子分析,提取前 3 个主成分,其累积贡献率为 76.3%。同时选取大于 0.7 的变量作为主因子的解释变量,得到主因子的线性组合表达式为:

$$F_1(\text{第一公因子}) \propto 0.869 K_1(\text{土地利用程度}) + 0.905 K_2(\text{年降雨量}) - 0.878 K_3(\text{年日照时数}) + 0.909 K_4(\text{年均温}) + 0.952 K_5(0^\circ\text{C 积温}) + 0.948 K_6(10^\circ\text{C 积温}) + 0.924 K_7(\text{湿润度}) + 0.876 K_8(\text{环境综合指数}) - 0.933 K_9(\text{高程}) + 0.959 K_{11}(\text{经度})$$

$$F_2(\text{第二公因子}) \propto 0.725 Y_1(\text{耕地覆盖率}) - 0.914 Y_2(\text{林地覆盖率})$$

$$F_3(\text{第三公因子}) \propto 0.730 K_{10}(\text{植被指数})$$

这样,影响 N28°样带土地资源空间分布的第一综合影响因子与土地利用程度、年降雨量、年均温、积温、湿润度、环境综合指数以及经度呈正相关,而与年日照时数、高程呈负相关。由于第一公因子主要与自然综合环境因素有关,为自然环境综合因子;第二综合影响因子与耕地覆盖率呈正相关,与林地覆盖率呈负相关,可以定它为生态系统公因子;第三综合影响因子主要与植被指数有关,可以称为生物量因子或生态因子。这样,影响北纬 28°样带土地资源空间分布的综合因子为自然环境综合因子、与生物量有关的生态系统公因子和生物量因子。

4.3.3 N24°样带影响因子分析 对 N24°样带影响因子进行主因子分析,提取前 4 个主成分,其累积贡献率为 76.4%。同时选取大于 0.7 的变量作为主因子的解释变量,得到主因子的线性组合表达式为:

$$F_1(\text{第一公因子}) \propto 0.727 K_1(\text{土地利用程度}) + 0.838 K_2(\text{年降雨量}) - 0.763 K_3(\text{年日照时数}) + 0.841 K_4(\text{年均温}) - 0.876 K_9(\text{高程}) + 0.832 K_{11}(\text{经度})$$

$$F_2(\text{第二公因子}) \propto 0.843 Y_2(\text{林地覆盖率})$$

$$F_3(\text{第三公因子}) \propto (\text{无})$$

$$F_4(\text{第四公因子}) \propto (\text{无})$$

可以得出:影响 N24°样带土地资源空间分布的第一综合影响因子与土地利用程度、年降雨量、年均温、高程、经度呈正相关,而与年日照时数呈负相关。由于第一公因子主要与自然综合环境因素有关,而经度可以代表水分、温度从西到东的变化,海拔高程也表示从沿海到内陆的梯度性变化,因此可以认为第一公因子代表与地势、海陆分布有关的综合因子。第二综合影响因子主要代表了林地覆盖率,可以定它为生态因子;第三综合影响因子、第四综合影响因子很难确定。这样,影响北纬 24°样带土地资源空间分布的综合因子为与自然环境有关的地势综合因子和与生物量有关的生态系统公因子。

4.3.4 E108°样带影响因子分析 对 E108°样带影响因子进行主因子分析,提取前 3 个主成分,其累积贡献率为 77.1%,同时选取大于 0.7 的变量作为主因子的解释变量,得到主因子的线性组合表达式为:

$$F_1(\text{第一公因子}) \propto 0.976 K_2(\text{年降雨量}) - 0.912 K_3(\text{年日照时数}) + 0.965 K_4(\text{年均温}) + 0.948 K_5(0^\circ\text{C 积温}) + 0.922 K_6(10^\circ\text{C 积温}) + 0.940 K_7(\text{湿润度}) - 0.803 K_8(\text{环境综合指数}) - 0.819 K_9(\text{高程}) - 0.983 K_{11}(\text{经度})$$

$$F_2(\text{第二公因子}) \propto 0.816 Y_1(\text{耕地覆盖率})$$

$$F_3(\text{第三公因子}) \propto (\text{无})$$

可以看出:影响 E108°样带土地资源空间分布的第一综合影响因子与年降雨量、年均温、积温、湿润度呈正相关,而与年日照时数、环境综合指数、高程、经度呈负相关。由于第一公因子主要与自然综合环境因素有关,而纬度可以代表水分、温度从南到北的变化,海拔高程可以表示地形地势的变化,因此可以认为第一公因子代表与地势、地理位置有关的综合因子。第二综合影响因子主要代表了耕地覆盖率,它表示在这一经度样带上耕地的分布比较均匀,同时也代表了人类活动的影响因子;第三综合影响因子意义很难确定。这样,影响东经 108°样带土地资源空间分布的综合因子为与自然环境有关的地势综合因子和与人类活动有关的综合因子。

4.3.5 E114°样带影响因子分析 对 E114°样带影响因子进行主因子分析,提取前 2 个主成分,其累积贡献率为 72.3%,选取大于 0.7 的变量作为主因子的解释变量,得到主因子的线性组合表达式为:

$$F_1(\text{第一公因子}) \propto 0.917 K_2(\text{年降雨量}) - 0.974 K_3(\text{年日照时数}) + 0.889 K_4(\text{年均温}) + 0.955 K_5(0^\circ\text{C 积温}) + 0.942 K_6(10^\circ\text{C 积温}) + 0.952 K_7(\text{湿润度}) - 0.986 K_{11}(\text{经度})$$

$$F_2(\text{第二公因子}) \propto 0.845 Y_1(\text{耕地覆盖率})$$

可以得出:影响 E_{114° 样带土地资源空间分布的第一综合影响因子与年降雨量、年均温、积温、湿润度呈正相关,而与年日照时数、经度呈负相关。表示第一公因子主要与自然综合环境因素有关,而纬度可以代表地理位置从南到北的变化,因此可以认为第一公因子代表与自然气候要素、地理位置相关的综合因子。第二综合影响因子主要代表了耕地覆盖率,它表示在这一经度样带上人类活动对自然的影响;这样,影响东经 114° 样带土地资源空间分布的综合因子为与地理位置有关的自然综合因子和与人类活动有关的综合因子。

5 结束语

从景观生态学的角度出发,对中国土地利用空间格局及其影响因子进行了研究。研究结果说明:(1)应用遥感与 GIS 技术,通过建立土地利用/土地覆盖时空数据库,可以客观、快速、准确的把握土地利用/覆盖的时空演变过程,支持土地利用/覆盖现代过程的研究,进而为整个国家的宏观决策提供支持;(2)从景观生态学的角度考虑土地利用/覆盖变化,不仅可以反映土地利用/覆盖变化的自然过程,而且可以更有效地研究土地利用/覆盖变化的驱动因子,从而更好地把握土地利用/覆盖变化的现代过程;(3)由于中国地域辽阔,自然资源与社会经济发展的空间差异显著,只有按自然生态背景和社会经济发展背景进行土地资源的分区或分带研究,同时充分考虑各类影响因子,在此基础上进行土地利用/覆盖变化的时空建模,才能从全国尺度上有效把握土地利用/覆盖变化的驱动因子。

References:

[1] Liu J Y. The macro investigation and dynamic research of the resource and environment. Beijing: Science and Technology Press, 1996. 158~188.

[2] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* The principles and applications in landscape ecology. Beijing: Science Press, 2002. 1~5.

[3] Gao Z Q. The comprehensive analysis of the temporal and spatial changes and causes of land use/land cover change in China. Postdoctoral Report of Institute of Remote Sensing Applications, CAS, 2000. 10~24.

[4] Liu J Y, Buheasier. A study on spatial~temporal feature of modern land use change in China: using remote sensing techniques. *Quaternary Sciences*, 2000, **20**(3): 229~239.

[5] Romme W H. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park. *Ecological Monographs*, 1982, **52**:199~221.

[6] O'Neill R V, Milne B T, Turner M G, *et al.* Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1988, **1**:153~162.

[7] J Slater, R Brown. Changing landscapes: monitoring environmentally sensitive areas using satellite imagery. *Int. J. Remote Sensing*, 2000,**21**(13): 2753~2767.

[8] G H Griffiths, P M Mather. Remote sensing and landscape ecology: landscape patterns and landscape change. *Int. J. Remote Sensing*, 2000,**21**(13): 2537~2539.

[9] Loveland T R, Merchant J W, Ohlen D O, *et al.* Development of a land cover characteristics database for the conterminous U.S. *PE & RS*, 1991, **57**:1453~1463.

[10] Zhang M. A study on the landscape pattern and differentiation of fragile environment in Yulin prefecture. *Journal of Peking University*, 2000, **36**(1):29~36.

[11] Fu B J. Types of landscape diversity and its ecological meaning. *Acta Geographica Sinica*, 1996, **51**(5): 454~461.

[12] Zhao X Y, Chang X L, Zhang T H, *et al.* Application of landscape ecological principles in desertification research. *Journal of Desert Research*, 2000,**20**(Sup.):38~40.

[13] Buheasier, Liu J Y. Study on Land Cover Change in China Based on Seasonal and Longitudinal Characteristics

Using Remote Sensed Data. Asahikaw: IGU~LUCC Press,1997,20~24.

[14] Lucas JFJ, JMFrans, *et al.* Accuracy assessment of satellite derived land cover data; a review. *PE & RS*, 1994, **60**(4): 410~432.

[15] J C Taylor, T R Brewer, A C Bird. Monitoring landscape change in the national parks of England and Wales using aerial photo interpretation and GIS. *Int. J. Remote Sensing*, 2000,**21**(13): 2737~2752.

[16] J F Mas. Monitoring land-cover changes; a comparison of change detection techniques. *Int. J. Remote Sensing*, 1999,**20**(1): 139~152.

[17] Wu B, Ci L J. Temporal and spatial patterns of landscape in the Mu Us Sandland, Northern China, *Acta Ecologica Sinica*, 2001,**21**(2):191~196.

参考文献:

[1] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京:中国科学技术出版社,1996. 158~188.

[2] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用. 北京:科学出版社,2002. 1~5.

[3] 高志强. 中国土地利用/土地覆盖时空变化及成因综合分析. 中国科学院地理科学与资源研究所博士后研究报告,2000. 10~24.

[4] 刘纪远,布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据. 第四纪研究,2000,**20**(3): 229~239.

[10] 张明. 榆林地区脆弱生态环境的景观格局与演化研究. 北京大学学报,2000,**36**(1):29~36.

[11] 傅伯杰. 景观多样性的类型及其生态意义. 地理学报,1996,**51**(5):454~461.

[12] 赵学勇,常学礼,张铜会等. 景观生态学原理在沙漠化研究中的应用. 中国沙漠,2000,**20**(增刊):38~40.

[17] 吴波,慈龙骏. 毛乌素沙地景观格局变化研究. 生态学报,2001,**21**(2):191~196.

