

基于指数分析法的西安市土地利用变化及驱动力研究

霍艳杰, 卫海燕, 薛亮, 李馥利

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

摘要: 基于2000和2007年2期TM遥感影像,利用指数分析法,分别提取出归一化差异建筑指数(NDBI)、修正归一化差异水体指数(MNDWI)和归一化差异植被指数(NDVI)3种指数模型,分别代表西安市的3种最主要的土地利用类型——建筑用地、水体和植被。采用神经网络分类器进行监督分类,借助ERDAS Imagine 9.0、ENVI、ArcGIS 9.2和Matlab等软件平台,计算出西安市土地利用类型的动态转移矩阵,构建了土地利用变化动态指数模型,定量分析西安市土地利用的时空变化。依据研究区土地利用变化的结果分析,变化的驱动力因子主要是人口增长、经济增长和政策变动。

关键词: 指数分析; 土地利用; 驱动力; 西安市

中图分类号: F 301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2009)02-0049-05

0 引言

随着资源、环境和人口问题的日益突出,土地利用变化研究已成为国际上全球变化研究的热点课题^[1]。近年来,国内外在区域土地利用变化方面研究的广度和深度都有了很大的提高^[2]。西安市地处我国内陆,是连接东部和中西部地区的重要纽带,随着西部大开发的进行,西安市经济快速发展,人口增长以及工业化、城市化过程的广泛深入推进,使得土地利用方式发生了前所未有的深刻变化,形成了具有典型特征的区域土地覆被格局空间模式^[3]。因此,研究该地区土地利用变化的时空格局及其驱动力,对于科学合理地进行土地利用规划以及促进地区可持续发展都具有重要的意义。

1 研究区概况

西安市位于中国大陆腹地,黄河流域中部的关中盆地,东经107°40′~109°49′、北纬33°39′~34°45′之间。地势东南高西北低,南依秦岭,主要地貌类型有山前洪积台地、秦岭山地和河谷冲积平原。该地区现辖新城区、碑林区、莲湖区、灞桥区、未央区、雁塔区、阎良区、临潼区、长安区、蓝田县、周至县、户县和高陵县共9区4县。辖境东西长约204 km,南北约116 km,面积约10 108 km²,其中市区面积1 276 km²。

2 数据源和研究方法

2.1 数据源

本文选用的遥感影像为2000年和2007年Landsat ETM⁺影像,其空间分辨率为30 m。此外,还有西安地区30 m分辨率的数字高程模型(DEM)、行政区划图、1:5万地形图、土地利用现状图和西安市2000年~2007年的统计年鉴数据。

2.2 研究方法

利用ERDAS Imagine 9.0和ENVI遥感处理软件,首先对2000年和2007年的遥感影像进行几何精校正、拼接裁剪等数据预处理;然后,选取了归一化差异建筑指数(NDBI)、修正归一化差异水体指数(MNDWI)和归一化植被指数(NDVI)来代表西安市的3种最主要的土地利用类型——建筑用地、水体和植被,再把这3个图层叠加;最后,采用神经网络分类器对影像分别进行监督分类,从中提取出主要的土地利用类型,并结合野外实地考察结果及各种统计数据,对错分的类型进行修改,采用分类后对比法提取出土地利用变化信息。

在ArcGIS 9.2及Matlab等软件的支持下,对解译出的2000年和2007年的西安市土地利用现状图进行空间叠置分析,统计出7年间西安市土地利用面积转移矩阵,定量研究了西安市土地利用的时空变化,阐明了西安市土地利用变化的区域特点,为土地可持续利用提供有效的决策支持。

3 遥感信息提取

3.1 图像预处理

为了消除遥感影像的各种几何畸变,对两期影像进行了几何精纠正。利用 ERDAS 软件,采用三次多项式法对遥感影像进行几何校正。经检验总残余误差在 0.5 个像元以内,满足几何校正的精度要求。为了便于对解译后的影像进行叠加分析,以 2007 年影像为基准,对 2000 年 TM 影像进行配准,并统一采用 Transverse Mercator 投影。

3.2 图像指数分析

国内外很多学者采用指数分析法提取土地利用类型信息^[4]。本研究利用归一化差异指数分析方法对校正过的遥感影像进行处理,利用 ERDAS 软件的 Modeler 模块构建模型,分别提取出归一化差异建筑指数 (NDBI)、修正归一化差异水体指数 (MNDWI) 和归一化差异植被指数 (NDVI) 3 种指数图层,其公式分别为

$$NDBI = (TM5 - TM4) / (TM5 + TM4) \quad (1)$$

$$MNDWI = (TM2 - TM4) / (TM2 + TM4) \quad (2)$$

$$NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3) \quad (3)$$

式中, $TM2 \sim TM5$ 分别代表遥感影像的 2~5 波

段。这 3 种指数模型分别突出提取了建筑用地、水体和植被等重要的土地利用类型,有利于分类精度的提高,为后边的监督分类提供良好的基础。

3.3 图像分类与精度评价

首先,把经过指数分析的遥感影像进行叠加,得到的 NDBI、MNDWI 及 NDVI 叠加影像不仅突出了各地物特征,且消除了不同时相的差异;然后,根据所建立的影像特征进行影像分类,本研究遥感影像的分类采用神经网络分类器的监督分类法,神经网络分类器对研究区的 TM 影像分类效果较好,精度较高,尤其是能很好的区分水体和林地。结合国家土地利用类型标准和西安市土地利用资源的实际情况,参照西安市土地利用图,将土地利用类型划分为耕地、林地、牧草地、园地、城建用地、水域和未利用地等 7 种类型。依据影像的解译标志,参照相关专题图件,结合野外实际考察结果,对分类结果的精度进行检验。经检验,2000 年和 2007 年影像的分类精度均在 85% 以上,都达到了最低允许判别精度 0.7 的要求^[5],满足土地利用变化监测的精度需要。最后,利用 ArcGIS 9.2 软件将影像解译分类后的结果输出成图,得到 2000 年和 2007 年的土地利用类型图(图 1)。

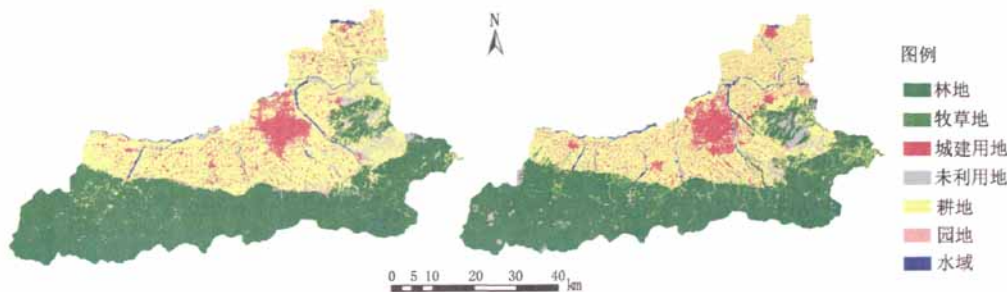


图 1 西安市土地利用类型图

(左: 2000 年; 右: 2007 年)

4 结果分析

4.1 西安市土地利用总体结构及其变化

为了分析研究区土地利用总体结构的变化,利用 ArcGIS 9.2 软件统计出研究区各类土地利用类型面积(图 2)。从中可以看出,研究区内主要的土地利用类型是林地和耕地,其次是城建用地和未利用地,而牧草地、园地和水域所占的比例很小。研究区 2000 年~2007 年的土地利用总体结构发生了一些变化,城建用地和耕地、未利用地变化相对面积增

加较多,林地和园地有所增加,牧草地和水域也都有减少。

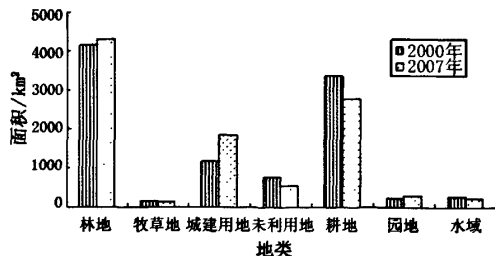


图 2 2000 年~2007 年西安市各类土地利用类型面积变化

4.2 西安市土地利用动态变化过程分析

4.2.1 土地利用动态转移矩阵分析

利用上述资料,在 Matlab 软件平台上,采用地

图代数运算方法^[6],获得 2000 年~2007 年间研究区土地利用转移矩阵(表 1)。

表 1 西安地区 2000 年~2007 年土地利用转移矩阵 (km²)

2007 年	2000 年							
	林地	牧草地	城建用地	未利用地	耕地	园地	水域	变化合计
林地	-	32.60	14.85	25.21	142.25	44.00	10.21	269.12
牧草地	14.36	-	30.14	2.34	29.97	1.39	1.73	79.93
城建用地	8.99	0.35	-	2.82	110.23	2.97	17.77	143.13
未利用地	85.67	2.55	38.61	-	166.78	6.42	21.21	321.24
耕地	271.14	7.47	703.72	81.68	-	84.56	14.00	1162.57
园地	37.62	0.60	4.42	1.51	30.03	-	0.66	74.84
水域	17.66	0.47	27.87	0.35	81.51	0.74	-	128.60
变化合计	435.44	44.04	819.61	113.91	560.77	140.08	65.58	-
变化率/%	4.01	-22.15	57.51	-27.44	-17.90	29.02	-22.74	

由表 1 可知,研究区 7 a 间的各种土地类型的变化率和它们之间的转移率都比较大,转换类型复杂多样。从土地利用类型的变化率来看,城建用地的变化率最高,增幅高达 57.51%,园地和林地也相对增加,其他土地利用类型的变化率都有不同程度的减少。从各种土地利用类型之间的转移面积来看,林地主要转变为耕地,其次转移为园地和牧草地;耕地主要向城建用地转移,其次是向林地转移;城建用地主要转变为耕地;未利用地主要转变为耕地和林地。由此可见,在这 7 a 间,随着西部大开发进行,西安市的城市建设高速发展,城建用地大面积增加,大量侵占耕地,导致耕地面积不断减少;林地有所增加,这是由于国家的退耕还林政策,部分耕地转变为林地;未利用地被开垦利用,或成为耕地、林地,或被城建用地所占;水域面积减少较大,减少的水域主要被开发为耕地及林地,另有少量水域被侵占为城建用地;牧草地主要转为耕地和城建用地;园地主要转为耕地和林地。

4.2.2 土地利用动态度分析

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度,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的作用^[7]。本文采用动态度指数来测度研究区的土地利用动态度,该指数综合考虑了研究时段内土地利用类型间的转移,其着眼点在于变化的过程而非变化的结果,计算公式为

$$LC_T = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{ij}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times 100\%$$

(4)

式中, LU_i 为监测起始时间第 i 类土地利用类型面积; ΔLU_{ij} 为监测时段内第 i 类土地利用类型转为第 j 类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时段长度。当 T 设定为年时, LC 的值就是该研究区土地利用年变化率^[8]。

依据式(4),利用土地利用转移矩阵(表 1),计算出西安市 2000 年~2007 年间土地利用动态度指数为 27.49%。结果表明,在这 7 a 间土地利用变化的程度很大,速度很快。

5 驱动力分析

驱动力是指导致土地利用方式和目的发生变化的主要生物物理和社会经济因素。影响土地面积变化的因素归纳起来有自然和社会经济两方面。在自然系统中,气候、土壤、水文等被认为是主要的驱动力类型,但是它对耕地面积变化在较长时间才会有较大影响,因此短时间尺度不予考虑^[9]。影响西安地区土地利用面积变化的驱动因素主要表现在社会经济方面,在此仅就人口增长、经济增长和政策变动等几大驱动因子进行定性研究。

(1)人口增长与土地利用变化之间的关系一直是土地利用变化研究的重点,人口对其影响主要表现在两方面:一方面为人口增长对土地的压力;另一方面表现为改造、治理、开发土地的生产力^[10]。西安市是一个高校集聚地,也是一个旅游城市。随着高等学校在校人数和旅游人数的不断增长,外来流动人口的增加,势必要有相配套的生活服务设施。西安 39 所大专院校老校区占地 4 942.7 km²,因近

年扩招需要还将占地 14 070 km²,这就使得城区周围大片农田被转化成城镇建设用地,造成耕地面积逐年下降。西安市的总人口由 2000 年的 688.01 万人增加到 2007 年的 830.54 万人,共增加了 142.53 万人。人口的增长加重了对耕地的需求,迫使通过砍伐林地等途径来获得更多耕地,但林地的砍伐又引起水土流失和一系列的环境问题。

(2)经济因素是决定土地开发利用的基本条件,包括经济结构与发展水平、交通运输条件、城镇发展与市场条件、商业和贸易发展等。这些因素的变化,直接影响土地开发利用的方向、结构、规模、布局及效益^[11]。自 2000 年以来,西安市经济实力增长较快,国家基本建设项目增加,西安市的 GDP 由 2000 年的 643.26 亿元上升到 2007 年的 1 737.10 亿元,增加了 170.05%;社会固定资产投资由 2000 年的 816.8 亿元增加到 2007 年的 1 262.25 亿元,增加了 445.45 亿元。城市化的发展使得大量耕地转变成建设用地。大规模的城镇建设使城市外扩,占用大量耕地。农村城镇化加快,农村出现了“建房热”,城市经济技术开发区兴建等,都占用了良好的耕地^[9]。随着改革开放和市场经济体制的深化,农民为追逐最大经济效益,调整农业生产结构,把目光转移到果园、苗圃和养殖上,使得大量耕地转向种植业以外的其它农业生产。

(3)政策是土地利用的直接决策因素。随着西部大开发政策的实施,西安地区的基础设施空前加快,在带动本地区经济高速增长的同时,也引起了盲目圈占大量耕地的现象。城镇用地比例大幅度提高,城镇扩张与基本农田保护之间的矛盾激化,并导致环境受损。2000 年以来,国家加大实施宏观调控政策,随着可持续发展战略和水土保持政策的实施,经济发展与耕地保护之间的矛盾逐步缓解,土地利用走上了法制和有序的轨道。

6 结论与讨论

(1)利用遥感影像指数分析法,分别提取出 NDBI、MNDWI 及 NDVI 这 3 种指数模型,它们叠加后的影像不仅突出了建筑用地、水体和植被等重要的土地利用类型特征,且消除了不同时相的差异,有利于分类精度的提高。本研究采用的神经网络分类法对研究区的 TM 影像分类效果较好,精度较高,尤其是能很好地区分水体和林地。

(2)西安市在 2000 年~2007 年间,土地利用结构发生了大幅度的变化。耕地和城建用地、园地变化相对较多,全市耕地面积减少了 601.82 km²,变化率为 -17.90%;城建用地面积增加了 676.49 km²,变化率为 57.51%;园地增加了 65.25 km²,增幅为 29.02%;林地有所增加。这是由于退耕还林政策,部分耕地转变为林地、牧草地、未利用地等其它土地利用类型都有不同程度减少。

(3)西安市土地利用变化的主要方向为城建用地不断扩张,大量侵占耕地,同时林地与耕地、耕地和未利用地在不同的空间区位上发生转化。土地利用变化的程度很大,动态度指数为 27.49%,速度很快。

(4)影响西安地区土地利用变化的驱动因素主要表现在社会经济方面,主要由于人口增长、经济增长和政策变动等几大驱动因子的共同作用而形成的。西安市耕地减少与城建用地增加的主要原因是城市经济的发展,城市化进程加快,城市扩张建设占用了大量的耕地。

参考文献:

- [1] 刘勇,尹京苑,等.基于遥感的区域土地利用格局动态分析[J].测试技术学报,2007,21(3):256-261.
- [2] Tsai Borwen, Chang Changyi, Ding Tsujen. Spatial Analysis in GIS—the Land Use Changes in the Coastal Area of Yunlin County, Taiwan [J]. Journal of Geographical Science (National Taiwan University), 1997, 23: 1-12.
- [3] 张海龙,蒋建军,等.基于 Landsat TM 的西安地区土地利用与覆被变化[J].干旱区研究,2006,23(3):427-432.
- [4] Masek J G, Lindsay F E, Goward S N. Dynamics of Urban Growth in the Washington DC Metropolitan Area, 1973-1996, from Landsat Observation[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(18):3473-3486.
- [5] Janssen L L F, Wel F J M. Accuracy Assessment of Satellite Derived Land Cover Data: a Review [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1994, 60(4):419-426.
- [6] 史培军,陈晋,潘耀忠.深圳市土地利用变化机制分析[J].地理学报,2000,55(2):151-160.
- [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).
- [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(5):643-650.
- [9] 高中华,赵兴云,等.临沂市土地利用结构变化及人文驱动力因子分析[J].烟台师范报,2003,19(4):281-285.
- [10] 宋庆国.西安市土地利用变化及驱动力机制研究[D].西安:长安大学,2005.
- [11] 徐为.大城市边缘带土地利用结构变化及驱动力研究——以海淀区为例[D].北京:中国农业大学,2004.

A STUDY OF THE LAND USE CHANGE AND THE DRIVING FORCE IN XI'AN CITY BASED ON INDEX ANALYSIS

HUO Yan-jie, WEI Hai-yan, XUE Liang, LI Fu-li

(College of Tourism and Environment Science, Shanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: This paper selected three indices, Normalised Difference Built-up Index (NDBI), Modified Normalised Difference Water Index (MNDWI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to represent three major urban land use/cover types: building plot, water and vegetation respectively by detailed analysing the two remote sensing TM images of Xi'an City in 2000 and 2007. Then the study classified the image through the neural network classification module, calculated types of land use in Xi'an Dynamic transfer matrix, constructed the land use change index and dynamic index and analyzed spatio-temporal changes of land use in Xi'an by using Erdas Imagine 9.0, ENVI, ArcGIS 9.2 and Matlab software platform. The result came to that the driving forces of change of land use in Xi'an were population growth, economic growth, urbanization development and policy change.

Key words: Index analysis; Land use; Driving force; Xi'an city

第一作者简介: 霍艳杰(1983-),女,硕士研究生,主要从事GIS和遥感研究。

(责任编辑: 李 瑜)

(上接第48页)

- [4] 田光进. 基于遥感与GIS的农村居民点景观特征比较[J]. 遥感信息, 2002, (4): 31-34.
- [5] 布仁仓, 王宪礼, 肖笃宁. 景观尺度变化分析——以黄河三角洲为例[A]. 肖笃宁. 景观生态学研究进展[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1999.
- [6] He H S, Stentura T V, M ladenoff D J. Effects of Spatial Aggregation Approaches on Classified Landsat TM Satellite Imagery[J]. International Journal of Geographic Information Sciences, 2002, 16(1): 93-109.
- [7] Ling bian, Rachael Butler. Comparing Effects of Aggregation Methods on Statistical and Spatial Properties of Simulated Spatial Data[J]. Photogram Metric Engineering & Remote Sensing, 1999, 65(1): 73-84.
- [8] 杨存建, 刘纪远, 张增祥, 等. 土地利用数据尺度转换的精度损失分析[J]. 山地学报, 2001, 19(3): 258-264.
- [9] 刘明亮, 唐先明, 刘纪元, 等. 基于1km格网的空间数据尺度效应研究[J]. 遥感学报, 2001, 5(3): 183-192.

AN ANALYSIS OF ACCURACY LOSS DURING RASTERING LAND USE SPATIAL DATA WITH DIFFERENT GRID SIZE

ZHAO Lei, MENG Shu-ying

(Shenhua (Beijing) Remote Sensing & Geo-engineering Company Ltd., Beijing 100085, China)

Abstract: With the support of GIS, land use spatial data were scaled using two rules for rasterizing the vector data, and the area accuracy loss of every type of land use was analyzed on the different spatial scales. Some conclusions have been reached: (1) the area accuracy loss of any type of land use is under 2% at the grid size under 80m when the rule of maximum area (RMA) is used, and at the grid size under 160m when the rule of centric cell (RCC) is used; (2) at the grid size of 800m, the area accuracy loss of the water area is above 50% with the rule of maximum area, while the area accuracy loss of the water area is above 20% with the rule of centric cell; (3) the error of different land use types from the raster data with the rule of maximum area increases when spatial grain increases, while the error with the rule of centric cell is randomly distributed when spatial grain increases. According to RMA, the area accuracy loss of any type of land use shows a positive correction with the grid size.

Key words: Landuse; Vector to Raster; Accuracy Loss

作者简介: 赵磊(1979-),男,硕士,主要从事遥感与土地资源调查方面的工作。

(责任编辑: 李 瑜)