

# 基于 GIS/RS 的榆林市土地利用时空格局动态分析

卓静<sup>1</sup>, 郭伟<sup>2</sup>, 邓凤东<sup>1</sup>, 刘安麟<sup>1</sup>, 李旭祥<sup>2</sup>

(1. 陕西省农业遥感信息中心, 陕西 西安 710014; 2. 西安交通大学 环境科学与技术学系, 陕西 西安 710049)

**摘要:** 根据 1997 年和 2010 年 2 期 Landsat TM 影像数据, 运用遥感监督分类方法得到榆林市近 13 a 土地利用分类图; 应用 GIS 空间分析技术, 采用定量和定性相结合的方法, 对榆林市能源基地建设以来土地利用类型转换, 土地退化时空规律, 土地利用格局变化的驱动机制等进行了深入分析。研究表明, 1997—2010 年, 榆林市土地利用时空格局发生了显著变化, 其中果园、草地、林地面积大幅增加, 增长幅度分别为 1 578.8%, 108%, 84.6%; 耕地及未利用地面积显著减少, 减幅为 57.1% 和 59.3%。土地利用变化存在明显的区域差异, 各类型间的转化总体表现为未利用土地、沙地、耕地通过综合治理及退耕还林还草等措施, 转化为有利于改善区域生态环境的林地、草地、果园。

**关键词:** 地理信息系统; 遥感; 土地利用; 时空格局; 榆林市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0271-04

中图分类号: F301.24

## An Analysis of Spatiotemporal Land Use Patterns in Yulin City Based on GIS and RS Techniques

ZHUO Jing<sup>1</sup>, GUO Wei<sup>2</sup>, DENG Feng-dong<sup>1</sup>, LIU An-lin<sup>1</sup>, LI Xu-xiang<sup>2</sup>

(1. Shaanxi Remote Sensing Information Center for Agriculture, Xi'an, Shaanxi 710014, China;

2. Department of Environmental Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049, China)

**Abstract:** This paper puts forward the land use classification map of Yulin City, Shaanxi Province in recent 13 years by using supervised classification method based on Landsat TM images in the years of 1997 and 2010. Furthermore, GIS spatial techniques combined with quantitative and qualitative methods were used to analyze the spatiotemporal patterns of land use change and its driving mechanisms. It was found that there was a significant change for the spatiotemporal land use patterns of Yulin City from 1997 to 2010. Orchard, grassland and forestland increased dramatically and their increasing ranges were 1 578.8%, 108% and 84.6%, respectively. Cropland and unused land were significantly reduced by 57.1% and 59.3%. The regional differences of the land use and land cover change were very obvious. However, the overall phenomenon about the regional land use change and conversions were that unused land, sandy land and cropland had been turned into grassland, forestland and orchards by the measures such as comprehensive treatment and the returning farmland to forest/grass land.

**Keywords:** GIS; RS; land use; spatiotemporal pattern; Yulin City

地球表层系统最突出的景观标志就是土地利用与土地覆盖<sup>[1]</sup>。目前, 土地利用与覆盖格局在全球和区域尺度上发生了显著的变化, 对区域生态环境产生了巨大的影响<sup>[2-3]</sup>。基于此, “国际地圈与生物圈计划”(IGBP) 和 “国际全球变化人文因素计划”(IHDP) 自 1990 年起, 积极筹划全球性综合研究计划, 于 1995 年共同拟定了《土地利用/土地覆被变化科学研

究计划》, 提出了“土地利用和土地覆盖变化”(land use and land cover change, LUCC) 研究计划, 将其列为全球环境变化的核心项目, 成为目前全球变化研究的前沿和热点领域<sup>[4-6]</sup>。当前, 土地利用时空过程研究主要手段是依托卫星遥感和 GIS 集成技术, 通过过程探测、驱动机制分析等反映区域生态环境变化与评价<sup>[7]</sup>。

收稿日期: 2011-07-22

修回日期: 2012-03-30

资助项目: 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项“陕北能源化工基地生态修复研究”(2009ZDKG-67)

作者简介: 卓静(1978—), 女(汉族), 陕西省西安市人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为农业遥感监测与评价。E-mail: zhuojing1978@yahoo.com.cn。

通信作者: 郭伟(1982—), 男(汉族), 陕西省西安市人, 博士, 讲师, 研究方向为资源环境遥感与 GIS 应用。E-mail: williamguo@xjtu.edu.cn。

榆林市地处陕西省最北部,黄土高原北端,毛乌素沙漠南部边缘,风蚀沙化和水土流失严重。地势西北高、东南低。地貌以长城为界,北部为风沙草滩区,占总面积的 42%,南部为黄土丘陵沟壑区,占总面积的 58%。在社会经济发展方面,榆林市是一个以农牧业为主体的土地利用交错区,历史上一直是我国著名的农牧交错带,尤其在 20 世纪 90 年代末,榆林成为国家首个大型能源化工基地,一批大型重点工程,例如神府煤矿、西气东输等工程的建设对地表景观的扰动效应日益显著,土地利用景观格局已经并正在发生较大变化<sup>[8-11]</sup>。所以加强 GIS 和 RS 集成技术的应用,动态监测土地利用与覆被变化,对该地区制定正确的土地利用政策、调整土地利用结构及确保区域生态安全都有十分重要的意义。

## 1 研究数据与方法

### 1.1 遥感数据处理

研究数据选取 1997 年和 2010 年 2 期,空间分辨率为 30 m 的美国 LANDSAT TM 影像数据。遥感数据前期处理主要工作是对图像进行几何精校正,具体方法是以 1:5 万数字高程模型为基础,利用二次多项式拟合方程和双线性内插方法对 1997 年 TM 影像进行几何精校正,校正过程中每幅图像上均匀选取 20 多个控制点,误差保持在一个像元以内,然后以校正好的 1997 年影像为基础,对 2010 年图像进行几何精校正,误差控制在 1/2 像元以内确保 2 个时相的遥感图像具有同样的地图投影方式。

### 1.2 土地利用类型解译标志 GIS 数据库

对野外调查的典型景观样点和目视判别中遇到的疑问点的 GPS 坐标值、采样点地物类型、采样点照片号等详细的属性信息进行录入,然后在地理信息系统软件 ArcGIS 9.3 中将其转换成和遥感数据具有相同的地图投影的矢量文件,以 SHAPE 格式进行输出,以备 TM 数据进行监督分类选取训练样区时使用。

### 1.3 遥感监督分类方法

本研究采用基于知识的监督分类方法。开始分类之前进行野外调查工作,采取典型的样本点用于监督分类的模板定义依据。定义分类模板的原则是:首先依据颜色和纹理特征判别地物类型建立若干模板,对于目视解译不清楚的地物,需要利用野外调查采取的大量 GPS 采样点作为定义模板的依据。分类模板定义完毕后,依据光谱特征、直方图分布等信息对分类进行合并,删除,优化分类模板,对优化后的分类模板进行评价,评价通过后方可执行分类(图 1)。

本文的分类原则是将国家土地利用分类标准和榆林市实际情况相结合,制定适合榆林市的遥感分类原则,将榆林市的遥感图像解译为水体、林地、草地、未利用地、耕地、居民地及工矿用地和果园这 7 个地物类型。

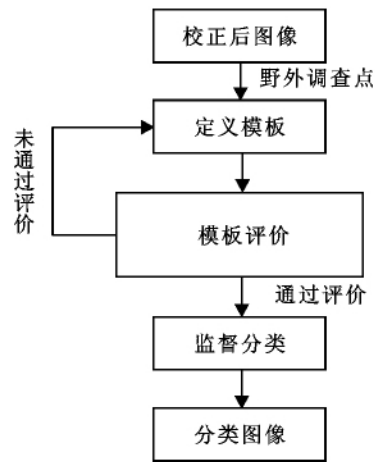


图 1 土地利用分类流程图

## 2 结果与讨论

### 2.1 土地利用结构动态变化特征

根据上述土地利用分类原则得出榆林市自 1997—2010 年土地利用总体格局如下:榆林市林地、草地、果园面积大幅增加,耕地及未利用地面积显著减少,其中果园增幅达 1 578.8%,草地增幅 108%,林地增幅 84.6%,耕地减幅 57.1%,未利用地减幅 59.3%(如表 1 所示)。

表 1 榆林市 1997—2010 年土地利用格局变化

土地类型	土地利用变化/hm <sup>2</sup>		年变化 速率/%
	1997 年	2010 年	
水体	56 452.9	58 162.0	0.20
林地	383 175.6	707 275.9	6.51
草地	987 777.0	2 054 621.1	8.31
未利用地	408 089.6	166 234.0	-4.56
耕地	2 422 241.5	1 040 000.2	-4.39
居民地及工矿地	36 127.3	68 556.7	6.90
果园	12 605.6	211 619.7	121.44
合计	4 306 469.6	4 306 469.6	

### 2.2 土地利用变化速度分析

土地利用变化速度可以用动态度来衡量,它可以定量描述区域一定时间内某种土地利用类型变化的速度,可用于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。本文利用动态度来反映榆林市土地利用类型的年变化率,计算公式如下:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中:  $K$ ——研究时段内某一土地类型的动态度;  $U_a$ ——研究期初某一土地类型的面积;  $U_b$ ——研究期末某一土地类型的面积;  $T$ ——研究时段长。当  $T$  的时段为年时,  $K$  的值就是该研究区的某一土地类型年变化率。

利用上式计算出榆林市土地类型的年变化率(表 1), 结果显示, 1997—2010 年 13 a 间, 各种土地利用类型变化速率排序为: 果园 > 草地 > 居民地及工矿用地 > 林地 > 未利用地 > 耕地 > 水体, 其中果园、草地、

居民地及工矿用地年变化率较大, 分别为 121.44%, 8.31%, 6.9%。

### 2.3 土地利用类型动态演化特征分析

区域土地利用类型动态演化是一定时期区域内自然、社会、经济发展的综合体现, 榆林地处于旱—半干旱农牧交错带, 各种土地利用类型在自然环境因素的影响下转化频繁, 同时 1997—2010 年这 13 a 是榆林市经济快速发展时期, 大型能源化工基地的建设、快速城镇化加速了不同土地利用类型之间的转化。根据遥感和 GIS 分析, 得出榆林市近 13 a 来土地利用类型动态演化特征, 其转移矩阵如表 2 所示。

表 2 1997—2010 年土地利用类型转移矩阵

%

项目	2009 年土地利用类型						
	水体	林地	草地	未利用地	耕地	居民地及工矿用地	果园
1997 年土地利用类型							
水体	42.5	5.0	25.5	0.9	18.5	6.9	0.7
林地	0.5	12.3	36.2	2.4	45.1	1.2	2.3
草地	0.2	13.8	66.8	3.7	13.8	1.0	0.6
未利用地	0.5	7.0	61.1	19.8	10.2	0.8	0.6
耕地	0.5	16.6	52.6	0.5	24.5	0.9	4.4
居民地及工矿地	1.8	10.6	55.0	0.1	8.4	18.1	6.0
果园	0.1	9.0	34.7	3.8	51.5	0.7	0.3

(1) 果园面积增长迅速, 13 a 增加了 199 014.1 hm<sup>2</sup>, 其主要由耕地、林地等转换而来。

(2) 居民地及工矿用地扩展明显。13 a 增加了 32 429.4 hm<sup>2</sup>, 年均增长达 6.9%, 增加的面积主要由耕地、草地和沙地转化而来。

(3) 耕地、草地、林地面积变化显著, 其中耕地面积共减少了 1 382 241.3 hm<sup>2</sup>, 年均减幅达 4.39%, 而耕地的大幅减少主要转化为林地和草地这 2 种类型, 这主要源于国家在陕北地区实施的退耕还林还草的政策。草地 13 a 净增了 1 066 844.1 hm<sup>2</sup>, 年均增长达 8.31%, 是榆林市土地利用变化最显著的类型, 但同时局部区域草地荒漠化, 退化为沙地、盐碱地等未利用地的现象值得关注。

### 2.4 基于 GIS 的土地利用/覆盖时空分异特征

土地利用时空格局变化是自然和人类活动共同影响下的综合体现。为进一步了解 13 a 榆林市土地利用时空格局分异背后的主导因素, 本研究在 ArcGIS 9.3 软件的支持下, 应用 GIS 空间分析、图形叠加运算功能, 结合榆林市数字地形模型、土壤类型图、行政区划与社会经济资料, 将土地利用时空分布格局与区域自然地貌因素以及行政区划单元叠加分析。着重分析了 1997—2010 年土地利用/覆盖时空演化在自然、人类活动不同因素下的时空耦合关系, 从而

揭示出土地利用时空分异背后的主导因素和驱动机制, 因地制宜地为不同地貌单元、区域经济发展不同阶段的土地利用格局提供决策参考。

附图 7 是榆林市 1997—2010 年部分土地利用变化示意图。从附图 7 中可以看出, 耕地转化为林地和草地的空间部位主要是在榆林市南部和东南部黄土丘陵山区, 该地区是榆林市重点退耕还林还草区, 耕地向林地和草地的转化主要是退耕造成的; 耕地、林地、草地发生沙漠化的空间位置主要在古长城沿线、毛乌素沙漠边缘地带及无定河、榆林河、秃尾河周围, 同时这些地带也是沙地经治理转化为林地、草地的地带; 耕地转化为未利用地区以定边和靖边最明显, 主要是转化成了未利用地的盐碱地。

总体看来, 南部和东南部黄土丘陵区沟壑交错, 水土流失严重, 通过水土流失综合治理, 坡度较大的旱耕地实施还林还草, 有效地增加了林草的覆盖。古长城沿线、毛乌素沙漠边缘地带是农牧交错带生态环境最脆弱的地区, 因而也是耕地、林地、草地易于发生沙漠化的地带, 以榆阳、神木、横山、靖边、定边等区县较为严重。尽管这些地区也有较大面积沙地经治理转化为林地、草地和耕地, 但由于面积小、连续性差, 受毛乌素沙漠风沙活动的影响, 常遭受风力侵蚀而渐渐荒漠化。

### 3 结论

榆林市土地利用/覆盖变化是由自然、人文和社会经济因素共同影响所导致的。气候因素是驱动土地利用/覆盖变化的重要自然因素;政策制度的导向,人口压力及社会投资的增加,工、农业产业化发展直接影响了土地利用/覆盖变化的时空分异,驱动了土地利用覆盖格局的变化。应用 GIS/RS 集成技术动态分析榆林市最新的土地利用时空演化特征,得出 1997—2010 年 13 a 间榆林市土地利用变化显著,总体上表现为未利用土地、沙地和耕地通过综合治理及退耕还林等措施,转化为有利于改善区域生态环境的林地、草地、果园。但与此同时,由于社会经济的发展 and 人类不合理的土地利用,林地和草地在一些地貌单元不断向未利用土地和耕地转化,尤其是区域快速城镇化和大型能源化工基地的建设,使居民和建设用地大量占用耕地,且一般为土壤条件好、肥力高的农田。这些表明,榆林市在水土流失综合治理、未利用土地改良和沙漠化防治等方面采取的植被恢复等措施效益明显,但区域人类活动的加剧,使土地利用总体格局呈现出“整体好转,局部恶化”的现象。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Meyer W B, Turner B L. Change in land use and land cover: A global perspective [C]. London: Cambridge

University Press, 1994.

- [2] Foley J A, DeFries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use[J]. Science, 2005, 309: 570-574.
- [3] 王根绪,刘进其,陈玲. 黑河流域典型区域土地利用格局变化及影响比较[J]. 地理学报, 2006, 61(4): 339-348.
- [4] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N E, et al. Land use and land cover change implementation strategy: Stockholm [R]. IGBP Report and IHDP Report, 2002.
- [5] Suzanne S. Priority questions for land use/cover change research in the next couple of years[J]. LUCC Newsletter. 2001, 61(4): 339-348.
- [6] 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.
- [7] 葛全胜,赵名茶,郑景云. 20 世纪中国土地利用变化研究[J]. 地理学报, 2000, 55(6): 698-706.
- [8] 刘纪元,邓祥征. LUCC 时空过程研究的方法进展[J]. 科学通报, 2009, 54(21): 3251-3258.
- [9] 刘彦随, Gao Jay. 陕北长城沿线地区土地退化态势分析[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 443-450.
- [10] 张莉,王飞跃,岳乐平,等. 基于 RS 和 GIS 的沙漠—黄土过渡带土地沙漠化分布与变化研究: 以陕北榆林地区为例[J]. 地球学报, 2004, 25(1): 63-66.
- [11] 贾科利,常庆瑞. 基于 TM 的陕北农牧交错带土地利用覆盖动态变化遥感监测[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 175-179.

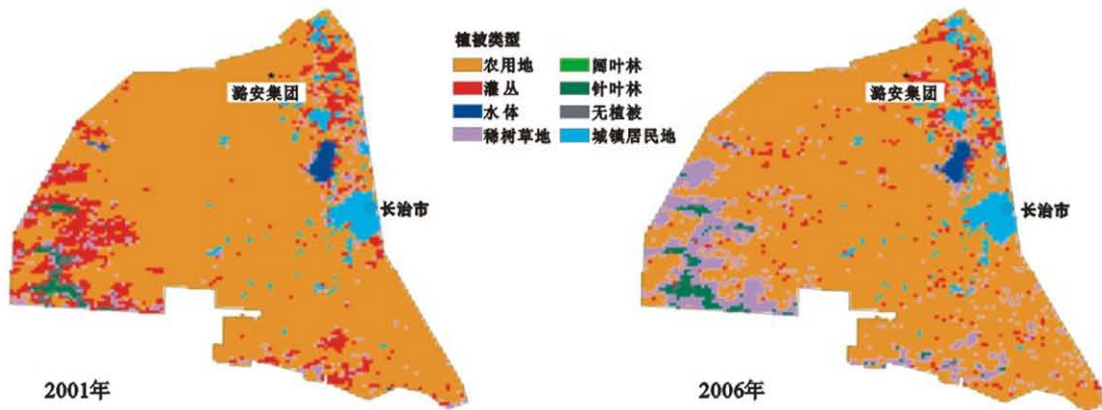
(上接第 191 页)

(3) 在预测性、前瞻性、动态性的原则下,从时间上将梅州地区地质灾害规划分为近期、中期和远期规划,充分考虑了经济发展、地质灾害治理的迫切程度等因素,为地质灾害防治提出了大致的时间表。

(4) 对地质灾害防治提出相应的措施及建议,在探明地质灾害形成机理的基础上进行合理规划,统筹安排人力物力,可最大程度减轻地质灾害的危害。

#### [ 参 考 文 献 ]

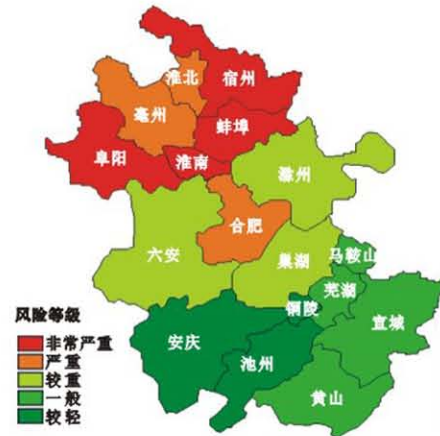
- [1] 王哲,易发成. 基于层次分析法的绵阳市地质灾害易发性评价[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 14-23.
- [2] 王云龙,文宝萍. 兰州市滑坡地质灾害危险性研究[J]. 中国地质, 2011, 38(6): 1593-1598.
- [3] 丛威青,潘懋,李铁锋,等. 基于 GIS 的滑坡、泥石流灾害危险性区划关键问题研究[J]. 地学前缘, 2006, 13(1): 185-190.
- [4] 霍艾迪,张骏,卢玉东,等. 地质灾害易发性评价单元划分方法: 以陕西省黄陵县为例[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2011, 41(2): 523-528.



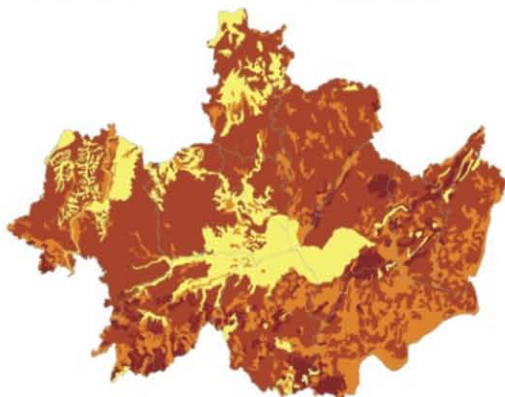
附图6 2001, 2006年山西省潞安矿区植被类型空间格局



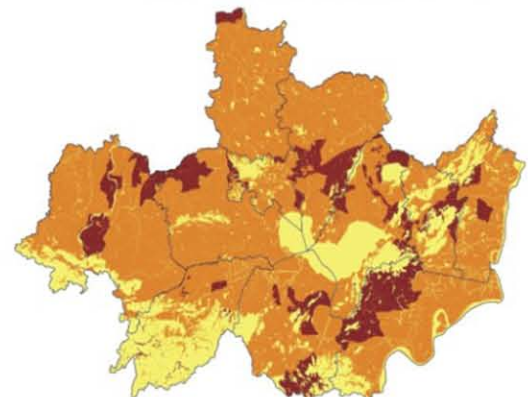
附图7 榆林市1997—2010年土地利用变化



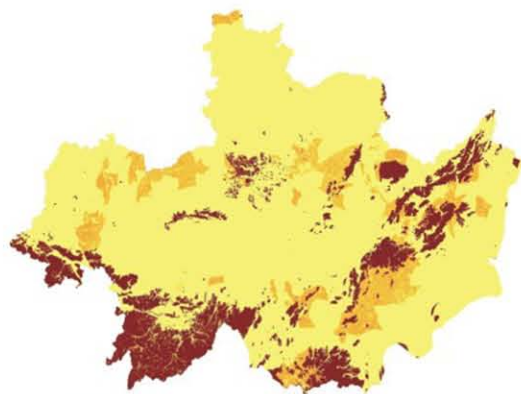
附图8 安徽省水灾灾损率风险区划



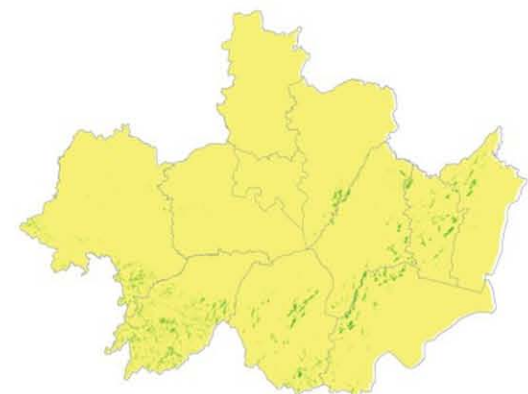
附图9 巢湖流域土壤可蚀性因子K值空间分布



附图10 巢湖流域地表覆盖因子C值空间分布



附图11 巢湖流域水土保持措施因子P值空间分布



附图12 巢湖流域土壤侵蚀强度空间分布