

# 资源型城市土地利用变化及生态环境效应研究

## ——以白银市区为例

张万萍, 雒占福, 孟越男, 张 剑, 何 珊

(西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070)

**摘 要:**资源型城市因“矿竭城衰”实施的产业转型可影响土地利用变化和生态环境状况,协调土地利用与生态环境的发展关系对改变传统的城市土地利用模式,促进人与自然是和谐发展具有重要意义。基于 ENVI 软件,选取资源型城市白银市区 1990 年、2000 年和 2011 年 3 期 Landsat TM 影像为主要数据源,运用土地利用动态度模型、动态转移矩阵、区域生态环境质量指数模型和区域生态环境质量贡献指数模型,定量分析了研究区域的土地利用变化特征及其生态环境效应。结果表明,21 a 期间,白银市区建设用地面积一直增长趋势,耕地面积先增后减,未利用地面积一直呈减少趋势,林地、草地、水体基数小,面积变化总量不大;从整体来看,白银市区生态环境质量指数从 1990 年的 0.087 上升到 2011 年的 0.126,生态环境质量朝着健康方向发展;耕地和未利用地对白银市区生态环境质量改善的贡献率最高,林地和水体对白银市区生态环境质量退化的贡献率最高;耕地、未利用地、林地、水体是影响区域生态环境变化的重要因素,其中耕地是主导因素。

**关键词:**土地利用变化;资源型城市;生态环境效应;白银市区

**中图分类号:**F301.24;X171.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2013)06-0251-05

## Land Use Change and Ecological Environment Effects of Resources-based Cities

### —A Case Study of Baiyin City in Gansu Province

ZHANG Wan-ping, LUO Zhan-fu, MENG Yue-nan, ZHANG Jian, HE Shan

(College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Industrial transformation of resource cities due to the exhaustion of mineral resources affects the urban land use and eco-environment situation. The coordination of development relationship between land use and eco-environment has an important meaning for changing the traditional urban land use pattern and promoting the harmonious development between human and nature. With 1990, 2000 and 2011, 3 periods landsat TM satellite remote sensing images of Baiyin resources city as the main data source, land use change characteristics and effect on the ecological environment were analyzed and evaluated based on the ENVI software from 1990 to 2011, and using several kinds of mode, such as single land use type dynamic degree model, dynamic transfer matrix, regional ecological environmental quality index model, regional ecological environmental quality contribution index model. The results showed that construction land area has been growing, cultivated land area firstly increased and then decreased, unused land area has been in reducing trend, woodland, grassland, water area changed little because of their small initial area in Baiyin city during 21 years; ecological environment quality will develop toward a healthy state overall because ecological environment quality index increased from 0.087 to 0.126; contribution rates of cultivated land and unused land were the highest to ecological environment quality improvement, while contribution rates of forestland and water were the highest to ecological environment quality degradation in BaiYin city where cultivated land, unused land water were key factors affecting the regional ecological environment change, and cultivated land was the dominant factor among all factors.

**Key words:** land use change; resources city; ecological environment effect; Baiyin City

收稿日期: 2013-03-21

修回日期: 2013-04-10

作者简介: 张万萍(1986—), 女, 甘肃永登人, 硕士研究生, 主要研究方向: 城市发展与规划设计。E-mail: zhangyouyuanyuwan@163.com

通信作者: 雒占福(1975—), 男, 甘肃通渭人, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 城市发展与规划设计。E-mail: luozf200@163.com

20 世纪 90 年代中期以来,我国城市化进程加快,2011 年我国的城市化率为 51.27%,城市土地利用变化成为当前土地利用研究的热点<sup>[1]</sup>。目前,国内学者对土地利用的研究主要集中在城市土地利用时空动态变化与驱动机制方面,如孙雁等<sup>[2]</sup>以多时相历史数据为基础,研究了沈阳市 100 a 来土地利用空间结构的演变特征和规律;贾文臣等<sup>[3]</sup>应用土地利用空间形态分形模型研究了威海市土地利用分形特征时空格局变化特点;谢叶伟等<sup>[4]</sup>在 RS 与 GIS 技术支持下,研究了沿海城市土地利用变化及其驱动力;钟春棋等<sup>[5]</sup>运用主成分分析法确定了福州市土地利用变化的主要驱动因子。相对而言,对城市土地利用变化及其引起的生态环境效应研究较少<sup>[6-9]</sup>,张杨等<sup>[6]</sup>运用生态环境质量评价模型对武汉市土地利用变化的生态环境效应作了分析;李鹏山等<sup>[9]</sup>采用生态环境效应评价模型,对海口市滨海旅游区生态环境效应进行了研究。且研究的对象多为东部城市,对西部城市特别是资源型城市的土地利用变化及其生态效应研究十分薄弱<sup>[10-13]</sup>。鉴于此,本文以白银市区为例,研究 1980 年代后期西北干旱区资源型城市转型下的土地利用变化及其对生态环境的影响,以期为解决资源型城市转型过程中产生的问题和实现城市可持续发展提供依据和借鉴。

1 研究区概况

白银市区(郝家川)位于白银区中部,是典型的黄土高原农交交错区,土地总面积为  $5.01 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。市区地势较为平坦,平均海拔 1 709.2 m,属中温带大陆性干旱、半荒漠气候,年均气温 8℃,年均降雨量 198 mm,植被覆盖度低,土壤类型以灰钙土为主<sup>[14]</sup>。白银市区是白银市的政治、经济和文化中心,也是我国重要的有色金属基地和甘肃省能源化工基地,素以“铜城”闻名。白银市区交通便利,距兰州中川机场仅 70 km,包兰铁路、白宝支线铁路,G6 白兰高速、109

国道穿境而过。从 1988 年开始,白银市区实施了资源型城市的转型战略,城市职能和产业布局发生了重大变化,产业转型下土地利用变化及其生态环境变化剧烈,因而对其土地利用变化和生态环境效应的整体研究具有重要的现实意义。研究区内地物种类多,影像解译时考虑到不同土地利用程度的差异,将一些附属或是难以区分的类型予以归并,将研究区的土地利用类型划分为水体、草地、耕地、林地、建设用地、未利用地六种<sup>[15]</sup>。

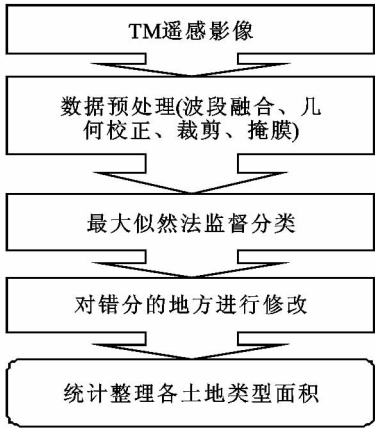


图 1 遥感影像图处理流程

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

本文以 1990 年 8 月 18 日、2000 年 11 月 1 日和 2011 年 9 月 29 日的 3 期 30 m 分辨率,轨道号为 130/35 的陆地卫星(Landsat TM)影像作为基础数据,以白银区统计年鉴(2011 年)、白银市统计年鉴(2011 年)等为社会经济数据源。基于 ENVI 4.7 软件对 3 期遥感影像进行解译(图 1),分类图的总体分类精度和 Kappa 系数在 85%以上,Kappa 系数均高于最低允判精度(0.7),满足土地利用变化监测的精度需要;再利用 ENVI 中的分类统计、分类结果比较后,获得各时相土地利用图(图 2)。

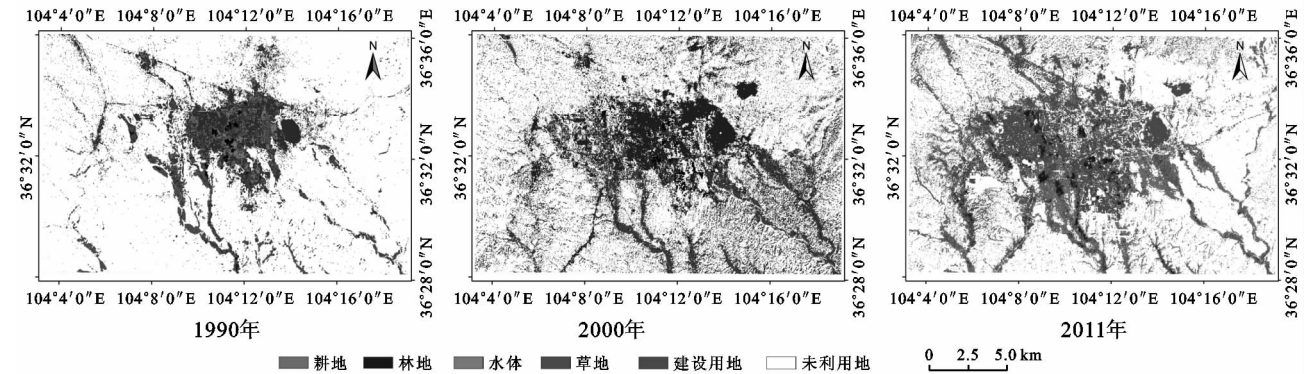


图 2 1990—2011 年白银市区土地利用

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用类型动态度<sup>[2]</sup> 单一土地利用动态度可以定量地描述区域土地利用变化的速度。其计算公式如下:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%$$
 (1)

式中:K——研究时段内某一土地利用动态度;U<sub>a</sub>、U<sub>b</sub>——研究期初和研究期末某一土地类型数量;T——研究时段长,当 T 设定为年时,K 为研究时段内某一土地利用类型的年变化率。

2.2.2 区域生态环境指数 为了定量表征研究区域(县级行政单元)内生态环境质量的总体状况,引入区域生态环境指数模型<sup>[12]</sup>,其表达式为:

$$EV_t=\sum_{i=1}^N\frac{LU_iC_i}{TA}$$
 (2)

式中:LU<sub>i</sub>、C<sub>i</sub>——该区域内 t 时期第 i 种土地利用类型的面积和生态环境数;TA——该区域总面积;N——区域内的土地利用类型数量。

2.2.3 区域生态环境质量贡献指数 区域土地利用变化类型生态贡献率是指某一种土地利用变化类型所导致的区域生态环境质量的改变,其表达式为<sup>[13]</sup>:

$$LEI=(LE_{t+1}-LE_t)LA/TA$$
 (3)

式中:LE<sub>t+1</sub>、LE<sub>t</sub>——某一土地利用变化类型所反映的变化末期和初期土地利用类型所具有生态质量指数;LA——该变化类型的面积;TA——该研究单元(如县级行政单元)的总面积。

3 土地利用变化特征及区域生态环境变化分析

3.1 土地利用结构变化

分析土地利用结构变化有助于认识土地利用变化趋势。1990—2011 年白银市区的主要用地类型是未利用地、建设用地和耕地(图 3),其所占比例分别由 1990 年的 83.04%,8.43%和 5.80%变化为 2000 年的 65.66%,15.88%和 16.49%,到 2011 年则分别达到 63.8%,16.98%和 14.13%。21 a 间,未利用地所占比例最大,但一直处于减少态势,建设用地处于增长态势,这与白银市 1988 年开始实施资源型城市转型战略在老城西郊发展新区(又称西区)占用荒滩地

相吻合。耕地面积表现为先增后减,其中先增与新区建设相伴随的周边宜农荒地开垦为耕地,发展城郊农业有关,后期减少与原市区边缘区的开发占用相一致。水体和林地草地所占比重小,但略有增加,是建设城市公园,改变城市环境的结果。

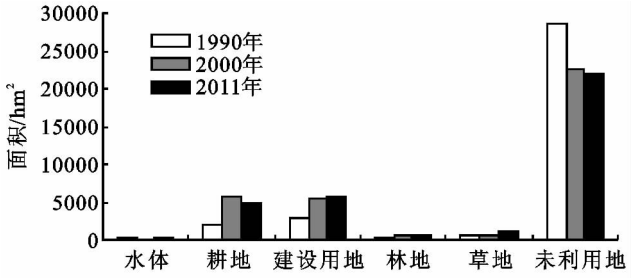


图 3 1990—2011 年不同土地利用类型的面积

3.2 土地利用强度变化

1990—2000 年白银市“移山造地”,西区工业园的建设加速了城市用地扩张,带动了培育新农业品种的市场需求,加快了切边边缘的农田林业和以道路水系绿化为主的绿色通道林业发展,使得市区耕地和林地面积变化最快,年变化率分别达到 18.44%和 10.15%(图 4)。2000—2011 年,扩建的白银新区内土地的集约利用使用地种类趋于多样化,各地类变化趋于平缓,面积增加缓慢;其中水体和草地变化相对较快,年增长率分别达到 10.63%和 9.41%,这种现状是市区用地结构调整(退耕还湖、开发未利用地为生态草坪)的结果。21 a 白银市区用地经历了“急剧变化—缓慢变化”的过程。

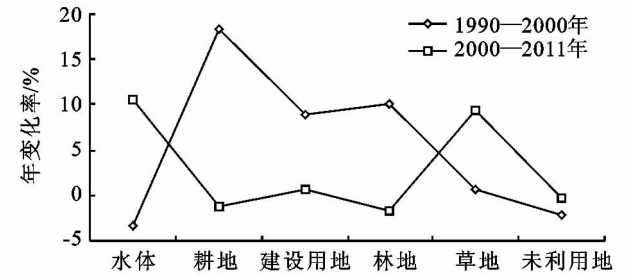


图 4 白银市区土地利用的年变化率

3.3 白银市区土地利用变化空间转化

基于 ENVI 4.7 软件平台,对不同时相遥感图像的分类结果进行叠加运算,得到研究区各土地利用类型的相互转移情况(表 1、表 2)。

表 1 1990—2000 年白银市区土地利用转移矩阵 hm<sup>2</sup>

土地利用类型		2000 年					
		水体	耕地	建设用地	林地	草地	未利用地
1990 年	水体	34.11	17.55	70.20	82.98	0.18	2.70
	耕地	2.25	1545.33	211.23	140.31	88.83	0.31
	建设用地	28.26	199.98	2624.34	8.64	27.00	1.59
	林地	0.00	90.72	21.87	43.38	58.77	50.13
	草地	0.90	95.04	60.30	200.25	24.57	83.43
	未利用地	74.79	3209.23	2454.90	58.05	297.36	22374.38
合计		140.31	5158.05	5442.84	533.61	496.71	22512.54
							34284.06

表 2 2000—2011 年白银市区土地利用转移矩阵 hm<sup>2</sup>

土地利用类型		2011 年						
		水体	耕地	建设用地	林地	草地	未利用地	合计
2000 年	水体	48.24	0.45	21.96	0.00	0.81	68.85	140.31
	耕地	22.32	4205.23	570.85	171.72	151.83	36.10	5158.05
	建设用地	126.09	44.05	5200.06	43.20	9.87	19.57	5442.84
	林地	0.99	93.78	31.68	337.50	48.78	20.88	533.61
	草地	3.51	1.71	68.49	36.36	205.47	181.17	496.71
	未利用地	103.23	498.49	47.62	99.90	474.48	21288.82	22512.54
	合计	304.38	4843.71	5940.66	688.68	891.24	21615.39	34284.06

1990 年后白银新区开发建设使得耕地(生态农业用地)、建设用地增加,这与未利用地大量转化为耕地(3 209.23 hm<sup>2</sup>)、建设用地(2 454.90 hm<sup>2</sup>)的现状吻合,其中少量耕地转化为建设用地 211.23 hm<sup>2</sup>,分布于原市区边缘区以及交通建设区域,未利用地和耕地转化为建设用地的面积表现为:未利用地>耕地。表明,生态质量低劣的土地覆盖类型(西郊荒漠地)转变为生态质量略高的城市用地类型(耕地和城市用地等)对白银市区改善生态环境有很大益处。为达到用地占补平衡,建设用地转化为耕地 199.98 hm<sup>2</sup> 分布于白银市区偏南,主要是居民点用地复垦为生态农业用地。表明这些地区伴随着生态建设(如经济林、地膜蔬菜等)的城市化过程也能使生态环境质量有所改善。2000 年以后,耕地面积下降,主要转化为建设用地(570.85 hm<sup>2</sup>)和林地(171.72 hm<sup>2</sup>),主要分布在金鱼公园的动物园、中科院白银高新技术产业园等建筑用地,林地主要是大型防护林建设;建设用地转化为生态质量较高的水体面积为 126.09 hm<sup>2</sup>,主要分布在西区水库和金鱼公园人工湖,对生态环境有促进作用。林草地和水体转化过程中所占比例较小,属于比较稳定的地类。

3.4 区域生态环境质量变化

由不同土地利用类型的生态环境指数<sup>[12]</sup>计算得到各土地利用类型生态环境质量指数(表 3)。

表 3 白银市区 1990—2011 年生态环境质量指数

土地类型	EV 1990	EV 2000	EV 2011 (1990—2011 年)	EV 变化	生态环境指数
耕地	0.014	0.041	0.035	0.021	0.25
林地	0.007	0.015	0.012	0.005	0.95
草地	0.002	0.003	0.006	0.003	0.20
水体	0.005	0.003	0.007	0.001	0.75
建设用地	0.017	0.031	0.034	0.016	0.20
未利用地	0.042	0.032	0.032	-0.011	0.05

表 3 表明,1990—2011 年间,耕地、建设用地和林地生态环境质量指数变化幅度最大,说明这三种地类的区域生态环境变化最明显,未利用地生态环境质量指数呈负向变化,说明未利用地生态环境质量降

低。总体而言,白银市区 1990 年和 2011 年的区域生态环境质量指数分别为 0.087 和 0.126,年均上升 0.19%,这种现象与白银市区利用区位优势 and 土地资源优势,引进投资,加快城市扩张力度,加强城市生态建设政策相符,表明城市生态环境朝好的方向发展。

3.5 区域土地利用类型生态贡献率变化

土地利用类型间相互转化面积直观反映了区域生态环境是趋于改善还是退化,生态贡献指数高低可以看出哪种地类间转化对生态环境变化影响最显著(表 4)。1990—2011 年间,使得白银市区生态环境质量改善的因素中,退耕还林、未利用地转化为耕地两个因素的贡献指数最高,分别为 0.29% 和 1.87%。导致白银市区生态环境质量恶化的因素中,林地转化为未利用地和耕地的贡献指数最高,分别为-0.13% 和-0.19%。说明耕地、未利用地、林地之间的转化是生态环境变化的主要影响因子,未利用地向耕地转化对生态环境好转起着促进作用,耕地转化为建设用地、未利用地加快了生态环境退化程度,耕地变化是影响生态环境变化的主导因子。白银市区生态环境变化同时存在好转和恶化两种趋势,但是生态环境质量改善的土地面积远高于生态环境质量退化的土地面积,说明总体上白银市区生态环境质量呈现改善趋向。

4 结论与展望

本文基于已建立的三期白银市区遥感数据库,定量分析了 1990—2011 年间白银市区土地利用时空变化特点及区域生态环境效应,研究表明:

(1) 白银市区 1990—2011 年间,土地利用变化剧烈,并且生态环境双向演进的过程显著,同时存在着生态环境改善和恶化两种相反的趋势。在大尺度范围内,研究区域生态环境质量朝着健康的方向发展,但是与 1990 年相比,局部工矿地区 2011 年生态环境恶化显著。这些变化受到白银市区推行开发未利用地为生态农业用地、退耕还林等政策的影响。白银市区产业转型引起的产业结构调整使得土地朝着集约利用的方向发展。

表 4 1990—2011 年土地利用/覆盖转变类型及生态贡献指数

转变类型	土地利用 转化类型	1990—2000 年		2000—2011 年	
		面积/hm <sup>2</sup>	贡献指数/%	面积/hm <sup>2</sup>	贡献指数/%
改善型转变	耕地→林地	140.31	0.29	171.72	0.35
	耕地→草地	88.83	−0.01	151.83	−0.02
	草地→林地	200.25	−0.44	36.36	−0.08
	未利用地→林地	58.05	0.15	99.90	0.26
	未利用地→草地	297.36	0.13	474.48	0.21
	未利用地→耕地	3209.23	1.87	498.49	0.29
	总计	3994.03	1.99	1261.06	1.01
退化型转变	林地→耕地	90.72	−0.19	93.78	−0.19
	草地→耕地	95.04	0.01	1.71	0.00
	水体→耕地	17.55	−0.03	0.45	0.00
	耕地→未利用地	0.31	0.00	36.10	−0.02
	林地→未利用地	50.13	−0.13	20.88	−0.05
	草地→未利用地	83.43	−0.04	181.17	−0.08
	水体→未利用地	2.7	0.00	68.85	−0.14
	总计	339.88	−0.38	402.94	−0.48

(2) 利用生态环境质量指数模型建立土地利用与生态环境的数量关系,不仅可以了解区域整体生态环境状况,也可以通过土地利用类型转移矩阵了解影响区域生态环境质量的主要驱动力。但是生态环境质量指数模型仅对生态环境进行综合评价,未能对土地利用类型生态效应的具体内容进行分析。如何把土地利用类型的生态效应定量化,为区域土地可持续发展和生态环境保护提供依据仍需要进一步的研究。

(3) 白银市区铜矿资源枯竭使得城市发展缓慢,建议白银市区在产业转型下向西区扩张建设中,加强土地集约利用,在大量侵占耕地生态环境状况差的区域,应该适当控制土地利用变化速度,引导土地利用向减少环境污染的方向发展,使土地利用趋于有序化;市区边缘居民点区域,生态环境状况好,经济发展相对落后,应该优化土地利用结构,转变低效用地的利用方式,提高土地利用的综合效益。

参考文献:

[1] 鲁春阳,杨庆媛,靳东晓,等. 中国城市土地利用结构研究进展及展望[J]. 地理科学进展,2010,29(7):861-868.

[2] 孙雁,刘志强,王秋兵. 1910—2010 年沈阳城市土地利用空间结构演变特征进展[J]. 地理科学进展,2012,31(9):1205-1211.

[3] 贾文臣,贾香云,李福印,等. 威海市土地利用分形特征动态变化[J]. 地理科学进展,2009,28(2):194-198.

[4] 谢叶伟,刘兆刚,赵军,等. 基于 RS 与 GIS 的典型黑土区土地利用变化分析:以海伦市为例[J]. 地理科学,2010,30(3):429-434.

[5] 钟春棋,柳铮铮,张文开. 福州市土地利用变化及其驱动

力分析[J]. 国土与自然资源研究,2007(3):14-16.

[6] 张杨,刘艳芳,顾渐萍,等. 武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J]. 地理科学,2011,31(10):1281-1285.

[7] 岳文泽,徐建华. 基于遥感影像的城市土地利用生态环境效应研究:以城市热环境和植被指数为例[J]. 生态学报,2006,26(5):1451-1460.

[8] 张小虎,孙茜,张合兵. 典型石油城市土地利用变化及其生态环境效应:以大庆市为例[J]. 农业现代化研究,2012,33(4):466-469.

[9] 李鹏山,李香,李燕,等. 基于 GIS 的海口市滨海旅游区土地利用格局的时空变化[J]. 安徽农业科学,2010,38(25):14025-14029.

[10] 宋翔,颜长珍,朱艳玲. 黄河源区土地利用/覆被变化及其生态环境效应[J]. 中国沙漠,2009,29(6):1050-1055.

[11] 杨述河,闫海利,郭丽英. 北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应:以陕北榆林市为例[J]. 地理科学进展,2004,23(6):50-55.

[12] 李晓文,方创琳,黄金川,等. 西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应:以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研究,2003,23(3):282-284.

[13] 王耀宗,常庆瑞,屈佳,等. 陕北黄土高原土地利用/覆盖变化及生态效应评价[J]. 水土保持通报,2010,30(4):135-142.

[14] 石培宏,杨太保,田庆春,等. 白银市工业污染源重金属排放特征分析[J]. 中国环境监测,2012,10(5):10-15.

[15] 周云凯,白秀玲,姜加虎. 1989 年至 2006 年鄱阳湖区土地利用动态变化研究[J]. 资源科学,2011,33(6):1186-1194.