

西安城区土地利用与生态安全动态变化

郭 斌,任志远

(陕西师范大学旅游与环境学院,西安 710062)

摘 要:土地利用结构与土地利用方式对生态安全有着深远的影响,分析城市土地利用变化与城市生态安全动态,为进一步研究城市生态安全格局下的土地利用优化配置及不同土地利用类型产生的生态服务功能价值提供了理论指导。本文利用 2000 年、2007 年两期遥感影像,解译得到 2000 年与 2007 年西安城区土地利用图;在 ARCGIS 支持下将土地利用图进行空间叠置分析,揭示了近 7 年西安城区土地利用动态变化情况;运用 PSR 模型构建生态安全评价指标体系并应用信息熵与 AHP 法确定指标权重;利用功效函数对各指标进行无量纲化处理,采用综合指数法计算生态安全综合指数;将土地利用图与生态安全评价图做叠置分析,得到了生态安全格局与土地利用格局间的内在联系。

关 键 词: LUCC;生态安全动态;土地利用与生态安全;西安城区

1 引言

改革开放以来,中国城市化发展迅速,受城市化驱动的土地利用/覆盖变化(LUCC)及其环境影响越来越突出,不仅对城市生态安全产生了危协,还影响区域生态系统的结构与功能,城市土地利用变化引起生态安全问题已经成为目前研究的热点^[1-8]。尽管学术界意识到 LUCC 与城市生态安全态势有密切联系,但目前研究中对土地利用变化的驱动力机制较为侧重,涉及 LUCC 对城市生态安全影响较鲜见。城市土地利用与生态安全研究虽然取得一定进展,但尚存不足:(1)基于 LUCC 的生态安全研究理论体系尚不健全,理论探讨多,应用实践少;(2)实例研究中较少综合运用数学模型、地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)等进行分析;(3)缺乏从土地利用动态监测、驱动力机制、生态响应等方面进行区域生态安全演变及调控的综合研究,现实指导意义有限。(4)研究区多集中在资源型城市,很少涉及特大型城市。

本文选取西安城区为研究区,在 RS、GIS、GPS 的支持下,研究 2000–2007 年西安城区的土地利用变化;在吸收已有区域生态安全评价、环境评价以及国土资源评价相关成熟经验与方法的基础上,尝

试性地建立城市生态安全评价指标体系,利用 GIS 提供的空间分析功能,研究西安近 7 年土地利用与生态安全间的内在关系。

2 研究区域概况与数据来源

2.1 研究区概况

西安位于关中盆地中部,介于 33°39′~34°45′N, 107°40′~109°49′E 之间,总面积 998300hm²。主要地貌类型包括山前洪积台地、秦岭山地和河谷冲积平原。四季冷暖干湿分明,最冷月平均气温 0.4℃,最热月平均气温 26.6℃,年平均气温 13.3℃,年平均降水量 613.7 mm,多年平均湿度 69.6%。辖未央、莲湖、新城、碑林、雁塔、灞桥、阎良、长安、临潼 9 区和周至、户县、高陵、蓝田 4 县。研究区为西安市城区的新城、碑林、莲湖、未央、雁塔、灞桥区。

2.2 数据来源

本文采用的数据源包括:2000 年和 2007 年 TM 影像;1:50000 地形图、2000 年和 2007 年土地详查数据;2000 年和 2007 年土地利用现状图;2000–2007 年间的西安市统计年鉴、环境公报和其他相关社会经济统计数据;部分数据源于中国科学院地理科学与资源研究所中国自然资源数据库。

收稿日期:2008–10;修订日期:2008–12。

基金项目:国家自然科学基金项目(407701019);国家自然科学基金委员会青年科学基金项目(40801047)。

作者简介:郭斌(1981–),男,陕西合阳人,博士研究生,主要从事资源环境遥感与 GIS 研究。E-mail:guobinmm@stu.snnu.edu.cn

通讯作者:任志远,男,教授,博士生导师,E-mail:renzhy@snnu.edu.cn

3 方法与结果

3.1 土地利用/覆被动态

主要利用 ERDAS8.5 进行遥感影像预处理及解译,采用 ARCGIS9.0 进行矢量数据预处理、空间分析及土地利用和土地利用变化专题图的制作。分类过程中对混合像元采用实地校验的方法,运用 GPS 手持接收机现场调查并记录土地利用状况与经纬度,然后用采集的样本定义监督分类模板,并

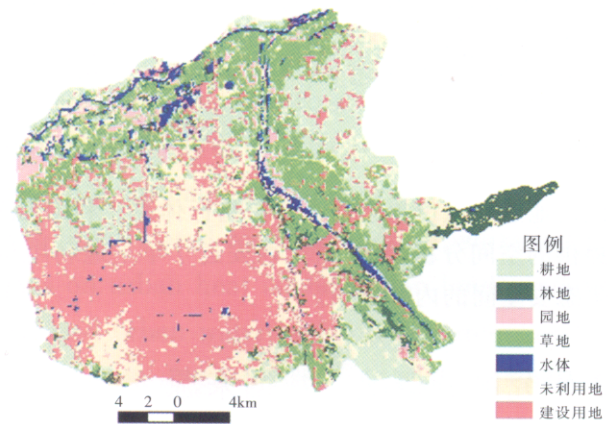


图 1 2000 年西安城区土地利用图
Fig.1 The map of Xi'an land use in 2000

境响应模拟现实的生态状况;为了避免 AHP 在确定权重时的主观性,本文采用信息熵与 AHP 相结合的方法确定指标权重,指标体系及权重如表 1。根据已有研究成果^[9-16],在考虑区域差异的基础上,拟定了生态安全的 5 个等级(表 2)。

3.2.2 生态安全综合指数测算

本文采用功效函数对各指标进行无量纲化处理。假定各指标变量为 $u_j(j=1,2,\cdots,m)$, a_j , b_j 分别为各评价指标的最大值与最小值。指标值 x_j 对生态安全综合指数的功效 $U_i(u_j)$ 由式(1) 确定,再根据表 1 中的各指标权重 w_j ,运用综合指数法计算生态安全综合指数 ESI_j ,计算公式见式(2)。

$$U_i(u_j)=\begin{cases} \frac{x_j-b_j}{a_j-b_j} & U_i(u_j)\text{具有正功效时} \\ \frac{b_j-x_j}{b_j-a_j} & U_i(u_j)\text{具有负功效时} \end{cases} \quad (1)$$

$$ESI_j=\sum_{j=1}^m W_j U_i(u_j) \quad (2)$$

3.3 生态安全动态

本文采用 Kriging 插值法将统计数据进行格网

结合现有的土地利用现状图与其他图件,分类结果精度评估显示研究的遥感影像解译精度达到应用要求。土地利用与土地利用变化见图 1-3,土地利用转移矩阵限于篇幅不再列出。

3.2 指标体系及模型

3.2.1 指标体系及权重

参考相关研究成果,在考虑区域特点基础上,运用 PSR 模型构建了城市生态安全评价指标体系^[9-14],分别用生态环境压力、生态环境状态、人文环

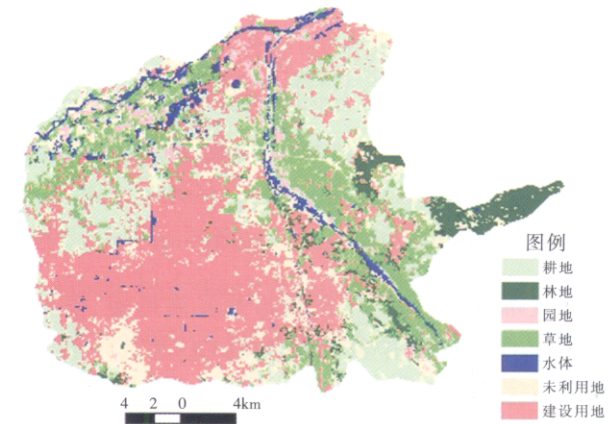


图 2 2007 年西安城区土地利用图
Fig.2 The map of Xi'an land use in 2007

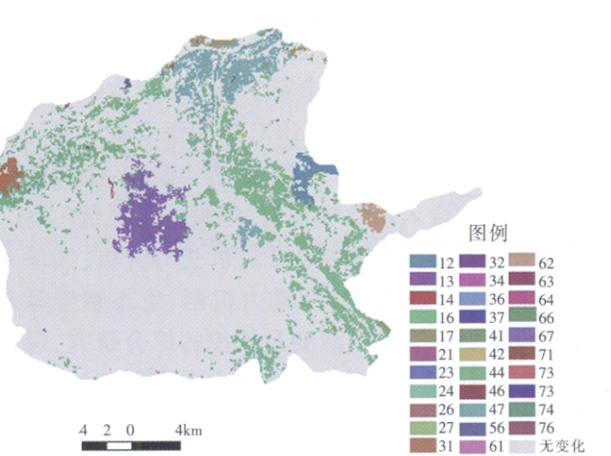


图 3 2000-2007 年西安城区土地利用/覆被变化图
Fig.3 The map of Xi'an land use/cover change from 2000 to 2007

* 注:1、2、3、4、5、6、7 分别代表耕地、林地、园地、草地、水体、未利用地、建设用地;2 个数字的组合表示土地利用类型的变化,例如:17 表示土地利用类型由耕地变为建设用地。

化转换,栅格大小为 30m×30 m,地图采用 Albers Conical Equal Area 投影,双标准纬线分别为 25°N 和 47°N,中央经线为 110°E,参考椭球体为

表 1 西安生态安全评价指标体系及权重
Tab.1 Ecological security evaluation indicator system and weight of Xi'an

目标层	项目层	因素层	指标层
生态安全综合指数 (A)	生态环境压力 (B1)0.367	人口压力(C1) 0.261	人口密度(D1) 0.352; 人口自然增长率(D2) 0.402; 城市化率(D3) 0.246
		资源压力(C2)0.254	人均住房面积(D4) 0.414; 人均水资源量(D5) 0.234; 万人原本消费量(D6)0.352
		能源压力(C3) 0.233	人均煤炭消费量(D7)0.563; 人均汽油消费量(D8)0.437
	生态环境状态 (B2) 0.338	社会经济发展压力(C4) 0.252	人均 GDP(D9) 0.324 ; 每万人拥有卫生人员(D10)0.288; 每万人拥有车辆数(D11) 0.227; 每万人拥有的床位数(D12) 0.161
		资源质量(C5) 0.518	人均水浇地面积 (D13) 0.367; 人均耕地面积(D14)0.338; 人均园地面积(D15)0.295
		环境质量(C6) 0.482	固废无害化处理率(D16) 0.274; 废水处理率(D17) 0.265; 工业废气处理率(D18) 0.204; 单位面积化肥使用量(D19)0.257
	人文环境响应 (B3) 0.295	教育科技能力(C8)0.487	万人拥有大学以上文化程度人数(D20) 1
		投入能力(C7)0.513	人均 GDP 增长率(D21)0.642; 环保投资占 GDP 比例(D22) 0.358

表 2 西安生态安全分级标准
Tab.2 Grading standards of ecological security in Xi'an

综合评价数值	≤0.35	>0.35~0.45	>0.45~0.55	>0.55~0.75	>0.75
评语	很不安全	不安全	临界安全	安全	理想安全
预警色	深红色	红色	橙色	绿色	蓝色

Krasovsky,基准面为 Beijing19540。将表 2 中各指标进行格网化后分层存放,在 ARCMAP 中通过“Map Calculation”,按照 3.2.2 中生态安全综合指数测算方法得到 2000 年与 2007 年生态安全综合评价图,限于篇幅未列出。在 ARCMAP 支持下将 2000 年与 2007 年生态安全综合评价图进行“空间叠置分析”,得到了近 7 年西安城区的生态安全动态变化图,通过 ARCMAP 提供的属性统计功能对生态安全综合评价图与生态安全动态图属性表分别进行统计,可以得到西安城区生态安全格局(图 4)。

从图 4 可以看出,近 7 年来虽然理想安全区域有所增加,但增加幅度很小,局部区域正在向不安全、临界安全、很不安全过渡。说明从 2000-2007 年

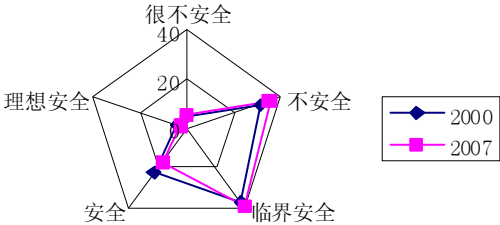


图 4 西安生态安全格局雷达图
Fig.4 The pattern map of Xi'an ecological security

由于西安局部地区采取各种生态环境保护措施而收到良好效果,近 7 几年来生态环境状况局部有所好转,但整体的生态环境状况有所下降,在局部地区有加剧恶化趋势,生态安全态势仍不容乐观。

表 3 土地利用类型面积比例表
Tab.3 The table of land use area

安全等级	很不安全比例(%)			不安全比例(%)			临界安全比例(%)			安全比例(%)			理想安全比例(%)		
土地类型	2000	2007	2000~2007	2000	2007	2000~2007	2000	2007	2000~2007	2000	2007	2000~2007	2000	2007	2000~2007
林地	0.29	14.84	14.55	3.63	8.52	4.89	3.07	7.66	4.59	0.31	5.38	5.07	0.27	2.55	2.28
耕地	2.8	4.07	1.27	12.66	5.56	-7.1	15.15	6.76	-8.39	12.08	4.25	-7.83	18.12	6.37	-11.75
草地	3.56	19.92	16.36	13.61	16.05	2.44	12.39	21.96	9.57	6.36	17.25	10.89	17.92	15.92	-2
园地	0.13	0.81	0.68	2.95	6.62	3.67	2.58	10.97	8.39	1.9	6.37	4.47	1.4	2.55	1.15
未利用地	5.43	34.35	28.92	10.17	32.32	22.15	15.55	26.32	10.77	13.75	31.5	17.75	1.76	38.86	37.1
水体	0.89	2.23	1.34	2.49	4.52	2.03	2.03	3.3	1.27	2.02	3.5	1.48	2.73	0.63	-2.1
建设用地	86.9	23.78	-63.12	54.49	26.41	-28.08	49.23	23.03	-26.2	63.58	31.75	-31.83	57.8	33.12	-24.68
合计	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0

3.4 土地利用变化与生态安全

将图 1、图 2 分别与 2000 年和 2007 年生态安全评价图做叠置分析,得到不同土地利用类型生态

安全等级面积比例表(表 3),与土地利用的生态安全评价图(图 5)。

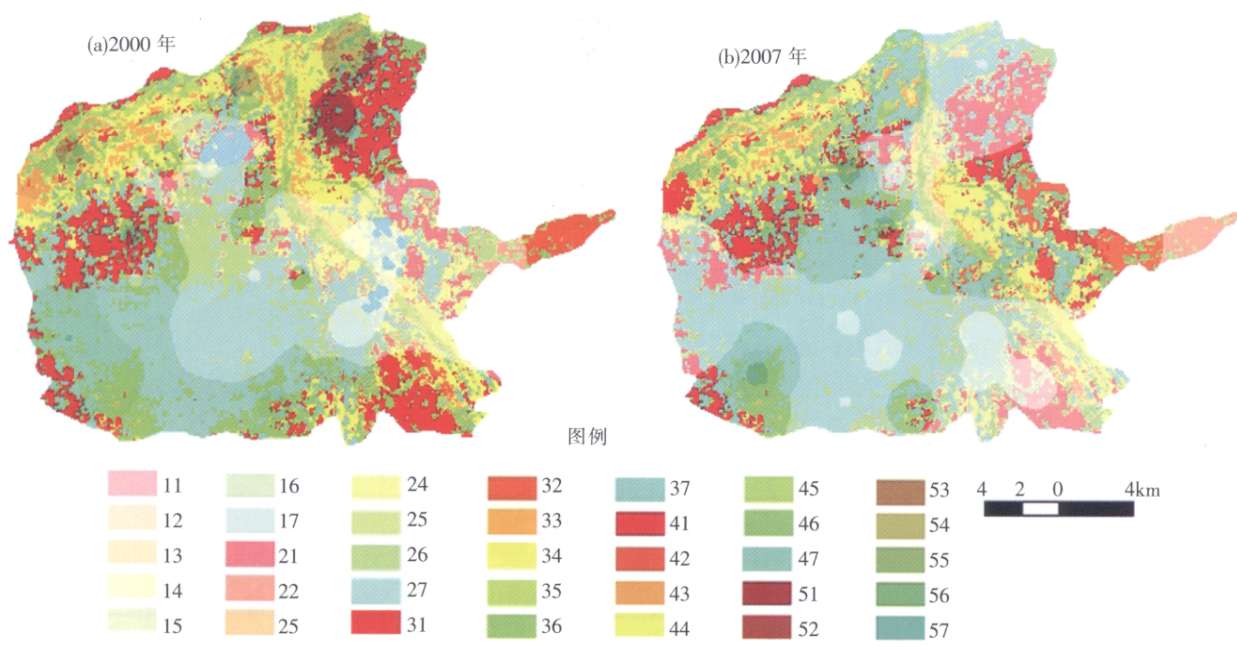


图 5 西安土地利用生态安全评价图

Fig 5. The map of Xi'an land use ecological security evolution

* 注:图例中个位数为土地利用类型编码,1、2、3、4、5、6、7 分别表示耕地、林地、园地、草地、水体、未利用地、建设用地;十位数为生态安全等级,1、2、3、4、5 分别表示很不安全、不安全、临界安全、安全和理想安全;例如“14”表示很不安全状态的草地。

4 结论与展望

(1)2000-2007 年,西安城区土地利用/覆被变化剧烈,7 年间耕地面积、未利用地面积不断减少,建设用地面积则急剧增加,林地、草地面积小幅度增加。导致建设用地急剧增加的原因,是城市化的步伐不断加快;林地、草地面积增加的原因,是近年来进一步推行退耕还林还草的举措。

(2)2000-2007 年,按照生态安全评价结果中安全等级像元出现的频率,2007 年较之 2000 年虽然理想安全与区域有所增加,但增加幅度很小,局部区域正在向不安全、临界安全、很不安全过渡。说明从 2000-2007 年由于西安局部地区采取各种生态环境保护措施而收到良好效果,生态环境状况局部有所好转,但是整体的生态环境状况有所下降,在局部地区有加剧恶化的趋势,生态安全态势仍不容乐观。

(3)2000-2007 年,很不安全土地利用类型面积除建设用地外都有所增加,其中增幅最大为未利用

地,最小为园地。有必要采取有效的土地整理措施,使闲置土地回复其生态功能、经济功能、社会功能;在不安全的土地利用类型中,建设用地与耕地面积有所减少,这与政府加大局地生态环境基础设施建设力度,采取严格的耕地保护制度有关;所有临界安全土地利用类型面积都有所增加,应进一步加大生态建设的投入力度,扩大生态建设的范围,长期推行严格的生态环境保护制度;在安全的土地利用类型中,未利用地、草地、林地、园地、水体面积均有所增加,证明政府在局地采取生态保护政策初步取得成效;林地、园地、未利用地理想安全的面积均有所增加,未利用地的增加幅度最大,在城市用地中具有重要生态功能的耕地、园地、林地、牧草地、水域和部分未利用地必须达到一定的比例,这一比例要能为实施生态建设工程提供基本保障,有利于遏制生态环境恶化趋势,维护城市生态安全,建设环境友好型社会。

(4)构建生态良好的土地利用格局,有利于形成自然和谐的城乡宜居环境。近些年来,随着西安经

济的快速发展,对水、土地和生物资源的开发利用强度日益加大,人为开发建设活动已经成为生态环境不断恶化的重要因素。工业化和城镇化的快速发展侵占了大量生态用地,使一些对城市生态环境起重要保护作用的耕地、园地、林地、草地、水体等资源永久丧失;摊大饼式的城市扩张和有序蔓延还加剧了城市周边生态景观的破碎化程度。今后在城乡用地布局中,应将大面积连片基本农田、优质耕地作为绿心、绿带的重要组成部分,构建耕地、林草、水系、绿带等生态廊道,加强各生态用地之间的有机联系,构建景观优美、人与自然和谐的宜居环境。这些举措有利于解决工业化、城镇化带来的一系列城乡生态环境问题,形成城乡生态安全格局。

(5)本文对于城市土地利用与生态安全动态仅是一个探索性的研究,今后有必要在不同土地利用类型的生态服务功能价值方面进一步研究;与此同时,如何对土地利用类型进行合理的配置才能形成城市生态安全格局等命题,值得进一步探索。

参考文献

[1] 张浩,马蔚纯,HO Hon Hing. 基于 LUCC 的城市生态安全研究进展. 生态学报,2007,27(5):0112~7112.

[2] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题. 地理科学进展,2002,21(1): 51~57.

[3] 李子君,周培祥,毛丽华. 我国水土保持措施对水资源影响研究综述. 地理科学进展,2007,26(4):49~57.

[4] 史培军,江源,王静爱 等. 土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制. 北京:科学出版社,2004,1~60.

[5] 史培军,宫鹏,李晓兵 等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践. 北京:科学出版社,2000,1~32.

[6] 陈星,周成虎. 生态安全;国内外研究综述. 地理科学进

展,2005,24(6):8~20.

[7] 崔胜辉,洪华生,黄云凤 等. 生态安全研究进展. 生态学报,2005,25(4):861~868.

[8] Jon Barnett. Security and climate change.Global Environmental Change, 2003,(13): 7~17.

[9] 周文华,王如松. 城市生态安全评价方法研究—以北京为例. 生态学杂志,2005,24(7):848~852.

[10] 谢花林,李波. 城市生态安全评价指标体系与评价方法研究. 北京师范大学学报(自然科学版),2004,40(5):705~710.

[11] 龚建周,夏北成. 城市生态安全评价及部分城市生态安全态势比较. 安全与环境学报,2006,6(3):115~119.

[12] 左伟,王桥,王文杰 等. 区域生态安全综合评价模型分析. 地理科学,2005,25(2):209~214.

[13] 肖容波,欧阳志云,韩艺师 等. 海南岛生态安全评价. 地理与地理信息科学,2005,21(6):105~111.

[14] 张兵,金凤君,胡德勇. 甘肃中部地区生态安全评价. 自然灾害学报,2007,16(5):9~15.

[15] 邱微,赵庆良,李崧 等. 基于“压力-状态-响应”模型的黑龙省生态安全评价研究. 环境科学,2008,29(4):1148~1152.

[16] 李玉平,蔡运龙. 河北省土地生态安全评价. 北京大学学报(自然科学版),2007,43(6):784~789.

[17] 任志远,张艳芳 等. 土地利用变化与生态安全评价. 北京:科学出版社,2003,27~28.

[18] 任志远,李晶,王晓峰 等. 城郊土地利用变化与区域生态安全动态. 北京:科学出版社,2006,3~358

[19] 郭斌,任志远. 陆地卫星影像用于土地利用覆被变化中的波段组合研究. 陕西师范大学学报 (自然科学版),2007,35(2):112~116.

[20] 郭斌,任志远. 陕西省 2003 年水资源足迹测评与分析. 干旱地区农业研究,2006,24(6):178~182.

[21] 党安荣,王晓栋,陈晓峰 等. ERDAS INMAGINE 遥感图像处理方法. 北京:清华大学出版社,2004,186~237.

[22] 汤国安 杨昕. ARCGIS 地理信息系统空间分析实验教程. 北京:科学出版社,2004,5~88.

The Dynamics of Land Use and Ecological Security in Urban Area of Xi'an

GUO Bin, REN Zhiyuan
(College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: This paper used remote sensing images of Xi'an in 2000 and 2007, had analyzed the process of Xi'an land use change during 2000-2007,then had constructed the ecological security evaluation indicator system of Xi'an basis on PSR model, and had determined the weight of indicator by the methods of AHP and Information Entropy, and then had implemented nondimensionalization by power function and had calculated the index of ecological security by integrated index model, At last,making an overlay analysis between land use chart and ecological security evolution map, has obtained the inner link between ecological security condition and land use pattern.

Key words: LUCC;ecological security dynamic; land use and ecological security; urban area of Xi'an