

基于景观生态视角的兰州市城市化空间模式定量研究^{*}

刘沁萍, 杨永春, 田洪阵

(兰州大学资源环境学院, 兰州 730000)

提 要: 以 1994、2000、2006 和 2010 年夏季的 Landsat TM/ETM 影像为数据源, 利用 ENVI4.5、ARCGIS10、Fragstas3.3 软件, 从景观生态角度, 选用斑块密度、边界密度、景观形状指数、香农多样性指数和蔓延度指数, 定量分析了兰州市的城市化空间模式, 结果表明: 1) 城市化进程中, 城市的空间发展是以外部扩张和内部填充两种形式实现的; 2) 兰州市 1994 到 2010 年建成区面积急剧增加, 边界密度、景观形状指数、香农多样性指数随之上升, 蔓延度指数不断减少, 1994 到 2006 年斑块密度不断增加, 说明 1994 到 2010 年间, 兰州市主要以外部扩张为主, 内部填充为辅; 3) 从 2006 到 2010 年斑块密度下降的趋势, 可以看出, 未来几年, 兰州市城市空间发展可能会转化到以内部填充为主, 外部扩张为辅的阶段。

关键词: 城市化; 景观生态; 空间模式; 兰州市

中图分类号: P901; F291.1

文献标识码: A

随着全球经济的不断发展, 城市化进程不断加剧, 城市飞速发展, 城市在世界政治、经济、文化、社会中越来越处于支配地位。中国作为发展中国家, 自改革开放以来, 伴随着经济的高速增长, 城市人口规模不断增加, 城市空间扩张迅速, 大量土地转变为城市用地, 导致耕地面积不断减少, 生态环境受到威胁, 在此背景下, 研究城市空间扩张的模式意义重大, 不仅可以给政府管理部门提供决策参考, 还可以给规划部门和规划人员提供科学依据。

国内外学者有关城市空间扩张模式的研究也很多。Dietzel 认为城市空间扩张可分为外部发散和内部填充两个阶段^[1]; 新城市主义将城市的发展总结为: 填充式开发、再开发以及新的生长区和卫星城^[2,3]; Camagni 等指出城市空间扩展的类型有五类: 填充、外延、沿交通线开发、蔓延和卫星城式^[4]。顾朝林等认为中国城市的空间扩展主要有轴向扩展和外向扩展两种形式, 分为圈层式、“飞地”式、轴间填充式和带状扩展式几个阶段^[5]; 刘纪远等认为城市用地空间扩展有填充型、外延型、廊道型和卫星城型^[6]。总之, 学者们认为城市的空间扩张是伴随着向外扩张和内部填充两种方式的, 不同的城市发展阶段, 以不同扩张方式为主。但是这些研究多是定性的描述, 很少利用遥感技术定量分析城市空间扩张的模式。

随着遥感技术的不断发展, 学者们利用遥感影像对城市空间发展进行研究, 但是研究主要集中在以下几个方面: 城市空间扩张的特征及其驱动因素分析^[7-9]; 城市空间扩张的模拟^[10,11]; 城市空间扩张过程中城市景观的变化^[12,13]等。近几年来, 不少学者将景观生态分析方法引进来, 利用景观生态指数, 定量分析城市化进程中区域生态景观变化^[14-16], 结果都表明利用景观指数能够定量的分析区域内的生态景观变化情况。

鉴于以上分析, 可以进一步思考, 城市化进程中, 景观生态指数的变化和城市空间扩张模式之间是否有联系? 能不能利用景观生态指数来定量表示城市空间扩张模式? 河谷型城市由于其地理位置的特殊性, 可利用的城市用地非常有限, 这类城市的空间扩张模式更具有研究价值, 文中选取西部河谷型城市兰州, 以不同时期 Landsat TM/ETM 影像为数据源, 从景观生态角度, 利用 ARCGIS、ENVI、Fragstas 软件, 定量分析了 1994 到 2010 年的城市化空间模式。

^{*} 收稿日期: 2011-12-11; 修回日期: 2012-1-11。

基金项目: 国家自然科学基金项目(NO. 41171143); 国家自然科学基金项目(NO. 40771064); 教育部新世纪优秀人才计划(NCET-07-0398) 资助。

作者简介: 刘沁萍(1979-), 女, 河南焦作人, 讲师, 博士研究生, 研究方向为城市遥感与城市生态。Email: liuqinpingnr@163.com

1 材料与研究方法

1.1 研究区概况

兰州是甘肃省省会,是中国西北部重要的城市之一(图 1),兰州河谷盆地东西狭长,黄河从西向东蜿蜒流过,长 37.5 km,南北宽 2~10 km;以西关十字为界,可分为东、西两大盆地,属于典型的河谷盆地型城市,地处黄河上游,属中温带大陆性气候,冬无严寒,夏无酷暑,年平均降水量 360 mm,年平均气温 10℃,全年日照时数平均 2446 小时,无霜期 180 天以上。文中选择兰州市建成区所在的黄河河谷盆地作为研究对象,范围为东经 103°31′~104°00′,北纬 36°00′~36°10′,包括城关区、安宁区、西固区和七里河区^[1]。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源

选取四个时段的美国陆地卫星 Land-sat TM/ETM 影像,轨道号为: 131-35,分

别为: 1994-7-19 TM 影像、2000-8-12 ETM 影像、2006-8-5 TM 影像和 2010-7-15 TM 影像,同时收集该区域的 90 m 分辨率的 DEM 数据,2005 年的 0.61 m 分辨率的 QuickBird 影像,从 Google Earth 下载 2010 年大比例尺影像图。

1.2.2 数据处理

在几何校正和辐射校正的基础上,以 2005 年的 0.61 m 分辨率的 QuickBird 影像对数据进行精校正,误差控制在 0.5 个像元之内;利用 DEM 数据生成坡度数据。在满足研究需要前提下,结合《城镇用地分类标准》,将研究区域用地类型分为四类(表 1)。

表 1 用地类型划分及其组成

Tab. 1 The classification of land use types in built-up area

类型	组成
建设用地	商业、教育和工业用地、居民地、公共设施用地、道路
植被	市区人工绿化植被和天然植被
水体	黄河和市区内河、湖
其它用地	市区内未利用地和新开发区域内的裸地

对校正后的数据利用决策树分类方法(图 2)进行分类,得到分类结果;随机选取 100 个采样点,参照 2005 年的 0.61 m 分辨率的 QuickBird 影像和 2010 年大比例尺影像图,对分类结果进行检验,经检验分类结果 kappa 系数为 0.85,总精度为 89%,满足研究需要。然后,通过目视解译,勾勒出各时期兰州市建成区的边界线,利用边界线裁剪得到各年份建成区用地类型分类图(图 3)。

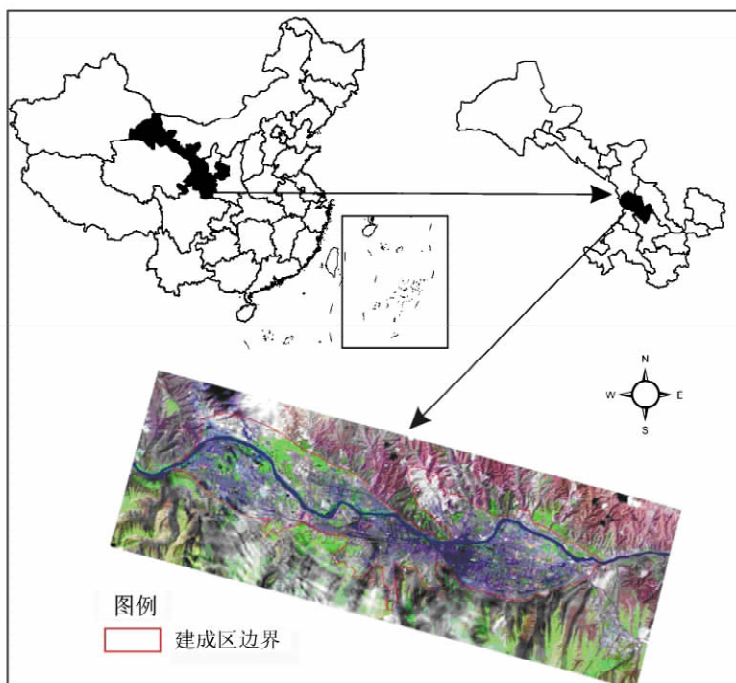


图 1 研究区地理位置示意图

Fig. 1 The map of study area

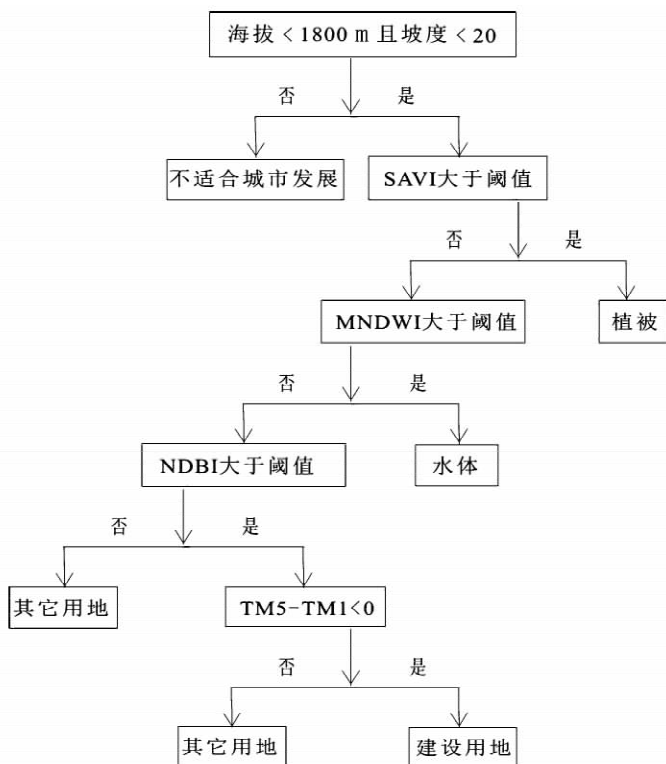


图 2 分类决策树

Fig. 2 Decision tree of classification

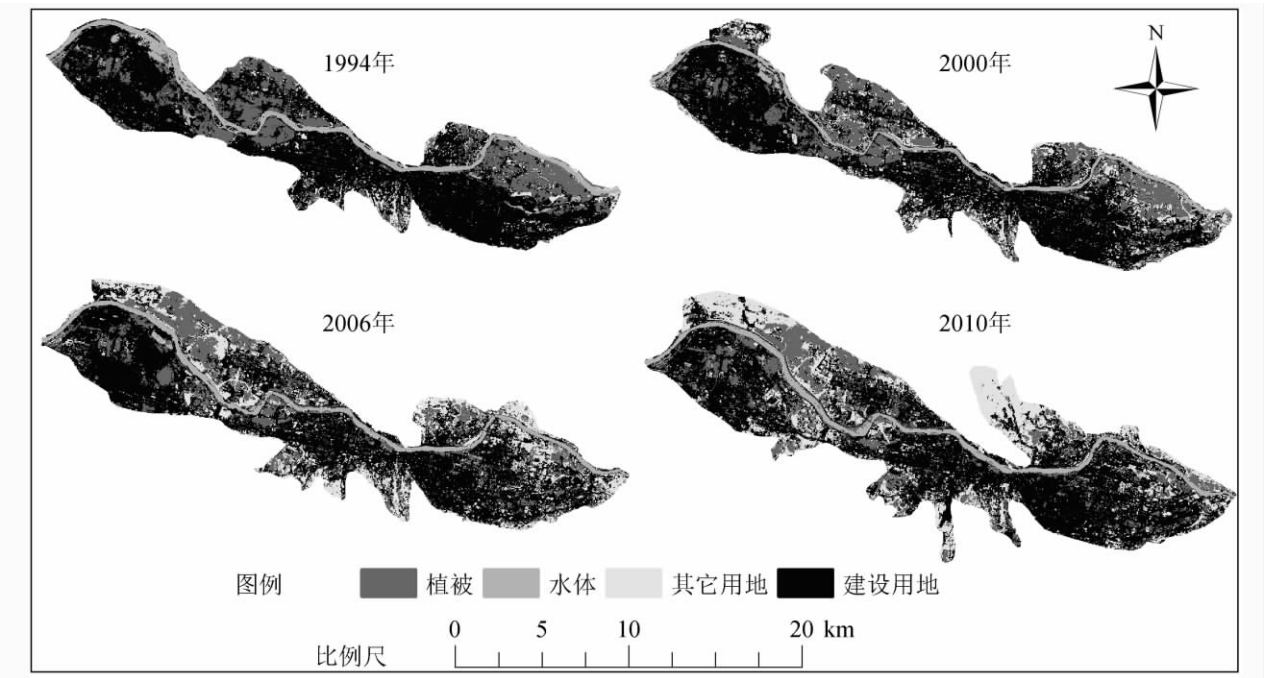


图 3 1994 – 2010 年建成区用地分类图

Fig.3 The classifications in built – up area from 1994 to 2010

1. 2. 3 指标的选取

在参考相关研究文献^[8]的基础上,选取其中一些景观生态指标(表 2),探讨其与城市空间扩张模式之间的关系。

表 2 景观指数及其说明

Tab.2 Landscape indices and explanation

指数类型	缩写	说明
Total Area	TA	总面积,单位: hm ²
Number of Patch	NP	斑块数目
Patch Density	PD	斑块密度,每平方公里的斑块数目
Landscape Shape Index	LSI	景观形状指数,随着斑块分散程度的增加,LSI 的值增大
Edge Density	ED	边界密度,每公顷所有斑块的边界总长度,单位: m/hm ²
Mean Patch Size	MPS	所有斑块的平均面积,单位: hm ²
Contagion Index	CONTAG	蔓延度指数,测量斑块的空间积聚程度,单位: %
Shannon's Diversity Index	SHDI	香农多样性指数

2 结果统计与分析

利用 Fragstats3.3 计算建成区各时期的用地分类图的景观指标数值(表 3)。

表 3 各时期建成区景观指数

Tab.3 The values of landscape indices in built – up area from 1994 to 2010

年份	TA	NP	PD	LSI	ED	MPS	CONTAG	SHDI
1994	15196.50	2257	14.85	24.01	70.22	6.73	56.59	0.99
2000	16043.67	2976	18.55	33.49	97.46	5.39	51.40	1.05
2006	17820.36	3643	20.44	35.20	98.05	4.89	49.15	1.11
2010	19655.28	3952	20.11	40.12	105.34	4.97	48.23	1.12

2.1 城市化进程中,建成区总体景观分析

从表 3 看到,1994 到 2010 年建成区面积在不断增加,其中,1994 – 2000、2000 – 2006、2000 – 2010 的年均扩展率分别为:141.2hm²/年、296.12hm²/年和 458.73hm²/年,年均扩展率不断增加,说明城市化进程在不断加剧。斑块数目和边界密度不断增加,说明建成区景观越来越破碎。香农多样性指数的不断增加,说明建成区内土地利用类型分布越来越均衡(从表 4 中各时期建成区内用地类型比例数据也可看出)。

1994 到 2010 年景观形状指数不断增加,说明建成区景观水平上斑块形状越来越不规则,即建成区边界形状越来越不规则;蔓延度指数的不断下降,说明建成区内斑块越来越分散,连通性比较差,景观的破碎化程度越来越高。

2.2 建成区内用地分析

为了深入了解城市化进程中建成区景观的变化情况,对建成区内用地类型进行统计分析(表 4),从 1994 到 2010 年,建设用地比例由 64% 减少到 56.3%,植被比例由 20.6% 减少到 17%,水体比例由 9.4% 减少到 4.9%,其它用地比例由 6% 增加到 21.8%。为了进一步分析原因,以 1994 年建成区边界为参考,分析该区域内 1994 到 2010 年各类用地比例变化情况(表 4),从 1994 到 2010 年,建设用地比例在升高,植被和水体比例在降低。由此可知,1994 到 2010 年建成区内建设用地比例降低的原因是建成区内新扩张用地(相对于前一时期新增加的城市扩张用地)建设用地密度比较低。

城市发展过程中,建成区面积的急剧增加,建成区内建设用地比例的降低,老城区(相对于后一个时期城市的建成区范围而言)内建设用地比例的不断增加,说明了城市空间扩张是伴随着外部扩张和内部填充两个过程的;1994 到 2010 年兰州市以外扩张为主,内部填充发展为辅。

表 4 建成区用地类型所占比例

Tab. 4 The proportions of land use types in built-up area from 1994 to 2010

年份	以各时期建成区为研究范围				以 1994 年建成区为研究范围			
	建设用地	植被	水体	其它用地	建设用地	植被	水体	其它用地
1994	64	20.6	9.4	6	64	20.6	9.4	6
2000	62	19.7	6.8	11.5	64.1	18.4	7.2	10.3
2006	57.8	17.4	5.6	19.2	64.6	13.8	6.6	15.1
2010	56.3	17	4.9	21.8	66.2	14.3	6.3	13.1

3 讨论

3.1 相关研究结论的对比

城市空间扩张是伴随着外部扩张和内部填充两种方式进行的,两种方式相互补充,但是在城市发展的不同阶段表现特征是有差异的,Dietzel 利用城市景观指数的时空变化进行定量分析^[1],指出:在城市化过程中,建成区面积不断增加,斑块密度和边界密度先不断增加,一定时期达到最大值,之后会降低;蔓延度指数在城市分散扩张的早期值最大,之后会不断减小,在某个时期达到最低,在内部填充阶段,又开始不断升高,之后达到最大值,如此循环(图 4)。Jianguo Wu 利用城市景观指数定量分析了美国城市拉斯维加斯和凤凰城的城市化时空模式,指出利用景观形状指数、蔓延度指数和香农多样性指数可以从三维角度来描述城市化时空变化^[18]。

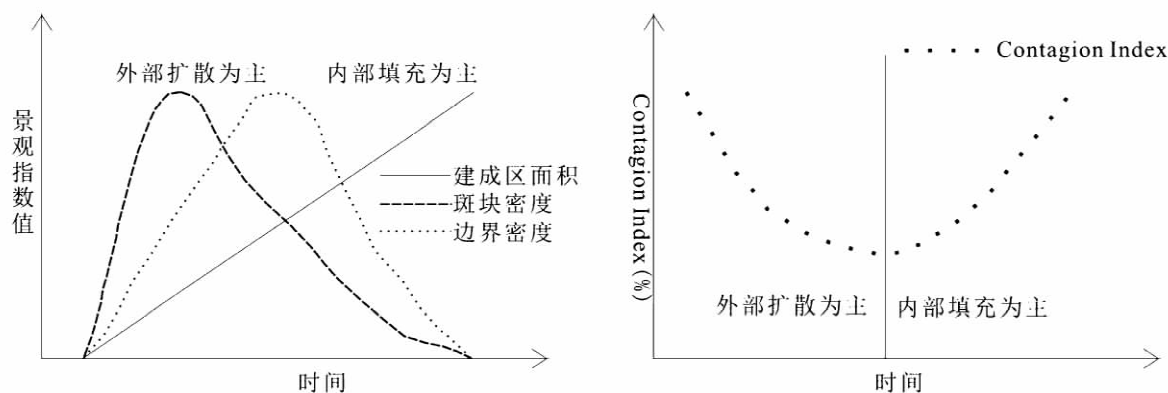


图 4 不同城市空间扩张阶段所对应的景观指标^[1]

Fig. 4 The values of landscape indices in different stages of urban spatial expansion

与 Dietzel 的研究规律相比较,兰州市 1994 到 2010 年的景观指标变化情况(图 5),只验证了一部分的变化趋势,分析原因可知:第一,我国的城市化起步较晚,和同时期的西方国家相比,可能正处在城市化的早期阶段,也就是说兰州目前还处在以外扩张为主的阶段;第二,选择数据的时间跨度还不够长,也影响

到了整个趋势的完整性。

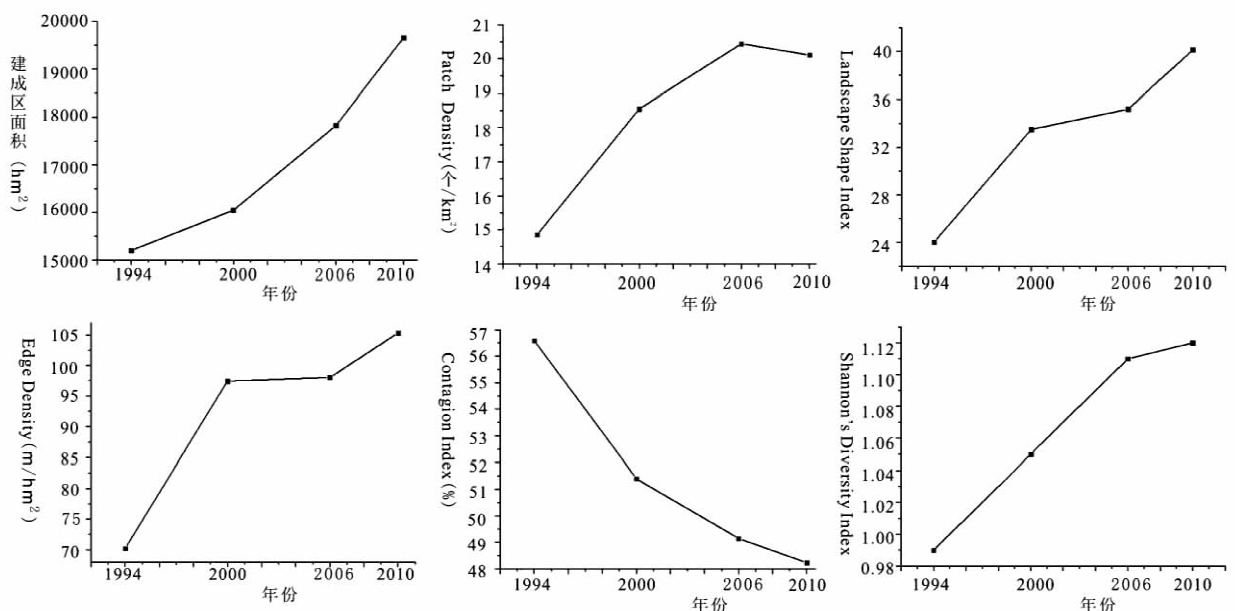


图 5 1994 年到 2010 年景观指数变化情况

Fig. 5 The changes of landscape indices from 1994 to 2010

3.2 城市化空间模式探讨

1994 到 2010 年,兰州市以外扩张为主,内部填充为辅。由于兰州市特殊的地理位置,城市向外围扩张的可利用土地有限,从 2006 - 2010 年斑块密度开始降低,平均斑块大小开始增加,可以预测在未来几年发展中,兰州市可能转换到内部填充为主,外部扩张为辅的城市化阶段;随着城市化进一步的发展,城市可能需要跳出原来城区,在别的地方建设新城,以满足城市化人口增加和经济发展的需要。

4 结论

以西部河谷型城市兰州为例,选取四个时期的 Landsat TM/ETM 影像,从景观生态角度,利用景观指数,定量分析了城市化空间模式。

(1) 以 1994 - 2010 年各时期的建成区为研究区域,发现建设用地比例在不断降低;以 1994 年的建成区边界为研究区域,1994 到 2010 年建设用地比例在不断增加,定量说明了城市化进程中,城市的空间扩张是伴随着外部扩张和内部填充两个过程的。

(2) 1994 - 2010 年间,兰州市城市扩张以外扩张为主,内部填充为辅;建成区边界形状越来越不规则;建成区内斑块越来越分散,连通性比较差,景观的破碎化程度越来越高;建成区内土地利用类型分布越来越均衡。

(3) 结合兰州地理位置,通过 2006 - 2010 年建成区内斑块密度略微下降,平均斑块大小略微增加的趋势,可以预测在未来几年发展中,兰州市城市空间发展可能转换到以内部填充为主,外部扩张为辅的城市化阶段。

参考文献

- [1] Charles Dietzel, Martin Herold, Jeffret J. Hemphill, et al. Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2005, 19(2): 175 - 195.
- [2] 唐相龙. 新城市主义及精明增长之解读 [J]. 城市问题, 2008(1): 87 - 90.
- [3] 张振龙, 顾朝林, 李少星. 1979 年以来南京都市区空间增长模式分析 [J]. 地理研究, 2009, 28(3): 817 - 828.
- [4] Camagni R, Gibelli M C, Rigmonti P. Urban mobility and urban form: The social and environmental costs of different of urban expansion [J]. Ecological Economics, 2002, 40(2): 199 - 216.
- [5] 顾朝林, 陈耀光. 中国大都市空间增长形态 [J]. 城市规划, 1994, 18(6): 45 - 50.
- [6] 刘纪远, 王新生, 庄大方, 等. 凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别 [J]. 地理学报, 2003, 58(6): 885 - 892.
- [7] 徐枫, 刘兆礼, 陈建军. 长春市近 50 年城市扩展的遥感监测及时空过程分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(7): 80 - 84.

- [8] 吝涛,李新虎,张国钦,等. 厦门岛城市空间扩张特征及其影响因素分析 [J]. 地理学报, 2010, 65(6): 715–726.
- [9] 郭永昌,张敏,秦树辉. 包头市城市地域空间扩展的动力机制研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(5): 15–20.
- [10] Qian Zhang, Yifang Ban, Jiyuan Liu, et al. Simulation and analysis of urban growth scenarios for the Greater Shanghai Area, China [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2011, 35(2): 126–139.
- [11] 杨青生,黎夏. 基于支持向量机的元胞自动机及土地利用变化模拟 [J]. 遥感学报, 2006, 10(6): 836–846.
- [12] 杜会石,哈斯,李明玉. 1977–2008年延吉市城市景观格局演变 [J]. 地理科学, 2011, 31(5): 608–612.
- [13] 杨振山,蔡建明,文辉. 郑州市 2001–2007 年城市扩张过程中城市用地景观特征分析 [J]. 地理科学, 2010, 30(4): 600–605.
- [14] Weng Yenchu. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization [J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 81(4): 341–353.
- [15] 王让会,于谦龙,李凤英,等. 干旱区景观生态研究的方法与案例分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(3): 16–20.
- [16] Cook E A. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks [J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 58(2): 269–280.
- [17] 杨永春,乔林凰,侯利. 土地利用强度的空间分布与行业驱动力研究 [J]. 城市规划, 2008, 32(9): 63–68.
- [18] Jianguo Wu, G. Darrel Jenerette, Alexander Buyantuyev, et al. Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: The case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States [J]. Ecological Complexity, 2010, 8(1): 1–8.

Quantitative study on urban spatial pattern of Lanzhou city from the perspective of landscape ecology

LIU Qinqing, YANG Yongchun, TIAN Hongzhen

(School of Resource and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, P. R. China)

Abstract: In this paper we quantificationally analyzed the urban spatial pattern of Lanzhou city from the perspective of landscape ecology based on 1994–2010 TM/ETM images with ENVI4.5, ARCGIS10, Fragstas3.3 softwares. The Landscape indices chosen include patch density, edge density, landscape shape index, Shannon's diversity index, contagion. The results include the following several aspects. Firstly, urban spatial expansion was accompanied by external expansion and internal filling in process of urbanization. Secondly, from 1994 to 2010, the build-up area has increased dramatically. Edge density, landscape shape index and Shannon's diversity index were becoming bigger. Contagion index decreased continually. From 1994 to 2006, patch density became bigger and bigger. The changes of all indices showed that urban spatial expansion was mainly external expansion supplemented with internal filling from 1994 to 2010. Finally, there was a trend toward low of patch density from 2006 to 2010. In future, Lanzhou city's spatial development may shift to internal filling mainly, supplemented by external expansion.

Key words: urbanization; landscape ecology; spatial form; Lanzhou city