

1988– 2002 年郑州市景观格局演变分析*

王安周, 张桂宾, 耿秀丽

(河南大学 资源环境研究所, 河南大学 环境与规划学院, 河南 开封 475004)

摘 要:以郑州市区 1988 年、1995 年和 2002 年 3 幅遥感影像为基础数据源,在 3S 技术支持下,利用景观生态学理论和方法,通过遥感影像解译、景观格局指数选取与计算、逐步回归分析等,对郑州市景观格局动态及其城市扩展的时空分异特征进行了全面分析。结果表明:(1) 1988– 2002 年郑州市建设用地、林地显著增加,景观空间结构仍以农业用地为主。其中建设用地增加 85.27 km²,主要由农村居民点和水浇地转化而来。(2) 郑州市景观破碎度增大、优势度指数降低、整体分维数略有增加,城市景观格局趋于复杂化、破碎化和多元化。(3) 城市景观具有显著的空间梯度变化特点,且存在明显方向分异,NW– SE 向为城市扩展中轴线。(4) 城市扩展主要集中在三环路内,扩展强度达 1.36,且多为内部填充式扩展;三环与绕城公路间,扩展倍数为 1.56,扩展强度仅 0.37,城市主要沿道路外延式扩展。

关键词:景观格局; 3S; 城市扩展; 郑州市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)02-0190-05

Research on Urban Landscape Dynamics of Zhengzhou City during 1988– 2002

WANG An-zhou, ZHANG Gui-bin, GENG Xi-li

(Institute of Resources and Environment, College of Environment and Planning, He'nan University, Kaifeng, Henan 475004, China)

Abstract: Based on remote sensing images in 1988, 1995 and 2002, the principle of landscape ecology and the techniques of RS and GIS, this paper comprehensively analyzes urban landscape pattern changes and driving factors in Zhengzhou city by remote sensing image interpretation, landscape pattern indexes for selection and calculation, stepwise regression analysis. The area of construction land and forest land increased rapidly while that of cultivated land decreased significantly. Construction land area increased 85.95 km² during 1988– 2002, which was transformed mainly from the resident and irrigable land. The patch characteristics of urban landscape changed obviously. The patch number, the edge density, the diversity index and the fragmentation index of landscape increased by 28.82%, 9.64%, 0.97% and 14.63% respectively, while the patch fractal dimension decreased from 0.137 in 1988 to 0.118 in 2002, which meant that the whole shape turned irregular and the fragment of the landscape degree became serious. The gradient features of urban landscape pattern were analyzed based on the profile graph of land use degree, there was obvious diversification in different direction and the NW– SE is urban expansion's central axis. Urban expansion entered fast growing period from 1990, internal filled growth of Zhengzhou city centralized mainly within the third ring road while extensive expansion between the third ring road and ringroad.

Key words: landscape pattern; 3S technologies; urban growth; Zhengzhou city

城市景观格局是区域自然因素和社会因素共同作用的产物,它是景观异质性的重要表现,同时又是各种生态过程在不同尺度上作用的结果^[1]。城市社

会经济活跃,导致人地矛盾突出,不合理的景观格局常常成为城市生态问题产生的症结所在^[2]。因此,分析景观空间格局及其动态变化特征有助于探讨景

* 收稿日期: 2009-09-11

基金项目: 国家社会科学基金项目(40771065)。

作者简介: 王安周(1981–),男,河南林州人,硕士研究生,研究方向: 景观生态学。E-mail: birdlz@126.com

观格局和生态过程间的相互关系,揭示城市景观变化的规律和机制,为人类定向影响生态环境并使之向良性方向演化提供依据。关于城市景观格局及其空间演变,国外^[3-4]、国内学者研究较多^[5-7],但对深受黄河影响的内陆快速城市化地区研究较少。

郑州地处黄河流域的中游地区,1990 年代以来伴随着交通条件改善、工业项目建设和国家宏观政策支持,郑州进入快速城市化时期,但在推动了社会经济高速发展的同时,也引发了城市景观格局和生态过程的变化,产生了一系列生态和社会经济的后果,严重地影响城市进一步发展。因此,探究郑州市 20 世纪 90 年代以来城市景观格局动态演变规律,对于揭示景观演替的机制和规律,预测景观演变趋势,建立可持续的城市化发展模式具有重要意义。

1 研究区概况

研究区域仅包括郑州市区(除上街区外),位于北纬 34°36′10″–34°58′20″和东经 113°26′47″–113°51′42″,南北宽约 36.5 km,东西长约 35.8 km,总面积 1 010.3 km²。本区北临黄河,地处浅山丘陵向黄淮平原过渡的交接地带,地貌类型以平原为主,地势自西南向东北倾斜,海拔处于 84~254 m,气候属暖温带大陆性季风气候,多年平均气温 14.4℃。近 10

a 来,西部大开发、中部崛起战略的实施将使郑州成为东西部经济合作及技术资金人才融汇地,必然促进郑州市技术、信息、产品和人口的大量集散,加速城市景观空间结构的变化。

2 遥感影像解译分类

研究资料主要来源于 1988 年 5 月 14 日、1995 年 7 月 5 日和 2002 年 9 月 2 日 3 幅 Landsat-5 TM 影像、国家基础地理信息中心提供的数字高程模型数据(空间分辨率 30 m)、1997 年郑州市土地利用现状图(1:70 000)、2007 年 6 月 GPS 调查获取的景观要素的空间位置数据,以及部分社会经济统计数据。

景观类型的划分,应严格按照土地分类标准(GBJ137-90),同时考虑景观功能与生态过程一致性原则、综合分析和主导因素原则、科学性与实用性等原则^[8],通过波段优化组合、辐射增强、裁剪等数据预处理,训练样本选取、景观分类系统与解译标志建立,精度评估、分类后处理、分类重编码等进行遥感影像解译^[9]。3 幅影像的 Kappa 指数均大于 0.75,满足精度要求;考虑到同物异谱、异物同谱现象存在,利用 Raster/Fill Area 工具进行纠正处理,最终得到 3 个时段遥感影像分类结果(图 1)。

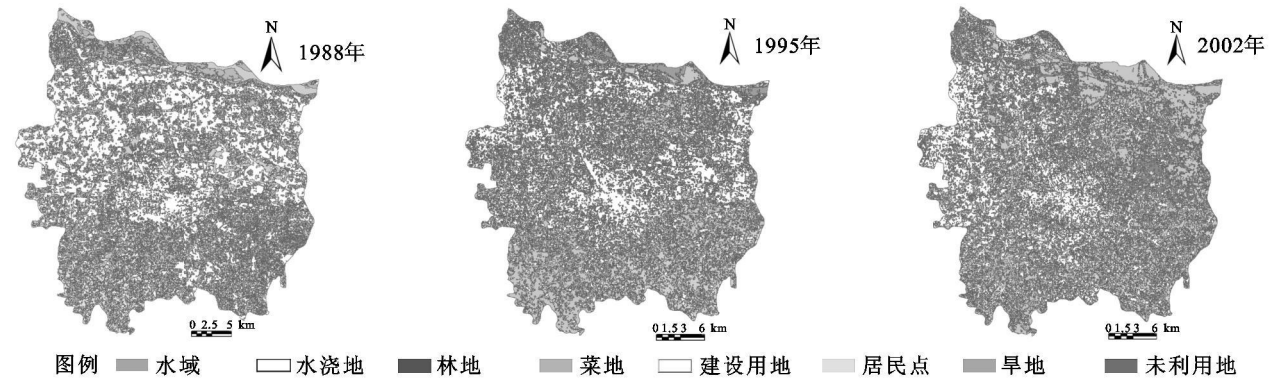


图 1 1988 年、1995 年和 2002 年郑州市景观遥感分类图

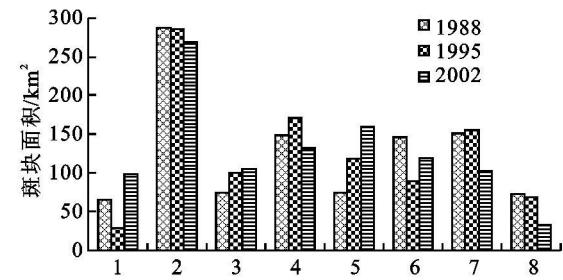
3 结果分析

3.1 城市景观空间结构分析

受人类活动和经济发展影响,郑州市城市扩展明显,景观格局和动态变化迅速。利用 ArcGIS 9.0 平台进行图层矢量转换、信息提取,SPSS11.5 工具对研究区不同时段不同景观组分斑块的面积和数量进行分类统计(图 2、图 3)。

斑块是景观的基本单元,斑块面积大小是斑块最显著的几何特征。由各斑块多年平均面积可知,本地基质以农业景观为主,面积最大是水浇地,其次

是菜地和旱地,3 者占总面积的 55.81%。由图 2 可知,水浇地面积减少明显,14 a 内净减少 17.433 km²,而林地和建设用地呈逐年增长趋势。通过 GIS 空间叠加分析表明,14 a 间农村居民点和水浇地转化为建设用地达 57.79 km²,占建设用地增加总量的 67.76%。旱地和菜地呈波动性减少趋势,1988–1995 年间分别增加了 0.5%、2.1%,1995 年以后两者呈不同程度减少趋势。由图 3 可知,景观斑块数量最多是居民点,其次是林地;水域、水浇地、建设用地斑块数量明显增多,分别增加 2 369,2 670,1 314 个;旱地和菜地斑块数分别减少了 1 531,674 个。



注: 图中 1-8 依次表示水域、水浇地、林地、菜地、建设用地、居民点用地、旱地和未利用地

图 2 1988-2002 年各类斑块面积动态变化

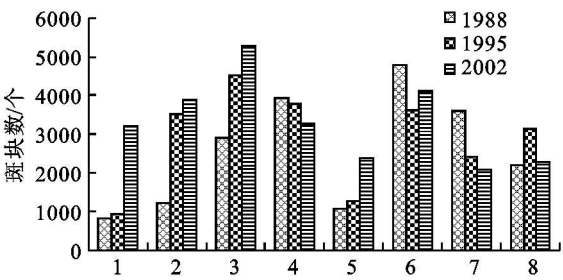


图 3 1988-2002 年各类斑块数量动态变化

3.2 城市景观格局变化

景观空间格局变化的定量分析可以从景观指数的变化上反映出来。鉴于郑州市 20 世纪 80 年代中后期以来的土地利用变化特征和研究目的的需要,

选取景观多样性、优势度、破碎度、分维数和边缘密度等指数来表征景观格局动态变化。在 ArcInfo 支持下,应用 Fragstat 3.3 软件完成景观格局指数计算(表 1)。

表 1 1988-2002 年郑州市景观格局变化

年份	斑块数/个	平均面积/hm ²	破碎度	边缘密度/(m·hm ⁻²)	多样性指数	优势度指数	分维数指数
1988	20518	4.956	0.082	261.193	1.942	0.137	1.052
1995	23180	4.383	0.092	269.087	1.735	0.144	1.069
2002	26432	3.844	0.094	289.056	1.961	0.118	1.066

由表 1 可知,1988-2002 年郑州景观格局发生了较大变化,突出表现在: ① 景观破碎化程度加大。景观破碎化是干扰对景观要素及其空间配置持续作用的结果,14 a 间,郑州市景观破碎度、斑块数量、斑块密度均呈现不同程度的增加态势,斑块平均面积由 1988 年 4.956 hm² 减至 2002 年 3.844 hm²,呈明显减少趋势,这些表明景观破碎化程度在加大; ④景观异质性程度加大。景观异质性指景观的变异程

度,它是自然干扰、人类活动和植被内源演替的结果。14 a 间,郑州景观多样性指数有所增加,优势度指数由 0.137 减至 0.118,表明景观异质性程度加大; ④景观形状趋于复杂化。斑块分维数和边缘密度用来测定景观斑块周边形状的复杂程度,1988-2002 年分维数和边缘密度略有增加,优势度指数由 0.137 减至 0.118,表明景观的整体形状趋于复杂破碎,边缘效应增强^[10]。

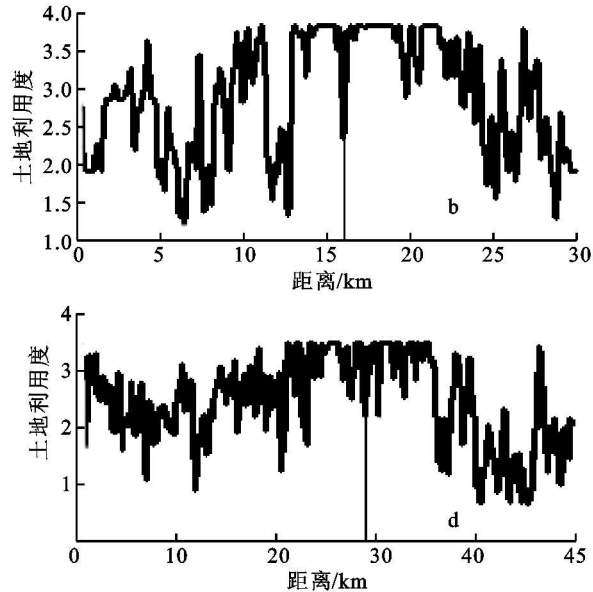
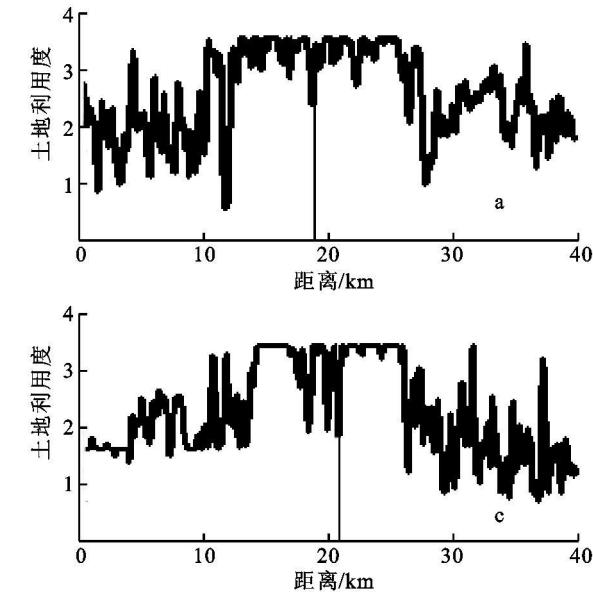


图 4 沿 E-W、N-S、NE-SW 和 NW-SE 向的土地利用程度剖面曲线

3.3 城市景观空间梯度变化

城市景观梯度分异特征是景观空间异质性重要体现,借鉴了刘纪远等人的土地利用分级标准和计算思路,利用 ArcGIS 软件来探讨郑州市城市景观

空间梯度分异规律^[11]。具体计算步骤如下: 首先采用 Erdas Imaging/Recode 命令建立 2002 年 TM 影像景观分类矢量图,之后利用 Arcgis/Focal statistics 工具对 7×7 邻近象元进行多次循环运算,最后利用

3D analysis spatial tools/ Profile 工具, 绘制以二七塔 (113. 66°E、34. 75°N) 为中心分别沿东西、北南、东北–西南和西北–东南向延伸的剖面图(图 4)。

由图 4 可知, 郑州市土地利用程度曲线呈现以二七广场为中心向四周波动减少趋势, 反映了人类对城市景观干扰强度自中心城区向郊区梯度性递减规律, 且存在方向分异。图 4a 中心线附近以建设用地为主, 土地利用度较高, 随着西部须水组团建设和郑东新区建设, 周边大量农田被侵占, 城郊土地利用变化剧烈, 故曲线变化特征不明显; 图 4b 曲线波动明显, 表明随着乡村工业化进程加速和城市蛙跳式扩展, 使得郊区工厂、道路和旅游区建设等用地增加, 土地利用度较大, 但城乡过渡区仍以农业景观为主, 故曲线呈现“马鞍式”; 图 4c 曲线呈典型的中间高两边低, 土地利用度自中心向外围梯度变化明显; 图 4d 曲线波动较大, 长期以来城市一直沿京广铁路轴线式向外扩展, 尤其是 1990 年以来西北部高新技

术开发区和西南部经济技术开发区建设, 使得城市扩展加速, 建设用地集中连片。随着城市扩展由紧凑环式向分散组团式转变, 出现了须水组团、莆田组团和花园口等多个次级中心, 城市扩展在各方向上差异明显, NW– SE 向为城市扩展主轴线。

3.4 城市景观扩展强度分析

城市扩展强度是进行城镇空间扩展分析的一个实用标准化指数, 其实质上是各空间单元的土地面积对其年平均扩展速度进行标准化处理, 因而能够较好地表现出城镇扩展的空间差异^[13]。城市扩展速度和扩展强度指数计算公式如下:

$$\Delta A = A_i - A_j$$

$$EA = \Delta A / A_j$$

$$EI = \Delta A \times 100 / (A \times \Delta t)$$

式中: A_i ——研究前期面积; A_j ——研究后期面积; Δt ——变化时间(a); ΔA ——面积变化; A ——试验区土地面积; EA ——扩展倍数; EI ——扩展强度。

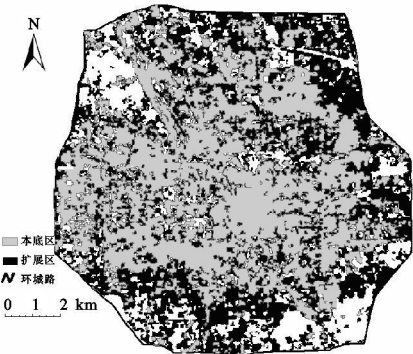


图 5 郑州市三环内城市扩展动态

利用 ERDAS IMAGING 软件, 分别对 2002 年的 Landsat TM 图像的 Band5、Band4、Band3 赋予红、绿、蓝来合成假彩色图像, 通过目视判读, 提取郑州市三环信息和绕城公路的信息, 通过掩膜技术, 分别提取三环内和绕城公路内城市扩展分布情况。由图 5 和图 6 可知, 1988– 2002 年, 三环内的城市扩展主要发生在城市的西南和东北部, 由于这些地区具

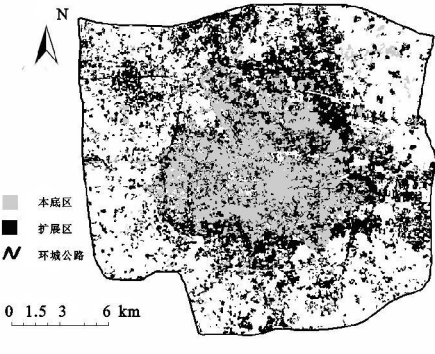


图 6 郑州市环城公路内城市扩展动态

有良好的基础设施和经济基础, 因而城市化水平发展迅速; 其次是东部和北部, 是外延式扩展, 在其西部、西北部扩展较少, 且多为内部填充式扩展。三环与绕城公路间, 城市扩展主要是沿道路而扩展, 发生在北部、东部, 南部主要是外延式扩展, 市区内部主要是填充式扩展。因此, 城市重心整体由西向东偏移, 偏移大约 1.5 km²。

表 2 郑州市城市动态扩展分布

区域范围	试验区面积 / km ²	1988 年面积 / km ²	2002 年面积 / km ²	扩展面积 / km ²	年均扩展 面积/ km ²	扩展倍数	扩展强度
三环内	134.98	59.65	85.41	25.75	1.84	0.43	1.36
绕城公路内	386.25	67.98	106.75	38.76	2.77	0.57	0.71
三环与绕城公路间	251.27	8.33	21.34	13.01	0.93	1.56	0.37

交通环线的建设为城市用地的圈层式扩张提供了动力, 使得建设用地尤其工业用地沿轴扩张趋势明显。由城市动态扩展分布(表 2)可知, 在绕城公路内, 1988– 2002 年城市扩展面积达 38.76 km², 年

均扩展面积 2.77 km², 其中三环内达 25.75 km², 占总扩展面积的 66.46%; 三环与绕城公路间扩展倍数最大为 1.56; 扩展强度能较好的表现城镇扩展的空间差异, 三环内扩展强度最大为 1.36, 三环与

绕城公路间最小为 0.37,可见城市扩展主要集中在三环路内。

4 结 论

运用景观生态学及其相关学科理论,利用遥感信息多尺度、多时相、多波段的特点,在 GIS 技术的支持下,从不同角度对郑州市城市景观空间格局演变进行了系统分析,结论如下:1988– 2002 年来郑州市建设用地、林地显著增加,水浇地、旱地减少明显且呈持续减少趋势。土地利用结构仍以农业用地为主,各土类间转换激烈;14 a 间,斑块数量、景观破碎度、分维数明显增大,优势度指数由 0.137 减至 0.118,表明景观格局趋于复杂化、破碎化和多元化,今后应加强绿色廊道建设,优化生态敏感区,以维护景观格局和生态过程的连续性。城市扩展主要集中在三环路内,NW– SE 向为城市扩展主轴线,扩展模式由紧凑环式向分散组团式转变,出现了须水组团、莆田组团和花园口等多个次级中心,开放式多中心的空间扩张新格局已经形成。今后应加强对影像数据解译方法的探索和改进,以提高解译精度;加强对城市生态环境影响评价,以揭示城市景观格局变化的机理和生态效应;进一步考虑景观分类、地形(高程、坡度)因素、尺度(粒度和幅度)变化对格局指标的影响;开展对城市扩展过程、驱动机制及动态演化模型的研究,积极探讨符合郑州实际的景观生态优化发展模式。

参考文献:

[1] 张金屯,邱扬,郑凤英.景观格局的数量研究方法[J].山地学报,2000,18(4): 346-352.

[2] 高峻,宋永昌.基于遥感和 GIS 的城乡交错带景观演变研究[J].生态学报,2003,23(4): 805-813.

[3] Wang Y Q, Moskovits D K. Tracking fragmentation of natural communities and changes in land cover: Applications of landsat data for conservation in an urban landscape[J]. Conservation Biology, 2001, 15(4): 835-843.

[4] Mathew Luck, Wu Jianguo. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA[J]. Landscape Ecology, 2002, 17: 327-339.

[5] Lagro J A. Landscape context of rural residential development in southeastern Wisconsin(USA) [J]. Landscape Ecology, 1998, 13: 65-77.

[6] 杨英宝,江南,苏伟忠,等. RS 与 GIS 支持下的南京市景观格局动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(1): 342-347.

[7] 孙娟,夏汉平,蓝崇钰,等.基于缓冲带的贵港市城市景观格局梯度分析[J].生态学报,2006,26(3): 655-662.

[8] 彭建,王仰麟,张源,等.土地利用分类对景观格局指数的影响[J].地理学报,2006,61(2): 157-168.

[9] 肖笃宁,钟林生.景观分类与评价的生态原则[J].应用生态学报,1998,9(2): 217-221.

[10] 党安荣.ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法[M].北京:清华大学出版社,2003: 216-220.

[11] 梁国付,丁圣彦.河南黄河沿岸地区景观格局演变[J].地理学报,2005,60(4): 665-672.

[12] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996: 262-275.

[13] 吴晓青,胡远满,贺红土.沈阳市城镇扩展时空格局及其驱动力[J].应用生态学报,2007,18(10): 2282-2288.

(上接第 189 页)

[2] Islam K R, Weil R R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2000, 79: 9-16.

[3] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,1999,54(3): 241-246.

[4] Lal R, Mokma D, Lowery B. Relation between soil quality and erosion[M]//Soil Quality and Soil erosion. Rattan Lal (ed.). Washington: CRC Press, 1999: 237-258.

[5] 朱祖祥.土壤学[M].北京:农业出版社,1983: 275-280.

[6] 陈奇伯,王克勤,齐实,等.不同生态脆弱区土壤侵蚀对土地生产力影响对比研究[J].水土保持通报,2005,25(3): 29-30.

[7] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000: 67-68.

[8] 黄荣珍,杨玉盛,张金池,等.不同林地类型土壤水库蓄水特性研究[J].水土保持通报,2005,25(3): 1-5.

[9] 徐宁,吴兆录,李正玲.滇西北亚高山不同土地利用类型土壤容重与根系生物量的比较研究[J].安徽农业科学,2008,36(5): 1961-1963.

[10] 郑顺安,常庆瑞,齐雁冰.黄土高原不同林龄土壤质地和矿质元素差异研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(6): 94-97.

[11] 孔祥斌,张风荣,齐伟,等.集约化农区土地利用变化对土壤养分的影响:以河北省曲周县为例[J].地理学报,2003,58(3): 333-342.