

基于 TM/ETM⁺ 和 SPOT 融合影像的 郑州市土地利用变化分析

杜习乐^{1,2}, 吕昌河²

(1. 内蒙古大学 公共管理学院, 内蒙古 呼和浩特 010070; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 基于 1998、2002 和 2008 年 3 期 TM/ETM⁺ 和 SPOT 融合影像的目视判读分类结果, 运用 GIS 空间分析技术和统计分析方法, 分析了郑州市 1998—2008 年土地利用变化的时空特征及其驱动因素。结果表明: (1) 10 a 间非农用地增加迅速, 其中城市建设用地增加 124%, 工矿仓储用地增加 158%; 耕地面积减少 40%, 主要转向城市建设用地、工矿仓储用地和园地。(2) 1998—2002 年林地、菜地和园地等农业用地变化速度较快; 2002—2008 年工矿仓储用地、城市建设用地等非农用地变化速度较快。(3) 经济发展和工业化速度较快的行政区, 土地利用变化速度也较快。(4) 交通网络的发展、人口与经济总量的增加是推动郑州市土地利用变化的主要因素, 而产业结构的调整和升级推动了城市土地的集约利用。

关键词: 影像融合; 土地利用; 时空变化; 驱动因素; 郑州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)03-0211-06

中图分类号: F301.24

An Analysis of Land Use Changes in Zhengzhou City Based on TM/ETM⁺ and SPOT Fused Images

DU Xi-le^{1,2}, LÜ Chang-he²

(1. School of Public Management, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010070, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The spatial and temporal characteristics of land use change and its driving factors in Zhengzhou City in 1998—2008 were analyzed based on visual interpretation results of three TM/ETM⁺ and SPOT fused images in 1998, 2002 and 2008, Spatial analysis module in ArcGIS software and statistical analysis. Results showed that: (1) Non-agricultural land increased rapidly over the past 10 years, characterized by increases of 124% and 158% in the construction land and industrial storage land, respectively, while farmland was reduced by 40% due to the conversion to construction land, industrial storage land and garden. (2) In 1998—2002, agricultural land, including woodland, vegetable land and garden, changed more quickly; but in 2002—2008, non-agricultural land, including construction land and industrial storage land, changed more quickly. (3) The districts with more rapid economic development and industrialization showed a quicker land use change. (4) The land use change and expansion of urban area were mainly affected by the development of traffic network and the growth of population and economy, while the intensive use of urban land was promoted by the adjustment and upgrading of industry structure.

Keywords: image fusion; land use; spatiotemporal change; driving factor; Zhengzhou City

城市是人类活动对环境的影响最激烈的地方, 受城市化驱动的土地利用/覆盖变化及其环境影响越来越突出, 甚至在区域和全球尺度上影响生态系统的结构与功能, 成为当今地球生态系统平衡与人类社会可持

续发展的研究热点^[1-3]。2007 年全球有超过 50% 的人口生活在城市, 在发达国家则高达 70% 以上, 未来 20 a 亚洲和非洲的城市人口增加将更为迅速^[4]。我国的城市化正处于加速期, 2011 年我国城市人口已

收稿日期: 2012-04-19

修回日期: 2012-06-21

资助项目: 国家自然科学基金项目“土地利用与人口支撑能力的耦合机制与区域对比研究”(41071063); 内蒙古大学高层次人才引进项目“城市土地利用变化及其环境效应研究”(420630)

作者简介: 杜习乐(1980—), 男(汉族), 河南省获嘉县人, 博士, 讲师, 主要从事土地资源管理研究。E-mail: duxile@126.com。

通信作者: 吕昌河(1962—), 男(汉族), 山东省莱芜市人, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地利用变化与食品安全研究。E-mail: luch@igsnrr.ac.cn。

首次超过 50%，预计 2030 年将达到 65%。可以预见，未来几十年中国的城市扩张和城市用地结构变化将更加明显。由于城市土地利用的规模、方式和程度的改变，城市热岛、大气污染、住房与就业等环境与社会问题，及其管理和决策问题等也会不断显现出来^[5]。

郑州市是河南省省会，全国重要的交通、通信枢纽，是我国内陆开放城市和历史文化名城、中部地区重要的商贸、金融中心。在改革开放尤其是国家实施“中部崛起”战略的推动下，郑州市人口、社会经济发展迅速，城市建设规模迅速扩大。已有的研究表明，郑州市迅速扩张引起耕地面积锐减、土壤肥力下降，城市用地景观也发生了明显的变化^[6-8]，但是，这些研究主要以 TM/ETM⁺ 影像的解译结果为依据，土地类型的分类精度受到一定限制。本研究以郑州市 TM/ETM⁺ 多光谱与 SPOT 全色波段的融合影像和人工目视解译为基础，土地类型的划分更加细致，从而使土地利用变化及其驱动机制的分析更为深入。

1 研究区概况

郑州市位于河南省中部偏北，地理坐标为 113°27′—113°52′ E，34°36′—34°57′ N，南北长约 36.5 km，东西宽约 35.8 km，总面积约 1 014 km²。属暖温带大陆性季风气候，四季分明、雨热同期，多年平均气温 14.4℃，年均降雨量 640.9 mm。处于浅山丘陵向黄淮平原过渡的交接地带，地势自西南向东北倾斜，海拔处于 21~279 m，整个地区以平原为主。1998—2008 年市辖区人口由 155 万增加到 326 万，GDP 由 53 亿元增加到 1 215 亿元，工业化进入到加速阶段，工业总产值由 71 亿元上升到 885 亿元，与此同时建成区面积由 119 km² 增加到 328 km²^[9]。

郑州市辖中原区、二七区、管城回族区、金水区、上街区、惠济区共 6 个行政区。由于上街区不于郑州市城区接壤，所以本研究选择其他 5 区作为研究区。

2 数据来源与研究方法

2.1 影像数据和解译方法

本研究从中国科学院对地观测中心购买了 1998、2002 和 2008 年 3 期 TM/ETM⁺ 多光谱和 SPOT-2/SPOT-4 全色波段影像数据，两类影像经过校正和融合处理之后，再进行土地利用类型的目视判读。

影像校正和配准。在 ERDAS IMAGINE 9.2 平台下，利用已经具有地理参考坐标的 TM/ETM⁺ 图像为基准，对 SPOT-2/SPOT-4 图像进行几何校正。

选择多项式计算模型，使得 SPOT 影像的投影参数设置与 TM/ETM⁺ 影像一致，实现了两类影像的空间配准。

影像融合。影像融合是将多源遥感影像在统一的地理坐标系中，采用一定的算法生成一组新的信息或合成影像的过程。融合后的影像数据将弥补某一种遥感数据的不足，减少不确定性，提高解译、分类的精度及动态监测能力^[10]。目前比较常用的像素级融合方法主要有 IHS 变换、PCA 融合、小波变换和 Brovey 变换等。IHS 变换的原理是将原始图像的 RGB 成分转换为相应的 IHS 成分，然后在 IHS 中对所需要的图像进行增强处理，再通过 IHS 逆变换回 RGB 系统中显示。用 IHS 变换法融合的影像空间分辨率最高，其清晰度最接近高分辨率影像，且保持光谱特性好，性能稳定，计算速度较快，最适于人工目视解译^[11-12]。本研究选用 IHS 变换融合法对 TM/ETM⁺ 多光谱影像和 SPOT-2/SPOT-4 全色波段影像进行融合，具体分为 5 步：(1) RGB→IHS 变换，将多光谱 4, 5, 3 波段（即 R, G, B 三原色波段）转换成强度波段、饱和度波段和色度波段（I, H, S）。(2) 将 SPOT 高分辨率全色波段与 I 波段进行直方图匹配，得到 I'。(3) 用匹配的图像 I' 替换多光谱图像的 I 分量，并于 H 和 S 波段组合成新影像。(4) 进行 IHS 到 RGB 的反转变换。(5) 影像对比度增强处理。

土地分类系统。参照中国土地利用分类系统^[13]和《土地利用现状分类（GB/T21010—2007）》标准，并依据野外实际调查，建立了研究区土地利用分类系统，包括耕地（粮田、菜地）、园地、林地、建设用地（城市建设用地、城市绿地、乡村居民点）、工矿仓储用地、交通用地、水域（河湖渠、渔塘）、未利用地共 8 个 1 级类和 12 个 2 级类。

目视解译。在 ArcView GIS 3.3 中，以融合影像为底图，通过在新图层中绘制多边形和定义属性的方法获取各地类的斑块。判读过程中以 1975—1989 年的郑州市地形图、1997 年河南省土地管理局编绘的郑州市土地利用现状图和 Google Earth 高清影像作为参考。完成分类之后，将矢量图层导入 ArcMap 9.3 中，求得土地利用转移矩阵，同时获得不同时期各土地利用类型的面积。

精度检验。在 12 种土地覆被类型中均匀选取 40 个实地对照点，通过 GPS 记录的经纬度坐标和实地观察资料分别计算分类精度和数量精度^[14]。3 期影像的分类精度分别为 90.1%、91.2% 和 93.5%，数量精度分别为 86.3%、87.2% 和 89.4%。解译精度整体较高，达到了分析要求。

2.2 土地利用变化分析方法

土地利用的时空变化特征主要基于常用的指数方法,包括揭示土地利用类型变化速率的土地利用动态指标^[15-16]等。此外,本文采用土地利用程度综合指数^[17]分析了土地利用程度或集约程度的变化,计算公式如下:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i C_i \quad (1)$$

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times \left[\sum_{i=1}^n A_i C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i C_{ia} \right] \quad (2)$$

式中: L ——研究区土地利用程度综合指数; A_i ——研究区域内第 i 级土地利用程度分级数; C_i ——研究区域内第 i 级土地利用程度面积百分比; n ——土地利用程度分级数; C_b, C_a ——某区域 b 时间和 a 时间($b > a$)第 i 级土地利用程度面积百分比, ΔL_{b-a} ——一定时期土地利用程度的变化量,若 $\Delta L_{b-a} > 0$,则该区域土地利用处于发展时期,否则处于调整期或衰退期。根据刘纪远等^[18]提出的土地利用程度的综合分析方法,将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为 4 级,并赋予分级指数:建设用地、工矿仓储用地、交通用地均为 4,耕地和园地均为 3,林地和水域均为 2,未利用地为 1^[19]。

2.3 土地利用变化的驱动因素分析方法

选择影响研究区土地利用变化的高程、交通、人口、经济和产业结构等 24 个因素指标和 1 个土地利用指标(表 1)。从郑州统计年鉴获取 1998,2008 年金水区、中原区、二七区、惠济区和管城回族区分区统计的人口、经济和各产业产值数据;根据 GIS 分析取得 1998,2008 年研究区不同高程等级区域、主要交通干线两侧不同距离缓冲区和上述 5 个行政区的土地利用数据。首先按照公式(3)^[20]计算社会经济指标的变化率,按照综合土地利用动态度的方法计算土地利用变化率。然后对 24 个因素指标进行主成分分析,提取主要的影响因子。最后以主要影响因子为自变量,以各行政区的土地利用变化率为因变量进行多元回归分析,得到研究区土地利用变化率与影响因子的多元回归模型,从定量角度去解释土地利用变化的驱动力。

计算社会经济指标变化率的公式如下:

$$K = \frac{U_{2008} - U_{1998}}{U_{1998}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中: K ——某因素指标的变化率; U_{1998}, U_{2008} ——1998,2008 年相应指标的统计值; T ——研究时段长,即 $T=10$ a。

表 1 郑州市土地利用变化驱动力分析指标

指标类型	变量名称
高程因素	21~95 m, 95~125 m, 125~168 m, 168~279 m
交通因素	0~1 km 缓冲区, 1~2 km 缓冲区, 2~3 km 缓冲区, 3~4 km 缓冲区
人口因素	总人口, 非农业人口, 人口密度
经济因素	国内生产总值, 固定资产投资, 工业总产值, 农业总产值, 出口总值, 实际利用外资
产业结构因素	第一产业占 GDP 比重, 第二产业占 GDP 比重, 第三产业占 GDP 比重, 粮食作物产值占农业产值比重, 蔬菜产值占农业产值比重, 水果产值占农业产值比重, 渔业产值占农业产值比重
土地利用指标	土地利用变化率

注:高程因素指标为不同高程等级区域内土地利用变化率;交通因素指标为主要交通干线两侧不同距离缓冲区内土地利用变化率。

3 郑州市土地利用变化分析

3.1 土地利用结构和数量变化

1998,2002 和 2008 年郑州市土地利用现状图如图 7 所示,相应的土地利用结构和面积变化量见表 2。结果显示,1998—2008 年 10 a 间,耕地和建设用地区始终是郑州市的主要地类,但期间耕地比重大幅下降,由 53.63% 下降到 31.98%,而建设用地面积比重增加,由 18.78% 上升到 29.92%。耕地面积的减少主要是粮田的持续萎缩所致,10 a 间粮田面积减少 20 643 hm²;菜地面积先是随着城市需求增加而增加,后随蔬菜来源地转向境外而减少。10 a 间城市建设用地增加 12 253 hm²,增幅达 124%;城市绿地略有

增加;乡村居民用地 1998—2002 年增加,但之后由于部分乡村居民点转成城市建设用地,面积缓慢减少。林地、工矿仓储用地和交通用地 3 类用地面积都在不断增加,其中林地和工矿仓储用地增加明显,分别增加 101%(3 582 hm²)和 158%(4 514 hm²)。园地、水域和未利用地呈小幅度波动,总体变化不大。

3.2 土地利用类型间的相互转换

由表 3 可以看出,1998—2008 年郑州市土地利用类型之间的转换关系比较复杂。粮田与其他地类之间的转换量最大,并以粮田的大量转出为主。粮田主要转换为城市建设用地、园地和工矿仓储用地,分别占粮田转出量的 24%,17%和 16%。与粮田相反,城市建设用地以大量转入为主,主要来自粮田、乡村居

民用地和菜地,分别占转入总量的 46%,12% 和 11%。园地的转出量也较大,主要转向粮田和城市建设用地,分别占转出量的 31%和 24%。工矿仓储用地的一部分转出为城市建设用地,而更大面积的粮田和园地转入进来,使得该类用地面积的增加量也较大。林地与粮田间的相互转换比较复杂,总体上粮田

转换为林地的面积大于林地转换为粮田的面积。菜地与粮田间的相互转换也比较复杂,同时菜地转向城市建设用地的部分较多,总体上转出量大于转入量。交通用地以转入为主,来自粮田的比重最大。乡村居民用地增加的部分主要来自粮田,减少的部分主要转向城市建设用地。

表 2 1998,2002 和 2008 年郑州市土地利用结构

土地利用类型		1998 年		2002 年		2008 年	
		面积/hm ²	百分比/%	面积/hm ²	百分比/%	面积/hm ²	百分比/%
耕地	粮田	49 438.79	48.72	35 411.72	34.90	28 795.66	28.38
	菜地	4 983.79	4.91	8 060.73	7.94	3 656.83	3.60
园地	园地	5 920.49	5.83	8 936.81	8.81	6 908.37	6.81
林地	林地	3 549.81	3.50	5 782.96	5.70	7 132.58	7.03
建设用地	城市建设	9 857.30	9.71	13 293.58	13.10	22 110.61	21.79
	城市绿地	110.25	0.11	412.17	0.41	443.25	0.44
	乡村居民点	9 094.64	8.96	9 872.89	9.73	7 800.97	7.69
工矿仓储 交通用地	工矿仓储	2 842.81	2.80	3 052.59	3.01	7 357.20	7.25
	交通用地	2 527.78	2.49	3 072.65	3.03	3 984.18	3.93
水域	河湖渠	2 620.09	2.58	2 912.36	2.87	2 734.77	2.70
	渔塘	4 454.42	4.39	5 674.54	5.59	4 447.21	4.38
未利用地	未利用地	6 072.73	5.98	4 989.92	4.92	6 101.30	6.01
总计		101 472.91	100.00	101 472.91	100.00	101 472.91	100.00

表 3 郑州市 1998—2008 年土地利用转移矩阵

hm²

土地利用类型	粮田	菜地	园地	林地	城市建设	城市绿地	乡村居民点	工矿仓储	交通用地	河湖渠	渔塘	未利用地	1998 年总计
粮田	23 618.77	1 549.90	4 250.53	2 658.50	6 211.47	93.10	1 641.25	4 202.17	1 333.97	403.68	1 856.56	1 618.90	49 438.79
菜地	734.16	1 745.31	52.09	141.21	1 573.35	1.04	336.83	258.67	91.13	17.58	6.32	26.10	4 983.79
园地	1 455.24	87.66	1 286.75	768.12	1 119.00	49.18	241.90	524.95	157.69	57.76	9.99	162.25	5 920.49
林地	569.94	52.86	382.97	1 256.77	442.67	0	54.01	145.39	87.83	156.61	55.83	344.93	3 549.81
城市建设	10.87	34.89	1.17	74.06	8 606.34	135.90	77.47	352.71	485.45	40.21	0	38.23	9 857.30
城市绿地	0	0	0	0	8.73	88.34	0	0	7.00	6.18	0	0	110.25
乡村居民点	901.13	100.37	316.25	255.19	1635.26	2.95	5 162.88	286.80	174.02	41.76	85.80	132.24	9 094.64
工矿仓储	51.53	0	47.24	84.37	1 173.82	0	25.87	1 233.89	127.98	14.31	0.56	83.23	2 842.81
交通用地	124.22	10.04	46.48	73.77	683.42	70.46	64.54	116.07	1 283.15	23.18	8.01	24.42	2 527.78
河湖渠	188.73	46.69	27.01	339.30	166.25	2.28	21.81	27.48	26.07	1 513.47	74.13	186.87	2 620.09
渔塘	494.48	29.10	13.54	392.94	361.68	0	129.28	127.77	195.81	83.94	2 250.13	375.74	4 454.42
未利用地	646.59	0	484.33	1 088.35	128.61	0	45.13	81.27	14.07	376.09	99.87	3 108.40	6 072.73
2008 年总计	28 795.66	3 656.83	6 908.37	7 132.58	22 110.61	443.25	7 800.97	7 357.20	3 984.18	2 734.77	4 447.21	6 101.30	101 472.91

3.3 土地利用变化速度与利用程度

郑州市 1998—2008 年土地利用变化速度很快,其中 1998—2002 年土地利用变化率为 4.65%,明显高于 2002—2008 年的 3.91%。各地类的年变化率(表 4)表明,前一时段城市绿地、菜地、林地和园地的面积变化速度最快,均表现为迅速增加;城市绿地由于原有面积很少,尽管新增面积不大,年变化率却最

大;粮田由于其原有面积较大,尽管减少量很大,但年变化率一般。后一时段,工矿仓储用地和城市建设用地变化速度最快,都表现为迅速增加;且这一时段农业用地减少和非农业用地增加的对比更为明显。

10 a 期间河南省郑州市土地利用类型的变化具有由农业用地变化较快向非农业用地变化较快的特点。

表 4 1998—2008 年郑州市土地利用类型的年变化率

土地利用类型	年变化率/%	
	1998—2002 年	2002—2008 年
粮田	-7.09	-3.11
菜地	15.43	-9.11
园地	12.74	-3.78
林地	15.73	3.89
城市建设	8.72	11.05
城市绿地	68.46	1.26
乡村居民点	2.14	-3.50
工矿仓储	1.84	23.50
交通用地	5.39	4.94
河湖渠	2.79	-1.02
渔塘	6.85	-3.60
未利用地	-4.46	3.71

1998, 2002 和 2008 年郑州市土地利用程度综合指数分别为 301.58, 305.31 和 315.00; 1998—2002 年和 2002—2008 年 2 个时段的土地利用程度分别提高 3.73 和 9.69, 表明郑州市土地利用的集约度在不断提高, 城市土地利用处于发展期。这正是郑州市处于经济快速发展和城市化快速推进过程中的一种体现。

3.4 土地利用变化的空间差异

10 a 间不同土地利用类型的分布和斑块大小都发生了明显的变化。这是区域经济结构调整所引发的各种土地用途之间相互竞争的结果。不同行政区的土地利用变化率不同, 二七区土地利用变化速度最快(4.27%), 金水区次之(3.05%), 中原区(2.42%) 和管城回族区(2.76%) 中等, 惠济区最慢(1.79%)。这是因为二七区地处丘陵区, 地形复杂, 农业用地类型多样, 土地利用的变化同时受到国家政策、农业产业结构调整和城市扩张等多种因素的影响, 土地利用方式转换频繁。金水区交通便利, 郑东新区的建设使得城市扩张的重心向这里偏移, 从而引起耕地、菜地、水域等被大量侵占。惠济区土地利用变化率最小, 除了农业产业结构单一以外, 还与其产业结构中第二、三产业比重较其他行政区偏小有很大关系。惠济区产业结构中第一产业始终占较大比重, 2008 年第一产业比重仍然保持在 7.65%, 而其他 4 区第一产业比重不到 1%, 所以郑州市工业化和城市化对该区的影响较小。

4 土地利用变化的驱动因素

通过对选取的 24 个因素指标进行主成分分析, 提取 3 个主要影响因子, 并依据影响因子的载荷矩阵对各因子命名。交通因子(F_1)、人口经济因子(F_2)和

产业结构因子(F_3)的累计方差贡献率达 86.83%, 能充分解释原始变量的变异。所以, 用提取的 3 个因子来解释郑州市土地利用变化是科学合理的。

再以影响因子的因子得分为自变量, 以土地利用变化率为因变量, 采用逐步回归法求得标准化回归系数, 据此获得研究区土地利用变化率与主要影响因子的标准化回归模型:

$$Y = 0.949 F_1 + 0.180 F_2 - 0.235 F_3 \quad (4)$$

$$(R^2 = 0.957, p = 0.132)$$

线性回归方程表明, 交通、人口与经济、产业结构 3 个因子可以解释 95.7% 的土地利用变化信息, 是 10 a 间影响郑州市土地利用变化的 3 大主要因素。这些因素既有着不同的作用程度, 又存在着紧密联系和共同作用。

4.1 交通因素

交通是 10 a 间最主要的影响因素, 距离主要铁路、公路等交通干线越近, 土地利用方式的变化速度越快, 各土地利用类型间的转换越频繁, 这与郑州市交通网络的快速发展密不可分。陇海铁路和京广铁路交汇于城市中心, 使郑州市成为连接东西、贯通南北的全国性重要铁路枢纽。随着经济的发展和对外贸易的繁荣, 铁路沿线出口加工业发展迅速。纵横交错的连霍高速(G30)、京港澳高速(G4)、郑州绕城高速(G3001)、国道(G107 和 G220)在这一时段的建成通车或改扩建, 加上一些城际道路如郑开大道的建设, 都极大地拉动了沿线经济的发展, 促进了经济技术开发区的建设和货运物流中心的形成。城市轨道交通的规划建设也促进了沿线房地产开发、旧城改造和土地置换。目前, 郑州市正在形成以铁路专线、高速公路、城市轨道交通、城市公共交通等多种交通方式有机衔接的大型现代化综合交通枢纽, 这必将进一步引发沿线土地利用方式和土地利用集约度的变化。

4.2 人口与经济因素

1998—2008 年郑州市区(不包括上街区, 下同)非农业人口由 141 万人增加到 208 万人, 年均增加约 7 万人。市区每年的新增人口必然增加对住房、生活娱乐场所和基础服务设施的需求。郑州市经济发展在这 10 a 间也十分迅速。GDP 由 46 亿元增加到 1 137 亿元, 年均增长率高达 36%; 固定资产投资由 41 亿元增加到 587 亿元, 年均增长率为 30%。经济的快速发展, 使得政府把更大数额的财政支出投入到大型建设项目中去, 例如郑州市高新技术开发区建设、郑东新区和经济技术开发区建设以及高速公路的改扩建或新建工程等。城市居民住房需求的增加和收入水平的提高是商品房价格不断上升的主要原因之一。商

品价格的逐年上涨进而掀起了房地产开发热潮, 2000 年房地产投资占城镇固定资产投资的比例只有 5%, 而 2008 年则攀升到 66%。出口总值由 1 748 万美元增加到约 14 亿美元, 年均增长率达 54%。货物出口量的增加, 使得多个货物物流中心和沿陇海铁路的出口加工区的形成。因此, 城市人口的增加和经济的快速增长是城市建设用地不断增加, 城市用地结构不断调整的一个主要推动力。

4.3 产业结构因素

产业结构是 10 a 间影响郑州市土地利用变化的一个主要因素, 但多元回归模型显示它与土地利用变化率之间是一种负相关关系, 这就表明, 产业结构调整或升级可以延缓土地利用的变化速度。2002—2008 年, 郑州市区第一、二产业占 GDP 比重均呈下降趋势, 而第三产业比重逐年上升, 2005 年攀升到 60% 以上, 产业结构由“二、三、一”序列开始演变为“三、二、一”序列(图 1)。第三产业中不仅传统的金融、商贸、住宿和餐饮得到了较快的发展, 而且一些新兴产业如科技信息服务、文化旅游、物流配送、教育培训、会议展览等也在快速发展。由于第三产业具有就业容量大、能耗低的特点, 所以第三产业的快速发展一定程度上会降低建设用地特别是工业用地的需求, 从而减缓耕地、林地等农业用地被侵占的速度。

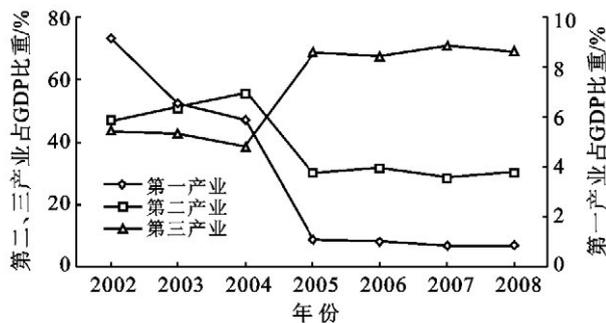


图 1 郑州市三大产业占 GDP 比重

综合以上分析可以看出, 对于中部地区重要的中心城市郑州市来讲, 平坦的黄河冲积平原为城市的建设提供了有利的自然条件, 而交通、人口、经济的快速发展和产业结构等人文因素则是导致城市土地利用变化的主要驱动力。这些人文因素相互作用, 共同促进了郑州市土地利用的变化。交通的发展推动了经济增长, 经济的快速发展又加快了城市化进程, 而城市化水平的提高对交通和产业发展又提出了新的要求。人口的迅速增加和经济的快速发展使建设用地需求增加, 导致城市用地扩张, 进而促使交通体系的不断完善和工农业布局的调整, 而交通运输和工业的发展又进一步刺激了新的土地需求和土地置换。不

过, 随着城市人口趋于稳定、交通体系趋于合理和完善, 以及产业结构调整 and 升级, 城市土地会从盲目扩张走向集约和高效利用。

5 结论

1998—2008 年 10 a 间, 耕地始终是郑州市的优势地类, 但建设用地面积在迅速增加, 快速逼近耕地的面积。工矿仓储用地、交通用地和林地面积均有所增加, 其他地类变化不大。

粮田面积转换量最大, 主要转向城市建设用地、园地和工矿仓储用地。城市建设用地主要来自粮田、乡村居民用地和菜地。土地类型之间的转换从农业用地内部的转换为主, 变为非农用地与农业用地之间的转换为主。

不同行政区的土地利用变化率表现为, 二七区土地利用变化速度最快, 金水区次之, 中原区和管城回族区中等, 惠济区最慢。经济发展和工业化速度较快的行政区, 土地利用变化速度较快。

交通、人口与经济、产业结构是影响郑州市土地利用变化速度的 3 大主要因素。交通网络的发展、人口与经济总量的增加是推动城市扩张和土地利用结构变化的主要因素, 而产业结构的调整和升级有利于减缓城市扩张速度, 提高土地利用的集约度和利用效益。

[参 考 文 献]

- [1] Turner II B L, Lambin E F, Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, 104(52): 20666-20671.
- [2] 杜习乐, 吕昌河, 王海荣. 土地利用/覆被变化(LUCC)的环境效应研究进展[J]. 土壤, 2011, 43(3): 350-360.
- [3] 陈红顺, 夏斌. 快速城市化地区土地利用变化及驱动因素分析[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 54-59.
- [4] United Nations Population Fund (UNFPA). State of world population 2007: unleashing the potential of urban growth[R]. New York: UNFPA, 2007.
- [5] 彭文甫, 周介铭, 罗怀良, 等. 城市土地利用与地面热效应时空变化特征的关系: 以成都市为例[J]. 自然资源学报, 2011, 26(10): 1738-1749.
- [6] 杨曼曼, 范乃英, 赵海鹏, 等. 郑州市经济技术开发区土地动态遥感监测分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(2): 280-284.
- [7] 李玲, 路婕, 冯新伟, 等. 郑州市城市化过程中耕地资源及土壤环境的变化[J]. 资源科学, 2008, 30(6): 949-954.

(下转第 286 页)

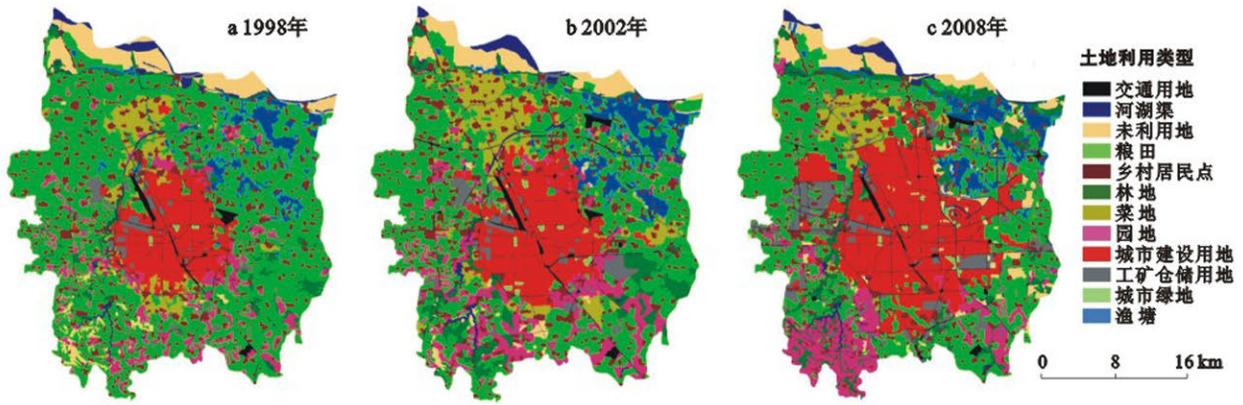
外推预测,尚未考虑各具体指标的动态变化。因此,今后有必要对构建一种能清晰地辨别城市整体健康水平及各子系统相对健康水平的评价模型做进一步研究。

[参 考 文 献]

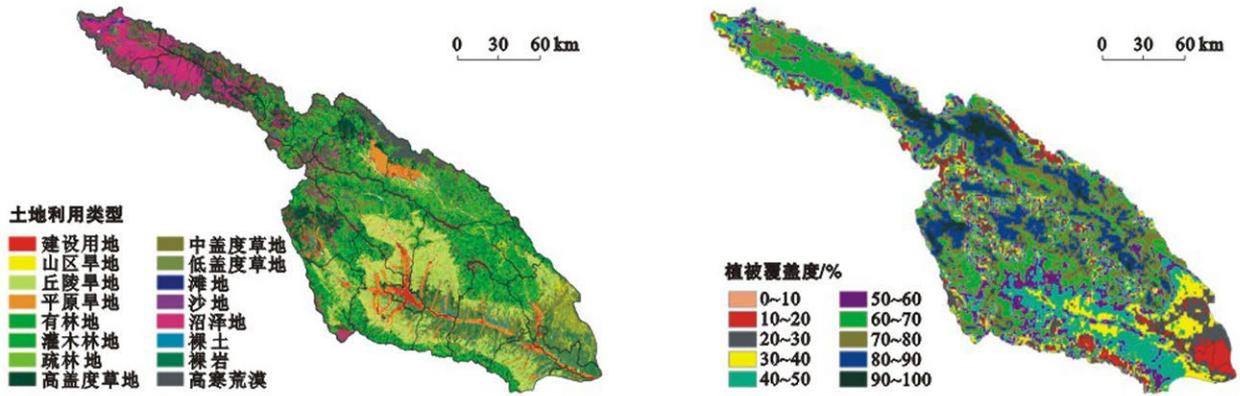
- [1] 刘明华,董贵华. RS 和 GIS 支持下的秦皇岛地区生态系统健康评价[J]. 地理研究,2006,25(5):930-938.
- [2] Rapport D J, Costanza R, McMichael A J. Assessing ecosystem health[J]. Trends Ecol. Evol., 1998,13(1):397-402.
- [3] 李春晖,郑小康,崔崑,等. 衡水湖流域生态系统健康评价[J]. 地理研究,2008,27(3):565-571.
- [4] 胡碧玉,胡昌升,郭郡郡. 基于熵权的川北城市生态系统健康综合评价[J]. 水土保持研究,2010,17(6):158-168.
- [5] 唐涛,蔡庆华,刘建康. 河流生态系统健康及其评价[J]. 应用生态学报,2002,13(9):1191-1194.
- [6] 王志良,王国祥. 洪泽湖湿地生态系统健康评价指标体系探讨[J]. 中国生态农业学报,2007,15(6):152-156.
- [7] 刘永,郭怀成,戴永立,等. 湖泊生态系统健康评价方法研究[J]. 环境科学学报,2004,24(4):723-729.
- [8] 武巧英,陈丽华,李晓凤,等. 基于 BP 神经网络的森林生态系统健康预测[J]. 水土保持通报,2011,31(2):150-154.
- [9] Hancock T. Urban ecosystem and urban development in Latin America, Montevideo, Uruguay[EB/OL]. [2000-04-10]. Http //: www. idrc. ca/lacro/docs/conferecias/hancock. html.
- [10] Jerry M S, Mariano B, Annalee Y, et al. Developing ecosystem health indicators in Centro Habana: A community based approach[J]. Ecosystem Health, 2001, 7(1):15-26.
- [11] 郭秀锐,杨居荣,毛显强. 城市生态系统健康评价初探[J]. 中国环境科学,2002,22(6):525-529.
- [12] 曾勇,沈根祥,黄沈发,等. 上海城市生态系统健康评价[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(2):208-212.
- [13] 胡廷兰,杨志峰,何孟常,等. 一种城市生态系统健康评价方法及其应用[J]. 环境科学学报,2005,25(2):269-274.
- [14] 刘娜,艾南山,方艳,等. 基于熵权的模糊物元模型在城市生态系统健康评价中的应用[J]. 成都理工大学学报,2007,34(5):589-595.
- [15] 颜文涛,袁兴中,邢忠. 基于属性理论的城市生态系统健康评价:以重庆市北部新区为例[J]. 生态学杂志,2007,26(10):1679-1684.
- [16] 陈克龙,苏茂新,李双成,等. 西宁市城市生态系统健康评价[J]. 地理研究,2010,29(2):214-222.
- [17] 邓聚龙. 灰预测与灰决策[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2002.

(上接第 216 页)

- [8] 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.
- [9] 郑州市统计局. 郑州统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1999-2009.
- [10] 费鲜芸,张志国,高祥伟. 城市植被制图中 SPOT5 影像融合方法研究[J]. 测绘科学,2007,32(4):98-100.
- [11] 马晶,余洁,张继贤,等. 影像融合技术在土地利用动态遥感监测中的应用研究[J]. 测绘科学,2007,32(2):128-130.
- [12] Marcelino E V, Formaggio A R, Maeda E E. Landslide inventory using image fusion techniques in Brazil [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2009,11(3):181-191.
- [13] 吴传钧,郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [14] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87.
- [15] 沈泽昊,张全发,岳超,等. 南水北调中线水源区土地利用/土地覆被的空间格局[J]. 地理学报,2006,61(6):633-644.
- [16] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
- [17] 刘纪远,布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程空间特征研究:基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究,2000,20(3):229-238.
- [18] 庄大方,刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. 自然资源学报,1997,12(2):106-111.
- [19] 王思远,刘纪远,张增祥,等. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报,2001,56(6):631-639.
- [20] 闫小培,毛蒋兴,普军. 巨型城市区域土地利用变化的人文因素分析:以珠江三角洲地区为例[J]. 地理学报,2006,61(6):613-623.

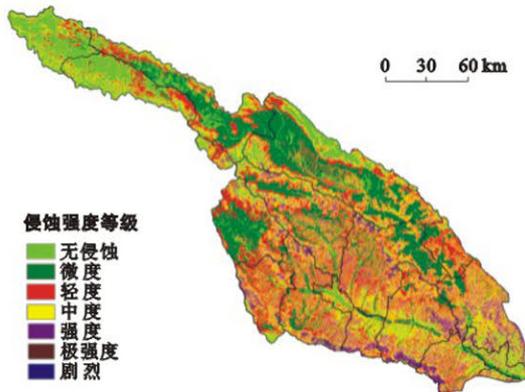


附图7 1998,2002和2008年郑州市土地利用空间分布

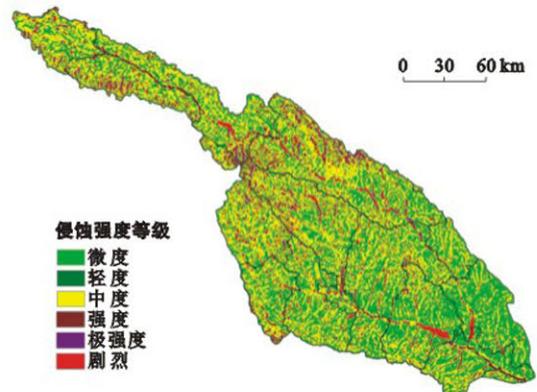


附图8 2009年滹水河流域土地利用现状

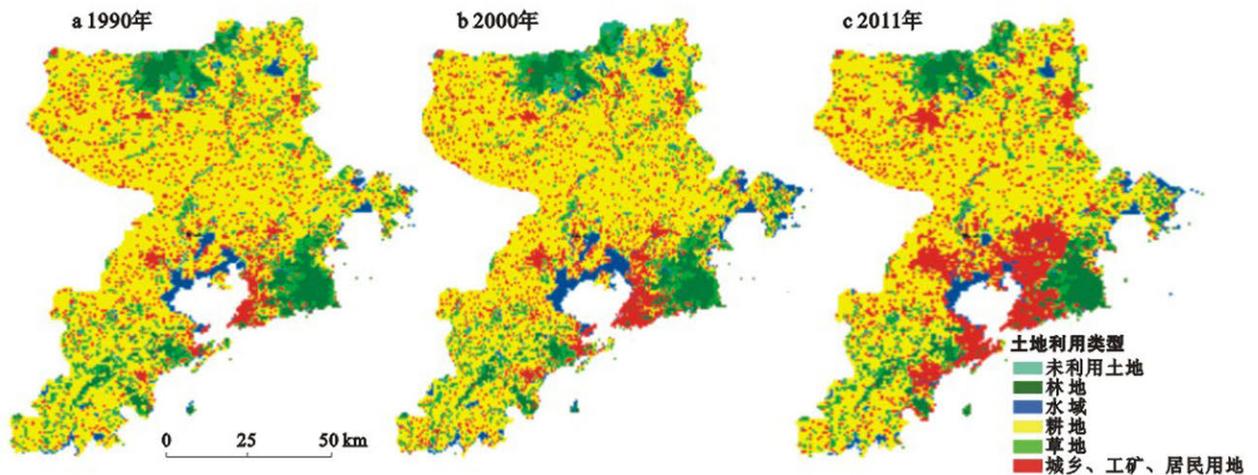
附图9 2009年滹水河流域植被覆盖度分布



附图10 2009年滹水河流域坡面侵蚀强度



附图11 2009年滹水河流域沟谷侵蚀强度



附图12 1990, 2000和2011年青岛市土地利用状况