

徐州城区土地利用变化过程与格局

渠爱雪^{1,2}, 卞正富¹, 朱传耿², 马晓冬², 孟召宜², 李志江²

(1. 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008; 2. 徐州师范大学城市与环境学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 基于 1994、2003 年的土地利用现状图, 1987、1994、2000、2003 和 2007 年 5 个时相的 Landsat TM 遥感影像, 构建了矿业城市徐州的城区土地利用时空变化数据库, 以此为基础, 采用动态度、强度、开发度、耗减度等数量变化模型及重心模型、插值分析、各向异性和扇形分析等空间分析方法, 揭示了徐州城区土地利用变化过程与格局特征, 并对其驱动力进行分析。研究表明: 耕地的减少和建设用地的增加是研究区土地利用变化的总体特征; 矿产资源的分布影响城市用地格局, 资源生命周期影响城市用地格局演化; 城市建设用地扩展空间异性逐步增强, 并呈现出阶段性演化特征; 研究区土地利用格局及其演化是自然条件、矿产资源、经济因素、城市规划、交通等多因素综合作用的结果。

关键词: 土地利用变化; 过程; 格局; 徐州城区

文章编号: 1000-0585(2009)01-0097-13

土地利用变化是全球环境变化研究的一个重要组成部分, 是从综合与系统的视角探讨人地关系地域系统的重要切入点, 也是所有与可持续发展相关问题的核心^[1~4]。目前, 我国的土地利用变化研究区域主要集中在“热点区”^[5~8]和“脆弱区”^[9~12]。矿业城市因矿建城、依矿兴城, 基于资源生命周期的产业转型以及快速推进的城市化对矿业城市土地利用变化过程、格局产生双重而深刻的影响, 故矿业城市是人地关系作用最强烈的区域之一, 也是土地利用发生急剧变化的一种特殊区域^[13]。目前, 国内外对矿业城市研究多从行业发展或工矿区建设角度探讨矿业城市转型及其经济社会可持续发展^[14~17], 对矿业城市土地利用变化过程、格局的系统研究相对缺乏。徐州是江苏省唯一的能源基地, 是华东地区重要的煤炭生产供应基地, 2006 年原煤产量 2827.46 万 t, 占江苏省的 93%, 是我国 12 个年产量超过 1000 万 t 的煤炭产地之一, 有百余年的煤炭开采史。2006 年徐州规模以上企业煤炭采选业工业总产值 143.31 亿元, 占当年徐州工业总产值的 87.8%; 煤炭采选业职工平均人数为 10.03 万人, 占全部工业职工人数的 26.63%, 占全部职工人数的 17.63%, 是典型的矿业城市。随着煤炭资源的枯竭, 以煤炭资源开发为依托的城市经济系统正在全面转型。1991 年, 徐州市采矿业从业人员与制造业从业人员比值为 1.82, 2006 年这一比值降为 0.11; 1949 年徐州吨煤工业总产值约为 57 元, 1978、1988 至 2006 年分别上升为 163、468 和 5774 元。由此, 徐州市已由典型的采煤业城市, 逐步过渡为采煤业—制造业城市、制造业—采煤业城市, 进而向多样化与综合化职能城市发展。同时, 徐州地处东部沿海经济发达地带, 经济开发强度大、城市化进程迅速。2006 年, 徐州市人均 GDP 已达 16256 元/人, 城市总人口达 181.61 万人, 尤其是 90 年代以后, 城市用地

收稿日期: 2008-06-12; 修订日期: 2008-09-22

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40671053); 徐州师范大学自然科学基金重点项目 (07XLA10)

作者简介: 渠爱雪 (1971-), 女, 江苏丰县人, 副教授, 博士生, 硕士生导师。主要从事经济地理研究。

E-mail: jsquaixue@163.com

加速扩展，城市用地功能转换活跃，城市空间演化显著。因此，选取徐州市为典型案例，系统开展徐州城区土地利用变化过程和格局研究，对于深化认识矿业城市土地利用变化规律和优化调整矿业城市土地利用结构均有重要意义。

1 研究区域及基础数据

1.1 研究区范围

以徐州城区外围环城高速为界，即以京福高速公路东、西绕城段和连霍高速公路合围的面积约 500km² 的区域为研究区范围。该研究区不仅在陆地资源卫星遥感影像上易于识别、操作，并且也是《徐州市总体规划（2003~ 2020）》界定的主城区范围。该区域西北部分布有徐州四大煤田之一的九里山煤田，能够反映矿产资源开发对土地利用的影响。

1.2 基础数据

根据中国《土地利用现状调查技术规程》，依据土地用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素，将研究区土地利用类型分为耕地、林地、水体、建设用地和未利用地 5 个一级类型；其中，建设用地分为城市用地、农村居民点、独立工矿和交通用地（城市主要交通干道及对外交通用地）4 个二级分类；水体分为塌陷水体和其他水体 2 个二级分类。研究基础数据包括 1987、1994、2000、2003、2007 年 5 个时相陆地资源卫星遥感影像；2000 年 1:5 万地形图；1994 和 2003 年徐州城市土地利用现状图。首先利用地形图对遥感影像和土地利用现状图进行几何纠正，误差在 1 个像元以内；然后对不同时期相的遥感影像进行简易标准化处理和图像增强；进而通过人机交互解译，获取 2003 年土地利用现状图；以此为基准，采用多时相连续对比法，获取其他年份的相关数据，并通过土地利用现状图及实地调查进行检核，以此构建出能够反映研究区 80 年代以来土地利用变化数据库。

2 技术流程及研究方法

2.1 技术流程

利用 GIS 与 RS 技术揭示土地利用时空变化规律，是当前国内外土地利用变化研究的普遍趋势；目前国内应用较多的土地利用动态变化模型主要包括土地资源数量变化模型、土地利用程度变化模型、土地利用变化区域差异模型、土地利用空间变化模型等^[18-22]。

本文基于 GIS 与 RS 技术，采用动态度数量模型、强度、开发度与耗减度等程度变化模型、扩展分异、重心模型等空间分析方法，对矿业城市徐州城区土地利用演化过程与格局进行研究。技术流程如图 1 所示。

2.2 研究方法

(1) 土地利用变化动态度和

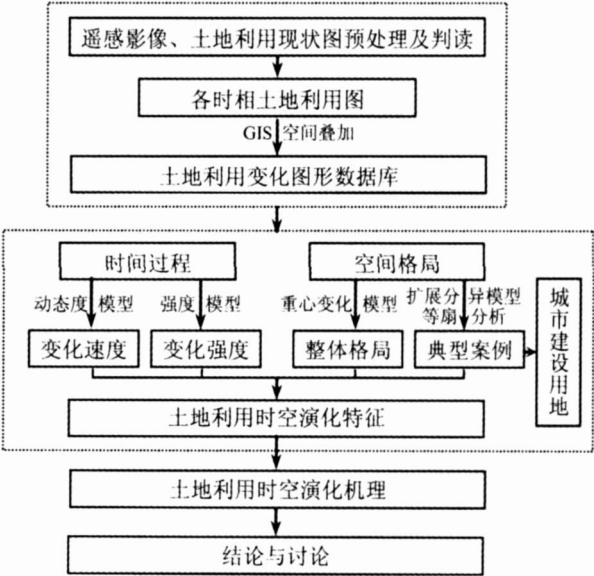


图 1 本研究的技术流程

Fig 1 The workflow of the study

强度

土地利用动态度 (P) 是指研究区一定时间内某种土地利用类型的数量变化^[19], 公式为:

$$P = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, U_a 、 U_b 分别为研究期初及研究期末某一土地利用类型的数量; T 为研究时段年数。

土地变化强度 (I) 是用各空间单元的土地面积对其年平均变化速度进行标准化处理, 以使不同土地利用类型变化的速度具有可比性^[23], 公式为:

$$I = \frac{U_b - U_a}{T \cdot UA} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, $T \cdot UA$ 为研究单元土地总面积, 其他指标含义同公式 (1)。

(2) 土地利用开发度和耗减度

土地利用开发度 (LUD) 是单位时间内某土地利用类型实际新开发的程度^[24], 公式为:

$$LUD = \frac{D_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中, D_{ab} 指 a 时刻到 b 时刻新开发的某土地利用类型的面积, 其他指标含义同公式 (1)。

土地利用耗减度 (LUC) 是单位时间内某土地利用类型被实际消耗的程度^[24], 公式为:

$$LUC = \frac{C_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (4)$$

式中, C_{ab} 是从 a 时刻到 b 时刻某种土地利用类型被消耗面积, 其他指标含义同公式 (1)。

(3) 土地利用类型重心转移模型

土地利用的空间变化可用土地利用类型重心变化来反映。通过比较研究期初和研究期末各种土地利用类型的重心位置, 可揭示研究时段内土地利用类型的空间变化规律。第 t 年某种土地利用类型重心坐标 (经纬度)^[19], 计算表达式为:

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times X_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}} \quad (5)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}} \quad (6)$$

式中, X_t 、 Y_t 分别表示第 t 年某种土地资源分布重心的经纬度坐标; C_{ti} 表示第 i 个小区域该种土地资源的面积; X_i 、 Y_i 分别表示第 i 个小区的几何中心的经纬度坐标。

(4) 用地扩张的各向异性

年均扩展强度指数是应用较多的一种扩展空间分异模型, 能较好的描述土地利用扩展的空间各向异性特征。其通过计算各空间单元的年均扩展强度指数, 根据年均扩展强度指数的高低, 区分空间分异类型^[6]。在此, 运用等扇分析法, 以研究区中心为圆心, 选取适当半径将研究区划分为若干扇形区域, 并与各时期研究区用地现状图叠加, 得到不同时期各扇区土地利用类型面积, 进而分析不同时段各扇区土地利用的扩展强度。

3 结果分析

3.1 时间过程分析

3.1.1 数量及变化强度 根据土地利用结构变化图（图 2）和由公式（1）、（2）计算的变化动态度、强度指数（表 1），可见 1987~ 2007 年间研究区土地利用变化呈现如下主要特征：

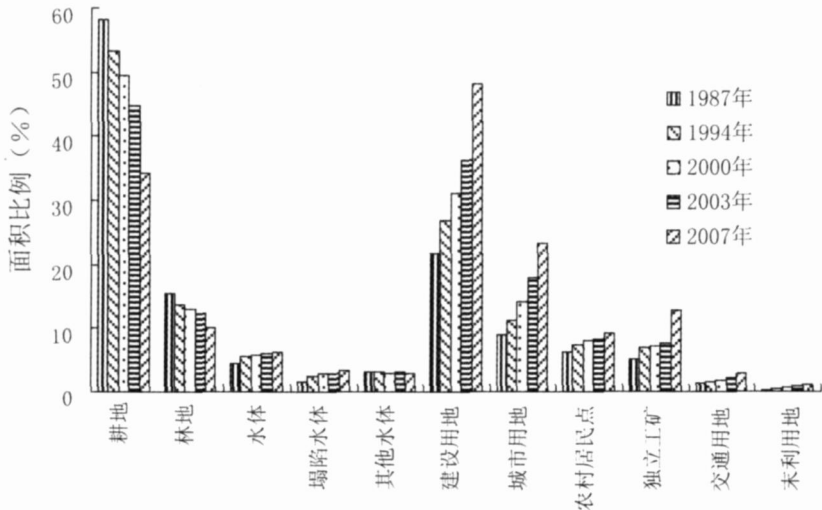


图 2 徐州城区土地利用结构

Fig 2 Structure of land use in Xuzhou urban area

（1）研究区土地利用变化集中体现为耕地的减少和建设用地的增加。从一级用地构成看，耕地和建设用地占研究区 80% 以上，是研究区主要用地类型；从变化强度看，耕地和建设用地变化强度最大（变化量最多），并具体表现为耕地的减少和建设用地的增加，可以说，二者的消长构成了研究区土地利用变化的最大特征。

（2）耕地持续减少，并呈加速减少趋势。1987 年耕地占 58.19%，具有绝对优势，2007 年降为 34.2%，降幅达 24 个百分点。从变化过程（图 2）看，1987~ 2003 年耕地表

表 1 徐州城区土地利用变化指数（%）

Tab 1 Index of land use change in Xuzhou urban area（%）

土地利 用类型	1987~ 1994				1994~ 2000				2000~ 2003				2003~ 2007			
	动态度	强度	开发度	耗减度	动态度	强度	开发度	耗减度	动态度	强度	开发度	耗减度	动态度	强度	开发度	耗减度
耕地	- 1.23	- 0.72	1.27	9.88	- 1.15	- 0.61	1.31	8.18	- 3.24	- 1.61	1.21	10.94	- 5.84	- 2.61	1.66	25.03
林地	- 1.62	- 0.25	1.14	12.49	- 0.89	- 0.12	0.65	6.01	- 1.63	- 0.21	4.84	9.73	- 4.32	- 0.53	5.71	23.01
水体	3.61	0.16	26.93	1.65	0.41	0.02	8.59	6.10	1.19	0.07	7.57	4.01	1.05	0.06	12.11	7.93
建设用地	3.41	0.74	29.33	5.47	2.57	0.69	20.46	5.05	5.47	1.70	25.19	8.78	8.28	3.00	46.08	12.94
城市用地	3.42	0.31	25.65	1.74	4.61	0.51	28.32	0.67	8.87	1.26	27.25	0.65	7.38	1.33	37.12	7.59
农村居民点	2.52	0.16	24.65	7.01	1.22	0.09	11.74	4.39	0.72	0.06	14.99	12.83	3.24	0.27	29.52	16.54
独立工矿	4.77	0.25	44.85	11.46	0.80	0.05	18.77	13.97	2.26	0.16	28.55	21.77	16.68	1.28	92.14	25.41
交通用地	2.29	0.03	16.05	0.01	2.22	0.03	13.31	0.01	13.10	0.22	42.03	2.72	5.31	0.12	21.96	0.61
未利用地	50.79	0.06	421.51	65.98	2.86	0.02	17.67	0.51	7.35	0.05	36.53	14.48	10.55	0.08	46.38	4.18

现为持续减少, 2003~2007 年有加速减少趋势。从 1987~2007 年耕地变化动态度和强度绝对值看, 动态度从 1987~1994 年的 1.23%、1994~2000 年的 1.15%、2000~2003 年的 3.24% 增至 2003~2007 年的 5.84%; 变化强度则从 0.72%、0.61%、1.61% 增加到 2.61%, 渐呈高速变化态势。

(3) 建设用地持续增加, 并呈急剧扩张趋势。建设用地面积比例从 1987 年的 21.75% 稳步增加到 2007 年的 48.18%。其主要表现为城市用地和独立工矿用地的增加。从变化过程 (图 2) 看, 1987~2003 年, 建设用地表现为持续扩张, 2003~2007 年则表现出加速扩张的趋势。动态度从 1987~1994 年的 3.41%、1994~2000 年的 2.57%、2000~2003 年的 5.47% 增至 2003~2007 年的 8.28%; 变化强度则从 0.74%、0.69%、1.70% 增加到 3.00%。

(4) 林地呈缓慢减少趋势; 水体呈缓慢上升趋势, 主要表现为塌陷水体的增加; 未利用地面积基数较小, 影响微乎其微。具体而言, 林地变化相对平缓, 其变化强度主要在 0.1~0.5% 之间波动; 水体变化在 1987~1994 年表现出较大幅度的增加, 变化动态度和强度别为 3.61% 和 0.16%, 其后变化幅度明显趋缓。

3.1.2 增减变化分析 根据由土地利用移矩阵和公式 (3)、(4) 计算的开发度和耗减度指数 (表 1), 可发现各类用地的增减变化具有如下主要特征:

(1) 耕地主要表现为较快的消耗, 并呈加速消耗态势。1987~2003 年各时段, 耕地年耗减度一直维持在 10% 左右的高消耗水平上, 耕地持续减少; 2003~2007 年消耗度骤升至 25.03%, 耕地剧减。耕地主要转化为城镇用地及工矿用地, 其次转为农村居民点等。

(2) 建设用地表现为高开发态势, 并有加强趋势。建设用地开发度一直高于 20%, 呈高水平状态, 且在 2003~2007 年间, 表现出 46.08% 的强开发度。其中, 独立工矿、城市用地、农村居民点及交通用地都保持较高的开发度, 发展较快, 建设用地主要由耕地转化而来。

(3) 独立工矿用地表现为高开发度和高耗减度, 功能置换逐渐加强。1994~2000 年, 独立工矿用地开发度明显降低, 开发度由前一时期的 44.85% 降为这一时期的 18.77%; 另一方面, 其耗减度保持 10% 以上的较高水平。2000~2007 年间高开发度 (28.55% 和 92.14%) 和高耗减度 (21.77% 和 25.41%) 同步出现, 两时期独立工矿用地置换进一步加强。

(4) 水体开发趋于平缓。1987~1994 年间, 水体开发度为 26.93% 高水平状态, 引致水体面积较快增长, 主要由矿区长期的煤炭开采导致大面积地面塌陷, 形成常年塌陷地积水所致。1994 年以后, 水体开发度明显下降, 同时耗减度开始提高, 水体增加趋于平缓。

(5) 林地主要表现为较快的消耗, 但开发度逐渐提高。1987~2007 年间林地耗减度均有较高水平。同时, 至 2000 年以来, 林地的开发度有明显提高, 林地主要转化为耕地、建设用地和未利用地。

3.2 空间格局分析

将研究区不同时期的土地利用矢量图依次两两叠加, 定位化识别各时段土地利用类型的未变部分和转移部分。由于用地增减组合较多, 在此根据徐州城区 1987~2007 年土地利用变化贡献率, 考虑矿业城市土地利用变化特点, 主要选取城市用地、独立工矿用地和塌陷水体进行空间变化分析; 通过适当的归类合并为 7 种类型, 最终生成土地利用变化主

导类型图 (图版 4, 图 3), 进而借助空间分析模型, 揭示土地利用变化的主要空间格局特征; 其中, 耕地转非工矿建设用地类型是指耕地转为除工矿用地以外的城市用地, 非耕地转建设用地类型是指土地由除耕地以外的非建设用地转为建设用地。

3 2 1 土地利用重心分布及迁移 由图版 4 图 3 所示的研究区土地利用演化格局和由公式(5)、(6) 计算出的各类用地重心的空间变化轨迹, 可发现土地利用格局具有如下特征:

(1) 矿产资源分布及其开采影响矿业城市的用地格局。研究区不同类型用地重心空间分离, 土地利用空间分异性明显。其中, 塌陷水体的重心分布于城区西北矿区 (九里山煤田); 耕地重心受矿区和林地制约位于城区东偏南; 工矿用地重心相对分布于城区北及东北部; 城市用地重心分布偏南部和东南部。从宏观上看, 塌陷水体重心分布对应着矿区分布, 其余用地重心分布则偏离矿区, 位于研究区东部, 矿产资源分布及其开采影响矿业城市的用地格局。

(2) 矿产资源分布对研究区用地格局演化趋势有深远影响。从不同类型用地重心变化轨迹看, 塌陷水体分布和煤矿区分布相一致, 继续向西北方向偏移; 受采煤塌陷地影响, 城市用地持续向东及东南方向偏移; 塌陷水体重心和建设用地重心呈反方向变化态势。

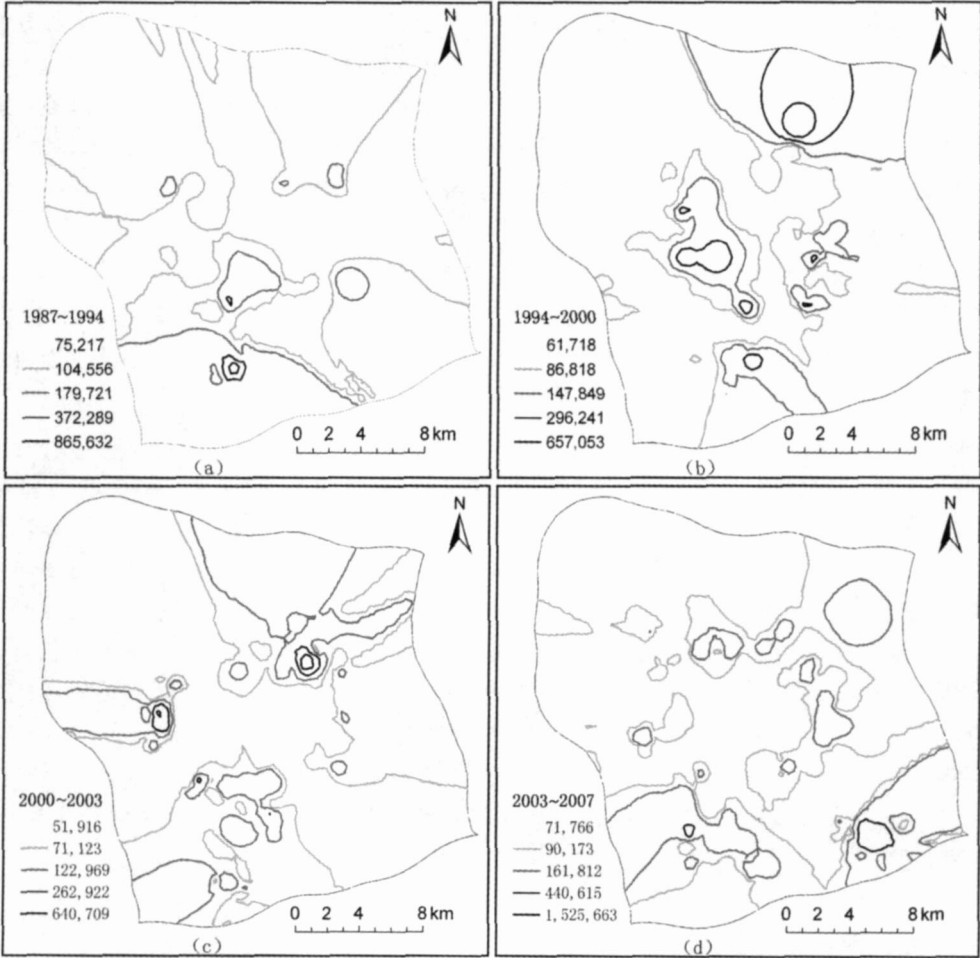


图4 1987~ 2007年新增城市用地空间插值图

Fig 4 Spacial interpolation graph of city land increased from 1987 to 2007

(3) 建设用和城市用地空间变化表现出趋势一致性。建设用地和城市用地的重心轨迹均表现为持续向南及东南偏移，城市用地扩展对城市空间格局演变越来越发挥主导作用。

3 2 2 土地利用变化空间趋势 在此，以城市用地和独立工矿用地为典型案例，运用空间插值方法，不考虑空间插值生成趋势面的边界切变因素，用以描述研究区用地变化的热点区域及基本空间格局。

(1) 城市用地变化。综合图 3 (图版 4)、图 4 可见，自 1987 年以来，研究区城市用地变化依次经历了独立斑块增加-放射状填充扩展-全面展开-双中心演化的过程。具体而言，1987~ 1994 年新增城市用地在南部铜山经济开发区形成了一高值中心，在东北部金山桥经济开发区、西北部九里经济开发区、云龙湖东南及东部沿郭庄路形成诸多独立斑块 (图 3 (a)、图 4 (a))；1994~ 2000 年，城市呈放射状向东北、南、西和东部扩展，并在东部沿三环路形成东部扩展翼，以填充方式连接开发区和城区 (图 3 (b)、图 4 (b))；2000~ 2003 年，城市用地在东北和西部形成两个强极中心及南部扩展翼，金山桥、九里、铜山新区逐步与主城区连成一片，城市整体框架逐步展开，城市南部呈连片发展趋势 (图 3 (c)、图 4 (c))；2003~ 2007 年，城市用地在新城区快速扩展，形成一个与老城

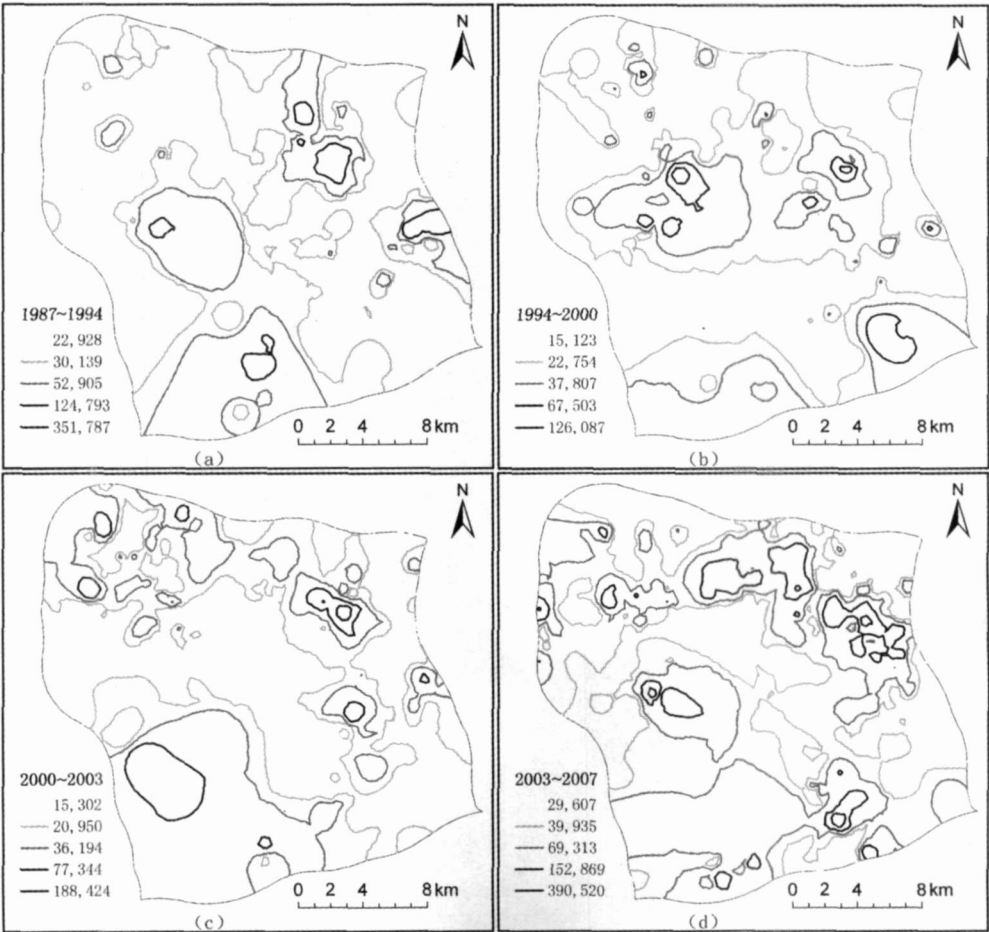


图 5 1987~ 2007 年新增独立工矿用地空间插值图

Fig 5 Spacial interpolation graph of independent industrial land use from 1987 to 2007

空间上分离的高值中心, 城市用地空间格局呈现由老城单中心向“老城+ 新城”双中心演变态势(图3(d)、图4(d))。

(2) 独立工矿用地变化。综合图3(图版4)、图5可见, 自1987年以来, 研究区独立工矿用地变化依次经历了多值中心出现—延续扩展、多值区域形成—矿区破碎斑块增加—外围全面展开的演化过程。在这一过程中, 北及东北部延续扩展特征尤为突出。具体而言, 1987~1994年, 矿业用地的增加主要围绕东北金山桥形成一高值中心, 并由此向北拓展形成扩展翼, 同时在西部卧牛山矿区、西北庞庄矿区、柳新矿区、南部铜山新区、东部陇海铁路出现多个次级中心(图3(a)、图5(a)); 1994~2000年矿业用地继续向东北、西北、南部铜山新区以及东南方向呈面状扩展, 形成诸多高值区域(图3(b)、图5(b)); 2000~2003年, 除了东北向的一个高值变化区域外, 主要表现为向东部扩展及西北矿区破碎斑块的增加(图3(c)、图5(c)); 2003~2007年, 工矿用地扩展逐步向城市外围展开, 向北、东北部的面状扩展及西北零碎斑块继续增加, 西、南及东南方向的次变化中心出现(图3(d)、图5(d))。

3.2.3 城市建设用地扩展的各向异性 本文将建设用地中变化最大的城市用地、与城市相连的工矿用地合并为城市建设用地, 借助扩展模型, 运用等扇分析法, 以徐州市中心区的淮海路和中山路交汇处为中心, 选取能包含所有建成区的半径, 以东偏北 11.25° 为起点, 将研究区划分成16个夹角及面积相等的扇形区域, 将各个时期的16个扇形方位城市建设用地面积序列作为分析样本, 用城市建设用地面积方差和标准差揭示各时段城市建设用地的整体空间分异程度, 在此基础上借助城市建设用地扩展强度指数雷达图(图6), 描述各时段各方位的城市建设用地扩展的空间差异。分析发现, 研究区城市建设用地扩展的空间异性具有以下主要特征:

(1) 空间异性不断增强。1987年以来, 城市建设用地不同方位面积序列的方差和标准差呈现规律性的上升趋势, 方差和标准差分别由1987年的1.443和1.201, 逐年增加至2007年的22.446和4.738, 说明不同方位城市建设用地面积差异逐渐增大, 空间异性逐步增强。

(2) 空间异性演化表现出明显阶段性特征。具体表现为, 2003年之前城市建设用地呈放射状向多个方向较快扩展, 2003年之后沿单一方向异速扩展。1987~1994年, 城市向东北部、西部低速扩展及向南部较快扩展(图6(a)), 1994~2000年, 城市向西、西北部缓慢扩展及南部、东南部较快扩展(图6(b)); 2000~2003年, 城市主要向南部和东及

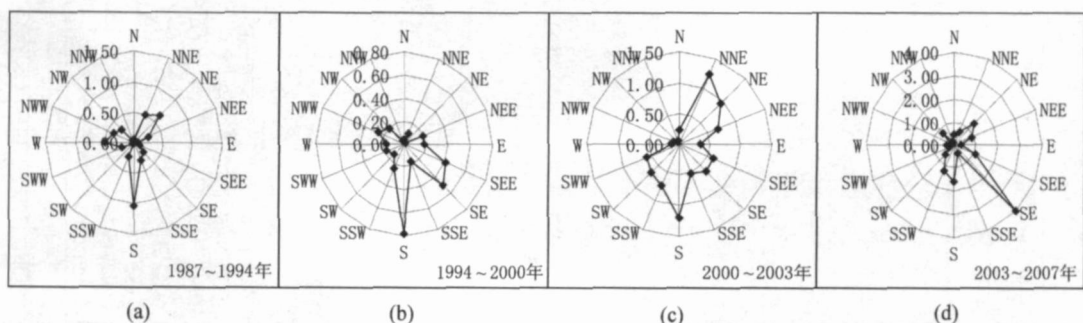


图6 1987~2007年不同方位城市建设用地扩展强度雷达图

Fig 6 The radar-graph of land growth intensity in different directions from 1987 to 2007

东北部较快扩展(图6(c)); 2003 年之后, 城市建设用地空间面积方差和标准差陡然加大, 空间范围分异更加显著, 城市扩展方向较为单一, 主要沿东南方向异速扩展(图6(d))。

(3) 在城市建设用地扩展的各向异性格局演化过程中, 受煤炭开采空区和塌陷地影响, 西北矿区方向的城市扩展没有显现。

4 驱动力分析

研究区土地利用格局及其演化是自然条件、自然资源、经济因素、城市规划、交通等多因素综合作用的结果。

(1) 自然条件是研究区土地利用空间格局形成与演化的重要自然本底。徐州城区西和西北受大面积采煤塌陷地限制, 北面受九里山分割和京杭大运河阻碍, 西南多林地, 故研究区西、西南及西北均不同程度地限制城市拓展。城市东和东南平原广布, 地势低平, 地质条件较好, 城市用地向东及东南方向的扩展趋势明显。同时, 废黄河高漫滩顺势自西北向东南穿过市区, 受废黄河的阻隔与切变影响, 城市北向拓展受阻, 而南向发展强劲。

(2) 矿产资源的空间分布对土地利用空间格局的形成有着重要的型塑作用, 矿产资源的生命周期对土地利用空间格局演化具有促动效用。徐州煤炭资源丰富, 长期的煤炭开采导致城区西北部出现大面积地面塌陷, 形成坡耕地、季节性积水区和常年积水区等积水情况和塌陷程度不同的塌陷地。受此影响, 一方面, 城区西及西北部塌陷水体面积不断扩大; 另一方面, 该区成为城市发展的塌陷风险敏感区, 城市用地在西北方向扩展没有显现。可以说, 煤炭资源的分布与开采对徐州城区用地格局的形成有着重要的影响, 并在自然本底影响的基础上, 加剧了其空间异性。同时, 基于煤炭资源生命周期, 城区产业结构不断优化, 城市的职能、性质、定位不断调整, 城市用地结构与格局也不断优化。在此, 以加工工业发展水平与采煤规模之间的相对关系^[25]来量化反映矿业城市发展周期, 研究表明, 徐州市 1949 年 K 值(吨煤工业总产值, 元)约为 57, 为典型的采煤业城市; 1978 年 K 值约为 163, 过渡为采煤业-制造业城市; 1988 年 K 值为 468, 发展成为制造业-采煤业城市; 到 2006 年 K 为 5774, 成为典型的多样化和综合化职能城市。因此, 1980 年代之前, 徐州城市经济发展的资源依托特征明显, 早期具有资源指向及水运指向的工业发展使得工矿用地的分布和扩展在北及东北部突出; 1990 年代以来, 基于资源生命周期的产业结构调整加快, 后期重点发展的机械、食品及其他新兴产业受交通吸引, 多在城市东、东南及南部。与此同时, 伴随着煤炭资源的逐步枯竭、矿井的相继关闭, 矿区塌陷水体面积的增加也趋于平缓。

(3) 经济因素是城区土地利用结构演化的内在主导力量。徐州市区 GDP 由 1949 年的 0.30 亿元, 增加至 1987 年的 26.17 亿元和 2006 年的 747.88 亿元; 市区人口由 1949 年的 29.94 万人, 增加至 1987 年的 85.57 万人和 2006 年的 181.61 万人; 建成区面积由 1987 年的 47.3 km² 增加到 2006 年的 127.1 km²。经济、人口的快速增长和用地规模的扩大成为城市建设用地快速扩张的强劲动力和耕地持续减少的直接原因。另一方面, 随着基于资源生命周期的产业转型和城市化进程的推进, 城市产业结构和用地结构不断优化调整。市区工业占 GDP 比重由 1978 年的 77.66%, 下降为 1987 年的 62.12%, 2006 年进而下降为 50%; 第三产业比重则由 1978 年的 15.5%, 上升为 1987 年的 27.9%, 2006 年进而上升为 40.5%。工业比重持续下降, 工矿用地逐步减少; 三产比重稳步上升, 城市用地逐步增多; 与此同时, 市区现代服务业加快发展, 工矿用地逐步向城市外围展开, 城

市用地格局不断优化。

(4) 城市规划是城区土地利用扩展演化的重要调控力量。不同时期的城市总体规划对徐州城区的土地利用格局调整与演化有着重要的调控影响,尤其是城市规划引导下的工业区、开发区和新城区建设是城区土地利用扩展演化的重要推动力。1980年代前的徐州城市总体规划将东北方向作为城市主要发展方向,突出了徐州以煤炭、电力为主的工业城市功能,使得工矿用地在北及东北部的分布和扩展突出,从而奠定了徐州城区基本的工业地域格局。1990年代以来,城市规划逐步确立大徐州观念,突出徐州区域中心城市功能,经济开发区与新区加快规划建设,工业用地置换加快,引导城市用地多组团圈层式扩展速度加快,城市向东、西部、南部、北部等方向呈放射状扩展。顺应城市向东、东南扩张的趋势,2000年代以来徐州城市总体规划提出主城区建设用地以向东和东南方向发展为主,并在徐州东南方向,规划面积 50km^2 ,居住人口40多万的城市新区。受新规划引导,2003年以来城市建设用地沿104国道东南轴向异速扩张,新城区快速发展,引导城市由“单核心、圈层式”空间结构向“双核心、轴向式”空间结构演化。

(5) 交通牵引是城市用地空间演变的重要引导力。京杭运河、陇海铁路、京沪铁路为徐州煤炭等矿产资源的开发创造了有利条件,奠定了徐州城区早期工业的基本空间格局。1987年以来,徐州拓展了市区主干道、新建了三环路,先后建成了京沪、连徐徐州段和京福绕城段高速公路,并加快了城市快速连接干道系统的规划建设,逐步形成了以三环路为内环,以四环路为外环,通过104等国道为主的对外交通通道和世纪大道等城市快速干道相连接的综合性城市立体交通网络。在这一过程中,沿三环路首先成为城市建设用地变化的活跃区域,城市用地形态逐渐由圈层扩展向放射状轴向扩展演化,城市框架迅速被拉大。

5 结论与讨论

(1) 耕地的减少和建设用地的增加是研究区土地利用变化的总体特征。既要满足城市用地快速扩展的需求,又要加强耕地资源的保护,是土地利用决策需要着重协调的一对矛盾。

(2) 伴随着城市建设步伐加快,研究区城市用地扩展空间异性增强,呈现独立斑块增加、放射状填充式扩展、双中心演化的阶段性特征。矿业城市土地利用时空演化模式研究还有待于进一步加强。

(3) 从影响机理看,自然条件对土地利用基本格局的本底性影响将长期存在;矿产资源对土地利用格局形成和演化的型塑及促动作用将持续存在;工业化、城市化和产业结构调整等经济因素对土地利用格局演化的内在主导作用必将持续增强,此时,合理的城市空间规划成为城市用地演化和城市用地优化调整不可或缺的重要调控力量;交通,尤其是快速交通网络的发展将愈来愈成为城市用地扩展的强劲牵引力。

(4) 矿产资源的分布与开发影响着矿业城市的用地格局,资源开发生命周期影响矿业城市的用地格局演化,其对矿业城市用地格局和演化的影响往往和自然条件、经济因素交织在一起,使矿业城市用地特征具有明显的资源烙印。伴随着矿业城市资源的逐步枯竭,加快城市用地结构调整势在必行。

(5) 研究方法还有待进一步创新,以深化矿业城市土地利用变化特征与机理研究。

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——地利用/土地覆被变化国际研究动向. 地理学报, 1996, (6): 553~ 555
- [2] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, *et al.* Land Use and Land Cover Change: Implementation Strategy. Stockholm, Sweden, 1999
- [3] Ren-Qiang Li, Ming Dong, Jian-Yong Cui, *et al.* Quantification of the impact of land-use changes on ecosystem services: A case study in Pingbian County, China. Environ Monit Assess, 2007, 128: 503~ 510
- [4] 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展. 经济地理, 2001, 21(1): 95~ 99.
- [5] 涂小松, 濮励杰. 苏锡常地区土地利用变化时空分异及其生态环境响应. 地理研究, 2008, 27(3): 583~ 593
- [6] 刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式. 地理学报, 2000, 55(4): 407~ 416
- [7] 江南, 于雪英, 洪军. 上海市土地利用时空变化及驱动力分析. 国土资源遥感, 2002, 53(3): 58~ 61.
- [8] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究. 自然资源学报, 1999, 14(4): 1~ 6
- [9] 张惠远, 赵昕奕, 蔡运龙, 等. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动力机制研究. 地理研究, 1999, 18(2): 136~ 142
- [10] 张佩芳, 许建初. 云南境内澜沧江流域土地利用时空变化特征及动因分析. 地球科学进展, 2003, 18(6): 947~ 953
- [11] 史纪安, 陈利顶, 史俊通, 等. 榆林地区土地利用/覆被变化区域特征及其驱动机制分析. 地理科学, 2003, 23(4): 493~ 498
- [12] 谢花林, 李波. 基于 logistic 回归模型的农牧交错区土地利用变化驱动力分析——以内蒙古翁牛特旗为例. 地理研究, 2008, 27(2): 294~ 304
- [13] 沈镭, 程静. 矿业城市可持续发展的机理初探. 资源科学, 1999, 21(1): 44~ 47.
- [14] 焦华富, 陆林. 西方资源型城镇研究的进展. 自然资源学报, 2000, 15(3): 291~ 296
- [15] 苏飞, 张平宇, 李鹤. 中国煤矿城市经济系统脆弱性评价. 地理研究, 2008, 27(4): 907~ 916
- [16] 曹银贵, 白中科. 安太堡露天矿区土地利用变化及驱动力分析. 资源评价, 2006, 8(4): 102~ 106
- [17] Gil1 A M. Social interaction in new resource towns: Perspective. Journal of Economic and Geography(TESG), 1990, 81(5): 348~ 363
- [18] 刘纪远, 张增祥, 庄大方. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析. 地理研究, 2003, 22(1): 1~ 12
- [19] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81~ 87.
- [20] 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 65~ 84
- [21] Kitamura T, Kagatsume M, Hoshino S, *et al.* A theoretical consideration on the land-use change model for Japan case study area. IIASA Interim Report IR-97-064, 1997.
- [22] Skinner C N. Change in spatial characteristics of forest openings in the Klamath Mountains of northwest California, USA. Landscape Ecology, 1995, 10(4): 219~ 228
- [23] 李全林, 马晓冬, 朱传耿, 等. 基于 GIS 的盐城城市空间结构演化分析. 地理与地理信息科学, 2007, 23(3): 69~ 73
- [24] 张新长, 梁金成. 城市土地利用动态变化及预测模型研究. 中山大学学报, 2004, 43(2): 121~ 125
- [25] 李文彦. 煤矿城市的工业发展与城市规划问题. 地理学报, 1978, 33(1): 63~ 79

Study on the process and pattern of land use change in Xuzhou urban area

QU Ai-xue^{1,2}, BIAN Zheng-fu¹, ZHU Chuan-geng², MA Xiao-dong²,
MENG Zhao-yi², LI Zhi-jiang²

(1 School of Environment and Spatial informatics, China University of Mining and
Technology, Xuzhou 221008, China;

2 College of Urban and Environmental Science, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221009, China)

Abstract: Both rapid urbanization and industry conversion based on the life cycle of resource have great effects on the land use change and pattern of mining cities. So, land use change in mining cities was a special process strongly affected by the human-land relationship. Therefore, based on LANDSAT TM remote sensing images in 1987, 1994, 2000, 2003, 2007, and on maps of urban land use status in 1994 and 2003, database was established on land use of the mining city—Xuzhou urban area. Then features on the process and pattern of land use change were disclosed by using quantitative change models such as dynamic degree, intensity, LUD, LUC and spatial analysis methods including gravity center changes, interpolation analysis, spatial differentiation and fan analysis. Further, the mechanism of land use change was analyzed. Results show that: (1) Farmland keeping reducing and built-up land keeping increasing was the main characteristic of the land use change. Therefore, on one hand, we should meet the need of rapid urban land expansion, on the other hand we should strengthen arable land protection. (2) The spatial distribution of built-up area expansion showed the step character from separated patch increasing, radial infill expansion to allometric expansion and double-center evolution. Further study should be done on the time-space pattern of land use in mining cities. (3) Land use change resulted from several factors. Natural conditions will take effect a long time. Mineral resources were always playing an important role in the shape and the evolution of land use. Economic factors, such as industrialization, urbanization and adjustment of industrial structure, were the leading force of the land use structure evolution. Under this background, city spatial planning, especially the rational planning of the industrial zones, economic development zones and the new city zones were the important force of built-up expansion evolution. Transportation, especially rapid transit network was a strong traction force of land use changes. (4) Land use pattern was affected by the distribution of the mineral resources and spatial pattern evolution of mining city land was affected by the life cycle of mineral resources. Mineral resources together with natural conditions and economic factors always had great effects on mining city land use. As mineral resources exhausted, adjustment of land use structure should be speeded up in mining cities. (5) Methods need to be improved for further study on the characteristics and the mechanisms of mining cities.

Key words: land use change; process; pattern; Xuzhou urban area

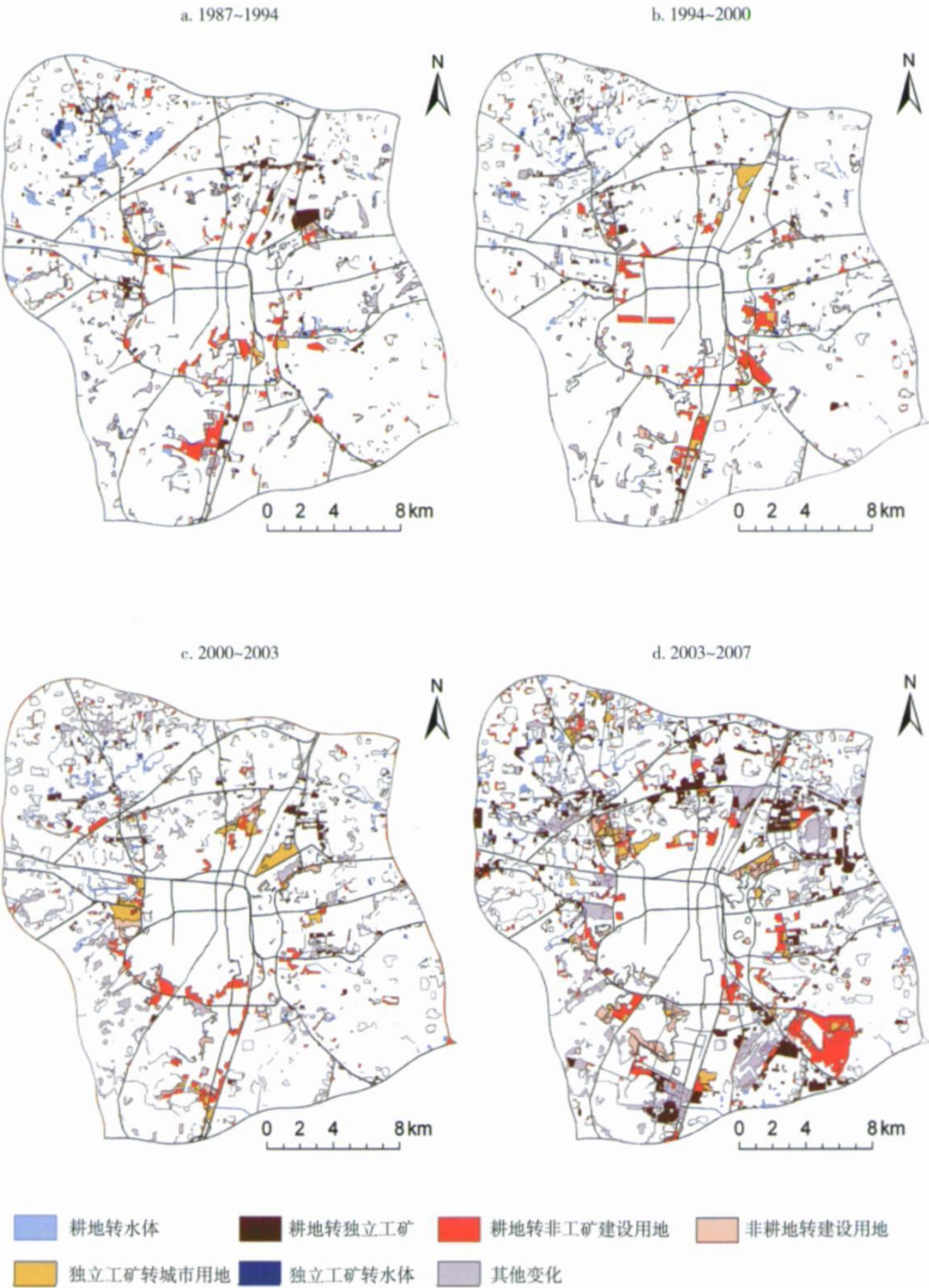


图3 徐州城区土地利用变化主导类型(1987~2007)

Fig.3 The dominant types of land use change in Xuzhou urban area (1987~2007)