

基于 RS 和 GIS 的徐州城北矿区土地利用变化研究

闫艳, 郭士永, 杨向飞, 吴刚, 卞晓红

中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 (221008)

E-mail: yanyanhc@126.com

摘 要: 本文以徐州城北矿区为研究对象, 利用遥感 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 对矿区的土地利用变化特征做出了定量分析。通过对三个时相的 LandsatTM (1987 年、1998 年、2008 年) 和两个时相的 spot (1997、2008) 影像进行融合、解译, 利用 GIS 的叠加分析功能, 分析徐州城北矿区近 20 年的土地利用变化情况, 为改善农业生产条件和人类生存环境, 促进区域经济与生态环境协调发展, 推进徐州城北矿区的生态修复提供借鉴。

关键字: RS; GIS; 矿区; 土地利用变化

中图分类号: F301.24; X171.4

1. 引言

煤炭在我国的能源结构中处于主导地位, 煤炭作为我国的主要能源这一客观事实在几十年内仍将继续存在。矿产资源的开采过程, 也是对矿区生态环境的破坏过程, 其中土地破坏是最为明显的生态破坏, 使本来就十分脆弱的生态环境系统承受着极为严峻的压力, 对国民经济的可持续发展构成极大的威胁^[1]。采矿造成了对土地资源的破坏, 引发土地利用方式及土地结构的变化。利用 RS、GIS 技术研究矿区这一特殊地理区域土地利用演化规律, 对矿区的生态修复和土地资源优化利用具有重要的指导意义。

2. 研究区域概况

本文的研究区域位于徐州九里区。九里区位于徐州市区的西北郊, 前身是矿区, 1995 年更名为九里区, 是徐州市四大主城区之一, 目前下辖 14 个街道办事处、1 个市级工业园区, 总面积 98 平方公里, 人口近 25 万。它南与市区以九里山相隔, 北、东、西方向与铜山县相邻, 北接柳新, 东至京杭大运河, 西至黄河故道。研究区位于九里区中部煤矿区一带, 涉及张小楼矿、庞庄矿、东城矿、拾屯宝应矿和王庄矿, 面积 31.07km²。受到采矿影响, 研究区域内塌陷下沉面积约占到区域面积的 71%, 塌陷深度在 1.5 米到 4.5 米之间; 由于该区域地表潜水位较高, 下沉使地表出现塌陷积水。

3. 研究方法

3.1 数据来源

本次研究采用的遥感数据包括 3 个时相的 Landsat5 数据, 1 个时相的 spot-1 全色数据和 1 个时相 spot5 全色数据。Landsat TM 轨道号为 121-36, 3 个时相的遥感图像接收日期分别为 1987 年 6 月 8 日; 1998 年 6 月 6 日; 2008 年 6 月 1 日, 分辨率为 25 米。spot1 数据轨道号 285-281, 接收于 1998 年 11 月 1 日, 分辨率为 10 米; spot5 数据轨道号 285-281, 接收于 2008 年 5 月 2 日, 分辨率为 2.5 米。

3.2 遥感影像处理

本文采取的是基于 ENVI 与 Arc/Info 的遥感图像信息提取技术。遥感影像处理技术路线见图 1 所示:

首先, 利用 ENVI 对遥感影像进行预处理, 包括几何校正、影像配准、影像裁剪和影像

增强处理几个部分。几何校正和配准以 2008 年 spot5 图像为参照,用二次多项式纠正模型和三次卷积内插法将其他影像以其为基准进行纠正,同名点的数量不低于 20 个,总误差控制在 0.5 个像元之内。

然后,利用 ENVI 软件进行遥感影像的融合。将 08 年 6 月 spot5 与 08 年 6 月 TM 融合,将 98 年 11 月 spot1 与 98 年 6 月 TM 融合,以便于遥感图像的解译。同时,采用监督分类的方法将三个时相的 TM 分类,作为解译的参考。

以 ArcInfo 9.0 为平台,采用其中的 ArcEdit 模块作为解译的基层模块,通过目视解译的方法对影像进行特征提取,08 年的遥感图像,以 08 年 6 月 spot5 与 08 年 6 月 TM 融合后的图像为解译底图;98 年的遥感图像,以 98 年 6 月 TM 图像与 98 年 11 月 spot1 融合后的图像为解译底图;对于 87 年的 6 月的 TM 遥感图像,根据相关系较小的 TM5、TM4、TM3 的假彩色合成图像作为解译底图,同时辅助 TM4、TM3、TM2 和作了 IHS 变换的 TM5、TM3、TM2 的强度、色度、饱和度合成图像。在解译的过程中,还可以参考采用监督分类法进行分类的三个时相的 TM 分类图。结合 Arcview 进行数据分析及图形整饰,达到图形分类、数据和图形输出的目的。

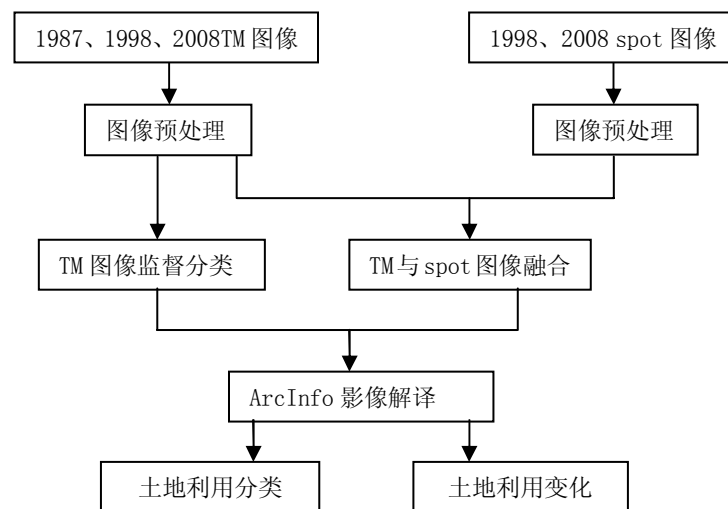


图 1 遥感影像处理技术路线

Fig1 Technical route of remote sensing images processing

3.3 土地利用类型划分

许多学者在研究矿区土地利用变化时,对矿区土地利用分类做过探讨^[2-4]。在土地利用分类中,要考虑到影像的实际可解译能力和矿区的土地利用特点,根据实际情况进行分类。在划分过程中要适当地与土地利用分类系统靠近,以便于利用遥感技术对土地利用图进行动态更新。

基于现有研究条件与研究目标要求,本次研究根据 TM 及 spot 影像的实际可解译能力和徐州矿区土地利用特征,参考第二次全国土地调查的分类标准,将徐州城北矿区土地利用类别分为:耕地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地和水域及水利设施用地六大类。需要说明的是,工矿仓储用地中包含工业用地、采矿用地和仓储用地,也包括采矿的尾矿堆放地以及工业废弃地。水域及水利设施用地包括河流、湖泊、水库、坑塘水面,塌陷积水也包含在内。

4. 研究结果与分析

4.1 徐州城北矿区各土地利用类型面积的变化幅度

通过分析土地利用面积变化,可以了解城北矿区土地利用结构的变化和生态演替总的态势。通过对 1987 年、1998 年、2008 年三个时相的遥感影像处理结果的分析,利用 GIS 统计工具可获得矿区的各土地利用类型总面积,见表 1、图 5。

表 1 各土地利用类型面积变化
Tab.1 The area change of land use types

类型 \ 面积	1987 年各地类面积(km ²)	1987 年各地类比例 (%)	1998 年各地类面积(km ²)	1998 年各地类比例 (%)	2008 年各地类面积(km ²)	2008 年各地类比例 (%)
耕地	17.75	57.13	17.53	56.42	12.21	39.30
林地	2.52	8.13	0.31	1.00	0.6	1.93
工矿仓储用地	2.66	8.55	3.12	10.04	4.97	16.00
住宅用地	3.33	10.72	3.31	10.65	3.74	12.04
交通运输用地	0.39	1.26	0.45	1.45	0.83	2.67
水域用地	4.42	14.22	6.35	20.44	8.72	28.06
合计	31.07	100	31.07	100	31.07	100

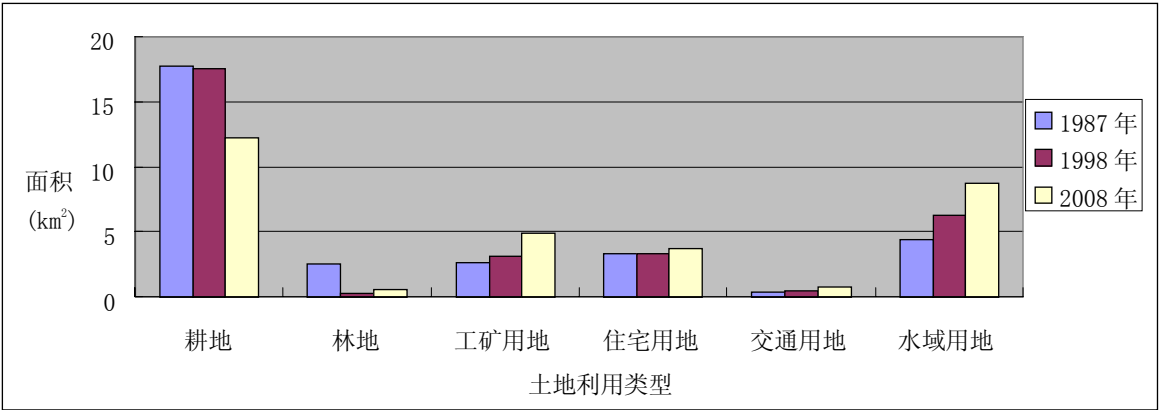


图 2 三个时相各土地利用类型面积统计图
Fig2 The area of three-temporal land use types

土地利用变化幅度指土地利用类型在面积方面的变化幅度。它反映不同类型土地在总量上的变化。可了解土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化。土地利用变化幅度表达式

为:
$$R_d = \frac{u_b - u_a}{u_a}$$

式中: u_a 、 u_b 分别为研究初期及研究期末某一种土地利用类型的面积; R_d 为研究时段内某一类型的变化幅度。根据以上公式计算研究区各土地利用类型的土地利用变化幅度(见表 2, 图 3)。

表 2 土地利用动态变化幅度
Tab.2 Land use change region

变化量 类型	1987~1998 年 面积变化(km ²)	1998~2008 年 面积变化(km ²)	1987~2008 年 面积变化(km ²)	1987~2008 年面积变化 幅度%	1998~2008 年面积变化 幅度%	1987~2008 年面积变化 幅度%
耕地	-0.22	-5.32	-5.54	-1.24	-30.35	-31.21
林地	-2.21	0.29	-1.92	-87.70	93.55	-76.19
工矿用地	0.46	1.85	2.31	17.29	59.29	86.84
住宅用地	-0.02	0.43	0.41	-0.60	12.99	12.31
交通用地	0.06	0.38	0.44	15.38	84.44	112.82
水域用地	1.93	2.37	4.3	43.67	37.32	97.29

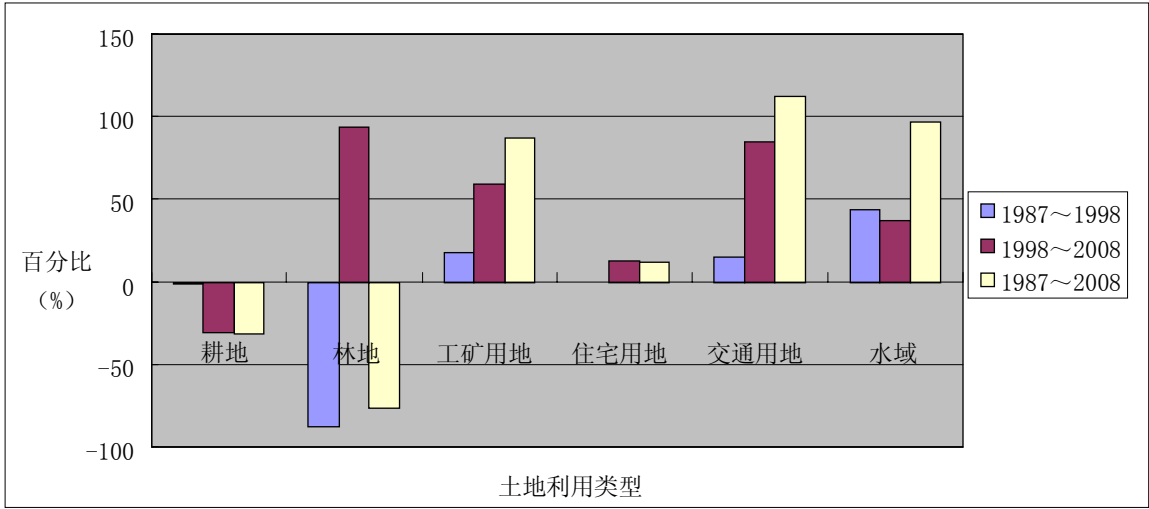


图 3 各土地利用类型面积动态变化幅度图
Fig3 Land use change region of various land use types

4.2 徐州城北矿区各土地利用类型的转移矩阵

利用 GIS 的叠加分析功能, 获得研究区三个时相的各土地利用类型的转移矩阵, 见表 3、表 4。

表 3 1987-1998 各土地利用类型转移矩阵 (km²)
Tab.3 Transition matrix for various land use types from 1987-1998 (km²)

1987 \ 1998	耕地	林地	工矿用地	住宅用地	交通用地	水域用地	1998 年合计
耕地	13.68	1.35	0.35	0.62	0.19	1.34	17.53
林地	0.14	0.07	0.00	0.07	0.01	0.02	0.31
工矿用地	0.81	0.20	1.71	0.03	0.02	0.35	3.12
住宅用地	0.42	0.10	0.09	2.60	0.05	0.05	3.31
交通用地	0.07	0.01	0.13	0.00	0.12	0.12	0.45
水域用地	2.63	0.79	0.38	0.01	0.00	2.54	6.35
1987 年合计	17.75	2.52	2.66	3.33	0.39	4.42	

表 4 1998-2008 各土地利用类型转移矩阵 (km^2)
Tab.4 Transition matrix for various land use types from 1998-2008 (km^2)

1998 2008							2008 年合计
	耕地	林地	工矿用地	住宅用地	交通用地	水域	
耕地	11.47	0.07	0.27	0.15	0.05	0.20	12.21
林地	0.26	0.11	0.00	0.21	0.01	0.02	0.60
工矿用地	1.69	0.03	2.53	0.14	0.02	0.56	4.97
住宅用地	0.87	0.00	0.02	2.78	0.05	0.02	3.74
交通用地	0.32	0.08	0.13	0.00	0.32	0.00	0.85
水域	2.92	0.02	0.17	0.03	0.00	5.58	8.72
1998 年合计	17.53	0.31	3.12	3.31	0.45	6.38	

4.3 徐州城北矿区土地利用变化分析

通过上面的分析我们可以看出研究区各土地利用类型的变化情况:

(1) 从 1987 到 1998 年, 研究区各土地利用类型面积变化幅度最大的是林地, 面积减少 87.70%, 其次是水域用地, 面积增加 43.67%, 主要是由于林地转化为耕地, 以及随着煤炭的开采, 引起塌陷积水面积的增多, 部分林地被淹没。研究区工矿用地面积增加 17.29%, 住宅用地面积减少 0.60%, 耕地面积减少 1.24%。

(2) 从 1998 年到 2008 年, 研究区各土地利用类型绝对面积变化最大的是耕地, 面积减少 5.32 km^2 , 其中有 2.92 km^2 转化为水域, 主要是由于塌陷积水的增多和工矿区面积的扩大占用耕地引起的。其次是水域, 面积增加 2.37 km^2 , 主要是由于采矿引起塌陷积水面积增多。分析水域的转移矩阵可以看出, 水域转化为其它用地的较少, 已治理的塌陷水体也大都都被治理为鱼塘或湿地公园。林地、交通用地、工矿仓储用地的变化幅度较大。林地面积增大说明研究区植树造林有所增加, 生态在一定程度上有所改善。交通用地、工矿仓储用地增加说明研究区的工矿业在这十年间发展很快, 交通条件也得到了较大的改善。

5. 结论

根据徐州城北矿区 20 年土地利用变化的分析, 可以得到以下结论, 对该区的生态修复具有一定的借鉴意义:

(1) 发展生态工业园, 打造工业强区是未来该区必然走势

分析研究区建设用地的变化可以看出, 从 1987 年到 1998 年, 建设用地面积有较大增长, 其中工矿用地增加了 17.29%, 交通运输用地增加了 15.38%。住宅用地则减少了 0.6%, 因为有部分村庄搬迁出研究区域。增加原因主要该区采矿业的发展, 1995 年九里区的成立也发挥了一定作用。1998 到 2008 年, 九里区城市化水平不断提高, 经济快速发展, 建设用地面积迅速增加, 工矿、住宅、交通用地分别增加 59.29%、12.29% 和 84.4%。因为九里区依托其在能源、矿产、土地、劳动力资源等方面的优势和良好的产业基础, 以及便捷的交通网络, 发挥比较优势和后发优势, 逐渐形成了以机械、建材、冶金、食品产业为支柱, 科技含量较高和具有一定规模的工业经济布局。由这一发展趋势可以推知, 该区将来会成为九里区崛起的主战场。

因此, 生态修复要仅仅围绕着“打造工业强区”的目标, 对工业生态区进行修复, 发展新型生态工业园。目前, 市级工业园区“徐州市九里城北开发区”的建立、时代大道的修建等为九里区的工业经济发展提供了新的契机。

工业化的同时要注意产业布局与该区生态特征相协调。研究区内包含五个煤矿和其他工业设施,工矿业引起的生态破坏和环境污染较为严重。因此,要采取各种措施技术配置对工矿进行修复,形成工业产业链,实现原材料的充分利用和工业废弃物的再利用,减少工业生产对环境的污染,减少负外部性,形成各种生态工业园,打造九里区成为工业强区。

(2) 发展生态农业、高效农业等是研究区持续发展的要求

1987年到2008年,研究区耕地面积不断下降,累计达到31.21%。1987年到1998年耕地面积变化不大,但1998到2008年随着研究区经济的快速发展,工矿用地和住宅用地面积迅速扩大占用了大量耕地,分别占用耕地面积 1.69km^2 和 0.87km^2 。与此同时,采矿面积的扩大也带来了塌陷范围的增大,形成了塌陷积水、坡耕地和低产田,造成耕地数量和产量锐减。随着经济的发展和采矿范围的扩大,未来人口增加和耕地锐减的矛盾将更加突出,这对矿区的粮食安全问题提出了严峻的挑战。因此,在进行矿区生态修复时,要因地制宜,采用适当的生态修复方式对农业生态系统进行修复,对陆生、水生、及水陆复合的农业生态系统采用不同的生态修复方式进行修复,建立生态农业重建技术为主、以土壤生态系统修复技术、矿区废弃物综合利用技术、地貌重塑技术为辅的生态修复技术体系,发展生态农业,切实提高矿区农业生态系统的生产力,通过高效农业、精品农业的开发弥补耕地减少带来的损失。

(3) 因地制宜,采用适当的修复策略对塌陷积水区域进行生态修复

通过对各年度土地利用类型的分析,水域是一个重要的组成部分。它由1987年的14.22%,上升到2008年的28.06%,面积已达8.7平方公里。随着开采的进一步扩展,该区积水面积将更大。分析水域的转移矩阵可以看出,水域转化为其它用地的较少,已治理的塌陷水体也主要被修复为鱼塘或湿地公园。由此可见,进行生态修复时,要因地制宜,采用适当的生态修复策略对塌陷积水区域进行修复。对于常年积水区域,积水深、集水面积大的,可修复为湿地公园;集水面积小的,可以水域生态修复技术,发展基塘生态农业或水产养殖业。季节性积水容易造成土壤潜育化和盐渍化,可采取适当的土壤改良措施,并选择合适的经济作物品种种植。

(4) 采矿是生态土地利用格局演变的主要驱动力,要充分考虑采矿对生态环境的影响,防止修复后次生灾害的发生。

采矿活动的进行,是研究区土地利用格局演变的主要驱动力。随着采矿的进行,引起地表沉陷范围的扩大,塌陷积水面积不断增加。1987-2008年研究区水域面积增大 4.3km^2 ,其中1987-1998年有 2.63km^2 耕地转化为水域,1998-2008年有 2.92km^2 耕地转化为水域。因此在生态修复时,要充分考虑采矿对生态景观的影响,考虑到矿区开采引起的塌陷范围的动态变化,以及由于开采造成的矿区环境污染,防止修复后次生灾害的发生。

参考文献

- [1] 武强. 矿山环境研究理论与实践 [M]. 北京: 地质出版社, 2005
- [2] 武文波, 张正鹏. TM 图像的矿区土地资源分类体系的建立与信息提取 [J]. 辽宁工程技术大学学报 (自然科学版), 2009, 23 (8): 1282~1286
- [3] 谢宏全, 胡振琪. 论基于遥感的矿区土地利用/覆盖分类体系 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2004, 23 (6): 721~723.
- [4] 李世平, 武文波, 刘正纲. 基于遥感影像的矿区土地利用变化研究 [J]. 矿山测量, 2008, (5): 11~13.

Studies on Land Use Change in Northern Mining area of Xuzhou based on RS and GIS

Yan Yan, Guo Shiyong, Yang Xiangfei, Wu Gang, Bian Xiaohong

College of Environment and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology,
Xuzhou, Jiangsu (221008)

Abstract

In this paper, we take the northern mining area of Xuzhou as the research object, making a quantitative analysis of the characteristics on land use change of the mining area. Through the fusion and interpretation of three-temporal Landsat TM image (1987, 1998 and 2008) and two-temporal spot image (1997,2008), using the overlay analysis function of GIS, we made an analysis of land use change in Northern mining area of Xuzhou in the nearly 20 years. We hope that it can provide reference for improving agricultural production conditions and living environment of mankind, promote the coordinated development of regional economic and ecological environment, and propel ecological restoration of northern mining area of Xuzhou.

Keywords: RS; GIS; mining area; land use change