

基于 RS 的平顶山矿区土地利用动态变化研究

马文明^{1,2}, 卞正富²

(1. 平顶山工学院 测量与国土系, 河南 平顶山 467000; 2. 中国矿业大学 国土资源研究所, 江苏 徐州 221008)

摘 要:首先阐述了煤炭开采对平顶山矿区生态环境的主要影响, 然后利用 RS 技术定量分析了平顶山矿区 1994 ~ 2002 年土地利用动态变化过程, 并求得研究区土地利用变化的转移矩阵, 据此分析平顶山矿区 1994 ~ 2002 年间土地利用变化的空间过程。同时运用马尔柯夫模型, 对土地利用动态变化及演变趋势预测进行了分析, 从而达到全面把握矿区土地变化规律的目的, 最后提出了矿区生态可持续发展对策。

关键词:土地利用变化; 生态可持续发展; 遥感; 平顶山矿区

中图分类号: F301. 24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)04-0186-04

Study of Dynamic Change of Land Use in Pingdingshan Mining Area Based on RS

MA Wen-ming^{1,2}, BIAN Zheng-fu²

(1. Department of Surveying and Country, Pingdingshan Institute of Technology, Pingdingshan, Henan 467001, China; 2. Institute of Land Resources, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: At first, the main affection of coal mining to environment was expounded in Pingdingshan mining area, and then, the process of the land use development and the situation of all the categories of the land use transformation in Pingdingshan mining area from 1994 to 2002 are quantitatively analyzed with the technique of RS. It is feasible to calculate the transformation matrix of land use showing spatial pattern of land use distribution in unit of image pixel, which revealed the mining area spatial process from 1994 to 2002. Moreover, the land use development and the variation tendency area were analyzed and predicted by using development degree of the land use and the model of Markov process. At last, the countermeasure of ecology sustainable development is brought forward.

Key words: land-use change; ecology sustainable development; RS; Pingdingshan mining area

土地利用/覆盖变化是全球生态环境变化的重要组成部分和驱动因子之一^[1]。平顶山矿区是我国重要的煤炭基地, 煤炭资源的开采, 在为国家经济发展做出巨大贡献的同时, 也造成了区域性土地资源和生态环境的破坏, 矿区也是人地关系作用最为剧烈的区域。本文以遥感数据为基础, 定量分析了矿区 1994 ~ 2002 年土地利用的动态变化, 以期对该区土地管理, 生态环境整治与恢复, 土地可持续利用提供决策参考和数据支持。

1 研究区概况

平顶山(煤业)集团包括平顶山、韩梁和朝川三个矿区。平顶山矿区主要位于平顶山市区北部的新华区、卫东区范围内, 介于 113°05' ~ 113°20' E 与 33°20' ~ 33°35' N 之间, 东西长 28 km, 南北宽 10 km, 面积约 135 km², 现有生产矿井 12 对, 至 2002 年底累计原煤产量达 43 431.5 万 t。平顶山矿区处于暖温带 - 亚热带的过渡带, 属暖温带大陆性季风气候。

* 收稿日期: 2007-03-29

作者简介: 马文明(1970 -), 男, 河南郑县人, 硕士, 副教授, 主要从事测绘与土地资源管理的教学与研究。

区内以山地、丘陵地为主,主要可采煤层多属稳定和较稳定煤层,煤质优良。煤系地质厚度 800 m,纯煤总厚度为 30 m。

课题研究中,获取的遥感数据有:1980 年国家大地坐标系的 2003 年 5 月 SPOT 图像、WGS - 84 坐标系的 1994 年 10 月 TM 与 2002 年 6 月 ETM + 图像。

2 煤炭开采对矿区生态环境主要影响

2.1 开采沉降

开采沉降是煤炭开采造成矿区土地利用变化的主要形式,开采沉降对生态环境的影响主要包括:(1)地表变形,可能造成房屋建筑、道路、桥涵、供水管线、排水管线破坏;(2)塌陷土地积水或地下水位下降,影响水文;(3)增大地表附加坡度,容易造成水土流失;(4)改变原有生态系统环境。

2.2 矸石山危害

煤矸石是煤炭开采、洗选加工过程中产生的废弃岩石,约占原煤产量的 15%~20%。矸石作为废弃物长期堆放的危害主要表现在:(1)压占土地;(2)污染空气;(3)水和土壤污染;(4)滑坡、泥石流、自燃爆炸,而且对人民的生命财产构成威胁。

2.3 水资源系统破坏

煤矿开采引起的水资源系统破坏主要有两方面,一是由于煤矿废水排放引起的水质污染;另一方面是由于煤矿大面积、大流量的疏干排水造成的水源枯竭。

2.4 水土流失和植被破坏

矿区水土流失是一种重要的土地破坏形式,并且具有不可逆性。水土流失对工农业生产和生态环境所带来的危害主要表现为:(1)由于水土流失加剧,造成坡地土壤砾化、养分流失,形成土地瘠薄,影响农作物正常生长,造成农业减产;(2)山陵裸岩面积增加,植被锐减,呈现荒山秃岭,使生态严重失调。(3)水土流失造成沟壑面积增加,河道淤积变迁、滩地砂砾化;(4)气候失调,由于植被的减少,不能有效地调节气候,加剧了水、旱、风灾的发生。

3 研究方法

3.1 土地利用类别划分

目前,国内尚无基于遥感的矿区土地利用分类体系。研究中,根据一定的分类原则^[2],参照联合国粮农组织土地利用/土地覆盖分类标准^[3]及国土资源部制定的《全国土地分类(试行)》,同时结合研究

的目的和研究区的特点,将平顶山矿区土地利用类型分为 7 类:水域、耕地、林地、荒草地、工矿用地、城市用地、居民点用地。

3.2 遥感图像分类

研究中采用 ERDAS IMAGINE 8.6 遥感应应用软件。遥感图像分类的主要步骤为:(1)以 2003 年 SPOT 图像为基准,对 1994 年 TM、2002 年 ETM + 图像进行投影变换及几何校正;(2)以矿区范围为边界,采用 AOI 多边形法对校正后遥感图像进行裁剪,提取整个研究区;(3)分别采用最佳指数法、显示效果法、光谱剖面曲线法进行分类波段选取;(4)对选择的多种分类波段组合采用监督分类、非监督分类进行,并结合手工分类修改;(5)应用聚类统计(Clump)和去除分析(Eliminate)功能处理小图斑,使最小图斑为 4 个像元,得到最终分类图像;(6)分类精度评价,通过在原始图像与分类图像中设置 250 个随机点,目视判读各随机点的类别并与分类图的类别比较,判定图像分类精度,1994 年分类精度达到 88.5%,2002 年分类精度达到 90.3%。

4 矿区土地利用动态变化分析

地类间的马尔柯夫(Markovian)转移矩阵可全面而又具体地刻画区域土地利用变化的结构、特征及各用地类型变化的方向,还可以生成区域土地利用变化的转移概率矩阵,从而利用马尔柯夫随机过程分析来推测一些特定情景下区域土地利用变化的未来趋势^[4]。利用 ERDAS IMAGINE 的矩阵分析(Matrix)功能,求出平顶山矿区 1994~2002 年之间的土地利用类型转移图像,即可轻易地得出土地利用类型转移矩阵(如表 1),并进行土地利用变化分析。

矿区土地利用变化的总体趋势是:耕地、林地、居民点用地的减少,荒草地、工矿交通用地、市区建设用地、水面用地的增加。

(1)耕地、林地、居民点用地的减少分析。矿区耕地减少 2 637 hm²,耕地减少量占矿区耕地总量的 46.1%,耕地年减少率为 5.8%,原有耕地减少 3 462.4 hm²,原有耕地年减少率为 7.6%,减少的耕地主要转移为荒草地、工矿交通用地,新增耕地 825.5 hm²,年新增耕地率 1.8%,新增加耕地主要来源于荒草地的开垦和矿区土地的复垦;林地减少 353.7 hm²,林地年减少率为 1.9%,原有林地减少 604 hm²,原有林地年减少率为 3.2%,减少的林地主要退化为荒草地,新增林地 250.3 hm²,年新增林

地率为 1.3 % ,新增加林地主要来源于低山丘陵地的退耕还林和荒山绿化;居民点用地减少 73.7 hm² ,年减少率为 1.8 % ,原有居民点用地减少 309.7 ha ,原有居民点用地年减少率为 7.6 % ,减少的居民

点一部分转化为工矿交通用地,另一部分塌陷复垦后转化为耕地,新增居民点用地 235.9 hm² ,年新增居民点用地率为 5.8 % ,新增居民点用地主要来源于居民点搬迁占用耕地。

表 1 平顶山矿区 1994 ~ 2002 年土地利用类型转移矩阵

1994 年 2002 年		水面	耕地	林地	荒草地	工矿交 通用地	市区建 设用地	居民点	总计
水面	A/ hm ²	46.5	13.7	0.0	7.9	21.1	0.2	0.0	89.4
	B(%)	52.0	15.3	0.0	8.8	23.6	0.2	0.0	100.0
耕地	A/ hm ²	36.4	2261.0	115.4	1528.8	1530.9	106.2	144.7	5723.4
	B(%)	0.6	39.5	2.0	26.7	26.7	1.9	2.5	100.0
林地	A/ hm ²	4.6	34.8	1721.8	505.9	39.4	0.0	19.3	2325.8
	B(%)	0.2	1.5	74.0	21.8	1.7	0.0	0.8	100.0
荒草地	A/ hm ²	10.4	383.0	96.7	1148.0	219.3	10.5	32.5	1900.4
	B(%)	0.5	20.2	5.1	60.4	11.5	0.6	1.7	100.0
工矿交通用地	A/ hm ²	70.8	287.9	27.3	122.9	2221.2	132.9	39.4	2902.4
	B(%)	2.4	9.9	0.9	4.2	76.5	4.6	1.4	100.0
市区建设用地	A/ hm ²	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	7.9	0.0	13.1
	B(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	39.7	60.3	0.0	100.0
居民点	A/ hm ²	2.9	106.1	10.9	40.2	149.6	0.0	198.4	508.1
	B(%)	0.6	20.9	2.1	7.9	29.4	0.0	39.0	100.0
总计/ hm ²		171.4	3086.4	1972.1	3353.7	4186.6	257.6	434.4	13462.4

表中:A 代表 1994 年土地利用类型 *i* 转变为 2002 年土地利用类型 *i* 的面积;B 代表 1994 年土地利用类型 *i* 转变为 2002 年土地利用类型 *j* 的概率。

(2) 荒草地、工矿交通用地、市区建设用地、水面用地的增加分析。荒草地面积增加 1 453.3 hm² ,荒草地年增长率达 9.6 % ,新增加荒草地 2 205.7 hm² ,年新增荒草地率为 14.5 % ,新增加荒草地主要来源于耕地、林地的退化,原有荒草地减少 752.4 hm² ,原有荒草地年减少率为 4.95 % ,减少的荒草地主要转化为耕地、工矿交通用地、林地;工矿交通用地增加 1 284.2 hm² ,工矿交通用地年增长率为 5.5 % ,新增工矿交通用地 1 965.5 hm² ,年新增工矿交通用地率为 8.5 % ,新增工矿交通用地主要来源于耕地、荒草地、居民点用地,原有工矿交通用地减少 681.2 hm² ,原有工矿交通用地年减少率为 2.9 % ,减少的工矿交通用地主要转化为耕地、荒草地、城市建设用地;矿区范围内,市区建设用地面积增加 244.5 hm² ,新增市区建设用地主要来源于耕地、工矿交通用地;矿区水面增加 82 hm² ,年增加率为 11.5 % ,新增水面 125.1 hm² ,年新增水面率为 17.5 % ,新增水面主要来源于开采沉陷造成的耕地、

工矿交通用地积水,原有水面减少 42.9 hm² ,原有水面年减少率为 6 % ,减少的水面主要是因为塌陷地复垦为耕地及转化为工矿交通用地。

5 基于马尔柯夫模型的平顶山矿区土地利用动态变化预测

以 4 a 为单位进行预测。前面已经分析出平顶山矿区 1994 ~ 2002 年 8 a 内土地利用转移概率矩阵 $P^{(8)}$ (如表 1),应用 MATLAB6.5 ,将 $P^{(8)}$ 开平方计算出 4 a 内土地利用转移概率矩阵 $P^{(4)}$ 。土地利用的动态变化可以用下面的马尔柯夫模型来预测:

$$A_{(t+1)} = A_{(t)} P \tag{1}$$

式中: $A_{(t)}$ ——各地类在 *t* 时段的状态矩阵;
 $A_{(t+1)}$ ——各地类在 *t* + 1 时段的状态矩阵。

在已确定 4 a 期土地利用转移概率矩阵 $P^{(4)}$ 的基础上,以 1994 年土地利用状态为基础,分别预测 1998 年、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年的土地利用类型变化情况,如表 2。

表 2 平顶山矿区土地利用变化预测

地 类	1998 年 预测值/ hm ²	2002 年				2006 年 预测值/ hm ²	2010 年 预测值/ hm ²	2014 年 预测值/ hm ²
		原始值/ hm ²	预测值/ hm ²	偏差/ hm ²	偏差率/ %			
水 面	130.71	171.37	171.23	0.14	0.08	206.59	235.96	259.87
耕 地	3952.20	3086.35	3101.20	- 14.85	- 0.48	2686.10	2478.8	2371.50
林 地	2116.10	1972.06	1956.00	16.06	0.81	1826.10	1716.90	1622.90
荒草地	2932.50	3353.69	3354.20	- 0.51	- 0.02	3494.60	3508.40	3468.30
工矿交通用地	3710.20	4186.62	4188.00	- 1.38	- 0.03	4500.20	4725.20	4900.80
市区建设用地	149.84	257.60	260.00	- 2.40	- 0.93	348.86	420.90	479.62
居民点用地	470.42	434.42	431.53	2.89	0.67	399.69	375.99	359.14

但应注意,矿区土地利用变化随着采矿阶段的不同具有不同的规律性,另外还受到其它社会经济因素的影响,因此运用马尔柯夫模型进行土地利用动态变化预测时,地类型间的转移概率矩阵不是一成不变的。应根据不同的采矿阶段和社会经济发展阶段,选择相应时段土地利用图或遥感图像,得到不同时期的转移概率矩阵,对转移概率矩阵进行修正,做出更准确的土地利用动态变化预测。

6 矿区生态环境可持续发展对策

针对不同生态环境破坏问题需采用不同的治理措施:

(1) 实行绿色开采。绿色开采技术的主要内容应包括:保水开采、建筑物下采煤与离层注浆减沉、条带与充填开采、煤与瓦斯共采、煤巷支护与部分矸石的井下处理、煤炭地下气化等^[5]。

(2) 塌陷土地治理。对采空塌陷地治理,主要采用土地复垦与矿区生态重建的措施。土地复垦不仅可以改善生态环境,而且可创造可观的经济效益,是环境效益、社会效益、经济效益的统一。

(3) 水资源环境治理。防治水资源污染问题,主要采取控制污水排放,增加污水处理厂,加大污水处理力度等。解决水资源枯竭,采用废水重复利用等措施。

(4) 矸石山治理。矸石山治理主要措施有矸石综合利用(如发电、建筑材料、修路等),灭火、绿化等。矸石综合利用可减少矸石存放量,矸石山灭火、

绿化既可改变景观效果,又可减少矸石山自燃、风化、淋溶、崩塌等对空气、水质、土壤、居民生命财产造成的危害。矸石山绿化是矸石山治理的主要措施,也是矿区生态环境恢复的主要举措之一。对矸石山进行植树、植草绿化,一方面为职工提供休闲娱乐的场所;另一方面防止了矸石山扬尘发生,取得了较好的环境效益。

(5) 水土流失治理。区内低山丘陵区水土流失强度为轻度至中度,在平顶山矿区北部采空塌陷区,由于受采煤影响,水土流失加强,为强度流失区,解决水土流失问题主要措施为种草植树。低山丘陵区一般不适合耕作,种草植树不仅减少水土流失,调节空气,改善生态环境,还可以取得一定的社会效益和经济效益。

参考文献:

[1] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51 - 57.

[2] 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): 751 - 753.

[3] Gregorio A, Jansen L. Land Cover Classification System[M]. Rome: FAO, 2000. 113 - 118.

[4] 张新长,梁金成. 城市土地利用动态变化及预测模型研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2004, 43(2): 121 - 125.

[5] 钱鸣高,许家林,缪协兴. 煤矿绿色开采技术[J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32(4): 343 - 348.