

淮南煤矿区土地利用变化分析

王晓辉¹, 耿宜佳^{2*} (1. 安徽省环境科学研究院, 安徽合肥 230061; 2. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009)

摘要 为更好地了解淮南煤矿区土地利用变化情况, 对1986、1999和2012年淮南煤矿区卫星影像解译或者矢量数据进行归类, 获得3个时期淮南煤矿区土地利用变化的基础数据, 据此计算出土地利用变化幅度、单一土地利用动态指数、综合土地利用动态指数、土地利用结构变化模型和土地利用程度变化模型, 定量分析该区域土地利用变化情况。结果表明, 淮南煤矿区城镇用地、水域和林地面积保持上升势头, 耕地呈现持续下降趋势, 农村居民点及高覆盖度草地面积变化不明显。总体来看, 1986~2012年淮南煤矿区的土地利用综合程度逐渐增大, 处于持续快速发展时期。

关键词 淮南矿区; 土地利用变化; 遥感; GIS

中图分类号 S27; F301.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-295-04

Land Use Changes in Huainan Coal Mining Area

WANG Xiao-hui¹, GENG Yi-jia^{2*} (1. Anhui Institute of Environmental Science, Hefei, Anhui 230061; 2. School of Nature Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract In order to better understand Huainan coal mining area of land use changes, basic data about land use of 1986, 1999 and 2012 of Huainan coal mining area are obtained with three periods of satellite imagery interpretation or vector data classification. According to the basic data of land use, calculate the land use change, the single land use dynamic index, the comprehensive land use dynamic index, the change of land use structure model and degree of land use change model, quantitative analysis of land use change in the area. The following results were obtained: urban land, water and forest area have continually increased, on the contrary, the area of cropland has constantly decreased and rural residential areas and high coverage grassland area of change is not obvious. Overall, the comprehensive land use degree during 1986-2012 increased gradually, Huainan mining area in the period of sustained and rapid development.

Key words Huainan coal mining; Land use changes; Remote sensing; GIS

随着煤矿开采量的增大, 矿区土地利用结构也发生了显著变化, 耕地资源减少, 非农业用地增加。同时, 在煤矿开发、利用的过程中, 由于占用、挖损、塌陷等造成大量土地破坏^[1], 其中采煤塌陷对生态资源与环境的破坏显著, 造成矿区土地利用类型的变化, 主要表现在如下方面: ①严重破坏耕地; ②引起桥梁、地下管道和铁路的断裂, 道路和水利设备遭到损坏; ③危及生产、生活设施和建筑; ④土地塌陷导致矿区周围生态环境的持续恶化^[2-6]。

我国学者利用遥感技术对矿区地表演变、矿区地表塌陷对土地利用的影响^[7-8]、矿区土地利用变化^[9]、矿区景观格局的改变^[10-12]、露天矿区特征^[13]等方面进行了大量研究。但目前针对大型煤矿区, 运用遥感与GIS技术对采煤导致矿区土地利用类型发生变化的研究并不多见。笔者以淮南矿区作为研究对象, 利用3个时期遥感影像和GIS技术, 对整个煤矿区土地利用的时空变化进行分析。

1 研究区概况

淮南矿区位于安徽省中北部, 地处116°21'21"~117°11'59"E, 32°32'45"~33°00'24"N, 地形标高18~27 m, 海拔16.5~240.0 m。矿区横跨淮河两岸, 东西长70 km, 南北倾斜宽25 km, 总面积1 591 km²。研究区地处亚热带与暖温带的过渡区, 属于暖温带半湿润大陆性季风气候, 年平均气温15.5℃, 年平均降水量970 mm。淮南市主要地表水系是淮河, 区域地貌形态可分为平原、丘陵2大地貌类型。将矿区土地分为城镇用地、高覆盖度草地、耕地、林地、农村居民

点、水域等类型, 1986~2012年, 各类型用地面积互有消长, 其中耕地面积逐年减少, 而城镇用地、水域和林地面积逐年增加, 农村居民点和高覆盖度草地面积几乎未变。同时, 煤矿开采带来塌陷地面积不断扩大的问题, 截至2013年底, 整个矿区塌陷面积约220 km², 涉及27个乡镇, 占全市面积的8.5%。据预测, 到2020年, 塌陷面积将达到369 km², 最终塌陷面积将达到687 km²。

2 土地利用变化分析方法

2.1 土地利用数量变化 土地利用数量变化分为土地利用变化幅度和土地利用变化速度。

2.1.1 土地利用变化幅度。 土地利用变化幅度通过对不同土地利用类型面积的变化计算, 反映出该区域内土地利用变化的总体趋势以及在该时段人类活动对土地资源影响的强弱, 表达式为:

$$Z = U_b - U_a \quad (1)$$

式中, Z 表示研究时段内某一土地利用类型的总变化幅度; U_a 、 U_b 为研究初、末期某种土地利用类型的面积。

2.1.2 土地利用变化速度。 土地利用动态度分为单一土地利用动态度与综合土地利用动态度^[14]。

(1) 单一土地利用动态度指数。单一土地利用动态度在对比不同土地利用变化的差异以及预测今后土地利用的趋势上起重要作用, 公式为:

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

式中, K 表示研究时段内某一土地利用类型的动态度; U_a 、 U_b 为研究初、末期某一土地类型的数量; T 为研究时段, 设 T 的时段为年, K 的值则表示该研究区某种土地利用类型年变化率。

基金项目 淮南矿业集团科学技术项目(HNKY JT JS(2013)31)。

作者简介 王晓辉(1972-), 男, 安徽合肥人, 正高级工程师, 硕士, 从事生态规划与评价研究。* 通讯作者, 硕士研究生, 研究方向: 环境评价。

收稿日期 2015-11-27

(2)综合土地利用动态度指数。综合土地利用动态度反映区域土地利用变化的速率^[15],公式为:

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中, LU_i 表示监测起始时间第*i*类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} 为监测时段第*i*类土地利用类型转化为非*i*类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时长。设*T*的时段为年时, LC 的值就是该研究区域土地利用年变化率。

2.2 土地利用程度综合指数 土地利用程度综合指数用于描述区域内对土地综合利用的水平,反映了土地利用的自身属性,也反映了人类和自然环境相互作用所产生的综合效应。国内已有学者提出了将土地利用程度分为4个等级(未利用地为1级,林地、草地、水域为2级,耕地为3级,农村居民点及城镇用地为4级)来对土地利用程度进行综合分析的方法,公式为:

$$L = \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \times 100 \quad (4)$$

式中, L 表示土地利用程度综合指数, $L \in [100, 400]$; A_i 表示研究区内第*i*级土地利用程度分级指数; C_i 表示研究区内第*i*级土地利用程度的面积百分比; n 表示土地利用程度分级数。

土地利用程度变化量也称土地利用程度变化率,用于计算在选定范围内不同土地利用类型的变化。公式为:

$$\Delta I_{b-a} = \left[\left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} \right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia} \right) \right] \times 100 \quad (5)$$

$$R = \frac{\Delta I_{b-a}}{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})} = \frac{\left[\left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} \right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia} \right) \right]}{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})} \quad (6)$$

式中, I_a 和 I_b 表示研究初、末期区域土地利用程度综合指数; A_i 表示第*i*级土地利用程度分级指数; C_{ia} 和 C_{ib} 表示研究初、末期第*i*级土地利用程度面积百分比。如果 $\Delta I_{b-a} > 0$ 或 $R > 0$,那么该区域土地利用处于发展期;反之,则处于衰退期或调整期。

2.3 土地利用结构变化模型 土地利用结构变化反映了土地在人类开发利用过程的发展趋势,其变化趋势通过区域土地利用结构的信息熵、均衡度和优势度3个指标表达。

2.3.1 土地利用结构信息熵。土地利用结构信息熵通过熵值计算反映出人类行为对土地利用的影响,土地利用类型数

随着熵值的增高而变多,各种土地类型的面积百分比相差越小,土地分布越均衡。当区域内各类型土地面积相等时,熵值最大,土地利用达到均衡状态。表达式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i \cdot \ln P_i) \quad (7)$$

式中, H 表示土地利用结构信息熵; P_i 表示各种土地利用类型占该区域总面积的百分比; n 表示不同土地利用类型。

2.3.2 土地利用均衡度。土地利用均衡度通过信息熵与最大熵之间的比值来表示在一定区域内,不同用途土地利用类型的分配程度是否均衡,取值范围为 $E \in [0, 1]$ 。当 $E = 0$ 时,土地利用处于最不均衡状态;当 $E = 1$ 时,表示各种土地利用类型分布程度均衡,达到理想状态。表达式为:

$$E = H/H_{\max} = - \sum_{i=1}^n (P_i \cdot \ln P_i) / l_{nm} \quad (8)$$

式中, E 表示土地利用均衡度; $H_{\max} = l_{nm}$ 表示多样性指数的最大值; P_i 表示第*i*类土地利用类型面积占总面积的比例; m 表示土地利用类型的数量。

2.3.3 土地利用优势度。土地利用优势度是通过景观多样性对最大多样性的偏离程度来表示在一定区域内一种或多种土地利用类型对该区域土地利用类型的支配程度,与均衡度相反。优势度越大,偏离程度越大;反之,偏离程度较小;优势度为0时,表示景观完全均质。表达式为:

$$D = 1 - E \quad (9)$$

3 淮南矿区土地利用时空变化分析

3.1 矿区生态环境评价指标信息提取 该研究采用的数据源主要包括遥感数据、专题数据、基础地理数据以及统计数据。遥感数据主要采用法国SPOT6影像数据,空间分辨率可达1.5 m,影像数据的获取时间为2012年。基础地理数据主要是研究区1:5万数字化地形图数据。专题数据主要是1986和1999年研究区土地利用类型数据。统计数据包括研究区的自然、社会和经济方面的统计数据,如统计年鉴、环境质量报告书、环境质量监测数据等。

根据卫星影像解译得到淮南矿区1986、1999和2012年土地利用状况(图1)。

3.2 土地利用结构与变化幅度 将研究区域的土地利用类型分为6类:城镇用地、高覆盖度草地、耕地、林地、农村居民点和水域。分别根据卫星影像解译或者矢量数据归类得到1986、1999和2012年土地利用情况(表1)。

表1 1986、1999和2012年淮南矿区土地利用情况

地类	1986年		1999年		2012年	
	面积//km ²	比例//%	面积//km ²	比例//%	面积//km ²	比例//%
城镇用地	47.050	2.956	49.539	3.112	187.308	11.768
高覆盖度草地	6.322	0.397	6.478	0.407	0.083	0.005
耕地	1 319.071	82.874	1 285.269	80.75	1 066.448	67.002
林地	12.908	0.811	12.788	0.803	32.690	2.054
农村居民点	136.317	8.564	164.545	10.338	141.006	8.859
水域	69.998	4.398	73.047	4.589	164.133	10.312
合计	1 591.667	100	1 591.667	100	1 591.667	100

按不同土地利用类型面积的统计出研究区土地利用结

构变化,利用公式(1)~(3)计算得出土地利用变化幅度、单

一土地利用动态指数和综合土地利用利用动态指数 (表2)。

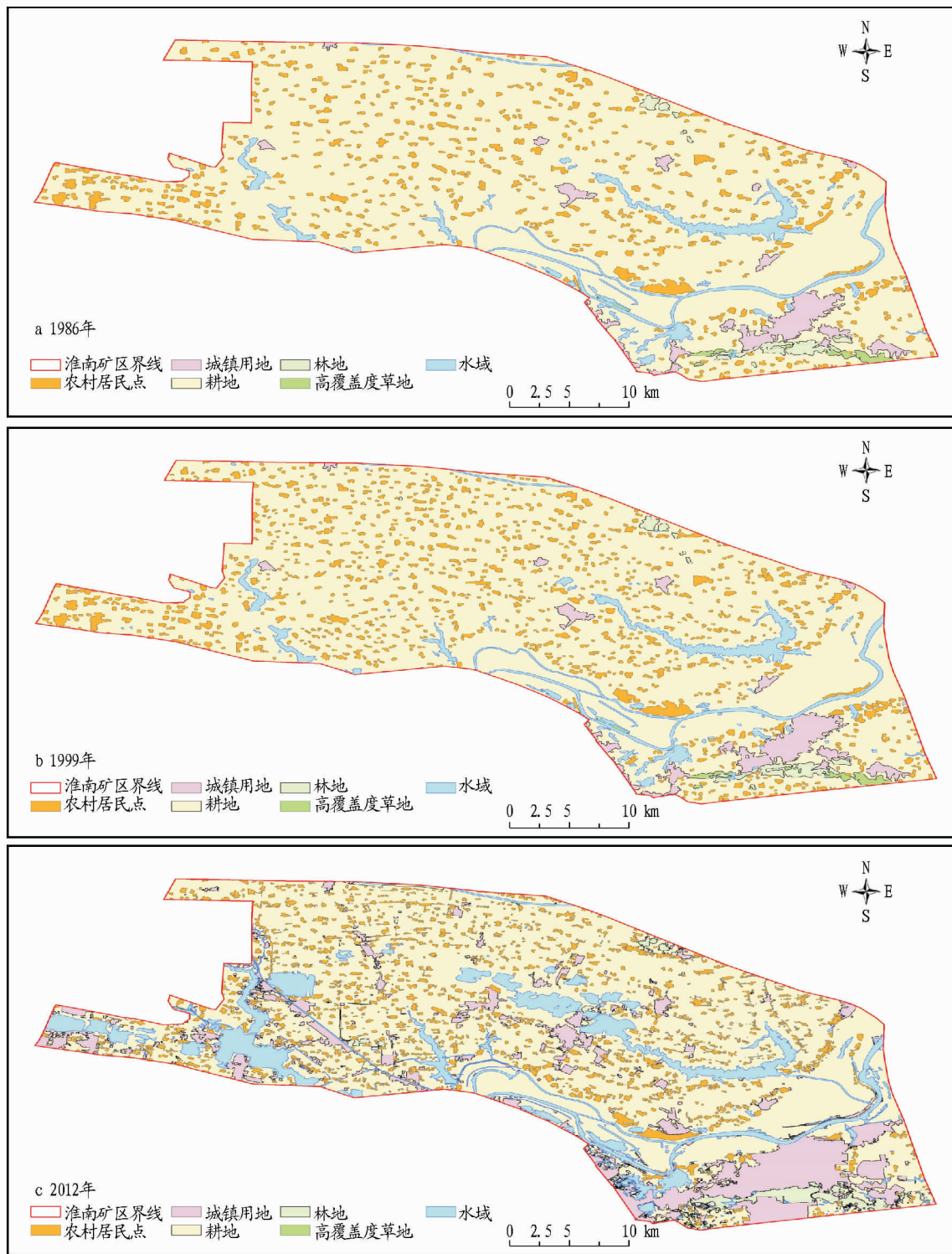


图1 淮南矿区不同年度土地利用状况

由表1可知,1986~2012年,淮南矿区各土地利用类型中,耕地所占比例最高,均在67%以上;农村居民点比例略低,1986~2012年基本保持不变;而林地和高覆盖度草地所占面积较少,只有2.05%和0.005%左右。

从表2可以看出,研究区七种土地利用类型的变化速度均较快,集中表现为城镇用地和水域面积的增加、耕地的持续减少。城镇用地增加主要表现在城镇化进程的加快,水域

面积增加集中表现在采煤塌陷积水区面积逐渐增多。从土地利用变化幅度来看,主要表现为耕地持续减少,1986~2012年净减少面积为252.623 km²,城镇用地和水域却在快速增加,26年间净增面积分别为140.258和94.135 km²。从单一土地利用动态度看,城镇用地面积的变化速度最快;从综合土地利用动态度看,1999~2012年土地利用类型转变较为剧烈,地类变化过于频繁。

表2 1986~2012年淮南矿区土地利用类型变化幅度与速度

时间段	地类	变化幅度	单一动态度	综合动态度
		km ²	K//%	LC//%
1986~1999年	城镇用地	2.489	0.41	3.06
	高覆盖度草地	0.156	0.19	
	耕地	-33.802	-0.20	
	林地	-0.12	-0.07	
	农村居民点	28.228	1.59	
	水域	3.049	0.34	
1999~2012年	城镇用地	137.769	21.39	23.77
	高覆盖度草地	-6.395	-7.59	
	耕地	-218.821	-1.31	
	林地	19.902	11.97	
	农村居民点	-23.539	-1.10	
	水域	91.086	9.59	

注：“-”表示减少的面积。

3.3 土地利用结构变化 土地利用结构信息熵综合反映出在研究区域内各种土地利用类型的变化程度,利用公式(7)~(9)计算得出1986~2012年淮南矿区土地利用结构信息熵、土地利用均衡度和优势度(表3)。

表3 淮南矿区土地利用结构变化

年份	土地利用结构信息熵	土地利用均衡度	土地利用优势度
1986	0.668	0.694	0.306
1999	0.718	0.746	0.254
2012	0.963	1	0

由表3可知,1986~2012年淮南矿区土地利用信息熵持续上升,从0.668升至0.963;土地利用均衡度也逐步增加,由1986年的0.694上升至2012年的1;而优势度则由0.306下降至0,说明26年间研究区土地利用朝着相对无序状态演化,其主要原因是随着改革开放政策的推进以及资源的优势,淮南市社会经济和各项建突迅猛,以煤矿开采为主导的产业迅速发展,使得淮南矿区土地利用结构朝着无序度方向发展;进入1999年以后,城市化进程加快,城市迅速扩张,资源能源的需求量加大,导致土地利用结构的无序度再次升高。

3.4 土地利用程度变化 土地利用综合程度指数反映了区域土地利用的集中程度。利用公式(4)~(6),计算得出1986、1999、2012年淮南矿区土地利用程度综合指数分别为305.9145、307.6505和308.2560。1986~1999年淮南矿区土地利用程度变化率为1.7;1999~2012年淮南矿区土地利用程度变化率为0.6。

4 结论

该研究根据1986、1999、2012年3期卫星影像解释数据,运用土地利用变化分析方法,对淮南矿区土地利用情况进行分析,得出以下结论:

(1)研究区几种土地利用类型的变化幅度均较大,除农

村居民点用地变化外,其他土地利用类型在1999~2012年变化比1986~1999年更为剧烈,这与1999~2012年矿区城镇化的快速发展以及煤矿开采规模逐年增大导致耕地面积减少及水域塌陷地面积不断增加有关,也与当地居民生态保护意识提高、加大植树造林力度有关;高覆盖度草地几乎消失,与矿区的城镇化和工业化直接相关。

(2)农村居民点在前后2个时间段呈现截然相反的变化,在1986~1999年,其面积增加20.71%,说明此时段内农村居民点呈现无序发展局面;1999~2012年面积又减少14.31%,近似回到1986年的水平,这与此时段矿区范围内的农村“拆乡并镇”以及新农村规范建设有关,有效节约了土地资源。

(3)1986~2012年淮南矿区土地利用信息熵持续上升,从0.668升为0.963,土地利用均衡度也逐步增加,由1986年的0.694上升到2012年的1,而优势度则由0.306下降到0,表明矿区土地利用朝着相对无序状态演化。

(4)1986、1999、2010年淮南矿区土地利用综合指数分别为305.9145、307.6505和308.2560。1986~1999年研究区土地利用程度变化值为1.7;1999~2012年该值减小为0.6。由此看出,1986~2012年研究区土地利用均处于发展期,且土地利用程度有递减趋势。

参考文献

- [1] 朱兆军,顾和和,朱恒力.基于GIS的矿区土地管理应用研究[J].采矿技术,2006,6(3):491-495.
- [2] 赵淑英.煤炭过度开采对生态环境的破坏及防治措施[J].陕西煤炭,2004(1):25-27.
- [3] BELL F G, STACEY T R, GENSKE D D. Mining subsidence and its effect on the environment: Some differing examples[J]. Environment geology, 2004,40(1/2):135-152.
- [4] BULLOCK S E T, BELL F G. Some problems associated with oast mining at a mine in the Witbank coalfield, South Africa[J]. Environmental geology, 1997,33(1):61-71.
- [5] SIDLE R C, BOLLOCK S E T, HALBICH T F J, et al. Environmental impacts associated with an abandoned mine in the Witbank coalfield, South Africa[J]. International journal of coal geology, 2001,45:195-216.
- [6] 何芳,徐友宁,袁汉春,等.煤矿地面塌陷区的防治对策[J].煤炭工程,2003(7):10-13.
- [7] 白中科,段永红,杨红云,等.采煤沉陷对土壤侵蚀与土地利用的影响预测[J].农业工程学报,2006,22(6):67-70.
- [8] 全占军,程宏,于云江,等.煤矿井田区地表沉陷对植被景观的影响:以山西省晋城市东大煤矿为例[J].植物生态学报,2006,30(3):414-420.
- [9] 胡振琪,谢安全.基于遥感图像的煤矿区土地利用/覆盖变化[J].煤炭学报,2005,30(1):44-48.
- [10] 卞正富,张燕.平徐州煤矿区土地利用格局演变分析[J].地理学报,2006,61(4):349-358.
- [11] 胡振琪,赵淑芹.中国东部丘陵矿区复垦土地利用结构优化研究[J].农业工程学报,2006,22(5):78-81.
- [12] 张前进,白中科,郝晋珉,等.黄土区大型露天矿农业用地格局演变的分析[J].农业工程学报,2006,22(11):98-103.
- [13] 毕如田,白中科.基于遥感影像的露天煤矿区土地特征信息及分类研究[J].农业工程学报,2007,23(2):77-82.
- [14] 徐嘉兴,李钢,渠俊峰,等.洪泽湖流域土地利用与景观格局演变[J].长江流域资源与环境,2011,20(10):1211-1216.
- [15] 徐嘉兴,王继尧,梁涛.太湖流域土地利用变化及区域差异分析[J].地理空间信息,2009,7(4):48-51.