

采煤沉陷区土地利用变化及其景观异质性分析

——以山西省东大煤矿为例

贾俊姝¹, 周心澄¹, 高国雄¹, 马海宽²

(1. 北京林业大学 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083; 2. 北京地拓科技发展有限公司, 北京 100083)

摘要: 以山西省东大煤矿为例, 对采煤沉陷区沉陷前后土地利用状况的变化以及景观异质性进行了初步研究。主要分析了不同土地利用类型斑块数量、面积的变化, 以及景观破碎度、多样性、均匀度、优势度等指标。研究表明, 采煤沉陷造成地表移动变形产生的裂隙、陷坑、塌方或滑坡等, 致使土地被分割破碎, 斑块数量增加而面积减小, 植被毁坏, 生态环境向着不合理的方向发展。

关键词: 采煤沉陷; 土地利用; 景观异质性; 斑块

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)06-0199-04

中图分类号: T301.2

Landuse Change and Landscape Heterogeneity of Coal-mining Subsidence Area

—A Case Study of Dongda Coal Mine

JIA Jun-shu¹, ZHOU Xin-cheng¹, GAO Guo-xiong¹, MA Hai-kuan²

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Beijing Datum Science and Technology Development Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: The landuse change and landscape heterogeneity in the Dongda coal mine are studied in comparison with no coal-mining subsidence. The changes of patch number and its average in various landuses, as well as fragmentation index, diversity index, evenness index, dominance index, and so on are analyzed. Results indicate that the development tendency of ecological environment is unreasonable in the Dongda coal-mining subsidence area because coal-mining subsidence causes distortion of land surface, such as cracks, subsidence hole, and landslide. Consequently, it breaks the cultivated land into small pieces, brings an increase in patch number and a decrease in patch average area, and severely destroys vegetation in the region.

Keywords: coal-mining subsidence; landuse; landscape heterogeneity; patch

采煤沉陷就是地下煤层被采出后, 或者矿体水层被排出后, 采空区周围岩体应力平衡状态发生变化, 不可避免地会引起覆岩的变形、破坏和移动, 这些采空区随时可能沉降, 产生地面塌陷及地裂缝。众多裂隙将地表切割得支离破碎, 大部分地下水被截流至井下, 致使浅层地下水日趋枯竭, 植被退化。

本文以山西省晋城东大煤矿采煤沉陷区为例, 采用 RS、GIS 为手段进行信息提取和图形叠加, 研究了采煤沉陷所引发的土地利用变化以及沉陷区景观异质性, 主要分析了不同土地利用类型的斑块数量及面积、景观破碎度指数、多样性指数、景观均匀度指数、景观优势度指数, 为沉陷区规划土地利用方向, 合理配置土地资源以及景观生态环境规划提供参考依据,

同时对土地经营、资源合理利用及脆弱生态区的可持续发展也有一定指导意义。

1 研究区概况

东大煤矿地处黄土高原山西省东南部晋城市西北方向, 多为石质山区和土石山区构造的丘陵山地。气候属暖温带半干旱大陆性季风气候, 春季干旱多风, 夏季炎热多雨, 秋季凉爽少雨, 冬季寒冷少雪。降雨量集中, 蒸发强烈, 昼夜温差大, 无霜期短为其典型特征。年极端最高气温 +40.0℃, 极端最低气温 -23.5℃, 年均气温 10.7℃, 平均相对湿度 59%, 多年平均降雨量 607 mm, 主导风向冬春为西北风, 夏秋为东南风及南风, 无霜期 180 d, 最大冻土深 0.43 m。

收稿日期: 2007-05-11

修回日期: 2007-09-10

作者简介: 贾俊姝(1969—), 女(汉族), 河北省三河市人, 工程师, 博士, 主要研究方向为工程绿化与生态工程、水土保持。E-mail: jiajunsh67@sohu.com.

主要植被类型有落叶阔叶灌丛、草甸(低湿地植被)、落叶阔叶林、温性针叶林。由于人类长期的放牧、垦殖等活动,大部分土地被开垦为农田,只在坡度较大的坡顶或侵蚀沟壑内残存着少量自然植被。

地理坐标东经 116°36'45"—116°42'45",北纬 32°47'15"—32°54'45"。井田境界面积 117.97 km²,研究评价区面积为 132.96 km²。

2 数据来源及处理

2.1 数据来源

本文所用的数据是 1:50 000—TM 美国陆地卫星 5 波段遥感影像(轨道:125/35),空间分辨率为 28.5 m,数据获取时间 2004 年 6 月 15 日;当地土地部门测绘的 1:10 000 原地貌土地利用现状图以及土地利用现状分类面积统计表;1/50 000 东大井田境界与保护目标分布地形图;以及 GPS 现场调查数据。

2.2 数据处理

首先对 TM 遥感影像进行辐射纠正和几何纠正,然后结合 1:50 000 地形图及原地貌土地利用现状图等现有研究成果、资料以及实地调查校验,对遥感影像进行解译判读,得到采煤沉陷后土地利用图。利用 GIS 的 Buff 功能和 Overlay 功能实现地表沉陷影响范围与自然生态景观的叠加和影响分析;使用 Region Manager 5.0 编制采煤沉陷后土地利用现状、土壤类型、植被类型、植被盖度和土壤侵蚀等生态专业图件和统计表格,根据景观生态学评价原理,分析计算景观异质性指标。图 1 为数据处理框架图。

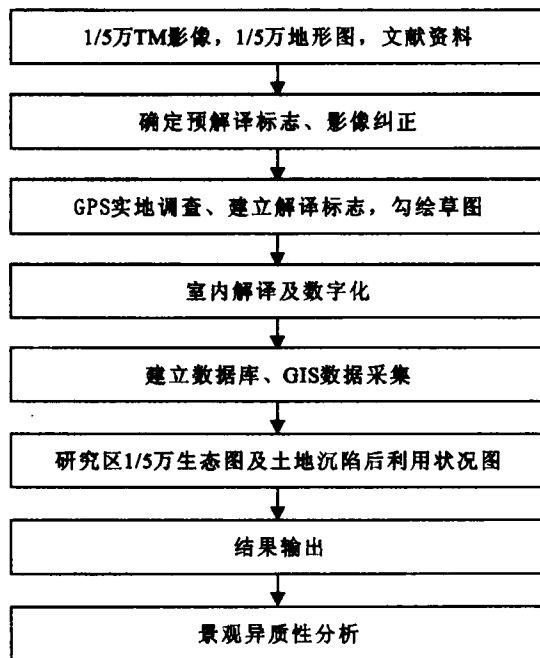


图 1 数据处理框架图

3 研究方法

3.1 地表沉陷对土地利用的影响

地表沉陷对土地利用的影响主要有地表移动变形产生的裂隙、陷坑、塌方或滑坡等,所以沉陷深度和斑块面积是影响采煤沉陷区土地利用和生态植被的最主要原因。本研究参照全国土地利用现状调查技术规程和全国土地利用现状分类系统及山西省土地利用资料,根据实地调查和遥感卫星影像(图 2)解译判读得到东大煤矿采煤沉陷后土地利用图,迭加分析原地貌土地利用图和采煤沉陷后土地利用图,得出研究区地表沉陷状况对土地利用的影响结果。



图 2 东大井田遥感影像图

3.2 景观异质性分析指标

3.2.1 景观破碎度(Fragmentation) 景观破碎度是指景观被分割的破碎程度,主要反映人为活动对景观的干扰。计算公式

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

式中: $\sum_{i=1}^n N_i$ ——斑块总个数; $\sum_{i=1}^n A_i$ ——斑块总面积。 C 值越大,表示景观破碎程度越大。

3.2.2 景观多样性指数(Diversity) 景观多样性指数是景观类型及其在景观中所占面积比例。本文采用 Shannon—Wiener 公式计算

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \lg P_i$$

式中: P_i ——指景观类型 i 在景观中的面积比例;

m ——景观类型总数; H ——景观多样性指数。当景观是由单一要素构成时,景观是均质的,其多样性指数为 0;由 2 个以上要素构成的景观,当景观类型所占比例相等时,其多样性指数最高;各景观类型所占比例差异增大,则景观多样性下降。

3.2.3 均匀度指数(Evenness) 均匀度指数是描述景观中不同景观类型分布的均匀程度,值越大,表明景观各组分分配越均匀。其计算公式

$$E = H/H_{\max}, H_{\max} = \lg m$$

式中: E ——均匀度指数; H ——修正的 Sompson 指数; H_{\max} ——最大景观多样性指数; P_i ——指景观类型 i 在景观中的面积比例; m ——景观类型总数。

3.2.4 景观优势度(Dominance) 优势度指数是计测景观中一种或几种景观类型支配景观的程度。其计算公式为

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m P_i \lg P_i, H_{\max} = \lg m$$

式中: D ——优势度指数; P_i ——指景观类型 i 在景观中的面积比例; m ——景观类型总数; H_{\max} ——最大景观多样性指数。

4 研究结果及分析

4.1 地表沉陷对土地利用的影响

研究区总面积不变,斑块总数由 121 增加到了

193;农地、水域、疏林地、草地、有林地斑块数增加而斑块面积减小了;荒山荒地、城乡工矿居民用地是斑块面积增加、斑块数也增加。地表沉陷移动变形产生的裂隙、陷坑、塌方或小滑坡等,使农用地、草地、有林地、疏林地被分割而破碎,地块变小;一些裂缝密集区,可造成土地毁坏,农用地无法耕作,林地、草地植被无法生长,使之变成荒山荒地。除荒山荒地、工矿居民用地外,研究区采煤沉陷后土地利用下降。

地表沉陷对土地利用状况的影响主要是由于地表移动变形产生凸凹不平,无法正常耕作,原有植被遭到毁坏,植被覆盖率降低;地表裂隙使土地被分割而破碎,斑块变小,影响耕种,会造成土地利用下降(见表 1)。

4.2 景观异质性分析

表 2 可以看出景观破碎度指数从沉陷前到沉陷后各种景观类型都呈现出增加的态势。由于地表沉陷使得农用地无法耕种,草地、有林地、疏林地植被被破坏,从而使荒山荒地斑块数量增加的同时面积也增加了;由于煤矿开采,道路修建,居民点的不断扩展,促使其数量和面积不断增加;同时由于地表沉陷使得土地被分割而破碎,使得农用地、有林地、疏林地、草地斑块数增加而斑块面积变小。

表 1 沉陷前后的土地利用状况

土地类型	沉陷前			沉陷后		
	斑块数	面积/km ²	比例/%	斑块数	面积/km ²	比例/%
荒山荒地	3	10.28	7.73	7	11.78	8.86
草地	8	37.54	28.23	23	36.92	27.77
居民用地	27	11.99	9.02	39	14.98	11.27
农地	46	37.19	27.97	61	35.04	26.35
水域	6	1.76	1.32	10	1.71	1.29
疏林地	6	15.59	11.73	16	14.92	11.22
有林地	25	18.61	14.00	37	17.61	13.24
合计	121	132.96	100.00	193	132.96	100.00

表 2 景观破碎度指数

类型	荒山荒地	草地	工矿居民用地	农地	水域	疏林地	有林地	整体景观
沉陷前	0.292	0.213	2.252	1.237	3.409	0.385	1.343	0.910
沉陷后	0.594	0.623	2.603	1.741	5.848	1.072	2.101	1.452

东大煤矿沉陷区整体景观的多样性指数沉陷前为 2.470,沉陷后为 2.506。多样性指数增加,这说明

景观异质性在增强,景观类型所占比例差异在减小。表 3 中草地、农田、水域、疏林地、有林地的多样性指

数分别由沉陷前的 0.515, 0.514, 0.083, 0.363, 0.397, 在采煤沉陷后下降为 0.513, 0.507, 0.081, 0.354, 0.386; 而从表 3 中可以看出, 荒山荒地及城乡工矿居民用地的多样性指数是增加的, 分别由沉陷前的 0.286, 0.313 上升到沉陷后的 0.310, 0.355, 这由于煤矿开采过程中修建道路、居民区等人为活动的入侵以及采煤造成的地表沉陷使得斑块破碎, 影响农田耕作, 致使农田、水域、疏林地、有林地、草地面积减少

而荒山荒地、工矿居民用地面积增加。研究区整体景观的均匀度指数沉陷前为 0.880, 沉陷后为 0.893。均匀度指数的增加表明人类活动的干扰以及地表沉陷造成斑块破碎, 使得整体景观各组分配越来越均匀。

荒山荒地、工矿居民用地这两种景观类型的影响在增强, 而对景观起控制作用的草地、农地景观的影响在减弱(见表 4)。

表 3 景观多样性指数

类型	荒山荒地	草地	工矿居民用地	农地	水域	疏林地	有林地	整体景观
沉陷前	0.286	0.515	0.313	0.514	0.083	0.363	0.397	2.470
沉陷后	0.310	0.513	0.355	0.507	0.081	0.354	0.386	2.506

表 4 景观均匀度指数

类型	荒山荒地	草地	工矿居民用地	农地	水域	疏林地	有林地	整体景观
沉陷前	0.102	0.184	0.112	0.183	0.029	0.129	0.141	0.880
沉陷后	0.110	0.183	0.126	0.181	0.029	0.126	0.138	0.893

表 5 景观优势度指数

类型	荒山荒地	草地	工矿居民用地	农地	水域	疏林地	有林地	整体景观
沉陷前	2.521	2.292	2.494	2.293	2.724	2.444	2.410	0.337
沉陷后	2.497	2.294	2.452	2.300	2.726	2.453	2.421	0.301

整体景观的优势度指数从沉陷前的 0.337 减少到沉陷后的 0.301, 表明景观中一种或几种景观类型支配景观的程度降低, 景观里其它景观类型的影响在增强。从表 1 的结果可以看出研究区景观主要由草地、农地控制, 随着开矿采煤及地表沉陷的发生发展, 荒山荒地及工矿居民用地的面积增加, 对景观的影响作用增大。

5 结论

随着煤矿开采造成地表沉陷深度的增加, 程度的增大, 在沉陷地边缘地带会产生不同程度的裂隙, 在局部错位较大, 裂隙较多的地区, 地面径流汇集, 深层渗漏; 还为泻溜、滑坡、崩塌等重力侵蚀提供了有利的地形条件; 地面的破碎化程度加大, 使有限的土地资源遭受破坏, 给农、林、牧业生产带来很大的影响。

从研究区采煤沉陷前后景观异质性指标——多样性、均匀度、优势度的变化分析来看, 景观结构的复杂性和异质性在增加, 同时景观的破碎化指数也是增加的, 又结合土地利用状况的变化分析——荒山荒地及工矿居民用地斑块数量面积均增加, 反映出由于采煤沉陷破坏了原有的土地利用状况, 人为活动的干扰增加了不利于生态环境合理发展的因素。

[参 考 文 献]

- [1] 孔令国, 胡振琪, 陈星彤. 兖州煤田采煤沉陷土地利用分区研究[J]. 成果与方法, 2004, 20(6): 31—35.
- [2] 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.
- [3] 周铁军, 赵廷宁, 孙保平, 等. 宁夏盐池县土地利用与景观格局变化研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 135—138.
- [4] 刘平, 汤万金, 胡聘. 露天煤矿生态系统脆弱性评价方法研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2003, 13(4): 32—36.
- [5] 梁洪有, 陈俊杰. 煤矿开采对土地资源的破坏及对策研究[J]. 煤炭技术, 2006, 25(6): 1—3.
- [6] 李峰, 孙司衡. 景观生态学在荒漠化监测与评价中应用的初步研究: 青海沙珠玉地区为例[J]. 生态学报, 2001, 21(3): 481—485.
- [7] 王苏颖, 陈志强. 基于 TM 遥感影像的福州景观生态格局分析[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2006, 5(1): 111—115.
- [8] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 科学出版社, 2002: 76—80, 202—207.
- [9] 陈利顶, 吕一河, 傅伯杰, 等. 基于模式识别的景观格局分析与尺度转换研究框架[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 663—670.