

基于 GIS 和 RS 的煤矿区土地利用景观格局梯度变化研究

武文一¹, 刘 瑛², 杨晓晖³

(1. 中国电力工程顾问集团 中南电力设计院, 武汉 430071;

2. 三峡大学 水利与环境学院, 湖北 宜昌 443002; 3. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

摘 要:为了揭示煤炭开采驱动力与土地利用景观格局变化的耦合关系,应用 GIS 和 RS 技术,采用景观软件 FRAGSTATS,从景观水平和斑块水平两个层次上对乌东矿区及其周边区域景观指数的变化规律进行了研究。结果表明:煤炭资源开采对区域影响强度的不同是区域景观格局产生梯度变化的主要原因。研究成果有助于探索煤炭开采对土地利用空间格局的影响,也可同类地区土地利用空间格局的研究,提供科学参考依据。

关键词:景观格局; 梯度变化; 煤矿; 景观指数; 土地利用

中图分类号:F301.24;TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)06-0177-03

Study on the Gradient Changes in Landscape Pattern of Land Use in Coal Mining Area Based on GIS and RS Technology

WU Wen-yi¹, LIU Ying², YANG Xiao-hui³

(1. Central Southern China Electric Power Design Institute of China Power Electric Engineering Consulting Group,

Wuhan 430071, China; 2. College of Hydraulic & Environmental Engineering, Three Gorges University,

Yichang, Hubei 443002, China; 3. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to determine coupling relationship between coal mining driving force and landscape pattern of land use, GIS and RS technology combined with landscape pattern analysis software FRAGSTATS were applied to analyze the change of landscape spatial pattern in Wudong mining area and its surrounding regions at the landscape level and patch level. The results showed that: the various effects of coal resources exploitation on the regions were the main reason that caused the change of landscape spatial pattern in the study area. The results will be helpful to explore the effects of coal exploitation on the landscape spatial pattern and can also apply a basement for the similar areas.

Key words: landscape pattern; gradient variation; coal mine; landscape index; land use

煤矿集煤炭资源开采、土地资源占用与破坏为一体,是资源、环境与人口矛盾相对集中显现的区域之一^[1]。煤矿的开采不可避免会导致原有土地利用方式、程度及地表覆被状况等发生巨大改变,从而影响矿区土地资源的存在形式,使矿区土地利用与景观结构发生变化。土地利用/覆被变化是导致景观结构变化的重要因素^[2]。近年来景观格局及其动态变化的研究,已经成为景观生态学的研究热点^[3-7],但煤矿区景观格局的研究非常薄弱。本文以乌东矿区及其周边地区为例,从景观生态学的角度,对距乌东矿区不

同距离区域的景观指数进行分析,揭示随着煤矿开采影响力的逐渐减弱,景观格局所呈现出的变化规律,并在此基础上探讨煤炭开采对景观格局的影响。研究成果有助于探讨煤炭开采对土地利用空间格局的影响^[8],也可同类地区土地利用空间格局的研究,提供科学参考数据。

1 研究区概况

研究区位于天山山脉博格达峰北麓的山前倾斜平原,主要土地利用类型为荒漠草原、耕地和林地。

收稿日期:2011-03-28

修回日期:2011-05-23

资助项目:国家科技支撑计划课题(2006BAD26B05)

作者简介:武文一(1982—),男,山西榆次人,硕士研究生,工程师,研究方向:水土保持与荒漠化防治。E-mail:wuwenyi011@163.com

通信作者:杨晓晖(1968—),男,内蒙古赤峰人,博士,研究员,主要研究方向:景观生态学与荒漠化防治。E-mail:yangxh@forestry.ac.cn

地势为西南高,东北低,起伏不大。该区位于欧亚大陆腹地,远离海洋,属中温带大陆性干旱气候。区域降水量少,蒸发旺盛,光照充足,热量丰富。据米泉气象站资料记载,该区年平均气温 7.2°C , $>10^{\circ}\text{C}$ 的积温 3542°C ,无霜期 190 d。年均降水量 218.3 mm,蒸发量却高达 2448.4 mm 以上。项目区土壤类型主要有盐化灰漠土、棕钙土、灰灌漠土、灌溉灰漠土及灌漠土。本研究对象乌东矿区位于乌鲁木齐市东北侧米东区境内,乌东煤矿地处铁厂沟镇与卢草沟乡,项目主体所在的铁厂沟镇是集煤矿开采、工业开发、特色养殖、旅游农业为一体的多种经济融合的乡镇。

2 研究方法

本研究解译使用的信息源主要为 LANDSAT 5—TM 美国陆地卫星 5 遥感影像,数据获取时间为 2006 年 9 月 3 日。首先对 TM 影像进行了必要的辐射校正和增强处理,然后结合 DEM、土壤图、植被图及野外调查结果,采用监督分类和目视解译相结合的方法对土地利用/覆盖进行解译。土地利用分类系统采用新颁布的《土地利用现状分类》标准^[9]。利用 ArcMAP 9.2 和景观指数计算软件 Fragstats 3.3,对研究区不同地类的景观指数进行计算,以揭示距矿区不同距离土地利用景观格局所呈现的变化规律。研究范围即乌东矿区边界基础上每隔 500 m 做一条

缓冲带,共做 4 条缓冲带。对于景观指数的选取,考虑到各指数的相关性和局限性,在参考相关文献的基础上^[10-11],景观尺度上选择了斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、周长—面积分维数指数(PAFRAC)、蔓延度指数(CONTAG)和 Shannon 均匀度指数(SHEI)5 个景观指数;斑块尺度上则选用景观比例(PLAND)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(AREA_MN)、周长—面积分维数指数(PAFRAC)4 个景观指数,来评价煤炭开采对土地利用景观格局的影响。

3 结果与分析

3.1 斑块水平上不同景观指数的空间梯度变化及动力分析

随着缓冲区逐渐远离井田开采区,煤炭开采对土地利用景观格局的影响逐渐减弱,各土地利用类型的景观指数呈现不同的变化趋势。随着缓冲区逐渐远离井田开采区,草地的景观比例、周长—面积分维数、平均斑块面积都呈减少的趋势,斑块密度的变化趋势则相反。林地和耕地的变化趋势则随着缓冲带向外延伸,景观比例和斑块密度不断提高。其它用地的景观比例在井田及与其相邻缓冲区内相对较高,最高达到了 11.07%。工矿建筑用地和住宅用地集中在矿区及附近的缓冲区,其景观比例和斑块密度在这个区域达到最大,分别为 4.27% 和 11.09 个/100 hm²(图 1)。

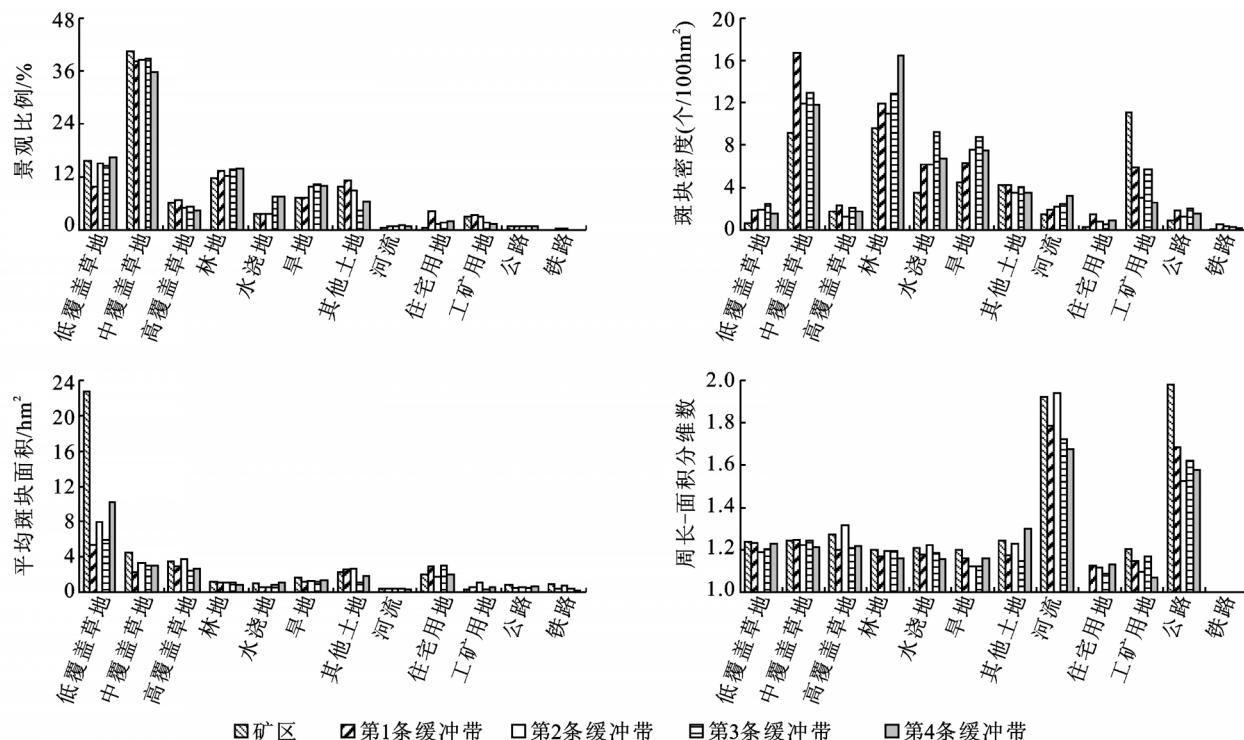


图 1 不同景观指数梯度变化

不同景观要素的空间格局变化与煤炭开采密切相关,煤炭资源的开采对研究区特别是井田及其附

近区域的景观要素影响较大。煤炭开采改变了部分土地的利用方式,地下煤层开采造成的沉陷导致部分

树木根系断裂和地下水位下降,使林地发生退化,林地面积减少;另外地表沉陷还可能导致部分耕地弃耕。林地和耕地的不断退化,导致井田内林地、耕地景观比例低于其它缓冲区。煤炭开采促进了草地向周围景观的渗透,使得草地大面积连片存在,这是井田区草地景观比例、周长分维数和平均斑块面积均高于其它缓冲区,而斑块密度小于其他缓冲区的主要原因。

研究区煤矿主要为乡镇煤矿,规模较小,多位于村镇附近。工矿用地和住宅用地集中分布在矿区及与其相邻的缓冲区内;小煤矿开采产生的废弃矿坑和排矸场未能及时复垦造成的荒地也集中在井田区及其周边区域,使得其他用地的景观比例、斑块密度、周长分维数均在矿区及其相邻缓冲区内达到最大。

表 1 不同区域的景观指数

研究区类型	斑块密度 (个/100hm ²)	最大斑块指数/ %	周长—面积分 维数指数	蔓延度/ %	均匀度
井田内	47.455	8.401	1.278	59.719	0.736
第 1 条缓冲带	61.287	7.080	1.259	57.036	0.783
第 2 条缓冲带	51.170	6.876	1.260	58.505	0.761
第 3 条缓冲带	63.526	4.877	1.250	58.369	0.755
第 4 条缓冲带	57.730	3.674	1.238	57.992	0.767

均匀度指数与其它指数不同,随着缓冲区逐渐远离开采区呈先增加后减少的变化规律。随着研究区逐渐远离矿区,煤炭开采导致的地表沉陷影响逐渐减弱。农业用地所占比例大幅增加,削弱了草地的优势地位,研究区景观格局的异质性得到了提高。整体来看,各缓冲区均匀度均高于井田区,说明井田区的空间异质性较低,草地占主导地位。虽然随着缓冲区逐渐远离井田区,草地作为景观基质的地位没有改变,但是草地对景观的控制作用有所下降^[5],区域景观的均匀度有所提高。

4 结论与讨论

随着煤炭开采影响的逐渐减弱,研究区土地利用结构表现出了显著的空间格局变化规律。从斑块水平来看,草地的景观比例、周长分维数、平均斑块面积都随着缓冲区向外延伸呈减少的趋势,斑块密度的变化趋势则相反。林地、耕地的景观比例和斑块密度则不断提高,而分维数和平均斑块面积则不断减少。从景观水平来看,缓冲区向外延伸,最大斑块指数、周长—面积分维数指数、蔓延度均呈降低趋势,而斑块密度指数虽变化规律不太明显,但所有缓冲区的斑块密度指数均大于井田内的斑块密度指数。

煤炭资源开采对区域影响强度的不同,是研究区景观指数变化的主要因素。煤炭资源开采对环境的

3.2 景观水平上研究区景观格局的空间变化

由表 1 可知,景观层次而言,随着逐渐远离煤炭开采区,最大斑块指数、周长—面积分维数指数、蔓延度均呈降低趋势。斑块密度指数虽然变化规律不明显,但所有缓冲区的斑块密度指数均大于井田的斑块密度指数。以上指数变化表明:煤炭开采改变了矿区部分土地的利用方式。开采造成地表沉陷和地下水位下降,使部分林地退化、耕地弃耕,客观上促进了草地向周边其它景观扩散,使矿区草地面积增加,草地斑块连片分布。这是井田内最大斑块指数、蔓延度、周长分维数均高于其它缓冲区,而斑块密度小于其它缓冲区的主要原因。随着逐渐远离开采区,草地所占的比例有所减少,草地景观趋于破碎,这一点可以在最大斑块指数中得到印证。

影响主要表现在土地占压、地表植被破坏、地表沉陷^[12]以及大量疏矸水排泄导致的地下水位下降等方面。煤炭资源开采对矿区及其附近区域景观要素影响较大:一方面,煤炭开采使得围绕煤炭生产和加工的企业在矿区附近不断聚集;另一方面,由于塌陷面积的增加,一些居民点和工矿被迫迁移^[13],进行集中安置。上述原因共同导致了工矿建筑用地、住宅用地呈集中分布;受煤炭开采和地表沉陷的影响,造成了大量土地的塌陷,形成沉陷积水区,使得井田及其附近区域的林地和耕地发生退化^[14];同时,部分土地由于地表沉陷修复措施的应用,使得原有的土地利用方式无法得以延续,绝大部分转化为人工促进的半天然草地,特别是矿区内分布的旱田基本上也转化为草地。煤炭开采促进了草地向周围景观的渗透,使得井田区草地大面积连片存在。

参考文献:

[1] 卞正富. 国内外煤矿区土地复垦研究综述[J]. 中国土地科学, 2000, 14(1): 6-11.
[2] 魏建兵, 肖笃宁, 李秀珍, 等. 东北黑土区小流域农业景观结构与土壤侵蚀的关系[J]. 生态学报, 2006, 26(8): 2608-2615.
[3] 田光进, 张增祥, 张国平, 等. 基于遥感与 GIS 的海口市景观格局动态演化[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1028-1034.

(3)葡萄园土壤—叶片—大气连续体中水分势能分布规律明显。在连续体中,土壤阻力的最大值约为最小值的 1 425.66 倍,植株体内水流阻力最大值是最小值的 3.08 倍,而葡萄叶—气系统水流阻力的最大值是最小值的 3.51 倍。在各水流阻力中,叶—气系统水流阻力最大,占该连续体中水流总阻力的 98.8%~99.0%,植株体内水流传输阻力次之,占该连续体中水流总阻力的 1.0%~1.2%,土壤阻力最小,占该连续体中水流总阻力的比例可忽略不计。

参考文献:

- [1] 冷石林,石培华. SPAC 水流阻力的确定[J]. 中国农业气象,1993,14(6):43-46.
- [2] 康绍忠. 土壤—植物—大气连续体水分传输动力学及其应用[J]. 力学与实践,1993,15(1):11-19.
- [3] 邵明安. 根木质部水流阻力 Poiseuille 公式计算值与实测值的差别[J]. 水利学报,1993(12):61-64.
- [4] 康绍忠,熊运章,王振镒. 土壤—植物—大气连续体水分运移力能关系的田间试验研究[J]. 水利学报,1990(7):1-9.
- [5] 景卫华,贾忠华,罗纳. 总水势概念的定义、计算及应用条件[J]. 农业工程学报,2008,24(2):27-31.
- [6] 郭庆荣,张秉刚,钟继洪,等. 南亚热带丘陵赤红壤—龙眼—大气连续体水分运移力能变化及分布规律[J]. 生态科学,1993,4(3):260-266.

- [7] 康绍忠,刘晓明,熊运章. 土壤—植物—大气连续体水分传输理论及其应用[M]. 北京:水力电力出版社,1994.
- [8] 张喜英,刘孟雨,雷玉平. 土壤—植物—大气连续体水分运移阻力的田间试验与模拟研究[J]. 中国农业气象,1995,16(2):33-36.
- [9] 徐军亮,马履一,王华田. 油松人工林 SPAC 水势梯度的时空变异[J]. 北京林业大学学报,2003,25(5):1-5.
- [10] 杨晓光. 夏玉米农田 SPAC 系统水分传输势能及其变化规律研究[J]. 中国生态农业学报,2003,11(1):27-29.
- [11] 康绍忠,刘晓明. 玉米生育期土壤—植物—大气连续体水流阻力与水势的分布[J]. 应用生态学报,1993,4(3):260-266.
- [12] 张斌,丁献文,张桃林,等. 干旱季节不同耕作制度下红壤—作物—大气连续体水流阻力变化规律[J]. 土壤学报,2001,38(1):17-24.
- [13] Van den Honert T H. Water transport in plants as a catenary process[J]. Discussions of the Favaday Soc., 1948,3:146-153.
- [14] Cowan I R. Transport of water in the soil—Plant—atmosphere system[J]. J. Apply Ecology, 1965, 2: 221-239.

(上接第 179 页)

- [4] 杨晓晖,张克斌,慈龙骏. 半干旱农牧交错区近 20 年来景观格局时空变化分析:以内蒙古伊金霍洛旗为例[J]. 北京林业大学学报,2005,27(5):81-86.
- [5] 高小红,王一谋,杨国靖. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区景观格局动态变化研究[J]. 水土保持学报,2004,18(1):168-171.
- [6] 张银辉,罗毅,刘纪远,等. 内蒙古河套灌区土地利用与景观格局变化研究[J]. 农业工程学报,2005,21(1):61-65.
- [7] 吴波,慈龙骏. 毛乌素沙地景观格局变化研究[J]. 生态学报,2001,21(2):191-196.
- [8] 肖笃宁. 景观生态学理论方法与应用[M]. 北京:中国林业出版社,1991:92-98.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家

标准化管理委员会. GB/T21010—2007 土地利用现状分类(S).

- [10] Riitters K H, Neill R V O, Hunsaker C T. et al. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics[J]. Landscape Ecology,1995,10:23-39.
- [11] 李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报,2004,24(1):123-134.
- [12] 张成梁,黄艺. 山西省煤矿区土地退化成因分析及生态恢复对策[J]. 农业环境科学学报,2006,25(增刊):711-715.
- [13] 徐跃通,杨燕杰,丁娟. 基于 GIS 和 RS 的煤矿区土地利用变化分析[J]. 矿业研究与开发,2009,29(3):35-37,46.
- [14] 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.

(上接第 184 页)

- [6] 赵其国,周炳中,杨浩,等. 中国耕地资源安全问题及相关对策思考[J]. 土壤,2002(6):293-302.
- [7] 张传华. 耕地生态安全评价研究:以重庆三峡库区为例[D]. 重庆:西南大学,2006.
- [8] 朱红波. 我国耕地资源生态安全的特征与影响因素分析[J]. 农业现代化研究,2008,29(2):194-197.

- [9] 朱红波. 我国耕地资源生态安全的时空差异研究[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(6):754-758.
- [10] 王军. 石家庄市耕地动态变化与生态安全评价研究[D]. 石家庄:河北师范大学,2009.
- [11] 汤洁,朱云峰,李昭阳,等. 东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价:以镇赉县为例[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1):119-124.