

采煤沉陷区土地利用格局动态及复垦对策

史同广¹, 张明亮², 郑国强¹, 翟荣新¹

(1. 山东建筑大学遥感与 GIS 实验室, 济南 250014;

2. 济南大学城市发展学院, 济南 250002)

摘 要: 煤矿区人口资源经济协调发展是近几年社会各界关注的热点问题, 其中采煤塌陷区土地急剧减少, 人地矛盾日益尖锐。以山东邹城采煤塌陷区 1988~ 2002 年土地利用格局动态变化为例, 分析了平原煤矿区土地利用变化的过程、演变规律及其生态修复措施, 为合理利用土地, 提高土地承载力提供科学依据。

关键词: 矿区; 塌陷; 土地利用变化; 驱动因素

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0283-04

Land Use Pattern Dynamic and Ecological
Remediation in Subsided Land in Coal Mining Area

SHI Tong-guang¹, ZHANG Ming-liang², ZHENG Guo-qiang¹, ZHAI Rong-xin¹

(1. Lab of RS and GIS, Department of Civil Engineering, Shandong Institute of Architecture, Jinan 250014;

2. College of City Development, Jinan University, Jinan 250002, China)

Abstract: It attracts the concentration of the harmony development of population, resource and economy in coal mining area. The rule of land use pattern dynamics of Zoucheng coal-mining area was analyzed in 1988~ 2002. The research revealed the dynamics process of land use, the rule of change and its driving factor. The conclusion of research provided the basis of the rational land use and the capacity of land.

Key words: coal-mining area; subside; land use change; driving factor; ecological remediation

土地利用变化既受到自然因素的影响, 又受到社会、经济、技术、政策等人为因素的影响。同时土地利用变化反过来又影响着人类社会的发展^[1-6]。作为自然与经济过程交叉而产生的矿区土地利用变化, 应该成为土地科学、景观生态学研究的重点问题^[7-10]。本文以山东省邹城采煤塌陷区 1988~ 2002 年土地利用格局动态变化为例, 分析矿区土地利用变化的过程、演变规律及其主要驱动因素, 为采煤塌陷区土地资源可持续利用及土地复垦提供科学依据。

1 研究区概况

1.1 研究区自然地理及社会经济概况

研究区位于邹城市西北部, 属于兖州矿区最先开采的区域, 介于东经 116°44'30"~ 117°01'00", 北纬 35°15'00"~ 35°32'54"之间, 包括中心店、北宿、平阳寺、太平、唐村 5 个乡镇, 共 164 个行政村, 总面积 34 035.48 hm²。

研究区在地貌单元上属于湖东山前冲积平原区, 地质构造属兖州煤田塌陷盆地, 地势东高西低, 海拔高程 40~ 80 m 之间。暖温带半湿润大陆性季风气候, 年积温 4 800℃, 平均气温 14.1℃, 多年平均降水量 764.7 mm, 土壤类型以潮褐土、潮土及砂姜黑土为主, 土层深厚, 质地较好, 肥力较高, 是鲁南地区重要的粮食生产基地。

2002 年末研究区总人口 313 962 人, 人口密度为 922 人/km²。该区煤炭储量 33.4 亿 t, 煤层总厚度 13.5 m, 现有国家、地方矿井 9 对, 年产煤炭 2 000 多万 t。

1.2 研究区土地利用现状分析

(1) 土地日益减少和人地矛盾突出。研究区是邹城市人口较密集的地区, 人口密度达 922 人/km², 高于全市 689 人的平均水平, 人均耕地面积仅 0.069 hm², 低于全国、全省、全市人均占有水平, 也低于联合国粮农组织确定的耕地承载力临界线(人均耕地 0.08 hm²)。从研究区耕地数量变化情况看, 耕地面积一直呈递减趋势, 而人口却逐年增加, 由此人地供需矛盾更加尖锐。

(2) 采煤塌陷面积逐年增加且难以复垦。研究区境内煤炭资源丰富, 是全国重要的煤炭基地之一, 2002 年原煤产量达到 2000 多万 t。2002 年由于采煤塌陷造成土地破坏面积已达 4 166.32 hm², 其中积水 1 173.53 hm², 绝产 1 728.19 hm², 涉及 20 多个行政村。随着煤炭开采数量的逐年增加, 土地塌陷面积每年将扩大 200~ 300 hm², 预测到 2010 年因煤炭开采塌陷土地将达到 5 300 hm²。

(3) 土地利用结构布局不尽合理。从土地利用现状分析, 土地利用结构布局不尽合理, 如种植业用地比重偏大, 果、林、牧用地较少, 城镇用地和农村居民点占地过大, 工矿

* 收稿日期: 2006-03-21

基金项目: 山东省社科规划重点研究项目(编号:03BJJ37)

作者简介: 史同广(1963-), 男, 教授, 解放军信息工程大学地理信息系统工程专业博士, 现主要从事遥感与 GIS 在区域资源环境方面的应用研究。

用地利用效率不高,土地浪费严重。

2 研究区土地利用的数量变化

2.1 不同土地利用类型的面积变化

区域土地利用变化包括土地利用类型的面积变化、空间变化和质量变化。其中各种土地利用类型的面积变化可以揭示土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化,是研究的一个重要指标^[11,12]。通过遥感分类和统计分析,得到了1988年和2002年土地利用变化的数据。从图1看出:(1)15年来该地区建设用地大幅度增加,由1988年的2 477.08 hm²,猛增至2002年的3 964.11 hm²。面积增加了1 487.03 hm²,增加幅度高达60.03%。主要是由于人口增长的压力和城市化的发展所致。(2)工矿用地1988年以前基本为零,2002年已经增加到837.93 hm²,可以看出采矿区工矿用地增速之快。(3)因为建设用地和工矿用地的占用,耕地面积减少6 491.28 hm²,减少幅度22.70%。(4)1988年研究区没有出现采煤塌陷地,而2002年塌陷地猛增到4 166.32 hm²,变化幅度最大,可以看出该区采煤塌陷对土地利用变化影响最大,这也是采矿塌陷区土地利用变化的特点。(5)其它土地利用类型如园地、林地、水域等变化幅度较少,故本文没做考虑。

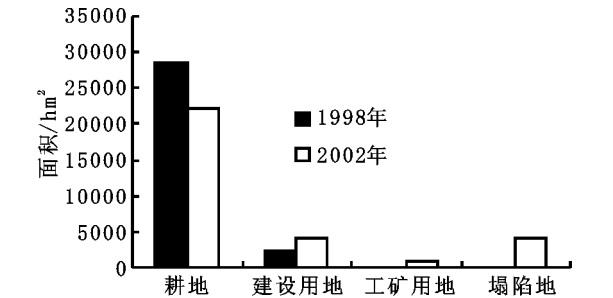


图1 研究区土地利用类型面积图

2.2 土地利用动态度分析

土地利用动态度可以定量描述区域土地利用变化的速率,对于揭示土地利用变化的特点及未来土地利用变化趋势具有重要的意义。

(1)单一土地利用类型动态。单一土地利用类型动态度表示某研究区一定时间内某种土地利用类型的数量变化情况,其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中:K——研究时段内某一土地利用类型动态度;U_a, U_b——研究期初和期末某一种土地利用类型的数量;T——研究时段长。当T的时间段为年时,K值就是该土地利用类型的年变化率。

(2)综合土地利用动态度

$$LC = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L U_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n L U_i} \right| \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中:L U_i——监测起始时间第i类土地利用类型面积;ΔL U_{i-j}——监测时段内第i类土地利用类型转为非i类土地利用类型面积的绝对值;T——监测时段长度。当T的时间段为年时,LC的值就是该区综合土地利用动态度。

结果表明(表1):研究区综合土地利用动态度为2.25%。单一土地利用类型动态中,采煤塌陷地的动态度最大,工矿用地和建设用地的年变化率也较大,耕地的年变化率虽然最小,但其总量基数较大,所以面积减小绝对数量很大。

表 1 研究区土地利用类型动态度				hm ²
土地利 用类型	1988 年土地 利用类型面积	2002 年土地 利用类型面积	14 年土地利用 面积的变化	土地利用 年变化率/%
耕 地	28491.42	22100.14	- 6391.28	1.60
建设用地	2377.08	3964.11	+ 1387.03	4.17
工矿用地	200	837.93	+ 637.93	22.78
塌陷地	0	4166.32	+ 4166.32	

2.3 土地利用动态度的区域差异

土地利用数量变化的区域差异,可以用各区域某种土地利用类型相对变化率来反映。区域某土地利用类型相对变化率的公式为^[13]:

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|}$$

式中:K_b, K_a——区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积;C_a, C_b——全研究区某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积。

根据上述公式,计算了北宿镇、太平镇、唐村镇、中心店镇和平阳寺镇5个区域的塌陷地相对变化率,按照每个区域的动态度大小,分为低动态度、中动态度、高动态度三个类型。

1998~2002年,北宿镇塌陷地变化极其剧烈,属于高动态区,中心店镇和平阳寺镇塌陷地动态度较大,属于中动态度区域;唐村镇和太平镇塌陷地动态度最低。一般说来,煤矿开采量越大,塌陷地面积也越大。在各乡镇中,北宿镇地下煤炭开采量最大,造成塌陷地剧烈增加;而唐村镇和太平镇煤炭开采量较小,煤炭塌陷地面积较小,塌陷地增加速率较小。因此,北宿镇通过土地复垦补偿塌陷地对耕地的占用已经刻不容缓。同时也要做好中心店镇、平阳寺镇、唐村镇和太平镇的塌陷地土地整理工作,减少耕地萎缩量。

通过对各乡镇塌陷地进行景观格局对比分析^[14],得出北宿镇塌陷地的面积大,斑块数量少,平均斑块面积大,斑块破碎度指数低,表明北宿镇塌陷地是连片的大面积塌陷。中心店镇、平阳寺镇塌陷地格局与北宿镇类似,但由于目前开采程度没有北宿镇高,塌陷地平均斑块面积较北宿镇小。而太平镇唐村镇是小面积的不连续塌陷。

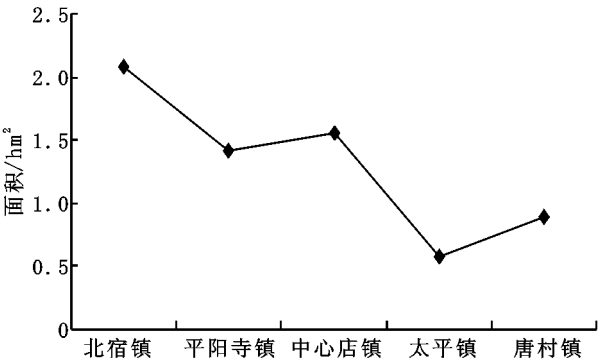


图2 研究区各乡镇塌陷地平均
斑块面积和破碎度指数对比

2.4 土地利用类型的转移变化

土地利用类型间的相互转化情况,可以采用生态学中的马尔柯夫转移矩阵模型进行模拟。马尔柯夫模型是一种特殊的随机运动过程,它表明在一系列特定的时间间隔下,一个亚稳定系统由t时刻状态向(t+1)时刻状态转化的一系列过程,这种转化要求(t+1)时刻状态只与t时刻状态有关。马尔柯夫模型在土地利用类型转化的应用,关键在于转

移概率的确定。对于本研究区我们对变化较快的耕地转化类型作了分析:

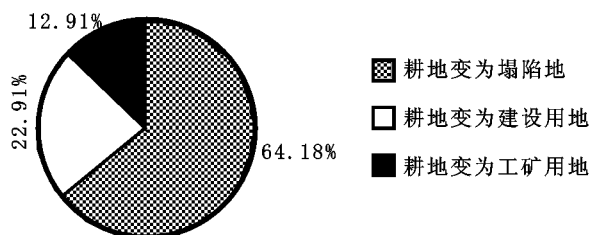


图3 研究区耕地转变为其它土地类型的比例

从图3中可以看出1988~2002年研究区耕地面积共减少6491.28 hm²,其中64.18%转变为塌陷地,22.91%转变为建设用地,12.91%转变为工矿用地。随着煤炭开采量的急剧增加,促进了经济的发展,但同时煤炭开采也造成大量耕地的塌陷,给当地的粮食生产和人们生活带来一定损失。以往研究表明非采煤塌陷地耕地主要转变为建设用地,而本研究区耕地主要转变为塌陷地。这也是采煤塌陷区土地利用转化的特性。

太平镇为研究区内主要的工矿用地分布区,耕地转化为工矿用地所占比例最大(27.58%)。由于地下煤矿开采引起了地表的塌陷,造成了耕地的大量流失,这种现象在北宿镇最为明显,占其耕地流失总量的82.54%。太平镇由于工矿建设比较多,耕地主要是流向建设用地,表现出经济发展对耕地流失的驱动作用。

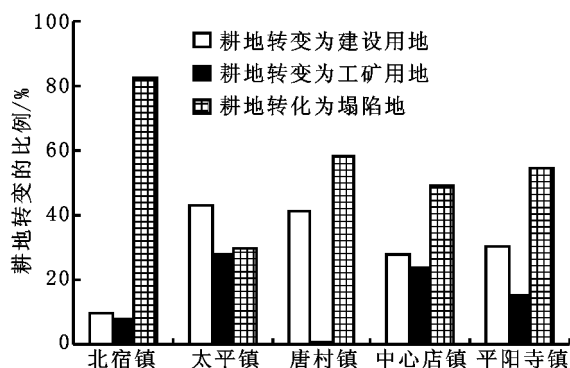


图4 各乡镇耕地转变为其它土地类型的比例

3 土地利用演变的趋势

随着经济的发展,对煤炭需求量的增加,研究区煤炭开采量在近期会继续增加,这样势必会导致采煤塌陷地面积的扩张,根据邹城市土地开发整理规划资料,2010年的新增塌陷面积将达到2953.89 hm²,居民建设用地2010年比2002年多0.54%,即达到3985.70 hm²;

虽然根据邹城市土地开发整理规划资料,2003~2010年耕地整理、农村居民点整理和矿区复垦净增加耕地3052.99 hm²。但是由于复垦速度仍赶不上塌陷速度,耕地面积会进一步减少,研究区2010年的耕地面积将减少至21933.61 hm²,因此人地矛盾会进一步尖锐。

由于目前研究区的煤炭开采量已经接近极限,国家和市政府已经明确限制煤炭工矿用地的扩大,所以工矿用地增加的潜力有限,再加上对目前工矿区的合理规划,2010年工矿用地将会维持2002年的水平。

4 矿区土地利用格局变化的驱动机制

土地是一个自然、人文综合体,土地利用/土地覆被变化

既受到自然因素的影响,又受到社会、经济、技术、政策等因素的影响,具有很强的综合性和地域性。土地利用格局变化很大程度上反映了人类活动与自然生态条件变化的综合影响。矿区土地利用格局变化得驱动因素与非塌陷区有所不同。

(1)煤炭需求量增大。随着经济的发展和能源的需求加大,煤炭开采量也急剧增加,这势必使得矿区土地利用格局发生变化。一方面煤炭开采造成大量塌陷地,使得耕地大量减少,另外,工矿用地的占用和附属建设用地增加,也改变了矿区土地利用格局。

(2)政策驱动。政府政策在我国的社会经济发展中一直起着重要的作用。政治经济政策指引着社会经济发展的方向。邹城矿区是山东重要的矿区之一,为山东工业经济的发展,提供了大量的煤炭资源。在一段时间内,煤炭开采继续增加,对土地利用将产生很大影响。

(3)人口增长的驱动。土地利用变化与人口增长之间有明显的联系,人口增长是土地利用变化的一个重要的驱动力。人们可以通过生产技术、活动方式调节、组织土地利用系统的结构,占用一定的土地用作生存生活的场所,消耗土地利用系统的产品,增加对土地系统生产的压力。

5 塌陷土地复垦利用技术与对策

(1)推广切实可行的复垦技术。地面塌陷较浅的塌陷区,采用疏排法建立排水系统,降低潜水位和疏排积水,使土地重新利用。地面塌陷较深的塌陷区,采用挖深垫浅法将塌陷深的区域再挖深,取出的土方充填塌陷浅的区域,治理成耕地和鱼塘。大面积常年积水塌陷区,可以采取网箱养鱼和发展养鸭、养鹅等直接利用。对有充填材料的塌陷区,可利用煤矸石、粉煤灰、河湖泥和城市垃圾进行充填复垦,复垦成农田或迁村用地^[15]。

(2)依靠规划技术指导复垦治理。邹城矿区煤矿塌陷地面积大、范围广,塌陷地貌复杂,必须坚持统一规划、科学治理的原则。科学规划的关键在于处理好近期与长远规划、局部治理与总体布局的关系。同时,要考虑塌陷区的自然资源条件和社会发展的需要,因地制宜地制定科学治理的方案。比如北宿镇的许多煤炭塌陷坑由于塌陷深度深,最深处达5~10 m,复垦成耕地的难度很大,这样,在制定邹城煤矿大塌陷坑的复垦规划时,不一定强行规划复垦为耕地,而应因地制宜地充分利用大水面的优势,进行生态复垦规划和景观设计,使之复垦成为可供市民休闲的场所。

(3)建立塌陷地治理有效投入机制。煤矿塌陷地综合治理耗资巨大,资金是塌陷地治理的一个关键问题。邹城矿区塌陷地治理费用每公顷平均为4万元以上,治理资金数额大,必须动员全社会力量制定多种优惠政策,多渠道吸纳塌陷治理资金。一是国家依据市场经济规律制定政策,将塌陷治理费用摊入采煤成本,使企业通过提高煤价向用户换回治理资金。二是国家土地使用权出让资金应投入一定的比例。三是调动集体和农民的积极性,将土地补偿费集中起来。同时鼓励个人投资用于本区域塌陷地治理。四是广泛吸纳社会资金,推行谁复垦、谁受益的制度。

(4)健全塌陷地综合治理组织机构。煤矿塌陷地复垦利用是一项复杂的社会系统工程,在实施中涉及到许多方面和环节,因而需要有一个权威性的组织机构来进行统筹和协调。为此,在矿区可由政府和企业共同组建采煤塌陷地复垦工程小组,具体负责塌陷地综合治理的全面工作,便于土地复垦工程的系统进行。复垦资金集中管理,专款专用,逐步

形成由政府牵头、企业配合和农民投资的良性复垦运行机制。

6 结论与讨论

本文运用多时相卫星遥感图像,结合 GIS 技术对邹城矿区土地利用变化进行了动态监测和分析,并提出了塌陷土地的复垦利用对策。研究表明(1)采煤塌陷土地的面积在不断增加,在未来一段时间还将继续增加,采煤塌陷区将成为矿区土地利用类型变化的主导类型。(2)虽然塌陷地复垦速度在加快,但土地塌陷的速度也在加快,复垦速度仍赶不上塌陷速度。(3)从技术、规划、资金和管理等方面的综合视角探索参考文献:

[1] Eric F Lambin, B L Turner, Helmut J Geist, et al. The cause of land-use and land-cover change: moving beyond the myths [J]. Global Environmental Change, 2001, 11(4): 261– 269.

[2] Turner B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change science/ research plan[R]. IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.

[3] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change(LUCC) implementation strategy[R]. IGBPReport No.48 and HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.

[4] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553– 557.

[5] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151– 160.

[6] 刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 407– 416.

[7] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响——以延安市羊圈沟流域为例[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241– 246.

[8] 何书金, 李秀彬, 朱会义, 等. 环渤海地区耕地变化及动因分析[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 345– 352.

[9] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学, 2001, 23(3): 39– 41.

[10] 张惠远, 赵昕奕, 蔡运龙. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究——以贵州省为例[J]. 地理研究, 1999, 18(2): 136– 142.

[11] 李绍生. 数理统计方法在土壤环境背景值调查与评价中的应用[J]. 地域研究与开发, 1995, 14(4): 17– 21.

[12] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999 18(1): 81– 87.

[13] 朱会义, 李秀彬, 何书金. 环渤海地区土地利用的时空特征分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 254– 259.

[14] 丁彦彦, 张明亮. 1988– 2002 年开封市景观动态变化[J]. 地理研究, 2005, 24(1): 28– 37.

[15] 张健雄, 李敏, 王宝山. 焦作矿区塌陷土地复垦与可持续利用[J]. 地域研究与开发, 2003, 12(6): 63– 65.

(上接第 282 页)

素综合作用的结果,寿光湿地生态系统比较脆弱,要求我们在湿地资源管理和开发利用的过程中,应注意湿地生态系统的脆弱性和承载力,遵循湿地的生态学规律,坚持保护性开发原则,实行湿地资源资产化管理,保护寿光湿地生态系统,

参考文献:

[1] Robert Costanza. The value of the world's Ecosystem Services and Nature Capital[J]. Nature, 1997, 387: 253– 260.

[2] Arne M, Alexander, List J, et al. A method for vaulting global ecosystem Services[J]. Ecological Economics, 1998, 27: 161– 170.

[3] Mitsch M J, Gosselink J G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting[J]. Ecological Economics, 2000, 35(200): 25– 33.

[4] 刘玉龙, 马俊杰, 金学林, 等. 生态系统服务功能价值评估方法综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(1): 89– 91.

[5] 李艳红. 寿光市湿地生态系统特征及健康评价研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2004.

[6] 刘红玉, 吕宪国, 刘振乾. 环渤海三角洲湿地资源研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(2): 101– 104.

[7] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 608– 613.

[8] 于书霞, 尚金城. 生态系统服务功能及其价值核算[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 42– 44.

[9] 张素珍, 李晓粤, 李贵宝. 湿地生态系统服务功能及价值评估[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 126– 128.

[10] 王晓鸿. 鄱阳湖湿地生态系统评估[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

究塌陷土地复垦技术与利用对策,不断加大土地复垦力度促进矿区土地资源的可持续利用。

土地是人类赖以生存的基础和最基本的自然资源,近年来人类活动的强烈影响,引起了土地利用/覆被剧烈变化,特别是采煤塌陷区土地利用变化更为剧烈,而且土地利用变化具有特殊性。耕地向塌陷地的转化占耕地流失总量的 64.18%,这与非矿区的土地利用变化有着显著的不同,说明研究区土地利用类型转化有其特殊的一面。煤炭资源的开采导致的大量耕地的塌陷荒废是当前矿区土地利用所要面临的首要问题,如何有机地协调二者之间的矛盾,促进经济的可持续发展是矿区发展的战略问题。

合理地开发这一湿地资源;不能只顾眼前的经济利益,而忽视长久持续的社会、经济、生态效益。只有这样才能有效地保护湿地生态环境,才能实现湿地资源的可持续利用,促进区域经济的可持续发展。