

# 矿区土地利用变化及其政策驱动研究

陈美娟<sup>1</sup>, 贾宁凤<sup>2</sup>, 兰轶鹏<sup>3</sup>

(1. 山西大学 环境与资源学院, 山西 太原 030006; 2. 山西大学 黄土高原研究所, 山西 太原 030006; 3. 山西会通地景科技有限公司, 山西 太原 030006)

**摘要:** [目的] 分析矿区土地利用动态变化及政策因素对其土地利用变化的驱动作用, 为区域土地资源的可持续利用提供科学依据。[方法] 以山西省宁武县薛家洼乡为研究区, 基于 1990, 2005 和 2013 年的遥感影像数据, 利用 RS 和 GIS 技术, 对薛家洼乡 1990—2005, 2005—2013 年 2 个时期的土地利用动态变化及土地利用程度进行定量分析, 并深入分析探讨政策因素对研究区土地利用变化的驱动作用。[结果] 1990—2013 年, 研究区工矿用地变化幅度比较大。研究区 2005—2013 年的综合土地利用动态度大于 1990—2005 年, 就单一土地利用动态度而言, 工矿用地在两个时期的所有土地利用类型中变化速度都是最快的, 且在前一个时期的变化速度远大于后一个时期。[结论] 1990—2013 年, 土地利用总体上处于衰退时期。矿产资源开发政策是研究区土地利用变化的主要政策驱动因素, 生态环境保护政策和耕地保护政策也深刻地影响着薛家洼乡的土地利用变化。

**关键词:** 土地利用变化; 政策驱动; 矿区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)01-0272-05

中图分类号: F301

文献参数: 陈美娟, 贾宁凤, 兰轶鹏. 矿区土地利用变化及其政策驱动研究[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 272-276. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.048

## Analysis on Land Use Change and Its Driving Forces by Policy Factors

CHEN Meijuan<sup>1</sup>, JIA Ningfeng<sup>2</sup>, LAN Yipeng<sup>3</sup>

(1. College of Environmental Science and Resources, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006, China; 2. Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006, China; 3. Shanxi Huitong Dijing Technology Co., Ltd, Taiyuan, Shanxi 030006, China)

**Abstract:** [Objective] The objective of this study is to analyze the land use change and the influences of policy factors on land use change in mining area in order to provide scientific support for the sustainable use of regional land resources. [Methods] This paper took Xuejiawa, Ningwu County as the study area, by using the RS and GIS technology, and used the remote sensing images of 1990, 2005 and 2013 as data sources to quantitatively analyze the land use dynamic changes and the land use degree of the study area in two different periods of 1990—2005 and 2005—2013, and to analyze the major policy driving forces in land use of the study area. [Results] The mining land increased greatly from 1990 to 2013. The results demonstrated that the comprehensive dynamic degree of the land use from 2005 to 2013 was higher than that from 1990 to 2005. As for the single dynamic degree of land use in the two periods, the mining land showed the highest variability among all land use types, with the variability in the previous period was far greater than the later period. [Conclusion] From 1990 to 2013, land use change was in recession generally. The mining industry policies are the driving forces of land use change in the study area, ecological environment protection policies and arable land protection policies also profoundly affect land use change in Xuejiawa Township.

**Keywords:** land use change; policy driving forces; mining area

收稿日期: 2015-08-10

修回日期: 2015-09-11

资助项目: 山西省青年科技研究基金项目“近 50 年来汾河上游输沙时空变化及成因探索”(2013021031-3); 国家自然科学基金青年科学项目“晋西北丘陵风沙区不同人工植被恢复模式生态效应研究”(41301609)

第一作者: 陈美娟(1989—), 女(汉族), 山西省大同市人, 硕士研究生, 主要研究方向为区域经济开发。E-mail: Chenmj8904@163.com。

通讯作者: 贾宁凤(1966—), 女(汉族), 山西省原平县人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事土地资源评价与管理、生态环境质量评价研究。E-mail: jianf@sxu.edu.cn。

政策是引起土地利用变化最主导、最原始的驱动力,土地利用政策在土地利用变化中起着十分重要的作用<sup>[1-3]</sup>。政策因素特别是政府政策是影响土地利用变化的主要因素之一<sup>[4-8]</sup>,生态环境保护政策对土地利用变化有着重要的影响<sup>[9-10]</sup>。耕地保护政策、退耕还林等政策对土地利用时空变化存在着一定的影响<sup>[11-13]</sup>。山西省宁武县分布有丰富的煤铝等矿产资源,其经过长期开采,造成了土地破坏、环境污染、生态破坏等一系列问题,并引起了土地利用发生显著的变化。因此,本文选择宁武县薛家洼乡为例,对研究区 1990—2013 年的土地利用变化进行研究,拟深入分析政策因素对研究区土地利用变化的驱动作用,从而为区域社会经济可持续发展与土地资源可持续利用提供科学依据。

## 1 研究区概况及数据

### 1.1 研究区概况

研究区位于山西省宁武县东北部的薛家洼乡,地理坐标为 112°23'E—112°36'E,39°0'N—39°8'N,地处山区,山地占总面积的 95%,地形总貌由西向东倾斜,由中部高峰向南北两翼下滑。薛家洼乡属温带大陆性气候,年平均气温 6℃左右,年平均降水量 550 mm,无霜期 126 d。2013 年,全乡总人口数 9 160 人,土地总面积为 15 274.86 hm<sup>2</sup>,土地利用类型以耕地、林地和未利用地为主。薛家洼乡煤铝等矿产资源丰富,有着“煤铝之乡”的美称,由于矿产资源开采历史较早,土地利用受煤炭产业的发展影响巨大,经过几十年的露天开采,地表破坏十分严重,形成大量的采矿废弃地,面积将近 2 000 hm<sup>2</sup>,造成大面积水源短缺、水土流失、植被破坏等问题,人居环境日益恶化,许多村庄已无人居住,耕地撂荒现象极其严重。经过新一轮矿产资源开发整合,现保留 5 座矿山企业,矿区总面积为 1 820 hm<sup>2</sup>,其中 40% 为露天开采。

### 1.2 数据来源与处理

本研究收集了薛家洼乡 1990,2005,2013 年的遥感影像及 1:10 000 地形图、土地利用现状图及社会经济统计资料等。采用 Envi 4.2 和 ArcGIS 9.3 软件进行影像配准、影像拼接裁剪等预处理工作,参照地形图、土地利用现状图对遥感影像进行目视解译,并且进行了实地调绘。在参照《土地利用现状分类》国家标准<sup>[14]</sup>的基础上,结合薛家洼乡的实际情况和研究需要,将土地利用类型划分为:耕地、林地、工矿用地、居民点、滩涂和未利用地 6 大类。1990,2005 和 2013 年研究区土地利用类型分布状况如附图 9 所示。

## 2 结果与分析

### 2.1 研究区土地利用变化分析

2.1.1 土地利用数量变化分析 通过对研究区 1990,2005 和 2013 年土地利用现状数据分析可以看出,矿区土地利用结构发生了显著变化如图 1 所示。1990—2013 年,工矿用地面积变化幅度最大,共增加了 1 845.39 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的比例由 1990 年的 0.37% 增长到 2013 年的 12.46%。其次是未利用地,共减少了 1 800.04 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的比例由 1990 年的 52.54% 降低到 2013 年的 40.75%。林地面积呈现先增加后减少的趋势,但是以增加为主,共增加了 883.78 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的比例由 1990 年的 12.63% 增长到 2013 年的 18.41%。耕地面积呈减少的趋势,共减少了 861.44 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的比例由 1990 年的 32.28% 降低到 2013 年的 26.64%。居民点和滩涂的面积变化不大。

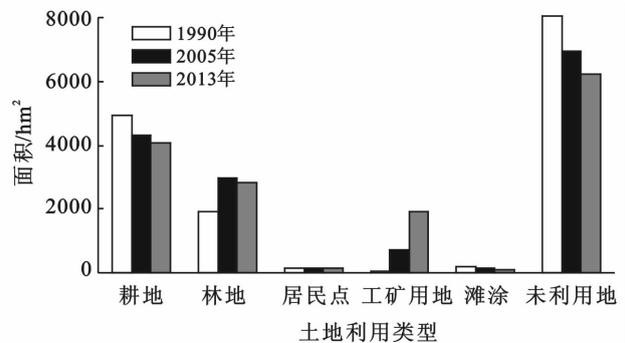


图 1 薛家洼乡土地利用变化

2.1.2 土地利用动态变化分析 土地利用动态度可以定量描述土地利用的变化速度,对于预测区域未来土地利用的变化趋势具有积极作用。按照研究对象可以分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度<sup>[15]</sup>。

单一土地利用动态度表示某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化的速度和程度,其表达式为:

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

式中:K——研究时段内某类土地利用动态度;U<sub>a</sub>、U<sub>b</sub>——研究期初和研究期末某土地利用类型的面积(hm<sup>2</sup>);T——研究时段长。当T设定为1a时,K值即为研究区某土地利用类型的年变化率。

综合土地利用动态度用于表示研究区全部土地利用类型的变化速度,表达式为:

$$K_s = \sum_{i=1}^n |u_{bi} - u_{ai}| / 2 \sum_{i=1}^n u_{ai} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中： $K_s$ ——研究区内所有土地利用类型面积变化的综合土地利用动态度； $u_{ai}, u_{bi}$ ——研究期初和研究期末某土地利用类型的面积( $\text{hm}^2$ )； $T$ ——研究时段长； $n$ ——土地利用类型数。当  $T$  设定为年时， $K_s$  值即为研究区内所有土地利用类型面积变化的年综合变化率。

利用公式(1),(2)计算出 1990—2013 年薛家洼乡的单一土地利用的动态度和综合土地利用动态度(表 1)。

1990—2005 年单一土地利用动态度最大的是工矿用地,高达 78.40%;其次是林地和滩涂,分别为

3.63%, -1.46%;耕地、未利用地和居民点的动态度都比较小,分别为 -0.83%, -0.88%, -0.38%,由于未利用地和耕地的面积的基数大,所以动态度相对小一些。2005—2013 年单一土地利用动态度最大的仍是工矿用地,为 20.05%,远小于 1990—2005 年的动态度;其次是滩涂和未利用地,动态度分别为 -1.14%, -1.32%;耕地、林地和居民点的动态度都很小。

总的来说,1990—2005,2005—2013 年的综合土地利用动态度分别为 0.75%和 0.96%,说明薛家洼乡 2005—2013 年土地利用变化速度大于 1990—2005 年的土地利用变化速度。

表 1 1990—2013 年薛家洼乡土地利用动态变化

土地利用类型	1990—2005 年		2005—2013 年		1990—2013 年	
	变化幅度/ $\text{hm}^2$	动态度/%	变化幅度/ $\text{hm}^2$	动态度/%	变化幅度/ $\text{hm}^2$	动态度/%
耕地	-613.02	-0.83	-248.42	-0.72	-861.44	-0.76
林地	1 049.44	3.63	-165.66	-0.70	883.78	1.99
居民点	-9.28	-0.38	-9.35	-0.75	-18.63	-0.49
工矿用地	673.50	78.40	1 171.89	20.05	1 845.39	140.10
滩涂	-36.99	-1.46	-12.07	-1.14	-49.06	-1.26
未利用地	-1 063.65	-0.88	-736.39	-1.32	-1 800.04	-0.98
合计	3 445.88	0.75	2 343.78	0.96	5 458.34	0.78

2.1.3 土地利用程度变化分析 土地利用程度即是指人类对土地的开发利用强度,它不仅反映土地利用中土地本身的自然属性,也反映人类因素与自然环境因素的综合效应<sup>[16]</sup>。土地利用程度可用土地利用程度综合指数来反映。根据刘纪元等<sup>[17]</sup>提出的土地利用程度的综合分析法,将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为 4 级,并分别赋予分级指数,并给出了土地利用程度综合指数及土地利用程度变化模型的定量表达式。

土地利用程度综合指数的表达式为:

$$L = 100 \times \sum_l A_l \times C_l \quad (3)$$

式中： $L$ ——某研究区域土地利用程度综合指数； $A_l$ ——第  $l$  级土地利用程度分级指数； $C_l$ ——研究区域内第  $l$  级土地利用类型面积百分比。土地利用程度综合指数的值域范围是(100,400),数值越大说明土地利用集约利用的单一化程度越高,数值越小说明区域土地集约程度越低,土地利用类型越多。

土地利用程度变化量及变化率的表达式为:

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a$$

$$= 100 \times \left[ \sum_l (A_l \cdot C_{l,b}) - \sum_l (A_l \cdot C_{l,a}) \right] \quad (4)$$

$$R = \frac{\sum_l (A_l \cdot C_{l,b}) - \sum_l (A_l \cdot C_{l,a})}{\sum_l (A_l \cdot C_{l,a})} \quad (5)$$

式中： $\Delta L_{b-a}$ ——土地利用程度变化量； $R$ ——土地利

用程度变化率； $L_b, L_a$ ——研究期末和研究期初的区域土地利用程度综合指数； $A_l$ ——第  $l$  级土地利用程度分级指数； $C_{l,a}$  和  $C_{l,b}$ ——研究期初和期末第  $l$  级土地利用程度面积百分比。如果  $\Delta L_{b-a} > 0$  或  $R > 0$ ,则该区域土地利用处于发展时期,否则处于调整期或衰退期。

本研究考虑到研究区工矿用地基本上都是采矿用地,且破坏程度严重,难以再次利用,因此,将工矿用地归为未利用土地级(表 2),更符合研究区土地利用发展的实际情况。利用公式(3),(4),(5)计算出 1990—2013 年薛家洼乡的土地利用程度综合指数、土地利用程度变化量及变化率(表 3)。

表 2 土地利用程度类型及分级赋值

土地利用级别	本研究土地利用类型	分级指数
未利用土地级	未利用地、工矿用地	1
林、草、水用地级	林地、滩涂	2
农业用地级	耕地	3
城镇聚落用地级	居民点	4

从表 3 中可以看出,农业用地级的土地利用综合指数都是呈现下降的趋势,并且土地利用程度变化量和变化率均为负值,说明其处于衰退期。林、草、水用地级的土地利用综合指数都是先上升后下降,并且土

地利用程度变化量和变化率在前一时期为正值,后一时期为负值,说明其先发展后衰退。未利用地级的综合指数呈现持续上升的趋势,说明土地集约利用单一化程度越来越低。镇聚落地级的综合指数呈现持续下降的趋势,并且土地利用程度变化量和变化率均为负值,说明其处于衰退期。从研究区土地利用程度综合指数来看,1990—2013年,薛家洼乡土地利用程度综合指数呈下降的趋势,由1990年的181.53下降

到2005年的179.94,到2013年下降到175.35,说明1990—2013年对研究区的开发利用程度逐渐降低,主要是由于采矿废弃地的增加导致的。1990—2005年和2005—2013年的土地利用程度变化量分别为-1.59和-4.59;土地利用程度变化率分别为-0.01和-0.03,1990—2005年和2005—2013年的土地利用程度变化量和变化率都小于0,说明1990—2013年薛家洼乡土地利用整体上处于衰退时期。

表 3 1990—2013 年薛家洼乡土地利用程度变化

土地利用级别	土地利用程度综合指数(L)			土地利用程度变化量( $\Delta L$ )			土地利用程度变化率(R)		
	1990年	2005年	2013年	1990—2005年	2005—2013年	1990—2013年	1990—2005年	2005—2013年	1990—2013年
未利用土地级	52.91	50.36	53.21	-2.55	2.85	0.30	-0.05	0.06	0.01
林、草、水用地级	27.46	40.72	38.38	13.26	-2.34	10.92	0.48	-0.06	0.40
农业用地级	96.84	84.78	79.92	-12.06	-4.86	-16.92	-0.12	-0.06	-0.17
城镇聚落地级	4.32	4.08	3.84	-0.24	-0.24	-0.48	-0.06	-0.06	-0.11
合计	181.53	179.94	175.35	-1.59	-4.59	-6.18	-0.01	-0.03	-0.04

## 2.2 研究区土地利用变化政策驱动分析

在研究区土地利用动态变化分析的基础上,进一步分析了1990—2005和2005—2013年两个时期的土地利用变化与政策之间的响应关系<sup>[18-19]</sup>

(1) 1990—2005年。在中国改革开放深化时期,社会经济对煤炭需求量猛增,国家放宽了对煤炭行业的管理政策,大力发展乡镇小煤矿,小煤矿的发展又开始节节攀升<sup>[20-21]</sup>,导致研究区工矿用地迅速扩张。截至2005年,工矿用地面积达到730.77 hm<sup>2</sup>,比1990年增加了673.50 hm<sup>2</sup>,且主要由未利用地和耕地转换而来。

退耕还林政策的出台与实施,对研究区林地面积的增加起到了重要的作用。同时,部分撂荒的耕地和未利用地自然生长逐渐形成灌木林地也是林地增加的一个重要原因。因此,在1990—2005年这一期间,林地共增加了1 049.44 hm<sup>2</sup>。

(2) 2005—2013年。在这一时期,山西省开展了历史上规模最大、最为彻底的煤炭资源整合工作,以各大煤炭集团为主体,对全省范围内中小煤炭生产企业进行整合。研究区进行了3次煤炭资源整合,整合后绝大部分矿山企业均已关闭,但是在土地利用现状中仍然以工矿用地的方式存在,面积并不减少。同时,部分保留矿山企业特别是露天矿生产过程中又造成新的采矿用地。因此,研究区的工矿用地面积不但没有减少,反而仍在增加,其增加的速度远没有前一时快,共增加了1 171.89 hm<sup>2</sup>,其中由耕地和林地转换成工矿用地的面积为463.13 hm<sup>2</sup>。

2010年,随着创新矿业用地管理机制相关政策的

出台,研究区大力开展矿业存量土地整合利用、露天采矿用地改革试点、城乡建设用地增减挂钩等,但是由于实施过程的时间性,现在还未见成效。根据规划,未来采矿废弃地复垦成耕地的面积为553.63 hm<sup>2</sup>。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

(1) 研究区土地利用发生了显著变化。1990—2013年,研究区土地利用发生了显著变化,主要表现为:工矿用地面积大幅度增加,其变化主要是由耕地和未利用地的减少所导致的。林地面积先增加后减少,以增加为主。1990—2013年工矿用地变化速度最快,其次是林地,居民点变化速度最慢;但总的来看2005—2013年土地利用变化速度远大于1990—2005年。1990—2013年,薛家洼乡土地利用程度逐渐降低,土地利用整体上处于衰退期。

(2) 矿产资源开发政策对土地利用变化有着显著的影响。影响薛家洼乡土地利用变化的主要因素是矿产资源政策。长期以来,煤炭等矿产资源开发一直是研究区发展的重要支撑之一,所以矿产资源开发政策直接影响研究区土地利用变化,进而导致研究区的工矿用地不断增加,并且在开采过程中使得研究区的土地和生态环境遭到破坏。虽然生态环境保护政策和耕地保护政策也会直接或间接的影响土地利用变化。但是其远没有矿产资源开发政策对研究区土地利用变化的影响大。退耕还林等生态环境保护政策的出台与实施导致研究区的耕地、林地等地类之间发生了复杂的变化。研究区的耕地持续减少,表面上

看起来耕地保护政策没有起到作用,但实际上是在降低研究区耕地减少幅度的同时相应的增加了宁武县其他乡镇的耕地面积。

### 3.2 建议

(1) 积极响应退耕还林政策。研究区耕地较多,但是多为坡耕地,产量低且水土流失严重,再加上矿产资源的无序开采对耕地和生态环境都造成了严重的破坏,出现生态移民和耕地撂荒现象。因此,在新一轮退耕还林政策的指导下,应该继续退耕还林,并按照因地制宜原则植树造林,恢复森林植被。坡度大于 $25^{\circ}$ 以上的耕地和连续几年无人耕作的撂荒地共占耕地总面积约 70%,都可以退耕还林,且以种植生态林为主,并适当栽培部分经济林。

(2) 积极推进土地制度改革。随着矿产资源开发整合的不断推进,许多矿山关闭,采矿废弃地增加,加之研究区土地复垦率低以及历史旧账等问题。因此,国家和政府应该加大投资力度,鼓励个人、集体和社会各方人士参与采矿废弃地的治理,实行谁整治,谁投资,谁得益的方式来恢复治理历史遗留下来的老问题。研究区需要积极开展工矿废弃地复垦和矿业存量土地整合利用等,坚持把复垦计划纳入生产计划实施,运用工程、生物等先进土地复垦技术,大力推进土地复垦工作,努力做到“快还旧账”,最终达到优化用地结构,盘活建设用地,节约集约用地的目的。

(3) 健全土地复垦制度。研究区未来仍然是采矿重点区,所以要严格执行《土地复垦条例》,按照“谁损毁,谁复垦”的原则,做到土地复垦与破坏数量平衡,即“不欠新账”。因此,研究区应该加强矿山生态环境管理与执法监督,一开始就从源头上断绝矿山生态环境问题的发生。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 邵景安,李阳兵,魏朝富,等. 区域土地利用变化驱动力研究进展展望[J]. 地球科学进展, 2007, 22(8): 798-809.
- [2] Peng J, Xu Y Q, Cai Y. L., et al. The role of policies in land use/cover change since the 1970s in ecologically fragile karst areas of Southwest China: A case study on the Maotiaohe watershed[J]. Environmental Science & Policy, 2011, 14(4): 408-418.
- [3] Zhang Jing, Niu Jianming, Buyantuev A, et al. A multi-level analysis of effects of land use policy on land-cover change and local land use decisions[J]. Journal of Arid Environments, 2014(108): 19-28.
- [4] 甄霖,谢高地,杨丽,等. 泾河流域土地利用变化驱动力分析及其政策影响[J]. 资源科学, 2005, 27(4): 33-37.
- [5] 刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-13.
- [6] 马晴,李丁,廖杰,等. 疏勒河中下游绿洲土地利用变化及其驱动力分析[J]. 经济地理, 2014, 34(1): 148-155.
- [7] 姚玉龙,刘普幸,陈丽丽,等. 近 30 a 来合肥市城市扩展遥感分析[J]. 经济地理, 2013, 33(9): 65-72.
- [8] 韩会然,杨成凤,宋金平. 北京市土地利用变化特征及驱动机制[J]. 经济地理, 2015, 35(5): 148-154, 197.
- [9] 陈颖彪,周倩仪,陈健飞. 近 30 a 广州市土地覆被变化时空特征分析[J]. 地理科学, 2009, 29(3): 368-374.
- [10] 刘森,胡远满,常禹,等. 生态保护政策对岷江上游地区土地利用/覆被的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(6): 1351-1358.
- [11] 马才学,孟芬,赵利利. 1990—2005 年武汉市土地利用时空变化及其政策驱动因素分析[J]. 水土保持研究, 2015, 22(2): 117-122.
- [12] Zhou Decheng, Zhao Shuqing, Zhu Chao. The Grain for Green Project induced land cover change in the Loess Plateau: A case study with Ansai County, Shanxi Province[J]. Ecological Indicators, 2012(23): 88-94.
- [13] Wang Jing, Chen Yongqi, Shao Xiaomei, et al. Land-use changes and policy dimension driving forces in China: Present, trend and future[J]. Land Use Policy, 2012, 29(4): 737-749.
- [14] 陈百明,周小萍. 《土地利用现状分类》国家标准的解读[J]. 自然资源学报, 2007, 22(6): 994-1003.
- [15] 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.
- [16] 潮洛濛,翟继武,韩倩倩. 西部快速城市化地区近 20 a 土地利用变化及驱动因素分析:以呼和浩特市为例[J]. 经济地理, 2010, 30(2): 239-243.
- [17] 樊玉山,刘纪远. 西藏自治区土地利用[M]. 北京:科学出版社, 1994.
- [18] 陈红顺,夏斌. 快速城市化地区土地利用变化及其驱动力因素分析:以广东省东莞市为例[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 54-59.
- [19] 王晓军,周洋,鄯彦斌,等. 政策与农耕:石咀头村 40 年景观变迁[J]. 应用生态学报, 2015, 26(1): 199-206.
- [20] 赵昉,段海峰. 我国乡镇煤矿的兴衰及启示[J]. 煤炭经济研究, 2007(5): 21-23.
- [21] 郭宝厚,张玉柱,郭文平,等. 宁武煤炭[M]. 北京:北京燕山出版社, 2009.