

基于信息熵的贵州省石阡县土地利用结构动态研究*

邵金强, 黄 豪

(贵州地矿测绘院, 贵州 贵阳 550018)

摘要:应用信息熵理论研究石阡县 1996 ~ 2005 年间的土地利用结构动态变化过程。结果表明,石阡县土地利用结构信息熵由 1996 年的 1.317 02 增加到 2000 年的 1.319 08,说明在此期间信息熵有所增加,但由于熵值较低且增长幅度较小,所以目前石阡县土地利用结构无序程度发展态势不太明显,仍保持在一个低水平且有序的状态,居民点、工矿用地与信息熵的关联度最大,直接影响到该地区土地利用结构有序化程度,因此今后应加强居民点、工矿用地的建设,才能发挥该地区土地利用结构的最佳效益。

关键词:石阡县;土地利用结构;信息熵

中图分类号: P 20; F 293.2

文献标识码: B

文章编号: 1007-9394(2008)01-0016-03

Research of Land Use Structure Dynamic Based on Information Entropy in Shiqian County of Guizhou Province

SHAO Jin-qiang, HUANG Hao

(Guizhou Institute Surveying and Mapping of Geology and Mineral Resources, Guiyang Guizhou 550018, China)

Abstract: The application of information entropy theory to research the dynamic change process of land use structure dynamic from 1996 to 2005 in Shiqian county, the result indicates that the information entropy of land use structure increased from 1.317 02 of 1996 to 1.319 08 of 2005; in the meantime, it illuminates the information entropy has gained some increase of Shiqian county, because of the value of information entropy being lower and increasing extent miner, so at present, Shiqian county's land use structural disorder development posture is un conspicuous, it keep a low level and ordering situation, it is most relative between that residential area, the industrial and mineral use land and that information entropy, and so that it directly influences land use structure ordering degree. So to strengthen the construct of residential area, the industrial and mineral land can bring into playing of the optimum efficiency of the area land use structure.

Key words: Shiqian County; land use structure; entropy of information

0 引言

土地利用结构是一定区域自然与人为因素共同影响下形成的自然历史综合体,也可以认为它是一个系统,因为它具有其他复杂系统的一般特性,如区域性、分异性、开放性、随机性、动态性、代谢性、非孤立性等。根据美国 Shannon 等人的信息熵理论,信息和熵有内在的联系,一般情况,信息量越大、熵就越小,系统就越有序,结构性就越强,反之,信息量越小,熵就越高,系统就越无序,结构性就越差。基于土地利用结构的特性,可以用信息熵的理论来反映土地利用结构^[4]。

信息熵可以反映一定区域各种土地利用类型的动态演变规律及其转换程度,其研究的深入对于区域土地利用结构的优化有指导意义。本文基于 Shannon 等人创立的信息熵理论来研究

贵州省石阡县土地利用结构信息熵的演变过程,以此为该县土地利用结构调整、土地利用总体规划等工作提供理论依据。

1 土地利用结构信息熵

信息熵是由 1948 年美国贝尔电讯实验所的工程师 Shannon 提出的,在 Shannon 创立的信息论中是以熵作为平均信息量的度量,通常把 Shannon 定义的熵称为信息熵。基于 Shannon 创立的信息论理论,信息是不守恒的、无序的,它可以共享、传递、储存、转换,系统要向有序方向发展必须有负熵输入。

设一个地区的土地总面积为 S , 把该区域的土地分成 n 种利用类型,各种利用类型的土地面积为 $S_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$, 则^[1]:

* 收稿日期:2007-11-05

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (1)$$

各种土地利用类型的面积占该区域土地总面积的比例 P_i 为:

$$P_i = \frac{S_i}{S} = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

很明显, $\sum_{i=1}^n P_i = 1$, Shannon 将平均信息量称为熵,信息熵的表达式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (3)$$

式中: H 为信息熵,单位为比特,其大小反映土地利用类型的多少和各种土地利用类型面积分布的均匀程度。当土地利用面积相等,即 $S_1 = S_2 = \dots = S_n = S/n$ 时,熵最大,即 $H_{\max} = \ln n$ 。由此,土地利用类型越多,各类型的百分比相差越小,熵值越大^[3]。

2 研究区域自然状况概述

石阡县位于贵州省东北部,铜仁地区西南部,地处云贵高原向湘西过渡的梯级状大斜坡地带,武陵山西南缘,以石屏高著得名。境内部分区域“石屏千障”沟谷纵横,地面破碎,地势由东南向西北倾斜。全县山地区面积占 73.3%,丘陵区面积占 23.4%,山间平坝区面积占 3.3%。在小范围内既有溶蚀的溶丘、峰林、峰丛、溶洼、溶斗、溶洞,又有侵蚀山脊的沟谷,形成复杂的地貌类型。层层叠起,峰峦叠嶂,最高峰为佛顶山主峰,海拔 1 870 m。

石阡县气候属中亚热带季风性湿润气候区,降水充沛,年均降水量 1 112.2 mm,年均气温 16.8 ℃。

3 各地类面积变化情况

3.1 耕地

石阡县土地利用类型以林地为主,耕地次之,1996~2005 年,耕地面积呈减少趋势,从 1996 年的 25.27% 下降到 2005 年的 24.08%,年均下降 0.13%。经分析,石阡县耕地面积减少的主要原因是受国家生态退耕政策影响,25° 以上的坡耕地大部分实行了生态退耕。

3.2 园地

园地面积一直处于增长状态,从 1996 年的 817.87 hm² 增长到 2005 年的 1 519.93 hm²,增加了 702.06 hm²,年均增加 78.00 hm²。园地面积增加主要来源是牧草地和未利用地,同时还有部分耕地转化为园地。

3.3 林地

石阡县属于乌江水系和沅江水系,位于长江中上游防护林区,由于受国家政策的影响,加之气候湿润、雨量充沛,极其适合植被的生长,故其森林覆盖率高,生态环境较好。林地为石阡县主要的土地覆盖类型。近几年,由于生态退耕政策的落实,林地面积在逐年增加,由 1996 年的 112 828.14 hm² 增加为 2005 年的 114 816.8 hm²,年均增加 220.96 hm²,其增加来源主要是耕地。

3.4 牧草地

牧草地面积逐年在减少,从 1996 年的 14 624.29 hm² 减少

到 2005 年的 14 419.15 hm²,年均减少 22.79 hm²。减少的原因是其转变为园地和部分被开垦为耕地。

3.5 居民点及独立工矿用地

石阡县居民点及独立工矿用地面积呈逐年增加趋势,1996 年为 7 095.94 hm²,2005 年为 7 289.97 hm²,增加了 194.03 hm²,其主要增加来源有耕地和未利用地。

目前中国耕地减少的主要原因是城市和村镇建设占用大量耕地,因此,应严格控制城市和村镇建设规模,据调查,中国城镇用地中有 25% 的空闲地^[5]。石阡县同时也存在这一状况,根据石阡县的具体情况来看,生态退耕是耕地减少的主要原因,建设用地占用在耕地减少中不占主导地位。经调查分析,石阡县城镇土地利用率低,占地面积过大,在农村居民点规模上显得尤为突出^[2]。

3.6 交通用地

交通一直是制约石阡县经济发展的主要瓶颈,近几年,石阡县的交通状况有了很大的改善,公路运输骨架已形成,全县公路里程总计 916 km,18 个乡(镇)和 300 个村已通公路。交通用地持续增加,但由于多数为在原有的基础上扩建或改建,故用地规模增加幅度不大,近几年一直维持在 0.46% 左右。其用地来源主要是耕地和未利用地及部分牧草地。

3.7 水域

石阡县水域面积持续增加,1996 年为 2 596.44 hm²,2005 年增加为 2 661.07 hm²。经调查,其增加的原因是近几年石阡县为了改善农业生产条件,加大了水利设施的建设力度,用地来源主要为园地、耕地、未利用地、林地等。

3.8 未利用地

未利用地包括有利用价值而未利用的弃荒地、未开发的土地。其中未开发的土地包括有开发价值和无开发价值的土地。据调查,石阡县未利用地类型有荒草地、裸岩石砾地和田土坎。根据 2005 年土地变更调查结果显示,荒草地、裸岩石砾地、田土坎分别占未利用地面积的 7.86%、29.93%、62.21%。

石阡县 1996~2005 年间部分年份各类用地面积统计情况,见表 1。

4 土地利用结构的信息熵反映

根据信息熵来描述和刻画土地利用结构的有序程度,熵越大,有序度越低,反之有序度越高。根据信息熵计算公式计算石阡县 1996~2005 年间土地利用结构的信息熵,如图 1 所示。从图 1 中可以看出,1996 到 2000 年信息熵值在不断提高,由 1996 年的 1.317 02 增加到 2000 年的 1.319 08。说明 1996 年土地利用结构的有序程度较高,其后的有序程度在降低,这主要是由于石阡县农业结构进行调整和建设用地在逐渐增加且增长不平衡造成的。从 2000 年到 2003 年土地利用结构信息熵值降低,其主要原因是由于受国家生态政策的影响,进行较大力度的生态退耕,使耕地面积急剧减少,同时由于其他用地类型这几年持续的增加,使土地利用结构的有序程度得到提高。从 2003 年到 2005 年土地利用结构信息熵值在不断提高,2005 年达到 1.323 98,说明石阡县随着国家生态退耕政策的落实,耕地减少的主要原因由生态退耕变为农业结构调整和建设用地占用;尤

表 1 石阡县 1996 ~ 2005 年间部分年份各类用地面积统计表
Tab. 1 Statistics of all classes of land use area from 1996 to 2005 in Shiqian County

年 份		耕地	园地	林地	牧草地	居民点及 工矿用地	交通用地	水域用地	未利用地	信息熵
1996	面积/hm ²	54 717.45	817.87	112 828.14	14 624.29	7 095.94	966.2	2 596.44	22 870.33	1.317 02
	比例/%	25.27	0.38	52.11	6.75	3.28	0.45	1.20	10.56	
1998	面积/hm ²	54 743.17	818.63	112 791.14	14 599.88	7 121.61	973.54	2 607.04	22 861.65	1.317 51
	比例/%	25.28	0.38	52.09	6.74	3.29	0.45	1.20	10.56	
1999	面积/hm ²	54 133.47	981.01	113 381.55	14 606.33	7 126.46	973.54	2 607.04	22 707.27	1.318 05
	比例/%	25.00	0.45	52.37	6.75	3.29	0.45	1.20	10.49	
2000	面积/hm ²	54 147.61	985.23	113 249.44	14 517.65	7 146.31	976.01	2 615.83	22 878.59	1.319 08
	比例/%	25.01	0.46	52.31	6.71	3.30	0.45	1.21	10.57	
2001	面积/hm ²	54 060.85	987.27	113 406.11	14 449.76	7 153.91	985.24	2 620.26	22 853.26	1.318 38
	比例/%	24.97	0.46	52.38	6.67	3.30	0.46	1.21	10.55	
2002	面积/hm ²	53 399.87	983.49	113 948.05	14 442.57	7 170.36	988.45	2 650.49	22 933.39	1.317 34
	比例/%	24.66	0.45	52.63	6.67	3.31	0.46	1.22	10.59	
2003	面积/hm ²	52 745.23	983.41	114 747.69	14 439.24	7 210.87	989.64	2 652.49	22 748.1	1.314 18
	比例/%	24.36	0.45	53.00	6.67	3.33	0.46	1.23	10.51	
2004	面积/hm ²	52 686.57	992.2	114 821.91	14 424.11	7 240.61	1 008.12	2 662.28	22 680.87	1.314 47
	比例/%	24.33	0.46	53.03	6.66	3.34	0.47	1.23	10.48	
2005	面积/hm ²	52 147.29	1 519.93	114 816.77	14 419.15	7 289.97	1 013.17	2 661.07	22 649.22	1.323 98
	比例/%	24.08	0.70	53.03	6.66	3.37	0.47	1.23	10.46	

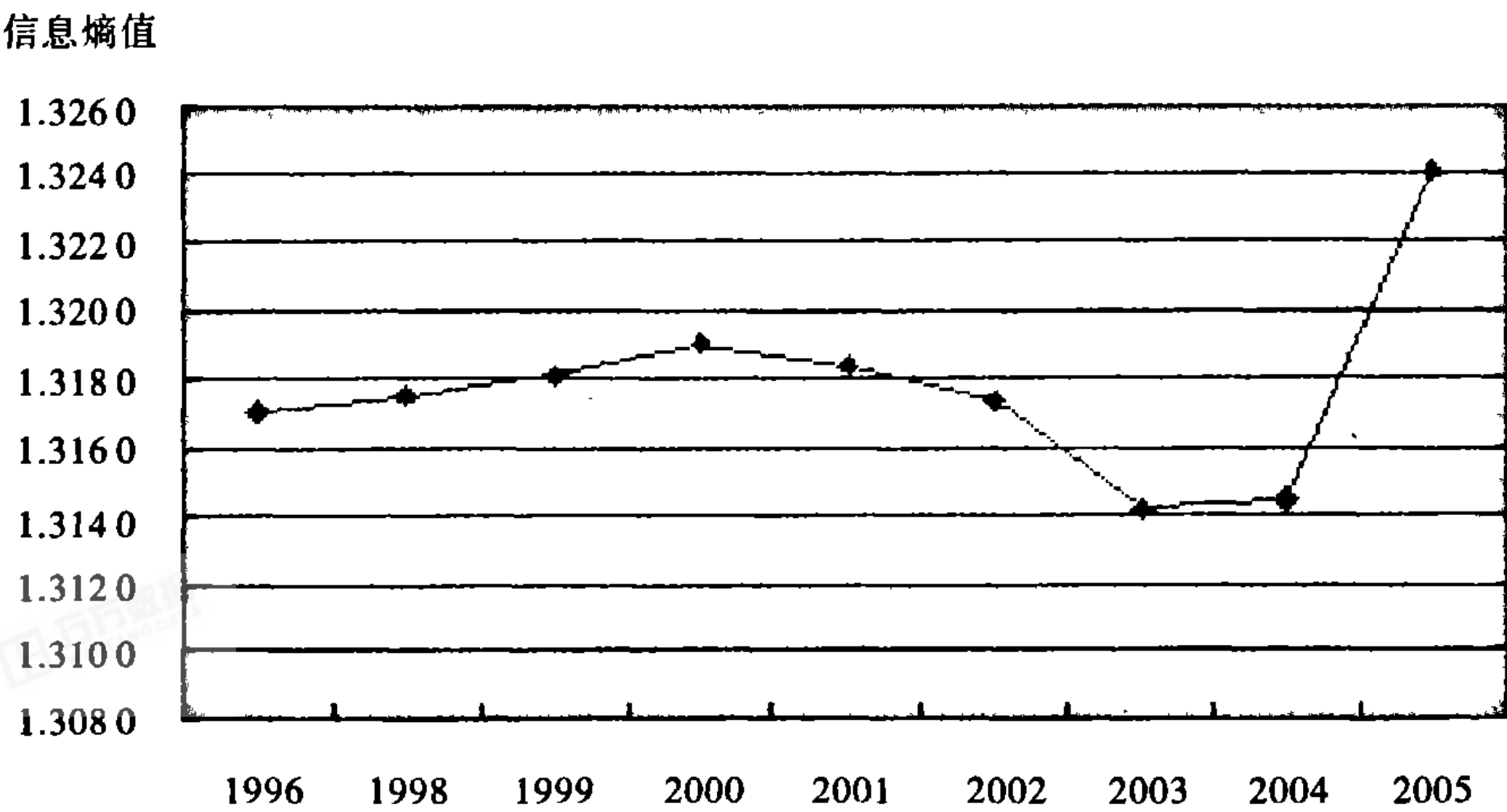


图 1 石阡县 1996 ~ 2005 年间部分年份土地利用结构信息熵变化趋势图
Fig. 1 Land use structure information entropy change tendency map from 1996 to 2005

其是从 2004 年到 2005 年,信息熵值急剧上升,追寻其原因,是由于本年度生态退耕没有实施,进行了较大力度的农业结构调整,成为本年度耕地减少的主要原因。

总体来说,石阡县土地利用结构信息熵从 1996 年的 1.317 02 增长到 2005 年的 1.323 98,说明该县土地利用结构呈无序发展的态势,经进一步分析可知,土地利用结构信息熵增加的原因主要是农业结构调整和建设占用耕地趋势的增强。1996

~2005 年,耕地所占的比重从 25.27% 下降到 24.08%,园地所占比重从 0.38% 上升到 0.70%,居民点及工矿用地所占比重从 3.28% 上升到 3.37%,原先比重占绝对优势的林地也从 52.11% 上升为 53.03%,同时未利用地得到开发,比重从 10.56% 下降到 10.46%。虽然石阡县土地利用结构信息熵有所增加,但由于增长幅度较小,土地利用结构无序程度发展态势不是很明显,建设用地和农业结构调整占用耕 (下转第 29 页)

很好的保留了原始影像的光谱信息,但是影像的纹理细节不如改进的 IHS 法融合影像。

表 2 ETM 影像融合前后多光谱波段的均值和标准方差以及清晰度和偏差指数表
Tab. 2 Multi-spectrum average value, standard square error, definition and deviation index before and after ETM image fusion

融合方法	B7				B4				B3			
	均值	标准方差	清晰度	偏差指数	均值	标准方差	清晰度	偏差指数	均值	标准方差	清晰度	偏差指数
原始 MS	144.901	43.726	5.204		149.927	29.337	4.618		153.969	49.004	4.941	
PCA 融合	143.978	44.244	18.527	0.231	149.204	29.673	18.526	0.226	152.994	49.517	19.457	0.215
Brovery 融合	136.253	47.504	18.024	0.208	144.377	30.143	18.227	0.213	134.012	50.754	19.138	0.201
改进的 IHS 融合	130.110	76.424	19.425	0.213	142.609	70.328	19.842	0.217	126.918	76.673	20.239	0.227

4 结论

从视觉效果和定量分析两个角度出发,对 3 种影像融合方法进行比较研究表明:与 Brovery 变换法、PCA 法相比,改进的 IHS 融合法在提高空间分辨率的同时能有效地突出地物的边缘信息和增加图像的信息量,更加有利于细微构造的提取和岩性的识别。

[参 考 文 献]

[1] 高山. 多源影像数据融合在区域地质调查中的应用[J]. 煤炭工程,2006,(7):72~73.

[2] 贾永红. 多源遥感影像数据融合方法及其应用的研究[D]. 武汉: 武汉大学,2001.
[3] 王建梅,李德仁. QuickBird 全色与多光谱数据融合方法用于土地覆盖分类中的比较研究[J]. 测绘通报,2005,(10):37~40.
[4] 胡子付,曾志远,等. 小波和 IHS 变换结合实现 ETM 影像波段融合[J]. 地球信息科学,2005,7(4):29~32.
[5] 孙蓉桦,郭德方. SPOT-5 全色与多光谱数据融合方法的比较研究[J]. 遥感技术与应用,2005,20(3):366~370.

作者简介:苗军(1982~),男,江苏淮安人,硕士研究生,主要研究方向:3S 综合集成应用研究。

(上接第 18 页)
地的现象不是很突出,说明石阡县经济发展速度较缓,总体经济实力较弱,还处在传统农业阶段,离现代化、工业化和产业结构升级还有较大的一段距离^[4]。

应用相关系数分析石阡县 8 种土地利用类型与信息熵之间的关联程度,结果表明耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用地与信息熵之间的相关系数(R^2)分别为:0.937 9、0.615 3、0.867、0.760 9、0.963 7、0.914 3、0.855 5、0.546 1。可以看出居民点及工矿用地与信息熵的关联程度最高,其次为耕地,未利用地与信息熵的关联程度最小。这说明居民点及工矿用地、耕地等土地利用类型面积所占的比例高低是影响石阡县土地利用结构信息熵的主要因素^[4]。

5 结论

从整体上看,石阡县耕地、牧草地、未利用地面积所占比重呈下降趋势,园地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、林地的面积所占的比重呈上升趋势。

总的来说,石阡县土地利用结构信息熵值较低,虽然近年来有所增加,但由于增加幅度较小,土地利用结构仍保持在一个低

水平且有序状态,所以石阡县应该在坚持国家生态退耕政策、保护当地生态环境的前提下,加强居民点及工矿用地、交通用地的建设,才能发挥该地区土地利用结构的最佳效益。

[参 考 文 献]

[1] 刘筱非,周宝同,杨庆媛,赵娅奇,周滔. 信息熵在区域土地利用结构研究中的应用——以重庆江北区为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2004,(6):1 062~1 065.
[2] 吴彦山,廖和平,等. 优化城乡用地结构和布局研究——以重庆市开县为例[J]. 现代农业经济,2006,(11):172~175.
[3] 李江,郭庆胜. 基于信息熵的城市用地结构动态演变分析[J]. 长江流域资源与环境,2002,11(5):393~397.
[4] 姬桂珍,吴承祯,等. 武夷山市土地利用结构信息熵动态研究[J]. 安全与环境学报,2004,(4):40~44.
[5] 李新举. 实用土地管理学[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
[6] 石阡县统计局,石阡统计年鉴[Z].

作者简介:邵金强(1969~),男,贵州遵义人,工程师,现主要从事土地利用总体规划及 3S 技术应用研究工作。