

# 三峡库区耕地动态变化驱动力研究 ——以涪陵区为例

侯松廷,陈晓燕

(西南大学资源环境学院,重庆 400716)

**摘要:**利用涪陵区 1980~2004 年长序列耕地统计数据及相应的社会资料、经济资料,宏观分析了该区耕地的变化趋势和现状。应用相关分析和因子分析,对影响涪陵区耕地数量动态变化的自然条件、人口状况、社会经济发展水平、农业科技发展水平、非农业建设占地 5 类驱动要素进行定量分析,揭示出耕地变化的驱动机制。在此基础上,运用多元回归分析构建 1980~2001 年耕地变化回归模型,估算出相同驱动要素影响下涪陵区 2002、2003、2004 年的耕地面积,与实际耕地面积相比较,分析这三年临时性、变动性大的退耕还林还草、国家减负和提高粮食价格的政策驱动要素对相应时期耕地数量变化的影响程度,从而完善驱动机制的研究。研究内容和分析结论可对三峡库区农业可持续发展提供借鉴。

**关键词:**耕地变化;驱动要素;回归估算;涪陵区

**中图分类号:**S157.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)03-0051-04

## A Study on Driving Dynamic Change Forces of Cultivated Land in the Three Gorges Reservoir Region ——The Case of Fuling District in Chongqing City

HOU Song-ting, CHEN Xiao-yan

(College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** Using the long sequence statistical data of cultivated land of Fuling district and the corresponding social resources and economic resources during the period 1980~2004, the change trend and current status of the cultivated land of Fuling district are micro-analyzed. Employing correlation analysis and factor analysis, it quantitatively analyzes five kinds of driving forces such as natural conditions, population status, the level of social and economic development, the level of agricultural science and technology development, and non-agricultural use of basic farmland. These driving forces influence the dynamic change of the cultivated land of Fuling district. And it reveals the driving mechanism of the cultivated land change. On this basis, it establishes the regression model of cultivated land change between 1980 and 2001 by using multiple regression analysis, and estimates the cultivated land area of Fuling district influenced by the same driving forces in 2002, 2003 and 2004, respectively. And then comparing the estimated area with the actual cultivated area, it analyzes the effect of such political driving forces as turning the cultivated land back into forests and grasslands, reducing the agricultural burden and raising the grain price on the quantitative change of cultivated land in these three years. Consequently this improves the study on the driving mechanism. The research contents and analysis conclusion can offer reference to the sustainable agricultural development of the Three Gorges reservoir region.

**Key words:** cultivated land change; driving forces; regression estimation; Fuling district

耕地是最基本的自然资源,是人类赖以生存的基本条件。耕地的数量和质量反映了一个国家的基本国情,大体上决定了国家的人口承载量和可持续发展能力<sup>[1]</sup>。合理利用耕地资源,调整耕地利用比例,提高耕地的质量,对于一个地区保证食物安全的需要,维持区域生态平衡,促进区域经济发展具有重要意义。区域土地利用变化是全球变化在地球上留下最直接、最重要遗迹的载体,是研究自然与人文过程的理想切入点,已成为全球变化研究的热点领域<sup>[2~4]</sup>。近几年来,国内外针对不同区域各类土地利用变化的驱动要素进行了大量的研究。涪陵区耕地的数量受到自然、社会、经

济、技术、政策等要素的综合影响,呈现出耕地日益减少的趋势。加强耕地变化研究,分析耕地减少的驱动因子,对合理利用耕地资源、控制耕地面积的进一步减少具有重要意义<sup>[5]</sup>。涪陵区作为三峡库区的重要部分、全国的榨菜生产基地,耕地的变化趋势将成为影响涪陵区农业可持续发展的关键问题。

### 1 研究区概况

涪陵区位于北纬 29°21'~30°01',东经 106°56'~107°43'之间,地处重庆市及三峡库区腹地。区内地貌类型多样,以

\* 收稿日期:2007-01-22

作者简介:侯松廷(1981-),男,在读硕士,研究方向为土壤侵蚀机理与小流域治理。

丘陵、台地为主(共占 54.4%),其次为低山(占 31.1%),中山(占 13.3%),平坝(仅占 1.2%)。地貌格局形成条、岭状背斜低山与宽缓的向斜谷地相间有序排列,而被长江、乌江河谷横断为江东、江北、江南三大片。该区域属于中亚热带湿润季风气候,常年平均气温 18.1,年均降水量为 1 072 mm,无霜期 317 d,日照 1 248 h。全区幅员面积 2 941.46 km<sup>2</sup>,2004 年辖 17 个镇、22 个乡、5 个街道办事处、1 个管委会、1 个示范区,共计 354 个村民委员会、63 个社区居民委员会。2004 年末总人口数 111.57 万人,其中农业人口 81.1 万人,非农业人口 30.47 万人。

## 2 研究方法

### 2.1 数据资料

本文主要关注涪陵区耕地数量变化的驱动力,选择研究区 1980~2004 年的统计年鉴数据为主要资料来源。考虑不同年份间资料的统一性与可靠性,选择 6 类驱动要素:自然条件、人口状况、社会经济发展水平、农业科技发展水平、非农业建设占地、国家宏观政策,共 21 个自变量。

### 2.2 数据分析

首先,宏观分析涪陵区耕地的变化趋势和现状。然后,应用相关分析和因子分析方法揭示耕地动态变化的驱动机制。最后,建立多元回归模型,估算出 2002~2004 年的耕地面积。通过比较 2002~2004 年耕地的估算面积和实际面积,进一步分析国家宏观政策这种具有临时性、变化性大特征的驱动要素对相应时期耕地面积变化的影响,完善驱动机制的研究。

## 3 涪陵区耕地动态变化的趋势和现状

根据涪陵区统计年鉴,由图 1 可知 1980 年以来该区耕地面积的变化呈现出三个不同的阶段。1980~1995 年平均每年减少耕地 235.6 hm<sup>2</sup>。1996~2001 年耕地年均递减率迅速上升,平均每年减少耕地 868.67 hm<sup>2</sup>。这一时期耕地面积快速减少的主要原因是随着改革开放的深入,西部经济建设步伐的加快,涪陵区工业和交通业迅猛发展,占用了大量耕地;同时房地产开发和城市建设也占用了大量耕地。2002~2004 年耕地面积以平均每年 752.67 hm<sup>2</sup> 的速度增加。这一阶段耕地面积快速增加的主要原因是国家减负政策的落实和粮食市场价格提高的刺激,农民的积极性被空前的调动起来,把许多荒山荒地、难利用河滩地开垦成了耕地。另外,基础建设投资和房地产开发投资增速明显回落也起到一定的作用。

2004 年涪陵区耕地面积为 67 241 hm<sup>2</sup>,在土地利用中所占比例为 22.9%;重庆市耕地面积为 140.06 ×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,在土地利用中所占比例为 17.1%。涪陵区耕地在各类土地利用类型中所占比例高于重庆市的总体水平。

## 4 涪陵区耕地变化驱动力的定量分析

### 4.1 耕地面积变化的驱动机制

影响耕地面积变化的驱动要素错综复杂,包括社会经济因素和自然因素等方面。这些要素不仅与因变量——耕地面积之间存在着相关关系,而且相互之间也存在较强相关关系的情况。如果直接用它们分析,不但模型复杂,还会因为要素间存在的多重共线性而引起极大的误差。多元统计分析中因子分析可以将错综复杂的要素综合为数量较少的几个因子。然后根据相关性的大小把自变量分组,使得同组内的自变量之间相关性较高,但不同组的自变量相关性较低,

以此再现原始变量与因子之间的相互关系<sup>[6]</sup>。最后根据每个因子的实际意义,结合专业知识分析因变量与因子之间的关系。因此,相关分析和因子分析相结合,比较适合分析耕地数量变化的驱动机制。

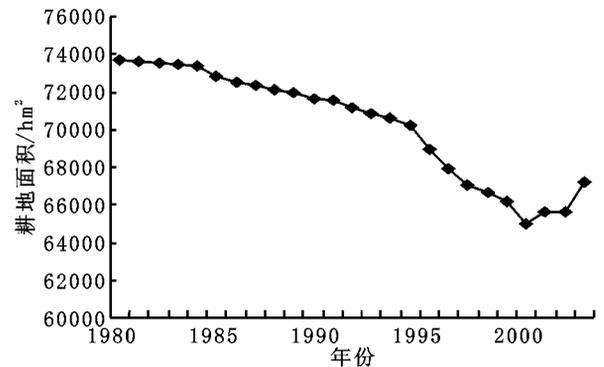


图 1 涪陵区耕地面积变化图

利用相关分析,在 5 类驱动要素(包括 19 个自变量)中剔除与耕地面积变化相关程度低的自变量。得到 8 个显著影响的自变量: X<sub>1</sub>——总人口数(万人)、X<sub>2</sub>——全社会客运量(万人)、X<sub>3</sub>——粮食单产(kg/hm<sup>2</sup>)、X<sub>4</sub>——乡镇企业总产值(万元)、X<sub>5</sub>——GDP(万元)、X<sub>6</sub>——工业总产值(万元)、X<sub>7</sub>——农民人均纯收入(元)、X<sub>8</sub>——全社会固定资产投资(万元)。选取以上变量的 1980~2004 年数据作为分析样本(表 1)。应用数据处理统计软件 SPSS 对样本进行分析。

表 1 因子分析原始数据

年份	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	Y
1980	94.95	21	4136.97	5072	21411	13472	167.8	2098	73729
1981	95.66	54	4960.55	5335	27743	19329	215.5	2234	73639
1982	96.38	93	5122.68	6120	29792	22035	240.6	3845	73566
1983	96.51	138	5252.15	7385	34844	24625	243.4	2579	73449
1984	96.48	331	5555.89	9372	38113	28315	265.3	9126	73401
1985	97.35	374	5155.47	15428	43189	37363	300.2	6175	72843
1986	98.56	231	5542.52	18898	49184	43131	303.7	11063	72486
1987	100.33	327	5550.17	26569	55524	49698	318.2	10229	72392
1988	101.50	332	5151.14	38125	73239	74981	397.5	16180	72139
1989	102.31	2608	5570.04	43254	91182	89231	455.6	21543	71978
1990	103.02	2069	5802.07	44110	116047	96116	511.2	47524	71683
1991	103.64	2505	5700.24	51877	134721	106316	534.3	50783	71538
1992	104.52	2598	4687.10	72463	150993	132150	528.1	49864	71189
1993	105.16	2651	4930.07	138192	206714	211413	593	48382	70844
1994	106.04	2400	5835.87	254824	264385	264915	817.4	66698	70645
1995	107.05	2400	6043.11	350676	358647	364491	1105.3	107747	70195
1996	107.94	2000	6425.46	238385	429878	411863	1339.2	141453	68975
1997	108.71	1647	6729.97	80602	512010	471109	1500	179889	67951
1998	109.23	1769	6619.29	103199	570284	526588	1691.8	205796	67067
1999	110.13	1893	6828.01	132929	638451	617812	1788.7	241059	66632
2000	110.75	1555	6900.47	164716	693248	689971	1822	281554	66141
2001	110.93	2451	6096.33	204537	765872	747605	1892	341250	64983
2002	111.46	2422	6555.56	237905	852618	807946	2006	415367	65649
2003	111.50	2445	6409.96	327211	978185	936493	2153	494737	65635
2004	111.57	2491	6523.25	438107	1129193	1165703	2529	465363	67241

由表 2 的变量共同度可以看出, X<sub>4</sub> 所含原始信息被提取的公因子所表示的程度在 85% 以上,其余 7 个变量共同

度都在 95% 以上,因此提取出的这三个公因子对各变量的解释能力非常强。

表 2 变量共同度

	原始信息度	公因子提取信息度
总人口数	1.000	0.968
全社会客运量	1.000	0.981
粮食单产	1.000	0.957
乡镇企业总产值	1.000	0.882
GDP	1.000	0.993
工业总产值	1.000	0.993
农民人均纯收入	1.000	0.990
全社会固定资产投资	1.000	0.962

由表 3 可知,第一、第二、第三公因子方差累计贡献率已达到 96.575%,完全符合分析要求,由此从因子载荷矩阵表 4 中各因子在各变量上的载荷系数大小分析出三个公因子所代表的实际意义。第一公因子对  $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$  有较大的影响度,载荷系数都在 0.75 以上;第二公因子对  $X_3$  有较大的影响度,载荷系数达到 0.85 以上;第三公因子对  $X_2$  有较大的影响度,载荷系数超过 0.90。结合各变量的实际意义进行分析和整理,涪陵区耕地数量变化的驱动力可以归纳为经济发展因子、农业科技进步因子、交通建设占地因子。

表 3 特征值和因子贡献率

因子	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.793	47.414	47.414
2	2.092	26.148	73.562
3	1.841	23.013	96.575
4	0.208	2.598	99.173
5	4.662E-02	0.583	99.756
6	1.640E-02	0.205	99.961
7	2.957E-03	3.696E-02	99.998
8	1.856E-04	2.319E-03	100.000

分析中应用到因子旋转,因子可以通过因子轴的旋转,使得载荷矩阵中各元素数值向 0~1 分化,同时保持同一行中各元素平方和(公因子方差)不变。通过因子旋转,各变量在因子上载荷更加明显,因此也有利于对各公因子给出更加明显合理的解释<sup>[7]</sup>。

表 4 旋转后的因子载荷矩阵

变量	第一公因子	第二公因子	第三公因子
$X_1$	0.547	0.572	0.585
$X_2$	0.252	0.219	0.932
$X_3$	0.384	0.871	0.226
$X_4$	0.770	0.125	0.523
$X_5$	0.828	0.477	0.281
$X_6$	0.841	0.455	0.283
$X_7$	0.762	0.564	0.303
$X_8$	0.847	0.436	0.232

4.1.1 经济发展因子

第一公因子在乡镇企业总产值、GDP、工业总产值、农民

人均纯收入、全社会固定资产投资上有很大载荷,体现经济发展对耕地面积变化的作用,因此定义为经济发展影响因子。1980~2004 年涪陵区 GDP 平均年递增 17.19%,全社会固定资产投资平均年递增 24.12%,经济的快速发展有力地支撑该区基本建设项目增加,城市范围日益扩展,城镇化率在 2004 年达到 47.5。在这 25 年间,城市工业、农村乡镇企业迅猛发展,总产值平均年递增率分别为 19.53% 和 19.52%。这使得城市的“经济技术开发区热”和农村的“建房热”现象凸现出来。具有资质以上建筑企业从 1995 年的 18 个增加到 2004 年的 88 个,表明非农业建设的发展步伐是何等的快。这些非农业建设需要占用大量土地甚至占用良好的。其中乡镇企业占用耕地最严重,迅猛发展的乡镇企业为涪陵区城镇经济总产值的发展做出了巨大的贡献,同时为闲置在家的农民提供了就业机会,但它们绝大部分分布在农村和城市的周边,并且大多还处于粗放式经营,对土地的集约化利用程度不高,一般占地面积大,许多布局在耕地上,极为分散。这导致大量农田被圈占,甚至有少量的耕地被闲置。农民人均纯收入的增长较快,2004 年已达到 2 529 元,接近于重庆市 2 535 元的水平,略低于全国平均水平 2 936 元。随着收入的增加,农村私人建房面积有所增加,平均每户建房面积从 2001 年的 100 m<sup>2</sup> 增加到 2004 年的 119 m<sup>2</sup>。农民的住房水平得到了提高,但是牺牲了宝贵的耕地资源。

根据因子得分函数系数矩阵(表 5),第一公因子的得分函数为:

$$F_1 = -0.216X_1 - 0.370X_2 - 0.507X_3 + 0.479X_4 + 0.324X_5 + 0.359X_6 + 0.160X_7 + 0.408X_8$$

表 5 因子得分函数的系数矩阵

变量	第一公因子	第二公因子	第三公因子
$X_1$	-0.216	0.317	0.316
$X_2$	-0.370	-0.089	0.962
$X_3$	-0.507	1.066	-0.116
$X_4$	0.479	-0.638	0.242
$X_5$	0.324	-0.036	-0.164
$X_6$	0.359	-0.086	-0.163
$X_7$	0.160	0.169	-0.127
$X_8$	0.408	-0.112	-0.223

4.1.2 农业科技进步因子

第二公因子在粮食单产上有很大载荷,体现农业科技进步对耕地面积变化的作用,因此定义为农业科技进步影响因子。从我国农业发展的历程看,科技进步是粮食单产提高的重要参数<sup>[8]</sup>。涪陵区属于中亚热带湿润季风气候,年均降水量为 1 072 mm,长江和乌江流经该区,所以农业用水不是影响该区农业发展的重要因素。真正影响涪陵区农业发展的关键因素是农业机械化水平太低。1980~2004 年农业机械化的发展有长足的进步。农业机械总动力由 1980 年的 5.46 ×10<sup>4</sup> kW,以平均每年 7.28% 的递增率增加,到 2004 年已达到 31.64 ×10<sup>4</sup> kW。同时,化肥的施用量也大幅度增长,从 1980 年的 13 221 t 增长到 2004 年的 36 100 t,增长了 2.73 倍。近十几年来作物种子的品质也有较大幅度的提高。总之,农业科技的进步推动着涪陵区农业的发展,使粮食单产大幅提高,2004 年的粮食单产为 6 523.25 kg/hm<sup>2</sup>,是 1980 年 4 136.97 kg/hm<sup>2</sup> 的 1.58 倍。粮食单产的提高使得在耕地面积逐年减少的趋势下,粮食总产,人均粮食占有量

反而有所提高。这使得农民开始尝试进行农业结构调整,逐步加大经济作物的比重,提高林牧渔业在农业中所占的比例。农业总产值在农林牧渔业总产值中所占比例由 1980 年的 75.59% 下降到 2004 年的 53.59%。新的土地利用方式和农林牧渔业多种经营更加协调的发展是农业向前发展的趋势,也是提高农民收入的保障。但农业生产结构的调整,使得一部分耕地变成林地、园地和鱼塘。

根据因子得分函数系数矩阵(表 5),第二公因子的得分函数为:

$$F_2 = 0.317 X_1 - 0.089 X_2 + 1.066 X_3 - 0.638 X_4 - 0.036 X_5 - 0.086 X_6 + 0.169 X_7 - 0.112 X_8$$

#### 4.1.3 交通建设占地因子

第三公因子在全社会客运量上有很大载荷,体现交通建设占地对耕地面积变化的作用,因此定义为交通建设占地影响因子。西部经济快速发展的推动和自身经济发展的需要,涪陵区近 10 年来加大了基础建设的力度,尤其是交通运输事业的迅猛发展。城市的高速公路和中等等级公路已织成了网状,农村的交通条件也得到了很大的改善,全区基本上实现了乡镇镇通水泥路,并正在进一步对村级公路实施全面改造。交通运输事业的发展 and 交通条件的改善对全区经济的高速发展和人们物质生活水平的提高做出了不可磨灭的贡献,但不可避免地占用了大量耕地。

根据因子得分函数系数矩阵(表 5),第三公因子的得分函数为:

$$F_3 = 0.316 X_1 + 0.962 X_2 - 0.116 X_3 + 0.242 X_4 - 0.164 X_5 - 0.163 X_6 - 0.127 X_7 - 0.223 X_8$$

由表 5 可以看出,三个因子关于总人口数的载荷系数分别是 0.547、0.572、0.585,说明总人口数对耕地面积的减少在三个方面都有一定的影响,但影响程度均较低。

#### 4.2 多元线性回归分析政策驱动要素

政策驱动要素不同于前面 5 类驱动要素,前 5 类驱动要素将长期影响耕地面积的变化。而政策驱动要素具有“短波效应”,往往是影响土地利用变化的关键事件和时间。涪陵区从 2002 年开始退耕还林还草的生态环境政策,当年退耕还林还草的面积为 5 733 hm<sup>2</sup>,2003 年为 4 000 hm<sup>2</sup>,2004 年为 670 hm<sup>2</sup>。随着退耕还林还草工程进一步深入,适宜还林还草的耕地最终将全部变成林地和草地,该政策只会影响耕地面积变化几年的时间。同时,2002 年以来,国家对农民减负政策的落实和粮食价格的提高充分调动了农民的积极性,农民把许多荒山荒地、难利用的河滩地等开垦成了耕地,使耕地面积短期内大幅度增加。但是,对于具有悠久农耕历史的涪陵区而言,能够开垦成耕地的土地是很有限的。这种行政政策刺激下的农民开垦行为只能维持很短的时间。

涪陵区从 2002 年开始耕地面积的变化就受到生态环境

#### 参考文献:

[1] 李平,李秀彬,刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究,2001,20(2):129-138.  
 [2] Riebsame W E, Parton W J. Integrated modeling of land use and cover change[J]. Bioscience,1994,44(5):350-356.  
 [3] Tyrner B L, Skole D L, Sandersons, et al. Land use and land-cover Change: Science/ Research Plan[R]. Stockholm: IGBP,1995.  
 [4] 李秀彬. 全球环境变化的核心领域:土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-557.  
 [5] 葛向东,彭补拙,刘晶,等. 长江三角洲地区耕地质量变化的初步研究[J]. 长江流域资源与环境,2002,11(1):47-51.  
 [6] 张文彤. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京:高等教育出版社,2004.218-220.  
 [7] 张文彤. SPSS 统计分析教程(高级篇)[M]. 北京:北京希望电子出版社,2002.  
 [8] 汪朝辉,王克林,熊艳,等. 湖南省耕地动态变化及驱动力研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(1):57.  
 [9] 史培军. 土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制[M]. 北京:科学出版社,2004.9-10.

政策和行政政策的交互影响,如果再把政策驱动要素和前面 5 类驱动要素混合在一起分析,将使得分析结果出现较大偏差,无法揭示出耕地动态变化的驱动机制。本文通过运用多元回归分析构建 1980~2001 年耕地变化回归模型,并估算出相同驱动要素影响下涪陵区 2002、2003、2004 年的耕地面积,再与实际耕地面积相比较,分析政策驱动要素在 2002~2004 这三年间对耕地面积的影响程度。

根据表 1 的数据,运行 SPSS 多重线形回归模型程序,得到涪陵区耕地面积变化与 8 个自变量的多元线性回归模型为:

$$Y = 93981.36 - 218.77 X_1 + 0.09379 X_2 + 0.119 X_3 + 0.00297 X_4 - 0.00138 X_5 - 0.0023 X_6 - 0.113 X_7 - 0.00898 X_8$$

根据此多元线性回归模型估算出涪陵区 2002~2004 年耕地的面积分别为 64 277 hm<sup>2</sup>、63 304 hm<sup>2</sup>、63 101 hm<sup>2</sup>。然而 2002~2004 年实际耕地的面积分别为 65 649 hm<sup>2</sup>、65 635 hm<sup>2</sup>、67 241 hm<sup>2</sup>,每年比估算面积分别高出 1 372 hm<sup>2</sup>、2 331 hm<sup>2</sup>、4 140 hm<sup>2</sup>。这说明 2002~2004 年政策驱动要素中行政政策起主导作用,对耕地面积的明显增加起着决定性的作用。但是,今后涪陵区企图通过大面积开垦、围垦等来扩大耕地面积的路是走不通的,涪陵区已没有多少可用于改变成耕地的其它利用类型的土地。所以,涪陵区耕地面积仍然将呈现出逐年递减的趋势。

### 5 结论与讨论

1980~2001 年涪陵区耕地面积呈现出逐年递减的趋势,但 2002~2004 年出现反弹,耕地面积快速增加。通过相关分析、因子分析并结合多元回归分析,定量诊断出涪陵区耕地变化的驱动因子,分别归纳为:经济发展因子、农业科技进步因子、交通建设占地因子和政策因子四大类因素。前三类因子长期影响耕地面积变化,并将继续影响未来耕地面积的变化,使耕地面积逐年递减;政策因子虽然对耕地面积的增加起决定性作用,但只有短期效应,只是一定程度上缓解社会经济发展和耕地面积减少的矛盾,不能根本扭转耕地面积减少的趋势。

涪陵区要实现农业可持续发展必须加大耕地的保护力度,严格控制非农业建设占地的规模,提高企业用地的集约度,推动农业科技的进步,进一步提高粮食的单产。

鉴于资料有限,本文具有一定的局限性。在今后的研究工作中,可以进一步收集各种土地利用类型面积的长序列资料,对涪陵区近 25 年的土地利用格局作出分析;客观区分 LUCC 中自然与人文因素作用的份额,并通过调整土地利用格局,寻求区域可持续发展的土地资源高效利用途径<sup>[9]</sup>。