

# 中南丘陵区县(市)域耕地面积 变化特征及驱动力分析<sup>\*</sup> ——以湖南醴陵市为例

张晓玲, 关欣, 文倩

(湖南农业大学 资源环境学院, 湖南 长沙 410128)

[摘要] 针对中南丘陵地区的土地利用特征, 利用统计资料对湖南醴陵市近 55 年来的耕地面积变化进行了分析; 同时运用主成分分析法对中南丘陵地区耕地利用变化的驱动因子进行了定量研究。结果表明, 经济发展和社会系统压力是耕地面积变化的主要驱动因子。最后根据耕地面积变化的驱动力, 提出了合理利用土地的相关建议。

[关键词] 耕地面积变化; 驱动因子; 主成分分析法; 湖南醴陵市

[中图分类号] F301.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)01-0138-05

## Study on changes and driving forces of the cultivated land resource in hilly areas of Central Southern China

- A case study of Liling city of Hu'nan

ZHANG Xiao-ling, GUAN Xin, WEN Qian

(School of Resources and Environment, Hu'nan Agriculture University, Changsha, Hu'nan, 410128, China)

**Abstract:** The case is chosen in Liling city which is one of the typical cities in the hilly areas of central southern china. The change of cultivated land of Liling city from 1949 to 2004 was analyzed by using statistical data. Then the driving forces of the cultivated land resource change of Liling in recent 15 years were studied by using principal component analysis. On the basis of this, the paper revealed that the economic development and social systematic pressure were dominant driving forces for changes of cultivated land. In the end, in response to different driving forces, relevant countermeasures were brought forth.

**Key words:** change of cultivated land; driving factor; method of principal component; Liling city of Hu'nan

全球环境变化研究越来越重视对土地利用/土地覆被变化(LUCC)的分析探索<sup>[1-2]</sup>, 而耕地资源的变化是区域土地利用变化的核心, 其变化和成因反映了社会经济发展的基本趋势。作为我国重要粮食保障基地的南方地区, 正经历着来自工业化和城市化的双重冲击, 人地矛盾日益加剧<sup>[3]</sup>。

本研究选择人均耕地面积少、经济发展速度快、

人地矛盾特别突出的湖南醴陵市作为研究区, 对其耕地利用变化的特征和驱动力进行分析, 以为中南丘陵区土地利用整体规划以及土地资源的调控提供参考依据。

### 1 研究区概况

醴陵市位于湖南省的东部, 罗霄山脉西部边缘,

\* [收稿日期] 2006-07-12

[基金项目] 醴陵土地利用与覆被演变机制及其调控途径研究(60163; 600354)

[作者简介] 张晓玲(1982-), 女, 江苏徐州人, 在读硕士, 主要从事土地规划及土地可持续发展研究。E-mail: lingxiaoxiao\_02@163.com

紧邻长沙、株洲、湘潭“金三角”经济区,地势由绿水谷地向南北两侧上升,平原、丘陵、山地呈阶梯式倾斜分布。该市地处丘陵红壤区,雨量大、暴雨多,土壤易受侵蚀。据土地利用现状变更调查可知,2004年末,醴陵市土地总面积为215 578.58 hm<sup>2</sup>,占全省总面积的1.02%。其中农用地185 870.5 hm<sup>2</sup>,占全市土地总面积的86.2%。2004年末全市总人口为996 819人,其中农业人口856 057人,占总人口的85.9%,醴陵市平均每平方公里462人,人均耕地0.051 hm<sup>2</sup>,是一个人口密度大、人均耕地少、耕地资源相对稀缺的市区。

## 2 醴陵市耕地面积变化时间序列态势分析

根据《醴陵统计年鉴》等统计资料分析可知,1949~2004年醴陵市耕地面积减少6 960.7 hm<sup>2</sup>,平均每年减少126.56 hm<sup>2</sup>,人均耕地由0.078 hm<sup>2</sup>减少至0.037 hm<sup>2</sup>(表1)。由表1可知,醴陵市耕地面积和人均耕地面积总体上均呈递减趋势,均经历了“快速减少—减中有增—急剧减少”3个阶段。

### 2.1 耕地面积快速减少阶段(1949~1989年)

该阶段醴陵市耕地面积减少5 754 hm<sup>2</sup>,人均耕地面积减少0.037 hm<sup>2</sup>,平均每年减少的耕地面积为143.85 hm<sup>2</sup>。此间由于自然灾害、政治等因素的

干扰,人口于60年代后迅速增长,耕地面积和人均耕地面积一直呈递减趋势。1978年十一届三中全会后,由于农村经济体制改革全面展开,受乡镇工业的发展以及城市化和工业化迅速推进的冲击,耕地面积总体上仍呈减少趋势。

### 2.2 耕地面积减中有增阶段(1989~2002年)

由表1可见,该阶段醴陵市耕地面积减少237.5 hm<sup>2</sup>,人均耕地面积减少0.003 hm<sup>2</sup>。在1989~1997年,由于各类开发区和房地产业的兴起,大量耕地被占用,耕地面积呈减少趋势,共减少了390.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少43.44 hm<sup>2</sup>;在1998~2002年,国家和地方政府相关部门开始加大对耕地的保护,使耕地面积锐减的势头得到了有效遏制,耕地面积较1997年有所增加,但由于此阶段醴陵市人口的持续增长,人均耕地面积仍呈减少趋势,共减少0.002 hm<sup>2</sup>。

### 2.3 耕地面积急剧减少阶段(2002~2004年)

如表1所示,该阶段醴陵市耕地面积呈现急剧减少的趋势,共减少了969.2 hm<sup>2</sup>,平均每年减少323.06 hm<sup>2</sup>,人均耕地面积减少了0.001 hm<sup>2</sup>,这主要是由于醴陵市经济持续快速发展,一方面烟花、陶瓷等支柱性特色制造产业的发展占用了大量耕地;另一方面随着人口数量的大量增加,使得居民点和建筑用地面积增加,大量耕地变为工业用地和居民用地。由此可见,醴陵市的人地矛盾问题日益突出。

表1 1949~2004年醴陵市耕地面积、人口数及人均耕地面积的变化情况

Table 1 Cultivated land, population and cultivated land per capita from 1949 to 2004 in Liling city

年份 Year	耕地面积/hm <sup>2</sup> Cultivated land	人口数 Population	人均耕地面积/hm <sup>2</sup> Cultivated land per capita
1949	44 052.0	567 840	0.078
1970	39 927.0	707 051	0.056
1980	39 560.0	808 061	0.049
1989	38 298.0	942 608	0.041
1990	38 270.0	957 071	0.040
1991	38 300.0	961 874	0.040
1992	38 200.0	965 480	0.040
1993	38 100.0	968 672	0.039
1994	38 010.0	970 875	0.039
1995	37 960.0	972 977	0.039
1996	37 924.1	974 879	0.040
1997	37 907.1	976 782	0.040
1998	37 943.7	978 883	0.040
1999	37 981.6	981 194	0.040
2000	37 993.2	983 324	0.040
2001	38 002.5	984 585	0.038
2002	38 060.5	995 446	0.038
2003	37 065.0	996 800	0.037
2004	37 091.3	997 300	0.037

### 3 醴陵市耕地面积变化驱动力分析

#### 3.1 数据来源与耕地面积驱动力变量的选择

本研究的数据均来自《醴陵统计年鉴》(1991~2004)、《醴陵市国民经济和社会发展统计资料》(1984~1992)和《醴陵五十年》,其中2003和2004年乡镇企业总数数据缺失,但不影响本研究的分析结果。

1991~2004年,影响醴陵市耕地面积变化的因素很多,且这些因素不仅与因变量——耕地面积之间存在相关关系,而且因素间还存在耦合关联。本研究应用主成分分析法<sup>[4]</sup>,结合醴陵市的统计资料,初

步选取耕地面积( $\text{hm}^2$ )作为耕地变化分析的主要指标;选取1991~2004年《醴陵统计年鉴》中的统计数据,从中选取 $V_{ar1} \sim V_{ar9}$  9个社会经济指标作为耕地面积变化的驱动力变量(表2),其中 $V_{ar1}$ 为国内生产总值(万元); $V_{ar2}$ 为总人口数; $V_{ar3}$ 为全社会固定资产投资总额(亿元); $V_{ar4}$ 为城市化水平; $V_{ar5}$ 为粮食产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ); $V_{ar6}$ 为粮食播种面积( $\text{hm}^2$ ); $V_{ar7}$ 为乡镇企业总数; $V_{ar8}$ 为第三产业产值(万元); $V_{ar9}$ 为人均国内生产总值(元)。表2中的城市化水平采用《醴陵市统计年鉴》(1991~2004年)中的非农业人口数占总人口数的比值计算。

表2 1991~2004年醴陵市的主要社会经济指标

Table 2 Key socio-economic indicators from 1991 to 2004 in Liling city

年份 Year	国内生产总值/万元 Total GDP $V_{ar1}$	总人口数 Total population $V_{ar2}$	全社会固定资产投资总额/亿元 Total investment $V_{ar3}$	城市化水平 Urbanization level $V_{ar4}$	粮食产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) Yield of grain products per hectare $V_{ar5}$	粮食播种面积/ $\text{hm}^2$ Total grain sown area $V_{ar6}$	乡镇企业总数 Number of township enterprises $V_{ar7}$	第三产业产值/万元 Tertiary industry $V_{ar8}$	人均国内生产总值/元 Per capita GDP $V_{ar9}$
1991	116 648	961 874	18 423	11.6	492.3	99.5	24 968	25 332	1 213
1992	141 256	965 480	25 825	12.0	464.6	100.0	28 539	29 952	1 463
1993	163 125	968 672	25 050	12.2	427.2	96.8	29 216	37 549	1 684
1994	222 519	970 875	32 802	12.5	495.1	96.0	34 553	64 639	2 292
1995	265 284	972 977	32 326	12.8	498.5	96.1	35 955	69 628	2 727
1996	347 966	974 879	36 438	13.1	505.3	96.4	44 032	74 458	3 569
1997	415 904	976 782	36 017	13.4	507.7	95.7	43 821	97 257	4 258
1998	470 017	978 883	42 208	13.6	510.7	93.8	44 522	122 969	4 802
1999	514 653	981 194	50 470	13.8	509.1	95.3	47 678	136 967	5 245
2000	555 548	983 324	65 504	14.0	496.5	93.7	47 948	153 992	5 650
2001	613 302	984 585	85 213	14.1	497.7	91.9	39 934	172 914	6 229
2002	677 933	995 446	108 849	14.1	494.9	90.9	39 179	191 113	6 810
2003	752 500	996 800	146 350	14.1	492.3	86.5		191 200	7 549
2004	927 352	997 300	96 493	14.2	481.1	94.4		213 000	9 929

#### 3.2 耕地面积变化驱动力变量的标准化处理

如果只依据相关关系的显著性来选取和剔除指标,将会损失许多指标及其信息。采用主成分分析法<sup>[4]</sup>既可综合原有指标的绝大部分信息,又能用较少的主成分来描述较多指标之间的关联性,并利于保持各个主成分间的互相独立性,所以本研究采取主成分分析法处理耕地面积变化的影响因子。本研究首先对3.1中的9个驱动力变量进行数据标准化处理,消除各个指标间量纲的影响,指标数据标准化处理采用下列公式:

$$Var_{ij} = (Var_{ij} - Var_j) / S_j,$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n_0$$

式中: $Var_{ij}$ 为驱动力变量无量纲化后的值; $Var_{ij}$ 为驱动力变量值; $Var_j$ 为驱动力变量的平均值; $S_j$ 为驱动力变量的标准差。然后应用统计软件 Statistica 6.0<sup>[5]</sup>进行分析计算,得出耕地面积变化驱动力变量的相关系数矩阵(表3)。

从表3可以看出, $Var_1$ 与 $Var_3$ , $Var_8$ 与 $Var_9$ , $Var_3$ 与 $Var_8$ , $Var_2$ 与 $Var_5$ , $Var_3$ 与 $Var_9$ , $Var_1$ 与 $Var_8$ , $Var_1$ 与 $Var_9$ 之间存在较大的正相关性,相关系数均高于0.900。这说明以上变量间存在较大关联性,同时说明本研究采取因子分析法与主成分分析法相结合很有必要。

表 3 耕地面积变化驱动力变量的相关系数矩阵

Table 3 Correlation matrix of driving forces variables of cultivated land changes

变量 Variable	Var <sub>1</sub>	Var <sub>2</sub>	Var <sub>3</sub>	Var <sub>4</sub>	Var <sub>5</sub>	Var <sub>6</sub>	Var <sub>7</sub>	Var <sub>8</sub>	Var <sub>9</sub>
Var <sub>1</sub>	1.000								
Var <sub>2</sub>	0.516	1.000							
Var <sub>3</sub>	0.919	0.473	1.000						
Var <sub>4</sub>	-0.460	-0.998	-0.420	1.000					
Var <sub>5</sub>	0.572	0.981	0.488	-0.974	1.000				
Var <sub>6</sub>	-0.938	-0.532	-0.913	0.479	-0.561	1.000			
Var <sub>7</sub>	0.789	0.832	0.599	-0.802	0.879	-0.727	1.000		
Var <sub>8</sub>	0.992	0.474	0.940	-0.416	0.526	-0.949	0.736	1.000	
Var <sub>9</sub>	0.999	0.512	0.915	-0.455	0.569	-0.937	0.790	0.992	1.000

3.3 主成分因子的提取及载荷矩阵计算

对驱动力变量进行标准化处理后, 通过正交旋转统计分析<sup>[5]</sup>可得到合成因子的贡献率。从表 4 可以看出, 前 2 个主成分因子 Factor 1 和 Factor 2 的累计贡献率已超过 95%, 即其所携带的数据信息已

基本包括了原来 9 个变量所携带的数据信息, 使数据结构大为简化。可见在耕地面积变化驱动力分析中应选用 Factor 1 和 Factor 2 这 2 个主成分因子。对表 4 提取出的 Factor 1, Factor 2 这 2 个主成分因子进行荷载图分析, 结果见图 1。

表 4 主成分因子特征值及其贡献率

Table 4 Results of eigenvalues and communalities

主成分因子 Principle component	特征值 Eigenvalue	累计特征值 Cumulative eigenvalue	因子贡献率/% Communalities	累计贡献率/% Cumulative communalities
第一主成分因子 Factor 1	6.82	6.82	75.77	75.77
第二主成分因子 Factor 2	1.83	8.65	20.31	96.08

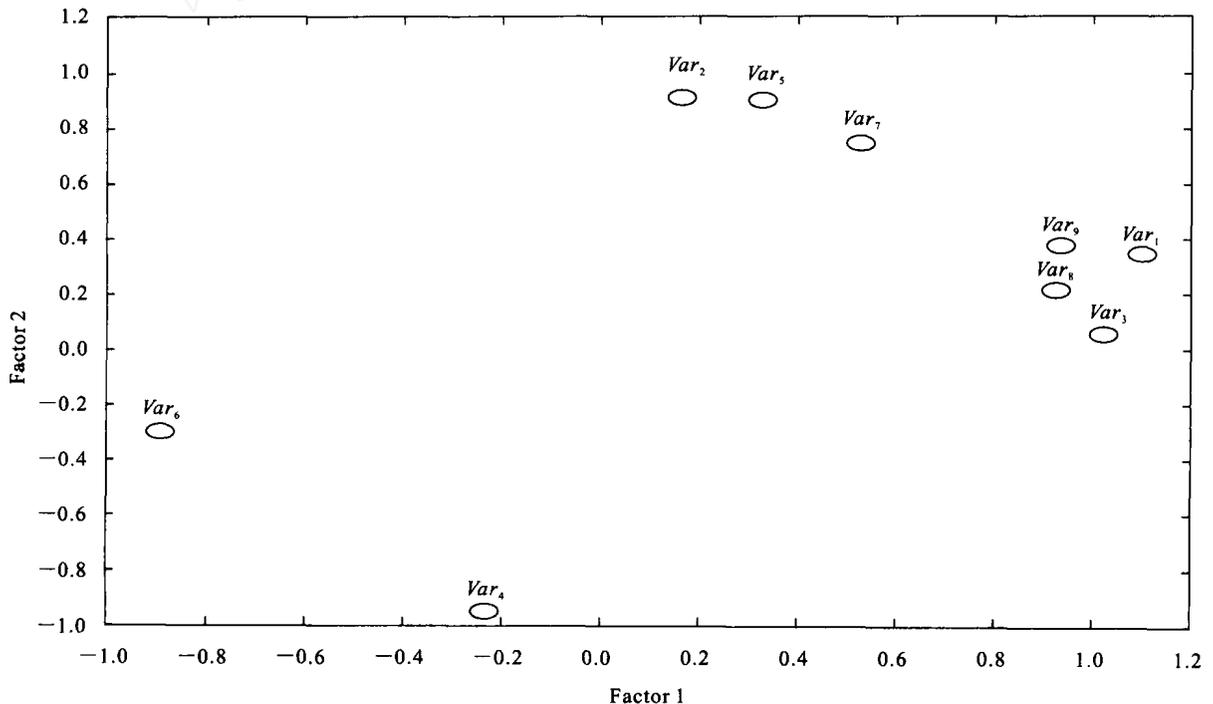


图 1 主成分因子载荷图

Fig 1 Loadings of principal components factors

从图 1 可以看出, 第一主成分因子 (Factor 1) 中, 国内生产总值 ( $V_{ar1}$ )、全社会固定资产投资总额 ( $V_{ar3}$ )、第三产业产值 ( $V_{ar5}$ ) 和人均国内生产总值 ( $V_{ar9}$ ) 具有较高的载荷, 且与第一主成分呈显著正相关关系, 因而可将其命名为经济发展主成分驱动因子; 第二主成分因子 (Factor 2) 中, 总人口数 ( $V_{ar2}$ ) 和粮食产量 ( $V_{ar6}$ ) 具有较高的载荷, 由此将其命名为社会系统压力主成分驱动因子。由此可知, 醴陵市耕地面积变化的主成分驱动因子可以归纳为经济发展和社会系统压力 2 类。

## 4 耕地面积变化主成分驱动因子分析

### 4.1 经济发展主成分驱动因子

由本研究结果可知, 醴陵市国内生产总值、全社会固定资产投资总额、第三产业产值和人均国内生产总值共同构成经济发展主成分驱动因子。其现实依据是近年来醴陵市全面实施“开放带动战略”, 全社会固定资产投资规模逐年加大, 尤其把投资重点放在水、电、路、通信等基础设施建设等方面, 经济的快速增长与城镇化进程的双重冲击进一步导致耕地资源的流失。市场经济背景下, 由于比较利益的内在驱动, 醴陵市现有固定资产投资的大量资源将逐渐按照市场机制, 优化配置到陶瓷、烟花等特色支柱工业领域, 在用地结构中表现为工业园区占地面积扩大, 使得大量耕地资源转向工业用地。经济的发展必然导致城市规模外围的不断扩大, 进而侵占有限的耕地资源。社会经济的发展是土地利用及结构演变的最根本动力<sup>[6]</sup>。

### 4.2 社会系统压力主成分驱动因子

由本研究结果可知, 总人口数和粮食产量在社会系统压力主成分驱动因子中起主导作用。一方面, 人口增长必然引起居住和基础设施等用地需求的增长, 从而导致非农建设用地的增加和耕地的减少。“七五”期间醴陵市出现人口发展的高峰, 该期间人口数量年平均递增 2.25%, 共增长 100 761 人, 每年增加 20 152 人, 其中 1988 年增加 32 412 人, 增长率高于 3.65%, 是全市历史上人口增加最多的一年, 该年中人均居住面积增长了 8% 左右。人均耕地面积由 1949 年的 0.078  $\text{hm}^2$  减少到 2004 年的 0.037  $\text{hm}^2$ , 预计到 2010 年, 城区人口将由目前的 17 万人发展到 30 万人, 城市建成区面积将由目前的 1 800  $\text{hm}^2$  拓展到 3 000  $\text{hm}^2$ 。另一方面, 改革开放以来, 醴陵市粮食生产发展迅速, 成为全省重要的产粮大市, 1990 年成为长江流域双季稻亩产吨粮第一市<sup>[7]</sup>。近

年来, 醴陵开始加大对农业的科技投入, 比如对适用于丘陵区的农田水利工程设施的改善和农业机械量的增加等, 粮食产量仍在提高, 到 2004 年底粮食产量为 481.09  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 在经济利益的驱使下, 粮食产量的提高使人们开始把有限的耕地转用他途, 例如发展养殖业或流转为工矿企业建设用地。

此外, 引起耕地面积变化的驱动因子除上述主要原因外, 国家的耕地保护政策也是一个不可忽视的原因。1987~1990 年, 国家开始大力支持工业建设的开展, 城市的扩张占用了大量耕地, 促成了自 1978 年改革开放以来第二次耕地流失高峰的出现。上世纪 90 年代中期, 国际社会也开始对中国耕地保护问题给予强烈关注<sup>[8]</sup>。1997 年以后中央政府对耕地的保护采取了更加严厉的政策和措施, 强有力地收缩了土地供给的源头。因此, 1997 年以后的 5 年耕地面积的减少量大幅下降, 不到前 5 年的一半, 这集中体现了政府耕地保护措施的积极作用。

## 5 讨论

通过对统计资料的分析, 应用时间序列、因子分析法和主成分分析法对醴陵市耕地面积变化及其驱动力进行了研究。结果表明, 醴陵市耕地面积变化主要受经济发展和社会系统两大驱动因子的影响。因此, 在相当一段时间里, 醴陵市耕地资源的保护应在保证基本农田不被侵占及生态用地有所保障的前提下, 适当开发建设用地, 在质量上注重内涵挖潜, 提高居住用地效率和工业园区的集约化程度, 同时应采取行政、经济和法律手段控制人口和建设用地区域对耕地数量的盲目占用。此外, 也要采取合理的措施提高农民的种粮积极性, 运用科技手段提高粮食的复种指数, 以增加粮食产量, 进而保障耕地面积不减少和耕地质量不下降。

醴陵市作为中部经济和城市化快速发展地区, 耕地面积减少速度快, 土地垦殖率高, 且后备资源贫乏, 加上其特殊的丘陵地形导致耕地资源相对稀缺, 实现区域耕地面积的动态平衡任重而道远, 对其进行的耕地利用时序变化规律和驱动力研究方法, 可以推广到中南丘陵及其他快速城市化的地区, 有助于该地区土地的合理规划和利用。

致谢: 论文完成过程中得到浙江大学东南土地管理学院吴宇哲老师的悉心指导, 在此表示衷心感谢。

(下转第 147 页)

综上所述可知, 管材对附生物膜中微生物分布具有显著影响。

#### [参考文献]

- [1] Prescott L M, Harley J P, Klein D A. 微生物学[M]. 沈萍, 彭珍荣, 译 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 628
- [2] 梁成浩. 金属腐蚀学导论[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999: 144
- [3] Percival S L. Review of potable water biofilms in engineered systems[J]. British Corrosion Journal, 1998, 33(2): 130-137.
- [4] Percival S L, Knapp J S, Edyvean R, et al. Biofilm development on stainless steel in mains water[J]. Water research, 1998, 32(1): 243-253
- [5] Gagnon G A, Slawson R M. An efficient biofilm removal method for bacterial cells exposed to drinking water[J]. Journal of Microbiological Methods, 1999, 34: 203-214
- [6] Reasoner D J, Geldreich E E. A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1985, 49(1): 1-7.
- [7] 钱存柔, 黄仪秀. 微生物学实验教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999: 68-72
- [8] Araya R, Tani K, Takagi T, et al. Bacterial activity and community composition in stream water and biofilm from an urban river determined by fluorescent in situ hybridization and DGGE analysis[J]. FEMS Microbiology Ecology, 2003, 43: 111-119.
- [9] Iwamoto T, Tani K, Nakamura K, et al. Monitoring impact of in situ biostimulation treatment on groundwater bacterial community by DGGE[J]. FEMS Microbiology Ecology, 2000, 32: 129-141.
- [10] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 150-200
- [11] Madigan M T, Martinko J M, Parker J. Brock Biology of Microorganisms[M]. 9th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000: 997-1005

(上接第 142 页)

#### [参考文献]

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究核心——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.
- [2] Turner B L II, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and Land-cover Change Science/Research Plan[R]. Stockholm: IGBP, 1995: 24-31.
- [3] 倪绍祥, 刘彦随, 张贵祥, 等. 中国东南沿海地区耕地资源保护与可持续利用[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(3): 276-281.
- [4] 吴次芳, 潘文灿. 国土规划的理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [5] 易丹辉. Statistica 6.0 应用指南[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002
- [6] Fishcher G, Emoliev Y, Keyze M A, et al. Simulation the socio-economic and biogeophysical driving forces of land-use and land-cover change[R]. Luxembourg: IASA, 1996
- [7] 国家形式网. 中华人民共和国概况: 湖南省[EB/OL]. [2006-07-01] <http://www.xingshi.org/info/864-1.htm>.
- [8] 吴宇哲, 鲍海君, 吴次芳, 等. PRED 框架下的土地利用[J]. 农业经济问题, 2004(2): 13-17.