

张一洲, 张 勇, 孙政国. 土地利用变化对张家港市林草生态系统的影响及其驱动力分析[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(10): 309–312.

# 土地利用变化对张家港市林草生态系统的影响及其驱动力分析

张一洲<sup>1</sup>, 张 勇<sup>2</sup>, 孙政国<sup>3,4</sup>

(1. 江苏省淮安市行政学院, 江苏淮安 223003; 2. 江苏省南京市农业委员会, 江苏南京 210008;

3. 南京农业大学动物科技学院, 江苏南京 210095; 4. 南京大学生命科学学院, 江苏南京 210093)

**摘要:**林草生态系统由林地、草地及林草交融地带组成, 在南方地区具有典型的代表性。选取江苏省张家港市为研究区域, 以 1990、1995、2000、2005、2010 年 5 期的 TM 数据为研究资料, 通过目视解译及 ArcGIS、Erdas Imagine 等软件的辅助, 外加实地调查, 对影像数据进行分类, 采取叠加分析、统计分析、对比分析等方法对张家港近 20 年的土地利用变化情况进行比较分析。研究发现, 在 1990—2010 年 20 年间, 农用耕地显著减少, 从 1990 年的 44 500 hm<sup>2</sup> 下降到 2010 年的 35 500 hm<sup>2</sup>, 减少了 20.2%; 城镇用地从 1990 年的 30 000 hm<sup>2</sup> 增加到 2010 年的 34 000 hm<sup>2</sup>, 增加了 13.3%; 林草地由 1990 年 5 000 hm<sup>2</sup> 下降到 2010 年的 4 000 hm<sup>2</sup>, 减少了 20.0%, 道路交通用地也逐期增加。表明张家港的城市化进程在加快, 正由一个农业为主的城市转变为一个新兴工业城市, 这是人口因子、政策因子、经济增长因子、农业结构调整因子、交通因子等多种因素综合作用的结果。

**关键词:**土地利用分类; 张家港; 林草生态系统; 驱动因子分析

**中图分类号:** S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)10-0309-04

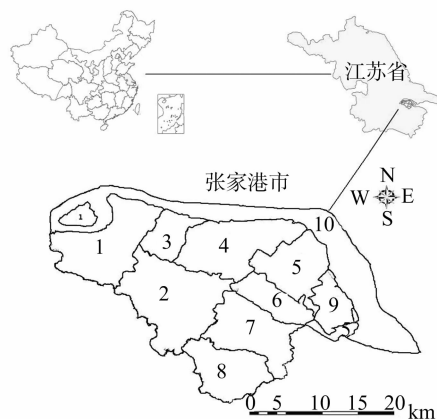
全球气候变暖及其影响是当前人类面临的最大的环境问题之一, 碳循环格局的改变及其原因是这个问题的关键<sup>[1]</sup>。人类活动引起陆地生态系统碳库和化石燃料碳库改变, 最终导致碳循环格局改变, 与当今全球气候变化有着直接的关系。而土地利用与覆被变化是影响地球环境系统最主要的人类活动, 这些活动对生态系统碳库的影响是导致气候变化最主要的原因之一<sup>[2]</sup>。

林草生态系统在研究区域江苏省张家港市具有一定的代表性, 由林地、草地以及林草交融地带组成, 这一生态系统类型是 CO<sub>2</sub> 源/汇关系研究的重要对象。林草复合生态系统通过植物的光合作用在白天吸收大气中的 CO<sub>2</sub>, 把 CO<sub>2</sub> 固定并转化为碳水化合物, 这一部分作为碳汇而体现。任何生物都有呼吸作用, 林草生态系统也是如此, 通过呼吸作用释放 CO<sub>2</sub>, 这一部分体现的是 CO<sub>2</sub> 的源的关系。因此, 林草生态系统的变化对全球碳循环具有十分重要的意义。本研究选取江苏省张家港市为研究区域, 通过分析土地利用与土地覆盖变化对林草生态系统的影响, 研究林草生态系统近 20 年的变化及驱动因素, 为碳循环研究和新一轮的国际气候谈判增加一定的内容。

## 1 研究区域概况

江苏省张家港市是沿海开放地区和长三角经济带交汇区

新兴的港口工业城市, 是长江岸边的一颗明珠。它位于长江下游南岸、江苏省东南部, 北滨长江, 与南通、如皋、靖江隔江相望; 南近太湖, 与无锡、苏州为邻; 东连常熟、太仓, 距上海 98 km; 西接江阴、常州, 距南京 200 km; 120°21′~120°52′E, 31°43′~32°02′N, 陆地东西最大直线距离 44.58 km, 南北最大直线距离 33.71 km, 陆地总周长 183.5 km, 长江岸线 93.42 km, 北宽南窄, 呈三角形; 全市总面积为 998.48 km<sup>2</sup>, 其中陆地面积 785.55 km<sup>2</sup>, 境内有沿岸线 71.78 km, 其中不冻不淤的深水岸线有 33.7 km; 大小河道 8 073 条, 总长 4 074.3 km, 纵横贯通, 交织成网; 下辖 8 个镇——杨舍镇、塘桥镇、金港镇、锦丰镇、乐余镇、凤凰镇、南丰镇、大新镇以及常阴沙农场(图 1)<sup>[3]</sup>。



1—金港镇; 2—杨舍镇; 3—大兴镇; 4—锦丰镇; 5—乐余镇; 6—南丰镇; 7—凤凰镇; 8—塘桥镇; 9—常阴沙农场; 10—长江

图1 江苏省张家港市地理位置及各镇分布

收稿日期: 2013-03-25

基金项目: 国家“863”计划(编号: 2007AA10Z231)。

作者简介: 张一洲(1981—), 男, 江苏淮安人, 讲师, 主要从事农业信息管理与信息系统、智能化信息处理技术研究。

通信作者: 孙政国, 从事草地生态学等方面的研究。E-mail: sunzg@njau.edu.cn。

### 1.1 自然条件

江苏省张家港市地势平坦,土地肥沃,河流纵横,四季分明,光照和热量资源丰富。市域内的地质活动与江南古陆的莫干山地和太湖流域密切相连,长久以来,莫干山地区以上升为主,太湖流域以下降为主,形成了今天比较稳定的地质层。文献表明,张家港地区可耕层为 2~3 m,耕层以下是沙质黏土、黏土层,隔水性能较好,适宜各种农作物和植物的生长。市域内的地貌呈南高北低态势,南部地势高亢,北部是由长江中沙洲和江滩积涨而成,地势低平。张家港市地处北亚热带南部湿润性气候区,是比较典型的海洋性气候,年平均温度 15.1℃,平均降水量 1 034.3 mm,平均日照时数为 2 088 h。小麦、水稻是主要的粮食作物,属于全省高产地区之一<sup>[4]</sup>。

### 1.2 社会经济条件

2006 年,张家港市率先建成首批“国家生态市”,高标准通过“国家节水型城市”考核,荣获“中国人居环境奖”和“中国城市管理进步奖”,2008 年获得联合国人居奖。在国家统计局最新公布的全国百强县(市)社会经济综合发展指数排名中,张家港市名列第 3 位,先后荣获了“国家第一批卫生城市”“环境保护模范城市”“全国生态市”“双拥模范城市”“中国优秀旅游城市”“国际花园城市”“全国文明城市”等 90 多项国家级、100 多项省级荣誉称号,投资环境十分优越。依托优越的沿江岸线,建有国际贸易商港张家港港、江苏省张家港保税区和占地 1.53 km<sup>2</sup> 的张家港保税物流园区。天然良港张家港港,不冻不淤,万吨级泊位 34 个,年吞吐量超过 4 000 万 t,已开通 19 条国际航线,每月 40 多个国际航班,与世界 150 个港口有货运往来。张家港保税区是全国 15 个保税区中唯一的内河港型保税区,规划面积 4.1 km<sup>2</sup>,主要功能为国际贸易、出口加工和保税仓储。张家港保税物流园区综合了保税区的政策优势和港口的区位优势,具备国际中转、国际分拨配送、国际采购、国际转口贸易四大功能,是中国境内开放度最大、政策最优惠的特殊经济区域。张家港的经济国际化进程日益加快,出口产品包括纺织、针织、丝绸、服装、轻工、化医、机械、电子等 15 大类 500 多个品种,贸易业务拓展到近百个国家和地区。2006 年,张家港市实现地区生产总值 841.62 亿元,比 2005 年增长 18.5%,其中第一产业增加了 12.84 亿元,第二产业增加了 542.54 亿元,第三产业增加了 286.60 亿元,比例为 1.48:64.47:34.05。按户籍人口计算,全市人均生产总值 9.57 万元,折合 1.22 万美元。全年财政总收入 136.89 亿元,其中地方一般预算收入 61.09 亿元,比 2005 年增长 26.3%,在全省继续名列第 2。截至 2008 年,张家港市总户籍人口 89.84 万,外来暂住人口 46 万,实现地区生产总值 1 250 亿元,完成工业销售收入 3 705 亿元,财政总收入 253.8 亿元,城镇居民人均可支配收入为 24 250 元、农民人均纯收入达到 11 600 元。改革开放以来,张家港市凭借其地理优势,逐渐由第一产业为主导产业的经济模式发展成为以第二、第三产业为主的经济增长模式<sup>[5]</sup>。

## 2 数据资料与研究方法

### 2.1 数据资料

在本研究中,选取了张家港市 1990、1995、2000、2005、2010 年 5 期航空遥感的 TM 数据,时间范围是 7—8 月。这些

卫星资料数据由对地卫星观测中心提供,空间分辨率小于 30 m,时间分辨率小于 20 d, TM 图像一景的总数据量为 230 兆字节,有 7 个较窄的、更适宜的光谱段,其中蓝光波段 0.45~0.52 μm、绿光波段 0.52~0.60 μm、红光波段 0.63~0.69 μm、近红外波段 0.76~0.90 μm、中红外波段 1.55~1.75 μm、热红外波段 10.4~12.5 μm、中红外波段 2.08~2.35 μm。影像空间分辨率除热红外波段为 120 m 外,其余均为 30 m,像幅 185 km×185 km,每波段像元数达 61 662 个。由于 TM 信息的光谱分辨率较高,波带变窄,针对性较强,因而可以根据不同应用目的,进行多种组合处理和专题提取,大大提高了它在生物学、地质学等方面的应用。TM 信息的平面位置几何精度高,更利于图像配准与制图,经精纠正处理后的位置精度为 0.4~0.5 个像元,我国地面站也可达到 0.8 个像元(平原地区),因而可以用于编制 1:100 000,甚至 1:50 000 的专题图。该数据资料已经经过验证,产品精度已经达到要求。

### 2.2 研究方法

在对以上 5 期遥感图像目视解译的基础上,在遥感图像处理系统 Erdas Imagine 和地理信息系统 ArcGIS 的支持下,结合实地样点调查、GPS 测量及该地区已经完成的土地利用图,对张家港市 1990—2010 年的遥感影像进行分类,提取张家港市在此期间的土地利用类型,然后采用叠加分析、统计分析、对比分析等方法分析其动态变化特征。

## 3 结果与分析

### 3.1 张家港市土地利用现状分析

参考张家港市土地利用现状图,通过最大似然法监督分类和人工目视解译相结合的方法,得到 1990、1995、2000、2005、2010 年 5 期张家港市的土地利用类型图(图 2),从而可以计算出 5 期遥感影像的不同土地利用类型的面积(图 3)。在 1990—2010 年 20 年间,农用耕地显著减少,从 1990 年的 44 500 hm<sup>2</sup> 下降到 2010 年的 35 500 hm<sup>2</sup>,减少了 20.2%;城镇用地从 1990 年的 30 000 hm<sup>2</sup> 增加到 2010 年的 34 000 hm<sup>2</sup>,增加了 13.3%;林草地从 1990 年的 5 000 hm<sup>2</sup> 下降到 2010 年的 4 000 hm<sup>2</sup>,减少了 20.0%;道路交通用地也逐期增加。由此可见,城市化进程的加快经常性侵占了大量的耕地和林草地,使道路用地和城镇建设用地迅速扩张。

### 3.2 近 20 年来张家港市土地利用动态变化分析

从表 1 可以看出,张家港市的农田面积 1990—2010 年 20 年间一直处于减少的状态,其中 1990—1995 年的年均变化率为 -0.89%,1995—2000 年的年均变化率为 -1.18%,2000—2005 年的年均变化率为 -0.49%,2005—2010 年的年均变化率为 -1.81%。特别是近 5 年张家港农田面积减少的幅度尤为剧烈。林草生态系统虽然面积不是很大,仅占土地总面积的 4%~5%,但作为一种重要的复合生态类型,对完整的生态功能体现起到了重要的作用。

1990—1995 年林草地的年均变化率为 -1.98%,1995—2000 年的年均变化率为 -1.38%,2000—2005 年的年均变化率为 -1.87%,2005—2010 年的年均变化率为 1.14%。1990—2005 年林草地面积呈减少的趋势,但 2005—2010 年林草地面积有一定程度的增加,这与近年来张家港市重视生

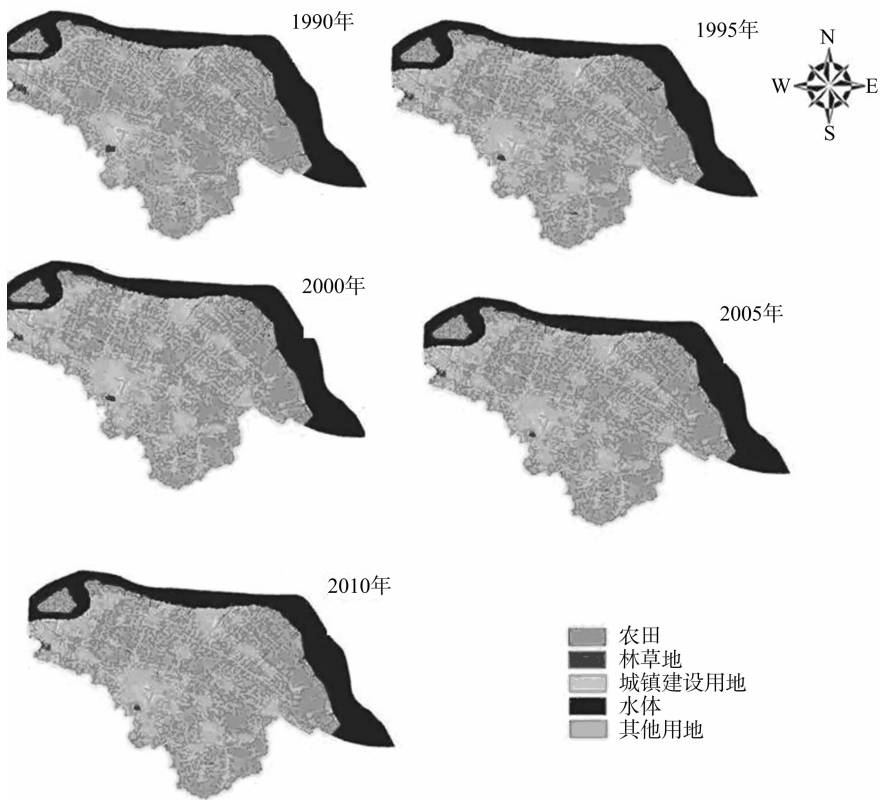


图2 张家港市1990、1995、2000、2005、2010年5期土地利用分类

表 1 张家港市 1990—2010 年土地利用类型变化

土地利用类型	1990—1995 年		1995—2000 年		2000—2005 年		2005—2010 年	
	面积 (hm <sup>2</sup> )	年均变化率 (%)	面积 (hm <sup>2</sup> )	年均变化率 (%)	面积 (hm <sup>2</sup> )	年均变化率 (%)	面积 (hm <sup>2</sup> )	年均变化率 (%)
农田	-1 990.17	-0.89	-2 497.97	-1.18	-981.84	-0.49	-3 523.89	-1.81
林草地	-496.93	-1.98	-311.35	-1.38	-392.89	-1.87	216.86	1.14
城镇用地	1 001.21	0.67	2 018.82	1.30	476.29	0.29	513.62	0.31
道路交通用地	490.83	3.26	301.13	1.72	391.05	2.05	786.71	3.16
其他用地	995.06	1.99	489.37	0.89	507.39	0.88	2 006.70	3.34

态城市的建设有关,园林景观及生态公园的建设、凤凰山与香山景区的保护与规模扩大、农村地区实行植树造林、农田隙闲地草地开垦得到控制都使近年林草生态系统的面积呈微增的趋势。城镇用地与道路交通用地近 20 年一直是呈增加态势,这是城市化进程的必然结果,也是农田的主要转移方向。

参考表 1 所得到的各种土地利用类型在 1990—2010 年的面积及变化情况,再进行土地利用变化强度的时间序列变化分析,它指的是在一定区域内单位面积上某种土地利用类型  $t_0 \sim t_1$  时期发生的改变,计算公式为:

$$V_i = [(A_i t_1 - A_i t_0) / S] \times (1 / T) \times 100\%$$

式中:  $V_i$  为区域内  $i$  类土地的利用变化强度;  $A_i t_0$ 、 $A_i t_1$  分别为  $t_0$ 、 $t_1$  时的  $i$  类土地面积;  $S$  为该区域总面积;  $T$  为  $t_0 \sim t_1$  之间的间隔时间。

从表 2 可以看出,在不同时间段,农田的变化强度均高于其他几种土地类型的土地利用变化强度,其中 2005—2010 年的农田利用变化强度明显高于其他几期的利用变化强度。林草地的利用变化强度 1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年都是负值,而 2005—2010 年的为正值,表示林草地利

用朝积极保护利用的方向发展,面积较以前有一定程度增加。城镇用地中,1995—2000 年的土地利用变化强度高于其他几期的土地利用变化强度,这与 1995—2000 年张家港市开始进入一个经济高速发展时期有关,而 2000 年后,经济平稳发展,城镇化进程稳中有进。道路建设方面,2005—2010 年的土地利用变化强度最大,达到 0.17%,这与张家港市外来人口增加及汽车工业的兴起有关。

表 2 张家港市不同时期土地利用变化强度

年度	土地利用变化强度 (%)				
	农田	林草地	城镇用地	道路交通用地	其他用地
1990—1995	-0.430 0	-0.107 4	0.216 3	0.106 1	0.215 0
1995—2000	-0.539 8	-0.067 3	0.436 2	0.065 1	0.105 7
2000—2005	-0.212 2	-0.084 9	0.102 9	0.084 5	0.109 6
2005—2010	-0.761 5	0.046 9	0.111 0	0.170 0	0.433 6

3.3 驱动因子分析

研究结果表明,张家港市土地利用变化是多种因素综合作用的结果。不同乡镇土地利用变化的驱动因素会有所差

异,在区域社会经济发展的不同时期,各驱动因素的重要程度也是动态变化的。

人口是人类社会经济活动中最主要的因素,也是最具有活力的土地利用与土地覆被变化的驱动力之一<sup>[6]</sup>。张家港市作为一个港口城市,改革开放以来经济发展的同时也流入了大量的外来人口。人口的增加对张家港市土地资源的承载力提出了更高的要求,加剧了耕地和林草地向其他类型土地的转变。

经济的增长为土地利用/覆盖变化提供了物质基础。20 世纪 90 年代以来,大量的农田和林草地被占用投入到城镇建筑用地,以满足人们的住房需求;随着收入的增加和生活环境的改善,人们开始追求精神上的享受,相应的市政设施建设投入加大,市政建设用地增加;各大著名厂商扩建、搬迁使耕地转向工业建设用地。

农业结构的调整是影响耕地面积变化的又一重要因素<sup>[7-10]</sup>。与工业和其他产业相比,农业的产出效益较低,这导致农民种田积极性普遍不高。而国家又提倡进行农村产业结构调整,农民纷纷将耕地改成鱼塘,或者种草皮、花卉,传统的农业生产模式发生了质的变化。耕地改成鱼塘增加了农民收入,满足了人们对水产品的需求,改善了农产品结构。然而,调查发现,由耕地改建的鱼塘绝大多数位于交通干线两旁的肥沃农田,同时大面积耕地改建鱼塘已经带来了水资源污染加剧和地下水位上升等负面的环境效应。

政府的行政决策和干预也是导致土地利用变化的一个重要原因<sup>[11]</sup>。随着我国改革开放政策的进行,张家港市以突出工业化、城市化和服务业为三大重点,努力增创外资经济、民营经济、品牌经济齐头并进的产业特色,全力突出港口、交通等优势;大量资金和人口向常熟集聚,使城市原有的工业职能通过引进外资实现高度调整,张家港市加速向资本、技术、人才和信息等各种生产要素高度集聚的大都市迈进,加剧了土地利用变化的进程。

转化为城镇用地的土地利用类型与距交通干线的距离有一定关系<sup>[12-13]</sup>。1990—2000 年张家港市实有铺装道路面积由 3 015 hm<sup>2</sup> 增至 4 985 hm<sup>2</sup>,增加了 65.34%。因此道路面积的扩张促进了交通干线附近土地利用类型的转变。

#### 4 小结

从张家港 1990—2010 年的 5 期土地利用现状图可以看到,以耕地为代表的农业用地正在遭受严重的侵蚀,耕地面积逐期下降,但下降趋势趋于减缓。这是因为国家对耕地政策的重视,耕地在一定程度上得到保护。林草生态系统是一个相对特殊的生态类型,是城市的天然氧吧,在净化空气、涵养水源、城市生态旅游等方面起到重要的作用,但由于城市化进程加速,加之人们对林草地生态价值认识不够,林草地面积也呈下降趋势,但下降趋势已得到控制。

通过对张家港市 1990—2010 年土地利用变化强度的分析表明,农田用地的变化强度在 1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年、2005—2010 年 4 期土地利用时间范围内

是几种土地类型中变化最大的。其中,2005—2010 年的农田利用变化强度明显高于其他几期的农田利用变化强度。林草地的利用变化强度 1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年 3 期都是负值,而 2005—2010 年的为正值,表示林草地利用朝积极保护利用的方向发展,面积较以前有一定程度的增加。

通过对张家港市土地利用现状的分析表明,张家港市正由一个农业为主的城市转变为一个新兴工业城市,工业化和城市化的进程正在替代原有的农业为主的城市土地形态;研究还表明,张家港市 20 年间的土地利用变化主要是农田—林草地—城镇用地的变化,而这种变化的驱动力主要为人口、经济、农业结构、政策、交通等因子。

张家港市 20 年间经济建设成就巨大,仅从城镇用地和交通用地的增长速度上就可以看出这一点。但是在经济发展的同时,耕地、林草地面积极逐年衰减,生态环境也日趋恶化。因此,在经济发展的同时,如何做到国土资源的开发与保护并重,实现国土资源的持续利用和区域的可持续发展,是当前各级政府部门以及企业应该重视的问题。

#### 参考文献:

- [1] Field C B, Behrenfeld M J, Randerson J T, et al. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components[J]. Science, 1998, 281(5374): 237—240.
- [2] Haberl H, Krausmann F, Erb K H, et al. Human appropriation of net primary production[J]. Science, 2002, 296(5575): 1968—1969.
- [3] 陈兆亮, 黄家生, 李建龙. 利用景观梯度法分析张家港市城市景观变化[J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27(1): 104—108.
- [4] 杨 齐. 中小城市城市化景观格局演变及其生态学效应研究[D]. 南京: 南京大学, 2011.
- [5] 秦振华. 弘扬张家港精神, 坚定地走科学发展之路[J]. 当代中国史研究, 2005, 12(2): 46—54.
- [6] 陈 志, 胡 勇, 刘成武. 咸宁市土地利用结构时空演变及其驱动力分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(26): 8299—8301, 8332.
- [7] 赵 捷, 李兰维, 左铁琛. 包头市土地利用变化及其经济驱动因素分析[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 416—420.
- [8] 杜自强, 王 建, 陈正华, 等. 基于 RS 和 GIS 的区域土地利用动态变化及演变趋势分析[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(1): 115—119.
- [9] 刘向南, 祝萍. 经济全球化背景下欠发达地区土地利用规划响应研究[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(5): 7—9.
- [10] 谢 薇, 史 峻. 江苏沿海开发战略实施中的土地利用问题及对策[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 350—353.
- [11] 熊黑钢, 张 雅. 石河子市土地利用变化及主要地类驱动力研究[J]. 人文地理, 2008, 5(5): 32—36.
- [12] 刘秀华, 刘 勇, 邵景安. 重庆不同经济区土地利用与覆盖变化及社会驱动力研究[J]. 重庆大学学报: 社会科学版, 2003, 9(2): 17—20.
- [13] 张建春, 彭补拙. 土地利用/土地覆盖变化与土地利用规划——以安徽马鞍山市为例[J]. 经济地理, 2001, 21(5): 600—604.