

# 2000—2015 年四川省南充市土地利用/ 覆被变化及其驱动因素

朱丽辉, 徐瑶, 杜忠

(西华师范大学 国土资源学院, 四川 南充 637009)

**摘要:** [目的] 对四川省南充市 15 a 间土地利用/覆被的时空变化特征及其驱动因素进行分析, 为南充市的生态环境建设与可持续发展提供科学依据。[方法] 基于南充市 2000, 2010, 2015 年 3 期 Landsat 影像和 QuickBird 高精度遥感数据, 计算 2000—2015 年土地利用/覆被转移矩阵和土地利用/覆被状况指数。[结果] ①近 15 a 来, 南充市的土地利用/覆被类型以耕地和林地为主, 约占研究区面积的 80%, 但各土地利用/覆被类型间都有不同程度的相互转换。②研究期内, 林地面积增加 1006.2 km<sup>2</sup>, 主要由耕地和草地转化而来; 建设用地面积增加 965.4 km<sup>2</sup>, 多由水体和耕地转化而来, 而耕地、草地和水体面积分别减少了 1 549.8, 307.9, 90.4 km<sup>2</sup>。③近 15 a 来, 南充市土地利用/覆被状况指数变化表明, 林地和建设用地呈好转趋势(土地利用/覆被状况变化率为正值), 耕地呈转差趋势(土地利用/覆被状况变化率为负值)。[结论] 2000—2015 年南充市土地利用/覆被变化明显, 其中, 地形、人口、城市化水平和退耕还林工程等是造成南充市土地利用/覆被变化的主要驱动因素。

**关键词:** 土地利用/覆被变化; 驱动因素; 南充市; 遥感

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2019)05-0257-05

**中图分类号:** TP79, X87

**文献参数:** 朱丽辉, 徐瑶, 杜忠. 2000—2015 年四川省南充市土地利用/覆被变化及其驱动因素[J]. 水土保持通报, 2019, 39(5): 257-261. DOI: 10. 13961/j. cnki. stbctb. 20190830. 001; Zhu Lihui, Xu Yao, Du Zhong. Land use/cover change and its driving factors in Nanchong City, Sichuan Province from 2000 to 2015[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(5): 257-261.

## Land Use/Cover Change and Its Driving Factors in Nanchong City, Sichuan Province from 2000 to 2015

Zhu Lihui, Xu Yao, Du Zhong

(School of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637009, China)

**Abstract:** [Objective] The temporal and spatial change characteristics and driving factors of land use/cover during 2000—2015 were analyzed to provide a scientific basis for the ecological environment construction and sustainable development of Nanchong City, Sichuan Province. [Methods] Based on Landsat images and QuickBird high-precision remote sensing data in 2000, 2010, and 2015, the direction and amplitude of land use/cover change and land use/cover condition index were calculated. [Results] ① Over the past 15 years, cultivated land and woodland have been the major land use/cover types in Nanchong City, accounting for approximately 80%; however, there were varying degrees of mutual conversion among land use/cover types. ② The area of woodland increased by 1 006.2 km<sup>2</sup>, which was mainly converted from cultivated land and grassland, whereas the area of construction land increased by 965.4 km<sup>2</sup>, which was mostly converted from water and cultivated land. The area of cultivated land, grassland, and waterbody were reduced by 1 549.8, 307.9, and 90.4 km<sup>2</sup>, respectively. ③ Over the past 15 years, the change in the land use/cover condition index showed a good trend for the woodland and construction land (i. e., the condition index change rate of land use/cover was positive), whereas the cultivated land showed a slip trend (i. e., the condition index change rate of land use/cover was negative). [Conclusion] During the past 15 years, the land use/cover in

收稿日期: 2019-05-27

修回日期: 2019-07-03

资助项目: 四川省科技厅应用基础项目“川中丘陵区退耕还林工程的生态响应”(2014SZ0070); 四川省科技厅应用基础研究重点项目(2018JY0086); 西华师范大学博士科研启动基金项目(17E038)

第一作者: 朱丽辉(1995—), 女(汉族), 四川省内江市人, 硕士研究生, 研究方向为自然地理学。E-mail: 1462302793@qq.com.

通讯作者: 徐瑶(1973—), 女(汉族), 四川省南充市人, 博士, 教授, 主要从事环境遥感研究。E-mail: 648633501@qq.com.

Nanchong City has changed greatly. The major driving factors of land use/cover change in Nanchong City were topography, population, urbanization level, and returning farmland to forestry.

**Keywords:** land use/cover change; driving factors; Nanchong City; remote sensing

目前,土地利用/覆被变化已成为全球变化研究热点之一<sup>[1-2]</sup>,对生态系统的能量、结构和功能有着显著影响,与全球变化、生物多样性等密切相关<sup>[3]</sup>。土地利用/覆被变化是影响全球变化,区域生态环境的最直接的人为驱动因素之一,因此,在全球变化研究中起着及其重要的作用<sup>[4]</sup>。目前的土地利用/覆被变化研究中,RS技术起着重要作用,能够大范围、有效的监测土地利用/覆被变化,且遥感数据与土地利用的时空特性保持高度的一致性<sup>[5]</sup>,从而遥感技术成为监测土地利用/覆被变化的有效手段<sup>[6]</sup>。近年来,国内外学者对不同时空范围的土地利用/覆被变化特征和驱动因素进行了大量研究,取得了重要成果。Philips<sup>[7]</sup>利用多时相遥感影像数据和GIS技术等手段,对土地覆被对生态环境的影响进行了评价。吴倩雯等<sup>[8]</sup>采用人工解译和监督分类相结合的方法对东江源稀土矿区土地利用变化进行研究。周书贵等<sup>[9]</sup>运用转移矩阵的方法,定量描述了近20年黄土高原土地利用/覆被的时空变化特征。Maimaitijiang M等<sup>[10]</sup>对圣路易斯大都市区的土地覆盖和土地利用变化驱动因素进行分析。马晴等<sup>[11]</sup>利用Landsat遥感数据和土地利用动态变化模型,对疏勒河流域中下游绿洲土地利用变化过程、趋势及其驱动机制进行了深入分析。这些研究表明土地利用/覆被变化成为全球变化研究热点,有必要对其动态变化及驱动因素进行深入研究。

南充市作为长江中游重要的水源涵养区,近年来经济发展迅速,人类活动对该区域的生态环境造成一定程度上的干扰,致使土地利用/覆被状况发生了一定变化。因此,掌握南充市土地利用/覆被变化的特征,有利于长江流域的水土保持和生态修复。本文基于南充2000,2010,2015年的3期Landsat影像和

QuickBird高精度遥感数据,运用区域统计和叠加分析方法,分析出南充市土地利用/覆被变化特征及驱动因素,以期为当地的生态环境建设、土地整治工程、合理开发与可持续发展提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

南充市位于四川盆地东北部,嘉陵江中游,介于北纬30°35′—31°51′、东经105°27′—106°58′之间。属于中亚热带湿润季风气候区,四季分明,雨热同季,降水量的季节分配不均,夏季降水强度最大,冬季最小,秋季大于春季。地貌类型分为北部低山区和南部丘陵区两大类,原生的自然植被以亚热带常绿阔叶林和亚热带落叶阔叶林为主。地势从北向南倾斜,海拔在256~888.8 m之间。

### 1.2 数据来源与处理

选择南充市2000,2010和2015年Landsat影像和2007,2008,2010年南充市QuickBird高精度遥感数据,经几何精校正、正射影像校正处理、专题处理,提取南充市土地利用/覆被信息。辅助参考数据包括:①空间分辨率为30 m的DEM数据,从而生成坡度数据;②气象数据来源于南充市气象站,包括年平均气温和年降水量;③南充市人口统计数据;④四川省南充市土地利用总体规划(2006—2020年)和实地踏勘收集数据的统计文字资料。

参照国际地圈—生物圈计划(IGBP)土地利用/土地覆被分类系统<sup>[12]</sup>,并采用目视解译和野外实地踏勘数据进行检查和修正,精度可靠。因此,确定研究区土地利用类型为耕地、林地、草地、建设用地、水体5种类型(见表1)。

表1 南充市土地利用类型

类型名称	基本含义
林地	生长乔木、竹类、灌木的土地
草地	以天然草本植物为主,未经改良或人工种植的,用于放牧或割草的草地,包括以牧业为主的疏林、灌木草地
耕地	种植各类农作物的土地,包括沟渠路和田埂
水体	指内陆水域

### 1.3 研究方法

1.3.1 土地利用/覆被转换方向与幅度 土地利用/覆被转换的方向与幅度主要用转移矩阵来描述,计算公式如下:

$$C_{ij} = \Delta S_{ij} / S_i \times 100\% \quad (1)$$

式中: $i$ 和 $j$ ——矩阵的行和列,不同行列分别代表不同的土地利用/覆被类型; $C_{ij}$ ——土地利用/覆被类型 $i$ 转变为 $j$ 的幅度; $\Delta S_{ij}$ ——2期土地利用/覆被数

据中土地利用/覆被类型  $i$  转变为  $j$  的面积 ( $\text{km}^2$ );  $S_i$ ——前一期土地利用/覆被中  $i$  类土地利用/覆被类型面积 ( $\text{km}^2$ )。

1.3.2 土地利用/覆被状况指数 状况指数是指土地利用/覆被类型的面积占研究区总面积的百分比。可以用来衡量区域生态系统综合功能,值越高其功能越好。计算公式为:

$$S = \left( \sum_{i=1}^5 C_i / A \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中: $S$ ——土地利用/覆被状况指数;  $C_i$ ——水体、林地、耕地、草地、建设用地的面积 ( $\text{km}^2$ );  $A$ ——研究区的面积 ( $\text{km}^2$ )。

土地利用/覆被状况指数变化率,可以用来描述生态系统状况的转变,计算公式如下:

$$S_{\text{ration}} = (S_2 - S_1) / S_1 \times 100\% \quad (3)$$

式中:  $S_1$  与  $S_2$ ——表示前后 2 期的状况指数;  $S_{\text{ration}}$ ——2 期状况指数的变化率 (%)。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用/覆被面积变化

南充市 2000—2015 年主要的土地利用类型是耕地和林地,两者面积之和占南充市总面积 80% 以上(附图 26)。从各土地利用类型变化量来看,15 a 间南充市耕地、草地和水面面积呈减少趋势,分别减少了 1 549.8,307.9,90.4  $\text{km}^2$ 。而林地和建设用地的面积增势明显,分别增加了 1 006.2,965.4  $\text{km}^2$ 。其中,耕地和林地面积变化幅度最大。从时间段来看,2000—2010 年耕地、林地面积变化幅度要大于 2010—2015 年,这说明在退耕还林工程实施的前 10 a 效果显著,而在 2010 年后南充市的耕地和林地转换相对稳定。2000—2010 年和 2010—2015 年的草地和水面面积减少速率较小,建设用地面积随着城镇化的发展逐年平稳增加,2000—2010,2010—2015 年的年增长率分别为 65.3% 和 62.6% (见表 2)。

表 2 南充市 2000 年—2015 年各土地利用类型面积变化

$\text{km}^2$

年份	耕地	林地	草地	水体	建设用地
2000	6 370.3	3 554.1	1 208.4	446.0	915.2
2010	5 162.8	4 377.0	1 007.7	378.7	1 567.8
2015	4 820.5	4 560.3	900.5	355.6	1 880.6
2000—2010 年变化幅度	-120.8	82.3	-20.1	-6.7	65.3
2010—2015 年变化幅度	-68.5	36.7	-21.4	-4.6	62.6
2000—2015 年变化量	-1 549.8	1 006.2	-307.9	-90.4	965.4

### 2.2 土地利用类型转移分析

由表 3 可以看出,在 2000—2015 年期间,共有 5 055.7  $\text{km}^2$  的土地利用类型发生转换,占研究区总面积的 40.5%。15 a 间退耕和开垦同时存在,其中,23.5% 的林地转化为了草地,转出面积达到了 661  $\text{km}^2$ ,其次主要向耕地转化,只有极少部分转为水体和建设用地,转出面积比例很低(0.1%);同时有 539.4  $\text{km}^2$  的其他土地利用类型转为林地,主要贡献者是耕

地(12.7%)和草地(11.9%),面积达到 498.8  $\text{km}^2$ ,分别占林地转化面积的 73.8% 和 18.7%,也有部分水体和建设用地转为林地,但转入面积很小(40.6  $\text{km}^2$ )。草地转入面积为 1 868.8  $\text{km}^2$ ,而耕地是草地转入面积的主要来源,27.0% 的耕地向草地转出,面积达到 846.8  $\text{km}^2$ ,占草地转入面积的 45.3%。而建设面积的增加主要由 2.5% 的水体和 0.4% 的耕地转化而来。

表 3 南充市 2000—2015 年土地利用/覆被转换面积

2000—2015 年 各土地利用 类型间转化	林地		耕地		草地		水体		建设用地		
	面积/ $\text{km}^2$	比例/ %									
林地	转入		398.1	12.7	100.7	11.9	16.5	9.9	24.1	5.0	
	转出		81.7	2.9	661.0	23.5	0.4	0	2.1	0.1	
耕地	转入	81.7	2.9			258.2	30.5	116.5	69.7	189.2	39.5
	转出	398.1	12.7			846.8	27.0	7.0	0.22	12.1	0.4
草地	转入	661.0	23.5	846.8	27.0			141.6	84.7	219.3	45.8
	转出	100.7	11.9	258.2	30.5			1.1	0.1	1.6	0.2
水体	转入	0.4	0	7.0	0.2	1.1	0.1			3.4	0.7
	转出	16.5	9.9	116.5	69.7	141.6	84.7			4.2	2.5
建设用地	转入	2.1	0.1	12.1	0.4	1.6	0.2	4.2	2.5		
	转出	24.1	5.0	189.2	39.5	219.3	45.8	3.4	0.7		

### 2.3 土地利用/覆被状况指数分析

由表 4 可知,南充市 2000,2010,2015 年的土地利用/覆被状况指数分别为 20.00,20.00,20.04,可以看出南充市近 15 a 的生态系统功能较稳定。近 15 a 南充市平均土地利用/覆被状况指数为 20.02,各土地利用类型的平均土地利用/覆被状况指数由低到高分别是水体(3.15)、草地(8.32)、建设用地(11.64)、林地(33.33)、耕地(43.63),可以看出林地和耕地是南充市主要的土地利用类型。从土地利用/覆被状况变化率来看(图 1),2000—2010 年除了耕地,其他土地覆被状况变化率均为正值,呈转好趋势;其中主要是林地和建设用地的增加,耕地面积减少。2010—2015 年耕地、草地和水体变化率为负值,呈转差趋势,而林地和建设用地变化率为正值,呈转好趋势。15 a 间,耕地变化率为负值,建设用地和林地变化率均为正值,且变化剧烈。

表 4 2000—2015 年南充市土地利用/覆被状况指数

年份	各土地利用/覆被状况指数				
	林地	耕地	草地	水体	建设用地
2000	28.45	50.99	9.67	3.57	7.33
2010	35.03	41.32	8.07	3.03	12.55
2015	36.50	38.58	7.21	2.85	15.05

### 2.4 土地利用/覆被变化的驱动因素

2.4.1 自然因素 土地利用/覆被变化的驱动因素复杂,主要包括自然因素和社会经济因素。而自然因

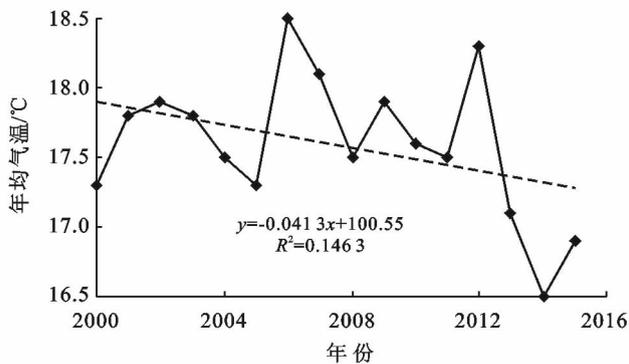


图 2 2000—2015 年南充市年均气温及年均降水量变化

(2) 地形。不同地形的土地利用/覆被类型的变化情况也不同。结合南充市的坡度分级图(附图 27)和南充市 2015 年土地利用分类图(附图 26),发现耕地和林地是南充市主要的土地利用/覆被类型,且耕地主要分布在坡度低缓的中部,这是因为坡度低缓区利于耕作,因此耕地则被保留下来或进行城市建设,利于城市经济的发展,为人们生活便利创造了条件。而由于随着坡度的增加,不利于人类活动,不利于农

作物灌溉,林地和草地主要分布在坡度较大的东部、南部和北部,有益于南充市的生态环境建设。

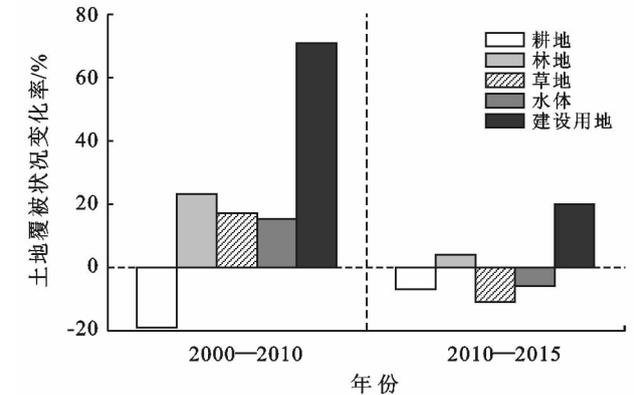
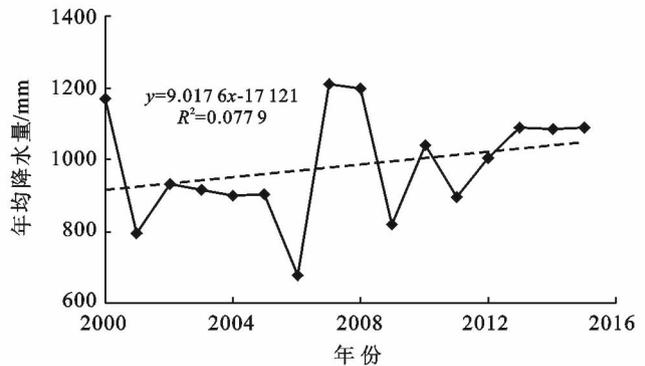


图 1 2000—2015 年南充市土地利用/覆被状况变化率

(1) 气温和降水。有关研究指出,土地利用/覆被变化在一定程度上受到气候变化的影响<sup>[14]</sup>,从 2000—2015 年的南充市气温和降水趋势来看(见图 2),年平均气温呈下降趋势,斜率为  $-0.0413$ ,下降幅度平缓,且年降水量变化不明显( $R^2=0.0779$ ),因此,可以看出过去 15 a 间南充市年均气温和年降水量变化都不大,从耕地、草地、林地以及建设用地的变化情况来看,气温和降水变化对南充市的土地利用/覆被变化影响相对较小。



2.4.2 社会经济因素 大量研究表明,社会经济因素是土地利用/覆被变化的主导因素,其中人口、经济、科技和政策等社会因素对土地利用/覆被变化的影响显著<sup>[15]</sup>,本文主要从人口、城市化和退耕还林工程 3 个社会经济因素分析。

(1) 人口快速增长,城市化快速发展。南充市人

口从2000年的 $7.09 \times 10^6$ 上升到2015年的 $7.42 \times 10^6$ ,人口增长率为4.60%,为四川省第二大人口城市。而城市人口增加幅度大于总人口增加幅度,增长率为56.50%,城镇化率为46.50%。因此,随着城市人口的快速增长,对居住地等的需求量升高,非农产业对土地的需求急剧增长,15 a间南充市建设用地增加了965.40 km<sup>2</sup>。同时,随着城市化的快速发展,中心城区和管辖的其他地方县的基础设施和交通网络的完善占用了大量的耕地资源,且随着公众环保意识的增强以及国家退耕还林工程的推动,部分耕地被退耕还林还草,15 a间耕地面积减少了1 549.8 km<sup>2</sup>。综上,人口快速增长以及城市化水平的提高导致了建设用地面积增加,耕地面积大幅减少。

(2) 退耕还林工程。1999年四川省在全国率先启动实施退耕还林工程,川中丘陵区退耕还林工程已实施多年,生态和经济效益逐步显现。表现在南充市15 a间耕地由2000年的6 370.2 km<sup>2</sup>减少到2015年的4 820.5 km<sup>2</sup>,减少了1 549.8 km<sup>2</sup>,减少的耕地主要转换为建设用地和林地,其中约有398.1 km<sup>2</sup>耕地面积转换成了林地面积,使得林地面积比2000年同比增加了5.59%。林地面积的增加较为明显,由2000年的3 554.1 km<sup>2</sup>增加到了2015年的4 560.3 km<sup>2</sup>。退耕还林工程的实施使得南充市耕地面积大幅减少,林地面积增加,改善了区域生态环境。

### 3 结论与讨论

15 a来,南充市土地利用类型变化较明显,尤其是2000—2010年,耕地和林地的转化幅度和速度最为明显,是因为自1999年来国家大力实施的退耕还林工程,耕地面积不断减少,林地面积增加,而2010—2015年,各土地利用/覆被变化减小,土地利用类型达到较稳定的状态。总的来说,2000—2015年,耕地面积呈减少趋势,减少了1 549.8 km<sup>2</sup>,林地和建设用地不断增加,分别增加了1 006.2,965.4 km<sup>2</sup>。其次,由于南充市城镇人口的增长和城镇化发展,对土地的需求增加,使得南充市土地利用/覆被总体格局由2000年的耕地>林地>草地>建设用地>水体,转变为2015年的耕地>林地>建设用地>草地>水体。建设用地面积不断增加,超过草地的面积,耕地和林地南充市主要的土地利用类型。

本研究从土地利用类型的面积变化、转化率及转化速率来分析2000—2015年土地利用/覆被变化特征,但只利用了3期遥感数据,且图像处理方面还存在不足,在今后的研究中应适当增加影像数量和选取更加高精度的影像,以对南充市的土地利用/覆被变

化特征进行深入、准确的分析,且随着社会经济的发展,可能会有更多的因素影响土地利用/覆被的变化趋势,因此,应进一步加强对土地利用/覆被变化的驱动机制的研究,为南充市的土地资源可持续利用与生态环境的保护提供科学依据。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Foley Jonathan A, Defries Ruth, Asner Gregory P, et al. Global consequences of land use[J]. Science, 2005, 309(5734):570-574.
- [2] 张景华,封志明,姜鲁光. 土地利用/土地覆被分类系统研究进展[J]. 资源科学,2011,33(6):1195-1203.
- [3] 陈佑启,杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理, 2001,21(1):95-100.
- [4] 元志辉,雷军,包刚,等. 土地利用/覆盖变化对浑善达克沙地植被覆盖度的影响[J]. 水土保持学报,2016,30(6):330-338.
- [5] 张增祥,汪潇,温庆可,等. 土地资源遥感应用研究进展[J]. 遥感学报,2016,20(5):1243-1258.
- [6] Hilker T, Lyapustin A I, Hall F G, et al. On the measurability of change in Amazon vegetation from MODIS[J]. Remote Sensing of Environment, 2015,166:233-242.
- [7] 华正坤. 基于遥感影像的平朔矿区植被动态监测研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2013.
- [8] 吴倩雯,况润元,张刚华,等. 东江源稀土矿区土地利用变化遥感监测研究[J]. 测绘科学,2019,44(3):51-56.
- [9] 周书贵,邵全琴,曹巍. 近20年黄土高原土地利用/覆被变化特征分析[J]. 地球信息科学学报,2016,18(2):190-199.
- [10] Maimaitijiang M, Ghulam A, Sandoval J S O, et al. Drivers of land cover and land use changes in St. Louis metropolitan area over the past 40 years characterized by remote sensing and census population data [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2015,35:161-174.
- [11] 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.
- [12] 曹雨田,闫冬梅,张丽,等. 基于 QuiCkBird 卫星数据的土地利用分类规则集研究[J]. 地理与地理信息科学, 2011,27(6):28-31,F0002.
- [13] 郭斌,陈佑启,姚艳敏,等. 土地利用与土地覆被变化驱动力研究综述[J]. 中国农学通报,2008,24(4):408-414.
- [14] Xiao Sisi, Wu Chundu and Chu Jinyu. Land use changes and driving forces in Tai Lake region from 1980 to 2005[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012,28(23):1-11.
- [15] 钟凯文,孙彩歌,解靓. 基于GIS的广州市土地利用遥感动态监测与变化分析[J]. 地球信息科学学报,2009,11(1):111-116.