

# 重庆山地都市区 1985—2010 年土地利用重心迁移研究

周启刚, 陈丹, 陈倩

(重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067)

**摘要:**土地是人类不可或缺的重要资源,研究土地利用重心,能揭示人类利用或改造土地在空间上的轨迹,有助于全面分析土地利用变化的内在机理。以重庆山地都市区为例,对 25 a 来各类土地利用垂直重心、坡度重心、平面空间重心及其迁移速率进行了系统分析,并全面阐述了土地利用重心的迁移过程。研究表明:重庆都市区 25 a 间各地类重心分布空间分异特征明显,各地类垂直重心分布具有明显的垂直分异特征,不同地类的坡度重心范围有明显的差异,各地类平面重心分布和迁移有明显的地域特征;各地类重心空间迁移方向和速度差异明显,水域总体相对较稳定,其重心迁移方向与速度都不大;建设用地与耕地各重心迁移趋势较为明显;草地、林地、未利用地重心迁移波动性较大。研究结果可为合理利用土地和改善生态环境提供参考。

**关键词:**土地利用; 重心迁移; 都市区; 重庆

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)04-0189-05

## Research on the Transfer of Land Use Gravity Centers from 1985 to 2010 in Chongqing Mountainous Metropolitan Area

ZHOU Qi-gang, CHEN Dan, CHEN Qian

(School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

**Abstract:** Land is indispensable important resource for human beings. Research for the transfer of land use gravity centers can reveal the tendencies of land use and reform. It helps to analyze the internal mechanism of land use change in detail. Chongqing Mountainous Metropolitan Area was taken as an example. The gravity center and rate data, including vertical, slope and plane space, were analyzed from 1995 to 2010 in study area. The results indicated that the land use gravity centers had obvious characteristics of spatial distribution. The vertical center, slope center and plane space center of different land utilization types had various spatial features. The different land use types had obvious differences in transferring direction and speed. The water area was relatively stable. The change of the centers of construction land and cultivated land were obvious. The centers of grassland, woodland and unutilized land had significant volatility. The results provide reference for the rational use of land and the improvement of ecological environment.

**Key words:** land use; centers transfer; metropolitan area; Chongqing

土地利用是人类基于社会经济目的,对土地进行长期经营的各类活动。我国地形起伏大,人地关系矛盾突出,土地资源的合理利用长期以来一直是学者们研究的热点与焦点之一<sup>[1-3]</sup>。其中,土地利用重心的研究有助于发现人类改造和利用土地的轨迹,揭示一定区域内土地、社会、经济空间差异规律与机理。国内学者针对土地利用重心进行了大量相关研究,特别是土地利用类型在地形梯度上的分异特征、地形对土地利用程度的影响、土地利用变化与地形分布关系以

及土地利用过程中各类重心的转移等<sup>[4-7]</sup>。高志强等<sup>[8]</sup>在研究我国耕地面积重心时建立了耕地面积重心模型;万军等<sup>[9]</sup>在关岭县土地利用/土地覆被变化研究中对这方面做了有益的尝试。大量的土地利用重心变化前期研究,多以单一的平面空间布局变化为主,或单独分析垂直重心和坡度重心;并多以自然流域、区县、省等为具体范围的土地利用为研究对象;而对人地矛盾最为突出的城市区域研究相对较少,特别是典型山地城市研究相对比较缺乏。

重庆市都市区是典型的山地城市区,城市扩展受地形影响突出,人地矛盾剧烈。本研究以重庆市都市区 1985—2010 年土地利用为研究对象,利用垂直重心模型、坡度重心模型、平面空间重心模型,结合各类重心迁移的速率,从五维的时空观分析近 25 a 来该区土地利用变化在地形上和空间上的分布差异。以期为城市规划和土地利用政策制定提供借鉴。

## 1 研究区概况

重庆是我国重要的中心城市,也是长江上游地区的经济中心,国家重要的现代制造业基地,西南地区综合交通枢纽。根据 1998 年国务院批准实施的《重庆市城市总体规划(1996—2020 年)》,重庆都市区范围包括渝中区、大渡口区、江北区、南岸区、沙坪坝区、九龙坡区、北碚区、渝北区、巴南区 9 个行政区,面积 5 473 km<sup>2</sup>,2011 年常住人口 772.31 万人。区内平均海拔高差大,两大山系穿越城区,即穿越城市东部的铜锣山系(包括铜锣山、明月山)和西部的中梁山系(包括中梁山、歌乐山),并在沙坪坝区、北碚区之间,璧山县、九龙坡区之间,以及南岸区、巴南区之间形成峡谷,从而使得该区具有典型山地特征。

自重庆成为直辖市以来,重庆市都市区经济得到了长足发展,近年来,都市区内大部分经济指标已超过部分沿海城市。由于经济飞速发展,城市人口迅猛增加,都市区建成区面积急剧扩展,加之区内两江穿越,两山纵横,人地矛盾非常剧烈。重庆都市区由于地形复杂、经济发展迅速,将其作为土地利用变化研究的典型区,能够很好地揭示土地利用变化过程的规律性和存在的问题。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

采用美国陆地卫星 TM 遥感数据,包括 1985 年,1988 年,1993 年,1996 年,2000 年,2002 年,2007 年和 2010 年 8 期影像,1,2,3,4,5,7 波段空间分辨率为 30 m,第 6 波段空间分辨率为 120 m;重庆市 1:5 万 DEM 数据和相关社会经济统计数据。

### 2.2 数据处理

2.2.1 遥感数据处理 首先对多期不同时像遥感数据进行一系列预处理,包括影像辐射校正和几何校正。经几何校正后,不同时像数据的空间位置偏差控制在 0.5 个像元以内。所有影像统一采用 Albers 投影,中央经线 105°,双标准纬线采用 25°和 47°。

2.2.2 土地利用分类与解译 利用 TM 影像 4,3,2

波段组合形成假彩色影像图,作为土地利用分类工作底图。采用计算机自动分类和目视判读相结合的方法,对遥感影像进行分类解译。土地利用分类采用中国科学院“八五”期间“国家资源环境遥感宏观调查、动态分析与遥感技术前沿的研究”项目中所制定的分类体系,将土地利用类型划分为六个一级类,即耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地<sup>[10]</sup>。

2.2.3 坡度数据与高程数据的获取 利用收集到的研究区 1:5 万数字 DEM 模型,在 ArcGIS 10.0 空间分析模块下,生成网格大小为 25 m 的栅格坡度数据;利用区域统计功能,提取各土地利用图斑坡度数据和高程数据。

### 2.3 研究方法

2.3.1 土地利用垂直重心模型 土地利用垂直重心变化表达的是土地利用在高程上的变化,能够揭示土地利用在海拔高度上的变化。本研究主要参考了万军等<sup>[11]</sup>对土地利用垂直重心模型的研究成果。采用的计算模型为:

$$H_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times E_{ki})}{A_k} \quad (1)$$

式中:  $H_k$ —— $k$  类土地利用类型垂直重心高度;  $A_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  的面积;  $E_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  对应范围内的平均高程值;  $n$ ——研究区域  $k$  类土地利用类型图斑数;  $A_k$ —— $k$  类土地利用类型总面积。

2.3.2 土地利用坡度重心模型 土地利用坡度重心变化表达的是土地利用在坡度上的变化,能揭示土地利用在坡度上的变化和对自然坡度的改造能力。本研究采用的土地利用垂直重心模型如下:

$$T_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times S_{ki})}{A_k} \quad (2)$$

式中:  $T_k$ —— $k$  类土地利用类型坡度重心;  $A_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  的面积;  $S_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  对应范围内的平均坡度值;  $n$ ——研究区域  $k$  类土地利用类型图斑数;  $A_k$ —— $k$  类土地利用类型总面积。

2.3.3 土地利用平面重心模型 平面重心迁移主要表达的是土地利用在平面空间位置的变化。利用平面重心模型计算各土地利用类型在平面坐标下不同时期重心位置,从而分析地理二维空间内各时期重心位移,揭示土地利用的空间变化过程。土地利用平面重心计算模型为<sup>[11]</sup>:

$$X_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times X_{ki})}{A_k}$$

$$Y_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times Y_{ki})}{A_k} \quad (3)$$

式中： $X_k$ —— $k$  类土地利用类型重心 X 坐标值； $Y_k$ —— $k$  类土地利用类型重心 Y 坐标值； $A_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  的面积； $X_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  对应范围内 X 坐标的平均值； $Y_{ki}$ —— $k$  类土地利用类型中图斑  $i$  对应范围内 Y 坐标的平均值； $A_k$ —— $k$  类土地利用类型总面积。

2.3.4 土地利用重心迁移速率 土地利用重心迁移速率能更直接揭示各土地利用类型空间变化速度。本研究采用的重心迁移速率计算模型如下<sup>[11]</sup>：

$$V_{k(t2-t1)} = \frac{B_{k(t2)} - B_{k(t1)}}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

$$P_{k(t2-t1)} = \frac{\sqrt{[x_{k(t2)} - x_{k(t1)}]^2 + [y_{k(t2)} - y_{k(t1)}]^2}}{t_2 - t_1} \quad (5)$$

式中： $V_k$ —— $k$  类土地利用垂直重心或坡度重心迁移速率； $B_{k(t2)}, B_{k(t1)}$ —— $k$  类土地利用类型在  $t_2$  和  $t_1$  两个时间段的垂直重心或坡度重心值； $t_2, t_1$ ——截止时间和起始时间； $P_k$ —— $k$  类土地利用平面重心迁移速率； $x_k, y_k$ —— $t$  时间  $k$  类土地利用重心 X, Y 坐标值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 重庆都市区 1985—2010 年垂直重心迁移

利用公式 (1) 和公式 (4) 进行计算，分别得到 1985—2010 年重庆都市区各土地利用类型垂直重心分布图 (图 1) 和垂直重心迁移速率 (表 1)。

从图 1 可以看出，重庆都市区各土地利用类型垂直重心分布范围有明显的差异，呈现出较为明显的垂直地带性。水域垂直重心最低，主要集中在 180~230 m 间；其次是建设用地，分布高程集中在 280~300 m 间；耕地重心主要其中在 350~380 m 间；林地、草地和未利用地垂直重心分布高程范围最高，超过 480 m，且三者间分布范围交叉性较突出。

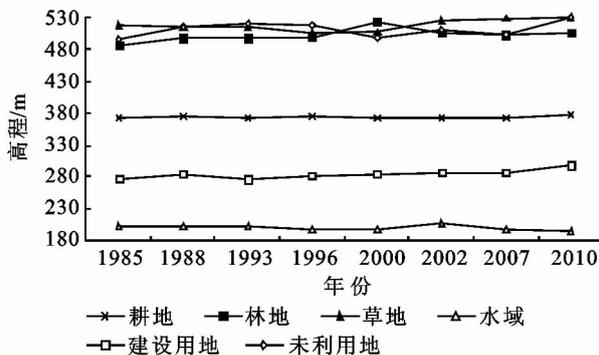


图 1 重庆都市区各地类垂直重心分布

各地类垂直重心变化过程也具有一定的差异性。水域垂直重心在时间上总体变化不大，最为稳定；区

内长江和嘉陵江水域面积巨大，是水域垂直重心稳定的主要原因。耕地垂直重心变化总体较小，从 1985 至 2010 年具有向高海拔迁移的趋势；主要由于区内地形起伏较大，低海拔平坦耕地区域随经济发展扩展为建设用地。建设用地垂直重心在 2000 年的迁移过程较为明显，也具有向高海拔迁移的趋势；表明在 2000 年前，城市扩展主要占用低海拔平地，2000 年后，随着经济发展，城市空间继续向较高海拔区域扩展。草地、林地和未利用地垂直重心变化具有阶段性，以 1996 年和 2000 年为分界线；1985—1996 年，由于城市的扩展，经济的发展，草地、林地和未利用地垂直重心向高海拔迁移；1996—2000 年间，由于大范围实施退耕还林还草工程，草地、林地和未利用地垂直重心经历迅猛下降过程；2000 年后，由于耕地、建设用地等向较高海拔扩展，草地、林地和未利用地垂直重心再次向高海拔区域迁移 (图 2)。

表 1 重庆都市区各地类垂直重心迁移速率 m/a

迁移速率	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
$V_{1988-1985}$	0.62	3.62	-0.36	-0.87	2.11	6.24
$V_{1993-1988}$	-0.13	-0.03	-0.48	0.12	-1.65	1.22
$V_{1996-1993}$	0.2	0.25	-3.02	-1.34	2.43	-0.91
$V_{2000-1996}$	-0.75	6.07	0.47	0.07	0.34	-4.67
$V_{2002-2000}$	0.27	-8.6	9.65	4.17	1.43	5.51
$V_{2007-2002}$	0.27	-0.54	0.68	-1.84	0.03	-1.83
$V_{2010-2007}$	1.58	0.78	0.23	-0.33	3.87	9.68
$V_{2010-1985}$	0.22	0.73	0.51	-0.3	0.85	1.37

1985—2010 年间，重庆都市区各土地利用类型垂直重心迁移速率和方向有较大的差异。从总体上看，只有水域的垂直重心以平均每年 0.3 m 的速度下降，其它地类的垂直重心均以一定速度上升；其中平均上升速度最快的是未利用地，其次是建设用地，林地、草地和耕地上升速度较慢。

各地类在不同时期垂直重心迁移速度与方向也有较大的差异。耕地总体迁移速率最小，1996—2000 年间，大范围实施退耕还林还草工程，使得这一时期的耕地垂直重心以每年 0.75 m 的速度下降，而后几年的发展中一直处于上升状态；建设用地的垂直重心几乎一直以一定速度保持逐年上升的趋势；林地在 1996—2000 年间的垂直重心也在以一定的速度上升，且涨幅较为明显；草地总体迁移速率较小，1985—1996 年期间，草地的垂直重心一直以一定速率处于下降趋势，在 1996—2000 年期间以平均每年 0.47 m 的速度上升；未利用地由于面积较小，垂直重心迁移速率呈现出较大的波动 (表 1)。

### 3.2 重庆都市区 1985—2010 年坡度重心迁移

利用公式(2)和公式(4)进行计算,分别得到 1985—2010 年各土地利用类型坡度重心分布图(图 2)和迁移速率(表 2)。

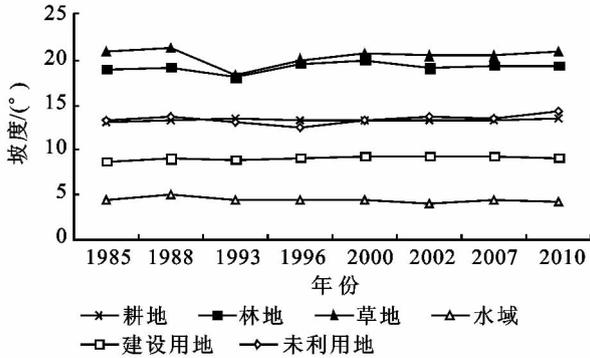


图 2 重庆都市区各地类坡度重心分布

从图 2 可以看出,重庆都市区各土地利用类型坡度重心分布同样呈现出较为明显的规律性。水域、建设用地和未利用地在坡度重心分布趋势上基本一致,主要受到政策、经济以及城市扩展的影响;水域坡度重心最低,主要集中在  $5^{\circ}$  以下,且在 2002 年至 2007 年间出现了较为明显的上升趋势,主要是由于期间三峡库区蓄水,水域沿海拔向上扩展所致;其次是建设用地,分布坡度集中在  $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$  之间,由于重庆地处山地,平坦土地无法满足城市扩展的需要,直接导致 1985—2010 年间,建设用地坡度重心逐步上移,占用或改造较陡坡度的土地;耕地和未利用地主要集中在  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$  之间,这两种用地类型交叉性较突出,耕地坡度重心在 1996 年后有明显的下降趋势,其主要原因是  $>25^{\circ}$  陡坡耕地实施还林还草;草地和林地坡度重心主要分布在  $20^{\circ}$  左右,草地、林地坡度重心在分布上也呈现出交叉性,2000 年之后的林地和草地在垂直重心上向高海拔迁移,但坡度重心却呈现下降趋势,表明在退耕还林还草工程的驱使下,相对较缓坡度上分布的林地和草地增多。

表 2 重庆都市区各地类坡度重心迁移速率 ( $^{\circ}$ )/a

迁移速率	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
$V_{1988-1985}$	0.05	0.06	0.15	0.20	0.10	0.15
$V_{1993-1988}$	0.06	-0.21	-0.58	-0.11	-0.02	-0.14
$V_{1996-1993}$	-1.71	5.00	3.71	-2.85	3.04	4.17
$V_{2000-1996}$	-1.58	0.01	4.07	-1.18	-0.79	3.30
$V_{2002-2000}$	0.06	-0.48	-0.15	-0.14	-0.04	0.26
$V_{2007-2002}$	-0.02	0.05	-0.02	0.08	0.01	-0.07
$V_{2010-2007}$	-0.02	0.05	-0.02	0.08	0.01	-0.07
$V_{2010-1985}$	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.02	0.04

1985—2010 年间,重庆都市区各土地利用类型

坡度重心迁移速率和方向存在较大的差异。从总体上看,只有水域坡度重心以平均每年  $0.01^{\circ}$  的速度下降,草地坡度重心的平均变化速率几乎为零,其它地类的坡度重心均以很小的速度上升;其中平均上升速度最快的是未利用地,其次是建设用地,林地、草地和耕地上升速度较慢(表 2)。这与垂直重心速率的变化规律基本保持一致,体现了重庆地区高程与坡度的对应关系。

从耕地、林地和草地三者之间坡度重心的迁移速率可以看出,实施退耕还林还草工程中,坡度级高的耕地主要还原成为草地,导致草地坡度重心上升速度加快;水域的坡度重心在 2002 年以前一直以一定的速率下降,库区从蓄水实施以来水域的坡度重心才以较小的速率回升;建设用地的坡度重心总体上以一定的速率呈现上升趋势。

### 3.3 重庆都市区 1985—2010 年平面空间重心的变化

利用公式(3)和公式(5)进行计算分别,得到 1985—2010 年各土地利用类型平面空间重心分布图(图 3)和迁移速率(表 3)。

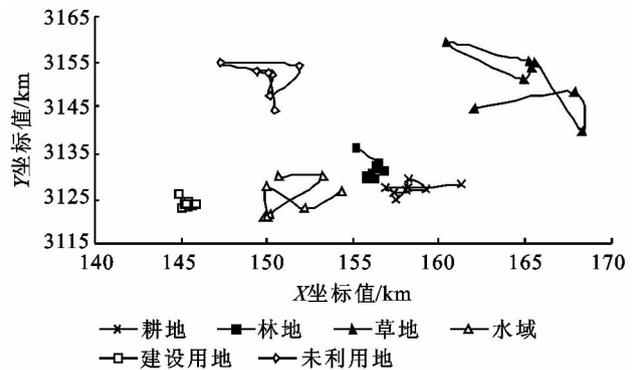


图 3 重庆都市区各地类平面空间重心分布

从地类平面空间重心分布图(图 3)中可以看出,重庆 1985—2010 年建设用地的平面空间重心变化幅度相对较小,表明近 25 a 重庆城市化发展在地理位置上表现为向四周平衡扩展,整体平面空间重心偏移较小,但近几年有向西北方位大幅度增长的趋势,主要是江北区、渝北区、北碚区以及沙坪坝区的城市化发展速度相对加快,这也是直接受到政策和经济投入的影响所致;其次是林地的平面空间重心变化幅度较小,近几年平面空间重心逐步向北方大幅度转移,主要是由于重庆东北方位地势较高,生态环境也相对较好,在退耕还林工程的驱使下,生态恢复效果更好;耕地平面空间重心有显著东移的趋势,主要受北部地区的城市扩张以及地处重庆东部巴南区的农业发展的影响,近年来,未利用地平面空间重心向南部偏移,符合城市向北方发展的趋势;草地平面重心向西南部偏移,而水域向东北方位偏移。

表3 重庆都市区各地类平面空间重心迁移速率 m/a

迁移速率	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
$V_{1988-1985}$	673	1315	989	874	227	1220
$V_{1993-1988}$	520	322	1873	1738	184	922
$V_{1996-1993}$	848	225	2098	219	201	2252
$V_{2000-1996}$	488	302	112	43	143	1197
$V_{2002-2000}$	548	1388	7637	3387	327	633
$V_{2007-2002}$	256	101	1719	1089	120	190
$V_{2010-2007}$	673	1315	989	874	227	1220
$V_{2010-1985}$	1077	290	2280	1371	738	2759

建设用意在平面空间重心迁移速率上表现出一定的时序规律,1985—1988年迁移速率相对较快,1988—1993年期间迁移速率减缓,1993—1996年期间迁移速率又相对升高,在之后的时序中又出现短期减缓和短期升高的交叉趋势,这种现象主要受到城市发展方向和发展速度的影响,近期由于城市发展速度加快,城市发展的方向趋于单方位,直接导致2007—2010年的建设用地平面空间重心迁移速率上升。1996—2000年间退耕工程直接驱使耕地扩展速度减缓,使耕地在此期间的平面空间重心迁移速率明显下降。近年来城市发展速率加快,直接影响林地、耕地和未利用地在平面空间的分布中出现较大变动,2007—2010年间的平面空间重心迁移速率皆呈现出显著上升的趋势。

## 4 结论与讨论

以遥感与GIS技术为支撑,通过对25a来重庆山地都市区土地利用的平面、海拔、坡度的重心迁移变化过程进行系统分析,得到如下结论:

(1) 重庆都市区25a间各地类重心分布空间分异特征明显。各地类垂直重心分布具有明显的垂直分异特征;不同地类的坡度重心范围有明显的差异;各地类平面重心分布和迁移有明显的地域特征。

(2) 各地类重心空间迁移方向和速度差异明显。所有地类中,水域总体相对较稳定,其重心迁移方向与速度都不大;建设用地与耕地各重心迁移趋势较为明显;草地、林地、未利用地重心迁移波动性较大。

(3) 建设用地与未利用地需要进一步关注。建

设用地垂直重心一直表现为上升趋势,坡度重心迁移不明显,表明重庆都市区城市外延式扩展特征明显,需要进一步合理规划和利用土地;未利用地各重心变化幅度较大,其对社会经济、生态环境的影响有待进一步研究。

(4) 土地利用重心迁移内部机理需结合土地利用结构、空间变化和其它土地利用变化特征与要素,进一步综合研究重心迁移影响因素、影响过程、变化趋势及其预测预警。

### 参考文献:

- [1] 黄河. 合理利用土地资源构建节约型新农村[J]. 吉林农业, 2011(11): 48-50.
- [2] 刘祥柱, 冷爱国, 盛莎, 等. 魏家沟小流域农业水土资源高效利用障碍诊断[J]. 水土保持研究, 2009, 16(2): 72-81.
- [3] 伍飞舟, 杨卓, 牛健植, 等. 黄土高原丘陵沟壑区土地利用与水土保持措施的变化特征[J]. 水土保持研究, 2010, 17(2): 10-15.
- [4] 胡业翠, 郑新奇, 吴家章. 土地利用时空变化与地形起伏度的关系[J]. 国土资源科技管理, 2011, 28(4): 1-6.
- [5] 卓静, 邓凤东, 刘安麟, 等. 延安丘陵沟壑区土地利用类型坡度分异研究[J]. 气象科技, 2008, 36(2): 219-222.
- [6] 刘智勇, 张鑫, 李小冰. 秃尾河流域不同地形条件下土地利用动态变化[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(3): 167-173.
- [7] 张兴榆, 黄贤金, 赵雲泰, 等. 近10年江苏省土地利用重心与经济重心迁移轨迹对比分析[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(1): 14-20.
- [8] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 我国耕地面积重心及耕地生态背景质量的动态变化[J]. 自然资源学报, 1998, 13(1): 92-96.
- [9] 万军, 蔡运龙, 张惠远, 等. 贵州省关岭县土地利用/土地覆被变化及土壤侵蚀效应研究[J]. 地理科学, 2004, 24(5): 573-579.
- [10] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 225-230.
- [11] 李建辉, 周启刚, 陈倩, 等. 基于RS和GIS的建设用地变化研究: 以重庆市主城九区为例[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2012, 29(1): 76-81.