

# 中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间效应

陆汝成<sup>1</sup>, 黄贤金<sup>2</sup>

(1. 广西师范学院 资源与环境科学学院, 南宁 530001; 2. 南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210093)

**摘要:**采用空间计量经济学、空间回归模型方法,对中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间特征,以及土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地的空间相关性程度进行了分析。结果表明:1999 年和 2003 年中国土地整理复垦开发补充耕地呈离散布局,空间分布规律不明显,2007 年从东到西主要在江苏—河南—陕西—甘肃一线呈现阶梯状递减。通过空间回归分析表明土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地在空间上具有一定的相关性,但相关度并不是特别高。土地整理复垦开发补充耕地除了受土地出让纯收益影响外,还受土地后备资源禀赋、政策等因素影响。

**关键词:**土地利用; 土地整理复垦开发; 空间回归; 空间效应; 中国省域

中图分类号:F301.24;F323.22

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)06-0172-05

## Spatial Effect of Supplementary Cultivated Land of Land Reconsolidation, Reclamation and Exploitation in Chinese Provinces

LU Ru-cheng<sup>1</sup>, HUANG Xian-jin<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environmental Science, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China; 2. College of Geography and Oceanography Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The purpose of this paper is to analyze spatial character of supplementary cultivated land of land re-consolidation, reclamation and exploitation in Chinese provinces, and analyze degree of spatial correlation of pure profit of transferring land with supplementary cultivated land of land re-consolidation. The solutions are spatial econometrics, spatial regression model. The results show that Chinese supplementary cultivated land of land re-consolidation, reclamation and exploitation from 1999 to 2003 took on discrete structure with unobvious regulations of spatial distribution, and decreased in terraced mainly in Jiangsu—He’nan—Shaanxi—Gansu from east to west in 2007. Through analyzing on spatial regression, it shows that pure profit of transferring land has certain correlation with supplementary cultivated land of land re-consolidation, reclamation and exploitation on spatial scale, but not in very high degree. It is concluded that supplementary cultivated land of land re-consolidation, reclamation and exploitation are affected by pure profit of transferring land as well as land reserved resources, policies and other factors.

**Key words:** land use; land re-consolidation reclamation and exploitation; spatial regression; spatial effect; Chinese provinces

中国的土地整理复垦开发是在粮食安全、耕地保护的背景下开展的,土地整理复垦开发在补充耕地、保护耕地资源、提高农业综合生产能力、优化农用地结构、保障粮食和生态安全、惠民利民等方面发挥了重要作用<sup>[1]</sup>。土地整理复垦开发是解决中国土地利用问题的必然选择,是加强耕地保护的“绿箱政策”措施,是促进农村经济发展的有效途径,也是实施土地利用总体规划,落实土地用途管制的重要手段<sup>[2]</sup>。当前一些学

者对土地整理与新增耕地<sup>[3-4]</sup>、土地整理对耕地的影响等方面进行了研究<sup>[5-6]</sup>,而将土地整理复垦开发补充耕地变化与其空间分布相结合来探讨补充耕地时空演变规律的研究则相对较少。本文主要分析中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间特征,并运用空间计量经济学,通过空间回归分析土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地的空间相关性程度,为制定区域性的土地整理复垦开发政策提供依据。

收稿日期:2011-04-14

修回日期:2011-05-22

资助项目:广西自然科学基金项目(2011GXNSFA018014);广西教育厅科研项目(200911LX265);广西师范学院博士科研启动基金项目

作者简介:陆汝成(1972—),男(壮族),广西临桂人,博士,副教授,主要从事土地利用与生态环境效应研究。E-mail:lurucheng72@163.com

## 1 研究方法

### 1.1 空间效应

空间统计与空间计量经济都是对空间数据的分析方法。空间计量经济分析是将经典统计和计量方法应用于与地理位置及空间交互作用相关的地理空间数据,通过地理位置与空间联系建立统计与计量模型,用统计和计量方法识别和度量空间变动的规律和空间模式的决定因素<sup>[7]</sup>。目前空间计量经济学和空间统计学研究中最为基础也最为成熟的领域是探索性空间数据分析(Exploratory Spatial Data Analysis,简称ESDA),包括计量经济模型空间影响的确定、合并了空间影响的模型估计、空间影响存在的说明检验和诊断、空间预测等。区域中的经济地理行为之间一般都存在一定程度的空间交互作用,其不同于以往主流经济学中所广泛采用的时间序列数据,空间数据具有空间效应。空间效应即空间相关性和空间异质性,共同反映了空间数据的主要性质。空间相关性和空间异质性往往同时存在于空间数据中,空间效应决定了对空间数据的分析不能再沿用以往对时间数据的分析方法<sup>[8]</sup>,采用现代的空间回归、空间相关等空间计量方法。

### 1.2 空间回归模型及参数估计

1.2.1 空间回归模型 针对截面数据的空间回归目前主要采用空间自回归模型(SAC model),其表现形式为<sup>[9]</sup>:

$$\begin{cases} y = \rho W_1 y + X\beta + \mu \\ \mu = \lambda W_2 \mu + \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

式中: $y$ ——被解释变量; $X$ ——解释变量; $W_1$ ,  $W_2$ ——被解释变量、残差项的(标准化)空间加权矩阵; $\rho$ ——空间回归系数;参数 $\beta$ ——反映解释变量 $X$ 对被解释变量 $y$ 的影响; $\mu$ ——随机误差项向量; $\varepsilon$ ——正态分布的随机误差向量。

1.2.2 参数估计 在空间自回归模型中,由于空间滞后被解释变量 $W_y$ 的引入,模型产生了内生解释变量问题,此时最小二乘估计是有偏的和不一致的。因此,传统时间序列的计量经济学中常用的最小二乘估计不再适用于空间计量经济模型,需要采用极大似然估计方法进行参数估计。

Cliff, Ord 研究了针对空间 AR 模型的 ML 方法。Anselin 给出了一般空间模型的 MLE 及其性质。引入符号 $A, B$ ,则有:

$$A = I - \rho W_1, B = I - \lambda W_2$$

于是一般空间自回归模型为:

$$Ay = X\beta + \mu, B\mu = \varepsilon \quad (2)$$

$y$  的对数似然函数为:

$$L = -\frac{n}{2} \ln(\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \ln |B| + \ln |A| - \frac{1}{2\sigma^2} v'v \quad (3)$$

其中:

$$v'v = (Ay - X\beta)'B'B(Ay - X\beta)$$

且要求:

$$|I - \rho W_1| > 0, |I - \lambda W_2| > 0$$

为求参数 $\beta, \rho, \lambda, \sigma^2$ 的MLE,通常通过构造集中似然函数,将式(4),式(5)代入似然函数,估计 $\rho$ 和 $\lambda$ ,然后再估计 $\beta, \sigma^2$ 。 $\lambda, \sigma^2$ 均为参数。

$$\beta = (X'B'BX)^{-1}(X'B'BAy) \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}(Ay - X\beta)'B'B(Ay - X\beta) \quad (5)$$

1.2.3 空间加权矩阵构建 进行空间自回归时,空间计量经济学引入了空间加权矩阵来表达空间相互作用,这是与传统计量经济学的重要区别之一,也是进行探索性空间数据分析的前提和基础。空间加权矩阵是一种与被解释变量的空间自回归过程相联系的矩阵。在实际研究中,空间加权矩阵的选择设定是外生的,原因是 $n \times n$ 维的 $W_{n \times n}$ 包含了关于区域 $i$ 和区域 $j$ 之间相关的空间连接的外生信息,不需要通过模型来估计得到它,只需通过权值计算出来即可。 $W_{n \times n}$ 中对角线上的元素 $W_{ij}$ 被设为0,而 $W_{ij}$ 表示区域 $i$ 和区域 $j$ 在空间上相连接状况。为了减少或消除区域间的外在影响,加权矩阵被标准化( $w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}$ )成行元素之和为1。对于变量 $x$ ,这种转换意味着定义成空间滞后变量的 $W_x$ 仅仅表示邻近观测值的加权平均数。定义一个二元对称空间加权矩阵 $W_{n \times n}$ 来表达 $n$ 个位置的空间邻近关系,其矩阵 $W_{n \times n}$ 如式(6)所示。

$$W_{n \times n} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

空间加权矩阵主要是基于空间单元间的二进制邻接性思想进行构建,邻接性由0和1表达。其元素定义形式为:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当区域 } i \text{ 与区域 } j \text{ 相邻} \\ 0 & i=j \text{ 或区域 } i \text{ 与区域 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (7)$$

式(7)是基于邻近概念的空间加权矩阵,因其对称与计算简单而最为常用,适合于测算地理空间效应的影响,本文采用的是基于邻近概念的空间加权矩阵。

## 2 中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间特征

根据《中国国土资源年鉴》(2000—2008年)统计分

析,并从图1了解到,1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地变化波动大,升降状况错综呈现,变化规律不太明显。2006年为最高,达到了367 194.75 hm<sup>2</sup>,但是2007年又急速下降到了最低,为195 835.61 hm<sup>2</sup>。变化最大的是黑龙江,2006年土地整理复垦开发补充耕地为61 644.27 hm<sup>2</sup>,2007年却急剧减少到3 037.74 hm<sup>2</sup>,减少了58 606.53 hm<sup>2</sup>;其次是新疆,2006年土地整理复垦开发补充耕地为33 966.98 hm<sup>2</sup>,2007年减少到4 743.91 hm<sup>2</sup>,减少了29 223.07 hm<sup>2</sup>。土地整理复垦开发补充耕地的快速减少对耕地保护极为不利。2007年土地整理复垦开发补充耕地急速下降的主要原因是2007年中国建设占用耕地188 285.96 hm<sup>2</sup>,与土地整理复垦开发补充耕地数量接近,各省域主要为了应付“占一补一”政策,侧重建设占用耕地多少则应补充多少,缺乏主动补充耕地行为,没有根据本地后备资源潜力,尽力多补充耕地,各省域没有真正负起责任为全国耕地保护大局做出自己应有的贡献。

中国省域土地整理复垦开发补充耕地存在着时空差异。本文选取基期年1999年和中期的2003年以及2007年作为典型年份进行时空差异分析,而且2003年国家下发了“土地开发整理若干意见”和“国土资源部关于进一步采取措施落实严格保护耕地制度的通知”等规定,对耕地实行更加严格保护。2003—2007年,中国经济处于新一轮上升周期,经济处于高位运行态势。在这一轮上升周期中,中国经济增长呈现出“地根经济”的特征,中央开始实施新一轮的宏

观调控,土地政策成为参与宏观经济总量调控、参与产业和部门结构调控和参与区域协调发展调控的手段之一。由1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地均值的空间分布图(图2a)知,1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地均值呈离散布局。不管是高值区还是低值区,东、中、西部,南方和北方均有分布,最高是内蒙古,为33 049.14 hm<sup>2</sup>;最低是海南,为339.51 hm<sup>2</sup>。由图2b、图2c可知,1999年和2003年中国土地整理复垦开发补充耕地也呈离散布局,空间分布规律不明显。2007年中国土地整理复垦开发补充耕地空间布局总体离散,局部集聚,而且局部地区从东到西呈现阶梯状递减(图2d)。高值区(>10 000 hm<sup>2</sup>)集聚分布在长三角的江苏、浙江和华北地区的山东和河南;低值区(<3 000 hm<sup>2</sup>)主要集聚分布在西北部,即宁夏、甘肃、青海和西藏,其他还有离散分布于东西部。2007年中国土地整理复垦开发补充耕地局部地区呈现阶梯状递减,从东到西主要在江苏—河南—陕西—甘肃一线呈现阶梯状递减。

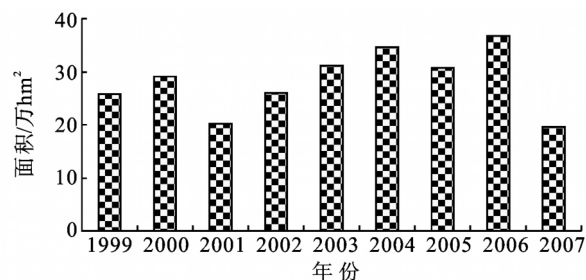


图1 1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地变化情况

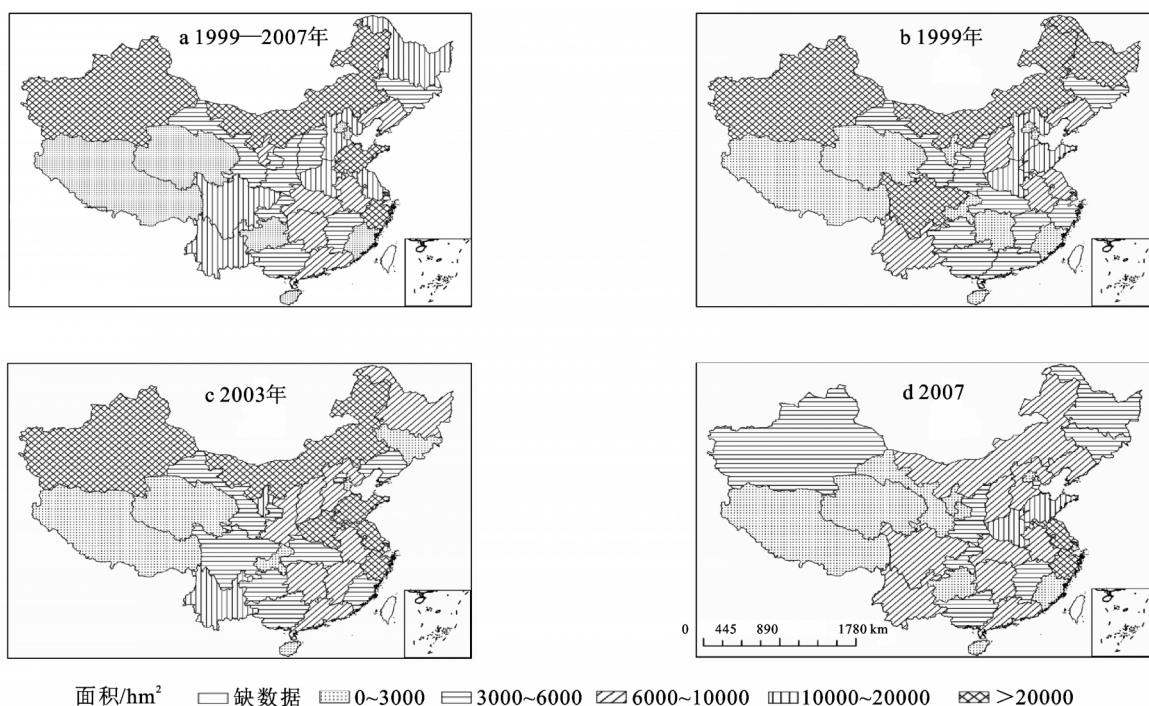


图2 1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地的空间分布

### 3 土地出让纯收益对补充耕地的空间效应

#### 3.1 土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地的效应背景

《土地管理法》第五十五条规定,以出让等有偿使用方式取得国有土地使用权的建设单位,按照国务院规定的标准和办法,缴纳土地使用权出让金等土地有偿使用费和其他费用后,方可使用土地。财政部、国土资源部联合发布的“用于农业土地开发的土地出让金使用管理办法”规定,土地出让金用于农业土地开发的,按各市(地、州、盟)、县(市、旗)不低于土地出让平均纯收益的15%确定。办法中所称的农业土地开发主要包括:土地整理和复垦、宜农未利用地的开发、基本农田建设以及改善农业生产条件的土地开发。按照规定,土地出让纯收益应该有一部分资金用于农业土地开发,即用于土地整理复垦开发工作。因此本文用土地出让纯收益对土地整理复垦开发进行空间效应分析。

地理学第一定律认为,任何事物与其周围事物之间都存在联系,但与其相近的事物之间联系更紧密。由于区域中的经济地理行为之间一般都存在一定程度的空间交互作用,其不同于以往主流经济学中所广泛采用的时间序列数据,空间数据具有空间效应。在空间经济学中,空间效应泛指具有空间属性的能够影响经济活动分布的各种力量<sup>[10]</sup>。本文的空间效应除了前面分析中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间特征外,还对1999—2007年土地整理复垦开发补充耕地平均值的自然对数通过Moran's *I*统计量进行空间效应检验,测定变量之间是否存在空间自相关性,并构建了基于邻近概念的空间加权矩阵,运用空间计量经济学中的空间回归模型,试图分析1999—2007年中国省域的土地出让纯收益与土地整理复垦开发的空间相关性,并进行空间依赖性检验,作为土地出让纯收益与土地整理复垦开发补充耕地的空间效应分析。

#### 3.2 土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地的空间回归分析

3.2.1 数据处理与空间加权矩阵的建立 本文选取中国大陆31个省域1999—2007年的土地出让纯收益和土地整理复垦开发补充耕地数据,考虑到取单个年份的数据回归变异大,使用数据为1999—2007年的平均值。由于回归分析一般要求数据符合正态分布,否则可能存在比例效应。本文采用Kolmogorov—Smirnov法进行正态检验( $p < 0.05$ , 2-tailed),由于

数据的平均值不符合正态分布,因此将数据进行自然对数转换,转换后的数据接近于正态分布。因此,以1999—2007年土地出让纯收益平均值的自然对数为解释变量 $X$ ,以1999—2007年土地整理复垦开发补充耕地平均值的自然对数为被解释变量。对数据通过Moran's *I*统计量进行空间效应检验,得到Moran's *I*指数为0.2789,  $p$ 值为0.0265,通过了5%水平下的显著性检验,说明土地出让纯收益和土地整理复垦开发补充耕地具有一定的空间自相关,可以进行空间自回归分析。

将海南省假设为与广东省邻接,根据全国31个省域间的位置相邻结构和空间边界邻近关系(Rook),构造出全国31个省域间的空间加权矩阵。即一个31阶对称方阵 $W$ ,矩阵中元素 $W_{ij}$  ( $i \neq j$ )代表第*i*个省域与第*j*个省域的相邻关系,相邻时对应的元素为1,否则即为0,当 $i = j$ (即方阵主对角线上之元素)时, $W_{ij} = 0$ 。对上述空间加权矩阵进行标准化,分别使每一行的和为1,即可得到标准化的空间加权矩阵 $W$ 。

3.2.2 结果分析 运用Geodata软件,通过1999—2007年中国土地出让纯收益对土地整理复垦开发平均值的自然对数进行空间回归,回归结果见表1。

表1 1999—2007年中国土地整理复垦开发补充耕地与土地出让纯收益均值空间回归结果

参数或检验量	回归结果	标准差	<i>t</i> 统计值	<i>p</i> 值
常数项系数	0.9759	0.8676	3.1248	0.027
空间回归系数 $\rho$	0.5990	0.0685	8.7495	0.001
空间相关系数 $R^2$	0.7185			
调整的空间相关系数 $R^2_{adj}$	0.7091			
<i>F</i> 统计量	76.5533			

从表1可以看到,1999—2007年中国土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地均值的空间回归模型拟合结果较好。拟合优度为71.85%,  $F$ 值为76.5533,模型整体通过了5%水平的显著性检验。空间回归系数为0.599,通过了1%水平的显著性检验。土地出让纯收益每增加1%,可以带动土地整理复垦开发补充耕地增长0.599%。从表2可知,在空间依赖性检验上,可以看到Moran's *I*指数检验证明回归误差在1%的显著性水平下具有空间依赖性。而为了区分是内生的空间滞后还是空间误差自相关,进行两个拉格朗日乘子检验。结果显示,拉格朗日乘数的空间滞后LMLAG检验量高于拉格朗日乘数的空间误差LMER检验量。按照Anselin提出的准则可知,从理论上讲,在进一步构建空间模型时,还可以选择空间滞后模型而非空间误差模型。

表 2 1999—2007 年土地整理复垦开发补充耕地与  
土地出让纯收益均值空间依赖性检验

空间依赖性检验	MI/DF 检验	统计值	p 值
Moran's <i>I</i> 指数	0.3167	2.3497	0.0188
拉格朗日乘数的空间滞后 LMLAG	1	7.6310	0.0057
拉格朗日乘数的空间误差 LMERR	1	4.1906	0.4179

另外,土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地调整的空间相关系数  $R_{adj}^2$  为 0.709 1,土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地在空间上具有一定的相关性。通过 1999—2007 年中国土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地均值回归残差分析了解到,回归残差高估值和低估值均较大,即离群值较大,离异程度高,说明了土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地的相关度并不是特别高。可以推测,土地整理复垦开发补充耕地除了受土地出让纯收益影响外,还受其他因素的影响。

#### 4 结论

通过 1999—2007 年中国土地整理复垦开发补充耕地的变化了解到,2007 年各省域主要为了应付“占一补一”政策,侧重建设占用耕地多少则应补充多少,缺乏主动补充耕地行为,没有根据本地后备资源潜力,尽力多补充耕地,各省域没有真正负起责任为全国耕地保护大局做出自己应有的贡献。通过中国省域土地整理复垦开发补充耕地的空间特征分析,1999 年和 2003 年中国土地整理复垦开发补充耕地呈离散布局,空间分布规律不明显;2007 年中国土地整理复垦开发补充耕地空间布局总体离散,局部集聚,而且局部地区从东到西呈现阶梯状递减。

运用空间计量经济学,构建了基于邻近概念的空

间加权矩阵,通过空间回归分析表明土地出让纯收益对土地整理复垦开发补充耕地在空间上具有一定的相关性,但相关度并不是特别高。土地整理复垦开发补充耕地除了受土地出让纯收益影响外,还受土地后备资源禀赋、政策等因素影响。各省域土地出让纯收益很大一部分并不用于土地整理复垦开发,而用于城镇、基础设施等方面投资建设。

#### 参考文献:

- [1] 谷晓坤,代兵,陈百明. 土地整理投资区域差异、原因及建议[J]. 中国土地科学,2007,21(5):49-53.
- [2] 樊闯. 中国土地整理事业发展的回顾与展望[J]. 农业工程学报,2006,22(10):246-251.
- [3] 张仕超,魏朝富,李萍. 区域土地开发整理新增耕地潜力及其贡献分析[J]. 农业工程学报,2010,26(S2):312-319.
- [4] 田蜜,高明,鲍金星,等. 地形地貌对土地整理新增耕地数量的影响[J]. 西南大学学报:自然科学版,2010,32(11):98-103.
- [5] 何英彬,陈佑启,杨鹏,等. 农村居民点土地整理及其对耕地的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(7):312-316.
- [6] 王媛玲,胡继连,赵庚星,等. 莱芜里辛土地整理耕地质量级别变化研究[J]. 中国土地科学,2010,24(10):52-57.
- [7] 吴淑萍. 中国省域间经济收敛的空间计量分析[D]. 厦门:厦门大学,2009.
- [8] 马骊. 空间统计与空间计量经济方法在经济研究中的应用[J]. 统计与决策,2007(19):29-31.
- [9] 孙敬水,马骊. 我国城镇居民消费与收入关系的空间自回归模型研究[J]. 数量统计与管理,2009,28(1):117-121.
- [10] 刘迎霞. 空间效应与中国城市群发展机制探究[J]. 河南大学学报:社会科学版,2010,50(2):40-44.
- [11] 董连科. 分形理论及应用[M]. 沈阳:辽宁科学出版社,1991:112-115.
- [12] 徐建华,艾南山,金炯,等. 西北干旱区景观要素镶嵌结构的分形研究:以黑河流域为例[J]. 干旱区研究,2001,18(1):36-39.
- [13] 邹敏,吴泉源,逢杰武. 基于 DEM 的龙口市土地利用空间格局与时空变化研究[J]. 测绘科学,2007,32(6):173-175.
- [14] 汤国安,赵牡丹,李天文,等. DEM 提取黄土高原地面坡度的不确定性[J]. 地理学报,2003,58(6):824-830.
- [15] 秦耀辰,刘凯. 分形理论在地理学中的应用研究进展[J]. 地理科学进展,2003,22(9):426-435.

(上接第 171 页)

- [3] 陈华,孙丹峰,段增强,等. 基于 DEM 的山地日照时数模拟时空特点及应用:以北京西山门头沟为例[J]. 山地学报,2002,20(5):559-563.
- [4] 李卓卿,许建初. 云南省维西县塔城镇土地利用/地表覆盖及其空间格局变化研究[J]. 生态学杂志,2005,24(6):623-626.
- [5] Goodchild M F. Fractals and the accuracy of geographical measures[J]. Mathematical Geology,1980,12(2):85-89.
- [6] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature[M]. New York:W H Freeman, 1982:30-35.