

# 基于灰色关联分析的武汉市建设用地 扩张驱动力实证研究

胡银根<sup>1</sup>, 蔡国立<sup>1,2</sup>, 徐小峰<sup>3</sup>, 张曼<sup>4</sup>

(1. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070; 2. 惠州市杰诚工程咨询有限公司, 广东 惠州 516008; 3. 上海市地质调查研究院, 上海 200072; 4. 鄂州市农村综合产权交易所, 湖北 鄂州 436000)

**摘要:** 采用灰色关联分析法探究了 2003—2012 年武汉市建设用地扩张的驱动因素。研究结果表明, 交通条件改善, 城乡居民收入增长和人口增加是武汉市近 10 a 建设用地扩张的主要驱动力; 各驱动力因素表现出一定的时间尺度依赖性, 交通和人口因素对建设用地短期内快速扩张的推动效应更显著, 收入因素的效应则主要体现在长期; 宏观经济增长和产业结构调整促进了土地利用的效率和集约水平的提升。

**关键词:** 武汉市; 建设用地扩张; 驱动力; 灰色关联分析

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2014)06-0214-05

中图分类号: F293.2

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.06.045

## Empirical Study on Driving Forces of Construction Land Expansion in Wuhan City Based on Grey Relational Analysis

HU Yin-gen<sup>1</sup>, CAI Guo-li<sup>1,2</sup>, XU Xiao-feng<sup>3</sup>, ZHANG Man<sup>4</sup>

(1. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China; 2. Huizhou Jiecheng Project Consultation Limited Company, Huizhou, Guangdong 516008, China; 3. Shanghai Institute of Geological Survey, Shanghai 200072, China; 4. Ezhou Comprehensive Rural Property Exchange, Ezhou, Hubei 436000, China)

**Abstract:** Based on gray relational analysis, the driving forces of urban expansion in Wuhan City was studied using statistical data during 2003—2012. Result showed that the improvement of traffic conditions, the growth of people's income and population were the main driving forces of construction land expansion in Wuhan City during the past decade. The driving forces showed certain time scale dependence; the two factors, traffic and population, showed more significant effect on promoting rapid expansion in short-term, while the effect of income was mainly reflected in long-term. The increase of macro economy and the adjustment of industrial structure improved the efficiency and intensive level of land use.

**Keywords:** Wuhan City; construction land expansion; driving forces; grey relational analysis

随着经济发展和城市化进程的推进,大量农用地转化为城市建设用地,面对人多地少的国情,“建设与保护”的矛盾逐渐凸显,建设用地扩张也自然成为近年来土地利用的热点问题。武汉市是我国中部地区发展的重要支撑点,在过去 10 a 间,尤其是自“武汉城市圈”战略实施以来,武汉市建成区经历了大规模的扩张,城郊优质农田不断被建设用地景观所替代,这使得对建设用地扩张的驱动力进行动态研究进而寻求城市理性发展的道路变得必要而紧迫。总的来说,建设用地扩张的驱动力来自于自然、社会、经济等

多方面,从已有研究来看,经济发展<sup>[1]</sup>、人口增长<sup>[2-4]</sup>、产业结构调整<sup>[5]</sup>和固定资产投资增长<sup>[6-7]</sup>等因素与建设用地扩张具有较高的关联性。从驱动力的时间效应上讲,地理环境作为建设用地扩张的基本条件和重要的限制因素,其效应主要体现在较长的时间尺度上;而在短期内,社会经济和制度政策的作用更加明显<sup>[8]</sup>。

目前对建设用地扩张驱动力的研究方法主要有两类,一类是基于数理统计理论的多元线性回归分析<sup>[5-6,9]</sup>和非线性的 Logistic 回归分析法<sup>[1,10]</sup>,通过逐

收稿日期:2013-11-14

修回日期:2013-12-31

资助项目:国家自然科学基金项目“城乡统筹背景下建设用地优化配置的动力、绩效与配套机制研究”(41271191); 国家自然科学基金重点项目(41130748); 中国博士后科学基金项目(20100470531); 科技部“十二五”国家科技支撑计划项目(2014BAL01B00); 湖北省政府咨询项目[鄂(2011)456号]

作者简介:胡银根(1970—),男(汉族),安徽省安庆市人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事土地利用管理和土地信息研究。E-mail: hyg@mail.hzau.edu.cn。

通信作者:蔡国立(1989—),男(汉族),山东省临沂市人,硕士研究生,研究方向为土地资源利用与管理。E-mail: caiguoli1989@163.com。

步回归可确保模型中只含有对因变量解释作用显著的自变量,而不显著的则被排除;另一类是通过建立计量经济模型进行分析。这两类方法在数学上都有严格的规范性和完整性,但模型对样本容量要求较高,而我国土地资源信息化起步较晚,土地利用数据并不齐全,因此很难保证模型的精度。另外,传统的数理统计分析方法要求样本服从某个典型的概率分布,并要求各因素之间彼此不相关,这种要求也往往难以满足<sup>[1]</sup>。与传统方法相比,灰色关联分析法对样本数据要求相对较低,也不需要样本服从典型的分布规律,同时能有效避免系统特征数据之间的共线性问题,可在不完全信息中通过一定的数据处理找出系统各因素的关联性,因此较适合于本研究。在借鉴已有研究的成果和不足的基础上,本研究从社会和经济的角度出发,以武汉市2003—2012年统计数据为基础,分析了武汉市近10a建设用地扩张的基本态势,并采用灰色关联分析法探究了建设用地扩张的动力,着重分析其作用机理,以期为制定合理而有针对性的经济社会发展政策提供参考。

## 1 研究区概况

### 1.1 武汉市经济社会发展状况

武汉市位于江汉平原东缘,长江与汉江交汇处,水陆交通十分便利,辖区总面积8494.41 km<sup>2</sup>,约占湖北省总面积的4.6%。作为湖北省省会,武汉市在该省经济、社会发展中的优势地位非常明显,2012年该市实现GDP 8003.82亿元,占湖北省总量的40.77%。从产业结构来看,2012年武汉市三产比例为3.76:48.35:47.89,非农产业占绝对优势,且近年来第二产业(主要是工业)的比例仍呈不断扩大趋势。

武汉市户籍人口总量在连续多年增长后在2010年达到峰值,此后开始逐年减少,至2012年底已累计减少15.02万人(这可能是源于独生子女政策的持续发酵作用),而同期常住人口则增加了32.46万人。产生这一现象的原因可能是,随着城市化进程的加快,武汉市经济的快速增长和大规模的城市建设产生了大量用工需求,吸引了越来越多的进城务工者。常住人口的持续增长与户籍人口的逐渐减少形成鲜明的对比,越来越多的外来务工者来到武汉市工作和生活,但是受制于现行的户籍政策,他们无法在这里扎根,无法公平地享受到与城市户籍绑定的各种福利待遇。

### 1.2 武汉市建设用地扩张状况

建设用地的数量方面,2007年之前武汉市建设用地规模扩张较为缓慢。根据相关统计资料,2003—2006年武汉建成区面积仅增加了6.08 km<sup>2</sup>,年均增

长0.61%。由图1可以看出,“十一五”期间,尤其是2007年“十七大”之后,以武汉市为中心的“1+8”城市圈被国务院批准为“两型社会”综合配套改革试验区,成为中部崛起的重要战略支点,武汉市建成区经历了大规模的扩张。据《2012年武汉市国民经济和社会发展统计公报》显示,到2012年底,武汉市建成区面积已扩展到520.3 km<sup>2</sup>,是2003年的2.4倍多。从建设用地的结构方面看,2003—2012年武汉市建设用地的扩张主要来自居住用地、工业用地、道路广场用地和公共设施用地,4种用地分别贡献了武汉市建设用地扩张总量的30.18%,19.95%,18.23%和10.87%。尤其需要指出的是,近年来武汉市开发区发展迅速,目前全市有3个国家级开发区,12个省级开发区,2009年各类开发区总占地面积已达211 km<sup>2</sup>。另外,“十一五”时期武汉市大规模推进城市交通设施建设,截至2011年全市对外交通用地和道路广场用地面积总计达162.69 km<sup>2</sup>,占城市建设用地的22%。

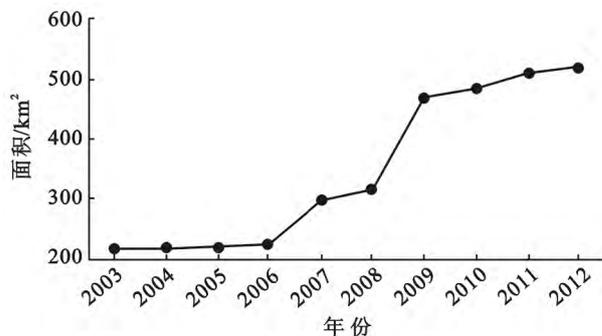


图1 武汉市2003—2012年建成区面积变化趋势

## 2 研究方法

采用灰色关联分析方法对建设用地扩张的驱动力进行定量分析,得到各驱动力指标与建设用地扩张关联度的排序,并结合聚类分析的结果对各类因素的作用机理进行探讨。灰色关联分析的原理是根据各因素之间发展趋势的相似或相异程度(即“灰色关联度”)来衡量因素间的关联程度。具体地说,就是对反映各因素变化特性的数据序列的变化趋势进行几何比较,几何形状越相似,相应序列之间的关联度就越大,反之就越小。另外,考虑到本研究选取的驱动力因素较多,为对各个驱动力因素有更清晰直观的认识,首先对各指标进行聚类分析,将具有相似特征的指标归为一类,使同类对象间相似性比其他对象的相似性更强,不仅起到降维的效果,还有利于对指标进行深入分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 变量设置

3.1.1 因变量设置 研究建设用地扩张驱动力常用的因变量有城市建设用地总面积和建成区面积两类,但考虑到在中国城市建成区更接近于城市的实体区域<sup>[12]</sup>,因此以城市建成区面积为因变量表征城市建设用地的扩张状况。

3.1.2 驱动因子选取 在已有研究的基础上,结合武汉市经济社会发展和建设用地扩张状况,选取了 10 个指标对武汉市建设用地扩张的驱动力进行探讨:GDP( $X_1$ ),工业增加值( $X_2$ ),建筑业增加值( $X_3$ ),第三产业增加值( $X_4$ ),全社会固定资产投资( $X_5$ ),城镇居民人均可支配收入( $X_6$ ),农村居民人均纯收入( $X_7$ ),年末常住人口( $X_8$ ),非农业人口( $X_9$ )和公路通车里程( $X_{10}$ )。各驱动力指标数据主要来源于历年《武汉统计年鉴》,其中 2012 年数据来源于《2012 年武汉市国民经济和社会发展统计公报》。

#### 3.2 指标聚类与说明

为更清晰直观地认识建设用地扩张的驱动力,方便进一步研究,需要先对 10 个驱动力指标进行聚类分析。首先对原数据进行“均值化”处理,消除量纲的影响,然后借助 SAS 9.2 中的 Cluster 过程对 10 个指标进行系统聚类,聚类方法采用重心法(Centroid),样本距离使用欧氏距离。需要说明的是,Cluster 过程通常用于样本聚类(即 R 型聚类),因此这里需要先对原数据矩阵进行转置处理,转置后的变量就处于观测地位,这样就可以将它们作为一个“样品”来进行指标聚类(即 Q 型聚类)。通过聚类,将 10 个驱动力因子分为 5 类:第 1 类包括 GDP( $X_1$ )、工业增加值( $X_2$ )、建筑业增加值( $X_3$ )和第三产业增加值( $X_4$ ) 4 个指标,反映的是宏观经济状况,并体现了产业结构的组成,其中 GDP 是衡量一个国家或地区经济状况和发展水平的常用指标,一般来讲经济总量的提升会对建设用地的扩张产生一系列直接或间接的效应;工业增加值( $X_2$ )、建筑业增加值( $X_3$ )和第三产业增加值( $X_4$ )是衡量二、三产业发展水平的指标,武汉市非农产业总比重超过 95%,其中工业用地在建设用地总量中占比接近 30%。第 2 类只有全社会固定资产投资( $X_5$ )一个指标,它是形成资本的一种非常重要的方式,而资本投入的增加则是经济发展和城市扩张的重要支撑。第 3 类包括城镇居民人均可支配收入( $X_6$ )和农村居民人均纯收入( $X_7$ ) 2 个指标,分别反映城市和农村居民的收入水平,收入的增长提高了居民的消费能力,这将会拉动

对社会公共服务(如交通、医疗等)用地和城市居住用地的需求。第 4 类包括年末常住人口( $X_8$ )和非农业人口( $X_9$ ) 2 个指标,人口规模是土地利用总体规划和城市总体规划确定建设用地规模的重要依据,而且建设用地扩张的实质就在于人口增长和经济发展对土地资源需求的增长,由于建设用地承载力是有限的,当人口规模超过现有建设用地承载力时,必然要通过建设用地扩张来缓解压力。第 5 类,公路通车里程( $X_{10}$ )是反映城市交通状况的重要指标,路网的完善方便了人们的出行,也促进了各种要素的流动,从而带动沿线经济的发展和城市景观的改变。

#### 3.3 灰色关联度分析

在对各指标进行聚类后,运用灰色关联分析法分析各因素与建设用地扩张的关联程度,可以得到所有因素对建设用地扩张影响的大小关系,以及各类因素中的主要作用因子。另外,考虑到 2007—2009 年武汉市建设用地扩张速度明显快于其他年度,将进一步从时间效应角度考察这一期间的建设用地扩张驱动力与 2003—2012 年间的对比关系。

3.3.1 武汉市 2003—2012 年建设用地扩张的灰色关联分析。分析步骤为:

(1) 设定参考序列和比较序列。

$$X_i(t) = \{x_i(2003), x_i(2004), \dots, x_i(2012)\}$$

$$(i=0, 1, \dots, 10; t=2003, 2004, \dots, 2012)$$

式中:  $X_0(t)$ ——参考序列,对应因变量指标(建成区面积);  $X_1(t), X_2(t), \dots, X_{10}(t)$ ——10 个比较序列,对应 10 个解释变量指标;  $t$ ——时期,本研究的时间尺度为 2003—2012 年,共 10 期。

(2) 数据无量纲化处理。由于各序列中原始数据的单位不同,序列之间不具有可比性,因此要对原始数据进行无量纲化处理。采用初值化变换,即把各序列中的每一期的数值分别除以本序列的第一期的数值,从而得到一组新的序列:

$$X_i'(t) = \{x_i'(2003), x_i'(2004), \dots, x_i'(2012)\}$$

$$(i=0, 1, \dots, 10)$$

式中:  $x_i'(k) = x_i(k) / x_i(2003)$

(3) 计算关联系数。比较序列  $X_i(t)$  与参考序列  $X_0(t)$  在  $k$  时期的关联系数  $\xi_i(k)$  为:

$$\xi_i(k) = [\min_i \min_k |x_0'(k) - x_i'(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0'(k) - x_i'(k)|] / [ |x_0'(k) - x_i'(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0'(k) - x_i'(k)| ]$$

$$(\rho \in [0, 1])$$

式中:  $|x_0'(k) - x_i'(k)|$ ——参考序列  $X_0(t)$  与比较序列  $X_i(t)$  在  $k$  时期取值的差的绝对值;  $\min_i \min_k |x_0'(k) - x_i'(k)|$

$(k) - x_i'(k)$ ,  $\max_k |x_0'(k) - x_i'(k)|$ ——参考序列  $X_0(t)$  与每一个比较序列在各期取值的差的绝对值中的最小值和最大值;  $\rho$ ——分辨系数,其作用在于

提高关联系数之间的差异显著性,在最小信息原理下,一般取  $\rho=0.5^{[13]}$ 。经过计算得到比较序列  $X_i(t)$  与参考序列  $X_0(t)$  在各个时期的关联系数矩阵详见表 1。

表 1 武汉市 2003—2012 年各个时期的关联系数矩阵

项目	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
$\xi_1(k)$	1.000 0	0.946 9	0.877 8	0.885 5	0.962 1	0.869 1	0.805 4	0.706 8	0.596 3	0.516 2
$\xi_2(k)$	1.000 0	0.926 2	0.869 7	0.891 2	0.969 4	0.857 2	0.779 5	0.699 1	0.552 8	0.478 1
$\xi_3(k)$	1.000 0	0.971 9	0.922 7	0.831 9	0.907 5	0.908 1	0.826 8	0.716 2	0.609 9	0.512 6
$\xi_4(k)$	1.000 0	0.948 2	0.886 5	0.883 8	0.965 3	0.865 7	0.811 5	0.699 8	0.618 9	0.546 4
$\xi_5(k)$	1.000 0	0.910 4	0.813 7	0.980 3	0.817 7	0.664 7	0.523 4	0.434 9	0.388 0	0.333 3
$\xi_6(k)$	1.000 0	0.959 9	0.913 8	0.830 5	0.870 7	0.940 5	0.985 3	0.954 6	0.859 1	0.778 3
$\xi_7(k)$	1.000 0	0.956 9	0.923 7	0.807 6	0.830 9	0.895 3	0.947 6	0.978 4	0.853 3	0.772 6
$\xi_8(k)$	1.000 0	0.997 4	0.983 2	0.746 7	0.733 6	0.725 9	0.716 4	0.710 8	0.710 4	0.700 9
$\xi_9(k)$	1.000 0	0.995 8	0.985 1	0.748 2	0.735 1	0.729 5	0.718 3	0.696 9	0.693 5	0.685 4
$\xi_{10}(k)$	1.000 0	0.980 2	0.981 2	0.991 9	0.970 6	0.965 1	0.872 5	0.840 4	0.821 0	0.823 4

(4) 计算灰色关联度。比较序列  $X_i(t)$  与参考序列  $X_0(t)$  的关联度为两个序列 10 个关联系数的算数平均数,计算公式为:

$$\gamma_i = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} \xi_i(k)$$

由此得到 10 个灰色关联度  $\gamma_i$ ,  $\gamma_i$  反映了各个比较序列在各时期中对参考序列的平均影响。 $\gamma_i$  及其排序详见表 2。

由表 2 可以看出,2003—2012 年各驱动因素与武汉城市建设用地扩张的关联程度由大到小依次为:公路通车里程>农民纯收入>城市人均可支配收入>年末常住人口>非农业人口>建筑业增加值>第三产业增加值>GDP>工业增加值>全社会固定资产投资。因此,与建设用地扩张最密切的因素包括公路通车里程、农民纯收入、城市人均可支配收入、年末常住人口和非农业人口 5 个因素。

表 2 研究区灰色关联度及排序

变量	$\gamma_i$	排序	变量	$\gamma_i$	排序
公路通车里程 $X_{10}(t)$	0.924 6	1	建筑业增加值 $X_3(t)$	0.800 3	6
农民纯收入 $X_7(t)$	0.907 6	2	第三产业增加值 $X_4(t)$	0.793 3	7
城市人均可支配收入 $X_6(t)$	0.903 2	3	GDP $X_1(t)$	0.787 7	8
年末常住人口 $X_8(t)$	0.836 8	4	工业增加值 $X_2(t)$	0.772 6	9
非农业人口 $X_9(t)$	0.833 3	5	全社会固定资产投资 $X_5(t)$	0.661 5	10

3.3.2 武汉市 2007—2009 年建设用地扩张的灰色关联分析 根据灰色关联分析的步骤,进一步计算了 2007—2009 年各驱动因素与武汉城市建设用地扩张的灰色关联度。其中灰色关联度最大的几项为: $\gamma_9 = 0.934 0$ ,  $\gamma_8 = 0.929 7$ ,  $\gamma_{10} = 0.805 0$ , 即 2007—2009 年与建设用地扩张最密切的因素为非农业人口、年末常住人口和公路通车里程 3 个因素。

### 3.4 结果分析

结合聚类分析的结果,2003—2012 年与武汉市建设用地扩张关联性最强的是交通、收入和人口 3 类因素,而对 2007—2009 年的局部分析表明,与建设用地快速扩张相关性最强的因素是人口和交通 2 类因素。

(1) 交通因素。在两个时间尺度的分析中,反映城市交通状况的公路通车里程对建设用地扩张的贡

献率都很高,表明城市交通的快速发展对武汉市建设用地扩张产生了很强的拉动作用,2012 年武汉公路通车里程达 13 337.01 km,比 2003 年增长了 198%,快捷的交通既方便了人们出行,也为交通沿线用地的迅速升值和开发利用提供了契机。

(2) 收入因素。从灰色关联分析结果来看,收入因素在 2003—2012 年对武汉市建设用地扩张的推动效应比较明显,而在较短时间尺度上的贡献则并不突出。在 10 年尺度水平上,农民纯收入与城市人均可支配收入的增长与建设用地扩张的关联度分别为 0.907 6 和 0.903 2,分写排在所有因素的二、三位。城市居民人均可支配收入的增长提高了市民的消费能力,对城市公共设施、住房、交通等用地的需求随之增加。农民纯收入增长与建设用地的扩张看似关系不大,但灰色关联分析表明两者间存在较强的关联

性,这可能有两方面原因:一方面是统计的原因,近年来武汉市大规模城市建设产生了大量用工需求,吸引越来越多的农村劳动力涌入城市,然而城市对进城务工人员实行“经济性接纳、社会性排斥”,一纸户籍将他们挡在了“市民”范畴之外,因此这部分务工收入仍随农民身份被划归为农民收入。但实际上进城务工人员一年中大部分时间留在城市中,消费、住房和公共服务资源都由城市提供,近 10 a 间武汉市农民人均纯收入年均增长 13.84%,2012 年达 11 190.44 元,是 2003 年的 3 倍多,这主要来自非农业收入的增长;另一方面,随着收入水平的不断提高,越来越多的农民有能力迁到城市居住,过上“城里人”的生活,从而增加对城市建设用地的需求。因此不论从哪一方面讲,农民纯收入的增加都会对城市建设用地的增长产生正向推动作用。

(3) 人口因素。从两个时间尺度的灰色关联分析结果来看,人口因素对建设用地扩张的影响非常明显。2003—2012 年武汉市常住人口和非农业人口分别增长了 206 万人和 80.04 万人,不断增长的人口对居住用地和公共设施用地的刚性需求成为推动建设用地扩张的主要驱动力之一。

(4) 宏观经济、产业结构以及投资因素。不论从近 10 a 的时间尺度看,还是从建设用地快速增长的 2007—2009 年看,经济、产业和投资因素与建设用地扩张的关联度都比较靠后,表明武汉市宏观经济的发展和社会投资的扩大并没有引起城市建成区以相似的趋势扩张。以投资状况为例,2003—2012 年武汉市全社会固定资产投资年均增长 25.78%,远快于建成区年均 3.1% 的扩张速度。表明随着技术革新、劳动力素质提高和产业结构优化等,土地利用强度和集约利用水平不断提高,从而呈现建设用地扩张的速率慢于经济发展和投资增长的现象。

## 4 结论

交通条件改善、城乡居民收入增长和人口增加是武汉市近 10 a 建设用地扩张的主要驱动力;不同驱动因素对建设用地扩张的推动效应在不同的时间尺度上有所差异,其中人口和交通因素无论在较长时期还是在较短时期内对建设用地扩张都具有明显的推动作用,尤其是在较短时期内对建设用地快速扩张的推动效应更明显,而收入因素对建设用地扩张的影响主要体现在较长时期,而在较短时间内的作用效果相对不明显;宏观经济和产业结构因素与建设用地扩张的关联性相对较弱,说明科技的进步、劳动力素质的提高和产业结构的升级转型提高了土地利用效率和

集约利用水平,从而在一定程度上遏制了城市的无序扩张。

制度政策、地理环境等也是影响建设用地扩张的重要因素<sup>[14]</sup>,但二者难以量化,本研究只探讨了人口和经济因素对武汉市建设用地扩张的影响;另外,本研究是将武汉市作为一个整体进行分析,而城市结构本身具有复杂性的特点,因此本研究反映的是区域建设用地扩张的共性特征,有可能掩盖了个别地域的特殊性。在后续的研究中,一方面要优化影响因素指标的选取,综合考虑制度政策、地理环境等对建设用地扩张的影响;另一方面要将建设用地的空间结构纳入研究范围,充分考虑建设用地内部结构与布局对建设用地扩张的影响,探究区域内建设用地扩张的个性特征。

### [参 考 文 献]

- [1] 刘瑞,朱道林,朱战强,等. 基于 Logistic 回归模型的德州市城市建设用地扩张驱动力分析[J]. 资源科学,2009,31(11):1919-1926.
- [2] 王海鸿,常艳妮,杜茎深,等. 建设用地扩张驱动力分析:以甘肃省为例[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(3):75-80.
- [3] 梅昀,邓胜华. 基于通径分析的城市建设用地扩张研究:以武汉市为例[J]. 中国土地科学,2010,24(2):9-14.
- [4] 邓胜华,梅昀,陈曲,等. 基于对应分析的城市建设用地扩张研究:以武汉市为例[J]. 资源科学,2010,32(9):1746-1751.
- [5] 段祖亮,张小雷,雷军,等. 新疆建设用地变化及驱动力研究[J]. 水土保持学报,2009,23(1):193-201.
- [6] 陈浮,陈刚,包浩生,等. 城市边缘区土地利用变化及人文驱动力机制研究[J]. 自然资源学报,2001,16(3):204-210.
- [7] 赵可,张安录,徐卫涛. 中国城市建设用地扩张驱动力的时空差异分析[J]. 资源科学,2011,33(5):935-941.
- [8] 刘涛,曹广忠. 城市用地扩张及驱动力研究进展[J]. 地理科学进展,2010,29(8):927-934.
- [9] 谈明洪,李秀彬,吕昌河. 20 世纪 90 年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用[J]. 中国科学(D 辑):地球科学,2004,34(12):1157-1165.
- [10] 姜广辉,张凤荣,陈军伟,等. 基于 Logistic 回归模型的北京山区农村居民点变化的驱动力分析[J]. 农业工程学报,2007,23(5):81-87.
- [11] 刘思峰,党耀国,方志耕,等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [12] 周一星,史育龙. 建立中国城市的实体地域概念[J]. 地理学报,1995,50(4):289-301.
- [13] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 湖北 武汉:华中科技大学出版社,2003.
- [14] 鲍丽萍,王景岗. 中国大陆城市建设用地扩展动因浅析[J]. 中国土地科学,2009,23(8):68-72.