

doi: 10.16112/j.cnki.53-1223/n.2019.05.006

滇中城市群城镇用地扩展驱动因素综合影响分析

赵建鹏¹ 赵俊三¹ 袁磊²

(1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 云南师范大学 信息学院, 云南 昆明 650500)

摘要: 城镇用地的扩展受到多种驱动因素的综合影响。本文以2009—2015年滇中城市群土地利用数据和社会经济统计数据为基础, 基于结构方程模型构建了滇中城市群城镇用地扩展驱动因素综合影响模型, 定量分析了各驱动因素对城镇用地扩展的影响路径、直接影响、间接影响及总效应, 进而揭示了驱动因素对城镇用地扩展的综合影响及驱动机理。结果表明: 第二产业产值、总人口、固定资产投资额、人均GDP对滇中城市群城镇用地扩展的总效应分别为0.83、0.62、0.55和0.46, 是滇中城市群城镇用地扩展主要驱动因素; 总人口主要通过影响第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地扩展, 影响路径分别为0.32、0.15和0.52, 并且总人口的间接影响大于直接影响; 固定资产投资对城镇用地扩展的直接影响(0.63)最大, 而第二产业产值对城镇用地扩展的间接影响(0.83)最大。

关键词: 城镇用地扩展; 驱动因素; 结构方程模型; 滇中城市群

中图分类号: F293.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-855X(2019)05-0033-06

Comprehensive Effect of Driving Factors of Urban Land Expansion in Yunnan Central Urban Agglomeration Area

ZHAO Jianpeng¹ ZHAO Junsan¹ YUAN Lei²

(1. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. School of Information Science and Technology, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: The expansion of urban land is affected by a combination of drivers. In this study, we used land-use data and socio-economic statistics of the Yunnan central urban agglomeration area from 2009 to 2015, based on the structural equation model, to construct a comprehensive effect model of urban land expansion driving factors in Yunnan central urban agglomeration area. We made Quantitative analysis of the impact path, direct effect, indirect effect and total effect of various driving factors on urban land use expansion, and the comprehensive impact and driving mechanism of driving factors on urban land expansion were revealed. The results show that the total output value of the secondary industry, the total population, the fixed assets investment, and the per capita GDP are 0.83, 0.62, 0.55, and 0.46, respectively, for the urban land expansion in Yunnan central urban agglomeration area, which is the main driving factor for the urban land expansion in Yunnan central urban agglomeration area. The total population mainly affects the expansion of urban land use by influencing the output value of the secondary industry, per capita GDP and investment in fixed assets, the impact paths are 0.32, 0.15, and 0.52, respectively. The indirect effect is greater than the direct effect; the fixed assets investment has the greatest direct impact(0.63) on urban land expansion, while the secondary industry output value has the greatest indirect

收稿日期: 2019-03-26. 基金项目: 国家自然科学基金项目(41761081).

作者简介: 赵建鹏(1995-), 男, 硕士研究生. 主要研究方向: GIS和国土资源信息化. E-mail: 1689393059@qq.com

通信作者: 赵俊三(1964-), 男, 博士, 教授, 博士生导师. 主要研究方向: GIS/LIS、土地规划、国土资源信息化.

E-mail: junsanzhao@netease.com

impact(0.83) on urban land expansion.

Key words: urban land expansion; driving factors; structural equation model; Yunnan central urban agglomeration area

0 引言

土地利用变化机制是LUCC研究的核心问题之一,而驱动力研究则是土地利用变化机制研究的核心内容和难点^[1]。改革开放以来,我国社会经济快速发展,城镇化水平迅速推进,仅用30余年时间就达到了欧美国家历时100余年才能实现的城镇化水平^[2]。城镇用地扩展直观地体现了城镇化和城镇发展的空间过程与特征^[3],城镇化水平的快速提升造成了城镇用地扩展时空演变加速,研究城镇用地扩展的驱动机制不仅有助于深入理解其扩展的规律及方向,而且对于推动城镇持续健康发展及区域协调发展具有重要意义。目前,国内外学者对城镇用地扩展驱动因素的研究多采用相关性分析^[4]、Logistic回归分析^[5-6]、GT-WR模型^[7]、主成分分析^[8]等方法探讨引起城镇用地扩展的经济、社会、政府政策等驱动因素,但主要针对我国沿海及经济发达地区,对于西部经济较落后地区的研究相对不足。例如, Yang Qingke^[9]等通过回归分析得出市场活动和行政级别在推动江苏省城市土地开发中发挥了关键的作用,说明城市土地快速开发具有制度和市场基础。韩向旭^[10]研究表明城市化水平、水产养殖面积和年末总人口是影响海南岛海岸带城镇用地变化的主要驱动因素。陈春、冯长春^[11]通过分析全国层面建设用地变化驱动力得出:GDP对我国建设用地变化的驱动力最大,其次是公路营运里程,再次是人口。现有研究大多得出驱动因子对城镇用地扩展的直接影响与相关性,在驱动因素对城镇用地扩展的间接及相互影响方面大多采用定性分析方法,定量分析并不多见。结构方程模型(Structural Equation Model, SEM)是一种能够处理多因素因果关系的定量研究方法,多应用于社会学、经济学、心理学等领域,在土地利用变化驱动力的研究中还应用较少。Hossein Azadi, Ali Akbar Barati等^[12]通过结构方程模型来研究伊朗东北部农业用地变化的驱动因素,研究指出非农业部门盈利能力增强、土地价格过度上涨、农民收入不稳定、土地碎片化、城市扩张和继承法是农业用地转变的六大成因。Jiquan Chen, Ranjeet John等^[13]将中国加入世界贸易组织、第三次退耕还林运动、中国粮食换绿色计划等政策变化指标加入结构方程模型中,研究了自然和社会驱动因素对内蒙古与蒙古国自然-人耦合系统(CNH)的影响,研究表明人类对蒙古CNH系统的影响超过了生物物理变化的影响。本文基于结构方程模型(Structural Equation Model, SEM)利用2009—2015年滇中城市群土地利用及土地变更数据,以滇中城市群42个县(区、市)为研究样本,选取总人口、单位从业人员、城镇居民人均可支配收入、第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额为驱动因子,对滇中城市群城镇用地扩展驱动因素的相互作用及综合影响进行量化研究,通过分析驱动因素对城镇用地扩展的影响路径、直接影响、间接影响及总效应,进而揭示驱动因素对城镇用地扩展的综合影响及驱动机理。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

滇中城市群区域是国家重点培育的19个城市群之一,地处云贵高原中部,云南省中东部。2011年云南省批准实施《滇中城市群规划(2009—2030年)》,范围包括:昆明、曲靖、楚雄和玉溪四个州市,共42个县(市、区)。2016年,结合区域发展背景和条件,梳理规划实施以来存在的共性和急迫问题,又重新编制了《滇中城市群规划(2016—2049年)》,在原规划范围的基础上,新增红河哈尼族彝族自治州北部蒙自、个旧、建水、开远、弥勒、泸西、石屏七个县市。为了使数据前后统一,根据研究需要,本文采用原规划范围,即昆明市、曲靖市、玉溪市和楚雄彝族自治州四州市,共42个县市,不包括后期划入的七个县市。滇中城市群城镇用地由2009年的700.30 km²增长到2015年的896.67 km²,年增长率为4.67%,2009年滇中城市群城镇人口为746.2万人,2015年为959万人,城镇人口增加了209.8万人,年增长率为4.67%,城镇用地增长速度与城镇人口增长速度基本一致。

1.2 变量选取与数据来源

土地利用变化受到自然生物、社会经济、制度和技术等多种因素的影响,但其中制度、技术和经济因素相对活跃,是较短时间尺度内引起区域土地利用变化的主要驱动因素^[14],而自然因素相对稳定,在较短时间尺度内自身变化较小,对土地利用变化的影响并不明显^[15]。由于本次研究选取的时间跨度较短,因此本文主要选择总人口、单位从业人员、城镇居民人均可支配收入、第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额共6个社会经济因素进行分析,并且所有指标都采用2009—2015年间的变化量。城镇用地面积采用建制镇与城市用地面积之和。城镇用地数据来源于2009年、2015年昆明市、曲靖市、玉溪市和楚雄州土地利用调查及变更数据。人口及社会经济数据来源于2010年、2016年的《云南省统计年鉴》和四个州市的统计年鉴。

1.3 研究方法

结构方程模型(Structural Equation Model, SEM)是20世纪70年代在Karl Joreskog和Dag Sorbom等学者提出的统计理论的基础上发展而成,被称为近年来应用统计学三大进展之一^[16-17],是一种基于统计分析技术来处理多因素因果关系的定量研究方法^[18]。它整合了路径分析与因素分析两种统计方法,同时检验模型中包含显性变量、潜在变量、干扰或误差变量间的关系,进而获得自变量对因变量影响的直接、间接和总体效果^[19]。根据现有研究,本文假设总人口、单位从业人员、城镇居民人均可支配收入、第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额6个驱动因子对城镇用地的影响包括以下路径:(1)总人口、单位从业人员、城镇居民人均可支配收入、第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额对城镇用地面积有直接影响;(2)总人口通过影响第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地面积;(3)城镇居民人均可支配收入通过影响第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地面积;(4)第二产业产值通过影响单位从业人员、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地面积;(5)固定资产投资额通过影响人均GDP间接影响城镇用地面积。根据上述假设的影响路径建立研究区驱动因素对城镇用地扩展影响的初始模型,使用Amos 22.0软件对模型进行拟合分析,以期获得模拟效果最优的城镇用地扩展驱动因素综合影响模型,进而得到各驱动因素对滇中城市群城镇用地扩展的影响路径及效应,分析探讨滇中城市群城镇用地扩展主要驱动因素的影响路径、影响程度和相互作用。

2 滇中城市群城镇用地扩展驱动因素分析

为消除各观测变量的量纲差异,使用SPSS 22.0对数据进行标准化处理,为检验数据的一致性,对数据进行信度分析。结果显示,数据的信度值为0.926,大于0.7(信度理想值标准),表明这些数据具有良好的一致性,可以直接采用SEM进行拟合分析^[20]。基于AMOS 22.0软件对模型进行拟合,由于总人口→城镇用地面积和第二产业产值→城镇用地面积两条路径未通过显著性检验,所以对模型进行修正,对这两条路径进行释放。表1显示了修正模型的拟合指数,从表1可见修正模型的卡方自由度比 χ^2/df 为0.638,对应的P值为0.671(>0.05),拟合优度指数GFI为0.979,大于0.9,其他拟合指数也都符合评价标准,故认为该模型是合理的。

2.1 人口因素

城镇用地扩展受到人口、经济、社会等因素的共同影响,很难独立解释某一个驱动因素与城镇用地变化之间的复杂关系^[21]。从修正模型的标准化路径系数可见(图1、表2),总人口通过影响第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地的路径系数分别为0.32、0.15和0.52;城镇居民人均可支配收入通过影响第二产业产值、人均GDP和固定资产投资额间接影响城镇用地面积的路径系数分别为0.41、0.33和0.15。人口是最具有活力的土地利用变化驱动因素之一^[22]。随着人口的增长和人民生活水平的提高,一方面,人民物质需求的数量和质量都在提高,生产和生活资料需求的增加推动了制造业和固定资产投资的发展,从而导致城镇用地的增加;另一方面,人口的增加和人民生活水平的提高,促进了居住用地、公建、绿地和商场及娱乐设施的建设,也促进了区域经济发展,从而推动城镇用地扩展。2015年滇中城市群总人口为1781.9万,比2009年增加了73.3万,增长率为4.29%。2015年城镇居民人均可支配收入为29362元,比2009年增加14446元,但仍低于全国平均水平。由表3可见,总人口和城镇居民人均可

支配收入对城镇用地扩展的总效应分别为 0.62 和 0.14, 并且两者对城镇用地扩展的间接影响大于直接影响, 总人口对滇中城市群城镇用地扩展的作用较为明显, 而城镇居民人均可支配收入作用较小, 并且结合表 2 可知, 人口的增长对城镇用地的扩展并没有直接的显著影响, 而主要是通过影响第二产业和固定资产投资来影响城镇用地的扩展。

表 1 修正模型拟合指数

Tab.1 Fitting indices of the modification model

| 项目 | 拟合指数 | 评价标准 | 拟合结果 |
|--------|-------------|-----------------|--------------------|
| 绝对拟合指数 | χ^2/df | $< 2(P > 0.05)$ | 0.638($P=0.671$) |
| | RSMEA | < 0.1 越小越好 | 0 |
| | GFI | > 0.9 | 0.979 |
| 相对拟合指数 | NFI | > 0.9 | 0.989 |
| | TLI | > 0.9 | 1.029 |
| | CFI | > 0.9 | 1 |
| | IFI | > 0.9 | 1.006 |

注: 卡方自由度比 χ^2/df ; 近似误差均方根 RSMEA; 拟合优度指数 GFI; 规范拟合指数 NFI; 塔克-刘易斯指数 TLI; 比较拟合指数 CFI; 增量拟合指数 IFI.

表 2 模型标准化路径系数

Tab.2 Standardized path coefficient

| 路径 | 标准化系数 | 路径 | 标准化系数 |
|-------|---------|-------|---------|
| X4←X1 | 0.32** | X5←X6 | -0.18* |
| X4←X3 | 0.41*** | X2←X4 | 0.86*** |
| X6←X1 | 0.52*** | X5←X4 | 0.78*** |
| X6←X3 | 0.15* | X7←X6 | 0.63*** |
| X6←X4 | 0.39*** | X7←X2 | 0.30* |
| X5←X1 | 0.15* | X7←X3 | -0.44* |
| X5←X3 | 0.33*** | X7←X5 | 0.46* |

注: **、*、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著; 总人口 X1、单位从业人员 X2、城镇居民人均可支配收入 X3、第二产业产值 X4、人均 GDP X5、固定资产投资额 X6、城镇用地面积 X7.

2.2 经济因素

经济因素是城镇用地扩展的重要因素之一. 中国一半以上的城市在城镇化进程中均存在人均 GDP 增量带动城市用地扩张的现象^[23]. 2009 年滇中城市群人均 GDP 为 21 332 元, 2015 年增加到 41 863 元, 增长 20 531 元, 增长 96.25%, 增长率略高于全国平均水平. 从表 3 可见, 人均 GDP 对滇中城市群城镇用地扩展的总效应达到 0.46, 是滇中城市群城镇用地扩展主要的驱动因素之一. 固定资产投资是经济投入的主要体现^[4]. 滇中城市群固定资产投资由 2009 年的 1 025.48 亿元增加到 2015 年的 6 314.82 亿元, 增长了 5.15 倍, 大量的资金投入到城市建设中, 促进了城镇用地的需求与扩展. 由表 3 可知, 固定资产投资额对滇中城市群城镇用地扩展的总效应达到 0.55 且直接影响大于间接影响, 也是滇中城市群城镇用地扩展主要的驱动因素之一.

表 3 各驱动因素对城镇用地扩展的直接和间接影响

Tab.3 Direct and indirect effects of driving factors on urban land expansion

| 驱动因素 | 直接影响 | 间接影响 | 总效应 |
|-------------|-------|-------|------|
| 城镇居民人均可支配收入 | -0.43 | 0.57 | 0.14 |
| 总人口 | - | 0.62 | 0.62 |
| 第二产业产值 | - | 0.83 | 0.83 |
| 固定资产投资额 | 0.63 | -0.08 | 0.55 |
| 单位从业人员 | 0.30 | - | 0.30 |
| 人均 GDP | 0.46 | - | 0.46 |

一般认为,第二产业的发展对建设用地的影响远大于第三产业^[24]。由图 1 和表 2 可见,第二产业产值通过影响单位从业人员、人均 GDP 和固定资产投资额间接影响城镇用地的路径系数分别为 0.86、0.78 和 0.39。产业结构的调整导致资金和劳动力向第二第三产业转移,促使固定资产投资增加,并带动整体经济增长,从而影响城镇用地的扩张。2015 年滇中城市群第二产业产值为 3 204.36 亿元,虽然经过产业结构调整第二产业比例由 2009 年的 48.68% 下降到 2015 年的 42.13%,但 2015 年第二产业产值仍然比 2009 年增加 81%,且 2015 年滇中城市群单位从业人员比 2009 年增加 66.26 万人。由表 3 可见,第二产业产值和单位从业人员对城镇用地扩展的总效应分别为 0.83 和 0.30,第二产业的发展是滇中城市群城镇用地扩展总效应最大的影响因素,但是间接影响大于直接影响。

3 结论与讨论

本文运用结构方程,得到了各驱动因素对滇中城市群城镇用地扩展的影响路径、直接影响、间接影响及总效应,并对城镇用地扩展多驱动因素的综合影响进行了量化分析。结果表明:(1)第二产业产值、总人口、固定资产投资额、人均 GDP、单位从业人员和城镇居民人均可支配收入对城镇用地扩展的总效应分别为 0.83、0.62、0.55、0.46、0.30 和 0.14。可见滇中城市群城镇用地扩展主要驱动因素是第二产业的发展、人口的扩张和区域整体经济实力的增强。(2)人口的扩张对城镇用地扩展直接作用不显著,而是通过影响第二产业产值、人均 GDP 和固定资产投资额间接影响城镇用地扩展,影响路径分别为 0.32、0.15 和 0.52,但对城镇用地扩展的直接影响并不显著,间接作用大于直接作用。(3)城镇居民人均可支配收入、总人口和第二产业产值对城镇用地扩展的间接影响大于直接影响,并且第二产业产值的间接影响(0.83)最大。(4)固定资产投资额、单位从业人员和人均 GDP 对城镇用地扩展的直接影响大于间接影响,并且固定资产投资的直接影响(0.63)最大。

城镇用地的扩展不仅体现了城镇化进程对城镇土地利用的影响,也反映出产业结构调整、社会公共服务和基础设施建设对城镇用地的依赖状况^[25],但土地利用变化的驱动因素不仅仅包括社会经济因素,而且还受到自然生物因素、政策等因素的影响,本文仅选取了在短时间内对城镇用地扩展起到明显影响的社会经济因素,在以后的研究中可考虑加入自然、政策等因素,探讨多种类因素对城镇用地扩展的综合影响,使模型更加接近现实。

参考文献:

[1] 杨梅,张广录,侯永平. 区域土地利用变化驱动力研究进展与展望[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(1): 95-100.
 [2] 吴巍,陈敏,王楠,等. 中国城镇用地扩展时空异质性研究进展[J]. 地理与地理信息科学, 2017, 33(6): 57-63.
 [3] 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.
 [4] 曹根贵,周伟,乔陆印,等. 青海省 2000-2008 年间城镇建设用地变化及驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(1): 40-46.
 [5] 李俊,董锁成,李宇,等. 宁蒙沿黄地带城镇用地扩展驱动力分析与情景模拟[J]. 自然资源学报, 2015, 30(9): 1472

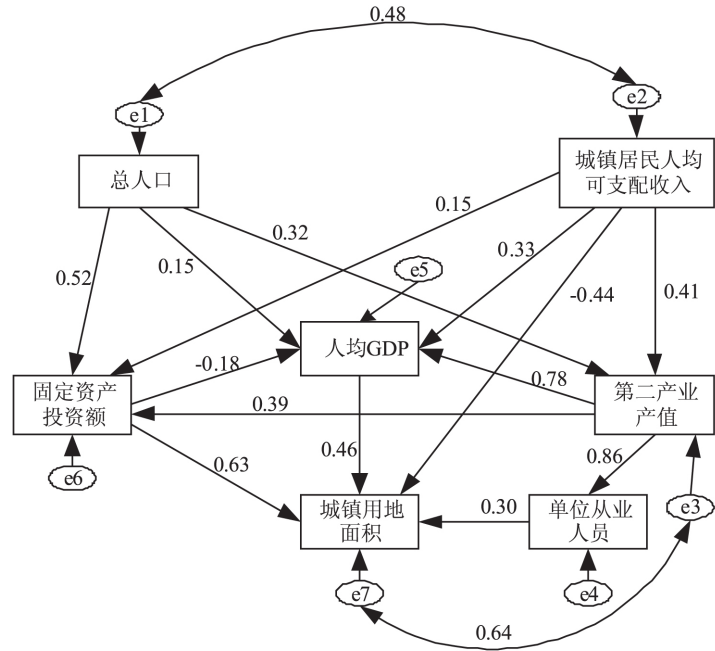


图1 滇中城市群城镇用地扩展驱动因素综合影响模型
 Fig.1 Comprehensive Impact Model of Urban Land Expansion Drivers in Yunnan central urban agglomeration area

- 1485.

- [6] Azhdari A , Sasani M A , Soltani A. Exploring the relationship between spatial driving forces of urban expansion and socioeconomic segregation: The case of Shiraz [J]. *Habitat International* , 2018 , 81: 33 - 44.
- [7] 王海军, 张彬, 刘耀林, 等. 基于重心 - GTWR 模型的京津冀城市群城镇扩展格局与驱动力多维解析 [J]. *地理学报* , 2018 , 73(6) : 1076 - 1092.
- [8] 孙雁, 刘志强, 王秋兵, 等. 百年沈阳城市土地利用空间扩展及其驱动力分析 [J]. *资源科学* 2011 , 33(11) : 2022 - 2029.
- [9] Yang Q , Duan X , Wang L. Spatial - Temporal Patterns and Driving Factors of Rapid Urban Land Development in Provincial China: A Case Study of Jiangsu [J]. *Sustainability* , 2017 , 9(12) : 2371.
- [10] 韩向旭. 海南岛海岸带土地利用变化及驱动力分析 [D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2018.
- [11] 陈春, 冯长春. 中国建设用地增长驱动力研究 [J]. *中国人口·资源与环境* 2010 , 20(10) : 72 - 78.
- [12] Azadi H , Barati A A , Rafiaani P , et al. Agricultural land conversion drivers in Northeast Iran: application of structural equation model [J]. *Applied Spatial Analysis and Policy* , 2016 , 9(4) : 591 - 609.
- [13] Chen J , John R , Shao C , et al. Policy shifts influence the functional changes of the CNH systems on the Mongolian plateau [J]. *Environmental Research Letters* , 2015 , 10(8) : 085003.
- [14] 邵景安, 李阳兵, 魏朝富, 等. 区域土地利用变化驱动力研究前景展望 [J]. *地球科学进展* 2007 , 22(8) : 798 - 809.
- [15] 滕宇思, 夏维力. 城市化进程中的西安市土地利用变化及其驱动力分析 [J]. *测绘科学* 2015 , 40(2) : 109 - 114.
- [16] 王晓. Bayes 估计—结构方程模型在教育满意度分析中的应用 [D]. 昆明: 云南大学, 2015.
- [17] 武文杰, 刘志林, 张文忠. 基于结构方程模型的北京居住用地价格影响因素评价 [J]. *地理学报* 2010 , 65(6) : 676 - 684.
- [18] 石敏俊, 范宪伟, 郑丹. 土地开发对城市经济增长的作用机制和传导路径——基于结构方程模型的实证检验 [J]. *中国人口·资源与环境* 2017 , 27(1) : 1 - 9.
- [19] 王朝辉, 陆林, 夏巧云. 基于 SEM 的重大事件国内游客感知价值及行为意向关系研究——2010 上海世博会为例 [J]. *地理研究* 2011 , 30(4) : 735 - 746.
- [20] 周碧青, 邱龙霞, 张黎明, 等. 基于灰色关联 - 结构方程模型的土壤酸化驱动因子研究 [J]. *土壤学报* 2018 , 55(5) : 1233 - 1242.
- [21] 吕可文, 苗长虹, 安乾. 河南省建设用地扩张及其驱动力分析 [J]. *地理与地理信息科学* 2012 , 28(4) : 69 - 74.
- [22] 王秀兰. 土地利用/土地覆盖变化中的人口因素分析 [J]. *资源科学* 2000 , 22(3) : 39 - 42.
- [23] Seto K C , Fragkias M , Güneralp B , et al. A meta - analysis of global urban land expansion [J]. *PloS one* , 2011 , 6(8) : e23777.
- [24] 韦素琼, 陈健飞. 闽台建设用地变化与工业化耦合的对比分析 [J]. *地理研究* 2006(1) : 87 - 95 + 186.
- [25] 王宏亮, 郝晋珉, 管青春, 等. 内蒙古城镇用地扩展的区域特征及影响因素分析 [J]. *北京师范大学学报(自然科学版)* 2017 , 53(6) : 735 - 741.