

大规模投资建设背景下城市过度扩张的约束机制 ——以无锡市为例

杨 山¹, 周 蕾¹, 陈 升¹, 季增民²

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210046; 2. 昌山女学园大学文化信息系, 名古屋 464-8662, 日本)

摘 要:2008年国家出台大规模投资建设经济刺激方案,在促进经济发展的同时,也极易造成城市空间过度扩张。本文以无锡市为案例建立城市建设投资与城市空间扩张Cobb-Douglas生产函数修正模型(AC-D模型),通过仿归一化方法提取1991、1998、2001、2005、2008年TM遥感影像上城市空间扩张信息,并与5年城市建设投资数据引入AC-D模型,验证城市建设投资对城市空间扩张的促进程度,同时计算城市建设投资的不同领域对城市空间扩张的贡献率。在此基础上,根据GDP、城市建成区面积和人口总量等约束条件,构建基于遗传算法的城市建设投资结构优化遗传算法模型(GA模型),得出防止城市过度扩张的最佳城市建设投资规模及投资结构,旨在为城市建设投资方向的选择与城市空间可持续发展提供科学依据。

关 键 词:投资建设;城市扩张;AC-D模型;约束机制;GA模型;无锡

1 引言

20世纪60年代以来,西方发达国家普遍进入郊区化阶段,为了应对愈演愈烈的城市空间扩张问题^[1-2],国外学者对城市空间扩张机制^[3-4]及如何抑制城市空间扩张的研究越来越多,新都市主义^[5]、精明增长^[6-7]、紧凑型城市^[8-9]等理论思潮纷纷涌现。20世纪90年代以来,中国进入加速城市化时期^[10],伴随城市经济快速增长、建设投资力度加大,作为城市化在地域空间上的直接表现,城市空间迅速扩张,即城市建筑连成整体的建成区在地域上迅速向外推进,出现城市建成区扩张水平超过人口城市化和经济发展需求的过度扩张现象。这一现象造成的城市建设用地占用耕地现象严重,人均耕地面积急剧减少,城市内部存量土地资源粗放利用等问题^[11]直接影响到我国的现代化进程和可持续发展。如何有效调控城市过度扩张、引导城市理性增长逐渐成为国内城市地理学界关注的热点。

目前我国学者对于调控城市过度扩张的研究主要集中于以下3个方面:①城市空间扩张过程的实证分析,研究城市空间扩张的土地利用变化及其影响因素^[12-19],其中城市空间扩张影响因素主要涉

及经济发展、人口集聚、交通指向、政府政策与规划调控、社会文化和技术创新推动、城市自然地理环境等;②对于城市理性增长模式的理论探讨,如紧凑集约型城市、交通导向型城市开发等^[20-22];③针对城市空间扩张管理政策及其实施效果的研究,如城市规划对控制城市空间扩张的作用^[23-26]。

在以上研究中涉及城市建设投资对城市空间扩张影响的研究较少,或仅仅从定性层面分析,缺乏定量层面实证分析。实际上城市建设投资与城市空间扩张具有很强的相关性,如1998年受亚洲金融危机影响,为遏制经济下滑,当时我国政府提出三年7500亿美元投资建设计划^[27]。这一投资计划促使城市生产规模扩大、交通等基础设施发展和人口集聚,表现在空间上则是农业用地转变为城市建设用地,城市建成区面积急剧扩大,城市空间向外扩张。2008年世界经历着自1929年以来规模最大的、影响最深的金融危机。为应对国际金融危机对我国经济的冲击,我国政府实施积极的财政政策和适度宽松的货币政策,出台两年4万亿元的经济刺激方案,同时4万亿元政府投资将带动更大规模的社会投资。经济刺激方案涉及城市建设投资诸多领域,将拉开有史以来我国规模最大的城市建设投

收稿日期:2010-04; 修订日期:2010-07.

基金项目:国家自然科学基金项目(40771062)。

作者简介:杨山(1963-),男,江苏盐城人,教授,博士生导师。从事城市地理学及区域规划研究。E-mail: yangshan@njnu.edu.cn

资序幕。此次大规模投资建设既要促进经济平稳较快发展,又要约束城市过度扩张,保证土地资源集约利用。本文通过实证分析验证城市建设投资与城市空间扩张关系,试图通过约束投资总量并优化配置建设投资结构以控制城市过度扩张,为城市建设投资和可持续发展提供科学依据。

2 城市建设投资与城市空间扩张的相关分析

2.1 城市建设投资领域

根据2009年2月20日全球资讯报告网的中央4万亿投资计划及各地方政府投资内容全解读,大规模建设投资涉及城市建设的领域有:用于保障和改善民生的城市建设投资;用于增强经济发展后劲的城市基础设施建设投资;用于节能减排和改善城市生态环境的城市建设投资;用于自主创新和产业结构调整的城市建设投资;能源项目、重大产业项目的城市建设投资。具体涉及的城市产业部门有制造业,电力、燃气及水的生产和供应业,交通运输、仓储和邮政业,房地产业,水利、环境和公共设施管理业,教育、文化艺术、卫生、体育、社会保障和社会福利业,科学研究、综合技术服务业,金融、商务服务业8个建设投资领域。

2.2 城市建设投资影响城市空间扩张的机制

2.2.1 交通建设投资对城市空间扩张的推动作用

城市作为区域的中心,与区域外的物质联系依靠对外交通实现,城市交通线路往往成为城市空间扩张的伸展轴,促进城市空间扩张并改变城市外部形态,对城市空间扩张具有指向作用^[20]。而城市交通建设投资将促进城市交通网络改善,缩短城市对外联系的空间距离,使城市中心区与边缘区之间的联系进一步加强,促进城市边缘区空间结构优化,提高城市边缘区对生产要素和居民的吸引力,为房地产开发、工业选址、城市人口进一步向城市边缘区转移扩散提供动力,城市更易突破原有发展空间,交通建设投资将直接推动城市空间范围和功能的扩张。

2.2.2 产业建设投资对城市空间扩张的推动作用

“城市—区域”系统理论认为,城市发展受制于城市经济功能,产业结构调整对城市用地结构及空间形态有重大影响^[28]。城市空间扩张的过程,实质上是城市经济社会功能不断调整和升级的过程,进

一步说就是产业和经济结构在城市内部布局不断调整和升级的过程。城市产业集聚和产业结构演变是城市空间扩张的动力。大规模投资在产业间分配的差异必将影响各个产业的发展规模和速度,引起城市产业结构变化,对城市空间扩张具有推动作用。大城市随着城市中心区“退二进三”战略的实施,中心区传统工业将向边缘区转移并集聚,形成工业聚集区。受城市中心区高地价因素约束和边缘区低廉地价吸引,城市边缘区经济适用房建设增加,成为低收入阶层改善居住条件的首选地域。而随着人口和产业外迁对文教卫生等公共服务事业需求加大,配套基础设施的建设接踵而至,将掀起城市空间扩张的高潮。

2.3 城市建设投资与城市空间扩张的AC-D模型

城市建设投资是经济增长和城市空间扩张重要驱动力,本文选取经济增长理论中著名的Cobb-Douglas生产函数^[29-31]作为关系模型,建立城市建设投资影响城市空间扩张的AC-D(Amended Cobb-Douglas)模型,并采用线性回归分析方法进行实证研究。

$$Y = A(t)T^\alpha\mu \quad (1)$$

式中: Y 为城市建成区面积; $A(t)$ 为影响城市空间扩张的其他相关因素; T 为城市建设投资额; α 为城市建设投资对城市空间扩张的弹性系数,反映城市建设投资对城市空间扩张促进程度的相对大小,每增加1%的城市建设投资额,城市建成区面积增加 $\alpha\%$,且 $0 < \alpha < 1$; μ 为随机干扰影响,且 $\mu \leq 1$ 。城市空间扩张的因素分为城市建设投资和其他相关影响因素,包括经济发展,政府政策与规划调控,社会文化、技术创新推动,自然地理环境等因素。对数变换后得到AC-D模型的线性回归方程为:

$$\ln Y = C + \alpha \ln T + \ln \mu \quad (2)$$

式中: C 为常数,其值为 $\ln A$ 。

3 城市建设投资影响城市空间扩张的AC-D模型验证

3.1 案例城市概况

研究案例无锡市(不包括江阴与宜兴)地处长江三角洲核心,沪宁铁路中段,东南距上海128 km,西北距南京150 km,南濒太湖,与浙江交界。地形以平原为主,南部散布着低山、残丘,水源充足,总面积1622.6 km²,不包含太湖水面的面积为1294.6 km²[32]。国内总产值由1980年的15.2亿元增长到

2008年2421.9亿元,增长约160倍。以人口为指标来衡量城市化水平,1980年城市化水平仅为24.7%,至2008年城市化水平已达75%。

1992年起,随国家经济宏观政策的调整、政府和非政府社会投资力度逐步加大,无锡城市化进程日益加快,城市建设用地迅速扩张,城市空间扩张呈现强劲态势。城市建成区面积从1991年59.4 km²占无锡市总面积的4.6%增加到2008年480.3 km²占无锡市总面积的37.1%,扩大了8倍多。选择无锡市作为大规模建设投资背景下城市过度扩张的约束机制案例具有很强的代表性。

3.2 数据来源与遥感影像处理

无锡市城市建成区面积数据来源于1991年10月27日、1998年8月11日、2001年9月5日、2005年10月17日、2008年7月5日TM遥感影像,采用仿归一化法^[33]获得城市建筑连成整体的城市建成区范围。城市建设投资数据来源于1992、1999、2002、2006、2009年《无锡市统计年鉴》^[34](其中1991、1998年城市建设投资数据为无锡市市区与锡山市建设投资总额之和,2000年12月无锡市行政区划调整撤销锡山市,设立无锡市锡山和惠山区)。数据和图像处理采用Erdas8.7、SPSS17.0、MATLAB R2008a、Arcview GIS3.3等软件实现。提取的城市建成区信息如图1所示,5个时期城市建成区面积与建设投资总额关系如图2所示。

3.3 AC-D模型验证

3.3.1 城市建设总投资促进无锡市城市空间扩张的AC-D模型

对无锡市5个年份城市建设总投资和城市建成区面积取对数进行线性回归分析,得到城市建设总投资促进无锡市城市空间扩张的AC-D模型:

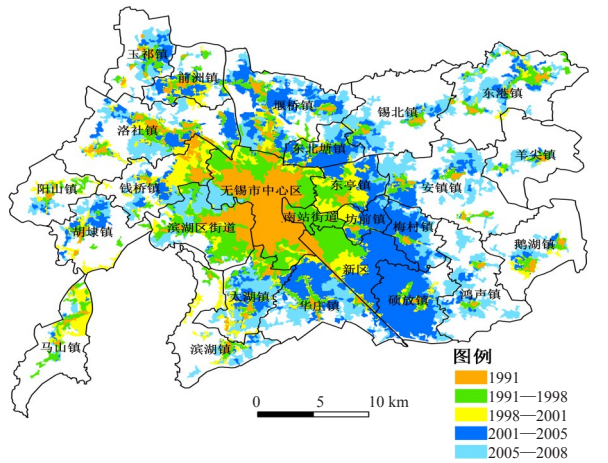


图1 无锡市5个时段建成区范围

Fig.1 Built-up areas of Wuxi in five periods

$$\ln Y=1.751+0.619\ln T'$$
 (3)

式中:Y表示建成区面积,T表示建设投资总额,模型以高值分别通过在0.05置信度下的R²检验和F检验。城市建设总投资促进无锡市城市空间扩张的弹性系数α达0.619,表明城市建设投资对城市空间扩张有显著促进作用,1991–2008年无锡市平均每增加1%的城市建设投资额,城市建成区面积增加0.619%。为寻找无锡城市过度扩张的约束机制,需进一步研究城市建设投资的不同领域对无锡市城市空间扩张促进程度的大小。

3.3.2 不同领域的城市建设投资促进无锡市城市空间扩张的AC-D模型

依据2008年大规模投资建设背景下城市建设的领域,将无锡市5个年份制造业(T_z),电力、燃气及水的生产和供应业(T_d),交通运输、仓储和邮政业(T_j),房地产业(T_f),水利、环境和公共设施管理业(T_s),教育、文化艺术、卫生、体育、社会保障和社会福利业(T_w),科学研究、综合技术服务业(T_k),金融、商务服务业(T_b)8个领域城市建设投资额和城市建成区面积取对数进行回归分析,得到不同投资领域促进其城市空间扩张的AC-D模型结果(表1)。

金融、商务服务业(T_b)领域的变量系数和回归

表1 AC-D模型结果分析					
Tab.1 The results of AC-D model for Wuxi					
投资方向	C	α	R ²	F	显著性
T _z	-1.808	0.519**	0.841	15.835	0.028
T _j	-1.444	0.567**	0.905	28.711	0.013
T _w	0.147	0.397***	0.947	53.357	0.005
T _s	1.298	0.337***	0.962	76.778	0.003
T _f	-0.224	0.5**	0.922	35.279	0.010
T _b	4.835	0.066	0.121	0.413	0.566
T _d	4.011	0.131**	0.775	10.353	0.049
T _k	0.838	0.512**	0.789	11.21	0.044

注:**为0.05显著程度,***为0.01显著程度

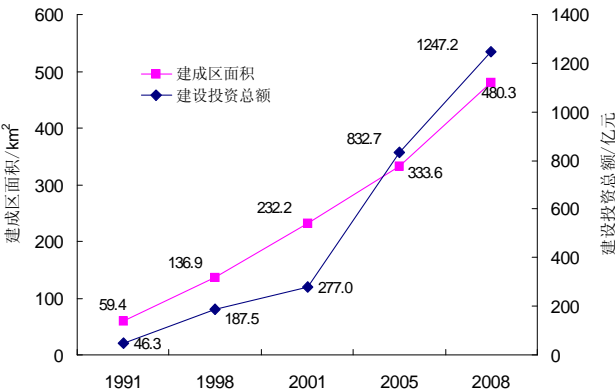


图2 无锡市5个时段总投资额与建成区面积

Fig.2 The total investment and built-up areas of Wuxi in five periods

方程在 0.05 置信度下未通过 R^2 检验和拟合度 F 检验,表明金融、商务服务业领域的建设投资对城市建成区面积增长的促进作用不显著。电力、燃气及水的生产和供应业(T_d)和科学研究、综合技术服务业(T_k)领域的变量系数和回归方程在 0.05 置信度下仅仅刚通过 R^2 检验和拟合度 F 检验,表明电力、燃气及水的生产和供应业以及科学研究、综合技术服务业领域的城市建设投资促进无锡市城市空间扩张的 AC-D 模型拟合度差,这两个领域的建设投资对城市空间扩张的促进作用不显著。其他领域均以高值通过变量系数 R^2 检验、回归方程拟合度 F 检验,此结果表明制造业(T_z),交通运输、仓储和邮政业(T_j),房地产业(T_f),水利、环境和公共设施管理业(T_s),教育、文化艺术、卫生、体育、社会保障和社会福利业(T_w)领域的建设投资对无锡城市空间扩张促进作用显著(图 3),建设投资促进城市空间扩张的 AC-D 模型(式 4)。将各领域建设投资额(表 2)与弹性系数 α 对比发现,使用建设投资额来表征不同领域建设投资对城市空间扩张的影响效果不理想。

$$\begin{cases} \ln Y = -1.808 + 0.519 \ln T_z \\ \ln Y = -1.444 + 0.567 \ln T_j \\ \ln Y = -0.224 + 0.500 \ln T_f \\ \ln Y = 1.298 + 0.337 \ln T_s \\ \ln Y = 0.147 + 0.397 \ln T_w \end{cases} \quad (4)$$

表 2 无锡市 5 个时段各领域城市建设投资额与建成区面积
Tab.2 The amount of different investments in urban construction and the built-up area of Wuxi in five periods

年份	建设投资额/亿元					建成区面积/km ²
	T_z	T_j	T_f	T_s	T_w	
1991	15.98	1.42	5.88	0.29	0.32	59.4
1998	48.92	14.34	35.01	8.67	1.15	136.9
2001	42.09	25.00	35.68	27.42	4.17	222.0
2005	326.61	24.14	165.64	72.30	25.58	333.6
2008	472.02	50.66	345.99	106.96	28.98	480.3

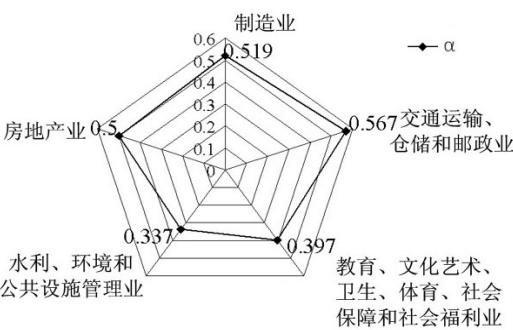


图 3 各领域城市投资建设对城市空间扩张促进程度
Fig.3 The role of different investmenst in urban construction to promote the expansion of urban space

4 无锡城市过度扩张的约束机制分析

4.1 基于遗传算法城市建设投资结构优化 GA 模型

遗传算法(GA, Genetic Algorithms)是模拟生物在自然环境中的遗传和进化过程而形成的一种自适应全局优化概率搜索算法^[35-36]。城市是不断生长的有机体^[37],它的发展以及空间扩张与生物在自然环境中进化具有相似性,本文以遗传算法和多目标规划理论为基础,以不同领域城市建设投资促进无锡市城市空间扩张的 AC-D 模型结果为依据,结合无锡市经济社会发展的现状和需求,构建基于遗传算法的城市建设投资结构优化 GA 模型。模型由变量、目标函数和约束条件构成,兼顾城市建设投资的正效益、负效益,对不同领域城市建设投资进行合理的安排。

4.1.1 变量设置

选取对无锡城市空间扩张影响显著的制造业(T_z),交通运输、仓储和邮政业(T_j),房地产业(T_f),水利、环境和公共设施管理业(T_s),教育、文化艺术、卫生、体育、社会保障和社会福利业(T_w)5 个领域的建设投资作为变量。

4.1.2 构建约束条件

城市的发展和扩张都是在一定约束条件下进行的,除城市建设投资额外,城市建成区每年扩展的面积受制于国家非建设用地指标的控制,城市人口每年增加的数量受住房建设面积供给量的制约。因此,本文选取无锡市 5 个领域城市建设投资额、建成区面积、人口总量作为约束条件,约束目标年为 2009 年和 2010 年。

(1) 5 个领域城市建设投资额约束 2004—2008 年为无锡市经济发展快速时期,以该时期经济指标为参考计算约束值。约束下限:以无锡市 5 个领域城市建设投资额年均增长率 14.32%为下限,预测 2009 与 2010 两年 5 个领域城市建设投资额不少于 2459.91 亿元;约束上限:以无锡市 5 个领域 GDP 年均增长率 21.84%和 4 个年份中 5 个领域城市建设投资占 GDP 比重最高的 46.45%为上限,预测 2009 与 2010 两年 5 个方向城市建设投资总额不超过 3308.16 亿元。则约束条件为:

$$2459.91 \leq T_z + T_j + T_f + T_s + T_w \leq 3308.16 \quad (5)$$

(2) 建成区面积约束 2001—2008 年是无锡市城市空间急剧扩张阶段^[27],建成区面积年均增长

11%,以该时期城市空间扩张速度为参考计算约束值。约束下限:内涵式城市扩张,城市扩张值为零;约束上限:为保证城市土地资源集约利用,防止城市过度扩张,2009年和2010年两年无锡市建成区面积增长率不超过22%。以AC-D模型中的弹性系数 α_x 为依据,计算不同领域城市建设投资对无锡市城市空间扩张的贡献率 M_x ,根据各领域城市建设投资额所占比例,确定权值 P_x :(P_z, P_j, P_f, P_s, P_w)=(0.47, 0.05, 0.34, 0.11, 0.03),则 $P_x = P_x \times \alpha_x$:(M_z, M_j, M_f, M_s, M_w)=(0.244, 0.0286, 0.17, 0.0359, 0.0119)。则约束条件为:

$$0 < (T_z - 944.03)/944.03 \times 0.244 + (T_j - 101.31)/101.31 \times 0.0286 + (T_f - 691.98)/691.98 \times 0.17 + (T_s - 213.91)/213.91 \times 0.0359 + (T_w - 57.96)/57.96 \times 0.0119 < 0.22 \quad (6)$$

即:

$$0 < 2.59 \times 10^{-4} T_z + 2.83 \times 10^{-4} T_j + 2.45 \times 10^{-4} T_f + 1.69 \times 10^{-4} T_s + 2.04 \times 10^{-4} T_w - 0.49 < 0.22 \quad (7)$$

(3)人口总量约束 2008年无锡市常住人口353万人,人均住房建筑面积32.1 m²,单位面积房屋投资额为3985元,住宅投资占房地产业总投资的61.5%。根据无锡市“十一五规划”,到2010年人均住房建筑面积为35 m²,常住人口控制在370万人左右。约束下限:人均住房面积保持2008年水平;约束上限:实现“十一五规划”目标。则约束条件为:

$$3985 \times (370 \times 32.1 - 353 \times 32.1)/10000 \leq 0.615 T_f \leq 3985 \times (370 \times 35 - 353 \times 32.1)/10000 \quad (8)$$

即:

$$353.60 < T_f \leq 699.07 \quad (9)$$

(4)模型要求约束 $T_x \geq 0 \quad x = z, j, f, s, w \quad (10)$

4.1.3 设定目标函数

(1)正效益目标函数。促进经济稳定增长是当前金融危机背景下城市建设投资的首要任务,为此将经济效益作为城市建设投资正效益目标函数的测度指标。

$$E(T) = \sum (K_x \times T_x) \quad (11)$$

式中: $E(T)$ 为经济效益(亿元); K_x 为各方向城市建设投资经济效益系数,为常数,根据2008年无锡市GDP和固定资产投资额预测经济效益系数=GDP/固定资产投资额,则 K_x :(K_z, K_j, K_f, K_s, K_w)=(2.56, 1.70, 0.30, 0.075, 3.62); T_x 为各方向城市建设投资额(亿元)。由以上数据可得无锡市城市建设投资正面效益目标函数的表达式:

$$E(T) = 2.56 \times T_z + 1.70 \times T_j + 0.30 \times T_f + 0.075 \times T_s + 3.62 \times T_w \quad (12)$$

(2)负效益目标函数。城市过度扩张将对环境产生巨大压力,使空气、水质下降,导致生境减少与破坏,减少绿色空间,使富有地方特质的乡村景观消失^[1]。约束投资规模旨在防止城市过度扩张,故选取城市建成区面积的增长率作为城市建设投资负效益的测度指标。

$$Z(T) = \sum (M_x \times G_x) \quad (13)$$

式中: $Z(T)$ 为城市建成区面积增长率; M_x 为不同领域城市建设投资对城市空间扩张的贡献率; G_x 为不同领域城市建设投资增长率。由以上数据可得无锡市城市建设投资负效益目标函数的表达式:

$$Z(T) = -2.59 \times 10^{-4} T_z - 2.83 \times 10^{-4} T_j - 2.45 \times 10^{-4} T_f - 1.69 \times 10^{-4} T_s - 2.04 \times 10^{-4} T_w + 0.49 \quad (14)$$

4.2 多目标遗传算法GA模型求解

根据无锡市经济社会发展阶段,经济效益和环境效益居于同等重要地位,因此确定正和负效益目标函数相同权重,但为将正效益和负效益的数量级调整在同一水平,引入常量 h (h 为正效益和负效益的价值兑换比)。

$$G(T) = E(T) + h \times Z(T), \quad h = 10^4 \quad (15)$$

则目标函数适应度函数为:

$$G(T) = E(T) + 10^4 \times Z(T) = -0.03 T_z - 1.13 T_j - 2.15 T_f - 1.62 T_s + 1.58 T_w + 4900 \quad (16)$$

以上模型和参数经过多次模拟计算,求得并选取城市建设投资结构优化方案I-III(表3)。在城市建设投资额($2459.91 \leq T_z + T_j + T_f + T_s + T_w \leq 3308.16$)约束范围内,依据2008年各领域建设投资所占的比例分配,提供趋势对比方案I-IV,并将对比方案与GA模型优化方案进行比较。为将正负效益计算结果单位统一,将正效益指数进行标准化,正效益指数=各方案值/对比方案I值。

从表3中可以得出在4个对比方案中,随着建设投资额增加,正效益、负效益及正负效益平衡的总效益都在增加,对比方案IV的正效益最好,负效益也最大,总效益仍最大;但对比方案III、IV的负效益指数超出临界值0.22,即按照2008年的投资分配方案执行2009-2010年大规模投资是不可取的。在3个优化方案中,随着建设投资额增加,正效益、负效益都在增加,但正负效益平衡后优化方案II总效益最好,比投资额最多的对比方案IV高2.0%,比相

表3 模型计算方案比较
Tab.3 Comparison of model programs

方案	各个方向建设投资额/亿元					总投资额 /亿元	正效益 指数	负效益 指数	总效益 指数
	T _z	T _j	T _f	T _s	T _w				
对比方案 I	1158.2	124.3	849.0	262.4	71.1	2465.0	1.000	-0.112	0.888
对比方案 II	1268.6	136.1	929.9	287.5	77.9	2700.0	1.095	-0.169	0.926
对比方案 III	1409.6	151.3	1033.2	319.4	86.5	3000.0	1.217	-0.243	0.974
对比方案 IV	1554.4	166.8	1139.4	352.2	95.4	3308.2	1.342	-0.318	1.024
优化方案 I	1195.5	124.9	697.3	332.9	125.9	2476.5	1.069	-0.108	0.961
优化方案 II(最佳方案)	1220.2	196.9	691.4	444.1	223.6	2776.2	1.216	-0.172	1.044
优化方案 III	1305.5	175.8	699.0	532.7	294.8	3007.8	1.221	-0.219	1.002

同投资额的对比方案 II 高 12.7%, 同样比投资额较其多的优化方案 III 高 4.2%(图 4)。进一步分析各个建设投资领域, 优化方案在教育、文化、卫生、公共设施服务等领域投资分配较大, 远超过对比方案。对比方案 I 与优化方案 I 投资额大致相同, 但对比方案正效益和总效益指数均低于优化方案 I; 对比方案 II 投资额与优化方案 II 大致相同, 但其总效益指数不仅小于优化方案 II, 还低于投资额较少的优化方案 I; 优化方案 III 在所有优化方案中正效益最大, 负效益也在可控范围内, 但其总效益指数低于投资额较低的优化方案 II; 投资额如果继续增加, 则优化方案的负效益指数超出临界值 0.22。综合分析, 在一定规模投资限度下优化方案 II 为城市建设投资结构分配的最佳方案, 在保证经济效益的同时防止了城市的过度扩张。将各方案与最佳方案相对比得出各方案与最佳方案相比的指数变化率(图 4), 显示了在正、负、总效益指数方面各方案与最佳方案的差异程度。

5 结论

- (1) 通过建立城市建设投资与城市空间扩张的 AC-D 模型, 案例城市无锡市(1991-2008)的城市建设投资对城市空间扩张的弹性系数 α 达 0.619, 反映城市建设投资与城市空间扩张具有较高相关性, 大规模建设投资极易造成城市空间扩展, 通过约束城市建设投资可以调控城市空间扩展。
- (2) 不同领域的城市建设投资对城市空间扩张的促进程度不同。金融、商务服务业, 电力、燃气及水的生产供应业和科学研究、综合技术服务业的建设投资对无锡市城市空间扩张的促进作用不显著; 制造业, 交通运输、仓储和邮政业, 房地产业, 水利、环境和公共设施管理业, 教育、文化艺术、卫生、体

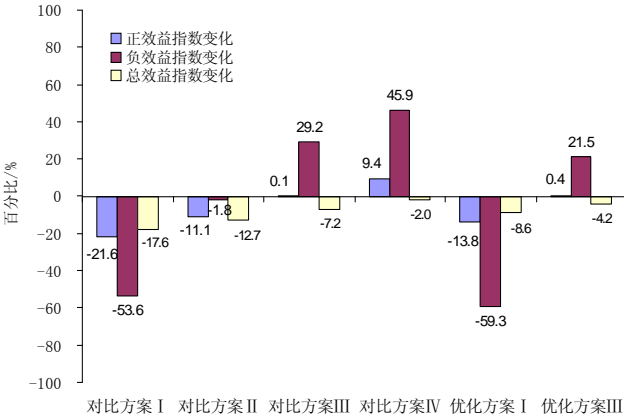


图 4 各方案与最佳方案相比其指数变化率
Fig.4 The index change rate of each program compared with the best program

育、社会保障和社会福利业的建设投资对城市空间扩张的促进作用显著。因此, 城市建设投资的不同分配方案将对城市空间扩展规模产生不同的影响。

(3) 城市建设投资对城市发展产生正负效益, 综合考虑正负效益, 既要约束城市总建设投资额, 又要优化城市投资方案。根据 GA 模型优化城市建设投资方案, 为防止建设投资造成城市空间过度扩张, 无锡市在今后城市建设投资中制造业, 交通运输、仓储和邮政业, 房地产业 3 个领域的建设投资额在建设投资总额中的比重分别不得超过 44%, 7%, 25%, 对于三者的建设投资应加以适当控制; 交通投资可偏重于城市内部交通的修建和改造; 加大在水利、环境和公共设施管理业, 教育、文化艺术、卫生、体育、社会保障和社会福利业等保障和改善民生的城市建设投资的力度, 提高城市服务功能。这既满足大规模投资促进经济发展, 又能较好约束城市过度扩展, 实现城市可持续发展。

参考文献
[1] Russ Lopez R. Urban sprawl and risk for being over-

- weight or obese. *American Journal of Public Health*, 2004, 94(9): 1574-1579.
- [2] Downs A. How American's cities are growing: The big picture. *Bookings Review*, 1998, 19(4): 8-12.
- [3] Edwin S Mills. Urban sprawl causes, consequences and policy responses. *Regional Science and Urban Economics*, 2003, 33(2): 251-252.
- [4] Chris Couch, Jay Karecha. Controlling urban sprawl: Some experiences from Liverpool. *Cities*, 2006, 23(5): 353-362.
- [5] Randall Arend. *Growing Greener: Putting Conversation into Local Plans and Ordinance*. Washington, DC: Island Press, 1999: 68-82.
- [6] Alyson L Geller. Smart growth: A prescription for livable cities. *American Journal of Public Health*, 2003, 93(9): 1410-1415.
- [7] Jenks M, Burgess R. Compact cities: sustainable urban forms for developing countries. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2003, 18(2): 287-391.
- [8] Bontje M. From suburbia to post-suburbia in the Netherlands: Potentials and threats for sustainable regional development. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2004, 19(1): 25-47.
- [9] Catalan B, Sauri D, Serra P. Urban sprawl in the Mediterranean: Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993-2000. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 85(3-4): 174-184.
- [10] 闫小培, 林彰平. 20世纪90年代中国城市发展空间差异变动分析. *地理学报*, 2004, 59(3): 437-445.
- [11] 刘新卫, 张定祥, 陈百明. 快速城镇化过程中的中国城镇土地利用特征. *地理学报*, 2008, 63(3): 301-310.
- [12] 周国华, 贺艳华. 长沙城市土地扩张特征及影响因素. *地理学报*, 2006, 61(11): 1171-1180.
- [13] 郝素秋, 徐梦洁, 蒋博. 南京市城市建成区扩张的时空特征与驱动力分析. *经济研究导刊*, 2008(19): 193-195.
- [14] 杨东峰, 王静文, 殷成志. 我国大城市空间增长基本动力的实证研究: 经济发展、人口增长与道路交通. *中国人口、资源与环境*, 2008, 18(5): 74-78.
- [15] 蒋芳, 刘盛和, 袁弘. 北京城市蔓延的测度与分析. *地理学报*, 2007, 62(6): 649-658.
- [16] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 北京地区城市化过程与机制研究. *地理学报*, 2002, 57(3): 363-371.
- [17] 陈本清, 徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析: 以厦门市为例. *经济地理*, 2005, 25(1): 79-83.
- [18] 刘盛和. 城市土地利用扩展的空间模式与动力机制. *地理科学进展*, 2002, 21(1): 43-50.
- [19] 吴宏安, 蒋建军, 周杰, 等. 西安城市扩张及其驱动力分析. *地理学报*, 2005, 60(1): 143-150.
- [20] 沈体雁, 冯等田, 李迅, 等. 北京地区交通对城市空间扩展的影响研究. *城市发展研究*, 2008, 15(6): 29-32.
- [21] 耿宏兵. 紧凑但不拥挤: 对紧凑城市理论在我国应用的思考. *城市规划*, 2008, 32(6): 48-54.
- [22] 李琳. “紧凑”与“集约”的并置比较: 再探中国城市土地可持续利用研究的新思路. *城市规划*, 2006, 30(10): 19-24.
- [23] 龙瀛, 韩昊英, 毛其智. 利用约束性CA制定城市增长边界. *地理学报*, 2009, 64(8): 999-1008.
- [24] 苏建忠, 魏清泉, 郭恒亮. 广州市的蔓延机理与调控. *地理学报*, 2005, 60(5): 626-636.
- [25] 黄晓军, 李诚固, 黄馨. 长春城市蔓延机理与调控路径研究. *地理科学进展*, 2009, 28(1): 076-084.
- [26] 陈爽, 姚士谋, 吴剑平. 南京城市用地增长管理机制与效能. *地理学报*, 2009, 64(4): 487-497.
- [27] 汪海. 谈基础设施建设投资拉动. *江苏经济探讨*, 1998(10): 8-10.
- [28] 吕卫国, 陈雯. 制造业企业区位选择与南京城市空间重构. *地理学报*, 2009, 64(2): 142-152.
- [29] 高鸿业. *西方经济学*. 北京: 中国人民大学出版社, 2000: 151-158.
- [30] 龙莹. 我国固定资产投资与国内生产总值关系的协整分析. *统计与决策*, 2005(5): 71-72.
- [31] 吴延兵. 中国工业R&D产出弹性测算(1993-2002). *经济学(季刊)*, 2008, 7(4): 869-890.
- [32] 杨山, 陈升. 基于遥感分析的无锡市城乡过渡地域嬗变研究. *地理学报*, 2009, 64(10): 1221-1230.
- [33] 杨山. 发达地区城乡聚落形态的信息提取与分形研究. *地理学报*, 2000, 55(6): 671-678.
- [34] 谢文娟, 袁泳娟. *无锡市统计年鉴*. 北京: 中国统计出版社, 1992, 1999, 2002, 2006, 2009.
- [35] 云庆夏, 黄光球, 王战权. *遗传算法和遗传规划: 一种搜索寻优技术*. 北京: 冶金工业出版社, 1997: 49-52.
- [36] 刘靖洁, 陈桂明, 杨旗. 基于Matlab工具的遗传算法求解有约束最优化问题. *兵工自动化*, 2008, 27(11): 43-44.
- [37] 任致远. *透视城市与城市规划*. 北京: 中国电力出版社, 2005: 71-88.

Constraint Mechanism of Excessive Urban Spatial Expansion in the Context of Large-scale Urban Construction Investment: A Case Study of Wuxi

YANG Shan¹, ZHOU Lei¹, CHEN Sheng¹, JI Zengmin²

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China;

2. Department of Cultural Information, Sugiya University, Nagoya 464-8662, Japan)

Abstract: The economic stimulus package with large-scale urban construction investment, launched by the government in 2008, will not only play a significant role in promoting the economic development, but also lead to the excessive urban spatial expansion. Due to the scarcity of arable land resources in China, the excessive expansion of urban space will be a threat to the national long-term interests. This paper analyzes the relationship between urban construction investment and urban spatial expansion by establishing an AC-D model, and taking Wuxi as an example, and verifies the role of urban construction investment in promoting urban spatial expansion. By entering the data of urban spatial expansion and statistics of Wuxi (1991, 1998, 2001, 2005, and 2008) into AC-D model, this paper calculates the effects of urban construction investment on urban expansion, and finds a significant role of urban construction investment in promoting urban spatial expansion. The elasticity coefficient (α) between total urban construction investment and urban spatial expansion reaches 0.619. Furthermore, the paper calculates the contribution rates of urban construction investment in different directions to urban spatial expansion in Wuxi, and the result shows that investment in different fields will cause different degrees of expansion of urban space. On the basis of these studies, this paper builds up an urban construction investment structure optimization GA model based on genetic algorithm, which is under the constraints of GDP, urban area and population. The results show that a moderate amount of investment in the five areas with significant impacts on urban spatial expansion of Wuxi is about 277.6 billion Yuan in 2009 and 2010. Investment in excess of this size will cause excessive urban spatial expansion. The investment required for manufacturing, transportation, warehousing and postal industries, real estate investment and construction should be properly controlled, and the investment in water conservancy, environment, education, health, social security and social welfare industries to protect and improve people's livelihood should be increased. So this paper provides a scientific ground for urban construction investment and sustainable development.

Key words: construction investment; urban expansion; AC-D model; constrained mechanism; GA model; Wuxi

本文引用格式:

杨山, 周蕾, 陈升, 等. 大规模投资建设背景下城市过度扩张的约束机制: 以无锡市为例. 地理科学进展, 2010, 29(10):1193-1200.