

数据增强设计下的北京行政副中心评估

Assessment of Beijing Sub-center Based on Data Augment Design

周 垠 龙 瀛

文章编号1673-8985 (2016) 03-0001-08 中图分类号TU981 文献标识码A

摘 要 通州定位为北京市行政副中心^①。北京将通州打造成能独立、宜居宜业的新城,以期降低中心城区人口密度,改变北京单中心蔓延的发展模式,优化空间布局,北京行政副中心能否按照预期生长,还需客观分析与科学验证。基于数据增强设计(DAD)的方法,将城市视为生命体,探求“城市生长基因”,对北京未来城市形态和城市活力展开定量分析与预测。首先,以成都市行政中心搬迁为研究案例,分析行政中心迁移之后,成都市南部新区土地城镇化进程、城市活力变化,为北京行政副中心提供借鉴。基于北京城市发展模型(BUDEM),模拟2020年不同发展模式和增长速度的9种情景下的北京城市形态。研究表明:(1)随着城市行政中心的迁移,土地城镇化明显,而充满活力、宜居宜业的新城建设是一个更为漫长的过程;(2)若北京行政副中心持续快速发展,可能突破第一、二绿化隔离带,与北京中心城区连片;(3)若北京行政副中心的影响与现有新城相同,北京依然呈单中心向外蔓延的发展趋势,城市形态与顺势发展并无太多差异。

Abstract Tongzhou has been regarded as the sub-center of Beijing for alleviating the population pressure and optimizing the spatial structure of the central city. Whether the planned Tongzhou sub-center can achieve this target deserves more scientific evaluation. This paper will borrow the development experience of Chengdu, which also proposed the sub-center strategy several years ago, for assessing the future of Beijing, using Data Augmented Design approaches. Both urban growth analysis, simulation and urban function, vibrancy evaluation of Chengdu and Beijing have been conducted. Our findings suggest that: (1) it may take a long time for developing a vibrant new city; (2) the first and second green belts of Beijing may be encroached with the connection of the central city and the planned sub-center areas; (3) Beijing will continue to experience urban sprawl surrounding the central city conditioned that the planned sub-center has the same impact on urban growth with that of existing new cities of Beijing.

关键词 数据增强设计 | 城市增长 | 城市形态 | 城市活力 | 行政副中心

Keywords Data Augmented Design | Urban growth | Urban form | Urban vitality | Sub-center

作者简介

周 垠

成都市规划设计研究院

工程师,硕士

龙 瀛 (通讯作者)

清华大学建筑学院

副研究员,博士

清华大学恒隆房地产研究中心数据增强设计研究室

主任

0 引言

2015年7月11日闭幕的中共北京市委十一届七次全会表决通过了《中共北京市委北京市人民政府关于贯彻〈京津冀协同发展规划纲要〉的意见》,明确指出,要聚焦通州,加快北京市行政副中心的规划建设^[1]。同年11月30日据新华网报道,北京行政副中心建设将带动40万人疏散至通州,将对疏散功能起到示范带动作用。行政功能带动人口疏散包含两个方面:一是通过行政办公功能疏散带动其他相关功能向行政副中心疏散;二是带动非首都功能向亦庄、顺义、大兴、昌平等其他新城转移,最终共同实现降低

中心城区人口密度^[2]。相关部门还披露了更多内容:推动北京市属行政事业单位整体或部分向市行政副中心搬迁,以期逐步带动中心城区人口向通州转移,力争2020年中心城区疏散15%人口,并遏制目前北京摊大饼式的发展模式,将通州打造成能独立、宜居宜业的新城。

受多核心理论影响,多中心发展成为现代国际大都市空间格局演变的主导方向,建设“城市副中心”则成为大都市多中心发展的重要选择^[3]。北京市将通州定位为行政副中心,旨在城市发展空间的大幅度拓展,缓解中心城区的压力,改变过去单纯依靠大城市中心城区的点状

注释 ①作者写作截止时(2016年4月),通州多以“北京城市副中心”出现在新闻媒体上(但目前笔者还未见正式文件对通州重新定位),意味着通州可能将承担更多的城市功能。

发展格局。北京市行政中心东移至通州,会给北京未来城市形态带来哪些影响,以及通州能否在短时间内形成宜居宜业、功能独立的新城,还需用科学的方法来评估与预测。

国外对城市副中心的研究开始于20世纪70年代,主要集中于城市商务副中心的形成机制及其与核心CBD的功能分工^[4-5]。从目前国内外城市副中心建设实践来看,也大都偏重于经济上的定位^[6]。我国对城市副中心的现有研究多集中于对国外案例的总结^[7-9],以及对北京、上海等特大城市的案例探索^[3,6,9],多偏于理论研究和文字论述,或现状的统计分析,却鲜有对城市副中心未来的预测。

数据是城市研究与规划的重要基础,是分析城市发展现状、问题与特征的基本素材,更是解释城市发展机制、科学规划空间增长的重要依据^[10]。由大数据和开放数据构成的新数据环境,对城市的物理空间和社会空间进行了更为精细和深入的刻画。但目前基于新数据的分析,多针对城市系统的现状评价和问题识别,却少有面向未来规划和设计的研究与应用。因此,基于城市历年数据的定量分析,并预测其未来,对增强规划设计的科学性具有重要意义。

1 研究方法

本研究认为城市具有生命体征,城市生命体是在人类社会的发展过程中一定区域内形成的、以非农业人口为主体的,人口、经济、政治、文化高度聚集的,具有新陈代谢、自适应、应激性、生长发育和遗传变异等典型生命特征的复杂巨系统^[11]。生命遗传和变异的核心因素是基因。基因的复制和相对稳定性保证了生命的遗传,城市生命体在生长发育的过程中表现出显著的遗传和变异特征。对城市发展历程的研究,探索城市发展的一般规律,可视为城市生长基因破解的过程。

龙瀛和沈尧提出了数据增强设计(Data Augmented Design, DAD)方法论,数据增强设计是以定量城市分析为驱动的规划设计方法,通过精确的数据分析、建模与预测手段,以数据实证提高设计的科学性^[12]。DAD

的核心与城市生命体基因的遗传特性类似:探索城市的发展基因,并根据基因的遗传特性,通过建模预测未来城市生长,以数据实证提高设计的科学性。行政中心东迁至通州,可基于数据增强设计(DAD)的方法,通过“城市生长基因”,对未来北京城市形态与城市活力展开科学预测。

“城市生长基因”可从城市自身发展历程探索,也可由其他城市的生长基因植入。北京未来城市形态的变化,可基于自身历年城镇用地数据,探索城市生长的驱动因素,并预测未来城市形态。北京行政中心迁移,势必带来中心周边活力的改变,而这种变化,北京自身无可参考。市行政中心的搬迁,在中国并非罕见,被视作完善城市布局、优化产业结构、带动新区发展的有效途径。对于未来的预测,可将中国其他城市作为研究案例,分析行政中心迁移对城市用地扩张及新中心周边活力的影响,破解其生长基因,并以此为基础预测北京行政副中心周边城镇用地扩张速率和城市活力变化情况。

2 案例研究

通过案例城市的生长规律,探索其生长基因,并基于数据增强设计(DAD)的方法,将城市生长基因植入北京,预测北京未来城市活力变化。

2.1 案例选择

据大公研究院的一项研究,1994年以来,内地已有34个城市搬迁过市府驻地,且超过7成的城市在近10年完成搬迁^[13]。

本文将已搬迁过市府驻地的城市作为参照物,考察行政中心的搬迁对北京的影响。

案例城市的选取应满足如下条件:

(1) 行政中心的迁移距离不宜过短,搬迁距离短,极易连片发展,且对城市结构调整、空间布局优化影响甚微,因此上海(1.7 km)、南昌(2.8 km)、深圳(4.0 km)等城市皆不在考虑之列。

(2) 迁移时间介于2005年—2010年间为宜,行政中心迁移的影响有时间周期:过短,其影响不明显;过长,则与2020年的北京可比性降

低,且早期中国城市规模较小,迁移距离较短。

综合上述因素,成都作为首选。除满足如上约束条件外,成都和北京还有一些相似之处:(1) 地形相似,北京西面为燕山山脉,东南面为平原;成都西面为龙门山山脉,东南面大部分区域为平原。(2) 区位相似,北京处于“京津冀城市群”,东南面为直辖市天津;成都处于“成渝城市群”,东南方向坐落着直辖市重庆。(3) 迁移特征相似,北京往正东方向迁移29 km,新老行政中心的连线与北京东西发展轴线重合;成都往正南方向迁移9.5 km,新老行政中心的连线与成都南北发展轴线吻合。

2.2 案例分析

2.2.1 城镇用地扩张

2008年3月,开始陆续有市级政府部门搬入原拟定的新行政中心(在原行政中心的基础上往南迁移8.5 km)。同年5月,汶川地震爆发,随后,成都官方宣布:新行政中心将处置变现,变现所得将用于地震受灾群众安置和灾后重建。2010年11月至12月间,市政府整体南迁,在拟定的行政中心基础上再南移1 km,临近绕城高速(以下简称“四环”)。后续部分市直机关、事业单位,也南迁至新行政中心附近。

从历年Google Earth影像可清晰看出,2008年,成都市南三环以外多为农田,而2015年,发展成连片的城市建设用地(图1)。

2.2.2 城市活力变化

新型城镇化提出以人为本的城镇化^[14],充满活力的城市是人性化城市的重要标准,涵盖了安全性、可持续性和健康等至关重要的品质^[15]。龙瀛等人通过地图POI数据证明,POI密度和POI混合度能促进城市活力^[16]。

对比分析2011年和2014年成都市地图POI数据,从POI分布的时空演变规律中,可探查出城市活力的变化。

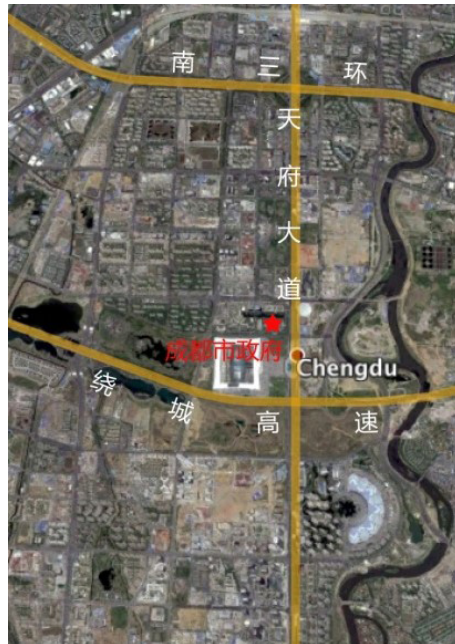
本研究选取和城市发展密切相关的12类POI数据:政府机构、银行/ATM、商业大厦、零售店、宾馆酒店、餐饮娱乐、医院、学校科研院所、公司企业、住宅小区、停车场和综合信息(即和市民生活密切相关却不宜归为以上各类的



a) 2008年



b) 2010年



c) 2015年

图1 Google Earth影像

点位,如干洗店、照相馆等),并将成都细分为 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 的网格,分析每个网格内各类POI在2011年—2014年间的数量变化规律(图2)。

地图POI数量变化图谱(2011—2014)、搜房网二手房POI密度图(图3)和大众点评网餐饮POI密度图(图4),都清晰显示出,市政府搬迁之后,成都市总体向南发展明显,相较于规划的北部商贸中心、西部文化中心和东部创业中心,发展更加成熟。其中,政府机构、商业大厦和停车场POI数量向南增加显著,而和生活密切相关的零售店、餐饮娱乐、医院、学校科研、综合信息POI增量集中在老城。配套设施的缺乏,对新区活力有一定影响。

同时,城市的活力还与城市肌理密切相关,经过长期自然发展而形成的城市,更易凝聚活力^[17],并且“小街区”规制有利于促进街道活力^[16]。而新区以车行为主导,步行尺度欠佳,高容积率、大体块的建筑会给人一定的压迫感。与老区更具亲和力的沿街铺面相比,在新区,商业综合体占据显要地位,不利于区域整体活力营造。直至2015年7月,新中心附近人气依然不足,即便白天,这种活力区域也仅集中在成都市的发展轴线上,夜间与老城区差异更加显著,从

图5百度热力图可清晰看到这一现象。

2.2.3 经验总结

成都市新区开发和南部地区土地城镇化进程的实际效益显著。影响该进程的因素很多,但不可否认的是,政府行政中心的搬迁对新区开发的贡献是明显的。

该贡献主要体现在政府作用下的行政性办公机构及与之紧密关联的部分市场化办公功能的植入,住宅及相关配套服务设施的完善,该类功能可直接为新城开发注入动力,带来新区空间增长。

其次,也应客观认识到,该类功能的植入并不能使新区形成独立而完整的城市功能体系。医院、学校等配套设施的缺乏,可能是影响成都南部新区功能完善与活力提升的重要因素;由此,从政府而言,在促进行政中心搬迁、拉动新区发展的同时,也需足够重视相应城市公共配套服务设施的建设。

最后,从以上分析可进一步得出,零售、餐饮、娱乐等功能的缺乏可能是导致成都南部新区活力不足的另一重要因素,这类功能通常受市场力的影响,遵循商业发展的客观规律,该类功能集聚依然需要一个相对漫长的时间过程。

成都市并未连片向南开发。从上述Google Earth影像和POI分析图谱中,不难发现成都市绕城高速(简称四环)附近开发薄弱,南四环内部区域和外部区域呈现跳跃式发展。这源于《成都市环城生态区总体规划》和《成都市环城生态区保护条例》。

成都市环城生态区,即沿中心城区绕城高速公路两侧各500 m范围及周边7大楔形地块内的生态用地和建设用地所构成的控制区(图6)。绕城高速公路两侧200 m范围内,主要用于生态建设,除必要的市政基础设施用地以外,不得新增开发建设用地;绕城高速公路两侧200 m至500 m范围内,可利用空间资源,布局市政基础设施用地,允许布局适量现代服务业用地,不得新建住宅建筑。成都市采用“法”“规”合一的方式,对环城生态区进行必要的保护,使环城生态区成为控制市区建设向外无限蔓延的生态屏障。

3 城市扩张模拟

北京城市扩张受到多重因素影响,基于北京历年城镇用地数据,可分析过去北京城市形态生长的一般规律,即城市生长基因,根据基因

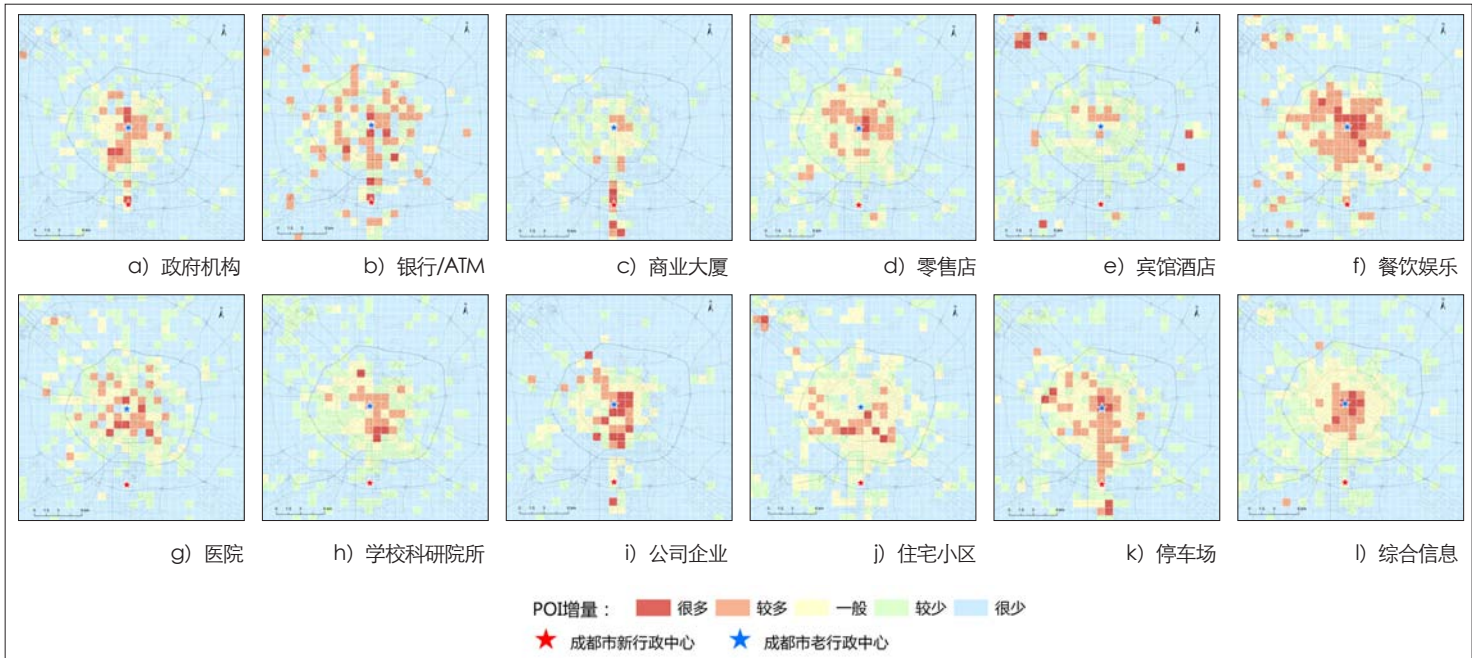


图2 地图POI数量变化分析



图3 二手房POI密度 (2014年)

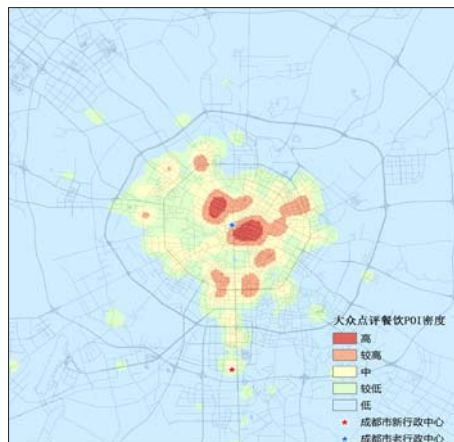


图4 大众点评餐饮POI密度 (2014年)



a) 上午



b) 夜间

图5 百度热力图 (2015年7月)

的遗传特性,预测未来北京的城市形态。

3.1 城市扩张驱动力

厘清城市用地扩展的空间规律与其驱动力的关系,是建立城市扩展模型和城市形态定量预测的基础,也是城市用地扩展研究的核心^[18]。城市用地的扩张,既有自上而下的政府行为,又有自下而上的基层个体的自发开发。对此,已有大量相关的研究成果^[19-22]。基于前人研究成果,龙瀛等人将城市用地扩展的驱动因素概括为两大类——外在驱动和内在驱动^[23]。

外在驱动因素主要包括:政府行为驱动,如户籍制度、土地有偿使用制度、计划经济向市场经济转型、放开二胎等;经济驱动,如国家或区域的宏观经济发展状况、城市经济总量的增速等;规划理念驱动,如区域观、体系观、战略观、生态观、人文观、政策观等理念的变革与更新^[24];重大事件驱动,如北京市行政副中心迁移至通州、2008年北京奥运会对城市化进程的推动作用等。

内部驱动因素主要包括:区位因素,如各级行政中心的吸引力、经济中心的吸引、水系的吸引、交通的吸引力等;邻域驱动因素,如周边建设用地的开发强度影响;制度驱动因素,如土地

等级、禁止建设区、规划建设用地等。

3.2 约束性元胞自动机

3.2.1 约束性元胞自动机简介

元胞自动机 (Cellular Automata, CA) 是一种时间、空间、状态都离散,空间相互作用和时间因果关系皆局部的网格动力学模型,通过简单的局部转换规则模拟复杂的空间结构^[25]。其原理适用于具有复杂时空特征的空间系统研究,因而广泛应用于城市空间形态模拟^[26]。

鉴于城市增长的复杂性(既有自然的约束,又有人类的扰动),需要在仅考虑邻域(Neighborhood)影响的简单CA(Simple CA, Pure CA)模型的基础上,考虑其他影响城市增长的因素,称为约束性元胞自动机(Constraint CA)。约束性元胞自动机用于城市形态的模拟应用较为成熟^[27-33]。因此,本文基于约束性元胞自动机,采用北京城市发展模型(Beijing Urban Developing Model, BUDEM)对北京行政副中心迁移至通州后的未来北京城市形态展开模拟。

3.2.2 BUDEM模拟原理

城市化过程的外在驱动因素非常复杂,难以用统一的模型进行定量的研究,本文主要从内在驱动因素着手,选择约束条件如下:

(1) 区位约束变量:各级行政中心的吸引力(市中心 l_{tam} 、新城 l_{cty} 、乡镇 l_{hvn})、河流的吸引力 l_{rvr} 、乡镇边界的吸引力 l_{bdwn} 、道路的吸引力 l_r ;

(2) 邻域约束变量:邻域内的开发强度 nei (即Moor邻域内不包括自身的城市建设用地元胞数与邻域元胞总数的商);

(3) 制度约束变量:土地等级 g_{agri} 、禁止建设区 g_{conf} 、规划建设用地 pln 、农村建设用地区 s_{rrl} 。

约束性CA模型中建设用地元胞发展规则如下:

$$\textcircled{1} s_{ij}^t = w_0 + w_1 \times l_{tamij} + w_2 \times l_{ctyij} + w_3 \times l_{hvnij} + w_4 \times l_{rvrij} + w_5 \times l_{bdwnij} + w_6 \times l_{rij} + w_7 \times g_{confij} + w_8 \times g_{agriij} + w_9 \times plnij + w_{10} \times s_{rrlij} + w_{11} \times nei_{ij}^t$$

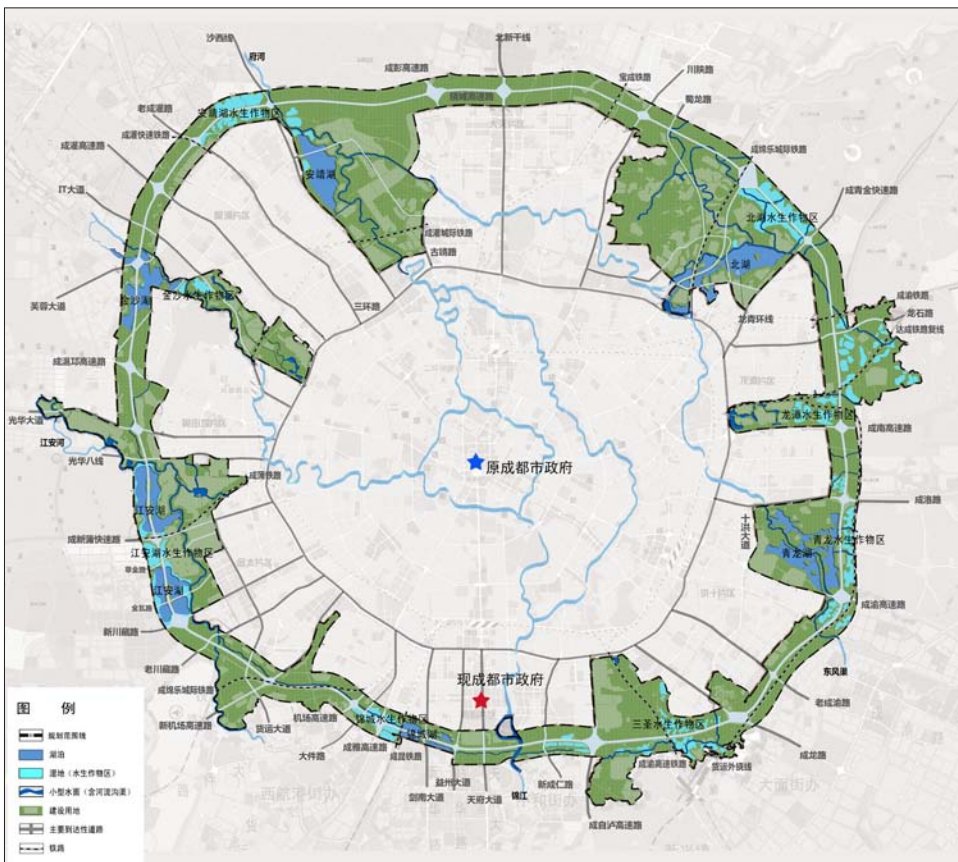


图6 成都市环城生态区总体规划图

$$\textcircled{2} p_g^t = \frac{1}{1 + e^{-s_{ij}^t}}$$

$$\textcircled{3} p_{ij}^t = \exp[\alpha \times (\frac{p_g^t}{p_{g,max}^t} - 1) \times RI_{ij}^t],$$

where $RI_{ij}^t = (\gamma_{ij}^t - 0.5) / k$
 If $p_{ij}^t > P_{threshold}$, then $V_{ij}^{t+1} = 1$

s_{ij}^t 为土地利用适宜性, w 为变量系数, p_g^t 为变换后的全局概率, $p_{g,max}^t$ 为每次循环中全局概率最大值, p_{ij}^t 为最终概率, $P_{threshold}$ 为城市增长的阈值, α 为扩散系数(1—10), RI 为随机影响要素, γ 为0—1的随机数, k 是用来调整 RI 的随机数。

3.2.3 驱动因子影响识别

本文基于2004—2010年北京城市形态的变化(图7),采用logistic回归的方法识别除邻域影响之外各驱动因子的影响大小,邻域影响因子的大小可由MonoLoop的方法识别^[34]。

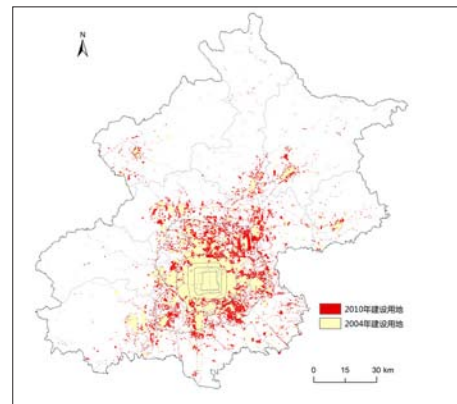


图7 北京城镇建设用地变化(2004—2010年)

2004年至2010年间,北京城市发展驱动因素影响大小如表1。

由表1可知,2004年到2010年间,行政中心的引力对城市扩张影响效果显著,北京呈单中心发展模式。同时,新城、路网、规划建设用地和河流也对城市增长起了较强的正向引导。重点镇的发展略有成效,禁止建设区对城市开发

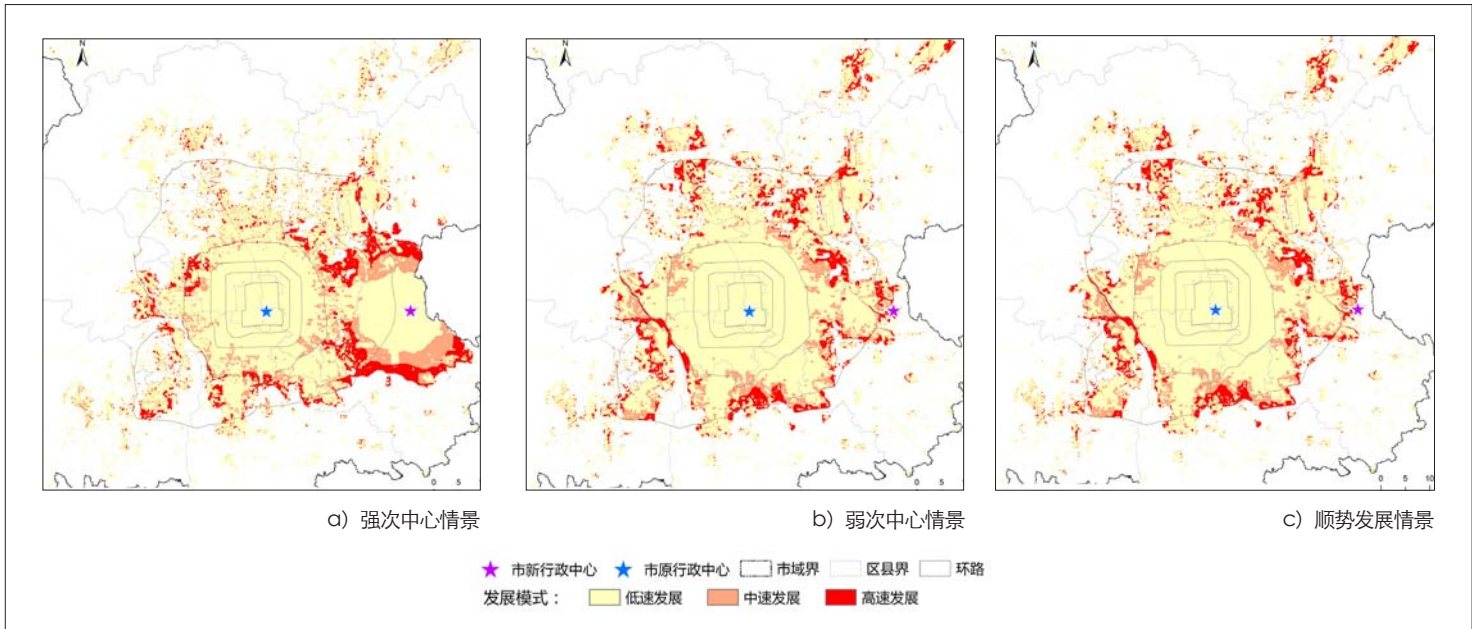


图8 2020年北京城市形态情景分析

表1 驱动因素影响大小（2004—2010年）

宏观约束条件	驱动因素	影响系数
区位因素	行政中心（天安门）	15.878
	新城	2.980
	重点镇	1.044
	河流	1.322
	乡镇边界	0.995
	路网	2.968
制度因素	禁止建设区	0.691
	土地等级	-0.545
	规划建设用地	1.492
邻域因素	农村建设用地	-0.191
	邻域影响	8.000

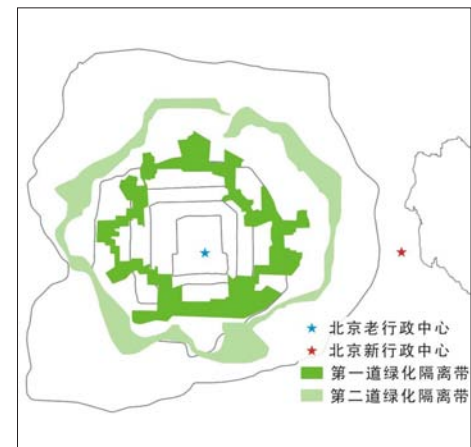


图9 北京市绿色隔离带示意图

有一定的控制作用,但影响甚微。

4 城市形态与活力预测

4.1 城市形态情景模拟

鉴于城市空间发展的不确定性,往往很难对未来的城市形态进行准确的预测,因此情景分析在城市增长模型中的应用较为普遍,一般根据不同的政策参数设置,模拟相应的城市形态,分析不同政策对城市扩张的影响。

本文假设3类情景:强次中心情景(北京市行政副中心的影响与天安门为中心的影响系数相同)、弱次中心情景(北京市行政副中心的影响与新城影响系数相同)、顺势发展(无行政副中心)情景(作对比分析用,不考虑市行政中

心的搬迁),其他因素的影响系数不变。而每类情景有3种发展模式:低速发展(北京市城镇建设用地增加300 km²),中速发展(北京市城镇建设用地增加600 km²),高速发展(北京市城镇建设用地增加900 km²)。运用BUDEM,可模拟出不同情景假设和发展模式下北京2020年的城市形态(图8)。

若采用“弱次中心情景”(行政副中心的影响与新城相同),北京依然呈单中心向外蔓延的趋势发展,和“顺势发展情景”的城市形态几乎一致;若采用“强次中心情景”(行政副中心的影响与天安门为中心的影响系数相同),潞城镇处于北京腹地,无向东发展足够空间,加之北京市中心区域的引力,在政策引导和市场驱动

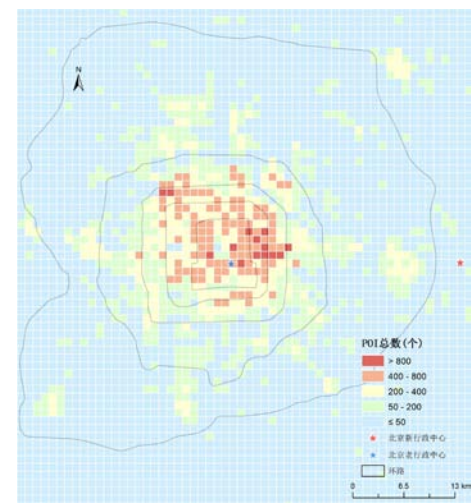


图10 地图POI总密度(2014年)

的双重作用下,若无空间管制,可能和现有的北京市中心连片发展,导致北京市区和通州之间的第一道、第二道绿化隔离区(图9)迅速消失,进一步恶化市区生态环境。

4.2 城市活力预测

地图POI密度与区域活力呈正相关,因此,可通过POI的空间分布规律,推测北京现状城市活力的空间分异格局。

将北京市划分为等大小的格网,统计每个网格内北京市政府机构、银行/ATM、商业大厦、零售店、宾馆酒店、餐饮娱乐、医院、学校科研院所、公司企业、住宅小区、停车场和综合信息的POI总密度,不难发现,通州潞城镇东小营附近城市活力较低,即便是通州县城,依然和北京市四环内的平均水平差异悬殊(图10)。

基于成都的案例研究,可推测市政府搬迁对新区城市活力的影响。北京市行政中心迁移,直接导致行政性办公机构及与之紧密关联的部分市场化办公功能迅速植入,同时也将刺激住宅类地产开发,新区附近土地城镇化效果显著。然而,零售、餐饮、娱乐等功能却受市场影响,遵循商业发展的客观规律,需要相对漫长的发展历程。

5 结论与讨论

本文基于数据增强设计(DAD)的方法,尝试探索城市生长基因,并对北京行政副中心迁移至通州对北京城市形态和城市活力的影响展开定量评价。

虽然成都行政中心的搬迁与北京行政副中心的迁移性质和背景不同,且北京是中国的首都,行政级别嵌套,导致北京和中国其他任何一个城市的空间迁徙模式都不会一样,但成都的经验可提供如下思考与借鉴:(1)行政中心迁移会一定程度上加快新中心附近区域土地城镇化的速率,加之政策的引导,行政办公机构及与之紧密关联的部分市场化办公功能的植入,住宅及相关配套服务设施的完善,可直接为新城开发注入动力,带来新区空间增长;(2)医院、学校等公服配套设施的建设应先于迁移步伐,

建设功能完善的城市体系;(3)部分功能受市场的影响,比如餐饮、娱乐、零售的聚集,需要一个相对漫长的过程,因此,打造宜居、宜业、富有活力的行政副中心是一个相对漫长的过程;(4)新区的建设,宜采用“小街区”规制,便于提升街道的步行指数与街道活力,打造充满活力的行政副中心;(5)环城绿化隔离带可考虑使用“法规合一”的方式,加强保护力度。

通过BUDEM模型对不同情景的城市形态模拟,结果表明:若通州副中心的地位过于重要,政策过分倾斜,而绿化隔离带保护力度不够,容易破坏第一、二道绿化隔离带,与北京现有市中心连片发展;若通州副中心的影响与现有新城的影响相同,仍然无法改变目前北京单中心向外蔓延的趋势。

同时,本研究存在如下局限性:(1)北京市行政中心迁移至通州的决策,是在京津冀协同的大背景下制定的,然而本文的城市形态模拟与活力分析仅限于北京市域,后续可将研究范围拓展至京津冀;(2)区位约束变量没考虑经济中心的影响,比如西单、国贸、中关村等经济中心对城市形态拓展影响较大;(3)成都的案例研究可以清晰地论证行政中心迁移与成都南部新区土地城镇化的相关性,以及行政中心迁移后,商业写字楼、住宅等设施的快速开发,却难以证明其必然因果关系。■

(本文仅代表个人观点,与所在单位无关。感谢王昀、殷冬明对本文提出的宝贵建议。)

参考文献 References

[1] 新华网.北京通过贯彻《京津冀协同发展规划纲要》的意见[EB/OL].(2015-07-11)[2016-04-12].http://news.xinhuanet.com/fortune/2015-07/11/c_128010212.htm.
Xinhua Net. On Beijing's approving 《Jing-Jin-Ji Coordinated Development Plan (outline)》 [EB/

OL]. (2015-07-11) [2016-04-12].http://news.xinhuanet.com/fortune/2015-07/11/c_128010212.htm.
[2] 新华网.北京行政副中心建设将带动40万人疏解至通州[EB/OL].(2015-11-30)[2016-4-12].http://news.xinhuanet.com/fortune/2015-11/30/c_128484564.htm.
Xinhua Net. About 400 thousand residents will be relocated to Tongzhou with the construction of the sub-center of Beijing[EB/OL]. (2015-11-30) [2016-4-12].http://news.xinhuanet.com/fortune/2015-11/30/c_128484564.htm.
[3] 赵弘.论北京城市副中心建设[J].城市问题,2009(5):36-40.
ZHAO Hong. On the construction of Beijing secondary city center[J]. Urban Problems, 2009 (5): 36-40.
[4] Brasington D M. A model of urban growth with endogenous suburban production centers[J]. The Annals of Regional Science, 2001, 35(3): 411-430.
[5] Asato S. Global city formation in a capitalist developmental state: Tokyo and the waterfront sub-centre project[J]. Urban Studies, 2003, 40 (2): 283-308.
[6] 刘洁,高敏,苏杨.城市副中心的概念、选址和发展模式——以北京为例[J].人口与经济,2015(3):1-12.
LIU Jie, GAO Min, SU Yang. Concept, location and development mode of sub-CBD: taking Beijing as an example[J]. Population & Economics, 2015 (3): 1-12.
[7] 张开琳.大城市副中心建设理论与实践[J].城市问题,2005(2):73-76.
ZHANG Kailin. The theory and practice of sub center construction[J]. Urban Problems, 2005 (2): 73-76.
[8] 马亚西.东京、巴黎打造城市副中心为北京建设世界城市提供的借鉴[J].北京规划建设,2010(6):46-47.
MA Xiya. The experience Beijing could learn from Tokyo and Paris sub-center for building world city[J]. Beijing Planning and Building, 2010 (6): 46-47.
[9] 史卫东,熊竞.城市副中心规划建设的理性思考——以上海市真如副中心为例[J].城市管理,2004(4):46-48.
SHI Weidong, XIONG Jing. Logical thinking of the planning and construction of city sub-centers[J]. Urban Management, 2004 (4): 46-48.
[10] 甄峰,王波,秦潇,等.基于大数据的城市研究与规划方法创新[M].北京:中国建筑工业出版社,2015.
ZHEN Feng, WANG Bo, QIN Xiao, et al. Urban studies and innovation in urban planning methods based on big data[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015.
[11] 姜仁荣,刘成明.城市生命体的概念和理论研究

- [12] 龙瀛, 沈尧. 数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变[J]. 上海城市规划, 2015 (2): 81-87.
- LONG Ying, SHEN Yao. Data Augmented Design: urban planning and design in the new data environment[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2015 (2): 81-87.
- [13] 肖松鹤. 中国城市行政中心迁移情况报告 [EB/OL]. (2015-07-01) [2016-4-12]. http://news.takungpao.com/special/zhengjingzhoubao2015_38/?from=groupmessage&isappinstalled=0.
- XIAO Song he, The report on the new administrative centers of Chinese cities [EB/OL]. (2015-07-01) [2016-4-12]. http://news.takungpao.com/special/zhengjingzhoubao2015_38/?from=groupmessage&isappinstalled=0.
- [14] 中华人民共和国中央人民政府门户网站. 中共中央国务院印发《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》[EB/OL]. [2016-4-12]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm.
- The State Council of the People's Republic of China. National New Urbanization Plan (2014-2020) [EB/OL]. [2016-4-12]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm.
- [15] Gehl J. Cities for People [M]. Washington D.C.: Island Press, 2010.
- [16] 龙瀛, 周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J]. 新建筑, 2016 (1): 52-57.
- LONG Ying, ZHOU Yin. Quantitative evaluation on street vibrancy and its impact factors: a case study of Chengdu [J]. New Architecture, 2016 (1): 52-57.
- [17] 童明. 城市肌理如何激发城市活力[J]. 城市规划学刊, 2014 (3): 85-96.
- TONG Ming. How urban fabric can help sustain the vitality of cities [J]. Urban Planning Forum, 2014 (3): 85-96.
- [18] 黄庆旭, 何春阳, 史培军, 等. 城市扩展多尺度驱动机制分析——以北京为例[J]. 经济地理, 2009, 29 (5): 714-721.
- HUANG Qingxu, HE Chunyang, SHI Peijun, et al. Understanding multi-scale urban expansion driving forces: a case study of Beijing [J]. Economic Geography, 2009, 29(5): 714-721.
- [19] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55 (2): 151-160.
- SHI Peijun, CHEN Jin, PAN Yaozhong. Land use change mechanism in Shenzhen city [J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(2): 151-160.
- [20] 何流, 崔功豪. 南京城市空间扩展的特征与机制[J]. 城市规划汇刊, 2000 (6): 56-60.
- HE Liu, CUI Gonghao. The characteristic and mechanism of urban expansion in Nanjing city [J]. Urban Planning Forum, 2000(6): 56-60.
- [21] 刘盛和. 城市土地利用扩展的空间模式与动力机制[J]. 地理科学进展, 2002, 21 (1): 43-50.
- LIU Shenghe. Spatial patterns and dynamic mechanisms of urban land use growth [J]. Progress in Geography, 2002, 21(1): 43-50.
- [22] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 北京地区城市化过程与机制研究[J]. 地理学报, 2002, 57 (3): 363-371.
- HE Chunyang, SHI Peijun, CHEN Jin, et al. Process and mechanism of urbanization in Beijing area [J]. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(3): 363-371.
- [23] 龙瀛, 周垠. “梁陈方案”的反现实模拟[J]. 规划师, 2016, 32 (2): 135-139.
- LONG Ying, ZHOU Yin. Evaluating Liang-Chen scenario using counterfactual analysis [J]. Planners, 2016, 32(2): 135-139.
- [24] 崔功豪. 中国城市规划观念六大变革[J]. 上海城市规划, 2008 (6): 5-7.
- CUI Gonghao. Six transformations of urban planning perception in China [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2008 (6): 5-7.
- [25] 周成虎, 孙战利, 谢一春. 地理元胞自动机研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- ZHOU Chenghu, SUN Zhanli, XIE Yichun. Research of geographic cellular automatic [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [26] 尹长林, 张鸿辉, 刘勤志. 城市规划CA模型及其应用[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24 (3): 71-74.
- YIN Changlin, ZHANG Honghui, LIU Qinzhi. An applied research of urban morphology evolution based on urban planning CA model [J]. Geography and Geo-Information Science, 2008, 24(3): 71-74.
- [27] 黎夏, 刘小平, 李少英. 智能GIS与空间优化 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- LI Xia, LIU Xiaoping, LI Shaoying. Intelligent geographical information science and space optimization [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [28] 龙瀛, 韩昊英, 毛其智. 利用约束性CA制定城市增长边界[J]. 地理学报, 2009, 64 (8): 999-1008.
- LONG Ying, HAN Haoying, MAO Qizhi. Establishing urban growth boundaries using constrained CA [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(8): 999-1008.
- [29] 龙瀛, 毛其智, 沈振江, 等. 综合约束CA城市模型: 规划控制约束及城市增长模拟[J]. 城市规划学刊, 2008 (6): 83-91.
- LONG Ying, MAO Qizhi, SHEN Zhenjiang, et al. Comprehensive constrained CA urban model: institutional constraints and urban growth simulation [J]. Urban Planning Forum, 2008(6): 83-91.
- [30] 龙瀛, 沈振江, 毛其智, 等. 基于约束性CA方法的北京城市形态情景分析[J]. 地理学报, 2010, 65 (6): 643-655.
- LONG Ying, SHEN Zhenjiang, MAO Qizhi, et al. Beijing city form scenario analysis using constrained cellular automata [J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(6): 643-655.
- [31] Long Y, Mao Q, Dang A. Beijing urban development model: urban growth analysis and simulation [J]. Tsinghua Science and Technology, 2009, 14(6): 782-794.
- [32] Long Y, Gu Y, Han H. Spatiotemporal heterogeneity of urban planning implementation effectiveness: evidence from five urban master plans of Beijing [J]. Landscape and Urban Planning, 2012(108): 103-111.
- [33] Feng Y, Liu Y, Tong X, et al. Modeling dynamic urban growth using cellular automata and particle swarm optimization rules [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 102(3): 188-196.
- [34] 刘翠玲, 龙瀛, 王艳慧. MonoLoop: CA城市模型状态转换规则获取的一种方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36 (4): 122-125.
- LIU Cuiling, LONG Ying, WANG Yanhui. MonoLoop: a new approach to retrieve status transition rule of CA urban model [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2013, 36(4): 122-125.