

城市多中心结构下的土地使用多情景发展布局*

Multi-scenario Simulation of Future Land Use Changes by Incorporating Polycentric Urban Structure

周新刚 杨辰颖 曾灿程 傅韵同 ZHOU Xin'gang, YANG Chenying, ZENG Canc Cheng, FU Yuntong

摘要 城市多中心结构和距离主中心、次中心的区位是影响土地使用演变的重要因素。随着多中心结构成为城市空间重要发展战略,相对于城市主中心,距离就业次中心的区位因素需要在土地使用变化模拟中加以考虑。以上海市为例,通过土地使用模拟探讨城市多中心空间结构对土地使用演变的影响。通过手机位置数据识别就业次中心,分析就业次中心对土地使用演变的影响。研究发现,除了交通、社会经济、距离城市主中心的区位等因素,距离就业次中心的区位也是影响土地使用演变的重要因素。根据识别的就业次中心替换历史年份的就业次中心,对未来土地使用进行推演,发现就业次中心会带来周边商业用地的集聚。同时,将相对于城市主中心、就业次中心的区位因素纳入土地使用推演考虑,研究城市多中心结构对土地使用演变的影响,对于城市多中心结构优化及用地发展布局规划具有重要意义。

Abstract In the context of territorial spatial planning, the dynamic analysis and simulation forecast of land-use evolution can enhance the scientific basis of planning. The urban spatial structure's development strategy has a crucial function in guiding the evolution of land use. In particular, the polycentric structure, an essential component of the spatial development strategy, requires consideration in the land use evolution simulation. In this study, we take Shanghai as an example to explore the influence of polycentric urban spatial structure on land use evolution through land use simulation. Firstly, we examine the laws of land use evolution, the driving mechanisms, and the constraints, which serve as the foundation for simulating land use with the cellular automata model. Secondly, we identify employment centers through mobile phone data, and analyse how employment sub-centers affect land use evolution. Finally, we establish various scenarios for the multi-center structure's development in line with the planning objectives, make the simulation of future land use, and propose suggestions for the multi-center structure and land layout. The study finds that, aside from location, transport, economic, and social factors, the polycentric structure significantly affects land use evolution, particularly employment centers. This study simulates the evolution of land use and offers recommendations for the optimization of urban multi-center structures and the planning of land use, which are of great significance.

关键词 多中心结构;土地使用;多情景分析;国土空间规划

Key words polycentric urban structure; land use; multi-scenario analysis; territorial spatial planning

文章编号 1673-8985 (2024) 05-0088-06 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20240513

作者简介

周新刚

同济大学建筑与城市规划学院
自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室
副教授,博士生导师

杨辰颖

同济大学建筑与城市规划学院 硕士研究生

曾灿程

中共深圳市纪律检查委员会 硕士

傅韵同(通信作者)

上海市浦东新区规划设计研究院

规划师,硕士, yuntong0310@163.com

1 相关研究综述

倡导分散理念的有机疏散理论是大城市为了解决过度拥挤问题所发展出的多中心结构理论的雏形。城市规划领域所倡导的分散理念并非无限制低密度扩张,而是注重分散中的集聚。具体而言,该理念主张在城市发展过程中,从核心地区分散出去的各项功能能够在空间上再次聚集,形成与主中心地区相辅相成的

次中心。这种多中心化的模式通过建立密切的社会经济联系和分工,使各级中心地区之间形成有机互动,这一过程被称为多中心化^[1]。多中心结构是由城市中的主中心和各个次中心构成的整体^[2]。国内相关研究表明,推动城镇空间结构向多中心模式发展是缓解由单中心蔓延带来的交通拥堵和生态恶化等大城市病,推动城市可持续发展的重要策略^[3-4]。

*基金项目:国家重点研发计划项目课题“国土空间多场景综合效能评价与调控关键技术”(编号2022YFC3800804)资助。

多中心空间结构可以从形态、功能等层面进行内涵阐释^[5]。现有的多中心结构研究往往集中在形态维度上,功能上的多中心结构根据城市组团间的功能联系程度进行界定,如城市内部动态的交通联系情况。就业次中心是相对于就业主中心的就业活动聚集的空间单元,可以从功能联系的角度进行识别^[6]。孙斌栋等^[7]基于上海市统计局各街道就业岗位统计数据,从就业中心的角度对多中心结构进行分析,指出多中心是上海未来城市空间发展的必然选择。基于调查的普查数据间隔时间约为5年,难以分析就业次中心在不同年份的变化。基于手机信令数据可以识别人们的日常通勤行为^[8],通过对人们通勤活动的空间分布进行聚类分析,可以更好地分析就业次中心的动态变化。

多中心结构是土地使用演变的重要影响因素^[9]。城市经济学的理论研究表明,生产和服务功能集聚形成的中心对居住、就业、土地价格等城市要素的空间分布有着显著影响^[10-11]。在多中心结构模式中,城市土地使用突破传统单中心结构的发展趋势,不同功能用地将不再全部集中于传统的单一中心区域,而是在城市内部形成多个分散的功能集聚区,不同集聚区可能形成不同功能的次中心^[12]^[1579]。根据竞租理论,邻近就业主中心或者次中心,产品运输和居民通勤成本较低,竞租能力增强,在市场机制的作用下,就业中心较低价值的用地(如工业用地、居住用地)可能会向更高价值的用地(如金融、商业服务用地)转换。

规划政策的引导机制对城市多中心结构具有重要影响。部分城市次中心可以通过规划政策影响其发展,规划政策对就业次中心的形成具有一定引导作用。需要进一步研究城市多中心结构的规划调控对于土地使用的空间影响,以实现通过城市多中心结构引导居住、就业活动,优化土地使用发展布局的目的^[12]^[1583]。

在对城市用地模拟的研究中,多考虑地理格局、交通、社会经济及区位等因素对土地使用演变的影响^[13-14]。交通方面,城市交通系统的发展会影响空间可达性进而对城市用地

演变产生重要影响^[15]。社会经济方面,人口密度反映土地使用的开发强度,地均GDP反映地区的经济发展。人口、经济要素持续在城市集聚,为城市带来了与物质文化生活相对应的土地需求,从而带来土地使用的演变^[16]。相对于城市主中心和次中心的区位是影响土地使用演变的重要因素。已有研究大多考虑了相对于城市主中心的区位因素,而因为在土地使用演变的模拟中难以分析次中心在不同年份的变化,所以相对于次中心的区位因素对城市土地使用演变的影响考虑较少。在国土空间规划中,城市多中心空间结构作为规划调控的要素会对土地使用产生影响。在城市的实际发展过程中,就业次中心会发生变化,如果将就业次中心的变化作为影响土地使用演变的因素,将有效提高土地使用演变模拟的精度,得到“考虑规划调控的多中心结构”下的未来土地使用分布。近年来,时空大数据为识别就业次中心并分析其不同年份的动态变化提供了新的契机。钮心毅等^[17]基于手机信令数据,对城市商业服务、商务办公功能高度集聚的城市公共中心进行识别和分析。

总体来说,已有很多学者研究了多中心结构演变特征及其对用地发展的影响,但对于其与城市土地使用演变模拟预测的协同研究较为缺乏。近年来,有关土地使用演变模拟的研究持续增加,已有研究将交通条件、城市社会经济因素、相对于城市主中心的区位因素纳入模拟模型,探究其对土地使用演变的影响^[18],但少有研究考虑相对于就业次中心的区位因素对土地使用演变的影响。考虑多中心结构的城市用地模拟可以帮助理解城镇空间结构与用地变化之间的关系,本文通过耦合包括主中心和次中心的多中心结构的土地使用模拟,研究相对于就业次中心的区位因素对土地使用演变产生的影响。

2 耦合多中心结构的土地使用模拟框架

2.1 研究案例选择

面对资源约束条件下的城市发展模式转变,人口集聚带来的空间承载压力为上海市

空间结构优化带来巨大挑战^[19]。《上海市城市总体规划(2017—2035年)》(以下简称“上海2035”)提出“完善公共活动中心体系”,以优化城镇空间结构为导向,构建多中心和网络化的空间结构。对于上海这样的超大城市而言,多中心结构是未来城市空间发展演化的方向,城市空间规划应该把多中心体系和次中心的布局作为发展重点。因此,本文选择以上海市作为案例(见图1),研究多中心结构对土地使用演变的影响。因多中心结构对崇明区的影响机制与其他地区差别较大,故本文的研究区域不包括崇明区。

2.2 研究思路

(1) 历史年份土地使用演变分析

基于过去两个不同时间点的土地使用数据和影响土地使用变化的驱动因子数据,通过随机抽样的方法获取训练数据对神经网络进行训练。神经网络的输入层接收每个模拟用地单元对应的各个驱动因子的空间变量值,它们决定了该单元的状态转换,即用地类型的转换。神经网络的输出层可以得到不同类型用地的的发展概率,即模拟单元转换为各类用地的概率。综合各类用地的的发展概率,通过元胞自动机模型迭代得到每个用地单元对各类用地的总体转换概率,再将土地利用类型分配给该单元。然后,结合历史年份实际土地使用规模,对历史年份土地使用演变过程进行模拟,生成历史年份的土地使用分布。再利用随机森林算法挖掘不同类型用地的演变机制与各类空间驱



图1 上海市多中心结构分布图
Fig.1 Polycentric structure of Shanghai

资料来源:笔者自绘。

动因子之间的关系,得到不同驱动因子对于各类用地发展的影响。

(2) 未来土地使用发展布局推演

基于历史年份用地演变分析结果,可以得到土地利用演变的发展趋势和空间驱动因子对土地利用演变的影响,用于未来土地使用模拟模型。在预测过程中使用识别的就业次中心分布数据替换历史年份就业次中心分布驱动因子,其余空间驱动因子保持一致,得到在更新的就业次中心影响下的各类用地发展概率(见图2)。设定规划年份用地模拟面积与土地使用演变约束条件,基于现状用地数据与历史年份土地使用演变分析得到的土地使用演变趋势,可以推演生成未来目标年份的土地使用分布情况。

2.3 数据选择与处理

本文采用上海市两个不同年份的用地数据进行分析,用地类型主要包括:居住用地、公共管理与服务用地、工业用地、商业用地、非建设用地。

本文主要使用区位、交通、社会经济3种空间驱动因子模拟土地使用变化(见表1)。上海市市域内坡度、高程等自然地理因素差异较小,在本文中不予考虑。

在多中心结构影响下,城市内以等级规模为标准的垂直联系逐渐减弱,水平联系逐渐增强,分工逐渐细化形成不同就业次中心^[20],对土地使用演变有重要影响。本文重点研究多中心结构对于土地使用演变的影响,因此,选取“到城市主中心和就业次中心”的距离作为影响土地使用演变的区位因素。

使用手机信令数据可以识别居民的就业地和就业密集区^[21]。对于就业中心空间驱动因子,本文通过2011年上海移动用户手机信令数据对就业密度进行计算(见图3),并使用非参数分析法基于就业密度识别就业中心。就业主中心位于人民广场地区,通过手机信令数据计算就业密度得到的就业次中心为陆家嘴、漕河泾、徐家汇、虹桥涉外贸易区等。

同样,通过手机信令数据提取的就业密

度识别出2017年(“上海2035”起始年)的就业次中心,并与前文识别出的2011年就业次中心进行比较(见图4),2011—2017年,新增就业次中心主要分布于主城区内,其中浦东新区新增就业次中心较多,总体来说就业次中心分布仍集中在主城区内。

3 多中心结构对上海市土地使用演变的影响

3.1 空间驱动因子对土地使用演变的影响

首先,基于上海市不同年份土地使用数据(见图5)和空间驱动因子数据,通过随机抽样方法训练神经网络得到不同类型用地的的发展概率。使用元胞自动机模型综合不同类型用地的的发展概率,以2009年的土地使用数据为初始数据,根据2014年土地使用数据设定各类用地的目标面积,对2009—2014年的土地使用演变过程进行模拟,生成2014年土地使用的模拟结果,与实际土地使用情况进行对比,验证模型模拟的精度。

其次,提取两期用地中各类用地变化的部分,使用随机森林算法分析各驱动因子对各类用地变化的影响权重(见表2)。

影响居住用地及商业用地演变的空间驱动因子权重排名相似,权重较高的为到地铁站的距离、到就业次中心的距离。到城市主中心的距离、到就业次中心的距离是影响工业用地演变的主要因素。对于居住、商业、工业3类用地的演变,到就业次中心的距离这一驱动因子权重均较高。影响公共管理与服务用地演变的空间驱动因子与其他3类用地差异较大,人口密度、到城市道路的距离权重较高。对于居住、商业、工业3类用地演变的影响,到城市主中心的距离的权重均低于到就业次中心的距离。

轨道交通促进了其周边土地的高强度开发,到地铁站的距离对商业用地、居住用地演变影响较大。到就业次中心的距离对居住、商业、工业土地使用演变影响较大,可能与距离就业次中心较近的区域通常趋向于与功能升级有关。公共管理与服务用地的演变主要受

人口密度、城市道路的影响,因为规划的公共管理与服务设施紧邻服务的居住人口,同时倾向于分布在交通便利的位置。公共管理与服务用地的演变受到就业次中心距离的影响较小,可能跟公共管理与服务用地的分布在一定程度上主要受政府政策影响有关。

3.2 考虑多中心结构的土地使用演变模拟

基于神经网络对历史年份的土地使用演变进行训练时,将历史年份到就业次中心的距

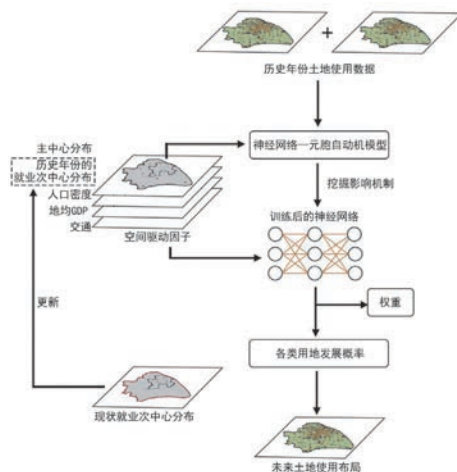


图2 土地使用模拟流程图
Fig.2 Flow of land use simulation

资料来源:笔者自绘。

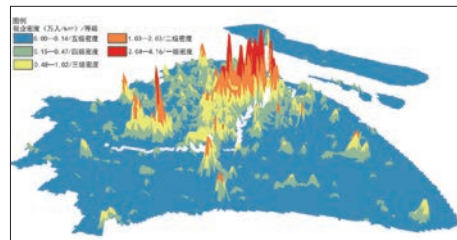


图3 上海市2011年就业密度分布三维图
Fig.3 Employment density distribution of Shanghai in 2011

资料来源:笔者自绘。

表1 空间驱动因子指标选取
Tab.1 Spatial variables in land use simulation

影响因素	指标选取
区位因素	到城市主中心的距离
	到就业次中心的距离
交通因素	到城市道路的距离
	到公共交通站点(地铁)的距离
社会经济因素	人口密度
	地均GDP

资料来源:笔者自制。

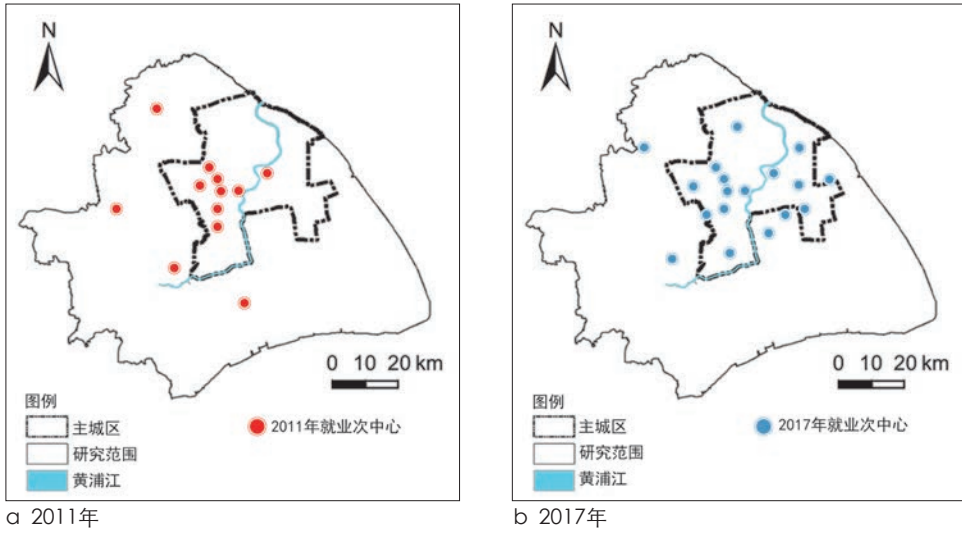


图4 上海市2011年、2017年就业次中心分布图
Fig.4 Employment subcenters of Shanghai in 2011 and 2017

资料来源:笔者自绘。

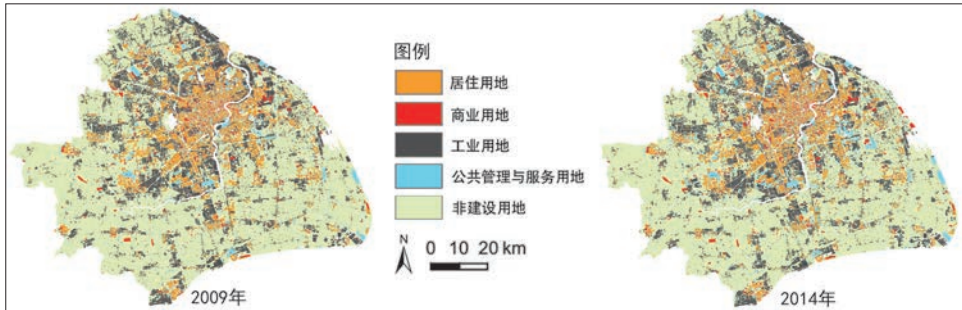


图5 上海市2009年、2014年土地使用现状
Fig.5 Land use of Shanghai in 2009 and 2014

资料来源:笔者自绘。

表2 空间驱动因子权重分析
Tab.2 Weight analysis of spatial variables

驱动因素	居住用地	商业用地	工业用地	公共管理与服务用地
到城市主中心的距离	0.141	0.132	0.148	0.144
到就业次中心的距离	0.162	0.162	0.155	0.130
到地铁站的距离	0.170	0.168	0.142	0.140
到城市道路的距离	0.136	0.112	0.139	0.146
地均GDP	0.128	0.151	0.135	0.138
人口密度	0.109	0.126	0.142	0.168

资料来源:笔者自制。

离作为空间驱动因子加入训练模型,训练完成后结合元胞自动机模型进行土地使用模拟,以比较考虑多中心结构情景下的土地使用模拟的精度。将到就业次中心的距离作为空间驱动因子之一,对2014年的城镇建设用地分布进行模拟,通过将模拟结果与实际土地使用数据进行对比,验证模拟精度为0.89,得出到就业次中心的距离是影响土地使用演变的重要因

素。因此,在对土地使用进行规划布局时不仅应考虑城市主中心的影响,也应考虑实际已经形成的就业次中心的影响。

4 多中心结构影响下的上海市土地使用多情景模拟

4.1 土地使用多情景模拟

通过对未来土地使用多情景的模拟推

演,能够对比分析不同多中心结构发展情景下的土地使用布局情况(见图6),从而在规划实施前对其进行预评估。这种预评估的目的是为了评价规划方案可能带来的效果,预测可能发生的城市问题,并寻找更佳的规划策略,提升空间利用效率。有效的预评估可以大幅降低规划实施后不必要的调整,重点考虑规划方案的空间利用效率和空间政策的适应性。通过模拟不同的规划目标和结构策略,未来土地使用的多情景模拟可以生成多种规划方案,规划师可以综合这些模拟结果和各个方案的特点,确定最佳的规划路径,为国土空间规划提供参考。

本文在考虑就业次中心变化的基础上,设置了不同多中心结构的模拟情景,并得出不同情景下的土地利用布局结果。根据前文提出的土地使用演变目标,设定两种城市多中心结构发展情景。情景一:基准发展(历史年份的就业次中心),假定现有发展趋势不变。情景二:城市主中心—发展更新的就业次中心的多中心结构,在考虑城市主中心的基础上,加入识别出的就业次中心后进行模拟。

根据国土空间规划对用地总量的约束与控制确定未来用地模拟目标面积。“上海2035”要求生态用地占市域陆域面积比例不低于60%。为提高居民生活质量,增加绿地、公共服务设施等用地的比例,推进存量用地的二次开发和低效工业用地的减量。规划强调增加公共服务设施,增加城镇居住用地。在工业用地方面,规划要求为必要的先进制造业、战略性新兴产业和都市型工业提供发展空间,积极鼓励开发边界内存量工业用地“二次开发”与开发边界外低效工业用地减量。综合设定用地模拟目标面积为:居住用地637.71 km²,公共服务设施用地372.00 km²,工业用地318.86 km²,商业用地243.81 km²,非建设用地2 922.86 km²。

国土空间规划的核心价值观是以生态文明建设优先^[22]。国土空间规划要求落实生态环境保护理念,在对农业空间及生态空间充分保护的前提下科学地进行用地布局规划。

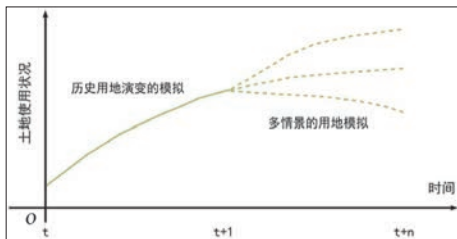


图6 利用多情景用地模拟生成不同土地使用发展布局

Fig.6 Different land use patterns based on multi-scenario land use simulations

资料来源:笔者自绘。

“上海2035”将生态空间分为4类进行差异化管控:一类、二类生态空间为“禁止建设区”,预测中对这类区域的建设用地扩展进行约束,“禁止建设区”内无新增建设用地。三类、四类生态空间(包括永久基本农田)为“限制建设区”,在管控过程中禁止对生态功能产生影响的开发建设,预测中根据规划要求对四类生态空间的建设用地开发进行限制。

4.2 土地使用多情景模拟结果分析

比较两种不同多中心结构发展情景下的模拟结果(见图7)。情景一中,建设用地分布均质零散、缺乏规律,与之相比,情景二中建设用地集中成片,飞地明显减少。将情景二的模拟结果与对应的城市主中心—发展更新的就业次中心的多中心结构进行比较,发现二者在空间分布上有明显的联系,就业次中心周边形成了一定规模的商业用地组团,可见多中心空间结构对未来土地使用模拟影响显著。

以商业用地为例,对2014年现状和2035年的两种情景下未来用地模拟结果中的用地分布进行计算和分析。主城区及5个新城商业用地占比如表3所示。比较主城区商业用地占比情况,情景二中商业用地占比增高,在多中心结构的影响下,商业用地倾向于向主城区集聚。比较5个新城商业用地占比情况,情景一中各新城商业用地占比较高,情景二考虑了就业次中心的多中心结构,商业用地占比比较低。其中,南汇新城在情景二中商业用地占比特别低,这可能与该发展情景对应的就业次中心距离南汇新城较远有关。

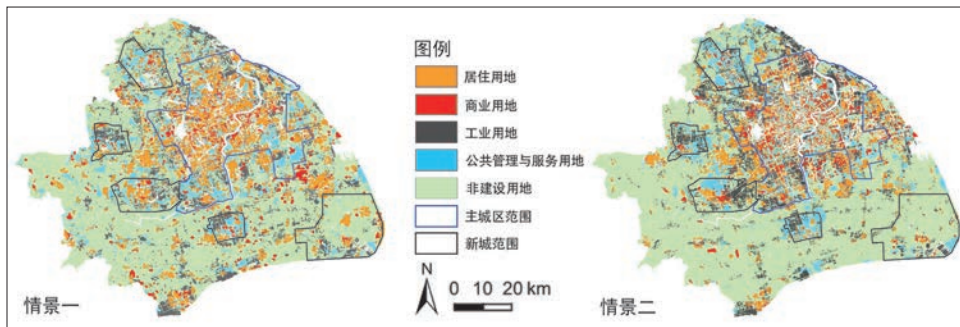


图7 上海市2035年土地使用多情景模拟结果

Fig.7 Land use simulation results of Shanghai in 2035

资料来源:笔者自绘。

表3 主城区及5个新城商业用地面积占比(%)

Tab.3 The proportion of commercial land area in main urban areas and five new towns (%)

情景	主城区	嘉定新城	青浦新城	松江新城	奉贤新城	南汇新城
2014年现状	14.58	5.78	3.67	3.02	7.32	3.38
2035年模拟(情景一)	9.22	11.79	6.51	9.87	11.64	5.78
2035年模拟(情景二)	14.89	10.07	11.07	7.32	5.90	3.03

资料来源:笔者自制。

5 结语

本文以上海市为研究对象,探索了多中心结构对土地使用演变的影响,并融入城市多中心结构因素对未来土地使用发展布局进行多情景模拟。通过手机位置数据弥补普查数据在时间方面的局限性,识别出不同年份的就业次中心。在土地使用模拟中通过将手机位置数据识别出的就业次中心分布替换历史年份的就业次中心,从而进一步分析相对于就业次中心的区位因素对土地使用演变的影响。结果发现,除了交通、社会经济因素、相对于城市主中心的区位因素外,相对于就业次中心的区位也是影响土地使用演变的重要因素,需要在土地使用演变模拟中进行考虑。土地使用模拟结果与多中心结构分布特征具有明显联系,就业次中心周围形成了商业用地的集聚。

应用元胞自动机模型对不同多中心结构影响下的土地使用进行模拟,可以得到城市在不同发展情景下的土地使用演变结果,经分析比较可以辅助土地使用布局规划。在国土空间规划中,可以考虑通过调控就业次中心的布局优化土地使用发展布局。本文重点探究多中心结构如何影响土地使用演变,研究思路可以外

延到路网结构、公共交通分布等其他因素对土地使用演变的影响,以探究不同情景下的土地使用发展布局。

参考文献 References

- [1] 孙斌栋,涂婷,石巍,等.特大城市多中心空间结构的交通绩效检验——上海案例研究[J].城市规划学刊,2013(2):63-69.
SUN Bindong, TU Ting, SHI Wei, et al. Test on the performance of polycentric spatial structure as a measure of congestion reduction in megacities: the case study of Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2013(2): 63-69.
- [2] 杨俊宴,章飏,史宜.城市中心体系发展的理论框架探索[J].城市规划学刊,2012(1):33-39.
YANG Junyan, ZHANG Biao, SHI Yi. On theoretical frameworks of urban center system development[J]. Urban Planning Forum, 2012(1): 33-39.
- [3] 魏旭红,孙斌栋.我国大都市区就业次中心的形成机制——上海研究及与北京比较[J].城市规划学刊,2014(5):65-71.

- WEI Xuhong, SUN Bindong. Formation mechanism of employment subcenters in metropolitan areas: the case of Shanghai in comparison to Beijing[J]. Urban Planning Forum, 2014(5): 65-71.
- [4] 于涛方,吴唯佳. 单中心还是多中心:北京城市就业次中心研究[J]. 城市规划学刊, 2016 (3): 21-29.
- YU Taofang, WU Weijia. Monocentric or polycentric? A study on urban employment subcenters in Beijing[J]. Urban Planning Forum, 2016(3): 21-29.
- [5] 罗震东,朱查松. 解读多中心:形态、功能与治理[J]. 国际城市规划, 2008 (1): 85-88.
- LUO Zhendong, ZHU Chasong. Understanding polycentricity by configuration, function and governance[J]. Urban Planning International, 2008(1): 85-88.
- [6] 姚常成,吴康. 多中心空间结构促进了城市群协调发展吗?——基于形态与知识多中心视角的再审视[J]. 经济地理, 2020, 40 (3): 63-74.
- YAO Changcheng, WU Kang. Does polycentric spatial structure realize the coordinated development within urban agglomerations? The new evidence from the perspective of morphological and knowledge polycentricity[J]. Economic Geography, 2020, 40(3): 63-74.
- [7] 孙斌栋,石巍,宁越敏. 上海市多中心城市结构的实证检验与战略思考[J]. 城市规划学刊, 2010 (1): 58-63.
- SUN Bindong, SHI Wei, NING Yuemin. An empirical study on the polycentric urban structure of Shanghai and strategies in future[J]. Urban Planning Forum, 2010(1): 58-63.
- [8] XIAO Y, WANG Y, MIAO S, et al. Assessing polycentric urban development in Shanghai, China, with detailed passive mobile phone data[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2021, 48(9): 2656-2674.
- [9] 王颖,孙斌栋,乔森,等. 中国特大城市的多中心空间战略——以上海市为例[J]. 城市规划学刊, 2012 (2): 17-23.
- WANG Ying, SUN Bindong, QIAO Sen, et al. Polycentric spatial strategy of mega-cities in China: the case of Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2012(2): 17-23.
- [10] 孙斌栋,魏旭红. 上海都市区就业—人口空间结构演化特征[J]. 地理学报, 2014, 69 (6): 747-758.
- SUN Bindong, WEI Xuhong. Spatial distribution and structure evolution of employment and population in Shanghai Metropolitan Area[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(6): 747-758.
- [11] 晏龙旭,王德,张尚武,等. 国际大都市中心体系规划的经验与借鉴——基于五个案例城市的研究[J]. 国际城市规划, 2022, 37 (2): 88-96.
- YAN Longxu, WANG De, ZHANG Shangwu, et al. Experience and implications of urban centers planning in international metropolises: based on five cases[J]. Urban Planning International, 2022, 37(2): 88-96.
- [12] 晏龙旭,王德,张尚武. 城市中心体系研究的理论基础与分析框架[J]. 地理科学进展, 2020, 39 (9): 1576-1586.
- YAN Longxu, WANG De, ZHANG Shangwu. Theoretical foundation and framework for understanding urban centers[J]. Progress in Geography, 2020, 39(9): 1576-1586.
- [13] 周新刚,傅韵同,郎晔,等. 紧凑城市视角下的建成区时空演变特征及其影响因素分析——以上海为例[J]. 上海城市规划, 2021 (1): 91-97.
- ZHOU Xin'gang, FU Yuntong, LANG Wei, et al. The evolution characteristics of built-up areas from compact city perspective and analysis of its influencing factors: a case study of Shanghai[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2021(1): 91-97.
- [14] 吕晓,黄贤金,张全景. 城乡建设用地转型研究综述[J]. 城市规划, 2015, 39 (4): 105-112.
- LYU Xiao, HUANG Xianjin, ZHANG Quanjin. A literature review on urban-rural construction land transition[J]. City Planning Review, 2015, 39(4): 105-112.
- [15] ZHAO L, SHEN L. The impacts of rail transit on future urban land use development: a case study in Wuhan, China[J]. Transport Policy, 2019, 81: 396-405.
- [16] 乔文怡,黄贤金. 长三角城市群城镇用地扩展时空格局及驱动力解析[J]. 经济地理, 2021, 41 (9): 162-173.
- QIAO Wenyi, HUANG Xianjin. Patterns of urban land expansion and its driving forces in Yangtze River Delta urban agglomeration[J]. Economic Geography, 2021, 41(9): 162-173.
- [17] 钮心毅,丁亮,宋小冬. 基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构[J]. 城市规划学刊, 2014 (6): 61-67.
- NIU Xinyi, DING Liang, SONG Xiaodong. Understanding urban spatial structure of Shanghai Central City based on mobile phone data[J]. Urban Planning Forum, 2014(6): 61-67.
- [18] 周新刚,杨辰颖,黄永俏,等. 融入规划轨道交通的土地使用多情景模拟——以上海外围地区TOD为例[J]. 上海城市规划, 2023 (3): 112-118.
- ZHOU Xin'gang, YANG Chenying, HUANG Yongqiao, et al. Multi-scenario simulation of land use by incorporating planning rail transit: a case study of TOD in Shanghai suburbs[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(3): 112-118.
- [19] 张尚武,晏龙旭,王德,等. 上海大都市地区空间结构优化的政策路径探析——基于人口分布情景的分析方法[J]. 城市规划学刊, 2015 (6): 12-19.
- ZHANG Shangwu, YAN Longxu, WANG De, et al. Analysis on the policy path of spatial structure optimizing in the Shanghai Metropolitan Region: a scenario-based study on population distribution[J]. Urban Planning Forum, 2015(6): 12-19.
- [20] 单卓然,黄亚平,张衍春. 1990年后发达国家都市区空间演化特征及动力机制研究[J]. 城市规划学刊, 2014 (5): 54-64.
- SHAN Zhuoran, HUANG Yaping, ZHANG Xianchun. A research on spatial evolution of metropolitan areas in developed countries since 1990[J]. Urban Planning Forum, 2014(5): 54-64.
- [21] 钮心毅,丁亮,宋小冬. 基于职住空间关系分析上海郊区新城发展状况[J]. 城市规划, 2017, 41 (8): 47-53.
- NIU Xinyi, DING Liang, SONG Xiaodong. Analyzing suburban new town development in Shanghai from the perspective of jobs-housing spatial relationship[J]. City Planning Review, 2017, 41(8): 47-53.
- [22] 杨保军,陈鹏,董珂,等. 生态文明背景下的国土空间规划体系构建[J]. 城市规划学刊, 2019 (4): 16-23.
- YANG Baojun, CHEN Peng, DONG Ke, et al. Formation of the national territory development planning system under the background of ecological civilization[J]. Urban Planning Forum, 2019(4): 16-23.