

城垣杯

2017-2018

规划决策支持模型
设计大赛获奖作品集

北京市城市规划设计研究院
中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会
编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城垣杯·规划决策支持模型设计大赛获奖作品集
(2017-2018) / 北京市城市规划设计研究院, 中国
城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会编. —
北京: 中国建筑工业出版社, 2018.11

ISBN 978-7-112-22790-7

I. ① 城… II. ① 北… ② 中… III. ① 城市规划-建
筑设计-作品集-中国-现代 IV. ① TU984.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第233860号

责任编辑: 张瀛天
书籍设计: 锋尚设计
责任校对: 王 瑞

城垣杯

规划决策支持模型设计大赛获奖作品集 (2017-2018)
北京市城市规划设计研究院 编
中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京锋尚制版有限公司制版
北京富诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本: 889×1194毫米 1/12 印张: 38 字数: 943千字
2019年1月第一版 2019年1月第一次印刷
定价: 360.00元

ISBN 978-7-112-22790-7

(32921)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编委会成员

顾问：施卫良、吴志强、王引、钟家晖

主编：黄晓春、何莲娜

编委：胡腾云、孙道胜、荣毅龙、高娜、崔真真、程辉、周志强、

王蓓、吴兰若、王良、吴运超、崔鹤、蓝修婷

前言

我国目前正处于新型城镇化建设与规划转型的新时期，城市发展所面临的问题愈加综合复杂，随着信息技术由移动互联、物联网、云计算、大数据为基础支撑向人工智能技术的迈进，如何基于成熟的规划量化研究理念方法，利用先进的信息技术，对城市相关发展要素进行定量分析研究，对规划方案进行综合模拟预测，对城市建设进行动态监测评估，为城乡规划和管理工作提供更具科学性的指导与支撑，是规划从业者需要深入思考的重要问题。

为进一步推动量化研究工作在我国城乡规划行业中的深入探索与实践应用，北京市城市规划设计研究院与中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会分别于2017年、2018年共同举办了两届“城垣杯·规划决策支持模型设计大赛”。大赛旨在动员国内外致力于城市量化研究的专业学者，运用国际先进的城乡规划理念方法，从我国城乡规划实际应用角度出发，采用规划决策支持模型技术，利用政务数据、开放数据、大数据等各类数据资源，深入分析城乡建设发展现状、总结发展规律、模拟发展趋势以及预测未来场景等，从而为科学化解决城乡复杂问题提供新的思路。

自20世纪80年代，北京市城市规划设计研究院率先在全国城乡规划行业开启通过定量模型技术辅助城乡规划决策的研究实践。经过30余年的成果积累，建立了国内最完整的涵盖宏观、中观、微观问题研究的“城乡规划决策支持框架体系”，研发了承载100余项专业规划模型运行的“城乡规划决策支持系统平台”，从理论与实践两方面对我国城乡规划量化研究工作发挥了重要引领作用。中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会以推动新技术在整个规划行业应用为目标，结合行业对于城乡规划新技术发展工作要求，组织开展系列学术技术交流会议和相关活动，努力推动城乡规划信息化的发展，旨在提高整个规划行业信息化水平，近几年在推动我国城乡规划量化研究方面发挥了重要作用。

两届大赛共收到数百名参赛团队报名信息，参赛选手身份多样，包括来自国内外顶尖学府的高校师生，及国内各大城市的规划编制及管理单位的专业人员。大赛设置了社会经济发展、空间布局规划、公共设施配置、基础设施配置、安全设施保障、生态环境控制、历史文脉保护、城市设计研究、时空行为分析、城市综合管理等十大类研究方向。大赛成果紧密结合规划转型时期复杂问题的深入剖析，不仅充分关注城市发展过程中的热点问题、难点问题，更是城市研究人员基于长期的理论探索与实践应用，充分利用城乡规划

学、地理学、经济学、社会学、建筑学、土地科学、环境科学、计算机科学等交叉学科技术，从理论方法、技术支撑、成果展现等方面的开拓创新。

两届大赛共评选出38项获奖项目，现将其汇编成册《城垣杯·规划决策支持模型设计大赛获奖作品集(2017-2018)》(以下简称《作品集》)，以飨读者，希望《作品集》的出版，能够促进规划从业人员及学者们交流学习、互相借鉴，进一步提高我国规划行业量化研究的综合实力。

编委会

2018年12月

Preface

China is now entering an era of new type of urbanization. Problems faced up with in the urban development is becoming increasingly complex. Along with the ICT technology striding towards artificial intelligence, supported by mobile interconnection, internet of things, cloud computing and big data, how to carry out quantitative urban analysis combining the theory, method and technology, has become an important topic for planners in order to comprehensively simulate the planning scheme, to dynamically monitor and evaluate the urban construction, and to scientifically provide guidance and support for urban & rural planning and management.

To promote both the in-depth exploration and the application of quantitative study in China's urban & rural planning industry, Beijing Municipal Institute of Urban Planning & Design, in association with China Urban Planning New Technology Application Academic Committee in Academy of Urban Planning, has organized the Planning Decision Support Model Design Contest (Chengyuan Cup) every year in 2017 and in 2018.

This contest aims to arouse academics home and abroad who are dedicated to the quantitative study on the urban & rural planning. Participants will put into use the most advanced concept internationally in urban & rural planning and also considerate the domestic practical application situation, and by adopting planning decision support model technologies and taking into considerate various data resources (such as government data, open data, big data etc.), to make in-depth analysis of the development status quo, to summarize the development rules, to simulate development trend, or to predict future development scenario. Then new ideas for addressing urban & rural problems will be inspired.

Since 1980s, Beijing Municipal Institute of Urban Planning & Design has been taking the lead in quantitative-model-aided planning decisions research and practice in China's urban & rural planning. Nowadays, after accumulating of more than three decades, not only the most well-developed Urban & Rural Planning Decision Support Framework System covering macro, medium and micro issues has been established, but also Urban & Rural Planning Decision Support Platform composed of more than one hundred planning models, which has pushed forward the quantitative research of urban & rural planning in China theoretically and practically. Taking the application of new technologies on the whole industry as a goal, China Urban Planning New

Technology Application Academic Committee in Academy of Urban Planning has launched a series of academic and technical workshops and activities, combining the industry demand on new technologies in planning industry. It is devoted to promote the information technology and the informationization of the whole planning industry, and it has played an important role in promoting the quantitative research in urban & rural planning of China in recent years.

During these two contests, hundreds of registrations have been enlisted. A variety of contestants includes teachers and students from top universities home and abroad, as well as domestic planning management/compilation organizations. The modeling themes are set as social and economic development, space layout planning, public facilities allocation, infrastructure facilities allocation, safety facilities support, ecological environment control, preservation of historical context, urban design, space-time behavior analysis, and urban comprehensive management. Closely combined with the in-depth analysis of the complexity in the planning transition period and paying full attention to the hot and difficult issues in the process of urban development, the entries of the contest are pioneering innovation on aspects of theory, technology and exhibition based on the researchers' long-term theoretical exploration and practical application, making full use of the interdisciplinary technologies of urban & rural planning, geography, economics, sociology, architecture, land science, environmental science and computer science.

This collection compiles 38 prized works in the two competitions. We hope that the publication of this collection can promote the exchanging and sharing within the planners and scholars, and furtherly improve the comprehensive strength of the quantitative research in the planning industry.

Editorial Board

December 2018

序

马克思认为：“一门科学只有成功地应用数学时，才算真正地达到了完善的地步”，这句话自学生时代起，给我的印象就十分深刻。早期的规划方式可能更多地基于经验的推理，或者是来自案例的总结，但是对城市发展规律的量化研究比较薄弱。由于城市发展的复杂性和综合性，传统的城乡规划方法已然面临着很大的不确定性，比如面对日益复杂的城市问题、各方面原因导致的“大城市病”矛盾的凸显等，规划行业迫切地需要从以往的经验性认知、定性化分析向以数学方法、科学计算等为基础的量化研究来转变。

北京市城市规划设计研究院与中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会共同举办的“城垣杯·规划决策支持模型设计大赛”，正是一个推动我国规划行业对城市量化研究工作的深入探索与应用的优秀实践。大赛让我看到行业同仁们的努力，大家通过城市量化模型研究，共同推动城乡规划这个经验学科逐步走向真正科学应用的道路。这虽是一个尝试，但充分显示了我们规划行业在理念、技术方法、实践应用上不断创新与探索的决心。

除了论文竞赛、设计方案竞赛，“城垣杯·规划决策支持模型设计大赛”又提供了一个新的方式，也使得我们的学科更加高大上起来。2018年我有幸担任大赛的评委，很兴奋也倍感欣慰。兴奋感来自于参赛的各位选手及其提交的优秀成果，大赛设置涵盖城乡发展的多个方向，通过多源数据、多种技术方法集成等量化手段，为规划分析提供支撑，有效规避规划决策的失误。我更欣慰的是，大赛不仅是一次突破和创新的智慧碰撞，还通过多样的可视化的成果案例为社会公众理解城乡规划工作提供了新的思路。

我们很幸运，处在了一个快速变化的时代，在这个创新的时代里，大数据提升了决策能力，云计算解放了资源需求。

我们的任务很艰巨，所在的行业是一个具有政府公共政策属性的领域，我们所做的工作，是一个关乎人类生活福祉的方向。

我们要更努力，因为近年来城乡规划在落实国家战略、推进城乡统筹发展过程中承担了更高的历史责任，发挥着更为重要的战略引领和刚性控制的作用。

借着《城垣杯·规划决策支持模型设计大赛获奖作品集（2017-2018年）》序言的契机，与各位同仁共勉，让我们不忘初心，微笑前行，成就美好。我更希望“城垣杯·规划决策支持模型设计大赛”未来能有更大的影响力，有更多的单位和同行参加进来，在这个领域实现更大的突破！

石楠

中国城市规划学会常务副理事长兼秘书长

目录

第一届 获奖作品

前言	V
序	IX
基于城市内部土地利用的空间扩张模拟研究	3
街道空间品质的测度模型	11
基于居民行为的城市社区生活圈服务设施配置优化模型	14
基于 ABM 的社区老年活动中心规划布局研究——以福州市为例	27
京津冀城市空间范围扩展及城市群集聚度分析模型	38
城市洪涝防治系统规划模型构建及应用	50
基于 GIS 的 24 小时便利店布局优化研究——以厦门市思明区为例	59
城市社会经济活动空间演化模型	71
城市养老设施选址及评估模型	81
基于街坊类型学的城市三维体量模型的生成方法研究	94
城市建设强度分区规划支持系统的研究与开发	108
基于综合分析方法的城市通风廊道划定研究	114
城市建成区绿地综合评价指标体系	128
基于多准则决策分析的交通枢纽选址模型	140
基于企业微观数据库的空间数据挖掘与决策支持平台	149
基于均等性评价的公园绿地布局优化研究	161
空心村大数据信息库支撑技术研究	172
多灾种综合应对的避难场所选址优化研究	189
避暑休闲资源识别与开发空间布局规划	200

第二届 获奖作品

基于大数据的城市就业中心识别及其分类模型研究·····	213
基于大规模出行数据的我国城市功能地域界定·····	226
基于共享单车骑行大数据的电子围栏规划模型研究·····	234
基于春运期间 LBS 数据的乡镇尺度人口动态估计和预测·····	243
城市中心区组合用地配建停车泊位共享匹配模型·····	252
避难场所和疏散通道规划支持系统·····	276
基于城市消防安全评价的消防设施布局优化模型·····	289
广州市新一轮总规的量化分析模型建设·····	296
多灾种城市综合风险评估——以北京市为例·····	308
宁波市轨道交通线网规划决策支持模型·····	322
基于多源大数据的西安公共厕所选址规划决策研究·····	334
基于灯光数据与社会网络分析法的城市群空间关联模型·····	348
基于街景影像的交通护栏分布优化研究·····	359
山地城市普惠教育设施服务评价模型·····	372
基于大数据和复杂系统理论的城市绿地评价模型·····	385
民国以来北京老城街道网络演变研究——基于空间句法的视角·····	395
基于百度 POI 与交通 MNL 创新磁铁模型的要素与空间耦合研究·····	407

专家 采访

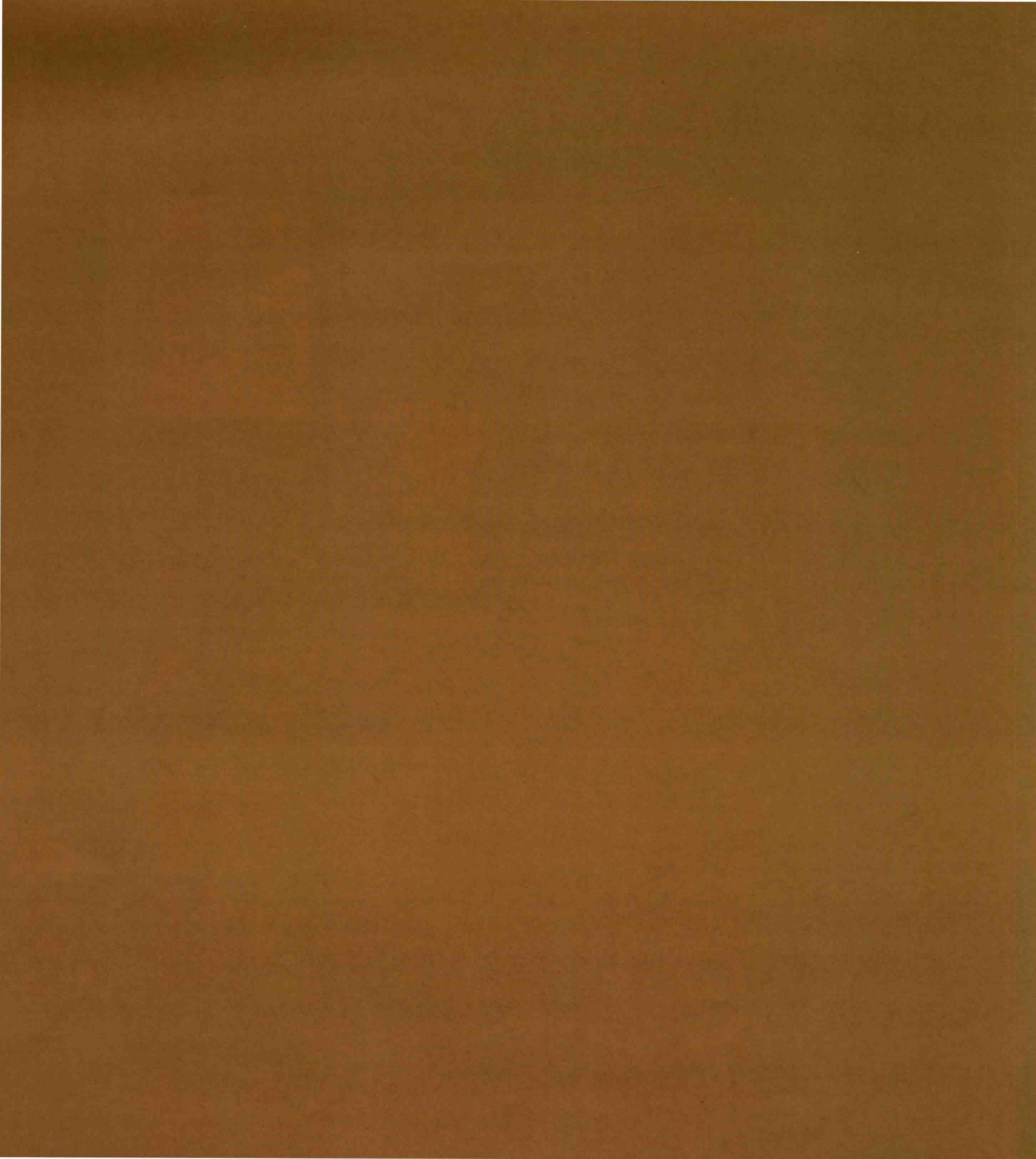
施卫良：模型将推动规划行业量化研究的理念和应用探索·····	421
钟家晖：规划决策支持模型是量化分析的有效方法和工具·····	424
党安荣：20 年亲历新技术，我眼中的大数据、规划模型、人工智能·····	427
詹庆明：模型将在大数据时代发挥更大的作用·····	430

影像 记忆

全体合影·····	435
选手精彩瞬间·····	436
专家点评及现场花絮·····	438

附录·····	440
后记·····	442

第一届
获奖作品



基于城市内部土地利用的空间扩张模拟研究

工作单位：北京市城市规划设计研究院、爱荷华州立大学

研究方向：空间布局规划

参赛人：胡腾云、李雪草

参赛人简介：胡腾云：北京市城市规划设计研究院工程师，毕业于清华大学地学系，热衷于量化研究对城市规划决策的支持；李雪草：清华大学地学系博士毕业，现就职于美国爱荷华州立大学，擅长城市模型、城市遥感等。

一、研究问题

1. 研究背景及目的意义

城市作为地球上人类活动最密集、社会生产活动最剧烈的场所，一直是学界研究的热点。根据联合国最新发布的“世界城市展望”，截止到2014年，有超过54%的世界人口居住在城市区域，该比例预测到2050年会达到66%。快速的城市化为人类生活富足带来了条件，同时由城市化所导致的各类“城市病”也日趋凸显，对未来全球可持续城市发展造成新的挑战。城市的空间扩张对城市周边的环境造成巨大的影响，例如森林退化、能源危机、空气污染、公共健康、城市区域气候变化、水资源缺乏及生境环境退化等。这些挑战促使我们对城市系统的发展及影响需要做出更合理科学的评估，来支持城市发展决策的制定和实施。

城市系统本身的复杂性决定了对城市化过程的研究需要进行多维度、多学科的考量。城市增长模型作为一种系统的城市化研究工具，对城市土地利用系统的客观规律予以基本总结和概括。通过对政策实施的社会、经济、环境影响进行综合量化评价，为决策者提供多种预期情景的比较与分析，从而规避政策的潜在风险。城市模型对城市化及城市决策可能带来的影响能提供

更加明确的预估和判断。城市模型主要分为宏观模拟与微观模拟两类。宏观模拟模型主要为城市发展需求模型，而城市用地空间分配模型则是微观模拟的典型代表。

城市发展需求模型往往应用于较大空间尺度内规划政策的社会经济效应评估，以全球、区域、城市及城市内部的若干空间单元为对象。每个空间单元具有与其地理或行政区划较一致的人口、就业、产业、土地、市场等信息，通过模型模拟出城市化所带来的国内生产总值增加、人口聚集数量、就业岗位增加以及建设用地扩张。这类模型发展历程长，包括传统的基于人口增长的统计模型，基于反馈效应的系统动力学模型，基于人口、就业和市场的多重微分方程，以及基于空间经济学和行为选择理论的城市空间均衡模型。

城市用地的空间分配模型本质是将估算的城市发展效应转化为城市土地的需求，并将其通过一定规则分配到具体空间（或网格）。这类微观模型能够较好地反映城市扩张的空间异质性，在较高的空间精度下对城市发展进行多方面的评价。城市用地空间分配的核心思想是评估用地的适宜性，将需求优先分配到适宜性高的区域，同时考虑城市发展自身的特征（例如邻域），其典型代表模型即为城市元胞自动机增长模型（Cellular Automata, CA），这也是当前城市扩张模拟领域最主要的模型之一。城市CA

模型是一类基于网格的动力学模型,可以反映城市在时间和空间上的动态过程,用以模拟城市土地开发的时空演变。由于其模型架构清晰、灵活和直观等特征,以CA为基础而衍生的多种复杂的空间增长模型被广泛应用来解决不同的问题。

2. 研究目标及拟解决的问题

当前,已有的城市扩张模拟研究对象主要针对城市建设用地,而鲜有探究城市内部不同土地利用类型的变化模拟,不同的城市用地类型,例如商业用地或者住宅用地,均被统一纳入建设用地。事实上,城市规划或者城市管理政策的实施往往需要更加细致和全面的多种用地类型来支撑不同的城市功能。传统的基于单一建设地类的城市空间扩张模拟,在指导和支持城市规划决策中仍存在着较大局限。同时,不同的城市功能用地类型(例如住宅用地与商业用地)在空间蔓延过程中表现不同的特征,如区位、数量、建筑格局等影响因子对不同用地类型具有不同的转化规则。另一方面,城市宏观用地需求模型与微观模型的耦合目前较为薄弱。传统的基于人口和GDP(Gross Domestic Product)的统计模型在描述城市内部功能地类的需求变化上存在明显的不足;而需求估算模型(综合考虑居住、就业等)往往无法具体获得城市空间发展规模、结构和布局,例如,传统的土地利用交通模型(Landsat Use/Transportation Model)侧重于对城市社会经济状况的描述,而非各类城市建设用地发展需求。因此,本文旨在从城市规划的实际应用出发,利用城市模型在宏观总体需求和微观空间分配的关系,探

索城市内部不同土地利用的空间演化过程。本文以京津冀协同发展为背景,对北京市未来城市发展、城市副中心及周边地区的建设规划与管理提供多种模型预测场景。模型设计对城市内各功能地类(如居住用地、就业用地等)分别进行模拟与预测,改进模型中针对多种用地类型扩张的转换规则;模型承接MEPLAN模型对城市内不同功能类型建筑量的预测,实现从城市内“中观”尺度的需求总量估算到“微观”尺度土地布局模拟的耦合链接。

二、研究方法

城市发展用地规模需求估算根据各功能类型用房建筑规模与平均容积率作商所得。比较传统策略的基于宏观人口和经济数据的城市增长面积估算,本研究用地需求的估算为城市空间模拟提供更为详细的功能类别和空间异质结构。

城市内不同功能地类的扩张受不同约束因子的影响。居住与就业类用地土地功能不同,各地类对如交通、土地区位、土地成本等约束因子的响应也不同。因此,需要在城市用地空间分配模拟中分别针对不同地类设置转换规则并分别模拟扩张过程。研究将引入“竞争机制”对多种不同功能用地类型进行同步扩张模拟。模型设计整体流程见图2-1。

研究区共划分为143个分区,其中北京市内包含130个模型分区,北三县含13个。模型区的空间尺度随着人口和活动密度而变化,人口活动越密集的区域,模型区的空间尺度越小。为方便模

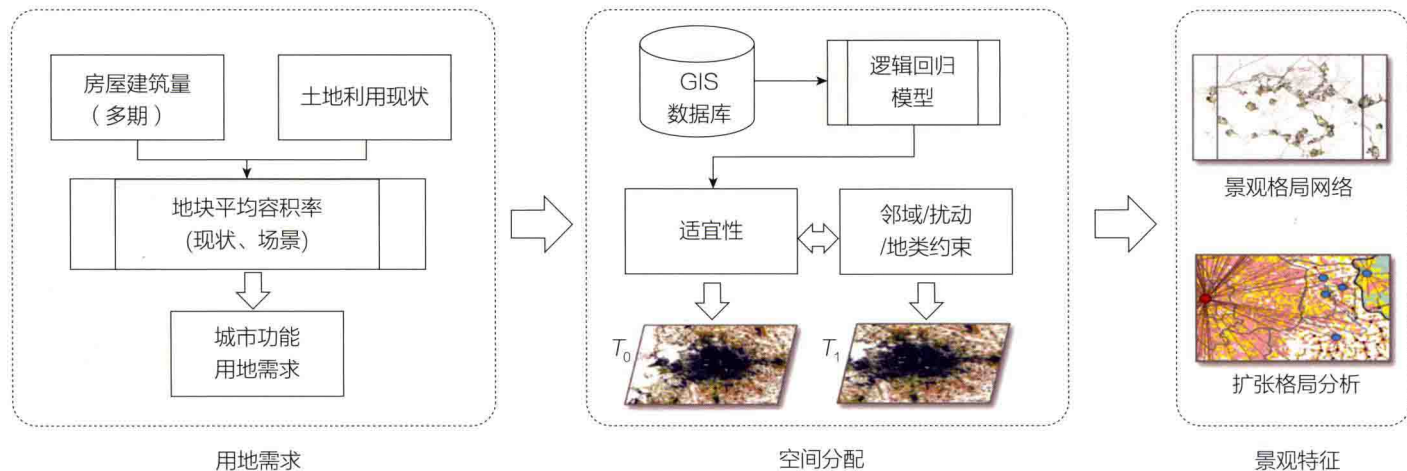


图2-1 模型设计流程

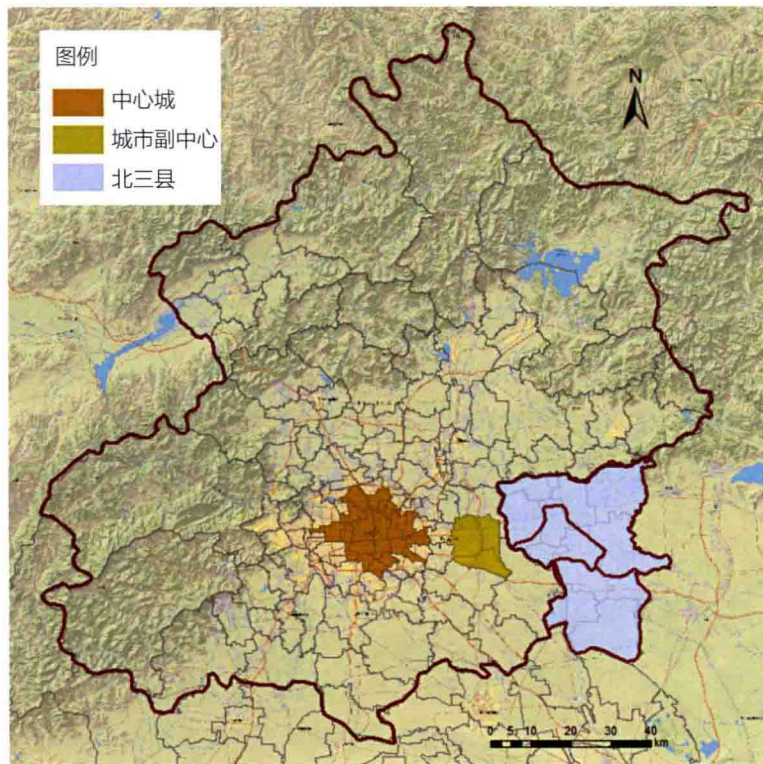


图2-2 模型分区图

型情景设置，根据现有规划职能分区，北京市中心区内包含23个分区、北三县内包含13个，通州区内的北京城市副中心包含3个分区（图2-2）。

三、数据说明

1. 数据内容及类型

本研究选取数据主要包括城市内部详细土地利用数据以及相关的地理空间数据集。城市内部土地利用数据包括多种城市功能用地分布的现状图，将其归并为居住用地、就业用地、其他建设用地和非建设用地（表3-1）。地理空间数据的组织和收集主要包括各地级行政边界及行政中心（北京、天津、石家庄、河北地级市、通州核心区），交通网络（铁路、高速公路、国道、省道、市郊铁路、地铁线路）以及北京第二机场。这些空间变量用以描述城市功能地类发展的多类特征。

2. 数据预处理技术与成果

城市内部不同功能地类未来的土地需求增量是城市CA模型的

模型输入土地利用分类系统

表3-1

模型输入类型	初级分类
居住用地	村镇居住用地、城市居住用地（一类、二类、三类、四类）
就业用地	商业金融用地、文化娱乐用地、行政办公用地、体育用地、医疗卫生用地、教育科研用地
其他建设用地	工业用地、仓储物流用地
非建设用地	水域、耕地、园地、林地、牧草地、绿地、未开发用地

重要输入。土地需求增量由MEPLAN模型估算的居住类和就业类用房建筑规模，控制不同建筑类型的容积率，将建筑规模与容积率的商值作为各功能地类的用地量需求。

MEPLAN是一种基于市场均衡原则提供城市活动中量化效用指标（如，人口规模、就业规模、建筑规模）的宏观类模型。将2013年作为基准年，2013年居住类与就业类用房建筑规模由模型通过第六次人口普查和第三次经济普查标定校验后计算所得。MEPLAN模型利用人口与就业人口规模，以人均企业用房面积20平方米/人、人均住房面积不断改善（从2010年的人均50.1平方米增加至2030年的人均66.9平方米）为假设，估算居住类和就业类用房建筑规模。

容积率是反映土地集约开发程度的重要指标之一。以2013年研究区内各分区的居住类和就业类土地的平均容积率作为模型模拟的初始场。MEPLAN模型针对不同政策场景模拟输出2030年各分区内居住类与就业类建筑规模，配合分区内不同地类平均容积率的变化，从而获得不同场景下各类型土地的增长规模（即用地需求）。

四、模型算法

1. 模型算法流程及相关数学公式

(1) 模拟场景设计

研究场景设计的对比主要通过基本场景和特殊场景。基本场景的设定主要是通过将历史的发展趋势延伸到未来；而特殊场景的设计一般是从模型的两个基本部件出发：未来城市发展的总体需求（或增长率）变化，或是针对某一特殊要素变化后的影响（例如交通或区位规划）。这二者的核心是实现从描述性的政策或者规划转换到量化的城市场景变化中去，例如形态、格局或者分布。

本研究提供2030年北京及周边区域远景模拟的未来发展假设,包括2030年研究区域居住类和就业类用地规模以及空间分布形态特征。规划情景设置的主要原则:①以北京市及周边区域现有的空间发展战略和规划构想为基础;②充分考虑模型区和基础数据的空间精度;③保持单一变量原则,利于分析单一政策变量对预测结果的影响。

根据北京市已确定聚焦通州、加快推进市行政副中心建设政策背景,模型设计3种场景,宏观上分为“趋势外推”和“通州区、北三县开发增强”两部分,在此基础上添加“用地集约开发程度,即平均容积率”变化因子。各场景设置概述如下,场景中除各类用地土地开发强度,其他变量因子与MEPLAN模型对建筑量估算的场景对应。

AO—趋势外推:延续历史增量开发模式。

A1—中心区严控+通州区城市副中心和北三县开发增强:加强对北京中心区增量开发的控制,加强通州区城市副中心和北三县开发力度。北京中心区住房和企业用房保持2013年总量不变,提升通州区及周边地区建设量开发,土地集约开发程度不变。

A2—中心区严控+通州区城市副中心和北三县开发增强+用地集约开发:在A1的基础上,对通州区和城市副中心提高土地开发容积率,在现有地块平均容积率基础上提高一倍,研究区内其他区域土地集约程度维持不变。

(2) 空间分配规则

约束性元胞自动机模型被广泛地应用在城市研究中。对土地单元的状态改变附加若干约束条件,如距最近交通节点的距离、周边服务设施的数量等。城市土地状态(如非建设用地、建设用地等)的转换综合考虑多个CA部件之后的综合的概率,可以表达为式(4-1)。

$$P_{ij} = S_{ij} \times \Omega_{ij} \times R_{ij} \times L_{ij} \quad (4-1)$$

其中, P_{ij} 代表元胞(i,j)综合的城市发展概率, S_{ij} 是基于交通、区位和地形等多因素得出的城市发展的适宜性(又叫作“转换规则”), Ω_{ij} 代表着邻域的影响, L_{ij} 代表特定的地类(如水体)对于城市发展的约束,而 R_{ij} 代表着随机扰动项,即现实状况无法考虑到模型中的要素(例如政策等)。

转换规则是模型的核心,研究选择逻辑回归(Logistic Regression; LR)方法获得模型的转换规则。逻辑回归模型是一类典型的统计模型。逻辑回归模型可以用式(4-2)和(4-3)来

表示:

$$P_{g_{ij}} = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} = \frac{1}{1 + \exp(-z)} \quad (4-2)$$

$$z = a + \sum_k b_k x_k \quad (4-3)$$

其中, $P_{g_{ij}}$ 为基于城市发展空间变量获取的发展适宜性值(即转换规则),(i,j)代表像元的地理位置。 b_k 是通过逻辑回归模型(LR)获取的系数,其值大小反映了特定要素对于城市发展的重要性, a 是逻辑回归模型校验获得的常数项, z 是回归模型得到的线性回归值, x_k 是与城市发展相关的影响因子。最终,对区域内的每个像元进行逻辑回归从而得到城市发展空间适宜性分布。

研究针对居住类和就业类用地设置不同土地扩张的转换规则(表4-1)。在居住类用地扩张中城市中心的辐射影响最强,约为0.74,其次为已审批的居住类规划用地,约为0.57,说明规划审批对用地开发及未来空间增长的导向和辐射作用非常明显。同样,就业用地发展影响因素中,规划审批数据对应的权重较高。

城市用地空间发展的因素及影响作用 表4-1

影响因素	居住用地权重	就业用地权重
北京中心辐射	0.74	1.30
天津—石家庄中心辐射	0.50	0.72
河北地级市中心辐射	0.13	0.21
通州副中心辐射	0.06	0.14
铁路沿线	0.02	-0.11
规划高速公路沿线	0.14	0.10
国道沿线	0.20	0.21
省道沿线	0.07	0.15
市郊铁路沿线	0.40	0.35
第二机场辐射	-0.28	0.12
规划地铁沿线	0.43	0.35
规划用地审批辐射	0.57	1.42

本研究采用Moore邻域设置作为描述城市CA模型的邻域影响式(4-4)。

$$\Omega_{ij} = \frac{\sum_{w \times w} \text{con}(L = \text{urban})}{w \times w - 1} \quad (4-4)$$