

城市区域发展和治理的科学决策工具

——从宏观到微观、静态到动态、大尺度到小尺度的城市建模

宫蕴瑞^{1,2} (1. 清华大学 公共管理学院, 北京, 100084; 2. 中国工程科技发展战略研究院, 北京, 100084)

【摘要】大规模城市建模逐步介入到城市发展公共决策领域已成为政府机构、公共政策学界和城市建模学派共同关注的热点。本文回顾了近60多年来大规模城市建模在西方城市公共决策过程作为辅助政策工具的发展情况,系统梳理了相关研究进展。以时间轴为基础并立足于“建模理论—政策工具—多元主体”三个视角,对大规模城市建模辅助城市发展公共决策过程的理论起源、应用领域和代表观点的阐述是本文研究重点,文章最后给出了相关的研究述评和展望。

【关键词】城市治理; 城市发展; 科学决策; 城市建模

【中图分类号】TU984 **【文献标识码】**A

1 城市建模的概念及产生

现代科学发现与技术创新的基础是建立在数学抽象或数学模型的理论高度之上,通过实验、归纳、推演的重要方法和手段,人们利用数学模型来研究和分析自然世界的问题与现象,才具备了认识世界和改造世界的能力。“建模”的概念指代建立模型,是为了理解事物而对事物做出的一种抽象和简化,用来模拟或仿真实际事物的基本性质。因此,“城市建模”则是对城市系统的模拟或仿真过程,又可称为“城市模型”化,是研究城市系统因果关系或相互关系的重要前提和手段。城市建模原理是建立在自然、社会、城市科学已被检验证明的理论、原理、定律或推论基础上,经过合理分析简化而建立起来的描述城市系统各物理量动态和静态变化性能的数学模型,从而对被研究的城市系统的关键要素进行理论分析或演绎归纳。通常,城市建模可用于解构和分析实际的城市系统,预测或预报城市系统的某些状态的未来发展趋势,运用定性定量相结合的分析方法对城市系统实行科学决策优化。因此,城市建模也通常被认为是一项十分复杂的大规模系统工程问题。迄今为止,纵观60多年城市建模研究的发展变迁,也可认为是城市发展和治理的决策路径其演化历程。

自“二战”结束后,欧美城市开始区域重建战略计划,大规模城市建模研究逐步形成。这一时期在

城市发展公共决策过程中,人们逐渐认识到城市建设和发展的“系统”问题,如果缺乏跨学科支持,“理性”的城市公共决策过程将无所适从。至此,具有系统理性色彩的大规模城市建模进入城市发展决策过程视野。1950年代末期,城市建模学派开始关注城市内经济、土地利用、交通之间的复杂关系,并将人口、就业、贸易等影响城市发展的内外因素逐渐纳入到建模中,用以评估城市公共决策和大规模投资有效性的政策需求中。

1960-1970年代,以实用主义为导向的大规模城市建模实践工程遍及欧美各国的城市政府管理部门^[1]。这也反映城市建模辅助城市发展决策的直接实践影响。以美国的约翰逊政府推动的“伟大社会”施政计划为例,一大批社会、自然科学家涌入到这一领域,逐步介入城市公共决策过程。这一时期寄希望于通过建模反映城市经济、社会、环境等各个方面因素,以及群体价值所带来的客观和中立决策结果,为城市公共政策决策提供严格的依据,深化公众对城市发展政策议题的理解。因此,大规模城市建模经历了一段强有力的支持与激进乐观主义并进的“黄金发展期”。

随着1970年代中后期欧美经济膨胀的结束,政府逐渐变得教条化、与科技界的矛盾也逐渐激化,导致此时“科学—政府—社会”关系之间无休止的争论。正是这样的背景下,由于各种因素(政策引导多元化、机理要素复杂化、大量数据匮乏、计算能

力局限等),政府决策者甚至城市建模者对大规模城市建模开始质疑和反思。自1973年美国规划师杂志(JAPA)上发表的“大规模城市建模的挽歌”后,标志着这段城市建模的“黄金发展期”落幕^[2]。

1980、1990年代,一些城市建模学者更保守地倾向于辅助城市数据收集和信息管理事务,胜过直接参与城市规划决策。此时,城市建模正在重新复苏,不少学者尝试使用综合集成方法建立城市决策支持系统,依据多目标群体决策设计各种辅助城市核心决策的方案,强调利用城市建模实现多边参与城市决策的互动交流模式,通过各方博弈使得城市发展决策过程不再是“黑箱”操作,而变得更加科学化和透明化。

可见,西方国家利用大规模城市建模辅助城市公共政策决策的研究由来已久,城市建模学者不断地丰富城市建模理论和拓展政策工具实践应用。而城市领域规划率先观察到其与城市公共政策领域之间的互动关系。以下将对这些理论研究做一细致梳理,帮助我国城市建模学者更好地理解其理论起源、应用领域和代表观点。

2 城市建模的演进概况(“建模理论-政策工具-多元主体”)

纵观国外相关研究成果,可划分为三个研究层面:以“建模理论”的基础性问题研究居多,而作为“政策工具”辅助城市公共政策决策的总体考量,以及“多元主体”模式的创新研究范式,这两个层面的研究成果相对较少。以下将从上述三个层面对大规模城市建模研究的理论起源、应用领域和代表观点进行阐述,以时间轴叙事形式便于更好地了解这一研究领域演进的历史脉络。

2.1 城市建模理论发展基点(空间经济-社会物理-地理形态)

20世纪初,经济学家、地理学家深刻地认识到城市空间结构的演化本质上是人类社会经济活动在空间上的反映。正如马克思所述“空间是一切生产和一切活动所必需的要素”^[3]。古典经济地理学家认为“区位”是被赋予经济、人口、资源、政治和文化等一切物质要素的空间化。德国经济学家冯·杜能(J H vonThünen)从农业品价格、级差地租和运输费用等市场要素与“孤立国”空间结构差异形成的角度,描述城市产业与空间状态为同心圆层次分布

的“杜能圈”模型,被认为是城市经济地理学里程碑式的建模理论基础^[4]。冯·杜能理论深刻影响了后续区位理论学者,代表人物和理论分别为德国经济学家韦伯(A Weber)的《工业区位论:区位的纯理论》、德国地理学家克里斯塔勒(W Christaller)、经济学家勒施(A Losch)所提出的“中心地理论”,上述理论均是在“均质区”假设前提下的早期中心城市空间描述性建模理论,建立了运用区域基础状况假设、几何图解及简单数学推导、模型归纳和检验的静态建模理论和方法论^[5-7]。直到由艾萨德(W Isard)所著的《区域与空间经济》一书,将前述诸多数学模型整合为可驾驭的宏观静态建模理论框架,为后续大规模城市建模的计量经济运动打下基础^[8]。

“社会物理学”概念是由19世纪法国实证哲学和社会学家孔德(A Comte)所提出,核心思想是运用物理学的概念和方法研究社会现象及内在规律,所阐述的“社会静力学”(Social Statics)和社会动力学(Social Dynamics)思想至今仍产生深刻的影响。而“社会介质”或“社会物质”概念的提出者马克思更被认为是社会物理学思想的重要奠基人^[9]。社会物理学强调从自然与人文社会所呈现出“差异”、“梯度”、“力”、“流”的存在形式、演化方向、行进速率、表现强度、相互关系、响应程度、反馈特征及其敏感性、稳定性,进而刻画“自然-社会-经济”复杂系统的时空行为和运行轨迹,寻求其内在机制和调控要点。社会物理学与经济学之间存在密不可分的历史渊源和联系,以经济学的一般均衡理论为典型代表,即运用社会物理学思想通过微分方程把扰动引起的变化转化为均衡状态的改变,包括以地理空间分布与社会财富间的关系、人口迁移的动力学机制等诸多研究成果。社会物理学在大规模城市建模中最富有成效的应用实例,即将牛顿的重力模型(Gravity Model)成功地运用到人口迁移模型、城市吸引力模型等。例如,英国统计学家莱温斯坦(E G Ravenstein)将重力模型用于人口分析所提出的人口迁移模型。美国社会学家齐普夫(G K Zipf)正式提出了城市吸引力模型,阐释如果各经济现象之间存在相互作用,其作用强度将随着彼此间距离的增加而衰减^[10-11]。

地理形态学被认为是空间经济理论和社会物理学共同包含的元素,更注重描述和研究城市结

构。搜索地理意义上的多种模式也是城市地理学非常有用的操作理论。19世纪后半期,地理形态学从记载描述逐步转为强调因果关系和空间联系的定性描述上。20世纪30年代,计量地理运动使地理学家介入到城市地理形态学的研究,美国计量学家普赖斯(D Price)运用15个变量的因子分析法调查美国93个城市的地理情况。美国地理学家杰斐逊(M Jefferson)用“定量方法”探究世界各国城市人口绝对量之间的规律性阶段差^[12]。美国芝加哥大学城市学家哈里斯(C D Harris)利用人口职业分布对美国城市进行了职能分类研究。由克里斯塔勒(W Christaller)所提出的“中心地理论”被认为是地理形态学的经典理论,直到1941年有美国学者乌尔曼(E L Ullman)在美国《社会学月刊》发表的《城市区位学说》才被引入美国学术界,其影响才在地理形态学研究中广泛引用^[13]。

2.2 土地利用与交通问题的综合集成建模

城市建模理论起源于“空间经济—社会物理—地理形态”三股学派的短暂交叉,偶尔一些城市建模者在城市基础设施区位选址或城市经济模型会涉及到政策设计问题,某种程度上受到城市规划和公共政策需求的影响,而大多的城市模型是非政策导向、无实践应用要求的。直到1950年代,美国经历“经济大萧条”和汽车工业时代两项重大变迁后,城市发展态势产生了巨大变化,政府部门一反以往的自由政策倾向,出台一系列推动公共消费和支出的“新政”,如联邦政府资助州和地方城市的规划工作、州际高速公路规划等政策措施,积极介入城市经济发展活动。同时,美国地方政府推动一系列“城市美化”改革运动(如卫生改革、城市开放空间、住房改革等),这些动机背后也隐含着政府有限介入到协调各利益集团所造成的土地投机、用地混乱、不顾全体市民等资本主义市场经济的弊病。

而大规模的城市土地利用—交通建模正是起源于这一时期的城市土地利用和交通规划的公共政策设计需求,迫使许多城市建模者介入城市区域规划政策^[14],但尚未形成“建模理论—政策工具”之间的密切关系。大规模城市建模的属性范式出现理论观点上的深刻变化。与大规模城市土地利用—交通建模同时期的美国社科学界,也日益强调实证主义的系统决策与管理研究范式,系统分析、预测、规范或优化的决策范式得以加强。

城市建模大多受到政府和企业的资助,实践应用则是以解决实际问题为出发点。正如1959年的美国规划师协会杂志(JAPA)特刊中表述的那样:“城市建模者从未面临像今天如此的挑战和机遇(如人口膨胀,人口迁移增加,交通投资上升及住房需求扩大)。”韦伯(D W Webber)指出“这种研究有助于证明城市之间的相似之处大于它们的差异…”。沃里斯(A Voorhees)则建议“利用数学推导来改善专业建模技术…”。这些特刊的大多数作者也承认还缺乏有效的建模理论、方法和技术。此时,诞生了初见成效的城市模型(如PLUM、NBER、DYLAMIII、TMM),由伯克利大学哈里斯(B Harris)加以介绍。上述特刊提及的问题奠定了大规模城市建模领域发展的里程碑^[15]。

2.3 “建模理论—政策工具”关系的基本建立

1968年,美国约翰逊政府出于对大量内政政策的需求,议题包括与城市相关的住房短缺、土地利用、交通恶化、教育资源稀缺和社会福利改革等问题,组建了“美国城市研究所”这一内政决策的重要智库,为联邦及各州政府提供经济社会政策的咨询建议。此后,以城市发展、城市建模为主题的专家咨询机构不断出现在城市公共政策领域,导致这一现象的原因在于缺乏对城市决策体系复杂程度的全面认知能力,以往传统的城市规划和决策方法越来越制约城市发展和运行的科学决策过程。大规模城市建模和政策评估开始从单纯的系统工程科学问题,向一种倾向于找寻城市内在机理、多群体价值判断与博弈的公共政策工具而不断演化,“建模理论—政策工具”之间的关系基本建立。

此时,出现了一些经典城市模型代表了空间经济学和社会物理学之间的聚变,主张将空间系统作为区域经济的研究对象,由单一区位决策转向区域综合决策分析。推动“区域经济—空间结构”理论在欧美各国宏观政策的实践化,正是空间交互建模(Spatial Interaction Modeling)辅助城市区域规划政策决策的启发。典型案例是劳瑞(I S Lowry)所著《Model of Metropolis》涵盖了从区域计量经济到事件驱动的大量仿真建模技术,匹兹堡的Lowry建模、波士顿的EMPIRIC经济建模、宾夕法尼亚州的Penny-Jersey建模均体现出宏观静态建模思想。Lowry建模与Grain-Lowry建模均以重力模型表现城市空间结构上各要素(如基础产业、居住、服务业、交通、人

口分布)之间的相互贯通行为,强化城市各子系统及要素之间的延展问题至今影响大规模城市建模的惯用思路^[16]。

1960年代,新乌托邦主义的理想城市规划和建模理念不断地扩散,伴随着西方社会问题的日益激化(如种族、社会贫富分化、石油危机等),尤其是城市建模学派在公共政策过程的作用逐渐衰落。对理想城市规划的不断质疑,有些学者认为城市规划不应是分离于政治过程而是过程的一部分,也有观点认为城市规划过于狭隘和技术理性,固有局限的理论和建模手段不适用于社会实践,已沦为地方政府和政治博弈过程的描述性工具,致使城市同质化发展以及对原始城市精神记忆丧失的反思。市场经济导向的自由主义派与政府干预的保守主义派都倾向“一定”的城市区划控制,但应集中在适应市场而不是妨碍市场的共性意识基础上。城市建模学者寄希望于阿朗索(W Alonso)的城市土地—市场经济理论来模拟市场作用的大规模城市建模,如Penn-Jersey模型,宾夕法尼亚大学哈里斯(B Harris)开发的模型等,这些模型的结果均不同程度上受公共政策影响而问题颇多^[17-18]。

2.4 城市建模理论的二次变迁(1980-2000年)

一直以来,欧洲城市建模学派的思潮并未销声匿迹,面对建模鲁棒性、决策支持需求、开放性和不确定性等问题,城市建模学派清楚认识到,相比于静态均衡性假设,城市建模的关键问题是不应忽视城市动态波动和应对突发事件。迫使城市建模学者拓展到基础科学领域,大规模城市建模从宏观到微观、静态到动态、大尺度到小尺度的发展趋势开始形成。支持“Lee的挽歌”的批判主义者质疑建模理论无法解决城市动态问题和突变现象,城市建模理论学者开始转向理论物理学家普里高津(Ilya Prigogine)和哈肯(H Haken)开启的复杂性科学。“协同、突变、耗散”和“非线性、不确定性、自组织性、涌现性”等新概念日益渗透到经济学、哲学、人文社会学等领域。

通过一系列微分方程解析城市系统动态结构之间的反馈关系,构建城市系统动力学模型的想法,由麻省理工大学福瑞斯特(J W Forrester)发表的《Urban Dynamics》所提出,后续的一些城市建模学者结合城市空间结构和Lowry模型内核进行了扩展和修正进而广泛应用。1970年代末,以艾伦(P M

Allen)为代表的布鲁塞尔物理学派论证了Lowry模型的非线性自组织动力学特征,发现区域承载力与经济、人口、就业等因素的非线性关系。威尔逊(A G Wilson)将非连续的集聚与离散思想引入Lowry模型来刻画城市的突变特征,很大程度上影响了区域经济学家运用随机效用理论的空间交互建模方法^[19]。1980年代后期,巴蒂(M Batty)等学者尝试利用混沌理论、分形几何等新概念探索城市空间演化动态行为的初始敏感性和自相似性特征^[20-21],从上述新理论可窥一斑,以“新三论”复杂科学为代表引发了城市建模理论的二次变迁。

回归城市土地利用—交通建模作为公共政策工具问题上,将时间节点锁定在魏格纳(M Wegener)在JAPA撰文发表的“Operational Urban Models State of the Art”^[22],通过对活跃在全球范围内的大规模建模跟踪发现,近20多种综合集成且可操作性强的城市模型已被应用于大都市区域研究与政策分析,涉及到多项公共政策分析(如土地使用管制、交通改善、公共设施、环境政策、住房计划等)。国际土地利用—交通互助研究组(ISGLUTI)也开展同样的跟踪,韦伯斯特(F V Webster)等学者通过一系列政策校验和绩效评估方法比较了七个国家的九种城市建模,研究表明整体上对土地利用政策预测比较可行而其他方面(如出行预测、交通改善等)则不令人满意。

2.5 “自下而上”方式的多元主体交互界面

进入1990年代后,强调实用主义的城市建模学者面对诸多的实际问题提出了很多理论思路,但对城市内在机理问题的复杂性和相关性明显预估不足。在多元主义的城市构成体系里,城市模型通常被认为是理性实证的“城市实验台”,而后现代主义思潮下的“自上而下”观点逐步使其动摇。如何表现社会公平公正与市场效果同等重要,有别的公共政策工具需求日益交织,城市化进程不断地涌现出多元文化、不确定性等新社会问题。城市建模学者渐渐倾向于以“自下而上”的方式来搭建多元主体“沟通”与“协作”平台。强调需要对城市复杂社会属性更多地挖掘和了解,相信沟通和协作形式的建模策略将会是真正理性的公共政策工具。这种观点包括设定一种真实公共政策制定的氛围,通过反馈来改进政策实践过程的条件,加强不同主体行为的描述,建立广泛的自组织环境实验,模拟完全自愿

行动为导向的流动过程等几种策略假设。

2.6 城市建模理论的三次变迁(2000年—至今)

正如1994年JAPA特刊辩论的结果,多数学者认为让城市模型从实验室走出而模拟真实城市过程的实践可行,不可否认新一轮的理论和技术变迁是扩大应用范围,以及参与城市公共决策过程的必备条件^[23-24]。二十一世纪新一代信息技术革命是引导科学理论发展至关重要的引擎,人工智能几乎波及整个科学界的方方面面。大规模城市建模的理论和技术再一次变革无不围绕着“细胞(Cell)、智能体(Agent)、人工神经网络(ANNs)、…”等构建城市微组件的新兴名词,一场围绕城市微观动力学建模的“自下而上”式变革正在进行。目前,人工智能理论其本质意义未能被充分认识,这种建模策略在于不损害城市共性特征前提下辨识城市局部区域个性,从微观层面进而形成城市基本要素的“DNA”微组件,借助数据驱动敏感地捕获城市局部特性,表征不同主体与自然合力作用的城市个性“标签”^[25]。以下选取两种目前较为认同的人工智能城市建模技术。

元胞自动机(Cellular Automata, CA)城市建模是一种从“自下而上”的智能建模技术,广泛地用于刻画开放、耗散的城市空间交互所表现的突变、自组织、分形等复杂特征。CA城市建模始于冯·纽曼(Von Neumann)发表在《细胞地理学》上的论著,最接近实际政策应用的两组CA城市建模团队,第一组是克拉克(K Clarke)的圣巴巴拉小组,通过采集城市交通、形态等数据并将CA与GIS相关联,先后对旧金山、华盛顿、巴尔的摩都市区进行模拟和长期预测;第二组由怀特(R W White)和恩格伦(G Engelen)领导的RIKS小组,巴蒂(M Batty)则对CA类城市建模给出详细的清单,上述均较少关注政策工具性^[26-28]。

基于主体建模(Agent-based Modeling,以下简称ABM)在社会学领域通常被认为是虚拟人类社会建模的智能技术。ABM城市建模技术也是遵循一种“自下而上”的形式,着重研究微观主体互动行为及其与城市社会系统变迁之间的关系。AMB城市建模的理论和技术优势在于模拟的城市社会主体元素之间交互过程,进而解析城市“社会”动态过程,以及宏观层面上微观主体意图的“涌现”现象。AMB城市建模雏形可追溯到谢林(T Schelling)的城

市微观互动自组织过程。本南森(I Benenson)根据城市居民收入、房产价值、文化认同等模拟的住房选址动态变化。大多这类模型集中在模拟土地利用、居住、商业、交通等社会空间形态领域,较接近政策工具的是美国Sandia国家实验室所开发的宏观经济模拟系统ASPEN,从而体现了这种方法在政策工具方面的巨大潜力^[29-30]。

2.7 功能描述性的增强与政策工具性的缺失

城市建模领域不断游走于不同学科之间的交叠区,不同的实践领域也存在差异性的理论和技术运用程度,特别是多元主义的科技人文思潮下,应避免忽视社会科学特征。真正理解经济社会、生态环境、公共政策等多方面理论的综合集成建模,还并未真正地走向“圆桌式”的决策核心领域。西方城市规划学界逐步倾向倡导“与公众一起规划”的规划支持系统(Planning Support System,简称PPS),需要实现多元主体的政策交互界面,但尚未形成一致性的框架体系共识^[31]。值得注意的是两大共识性特征:一是与多方参与的城市公共政策决策过程密不可分,形成多元主体的沟通和协作平台;二是不直接推荐最佳方案和做出决策制定,仅提供各阶段政策工具和协同进程的技术支持,推动公共政策决策的开放透明、协同化,摒弃封闭分割的“黑箱”模式。

3 总结与展望

纵观60年大规模城市建模的演进和发展过程,这一研究领域历经三次变迁。究竟如何理解“建模理论—政策工具—多元主体”三者之间的关系?大规模城市建模存在哪些不足和影响因素?“Lee的挽歌”促使“建模理论—政策工具”的强努政治活动纽带开始得以松离,重回学术殿堂探索改进城市建模的理论和技术。回顾此文以下四点建议至今仍值得关注:(1)公共政策工具的“透明化”建模操作;(2)建模须具备坚实的理论基础、目标信息、价值取向,而不是停留在虚实证主义、抽象理论、信息匮乏的练习阶段;(3)建模者应从解决特定问题和目标导向出发,以公共政策视角收集决策引导的关键信息;(4)建议从特定目标的建模着手再考虑复杂建模问题。

学术界针对“Lee的挽歌”观点展开旷日持久的争辩,1994年JAPA刊发的《20年后的大规模城市

建模》特刊,以哈里斯(B Harris)和巴蒂(M Batty)的论点最具有代表性。哈里斯指出“大规模城市建模的关键局限性已逐步破解…”^[32]。从广阔的社会哲学视角,可深入地阐述为三方面问题:(1)“科学—社会”两种文化的冲突。传统观点认为科学由理论发展并借助技术推动社会进步的想法,并未在社会学领域达成共识,尤以政治领域的复杂与交织问题为例,城市决策者、理论学派、建模学派的职业观点和学术观点造成了冲突和分歧,使得其参与公共政策实践应用的鸿沟越发明显。现有的城市问题导致城市决策者从追求效率向追求公平的政治导向急剧变化,理论学派从解决旧有问题的机械科学刚刚跳出而拥抱复杂科学问题,建模学派则更多地对模型“精细”调整或稍作“改良”,很少严格地重新审视建模的理论方法和系统集成策略。(2)“系统与社会工程”概念的构筑。“城市规划决策即扩大土地利用和建筑规模”的观点,逐渐被“系统工程”和“社会工程”所取代。新观点的中心思想意味着城市公共政策过程接受和采纳不同维度、层面、主体的决策意愿。要解决诸多不确定因素就应该将全部的结果提交政治过程来决定,而求解空间的无限大以至于影响最终的收敛性方案和结果,往往对建模策略的高潮技艺带来考验。(3)框架结构与内在流程的局限性问题。来自复杂科学的新概念不断融入到重建建模和决策工具过程,而局限性并不是理论、技术、数据、计算仿真能力等,而是运用这些能力重构和搭建城市建模的内在机理框架问题。

迄今为止,这一研究领域经历了从高潮到低谷再度复兴的变迁历程,仍然是西方学界和政府机构持续关注的热点,西方城市化进程的加剧导致城市决策机构无法理解或快或慢、内部与外部的城市时空复合动态系统特征,而城市化潜在进程受无数内外部诱因影响,导致城市隔离、污染、拥堵、分化等“城市病”问题,这也是我国城市所面临的类似问题,一直是我国政策界学者关注的战略性焦点问题。

以崭新的复杂性科学视野,我国著名科学家钱学森曾提出“开放的复杂巨系统”理论、“系统集成研讨厅体系”的实践方法论命题,一些国内城市领域知名学者不断致力于将这一命题的理论思想,引入对大规模城市建模系统框架的重新审视之中^[33-34]。系统动力学创始人福瑞斯特(J W Forrester)曾对其理论能否适用于分析开放和复杂

的城市系统保持谨慎态度。钱学森先生在论述上述命题时,审慎地发现“微观决定宏观”、“部分包含着整体的全部信息”、“部分即整体、整体即部分”等一系列重大社会系统工程的哲学思辨,高屋建瓴地提出对开放的复杂巨系统(包括社会系统)运用定性定量相结合的综合集成研讨厅体系这一新实践方法论^[35-36]。解析社会系统工程的中心思想是以多主体专家体系、多元理论和技术支撑体系、大数据信息驱动体系这三大体系为核心的大规模综合性系统集成工程。相比于西方城市规划学派所提出的规划支持系统(PPS)而言,在这一新实践方法论指导下的大规模城市建模内在机理框架可认为是从微观到宏观的再次理论变迁,汇聚专家见解、民主协商、公众意见、决策者判断等智慧于大成,上述理论再次变迁关系可重新归纳为“理论技术—多主体交流—大数据导向”这三者之间的联动发展。近年来全球各国纷纷涌入“智慧”、“智能”城市建设的数字化浪潮,推进大规模城市建模真正走入城市核心决策过程是有待实践和时间检验的。△

【参考文献】

- [1] M Batty. A Chronicle of Scientific Planning: The Anglo-American Modeling Experience [J]. *Journal of the American Planning Association*, 1994b, 60(1): 7-16.
- [2] D B Lee. Requiem for Large-Scale Models [J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1973, 39(3): 163-178.
- [3] 高云涌,王林平.《资本论》及其手稿中的三种空间概念[J]. *吉林大学社会科学学报*, 2013(05): 77-83.
- [4] J H vonThünen. Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie [M]. Jena, G. Fischer, 1910: 36.
- [5] A Weber. Theory of the Location of Industries [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1929: 58.
- [6] W Christaller. Central Places in South Germany [M]. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1966: 37.
- [7] 马国霞,甘国辉.区域经济发展空间研究进展[J]. *地理科学进展*, 2005(02): 90-99.
- [8] (美)艾萨德(W. Isard). 区域与空间经济:关于产业区位、市场区、土地利用、贸易和城市结构的一般理论[M]. 杨开忠,等译.北京:北京大学出版社,2011: 69.
- [9] 王飞跃.关于社会物理学的意义及其方法讨论[J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2005(03): 13-23.
- [10] 牛文元. 社会物理学与中国社会稳定预警系统[J]. *中国科学院院刊*, 2001(01): 15-20.
- [11] G Zipf. Human behavior and the principle of least effort [M]. Wesley, 1947: 49.
- [12] M Jefferson. The Law of the Primate City [J]. *Geographical*

- Review, 1939.
- [13] [美] 普雷斯顿·詹姆斯. 地理学思想[M]. 李旭旦, 译. 北京: 商务印书馆, 1982: 31.
- [14] A M Voorhees. Land Use and Traffic Models [J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959(25): 55-57.
- [15] 朱玮, 王德. 大尺度城市模型与城市规划[J]. *城市规划*, 2003(05): 47-54.
- [16] I S Lowry. Model of Metropolis [M]. Memorandum RM-4035-RC, Rand Corporation, Santa Monica, CA, 1964: 52.
- [17] W Alonso. Location and Land Use [M]. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1964: 27.
- [18] B Harris. Urban Development Models: A New Tool for Planners [J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1965(31): 90-95.
- [19] A. G. Wilson. Catastrophe Theory and Bifurcation: Applications to Urban and Regional Systems [M]. University of California Press, Berkeley, CA, 1981: 50.
- [20] D S Dendrinos, M Sonis. Chaos and Socio-Spatial Dynamics [M]. Springer, New York, 1990: 55.
- [21] M Batty, P A Longley. Fractal Cities: A Geometry of Form and Function [M]. Academic Press, San Diego, CA, 1994: 62.
- [22] M Wegener. Operational Urban Models: State of the Art [J]. *Journal of the American Planning Association*, 1994(60): 17-29.
- [23] R Wyatt. Computer-Aided Policy making: Lessons from Strategic Planning Software [M]. London: F&N Spon, 1999: 43.
- [24] R Klosterman. Planning Support Systems. A New Perspective on Computer Aided Planning [J]. *Journal of Planning Education and Research*, 1999(17): 45-54.
- [25] E A Silva. 区域DNA - 区域规划中的人工智能 [J]. 朱玮, 译. *国外城市规划*, 2003(18): 3-8.
- [26] K C Clarke, S Hoppen, L Gaydos. A Self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Francisco Bay Area [J]. *Environment and Planning*, 1997(24): 247-261.
- [27] R W White, G Engelen. Cellular Automaton as the Basis of Integrated Dynamic Regional Modelling [J]. *Environment and Planning*, 1997(24): 235-246.
- [28] M Batty. Agents, Cells, and Cities: New Representational Models for Simulating Multi-scale Urban Dynamics [J]. *Environment and Planning A*, 2005(37): 1-19.
- [29] 薛领, 杨开忠. 城市演化的多主体(Multi-agent)模型研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2013(12): 1-10.
- [30] 黄璜. 社会科学研究中“基于主体建模”方法评述 [J]. *国外社会科学*, 2010(05): 40-48.
- [31] 钮心毅. 西方城市规划思想演变对计算机辅助规划的影响及其启示 [J]. *国外城市规划*, 2007(22): 97-102.
- [32] D B Lee. Retrospective on Large-Scale Urban Models [J]. *Journal of the American Planning Association*, 1994(06): 35-40.
- [33] 吴良镛. 人居环境科学发展趋势论 [J]. *城市与区域规划研究*, 2010(03): 1-14.
- [34] 周干峙. 城市及其区域——一个典型的开放的复杂巨系统 [J]. *交通运输系统工程与信息*, 2002(02): 1-3.
- [35] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. *自然杂志*, 1990(01): 1-8.
- [36] 宋刚, 钱学森. 开放复杂巨系统理论视角下的科技创新体系——以城市管理科技创新体系构建为例 [J]. *科学管理研究*, 2009(27): 1-9.

作者简介: 宫蕴瑞(1980-), 女, 助理研究员, 博士, 博士后, 清华大学公共管理学院, 中国工程科技发展策略研究院, 研究方向为城镇化发展、城市治理公共政策。

收稿日期: 2015-10-22

Scientific Decision Tool for Urban and Region Development and Governance Research on Urban and Region Models from Macro to Micro, Static to Dynamic, Large-scale to Small-scale

GONG Yunrui

【Abstract】The participation of urban modeling in the public policy making has become a hot topic among the government agency and the public policy academic, especially in the urban modeling areas. Following a brief introduction of the development of urban modeling as the policy instruments in western urban public policy decision making for nearly 60 years history, this article make a comprehensive literature review in the related research progress. From the viewpoints of “Modeling theory-Policy instrument-Multiple communication” in the time line, many important issues of the theory origin and application fields of urban modeling in the urban development public policy making progress have been explained. The characteristics of current research as well as the future direction in China are summarized in the end of the paper.

【Keywords】 Urban Governance; Urban Development; Scientific Decision; Urban Modeling