

“十二五”国家重点图书出版规划项目
城市与建筑遗产保护实验研究

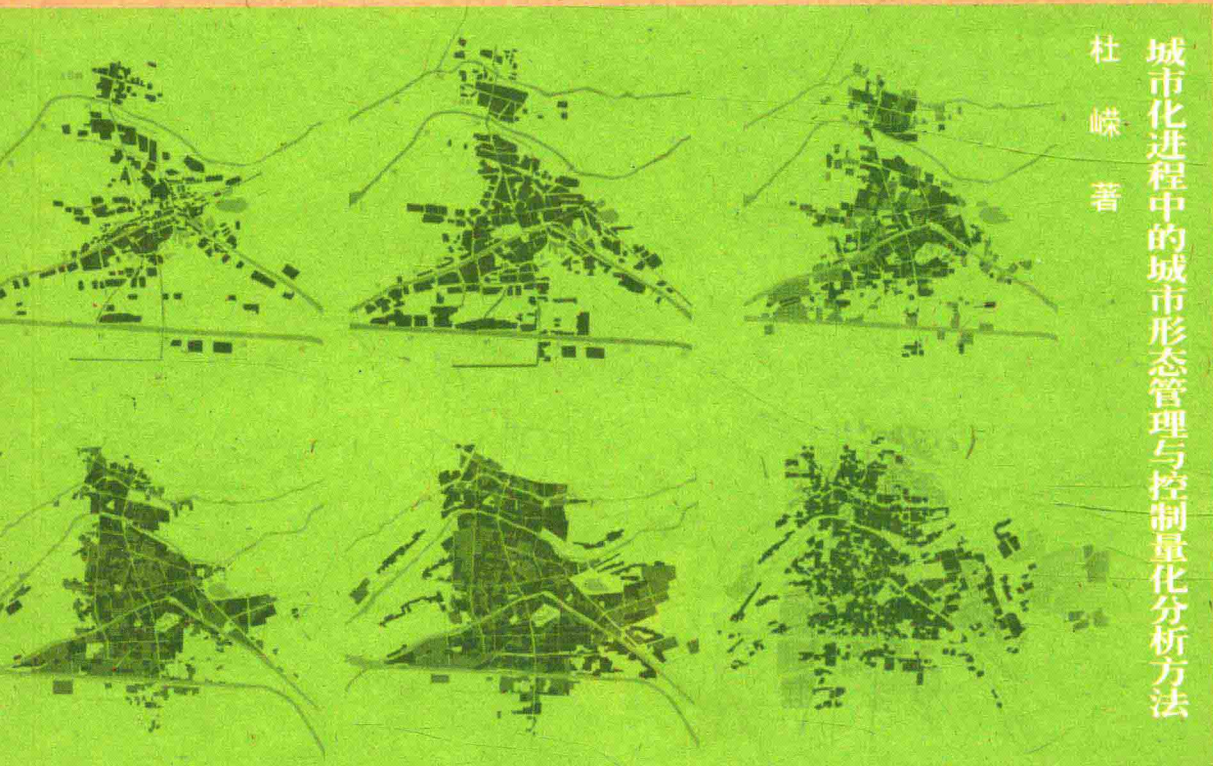
城市空间的演进模拟与计算

城市与建筑遗产保护实验研究系列 董卫 主编

RESEARCH ON THE EVOLUTION OF URBAN SPACE BASED
ON URBAN MODELING AND SIMULATION

城市化进程中的城市形态管理与控制量化分析方法

杜 嵘 著



东南大学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目
城市与建筑遗产保护实验研究
董卫 主编

城市空间的演进模拟与计算

——城市化进程中的城市形态管理与控制量化分析方法

RESEARCH ON THE EVOLUTION OF URBAN SPACE BASED ON
URBAN MODELING AND SIMULATION

杜 嵘 著

国家自然科学基金项目 (51378101)

国家自然科学基金青年基金项目 (51308101)

内 容 提 要

城市空间作为复杂系统,具有复杂系统的行为演变特征。我国快速城市化进程导致城市空间形态不断演变,由于土地所有制、经济基础以及规划管理制度的不同,中国具有与西方发达国家不同的城市形态演进特征。本文以复杂系统理论为学科背景,运用城市元胞和多智能体技术探讨中国城市空间结构动态演进过程,从现代科学的角度深化与发展了城市空间结构理论。

研究从宏观、中观和微观三个层次展开,探讨了动态城市模型在不同空间尺度中的应用。案例分析主要运用SLEUTH模型和多智能体模型,探讨城市的演化、未来形态以及政府规划政策的可行性分析与评估等课题。

本书可供城市规划专业研究与科研人员、大专院校城市规划专业学生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市空间的演进模拟与计算 / 杜嵘著. — 南京:
东南大学出版社, 2015.12
(城市与建筑遗产保护实验研究)
ISBN 978-7-5641-5682-4

I. ①城… II. ①杜… III. ①城市空间—研究 IV.
①TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 319563 号

书 名: 城市空间的演进模拟与计算
策划编辑: 戴 丽 姜 来
文字编辑: 李成思
美术编辑: 毕 真
责任编辑: 姜 来
出版发行: 东南大学出版社
社 址: 南京市四牌楼 2 号
邮 编: 210096
出 版 人: 江建中
网 址: <http://www.seupress.com>
电子邮箱: press@seupress.com
印 刷: 南京玉河印刷厂
开 本: 889mm×1194mm 1/16
印 张: 10.75
字 数: 286 千
版 次: 2015 年 12 月第 1 版
印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5641-5682-4
定 价: 46.00 元
经 销: 全国各地新华书店
发行热线: 025-83791830

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

丛书前言

文化遗产是社会发展的一种积累性产品。显而易见,每个人从诞生之日起所接触到的事物都是前人创造的,而每个人的一生都多多少少为后人留下了些许物品,而所有这些物品的社会性积累就构成了我们的文化遗产。这其中至少有两层含义:一、文化遗产是人类社会对前人所有创造发明的淘汰性结果,只有那些经过复杂的历史选择过程并留存至今的一部分前人的遗存,才有可能进入文化遗产的行列;二、文化遗产就存在于我们身边。文化遗产的存在强化了社会的凝聚力和亲和力,使每一座城市和乡村都有可能形成与众不同的特性。唐朝诗人刘禹锡“千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始到金”的诗句正可用来表达文化遗产的宝贵之处。在这个意义上,历史本身就是人类不断学习、思考和选择的过程。保护文化遗产不仅是为了保留人类过去的印记,更是为了学习和传承古代智慧,巩固现代社会发展的文化基础,为未来留下一个更加美好的生活环境。

在所有的文化遗产中,城市与建筑遗产是其中最为显著、庞大而又十分复杂和综合的一部分。这类文化遗产包括了各种历史景观、古老城镇与乡村、传统建筑、地下文物以及在历代城市与建筑发展过程中所形成的思想、技艺、方法与传统。对城市与建筑遗产的研究与保护需要跨学科、多部门的合作,需要长时间刻苦的探究与思考,才能找到顺应社会发展趋势、符合科学规律、适应历史环境的保护方法。

东南大学建筑学院素有重视城市与建筑历史和保护研究与实践的传统,自刘敦桢教授创系于1927年第四中山大学始,就与杨廷宝、童寓诸先生确立此研究方向,经第二代、第三代、第四代学者不懈努力,发扬光大。20世纪八九十年代,便为国家培养了四届建筑遗产保护的专业人才,目前在全国相关领域发挥着重要作用;21世纪,建筑学院招收建筑学遗产保护本科生,在建筑遗产和城市遗产保护两方面齐头并进,取得了突出成果,承担了近百项重要的城市和建筑遗产保护工程项目,出版了相关论著数十部,为我国的遗产保护作出了重要贡献,产生了较大的国际影响。

2008年“城市与建筑遗产保护教育部重点实验室”成立,2009年进入建设期,实验室以东南大学建筑历史与理论和建筑设计理论与理论两个国家重点学科为主干,整合包括土木、环境、材料、化工等各相关学科,在全国许多知名学术机构和专家的支持下开展了跨学科的遗产保护研究与实践,目前已取得了丰硕的阶段性成果,成为我国城市和建筑遗产保护领域最大、最重要的教育、科研、实践和对外交流的基地之一。

现在,其中一部分研究内容纳入了东南大学出版社出版的“十二五”国家重点图书出版规划项目“城市与建筑遗产保护实验研究”系列丛书,与实验室的研究方向相应分为“城市与建筑遗产的理论研究”“建筑遗产及其退化机理的实验研究”“城市与建筑遗产保护的绿色途径”“城市与建筑遗产保护的数字化方法研究”共四卷十余册,将陆续与读者见面,希望得到专家学者和所有读者的指正。

我们相信,城市与建筑遗产保护的未來既依赖于整个社会文化水平的提高,也在于相关技术方法和理论水平的发展与创新,更得益于家国意识、环境观念和社会组织的强化与融合。唯有此,才能形成适应我国新型城镇化条件下建立遗产保护体系的需要,以满足21世纪城乡可持续发展的国家战略。

是为序。



东南大学建筑学院教授

城市与建筑遗产保护教育部重点实验室(东南大学)主任

前 言

中国快速城市化带来人口和经济的急剧变化,导致城市空间形态不断演变。未来 20 年是我国城市化快速发展的关键时期,城市化进程与发展模式决定了城市空间结构演变的复杂性特征。本文以快速城市化进程下的城市空间结构为研究背景,运用城市元胞模型探讨自下而上的规划设计方法、设计分析、模拟和思维模式。在城市系统中,城市结构的演变是系统行为的表达方式,而结构的演变也是结构与环境两者共同作用决定的。因此,对城市结构演变的过程研究无法脱离对城市结构的系统分析,而城市结构演变过程中的涌现或突现现象也往往是高层次结构元素相互依存的结果。传统的城市形态研究是通过分析各个历史时期的城市形态,构成其历史演变过程,而城市建模在实验室就可以完成有关城市形态发展和演变过程的研究,并能够根据当前城市发展策略预测城市发展的未来形态。因此,本书的研究重点是通过城市建模,具体说是构建城市元胞模型与多智能体城市模型,寻找城市空间结构的内在秩序和规律,分析模型运行生成的量化数据如何能够为城市规划、管理和政府决策提供科学的政策依据。基于多智能体建模适合于在微观领域引入文化和社会等因素,探讨人的决策与活动对空间结构和形态演化产生的作用。本书采用理论与案例研究结合的方式。前一部分主要阐述城市建模的基本理论和方法,案例研究通过建立中国城市和村落模型,测试元胞自动机和多智能体模型在中国城镇案例研究中的可行性、问题与发展潜力,探讨中国城市模型与西方发达国家城市模型的差异与应对。研究对于探讨城市空间发展规律,减少城市发展不确定性、非线性等复杂系统特征具有一定的理论和现实意义。

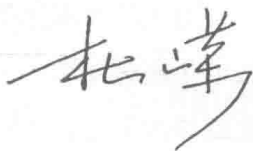
城市元胞模型和多智能体模型在城市研究中的应用有多种,研究范畴各不相同,研究目的也各有侧重。由于研究主题为城市的空间演化,因此本书的城市元胞模型采用美国加州大学克拉克(K. C. Clarke)教授开发的城市增长元胞自动机模型平台。多智能体建模平台采用芝加哥大学开发的 Repast 平台。

书稿完成之际,首先感谢我的导师吴明伟先生,先生以渊博的学识和严谨的作风为我们树立了为学的榜样。深深感谢我的副导师林炳耀先生,在课题研究之初,由于研究领域跨越了城市规划、人文地理、复杂科学和计算机等多个学科,大量的学习资料让我无所适从,如何找到研究的切入点始终是让我困惑的问题。先生坚持让我多读有关可持续发展以及物联网发展等看似与研究课题无关的书籍,正是这些书籍让我的研究思路逐渐清晰,回想起来受益匪浅。感谢美国爱荷华州立大学建筑学院陈超萃教授在研究方向上给予我的指导和启发,大到研究方向的发展,小到具体段落文字的修改,均反映出陈老师严谨的治学态度和渊博的知识,使我受益终身。

感谢东南大学建筑学院阳建强教授、刘博敏教授、董卫教授、段进教授、吴晓教授、胡明星教

授,南京大学建筑与城市规划学院张京祥教授、徐建刚教授在写作中给予我的指点与帮助。感谢安徽黄山学院程极悦教授提供的有关西递古村落的历史资料和历史信息。感谢南京市规划局徐明尧局长,淮安市规划局规划处章耀处长所提供的有关南京和淮安城市的相关资料。

本书引用的国外的期刊论文和著作,某些方面的阐述是我的个人理解,不当之处敬请同仁批评指正。



2015 年 8 月 10 日于龙江

目 录

1 绪 论 1

1.1 快速城市化进程中的城市形态特征 1

1.1.1 快速城市化进程中城市形态 1

1.1.2 城市形态的自组织与城市规划的他组织 2

1.1.3 传统城市规划的设计方法变革 4

1.1.4 城市形态演化的复杂性与适应性 6

1.1.5 中国城市化与国外城市化研究差异 7

1.2 研究目标与内容 7

1.2.1 研究目标 7

1.2.2 研究平台 8

1.2.3 研究内容 8

1.3 国内外相关理论研究综述 10

1.3.1 国外相关理论研究与实践 11

1.3.2 国内研究与发展 14

1.3.3 研究的问题与未来的发展 15

1.4 研究方法 with 框架 16

1.4.1 定性 with 定量结合的综合集成方法 16

1.4.2 研究框架 16

2 城市建模的概念 with 方法 18

2.1 城市模型 with 城市建模 18

2.1.1 模型 with 城市模型 18

2.1.2 城市建模的概念 19

2.1.3 城市模型的类型 with 发展 19

2.2 城市建模原理 with 理论 20

2.2.1 建模理论方法 20

2.2.2 抽象化的选择 24

2.2.3 数学模型 24

2.3 城市建模的检验 with 校正 25

2.4 城市模型的应用 with 实践 26

2.5 城市模型的新发展——自下而上思想为代表的地理模拟 27

2.5.1 地理计算 27

2.5.2 地理模拟 27

2.6 城市模型的局限性、问题 with 发展 29

2.6.1 城市模型的理论局限性 29

2.6.2	城市模型的发展	29
3	城市元胞自动机原理和应用	30
3.1	城市元胞自动机原理	30
3.1.1	城市元胞自动机模型研究的历史背景	30
3.1.2	城市元胞自动机的主要元素	31
3.1.3	城市元胞自动机的研究方向与应用分类	34
3.1.4	城市元胞自动机在城市应用研究中的历史和作用	35
3.2	城市元胞自动机模型与 GIS 的结合	37
3.2.1	城市元胞自动机的优势与缺陷	37
3.2.2	GIS 的优势与缺陷	37
3.2.3	GIS 与元胞自动机合成的构想与应用	37
3.3	几种城市元胞自动机模型	38
3.3.1	SLEUTH 模型	38
3.3.2	Environment Explorer 模型	38
3.3.3	DUEM 模型	39
3.3.4	GeoSOS 模型	40
3.4	元胞自动机模型未来发展框架——元胞自动机、多智能体建模与 GIS 的结合	41
4	基于多智能体技术的建模原理	43
4.1	多智能体在城市模型中的应用背景	43
4.2	基于多智能体建模	44
4.3	智能体建模在城市研究中的应用	45
4.4	智能体的定义、特征、规则与环境	46
4.4.1	智能体的定义	46
4.4.2	智能体的特征	47
4.4.3	智能体的行为规则、尺度、时间步与环境	47
4.4.4	智能体和环境的分类	48
4.5	智能体建模的模拟/建模系统	49
4.5.1	基于智能体建模系统	49
4.5.2	城市环境建模	52
4.6	几种与城市研究关联的智能体模型	52
4.6.1	谢林模型及城市居住区的社会分离研究	52
4.6.2	糖域模型的扩展研究——城镇体系的形成与结构网络研究	53
4.6.3	城市居住用地的扩展与蔓延模型	54
4.7	结语	54
5	城市元胞自动机和多智能体技术平台	56
5.1	SLEUTH 模型平台	56
5.1.1	SLEUTH 模型运行平台	56
5.1.2	模型增长环	56
5.1.3	模型增长规则	57
5.1.4	模型增长系数	58

5.1.5	模型数据	59
5.1.6	模型运行原理与数据校准	60
5.1.7	模型在城市增长研究中的应用潜力	62
5.2	多智能体技术平台	63
5.3	Repast 技术平台	64
5.3.1	Repast 程序的加载和运行	64
5.3.2	程序的参数设定	65
5.3.3	模型建构原理	65
5.3.4	GIS 与 Repast 的结合	66
5.3.5	GIS 与基于智能体的建模——Agent Analyst	67
5.3.6	邻域数据的获取	67
5.3.7	结语	68
6	基于智能体建模的西递村落空间自组织演变模拟	69
6.1	西递的历史价值与研究意义	69
6.1.1	自然条件与历史价值	69
6.1.2	历史空间演化分析	69
6.2	西递村空间发展的自组织机制	70
6.2.1	自然地理条件约束下的村落空间结构的形态依赖	70
6.2.2	宗族体系导致村落空间结构非均质性	71
6.2.3	风水、行为与文化推动的村落层级空间结构	71
6.3	村落空间增长可达性数据的因子权重分析	72
6.4	村落空间结构自组织动态演变建模	73
6.4.1	智能体的定义	73
6.4.2	村落土地增长转换规则的定义	76
6.5	建模平台——ABM 与 GIS 的结合	77
6.5.1	Repast Symphony 平台	77
6.5.2	数据准备与操作步骤	77
6.6	模拟结果	81
6.6.1	道路系统的演变	81
6.6.2	空间增长模拟与验证	82
6.7	结语	84
6.7.1	动态模拟方法与静态分析方法之间的差异	84
6.7.2	未来的发展与改进	85
6.7.3	小结	85
7	城市模型的可行性分析案例:淮安城市演化、管理及问题	88
7.1	淮安城市简介	88
7.1.1	淮安的城市区位	88
7.1.2	淮安城市形态的历史演变	88
7.1.3	淮阴城市形态的空间发展演变特征	92
7.2	基于 SLEUTH 模型的淮安城市建模	94
7.2.1	空间数据准备	94

7.2.2	城市空间生成数据分析	95
7.2.3	城市元胞空间敏感度分析与对比	97
7.3	淮安城市模型与城市规划管理、评估与预测	103
7.3.1	城市空间增长的自组织与他组织	103
7.3.2	多分辨率的空间差异问题	104
7.3.3	对城市空间非线性发展特征的模拟	106
7.3.4	2010—2040 年淮安城市空间发展的情景预测	107
7.3.5	从城市模型看淮安城市的发展与问题	111
8	历史城市多时段城市空间变迁研究案例：南京城市演化、管理及问题	113
8.1	南京城市发展历程	113
8.1.1	南京的城市区位	113
8.1.2	南京的城市自然风貌特征	113
8.1.3	南京城市的发展历史	113
8.1.4	南京城市空间的结构特征	119
8.1.5	1910 年后南京城市用地的形态变迁	119
8.2	南京城市建模	123
8.2.1	研究时段与空间范围	123
8.2.2	城市增长模式	123
8.2.3	数据准备	123
8.2.4	多时段的城市空间生长行为模拟	124
8.3	城市空间发展特征与城市形态预测	134
8.3.1	南京城市空间发展的多时段变化图谱	134
8.3.2	城市总体规划机制下 2014—2034 年南京都市区空间发展的情景预测	137
8.3.3	南京城市空间演化的个性基因	146
9	结语：大尺度城市建模与城市规划管理	148
9.1	城市规划方案的可行性分析与评估	148
9.2	城市模型与城市问题	149
9.3	城市模型技术新的发展趋势——个性化	149
	主要参考文献	151
	一、著作	151
	二、中文期刊论文	153
	三、英文期刊、会议论文	154
	四、学位论文	159

1 绪 论

1.1 快速城市化进程中的城市形态特征

1.1.1 快速城市化进程中城市形态

我国的城镇化进程自 1990 年开始,已经进入持续快速发展时期,今后 20 年或更长的时间将是我国城镇化发展的高峰时期。一方面,快速城市化推进人口的聚集,促进经济结构调整,实现了国家财富的增长。根据国家统计局数据显示,2002 年末中国城镇化水平达到 39.1%^①。另一方面,城市人口增长也带来了城市交通拥堵、环境污染、城市热岛效应等资源环境问题。大城市形态的演变,从形态角度出发,主要分为两个阶段。1992 年以前,城市化发展初期,城市空间用地扩展以填充用地的方式为主,城市发展初期的分散形态逐渐被填充,并逐渐趋圆。1992 年以后,城市化进入快速发展阶段,城市空间形态的变化呈现出以下两个显著特征:第一,由同心圆环状向外扩展转变为沿轴线发展或跳跃式扩散,随着城市用地的填充,又发展为新的同心圆环状加放射的模式;第二,由封闭的单中心结构向开放式多中心组团结构转变,即在中心城之外培育和发展新的城市中心,或将原有单中心的功能合理分散到各个副(次)中心^②。中小城市的发展与大城市相比,时间虽相对滞后,但其发展过程近似大城市。

对城市形态演变的动力机制分析则相对复杂,涉及城市空间结构的变化,从复杂系统的角度看,可以用自上而下和自下而上两种动力机制进行分析。自下而上的城市空间结构动力演化机制表现为非均衡性演化特征和非均质特征,城市形态的演变遵循着形态依赖原理^③。从经济学角度看,城市空间结构自组织特征可以表现为产业结构调整,城市内部空间重组。顾朝林等认为“趋圆性”是城市形态自组织演化的一个基本特征,本质上是城市扩展中空间经济效应的体现,而空间形态的这种自生长特征是促进空间结构演化的内在持续动力^④。自上而下的城市空间结构动力机制主要表现为城市规划和政府政策对城市结构产生的引导作用,例如开发区建设。由于开发区的土地开发规模大,建设速度快,能在短时间内吸纳大量的当地农村剩余劳动力和外来人口,并且造成了区域景观由农村型向城市型的转变,因而带来所在城市空间结构和形态的快速改变。城市作为人类聚居与社会文化活动场所,其空间结构的生长一定会受到人为组织干预和制约,在我国,城市规划作为一种有目的的人为干预活动,对城市空间结构和形态的发展起着至关重要的作用。除此之外,城市土地使用制度、户籍管理制度与住房制度的改革对城市形态演变也会产生较大的作用。

① 仇保兴. 和谐与创新[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1996:7

② 房国坤,王咏,姚士谋. 快速城市化时期城市形态及其动力机制研究[J]. 人文地理,2009(2):40-43,124

③ 顾朝林,甄峰,张京祥. 集聚与扩散——城镇空间结构新论[M]. 南京:东南大学出版社,2000:9

④ 顾朝林,甄峰,张京祥. 集聚与扩散——城镇空间结构新论[M]. 南京:东南大学出版社,2000:8

1.1.2 城市形态的自组织与城市规划的他组织

根据耗散结构理论的通过涨落达到有序的原理,城市空间结构复杂性体现在城市的发展是一个复杂的适应性过程,而适应性的重要特征则在于它的开放性。很多学者认识到城市是一个远离平衡态的开放系统,城市系统的结构在外界物质、能量和信息不断输入的刺激下,不断发生变异和转化,这个过程是非静态的,会出现非对称的涨落现象。在达到非线性区域时,系统将可能发生突变,由混沌无序状态转变为有序状态。城市的这种自发现象,是空间结构增长中的自组织现象。自组织性是对平衡与恒定的否定,并能新的层次上达到相对稳定有序的结构,没有不稳定性,就无法打破旧的平衡,新的平衡就难以建立,空间就难以发展进化。城市规划作为一种有目的的人为主动干预的行为,对城镇空间结构的扩展具有重要的导向功能。由于城市规划所具有的人为干预作用,城镇空间结构的生长会处于一个随机多变的、不确定的环境中。突变的因素也会对城镇空间结构的生长产生重大影响。

空间结构的生长始终受到无意识的自然生长与有意识的人为控制两个力的作用,两者的交替作用构成了城市生长过程中多样性的空间形式与发展阶段。如何面对这两种力的作用成为城市问题的难题。仇保兴在对城市规划学发展的困惑中认为众多的自然和社会科学都对城市规划学提出了严厉的批判,但却很少给出解决的方法。困惑的首要原因就是城市的本质是复杂自适应系统。萨特(S. Salat)提出大自然的不可预知性是其根本属性,城市存在于一个不断变化的动态能量流的旋涡中,是大自然和人类建造的混合体。其脆弱性的根本原因是它只遵循简单的机械逻辑,而自然是以复杂的方式组合起来的,两种截然不同的复杂程度导致了城市的脆弱性。必须要加强城市系统的复杂性以接近自然系统的复杂性^①。顾朝林等认为上述两种力的作用会产生三种影响:一是当人类组织力与城市空间自组织力耦合同步时,加速空间的发展;二是阻碍或延缓空间自组织的演化过程;三是修正空间自组织过程的方向^②。

大多数传统城市以及几乎所有具有大都市尺度的城市,都是由预先设计的部分和随机发展成的部分相互拼接、相互重叠而形成的^③。因此,城市的发展并没有严格意义的自组织和他组织,有时,城市规划本身也是城市空间自组织的一个部分。城市的产生总的来说是自下而上的,虽然城市规划是自上而下的,但城市发展的结果表明一个时期的城市规划常常是城市有机发展的一小部分^④。以阿富汗的一个城市赫拉特为例,城市发展的初期很可能是按照规划严格建造的,随着城市的发展,规划已经成为城市发展的一个部分,如图 1-1 所示。

从更小的尺度来看,建筑师赫茨伯格(H. Hertzberger)在谈到城市公共工程部门提供的服务时写道:“公共工程部门的活动是从上面强加下来的,街道上的人们感到它们‘与自己毫无关系’,因此这一体系普遍产生一种人与人之间疏远的感觉……建筑师所创造的环境,应该让人们有打下个人印记、表达个人特性的机会,并做出自己的贡献。”^⑤这里的个人印记就是个人对城市空间产生的自组织行为。如图 1-2 所示,建筑师为居民提供了 6 条步行通道。

① Salat S. 城市与形态[M]. 陆阳,张艳,译. 北京:中国建筑工业出版社,2012:112

② 顾朝林,甄峰,张京祥. 集聚与扩散——城镇空间结构新论[M]. 南京:东南大学出版社,2000:4

③ [美]斯皮罗·科斯托夫. 城市的形成——历史进程中的城市模式和城市意义[M]. 单皓,译. 北京:中国建筑工业出版社,2005:47

④ Batty M. Generating Cities from the Bottom-Up: Using Complexity Theory for Effective Design[EB/OL]. (2008-09-16). <http://www.cluster.eu/generating-cities-from-the-bottom-upcreate-la-citta-dal-basso-in-alto/>

⑤ 赫曼·赫茨伯格. 建筑学教程 1:设计原理[M]. 仲德崑,译. 天津:天津大学出版社,2003:47



赫拉特(阿富汗)分侧的城市平面图^①(根据 1917 年尼德迈耶原图复制)



赫拉特(阿富汗)2013 年同一区域的城市遥感卫星图

图 1-1 赫拉特城市发展中城市规划与自组织的并存^②

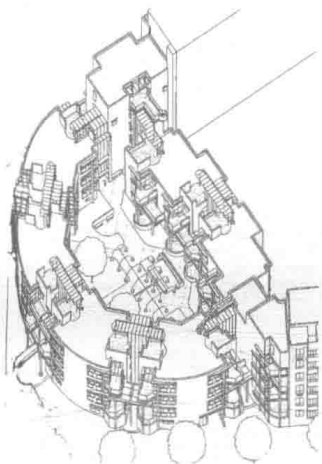


图 1-2 柏林利马住宅区住户对庭院空间的改造^③

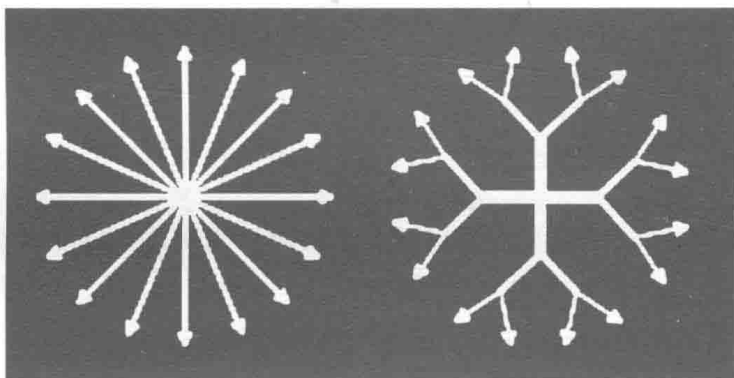


图 1-3 道路系统的能量传递效率对比(左图低,右图高)^④

自下而上的城市生成过程最为常见的表达形式就是道路系统的分形演变。从能量传递的效率性上分析,增加城市节点之间的关联能够增加城市的活力和效率(图 1-3)。一个城市系统需要自我组织以促进众多节点间的关联发生。一个有活力的城市的几何排列并非来自于满足简洁要求的矩形平面形式,而是来自于促进交通系统网络的几何重叠性。也就是从长远来看,鼓励交通系统的多样性和竞争性是更为经济可行的。塞灵格勒斯(N. A. Salingaros)从城市交通网络的角度指出城市需要在小尺度上自发生成城市肌理,并在大尺度上受到规划的干预。这实际上是城市

① Batty M, Jiang B. Multi-Agent Simulation; New Approaches to Exploring Space-Time Dynamics within GIS[C]. Working Paper Series 10 of Centre for Advanced Spatial Analysis, London: University College London, 1999

② 十字相交商业街以及次一级道路系统显示该城市可能起始于规则性的网格平面,长期的自组织作用使原来清晰的结构磨损了。

③ 赫曼·赫茨伯格. 建筑学教程 1: 设计原理[M]. 仲德崑, 译. 天津: 天津大学出版社, 2003: 图 87

研究的一个核心问题——自上而下与自下而上两种规划之间的竞争^①。

1.1.3 传统城市规划的设计方法变革

城市规划设计源于人的思维模式。亚历山大(C. Alexander)在《城市并非树形》(*A City is not a Tree*)中论及人的思维活动。他列举了众多大师的城市设计与规划,包括阿贝克隆比与福肖的大伦敦规划、柯布西耶的昌迪加尔、丹下健三的东京规划等等,这些规划都是树形结构而并非半网络结构,因此无法反映城市生活之间的关系、城市本身的特质和生命特征。在考察树形思想的起源时,他提到在一个单独的思维活动中,人仅能够使树形结构形象化。从这里我们可以看到人的思维模式。

戴汝为在研究模式识别^②的过程中,提及两种一般性方法,即统计模式识别和句法模式识别。统计模式识别只考虑语义^③部分,把整个模式当作一个单元,而不考虑结构,而这个单元的属性就是它的特征向量。句法模式识别只考虑模式如何构成,而忽略了语义。一幅图像就相当于由某种文法规则产生的句子,模式的表达形式可以像语言由符号构成的链那样,是一条由某些特征或基本单元组成的链,也可以是一种树状结构或者是图^④的形式^⑤。从句法模式识别角度,他指出人的记忆并不像机器那样以二进制的位为单位,而是以模块(chunk)为单位。例如对于一个合体汉字“蕴”而言,人对它的认知就可以用树状结构来表达它的关系,如图1-4所示。这种句法模式识别方法与建筑师看城市结构的方法是类似的。

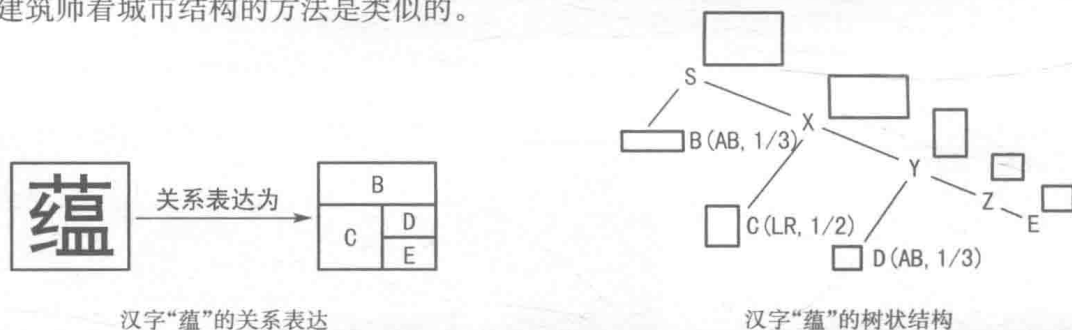


图1-4 汉字语义句法模式识别方法

S符号 AB、LR 分别表示“上下”“左右”等相对关系,1/2、1/3 代表矩形框占据的比例。^⑥

《雅典宪章》中将城市划分为工作、生活、游憩、交通四大基本功能,并在空间分布上要求有明确的结构配置以利于整体城镇空间结构的优化运作。虽然今天《雅典宪章》已不再适应后现代化社会的许多特征,但一方面城市要素相关性^⑦决定了功能分区思想仍然是城镇空间结构组织方式的基本思维,而另一方面从人的思维模式来看,功能分区思想符合人的树状结构的思维判别模式,因此也会始终是城市规划设计思想的基本思维判断。仇保兴在谈到城市规划学发展的困惑时指出:“实际规划工作者特别是年轻的一代非常注重后现代主义的探索,并把传统功能主义规划看成是盲目追求技术、追求客观而不考虑人性和社会多样性的老古董。但在实际工作中,这些规划工作者仍依旧按照官僚化、程序化、公式化的思路办事,按既定方式编规划。因此,城市规划在理

① 尼科斯·塞灵格勒斯. 连接分形的城市[J]. 刘洋,译. 国际城市规划,2008,23(6): 81-92

② 模式识别(Pattern Recognition)是人类的一项基本智能,是指对表征事物或现象的各种形式的(数值的、文字的和逻辑关系的)信息进行处理和分析,以对事物或现象进行描述、辨认、分类和解释的过程

③ 语义并不是语言中一个句子所表示的意义,而是一种属性,或者说是一种简单的知识

④ 这里的图指 graph,图论中图的概念,参见 [http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_\(mathematics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_(mathematics))

⑤ 钱学森,戴汝为. 论信息空间的大成智慧[M]. 上海:上海交通大学出版社,2007:17

⑥ 钱学森,戴汝为. 论信息空间的大成智慧[M]. 上海:上海交通大学出版社,2007

⑦ 城市空间组织原理之相关性原理//顾朝林,甄峰,张京祥. 集聚与扩散——城镇空间结构新论[M]. 南京:东南大学出版社,2000:12

论探索和实践过程方面是不一致的。”^①由于认识到人的思维模式的局限性,亚历山大提出了新的城市设计理论并在实践中进行实验和操作^②。在亚历山大工作的基础上,塞灵格勒斯将建筑与城市规划设计方法分为两种类型:一种是自上而下的设计,另一种是自下而上的设计。

自上而下的设计采用形式语言组成的几何原型发展和演化,并使用已证实的形式库。“由一个人做出选择是更加有效的,因此设计往往具有较少的合作性,而更多的是一个人决定的结果。”^③自上而下的设计采用的是传统和古典的原型,这些原型往往经过时间的检验,或称为“进化的适应性”。例如,沙里宁(E. Saarinen)提出的城镇建设的原则不能满足于某些人为的教条,而是努力发现那些亘古以来自然形成的,而且放之四海而皆准的原则^④,通过比较原型产生派生设计方案。这种自上而下的设计方法要求原型本身与现实的设计环境相适应,若原型适应环境,设计的问题就不会很大,因为原型本身是考虑了使用者生理或心理的舒适性要求的。但若原型不能适应环境,则会出现很大的问题。

自下而上的设计过程与自上而下的设计过程相反,是一个自然演化的过程,以亚历山大的模式语言和整体化城市设计为代表。模式语言是设计的原型,设计与建造是一个不断持续的过程。新的建设行为都为创建一种连续的自身完整的结构^⑤。自下而上的设计过程不断根据情况改变形式,设计结果往往是无法预期的。这种设计方法很多学者都有过相关的论述,沙里宁在分析中世纪城镇布局和街道格局时指出,城市需要经历若干世纪方能发展,规划的易变性和建设的缓慢程度必然要在不规则的布局中反映出来^⑥。

科斯托夫(S. Kostof)认为不应单纯地将城市划分为规划和未经规划两类,经过严格自上而下设计的城市也可能被自下而上的设计进程所改造。激进的城市改造是不可能出现的,城市的修补,也就是说对已有结构的零星改造才是比较常见的过程^⑦。

因此,自上而下的设计是有目的、有预期的设计,而自下而上的设计是没有明确的目的、不断演化的、无法预期的设计。由于两者在方法上、过程上的差异,很多人认为这两种方法是相斥的,部分学者认为两者具有共同的特征,体现在原型与模式都是经过进化的可适应性设计方法。

无论以怎样的方式对建筑与城市规划设计方法进行分类,无可否认的是,自下而上的方式具有更多更好的适应机会,建成环境是适应性设计方案得以发展和演化的媒介。科斯托夫在谈到历史进程中的城市形式时强调,城市进程在很大程度上指的是已有的框架或“已有”平面基础上的城市发展经历,并非建筑师或建筑史学家在谈到城市形式时所习惯强调的道路系统^⑧。如何在城市进程已有的框架中进行有效的城市规划与城市管理,笔者认为应在过去传统的自上而下设计方法中引入自下而上的设计方法。只有这样,人们才能充分考虑建成环境对规划的意义。自下而上的方法本身既是一种信息处理的方式,也是一种新思维模式^⑨。仇保兴认为城市与周边的社会及自然环境具有共生、共同进化的关系。而要优化这种“共生”关系,必须充分发挥“自上而下”的决策控制与“自下而上”的分散协调机制相结合的作用^⑩。巴蒂(M. Batty)认为是复杂科学的引入改变了人们对城市演化过程的思考,有机模式取代了机械模式,大量自下而上的城市改造局部行为反

① 仇保兴. 复杂科学与城市规划变革[J]. 城市规划, 2009, 33(4): 11-28

② [美]亚历山大 C, 奈斯 H, 安尼诺 A, 等. 城市设计新理论[M]. 陈治业, 童丽萍, 译. 北京: 知识产权出版社, 2002

③ [美]尼科斯·A. 萨林加罗斯. 城市结构原理[M]. 阳建强, 程佳佳, 刘凌, 等, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006: 209

④ [美]伊利尔·沙里宁. 城市: 它的发展、衰败与未来[M]. 顾启源, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980: 9

⑤ [美]亚历山大 C, 奈斯 H, 安尼诺 A, 等. 城市设计新理论[M]. 陈治业, 童丽萍, 译. 北京: 知识产权出版社, 2002: 19

⑥ [美]伊利尔·沙里宁. 城市: 它的发展、衰败与未来[M]. 顾启源, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980: 31

⑦ [美]斯皮罗·科斯托夫. 城市的形成——历史进程中的城市模式和城市意义[M]. 单皓, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 62

⑧ 科斯托夫这里所指为培根的《城市设计》。来源: [美]斯皮罗·科斯托夫. 城市的形成——历史进程中的城市模式和城市意义[M]. 单皓, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 26

⑨ http://en.wikipedia.org/wiki/Top%E2%80%93down_and_bottom%E2%80%93up_design

⑩ 仇保兴. 复杂科学与城市规划变革[J]. 城市规划, 2009, 33(4): 11-28

映出城市系统的开放性特征^{①②}。

1.1.4 城市形态演化的复杂性与适应性

如何能够设计出可持续发展的建筑、街区、城市？我们可以从历史城市的演化中窥见城市形态演化过程中的自适应特征。其中，分形结构特征是体现城市形态持久性与复杂性的重要特征。塞灵格勒斯认为城市各个尺度层次的连接至关重要，从小尺度到大尺度连接起来，城市才能形成连贯的整体，否则，城市结构就会出现断裂和无序。经过计算，连贯规模间的比例系数必定处于2和5之间，过高的系数导致不同规模建筑之间无法形成连贯的整体^③。唐长安的空间布局、北京的四合院、紫禁城反映出中国古代城市空间结构的分形与嵌套特征，也是简单的构型演变为复杂结构的代表，如图1-5、1-6所示。

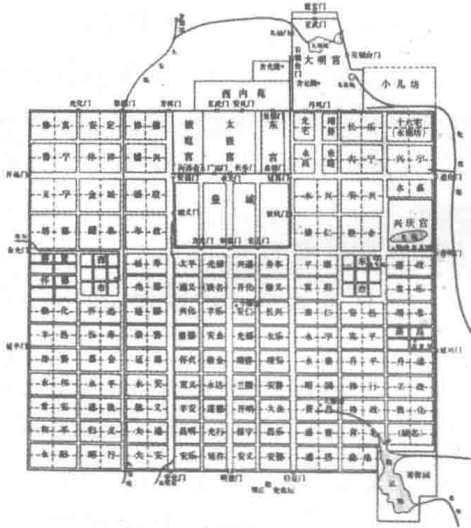


图 1-5 唐长安城复原平面

(《中国建筑史》编写组, 中国建筑史[M], 中国建筑工业出版社, 1982. p. 42)

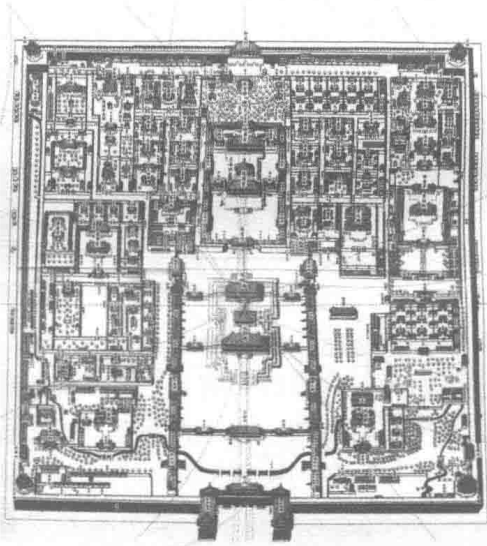


图 1-6 紫禁城^④

从分形角度出发，城市作为有机体的进化特征类似于生态学原理，需要渐进式的适应过程，渐进过程中城市的变化主要表现为功能改变和丰富的形态改变，持久的适应性是城市演变和保持连续性的基础。现代主义引发城市形态巨变，城市规模遭到破坏，城市扩张淡化了形态，并破坏了形态的连续性^⑤。希列尔(Bill Hiller)从空间句法的角度对城市的道路、空间和建筑物的关系进行了分析和研究，他认为城市形式产生于自然过程和人类干预之间的互动界面之中。人类行为限制并构筑了自然的生长过程，缺了两者的关系就无法理解建成环境。而建成环境的复杂演变过程中，人类有意识的干预以及它的局限性必须被理解^⑥。塞灵格勒斯从城市空间连接性的角度对生成城市空间的定律总结了3个公理，即城市空间由明确信息表面界定；空间信息领域决定了道路和活动场所的联系网络；城市空间的核心是让行人活动空间受到保护，不受汽车

① Batty M. Building a Science of Cities [C]. Working Paper Series 170 of Centre for Advanced Spatial Analysis. London: University College London, 2010

② Batty M. Generating Cities from the Bottom-Up: Using Complexity Theory for Effective Design[EB/OL]. (2008-09-16) <http://www.cluster.eu/generating-cities-from-the-bottom-upcreate-la-citta-dal-basso-in-alto/>

③ Salat S. 城市与形态[M]. 陆阳, 张艳, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 74

④ 赵广超. 大紫禁城[M]. 北京: 紫禁城出版社, 2008

⑤ Salat S. 城市与形态[M]. 陆阳, 张艳, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 116

⑥ 比尔·希列尔. 空间是机器——建筑组构理论[M]. 杨滔, 张佑, 王晓京, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008: 49