Complexity: The New Perspectives of Urban Planning

复杂：城市规划的新观念

赖世刚 韩昊英 著

Shih-Kung Lai Haoying Han

中国建筑工业出版社

TU984
L958-2

复杂：城市规划的新观点

赖世刚　韩昊英　著

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

复杂：城市规划的新观点/赖世刚、韩昊英著. —北京：中国建筑工业出版社，2009
ISBN 978-7-112-11147-3

Ⅰ. 复… Ⅱ. ①赖…②韩… Ⅲ. 城市规划-研究 Ⅳ. TU984

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 120257 号

责任编辑：黄 翊 陆新之
责任设计：郑秋菊
责任校对：赵 颖 陈晶晶

复杂：城市规划的新观点

赖世刚 韩昊英 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京嘉泰利德公司制版
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本：787×960 毫米 1/16 印张：11¼ 字数：270 千字
2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月第一次印刷
定价：29.00 元

ISBN 978-7-112-11147-3
（18389）

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）

贝迪序

过去20年以来，我们已开始将都市视为由下而上不断地演化及成长。事实上，已有的证据仍然无法充分证明，绝大多数的都市是受到由上而下的干预，并且在过去皆易于以有机的方式成长。这个现象与由上而下干预与控制的概念相冲突，而且当这个观点已获得信任时，我们发现目前正处于一个转折点，即视都市为复杂系统的新观点正在撼动传统的当代规划概念的基础地位。在本书中，赖世刚开始向我们说明都市如何能被视为是由下而上成长的结构。他的主要概念之一是，都市会自我组织，以及我们最终所看到的物质形态是一突现的秩序，而不是刻意规划完成的秩序。检测这类自我组织的一个有效工具，便是都市中事物的分布因规模而改变其尺度的概念。在这样的概念下，幂次法则便被视为是都市的特有印记。赖世刚在本书许多章节中揭示了这个概念，从引自自我组织临界性的概念的都市临界门坎演化的观念，到使用元胞自动机的原理来说明都市成长的方式，并证明了突现的形态是以一定的比例在变动。他接下来说明突现与规模递增报酬以及聚集经济的相关性。最后，同样重要的是，他展示出空间博弈的理性决策其实是可以融入这样的结构中，进而将此种关联导回了规划干预以及集体决策。这是一本有趣且及时的著作，故应能鼓舞学界从事解决应用在都市及规划上的复杂突现范式的问题。

迈克尔·贝迪

先端空间分析研究中心主任

英国伦敦大学学院

Foreword by Michael Batty

In the last twenty years, we have begun to think of cities as evolving and growing from the bottom up. Most cities in fact do not show any strong evidence of top-down intervention and certainly before the modern age cities seemed to grow almost organically. This tends to conflict against ideas of intervention and control from the top down, and as this view has gained credence, we now find ourselves at a threshold where the new view of the city as a complex system tends to prevail against the modern idea of planning. In this book, Shih-Kung Lai sets out to show us how cities can be conceived of as structures which grow from the bottom up. One of his central constructs is that cities self-organise and that what we finally see in terms of their physical patterning is an emergent order, not an order which has been consciously planned. A powerful tool in detecting this kind of self-organisation is the idea that distributions of objects in cities scale with size and in this way, power laws are regarded as the characteristic signature of cities. Shih-Kung Lai exploits this idea in many sections of this book, from initial conceptions of cities that evolve towards critical thresholds drawing on ideas from self-organised criticality to ways in which cities are grown using principles of cellular automata in which emergent patterns are shown to be scaling. He then moves to situations where emergence is linked to increasing returns to scale and to agglomeration economies. And last but not least, he shows how rational decision-making in the form of spatial games can be welded onto such structures, beginning to fashion the link back to planned intervention and collective decision-making. This is an interesting and timely set of essays which should entice the community to grapple with the emerging paradigm of complexity as applied to cities and planning.

Michael Batty
Director
Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA)
University College London
England

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

霍普金斯序

都市及其赖以形成的都市发展过程，目前被广泛地认为是复杂系统。这些系统的特性随时间、科技、社会及制度的背景不同而不同。计划以及通常与政府计划有关的土地使用法规，在传统上被解释为创造秩序，降低不确定性并设计未来，犹如我们具重要的直接控制或影响力。于是都市、复杂及规划之间的关系便引发了与这些传统诠释基本矛盾的可能性。计划如何能且实际上在复杂中发挥功能？在本书中，赖世刚从复杂理论的观点，利用都市演化基本及抽象面向的计算机仿真探讨这些问题。

在第一部分，他首先认为都市是自我组织系统，而在该系统中某些秩序突现出来，其并非从外界强加的。然后他检视了分区管制，其作为一最典型的法规方式，企图用来影响这突现的秩序。之后，他展开一针对计划的解释，用以探究其与复杂及突现现象的关系，即复杂系统中个人的计划如何考虑其他人的决策以用来组构他们本身决策的一种概念。

在第二部分，他探讨都市的重要属性，包括聚集、分布以及动态与不可逆性的隐喻。历史性起始点及序列是重要的。每一都市的特性必须借由这些细节加以解释，但是这些形态的某些性质在特定领域中却又可加以一般化。

在第三部分，他尤其将重点放在幂次法则，以及该法则与递增报酬现象关系上的实证及叙述效力。递增报酬概念在都市动态及复杂上是一重要的面向。递增报酬同时也是不可分割性及网络经济的基本因素，使其成为都市发展上规划之重要解释及辩护。

针对都市现象及计划聚焦且累积的研究对推进我们的知识及能力，以改善都市及身于其中人们的生活是重要的。本书所介绍的研究，以及将本书这些研究组构成为一组一致性有关都市、复杂及计划的论证，是具有价值且受欢迎的贡献，进而达到前述的目标。

刘易斯·霍普金斯
都市及区域规划学系荣誉教授
美国伊利诺伊大学香槟分校

Foreword by Lewis D. Hopkins

Cities, and the processes of urban development that create them, are now widely acknowledged to be complex systems. The properties of these systems vary over time, technology, social, and institutional context. Plans, and the land use regulations frequently associated with plans by government, are traditionally interpreted as creating order, reducing uncertainty, and designing the future as if we had significant direct control or influence. Thus the relationships among cities, complexity, and planning raise the potential of fundamental contradictions from these conventional interpretations. How can and do plans function in complexity? In this book, Shih-Kung Lai explores these questions from the perspective of complexity theory, using computational simulations of fundamental, abstracted aspects of the evolution of cities.

In Part 1, he first recognizes cities as self organizing systems, systems in which certain kinds of order emerge without being imposed externally. Then he considers zoning, the most typical regulatory approach intended to influence this emergent order. And then he develops an interpretation of plans that can be investigated in relation to complexity and emergent phenomena, a concept of how plans of agents within a complex system might structure their decisions in relation to other decisions.

In Part 2, he considers important attributes of cities, agglomeration, distribution, and the implications of dynamics and irreversibility. Historical starting points and sequences matter are important. The specifics of each city cannot be explained without these details, but some general properties of these patterns are generalizable within particular domains.

In Part 3, he focuses in particular on the power law and its apparent empirical, descriptive power in relation to phenomena of increasing returns. The concept of increasing returns is an essential aspect of the dynamics of cities and of complexity. Increasing returns are also fundamental to indivisibility and network economies, which are important explanations and justifications for planning of urban development.

Focused, cumulative research on urban phenomena and plans is crucial to ad-

vancing our knowledges and capabilities to improve cities and the lives of people living in them. The research reported here, and the structuring in this book of this research into a coherent set of arguments about cities, complexity, and plans is a valuable and welcome contribution toward this end.

Lewis D. Hopkins
Professor Emeritus
Department of Urban and Regional Planning
University of Illinois at Urbana-Champaign
U. S. A.

魏博斯特序

赖世刚是都市复杂模型建立领域中最令人敬重的学者之一。在本书中，他提供了国际华语都市研究者一极具参考价值的资源。赖世刚的研究方法严谨，且具有较强的理论意义及实用价值。他是少数能以具说服力的方式，将空间经济学、管理科学以及都市规划理论中复杂的行为理论，引入当代计算机仿真实验室中的作者之一，而且他同时具有将这些实验以一般大众所能理解的方式加以解说的独特能力。本书则是其研究能力的充分展现。虽然它们聚焦在台湾的都市系统，然而其不但没有限制，反而更强化了本书的用处。从本书内容中，我们可以看到一组实验用来检视一集约都市阶层的一些有趣的现象，包括都市的发生、扩充以及局部与整体的互动等。这些文章整体地表现了一内容充实的研究计划，以探讨都市系统的复杂性，并说明了都市的动态性，譬如突现、聚集、规模经济以及集体行动的困境等。我希望本书将来会以英文出版。

克里斯·魏博斯特
城市规划教授
英国卡地夫大学城市及区域规划学院

Foreword by Chris Webster

Shih-Kung Lai is one of the most respected authors working in the field of urban complexity modelling. In compiling this book he has provided the international Chinese speaking community of urban researchers with a resource of great value. His work has the hallmark of being methodologically rigorous, theoretically meaningful and practically relevant. He is one of the few authors to convincingly bring sophisticated behavioural theory from spatial economics, management science and urban planning theory to the modern computational simulation laboratory and he has the rare ability to communicate his experiments in a way that is accessible to a wide audience. The collection of papers shows Lai at his best. Their focus on Taiwan's urban system, far from limiting the book's usefulness, enhances it. We have here a set of experiments examining a number of intriguing features of a compact urban hierarchy, including urban genesis, urban expansion and the co-evolution of the local and the global. Together they represent a substantial research project investigating urban system complexity and throwing light upon important urban dynamics such as emergence, agglomeration, economies of scale and collective action dilemmas. I hope the book will be published in English.

Chris Webster
Professor of Urban Planning
School of City and Regional Planning
Cardiff University
England

作者序

有关城市发展的理论一直在演变，且各种说法层出不穷，至今似乎尚无一定论。这也间接证明了城市是一复杂的现象，不论从物质面及社经面观之皆然，而难以用一统的理论来说明其空间过程。过去许多学者曾经使用经验法则、数学演绎及解经式的手法尝试描绘城市发展的演变，虽然已经累积了许多这方面的知识，但是对于城市面貌的描绘，仍难以窥其全貌。但是随着复杂科学的兴起以及计算机科技的进步，研究者终于能将城市演变的现象，以自己扮演上帝角色的方式，玩弄于股掌之上。易言之，目前城市发展研究的新趋势是以计算机仿真的研究方法，以由下而上，从个体的互动及规则的设定，来发现城市演变集体突现的现象或规律。

至于计算机仿真在认识论上所扮演的角色为何？因为牵涉到科学哲学的领域，在此不便深入探讨。但是笔者认为至少有两个原因，使得计算机仿真的研究方式具有其价值。首先，计算机仿真兼具归纳法与演绎法的优点。主要在于计算机仿真可产生大量数据以供分析，故不同于纯演绎法的偏重于定理的证明。此外，计算机仿真有一定的逻辑架构作依循，故又不似纯归纳法的主观论述。其次，传统的数理演绎适合用来描述简单现象；对于复杂现象的阐述，有其局限性。因此，针对此数学的局限性，学术界发展出了实验数学（experimental mathematics）的领域（Chaitin，2006）。而计算机仿真便可视为是实验数学的主要研究方法之一。

就复杂理论而言，其为20世纪末所发展出来的新兴科学，属于极为年轻的学科。甚至目前对于“复杂”两个字的定义为何？也没有统一的看法，更何况是要界定这个领域的研究范畴。然而，不可讳言的，复杂科学自从1980年代在美国圣塔菲学院（Santa Fe Institute）创立以来，已引起科学界的重视。未来复杂科学究竟能否对人类社会做出重大贡献，尚难定论。但是以复杂科学为主题的期刊、书籍、研讨会及研究中心，已在欧美如雨后春笋般地蓬勃发展。而且复杂科学发展至今已由理论的建构引用到实际问题的解决，包括经济学、企业管理、物理学、计算机科学以及生物学等。其影响所及可谓无远弗届，主要是因为这些领域所研究的复杂系统，如经济体、组织、物理系统、计算机程序及生态系统等，皆具复杂科学所叙述的系统特性，而能以一贯的概念阐述之。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

城市无疑地是一复杂系统，因此在复杂理论的概念推出后，立刻受到城市模型研究学者的注意，并即投入如何引用复杂科学来诠释城市发展的探索。其中，立即被城市研究学者应用的模式便是元胞自动机（Cellular Automata，或 CA），因为 CA 的特性与城市的特性有许多雷同之处。CA 以细胞（Cell）作为空间组成的单元，而细胞间的互动以一定的规则在一定的空间及时间范围内互动。这个概念与城市发展的特性看似吻合。细胞可视为宗地，而宗地间的影响与邻近宗地的特性有关，并以一定的形式展开，突现出集体城市发展空间的特性。姑且不论这样的比拟是否正确，以 CA 模式来理解城市的空间过程，确实也产生许多值得探讨的议题及发现。这方面最具代表性的学者，莫过于 Michael Batty（2005），在其所著《Cities and Complexity》一书中，介绍了如何应用 CA 的基础研究来模拟城市的发展。从另一方面来看，CA 却又可视为一抽象的模式语言，如同数学语言，用来了解任何复杂系统演变的特性。其中细胞并不具有特定的实质意义，只是一种抽象的符号信息，而重点是在于这些符号信息所呈现的形态，可用来解释复杂系统的动态过程。最具代表性的学者为 Stephen Wolfram（2002），在其所著《A New Kind of Science》一书，很完整地说明 CA 作为一种抽象的模式语言，如何能借以解释自然界许多的复杂现象。

在 CA 模式中，细胞的区位是固定不变的，且所代表的是宗地，而忽略了人的活动，因此学者便针对这个弱点提出了多个体系统（Multi－Agent Systems，或 MAS），作为涵盖人类活动的城市发展模式（Parker 等，2003）。在 MAS 中的个体不再是固着于区位上，而是可移动的，且彼此间互动，产生集体突现的现象，以便使得模式更趋于真实。目前应用 MAS 探讨城市及空间现象的论文也逐渐增加，例如美国地理学会（Association of American Geographers）近年来在年会中都有辟划复杂理论的专题议程，其中 MAS 也是探讨的主题之一。而美国规划院校学会（Association of Collegiate Schools of Planning）年会近年来也出现了类似的专题议程。此外，欧洲规划院校学会（Association of European Schools of Planning）在 Cardiff University 的 Chris Webster 教授的领导下，近年来也成立了复杂主题小组（Thematic Group on Complexity），专门以复杂理论从事与城市发展有关课题的研究。可见以复杂理论作为探讨城市发展演变的范型（paradigm），近年来已受到西方国家的重视，且研究活动十分活跃。除了描述城市发展空间演进的变化外，以复杂理论为基础的计算机仿真尚可用来探讨规划如何对城市发展产生影响。目前这方面的探讨较少，主要是因为对规划的定义尚有争议。但根据笔者从事垃圾桶模式（Garbage Can Model）研究的经验（Lai，1998、2003、2006），如果我们能

以 CA 及 MAS 的构成元素定义规划，这方面的研究应值得去做，且具有实务上的价值，因为到目前为止，规划对城市发展的影响为何，很难去衡量。如果我们能了解规划对城市发展演变的影响，便能够知道何时及如何制定适当的有关城市发展之规划。

反观中国的状况，在城市及区域研究领域中从事以复杂理论为基础之空间过程研究的学者并不多，且未受到广泛重视。虽然说西方国家的科研方向，我们不一定要亦步亦趋地跟随，但是从科学应跨越文化及国界的藩篱来看，我们似应避免这样的偏见，见贤思齐，从事具有远景的研究议程。更何况，笔者深切认为，复杂理论中有许多概念，一反凌驾前两个世纪科学界的还原论（reductionism），以整体的观点看待这个世界的万事万物，而此与传统中华文化的宇宙观是不谋而合的。

自 20 世纪 90 年代以来，在中国大陆地区随着计划经济体制下的单一主体、确定的城市开发模式被以多元开发主体和普遍的偶发性开发为代表的新城市发展模式所取代，加上全球化趋势所带来城市开发投资的不确定性的增强，作为复杂系统的城市的很多自组织规律开始得以显现，人们也愈加意识到城市自身构成和运行的复杂性。在管理方式上，大陆原有的城市规划体系正在从明确的物质形体设计转向对于诸多不确定因素的战略控制。对于城市复杂性的认知变化，也迫切需要从理论上，对城市作为复杂系统的运行规律以及规划在城市发展中的作用进行深入的剖析。因而，笔者认为，复杂科学的研究对于中国当前城市规划与管理的改善有着重要的作用。

书中所采用的实例虽然主要集中在我国台湾地区，然而各个实例所采用的基本研究理论与方法，都可以在我国大陆地区的相关研究中加以应用及借鉴。如笔者通过近期对于全国分省样本的研究已经证实，幂次法则的普遍性与恒常性不仅仅在台湾，在大陆的各个省级行政区域乃至全国，都显著地存在。可见，复杂科学对于理解当今城市发展和运行规律具有重要作用。目前，复杂科学领域的研究仍处于初期阶段，其中的很多重要问题仍然有待于从理论和实证上加以检验并进一步探索。本书中所介绍的幂次法则、递增报酬、突现等理论和概念虽然还没有被传统城市规划教科书所介绍，但笔者认为，它们对于认识和管理城市都是极为重要的。由于中国大陆地区城市类型丰富、体系庞大、近些年发展迅速，对其的进一步研究，必将加深我们对复杂科学理论的了解和认识。

近些年来，笔者在复杂理论研究领域所发表的文章已经发表于台湾的《台湾土地研究》、《建筑与规划学报》、《地理学报》以及《台湾大学建筑与城乡研究

学报》等诸多期刊中，近期的一些研究成果也已投稿至中国大陆的一些重要期刊中，书中的内容便是以这些论文为基础，整理编纂而成的。可惜的是，笔者尚有一些研究成果，或因未撰写完备，或因尚未翻译成中文，而本书付梓在即，未及同时收录于本书，甚感遗憾。笔者计划在本书再版时，陆续将这些作品收录其中，以饷读者。

本书中各章的内容具有各自突出的主题，可以独立成文。如果一定要指出编排逻辑，本书中的八章内容系大概依研究范围、难易及具体程度编排，先城市而后区域，先具象而后抽象，先简易而后困难。第一章以假想的城市格状系统以 CA 的概念进行城市发展空间演变的计算机仿真；第二章以台北都会区为例，加入经济因素于 CA 的模式中，进行实际城市发展空间演变的计算机仿真；第三章则以抽象的单维 CA 探讨信息收集作为规划的解释，及其对 CA 演变的影响；第四章以递增报酬的概念模拟厂商区位决策所造成区域锁定的效果；第五章则以台湾乡镇人口资料检视幂次法则的恒常性及普遍性；第六、七及八章则从事一系列的计算机仿真以探讨递增报酬对聚落聚集形态所造成的影响。

本书适用于地政、房地产、地理及城市规划等相关科系有关城市及区域空间演变以及城市及规划理论等相关课程的教科书。也可作为对城市空间过程主题有兴趣研究者的参考资料。就实务上而言，本书内容的理论发现，可直接应用在厂商区位选择、土地开发及城市发展规划等多个方面。笔者认为复杂理论将改变我们对城市的认识以及对规划的理解，希望本书的出版能扮演抛砖引玉的角色，并期待更多的青年学子能投入这个领域的探索。任何书籍皆不可能是完美的，本书亦不例外。因此，若对本书内容有所指正，欢迎读者至台北大学不动产与城乡环境学系网址赐教：http：//www. ntpu. edu. tw/rebe/teacher/Lai_ShihKung. htm，或发信息至 lai@ mail. ntpu. edu. tw 或 hanhaoying@ gmail. com 与笔者进行沟通及探讨。

笔者特别要感谢台北大学的高宏轩、陈志阁、陈建元、陈增隆、薛明生以及成功大学的于如陵等研究生在本书撰写中的贡献与帮助。但一切文责，由笔者承担。

赖世刚　韩昊英

2009 年 7 月谨志于杭州

参考文献

[1] M. Batty. Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models. and Fractals. Cambridge: The MIT Press, 2005.

[2] G. Chaitin. The Limits of Reason. Scientific American, 2006, 3: 54 - 61.

[3] S-K Lai. From Organized Anarchy to Controlled Structure: Effects of Planning on the Garbage-Can Decision Processes. Environment and Planning B: Planning and Design, 1998, 25 (1): 85 - 102.

[4] S-K Lai. Effects of Planning on the Garbage-Can Decision Processes: A Reformulation and Extension. Environment and Planning B: Planning and Design, 2003, 30 (3): 379 - 389.

[5] S-K Lai. A Spatial Garbage-Can Model. Environment and Planning B: Planning and Design, 2006, 33 (1): 141 - 156.

[6] D. C. Parker, S. M. Manson, M. A. Janssen, M. J. Hoffmann & P. Deadman. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. Annals of American Association of Geographers, 2003, 93 (2): 314 - 337.

[7] M. M. Waldrop. Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos. New York: Simon and Schuster, 1992.

[8] S. Wolfram. A New Kind of Science. Champaign: Wolfram Media, Inc., 2002.

目　录

贝迪序 …… 3

霍普金斯序 …… 5

魏博斯特序 …… 8

作者序 …… 10

第一章　都市与自我组织 …… 1

第二章　分区管制与都市变迁 …… 20

第三章　都市中规划的作用 …… 45

第四章　厂商聚集的区域锁定效果 …… 63

第五章　都市人口分布的空间秩序 …… 84

第六章　递增报酬、都市聚集与幂次法则 …… 101

第七章　人口迁移与地景变化的影像 …… 119

第八章　不同报酬函数形态的比较 …… 137

第一章　都市与自我组织

摘　要

本章假设都市空间中的土地使用变迁主要为空间单元与周围相邻单元开发决策互动的结果；并视都市为一复杂空间系统，且空间决策者具有限理性（bounded rationality），通过二维元胞自动机（cellular automata）进行土地使用变迁的计算机仿真。实验设计中将都市每一宗土地视为一细胞（cell），其土地使用形态的转变是依据周围的状况从一组开发决策筛选进行。开发决策则由问卷方式取得，作为模拟实验中开发决策库建立的基础。经由实验结果显示，系统中相同使用类别（如住宅使用）的宗地聚集规模与频率呈现出幂次法则（Power law）的自我组织（self-organization）现象。造成此自我组织现象的原因，可能与有限理性适应性土地开发行为的特性有关。

一、前言

都市的发展是都市中许许多多的部门及个人在错综复杂的决策行为（decision making behavior）下，交互作用及影响所产生的综合现象。而过去相当多的规划逻辑及空间模型是建立在传统的经济理性基础上，如假设经济人（economic man）追求最大利润或效用的特质，及信息搜集的完全充分（perfect information）等。以这些为基础所发展出来的都市空间模型虽然描述了一些都市发展的现象，但和真实生活中的状况不免有一些差距存在。此外，近年来以经济计量分析方法为基础的都市经济学以 Lagrange 法寻求个人最大效用（或利润）与限制式之间的平衡，其背后亦存在着经济学中个体为最大效用或利润追求者的理性假设；且即使在行为决策领域中，以效用最大化为基础的纯理性假设，在叙述性决策领域中亦受到质疑（Robin & Melvin，1987）。

基于以上的想法，本研究尝试以空间演化的观点观察都市的变迁，通过“由下而上”（bottom-up）的探讨方式，强调组成分子之间的差异性，从个体分子为有限理性的角度，对都市的变迁与发展的形态通过复杂理论以探讨都市中的自我组织现象。并以元胞自动机（Cellular Automata，或 CA）为工具，通过都市中宗

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com