

超越还原论：现代城市管理之路

Beyond Reductionism: Towards Modern Urban Management

宋 刚（北京市市政管理委员会 100032）*

SONG Gang (Beijing Municipal Administration Commission, China)



一、复杂性科学与城市管理

钱学森先生关于开放的复杂巨系统（Open Complex Giant System）的理论，将系统分为简单系统、简单巨系统、复杂巨系统，并提出还原论（reductionism）这类传统方法不能处理开放的复杂巨系统，从定性到定量的综合集成法（meta-synthesis）是处理这类系统的唯一正确的方法论^[1]。开放的复杂巨系统理论开辟了一个科学新领域，复杂性科学（Complexity Science）研究的新进展也引起了国内外科学界的高度重视。如何从复杂性科学的视角研究城市、管理城市也逐渐引起学术界、城市管理实践者的高度关注。

随着社会经济的发展，城市化作为人类文明进步的一种制度创新，通过改变劳动力、资本的空间分布从而大大提高了人类创造财富的效率和经济发展速度，进而演化出结构高度交错繁复的城市系统。城市通常是一个区域的政治中心和商品聚集交换中心，现代城市则更是一个区域政治、经济、文化、教育、科技和信息中心，是劳动力、资本、各类经济、生活基础设施高度聚集，人流、资金流、物资流、能量流、信息流高度交汇，子系统繁多、结构繁复、其间关联关系高度繁杂的开放的复杂巨系统^[2]。

开放的复杂巨系统及其方法论为我们认识城市、解决城市管理这类高度繁复的问题提供了新的视野。现代城市管理者必须进一步厘清现代城市的本质，超越传统还原论方法论的局限，遵循复杂巨系统、复杂性科学的规律，开展对城市的研究和管理工作^[3]。

二、从还原论到复杂巨系统理论

（一）复杂性科学发展：从简单还原论到复杂整体论

20 世纪 80 年代中期，美国圣菲研究所（Santa Fe Institute）一批物理、生物、经济、计算机领域科学家对复杂系统一般规律的跨学科研究，开启了复杂性科学研究的新领域。复杂性科学被认为是科学史上继相对论和量子力学之后的人类认识世界的又一次飞跃，是系统科学发展的一个新阶段。如果说“相对论消

*宋刚。超越还原论：现代城市管理之路[J]. 城市管理与科技, 2007, 9 (2): 27-30

SONG Gang. Beyond Reductionism: Towards Modern Urban Management[J]. Urban Management Science and Technology, 2007, 9(2): 27-30

除了关于绝对空间与时间的幻想；量子力学则打破了关于可控过程的牛顿范式的梦想；而复杂性则消除了拉普拉斯关于决定论范式可预测的幻想。”复杂性科学的出现促进了科学的纵深发展，使人类对客观事物的认识由线性上升到非线性，由简单均衡上升到非均衡，由简单还原论上升到复杂整体论^[4]。近年来复杂性科学及复杂系统研究在国内外引起科学界的高度重视，我国的学者也在这方面进行了很多探索，国内的复杂性研究以“开放的复杂巨系统”及其方法论为代表，以系统学为突破口，从系统科学出发，把“开放的复杂巨系统”的研究作为创建系统科学的基础层次——系统学(Systematology)的突破口，进而建立起系统科学从基础理论到工程实践的整个体系结构。

（二）开放的复杂巨系统理论

钱学森先生按照系统的子系统数量及其种类多少以及他们之间关联的复杂程度把系统分为简单系统和巨系统两大类，而巨系统又分为简单巨系统和复杂巨系统。1990年钱学森提炼出开放的复杂巨系统理论，并指出开放的复杂巨系统的四个特征：①系统是“开放的”，也就是系统本身与系统外部环境有物质、能量和信息的交换；②系统包含很多子系统，成千上万甚至是上亿万，所以是“巨系统”；③系统的种类繁多，有几十、上百甚至几百种，所以是“复杂的”；④正因为以上几个特征，整个系统之间的系统结构是多层次的，每个层次都表现出系统的复杂行为，甚至还有作为社会人的复杂参与。

（三）由定性到定量的综合集成法

对简单系统和简单巨系统的研究已经有相应的方法论及理论，可从子系统相互之间的作用出发，直接综合成全系统的运动功能。而对社会系统这类开放的复杂巨系统，由于系统开放、子系统种类繁多并有层次结构和复杂的关联关系，是还原论这类传统方法所不能处理的。钱学森指出，唯一能有效处理开放的复杂巨系统的方法就是定性定量相结合的综合集成法。

综合集成法首先通过定性综合集成提出经验性假设，然后人机结合进行定性定量相结合的综合集成，得到定量描述，最后再通过从定性到定量的综合集成获得科学结论。综合集成法将跨学科专家体系、信息体系与计算机体系有机结合起来，从而把各类数据、信息、经验、知识、智慧集成起来，构成一个高度智能化的人机结合的系统，从多方面经验性的定性认识上升到定量认识。综合集成方法论以思维科学为其理论基础，以系统科学和数学科学为其方法基础，以现代信息通讯技术为其技术基础，以系统工程的应用为其实践基础，以辩证唯物主义为其哲学基础，通过人机结合、人网结合的方式获得知识和智慧，这在人类认识和改造世界的发展史上是一个重大进步^[5]。

三、现代城市：一类开放的复杂巨系统

（一）现代城市

城市是指一定规模及密度的非农业人口聚集的地方，是社会经济发展到一定阶段、社会分工发展到一定阶段的必然产物。城市是与乡村相对应的术语，城市是系统存在，也是历史存在和社会存在。一部城市发展史就是城市由简到繁的历史。现代城市的特征不仅表现在空间上的聚集性、经济上的非农业性、构成的上的异质性，人口、经济社会、科技文化的高度集约性，还表现在整体结构的开放性和高度复杂、综合性。现代城市不仅具有海量的科学技术，包括巨大的物质系统，同时还包括了人的因素。如果说人脑是客观世界中最复杂的一个巨系统，那么众多人聚集在一起的社会系统就更为复杂了。

现代城市作为区域政治、经济、文化、教育、科技和信息中心，是劳动力、资本、各类经济、生活基础设施高度聚集，人流、资金流、物资流、能量流、信息流高度交汇，子系统繁多、结构繁复、其间关联关系高度繁杂的开放的复杂巨系统。对现代城市的管理必需遵从复杂巨系统的规律。

（二）现代城市系统的动态开放性

城市的开放性不仅表现在与周边农村地区、其他城市的物质、能量、资本和信息的交换，输入能源、食品、生活用品等，输出各类城市产品及排出废弃物及废水、废气等，向周边地区辐射它的能量和信息。在信息技术革命和全球化背景下，现代城市越来越融入全球发展的浪潮，作为全球城市而成为更为宏大的全球化网络脉动影响下的一个节点。现代城市作为一个有着旺盛生命力的系统整体，在系统整体与系统众多要素、复杂的区域环境、全球政治、经济、文化脉动的相互作用下，处在一种不间断的动态变化之中。

（三）现代城市是一类多结构、多层次、多形态巨系统

现代城市系统之所是巨系统，其不仅有现代化、复杂的经济运行系统、基础设施系统、交通运输系统、科技文化系统、卫生防疫系统、工商贸易系统、环境保护系统等系统，而且层层叠叠的巨系统套大系统再

套子系统。如基础设施系统又包括电力系统、燃气系统、供水系统、道路桥梁系统、地下空间系统等，而这些系统又可以再往下分。每个系统都有自己独特的形态和特性，构成一个多结构、多层次、结构各异的巨系统体系。

（四）现代城市是一个高度繁复的复杂系统

现代城市系统是一个多维度、多结构、多层次、多要素相互作用的复杂系统。各类系统间既有横向蔓延、树状分叉，又有彼此交错的链状延伸发展，各类系统既是非匀质的各向异性、层层分属又密切相关、时空交叠，并以复杂的结构形式相互联系、相互作用、相互依存、相互制约。各分系统之间随机动因很多，发展趋势呈现出多方向、多结果的非平衡、非线性运动方式，并体现出一定的自组织、自适应性。

四、现代城市管理的复杂性：机遇与挑战

（一）城市管理及其复杂性

城市管理是指以城市这个开放的复杂巨系统为对象，以城市基本信息流为基础，运用决策、计划、组织、指挥、协调、控制等一系列机制，采用法律、经济、行政、技术等手段，通过政府、市场与社会的互动，围绕城市运行和发展进行的决策引导、规范协调、服务和经营行为^[2]。

随着城市化进程的发展，现代城市越来越成为一个高度繁复的系统，对其系统性、复杂性认识的不足与管理的不当也带来了交通堵塞、环境恶化、水资源短缺与污染、社会治安问题等一系列“城市病”问题。现代城市管理的复杂性正是城市巨系统高度复杂化的必然结果，据统计，现代城市管理涉及的各类因素已达 10^{12} 种。对城市这个复杂巨系统的管理同样呈现出多维度、多结构、多层次、分系统从宏观到微观的纵横交织、错综复杂的动态非线性复杂巨系统特性。城市管理无疑是一类开放的复杂巨系统。

（二）信息技术引领的管理变革：机遇与挑战

现代城市的复杂性决定了城市管理工作的复杂艰巨性。在这种背景下，有限政府、“小政府、大社会”的公共管理趋势必然要求城市管理的核心工作是加强综合协调，实行社会化管理。与此同时，“小政府、大部门”的城市管理趋势推动着由若干管理部门之间的推诿扯皮向大部门内的协同与合作的转变，呼唤建设“整体型政府”（Holistic Government）。信息技术的发展为组织的流程再造提供了技术上的支持，进而推动了组织内跨层级、以及组织间跨部门的业务整合与集成^[7]。这些都要求城市管理者充分借助现代信息技术提供的机遇，充分集成专家体系、计算机体系、数据信息体系，通过人机结合、人网结合提高对城市的认识、管理能力，做到高效管理城市。

（三）高度重视城市管理中人的主观能动性

联合国人类居住中心《关于健全的城市管理规范：建设“包容性城市”（Inclusive City）的宣言草案》对城市管理有如下定义：“城市管理是个人和公私机构用以规划和管理城市公共事务的众多方法的总和。它是一个解决各种冲突或不同利益以及采取合作行动的持续过程，包括正式的制度，也包括非正式的安排和公民社会资本。”其中强调了作为人的各类利益相关者在城市管理中的参与。作为复杂巨系统的人及其利益和意识的参与，也一步增加了城市管理系统的复杂性。

出于对城市管理这个复杂巨系统中人的因素的考虑，如何调动利益相关者在城市管理中发挥作用也至关重要。从参与角色上，城市管理的主体包括政府（包括各级政府、各城市管理相关部门）、企业（包括市场经济的各个主体）和市民（包括社区、民间组织、媒体和学术机构等）。因此城市管理在重视对复杂系统的科学认识基础上，还应重视城市管理各能动主体的参与，通过政府、市场与社会的良性互动为市民提供优质高效的公共产品与服务，建立和谐的信息化城市管理新模式^[6]。北京市信息化城市管理系统建设工作围绕电子政务（eGBCP）的理论与实践在这方面进行了许多有益的探索。

五、从定性到定量的综合集成是城市管理有关问题的方法论

（一）城市管理的方法论：从还原论到复杂巨系统方法论

城市管理经历了从经验管理到科学管理的过程，城市的发展推动了城市的专业化管理分工。而随着城市系统的日趋复杂，现代城市及其管理表现出的相互交错渗透、非匀质、非线性、非定常性复杂巨系统特性。以强调分解和简化系统的还原论为方法论，将城市系统成若干子系统，以专业职能部门为基本单位强化专业的管理方式已经越来越不能适应时代的发展。因为城市管理各子系统之间的复杂交错性使其难以切割，而切开来的小系统已不是原来的系统了，对这个系统的点滴研究也很难进行综合。如何发挥城市管理

的整体优势、聚集效应，使整个城市系统高效和有序的协调运行成为现代城市管理者必须思考的问题。将还原分析与系统综合相结合、定性与定量相结合的综合集成法无疑是处理现代城市及其管理这类开放的复杂巨系统的方法论。

（二）定性到定量的综合集成法在城市管理中的应用

现代城市管理者应充分把握信息技术引领的城市管理变革机遇，以现代信息技术为依托，以信息化城市管理系统建设为契机，以人机结合、从定性到定量的综合集成研讨厅体系为指导，采用从定性到定量的城市管理综合集成法来处理现代城市及其管理这类开放的复杂巨系统。按照钱学森等科学家对综合集成方法论的论述，城市管理中综合集成方法应主要包括以下几个步骤^[3]（流程见图 1）：

（1）城市管理中的定性综合集成。由不同城市管理职能部门、社会各领域专家组成专家体系，对所研究的城市管理中的问题，进行多专业、全方位的交叉研究和分析，提出经验性假设、形成定性判断。它所以是经验性判断，是因为其正确与否还没有用严谨科学方式加以证明。

（2）城市管理中定性定量相结合综合集成。建立基础数据、各职能部门数据和信息体系，构建解决问题的指标体系、模型体系，利用信息化手段，通过数据挖掘、系统仿真和模拟实验，对前一步对问题提出的经验性假设的正确与否给出定量诊断和描述，增加了新的信息，这个过程可能反复多次。

（3）城市管理中从定性到定量综合集成。由城市管理者和各领域专家对系统仿真和实验的结果进行综合集成，通过人机结合、反复对比、逐次逼近，直到得到专家们认为定量结果是可信的，也就完成了从定性到定量综合集成。如果定量结果否定了原来的经验性判断，那也是一种新的认识，又会提出新的经验性判断。

（4）城市管理中从定量结果到定性决策管理。通过指标体系、模型构建、系统仿真和模拟，对城市系统的状态得到定量的描述，城市管理者和各领域专家可根据这些定量的分析，对城市管理中的问题实现量化。在此基础上，再由定量的结果上升到定性的决策管理，最终用来指导城市综合管理、保障城市系统的稳定运行。

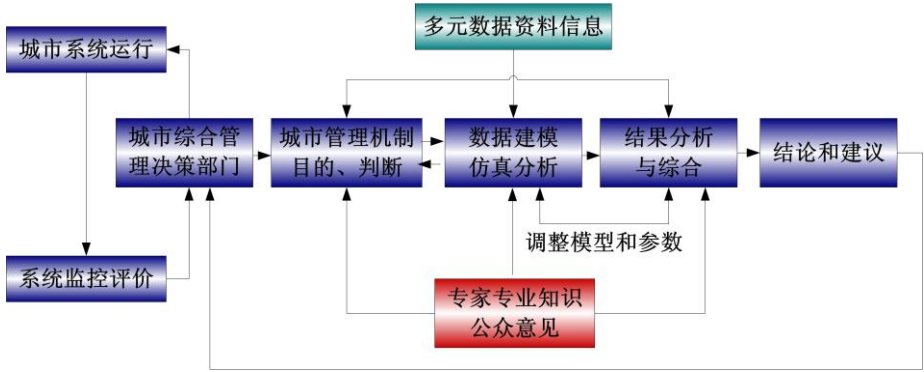


图 1 城市管理综合集成法流程^[3]

通过综合集成法的应用，可在现代信息通讯技术、模拟仿真、人工智能等现代科学技术的支持下，将城市管理者、各领域专家和公众的思维、智慧、积累的经验以及各种情报、资料和多元信息系统集成起来，运用数据挖掘、文本挖掘、模型挖掘、专家意见挖掘等多种科学和信息化手段，从多方面的定性认识上升到定量认识，再从定量的判断中得出对城市管理工作定性的指导。比如，可以参照模拟决策指挥体系的 C³I 系统设计，按照钱学森等科学家的设想，通过圆桌会议的研讨形式与计算机仿真结合，同时充分应用 C³I 建模技术，构建一个圆桌会议式讨论厅，通过研讨来形成设想，通过民主集中制来解决问题。应用综合集成法，参照 C³I 模型构建的圆桌会议式研讨厅，将在现代信息通讯技术、模拟仿真、人工智能及各类城市规划、建设、运行管理技术的支持下，综合集成城市管理专家体系、技术支撑体系、数据信息体系，做到科学、高效管理城市。专家体系、技术支撑体系、数据信息体系这三大体系，也构成了对科学城市管理的支撑，构建出城市管理科技创新体系的内核（见图 2）。

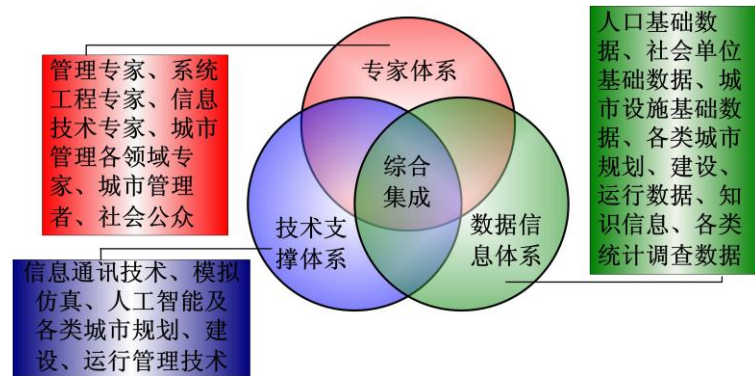


图2 城市管理科技创新体系内核构成图

六、超越还原论：科技支撑下的现代城市管理与发展之路

自西方科学黎明以来，还原论有效推动了科学的进步并已深植入我们的文化；但还原论的局限也日益明显。现代科学呈现出既高度分化、又高度综合的两种趋势。一方面学科越分越细、研究对象越来越向微观深入，另一方面不同领域与学科又不断交融，向整体和综合发展，而且这两方面相互依赖、彼此促进。美国《科学》杂志文章指出：还原论的过度简化不但使我们丧失了对复杂巨系统的整体把握，而且越来越专业化的分支正在为信息流动制造障碍^[8]。由于专业和行业不同而设置不同的部门实行专业化管理是专业分工和复杂系统管理的要求，但只强调专业管理和行业分工而忽略综合必然给作为复杂巨系统的城市管理带来一系列的问题。复杂系统并不是若干系统的简单相加，而是这些系统间若干复杂因素互相影响的结果。按照钱学森在复杂巨系统理论中“总体设计部”的设想成立城市综合管理部门，加强城市综合管理与协调是城市管理者对现代城市及其管理的复杂巨系统特性科学认识的必然要求。复杂巨系统及其方法论对我们当前的城市管理工作具有深刻的指导意义。城市管理工作应充分重视从定性到定量的综合集成法在城市综合管理中的应用，通过专家体系、信息体系与技术支持体系的综合集成推动城市管理科技创新体系的构建，走出科技支撑下的现代城市管理与发展之路。

参考文献：

- [1]钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1):3-10
- [2]宋刚,陈锐. 复杂性科学与现代城市管理[J]. 科学对社会的影响, 2006, (4): 27-30
- [3]宋刚,唐蔷. 现代城市及其管理——一类开放的复杂巨系统[J]. 城市发展研究, 2007, (2): 66-70
- [4]宋学峰. 复杂性科学研究现状与展望[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2005, 2(1): 10-17
- [5]于景元,刘毅. 复杂性研究与系统科学[J]. 科学学研究, 2002, 20(5): 449-453
- [6]李立明,宋刚,曹杰峰,等. 电子政务 eGBCP 初探[J]. 城市管理与科技, 2006, 8(1): 1-6
- [7]宋刚. 移动技术在城市管理中的应用[J]. 城市管理与科技, 2005, 7(3): 103-106
- [8]Gallagher R, Appenzeller T. Beyond Reductionism[J]. Science, 1999, 284(5411): 79

“超越还原论：现代城市管理之路”发表于《城市管理与科技》2007年第9卷第2期，27-30页

“Beyond Reductionism: Towards Modern Urban Management”

Published in *Urban Management Science and Technology*, Vol. 9 No.2, 2007: pp27-30.

【关键词】复杂性, 还原论, 城市管理, 综合集成, 科技创新体系

【Key Words】Complexity, Reductionism, Urban Management, Meta-synthesis, Science and Technology Innovation System

Available at: <http://www.mgov.cn/complexity/>