



2009年10月31日8时6分，著名科学家钱学森在北京逝世，享年98岁……

# “人民科学家”钱学森

在他心里，国为重，家为轻，科学最重，名利最轻。5年归国路，10年两弹成。  
开创祖国航天，他是先行人，劈荆斩棘，把智慧锻造成阶梯，留给后来的攀登者。  
他是知识的宝藏，是科学的旗帜，是中华民族知识分子的典范。

——“2007感动中国年度人物”授予钱学森的颁奖词

谨以此文缅怀纪念民族魂魄、科学巨擘、我们永远的钱老——人民科学家钱学森先生！

## 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

宋刚

北京大学遥感与地理信息系统研究所,北京 100871

**摘要:** 本文基于钱学森开放复杂巨系统理论，对知识社会环境下的科技创新体系建构进行了研究。在技术创新双螺旋基础上，进一步从科学研究、技术进步与应用创新的协同互动入手，并以城市管理科技创新体系建设为例，构建了科技创新体系构成图，分析了由以科学研究为先导的知识创新、以标准化为轴心的技术创新和以信息化为载体的现代科技引领的管理创新构成的科技创新体系。三个体系相互渗透，互为支撑，互为动力，推动着科学研究、技术研发、管理与制度创新的新形态，共同塑造了面向知识社会的创新 2.0 形态。现代城市管理作为现代服务业的重要组成部分，其科技创新体系的构建与实践对面向服务的科技创新体系建设具有直接参考价值，对知识社会环境下的科技创新体系的建构具有重要借鉴意义。

**关键词:** 知识社会，科技创新体系，创新 2.0，城市管理，复杂性

## Science & Technology Innovation System in Perspective of Open Complex Giant System Theory of Qian Xuesen - Example from Construction of Urban Management Science and Technology Innovation System

SONG Gang

Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University

**Abstract:** Science & Technology Innovation System in knowledge-based society is studied in perspective of complexity science. Starting from the double helix structure of technology innovation, science and technology innovation is analyzed as interaction of scientific research, technology development and application innovation. With science and technology innovation system in urban management as an example, three subsystems, namely, knowledge innovation system lead by scientific research, technology innovation system supported by standardization, and management innovation enabled by modern ICT, are constructed and analyzed from the perspective of Open Complex Giant System Theory by Qian Xuesen. The convergence and interaction of the three subsystems triggered the paradigm shift of scientific research, technology

innovation and management innovation, which lead to innovation 2.0 in a knowledge-based society. This construction can be borrow directly to other modern service-oriented industry, and is also revelatory to construction of science and technology innovation system in a knowledge-based society.

**Key words:** Knowledge Society, Science & Technology Innovation System, Innovation 2.0, Urban Management, Complexity

科技进步推动了复杂性科学的发展,让我们以全新的视野审视现代经济社会的发展及其科技创新支撑<sup>[1]</sup>。钱学森关于开放的复杂巨系统理论,根据组成系统的子系统数量和种类的多少以及他们之间关联的复杂程度,将系统分为简单系统、简单巨系统、复杂巨系统。复杂巨系统一般都是开放的,因此又称为开放的复杂巨系统。还原论这类传统方法不能很好的处理开放的复杂巨系统,需要引入定性定量相结合的综合集成方法来研究相关问题。以开放的复杂巨系统理论为代表的复杂性科学开辟了一个科学新领域<sup>[2]</sup>。人类社会是典型的开放的复杂巨系统,包括政治、经济、文化在内的社会系统及其环境系统或地理系统都是开放的复杂巨系统,需要以开放的复杂巨系统及其方法论指导其实践<sup>[3]</sup>。

信息通信技术的融合与发展推动了信息社会及知识社会的形成和发展,深刻的改变着人们生活、工作方式、组织方式、社会形态与创新模式。以用户为中心、以社会实践为舞台、以大众创新、共同创新、开放创新为特点的创新 2.0 模式(面向知识社会的下一代创新)正在逐步显现<sup>[4]</sup>。**开放的复杂巨系统理论强调知识、技术和信息化的作用,强调人的作用,特别强调知识集成、知识管理的作用,也将对知识社会环境下科技创新体系的构建提供重要指导。**本文将在技术创新双螺旋基础上,进一步考虑知识管理与创新的作用,从科学研究、技术进步与应用创新的协同互动入手,基于钱学森开放的复杂巨系统理论视角,结合北京市的探索与实践,以城市管理科技创新体系建设为例,尝试分析由知识创新、技术创新以及信息技术引领的管理创新三大子体系组成的科技创新体系构建。

## 1. 复杂性科学视野下的科技创新体系

21 世纪全球经济和社会发展日益表现出三个重要特征:一是以知识为基础的社会,即知识经济时代的到来;二是全球化的国际环境,即经济全球化;三是可持续发展的增长方式。这种变化和趋势都与科技创新有着直接的关系。科技创新涉及政府、企业、科研院所、高等院校、国际组织、中介服务机构、社会公众等多个主体,包括人才、资金、科技基础、知识产权、制度建设、创新氛围等多个要素,是各创新主体、创新要素交互复杂作用下的一种复杂涌现现象,是一类开放的复杂巨系统。创新是一个价值实现的漫长过程,技术进步要对经济发展产生作用,必须采取产品的形式<sup>[5]</sup>。技术创新通过产品形式服务应用实现价值,因此技术创新也被称为技术进步与应用创新双螺旋作用的产物。进一步从这个技术创新双螺旋出发,拓展视野,技术创新的力量源泉来自科学研究与知识创新,来自专家和人民群众的广泛参与。**科技创新正是科学研究、技术进步与应用创新协同演进下的一种复杂涌现,是这个三螺旋结构共同演进的产物。**

知识社会环境下,社会形态越来越呈现出复杂多变的流体特性,传统的社会组织及其活动边界正在消融<sup>[6]</sup>。信息通信技术发展引领的管理创新,也同时成为了信息时代和知识社会科技创新的主题,开放的复杂巨系统及其综合集成方法也正是在这个时代所催生,反过来又作用于我们这个时代经济社会发展,指导科技创新体系的建设。随着社会形态的演化,传统

意义的实验室的边界以及创新活动的边界也随之消融，创新正在由**生产范式**向**服务范式**嬗变，以生产为中心的创新模式正在向以人为本的创新模式转变<sup>[7]</sup>。创新也不再是少数人的专利，而应成为民主的参与<sup>[8]</sup>。开放的复杂巨系统视野下的科技创新，高度重视人的作用。而技术的融合与发展以及科技创新的复杂涌现特性为大众创新、开放创新、共同创新以及科技创新体系的构建提供了新的机遇。应对知识社会的机遇与挑战，不少国家和地区都在对以人为本的创新 2.0 模式进行探索。欧盟正在迅速发展的 Living Lab、麻省理工学院的 Fab Lab 以及北京正在实践探索的 AIP 应用创新园区就是很好的面向知识社会的下一代创新模式代表。

科技创新体系一般认为是源于技术创新、制度创新和国家创新体系的研究。目前科技创新体系的研究主要从国家、区域、产业、企业四个层面，从各创新主体、创新要素的相互关系和作用开展研究。我国的技术创新政策更多偏重于干预技术创新的供给和环境，而对于技术创新的需求重视不够<sup>[9]</sup>。关于科技创新体系的研究则主要基于高新技术发展方面展开的，而忽视了经济中传统产业以及服务业的研究<sup>[10]</sup>。**在社会发展及科技创新由生产范式向服务范式转变，创新形态发生嬗变，现代服务业日益成为现代知识社会重要产业的背景下，我们有必要站在用户需求、行业发展的角度，来研究知识社会环境下的科技创新体系建构。**

## 2. 信息通信技术、现代服务业与城市管理

**现代城市管理是现代服务业的重要组成部分，信息通信技术在重塑现代服务业新形态的同时，也重塑着现代城市管理，为城市管理与服务带来了新的机遇。**现代服务业是以现代科学技术特别是信息通信技术为主要支撑，建立在新的业务模式、服务流程和管理方式基础上的技术和知识密集型的服务业。现代服务业不但包括基础的通讯与信息服务，也包括生产与市场服务，既包括个人消费，也包括公共服务<sup>[11]</sup>。现代城市管理作为公共服务的重要内容，在信息通信技术支撑下直接服务于城市发展与民生，具有典型的现代服务业特性。

从复杂性科学的视角审视城市管理，现代城市及其管理是一类开放的复杂巨系统<sup>[12]</sup>。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，成为区域政治、经济、文化、教育、科技、信息和创新中心。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<sup>[13]</sup>。现代城市管理者有必要借鉴现代服务业的发展经验，充分依托现代信息通信技术，利用信息技术引领的变革浪潮，以开放的复杂巨系统理论为指导，通过面向服务的科技创新体系的建设，走出科技创新支撑和引领下的现代城市管理之路。

## 3. 科技创新体系构建——以城市管理科技创新体系为例

基于现代服务业及城市管理在知识社会科技创新中的典型性，我们将以城市管理为例对科技创新体系的构建进行分析。开放的复杂巨系统理论视角下的城市管理科技创新体系内核结构由专家体系、技术支撑体系、数据信息体系组成<sup>[12]</sup>（见图 1）。对这个体系内核构成逐一审视。其中专家是知识的载体，通过知识的组织、使用、管理和创新，充分激发和发挥人的主动性，是技术发展、社会进步不竭的动力，科学创新或知识创新正是这样一个过程。而技术支撑是人不断用新的技术、方法和手段来替代体力和脑力劳动，创造新的价值，技术创新正是这样一个技术、经济一体化的实现过程。信息技术引领创新的时代背景下，数字信息

背后的力量让我们不断经历信息化革命带来的社会变革，现代科技引领的管理创新与制度创新同样是科技创新体系的重要内容。

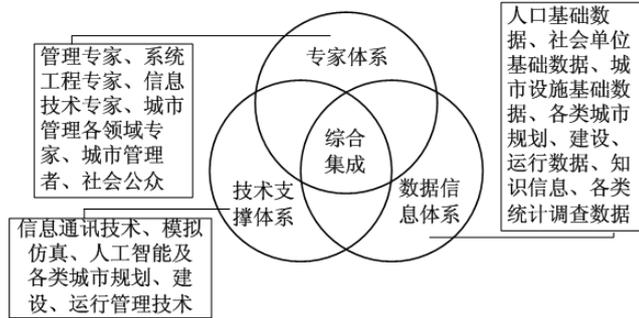


图1 城市管理科技创新体系内核构成图<sup>[12]</sup>

城市管理直接面向城市发展与市民服务，因此必须强化应用和需求导向，以科学认识城市、科学运行城市、科学服务城市为目标。城市管理科技创新体系以科学研究为先导、以标准化为支撑、以信息化为载体，其由城市管理知识创新、应用创新导向的技术创新、信息技术引领的管理与制度创新三大体系构成；其中，城市管理知识创新体系由依托跨领域专家的城市管理科学研究为先导，应用创新导向的技术创新体系以标准化为轴心、技术为支撑，而信息技术引领的管理与制度创新体系则以数据信息为依托、信息化为载体实现城市管理信息化到信息化城市管理的跨越（见图 2）。跨领域专家和大众参与的知识管理与创新以及标准化、信息化是现代城市管理区别于传统城市管理的重要特征，也是现代服务业区别于传统服务业、现代管理区别于传统管理的重要特征。

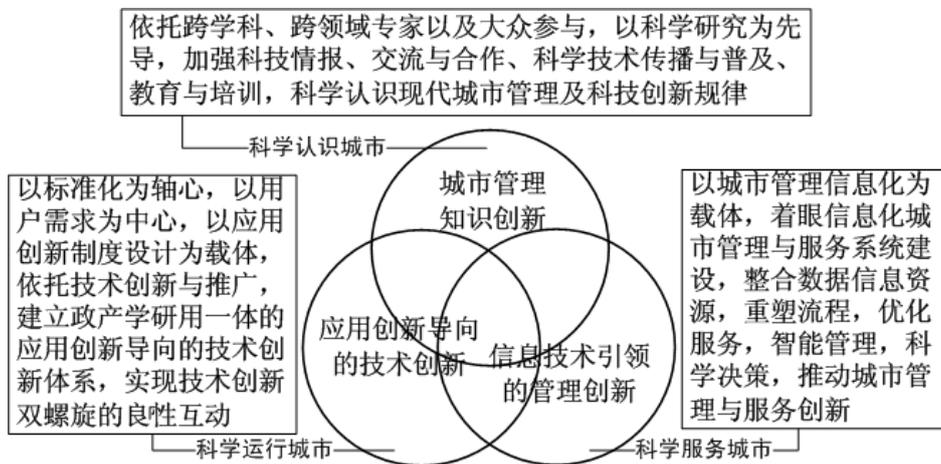


图2 城市管理科技创新体系构成图

### 3.1 城市管理知识创新——科学研究体系

知识体系既包括科学知识，也包括技术知识、管理知识，既包括现代科学技术知识、也包括经验、哲学知识。开放的复杂巨系统及其方法论强化了知识这一极其重要的因素，通过强调千千万万的专家、公众、各方代表等的参与，科学完美的实现了民主集中制，其意义远远超过了科学技术的发展与进步，“人民群众才是历史的创造者！”<sup>[2]</sup>。专家是知识的载体，

知识管理与创新必须重视专家的作用，充分发挥人的作用。不但要通过科学技术研究的组织实现跨学科、跨领域专家知识的综合集成与创新，还要加强科技情报、科技交流与合作加强知识的共享与交流，通过教育、培训等方式“不拘一格降人才”。知识社会环境下以人为本的创新 2.0 形态给进一步发挥大众在科技创新中的作用提供了更加广阔的天地，科学技术传播与普及将进一步发挥人民群众的创造性，借助现代科技的支撑，通过各方专家和大众参与的开放式科学研究新形态，即科学 2.0，发挥知识的创新源动力作用。

建立城市管理知识创新支撑体系需要依托跨学科、跨领域专家以及大众的参与，以科学研究为先导，以科研项目组织为载体，加强科学技术研究、科技情报、科技合作与交流、科学技术传播与普及、教育与培训。在处理现代城市及其管理这类开放的复杂巨系统的问题过程中，需要以定性定量相结合的综合集成研讨厅体系为指导，加强知识管理，充分集成管理、系统工程、信息技术等跨领域专家组成的专家队伍、各城市管理职能部门以及公众的智慧，面向城市运行与发展的需求，对所研究的城市管理问题进行跨专业、全方位的交叉研究和分析，做到科学认识现代城市及其管理规律，科学认识城市管理科技创新发展规律及其作用机理，促使城市管理领域的科研工作、技术研发、试点示范、标准化、信息化等工作围绕社会需求展开。知识创新体系建设还要注重**科学研究与教育培训、科技普及的互动和融合**，形成高素质人才的涌现和大众创新能力的提升以推动开放创新、大众创新。以专家为依托、大众参与的城市管理知识创新或科学研究体系是发挥科技对城市管理的**知识引领和决策支撑作用的力量源泉**。

### 3.2 应用创新导向的技术创新——技术支撑体系

技术进步和应用创新的双螺旋演进催生了技术创新。技术创新体系不仅需要高新技术园区、企业联盟等技术进步方面的制度设计，通过资金、技术、人才等创新要素的集聚孵化高新技术、高新企业；也同样需要应用创新园区、Living Lab 等面向应用创新的制度设计，通过用户、需求的集聚与互动孵化新的应用，以用户需求带动科技进步与经济社会发展<sup>[1]</sup>。

现代城市管理作为现代公共服务业的重要组成部分，直接服务于公众。在城市管理领域构建技术支撑体系必须面向需求，以标准化工作为轴心，以 AIP、Living Lab 等面向知识社会的应用创新平台建设为载体，依托技术创新与推广工作，以科技试点示范带动，推动面向应用的宜居城市建设与管理关键共性技术研发与应用，以“三验”机制、技术公告等技术创新政策为引导，发动政、用、产、学、研各方力量，建立应用创新导向的城市管理技术创新体系。应对知识社会的机遇与挑战，北京市通过“三验”机制的建设，探索需求为驱动的城市管理应用创新园区（AIP）模式<sup>[15]</sup>。所谓“三验”，也就是体验、试验、检验。其中“用户体验”是关键，是以人为本、以用户参与的创新 2.0 的核心体现<sup>[4]</sup>。**城市管理应用创新园区的探索，通过用户的集聚、需求的集聚以及各创新主体、创新要素的互动，推动面向用户的价值实现；通过“三验”机制的建设谋求科学研究、技术创新与教育培训、科学传播的融合，谋求需求与技术的对接，谋求科技发展与社会发展的耦合；通过技术进步与应用创新的技术双螺旋驱动，构建一个高效的有利于创新涌现的创新生态。**

标准是科学、技术和实践经验的总结。**标准化在科技创新体系中扮演着重要的技术支撑作用，是技术创新体系的轴心**。早在七十年代，钱学森就提出要加强标准化工作及其科学研究以应对现代化、国际化的发展环境<sup>[4]</sup>。随着科学发展、技术进步和社会经济实践的进展，标准化是一个不断演进的动态过程。**动态标准化过程体现了科技创新的演进，标准化与知识产权结合有助于推动自主创新，标准化进一步与 AIP “三验”结合带动开放创新**。通

过标准化以及相关技术政策的实施，可以整合和引导社会资源，激活科技要素，推动自主创新与开放创新，加速技术积累、科技进步、成果推广、创新扩散、产业升级以及经济、社会、环境的全面、协调、可持续发展。

### 3.3 信息技术引领的管理创新——信息化体系

创新是一个价值实现的过程，创新过程中各层次、各环节以及各要素之间复杂交互作用中，不仅有技术性要素，更有大量的非技术要素，并且非技术要素带动的管理创新、制度创新有时会起到决定性作用<sup>[16]</sup>。信息技术引领的现代科技的发展以及经济全球化的进程，推动了管理创新，这既包括宏观管理层面上的创新——制度创新，也包括微观管理层面上的创新<sup>[17]</sup>。现代科技引领的管理创新无疑是我们所在这个时代创新的主旋律，也是科技创新体系的重要组成部分。信息化，正是一个科技和管理与服务融合和互动的典型过程。

信息通信技术的融合与发展，为组织的流程再造、业务整合、服务创新以及管理重新塑造提供了技术上的支持，再造了实时企业和流畅政府<sup>[18]</sup>。管理与服务是一个事物的两面。信息技术在城市管理中的应用，不仅有利于解决政府内部以及政府与市民、与社会之间的信息不对称问题，也为构建政府、市场、社会三者和谐互动的城市管理与服务新格局提供了新的契机<sup>[19]</sup>。城市管理信息化不仅在于及时获取信息、实现高效良性互动，还在于进一步依托智能感知、数据挖掘、人工智能等信息传感与分析技术，完善城市管理的数据标准、信息规范、日报采集、智能感知、体征识别、预警预报、政策模拟、专家会商和方案优化，实现科学管理、高效服务，实现人人参与共建、共治、共享智慧城市的美好图景。

信息化体系以城市管理信息化建设为载体，着眼信息化城市管理与服务重塑，面向智慧城市发展需求，整合数据信息资源，强化感知，重塑流程，优化服务，支撑决策，以信息技术为依托实现规划、建设、运行一体，决策、执行、监督协力，政府、企业、市民互动，并通过智能感知、无线技术、泛在网络的广泛应用做到城市管理与服务信息化、标准化、精细化、社会化、动态化、智能化，使城市运行科学、高效、充分、有序，推动公共管理与服务创新，实现城市管理信息化向信息化城市管理的嬗变，实现数字城市向智慧城市、信息化城市的嬗变。北京市以东城区为试点，创建了网格化城市管理新模式<sup>[20]</sup>，构建了基于电子政务模式的信息化城市管理系统<sup>[19]</sup>，并初步建设了常态与非常态、管理与服务、日常运行与应急管理一体的面向智能感知、预警分析、科学决策、高效服务的城市运行系统<sup>[21]</sup>，探索建设了面向知识社会的城市管理应用创新园区，实现了由传统城市管理向现代城市管理的跨越，为现代科技引领的管理创新与制度创新做了最好的注释。

### 3.4 构建面向知识社会的科技创新体系

综上所述，现代城市管理作为典型的现代服务业，其科技创新体系的构建可推广到各类现代服务业的科技创新体系。现代服务业科技创新体系由行业跨领域知识创新、应用创新导向的技术创新、信息技术引领的管理与服务创新三大体系构成（见图 3）。其中，行业知识管理与创新体系以跨专业跨领域专家和大众参与的现代服务业科学研究为先导，应用创新导向的技术创新体系以标准化为轴心，而信息技术引领的管理与服务创新体系则以信息化为载体。进一步审视知识社会环境下的科技创新体系，其应由知识创新、技术创新以及科技引领的制度与管理创新三大体系建构（见图 4）。其中，知识创新系统依托跨领域专家与大众的参与，以科学研究为先导，强化知识管理、强化科学研究与教育培训及科学传播的融合；技术创新由技术进步与应用创新双螺旋驱动，以标准化为轴心，强化政用产学研一体的需

求与价值实现；现代科技引领的管理与制度创新则以信息化为载体，以信息通信技术引领的管理创新为其典型特征，强化管理与制度的重塑。在现代科技发展催生知识社会，科学与技术相互渗透，技术创新与管理创新、制度创新相融合的背景下，这三个体系也不可能是彼此独立的，而是相互渗透，互为支撑，互为动力的，推动着科学研究、技术创新和管理与制度创新的新形态，共同塑造了面向知识社会的下一代创新形态，也就是创新 2.0。

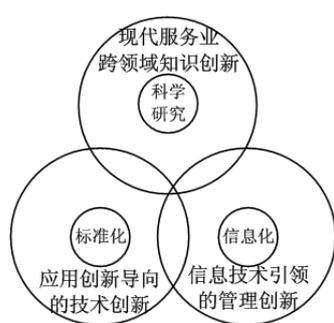


图 3 现代服务业科技创新体系构成简图

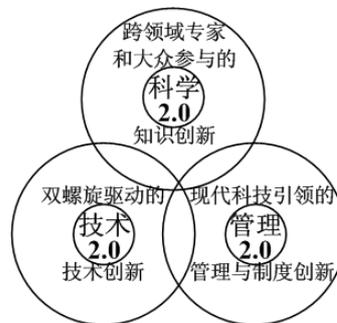


图 4 面向知识社会的科技创新体系构成简图

## 4. 结语

复杂性科学的发展、知识社会的到来为科技创新支撑经济社会发展提供了更加广阔的机遇。钱学森先生关于开放的复杂巨系统理论及其方法论对我们当前的科技创新工作具有深刻的指导意义。复杂性科学视野下面向知识社会的科技创新体系的构建，需要以科学发展观为统领、以用户为中心、需求为导向，系统梳理经济社会发展的重大需求，把握知识社会下创新 2.0 新趋势，以人为本，从科学研究、技术进步与应用创新的协同互动入手，构建政、用、产、学、研多方协同驱动的多元化科技创新系统，探讨科学 2.0、技术 2.0、管理 2.0 的结构变革特征、动态关联机制和发展演变趋势。本文以城市管理科技创新体系构建为例，围绕跨领域知识创新、双螺旋驱动的技术创新、现代科技引领的管理与制度创新，以科学研究为先导、以标准化为支撑、以信息化为载体构建了知识社会下、面向创新 2.0 的科技创新体系。现代城市管理科技创新体系的构建不仅对实现传统城市管理向现代城市管理的跃迁有重要的指导意义，也将对面向服务的科技创新体系构建提供直接的借鉴，对知识社会条件下国家、区域、行业科技创新体系的建构具有重要的参考价值。现代经济、社会、环境与发展必须以开放的复杂巨系统理论为指导，通过面向知识社会的科技创新体系构建，走出科技创新支撑下的可持续发展之路。

## 后记

钱学森先生博大精深的学术思想、高风亮节的精神品质深深的影响、感染着我。就在本文即将付梓之际，惊闻钱老仙逝。他带走了一个时代，他的睿智与远见更超越了一个时代。自 2006 年，结合城市管理的复杂性研究本文作者提出了要以钱学森的开放的复杂巨系统理论为指导构建城市管理科技创新体系，走出科技支撑下的现代城市管理之路，并初步构建了城市管理科技创新体系的内核构成图。此后，在钱学森先生及其开放的复杂巨系统研究团队于景元、钱学敏、赵光武、马蔼乃、苗东升的启迪、指导和帮助下，围绕知识社会条件下科技创新体系的构成与内涵，结合城市管理科技创新体系建设进行的探索一直没有停止，围绕科学认识城市、科学运行城市、科学服务城市的科技创新实践逐步深入，知识创新、技术创

新、信息技术引领的管理创新三个体系已现雏形。在城市管理科技创新体系建设的探索及本文的成文过程中也得到了北京市市政市容管理委员会陈文占、陆海军、陈永、武利亚、李立明、李如刚、刘建平、汪央、朱慧、张冉等同仁以及北京大学杨开忠、邬伦、路风教授、清华大学张楠博士的大力指导、支持和帮助，在此一并表示感谢。巨星陨落，精神永存。悲痛之下，谨以此文缅怀纪念民族魂魄、科学巨擘、我们永远的钱老——人民科学家钱学森先生！

#### 参考文献：

- [1]宋刚,唐蕾,陈锐,纪阳. 复杂性科学视野下的科技创新[J]. 科学对社会的影响, 2008, (2), 28-33
- [2]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
- [3]于景元. 钱学森关于开放的复杂巨系统的研究[J]系统工程理论与实践, 1992,(05): 8-12
- [4]宋刚,张楠. 创新 2.0: 知识社会环境下的创新民主化[J]. 中国软科学, 2009, (10): 60-66
- [5]Mowery D. and Rosenberg N. Path of Innovation: Technological Change in 20th-Century America [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998
- [6]Song G. and Cornford T. Mobile Government: Towards a Service Paradigm [C], Proceedings of the 2nd International Conference on e-Government, University of Pittsburgh, USA. 2006: 208-218
- [7]Song G., Zhang N. and Meng Q. Innovation 2.0 as a Paradigm Shift: Comparative Analysis of Three Innovation Modes [C]. The 3rd International Conference on Engineering Management and Service Sciences (MASS 2009), IEEE Computer Society, 2009
- [8]Hippel E. Democratizing Innovation [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2005
- [9]邵云非,唐小我,陈光. 我国技术创新研究综述[J]. 电子科技大学学报社科版, 2002, 4(1), 48-52
- [10]郑小平. 国家创新体系研究综述[J]. 科学管理研究, 2006, 24(4), 1-5
- [11]唐旭,冷克平. 我国现代服务业的转移趋势及对策分析[J]科技进步与对策, 2006, (12) .
- [12]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
- [13]宋刚.复杂性科学视野下的城市管理三维结构[J]. 城市发展研究, 2007, 14(6): 72-76
- [14]钱学森.标准化和标准学研究[J]. 标准化通讯, 1979, (3): 12-13
- [15]宋刚,李立明,王五胜. 城市管理“三验”应用创新园区模式探索[J]. 中国行政管理, 2008, (S1): 98-101
- [16]葛霆,周华东. 国际创新理论的七大进展[J]. 中国科学院院刊, 2007, 22(6): 441-447.
- [17]李京文. 中国在 21 世纪全新环境下的管理创新[J]. 科学中国人,2002, (7):11-13
- [18]宋刚, 李明升. 移动政务推动公共管理与服务创新[J]. 办公自动化, 2006, (9): 10-13
- [19]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
- [20]陈平.网格化城市管理新模式. [M] .北京: 北京大学出版社, 2006
- [21]李立明,宋刚,刘琨,等.和谐城市运行模式研究[J]. 城市管理与科技, 2007, 9(2): 22-26

移动政务实验室

<http://www.mgov.cn/lab/>

2009 年 11 月 6 日

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 (6): 1-6

SONG Gang. (2009) "Science & Technology Innovation System in Perspective of Open Complex Giant System Theory of Qian Xuesen - Example from Construction of Urban Management Science and Technology Innovation System" *Scientific Management Research*, Vol. 27, No. 6, pp.1-6