

复杂性科学视野下的科技创新

宋刚^{1,2}, 唐蔷³, 陈锐⁴, 纪阳⁵

(1、北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871; 2、北京市市政管理委员会, 北京 100032; 3、清华大学公共管理学院, 北京, 100084; 4、中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100080; 5、北京邮电大学无线新技术研究所, 北京 100876)

[摘要] 科技创新是各创新主体、创新要素交互复杂作用下的一种复杂涌现现象, 是技术进步与应用创新的“双螺旋结构”共同演进的产物。信息通讯技术的融合与发展推动了社会形态的变革, 催生了知识社会, 使得传统的实验室边界逐步“融化”, 进一步推动了科技创新模式的嬗变。要完善科技创新体系急需构建以用户为中心、需求为驱动的共同创新、开放创新的应用创新平台, 实现技术进步与应用创新的并驾齐驱, 打造用户参与的创新 2.0 模式。

[关键词] 科技创新, 双螺旋结构, 应用创新, 创新 2.0

Technology Innovation in Perspective of Complexity Science

SONG Gang^{1,2}, TANG Qiang³, CHEN Rui⁴, JI Yang⁵

(1, Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University; 2, Beijing Municipal Administration Commission; 3, School of Public Policy and Management, Tsinghua University; 4, Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences; 5, Wireless Technology Innovation Institute, Beijing University of Posts and Telecommunications)

[Abstract] Technology innovation is an emergence out of the complex interaction of the actors and elements of innovation. It is also the outcome of the double helix structure of technology development and application innovation. The emergence and convergence of ICT enables knowledge-based society, dissolves the boundary of traditional science labs and further pushes the transition of technology innovation mode to Innovation 2.0. It is very important to form the user-centric, demand-driven open innovation, co-innovation application innovation platform to complement the technology development platform.

[Key words] Technology Innovation, double helix, Application Innovation, Innovation 2.0

科技创新是在各创新主体、创新要素交互复杂作用下涌现出来的, 是技术进步与应用创新的“双螺旋结构”共同演进催生的产物。伴随着信息技术的融合和发展, 以移动技术为代表的普适计算推动了组织形态、社会形态的深刻变革^[1], 也改变了知识传播与共享的方式, 触发了欧洲 LIVING LAB、中国“三验”应用创新园区(AIP)等应用创新模式的探索, 为科技创新模式的嬗变提供了新的机遇^[2]。科技创新体系的逐步完善要求构建以用户为中心、以需求为驱动的共同创新、开放创新平台, 科技创新活动不再是实验室里科研人员的专利, 而需要全社会的共同参与。如何将科技创新活动从科研人员的实验室搬到广阔的社会实践中去, 推动科技创新从创新 1.0 到创新 2.0 的跨越, 实现技术进步与应用创新的并驾齐驱, 对于全面推动科技创新, 构建创新型国家尤其重要。

一、科技创新的复杂性

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学技术发展有着直接的关系。在科学技术的引领和推动下, 人类正经历着重大的历史性变革。目前, 科学技术革命日新月异, 科技创新已成为地区经济与社会发展的主导力量, 成为综合实力竞争的决定性因素。党中央、国务院把握全局、放眼世界、面向未来, 做出了增强自主创新能力, 建设创新型国家的重大战略决策和部署, 把科技进步和创新作为经济社会发展的首要推动力量, 把提高自主创新能力作为调整经济结构、转变增长方式、提高国家竞争力的中心环节。国内发达地区和城市都在

积极顺应国际国内经济社会宏观发展趋势，竞相把增强自主创新能力作为推进区域发展的主体战略，借以在新一轮竞争中占据优势，赢得主动。

在科技创新的过程中，只有正确理解科技创新的复杂性，把握技术创新的驱动因素，才能够找到促进技术创新的最有效途径。科技创新活动绝非简单的线性递进关系，也不是一个简单的从用户需求到技术研发、试点示范、推广应用、标准与技术监督的创新链条，而是一个复杂涌现现象。科技创新涉及企业、科研院所、高等院校、中介服务机构、社会公众、政府、国际组织等多个主体，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。高道才等将创新的主体动力归结为由外围动力、周围动力和内驱动力三个子系统构成，共同激发人的创新激情和探索行为^[3]。科技创新是科技基础、科技投入、政策环境、创新体系和人文环境等多方面的综合体。首先，科技创新是在深厚的科技积累基础之上的，这是科技创新的基础；其次，科技创新需要加大科技投入，特别是R&D投入，这是科技创新的前提条件；第三，科技创新需要创造良好的制度、政策环境，这是科技创新的保证；第四，科技创新需要构建完善的科技创新体系，这是创新推进的保障；第五，科技创新需要适合创新的人文环境。以上五个方面在科技创新中发挥着各自的作用，同时又发挥着相互关联、相互影响的交互作用，共同决定着科技创新的成败。

科技创新能力是促进生产力发展的第一要素，是知识经济发展的主要动力，是可持续发展能力的核心因素。可持续的生产方式、生活方式和社会发展模式的形成与发展均依赖于科技的创新、发展和应用。必须建立与社会结合，完善多源、多样的创新投入体制与格局，形成新型的创新价值链合作伙伴关系，建设可持续创新的制度、文化、设施与环境，才能为可持续创新能力发展的提升提供坚实的基础。科技创新的复杂涌现特性为构建政府相关部门、相关企业、科研机构、科技中介以及市民等创新主体和各类创新要素高度耦合的开放的、社会化创新平台提出了要求。

二、科技创新的“双螺旋结构”

科技创新活动绝非简单的线性递进关系，也不是一个简单的创新链条，而是一个复杂、全面的系统工程。在多主体参与、多要素互动的过程中，作为推动力的技术进步与作为拉动力的应用创新之间的互动推动了科技创新。技术进步和应用创新两个方向可以被看作既分立又统一、共同演进的一对“双螺旋结构”，或者说是并行齐驱的双轮——技术进步为应用创新创造了新的技术，而应用创新往往很快就会触到技术的极限，进而鞭策技术的进一步演进。只有当技术和应用的激烈碰撞达到一定的融合程度时，才会诞生出引人入胜的模式创新和行业发展的新热点。科技创新正是这个技术进步与应用创新“双螺旋结构”共同演进催生的产物。

从广义上讲，技术进步是指技术所涵盖的各种形式知识的积累与改进。在开放经济中，技术进步的途径主要有三个方面即技术创新、技术扩散、技术转移与引进。对于后发国家来说，工业化的赶超就是技术的赶超。根据当前的情况，后发国家技术赶超应该分为三个阶段，第一阶段以自由贸易和技术引进为主，主要通过引进技术，加速自己的技术进步，促进产业结构升级；第二阶段，技术引进与技术开发并重，实施适度的贸易保护，国家对资源进行重新配置，通过有选择的产业政策，打破发达国家的技术垄断，进一步提升产业结构；第三阶段，必须以技术的自主开发为主，面对的是新兴的高新技术产业，国家主要通过产业政策，加强与发达国家跨国公司的合作与交流，占领产业制高点，获得先发优势和规模经济，将动态的比较优势与静态的比较优势结合起来，兼顾长期利益与短期利益，宏观平衡与微观效率，有效的配置资源，实现跨越式赶超。目前国内城市主要通过各类高新技术园区和开发区来完成国家的技术赶超工作，政府通过政策等引导资金、技术、人才、产业等的集聚来孵化高新企业和高新技术。

应用创新，就是以用户为中心，置身用户应用环境的变化，通过研发人员与用户的互动挖掘需求，通过用户参与创意提出到技术研发与验证的全过程，发现用户的现实与潜在需求，通过各种创新的技术与产品，推动科技创新。应用创新要求建立畅通高效的创新服务体系，为技术与产品研发提供最贴

近市场和用户需求的信息，推动应用创新，并进一步提供技术进步的动力。同时，技术研发方通过以应用为核心，进行技术集成创新，培养产品设计能力、研发能力，逐步向产业上游发展，推动产业的更新换代，提升整个行业科技水平。目前在科技创新体系还更多的注重技术进步，对面向用户的应用创新较少给予关注。科技成果的转化率低、实用性和推广性差等很多科技管理体系的弊病都与此相关，技术与用户需求对接出现了问题，造成技术进步与实际应用之间的脱节。制度设计对于技术发展、产品转化十分重要。当我们通过高新技术园区这种制度设计实现了产业的集聚、技术的集聚、人才的集聚的时候，我们却没有很好的在制度层面上解决技术的应用、转化以及以用户需求为中心的应用创新的机制，在科技支撑经济社会发展、特别是公共服务业的一线管理与服务方面缺乏动力^[2]。

为进一步完善科技创新体系，我们有必要在应用创新方面通过开放创新、共同创新平台，即应用创新园区的制度设计，来实现用户、需求的集聚，实现以用户需求为中心的各类创新要素的集聚和各类创新主体的互动。以高新技术园区和应用创新园区两种制度设计的高度互补与互动，形成技术进步和应用创新的两轮驱动、并驾齐驱，通过“双螺旋结构”的互动全面推动科技创新将是探索健全和完善科技创新体系的一个重要探索。

三、信息通讯技术的发展推动创新模式的嬗变

信息通讯技术的融合与发展为普适计算（Ubiquitous Computing）、随时随地（Any time, anywhere）在线联接、通讯联络、信息交换与共享提供了可能^[4]，进一步推动了知识社会的形成和发展。以移动技术为代表的普适计算的发展正在推动着人们生活方式、工作方式、组织方式与社会形态的深刻变革，成为继因特网之后的又一次信息革命^[1]。在过去的十年里，全球经济一体化和信息通讯技术同步发展，携手并进。这不仅是因为多数生产信息和通讯技术的企业均为国际化大企业，更是由于信息和通讯技术的应用为人们提供了工作的新方式以及在任何距离内交流的新手段。信息和通讯技术同时也为改善产品进入新市场以及为表达和传播见解和观点提供了诸多新的机会。普适计算、普适网络的发展不仅改变了信息处理和传播的方式，使得信息普适、知识普适，以知识为基础的创新活动也普适了，科技创新不再是少数被称为科学家的人群的专利，每个人都科技是创新的主体，生活、工作在社会中的用户真正拥有最终的发言权。伴随着信息技术的融合与发展，社会形态越来越呈现出复杂多变的流体特性^[1]，传统的社会组织及其活动边界正在“融化”^[5]。传统意义的实验室的边界以及创新活动的边界也随之“融化”，科研人员在实验室里搞研究、开发，然后再交给市场去转化、推广的线性科技创新链条正随着信息技术的发展发生着嬗变。

如何在理解科技创新复杂性的基础上，充分把握信息技术带来的新机遇、应对科技创新新趋势，对于全面实现“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的目标，全面推进知识社会条件下的科技创新，实现科技赶超和跨越发展尤其重要。传统的以技术发展为导向、科研人员为主体、实验室为载体的科技创新活动正面临挑战，以用户为中心、以社会实践为舞台、以共同创新、开放创新为特点的用户参与的创新 2.0 模式正在逐步显现。中国的“三验”应用创新园区模式和欧盟的 Living Labs 创新模式正是积极应对这些机遇与挑战的努力与探索，通过共同创新、开放创新平台的建设，构建用户为中心、需求为驱动的创新服务总线以及新型的创新价值链合作伙伴关系。

四、应用创新园区与应用创新案例

科技创新的复杂涌现特性以及新技术条件下的知识社会环境为构建政府相关部门、相关企业、科研机构、科技中介以及市民等创新主体和各类创新要素高度耦合的开放的、社会化创新平台提出了新要求，提供了新机遇。科技创新本身具有很强的外部效应，政府有责任通过用户共同创新、开放创新平台的构建，推动以用户为中心、需求为驱动的应用创新，并通过应用创新平台和技术进步平台的对接推动技术进步与应用创新的并驾齐驱，全面推动科技创新。北京市市政管理委员会正是基于这些认识，启动了“三验”应用创新园区的探索。园区如何实现以用户为中心、需求为驱动的共同创新、开放创新，打造用户参与的创新 2.0 模式，又如何与高新技术园区实现对接呢？我们将通过应用创新园

区的简单介绍以及一个简单的应用创新案例，也就是该园区孵化的第一个信息技术新应用，试图大家以启发。

1. “三验”应用创新园区概况

“三验”应用创新园区，即城市管理科技应用创新园区，是由北京市市政管理委员会、北京市科学技术委员会领导，北京市相关政府机构支持，各区县市政管委等机构参与；北京城市管理科技协会承办，相关企业、科研机构、行业协会等协办的开放式、公益性、非盈利机构。园区的核心理念即构建以用户为中心、以需求为引导、以技术为推动，需求与技术充分互动的应用创新平台，贯彻“最终用户参与产品、技术研发、设计过程”的应用创新理念，推动以“三验”（体验、试验、检验）为核心的技术应用研发与试点示范活动。

应用创新园区的建设旨在通过政府支持、协会搭台、企业唱戏、社会各界参与，促进应用技术、产品的研发及成熟转化，推动城市管理整体科技水平的提高。园区是为目前正在建设的城市管理科技创新体系服务的，它是以汇聚用户资源、挖掘用户需求、推动共同创新，实现将响应社会需求的发展引导类技术以及需要试点示范的技术转化为先进成熟适用技术为具体目的的，其定位为：“城市管理相关技术产品应用创新的载体；城市管理科技信息的辐射源；科普宣传、展示基地；社会宣传教育基地”。其功能为：以“三验”推动城市管理相关技术产品的应用创新与试点示范。即通过用户需求的挖掘产生新应用，推动新技术，通过“三验”，即用户体验、科技研发单位试验以及政府委托第三方检验，并通过试点示范等多种形式，组织专家评审，实现以用户为中心、需求为驱动、以应用创新、成果转化推广为目的的“三验”科技应用创新与试点示范过程。

城市管理科技应用创新园区经多年筹划，通过“三验”项目的尝试性的运行，已有一批创新技术得到了不同程度的完善和推广。经过对体验、试验、检验“三验”机制的不断摸索，应用创新园区已经积累了一定的实践经验，并正在通过“三验”应用创新园区的建设不断完善“三验”应用创新模式。

2. “三验”应用创新案例

“移动听网”技术是由北京闻言科技有限公司自主研发并推向市场的一项崭新的互联网技术。它是在我国先导性科技园区中关村高新技术园区孵化下由我国科研人员完全自主研发的一项高科技成果，拥有2项国家发明专利。“移动听网”技术可以使人们摆脱屏幕的束缚，打破传统上网地理位置和浏览方式的限制，通过听觉更方便的获取信息。它的出现丰富了信息传播的渠道，为催生出一条全新的产业链和一系列产业模式提供了可能。

同很多创新技术一样，“移动听网”技术的转化应用遇到了难题，如何让潜在用户们在短时间内认识“听网”、了解“听网”并使用“听网”技术，如何找到“听网”技术与用户需求的结合点，成为困扰这家科技公司的新课题。城市管理“三验”应用创新园区正是针对科技研发企业的这类问题，通过应用创新园区的建设，通过应用创新园区与高新技术园区的对接，解决目前科技创新体系里的两张皮问题。园区通过用户俱乐部的形式实现了用户与需求的集聚，搭建了一个科技研发人员、用户、相关企业、科技中介、政府机构互动的平台，也推动了技术创新与应用创新的互动。通过科研人员与最终用户的互动，通过园区体验、试验、检验机制孵化了“城管导听”这一应用结合点。基于“移动听网”技术，通过科研人员与最终用户的互动和共同开发设计，针对城管监督员常年户外作业，工作条件复杂，视觉阅读不便的工作特点的城管导听系统目前已在北京市朝阳区逐步推广，为城市管理指挥中心和城管员提供了一种高效的沟通工具，提高了城管监督员的管理水平。

在依托应用创新园区应用创新“移动听网”技术的过程中，“三验”的思路得到了较好的贯彻和体现。政府管理部门、城管监督员与科研人员的互动“体验”过程，推动了这项创新应用和技术转化；通过园区平台，城管导听系统通过园区机制、通过互动对系统的稳定性、易用性等问题进行了试验，快速发现问题、解决问题，同时又将新的技术需求反馈到技术研发单位，为技术的进一步发展提供了动力。通过相关技术检验等手段，园区还为应用创新提供相关的服务，为后续的推广应用奠定基础。

五、研究展望

科技工作的实践让我们深刻认识到科技创新是创新主体、创新要素交互复杂作用下涌现出来的, 科技创新必须实现技术发展与应用创新的并驾齐驱, 在“双螺旋结构”作用下推动。在技术发展方面, 我们要以高新技术园区为平台, 通过资金、人才、技术等要素的集聚孵化新企业、孵化新技术; 在应用创新方面, 可以通过“三验”应用创新园区的摸索, 以应用创新园区为平台, 通过用户的集聚、需求的集聚以及各创新主体、创新要素的集聚, 推动应用创新, 谋求技术进步平台与应用创新平台的对接, 通过需求与技术的对接和互动, 构建一个高效的创新体系。我们要充分利用信息技术融合与发展给科技创新带来的新机遇, 通过“三验”应用创新园区的探索逐步构建用户为中心、需求为驱动的创新服务总线以及新型的创新价值链合作伙伴关系, 全面打造创新 2.0 模式, 推动全民参与科技创新, 营造创新氛围, 推动开放创新、共同创新, 探索进一步健全和完善我国科技创新体系。

复杂性科学视野下的科技创新以经济、社会和环境的协调发展为目标, 紧密围绕国家与区域发展的重大需求, 把握对知识社会科技创新形态新趋势, 从技术进步与应用创新的互动影响入手, 开展对多维尺度下用户参与的创新 2.0 模式的系统剖析, 探讨国家、区域、城市、社区等不同尺度社会、经济、科技、资源和环境等领域创新涌现的结构变革特征、动态关联机制、空间分布格局和发展演变趋势, 系统梳理创新 2.0 的发展模式与路径选择, 为制订创新 2.0 的整体架构提供理论上的科学依据和实证上的案例借鉴。

[参考文献]

- [1] Song Gang. Transcending e-Government: A Case of Mobile Government in Beijing[C]/I. Kushchu. Proceedings of Euro Mobile Government (Euro mGov) Conference, ICMG, Brighton, UK. 2005: 476-485.
- [2]宋刚,纪阳,陈锐,唐蔷. 欧洲 Living Labs 创新模式对中国城市管理科技应用创新园区建设的启示[J]. 城市管理与科技, 2007, 9 (6): 44-48
- [3]高道才,张忠,黄金光. 自主创新的主体动力系统探析[J], 青岛农业大学学报(社会科学版),2007(9):62-66
- [4]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
- [5]Song Gang and Tony Cornford. Mobile Government: Towards a Service Paradigm[C]/Dan Remenyi. Proceedings of the 2nd International Conference on e-Government, University of Pittsburgh, USA. 2006: 208-218.

宋刚, 唐蔷, 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
SONG Gang, TANG Qiang, CHEN Rui, JI Yang. (2008) "Technology Innovation in Perspective of Complexity Science" *Impact of Science on Society*, 2, pp.28-33