



Views & Comments

可持续科技的研究与创新策略——评《探索知识体系的逻辑与架构》

Augusta Maria Paci

Department of Chemical Sciences and Materials Technologies, National Research Council, Rome 00185, Italy

1. 引言

近年来，为应对重大全球挑战，迫切需要探索可以处理多方面状况的策略。经济、社会、环境和技术层面共同作为变革的主要驱动力，面向研发（R&D）型社会的科技（S&T）项目是在向知识经济的国际转型过程中创造新的突破性解决方案的重要资本。

不久前，笔者在科学期刊 *Engineering* 上读到一篇文章 [1]，该文提出了一种令人感兴趣的逻辑，以探讨 S&T 文化转型的一种新的方法论；该文同时建议，针对知识经济中至关重要的“未解决问题”，应从需求驱动的角度重新思考当前的知识体系。笔者对这篇文章很感兴趣，尽管全球科技论文的发表量相当可观，但关注 S&T 文化转型的却很少。目前，许多关于知识经济的令人感兴趣的论文均发表在社会经济期刊上，从而在科学和社会经济文化领域间产生沟通鸿沟，由此可见此文相当独特，它提供了一个前瞻且高层次的信息，值得引起研究和创新（R&I）活动的决策者和学者的广泛关注。

在这篇题为《探索知识体系的逻辑与架构：多层次、多尺度及介尺度复杂性》的文章中，李静海教授预见了一场文化转型，并详尽阐述了一种新的多层次方法，以发展一种新的知识体系来描述符合 R&I 目的的逻辑和架构。这种以系统为导向的方法可以推动决策者在各级科技知识的创造、生产和供应方面进行深刻的变革。

这一目标正是李工作的价值所在。基于过程工程方面坚实的基础，李提出了一个经过整合和系统思考的建

议。将巨大变革过程中的核心要素置于宏观层次，这将有助于构建未来几十年的知识体系。

2. 李的文章结构概述

（1）突破惯性思维模式：本节报道了当代科学面临的主要问题，如当前科学还原论和系统论的争论。对重大成果的验证表明，S&T 在世界变革中发挥了至关重要的作用。该文建议在 S&T 的学科之间建立新的逻辑关系，并确定面向 S&T 体系新布局的有效途径，同时描述了推动全球科研范式转变可能采取的行动。

（2）理清知识体系的结构和逻辑：本节介绍了知识体系的现状，并提出“介尺度复杂性”是形成新的科研模式的关键所在。作者解释了将 S&T 知识体系融合为单一架构模型的多层次和多尺度属性，以及介尺度复杂性。而这些术语，如多层次、多尺度和介尺度的含义应根据文献中的最新进展加以描述，以促进各学科间交流。

（3）填补现有知识体系缺少的环节：本节重点讨论了知识体系缺少的环节，以及在多目标问题建模过程中统一数学框架的关键作用。作者介绍了介尺度问题和能量最小多尺度（EMMS）模型的发展过程，并提炼出主导机制竞争中协调的共性原理，以引入一种跨学科的新方法。李强调，这样做可能会导致与以往不同的 S&T 体系架构的出现，且机遇与挑战并存。基于这一观点，中国国家自然科学基金委员会（NSFC）资助的介尺度重

大研究计划被视为能源技术研究领域的一种新型设计方法。

(4) 形成新的科研模式：本节对科研模式变革提出了指导意见，并强调了信息和通信技术（ICT）在其中所起的重要推动作用。李指出，现有数值和图形模拟方法以解析、推导和决定论为主导，而用于开发新测量和实验技术的研究方法的根本性变革将带来突破性的结果。未来的科学研究和相关方法，以及动态、非线性、非平衡且系统的理论均需要更高的时空分辨率。

(5) 结语：最后，李谈到需要突破惯性思维来重新思考S&T架构，并形成新的科研范式，以重新定义宇宙空间，为科学和创新创建可持续的跨学科研究活动。

李发表此文旨在引起各界的思考：首先，需要为S&T的可持续未来设计一条有效途径；其次，需要与其他S&T体系分享这种概念方法，以便形成科研新范式。李强调了科研模式转变的必要性，以探索全世界许多S&T体系中普遍存在的“重大但尚未解决的问题”。要解决这些问题需要建立跨越现有知识体系的多维关联，从而将知识体系与技术体系融为一体，这样才能促进经济的增长，环境、文化和生活方式的改善。

文章建议的科学技术布局的概念模型详见参考文献[1]中的图2。原则上，这种模式推动了动态交互目标的实现，以及科学家、各领域专家、课题组和具有相关研究人员的机构间新合作关系的发展。李在3.5小节中描述了科学技术4类研究对象的共性，从而归纳出介尺度复杂性是应对未解决重大问题的关键。

上述概念模型（参考文献[1]中的图2）具有演变为所谓的“参考模型”的能力，可用于支持和推动真实环境和参与者的转换。以这种方式可使静态的知识体系成为设计一个广泛的、跨学科的和前瞻性的新兴学科的实用工具。用此概念模型作为参考模型，可将理想知识体系的假想逻辑转变为真实、重要且极具前瞻性的S&T进展[2]。

然而，要想填补现有知识体系缺少环节和途径，需要融合自上而下和自下而上的策略，以便共享基本原理、预期收益、适应需求以及纳入、配合和评价现有工作的制度，从而创造新的知识体系。

李指出了“现有知识体系”的相关问题，并强调需要关注表征当代科学缺少环节的介尺度复杂性，这样才能融合自然科学和考虑家庭、城镇、国家的社会科学。全球面临的共同挑战和问题需要各方努力和学科融合，

才能开发可实现S&T创新所需的理论、原理、方法和工具。李提出的新的科研模式概括了S&T活动的生命周期（参考文献[1]中的图4）。图中描述了研究物质和社会世界的科学过程之间相互依存关系的实际增长。世界的复杂性需要高价值的观测以及大数据驱动和虚拟表示。

通过这种方式，李概括了3种开展跨学科研究活动的方法（参考文献[1]的图5）。这3种方法可成为“推动模式”的关键因素，为激发对此感兴趣的S&T团体和其他决策者探索跨领域的共同原理，获得高层次的变革成果和建立广泛尺度参与度提供指导。

为了推动文中提到的科研模式变革，李呼吁读者考虑“大数据、云科学和开放获取”的相关性。面向未来的数据策略是科研模式重大变革的关键驱动因素，并将对科学和社会的学习和共享过程产生深远影响。

3. 文中可能的转折点

3.1. 变革思维模式

打破惯性思维意味着研究思维的转变，这种变化将使范式转变，以便能够面对世界的复杂性。李的文章谈到了一些具体的S&T情况。例如，在一个机构的规划中，揭示其中的介科学内涵对于融合S&T领域和相关的研发团队十分重要。变革思维模式的内在价值在于加速对介尺度问题的研究，促进跨学科和学科交叉方法的发展。然而，必须进一步讨论概念性的表述和高层次的模型，以便在相关和多元化背景下与现有S&T群体共享高价值的关联。就其本身而言，S&T群体对概念模型的认识可能是比较肤浅甚至错误的，因为研究人员主要是埋头于自身的活动，并充分参与实验室和项目中的研究活动的日常运作；另一方面，决策者、公众以及工业界可能更关注提高效益，更愿意支持高水平的S&T工作。呼吁更广泛的科学投入需要预见即将到来的变革，并能找出在确定时期内控制整个S&T过程的抓手。为此，促进可持续发展的S&T政策会吸引更多的投资者。这种由合理过程支持的政策可以预见潜在的成功要素和竞争力，并有助于发展在时间和总体质量方面都持久的综合观点。

3.2. 协作、合作、合作竞争和竞争

S&T发展需要团队具备多个层次上的能力和技能。

李的文章对此进行了探讨,比如在“形成新的科研模式”一节,以及描述需要专业团队、学科交叉部门、跨学科中心以及通用平台的部分。然而,要使这种组织方式能够响应S&T的需求,还必须考虑新的关系、计划和协议,以实现目标导向、敏捷、高效和可信赖的团队合作。协作计划必须围绕S&T目标建立和发展,并由研究机构管理,以提高和确保S&T的卓越水平。为衔接、增值各种各样的观点,文章中为团队合作计划提供了不同的策略选择,这些策略的实施可以培育高附加值的合作关系。协作是翻动S&T知识浪潮的主阵地,以整合不同领域的研究工作,并可以通过各种类型的协议实现不同国际团体成员之间的互动。

合作是建立伙伴关系的一种具体形式,这可以是制定具体研究计划和促进能力流动性的一个通用框架。

联盟是一种合作形式,旨在创建对同一主题感兴趣并期望获得潜在互利的多方协同合作。在这种情况下,联盟也是一种组织形式,需要拥有R&I手段的具体行为者能够促成利益各方签署协议,以实现共同感兴趣的高级别目标。

在不久的将来,以实验室、项目和旗舰项目为代表的关系的演进与巩固,将揭示通过各种法律文书管理的高度动态的环境,这些文书目前是全球层面先进科学管理的一部分。

在不断演进的知识发展的早期阶段,应鼓励研究人员树立“前竞争精神”,然后再建立“合作竞争方法”,这是培养人才和提高科学的社会价值的先决条件。关于合作竞争,“竞争中协调”原理是非常重要的,正如Batterham[3]在回应李的文章时指出的那样。Batterham着重强调“竞争中协调”是推进发展的共同原理:其不仅在科学上,而且在工业经济转型过程中都是至关重要的。平台的作用与成功不仅在虚拟网络上,而且在物理现实中已经证明了创建活动(如峰会)场所是非常重要的,在此不仅可以交换直接经验,还可以在上述概念模型的任意转换过程中,通过集体参与推动个体竞争。

在可预期的将来,新的行为和团队建设战略将是培植R&I团队的关键因素。在欧盟(EU),欧洲多年度框架计划(European Multiannual Framework Program, MFP)代表了多国协作研究、技术开发和创新的宝贵经验。基于专家的评估和评定,该R&I欧盟计划通过促进“跨国联合倡议协作伙伴关系”,大力推动实际环境中知识和创新发展,以提升研究水平,培育前竞争项目。

3.3. 适应力、团队依存及领地

李评述了有预见性的率先行动以及提前洞察S&T变革的价值。如此可以帮助S&T团队、决策者以及其他参与者分析由重要前瞻性滚动计划支持的研究方案。如上所述,李的概念模型可以成为具体协商的参考模型,并且可以产生动力以推动实现S&T效率与效益提升的新框架的需求。

适应力有助于改善资源与远程文化方法之间的贯通,也有助于在宏观层面和运作层面上,针对S&T研究及科学可持续发展的政策投资,设计S&T计划和行动。

在这种不断演变的格局中,重要的是要考虑研究方案的参加者和受众:城市、地区和社会,以及其中的差异。在如此复杂的环境和如此高度的经济依存关系中——这也是欧元区政治经济学有待解决的——可以量身设计各种解决方案,让多个层面的行为者(即超国家、国家、区域和部门)参与其中,以满足预期。因此,决策层面上需要深入思考,并指导我们发挥S&T作用,推动S&T活动,从而在多个领域中获得突破性的解决方案。

李强调,要想变革目前的S&T系统布局,在交叉学科研究中发掘有重大突破的知识体系新逻辑是至关重要的。这就要求教育系统在考虑文化根源的价值的同时,在培养年轻一代的文化发展方面发挥作用[4]。

4. 结论

李的文章预见了一场文化转型,基于一种新颖的多层次方法,并建立在未来几十年满足R&I目标的关系之上。因此,李的文章提出了对新科学的综合前瞻性愿景,以及S&T发展的紧迫性,旨在应对当前由研究方法、理论、技术的突破和对整个社会的影响所带来的变化。

本评论重点探讨了考虑多个层面(超国家、国家、区域、部门)的多个行动者的S&T协作和合作的一些转折点。

2005年,笔者有机会在全球化初期的一项庞大的欧洲倡议中,为类似的转型作出了贡献。为了加快转型进程,建立一个模式是有价值的。这值得对此感兴趣的参与者承担义务,并与决策者进行系统性的抗争,以发展正确的运作条件。前瞻性活动可以参与其中,有助于提供有价值的方法,让人们、城市和地区意识到转型过程的必要性。参与者必须提升应变能力及其他新技能。关

于S&T政策的制定，在EU，每隔7年都会在R&I战略设计思维方法的基础上建立“EU框架计划”，并进行广泛协商；其是S&T合作的战略推动者。这项欧盟计划通过竞争性招标成员国内优秀的R&I合作伙伴关系，革新了研究活动和资金分配方式。这一超国家政策意味着，源自不同类型的合作伙伴和成员国之间，建立在信任和信用之上的欧洲合作环境的多层次方案和文书基础上，所达成的不同级别的协议。

我相信，李的文章可以指导我们的共同思考，并作为高层次科学知识发展的一部分，为理解全球可持续S&T发展，以及吸收、过滤和评估社会关注点开辟新的途径。李提出的模型提供了S&T中考虑的共性

原理，以使用先进的高水平研究方案应对巨大的全球挑战。

（翻译：王健、黄文来）

References

- [1] Li J. Exploring the logic and landscape of the knowledge system: multilevel structures, each multiscaled with complexity at the mesoscale. *Engineering* 2016;2(3):276–85.
- [2] Paci AM, Lalle C, Chiacchio MS. Knowledge management for open innovation: collaborative mapping of needs and competencies. *J Knowl Manag Pract [Internet]* 2010 Mar [cited 2018 May 4];11(1): [about 1 p.]. Available from: <http://www.tlaintc.com/articl212.htm>.
- [3] Batterham R. Compromise through competition: a more widely applicable approach. *Engineering* 2016;2(3):286–7.
- [4] Rolstadas A, Paci AM. Editorial: special issue on engineering education. *J Intell Manuf* 2013;24(3):421–2.