

如何布局我国前瞻技术领域？ ——来自 OECD “生产革命” 研究项目的启示

王 婷，蔺 洁，陈凯华

（中国科学院科技战略咨询研究院，北京 100190）

摘 要：本文在研究经济合作与发展组织“生产革命”研究项目的基础上，通过对具体技术领域和技术创新过程关键问题两方面的政策研究，提出实施前瞻的技术政策来应对下一轮生产革命的政策思考。结合我国当前科技政策的发展现状和未来生产方式的技术需求，提出我国前瞻布局技术领域的 8 项重点，以期为我国制定中长期科学和技术规划、实现世界科技强国目标提供政策参考。

关键词：前瞻技术；生产革命；技术政策

中图分类号：G301 **文献标识码：**A **DOI：**10.3772/j.issn.1009-8623.2018.02.011

人类社会已经历了三次工业革命，其代表性技术分别为蒸汽动力、电力技术和信息技术。三次工业革命都伴随着彻底改变人类社会生产方式的“生产革命”。随着以智能为特征的数字技术、生物生产、纳米技术、3D 打印技术、新材料、新能源等多种技术的整合创新、相互交融，以技术发展为基础的下一轮生产革命已经来临。相应的，下一轮生产革命将对未来 10~15 年的生产方式、就业、收入分配、教育、贸易、社会福利和环境等产生深远影响。

谁能在下一轮技术革命中展开前瞻布局，率先突破，抢占先机，谁就能在下一轮生产革命中占据主导地位。经济合作与发展组织（OECD）率先开展了“生产革命”相关研究。为了系统分析新技术所产生的影响，为政府和决策者制定应对下一轮生产革命的相关政策，实现效益最大化提供建议，2015 年初经济合作与发展组织开始了为期两年、题为“推动下一轮生产革命：制造和服务的未来”的“生产革命”研究项目^[1]。与此同时，一些经济合作与发展组织国家的政府和智库也加强了未

来生产领域的相关研究，研究重点多为制造业^[2]。2017 年 5 月 10 日，经济合作与发展组织发布该项目的研究报告《下一轮生产革命：对政府和商业的影响》^[3]，报告重点分析了新技术产生的影响，并提出了应对下一轮生产革命的政策思考。

我国经济正处于由传统要素驱动向创新驱动的转型发展期，创新制度体系、管理模式和环境体系仍处于完善阶段，更应该积极应对下一轮技术革命和生产革命带来的机遇与挑战，迫切需要借鉴国际先进经验，结合自身发展特征进行前瞻战略和政策布局，在下一轮产业革命和产业竞争中拥有更多主动权和主导权。本文基于对经济合作与发展组织“生产革命”研究项目的深入研究，针对我国当前科技政策的发展现状和未来生产方式的技术需要，提出了我国科技布局与技术政策的重点。

1 经济合作与发展组织“生产革命”项目概述

经济合作与发展组织在研究报告《下一轮生产革命：对政府和商业的影响》中提出，各国政府应

第一作者简介：王婷（1983—），女，博士，助理研究员，主要研究方向为科技政策与创新管理。

项目来源：中国科协重大科技前沿和创新战略跟踪研究“分项研究—新能源领域前沿跟踪研究”（Y701641901）。

收稿日期：2018-01-20

通过主动实施前瞻性、长期性的技术政策，积极应对下一轮生产革命的政策思想。这一政策思想主要体现在两方面：一是具体技术领域的政策研究；二是影响技术创新关键问题的政策研究。

1.1 具体技术领域的政策研究

具体技术领域的政策研究主要包括数字技术、生物生产、纳米技术、3D 打印技术、新材料等技术领域，主要结论包括以下几点。

1.1.1 通过供需互补的政策促进信息通信技术和数据产业发展

政策制定要注重供给侧政策与需求侧政策的互补关系。

一是制定供给侧政策支持大数据、云计算、高性能计算、物联网以及网络安全和隐私增强等关键技术的研发应用。

二是通过政府采购、刺激私人消费需求、创新券计划等需求侧政策鼓励对关键信息通信技术的投资。

三是鼓励对具有溢出效应、社会价值高于私有价值，同时解决了数据分享回报率低等问题的数据产业进行投资。

四是建立统一、开放的标准，提高数据的互操作性和重复使用，减少技术锁定，增强服务提供商之间的竞争。

1.1.2 制定数字治理框架，应对数字技术新兴风险

数字技术的发展和应用的渗透到经济社会生活的方方面面。

一是为安全有效地发展数字技术，增强对数字重复利用、共享和连接的多种形式审查，保证对数据的非歧视性访问，使用户能够以数据创造价值。

二是解决数据驱动决策过程中不恰当的责任归属问题，评估数字驱动决策的流程和算法的合理性，确保其不违反现有的知识产权。

三是营造支持数字风险管理文化，评估市场集中度和竞争因素，考虑隐私侵权对消费者的潜在危害，促进负责任地使用个人数据，防止隐私侵犯。

1.1.3 营造良好的政策环境，促进生物技术的发展

为减少生物基产品贸易壁垒，清除资金监管障碍，促进生物燃料和生物基产品公平竞争，应营造有利于生物技术的发展的良好政策环境。一是构建可

持续的生物基产品供应链。二是在进行高额的全额投资之前进行示范性生物炼制，通过公私合作进行融资，以帮助私人投资抵抗风险。三是鼓励政府采购来促进生物燃料市场化发展。

1.1.4 通过科研合作鼓励纳米技术开发

一是创建跨国或跨机构的虚拟研发基础设施（研究所和实验室网络），使实验基础设施得到相互补充，降低研发成本，促进研究人员之间的交流。二是设计促进多学科研究的政策工具，鼓励跨学科交流。三是评估纳米技术产品的风险，并进行相应准则和执法的国际协调。四是支持新的研发企业和创新融资模式。

1.1.5 促进 3D 打印的可持续发展

一是制定有针对性的补贴办法或计划，促进 3D 打印研究成果商业化。二是研究如何消除生产过程中的知识产权障碍。三是鼓励为传统产品修复零件的 3D 打印。四是创建自愿认证系统，对不同等级的 3D 打印进行认证。

1.1.6 培育材料创新生态系统

一是提高对高性能计算、高通量实验基础设施和相关数据库的研发投入。

二是促使材料结构的数字化表现成为一种规范。

三是推动有效的官产学研合作的材料开发。

四是将可访问的数字数据作为公共资助研究的产物，通过激励措施鼓励研究人员共享数据。

五是制定奖励措施，鼓励大学和科研机构设置跨学科课程并鼓励其他教育或培训平台进行相关人才培养。

六是制定区域、国家或国际层面的材料创新基础设施发展和优先投资领域路线图。

七是促进从材料数据服务、高通量筛选、材料计算和设计到材料供应等领域中小企业的发展，可根据用户需求进行快速研发和制造。

八是扩大分布式网络或基于云的服务提供商在生产中的参与度。

九是强调对可持续材料和产品解决方案的需求。

1.2 技术创新过程关键问题的政策研究

针对影响技术创新的一些关键问题进行政策研究，主要结论包括以下几点。

1.2.1 推动技术推广机构的改革

有效的技术推广机构对于应对下一轮生产革命至关重要, 如美国制造业创新中心以公私合作方式促进产学合作, 使技术扩散机构真正融入新一轮生产革命。一是技术扩散机构的目标和期限设定要现实, 政府以更大的耐心支持和发展新的机构形式和新的推广模式。二是避免技术扩散机构的目的与现实运行情况相错位, 建立企业、供应商、用户和机构之间的战略合作。三是完善政策证据, 为政策试验做准备, 对有效的组织设计和实践增进认识。四是解决政府和技术推广干预中的“政府失灵”问题。技术扩散政策不应只关注跨国企业、高技术初创企业、参与技术开发的少数企业等早期技术采用者, 更应该关注中小企业的广泛需求。

1.2.2 提高公众对新技术的接受度

公众关切会影响约束技术应用法规的制定, 也会增强技术的安全性和可接受性。如公众对转基因作物的争论在某种程度上影响着欧洲对新作物的监管和审批。

一是应对技术有合乎现实的期望。应科学、客观地传播新技术的实际价值, 树立公众对科学技术的信任。

二是科学建议必须值得信赖。鼓励公共和科学管理机构与公众交流, 消除不明确信息, 加强公众对新技术的接受程度, 使关键专业机构的职务任务和运作更负责, 使专业体系更稳健。

三是对技术的社会评估可为科技政策制定提供指导。

四是将道德和社会问题引入重大研究项目的全过程, 不仅要在宣传技术的末端纳入社会考虑的因素, 而且要使之贯穿整个技术开发的全过程。

五是采用公开审议的模式加强科学界与公众之间的了解, 并以审议结果指导政策的制定或修改。公众评议可以采用多种形式, 如公众座谈、公众参政会议、国家咨询流程和公开调查等方式。

1.2.3 开展持续有效的技术预见

更准确的趋势预判将有助于政策制定和资源分配。

一是通过技术预见分析可以系统清晰地识别和评估可能影响未来社会、技术、经济、环境和政策的关键技术, 有助于为未来技术布局做好准备。

二是通过技术预见调动和协调利益相关方, 包括科研人员、企业人士、政策制定者和公民团体。大多数技术预见会寻求对理想的未来可能状态达成共识, 所形成的愿景和相关行动路线图将有助于围绕共同的行动议程聚集关键参与方, 有助于协商联合行动, 加强利益相关方沟通与交流, 并实现横向和纵向和政策协调。

三是为技术预见的广泛应用创造条件。政府和决策者应注重将技术预见纳入决策的全过程, 并使技术预见分析与政策周期相适应。通过技术预见的制度化(设立正式计划和成立专门的组织)营造预见文化, 通过持续研究和改进构建预见能力。

1.2.4 适时推动健全的研发政策

要在全球价值链上占据有利位置, 更需要有健全的研发政策。

一是研发政策体系决定了科研体系对生产力的影响。除了加强对基础研究和应用研究的支持外, 政策制定者还应考虑公共科研资金分配, 促进科技成果开放共享, 鼓励企业、科研人员和科研机构科技成果商业化, 高技能人才移民, 开展国际合作和交流, 并利用供给和需求政策工具形成有效的政策组合。

二是除了继续支持基础研究外, 还应注重加强创新主体之间的联系, 加强跨学科与跨机构合作, 建设新的创新基础设施, 以确保科技成果在产业界转化。

三是支持跨学科研究和挑战导向型研究, 综合利用相互独立的相关研究领域, 应对新一轮生产革命。

四是加强制造业研发机构建设。新型制造研发机构除从事技术研究相关的核心活动外, 还应开展先进技能开发和专家咨询等互补性活动。建立制造系统内广泛的合作网络。设计关键绩效指标评估和审查新兴的制造研发机构、计划和举措, 使之与新一轮生产革命的特征相符合。

1.2.5 维系和进一步健全知识产权体系

人工智能、3D 打印、物联网和数字技术的发展给现有的知识产权体系带来了很大问题, 例如如何给体现人类创造性的人工智能发明授予专利, 如何在保护知识产权的同时不妨碍 3D 打印技术的推广等。政策制定者需要通过制定前瞻性的技能、劳

动力流动、区域开发等政策来应对这些调整,维系和进一步健全知识产权体系。

2 我国亟需前瞻部署“生产革命”战略政策

结合经济合作与发展组织的研究分析,当前,我国亟需进行面向下一轮生产革命的前瞻战略部署。分析其具体原因,主要有以下3个方面。

2.1 构建以技术为核心拥抱下一轮生产革命的政策体系,符合创新的基本规律

首先,从创新的内容看,技术创新是最为核心的部分,技术政策是创新政策的核心。其次,使各国政府重新关注一些与技术相关的主题,从技术研发、生产、扩散、预测等生命周期全过程进行思考与布局。再次,从新视角分析经济增长和社会进步中的常见问题。从技术的角度出发,使政府部门对发展目标,行业结构,技术选择,促进技术进步的途径、路线和措施等方面的内容进行整体统筹,减少重复投入,提高资源配置效率。

2.2 我国产业技术领域的战略规划体系较为完整,但时间窗口较窄,前瞻性不足

近年来,我国面向制造业,特别是新兴行业制定了一系列的战略规划,指导未来产业发展。《中国制造2025》是我国实施制造强国战略的第一个十年行动纲领,系统和全面地规划了实现制造业强国的关键技术、发展目标、重点产品以及相关保障措施。其他规划如《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《大数据产业发展规划(2016—2020)》《信息通信行业发展规划(2016—2020)》《物联网发展规划(2016—2020)》等多是产业层面的技术相关政策,包括产业的关键技术和共性技术、公共投资、贸易、金融税收、准入政策等,更强调科技与经济的联系,目的是促进重点产业的发展。不过,这些规划的时间节点多是2020年,还需要进行更宽时间尺度的研判、预见和布署。

2.3 面向下一轮生产革命,我国需要进一步加强中长期科学技术发展规划的前瞻制定和统筹部署

长期以来,我国国家层面以规划文件的形式对技术发展战略进行统筹布局。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》对我国15

年的科技发展领域和路径做出宏观规划,随后,“十一五”“十二五”“十三五”科技创新规划不断落实中长期规划,通过中长期规划与五年规划的衔接,指导和推动科学、技术和创新。我国科技发展的成功实践表明,国家层面的中长期发展规划对指导和推动创新起到了引领作用。目前距离2050年还有30多年,为实现2050年建成世界科技创新强国的宏伟目标,亟需启动新一轮的中长期发展规划,对技术发展进行总体的前瞻部署。

3 主要研究启示

新技术革命引发的下一轮生产革命不仅将带来新型制造业,还将全面影响传统制造业和服务业转型升级,为我国产业发展提供新的生产革命契机。我国应充分重视经济合作与发展组织相关研究提出的技术政策思考,结合具体国情从技术发展的角度实施前瞻性技术政策,积极拥抱下一轮生产革命,在创新驱动发展的道路上实现弯道超车和历史性跨越。

(1) 通过中长期科学和技术发展规划对我国技术发展进行长期性、前瞻性布局

启动新一轮国家中长期科学和技术发展规划纲要的研究和编制。结合《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》实施进展情况总结或评估,进一步分析我国在关键技术领域的总体能力、水平和差距。在充分认识当前水平的基础上,开展面向2035年科技发展路线图战略研究,针对我国生产部门科技发展瓶颈问题,制定我国重要领域科技发展路线图和重要产业技术发展路线图,围绕重点产业领域实施前瞻性技术政策。通过制定两个为期15年的国家中长期科学与技术发展规划纲要(2021—2035年、2036—2050年),梯次接续,实现2050年建成世界科技强国的目标。

(2) 突出关键技术、共性技术,注重前沿基础技术,抢占颠覆性技术创新先机

遵循世界科学技术发展趋势,把握科技发展前沿和方向,密切结合我国经济科技的发展阶段和产业结构变化的特点,科学定位关键技术和共性技术。注重基础前沿技术的发展,发展颠覆性技术,特别是关系国计民生的数字技术、下一代信息技术、生物技术、纳米技术、3D打印技术、新材料技术等,瞄准量子信息、人工智能、虚拟现实、移动互联网等可能产生

颠覆性技术的方向, 制定标准和路线图, 合理安排优先和重点发展次序, 明确在一定时期内重点突破和取得重大进展的领域, 力争实现率先突破。

(3) 建立技术预见研究的常态化研究机制

借鉴日韩等国家的成功经验, 系统开展战略性的中长期技术预见, 支撑前瞻性的技术政策。制定相关法律法规, 确定技术预见在决策支持中的重要作用, 将技术预见纳入决策的全过程, 且与政策周期相适应, 通过技术预见的制度化营造预见文化, 形成全面参与的创新治理体系。设立常态化研究机制和技术预见中心, 充分利用信息技术特别是大数据技术开展更科学和更有效的技术预见方法的研究。针对新技术, 特别是颠覆性技术进行研究和预判, 制定相关领域发展路线图, 并通过持续研究和改进构建预见能力。

(4) 创新技术研发组织模式, 鼓励跨学科、协同创新的新型研发机构

随着科技创新模式发生重大变化, 技术研发组织模式也应随之变化。制定相关的法律法规, 对新型研发的法人定位、功能定位等进行肯定, 并通过管理体制和运行机制的创新, 鼓励跨学科研究和产学研协同创新, 充分发挥各创新主体的积极性, 培养人才和创新团队。推进国际互认实验室的建设, 积极引导和支持有条件的科研机构和企业到国外建立研究开发机构。加强大数据和研发服务平台的建设, 形成数据驱动的发展新模式, 加快提升创新体系整体效能。

(5) 供需政策配合, 发挥政策工具的组合效果

通过财政投入、基础设施建设、人才培养等供给侧政策支持数字技术、生物技术、纳米技术、智能制造、新材料等关键技术的发展, 推动产品和解决方案研发及产业化, 创新技术服务模式, 形成技术先进、生态完备的技术产品体系。通过政府采购、刺激私人消费需求、创新券计划等需求侧政策鼓励对关键技术的投资, 与供给侧政策形成互补, 发挥政策工具的组合效果。

(6) 加强法规和标准体系的建设, 营造创新友好的环境

完善规范和管理科研活动的法规制度, 建立试错、容错和纠错的机制, 保护创新主体的积极性, 规范生物技术等科学研究和应用的伦理问题。积极

参与国际标准制定, 逐步完善标准体系, 发挥标准对产业发展的重要支撑作用, 开展质量技术评价和第三方检测认证。针对网络信息安全新形式, 加强安全产品研发, 利用大数据完善安全管理机制, 构建强有力的大数据安全保障体系。

(7) 推进技术成果转移转化机构改革

落实政、产、学、研、中介机构协作的政策举措。支持地方和有关机构建立完善区域性、行业性技术市场, 形成不同层级、不同领域技术交易有机衔接的新格局。完善技术产权交易、知识产权交易等各类平台功能, 促进科技成果与资本的有效对接。支持有条件的技术转移机构与天使投资、创业投资等合作建立投资基金, 加大对科技成果转化项目的投资力度。鼓励国内机构与国际知名技术转移机构开展深层次合作, 围绕重点产业技术需求引进国外先进适用的科技成果。鼓励技术转移机构探索适应不同用户需求的科技成果评价方法, 提升科技成果转移转化成功率。推动行业组织制定技术转移服务标准和规范, 建立技术转移服务评价与信用机制, 加强行业自律管理。

(8) 提高公众对新技术的接受度

客观地传播新技术的实际价值, 树立公众信任。科学研究和管理机构应提供值得信赖的科学建议。鼓励该类机构与公众交流, 消除不明确信息, 提高公众对新技术的接受程度。以社会评估指导科技政策的制定或修改。将道德和社会问题引入重大研究项目的全过程。采用公开审议的模式加强科学界与公众之间的了解, 并以审议结果指导政策的制定或修改。

致谢: 感谢中国科学院科技战略咨询研究院冷伏海研究员的建议。■

参考文献:

- [1] OECD. Enabling the Next Production Revolution: The Future of Manufacturing and Services[R/OL].[2017-07-01]. <http://www.oecd.org/mcm/documents/Enabling-the-next-production-revolution-the-future-of-manufacturing-and-services-interim-report.pdf>.
- [2] OECD. OECD insights: benefiting from the next production revolution[EB/OL].[2017-08-02]. <http://oecdinsights.org/2016/02/23/benefiting-> (下转第76页)

Cellular Immunotherapy Policies in Major Countries and Regions

ZHAO Yun-hua, YUAN Fang

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Cellular immunotherapy is considered to be the fourth method for treating cancer. Cellular immunotherapy technology is rapidly developing and possesses broad clinical applications. In view of the special nature, the regulatory policies of cellular immunotherapy technology need to be separately formulated according to its unique technical characteristics. Therefore, this paper firstly analyzes the development status of cellular immunotherapy technology. Then, based on the discussion about policies of cellular immunotherapy in major countries and regions in the world and China's actual conditions, suggestions are provided for the development of cellular immunotherapy in China.

Key words: cellular immunotherapy; technology development; policies supervision

(上接第68页)

from-the-next-production-revolution/.

[www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-next-](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-next-production-revolution_9789264271036-en)

[3] OECD. The next production revolution: implications for governments and business[EB/OL].[2017-08-02] <http://>

[production-revolution_9789264271036-en](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-next-production-revolution_9789264271036-en).

How to Layout the Forward-looking Technology Area in China: Enlightenments from OECD's "Production Revolution" Research Project

WANG Ting, LIN Jie, CHEN Kai-hua

(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract: On the basis of interpreting the OECD's "production revolution" research project, this paper puts forward the policy thinking of implementing the forward looking technical policies to deal with the next production revolution through the specific technical field and the technological innovation process. In view of the current development status of China's science and technology policies and the technical requirements of future production methods, eight key points of layout of the forward-looking technology areas in China are put forward, in order to provide policy reference to formulate medium and long term scientific and technical plan and to achieve the goal of the world's scientific and technological power.

Key words: forward-looking technology; the production revolution; technology policies