



## 新一轮工业革命与我国 创新能力建设的思考\*

文 / 刘燕华<sup>1,2</sup> 王文涛<sup>2,3</sup>

1 国务院参事室 北京 100006

2 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101

3 中国21世纪议程管理中心 北京 100038

**【摘要】** 党的十八届三中全会报告指出,要深化科技体制改革,推动科技和经济紧密结合,加快建设国家创新体系。国际上,新一轮的工业革命正在酝酿和形成之中,新业态、新模式、新机制、新技术、新领军人物异军突起,创新模式在创新链衔接、扁平化运作、知识资本再造和创新服务方面出现大幅度的转型。改革开放30多年来,我国的创新能力有了大幅度提高,但国家创新能力越来越多地体现在体制机制的整体有效性和活力上,我国仍存在影响创新能力发展的诸多障碍。在加快建设国家创新体系的进程中,要集中优势力量攻克共性、核心技术;搭建创新平台,实现创新资源的优化配置;构建技术转移体系,疏通科技与经济的通道;加快培养新一轮工业革命时期的劳动力和创新领军人才。最终让科技改革的红利充分释放,使科技创新为打造中国经济升级版发挥起更加强有力的驱动和支撑作用。

**【关键词】** 科技创新,新工业革命,科技体制改革,创新模式转型

DOI 10.3969/j.issn.1000-3045.2014.01.005

党的“十八大”报告明确指出:科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须摆在国家发展全局的核心位置。要坚持走中国特色自主创新道路,以全球视野谋划和推动创新,提高原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新能力,更加注重协同创新。而2013年11月12日闭幕的党的十八届三中全会通过了《中共中央关于全面深化

改革若干重大问题的决定》,指出:要深化科技体制改革,健全技术创新市场导向机制,强化企业在技术创新中的主体地位,建设国家创新体系。建立主要由市场决定技术创新项目和经费分配、评价成果的机制,促进科技成果资本化、产业化,同时完善政府对基础性、战略性、前沿性科学研究和共性技术研究的支持机制。

我国正处于工业化的中期阶段,刚刚进

\* 修改稿收到日期:2013年12月28日

入中等收入国家的行列。我国是个有13亿人口的大国,有着五千年悠久的传统文化,也有上百年屈辱的历史和陷于灾难的沉痛经历,还有改革开放以来民族振兴的实践和社会经济快速发展的可喜进步。改革开放30多年来,我国的科技体制进行了一系列的改革,创新能力有了大幅度提高,形成了某些领域的优势与特色,但是,随着全球科技竞争的日益激烈,国家创新能力越来越多地体现在体制机制的整体有效性和活力上,我国在许多方面仍与发达国家有较大差距,面临国际竞争的诸多挑战。

当前,新一轮的工业革命正在酝酿和形成之中。新业态、新模式、新机制、新技术、新领军人物异军突起,并初露引领潮流的端倪。为实现到2020年全面建成小康社会的目标,实现国内生产总值和人均收入再翻一番的目标,从传统的工业文明转到生态文明,创新将成为重要驱动力。而创新功能的真正发挥,则取决于知识和技术创新体系的深化改革<sup>[1]</sup>。发展就是不断地超越自我,不断地针对所出现的问题进行调整和改革,科技体制改革需要根据形势发展不断推进。

## 1 新一轮工业革命的发展趋势及其影响

18世纪中叶,蒸汽机的使用和以煤为主要能源的体系形成了超越人自身体力的动力,揭开了工业革命的序幕。19世纪中叶,电机、内燃机产业的大发展,石油、天然气能源的开发利用,使人类的动力系统产生了新的飞跃,生产和制造能力空前提高。但是,同时也伴随着人类对自然资源开采加剧,环境破坏、生态退化、资源紧缺、空气污染等对人类生存基础构成了严重威胁,人们在享受更多物质消耗的同时,也遭受到了健康或生命损害的危机。与危机伴生的是机会,人类需要通过不断创新来寻找出路。新一轮工业革命以绿色能源作为“血液系统”,以信息网络作为“神经中枢”,以“3D打印”作为生产模式的突破口,以“分布式”作为格局的重组特征。它将会深刻影响经济的发展方式,重组产业格局和竞争格局,也将深刻改变

人们的生活方式和社会组织形式,并带动一系列的变革<sup>[2]</sup>。

未来20年是世界范围内新一轮工业革命的成长、发育期,是国际经济社会发展转型、世界地缘格局重组的关键期,也是改变国际竞争规则与产业重新洗牌的时期。在这一时期,绿色能源和智能网络将作为基础设施建设与投资的核心,对各领域的发展产生颠覆式的影响,传统的规模扩张模式将受到本质性的冲击。新一轮工业革命把有形资源、无形资源(如太空轨道、通讯频道、网络地址、基因注册、二氧化碳排放空间等) and 知识资源都置于市场机制的基础上,知识及其加工能力也将是“看不见的手”,在价值链的分配中占有更多份额。

从当前情况总结过去和计划未来是推断式思维,从未来发展大趋势倒逼行动方案是策略性思维。有前瞻性的创新活动,才能引领未来,才能提高竞争力和形成储备,真正实现跨越式发展。未来一段时间,全球范围的转轨将渗透到各个领域。如分布式的可再生能源采集系统、存储系统与智能电网的融合将构成绿色的能源体系,成为拉动经济和实现转型的引领性的生命线工程;每一座建筑物有可能成为能源采集载体,建筑业的功能不仅是提供居所,而且也包括生产能源,并带动新型建筑材料的技术革命,吸引绿色建筑的投资,成为世界性的基础设施大工程;3D打印技术将提供充分“个性化”、“互动式”生产空间,使数字设计、数字加工、物质产品编译器大众化,并带动新材料、新工艺、新生产模式和社会组织结构等一系列变革;交通运输的动力将向电力和氢燃料过渡,交通工具制造业和基础设施将实现全面的转型。创新是发展的驱动力,而作为体现创新效率的创新模式转型将起到关键作用。

## 2 新一轮工业革命时期创新模式转型的三大趋势

创新是从创意到实现价值的全过程。新一轮工业革命创新活动的导向、侧重点、运行方式要通

过改革而真正实现驱动功能。技术创新、管理创新、体制机制创新要全面推进,创新链衔接、扁平化运作、知识资本再造和创新服务是转型的3大基本趋势。

## 2.1 创新链全面衔接实现系统有效

传统的创新活动,是从高端向低端的渐进式转移,从基础研究到技术开发,再从应用到推广。这种宝塔式纵向串联的发展过程速度相对较慢,使知识创造与社会经济发展之间形成阶梯或鸿沟。新一轮工业革命追求高价值且高效率的成功,创新活动注重研发链(基础、技术、推广)、产业链(产品、小试、中试、产业)和市场链(商品、流通、销售、服务)的衔接,瞄准市场,系统集成,以实现“立竿见影”。创新链全方位链接的特点使每个创新环节上都有盈利点,在互动的信息高速公路上实现知识共享、加工、创造发明,而且突破了传统的空间与时间的限制,以及组织管理方式和方法。

## 2.2 创新模式从宝塔式向扁平化转型

创新活动扁平化发展是指创新的参与者从少数人拓展到全社会的各方面、各领域、各层面,在社会化的创新环境中,知识、技术、产业、市场、消费过程互动,使每个人都有充分机会。在等级、层级逐渐模糊化的时代,创新活动竞争的“大洗牌”由社会和市场来决定,形成“三百六十行,行行出状元”的局面。垂直式传递的创新模式将与扁平化创新模式相互融合,形成立体结构并协同发展。由基础理论引导的正向创新与以需求为导向的逆向创新相互补充,加速创新与经济的结合。在“大数据”(信息化)和“创客”(扁平化创新)时代,知识更新加快,产品升级换代周期缩短,每一次产品的重大更新也预示着原有的核心技术被淘汰(如通讯中从模拟到数码再到网络,摄影从感光到数码等)。以降低成本为目标的新能源核心技术

突破、以网络安全和格网互动为目标的云服务核心技术突破将引领新工业革命的潮流;创新管理集中到资源优化配置与整合,注重系统效益;创新的体制机制将产生社会分工的大调整,形成自助式和分布式创新结构。

## 2.3 知识资本再造和创新组织体系

知识资本再造指创新的能力建设与组织体系,包括自学习、自组织和社会化创新服务3方面。按照传统模式,仅仅依靠已学到的新知识无法满足社会发展的需求。而终生学习的关键在于挖掘自我学习的动力、把握信息获取的机会、掌握知识加工的方法,通过网络优质教育资源得到所需的知识、认知能力。自组织的创新活动指超越地理位置的界限,超越学科分类的界限,按照创新目标而产生的集成、组合,具有极大的灵活性、便捷性,发挥更广阔范围的积极性。

创新服务往往代表创新活动整体优化配置的协调水平,是创新综合实力的体现。创新服务主要任务是搭建共性技术和基础条件的平台,包括信息与数据共享、仪器设备保障、试验基地、技术市场、专利维护、人才培养、融资等,目的是疏通各创新环节,提高创新效率,为科技与经济之间搭建桥梁。作为创新能力建设的重要手段,创新服务成为政府支持创新的重点方向,成为地方、行业发展的基础能力,其道理类似于:只要把水位提得足够的高,就会有成千上万的“鲤鱼跳过龙门”,实现创新的梦想。

# 3 我国创新能力建设的主要障碍因素

## 3.1 “小作坊”式的知识生产方式造成创新资源重复和浪费

1978年,我国的研发经费总量不足40亿元,至2012年,经费总量达10 240亿元,占GDP的1.97%,其中企业研发投入达总投入的74.8%<sup>[3]</sup>。研发经费增加是科技发展



中国科学院



的重要标志,但不能以规模扩张的思维方式来理解、推断科技的产出与效益。

目前,中国的科技体制仍有许多计划经济的痕迹。如政府各部门、地方、行业都重视科技,都有经费渠道,因此科技计划繁多且重复交叉。管理部门忙于制定各种规则,审批项目和检查项目,科技人员忙于编写项目,从多头争取项目以及应对各种检查验收,有些人则热衷于包装项目。真可谓是热闹空前。但是,科学研究的方式还基本保持原来以研究室、课题组为单元的“作坊式”操作方法,许多研究处于自我运行,成果拼盘状态。有些大型科技项目总经费很多,但最终通过层层分解,把经费拆分成碎块,拨付到各个参与单位的课题单元分别运作。这种“游击式”和“小作坊”式的知识生产方式,已造成了创新资源的严重重复和极大浪费。正像小农户无法承担现代农业一样,“小作坊”式的科研结构无法解决重大技术的集成突破。事业单位改革迫在眉睫。

### 3.2 科技评价制度不适合发展需求

近年来,国家不断出台人才计划。中科院的“百人计划”、教育部的“长江学者计划”、基金委的“杰出青年计划”、中组部的“千人计划”,加上中科院院士制度、工程院院士制度,各省的人才计划等,对出人才、出成果发挥了积极作用。但是,也应看到计划多而产生的副作用,比如:各类人才计划出台时间不一样,待遇不一样,政策不一样,人才之间产生了不平衡,老“海归”与新“海归”之间,“土博士”与“洋博士”之间有时产生了怨气。人才是用钱买不来的,国家需要人才,也应给予人才较高的待遇,同时也须把人才待遇根据国情做适度调整。又如:目前的人才衡量标准仍较多注重发表SCI论文(主要是在国外杂志)、获得国家级奖励、获得专利数量。这种导向使得许多科研人员为论文及奖励而努力(与职称、待遇密切挂钩)。如同八道高速路只留下一个出口造成拥堵一样,人才导向的单一化会造成人才资源的大量浪费。实现科技与经济的融合就应把各个环节的人才作

用充分发挥,形成“八仙过海,各显其能”的局面。

我国现行的科技管理机制、投入机制存在“重物轻人”、“见物不见人”的倾向。比如,科研经费按照工程预算的方式进行管理,缺少必要的灵活性。又如,科技人员的大部分工资待遇和辅助人员的费用要自己解决,大学办培训班、院所抓横向课题、技术研究单位接工程现象较普遍,为生存而奔波问题困扰着许多科研骨干。再如:目前的科研项目周期多则3—5年,少则1—2年,这就促成科研人员的短期效益倾向。然而,只有让科研人员稳定和安定下来才能实现创新质量的提高。

### 3.3 体制性障碍影响科技与经济的结合

科技是经济发展的支撑,经济发展需要依靠科技。新技术带动新兴产业,推动结构调整。事实证明:中国移动的竞争对手不是联通和中国电信,而是腾讯的微信;工商行的竞争对手不是建行、招行,而是阿里巴巴的网上支付。只有科技与经济政策相吻合才能真正实现结合。电动汽车上不了路受到牌照发放、地方保护主义、充电装置设施安装等限制;可再生能源受到电网体制的消极对待;技术市场减免税一直得不到解决;企业创新的“加计扣除”政策在地方打折扣;一些科技基础设施没有运行费等。类似这些问题需要从整体上协调,使科技进步尽快转变为经济竞争力。

## 4 加强我国创新能力建设的三个重要方向

创新竞争力是国家核心的软实力,在加快建设国家创新体系的进程中,创新能力建设主要包括3个方面:

### 4.1 集中优势力量攻克共性、核心技术,以核心技术突破推动经济升级版

实践证明,追赶战略不能使中国成为创新型国家,市场也换不来真正的技术。中国在价值链底端的制造业历史已到了翻页的时刻。中国实施的重大专项已成为深化科技体制改革的重要“试验田”。10个民口重大专项实施5年来,累计申请专利近4万项,填补了一批重大技术和装备空白,

带动了一批新兴产业的突破,应用新技术新产品的产值达1.1万亿元。如3 000米深水钻井平台投入使用,数控机床、集成电路装备等专项研制出8万吨大型模锻压机、刻蚀机、封装光刻机等高端装备,满足了我国航空航天、船舶、电子信息等重点行业的重大紧迫需求。从中国制造到中国创造转变,不仅仅是制造能力问题,而是创新能力问题,要使智力的回报逐渐超出,并远远超出体力的回报,需要一个从量变到质变的转轨。中国目前打造产业升级的最大障碍就是许多产业的核心技术没有实现实质性突破,各企业单打独斗显得势单力薄。

20世纪60—70年代,日本、韩国在“核心技术”突破方面实施了由政府主导的推进计划。其基本做法是由政府出资,全面组织各类优秀人才,根据产业技术预测,进行核心技术的研发。研发的成果归政府所有,再由政府扩散到相关的产业或企业,使得产业整体水平及其国际竞争力大幅提升。如韩国发动机核心技术的突破,不仅使其汽车工业跻身于世界舞台,也在船用发动机领域占据主导地位;又如韩国电子核心技术的攻关,催生了“三星”等系列电子企业的迅速成长,成为闪存、手机领域的领跑者。中国完全有可能集中力量办大事,迈过“核心技术瓶颈”这道坎。

#### 4.2 整体布局、搭建创新平台,实现创新资源的优化配置

常言道:铁打的营盘流水的兵。营盘就是在战斗中发挥作用的基地。中国目前的创新单元名目繁多:各类国家、地方、部门实验室,各种工程中心,各类实验区、高新区、开发区、基地等,可谓是五花八门,各有各的方向,各有各的主管部门,各有各的经费渠道。在各类考核制度的驱使下,许多单位努力购买最先进的国外仪器设备,争夺最有

“名气”的专家,获得足够的经费支持。个体的优化取向往往也导致了资源的分散、信息的封闭、效率的低下,甚至于低水平重复。这种“游击式各自为战”的体制已到了向“有部署的阵地战”方式转变的时候了。

美国、欧盟的创新策略一直落脚于基地、平台的建设。国家对创新基地全面布局,给予稳定的支持,鼓励对企业和社会开放,鼓励基地间的能动性互动,强化为经济发展服务。如欧盟的创新科技经费(第七框架计划)主要部分不是通过项目征集评审分散分发,而是稳定地拨到研究基地、平台,使许多创新活动更具前瞻性、持续性和人才队伍的稳定性。中国目前需要做的是通过创新基地、平台的整合和能力建设,以增量调动存量,实现资源优化配置,提高创新的质量和效益。

#### 4.3 构建技术转移体系,疏通科技与经济的通道

创新是知识加工,可比作供应环节,经济活动靠市场调节,可比作需求环节。科技与经济形成互动,才能形成良性循环,螺旋式提升。创新是从创意到产生价值的全过程,其间有基础研究、技术开发、推广、产品小试、中试、形成产业、商品流通、服务等许多环节,每个环节的特点及人才需求均有不同。许多研究成果无法转化,是因为后续环节创新乏力;有些科技人员无法实现成果产业化,是因为其只在某个创新环节有特长,而在其他创新环节是外行。目前,中国技术转移的人才体制仍未建立。1998年,政府职能弱化技术转移的宏观调控,可能需要反思。

以色列是个创新的国度,其最大特点是政府将科技管理的重点放在了技术转移和成果转化应用上。在政府指导下,成立了许多专业性很强的技术转移机构。这些机构



中国科学院

善于从各类科学发现和技术发明中挖掘市场前景,组织专门人才设计专利,然后把专利授权给企业继续开发,并在开发前期组织市场开拓,有些技术通过技术市场得到阶段性回报,有些技术通过金融渠道加快产业化进程。其结果是科技人员、企业、市场都在技术转移过程中受益,不同类型的人在其擅长之处发挥作用。中国目前专业性技术转移体制仍属于初级、分散阶段,技术市场专业队伍与人才系列尚未建立。应搭建中国科技与经济间的桥梁,充分体现改革的红利。

## 5 加强我国创新能力建设的有关建议

国家创新能力要在科技体制改革中提高,用10年时间,完成国家核心竞争力全面提升,将对中国发展进程产生深刻影响。

### 5.1 优化科技资源配置,稳定支持创新基地和平台

(1)根据国家长远战略和现实需求,打破部门、地方、单位的界限,借鉴发达国家经验,组建若干国家级创新基地和平台;(2)恢复和打造国家级的共性技术平台,如恢复当年钢铁研究院、石油研究院、有色研究院等为国家提供共性技术储备的功能,新建3D打印国家共性技术平台;(3)改革公共财政科技经费的支付方式,减少项目操作,加大对国家重点基地和平台的稳定、持续和足额支持,让科技人员从繁琐的事务中解脱出来,潜心研究开发;(4)采取“旋转门”式机制,让科研人员能进能出,保证相对合理的待遇和采取“后补助”的激励机制,鼓励其长期潜心研究。

### 5.2 构建多要素的现代技术转移体系,促进科技成果转化为现实生产力

当前,要加强政府在技术创新、技术转移和创新服务方面的引导作用。(1)建立专门化的技术转移人才体系,探索有中国特色的政府指导、社会参与、产业受益的科技成果转化机制;(2)鼓励国家高新区将“二次创业”的重点,放在改造、升级创新服务内容和操作手段上,搭建科技与经济沟通的桥梁。

### 5.3 全力组织开展技术预测,对重大专项适时调整

近来,科技部正在开展新一轮的技术预测。建议以此为契机,瞄准国家经济发展需求的共性技术和核心技术,集中优势,采取有效机制,组织攻关。共性技术成果由国家推广,让大多数企业受益,提升整体水平。核心技术成果则要有组织地输送到参与国际竞争的行业、产业和企业。

### 5.4 加快培养新一轮工业革命时期的劳动力和创新领军人才,满足未来创新模式转型和经济发展的需要

经济发展靠产业,产业竞争靠创新,创新能力靠人才。传统的、学院式的教学按一个“模版”培养人,教出的仅是大批工匠(高级蓝领),而创新竞争需要的是领导潮流的人才。人才是国家继往开来、开拓创新的关键资源。中国不仅要培养更多面向未来的人才,也要培养能够为国家、为世界服务的领军人才。要鼓励创造性的人才培养探索和实践,给予开发年轻人潜能、推动优质教育资源共享、探索知识再造的成功经验以激励。中华民族能不能进入人力资源强国的行列,要看能不能提高全民受教育程度和造就大批优秀人才,既要使整体的道德文化水平全面提高,也要使“精英”人才脱颖而出,施展才华。

## 6 结论

新一轮工业革命正在全球范围内兴起,中国正处于关键转型期和发展机遇期,创新模式转型是发展的必然,要以全球视野谋划和推动创新,把国际趋势与中国国情相结合,实现接轨。为实现民族复兴的伟大目标,创新驱动是我们的战略选择,要把下一代的技术储备作为创新的着眼点。创新竞争力的本质则在于人才的竞争,要创造环境,让千百万创新的领军人才脱颖而出,成为创新驱动的脊梁。

创新竞争力是国家核心的软实力,在加快建设国家创新体系的进程中,要集中优势力量攻克共性、核心技术;搭建创新平台,实现创新资源的

优化配置;构建技术转移体系,疏通科技与经济的通道;加快培养新一轮工业革命时期的劳动力和创新领军人才。科技体制改革的目的是实现创新发展的红利,要让科技改革的红利充分释放,使科技创新为打造中国经济升级版发挥更加强有力的驱动和支撑作用。

#### 参考文献

- 1 王志刚. 健全技术创新市场导向机制. 求是, 2013, (23): 18-22.
- 2 刘燕华, 王文涛. 第三次工业革命与可持续发展. 中国人口资源与环境, 2013, 23(4): 3-7.
- 3 国家统计局, 科学技术部, 财政部. 2012年全国科技经费投入统计公报, 2013-09-26.

## New Industrial Revolution, Innovation Pattern Transformation, and Construction of Innovation Capability in China

Liu Yanhua<sup>1,2</sup> Wang Wentao<sup>2,3</sup>

(1 Counselors' Office of the State Council, Beijing 100006, China

2 Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China 3 The Administrative Centre for China's Agenda 21, Beijing 100038, China)

**Abstracts** The report of the third plenary session of the eighteenth National Congress of the Communist Party of China clearly pointed out that we should deepen the reform of the scientific and technological system, promote the combination of science and technology and economy, and speed up the construction of national innovation system. Internationally, a new round of industrial revolution is forming and developing, and new forms, new pattern, new mechanism, new technology, and new talents suddenly arise. New leading industry of innovation pattern will transform in the innovation chain cohesion, flattening operation, the knowledge capital sharp transition, and innovation services. 30 years of the reform and opening-up from the year of 1978, the innovation ability has risen substantially in China. Nevertheless, the national innovation ability is increasingly reflected in the overall effectiveness of systems, mechanisms, and vitality, and there are still obstacles affecting the development of innovative ability in China. Innovation competitiveness is the core of the national soft power. In the process of speeding up the construction of national innovation system, we need concentrate advantageous forces to tackle the common and core technology, construct platform for innovation to achieve the optimal allocation of innovation resources, build a technology transfer system to promote the combination of science and technology and economy, and speed up the cultivation of a new round of industrial revolution labor and innovative talents. Finally, we need release technology reform bonus in full, and make the scientific and technological innovation as more powerful drive and support role during building China's economy upgrade.

**Keywords** technological innovation, the new industrial revolution, reform of scientific and technological system, innovation pattern transformation

**刘燕华** 国务院参事, 中科院地理科学与资源所研究员, 博士。主要从事创新方法、科技创新与可持续发展方面研究, 已发表论文 160 余篇。E-mail: liuyh@most.gov.cn

**王文涛** 中国 21 世纪议程管理中心副研究员, 博士, 中科院地理科学与资源所博士后。主要从事科技创新、应对气候变化与可持续发展方面研究, 已发表论文 30 余篇。E-mail: wangwt@acca21.org.cn



中国科学院