

# 互联网背景下制造业创新体系建设研究

郭佳<sup>1,2</sup>, 干勇<sup>3</sup>, 延建林<sup>1</sup>, 吕彤<sup>1</sup>

(1. 中国工程院战略咨询中心, 北京 100088; 2. 清华大学材料学院, 北京 100084; 3. 中国工程院, 北京 100088)

**摘要:** 以互联网和大数据为特征的新一代信息技术深刻影响着制造业创新体系建设。本文分析了互联网背景下, 制造业创新体系在共性技术供给、技术供给方式和产学研创新体系建设方面的建设需求, 提出了建设共性技术研发基地、提供多元化技术供给平台以促进创新网络建设和创新生态培育。

**关键词:** 互联网; 新一代信息技术; 制造业; 创新体系

**中图分类号:** F426 **文献标识码:** A

## The Construction of China's Manufacturing Innovation System with the Influence of the Internet

Guo Jia<sup>1,2</sup>, Gan Yong<sup>3</sup>, Yan Jianlin<sup>1</sup>, Lv Tong<sup>1</sup>

(1. The CAE Centre for Strategic Studies, Beijing 100088, China; 2. School of Materials Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China)

**Abstract:** The new generation of information technology, which is characterized by the Internet and big data, is having a profound impact on the innovation system of the manufacturing industry. The authors of this paper analyze the construction demand of the manufacturing innovation system in terms of generic technology supply; technical supply method; and the system of cooperative innovation between the industry, universities, and academic research. The construction of generic technology research, a development base, and a technical supply platform will help in promoting the construction of an innovation network and the cultivation of an innovation ecology.

**Keywords:** Internet; new generation of information technology; manufacturing; innovation system

### 一、前言

中国是新兴工业体, 制造业体量大, 根据联合国工业发展组织数据, 2015 年中国制造业增加值为 22.62 万亿元, 占国内生产总值 (GDP) 的 33%, 工业竞争力位居世界第 5 位。改革开放以来, 中国制造业已建立起门类齐全、独立完整的制造体系, 成为支撑我国经济社会发展和促进世界经济发展的重要力量 [1]。

创新是驱动制造业发展的内生动力, 在提高生产效率、升级改造技术装备和完善产业结构方面发挥重要作用。当前, 新一代信息技术与制造业深度融合, 由工业生产辅助软件到生产、消费等生产流通环节的集成平台, 制造业技术创新呈现出多领域技术交叉融合、创新链各环节互相渗透、创新网络协同化与个性泛在化的发展趋势 [2], 为工业化中后期我国制造业创新体系建设带来了难得的战略机遇。

收稿日期: 2017-04-25; 修回日期: 2017-05-12

通讯作者: 干勇, 中国工程院, 院士, 主要研究方向为冶金新材料; E-mail: gany@cae.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“制造强国战略研究(二期)”(2015-ZD-15)

本刊网址: www.enginsci.cn

## 二、互联网对制造业创新体系建设的影响

互联网可促进信息流动范围、速度、成本发生根本性的改变，一切基于信息不对称的中间价值环节逐步被颠覆或者边缘化。因此，互联网可降低交易成本、促进分工深化和提升劳动生产率。当前，互联网与制造业深度融合，整个制造业价值链，包括研发、设计、生产、销售和服务都将重新定义：一是产品和服务深度融合，很多产品的核心价值已由产品本身转向服务；二是制造企业在互联网作用下呈现网络化生存状态，不仅存在纵向的供应链整合，还存在横向的价值链整合，整体业态呈现网络化生态链整合趋势 [3]。制造业技术创新体系随着产业业态变化产生新的特点。

### （一）平台经济体成为技术创新体系的新型主体

互联网使得企业形态逐渐向平台经济体演进。平台经济体是一种由多方主体参与，共同建立、共同运营、共享资源和共享利益的商业生态系统 [4]。围绕一个强有力的平台，各参与者可共生共荣。平台随着行业的发展而成为决定行业发展秩序的因素。平台及其生态圈之间的竞争将成为新商业模式的竞争格局。通过平台经济体，创新主体可实现技术获取、技术产业化和产业组织服务等定制化服务。平台经济体在实现盈利的同时也促进技术研发、扩散和产业化进程。

网络协同制造平台是典型的平台经济体。协同制造各参与方采用会员制租用模式进行协作，以大数据作为生产制造决策依据。这种平台利用互联网、大数据等技术手段，为协同制造提供公平、合理的服务，吸引更多的参与者。美国 EDS 公司利用其

产品 *evis.com* 平台建立了应用服务提供（ASP）协作平台 [5]；中国宝钢集团建立了覆盖贸易、金融、物流、数据和材料的钢铁产业服务平台——欧冶云商。

### （二）集成创新不断涌现，制造创新网络化明显

伴随信息技术的指数级快速发展及其与制造业的深度融合，“积木式”集成创新呈爆发式发展。集成创新更加强调研究、开发、调试、制造等环节的并行性，缩短产品研发周期，突出各创新主体的协同性。集成创新并非将不同成果简单罗列，而是以创新性成果为基础，注重不同主体以及创新系统与外界环境的交互，以不同的方式将各要素（子系统）重新组合，形成具有新功能的新产品 [6]。

智能手机和特斯拉电动汽车是典型的集成创新案例。以智能手机为例，智能手机本身已成为一个集通信、娱乐等多种功能于一身的电子集成平台，软硬件模块化生产成熟。智能手机的生产和研发一般以一家整机生产商为主，完成工业设计、硬件设计和软件设计，把控手机的市场定位和质量，如苹果公司或三星公司。整机生产商借助上下游产业链资源进行芯片和功能元件的采购 [7]。因此，智能手机的创新平台聚集三大主体，即独立的硬件供应商，提供手机芯片、电池等；具有较强研发和集成能力的供应商，组织研发、组装成品；整体设计、系统集成各类软件的制造企业 [8]。上述三类供应商的动态结构如图 1 所示。

### （三）无缝开放式创新成为制造业创新体系的动向

无缝开放式创新是指在创新过程中采用全程负责，每个创新阶段无缝对接，迭代开发、循环往复。在研发思路采集阶段，将客户深度卷入，在产品研

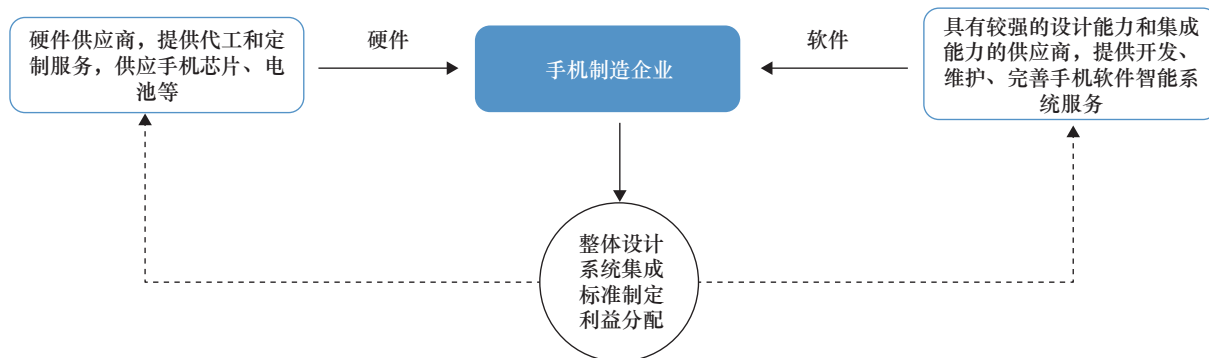


图 1 智能手机三类供应商的动态结构

发各阶段用众包方式与客户无缝合作,充分利用客户的认知盈余。在产品创新的初级阶段,做到最为活跃的使用者推动创新,使得产品成为“领先用户”的产品。在这一过程中,网络技术为众包提供技术条件和平台,缩减与用户之间的时间与空间距离,也降低了参与的成本和门槛 [9]。

小米手机的研发是典型的无缝开放式创新案例。用户深度参与小米手机的策划、设计、开发、测试和发布。小米手机公司会邀请发烧级“早期使用者”,这些“使用者”对不完美产品和产品错误愿意接受,并提供反馈信息。利用其独特的线上线下寻找、管理、激励领先客户和发烧友的机制,利用高效的互联网平台,实现公司和用户间的信息流通,实现在创新全过程的迭代开发、循环反复,最终达成无缝开放式的创新模式 [9]。

### 三、互联网背景下制造业创新体系建设需求

互联网有助于消除制造业创新链条的信息不对称,加速创新要素的流动。制造业创新链不断延伸,呈现动态、开放、网络化的发展趋势。结合互联网对制造业创新体系的影响分析,综合分析我国制造业面临的现状,提出互联网背景下制造业创新体系建设需求。

#### (一) 利用互联网整合创新资源,强化共性技术供给

面对互联网技术快速发展,制造业细分领域技术交叉融合、快速发展的形势,我国产业共性技术发展缓慢落后的现象尤为突出,严重阻碍我国制造业转型升级。一方面,适应制造业创新体系新趋势的产业共性技术支撑体系尚在探索和发展中,存在很多影响和制约产业共性技术支撑体系持续健康发展的障碍;另一方面,现有的产业共性技术支撑体系难以适应工业化中后期提升自主创新能力、加快传统产业转型升级和战略性新兴产业培育发展的需求。

以轴承为例。我国轴承工业初步形成包括重大专项、科技计划、重点实验室、工程技术研究中心、企业技术中心等在内的,多形式、多渠道、多层面的产业共性技术支撑体系,为轴承工业技术结构优化提供理论和技术支撑。但轴承工业制造工艺和工艺装备技术发展缓慢,车加工数控率低,磨加工自动

化水平低,造成国内轴承产品不能满足市场对其精度、性能、寿命和可靠性的要求。轴承工业的发展需要利用工业互联网整合创新载体,提供基础理论共性技术和高端轴承产品、技术,推动轴承制造技术的智能化、绿色化和产业形态服务化、定制化发展。

#### (二) 利用互联网为研发提供线上线下服务,优化技术供给方式

随着互联网技术的广泛应用,知识创造和应用的结合更加紧密,新兴创新模式不断涌现,以创客和极客为重要创新群体的“新硬件时代”正在开启。互联网技术可为制造业技术创新提供功能强大的研发工具、新兴研究方式以及丰富多样的网络共享和异地协同创新平台,可以优化技术供给方式。

受传统科研体制的影响,我国制造业技术创新体系普遍存在创新资源分散,研发载体布局不合理,以及研发尚未形成以点带线、以线带面的联动效应等问题。制造业细分行业的技术供给不足、产业关键技术的自主研发能力偏弱的问题突出。例如,英特尔和三星公司已经在硅材料的高端研发产业化应用方面占据优势,形成了系统的国际化融资和客户体系,建立了完善的材料、辅助件和装备业配套体系;但我国则缺少支撑硅材料高端研发产业化发展的技术平台、市场平台、信息平台,硅材料产业发展难以形成合力,生产水平维持在8寸以下硅片或芯片,市场份额仅占全球市场的4.1% [10]。我国硅材料行业创新资源分散,有效技术供给缺位。利用互联网促进创新要素流动和技术的扩散,优化基础性理论和高端技术的供给,是破解产业发展困境的有效手段。

#### (三) 利用互联网促进创新网络形成,完善以企业为主体的产学研创新体系

以信息技术为核心的高新技术与各领域深度融合引发了一批集群创新和颠覆性技术的出现。信息技术也使制造业创新体系突破地域、组织的边界,整合科研院所、企业等优势资源,形成跨部门、跨区域的协同创新网络。

我国制造业基本形成以企业为主体的产学研创新体系,制造企业是技术创新体系的投入和产出主体,特别是央企在引领行业技术创新方面发挥着重要的技术溢出和带动作用。2009—2015年,我国规



规模以上企业的研发投入占全国的份额为75%，企业职务发明专利授权量占全国份额从2009年的37%攀升至2015年的52%。但受国企考核评价机制和政府干预等因素制约，制造企业创新动力和意愿不足、创新效率低下、民营企业创新缺位等现象也较为突出。

利用互联网技术促进创新资源突破空间和产业的限制，使得创新链向前端和后端延伸，可以完善制造业产学研创新体系和协同开放的创新网络。具体需求为：①互联网支撑制造业创新体系的网络化发展。一方面，更多创新主体可通过互联网相互集聚，通过互联网技术手段，使创新网络内的信息、知识流动加快；另一方面，互联网企业和实体经济融合，互联网将从生产服务转向与生产研发交叉融合，创新网络的中心化趋势将趋弱。因此，需要营造企业创新有利可图的政策环境，政府需要加强对创新体系的宏观调控。②互联网催生了创新体系的开放式和协同性发展。企业利用互联网技术可建立开放式研发网络平台，将创新资源共享，将创新需求和技术进行对接。这样企业可发挥主体作用整合、集聚创新要素。企业加强研发能力建设，特别是明确央企自主创新的责任并建立监督考核机制，释放央企的创新引领作用。

#### 四、互联网背景下制造业创新体系建设对策

互联网深刻改变制造业创新体系建设布局。根据互联网背景下，我国制造业创新体系建设需求，提出应根据十大领域的技术创新特点，采用横向和纵向两条主线分别整合现有创新资源，以实体运行的创新载体为基地，形成地理上相对分散，体系上以十大领域内的重大科学、技术、工程任务为目标的高度统一的创新网络[11]。以云计算、互联网为基础工具，以公共服务平台和工程数据中心为重要支撑，构筑我国制造业网络化创新体系，带动技术研发、设计、转化，服务未来十年基础产业转型升级和战略性新兴产业培育发展的需要。

##### （一）建设网络化共性技术创新研究院和行业共性技术创新基地，构建国家产业共性技术创新体系

互联网使得制造业更加注重产品的价值增值。

各创新主体在创新平台上更方便形成地理分散、研发协同的伙伴关系，技术研发也从单一技术研发转向共性技术和前沿技术创新。故应利用互联网技术，加快建设制造业共性技术创新研究院或新基地，优化资源配置，形成行业上下游的紧密联系。同时，通过互联网技术在技术研发和创新扩散中的作用，发挥共性技术创新研究院在工业生产中的放大效应和集聚效应。制造业共性技术研究院的筹建应整合现有已具备高水平 and 显著研发能力的团队和研发平台，遴选出一批作为创新载体，整合建立共性技术创新研究院。

每个共性技术创新研究院由若干研发平台组成，各研发平台按照产业链和创新链分工协作，组成网络化共性技术创新体系，集中围绕事关未来我国产业发展的技术战略主攻方向开展关键共性技术研发，为中小企业提供技术成果辐射、转移与扩散。

##### （二）在现有产学研创新体系基础上，提供多元化的技术供给方式

以市场需求为导向，选取重点产业领域，集中力量攻克关键技术和前沿技术，建立多样化的产学研创新平台，不断完善国家创新体系。区分产业集中度，分领域建设切合产业特色的创新体系。具体来说，在产业集中度较高的领域，如石化、航天、电网等，构建以行业骨干企业技术研发机构为主体的产业技术创新支撑体系。在产业集中度不高的行业，如机械、钢铁、化工等，利用互联网技术建立公共研发机构为主体的产学研结合的创新技术供给模式。对于技术更新换代快、市场化活跃的新兴产品领域，则应用大数据、云计算、网络化的现代技术手段，充分营造技术成果转化、应用和产业化的政策环境，发挥高校、科研机构、中小微企业、科技人员等多元化主体在产业创新技术供给中的作用。

##### （三）充分发挥政府引导职能，抓好平台建设

在大数据信息平台的建设方面，我国已启动国家大数据战略，但大数据原始基础较差，条件不好，存在业界数据分散、数据产业和数据保护的立法缺失等问题。应以经费支持的形式，加强政府对大数据平台软实力建设的支持，提高大数据平台的效率、

辐射性和服务性,也应建立高质量的云计算、大数据的第三方平台。

制造业设计应用平台也是应发挥政府作用加强建设的平台之一。现代元器件具有微型化、集约化特点,材料与器件制造一体化的趋势日趋明显,上下游产业相互合作与融合更加紧密,产业结构出现垂直扩散趋势,尤其与装备制造业发展高度关联,减少生产企业负担,缩短批量应用周期至关重要。应用设计平台建设也包括建立实验应用表征技术体系、融入国际的标准体系和推广应用的示范工程体系等 [10]。

#### 参考文献

- [1] 国家制造强国建设战略咨询委员会. 中国制造2025蓝皮书(2016) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.  
Strategic Consulting Committee on Upgrading of the National Manufacturing Sector. The report on made in China 2025 [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2016.
- [2] 何颖. 中国制造业创新指标体系构建思路 [J]. 中国工业评论, 2015 (9): 52-60.  
He Y. The Thinking of innovation index system of China's manufacturing [J]. China Industry Review, 2015 (9): 52-60.
- [3] 郭重庆. IT 将重新定义制造业 [J]. 上海质量, 2013 (12): 9-13.  
Guo C Q. IT will redefine manufacturing [J]. Shanghai Quality, 2013 (12): 9-13.
- [4] 国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 《中国制造2025》解读——省部级干部专题研讨班报告集[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.  
Strategic Consulting Committee on Upgrading of the National Manufacturing Sector, The CAE Centre for Strategic Studies. Interpretation of made in China 2025—report set of provincial and ministerial level cadres' symposium [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2016.
- [5] 张平, 周军华, 黄艳丽, 等. 面向中小模具企业的网络化协同制造系统及实现 [J]. 现代制造工程, 2006 (10): 140-143.  
Zhang P, Zhou J H, Huang Y L, et al. Networked collaborative manufacturing system for small and medium sized mold enterprises and its implementation [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2006 (10): 140-143.
- [6] 张华胜, 薛澜. 技术创新管理新范式: 集成创新 [J]. 中国软科学, 2012 (12): 6-22.  
Zhang S H, Xue L. New technology innovation management paradigm—integrative innovation [J]. China Soft Science, 2012 (12): 6-22.
- [7] 刘明宇, 骆品亮. 基于长尾理论的品牌手机集成创新与山寨手机模块创新比较研究 [J]. 研究与发展管理, 2010, 22(4): 1-9.  
Liu M Y, Luo P L. The comparative research on integration innovation mode of brand mobile telephone and modularity innovation mode of mountain fastness mobile telephone based on the long tail theory [J]. R&D Management, 2010, 22(4): 1-9.
- [8] “激发创新主体的活力”课题组. 基于平台的开放式创新 [EB/OL]. (2016-12-15) [2017-03-25]. <http://www.drc.gov.cn/n/20161215/1-224-2892323.htm>.  
Studying Team of Stimulate the Vitality of Main Body of Innovation System. An open innovation mode based on platform [EB/OL]. (2016-12-15) [2017-03-25]. <http://www.drc.gov.cn/n/20161215/1-224-2892323.htm>.
- [9] 董洁林, 陈娟. 无缝开放式创新: 基于小米案例探讨互联网生态中的产品创新模式 [J]. 科研管理, 2014 (12): 76-84.  
Dong J L, Chen J. Seamless open innovation: The product innovation model of Xiaomi in the internet ecosystem [J]. Science Research Management, 2014 (12): 76-84.
- [10] 干勇. 三基产业技术基础发展及创新 [J]. 中国工业评论, 2017 (1): 30-35.  
Gan Y. Technological development and innovation of basic components, basic process and basic material for manufacturing [J]. China Industry Review, 2017 (1): 30-35.
- [11] 干勇. 我国产业技术创新支撑体系建设的问题及出路 [J]. 中国工业评论, 2016 (10): 52-58.  
Gan Y. The problems and solutions of industry technological innovation system construction [J]. China Industry Review, 2016 (10): 52-58.