

中国研发密集型产业的发展 and 优劣势分析

程如烟, 文玲艺, 张丽娟

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 本文基于经济合作与发展组织和美国科学基金会等的数据, 分析了中国研发密集型(RDI)产业的发展变化。分析表明, 中国 RDI 产业近年来快速发展: 产业增加值的年均增长速度远高于世界平均水平; RDI 产业增加值在 GDP 中的份额呈现稳中有升的态势; RDI 出口金额的增长速度也远超世界平均水平。中国 RDI 产业的优劣势呈现出三个特点: 制造业强, 服务业弱; 研发强度高中的行业强, 研发强度高的产业弱; RDI 产业出口中来自国外增加值所占的份额偏高。针对中国 RDI 产业的不足, 本文在文章最后提出了几点建议。

关键词: 研发密集型产业; 产业增加值; 外国增加值含量

中图分类号: F264.2; G327.12 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2022.09.003

随着科技创新的快速发展, 其对经济增长的作用日益凸显。为测度科技创新对经济增长的贡献, 国际组织、各国政府都在监测和分析全球和各国高技术产业的发展情况。

高技术产业是指科技创新含量高的产业, 可以用研发强度、科技人员集中度、专利活动以及其他创新活动等多个指标进行测度。高技术产业在国际上有多个名称, 如研发密集型(R&D Intensive, RDI)产业^[1]、知识密集型(Knowledge Intensive)产业^[2]、知识技术密集型(Knowledge and Technology Intensive)产业^[3]、知识产权密集型(IP Intensive)产业^[4]等。本文从研发强度的角度对产业进行分类, 因此将科技含量高的产业称为 RDI 产业, 并对中国 RDI 产业的发展进行分析。

按照经济合作与发展组织的定义, RDI 产业是指该产业的研发强度(该产业的研发支出占该产业增加值的比例)超过 5% 的产业。RDI 产业分为两大类: RDI 制造业和 RDI 服务业。RDI 制造业包括航空、航天器及相关机械(以下简称航空航天), 制药, 计算机、电子和光学产品(以

以下简称计算机类产品), 武器弹药, 机动车、拖车和半拖车(以下简称机动车), 医疗器械, 机械设备, 化学制品, 电气设备, 铁路、军用车辆和运输设备(以下简称铁路运输)10 类; RDI 服务业包括科学研究与开发, 软件出版, 信息技术(IT)和其他信息服务(以下简称 IT 信息服务)。其中航空航天、科学研究与开发、软件出版、制药以及计算类产品属于高 RDI 产业(研发强度超过 20%), 其他属于中高 RDI 产业(研发强度在 5%~20% 之间)^[5]。

近年来, 随着科技创新战略的不断推进, 中国 RDI 产业快速发展, 且增长速度远超世界平均水平。然而, 由于发展时间短、科技基础薄弱, 中国 RDI 产业仍存在一些问题。为此, 本研究基于经济合作与发展组织^[6]、美国国家科学基金会^[7]等的数据, 分析中国 RDI 产业的发展态势、特点以及优劣势, 并提出有针对性的对策建议。

1 中国 RDI 产业的发展态势

近年来, 中国在科技创新方面投入了大量资

第一作者简介: 程如烟(1969—), 女, 研究员, 主要研究方向为国际科技创新战略与政策、科技经费配置和管理、国际科技合作。

收稿日期: 2022-07-29

源,研发资金、研发人员大幅增加,科技基础设施不断完善,RDI产业得到快速发展,产业增加值和出口金额都快速增加。

1.1 中国 RDI 产业增加值增长迅速

2002—2019 年间,中国 RDI 产业增加值从 2 232 亿美元增至 22 674 亿美元,增加了近 920%,年均增长率为 14.6%,远超过全球平均水平(6%,全球 RDI 产业增加值从 2002 年的 3.4 万亿美元增至 2019 年的 9.2 万亿美元),也远超美国(4.8%)、日本(1.5%)、德国(4.4%)和韩国(7.3%)的

年均增长率。

基于两位数以上的年均增长率,中国 RDI 产业增加值占世界的份额近年来也在快速增加,从 2002 年的 6.6% 增至 2019 年的 24.6% (见图 1)。2019 年,中国 RDI 产业增加值位居世界第二,仅略低于美国(占全球的份额为 25.3%),但比世界排名前五的另外三个国家日本(7.9%)、德国(6.4%)、韩国(3.7%)要高得多。

1.2 中国 RDI 产业出口额发展形势良好

根据最新数据,2002—2018 年间,中国 RDI

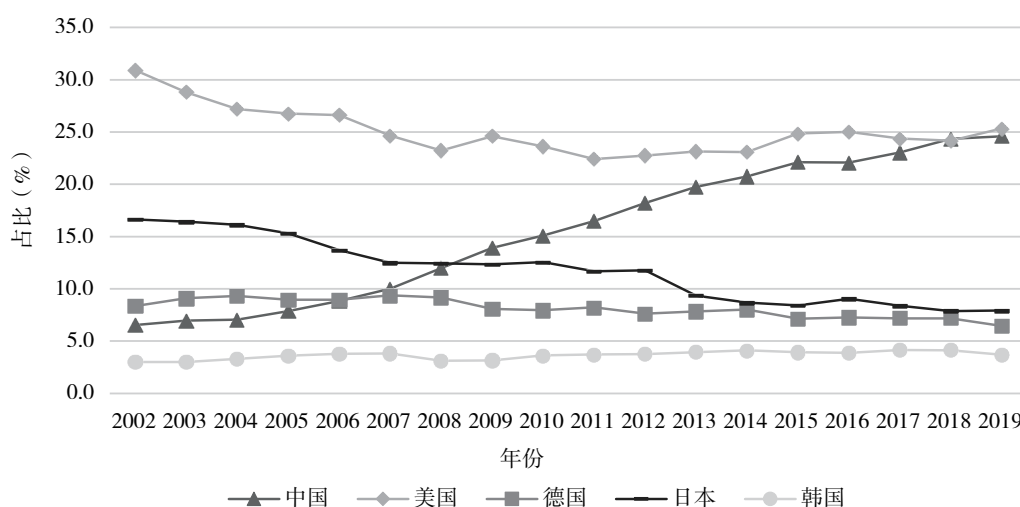


图 1 2012-2019 年主要国家 RDI 产业增加值占全球的份额

产业出口额从 1 251 亿美元增至 12 285 亿美元,增加了近 9 倍(见图 2),年均增长率超过 15%,远超过全球的增长速度。在此期间,中国 RDI 产业出口额占全球的份额从 5% 增至 17%,位居全球第一,远超过德国(11%)、美国(9%)、日本(7%)和韩国(6%)。

与此同时,中国 RDI 制造业出口额占中国制造业总出口额的份额也在快速提升,从 2002 年的 45% 增至 2018 年的 57%。尽管中国的此数值有了快速增加,但由于发展时间较短,中国的表现还是低于美国(63%)、德国(72%)、韩国(75%)和日本(78%)。

2 中国 RDI 产业的优劣势

2.1 中国 RDI 产业整体表现制造业强、服务业弱

中国 RDI 产业存在制造业强但服务业弱的结构失衡问题。2019 年,在中国 RDI 产业增加值中,

RDI 制造业所占的份额为 87% 以上,RDI 服务业不足 13%。实际上,中国的整体产业结构中,服务业增加值远高于制造业,如 2021 年中国服务业增加值几乎是制造业增加值的 2 倍^[8,9],但 RDI 服务业增加值却仅为 RDI 制造业增加值的 1/7,这说明中国 RDI 产业存在严重的结构失衡现象。

长期以来,中国 RDI 产业一直以制造业为主,RDI 产业增加值中制造业所占的份额为 87%~90%,服务业所占份额仅为 10%~13% (见图 3)。美国 RDI 产业中制造业和服务业相对均衡,近年来服务业的增长速度远快于制造业,导致服务业在美国 RDI 中所占份额从 2009 年的 34% 增加到 2020 年的 47%。

2.2 细分产业中中高 RDI 制造业表现突出

中国在 RDI 制造业上整体表现突出,不同细分产业的表现不尽相同:2019 年,在电气设备、铁路运输、机械设备、化学制品等研发强度位于

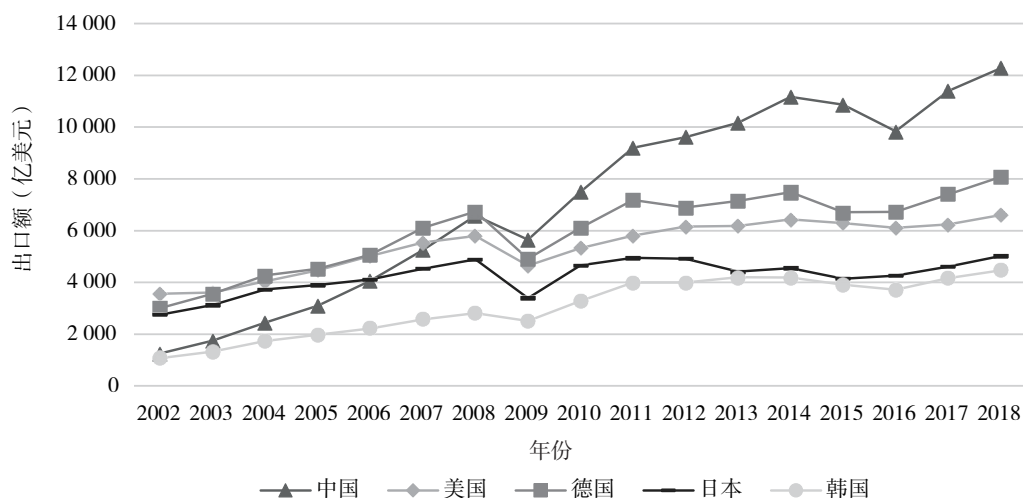


图2 2012-2018年主要国家RDI产业出口额

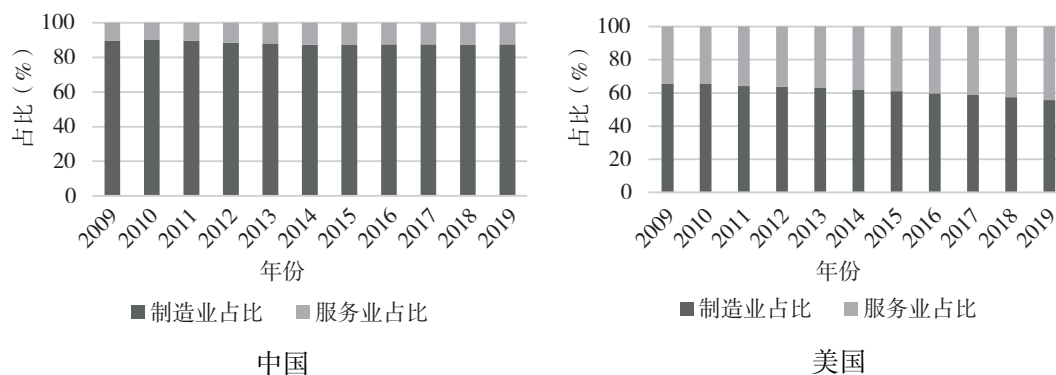


图3 2009-2019年中美RDI产业增加值中制造业和服务业的占比

5%~20%的中高RDI产业中,中国表现卓越,各产业增加值占全球的份额大都超过了30%;而在航空航天这样的研发强度高于30%的高RDI产业中,中国表现欠佳,产业增加值占全球的份额不足10%(见图4)。在RDI服务业,中国表现较弱,IT信息服务业占全球的份额不足9%,软件出版业占全球的份额仅为3%左右。

2.2.1 优势RDI产业

中国的优势RDI产业主要包括中高RDI制造业。这些产业经过近年来的快速增长(见图5),其中很多产业(电气设备、铁路运输、机械设备、化学制品、机动车、计算机类产品)增加值目前已经位居全球第一。

电气设备制造业包括继电器和工业控制、电池、光缆、主要家用电器和开关设备等。当前,很多电气设备中嵌入了物联网和人工智能功能,正变得越来越受创新驱动^[10]。2002—2019年间,中国

电气设备的增加值从277亿美元增至3188亿美元,占全球的份额从12%增至48%,位居世界第一,远超世界第二的日本和第三的美国。

铁路运输制造业包括铁路、军用车辆和运输设备。2002—2019年,中国铁路运输业的增加值从57亿美元增至466亿美元,占全球的份额从15%增至40%,远高于美国(14%)等国家。中国铁路运输制造业快速增长的一个重要原因在于中国高铁的快速发展。

机械和设备制造业包括各种机械,如工业加工机械、发动机和涡轮机以及农业设备等。2002—2019年,中国机械设备的增加值从336亿美元增至4012亿美元,占全球的份额从8%增加到35%;位居世界第一,远超世界第二的美国(14%)。

化学品制造业是指不含制药在内的各种化学制品。2002—2019年,中国化学品制造业的增加值从367亿美元增至3269亿美元,占全球的份额

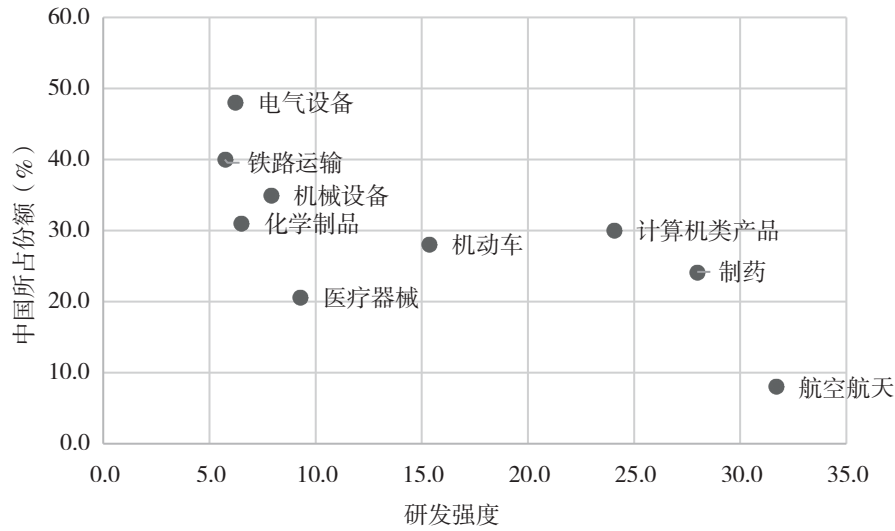


图 4 2019 年中国不同 RDI 制造业增加值占全球的份额

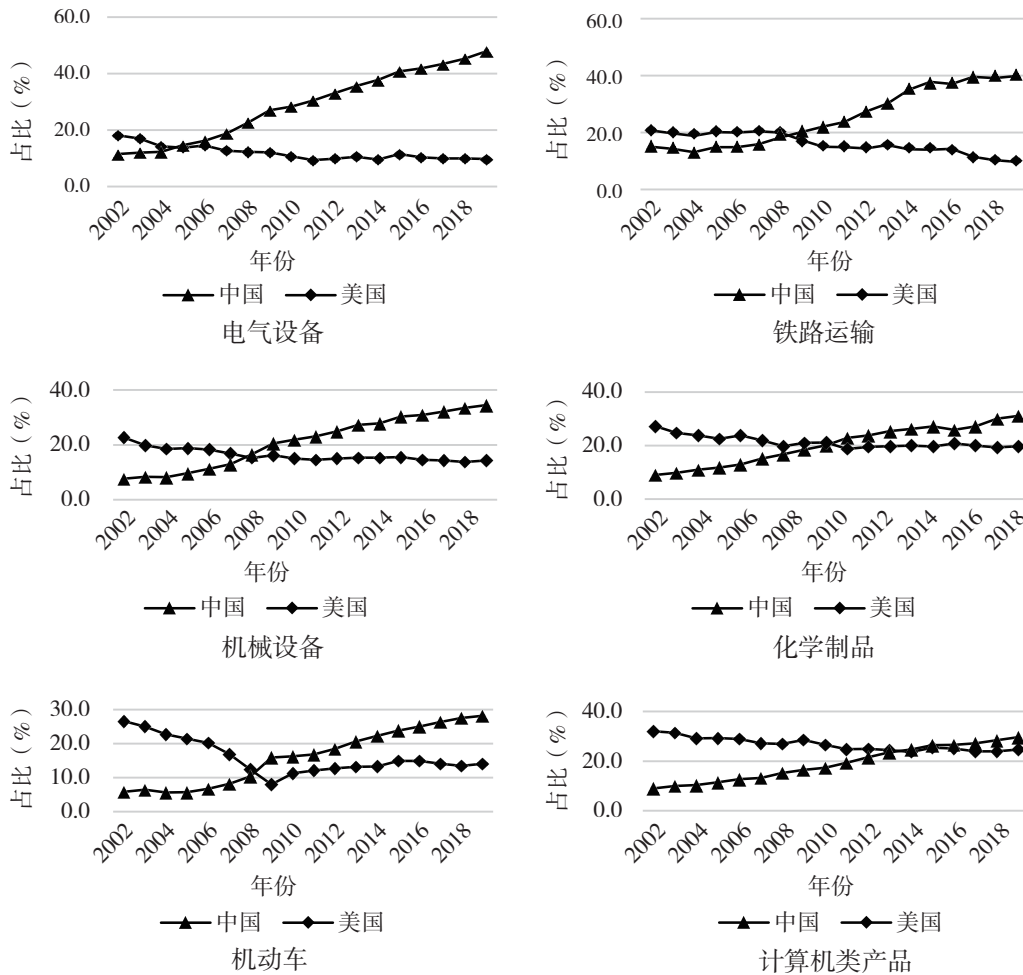


图 5 2012-2019 年中美 RDI 优势产业增加值占全球的份额

从 9% 增加到 31%。

机动车行业不仅包括机动车的最终生产商，还

包括机动车零部件供应商。近年来，随着电动汽车、自动驾驶汽车的兴起，机动车行业正在经历一个新

的创新时代。2002—2019年,中国机动车产业的增加值从276亿美元增至2992亿美元,占全球的份额从6%增加到28%。中国机动车的快速发展得益于中国对新能源汽车的大力支持,从而出现了比亚迪、宁德时代、小鹏汽车等一批竞争力日益增强的汽车厂商。

计算机类产品制造业包括计算机和外围设备、半导体、仪器以及电视等消费电子产品。该行业的科技含量很高,这不仅体现在计算机和半导体领域,也体现在消费电子领域,如高清电视和虚拟现实系统等。2002—2019年,中国计算机类行业的增加值从490亿美元增至3730亿美元,占全球的份额从9%增至30%。这得益于华为、中芯国际、联想等一大批科技创新实力强大的龙头企业的快速发展。

需要说明的是,尽管中国的制药和医疗器械制造业近年来取得了巨大增长,占全球的份额也在快速增加,如2002—2019年,制药业的增加值从145亿美元增至1589亿美元,占全球的份额从5.6%增至24%,医疗器械从57亿美元增至361亿美元,占全球的份额从7.6%增至20.6%,但较美国还有一定差距(美国制药业增加值占全球的27.7%,医疗器械占全球的37.5%)。制药业属于研发强度很高的产业,近年来,随着先进探测手段、纳米技术、基因编辑、大数据和合成生物学等新技术的应用,

制药业正在加速创新和改进。中国制药业增加值占全球份额的显著增加除了与中国医药科技实力的提升有关,还与跨国医药公司在中国设立分支机构以进入中国市场密切相关。在医疗器械领域,中国发展时间比较短,在技术、材料、装备和工艺水平等方面薄弱,一些细分领域专业化程度不足,超过九成的中国医疗器械生产企业是中小型企业,这些都制约了我国医疗器械的发展。

2.2.2 劣势RDI产业

在航空航天、IT信息服务业以及软件出版服务业方面,中国占全球的份额还较低,存在很大的提升空间(见图6)。

2002—2019年间,中国航空航天制造业增加值从29亿美元增至208亿美元,占世界的份额从2.8%增至8%,位居世界第二。尽管如此,中国航空航天制造业较美国仍存在巨大的差距,美国占全球的份额在此期间一直稳定保持在50%~56%之间。中国的航空航天制造业之所以较弱,原因之一在于中国缺乏像波音和空客那样的商业飞机公司。为弥补这一差距,中国商飞公司2008年成立,目前已经研制ARJ21、C919、C929飞机并将陆续投入商业运营,未来中国航空航天制造业的全球份额有望进一步提高。

IT信息服务业主要包括互联网公司开展的服务业务。随着脸书、谷歌和微软等公司的迅猛发展,

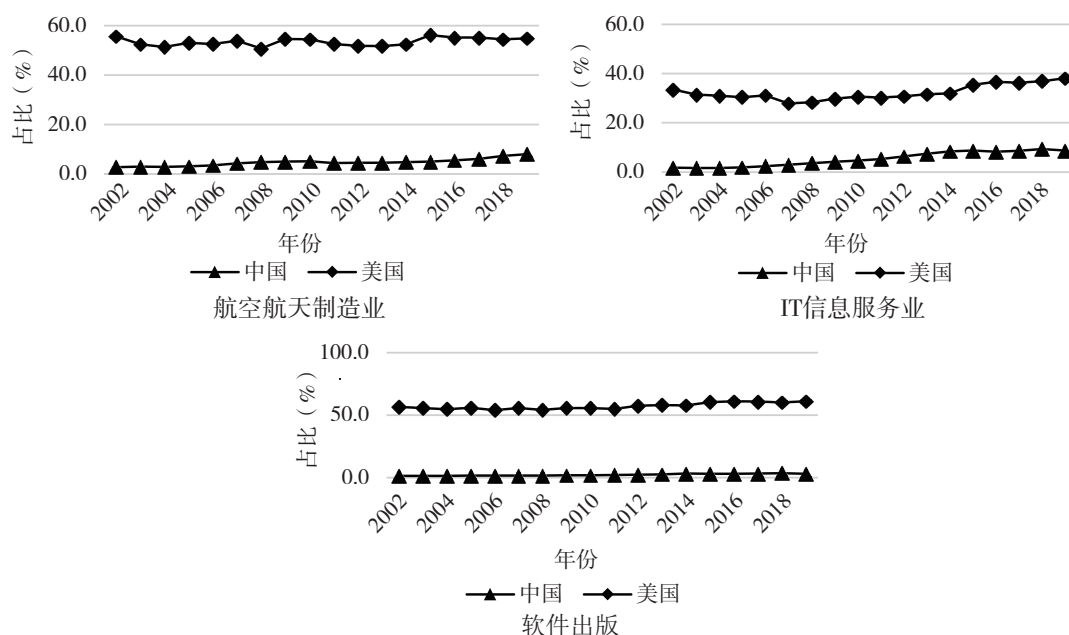


图6 2002-2019年中美RDI劣势产业增加值占全球的份额

IT 信息服务业已迅速发展成为世界上最大的先进技术产业。近年来，中国的腾讯、阿里巴巴、百度等互联网公司快速发展，IT 信息服务业也不断壮大。2002—2019 年间，中国 IT 信息服务业增加值从 90 亿美元增至 1 496 亿美元，占世界的份额从 1.8% 增至 8.7%。然而，此数值较美国（38%）还有非常大的差距。

软件出版服务业包括操作系统，工业软件，商业软件，数据库、存储软件，出版、电子游戏软件，设计、编辑和渲染软件等。软件领域由于边际成本低，早期进入者往往会占据市场的极大份额，形成垄断地位，导致后来者难以进入。中国发展软件的时间比较晚，导致在全球所占份额很低。2019 年，中国软件出版服务业增加值占全球的份额为 3.1%，较美国的 61% 差距巨大。值得欣喜的是，近年来中国在一些软件领域正在快速进步，如华为的鸿蒙系统、阿里和腾讯的云服务软件等等，预期中国软

件业未来会有较快的发展。

2.3 RDI 产业出口中外国增加值所占份额较高

相较传统产业，RDI 产业的全球化程度更高，RDI 产业出口的总额并非都是在出口国产生的，其中一部分来自外国增加值。中国是“亚洲工厂”的枢纽，巨大的规模效应、完备的基础配套、相对较低的劳动成本使得中国在亚洲工厂网络中发挥着核心作用。中国从多个国家进口大量零部件，并将其组装和制造成最终的成品。因此，中国 RDI 出口中外国增加值的份额更高，2018 年为 23%，而美国仅为 14%。

近年来，随着创新型国家的建设、科技体制改革不断推进，中国 RDI 出口中外国增加值的份额一直在降低（见图 7）。2004 年，中国 RDI 出口中外国增加值的份额高达 33%，2015 年降至 23%，之后一直在 23% 上下波动。

中国 RDI 产业出口中外国增加值所占份额较

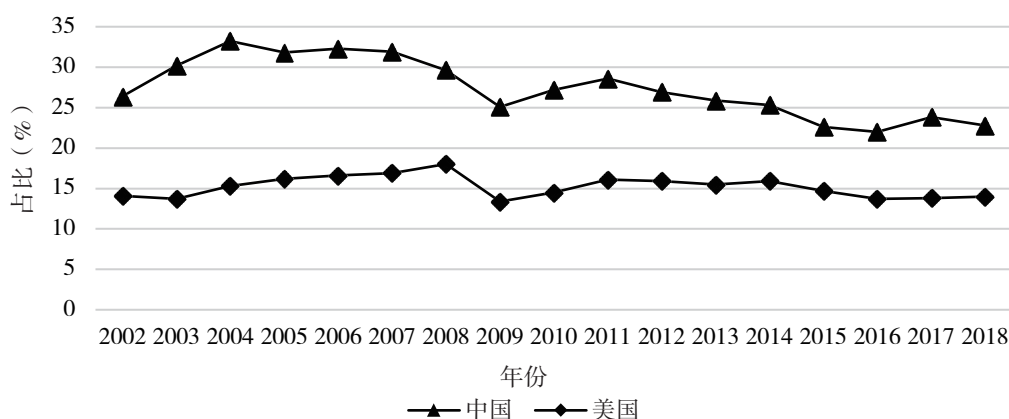


图 7 2012—2018 年中美 RDI 出口中外国增加值所占的份额

高与中国 RDI 产业中制造业所占比重过高有关。一般来说，RDI 制造业更多依赖从国外购买的中间产品或零部件，从而导致其出口额中外国增加值所占份额较高；RDI 服务业通常更多地依赖劳动力和资本，而较少依赖购买的中间投入，其出口中外国增加值所占份额较低。中国 RDI 产业以制造业为主，服务业仅占很小的一部分，导致中国 RDI 产业出口额中外国增加值所占份额高于美国。

3 分析和建议

(1) 加大研发投入，提升我国 RDI 产业对经济的贡献。

研究发现，一个国家的研发强度越高，RDI 产

业增加值占 GDP 的份额越高（见图 8），对经济的贡献越大。

近年来，中国对科技创新高度重视，加快实施创新驱动发展战略，大力增加研发资金，研发强度不断提高。然而，相较美国、德国、日本和韩国，中国的研发强度还有一定的差距。2019 年，中国研发强度为 2.23%，但美国、日本和德国均超过了 3%，韩国更是超过了 4%。

当前，中国提出了高质量发展的目标。要加快推进高质量发展，就必须推动中国发展路径从“量的积累”逐步向“质的飞跃”迈进，而这必须依靠创新、大力发展 RDI 产业来实现。为此，中国需要采取多种措施，提升地方政府、企业的

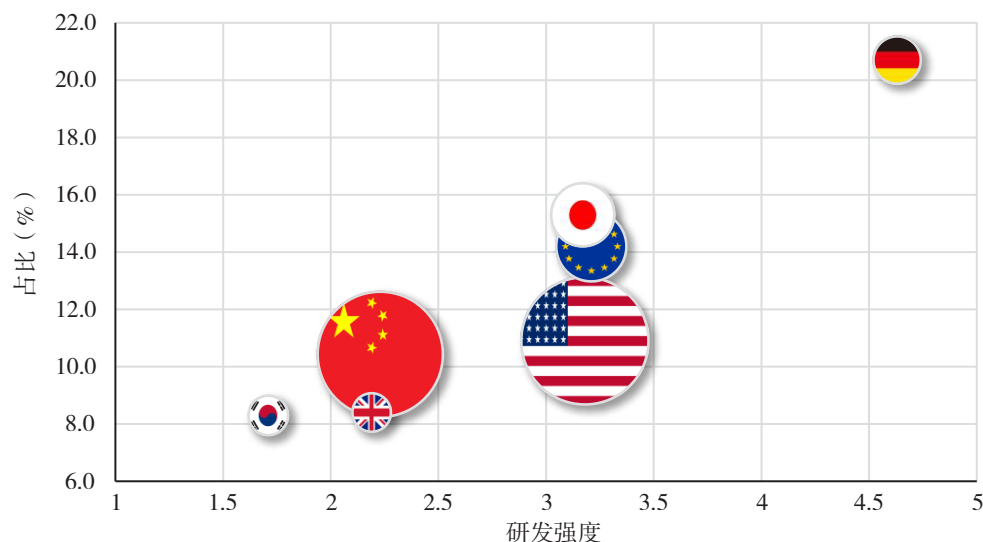


图 8 2019 年主要国家的研发强度与 RDI 产业增加值占 GDP 的份额

资料来源:根据世界银行^[11]、美国科工指标 2022 的数据进行绘制。

研发投入,并鼓励慈善资金参与,从而使得中国研发强度继续提升。与此同时,中国还要进一步增强产学研深度融合,促进科技成果最大化地转化为经济效益。

(2) 大力加强科学研究型创新,促进我国高研发 RDI 产业发展。

麦肯锡将创新分为四类:客户中心型创新、效率驱动型创新、工程技术型创新和科学研究型创新^[12]。从中国 RDI 产业的发展情况可以看出,中国比较擅长效率驱动型创新(电气设备、机动车、化学制品),但科学研究型创新比较薄弱(软件出版)。这主要是由于中国科技发展的时间比较短,创新的积累不够;加之中国在科技发展中存在重物不重人的现象,对研究人员创新能力的激励不够,人的创新主动性和能动性没有得以充分发挥。

为此,中国需要采取多种措施,以提升科学研究型创新行业的竞争力。一是加大基础研究在研发经费中所占比例,为提升原创能力奠定资金基础;二是加大研发资金中人员资金所占比例,改变中国科研活动中重物不重人的现象,充分激发研究人员的积极性;三是完善评价制度,激发研究人员的创新动力。

(3) 加强关键核心技术攻关,减少中国 RDI 产业对国外的依赖。

相较美国,中国 RDI 产业出口额外国增加值

所占的份额要大得多,对国外中间产品和零部件的依赖较大。在全球贸易可以自由顺畅进行的时候,中国可以高效利用各国最具成本优势的中间产品和零部件来制造和组装产品,这样既能提升中国的生产效率,也能提升全球的生产效率。然而,在当前中美竞争日趋激烈、全球贸易受到巨大阻碍的形势下,中国很难继续顺畅地从国外进口相关产品,尤其是从美国及其盟友国家进口尖端技术产品,这将使中国部分高技术行业受到很大的影响。

为此,中国必须研究梳理产业链中的卡脖子技术,集中优势资源,采取企业牵头、公私合作的方式联合攻关,攻克关键核心技术,并采取补贴、政府采购等多种措施加快推动技术的应用,以减少对国外的依赖,在关键领域实现更大程度的自主,将高技术产业发展的主动权掌握在自己手中。■

参考文献:

- [1] Peristeraki M. R&D intensive industries: The new merger control challenge in the EU[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://www.eylaw.be/2017/07/26/rd-intensive-industries-the-new-merger-control-challenge-in-the-eu/>.
- [2] Harabi N. Knowledge intensive industries: Four case studies of creative industries in Arab countries[EB/OL]. [2022-04-19]. https://www.academia.edu/735182/Knowledge_Intensive_Industries_Four_Case_Studies_of

- Creative_Industries_in_Arab_Countries.
- [3] Gucci L. Production and trade of knowledge- and technology intensive industries[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20226/global-trade-in-knowledge-and-technology-intensive-output>.
- [4] Toole A, Miller R, Rada N. Intellectual property and the U.S. economy: Third edition[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://www.uspto.gov/sites/default/files/documents/uspto-ip-us-economy-third-edition.pdf>.
- [5] Galindo-Rueda V. OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>.
- [6] OECD. "Main science and technology indicators", OECD science, technology and R&D statistics[DB/OL]. [2022-06-22]. <https://doi.org/10.1787/data-00182-en>.
- [7] Gucci L. Production and trade of knowledge- and technology intensive industries[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20226/global-trade-in-knowledge-and-technology-intensive-output>.
- [8] 新华社 . 2021 年服务业增加值同比增长 8.2%[EB/OL]. [2022-04-19]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1723438840573860381&wfr=spider&for=pc>.
- [9] 中国新闻网 . 2021 年中国制造业增加值 313797 亿元比上年增长 9.8%[EB/OL]. [2022-01-20]. <http://www.inpai.com.cn/news/doc/20220120/120289.html>.
- [10] Atkinson R D. The Hamilton Index: Assessing national performance in the competition for advanced industries[EB/OL]. [2022-06-01]. <https://itif.org/publications/2022/06/08/the-hamilton-index-assessing-national-performance-in-the-competition-for-advanced-industries/null/publications>.
- [11] World Bank. World development indicators[DB/OL]. [2022-06-01]. <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD/1f4a498/Popular-Indicators#>.
- [12] Woetzel J, Chen Y, Manyika J, etc. The China effect on global innovation[EB/OL]. [2022-04-19]. <http://mckinseychina.com/wp-content/uploads/2015/07/mckinsey-china-effect-on-global-innovation-2015.pdf>.

Analysis on the Development, Advantages and Disadvantages of China's R&D Intensive Industries

CHENG Ru-yan, WEN Ling-yi, ZHANG Li-juan

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

Abstract: This paper analyzes the development of China's R&D intensive (RDI) industries based on the data of OECD and NSF. The analysis shows that China's RDI industry has developed rapidly in recent years: The average annual growth rate of added value generated by RDI industry is much higher than the world average level; Added value generated by RDI industry as the share of GDP shows a steady upward trend; The growth rate of RDI export also far exceeds the world average level. The advantages and disadvantages of China's RDI are as follows: Manufacturing industries are strong while service industries are weak; Industries with medium and high R&D intensity are strong, while industries with high R&D intensity are weak; The foreign value-added content of RDI industry exports is high. In view of the deficiencies of China's RDI industry, this paper finally puts forward some suggestions.

Keywords: RDI industry; added value; value-added of industry; foreign value added content