

“十三五”期间我国科研软件发展现状与对策

刘福来^{1,2}, 张艾怡^{*2}, 盛 娟^{1,2}, 杜瑞燕^{1,2}

(1. 东北大学秦皇岛分校, 河北秦皇岛 066004; 2. 东北大学, 辽宁沈阳 110819)

摘 要: “十三五”国家创新规划发布以来, 我国软件行业取得了巨大的进展。科研软件作为软件行业中的一个细分分支, 是科学研究中不可或缺的工具, 是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。因此有必要摸清我国科研软件发展现状和突出问题, 研究影响科研软件发展的关键因素。本文通过梳理国家自然科学基金委资助项目、国家发布的相关政策、行业现状、人才队伍结构等情况, 结合科研软件研发和使用者的特点, 分析了科研软件发展中存在的问题, 提出了科研软件发展建议等, 以期科研软件的发展及创新提供一定借鉴。

关键词: 科研软件, 发展现状, 突出问题, 对应建议

从全球范围来看, 新的信息通信技术日益发展、全球化趋势日益深化, 为软件行业发展创造了许多机遇^[1,2]。软件行业的快速发展, 有力支撑了国家信息化建设, 促进了国民经济和社会持续健康发展^[3]。科研软件作为软件行业中的一个细分分支, 是科学研究中不可或缺的工具和手段, 能够加快知识生产和更新的速度, 是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量, 尤其是在科学研究过程中, 大多数研究都是通过模拟、分析、仿真、计算等科研软件获得理论成果, 然后借助理论成果与科学仪器的使用获得新的重大科学思想和科学理论、颠覆性技术^[4]。但是在科研软件的不断发展中, 仍然存在着一些问题, 制约了其快速发展的步伐, 如我国科研软件产业存在严重依赖进口的突出问题, 科学计算仿真软件、一体化电子产品开发系统等科研软件都需要依赖国外产

品。过度依赖国外基础科研软件不仅成为我们受制于人的技术短板, 同时也无法保障基础科研的安全可控。

为了了解我国科研软件行业发展情况, 分析制约因素进而提出发展建议, 本文对国家自然科学基金委网站、科技部网站、工信部网站等官方网络公开发布的数据进行研究, 从资助项目、政策发布等因素分析了我国科研软件行业发展现状, 并给出对应发展建议。

1. 数据来源及分析方法

本文分别从科研软件项目资助, 软件版权登记和科研软件政策三个方面对科研软件现阶段发展情况进行调查分析, 其中科研软件项目数据来源于国家自然科学基金共享服务网, 最新数据更新至2019年, 科研软件项目支撑发表的

作者简介: 刘福来, 男, 博士, 博士生导师, 东北大学秦皇岛分校, 研究方向为无线电信号处理。

张艾怡, 女, 博士生在读, 东北大学, 研究方向为高维数据处理。* 通讯作者。

盛 娟, 女, 硕士, 讲师, 东北大学秦皇岛分校, 东北大学秦皇岛分校, 研究方向为认知无线电信号处理。

杜瑞燕, 女, 博士, 硕士生导师, 东北大学秦皇岛分校, 研究方向为无线电信号处理。

基金项目: 中国科协创新战略研究院科研项目“十三五”时期我国自主研发科研仪器设备应用的评估研究(项目编号: 2020-pgs-044)。

文献数据主要来源中国知网、Web of Science等论文数据库；软件版权、软件著作权数据来源于国家版权局网和中国版权保护中心，国家版权局仅公开了2018年以前统计的相关数据，中国版权保护中心仅发布了2019年以前的软件著作权登记情况；科研软件相关政策发布情况来源于中央人民政府、科技部、工信部、发改委等官方网站公开发布的数据，最新数据截止至2020年。

本文在研究过程中主要采用基于数据驱动的分析方法，通过收集整理相关文献、政策文本和权威网站数据，对科研软件相关数据进行统计，分类，并以统计图表呈现，采用比较分析

的方法调查研究科研软件现阶段发展过程中的优势和不足。

2. 我国科研软件发展现状

2.1 科研软件国家自然科学基金委项目资助情况

国家自然科学基金委在2016–2019年共资助270项软件研究类项目，总经费约为2亿元，图1为2016–2019年软件研究类项目获批数目、总经费、成果产出等各年分布情况。从图中可知，科研软件在获批数目和经费方面整体呈现下降趋势，说明我国对科研软件研发投入方面，重视程度和支持力度都有待加强。

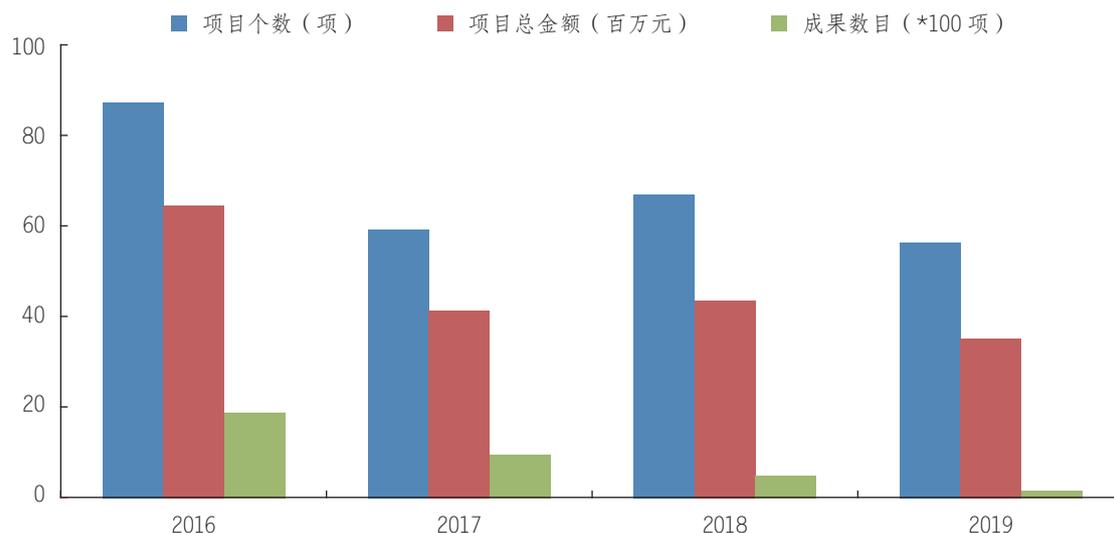


图1 2016–2019年科研软件研究类项目发展情况

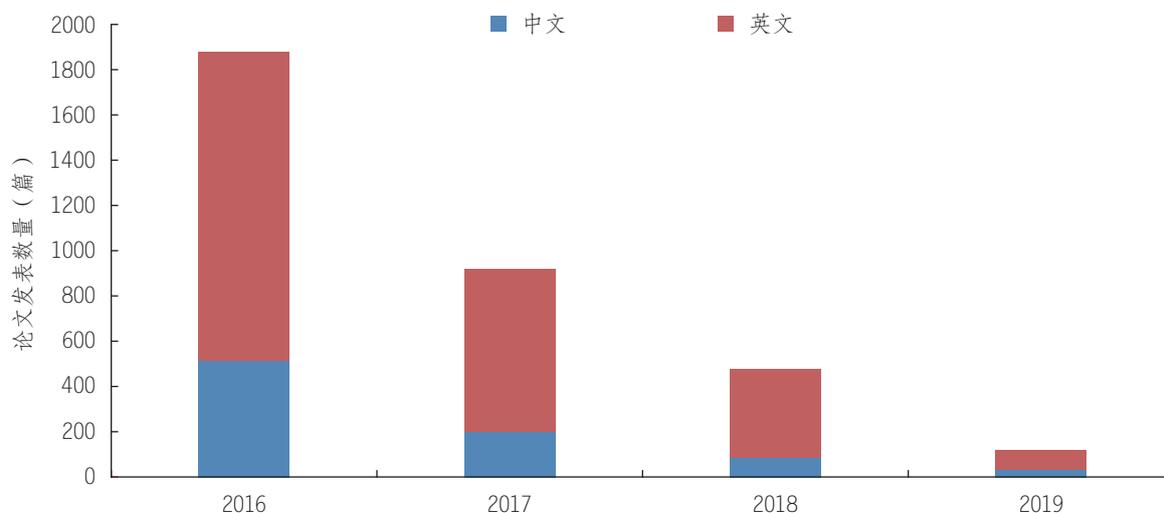


图2 2016–2019年科研软件研究类项目相关学术成果发表情况

图2分析了2016–2019年获批的科研软件研究类项目支撑发表论文情况, 受项目研究周期影响, 较近的年份项目开展较晚, 研究处于早期, 因而对应的成果数目较少, 但仍可从一定程度上反映出项目的成果产出情况。从图2中可知, 英文论文数量约为中文论文数量的3倍, 说明我国相关科研进展得到了国内外同行专家的认可, 同时提升了我国在国际上的科技影响力。然而与图1统计的成果数目相比, 可实际应用的科研软件成果要远少于论文发表数量, 说明科研软件研究类项目强调的是论文学术成果, 对科研软件产品重视不足。

图3分析了我国2016–2019年不同项目类别软件研究类获批数目和总经费占比情况。从图中可知, 2016–2019年期间我国在面上项目和青年科学基金项目整体资助力度较大, 其中包括123项面

上项目(占项目资助总数46%, 占总经费40%)、102项青年科学基金项目(占项目资助总数38%, 占总经费17%)和5项重大项目(仅占项目资助总数2%, 占总经费14%)。项目资助领域主要集中在信息科学部, 其他学科领域获批数目较少, 尤其是化学、地球、工程和材料以及医学科学等领域, 具体信息可如图4和图5。

2.2 软件版权登记情况

图6分析了2016年–2018年期间我国软件版权数量进出口情况。从图中可知我国进口软件版权数量远大于出口数量, 且软件版权进口数量呈指数形式增长, 而出口数量在2018年才突破10件。图7和图8给出了2016–2018年期间我国从各国及地区进出口软件版权数量, 从图中可知我国从美国、英国、德国、法国、俄罗斯、加拿大、日本

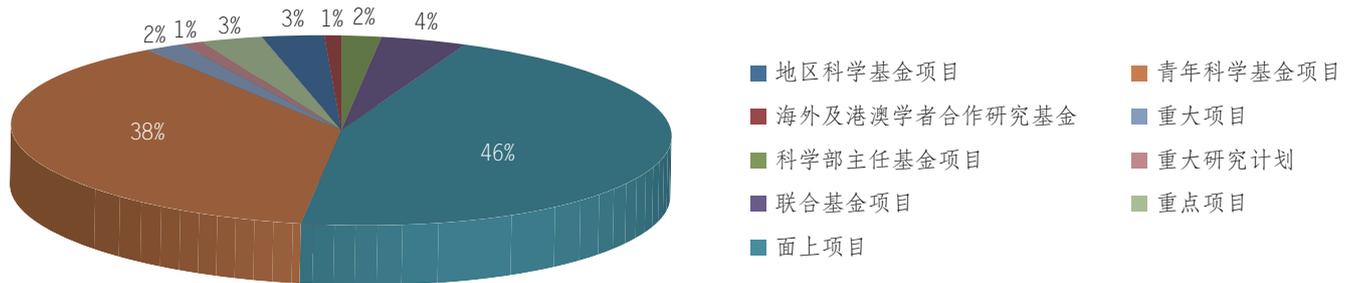


图3 2016–2019年科研软件各项目类别占比情况

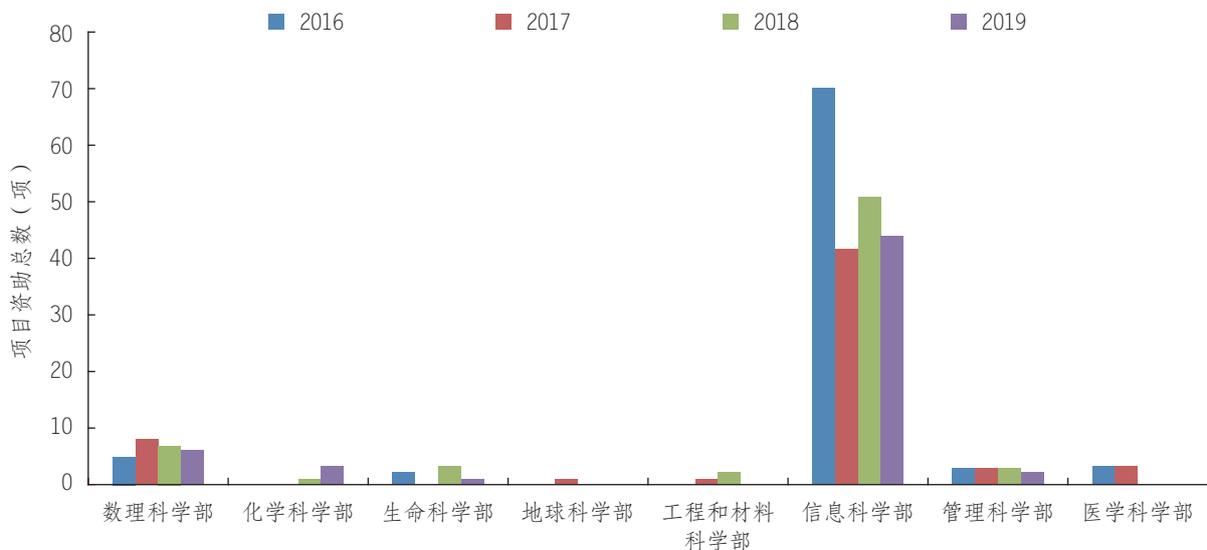


图4 2016–2019年各学科领域资助项目数量分布情况

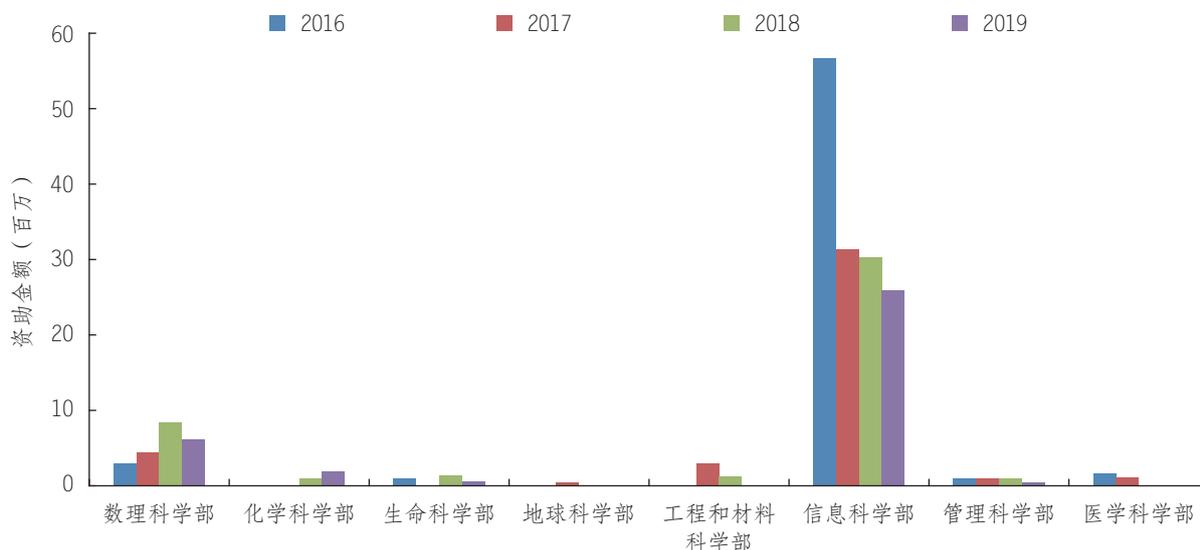


图5 2016-2019年各学科领域资助项目经费分布情况

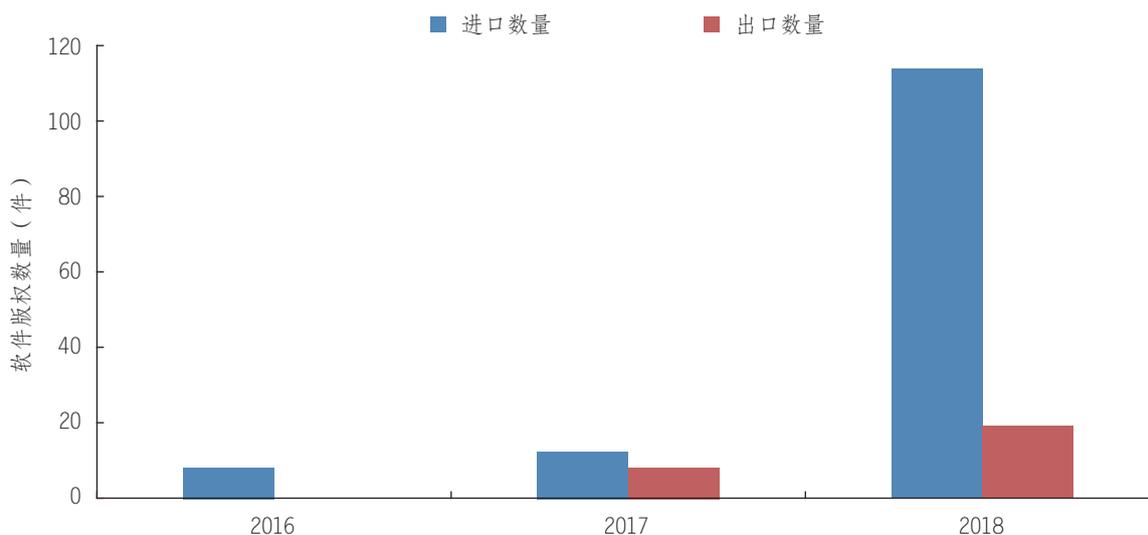


图6 2016-2018年我国软件版权数量进出口对比图

进口的软件版权数量呈上升趋势，其中我国从美国、日本、英国引进的软件版权数量占全部引进版权数量的一半，而相对于美国、德国的出口版权数量三年连续为0。

图9中可知，我国软件著作权登记数目呈现出线性增长趋势，在2018年突破了百万大关，表明我国知识产权保护意识有了很大的提升。2019年我国共登记软件著作权1484448件，同比增长34.36%，增速连续5年保持在30%以上，登记量连续3年递增超过30万件^[5]。

2.3 科研软件相关政策

从表1中可以看出，“十三五”期间，各部委围绕软件开发、应用和创新出台了一系列政策。为实现制造强国和网络强国建设目标，工业和信息化部在2016-2018年先后出台了关于推进网络协同制造，在汽车产业构建可大规模推广应用的“设计、制造、服务一体化示范平台”，及利用云上开发平台进行软件生命周期管理的相关政策，积极鼓励利用软件解决在设备制造中的设计、制造和服务问题。为推动各行业“数字化应用，数字化转型”，科技部2017年发布了医疗器械科技创新专项规划和健康产业科技创新专项规划，着力

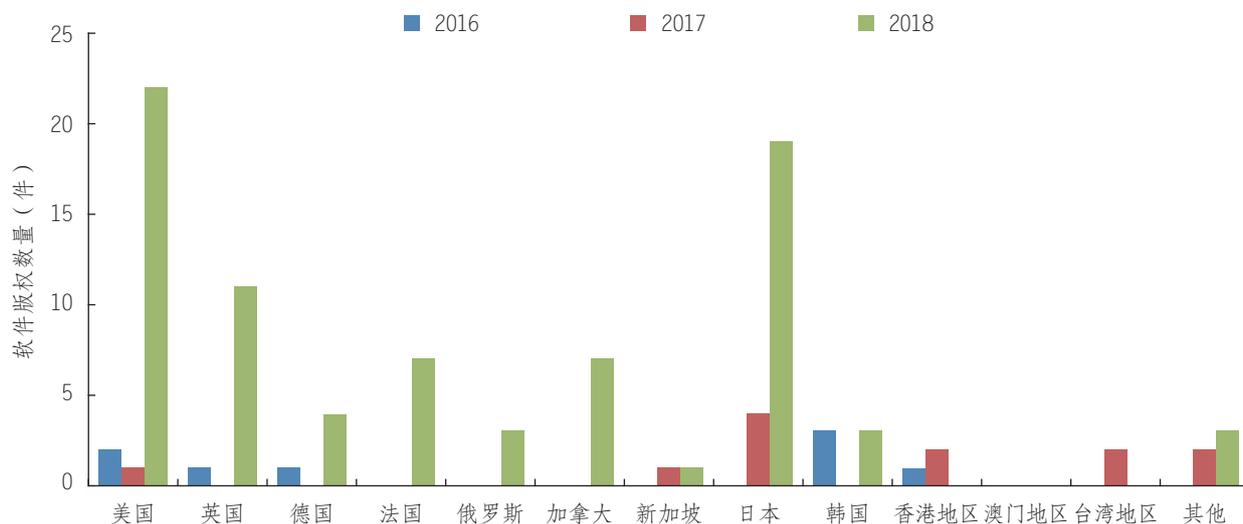


图7 2016-2018年我国从各国及地区引进版权数据数量对比图

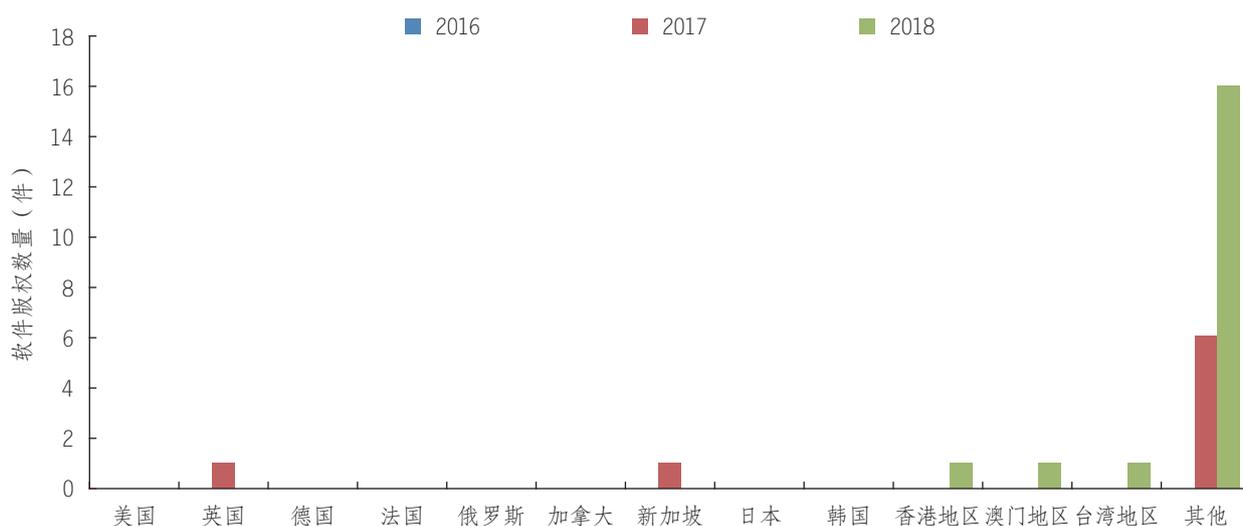


图8 2016-2018年我国出口各国及地区版权数量对比图

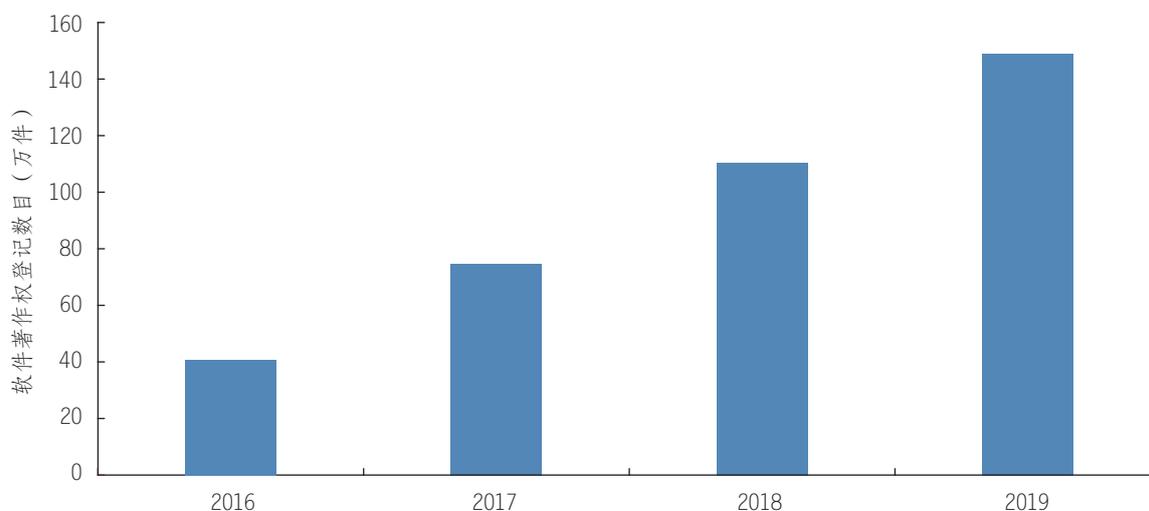


图9 2016-2019年我国软件著作权登记情况

表1 “十三五”期间我国关于鼓励研发科研软件的相关政策

序号	颁发单位	时间	名称	内容
1	工业和信息化部	2016	信息化和工业化融合发展规划（2016—2020年）	推进网络协同制造。加快网络、控制系统、管理软件和数据平台的纵向集成；发展核心工业软硬件。突破虚拟仿真、人机交互、系统自治等关键共性技术发展瓶颈，夯实核心驱动控制软件、实时数据库、嵌入式系统等产业基础。
2	工业和信息化部	2016	移动智能终端应用软件前置和分发管理暂行规定	鼓励移动智能终端生产企业、互联网信息服务提供者等相关企业积极开发移动智能终端应用软件产品。
3	科技部办公厅	2017	“十三五”医疗器械科技创新专项规划	围绕医疗器械研发、制造和应用中存在的产业化与工程化瓶颈问题，开展临床应用评价技术、核心部件失效分析和加速寿命试验及评价技术、面向医疗器械智能制造和系统设计的可靠性建模、仿真、验证和在线检测技术、医疗器械专用集成电路设计与制造等关键技术研究，开发相关的数据库、软件工具和专用装备，并进行推广应用，提升国产产品的性能指标和可靠性。
4	科技部发展改革委 财政部	2017	“十三五”健康产业科技创新专项规划	重点突破远程、移动、智能一体化融合关键技术，开发适用于移动医疗的体征监测、疾病诊断、支持治疗相关设备与诊断软件。
5	工业和信息化部	2017	公共互联网网络安全突发事件应急预案	针对预警信息研究制定应对方案，检查应急设备、软件工具等，确保处于良好状态。
6	工业和信息化部 发展改革委科技部	2017	汽车产业中长期发展规划	重点攻关汽车专用制造装备、工艺、软件等关键技术，构建可大规模推广应用的设计、制造、服务一体化示范平台。
7	国务院	2018	国务院关于优化科研管理提升科研绩效若干措施的通知	对试验设备依赖程度低和实验材料耗费少的基础研究、软件开发、集成电路设计等智力密集型项目，提高间接经费比例。间接经费的使用应向创新绩效突出的团队和个人倾斜。
8	工业和信息化部	2018	工业互联网APP培育工程实施方案(2018-2020年)	以发展和繁荣工业互联网平台应用生态为目标，推动软件技术与工业技术深度融合，工业APP培育与工业互联网平台建设协同推进，着力突破共性关键技术，夯实工业APP发展基础。
9	工业和信息化部	2018	推动企业上云实施指南(2018-2020年)	软件开发平台服务。通过云上开发平台进行软件生命周期管理，快速构建开发、测试、运行环境，规范开发流程、降低成本、提高效率。
10	科技部	2019	关于促进文化和科技深度融合的指导意见	加强舞台演艺和观演互动、影视制作和演播等高端软件产品和装备自主研发及产业化。加快广播电视网络升级和智能化建设，支持内容制作、传输和使用的相关设备、软件和系统的自主研发及产业化。

表1 “十三五”期间我国关于鼓励研发科研软件的相关政策

(续表)

序号	颁发单位	时间	名称	内容
11	国务院	2020	新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策	聚焦高端芯片、集成电路装备和工艺技术、集成电路关键材料、集成电路设计工具、基础软件、工业软件、应用软件的关键核心技术研发。
12	发改委	2020	关于支持新业态新模式健康发展激活消费市场带动扩大就业的意见	组织面向数字化转型基础软件、技术、算法等联合攻关。鼓励发展开源社区, 支持开放软件源代码、硬件设计和应用服务。
13	工业和信息化部	2020	建材工业智能制造数字转型行动计划(2021-2023年)	引导各类企业加大研发投入, 突破智能控制和优化、数据采集与分析、故障诊断与维护、密码防护等一批核心技术, 夯实建材工业智能制造硬件和软件基础。
14	科技部、发展改革委、教育部、中科院、自然科学基金委	2020	加强“从0到1”基础研究工作方案	大力支持科研手段自主研发与创新。加大力度支持科研平台、科研手段、方法工具的创新, 提升开展原创研究的能力, 大力加强实验材料、数据资源、技术方法、工具软件等方面的创新。

解决医疗器械和移动医疗方面的建模、仿真、治疗和诊断的数字化应用问题。工业和信息化部针对公共安全预警、工业互联网平台建设、建材工业等领域提出了相关的方案和计划。2020年发改委、工业和信息化部先后出台《关于支持新业态新模式健康发展激活消费市场带动扩大就业的意见》和《建材工业智能制造数字转型行动计划(2021-2023年)》, 通过鼓励发展开源社区, 支持开放软件源代码、引导各类企业加大研发投入等方式, 推进企业加快数字化转型升级步伐。为打破国外垄断, 实现“软件自主研发”, 2020年国务院下发了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》, 聚焦集成电路设计工具、基础软件、工业软件、应用软件的关键核心技术研发; 同年科技部、发展改革委、教育部、中科院、自然科学基金委颁发了《加强“从0到1”基础研究工作方案》, 对提升开展原创研究的能力, 开展技术方法、工具软件等方面创新进行大力支持。

通过对相关软件政策进行梳理发现, “十三五”期间对工业软件、医疗软件、公共安

全、芯片设计等领域有较大设计、制造和服务方面的需求, 国家相关政策对各行业“数字化应用、数字化转型”进行了积极引导, 政策层面上对研发工业软件、企业软件进行侧重鼓励, 也有少部分政策对于软件的产业化和推广有所涉及, 比较而言, 大部分软件政策主要集中在各领域应用范畴, 专门针对科研软件自主研发创新的政策较为稀缺。

3. 科研软件发展存在的问题

(1) 国家政策方面

就相关政策发布情况来看, 科研软件政策较为零散, 主要集中在少数几个需要利用软件进行设计、制造和服务要求较高的领域, 缺少从全局角度对科研软件进行整合、升级、规范、推广应用等相关政策; 关于提高科研软件研发团队及研发企业积极性方面的政策也较为缺乏。

(2) 项目资助方面

就项目资助情况来看, 科研软件类研究项目存在科研项目立项数目和立项经费不能获得稳定资金支持的情况, 除此而外, 项目研究成果大多

以学术论文体现，项目研发的软件产品相对较少的现象，也说明了现有科研软件项目在项目验收标准局限的问题。

（3）研发队伍方面

就相关科研软件研发项目分布来看，科研软件项目较为集中的领域为信息科学领域，而其他领域科研软件研发项目较为稀少，此种分布一定程度上反映了“具有软件研发能力的人员缺少特定领域专业知识，具有专业知识的人员不具备科研软件开发能力”的现状，也反映出科研软件研发人才匮乏，相关研究团队结构不合理等问题。

（4）知识产权保护方面

就知识产权保护意识来看，虽然软件著作权注册数量的增加，一定程度上反映了我国知识产权保护意识有了很大的提升，但用户在购买科研产品时更倾向于为硬件设备投资，科研软件付费意识不强，导致相关基础科研软件研发机构或企业缺乏技术创新动力，削弱了软件研发机构的研发信心，阻碍了科研成果的应用转化，造成科研软件投入成本高、收益效果差等问题，不利于科研软件产业的发展。

4. 科研软件发展相关建议

4.1 制定针对科研软件的长期规划支持政策

政府应结合国家重大战略导向、国际形势、市场需求等，从全局角度明确科研软件发展目标，做好对重点领域中学术软件、工业软件、计算软件、仿真软件等科研软件研发的部署，加大科研投入，提供长期稳定的资金支持；从政策上引导对各领域科研软件的成果积累，避免低水平，重复开发。组织行业联盟或科研软件联盟，制定科研软件中通用部件的规范、复用、联合开发等相关标准，整合优势科研软件，让优秀科研软件成果能够落地生根，加快科研软件开发进程；根据科研软件研发特点，确立科研软件或工具的成果地位，不以论文专利为单一评定标准，

坚持从实际研发能力、应用成果实际应用和推广价值等方面，完善职称评定，结题考评等机制，提高科研软件开发者的工作积极性；鼓励国内科研工作者使用国产科研软件，制定相应国产科研软件推广应用的优惠政策，使相关研发机构或企业能够从用户市场获取更大的收益，促使科研软件研发能进入良性循环；继续大力倡导知识产权保护的重要性，合理监督相关行业市场，创造良好的行业生产运营环境等。

4.2 扩大资金资助范围，丰富资助类型

目前大部分科研项目的申报主体通常是高校或是科研机构，科研软件企业作为市场的主体常常缺位，导致研发出的科研软件通常只能面向某个具体的科学问题，功能单一，无法满足市场需求。因此需要扩大项目资助范围，使具有研发资质的高端企业能够参与项目研发，充分发挥科学家和工程师各自的优势，形成“产，学，研”紧密结合的链条。另外，科研软件从研发到成熟是一个需要不断迭代更新的过程，在此过程中，对科研软件的功能丰富、测试验证、示范推广等都需要大量的资金投入，因此需要丰富项目的资助类型，使科研软件不仅能够被研发出来，更能在核心功能基础之上不断延伸和扩展，最终成为满足用户需求，被市场认可的科研软件产品。

4.3 优化科研研发队伍人才结构，加强复合型人才培养

通过人才培养和高级人才引进，引育并举，打造一支“能从源头理清科学问题，从技术上实现代码转换，交叉融合、互相协作”的科研软件研发团队，提升研发机构整体科研能力；围绕关键科研软件对人才的特色化需求，深化产、学、研融合，鼓励和促进高校与企业或科研机构建立联合培养机制，以此增强学生对不同行业或专业知识的理解，形成软件开发和社会领域、工程专业、基础学科紧密结合的多种复合能力。

4.4 提升知识产权保护意识, 增强原始创新能力

大力宣传知识产权保护, 鼓励用户使用正版软件, 以免国产软件受到盗版软件的打压, 最终丧失用户和市场。同时新入市的科研软件企业或机构也需要提高知识产权保护意识, 对科研软件的核心技术点, 做好专利的布局与申请, 并且为了科研软件的进一步迭代, 也可从大的改进方向上提前布局, 进行专利或软件著作权申请, 从而避免科研软件的设计理念和创新点被其他企业复制的情况产生; 提高科研软件发展水平, 要从源头创新, 鼓励并支持基础科研软件的研发, 特别要大力发展基础科研领域迫切需求或受国外版权制约程度高的科研软件, 通过合理利用知识产权策略与战略, 分析竞争软件的相对竞争力, 确立待研究科研软件的技术优势和竞争优势, 最终推进科研软件的蓬勃发展。

责任编辑: 马健铨 校对: 李琦 陈峰

参考文献

- [1] 李慷, 张静, 邓大胜. 我国创新政策落地评估——基于六城市调查数据分析[J]. 今日科苑, 2020(1): 84-91.
- [2] 周海斌. 我国软件产业发展模式研究[J]. 中外企业家, 2020.(4): 91-92.
- [3] 国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知[EB/OL]. (2020-07-27) [2020-08-04]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm.
- [4] 关于印发《加强“从0到1”基础研究工作方案》的通知[EB/OL]. (2020-01-21) [2020-03-03]. http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202003/t20200303_152074.html.
- [5] 《2019年度中国软件著作权登记情况分析报告》发布 2019年我国软件登记量同比增长超30%[OL]. (2020-05-15) [2020-5-15]. http://news.youth.cn/gn/202005/t20200515_12328785.htm.

The current situation and countermeasures of scientific software development in China during the 13th Five-Year Plan

Liu Fu-lai^{1,2}, Zhang Ai-yi^{*2}, Sheng Juan^{1,2}, Du Rui-yan^{1,2}

(1. Northeastern University at Qinhuangdao, Qinhuangdao 066004, China;

2. Northeastern University, Shenyang 110819, China)

Abstract: China has made significant progress in scientific and technology innovation implementing the innovation-driven strategy during the period of the 13th Five-Year Plan. As a subdivision of software industry, the scientific software plays an important role in scientific research, which is a key force to lead a new round of scientific and technological revolution and industrial transformation. However, the development of scientific software is not outgoing enough. Therefore, it is necessary to understand the development status and prominent problems of scientific software, and analyze the key factors of the development of the scientific software, this paper combs the projects of the National Natural Science Foundation of China, related policies, present situation, talents' structure and so on, and considering the applied characteristic of users and researchers, analyzes the existing problems and puts forward some suggestions for the development of scientific software, in order to provide some reference for the development and innovation of scientific software.

Key words: scientific software; development status; prominent problems; suggestions