

中美人工智能芯片科技合作研究 ——基于合著论文与合作发明专利的分析

张艾黎, 程如烟, 姜桂兴

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 人工智能芯片是当今科技前沿领域, 对国际科技竞争具有重要的战略性作用, 现已成为中美科技竞争的焦点。对中美人工智能芯片科技合作展开研究, 旨在把握中美科技竞争加剧形势下中美人工智能芯片科技合作现状, 从而为科技战略制定提供参考。基于中美合著论文、合作发明专利, 分析了中美在人工智能芯片领域科技合作的紧密度变化情况, 探讨了中美合作对中国和美国重要性的差异。研究表明, 从数据上看, 中美在人工智能芯片领域的科技合作出现了减弱的趋势; 中美两国互为对方重要的科技合作伙伴, 且这种合作关系对中国而言更重要, 此外, 随着中国 AI 芯片领域科技实力的不断增长, 两国合作对美国的重要性正在增强。

关键词: 人工智能芯片; 中美科技竞争; 合著论文; 合作发明专利

中图分类号: G321 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2024.03.006

人工智能引领新一轮科技革命的关键前沿, 并逐渐成为国际科技竞争的核心战略制高点。近年来, 随着深度学习技术的进一步突破, 人工智能从基础研究到商业化应用均实现了快速的发展, 这对运算能力提出了更高的要求。传统的 CPU 已无法满足大规模矩阵运算的需求, 运算需求的不断增长推动了高性能硬件向前发展。2006—2016 年, 人工智能芯片 (AI 芯片) 性能大幅提升, 以图形处理单元 (graphics processing unit, GPU) 为代表的 AI 芯片大大提升了人工智能算法的计算效率, 促使 GPU 被广泛运用于人工智能领域相关研究与应用之中。近些年, 不论是阿尔法围棋 (AlphaGo) 还是人工智能大模型 ChatGPT 的问世, 都进一步推动了 AI 芯片领域的投资与研发, AI 芯片进入大发展阶段^[1]。

美国在 AI 芯片领域实力雄厚, 加之 AI 芯片在

国际科技竞争中的重要战略性地位, AI 芯片成为其保持国际竞争力、维持科技领先地位关键阵地。在该领域, 美国政府相关政策体现出“自强”和“弱他”的逻辑: 在“自强”方面, 主要扶植本国半导体产业与研发, 如 2022 年通过的《芯片与科学法案》提出紧急拨款 527 亿美元, 以支持芯片产业的发展, 包括支持半导体芯片制造、促进实验室成果转化和建立半导体供应链和培养芯片人才等^[2]。在“弱他”方面, 表现为不断出台一系列措施加强对中国 AI 芯片研发与制造的打压和遏制, 主要体现在禁止美国企业向中国出售关键 AI 芯片零部件和技术、禁止在中国投资建厂以及将部分中国企业列入出口管制“实体清单”等手段。

当前, 针对中美在 AI 芯片领域的竞争已成为研究热点, 现有研究多围绕相关政策措施梳理、中美芯片之争的历史与现实原因^[3]、美国及其盟友合

第一作者简介: 张艾黎 (1998—), 女, 在读硕士研究生, 主要研究方向为国际科技战略。

通信作者简介: 程如烟 (1969—), 女, 硕士, 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。

电子邮箱: chengry@istic.ac.cn

项目来源: 国家科技图书文献中心情报研究专项“半导体领域国际科技竞争战略情报研究” (2023XM71)。

收稿日期: 2023-12-04

作动向^[4-5]、中国的应对之策等议题展开，但在量化研究方面依然存在空间。中美两国在 AI 芯片领域均具有一定实力，并在过去的 20 年间展开了合作，加之美国近年来的遏华政策影响，因此研究中美 AI 芯片科技合作现状具有重要意义。

1 研究方法 with 数据获取

1.1 研究方法

本文选取 AI 芯片领域合著论文和合作发明专利作为研究对象，研究内容主要包括两个部分，一是分析 AI 芯片领域中美整体科技合作紧密度，二是分析两国合作对中国和美国的重要性差异。

在对 AI 芯片领域中美科技合作紧密度进行分析时，引入 Salton 系数作为论文、专利合作紧密度的计算方法，具体计算方法如式（1）所示。

$$\text{紧密度} = \frac{N_{i,j}}{\sqrt{N_i \times N_j}} \quad (1)$$

其中，在对论文合作进行分析时， $N_{i,j}$ 表示 i 国和 j 国合著论文量， N_i 和 N_j 分别表示 i 国和 j 国国际合著论文总量；在专利合作分析时， $N_{i,j}$ 表示 i 国和 j

国合作发明专利申请量， N_i 和 N_j 分别表示 i 国和 j 国国际合作专利申请总量。

两国合作占本国国际合作的比值越高，则说明其重要性越大。为分别衡量中美合作对中国和美国的重要性，本研究从两个方面考量：一是中美合著论文（合作发明专利）占中国国际合著论文（合作发明专利）比例，其能够表示中美合作对中国的重要性；二是中美合著论文（合作发明专利）占美国国际合著论文（合作发明专利）比例，其能够表示中美合作对美国的重要性。

1.2 数据来源

在 AI 芯片领域论文与专利数据检索前，需要确立 AI 芯片所涵盖的技术范围。通过查阅相关资料^[6-7]，确定 AI 芯片领域技术分支体系（见表 1），将其作为编制检索式的主要依据。

本研究论文数据检索自 Web of Science 核心合集 SCIE（Science Citation Index-Expand，科学引文索引）和 CPCI-S（Conference Proceedings Citation Index-Science，科学会议录引文索引）；SCIE 与本研究数据需求具有较强的相关性，将其作为论文

表 1 AI 芯片领域技术分支体系

分支领域	相关术语
类脑芯片	Brain Like Chip、类脑芯片、大脑处理器
GPU	Graphics Processing Unit、图像处理器、图形处理器、显示芯片、图像处理单元、图形处理单元
VPU	Vision Processing Unit、视觉处理器、视觉处理单元
	Video Processing Unit、视频处理器、视频处理单元
DPU	Deep learning Processing Unit、深度学习处理器、深度学习处理单元、深度学习芯片
	Data Processing Unit、数据处理器、数据处理单元
NPU	Neural network Processing Unit、神经网络处理器、神经网络处理单元、神经网络芯片
IPU	Intelligence Processing Unit、智能处理单元、智能处理器
	Images Processing Unit、图像处理器、图形处理器、图像处理单元、图形处理单元
TPU	Tensor Processing Unit、张量处理器、张量处理单元
FPGA	Field Programmable Gate Array、现场可编程逻辑门阵列、现场可程式逻辑门阵列、现场可编程门阵列、现场可编辑逻辑门阵列、现场可编辑门阵列
ASIC	Application Specific Integrated Circuit、特殊应用集成电路、专用集成电路、特定用途集成电路
CPLD	Complex Programmable Logic Device、复杂可编程逻辑器件、复杂可程式逻辑器件、复杂可编程逻辑装置、复杂可程式逻辑装置
VLSI	Very Large Scale Integrate circuit、超大规模集成电路

数据来源之一;此外,由于大量人工智能最新研究成果多以会议论文形式发表,为获取更为及时且完整的论文数据,同时选取 CPCI-S 作为数据源。根据表 1 技术分支,编写检索式,对于部分检索词会引入大量不相关杂质的问题(如 VPU, NPU, DPU 等),将这些检索词的检索范围限制在部分相关学科领域内,如自动化与控制系统、通信、计算机技术、工程、机器人学、量子科学技术等共 11 个学科。检索结果仅保留“论文”“综述”与“会议论文”,经数据清理,最终获得中国国际合著论文总量、美国国际合著论文总量以及中美合著论文量。参考 AI 芯片的发展历程,该技术领域于 2006 年开始进入较快发展阶段,由于科技论文发表具有滞后性,因此将时间跨度设置为 2007—2022 年。

发明专利数据获取自全球专利数据库 incoPat,同样参照表 1 编写检索式,对于部分检索词会引入杂质的问题,参考《战略性新兴产业分类与国际专利分类参照关系表(2021)》提供的人工智能产业 IPC 分类号^[8],将检索结果限制在人工智能领域。检索结果仅保留中美合作发明专利申请文件,并使用简单同族专利合并,确保一项技术对应一篇专利申请文件,从而获得 AI 芯片相关发明专

利。数据包括中国国际合作发明专利申请总量、美国国际合作发明专利申请总量以及中美合作发明专利申请量,时间跨度为 2007—2021 年(本研究数据不包含中国台湾地区)。

2 中美 AI 芯片科技合作紧密度分析

2.1 AI 芯片领域中美论文合著紧密度分析

2.1.1 中美合著论文整体变化趋势分析

图 1 展示了 AI 芯片领域 2007—2022 年中国和美国国际合著论文总数、中美合著论文数量以及二者合著紧密度变化情况。2007—2022 年,中国和美国国际合著论文总量均经历了稳步上升再到下降的过程。从国际合作论文总量上看,美国国际合著论文总量远高于中国,但中国的增速略高于美国,中国国际合著论文总量在 2020 年达到最高(共 558 篇),而美国的峰值出现在 2019 年(共 792 篇)。AI 芯片领域中美合著论文数量变化情况与中国和美国的国际合著论文变化趋势基本一致。2007—2019 年中美合著论文数量基本保持稳步上升趋势,2020 年上涨趋势开始出现转折,并于 2020—2022 年连续 3 年下降。虽然 2021 年、2022 年中国和美国国际合著论文总量同样出现下滑,但中美合著论

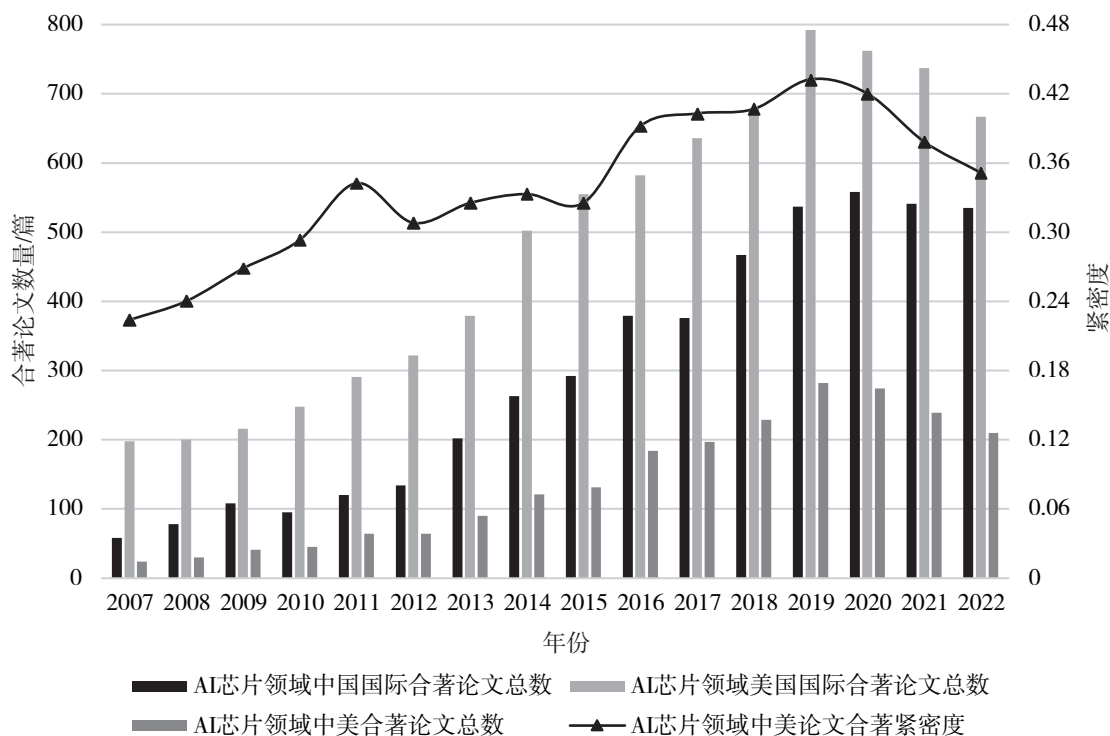


图 1 2007—2022 年 AI 芯片领域中国与美国国际合著论文总量及中美合作紧密度

文数量下降的速度比中国和美国的国际合著论文数量下降速度更快。

从合作紧密度的角度分析，AI 芯片领域中美论文合著紧密度同样呈现出上升后再持续下降的态势。2008—2019 年中美 AI 芯片论文合作日益紧密，合作紧密度于 2019 年达到历史最高值（0.43）；2020—2022 年中美论文合著紧密程度开始减弱，2021 年、2022 年中美论文合著紧密度跌至 0.40 以下。

通过观察发现，在特朗普就任美国总统之前，中美在 AI 芯片领域科研论文合作情况呈现较好的上升态势；当特朗普政府为应对所谓的来自国外的“安全和技术威胁”，而启动“中国行动计划”后，部分在美国工作或学习的学者及研究人员受到了指控甚至逮捕，这在美国华裔科学家间产生了一种“寒蝉效应”，从而对其职业生涯感到悲观与恐惧，进而导致一部分人避免申请美国联邦拨款^[9]。美国科研人员会因个人职业生涯发展的考量而避免与中国科研人员展开合作，导致中美两国在 AI 芯片领域的科研合作减少。近年来，拜登政府虽然取消了“中国行动计划”，但却加强了研究安全审查。在美国参议院《2021 创新与竞争法案》中就曾提出，禁止所有美国联邦机构的雇员以及所资助的研究人员等参加中国政府的人才招聘计划，美国国家科学基金会（National Science Foundation, NSF）要设立研究安全主管、研究安全与政策办公室等，加强研究安全审查^[10]，旨在限制中国科研人员通过正常学

术交流合作学习美国最新科研成果，从而达到阻碍中国 AI 芯片技术发展进步的目的。

2.1.2 AI 芯片领域中美高校与科研机构论文合著分析

本研究挑选 AI 芯片领域中美合著论文累计排名前 10 位的高校与科研机构，以进一步对比中美各高校与科研机构的论文合著变化情况。图 2 展示了 2019 和 2022 年 AI 芯片领域中国和美国各高校与科研机构的中美合著论文量、合作占比（即中美合著论文占该高校或科研机构所有国际合著论文的比例）对比情况，图 2 中数据标签表示该高校或科研机构 2022 年较 2019 年数据变化情况。

对比 2019 年和 2022 年的数据变化，可以发现除清华大学、加州大学和纽约州立大学外，其余高校与科研机构在 AI 芯片领域的中美合著论文数量上出现了一定程度的减少，其中，得克萨斯大学 2022 年中美合著论文较 2019 年减少了 20 篇，中国科学院减少了 16 篇，而上海交通大学减少了 8 篇。从中美合著论文合作占比角度分析，除复旦大学和加州大学，其余高校与科研机构 2022 年 AI 芯片领域的中美合著论文占国际合著论文之比均有所下降。其中，得克萨斯大学由 2019 年的 72.2% 降至 2022 年的 33.3%，差值达到 38.9%；北京大学由 2019 年的 87.0% 降至 2022 年的 60.0%，差值为 27.0%；中国科学院由 60.0% 降至 40.8%；上海交通大学由 55.6% 降至 41.2%；美国能源部下属国家实验室 2019 年与 2022 年差值同样超过 10%。

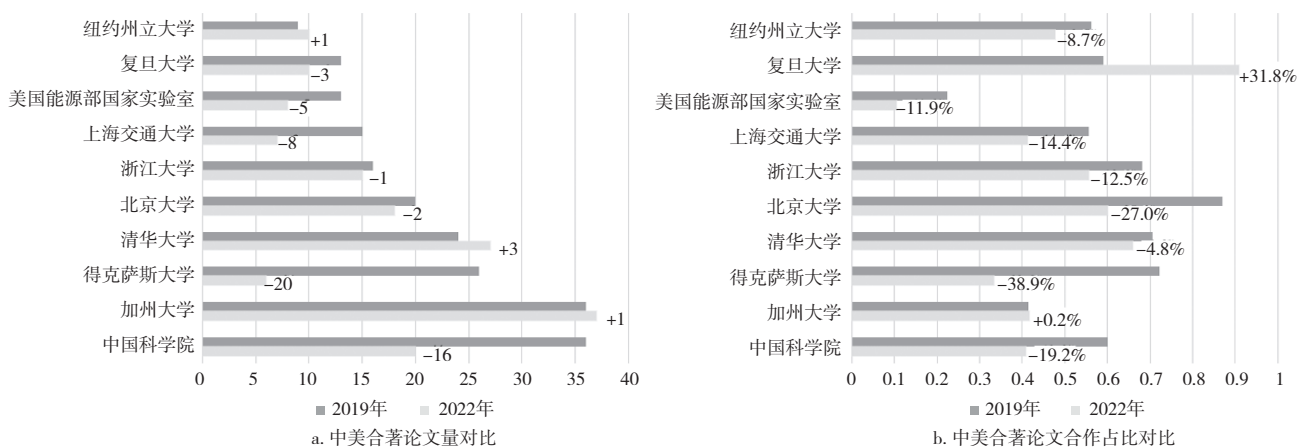


图 2 2019 年、2022 年 AI 芯片领域中美高校与科研机构的中美合著论文情况对比

注：浙江大学 2019 年数据量极小，无法反映真实情况，为排除数据偶然性变化干扰，此处取 2018 和 2020 年平均值作为浙江大学 2019 年数据。

就中国国内高校与机构而言,中国科学院从绝对数和相对数上所受影响较为显著。2022年12月,作为中国芯片研发的重要单位,中国科学院计算技术研究所被列入美国出口管制“实体清单”,未来中国科学院与美国在AI芯片领域的科研合作依然存在诸多障碍。早在2019年美国麻省理工学院就收紧了对于中国潜在国际合作以及其他可能存在特殊风险的项目的审查程序。2021年随着中美两国紧张局势加剧,该大学成立了一个研究小组以研究针对中国的战略。根据该小组的建议,美国麻省理工学院已将中国国防大学、军事研究机构、民用大学的国防实验室以及中国军事供应商等公司排除在潜在的研究伙伴范围之外^[11]。

2.2 AI芯片领域中美专利合作紧密度分析

图3展示了2007—2021年AI芯片领域中国与美国国际合作发明专利申请总量、中美合作发明专利申请量以及中美发明专利合作紧密度。对比中国和美国国际合作发明专利申请总量,美国在AI芯片领域的国际合作发明专利申请量高于中国,其国际技术合作规模比中国更大。美国的AI芯片国际合作发明专利申请量多数年份稳定在20件以上(仅2013年为17件),2021年达到最高值(46件)。中国AI芯片技术起步较晚,早期国际合作发明专

利申请量极少,随着其科技水平不断提高,AI芯片领域的国际合作发明专利申请量整体呈现出上升的趋势,即使遭受新冠疫情的影响,中国2021年的国际合作发明专利申请量依旧上涨,达到23件。

AI芯片领域中美合作发明专利申请量同样呈现出增长的整体趋势,2014年中美合作发明专利申请量首次达到10件,2016—2019年的申请量持续稳定在10件以上。值得注意的是2020年,在中国国际合作发明专利申请量上涨的情况下,中美合作发明专利申请量却减少了,这是自2016年以来的首次明显下降。2021年该值再次回升,达到历史最高点(15件)。

就中美发明专利合作紧密度而言,中国与美国在AI芯片领域的合作紧密度整体呈现先上升后下降的趋势。2007—2014年AI芯片领域中美发明专利合作紧密度总体呈现上升趋势,于2014年达到历史最高值(0.66);2015—2020年这一时间段内,仅2017年紧密度有所上涨,其余年份均表现出不断下降的趋势,2020年这一指标值已跌至2012年之前的水平;2021年该数值在经历了连续3年的下降后首次上升,但距离历史高点仍存在较大差距。

中美AI芯片领域发明专利合作紧密度的变化在一定程度上反映了两国近年来技术竞争的形势变

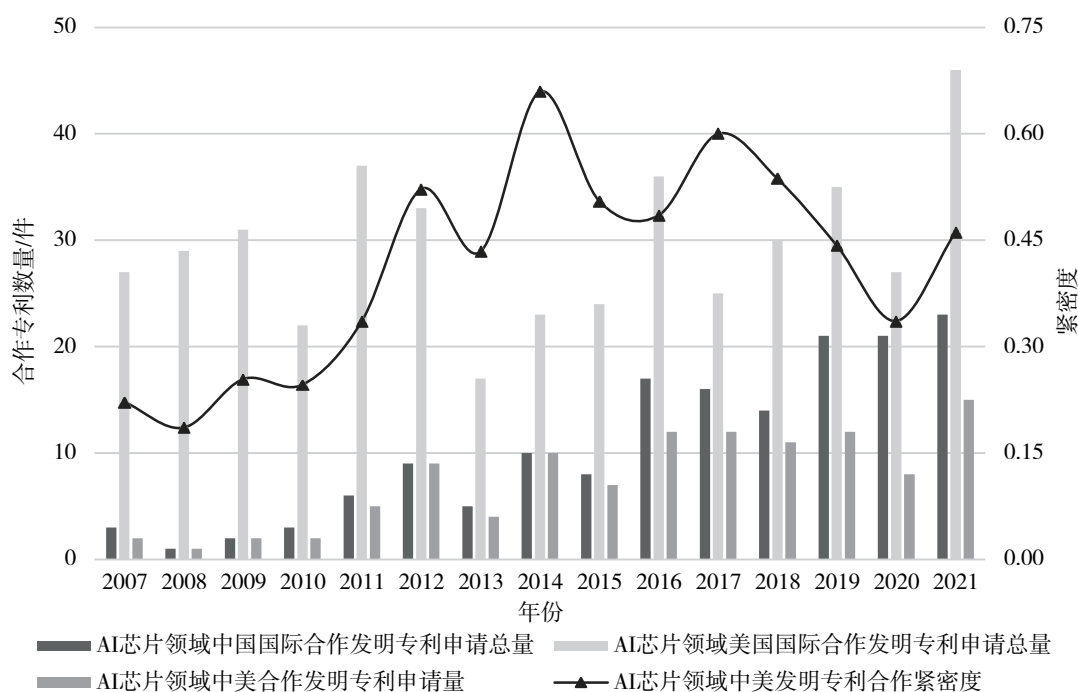


图3 2007—2021年AI芯片领域中国与美国合作发明专利申请总量及中美合作紧密度

化。在奥巴马的第一个任期内，中美之间保持良好的合作关系，直至 2015 年中美关系急转直下，美国企业开始有意识地与中国技术“脱钩”。近年来，美国在 AI 芯片相关领域加强了与中国技术合作以及投资的限制，2018 年 11 月，美国商务部下属的工业安全局（Department of Commerce Bureau of Industry and Security, BIS）出台了一份针对关键新兴基础技术的出口管制框架意见，根据该意见，美国将人工智能、机器人、生物技术和量子技术等在内的 14 个领域相关产品和技术纳入出口管制“实体清单”^[12]。2022 年 8 月美国政府签署的《芯片与科学法案》计划为美国半导体公司提供补贴，但条款规定如果企业在中国或其他“可能不友好国家”增加先进产能或投资建厂，那么这些企业将失去获得资金支持的资格。2022 年 12 月美国出口禁令升级，BIS 再次修订《出口管理条例》，将长江存储、寒武纪和上海微电子装备等在内的 36 家中国科技公司列入出口管制“实体清单”。2023 年 8 月拜登签署“对华投资限制”行政令，该行政令将严格限制美国主体对中国敏感技术领域（如半导体和微电子、人工智能和量子信息技术等）的投资，而美国企业在其他科技领域的在华投资同样需要向美国政府进行通报^[13]。2023 年 9 月，拜登政府发布对华芯片设限最终规则，禁止获得美国政府补贴的企业在中国等“受关注国家”大幅扩大半导体生

产，同时禁止与这些国家的实体展开部分联合研究项目，或提供可能引发“国家安全”担忧的技术许可^[14]。2023 年 10 月，美国对中国半导体的制裁进一步升级，BIS 将两家中国知名 GPU 厂商——壁仞科技和摩尔线程及其子公司列入《出口管理条例》“实体清单”。面对美国对中国半导体的打压与封锁，未来中美之间在 AI 芯片以及半导体领域的科技合作依然存在较大阻力，合作前景并不乐观。

3 中美合作对中国和美国重要性分析

图 4 展示了 2007—2021 年 AI 芯片领域中合著论文占中国国际合著论文以及美国国际合著论文比例年度变化情况，两条曲线的变化趋势略有不同。中美合著论文占中国国际合著论文比例基本维持在 40%~55%，2020—2022 年该指标值出现了连续 3 年的下降，2022 年该值降至 39%，这是自 2010 年以来首次低于 40%。从美国的角度看，AI 芯片领域中合著论文占美国国际合著论文比例呈现明显的攀升趋势，并在 2020 年达到最高值（36%），2021 年、2022 年该占比出现了小幅度下降。中美合著论文占中国国际合著论文比例总体高于占美国国际合著论文的比例，一定程度上说明了在 AI 芯片领域的科学研究方面，中美合作对中国而言更为重要。美国自身具有雄厚的科研实力，与世界其他国家的合作更为广泛，国际合作空间更为宽广，在

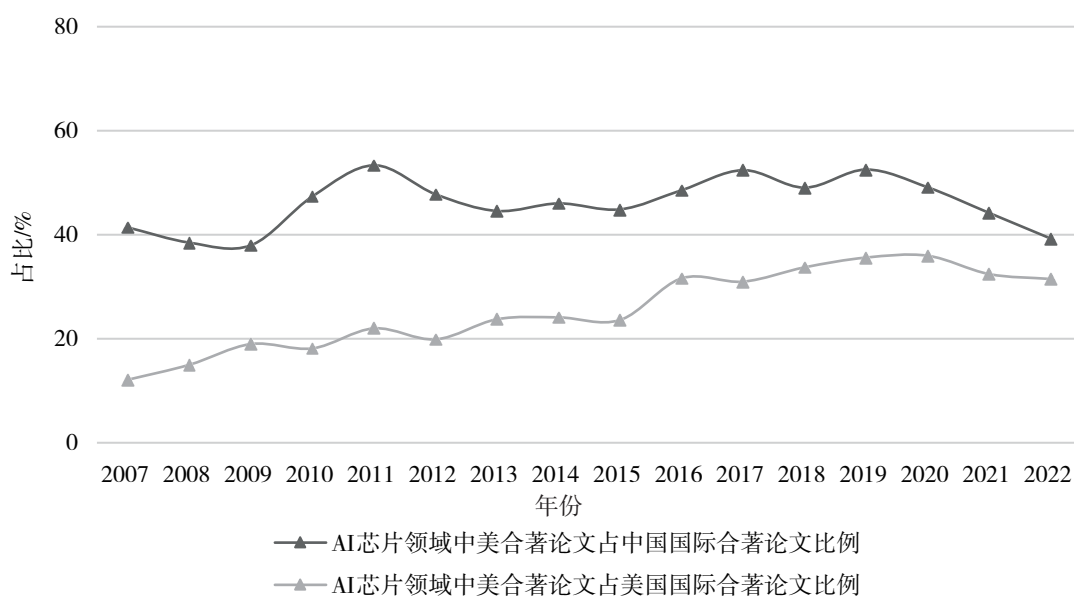


图 4 2007—2022 年 AI 芯片领域中合著论文占中国和美国国际合著论文比例变化情况

数据层面表现为中美合著论文占美国国际合著论文比例低于占中国的比例,使得这种科研合作关系对美国的重要性低于中国。

图5为2007—2021年AI芯片领域中美合作发明专利占中国国际合作发明专利以及美国国际合作发明专利比例年度变化情况。通过观察AI芯片领域中美合作发明专利占中国国际合作发明专利比例,可以发现,在2015年之前该指标数值较高,大部分年份基本维持在80%以上,即中国与AI芯片相关的国际合作发明专利几乎全部是与美国的合作,一方面说明在该时间段内,与美国的合作对中国而言十分重要,另一方面也足以证明美国在AI芯片领域的全球领导地位。自2014年起,中美合作发明专利占中国国际合作发明专利比例开始逐渐下降,2015年该比例开始低于80%,虽然2017年、2018年有小幅度回升,但2019—2020年AI芯片领域中美合作

发明专利占中国国际合作发明专利比例迅速下降,2020年这一数值跌破了40%。虽然2021年该值出现明显回升,但未来实际的走向还需更长时间的跟踪与观察,以消除因数据偶然性变动而带来的影响。与中国呈现出的下降趋势不同,AI芯片领域中美合作发明专利占美国国际合作发明专利比例基本呈现上升趋势。值得注意的是2018年开始,这一数值同样开始下降,这种下降趋势一直持续到2020年。

从中美合著论文和合作发明专利两方面总结,发现在AI芯片领域,相较于美国,中美合作对中国而言更为重要,其更需要保持与美国的合作关系。但是从总体态势上看,这种合作关系对美国的重要程度正在增加,中美间合作重要性的差距不断缩小。

4 结语

从数据呈现的结果来看,中美在人工智能芯片

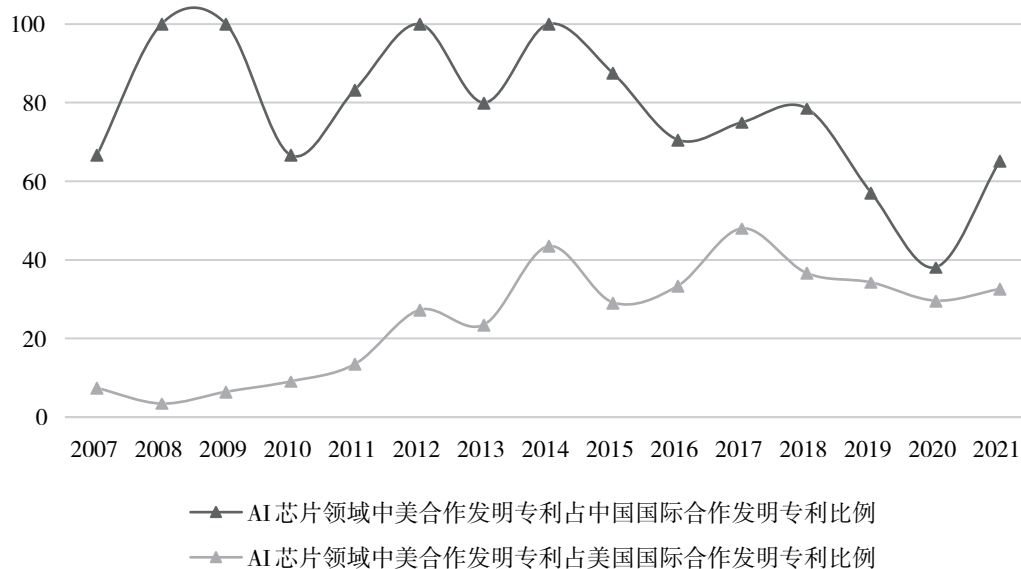


图5 2007—2021年AI芯片领域中美合作发明专利占中国和美国国际合作发明专利比例变化情况

领域的科技合作出现了减弱的趋势。2007—2022年随着中国科技实力的增强,对外开放程度不断加深,中美的科技合作整体上走向紧密。但中国行动计划和研究安全审查,抑或是美国在AI芯片领域对中国展开技术封锁,都使得逐渐走向紧密的合作势头有所减弱。具体体现在数据层面,合著论文和合作发明专利数量减少,紧密度、合作占比降低,部分高校与科研机构受到较大影响,中美科技合作受阻,面临严峻的“脱钩”和“断链”风险。

从合作的重要性角度来看,中美科技合作对中国更为重要。不论是合著论文还是合作发明专利,AI芯片领域中美合作占中国的比例均高于占美国的比例,即中美科技合作对中国而言更为重要。但随着中国AI芯片领域科技实力的增长,两国合作对美国的重要性正在增强。

由于论文和发明专利数据本身具有滞后性,对于及时分析中美当下的科技合作具有一定的局限性。未来研究中,可结合人员交流、项目和机构合作等方面

的信息，更全面地分析中美科技合作的态势。■

参考文献：

- [1] 商惠敏. 人工智能芯片产业技术发展研究 [J]. 全球科技经济瞭望, 2021, 36(12): 24-30.
- [2] 薛澜, 魏少军, 李燕, 等. 美国《芯片与科学法》及其影响分析 [J]. 国际经济评论, 2022(6): 9-44, 4.
- [3] 冯昭奎. 中美芯片之争: 现实、逻辑与思考 [J]. 亚太安全与海洋研究, 2023(2): 18-36, 2.
- [4] 李丽, 刘宏松. 美韩半导体同盟及其合作困境探析 [J]. 太平洋学报, 2023, 31(5): 38-52.
- [5] 韩召颖, 刘锦. 拜登政府组建“芯片四方联盟”的逻辑悖论 [J]. 世界经济与政治论坛, 2023(3): 70-91.
- [6] 王燕鹏, 吕璐成, 张博, 等. AI 芯片专利技术研发态势 [J]. 科学观察, 2021, 16(2): 57-71.
- [7] 李文红, 唐春. 人工智能专利的多层次框架式检索研究 [J]. 情报杂志, 2023, 42(9): 172-178.
- [8] 国家知识产权局. 国家知识产权局办公室关于印发《战略性新兴产业分类与国际专利分类参照关系表(2021)(试行)》的通知 [EB/OL]. [2023-12-28]. https://www.cnipa.gov.cn/art/2021/2/10/art_2073_156808.html.
- [9] XIE Y, LIN X H, LI J, et al. Caught in the crossfire: fears of Chinese-American scientists [EB/OL]. [2023-12-20]. <https://arxiv.org/abs/2209.10642>.
- [10] 程如烟, 张丽娟, 张艾黎. 美国与中国科技脱钩的政策工具及其影响分析 [J]. 中国科技论坛, 2023(3): 180-188.
- [11] 昀舒. 美国大学不应该切断与中国的所有联系 [EB/OL]. [2023-12-21]. <http://www.dunjiaodu.com/top/2023-09-15/7625.html>.
- [12] Department of Commerce Bureau of Industry and Security. Review of controls for certain emerging technologies [EB/OL]. [2023-12-18]. <https://www.federalregister.gov/documents/2018/11/19/2018-25221/review-of-controls-for-certain-emerging-technologies>.
- [13] 中华人民共和国外交部. 外交部发言人就美国总统拜登签署对华投资限制行政令答记者问 [EB/OL]. [2023-12-24]. https://www.mfa.gov.cn/web/wjdt_674879/fyrbt_674889/202308/t20230810_11124900.shtml.
- [14] National Institute of Standards and Technology. Biden-Harris Administration announces final national security guardrails for CHIPS for America Incentives Program [EB/OL]. [2023-12-24]. <https://www.nist.gov/news-events/news/2023/09/biden-harris-administration-announces-final-national-security-guardrails>.

Sino-U.S. Artificial Intelligence Chip Technology Cooperation: Analysis Based on Co-authored Papers and Cooperative Invention Patents

ZHANG Aili, CHENG Ruyan, Jiang Guixing

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

Abstract: Artificial intelligence chip is today's cutting-edge field of science and technology. It plays an extremely important strategic role in international technological competition, and has now become the focus of the Sino-U.S. competition in science and technology. The study of Sino-U.S. AI chip technology cooperation aims to grasp the current situation of Sino-U.S. AI chip technology cooperation under the situation of intensified Sino-U.S. technology competition, so as to provide a reference for the formulation of science and technology strategy in China. Based on Sino-U.S. co-authored papers and cooperative invention patents, this paper analyzes the changes in the closeness of Sino-U.S. scientific and technological cooperation in the field of AI chips, and explores the differences in the importance of Sino-U.S. cooperation for China and the United States. The paper finds that: first, looking at the data, there is a weakening trend of Sino-U.S. scientific and technological cooperation in the field of AI chips. Second, although China and the United States are each other's important science and technology partners, this partnership is more important to China. Besides, with China's growing scientific and technological strength in the field of AI chips, the importance of the cooperation between the two countries to the United States is increasing.

Keywords: artificial intelligence chips; Sino-U.S. technology competition; co-authorship; cooperative invention patent