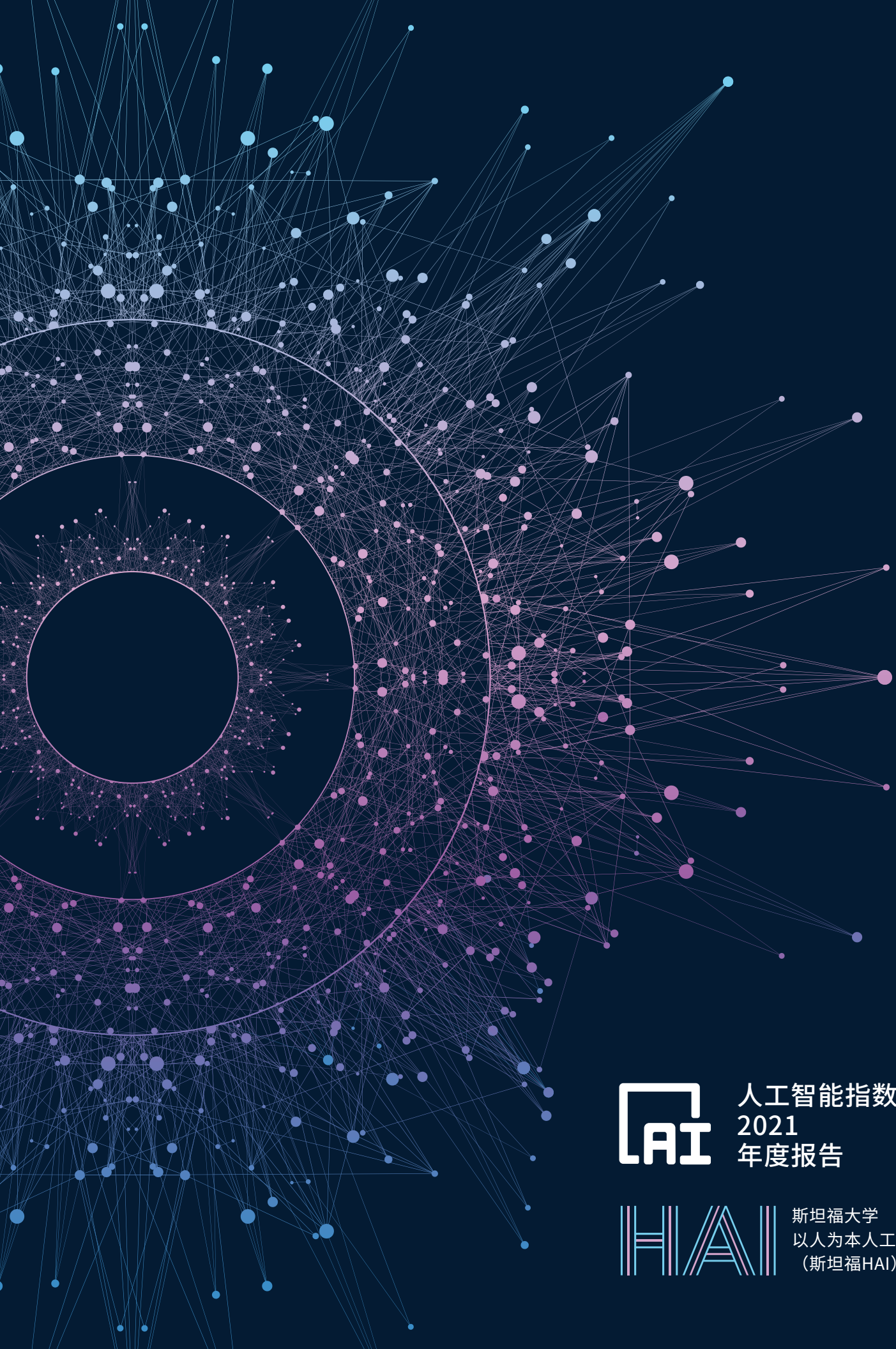


人工智能指数 2021 年度报告

斯坦福大学
以人为本人工智能研究院
（斯坦福HAI）

2021年人工智能指数报告简介

欢迎来到第四期《人工智能指数报告》！今年，我们大大增加了报告中的数据量，扩大了合作的外部组织范围，更加严格的校准了我们的数据，并加深了我们与斯坦福大学以人为本人工智能研究所（Human-Centered Artificial Intelligence，HAI）的联系。

人工智能指数报告跟踪、整理、提炼和可视化人工智能相关数据。其使命是为政策制定者、研究人员、高管、记者和普通公众提供公正的、经过严格审核的、来源于全球的数据，以形成对人工智能这一复杂领域的直观感知。该报告旨在成为世界上最可信、最权威的人工智能数据和洞察来源。

COVID与人工智能

2021年的报告从多个角度展示了COVID-19对人工智能发展的影响。在“技术性能”一章中具体讨论了一家人工智能初创公司是如何在COVID-19大流行期间使用基于机器学习的技术来加速COVID相关药物发现的。“经济”一章中的分析表明，人工智能的人力招聘和私人投资并没有受到COVID-19大流行的不利影响，这二者在2020年期间都有所增长。不过，受到COVID-19的影响，2020年更多人选择通过虚拟会议的方式参加了人工智能研究会议，这种虚拟会议形式导致了会议出席人数的大幅飙升。

本期报告变化

2020年，我们对来自政府、行业和学术界的140多名读者进行了调查，了解他们认为报告最有价值的内容以及我们还应该改进的方向。读者们建议改进的主要问题是：

- **技术性能**。我们在2021年大大扩展了这一章节，并加入了更多自己的分析。
- **多样性和伦理数据**。我们在今年的报告中收集了更多的数据。不过，根据我们的调查，人工智能的多个领域中目前仍然缺乏与多样性和伦理问题相关的有益信息。
- **不同国家之间的比较**。读者普遍对比较多个国家之间的人工智能指数感兴趣。在今年的报告中，我们做了如下改进：
  - 收集了更多数据，以便进行国家间的比较，特别是与经济学和文献计量学有关的数据；
  - 纳入了对不同国家采取的各种人工智能战略以及这些战略如何随着时间的推移而演变的全面总结。

公开数据和工具

2021年人工智能指数报告的附录部分提供了原始数据和互动工具。我们邀请人工智能界的各位成员以与您工作和兴趣最为相关的方式使用这些数据和工具。

- **原始数据和图表**：报告中所有图表的公开数据和高分辨率图像均可在Google Drive上找到。
- **全球人工智能活力(Global AI Vibrancy)工具**：我们今年对Global AI Vibrancy 工具进行了改版，可以根据22个指标对多达26个国家进行比较，同时提供了更好的互动可视化服务。更新后的Global AI Vibrancy 工具能够根据用户偏好，对各国的相对地位进行透明的评估。此外，我们确定了相关的国家指标以表征国家层面的政策优先事项。Global AI Vibrancy 工具中还显示了包括发达经济体和新兴市场的人工智能卓越中心。
- **人工智能测量中的问题**：2020年秋季，我们发布了《人工智能政策中的测量：机遇与挑战》，该报告阐述了2019年秋季AI Index主办的会议上讨论的各种人工智能测量问题。

目录

2021年人工智能指数报告引言		**2**
九大要点		**4**
人工智能指数指导委员会和工作人员		**5**
如何引用该报告		**6**
致谢		**7**
报告要点		**10**
第 1 章	研发（R&D）	14
第 2 章	技术性能	41
第 3 章	经济	80
第 4 章	人工智能教育	107
第 5 章	人工智能应用的伦理挑战	125
第 6 章	人工智能的多样性	135
第 7 章	人工智能政策和国家战略	151
附录		**177**

访问公开数据

九大要点

1 药物设计与发现领域人工智能投资大幅增加：“药物、癌症、分子、药物发现”在2020年获得的私人人工智能投资金额最大，超过了138亿美元。这个金额是2019年投资金额的4.5倍。

2 行业转变还在继续：2019年，北美人工智能专业毕业的博士中有65%进入了产业界，这一数据比2010年的44.4%有所上升，凸显出产业界开始在人工智能发展中发挥更大作用。

3 生成一切：人工智能系统可以生成标准足够高、质量足够好的文字、音频和图像合成结果。对于一些受限的技术应用，人类已经很难分辨出合成和非合成结果的区别。

4 人工智能面临多元化挑战：2019年，美国居民人工智能博士新毕业生中有45%是白人。相比之下，仅有2.4%非洲裔美国人，3.2%是西班牙裔。

5 中国在人工智能期刊引用量上超过美国：几年前，中国在期刊发表的论文总数上超过了美国，现在，在期刊引用方面中国也处于了领先地位。而在AI领域会议方面，美国发表的会议论文数量近十年内依然持续（明显）领先于中国（被引用的次数也更多）。

6 美国人工智能博士毕业生大部分来自国外--他们毕业后还选择留在美国：2019年，北美新毕业的人工智能博士中，国际学生的比例继续上升，达到了64.3%，这一数据比2018年增加了4.3%。在外国毕业生中，有81.8%的人选择留在美国工作，而8.6%的人选择在美国以外的地方工作。

7 监控技术快速、廉价、日益普及：大规模监控所需的技术正在迅速成熟，图像分类、人脸识别、视频分析、语音识别等技术在2020年都取得了重大进展。

8 人工智能伦理缺乏基准和共识：虽然一些团体在人工智能伦理领域制定了一系列定性或规范性报告，但是该领域仍普遍缺乏可用于衡量或评估关于技术发展的广泛社会讨论与技术本身发展之间关系的基准。此外，研究人员和民间社会认为人工智能伦理学比产业组织更重要。

9 人工智能已经得到了美国国会的关注：第116届国会是美国历史上最关注人工智能的国会会议。在这一届国会记录中提及人工智能的次数是第115届国会的三倍以上。

人工智能指数指导委员会

联合主任

Jack Clark
经济合作与发展组织（OECD），
全球人工智能合作伙伴（GPAI）

Raymond Perrault
国际斯坦福研究所(SRI International)

成员

Erik Brynjolfsson
斯坦福大学

John Etchemendy
斯坦福大学

Deep Ganguli
斯坦福大学

Barbara Grosz
哈佛大学

Terah Lyons
人工智慧伙伴关系（Partnership on AI）

James Manyika
麦肯锡全球研究院

Juan Carlos Niebles
斯坦福大学

Michael Sellitto
斯坦福大学

Yoav Shoham（创始主任）
斯坦福大学，人工智能21实验室（AI21 Labs）

人工智能指数工作人员

研究经理和主编

Daniel Zhang
斯坦福大学

项目经理

Saurabh Mishra
斯坦福大学

如何引用本报告

Daniel Zhang, Saurabh Mishra, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Deep Ganguli, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Juan Carlos Niebles, Michael Sellitto, Yoav Shoham, Jack Clark, and Raymond Perrault, “The AI Index 2021 Annual Report,” AI Index Steering Committee, Human-Centered Artificial Intelligence Institute, Stanford University, Stanford, CA, March 2021, Chinese translation by Synced.

斯坦福大学《人工智能指数2021年年度报告》由Attribution-No Derivatives 4.0 International授权许可。可通过下面的网址查看该许可的副本：
http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/.

人工智能指数是斯坦福大学以人为本人工智能研究所（Human-Centered Artificial Intelligence Institute, HAI）的一个独立产品。

Artificial Intelligence Index

Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence

人工智能指数是在人工智能 (AI100) 的百年研究中构想出来的。

感谢我们的支持伙伴：

McKinsey & Company, Google, OpenAI, genpact, AI21labs, pwc

中文版独家合作伙伴：机器之心

机器之心

欢迎大家反馈针对本报告以及对明年报告的想法、建议。
可通过邮件 AI-Index-Report@stanford.edu 与我们联系。

致谢

感谢以下组织和个人为《2021年人工智能指数报告》提供数据、分析、建议和专家评论。

组织

arXiv
Jim Entwood, Paul Ginsparg, Joe Halpern, Eleonora Presani

AI伦理实验室
Cansu Canca, Yasemin Usta

Black in AI
Rediet Abebe, Hassan Kane

彭博政府
Chris Cornillie

Burning Glass Technologies
Layla O’ Kane, Bledi Taska, Zhou Zhou

计算机研究协会（CRA）
Andrew Bernat, Susan Davidson

Elsevier
Clive Bastin, Jörg Hellwig, Sarah Huggett, Mark Siebert

Intento
Grigory Sapunov, Konstantin Savenkov

国际机器人学联合会
Susanne Bieller, Jeff Burnstein

欧盟委员会联合研究中心
Giuditta De Prato, Montserrat López Cobo, Riccardo Righi

领英
Guy Berger, Mar Carpanelli, Di Mo, Virginia Ramsey

利贯交易网（Liquidnet）
Jeffrey Banner, Steven Nichols

麦肯锡全球研究院
Brittany Presten

微软学术图谱
Iris Shen, Kuansan Wang

美国国家标准与技术研究院
Patrick Grother

Nesta
Joel Klinger, Juan Mateos-Garcia, Kostas Stathoulopoulos

NetBase Quid
Zen Ahmed, Scott Cohen, Julie Kim

PostEra
Aaron Morris

Queer in AI
Raphael Gontijo Lopes

State of AI Report
Nathan Benaich, Ian Hogarth

Women in Machine Learning
Sarah Tan, Jane Wang

个人

ActivityNet
Fabian Caba (Adobe Research); Bernard Ghanem (阿卜杜拉国王科技大学); Cees Snoek (阿姆斯特丹大学)

人工智能人才流失与教师离职
Michael Gofman (罗切斯特大学); Zhao Jin (长江商学院)

自动定理证明
Geoff Sutcliffe (迈阿密大学); Christian Suttner (康宁股份有限公司)

布尔可满足性问题
Lars Kotthoff (怀俄明州大学)

企业在人工智能研究会议中的代表
Nuruddin Ahmed (韦仕敦大学艾维商学院); Muntasir Wahed (弗吉尼亚理工大学)

会议参与者
Maria Gini, Gita Sukthankar (AAMAS); Carol Hamilton (AAAI); Dan Jurafsky (ACL); Walter Scheirer, Ramin Zabih (CVPR); Jörg Hoffmann, Erez Karpas (ICAPS); Paul Oh (IROS); Pavlos Peppas, Michael Thielscher (KR)

人工智能会议中的伦理
Pedro Avelar, Luis Lamb, Marcelo Prates (南里奥格兰德联邦大学)

ImageNet
Lucas Beyer, Alexey Dosovitskiy, Neil Houlsby (Google)

MLPerf/DAWNBench
Cody Coleman (斯坦福大学), Peter Mattson (Google)

分子合成
Philippe Schwaller (IBM 欧洲研究院)

可视化问答
Dhruv Batra, Devi Parikh (乔治亚理工学院/FAIR); Ayush Shrivastava (乔治亚理工学院)

你只看一眼(YOLO)
Xiang Long (百度)

建议和专家评论

Alexey Bochkovskiy; 百度飞桨计算机视觉团队; Chenggang Xu (长江商学院); Mohammed AlQuraishi (哥伦比亚大学); Evan Schnidman (EAS Innovation); Fanghzhen Lin (香港科技大学); David Kanter (MLCommons); Sam Bowman (纽约大学); Maneesh Agrawala, Jeannette Bohg, Emma Brunskill, Chelsea Finn, Aditya Grover, Tatsunori Hashimoto, Dan Jurafsky, Percy Liang, Sharon Zhou (斯坦福大学); Vamsi Sistla (加州大学伯克利分校); Simon King (爱丁堡大学); Ivan Goncharov (Weights & Biases)

研究生

Ankita Banerjea, Yu-chi Tsao (斯坦福大学)

报告及网站技术支持

Michi Turner (报告平面设计和封面艺术); Nancy King (报告编辑); Michael Taylor (报告数据可视化); Kevin Litman-Navarro (Global AI Vibrancy 工具设计与开发); Travis Tyler (人工智能指数网站设计); Digital Avenues (人工智能指数网站开发)

报告要点

第 1 章　研发（R&D）

- 2019年至2020年，人工智能期刊论文的数量增长了34.5%。这一数据比2018年至2019年的增长比例（19.6%）要高得多。
- 在主要的国家和地区中，发表同行评审人工智能论文数量最多的机构类型均是学术机构。但产出论文数量排名第二的机构类型在不同国家却各不相同：在美国，各大企业附属的研究机构所发表的论文占论文总数量的19.2%。而在中国和欧盟，产出论文数量排名第二的机构为政府，其中，中国政府机构产出论文数量占论文总数量的15.6%，而欧盟的该数据为17.2%。
- 2020年，中国在世界范围内的人工智能期刊论文引用次数首次超过了美国。2004年，中国的人工智能期刊论文发表总数量曾短暂超过美国，后续在2017年又重新夺回领先优势。然而，在过去十年中，美国的人工智能会议论文引用次数一直（且明显）高于中国。
- 受到COVID-19的影响，2020年主要的人工智能会议大都是以虚拟方式召开的，由此导致登记的参会的人数大幅增加。2020年，9个会议的参会人数几乎翻了一番。
- 在过去的6年里，arXiv上与人工智能相关的论文数量增长了6倍多，从2015年的5478篇增长到2020年的34736篇。
- 2019年公开发表的人工智能论文的数量占全球同行评审科学论文总数量的3.8%，高于2011年的1.3%。

第 2 章　技术性能

- **生成一切**：人工智能系统现在可以处理文本、音频和图像并生成足够高质量的产品。对于一些限定的技术来说，人类难以判断合成和非合成输出之间的差异。从对社会有用和较为无用两个角度出发，有望生成大量的人工智能下游应用程序。这也促使研究人员致力于检测生成模型的技术研究。DeepFake检测挑战赛的数据表明了计算机区分不同输出的能力。
- **计算机视觉的产业化**：过去十年，得益于机器学习技术（特别是深度学习技术）的应用，计算机视觉研究取得了巨大进展。新的数据显示，计算机视觉正在实现产业化。在一些较大的基准库中，算法或模型的性能已经开始趋于平稳。这表明计算机视觉社区需要致力于开发和确定难度更大的基准，以进一步测试性能。各公司正在投入越来越多的计算资源，以比以往更快的速度训练计算机视觉系统。同时，用于已部署系统的技术，如用于分析视频静止帧的对象检测框架，正在迅速成熟，这表明人工智能将会进一步在产业场景中部署。
- **自然语言处理(NLP)超越了它的评估指标**：得益于NLP的快速发展，已经出现了语言能力显著提升的人工智能系统，并且这些系统已经开始对世界产生了有意义的经济影响。谷歌和微软都在其搜索引擎中部署了BERT语言模型，而微软、OpenAI等公司也开发了其他大型语言模型。NLP的研究进展如此迅速，以至于它已经开始超过了用于测试它们的基准。例如，在SuperGLUE上获得能和人类的性能水平相当的软件产品

正在快速涌现。SuperGLUE是针对早期NLP进展超过GLUE评估能力而开发的NLP评估套件。

- **关于推理的新分析**：大多数技术问题的测量标准都会在固定的基准上显示出在当前时间点上的最佳系统的性能。而为人工智能指数开发的新分析方法提供了允许不断发展的基准的测量标准，并将一段时间内一组系统的总体性能归因于各个单独的系统。这些应用于两个符号推理问题：自动定理证明和布尔公式的可满足性。
- **机器学习正在改变医疗和生物学领域的游戏规则**：随着机器学习技术的引入，医疗和生物行业的格局发生了实质性的变化。DeepMind的AlphaFold应用深度学习技术，在蛋白质折叠这一长达数十年的生物学难题上取得了重大突破。科学家利用机器学习模型学习化学分子的表示，以制定更有效的化学合成规划。PostEra是一家人工智能初创公司，这家公司在COVID-19流行期间使用基于机器学习的技术来加速发现COVID相关的药物。

第 3 章　经济

- “药物、癌症、分子、药物发现 “在2020年获得的私人人工智能投资最大金额，超过了138亿美元。这一金额是2019年投资金额的4.5倍。
- 巴西、印度、加拿大、新加坡和南非是2016年至2020年人工智能行业雇用人数增长最多的国家。尽管受到了COVID-19的影响，2020年我们了解到的各国的人工智能行业雇佣的员工人数仍在继续增长。
- 更多人工智能领域的私人投资集中到了更少的初创公司中。2020年的私人人工智能投资金额比2019年增加了9.3%。这一数字比2018年至2019年（5.7%）增加的比例更高。不过，新融资的公司数量连续三年减少。
- 根据麦肯锡的一项调查，尽管解决与使用人工智能相关的伦理问题的呼声越来越高，但行业内解决这些问题的努力仍然是非常有限的。例如，人工智能中的公平性和公正性等问题仍然很少受到公司的关注。此外，与2019年相比，2020年认为个人或个体隐私的风险是与其相关的公司仍然很少。在受访的公司中，正在试图减轻或规避这些风险的公司比例并没有变化。
- 尽管COVID-19大流行导致了经济衰退，但麦肯锡的一项调查中有一半的受访者表示冠状病毒并没有对他们在人工智能领域的投资产生影响。而实际上有27%的人表示他们的投资仍有所增加。只有不到四分之一的企业减少了它们对人工智能的投资。
- 从2019年到2020年，美国的人工智能职位比例有所下降，这是六年来的首次下降。从2019年到2020年，美国发布的人工智能工作岗位总数也下降了8.2%，从2019年的325724个岗位减少到2020年的300999个岗位。

第 4 章　人工智能教育

- 2020年进行的一项人工智能指数调查显示，过去四年，世界顶尖大学加大了对人工智能教育的投入。在过去的四个学年中，教授学生在本科和研究生阶段构建或部署实用人工智能模型所需技能的课程数量分别增加了102.9%和41.7%。
- 计算机研究协会（CRA）的一项年度调查显示，过去十年，北美地区更多的人工智能博士毕业生选择在产业界工作，而选择学术界工作的则较少。其中，选择进入产业界工作的新AI专业博士比例增加了48%，从2010年

的44.4%增至2019年的65.7%。相比之下，进入学术界的新AI专业博士比例下降了44%，从2010年的42.1%降至2019年的23.7%。

- CRA的调查显示，在过去10年中，在美国获得CS博士学位的博士总人数中，人工智能相关博士人数所占比例从14.2%上升到2019年的23%左右。与此同时，其他以前非常流行的CS博士学位的受欢迎程度有所下降，包括网络、软件工程和编程语言。与2010年相比，程序编译相关专业的博士学位人数都有所减少，而人工智能和机器人/视觉专业则大幅增加。
- 在经历了两年的增长之后，北美地区的人工智能领域由大学转到产业界工作的教师人数从2018年的42人下降到了2019年的33人（其中28人是终身教职员工，5人没有获得终身教职）。2004年至2019年间，卡内基梅隆大学（Carnegie Mellon University）AI领域的教师离职人数最多（16人），其次是乔治亚理工学院（14人）和华盛顿大学（12人）。
- 2019年，北美新AI专业博士中的国际学生比例继续上升，达到64.3%，比2018年增长4.3%。在外国毕业生中，有81.8%的人留在美国，而8.6%的人选择在美国以外工作。
- 在欧盟，绝大多数人工智能专业的学术课程都是在硕士及以上阶段开设的。学士和硕士阶段最常开设的课程是机器人学和自动化，而相关短期课程中最常开设的专业是机器学习（ML）。

第 5 章　人工智能应用的伦理挑战

- 自2015年以来，提交给人工智能会议的论文标题中包含伦理相关关键词的论文数量有所增长。不过，在主要人工智能会议上标题能够匹配伦理相关关键词的论文平均数量多年来仍然较小。
- 2020年，与人工智能伦理道德使用相关的五大最受关注的新闻话题分别是：欧盟委员会发布的人工智能白皮书，谷歌解聘道德研究员蒂姆尼特·盖布鲁（Timnit Gebru），联合国成立的人工智能道德委员会，梵蒂冈的人工智能道德计划，以及IBM正在取消其人脸识别相关业务。

第 6 章　人工智能的多样性问题

- 十多年来，女性AI专业博士毕业生和计算机科学（CS）终身教职员工的比例一直很低。美国计算机研究协会（CRA）的一项年度调查显示，北美AI博士项目的女性毕业生人数占所有博士毕业生人数的比例还不到18%。一项人工智能指数调查结果显示，在世界上的几所大学中CS系终身教职员工中仅有16%是女性。
- CRA的调查显示，2019年，在美国AI博士毕业生新移民中，45%是白人，22.4%是亚裔，3.2%是西班牙裔，2.4%是非裔美国人。
- 在过去十年中，白人（非西班牙裔）新毕业计算机博士的比例变化不大，平均约为62.7%。而同期黑人或非裔美国人（非西班牙裔）和西班牙裔计算机博士的比例则明显下降，平均分别下降了3.1%和3.3%。
- 近年来，由NeurIPS合办的Black-in-AI研讨会的参与人数显著增加。2019年参会人数和提交论文数是2017年的2.6倍，而接受论文数是2017年的2.1倍。

- 在Queer in AI组织于2020年进行的一项会员调查中，近一半的受访者表示，缺乏包容性是他们成为AI/ML领域从业者所面临的一个障碍。超过40%的受访者表示，他们曾在工作或学校受到过歧视或骚扰。

第 7 章　人工智能政策和国家战略

- 自2017年加拿大发布全球首个国家人工智能战略以来，截至2020年12月，已有30多个国家和地区发布了类似文件。
- 全球人工智能伙伴关系（Global Partnership on AI，GPAI）和经济合作与发展组织（Organisation for Economic Co-operation and Development，OECD）人工智能政策观察站和人工智能专家网络于2020年启动。这些国际组织的成立推动了政府间的协作，以共同支持面向所有人的人工智能发展。
- 在美国，第116届国会是历史上对人工智能关注度最高的国会会议 。本届国会在立法、委员会报告和国会研究服务（Congressional Research Service，CRS）报告中提到人工智能的次数是第115届国会的三倍多。



第 1 章
研发（R & D）

第 1 章:
章节预览

概述 16
章节要点 17

1.1 论文 18
同行评审的人工智能论文 18
概述 18
按地区 18
按地理区域 20
按机构隶属关系 21
学术企业合作 23
人工智能期刊论文 25
概述 25
按地区 26
按地理区域 27
引用 27
人工智能会议论文 28
概述 28
按地区 29
按地理区域 30
引用 30
人工智能专利 31
概述 31
arXiv 论文 32
概述 32
按地区 32
按地理区域 33
按研究领域 34
要点:关于arXiv的深度学习论文 35

1.2 会议 36
会议出席 36
要点：参加人工智能研究会议的企业界企业代表 38

1.3 人工智能开源软件库 39
GitHub 标星 39

访问公开数据

概述

本报告开篇概述了人工智能（AI）的研发工作，因为研发是人工智能进步的基础。自从这项技术在20世纪50年代首次引起计算机科学家和数学家的注意以来，人工智能已经发展成为一门具有重大商业应用价值的研究学科。
人工智能论文的数量在过去20年里急剧增加。人工智能会议和预印本档案的兴起进一步推动了研究和学术的广泛交流。包括中国、欧盟和美国在内的各个国家都在竞相致力于人工智能研究。研发章节的介绍目的就是跟踪人工智能这个日益复杂和竞争激烈的研究领域的研究进展。

本章首先使用来自Elsevier/Scopus和微软学术图谱（MAG）数据库的数据以及来自arXiv论文预印本库和Nesta的数据，以了解同行评审的期刊论文、会议论文和专利等人工智能出版物，以及每种出版物的引用和影响情况。文章列举了主要人工智能国家和地理区域对人工智能研发的贡献，并考虑了这些贡献是如何影响该领域的。第二和第三部分则讨论了在主要人工智能会议和GitHub上的研发活动。

章节重点

- 2019年至2020年，人工智能期刊论文的数量增长了34.5%。这一数据比2018年至2019年的增长比例（19.6%）要高得多。
- 在主要的国家和地区中，同行评审的人工智能论文主要来自于学术机构。但产出论文数量排名第二的机构类型在不同国家却各不相同：在美国，各大企业附属的研究机构所发表的论文数量占论文总数量的19.2%。而在中国和欧盟，产出论文数量排名第二的机构为政府，其中，中国政府机构产出论文数量占论文总数量的15.6%，而欧盟的该数据为17.2%。
- 2020年，中国在世界范围内的人工智能期刊论文引用次数首次超过了美国。2004年，中国的人工智能期刊论文发表总数量曾短暂超过美国，后续在2017年又重新夺回领先优势。然而，在过去十年中，美国的人工智能会议论文引用次数一直（且明显）高于中国。
- 受到COVID-19的影响，2020年主要的人工智能会议大都是以虚拟方式召开的，由此导致登记参会的人数大幅增加。2020年，9个会议的参会人数几乎翻了一番。
- 在过去的六年中，arXiv上与人工智能相关的出版物数量增长了6倍多，从2015年的5478篇增长到2020年的34736篇。
- 2019年公开发表的人工智能出版物的数量占全球同行评审科学出版物总数量的3.8%，高于2011年的1.3%。
- 人工智能出版物包括同行评审出版物、期刊文章、会议论文和专利。为了跟踪这些出版物的发展趋势以评估全球人工智能研发活动的状况，本报告使用了以下数据集：Elsevier/Scopus同行审查出版物数据库；所有期刊、会议论文和专利出版物的微软学术图谱（MAG）数据库；以及arXiv和Nesta电子预印本数据。

人工智能出版物包括同行评审出版物、期刊文章、会议论文和专利。为了跟踪这些出版物的发展趋势以评估全球人工智能研发活动的状况，本报告使用了以下数据集：Elsevier/Scopus同行审查出版物数据库；所有期刊、会议论文和专利出版物的微软学术图谱（MAG）数据库；以及arXiv和Nesta电子预印本数据。

1.1 出版物

同行评审的人工智能出版物

本节首先介绍Elsevier Scopus数据库中的数据。Scopus包含7000万个同行评审的研究成果，这些研究成果来自5000多家国际出版商。以下所示的2019年版数据来自一套全新的出版物，因此所有同行评审的人工智能出版物的数字与往年人工智能指数报告中的数字不同。由于出版物索引方法的改变，数据集的准确率从80%提高到了84%（详见附录）。

概览

图1.1.1a给出了同行评审人工智能出版物的数量，图1.1.1b显示了这些出版物在全球所有同行评审出版物中所占的比例。2000年至2019年间，出版物总数增长了近12倍。而这一时期同行评审出版物的比例从2000年的0.82%上升到2019年的3.8%。

按地区[1]

自2004年以来，在全世界同行评审的人工智能出版物总数中，东亚和太平洋地区所占份额最大，其次是欧洲和中亚以及北美（图1.1.2）。2009年至2019年间，南亚和撒哈拉以南非洲的同行评审人工智能出版物数量增长最快，分别增长了8倍和7倍。

2000-19年经同行评审的AI出版物数量
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

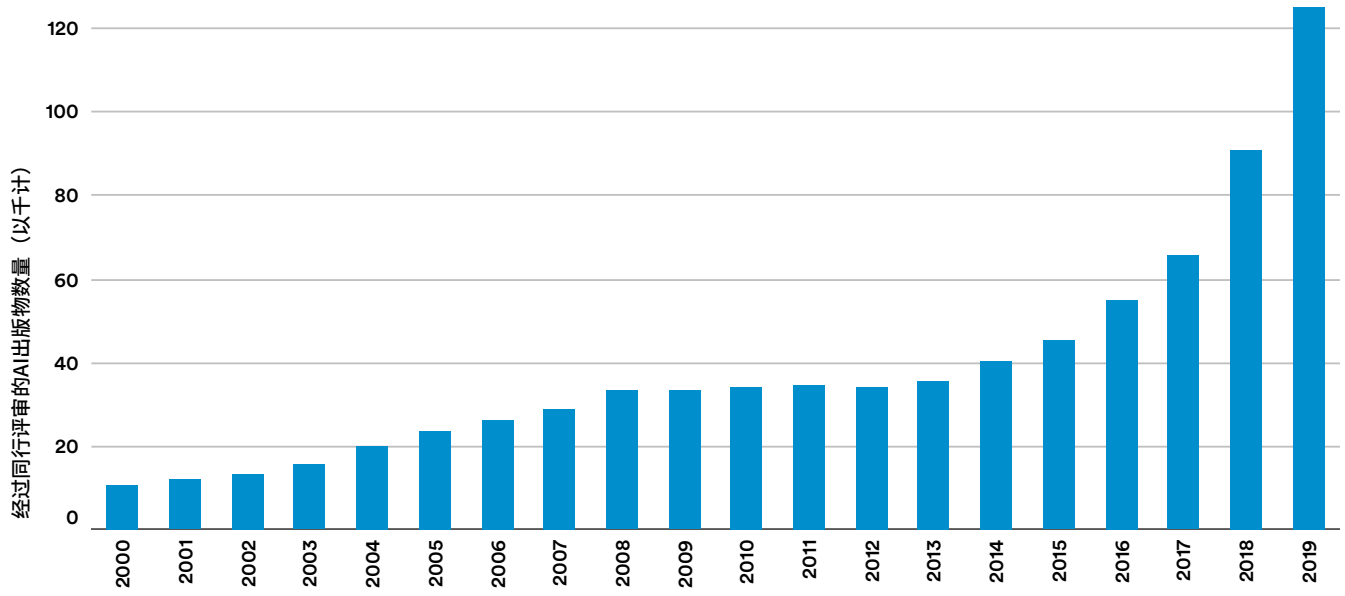


图 1.1.1a

1 本章中对各个地区的区域划分是根据世界银行的分析分组完成的。

2000-19年经同行评审的AI出版物(占总数的百分比%)
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

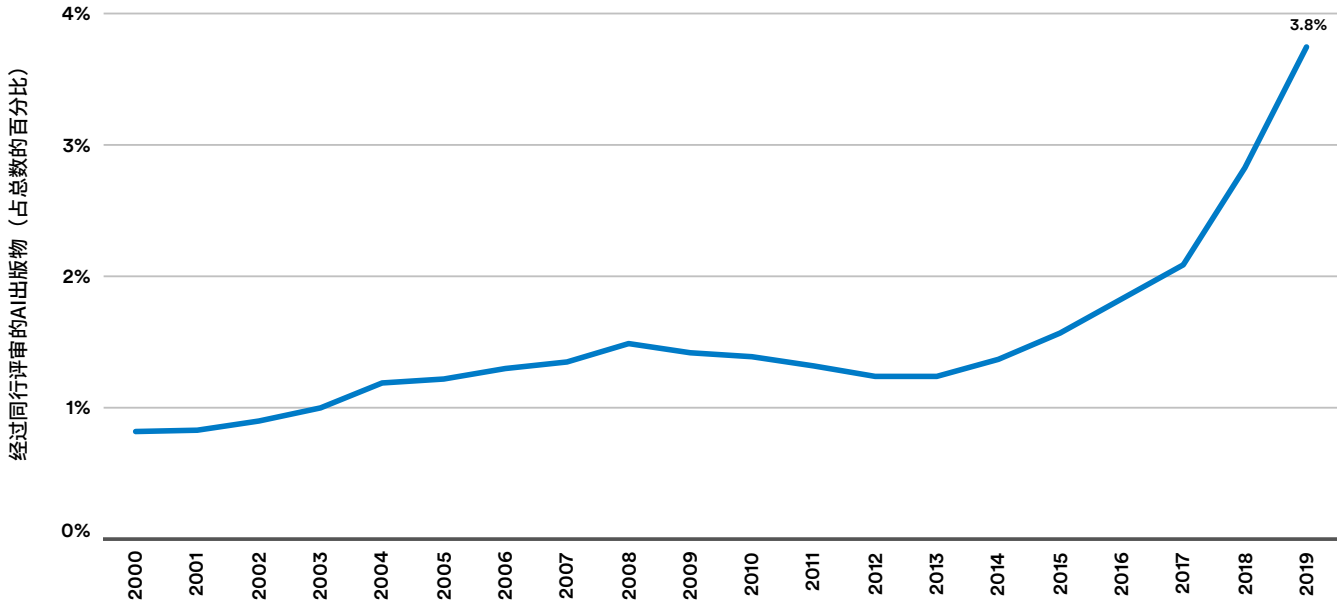


图 1.1.1b

2000-19年按地区展示的同行评审的AI出版物（占总数的百分比%）
来源：微软学术图谱，2020年|图表：2021年AI指数报告

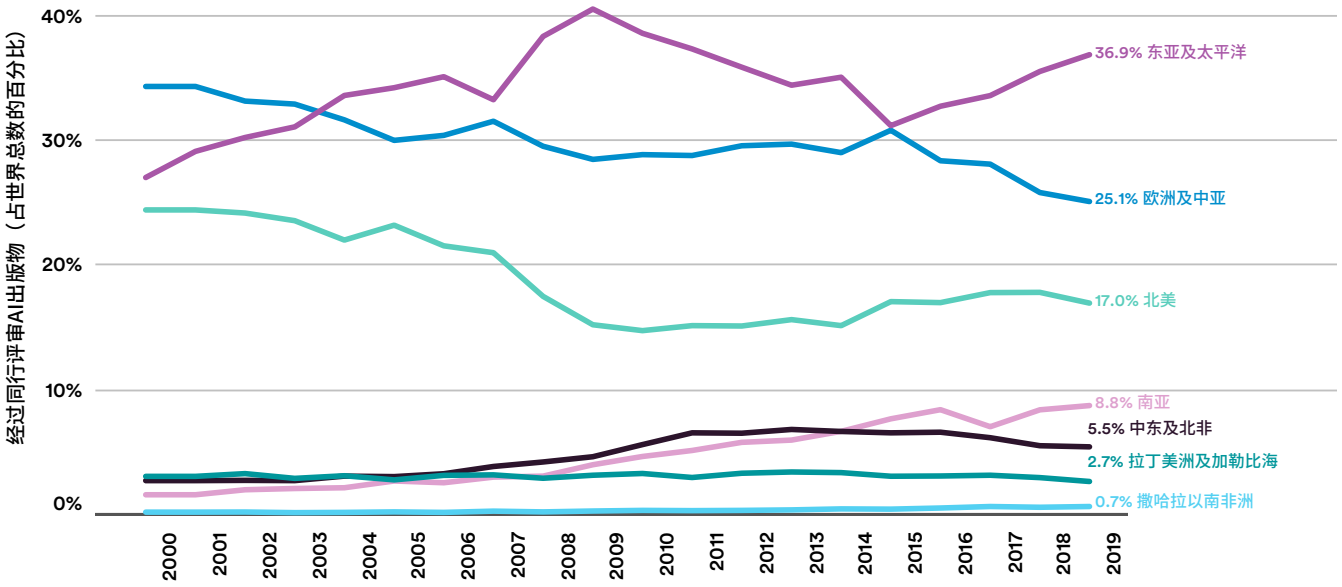


图 1.1.2

按地理区域划分

为了比较世界主要人工智能参与者的活动，本节展示了来自中国、欧盟和美国的同行评审人工智能出版物的趋势。截至2019年，中国在2017年超过欧盟（图1.1.3）后，同行评审人工智能出版物中所占份额在全球一直处于领先地位。2019年，中国发表的同行评审人工智能论文数量是2014年的3.5倍，而这一时期欧盟发表的论文数量仅是2014年的2倍，美国则是2014年的2.75倍。

2000-19年按地理区域展示的同行评审的AI出版物（占总数的百分比%）
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

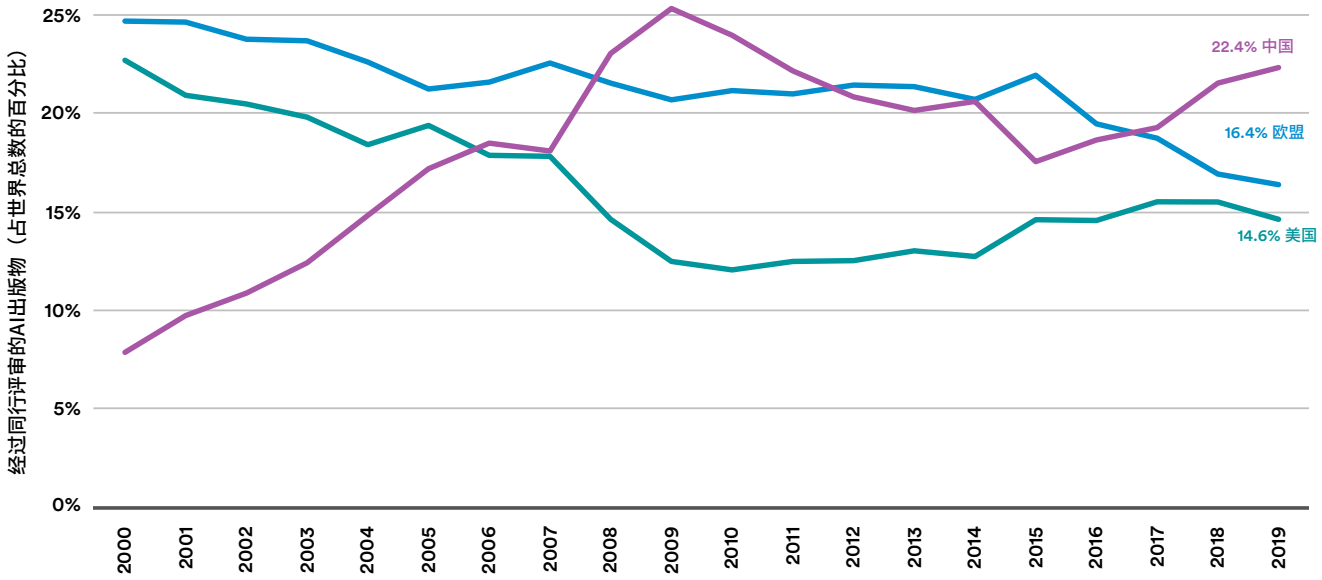


图 1.1.3

按机构隶属关系

以下图表显示了与中国的企业、政府、医疗和其他机构（图1.1.4a）、欧盟（图1.1.4b）和美国（图1.1.4c）相关的同行评审人工智能出版物的数量。[2] 2019年，中国大约有95.4%的同行评审人工智能出版物是与学术界相关的，而欧盟和美国的这一比例分别为81.9%和89.6%。这些机构的附属类别并不是互斥的，因为有些作者可能附属于一种以上的机构。

数据表明，除学术界之外，政府机构在中国和欧盟的同行评审人工智能出版物中所占比例始终最高（2019年分别为15.6%和17.2%），而在美国，除学术机构外占比最高的机构类型则是企业附属机构（19.2%）。

2000-19年按机构隶属关系展示的中国经同行评审的AI出版物数量
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

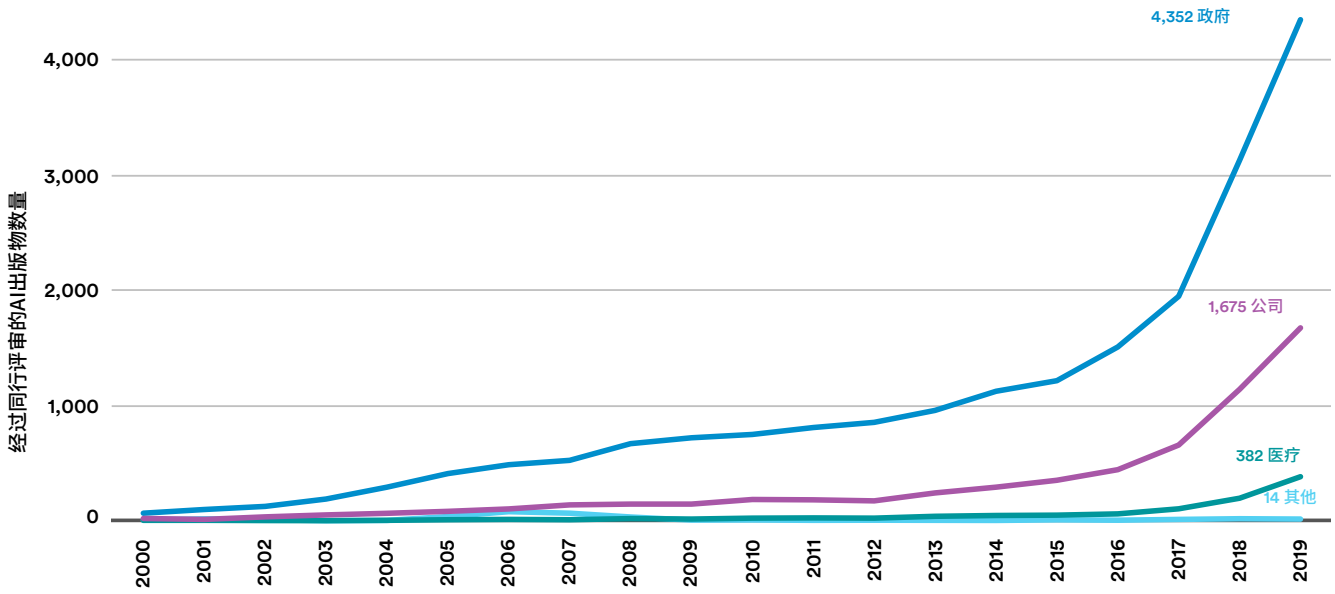


图 1.1.4a

2 在所有三个地理区域中，与学术界相关的论文数量超过了政府、企业和医学相关的论文数量。我们在图中没有标示出学术界的隶属关系，因为这样处理会导致图表扭曲。

2000-19年按机构隶属关系展示的欧盟经同行评审的AI出版物数量
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

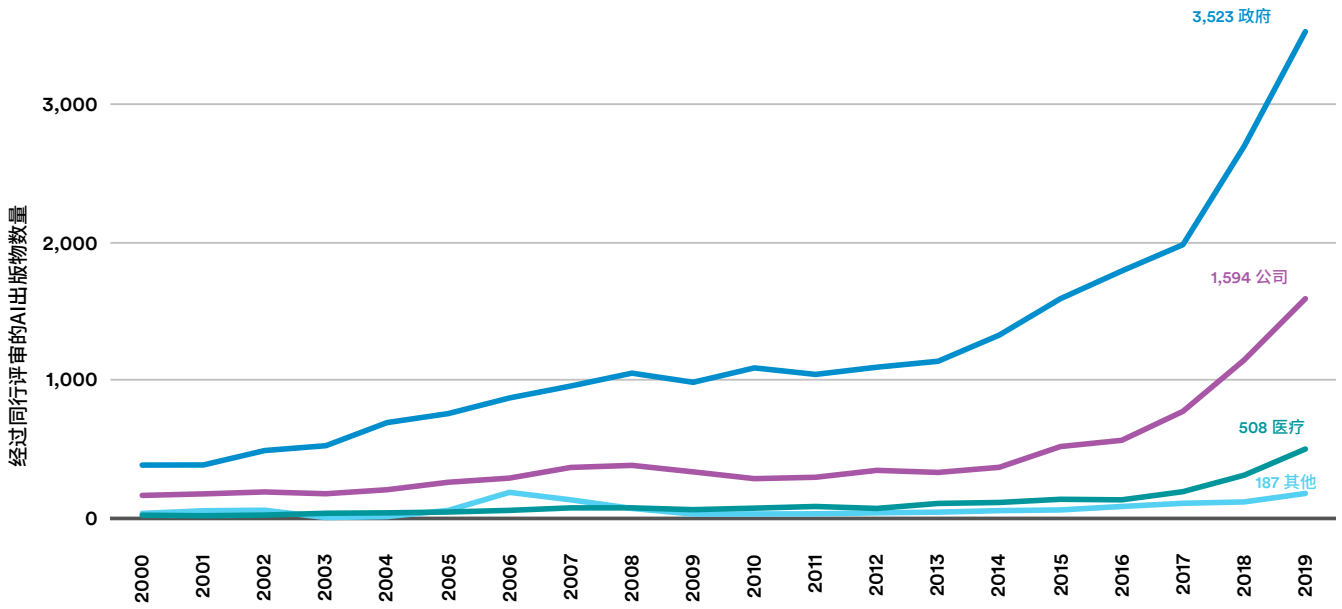


图 1.1.4b

2000-19年按机构隶属关系展示的美国经同行评审的AI出版物数量
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

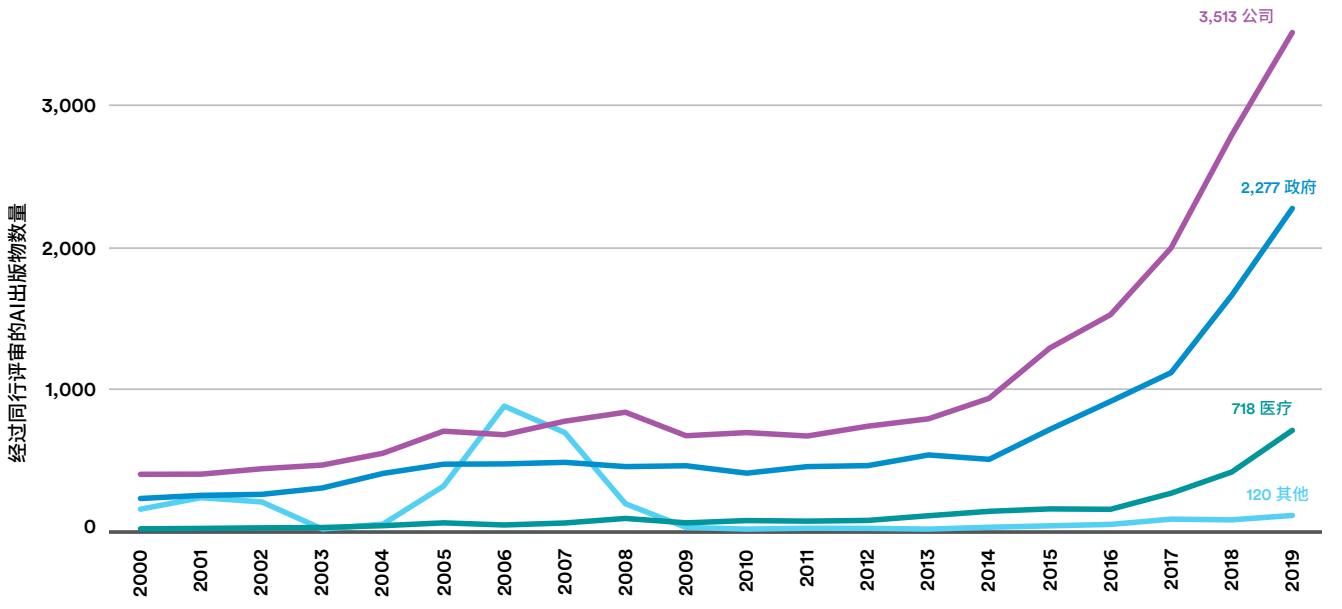


图 1.1.4c

产学合作

自20世纪80年代以来，美国学术界和产业界之间的研发合作变得越来越重要也越来越受欢迎，具体表现在产学研中心数量的激增以及企业对大学研究的贡献增多。图1.1.5显示，2015年至2019年间，美国出版的产学界合作、合著的同行评审的人工智能出版物数量最多，是欧盟的两倍多，排在第二位。其次是中国，排在第三位。

2015-19年按地理区域展示的产学界合作、合著的同行评审AI出版物数量（总和）
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

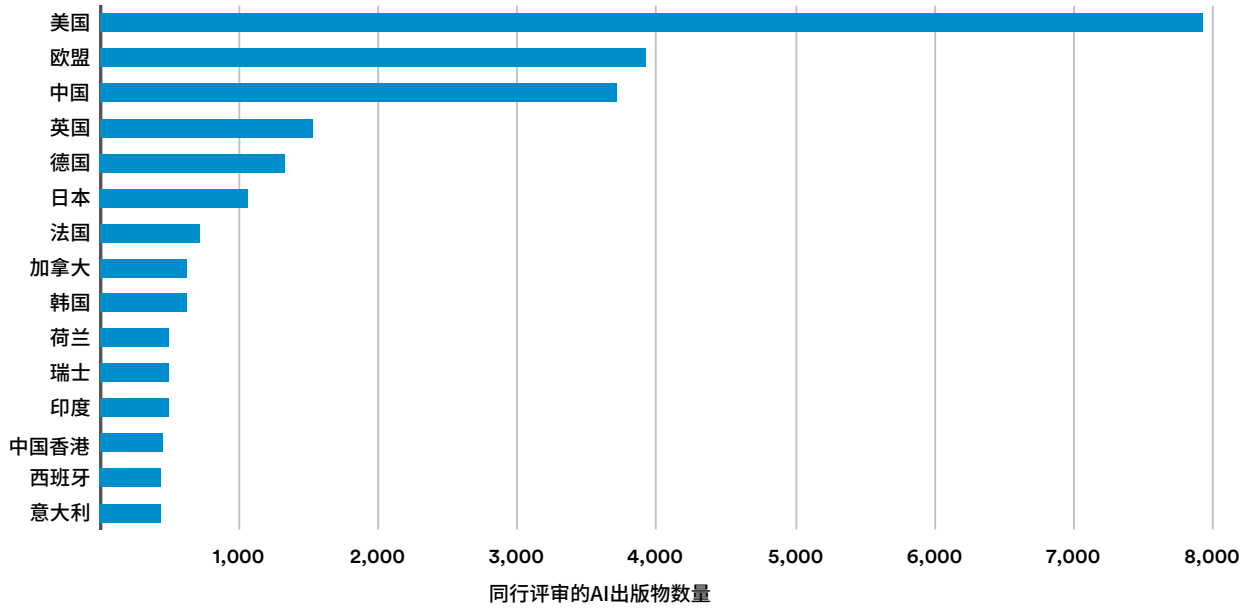


图 1.1.5

图1.1.6中给出了产学界合作如何影响不同地理区域人工智能出版物的领域加权引用影响（Field-Weighted Citation Impact，FWCI）。FWCI用于衡量出版物的引用次数与同一年、同一学科、同一格式（书籍、文章、会议论文等）其他类似出版物的平均引用次数的比较。FWCI值为1.0表示全球均值。根据全球均值，大于或小于1意味着出版物被引用的次数大于或小于预期。例如，FWCI为0.75意味着引用次数比全球平均水平少25%。

图表中y轴表示所有经同行评审的人工智能出版物的FWCI, x轴表示学术界-企业合著出版物的总数（对数比例）。为了提高FWCI指标的信噪比，图标中仅包括了在2020年拥有超过1000份经同行评审的人工智能出版物的国家。

2019年同行评审AI出版物的领域加权引用影响和产学界合作同行评审AI出版物的数量
来源：Elsevier/Scopus，2020年|图表：2021年AI指数报告

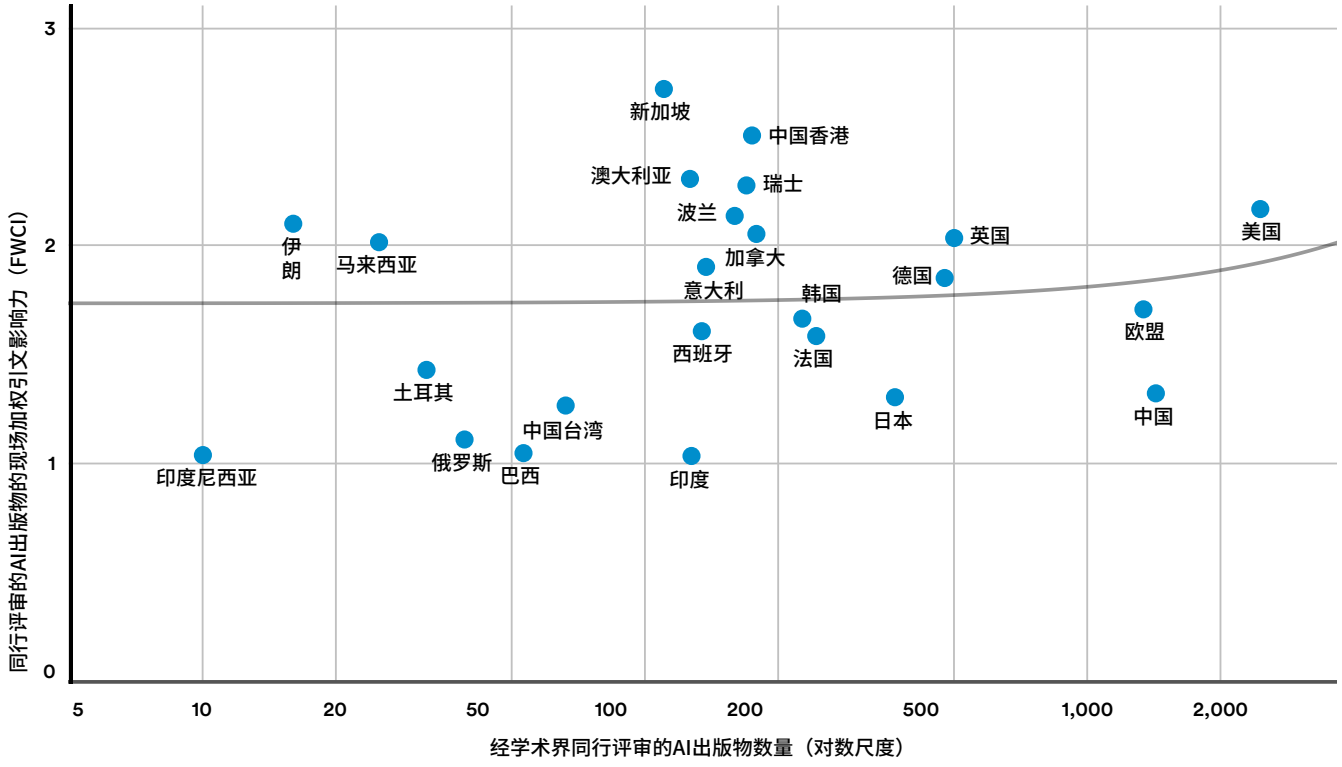


图 1.1.6

人工智能期刊论文

接下来的三个部分将根据微软学术图谱谱（Microsoft Academic Graph，MAG）的数据，列出人工智能期刊、会议论文和专利的出版趋势，以及它们各自的引用情况，这些引用可以用于揭示研发的影响情况。MAG[3]是一个知识图谱，由超过2.25亿份出版文献组成（截至2019年11月底）。

概述

总体而言，2020年人工智能期刊出版文献数量比2000年高5.4倍（图1.1.7a）。2020年，人工智能期刊出版文献的数量比2019年增长了34.5%，这一增长率远远高于2018年至2019年的19.6%。人工智能期刊出版文献在全球所有出版文献中的份额在2020年跃升了0.4个百分点，高于过去五年0.03个百分点的平均水平（图1.1.7b）。

2000-20年AI期刊出版文献数量
来源：微软学术图谱，2020年|图表：2021年AI指数报告

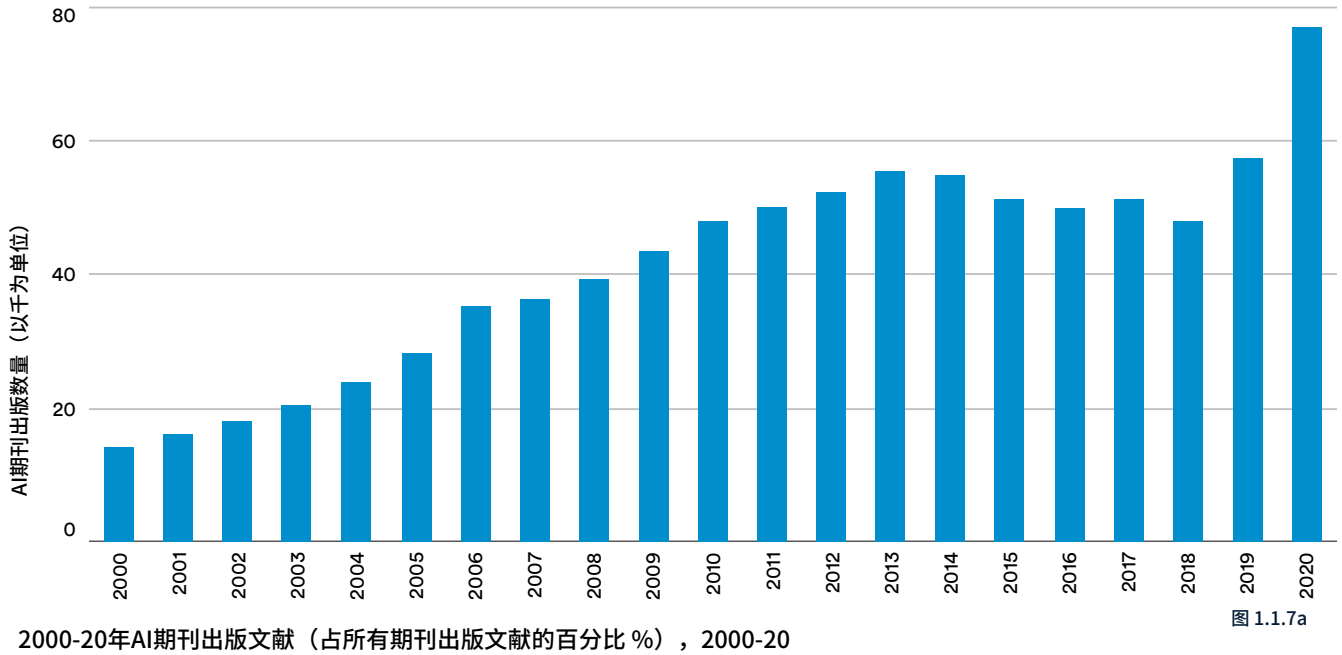


图 1.1.7a

2000-20年AI期刊出版文献（占所有期刊出版文献的百分比 %），2000-20
来源：微软学术图谱，2020年|图表：2021年AI指数报告

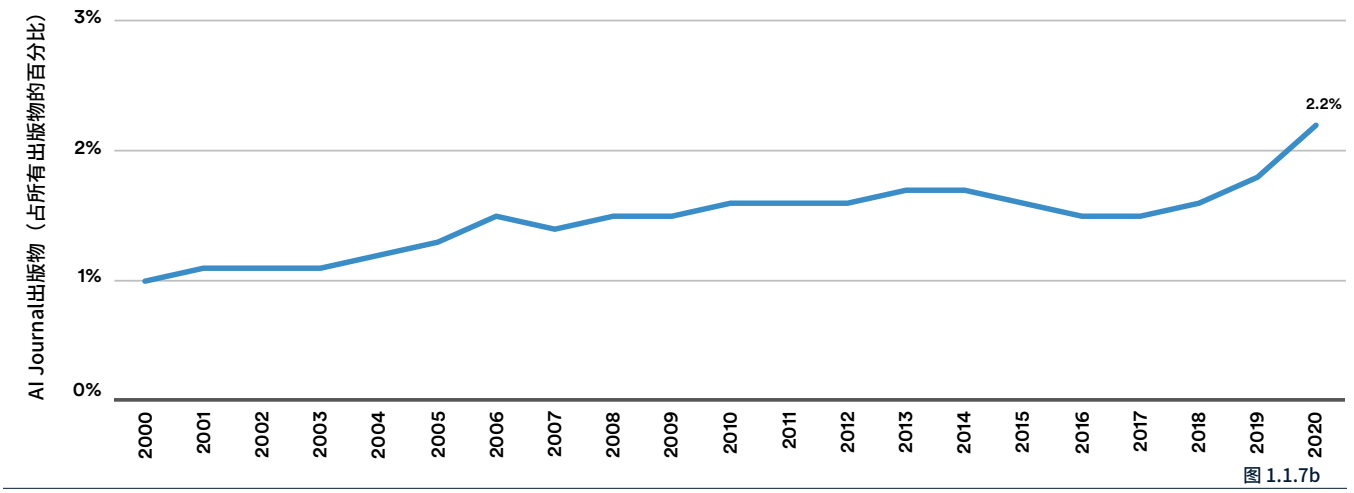


图 1.1.7b

3 详情可参见“微软学术服务（MAS）与应用概述”、“微软科学研究学术服务综述”。

按地区

图1.1.8显示了2000年至2020年间，按地区展示的人工智能期刊在MAG数据库中所占的份额。在过去的21年里，东亚和太平洋、欧洲和中亚以及北美是人工智能期刊的主要发行地，而这三个地区的主导地位随着时间的推移也在发生变化。2020年，东亚和太平洋地区的份额最高（26.7%），其次是欧洲和中亚（13.3%）以及北美（14.0%）。此外，在过去十年中，南亚、中东和北非的增长最为显著，这两个地区的人工智能期刊出版文献数量分别增长了6倍和4倍。

2000-20年按地区分列的AI期刊出版文献（占全球总数的百分比 %）
来源：微软学术图谱，2020年|图表：2021年AI指数报告

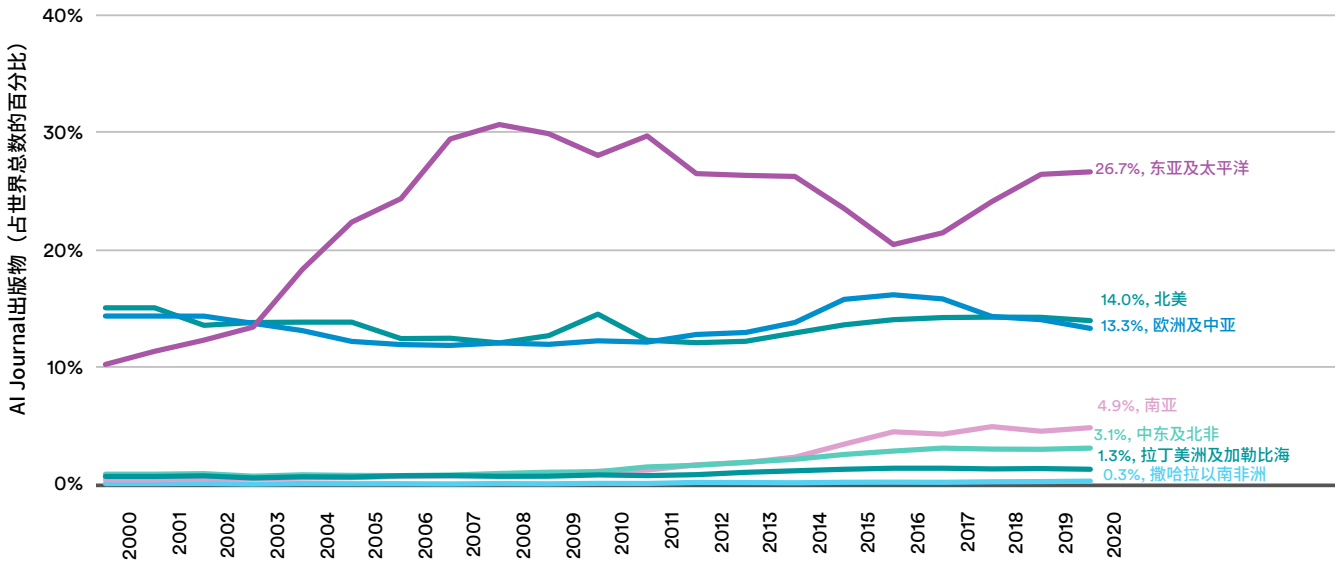


图 1.1.8



扫码添加客服免费获取完整报告