HOOVER INSTITUTION | Stanford University

HAI Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence

2026年9月

2026年美国人才报告

人才大竞争下的美国STEM人才管道基准评估

Emerson Victoria Johnston
Amy Zegart



HOOVER INSTITUTION | Stanford University

HAI Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence

2026年美国人才报告

人才大竞争下的美国STEM人才管道基准评估

作者：Emerson Johnston、Amy Zegart

2026年9月28日

本报告由胡佛研究所与斯坦福大学以人为本人工智能研究院联合出版。

非官方中文译本，仅供个人参考。如有出入，以英文原版为准。

目录

引言

引言 10

章节

第一章 美国的STEM人才体系：增长与国际依赖 20

第二章 谁在到来——美国国际STEM人才来源的变化 38

第三章 从校园到职场——国际人才如何驱动美国科研与产业 59

第四章 本土人才管道——美国在何处流失STEM人才 81

第五章 人才磁石——美国日益收窄的科研优势 106

第六章 留才缺口——美国为何正在失去愿意留下的人才 132

附录及其他

结论 培养得更少，留住得更少 156

附录A 关键术语 163

附录B 数据来源 169

附录C 研究方法 179

参考文献 182

作者

Emerson Victoria Johnston 是胡佛研究所技术政策加速器（Technology Policy Accelerator）的研究助理。她是奈特-轩尼诗学者（Knight-Hennessy Scholar），拥有斯坦福大学国际政策硕士学位，目前正从该校科学、技术、环境与医学史硕士项目休学。

Amy Zegart博士 是胡佛研究所Morris Arnold and Nona Jean Cox高级研究员、胡佛技术政策加速器主任，同时担任斯坦福大学以人为本人工智能研究院高级研究员兼副主任。

《2026年美国人才报告》由人类研究人员撰写。所有数据均在Python或Excel中处理，所有图表均由Emerson Johnston在R中手工编码绘制。Claude被用于协助优化行文流畅度并确保一致性。

致谢

感谢以下为本项目提供支持的各位人士。

事实核查与编辑支持
Lila Batcheller、Phoebe Lemon、Taylor Johnson-McLamb、Jack Rhodes、Levi Schiffer、Abby Sim

报告设计
Michi Turner（报告平面设计与封面艺术）；Eden Beck（文字编辑）

报告发布
本报告还感谢Caroline Meinhardt在报告准备工作中提供的帮助，并感谢Alex Armira、Chris Ellis、Shana Farley、Shana Lynch和Daniel Zhang在报告推广方面所做的工作。

如何引用本报告

Emerson V. Johnston、Amy Zegart，《2026年美国人才报告：人才大竞争下的美国STEM人才管道基准评估》，胡佛研究所技术政策加速器与斯坦福大学以人为本人工智能研究院，加利福尼亚州斯坦福，2026年9月。

https://doi.org/10.64576/8265368

公共数据与工具

报告中所有图表的公开数据和高分辨率图像均可在Google Drive上获取。我们欢迎每位读者以最贴合其工作与兴趣的方式使用这些数据和图表。

分享任何图表时，均须注明出处。本报告采用署名-禁止演绎 4.0 国际许可协议（CC BY-ND 4.0）。引用时请注明：The 2026 US Talent Report, Stanford University。

执行摘要

美中科技竞争通常以芯片、数据中心、卫星、供应链和武器来衡量。然而，每一项技术突破都依赖于一项更难培养、储备或替代的关键投入：人。科学家、工程师、研究人员和创业者决定了哪些想法能成为发现、哪些发现能成为产品，以及哪些国家能够领先。然而，STEM领域（科学、技术、工程和数学）的国家人才，至今仍是这场竞争中最重要、却最缺乏系统衡量的维度之一。

美国的STEM人才优势从来不依赖于单一资产。它是一个体系：在本土培养人才的学校、从海外吸引人才的大学、让人才发挥所长的实验室和企业，以及决定人才能否留下并茁壮成长的移民途径。大多数评估将这些环节分开考察。

本指数则将它们放在一起衡量。它汇集了来自数十项联邦调查、国际数据库、科研排名、论文与专利记录、签证申请及企业发展史的数十年数据，分析的证据涵盖数十万名学生、毕业生、研究人员、从业者和创业者，横跨各个领域、国家、机构以及人才管道的各个阶段。

没有任何一个数据集能够呈现全貌，重要的测量空白依然存在。但综合来看，这些证据对美国如何培养、吸引、使用和留住支撑其经济与国家安全的STEM人才，提供了迄今为止最全面的评估。数据揭示了一个强大的体系——其优势依然显著，但其脆弱性也越来越难以忽视。

主要发现

1 **美国的STEM教育体系已大幅扩张，但其高层次阶段已严重依赖国际学生。**国际学生获得了一半以上的STEM硕士学位和三分之一以上的STEM研究型博士学位，在计算机科学、工程和数学领域占比更高。只有在学士层面，大多数领域的国际学生占比才处于个位数。[1]

2 **这条国际人才管道正日益集中于少数国家和领域。**印度和中国目前合计提供了全部国际研究生的61%，而第三大来源国韩国仅占3%。这种集中带来了智力和经济上的收益，但也使美国暴露于少数国家的变化以及美国签证政策变动的风险之下。印度目前是向美国输送留学生最多的国家（于2023年超过中国）。

3 **国际人才在毕业后为美国科研与产业提供动力。**在多个STEM领域，国际毕业生占博士后研究人员的多数；与拥有同等学历的美国本土出生毕业生相比，他们从事STEM工作的比例更高；美国领先的人工智能企业中，有很大一部分由他们创立或联合创立。

4 **美国本土STEM人才体系投入巨大，但对人才潜力的开发远远不足。**美国的数学成绩位居全球第34位，不仅落后于在各学科均领先的东亚教育体系，还落后于斯洛文尼亚、波兰和越南。[2]而这还是在其生均支出比经济合作与发展组织（OECD）平均水平高出48%的情况下。[3]此外，在入学时打算主修STEM专业的大学生中，只有约十分之四最终获得STEM学位。[4]

主要发现（续）

5

美国的科研磁石效应依然强大，但其相对优势正在迅速收窄。过去十年间，美国在高被引新兴技术论文中的份额从14.2%降至8.4%，而中国的份额从11.5%升至20.8%。[5]在全球多个顶级人工智能（AI）和机器学习（ML）会议上，中国的贡献正迅速超越美国。[6]中国专利局目前授予的计算机技术专利数量约为美国专利商标局的四倍，生物技术和半导体专利数量约为其两倍。[7]

6

国际毕业生越来越希望留下，但实际留存率不及意愿——而移民制度仍在沿用为另一个时代制定的规则。75.8%的新晋国际博士表示计划留在美国，但十年后仍留在美国的STEM博士仅占67.8%。[8]美国不应留住每一位毕业生，国家安全审查、劳动者保护和项目诚信依然至关重要。但现行制度通过1965年设立的国别配额对永久居留权实行限额分配，使出生地——而非才能或雇主需求——成为决定等待时间的主要因素。持有高级学位的印度人需等待十二年以上，而许多其他国籍的人约为四到五年。美国最依赖的人才，恰恰等待得最久。

7

这些发现揭示了一种不断叠加的风险。本土培养薄弱加剧了对国际招募的依赖；科研优势收窄使国际招募竞争更加激烈；移民瓶颈和过时政策使人才留存更加不确定。美国仍拥有巨大优势，但没有一项可以被视为永久不变。

执行摘要与主要发现
尾注

1 Authors' analysis of National Center for Education Statistics, "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)," data from completions component, 1995–2025 (US Department of Education), https://nces.ed.gov/ipeds/.

2 Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD), Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 Results (vol. I): The State of Learning and Equity in Education (OECD Publishing, 2023), 52, https://doi.org/10.1787/53f23881-en.

3 OECD, Education at a Glance 2025: OECD Indicators (OECD Publishing, 2025), 286, https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en.

4 National Science Board, "STEM Talent: Education, Training, and Workforce," Science and Engineering Indicators 2026, NSB-2026-1 (National Science Foundation, 2026), 6, https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20261/.

5 Authors' analysis of citation statistics by field in *OpenAlex*, created by Jason Priem, Heather Piwowar, and Richard Orr (OurResearch, 2022–2025), OpenAlex API, https://openalex.org.

6 Authors' analysis of data from Paper Copilot, conference acceptance and submission statistics, https://papercopilot.com/.

7 Authors' analysis of data from World Intellectual Property Organization, WIPO Statistics Data Center, https://www.wipo.int/en/web/ip-statistics.

8 Authors' analysis of National Center for Science and Engineering Statistics, "Survey of Earned Doctorates Data Tables," data for 2010–2024 (National Science Foundation, 2024), https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates; and Michael G. Finn, Stay Rates of Foreign Doctorate Recipients from US Universities, 2011 (Oak Ridge Institute for Science and Education, 2014), https://doi.org/10.2172/1303351.

引言

引言

两种未来的故事

2025年秋天，一名大一新生来到加州大学圣地亚哥分校（UC San Diego），计划主修机械工程。我们叫她简（Jane）。她是一个综合人物，但她故事中的每一部分都来自如今进入美国大学的真实学生。她以优异成绩毕业于加州一所顶尖高中，在那里修读了微积分，数学平均成绩为A-。然而，加州大学圣地亚哥分校的分级考试把她分进了MATH 2——一门讲授小学和初中数学的补习课程。这并非失误。[1]

在过去五年中，加州大学圣地亚哥分校新生中被分入数学补习课程的比例从0.49%上升到11.8%。[2]其中五分之一在高中修过微积分，但入学时却无法完成成绩单上显示他们已经掌握的数学内容。问题已严重到连MATH 2本身都发生了变化：这门课程原本旨在弥补高中代数和几何方面的不足，如今讲授的却是通常在小学和初中学习的技能。

学生们的成绩几乎没有发出任何预警。2024年，被分入MATH 2的学生高中平均GPA为3.65，超过四分之一的人GPA为满分4.0。[3]加州大学圣地亚哥分校的教师警告称，大量录取准备严重不足的学生，有可能“让他们注定失败”。[4]

这不仅是加州大学圣地亚哥分校的问题，也不仅是加州的问题。在加州大学伯克利分校，参加诊断测试的第一学期微积分学生中，有20%至30%在学期初就表现出严重的基础缺陷，而这部分学生中有46%在期末前退课或成绩为D或F。[5]在宾夕法尼亚州的天普大学，同样的模式再次出现：选修Math 0702“中级代数”（一门着重培养大学数学基础技能的课程）的学生人数在2025年秋季达到1,174人的历史最高水平。[6]

在全国范围内，入学时数学成绩处于最底层的学生完成科学、技术、工程和数学（STEM）学位的比例，大约只有最高层学生的一半：34%对71%。[7]这些数字无法预测简的未来，但它们表明，当学生在缺乏所选专业所需数学基础的情况下开始大学学习时，成功几率会急剧下降。虽然我们无法观察到哪些人在录取中被拒之门外，但其中的取舍显而易见：每一个被准备不足的学生占据的名额，都是没有提供给准备更充分学生的名额。

在得克萨斯州，另一名学生正在做另一种算术。我们叫他阿俊（Arjun）。和简一样，他也是一个综合人物，由本报告所记录的各种路径和限制拼合而成。阿俊刚刚迎来他在美国的第九个年头。他从印度来美国学习计算机科学，先是在印度顶尖工程院校之一的印度理工学院马德拉斯分校（IIT Madras）接受训练，随后在卡内基梅隆大学花了六年时间完成博士学位。此后三年，他依托“选择性实习培训”（OPT）在奥斯汀一家领先的人工智能公司工作——OPT是美国国土安全部的一个项目，允许国际毕业生在完成学业后的有限时间内在美国工作。在那里，阿俊很快在自己的领域站稳了脚跟：他在顶级会议上发表论文，为雇主申请了专利，并且是其细分领域中被高度引用的研究者。他的公司希望长期雇用他。

但阿俊的OPT工作许可即将到期，而签证阶梯的下一级——H-1B签证——是通过抽签发放的。今年，阿俊将第三次参加抽签。在前两轮中，抽签完全随机。在2025财年的抽签中，有470,342人登记，争夺约135,000个名额——他的中签几率不到三分之一，大约相当于简以初中数学基础完成机械工程学位的可能性。[8]这些抽签并不考虑才能。阿俊的论文、专利和引用？没有一项被计算在内。美国机构在阿俊身上进行的长达九年、耗资数百万美元的投资，最终取决于与其他所有人相同的随机抽签，而他两次都落选了。

2026年2月生效的一项规则改变了抽签方式，给予薪资较高职位的申请人更多抽签机会。[9]阿俊的薪资如今提高了他的中签几率——但由于签证数量固定、需求仍远超供给，几率提高并不意味着几率很高。这第三次尝试是他工作许可到期前的最后一次机会。

即使阿俊克服困难抽中了H-1B，这也只是让他进入另一条更长的队伍。像阿俊这样的人获得绿卡的积压等待时间约为十三年。[10]为了拿到绿卡，他不能换工作、不能创办自己的公司，也不能出境旅行，否则等待时间就会延长。他的雇主掌控着他的申请——也掌控着他在美国的未来和生计。才能让他来到了美国，却没有给他留下来的途径。

其他国家已经为阿俊这样的人建立了更直接的通道。加拿大根据教育程度、年龄、语言能力和工作经验等因素为申请人打分。[11]英国的“全球人才签证”可以根据研究人员的履历进行评估，而无需雇主担保。[12]澳大利亚、德国和新加坡也修订了各自的制度，以更有针对性地争夺技术人才。具体细节各不相同，但战略差异显而易见：竞争对手让其通道变得更可预期，而美国的路径依然支离破碎、名额稀缺，并且异乎寻常地依赖雇主担保。

简和阿俊代表着为美国STEM劳动力输送人才的两股来源：本国培养的国内人才和美国吸引来的国际人才。两者都陷入了困境。美国本土培养的STEM人才看似准备充分，实则越来越不然；而美国从海外吸引来的明星STEM学生和从业者，则面临一条漫长、艰难、

不稳定的留美之路。结果是：简可能永远无法做好足够准备，进入实验室或科技公司；而阿俊则可能无法在那里留下来。

这两个故事都并不罕见。在简的背后，是一个K–12教育体系——美国15岁学生的数学平均成绩比经济合作与发展组织（OECD）平均水平低7分[a]——以及遍布全美顶尖大学校园的补习课堂。在阿俊的背后，是在美国高等院校就读的118万名国际学生——美国历史上的最高纪录——其中仅STEM学科就有超过60万人。[14]他们每个人最终都会算一笔账。有些人会留下，有些人则不会；而那些离开的人，会带走美国花了多年时间传授给他们的隐性知识。

这两个故事其实也是同一个故事。一个为技术工作培养本国学生越来越少的国家，会更严重地依赖海外人才；一个难以留住国际人才的国家，则比以往任何时候都更需要本国的人才管道。美国对本土潜力开发得太少，对吸引来的国际人才留住得也太少。解决其中任何一个问题，都必须同时看到另一个问题——这正是本报告将两者放在一起衡量的原因。

美国隐藏的人才脆弱性

在技术竞争日益激烈的世界里，人才已成为一种容易被忽视的战略脆弱点。美中之间的竞争通常以硬件来衡量：芯片、舰船、卫星和导弹。但人工智能、生物技术和其他战略领域同样严重依赖一种无法囤积、无法实施出口管制、也无法按需制造的投入——人：我们用数十年时间培养的高中毕业生，以及我们一个一个从海外招募来的毕业生。每个主要经济体都已开始争夺他们。围绕武器和供应链的较量，有一个更为安静的孪生兄弟，它在教室、实验室和移民队伍中展开；对于谁将引领未来半个世纪的技术，它的影响将不亚于任何武器库。

与此同时，许多关于STEM人才的政策讨论仍然建立在一种信念之上，即美国的人才优势是持久的，而证据却表明这一优势正在被侵蚀。这种认知差距十分危险，它由三个假设所驱动。

假设一：美国吸引着全世界最优秀、最聪明的人，因此STEM人才管道会自行运转。[15]几十年来，全世界最有抱负的科学家和工程师都有充分理由到美国学习和工作：最好的大学、同行、实验室、企业和机会都

a 经济合作与发展组织（OECD）是由38个以高收入民主国家为主的成员组成的国际组织，专注于经济和社会政策，并为数据与分析提供知识中心。

集中在这里。这一优势依然可观，但已不再无可匹敌。海外大学已显著进步，前沿研究正在越来越多的国家开展，各国政府也在以更快捷、更可预期的移民通道争夺技术人才。DeepSeek人工智能基础论文背后的研究人员中，超过一半从未在中国以外学习或工作过。[16]因此，美国面临的挑战在签证排队之前就已开始。美国必须更加努力地说服有才华的学生前来，在他们毕业后提供有吸引力的机会，并提供切实可行的留美途径。吸引人才已不再是理所当然，留住人才也不能是事后才考虑的问题。

假设二：中国只会模仿而不会创新，因此中国培养的STEM毕业生人数不断增加，对前沿技术发展构不成多大威胁。[17]十年前，当中国的科研产出重数量、轻影响时，这是对数据的合理解读。[18]但如今已不再准确。中国目前在全球新兴技术领域高被引成果中所占份额已超过美国，其前沿人工智能实验室推出的模型处于领先水平，而研究人员几乎全部来自本土。[19]把中国科学视为模仿之作的争论，所针对的是一个几年前就已不复存在的中国。

假设三：美国在本土培养了最优秀的STEM人才，海外人才只是额外的助力。[20]这一假设在两方面都站不住脚。美国体系仍在培养出色的学生，但按人口比例计算，其他国家培养出的高分学生更多。即便是全美表现最好的马萨诸塞州，如果作为一个国家参与排名，其数学成绩在全球也只能排第20位。[21]与此同时，美国对国际人才的依赖显著加深。在与技术竞争关系最密切的几个领域，国际学生如今获得了大多数研究生学位。海外人才并不是对自给自足的国内管道的补充，而是整个体系的承重部分——而其下方的国内根基比许多美国人所以为的更加薄弱。

这三个假设都将政策引向同一个错误方向。它们暗示美国可以不付代价地收紧国际人才的流入、轻视主要竞争对手的发展速度，并依赖一条（如后续章节所示）正在跟不上步伐的国内人才管道。

我们知道什么，不知道什么

这个故事的重要部分已有充分记录。乔治城大学安全与新兴技术中心的研究人员考察了人工智能劳动力动态、移民通道和人才留存问题。[22]MacroPolo的“全球人工智能人才追踪”描绘了顶尖人工智能研究人员的培养地和工作地。[23]本报告在这些研究的基础上，提出了一个更宏观的问题：

如果把美国国内和国际的STEM人才管道放在一起衡量——从初始教育一直到科研和就业——会发生什么？

现有研究留下了三个空白。

- 第一，现有研究主要集中于精英人工智能研究人员——那些已经抵达前沿的“阿俊们”——而没有追踪在美国中小学、大学、各类签证类别和工作场所中流动的全部人群。
- 第二，关于国内教育和国际招募的研究通常各自为政，尽管其中一方的薄弱会加深对另一方的依赖。
- 第三，相关证据分散在数十个数据集中，但尚未被整合成对美国STEM人才的单一纵向评估。

我们的目标是填补这三个空白，并每年更新研究结果。本报告汇集了来自联邦调查、国际数据库、论文与专利记录、科研排名、签证申请和企业发展史的数十年证据，从教育到就业和留存，全面考察美国的STEM人才体系。没有任何单一数据集能够涵盖整个体系，重要的测量空白依然存在。但将这些来源放在一起考察，可以揭示出在分别分析国内教育、国际招募、科研表现、就业和移民时会被忽略的关联。有效的政策始于看清体系的全貌。

综合来看，证据揭示了一个在多个环节同时承受压力的体系。美国对本土STEM潜力开发不足，在最关键的领域严重依赖国际人才，面临来自海外科研体系更激烈的竞争，并且让其培养的部分人才在留美问题上遭遇不必要的困难。这些弱点中没有任何一项能单独抹去美国的巨大优势。危险在于它们的叠加效应：国内的薄弱使国际人才变得更加重要，而恰恰在此时，吸引和留住这些人才的竞争正变得愈发激烈。

本报告的结构

本报告围绕四个问题展开。

1. 美国在多大程度上依赖国际STEM人才？这种依赖集中在哪里？

第一章追溯美国STEM教育的扩张，并说明对国际人才的依赖如何在学士以上层次急剧上升，尤其是在计算机科学、工程和数学领域。

第二章考察谁在提供这股国际人才流、学生学习什么、来源国结构如何变化，以及这条管道在地域、学科和财务上的集中为何重要。

2. 国际人才在毕业后做出了哪些贡献？

第三章追踪毕业生进入毕业后实习岗位、博士后研究、政府资助的实验室、企业以及创业的过程。

3. 国内人才管道以及吸引海外人才的机构实力如何？

第四章追踪美国学生从K–12阶段到完成本科STEM学业的全过程，从美国考试成绩下滑谈起，继而讨论学校支出、STEM专业的流失，最后探讨出国留学和学生净流动。

第五章将美国机构与国际竞争对手进行比较，首先是科研产出（论文、引用、会议报告和大学排名），然后是研发支出、专利，最后是前沿企业内部的人才。

4. 美国培养的国际人才中，有多少被留了下来？

第六章比较毕业生的留美意愿与实际留存率，随后考察OPT、H-1B身份、劳工证和职业移民永久居留这一系列环节。本章指出了稀缺、延误、对雇主的依赖以及政策反复可能在哪些环节造成“想留下”与“能够在美国建立稳定职业生涯”之间的差距。

数据与方法

本报告使用公开的美国政府调查和国际数据库，包括国际教育协会的《门户开放》报告、美国国家教育统计中心的综合高等教育数据系统（IPEDS）、美国国家科学基金会的研究生调查、美国国务院签证统计、美国公民及移民服务局（USCIS）和国土安全部（DHS）的行政记录、OECD教育指标，以及OpenAlex、WIPO、科睿唯安“高被引科学家”名单和泰晤士高等教育等科研产出数据库。

关于测量的说明：本报告使用的数据集以不同方式对国际人才进行分类。“国际学生”“临时签证持有者”“非公民”和“外国出生者”描述的是相互重叠但又各不相同的人群。我们保留各数据来源的相应类别，而不将这些术语视为可以互换。相关方法细节见附录A。

引言尾注

1 Senate-Administration Workgroup on Admissions, *Final Report* (UC San Diego Academic Senate, updated January 8, 2026), 10–11, https://senate.ucsd.edu/media/740347/sawg-report-on-admissions-review-docs.pdf.

2 Senate-Administration Workgroup, *Final Report*, 12.

3 Senate-Administration Workgroup, *Final Report*, 17–18.

4 Senate-Administration Workgroup, *Final Report*, 7.

5 Zvezdelina Stankova et al., "Relationship Between Prerequisite Mastery and Failure/Attrition Rates in Calculus I at UC Berkeley: Fall 2021, 2022, 2023," 8, https://drive.google.com/file/d/1LnxJlOqUUUS7VVDs5Vzo1PKTuDPVOXia/view; Senate-Administration Workgroup, *Final Report*, 8.

6 Collin Binkley, "College Students Are Still Struggling with Basic Math. Professors Blame the Pandemic," Associated Press, August 31, 2023, https://apnews.com/article/college-math-test-help-6cca6a5e873d5aeb5e75b4f94125d48c; Nathan Horwitz, "More Students Are Struggling with Math, Professors Say," *Temple News*, April 7, 2026, https://temple-news.com/more-students-are-struggling-with-math-professors-say/.

7 National Science Board, "STEM Talent: Education, Training, and Workforce," *Science and Engineering Indicators 2026*, NSB-2026-1 (National Science Foundation, 2026), 6, https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20261/.

8 US Citizenship and Immigration Services (USCIS), "H-1B Electronic Registration Process," under "Historical Data," https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-electronic-registration-process.

9 USCIS, "DHS Changes Process for Awarding H-1B Work Visas to Better Protect American Workers," news release, December 23, 2025, https://www.uscis.gov/newsroom/news-releases/dhs-changes-process-for-awarding-h-1b-work-visas-to-better-protect-american-workers; US Department of Homeland Security, "Weighted Selection Process for Registrants and Petitioners Seeking to File Cap-Subject H-1B Petitions," 90 Fed. Reg. 60864, final rule published December 29, 2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/12/29/2025-23853/weighted-selection-process-for-registrants-and-petitioners-seeking-to-file-cap-subject-h-1b.

10 The employment-based green card category for advanced degree holders, EB-2, where Arjun and most other STEM PhDs land, is currently processing applications filed by Indian nationals in September 2013, a backlog of nearly thirteen years. See US Department of State, Bureau of Consular Affairs, "Final Action Dates for Employment-Based Preference Cases," *Visa Bulletin* 15, no. 9 (June 2026), https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin/2026/visa-bulletin-for-june-2026.html.

11 Immigration, Refugees and Citizenship Canada, "How Express Entry Works," Government of Canada, https://www.canada.ca/en/immigration-refugees-citizenship/services/immigrate-canada/express-entry/works.html.

12 UK Home Office, "Global Talent Visa," GOV.UK, https://www.gov.uk/global-talent.

13 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *PISA 2022 Results (vol. I): The State of Learning and Equity in Education* (OECD Publishing, 2023), 28, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/12/pisa-2022-results-volume-i_76772a36/53f23881-en.pdf.

14 Institute of International Education, "International Student: Enrollment Trends," *Open Doors Report on International Educational Exchange* (Institute of International Education, 2025), https://opendoorsdata.org/data/international-students/enrollment-trends/.

15 US Congress, House, Committee on Small Business, Subcommittee on Contracting and Workforce, *Help Wanted: The Small Business STEM Workforce Shortage and Immigration Reform*, 113th Cong., 1st sess., April 25, 2013, Small Business Committee Document No. 113-014 (US Government Printing Office, 2013), https://www.congress.gov/event/113th-congress/house-event/LC631/text.

16 Emerson Johnston and Amy Zegart, *Update: DeepSeek AI and the Great Talent Competition* (Technology Policy Accelerator, Hoover Institution and the Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, June 2026), https://doi.org/10.64576/0626.

17 Office of the United States Trade Representative, *Findings of the Investigation into China's Acts, Policies, and Practices Related to Technology Transfer, Intellectual Property, and Innovation Under Section 301 of the Trade Act of 1974* (Executive Office of the President, 2018), 9, https://ustr.gov/sites/default/files/Section%20301%20FINAL.PDF.

18 Caroline S. Wagner et al., "Recent Developments in China-US Cooperation in Science," *Minerva* 53, no. 3 (2015): 199–214, https://doi.org/10.1007/s11024-015-9273-6.

19 Authors' analysis of citation statistics by field in OpenAlex, created by Jason Priem, Heather Piwowar, and Richard Orr (OurResearch, 2022–2025), *OpenAlex* API, https://openalex.org. Amy Zegart and Emerson Johnston, *A Deep Peek into DeepSeek AI's Talent and Implications for US Innovation* (Technology Policy Accelerator, Hoover Institution, in collaboration with the Stanford Institute for Human-Centered AI, 2025), 2, https://www.hoover.org/research/deep-peek-deepseek-ais-talent-and-implications-us-innovation.

20 Ronil Hira, statement before the US Congress, Senate, Committee on the Judiciary, Subcommittee on Immigration and the National Interest of the Senate, *The Impact of High-Skilled Immigration on US Workers*, 114th Cong. (2016), https://www.judiciary.senate.gov/imo/media/doc/Hira%20Testimony.pdf.

21 National Center for Education Statistics, "Mathematics Literacy: Average Scores," in *Program for International Student Assessment (PISA): 2015 Results* (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2015), https://nces.ed.gov/surveys/pisa/pisa2015/pisa2015highlights_5.asp.

22 Catherine Aiken et al., *Career Preferences of AI Talent* (Center for Security and Emerging Technology, 2020), 4–5, https://cset.georgetown.edu/publication/career-preferences-of-ai-talent/; Remco Zwetsloot et al., *Keeping Top AI Talent in the United States* (Center for Security and Emerging Technology, 2019), iii–iv, https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Keeping-Top-AI-Talent-in-the-United-States.pdf.

23 Matt Sheehan and Sophie Zhuang, "Have Top Chinese AI Researchers Stayed in the United States?," Emissary (blog), Carnegie Endowment for International Peace, December 2025, https://carnegieendowment.org/emissary/2025/12/china-ai-researchers-us-talent-pool; MacroPolo, "The Global AI Talent Tracker 2.0," Paulson Institute, https://archivemacropolo.org/.

第一章

美国的STEM人才体系

增长与国际依赖

第一章

美国的STEM人才体系：
增长与国际依赖

图表

图1.01 – 美国大学授予了多少研究型博士学位? 26

图1.02 – 美国的学位授予规模如何随时间变化? 27

图1.03 – 美国授予了多少STEM学位? 28

图1.04 – 美国高等教育中的国际学生人数如何增长? 29

图1.05 – 美国授予的全部学位中，国际学生占多大比例？ 31

图1.06 – 美国授予的STEM学位中，国际学生占多大比例？ 32

图1.07 – 到2050年，哪个国家将培养更多STEM博士? 34

图1.08 – 到2050年，哪个国家的人均STEM博士产出更多? 35

表格

表1.01 – 自1995年以来，国际STEM学位的学科分布如何？ 32

第一章

主要要点

1. **美国的STEM培养体系随着时间推移大幅扩张。**2025年，美国大学授予了将近80万个STEM学位，约为1995年总数的2.5倍。该体系不仅规模扩大，还向高层次培养倾斜：科学与工程目前占所授研究型博士学位的79.0%，而1958年为65.6%。[1]

2. **硕士学位是扩张的主要推动力。**STEM硕士学位授予量从1995年的63,800个增至2025年的230,000个，增幅达261%，远超同期博士学位112%的增幅。硕士学位如今已成为美国最主要的高级STEM学历。

3. **总体入学数据掩盖了美国对国际人才的依赖程度。**虽然国际学生仅占美国高等教育总入学人数的6.1%，但按学位层次和学科细分后，这一比例明显上升。事实证明，美国大多数高层次STEM毕业生由国际学生构成。

4. **对国际人才的依赖集中在研究生层次。**国际学生仅获得所授学士学位的4.11%，却获得了全部硕士学位的五分之一和全部研究型博士学位的三分之一。在STEM领域差距更大：他们在所授学士学位中仍只占很小比例，但获得了51.3%的硕士学位和36.4%的研究型博士学位。美国国内人才管道提供了大部分本科生，但在高学历人才中所占份额要小得多。[2]

5. **在计算机科学和工程等战略重要领域，对国际人才的依赖最为严重。**[3]2025年，国际学生获得了计算机与信息科学硕士学位的64.9%、数学与统计学硕士学位的54.6%以及工程学硕士学位的49.3%，这三个领域的博士学位占比也都超过50%。[4]如果去掉这些学生，美国在人工智能、半导体和密码学领域的研究生产出将减少一半以上。

6. **中国和印度的STEM博士产出有望远超美国。**按绝对数量计算，中国每年培养的STEM博士已多于美国，印度预计将在2033年前后超过美国。按当前趋势，这一差距将持续扩大至2050年：届时中国预计每年培养约118,000名STEM博士，印度约143,000名，而美国约为72,000名。这些预测并不表明美国的科研领导地位将会消失，而是表明，为美国输送大量国际人才的国家，自身的人才储备将越来越庞大。

第一章——数据一览：

指标	1995	2025	变化	
美国高等教育的扩张				
授予的研究型博士学位	41,700*	**58,100**[2024]	1.39×	▲
授予的学士学位（全部领域）	1,160,000*	**2,040,000**	1.76×	▲
授予的硕士学位（全部领域）	404,000*	**983,000**	2.44×	▲
授予的博士学位（全部领域）	114,000*	**218,000**	1.91×	▲
STEM培养的增长与构成				
授予的STEM学位总数	306,000	**792,000**	2.59×	▲
授予的STEM学士学位	223,000	**521,000**	+134%	▲
授予的STEM硕士学位	63,800	**230,000**	+261%	▲
授予的STEM博士学位	18,800	**39,900**	+112%	▲
STEM硕士与博士之比	3.39:1	**5.77:1**	1.7×	▲
STEM占学士学位的比例	19.2%	**25.5%**	+6.3 pp	▲
STEM占硕士学位的比例	15.8%	**23.4%**	+7.6 pp	▲
STEM占博士学位的比例	16.5%	**18.3%**	+1.9 pp	▲
国际学生入学与学位依赖				
美国高等教育在校生	453,000*	**1,180,000**	2.6×	▲
占美国总入学人数的比例	3.2%*	**6.1%**	+2.9 pp	▲
占全部学士学位的比例	3.17%	**4.11%**	+0.9 pp	▲
占全部硕士学位的比例	12.2%	**21.5%**	+9.3 pp	▲
占全部博士学位的比例	21.2%	**33.3%**[2024]	+12.2 pp	▲
占STEM学士学位的比例	4.94%	**6.34%**	+1.4 pp	▲
占STEM硕士学位的比例	30%	**51.3%**	+21.3 pp	▲
占STEM博士学位的比例	26.1%	**36.4%**[2024]	+10.3 pp	▲
部分STEM领域的国际学生占比				
计算机科学学士学位	9.28%	**8.51%**	-0.8 pp	▼
计算机科学硕士学位	37.5%	**64.9%**	+27.4 pp	▲
计算机科学研究型博士学位	42.1%	**54.9%**	+12.8 pp	▲
工程学学士学位	7.58%	**7.09%**	-0.5 pp	▼
工程学硕士学位	33.9%	**49.3%**	+15.4 pp	▲
工程学研究型博士学位	49%	**54.7%**	+5.7 pp	▲
数学与统计学学士学位	4.31%	**16.8%**	+12.5 pp	▲
数学与统计学硕士学位	27.6%	**54.6%**	+27.0 pp	▲
数学与统计学研究型博士学位	44.8%	**52.8%**	+8.0 pp	▲
物理科学学士学位	3.73%	**5.94%**	+2.2 pp	▲
物理科学硕士学位	30.6%	**32.7%**	+2.1 pp	▲
物理科学研究型博士学位	32.8%	**38.1%**	+5.2 pp	▲

* 标注的数据系列可追溯至1995年以前。

注：历史比较采用1995年和2025年的观测值。上标年份表示该行最新数据早于2025年。箭头颜色仅表示变化方向。

来源：根据本报告图表推导：图1.01–1.08，表1.01。

2025年，美国高校授予了将近80万个STEM学位，约为三十年前的2.5倍。这一规模证明了二战后最成功的投资之一：建立起一个能够吸引并培养来自世界各地科学人才的科研与教育体系。

但这种增长并不均衡。它不成比例地由硕士项目推动，而这些项目中的海外学生越来越多，并且集中在计算机科学、工程和数学等领域。美国建立了世界上最强大的STEM培养体系，但这一体系在对技术竞争最为关键的领域，也严重依赖国际学生。

本章追溯这一切是如何发生的。本章首先回顾战后美国科学的扩张，接着讲述STEM教育和硕士学位的兴起，然后说明为什么那个常见的数字——国际学生仅占美国高等教育入学人数的6.1%——几乎无法反映该体系对海外人才的实际依赖程度。

世界在哪里求学

在二十世纪的前四十年，美国并不是世界各地学子求学的目的地。想要站在物理学或化学前沿的学生会远渡重洋前往德国，去哥廷根和柏林——那里正是这些学科的发源地。而美国的研究型博士学位本身就是仿照德国体系建立的，当时仍很年轻，未经检验。

第二次世界大战扭转了这一流向。逃离欧洲的难民科学家把整个学科的中心带进了美国的实验室，而催生了雷达和原子弹的战时项目，也让联邦政府认识到训练有素的物理学家在战争中的价值。万尼瓦尔·布什1945年向总统提交的报告《科学：无尽的前沿》建议，战争结束后联邦政府继续为这些人才提供资金，以推动美国创新。[5]联邦政府照做了。布什的创新模式——由联邦政府资助大学开展基础科学与工程研究，为私营部门的商业化奠定基础——在过去八十年里一直是美国技术进步和经济增长的引擎。如今，美国大学授予的博士学位远远超出了万尼瓦尔·布什当年的想象，而STEM毕业生所占的比例也在稳步增长。

体系如何成长

现代美国研究生教育体系的建立，部分是为了解决大学教师短缺的问题。早在1946年，美国学院协会就警告即将出现师资短缺：当时《退伍军人权利法案》（GI Bill）将退伍军人送入大学的速度，远远超过了因战争而人手枯竭的研究生院培养教师的速度。[6]作为回应，国会于1950年设立了美国国家科学基金会，该基金会到1952年资助了全国首批研究生奖学金，与此同时各州也制定了新建校园的计划。[7][a]

冷战进一步提高了赌注。1957年，“斯普特尼克”卫星把原本对科学人力的担忧变成了一场全国性的人才危机。[8]当时的逻辑是：如果苏联能率先把卫星送入轨道，那么差距就在于科学和技术人力，而培养更多科学家和工程师的国家将赢得真正重要的竞赛。作为回应，国会于1958年通过了《国防教育法》（NDEA），扩大了联邦政府对被视为国家安全重要领域的学生和院校的支持。那一年，美国大学[9b]

a The National Science Foundation’s Graduate Research Fellowship, first awarded in 1952, was a small and highly competitive program that gave stipends directly to individual graduate students in scientific and engineering fields, chosen on the strength of their research promise. The award follows the student rather than funding a department, and its purpose was, and still is, to find and support the country’s most capable young researchers wherever they enroll. It should not be confused with the larger National Defense Education Act fellowships that followed in 1958, which were awarded to prospective college teachers and were built as much to expand graduate programs as to support the students in them. For more information, see Vincent Tedjasaputra, “NSF 101: The Graduate Research Fellowship Program” (National Science Foundation, 2021), https://www.nsf.gov/science-matters/nsf-101-graduate-research-fellowship-program; National Science Foundation, “NSF Graduate Research Fellowship Program solicitation,” NSF 25-547, (2025), https://www.nsf.gov/funding/opportunities/grfp-nsf-graduate-research-fellowship-program/nsf25-547/solicitation.

b Title IV of the National Defense Education Act of 1958 created a much larger fellowship program with a different aim. It was meant to relieve a shortage of college teachers. It worked in two ways. Three-year fellowships supported doctoral students who intended to enter college teaching, and separate allowances were paid to universities to strengthen their graduate programs and to establish new ones in parts of the country that had few. Priority went to applicants who stated an intention to become professors. Over its life from 1959 to 1973, the program supported more than 45,000 people. Where the National Science Foundation fellowships of 1952 rewarded individual research promise, Title IV was designed to produce college faculty and to build the programs that would train them. For more information, see Clarence Lindquist, “NDEA Fellowships for College Teaching, 1958–1968: Title IV, National Defense Education Act of 1958” (ERIC ED054739), (US Department of Health, Education, and Welfare, Office of Education, 1971), https://eric.ed.gov/?id=ED054739; National Academy of Sciences follow-up study: Lindsey Harmon, “Career Achievements of the National Defense Education Act (Title IV Fellows),” 1959–1973 (ERIC ED150929), National Academy of Sciences, 1977. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED150929.pdf.

授予了8,773个研究型博士学位（见图1.01）。[10]十五年后，产出已增长为原来的四倍，美国每年授予的研究型博士学位略多于33,000个。整个1970年代，随着斯普特尼克之后联邦科研经费的激增趋于平稳、疲软的学术就业市场使新入学者望而却步，学位产出曾短暂下降，此后又恢复增长。

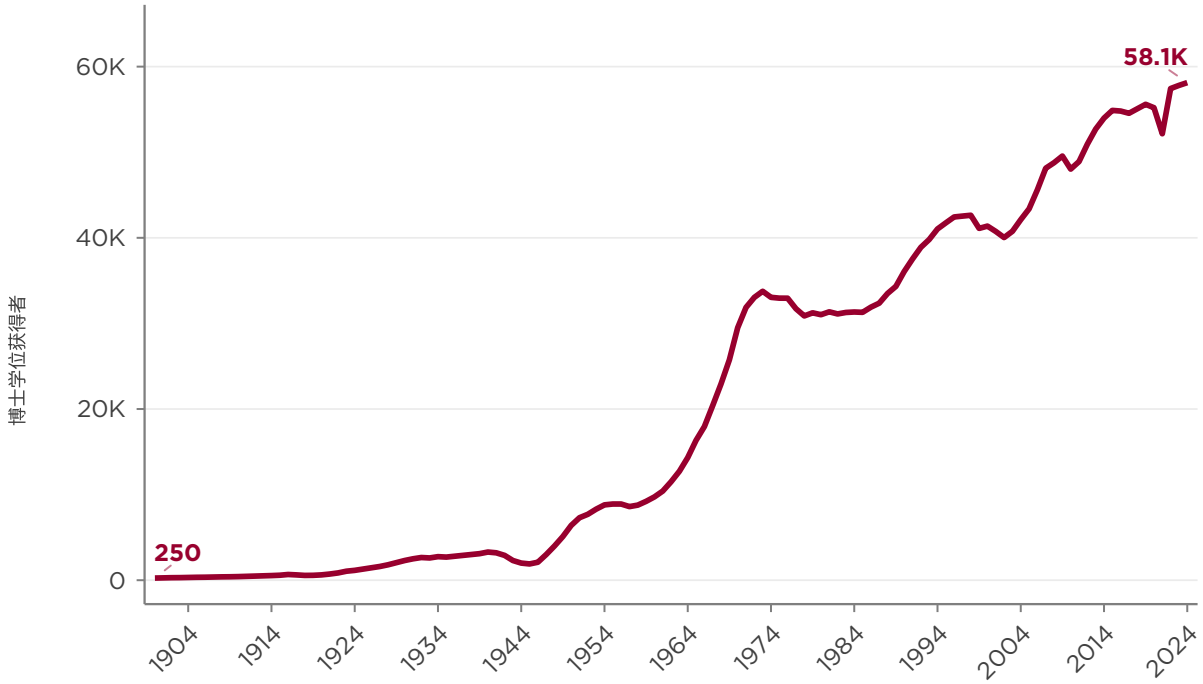
11 d

研究型博士学位并不是唯一随时间增长的学位。美国高等教育授予的每一类学位都在扩张（见图1.02）。[12]在

在过去一个世纪里，每年授予的学士学位从约27,000个增至200万个，硕士学位从不足2,000个增至将近100万个，而各类博士学位（包括研究型和专业型）则从几百个增至超过218,000个。

这种增长越来越偏向STEM。美国大学在1995年授予了约306,000个STEM学位，而到2025年已达792,000个（见图1.03）。[13]STEM在各个学位层次的占比也都有所上升：STEM在学士学位中的占比从1995年的19.2%升至2025年的25.5%，在硕士学位中的占比从

图1.01 美国大学授予了多少研究型博士学位?

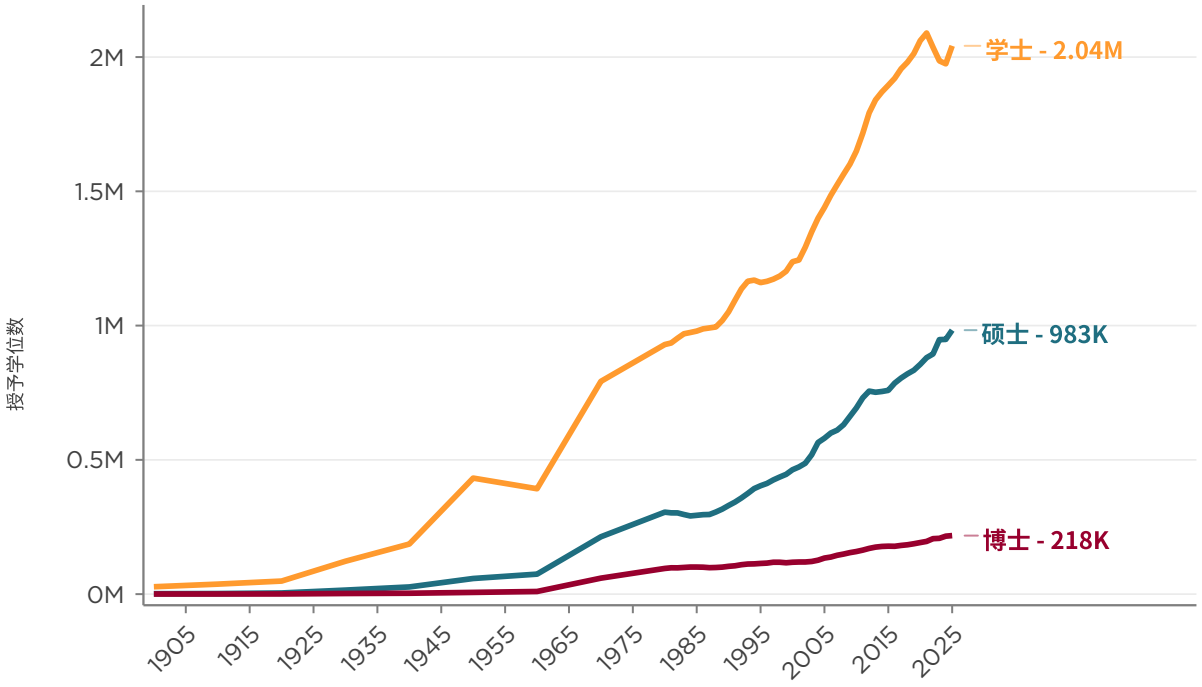


数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》；Thurgood、Golladay和Hill，《20世纪的美国博士》，2006年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

c Only 4.8 percent of doctorates earned in the twentieth century in the US were earned in the first half of the century. For more information, see Lori Thurgood et al., US Doctorates in the 20th Century, NSF 06-319 (National Science Foundation, 2006), https://dpcpsi.nih.gov/sites/g/files/mnhszr346/files/opep/document/Final_Report_(03-517-OD-OER)%202006.pdf.

d Output recovered through the 1980s and 1990s, and then a second surge of federal money accelerated it. Between 1998 and 2003, in a rare bipartisan project, Congress doubled the budget of the National Institutes of Health, from roughly $14 billion to $27 billion.

图1.02 美国的学位授予规模如何随时间变化？



数据来源：NCES《教育统计摘要》表318.10及IPEDS学位完成数据
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

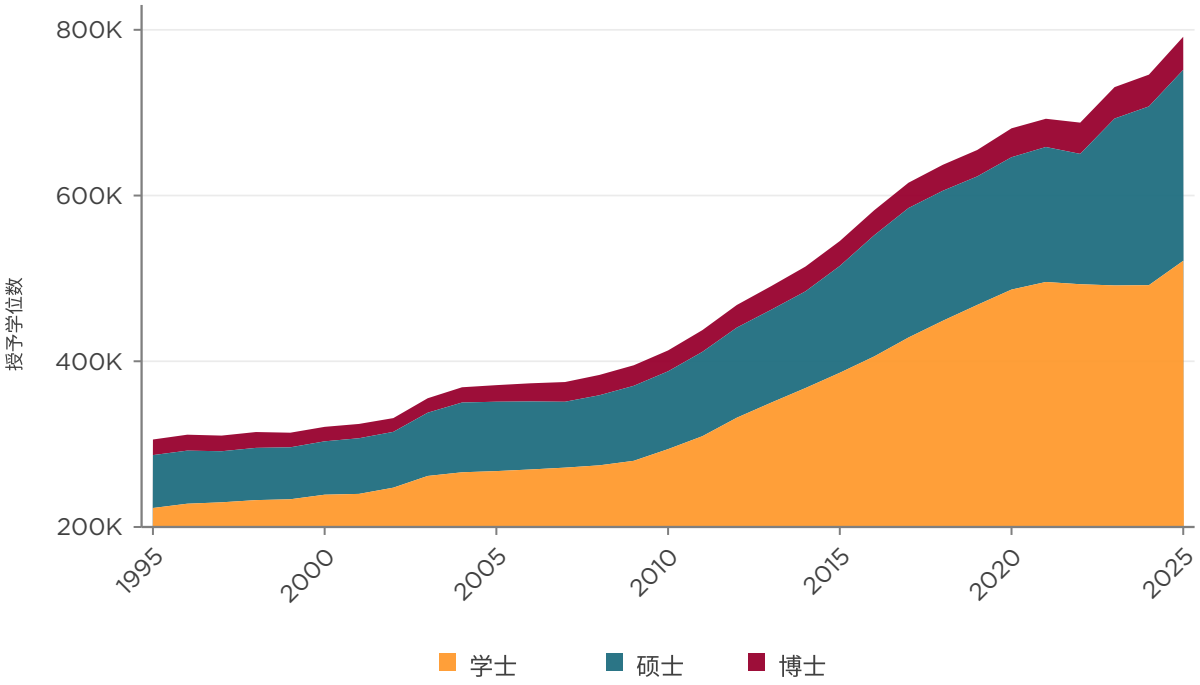
15.8%升至23.4%，在*研究型*博士学位中的占比从65.6%升至79.0%。[14e]

值得注意的是，STEM学位的数量和占比在三个学位层次上的增长并不均衡。1995年，美国授予的STEM硕士学位是STEM博士学位的三倍。在随后的三十年里，STEM硕士学位激增261%，而STEM博士学位增长112%。到2025年，硕士学位已成为美国规模最大的高级STEM教育形式：2025年授予了230,000个硕士学位，而STEM研究型博士学位为40,000个。[f]

硕士学位增长最快，部分原因在于它是三者中最容易扩张的。博士学位在很大程度上受经费限制。在主要的研究型大学，一个院系能招收多少博士生，取决于它能通过科研资助、奖学金和助教岗位供养多少人，这使博士学位的增长在很大程度上与联邦科研预算挂钩。在联邦资助较为有限的其他项目中，学生自费求学，限制因素就变成了学生自身的经济能力，而非科研预算。无论哪种情况，博士学位都受制于某种形式的经费，因此扩张速度慢于不受此限制的学历。另一极端是学士学位，它受制于名额和

e 除非另有说明，本章中的博士数据特指美国国家科学基金会《博士学位获得者调查》（SED）所报告的研究型博士学位。我们使用SED而非综合高等教育数据系统（IPEDS），因为IPEDS将研究型博士与医学博士（MD）、法律博士（JD）和牙医博士（DDS）等专业博士合并统计，而后者主要由美国人获得，会掩盖科研培养的趋势。IPEDS数据系列（学士和硕士）截至2025年，即可获得的最新年份；SED数据系列（研究型博士）截至2024年，因为2025年SED尚未发布。因此，不同学位层次的终点年份有所不同。 f 此处两个数字均来自IPEDS 2025年数据：230,479个STEM硕士学位和39,993个STEM研究型博士学位。美国国家科学基金会《博士学位获得者调查》报告的博士人数更高，2024年（可获得的最新年份）为45,402人；2025年SED数据尚未发布。两个数据系列在覆盖范围和时间上存在差异，不可直接比较。

图1.03 美国授予了多少STEM学位?



数据来源：NCES，IPEDS学位完成数据，1995–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

政治：四年的学位名额、受限的班级规模，以及期望这些名额留给本州居民的州议会。

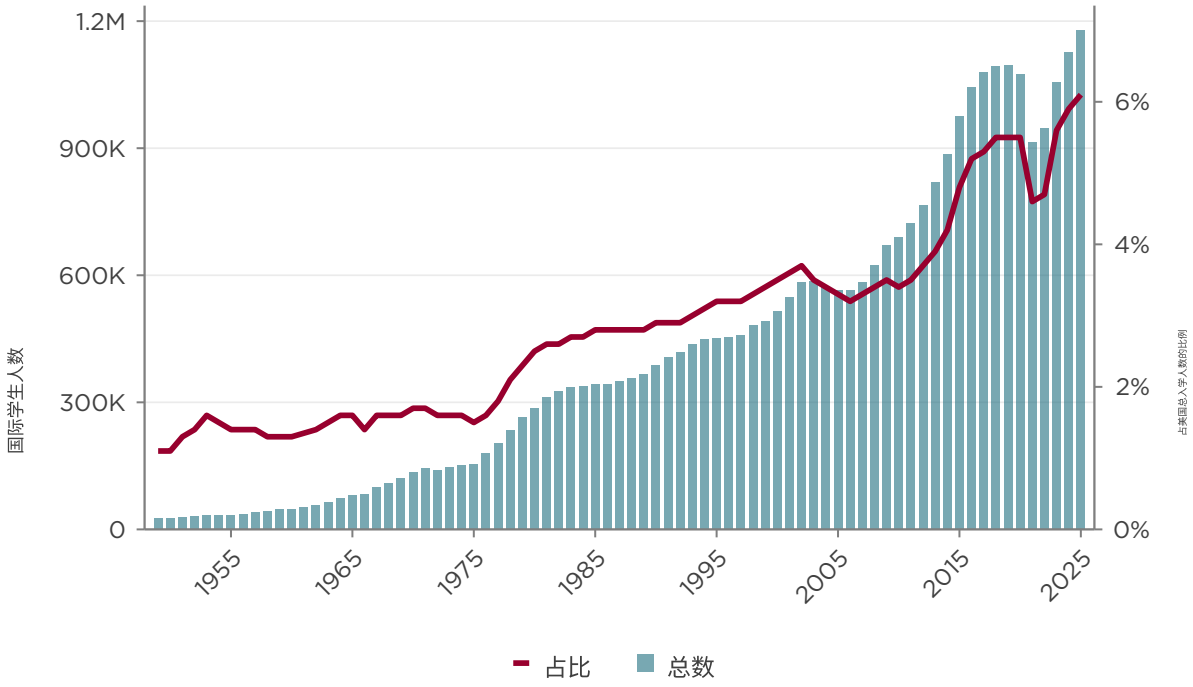
硕士学位的增长限制要少得多。大多数硕士生通过储蓄、收入或贷款自费求学，依靠学费运营的项目有直接动力招收更多硕士生。在2019–20年度《全国高等教育学生资助研究》中，28%的全日制硕士生获得了奖学金或助学金，而STEM博士项目几乎普遍提供标准的全额资助。[15]一所想要扩张的大学，基本上只需在硕士层次多招学生即可。这使得硕士学位成为美国高等教育所提供的最具弹性的学历，也是唯一能随需求增长的学历。

这种需求从何而来，是这个故事的下一部分。

两股人才来源

美国高等教育依赖两股人才来源：本土培养的学生和海外吸引的学生。自第二次世界大战以来，国际人才流几乎持续增长，如今占美国学士、硕士和博士总入学人数的6.1%，自2015年以来每年约有100万名学生（见图1.04）。[16]

图1.04 美国高等教育中的国际学生人数如何增长？



数据来源：IIE，《国际学生入学趋势》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这一增长在很大程度上源于美国决策者进行冷战的方式。建立战后实验室的联邦资助支持了研究生研究人员，而这些职位对外国申请者和美国人同样开放。富布赖特等项目将国际学者带到美国，1952年和1965年的移民改革又为许多人提供了留下来的途径。[17]来到美国的人才往往会留下，而留下来的人才，正是竞争对手所没有的人才。

如今美国授予的研究型博士学位中，每三个就有一个授予国际学生。

几十年来，国际学生始终只占总入学人数的2%至4%，尽管其绝对人数已增至数十万。有两个时刻打破了这一格局。第一次出现在1970年代中期，石油危机让产油国突然有钱投入教育，而他们把钱花在了美国学位上。到这十年末，仅伊朗一国就成为最大的生源国，直到1979年革命切断了这股人流。[g]

第二次格局变化始于2009年，源头是中国，至今仍未消退。随着中国中产阶级壮大到足以支付美国全额学费，中国留学生人数在随后十年里增长了三倍，推动国际学生占比从约3.4%升至6%以上，中国也成为国际学生的最大单一来源国。但这些新生并没有均匀地分布在高等教育各个层次，硕士项目吸收了大部分增长。[i]

6%的错觉

6%这个平均数掩盖了三个截然不同的体系。在学士层次，美国教育仍以国内学生为主：国际学生获得了2025年所授全部学士学位的4%左右，以及STEM学士学位的6%。在硕士层次，他们获得了全部学位的五分之一，但在STEM领域则超过一半。到了研究型博士层次，比例再次发生变化。我们将在下文更详细地考察各学位层次和STEM子领域。

自1995年以来，国际学生获得的美国学士学位比例一直在4%左右，几乎没有变化（见图1.05）。费用是一个限制因素[18]：国际本科生通常无法获得联邦资助，并且往往要支付四年的非本州居民学费。授予约三分之二美国学士学位的公立大学，也面临将名额留给本州居民的政治压力。例如，加利福尼亚州和北卡罗来纳州对公立校园的非本州居民入学人数设有上限。[19]结果是，本科教育体系仍以国内学生为主。[20]

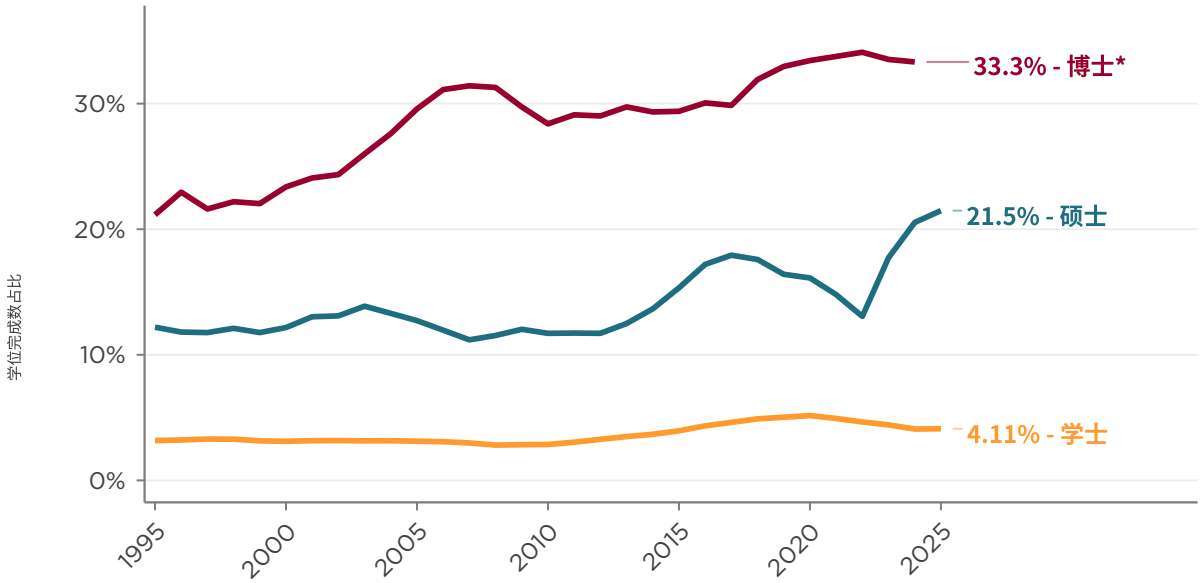
硕士学位的轨迹则截然不同。在所有领域中，国际学生占比从1995年到2013年一直保持在12%左右，随后急剧上升，到2023年达到21%。如上所述，原因部分在于资金来源。由于硕士项目往往依靠学费运营，大学在需求上升时可以迅速扩大规模。一项研究发现，大学

g On the petrodollar windfall of 1973–74 and its recycling into education, see David M. Wight, "The Petrodollar Era and Relations Between the US and the Middle East and North Africa, 1969–1980" (PhD diss., University of California, Irvine, 2014), https://escholarship.org/content/qt9m52q2hk/qt9m52q2hk.pdf. The dependence of these students on state oil funding became visible when it collapsed: see Marlene Sokol, "Foreign Students Face Money Woes as Their Nations' Currencies Suffer," Washington Post, May 11, 1983, https://www.washingtonpost.com/archive/local/1983/05/11/foreign-students-face-money-woes-as-their-nations-currencies-suffer/86572d1f-5096-45ba-bd4d-71e82b4e774a/.

h Rakesh Kochhar, A Global Middle Class Is More Promise than Reality (Pew Research Center, July 8, 2015), https://www.pewresearch.org/global/2015/07/08/a-global-middle-class-is-more-promise-than-reality/. Pew's analysis finds the share of Chinese who were middle income rose from 3 percent in 2001 to 18 percent in 2011, using a threshold of $10–20 per day in 2011 purchasing-power parities.

i For more on the demographic concentration of US international students, including by country of origin, see chapter 2.

图1.05 美国授予的全部学位中，国际学生占多大比例？



*2025年博士学位完成数据尚未公布，因此博士数据系列截至2024年；学士和硕士数据截至2025年。

数据来源：NCES，IPEDS学位完成数据（学士、硕士）及NSF《博士学位获得者调查》（博士），1995–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

几乎与全额付费学生的到来同步开设新的STEM硕士项目，大约一所校园每增加一百名中国学生，就会新开设一个项目。[21]

国际学生在美国博士学位中的占比也大幅上升，从1995年的21%增至2024年的33%。换言之，如今美国授予的研究型博士学位中，每三个就有一个授予国际学生。

对国际人才的依赖：按学位和领域细看

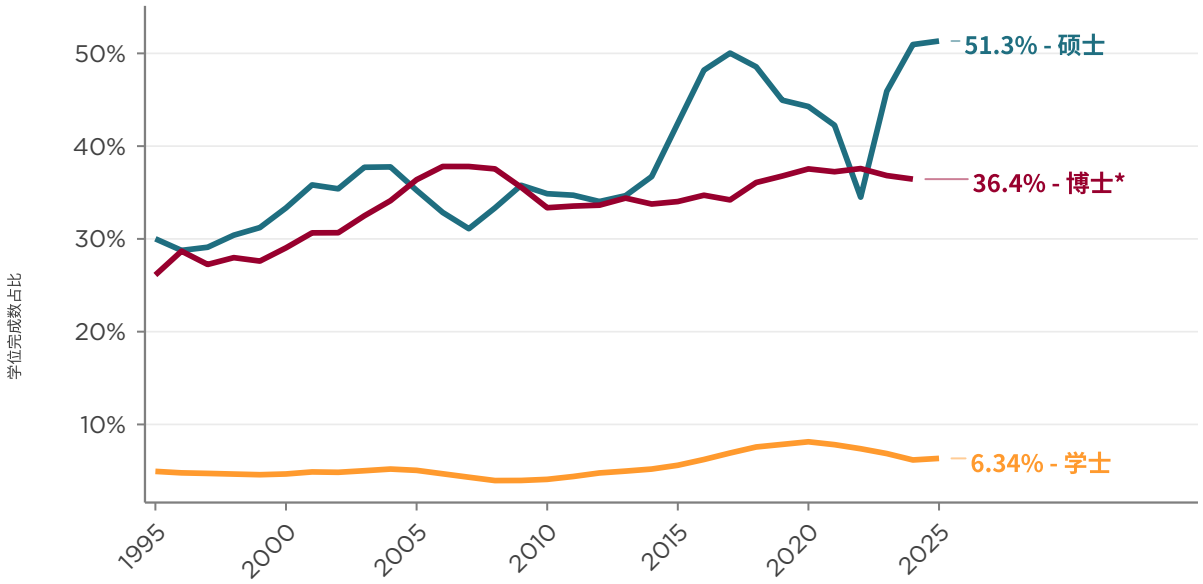
如果把分析聚焦于STEM学位，这些趋势会更加明显（见图1.06）。

2025年，国际学生仅获得6.34%的STEM学士学位，较1995年的4.94%仅略有上升。然而在硕士层次，他们的占比从1995年的略低于三分之一升至51.3%，这意味着如今授予的全部STEM硕士学位中有一半以上授予了来自海外的学生。在研究型博士中，同期占比从26.1%增至36.4%。

进一步考察STEM领域可以发现，STEM学士学位绝大多数授予美国学生，而且长期如此（见表1.01）。

在过去30年里，除一个领域外，国际学生在各领域STEM学士学位中的占比一直较低。这个例外是数学与统计学——其占比增长了三倍。在其他领域，占比依然很小。2025年，国际学生获得了

图1.06 美国授予的STEM学位中，国际学生占多大比例?



*2025年博士学位完成数据尚未公布，因此博士数据系列截至2024年；学士和硕士数据截至2025年。

数据来源：NCES，IPEDS学位完成数据（学士、硕士）及NSF《博士学位获得者调查》（博士），1995–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

表1.01 自1995年以来，国际STEM学位的学科分布如何?

	学士[1]			硕士[1]			博士[1]		
	1995	2025	变化	1995	2025	变化	1995	2025	变化
计算机与信息科学	9.28%	8.51%	−0.8 pp	37.5%	64.9%	+27.4 pp	42.1%	54.9%	+12.8 pp
数学与统计学	4.31%	16.8%	+12.5 pp	27.6%	54.6%	+27.0 pp	44.8%	52.8%	+8.0 pp
工程学	7.58%	7.09%	−0.5 pp	33.9%	49.3%	+15.4 pp	49%	54.7%	+5.7 pp
建筑及相关服务	5.06%	7.24%	+2.2 pp	18.1%	28.4%	+10.3 pp	39.7%	51.9%	+12.2 pp
物理科学	3.73%	5.94%	+2.2 pp	30.6%	32.7%	+2.1 pp	32.8%	38.1%	+5.2 pp
生物与生物医学科学	2.25%	3.31%	+1.1 pp	16.2%	22.6%	+6.4 pp	25%	23.2%	−1.8 pp
自然资源与保护	1.18%	1.98%	+0.8 pp	11.6%	16.9%	+5.3 pp	29.6%	27.2%	−2.5 pp

数值为授予国际（非居民）学生的学位完成数所占百分比。“变化”为该占比从1995年到2025年的百分点变化，各领域按其2025年在三个学位层次的平均占比排序。

数据来源：NCES，IPEDS学位完成数据，1995–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

的计算机科学学士学位、7.09%的工程学学位、5.94%的物理科学学位，在生物科学和自然资源与保护领域的占比则更小。从1995年到2025年，国际学生在工程和计算机科学学士学位中的占比实际上都有所下降。

然而，尽管2025年授予国际学生的计算机科学学士学位比例有所下降，国际学生在计算机科学硕士学位中的占比却几乎翻了一番，从1995年的37.5%升至2025年的64.9%。这是最明显的迹象之一，表明美国国内计算机科学本科生的供给未能满足其上层研究生项目的需求。

在硕士层次，国际学生目前获得了计算机科学和数学领域一半以上的学位，以及工程领域将近一半的学位。

博士层次也呈现出类似趋势。2025年，国际学生获得了54.9%的计算机科学博士学位、52.8%的数学博士学位和54.7%的工程学博士学位。这些都是战略性学科，支撑着人工智能、量子计算、密码学和物理系统设计领域的进步。自1990年代以来，国际学生在这三个领域的占比都显著上升。

综合来看，我们发现，在三十年间，美国高等教育建立起了其历史上规模最大的STEM培养体系——仅2025年一年就在各层次授予了792,000个STEM学位。国际学生已成为这一体系中越来越重要的组成部分，但分布并不均衡。他们集中在硕士层次和少数几个领域，尤其是计算机科学、工程和数学。结果形成了这样一个体系：本科层次绝大多数是美国学生，而每往上一个层次，美国学生的比例就越低；到了培养计算机科学家、工程师和数学家的研究生项目，一半以上的学位授予了以其他国家为家的学生。

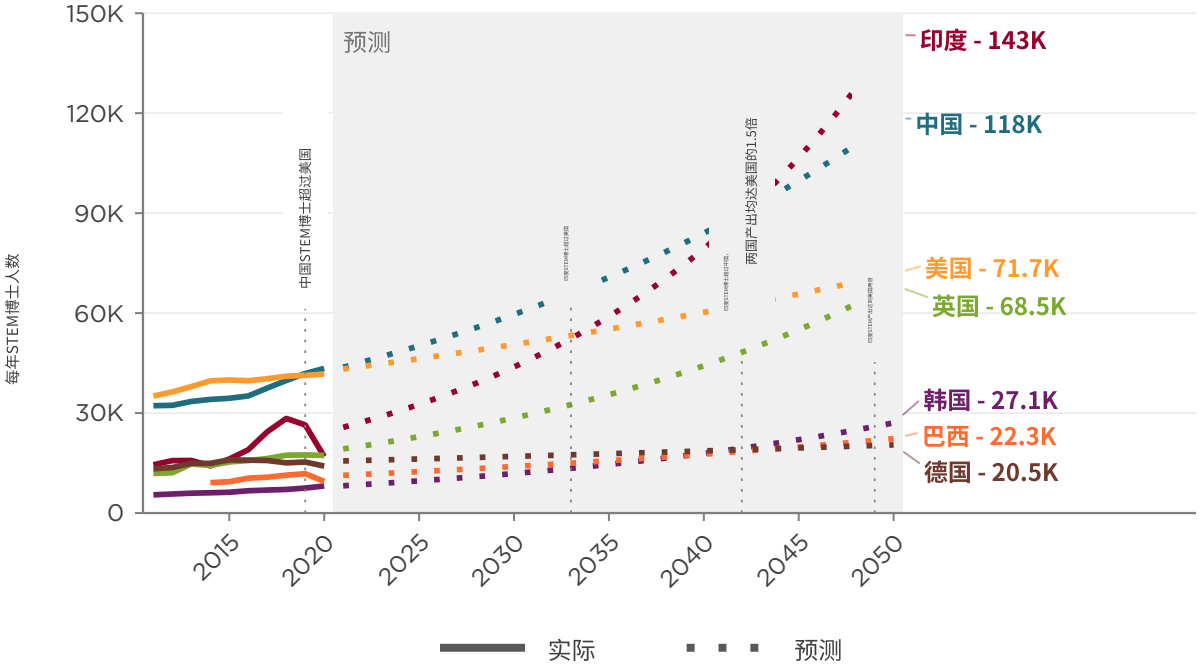
结果形成了这样一个体系：本科层次绝大多数是美国学生，而每往上一个层次，美国学生的比例就越低；到了培养计算机科学家、工程师和数学家的研究生项目，一半以上的学位授予了以其他国家为家的学生。

未来的数字

到目前为止，我们回顾的都是历史数据，衡量的是截至2025年国际学生在美国STEM学位中的变化。在这里，我们展望未来，考察美国和世界各地STEM学位产出的预测。如果当前趋势持续，美国很可能在STEM博士产出上被超越——无论是绝对数量还是按人口比例计算（见图1.07）。[22j]

j 这些预测将近期的复合增长率外推至2050年，应理解为发展轨迹而非精确预测。长达二十五年的外推对所假设的增长率十分敏感，因此中国和印度终点年份的估计值具有相应的不确定性；任一增长率的小幅调整都会显著改变绝对数值。然而，定性结论对此类调整是稳健的：在合理的增长假设范围内，中国和印度的博士产出扩张速度都明显快于美国，而美国在全球STEM博士产出中的份额在所有情形下都会下降。不确定性在于分化的幅度，而非方向。

图1.07 到2050年，哪个国家将培养更多STEM博士?



数据来源：NSB，《科学与工程高等教育的国际比较》，《科学与工程指标2023》；已公布数据之后为作者预测。

图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

如今，美国每年培养约40,000名STEM博士，位居世界前列，但趋势线正在发生变化。直到2010年代末，中国在学位绝对产出上仍落后于美国，但已于2019年在STEM博士产出上超过美国。按目前的轨迹，到2050年中国预计每年授予近118,000个STEM博士学位，是美国预计产出的1.5倍以上。

（美国的）领先地位之所以会被侵蚀，并非因为它在后退，而是因为当别人在冲刺时，它前进得更慢。

k

如今，印度落后得更多，但也正走在超越美国的道路上，预计在2033年前后实现。预计大约十年后它将超过中国，并在2050年培养出约为美国两倍的博士。在此期间，美国的产出预计将从约40,000人增至约70,000人，但每年仅增长约2%至3%，

k 作者预测。我们对各国历史STEM博士人数拟合指数增长曲线，并使用Google Sheets中的GROWTH函数（=GROWTH(known_y, known_x, new_x)）外推至2050年，该函数沿最佳拟合的指数趋势返回预测值。数字经过四舍五入。

而两个正在崛起的体系则以三到四倍的速度复合增长。美国的领先地位之所以会被侵蚀，并非因为它在后退，而是因为当别人在冲刺时，它前进得更慢。

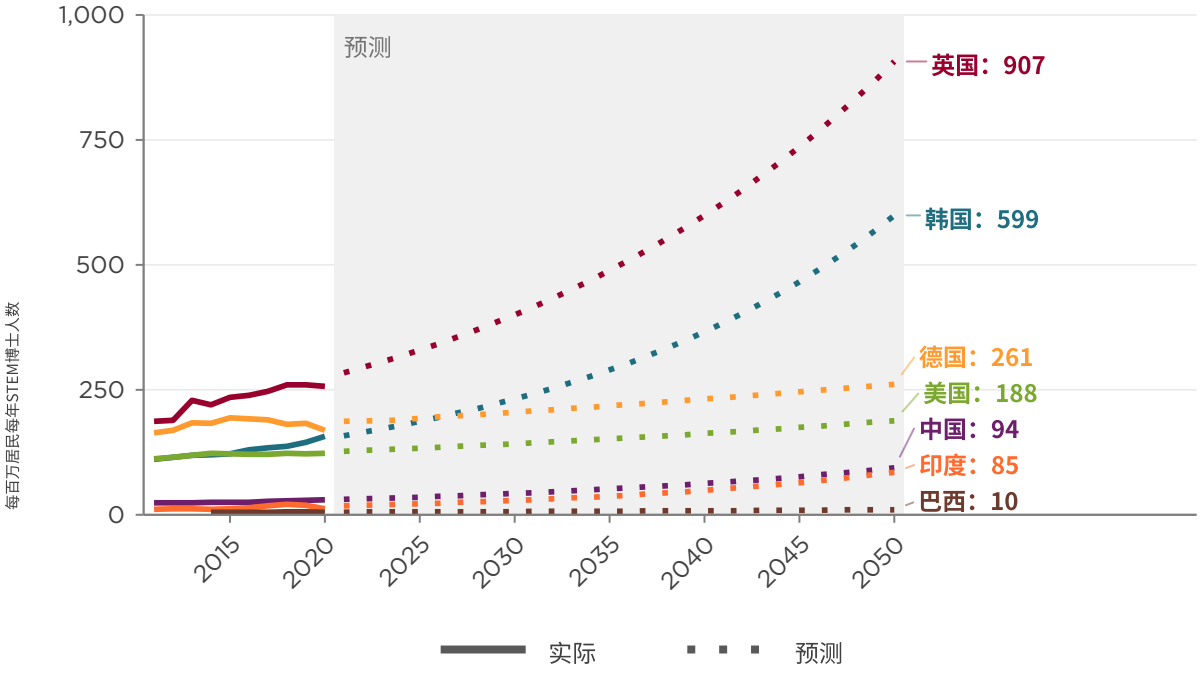
当然，统计各国培养的学位数量只是衡量人才竞争的一种方式。中国和印度是世界上人口最多的两个国家。考虑人口差异后，情况就不同了：按人口调整后，排名发生了逆转（见图1.08）。

l

到2050年，美国预计每百万居民培养约188名STEM博士，而中国为94人，印度为85人。一个拥有16.8亿人口、培养118,000名博士的国家，所培养的人口比例远低于一个拥有3.81亿人口、培养70,000名博士的国家。按人均计算，美国仍有望在培养规模上超过这两个竞争对手。

展望未来，一个重要的问题是：高级STEM教育的数量和质量，哪一个可能更重要？然而，中国和印度正越来越多地同时发展两者。两国的教育管道和网络越成熟，美国长期享有的传统国际人才供应链优势所面临的风险就越大。

图1.08 到2050年，哪个国家的人均STEM博士产出更多？



数据来源：NSB，《科学与工程高等教育的国际比较》，《科学与工程指标2023》；已公布数据之后为作者预测。

图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

l 按人均计算，美国并不领先。预计到2050年，英国每百万居民将培养约900名STEM博士，韩国约600名，德国约260名，均远高于美国的188名。英国的比率部分因博士项目学制而偏高：英国博士通常为三到四年，而美国为五到七年，因此同等数量的资助岗位每年可产生更多毕业生，从而在培养能力并无相应差异的情况下提高了每年的人均比率。2020年，韩国每百万居民培养157名STEM博士，落后于英国和德国，但其比率预计到2050年将增长近三倍，并在2027年前后超过德国。这一上升部分源于人口因素：韩国人口预计将从2020年的5190万降至2050年的4510万，因此相同数量的毕业生会带来更高的人均比率。若按2020年人口计算，韩国2050年的数字约为520而非600。

第一章尾注

1 National Center for Science and Engineering Statistics (NCSES), "Survey of Earned Doctorates, Doctorate Recipients from US Universities: 2024," Table 1-3 (National Science Foundation, 2024), https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates/; Lori Thurgood et al., *US Doctorates in the 20th Century*, NSF 06-319 (National Science Foundation, 2006), https://wayback.archive-it.org/5902/20160210153510/http://www.nsf.gov/statistics/nsf06319/.

2 Authors' analysis of National Center for Education Statistics, "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)," data from completions component, 2025 (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2024), https://nces.ed.gov/ipeds/.

3 Authors' analysis of National Center for Education Statistics, "IPEDS," completions component, 2025.

4 Authors' analysis of National Center for Education Statistics, "IPEDS," completions component, 2025.

5 Vannevar Bush, Science, the Endless Frontier: A Report to the President (US Government Printing Office, 1945), https://nsf-gov-resources.nsf.gov/2023-04/EndlessFrontier75th_w.pdf.

6 William P. Tolley, "Report of the Commission on Academic Freedom and Academic Tenure," *Association of American Colleges Bulletin* 32, no. 1 (March 1946): 95, https://archive.org/details/sim_liberal-education_1946-03_32_1/page/95.

7 Laurie A. Harris, *The National Science Foundation: An Overview*, CRS Report R46753 (Congressional Research Service, April 9, 2021), https://www.congress.gov/crs-product/R46753.

8 US Senate, "Sputnik Spurs Passage of National Defense Education Act," Senate Historical Office, https://www.senate.gov/artandhistory/history/minute/Sputnik_Spurs_Passage_of_National_Defense_Education_Act.htm.

9 Pamela Ebert Flattau et al., *The National Defense Education Act of 1958: Selected Outcomes*, IDA Document D-3306 (Institute for Defense Analyses, Science and Technology Policy Institute, 2005), https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/t/th/the-national-defense-education-act-of-1958-selected-outcomes.

10 All data in Figure 1.01 are drawn from NCSES, "Survey of Earned Doctorates Data Tables," data for 2010–2024, US National Science Foundation, 2024, data tables compiled by the authors across available survey years, https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates; and Thurgood et al., *US Doctorates in the 20th Century*.

11 Congressional Research Service, *National Institutes of Health (NIH) Funding: FY1996–FY2026*, CRS Report R43341 (Congressional Research Service, 2026), https://www.congress.gov/crs-product/R43341.

12 Data in Figure 1.02 are drawn from National Center for Education Statistics, *Digest of Education Statistics* (US Department of Education, Institute of Education Sciences), https://nces.ed.gov/programs/digest/; and National Center for Education Statistics, "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)," completions component, data for 1995–2024 (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2024), compiled by the authors using Python from annual IPEDS Completions survey files, https://nces.ed.gov/ipeds/datacenter/DataFiles.aspx?year=-1&surveyNumber=3&sid=bd7f629c-c359-478c-a31c-7a82876497ed&rtid=7.

13 Data in Figure 1.03 and Table 1.01 are drawn from National Center for Education Statistics, IPEDS completions component, compiled by the authors using Python from annual IPEDS Completions survey files, https://nces.ed.gov/ipeds/datacenter/DataFiles.aspx?year=-1&surveyNumber=3&sid=bd7f629c-c359-478c-a31c-7a82876497ed&rtid=7.

14 Authors' analysis of IPEDS data.

15 Authors' analysis of National Center for Education Statistics,"National Postsecondary Student Aid Study" (NPSAS:20), data for 2019–20 (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2023), https://nces.ed.gov/datalab.

16 All data in Figure 1.04 are drawn from Institute of International Education, "International Student: Enrollment Trends," data for 1948/49–2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange* (Institute of International Education, 2025), https://opendoorsdata.org/data/international-students/enrollment-trends/.

17 Immigration and Nationality Act, Pub. L. No. 82-414, 66 Stat. 163 (1952); Immigration and Nationality Act Amendments of 1965, Pub. L. No. 89-236, 79 Stat. 911; Fulbright Act, ch. 723, Pub. L. No. 79-584, 60 Stat. 754 (1946) (amending the Surplus Property Act of 1944).

18 All data in Figures 1.05 and 1.06 are drawn from National Center for Education Statistics, IPEDS completions component, for bachelor's and master's, and NCSES, "Survey of Earned Doctorates," data for 1995–2024 (National Science Foundation, 2024), for doctorates.

19 Authors' analysis of National Center for Education Statistics, IPEDS completions, degrees conferred by control of institution; University of North Carolina System, Board of Governors, "Policy on Nonresident Undergraduate Enrollment," effective fall 2025 (University of North Carolina, updated 2026), https://www.northcarolina.edu/apps/policy/doc.php?id=789.

20 University of California, Board of Regents, "Regents Policy 2109: Policy on Nonresident Student Enrollment," adopted May 18, 2017 (University of California, 2017), https://regents.universityofcalifornia.edu/governance/policies/2109.html.

21 Ruixue Jia et al., *The Ripple Effects of China's College Expansion on American Universities*, NBER Working Paper No. 34391 (National Bureau of Economic Research, October 2025), 22, https://doi.org/10.3386/w34391.

22 Data in Figures 1.07 and 1.08 are drawn from National Science Board, "International Comparisons of S&E Higher Education," in "Higher Education in Science and Engineering," NSB-2023-32, *Science and Engineering Indicators 2023* (National Science Foundation, 2023), 53–62, https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202332/international-comparisons-of-s-e-higher-education#educational-attainment; original data appear on p. 56, and projections beyond the reported figures were generated by the authors.

第二章

谁在到来

美国国际STEM人才来源的变化

第二章

谁在到来——
美国国际STEM人才来源的变化

图表

图2.01 – 在学士层次，哪些国家的国际学生占比最大? 44

图2.02 – 在硕士和博士层次，哪些国家的国际学生占比最大? 45

图2.03 – 哪些STEM领域吸引的国际学生最多? 47

图2.04 – 哪些国家输送的国际STEM学生最多? 48

图2.05 – 国际学生对美国经济的贡献有多大? 52

图2.06 – 2025年国际学生入学人数变化了多少? 53

图2.07 – 美国院校在海外的招生重点在哪里? 54

图2.08 – 院校认为国际学生入学人数下降的原因是什么? 55

表格

表2.01 – 国际学生来自哪些地区? 43

表2.02 – 在各国赴美学生中，哪些领域的占比在上升，哪些在下降? 50

第二章

主要要点

1. **美国的国际学生管道在地区上日益集中。**亚洲学生在国际学生中的占比从2000年的54.4%升至2025年的71.6%，而同期其他所有地区的占比都在下降或停滞不前：欧洲从17.6%降至7.93%，拉丁美洲从12.2%降至7.47%，北美从4.57%降至2.54%。其他地区与其说是崩溃，不如说是在亚洲激增之时未能增长。

2. **在亚洲内部，印度已超越中国，成为国际研究生的最大单一来源国。**2025年，印度公民占国际研究生的36.4%，而中国为24.6%；印度的占比在十年间大约翻了一番，而第三大来源国韩国仅占3.0%。这一差距看来还将扩大，因为印度的人口年龄中位数约为30岁，大学适龄人口接近峰值，而中国的大学适龄人口自2010年代中期以来一直在萎缩。

3. **中国留学生的减少部分是政策选择的结果。**收紧美国研究生项目准入的措施——缩短敏感STEM领域的签证期限，以及禁止与中国军民融合项目有关联的申请人——对中国的针对性超过任何其他国家。这种审查针对的是有据可查的间谍活动和跨国镇压威胁，但同样的机制也落在了那些通过审查、不构成任何风险的学生身上。

4. **国际学生入学集中在计算机领域。**2025年，数学和计算机科学共录取了305,000名国际学生，而且这种向计算机领域的集中并非某个国家特有。如今，超过五分之二的印度学生和近四分之一的中国学生攻读STEM学位，29个最大生源国全部提高了本国学生进入STEM领域的比例。

5. **招生重点正随着入学人数一起远离中国。**2015年，65.8%的受访院校将中国列为首要招生目标；如今在本科招生中，中国已跌至第六位，排在越南、印度、巴西、韩国和加拿大之后。当被问及是什么导致国际学生总体入学人数下降时，院校最常提到的是签证申请程序，96%的受访者提及这一点。

6. **美国的依赖既是智力上的，也是财务上的。**2025年，国际学生为美国经济贡献了559.8亿美元，其中很大一部分流经依靠学费运营的硕士项目，而这些项目已成为大学的重要收入来源。因此，国际学生入学一旦中断，将同时影响高级STEM人才的供给和培养这些人才的院校。

第二章——数据一览：

指标	2001	2025	变化	
规模与学术层次				
美国高等教育中的国际学生	548,000	**1,180,000**	2.15×	▲
国际本科生	254,000	**357,000**	+40.4%	▲
国际研究生	238,000	**488,000**	+105%	▲
硕士生占国际学生的比例	22.6%	**26%**	+3.4 pp	▲
博士生占国际学生的比例	14.1%	**13%**	-1.1 pp	▼
OPT人员占国际学生的比例	3.84%	**25%**	+21.1 pp	▲
地理集中度				
来自亚洲的国际学生	302,000	**843,000**	+179%	▲
亚洲学生占国际学生的比例	55.1%	**71.6%**	+16.4 pp	▲
中国学生占国际本科生的比例	3.16%	**22%**	+18.8 pp	▲
中国学生占国际研究生的比例	19.7%	**24.6%**	+5.0 pp	▲
印度学生占国际本科生的比例	4.7%	**11.2%**	+6.5 pp	▲
印度学生占国际研究生的比例	16.3%	**36.4%**	+20.1 pp	▲
韩国学生占国际研究生的比例 8.82%		**3.04%**	-5.8 pp	▼
欧洲学生占国际学生的比例	17.1%	**7.93%**	-9.2 pp	▼
撒哈拉以南非洲学生占国际学生的比例	5.37%	**5.55%**	+0.2 pp	▲
按STEM领域的集中度				
数学与计算机科学领域的国际学生	67,800	**305,000**	+350%	▲
工程领域的国际学生	83,400	**217,000**	+160%	▲
来自印度的STEM学生	72,200[2010]	**260,000**	+261%	▲
来自中国的STEM学生	55,500[2010]	**138,000**	+149%	▲
2025至2026年国际学生入学人数的预计变化				
本科入学人数	357,000[2025]	**364,000[P]**	+2%	▲
研究生入学人数	488,000[2025]	**430,000[P]**	-12%	▼
OPT参与人数	294,000[2025]	**335,000[P]**	+14%	▲
招生与障碍（2015–2025）				
首要招生目标	中国：65.8%[2015]	印度：53%	中国 → 印度	
将中国列为招生重点的院校	65.8%[2015]	**31%**	-34.8 pp	▼
将印度列为招生重点的院校	40.5%[2015]	**53%**	+12.5 pp	▲
将韩国列为招生重点的院校	28.9%[2015]	**33%**	+4.1 pp	▲
提及签证申请程序的院校	12%[2015]	**96%**	+84.0 pp	▲
提及在美国感到不受欢迎的院校	49%[2019]	**67%**	+18.0 pp	▲
提及美国社会/政治环境的院校	58%[2019]	**64%**	+6.0 pp	▲
经济贡献				
国际学生对美国经济的贡献	$10.7B	**$56B**	5.22×	▲

[P] 预计值直接取自《门户开放》2025年秋季快照中对2026年入学人数的预测。注：历史比较采用2001年和2025年的观测值。上标年份表示该行最早起点晚于2001年或最新终点早于2025年。箭头颜色仅表示变化方向。

来源：根据本报告图表推导：图2.01–2.08，表2.01–2.02。

第一章表明，国际学生仅占美国高等教育总入学人数的6.1%，但在高级STEM学位中的占比要大得多。这一差异揭示了美国在哪些方面依赖国际人才。本章提出下一个问题：这些人才由谁提供?

在过去50年里，答案发生了巨大变化。美国曾经从相对广泛的地区和国家吸引学生。如今，美国近四分之三的国际学生来自亚洲，而印度和中国两国主导着研究生管道。美国不仅更加依赖国际人才，而且所依赖的人才供给在国别和学科上都日益集中。

这种集中很重要。美国对国际人才的依赖，同时也是对特定国家、人口趋势、教育体系和学科领域的依赖。一条从总量上看似宽广的管道，按来源地和学科分类后就会变窄许多。

国际人才地理格局的变化

按来源国对美国日益增长的国际学生群体进行分类，地理上的集中便一目了然。美国并非均匀地从全世界吸引学生——它越来越多地只从世界的一个角落吸引国际学生。从地区来看，2000年亚洲各学位层次共有280,000名学生赴美，2025年达到843,000名，增幅为201%，使该地区在全部国际学生中的占比从54.4%升至71.6%（见表2.01）。[1]

表2.01 国际学生来自哪些地区？

	入学人数[1]			占总数比例[1]		
	2000	2025	变化	2000	2025	变化
亚洲	280,000	843,000	**+201%**	54.4%	71.6%	**+17.1 pp**
撒哈拉以南非洲	26,100	65,400	**+150%**	5.08%	5.55%	**+0.5 pp**
大洋洲	4,680	7,270	**+55.4%**	0.909%	0.617%	**−0.3 pp**
中东和北非	26,900	51,000	**+89.7%**	5.23%	4.33%	**−0.9 pp**
北美	23,500	29,900	**+27%**	4.57%	2.54%	**−2.0 pp**
拉丁美洲和加勒比	62,700	87,900	**+40.3%**	12.2%	7.47%	**−4.7 pp**
欧洲	90,700	93,400	**+2.98%**	17.6%	7.93%	**−9.7 pp**

[1]人数为按来源地区统计的各学位层次国际学生总数。占比按占全部国际学生的百分比计算。“变化”对入学人数为相对变化，对占比为2000年至2025年间的百分点变化。

数据来源：IIE，《按来源地统计的国际学生总数》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

同一时期，几乎所有其他地区的相对占比都在下降，而降幅最大的恰恰是美国过去最传统的生源地。2000年至2025年，欧洲的占比从17.6%降至7.93%，是降幅最大的地区，尽管其绝对入学人数几乎没有变化（从90,661人到93,361人）。拉丁美洲的占比从12.2%降至7.47%，北美从4.57%降至2.54%。在非亚洲地区中，只有撒哈拉以南非洲的占比有所上升，在尼日利亚、加纳等少数国家快速增长的带动下，从5.08%小幅升至5.55%，不过其基数要小得多。

这种格局并不是其他地区在萎缩，而是亚洲增长得太快，以至于其他地区相比之下都在退缩。如今美国近四分之三的国际学生来自同一个大洲，而不到一代人之前这一比例仅略高于一半。

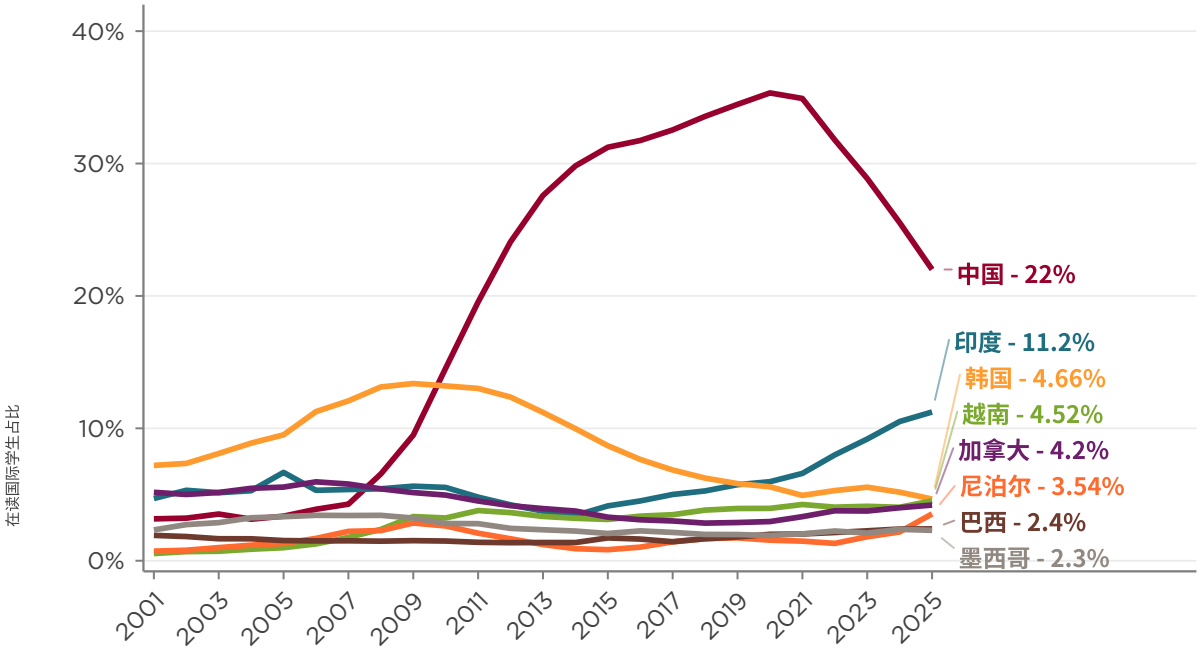
a

a 在《门户开放》的数据报告中，“北美”地区分类不包括墨西哥，以与美国国务院的地区局划分保持一致；因此，北美类别主要反映来自加拿大的学生流动数据。墨西哥则被归入拉丁美洲和加勒比地区。

在这个亚洲多数群体中，两个国家占据了大部分份额，但哪个国家领先取决于教育层次。在本科层次，中国仍然领先，有79,000名学生，占全部国际本科生的22.0%，但其曲线正在快速下降，低于2020年35.3%的峰值（见图2.01）。[2]印度则恰好相反，随着中国占比的下降，其占比攀升至11.2%。

如今美国近四分之三的国际学生来自同一个大洲，而不到一代人之前这一比例仅略高于一半。

图2.01 在学士层次，哪些国家的国际学生占比最大？



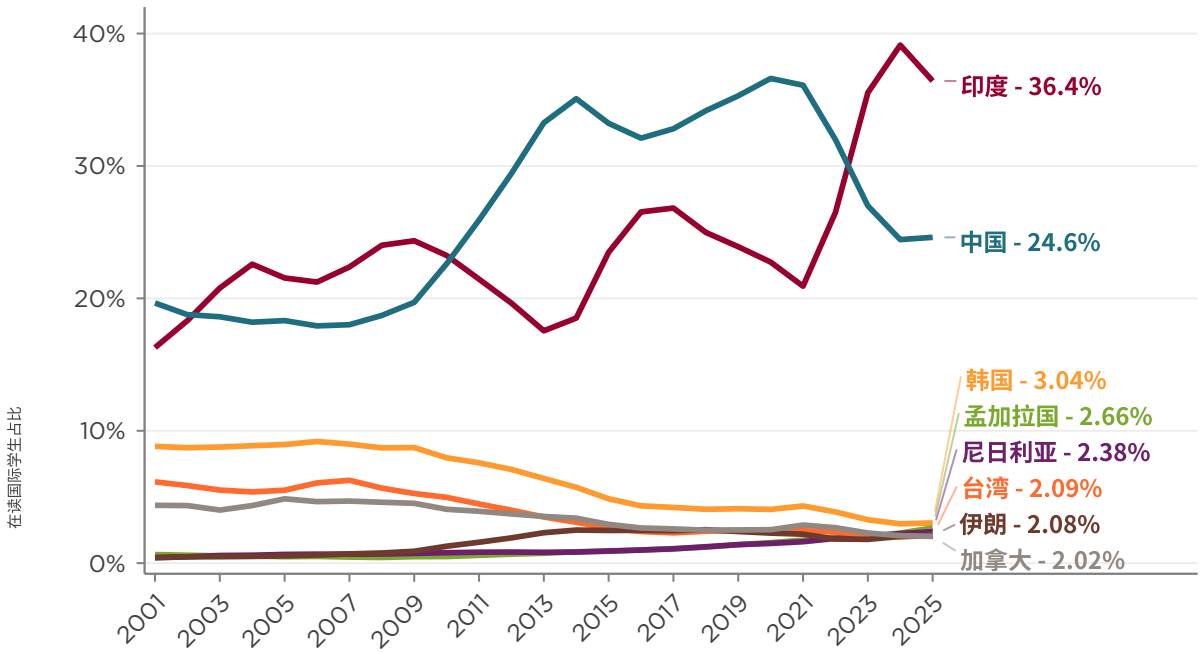
数据来源：IIE，《按学术层次和来源地统计的国际学生》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

在硕士和博士层次，顺序发生了逆转。印度占据主导地位，并且领先优势还在扩大。2025年，印度公民占全部国际研究生的36.4%，约178,000人，而中国公民占24.6%，即120,000人（见图2.02）。在这一层次，印度的占比在十年间大约翻了一番，而中国在整个2010年代保持领先之后，又回落到印度之下。不过，两国合计占全美国际研究生的60%以上，而且这种局面已持续一段时间。第三大来源国韩国仅占3.0%。换言之：美国的研究生管道与其说是从全世界汲取人才，不如说是从两个国家汲取人才。

美国的研究生管道与其说是从全世界汲取人才，不如说是从两个国家汲取人才。

有几股力量有助于解释这种依赖关系的交叉转换。第一是人口因素。印度人口年轻，而且仍在增长。其人口年龄中位数约为30岁，比中国低约十岁，而为出国留学提供生源的15至24岁人群占其总人口的17.2%，增长速度超过了印度大学的吸纳能力。[3]中国的情况则相反。其劳动年龄人口

图2.02 在硕士和博士层次，哪些国家的国际学生占比最大？



数据来源：IIE，《按学术层次和来源地统计的国际学生》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

b 《门户开放》按来源地报告两个学术层次（本科和研究生）的入学人数，在来源国数据中不区分硕士生和博士生，因此此处的“研究生”涵盖两者。《门户开放》在部分全国总数表格中确实区分了硕士、专业学位和博士学位，但在本图所使用的国家层面数据中没有区分。这与第一章不同，第一章使用的IPEDS和SED学位完成数据可以分别报告三个学位层次。

自2010年代中期以来一直在下降，出生人口不断减少，而过去二十年支撑美国入学人数增长的大学适龄人口池正在逐年收窄。[4]如今，中国15至24岁人群仅占总人口的11.2%，低于1987年23.5%的历史峰值。[5]

同样的分化也解释了表格底部的那些地区。欧洲的大学适龄人口在一代人的时间里一直持平或萎缩，这就是为什么其在美国的入学人数在二十五年间几乎没有变化，而占比却在下降。[6]与其说是减少，不如说是在亚洲激增之时未能增长。朝相反方向变化的两个“蓄水池”，终将在它们共同供水的管道中互换位置。

第二，世界各地的教育替代选项改善程度不一。印度通常对学生出境流动限制较少，而其国内大学一直难以满足对精英STEM教育的需求。相比之下，中国扩大了国内大学的容量，并将其顶尖院校作为出国留学的替代选择加以推广。[7]欧洲则提供了同一种吸引力的第三种版本：在四年制美国学士学位与荷兰、德国或爱尔兰更便宜、通常以英语授课的三年制学位之间权衡的学生，越来越多地选择后者，这一转变可从表2.01中欧洲持平的入学人数中看出。印度没有类似的“出口匝道”。其本国体系尽管发展迅速，仍无法满足国内对精英STEM培养的需求，因此在其他国家放缓时，印度的人才外流仍在继续。

第三，这种交叉转换受到一个至今仍困扰决策者的政策两难的影响：一方面要保持科研体系的开放——这在很大程度上正是吸引人才的原因——另一方面又要保护它免受有据可查的威胁。2018年2月，联邦调查局局长克里斯托弗·雷伊在参议院情报特别委员会作证时警告称，中国正在几乎所有学科领域利用包括教授、科学家和学生在内的非传统情报收集者。到2019年，联邦调查局针对中国窃取美国知识产权的在办调查约有1,000起，其中许多涉及大学。[8]

让担忧加剧的是一种根本性的不对称：中国利用美国大学的开放性，却限制美国学者进入中国自己的大学。

让担忧加剧的是一种根本性的不对称：中国利用美国大学的开放性，却限制美国学者进入中国自己的大学。[9]

同样的开放性也在反方向起作用。被雷伊局长描述为利用美国大学的中国政府，也将手伸进这些大学来监控本国公民，联邦调查局将这种做法称为跨国镇压。自由之家将中国列为在美国际学生所受此类压力的主要来源，手段包括监视、骚扰和通过代理人施压。[10]在八个国家接受访谈的中国学生中，近三分之一报告称，官员曾联系他们的家人，以阻止他们批评北京。[11]许多通过审查的学生仍会自我审查，而不愿让国内的亲属承担后果；自2018年以来，联邦调查局还敦促大学监控与某些中国机构有关联的学生，进一步加重了压力。结果是，那些通过审查、才华出众且清白无辜的学生，在抵达美国后仍然不得自由。

美国通过审查来应对这种矛盾。有两项措施专门针对中国。首先，2018年美国国务院将某些敏感STEM领域中国研究生的签证有效期从五年缩短为一年。[12]随后，在2020年6月，第10043号总统公告禁止与中国军民融合项目相关大学有关联的中国研究生和研究人员入境。[13]2024年，美国国务院向中国公民签发的F签证比2019年减少了约24,000份。[14]这些措施都不是针对印度的。这

并不是说印度学生一路畅通；印度的F签证拒签率历来高于中国，印度的签发量本身也逐年大幅波动。但两用技术审查和科研安全审查这套具体机制是为中国量身打造并针对中国的，印度的人才管道几乎没有受到影响。

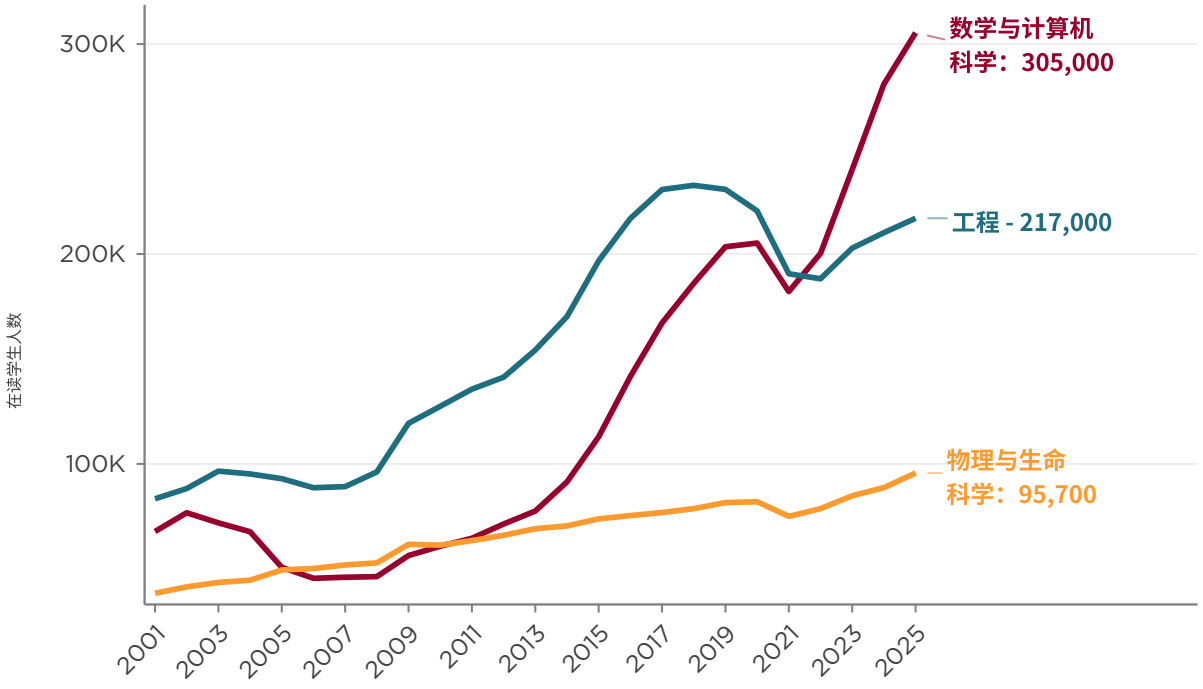
不断缩小的中国适龄人群、日益进步的国内大学，以及更严格的美国审查，都在推动中国留学生人数下降。印度面临的是另一种组合：不断增长的大学适龄人口、对高级STEM教育的强烈需求，以及较少专门针对其学生的美国限制。这些力量共同促成了一次相对迅速的交叉转换。

按学科分类

第一章从美国一方衡量了国际学生的集中程度：各领域的美国学位中有多大比例授予了海外学生。从供给一方来看，同一条管道呈现出不同的面貌：来自各国的学生选择学习什么。

按学科分类，流入的学生集中涌向计算机领域。2025年，数学和计算机科学共录取了305,000名国际学生，超过其他任何STEM领域，远高于工程领域的217,000人——此前二十年它一直落后于工程领域（见图2.03）。[15]

图2.03 哪些STEM领域吸引的国际学生最多？



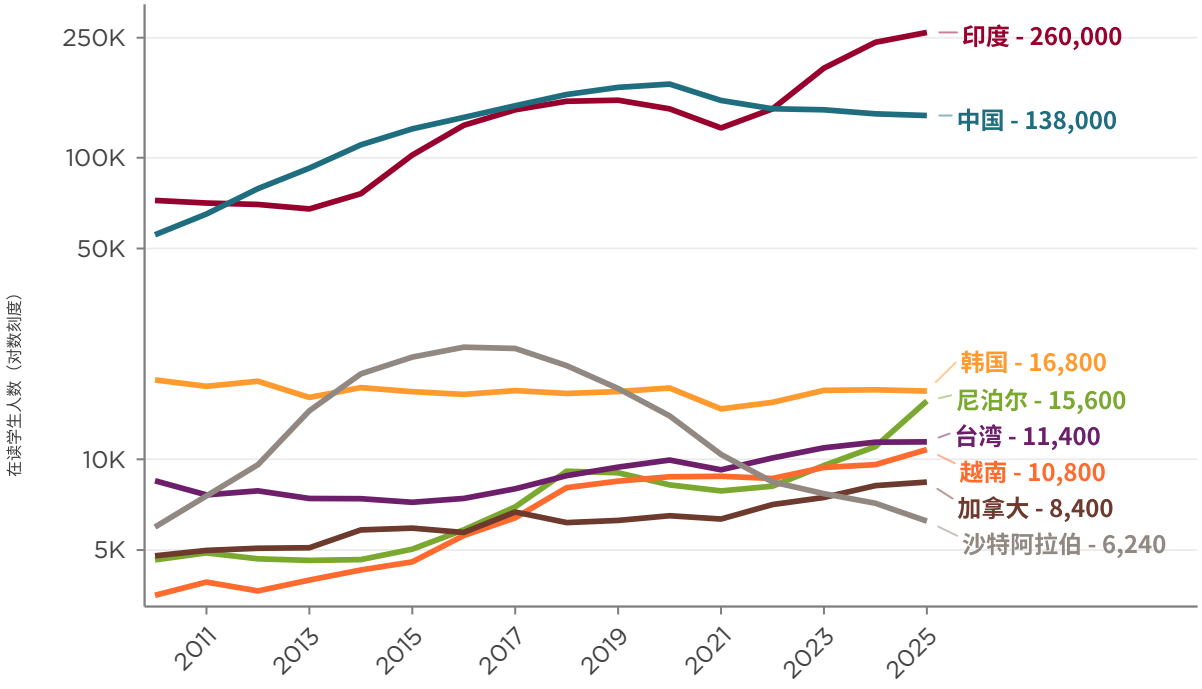
数据来源：IIE，《按学科统计的国际学生人数》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这一转变反映了技术领域在美国劳动力市场中价值的变化。智能手机经济、软件业的扩张和机器学习热潮增加了对程序员和数据科学家的需求。美国大学迅速扩大计算机科学硕士项目作为回应，而国际学生也越来越多地把这些项目视为进入美国乃至全世界最具活力的劳动力市场之一的途径。第三章将考察强化学位选择与就业之间联系的工作许可政策。[16]

在上一章中，我们考察了国际学生在STEM领域中的占比。在这里，我们按国家考察绝对人数及其随时间的变化。

如图2.04所示，印度总体领先，2025年有260,000名STEM学生；中国以138,000人位居第二。[17]在中国输送人数更多的十年之后，印度于2022年重新夺回领先地位，此后差距迅速拉大：2022年两国仅相差129人，到2025年已相差超过120,000人。

图2.04 哪些国家输送的国际STEM学生最多？



数据来源：IIE，《部分来源地学生的学科领域》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

在印度和中国之后，2025年STEM学生的第三大来源国是韩国，人数略低于17,000人，其次是尼泊尔（15,600人）、台湾（11,400人）和越南（10,800人）。这一排名既与人口规模无关，也与学校质量无关。韩国拥有5200万人口，其15岁学生在2022年国际学生评估项目（PISA）中数学得分527分，位居世界前列，但其输送的STEM学生人数与尼泊尔相差无几——尼泊尔人口3000万，没有全国性的PISA数据，但中学考试成绩不佳有据可查。[18]越南输送的学生人数与台湾大致相同，尽管在同一测评中台湾学生的得分比越南学生高出近80分。

变化轨迹也说明了同样的问题。韩国的入学人数在十五年间几乎没有变化，从2010年的约18,000人降至2025年的不足17,000人，而尼泊尔的人数增长了两倍多，从4,600人增至15,000人以上。沙特阿拉伯则走向相反，在2016年前后达到峰值，此后下降了一半以上，是图中降幅最大的。上升曲线与持平和下降曲线之间的区别，似乎在于一个国家自身的体系能否满足需求。在拥有强大国内或地区选项的地方，如韩国和台湾，赴美人流已经停滞——我们将在下文再谈这一主题。

深入研究国家层面的数据，我们发现学科选择具有一致性。表2.02显示，在过去十五年里，几乎每个国家——无论规模大小或来自何处——都有更多学生转向数学和计算机科学。例如，2010年，在美国的中国学生中约每十人有一人学习计算机科学；到2025年，这一比例为四分之一。印度学生的学科转移更为显著：2010年，在美国的印度学生中学习计算机科学的不到20%，到2025年已超过40%。这种增长贯穿整个列表，涉及彼此鲜有共同点的国家：尼泊尔的数学与计算机科学占比上升了18.6个百分点，台湾上升13.1个，越南12.4个，巴基斯坦10.4个，尼日利亚和香港各9.9个。表中全部二十九个国家的占比都有所提高，其中六个国家提高了10个百分点以上，而且在大多数国家，该领域的占比至少翻了一番。

表2.02 在各国赴美学生中，哪些领域的占比在上升，哪些在下降?

	该国赴美学生中所占比例的变化（百分点）[1]							
	计算机	科学 社会科学		艺术	工程	健康	教育	商科
印度	+23.6	−4.70	−0.900	−0.300	−16.0	−2.30	−0.400	−4.00
中国	+12.9	−2.10	+3.60	+2.90	−2.40	−0.600	+0.100	−13.1
韩国	+9.40	+1.00	+1.00	−1.40	+4.00	−0.400	−1.80	−5.10
加拿大	+6.30	+3.00	−0.700	+0.800	+1.80	−5.90	−9.70	+3.30
越南	+12.4	+1.90	+1.80	+0.800	+0.800	−0.100	−0.600	−16.3
尼泊尔	+18.6	+0.600	−1.70	−0.300	+2.20	+0.600	−0.200	−14.3
台湾	+13.1	−0.100	−1.60	+0.500	+4.30	−1.00	−4.40	−8.60
尼日利亚	+9.90	+6.50	+0.300	+0.200	−5.70	−4.00	+0.900	−7.10
孟加拉国	+5.30	+1.60	+0.100	−0.900	−7.20	−0.400	0	−1.50
巴西	+4.70	+4.80	+2.70	−1.00	+4.50	−1.40	−1.40	−7.50
墨西哥	+3.00	+4.80	−0.100	+0.800	−0.400	+0.300	−1.20	−0.500
日本	+4.60	+0.600	−1.20	−3.00	+3.00	−1.40	−1.80	−2.30
巴基斯坦	+10.4	+4.90	−0.100	−0.700	−3.50	−1.80	−0.700	−9.60
加纳	+0.500	−0.500	−1.00	−0.100	+0.600	+0.400	+0.400	+0.400
沙特阿拉伯	+1.40	+3.60	+2.90	+1.40	+6.40	+4.50	+0.800	−7.60
伊朗	+2.50	+5.30	+0.600	+1.90	−14.0	+1.00	+0.900	+1.00
英国	+4.80	+0.400	+0.500	−0.900	+1.30	−0.900	−3.10	−0.400
哥伦比亚	+3.60	+2.00	+0.400	+1.10	−1.50	−0.700	−1.50	−2.30
土耳其	+5.60	+1.00	+1.20	+2.00	+1.20	+0.200	−0.900	−6.80
西班牙	+5.30	+3.40	−0.400	−5.50	+5.00	0	−0.800	+2.40
德国	+3.20	+0.600	+2.70	−0.700	+0.200	−1.40	0	−0.900
法国	+4.00	−1.00	+2.60	+0.300	+1.90	−1.00	−0.400	−6.40
印度尼西亚	+7.90	+3.10	+4.30	−1.20	−4.20	−1.30	+0.400	−15.3
意大利	+1.20	+0.100	0	+0.200	0	+0.100	+0.500	+0.100
香港	+9.90	+2.80	−0.800	+4.50	−0.300	+0.600	+0.600	−18.2
科威特	+1.90	+4.50	+3.00	+0.500	+5.10	+0.900	−0.200	+2.20
俄罗斯	+0.700	−0.500	+0.800	+4.00	+0.600	−1.20	−0.700	+0.700
泰国	+0.400	+2.10	+0.800	+5.20	−4.70	−0.100	−1.60	−3.10
委内瑞拉	+5.00	+0.200	+1.20	+2.80	+1.50	+0.100	−1.70	−5.60

单元格显示各国赴美国际学生中就读该领域的比例从最早年份到最新可得年份的变化（百分点）：大多数国家为2010年至2025年，伊朗为2012年至2025年，孟加拉国为2018年至2025年。红色表示该领域占比上升，蓝色表示下降。列标题为缩写：计算机指数学与计算机科学；科学指物理与生命科学；社会科学指社会科学；艺术指美术与应用艺术；工程指工程学；健康指健康专业；教育指教育学。各列从跨国平均占比上升最多的领域排列至下降最多的领域；各国按国际学生总数从多到少排序。

数据来源：IIE，《部分来源地学生的学科领域》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

相应的下降几乎全部集中在一个领域：商科。在二十九个国家中，有二十二个国家的商业与管理占比下降。凡是下降的地方，降幅都很大——香港下降18.2个百分点，越南16.3个，印度尼西亚15.3个，尼泊尔14.3个，中国13.1个。

工程是唯一一个没有朝某一方向一致变化的领域。印度的工程占比从38.8%降至22.8%，下降16.0个百分点。同样，伊朗下降14.0个百分点，孟加拉国下降7.2个。但在沙特阿拉伯，工程占比上升了6.4个百分点，科威特上升5.1个，西班牙5.0个，巴西4.5个——涨幅不大，与旁边计算机领域的激增相比相差甚远，但仍是增长。没有其他领域的变化范围如此之大。无论是什么力量推动南亚和东亚学生远离工程，它都没有在海湾地区发挥作用。

这种结构调整及其带来的集中是近期才出现的，并与这些学位所对应的劳动力市场密切相关。在2000年代初，对这些国家中的大多数而言，计算机几乎算不上是一个留学方向。中国和印度学生出国仍主要学习工程——自战后几十年以来，工程一直是技术类学习的代名词。转向软件的趋势在2010年后真正开始：智能手机经济以及随后的机器学习热潮，把招聘需求引向程序员和数据科学家，美国的计算机科学系则扩建了前文所述的硕士项目以满足需求。计算机科学硕士学位越来越多地为国际学生提供了一份有价值的学历，以及进入美国科技劳动力队伍的潜在途径。

两种分类视角得出了一致的结论。按来源地看，国际学生群体日益集中于印度和中国；按学科看，国际学生日益集中于数学和计算机科学。国际学生占6.1%这一总体数字掩盖了这两种发展。若平摊到整个美国高等教育，国际学生入学看起来只是适度的补充。但总体入学数据把一年级艺术史概论课与研究生机器学习研讨课等同看待，而这两个教室里的国际学生比例毫无共同之处。考察哪些国家输送的学生最多、这些学生大多学习什么，可以发现日益加剧的地域和学科集中，而这些集中与技术创新直接相关。

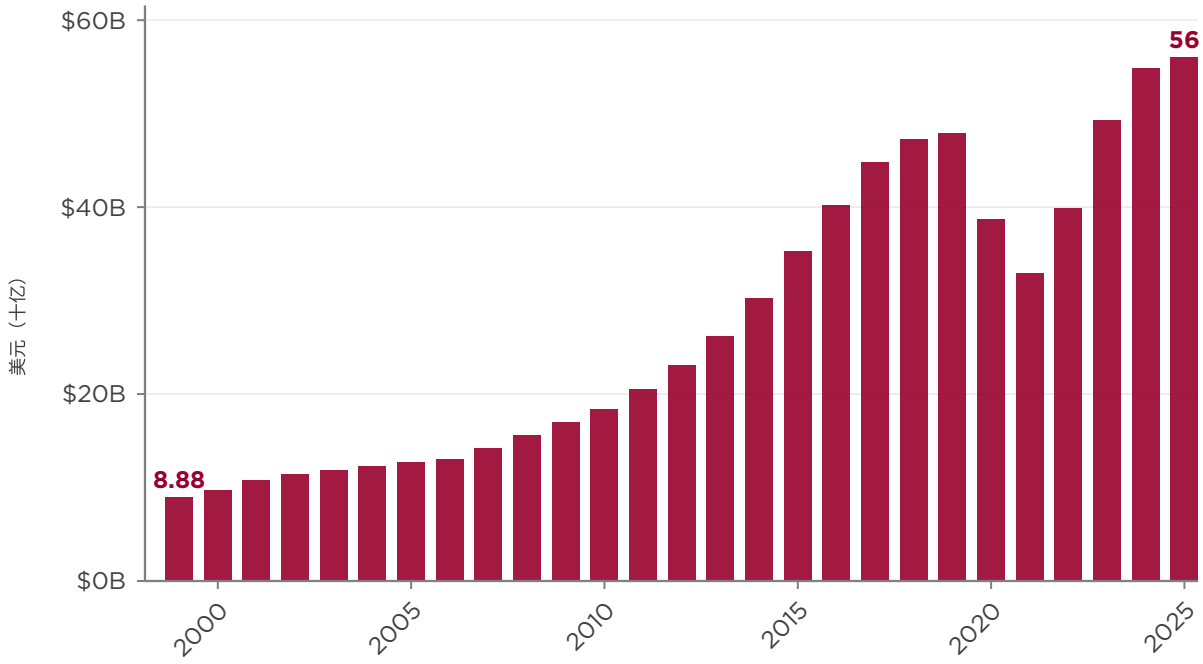
因此，对大学而言，国际学生入学不仅是人才来源，也是重要的收入来源——尤其是在依靠学费运营的硕士项目中，国际学生更常支付全额学费。

值得注意的是，国际学生所做的不仅仅是为美国大学提供人才。他们还通过学费、住房和生活开支为美国经济做出贡献。美国商务部将这些支出归类为服务出口，在账面上，其销售额超过了美国出口的整类商品，包括大豆、石油和钢铁。

2025年，国际学生为美国经济贡献了560亿美元，而1999年为88.8亿美元（见图2.05）。[19]因此，对大学而言，国际学生入学不仅是人才来源，也是重要的收入来源——尤其是在依靠学费运营的硕士项目中，国际学生更常支付全额学费。

因此，本章所记录的依赖既是智力上的，也是财务上的。在战略重要领域，国际学生提供了很大一部分新进人才，而他们的学费和消费则帮助维持着开展这些培养的大学和项目。

图2.05 国际学生对美国经济的贡献有多大?



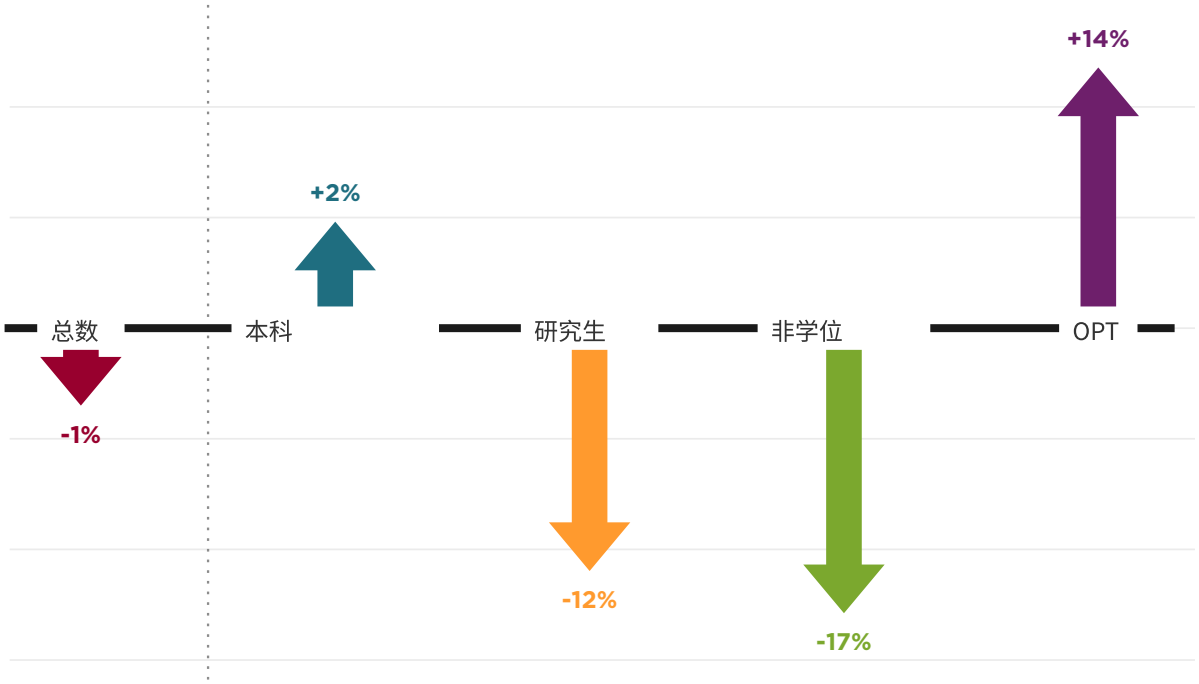
数据来源：美国经济分析局，《美国服务贸易》，表2.1，第21行；最早见于Baer和Ekin，《2025年秋季快照》（IIE，2025年）。

图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

展望：2025年的国际学生入学

国际教育协会的《*2025年秋季快照*》让我们得以一窥未来趋势可能的走向。每年11月，该协会对828所院校进行调查——这是IIE完整《门户开放》报告所覆盖的约3,000所院校的一个子集（完整报告将于2026年底发布）——这些院校合计约占全部国际学生的63%。这项调查提供了在经历一年签证和旅行政策动荡之后的首个全国性数据，并表明本章所描述的结构重组，如今正遭遇一场政策冲击，而这场冲击对本章认定为最关键的阶段影响最大（见图2.06）。[20]

图2.06 2025年国际学生入学人数变化了多少?



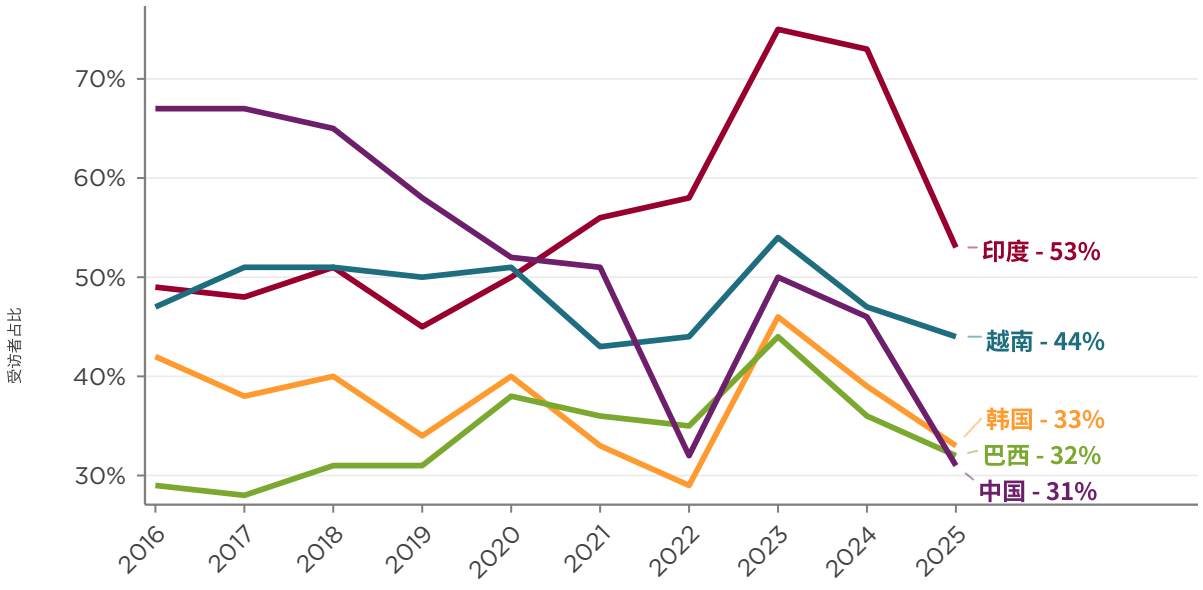
数据来源：IIE，《门户开放2025年秋季国际学生入学快照》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

调查发现，2024年至2025年国际学生入学人数总体保持稳定，下降约1%。然而，如图2.06所示，总体入学数字再次掩盖了重要趋势。受访院校的研究生入学人数下降了12%，几乎是有记录以来最大的单年降幅，仅与2020年疫情年份持平。新生入学人数——即作为任何趋势先行指标的首次入学学生——下降了17%，57%的院校报告其国际学生入学人数总体下降。

入学人数下降集中在研究生入学环节，而选择性实习培训（OPT）的参与人数——即毕业后的工作阶段，则大幅增长。换言之，受过研究生培养的群体并没有离开这个体系，而是为其补充新血的管道在入口端受到了收缩。该体系仍然向研究生及其后续阶段倾斜，新出现的是学生入口处的摩擦。

美国高校在海外招募人才的方向也在变化。根据调查，2025年秋季院校将越南和印度列为本科和研究生的首要招生目标，而中国在本科招生目标中排名第六，在研究生招生目标中未进入前三（见图2.07）。

图2.07 美国院校在海外的招生重点在哪里？



数据来源：IIE，《门户开放秋季国际学生入学快照》，2016–2025年
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

2023–2025年的数据为本科和研究生样本中将各国列为招生重点的受访者比例的平均值；《门户开放》自2023年后开始分别报告这两类样本。

c 图2.06再现了IIE《2025年秋季快照》中按学术层次的分类。上文引用的新生入学人数下降17%在快照中单独报告，与图中所示的任何层次都不对应。

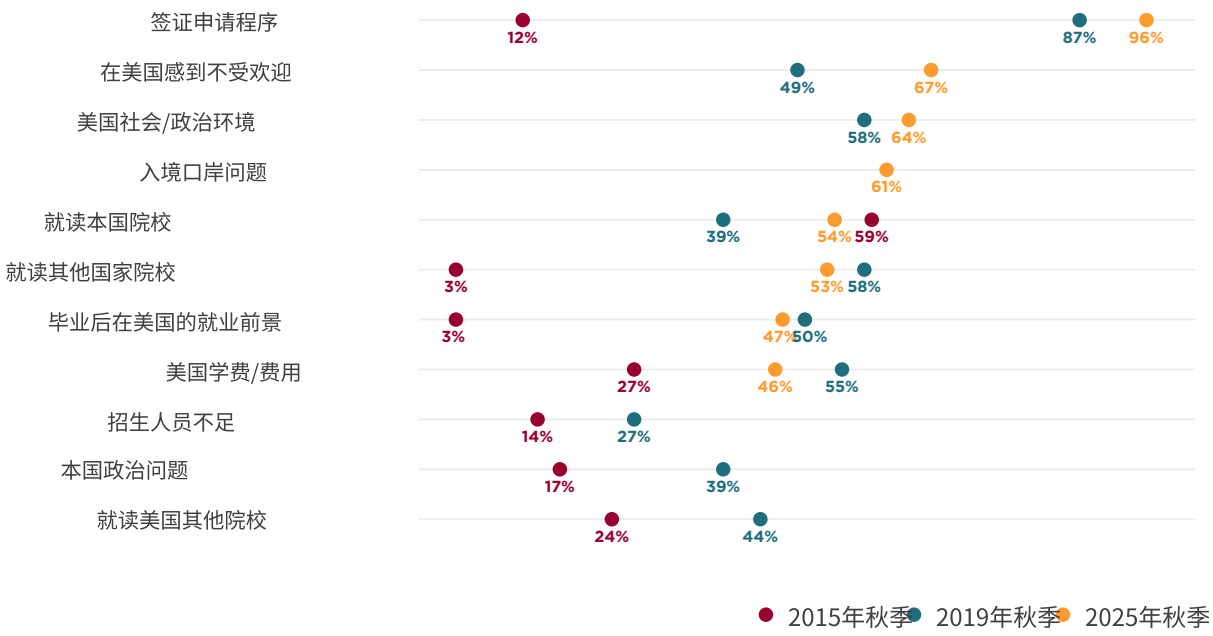
与前文所述的人口结构转变一样，这一重新排序已持续了十年。2015年，中国远超其他所有市场，65.8%的受访院校将其列为积极招生的地区，而印度为40.5%，韩国为28.9%。[21]到2020年，中国降至52.0%，印度升至50.0%，越南则以51.0%夹在两者之间。[22]此后，中国在本科招生中的占比已降至31.0%，排在越南、印度、巴西、韩国和加拿大之后。

仅仅十年前还以25个百分点的优势领跑招生的市场，如今已位列第六。招生方向正在追随入学数据所记录的“转向印度、远离中国”的趋势，而院校自身的招生重点又强化了这一趋势。

仅仅十年前还以25个百分点的优势领跑招生的市场，如今已位列第六。

当被问及是什么导致国际学生入学人数下降时，受访院校压倒性地指向美国可以直接控制的摩擦因素（见图2.08）：签证申请程序，96.0%的院校提及，而2015年仅为12.0%；美国旅行限制和入境口岸问题，61.0%；学生感到不受欢迎，67.0%，高于2019年的49.0%。[d]

图2.08 院校认为国际学生入学人数下降的原因是什么？



数据来源：IIE，《门户开放2025年秋季国际学生入学快照》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

d 报告入学人数增长的院校最常将其归功于自身的招生努力（71%）以及对已录取学生的联络（54%），这与图2.07中的招生目标模式恰好相互印证。

《2025年秋季快照》只是预览，而非定论。再次强调，它调查的是院校的一个子集，衡量的只是一个秋季与前一个秋季的对比。将影响2025–26年度入学人数的许多政策都是在录取决定作出之后才宣布的，因此快照更可能低估而非高估其影响。然而，方向是明确的。

美国人才机器中最具战略价值的部分——计算机领域的研究生培养及其后续工作——也最容易受到签证制度变化的冲击。美国为吸引全世界技术人才而建立的体系，可能会从内部被迅速关闭，而早期数据表明这种情况正在开始发生。

集中意味着什么

美国的国际人才管道名义上是全球性的，实际上却窄得多。近四分之三的学生来自亚洲，仅印度和中国两国就主导了研究生入学。而且，来自每个主要生源国的学生都在涌向同一组领域：数学和计算机。

集中本身并不意味着弱点。它可以反映成功：美国大学从世界上人口最多的两个国家吸引了大量有技术抱负的学生，并把他们引向需求旺盛的领域。这些学生扩大了美国的项目规模，增强了大学的财务实力，也扩大了美国科研和产业可用的人才储备。

但集中也带来了风险敞口。美国无法控制印度的人口结构、中国的大学政策，也无法控制学生在其他地方所能获得的替代选择。它能控制的是本国大学是否保持吸引力，以及申请人能否入境。因此，一项影响一两个国家的重大变化——或一场有意或无意地对美国STEM研究生项目造成不成比例冲击的签证中断——所带来的后果，可能远远大于6.1%这一总体数字所暗示的程度。

本章追踪国际人才直到大学门口：谁来了、来自哪里、学习什么。下一章从入学结束的地方开始，追踪毕业生进入OPT、博士后研究、美国企业和创业，探讨在美国培养的人才中有多少进入了美国劳动力队伍——以及那些没有进入的人后来怎样了。

第二章尾注

1 Data in Table 2.01 are drawn from Institute of International Education, "International Students: All Places of Origin," data for 2000/01 to 2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/all-places-of-origin/.

2 Data in Figures 2.01 and 2.02 are drawn from Institute of International Education, "International Students: Academic Level and Place of Origin," data for 2001/02–2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/academic-level-and-places-of-origin/.

3 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, "Population Division, World Population Prospects 2024," Online Edition (United Nations, 2024), https://population.un.org/wpp/.

4 United Nations, "World Population Prospects 2024."

5 United Nations, "World Population Prospects 2024."

6 Institute of International Education, "International Students: All Places of Origin," data for 1999/00–2024/25.

7 Ministry of Education of the People's Republic of China, "China to Further Promote the Double First-Class Initiative," press release, February 16, 2022, http://en.moe.gov.cn/news/press_releases/202203/t20220301_603547.html.

8 Christopher A. Wray, testimony before the US Congress, Senate, Select Committee on Intelligence, *Open Hearing on Worldwide Threats*, 115th Cong., 2nd sess., February 13, 2018, https://www.intelligence.senate.gov/hearings/open-hearing-worldwide-threats-0; Christopher A. Wray, testimony before the US Congress, Senate, Committee on the Judiciary, *Oversight of the Federal Bureau of Investigation*, 116th Cong., 1st sess., July 23, 2019, https://www.judiciary.senate.gov/imo/media/doc/Wray%20Testimony1.pdf; Christopher A. Wray, opening remarks at the Department of Justice China Initiative Conference, February 6, 2020, https://www.csis.org/analysis/fbi-director-christopher-wrays-opening-remarks-china-initiative-conference.

9 Larry Diamond and Orville Schell, eds. *China's Influence & American Interests: Promoting Constructive Vigilance* (Hoover Institution Press, 2019).

10 Yana Gorokhovskaia and Grady Vaughan, "Addressing Transnational Repression on Campuses in the United States" (Freedom House, 2024), https://freedomhouse.org/report/transnational-repression/2024/addressing-transnational-repression-campuses-united-states.

11 Amnesty International, "China: Overseas Students Face Harassment and Surveillance in Campaign of Transnational Repression" (Amnesty International, May 13, 2024), https://www.amnesty.org/en/latest/news/2024/05/china-overseas-students-face-harassment-and-surveillance-in-campaign-of-transnational-repression/.

12 Josh Lederman, "US to Shorten Length of Some Visas for Chinese Citizens," Associated Press, May 29, 2018, https://apnews.com/united-states-government-82a98fecee074bfb83731760bfbce515; see also Elizabeth Redden, "Chinese Officials Warn Students of Visa Problems If They Come to US," *Inside Higher Ed*, June 3, 2019, https://www.insidehighered.com/news/2019/06/04/chinese-officials-warn-students-visa-problems-if-they-come-us.

13 Proclamation No. 10043, "Suspension of Entry as Nonimmigrants of Certain Students and Researchers from the People's Republic of China," 85 Fed. Reg. 34353 (June 4, 2020), https://www.federalregister.gov/documents/2020/06/04/2020-12217/suspension-of-entry-as-nonimmigrants-of-certain-students-and-researchers-from-the-peoples-republic.

14 US Department of State, Bureau of Consular Affairs, "Table XVI: Nonimmigrant Visas Issued by Classification and Nationality (Including Border Crossing Cards), Fiscal Year 2024," Report of the Visa Office, 2024, https://travel.state.gov/content/dam/visas/Statistics/AnnualReports/FY2024AnnualReport/Table%20XVI.pdf; and "Table XVII: Nonimmigrant Visas Issued by Classification and Nationality, Fiscal Year 2019," *Report of the Visa Office*, 2019, https://travel.state.gov/content/dam/visas/Statistics/AnnualReports/FY2019AnnualReport/FY19AnnualReport-TableXVII.pdf. F-visa issuances to China (mainland) nationals fell from 107,974 in FY2019 to 84,437 in FY2024.

15 Data in Figure 2.03 are drawn from Institute of International Education, "International Students: Field of Study," data for 1998/99–2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/fields-of-study/.

16 Improving and Expanding Training Opportunities for F-1 Nonimmigrant Students with STEM Degrees and Cap-Gap Relief for All Eligible F-1 Students, 81 Fed. Reg. 13040 (March 11, 2016) (codified at 8 C.F.R. pts. 214, 274a), https://www.federalregister.gov/documents/2016/03/11/2016-04828/improving-and-expanding-training-opportunities-for-f-1-nonimmigrant-students-with-stem-degrees-and.

17 Data in Figures 2.04 and Table 2.02 are drawn from Institute of International Education, "International Students: Fields of Study of Students by Place of Origin," data for 2009/10–2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/fields-of-study-by-place-of-origin/.

18 National Examination Board (Nepal), "Secondary Education Examination (SEE) Results 2080 BS (2024)," Sanothimi, Bhaktapur, June 2024, https://edusanjal.com/news/see-result-2080-published/.

19 Data in Figure 2.05 are drawn from US Bureau of Economic Analysis, "Table 2.1. US Trade in Services, by Type of Service," line 21, International Transactions, International Services, and International Investment Position Tables, https://apps.bea.gov/iTable/; first reported in Julie Baer and Sumeyra Ekin, *Fall 2025 Snapshot on International Student Enrollment* (Institute of International Education, 2025), https://iie.widen.net/s/xd9xrsft6q/iie_fall-2025-snapshot_full-report.

20 Data in Figures 2.06, 2.07, and 2.08 are drawn from Baer and Ekin, *Fall 2025 Snapshot on International Student Enrollment*.

21 Institute of International Education, *Fall 2015 Snapshot on International Student Enrollment* (Institute of International Education, 2015), https://www.iie.org/wp-content/uploads/2023/02/Fall-Enrollment-2015-Report_Final.pdf.

22 Julie Baer and Mirka Martel, *Fall 2020 Snapshot on International Student Enrollment* (Institute of International Education, 2020), https://www.iie.org/wp-content/uploads/2022/12/Fall-2020-Snapshot-Report-Full-Report.pdf.

2026年美国人才报告

第三章

从校园到职场

国际人才如何驱动美国科研与产业

第三章

从校园到职场

国际人才如何驱动美国科研与产业

图表

图3.01 – 国际人才处于“教育—就业”管道的哪个位置? 64

图3.02 – 按领域划分，美国博士后研究人员的国际化程度如何? 65

图3.03 – 谁在联邦资助研究中心担任博士后职位? 66

图3.04 – 美国出生与外国出生毕业生的STEM就业有何不同? 68

图3.05 – 哪些雇主获得的H-1B批准最多? 72

图3.06 – H-1B批准是否仍集中于少数雇主? 73

图3.07 – 谁创立了美国领先的人工智能公司? 75

图3.08 – 移民人工智能创始人来自哪里? 76

图3.09 – 哪些领先的人工智能公司由移民创立? 77

图3.10 – 领先的人工智能公司雇用的是国内还是外国人工智能人才? 78

表格

表3.01 – 在美国培养的STEM毕业生中，有多大比例从事STEM职业? 67

表3.02 – 临时签证持有者在STEM职业中的集中程度如何? 70

表3.03 – H-1B主要雇主的构成发生了怎样的变化? 74

第三章

主要要点

1. **OPT已成为从美国校园通往职场的一座重要桥梁。**2025年，有294,000名国际毕业生——占国际学生群体的25%——通过OPT工作，而2008年这一比例为9.10%。但这座桥很短。它打开了进入美国就业市场的第一扇门，却没有提供留下来的永久途径。

2. **国际STEM毕业生承担了美国实验室（包括联邦资助的实验室）内的大量研究工作。**临时签证持有者占工程领域博士后的68.0%、科学领域博士后总数的57.3%，以及联邦资助研发中心博士后的55.4%。这与研究生入学不同，并非近期才出现的变化——几十年来，博士后研究人员中国际人员一直占多数。

3. **与研究生入学一样，国际人才集中在具有战略重要性的技术领域。**临时签证持有者占计算机与数学科学岗位的13.7%，但在非科学类岗位中仅占3.27%。

4. **培养更多国内STEM毕业生，并不会自动按比例带来更多STEM从业者。**在美国大学的全部STEM学士毕业生中（国内和国际合计），2023年只有44.0%从事STEM职业。这种转化情况在更高学位层次同样存在，但因出身不同而差异很大：在博士层次，外国出生的学位持有者中有75.9%从事STEM工作，而美国出生者为56.7%。

5. **H-1B体系正在扩大覆盖面，并向美国产品型公司倾斜。**在专业和技术服务领域，十大雇主所占的批准份额从2012年的72.3%降至2025年的51.5%。这种扩散的背后是头部雇主构成的变化：2017年至2025年间，高知特（Cognizant）等外包公司的批准份额平均下降了6.70个百分点，而谷歌等最终雇主平均上升了4.60个百分点。

6. **国际人才不仅为美国公司提供员工，还创建美国公司。**2025年，《福布斯》AI 50强企业中有65.1%至少有一位移民创始人，而且这种模式在市场顶端更为突出：每一家市值1000亿美元及以上的公司都至少有一位移民创始人。

7. **对科研安全的担忧加剧。**白宫2026年的一份报告明确将美国对外国学生的依赖定性为国家安全漏洞。但旨在降低这种风险的政策本身也有风险，因为一名被劝阻而没有前来、或在培养完成后被迫离开的研究人员，是国内管道无法迅速弥补的损失。

第三章——数据一览：

指标	2000	2025	变化	
国际学生在人才管道中的位置				
就读学士项目	177,000	**301,000**	+69.7%	▲
就读硕士项目	111,000	**306,000**	+176%	▲
就读博士项目	72,900	**153,000**	+110%	▲
就读专业学位项目	9,480	**16,300**	+72.4%	▲
就读非学位项目	34,400	**37,800**	+9.77%	▲
参加选择性实习培训（OPT）	24,900	**294,000**	+1,080%	▲
科研领域的国际人才				
临时签证持有者占科学领域博士后的比例	57.1%	**57.3%**[2024]	+0.2 pp	▲
临时签证持有者占工程领域博士后的比例	67.7%	**68%**[2024]	+0.3 pp	▲
临时签证持有者占健康领域博士后的比例	47.1%	**55.7%**[2024]	+8.6 pp	▲
临时签证持有者占FFRDC博士后的比例*	58.6%[2012]	**55.4%**[2023]	-3.2 pp	▼
STEM学位到STEM工作的转化率				
总体平均	61.2%[2003]	**52.5%**[2023]	-8.7 pp	▼
从事STEM工作的STEM学士学位持有者	53.8%[2003]	**44%**[2023]	-9.8 pp	▼
从事STEM工作的STEM硕士学位持有者	66.4%[2003]	**59.3%**[2023]	-7.1 pp	▼
从事STEM工作的STEM博士学位持有者	78.8%[2003]	**68.4%**[2023]	-10.4 pp	▼
美国出生者平均	26.7%[2003]	**31.9%**[2023]	+5.2 pp	▲
从事STEM工作的美国出生学士学位持有者	25%[2003]	**30.4%**[2023]	+5.4 pp	▲
从事STEM工作的美国出生硕士学位持有者	27.7%[2003]	**32%**[2023]	+4.4 pp	▲
从事STEM工作的美国出生博士学位持有者	52.3%[2003]	**56.7%**[2023]	+4.4 pp	▲
外国出生者平均	40.8%[2003]	**46.6%**[2023]	+5.8 pp	▲
从事STEM工作的外国出生学士学位持有者 34.3%[2003]		**39.3%**[2023]	+5.0 pp	▲
从事STEM工作的外国出生硕士学位持有者	45%[2003]	**50.9%**[2023]	+6.0 pp	▲
从事STEM工作的外国出生博士学位持有者 70.4%[2003]		**75.9%**[2023]	+5.5 pp	▲
按职业划分的临时签证持有者集中度				
计算机与数学科学家	16.6%[2017]	**13.7%**[2023]	-2.9 pp	▼
工程师	11.2%[2017]	**8.93%**[2023]	-2.2 pp	▼
生物与生命科学家	17.2%[2017]	**13.7%**[2023]	-3.5 pp	▼
物理科学家	11.3%[2017]	**9.39%**[2023]	-1.9 pp	▼
H-1B雇主集中度				
前十大雇主占H-1B批准的份额	55.2%[2009]	**51.5%**	-3.8 pp	▼
上升最多——谷歌	2.18%[2017]	**8.34%**	+6.2 pp	▲
上升第二——LTIMindtree	0%[2017]	**3.29%**	+3.3 pp	▲
下降最多——高知特	22.1%[2017]	**5.97%**	-16.1 pp	▼
下降第二——印孚瑟斯	10.7%[2017]	**4.37%**	-6.4 pp	▼

* FFRDC = 联邦资助研发中心。

注：历史比较采用2000年和2025年的观测值。上标年份表示该行起点较晚或终点较早。
平均值行按各学位层次的人口加权计算。箭头颜色仅表示变化方向。

来源：根据本报告图表推导：图3.01–3.06，表3.01–3.03。

第二章追踪国际人才进入美国大学，探讨这些学生来自哪里、学习什么。但吸引和培养人才只是开始。当这些毕业生在大学实验室、成熟企业和自己创办的公司中学以致用时，美国同样从中受益。

本章就从这一过渡开始。本章追踪国际毕业生从课堂进入选择性实习培训（OPT）和博士后研究，再进入他们任职和创办的公司。问题不再是谁来求学，而是国际人才在毕业后做出了哪些贡献。[a]

a 本章所使用的数据集对国际人才的分类各不相同。“OPT参与者”是仍持F-1学生签证工作的国际毕业生。“临时签证持有者”包括没有美国永久身份的工作人员和研究人员。“外国出生者”是范围最广的类别，包括临时签证持有者、永久居民和入籍美国公民，无论其是否在美国求学。这些类别不应被视为可以互换。有关这些差异的更多信息，见附录A。

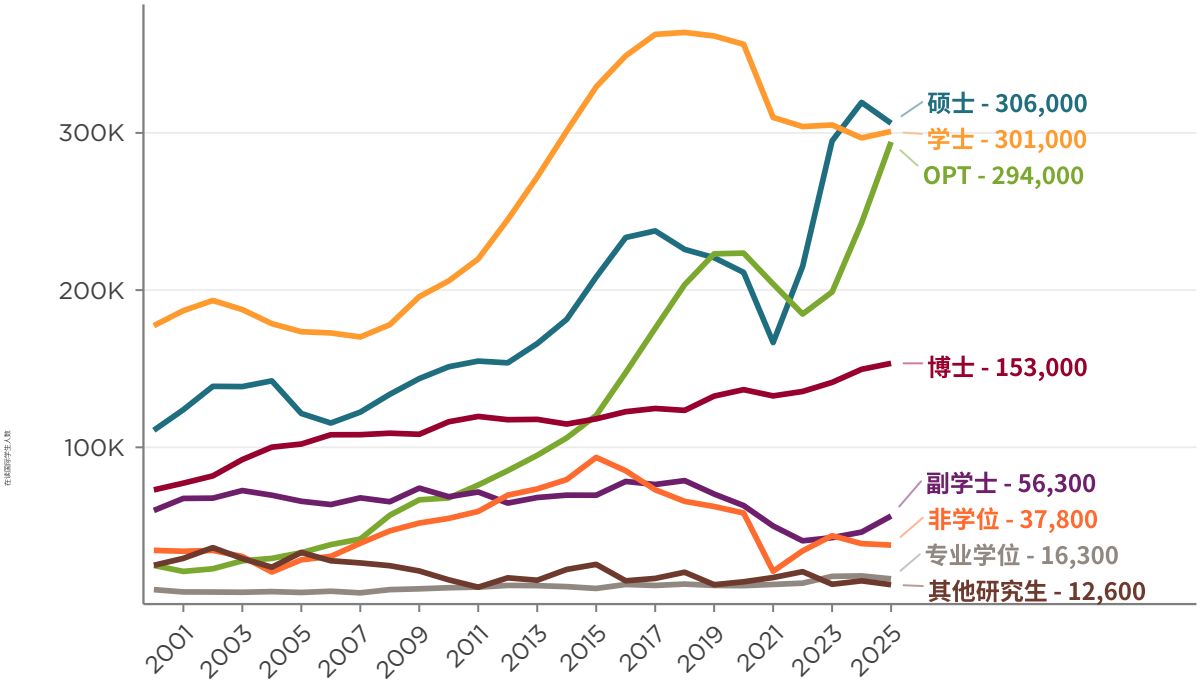
OPT：从校园到职场的桥梁

对大多数国际毕业生而言，从美国学位通往美国工作的第一座桥梁是OPT。它允许毕业生在保持F-1学生身份的同时，在与其学位相关的领域工作十二个月。如今，符合条件的STEM领域毕业生还可额外获得二十四个月，最多可获得三年的工作许可。[b]

OPT已经从国际学生体系中一个很小的附属部分，成长为其最大的组成部分之一（见图3.01）。[1]2008年，OPT参与者约占国际学生群体的9.1%。到2025年，这一比例已达到约25%，即294,000名毕业生——几乎相当于在美国学士或硕士项目就读的国际学生人数。[c]

这一增长改变了人们应当如何理解国际人才管道。这一群体不再只集中在大学内部，还有数十万毕业生正在美国企业和实验室中工作。

图3.01 国际人才处于“教育—就业”管道的哪个位置？



数据来源：IIE，《按学术层次统计的国际学生》，《门户开放》，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

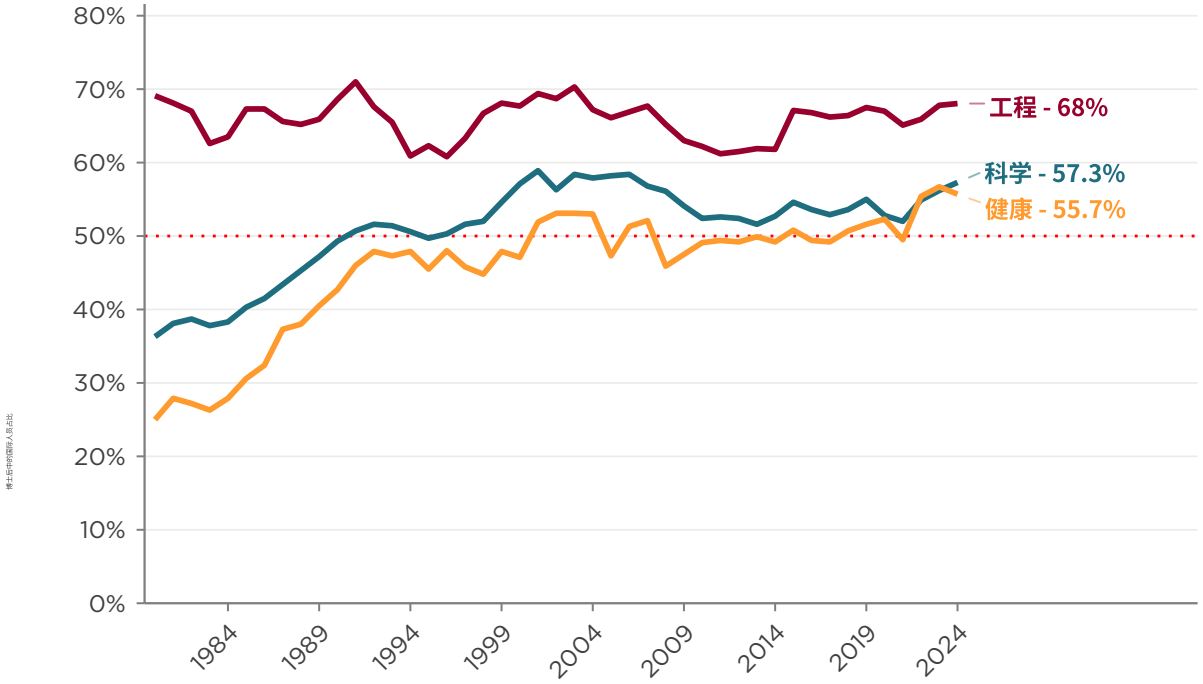
b OPT制度于2016年调整，将STEM延期从十七个月延长至二十四个月，使计算机科学毕业生共获得三十六个月的工作许可，而大多数其他毕业生为十二个月。 c OPT打开了进入美国劳动力队伍的第一扇门，但并未提供留下来的永久途径。第六章将考察这座临时桥梁到期后会发生什么。本章探讨的问题是：在这扇门仍然敞开时，毕业生去了哪里。

另一种第一份工作：博士后研究

对许多STEM博士而言，毕业后的第一份工作是博士后职位——介于博士教育和独立科研生涯之间的学徒阶段。博士后支撑着大学实验室的日常工作：做实验、发表论文，并指导他们手下的研究生。因此，博士学位显示的是美国在培养谁，而博士后职位显示的是谁在美国实验室中承担着大量研究工作。

国际研究人员在这一阶段占据主导地位。2024年，临时签证持有者占工程领域全部博士后的68.0%、科学领域的57.3%，以及健康与医学领域的55.7%——后者是他们历来占比最小的领域（见图3.02）。[2]与研究生入学或博士学位不同——在这些方面，国际人员的占比在某些领域直到最近才超过一半——博士后研究人员中国际人员占多数已有数十年之久。

图3.02 按领域划分，美国博士后研究人员的国际化程度如何？



数据来源：NCSES，《科学与工程研究生及博士后调查》，1994–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这种集中既反映了博士后工作的经济特点，也反映了其移民价值。博士后提供数年的全职科研工作，薪资通常远低于业界的其他选择，而且之后并不保证获得教职。对国际毕业生而言，博士后职位还意味着可以继续使用美国的实验室、积累更多经验，并有时间寻求更长期的移民途径。大学以及符合条件的非营利或政府研究机构可以为不受配额限制的H-1B申请提供担保，

这使得学术研究成为少数不受年度抽签限制的就业途径之一。[d]

因此，博士后研究已成为美国科学劳动力中国际化程度最高的部分之一。在这里，国际人才不仅仅是在美国实验室接受训练，他们还开展实验、发表论文，并支撑着科研项目的运转。

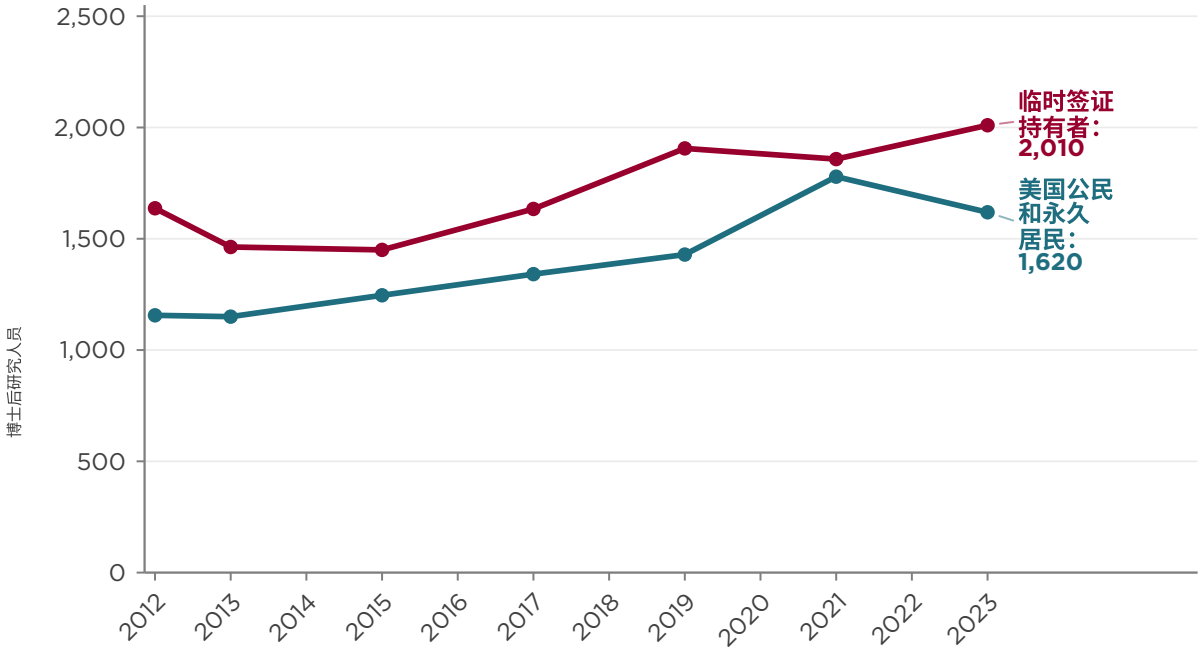
政府资助实验室中的国际人才

这一模式延伸到了大学之外。2023年，临时签证持有者占

联邦资助研发中心的博士后研究人员——这些政府资助的实验室为能源部、国防部和美国国家航空航天局等机构开展研究。他们的占比较2012年的58.6%有所下降，但绝对人数从1,640人增至2,010人。美国公民和永久居民也从1,160人增至1,620人。换言之，博士后队伍在美国公民和临时签证持有者两方面都有所扩大，两类人群的人数都在上升，而占比只发生了轻微变化（见图3.03）。

[3e]

图3.03 谁在联邦资助研究中心担任博士后职位?



数据来源：NCSES，《联邦资助研发中心的博士后》，2012–2023年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

d 有关H-1B抽签的更多信息，见第六章。

e 请注意，这些数字适用于博士后，而非联邦实验室的全部劳动力。公民身份要求限制了谁可以从事涉密或受出口管制的工作。但在支撑许多政府科研任务的非涉密基础科学研究中，国际研究人员仍占很大比例。因此，在大学内部所记录的依赖，也延伸到了为公共目的和国家安全目的而设立的机构之中。

从科研到产业

OPT和博士后职位揭示了走出美国大学的两条主要路径：一条直接通向产业，另一条经由学术界通向更多的科研工作。两者最终汇入同一个更大的体系。国际毕业生在美国科技公司任职、开展企业研究，并在国内劳动力相对薄弱的领域提供专业知识。

STEM学位并不等同于STEM职业，两者之间的差距比许多人以为的要大。随着时间推移，美国将STEM毕业生转化为STEM从业者的效率有所下降。1993年，从美国大学获得STEM博士学位的学生中（无论来源国或公民身份如何），有72.1%从事STEM职业，但到2023年，这一比例已降至68.4%（见表3.01）。[4]硕士从60.6%略降至59.3%，学士从46.6%降至44.0%。降幅并不大，

在三十年间，对于在美国接受培养的学生而言，任何一种STEM学位作为其持有者最终从事STEM工作的预测指标，都变得略弱了。

但方向一致：在三十年间，对于在美国接受培养的学生而言，任何一种STEM学位作为其持有者最终从事STEM工作的预测指标，都变得略弱了。

表3.01 在美国培养的STEM毕业生中，有多大比例从事STEM职业？

	从事STEM工作的比例[1]				
	1993	2003	2013	2023	变化
学士	46.6%	53.8%	44.2%	44%	−2.5 pp
硕士	60.6%	66.4%	62%	59.3%	−1.3 pp
博士	72.1%	78.8%	74.1%	68.4%	−3.7 pp

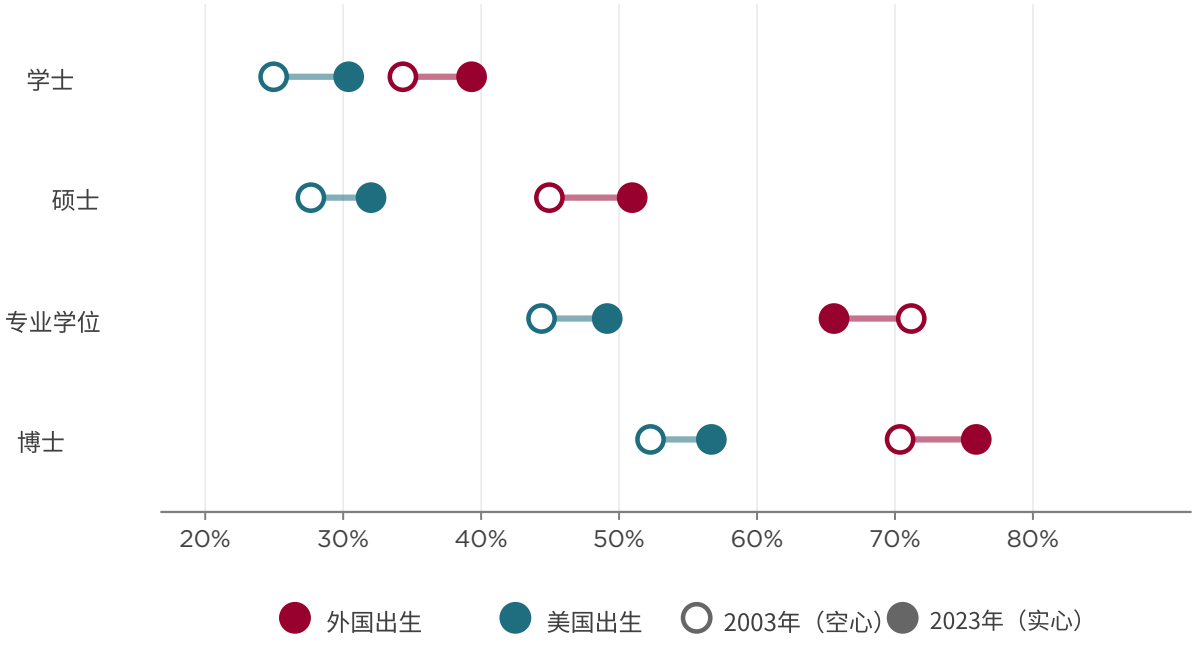
各年份列为各学位层次毕业生中从事STEM职业的比例。“变化”为1993年至2023年的百分点变化。

数据来源：NCSES，《全国大学毕业生调查》。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

即使在2003年的峰值，STEM领域的学士学位也只把略多于一半的持有者送入了STEM工作岗位。[f]研究生学位的表现更好——大多数硕士和博士学位持有者确实在本领域工作——但学士学位，即美国产出数量远超其他学位的学历，几乎总是流失的毕业生多于留下的。

这一总体情况掩盖了美国出生学生与外国出生学生之间的重要差异。按最高学历分组，外国出生的毕业生从事STEM工作的比例高于美国出生的毕业生，而且这一差距随着学历层次升高而扩大。在博士层次，差距接近20个百分点：75.9%的外国出生博士从事STEM职业，而美国出生的博士为56.7%（见图3.04）。这意味着，在STEM劳动力队伍中约900,000[g]名外国出生的博士学位持有者里，约有683,000人从事核心STEM职业。如果这些从业者离开，由遵循国内就业模式的国内博士取而代之，那么替代者中只有约510,000人会从事STEM岗位。这意味着在最高技能层次净损失173,000个岗位。[h]

图3.04 美国出生与外国出生毕业生的STEM就业有何不同?



数据来源：NCSES，《全国大学毕业生调查》。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

f That gap between degrees and jobs is not an artifact of recent data. Salzman and Lowell counted it in 2007, when American colleges were producing far more science and engineering graduates each year than the economy hired, and Teitelbaum's history of American shortage scares found the same surplus in every postwar cycle he examined. The country has trained more STEM graduates than it employs in STEM for as long as anyone has measured the two against each other. For more information see Michael Teitelbaum, *Falling Behind? Boom, Bust, and the Global Race for Scientific Talent* (Princeton University Press, 2014); the short version is his 2014 Atlantic piece, https://www.theatlantic.com/education/archive/2014/03/the-myth-of-the-science-and-engineering-shortage/284359/; Daniel Kuehn and Hal Salzman, "The Engineering Labor Market: An Overview of Recent Trends," in *US Engineering in a Global Economy* (University of Chicago Press, 2018): 11–46, https://www.nber.org/system/files/chapters/c12684/c12684.pdf.

g 表3.01中68.4%的综合数字是这两个差异很大的比率的平均值：转化率达四分之三的外国出生毕业生将其拉高，而转化率仅略高于一半的国内毕业生又将其拉低。 h （683,100 = 900,000 × 0.759；510,300 = 900,000 × 0.567；差额172,800。四舍五入为683,000 / 510,000 / 173,000。）

这一数据表明，美国很难通过培养更多本国学生来降低对外国人才的依赖，因为STEM学位并不能以相同的比率稳定地转化为STEM职业。在管道前端增加学位，并不能在末端带来相应数量的从业者。

造成这些趋势的潜在原因有几个。其中之一是，留在美国的外国出生毕业生，其身份通常以在学位所认证领域就业为条件。对他们而言，离开STEM可能意味着离开美国。而美国出生的毕业生则不然，他们在进入和退出更广泛的领域方面拥有大得多的自由。

选择效应进一步放大了这种影响。外国出生的STEM劳动力不成比例地来自研究生层次——在这一层次，所有人的转化率都最高——并且来自计算机科学、工程等战略领域，在这些领域，学位最直接地通向技术工作。一个包含多得多的学士学位持有者、分布在多得多的领域中的美国出生STEM群体，其平均转化率较低几乎是必然的。

选择也有所不同。拥有量化学位的美国毕业生面对的是一个在STEM之外（如金融和管理咨询等职业）也为这些技能支付高薪的劳动力市场。而外国出生的毕业生往往没有这种选择余地。

你无法用一名
国内博士一对一地
替代一名国际博士，因为
国内博士从事STEM工作的
可能性要低得多。

……外国人才在学士学位持有者从事的非技术工作中最为稀少，而在博士从事的技术工作中最为密集。

这些原因都不是全部答案。但一个明确无误的模式是：美国的STEM劳动力之所以依赖外国出生的毕业生，并不是因为他们人数更多——他们并不更多——而是因为受过培养的人中真正从事这项工作的比例更大。你无法用一名国内博士一对一地替代一名国际博士，因为国内博士从事STEM工作的可能性要低得多。STEM教育到就业转化率之间19个百分点的差距意味着，每一位离开的国际博士都会带走一部分岗位，而这部分岗位是任何国内替代者都无法填补的。

简而言之，国内管道更宽，但漏损更多。它之所以提供了大部分劳动力，只是因为它的起点大得多。但沿着学历阶梯越往上看，平衡就越发生偏移，最终形成这样一个体系：外国人才在学士学位持有者从事的非技术工作中最为稀少，而在博士从事的技术工作中最为密集——也就是第一章和第二章发现在博士层次以国际人员为主的计算机科学和工程领域。

临时签证持有者集中在哪里

美国对签证工作者的依赖并非稀疏地分布在整个劳动力市场，而是集中在少数几个职业中，而这些职业恰恰最接近科研一线。在每一百名受雇的计算机或数学科学家的人中，约有十四人持临时签证在美国。生物学家的比例几乎相同。转到技术经济的另一端——雇用了大部分劳动力的销售、管理和其他非科学类职业——这一数字降至三人（见表3.02）。

表3.02 临时签证持有者在STEM职业中的集中程度如何？

	临时签证持有者占比[1]				
	2017	2019	2021	2023	变化
计算机/数学科学家	16.6%	15.5%	11.6%	13.7%	−2.9 pp
工程师	11.2%	9.51%	9.17%	8.93%	−2.2 pp
生物科学家	17.2%	15.6%	16%	13.7%	−3.5 pp
物理科学家	11.3%	12.7%	18.8%	9.39%	−1.9 pp
社会科学家	4.8%	6.08%	6.93%	6.82%	+2.0 pp
科学与工程相关职业	5.67%	5.67%	5.72%	5.41%	−0.3 pp
非科学与工程职业	3.22%	3.3%	3.55%	3.27%	+0.1 pp

各年份列为各STEM职业类别就业人员中临时签证持有者的占比。“变化”为2017年至2023年的百分点变化。各行按与科学和工程的关联程度从高到低排序。

数据来源：NCSES，《全国大学毕业生调查》。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

2017年，在四个硬科学职业——计算机与数学科学家、工程师、生物学家、物理科学家——中，临时签证持有者都占就业人员的十分之一以上，从11.2%到17.2%不等。同年，在全部三个非科学类别中，这一比例都低于6%：社会科学家为4.8%，科学与工程相关职业为5.7%，非科学与工程职业为3.2%。

在过去六年中，这一占比在每个技术领域都下降了。四个硬科学职业各下降了1.9至3.5个百分点，降幅大约相当于其2017年水平的约五分之一，唯一的增长出现在社会科学和非科学与工程职业中。

STEM领域的这些下降很容易被误读为美国需要的外国科学家减少了。入学数据所显示的恰恰相反。这些年国际学生入学人数并没有下降，反而上升了，而且战略领域吸引的流入人数最多。尽管临时签证持有者在计算机科学和工程职业中的占比在缩小，前来学习这些专业的学生却更多了。在美国求学和在美国工作，越来越像是两条分开的道路，而不是同一条管道。

i 同样值得注意的是，逐年的变化路径可能多么具有误导性。物理科学是最明显的例子：其占比从2017年的11.3%升至2019年的12.7%，随后在2021年达到18.8%的峰值——几乎每五名物理科学家中就有一人持临时签证——之后又在2023年降至9.4%。如果只看中间几年，物理科学看起来会是表中国际化速度最快的领域；如果只看起点和终点，你只会看到净下降1.9个百分点。孤立地看几年的数据，可能会讲出与完整时段截然相反的故事。

在美国求学和在美国工作，越来越像是两条分开的道路，而不是同一条管道。

两者之间的差距在很大程度上是H-1B收紧的结果。美国一直在接收学生进入课堂，却让他们毕业后更难留下来，尽管它延长了STEM学位持有者的OPT工作许可。对技术转移的担忧也推动了长达十年的科研安全政策，从强制披露外国资金到声明不参与外国人才招募计划。[5]最近，美国对外国学生的依赖被明确定性为国家安全漏洞。[6]

这种担忧是合理的——外国政府确实在招募在美国接受培养的研究人员——但旨在降低这种风险的工具本身也带有风险。[7]一名被劝阻而没有前来、或在培养完成后被迫离开的研究人员，是国内管道无法迅速弥补的损失。

H-1B雇主的故事

1952年《移民和国籍法》建立了一套签证制度，高技能临时工作人员可以通过单一的H-1类别进入美国，该类别面向具有“杰出才能和能力”的人。这是一个包罗万象的类别，护士、教授、艺人和运动员与工程师同属其中。[8]1990年《移民法》在两党支持下通过，对类别进行了细化。护士被归入新设的H-1A签证，艺人和运动员被归入O和P签证，剩下的则被更名为H-1B，并围绕“专业职业”重新定义，即需要特定领域学士学位的工作。[9]这些职业通常包括软件工程师、金融分析师、研究人员等。同一法规首次对新入境人数设定了65,000人的数量上限，并设立了劳工条件申请制度，要求雇主支付现行工资。国会预计这一上限已经足够。

大约七年里确实够用。1997年，随着互联网热潮对程序员的需求超过美国大学的培养能力，配额首次用尽，科技行业开始游说提高配额。[10]国会在2000年代初先后将上限提高到115,000和195,000，随后于2004年降回65,000，此后一直维持不变。[11]另有一项单独豁免为美国硕士和博士项目的毕业生增加了20,000个名额。[12]此后，尽管需求大幅增长，配额却纹丝未动。到2025财年，雇主为这85,000个名额提交了超过470,000份登记。

[13j]

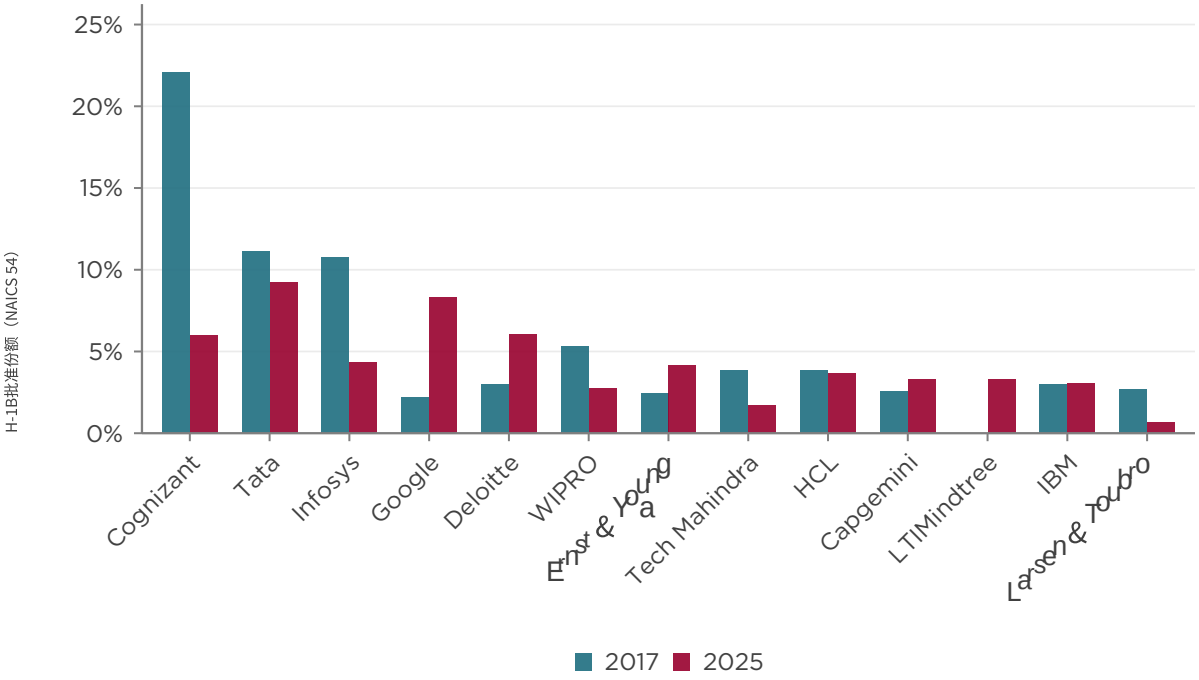
当申请数量超过配额时，政府通过抽签分配名额，而抽签的设计决定了一切。2026年2月之前，抽选是随机的，这意味着为一位杰出研究人员提交的申请与为一名初级程序员提交的申请中签几率相同。这种设计还鼓励以量取胜：一家提交一万份申请的公司，平均中签数量是只提交一份申请的公司的一万倍。

二十年来，塔塔咨询服务公司、印孚瑟斯和威普罗等少数印度软件服务公司主导着抽签过程。它们的商业模式是派遣工程师到西方客户的办公室现场工作。[14]这些公司批量提交H-1B申请，

j 本报告中的登记数和申请数描述的是H-1B流程的不同阶段和不同周期。85,000个名额是法定配额——65,000个普通签证加上为美国高等学位持有者提供的20,000个豁免名额。美国公民及移民服务局（USCIS）每年抽中的登记远多于85,000份，最近一个周期约为135,000份，因为许多被抽中的登记最终并未转化为正式提交或获批的申请。470,000这一数字还反映了以受益人为中心、终止重复登记的抽选规则的实施——这就是为什么在需求并未下降的情况下，该数字较2024年减少了近300,000。更多信息见89 Fed. Reg. 7456（2024年2月2日）。

按比例赢得配额，然后把获得签证的工作人员外包给那些需要技术劳动力、但自己不愿担保签证的美国客户。2017年，专业和技术服务领域H-1B获批数量最多的十家公司拿走了该行业全部批准的68.2%，而总部位于新泽西州、大部分交付业务在印度运营的IT服务公司高知特一家就占了22.1%（见图3.05）。[15]

图3.05 哪些雇主获得的H-1B批准最多？

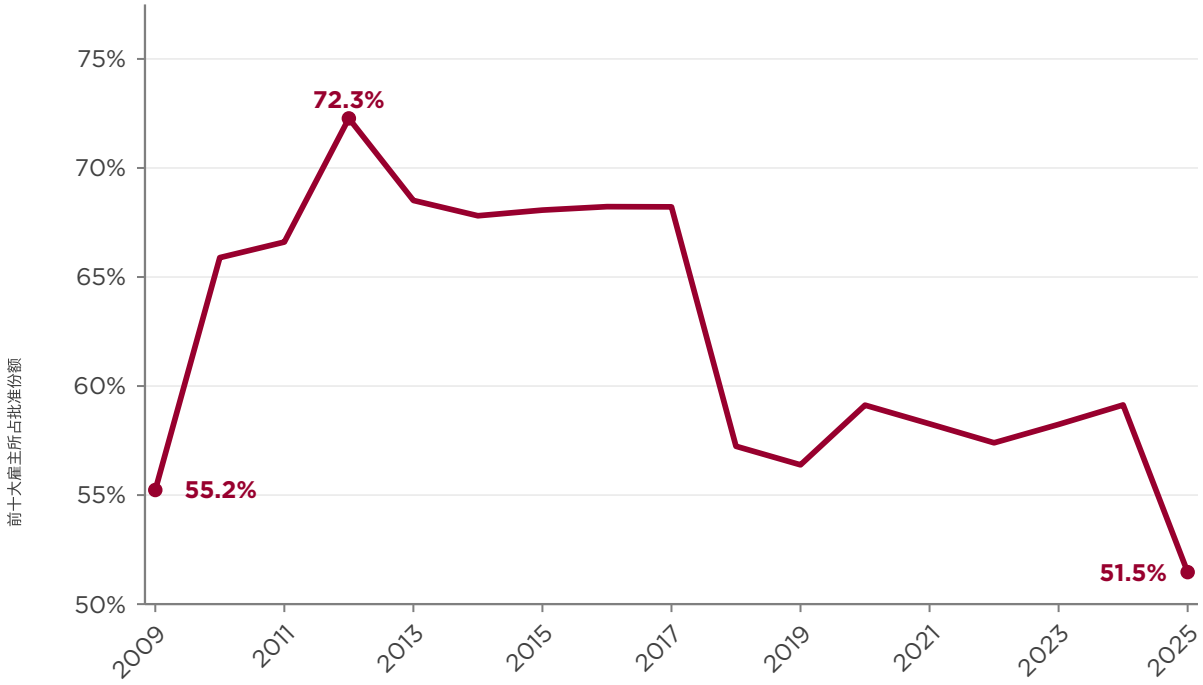


数据来源：USCIS，H-1B雇主数据中心，2009–2026年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

大约从2017年开始，拒签率上升、对批量抽签申请的审查加强以及抽签设计的变化，使中签公司的分布变得更广，也改变了中签者的构成。[16]到2025年，印度信息服务公司的份额大幅下降，而谷歌和德勤等产品型公司的份额上升。

为国际员工获得H-1B签证的公司分布也明显扩大。2012年，十大雇主获得了72.3%的签证，但到2025年，它们所占份额仅略高于一半（51.5%）（见图3.06和表3.03）。

图3.06 H-1B批准是否仍集中于少数雇主？



数据来源：USCIS，H-1B雇主数据中心，2009–2026年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

表3.03 H-1B主要雇主的构成发生了怎样的变化?

	2017	2025	变化[1]
谷歌	2.18%	8.34%	**+6.2 pp**
LTIMindtree	0%	3.29%	**+3.3 pp**
德勤及其子公司	3.02%	6.04%	**+3.0 pp**
安永会计师事务所	2.42%	4.16%	**+1.7 pp**
凯捷美国	2.59%	3.3%	**+0.7 pp**
IBM及其子公司	3.01%	3.06%	**+0.0 pp**
HCL科技及其子公司	3.82%	3.68%	**−0.1 pp**
塔塔咨询服务公司	11.2%	9.26%	**−1.9 pp**
拉森特博信息技术公司	2.66%	0.681%	**−2.0 pp**
马恒达科技美国公司	3.84%	1.69%	**−2.2 pp**
威普罗	5.31%	2.76%	**−2.5 pp**
印孚瑟斯	10.7%	4.37%	**−6.4 pp**
高知特技术解决方案美国公司	22.1%	5.97%	**−16.1 pp**

[1]在NAICS 54（专业、科学和技术服务）全部H-1B批准中所占的份额。所列公司为2017年或2025年十大雇主之一。“变化”为2017年至2025年份额的百分点变化。

数据来源：USCIS，H-1B雇主数据中心，2009–2026年
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

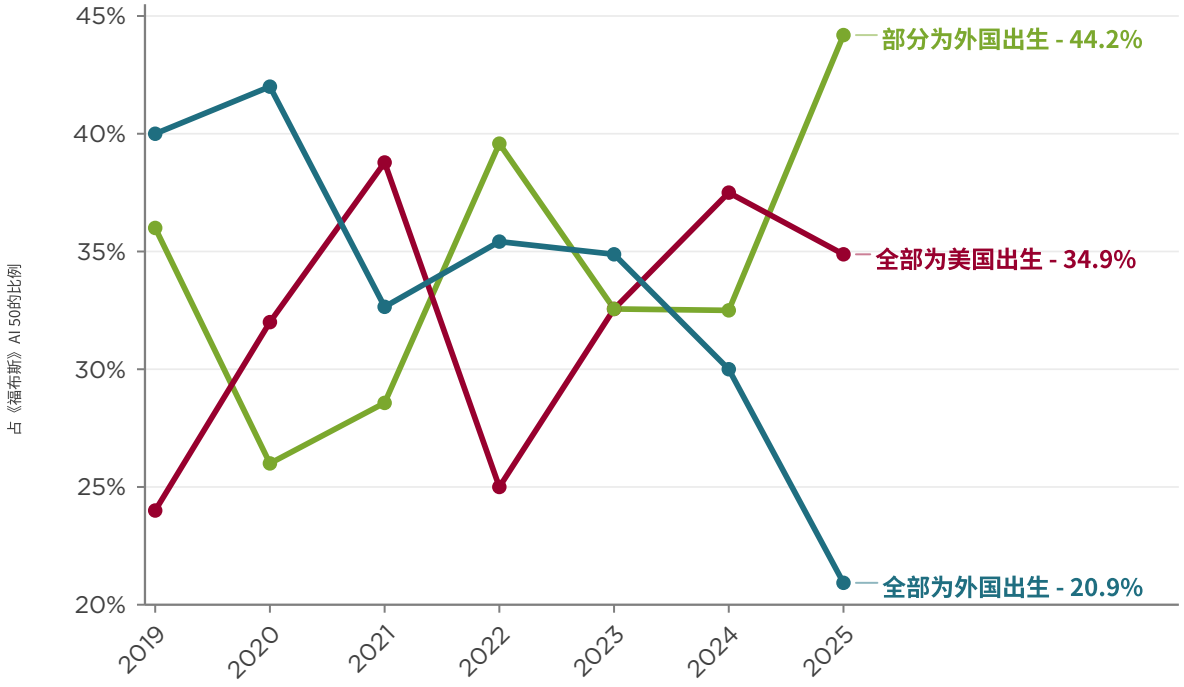
从雇员到创始人

国际人才不仅在美国人创办的公司中填补职位，还创建新的美国公司。

在《福布斯》AI 50——《福布斯》每年发布的美国最具潜力的私营人工智能公司榜单——中，2025年有65.1%的公司至少有一位移民创始人（见图3.07）。[k] 换言之，美国领先的人工智能初创企业中，近三分之二部分或全部由在其他国家出生的人创建。

这些创始人的来源地与入学数据一致（见图3.08）。印度遥遥领先，在此期间共有76位移民创始人来自印度，其次是以色列38位、中国36位，加拿大

图3.07 谁创立了美国领先的人工智能公司?



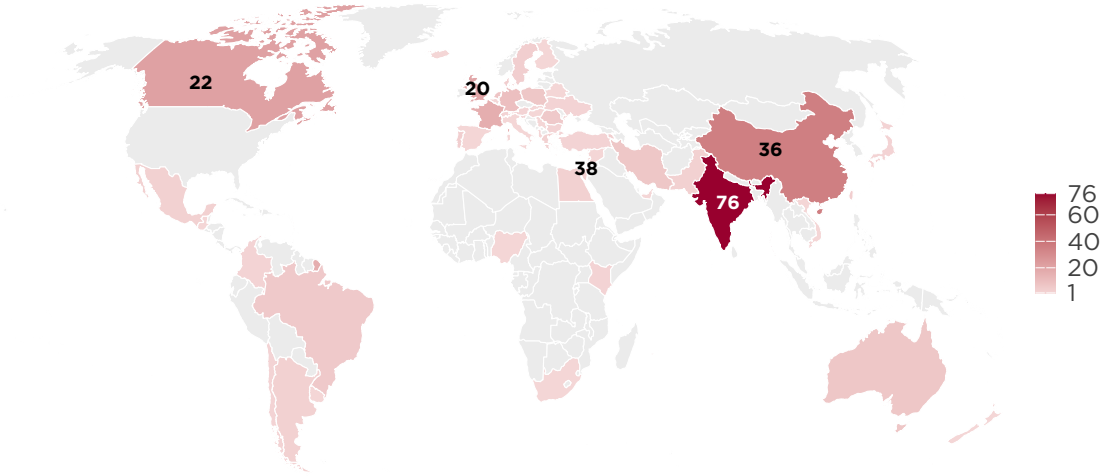
数据来源：《福布斯》AI 50，2019–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

k Before 2023, the Forbes AI 50 was limited to companies based in North America; beginning with the 2023 list, Forbes opened eligibility to privately held companies worldwide. See Kenrick Cai, "AI 50 2023 Methodology: Our New, Improved Process for Selecting Honorees," Forbes, April 11, 2023, https://www.forbes.com/sites/kenrickcai/2023/04/11/ai-50-2023-methodology-judges/. For consistency across years, the data in this report include only companies headquartered in the United States. In 2025, that was 43 of the 50 companies on the list.

22位。主导研究生入学和H-1B的两个国家，同样主导着创始人版图，而且顺序相同。始于一名就读计算机科学硕士项目的印度学生的这条管道，也造就了AI 50中的印度裔创始人。

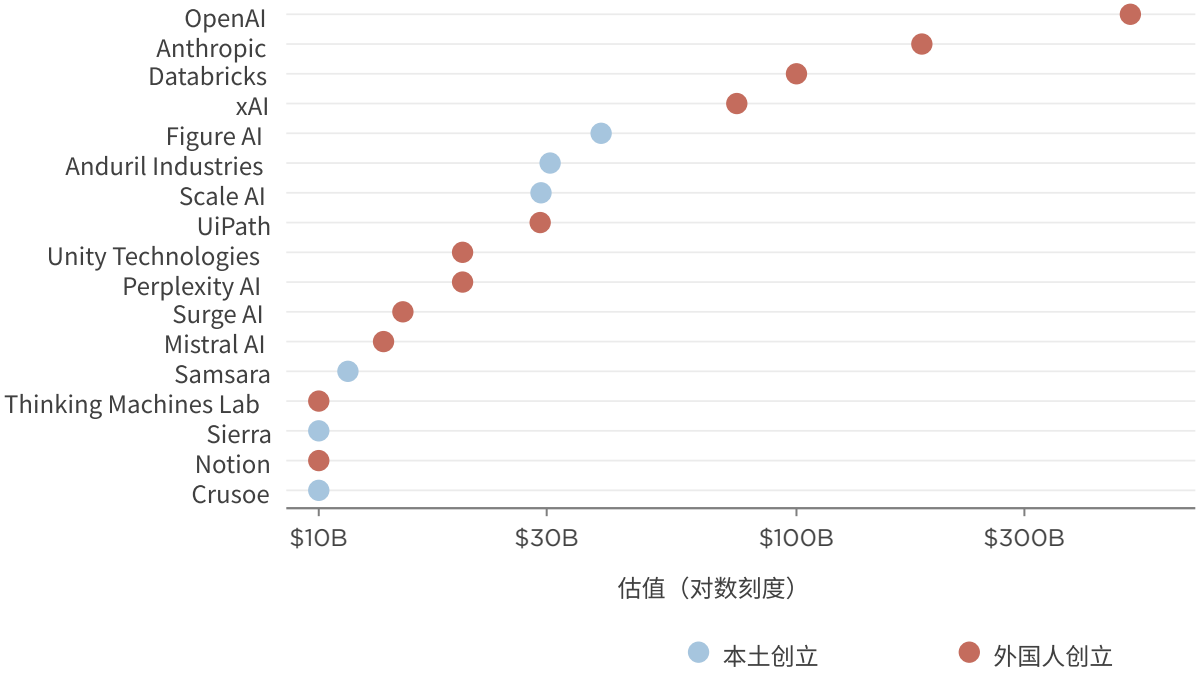
几乎每一家顶级人工智能公司的创始团队中都有移民。市值最高的四家公司——OpenAI、Anthropic、Databricks和xAI——都至少有一位移民创始人，而完全由美国本土出生者创立、排名最高的公司Figure AI位列第五（见图3.09）。[18]

图3.08 移民人工智能创始人来自哪里？



数据来源：《福布斯》AI 50，2019–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

图3.09 哪些领先的人工智能公司由移民创立？



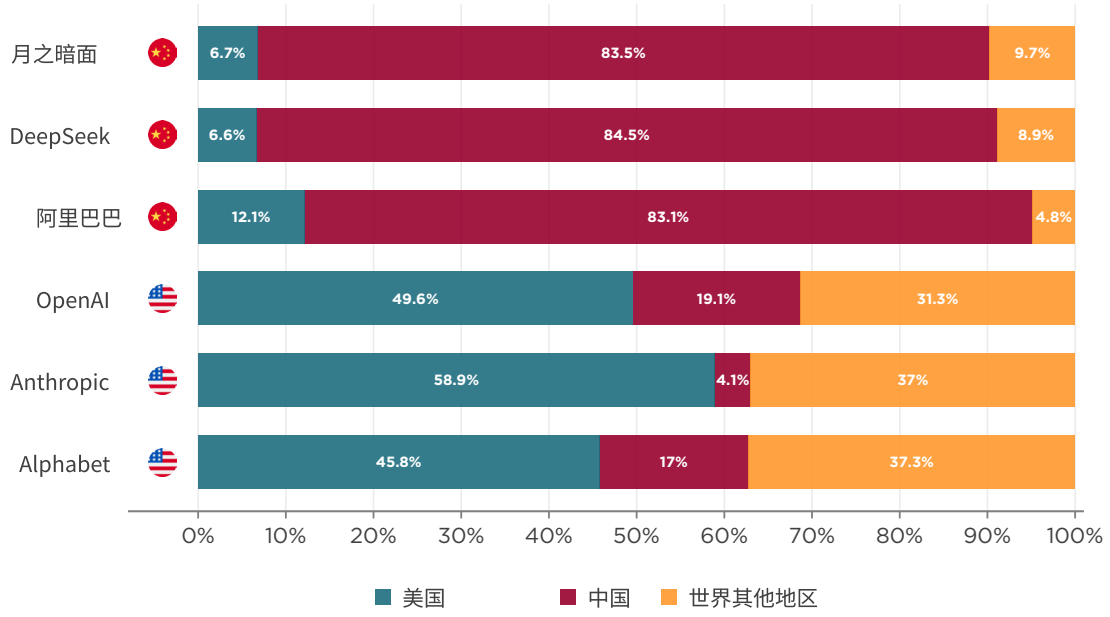
数据来源：《福布斯》AI 50，2019–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

专栏3.01——研究在哪里完成

贯穿美国人工智能劳动力的对外国人才的依赖，同样贯穿于其科研工作之中。比较美国和中国的前沿实验室，可以看到配置科研队伍的两种不同模式（见图3.10）。

19 l

图3.10 领先的人工智能公司雇用的是国内还是外国人工智能人才？



数据来源：OpenAlex（Priem、Piwowar和Orr）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

美国实验室从世界各地吸纳研究人员。在为Anthropic已发表研究做出贡献的人员中，58.9%位于美国，4.10%位于中国，37.0%位于其他地区。[20]OpenAI的贡献者中49.6%位于美国，19.1%位于中国，31.3%位于世界其他地区。谷歌的母公司Alphabet也有类似的分布。没有一家美国实验室从本国吸纳的研究人员达到60%。

中国实验室的运作方式则不同。DeepSeek有84.5%的研究贡献者来自中国国内，仅有15.5%来自世界其他地区，其中6.60%位于美国。[21]月之暗面和阿里巴巴几乎完全相同，位于中国的比例分别为83.5%和83.1%。美国实验室的人员来自世界各地；中国实验室的人员来自本土。

m

l 为一名研究人员确定单一国家并不简单。人们在一个地方接受培养，在另一个地方工作，可能同时在多个机构任职，并在职业生涯中在不同机构之间流动，因此国籍与所在地往往并不一致。此处使用的衡量标准是机构隶属关系：研究人员已发表成果中所列机构所在的国家。它反映的是一家公司的研究在何处实际开展，而不是其研究人员在何处出生或受教育——而这正是这项比较所关注的问题。

m 本分析扩展了我们于2025年4月发表的一项分析，当时我们考察了DeepSeek前五篇基础论文背后的223名研究人员。我们当时发现，其中一半以上从未在中国以外的机构任职，而在曾于美国接受培养的四分之一研究人员中，大多数已经回国。2026年6月的更新涵盖了DeepSeek全部七篇基础论文和356名研究人员，结果依然相同：DeepSeek是在一个绝大部分来自国内、且日益自给自足的人才基础上构建其前沿模型的。

国际人才驱动美国的三种方式

本章的数据描述了美国产业依赖外国人才的三种不同方式。它们各自位于经济中的不同位置，在压力下会以不同方式失灵；针对其中一种的政策，可能对另外两种毫无影响，也可能在无意中扰乱它们。

第一，国际人才驱动科研。临时签证持有者在工程、科学和健康领域以及联邦资助研究中心的博士后中占多数。

第二，国际人才为技术劳动力提供供给。临时签证持有者集中在最接近科研的职业中，尽管他们在任何领域都不占多数。外国出生的STEM毕业生也比美国出生的同侪更有可能最终从事STEM工作，而且学位越高，差距越大。这种依赖是数十年来研究生项目构成的结果，其消解速度不可能快于国内管道的替代速度。

第三，国际人才创建公司。移民创始人帮助创建了美国很大一部分领先的人工智能公司，包括本文考察的最高估值层级中的每一家公司。

这些贡献各不相同，但相互关联。美国大学培养国际学生，OPT和博士后职位把他们带入就业，企业和实验室则把他们的技能转化为研究成果和产品。结果不是单一的依赖点，而是多个依赖点协同运作，任何一个环节的失灵都会连锁传导到下一个环节。

这就是美国在国际教育上的投资回报。这一体系之所以行之有效，是因为美国的教育和美国的就业历来是同一台人才引擎的组成部分。

但这种联系既不是自动的，也不是永久的。OPT会到期，博士后任期会结束，临时工作人员如果要留下来，最终需要获得另一种合法身份。而旨在应对真实安全风险的政策，视其设计方式的不同，可能会以快于国内供给替代速度的速度，把管道所依赖的研究人员拒之门外。第六章将考察美国最终留住了多少自己培养的人才。在此之前，第四章和第五章将转向该体系的另一面：美国培养的国内人才，以及竞相吸引全球最优秀人才的科研机构。

第三章尾注

1 Data in Figure 3.01 are drawn from Institute of International Education, "International Students: Academic Level," data for 1948/49–2024/25. *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/academic-level/. Chart by authors.

2 Data in Figure 3.02 are drawn from National Center for Science and Engineering Statistics (NCSES), "Survey of Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering," data for 1994–2024 (National Science Foundation, 2024), https://ncses.nsf.gov/surveys/graduate-students-postdoctorates-s-e/2024. Chart by authors.

3 Data in Figure 3.03 are drawn from NCSES, "Survey of Postdocs at Federally Funded Research and Development Centers," data for 2012–2023 (National Science Foundation, 2023), https://ncses.nsf.gov/surveys/ffrdc-postdocs/2023.

4 Data in Tables 3.01 and 3.02 and in Figure 3.04 are drawn from NCSES, "National Survey of College Graduates Data Tables," (National Science Foundation, 2023), data tables compiled by the authors across all available survey years, https://ncses.nsf.gov/surveys/national-survey-college-graduates.

5 CHIPS and Science Act, Pub. L. No. 117-167, §§ 10631–10632, 136 Stat. 1366 (2022).

6 Michael Kratsios, *Science: A New Golden Age* (White House Office of Science and Technology Policy, 2026), 10, https://www.whitehouse.gov/science/.

7 Communist Party of China Central Organization Department, "Detailed Rules for the 'Thousand Talents Program' High-Level Foreign Expert Project," 2011, trans. Etcetera Language Group and Ben Murphy (Center for Security and Emerging Technology, 2020), https://cset.georgetown.edu/publication/detailed-rules-for-the-thousand-talents-program-high-level-foreign-expert-project/.

8 Immigration and Nationality Act, Pub. L. No. 82-414, 66 Stat. 163 (1952), https://www.congress.gov/bill/82nd-congress/house-bill/5678/text.

9 Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (November 29, 1990), https://www.justice.gov/sites/default/files/eoir/legacy/2009/03/04/IMMACT1990.pdf

10 Norman Matloff, "On the Need for Reform of the H-1B Non-Immigrant Work Visa in Computer-Related Occupations," *University of Michigan Journal of Law Reform* 36, no. 4 (2003): 2, https://heather.cs.ucdavis.edu/Mich.pdf.

11 Matloff, "Need for Reform of the H-1B Visa," 815; John Bound et al., "Understanding the Economic Impact of the H-1B Program on the US," NBER Working Paper 23153 (National Bureau of Economic Research, February 2017), 1–67, https://www.nber.org/papers/w23153.

12 US Citizenship and Immigration Services (USCIS), "H-1B Cap Season," accessed via https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-cap-season.

13 USCIS, *Characteristics of H-1B Specialty Occupation Workers: Fiscal Year 2024 Annual Report to Congress* (USCIS, 2024), https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/reports/ola_signed_h1b_characteristics_congressional_report_FY24.pdf.

14 Ashish Arora et al., "The Indian Software Services Industry," *Research Policy 30*, no. 8 (October 2001): 1267–87, https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00148-7.

15 Data in Figures 3.05 and 3.06 and in Table 3.03 are drawn from USCIS, H-1B Employer Data Hub, data for 2009–2025 (USCIS, 2026), data downloaded by the authors across all available fiscal years, https://www.uscis.gov/tools/reports-and-studies/h-1b-employer-data-hub.

16 The "Buy American, Hire American" executive order of April 2017 directed USCIS to scrutinize third-party placement arrangements, and the numbers show the effect was immediate. Exec. Order No. 13788, 3 C.F.R. 370 (2018), reprinted in 82 Fed. Reg. 18837 (April 21, 2017), https://www.federalregister.gov/documents/2017/04/21/2017-08311/buy-american-and-hire-american; US Citizenship and Immigration Services, "USCIS Strengthens Protections to Combat H-1B Abuses," news release, April 3, 2017, archived July 2024, https://www.uscis.gov/archive/uscis-strengthens-protections-to-combat-h-1b-abuses.

17 Data in Figures 3.07, 3.08, and 3.09 are drawn from "Forbes AI 50" lists, 2019–2025, compiled by the authors; individual lists by Jillian D'Onfro (2019), Alan Ohnsman (2020, 2021), Helen A. S. Popkin (2022), Konstantine Buhler (2023), Kenrick Cai (2024), and Rashi Shrivastava (2025), *Forbes*, https://www.forbes.com/lists/ai50/.

18 Authors' analysis of PitchBook data for companies named to the Forbes AI 50 list, 2019–2025.

19 Data in Figure 3.10 are drawn from Emerson Johnston and Amy Zegart, *Update: DeepSeek AI and the Great Talent Competition* (Technology Policy Accelerator, Hoover Institution and Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, June 2026), 20–26, https://doi.org/10.64576/0626; underlying affiliation data gathered by the authors via the OpenAlex API (Jason Priem, Heather Piwowar, and Richard Orr, OpenAlex [OurResearch, 2022–2025], https://openalex.org).

20 Authors' analysis of authors affiliated with each company using the OpenAlex API. For a fuller extension of this analysis, see Johnston and Zegart, *Update: DeepSeek AI and the Great Talent Competition*.

21 Johnston and Zegart, *Update: DeepSeek AI and the Great Talent Competition*.

第四章

本土人才管道

美国在何处流失STEM人才

第四章

本土人才管道

美国在何处流失STEM人才

图表

图4.01 – 美国的数学成绩如何随时间变化? 86

图4.02 – 美国的学业成绩与国际平均水平相比如何? 87

图4.03 – OECD国家的数学排名如何? 89

图4.04 – OECD国家的数学熟练度排名如何? 90

图4.05 – 学校投入越多，效果就越好吗? 91

图4.06 – 美国的教育支出有多么失衡? 92

图4.07 – 离开STEM的学生是离开了大学，还是只离开了STEM? 94

图4.08 – 哪些STEM领域能留住学生，哪些会流失学生? 96

图4.09 – 未完成学业者何时离开大学? 97

图4.10 – 各国有多少学生出国留学? 100

图4.11 – 哪些国家是学生净输入国，哪些是净输出国? 102

表格

表4.01 – STEM新生中有多大比例最终获得STEM学位? 93

表4.02 – 美国STEM新生更换专业的频率如何? 95

表4.03 – 美国人出国留学学习什么? 101

表4.04 – 美国人去哪里留学? 101

第四章

主要要点

1. **在每一项主要测评中，美国的数学表现都在下滑。**在NAEP、TIMSS和PISA中，分数在2010年代初达到峰值，此后回落至1990年代末的水平，而这一下滑早在疫情之前就已开始。下滑幅度在PISA中最为明显：2000年至2022年，美国15岁学生的数学考试成绩下降了28分，大约相当于一年的学习量。[a]

2. **美国15岁学生的数学成绩在发达国家中接近垫底。**美国的数学成绩目前位居全球第34位，处于OECD国家的后三分之一，只有7%的美国学生达到PISA的最高熟练水平。这种薄弱并不局限于表现欠佳的州：即使是美国表现最好的马萨诸塞州，虽高于OECD平均水平，但也远远落后于领先的东亚教育体系。

3. **支出并没有转化为更好的数学成绩。**自1970年以来，K–12阶段的实际生均支出大约增长了两倍，美国的支出也高于大多数OECD国家，但17岁学生的数学成绩基本持平。

4. **以STEM专业开始大学学习的学生中，只有约十分之四最终获得STEM学位。**大多数离开STEM的学生并没有离开大学，而是在其他领域毕业，因此主要损失的不是大学毕业生，而是技术类毕业生。

5. **国内管道恰恰在国际人才最重要的领域最为薄弱。**宽泛的科学类领域的本领域学位完成率从55.3%降至47.5%，而计算机领域的留存率则有所提高。这本来会令人宽慰，但计算机恰恰也是美国对国际人才依赖程度最高的研究生领域。国内的薄弱和对国际人才的依赖，正在人才体系的同一部分相互强化。

6. **美国的人才优势依赖于两股日益不稳定的人才来源。**国内管道始于薄弱的数学准备，并在大学阶段不断流失学生；而国际管道则提供了学士以上的大部分高级人才。

---

a The OECD uses 20 PISA score points as a rough benchmark for the average annual learning gain of fifteen-year-olds, meaning a 28-point decline is somewhat larger than one year's typical progress. The benchmark is a rough guide rather than a precise conversion, since the pace of learning varies across countries and over time. For more information, see OECD, *PISA 2022 Results (vol. I): The State of Learning and Equity in Education* (OECD Publishing, 2023), Box I.5.1, https://doi.org/10.1787/53f23881-en.

b 本报告中的PISA数据均取自2022年周期。2025年的结果于2026年9月8日发布，晚于本报告定稿时间，且对美国而言具有大得多的不确定性。美国样本在两个周期都未达到OECD的报告标准，但2022年的差距较小：替补后的学校参与率为63%，而2025年为54%，且OECD尚未公布量化的偏差范围。在2025年，OECD估计未参与情况可能使美国分数向任一方向偏移约16分，但无法确定方向，因此将美国列为有限报告，并指出超过40%的美国考生从未收到学生问卷。由于与美国进行比较的国家并不存在这种不确定性，基于2025年数据的排名和差距估计不如基于2022年数据的可靠。

第四章——数据一览：

指标	较早	最新	变化	
美国与世界其他地区的教育表现对比	**2000**	**2022**		
美国PISA数学排名	#19	**#34**	-15	▼
美国PISA数学分数	493	**465**	-28	▼
美国PISA科学排名	#14	**#16**	-2	▼
美国PISA科学分数	489[2006]	**499**	+10	▲
OECD平均PISA数学排名	#17	**#29**	-12	▼
OECD平均PISA数学分数	493	**472**	-21	▼
OECD平均PISA科学排名	#13	**#28**	-15	▼
OECD平均PISA科学分数	495[2006]	**485**	-10	▼
美国PISA数学分数与OECD平均的差距	+1	**-7**	-8	▼
美国PISA科学分数与OECD平均的差距	-6[2006]	**+14**	+20	▲
STEM坚持与完成	**2003年新生**	**2011年新生**		
留在本领域的计算机科学新生	49.3%	**66.7%**	+17.4 pp	▲
在STEM以外完成学业的计算机科学新生	42.4%	**27.9%**	-14.5 pp	▼
留在本领域的工程新生	62.5%	**66.5%**	+4.0 pp	▲
在STEM以外完成学业的工程新生	26.2%	**23.3%**	-2.9 pp	▼
留在本领域的科学与数学新生	55.3%	**47.5%**	-7.8 pp	▼
在STEM以外完成学业的科学与数学新生	42.3%	**48.3%**	+6.0 pp	▲
从未更换专业	62.3%	**41.8%**	-20.5 pp	▼
更换专业2次及以上	5.7%	**25.9%**	+20.2 pp	▲
第1年离开大学	3.8%	**3.1%**	-0.7 pp	▼
第6年离开大学	3%	**2%**	-1.0 pp	▼
美国学生出国留学	**2005**	**2024**		
出国留学的美国学生	7.7%	**6.1%**	-1.6 pp	▼
美国学生的留学目的地				
欧洲	60.3%	**64.1%**	+3.8 pp	▲
拉丁美洲和加勒比	14.4%	**10.6%**	-3.8 pp	▼
亚洲	8%	**10.2%**	+2.2 pp	▲
大洋洲	6.7%	**3.3%**	-3.4 pp	▼
撒哈拉以南非洲	3.5%	**3%**	-0.5 pp	▼
中东和北非	1%	**1.6%**	+0.6 pp	▲
美国学生在海外学习什么				
STEM	16.3%	**27.2%**	+10.9 pp	▲
社会科学 †	22.6%	**17.8%**	-4.8 pp	▼
人文学科 †	13.3%	**3%**	-10.3 pp	▼
商业与管理	17.5%	**21.7%**	+4.2 pp	▲

† 《门户开放》于2014年修订了学科分类，因此该年前后的数值不能严格比较。
注：历史比较采用各小标题所示的起止年份；PISA = 国际学生评估项目；ROW = 世界其他地区。
来源：根据本报告图表推导：图4.02、4.07–4.09，表4.01–4.04。

1983年，一个联邦委员会发表了一份关于美国学校教育状况的报告，并借用国家安全领域的词汇为其命名：*《国家处于危险之中》*。其中最著名的一句话把这一类比说得十分明白：委员会写道，如果是一个敌对的外国强加给美国这样的教育表现，美国人很可能会将其视为战争行为。[1]

委员会是在担心日本超越美国工业的背景下发出这一警告的，但其逻辑可以追溯到1950年代末的“斯普特尼克恐慌”——正是那次恐慌催生了第一章所述的《国防教育法》和博士项目的扩张。扩大博士体系的同一部1958年法律，也首次将联邦资金投入中小学的数学和科学教育，其理论依据是：国家的技术实力始于十年级的课堂。[2]

在*《国家处于危险之中》*发表四十年后，美国的数学表现依然薄弱。美国15岁学生如今在OECD国家中排在后三分之一，尽管多年来美国的生均支出几乎超过所有同类国家。警报早已有之，新的是我们如今能够沿着整个人才管道追踪这种表现上的薄弱——从学生在学校学习的数学，到他们最终完成（或未能完成）的STEM专业和职业。

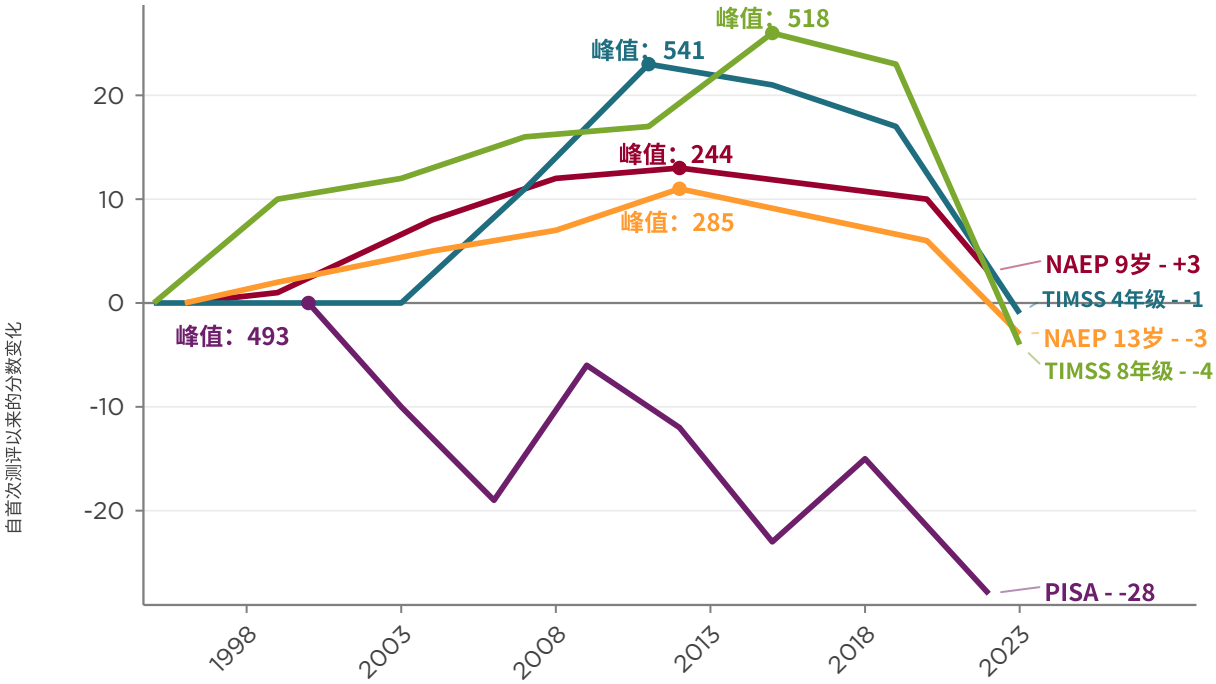
前三章追踪国际人才进入美国的课堂、实验室和企业，也揭示了第二个问题：与外国出生的同侪相比，国内STEM毕业生从事STEM职业的可能性更低。本章沿着国内管道向回追溯，探究损失从哪里开始。本章追踪美国学生——美国本土培养的“简们”——从中学阶段的数学准备到大学完成STEM学业的过程，然后将这股国内人才流与美国从海外吸引来的、不断增长的学生流并列比较。

与自身的过去相比在下滑

一个国家的人才基础既可以与自身的历史相比，也可以与其他国家相比。数据清楚地表明，在这两个方面，美国K–12阶段的表现都令人担忧。

在三项主要测评中，美国的数学分数在稳步攀升并于2010年代初达到峰值之后，已经回落到1990年代末的基准水平，在某些方面甚至低于这一水平（见图4.01）。[3]美国国家教育进展评估（NAEP）——最接近全国成绩单的测评，自1969年以来一直对美国学生进行测试。其长期趋势系列（为便于比较，图4.01以1996年为基准）显示，9岁和13岁学生的数学成绩在2000年代末之前温和上升，2012年后又回落到基准水平。[4]对四年级和八年级学生进行测试的“国际数学与科学趋势研究”（TIMSS，图4.01以1995年为基准）也呈现出同样的弧线。

图4.01 美国的数学成绩如何随时间变化？



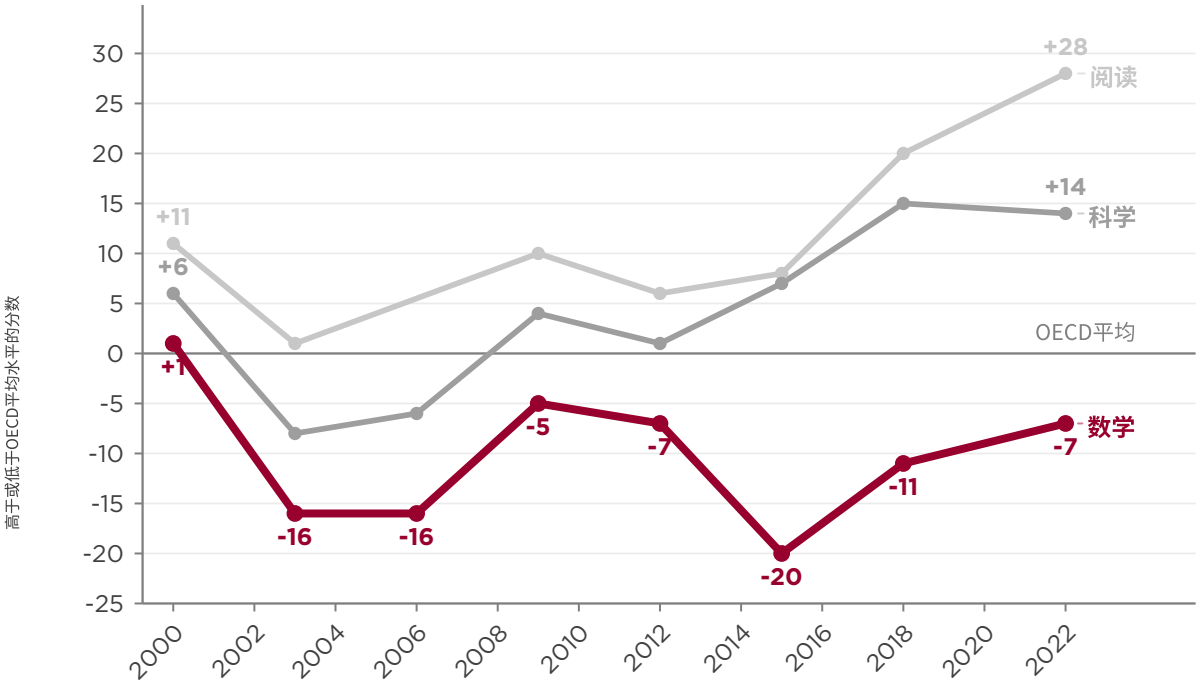
数据来源：OECD PISA、NAEP长期趋势评估和IEA TIMSS，1995–2023年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

美国平均数学成绩下滑最明显的是国际学生评估项目（PISA）的测量结果，OECD于2000年首次实施这项测评。以这一基线衡量，美国的平均分下降了28分。

PISA的独特之处在于它所衡量的内容及其国际规模。与基于课程的NAEP和TIMSS考试不同，PISA测试的是15岁学生能否将数学应用于陌生的问题。因此，它所捕捉的是一种传统课程考试可能无法反映的数学推理能力。PISA在不同国家和年份之间采用统一的计分标准，使各国既能衡量自身表现随时间的变化，也能进行国家间的比较。[5]

按照这一国际标准，美国的数学成绩已经下滑了二十年。2000年，美国15岁学生的得分基本处于OECD平均水平，2003年降至平均水平以下，此后每个周期都低于平均水平，2022年比平均水平低7分（见图4.02）。[6]科学则走了一条不同的路径：美国学生在2000年的得分高于平均水平，在2003年和2006年——正是数学下滑最严重的年份——降至平均水平以下，随后从2009年起有所恢复。阅读成绩的轨迹与科学类似。

图4.02 美国的学业成绩与国际平均水平相比如何?



数据来源：OECD，PISA 2022结果。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

c 由于OECD成员国涵盖了与美国争夺科学和技术人才的大多数国家，PISA可以直接将美国学生与这一比较群体进行衡量。

数学成绩始终未能完全恢复、而其他科目却恢复了，这一事实引人注目。这个国家自斯普特尼克以来花了七十年时间试图改进数学教学——从1960年代的“新数学”，到随后的“回归基础”反弹，再到1990年代围绕应当讲授概念还是步骤的“数学战争”——它并非全面薄弱。[7]它唯独在作为所有技术领域最重要基础的这一门学科上表现薄弱，而且尽管进行了多次改革，仍未见改善。[8]

美国的联邦制结构导致各州的教育成果存在差异，但即使是全国数学表现最好的州，在国际上也缺乏竞争力。二十多年来，马萨诸塞州的NAEP数学成绩一直位居各州之首，2024年再次排名第一。它是在2015年PISA测评中单独抽样的三个美国司法管辖区之一，但尽管它在其他考试中领先于所有其他州，其数学平均分也只有500分——高于OECD平均的490分和美国全国平均的470分，但远远落后于领先的东亚教育体系，新加坡的得分达到564分。

另外两个单独抽样的美国司法管辖区——北卡罗来纳州（471分）和波多黎各（378分）——分别处于全国平均水平和参与体系的末尾附近。[9]州平均分无法告诉我们特定学区或学校是否能与世界最好的学校相媲美，但它们可以表明，而且确实表明，即使是美国最强的州，在全球范围内也算不上顶尖。

……即使是美国最强的州，在全球范围内也算不上顶尖。

时间线排除了任何简单的解释。由于国内的下滑在2020年之前就已在NAEP和PISA中显现，疫情只是加速了一个早已开始的下滑。分数为何在那个时间点开始转向，原因尚不清楚。研究人员提出的解释包括：《不让一个孩子掉队法》之后以考试为基础的问责制的撤销、2008年经济衰退后的经费削减、智能手机进入青少年手中，以及参加考试人群的变化。[10]这些论点都无法单独解释这一下滑，其相对影响也不得而知。没有争议的是时间线本身。

无论是什么在拉低美国的数学成绩，这种力量在今天的大一新生上初中之前就已开始发挥作用——而这正是简的故事真正开始的地方，比她参加分级考试早了好几年。一个在应用数学上得分低于OECD平均水平的15岁学生，三年后就会成为一名参加分级考试、最终被分进算术补习班的大一新生。不过，如果世界其他地方也在同步下滑，那么与自身过去相比的下滑就没那么要紧了。但事实并非如此。

落后于同类国家

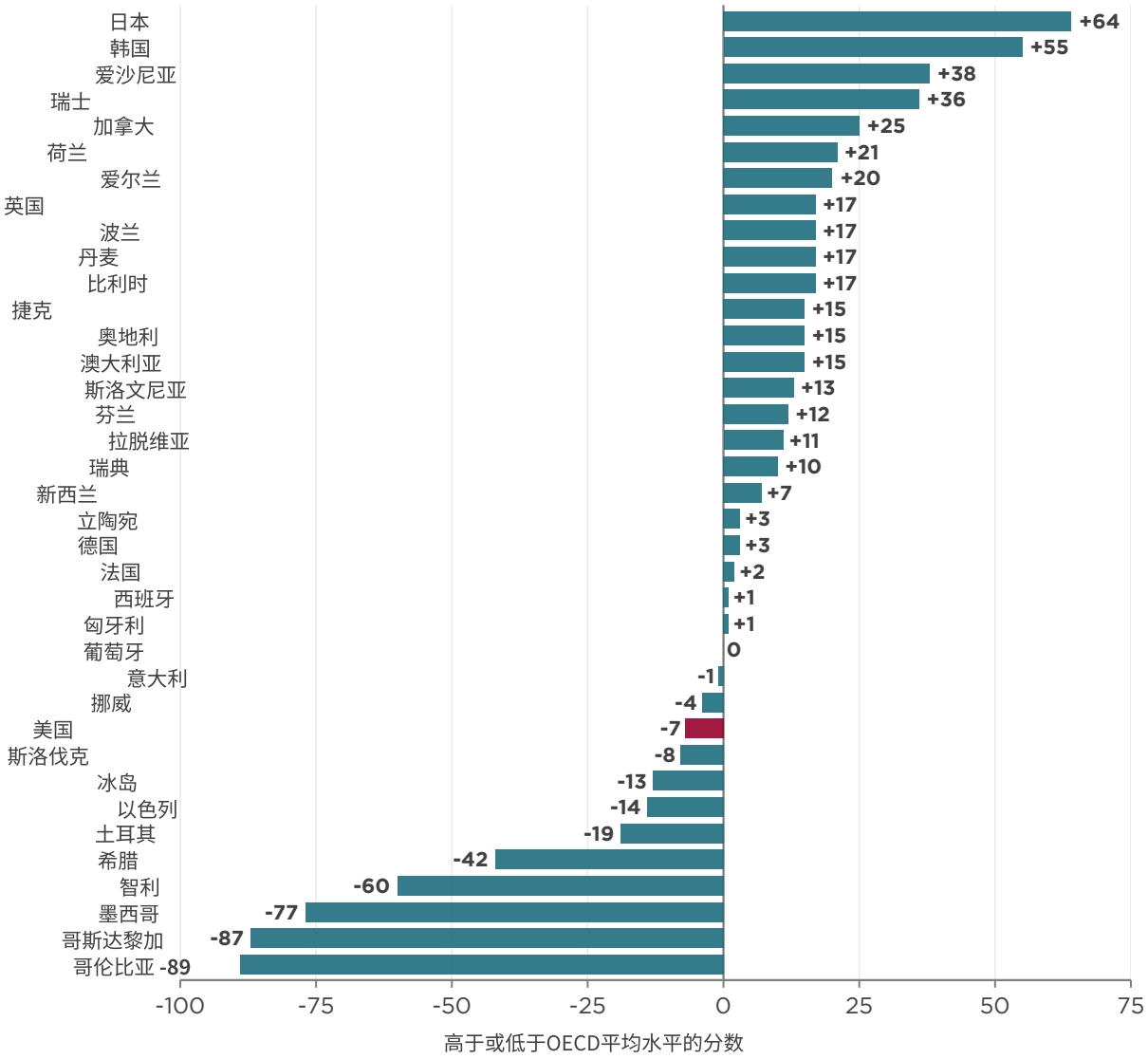
在二十世纪的大部分时间里，美国凭借“率先”领跑世界教育——率先几乎普及高中教育，又率先大规模提供高等教育。[11]这一领先优势推动了美国的经济增长和技术领先地位。[12]随着世界其他国家迎头赶上，问题从一个国家让多少学生留在学校，转向了学生在学校里学到了多少。

d On the pre-pandemic decline and the absence of an established cause, see Jim Wyckoff, “Puzzling Over Declining Academic Achievement,” EdWorkingPaper No. 25-1197 (Annenberg Institute, Brown University, 2025), https://edworkingpapers.com/policy-practice-series/ai25-1197; and Eric A. Hanushek, “Putting Pandemic Learning Loss in Perspective,” Education Next 26, no. 2 (2026), https://www.educationnext.org/putting-pandemic-learning-loss-in-perspective-achievement-declines-21st-century-america-naep/.

与参加2022年考试的所有国家相比，美国的数学成绩排名全球第34位，不仅落后于在三个科目排名中均居首位的东亚教育体系，还落后于斯洛文尼亚、波兰和越南等国家。如果将比较范围限定在OECD的富裕民主国家，情况就更糟了：美国15岁学生处于后三分之一，低于西欧大部分国家，远低于加拿大、日本和韩国（见图4.03）。

美国学生在阅读和科学方面的表现相对较好。但即使在这两项上，美国也分别只排在第九位和第十六位。

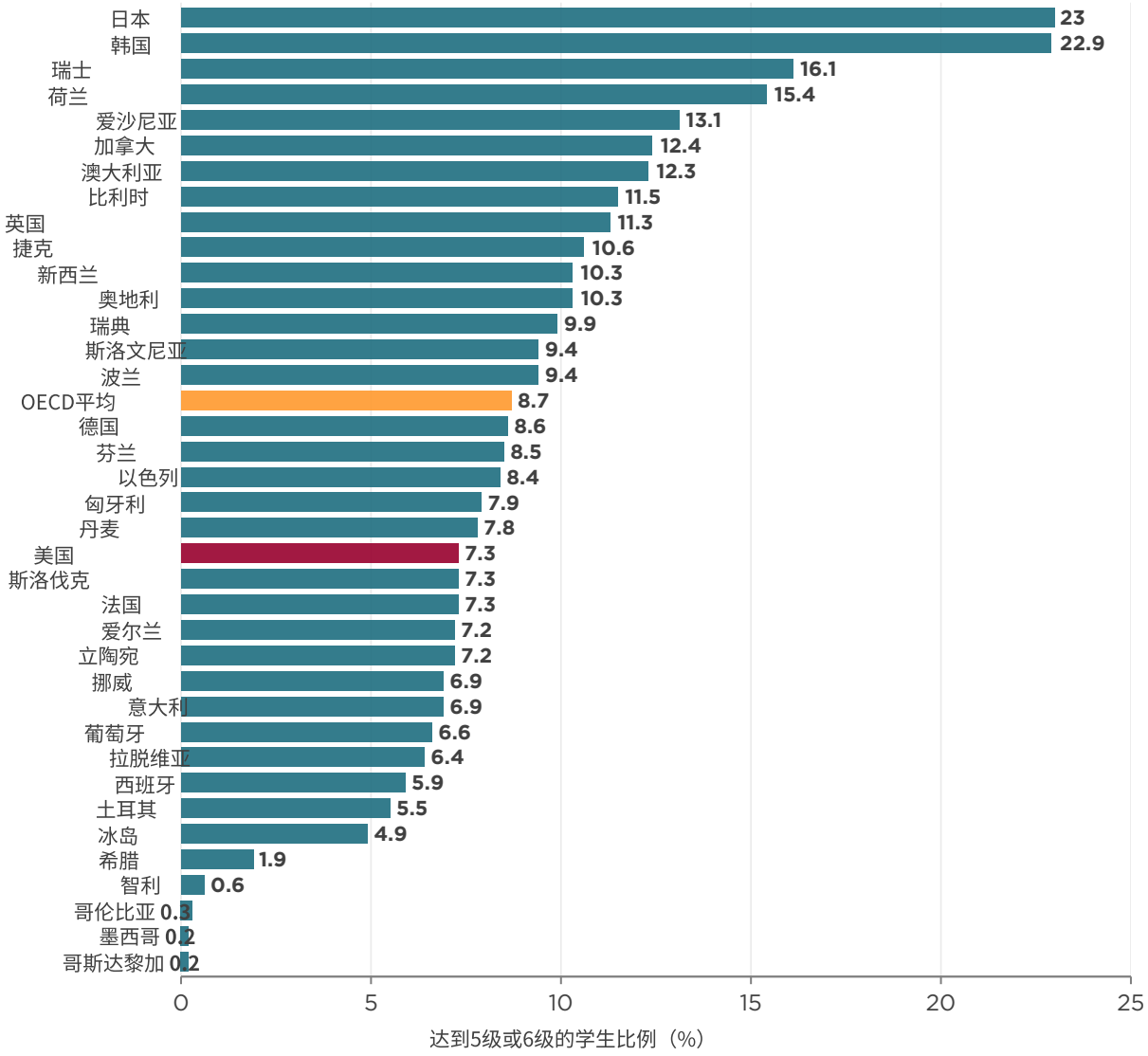
图4.03 OECD国家的数学排名如何?



数据来源：OECD，PISA 2022结果。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

全国平均分掩盖了在人才竞争中可能最重要的那部分分布：顶端。实验室和高级技术项目不成比例地从一个国家最优秀的学生而非中等学生中选拔人才。然而，2022年只有7.3%的美国15岁学生达到PISA数学熟练度的两个最高等级，而OECD整体为8.7%，加拿大为12.4%，日本为23%（见图4.04）。换言之，韩国和日本培养数学尖子生的比例是美国的三倍多。在另一端，超过三分之一的美国学生未能达到数学熟练度的基准水平。这种分布顶端稀薄、底部沉重——对于一个希望为技术前沿配备人才的国家来说，这是错误的形态。

图4.04 OECD国家的数学熟练度排名如何?



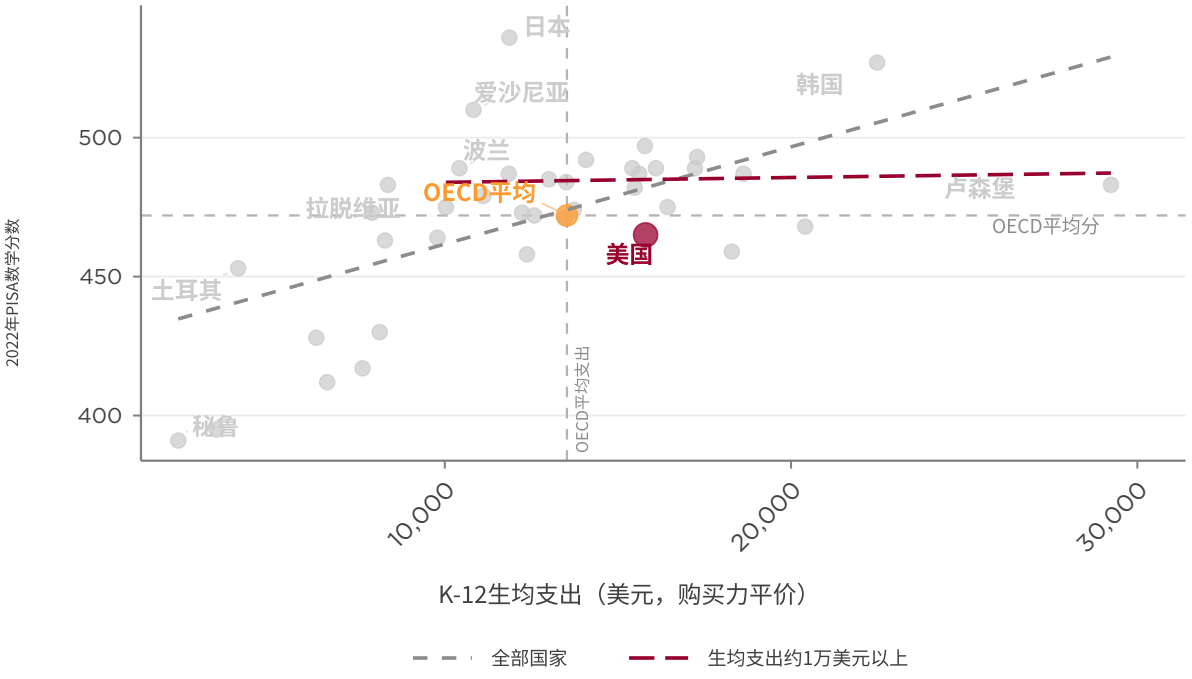
数据来源：OECD，PISA 2022结果。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

投入没有换来成果

几十年来，教育支出与教育成就之间的关系一直受到研究和争论。1966年，社会学家詹姆斯·科尔曼及其同事发表了《教育机会均等》——这是有史以来规模最大的一项受委托的美国学校研究，他们原本期望记录学校资源在多大程度上决定了学生的学业成果。[13]报告却发现，与家庭背景相比，可衡量的资源对成绩差异的解释力要小得多——这一结论在六十年里不断被修正和争论，但其核心从未被推翻。政策辩论仍在继续。但数据显示，经通胀调整后，美国K–12学校的实际生均支出在1970年至今大约增长了两倍，而17岁学生的全国长期趋势成绩却保持持平。[14]无论新增的支出换来了什么，它都没有换来中学毕业时更高的学业成就。

国际数据也显示出类似的结果。在拥有可比支出数据和PISA数据的OECD成员国及候选加入国中，生均支出起初与数学成绩高度相关，但一旦一个国家的生均支出超过约10,000美元的门槛，这种关系就趋于平缓。超过这一水平后，更高的支出与分数之间没有统计上显著的关系（见图4.05）。[15 e]

图4.05 学校投入越多，效果就越好吗？



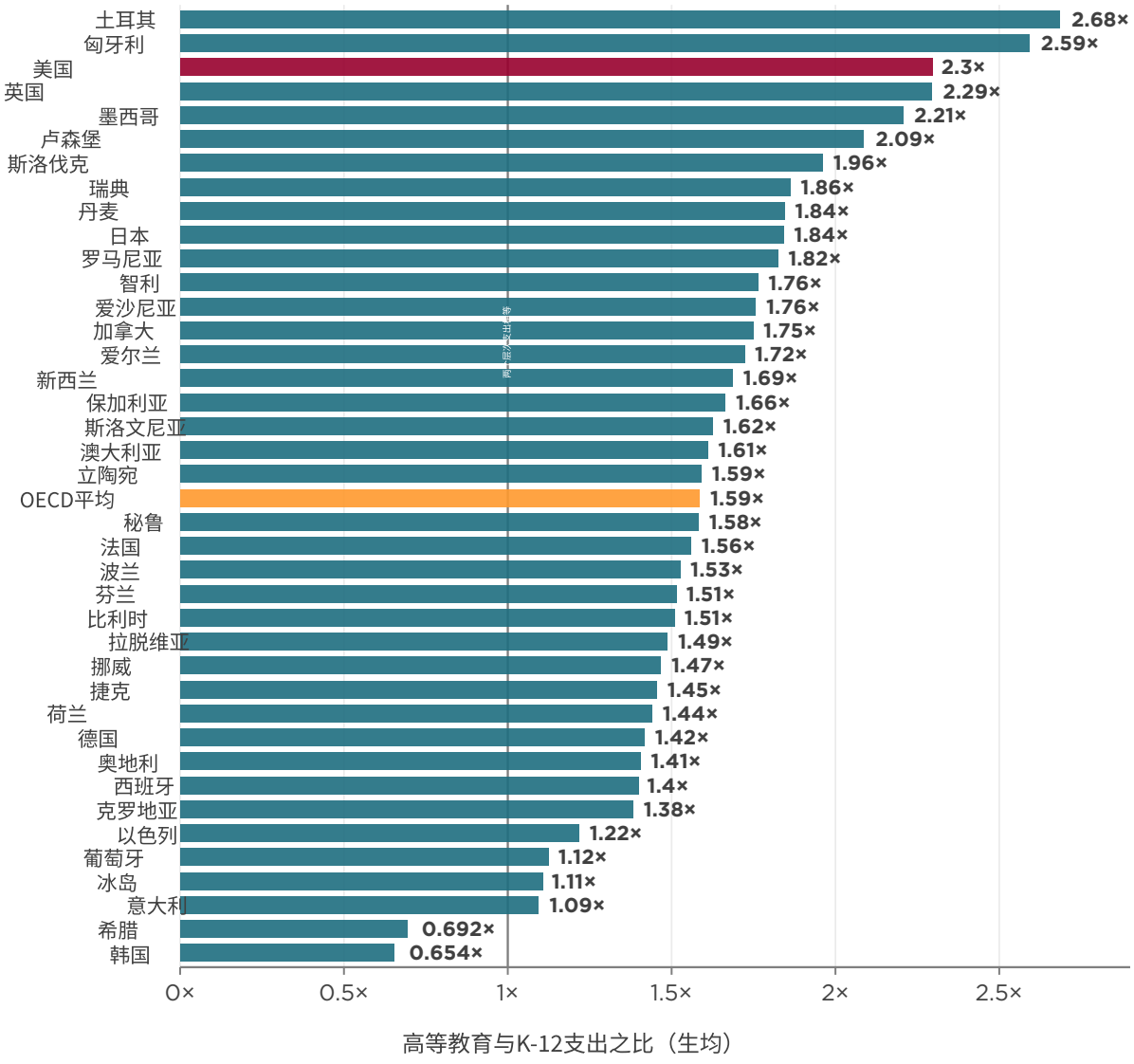
数据来源：OECD，《教育概览2025》；PISA 2022数据库；作者分析。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

e 图4.05反映了作者对38个拥有可比数据国家的分析：以2022年PISA数学分数对每年K–12生均支出（经购买力平价调整）进行回归。样本涵盖两组数据均可获得的OECD成员国和候选加入国；保加利亚、克罗地亚、秘鲁和罗马尼亚为候选国而非成员国。图中作为参照的OECD平均值为成员国平均值。在全样本中，生均支出每增加1,000美元，PISA分数约提高3.5分（$p < 0.001$），支出约可解释国家间平均分差异的37%（$R^2 = 0.37$）。这种关系仅在生均约10,000美元的门槛以下成立。在支出高于该水平的28个国家（包括美国）中，这种关联消失了：每增加1,000美元仅对应0.2分的提高，在统计上与零没有区别（$p = 0.84$，$R^2 < 0.01$）。排除支出最高和杠杆效应最大的国家后，门槛以上的结果依然稳健；去掉美国、卢森堡或韩国后，斜率在每种情况下都接近于零且不显著。这一模式与OECD自身的研究结果一致：6至15岁期间的累计支出只有在每名学生约75,000美元以下时才能预测成绩，超过这一水平后，追加投资与成绩的关系要弱得多。支出数据来自OECD，OECD Data Explorer自定义表格（作者提取）；分数来自OECD，PISA 2022数据库。

美国是最明显的例子。它的K–12生均支出高于绝大多数OECD国家——远高于平均水平，也高于日本、爱沙尼亚和波兰等得分更高的体系——但数学分数仍低于OECD平均水平。在图中，美国位于远右侧且低于中间位置：高支出，成绩平平。

钱花在哪里，与花了多少一样能说明问题。美国的支出不成比例地集中在教育金字塔的顶端而非底层，高等教育的生均支出约为中小学教育的2.3倍。在OECD国家中，美国仅次于土耳其和匈牙利；典型的OECD国家在高等教育（即大学教育）上的生均支出约为中小学的1.59倍（见图4.06）。

图4.06 美国的教育支出有多么失衡?



数据来源：OECD，《教育概览2025》。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这种支出模式在很大程度上是结构性的。自美国建国以来，宪法就将教育权力保留给各州，各州又将大部分运营权（以及通过房产税筹集收入的权力）下放给地方学区。联邦政府从未像在州际贸易或国防领域那样，被授权资助或管理学校。因此，美国治理中的一贯假设是：K–12教育是州和地方的责任，联邦介入是需要特别理由的例外。

高等教育的发展则没有受到这样的约束。二战后，当联邦政府认定国家的技术实力是一项国家资产时，它可以把资金直接投入研究型大学——而它也确实这样做了。

联邦资金在学校预算中所占比例仍然很小——约占全国K–12收入的十分之一。这些资金集中在有针对性的项目上，如面向低收入学区的“第一章”项目、特殊教育和儿童营养。其余部分由州和地方承担。[16f]

STEM在哪里流失学生

在进入美国大学时打算主修STEM领域的学生中，只有约十分之四最终获得STEM学位，而且这一数字多年来几乎没有变化：2003年入学的群体为41.1%，2011年入学的群体为41.9%（见表4.01）。[17]换言之，在近十年间——

在此期间STEM入学人数增长、联邦科学经费增加、公共政策辩论也认识到技术教育的重要性——新生转化为STEM毕业生的比例却纹丝不动。无论是什么在筛掉学生，它多年来一直以相同的比率运作，没有因经费或入学人数的增长而改变。

表4.01 STEM新生中有多大比例最终获得STEM学位？

	占STEM新生的比例[1]		
	2003/04	2011/12	变化
获得STEM领域学士学位	41.1%	41.9%	**+0.8 pp**
获得非STEM领域学士学位	23.3%	25.8%	**+2.5 pp**
仍在读	12.3%	11.2%	**–1.1 pp**
未获学位离校	20.3%	16.9%	**–3.4 pp**
获得副学士及以下学历	3%	4.1%	**+1.1 pp**

[1]数值为各届STEM新生中出现每种结果的比例；每个年份列合计为100%。各结果相互排斥，反映的是在六年跟踪期结束时在任何院校（包括转学后）获得的最高学历。“副学士及以下学历”指在未获得学士学位的情况下获得的任何领域的副学士学位或本科证书；“仍在读”和“未获学位离校”按跟踪时的在读状态划分其余学生。“变化”为2003/04届至2011/12届的百分点变化。

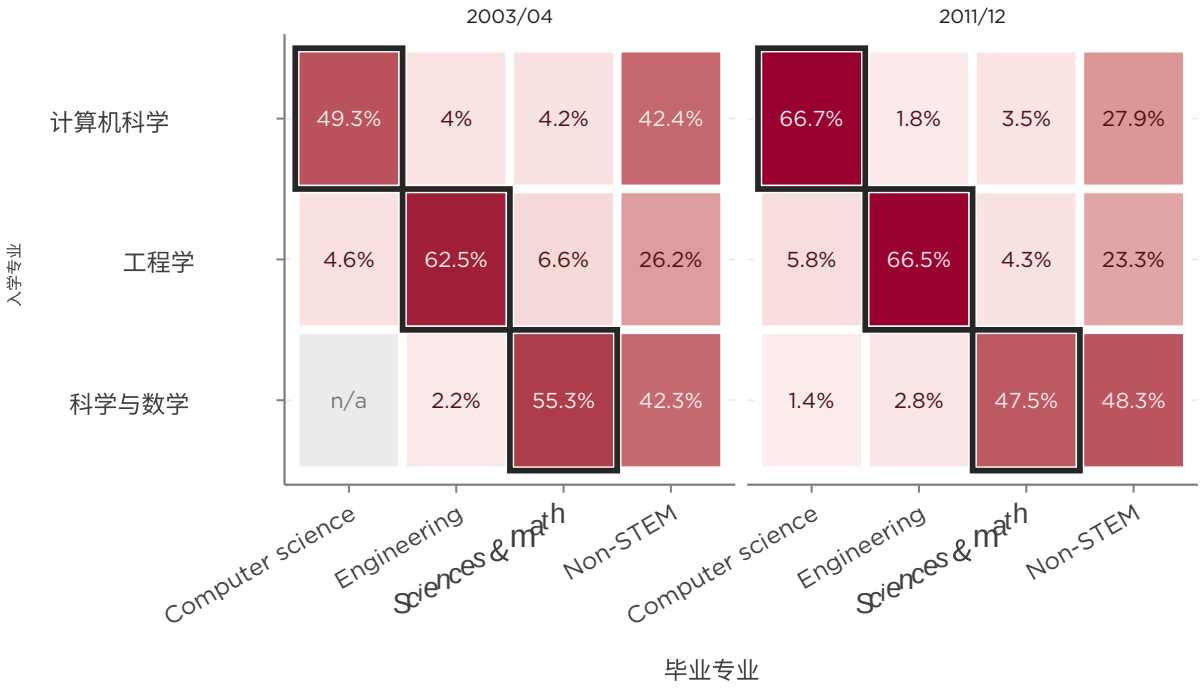
数据来源：NCES，BPS:04/09和BPS:12/17（PowerStats）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

f Title I of the Elementary and Secondary Education Act of 1965 directs supplemental funds to school districts serving high concentrations of low-income students and the Individuals with Disabilities Education Act underwrites the added cost of educating students with disabilities. Neither is a general appropriation for strengthening instruction in mathematics or science. Federal sources supplied roughly 11 percent of the $954 billion in total public elementary and secondary school revenues in school year 2020–21, against 46 percent from states and 44 percent from local governments; the federal share rose temporarily above that level with pandemic relief. For more information, see National Center for Education Statistics, “Public School Revenue Sources,” *Condition of Education* (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2024), drawing on the Common Core of Data, National Public Education Financial Survey, data for 2010–11 through 2020–21, (US Department of Education, Institute of Education Sciences), https://nces.ed.gov/programs/coe/pdf/2024/cma_508c.pdf.

更能说明问题的发现是其余十分之六的学生——即那些没有完成STEM学位的学生——的去向。大多数人并没有离开大学。在2011届中，16.9%的学生未获学位就离开了，而约四分之一获得了非STEM领域的学士学位。因此，主要损失并不是流失出高等教育，而是流失出技术人才管道。

追踪学生从入学专业到毕业专业的去向，可以看出损失落在何处（见图4.07）。在两届学生中，离开入学专业的学生几乎没有人转入另一个STEM领域。跨STEM领域的比例从未超过7%，大多低于5%。一名未能在最初的STEM领域完成学业的学生，几乎总是在STEM以外的领域完成学业。

图4.07 离开STEM的学生是离开了大学，还是只离开了STEM?



数据来源：NCES，BPS:04/09和BPS:12/17（PowerStats）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

那些确实留在STEM的学生，无论属于哪个子领域，在STEM内部也越来越不稳定，在宽泛的STEM类别内更换专业的比率不断上升。在2003–04年，62.3%的STEM新生从未更换过专业；到2011–12年，从未换专业的STEM学生降至41.8%。另一方面，两次或两次以上更换方向的STEM学生比例增长了三倍，从5.7%增至25.9%（见表4.02）。只换过一次专业的比例几乎没有变化。如今，在立志学习STEM的学生中，有四分之一在完成学业前至少更换两次预期领域——这种频繁变动在持平的完成率中看不出来，却在学分损失、学期延长和学习动力方面代价高昂。换言之，转化率保持稳定，但其基础却变得明显更加动荡。

表4.02 美国STEM新生更换专业的频率如何？

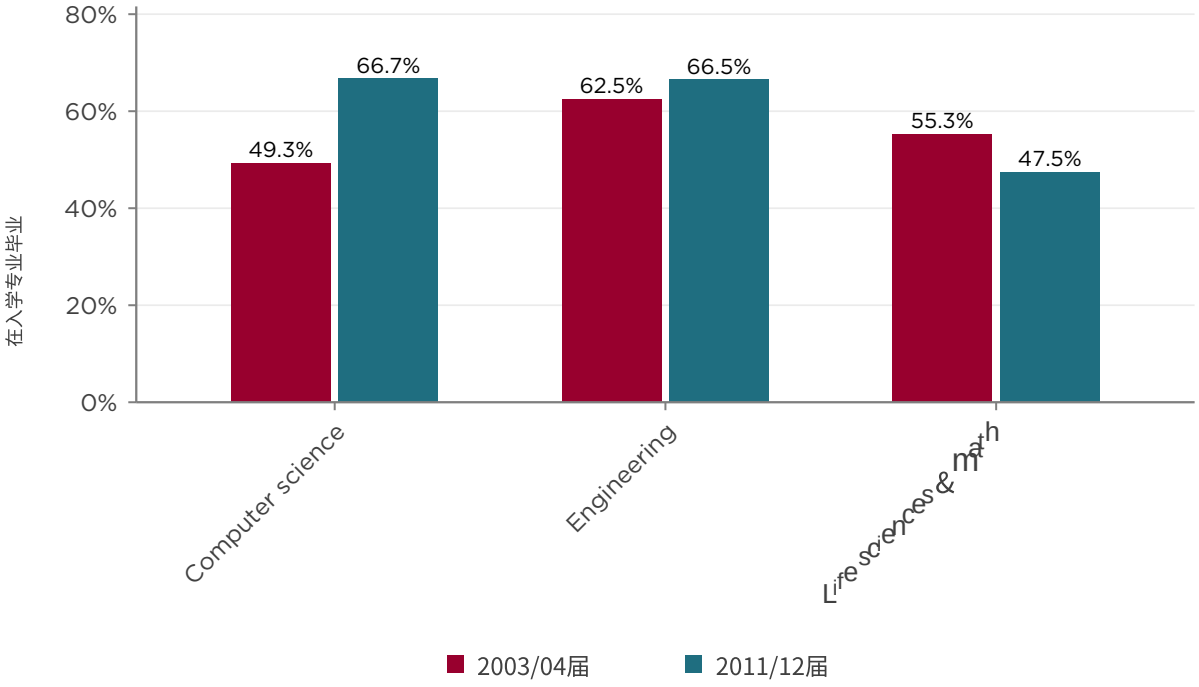
	占STEM新生的比例[1]		
	2003/04	2011/12	变化
从未更换	62.3%	41.8%	**−20.5 pp**
更换一次	32.1%	32.2%	**+0.1 pp**
更换2次及以上	5.7%	25.9%	**+20.2 pp**

[1] 按更换专业次数划分的STEM新生比例。“变化”为2004/2009届至2011/2012届的百分点变化。

数据来源：NCES，BPS:04/09和BPS:12/17（PowerStats）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

从各届情况来看，本领域内的留存率确实有所提高。在较晚的一届中，进入计算机与信息科学的学生有三分之二在本领域毕业，高于此前的约一半。工程领域同样稳定在65%左右。但宽泛的科学类领域——生物学、物理科学、数学和农学合并统计——走向了相反方向：其本领域完成率从55.3%降至47.5%（见图4.08）。到2011年，一名宽泛科学类新生在非STEM领域毕业的可能性已高于在其起始领域毕业的可能性。

图4.08 哪些STEM领域能留住学生，哪些会流失学生？



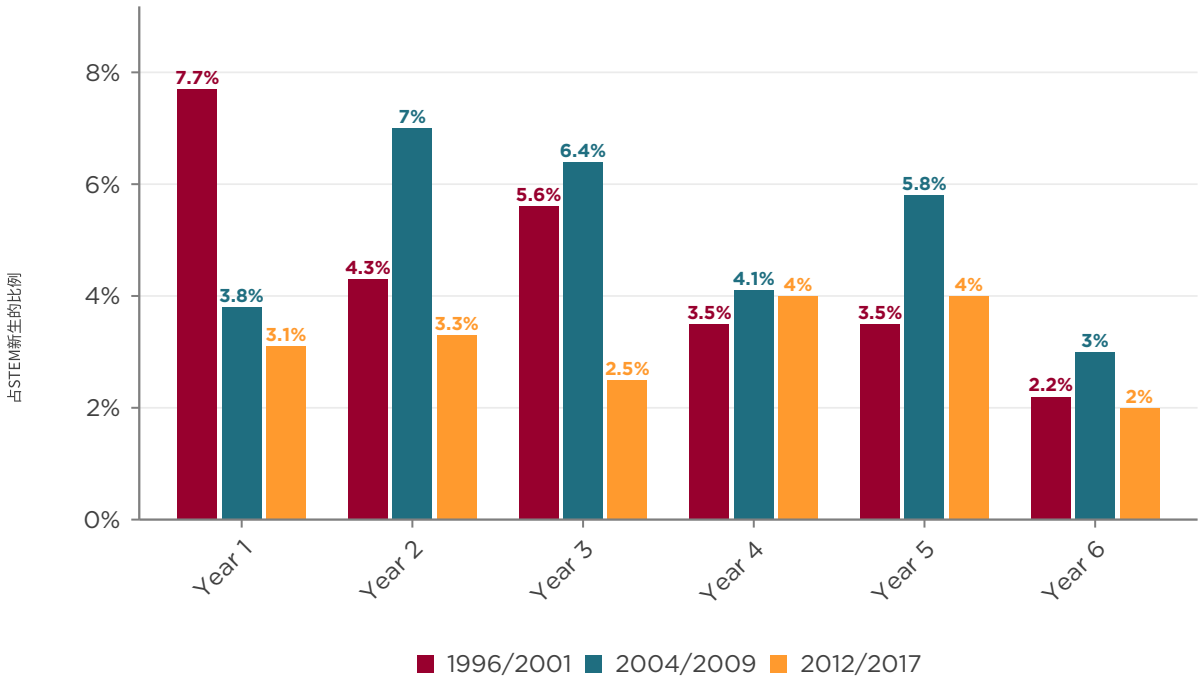
数据来源：NCES，BPS:04/09和BPS:12/17（PowerStats）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

g 将生物学、物理科学、数学和农学归入单一的“宽泛科学”类别，遵循的是源数据中的学科分类，而非作者的选择。

接下来是STEM学生在获得任何学位之前就离开大学的问题。我们的分析发现，与过去相比，如今STEM学生离开大学的时间在大学生涯中更晚（见图4.09）。在最早的一届中，离校人数在第一年达到明显峰值，此后逐渐减少。在最近的一届中，离校人数总体较低且推迟，第四年和第五年离开的学生与前两年一样多。学生越来越不会马上离开。他们坚持、转专业、再坚持，而最终离开的人是在投入了数年之后才离开的。

学生越来越不会马上离开。他们坚持、转专业、再坚持，而最终离开的人是在投入了数年之后才离开的。

图4.09 未完成学业者何时离开大学?



数据来源：NCES，BPS:96/01、BPS:04/09和BPS:12/17（PowerStats）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

总之，美国正在积累大量“接近完成者”——这些人修读了两三年大学水平的微积分、化学和编程课程，却始终没有跨过学位的终点线。有些人没有获得任何学位就离开了，另一些人在其他领域完成了学士学位。两者都是国家培养了一部分、却没有留在技术劳动力队伍中的人才，而且两者日后都可以挽回——前者可以通过重返学业项目、对已修课程给予学分或可叠加的证书来挽回，而不是依靠大学所青睐的第一年干预措施；后者则可以通过在已完成的STEM课程基础上开设的学士后证书或转换型硕士项目来挽回。[18]

由于离开STEM领域的STEM学生越来越多地是在第一年之后离开，大学所青睐的第一年干预措施可能并不是改善STEM管道的最佳办法。简的例子说明了这一挑战。她在第一学期就被分入数学补习班，正是“第一年断崖”模型预测会早早被淘汰的那类学生。如果她坚持下来，但在修完数年课程后才离开，那么她就不是被体系及早发现的辍学者，而是体系未能留住的“接近完成者”。这两个难题——如何让作为大一新生的简走进STEM，以及如何让她留在STEM完成学位——都始于她上大学之前所接受的薄弱的数学准备。

数学准备是预测谁能坚持完成STEM学位的最有力指标之一。1997年，科罗拉多大学博尔德分校的研究人员发现，学生离开理科与其说是因为失去兴趣，不如说是因为入门课程序列——尤其是微积分——起到了过滤器的作用，把那些入学时准备不足或变得灰心丧气、本来可能会留下来的学生淘汰了。[19]2019年的后续研究利用全国纵向数据而不仅仅是访谈，证实了这一模式：2004年以STEM专业开始学业的学生中，28%在毕业前转入非STEM领域，另有20%完全离开了大学。[20]换言之，所有STEM新生中约有一半流失出了该领域。

联邦纵向分析——基于本章所使用的同一批全国学生群体——按数学准备程度量化了流失率：入学时

入学时高中数学准备最充分的学生，其STEM学位完成率约为准备最薄弱学生的两倍。

入学时高中数学准备最充分的学生，其STEM学位完成率约为准备最薄弱学生的两倍。专门针对微积分课程序列的研究发现，它把有能力的学生挤了出去，女性被挤出的比例明显高于男性——原因不在于缺乏能力，而在于缺乏该课程所预设的准备和信心。[22]准备程度，而非兴趣或努力，是预测谁能完成学业的最有力指标，而前面几节恰恰表明，这正是该体系未能提供的。[21]

至此，始于一个15岁学生考试分数的线索走到了逻辑的尽头。一名进入大学后需要重新学习初中算术的学生，在选定专业之前，就已经处于这些研究所描述的准备梯度的不利一端。而进入高校时数学准备不足的学生人数众多，并且还在不断增加。

正如我们在引言中所指出的，几所排名靠前的大学正被迫扩大补习课程，以接纳那些成绩单亮眼但入学时准备不足的学生：在加州大学圣地亚哥分校，新生中被分入数学补习课程的比例从2020年的0.49%升至2025年的11.8%，其中五分之一在高中修过微积分；加州大学伯克利分校的诊断测试发现，20%至30%的第一学期微积分学生存在严重缺陷；天普大学的中级代数课程选课人数在2025年秋季创下1,174人的纪录。[23]

把各个阶段放在一起，管道的挑战就变得更加清晰。美国的起点是：15岁学生的数学成绩在富裕国家中处于后三分之一，培养尖子生的比例仅为领先国家的几分之一。许多人进入大学时并不具备所选专业所需的准备。在进入STEM的学生中，大约十分之四会完成STEM学位，而宽泛科学类的毕业生中不到一半会在最初打算的领域完成学业。国内人才流规模庞大，却在几个相继的阶段流失潜在的技术人才。这就是“培养国内人才”的体系目前的运作方式。这些挑战有助于解释为什么第一章至第三章考察的研究生项目、实验室和企业如此严重地依赖海外人才。

单向的交流

美国从海外吸引了超过一百万名学生，但送往其他国家大学的本国学生相对较少。这一比较并不意味着在海外学习一个学期就能弥补薄弱的数学准备，或取代高级STEM培养。它揭示的是另一件事：美国人才体系对知识和人员向内流动的依赖是多么不对称。

送学生短期出国留学曾在不同时期被列为国家优先事项。美国第一个大三海外留学项目于1923年从特拉华大学启航前往欧洲；二战后，富布赖特项目使双向的学者交流制度化。[24]2005年，一个联邦委员会为美国设定了目标：到下一个十年末，每年送一百万名美国本科生出国，理由是一个超级大国承受不起不了解世界的公民。[25]尽管有这些项目，每年出国留学的美国学生仍不到7%。[26]

与其他国家的学生相比，美国人在海外攻读完整学位项目的可能性也低得多。美国的出境流动率为0.65%，是OECD中最低的——低于中国的1.81%和印度的1.95%（两者都接近美国的三倍），也低于韩国的3.25%（接近美国的五倍）（见图4.10）。[27]在与在与美国争夺人才的国家中，美国送往世界各地的本国学生最少。

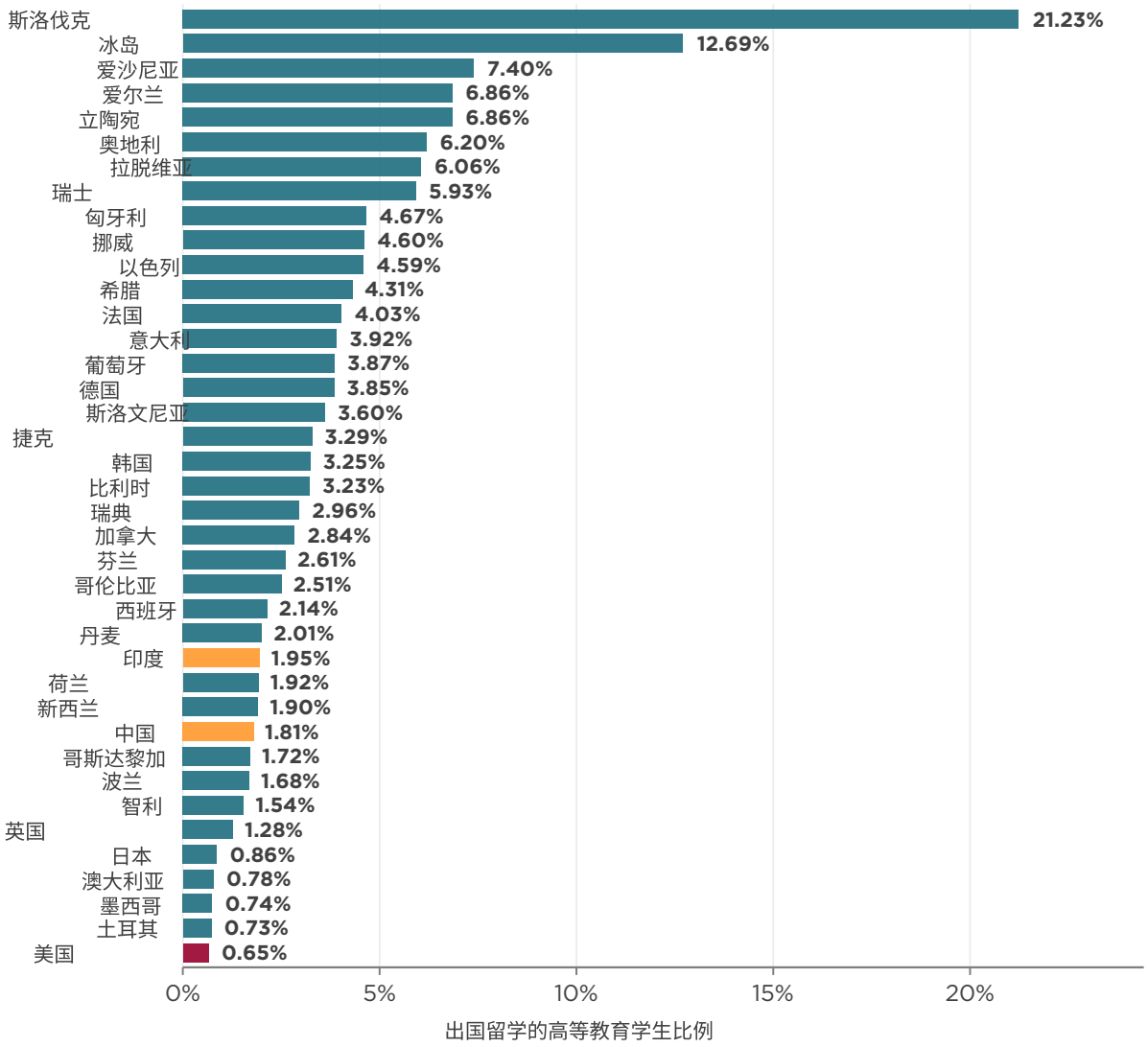
学科结构也发生了变化。二十年来，STEM在美国出国留学中的占比大幅上升，从约六分之一的参与者增至四分之一以上，而人文学科的占比则显著下降（见表4.03）。[28]出国留学的学生越来越偏重技术领域，但与在美国境内的118万名外国学生相比，这一基数很小。

这些学生去哪里留学，与他们学习什么同样能说明问题。近三分之二的美国留学参与者前往欧洲，约十分之一前往亚洲。这一模式反映了多种因素，包括语言学习、院校合作、费用、学生偏好，以及美国在欧洲开办项目的悠久历史。这也意味着，美国规模很小的出境人流并没有集中在向美国输送大部分国际STEM学生的国家（见表4.04）。[29]

把两股人流并列来看——一边是巨大的入境潮，一边是背离竞争对手方向的微小出境细流——美国与其说在进行交流，不如说在进行单向输入。

h 出境流动率是指在海外攻读完整学位项目的美国学生人数占美国高等教育总入学人数的比例。它不同于IIE《*门户开放*》所报告的出国留学数据，而且要小得多；后者统计的是在海外获得学分的美国学生（主要通过嵌入美国学位的短期学分项目），因此两者不可直接比较。

图4.10 各国有多少学生出国留学?



数据来源：联合国教科文组织统计研究所，《出境国际流动高等教育学生总数》，UIS.Stat；作者汇编。

图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

表4.03 美国人出国留学学习什么?

	学生占比[1]		
	2005	2024	变化
STEM	16.3%	27.2%	+10.9 pp
商业与管理	17.5%	21.7%	+4.2 pp
其他 [2]	22.7%	23%	+0.3 pp
美术与应用艺术	7.6%	7.3%	−0.3 pp
社会科学 [2]	22.6%	17.8%	−4.8 pp
人文学科 [2]	13.3%	3%	−10.3 pp

[1] 按学科划分的美国出国留学学生占比。“变化”为2005年至2024年的百分点变化。

[2]《门户开放》在2013年至2014年间修订了学科分类；这些类别的占比在该断点前后不可直接比较，因此所报告的变化既反映了重新分类，也反映了任何真实的变化。

数据来源：IIE，《按学科划分的美国出国留学学生百分比》，《门户开放》，2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

表4.04 美国人去哪里留学?

	学生占比[1]		
	2005	2024	变化
欧洲	60.3%	64.1%	+3.8 pp
亚洲	8%	10.2%	+2.2 pp
多个目的地	5.6%	6.5%	+0.9 pp
中东和北非	1%	1.6%	+0.6 pp
北美	0.5%	0.6%	+0.1 pp
撒哈拉以南非洲	3.5%	3%	−0.5 pp
大洋洲	6.7%	3.3%	−3.4 pp
拉丁美洲和加勒比	14.4%	10.6%	−3.8 pp

[1] 按接收地区划分的美国出国留学学生占比。“变化”为2005年至2024年的百分点变化。

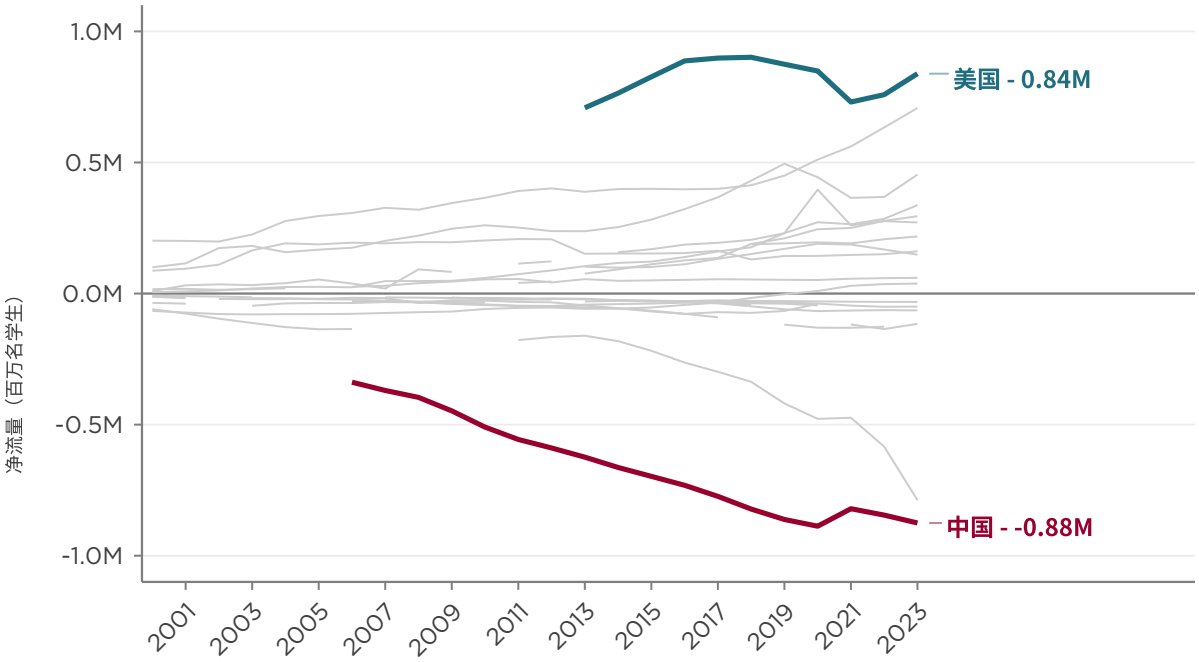
数据来源：IIE，《美国出国留学学生的接收地区》，《门户开放》，2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

谁在输入，谁在输出

学生净流动并不能衡量学生的素质、他们进入的领域、停留的时间或最终工作的地点。但它揭示了该体系的基本架构。美国接收的学生远多于其送出的学生，净流入量超过任何其他国家。相比之下，中国送出的学生远多于其接收的学生，是世界上净流出量最大的国家。美国的优势长期建立在其向内吸引人才的能力之上；而中国面临的挑战则是在国内培养更多人才，并说服更多出国留学的人回国。

如今，两国位于同一本全球账簿的两个极端，其数字几乎互为镜像（见图4.11）。[30]美国接收的学生比送出的多约840,000人，而中国送出的学生比接收的多约880,000人。对美国而言，这股流入就是前三章所追溯的依赖——研究生项目、实验室和企业越来越依靠海外人才运转。对中国而言，这股流出是一场赌注：赌其中一部分学生会回国，带回其本国大学尚无法

图4.11 哪些国家是学生净输入国，哪些是净输出国？



数据来源：联合国教科文组织统计研究所，《国际流动学生净流量（入境-出境）》，UIS.Stat；作者汇编。

图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

提供的培养。如今，中国送往世界各地的学生比任何其他国家都多，正如第二章所示，其中许多人去了美国。

这种失衡为第一章至第三章所记录的依赖提供了新的视角。历史上，美国并不需要在本土培养人才和从海外吸引人才之间作出选择，其科学实力正来自两者兼顾。国内学生提供了基础，国际学生则扩大并加强了高级人才管道。

问题在于，每一股人才流以及两者之间的平衡都变得更加不稳定。国内基础流失了很大一部分STEM新生，而且集中在对国际人才依赖程度最高的领域；高级人才管道如今则依赖于少数几个国家，而这些国家的学生未必会继续前来。几十年来，两者相互弥补，一方的优势掩盖了另一方的任何弱点。这种冗余正在变薄。这个组合体系产出了什么——它所带来的科研成果和企业——是下一章要讨论的内容。

第四章尾注

1 National Commission on Excellence in Education, *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform* (US Government Printing Office, 1983), 5, https://e4e.org/sites/default/files/a_nation_at_risk_1983.pdf.

2 National Defense Education Act of 1958, Pub. L. No. 85-864, title III, 72 Stat. 1580, 1588–90, https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-72/pdf/STATUTE-72-Pg1580.pdf.

3 Data in Figure 4.01 are drawn from Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), PISA 2022 Results, 5 vols., (OECD Publishing, 2023), https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html, and Technical Report (OECD Publishing, 2024), https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html; National Center for Education Statistics, "The National Assessment of Educational Progress (NAEP)" (US Department of Education, Institute of Education Sciences), https://nces.ed.gov/nationsreportcard/; and IEA, "Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)," data for 1995–2023, https://www.iea.nl/studies/iea/timss.

4 National Center for Education Statistics, "The National Assessment of Educational Progress (NAEP)."

5 OECD, *PISA 2022 Results*; OECD, *PISA 2022 Technical Report*, https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html, and *Technical Report* (OECD Publishing, 2024), https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html.

6 Data in Figures 4.02, 4.03, and 4.04 are drawn from OECD, *PISA 2022 Results* (OECD Publishing, 2023–2024), vol. I, "The State of Learning and Equity in Education" (December 5, 2023), https://doi.org/10.1787/53f23881-en; vol. II, "Learning During—and From—Disruption" (December 5, 2023), https://doi.org/10.1787/a97db61c-en; vol. III, "Creative Minds, Creative Schools" (June 18, 2024), https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en; vol. IV, "How Financially Smart Are Students?" (June 27, 2024), https://doi.org/10.1787/5a849c2a-en; vol. V, "Learning Strategies and Attitudes for Life" (November 13, 2024), https://doi.org/10.1787/c2e44201-en; and *Technical Report* (February 29, 2024), https://doi.org/10.1787/01820d6d-en.

7 On the "New Math" movement and its collapse, see Christopher J. Phillips, *The New Math: A Political History* (University of Chicago Press, 2014), https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/N/bo18991075.html; on the broader cycle of reform and reaction culminating in the "math wars," see Alan H. Schoenfeld, "The Math Wars," *Educational Policy* 18, no. 1 (2004): 253–86, https://eric.ed.gov/?id=EJ690082.

8 Xianglei Chen, *STEM Attrition: College Students' Paths into and out of STEM Fields,* NCES 2014-001 (National Center for Education Statistics, 2013), https://nces.ed.gov/pubs2014/2014001rev.pdf.

9 National Center for Education Statistics, "Mathematics Literacy: Average Scores," in *Program for International Student Assessment (PISA): 2015 Results* (Institute of Education Sciences, US Department of Education, 2015), https://nces.ed.gov/surveys/pisa/pisa2015/pisa2015highlights_5.asp.

10 Thomas J. Kane et al., "From Learning Recession to Learning Recovery: Understanding the Sources of US K–12 Improvement," (Center for Education Policy Research at Harvard University and Stanford Graduate School of Education, May 13, 2026), https://educationscorecard.org/wp-content/uploads/2026/05/Education_Scorecard_May_2026_Report.pdf

11 Amy Zegart, "The Crumbling Foundations of American Strength: Knowledge Is Power—and the United States Is Losing It," *Foreign Affairs*, August 20, 2024, https://www.foreignaffairs.com/united-states/crumbling-foundations-american-strength-amy-zegart; Nicholas Eberstadt and Evan Abramsky, "America's Education Crisis Is a National Security Threat: A Smarter World Is Changing the Balance of Power," *Foreign Affairs*, April 28, 2022, https://www.foreignaffairs.com/world/america-education-crisis-national-security-threat.

12 Claudia Goldin and Lawrence F. Katz, *The Race Between Education and Technology* (Belknap Press of Harvard University Press, 2008), https://www.nber.org/system/files/working_papers/w12984/w12984.pdf.

13 James S. Coleman et al., *Equality of Educational Opportunity* (US Government Printing Office, 1966), https://eric.ed.gov/?id=ED012275.

14 National Center for Education Statistics, "Table 236.55. Total and Current Expenditures per Pupil in Fall Enrollment in Public Elementary and Secondary Schools, by Function and State or Jurisdiction: Selected Years, 1969–70 through 2016–17," *Digest of Education Statistics 2019*, (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2021), https://nces.ed.gov/programs/digest/d19/tables/dt19_236.55.asp.

15 Data in Figures 4.05 and 4.06 are drawn from OECD, *Education at a Glance 2025: OECD Indicators* (OECD Publishing, 2025), https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en.

16 National Center for Education Statistics, "Public School Revenue Sources," in *Report on the Condition of Education* (US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2024), https://nces.ed.gov/programs/coe/pdf/2024/cma_508c.pdf, drawing on the Common Core of Data, "National Public Education Financial Survey," data for 2010–11 through 2020–21 (US Department of Education, Institute of Education Sciences), https://nces.ed.gov/ccd/files.asp.

17 Data in Tables 4.01 and 4.02 and in Figures 4.07, 4.08, and 4.09 are drawn from National Center for Education Statistics, "Beginning Postsecondary Students Longitudinal Study," BPS:04/09 (2009, https://nces.ed.gov/pubs2009/200901.pdf) and BPS:12/17 (2019, https://nces.ed.gov/surveys/bps/), (US Department of Education, Institute of Education Sciences), data compiled by the authors from NCES PowerStats.

18 Jeremy Cohen et al., *Some College, No Credential Student Outcomes: Annual Progress Report — Academic Year 2023/24*, (National Student Clearinghouse Research Center, June 2025), 3, 9. Population figure and re-enrollment rate from page 3 (highlights) and page 9; combined two-year credential earning rate (14.1 percent for 2022–23 re-enrollees) from page 9, https://nscresearchcenter.org/some-college-no-credential/.

19 Elaine Seymour and Nancy M. Hewitt, *Talking about Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences* (Westview Press, 1997), https://sites.lsa.umich.edu/math-lcit/wp-content/uploads/sites/1398/2025/04/talkingAboutLeavingSeymourHewittOverview.pdf.

20 Elaine Seymour and Anne-Barrie Hunter, eds., *Talking about Leaving Revisited: Persistence, Relocation, and Loss in Undergraduate STEM Education* (Springer, 2019), https://casa.colorado.edu/~dduncan/wp-content/uploads/2019_Book_TalkingAboutLeavingRevisited.pdf.

21 Xianglei Chen, *STEM Attrition.*

22 Jessica Ellis et al., "Women 1.5 Times More Likely to Leave STEM Pipeline After Calculus Compared to Men: Lack of Mathematical Confidence a Potential Culprit," *PLOS ONE* 11, no. 7 (2016): e0157447, https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0157447.

23 Senate-Administration Workgroup on Admissions, *Final Report* (UC San Diego Academic Senate, updated January 8, 2026), https://senate.ucsd.edu/media/740347/sawg-report-on-admissions-review-docs.pdf; Zvezdelina Stankova et al., "Relationship Between Prerequisite Mastery and Failure/Attrition Rates in Calculus I at UC Berkeley: Fall 2021, 2022, 2023," appendix, 5, accessed July 29, 2026, https://drive.google.com/file/d/1LnxJlOqUUUS7VVDs5Vzo1PKTuDPVOXia/view; Nathan Horwitz, "More Students Are Struggling with Math, Professors Say," *Temple News*, April 7, 2026, https://temple-news.com/more-students-are-struggling-with-math-professors-say/.

24 The Delaware Foreign Study Plan, later the Junior Year Abroad, was conceived by Professor Raymond W. Kirkbride and launched with the support of University of Delaware president Walter S. Hullihen; the first group of eight students sailed for France aboard the Rochambeau on July 7, 1923. University of Delaware Institute for Global Studies, "Our Study Abroad History," University of Delaware, https://www.udel.edu/academics/global/study-abroad/history/; Fulbright Act of 1946, Pub. L. No. 79-584, 60 Stat. 754, sponsored by Senator J. William Fulbright of Arkansas and signed by President Harry S. Truman on August 1, 1946; the first grantees traveled in 1948. See US Department of State, Bureau of Educational and Cultural Affairs, "The Fulbright Program," https://www.state.gov/the-fulbright-program.

25 Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship Program, *Global Competence and National Needs: One Million Americans Studying Abroad* (2005), https://www.aplu.org/wp-content/uploads/global-competence-and-national-needs-one-million-americans-studying-abroad.pdf. The commission set a target of one million American students studying abroad annually by the 2016–17 academic year; the program it recommended was later enacted as the Senator Paul Simon Study Abroad Program.

26 Institute of International Education, "US Study Abroad for Academic Credit Trends," data for 1989/90–2023/24 (*Open Doors Report on International Educational Exchange,* 2024), https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/u-s-study-abroad-for-academic-credit-trends/.

27 Data in Figure 4.10 are drawn from UNESCO Institute for Statistics, "Total Outbound Internationally Mobile Tertiary Students Studying Abroad, All Countries, Both Sexes (UIS Estimate) (Number)," UIS.Stat Database, data compiled by the authors by country over time, 2026, https://data.uis.unesco.org/.

28 Data in Table 4.03 are drawn from Institute of International Education, "US Study Abroad Students: Field of Study," data for 2000/01–2022/23 (*Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2024), https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/fields-of-study/.

29 Data in Table 4.04 are drawn from Institute of International Education, "US Study Abroad Students: Host Regions," data for 2004/05–2022/23 (*Open Doors Report on International Educational Exchange,* 2024), https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/host-regions/.

30 Data in Figure 4.11 are drawn from UNESCO Institute for Statistics, "Net Flow of Internationally Mobile Students (Inbound – Outbound), Both Sexes (UIS Estimate) (Number)," UIS.Stat Database, data compiled by the authors by country over time, 2026, https://data.uis.unesco.org/.

第五章

人才磁石

美国日益收窄的科研优势

第五章

人才磁石

美国日益收窄的科研优势

图表

图5.01 – 谁在机器学习最具选拔性的场合发表报告? 110

图5.02 – 谁产出了新兴技术领域被引用最多的研究? 112

图5.03 – 哪些国家的作者出现在世界顶级论文中? 113

图5.04 – 世界上被引用最多的研究人员在哪里工作? 115

图5.05 – 谁的研发支出最多? 119

图5.06 – 各国的研发投入强度如何? 120

图5.07 – 研发支出是着眼当下还是着眼未来? 121

图5.08 – 在美国和中国，谁在开展研发? 123

表格

表5.01 – 中国在各人工智能会议上是何时追上的? 116

表5.02 – 有多少所美国大学跻身全球前100名? 117

表5.03 – 研发支出是着眼当下还是着眼未来? 122

表5.04 – 美国和中国如何在各部门之间分配研发? 124

表5.05 – 谁在关键技术领域申请专利? 125

表5.06 – 哪些公司在美国专利中领先，格局如何变化? 127

第五章

主要要点

1. **美国的科研优势依然强大，但已不再无可匹敌。**在全球顶级机器学习会议之一NeurIPS上，美国机构所占的口头报告份额从2013年的69.1%降至2025年的34.0%，而中国从1.80%升至33.6%，两国几乎持平。美国的相对下降和中国的崛起，在二十个主要人工智能会议中都有所体现。

2. **中国的崛起不仅关乎数量，更关乎质量，而且是精心设计的结果。**2015年至2025年间，中国在被引用最多的新兴技术论文中的份额几乎翻了一番，从11.5%升至20.8%，而美国的份额从14.2%降至8.42%。换言之，在过去十年中，美国在高被引技术论文中的份额下降了40%，而中国的份额几乎翻了一番。

3. **美国的科研能力仍在增长，但世界其他地区——尤其是中国——增长得快得多。**在美国机构工作的高被引研究人员从2014年的约1,700人增至2025年的2,670人，但这一增长在全球范围内被超越：美国在全球总数中的份额从52.9%降至37.4%，而中国从不足5%升至22%。美国的下降是相对的而非绝对的——但影响依然重大。

4. **美国机构优势的厚度可能正在变薄。**美国的顶尖大学仍跻身世界最佳之列，但进入全球STEM前100名的美国大学数量在过去十年中有所减少。侵蚀发生在最顶尖的少数几所院校之下，发生在长期以来使美国科研体系与众不同的那一大批中坚院校之中。

5. **中国在构建一个结构不同的科研体系的同时，已基本缩小了资源差距。**按购买力平价计算，中国的研发支出从1991年仅为美国的十九分之一增至2024年接近持平，主要由企业投资推动。两国的支出方式不同：中国集中于试验发展和商业化，而美国在基础研究方面保持着相当大的领先优势。

6. **在企业前沿，两国如今采用不同的人才模式。**美国人工智能实验室依赖在全球范围内组建的团队，而中国实验室则更多地依赖国内培养的研究人员和回流人才。这种对比在前沿领域尤为鲜明：在两家领先中国公司——DeepSeek和月之暗面——发布的突破性模型背后，超过一半的人工智能研究人员从未离开过中国。[1]

第五章——数据一览：

指标	2014	2025	变化	
科研领导力				
美国所占份额：				
全球高被引新兴技术论文	14.2%[2015]	**8.42%**	-5.8 pp	▼
有该国机构作者的全球顶级论文	22.3%[2015]	**16.2%**	-6.1 pp	▼
全球前1%高被引研究人员	52.9%	**37.4%**	-15.5 pp	▼
NeurIPS口头报告	47.1%*	**34%**	-13.0 pp	▼
中国所占份额：				
全球高被引新兴技术论文	11.5%[2015]	**20.8%**	+9.4 pp	▲
有该国机构作者的全球顶级论文	17.1%[2015]	**32.8%**	+15.7 pp	▲
全球前1%高被引研究人员	4.85%	**22%**	+17.1 pp	▲
NeurIPS口头报告	9.8%*	**33.6%**	+23.8 pp	▲
研发规模与强度				
美国：研发总支出	$521B*	**$848B[2024]**	+62.7%	▲
美国：研发强度	2.71%*	**3.44%[2024]**	+0.7 pp	▲
中国：研发总支出	$362B*	**$859B[2024]**	+138%	▲
中国：研发强度	1.98%*	**2.69%[2024]**	+0.7 pp	▲
研发构成				
美国：基础研究	$90.5B*	**$122B[2024]**	+35%	▲
美国：试验发展	$329B*	**$570B[2024]**	+73%	▲
美国：企业开展的研发	$372B*	**$657B[2024]**	+76.3%	▲
中国：基础研究	$17.1B*	**$59.2B[2024]**	+247%	▲
中国：试验发展	$306B*	**$698B[2024]**	+128%	▲
中国：企业开展的研发	$280B*	**$667B[2024]**	+139%	▲
关键技术领域的专利				
美国：生物技术专利	6,800*	**7,960[2024]**	+17%	▲
美国：半导体专利	9,640*	**7,040[2024]**	-27%	▼
美国：计算机技术专利	40,500*	**44,600[2024]**	+10.2%	▲
中国：生物技术专利	5,390*	**16,000[2024]**	+197%	▲
中国：半导体专利	2,950*	**17,200[2024]**	+482%	▲
中国：计算机技术专利	7,780*	**176,000[2024]**	+2,160%	▲
美国专利的企业领先者				
惠普	1,450[2015]*	**322**	-1,130	▼
IBM	7,440[2015]*	**2,470**	-4,970	▼
佳能	4,240[2015]*	**2,990**	-1,250	▼
三星电子	5,060[2015]*	**7,530**	+2,470	▲
台积电	1,760[2015]*	**4,230**	+2,480	▲

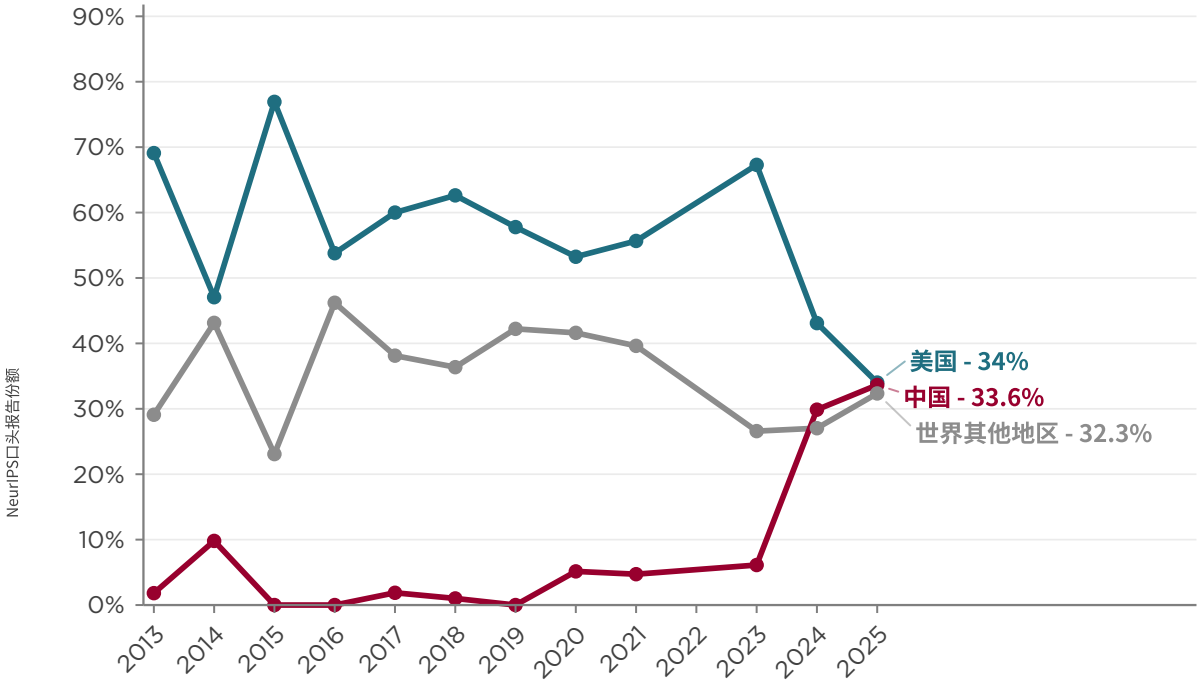
* 标注的数据系列可追溯至2014年以前。

注：历史比较采用2014年和2025年的观测值。上标年份表示该行使用其他起止年份。NeurIPS = 神经信息处理系统大会。箭头颜色仅表示变化方向。

来源：根据本报告图表推导：图5.01–5.08，表5.01–5.06。

2013年，美国机构的研究人员在NeurIPS上发表了69.1%的口头报告——口头报告是这个全球顶级机器学习会议上选拔最严格的报告形式。同年，中国机构的研究人员仅发表了1.8%。两者相差67.3个百分点。到2025年，美国和中国已不相上下，仅相差0.4个百分点（见图5.01）。[2]

图5.01 谁在机器学习最具选拔性的场合发表报告？



数据来源：Paper Copilot，会议录用与投稿统计；作者汇编。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

在世界上最重要的人工智能会议之一、口头报告名额最难获得的场合，中国取得了快速进步——这就是本章要讲的故事，而且它在各项指标和技术领域中反复出现。我们发现，在大多数主要技术领域，美国相对于中国的领先优势在短短十余年间几乎完全消失。

第一章至第三章追溯了美国大学、实验室和科技公司在多大程度上依赖海外STEM人才。第四章说明了这种依赖为何不断加深：从中学数学到大学完成STEM学业，国内管道在每个阶段都在流失潜在的科学家和工程师。

如果美国的科研机构遥遥领先于世界其他地区，以至于最优秀的学生和科学家会继续涌向美国，那么上述挑战都不会那么重要。在过去八十年里，情况确实如此。美国的研究型大学、国家实验室和企业研究中心集中了资金、设施、同行和机会，很少有国家能与之相比。吸引力来自这些机构本身，而不仅仅是敞开的大门。这正是我们现在要讨论的优势。

本章考察这些优势是否仍然足够强大，足以支撑美国的人才模式。本章考虑创新体系的两个部分：大学——培养科学家并产出美国大部分基础研究；以及企业——越来越多地开展前沿研究，并将发现转化为商业技术和产品。一个国家可能在其中一方面落后，而凭借另一方面保持领先。我们要问的是：美国是否在其中任何一方面保持着领先？答案是肯定的，但美国的巨大优势正在缩小。

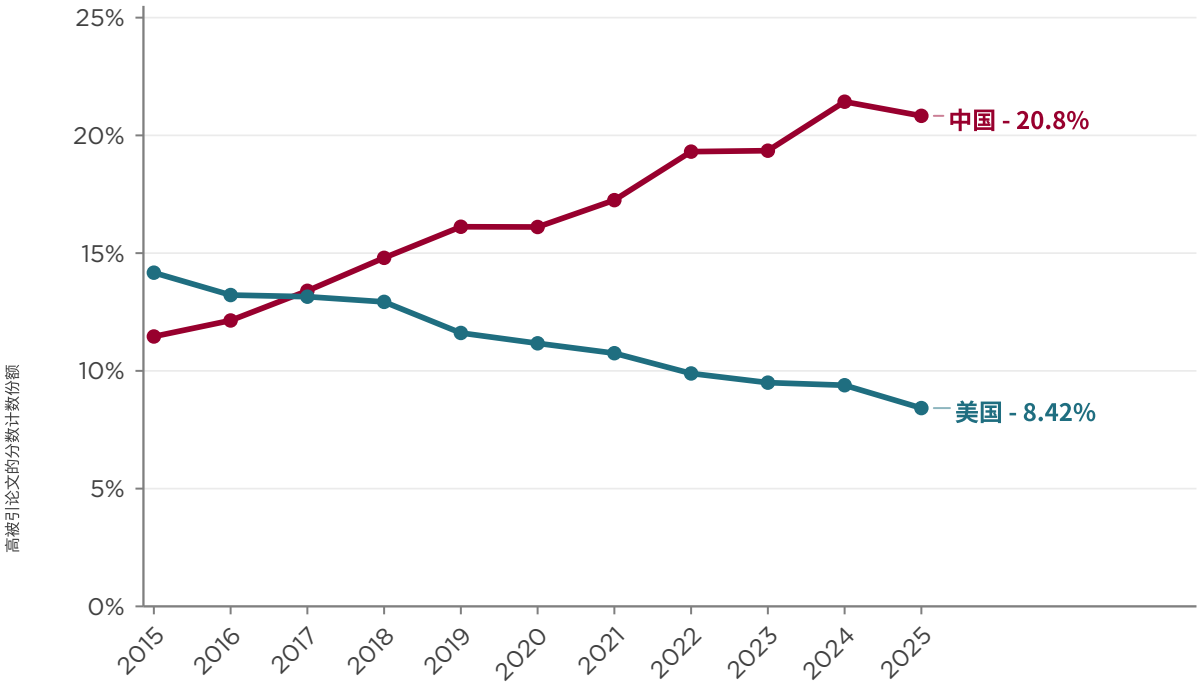
第一部分：大学

被引用最多的研究在哪里产出

如果一个科研体系的目的是产出其他科学家能够在其基础上继续研究的成果，那么最有意义的检验不是一个国家发表了多少论文，而是它产出了多少被引用最多的论文。按这一标准，中国在全球被引用最多的新兴技术论文中所占份额已经超过美国。这并不意味着每一篇中国论文都比美国论文更有影响力，也不意味着中国在每个领域都领先。它只是意味着，中国如今在全球高被引研究中占据了大得多的份额。

2015年，美国产出了新兴技术领域14.2%的高被引论文——居世界首位。中国产出了11.5%。2017年，中国首次超过美国，此后差距只增不减。到2025年，中国贡献了全球20.8%的高被引论文，而美国仅贡献了8.4%。换言之，在过去十年中，美国在高被引技术论文中的份额下降了40%，而中国的份额几乎翻了一番（见图5.02）。[3]

图5.02 谁产出了新兴技术领域被引用最多的研究?



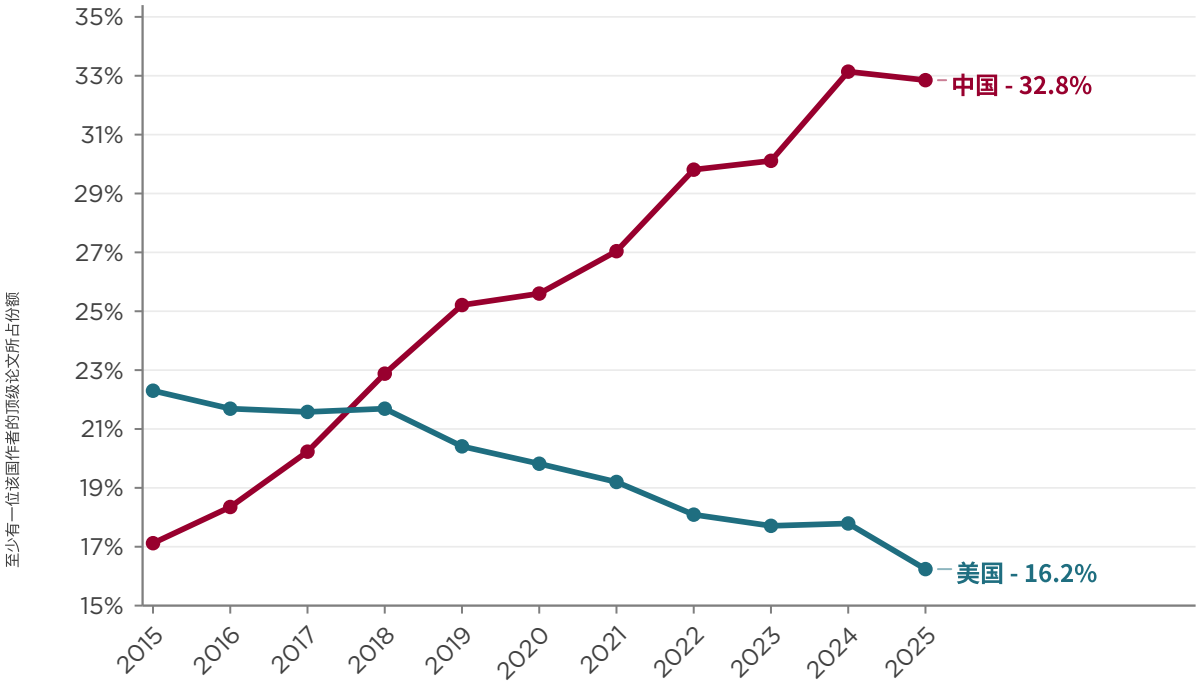
数据来源：OpenAlex（Priem、Piwowar和Orr）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

中国的崛起在合作研究中同样明显：如今，在全球高被引STEM论文中，有中国机构作者参与的论文份额远大于有美国机构作者参与的份额。由于国际合著论文可能计入不止一个国家，这些份额衡量的是对有影响力研究的参与程度，而非该国独有的产出。在被引用最多的前10% STEM论文中，至少有一位美国机构作者的论文份额从2015年的22.3%降至2025年的16.2%，而至少有一位中国机构作者的论文份额从17.1%升至32.8%（见图5.03）。

2000年，中国产出了全球约5%的科学论文。仅仅二十多年后，这一比例已超过四分之一，中国也已成为绝对数量上最大的论文产出国。

2000年，中国产出了全球约5%的科学论文。仅仅二十多年后，这一比例已超过四分之一，中国也已成为绝对数量上最大的论文产出国。[4]直到2020年的评估中，美国国家科学委员会仍认为，中国的产出在数量上与美国相当，但在影响力上仍落后于美国和欧盟：中国论文进入全球被引用最多的前1%论文的比率，仅略高于其产出量所预期的水平，

图5.03 哪些国家的作者出现在世界顶级论文中？



数据来源：OpenAlex（Priem、Piwowar和Orr）。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

而美国的这一比率几乎是预期的两倍。[5]这一差距已大幅缩小。按照该委员会最新的统计，中国在高被引论文中的份额已超过欧盟27国。[6]

推动中国技术研究崛起的国家项目是有意为之、循序推进的。1995年实施的“211工程”将重点经费投向约一百所大学，以提升其面向新世纪的科研能力。[7]仅第一期就向入选院校投入约22亿美元。江泽民于1998年5月在北京大学百年校庆上宣布的“985工程”更进一步，将大得多的资金集中投向一个狭窄的层级——起初为九所大学，后扩大到三十九所——资金用于招聘资深教师、资助实验室，并为在国际科研对话中赢得一席之地。[8]

1995年至2000年间，入选大学吸收了中国约70%的国家科研经费，培养了全国五分之四的博士生。2008年启动的“千人计划”补上了大学项目所缺乏的招聘环节，为海外研究人员——其中大多数是在西方接受培养的华人——提供薪酬待遇和实验室预算，吸引他们回国。[9]该计划原定引进两千人，但十年内已吸引了七千多人。

这些项目旨在发展科研能力和国际影响力，而不仅仅是增加论文数量。随后出现的引用增长与这一目标相符——而且恰恰集中在对国家影响最大、最受关注的新兴技术领域。

a

精英研究人员基础

论文和引用是一种衡量标准，撰写论文并获得引用的人则是另一种衡量标准，而在这方面美国的地位更为稳固。截至2025年，美国仍保持领先，但同样，领先优势正在缩小。在美国机构工作的全球前1%高被引研究人员的数量在过去十年中并没有减少，反而从2014年的约1,700人增至2025年的约2,670人。下降的是美国在这一全球精英群体中的*份额*，从52.9%降至37.4%，而中国从不足4.9%升至22.0%（见图5.04）。

10b

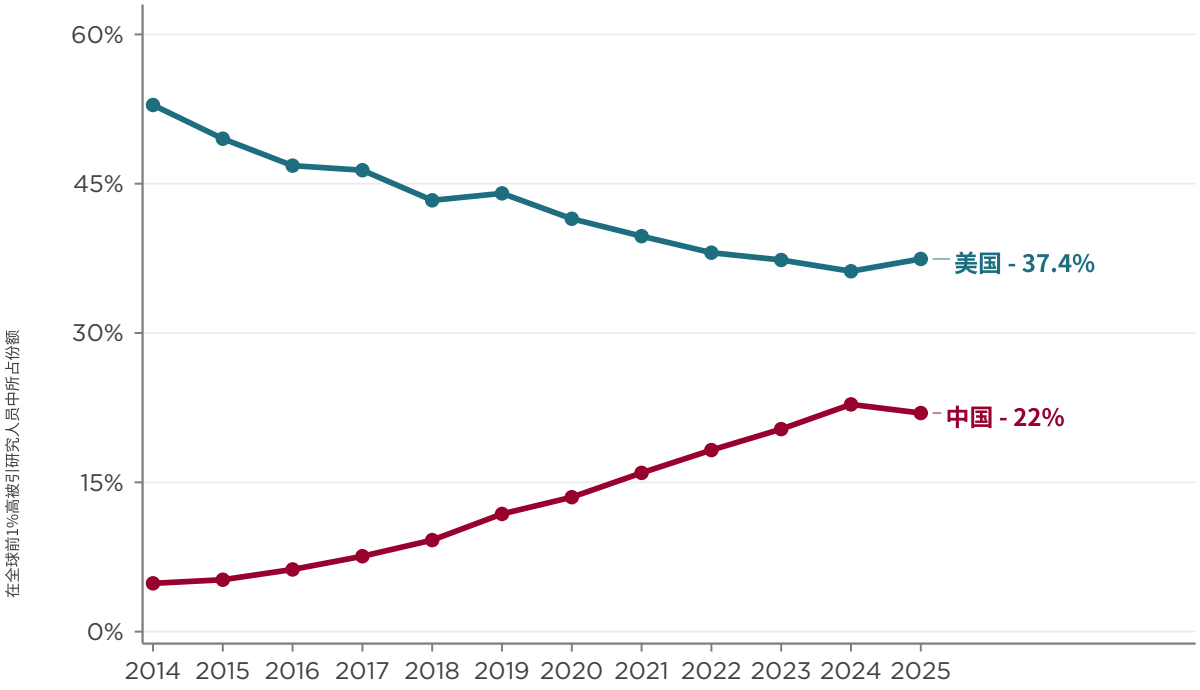
值得注意的是，在中国不断增长的人数中，有相当一部分研究人员是由美国体系培养的。

人数与份额之间的区别很重要。美国机构雇用的高被引研究人员并不比十年前少，而是更多了。但由于其他地方——尤其是中国——的机构增加高被引研究人员的速度快得多，美国在全球总数中的份额下降了。这一攀升与论文数据所反映的建设进程相吻合：上述招聘项目恰恰在份额变化的那些年里，把资深研究人员吸引到了中国机构。值得注意的是，在中国不断增长的人数中，有相当一部分研究人员是由美国体系培养的。

a 值得注意的是，总体数据无法将这些项目的影响与中国更广泛的经济增长、不断扩大的大学体系以及日益融入全球科学的进程区分开来。

b These figures come from Clarivate’s Highly Cited Researchers list, which identifies the authors of papers ranking in the top 1 percent by citations in their field. Since 2021, Clarivate has sharply expanded its screening for excessive self-citation, hyper-prolific authorship, and anomalous citation patterns, excluding roughly 2,400 candidates in 2025 against about 500 in 2022; these exclusions have fallen disproportionately on China-affiliated researchers. Clarivate attributes part of the 2025 stabilization in the United States share to that tightened screening rather than to a change in underlying research output. China’s rise in this metric is therefore real but likely overstated at its peak, and the recent flattening of the gap should be read with the methodology change in mind. For more information, see Clarivate, Analytics, “Highly Cited Researchers 2025 Analysis,” 2025, https://clarivate.com/highly-cited-researchers/analysis/.

图5.04 世界上被引用最多的研究人员在哪里工作?



数据来源：科睿唯安，《高被引科学家》，2014–2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

会议数据

本章开头讨论了美国在NeurIPS上的主导地位如何下降，而中国在短短十余年内实现了与美国持平。NeurIPS并非孤例。我们在二十个主要人工智能和机器学习会议中发现了同样的模式，只是速度和时间点不同（见表5.01）。[c]

该图显示，在自然语言处理、机器学习、机器人和人工智能领域几乎每一个主要会议上，都呈现出相同的模式：美国的份额下降，中国的份额上升，而在40%的会议上，中国已经超过美国。在机器人会议IROS上，这种交叉早在2006年就已出现；在视觉会议ICCV和CVPR上是在2019年；而在NeurIPS

表5.01 中国在各人工智能会议上是何时追上的?

	美国				中国			
	覆盖年份	最早	最新	变化	最早	最新	变化	超越年份[1]
ACML（机器学习）	2010–2024	4.55%	6.19%	+1.6 pp	12.1%	59.1%	+47.0 pp	2010
NeurIPS（机器学习/人工智能）	1989–2025	39.4%	30%	−9.4 pp	0.433%	38.9%	+38.4 pp	2025
ICML（机器学习）	2013–2025	48.1%	33.8%	−14.3 pp	4.53%	32.2%	+27.7 pp	尚未超越
CVPR（视觉）	2013–2025	34%	16.1%	−17.8 pp	14.4%	39.2%	+24.9 pp	2019
ICCV（视觉）	2013–2023	32%	20.3%	−11.6 pp	15.7%	40.3%	+24.6 pp	2019
ICLR（机器学习）	2021–2025	49%	37.2%	−11.8 pp	8.7%	32%	+23.3 pp	尚未超越
EMNLP（自然语言处理）	2021–2024	37.5%	36.6%	−0.9 pp	2.73%	21%	+18.3 pp	尚未超越
IJCAI（人工智能）	2020–2024	16.4%	12.7%	−3.6 pp	42.5%	57.6%	+15.1 pp	2020
CoRL（机器人）	2021–2025	63.1%	53.2%	−9.9 pp	4.35%	19.4%	+15.0 pp	尚未超越
RSS（机器人）	2011–2025	47.6%	40.3%	−7.3 pp	0.806%	14.9%	+14.1 pp	尚未超越
IROS（机器人）	2000–2024	6.54%	11.7%	+5.1 pp	1.64%	15%	+13.4 pp	2006
COLING（自然语言处理）	2020–2025	43.3%	21.2%	−22.0 pp	4.49%	16.5%	+12.0 pp	尚未超越
ICRA（机器人）	2000–2024	12.8%	16%	+3.2 pp	3.14%	14.3%	+11.1 pp	尚未超越
UAI（概率机器学习）	2019–2024	39.8%	18.8%	−21.0 pp	3.06%	11%	+7.9 pp	尚未超越
NAACL（自然语言处理）	2021–2025	52.5%	35.3%	−17.3 pp	14%	20.2%	+6.1 pp	尚未超越
ACL（自然语言处理）	2021–2024	32.8%	25.4%	−7.4 pp	41.8%	46.6%	+4.8 pp	2021
AISTATS（统计）	1995–2025	48.1%	39.9%	−8.2 pp	1.53%	6.24%	+4.7 pp	尚未超越
SIGGRAPH Asia（图形学）	2008–2024	42.7%	17%	−25.7 pp	22.2%	25%	+2.8 pp	2022
COLT（理论）	2011–2024	41.3%	61.2%	+19.8 pp	1.92%	3.29%	+1.4 pp	尚未超越
WACV（视觉）	2020–2025	33.7%	26.1%	−7.6 pp	10.6%	10.2%	−0.5 pp	尚未超越

每行给出两国均有观测数据的最早和最新年份中，美国和中国在录用作者机构中所占的份额；该时间窗口列于“覆盖年份”下，因会议而异。“变化”为百分点变化。“超越年份”为中国份额首次超过美国份额的年份；“尚未超越”表示在最新观测年份美国份额仍然领先。

数据来源：Paper Copilot，会议录用与投稿统计；作者汇编。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

c 表5.01记录了每个会议在两国均有观测数据的最早和最新年份中，美国和中国在录用作者机构中所占的份额，以及中国份额首次超过美国份额的年份（如有）。

则是在2025年。在美国份额仍然领先的会议上，趋势同样指向下降。这些会议由该领域以美国和西方人为主的创始人创建，作为展示和评判最佳成果的场所——这正是这一转变意味深长的部分原因。如今在这些会议上发表报告者的构成，是对前沿工作在何处完成的实时普查，而它与十年前的面貌大不相同。

大学排名

出于多种原因，大学排名是一种比论文、引用或会议参与更粗略、更不稳定的衡量标准。排名方法会变化，而且可能非常主观；声誉指标往往滞后于现实；分数上的微小差异可能导致名次的巨大变化。出于所有这些原因，院校排名应被视为对趋势和方向的粗略衡量，而不是对某个国家或机构在特定时间点是否优于另一方的定论。

即便考虑到这些局限，排名仍显示出两个令人担忧的总体趋势：美国排名全面下滑，以及其科研基础的厚度相对于世界其他地区似乎在变薄。

在各STEM领域中，进入全球前100名的美国大学平均数量从2014年的40.0所降至2026年的34.2所（见表5.02）。[11]物理科学和生命科学各减少了六所，工程减少了四所。计算机科学是例外，但该领域的比较起始较晚，因为直到2017年才单独排名。

留在榜单上的美国院校整体上升幅度不足以抵消跌出榜单的学校。方法上的变化和挑战使得更细致的比较无法进行。不过，这些排名确实表明，总体趋势似乎并没有朝着正确的方向发展。

表5.02 有多少所美国大学跻身全球前100名？

	进入全球前100名的美国大学[1]				
	2014	2018	2022	2026	变化
平均	40.0	33.5	35.2	34.2	−5.8
物理科学	44	35	35	38	−6.0
生命科学	40	35	36	34	−6.0
工程学	36	32	35	32	−4.0
计算机科学	25	32	35	33	+8.0

数值为各领域进入全球前100名的美国大学数量，列出2014、2018、2022和2026年的数据。“变化”为2014年至2026年的绝对变化。计算机科学于2017年首次排名；其2017年的数量列于2014年一栏，以便计算变化。

数据来源：泰晤士高等教育，《世界大学学科排名》，2011–2026年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

d 学习理论会议COLT是唯一的例外：美国机构作者仍占总数的61.2%，中国机构作者占3.3%，这一分布更接近2013年的整个领域，而非如今的其他会议。最合理的解释在于该子领域的性质。COLT是一个规模小、选拔性极强的会议，专注于机器学习的数学理论，其成果是证明而非实证基准。在应用型会议上推动中国份额上升的扩张——由大型实验室、数据和算力规模驱动——对一个理论领域的影响较为间接，而该领域的领先团队早已成形，集中在少数美国和欧洲院系。这一解读属于推断，因为数据只能证明COLT是一个离群值，而无法说明原因。

第二个趋势是美国研究型大学的厚度在减少。跌出学科榜单的学校绝大多数是大型公立旗舰大学和理工类大学——物理科学领域的俄亥俄州立大学、得克萨斯农工大学、罗格斯大学和石溪大学；生命科学领域的宾夕法尼亚州立大学、俄勒冈州立大学和加州大学的两个校区；工程领域的明尼苏达大学、马里兰大学和科罗拉多大学博尔德分校——其中还有圣母大学、塔夫茨大学和布朗大学等几所排名中等的私立大学。体系的这一中间部分十分重要，它正是美国二战后技术崛起的故事所在。

二战结束时，或许只有六所左右的美国大学是以科研为教师主要工作的研究型大学。到1960年代初，这一数字约为二十所，到2000年至少达到一百所——这一层级正是由第一章在博士教育中追溯的那套战后资助机制所建立的。美国与众不同之处从来不只是那几所著名大学——每个竞争对手都能拥有一两所与之匹敌的大学——而是在它们之下的中坚阵容：数十所能够开展一流工作的院校，而不是三四所。排名如今反映出的正是这种厚度在变薄。最顶尖的少数美国大学仍然位于一贯的位置，正在输给中国等国花了二十年资助和建设的那些机构的，是其下一个层级——战后建设所造就的那个层级。

当最弱的院校从固定长度的榜单上跌落时，留下院校的平均名次理应自然上升，因为离开者来自该群体的底部。然而，在上述期间，入榜美国大学的平均名次并没有上升。[12]要在排名最低的美国学校不断跌出榜单的同时保持平均名次持平，留下的学校就必须在榜单上下滑，下滑幅度恰好抵消了离开者本应带来的提升。两件事在同时发生：学校从底部跌出，而仍在榜上的学校也在榜单内部失去位置。侵蚀并不集中在临界点，而是贯穿整个群体。

第二部分：企业

一个国家可能在学术论文方面失去优势，却仍在商业上保持领先。本章的后半部分探讨美国是否如此。

企业研发支出和专利并不直接衡量人才，它们衡量的是人才工作的环境：研究人员可获得的资源，以及将发现转化为技术的能力。它们之所以在此处重要，是因为美国的人才磁石从来不只由大学构成。科学家选择在哪里工作，还取决于周围的实验室、企业、资金、设备和商业机会。

投入：研发支出

美国在研发支出方面仍然领先世界。事实上，支出随时间推移不断增长，目前处于历史最高水平。尽管联邦资金长期以来大幅减少，但产业界的支出已经足以填补这一缺口。

但与中国相比，情况更令人担忧。在这方面，差距同样大幅且迅速地缩小了。

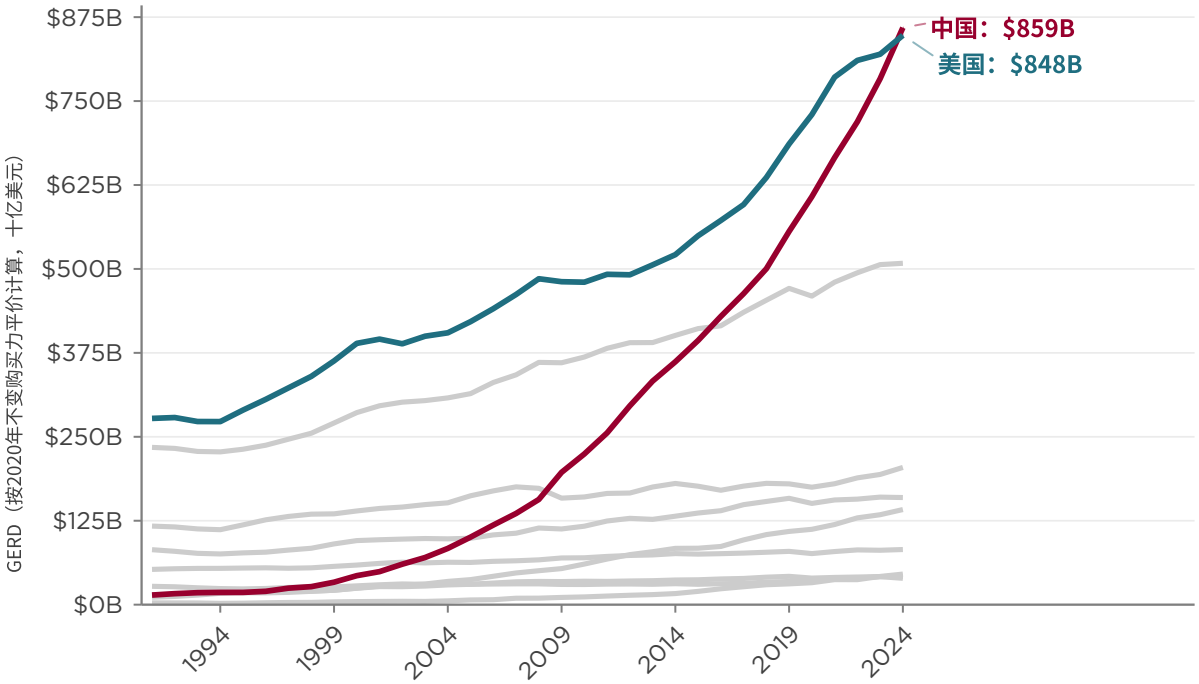
1991年，美国的国内研发总支出为2770亿美元，中国约为140亿美元——比例约为十九比一。当时中国的研究投入还不到其经济总量的0.75%，[13e]

e 中国的研发数据取自经济合作与发展组织（OECD）《主要科学技术指标》，该指标汇编了各国自行报告的统计数据。虽然对中国的指标应持一定的审慎态度，但现有最佳数据表明，三十年来中国的研发投入持续大幅上升——即使具体水平存在不确定性，这一轨迹也得到了专利、论文和研究人员数量的独立印证。

仅为美国或日本比率的很小一部分。此后，历次五年规划和2006年《国家中长期科学和技术发展规划纲要》共同设定了不断提高的研究强度（国内研发总支出占GDP的百分比）国家目标——而中国实现了其中的大部分。[14]

在同一时期，美国的研发支出占GDP比例保持相对平稳，因此绝对支出差距也随之缩小。到2024年，中国的研发总支出达到约8590亿美元，略超美国的8480亿美元，欧盟以5080亿美元远居第三，其他经济体则远远落后（见图5.05）。[15]三十年前，美国的研发支出远远超过中国；如今，两国的支出大致相当，中国目前略微领先。

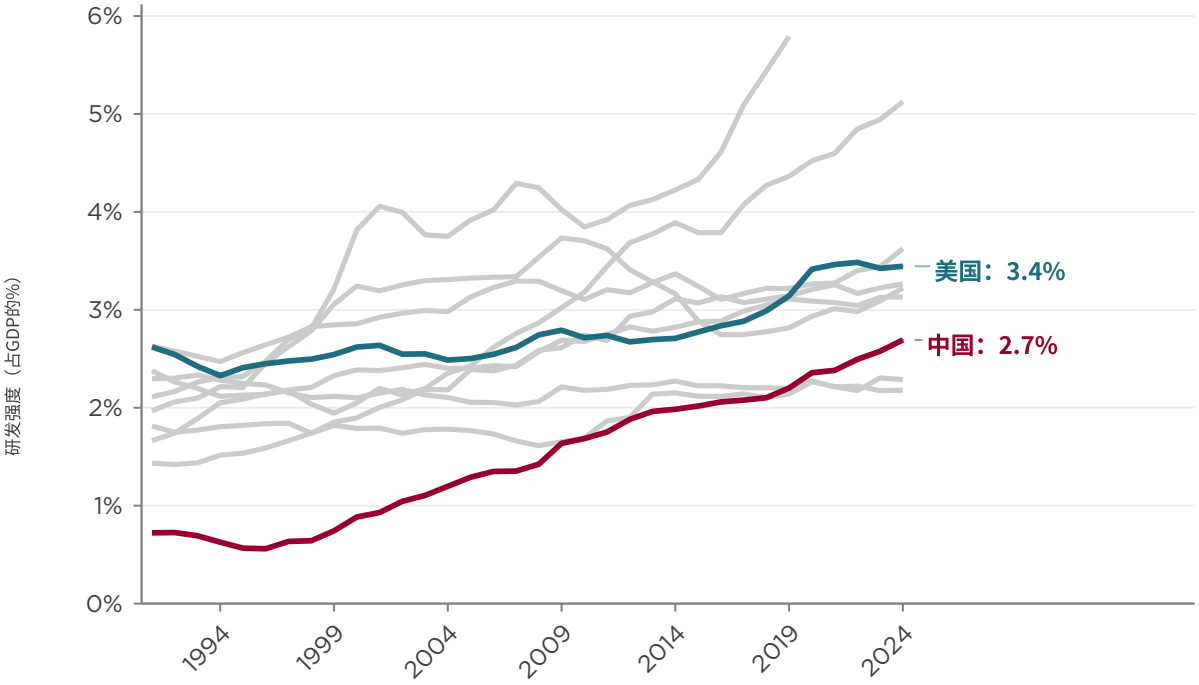
图5.05 谁的研发支出最多？



数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD，按2020年不变购买力平价美元计算），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

从占经济总量的比例来看，美国的地位显得更强。2024年，美国的研发强度达到GDP的3.4%，高于中国的2.7%（见图5.06）。[16]但中国的起点远远落后。其研发强度从1991年的0.7%（约为美国的五分之一）开始上升，并在2000年至2010年间几乎翻了一番，从0.9%升至1.7%。中国的快速增长表明，当前的差距可能会继续缩小，尽管数据无法确定会缩小多少或多快。

图5.06 各国的研发投入强度如何?



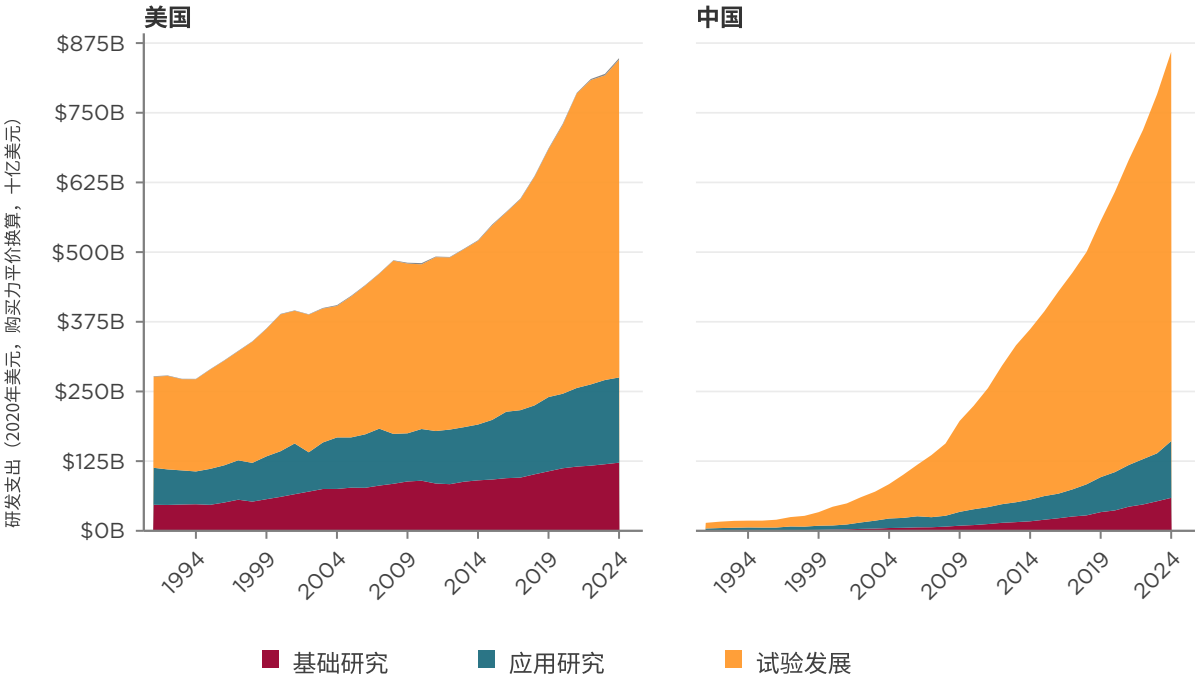
数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD占GDP百分比），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

但并非所有研发都一样——仔细考察会发现，美国和中国的支出存在重大差异。

一般而言，研究可分为三类。基础研究寻求对某一领域的根本性理解，可能需要数年甚至几代人的时间，且没有可预见的商业化前景。它探究的是诸如暗物质是否由轴子构成、能否从零开始编写一个依靠最小必需基因集运行的基因组之类的前沿问题。应用研究将这种理解导向特定的实际目标。试验发展则利用两者来生产新的产品、工艺和材料。基础研究通常着眼于长远，而应用研究和试验发展则寻求在近期应用新知识。

美国和中国的总体支出可能大致相当，但构成不同（见图5.07）。[17]2024年，美国在基础研究（1220亿美元，中国为592亿美元）和应用研究（1530亿美元对1020亿美元）上的支出更多，而中国在试验发展上的支出要多得多（6980亿美元，美国为5700亿美元）。

图5.07 研发支出是着眼当下还是着眼未来？



数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD，按2020年不变购买力平价美元计算），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这一差距决定了两国各自的支出结构。在中国的研发支出中，试验发展占每五美元中的四美元以上，基础研究仅占约十四分之一。美国的分配要均衡得多：发展约占三分之二，应用研究约占五分之一，基础研究约占七分之一（见表5.03）。

自1994年以来，中国在每个类别上的支出增长都快于美国。在这三十年间，基础研究增长了5,780%，试验发展增长了5,600%，而美国分别为156%和245%。差距正在缩小，但由于起点极低，即使百分比增幅很大，中国在基础研究上仍然落后——美国在这方面的支出仍是中国的两倍。这种构成所引出的问题是：中国是否会继续夯实这一基础。一个偏重发展的体系把现有知识转化为产品，而一个投资于基础研究的体系则在资助下一代产品所依赖的发现。

表5.03 研发支出是着眼当下还是着眼未来?

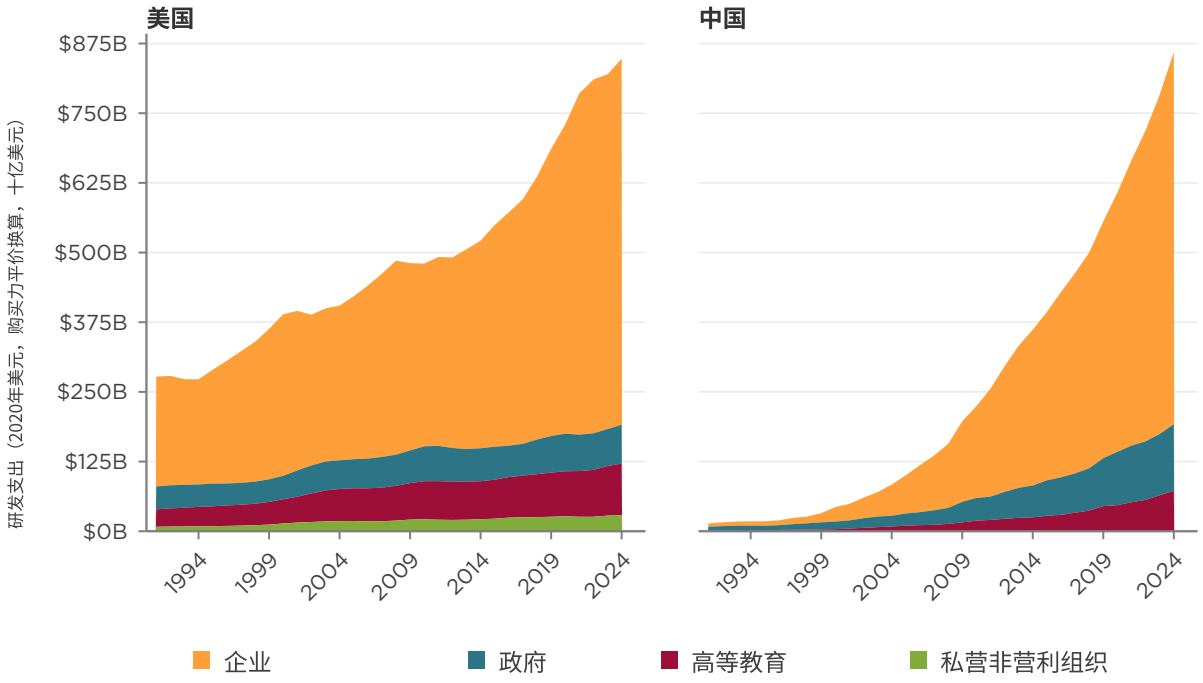
	GERD（十亿美元，按2020年不变购买力平价）[1]				
	1994	2004	2014	2024	变化
美国					
基础研究（着眼未来）	$47.7B	$75.1B	$90.5B	$122B	**+156%**
应用研究（着眼当下）	$58.9B	$92.4B	$100B	$153B	**+160%**
试验发展（着眼当下）	$165B	$236B	$329B	$570B	**+245%**
资本支出（未分配）	$0.665B	$1.46B	$1.13B	$2.72B	**+309%**
总数	**$273B**	**$405B**	**$521B**	**$848B**	**+211%**
中国					
基础研究（着眼未来）	$1.01B	$4.99B	$17.1B	$59.2B	**+5,780%**
应用研究（着眼当下）	$4.98B	$17.1B	$38.9B	$102B	**+1,940%**
试验发展（着眼当下）	$12.3B	$61.7B	$306B	$698B	**+5,600%**
总数	**$18.2B**	**$83.8B**	**$362B**	**$859B**	**+4,610%**

支出水平以2020年不变美元（十亿）计，按购买力平价换算（经通胀调整）。“变化”为从首个到最后一个所示年份的相对变化。基础研究是对未来能力的投资；应用研究和试验发展着眼于近期。由于四舍五入，合计可能不完全相符。

数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD，购买力平价），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

同样的类别也可以换一种方式划分，即按谁开展研究而非研究属于哪种类型。一般而言，研发在四个部门中开展。企业从事最接近市场的应用和发展工作；政府研究机构运营国家实验室和任务型机构；大学承担一个国家的大部分基础研究；私营非营利组织、基金会和独立研究机构构成其余部分。在这方面，两国比支出结构所显示的更为相似。在两国，企业都承担了大部分研发，差异在于规模较小的执行主体（见图5.08）。

图5.08 在美国和中国，谁在开展研发？



数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD，按2020年不变购买力平价美元计算），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

2024年，在中国的研发支出中，企业占6670亿美元，即每四美元中有三美元以上。政府研究机构约占1190亿美元，大学约占730亿美元。中国没有报告私营非营利组织的研发。美国的分布在顶端相似，但底部更宽。企业承担约77%，大学约九分之一，政府约十二分之一，非营利部门约3%，即约290亿美元（见表5.04）。

表5.04 美国和中国如何在各部门之间分配研发？

	GERD（十亿美元，按2020年不变购买力平价）[1]				
	1994	2004	2014	2024	变化
美国					
企业部门	$189B	$278B	$372B	$657B	**+248%**
政府部门	$40.2B	$51.5B	$59.1B	$69.9B	**+73.7%**
高等教育部门	$34.7B	$57.7B	$68.1B	$92.7B	**+167%**
私营非营利部门	$9B	$18.1B	$21.7B	$28.7B	**+219%**
总数	**$273B**	**$405B**	**$521B**	**$848B**	**+211%**
中国					
企业部门	$7.87B	$56B	$280B	$667B	**+8,380%**
政府部门	$7.68B	$19.2B	$57.2B	$119B	**+1,460%**
高等教育部门	$2.3B	$8.56B	$25B	$72.5B	**+3,050%**
私营非营利部门	$0B	$0B	$0B	$0B	**0%**
总数	**$17.8B**	**$83.8B**	**$362B**	**$859B**	**+4,710%**

支出水平以2020年不变美元（十亿）计，按购买力平价换算（经通胀调整）。“变化”为从首个到最后一个所示年份的相对变化。各部门指研发的执行地。中国没有报告私营非营利组织的研发；表中显示为0美元，其变化单元格因基数为零而无定义，显示为0%。中国1994年的总额为178亿美元，即所示各部门数值之和；OECD报告该年为182亿美元，与表5.03一致。由于四舍五入，合计可能不完全相符。

数据来源：OECD，《主要科学技术指标》（GERD，购买力平价），OECD.Stat，1991–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

同样，在过去三十年里，中国在每个部门的研发执行规模都增长得更快，缩小了差距，在某些方面甚至超过了美国。企业部门是中国已经追平的领域，从1994年约二十四比一的差距变为如今大致持平。其政府部门走得更远，从五比一的差距变为执行规模接近美国的两倍。只有在大学研究方面美国仍保持领先，而即便在这方面，中国也已将差距从十五比一缩小到大约三比四。无论按研究类型还是按执行主体划分支出数据，结论都是一样的：中国起步时远远落后，却在三十年里抹平了大部分差距。

无论按研究类型还是按执行主体划分支出数据，结论都是一样的：中国起步时远远落后，却在三十年里抹平了大部分差距。

产出：专利

支出是投入，专利是衡量其产出的一种指标。发表的论文确立的是一项科学发现的优先权，而专利主张的是一项商业应用的权利——这就是为什么专利更具前瞻性，而引用更具回顾性。一篇2025年发表的论文描述的是2022年或2023年完成的研究；而一项2025年授予的专利保护的是其所有者预计在2027年或2028年出售的技术。

专利数量并不能证明这些发明的价值、原创性或市场成功，而且各国专利制度在申请激励上也各不相同。但在战略重要领域的持续变化，可以揭示发明活动在何处扩张。

在三个关键领域，这一转变都很显著（见表5.05）。2014年至2024年间，中国授予的生物技术专利数量增长了197%，[185]

表5.05 谁在关键技术领域申请专利?

	生物技术[1]			半导体[1]			计算机技术[1]		
	2014	2024 变化		2014	2024 变化		2014	2024 变化	
中国	5,390	16,000	**+197%**	2,950	17,200	**+482%**	7,780	176,000	**+2,160%**
美国	6,800	7,960	**+17%**	9,640	7,040	**-27%**	40,500	44,600	**+10.2%**
日本	2,560	2,270	**-11.5%**	21,200	14,500	**-31.9%**	22,700	17,900	**-21.1%**
韩国	1,980	2,200	**+11.1%**	8,120	9,610	**+18.3%**	9,230	16,300	**+76.9%**
德国	1,040	889	**-14.8%**	1,710	1,250	**-27.1%**	2,470	3,280	**+33%**
英国	436	703	**+61.2%**	205	210	**+2.44%**	911	2,180	**+139%**
澳大利亚	206	154	**-25.2%**	28	12	**-57.1%**	215	258	**+20%**

各国专利局授予的专利。数值为2014年和2024年的授权数量及其间的相对变化。各国按2024年总数排序。

数据来源：世界知识产权组织，《按技术分类的专利授权》，WIPO知识产权统计数据中心，2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

f 专利数量的差距可能夸大了创新的差距。有人认为中国的专利申请重数量轻质量，而且中国领先的部分原因在于企业选择在哪里申请：公司在其打算销售产品的地方申请专利，因此中国庞大的国内市场会推高其专利局的总数，而与质量差异无关。即使承认存在质量差距，数量也能弥补很多——假设中国专利的平均价值只有美国专利的一半（这是一个极端假设），中国在申请数量上约二比一的优势仍能带来相当的有效产出。而且，随着中国企业从模仿转向发明，质量差距似乎正在缩小：华为的电信专利、比亚迪的电池技术以及中国对5G标准的贡献，反映的是真正的技术能力，而非纸面文章。

半导体专利增长了482%，计算机技术专利增长了2,160%，而美国在同一领域的授权数量相对持平或下降——生物技术和计算机技术小幅上升，半导体下降27%。

在生物技术领域，两国彻底互换了位置。2014年，中国获得的生物技术专利少于美国，为5,390件对6,800件；但到2024年，中国的数量已是美国的两倍多，为16,000件对7,960件。计算机技术是最极端的例子：中国的授权量从7,780件增至176,000件，约为起始数字的二十三倍，接近美国目前44,600件总数的四倍。

半导体是两国正面比较的例外，因为在这一时期的大部分时间里，该领域的领先者并非两国中的任何一个。2014年，日本授予了21,200件半导体专利，是美国总数的两倍多、中国的七倍。到2024年，日本的数量下降了三分之一，降至14,500件，而中国以17,200件超过日本，领跑该领域。美国的授权量从9,640件降至7,040件。十年前，美国在芯片领域的专利排名第二，如今排名第四。不过，更大的变化在于，如今位居榜首的是中国，而不是日本。

这正是美国最努力想要阻止的崛起。2018年至2022年间，美国收紧了出口管制，最终出台了2022年10月的限制措施和《芯片与科学法案》，试图减缓中国在先进芯片方面的进展。[19]专利数据显示，在这些措施实施期间，中国的半导体专利授权一路攀升。出口管制或许减缓了中国半导体的发展，但并没有扭转它。而且，中国已经成功生产出更先进的芯片和前沿人工智能模型，出乎大多数人的预料。

十年前，美国在芯片领域的专利排名第二，如今排名第四。不过，更大的变化在于，如今位居榜首的是中国，而不是日本。

从企业层面来看，同样的再平衡表现为领先者阵容的变化（见表5.06）。[20 g]

二十年来，排行榜几乎完全改变。2005年，IBM在美国专利授权中排名第一，其次是日立、佳能、惠普和三星。到2025年，只有三星仍位居前列，从第五升至第一。佳能从第三滑落至第五，而IBM、日立和惠普下滑得更多：IBM从第一降至第九，日立从第二降至第十六，惠普则跌至前二十名的末尾。尽管企业战略的变化以及发明产出都可能促成了这种下滑，但更广泛的转变是明确无误的：如今主导美国专利授权的公司，已不再是一代人之前领先的美国和日本老牌企业。

g 表5.06中的数字来自知识产权所有者协会对美国专利主要获得者的年度排名（2005年和2015年）以及Harrity & Harrity的“专利300强”（2025年）；两者都按日历年内授予的美国实用专利数量对机构排名，并汇总至母公司。有四家公司在较早的基准年份低于前300名门槛，它们在这些年份的数字直接取自美国专利商标局的PatentsView：2005年的谷歌、京东方、华为和三星显示。由于这些公司起步规模较小，其早期数字取自补充来源而非排名，而且从这些较低的起始数字计算出的精确年度百分比对微小变化非常敏感。不过，这些公司在2015年和2025年排名中的数据与其他所有公司取自同一来源，因此其崛起的方向和规模并不依赖于补充的起始数值。更一般地说，由于各基础来源合并企业关联公司的方式不同，单个公司的变化应被理解为对方向和幅度的指示，而非精确数字。

表5.06 哪些公司在美国专利中领先，格局如何变化?

	授予的专利[1]			
	2005	2015	2025	变化
三星电子 #5 ▲	1,640	5,060	7,530	**+5,885**
台积电（TSMC）	441	1,760	4,230	**+3,792**
高通	200	3,210	3,920	**+3,725**
华为	34	799	3,480	**+3,448**
佳能 #3 ▼	1,880	4,240	2,990	**+1,113**
三星显示	2	1,820	2,920	**+2,923**
丰田	271	1,640	2,910	**+2,637**
苹果	85	1,940	2,850	**+2,769**
IBM ~~#1~~	2,940	7,440	2,470	**−474**
戴尔科技	131	356	2,440	**+2,314**
京东方科技集团	21	276	2,370	**+2,353**
谷歌 / Alphabet	13	3,200	2,250	**+2,236**
英特尔	1,550	2,620	2,140	**+588**
索尼	1,230	2,450	2,060	**+828**
微软	750	2,470	1,820	**+1,066**
日立 #2 ▼	1,920	1,700	1,480	**−442**
西门子	1,340	1,490	1,060	**−281**
通用电气	1,210	2,630	956	**−250**
东芝	1,340	2,790	890	**−448**
惠普 #4 ▼	1,810	1,450	322	**−1,486**

前三列为2005年、2015年和2025年的专利授权数量。“变化”为2005年至2025年的绝对变化。箭头标出了按2005年授权数量排名前五的五家公司及其2005年排名；向下箭头表示到2025年排名下降，向上箭头表示排名上升。各行按2025年授权数量排序。

数据来源：IPO协会（2005、2015年），Harrity & Harrity“专利300强”（2025年），以及USPTO PatentsView。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

人才：谁在前沿工作

第三章表明，美国和中国的前沿实验室采用截然不同的人才模式。美国实验室组建国际化的研究团队；中国实验室则更多地依赖在其国内体系中培养和就业的研究人员，并辅以曾在海外学习或工作、后来回国的研究人员。这种对比在此处很重要，因为增强美国实验室实力的国际化构成，也使其暴露在移民摩擦和日益激烈的流动研究人员争夺之中。

国内配置人员并不等同于技术上的自给自足。中国实验室仍然利用在国际上流通的知识、工具和研究人员。这种对比的范围更窄，但很重要：它们的人员模式较少依赖于通过移民制度持续吸引外国公民。

或许，关于这种自给自足如今能产出什么，最有说服力的证据出现在2025年1月：一家西方观察人士鲜有耳闻的中国公司发布了一款前沿级人工智能模型，震动了美国市场，并立即引发了与斯普特尼克的类比。这家公司就是成立于2023年的DeepSeek。一家（当时）只有两年历史、绝大多数研究人员在国内培养的实验室能够推出前沿成果，这恰恰是人员构成数据所预示的，它动摇了美国模式赖以存在的前提：世界上最优秀的人工智能研究人员必须来美国，因为前沿就在那里。[21]

那并不是一次性的冲击。十八个月后，即2026年7月，第二家中国实验室从零起步，再次证明了同样的观点。月之暗面发布了Kimi K3，这是一款参数规模在三万亿级别的大型开放权重模型，在广泛的基准测试中仅次于美国的闭源前沿模型，并在至少一个实时编程排行榜上位居第一。[22]

与DeepSeek一样，月之暗面也是一家成立于2023年的新公司；同样与DeepSeek一样，在其可追溯的研究贡献者中，略多于一半从未在中国以外学习或工作过。那些曾在美国机构学习或工作过的人，属于该群体中被引用最多的贡献者之列，其中大多数（24人中的22人）回到了中国。[23]

相隔一年半的两家独立实验室，如今展示的是同样的两条管道——一个从未离开的国内基础，以及一条把美国培养的研究人员召回的回流渠道。

几十年来，寻求最好的同行、设施、资金和机会的研究人员，有异常充分的理由来到美国。这就是磁石。DeepSeek及其同类实验室削弱了“前沿工作需要美国机构背景”这一假设。如果研究人员可以在北京、杭州、伦敦、巴黎、多伦多或其他地方从事重要工作，那么来美国的理由就不再那么不言自明——而留下来的理由也更具争议。

双重风险

把本章的两个部分放在一起看，呈现出的模式并不是美国的崩溃，而是美国与一个快速进步的竞争对手趋于接近。美国仍拥有许多世界上最强大的大学，在基础研究上的支出更多，雇用的高被引研究人员份额最大，并拥有许多处于技术前沿的公司。这些都是重大优势。但它们已不再像过去那样远远高于其他选择。

这种差距的缩小很重要，因为美国的人才体系依赖两股人才流。正如第四章所示，国内人才流培养的技术准备充分的学生太少，并在过程中流失了许多潜在的STEM毕业生。正如第一章至第三章所示，国际人才流为美国的研究生项目、实验室和科技公司提供了大部分高级人才。美国一直通过在第二股人才流上的卓越表现，来弥补第一股人才流的薄弱。

独特的风险在于，这两个弱点可能相互叠加。如果美国在国内培养的人才太少，而吸引海外人才的科研和商业优势又继续缩小，

那么引进人才就会变得既更加重要，又更加困难。这种危险的出现，并不需要中国在每项指标上都超过美国。它只需要为足够多的优秀研究人员提供一个可信的、无需出国的选择——或者一个令人信服的回国理由。

这就是为什么留住人才是下一个问题。吸引一名学生并不等同于留住一名科学家。第六章将考察美国留住了多少在国际上培养的人才、在哪些环节流失了人员，以及这种流失在多大程度上是由美国自己制定的移民规则造成的。

美国对国际人才的依赖之所以可持续，是因为其科研体系提供了无可匹敌的优势。这些优势依然存在，但已不再无可匹敌。

第五章尾注

1 Authors' analysis of OpenAlex institutional-affiliation data for the researchers named on Moonshot AI's most recent papers (n = 437; 271 with histories complete enough to trace cross-border movement), following the method of the authors' earlier DeepSeek analysis. See Zegart and Johnston, *A Deep Peek into DeepSeek AI's Talent*.

2 Data in Figure 5.01 and Table 5.01 are drawn from Paper Copilot, conference acceptance and submission statistics, data compiled by the authors across all conferences and years, 2026, https://papercopilot.com/.

3 Data in Figures 5.02 and 5.03 are drawn from Jason Priem, Heather Piwowar, and Richard Orr, OpenAlex (OurResearch, 2022–2025), citation statistics by field accessed via the OpenAlex API, with specific fields and year ranges noted accordingly, data compiled by the authors, https://openalex.org.

4 National Science Board, "Publications Output: US Trends and International Comparisons," *Science and Engineering Indicators 2024*, NSB-2023-33 (National Science Foundation, December 2023), Table PBS-1, https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202333/.

5 Jeffrey Brainard and Dennis Normile, "China Rises to First Place in Most Cited Papers," *Science*, August 17, 2022, https://www.science.org/content/article/china-rises-first-place-most-cited-papers; National Science Board, "Publications Output: US Trends and International Comparisons," *Science and Engineering Indicators 2020*, NSB-2020-6 (National Science Foundation, 2019), 19–20, 26, https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20206/.

6 National Science Board, "Publications Output: US Trends and International Comparisons," *Science and Engineering Indicators 2024*, Table PBS-1 (National Science Foundation).

7 Ministry of Education of the People's Republic of China, "'211 Project' and '985 Project'" (中华人民共和国教育部), 2015, http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2015nztzl/2015_zt15/15zt15_mtbd/201511/t20151106_217950.html; Futao Huang, "From Expansion to Governance: China's Higher Education at a Strategic Turning Point," International Higher Education, no. 126 (2026), https://doi.org/10.6017/895b9e0d.25b5a5f5.

8 Fei Shu, "The Institutionalized Stratification of the Chinese Higher Education System," *Quantitative Science Studies* 2, no. 1 (2021): 327–44, https://doi.org/10.1162/qss_a_00104.

9 Dongbo Shi et al., "Has China's Young Thousand Talents Program Been Successful in Recruiting and Nurturing Top-Caliber Scientists?," *Science* 379, no. 6627 (2023): 62–65, https://doi.org/10.1126/science.abq1218; on the program's 2008 launch and scale, see US Senate Permanent Subcommittee on Investigations, *Threats to the US Research Enterprise: China's Talent Recruitment Plans*, Majority and Minority Staff Report (Government Printing Office, 2019), https://www.hsgac.senate.gov/subcommittees/investigations/library/files/majority-and-minority-staff-report_-threats-to-the-us-research-enterprise-chinas-talent-recruitment-plans/.

10 Data in Figure 5.04 are drawn from Clarivate Analytics, "Highly Cited Researchers: Past Lists," data for 2014–2025, https://clarivate.com/highly-cited-researchers/past-lists/.

11 Data in Table 5.02 are drawn from Times Higher Education, "World University Rankings by Subject" (Times Higher Education [THE],) data for 2011–2026 and compiled by the authors across subject rankings (Life Sciences, Clinical & Pre-Clinical Health, Engineering, Physical Sciences, and Social Sciences, 2011–2026; Computer Science, 2017–2026), https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/by-subject.

12 Data drawn from Times Higher Education, "World University Rankings by Subject."

13 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, OECD Data Explorer, http://data-explorer.oecd.org/; National Science Board, "Cross-National Comparisons of R&D Performance: US Trends and International Comparisons," *Science and Engineering Indicators 2024* (National Science Foundation, 2024), https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20246/cross-national-comparisons-of-r-d-performance.

14 ChinaPower Project, "Is China a Global Leader in Research and Development?" (Center for Strategic and International Studies, 2018, updated January 2021), https://chinapower.csis.org/china-research-and-development-rnd/.

15 Data in Figures 5.05 and 5.06 are drawn from OECD, Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database.

16 National Bureau of Statistics of China, "China's Expenditure on Research and Experimental Development (R&D) Exceeded 3.6 Trillion Yuan in 2024," February 7, 2025, https://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202502/t20250207_1958579.html; 2000 and 2010 shares from OECD, Main Science and Technology Indicators.

17 Data in Figures 5.07 and 5.08 and Tables 5.03 and 5.04 are drawn from OECD, Main Science and Technology Indicators, "Gross Domestic Expenditure on R&D (GERD) by Sector of Performance," converted to US dollars at purchasing power parity, OECD. Stat, data for 1991–2024; Patent and Trademark Law Amendment (Bayh-Dole Act), Pub. L. No. 96–517, 94 Stat. 3015 (1980), https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-94/pdf/STATUTE-94-Pg3015.pdf.

18 Data in Table 5.05 are drawn from World Intellectual Property Organization, "Patents Granted by Technology" (indicator 5), WIPO IP Statistics Data Center, data compiled by the authors, 2024, https://www3.wipo.int/ipstats.

19 CHIPS and Science Act of 2022, Pub. L. No. 117-167, 136 Stat. 1366 (2022), https://www.congress.gov/117/plaws/publ167/PLAW-117publ167.pdf; and Bureau of Industry and Security, "Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items," 87 Fed. Reg. 62186 (October 13, 2022), https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor.

20 Data in Table 5.06 are drawn from US utility patents granted to each organization; the panel is the union of the top ten recipients in 2005, 2015, and 2025. Figures for 2005 and 2015 are from Intellectual Property Owners Association, "2005 Top 300 Patents Owners" and "2015 Top 300 Patents Owners," https://ipo.org/index.php/2005-top-300-patent-owners/; 2025 figures are from Harrity & Harrity, "The 2025 Patent 300® List," 2026, https://harrityllp.com/patent300/. Company-years missing from a published list were filled from USPTO PatentsView. Compiled by the authors.

21 Amy Zegart and Emerson Johnston, *A Deep Peek into DeepSeek AI's Talent and Implications for US Innovation* (Technology Policy Accelerator, Hoover Institution, in collaboration with the Stanford Institute for Human-Centered AI, 2025); Hannah Miao and Jon Emont, "China's Best and Brightest Tech Talent Is Going Back to China," *Wall Street Journal*, May 2026, https://www.wsj.com/business/china-silicon-valley-sea-turtles-tech-ai-talent-46385d38.

22 Moonshot AI, "Kimi K3," model release and technical report, July 16, 2026, https://platform.kimi.ai/. For coverage, see Michael Nuñez, "China's Moonshot AI Releases Kimi K3, the Largest Open-Source Model Ever, Rivaling Top US Systems," VentureBeat, July 16, 2026, https://venturebeat.com/technology/chinas-moonshot-ai-releases-kimi-k3-the-largest-open-source-model-ever-rivaling-top-u-s-systems.

23 Authors' analysis of OpenAlex institutional-affiliation data; Zegart and Johnston, *A Deep Peek into DeepSeek AI's Talent*.

第六章

留才缺口

美国为何正在失去愿意留下的人才

第六章

留才缺口

美国为何正在失去愿意留下的人才

图表

图6.01 – 国际博士毕业生是否计划留在美国? 138

图6.02 – 国际STEM博士是否留在了美国? 141

图6.03 – STEM OPT增长有多快? 143

图6.04 – 每年批准多少H-1B签证? 146

图6.05 – H-1B拒签率何时激增? 147

图6.06 – 中国在J-1参与者中的占比下降了多少? 150

图6.07 – 美国培养后又流失了多少STEM人才? 152

表格

表6.01 – 留美意愿是否因来源地区而异? 139

表6.02 – 按领域划分，新晋STEM博士毕业后计划做什么? 140

表6.03 – 国际博士与美国博士的职业路径有何不同? 145

表6.04 – 按国籍划分，职业移民绿卡需要等待多久? 148

第六章

主要要点

1. **国际学生越来越希望留在美国。**这一比例从2002年的67.1%升至2024年的75.8%，而且上升是普遍的：除欧洲外的每个地区以及每个STEM领域都有所上升。[1]

2. **实际留存率有所上升，但仍落后于意愿。**在国际STEM博士中，五年后仍有73.4%留在美国，十年后为67.8%，因此实际结果低于约四分之三表示希望留下的比例。十年留存率也被证明很脆弱：在2017年至2021年的观测之间下降了7.3个百分点，之后才部分恢复。

3. **H-1B抽签是第一道关卡，而大多数毕业生都无法通过。**在谈论长期留下来之前，毕业生首先必须获得签证。在2025财年的周期中，470,000名申请人争夺约135,000个随机抽取的名额，任何一名申请人的中签几率都不到三分之一。2026年向高薪职位倾斜的抽选调整对此帮助甚微，因为它并没有增加签证数量。

4. **来自输送学生最多的国家的毕业生，绿卡等待时间最长。**印度公民申请EB-2和EB-3绿卡需要等待十二年以上，而大多数国家为四到五年。原因主要是结构性的：无论一个国家有多少公民申请，相同的年度上限都适用于每个国家，因此研究生的最大来源国几乎必然排着最长的队。[2]

5. **移民制度的核心组成部分是几十年前为一个已不复存在的地缘政治格局和人才版图而建立的。**国别上限可以追溯到1965年，当时没有人想到会有一个国家主导研究生管道；而J-1交流规则可以追溯到1961年，其依据的冷战理论是：在美国接受培养的学者应当回国，为盟国播下种子。

6. **每一届国际STEM博士在十年内都会流失约三分之一。**在2012–14届中，这相当于约11,000人和38亿美元的培养投资，两者都从资助它们的劳动力队伍和科技生态系统中流失了。

7. **其他国家决策更快，而近期的改革正在扩大这一差距。**美国的等待时间可能长达十年或更久，而加拿大于2015年推出了“快速通道”（Express Entry），可在六个月内作出决定；英国的“全球人才签证”如今只需几周即可作出决定，两者都不需要雇主为等待期提供担保。[3]

第六章——数据一览：

指标	2021	2025	变化	
留美意愿				
总体	73%*	**75.8%**[2024]	+2.8 pp	▲
按地区				
来自非洲的国际学生	72.5%*	**86.5%**[2024]	+14.0 pp	▲
来自美洲的国际学生	60.1%*	**69.3%**[2024]	+9.2 pp	▲
来自亚洲的国际学生	79%*	**80%**[2024]	+1.0 pp	▲
来自欧洲的国际学生	67.4%*	**66.4%**[2024]	-1.0 pp	▼
来自中东的国际学生	58%*	**55.3%**[2024]	-2.7 pp	▼
按领域				
学习计算机的国际学生	87.4%	**89.8%**[2024]	+2.4 pp	▲
学习工程的国际学生	85.2%	**89.5%**[2024]	+4.3 pp	▲
学习数学的国际学生	74.8%	**81.7%**[2024]	+6.9 pp	▲
学习物理科学的国际学生	81.9%	**87.2%**[2024]	+5.4 pp	▲
实际留存				
五年留存率	70.8%*	**73.4%**[2023]	+2.6 pp	▲
十年留存率	64.7%*	**67.8%**[2023]	+3.1 pp	▲
博士毕业后的职业路径				
美国公民：学术界	39.9%*	**42.5%**[2024]	+2.6 pp	▲
美国公民：产业或商业	33.8%*	**32.2%**[2024]	-1.6 pp	▼
临时签证持有者：学术界	24.8%*	**32.2%**[2024]	+7.4 pp	▲
临时签证持有者：产业或商业	69.4%*	**60.9%**[2024]	-8.5 pp	▼
工作签证桥梁				
收到的STEM OPT申请	5,940*	**22,300**	3.75×	▲
批准的STEM OPT申请	5,990*	**18,700**	3.13×	▲
H-1B批准：技术类职业	106,000*	**85,100**	-19.8%	▼
移民途径与瓶颈				
印度公民EB-2绿卡等待时间	10y 6m*	**12y 5m**	+2y	▲
中国公民EB-2绿卡等待时间	3y 10m*	**4y 8m**	+9个月	▲
其他所有国籍EB-2绿卡等待时间	2y 10m*	**4y 6m**	+1y 8m	▲

STEM人才离开造成的估计损失

领域	离开人数	离开比例	损失金额
工程学	4,350	29%	**$1.52B**
生命、健康与农业科学	3,140	30%	**$1.15B**
物理科学	2,240	35%	**$0.712B**
计算机与数学科学	1,280	24%	**$0.449B**

* 标注的数据系列可追溯至2021年以前。

注：历史比较采用2021年和2025年的观测值。上标年份表示该行最新数据早于2025年。估计损失金额 = 离开人数 × 各领域获得学位所需时间 × 每年53,000美元的NSF研究生研究奖学金资助。

来源：根据图6.01–6.07及表6.01–6.04推导。

2026年3月，太平洋时间早上6点，在办公室的人到齐之前，阿俊登录了一个政府网站，查看电脑是否抽中了他的名字。

我们在引言中见过他。阿俊在印度出生长大，在印度理工学院获得学士学位，随后在卡内基梅隆大学获得计算机科学博士学位。毕业后，他在得克萨斯州的一家人工智能实验室工作了三年，其论文发表、引用和专利记录都十分出色。他的雇主希望长期雇用他。横在他和这份工作之间的，是H-1B签证抽签。

他已经参加过两次抽签，两次都落选了。在第一个周期中，470,000人争夺约135,000个名额，申请人完全随机抽选，因此他获得签证的几率不到三分之一。第二个周期的几率大致相同。在第三个周期中，尽管2026年的政策调整提高了高薪职位的中签几率，不再完全随机抽取中签者，但签证数量保持不变，申请人数仍远超签证数量。[a]形势依然对他不利。阿俊没有获得H-1B签证，因此必须离开美国。[4]

即使阿俊获得了签证，他留在美国的道路仍将艰难而漫长。他可以继续从事这份工作，同时排进第二条队伍——职业移民绿卡队伍。但绿卡系统积压严重，来自印度的签证抽签中签者预计要等待近十三年。

阿俊的故事并非真实，但高度真实可信。它说明了希望留在美国、为国家技术发展做出贡献的高技能STEM人才所面临的挑战。决定阿俊及其同类能否留在美国的许多移民规则，都是几十年前为一个已经发生巨大变化的地缘政治时代和人才版图而制定的。这套制度从来就不是为赢得今天的STEM人才竞赛而设计的。

a 2026年的规则根据所提供工资在美国劳工部四个现行工资等级中的位置，让每名登记者参与一到四次抽签——最高等级四次，最低等级一次。更高的工资会提高被抽中的几率，但并不能保证中签，因为每个工资等级的登记都仍然有资格参与，而且抽签仍然只是对几率进行加权，而不是直接对申请人进行排名。由于签证数量固定且需求远超供给，即使是加权后位于申请池顶部的申请人也可能落选。更多信息见本章后文“抽签：H-1B签证”一节。

印度公民长达十三年的绿卡队伍，是1965年一项旨在终结按国籍歧视的改革中所设定的国别上限造成的。1965年，没有人想到美国的国际人才管道会如此高度集中。[5]同样，管理美国实验室中学者的交流访问者规则制定于1961年，目的是把外国研究人员送回本国——依据的是冷战理论，即在美国获得的知识应当在海外盟国生根发芽。[6]决定阿俊能否留下的每一项制度工具，都是几十年前为一个已不复存在的国家和一场已不复存在的竞争而建立的。

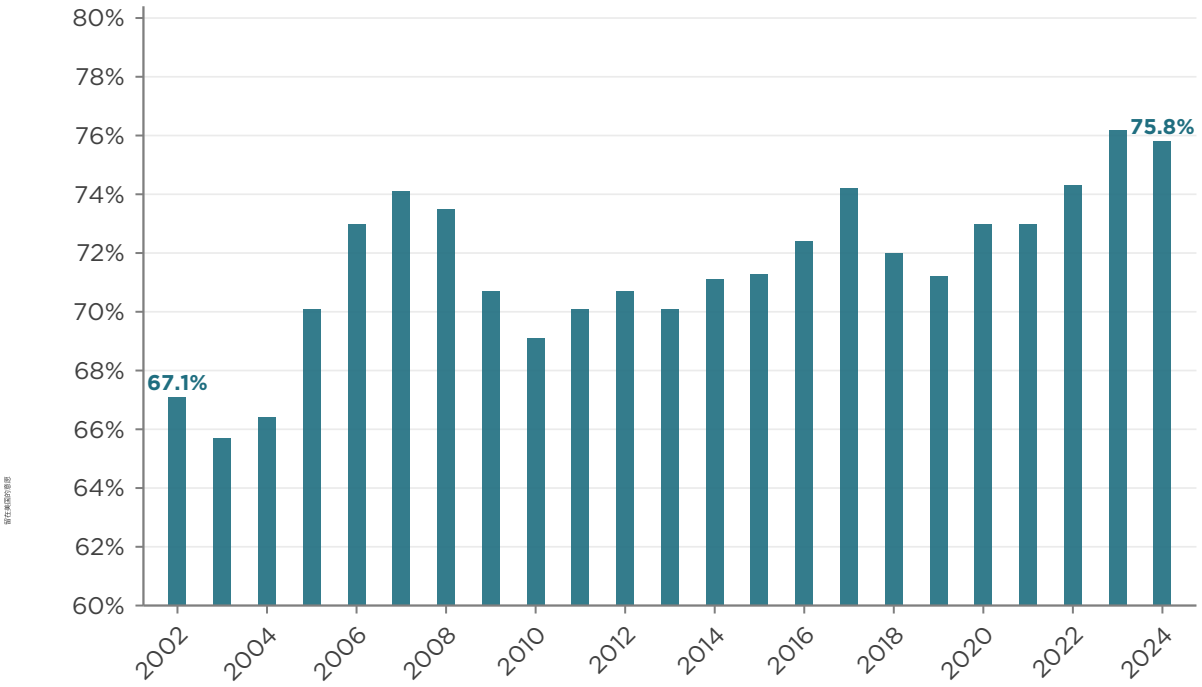
本报告的引言描述了为美国技术劳动力输送人才的两股来源：本土培养的学生和从海外吸引的学生。前五章一直追踪这两股人才流直到此处。第一章至第三章聚焦国际人才流，以及它如何在国别、学科和学位层次上高度集中，使最高层次的关键STEM领域最依赖来自海外的人才。第四章说明了为什么如果这些国际人才流减少或中断，国内STEM人才流不太可能填补缺口。第五章考察的指标显示，美国在许多前沿研究领域的领先优势在过去十年中已大幅缩小，在许多领域已经被中国研究人员和机构超越。这些变化表明，对于技术领域的顶尖研究人员而言，美国作为目的地的吸引力可能会下降——如果还没有下降的话。

本章探讨这些发现所引出的问题：人才来到了美国——但他们会留下来吗？留存取决于两件不同的事情：毕业生是否想留下，以及制度是否允许他们留下。数据显示，留下的愿望强烈且在上升，但国际人才留在美国劳动力队伍中的途径艰难、缓慢且不可预测。阿俊在早上6点刷新网页的那一刻，正是这两者的交汇点。

国际毕业生想要什么

自2002年以来，美国国家科学基金会的《博士学位获得者调查》一直询问完成研究型博士学位的国际学生是否打算留在美国。答案始终是肯定的——而且这样回答的比例还在增加。这一比例从2002年的67.1%升至2024年的75.8%，略低于2023年的峰值；在2017年至2021年的移民动荡和疫情冲击期间曾有所下降。无论其他方面发生了什么变化，美国培养的人越来越多地表示希望留下来（见图6.01）。[7]

图6.01 国际博士毕业生是否计划留在美国?



数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》，2010–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这一增长几乎遍及每个来源地区，尽管幅度不同（见表6.01）。2002年至2024年间，非洲毕业生的留美意愿上升了27.5个百分点，从59.0%升至86.5%；美洲毕业生上升了20.2个百分点，从49.1%升至69.3%。亚洲已是最大的来源地区，也是第二章所述的主要供给方，其增幅较为温和，从74.2%升至80.0%，但其基线水平本就最高。唯一的例外是欧洲，其留美意愿下降了3.1个百分点，从69.5%降至66.4%，是唯一下降的地区。

留在美国的压倒性偏好在各领域中同样可见（见表6.02）。2021年至2024年间，每个STEM学科计划留下的毕业生比例都有所上升。意愿最高的是生物与生物医学科学，为90.6%，紧随其后的是计算机科学（从87.4%升至89.8%）和工程学（从85.2%升至89.5%）。增幅最大的是起点最低的领域：社会科学从53.5%升至65.7%，心理学是唯一一个几乎持平的例外，仅上升0.3个百分点。在与技术竞争关系最密切的学科——计算机和工程——中，近十分之九的国际毕业生如今打算在美国发展事业。

这些数字反映的是毕业时的意愿，而非结果。一名计划留下的毕业生尚不知道雇主是否会为其担保签证、申请能否成功，或永久居留需要多长时间。人才的去留在随后的十年中才见分晓。

表6.01 留美意愿是否因来源地区而异？

	打算留下		
	2002	2024	变化
非洲	59%	86.5%	+27.5 pp
亚洲	74.2%	80%	+5.8 pp
美洲	49.1%	69.3%	+20.2 pp
欧洲	69.5%	66.4%	−3.1 pp
澳大利亚-大洋洲	54.9%	62.5%	+7.6 pp
中东	54.5%	55.3%	+0.8 pp

数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》，2010–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

表6.02 按领域划分，新晋STEM博士毕业后计划做什么？

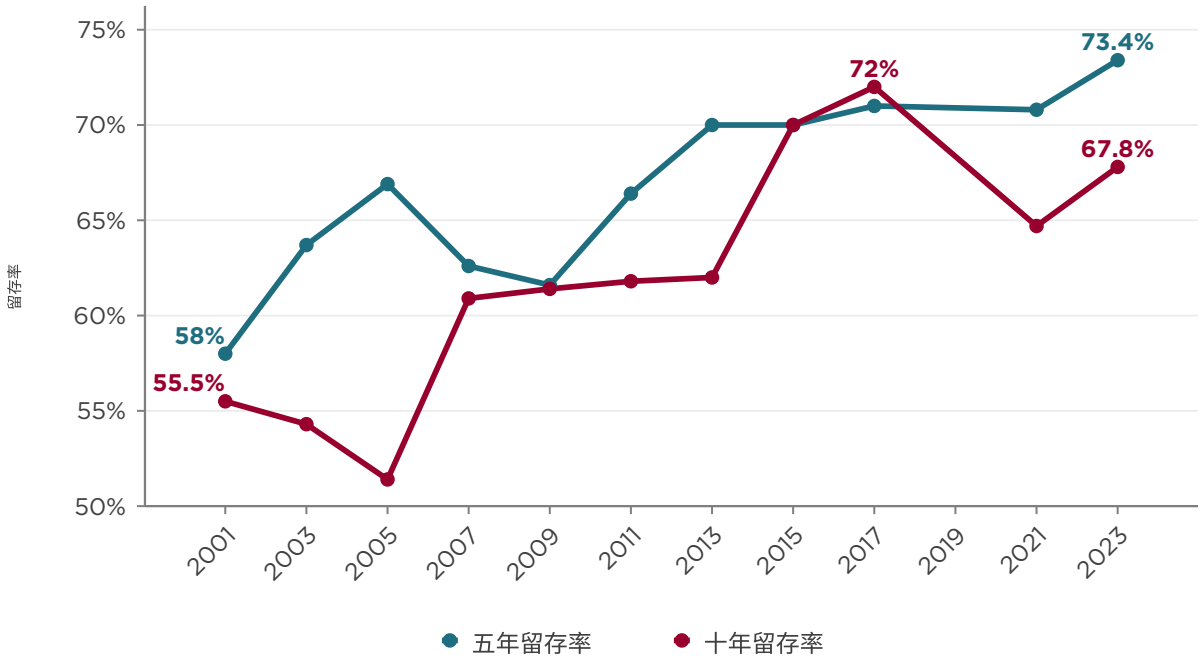
	计划留美的比例		
	2021	2024	变化
社会科学	53.5%	65.7%	+12.2 pp
非科学与工程	58.2%	69.3%	+11.1 pp
地球科学、大气科学和海洋科学	74.4%	81.7%	+7.3 pp
数学与统计学	74.8%	81.7%	+6.9 pp
农业科学与自然资源	74.6%	80.9%	+6.2 pp
生物与生物医学科学	84.4%	90.6%	+6.2 pp
物理科学	81.9%	87.2%	+5.4 pp
工程学	85.2%	89.5%	+4.3 pp
计算机与信息科学	87.4%	89.8%	+2.4 pp
健康科学	72.2%	74.5%	+2.3 pp
多学科/跨学科科学	84.1%	85.4%	+1.3 pp
心理学	76.1%	76.4%	+0.3 pp

数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》，2010–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

意愿与现实的差距

实际留存率既证实了意愿数据，也使其更加复杂。在橡树岭科学与教育研究所的迈克尔·芬恩所建立的纵向数据系列基础上，美国国家科学委员会估算了国际STEM博士学位获得者在毕业五年和十年后仍留在美国的比例。五年留存率从2001年的58.0%升至2023年（最新观测年份）的73.4%。十年留存率也从55.5%升至67.8%，此前曾在2017年达到接近72.0%的峰值（见图6.02）。[8 c]

图6.02 国际STEM博士是否留在了美国?



数据来源：NCSES，《外国出生的STEM从业者》，《科学与工程指标2024》；Finn，《外国博士学位获得者的留美率》，2011年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

b 留存率数据以毕业届别而非观测年份为基准。2023年报告的73.4%五年留存率描述的是约在2018年毕业、五年后仍在美国的博士学位获得者；2023年的十年留存率反映的则是大约十年前毕业的那一届。由于该指标需要向后追踪毕业生，最近的观测年份描述的必然是较早的毕业生，而非当前的毕业生。

c 该数据系列所追踪的人群并不完全相同。橡树岭的估算过去依赖社会保障收入记录来判断毕业生是否留在美国，而后来的版本纳入了美国国家科学基金会的《博士学位获得者调查》，这是一项有其自身覆盖范围和无应答特点的抽样调查。因此，相继各届是以略有不同的参照人群而非一个固定样本来衡量的，图6.02中的逐年变化应被理解为一致的趋势，而非精确的届别间比较。

两个留存率之间的差异有系统性的原因。第一是机械性的：十年留存率几乎总是低于五年留存率，因为它衡量的是更长时间的离开风险。每一位在五年时被计为“留下”的毕业生，在第二个五年中仍有离开的可能，而有些人确实离开了——原因多种多样：迟迟未能拿到的绿卡、在班加罗尔日渐年迈的父母、十年前尚不存在的中国或欧洲雇主。两条线之间的差距就是第二个五年的流失，而它随时间变化很大，从2009年和2015年所测各届的接近零，到2005年最严重时相差16个百分点。

第二个原因是时间。两个留存率描述的是在同一时刻观测的不同毕业届别。2021年报告的十年留存率并不是关于2021年毕业的人，而是约在2011年毕业的人十年后的结果。这种滞后解释了为什么十年留存率曲线下降更为陡峭，在2017年至2021年间下降了7.3个百分点。这一下降描述的并不是那些年份的毕业生，而是在2008年危机后的复苏期进入劳动力市场的那几届人，他们的第二个五年恰好与本章后半部分所记录的2017–2021年H-1B审批收紧和签证审查加强相重合。时间上的吻合与这种挤压相一致，但十年留存率也会随经济状况、绿卡排队长度、海外回流机会和届别构成而变化，总体数据系列无法区分是哪些毕业生离开以及为何离开。最近数据（约67.8%）的回升，反映的是在这种挤压缓解之后走过这一阶段的届别。

即使个人离开的原因并不清楚，更宏观的模式依然明确：每四名国际毕业生中有三名在毕业时打算留下，五年后约有十分之七留在美国，十年后约有三分之二留下。意愿与结果之间的距离就是留才缺口。本章其余部分将考察可能导致这一缺口的制度障碍。

留下的人在哪里工作

在转向制度机制之前，值得先讨论一下留下来的毕业生最终去了哪里。在过去三十年里，新晋博士越来越多地进入产业界而非学术界——而这一转变在国际毕业生中尤为明显。

在有明确去向的美国公民博士学位获得者中，表示将进入学术界的比例从1994年的51.5%降至2024年的42.5%，而表示将进入产业界的比例从19.3%升至32.2%——几乎是一对一的替代。这一转变反映了多种力量，包括终身教职岗位增长有限、私营部门对高级技术技能的需求上升，以及薪酬上的巨大差异。

国际毕业生朝着同一方向移动，但走得更远、更快。持临时签证的博士学位获得者进入学术界的比例从1990年代中期的48.0%降至2024年的32.2%，而进入产业界的比例从41.8%升至60.9%（见表6.03）。

这一差距并不只是偏好上的差异。需要H-1B身份的国际毕业生通常需要一位愿意为其担保、承担费用并接受申请失败风险的雇主。大公司往往比小公司和初创企业更有能力做到这一点。研究型大学是部分例外：它们仍然为申请提供担保并支付费用，但作为不受配额限制的雇主，它们可以全年提交申请，无需参与抽签竞争。

由于国际博士进入产业界的比例几乎是国内博士的两倍，留住他们在很大程度上取决于工作签证和职业移民绿卡制度。本章其余部分将逐个阶段地追踪这一途径及其替代途径。

表6.03 国际博士与美国博士的职业路径有何不同？

	美国公民			临时签证持有者		
	1994	2024	变化[1]	1994	2024	变化[1]
学术界	51.5%	42.5%	**−9.0 pp**	48%	32.2%	**−15.8 pp**
产业或商业	19.3%	32.2%	**+12.9 pp**	41.8%	60.9%	**+19.1 pp**
政府	9.2%	9.8%	**+0.6 pp**	2%	2%	**0.0 pp**
非营利组织	6.8%	7.9%	**+1.1 pp**	3.3%	3.1%	**−0.2 pp**
其他或未知	13.2%	7.6%	**−5.6 pp**	4.9%	1.8%	**−3.1 pp**

[1] 1994年和2024年数值为有明确去向的博士所占比例（%）。“变化”为两年之间的百分点变化。

数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》，2010–2024年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

入口匝道：选择性实习培训

对许多国际毕业生而言，毕业后的第一步是选择性实习培训（OPT）——阿俊正是凭借这一身份得以工作长达三年。

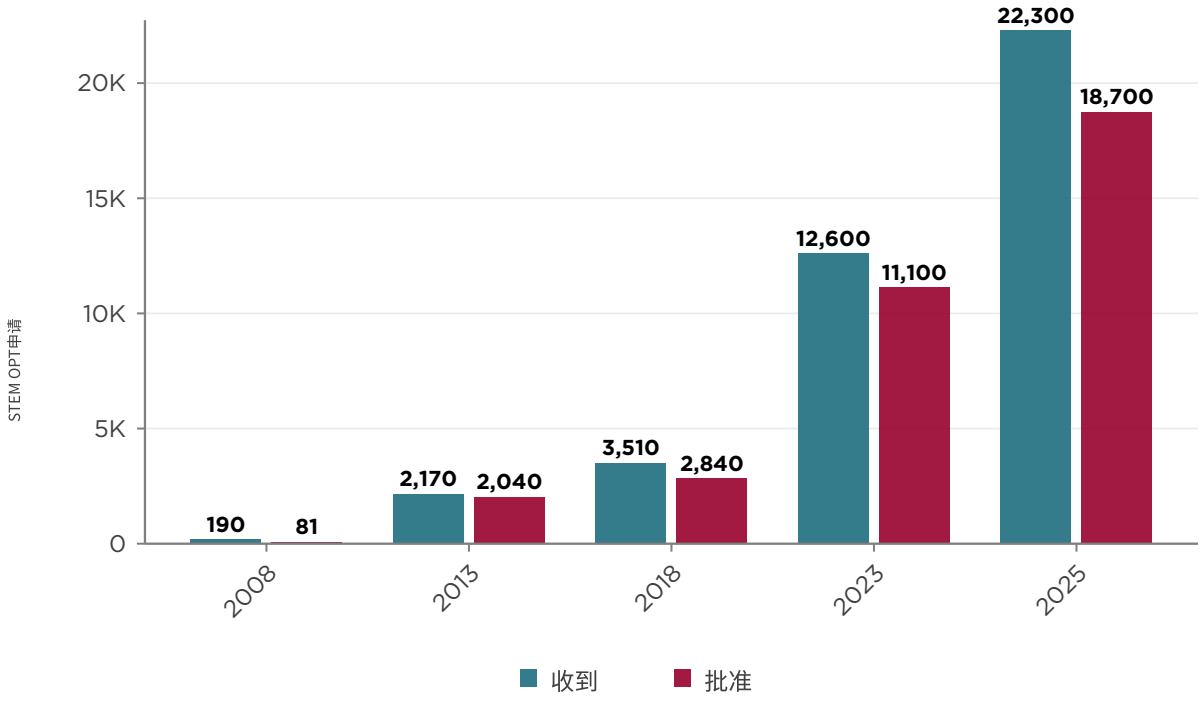
OPT最初允许国际毕业生在保持F-1学生身份的同时，在其专业领域工作最多十二个月。2008年，美国国土安全部（DHS）为指定STEM领域的毕业生增加了十七个月的延期。后来，一家联邦法院以DHS未遵循必要的公告和评议程序为由撤销了该规则，同时允许该项目暂时继续运行。2016年，DHS以目前的二十四个月STEM延期取而代之，为符合条件的毕业生提供最长三年的毕业后工作许可。[9]新规则经受住了第二次法律挑战——一个意见分歧的联邦上诉法院维持了DHS的权限，最高法院拒绝复审——但它如今依据的是行政法规，而非专门的法定签证类别。[10]

因此，尽管该项目依然存在，但这条道路仍充满不确定性。这条入口匝道——在最宽松的情况下给予毕业生三年的工作许可，而H-1B允许六年——所依据的法规已经被推翻过一次，在法院命令下重新制定，仅以二比一的投票得以维持，而且仍可能被未来的政府修改。[11]

新的STEM OPT申请从2008年的190份增至2025年的22,300份，增幅约为12,000%（见图6.03）。[12]其增速超过了国际学生入学人数的增速，因为OPT正在吸收下游的功能失调：随着H-1B抽签越来越难，三年期STEM OPT作为一种权宜之计变得更具吸引力。

总体批准率很高——超过95%。[13]但必须记住，批准率衡量的是批准数量与已完成审理数量之比，而不是与已提交申请数量之比。2025年，在收到的22,300份新申请中，18,700份获批，仅797份被拒。然而，到年底仍有7,270份往年提交的申请处于待审状态——它们已经提交，但尚未审理。

图6.03 STEM OPT增长有多快?



数据来源：USCIS，I-765表格工作许可申请，2003–2025财年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

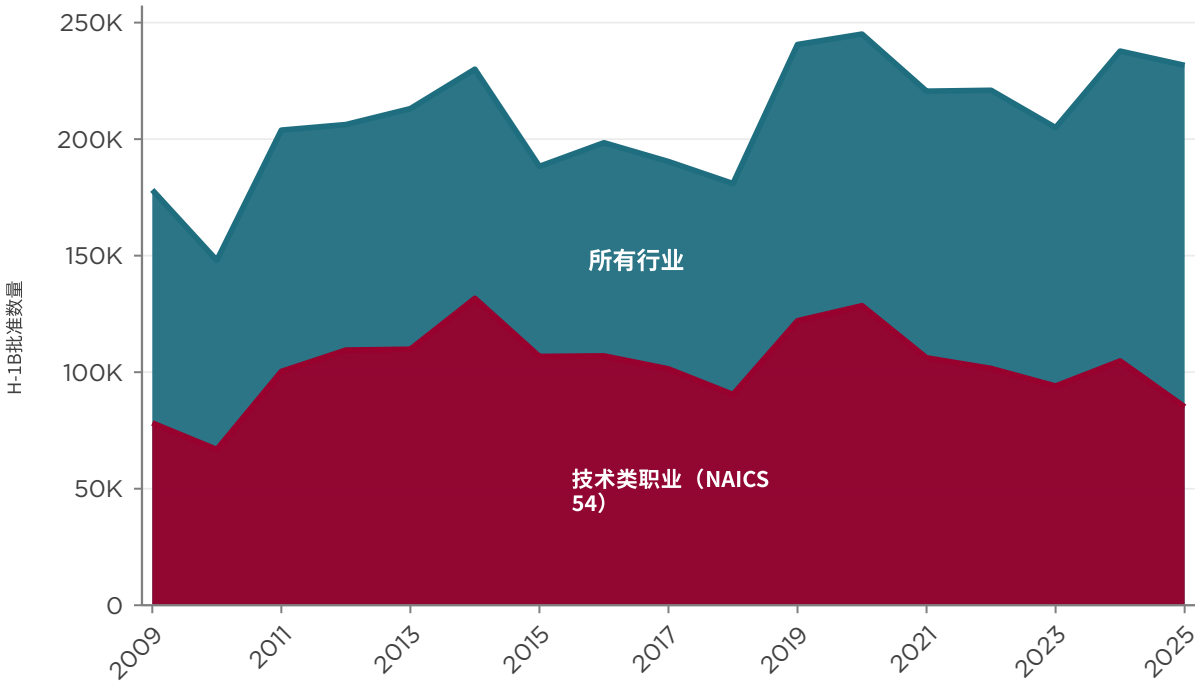
抽签：H-1B签证

对于从OPT转入较长期私营部门就业的毕业生而言，H-1B身份一直是主要渠道。国会于1990年设立了现代的专业职业类别。目前的年度配额为首次申请人提供65,000个常规名额，另为美国院校高等学位持有者提供20,000个额外名额，并有若干豁免。多年来需求一直超过供给。2026年2月的规则或许改变了谁有机会中签，却没有改变名额数量。

受配额限制的签证数量保持不变，而登记数量仍远超签证数量。

将续签和延期与新入境一并计算，自2009年以来，各行业的H-1B批准数量每年约在150,000至245,000件之间。专业、科学和技术服务业——即NAICS 54所划分的行业——在任何一年都占其中的三分之一到一半（见图6.04）。[14]

图6.04 每年批准多少H-1B签证?



数据来源：USCIS，H-1B雇主数据中心，2009–2026年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

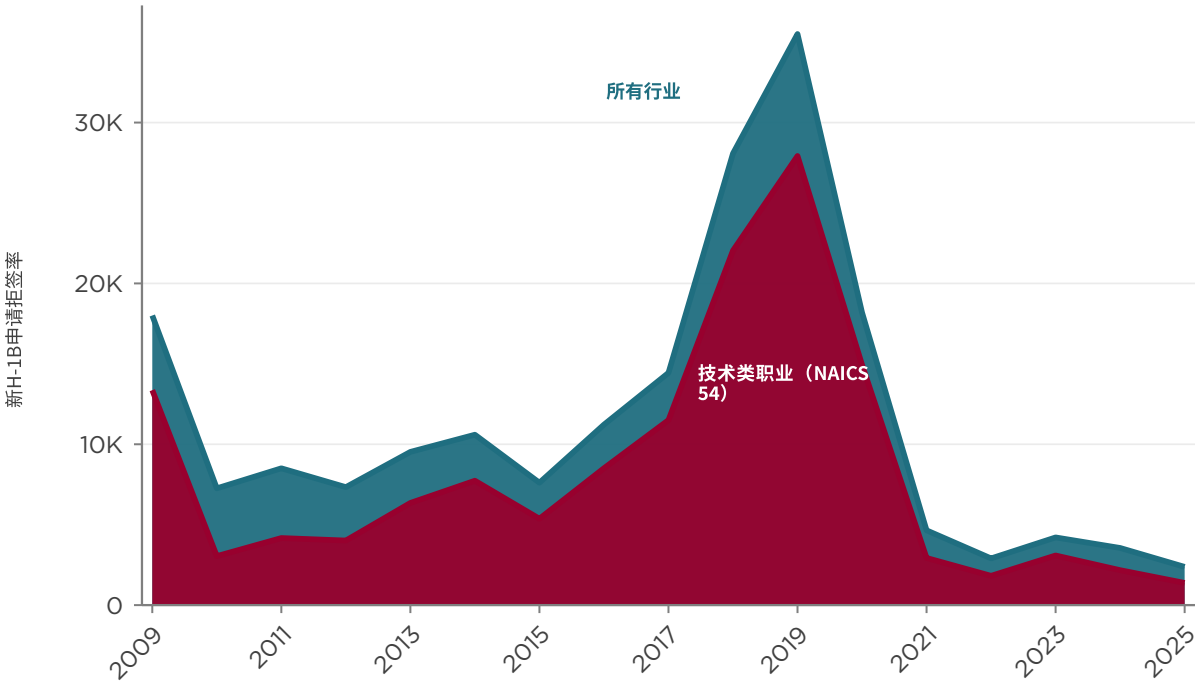
d 85,000的年度配额仅适用于受配额限制的新申请。150,000–245,000这一数字统计的是一年内的全部H-1B批准，包括已持H-1B身份工作人员的续签和延期、更换雇主以及修改申请，这些都不计入配额。它还包括不受配额限制的雇主——大学、非营利研究组织和政府研究机构——提交的申请，这些申请没有数量限制。受配额限制的新批准仍以85,000为上限；更大的数字反映的是H-1B活动的全部存量，而非每年的新入境人数。

批准数量相对稳定，波动体现在拒签上。在特朗普政府2017年发布“买美国货、雇美国人”行政令以及审理方面的相关变化之后，拒签率急剧上升。2019财年，首次H-1B申请的拒签率达到24%的峰值。[15]后来，法院判决和随后的政策调整推翻了这一做法的重要部分，拒签率随之下降（见图6.05）。[16]

政策波动仍在继续。2025年9月，一项总统公告要求某些新的H-1B申请额外支付100,000美元。政府将这一措施描述为遏制项目滥用、保护美国工人的手段；雇主、大学和其他质疑者则认为，这超出了总统的权限，并会使雇用国际人才的成本高到令人望而却步。无论其法律命运如何，这项措施都表明了这一渠道的价格和条件可能会多么突然地发生变化。[17]政策的不确定性使雇主和工作人员都难以对人力资本进行多年期投资。

问题不仅在于这一渠道限制严格，还在于进行多年期投资的雇主和工作人员无法知道，当他们抵达下一道关卡时，规则会是什么样子。

图6.05 H-1B拒签率何时激增？



数据来源：USCIS，H-1B雇主数据中心，2009–2026年
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

绿卡国别上限及其影响

一名H-1B申请人，即使通过了抽签并顺利通过审理，所换来的也只是时间，而非永久身份。工作许可期限仅为三年，可续签一次，除非有更持久的身份在办理中，否则六年后即告终止。这个更持久的身份就是绿卡，而想要绿卡的毕业生无法直接申请。

1965年《移民和国籍法》对每个国家施加了相同的绿卡上限，无论其规模大小——这是一项公平措施，旨在防止任何一个国家像过去受青睐的欧洲国家那样主导移民流。随后，1990年《移民法》将职业移民绿卡的上限定为每年140,000张，分为五个优先类别。其中三个类别涵盖了大多数技术工人：EB-1面向具有非凡能力或杰出科研记录的人，EB-2面向高等学位持有者，EB-3面向其他技术工人。该立法还将每个国家所占份额固定为某一类别签发签证数量的7%。[18]

对世界上大多数国家的人来说，这条队伍是可以走通的（见表6.04）。[19]截至2025年，除印度和中国外，高等学位EB-2类别对所有国家近期申请人的处理时间约为四年半，EB-3约为五年。一名拥有相同学位的尼日利亚或巴西工程师，排进的也是这条四到五年的队伍。中国公民的等待时间稍长——各类别约为四年半到五年——虽然漫长，但在H-1B可续签的期限内尚可熬过。

表6.04 按国籍划分，职业移民绿卡需要等待多久？

	世界其他地区[1]			中国[1]			印度[1]		
	EB1	EB2	EB3	EB1	EB2	EB3	EB1	EB2	EB3
2005	0	0	19	16	16	45	0	0	35
2010	0	15	89	0	55	85	0	57	104
2015	0	28	62	0	48	60	0	100	135
2020	17	37	46	30	55	45	42	131	131
2025	14	54	57	31	56	55	40	149	146

[1] 单元格数值以月为单位。

数据来源：美国国务院，《签证公告》，2002–2026年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学。

对印度公民而言，这条队伍则完全是另一回事：EB-2平均需要12年零5个月，EB-3需要12年零2个月。即使是曾经专门面向具有非凡能力者的优先EB-1类别，印度申请人也需要等待三年以上——与其他类别相比较短，但仍是所有群体中最长的EB-1等待时间，超过中国和世界其他地区。

一名今天提交申请的印度高等学位持有者，预计要到2038年前后才能拿到绿卡。这就是阿俊那条长达十三年的队伍，它是1990年所施加的7%上限造成的后果——尽管印度如今输送了美国36.4%的国际研究生。这套制度吸引印度人才前来求学，然后让这些人才等待得最久。

漫长的等待还有二阶和三阶效应。H-1B身份将工作人员与担保雇主绑定，因此在队伍中等待的十年，就是换工作可能意味着重新开始整个流程的十年。与此同时，配偶或子女的依亲身份取决于主申请人的身份，而在等待期间年满二十一岁的子女将“超龄”，必须离开或自行获得签证。

这套制度吸引印度人才前来求学，然后让这些人才等待得最久。

对于一份关于技术领导地位的报告而言，或许最重要的后果是，H-1B持有者无法轻易创办公司，因为该签证要求存在雇主与雇员的关系，而自己创办的初创公司并不满足这一条件。第三章发现，65.1%的美国领先人工智能公司有一位移民创始人，而且没有一家市值超过1000亿美元的公司是在没有移民参与的情况下创立的。在那些年里没有被创办的公司不会出现在任何表格中。它们是数据无法呈现的反事实。

“金手铐”一词准确描述了这种动态。这一说法来自薪酬和劳动经济学，用来解释那些需要数年才能归属的股票、或提前离职就必须退还的奖金，如何通过提高离开的代价来留住有价值的员工。而在这里，它描述的是工作人员从未谈判过、雇主也并未设计的东西。让离开代价高昂的不是股权或奖金，而是在队伍中的位置；离开的代价不是放弃的薪酬，而是放弃的岁月——已经等待的十年，以及换一个担保人后重新开始的又一个十年。

J-1交流访问者项目

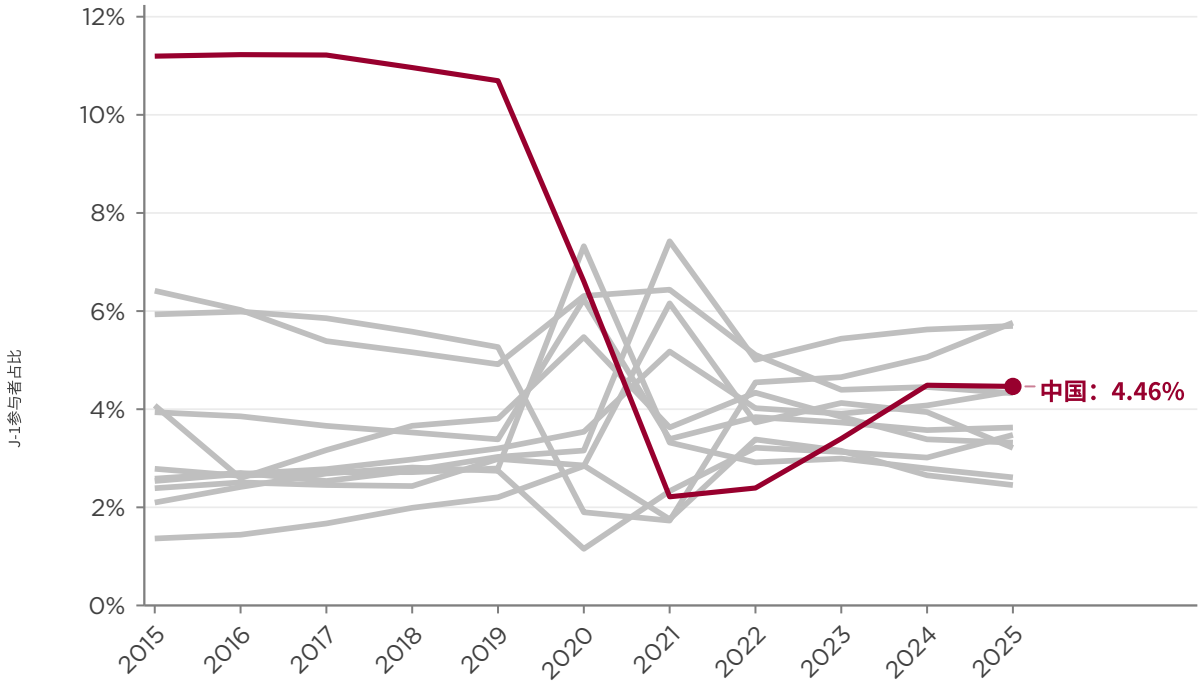
“学生—OPT—H-1B”路径并不是进入美国科学或工程领域的唯一渠道。许多博士后研究人员和访问学者通过J-1交流访问者项目入境，这是一条为人才流动而非留存而建的平行路径。

J-1交流访问者签证由1961年《相互教育和文化交流法》设立，把学者和博士后研究人员带进美国实验室，同时也带着冷战时期的遗产：许多J-1持有者受两年回国居住要求的约束，这一要求的初衷是让交流访问者回国，用在美国获得的知识为本国播下种子。[20]

1961年的法案将美国自二战以来开展的分散交流项目整合为一个统一框架，而居住要求是对外的，目的是保护派出国。[21]其宗旨是通过确保在美国接受培养的学者把所学带回本国，来防止美国耗尽盟国和发展中国家的人才。这条曾经保护其他国家免受人才流失之害的规则，如今却在损害制定它的国家。这一逻辑对于文化外交而言是合理的，如今却成了留住在实验室工作的研究人员的障碍。

这一渠道也最容易受到地缘政治的影响，而一个国家的骤降表明一个来源会多么迅速地枯竭（见图6.06）。[22]2015年，中国提供了11.2%的J-1参与者，并在2019年前一直保持在这一水平附近。随后便急剧下降——2020年降至6.6%，2021年降至2.2%。到2025年，仅恢复到4.5%，不到其以往份额的一半。疫情期间的旅行限制开启了这一下降，而地缘政治摩擦使其持续下去。

图6.06 中国在J-1参与者中的占比下降了多少？



数据来源：美国国务院，《事实与数据》，BridgeUSA，2025年。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

这一后果同时与前面的两项发现相关联。第三章表明，国际研究人员占据了美国工程领域三分之二的博士后职位，因此交流渠道的收缩直接冲击科研劳动力。第五章则表明，中国正通过“千人计划”招聘项目以及DeepSeek等绝大多数研究人员在国内培养的实验室，积极把本国科学家召回国内。那些过去会在美国实验室度过博士后岁月、并可能留下来的学者，越来越多地留在国内或前往欧洲的实验室。为前沿输送人才的渠道正在收窄，而与此同时，竞争对手正在建设接纳他们的实验室。

留住人才并不是唯一攸关的国家利益。决策者也有正当理由保护敏感研究、防止未经披露的转移，并限制获取具有军事或情报用途的技术。主张限制广泛科学交流的人认为，美国机构低估了这些风险，尤其是在涉及中国的合作中。他们还指出了一种令人担忧的不对称：美国研究人员在中国并不总能获得中国研究人员过去在美国所获得的那种准入。

然而，科研安全与人才留存并不是对立的目标。政策挑战在于更有效地区分两类人：一类是带来真实风险的人员和工作，另一类是应当被吸引和留住、为美国创新生态系统、经济活力和国家安全做出贡献的国际人才。

竞争对手建立了什么

美国的移民政策虽有变化，但其核心数量限制却出奇地持久。H-1B配额没有跟上需求，国别上限继续造成严重积压。与此同时，其他国家已经建立起更直接地根据教育程度、经验、年龄或已证明的成就来评估技术移民的制度。

加拿大自1967年起实行积分制技术移民制度，并于2015年推出“快速通道”，对候选人的学位、经验和年龄进行评分，在六个月内作出永久居留决定，费用约为新H-1B收费的百分之一。[23]英国的“全球人才签证”则以科研机构的推荐作为申请本身，在几周内作出决定，不需要工作邀约，最快三年即可获得永久定居资格。[24]澳大利亚、德国和新加坡也都朝着同一目标进行了改革。[25]

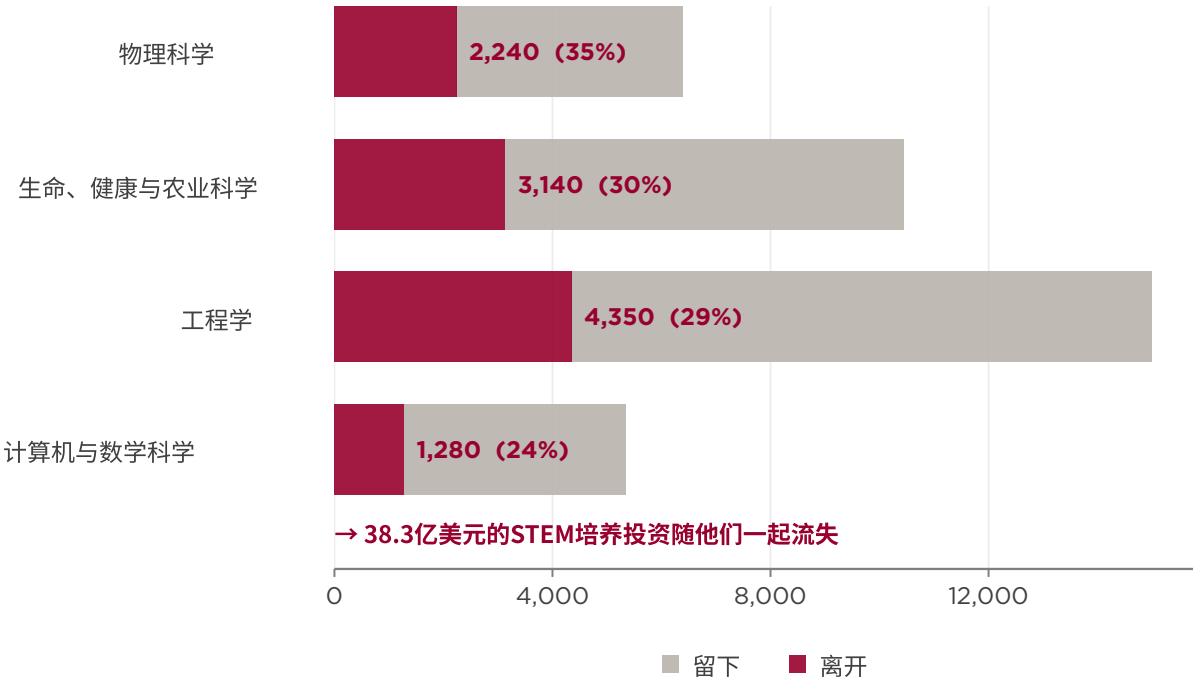
这些制度并非无可挑剔的成功。更快的合法入境并不能保证高技能移民找到与其资历相匹配的工作，而且一些欧洲国家的移民与本国出生工作人员之间仍存在相当大的劳动参与率差距。美国呈现的则是相反的问题：技术移民一旦到来，美国往往能出色地让他们融入，但入境和获得永久身份却异常不确定。

估算经济成本

移民制度的缺口给美国造成了多大代价？本章使用了两种留存率指标，在得出最终数字之前需要先对二者加以协调，因为它们并不完全一致，而这种不一致本身就很有启发性。图6.02所用的美国国家科学委员会数据系列通过税务和调查记录向后追踪毕业生，得出的十年留存率为67.8%。下文的届别数据则取自美国国家科学基金会的另一项产品——《博士学位获得者调查》按领域统计的留存结果——得出STEM领域的十年留存率约为70%。两者之所以不同，是因为它们基于不同的数据和不同的分母：一个是涵盖所有国际STEM博士的纵向样本，另一个是按领域加权的届别统计表，排除了留存率较低的社会科学。尽管存在差异，两者在形态上是一致的：每一届都会在十年内流失三分之一。最终数字采用届别指标。

应用于2012–14届合并的STEM博士——约37,200名国际毕业生——接近70%的十年留存率意味着约有11,000人在十年内离开了美国（见图6.07）。[26]按美国国家科学基金会自身的生均资助标准——每年约53,000美元，STEM博士学制中位数接近七年——计算，这些人的离开意味着约38亿美元的培养投资——用于培养科学家的公共和院校资金——付诸东流。

图6.07 美国培养后又流失了多少STEM人才？



数据来源：NCSES，《博士学位获得者调查》（2012–14届）；作者计算。
图表制作：Emerson Johnston和Amy Zegart，斯坦福大学

各领域的流失并不均衡：物理科学流失了约35%的毕业生，计算机与数学科学流失最少，约为24%，工程和生命科学介于两者之间。正如第五章所示，这些正是与中国趋同最快的领域，它们恰恰在人才争夺日益激烈之时流失了人才。

但这些数字只统计了博士，没有统计面临同样抽签和排队的硕士毕业生和技术工人；而且只统计了培养成本，无法衡量这些毕业生如果留下来可能会带来的专利、公司、发现或他们可能培养的学生，也无法衡量他们离开后可能继续通过国际合作回流的收益。净经济损失和科学损失永远无法完全知晓，但离开的规模似乎相当可观。

这就是断裂所在。正如第四章所示，美国在本土培养的技术人才太少，也没有留住它所培养的全部国际人才。留下的意愿处于二十年来的最高水平，然而意愿与结果却出现背离：约四分之三的人在毕业时打算留下，但十年后约有三分之二留下——相差约10个百分点。移民规则并不能解释每一次离开，海外更好的机会、家庭纽带和个人选择同样重要。但恰恰在美国的许多盟友和对手越来越多地提供速度和可预期性的地方，这套制度却制造了稀缺、延误、成本和不确定性。

阿俊想要留下。在他参加的那一轮中，他的论文、专利和引用都没有提高他的中签几率。他没有被抽中，因此更长的绿卡队伍从未成为他的问题。才能把他带到美国，帮助他在这里取得成功，却没有给他一条可靠的留下来的途径。决定他能否留在美国的这套机制，是由1961年的一项交流规则、1965年的一项配额、1990年的一项上限以及其他为一个已逝去的地缘政治、技术和经济时代设计的措施拼凑而成的。

美国的人才挑战来自两条人才管道中相互强化的弱点。美国在本土培养的技术人才太少，同时又难以留住从海外吸引来的顶尖人才。这些弱点加在一起意味着什么——以及把简和阿俊的故事并列来看揭示了什么——是我们在结论一章要探讨的问题。

第六章尾注

1 National Center for Science and Engineering Statistics (NCSES), "Survey of Earned Doctorates Data Tables," data for 2010–2024 (US National Science Foundation), https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates.

2 US Department of Labor, Employment and Training Administration, "Permanent Labor Certification (PERM)," Foreign Labor Application Gateway (FLAG), https://flag.dol.gov/programs/perm; US Department of State, Bureau of Consular Affairs, "Final Action Dates for Employment-Based Preference Cases," *Visa Bulletin* 15, no. 9 (June 2026), https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin/2026/visa-bulletin-for-june-2026.html.

3 Immigration, Refugees and Citizenship Canada, "How Express Entry Works," Government of Canada, https://www.canada.ca/en/immigration-refugees-citizenship/services/immigrate-canada/express-entry/works.html; UK Home Office, "Global Talent Visa," GOV.UK, https://www.gov.uk/global-talent.

4 Dworsky Law, "The New H-1B Lottery: How the Wage-Weighted System Changes Your Chances for FY 2027," https://dworskylaw.com/blog/the-new-h-1b-lottery-how-the-wage-weighted-system-changes-your-chances-for-fy-2027/.

5 Immigration and Nationality Act Amendments of 1965 (Hart–Celler Act), Pub. L. No. 89-236, 79 Stat. 911 (1965), https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-79/pdf/STATUTE-79-Pg911.pdf; Mae M. Ngai, *Impossible Subjects: Illegal Aliens and the Making of Modern America* (Princeton University Press, 2004), 227–64, https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691160825/impossible-subjects. The uniform per-country limit dates to 1965; the current 7 percent ceiling was set by the Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (1990).

6 Mutual Educational and Cultural Exchange Act of 1961 (Fulbright–Hays Act), Pub. L. No. 87-256, 75 Stat. 527 (1961), https://www.congress.gov/bill/87th-congress/house-bill/8666/text. The two-year home-residency requirement is codified at Immigration and Nationality Act § 212(e), 8 U.S.C. § 1182(e). On the requirement's brain-drain-prevention rationale, see US Citizenship and Immigration Services, "Chapter 1 — Purpose and Background," *USCIS Policy Manual*, vol. 2, pt. D, https://www.uscis.gov/policy-manual/volume-2-part-d-chapter-1.

7 Data in Figure 6.01 and Tables 6.01, 6.02, and 6.03 are drawn from NCSES, "Survey of Earned Doctorates Data Tables," data tables compiled by the authors across available survey years.

8 Data in Figure 6.02 are drawn from National Center for Science and Engineering Statistics, "Foreign-Born STEM Workers," in *The STEM Labor Force: Scientists, Engineers, and Skilled Technical Workers, Science and Engineering Indicators,* NSB-2024-5, 42–48 (National Science Foundation, 2024), https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20245/foreign-born-stem-workers; and Michael G. Finn, *Stay Rates of Foreign Doctorate Recipients from US Universities, 2011* (Oak Ridge Institute for Science and Education, 2014), https://doi.org/10.2172/1303351.

9 "Improving and Expanding Training Opportunities for F-1 Nonimmigrant Students With STEM Degrees and Cap-Gap Relief for All Eligible F-1 Students," 81 Fed. Reg. 13040 (March 11, 2016) (codified at 8 C.F.R. pts. 214, 274a), https://www.federalregister.gov/documents/2016/03/11/2016-04828/improving-and-expanding-training-opportunities-for-f-1-nonimmigrant-students-with-stem-degrees-and.

10 Washington Alliance of Technology Workers v. U.S. Department of Homeland Security, 50 F.4th 164 (D.C. Cir. 2022), cert. denied, No. 22-1071 (U.S. Oct. 2, 2023), https://www.courtlistener.com/opinion/8246336/wa-alliance-of-tech-workers-v-dhs/.

11 Washtech, 50 F.4th 164.

12 Data in Figure 6.03 are drawn from US Citizenship and Immigration Services (USCIS), Form I-765, "Application for Employment Authorization: All Receipts, Approvals, Denials Grouped by Eligibility Category and Filing Type" (USCIS, 2003–2025), drawn from three reports covering FY2003–2021, FY2022, and FY2023, https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY03-21.pdf, https://web.archive.org/web/20250202082421/https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY22.pdf, and https://web.archive.org/web/20250211085540/https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY23.pdf; data for FY2024 and FY2025 are drawn from the fiscal-year Q4 "Form I-765, Application for Employment Authorization, Eligibility Category and Filing Type" reports (XLSX), https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/i765_application_for_employment_fy24.xlsx and https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/i765_application_for_employment_fy2025_q4_v1.xlsx.

13 US Citizenship and Immigration Services (USCIS), "Form I-765, Application for Employment Authorization," reports covering FY2003–2021, FY2022, and FY2023; FY2024 and FY2025 from fiscal-year Q4 reports (XLSX).

14 Data in Figures 6.04 and 6.05 are drawn from USCIS, H-1B Employer Data Hub, data for 2009–2026, data downloaded by the authors across all available fiscal years, https://www.uscis.gov/tools/reports-and-studies/h-1b-employer-data-hub.

15 National Foundation for American Policy, "H-1B Approved Petitions and Denial Rate for FY 2019," NFAP Policy Brief, February 2020, https://nfap.com/wp-content/uploads/2020/02/H-1B-Denial-Rates-Analysis-of-FY-2019-Numbers.NFAP-Policy-Brief.February-2020-1.pdf.

16 Exec. Order No. 13788, 3 C.F.R. 370 (2018), reprinted in 82 Fed. Reg. 18837 (April 21, 2017), https://www.federalregister.gov/documents/2017/04/21/2017-08311/buy-american-and-hire-american.

17 Donald J. Trump, "Restriction on Entry of Certain Nonimmigrant Workers," proclamation, September 19, 2025, White House, https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/09/restriction-on-entry-of-certain-nonimmigrant-workers/.

18 The Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (1990), 6, https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg4978.pdf.

19 Data in Table 6.04 are drawn from US Department of State, Bureau of Consular Affairs, *Visa Bulletin* (US Department of State, 2002–2026), data compiled by the authors from individual annual *Visa Bulletin* publications, https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin.html.

20 Mutual Educational and Cultural Exchange Act of 1961 (Fulbright–Hays Act), Pub. L. No. 87-256, 75 Stat. 527 (1961), https://www.congress.gov/bill/87th-congress/house-bill/8666/text, which consolidated the exchange authorities of the Smith–Mundt Act of 1948 and related postwar programs into a single framework. The two-year home-residency requirement is codified at Immigration and Nationality Act § 212(e), 8 U.S.C. § 1182(e).

21 Mutual Educational and Cultural Exchange Act; INA § 212(e).

22 Data in Figure 6.06 are drawn from US Department of State, "Facts and Figures 2015–2025" (BridgeUSA, 2024), data extracted by the authors, https://j1visa.state.gov/facts-and-figures-2015-2025/.

23 Immigration, Refugees and Citizenship Canada, "How Express Entry Works," Government of Canada, https://www.canada.ca/en/immigration-refugees-citizenship/services/immigrate-canada/express-entry/works.html. Canada's points-based selection dates to 1967; the Express Entry management system launched in January 2015, with a service standard of six months for most applications.

24 UK Home Office, "Global Talent Visa," GOV.UK, https://www.gov.uk/global-talent. Settlement is available after three years on the "exceptional talent" route and five on "exceptional promise."

25 On Germany, see Skilled Immigration Act (Fachkräfteeinwanderungsgesetz), as amended 2023, and the points-based Opportunity Card (Chancenkarte) established under Residence Act §§ 20a–20b, effective June 1, 2024, which permits qualified non-EU nationals to enter for up to a year to seek work without a prior job offer. Bundesministerium des Innern, "Points System for the 'Opportunity Card' (Chancenkarte)," press release, May 31, 2024, https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/EN/2024/05/chancenkarte-feg.html.

26 Data in Figure 6.07 are drawn from NCSES, ten-year stay rates of US-trained doctorate recipients (2012–14 cohorts); cost per PhD benchmarked to the NSF Graduate Research Fellowship support rate and the median STEM time to degree in the Survey of Earned Doctorates; authors' calculation.

结论

培养得更少，留住得更少

结论

培养得更少，留住得更少

阿俊没有抽中H-1B签证。简没有获得STEM学位。一个是得克萨斯州一家公司想要雇用、却被抽签拒之门外的国际培养的科学家；另一个是怀揣工程师梦想、却在上大学时连初中数学都不会做的美国优秀毕业生。本报告以他们两人开篇，因为他们站在同一体系的两端。

他们的故事指向同一个结论：美国在本土培养的STEM人才太少，对吸引来的国际人才留住得也太少。更糟的是，随着两条管道面临严重且日益加剧的脆弱性，美国正在两条战线上同时失去优势。这些脆弱性之间的关联比许多人以为的更紧密。

美国在本土培养的STEM人才太少，对吸引来的国际人才留住得也太少。

国内的不足很早就开始了。2022年，美国15岁学生的数学成绩比OECD平均水平低7分；自2003年降至平均水平以下后，此后每个周期都未能回升。[1]与美国自身的过去相比，这一下滑同样明显：2000年至2022年间，美国的PISA数学成绩下降了28分。美国落到这一地步的同时，其K–12生均支出却明显高于OECD平均水平。[2]

薄弱的管道会产生下游影响。在进入美国大学时打算主修STEM的美国学生中，只有约十分之四获得STEM学位；大多数人转向了非STEM领域。

简所在的补习课堂并不能证明管道在每所学校或每个州都已破损。但它说明了一个由更广泛的数据所记录的全国性问题：太多美国学生进入大学时，缺乏完成量化要求较高的专业或继续攻读研究生所需的准备。

国际人才弥补这一弱点如此成功、如此长久，以至于这一弱点在很大程度上被忽视了。国际学生如今获得了美国51.3%的STEM硕士学位和36.4%的STEM博士学位。在与当今技术竞争关系最密切的领域，他们的占比最高：64.9%的计算机科学硕士学位和54.9%的计算机科学博士学位，以及工程和数学领域的大多数研究生学位。毕业后，这种依赖进一步加深：临时签证持有者占据了68.0%的工程博士后职位和57.3%的科学领域博士后职位。移民政策并不独立于科学政策之外，它是科学政策的核心工具之一。

对国际STEM人才流的这种依赖高度集中于两个国家：印度和中国。印度于2023年超过中国，成为国际学生的最大来源国，目前提供了全部国际研究生的36.4%，而中国为24.6%，韩国为3.0%。

移民政策并不独立于科学政策之外，它是科学政策的核心工具之一。

印度的崛起转移了集中，但并没有降低集中。一场政治破裂、经济冲击，或印度国内有吸引力的机会大幅增加，都可能像中国的部分撤离那样影响美国的研究生管道。风险不在于人才来自印度或中国，而在于一个如此重要的体系如此严重地依赖来自如此少数地方的人才流。

美国的优势依然真实——但正在缩小

美国仍然是一个科学超级大国。它的大学在顶级排名中占据主导地位，它的企业在市值上领先，它的科研生态系统仍在吸引非凡的人才。但描述当前发展势头的指标正在朝着错误的方向移动。

2015年至2025年间，美国在新兴技术领域被引用最多的论文中所占份额从14.2%降至8.4%，而中国从11.5%升至20.8%。在美国机构工作的全球前1%高被引研究人员所占份额从52.9%降至37.4%，尽管美国的绝对人数有所增加，因为其他国家增加精英研究人员的速度更快。中国的份额从不足4.9%升至22.0%。

在机器学习领域选拔最严格的会议之一NeurIPS上，美国机构所占的口头报告份额从2013年的69.1%降至2025年的34.0%，而中国从1.8%升至33.6%。在二十个主要人工智能会议中都出现了类似的趋同。进入全球STEM前100名的美国大学数量也从40所降至34所。

中国的崛起在投入和产出上都清晰可见。根据OECD的数据，中国的研发总支出从1991年的约140亿美元增至2024年的8590亿美元，略超美国的8480亿美元。[3]这些数字依据的是各国自行报告的统计数据和购买力平价调整决定了两条线究竟在何时交叉，因此达到持平的确切年份并不确定。确定的是发展轨迹——专利、论文和研究人员数量都独立地证实了这一点。

如今，中国在几项关键技术领域申请的专利远多于美国。专利数量本身并不衡量质量，支出也不能保证产生发现。但结合引用影响力、精英研究人员的增长和会议表现来看，有一个结论难以回避：中国并不是在模仿，而是在创新，并越来越多地在前沿产出重要成果。

但结合引用影响力、精英研究人员的增长和会议表现来看，有一个结论难以回避：中国并不是在模仿，而是在创新，并越来越多地在前沿产出重要成果。

留才缺口

美国仍在吸引那些希望留下来的人。四分之三的国际博士学位获得者表示计划留下，这一比例从2002年的67%升至2024年的75.8%。但意愿衡量的是对美国未来的需求，而不是制度能否提供这样的未来：只有约67.8%的国际博士学位获得者在十年后仍留在美国。意愿与留存率之间、五年与十年留存率之间的差距表明，人才流失在毕业后很久仍在继续，而此时许多观察者以为意愿和留存早已尘埃落定。那些曾表示希望留下、为美国创新生态系统做出贡献、最终却离开的顶尖STEM人才，可以被视为“错失的人才”。

当然，从总体数据中无法分辨个人离开的原因。但我们确实知道，美国的移民制度是以另一个时代的过时规则建立起来的，它没有得到现代化改造，而围绕技术竞争和人才的政治正变得愈发敏感。其结果是移民规则和做法的不确定性加大——而这种不确定性本身就可能削弱国际STEM人才留下来的意愿。

尽管有所改进，H-1B抽选程序仍不能保证最杰出的STEM研究人员在签证上获得优先。此外，绿卡的国别上限——1965年首次设立、1990年固定为7%——使来自不同国家、资历相近的申请人面临截然不同的等待时间。一名今天提交申请的印度高等学位持有者估计需要等待十二年以上，而许多其他国籍的人约为四到五年。

政策波动还带来了另一种代价：不确定性。2017年至2020年H-1B拒签率的激增，以及2025年对某些新H-1B申请收取的100,000美元费用，在设计和影响范围上各不相同。但对于潜在的科学家和雇主而言，它们传递了一个共同的信号：从美国学位通往美国职业生涯的主要桥梁，其价格和规则可能会突然改变。加拿大、英国、澳大利亚、德国和新加坡则朝着相反的方向发展，为技术移民提供更清晰的标准、更快的决定或更直接的永久居留途径。美国已不再只是在大学和实验室的质量上竞争，它还在竞争随后那条道路的可预期性。

美国已不再只是在
大学和实验室的质量上
竞争，它还在竞争
随后那条道路的
可预期性。

各部分如何叠加

本报告的核心发现不是任何单一数字，而是这些数字相互作用的方式。薄弱的国内准备加深了对国际招募的依赖；收窄的科研优势使招募更加困难；移民瓶颈降低了人才留存。每一位离开的高级科学家，都把知识和潜力带到了一个竞争性科研体系正日益强大的世界。这些体系又给下一代更多理由去别处学习和工作。

国内人才与国际人才是互补关系，而非替代关系。外国出生的STEM博士学位持有者从事STEM职业的比例明显高于美国出生的博士学位持有者——约为75.9%对56.7%。这并不意味着外国出生的科学家天生更有能力或更加投入；签证规则、选择效应和不同的职业选择都有助于解释这一差距。但这确实意味着，把每一位离开的国际博士学位持有者换成一名额外的国内博士学位持有者，并不能在STEM劳动力中实现一对一的替代。美国既需要在本土培养更多人才，也需要吸引并留住更多它从海外培养的最优秀人才。

同样的逻辑也适用于创业。在2025年入选《福布斯》AI 50的公司中，有65.1%由移民创立或联合创立，而每一家市值1000亿美元及以上的顶级人工智能公司都至少有一位移民创始人。这些数字并不表明这些公司的成功仅仅源于移民，但它们确实表明，移民人才过去和现在都深深嵌入美国的创新体系之中。漫长的绿卡等待限制了工作流动性，并可能使人们在许多创始人承担最大风险的那些年里更难创办公司。因此，失去人才的代价不仅限于现有实验室中的职位空缺，还包括可能在别处出现——或根本不会出现——的公司、就业岗位和发现。

数据说明了什么——又没有说明什么

美国并没有输掉人才竞争。美国大学仍然占据STEM领域大部分顶尖位置，美国企业在市值上仍然领先，外国出生博士从事STEM工作的76%比率是任何竞争对手都无法企及的资源。通过美国体系考验的移民融入程度高、就业率高；在OECD国家中，美国是少数几个移民劳动参与率高于本国出生者的国家之一。[4]

但领先优势只有在保持住时才有意义。在主要竞争对手不断进步的同时，美国几乎每一项主要优势要么停滞不前，要么正在被侵蚀。趋势很重要，而它们并没有朝着正确的方向发展。

一场没有裁判的竞争

华盛顿的技术竞争战略在很大程度上围绕硬件构建：先进芯片、制造设备、供应链和基础设施。这些工具很重要。但每一块芯片、每一个实验室、每一个模型和每一条生产线，都依赖于懂得如何发明、制造和使用它们的人。人才不是一种固定的投入，而是一种必须加以培养、吸引和留住的战略能力。

人才挑战不是一个问题，而是许多问题，而解决这些问题的权力分散在各处。K–12数学教育由州教育部门和地方教育委员会负责；本科STEM学业的坚持由大学教务长和教师负责；H-1B配额和绿卡国别上限需要国会立法；OPT是行政部门的法规；而大学的竞争力则依赖于分散在各行政部门和机构、依据不同授权和拨款的科研经费。没有任何一个委员会、机构或法规能够管辖本报告所描述体系的哪怕一半。

一个从初中数学课一直延伸到绿卡队伍的挑战，跨越了政府划定的每一条管辖界线，而一个按管辖权组织起来的体系，却没有一个地方能够将其作为一个整体来看待。每个机构都只能看到自己的那一部分，并且可能认为自己的做法站得住脚。学校董事会不对签证积压负责，劳工部不制定K–12标准，国会也不负责大学的教师招聘。本报告所描述的竞争恰恰落在它们之间的空隙中，在那里，它不属于任何人的职责，因此也不算任何人的失败。一场竞争就是这样在没有任何人决定认输的情况下输掉的。

一场竞争就是这样在没有任何人决定认输的情况下输掉的。

本报告从头到尾所衡量的，是这样一个国家：在最重要的领域，它的大部分高级技术劳动力依赖外国人才；即便人才竞争日益激烈，它在研究生入口处的新人才流入已经开始收缩；它留住自己所培养人才的能力正在下降；而且在任何有意义的时间尺度上，它都没有可用的国内替代。这一体系仍在运转，靠的是制度惯性以及美国大学、产业和机会的剩余吸引力，但它在几乎每个维度上的运转余量都在缩小。

结论尾注

1 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *PISA 2022 Results*, 5 vols., and *Technical Report* (OECD Publishing, 2023–2024), https://doi.org/10.1787/53f23881-en.

2 OECD, *Education at a Glance 2025: OECD Indicators* (OECD Publishing, 2025), https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en.

3 OECD, Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, gross domestic expenditure on R&D (GERD), converted to US dollars at purchasing power parity, data for 1991–2024, OECD Data Explorer, http://data-explorer.oecd.org/.

4 OECD, *International Migration Outlook 2025* (OECD Publishing, 2025), https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/11/international-migration-outlook-2025_355ae9fd/ae26c893-en.pdf.

2026年美国人才报告

附录与参考文献

附录A
关键术语

A.1 从学生到永久居民的路径

阿俊和其他国际毕业生所经历的体系，是大多数国内毕业生从未见过的。它不是一个流程，而是一系列相互独立的签证类别，每一类都有自己的规则、自己的时钟和自己的失败方式。每名毕业生都必须依次通过所有这些关卡，而在一个阶段花费的时间不会延续到下一个阶段。以下是对这条路径各阶段的简要概述。

国际学生以两种身份之一开始。绝大多数人持**F-1学生签证**入境，该签证只允许全日制学习，几乎不允许做其他事情。F-1与在读状态挂钩，因此其有效期与学位期限相同，在毕业后经过短暂的宽限期即告终止，其本身不提供任何留下来的途径。[1]少数人持**J-1交流访问者签证**入境，该签证涵盖许多访问学者和博士后研究人员，遵循的是本节末尾所述的另一套逻辑。

国际学生毕业后，可以转入选择性实习培训（OPT），在保持F-1身份的同时，获准在本专业领域工作最多十二个月。OPT也可以在毕业前使用，但届时使用的月数将从毕业后可用的十二个月中扣除。[2]STEM领域的毕业生可以申请将这一许可再延长二十四个月，共计三十六个月（这是STEM学位能换来额外时间的唯一阶段）。[3]然而，对阿俊这样的学生来说，OPT是一座桥梁而非目的地，因为一旦到期，尚未转入其他身份的毕业生就必须离开。实际上，STEM延期让毕业生有更多机会参加每年一次的H-1B签证抽签。

H-1B是面向“专业职业”的临时工作签证，即至少需要特定领域学士学位的工作，它有三个特点。第一，必须由雇主提出申请，毕业生无法独自申请。第二，国会将新H-1B的数量上限定为每年85,000个，包括65,000个普通签证和20,000个专门留给美国硕士或博士学位持有者的签证。USCIS首先从所有人中进行普通抽选，然后仅在第一轮未被抽中的高等学位登记中，为这20,000个名额进行第二轮抽选，因此美国硕士或博士学位实际上相当于两次而非一次机会。[4]

自2004年以来，上限从未变动；由于想要该签证的人远多于配额，政府通过抽签来分配——每年都会超额抽选，因为许多被抽中的人最终并未提交完整的申请。在2025财年，470,000份登记争夺约85,000个签证。USCIS抽中了约135,000份，通过调整超额抽选的比例来产生85,000份可获批的申请，而不是再进行第二轮削减。[5]

直到2026年，抽签都是随机的，不考虑申请人的任何情况；一位高被引研究人员和一名第一年的程序员中签几率相同。首次适用于2027财年抽签的一项规则改变了这一点，给予高薪职位更多抽签机会。所有工资等级仍然有资格参与，配额也没有变化，因此这种加权改变的是谁更有可能中签，而没有缓解稀缺。[6]

第三，H-1B有效期为三年，可续签一次，最长六年——不过，如下文所述，困在绿卡积压中的工作人员可以延期超过这一期限——而且它把工作人员与担保雇主绑定在一起，因此换工作需要新雇主提交新的申请。

H-1B并不授予任何人永久居留权。它换来的是寻求永久居留的时间，而成为永久居民的路径是一个独立的流程，有两道关卡。

第一道是**PERM**，这是一项劳工证明，美国劳工部要求担保雇主检验劳动力市场，证明没有合格的美国工人可以胜任该工作。[7]

第二道关卡是获得**绿卡**，这也是等待时间最长的环节。职业移民绿卡每年上限为140,000张，分为五个类别：

- EB-1面向具有非凡能力的人；
- EB-2面向高等学位持有者，大多数STEM博士属于此类；
- EB-3面向其他技术工人；
- EB-4面向“特殊移民”，例如某些宗教工作者；以及
- EB-5面向进行合格资本投资的投资者。[8]

1990年设定的国别上限在年度配额之上又增加了第二重限制：任何一个国家每年获得的绿卡不得超过总数的7%。[9]对大多数国籍而言，合计等待时间约为四到五年，在H-1B的六年期限内尚可熬过。而对于占申请人最大比例的印度公民而言，需求远远超过7%的配额，以至于等待时间如今已超过十二年。

这比H-1B原本的期限要长，但一名申请已获批、却困在积压队伍中的工作人员可以每次续签三年，次数不限，直到获得绿卡为止。[10]这就是阿俊那条十三年队伍背后的排队机制，也是为什么一名毕业生可能在美国生活十年却没有永久身份。

J-1路径与上述所有途径都不同。它的设立目的是把学者和研究人员临时带到美国，然后让他们回国；许多J-1持有者受一项规则的约束，必须在本国居住满两年后才能以工作签证返回美国。[11]它把人才引入美国实验室，然后按照设计把他们推出去。

本报告所衡量的每一次过渡都是其中一道关卡：以F-1身份入学、转入OPT、H-1B抽签、PERM劳工证，以及因国别不同而差异巨大的绿卡队伍。每一道关卡都可能挡住一名完全打算留下的毕业生，第六章对每一道关卡都进行了详细考察。

A.2 谁被算作外国人才

本报告使用四个术语来指代在海外出生或在美国求学的人：**外国出生者**、**非公民**、**临时签证持有者**和**国际学生**。它们听起来可以互换，但实际上并不可以。本报告所使用的数据集在不同的地方划定边界。一个显示外国出生者在STEM劳动力中占比的数字，不能被解读为持临时签证工作者的占比；一个国际学生人数，也不能被解读为外国出生学生的人数。这些类别相互重叠，但衡量的并不是同一批人。

从范围最广的类别开始：**外国出生者**。

外国出生者的含义正如其字面所示：它包括所有居住在美国、在海外出生且出生时不是美国公民的人。它并不说明此人目前的身份。

阿俊持F-1签证求学时是外国出生者。如果他转入OPT、抽中H-1B、获得绿卡，或者二十年后成为美国公民，他仍然是外国出生者。移民身份改变时，出生地不会改变。

这使得外国出生者这一类别比“外国工人”一词通常所暗示的范围大得多。2021年，约有七百万外国出生的工作人员在美国从事STEM工作，约占STEM从业者的五分之一。但这并不意味着五分之一的STEM从业者依赖签证。这一总数既包括入籍公民和永久居民，也包括持临时身份的人。

下一个类别是**非公民**。

非公民是指尚未

成为美国公民的外国出生者。这把入籍公民排除在外，但它仍然把与美国关系截然不同的人归为一类。

绿卡持有者是非公民，H-1B工作人员是非公民，F-1学生也是非公民。视调查而定，这一类别还可能包括没有合法移民身份的人。

以两位在印度出生的工程师为例。第一位三十年前来到美国并成为公民，她是外国出生者，但不是非公民。第二位持有绿卡已有十年，但尚未入籍，他既是外国出生者，也是非公民，尽管他有权在美国永久居住和工作。

这种区别在实践中影响很大。2024年，外国出生的劳动力几乎平均地分为入籍公民和非公民——约为51%对49%——与外国出生人口整体的构成相近。[12]因此，把“外国出生者”当作“非公民”的别称，会把美国近一半的外国出生工作人员归错类别。

到了**临时签证持有者**，这一类别再次缩小。

临时签证持有者是出于有限目的、以会到期的身份获准进入美国的非公民。这包括持F-1和J-1签证的学生，以及持H-1B和其他工作签证的工作人员。

绿卡持有者在这一层被排除在外。他们是非公民，但他们是永久居民，而不是临时签证持有者。

这种区别在本报告所使用的研究生教育数据中尤为重要。美国国家科学基金会的调查通常把学生分为两组：一边是**临时签证持有者**，另一边是**美国公民和永久居民**。[13]因此，一名持有绿卡的外国出生博士生会被归入美国公民一组，而不是持F-1签证的学生一组。

最后是**国际学生**。

国际学生是临时人群中的学生部分：主要持F-1或J-1身份在美国求学的外国公民。本报告所使用的联邦高等教育数据库IPEDS通常称他们为**美国非居民**。[14]较早的表格使用**非居民外国人**这一术语。

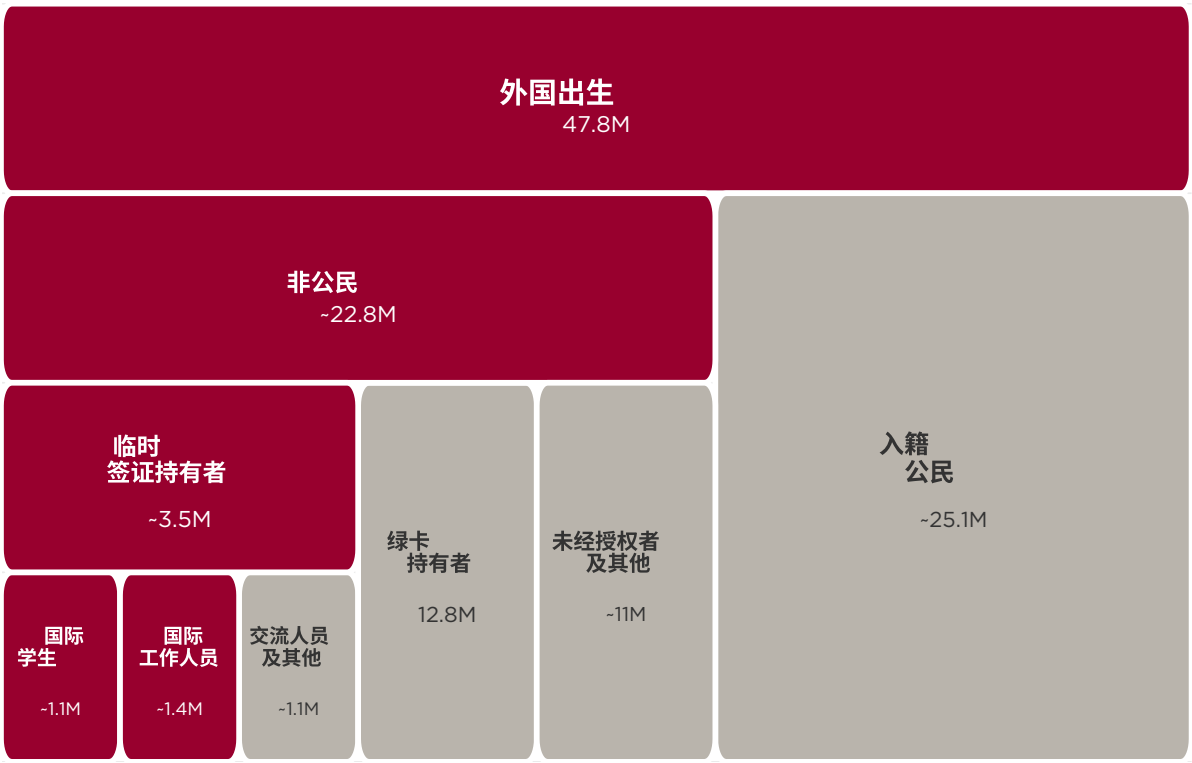
他们就是“美国接收了约118万名国际学生”这一标题数字背后的人群。[15]但即使是这个数字也需要划定边界。一些被广泛引用的国际学生总数包括了通过选择性实习培训工作的应届毕业生，尽管这些毕业生可能已不再上课。因此，IPEDS入学表格、NSF研究生调查和《门户开放》得出的人数相关但并不相同。

这四个类别可以通过阿俊的四种情形来理解：

- 持F-1签证求学时，他是**外国出生者**、**非公民**[a]，**临时签证持有者**，也是**一名国际学生**。
- 以OPT身份工作时，他仍然是**外国出生者**、**非公民**和**临时签证持有者**。一些国际教育数据集仍会把他统计在内，但标准的入学表格可能不会。
- 如果他获得绿卡，他仍然是**外国出生者**和**非公民**，但不再是临时签证持有者。
- 如果他后来入籍，他仍然是**外国出生者**，但其他三个术语都不再适用。

因此，这些类别之间的关系是一个漏斗：

这改变了数字所能支持的结论。假设一项研究发现，73%的外国出生STEM博士在毕业五年后仍留在美国。这一人群可能包括已经获得绿卡或成为公民的毕业生，它并不自动等同于仍持临时签证的毕业生的留存率。



未按比例绘制。人口普查局（ACS）及DHS/OHSS估计数，2023–24年；各来源不同，合计不相等。

又或者，假设一份劳动力表格发现约19%的STEM从业者是外国出生者。这并不意味着H-1B政策的一次变化可能导致19%的劳动力流失。他们中的许多人已经是公民，另一些是永久居民，只有一部分人持临时签证工作。

反过来也需要同样谨慎。一张国际学生表格涵盖的是通过学生签证体系入境的人，但遗漏了已经入籍或获得绿卡的外国出生学生。因此，它衡量的是法律身份，而不仅仅是学生是否来自海外。

因此，本报告中的每一张图表都注明了其所衡量的人群。**外国出生者**数据描述的是出生地，**非公民**数据描述的是公民身份，**临时签证持有者**数据描述的是移民身份，**国际学生**数据描述的是教育管道中的特定部分。

附录A尾注

1 US Citizenship and Immigration Services (USCIS), "Students and Employment," https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/students-and-exchange-visitors/students-and-employment.

2 USCIS, "Optional Practical Training (OPT) for F-1 Students," https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/students-and-exchange-visitors/optional-practical-training-opt-for-f-1-students; USCIS, "Practical Training," *Policy Manual*, vol. 2, Part F, Chapter 5, https://www.uscis.gov/policy-manual/volume-2-part-f-chapter-5.

3 "Improving and Expanding Training Opportunities for F-1 Nonimmigrant Students with STEM Degrees and Cap-Gap Relief for All Eligible F-1 Students," 81 Fed. Reg. 13040 (March 11, 2016) (codified at 8 C.F.R. pts. 214, 274a), https://www.federalregister.gov/documents/2016/03/11/2016-04828/improving-and-expanding-training-opportunities-for-f-1-nonimmigrant-students-with-stem-degrees-and; USCIS, "Optional Practical Training (OPT) for F-1 Students."

4 USCIS, "H-1B Cap Season," https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-cap-season.

5 USCIS, "H-1B Electronic Registration Process," https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-electronic-registration-process.

6 Department of Homeland Security, "Weighted Selection Process for Registrants and Petitioners Seeking to File Cap-Subject H-1B Petitions," final rule, 90 Fed. Reg. 60864 (December 29, 2025), https://www.federalregister.gov/d/2025-23853.

7 US Department of Labor, Employment and Training Administration, "Permanent Labor Certification (PERM)," Foreign Labor Application Gateway (FLAG), https://flag.dol.gov/programs/perm.

8 Immigration and Nationality Act § 203(b), 8 U.S.C. § 1153(b); the 140,000 employment-based cap and the EB-1 through EB-5 preference structure were established by the Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (1990), https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg4978.pdf.

9 Immigration and Nationality Act Amendments of 1965 (Hart–Celler Act), Pub. L. No. 89-236, 79 Stat. 911 (1965); the current 7 percent per-country ceiling was set by the Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (1990).

10 American Competitiveness in the Twenty-First Century Act of 2000, Pub. L. No. 106-313, 114 Stat. 1251 (2000); 8 C.F.R. § 214.2(h)(13)(iii)(D)–(E).

11 Mutual Educational and Cultural Exchange Act of 1961 (Fulbright–Hays Act), Pub. L. No. 87-256, 75 Stat. 527 (1961); the two-year home-residency requirement appears at Immigration and Nationality Act § 212(e), 8 U.S.C. § 1182(e).

12 Authors' analysis of US Census Bureau, "American Community Survey," 2024 1-Year Estimates. Tables "B05001 (Nativity and Citizenship Status in the United States)" and "S0501 (Selected Characteristics of the Native and Foreign-Born Populations)" (2024), https://data.census.gov.

13 National Center for Science and Engineering Statistics, "Survey of Earned Doctorates," and "Survey of Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering" (National Science Foundation), https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates and https://ncses.nsf.gov/surveys/graduate-students-postdoctorates-s-e/2024.

14 National Center for Education Statistics, "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)," data for 1995–2024 (US Department of Education, Institute of Education Sciences), https://nces.ed.gov/ipeds/.

15 Institute of International Education, "International Student: Enrollment Trends," data for 1948/49–2024/25, *Open Doors Report on International Educational Exchange*, 2025, https://opendoorsdata.org/data/international-students/enrollment-trends/.

附录B
数据来源

本报告使用的原始数据来自联邦统计机构、移民和劳工行政记录、国际教育和人口数据系列，以及文献计量、专利和研发数据库。下表列出了每个来源、所使用的数据系列、如何将其处理为图表、依赖该来源的章节以及其所支撑的图表。每项统计数据都可追溯至原始来源而非二手报道，下表涵盖了为本报告提供数据的来源。仅为论证或背景而引用的著作不在此列。作者根据原始文件计算的统计数据在尾注中标注为*“作者对……的分析”*。每个来源最终都以同样的方式呈现：每个图表对应一个供R语言图表读取的整洁CSV文件。“处理流程”一栏描述了原始数据如何达到这一状态。

B.1 联邦统计机构（NCES、NCSES、NSF）

美国教育部（NCES）和美国国家科学基金会（NCSES / NSB）。

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
IPEDS Completions	Integrated Postsecondary Education Data System, annual degree-completion files, 1995–2025; degrees by field (CIP), award level, and control of institution.	Annual Completions files downloaded in full from the IPEDS Data Center. The raw files were cleaned, harmonized across years, crosswalked across CIP vintages, and flagged for STEM in Python (pandas), producing one CSV per exhibit that the R charts read (see C.3.1).	1, 2, 4	Figs 1.02, 1.03, 1.05, 1.06; Tab 1.01
Survey of Earned Doctorates (SED)	NCSES; doctorate recipients by field, citizenship, origin, 2010–2024, plus US Doctorates in the 20th Century (NSF 06-319).	Full data tables downloaded from the NCSES site and reduced to each exhibit's cut with Excel pivot tables, then saved as a CSV that the R charts read.	1, 2, 6	Figs 1.01, 1.05, 1.06, 6.01, 6.07; Tabs 6.01–6.03
Graduate Students & Postdocs (GSS)	NCSES; graduate enrollment and postdoc counts by field and citizenship, 1994–2024.	Full data tables downloaded and pivoted in Excel, then saved as a CSV for the R charts.	3	Fig 3.02
Postdocs at FFRDCs	NCSES; postdoctoral appointments at federally funded R&D centers, 2010–2023.	Full data tables downloaded and pivoted in Excel, then saved as a CSV for the R charts.	3	Fig 3.03
National Survey of College Graduates (NSCG)	NCSES; foreign-born share and outcomes of the STEM workforce.	Full data tables downloaded and pivoted in Excel, then saved as a CSV for the R charts.	3	Fig 3.04; Tabs 3.01, 3.02
BPS: 96/01, BPS: 04/09, BPS: 12/17	Beginning Postsecondary Students Longitudinal Studies; entry-cohort persistence, remediation, STEM attrition.	Tabulated in NCES DataLab and PowerStats, then saved as a CSV for the R charts. The two cohorts are read as a before-and-after comparison.	4	Figs 4.07–4.09; Tabs 4.01, 4.02
S&E Indicators (NSB)	Biennial Science and Engineering Indicators: higher ed (NSB-2023-32), STEM labor force (NSB-2024-5, -2026-1), cross-national R&D (NSB-2024-6).	Published tables transcribed into a CSV for the R charts; the attainment figures add an author projection (see B.4).	1, 5, 6	Figs 1.07, 1.08, 5.05, 5.07; Tab 5.03

B.1 联邦统计机构（NCES、NCSES、NSF）（续）

美国教育部（NCES）和美国国家科学基金会（NCSES / NSB）。

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
NAEP Long-Term Trend (LTT)	NCES; mathematics average scale scores, age 9 (1996–2022) and age 13 (1996–2023).	Tabulated in the NAEP Data Explorer, then saved as a CSV for the R charts.	4	Fig 4.01
Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)	IEA; US average mathematics scores, grades 4 and 8, 1995–2023 (grade 4 not tested in 1999).	Published US average scores transcribed into a CSV for the R charts.	4	Fig 4.01

B.2 移民与劳工行政记录

美国国土安全部/USCIS、劳工部和国务院。

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
USCIS H-1B Employer Data Hub	Approved H-1B petitions by employer and fiscal year, 2009–2026.	Annual employer files downloaded in full and combined in Python (pandas), with each employer's NAICS code mapped to a sector and the fiscal year read from the filename, producing a CSV for the R charts.	3, 6	Figs 3.05, 3.06, 6.04, 6.05; Tab 3.03
USCIS Form I-765	Employment authorization receipts, approvals, and denials by eligibility category, FY2003–2025 (nine reports: FY03–21, FY22, FY23, FY24, and FY 2025 quarterly files).	The nine reports were combined into a single series in Python, then saved as a CSV for the R charts.	6	Fig 6.03
State Dept. Visa Bulletin	Final action dates for employment-based preference categories, 2002–2026.	Monthly bulletins compiled into a single panel and saved as a CSV for the R charts.	6	Tab 6.04
State Dept. J-1 / BridgeUSA	Exchange-visitor facts and figures, 2015–2025.	Figures extracted into a CSV for the R charts.	6	Fig 6.06
DHS SEVIS	Student and Exchange Visitor Information System; active F-1 counts by state, level, gender, citizenship.	Monthly extracts reshaped to long form in Python, split into a latest-available-date snapshot and the remaining months, with a log-transformed count added, then saved as a CSV for the R map layer.	2	context
NCSES foreign-born STEM / Finn stay rates	NSB STEM labor-force indicators (NSB-2024-5) and Finn stay-rate reports; doctorate retention.	Published tables transcribed into a CSV for the R charts.	6	Fig 6.02, Fig 6.07

B.3 国际教育与人口

IIE、OECD、联合国教科文组织和联合国。

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
IIE Open Doors	Data tables downloaded in full across international students, study abroad, and international scholars: enrollment trends (1948/49–2024/25), origin, level, field of study, US study abroad, Fall 2025 Snapshot.	All Open Doors data tables downloaded and reduced to each exhibit's cut with Excel pivot tables, then saved as a CSV for the R charts.	1, 2, 4	Figs 1.04, 2.01–2.04, 2.06–2.08, 3.01, Tabs 2.01, 2.02, 4.03, 4.04
OECD PISA 2022	All five volumes plus Technical Report; 15-year-old mathematics, reading, science.	Published tables transcribed into a CSV for the R charts.	4	Figs 4.01–4.04
OECD Education at a Glance 2025	Per-pupil expenditure and attainment (Table C1.1).	Transcribed into a CSV for the R charts.	4	Figs 4.05, 4.06
UNESCO UIS.Stat	Outbound mobile tertiary students and net flows, 2000–2023.	Extracted into a CSV that the R choropleth reads, joined to a Natural Earth basemap.	4	Figs 4.10, 4.11
BEA International Services	US trade in services, education exports (Table 2.1, line 21).	Extracted into a CSV for the R charts.	2	Fig 2.05

B.4 科研产出、专利与研发

文献计量、专利和研发支出来源。

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
OpenAlex API	Author affiliation and citation data by field; most-cited-paper authorship; company research staffing.	Works for each field pulled through the OpenAlex API, then built in Python into institution co-authorship networks and summarized with graph metrics (see C.3.6), producing a CSV for the R charts.	3, 5	Figs 3.10, 5.02, 5.03
Paper Copilot	NeurIPS and conference acceptance and submission statistics.	Conference statistics extracted into a CSV for the R charts.	5	Fig 5.01; Tab 5.01
Clarivate Highly Cited Researchers	Highly Cited Researchers lists, 2014–2025.	Annual lists extracted and assembled into a CSV for the R charts.	5	Fig 5.04
Times Higher Education	By-field World University Rankings, 2011–2026 (CS 2017–2026).	Subject rankings compiled across years into a CSV for the R table.	5	Tab 5.02
OECD MSTI + NSB	R&D expenditure (USD, PPP); cross-national R&D performance.	Extracted and transcribed into a CSV for the R charts.	5	Figs 5.05-5.08; Tabs 5.03, 5.04
WIPO IP Statistics	Patents granted by technology field (indicator 5), 2024.	Extracted and assembled into a CSV for the R charts.	5	Tab 5.05
Patent 300 + USPTO PatentsView	Top organizations granted US utility patents, 2005/2015/2025; gaps filled from PatentsView.	The union of the three years' top-ten lists compiled into a CSV, with missing company-years filled from PatentsView, for the R table.	5	Tab 5.06

B.5 人工智能人才专项来源

来源	所用数据系列	处理流程	章节	图 / 表
Forbes AI 50 (2019–2025)	Annual AI 50 lists with PitchBook data; founder origin and immigration status.	Annual lists compiled into a CSV for the R charts.	3	Figs 3.07–3.09

B.6 数据参考文献

Authors' analysis of "Beginning Postsecondary Students Longitudinal Study" BPS: 96/01, BPS: 04/09, and BPS: 12/17. National Center for Education Statistics, US Department of Education. Compiled from NCES PowerStats.

Authors' analysis of "Foreign Labor Certification Performance Data." US Department of Labor, 2008–2025. https://www.dol.gov/agencies/eta/foreign-labor/performance.

Authors' analysis of H-1B Employer Data Hub. US Citizenship and Immigration Services, 2009–2026. https://www.uscis.gov/tools/reports-and-studies/h-1b-employer-data-hub.

Authors' analysis of "Highly Cited Researchers, Past Lists," 2014–2025. Clarivate Analytics. https://clarivate.com/highly-cited-researchers/past-lists/.

Authors' analysis of "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS) Completions Component." National Center for Education Statistics, US Department of Education, 1995–2024. Compiled using Python from annual IPEDS Completions survey files. https://nces.ed.gov/ipeds/datacenter/DataFiles.aspx.

Authors' analysis of "Main Science and Technology Indicators (GERD by sector of performance, converted to US dollars at purchasing power parity)." Organisation for Economic Co-operation and Development, 1991–2024. OECD Data Explorer. http://data-explorer.oecd.org/.

Authors' analysis of "National Survey of College Graduates Data Tables." National Center for Science and Engineering Statistics, US National Science Foundation. https://ncses.nsf.gov/surveys/national-survey-college-graduates.

Authors' analysis of OpenAlex (Jason Priem, Heather Piwowar, and Richard Orr). OurResearch, 2022–2025. Citation statistics by field accessed via the OpenAlex API. https://openalex.org.

Authors' analysis of "Patents Granted by Technology (indicator 5)." World Intellectual Property Organization, WIPO IP Statistics Data Center, 2024. https://www3.wipo.int/ipstats.

Authors' analysis of "Postdocs at Federally Funded R&D Centers Data Tables." National Center for Science and Engineering Statistics, US National Science Foundation, 2010–2023. https://ncses.nsf.gov/surveys/ffrdc-postdocs.

Authors' analysis of "Survey of Earned Doctorates Data Tables." National Center for Science and Engineering Statistics, US National Science Foundation, 2010–2024. https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates.

Authors' analysis of "Survey of Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering Data Tables." National Center for Science and Engineering Statistics, US National Science Foundation, 1994–2025. https://ncses.nsf.gov/surveys/graduate-students.

Authors' analysis of "Total Outbound Internationally Mobile Tertiary Students Studying Abroad" and "Net Flow of Internationally Mobile Students (Inbound – Outbound)." UNESCO Institute for Statistics, UIS.Stat Database, 2026. https://data.uis.unesco.org/.

Authors' analysis of US utility patents granted by organization. Union of the top-ten recipients in 2005, 2015, and 2025, drawn from Intellectual Property Owners Association, "Top 300 Organizations Granted US Patents in 2005" and "…in 2015," and Harrity & Harrity, "Patent 300," 2026; missing company-years filled from USPTO PatentsView.

Authors' analysis of *Visa Bulletin*. US Department of State, 2002–2026. https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin.html.

Authors' analysis of "World University Rankings by Subject." Times Higher Education, 2011–2026 (Computer Science, 2017–2026). https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/by-subject.

Baer, Julie, and Sumeyra Ekin. *Fall 2025 Snapshot on International Student Enrollment*. Institute of International Education, 2025. https://iie.widen.net/s/xd9xrsft6q/iie_fall-2025-snapshot_full-report.

Forbes AI 50 Lists, 2019–2025. Compiled by the authors; individual lists by Jillian D'Onfro (2019), Alan Ohnsman (2020, 2021), Helen A. S. Popkin (2022), Konstantine Buhler (2023), Kenrick Cai (2024), and Rashi Shrivastava (2025). https://www.forbes.com/lists/ai50/.

Institute of International Education. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. 2025. Data tables for international student enrollment trends (1948/49–2024/25), totals and academic level by place of origin (2001/02–2024/25), field of study (1998/99–2024/25), fields of study by place of origin (2009/10–2024/25), and academic level (1999/00–2024/25). https://opendoorsdata.org/.

Institute of International Education. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. 2024. Data tables for US study abroad by field of study (2000/01–2022/23) and host region (2004/05–2022/23). https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/.

National Center for Education Statistics. "Table 318.10: Degrees Conferred by Postsecondary Institutions, by Level of Degree and Sex of Student: Selected Years, 1869–70 through 2031–32." *Digest of Education Statistics*. US Department of Education, Institute for Education Sciences. 2023. https://nces.ed.gov/programs/digest/d23/tables/dt23_318.10.asp.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Foreign-Born STEM Workers." In *The STEM Labor Force: Scientists, Engineers, and Skilled Technical Workers*, Science and Engineering Indicators, NSB-2024-5, 42–48. National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20245/foreign-born-stem-workers.

National Science Board. "Cross-National Comparisons of R&D Performance." Science and Engineering Indicators 2024. National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20246/cross-national-comparisons-of-r-d-performance.

National Science Board. "International Comparisons of S&E Higher Education." In *Higher Education in Science and Engineering*, NSB-2023-32, Science and Engineering Indicators 2024, 53–62. National Science Foundation, 2023. Author projections beyond the reported figures. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202332/international-comparisons-of-s-e-higher-education.

Organisation for Economic Co-operation and Development. *Education at a Glance 2025: OECD Indicators*. OECD Publishing, 2025. https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en.

Organisation for Economic Co-operation and Development. *International Migration Outlook 2025*. OECD Publishing, 2025. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/11/international-migration-outlook-2025_355ae9fd/ae26c893-en.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development. *Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 Results.* 5 vols., and *Technical Report*. OECD Publishing, 2023–2024. https://doi.org/10.1787/53f23881-en and https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html.

Thurgood, Lori, Mary J. Golladay, and Susan T. Hill. *US Doctorates in the 20th Century*. NSF 06-319. National Science Foundation, 2006. https://www.nsf.gov/statistics/nsf06319/.

US Bureau of Economic Analysis. "Table 2.1. US Trade in Services, by Type of Service," line 21. International Transactions, International Services, and International Investment Position Tables. BEA, July 3, 2025. https://apps.bea.gov/iTable/.

US Citizenship and Immigration Services. Form I-765, "Application for Employment Authorization: All Receipts, Approvals, Denials Grouped by Eligibility Category and Filing Type." USCIS, 2003–2023. https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY03-21.pdf.

US Department of State. "Facts and Figures 2015–2025." BridgeUSA. US Department of State, 2024. https://j1visa.state.gov/facts-and-figures-2015-2025/.

附录C
方法

C.1 方法概述
本报告依赖两套工具链。数据在Python中使用pandas进行清洗、统一和计算，然后每一张图表都在R中按照共享的内部样式系统渲染，使各图表的字体、颜色、尺寸和导出宽度保持一致。两个阶段之间通过每个图表一个平面CSV文件进行衔接。有两个来源不经过Python流程：NSF/NCSES调查和IIE《门户开放》表格是完整下载后在Excel中用数据透视表处理的。两条路径最终都生成R层读取的同一种按图表划分的文件。只要可能，均采用各来源所允许的最长一致数据系列；当行政统计和普查数据与抽样调查同时存在时，优先采用前者。基于样本的估计（PISA、NSCG、BPS研究）仅在调查工具是唯一来源时使用，并在使用之处注明其抽样局限。

C.2 可重复性
原始来源文件从不就地编辑。Python路径上的来源由脚本转换：脚本读取原始下载文件并写出清洗后的输出，因此任何图表都可以从原始文件重新生成。Excel路径上的来源（NSF/NCSES调查和《门户开放》表格）是完整下载后用数据透视表缩减为各图表所需的特定切片，再保存为平面CSV。Python路径上的编码问题被谨慎处理：移民和SEVIS合并脚本依次尝试UTF-8、UTF-16和Latin-1编码，并在逗号、制表符和分号分隔符之间回退，因为联邦文件在不同年份之间并不一致。加载时修剪列名，数值转换采用显式方式而非自动推断，缺失值仅在零确实是正确计数时才填充为零。

C.3 按领域的数据构建
C.3.1 学位产出（IPEDS）
IPEDS学位完成数要经过一个四阶段的Python处理流程。

1. 数据字典统一。IPEDS在2008–2010年种族类别过渡期间重新命名了其人口统计变量，因此同一概念在不同年份以多个代码出现。第一个脚本解析每年的数据字典（HTML和Excel）并建立统一的编码本。当旧的CRACE*代码、新的C*代码和派生的DVC*代码同时存在时，保留现代变量，删除旧变量和派生变量，使每个概念对应单一列。

2. 编码本应用。第二个脚本将该编码本应用于每年的文件，将各列重命名为统一名称，并合并对应同一概念的列。当存在男性和女性人数但没有总数，或存在总数和一种性别人数而缺少另一种时，缺失字段通过加法或减法推导，而不是留空。

3. 清洗与学位层次。第三个脚本附加院校名称，标注详细和合并后的学位层次，并解决博士代码重叠问题：当现代博士代码（20、21、22）出现在某一院校—年份—领域组中时，删除旧代码（17、18、19），以免同一学位被重复计算。居民总数直接以总计减去非居民计算，从不通过加总种族类别得出，以避免四舍五入偏差。

4. CIP标准化与STEM标记。学科代码横跨四个CIP版本（1990、2000、2010、2020）。第四个脚本将这四个版本对应到一个通用方案（先按完整代码，再回退到两位代码），然后将每个领域标记为STEM或非STEM。在保存之前，删除了IPEDS中等于其组内实际领域行之和的汇总行和总计行，以免跨领域加总时重复计算。

学位仅按第一专业计算，并保留早于“第一或第二专业”变量出现之前年份的数据行，因此每名毕业生只被计算一次。由于IPEDS是院校层面的汇总数据而非个人层面的记录，STEM领域被记录为第二专业的双专业学生不会被计入STEM人数。STEM领域分组遵循NSB《科学与工程指标》的定义，以使国内数据与国际基准保持可比。

C.3.2 坚持与流失（BPS）

入学群体的坚持情况、补习经历和STEM流失数据来自《初次进入高等教育学生纵向研究》BPS:04/09和BPS:12/17，通过NCES DataLab和PowerStats进行统计。由于抽样框和调查工具不同，这两届学生被作为前后对比来解读，而非连续的数据系列。

C.3.3 博士产出与留存率

博士人数及其特征来自NCSES《博士学位获得者调查》网站和档案（2010–2024年），完整下载后用Excel数据透视表缩减，并以《20世纪的美国博士》向前延伸，形成图1.01中的长期历史系列。留存率来自NSB《科学与工程指标》系列以及橡树岭的芬恩留存率报告。两个留存率数字基于不同的NSF产品和不同的分母；由于这些产品衡量的是不同人群，两者之间的差异在各章正文中加以解释，而不是调和成单一数字。

C.3.4 外国学生与STEM劳动力

国际学生的入学人数、来源地、层次和领域数据来自国际教育协会的《门户开放》报告，其数据表格被完整下载并用Excel数据透视表进行缩减，其中包括最近一年的《2025年秋季快照》。外国出生者在STEM劳动力中所占份额来自NCSES《全国大学毕业生调查》和《科学与工程研究生及博士后调查》，两者以同样方式处理，并与NSB的STEM劳动力指标进行交叉核对。

C.3.5 移民机制

留存分析根据行政记录重建了OPT、H-1B、PERM和职业移民绿卡路径。H-1B数量来自USCIS H-1B雇主数据中心（2009–2026年），该中心按雇主和财年报告获批申请。一个合并脚本统一了各年份单复数形式不同的列名，将每个雇主的NAICS代码映射到宽泛的行业，并从文件名中提取财年。OPT和工作许可数量来自2003至2025财年的USCIS I-765表格数据。优先日期积压数据来自美国国务院每月发布的*《签证公告》*，时间跨度为2002年至2026年。

C.3.6 科研产出、合作网络与研发

论文和引用指标来自OpenAlex API；会议活动数据来自Paper Copilot；高被引研究人员数量来自科睿唯安“高被引科学家”名单；院校实力来自泰晤士高等教育学科排名。除OpenAlex外，这些数据在制图前都由人工提取到整洁的CSV中。研发支出和部门份额来自OECD MSTI，以购买力平价美元计。专利数量来自WIPO，表5.06中机构层面的美国专利授权数据由IPO协会和Harrity“专利300强”名单汇编而成，并以USPTO PatentsView补全。

C.4 标准化、比较与作者估计

跨国比较根据所研究问题的需要保持相关条件不变。货币价值按购买力平价而非市场汇率进行比较。在需要按人均衡量时，使用联合国《世界人口展望2024》对数量进行标准化。文献计量和专利指标在同一领域内进行比较，并在数据系列允许的情况下在同一年份内比较，因为各国的领域结构和发表惯例不同。本报告不将不兼容的数据系列串联起来；当定义或调查工具发生变化时，会显示断点而不是将其平滑处理。

百分点变化和相对变化列根据未经四舍五入的源数据计算，然后为显示而四舍五入，而它们旁边的水平值列则独立四舍五入。因此，用印出的水平值相减，有时会得到比印出的变化值大或小0.1的结果。以三位有效数字显示的绝对数量也是如此。两者不一致时，以变化列为更准确的数字。

有三个图表对已发布的数据进行了延伸。图1.07和1.08中的学位产出预测使用作者自己的预测，将NSB国际比较数据延伸到最后报告年份之后，同一系列中的实际部分和预测部分分别以实线和虚线绘制。图6.07的投资回报估计以NSF研究生研究奖学金的平均资助标准和《博士学位获得者调查》中STEM毕业生获得学位所需时间的中位数为基准，计算每名在美国培养的博士的成本，并应用于2012–14届的十年留存率。每一项此类估计都在使用之处标注为作者计算，并说明所用输入，以便重复计算。

C.5 来源与核实标准

每一项定量论断都可追溯至原始来源。根据微观数据或原始文件计算的统计数据均标注为作者分析，并注明所依据的数据集。在起草前无法根据原始来源核实的论断会被标记而非直接断言，这些标记在发表前均已解决。引文遵循《芝加哥格式手册》第18版的注释体系，首次出现时给出完整引文，此后使用简写形式。

C.6 已知局限

有两项局限关系到应如何解读研究结果。第一，若干关键工具是抽样调查，有其自身的误差和周期：PISA每三年一个周期，BPS各届相隔数年，NSCG是周期性样本，因此不应过度解读短期变化。第二，IPEDS是院校层面的汇总数据，因此按第一专业计数会低估STEM领域列为第二专业的双专业学生；而移民行政统计记录的是申请和批准而非人数（之所以使用H-1B雇主数据中心，正是因为它能减少——尽管不能消除——这种重复）。这些局限会影响边际上的精确度，但不影响研究结果的方向，因为结果建立在多个独立数据系列中大而一致的差距之上。

C.7 关于简和阿俊

简和阿俊这两个综合人物作为叙事手段贯穿各章。简是一名国内学生，阿俊是一名外国出生的研究人员。两人都是根据有据可查的路径构建的，而非取材于真实个人，本分析中的任何论断都不依赖于他们。

参考文献

Aiken, Catherine, James Dunham, and Remco Zwetsloot. *Career Preferences of AI Talent*. Center for Security and Emerging Technology, 2020. https://cset.georgetown.edu/publication/career-preferences-of-ai-talent/.

American Competitiveness in the Twenty-First Century Act of 2000. Pub. L. No. 106-313, 114 Stat. 1251 (2000); 8 C.F.R. § 214.2(h)(13)(iii)(D)–(E).

Amnesty International. "China: Overseas Students Face Harassment and Surveillance in Campaign of Transnational Repression." Amnesty International, May 13, 2024. https://www.amnesty.org/en/latest/news/2024/05/china-overseas-students-face-harassment-and-surveillance-in-campaign-of-transnational-repression/.

Arora, Ashish, V.S. Arunachalam, Jai Asundi, and Ronald Fernandes. "The Indian Software Services Industry." *Research Policy* 30, no. 8 (October 2001): 1267–87. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00148-7.

Baer, Julie, and Mirka Martel. *Fall 2020 Snapshot on International Student Enrollment*. Institute of International Education, 2020. https://www.iie.org/wp-content/uploads/2022/12/Fall-2020-Snapshot-Report-Full-Report.pdf.

Baer, Julie, and Sumeyra Ekin. *Fall 2025 Snapshot on International Student Enrollment*. Institute of International Education, 2025. https://iie.widen.net/s/xd9xrsft6q/iie_fall-2025-snapshot_full-report.

Binkley, Collin. "College Students Are Still Struggling with Basic Math. Professors Blame the Pandemic." Associated Press, August 31, 2023. https://apnews.com/article/college-math-test-help-6cca6a5e873d5aeb5e75b4f94125d48c.

Bound, John, Gaurav Khanna, and Nicolas Morales. "Understanding the Economic Impact of the H-1B Program on the US." NBER Working Paper 23153. National Bureau of Economic Research, February 2017. https://www.nber.org/papers/w23153.

Brainard, Jeffrey, and Dennis Normile. "China Rises to First Place in Most Cited Papers." *Science*, August 17, 2022. https://www.science.org/content/article/china-rises-first-place-most-cited-papers.

Bundesministerium des Innern (Federal Ministry of the Interior), Germany. "Points System for the 'Opportunity Card' (Chancenkarte)." Press release. May 31, 2024. https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/EN/2024/05/chancenkarte-feg.html.

Bush, Vannevar. *Science, the Endless Frontier: A Report to the President*. US Government Printing Office, 1945. https://nsf-gov-resources.nsf.gov/2023-04/EndlessFrontier75th_w.pdf.

Cai, Kenrick. "AI 50 2023 Methodology: Our New, Improved Process for Selecting Honorees." *Forbes*, April 11, 2023. https://www.forbes.com/sites/kenrickcai/2023/04/11/ai-50-2023-methodology-judges/.

Chen, Xianglei. *STEM Attrition: College Students' Paths into and out of STEM Fields*. NCES 2014-001. National Center for Education Statistics, 2013. https://nces.ed.gov/pubs2014/2014001rev.pdf.

ChinaPower Project. "Is China a Global Leader in Research and Development?" Center for Strategic and International Studies, January 31, 2018, updated January 28, 2021. https://chinapower.csis.org/china-research-and-development-rnd/.

CHIPS and Science Act of 2022, Pub. L. No. 117-167, 136 Stat. 1366 (2022). https://www.congress.gov/117/plaws/publ167/PLAW-117publ167.pdf.

Clarivate Analytics. "Highly Cited Researchers 2025 Analysis." Clarivate Analytics, 2025. https://clarivate.com/highly-cited-researchers/analysis/.

Clarivate Analytics. "Highly Cited Researchers, Past Lists." Clarivate Analytics, 2014–2025. https://clarivate.com/highly-cited-researchers/past-lists/.

Clarivate Analytics. Web of Science. "Highly Cited Papers in Emerging Technologies." Clarivate Analytics. https://www.webofscience.com/.

Cohen, Jeremy, Jennifer Causey, Bea Randolph, Matthew Holsapple, and Doug Shapiro. Some College, No Credential Student Outcomes: Annual Progress Report — Academic Year 2023/24. National Student Clearinghouse Research Center, June 2025. https://nscresearchcenter.org/some-college-no-credential/.

Coleman, James, Ernest Campbell, Carol Hobson, James McPartland, Alexander Mood, Frederic Weinfeld, et al. *Equality of Educational Opportunity*. US Government Printing Office, 1966. https://eric.ed.gov/?id=ED012275.

Commission on the Abraham Lincoln Study Abroad Fellowship Program. *Global Competence and National Needs: One Million Americans Studying Abroad*. Abraham Lincoln Commission, 2005. https://www.aplu.org/wp-content/uploads/global-competence-and-national-needs-one-million-americans-studying-abroad.pdf.

Communist Party of China Central Organization Department. "Detailed Rules for the 'Thousand Talents Program' High-Level Foreign Expert Project." 2011. Trans. Etcetera Language Group and Ben Murphy. Center for Security and Emerging Technology, 2020. https://cset.georgetown.edu/publication/detailed-rules-for-the-thousand-talents-program-high-level-foreign-expert-project/.

Congressional Research Service. *National Institutes of Health (NIH) Funding: FY1996–FY2026*, CRS Report R43341. Congressional Research Service, 2026. https://www.congress.gov/crs-product/R43341.

Diamond, Larry, and Orville Schell, eds. *China's Influence & American Interests: Promoting Constructive Vigilance*. Hoover Institution Press, 2019.

Dworsky Law Firm. "The New H-1B Lottery: How the Wage-Weighted System Changes Your Chances for FY 2027." Dworsky Law Firm, 2026. https://dworskylaw.com/blog/the-new-h-1b-lottery-how-the-wage-weighted-system-changes-your-chances-for-fy-2027/.

Eberstadt, Nicholas, and Evan Abramsky. "America's Education Crisis Is a National Security Threat: A Smarter World Is Changing the Balance of Power." *Foreign Affairs*, April 28, 2022. https://www.foreignaffairs.com/world/america-education-crisis-national-security-threat.

Ellis, Jessica, Bailey Fosdick, and Chris Rasmussen. "Women 1.5 Times More Likely to Leave STEM Pipeline After Calculus Compared to Men: Lack of Mathematical Confidence a Potential Culprit." *PLOS ONE* 11, no. 7 (2016): e0157447. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0157447.

Exec. Order No. 13788. 3 C.F.R. 370 (2018). Reprinted in 82 Fed. Reg. 18837 (April 21, 2017). https://www.federalregister.gov/documents/2017/04/21/2017-08311/buy-american-and-hire-american.

Finn, Michael G. *Stay Rates of Foreign Doctorate Recipients from US Universities*. Biennial series. Oak Ridge Institute for Science and Education, 2014. https://doi.org/10.2172/1303351.

Flattau, Pamela Ebert, Jerome Bracken, Richard H. Van Atta, Ayeh Bandeh-Ahmadi, Rodolfo de la Cruz, and Kay Sullivan. The National Defense Education Act of 1958: Selected Outcomes. IDA Document D-3306. Institute for Defense Analyses, Science and Technology Policy Institute, 2005. https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/t/th/the-national-defense-education-act-of-1958-selected-outcomes.

"Forbes AI 50," data for 2019–2025. Individual lists: Jillian D'Onfro (2019), Alan Ohnsman (2020, 2021), Helen A. S. Popkin (2022), Konstantine Buhler (2023), Kenrick Cai (2024), and Rashi Shrivastava (2025). Forbes. https://www.forbes.com/lists/ai50/.

Fulbright Act, ch. 723, Pub. L. No. 79-584, 60 Stat. 754 (1946) (amending the Surplus Property Act of 1944).

Goldin, Claudia, and Lawrence F. Katz. The Race Between Education and Technology. Belknap Press of Harvard University Press, 2008. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w12984/w12984.pdf.

Gorokhovskaia, Yana, and Grady Vaughan. "Addressing Transnational Repression on Campuses in the United States." Freedom House, 2024. https://freedomhouse.org/report/transnational-repression/2024/addressing-transnational-repression-campuses-united-states.

Hanushek, Eric A. "Putting Pandemic Learning Loss in Perspective." Education Next 26, no. 2 (2026). https://www.educationnext.org/putting-pandemic-learning-loss-in-perspective-achievement-declines-21st-century-america-naep/.

Harmon, Lindsey. "Career Achievements of the National Defense Education Act (Title IV Fellows), 1959–1973." ERIC ED150929. National Academy of Sciences, 1977. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED150929.pdf.

Harris, Laurie A. The National Science Foundation: An Overview. CRS Report R46753. Congressional Research Service, April 9, 2021. https://www.congress.gov/crs-product/R46753.

Harrity & Harrity. "The 2025 Patent 300® List." Harrity & Harrity, 2026. https://harrityllp.com/patent300/.

Hira, Ronil. Statement Before the US Congress, Senate, Committee on the Judiciary, Subcommittee on Immigration and the National Interest of the Senate. The Impact of High-Skilled Immigration on US Workers, 114th Cong. (2016). https://www.epi.org/files/2016/ron-hira-testimony-022516.pdf.

Horwitz, Nathan. "More Students Are Struggling with Math, Professors Say." Temple News, April 7, 2026. https://temple-news.com/more-students-are-struggling-with-math-professors-say/.

Huang, Futao. "From Expansion to Governance: China's Higher Education at a Strategic Turning Point." International Higher Education, no. 126 (2026). https://doi.org/10.6017/895b9e0d.25b5a5f5.

IEA. "Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)." Data for 1995–2023. https://www.iea.nl/studies/iea/timss.

Immigration Act of 1990, Pub. L. No. 101-649, 104 Stat. 4978 (1990). https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg4978.pdf.

Immigration and Nationality Act Amendments of 1965 (Hart–Celler Act), Pub. L. No. 89-236, 79 Stat. 911 (1965). https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-79/pdf/STATUTE-79-Pg911.pdf.

Immigration and Nationality Act § 203(b), 8 U.S.C. § 1153(b).

Immigration and Nationality Act § 212(e), 8 U.S.C. § 1182(e).

Immigration and Nationality Act, Pub. L. No. 82-414, 66 Stat. 163 (1952). https://www.congress.gov/bill/82nd-congress/house-bill/5678/text.

Immigration, Refugees and Citizenship Canada. "How Express Entry Works." Government of Canada. https://www.canada.ca/en/immigration-refugees-citizenship/services/immigrate-canada/express-entry/works.html.

Improving and Expanding Training Opportunities for F-1 Nonimmigrant Students, 81 Fed. Reg. 13,040 (Mar. 11, 2016) (codified at 8 C.F.R. pts. 214, 274a). https://www.federalregister.gov/documents/2016/03/11/2016-04828/improving-and-expanding-training-opportunities-for-f-1-nonimmigrant-students-with-stem-degrees-and.

Institute of International Education. *Fall 2015 Snapshot Survey of International Student Enrollment*. Institute of International Education, 2015. https://www.iie.org/wp-content/uploads/2023/02/Fall-Enrollment-2015-Report_Final.pdf.

Institute of International Education. "International Students: Academic Level." *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Data for 1999/00–2024/25. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/academic-level/.

Institute of International Education. "International Students: Academic Level and Place of Origin." *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Data for 2001/02 - 2024/25. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/academic-level-and-places-of-origin/.

Institute of International Education. "International Students: All Places of Origin." *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/all-places-of-origin/.

Institute of International Education. "International Student: Enrollment Trends." Data for 1948/49–2024/25. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/enrollment-trends/.

Institute of International Education. "International Students: Fields of Study." *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Data for 1998/99–2024/25. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/fields-of-study/.

Institute of International Education. "International Students: Fields of Study of Students by Place of Origin." Data for 2009/10–2024/25. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Institute of International Education, 2025. https://opendoorsdata.org/data/international-students/fields-of-study-by-place-of-origin/.

Institute of International Education. "US Study Abroad for Academic Credit Trends." Data for 1989/90–2023/24. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Institute of International Education, 2024. https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/u-s-study-abroad-for-academic-credit-trends/.

Institute of International Education. "US Study Abroad Students: Field of Study." Data for 2000/2001–2022/23. *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Institute of International Education, 2024. https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/fields-of-study/.

Institute of International Education. "US Study Abroad Students: Host Regions." Open Doors Report on International Educational Exchange. Data for 2004/05–2022/23. Institute of International Education, 2024. https://opendoorsdata.org/data/us-study-abroad/host-regions/.

Institute of International Education. Open Doors Report on International Educational Exchange. Institute of International Education, 2024. https://www.iie.org/publications/open-doors-2024/.

Institute of International Education. Open Doors Report on International Educational Exchange. Institute of International Education, 2025. https://www.iie.org/publications/open-doors-2025/.

Intellectual Property Owners Association. “2005 Top 300 Patent Owners.” Intellectual Property Owners Association, 2005. https://ipo.org/index.php/2005-top-300-patent-owners/.

Intellectual Property Owners Association. “2015 Top 300 Patent Owners.” Intellectual Property Owners Association, 2015. https://ipo.org/index.php/2015-top-300-patent-owners/.

Jia, Ruixue, Gaurav Khanna, Hongbin Li, and Yuli Xu. The Ripple Effects of China’s College Expansion on American Universities. NBER Working Paper No. 34391. National Bureau of Economic Research, October 2025. https://doi.org/10.3386/w34391.

Johnston, Emerson and Amy Zegart. A Deep Peek into DeepSeek AI’s Talent and Implications for US Innovation. Technology Policy Accelerator, Hoover Institution and the Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, April 2025. https://doi.org/10.64576/9001.

Johnston, Emerson, and Amy Zegart. Update: DeepSeek AI and the Great Talent Competition. Technology Policy Accelerator, Hoover Institution and the Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, June 2026. https://doi.org/10.64576/0626.

Kane, Thomas, Daniel Dewey, Erin Fahle, Sean Reardon, and Douglas Staiger. “From Learning Recession to Learning Recovery: Understanding the Sources of US K–12 Improvement.” Center for Education Policy Research at Harvard University and Stanford Graduate School of Education, May 13, 2026. https://educationscorecard.org/wp-content/uploads/2026/05/Education_Scorecard_May_2026_Report.pdf

Kochhar, Rakesh. A Global Middle Class Is More Promise than Reality. Pew Research Center, July 8, 2015. https://www.pewresearch.org/global/2015/07/08/a-global-middle-class-is-more-promise-than-reality/.

Kratsios, Michael. Science: A New Golden Age. White House Office of Science and Technology Policy, 2026. https://www.whitehouse.gov/science/.

Kuehn, Daniel, and Hal Salzman. “The Engineering Labor Market: An Overview of Recent Trends.” In US Engineering in a Global Economy, edited by Richard B. Freeman and Hal Salzman. University of Chicago Press, 2018. https://www.nber.org/system/files/chapters/c12684/c12684.pdf.

Lederman, Josh. “US to Shorten Length of Some Visas for Chinese Citizens.” Associated Press, May 29, 2018. https://apnews.com/united-states-government-82a98fecee074bfb83731760bfbce515.

Lindquist, Clarence. “NDEA Fellowships for College Teaching, 1958–1968: Title IV, National Defense Education Act of 1958. (ERIC ED054739).” US Department of Health, Education, and Welfare, Office of Education, 1971. https://eric.ed.gov/?id=ED054739.

MacroPolo. “The Global AI Talent Tracker 2.0.” Paulson Institute. https://archivemacropolo.org/.

Matloff, Norman. “On the Need for Reform of the H-1B Non-Immigrant Work Visa in Computer-Related Occupations.” University of Michigan Journal of Law Reform 36, no. 4 (2003): 815–913. https://heather.cs.ucdavis.edu/Mich.pdf.

Miao, Hannah, and Jon Emont. “China’s Best and Brightest Tech Talent Is Going Back to China.” Wall Street Journal, May 2026. https://www.wsj.com/business/china-silicon-valley-sea-turtles-tech-ai-talent-46385d38.

Ministry of Education of the People’s Republic of China. “‘211 Project’ and ‘985 Project’” (中华人民共和国教育部). Ministry of Education of the People’s Republic of China, 2015. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2015nztzl/2015_zt15/15zt15_mtbd/201511/t20151106_217950.html.

Ministry of Education of the People's Republic of China. "China to Further Promote the Double First-Class Initiative." Press release. February 16, 2022. http://en.moe.gov.cn/news/press_releases/202203/t20220301_603547.html.

Moonshot AI. "Kimi K3." Model release. 2026. https://platform.kimi.ai/.

Moonshot AI. "Kimi K3: Open Frontier Intelligence." Technical report. 2026. https://arxiv.org/abs/2607.24653.

Mutual Educational and Cultural Exchange Act of 1961 (Fulbright–Hays Act), Pub. L. No. 87-256, 75 Stat. 527 (1961). https://www.congress.gov/bill/87th-congress/house-bill/8666/text.

National Bureau of Statistics of China. "China's Expenditure on Research and Experimental Development (R&D) Exceeded 3.6 Trillion Yuan in 2024." February 7, 2025. https://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202502/t20250207_1958579.html.

National Center for Education Statistics. "1996/01 Beginning Postsecondary Students Longitudinal Study (BPS:96/01)." US Department of Education, Office of Educational Research and Improvement, 2002. https://nces.ed.gov/pubs2002/2002171.pdf.

National Center for Education Statistics. "2004/09 Beginning Postsecondary Students Longitudinal Study (BPS:04/09)." US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2009. https://nces.ed.gov/pubs2009/200901.pdf.

National Center for Education Statistics. "2012-2017 Beginning Postsecondary Students Longitudinal Study (BPS:12/17)." US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2019. https://nces.ed.gov/surveys/bps/.

National Center for Education Statistics. Common Core of Data. National Public Education Financial Survey. Data for 2010–2021. US Department of Education, Institute of Education Sciences. https://nces.ed.gov/ccd/files.asp.

National Center for Education Statistics. Digest of Education Statistics. US Department of Education, Institute of Education Sciences. https://nces.ed.gov/programs/digest.

National Center for Education Statistics. "Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)." Data from completions component, 1995–2025. US Department of Education, Institute of Education Sciences. https://nces.ed.gov/ipeds/datacenter/DataFiles.aspx.

National Center for Education Statistics. "Mathematics Literacy: Average Scores." In Program for International Student Assessment (PISA): 2015 Results. US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2015. https://nces.ed.gov/surveys/pisa/pisa2015/pisa2015highlights_5.asp.

National Center for Education Statistics. "The National Assessment of Educational Progress (NAEP)." US Department of Education, Institute of Education Sciences. https://nces.ed.gov/nationsreportcard/.

National Center for Education Statistics. "National Postsecondary Student Aid Study (NPSAS:20) 2019–20." US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2023. https://nces.ed.gov/surveys/npsas/.

National Center for Education Statistics. "Public School Revenue Sources." In Report on the Condition of Education 2024. NCES 2024-144. US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2024. https://nces.ed.gov/programs/coe/pdf/2024/cma_508c.pdf.

National Center for Education Statistics. "Table 236.55. Total and Current Expenditures per Pupil in Fall Enrollment in Public Elementary and Secondary Schools, by Function and State or Jurisdiction: Selected Years, 1969–70 through 2016–17." Digest of Education Statistics 2019. US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2021. https://nces.ed.gov/programs/digest/d19/tables/dt19_236.55.asp.

National Center for Education Statistics. "Table 318.10. Degrees Conferred by Postsecondary Institutions, by Level of Degree and Sex of Student: Selected Years, 1869–70 through 2031–32." Digest of Education Statistics. US Department of Education, Institute of Education Sciences, 2023. https://nces.ed.gov/programs/digest/d23/tables/dt23_318.10.asp.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Foreign-Born STEM Workers." In The STEM Labor Force: Scientists, Engineers, and Skilled Technical Workers. Science and Engineering Indicators. NSB-2024-5. National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20245/foreign-born-stem-workers.

National Center for Science and Engineering Statistics. "National Survey of College Graduates Data Tables." National Science Foundation, 2023. https://ncses.nsf.gov/surveys/national-survey-college-graduates.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Survey of Earned Doctorates." Data for 1995–2024. National Science Foundation, 2026. https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Survey of Earned Doctorates Data Tables." Data for 2010–2024. National Center for Science and Engineering Statistics, National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Survey of Earned Doctorates, Doctorate Recipients from US Universities: 2024 Data Tables." National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/surveys/earned-doctorates/.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Survey of Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering Data Tables." Data for 1994–2025. National Center for Science and Engineering Statistics, National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/surveys/graduate-students-postdoctorates-s-e/2024.

National Center for Science and Engineering Statistics. "Survey of Postdocs at Federally Funded R&D Centers Data Tables." Data for 2010–2023. National Center for Science and Engineering Statistics, National Science Foundation, 2023. https://ncses.nsf.gov/surveys/ffrdc-postdocs.

National Commission on Excellence in Education. A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform. US Government Printing Office, 1983. https://e4e.org/sites/default/files/a_nation_at_risk_1983.pdf.

National Defense Education Act of 1958, Pub. L. No. 85-864, title III, 72 Stat. 1580, 1588–90, https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-72/pdf/STATUTE-72-Pg1580.pdf.

National Examination Board (Nepal). "Secondary Education Examination (SEE) Results 2080 BS (2024)." Sanothimi, Bhaktapur: National Examination Board, June 2024. https://edusanjal.com/news/see-result-2080-published/.

National Foundation for American Policy. "H-1B Approved Petitions and Denial Rate for FY 2019." NFAP Policy Brief, February 2020. https://nfap.com/wp-content/uploads/2020/02/H-1B-Denial-Rates-Analysis-of-FY-2019-Numbers.NFAP-Policy-Brief.February-2020-1.pdf.

National Science Board. "Cross-National Comparisons of R&D Performance." Research and Development: US Trends and International Comparisons. NSB-2024-6. Science and Engineering Indicators 2024. National Science Foundation, 2024. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20246/cross-national-comparisons-of-r-d-performance.

National Science Board. "Higher Education in Science and Engineering." NSB-2023-32. Science and Engineering Indicators 2023. National Science Foundation, 2023. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202332/.

National Science Board. "International Comparisons of S&E Higher Education." In "Higher Education in Science and Engineering." NSB-2023-32. Science and Engineering Indicators 2023, National Science Foundation, 2023. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202332/international-comparisons-of-s-e-higher-education.

National Science Board. "Publications Output: US Trends and International Comparisons." Science and Engineering Indicators 2020. NSB-2020-6. National Science Foundation, 2019. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20206/.

National Science Board. "Publications Output: US Trends and International Comparisons." Science and Engineering Indicators 2024, NSB-2023-33. (National Science Foundation, December 2023). https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202333/.

National Science Board. Science and Engineering Indicators. Biennial series. National Science Foundation. https://ncses.nsf.gov/indicators.

National Science Board. "STEM Talent: Education, Training, and Workforce." Science and Engineering Indicators 2026. NSB-2026-1. National Science Foundation, 2026. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20261/.

National Science Foundation. "NSF Graduate Research Fellowship Program Solicitation" (NSF 25-547). National Science Foundation, 2025. https://www.nsf.gov/funding/opportunities/grfp-nsf-graduate-research-fellowship-program/nsf25-547/solicitation.

Ngai, Mae M. Impossible Subjects: Illegal Aliens and the Making of Modern America. Princeton University Press, 2004. https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691160825/impossible-subjects.

Nuñez, Michael. "China's Moonshot AI Releases Kimi K3, the Largest Open-Source Model Ever, Rivaling Top US Systems." VentureBeat, July 16, 2026. https://venturebeat.com/technology/chinas-moonshot-ai-releases-kimi-k3-the-largest-open-source-model-ever-rivaling-top-u-s-systems.

Office of the United States Trade Representative. Findings of the Investigation into China's Acts, Policies, and Practices Related to Technology Transfer, Intellectual Property, and Innovation Under Section 301 of the Trade Act of 1974. Executive Office of the President, 2018. https://ustr.gov/sites/default/files/Section%20301%20FINAL.PDF.

OpenAlex API. https://openalex.org.

Opportunity Card (Chancenkarte) established under Residence Act §§ 20a–20b (Federal Law Gazette 2024 1 No. 152), effective June 1, 2024. https://www.gesetze-im-internet.de/englisch_aufenthg/englisch_aufenthg.html.

Organisation for Economic Co-operation and Development. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. OECD Publishing, 2025. https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en.

Organisation for Economic Co-operation and Development. International Migration Outlook 2025. OECD Publishing, 2025. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/11/international-migration-outlook-2025_355ae9fd/ae26c893-en.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). "Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database." Data for 1991–2024. OECD Data Explorer. http://data-explorer.oecd.org/.

Organisation for Economic Co-operation and Development. Programme for International Student Assessment (PISA): 2022 Results. 5 vols. OECD Publishing, 2023. https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html.

Organisation for Economic Co-operation and Development. Technical Report. OECD Publishing, 2024. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html.

Paper Copilot. "Accepted Papers and Submissions Statistics." 2026. https://papercopilot.com/.

Patent and Trademark Law Amendment Act (Bayh-Dole Act). Pub. L. No. 96-517, 94 Stat. 3015 (1980). https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-94/pdf/STATUTE-94-Pg3015.pdf.

Phillips, Christopher J. The New Math: A Political History. University of Chicago Press, 2014. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/N/bo18991075.html.

PitchBook Data. 2026. https://pitchbook.com.

Priem, Jason, Heather Piwowar, and Richard Orr. "OpenAlex: A Fully-Open Index of Scholarly Works, Authors, Venues, Institutions, and Concepts." arXiv preprint arXiv:2205.01833, May 2022. https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.01833.

Proclamation No. 10043. "Suspension of Entry as Nonimmigrants of Certain Students and Researchers from the People's Republic of China." 85 Fed. Reg. 34353 (June 4, 2020). https://www.federalregister.gov/documents/2020/06/04/2020-12217/suspension-of-entry-as-nonimmigrants-of-certain-students-and-researchers-from-the-peoples-republic.

Redden, Elizabeth. "Chinese Officials Warn Students of Visa Problems If They Come to US." Inside Higher Ed, June 3, 2019. https://www.insidehighered.com/news/2019/06/04/chinese-officials-warn-students-visa-problems-if-they-come-us.

Schoenfeld, Alan H. "The Math Wars." Educational Policy 18, no. 1 (2004): 253–86. https://eric.ed.gov/?id=EJ690082.

Senate-Administration Workgroup on Admissions. Final Report. UC San Diego Academic Senate, updated January 8, 2026. https://senate.ucsd.edu/media/740347/sawg-report-on-admissions-review-docs.pdf.

Seymour, Elaine, and Anne-Barrie Hunter, eds. Talking about Leaving Revisited: Persistence, Relocation, and Loss in Undergraduate STEM Education. Springer, 2019. https://casa.colorado.edu/~dduncan/wp-content/uploads/2019_Book_TalkingAboutLeavingRevisited.pdf.

Seymour, Elaine, and Nancy M. Hewitt. Talking about Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences. Westview Press, 1997. https://sites.lsa.umich.edu/math-lcit/wp-content/uploads/sites/1398/2025/04/talkingAboutLeavingSeymourHewittOverview.pdf.

Sheehan, Matt, and Sophie Zhuang. "Have Top Chinese AI Researchers Stayed in the United States?" Emissary (blog). Carnegie Endowment for International Peace, December 2025. https://carnegieendowment.org/emissary/2025/12/china-ai-researchers-us-talent-pool.

Shi, Dongbo, Weichen Liu, and Yanbo Wang. "Has China's Young Thousand Talents Program Been Successful in Recruiting and Nurturing Top-Caliber Scientists?" Science 379, no. 6627 (2023): 62–65. https://doi.org/10.1126/science.abq1218.

Shu, Fei, Cassidy Sugimoto, and Vincent Larivière. "The Institutionalized Stratification of the Chinese Higher Education System." Quantitative Science Studies 2, no. 1 (2021): 327–44. https://doi.org/10.1162/qss_a_00104.

Skilled Immigration Act (Fachkräfteeinwanderungsgesetz), Federal Law Gazette BGBl. 2023 I No. 217 (promulgated August 18, 2023).

Sokol, Marlene. "Foreign Students Face Money Woes as Their Nations' Currencies Suffer." Washington Post, May 11, 1983. https://www.washingtonpost.com/archive/local/1983/05/11/foreign-students-face-money-woes-as-their-nations-currencies-suffer/86572d1f-5096-45ba-bd4d-71e82b4e774a/.

Stankova, Zvezdelina, Mina Aganagic, John Lott, Svetlana Jitomirskaya, and Chris Hoofnagle. "Relationship Between Prerequisite Mastery and Failure/Attrition Rates in Calculus I at UC Berkeley: Fall 2021, 2022, 2023." Accessed July 29, 2026. https://drive.google.com/file/d/1LnxJlOqUUUS7VVDs5Vzo1PKTuDPVOXia/view.

Tedjasaputra, Vincent. "NSF 101: The Graduate Research Fellowship Program." National Science Foundation, 2021. https://www.nsf.gov/science-matters/nsf-101-graduate-research-fellowship-program.

Teitelbaum, Michael. Falling Behind? Boom, Bust, and the Global Race for Scientific Talent. Princeton University Press, 2014.

Teitelbaum, Michael. "The Myth of the Science and Engineering Shortage." Atlantic, March 19, 2014. https://www.theatlantic.com/education/archive/2014/03/the-myth-of-the-science-and-engineering-shortage/284359/.

Thurgood, Lori, Mary J. Golladay, and Susan T. Hill. US Doctorates in the 20th Century. NSF 06-319. National Science Foundation, 2006. https://www.nsf.gov/statistics/nsf06319/.

Times Higher Education. "World University Rankings by Subject." Times Higher Education [THE]. Data for 2011–2026. https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/by-subject.

Tolley, William P. "Report of the Commission on Academic Freedom and Academic Tenure." Association of American Colleges Bulletin 32, no. 1 (March 1946). https://archive.org/details/sim_liberal-education_1946-03_32_1/page/95.

Trump, Donald J. "Restriction on Entry of Certain Nonimmigrant Workers." Proclamation. White House, September 19, 2025. https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/09/restriction-on-entry-of-certain-nonimmigrant-workers/.

UK Home Office. "Apply for the Global Talent Visa." GOV.UK. https://www.gov.uk/global-talent.

UNESCO Institute for Statistics. "Net Flow of Internationally Mobile Students (Inbound – Outbound), Both Sexes (UIS Estimate) (Number)." UNESCO Institute for Statistics Database (UIS.Stat), 2026. https://data.uis.unesco.org/.

UNESCO Institute for Statistics. "Total Outbound Internationally Mobile Tertiary Students Studying Abroad." UNESCO Institute for Statistics Database (UIS.Stat), 2026. https://data.uis.unesco.org/.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs. "Population Division, World Population Prospects 2024." Online Edition. United Nations, 2024. https://population.un.org/wpp/.

University of California, Board of Regents. "Regents Policy 2109: Policy on Nonresident Student Enrollment." University of California, adopted May 18, 2017. https://regents.universityofcalifornia.edu/governance/policies/2109.html.

University of Delaware Institute for Global Studies. "Our Study Abroad History." University of Delaware. https://www.udel.edu/academics/global/study-abroad/history/.

University of North Carolina System, Board of Governors. "Policy on Nonresident Undergraduate Enrollment," effective fall 2025. University of North Carolina, updated 2026. https://www.northcarolina.edu/apps/policy/doc.php?id=789.

US Bureau of Economic Analysis. "Table 2.1. US Trade in Services, by Type of Service." International Transactions, International Services, and International Investment Position Tables. July 3, 2025. https://apps.bea.gov/iTable/.

US Bureau of Industry and Security. "Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items; Supercomputer and Semiconductor End Use: Entity List Modification." 87 Fed. Reg. 62186 (October 13, 2022). https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor.

US Bureau of Labor Statistics. "Foreign-Born Workers: Labor Force Characteristics — 2025." News release USDL-26-0760. May 19, 2026. https://www.bls.gov/news.release/pdf/forbrn.pdf.

US Census Bureau. "American Community Survey, 2024 1-Year Estimates, table B05001 (Nativity and Citizenship Status in the United States)." 2024. https://data.census.gov.

US Census Bureau. "American Community Survey, 2024 1-Year Estimates, table S0501 (Selected Characteristics of the Native and Foreign-Born Populations)." 2024. https://data.census.gov.

US Citizenship and Immigration Services. "Chapter 1 — Purpose and Background." USCIS Policy Manual, vol. 2, pt. D. https://www.uscis.gov/policy-manual/volume-2-part-d-chapter-1.

US Citizenship and Immigration Services. Characteristics of H-1B Specialty Occupation Workers: Fiscal Year 2024 Annual Report to Congress. 2025. https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/reports/ola_signed_h1b_characteristics_congressional_report_FY24.pdf.

US Citizenship and Immigration Services. "DHS Changes Process for Awarding H-1B Work Visas to Better Protect American Workers." News release. December 23, 2025. https://www.uscis.gov/newsroom/news-releases/dhs-changes-process-for-awarding-h-1b-work-visas-to-better-protect-american-workers.

US Citizenship and Immigration Services. "Form I-765. Application for Employment Authorization: All Receipts, Approvals, Denials Grouped by Eligibility Category and Filing Type FY2003–2021." Immigration and Citizenship Data Hub. 2021. https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY03-21.pdf.

US Citizenship and Immigration Services. "Form I-765, Application for Employment Authorization: All Receipts, Approvals, Denials Grouped by Eligibility Category and Filing Type FY2022." Immigration and Citizenship Data Hub. 2022. https://web.archive.org/web/20250202082421/https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY22.pdf.

US Citizenship and Immigration Services. "Form I-765, Application for Employment Authorization: All Receipts, Approvals, Denials Grouped by Eligibility Category and Filing Type FY2023." Immigration and Citizenship Data Hub. 2023 https://web.archive.org/web/20250211085540/https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/I-765_Application_for_Employment_FY23.pdf.

US Citizenship and Immigration Services. "Form I-765, Application for Employment Authorization, Eligibility Category and Filing Type Fiscal year 2024, Q4." (XLSX). Immigration and Citizenship Data Hub 2024. https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/i765_application_for_employment_fy24.xlsx.

US Citizenship and Immigration Services. "Form I-765, Application for Employment Authorization, Eligibility Category and Filing Type Fiscal year 2025, Q4." (XLSX). Immigration and Citizenship Data Hub. 2025. https://www.uscis.gov/sites/default/files/document/data/i765_application_for_employment_fy2025_q4_v1.xlsx.

US Citizenship and Immigration Services. "H-1B Cap Season." https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-cap-season.

US Citizenship and Immigration Services. "H-1B Electronic Registration Process." https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/temporary-workers/h-1b-specialty-occupations/h-1b-electronic-registration-process.

US Citizenship and Immigration Services. H-1B Employer Data Hub. Data for 2009–2026. https://www.uscis.gov/tools/reports-and-studies/h-1b-employer-data-hub.

US Citizenship and Immigration Services. "Optional Practical Training (OPT) for F-1 Students." https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/students-and-exchange-visitors/optional-practical-training-opt-for-f-1-students.

US Citizenship and Immigration Services. "Practical Training." Policy Manual. Vol. 2, part F, chapter 5. https://www.uscis.gov/policy-manual/volume-2-part-f-chapter-5.

US Citizenship and Immigration Services. "Students and Employment." https://www.uscis.gov/working-in-the-united-states/students-and-exchange-visitors/students-and-employment.

US Citizenship and Immigration Services. "USCIS Strengthens Protections to Combat H-1B Abuses." News release. April 3, 2017, archived July 2024. https://www.uscis.gov/archive/uscis-strengthens-protections-to-combat-h-1b-abuses.

US Congress, House, Committee on Small Business, Subcommittee on Contracting and Workforce. Help Wanted: The Small Business STEM Workforce Shortage and Immigration Reform. 113th Cong., 1st sess., April 25, 2013. Small Business Committee Document No. 113-014. US Government Printing Office, 2013. https://www.congress.gov/event/113th-congress/house-event/LC631/text.

US Department of Homeland Security. "Weighted Selection Process for Registrants and Petitioners Seeking to File Cap-Subject H-1B Petitions." 90 Fed. Reg. 60864, (December 29, 2025). https://www.federalregister.gov/documents/2025/12/29/2025-23853/weighted-selection-process-for-registrants-and-petitioners-seeking-to-file-cap-subject-h-1b.

US Department of Homeland Security, "Student and Exchange Visitor Information System (SEVIS)." https://studyinthestates.dhs.gov/sevis-help-hub.

US Department of Labor, Employment and Training Administration. "Permanent Labor Certification (PERM)." Foreign Labor Application Gateway (FLAG). https://flag.dol.gov/programs/perm.

US Department of Labor. "Foreign Labor Certification Performance Data." Data for 2008–2025. https://www.dol.gov/agencies/eta/foreign-labor/performance.

US Department of State, Bureau of Consular Affairs. "Final Action Dates for Employment-Based Preference Cases." Visa Bulletin 15, no. 9 (June 2026). https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin/2026/visa-bulletin-for-june-2026.html.

US Department of State, Bureau of Consular Affairs. "Table XVI: Nonimmigrant Visas Issued by Classification and Nationality (Including Border Crossing Cards), Fiscal Year 2024." Report of the Visa Office. 2024. https://travel.state.gov/content/dam/visas/Statistics/AnnualReports/FY2024AnnualReport/Table%20XVI.pdf.

US Department of State, Bureau of Consular Affairs. "Table XVII: Nonimmigrant Visas Issued by Classification and Nationality, Fiscal Year 2019." Report of the Visa Office. 2019. https://travel.state.gov/content/dam/visas/Statistics/AnnualReports/FY2019AnnualReport/FY19AnnualReport-TableXVII.pdf.

US Department of State, Bureau of Consular Affairs. Visa Bulletin. US Department of State, 2002–2026. https://travel.state.gov/content/travel/en/legal/visa-law0/visa-bulletin.html.

US Department of State, Bureau of Educational and Cultural Affairs. "The Fulbright Program." https://www.state.gov/the-fulbright-program.

US Department of State. "Facts and Figures 2015–2025." BridgeUSA. 2024. https://j1visa.state.gov/facts-and-figures-2015-2025/.

US Information and Educational Exchange Act of 1948 (Smith–Mundt Act), Pub. L. 80–402 62 Stat. 6 (codified at 22 U.S.C. ch. 18 §1431 et seq.).

US Senate Permanent Subcommittee on Investigations. Threats to the US Research Enterprise: China's Talent Recruitment Plans. Majority and Minority Staff Report. Government Printing Office, 2019. https://www.hsgac.senate.gov/subcommittees/investigations/library/files/majority-and-minority-staff-report_-threats-to-the-us-research-enterprise-chinas-talent-recruitment-plans/.

US Senate. “Sputnik Spurs Passage of National Defense Education Act.” United States Senate, Senate Historical Office. https://www.senate.gov/artandhistory/history/minute/Sputnik_Spurs_Passage_of_National_Defense_Education_Act.htm.

US Patent and Trademark Office. PatentsView database. https://www.uspto.gov/ip-policy/economic-research/patentsview.

Wagner, Caroline, Lutz Bornmann, and Loet Leydesdorff. “Recent Developments in China-US Cooperation in Science.” Minerva 53, no. 3 (2015): 199–214. https://doi.org/10.1007/s11024-015-9273-6.

Washington Alliance of Technology Workers v. U.S. Department of Homeland Security. 50 F.4th 164 (D.C. Cir. 2022). Cert. denied, No. 22-1071 (U.S. Oct. 2, 2023). https://www.courtlistener.com/opinion/8246336/wa-alliance-of-tech-workers-v-dhs/.

Wight, David M. “The Petrodollar Era and Relations Between the US and the Middle East and North Africa, 1969–1980.” PhD diss., University of California, Irvine, 2014. https://escholarship.org/content/qt9m52q2hk/qt9m52q2hk.pdf.

World Intellectual Property Organization. WIPO Statistics Data Center. https://www.wipo.int/en/web/ip-statistics.

World Intellectual Property Organization. “Patents Granted by Technology (Indicator 5).” WIPO IP Statistics Data Center, 2024. https://www3.wipo.int/ipstats.

Wray, Christopher A. Opening Remarks at the Department of Justice China Initiative Conference, February 6, 2020. Center for Strategic and International Studies, 2020. https://www.csis.org/analysis/fbi-director-christopher-wrays-opening-remarks-china-initiative-conference.

Wray, Christopher A. Testimony Before the US Congress, Senate, Committee on the Judiciary, Oversight of the Federal Bureau of Investigation. 116th Cong., 1st sess., July 23, 2019. https://www.judiciary.senate.gov/imo/media/doc/Wray%20Testimony1.pdf.

Wray, Christopher A. Testimony Before the US Congress, Senate, Select Committee on Intelligence, Open Hearing on Worldwide Threats. 115th Cong., 2nd sess., February 13, 2018. https://www.intelligence.senate.gov/hearings/open-hearing-worldwide-threats-0.

Wyckoff, James. “Puzzling Over Declining Academic Achievement.” EdWorkingPaper No. 25-1197. Annenberg Institute at Brown University, 2025. https://edworkingpapers.com/policy-practice-series/ai25-1197.

Zegart, Amy. “The Crumbling Foundations of American Strength: Knowledge Is Power—and the United States Is Losing It.” Foreign Affairs, August 20, 2024. https://www.foreignaffairs.com/united-states/crumbling-foundations-american-strength-amy-zegart.

Zwetsloot, Remco, James Dunham, Zachary Arnold, and Tina Huang. Keeping Top AI Talent in the United States. Center for Security and Emerging Technology, 2019. https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Keeping-Top-AI-Talent-in-the-United-States.pdf.

