

News & Highlights

全球科学与工程研究现状

Dana Mackenzie

Senior Technology Writer

2020年1月，美国国家科学委员会公布了关于美国和世界科学与工程（S&E）研究状况的每两年一期的报告[1]。科学的整体健康状况从未像现在这样好——根据该报告，自2000年以来，世界范围内用于研究和开发（R&D）的资金增加了3倍。美国国家科学委员会主席、马萨诸塞州梅德福塔夫茨大学计算机科学与数学教授Diane Souvaine说：“全世界都意识到了开发新知识对促进经济繁荣的重要性。”

根据这份报告可知，中国和亚洲其他国家在过去的20年在科学与工程研究方面取得了长足的进步。到2017

年，也就是可获得数据的最后一年，中国在科学与工程研发方面的年度投资总额几乎赶上了美国（图1）[1]。之后的两年中，据非官方数据统计，中国的年度研发投入总额几乎超过了美国[2]。两国的研发支出合计占世界研发总支出的48%。

然而，把科学看成中美之间的竞赛是不恰当的。Souvaine说，科学研究不是“零和游戏”（zero-sum game）。一个国家花费的研究经费不仅有益于该国家，而且，只要信息公开共享，就会使其他国家受益。

进入21世纪20年代，美国和中国面临着截然不同

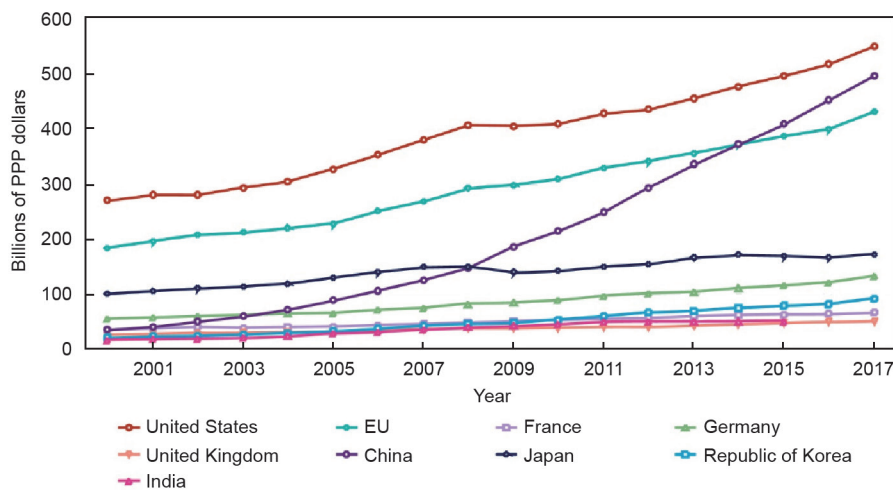


图1. 2000—2017年，按选定的地区、国家或经济体划分的国内研发总支出。美国和中国的国内研发总支出（美元）居世界领先地位，到2017年，中国几乎赶上了美国。2000—2017年，中国和韩国的国内研发总支出增长尤为强劲。EU：欧盟；PPP：购买力平价。注：图中数据来自研发支出排名前8的国家和欧盟成员国。并非所有国家所有年份的数据都能获得。此处欧盟包括法国、德国和英国。图中美国的数据反映了计算研发总支出的国际标准，与美国国家科学与工程统计中心（NCSES）关于计算美国研发总额的协议略有不同。数据来源：NCSES的《研发资源国家模式》；经济合作与发展组织（OECD）的《主要科学技术指标2019/1》；联合国教育、科学及文化组织（UNESCO）统计、研究和实验发展研究所数据集[1]。图片来源：美国国家科学基金会。

的情况。在美国，研究的“强度”，即研究支出占国内生产总值（GDP）的百分比多年来保持相对稳定（图2）[3]。然而，其资金的来源和分配发生了巨大变化[3]。在20世纪60年代，美国联邦政府是科学与工程研发的最大赞助者。而现在，它只提供22%的资金。这部分减少的金额已通过增加商业资金得到补偿。然而，这两个资金来源具有不同的优先级。Souvaine说：“商业研究集中在某些行业，如计算机、航空航天和制药。只有联邦政府才能对整个研究企业做出战略性的长期承诺。”这一承诺多年来一直依靠通货膨胀调整后的美元维持，而GDP的增长则更快。随着GDP的上升，联邦政府的研发承诺应该如何紧随GDP的增长一直是政治辩论的主题[4]。

不太明显的是，大学和非营利基金会已经加大了对科学研究的支持力度（见图2中的下部曲线）。资金主要被用于基础研究，即在没有特定商业应用的情况下进行的研究。在美国，有17%的资助研究是基础研究，而在中国只有6% [1]。其他一些西方国家甚至更高，如法国占21%。纽约伊萨卡康奈尔大学工程与应用数学教授、图灵奖获得者（1986年）John Hopcroft说：“对没有应用价值的基础研究的投资是美国所做的最好的投资之一。”他经常担任中国在教育问题方面的顾问[5]。John Hopcroft指出：“基础研究的方向各不相同，但大多没有什么影响。偶尔有人会做一些事情，创造了一个全新的学科，提供了数百万个就业机会，并为我们的国内生产

总值增加数十亿美元。”

John Hopcroft称赞中国在教育方面的巨大投资推动了其科学的繁荣（图3）[1]。“中国意识到一场信息革命正在进行。过去，能源和物质资源造就了强大的国家。未来，他们相信所有国家都能获得能源和物质资源，而真正造就伟大国家的将是人才。”

John Hopcroft说，但在某些方面，中国的教育体系可能会抑制其年轻人才的发展。他说：“一方面，中国注重客观的评估手段，如资金和出版物数量。但教育如此复杂，客观的衡量标准无法体现其真正的本质。”潜在问题的一些特征是，中国的大学机构对学生人数有配额，这意味着学生实际上不能在最令人兴奋的领域进行训练。青年教师必须要为资深教师服务，而没有自己的创新想法。科研机构仍然面临着较大的实验研发压力，这意味着国家对教育和基础研究的关注较少[5,6]。

或许正是由于这些原因，国家统计局的报告发现，即使在过去3年里，在美国的中国研究生人数一直在增加[7]。这表明，许多中国学生正在美国寻找就业机会，85%的中国研究生在获得博士学位后在美国仍然要呆至少5年[1]。显然，美国仍然是“国际流动”（internationally mobile）人才的有力竞争者，并从他们职业生涯开始阶段就能拥有这些人才。因此，Souvaine说，“美国需要尽其所能保持研究环境的开放性，欢迎国际学生，同时在培养国内人才方面做更多的工作。我们不应该试图超越中国。我们需要成为最好的自己。”

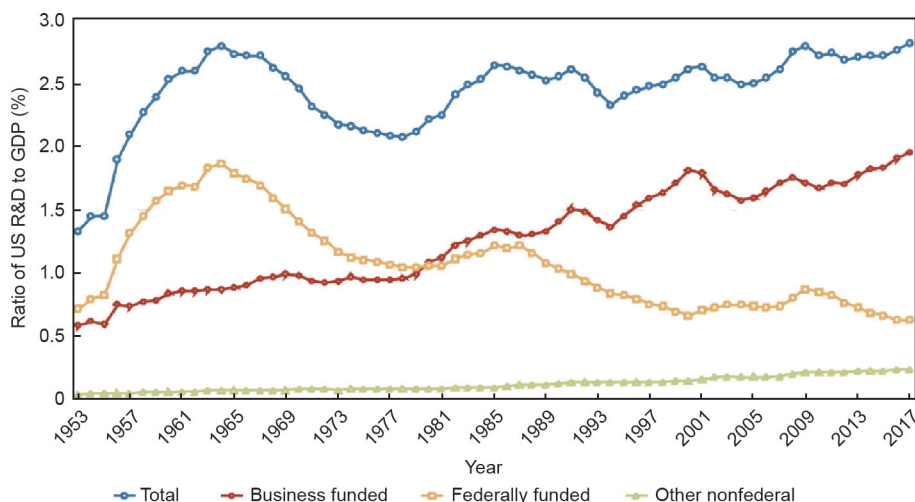


图2. 按联邦、商业和其他非联邦研发资金角色划分的1953—2017年美国研发支出占GDP的比率。在美国，研发支出占GDP的比率在1964年达到峰值，但之后在2017年首次超过这一峰值。资金来源发生了巨大的变化，商业研发资金（红色）现在比联邦研发资金（黄色）所占比例高，而其他非联邦研发资金（绿色，主要是大学和基金会）开始产生重大影响。注：2017年数据为初步数据，以后可能会对其进行修订。联邦资助数据代表联邦政府是所有执行者研发的资助机构，与商业资助数据类似，其他非联邦资助数据包括由所有其他来源（主要是高等教育、非联邦政府和其他非营利组织）资助的研发。图中使用的GDP数据反映了美国经济分析局对2018年7月国民收入和产品账户的全面修订以及2019年7月的年度更新。资料来源：NCSES的《国家科学基金》、《研发资源国家模式》（年度系列）[3]。图片来源：美国国家科学基金会。

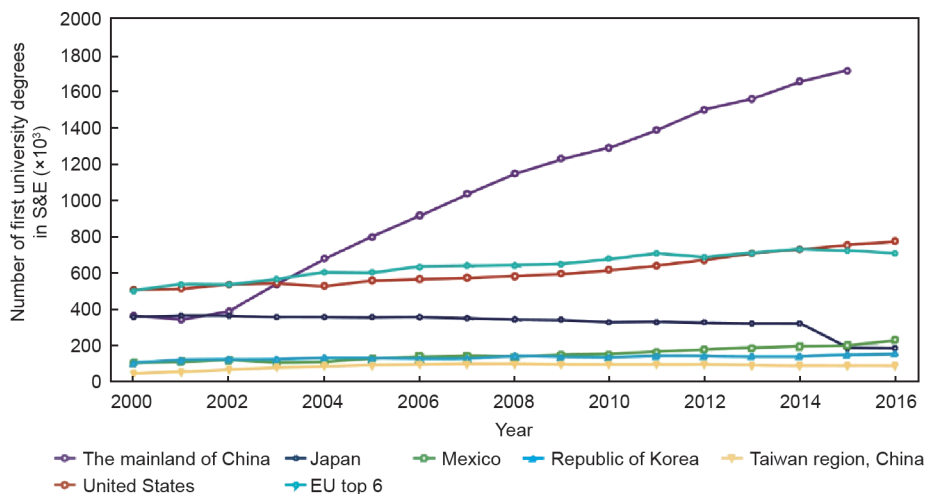


图3. 2000—2016年按特定地区、国家或经济体划分的科学与工程学士学位。从2002年开始，中国授予的科学工程学士学位数量急剧上升，目前中国在上遥遥领先。欧盟前6名的国家为法国、德国、意大利、波兰、西班牙和英国。注：并非所有地区、国家或经济体所有年份的数据都能获得。为了便于进行国际比较，美国的数据来源于OECD报道的数据，这与报告的其他部分所描述的NCSES的领域分类略有不同。欧盟前6名的数据包括2016年获得科学与工程学士学位数量最多的6个欧盟国家，即法国、德国、意大利、波兰、西班牙和英国的汇总数据，日本的数据来源在2014年发生了变化，可能会导致时间序列中断。资料来源：OECD的2019年《教育和培训指标》；欧盟统计局教育和培训数据库；日本教育、文化、体育、科学和技术部各年份《教育调查报告》；中国国家统计局各年份《中国统计年鉴》；中国台湾教育部门各年份《教育统计报告》[1]。图片来源：美国国家科学基金会。

References

- [1] Khan B, Robbins C, Okrent A. The state of US science and engineering 2020 [Internet]. Alexandria: National Science Foundation; 2020 Jan 15 [cited 2020 Mar 20]. Available from: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201>.
- [2] Offord C. China catches up with the US in science and tech [Internet]. New York: The Scientist; 2020 Jan 17 [cited 2020 Mar 20]. Available from: <https://www.the-scientist.com/news-opinion/china-catches-up-with-the-us-in-science-and-tech-66977>.
- [3] Boroush M. Research and development: US trends and international comparisons [Internet]. Alexandria: National Science Foundation; 2020 Jan 15 [cited 2020 Mar 20]. Available from: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20203>.
- [4] Mervis J. Trump's new budget cuts all but a favored few science programs. Science 2020;367(6479):723–4.
- [5] Zhao W, Hu Z. John Hopcroft's views on China's education. Natl Sci Rev 2020; in press.
- [6] Huang W. Advancing basic research towards making China a world leader in science and technology. Natl Sci Rev 2018;5(2):126–8.
- [7] Trapani J, Hale K. Higher education in science and engineering [Internet]. Alexandria: National Science Foundation; 2019 Sep 4 [cited 2020 Mar 20]. Available from: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20197>.