

大学—科学模式与全球大科学：科研发展的一百年

大卫·P·贝克、贾斯汀·J.W.·鲍威尔

大卫·P·贝克 (David P. Baker)：美国宾夕法尼亚州立大学 (Pennsylvania State University) 社会学、教育与人口学教授、卢森堡大学客座教授

电子邮箱：dpb4@psu.edu

贾斯汀·J.W.·鲍威尔 (Justin J.W. Powell)：卢森堡大学 (University of Luxembourg) 教育社会学教授

电子邮箱：justin.powell@uni.lu

当代科学发现的非凡速度在新冠疫情期间得到了充分体现——全球科研人员迅速协作以理解新型冠状病毒并研发疫苗。这种研究加速并非偶然现象，而是全球科研体系长期投入的结果，其特征是跨国、网络化和高度协作的科研形式，我们将其称为“全球大科学” (global megascience)。

我们近期出版的著作《全球大科学：大学、科研合作与知识生产》 (*Global Megascience: Universities, Research Collaborations, and Knowledge Production*, 斯坦福大学出版社, 2024 年出版) 追溯了一项具有变革性理念的历史演进：通过扩展大学职能，将教学与科研使命深度融合，从而培育出一个全球化、高度协作、并出乎意料强大的科研体系。该书将 20 世纪大学发展的历史叙事与基于独特大样本科研论文数据的科学计量分析 (scientometric analysis) 相结合，涵盖自 1900 年以来全球学术期刊的演变。我们在其中探讨了反事实模型，审视“卓越计划” (excellence initiatives) 的反讽结果，并剖析了威胁大学—科学模式 (university-science model) 全球可持续发展的重大挑战。

截至 2023 年，全球科学出版物数量已达约 400 万篇，其中绝大多数由大学科研人员

参与。这一爆炸式增长充分显示了以大学为基础的全球科研产能与协作潜力。从 1900 年仅有数所研究型大学起步，如今科研活动已遍布全球 3.8 万余所大学和高等教育机构，培养了全球不断增长的青年学习群体。科学发展的“极限”仍未到来，当代科研生态正持续繁荣，这一切得益于连接高等教育与科学发展的教育与文化发展。

教育革命与“大科学”现象

“大科学”现象的核心，是教育革命带来的文化转变——它使大学从单纯的教学机构转变为科研、问题解决与社会参与的中心。过去一个世纪中，教育普及使社会更广泛群体得以进入大学，全球近 40% 的年轻人如今正接受高等教育。这种教育民主化，再加上研究生流动性增强与性别平等的提升，孕育出一代又一代受过科研训练并致力于推动科学探索、跨越边界的研究者。

随着大学在制度上整合教学与科研功能，科研逐渐成为其核心使命。此一转变不仅确立了大学作为科学研究中心的地位，也构建了跨学科、跨国界的知识交流平台，实现了前沿知识的代际传承。

大众教育与科学进步的结合催生了前所

未有的全球研发网络。伴随各国研究型大学的建立，科研出版的重要性日益凸显。仅科学、技术、工程、数学与医学领域，就拥有近 1 万种高影响力学术期刊，为学者提供了最新科研成果的平台，保障研究质量并促进全球知识交流。

大学：全球科学时代的科研平台

大学仍是科学发现的核心，其教师贡献了全球每年约 85% 至 90% 的科研出版物。这些机构促进跨学科与跨国合作，并经常与研究机构或产业界建立合作关系。

互联网的诞生，最初由大学为促进科研合作而开发，如今彻底变革了跨国与跨机构的协作模式。如今，科学家能够实时跨洲合作，突破了地理边界的限制。这种连通性极大提升了科研产能，使数十万名科学家能够共享数据、协调研究。科研人员的持续增长与技术的飞速发展共同推动了科学产出的指数级增长，并加速了突破性发现的出现。

虽然部分批评者称当前的论文数量激增为“科研通胀”（hyperinflation），但分析表明，这反映的是科研产能的真实扩张，而非质量下降。大量科研成果确实带来了挑战，例如如何高效整合与验证数百万篇论文的研究结论。然而，先进的人工智能（AI）工具正为此提供变革性解决方案，使学者能够更有效地导航庞大的知识网络，展现出这一技术的潜力与深远影响。

社会的“科学化”

教育革命与大学科研的协同效应带来了一个深远的结果：社会的“科学化”，即科学探究能力扩展至人类事务、生命、地球乃至宇宙的方方面面。随着科研活动的制度化进程不断深化，世界各地的研究型大学逐渐采用

了相似的组织框架。这一模式自德国传播至北美、东亚及全球其他地区，使各国大学在知识生产中的角色趋于一致——在融合本国文化与历史的同时，采纳了全球性的科研组织模式。

这种“大学—科学模式”（university-science model）激励了全球各国对科学的投资，使许多国家首次在历史上成为全球知识体系的贡献者。以巴西、伊朗和土耳其为例，这些国家的大学如今已在国际主要科学期刊（多以英语为主）上发表研究成果。即使是卢森堡、卡塔尔等小国，也大幅投资科学研究，其大学已成为全球科研网络的重要节点。过去几十年，原本科研能力有限的大学与高等院校科研活动显著增长，与两年制学院教师的合作项目也不断增加。尽管基础研究（basic research）在越来越多非教育机构中开展，但这些机构仍普遍与大学研究者保持紧密合作，借助大学在国际科研网络中的核心地位与资源。

科学研究的范围如今已超越传统强国与精英大学，越来越多的新兴研究型大学也在为全球知识体系贡献力量。由此，全球科学知识的总量与多样性达到了人类历史上的新高度，而大学依然是这一全球发现与合作体系的中心。

“大科学”的历程：全球传播与在地化

本研究的前身著作《科学的世纪》（*The Century of Science*，鲍威尔、贝克与费尔南德斯合著，2017 年）以案例研究方式分析了不同国家的“大科学”能力建设，探讨了知识生产体系如何适应多样的文化、历史与政治语境。起源于德语区并传播至美国的大学—科学模式，如今已被世界各地采纳，从欧洲扩展至亚洲乃至全球。各地区在采纳过程中进行

了本土化调整，突出国家或地区的优先议题与特点，资金来源亦兼具公立与私立结构。那些在 20 世纪 80 年代之前科研基础薄弱的国家，如今已能稳定地参与全球科学知识流通，显示出高等教育在促进知识转移与构建科研共同体方面的巨大潜力。

对全球科研流动的分析揭示了“大科学”合作的集体特征，即这是一个持久且富有影响力的发现网络。这彰显了高等教育在知识生产中的变革力量与持续价值。

维系未来的“大科学”

“大科学”是全球科学家共同追求复杂

问题答案的累积成果。理解其起源与发展，不仅有助于我们认识其辉煌成就，也使我们更能应对当下的挑战，例如知识的可重复性与整合性、人工智能在科学中的伦理维度，以及在研究产出激增的环境中维持高标准科研质量的难题。面对公共卫生危机与气候危机等全球性挑战，理解支撑“大科学”的文化与教育基础，对于确保其可持续发展至关重要。归根结底，“大科学”体现了教育与科学发现之间的强大互动，突显出大学在全球知识生产中的核心作用，也展示了人类社会通过合作不断推进知识前沿的潜能。