

中国教育财政

怀仁怀朴 唯真唯实

北京大学中国教育财政科学研究所

2025 年第 24 期（总第 289 期）

2025 年 10 月 29 日

编者按：为庆祝北京大学中国教育财政科学研究所建所二十周年，我们举全所之力，花费约两年时间，撰写了《中国教育财政二十讲》一书，即将由北京大学出版社出版。该书旨在系统刻画我国教育财政制度体系的现状及历史演进，涵盖宏观层面的中国教育多元化筹资制度、“4%”等挂钩机制、中央教育转移支付制度、中国全社会教育投入指数等专题，与所有层级与类型教育的教育财政制度体系分析，及针对流动儿童教育财政政策、助学贷款的中国模式、特殊教育财政、“项目制”的专题研讨。该书是本所践行教育财政研究中国化、本土化，构建自主知识体系的诚恳尝试。本期简报为该书《中国大学的需求导向基础研究：概念、测量、事实与框架》一文的摘录部分，诚邀各位师友批评指正，也为计划在 11 月 8 日举行的“第二届科学经济学与科技财政”学术研讨会做先行准备（王蓉、魏建国）。

《中国教育财政二十讲》成果系列摘录之八

中国大学的需求导向基础研究：概念、测量、事实与框架

闵亦杰 杨佳郑 侯万方*

* 闵亦杰，北京大学中国教育财政科学研究所助理研究员；杨佳郑，北京大学中国教育财政科学研究所硕士研究生；侯万方南京大学信息管理学院硕士研究生。

一、概念与测量

“需求导向”与“基础研究”这两个概念在国家政策性话语中的结合存在一个演进过程。二者正式结合的一个标志是《“十三五”国家科技创新规划》(2016年)，其中关于基础研究的表述为“坚持面向国家重大需求和世界科学前沿，坚持鼓励自由探索和目标导向相结合”。之后，教育部于2022年印发《关于加强高校有组织科研 推动高水平自立自强的若干意见》，强调“[在]持续开展高水平自由探索研究的基础上……更好服务国家安全和经济社会发展面临的现实问题和紧迫需求”。2023年习近平总书记在二十届中央政治局第三次集体学习时的讲话进一步明确了该概念的内涵，指出基础研究要“坚持目标导向和自由探索‘两条腿走路’，把世界科技前沿同国家重大战略需求和经济社会发展目标结合起来”。明确指出“需求导向”中“需求”一词内涵不再局限于国家战略需求，而是将经济社会发展需求也囊括其中^①。中国大学的需求导向基础研究进行的如何？这是本报告尝试回答的核心问题。

“需求导向”概念形容的是科研工作的“出发点”和“目标”，难以直接测量，故研究团队采用代理性(proxy)测量的思路，站在科技企业等技术创新主体作为基础研究“阅卷人”的视角，通过国际专利对各国大学学术论文的引用，来测量基础科学研究是否被后续技术创新吸收，亦即是否“面向了后续技术创新的需求”。该方法是国际技术创新研究者常用的一个测量方法。在实际操作中，研究团队将专利的范围限制在了国际专利范畴，这是代表全球高质量专利的一个集合，基于该集合所得结论一般是保守结论^②。针对每项国际专利，研究团队识别了其对其近期学术论文的引用，即被其引用的、发表于其授权日期之前五年以内的学术论文^③，并根据论文第一作者所属机构来确定论文国别；授权于2001—2022年的国际专利共引用全球大学论文515,279次，其中引用中国大学论文共32,668次。

^① 随着政策界对需求导向基础研究的讨论逐渐升温，大量变体性概念逐渐涌现，包括“国家战略需求导向”“目标导向”“需求牵引”等等。本报告对其中的细微差异不做区分，统一使用“需求导向基础研究”一词。

^② 国际专利是对PCT专利的一种标签，PCT即Patent Cooperation Treaty，是一种专利申请形式。一般来说PCT专利追求全球保护，也愿意为此付出更高成本，这使得PCT专利成为定义国际上“好专利”的一个范围。

^③ 需指出的是，自由探索性基础研究也可能被专利引用，但滞后性一般较强。本文只将专利所引用的近期发表的论文纳入考虑，这在很大程度上排除了自由探索性基础研究。

二、基本事实

（一）大学是中国需求导向基础研究的主导性力量

研究团队首先对比了大学、科研院所、企业三种创新力量的需求导向基础研究规模，及其随年份变化的趋势（图 1a）。可以发现，在 2001 到 2022 年区间，大学是推动中国需求导向基础研究的最主要力量，其发表的学术论文被国际专利引用的占比始终高于科研院所与企业，并有随时间进一步提高的趋势，到 2022 年时，占比已达到 74.0%。科研院所占比呈下降趋势，从 2001 年时的 26.2% 下降到 2022 年时的 12.0%。企业占比最低，维持在 1.8% 到 10.5% 之间，且几乎不存在随时间变化而提高的趋势（2022 年时为 2.2%）。在此基础上，对比了中美两国需求导向基础研究的结构差异（图 1b）。从大学与企业的对比来看，中美两国都以大学作为需求导向基础研究的主导性力量。但是，中国大学力量占比在 2006 年后开始系统性高于美国，而中国企业力量占比一直低于美国。在 2022 年，中国大学与企业的需求导向基础研究规模之比约为 34：1，而美国约为 7：2。这种大学与企业的力量对比失衡，可能影响企业吸收大学基础研究成果的能力。

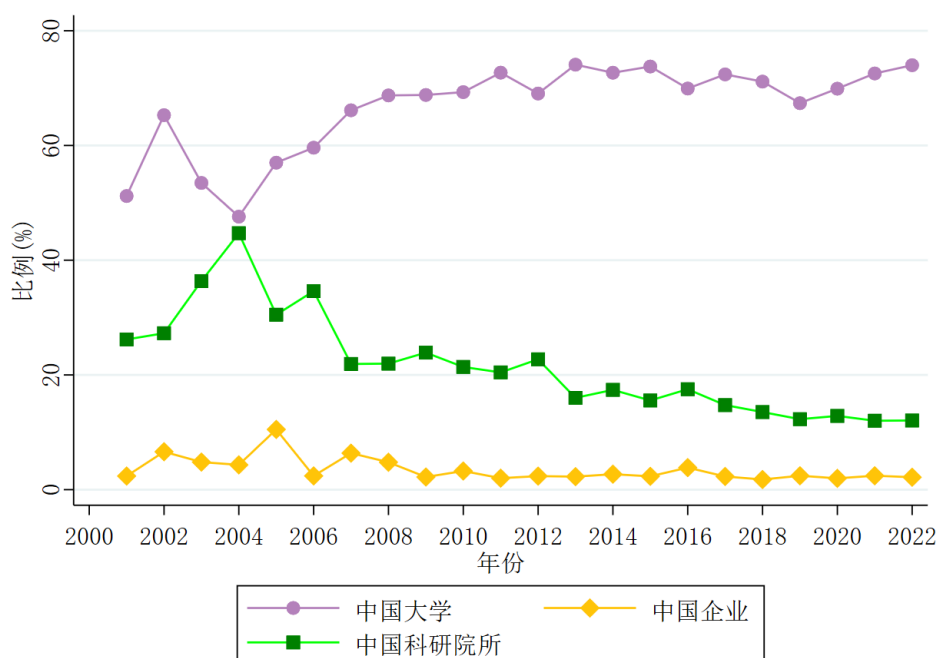


图 1a 中国各类型机构力量变化趋势

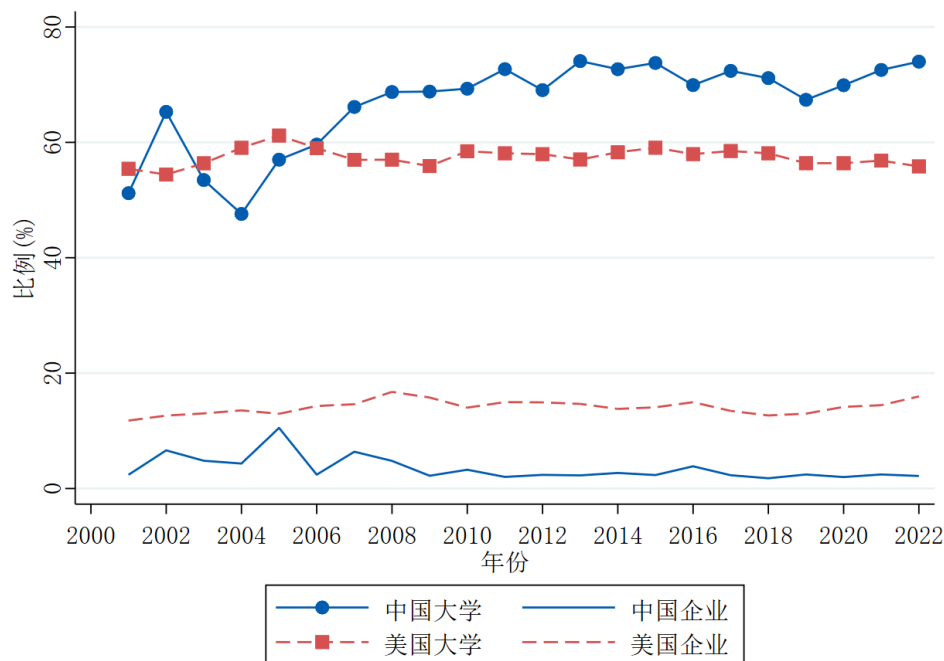


图 1b 中美两国大学与企业力量对比

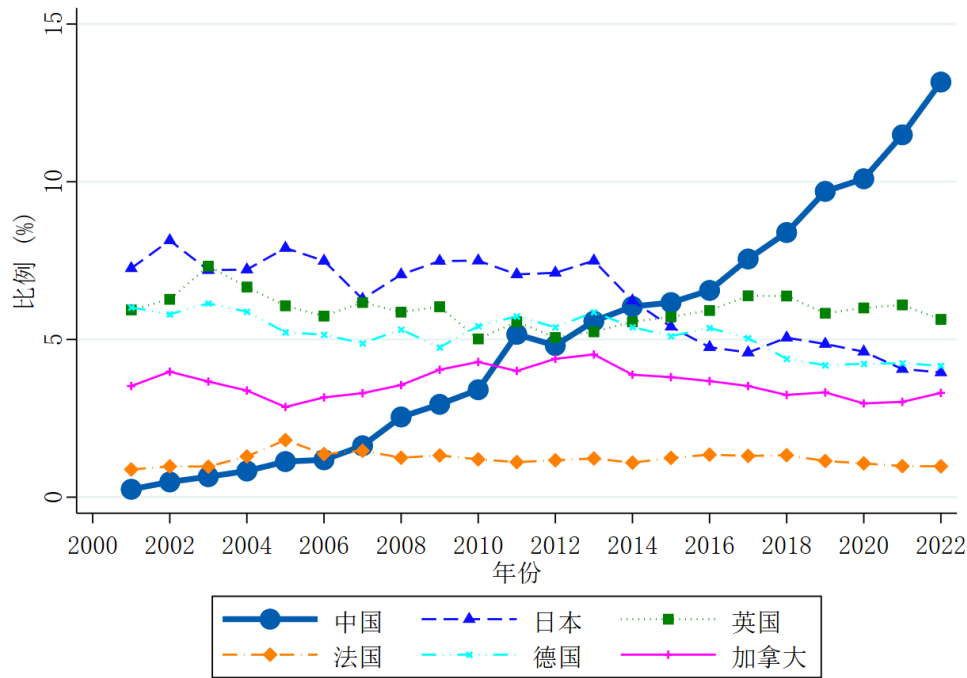
注：Openalex 数据库提供了每篇论文所有作者所属机构的唯一 ROR 标识符（ROR 即 Research Organization Registry），这使得本文可以从 ROR 数据库中获得全部机构的类别。这其中，我们将“Education”定义为大学，“Company”定义为企业，“Facility”定义为科研院所，剩余分类归类为其他。在人工校验过程中，我们修正了少量中国机构的类别，如将中科院的分类由“Government”更正为“Facility”。本文以第一作者所属机构作为该篇论文的唯一所属机构进行统计。图中横轴为年份（2001—2022），纵轴为大学、科研院所、企业等力量分年份的占比。例如，2022 年中国大学占比=2022 年授权专利引用中国大学论文的次数÷2022 年授权专利引用中国论文的次数×100%。需注意的是：（1）本文另以最后一位作者所属机构做稳健性分析，但由于两种方法所得结果具有高度的可比性，故本文仅使用第一作者口径下的结论；（2）使用 5 年口径与全口径指标所得结论亦具有高度可比性，故此处仅展示使用 5 年口径之结论。

（二）中国大学需求导向基础研究规模不断扩大，在主要科技强国中地位不断上升；但历史累积存量仍偏低、领域间不平衡性较强

进一步考察中国与各科技强国大学之间的需求导向基础研究规模对比（图 2a）。国际专利引用中国大学论文占其全部引用的比例，从 2001 年的 0.25% 上升到 2011 年的 5.16% 又上升到 2022 年的 13.16%；22 年间涨幅超过 50 倍。不仅如此，中国大学需求导向基础研究规模的国际排名在短时间内（2011—2015 年）超过英国、日本、德国等科技强国，位居世界第二位。中美比较的结果显示中国大学的需求导向基础研究虽然在 2022 年依然落后于美国，但差距在逐渐缩小。中

美两国大学需求导向基础研究规模的比值从 2001 年时的 1：233 缩小到 2022 年的 1：3。考虑到中美两国基础研究的投入规模本身也存在差距（例如 2022 年美国国家科学基金会(NSF)的资助规模是中国自然科学基金委资助规模的 1.8 倍），两国大学基础研究投入转化为国际专利引用的效率差距可能还要小于 1：3。此处国际比较存在可比口径选择等难点，研究团队将继续探索这一问题。

从历史累积的角度来看（图 2b），中国大学论文被国际专利引用的占比从 2001 年的 0.13%，上升到 2022 年的 4.69%，其涨幅也超过了 30 倍。在此口径下计算的中国需求导向基础研究规模超过了加拿大和法国，但仍低于美国、英国、日本、德国等科技强国。相比五年口径，历史累积口径下的中国大学指标普遍较低，说明中国大学需求导向基础研究的存量追赶仍需一个较长的过程。此外，研究团队还以论文年份为基准测算各国大学发表于同一年份的论文被引次数占比、单纯测算外国专利对各国学术论文的引用以排除近年来中国专利数量激增的影响，前述主要结论依然成立。



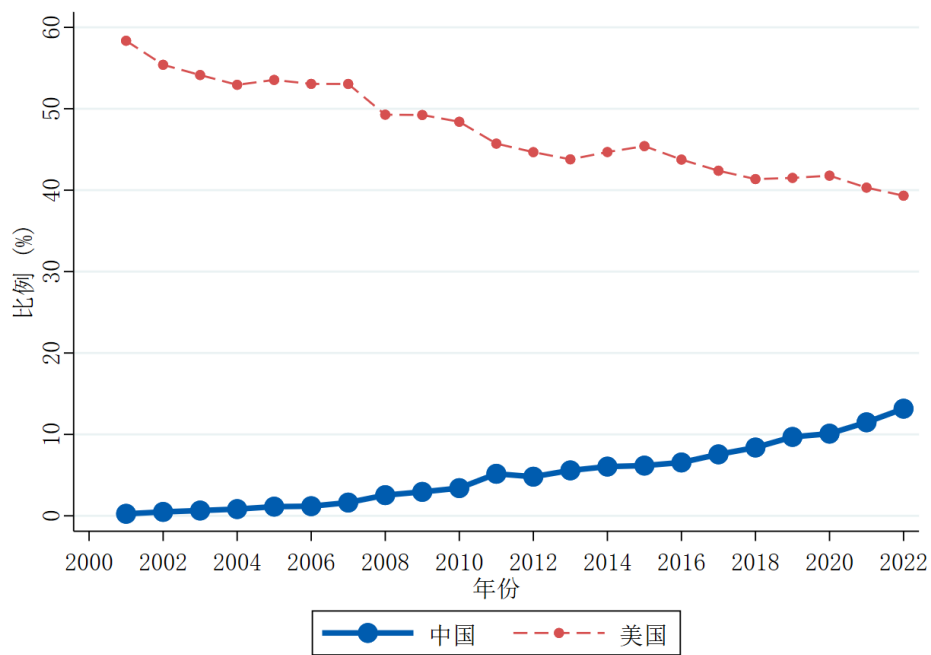
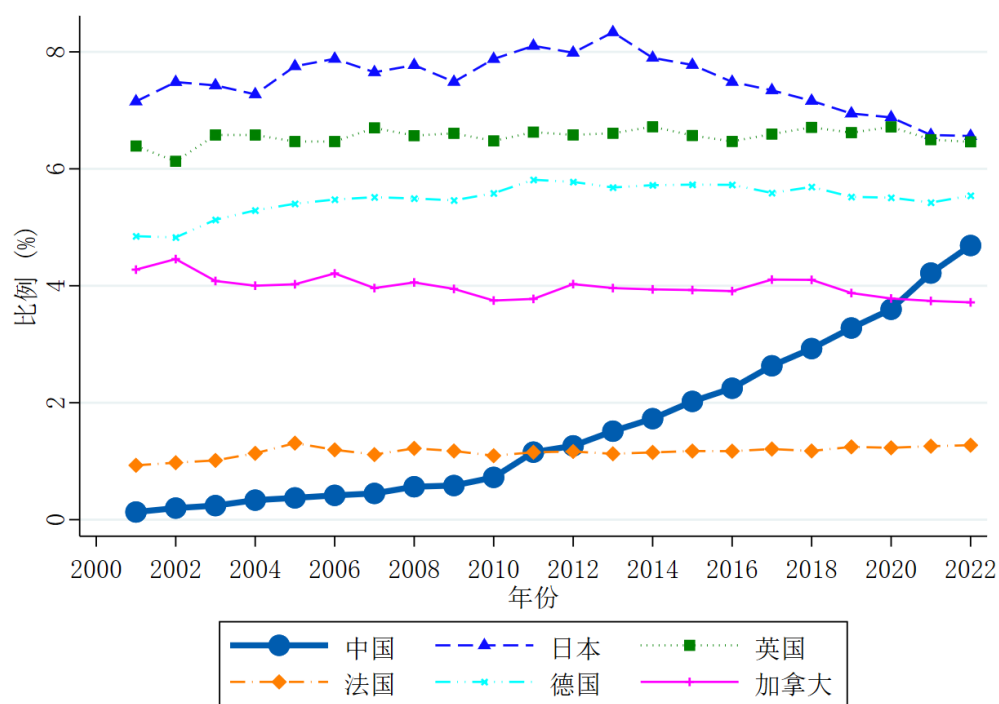


图 2a 各国大学需求导向基础研究能力对比（五年专利引用论文口径）



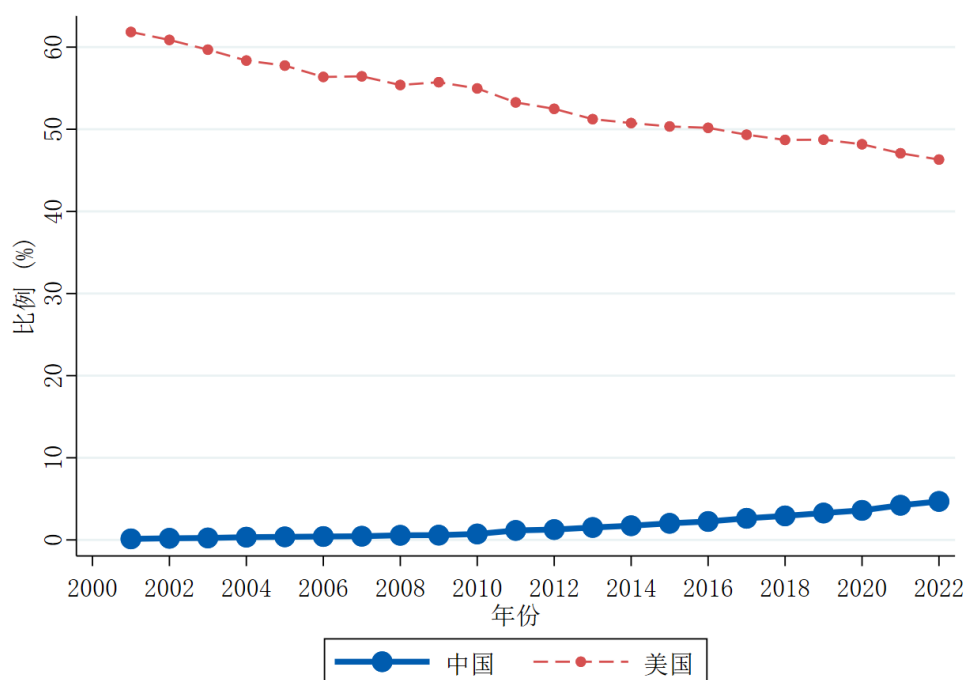


图 2b 各国大学需求导向基础研究能力对比（全周期专利引用论文口径）

注：图 2a/b 中的横轴为专利授权/论文发表年份，图 2a/b 纵轴为当年授权专利引用论文中各国大学论文被引次数的比例，例如 2022 年中国占比=2022 年授权专利引用中国大学论文的次数÷2022 年授权的专利引用世界大学论文的次数×100%。

研究团队还分析了中国大学基础研究对全球技术创新贡献的领域间差异(图 3)，发现不同技术领域引用中国大学论文的比例差异显著。其中，运输工程、环境技术、化学工程、材料科学与冶金、数字通信、视听技术、电气机械与装置等技术领域国际专利引用中国大学论文的比例显著更高。相对而言，基础通信原理、半导体、光学、生物材料分析、医疗技术、生物技术、制药技术、家具与游戏产品等领域所引用中国大学论文占其引用全球论文的比例均低于 6%，表明中国大学基础研究响应这几个技术领域需求的程度较低。

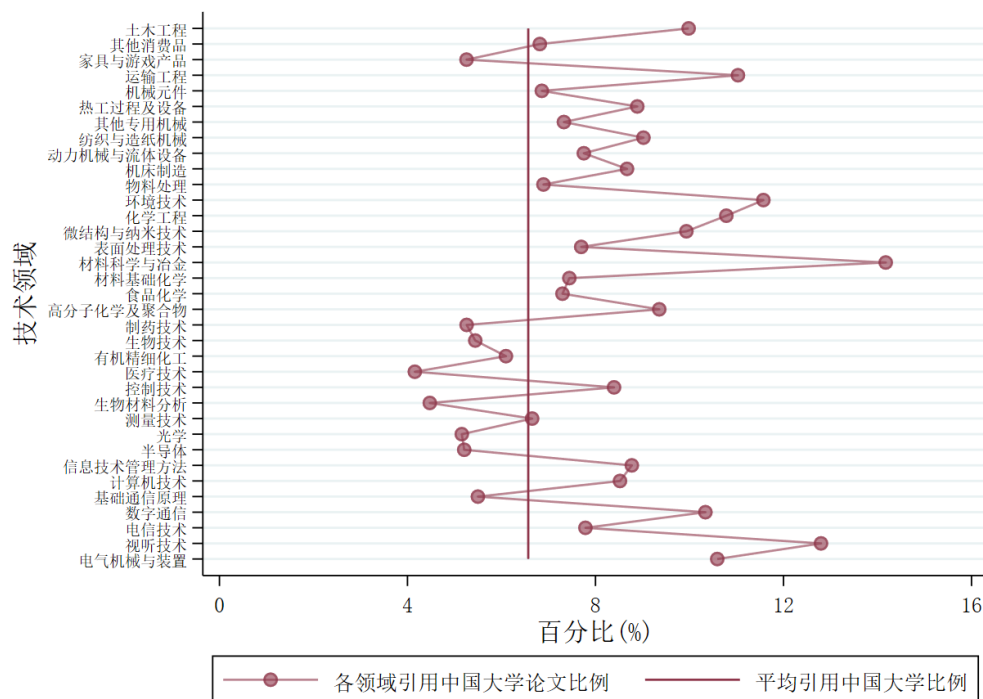


图 3 各技术领域引用中国大学论文比较

注：根据世界知识产权组织（WIPO）发布的专利 IPC-行业对照表，将专利根据 IPC 分类号分为 35 个行业类别。一个专利往往具有多个 IPC 分类号，首先将每个 IPC 分类号映射到行业中，然后计算每个行业类别所占比重（使用该行业在专利 IPC 中出现次数除以总 IPC 数），若某专利 A 行业权重为 0.8，B 行业权重为 0.2，则该专利所有的引用记录乘以 0.8 后被归类为 A 行业，乘以 0.2 后被归类为 B 行业。图 3 为 35 个行业所引用的论文中中国大学论文被引次数占比和在不考虑行业分类时（即所有专利）中国大学论文被引占比（平均值=全部授权专利引用中国大学论文的次数÷全部授权的专利引用大学论文的次数×100%，半导体领域比例=全部半导体领域授权专利引用中国大学论文的次数÷全部半导体领域授权专利引用大学论文的次数×100%），图为五年口径。

（三）中国大学需求导向基础研究的本国吸收有限、国际溢出明显

进一步地，研究团队考察中国产业界是否有效使用（吸收）了中国大学产出的需求导向基础研究成果，其结果并不乐观。对比中美两国引用学术论文的国际专利占全部国际专利的比例（图 4a），其在美国样本中保持在 50%的水平上下，且在 2001—2022 年间比较稳定；相比之下，引用至少一篇学术论文的中国国际专利占比则在 20%~35%范围波动，且在 2010 年以后存在下行趋势，在 2022 年时下降到了 21.8%。这说明中国产业界在技术创新的过程中吸收基础研究知识的能力还比较弱，而该能力是实现原创性创新的重要影响因素之一。进一步具体到

两国国际专利对中国大学需求导向基础研究的吸收（图 4b），可发现美国国际专利对中国大学基础研究的吸收存在明显的随时间变化增强的趋势，美国国际专利中引用中国大学学术论文的比例在 2022 年达到了 10.2%；相比之下，中国产业界对本国大学基础研究的吸收反倒不足，在 2011 年交叉点后增幅有限，2022 年中国国际专利中引用中国大学学术论文的比例在 6.1%，仅是美国水平六成。

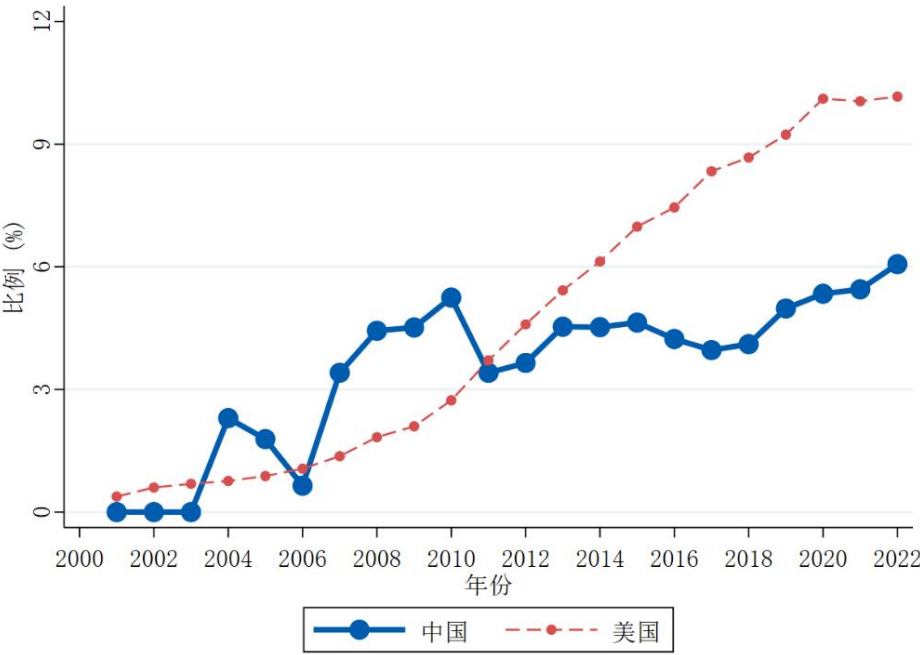
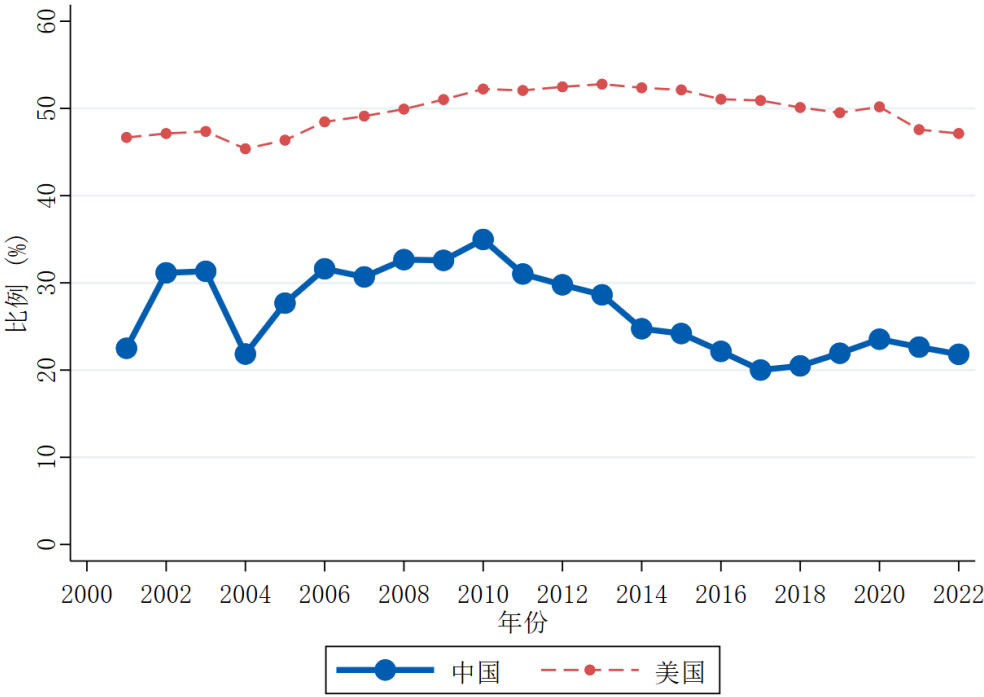
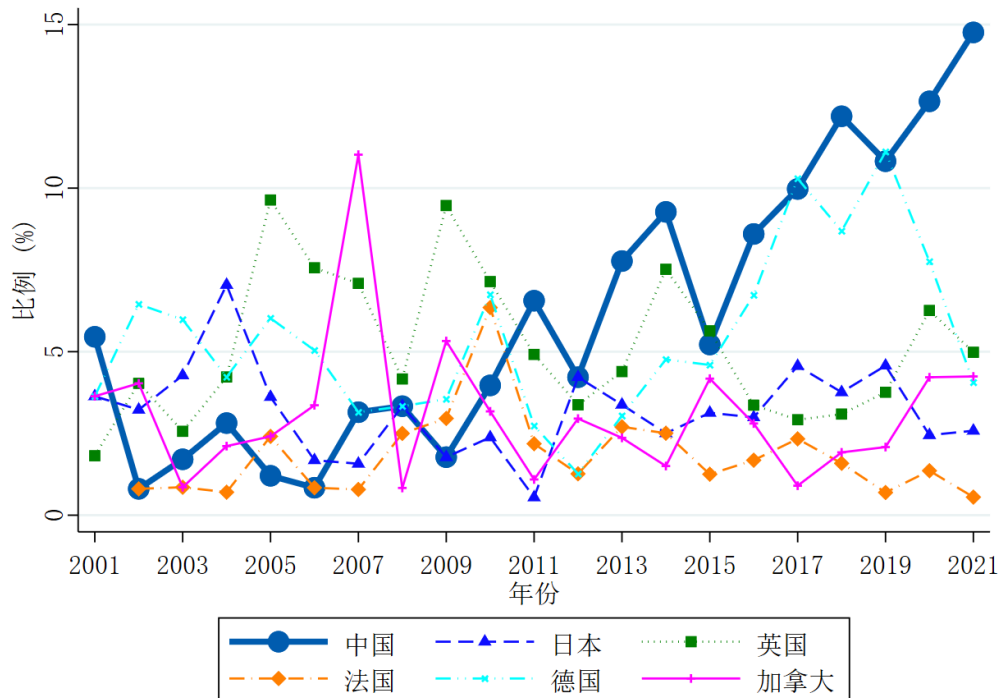


图 4a/b 中美两国国际专利引用论文和引用中国论文的比例

注：图 4a/b 横轴为专利授权年份，图 4a 纵轴为中美两国专利引用学术论文的比例，例如 2022 年中国比例=2022 年授权的引用了至少一篇论文的中国国际专利数量/2022 年授权的中国国际专利数量，图 4b 纵轴为中美两国专利引用中国大学学术论文的比例，例如 2022 年中国比例=2022 年授权的引用了至少一篇中国大学论文的中国国际专利数量/2022 年授权的中国国际专利数量，图为全周期口径。

图 4c/d 展示了一种美国产业界吸收中国大学基础研究的极端情况。图 4c 使用洛克希德、波音、诺斯罗普这三家具有代表性的美国战略性军工科技企业的专利样本；图 4d 使用美国能源部和美国国家航空航天局（NASA）下辖的 27 家美国国家实验室作为美国战略性科技力量的专利样本。可以看到，这两类美国战略性力量吸收中国大学基础研究的程度逐年上升，峰值分别达到 14.76% 与 13.93%。研究团队提示，虽然这两类美国科技力量不一定将其技术创新全部注册为专利，但前述极苛刻条件下的分析仍足以呈现中国大学面向战略需求的基础研究能力提升迅速但国际溢出效应明显的特征。当本国产业界难以及早、充分吸收本国基础研究成果时，后者就可能成为其他国家技术创新的科学基础。



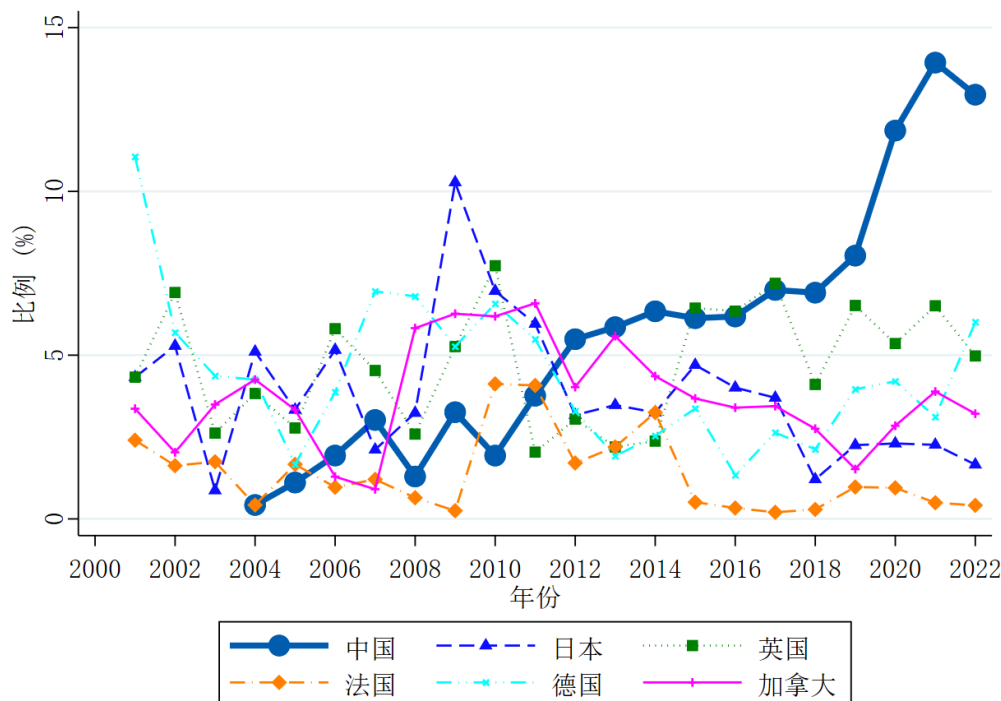


图 4c/d 美国军工科技企业与国家实验室吸收中国大学需求导向基础研究的情况

注：图 4c/d 中，为保证用以分析的专利数量，这里不再局限于 PCT 专利。图 4c/d 横轴为专利授权年份，纵轴为各国大学论文被引占比，例如 2022 年中国占比=2022 年授权专利引用中国大学论文的次数÷2022 年授权专利引用世界大学论文的次数×100%，图为五年口径。

三、政策建议

（一）确立针对大学需求导向基础研究的“成效观”，引导大学建立兼容需求导向基础研究的激励体系，增强研究型大学在多支国家战略科技力量中的地位

传统观点认为基础研究转化周期漫长、（未来是否有用的）不确定性较高，故应由学术共同体判断其质量，并采用高被引论文数、“自然指数”等指标作为评价抓手。近年来，新一轮科技革命和产业变革深入发展，科学研究范式发生深刻变革，基础研究转化周期明显缩短，社会公众开始期待中国大学基础研究能够直接支撑国家高水平科技自立自强，这些变化挑战了传统观点成立的前提。建议教育行政部门确立针对需求导向基础研究的“成效观”，以此引导大学建立能够兼容需求导向基础研究的激励体系，作为回答“中国大学在科技全局中起何种作

用”等社会关切的理论基础。

具体来说，针对“评价谁（什么）”的问题，建议将大学视为一个生态系统而非一个固定范围，将视野延展到由大学衍生的、溢出大学围墙之外的更大范围。一个典型例子是大学科学家创办的企业，这类企业呈现了跨越大学与产业两界的场域、涵盖“从科学到技术再到产业化”的完整转化。根据研究团队的初步统计^①，2020—2022年间，政府引导基金投资笔数的至少25%流向了大学科学家创办的企业^②。采用生态系统的视角，将大学科学家创业企业等纳入分析大学基础研究成效的视野之中，能够更全面地回答大学科学活动的“有用性”。另一个典型例子是“有组织科研”问题。该概念要求大学资源划分与绩效评估单元从学科转向需求（如集成电路或人工智能），建立针对需求导向基础研究的“成效观”，有机会作为一个评估抓手推动“有组织科研”理念得到更彻底的贯彻。针对“如何评”问题，建议构建基于知识图谱的动态分类评价体系，科学界定在国家重大科技工程中大学（或大学科学家团队）针对“硬骨头”开展基础研究、进行核心技术攻关的贡献度；区分自由探索性与需求导向性基础研究的差异化考核评价标准，对需求导向性基础研究强调技术转化的产业适配度，在国防科技等领域实行“成果替代论文”的柔性评价机制。创新“知识图谱+同行评议”双轨制，通过技术影响力追踪与学术贡献量化分析，明确科研人员在跨学科协作、关键技术攻关中的角色权重，既破除“五唯”倾向，又确保评价客观性。

（二）适应产业界吸收基础研究进行技术创新的需求，扩大博士生培养规模、优化培养模式

“从科学到技术”转化的顺利实现既依赖于“科学端”需求导向基础研究的成果，也依赖于“技术端”吸收基础研究成果的能力。目前看，“中国大学写论文能力高于中国企业读论文能力”现象还比较明显，一个根本性的原因在于产业界所拥有的、具备基础研究能力的高质量人才数量不足。一个数据是，在美国，拥有博士学位的人员在高校与非高校领域（主要为企业）的就业比例大致为1：

^① 相关数据库的建设仍在进行之中，研究团队根据预研究中进行的多个样本切片，得出上述比例。

^② 根据研究团队对长三角国家技术创新研究院、国投创新投资管理有限公司的访谈，相关人员反映其投资笔数的约40%流向了大学科学家创业的企业。该数字涵盖了大学科学家股权由家人或学生代持的情况。

1；相较之下我国该比例约为 10：1^①。研究团队建议：第一，以企业能够高效利用大学基础研究为目标，进一步扩大博士生培养的规模。扩大博士生培养的规模，可以缓解产业界技术创新的人才缺口，提高产业界对需求导向基础研究的吸收能力。从高水平科技自立自强全局来看，增强产业吸收能力可以直接提高基础研究转化效率，改善教育与科技财政资金的使用效率。第二，更充分地考虑博士毕业生在企业技术创新中的角色，优化培养模式。大学需要接触企业技术创新过程，与之合作收集技术创新过程中的痛点并提炼为科学研究问题，作为一部分博士生的研究课题。大学基础研究与企业技术创新的更深结合，可以增强博士生吸收、重构基础研究知识并形成技术创新成果的能力，使其更有意愿和能力在毕业后进入企业技术创新部门工作。

（三）由教育行政部门主导概念验证平台建设，帮助大学需求导向基础研究以更高的成熟度走出大学

我国科技交易市场与早期创业投资市场的成熟均需要一个过程，在此期间基础研究的初步转化或者说“概念验证”环节尚难以交给市场机制进行，需要教育行政部门在这一环节发挥更大作为。概念验证被用来确定一项基础研究成果能否变成技术或产品“原型（prototype）”，保留进一步转化的可能性；这一步通常不要求具有完整的功能，也不关注原型的可市场化程度，而是专注于验证核心的科学发现是否有效。建议教育行政部门主导建设概念验证平台，为大学科学家提供更好的概念验证条件，帮助大学需求导向基础研究以更高的成熟度走出大学围墙。概念验证平台建设涉及项目、资金和管理三个要素，最大难点在于管理，即组建一个既懂基础研究又懂产业逻辑的技术经理人团队。其权衡在于，如果平台在各细分技术领域均配备技术经理人，会导致团队规模太大，成本上升，反之专业性则可能不足。目前来看，依区域建立综合性概念验证平台，搭配全国性质的专业性概念验证平台是较为可行的方案。省一级的高等研究院、各大学管理的国家重点实验室均是概念验证平台可能的依托组织。

^①刘庆. 在高校开展行本教育，培养产业技术创新人才，中关村论坛，2025-04-01，<https://wxredian.com/art?id=c4b432ff3096a4395a9b21542159c380>.

上期回顾

2025 年第 23 期（总第 288 期）

《中国教育财政二十讲》成果系列摘录之七：挂钩性教育财政体制的历史演进特征和内在逻辑分析

摘要：尽管挂钩机制在相当长的历史时期中构成了教育财政体制中颇具中国特色的调控工具，但学术界对这一机制的深入系统研究尚不充分，仍缺乏对其制度生成逻辑与运行张力的系统梳理，尤其忽视了挂钩机制背后与财政体制、行政管理结构之间的互动关系。本文以历史制度分析为主线，从公共事业部门管理体制的基本特征出发，将挂钩机制置于“行政管理体制—经费来源结构—挂钩机制”三位一体的制度三角中加以解释，系统梳理中国教育财政体制中的挂钩机制之演进与内在逻辑。

《中国教育财政》由北京大学中国教育财政科学研究所主办；旨在反映本所最新的学术科研活动；相关内容仅体现作者本人观点，并不必然代表本所的立场。

文章内容仅供参考，如需转载须事先征得本研究所同意。

本期印发：2000 份

下载网址：<http://ciefr.pku.edu.cn>

主办单位：北京大学中国教育财政科学研究所

邮箱：workingpaper@ciefr.pku.edu.cn

责任编辑：毕建宏

传真：010-6275-6183

地 址：北京市海淀区颐和园路 5 号

微信公众号：中国教育财政

北京大学教育学院大楼四层（100871）

