

产学研融合如何提升科研影响力?

——个人与团队视角下的案例剖析

徐艳茹¹ 刘继安¹ 包云岗²

(1. 中国科学院大学 公共政策与管理学院, 北京 100049; 2. 中国科学院 计算技术研究所, 北京 100190)

摘要:当前我国一批产业关键技术面临“卡脖子”困境,而产学研协同不足是导致产业关键技术“卡脖子”问题的原因之一。尽管政府和学界均认可产学研融合对国家科技创新的重要作用,但对产学研融合对个人和团队科研影响力的作用尚未达成共识。借助计划行为理论,在对斯坦福大学图灵奖得主以及加州大学伯克利分校计算机科学系 RISC-V 科研项目团队的案例进行深入分析基础上发现,制度环境因素,包括产学研融合的创新生态集群、重大产业贡献导向的科研评价体系以及个人与团队贡献互嵌的科研团队管理模式,通过作用于个体行为意愿,强化产学研合作实际行为,在个人和团队科研影响力提升中起到了关键作用。对激发我国科研人员积极参与产学研融合的实践行为具有借鉴意义。

关键词:产学研融合;关键技术;科研评价;科研影响力;创新生态

中图分类号:G649.1;F279 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-4519(2023)02-0053-10

DOI:10.14138/j.1001-4519.2023.02.005310

一、研究缘起

新世纪以来我国科技事业快速发展,最显著的标志之一是科技论文数量快速增长,其中 SCI 论文数量在 2008 年成为世界第二,2020 年 5 月跃升为世界第一。^①然而,在科技论文数量突飞猛进的同时,我国一批产业关键技术面临“卡脖子”困境,产学研协同不足是导致产业关键技术“卡脖子”问题的原因之一。^②党的二十大报告明确要求产学研深度融合。加强学术界与产业界的有机互动,实现产学研技术创新联合体的高效协同,是解决产业关键技术“卡脖子”困境的重要途径。

然而,作为技术供给方,我国高校和科研院所的科研活动长期以来独立于产业需求之外,科技成果供给难以解决产业升级与经济社会发展中的实际问题。^③这其中很重要的原因是,当前学术界以学术出版与发表作为学者学术绩效的衡量标准,使得产学研合作并不能直接提升学者的学术绩效影响力,由

收稿日期:2022-10-14

基金项目:全国教育科学规划 2022 年度国家青年课题“科教融合育人组织模式与协同机理的国际比较研究”(CIA220288)

作者简介:徐艳茹,中国科学院大学公共政策与管理学院助理教授,研究方向为科教融合育人;刘继安,中国科学院大学公共政策与管理学院教授,研究方向为高等教育管理;包云岗(通讯作者),中国科学院计算技术研究所副所长,研究员,中国科学院大学教授,研究方向为计算机体系结构和开源芯片方向前沿研究。

①国家统计局社会科技和文化产业统计司,科学技术部战略规划司,中国科技统计年鉴 2021[Z].北京:中国统计出版社,2021.

②陈劲.产业关键核心技术“卡脖子”问题的突破路径[J].中国经济评论,2021,(2):64-67.

③景晓辉等.产学研合作及科技成果评价与转化对策[J].中国高校科技,2021,(S1):21-23;曾明彬,李玲娟.产学研技术转移推进的错位现象研究——基于技术转移方和接收方双边视角的分析[J].管理评论,2019,(11):108-114.

此削弱了其参与产学研合作的动机,抑制了其产学研合作行为。^①

本文通过描述性案例分析^②,对产学研融合提升个人与团队科研影响力的成功实践案例进行分析和归纳,总结其作用机理。本文的研究发现有助于打开产学研融合实践、产业界技术进步、个人与团队科研影响力三者间关系的“黑箱”,从而对激发科研人员积极参与产学研合作、通过产学研深度融合提升科研影响力提供启示。

二、文献回顾与理论框架

关于科研影响力的提升路径,麻省理工学院比尔·弗里曼(Bill Freeman)教授认为有两种模式:第一种是在大量发表论文的过程中,产生好的研究想法,从而形成相当的影响力——这种模式被各国学者广泛采用,是一种“保险”的办法;第二种是通过少数文章或者重大技术创新直接产生颠覆性的影响——这种模式不确定性大、风险高。^③我国当下广泛采用甚至滥用的是第一种模式,表现为“唯论文”,其结果是虽然论文数量很多,但真正产生重大影响成果却不多,尤其是对产业发展产生颠覆性影响的成果极其罕见。

关于产学研合作与科研影响力的研究表明,产学研合作会占用高校科研人员的时间与精力,会对学者个人科研绩效,例如论文发表以及h指数等,产生负面影响。^④与此相反,也有研究表明,产学研合作能够促使高校科研人员申请更多的专利^⑤、提高论文的被引率、扩大其学术网络。^⑥同时,在尝试解决产业界实际问题的过程中,科学家们也能够获得新的研究灵感,从而反哺自己的科研。^⑦可见,产学研合作对学者科研绩效的影响是一把“双刃剑”,但鲜有研究深入探讨产学研合作对学者科研影响力的作用机制。

一项实证研究显示,与对学者个人学术绩效的影响类似,产学研合作对科研团队整体绩效也兼具正向和负向作用。^⑧关于产学研合作影响因素,有研究从科研团队视角出发发现,团队价值观、环境氛围、组织管理体制、考评激励机制等是影响科研团队产学研合作的关键因素。^⑨也有学者注意到,团队中的个人与团队整体在产学研合作动机、目标与行为方面存在着不匹配的现象^⑩,但并没有展开详细论述。可见,探讨产学研合作对团队科研影响力的作用时,要兼顾团队整体视角和团队中个体的视角,然而,相关研究十分缺乏。综上,目前学界有关产学研合作对个人和团队科研影响力的作用及其机制,尚未形成

① David Blumenthal et al., "Participation of Life-Science Faculty in Research Relationships with Industry," *New England Journal of Medicine* 335, no. 23(1996): 1734-1739; Dirk Czarnitzki and Andrew A. Toole, "Is There a Trade-off between Academic Research and Faculty Entrepreneurship? Evidence from US NIH Supported Biomedical Researchers," *Economics of Innovation and New Technology* 19, no. 5(2010): 505-520.

② Robert K. Yin, *Applications of Case Study Research* (London: Sage Publications, 2011).

③ Bill Freeman, "How to Write a Good CVPR Submission," <http://billf.mit.edu/sites/default/files/documents/cvprPapers.pdf>.

④ Ben Zhang and Xiaohong Wang, "Empirical Study on Influence of University-Industry Collaboration on Research Performance and Moderating Effect of Social Capital: Evidence from Engineering Academics in China," *Scientometrics* 113, no. 1(2017): 257-277.

⑤ Toby E. Stuart and Waverly W. Ding, "When Do Scientists Become Entrepreneurs? The Social Structural Antecedents of Commercial Activity in the Academic Life Sciences," *American Journal of Sociology* 112, no. 1(2006): 97-144.

⑥ Manuel Crespo and Houssine Dridi, "Intensification of University-Industry Relationships and Its Impact on Academic Research," *Higher Education* 54, no. 1(2007): 61-84.

⑦ Donald S. Siegel et al., "Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study," *Research Policy* 32, no. 1(2003): 27-48.

⑧ 张艺等. 科研团队视角下我国研究型大学参与产学研合作对学术绩效的影响[J]. 科技进步与对策, 2019, (1): 132-141.

⑨ 罗志文, 王婧. 产学研视角下的高校科研团队创建与管理机制模型构建[J]. 科技管理研究, 2009, (8): 204-206.

⑩ 朱桂龙, 杨小婉. 大学视角下的产学研合作动机研究评述——层次、分类与框架[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2019, (5): 26-33.

清晰的认知,尤其是关于高校从事产学研合作研究的团队中个人与团队间的互动对其科研影响力的讨论较少。而计划行为理论能为我们提供一个分析个人和团队产学研合作意愿与行为的视角。

计划行为理论原属社会心理学领域,已经被多个领域的学者用来解释和预测个体与组织行为。^① 该理论认为,行为意愿对实际行为产生最直接的影响,而行为态度、主观规范和感知行为控制直接作用于行为意愿。^②

行为意愿反映的是影响行为的动机性因素,行为意愿越强烈,行为发生的可能性越大。行为态度是指,个体对某特定行为结果的评估,表现为个体的行为信念,影响个体对行为的偏好。主观规范是指,个体在决定执行某行为时感受到的社会压力,即重要他人或组织是否支持自己执行某一行为。感知行为控制是指,个体对自己完成某特定行为的能力评估,而评估主要基于其可获得的资源与机会,包括时间、金钱、与他人的合作等。行为态度、主观规范以及感知行为控制间相互影响,态度越积极、来自重要他人或组织的支持力度越大,感知到的行为控制越强烈,行为意愿也就越强烈。^③

下文将通过产学研融合显著提升个人和团队科研影响力的两个典型成功案例,深入分析个人和团队投身产学研融合行为的影响因素和作用机制。案例一是 2019 年图灵奖得主帕特里克·汉拉罕(Patrick M. Hanrahan)和埃德温·卡特莫尔(Edwin E. Catmull),案例二是加州大学伯克利分校计算机科学系的 RISC-V(第五代精简指令集架构)科研项目团队。

三、产学研融合如何提升个人科研影响力的案例分析

本文第一个案例是 2019 年图灵奖的两位于获得者,他们生动展示了第二种模式的可行性,即通过产学研融合产生引发产业颠覆性变革的科研成果。

2019 年国际计算机协会(ACM)将图灵奖颁发给了来自斯坦福大学的帕特里克·汉拉罕和来自迪士尼动画工作室皮克斯的埃德温·卡特莫尔。然而,埃德温·卡特莫尔从 1977 年至获奖时只发表了 10 篇学术论文,获奖介绍中提到的帕特里克·汉拉罕在 1990 年发表的开创性论文《一种用于着色与光照计算的言语》(A Language for Shading and Lighting Calculations)^④,看起来似乎也没什么“特别”之处,只是介绍了一种称为“RenderMan”的基本原理、抽象模型、编程接口与专用语言的一系列技术集成,谷歌学术被引 300 多次。它的底层原理“The Rendering Equation”,中文翻译为渲染方程,是由詹姆斯·卡奇亚(James T. Kajiya)在 1986 年发表的《渲染方程》(The Rendering Equation)^⑤中首次提出的,谷歌学术被引 3800 多次。首创该技术的高被引论文作者没有获奖,而技术集成者帕特里克·汉拉罕获奖了,原因为何?

获奖介绍中指出,图灵奖是表彰他们对 3D 计算机图形学的贡献,以及这些技术对电影制作和其他计算机生成图像(CGD)的革命性影响。获奖介绍中 9 次提到了他们基于集成而产生的技术系统“Render-

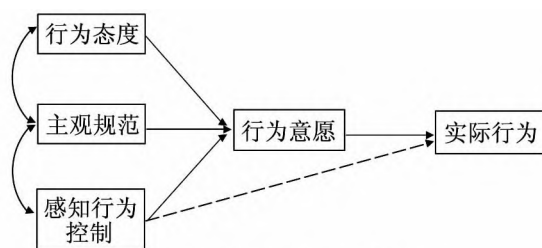


图1 计划行为理论分析框架

①段文婷,江光荣. 计划行为理论述评[J]. 心理科学进展,2008,(2):315-320.

②Icek Ajzen,“The Theory of Planned Behavior: Frequently Asked Questions.”*Human Behavior and Emerging Technologies* 2,no. 4(2020):314-324.

③Icek Ajzen,“The Theory of Planned Behavior.”*Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50,no. 2 (1991):179-211.

④Pat Hanrahan and Jim Lawson,“A Language for Shading and Lighting Calculations,”in *Proceedings of the 17th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*(New York: Association for Computing Machinery, 1990),289-298.

⑤James T. Kajiya,“The Rendering Equation,”in *Proceedings of the 13th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*(New York: Association for Computing Machinery,1986),143-150.

Man”给电影产业和其他领域带来的深刻影响。截至2019年在47部获奥斯卡视觉效果奖提名的电影中,有44部使用了该技术^①,包括国人所熟知的《泰坦尼克号》《阿凡达》《指环王》等。谷歌人工智能高级研究员兼高级副总裁杰夫·迪恩(Jeff Dean)评论说:“虽然技术不断发展,但数十年前帕特里克·汉拉罕和埃德温·卡特莫尔开发的技术至今仍是该领域的标准做法,这令人印象深刻。更重要的是,未来几年计算机生成图像技术的科学贡献将深刻影响虚拟和增强现实、数据可视化、教育、医学成像等诸多领域。”^②

从帕特里克·汉拉罕和埃德温·卡特莫尔这对获奖搭档各自的学术发展和合作历程中,可以推测一些他们产学研合作的成功要素。埃德温·卡特莫尔从小对电影艺术非常感兴趣,当他还是博士生的时候,就立志要将计算机图形技术用于电影产业。^③作为一个行动派,他创立了纽约理工学院计算机图形实验室,是美国最早的专用计算机图形实验室之一,至今仍然为迪士尼等公司管理数字动画等项目。为了实现把技术更快更好应用于产业,埃德温·卡特莫尔毕业后选择进入卢卡斯影业,希望创新3D计算机图形动画。后来卢卡斯影业的计算机动画部门被乔布斯收购,成立皮克斯动画工作室,埃德温·卡特莫尔担任总裁,致力于解决影视产业的实际问题。^④帕特里克·汉拉罕则一直坚持探索可以带来颠覆性技术突破的基础性问题。读博期间,在美国计算机协会计算机图形专委会(ACM SIGGRAPH)组织的学术年会上,帕特里克·汉拉罕与已经进入产业界的埃德温·卡特莫尔相识。“我更加擅长探索技术细节,他(埃德温·卡特莫尔)拥有对电影产业做出贡献的梦想与远见。”^⑤两人一拍即合,帕特里克·汉拉罕成为埃德温·卡特莫尔在皮克斯招聘的创始员工之一。两人都表示,学术社群与团队对他们的个人成就有着不可忽视的影响。他们特别感谢美国计算机协会及其计算机图形专委会为计算机图形学爱好者创造的思想与技术的交流平台。^⑥在两人20多年的合作中,埃德温·卡特莫尔在皮克斯管理哲学的精髓是Brain Trust,这为帕特里克·汉拉罕及其他技术团队创造了自由宽松的创新创造氛围。Brain Trust为美国俚语,最初是指为罗斯福总统提建议的非政界智囊团。当团队中的任何一个人需要帮助时,埃德温·卡特莫尔便召集来自学术界和产业界的“智囊团”召开头脑风暴会议。在听取建议时,最主要的原则是:把权利关在门外(Keep Power out of Room),任何人都可以做出创意决定。^⑦

帕特里克·汉拉罕和埃德温·卡特莫尔的故事说明,即使他人“首次提出”某项技术的学术原理,但如果该原理尚未被产业界应用,后人就有机会进一步取得“产业贡献导向”的科研成就;系统集成一系列创新技术原理并将其应用到产业中,带动产业发生深刻变革,能显著放大学者个人的科研影响力。其次,个人的信念与意愿对其参与产学研合作行为有影响,而个人的成功离不开与其合作者在价值观一致的前提下,技术与资源优势的互补。最重要的是,有利于产学研交流与沟通的学术社群(在这个案例里是计算机协会计算机图形专委会)提供的资源、机会,自由宽松的组织文化和支持创新创造的团队氛围,都对个人在产学研合作中的成就具有不可忽视的影响。

四、产学研融合如何提升团队科研影响力的案例分析

通过学术界与产业界的联姻,实现两者的互惠互利,并共同推动技术发展的例证之二是加州大学伯

① Association for Computing Machinery, “Pioneers of Modern Computer Graphics Recognized With ACM A. M. Turing Award,” <https://awards.acm.org/binaries/content/assets/press-releases/2020/march/turing-award-2019.pdf>.

② Ibid.

③ ACM Queue, “A Conversation with Ed Catmull,” <https://cacm.acm.org/opinion/interviews/101845-a-conversation-with-ed-catmull/fulltext>.

④ SIGGRAPH2021, “Turing and Beyond: In Conversation with Ed Catmull and Pat Hanrahna,” <https://youtu.be/N7pahjY17Tc>.

⑤ ACM, “2020-2019 ACM A. M. Turing Award,” <https://youtu.be/CfGS5WMqsXA>.

⑥ Ibid.

⑦ Edwin Catmull, *How Pixar Fosters Collective Creativity* (Boston: Harvard Business School Publishing, 2008).

克利分校计算机科学系的 RISC-V 项目团队。

(一)伯克利计算机科学系对产业界广泛而深远的影响

加州大学伯克利分校的计算机科学的研究水平在全世界首屈一指,特别是在计算机系统结构方面。美国科学院国家研究顾问团在 2003 年对信息产业的历史发展进行了调研和评估,形成供美国政府决策参考的重要报告《信息技术创新》^①,梳理出 20 世纪 60 年代后计算机技术发展史中的 19 个开创性突破,其中有 7 个是伯克利计算机科学系贡献的,位居全美大学之首。2012 年更新的报告^②,特别提到了伯克利的两项基础性研究对于产业界的突出贡献。2020 年的报告《信息技术创新:复苏、融合和持续影响》^③,总结了 9 个计算机研究重要领域,每一个领域的缘起都与伯克利的相关研究有关。截至 2021 年,图灵奖获奖者中有 8 位拥有伯克利计算机科学系任职或求学经历。

然而,笔者统计的 2006 至 2021 年 15 年间计算机体系结构四大顶级会议上论文发表情况显示,每个会议每年的发文量都在 50 篇以上,总发文量 3000 左右,而以伯克利为署名单位的在这期间总共只有 27 篇^④,这表明伯克利在计算机体系结构领域的科研声誉并不是通过论文数量产生的。回顾伯克利在计算机科学领域 50 年的兴起、发展和壮大的历程,可以发现他们研制了大量原型系统,推动技术颠覆性进步,对产业产生革命性影响,并在这个过程中培养了一代代杰出人才,8 位图灵奖得主脱颖而出,以重大产业贡献为导向的科研价值观是其成功的一个秘诀。其中一个典型代表是近年来在全球受到越来越多关注的 RISC-V 科研项目团队。

(二)重大产业贡献导向下,RISC-V 项目团队的世界影响力

指令集(Instruction Sets)是软硬件之间的接口,是核心基础软硬件生态系统的基石。RISC 一词源自伯克利计算机科学系大卫·帕特森(David Patterson)教授与其学生大卫·迪策尔(David Ditzel)在 1980 年发表的经典论文《精简指令集计算机的案例》(*The Case for the Reduced Instruction Set Computer*)^⑤。2010 年伯克利计算机科学系组建 RISC-V 项目组,研究团队认为作为软硬件接口的一种说明和描述规范,指令集体系结构应该开放和免费。RISC-V 开源协议给予使用者很大自由,允许使用者修改和重新发布开源代码,也允许发布和销售基于开源代码开发商业软件。全世界任何公司、大学、研究机构与个人都可以开发兼容 RISC-V 指令集的处理器,融入到基于 RISC-V 构建的软硬件生态系统中,而不需要为指令集支付一分钱,而这意味着如果 RISC-V 一旦技术成熟并得到推广,将颠覆性改变产业生态。

2011 年加州大学伯克利分校发布了开放精简指令集 RISC-V,并很快建立起一个开源软硬件生态系统。很多企业开始将 RISC-V 集成到产品中,例如全球第一大硬盘厂商西部数据已经把每年各类存储产品中嵌入的 10 亿个处理器核换成了 RISC-V。这得益于 RISC-V 项目团队十年间的产学研融合实践。

项目团队坚持不“唯论文”,而是重视科研成果对产业界的影响。在最初的 5 年间,项目团队只产出了 2 篇相关的学术报告,但是,它流片的次数和频率却远超其他大学,达到了 12 次。流片就是像流水线

① National Research Council, *Innovation in Information Technology* (Washington, DC: The National Academies Press, 2003).

② National Research Council, *Continuing Innovation in Information Technology* (Washington, DC: The National Academies Press, 2012).

③ National Research Council, *Information Technology Innovation: Resurgence, Confluence, and Continuing Impact* (Washington, DC: The National Academies Press, 2020).

④ 四大会议指 ASPLOS、ISCA、HPCA、MICRO。MICRO 会议网站上缺少 2019 年的发文情况数据。笔者在进行数据统计时发现,计算机领域论文大多为多名作者合作形式,因此笔者计算的是以伯克利署名作者的文章数,而不是作者数。即,如果一篇论文中的 7 位作者都是以伯克利为署名单位,那么在本文中计做 1,而不是 7。

⑤ David A. Patterson and David R. Ditzel, "The Case for the Reduced Instruction Set Computer," *ACM SIGARCH Computer Architecture News* 8, no. 6(1980): 25-33.

一样通过一系列工艺步骤制造芯片,12次流片意味着巨大的工程投入。直至2016年,项目团队才在国际顶级期刊上发表了第一篇关于RISC-V的总结性论文,开创了一个全新的方向,引领、启发了全世界往开源指令集方向发展。^①

项目团队还重视传播和推广开源系统的理念与技术,加深学术界与产业界彼此间的相互了解,以此推动产学研合作。第一,项目团队通过观点性文章向产业界和学术界介绍开源指令集的理念与观点。2014年在《微处理器报告》杂志发表《指令系统应该免费:RISC-V的案例》^②,该文的中文版于2015年2月发表于《中国计算机学会通讯》。^③第二,免费向业界提供开源指令集的培训资料。团队负责人大卫·帕特森教授与其合作者出版了一系列基于RISC-V的指导性参考书,其中《The RISC-V Reader》于2018年被翻译成中文《RISC-V手册》开源出版。第三,成立RISC-V基金会——“RISC-V国际”,推动RISC-V生态体系的发展。基金会是一个全球性非盈利开放社区,成立初期只有25个会员,发展至今已吸引了大量业内领先的科研机构 and 硬软件厂商,目前拥有来自70多个国家的3100多个会员。^④第四,通过行业会议的形式加强与业界的交流。自2015年开始,每年举办两届与业界的交流会或峰会,使每位项目团队成员都有机会与来自业界的专家交流,专家对项目的各个方面提出建议。首届交流会只有来自33家公司和14所大学的144位与会者。2021年6月第一届RISC-V中国峰会在上海科技大学举办,这是RISC-V峰会第一次在北美以外地区举办,吸引了1000多人现场参会、10000人线上参会,100多家厂家参展^⑤,足见其影响力在迅速扩大。2018年11月8日在浙江乌镇举行的第五届互联网大会上,“RISC-V中国联盟”正式宣布成立,旨在用10年左右的时间,到2030年逐步完成开源芯片生态的建立。^⑥

项目团队十年间坚持产学研融合,证明产学研合作下的科研成果可以产生世界性影响力,而支撑其产学研融合信念与定力的,是学校“重大产业贡献导向”的科研评价体系。加州大学系统制定了一个统领性的科技人才评价制度方案,各分校可基于此自主设计科研评价体系。加州大学承认科技人才发展的多样性,认可科研人才在各领域的贡献与成就。对科技人才的科研评价指标不仅限于公开发表的研究,也包括公认的原创新性成果。对两者的评价不强调数量,而是关注科研人员是否持续地从事高质量和有意义的创造性活动,并且产生有效价值。加州大学对科研人员的评价不仅会考虑被评价者所从事创造性活动的类型和质量,还会考虑科研人员从事专业和研究领域的差异性。除了评价科研能力,还会将教科书、研究报告、被广泛传阅的文本或者类似出版物作为评价教研人员教学能力或公共服务水平的依据。^⑦

伯克利的科研评价特别关注被评价人的研究与创新工作。创新是最主要的评价标准,出版物、艺术创造和学术项目是主要的评价指标。出版物评价适用于从事理论研究的科研人员,艺术创作适合实践性较强的人文艺术学科。对学术项目的评价标准为:(1)专家学者是否对其领先地位有较高评价?(2)是否具有充足的资源推动科技及社会的进步?(3)是否给师生提供了更多的交流与探究机会,以及给予研究生和本科生更多的参与机会?(4)是否对于吸引人才起到了积极作用?(5)是否提供了大家共同认可的

① Yunsup Lee et al., “An Agile Approach to Building RISC-V Microprocessors,” *IEEE Micro* 36, no. 2(2016): 8-20.

② Krste Asanovic and David A. Patterson, “Instruction Sets Should Be Free: The Case for RISC-V,” <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2014/EECS-2014-146.pdf>.

③ 科尔斯特·阿萨诺维奇,戴维·帕特森. 指令系统应该免费:RISC-V的案例[J]. 中国计算机学会通讯, 2015, (2): 82-84.

④ RISC-V, “About RISC-V,” <https://riscv.org/about/>.

⑤ RISC-V 2021年中国峰会官网[EB/OL]. <https://riscv.org/blog-chinese/2021/05/riscv-world-conference-china-2021/>, 2021-05-28/2021-12-14.

⑥ 同上.

⑦ UCOP, “Academic Personnel and Programs,” <https://www.ucop.edu/academic-personnel-programs/academic-personnel-policy/index.html>.

教育? (6)是否对社会的发展与进步产生巨大的影响? (7)是否具有独特的学术价值?^①此外,伯克利实行年薪制,保证科研人员无后顾之忧。笔者将伯克利公布的2020—2021学年各级学术人员的薪资水平与美国大学教授联合会(AAUP)公布的2020—2021年度高校教师薪酬水平调查数据对比,结果显示,伯克利作为公立的研究型大学,其各级学术人员的薪酬水平普遍高于其他公立研究型高校平均水平,部分职位甚至高于私立研究型高校平均水平。^②

RISC-V 科研项目团队与图灵奖得主帕特里克·汉拉罕和埃德温·卡特莫尔的故事殊途同归——通过产学研融合实践极大提升了科研影响力。这背后的作用机制是什么?可以带来哪些启示?

五、产学研融合提升科研影响力的作用机制

分析发现,制度环境因素,包括产学研融合的创新生态集群、重大产业贡献导向的科研评价体系、个人与团队贡献互嵌的科研团队管理模式,分别通过影响行为态度、主观规范、感知行为控制,为学者产学研合作意愿的培育提供了有利的土壤,为产学研合作实际行为的产生提供了强有力的保障与支撑,最终使得产学研合作的实际行为在促进产业技术进步的同时,提升了学者个人和科研团队的科研影响力。同时,社会对学者推动产业技术进步贡献的认可,也是提升个人和团队科研影响力的一个重要促进因素,而这进一步激励学者产学研合作的实际行为。

(一)“产学研融合的创新生态集群”有助于加强产学研感知行为控制

计划行为理论认为,可获得的机会和资源是影响行为绩效的重要变量,个体对其知觉强度越强,越有可能执行某特定行为。^③分析发现,产学研融合对两个案例中个人和团队科研影响力的提升并非偶然。产学研融合的创新生态集群通过为个人

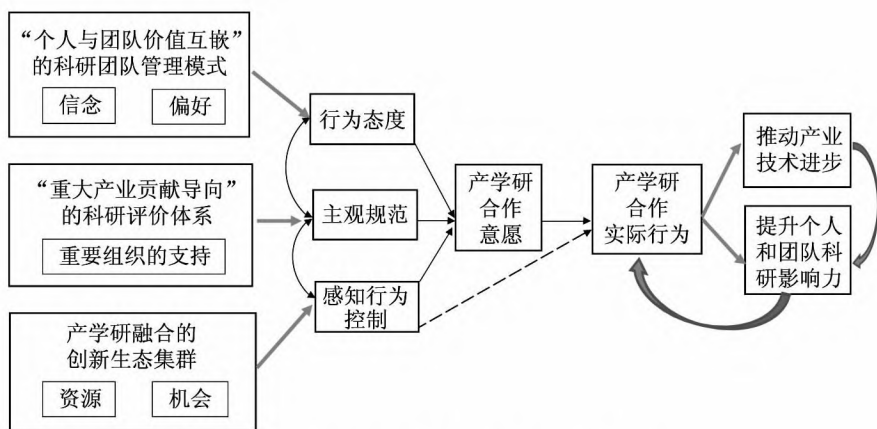


图2 产学研融合提升科研影响力的作用机制

和团队提供便利的产学研合作机会,以及充足的智力与物力资源,有利于提升学者产学研合作能力,通过加强学者的感知行为控制,进而增强集群内产学研合作的可能性。

产学研深度融合涉及学术界、产业界以及相关支持系统等多主体,包括从科学研究、产品研发、产业化到市场化等多环节,很容易在主体间出现文化与目标冲突、信息流通不畅等问题。^④这会对产学研行为主体的感知行为控制产生负面影响,因此,一个集聚各创新主体与要素的创新生态集群对产学研融合实际行为的发生非常重要。这是因为,一方面,集群的地理空间邻近性使得高校、大中小企业、支持机构等能够天然便利地获得产学研深度融合的机会。同时,各主体在该创新生态集群中,通过信息交换、知识

① 扈亚红. 美国研究型大学教师绩效评价研究——以加州大学伯克利分校为例[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2018.

② AAUP,“The Annual Report on the Economic Status of the Profession, 2020—21,”https://www.aaup.org/sites/default/files/AAUP_ARES_2020-21.pdf; Berkeley Academic Personnel Office,“2020—21 Academic Salary Scale Revisions,”<https://apo.berkeley.edu/compensation/2020-21-academic-salary-scale-revisions>.

③ Icek Ajzen,“The Theory of Planned Behavior,”*Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50, no. 2 (1991): 179—211.

④ 陈劲. 产业关键核心技术“卡脖子”问题的突破路径[J]. 中国经济评论,2021,(2):64—67.

流动、资源共享以及技术逻辑分工形成相互依存、共生互利的链式生态关系,基于各自的资源优势,在该链条中找到与各自相对地位与功能作用相适宜的生态位,优势互补、互相成就。^①

分析本文的案例发现,美国计算机协会计算机图形专委会为来自产业界和学术界的计算机图形爱好者提供了宝贵的交流沟通平台与机会。而不论是帕特里克·汉拉罕所在的斯坦福大学还是 RISC-V 项目团队所属的加州大学伯克利分校,都是美国硅谷产学研融合创新集群中的一员。斯坦福更是直接参与了硅谷最初的孵化与布局,至今仍在持续为硅谷培养科技精英。同时,斯坦福工业园、斯坦福大学与硅谷产业界合作的斯坦福研究园不断产生先进的科技成果,并通过产学研深度融合的互动模式实现就地产业化。大学也经常直接邀请产业界人员共同参与科研项目,举办学术活动,双方基于合作的互动模式使得硅谷高科技产业的发展能够进一步反哺斯坦福大学的科研,为其提供资金与社会资源等。^②

伯克利分校是硅谷产学研创新集群中的另一个智力源和人才培养基地,伯克利计算机科学系诞生了很多推动计算机产业发展的经典之作,其秘诀之一就是每年举办两届为期 3 天的业界交流会。这样的交流会在学界并不多见,但加州大学伯克利分校已经实行了近 30 年,很显然,伯克利毗邻硅谷的“地利”,以及每年向硅谷输送大批校友的“人和”,能有效保障每届交流会的成功举办。此外,交流会不仅对项目的理解与研究方向的调整非常重要,对学生的培养也起到了非常积极的作用。每位博士生在攻读博士期间可以获得 10 次左右交流机会,这不仅有利于推进学生研究工作的阶段性进展,也有利于培养学生的表达与交流能力,而且还能扩大学生的社交圈,对他们未来进入产业界,进一步推动产学研深度融合有很大帮助。^③ 基于此,伯克利的计算机科学研究始终处于国际最前沿,并一直在推动着计算机产业的纵深发展。

(二)“重大产业贡献导向”的科研评价体系有助于强化产学研主观规范感知

计划行为理论认为,重要他人或组织支持会影响个人感知的社会压力与期望(主体规范),进而影响实际行为的执行。^④ 对于学者而言,对自己学术绩效进行评价的组织是影响其职业发展的重要主体,而科研评价体系能够反映出哪些行为是获得组织支持的,哪些行为是不被组织重视的。伯克利的科研评价体系强调学者的工作能够对各领域作出贡献,间接体现了其对产学研合作行为的支持。伯克利通过评价制度影响主观规范,激发学者产学研合作行为的主观意愿,为产出具有颠覆性产业影响的科研成果提供了空间。

笔者基于文献和上述对伯克利 RISC-V 项目团队案例的深入分析,总结出不同导向下高校科研评价体系的特征,见表 1。

具体而言,在评价内容上,伯克利强调科研活

表 1 不同导向下高校科研评价体系的特征

| 高校科研评价体系 | “唯论文”导向 | “重大产业贡献”导向 |
|----------|------------------------|--------------------------------|
| 评价主体 | “非学术人” | “学术人” |
| 评价指标 | 注重考查数量;单一维度;个人评价;评价周期短 | 注重考查质量;分类多维;个人评价与团队评价相结合;长周期评价 |
| 评价内容 | 论文发表;期刊影响因子和论文引用 | 对科技和社会发展的贡献度;是否有助于学生成长 |
| 评价目的 | 方便绩效管理;提升大学排行榜位次 | 促进学科建设;提升科研水平和对社会发展的贡献 |
| 评价前提 | 功利化“理性经济人”假设 | 信任与尊重科学家 |
| 评价影响 | 科研人员沦为“论文件工” | 形成尊重科技创新规律的大学文化 |

① 宋高旭. 创新生态系统视角下我国产学研深度融合研究[D]. 北京:中共中央党校,2020.

② 黄少坚. 创新集群的演化路径:产学研互动机制研究——以硅谷创新集群的演化机制为例[J]. 管理观察,2013,(35):108-110+112.

③ David Patterson,“How to Build a Bad Research Center,”*Communications of the ACM* 57,no. 3(2014):33-36.

④ Icek Ajzen,“The Theory of Planned Behavior,”*Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50,no. 2(1991):179-211.

动对实践和人才培养的巨大贡献和深远影响,将推动科技与社会进步以及是否有助于学生成长作为评价科研人员研究和创新工作的重要指标。在评价指标上,伯克利坚持分类评价与多维评价,考虑科研人员从事研究工作内容 and 领域的差异性。科技成果具有科学、技术、经济、社会、人才培养、文化等多元价值,高校应该科学确定评价标准体系,根据学科特点与研究类型,开展差别化评价,建立分类评价指标体系,避免评价指标单一化、方法定量化、结果应用功利化的问题。科研具有渐进性和成果阶段性的特点,有些项目需要持续不断、大量的前期积累,一流的科研成果往往出自好的科研团队,而非个人单打独斗的结果。在评价前提基础上表现出对科学家的充分信任。RISC-V 项目团队在最初的几年间饱受学术界和产业界的质疑,然而这并没有影响团队成员潜心科研,可见无论是评价者还是被评价者,都保持了初心和战略定力,这背后是伯克利通过评价和薪酬体系设计体现出来的对于学术人员的信任与尊重。

(三)“个人与团队价值互嵌”的科研团队管理模式有助于塑造产学研行为态度

计划行为理论认为,行为态度是影响行为意愿的核心因素,积极或消极态度的形成是基于个体对行为产生的可能性后果的评估。^① 成员共同的目标、以及一致的价值观对科研团队绩效具有重要影响。^② 个人目标、愿望或利益得不到满足容易造成科研团队冲突,对团队绩效带来负面影响。^③ 由上述分析可知,价值观一致和技术与资源优势互补是实现帕特里克·汉拉罕和埃德温·卡特莫尔“产学研”的重要前提条件。其次,皮克斯的“智囊团”管理文化营造了有利于创新的支持型团队氛围。“把权利关在门外”的信条体现了对团队中每一位成员创新创造的尊重与信任,有利于凸显团队中的个人价值。这些都对塑造积极的产学研行为态度具有正面影响,有利于推动产学研合作实际行为的发生。

RISC-V 项目团队也一直践行个人与团队价值互嵌的科研团队管理模式。2015 年大卫·帕特森在其临退休之际,回顾了自己在伯克利 40 年的工作经历,对他心目中的伯克利模式做出了高度精炼的总结,他强调了使得伯克利晋级为计算机科学领域“四大”之一的成功之道:第一,吸引与培养出色的年轻人;第二,采取其他大学并不青睐的“激进式”团队作战方式;第三,团队工作出发点是计算机科学系的利益最大化,而非个人感兴趣的研究领域或个人利益。^④ 总结团队管理经验,大卫·帕特森认为,建立团队共同愿景,设置开放空间鼓励教师与学生互动,鼓励学科交叉和产学交流,以及重视研究的实际影响而非论文数量等,都是一个团队成功的关键因素。^⑤

伯克利以自由包容的学术氛围著称,自 60 年代起,便源源不断地吸引一批批年轻学者的加入,伯克利计算机科学系取得了一批标志性的成果,为推动产业升级与技术变革作出重大贡献,自身学术影响力迅速崛起,进而吸引了更多年轻学者的加入,为伯克利不断注入创新活力,实现了良性循环。而产学研融合背景下通过个人与团队互嵌实现共赢,是伯克利在自由包容的科研氛围下的一套颇具集体主义色彩的团队价值观和工作模式,大卫·帕特森本人就是忠实的践行者。

大卫·帕特森 40 多年研究生涯中主持的诸多项目都采用了团队作战的方式,每个项目均由几个教授联合协作,并带领着十几个或者几十个学生一起完成。表面上看,这种模式似乎很难衡量每个人作出的贡献,但大卫·帕特森认为,成功的项目最终会使每个参与者都受益,而事实也证明了这一点。在与大卫·帕特森合作过的 27 名教授中,有 11 位成为美国工程院院士,而与其合作过的 297 名学生中,15 人成为美国计算机协会会员(fellow),全世界只有 500 多人获得这一荣誉。^⑥ 由此可见,基于团队利益最大化

① Icek Ajzen, “The Theory of Planned Behavior,” *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50, no. 2 (1991): 179–211.

② 季小天,赵文华. 高校科研创新团队建设:国外研究进展与启示[J]. 研究生教育研究, 2021, (5): 76–83.

③ Karen A. Jehn and Elizabeth A. Mannix, “The Dynamic Nature of Conflict: A Longitudinal Study of Intragroup Conflict and Group Performance,” *Academy of Management Journal* 44, no. 2 (2001): 238–251.

④ David Patterson, “Passing the Baton,” <https://aspire.eecs.berkeley.edu/2015/11/passing-the-baton/>.

⑤ David Patterson, “How to Build a Bad Research Center,” *Communications of the ACM* 57, no. 3 (2014): 33–36.

⑥ Ibid.

的团队作战模式并不会稀释每个人的贡献,相反,它可以实现个人与团队价值的互嵌。而只有让个体价值在团队中得到凸显,才能坚定个体行为信念,激发个体行为偏好,源源不断吸引抱有积极态度的优秀学者加入,这是 RISC-V 项目团队 40 年来,保持团队创新创造活力的重要原因。

六、启示

本文的分析对我国通过产学研深度融合提升科研影响力提供以下三点启示:

第一,打造可以提升产学研融合感知强度的创新生态集群。我国政府、学界以及产业界应合力加强产学研融合的创新生态集群建设,为各主体产学研深度融合提供机会与资源。政府应健全引导调控机制,充分利用区域内大学特色以及产业优势,出台支持产学研融合创新集群建设的政策,引导学术界与产业界基于资源禀赋找准自身生态位,为双方技术创新联动提供互动沟通机会与平台。高校、科研院所、产业界应秉持开放的心态互通有无,学术界向产业界开放,产业界欢迎学术界参观,以知识和技术为中介,以人才培养为根本,举办线上线下交流会,积极主动培育产学研融合技术创新链式生态关系。

第二,完善能够坚定科研人员产学研融合主观规范的评价体系。我国高校科技成果评价应全面准确反映科研人员的成果创新水平、转化应用绩效和对经济社会发展的实际贡献,特别要重视科研项目对人才培养的重要作用。工程应用性科研成果评价的重点应该考察解决产业关键共性技术问题、产业界重大技术创新难题,特别是关键核心技术问题方面的成效。要将个人评价与团队评价相结合,加强中长期评价、后评价和成果回溯,引导科研人员潜心研究、探索创新。

第三,实施有利于塑造产学研融合行为态度的科研团队管理模式。产学研科研团队创立之初,应重视团队成员间价值观与目标的一致性,注重选拔具有团队精神的领导者。在团队发展过程中,基于团队作战模式建立团队共同愿景。与此同时,营造自由宽松的科研环境,尊重个体意见与建议,实现个人与团队价值的互嵌。

How Could Industry-University-Research Integration Promote Scientific Influences? —— Case Studies on Individuals and Research Team

XU Yan-ru¹ LIU Ji-an¹ BAO Yun-gang²

(1. School of Public Policy and Management, University of Chinese Sciences, Beijing, 100049;
2. Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100190)

Abstract: Currently, China is encountering a series of “bottleneck” technical problems, which partly results from the shortage of industry-university-research integration. Although the central government and academia recognize that industry-university-research integration is beneficial to scientific innovations, there is no census regarding how industry-university-research integration promote scientific influences. This article draws on planned behavior theory, to present and analysis two cases studies: Turing recipients from Stanford University and RISC-V research team from Berkely University. It is found that institutional environments, including the innovative ecological cluster, a scientific evaluation system oriented by industrial contribution, and research team management model valuing contributions from both individuals and teams, are crucial to promote scientific influences through industry-university-research integration. This is achieved through their impacts on individuals’ behavioral intentions that eventually motivate concrete actions. The findings of this article bear implications for industry-university-research integration in China.

Key words: industry-university-research integration; core scientific technology; scientific research evaluation; innovation ecology