

# 基础研究驱动经济发展是否会被“内卷化”拖累？\*

——基于跨国面板数据的经验分析

刘 航<sup>1</sup> 孙大伟<sup>2</sup>

(1. 西安交通大学经济与金融学院, 陕西 西安 710061;

2. 中国社会科学院社会学研究所, 北京 100732)



**内容提要:**基础研究驱动经济发展的过程有可能因应用研究人员“内卷化”而受到抑制。本文采用跨国面板数据,实证检验了应用研究人员投入(规模和强度)在基础研究资本驱动全要素生产率(TFP)提升过程中的调节效应。研究发现:基础研究资本投入对TFP的推动作用显著地受应用研究人员投入的负向调节;一旦应用研究人员投入超出一定门槛值,基础研究投入对TFP构成显著的负向作用;社会保障能够产生显著为正的二次调节效应,征信覆盖面产生显著为负的二次调节效应,而征信信息深度和营商环境的二次调节效应不显著。这说明,随着应用研究人员投入增多,研发人员容易陷入低水平重复研发,在关键共性技术、颠覆性新技术等高风险领域的创新动力减弱,应用研究无法在创新价值链中起中坚作用,反而拖累了基础研究驱动经济发展。这给中国推动基础科学引领高质量发展和人才强国建设提供了重要的政策启示。

**关键词:**基础研究 资本投入 人员投入 内卷化 创新驱动发展

**中图分类号:**F061.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2022)12—0005—23

## 一、引言

习近平总书记深刻指出,“加强基础研究是科技自立自强的必然要求,是我们从未知到已知、从不确定性到确定性的必然选择”<sup>①</sup>。基础研究指认识自然现象、揭示自然规律,获取新知识、新原理、新方法的研究活动。基础研究对应的是应用研究,后者指针对特定实际目标,获取新的应用知识,创造或改进技术、工艺和产品的研究(Gersbach等,2018)<sup>[1]</sup>。随着基础科学发展及其成果应用,经济发展将获得巨大收益(Nelson,1959)<sup>[2]</sup>。根据Hansen和Birkinshaw(2007)<sup>[3]</sup>、余泳泽和刘大勇(2013)<sup>[4]</sup>的研究,创新价值链包括知识创新、科研创新和产品创新三个序贯步骤。基础研究

收稿日期:2022-02-25

\* 基金项目:国家社会科学基金一般项目“基于资本规范健康发展的技术赶超领域产能过剩防范化解机制研究”(22BJY257);国家自然科学基金面上项目“基于‘技术触发-价值实现’路径范式的成熟企业高端颠覆式技术创新研究”(71972151);陕西省自然科学基金基础研究计划重点项目“共享制造新业态新模式对陕西制造业高质量发展的影响机制研究”(2021JZ-05)。

作者简介:刘航,男,副教授,博士生导师,经济学博士,博士后,研究方向是技术创新与产业绩效,电子邮箱:liuhang01@xjtu.edu.cn;孙大伟,男,副研究员,管理学博士,研究方向是人才学与人力资源管理,电子邮箱:sundw@cass.org.cn。通讯作者:刘航。

① 习近平总书记2021年5月28日在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话。

位于创新链起始端,从求知欲出发、以知识创新为目标、以学科逻辑为主线,具有根本性和前瞻性,对应较高的技术机会和更大的溢出范围,对成果转化应用的外部支撑条件也更为敏感。现阶段我国坚持创新驱动发展、塑造发展新优势,应辩证借鉴国际经验,加大对基础研究投入的同时,优化适用于基础研究的成果转化支撑机制。

现有文献探究基础研究向生产力转化的制约因素时,多从前端寻找知识偏性的成因,如知识产权保护不力导致研究领域分散、非竞争资助引起反向激励等,或从后端分析产业化阻碍,如营商环境、企业家能力等方面不足,然而,较少关注创新链的中间部分——知识成果转化为技术成果的过程。这一过程须由应用研究部门投入人员来对接、整合和再开发知识成果,使其从“有用”走向“可用”。应用研究人员之间既有互补性,又有竞争性,应用研究人员投入规模很大程度上影响着人力资本的使用方式和绩效,进而决定着此转化环节的完成度。对经济体而言,具有科研资质的人员规模越大,通常意味着智力要素越充裕,越有利于经济体的长远收益。然而,若是在原始创新低潮期,应用研究人员过多反而易引发逆向选择,有损即期收益。因此,着眼基础研究成果驱动经济发展的全链条,找到应用研究人员投入的合意规模及配比,具有重要现实意义。

应用研究人员拥挤抑制基础研究成果转化的现象可描述为“内卷化”。内卷化最初指的是农业内卷化,即 Geertz (1963)<sup>[5]</sup>发现的印度尼西亚爪哇岛水稻种植业“没有发展的增长”现象。其有三个必要条件:一是劳动力相比其他资源增长更快,劳均资源减少导致竞争持续加剧;二是投入更多劳动量精耕细作,也能够获得更多产出,根本性创新反而难以获得较高收益;三是农业劳动力很难转换职业或空间流动,只能卷入数量型竞争。以上三点同当今不少国家的科研部门情况类似。一国平均受教育程度通常不可逆,导致科研从业者越来越多,摊薄了劳均资源和收益,促使个体竞争加剧;科技越发展,科研成果就越难评价,“以次充好”“以多胜优”不易被识别;沿着既有技术路线把工艺做精做细,“精耕细作”也能赢得竞争,甚至期望收益高于根本性重大突破的收益。一些国家的应用研究难免面临内卷化造成的一系列困境。应用研究人员越充裕,劳均资源越少,则创新主体取得根本性突破的几率就越低,很可能用以较少资本投入就能完成的成果来替代。如果这种低水平重复建设在各国是普遍现象,则意味着研发投入的低效配置,对人才、知识和科研经费都是极大浪费,拖累基础研究驱动经济发展。

本文利用跨国面板数据,基于基础研究推动生产率提升的全链条,实证检验应用研究人员投入对基础成果转化的影响,观察应用研究内卷化是否拖累了基础研究驱动经济发展。近年来已有研究论证了高等教育或技术创新的内卷化(何亚群,2014<sup>[6]</sup>;张铤和程乐,2020<sup>[7]</sup>;Zhang 和 Zhang, 2022<sup>[8]</sup>)。还有的专门探究了具体技术领域的内卷化及其破解之道,如房超等(2020)<sup>[9]</sup>提出了推动人工智能创新从内卷化走向有序进化的路径。与之相比,本文可能有如下突破:第一,抓住了内卷化的本质前提——劳均资源被稀释。这里劳均资源是广义的资源,不单指应用研究经费投入,还包括可被利用的基础性成果。基础研究形成的新知识本身没有独占性和垄断性,一旦应用化便有了排他性竞争性(Stiglitz,2014)<sup>[10]</sup>,应用研究人员增多会导致基础成果转化陷入过度竞争和逆向选择。第二,突破科研系统本身来探究内卷化的不利影响,以宏观层面的全要素生产率(TFP)为实证检验的结果变量。对科研部门而言,内卷化其实是一种变相激励,其弊端主要作用于宏观经济,不利于全社会获得有效技术供给。知识资本只有同人力资本与金融资本充分结合,才能推动生产力发展,实现价值叠加(洪银兴,2017)<sup>[11]</sup>。人员拥挤致使人力资本错配,难以有效承接知识资本并撬动金融资本,受损的必然是宏观经济效率。宏观 TFP 是给定资本存量和劳动力投入及其组合形式时经济能够达到的总产出,反映技术进步和结构变革的效能(蔡跃洲和付一夫,2017)<sup>[12]</sup>,是一国经济内涵式发展状况的体现,在本文中作为内卷化发挥调节效应的被解释变量。第三,本文结论显示科研内卷化并非中国这种发展中大国的独有现象,很多国家甚至发达国家在过去十几年都大概

率出现这一问题,只不过科研体系或社会体制变革能起到一定缓解作用,这一发现可为中国提供一定借鉴和启示。

## 二、研究假设

### 1. 应用研究内卷化对基础研究投入影响宏观 TFP 的调节机制

(1)应用研究部门增加人力资本投入的微观动机。在创新价值链上,应用研究部门位于基础研究的下游,要依照应用前景筛选基础研究成果,搜寻、甄别、鉴定其科学性和应用价值(Zellner, 2003)<sup>[13]</sup>。进而,付出工作量进行再开发,形成实用型发明专利或标准,完成基础研究向生产力转化的中间步骤。此过程中,应用研究部门往往表现出大量投入人力资本的倾向。

在识别、获取基础研究提供的新知识后,应用研究部门要将其作为一项投入纳入生产函数,为基础成果匹配生产要素,进行相应的专用性投资,包括物质资本和人力资本投入。由于基础研究与应用研究存在显著的互补或协同关系(Mansfield, 1980<sup>[14]</sup>; Van Raan 和 Van Leeuwen, 2002<sup>[15]</sup>; Henard 和 McFadyen, 2005<sup>[16]</sup>),二者在资源投入的约束条件上有较强关联(Garicano, 2000<sup>[17]</sup>; Olson 等, 2001<sup>[18]</sup>),两类研究物质资本的使用属性具有趋同性。应用研究部门引入基础成果后,要及时调整既有仪器设备的用途或购进新设备,这对其构成了一项较重的成本负担。而且,技术复杂度越高,基础知识更新得越快或者知识共性越突出,则应用研究部门大规模投入专用性资产的机会成本就越高。为规避有偏投资方向造成效率损失,对于应用前景相对不明朗或风险较高的创新领域,应用研究部门通常会加大人力资本投入来替代物质资本。一旦发现技术路线有误或者基础科学有新进展,很容易就能调整研发方向,有效控制物质资本构成的沉没成本损失。当前各国受教育年限不断提高,世界范围内自然科学和工程人才培养持续扩招,使有研发资质的人群扩容,恰能满足应用研究部门的人才需求。对单个研发机构来说,劳动力买方市场结构使其不用担心用工成本负担,加大人员投入是其理性选择<sup>①</sup>。

(2)应用研究人员投入增长拖累基础研究宏观绩效的机制。宏观经济绩效并不等于微观收益的简单加总。虽然提高应用研究劳动力密集度符合单个研发机构利益,但整体层面可能引发“合成谬误”,导致其整合、对接、再开发基础型成果的效率降低。应用型成果规模增长的同时,可能难以有效促使产业部门开发新产品、催生新产业、形成新业态。

一方面,应用研究部门加大人员投入,稀释了劳均资产和收益,对重大创新项目的支撑力减弱。尤其以人力资本替代专用性实物资本,将抑制资产的质量和适配度,难以承载周期长、风险大、趋近前沿面的研发活动。研发人员得不到产出重大成果所需的资助强度和硬件设施,又面临着人员增多加剧同行竞争和考评压力的局面。为应对绩效考核,研发人员倾向进入对专用性物质资本要求较低的创新领域,采取不需要太多试验次数和物耗的研发路径,以相对浅显、易于理解、边际贡献不突出的基础成果作为知识来源,一定程度上选择性忽视具有根本性、突变性和先导性的理论成果,减弱对取得重大突破的追求,在既有技术路线上细致地完善修补。例如,把专利说明书写得更符合语法,改变个别不重要的参数或规格,采用新材料、新外观设计,只要产出数量足够多同样能够胜出,甚至期望收益还可能高于从事根本性创新的收益。

另一方面,内卷化会抑制应用研究人员回溯反馈的成效,基础研究得不到应用研究“反哺”。基础研究成果是对事物规律的抽象化总结,往往对应着多个应用领域,具有共性和外部性特征(Henard 和 McFadyen, 2005<sup>[16]</sup>; Gulbrandsen 和 Kyvik, 2010<sup>[19]</sup>; Akcigit 等, 2021<sup>[20]</sup>)。基础研究要取

<sup>①</sup> 应用研究部门加大人力资本投入还可能出于两方面微观动机:一是规模庞大的研发人员可保证足够多的相近类型专利产出,拥有较大市场容错空间;二是可推行研发过程的分割化,单个人无法掌握全部核心技术,避免关键人才流失造成重大损失。

得后续进展,或对既有成果修正完善,下游部门在开发过程中的反馈信息是必不可少的,可使其更贴近消费习惯、商业环境、规制制度或伦理评价,经过积累和集成优化对创新链下游活动提供新的启发。一旦人员拥挤导致应用研究过程分割化、知识碎片化,应用研究人员将无法掌握知识来源的全貌,也缺乏完成这一步骤的耐心,引起回溯反馈功能受限,基础研究的价值叠加效应被削弱,难以有效促进宏观经济效率提升。因此,本文提出如下假设:

$H_1$ :随着应用研究部门人员投入增加,基于基础研究成果的应用研究容易陷入内卷化,即应用研究人员投入在基础研究投入对宏观 TFP 的影响过程中起负向调节效应,应用研究人员拥挤抑制了基础研究投入对 TFP 的增进作用。

基础研究既是应用研究的源泉,还是应用研究部门向商业用户展示科学彻底性的名片(Van Raan 和 Van Leeuwen,2002)<sup>[15]</sup>。只要创新链发挥作用,基础科学能实现知识迁移,基础研究投入对一国 TFP 的整体影响依然为正。然而,若应用研究部门人员过度拥挤,使技术研发普遍难以取得实质性进展,则可能因无效科研投入和技术效率衰退,基础研究投入反而引起 TFP 降低。按照假设  $H_1$ ,应用研究人员增加促使基础研究投入对 TFP 的影响线性递减,但并不是说基础研究投入对 TFP 的边际效应一开始就为负。只有当应用研究人员拥挤超过一定限度,基础研究投入的正向影响递减至临界点以下时,边际效应才可能转为负值。因此,本文提出如下假设:

$H_2$ :基础研究投入对宏观 TFP 的影响关系具有门槛效应特征,当应用研究人员投入超过一定门槛值时,基础研究投入对 TFP 为负向影响,低于门槛值时为正向影响。

## 2. 制度供给对内卷化拖累效应的弱化作用

一国可通过强化制度供给遏制应用研究内卷化的不利影响,减弱其对基础研究投入增进 TFP 的拖累效应。人员拥挤造成的内卷化主要发生于创新链的第二步——科研创新,即研发人员不愿从事根本性创新,进入短平快的研发领域。面对这种道德风险,公共部门可借助激励性和制约性制度加以规制。一方面,提高社会保障强度。创新活动具有不确定性,若以覆盖面更广、更慷慨的社会政策托底,有助于减轻创新者的后顾之忧;随着人口素质提高和财富积累,劳动力市场的初次分配效应递减,有必要用再分配政策缩短社会流动阶梯两端的距离(蔡昉,2020)<sup>[21]</sup>。社会保障能够激励创新者“啃硬骨头”,增强科研群体内部流动性,提高其收益预期,缓解内卷化下的研发趋同和重复进入。另一方面,加强信用体系建设。社会信用体系越完善,征信信息越具有深度和广度上的优势,则研发短期行为越容易得到揭示和惩罚,“以次充好”“以多胜优”难以实现,倒逼研发人员主动维护自身科研声誉,以破解重大技术难题为目标,提升研发产出的质量。同时,严格的征信体系促使研发群体遵守同等水准的科研道德和规范,可使联合攻关及产学研合作的几率增大,推动单体项目的可支配资源扩容,拓展大科学装置的预算约束,分散创新风险,实现知识互补,催发根本性创新(Winnink 等,2016)<sup>[22]</sup>。

除了科研创新环节,针对产品创新的制度供给也有可能弥补应用研究人员拥挤的负面影响。基于基础研究的应用成果对产业有效供给,转化为产业实用技术,推动其开发新产品、新业态、新模式,才能完成基础研究驱动经济发展的“最后一跃”。企业家精神决定着产业部门对创新活动,尤其是对基于基础科学新进展的产品创新的投入。便利化、自由化的营商环境可使企业家的兴趣和精力不被寻租等非生产活动挤占(Baumol,1990<sup>[23]</sup>;Murphy 等,1993<sup>[24]</sup>;Boldrin 和 Levine,2004<sup>[25]</sup>),让其以较低成本实现“新的进入”。若内卷化造成科学知识向高质量应用成果转化不畅,则好的营商环境可能起到弥补作用,通过缩短商业循环周期加速上游创新及转化。因此,本文提出如下假设:

$H_3$ :一国在社会保障、信用体系、营商环境上表现越好,则越有可能弱化应用研究内卷化对基础研究投入增进 TFP 过程的拖累,即三个变量起正向的二次调节效应。

### 三、实证设计

#### 1. 实证模型

借鉴 Romer(1990)<sup>[26]</sup>、王文和孙早(2016)<sup>[27]</sup>等,基于知识资本增长模型,构建基础研究资本存量影响 TFP 的基准计量模型:

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 BR_{it} + \alpha_2 AR_{it} + \sum \beta_j X_{jit} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $TFP_{it}$  为被解释变量,表示国家  $i$  在第  $t$  年的 TFP,  $BR_{it}$  为基础研究的资本存量,  $AR_{it}$  为应用研究的资本存量,  $X_{jit}$  为一组其他控制变量,  $\mu_i$ 、 $\nu_t$ 、 $\varepsilon_{it}$  分别为个体固定效应、时间固定效应和随机扰动项。控制了  $AR_{it}$  及其他控制变量时,若  $BR_{it}$  的系数估计值  $\hat{\alpha}_1$  显著为正,则可证明基础研究资本投入能有效推动宏观 TFP 提升。

为验证假设  $H_1$ ,即应用研究人员拥挤化对基础研究投入增进 TFP 过程的拖累效应,引入应用研究的人员投入  $ARhum_{it}$ ,将该变量及其与  $BR_{it}$  的交互项纳入计量模型,即:

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 BR_{it} + \alpha_2 ARhum_{it} + \alpha_3 (BR_{it} \times ARhum_{it}) + \alpha_4 AR_{it} + \sum \beta_j X_{jit} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

根据 Jaccard 等(2003)<sup>[28]</sup>,如果在加入交互项  $BR_{it} \times ARhum_{it}$  后,方程整体拟合优度高于未加入时,且交互项系数估计值显著,则说明调节效应存在。若该系数估计值为负,则  $ARhum_{it}$  值越高,  $BR_{it}$  对  $TFP_{it}$  的边际效应越小,即应用研究人员投入增加弱化了基础研究对 TFP 的贡献。不过,在 Hainmueller 等(2019)<sup>[29]</sup>看来,即使交互项系数显著,也不能直接确信结果无偏。调节效应检验有可能无法通过线性交互作用(LIE)假设,或调节变量缺乏共同支持。LIE 假设要求核心解释变量对被解释变量的边际效应为如下形式:

$$ME_{BR} = \frac{\partial TFP}{\partial BR} = \alpha_1 + \alpha_3 ARhum \quad (3)$$

这意味着  $ARhum_{it}$  每增加一单位,则使  $BR_{it}$  对  $TFP_{it}$  的边际效应增加  $\alpha_3$  个单位,并且在  $BR_{it}$  的整个定义域内  $ARhum_{it}$  对  $BR_{it}$  的边际效应不变,即为常数  $\alpha_3$ 。假定存在两个不相等的  $BR_{it}$  值,分别为  $br1$  和  $br2$ ,在 LIE 假设下它们对应的  $TFP_{it}$  的差距则为:

$$\begin{aligned} Eff(br1, br2) &= TFP(BR = br1 | ARhum, X) - TFP(BR = br2 | ARhum, X) \\ &= [\alpha_0 + \alpha_1 br1 + \alpha_2 ARhum + \alpha_3 (br1 \times ARhum)] \\ &\quad - [\alpha_0 + \alpha_1 br2 + \alpha_2 ARhum + \alpha_3 (br2 \times ARhum)] \\ &= \alpha_1 (br1 - br2) + \alpha_3 (br1 - br2) ARhum \end{aligned} \quad (4)$$

这相当于不同  $BR_{it}$  值对应的  $TFP_{it}$  的差距取决于  $ARhum_{it}$ ,影响方向由交互项系数  $\alpha_3$  决定。以式(4)描述的情形为原假设,若在 Wald 检验下接受原假设,则可认为交互项对  $TFP_{it}$  的影响为线性,模型符合 LIE 假设。式(4)中还含有共同支持要求。既然  $BR_{it}$  对  $TFP_{it}$  的条件效应差异等于  $\alpha_0 + \alpha_1 br1 + \alpha_2 ARhum + \alpha_3 (br1 \times ARhum)$  与  $\alpha_0 + \alpha_1 br2 + \alpha_2 ARhum + \alpha_3 (br2 \times ARhum)$  两个线性方程之差,那么二者应得到来自调节变量的共同支持。具体表现为:①在  $ARhum_{it}$  的区间内任意值附近有足够多的观测点;②这些观测点下的  $BR_{it}$  值是有变化的或多样的。这样假设是为了避免线性函数对缺乏数据的区域过度外推或内插。为排除可能的偏性,得到式(2)的结果后再参照 Hainmueller 等(2019)<sup>[29]</sup>考察箱型(Binning)和核(Kernel)估计量。

按照假设  $H_2$ ,基础研究投入影响 TFP 的过程中可能存在门槛效应,当应用研究人员超出一定门槛值时,  $BR_{it}$  对  $TFP_{it}$  的边际效应转为负值。为检验门槛效应,精确测度门槛值位置及两侧的边际效应。参照 Hansen(2000)<sup>[30]</sup>,构建如下面板门槛效应模型:

$$TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot BR_{it} \cdot I(ARhum_{it} \leq \lambda_1) + \beta_2 \cdot BR_{it} \cdot I(\lambda_1 < ARhum_{it} \leq \lambda_2) \\ + \dots + \beta_n \cdot BR_{it} \cdot I(\lambda_{n-1} < ARhum_{it} \leq \lambda_n) + \beta_{n+1} \cdot BR_{it} \cdot I(ARhum_{it} > \lambda_n) \\ + \beta_{n+2} \cdot AR_{it} + \sum \theta_j X_{jit} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中,  $\lambda$  是待估的门槛值,  $I(\cdot)$  为指示函数, 满足括号内的条件为 1, 否则为 0。各门槛值可将研究样本划分为多个区间, 不同区间内  $BR_{it}$  的回归系数估计值有所差异。

假设  $H_3$  认为随着社会保障、信用体系、营商环境等方面改善, 应用研究人员拥挤对基础研究投入推动 TFP 提升的拖累效应相应有所缓解。为验证此假设, 设置社会保障  $Secur_{it}$ 、信用体系  $Credit_{it}$  和营商环境  $Busin_{it}$  三个变量, 分别作为二次调节变量纳入计量模型。以  $Secur_{it}$  作为二次调节变量时的情形为例, 有如下形式:

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 BR_{it} + \alpha_2 ARhum_{it} + \alpha_3 Secur_{it} + \alpha_4 (BR_{it} \times ARhum_{it}) \\ + \alpha_5 (BR_{it} \times Secur_{it}) + \alpha_6 (ARhum_{it} \times Secur_{it}) + \alpha_7 (BR_{it} \times ARhum_{it} \times Secur_{it}) \\ + \alpha_8 AR_{it} + \sum \beta_j X_{jit} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

根据式(6), 若在控制了  $BR_{it}$ 、 $ARhum_{it}$  和  $Secur_{it}$  以及它们两两之间的交互项之后, 三维交互项  $BR_{it} \times ARhum_{it} \times Secur_{it}$  的系数估计值  $\hat{\alpha}_7$  显著为正, 则意味着社会保障越强, 应用研究人员投入起到的负向调节效应越弱。以  $Credit_{it}$  和  $Busin_{it}$  为二次调节变量的检验路径同理。

## 2. 样本选择、数据来源与变量处理

考虑数据可得性, 以 2005—2018 年世界上 43 个有完整的分类型 R&D 投资支出统计的国家为研究样本。数据来源于联合国教育科学文化组织(UNESCO)统计数据库、世界银行数据库、国际劳工组织(ILO)数据库和中国国家统计局发布的《国际统计年鉴》等。

(1) 被解释变量。按照随机前沿生产函数的参数估计值, 测算得到技术进步(TC)、技术效率变化率(TEC)、规模效率变化率(SEC)和要素配置效率(FAEC), 四者相加为 TFP。对随机前沿函数的估计中采用误差修正模型。根据估计结果, 随机前沿函数整体解释性较好, 系数估计值均在 1% 水平上显著,  $\delta^2$ 、 $\gamma$ 、 $\mu$ 、 $\eta$  也都在 1% 水平上显著, LR 检验结果也表明  $u_{it}$  很好地服从截断正态分布。具体方法参见张军等(2009)<sup>[31]</sup>等。在数据处理时, 把总产出变量定义为各国 GDP(以 2010 年不变价美元衡量), 将资本投入表示为以永续盘存法测得的各国资本存量, 将劳动力投入表示各国的年内平均就业人数。用永续盘存法测算资本存量时, 采用 Pakes 和 Griliches(1980)<sup>[32]</sup>的方法测算起始年资本存量。其中, 借鉴 Coe 和 Helpman(1995)<sup>[33]</sup>把折旧率设为 0.05。以上所需数据主要来自世界银行<sup>①</sup>。

(2) 核心解释变量。基础研究和应用研究的资本存量为核心解释变量<sup>②</sup>。UNESCO 提供了各国分类型 R&D 投资支出的流量数据(单位为亿美元, 按照 2000 年购买力平价和 2005 年不变价美元衡量), 本文按照刘航和杨丹辉(2020)<sup>[34]</sup>, 以永续盘存法推算用于各类 R&D 的资本。推算方法及起始年存量的测算同 TFP 中宏观资本存量的算法, 考虑到用于 R&D 的实物资本具有更高折旧率, 此处折旧率设为 0.15。把两类 R&D 的资本存量取 ln 值, 得到变量  $BR$  和  $AR$ 。

(3) 调节变量。为确保稳健性, 设置了三种反映应用研究人员投入的变量: 一是应用研究部门的 R&D 人员的全职人力工时(单位: 万人小时)的 ln 值, 即人员投入的绝对规模, 记为  $ARhum1$ ; 二

① 在测算要素配置效率(FAEC)时需用到不同要素的投入成本占总成本比重, 进而涉及资本和劳动力的价格。资本价格用国际金融统计(IFS)提供的各国当年非金融机构贷款利率衡量; 劳动力价格采用国际劳工组织(ILO)提供的各国月平均工资(2010 年不变价美元)转换得的全年平均形式。

② UNESCO 提供的分类型 R&D 投资支出数据分为基础研究、应用基础研究和试验开发, 本文按照 Gersbach 等(2018)<sup>[1]</sup>的分类, 将后者合并为应用研究。

是每单位应用研究产出(单位:万件)包含的应用研究工时当量的 ln 值,其中应用研究的产出为居民和非居民专利申请量之和,该变量反映应用成果的劳动密集度,记为  $ARhum2$ ;三是每亿美元应用研究资本存量对应的应用研究工时当量的 ln 值,反映应用部门的资本—劳动配置偏好,即单位全职人力工时对应资本存量的倒数,记为  $ARhum3$ 。

(4)二次调节变量。本文设置了三个可能有助于弱化人员内卷化拖累效应的制度变量,分别作为二次调节变量纳入式(6)。一是社会保障(*Secur*)。该变量用社会缴款占财政收入之比表示,其中社会缴款为职工、用人单位、个体经营者所缴纳的社会保险缴款等,包括政府性社会保险计划的实际与应计缴款之和。二是信用体系(*Credit*)。本文用公共征信系统覆盖率和征信信息深度指数来衡量该变量,分别记为  $Credit1$  和  $Credit2$ 。三是营商环境(*Busin*)。该变量采用世界银行《营商环境报告》的开办企业便利度标准化指数,原始指数为百分制,为保持计量单位可比,做除以 100 处理。由于制度变量发挥作用存在滞后,故二次调节变量均前置 1 期。

(5)其他控制变量。一是人均国内生产总值( $\ln GDP$ )。高收入国家有着更充裕的资本存量,支撑市场主体采取先进技术、消化吸收外源技术和实现规模经济,用人均 GDP 的 ln 值表示。二是自然资源丰度(*Resour*)。“资源诅咒”假说认为自然资源充裕的国家或地区热衷追求资产回报,忽略了在技术进步和技术效率上的努力,以自然资源租金总额占本国 GDP 的比重表示。三是外商直接投资比重(*FDI*)。外商投资可对东道国特别是发展中国家带来技术溢出,缺乏专用性人力资本积累的国家又可能陷入“低端锁定”而难以获取动态结构效率,以外国直接投资净额占本国 GDP 比重表示。四是政府廉洁度(*Clean*)。根据奥尔森国家理论,在一个不廉洁的制度环境里,企业及利益集团为争夺公共产品而竞争,导致公共资源配置扭曲。该变量基于“透明国际”(Transparency International)发布的清廉指数,对其进行分级处理,当年得分最高的前三分之一国家为 3,中间三分之一为 2,最后三分之一为 1。五是外贸依存度(*FTD*)。无论进口还是出口,都有可能为本国贸易主体及其关联行业带来技术溢出效应,以货物贸易进出口总额与服务贸易进出口总额之和同本国 GDP 之比衡量。六是贸易竞争力(*TC*)。一国货物和服务净出口意味着国际市场对该国产业供给有较高依赖性,该国更有能力促使国际经济规则朝着利于自身的方向演进,以货物和服务贸易的顺差额同进出口总额之比衡量。七是城市化率(*Urban*)。城市化有助于获得聚集效率、规模效率和分工效率,增进宏观生产率,采用城市人口占比表示。

各变量指标解释及描述性统计如表 1 所示。可看到,变量  $TFP$  大概在 0 ~ 1 之间,均值为 0.595,标准差为 0.189,变异性较低;与之类似的是  $AR$ ,均值为 4.103,变异系数为 0.596;而  $BR$  以及  $ARhum1$ 、 $ARhum2$  和  $ARhum3$  均表现较明显的离散性,标准差或极差较大,说明这些变量的个体差异较大。

表 1 各变量的指标解释及描述性统计

变量	指标解释	均值	标准差	最小值	最大值
$TFP$	宏观全要素生产率	0.595	0.189	0.173	1.004
$BR$	基础研究资本存量的 ln 值	2.698	4.737	-72.235	8.393
$AR$	应用研究资本存量的 ln 值	4.103	2.444	-0.309	9.933
$ARhum1$	应用研究工时当量的 ln 值	6.634	5.203	-4.685	19.815
$ARhum2$	每万件专利包含应用研究工时当量的 ln 值	-0.093	2.284	-5.599	5.708
$ARhum3$	每亿美元应用研究资本存量对应的应用研究工时当量的 ln 值	2.531	3.206	-6.796	10.212
<i>Secur</i>	社会保障缴款占财政收入之比	0.229	0.135	0.000	0.473

续表 1

变量	指标解释	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Credit1</i>	公共征信系统覆盖率	0.124	0.209	0.000	1.000
<i>Credit2</i>	征信信息深度指数	0.676	0.138	0.000	0.800
<i>Busin</i>	开办企业便利度标准化指数除以 100	0.816	0.118	0.328	1.000
<i>lnGDP</i>	人均 GDP 的 ln 值	9.587	0.955	7.492	11.252
<i>Resour</i>	自然资源租金总额占 GDP 比重	0.031	0.067	0.000	0.456
<i>FDI</i>	外国直接投资净额占 GDP 比重	0.084	0.311	-0.432	4.517
<i>Clean</i>	“透明国际”清廉指数经分级处理	2.505	0.681	1.000	3.000
<i>FTD</i>	货物与服务贸易进出口总额同 GDP 之比	1.022	0.644	0.216	4.373
<i>TC</i>	货物与服务贸易顺差额与进出口总额之比	-0.012	0.101	-0.353	0.474
<i>Urban</i>	人口城市化率	0.700	0.134	0.398	1.000

### 3. 特征事实描述

根据基础研究资本存量(即 *BR*)中位数划分的不同组别对应的 TFP 核密度分布图如图 1 所示。相比基础研究投入低的组别,基础研究投入高组别的 TFP 分布整体右偏,峰值对应的 TFP 大于前者,且基础研究投入高组别在 TFP 超过 0.6 的区间内有大量样本分布,远多于前者,而在 TFP 较低的区间内样本分布少于前者。可见,基础研究投入高的样本更容易体现出明显的全要素生产率优势。

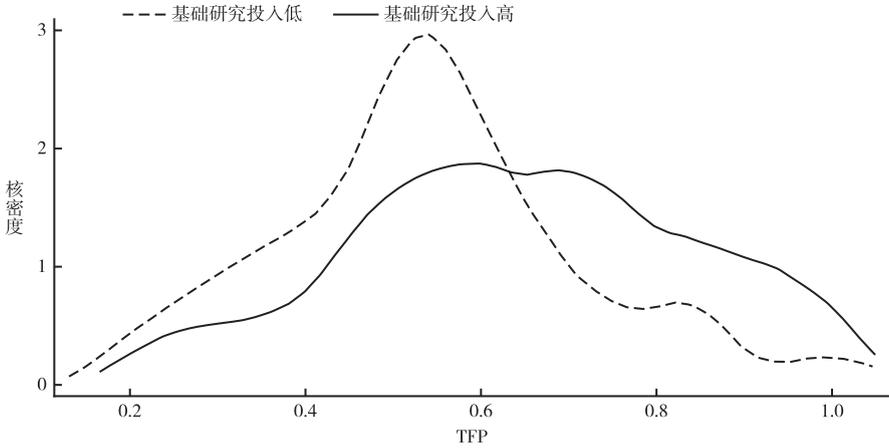


图 1 不同基础研究资本存量组别的 TFP 核密度图

再按照应用研究人员投入(即 *ARhum1*)的中位数进行分组,对比观察应用研究人员投入高和应用研究人员投入低的组别中,不同基础研究资本存量组别的 TFP 核密度分布,如图 2 所示。从图 2(a)中可以看出,在应用研究人员投入低的样本中,尽管基础研究投入低的组别比基础研究投入高的组别的核密度峰值更靠右,但前者集中度很高,导致在 TFP 较高的区间内并无多少样本分布。在应用研究人员投入高的样本中,基础研究投入低组别不但峰值分布比基础研究投入低组别更靠右,而且在 TFP 超过 0.8 的区间内有大量样本分布,远远超过后者,同时前者呈现“左断尾”特征,在 TFP 低于 0.4 的区间内基本无样本分布。图 2(b)明显地揭示出,当应用研究人员投入较高时,基础研究投入增长反而不利于 TFP 提升。假设  $H_1$  和假设  $H_2$  所描述的应用研究部门内卷化很

可能真实存在,拖累了基础研究驱动 TFP 提升的过程。当然,这只是未控制控制变量及固定效应时的分组核密度分布情况,要得到确信的结论,需进一步实证检验。

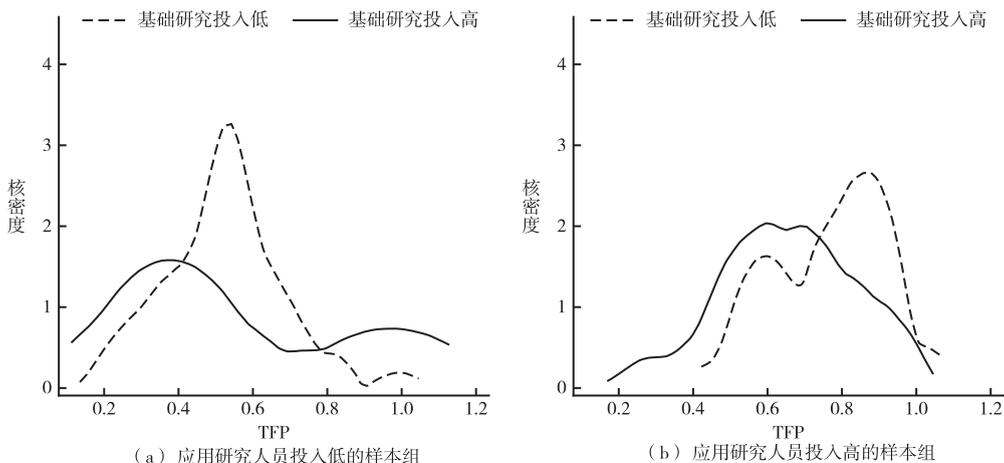


图2 按应用研究人员投入区分的不同基础研究资本存量组别 TFP 核密度图

## 四、基本实证结果

### 1. 基准检验结果

先测算核心解释变量及其他控制变量对 TFP 解释过程的方差膨胀因子(VIF),得到 VIF 均值为 1.92,最高的是  $\ln GDP$ ,因子为 3.81,低于临界值,即模型不受多重共线性干扰。再依据固定效应 F 统计量、随机效应 LM 统计量和 Hausman 检验结果,选择固定效应模型,基准检验结果如表 2 所示。结果显示:①无论是否加入 AR 及应用研究人员投入变量,BR 的系数估计值都至少在 10% 水平上显著为正,即基础研究资本投入能够有效驱动 TFP 提升;②AR 在多数情况下对 TFP 没有显著影响,只有控制了  $ARhum2$  时 AR 在 10% 水平上显著为正;③反映应用研究人员投入的三个变量对 TFP 的影响均显著为负,其中  $ARhum2$  显著性水平和系数绝对值最高<sup>①</sup>。这说明:第一,样本期内多数国家的基础研究资本投入都表现出了对经济发展的驱动力,其对 TFP 的积极影响强于应用研究资本投入,基础科学进展对生产前沿的拓展效应是应用研究难以替代的;第二,若限定了应用研究成果的劳动密集度,应用研究资本投入对 TFP 有积极影响,但其资本投入是为了配合人员扩张而增长,稀释了专利的资本含量,从而实际上无法体现出对 TFP 的明显作用;第三,单位专利对应的应用研究人员投入增长越快,越不利于一国 TFP 提升,即一旦人员投入增长快于专利增长,宏观经济将遭受很明显的效率损失。

表 2 的其他控制变量中,  $\ln GDP$  的系数显著为负,但控制了应用研究人员投入后变为不显著,这是因为高收入国家通常对应着更大研发人员规模,不利于 TFP 提升;  $Resour$  的系数显著为负,即“资源诅咒”在世界范围内普遍存在;  $FDI$  的系数为正但不显著,这说明利用外商直接投资有助于发挥要素禀赋的同时,还因跨国公司技术封锁而抑制了东道国沿着价值链攀升;  $Clean$  的系数显著为正,这意味着廉洁的政治环境能够使寻租和“租耗”得到避免;  $FTD$  的系数不显著,即多数国家不能通过贸易技术溢出;  $TC$  的系数显著为正,即开放度较高且具备较强竞争优势的经

① 这一结果是在控制了 AR 时得到的。此外,不控制 AR 时,  $ARHum1$ 、 $ARHum2$  和  $ARHum3$  的系数均显著为负,与表 1 列(4)~(6)中的结果相差非常小。这说明应用研究人员投入无论单独增长,还是与应用研究资本投入同步增长,都会损害宏观经济效率。

济体对应着较高的 TFP; *Urban* 的系数显著为正,这说明提高城市化率仍是各国实现效率型发展的重要途径。

表 2 不考虑调节效应时基础研究影响 TFP 的基准检验结果

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR</i>	0.0002 ** (2.07)		0.0002 ** (1.99)	0.0002 * (1.93)	0.0002 * (1.66)	0.0002 * (1.93)
<i>AR</i>		0.0010 (0.26)	0.0016 (0.39)	0.0005 (0.12)	0.0092 * (1.80)	-0.0009 (-0.22)
<i>ARhum1</i>				-0.0014 * (-1.69)		
<i>ARhum2</i>					-0.0116 *** (-3.74)	
<i>ARhum3</i>						-0.0014 * (-1.69)
<i>lnGDP</i>	-0.0213 * (-1.65)	-0.0224 * (-1.71)	-0.0220 * (-1.68)	-0.0203 (-1.53)	-0.0184 (-1.40)	-0.0203 (-1.53)
<i>Resour</i>	-0.1849 ** (-2.22)	-0.1858 ** (-2.23)	-0.1844 ** (-2.21)	-0.1950 ** (-2.34)	-0.1620 ** (-1.99)	-0.1950 ** (-2.34)
<i>FDI</i>	0.0052 (1.33)	0.0051 (1.30)	0.0051 (1.31)	0.0057 (1.46)	0.0055 (1.52)	0.0057 (1.46)
<i>Clean</i>	0.0074 ** (2.31)	0.0072 ** (2.23)	0.0072 ** (2.24)	0.0067 ** (2.06)	0.0077 ** (2.38)	0.0067 ** (2.06)
<i>FTD</i>	0.0088 (0.84)	0.0087 (0.83)	0.0085 (0.81)	0.0094 (0.91)	0.0121 (1.18)	0.0094 (0.91)
<i>TC</i>	0.1080 *** (4.67)	0.1080 *** (4.67)	0.1081 *** (4.67)	0.1102 *** (4.71)	0.1050 *** (4.67)	0.1102 *** (4.71)
<i>Urban</i>	0.3766 *** (4.77)	0.3881 *** (4.98)	0.3757 *** (4.77)	0.4176 *** (4.94)	0.4050 *** (5.01)	0.4176 *** (4.95)
常数项	0.5141 *** (3.58)	0.5131 *** (3.58)	0.5151 *** (3.59)	0.4844 *** (3.29)	0.4226 *** (2.89)	0.4844 *** (3.29)
调整 R <sup>2</sup>	0.9899	0.9899	0.9899	0.9900	0.9902	0.9900
F 检验值	6.8800	5.9500	6.3200	5.8500	7.0700	5.8500
样本数	602	602	602	602	602	602

注:\*\*\*、\*\*、\*表示估计系数分别在1%、5%、10%水平上显著,下同;括号中为稳健 *t* 值;各列同时控制了国家和年份固定效应;表3同

进而,按照式(2)把交互项加入计量模型,检验应用研究人员投入在基础研究投入促进 TFP 提升过程中的调节效应,结果如表 3 第(1)、(3)、(5)列所示。分别与表 1 第(4)、(5)、(6)列相比,加入交互项后拟合优度有明显提高,且三个交互项的系数均显著为负。这说明,随着  $ARhum1$ 、 $ARhum2$  和  $ARhum3$  增大, $BR$  对 TFP 的积极影响呈递减态势,负向调节效应显著存在。从而,假设  $H_1$  得到初步证明,即应用研究人员增长拖累了基础研究驱动宏观经济效率提升,技术创新环节存在内卷化。进一步,放松对应用研究资本投入的控制,假定该投入可随人员扩张而增长,观察上述调节效应是否还存在,即删除  $AR$  再检验,结果见表 2 第(2)、(4)、(6)列。此时,交互项  $BR \times ARhum1$  和  $BR \times ARhum2$  的系数变为不显著,这说明,无论应用研究人员规模增长,还是其与产出之比提高,只要应用研究资本投入随同增长,就不至于阻碍基础研究驱动经济发展; $BR \times ARhum3$  的系数仍显著为负,这说明,当资本投入不变且人员投入增长,或人员增长快于资本增长时,该负向调节效应便能被显著观测到。这反映了应用研究部门发生内卷化须具备其本质前提——劳均资源被稀释。若其资本存量同比例增长甚至增速超过人员扩张,那么应用研究也不会发生人员拥挤,基于基础成果进行技术创新时的内卷化就能避免。

表 3 对应用研究部门人员投入调节效应的基准检验结果

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$BR$	-0.0006 (-0.40)	0.0001 (0.17)	-0.0032* (-1.71)	-0.0023 (-1.17)	-0.0017 (-0.62)	0.0010 (0.57)
$ARhum1$	0.0026 (0.74)	-0.0014 (-1.53)				
$ARhum2$			-0.0096*** (-2.69)	-0.0065** (-2.05)		
$ARhum3$					0.0015 (0.47)	0.0008 (0.22)
$BR \times ARhum1$	-0.0017*** (-3.62)	-0.0001 (-0.21)				
$BR \times ARhum2$			-0.0014* (-1.80)	-0.0010 (-1.21)		
$BR \times ARhum3$					-0.0016** (-1.97)	-0.0009** (-2.13)
$AR$	0.0011 (0.25)		0.0117** (2.23)		-0.0018 (-0.41)	
$\ln GDP$	-0.0198 (-1.49)	-0.0196 (-1.48)	-0.0163 (-1.23)	-0.0146 (-1.11)	-0.0209 (-1.58)	-0.0214 (-1.65)
$Resour$	-0.1955** (-2.34)	-0.1958** (-2.34)	-0.1723** (-2.15)	-0.1791** (-2.24)	-0.1944** (-2.32)	-0.1935** (-2.30)
$FDI$	0.0056 (1.44)	0.0057 (1.46)	0.0057 (1.52)	0.0060 (1.55)	0.0058 (1.49)	0.0057 (1.48)

续表 3

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Clean</i>	0.0065 ** (2.00)	0.0066 ** (2.07)	0.0077 ** (2.39)	0.0084 *** (2.63)	0.0071 ** (2.15)	0.0069 ** (2.11)
<i>FTD</i>	0.0090 (0.86)	0.0093 (0.89)	0.0117 (1.14)	0.0121 (1.16)	0.0099 (0.94)	0.0095 (0.91)
<i>TC</i>	0.1094 *** (4.75)	0.1096 *** (4.71)	0.1043 *** (4.65)	0.1050 *** (4.61)	0.1116 *** (4.82)	0.1112 *** (4.78)
<i>Urban</i>	0.4173 *** (4.93)	0.4185 *** (4.94)	0.4436 *** (5.70)	0.4269 *** (5.68)	0.4225 *** (4.86)	0.4182 *** (4.78)
常数项	0.4803 *** (3.28)	0.4806 *** (3.29)	0.3827 *** (2.63)	0.4199 *** (2.91)	0.4871 *** (3.32)	0.4890 *** (3.34)
调整 R <sup>2</sup>	0.9911	0.9911	0.9914	0.9912	0.9911	0.9911
F 检验值	5.3400	5.6700	7.2800	7.9800	5.3900	5.4700
样本数	602	602	602	602	602	602

## 2. 稳健性检验

(1)最小二乘虚拟变量(LSDV)估计。LSDV 估计用个体差异定义虚拟变量,再将其全部纳入回归,这样容易由于变量过多而掩盖了与个体效应较紧密变量的影响。为此,本文对国家固定效应构成的虚拟变量设定约束条件——系数相加等于0,在约束条件下进行 LSDV 估计,结果如表4所示。可看到检验结果与表2、表3 差异不大,三个交互项的系数均显著为负。

表 4 稳健性检验(一):约束条件下的 LSDV 估计

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR</i>	0.0042 *** (2.94)	-0.0004 (-0.22)	0.0001 ** (2.10)	-0.0106 *** (-6.00)	0.0042 *** (2.94)	-0.0017 (-0.57)
<i>ARhum1</i>	-0.0041 (-1.45)	0.0020 (0.64)				
<i>ARhum2</i>			-0.0173 *** (-4.61)	-0.0103 *** (-2.71)		
<i>ARhum3</i>					-0.0041 (-1.45)	0.0010 (0.28)
<i>BR × ARhum1</i>		-0.0019 *** (-3.81)				
<i>BR × ARhum2</i>				-0.0045 *** (-6.08)		

续表 4

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR</i> × <i>ARhum3</i>						-0.0018** (-2.25)
<i>AR</i>	-0.0000 (-0.00)	0.0162** (2.09)	0.0346*** (7.20)	0.0409*** (8.58)	-0.0041 (-0.91)	0.0068 (1.03)
常数项	-0.1858* (-1.83)	-0.2715*** (-2.64)	-0.1002 (-1.08)	-0.2440*** (-2.62)	-0.1858* (-1.83)	-0.2134** (-2.09)
F 检验值	636.0800	623.2800	649.9400	679.8100	636.0900	625.6800
样本数	602	602	602	602	602	602

注:括号中为稳健 *t* 值;各列同时控制了国家和年份固定效应,且聚类至国家固定效应;省略了其他控制变量的结果报告,备索

(2) 替换核心解释变量。本文衡量基础研究和应用研究的资本投入时,以永续盘存法和固定折旧率测得存量指标。然而,盘存起始年距离样本期起始年较近,无法兼顾不同国家科研投资的历史差异;不同国家科研方向差异使得设备使用寿命未必服从同等折旧率。为确保稳健性,本文用基础研究和应用研究经费支出的流量来衡量资本投入,分别记为 *BR2* 和 *AR2*,替代 *BR* 和 *AR* 进行多维固定效应检验,结果如表 5 所示。相比表 2、表 3 结果变化不大,基础研究资本投入对 TFP 有显著的正向影响,该效应是应用研究无法替代的,三个交互项的系数均显著为负,且在控制了 *ARhum2* 及交互项时,应用研究资本投入体现出对 TFP 的显著增进作用。

表 5 稳健性检验(二):用流量衡量基础研究与应用研究资本投入

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR2</i>	0.0002* (1.96)	-0.0009 (-0.68)	0.0002* (1.74)	-0.0037** (-1.98)	0.0002** (2.00)	-0.0029 (-1.05)
<i>ARhum1</i>	-0.0014* (-1.71)	-0.0031 (-0.89)				
<i>ARhum2</i>			-.01288*** (-4.01)	-0.0134*** (-4.23)		
<i>ARhum3</i>					-0.0014* (-1.70)	-0.0028 (-0.83)
<i>BR2</i> × <i>ARhum1</i>		-0.0018*** (-3.95)				
<i>BR2</i> × <i>ARhum2</i>				-0.0016** (-2.07)		
<i>BR2</i> × <i>ARhum3</i>						-0.0020** (-2.38)

续表 5

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AR2	0.0018 (0.44)	0.0034 (0.78)	0.0113** (2.28)	0.0143*** (3.11)	0.0009 (0.21)	0.0008 (0.18)
常数项	0.4924*** (3.31)	0.4860*** (3.29)	0.4546*** (3.13)	0.4072*** (2.81)	0.4905*** (3.29)	0.4906*** (3.29)
调整 R <sup>2</sup>	0.9900	0.9911	0.9903	0.9914	0.9911	0.9911
F 检验值	5.6300	5.1900	7.2200	7.8200	5.5700	5.1100
样本数	602	602	602	602	602	602

注:括号中为稳健  $t$  值;各列同时控制了国家和年份固定效应;省略了其他控制变量的结果报告,备索;表 6、表 9 同

(3) 替换被解释变量。以专利产出密度(每百万人专利申请数量的  $\ln$  值)为被解释变量,其他设定不变,检验结果如表 6 所示<sup>①</sup>。以  $ARhum1$  或  $ARhum3$  为调节变量时,交互项系数不显著,而未加入交互项时,此二变量的系数显著为正,这说明应用研究人员投入越多或劳均资本越少,则越能刺激专利增长,研发人员“以多胜优”心态在各国普遍存在;以  $ARhum2$  为调节变量时,交互项系数显著为正,调节变量本身对专利数没有影响,这意味着专利的人工含量提高并不必然导致专利增长,但会使基础研究投入更能驱动专利增长。该结果与基准检验结果共同构成了一个完整的逻辑,即当基础研究资本投入和应用研究人员投入同时增多时,有更多的人围绕着更丰富的知识成果进行再开发,专利数必然随之增多、至少不会降低,但无法保证研究品位和质量,宏观经济将承受低水平重复研究带来的效率损失。

表 6 稳健性检验(三):把被解释变量替换为专利产出密度

变量	被解释变量:专利产出密度					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
BR	0.0039** (2.13)	0.0024 (0.29)	0.0052 (0.38)	0.3484*** (3.04)	0.0039** (2.13)	-0.0055 (-0.42)
$ARhum1$	0.9454*** (75.92)	0.9466*** (59.52)				
$ARhum2$			0.3128 (1.07)	0.1117 (0.35)		
$ARhum3$					0.9454*** (75.93)	0.9503*** (59.54)
$BR \times ARhum1$		-0.0006 (-0.18)				

<sup>①</sup> 根据理论分析,应用研究人员拥挤及内卷化发生在基础研究投入推动 TFP 增长过程中,而非应用研究部门本身,甚至单体研发组织还会受益于这种拥挤式竞争,专利数受此激励而增长,只不过质量偏低、创新幅度偏小、渐进式为主,无法有效满足产业部门对新技术的需求。也就是说,拥挤化削弱了基础研究投入对 TFP 的增进作用,但未必削弱其对应用型成果产出量的增进作用。对后者证伪更能凸显前者具有正确性和可信度。

续表 6

变量	被解释变量: 专利产出密度					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR</i> × <i>ARhum2</i>				0.1438 *** (2.95)		
<i>BR</i> × <i>ARhum3</i>						-0.0028 (-0.71)
<i>AR</i>	-0.6994 *** (-5.87)	-0.6936 *** (-4.86)	-1.6508 *** (-4.07)	-1.9013 *** (-3.96)	0.2460 ** (2.01)	0.2654 * (1.91)
常数项	6.8023 *** (5.11)	6.7648 *** (5.02)	-10.9710 (-1.22)	-6.9292 (-0.72)	6.8015 *** (5.10)	6.7430 *** (4.99)
调整 R <sup>2</sup>	0.9929	0.9929	0.8299	0.8515	0.9929	0.9929
F 检验值	1136.3900	1029.1300	10.0000	9.6200	1136.2600	1005.8000
样本数	602	602	602	602	602	602

(4) 二阶段最小二乘法(2SLS)检验。现实中经济绩效越好的国家可能越倾向扩大基础研究投入。此内生性问题有可能导致上文一系列检验结果有偏。以样本国家首都的年均气温和每单位国土面积人口数的 ln 值作为工具变量(IV)进行 2SLS 估计。纬度低、气温高、人口密度大的地区初始条件下农业单产较高,对动力机械装置的需求没那么旺盛,在长期历史发展中从事科学研究的意愿不如低气温地区,近代以来基础科学积累相对薄弱(戈德斯通,2010)<sup>[35]</sup>。这一差别会塑造地区特有的非正式制度安排,如产权保护习惯(Acemoglu 等,2001)<sup>[36]</sup>、人口预期寿命(Lorentzen 等,2008)<sup>[37]</sup>等,进而在当代科技发展中得到延续。2SLS 检验结果如表 7 所示<sup>①</sup>。弱化了内生性问题后,若以 *ARhum1* 和 *ARhum2* 为调节变量,则 *BR* 与之交互项的显著性水平不同程度地下降,但都在 10% 水平上显著,符号未变化,说明这两种情形下基准检验结果具有可信度。以 *ARhum3* 为调节变量时,交互项系数虽仍为负,但显著性水平不足。可见,尽管基准检验高估了应用研究内卷化对基础研究驱动经济发展的拖累效应,但前两种衡量方法下的应用研究人员投入变量仍在 10% 水平上显著起着负向调节作用。

表 7 稳健性检验(四):基于工具变量的 2SLS 检验

变量	被解释变量: <i>TFP</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>BR</i>	0.0044 ** (2.06)	-0.0004 (-0.30)	0.0048 ** (2.12)	0.0085 (1.42)	0.0047 ** (2.16)	-0.0003 (-0.13)
<i>ARhum1</i>	-0.0014 (-1.57)	-0.0001 (-0.08)				
<i>ARhum2</i>			-0.0086 ** (-2.73)	-0.0140 *** (-2.57)		

① 表 7 中各列 Kleibergen-Paap rk LM 统计量均拒绝“IV 与内生变量不相关”原假设,Cragg-Donald Wald F 统计量拒绝“IV 与内生变量有强相关性”原假设,K-P rk Wald F 统计量都明显大于 S-Y weak ID 检验 10% 水平下的临界值,即模型设定合理。

续表 7

变量	被解释变量:TFP					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>ARhum3</i>					-0.0011 (-1.21)	-0.0003 (-0.25)
<i>BR</i> × <i>ARhum1</i>		-0.0004* (-1.93)				
<i>BR</i> × <i>ARhum2</i>				-0.0028* (-1.72)		
<i>BR</i> × <i>ARhum3</i>						-0.0003 (-0.69)
<i>AR</i>	0.0116 (0.45)	0.0010 (0.15)	0.0195 (1.45)	0.0015 (0.20)	0.0115 (1.32)	-0.0012 (-0.17)
K-P rk LM 统计量	4.4300	8.2130	4.2250	36.6290	4.2660	10.2150
C-D Wald F 统计量	69.9260	96.7150	78.2370	18.9910	81.1240	101.0220
K-P rk Wald F 统计量	12.2610	19.9320	16.3850	21.1590	17.6050	12.2130
S-Y weak ID 检验临界值(10%)	8.9600	11.5900	8.9600	11.5900	8.9600	11.5900
样本数	602	602	602	602	602	602

注:括号中为稳健  $z$  值;省略了其他控制变量的结果报告,备索

### 3. 调节效应的 LIE 假设和共同支持检验

上文对假设  $H_1$  给出了基本经验证据,即应用研究人员投入越多,则越不利于基础研究驱动经济发展,弱化了基础研究投入对 TFP 的正向影响。按照 Hainmueller 等(2019)<sup>[29]</sup>,只有符合 LIE 假设且调节变量满足共同支持条件,调节效应检验结果才能确信。先对调节效应进行 Binning 估计,结果如图 3 所示。以 *ARhum1* 和 *ARhum2* 为调节变量时,TFP 对 *BR* 的线性回归线斜率均为负,低(L)、中(M)、高(H)三个边际效应系数估计值与该线较接近,Wald 检验接受了“交互作用为线性”原假设( $p$  值分别为 0.3680 和 0.5322),三个估计值分布较均匀,几乎平均分布在四分之一与四分之三分位数之间的数据区间。以 *ARhum3* 为调节变量时,线性回归线向上倾斜,三个估计值趋势不明显且分布偏右,虽然 Wald 检验接受了原假设,但 LIE 假设难以得到确信。

Binning 估计量只有三个点,Kernel 估计量则能更好地呈现数据区间内的完整曲线及其置信区间。对调节效应进行 Kernel 估计,可视化结果如图 4 所示。以 *ARhum1* 和 *ARhum2* 为调节变量时,边际效应估计量大致为随调节变量增大而降低的直线,足以验证此两种情形下的 LIE 假设。以 *ARhum3* 为调节变量时,边际效应线发生严重弯曲,LIE 假设不成立。而且,图 4(c)有着较宽泛的置信区间,说明以 *ARhum3* 为调节变量时该变量缺乏共同支持,而图 4(a)、4(b)的结果满足共同支持条件。再结合 2SLS 检验结果,可断定 *ARhum3* 对 *BR* 与 TFP 关系的调节为非线性的。

## 五、拓展性分析

### 1. 门槛效应检验

假设  $H_2$  提出基础研究投入对 TFP 的边际效应随应用研究人员增多而“由正转负”,为验证这

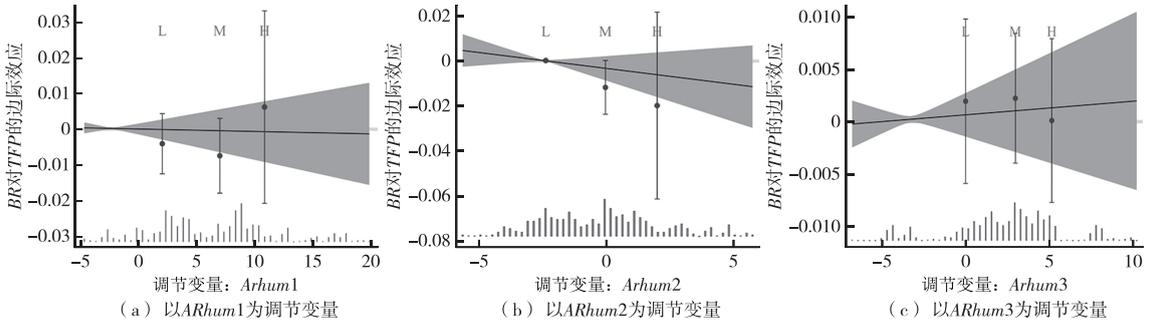


图 3 对调节效应的 Binning 估计结果

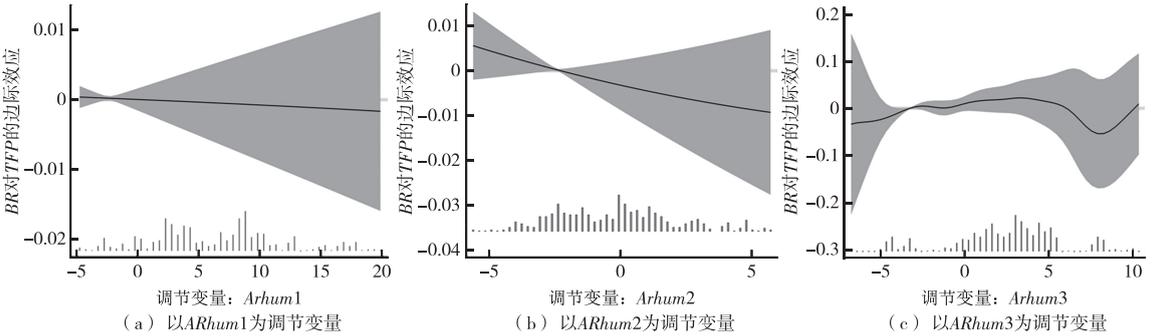


图 4 对调节效应的 Kernel 估计结果

一门槛效应,参照 Hansen(2000)<sup>[30]</sup>构建面板门槛效应模型进行检验,结果如表 8 所示。*ARhum3* 的调节效应无法通过内生性检验,且不符合 LIE 假设和共同支持,故不再考虑。检验中设置了 500 次 Bootstrap 法重复抽样,把异常值剔除概率设为 0.01,把其他控制变量和年份虚拟变量作为协变量。以 *ARhum1* 为门槛变量时,若控制 *AR* 则拒绝“不存在单一门槛”的原假设,但接受了“不存在双重门槛”原假设,即只存在一个门槛;若不控制 *AR* 则无门槛效应。以 *ARhum2* 为门槛变量时,若控制 *AR* 则拒绝“不存在单一门槛”并接受“不存在双重门槛”;若不控制 *AR* 则不存在门槛效应。无论是否控制 *AR*,单一门槛检验下的门槛估计值一致,只不过 F 统计量对应的显著性水平和置信区间内的极值有所差异,这说明门槛估计较稳健。

表 8 面板门槛效应检验

门槛变量	是否控制 <i>AR</i>	原假设	F 统计量	P 值	门槛估计值	95% 置信区间
<i>ARhum1</i>	是	不存在单一门槛	39.9000	0.0620	0.1789	[0.1122, 0.2121]
		不存在双重门槛	18.7700	0.3880	-0.3759	[-1.1458, -0.1291]
	否	不存在单一门槛	35.6000	0.1040	0.1789	[0.0975, 0.2121]
<i>ARhum2</i>	是	不存在单一门槛	44.5900	0.0980	1.8733	[1.7939, 1.8958]
		不存在双重门槛	20.7200	0.5460	2.3669	[2.2500, 2.4178]
	否	不存在单一门槛	29.4100	0.3700	1.8733	[1.7429, 1.8958]

绘制至少存在一个门槛情形下的似然比 (LR) 分布图,如图 5 所示,检验设置同表 8 一致。在图 5(a) 中,以 *ARhum1* 为门槛变量(控制 *AR*)时,有一个门限值处于 LR = 7.35 置信区间内,而双重门限未通过检验;在图 5(b) 中,以 *ARhum2* 为门槛变量(控制 *AR*)时,同样在 LR = 7.35 置信区间内只有单一门槛能够通过检验。

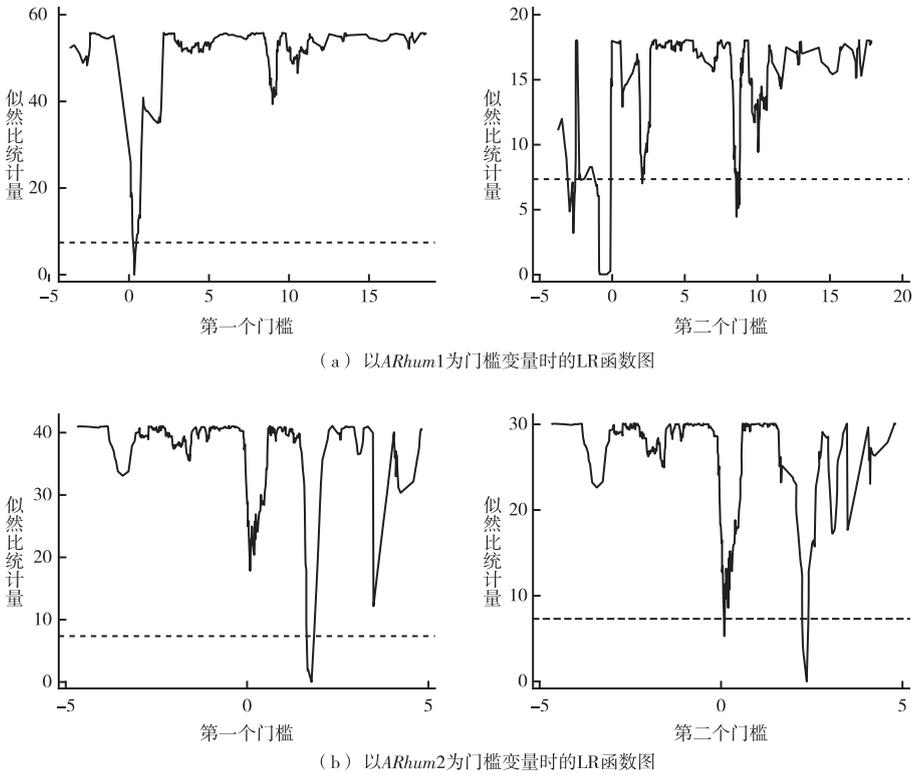


图5 不同门槛变量下的门槛效应 LR 分布图

门槛效应下不同区间固定效应回归结果如表9所示。当  $ARhum1 \leq 0.1789$  时,  $BR$  对 TFP 影响的系数为 0.0002, 对应的  $t$  值为 2.23; 当  $ARhum1 > 0.1789$  时,  $BR$  的系数为  $-0.0103$ , 在 5% 水平上显著为负。当  $ARhum2 \leq 1.8733$  时,  $BR$  的系数为 0.0007, 在 1% 水平上显著; 当其大于 1.8873 时,  $BR$  的系数转为在 5% 水平上显著为负。以上结果充分说明, 一旦应用研究人员投入的绝对量或相对量超出一定值, 内卷化的弊端便充分显现, 基础研究成果被应用部门吸收后, 不但无法有效转化为产业所需的技术专利, 还造成研发资源和人力资本的浪费及错配, 对 TFP 构成显著的负向作用。当然, 在低于门槛值区间内, 应用研究人员拥挤化的拖累效应同样存在, 只是还不至于引起基础研究投入对 TFP 形成负作用。人员拥挤对基础研究投入边际效应的消极影响在所有区间都存在, 上文也已证明该影响服从线性趋势; 此处进一步证明了随着该消极影响积累, 越过拐点后将明显导致基础研究投入低效化, 构成对经济发展的负向贡献。

表9 门槛效应下固定效应模型检验结果

变量	门槛变量: ARhum1	变量	门槛变量: ARhum2
	(1)		(2)
$BR(ARhum1 \leq 0.1789)$	0.0002** (2.23)	$BR(ARhum2 \leq 1.8733)$	0.0007*** (3.86)
$BR(ARhum1 > 0.1789)$	$-0.0103$ ** (-2.31)	$BR(ARhum2 > 1.8733)$	$-0.0115$ ** (-2.51)
AR	0.0069 (1.05)	AR	0.0227*** (3.38)

续表 9

变量	门槛变量:ARhum1	变量	门槛变量:ARhum2
	(1)		(2)
常数项	0.4029*** (2.82)	常数项	-0.2073 (-1.39)
F 检验值	626.7200	F 检验值	120.6300
ρ 值	0.9873	ρ 值	0.9768
样本数	602	样本数	602

2. 社会保障、信用体系和营商环境的二次调节效应

根据假设 H<sub>3</sub>, 在平均受教育水平和应用研究人员投入不可逆前提下, 要规避或弱化内卷化对基础研究驱动经济发展的拖累, 则需加强对研发人员或企业家的激励和规制。按照式(6), 分别以社会保障 Secur、信用体系 Credit1 和 Credit2 以及营商环境 Busin 为二次调节变量, 检验三维交互项的系数符号及显著性, 结果如表 10 所示。可看到, 三维交互项的表现在各列有所不同。以 Secur 为二次调节变量时, 三维交互项的系数显著为正。这说明提高社会保障强度可有效缓解应用研究人员拥挤的拖累效应。在较高福利条件下, 应用研究从业者可拉长研发周期, 让相对较稀薄的创新资源获得一个积累期, 仍有机会取得高质量专利成果, 或者受向上流动的激励而加大在重大科研创新上的努力, 最终推动 TFP 提升。以 Credit1 为二次调节变量时, 三维交互项显著为负。这可能是由于虽然人群覆盖面更广的信用体系能增进社会互信, 规避资产交易和金融借贷中的道德风险, 但无法有效监测科研中的投机行为, 反而导致研发人员为防止个人金融业务失信而缩短研发周期, 避重就轻从事研发以获得短期回报, 加剧了内卷化。以 Credit2 为二次调节变量时, 三维交互项为正, 但未通过显著性检验。这说明增强征信信息深度可拓展失信界定范围, 使科研的规范度和品位能被间接计入信用评价监管的量化体系。尽管该变量对应的三维交互项未通过检验, 但至少不像 Credit1 下的交互项显著为负, 不会明显地加剧内卷化。这反映了实施以粘合知识、促进分工、推动联合攻关为目标的科研人员专项规制势在必行。以 Busin 为二次调节变量时, 三维交互项的系数均不显著。这意味着, 若内卷化既已发生, 应用研究部门向产业供给的是突变性、前沿性较弱的成果, 那么即使制度环境能有效激发企业家精神, 企业界加速组织创新和商业模式革新, 也无法使宏观经济从基础研究投入中获得更多收益。而且, Busin 的系数在 1% 水平上显著为正, 这证实了以优化营商环境为目标的商事制度改革是经济效率提升的重要源泉; 只不过, 产业化作为科学研究推动经济发展的最后一环, 即使做得再好也无法弥补应用研究内卷化下低水平建设造成的效率损失。如果科研人员从事前沿引领技术、颠覆性新技术等根本性创新的动力或条件不足, 导致成果质量低下, 那么再好的商业创新也只能是“无源之水”。总之, 要通过制度优化来遏制内卷化的拖累效应, 着力点应尽量前移, 充分激励研发人员和团队, 构建良性的学术竞合生态, 而不应留到产业化阶段。

表 10 加入制度变量的二次调节效应检验

变量	被解释变量:TFP							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
BR	-0.0010 (-0.51)	-0.0061 (-1.47)	-0.0002 (-0.15)	-0.0052** (-2.26)	-0.0452 (-1.06)	-0.0642 (-1.60)	0.0012 (0.77)	-0.0067 (-1.47)

续表 10

变量	被解释变量:TFP							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>ARhum1</i>	0.0050* (1.82)		-0.0051*** (-4.09)		0.0208 (1.49)		-0.0066 (-1.47)	
<i>ARhum2</i>		0.0044 (0.46)		-0.0082* (-1.89)		0.0848** (1.98)		-0.0100 (-1.10)
<i>Secur</i>	-0.0991 (-1.11)	-0.3077*** (-3.58)						
<i>Credit1</i>			-0.0305* (-1.77)	0.0339 (1.31)				
<i>Credit2</i>					0.0138 (0.26)	-0.3628** (-2.03)		
<i>Busin</i>							0.0832*** (3.57)	0.0992*** (3.78)
二维交互项 1	-0.0006 (-1.61)	-0.0019 (-1.29)	0.0007** (2.16)	-0.0018** (-2.01)	-0.0010 (-0.39)	-0.0077 (-1.04)	0.0006 (0.89)	-0.0027 (-1.37)
二维交互项 2	-0.0284*** (-2.99)	-0.0733** (-2.12)	0.0224*** (3.36)	0.0159 (1.27)	-0.0458** (-2.27)	-0.1387** (-2.43)	0.0080 (1.24)	0.0017 (0.16)
二维交互项 3	0.0073 (0.56)	0.0364** (2.25)	0.0006 (0.10)	-0.0048 (-1.03)	0.0589 (1.11)	0.0951* (1.75)	-0.0024 (-1.05)	0.0020 (0.40)
三维交互项	0.0038*** (3.11)	0.0103** (1.98)	-0.0038*** (-4.47)	-0.0040** (-1.96)	0.0031 (1.14)	0.0117 (1.46)	-0.0010 (-1.20)	0.0009 (0.38)
<i>AR</i>	-0.0029 (-0.66)	0.0071 (1.35)	-0.0042 (-0.77)	0.0098 (1.62)	-0.0379 (-1.35)	-0.0221 (-0.67)	0.0006 (0.15)	0.0101** (2.08)
常数项	0.3147* (1.73)	0.3449* (1.93)	0.3857** (2.15)	0.4622** (2.40)	1.5708** (2.09)	2.2360*** (2.92)	0.6321*** (3.84)	0.4866*** (3.30)
调整 R <sup>2</sup>	0.9906	0.9906	0.9918	0.9914	0.9920	0.9917	0.9918	0.9921
F 检验值	6.1700	5.9800	6.8400	7.0700	6.7700	6.0800	7.3500	8.4700
样本数	541	541	512	512	172	172	602	602

注:括号中为稳健  $t$  值;各列同时控制了国家和年份固定效应;省略了其他控制变量的结果报告,备索;二维交互项为核心解释变量、调节变量与二次调节变量的两两交互项,三维交互项为三者交互项,以第(1)列为例,二维交互项 1~3 分别是  $BR \times ARhum1$ 、 $ARhum1 \times Secur$  和  $BR \times Secur$ ,三维交互项为  $BR \times ARhum1 \times Secur$ ,其他列以此类推

## 六、主要结论和政策启示

### 1. 主要结论

本文采用跨国面板数据,实证检验了基础研究投入驱动 TFP 提升过程中应用研究人员投入的调节效应。结果显示:①增加基础研究资本投入能够强烈推动 TFP 提升,该增进效应显著地受应用研究人员投入的负向调节;②一旦应用研究人员投入超出一定门槛值,基础研究投入不但无法有

效转化为产业所需的技术专利,还造成研发资源和人力资本的浪费错配,对 TFP 构成显著的负向作用;③加强社会保障可缓解人员拥挤对基础研究投入增进 TFP 的拖累,即有显著为正的二次调节效应,提高征信覆盖面容易加剧拖累效应,增强征信信息深度的影响不显著,改善营商环境虽对 TFP 有立竿见影的效果,但无法产生显著的二次调节效应。

## 2. 政策启示

我国面对实现创新引领高质量发展的任务,要坚持“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”理念,正确把握和处理科技人才的投入配比和激励方式。本文基于国际经验的研究可为相关决策提供可借鉴的思路。目前我国的现实是应用型科技人才队伍正快速扩容。这是不可逆的客观趋势,也为我国角逐新一轮科技革命提供了关键战略资源,但若在应用研究环节过度投入则容易引发内卷化,过于激烈的科研竞争和稀薄的劳均资源导致研发短期行为,阻碍基础研究成果转化。基于此,应从“激励人才”与“畅通链条”两方面防范内卷化的不利影响。

一方面,吸引更多优秀人才投身基础研究,优化完善业绩评价标准,推动形成扎实的科研作风。一是适度控制单一应用型人才过快增长和重复建设,侧重基础学科及其与应用学科交叉领域的人才培养储备。落实高校“强基计划”,激发和保护学生的学术探究冲动,鼓励不同科学领域和应用场景间的人才交流,支持学生研究兴趣转换,带动更大范围、更深层次、更高效的知识迁移。二是加快构建完善专业技术人员分类考核体系,出台对基础学科、边缘学科、冷门学科科研人员评价的专项指导意见,试点难度系数加权评分制,鼓励科研人员“啃硬骨头”。三是重视社会保障和科研征信对内卷化的遏制作用。通过成果权益分享和再分配,双向激励科研人员,过程平等与结果公平并重,规避消除短期行为,激发各类人才诚信敬业。

另一方面,厘清基础研究在创新链上的位置及其传播、转移、转化规律,调整投入方向,积蓄转化动能,推动基础研究、应用研究与产业化对接融通。推动科研资助方向多元化,避免重复进入热点领域。筛查清理各级各类科学基金的重复资助项目,杜绝基金申报书过度包装,要求申报者对科学属性和边际贡献举证。适度提高地区基金和团队类项目资助强度,针对专项项目、应急项目和联合基金,大幅提高资助比例,加强流程监管和成果鉴定。处理好财政投入为主的基础研究阶段与企业为核心的应用研究及产业化阶段的任务衔接、资金融通和风险分担。以国家战略科技力量为引领,推动主供合作、项目平台合作、大科学装置共享、区块链合作等多种形式的科研联合。减少产学研合作中的财政直接补贴(刘斐然等,2020)<sup>[39]</sup>,探索企业或非财政基金资助基础科学人才项目。培育专业化技术转移机构和技术经理人。

## 参考文献

- [1] Gersbach, H., G. Sorger, and C. Amon. Hierarchical Growth: Basic and Applied Research [J]. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2018, 90: 434 - 459.
- [2] Nelson, R. R. The Simple Economics of Basic Scientific Research [J]. *The Journal of Political Economy*, 1959, 67, (3): 297 - 306.
- [3] Hansen, M. T., and J. Birkinshaw. The Innovation Value Chain [J]. *Harvard Business Review*, 2007, 85, (6): 121 - 142.
- [4] 余泳泽, 刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究 [J]. *北京: 管理世界*, 2013, (7): 6 - 20.
- [5] Geertz, C. *Agricultural Involvement: The Process of Ecological Change in Indonesia* [M]. Berkeley, Calif: University of California Press, 1963.
- [6] 何亚群. 我国研究生教育质量保障体系创新研究——基于复杂系统的分析视角 [J]. *合肥: 研究生教育研究*, 2014, (6): 27 - 31.
- [7] 张铤, 程乐. 技术治理的风险及其化解 [J]. *北京: 自然辩证法研究*, 2020, (10): 42 - 46.
- [8] Zhang, Y., and J. Zhang. Exploring Regional Innovation Growth through a Network Approach: A Case Study of the Yangtze River Delta Region, China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2022, 32, (1): 16 - 30.

- [9] 房超,李正风,薛颖,等. 基于比较分析的人工智能技术创新路径研究[J]. 北京:中国工程科学,2020,(4):147-153.
- [10] Stiglitz, J. E. Intellectual Property Rights, the Pool of Knowledge, and Innovation[R]. NBER Working Paper, 2014, No. 20014.
- [11] 洪银兴. 科技创新阶段及其创新价值链分析[J]. 成都:经济学家,2017,(4):5-12.
- [12] 蔡跃洲,付一夫. 全要素生产率增长中的技术效应与结构效应——基于中国宏观和产业数据的测算及分解[J]. 北京:经济研究,2017,(1):72-88.
- [13] Zellner, C. The Economic Effects of Basic Research: Evidence for Embodied Knowledge Transfer Via Scientists' Migration[J]. Research Policy, 2003, 32, (10): 1881-1895.
- [14] Mansfield, E. Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing[J]. The American Economic Review, 1980, 70, (5): 863-873.
- [15] Van Raan, A. F. J., and T. N. Van Leeuwen. Assessment of the Scientific Basis of Interdisciplinary, Applied Research: Application of Bibliometric Methods in Nutrition and Food Research[J]. Research Policy, 2002, 31, (4): 611-632.
- [16] Henard, D. H., and M. A. McFadyen. The Complementary Roles of Applied and Basic Research: A Knowledge-Based Perspective[J]. The Journal of Product Innovation Management, 2005, 22, (6): 503-514.
- [17] Garicano, L. Hierarchies and the Organization of Knowledge in Production[J]. The Journal of Political Economy, 2000, 108, (5): 874-904.
- [18] Olson, E. M., O. C. Walker, and R. W. Ruekert, et al. Patterns of Cooperation During New Product Development Among Marketing, Operations and R&D: Implications for Project Performance[J]. The Journal of Product Innovation Management, 2001, 18, (4): 258-271.
- [19] Gulbrandsen, M., and S. Kyvik. Are the Concepts Basic Research, Applied Research and Experimental Development Still Useful? An Empirical Investigation Among Norwegian Academics[J]. Science & Public Policy, 2010, 37, (5): 343-353.
- [20] Akcigit, U., D. Hanley, and N. Serrano-Velarde. Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy, and Growth[J]. The Review of Economic Studies, 2021, 88, (1): 1-43.
- [21] 蔡昉. 创造与保护: 为什么需要更多的再分配[J]. 北京: 世界经济与政治, 2020, (1): 5-21.
- [22] Winnink, J. J., R. J. W. Tijssen, and A. F. J. van Raan. Theory-Changing Breakthroughs in Science: The Impact of Research Teamwork On Scientific Discoveries[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2016, 67, (5): 1210-1223.
- [23] Baumol, W. J. Entrepreneurship: Productive, Unproductive, and Destructive[J]. The Journal of Political Economy, 1990, 98, (5): 893-921.
- [24] Murphy, K. M., A. Shleifer, and R. W. Vishny. Why is Rent-Seeking so Costly to Growth? [J]. The American Economic Review, 1993, 83, (2): 409-414.
- [25] Boldrin, M., and D. K. Levine. Rent-Seeking and Innovation[J]. Journal of Monetary Economics, 2004, 51, (1): 127-160.
- [26] Romer, P. M. Endogenous Technological Change[J]. The Journal of Political Economy, 1990, 98, (5): S71-S102.
- [27] 王文,孙早. 基础研究还是应用研究: 谁更能促进TFP增长——基于所有制和要素市场扭曲的调节效应分析[J]. 西安: 当代经济科学, 2016, (6): 23-33.
- [28] Jaccard, J., R. Turrisi, and C. K. Wan. Interaction Effects in Multiple Regression, 2Nd Ed [M]. Los Angeles: SAGE Publications Inc., 2003.
- [29] Hainmueller, J., J. Mummolo, and Y. Xu. How Much Should We Trust Estimates from Multiplicative Interaction Models? Simple Tools to Improve Empirical Practice[J]. Political Analysis, 2019, 27, (2): 163-192.
- [30] Hansen, B. E. Sample Splitting and Threshold Estimation[J]. Econometrica, 2000, 68, (3): 575-603.
- [31] 张军,陈诗一, Gary H. Jefferson. 结构改革与中国工业增长[J]. 北京: 经济研究, 2009, (7): 4-20.
- [32] Pakes, A., and Z. Griliches. Patents and R&D at the Firm Level: A First Report[J]. Economics Letters, 1980, 5, (4): 377-381.
- [33] Coe, D. T., and E. Helpman. International R&D Spillovers[J]. European Economic Review, 1995, 39, (5): 859.
- [34] 刘航,杨丹辉. 高质量进口能带来成本节约效应吗[J]. 北京: 中国工业经济, 2020, (10): 24-42.
- [35] 杰克·戈德斯顿. 为什么是欧洲? ——世界史视角下的西方崛起(1500—1850) [M]. 关永强译. 杭州: 浙江大学出版社, 2010.
- [36] Acemoglu, D., S. Johnson and J. A. Robinson. The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation[J]. American Economic Review, 2001, 91, (5): 1369-1401.
- [37] Lorentzen, P., J. McMillan and R. Wacziarg. Death and Development[J]. Journal of Economic Growth, 2008, 13, (2): 81-124.
- [38] 刘斐然,胡立君,范小群. 产学研合作对企业创新质量的影响研究[J]. 北京: 经济管理, 2020, (10): 120-136.

# Will Basic Research Driving Economic Development be Dragged down by “Involution”? Empirical Analysis Based on Transnational Panel Data

LIU Hang<sup>1</sup>, SUN Da-wei<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, 710061, China;

2. Institute of Sociology, CASS, Beijing, 100732, China)

**Abstract:** Strengthening basic research and common key technology research related to the overall development situation is the key to building an innovative country and realizing innovation-driven development. Basic research starts from the thirst for knowledge, takes discipline logic as the main line and takes knowledge innovation as the goal, which is at the beginning of the innovation chain. Compared with applied research, the transformation cycle of basic research achievements is longer and more difficult, and the transformation effect is more sensitive to the institutional environment and supporting conditions. The innovation chain includes three sequential steps: knowledge innovation, scientific research innovation and product innovation. Among them, application research based on basic research achievements (i. e. scientific research innovation) is located in the middle link, and the completion of this link determines whether basic research can effectively drive economic development. In the applied research department, with more and more personnel input, the per capita resources or income are diluted, which makes it more difficult or risky for researchers to produce fundamental and significant achievements, which can easily lead researchers to take short-term behavior and fall into low-level repeated research. This phenomenon is similar to the “Involution” in the field of agriculture, that is, “growth without development”. If this phenomenon is common in most countries, it means that R&D investment is inefficient, which is a great waste of talents, knowledge and scientific research funds, and inhibits the process of basic research driving economic development.

Using panel data from various countries, this paper empirically tests the moderating effect of personnel investment in applied research departments in the process of basic research capital investment affecting total factor productivity (TFP). The results are as follows. 1) Basic research capital investment promotes TFP growth more strongly than applied research capital investment. 2) The promotion effect of basic research capital investment on TFP is significantly negatively regulated by the personnel investment of the applied research department. After relaxing the assumption that the applied research capital investment remains unchanged, the negative regulation effect becomes insignificant, that is, the involution of applied research has an obvious drag effect on the economic development driven by basic research. 3) Once the investment of applied researchers exceeds a certain threshold, the investment in basic research not only cannot be effectively converted into technical patents required by the industry, but also causes waste and mismatch of R&D resources and human capital, which has a significant negative effect on TFP. 4) Improving the intensity of social security can alleviate the drag of involution on basic research investment enhancing TFP, that is, there is a significant positive secondary regulation effect. Improving the coverage of credit reporting is easy to aggravate the adverse impact of involution, and the effect of enhancing the depth of credit information is not significant. Although optimizing the business environment has an immediate effect on TFP, it cannot produce a significant secondary regulation effect.

The above results show that with the increasing investment of application researchers, they are more motivated to redevelop based on basic achievements and output more patent achievements. However, the motivation to engage in innovation in high-risk fields such as key common technologies, cutting-edge leading technologies and disruptive new technologies is also weakened. Behind the patent growth is low-level repeated research and development, which is difficult to drive economic development. These provide important policy implications for China to promote high-quality development led by basic science. China should guard against the adverse effects of scientific research involution from the two aspects of “inspiring talents” and “unblocking the chain”. On the one hand, attract more outstanding talents to participate in basic research, optimize and improve performance evaluation standards, and promote the formation of a solid scientific research style. On the other hand, we should clarify the position of basic research in the innovation value chain and its propagation, transfer and transformation rules, adjust the direction of investment, accumulate the momentum of transformation, and promote the integration of basic research, applied research and industrialization.

**Key Words:** basic research; capital investment; personnel input; involution; innovation-driven development

**JEL Classification:** O33, O47, O15

**DOI:** 10.19616/j.cnki.bmj.2022.12.001

(责任编辑:吴海军)