

政府基础研究是否有助于经济增长^{*}

——基于内生增长理论模型的一个扩展

张小筠^{1a}，刘戒骄^{1b}，谢攀²

(1. 中国社会科学院: a. 研究生院, b. 工业经济研究所, 北京 100044;

2. 陕西师范大学国际商学院, 西安 710119)

摘要:中国经济增长正由投资驱动向创新驱动转变,创新的源头是基础研究,而基础研究的投资主体是政府。为考察政府基础研究对经济增长的影响,本文对 Romer (1990) 和 Jones (1995) 内生增长理论模型予以扩展,将研发部门扩展为基础研究部门和私人研发部门,将政府公共支出细分为基础研究支出、私人研发部门补贴和消费性公共支出,将劳动力细分为非熟练工人和科研人员且两者不可替代。对扩展后的模型求解一般均衡发现:提高政府基础研究支出比例会推动经济增长;政府补贴对私人部门研发支出具有挤出效应,减少补贴不会抑制经济增长;政府消费性公共支出会抑制政府基础研究对经济增长的推动作用;选择税率分别为 10%、20% 和 30% 的数值模拟结果也印证这一结论。

关键词:政府基础研究;政府研发补贴;消费性公共支出;挤出效应;经济增长

一、引言

近年来,以 Romer (1990)^[1] 为代表的内生增长理论为考察技术进步影响经济增长提供了基准的分析框架。他构建了一个包含研发和垄断竞争的一般均衡模型,该模型中厂商为获得垄断利润会不断增加研发支出,研发支出的增加推动了技术创新,技术创新又推动了新产品种类的增加,最终推动了经济增长。Romer (1990) 模型将外生技术进步正式内生,但该模型有一个特点即存在规模效应,只要增加科研人员数量就会提高经济增长率。对此,经济学家存在较多争议,其中以 Jones (1995)^[2]、Kortum (1997)^[3] 和 Segerstrom (1998)^[4] 为代表的经济学家们对 Romer (1990) 模型进行实证检验发现,战后 OECD 国家投入了大量的科研人员用于研发活动,但这些国家的经济却并未增长反而有下降趋势。为此, Jones (1995) 对 Romer (1990) 模型进行了改进,将知识存量的指数由等于 1 修正为小于 1 从而消除了规模效应。这一改进得到了研究学者的广泛支持,在此基础上,学者

们又进一步对 Romer (1990) 模型进行了扩展,例如一些学者在 Romer (1990) 模型中引入人力资本,发现人力资本和创新的相互作用有利于经济增长 (Lloyd - Ellis and Roberts, 2002^[5]; 杨立岩, 2003^[6]; Kosempel, 2004^[7]; 赖明勇, 2005^[8]; Papageorgiou and Fide, 2006^[9])。又如一些学者将财政政策引入模型,考察不同税收政策对经济增长的影响 (Zeng and Zhang, 2007^[10]; 严成樑 2013^[11]; 王宝顺, 2017^[12]) ;或是考察政府研发政策对经济增长的影响。在考察政府研发政策对经济增长影响的文献中,有的学者将政府研发政策描述为政府对私人部门的研发补贴 (Samaniego, 2007^[13]; Sener, 2008^[14]; 王军和张一飞, 2016^[15]) ,也有的学者将政府研发政策描述为政府对研发的总支出,没有对其进一步细分 (Park, 2004^[16]; 严成樑, 2009^[17])。

现实中政府研发政策是多方面的,政府不仅会对私人部门从事的一般性技术研发进行补贴,还会对非竞争性的基础研究进行支持。由于基础研究投资

作者简介: 张小筠 (1986 -), 女, 中国社会科学院研究生院博士研究生, 研究方向: 技术创新与产业经济; 刘戒骄 (1963 -), 男, 中国社会科学院工业经济研究所研究员, 博士生导师, 研究方向: 产业组织理论与政策; 谢攀 (1983 -), 男, 陕西师范大学国际商学院副教授, 厦门大学应用经济学博士后, 硕士生导师, 研究方向: 宏观经济理论与政策分析。

* 基金项目: 国家社科基金项目“供需均衡视角下的中国潜在经济增长率测算及增长要素分析”(16CJL011), 项目负责人: 谢攀; 陕西省社科界重大理论与现实问题研究项目“资本质量、投资效率与陕西经济提质增效的路径研究”(2018Z016), 项目负责人: 谢攀; 中国社会科学院创新工程项目“竞争政策理论前沿与政策走向”(SKGJCX2017-03), 项目负责人: 刘戒骄。

大、周期长、风险高且难盈利，私人部门往往没有足够的资金和积极性开展基础研究，我国基础研究经费几乎全部由政府承担。朱迎春（2017）^[18]根据科技部负责的研究机构的统计数据推算我国基础研究经费来源于政府资金的比例高达98%，政府对基础研究的投资力度直接决定了我国基础研究的投资强度。然而我国基础研究经费占全社会研发经费的比重一直偏低，成力为（2016）^[19]将中国与其他27个代表性国家和地区自2005年至2010年的科技指标进行分析比较发现我国基础研究支出比例过低，并从国家和企业层面的实证分析发现基础研究经费对政府的依赖性较强。柳卸林（2011）^[20]指出我国研发投入的快速增长并未带来产业核心技术创新能力的同步增长，其根源在于基础研究支出“比例失调”。张炜、吴建南等（2016）^[21]提出应正确认识基础研究的重要性，合理确定基础研究支出强度，提高基础研究在中央财政新增研发投资的比例。基础研究是开展其他一切研究的前提，基础研究支出不足会造成一国技术基础薄弱，原始创新能力不足，核心关键技术受制于人，不利于国家长期经济增长。党的十九大强调要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究，引领性原创成果重大突破。可见，当前国家日益重视基础研究，政府作为基础研究的投入主体，其重要性不言而喻。

通过文献回顾发现，对政府基础研究与经济增长问题的讨论大多出现在规范研究和实证研究中，而鲜有理论研究探讨。相关理论研究要么只是简单考察了政府研发支出整体对经济增长的影响，要么只考虑了政府私人部门研发补贴的影响，很少有研究将政府基础研究从政府私人部门研发补贴中区分开来，专门讨论政府基础研究对经济增长的影响。本文拟通过内生增长模型对这一问题予以理论探讨，将原模型中研发部门扩展为基础研究部门和私人研发部门，引入政府部门并假定政府公共支出用于支持基础研究、补贴私人研发和消费性公共支出，将劳动力细分为非熟练工人和科研人员且两者不可替代。在此基础上，对扩展后的理论模型求解一般均衡，并通过数值模拟考察政府基础研究对经济增长的影响。本文的现实意义在于，在当前我国原始创新能力不足和关键核心技术长期受制于人的严峻形势下，为政府优化研发政策，加大基础研究经费支出提供理论支撑。

二、我国基础研究支出的特征事实

（一）基础研究支出情况

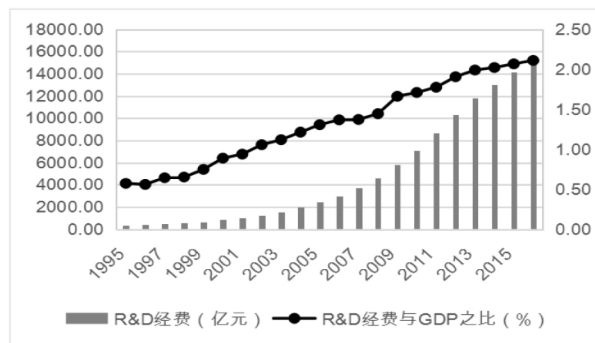


图1 我国基础研究经费及 GEBR/GERD 变化 (1995-2016年)

资料来源：根据中国科技统计年鉴（2017年）

整理

学术界常用基础研究经费与全社会研发经费的比值（简称为 GEBR/GERD 值）来衡量一个国家研发活动中知识创造和原始性创新活动所占的比重。近年来，在创新驱动发展战略的推进下，我国基础研究经费快速增长，已从1995年的18.06亿元跃升至2016年的822.89亿元，增长了45倍多（图1）。但是，我国 GEBR/GERD 值却常年维持在5%左右，远远落后于其他创新型国家，如捷克（31.0%）、瑞士（30.4%）、法国（25.2%）、美国（17.2%）、英国（16.9%）等，与同为亚洲国家的日本（12.5%）、韩国（17.2%）相比，GEBR/GERD 值相差也很大（图2）。日韩两国与我国科技发展历程较为相似，由于基础研究的长期性和不确定性，在工业发展初期时，日韩两国为获得低研发成本下的快速发展，并不重视基础研究，而将更多的资金和人力投入到一般性技术开发，采取技术模仿跟随战略。起初两国经济确实得到了迅速发展，然而在工业发展中后期，不重视基础研究的弊端逐渐显现，两国也意识到依赖模仿先进科技并非发展长久之计，因此纷纷提高了基础研究支出的比重^[22]。尤其是韩国，近几年在基础研究领域投资增长很快，2011年 GEBR/GERD 值为13%，2015年已增至17%^①。我国近几年虽逐渐开始重视基础研究，基础研究经费逐年上升，但我国研发经费的支出结构不够合理，基础研究支出明显不足，与其在科技创新活动中所处的重要地位明显不匹配^[23]。

① 数据来源于2015年《联合国教科文组织科学报告：面向2030》。

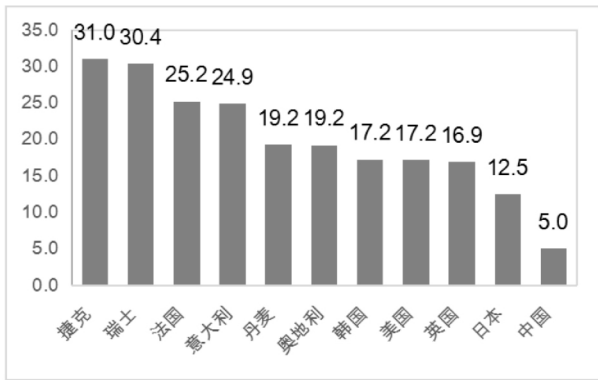


图2 部分国家 GEBR/GERD 比较
(2015 年或最近可得年份)

资料来源: 根据中国科技统计年鉴 (2017 年)

整理

(二) 政府基础研究支出情况

在我国基础研究支出明显不足的情况下, 政府资金作为基础研究经费的主要来源, 主要通过教育经费、科学事业费与专项经费等方式流向高等学校和政府研究机构^[24]。2008 - 2016 年, 不论中央还是地方政府, 财政科技支出和基础研究支出都在逐年增长 (表 1)。从基础研究支出结构来看, 中央政府基础研究支出约占 90% 左右, 地方政府基础研究支出仅占 10% 左右, 说明我国基础研究经费主要由中央政府承担 (图 3)。从中央政府财政科技支出来看, 2008 - 2016 年中央政府基础研究支出占中央本级财政科技支出比例大致保持在 15 - 20% 之间。以 2016 年为

例, 中央本级财政科技支出共 2686.1 亿元, 用于基础研究支出为 518.13 亿元, 占 19%。而同年美国联邦政府基础研究经费为 335.1 亿美元 (2218.362 亿元), 约占联邦政府研发资金的 23%^②。韩国政府基础研究经费占政府研发资金的 39%^③。相比之下, 中央政府基础研究经费远远不足, 中央政府基础研究经费占中央财政科技支出比例明显偏低。从地方财政科技支出来看, 地方财政科技支出占全国科技总支出的一半以上, 但用于基础研究的比例却不足 2%, 2016 年仅有 1.3%。而美国州政府研发资金仅占美国研发总支出的 3%, 但却有 55% 的比例用于基础研究。相比之下, 我国地方财政科技支出很多, 却对基础研究的贡献极小。

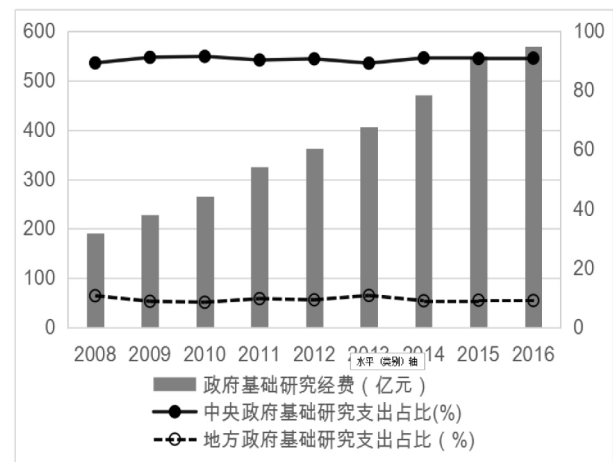


图3 2008 - 2016 年政府基础研究经费支出结构

资料来源: 根据财政部全国、中央、地方一般公共预算支出决算表 (2011 - 2016 年) 整理

表 1 2008 - 2016 年我国政府基础研究支出情况

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
全国财政科技支出 (亿元)	2129.2	2744.5	3250.2	3828.02	4452.63	5084.3	5314.45	5862.57	6563.96
其中: 基础研究科目 (亿元)	190.5	228.6	265.1	325.80	361.69	406.66	471.07	550.91	569.69
中央本级财政科技支出 (亿元)	1077.4	1433.8	1661.3	1942.14	2210.43	2368.99	2436.66	2478.39	2686.10
其中: 基础研究科目 (亿元)	170.2	208.6	242.7	294.26	328.13	362.91	428.84	500.45	518.13
基础研究支出/ 中央财政科技支出 (%)	15.8	14.5	14.6	15.2	14.8	16.0	17.6	20.2	19.3
地方财政科技支出 (亿元)	1051.9	1310.7	1588.9	1885.88	2242.90	2715.31	2877.79	3384.18	3877.86
其中: 基础研究科目 (亿元)	20.3	20.1	22.4	31.54	33.56	43.75	42.23	50.46	51.56
基础研究支出/ 地方财政科技支出 (%)	1.9	1.5	1.4	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.3

资料来源: 根据财政部全国、中央、地方一般公共预算支出决算表 (2011 - 2016 年) 整理。

② 根据美国 OSTP 公布的 2017 年联邦政府研发预算数据整理。

③ 数据来源于韩国国家科学技术审议会暨运营委员会公布的《第三届科学技术基本计划 (2013 年 - 2017 年)》。

图4为1980-2016年美国、日本、韩国、法国的政府基础研究与人均GDP的散点图^④。可以看出,这些国家的政府基础研究与人均GDP存在着显著的正相关性(美国、日本、韩国在 $P < 0.001$ 水平下显著,法国在 $P < 0.1$ 水平下显著)。在我国,政府作为基础研究的投资主体其重要性不言而喻,而我国财政支出结构中基础研究支出比例严重偏低,致使我国知识创造和原始性创新能力非常薄弱,无法摆脱核心

关键技术长期受制于他国的不利局面,这势必会影响到我国经济的持续发展。因此,未来加强基础研究、增强原始创新能力势在必行,特别是在企业和社会没有动力、没有能力投入的情况下,政府对基础研究的支持就显得尤为重要^[25]。那么,这一经验事实是否能够得到理论研究的支持,则是本文需要解决的问题。

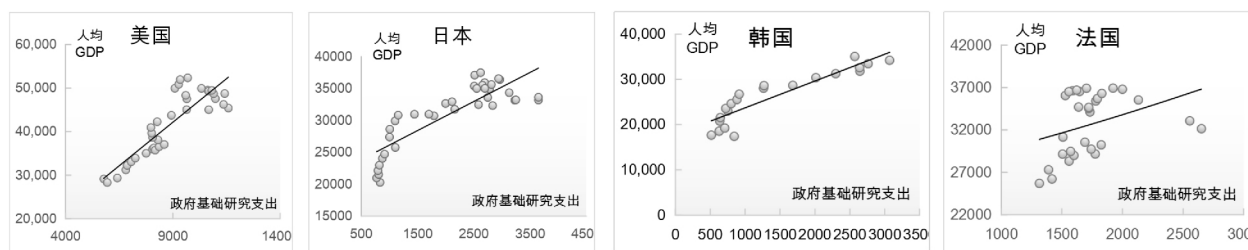


图4 政府基础研究支出与人均GDP

资料来源: OECD 数据库。

三、理论模型

本文基于 Romer (1990) 和 Jones (1995) 内生增长理论模型讨论一个封闭经济,包含如下六个部门^[26]:

(一) 最终产品生产部门

假设最终产品部门有一个代表性的厂商,只生产1种最终产品,其产量用 Y 表示。最终产品部门通过雇佣非熟练劳动 L 和投入机器设备 X 来生产最终产品。其中,非熟练工人的劳动力供给无弹性,即无论工资如何变化,劳动力供给都不会发生改变; x_i 表示第 i 种机器设备的投入量,它由机器设备生产部门的厂商来提供, $i \in [0, A_1]$ 。根据水平创新模型通常的设定^⑤, A_1 表示机器设备的种类。由于最终产品部门是完全竞争的,可以设定最终产品的生产函数为Cobb-Douglas形式,表示为:

$$Y = L^\alpha \int_0^{A_1} x_i^{1-\alpha} di \quad \text{其中}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (1)$$

最终产品部门需要支付给非熟练工人的工资设为 w_L ,则 $w_L L$ 为劳动力投入成本。最终产品生产部门需要从其上游部门(机器设备生产部门)购买机器设备^⑥,第 i 种机器设备的价格由提供该种机器设备的垄断厂商给定,设为 p_i ,则 $\int_0^{A_1} p_i x_i di$ 为机器设备投入成本。假设最终产品单价为1,最终产品生产出来需要交税,税率为 τ ,则最终产品生产商的收益为

$$(1 - \tau) L^\alpha \int_0^{A_1} x_i^{1-\alpha} di, \text{ 利润为: } (1 - \tau) L^\alpha \int_0^{A_1} x_i^{1-\alpha} di - w_L L - \int_0^{A_1} p_i x_i di。$$

最终产品部门可以选择劳动和机器设备数量实现自身利润最大化:

$$\max_{L, \{x_i\}} \left\{ (1 - \tau) L^\alpha \int_0^{A_1} x_i^{1-\alpha} di - w_L L - \int_0^{A_1} p_i x_i di \right\}$$

一阶条件可得

$$\text{非熟练工人的工资: } w_L = (1 - \tau) \alpha L^{\alpha-1} \int_0^{A_1} x_i^{1-\alpha} di \quad (2)$$

$$x_i \text{ 的反需求函数: } p_i = (1 - \tau) (1 - \alpha) L^\alpha x_i^{-\alpha} \quad (3)$$

(3)式表示对第 i 种机器设备的需求量由第 i 种机器设备的价格 p_i 决定,即 $x_i = x(p_i)$ 。

(二) 机器设备生产部门

假设机器设备生产部门由很多厂商构成,每个厂商只生产一种机器设备,且每个厂商生产的机器设备互不相同。这种不同是因为假定机器设备厂商的上游部门(私人研发部门)研发出一种新的技术成果后,机器设备厂商就会购买此项技术成果(购买后可永久性使用,因此该支出为固定成本),并根据技术成果生产出独有的机器设备品种,从而成为该机器设备品种的垄断供应商。机器设备生产部门需要投入资本

④ 由于韩国和法国某些年份数据缺失,这里韩国使用1996-2016年数据,法国使用1986-2016年数据。

⑤ 根据Romer(1990), A_1 指种类,即创新是通过增加新的种类来提高生产率,因此称为水平创新模型。

⑥ 假设机器设备在完成最终产品生产后会完全折旧。

进行生产，生产 1 单位的机器设备需要投入 1 单位的资本，资本利息为 r 。则生产第 i 种机器设备的投入为 rx_i ，收益为 $p_i x_i$ ，机器设备生产部门的利润为： $p_i x_i - rx_i$ 。

机器设备生产部门可以选择生产 x_i 的数量来最大化自身利润：

$$\pi = \max_{x_i} \{p_i x_i - rx_i\} \quad (4)$$

(3) 式代入 (4) 式，得到 $\pi = \max_{x_i} \{ (1 - \tau) (1 - \alpha) L^\alpha x_i^{1-\alpha} - rx_i \}$ ，该利润函数满足最终产品部门对机器设备的最优需求。根据一阶条件可求得机器设备生产部门的资本利息：

$$r = (1 - \tau) (1 - \alpha)^2 L^\alpha x_i^{-\alpha} \quad (5)$$

(5) 式代入 (4) 式，得到机器设备生产部门利润函数：

$$\pi = \alpha (1 - \tau) (1 - \alpha) L^\alpha x_i^{1-\alpha} \quad (6)$$

(5) 和 (6) 式的 x_i 既是机器设备的最优供应量，也是最终产品部门的最优需求量。

(三) 私人研发部门

私人研发部门为营利部门，主要从事一般技术研发，研发出来的技术成果全部销售给机器设备生产部门。新技术成果的创造是在已有技术成果和基础科学知识的基础上产生的，同时这一过程需雇佣科研人员。内生增长模型中的研发生产函数最早是由 Romer (1990) 提出来的，形式为： $\dot{A} = \delta H A$ 。为消除规模效应，Jones (1995) 将 Romer (1990) 的研发生产函数做了改进，形式为： $\dot{A} = \delta H^\lambda A^\omega A_2^\eta$ 。本文沿用 Jones (1995) 的研发生产函数形式。假设新研发的技术用 \dot{A}_1 表示，已有技术成果用 A_1 表示，已有基础科学知识用 A_2 表示，私人部门科研人员数量用 H_1 表示。私人研发部门的生产函数可表示为：

$$\dot{A}_1 = \delta_1 H_1^\lambda A_1^\omega A_2^\eta \quad (7)$$

其中， $\delta_1 > 0$ 表示私人部门技术研发成功的概率， $0 < \lambda < 1$ 表示私人部门人力资本弹性系数， $0 < \omega < 1$ 和 $0 < \eta < 1$ 分别表示已有技术成果和基础科学知识对技术研发的贡献率。

由于基础研究具有很强的外部性和非排他性，基础研究一旦有新的发现则由全社会免费共享。因此，根据 (7) 式，私人部门的研发成本仅为科研人员的工资报酬，用 $w_H H_1$ 表示，其中 w_H 为科研人员工资。从事研发活动的收益为技术成果的销售收入，用 $P_{A_1} \dot{A}_1$ 表示，其中 P_{A_1} 为技术成果的价格，则研发部门

的利润为： $P_{A_1} \dot{A}_1 - w_H H_1$ 。若政府对私人部门研发活动进行支持，则利润函数将会变化。假设政府对技术成果的销售给予一定比例的补贴 $s P_{A_1} \dot{A}_1$ ，其中 s 为补贴率。则在政府的支持下私人研发部门的利润为： $(1 + s) P_{A_1} \dot{A}_1 - w_H H_1$ 。

市场均衡时令利润为 0，可得到私人研发部门的科研套利方程：

$$(1 + s) P_{A_1} \dot{A}_1 = w_H H_1 \quad (8)$$

根据 Romer (1990) 的模型设定，为使整个经济体能够达到市场均衡，机器设备部门的垄断利润必须用于购买私人研发部门的技术成果。这样，机器设备生产的垄断利润抵消了私人研发部门的投入成本，均衡时整个经济体的利润为 0。否则机器设备生产部门会有更多的厂商进入瓜分垄断利润，私人研发部门也没有动力进行研究。由此可得：

$$P_{A_1} = \int_t^{+\infty} \pi(s) e^{-\int_t^s r(v) dv} ds \quad (9)$$

$$(9) \text{ 式求导后，得到：} r = \frac{\dot{\pi}}{\pi} + \frac{\dot{P}_{A_1}}{P_{A_1}} \quad (10)$$

(四) 基础研究部门

基础研究部门主要从事基础科学知识的探索 and 发现，基础研究的新发现需投入已有基础科学知识，并雇佣科研人员。基础研究的新发现用 \dot{A}_2 表示，从事基础研究的科研人员数量用 H_2 表示。基础研究部门的生产函数可表示为：

$$\dot{A}_2 = \delta_2 H_2^\lambda A_2^\omega A_1^\eta \quad (11)$$

其中， $\delta_2 > 0$ 表示基础研究新发现的成功概率。值得注意的是，相比一般性技术研发，基础研究具有更大的不确定性，因此基础研究新发现的成功概率要比一般性技术研发的成功概率小很多，即 $\delta_2 < \delta_1$ ； $0 < \omega < 1$ 表示基础研究部门的人力资本弹性系数， $0 < \eta < 1$ 表示已有基础科学知识对基础研究新发现的贡献率。基础研究部门为非营利部门，基础科学知识不能用于销售，政府承担了基础研究的全部开支，根据 (11) 式，即为基础研究部门科研人员的工资 $w_H H_2$ 。

(五) 家庭

假设经济由连续同质的家庭构成，家庭的总测度为 1，每个家庭只有 1 个个体且具有无限生命。家庭可以选择劳动、消费或休闲以实现自身效用最大化：

$$\max_{c,l} \int_0^{+\infty} \frac{(C^v (1-l)^{1-v} G^t)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} e^{-\rho t} dt \quad (12)$$

其中, $0 < v < 1, \zeta > 0, (1 - \sigma)(v + \zeta) < 1, l$ 为劳动时间, 则 $(1 - l)$ 表示休闲, C 表示消费, G 表示政府消费性公共支出, v 和 ζ 描述了家庭对消费、休闲和消费型公共支出的偏好, $\sigma > 0$ 是消费跨期替代弹性的倒数, 反映家庭风险偏好的参数, $\rho > 0$ 是主观贴现率。

内生增长框架下的家庭预算约束方程为:

$$\dot{K} = rK + w_l L + w_H(H_1 + H_2) + \int_0^{A_1} \pi_i di - P_{A_1} \dot{A}_1 - C \quad (13)$$

通过求解消费者优化问题, 得到:

$$\frac{C}{1 + (\sigma - 1)(v + \zeta)} = \frac{r - \rho}{1 + (\sigma - 1)(v + \zeta)} \quad (14)$$

(六) 政府

政府的作用是调节资源分配。假设政府财政收入来源于对最终产品征税的收入, 财政支出用于承担全社会基础研究经费 $w_H H_2$ 、补贴私人研发部门 $s P_{A_1} \dot{A}_1$ 及消费性公共支出 G 。

$$\tau Y = s P_{A_1} \dot{A}_1 + w_H H_2 + G \quad (15)$$

其中, τ 为税率。假设消费性公共支出是总收入一个既定比例, 记为 $\beta, 0 < \beta < \tau$, 则

$$G = \beta Y \quad (16)$$

(16) 式代入 (15) 式, 得到:

$$(\tau - \beta) Y = s P_{A_1} \dot{A}_1 + w_H H_2 \quad (17)$$

(17) 式的含义为: 剔除了消费性公共支出后用于基础研究和私人部门研发补贴的政府研发支出。假设其中 $0 < \varepsilon < 1$ 的份额用于基础研究, $0 < 1 - \varepsilon < 1$ 的份额用于补贴私人研发部门, 则 (17) 式可改写为:

$$\varepsilon(\tau - \beta) Y = w_H H_2 \quad (18)$$

$$(1 - \varepsilon)(\tau - \beta) Y = s P_{A_1} \dot{A}_1 \quad (19)$$

四、模型求解与数值模拟

(一) 模型求解

在市场均衡条件下, 最终产品生产部门选择非熟练劳动数量 L 与机器设备投入数量 x_i 使自身利润最大化; 机器设备生产部门选择生产机器设备数量 x_i 使自身利润最大化; 私人研发部门选择雇佣科研人员数量 H_1 使自身利润最大化; 基础研究部门雇佣科研人员 H_2 的支出由政府承担; 家庭在预算约束前提下通过选择消费 C 和劳动时间 l 使自身福利最大化; 政府预算约束方程每期均衡。

最终产品市场出清: $Y = C + \dot{K}$

机器设备市场出清: 最终产品生产部门对机器设备的需求量正好等于机器设备生产部门的供给量。

研发市场出清: 技术成果的价格 P_{A_1} 正好等于机器设备生产部门垄断利润的贴现值。

劳动力市场出清: $l = L + H_1 + H_2$

资本市场出清: 机器设备生产部门对资本的需求量正好等于家庭的资本供给量。

$K = \int_0^{A_1} x_i di$, 由于对称性, $x_i = x, i \in [0, A_1]$, 则:

$$K = A_1 x \quad (20)$$

(20) 式代入 (1) 式, 得到: $Y = (A_1 L)^\alpha K^{1-\alpha}$ (21)

(20) 式、(21) 式代入 (2) 式, 得到: $w_L = \alpha(1 - \tau)(Y/L)$ (22)

(20) 式、(21) 式代入 (5) 式, 得到: $r = (1 - \tau)(1 - \alpha)^2(Y/K)$ (23)

(20) 式、(21) 式代入 (6) 式, 得到: $A_1 \pi = \alpha(1 - \alpha)(1 - \tau)Y$ (24)

另外, 可以证明, 在平衡增长路径 (BGP) 上, 消费、产出、资本和一般技术研发以相同的速度增长, $\frac{C}{Y} = \frac{K}{Y} = \frac{\dot{A}_1}{A_1} = \frac{Y}{Y} = g$ 。

由 (8) 式得到: $(1 + s) P_{A_1} A_1 \frac{\dot{A}_1}{A_1} = w_H H_1$ (25)

由 (10) 式和平衡增长路径的定义, 得到 $\dot{P}_{A_1} = 0$, 则 (10) 变为 $r = \frac{\pi}{P_{A_1}}$, 从而 $P_{A_1} = \frac{\pi}{r}$, 代入

(25) 式, 得到 $(1 + s) \frac{\pi A_1}{r} g = w_H H_1$, 并结合 (24) 得到:

$$\frac{(1 + s) \alpha(1 - \alpha)(1 - \tau) Y}{r} = w_H H_1 \quad (26)$$

(26) 式除以 (18) 式, 得到:

$$\frac{(1 + s) \alpha(1 - \alpha)(1 - \tau) g}{\varepsilon(\tau - \beta) r} = \frac{H_1}{H_2} \quad (27)$$

根据 (7) 式, 每单位投入到技术研发的人力资本边际生产率为 $\frac{\lambda \dot{A}_1}{H_1}$, 每单位基础科学知识投入的边

际生产率为 $\frac{\theta \dot{A}_1}{A_2}$; 根据 (11) 式, 每单位投入到基础

研究的人力资本的边际生产率为 $\frac{\omega \dot{A}_2}{H_2}$ 。市场均衡时,

基础研究与技术研发的边际生产率应该相等, 即:

$$\frac{\lambda \dot{A}_1}{H_1} = \frac{\omega \dot{A}_2}{H_2} \frac{\theta \dot{A}_1}{A_2} \quad (28)$$

$$(28) \text{ 式简单整理后: } \frac{\dot{A}_2}{A_2} = \frac{\lambda}{\omega\theta} \frac{H_2}{H_1} \quad (29)$$

对 (7) 式等号两边除以 A_1 ，得到 $\frac{\dot{A}_1}{A_1} = \delta_1 H_1^{-\lambda} A_1^{\varphi-1} A_2^\theta$ ，等号两边取对数，并由平衡增长路径的定义，可得 $(1-\varphi)\ln A_1 = \theta \ln A_2$ ，等号两边对时间求导得到： $\frac{\dot{A}_2}{A_2} = \frac{(1-\varphi)}{\theta} g$ ，结合 (29) 式，得到：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\lambda}{\omega(1-\varphi)g} \quad (30)$$

(30) 式代入 (27) 式，得到：

$$\frac{(1+s)\alpha(1-\alpha)(1-\tau)g}{\varepsilon(\tau-\beta)r} = \frac{\lambda}{\omega(1-\varphi)g} \quad (31)$$

由 (19) 式，结合 (10) 式、(24) 式，得到：

$$\frac{s\alpha(1-\alpha)(1-\tau)Y}{r} g = (1-\varepsilon)(\tau-\beta)Y \quad (32)$$

化简整理得到：

$$s = \frac{r(1-\varepsilon)(\tau-\beta)}{\alpha(1-\alpha)(1-\tau)g} \quad (33)$$

由 (14) 式，在平衡增长路径上， $\frac{\dot{C}}{C} = g =$

$\frac{r-\rho}{1+(\sigma-1)(v+\zeta)}$ ，化简整理得到：

$$r = (1+(\sigma-1)(v+\zeta))g + \rho \quad (34)$$

(33) 式、(34) 式代入 (31) 式，化简整理得到：

$$\{\omega(1-\varphi)(1-\varepsilon)(\tau-\beta)[1+(\sigma-1)(v+\zeta)] + \alpha\omega(1-\varphi)(1-\alpha)(1-\tau)\}g^2 + \{\rho\omega(1-\varphi)(1-\varepsilon)(\tau-\beta) - \lambda\varepsilon(\tau-\beta)[1+(\sigma-1)(v+\zeta)]\}g - \rho\lambda\varepsilon(\tau-\beta) = 0$$

根据上式，我们可以考察政府基础研究对经济增长的影响。因方程复杂且没有解析解，本文利用 MATLAB 数值模拟求解以上问题。

(二) 数值模拟

本文在一个基准经济下进行分析，借鉴 Lucas (1990) 设定消费跨期替代弹性的倒数 σ 为 2，主观贴现率 ρ 为 0.02^[27]。借鉴严成樑 (2009) 设定劳动力产出的弹性系数 α 为 0.3，家庭对消费偏好的指数 v 为 0.276，家庭对消费性公共支出偏好的指数 ζ 为 0.3。借鉴 Jones (1995) 设定私人研究部门和基础研究部门的人力资本弹性系数 λ 和 ω 为 0.5，借鉴 Werner (2014) 设定已有技术成果对私人部门技术研发成功率的影响 φ 为 0.2^[28]。

政府基础研究与经济增长的关系如图 5 所示。其

中横轴表示政府基础研究支出占政府研发总支出的比例 ε ，纵轴表示经济增长率 g 。可以看出，当税率和政府消费性公共支出固定时，增加政府基础研究支出比例将提高经济增长率。对这一结论的经济解释是：首先，政府基础研究支出比例增加时，基础研究部门则会有更多的资金雇佣更多的科研人员用于基础研究，这有助于提升基础研究部门生产率，使基础研究的新发现增多；其次，私人部门的技术研发依赖于基础研究，基础研究新发现增多有助于提升私人研发部门生产率，使技术研发的新成果增多；再次，技术成果是生产机器设备的必要投入，技术成果增多有助于提升机器设备生产部门生产率，加快机器设备的更新速度，从而有助于提升最终产品的生产率，最终体现在平衡增长路径上经济增长率的提升。

此外，当政府基础研究支出比例增加时，政府对私人研发部门的补贴支出比例则减少，那么，私人研发部门补贴减少是否会不利于经济增长呢？从表 2 可以看出，政府基础研究支出比例 ε 增加时，用于私人研发部门补贴的支出比例 $(1-\varepsilon)$ 减少，私人研发部门技术成果销售补贴率 s 也将变小。例如当政府研发支出的 10% 用于基础研究时，剩下的 90% 则用于补贴私人研发部门。由于私人研发部门经费主要由自身承担，政府只是对私人研发部门技术成果的销售给予一定比例的补贴，根据 (33) 式计算，最终私人部门获得的补贴率 s 为 87.1%。当政府对私人研发部门补贴的支出比例 $(1-\varepsilon)$ 由 90% 降至 80% (降幅为 10%) 时，私人研发部门获得的补贴率 s 由 87.1% 降至 70.9% (降幅为 16.2%)；当政府对私人研发部门补贴的支出比例 $(1-\varepsilon)$ 由 80% 降至 70% (降幅同为 10%) 时，私人研发部门获得的补贴率 s 由 70.9% 降至 60.0% (降幅为 10.9%)。以此类推，政府私人研发部门补贴支出同比例下降时，私人研发部门技术成果销售补贴率虽在下降，但下降的幅度是逐渐减缓的。对此的经济解释是：私人研发部门会根据政府研发补贴的变化而调整自身的研发支出。当政府用于私人研发部门补贴的资金减少时，私人研发部门出于最大化自身利益考虑，仍需维持必要的研发支出，此时只能通过增加自身研发支出实现。相反，当政府用于私人研发部门补贴的资金增加时，私人研发部门资金已足够覆盖最大化自身利益的研发活动时，则会减少自身研发支出。可见，政府补贴对私人部门研发支出具有挤出效应。由于挤出效应，私人研发部门会增加自身研发支出以保证自身利益最大化，那么，政府私

人研发部门补贴支出比例的减少就不会造成私人研发部门生产率的下降，也就不会抑制经济增长。由此可以得出，政府基础研究支出比例增加时，政府私人研

发部门补贴支出比例虽减少，但综合来看仍有助于经济增长。

表2 政府基础研究支出和私人研发部门补贴变化 ($\tau = 0.3, \beta = (3/4)\tau$) 单位: %

政府基础研究支出比例 ε	10	20	30	40	50	60	70	80	90
政府私人研发部门补贴支出比例 $(1 - \varepsilon)$	90	80	70	60	50	40	30	20	10
私人研发部门技术成果销售补贴率 s	87.1	70.9	60.0	50.5	41.7	33.1	24.7	16.4	8.2
私人研发部门技术成果销售补贴率降幅	16.2	10.9	9.5	8.9	8.6	8.4	8.3	8.2	

从图5还可以看出，当政府消费性公共支出比例增加时 (β 分别取 $\frac{1}{2}\tau, \frac{2}{3}\tau, \frac{3}{4}\tau$)，政府研发支出比例 $\tau - \beta$ 将减少，使政府基础研究支出和私人研发部门补贴支出都将减少，这会造成基础研究部门科研人员的绝对流失，进一步造成基础研究部门和私人研发部门生产率下降，从而造成技术开发成果减少，机器设备更新变慢，最终产品生产率下降，最终导致经济增长率的下降 (表现为图5中的曲线向下移动)。由此可以得出，政府消费性公共支出会挤出政府基础研究支出，抑制政府基础研究对经济增长的推动作用。

7)。可以发现，不同税率下，政府基础研究对经济增长的影响都是正向的，政府消费性公共支出增加会抑制政府基础研究的经济增长效应。另外，假设固定税率用于消费性支出的比例 β ，当税率 τ 由0.1增加到0.3时，政府用于研发资金的比例 $\tau - \beta$ 将增加，则政府基础研究支出和政府私人研发部门补贴都将增加，这使得基础研究部门可以雇佣更多的科研人员，从而使基础研究部门和私人研发部门的生产率都将提高，则会有更多新品种的机器设备用于最终产品生产，最终导致经济增长率的提升 (表现为图5-7的曲线向上移动)。即当政府征税是为研发支出融资时，征税会加强政府基础研究的增长效应。

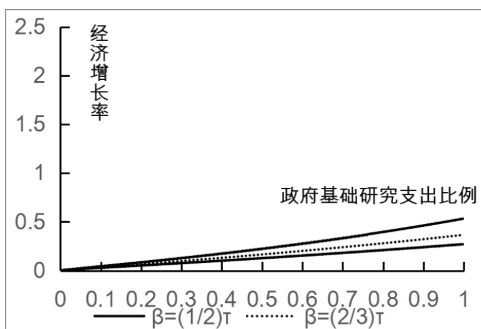


图5 政府基础研究支出比例对经济增长的影响 ($\tau = 0.1$ 时)

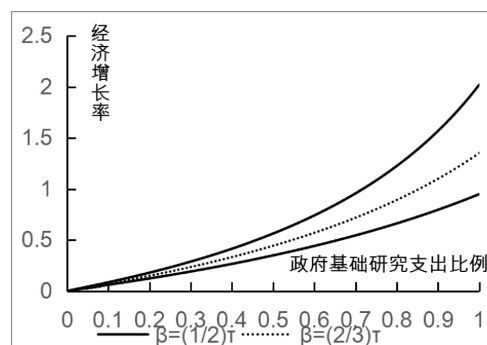


图7 政府基础研究支出比例对经济增长的影响 ($\tau = 0.3$ 时)

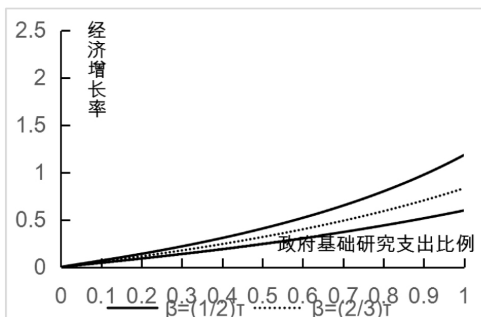


图6 政府基础研究支出比例对经济增长的影响 ($\tau = 0.2$ 时)

根据现行的税制结构特征，不失一般性，我们分别令 τ 取0.1、0.2、0.3时，来考察不同税率条件下政府基础研究对经济增长的影响是否一致 (图5 -

(三) 稳健性检验

为考察政府基础研究支出对经济增长的影响是否稳定，我们对模型进行稳健性检验。当改变某个或某几个参数的取值后，考察数值模拟结果是否与基准参数取值下的结果保持一致。若一致，说明政府基础研究支出对经济增长的影响是稳健的，这种影响不随参数取值的变化而变化；否则，说明这种影响是不稳健的，不能作为一般性结论。本文随机给出4组不同参数取值 (表4)，数值模拟的结果见图8。可以发现，当参数取值改变时，政府基础研究支出比例对经济增长的影响程度有所改变，但影响的方向都是正向的，即提高政府基础研究支出比例会推动经济增长。这与

上文描述的结论一致，说明政府基础研究对经济增长的影响是一致且稳健的，至少没有足够证据支持提高政府基础研究支出比例会扭转对经济增长的正向影响甚至产生负向影响。退一步说，尽管政府基础研究对

经济增长的影响在量上仍需实证支持，本文通过理论研究证实了政府基础研究对经济增长存在质（正向）的影响。因此可以得出一般性结论：增加政府基础研究支出能够推动经济增长。

表 3 不同情况下的参数取值

参数	α	λ	ω	φ	ρ	σ	v	ζ
情景 1	0.65	0.3	0.2	0.5	0.03	2	0.276	0.3
情景 2	0.9	0.2	0.1	0.7	0.03	2	0.276	0.3
情景 3	0.02	0.8	0.7	0.1	0.03	2	0.276	0.3
情景 4	0.5	0.4	0.6	0.9	0.03	2	0.276	0.3

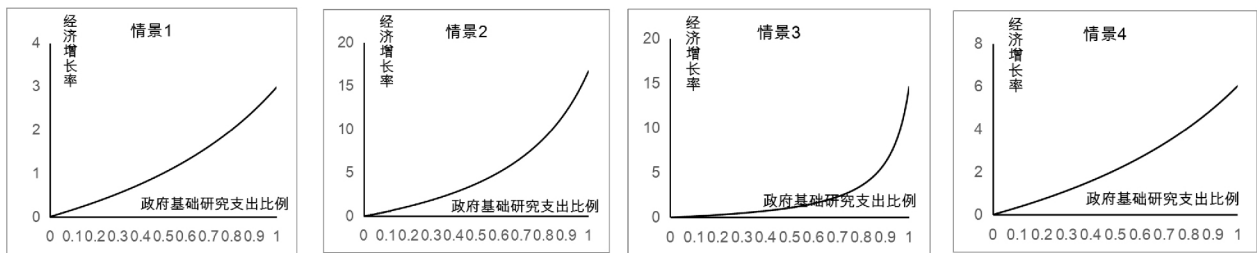


图 8 稳健性检验

五、结论及政策建议

本文选择在 Romer (1990) 和 Jones (1995) 内生增长模型的基础上进行扩展研究，一是将研发部门扩展为基础研究部门和私人研发部门，二是将政府公共支出细分为基础研究支出、私人研发部门补贴和消费性公共支出，三是将劳动力细分为非熟练工人和科研人员且两者不可替代。在扩展后的模型中通过数理模型推导求解一般均衡发现：（1）增加政府基础研究支出比例会推动经济增长；（2）政府补贴对私人部门研发支出具有挤出效应，但减少政府补贴不会抑制经济增长；（3）政府消费性公共支出会抑制政府基础研究对经济增长的推动作用；（4）选择税率分别为 10%、20% 和 30% 的数值模拟结果也印证了这一结论。根据以上研究结论，本文为改进政府研发政策提出下建议：

1. 优化财政科技支出结构。在企业、地方政府基础研究支出严重不足的情况下，中央政府在支持基础研究方面仍需发挥主体作用。现阶段我国中央政府用于基础研究的资金不足 20%，这一比例与世界科技先进的国家差距较大。因此未来应逐步提高中央财政科技支出用于基础研究支出的比例，尽快与发达国家基础研究支出保持一致。对于地方政府，目前地方财政科技支出用于基础研究的比例非常小，未来应大幅提高地方财政对基础研究支出的比例，形成中央和地方支持基础研究发展的联动机制。需注意的是，地方基础研究和国家基础研究的定位应有所区别，地方

应遵循国家关于基础研究的总体部署的同时围绕地方发展的实际需要，发挥地方在资源、产业等方面的优势，确定基础研究的发展方向。

2. 多渠道支持基础研究。加强政府对高等学校、科研机构基础研究的经费投入力度，加强中央五类财政科技计划（专项、基金），特别是国家自然科学基金对基础研究的资助力度，积极引导和鼓励企业和社会力量对基础研究支出，促进高校、科研院所与企业开展基础研究领域的产学研协同创新，形成全方位、多层次、多渠道的支持格局，为我国建成创新型国家、实现创新驱动发展提供知识基础和人才支撑^[29]。

3. 适当减少政府一般性研发补贴。由于创新具有外部性且投入大、风险高，在新技术发展初期，企业研发活动确实需要政府补贴政策的支持。但当市场发育趋于成熟，技术趋于稳定，企业规模和盈利能力足以支持研发活动时，政府若继续实行补贴政策，就可能造成企业利用政府资金替代了自身研发资金，产生挤出效应。同时，由于政府与企业之间的信息不对称，补贴还可能产生逆向选择行为（如新能源汽车“骗补”现象），导致市场机制被扭曲，企业创新积极性被抑制。因此，对于一般性、竞争性研发项目，政府应适当弱化甚至取消研发补贴政策，交由市场机制决定创新资源分配和企业优胜劣汰^[30]。这样政府将有更多的资金用于支持前沿基础研究和行业共性关键技术研发，而这些都属于竞争前领域，不能完全由市场推动，因此更需要政府的支持。

参考文献:

- [1] Romer P. Endogenous Technological Change [J]. Journal of Political Economy, 1990, 98.
- [2] Jones C. R&D - Based Models of Economic Growth [J]. Journal of Political Economy, 1995, 103(4): 759 - 784.
- [3] Kortum S. Research, Patenting, and Technological Change [J]. Econometrica, 1997, 65(6): 1389 - 1419.
- [4] Segerstrom P. Endogenous Growth Without Scale Effect [J]. American Economic Review, 1998, 88(5): 1290 - 1310.
- [5] Lloyd - Ellis H. Endogenous Technological Change and Wage Inequality [J]. American Economic Review, 1999, 89(89): 47 - 77.
- [6] 杨立岩, 潘慧峰. 人力资本、基础研究与经济增长 [J]. 经济研究, 2003(04): 72 - 78 + 94.
- [7] Kosempel S. A theory of development and long run growth [J]. Journal of Development Economics, 2001, 75(1): 201 - 220.
- [8] 赖明勇, 张新, 彭水军等. 经济增长的源泉: 人力资本、研究研发与技术外溢 [J]. 中国社会科学, 2005(02): 32 - 46 + 204 - 205.
- [9] Papageorgiou C, Perez - Sebastian F. Dynamics in a non - scale R&D growth model with human capital: Explaining the Japanese and South Korean development experiences [J]. Journal of Economic Dynamics & Control, 2006, 30(6): 901 - 930.
- [10] Zeng J, Zhang J. Subsidies in an R&D growth model with elastic labor [J]. Journal of Economic Dynamics & Control, 2007, 31(3): 861 - 886.
- [11] 严成樑, 胡志国. 创新驱动、税收扭曲与长期经济增长 [J]. 经济研究, 2013, 48(12): 55 - 67.
- [12] 王宝顺, Lucy M. 创业、经济增长与税收政策 [J]. 中南财经政法大学学报, 2017(03): 80 - 88.
- [13] Samaniego R M. R&D and Growth: The Missing Link? [J]. Macroeconomic Dynamics, 2007, 11(5): 691 - 714.
- [14] Sener F. R&D policies, endogenous growth and scale effects [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2008, 32(12): 3895 - 3916.
- [15] 王军, 张一飞. 政府研发补贴对企业创新以及经济增长的影响——理论依据与政策选择 [J]. 经济社会体制比较, 2016(05): 1 - 11.
- [16] Park W G. A theoretical model of government research and growth [J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2004, 34(1): 69 - 85.
- [17] 严成樑. 政府研发投资与长期经济增长 [J]. 经济科学, 2009, (2): 45 - 59.
- [18] 朱迎春. 我国基础研究经费投入与来源分析 [J]. 科学管理研究, 2017, 35(04): 20 - 23.
- [19] 威力为, 郭园园. 中国基础研究支出的严峻态势及投资强度影响因素的跨国分析 [J]. 研究与发展管理, 2016, 28(05): 63 - 70.
- [20] 柳卸林, 何郁冰. 基础研究是中国产业核心技术创新的源泉 [J]. 中国软科学, 2011, (04).
- [21] 张炜, 吴建南, 徐萌萌等. 基础研究支出: 政策缺陷与认识误区 [J]. 科研管理, 2016, 37(05).
- [22] 钱万强, 林克剑, 闫金定等. 主要发达国家基础研究发展策略及对我国的启示 [J]. 科技管理研究, 2017, 37(12): 37 - 41.
- [23] 王海燕, 梁洪力, 周元. 关于中国基础研究经费强度的几点思考 [J]. 中国科技论坛, 2017, (3): 5 - 11.
- [24] 郭迎锋, 顾炜宇, 乌天玥等. 政府资助对企业研发支出的影响——来自我国大中型工业企业的证据 [J]. 中国软科学, 2016, (03): 162 - 174.
- [25] 万钢. 加强基础研究提升原创能力 [J]. 中国软科学, 2013, (08): 1 - 2.
- [26] Aghion P, Howitt P, 杨斌译. 增长经济学 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.
- [27] Lucas R. On the Mechanism of Economic Development [J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1), 3 - 42.
- [28] Prettner K, Werner K. Human Capital, Basic Research, and Applied Research: Three Dimensions of Human Knowledge and Their Differential Growth Effects [J]. Ssrn Electronic Journal, 2014.
- [29] 卫平, 杨宏呈, 蔡宇飞. 基础研究与企业技术绩效——来自我国大中型工业企业的经验证据 [J]. 中国软科学, 2013, (02): 123 - 133.
- [30] 刘戒骄, 张小筠. 改革开放 40 年我国产业政策回顾与创新 [J]. 经济问题, 2018(12): 1 - 7.

(编辑校对: 韦群跃 陈崇仁)