

创新链和产业链融合下的产业政策*

陈志远 张杰 孙昊 任元明

摘要：本文尝试在创新链和产业链一体化的研究框架下，探索产业政策的实施效果和最优组合。基于创新链和产业链融合体系的研究思路，本文构建了理论模型来分析发展中国家在封闭经济和开放经济不同情形下的产业政策最优组合策略以及实施效果，得到的重要发现是：在封闭经济情形下，针对生产关键核心技术中间产品的上游企业的生产和研发活动进行补贴或减税导向的产业政策是最优策略；在开放经济下，在区分完全依赖国外上游行业企业的关键核心技术中间产品、国外上游行业企业和国内上游行业企业竞争性供给关键核心技术产品、存在国外上游行业企业关键核心技术中间产品断供风险三种不同条件下，最优产业政策的实施应该具有全覆盖上下游企业的特征。使用遭遇“卡脖子”的中国装备制造业产业体系的相关上下游行业统计数据，行业和企业层面的实证结果均表明，针对上游行业或企业研发活动政府补贴支持力度的加大，最终可以拉动下游行业或企业研发投入的增加和产出规模的扩张。本文基于独特的产业链和创新链融合体系视角论证了国家层面采取产业政策的合理性，也为发展中国家产业政策的最优组合策略和重点改革方向提供了有价值的参考。

关键词：创新链；产业链；融合体系；产业政策组合决策；中国产业政策

* 陈志远，中国人民大学商学院，邮政编码：100872，电子信箱：chenzhiyuan@mbs.ruc.edu.cn；张杰（通讯作者），中国人民大学中国经济改革与发展研究院，邮政编码：100872，电子信箱：zhangjie0402@ruc.edu.cn；孙昊，中国人民大学商学院，邮政编码：100872，电子信箱：sunhao_613@ruc.edu.cn；任元明，首都师范大学马克思主义学院，邮政编码：100048，电子信箱：renyuanming@163.com。

一、引言

针对中国这样的发展中国家,是否有必要采取恰当的产业政策来主动干预自身的产业发展,乃至有效地促进经济发展?这一直是引发国内外学者长期争论的前沿理论研究和重大政策实践问题(Aghion et al., 2015; Hirschman, 1958; 林毅夫, 2016)。事实上,无论是在当前的发展中国家还是发达国家,产业政策普遍存在(Rodrik, 2004, 2008; Juhász et al., 2023)。正如 Rodrik (2009) 指出的,“关于产业政策问题的本质并不在于是否需要产业政策,而是在于如何实施”。然而,针对产业政策的实施效果来看,既有文献却存在泾渭分明的不同看法和经验证据。既有大量支持发展中国家采取产业政策合理性的研究文献以及相关的理论假说(蔡晓慧和茹玉骢, 2016; 贺俊, 2022; 侯方宇和杨瑞龙, 2019; 戚聿东和张任之, 2017; 王弟海和龚六堂, 2006; 于明超和谭阳, 2023; Andreoni & Chang, 2019; Lee, 2011; Wade, 2004), 也有不少反对发展中国家采取产业政策科学性的研究文献及其相关的理论假说(侯方宇和杨瑞龙, 2018; 江飞涛和李晓萍, 2018; 毛其淋和赵柯雨, 2021; 余东华和吕逸楠, 2015; 余明桂等, 2010)。最为典型的是小宫隆太郎等(1988)针对日本产业政策的研究。他们指出,在日本最成功的 20 个产业,基本没有受到产业政策的促进作用,反倒是最失败的 7 个产业,均是受到产业政策的严重负面影响。这被称为产业政策的后发劣势(Curse To The Late Comer)假说。然而,正当中国国内部分学者全面反思甚至否定产业政策的时候,美国等西方发达国家一面批评和限制中国等发展中国家采取产业政策,一面纷纷采取各种产业政策来干预和扶持本国的重点产业的技术创新和产业发展。其中,最具有代表性的就是美国 2022 年出台的《芯片和科学法案》和《通货膨胀削减法案》,其实质反映的就是美国等西方发达国家为了维护自身在全球产业体系的优势地位,而采取政府资金补贴主导的产业政策加以扶持和激励的发展思路。

客观事实是,作为全球公认的制造大国,中国的制造业全球竞争优势,不仅仅是体现在拥有全球相对最为齐全的工业门类,更是体现在中国制造业部门所拥有的全球独一无二的相对完备产业链供应链体系。针对中国以产业链供应链体系为主要特征的制造业部门全球竞争优势,引发了对国家采取产业政策合理性和有效性的重新审视和探索。Liu (2019) 研究尤为具有开拓性意义。他指出,针对产业政策的既有研究,一个重要缺陷是并未考虑市场扭曲和基于投入产出关系组合而成的生产网络型产业体系这个重要背景。在考虑一个具有产业链上下游投入产出关系的生产网络体系的封闭经济体之中,上游行业面临的市场摩擦通过生产网络传递到下游行业,此时对上游环节的企业进行政府补贴,能够有效促进产业整体福利水平的改善和提高。这就从理论层面可以解释类似韩国、中国这样的国家所采取的产业政策的合理性。与此同时,中国在政策实践层面,深刻认识到产业链和创新链深度融合发展的必要性和重要性。党的二十大报告强调,要“推动创新链产业链资金链人才链深度融合”。其中,推动产业链与创新链的深度融合,是促进中国现代化产业体系加速形成、全面实现高质量发展的重要支撑。有鉴于此,在产业链与创新链深度融合发展的背景下,传统的局限于特定企业或行业范畴的产业政策研究逻辑,很有可能会造成对产业政策合理性的认识偏差性乃至误导性(Liu, 2019; Liu & Ma, 2021)。由此,极有必要彻底转换研究视角,从产业链和创新链深度融合乃至一体化的视角出发,重新审视和探索包含中国在内的发展中国家以及发达国家所采取产业政策合理性的适用条件以及最优组合策略。

与既有研究文献的研究思路和理论逻辑有着本质性的区别,本文构建了基于一国的创新链和产业链分工和融合体系的理论模型,重新审视包含中国在内的发展中国家产业政策的合理逻辑。特别是强调在产业链和创新链融合体系的全新研究框架之中,区分产业政策与创新政策的异质性特征以及二者之间的组合关系,来分析和评估类似中国这样的发展中国家对自身产业和产业链发展所实施的产业政策和创新政策以及二者组合政策的实施效果。本文的创

新之处可能体现在：第一，理论层面可能具有的拓展性创新。借鉴 Liu（2019）、Liu & Ma（2021）和 Akcigit et al.（2021）等已有文献中关于生产网络和创新网络中最优产业政策的研究思路，本文构造了一个产业均衡的理论模型，探索在国内产业链和创新链融合体系的条件下，一国通过制定和实施不同类型的产业政策以及可能的组合策略，分别在封闭经济和开放经济条件下的实施效果，进而重点论证类似中国这样的发展中国家面对激励产业升级和应对国外技术封锁双重背景下，实施产业政策及其最优组合策略的理论基础和相应的最优组合模式。第二，研究发现可能具有的独特性。与 Liu（2019）在封闭经济条件下且只考虑产业链上下游分工关系所得到的重要发现不同，本文研究既考虑了封闭经济和开放经济的不同情形，更是同时区分产业链和创新链的上下游分工关系，所得到的重要发现是：在封闭经济条件下，政府应该针对产业链上游环节从事关键核心技术中间产品企业的研发活动和生产活动进行补贴或减税，而政府无需针对在产业链下游环节领域从事最终产品企业的研发活动和生产活动进行补贴或减税；而在开放经济条件下，区分了完全依赖国外上游行业企业关键核心技术中间产品、国外上游行业企业和国内上游行业企业竞争性供给关键核心技术中间品、国外上游行业企业关键核心技术中间产品存在断供风险条件这三种情形，并得到了各情形下政府针对不同上游企业和下游企业研发和生产活动进行政府扶持政策的最优政策组合。第三，在政策层面可能具有的重要启发价值。本文的理论层面研究发现和来源于全球最大发展中国家——中国的经验证据发现，对于在包括中国在内的发展中国家如何在全球开放背景下科学制定和实施自身产业政策，尤其是在参与全球产业链供应链创新链分工和贸易体系的发展中国家本土企业和产业遭遇美国为首的西方发达国家实施的“卡脖子”技术封锁和高端产品出口限制的情形下，有效区分产业政策和创新政策的不同组合模式以及实施最优组合政策设计，具有重要的启发意义和政策制定参考依据。

二、理论模型与研究命题

（一）基准模型

1. 基本模型设定

我们首先考虑一个由两个行业组合而成的封闭经济体，两个行业分别为上游行业（用下标 1 表示）与下游行业（用下标 2 表示）。两个行业的代表性企业均需要进行生产活动和研发活动。其中，上游行业代表性企业（以下简称上游企业）负责生产下游行业代表性企业（以下简称下游企业）需要的关键核心技术中间产品，由于关键核心技术中间产品需要类似原始创新和颠覆性技术创新能力的“0-1”类型的长期自主创新积累能力，则可以假定上游企业需要进行以基础研究，或者更为准确地说是以应用基础研究导向的前期巨额研发投入，方可为下游企业提供关键核心技术中间产品。而下游企业则生产最终消费品，其需要以应用研究导向的研发投入活动，以促进企业产品质量提升和生产效率提高来获得市场竞争优势。图 1 刻画了本理论模型的基本框架。可以观察到，生产关键核心技术中间产品的企业和生产最终产品的企业组成了产业链的上下游行业和企业关系，与此同时，生产关键核心技术中间产品的企业需要以基础研究导向的前期巨额研发投入活动，与生产最终产品的企业则需要以应用研究导向的研发投入活动，这二者构成了创新链的前后环节关系。

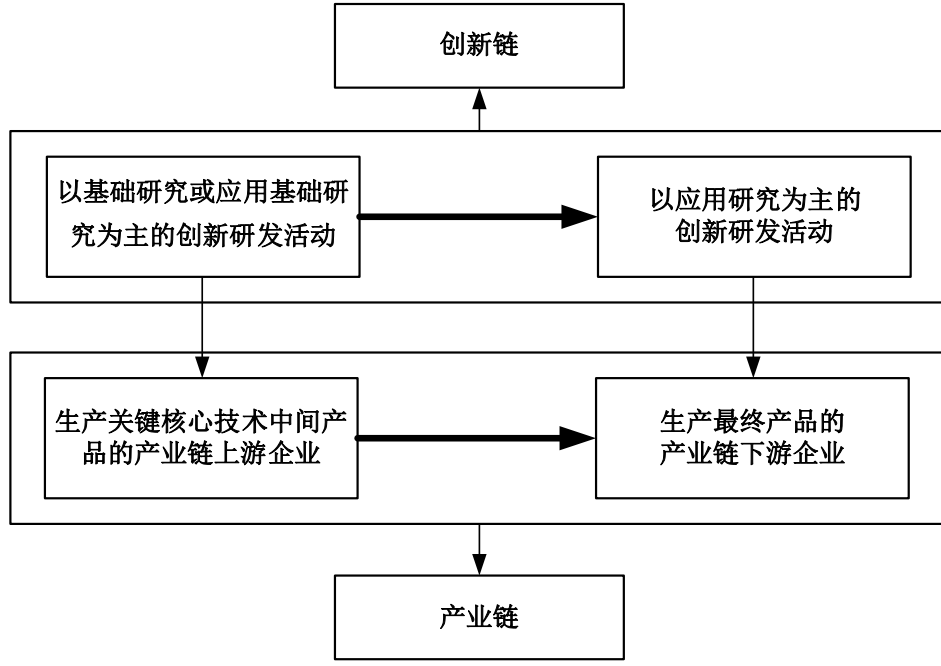


图 1 创新链和产业链融合框架下的企业上下游合作关系

假定该封闭经济体中劳动为唯一投入要素，工资水平对上下游企业为外生给定。不失一般性，将工资水平标准化为 1。假设上游企业进行垄断生产，其生产函数具有如下 Cobb-Douglas 函数形式：

$$Q_1 = z_1 l_{p1}^{\alpha_1} k_1^{1-\alpha_1} \quad (1)$$

其中 Q_1 表示上游企业的关键核心技术中间产品的产量， z_1 表示关键核心技术中间产品生产的全要素生产率水平， l_{p1} 表示生产性劳动投入， k_1 表示生产性知识资本(knowledge capital)投入， $\alpha_1 \in (0, 1)$ 表示劳动的产出弹性。知识资本投入则需要上游企业进行类似应用基础研究导向的研发投入，其产出方程为：

$$k_1 = \phi l_{r1}$$

其中 ϕ 表示上游企业的基础研究活动的研发效率， l_{r1} 表示上游企业的研发人员投入。下游行业有众多企业，其数量记为 n 。下游企业需要投入劳动和上游企业提供的关键核心技术中间产品来生产最终消费品，以 j 表示下游企业，其生产函数具有如下 Cobb-Douglas 形式：

$$Q_{j,2} = z_2 l_{j,p2}^{\alpha_2} k_{j,2}^{\beta_2} M_{j,12}^{\gamma_2} \quad (2)$$

其中 z_2 表示下游企业的全要素生产率， $l_{j,p2}$ 为其劳动投入数量， $k_{j,2}$ 为其知识资本投入数量， $M_{j,12}$ 为下游企业 j 使用上游企业提供的关键核心技术中间产品数量， α_2 为生产性劳动产出弹性， β_2 为生产性知识资本产出弹性， γ_2 为上游企业提供的关键核心技术中间产品的产出弹性，且满足 $\alpha_2 + \beta_2 + \gamma_2 = 1$ ，即下游企业生产活动满足规模报酬不变的特征。上游行业产品对下游企业的贡献度即为上游企业对下游企业的生产性溢出效应，即由 γ_2 表示。特别地，当 $\gamma_2 = 0$ 时，表明上下游企业之间的生产关联度为零。假定下游企业可以接收到上游企业基础研究的知识溢出效应，其知识资本产出方程形式如下：

$$k_{j,2} = \phi_2 l_{j,r2} k_1^\theta = \phi_2 l_{j,r2} (\phi l_{r1})^\theta$$

上式中， ϕ_2 表示下游企业的全要素研发效率， $l_{j,r2}$ 表示下游企业的研发人员投入， $\phi_2(\phi_1 l_{r1})^\theta$ 表示劳动研发效率， $(\phi_1 l_{r1})^\theta$ 表示上游行业的知识溢出效应。其中， $\theta \geq 0$ 表示知识性溢出效应的强度，其值越大，表示知识性溢出效应越强。²特别地，当 $\theta=0$ 时，上游企业的基础研究导向的研发活动对下游企业研发活动不具有知识溢出效应。假定下游企业将上游企业的知识溢出效应视为外生给定。

代表性消费者的效用函数为：

$$U = \left(\sum_{j=1}^n q_{j,2}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (3)$$

其中， $q_{j,2}$ 表示消费者对下游行业中的 j 企业生产最终产品的消费量， $\sigma > 1$ 为下游行业不同企业产品之间的替代弹性。给定消费者预算约束，求解消费者效用最大化问题可得到下游代表性企业面临的需求函数：

$$q_{j,2} = EP^{\sigma-1} p_{j,2}^{-\sigma} \quad (4)$$

$$\text{其中： } P = \left(\sum_{j=1}^n p_{j,2}^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

上式中， E 表示消费者购买最终产品的总支出， $p_{j,2}$ 为下游企业 j 生产的最终产品的价格。我们假定消费支出和价格指数对于下游行业之中的单个企业而言，均视作是外生给定的约束条件。

2. 产业政策

本国的上游企业生产和研发活动均对下游企业生产和研发活动具有正向溢出效应：就反映生产活动联系的产业链而言，上游企业是下游企业的关键核心技术中间产品的供应商，其价格越低，下游企业的生产成本相对更低，对下游企业的产出扩张更为有利；就刻画研发活动的创新链而言，上游企业的基础研究导向的研发活动具有正向溢出效应，其研发投入越多，越有利于提高下游企业以应用研究导向的劳动研发效率，提高下游企业的综合生产效率，从而增强下游企业产品的市场竞争优势，扩大下游行业的产出。为了分析的便利，我们主要考虑如下针对上下游企业的产业政策：

(1) 生产性补贴或税收。以 τ_{pk} ， $k \in \{1, 2\}$ 表示政府对上下游企业生产活动的干预行为和干预程度， $\tau_{pk} > 0$ ($\tau_{pk} < 0$) 表示政府对生产性劳动投入征税（补贴），在政府产业政策干预下，行业 j 雇佣单位生产性劳动支出为 $(1 + \tau_{pk})$ 。

(2) 研发补贴或税收。以 τ_{rk} ， $k \in \{1, 2\}$ 表示政府对创新链上下游企业研发活动的干预行为和干预程度， $\tau_{rk} > 0$ ($\tau_{rk} < 0$) 表示政府对研发劳动投入进行征税（补贴）。在政府实施创新政策干预下，行业 j 雇佣单位研发性劳动的支出为 $(1 + \tau_{rk})$ 。

为了表述简便，我们也将政府对上下游企业的生产补贴和研发补贴分别记作

$$\delta_{pk} \equiv \frac{1}{1 + \tau_{pk}} \text{ 和 } \delta_{rk} \equiv \frac{1}{1 + \tau_{rk}}, \quad k \in \{1, 2\}。$$

3. 模型均衡与最优产业政策

(1) 社会最优资源配置

² 考虑到创新溢出的复杂性，上下游行业之间可能存在相互的知识溢出。模型的拓展分析表明，考虑上下游行业的相互知识溢出时，只要上游行业相对于下游行业有较强的知识溢出，本文理论分析的结论不会有根本性的改变。关于该部分的拓展分析参见本文理论模型附录。

我们先求解模型的社会最优均衡，以作为分析最优产业政策实施效果的基准对照。由于模型假定的经济体之中仅有下游企业的最终产品，政府的产业政策目标设定为最大化社会最终产品的产量。注意到，因为本文分析并不考虑政府控制下游企业进入壁垒相关的产业政策，我们假定政府在给定下游企业数目的前提下考虑资源的最优配置问题。为求解社会最优的劳

动力资源配置条件，由中间产品市场出清条件有 $\sum_{j=1}^n M_{j,12} = M_{12} = Q_1$ ，将上游企业的生产函数代入到代表性下游企业 j 的生产函数，可得到下游企业产出表达式如下：

$$Q_{j,2} = n^{-\gamma_2} z_1^{\gamma_2} \phi_1^{\beta_2 \theta + (1-\alpha_1)\gamma_2} z_2 \phi_2^{\beta_2} l_{p1}^{\alpha_1 \gamma_2} l_{r1}^{\beta_2 \theta + (1-\alpha_1)\gamma_2} l_{j,p2}^{\alpha_2} l_{j,r2}^{\beta_2} \quad (5)$$

社会决策者的优化问题如下：

$$\max_{\{l_{p1}, l_{r1}, (l_{j,p2}), (l_{j,r2})\}} \left\{ \sum_{j=1}^n Q_{j,2}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right\} \quad (6)$$

$$s.t. \quad l_{p1} + l_{r1} + \sum_{j=1}^n (l_{j,p2} + l_{j,r2}) \leq L - nf$$

其中 L 为外生给定的行业劳动力总数量水平³， f 为单个下游企业的生产固定成本。求解可得社会最优的劳动力资源配置比例为：

$$(l_{p1}^*, l_{r1}^*, l_{j,p2}^*, l_{j,r2}^*) \propto \left(\alpha_1 \gamma_2, (1-\alpha_1)\gamma_2 + \beta_2 \theta, \frac{\alpha_2}{n}, \frac{\beta_2}{n} \right) \quad (7A)$$

以 $l_{p2}^* \equiv \sum_{j=1}^n l_{j,p2}^*$ ， $l_{r2}^* \equiv \sum_{j=1}^n l_{j,r2}^*$ 分别表示下游企业生产活动和研发活动的总投入，由下游企业之间的对称性必有：

$$(l_{p1}^*, l_{r1}^*, l_{p2}^*, l_{r2}^*) \propto (\alpha_1 \gamma_2, (1-\alpha_1)\gamma_2 + \beta_2 \theta, \alpha_2, \beta_2) \quad (7B)$$

在此均衡状态下，本国的社会最优劳动力配置具有明确的经济含义：当生产性溢出效应较大，即 γ_2 值较大时，应当给上游企业配置更多的生产性劳动和研发劳动。而当上游企业以基础研究导向的研发活动的知识溢出效应较强时，即 θ 的值较大时，应当相对给上游企业的研发活动部门配置更多的劳动力。这就说明，在社会最优状态下，劳动力的配置应当考虑到各行业部门对整体经济生产活动施加的外部性。其核心逻辑是，针对有正外部性的上游企业的生产部门和研发部门，应该更多地配置劳动力，从而使上下游企业以最终产品衡量的劳动投入的边际产品相同。利用劳动力比例方程(7A)与劳动力市场出清方程可得社会最终产品的产出为：

$$Q_2 = \psi_2 (L - nf)^{1+\beta_2 \theta} \quad (8)$$

$$\text{其中：} \psi_2 \equiv \frac{z_1^{\gamma_2} \phi_1^{(1-\alpha_1)\gamma_2 + \beta_2 \theta} z_2 \phi_2^{\beta_2} (\alpha_1 \gamma_2)^{\alpha_1 \gamma_2} [\beta_2 \theta + (1-\alpha_1)\gamma_2]^{\beta_2 \theta + (1-\alpha_1)\gamma_2} \alpha_2^{\alpha_2} \beta_2^{\beta_2}}{(1 + \beta_2 \theta)^{1+\beta_2 \theta}}$$

³ 在局部均衡分析框架下，给定任何劳动力水平，在局部均衡条件下均可以定义相应的最优的产业政策组合。

进一步地，社会计划者选择下游企业数目以最大化社会产出，由上式可知，由于减少进入固定成本消耗可以增加社会产出，因此社会最优均衡应该是使得下游企业数目尽可能少，即 $n^* = 1$ ，此时，该国的社会最优最终产品产出为 $Q_2^* = \psi_2(L-f)^{1+\beta_2\theta}$ 。同时可得到经济体的各部门的劳动力投入为：

$$l_{p1}^* = \frac{\alpha_1 \gamma_2}{1 + \beta_2 \theta} (L - f) \quad (9)$$

$$l_{r1}^* = \frac{\beta_2 \theta + (1 - \alpha_1) \gamma_2}{1 + \beta_2 \theta} (L - f) \quad (10)$$

$$l_{p2}^* = n l_{j,p2} = \frac{\alpha_2}{1 + \beta_2 \theta} (L - f) \quad (11)$$

$$l_{r2}^* = n l_{j,r2} = \frac{\beta_2}{1 + \beta_2 \theta} (L - f) \quad (12)$$

(2) 市场均衡与最优产业政策

接下来，我们分析政府政策干预、且存在市场摩擦的情况下市场均衡的结果。我们假定上游行业市场结构为完全竞争，产品销售价格即为其边际成本，下游行业企业之间进行垄断竞争。市场均衡满足如下的基本条件：第一，给定劳动价格，上游企业生产研发投入最优，给定劳动价格和上游产品价格，下游企业生产研发投入最优；第二，产品市场出清。据此我们先考虑上游企业的成本最小化问题：

$$\min_{\{l_{p1}, l_{r1}\}} \{ (1 + \tau_{p1}) l_{p1} + (1 + \tau_{r1}) l_{r1} \} \quad (13)$$

$$s.t. \quad Q_1 \geq 1$$

求解一阶条件可以得到：

$$\frac{(1 + \tau_{p1}) l_{p1}^0}{p_1 Q_1} = \alpha_1 \quad (14)$$

$$\frac{(1 + \tau_{r1}) l_{r1}^0}{p_1 Q_1} = 1 - \alpha_1 \quad (15)$$

将上述两式相除，可得到：

$$\frac{l_{p1}^0}{l_{r1}^0} = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} \cdot \frac{1 + \tau_{r1}}{1 + \tau_{p1}} \quad (16)$$

与 Liu (2019) 的假设类似，我们假设下游企业从上游企业购买关键核心技术中间产品时，存在产品市场摩擦，该市场摩擦导致下游企业支付的中间产品价格为： $(1 + \chi_1) p_1$ ，则下游行业代表性企业的利润最大化问题为：

$$\max_{\{l_{j,p2}, l_{j,r2}, M_{j,12}\}} \left\{ (EP^{\sigma-1})^{\frac{1}{\sigma}} [z_2 l_{j,p2}^{\alpha_2} (\phi_2 l_{j,r2} (\phi_1 l_{r1})^\theta)^{\beta_2} M_{j,12}^{\gamma_2}]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} - (1 + \tau_{p2}) l_{j,p2} - (1 + \tau_{r2}) l_{j,r2} - (1 + \chi_1) p_1 M_{j,12} - f \right\} \quad (17)$$

求解一阶条件，即可得到成本-销售额支出比必然会满足：

$$\frac{(1 + \tau_{p2}) l_{j,p2}}{p_{j,2} q_{j,2}} = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \alpha_2 \quad (18)$$

$$\frac{(1 + \tau_{r2}) l_{j,r2}}{p_{j,2} q_{j,2}} = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \beta_2 \quad (19)$$

$$\frac{(1+\chi_1)p_1M_{j,12}}{p_{j,2}q_{j,2}} = \frac{\sigma-1}{\sigma}\gamma_2 \quad (20)$$

将(18)式除以(19)式，可以得到下游企业生产性劳动投入与研发劳动投入的比例为：

$$\frac{\%_{j,p2}}{\%_{j,r2}} = \frac{(1+\tau_{r2})\alpha_2}{(1+\tau_{p2})\beta_2} \quad (21)$$

定义 $\rho_2 \equiv \frac{\sigma-1}{\sigma} < 1$ ，那么，可得到下游行业的总利润为：

$$(1-\rho_2)\sum_{j=1}^n p_{j,2}q_{j,2}$$

则中间产品市场出清条件为：

$$n\rho_2 p_{j,2}q_{j,2} = n(1+\tau_{p2})\%_{j,p2} + n(1+\tau_{r2})\%_{j,r2} + (1+\chi_1)p_1Q_1 \quad (22)$$

将方程(14)、(18)和(21)代入(22)，可以得到上游行业与下游行业的生产性劳动力配置之比为：

$$\frac{\%_{p1}}{\%_{j,p2}} = n \frac{\alpha_1\gamma_2}{\alpha_2} \frac{1+\tau_{p2}}{(1+\tau_{p1})(1+\chi_1)} \quad (23)$$

因此，市场均衡条件下各部门劳动力的配置满足如下比例关系：

$$(\%_{p1}, \%_{r1}, \%_{j,p2}, \%_{j,r2}) \propto \left(\frac{\alpha_1\gamma_2}{(1+\tau_{p1})(1+\chi_1)}, \frac{(1-\alpha_1)\gamma_2}{(1+\tau_{r1})(1+\chi_1)}, \frac{\alpha_2}{n(1+\tau_{p2})}, \frac{\beta_2}{n(1+\tau_{r2})} \right) \quad (24)$$

观察上式可知，市场均衡条件下的劳动力资源配置与上游行业的生产外部性 γ_2 相关，但与上游行业的基础研究的外部性 θ 无关，这说明上游行业研发活动产生的知识溢出外部性未被市场均衡所反映，从而需要政府实施产业政策予以矫正。定义最优产业政策为税收组合为 $(\tau_{p1}^*, \tau_{r1}^*, \tau_{p2}^*, \tau_{r2}^*)$ ，即在施加产业政策之后，市场条件下劳动力资源的配置应该与社会最优条件下相同。观察对比(7A)、(7B)和(24)可知，政府最优的补贴和税收政策须满足如下条件：

$$\frac{1+\tau_{r2}^*}{1+\tau_{p1}^*} = 1+\chi_1 \quad (25)$$

$$\frac{1+\tau_{r2}^*}{1+\tau_{r1}^*} = (1+\chi_1) \left(1 + \frac{\beta_2\theta}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \right) \quad (26)$$

$$\frac{1+\tau_{p1}^*}{1+\tau_{r1}^*} = 1 + \frac{\beta_2\theta}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \quad (27)$$

$$\tau_{p2}^* = \tau_{r2}^* \quad (28)$$

政府对不同产业政策的差异性不仅仅是主要体现在不同的相对税率水平。方程(25)-(28)清晰地表达了政府最优产业政策应该满足的条件。方程(25)说明在其他条件不变的情形下，当中间产品市场摩擦越大时，即 χ_1 的值变大时，政府应该增加对下游企业 τ_{r2}^* 的征税，或减少对上游企业 τ_{p1}^* 和 τ_{r1}^* 的征税，进而更多地支持上游企业的生产研发活动。方程(26)则说明在其他条件不变的情形下，当上游企业研发活动对下游行业的研发活动产生的溢出效应增加时，即 θ 较大，政府应该对上游企业研发活动的征税降低 τ_{r1}^* ，以偏向性政策全面支持上游

企业的基础研究导向的研发活动。方程(27) 当上游企业研发活动对下游行业的研发活动产生的溢出效应 θ 较大时, 对于上游企业的生产活动和研发活动, 政府应该偏向性地支持上游企业的研发活动, 即降低 τ_{r1}^* 或增加 τ_{p1}^* 。最后, 方程(28)说明政府对于下游企业的生产活动和研发活动应该实施无歧视征税, 从而使得下游企业的生产活动与研发活动的投入比例与其社会产出弹性比例相同, 达到社会最优水平。

于是, 我们可归纳出如下命题:

命题 1 在封闭经济条件下, 考虑存在创新链和产业链分工体系的特定情形, 一般的最优产业政策满足如下条件: (1) 政府应对上游企业的生产和研发活动实施偏向性的税收优惠政策; (2) 政府对上游企业生产活动的相对补贴力度随中间产品市场摩擦而增加; (3) 政府对上游企业研发活动的补贴力度, 随着创新链关联度 θ 变大而增强, 随着产业链关联度 γ_2 增加而下降。

该命题蕴含的重要含义是, 针对中国这样的发展中国家而言, 在封闭经济状态下, 考虑创新链和产业链分工体系的特定情形, 最优产业政策应该是聚焦到以基础研究导向的上游企业关键核心技术中间产品的研发和生产活动, 而非偏向以应用研究导向的下游企业最终产品的研发和生产活动。而且, 政府针对上游企业研发和生产活动的补贴政策, 极有必要综合考虑中间产品市场摩擦程度、创新链关联度和产业链关联度等重要市场组织特征。

(二) 开放经济条件下的产业政策

接下来, 我们分析开放经济条件下的产业政策选择。考虑到中国和众多发展中国家的实际情形, 主要聚焦于以下三种情形下的产业政策的作用效果分析: 首先, 我们考虑完全依赖国外关键核心技术创新中间产品的情况; 其次, 我们考虑国外和国内上游行业同时提供关键核心技术创新中间产品的情况; 最后考虑存在国外关键核心技术创新中间产品断供风险的情形。

1. 完全依赖国外关键核心技术创新产品下的最优产业政策

假定国内下游行业生产所需的中间产品是包含关键核心技术的技术密集型产品, 该类产品的生产需要以基础研究导向的巨额前期基础研究投入和技术沉淀, 而国外上游企业具有生产该类产品的先发技术优势和长期技术创新积累。短期内国内上游企业无法提供该类关键核心技术创新中间产品。此时, 国内下游企业的生产只能依赖国外上游企业提供的关键核心技术创新中间产品。以 $M_{j,12}^x$ 表示国内下游企业 j 从国外企业进口的关键核心技术中间产品数量, 当下游企业完全从国外进口关键零部件时, 假定国内下游企业的生产函数为:

$$Q_{j,2}^x = z_2 l_{j,p2}^{\alpha_2} (\phi_2 l_{j,r2})^{\beta_2} (M_{j,12}^x)^{\gamma_2} \quad (29)$$

鉴于发达国外掌握关键核心技术创新的企业针对中国这样的本土企业实施的各种技术隔离和封锁策略的客观事实, 我们假设了国外上游企业对国内下游企业不会产生知识溢出效应, 这表现为国外上游行业基础研究导向的研发投入不影响国内下游行业的知识资本产出, 这与在国内创新链和产业链相互融合的情形下, 上游企业研发活动会影响下游企业劳动研发效率的传导机制有着本质不同。假定下游企业 j 进口中间产品价格为 p_1^x , 该价格由国外上游行业的创新垄断企业决定。对于下游企业 j , 进口关税为从价关税且税率为 τ_1^x , 求解下游行业代表性企业的成本最小化问题可得:

$$l_{j,p2} = \frac{(1+\tau_1^x)p_1^x}{1+\tau_{p2}} \cdot \frac{\alpha_2}{\gamma_2} M_{j,12}^x \quad (30A)$$

$$l_{j,r2} = \frac{(1+\tau_1^x)p_1^x}{1+\tau_{r2}} \cdot \frac{\beta_2}{\gamma_2} M_{j,12}^x \quad (30B)$$

下游企业对国外的关键核心技术中间产品的需求为：

$$M_{j,12}^x = \Pi_1^f \cdot B_2^{\sigma-1} [(1+\tau_1^x)p_1^x]^{\gamma_2(1-\sigma)-1} \quad (31)$$

$$\text{其中：} \quad \Pi_1^f \equiv \left(\frac{\gamma_2}{\mu_2} \right)^\sigma \left[EP^{\sigma-1} + E^f (P^f)^{\sigma-1} (1+\tau_2^f)^{-\sigma} \right];$$

$$B_2 \equiv \frac{z_2 \alpha_2^{\alpha_2} (\phi_2 \beta_2)^{\beta_2}}{(1+\tau_{p2})^{\alpha_2} (1+\tau_{r2})^{\beta_2} \gamma_2^{\alpha_2+\beta_2}} = \frac{z_2 (\alpha_2 \delta_{p2})^{\alpha_2} (\phi_2 \beta_2 \delta_{r2})^{\beta_2}}{\gamma_2^{\alpha_2+\beta_2}}$$

继而下游企业的边际生产成本为：

$$c_{j,2}^x = \frac{(1+\tau_{p2})^{\alpha_2} (1+\tau_{r2})^{\beta_2}}{z_2 \alpha_2^{\alpha_2} (\beta_2 \phi_2)^{\beta_2} \gamma_2^{\gamma_2}} [(1+\tau_1^x)p_1^x]^{\gamma_2} \quad (32)$$

$$c_{j,2}^x \equiv \frac{1}{\gamma_2 B_2} [(1+\tau_1^x)p_1^x]^{\gamma_2}$$

在此情形下，下游企业可以同时通过国内市场销售和产品出口国外市场获取利润。以 τ_2^f 表示下游企业所面临的出口从价关税，由此，我们可以假定国外消费者对下游企业 j 的需求函数为：

$$q_{j,2}^f = E^f P_f^{\sigma-1} [(1+\tau_{j,2}^f)p_{j,2}^f]^{-\sigma} \quad (33)$$

其利润函数可以表示为：

$$\pi_{j,2} = (p_{j,2}^d - c_{j,2}^x)q_{j,2}^d + (p_{j,2}^f - c_{j,2}^x)q_{j,2}^f - f$$

对利润函数关于价格求一阶条件，结合本国需求函数(4)和外国需求函数(33)，则可以得到如下的产品定价方程：

$$p_{j,2}^d = p_{j,2}^f = \frac{\sigma}{\sigma-1} c_{j,2}^x \equiv \mu_2 c_{j,2}^x \quad (34)$$

其中 $\mu_2 \equiv \frac{\sigma}{\sigma-1}$ ，可将之表示为下游企业的成本加成率。假设国外上游企业生产关键核心技术中间产品的单位成本为 c_1^f ，国外上游企业的利润函数为：

$$\begin{aligned} \pi_1^f &= \sum_{j=1}^n (p_{j,1}^x - c_1^f) M_{j,12}^x \\ &= \Pi_1^f \cdot \sum_{j=1}^n (p_{j,1}^x - c_1^f) \frac{(p_{j,1}^x)^{\gamma_2(1-\sigma)-1} B_2^{\sigma-1}}{(1+\tau_1^x)^{\gamma_2(\sigma-1)+1}} \end{aligned} \quad (35)$$

求解国外上游行业垄断企业的利润最大化问题，可得国外上游企业产品的出口价格为：

$$p_1^x \equiv p_{j,1}^x = \frac{\gamma_2(\sigma-1)+1}{\gamma_2(\sigma-1)} c_1^f \equiv \mu_1^x c_1^f \quad (36)$$

注意到必有 $\mu_1^x - \mu_2 = \frac{1}{\gamma_2(\sigma-1)} - \frac{1}{\sigma-1} > 0$ ，这表明国外上游企业利用其创新垄断优势，可以获得比国内下游企业更高的成本加成率。而且，当国内下游企业对国外关键核心技术

术中间产品的需求价格弹性 $(1 + (\sigma - 1)\gamma_2)$ 越低时, 国外上游企业将会攫取国内下游企业更多的利润。与此同时, 上式也说明国内下游企业的利润, 必然随着自身企业全要素生产率和研发效率提高而增加, 而随着出口关税与进口关税增加而下降。

此时, 国外上游企业的利润为:

$$\pi_1^f = \left(1 - \frac{1}{\mu_1^x}\right) \left[\frac{\gamma_2 E}{\mu_2} \delta_{x1} + n E^f (P^f)^{\sigma-1} (\mu_1^x c_1^f)^{\gamma_2(1-\sigma)} B_2^{\sigma-1} (\delta_{x1})^{\gamma_2(\sigma-1)+1} \left(\frac{\gamma_2 \delta_{f2}}{\mu_2} \right)^\sigma \right] \quad (37)$$

$$\text{其中: } \delta_{x1} \equiv \frac{1}{1 + \tau_1^x}, \quad \delta_{f2} \equiv \frac{1}{1 + \tau_{f2}}$$

上式表明, 在行业均衡条件下, 国外上游企业的利润随着国内下游企业数目增加而上升, 而随着进口补贴 δ_{x1} 和出口补贴 δ_{f2} 变大而上升, 同时也随着对国内下游企业的研发补贴 δ_{r2} 和生产补贴 δ_{p2} 增加而上升。由此, 国内下游行业代表性企业的净利润为:

$$\pi_{j,2} = \frac{1}{n\sigma} (E + E^f \delta_{f2}) - f \quad (38)$$

鉴于国内下游行业内的企业可以自由进入的基本条件, 从而在均衡状态下有 $\pi_{j,2} = 0$, 由此可得均衡状态下国内下游行业之中的企业数目为:

$$n = \frac{E + E^f \delta_{f2}}{\sigma f} \quad (39)$$

注意到 $\frac{\partial n}{\partial \delta_{f2}} > 0$, 这说明国内下游企业数量数目随出口补贴增加而增加, 进而导致国外上游企业的利润增加, 这是因为国内下游企业之间处于充分竞争状态, 必然会导致国内下游企业无法获得垄断利润, 而国外上游企业是国内下游行业的关键核心技术中间产品的垄断供给者, 能够从国内下游企业的出口扩张中获取利润。我们将以上分析总结为如下命题:

命题 2 在开放经济条件下, 当国内下游企业完全依赖于国外上游行业垄断企业提供关键核心技术创新中间产品时, 本国政府对国内下游企业的进口产品补贴、出口产品补贴、生产补贴和研发补贴, 将会刺激国内下游企业数目的增加, 从而促进国内下游企业之间的竞争程度, 使得国内下游企业的经济利润仅仅维持在生存水平, 而国外上游企业的利润会由于国内下游行业规模增加而上升。

该命题蕴含重要含义, 我们将之称为, 在全球价值链体系之下, 类似中国这样的发展中国家企业遭遇的“纵向有压榨效应”。即在存在以发达国家为主的国外上游企业对关键核心技术中间产品的绝对垄断地位的前提下, 发达国家可以依靠自身在关键核心技术中间产品的绝对垄断优势, 压榨发展中国家生产最终产品企业的经济利润。而且, 可以将发展中国家对生产最终产品企业的各种产业政策补贴, 转化为发达国家企业的超额利润, 导致发展中国家的产业政策发生转移式外溢式的失效效应现象。但是, 由于发展中国家类似进口产品补贴、出口产品补贴、生产补贴和研发补贴等类型的产业政策, 将会刺激国内下游企业数目的增加, 进而会促进发展中国家的就业机会扩张。

进一步地, 可以考虑下游行业的国家政府通过选择产业政策变量集合 $\{\tau_1^x, \tau_{p2}, \tau_{r2}, \tau_2^f\}$, 来影响购买下游行业最终产品的消费者福利。而消费者福利函数可以表示为:

$$U_f = \frac{E}{P} = \frac{\gamma_2 E B_2 \delta_{x1}^{\gamma_2}}{\mu_2 (\mu_1^x c_1^f)^{\gamma_2}} \left(\frac{E + E^f \delta_{f2}}{\sigma f} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (40)$$

由上式可知社会福利函数随着下游企业的政府对进口补贴 δ_{x1} ，出口补贴 δ_{f2} ，下游行业生产补贴 δ_{p2} 和下游企业研发补贴 δ_{r2} 的单调增加。此时，我们将产业政策对消费者福利的影响效应，总结为如下命题：

命题 3 在开放经济条件下，当国内下游企业完全依赖于国外上游行业垄断企业提供关键核心技术中间产品时，本国政府对下游企业的进口产品补贴、出口产品补贴、生产补贴和研发补贴，降低消费者价格，增加消费者福利。

该命题蕴含的重要含义是，当前以发达国家主导全球产业链供应链中的关键设备、关键零配件和元器件、关键原材料主导的关键核心技术中间产品研发和生产供给的情形下，类似中国这样的发展中国家的产业政策的重点，应该是聚焦到针对生产最终产品的下游企业部门。无论是采取何种类型的产业政策，均可以促进发展中国家下游行业的市场竞争优势，改善消费者福利。由此可知，类似中国这样的发展中国家的在开放背景下的产业政策，与封闭背景下的产业政策有着本质性的差异，必须聚焦到生产最终产品的下游企业部门的进口、出口、生产和研发所有环节，这就可解释中国当前各级政府针对生产最终产品的下游企业实施以补贴为主的产业政策所具有的合理性。

2. 国外关键核心技术创新产品和国内上游关键核心技术创新产品并存条件下的产业政策效果

假定国内下游行业生产所需的关键核心技术中间产品，可以由国外上游企业与国内上游企业竞争性地提供。此时，我们使用 p_1^d 表示国内上游企业提供的关键核心技术中间产品的销售价格，仍用 p_1^x 表示国外上游企业关键核心技术中间产品的销售价格。国外上游企业与国内企业之间进行 Bertrand 竞争（即价格竞争），从而国内下游企业的关键核心技术中间产品价格为：

$$p_{12}^M = \min \left\{ (1 + \chi_1) p_1^d, (1 + \tau_1^x) p_1^x \right\} \quad (41)$$

鉴于国内上游企业的研发投入会对国内下游企业造成技术溢出效应，此时国内下游企业的生产函数为：

$$Q_{j,2} = z_2 \phi_1^{\beta_2 \theta} \phi_2^{\beta_2 \theta} l_{r1}^{\alpha_2} l_{j,p2}^{\beta_2} l_{j,r2}^{\beta_2} M_{j,12}^{\gamma_2} \quad (42)$$

由于国内下游企业会选择价格较低的关键核心技术中间产品供应商，国内下游企业对国外上游企业的关键核心技术中间产品的需求为：

$$M_{j,12}^x = \begin{cases} 0 & , \text{ if } (1 + \tau_1^x) p_1^x > (1 + \chi_1) p_1^d \\ \prod_1^f B_2^{\sigma-1} (\phi_1 l_{r1})^{\beta_2 \theta (\sigma-1)} [(1 + \tau_1^x) p_1^x]^{\gamma_2 (1-\sigma)-1}, & \text{ if } (1 + \tau_1^x) p_1^x \leq (1 + \chi_1) p_1^d \end{cases} \quad (43)$$

为了保证社会最终产品生产函数关于上游企业研发劳动投入满足规模报酬递减，我们限制 $\beta_2 \theta (\sigma - 1) < 1$ 。由于国内上游企业的研发活动对国内下游企业存在正向溢出效应，国内下游企业对关键核心技术中间产品的需求则受到国内上游企业研发规模的影响。求解国内上游企业的成本最小化问题，可知国内上游企业的边际生产成本为：

$$c_1^d = \frac{(1 + \tau_{p1})^{\alpha_1} (1 + \tau_{r1})^{1-\alpha_1}}{\alpha_1^{\alpha_1} (1 - \alpha_1)^{1-\alpha_1} z_1 \phi_1^{1-\alpha_1}} \quad (44)$$

观察上式易知，国内上游企业的生产成本随着全要素生产率和研发效率增加而降低，而随着生产税收和研发税收增加而增加。考虑到国外上游企业具备的先发优势和创新积淀，由此可以假定 $c_1^f \ll c_1^d$ ，即国外上游企业在生产关键核心技术中间产品时具备较大的成本优势。由于进口关税的存在，当 $(1 + \tau_1^x) c_1^f > \theta \phi^d \equiv (1 + \chi_1) c_1^d$ ，国内上游企业的关键核心技术中间产品会具有成本优势，此时国内上游企业的定价策略为：

$$p_1^{d*} = \begin{cases} \mu_1^x c_1^d, & \text{if } (1 + \tau_1^x) c_1^f > \mu_1^x \theta_p^d \\ (1 + \tau_1^x) c_1^f, & \text{if } \theta_p^d < (1 + \tau_1^x) c_1^f < \mu_1^x \theta_p^d \end{cases} \quad (45)$$

注意到当本国进口保护较强时，本国上游企业由于生产成本优势，将会选择垄断定价来最大化自身利润，这时反而会提高下游企业的产品价格。此时，国外上游企业将会由于国内上游企业的低价策略而被挤出市场。而当 $(1 + \tau_1^x) c_1^f < \theta_p^d$ 时，国外上游企业的关键核心技术中间产品会具有成本优势，此时国外上游企业的关键核心技术中间产品满足如下的定价策略：

$$p_1^{x*} = \begin{cases} \mu_1^x c_1^f, & \text{if } (1 + \tau_1^x) \mu_1^x c_1^f < \theta_p^d \\ \delta_{x1} \theta_p^d, & \text{if } (1 + \tau_1^x) \mu_1^x c_1^f > \theta_p^d > (1 + \tau_1^x) c_1^f \end{cases} \quad (46)$$

在此情形下，由于无法与国外的低价关键核心技术中间产品进行竞争，国内上游产品企业将会退出市场。为了支持本国企业获取竞争优势，同时降低下游企业的关键核心技术中间产品价格，政府可以通过对进口产品征税或对国内上游企业进行研发和生产活动进行补贴的方式，来降低国内上游企业的生产成本，进而削弱国外上游企业的垄断地位，降低关键核心技术中间产品价格，从而促进国内下游企业利润增加。因此，要对国外上游企业产生实质性的竞争效应，需要满足的条件是：

$$\theta_p^d < (1 + \tau_1^x) \mu_1^x c_1^f \Leftrightarrow \frac{(1 + \tau_{p1})^{\alpha_1} (1 + \tau_{r1})^{1-\alpha_1}}{1 + \tau_1^x} < \frac{\alpha_1^{\alpha_1} (1 - \alpha_1)^{1-\alpha_1} z_1 \phi_1^{1-\alpha_1} \mu_1^x c_1^f}{1 + \chi_1} \quad (47)$$

此时，对应的国外上游企业的利润为：

$$\pi_1^{f*} = n \Pi_1^f B_2^{\sigma-1} (\delta_{x1} \theta_p^d - c_1^f) (\phi_1 l_{r1})^{\beta_2 \theta (\sigma-1)} (\theta_p^d)^{\gamma_2 (1-\sigma)-1} \quad (48)$$

且满足 $\pi_1^{f*} < \pi_1^f$ ，其中 π_1^f 为方程(37)刻画的垄断利润。当 $\theta_p^d < (1 + \tau_1^x) c_1^f$ 时，即：

$$\frac{(1 + \tau_{p1})^{\alpha_1} (1 + \tau_{r1})^{1-\alpha_1}}{1 + \tau_1^x} < \frac{\alpha_1^{\alpha_1} (1 - \alpha_1)^{1-\alpha_1} z_1 \phi_1^{1-\alpha_1} c_1^f}{1 + \chi_1} \quad (49)$$

此时，国外上游企业将被迫停止对国内下游企业供应关键核心技术中间产品的供给，从本国国内市场获取的利润为零。而与此同时国内上游企业则可以通过供给关键核心技术中间产品获取正利润。⁴这说明，适度的进口保护和对上游行业的生产和研发活动进行政府补贴，可以激励国内上游企业进行生产活动和研发活动。我们将上述讨论总结为如下命题：

命题 4 在开放经济条件下，当且仅当关键核心技术中间产品由国内上游企业与国外上游企业存在竞争性供给情形时，当且仅当产业政策满足条件(47)式的条件时，国内政府可以通过进口税或对国内上游企业生产和研发活动进行补贴，来削弱国外上游企业的垄断地位，降低国外上游企业关键核心技术中间产品价格，并减少国外上游企业的利润。当且仅当产业政策满足条件(49)式的条件时，国外上游企业将被迫退出国内关键核心技术中间产品市场，国内上游企业则成为国内下游企业的关键核心零部件的唯一供应商。

接下来，我们重点讨论当国内上游企业为关键核心技术产品的供应商时，国内产业政策对消费者福利的影响。由国内关键核心技术中间产品的市场出清条件，可知国内上游行业的研发投入为：

⁴ 国内上游行业的利润表达式参见本文的数学附录。

$$l_{r1}^* = \left[\frac{n(1-\alpha_1)^{\alpha_1} \prod_1^f B_2^{\sigma-1} \delta_{r1}^{\alpha_1} \left((1+\chi_1) p_1^{d*} \right)^{\gamma_2(1-\sigma)-1}}{z_1 \phi_1^{1-\alpha_1-\beta_2\theta(\sigma-1)} (\alpha_1 \delta_{p1})^{\alpha_1}} \right]^{\frac{1}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} \quad (50)$$

$$= \left[\frac{(E + E^f \delta_{f2})(1-\alpha_1)^{\alpha_1} \prod_1^f B_2^{\sigma-1} \delta_{r1}^{\alpha_1} \left((1+\chi_1) p_1^{d*} \right)^{\gamma_2(1-\sigma)-1}}{z_1 \phi_1^{1-\alpha_1-\beta_2\theta(\sigma-1)} (\alpha_1 \delta_{p1})^{\alpha_1} \sigma f} \right]^{\frac{1}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}}$$

继而有消费者福利函数为：

$$U_d = \frac{E}{P} = \frac{\gamma_2 E B_2 (\phi l_{r1}^*)^{\beta_2\theta}}{\mu_2 \left((1+\chi_1) p_1^{d*} \right)^{\gamma_2}} \left(\frac{E + E^f \delta_{f2}}{\sigma f} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (51)$$

将国内上游企业研发活动的劳动力投入方程(50)代入上式的福利函数，可得福利函数关于国内上游产品价格和其他变量的表达式：

$$U_d = U_0 B_2^{\frac{1}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} (E + E^f \delta_{f2})^{\frac{1}{(\sigma-1)[1-\beta_2\theta(\sigma-1)]}} \left(\prod_1^f \right)^{\frac{\beta_2\theta}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} \left(\frac{\delta_{r1}}{\delta_{p1}} \right)^{\frac{\alpha_1\beta_2\theta}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} \left((1+\chi_1) p_1^{d*} \right)^{-\frac{\gamma_2+\beta_2\theta}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} \quad (52)$$

$$\text{其中：} \quad U_0 \equiv \frac{\gamma_2 E}{\mu_2 z_1^{\frac{\beta_2\theta}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} (\sigma f)^{\frac{1}{(\sigma-1)[1-\beta_2\theta(\sigma-1)]}} \cdot \left(\frac{1-\alpha_1}{\alpha_1} \phi \right)^{\frac{\alpha_1\beta_2\theta}{1-\beta_2\theta(\sigma-1)}} \quad (53)$$

联系国内上游企业的中间产品定价方程(45)可得到如下命题：

命题 5 在开放经济条件下，若关键核心技术中间产品是由国内上游企业与国外上游企业竞争性地供给，则有如下两种情况：

(1) 当进口关税处于较低水平状态时，即产业政策组合满足

$$\frac{\delta_{p1}^{\alpha_1} \delta_{r1}^{1-\alpha_1}}{(1+\chi_1) \delta_{x1}} \in \left(\frac{\alpha_1^{-\alpha_1} (1-\alpha_1)^{\alpha_1-1}}{z_1 \phi_1^{1-\alpha_1} c_1^f}, \frac{\alpha_1^{-\alpha_1} (1-\alpha_1)^{\alpha_1-1} \mu_1^x}{z_1 \phi_1^{1-\alpha_1} c_1^f} \right) \text{条件时，消费者福利随着关键核心技术}$$

中间产品进口税率上升而下降，而随着国内上游行业的研发政府补贴增加而上升，随着国内上游行业生产政府补贴提高而降低，而国内下游行业的劳动研发效率和劳动生产率随国内上游行业的研发政府补贴增加而上升。

(2) 当进口关税处于较高水平状态时，即产业政策组合满足

$$\frac{\delta_{p1}^{\alpha_1} \delta_{r1}^{1-\alpha_1}}{(1+\chi_1) \delta_{x1}} > \frac{\alpha_1^{-\alpha_1} (1-\alpha_1)^{\alpha_1-1} \mu_1^x}{z_1 \phi_1^{1-\alpha_1} c_1^f} \text{条件时，国内上游行业的企业按照垄断情形下利润最大化}$$

进行定价，为下游企业提供中间产品，此时消费者福利与关键核心技术中间产品的进口税率无关，随着国内上游行业的研发补贴和生产补贴水平提高而上升；国内下游行业的劳动研发效率则随着政府对上游行业的生产和研发补贴增加而提升。在两种情况下，消费者福利均随下游行业的生产和研发补贴增加而增加，随出口产品补贴增加而增加。

命题 5 充分说明了存在国内创新链和产业链分工体系的情况下，针对国内产业政策实施多样化组合的必要性和重要意义。具体而言：

一方面，对于国内上游行业的产业政策支持，有必要根据进口关税力度对企业生产活动和研发活动的政府补贴进行区分：当进口关税处于较低水平时，国内下游企业购自国内上游企业的关键核心技术中间产品价格，由国外上游企业的边际成本和关税决定，即满足

$p_1^{d*} = (1 + \tau_1^x) c_1^f$ 。此时若单独增加企业生产政府补贴，会促使国内上游企业的生产性劳动

对研发性劳动进行替代，这会削弱国内上游企业对国内下游企业造成的研发外溢效应，从而会降低国内下游企业的生产效率，减少国内下游企业的最终产品产出，进而降低消费者福利。

另一方面，当进口关税较高时，国内上游企业可以进行垄断性定价，此时国内上游企业通过生产性政府补贴获得的低成本优势可以传递到国内下游行业，这会降低国内下游企业的生产成本，获得出口优势，增加消费者福利。更为值得关注的是，由于在开放经济背景下，国内下游企业可以通过最终产品出口扩大企业规模，进一步获得规模经济效应，既可以增强国内下游企业的盈利能力，也可以通过产业链的联系机制，反馈给国内上游企业的生产和研发活动，刺激本国产业链整体竞争优势的提升。

3. 国外上游行业产品（关键核心技术中间产品）存在断供风险下的产业政策

在当前的中国背景下，许多国内下游企业的关键核心技术中间产品以及其内涵的关键核心技术，完全仰赖国外上游行业。尽管国内上游行业的发展对推动国内下游行业具有积极意义，但面临国外上游行业的竞争，国内上游产品在下游行业之中可能缺乏竞争力。考虑到当前全球价值链分工和贸易体系以中间产品为驱动，这种局面受到以美国为首的发达国家地缘政治因素和技术创新“零和博弈”思维的严重影响。在这种情况下，类似中国这样的发展中国家的产业链下游本土企业，因完全依赖国外上游行业的关键核心技术中间产品供应支持，面临断供风险。

以 $q \in (0,1)$ 表示国外上游企业对国内下游企业实施断供的概率，假定各事件按照如下时间线发生（见图 2）：首先政府制定并实施产业政策，之后国外上游企业确定供给价格，国内上下游企业根据政策产业政策和国外企业的供给条件进行生产和研发活动的组织，然后国外上游企业以一定的外生概率对国内下游行业断供，最后确定国内下游企业的最终产品产出。



图 2 技术进口情形下模型事件发生时间顺序逻辑

由于存在技术断供风险，当选择国外上游企业作为关键核心技术中间产品供应商时，国内下游企业的预期利润为：

$$E(\pi_{j,2}^f) = \frac{1-q}{n\sigma} (E + E^f \delta_{f2}) - f \quad (54)$$

根据国内下游企业的自由进入条件，可知在实现均衡状态下国内下游行业中的企业数目为：

$$n_f = \frac{(1-q)(E + E^f \delta_{f2})}{\sigma f} \quad (55)$$

上式表明，当技术断供概率 q 越大，国内下游企业的预期利润越低，这会造成国内下游行业的企业数目下降。当存在国外技术断供风险时，消费者的预期福利则为：

$$\bar{U}_f = \frac{\gamma_2 (1-q)^{\frac{1}{\sigma-1}} E B_2 \delta_{x1}^{\gamma_2}}{\mu_2 (\mu_1^x c_1^f)^{\gamma_2}} \left(\frac{E + E^f \delta_{f2}}{\sigma f} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (56)$$

而如果选择国内企业的关键核心技术中间产品供应商，国内下游企业的预期净利润为：

$$E(\pi_{j,2}^d) = \pi_{j,2}^d = \frac{1}{n\sigma} (E + E^f \delta_{f2}) - f \quad (57)$$

相较于依赖国外上游行业关键核心技术中间产品的情形,选择国内上游企业作为供应商时,国内下游企业的预期利润会增加,这会引发国内下游行业中的企业数量增加。根据福利方程(51)和(56)可知:

$$\frac{U_d}{U_f} > 1 \Leftrightarrow q > 1 - \left((\phi_1 l_{r1}^*)^{\beta_2 \theta} \left(\frac{\mu_1^x c_1^f}{\delta_{x1} (1 + \chi_1) p_1^{d*}} \right)^{\gamma_2} \right)^{\sigma-1} \quad (58)$$

其中 l_{r1}^* 和 p_1^{d*} 分别由(50)和(45)决定。这表明,国内上游企业的研发活动愈加积极,其关键核心技术中间产品的价格将趋向下降。在这种情况下,国内下游企业选择国内关键核心技术中间产品供应商将有助于提高消费者的福利水平。与此同时,产业政策对消费者福利的影响将由命题 5 所决定。然而,如果本国的产业政策补贴未能使本国上游企业在成本方面获得优势,那么本国下游企业仍会依赖国外上游企业提供关键核心技术中间产品。这将导致本国下游企业无法获得来自国内上游行业的正向技术溢出效应。在技术供应中断的情况下,本国下游企业将暂时无法进行生产,从而增加国内下游行业的产出波动性和经济风险。总结上述讨论,我们可以得出以下命题:

命题 6 在开放经济条件下,当存在国外关键核心技术中间产品断供风险时,对进口关键核心技术中间产品进行征税,并对国内上游企业生产和研发活动进行政府补贴,有利于本国上游企业获取竞争优势,提高国内下游企业生产和研发效率,增加消费者福利,进而降低国内最终产品的停产风险。与无技术断供风险情形相同,对国内下游企业进行生产、研发政府补贴和出口补贴均可以降低国内下游企业的产品价格,从而增加消费者福利。

该命题蕴含的重要含义是,针对中国这样的发展中国家而言,在存在美国为首的西方发达国家全面实施科技创新封锁和关键核心技术创新领域的“卡脖子”政策前提下,导致发展中国家的重点产业链存在关键核心技术中间产品断供风险的情形下,发展中国家的最优产业政策是采取所有可行的全方位的产业政策组合,扶持国内上游企业的研发和生产活动,以最大程度地减轻风险并增强全球市场中的竞争优势。通过支持国内上游企业的研发和生产活动,可以有效减少关键核心技术中间产品的断供风险。同时,这也有助于提升国内最终产品的全球市场竞争力,降低生产中断的风险。在现实情况中,发展中国家可能需要通过政府补贴、税收政策、产业合作等方式来实现这种产业政策组合,从而确保本国国内产业链体系的稳定和可持续发展。

综合以上关于开放经济条件下产业政策的讨论,在开放背景下,类似中国这样的发展中国家的政府产业政策选择策略组合,可以总结为如下的不同情形:

表 1 不同情形下产业政策的组合策略与实施效果

	国内外关键核心技术中间产品供应情形	产业政策选择组合策略	产业政策效果
封闭经济	国内上游企业作为关键核心技术中间产品唯一研发和生产提供者	(1) 对上游企业的生产和研发活动进行补贴或减税; (2) 政府对上游企业生产活动的相对补贴力度随中间产品市场摩擦而增加; (3) 政府对上游企业研发活动的补贴力度,随着创新链关联度变	(1) 降低最终产品价格 (2) 提高消费者福利

		大而增强，随着产业链关联度增加而下降；	
开放经济	情形 1： 完全依赖国外上游企业的关键核心技术中间产品条件	(1) 对国内下游企业生产、研发活动进行政府补贴； (2) 对国内下游企业最终产品出口活动进行补贴	(1) 降低最终产品价格 (2) 扩大出口 (3) 提高消费者福利
	情形 2： 国外上游行业企业和国内上游行业企业竞争性供给关键核心技术产品	(1) 对国内上游企业生产和研发活动进行政府补贴； (2) 对国外上游企业的关键核心技术中间产品进口征税	(1) 上游企业获取成本优势 (2) 提高国内下游企业的劳动生产率和劳动研发效率 (3) 降低下游行业最终产品价格
		(1) 对国内下游企业生产、研发活动进行政府补贴； (2) 对国内下游企业最终产品出口进行政府补贴	(1) 降低最终产品价格 (2) 扩大出口 (3) 提高消费者福利
	情形 3： 国外上游企业关键核心技术中间产品存在断供风险条件	(1) 对国内上游企业生产和研发进行政府补贴； (2) 对国外上游企业关键核心技术中间产品进口进行征税	(1) 国内上游企业获取成本优势 (2) 降低停产风险 (3) 提高国内下游企业的劳动生产率和劳动研发效率 (4) 降低国内下游企业的最终产品价格
		(1) 对国内下游企业生产、研发活动进行政府补贴； (2) 对国内下游企业最终产品出口进行补贴	(1) 降低最终产品价格 (2) 扩大出口 (3) 提高消费者福利

三、中国的经验证据及解释

(一) 中国装备设备制造业产业体系创新链和产业链协同关系的识别与检验

鉴于装备制造业既是全球各国制造业部门整体竞争优势的核心支撑，也是当前全球以美国为首的西方发达国家针对中国高端产业实施技术封锁遏制和核心技术产品出口限制的重要领域的客观事实，本文尝试从中国装备设备制造业产业体系这个代表性产业体系来寻找相应的经验证据。需要高度认识到的是，一国的装备制造业不仅仅是牵涉到众多的以先进尖端设备、关键零配件和元器件、关键材料、关键工艺等为主的高端制造业行业的系统集聚能力，更是日益体现一国的原始创新、颠覆性技术创新、关键核心技术创新、关键共性技术创新等为主技术创新的系统集成能力。与既有研究仅仅局限在单个行业的研究视角有所不同，依据本文提出的产业链和创新链融合体系的研究框架，我们将研究样本拓展到与此密切相关的多个具有投入产出关系的行业组合而成的中国装备制造业产业体系层面。由此，我们需要有效界定与具体定义与中国装备制造业产业体系密切相关的上下游行业。具体而言，本文选择的相关行业包括：电气机械和器材制造业，计算机、通信和其他电子设备制造业，仪器仪表制造业，专用设备制造业。依据我们对中国二分位行业的产业链上下游度测算结果（详细测算过程和结果见附录 1），可以得到的基本判断是：前三个行业设定为中国装备制造业产业体

系的上游环节行业，而专用设备制造业可设定为中国装备制造业产业体系的下游环节行业。客观事实是，针对一个专用设备而言，其自身的科技创新含量水平，是与中国的电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业以及仪器仪表制造业等行业的科技创新水平密切相关的。尤其这三个上游行业是中国目前较为严重依赖西方发达国家研发和生产的重要进口产品，也是当前遭遇美国为首的西方发达国家实施进口限制封锁政策的重点产业产品领域，是造成中国面临“卡脖子”关键核心技术创新问题的主要产业产品领域。

通过将分行业规模以上工业企业主要经济指标与工业企业科技统计年鉴分行业数据进行合并，我们选取了中国装备制造业产业体系的上下游行业在2012年至2021年期间的工业增加值、行业利润总额、行业R&D经费内部支出企业资金额和行业R&D经费内部支出政府资金额，做为衡量相应的创新链和产业链各环节的代理变量，进而研究它们之间是否存在相应的协同协整关系。其中，行业增加值和行业利润总额指标变量用以衡量相关行业的产量规模与经营绩效，而行业R&D经费内部支出企业资金额和R&D经费内部支出政府资金额指标变量，分别用以衡量相关行业的自身研发活动和政府研发补贴行为。具体的，本文将中国装备制造业产业体系的每个上下游行业视为一个独立样本，组成行业-年份面板数据，并对这四个变量进行westerlund面板协整检验。我们分别验证了含时间趋势、同时含时间趋势及固定效应的检验结果（见表2模型1），发现统计量都在10%统计性显著水平拒绝了该组变量不存在协整关系原假设，从而验证了中国装备制造业产业体系之中的上下游行业以及创新链和产业链之间存在协整关系。换言之，这就意味着我们依据产业链投入产出关系所定义的电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业、仪器仪表制造业、专用设备制造业这四个行业组合而成的中国装备制造业产业体系，可以得到协整关系模型检验结果的有力支持。

作为对照组，我们以同样的方法考察了代表性的中国纺织服装产业体系和汽车产业体系内各行业之间，是否也存在类似逻辑的上下游行业以及创新链和产业链之间的协整关系。很显然，之所以选择中国纺织服装产业体系和汽车产业体系作为对照组的原因在于，一方面，从本文所考察和研究的产业体系角度来看，所选择的代表性产业体系既必须具有相关的上下游行业，同时，又必须考虑这些产业体系应该是深入参与或融入全球贸易和分工体系的客观现实。另一方面，这些代表性产业体系应该是尚未遭受美国为首的西方发达国家的“卡脖子”技术封锁遏制和核心技术产品出口限制行为，方可作为本文的对照组样本。具体而言，依据上文所述的产业链上下游度测算方法的结果，本文将中国纺织服装产业体系设定为纺织业、化学纤维制造业和纺织服装、服饰业。其中，纺织服装、服饰业设定为下游行业，其他行业则应设定为上游行业。中国汽车产业体系设定为黑色金属矿采选业、黑色金属冶炼和压延加工业和汽车制造业，其中，汽车制造业为下游行业的汽车产业体系，其他行业设定为上游行业。我们同样对上述两个产业体系进行westerlund面板协整检验（见表2模型2和模型3），同样在10%显著性水平下拒绝样本组各变量之间不存在协整关系的原假定，从而说明当前中国的纺织服装产业体系和汽车产业体系内也存在类似装备制造业产业体系之中的上下游行业以及创新链和产业链之间所存在的一种较为明确的协整关系。这就证明，我们依据产业链投入产出关系定义和划分的中国重点产业体系在逻辑上成立。

表 2 中国代表性产业体系以及上下游创新链和产业链之间协整关系检验结果

	模型1		模型2		模型3	
	中国装备制造业 产业体系		中国纺织服装 产业体系		中国汽车 产业体系	
westerlund检验（含时间趋势）	Statistic	p-value	Statistic	p-value	Statistic	p-value
Variance ratio	1.2964	0.0974	1.5268	0.0634	2.3577	0.0092

westerlund检验（含时间趋势和固定效应）	Statistic	p-value	Statistic	p-value	Statistic	p-value
Variance ratio	1.5713	0.0581	2.6462	0.0041	1.2849	0.0994

（二）“卡脖子”背景下上游环节行业的产业政策和创新政策对下游环节行业发展的影响效应

1. 行业层面证据

（1）计量模型构建与实证结果分析

2018 年美国开始针对中国集成电路为主的高科技产业实施全面封锁和遏制，特别是针对中国高科技产业所需要的关键设备、关键零配件和元器件、关键材料等关键技术中间产品的进口实施了部分禁止出口策略，鉴于集成电路等高科技产业对中国装备制造业产业体系具有基础性作用的客观事实，这显然会对中国装备制造业的发展产生不可忽略的负面影响。同时，这也迫使中国必须从装备制造业产业体系的全产业链角度来实施自主突破策略。理所当然地，这可为检验本文理论模型部分提出的研究命题提供了绝佳的研究机会。即在开放经济下，本国处于产业链下游环节的最终产品企业，面临处于产业链上游环节的具有关键核心技术中间产品研发和生产能力的国外企业的垄断和掌控，乃至存在关键核心技术中间产品被断供的风险。这种重大事件必然会迫使中国各级政府开始加大针对集成电路等高科技产业的全产业链各个环节行业企业研发和生产活动的扶持和补贴力度，而这是否会像前文理论模型所刻画和提炼出的研究命题，最终影响到中国装备制造业产业体系下游企业的研发投入活动乃至行业产能规模，我们以此为基础，试图实证研究在开放背景下的创新链和产业链融合体系之中的产业政策和创新政策的独特作用。

图3展示了中国装备制造业产业体系的相关上下游环节行业2012-2021年期间相关政府研发补贴情况。统计数据显示，在2017年之后，与中国装备制造业产业体系之中的仪器仪表制造业、专用设备制造业、电气机械和器材制造业以及计算机、通信和其他电子设备制造业这四大行业，所获得政府研发补贴金额均出现明显增长态势。对比来看，其他并未遭遇“卡脖子”行为的行业，获得政府研发补贴金额并未出现了如此相对显著的增长态势。有鉴于此，我们利用上文构造的三组代表性产业体系内处于上下游关系的行业构造面板数据，并利用双重差分模型进行检验。具体方法如下：首先，我们构造遭受关键核心技术中间产品的“卡脖子”影响的行业组虚拟变量，也即是否为卡脖子行业的虚拟变量 $Strangle_j$ ，其中卡脖子行业

组 $Strangle_j = 1$ ，否则为0；其次，以2018年美国针对中国以集成电路为主高科技产业的封

锁政策发生时间为节点，构造时间虚拟变量 $Post_t$ ，当 $t > 2017$ 时， $Post_t = 1$ ，否则为0；

最后，选择三组上下游企业的处理组和参照组样本：第一组是中国装备制造业产业体系，组内行业的上下游关系如前文所述（下同），本组行业属于卡脖子行业，即 $Strangle_j = 1$ ；第

二组是中国纺织服装产业体系，本组行业不属于卡脖子行业，即 $Strangle_j = 0$ ；第三组汽

车产业体系内的行业也不属于卡脖子行业，即 $Strangle_j = 0$ 。构造DID模型进行检验的核心

思想是，将受到外生政策影响的卡脖子行业组的上游行业研发政府补贴对下游行业生产和研发活动的影响，与非卡脖子行业组的影响进行对比，从而说明在产业链和创新链双链融合的情况下，上游产业政策对下游行业的拉动作用。具体的回归模型如下所示：

$$y_{jt} = \alpha_0 + \beta \cdot Post_t \times Strangle_j + \delta X_{jt} + \gamma_j + \gamma_t + \varepsilon_{jt} \quad (59)$$

在上式中，被解释变量 y_{jt} 分别指示各下游行业增加值绝对量、R&D经费内部支出额、下游行业R&D经费内部支出中来自企业资金投入额、下游行业R&D经费内部支出来自政府资金投入额等的对数值，核心解释变量 $Post_t \times Strangle_j$ 表示2018年美国针对中国特定产业实施“卡脖子”政策的年份虚拟变量与中国是否遭受“卡脖子”行业虚拟变量的交互项。控制变量 X_{jt} 包括相关上下游行业的企业数量、总资产额的对数值、存货量的对数值、总负债的对数值、相关上下游行业利润以及下游行业出口交货值的对数值。 γ_j 表示行业层面的固定效应， γ_t 表示年份层面的固定效应。

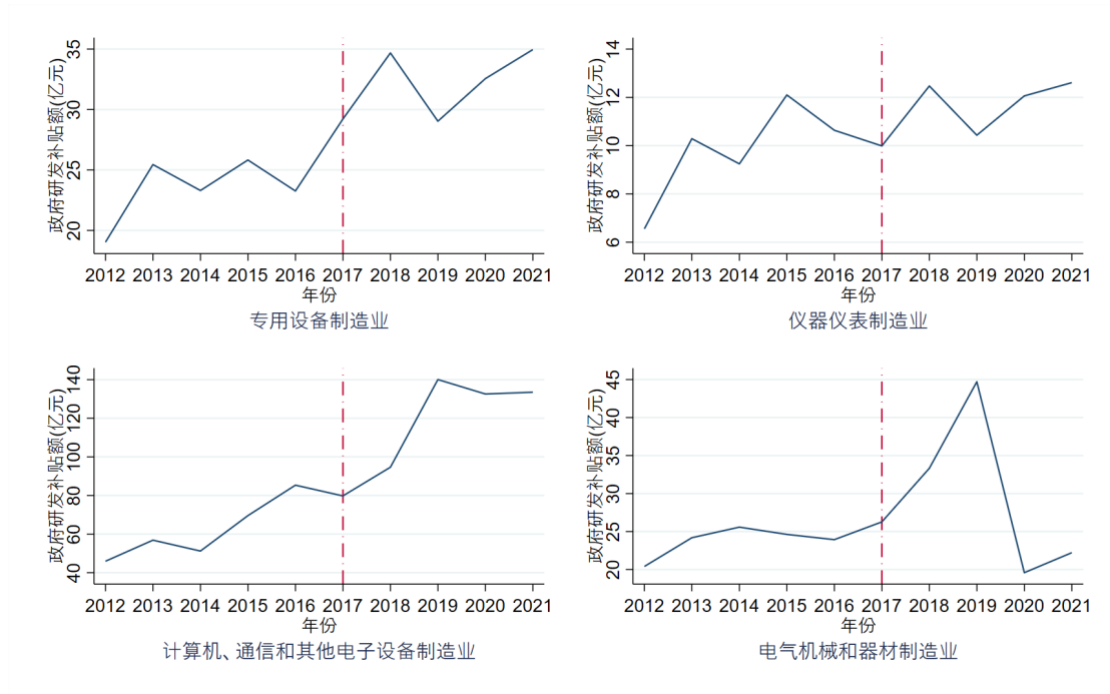


图 3 中国装备制造业产业体系相关上下游环节行业政府研发补贴额的变化趋势

表3展示了利用计量方程(59)式的DID回归结果。第1列和第2列检验了遭受“卡脖子”政策的中国装备制造业产业体系之中，政府对上游行业研发活动补贴力度的加大，是否会促进下游行业增加值规模的扩张。第1列汇报的是本文的主要回归结果，而第2列汇报的是进一步控制了包括下游行业出口交货值等各类控制变量的估计结果。可以发现，交互性变量 $Post_t \times Strangle_j$ 系数均显著为正。这就说明，在遭受美国实施的“卡脖子”政策之后，针对那些遭受“卡脖子”政策的中国装备制造业产业体系之中的各行业，由于中国各级政府对遭遇“卡脖子”上游行业之中的企业研发活动实施了相对更大力度的补贴扶持行为，造成的影响效应是相对于非卡脖子行业组下游行业的增加值，对受到“卡脖子”政策影响行业组的下游行业增加值规模有着更大的促进效应。这也验证了中国情景下各级政府对上游行业研发活动支持力度的加大，最终可以传导到下游行业，形成对下游行业产出规模扩张的拉动作用。不容忽

略的一个基本问题是，中国各级政府的产业政策实施过程中长期存在的一个问题是，由于多数产业链生产最终产品的企业（通常是大规模企业）具有产量创造规模大、税收创造效应大和产业拉动效应等一系列特征，符合地方政府追求短期GDP扩张和政府税收增长的偏好特征，这就导致中国各地政府一直偏向于吸引和扶持处于产业链下游环节生产最终产品企业发展，而普遍忽略了针对处于产业链上游环节关键技术中间产品企业（通常是相对小规模企业）研发和生产活动的补贴和扶持，这是导致中国当前各级政府产业政策实施效果低下和失效的主要原因。而在中国遭遇美国等西方国家实施的“卡脖子”政策后，中国各级政府针对产业链上游环节关键技术中间产品企业研发活动的补贴和扶持政策，可以带来下游行业产出规模的扩张，从而验证了本文在理论部分提出的研究命题，验证了中国情形下考虑创新链和产业链融合体系有针对性地实施产业政策的有效性。

第3-8列检验了政府对上游行业研发活动补贴力度的加大，对下游行业研发活动的影响。与第1列和第2列的模型设置类似，第3列和第4列汇报的是以下游行业R&D经费内部支出额对数值为被解释变量的估计结果显示，交互性变量 $Post_t \times Strangle_j$ 系数均显著为正。第5列和第6列汇报的是以下游行业R&D经费内部支出来自企业资金投入额对数值为被解释变量的估计结果显示，同样的交互性变量 $Post_t \times Strangle_j$ 系数均显著为正。第7列和第8列则汇报的是以下游行业R&D经费内部支出来自政府资金投入额对数值为被解释变量的估计结果，交互性变量 $Post_t \times Strangle_j$ 系数并未呈现显著性。这些检验结果说明，在遭受美国针对中国重点行业实施的“卡脖子”政策之后，针对那些遭受“卡脖子”政策的中国高端制造业产业体系之中的各行业，由于中国各级政府对遭遇“卡脖子”上游行业之中的企业研发活动实施了相对更大力度的政府补贴行为政策，相对于非卡脖子行业组下游行业，上游的补贴政策对受到“卡脖子”政策影响行业组的下游行业R&D经费内部支出额和R&D经费内部支来自企业资金投入额都有着更为突出的促进效应。但是，相对于非卡脖子行业组下游行业，却对受到“卡脖子”政策影响行业组的下游行业R&D经费内部支来自政府资金投入额并未有着更为突出的促进效应。由此证明，针对遭遇“卡脖子”问题的中国装备制造业产业体系而言，政府针对其上游行业研发活动政府补贴力度的加大行为，必然会对下游行业自身的研发投入产生了显著的拉动效应，但并未对下游行业研发投入中的政府补贴产生显著的拉动效应。这就验证了中国情景下各级政府对上游行业研发活动支持力度的加大，最终可以传导到下游行业，形成对下游行业研发投入的直接性拉动作用。从而验证了我们在理论模型部分提出的核心命题，即针对产业链“卡脖子”上游环节行业研发活动的政府补贴力度加大，可以有效促进产业链下游环节行业研发活动的增加。

表 3 中国产业体系的上游行业政府创新补贴对下游行业生产和创新活动影响的检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	lnVA		lnR&D		lnfirm_R&D		lngov_R&D	
$Post_t \times Strangle_j$	0.247*** (0.0371)	0.0298*	0.283*** (0.0457)	0.161*** (0.0284)	0.286*** (0.0439)	0.162*** (0.0252)	0.0639 (0.0963)	-0.0541 (0.195)
上游企业数	-0.496*** (0.0850)	0.0220 (0.0374)	-0.454*** (0.0984)	-0.144 (0.0909)	-0.452*** (0.101)	-0.143 (0.0880)	-0.259*** (0.0672)	0.195 (0.273)
上游行业资产	-0.419 (0.426)	0.0940 (0.115)	0.0101 (0.517)	-0.0158 (0.156)	0.0317 (0.528)	0.0212 (0.150)	-1.330 (0.896)	-1.450 (1.472)
上游行业存货	0.284	-0.0628	0.447*	0.111*	0.437*	0.101	1.023***	0.781

	(0.161)	(0.0472)	(0.190)	(0.0501)	(0.198)	(0.0578)	(0.246)	(0.475)
上游行业负债	0.493	-0.103	0.0169	0.0156	-0.00581	-0.0212	1.350	1.286
	(0.368)	(0.110)	(0.464)	(0.148)	(0.472)	(0.138)	(0.789)	(1.356)
上游行业利润	0.0208	0.00936	-0.0370	-0.0110	-0.0373	-0.0112	-0.0951	-0.117
	(0.0243)	(0.00974)	(0.0360)	(0.0132)	(0.0364)	(0.0121)	(0.0554)	(0.0841)
下游企业数		0.941***		0.552		0.669*		-3.474**
		(0.167)		(0.321)		(0.304)		(1.068)
下游行业出口值		-0.110		-0.619***		-0.589***		-1.920*
		(0.0795)		(0.0881)		(0.0965)		(0.834)
下游行业资产		0.294		3.885***		3.752***		6.077*
		(0.297)		(0.327)		(0.285)		(2.715)
下游行业存货		-0.216		0.266		0.131		5.352***
		(0.139)		(0.291)		(0.332)		(0.932)
下游行业负债		-0.0881		-3.308***		-3.185***		-4.882*
		(0.237)		(0.262)		(0.268)		(2.275)
下游行业利润		2.38e-05*		4.56e-05*		5.13e-05**		-0.000210*
		(1.30e-05)		(1.88e-05)		(1.79e-05)		(9.72e-05)
Constant	10.47***	0.325	7.666***	-3.125	7.648***	-3.228	0.518	-10.93*
	(0.792)	(0.890)	(0.790)	(1.820)	(0.784)	(1.909)	(1.849)	(4.471)
Industry FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	70	66	70	66	70	66	70	66
Adjusted R ²	0.985	0.998	0.998	1.000	0.998	1.000	0.990	0.990

注：括号内为标准误。* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

(2) 平行趋势及敏感性检验

为了进一步验证 DID 结果的有效性，本文分别以上述定义的特定中国产业体系之中的下游行业 R&D 经费内部支出、下游行业 R&D 经费内部支出中企业资金、下游行业 R&D 经费内部支出中政府资金、下游行业增加值做为被解释变量进行平行趋势及敏感性检验。平行趋势的检验模型设定如下：

$$Y_{jt} = \alpha_j + \lambda_t + \sum_{s \neq 2017} \beta_s \times 1(s=t) \times Post_t \times Strangle_j + \delta X_{jt} + \varepsilon_{jt} \quad (60)$$

其中， X_{jt} 表示与上文类似的控制变量集合。检验结果如图 4 所示。从图中可以明显地看到，对照组与实验组在冲击之前并没有显著差异，即以中国装备制造业产业体系为代表的卡脖子产业组，在受到外来的卡脖子政策冲击前，与其他作为对照组的产业并没有明显的变动趋势。此后，由于政府对上游环节行业研发活动的支持和补贴政府力度的加大，会对下游环节行业的创新研发投入与行业增加值产生较为明显的拉动作用，尤其表现在对下游环节行业研发投入产生了较为明显的拉动作用。

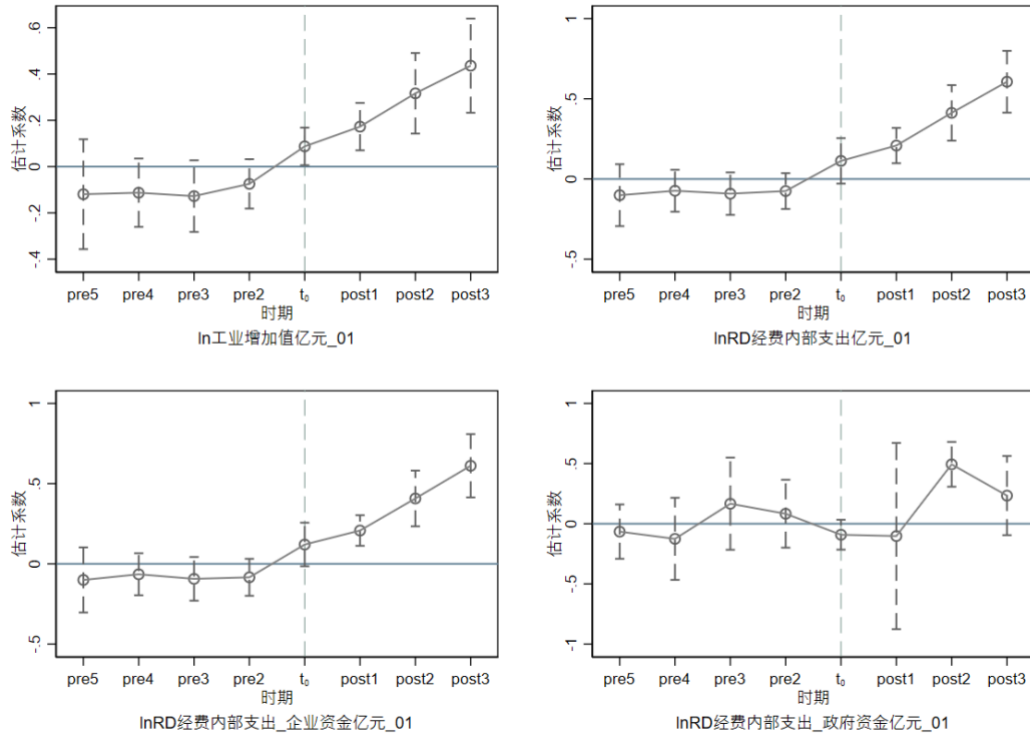


图 4 中国产业体系的下游行业工业增加值和 R&D 经费内部支出的平行趋势检验

虽然处理前趋势检验（pre-trends tests）很直观，但前沿的研究表明，这可能存在低功效的问题，以通过处理前趋势检验作为分析条件，会带来与处理前检验有关的统计问题（Freyaldenhoven et al., 2019; Roth, 2022）。我们根据 Rambachan & Roth（2023）提出的在违反平行趋势假设时的检验方法，对处理后点估计量的置信区间进行推断和敏感性分析，以评估处理效应的稳健性。具体来说，先是构造与平行趋势的最大偏离程度 M ，然后构造与最大偏离程度对应的处理后的估计量的稳健置信区间。考虑到对照组和实验组之间可能会各自存在一个长期演化的趋势，这使得两者可能在冲击前的差异尽管在统计意义上并不显著，但两者的演化过程并非是完全相同的，即平行趋势假设并不一定满足。因此，本文采用了 Rambachan & Roth（2023）提供的对两者的差异选择平滑度限制（Smoothness restrictions）进行检验，主要思路为：记时间 t ，两组的差异为 δ_t ，则我们允许 $|(\delta_{t+1} - \delta_t) - (\delta_t - \delta_{t-1})| \leq M$ 。

对于那么 $M = 0$ ，显然有 $\delta_t = \gamma \cdot t$ ，即我们允许两组的差异是遵循线性演化的，而 $M > 0$ 则允许我们考虑非线性的演化过程。图 5 汇报了本文的敏感性分析结果，Original 代表的为原始的估计值， $M = 0$ 表示，允许处理组和对照组事前有差异，且两者差异是随着时间线性演化的，而 $M > 0$ 则允许我们考虑非线性的演化过程。结果显示，在允许两者的差异为线性的情况下，我们的检验结果依然稳健。并且对于每个的估计结果，分别可以允许其演化过程的斜率有 0.01、0.015 和 0.015 的偏离度，检验结果表明，即使平行趋势被违背，且存在一定程度的偏离，政府对上游环节行业研发活动的支持和补贴政府力度的加大，对下游环节行业的创新研发投入与产出仍然会表现出显著的促进作用。

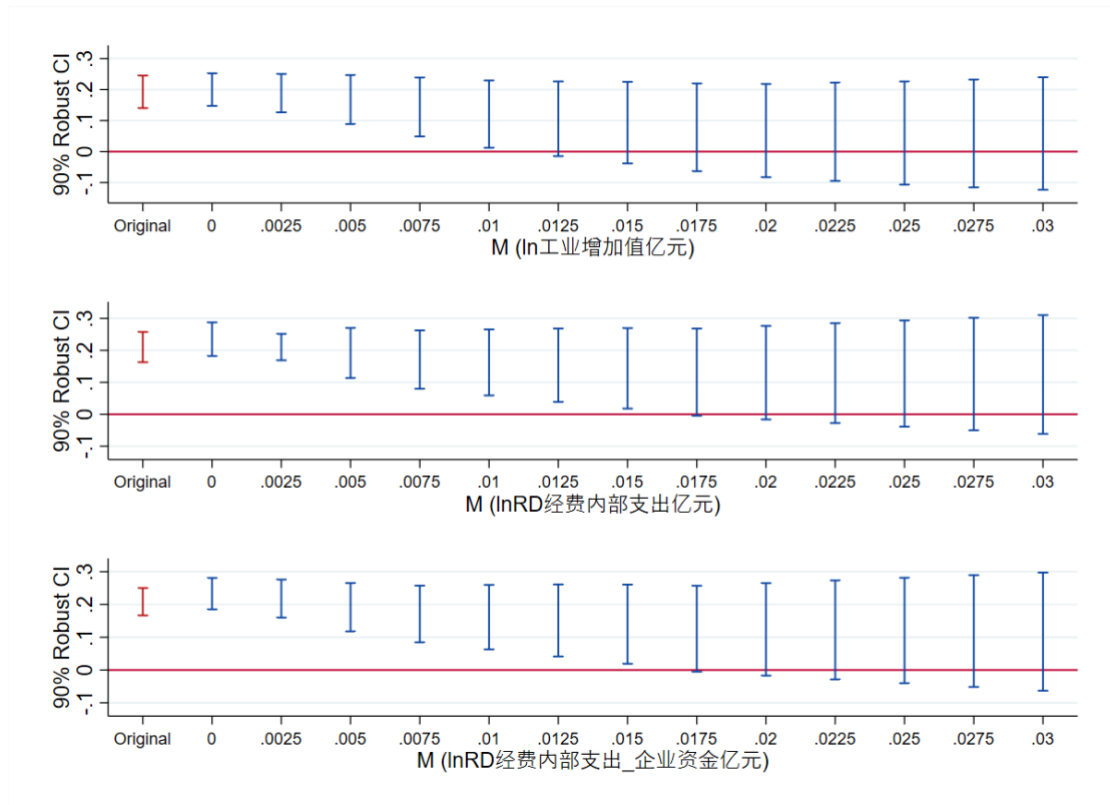


图 5 中国产业体系平行趋势敏感性检验：行业层面

(3) 安慰剂检验

为检验本文的基准实证结果是否由某些偶然因素驱动，本文还随机抽样设定处理组，对基准回归结果进行了安慰剂检验。图 6 展示了重复随机抽样 1000 次后的结果，与基准回归模型的比较。⁵所有的回归系数和系数 t 值的均值均接近于 0，回归系数的值都远小于估计系数，回归的 t 值也远小于真实回归系数的 t 值，说明极小概率会重现真实情况下的系数和 t 值，从而验证了本文结果的有效性。

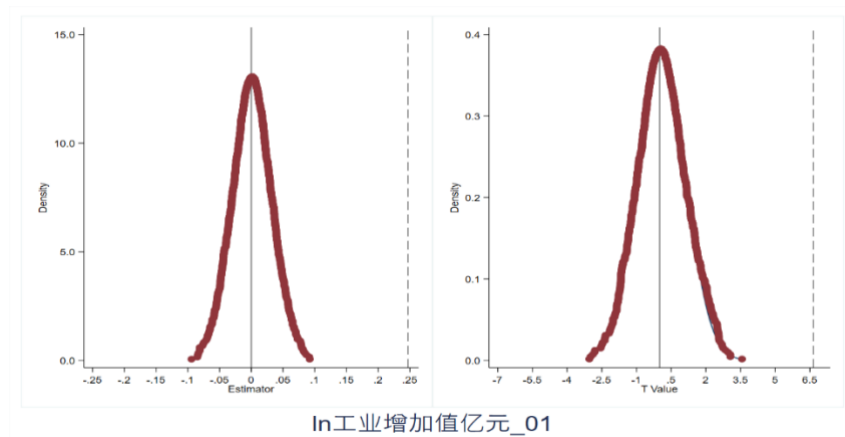


图 6 中国产业体系安慰剂检验：行业层面（工业增加值）

⁵ 其余结果类似，因篇幅所限，其他回归方程的安慰剂检验见附录 2。

2. 企业层面证据

(1) 计量模型与实证结果

鉴于以上来自中国装备制造产业体系的相关上下游行业层面的实证证据,可能会面临由于样本数量较少、遗漏重要控制变量或者内生性问题处理不合理等一系列问题所导致的检验结果不可靠问题,进一步地,本文通过针对中国上市公司数据库相关变量信息的收集和整理,以大样本微观企业数据为基础,重新研究开放背景下的创新链和产业链融合体系之中的产业政策和创新政策的激励作用。本文采用的数据来自 CSMAR 数据库,通过证监会行业分类识别出了属于上述讨论的中国装备制造、中国纺织服装和中国汽车三大产业体系之内的上市公司,并与上文保持一致选取了 2012-2021 年作为样本区间。与计量方程(59)式类似,本文设置如下基准模型:

$$y_{ijt} = \alpha_0 + \beta \cdot Post_t \times Strangle_i + \delta_1 X_{it} + \delta_2 X_{jt} + \gamma_i + \gamma_j + \gamma_t + \varepsilon_{ijt} \quad (61)$$

其中, y_{ijt} 分别选取衡量 t 年属于下游行业 j 的企业 i 的生产和创新行为变量指标,具体包括:企业营业收入、净利润、增加值、研发投入金额、政府研发补贴以及企业研发投入内部支出的对数值。⁶ $Post_t \times Strangle_i$ 与上文一致,若企业 i 所在的行业 j 属于“卡脖子”类型行业,则 $Strangle_i = 1$, 否则为 0; 当 $t > 2017$ 时, $Post_t = 1$, 反之为 0; X_{it} 定义为分布在下游行业内的企业层面控制变量,包括企业总资产的对数值、海外业务收入的对数值、资产负债率、企业年龄、长期借款与总资产比、第一大股东持股比率、前十大股东持股比例、独立董事人数、董事会规模(人数); X_{jt} 为上游行业层面的控制变量,包括属于上游行业 j 的所有企业的总资产、总负债和存货总量的对数值。

表 4 展示了相应的回归结果。第 1-3 列分别以企业营业收入、净利润和增加值对数值为被解释变量,来分析中国政府针对产业链上游环节关键技术中间产品企业研发活动的补贴扶持政策对下游行业企业生产产出的影响。实证结果与表 3 类似,无论是以企业营业收入、净利润还是增加值衡量,政府对产业链上游行业企业研发活动的补贴,均对下游行业企业产出表现产生了显著促进作用。第 4-6 列分别以企业研发投入金额、政府研发补贴以及企业经费内部支出对数值为被解释变量,来分析政府针对上游环节行业企业研发活动的补贴扶持政策对下游环节行业企业创新活动的影响,与表 3 的回归结果相似,政府针对上游行业企业研发活动的扶持政策,对下游行业企业研发投入产生了显著的拉动效应,更为准确地说,是促进了企业自身的研发投入,而非来源于研发投入中的政府研发补贴。

表 4 中国产业体系的上游行业企业政府创新补贴对下游行业企业生产和创新活动影响的检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnrevenue	lnprofit	lnVA	lnR&D	lngov_R&D	lnfirm_R&D
$Post_t \times Strangle_i$	0.126*** (0.0376)	0.383*** (0.0914)	0.382*** (0.0727)	0.135** (0.0532)	0.0390 (0.218)	0.145** (0.0600)
上游行业资产额	-0.803*** (0.271)	-2.246*** (0.815)	-1.562*** (0.535)	0.0820 (0.390)	3.720** (1.675)	-0.262 (0.442)
上游行业负债额	0.458**	1.528***	0.920**	-0.0991	-1.941*	0.0827

⁶ 增加值=营业收入-营业成本+销售费用+管理费用-应付职工薪酬。关于政府研发补贴的计算见附录 3。

	(0.182)	(0.536)	(0.365)	(0.272)	(1.032)	(0.309)
上游行业存货额	0.323***	0.506*	0.398*	-0.0852	-1.176	0.0488
	(0.104)	(0.305)	(0.223)	(0.156)	(0.718)	(0.192)
企业固定资产	0.947***	0.987***	1.034***	0.883***	0.737***	0.875***
	(0.0508)	(0.0789)	(0.0827)	(0.0547)	(0.140)	(0.0565)
企业年龄	0.00203	-0.000392	0.0253	0.0296*	-0.142**	0.0412**
	(0.0122)	(0.0269)	(0.0229)	(0.0157)	(0.0582)	(0.0168)
企业资产负债率	-0.0318	-0.767***	-0.140	-0.111	-0.138	0.0951
	(0.174)	(0.285)	(0.251)	(0.171)	(0.444)	(0.137)
长期借款与总资产比	-0.396	-1.448*	-0.175	-0.523	-0.905	-0.443
	(0.262)	(0.775)	(0.639)	(0.334)	(1.284)	(0.340)
第一大股东持股比例	0.00101	0.00122	0.00162	0.00311	0.0162*	0.00289
	(0.00223)	(0.00510)	(0.00416)	(0.00274)	(0.00891)	(0.00296)
前十大股东持股比例	0.00277*	0.0189***	0.0115***	-0.000724	-0.00443	-0.00150
	(0.00144)	(0.00317)	(0.00270)	(0.00202)	(0.00609)	(0.00220)
董事人数	-0.00444	0.00267	-0.0116	-0.00406	0.000936	-0.00429
	(0.00564)	(0.0101)	(0.00979)	(0.00522)	(0.0207)	(0.00594)
独立董事占比	0.0219	-0.158	0.141	0.184	0.650	0.174
	(0.156)	(0.346)	(0.235)	(0.134)	(0.669)	(0.156)
海外业务收入	0.00885***	0.00245	0.00408	0.00750**	0.0241**	0.00672*
	(0.00239)	(0.00548)	(0.00434)	(0.00361)	(0.0119)	(0.00403)
Constant	1.647	3.986	3.488	0.840	-20.95**	1.962
	(2.307)	(4.916)	(4.311)	(3.038)	(9.318)	(3.250)
Firm FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3,441	3,041	3,151	3,383	2,310	3,365
Adjusted R ²	0.695	0.249	0.426	0.613	0.048	0.573

注：括号内为标准误。* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

（2）平行趋势及敏感性检验

类似的，本文同样检验了企业层面的双重差分模型中的对照组和实验组是否满足平行趋势假设，结果如图 7 所示。可以看到在政府对上游企业进行政策支持前，对照组和实验组关于产出和创新的各项指标在统计上并没有显著差异，而随着对上游企业进行研发补贴，两组在产出表现上立刻出现了差异（除了利润指标，其在政策实施后的第 1 期显著提升）；而关于创新表现，上游行业企业获得的支持政策对下游行业企业的影响要相对滞后，显著的促进效应发生在实施后的第 1 期（研发投入）和第 2 期（研发投入内部支出）。综上所述，以上结果验证了平行趋势假设。

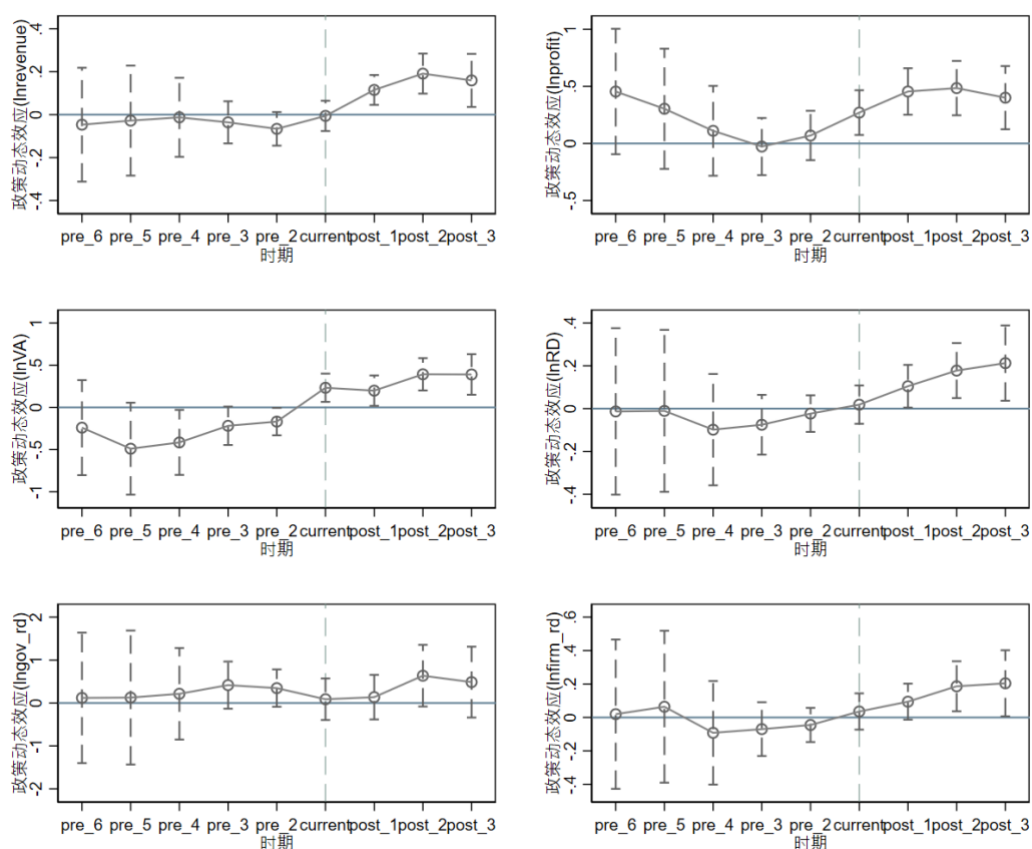


图 7 中国产业体系的下游行业企业生产和创新活动指标相关的平行趋势检验

同样的，我们根据 Rambachan & Roth（2023）提出的在违反平行趋势假设时的检验方法，对处理后点估计量的置信区间进行推断和敏感性分析。图 8 结果显示在允许两者的差异为线性的情况下，我们的检验结果依然稳健。并且，对于所有的估计结果，都可以在允许其演化过程的斜率有 0.0015 的偏离度的情况下成立，有些估计系数甚至可以允许其斜率偏离 0.03。检验结果表明，即使允许对照组和实验组在处理前存在一定的趋势差异，政府对上游环节行业研发活动的补贴力度加大，对下游环节行业企业研发投入与产出依然具有显著的促进作用。

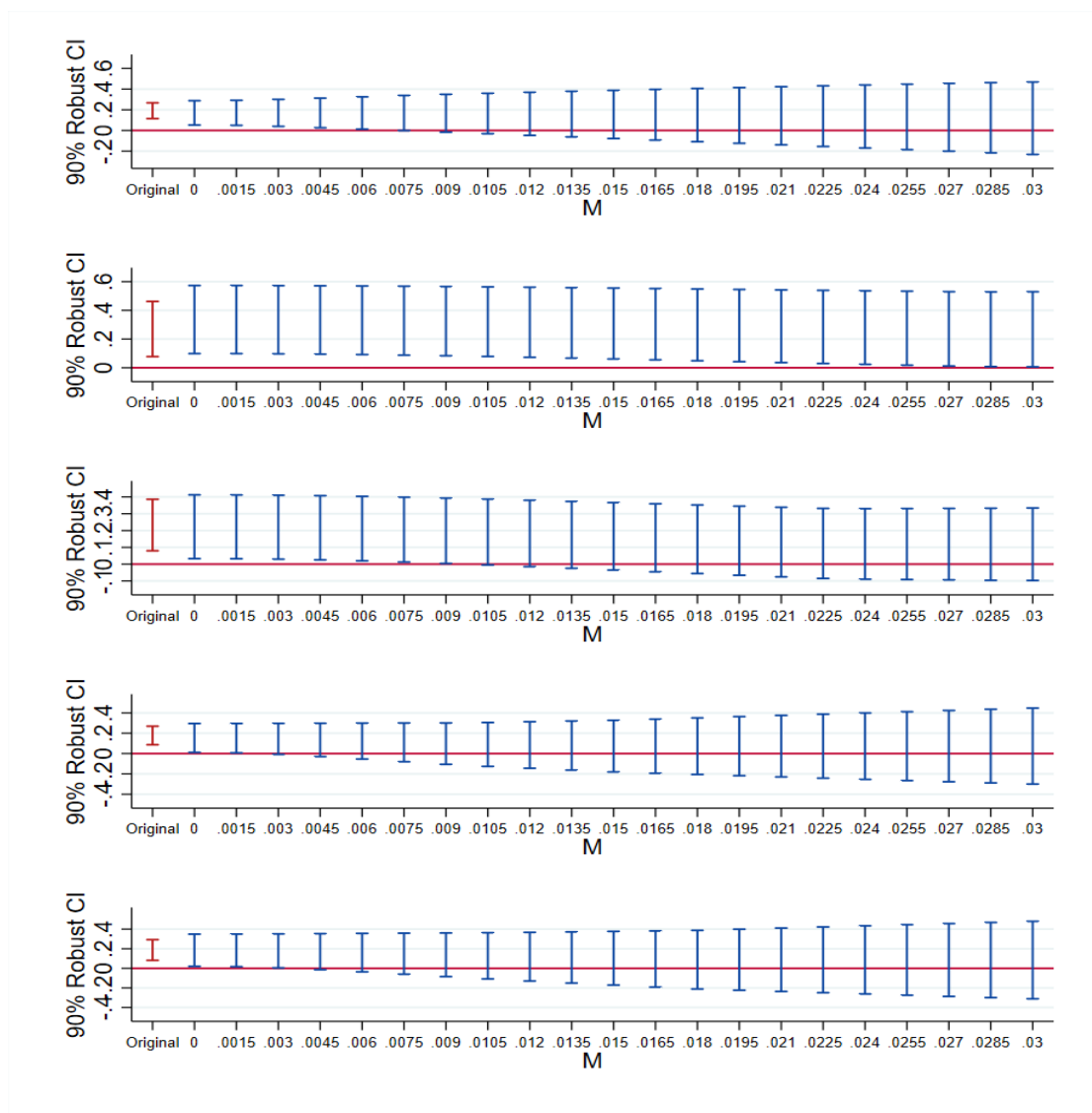


图 8 中国产业体系平行趋势敏感性检验：企业层面

（3）安慰剂检验

与行业层面的实证分析类似，为检验本文的基准实证结果是否由某些偶然因素驱动，我们重复随机抽样 1000 次设定处理组，对基准回归结果进行了安慰剂检验。⁷同样的，所有的回归系数和系数 t 值的均值均接近于 0，回归系数的值都远小于估计系数，仅有极少数回归的 t 值会大于真实回归系数的 t 值，验证了本文实证结果的有效性。

四、简要结论与政策含义

类似中国这样的发展中国家，一直在尝试探索和追求符合自身国情的独特发展模式。尤其是针对中国这样坚持社会主义市场经济基本制度的国家而言，其核心逻辑就是彻底抛弃西方国家一味鼓吹的以新自由主义为原则的“华盛顿共识”，坚持以“有效市场”和“有为政府”相结合为原则的“北京共识”。这其中，“有为政府”的一个重要体现，就是在面临西方发达国家在全球价值链分工和贸易体系中处于绝对垄断地位和科技创新领先地位所带来的各种封锁

⁷ 因篇幅所限，安慰剂检验的详细结果见附录 2。

和遏制策略风险时,采取合适有效的产业政策来促进本国产业通过营造自主创新能力来加以主动应对,进而谋取本国产业在全球的生存发展和转型升级机会,以维护本国在全球国家竞争格局中最为基本的产业发展权和经济发展权。由此,鉴于产业政策本质上可以将之理解为发展中国家谋求自身独特发展制度的重要组成部分以及必不可少的重要发展政策工具,从创新链和产业链融合体系这个更为综合、更为独特的视角,来重新审视和探索产业政策领域前沿问题,必然是中国学者们必须主动承担和科学回答的重大理论和政策研究命题之一。

本文的研究结论可以从理论和实证层面来加以归纳。从理论层面来看,在构建创新链和产业链融合体系的框架下,同时,在区分了创新链的基础研究和应用研究不同环节以及产业链的上下游环节的情形下,就封闭经济而言,针对上游企业的生产和研发活动进行补贴或减税导向的产业政策,而非针对下游企业的生产和研发活动实施补贴或减税导向的产业政策,既可以降低最终产品价格,也可以提高消费者福利。就开放经济而言,在区分完全依赖国外上游行业企业的关键核心技术中间产品、国外上游行业企业和国内上游行业企业竞争性供给关键核心技术产品、国外上游行业企业关键核心技术中间产品存在断供风险三种不同条件下,带来了产业政策实施对象的多样化特征。既需要针对上游企业的生产和研发活动进行补贴或减税导向的产业政策,也需要针对下游企业的生产和研发活动实施补贴或减税导向的产业政策,同时,也可以针对国内下游行业企业最终产品出口活动进行补贴,或针对国外上游行业企业的关键核心技术中间产品进口征税。由此从理论层面证明了,在开放背景下,面临掌握关键核心技术中间产品研发和生产能力的国外上游企业的垄断甚至断供压力,由此必然带来了发展中国家产业政策的复杂化、多样化和全覆盖实施的必要性。从经验证据层面来看,通过遭遇“卡脖子”问题的中国装备制造业产业体系的上下游行业以及创新链和产业链不同环节协整关系的实证检验,我们既证明了中国的集成电路产业体系的上下游行业以及创新链和产业链不同环节之间存在明确的协同关系,从而验证了本文提出的创新链和产业链融合体系的存在性,也证明了中国情景下各级政府对特定产业体系之中的上游环节行业研发活动支持力度的加大,最终可以形成对下游行业研发投入和产出规模扩张的拉动作用,验证了在创新链和产业链融合体系下上下游行业的产业政策可对下游行业发展产生正向溢出效应。

本文的政策含义可以归结为:一方面,中国的产业政策长期存在的一个突出问题是,各地政府一直偏向于吸引和扶持处于产业链下游环节生产最终产品企业发展,针对能够短期内创造 GDP 规模的下游行业企业生产活动进行大量的政府补贴。出于对处于产业链上游环节关键技术中间产品企业对 GDP 规模创造效应相对较小的基本事实,政府普遍忽略了针对处于产业链上游环节关键技术中间产品企业研发和生产活动的补贴和扶持,这导致中国产业政策难以支持产业的自主创新能力提升,难以帮助中国的重点产业和本土企业摆脱对美国为首的西方发达国家的技术依赖以及关键设备、关键零配件和元器件、关键材料等产品的进口依赖。由此,本文的理论和实证研究结果所具有的一个重要政策含义是,中国各级政府的产业政策实施对象,已经不能局限在单个行业或单个链主企业龙头企业层面,必须全面转以具有创新链和产业链融合体系特征的重点产业体系整体作为产业政策制定和实施对象,尤其要彻底扭转地方政府偏好于扶持和补贴能够短期带来 GDP 规模扩张的处于产业链下游环节生产最终产品企业的固化式行为逻辑,全面转向制定和实施针对产业链上游环节关键技术中间产品企业研发和生产活动为导向的补贴和扶持政策,这将更有利于产业整体发展。

另一方面,当前中国以集成电路、人工智能、高端装备等为主的高技术产业正在面临美国为首的西方发达国家,在产业链上游环节的关键设备、关键零配件和元器件、关键材料乃至关键设计软件系统领域的“卡脖子”式遏制或封锁策略。这对中国制定和实施产业政策带来更为复杂化的挑战和风险,需要全面颠覆性地改革产业政策实施的思维方式和重点对象。本文的理论和实证研究结果对此重要问题的政策启发意义是,针对中国的高技术产业或战略性新兴产业,所面临的美国为首的西方发达国家在产业链上游环节的关键设备、关键零配件和

元器件、关键材料乃至关键设计软件系统等领域的“卡脖子”式遏制甚至封锁行为，中国的产业政策既要覆盖处于产业链上游环节的关键技术中间产品企业的研发和生产活动，也要覆盖产业链下游环节的最终产品企业的研发和生产活动。尤其要加大对关键核心技术中间产品领域的上游企业的研发和生产活动的政府补贴，特别要全方位、持续地补贴关键核心技术中间产品领域的上游企业以原始创新、颠覆性技术创新、关键核心技术创新、关键共性技术创新为导向的研发活动，充分激发上游企业对下游企业研发和生产活动的正向溢出效应，方可促进中国重点产业链实现高水平的科技自立自强和国家产业链供应链安全要求相匹配的新型产业政策体系的形成。

附录:

(一) 存在上下游创新相互影响的产业政策分析

我们的模型本质上并不需要假设仅有上游行业对下游行业有创新溢出效应, 而仅需要上游行业对下游行业有净正向溢出效应。实际上, 当下游企业同时对上游企业具有正向知识溢出效应时, 上游企业的创新投入对下游企业的溢出效应会由于创新链的正向反馈得到强化, 这不会从根本上改变本文的模型结论。为进一步解释此论断, 我们可以考虑上游行业与下游行业之间存在相互的创新知识溢出, 并以 k_1 表示上游企业的生产性知识资本投入, 以 k_2 表示下游企业的生产性知识资本投入, 以 θ_{12} (θ_{21}) 表示上游企业对下游企业(下游企业对上游企业的)的知识溢出效应强度, 从而有上、下游企业(此处略去下游企业下标 j)的知识资本产出方程分别为:

$$k_1 = \phi_1 l_{r1} k_2^{\theta_{21}} \quad (\text{A1.1})$$

$$k_2 = \phi_2 l_{r2} k_1^{\theta_{12}} \quad (\text{A1.2})$$

方程(A1.1)代入方程(A1.2)中, 求解 k_2 可得:

$$k_2 = (\phi_2 l_{r2})^{\frac{1}{1-\theta_{21}\theta_{12}}} (\phi_1 l_{r1})^{\frac{\theta_{12}}{1-\theta_{21}\theta_{12}}} \quad (\text{A1.3})$$

除了指数不同, 上述表达式与我们正文中关于下游知识资本产出方程的设定形式并没有根本性差别。将(A1.3)代入(A1.1)得到上游企业知识资本产出 k_1 :

$$k_1 = (\phi_1 l_{r1})^{\frac{1}{1-\theta_{21}\theta_{12}}} (\phi_2 l_{r2})^{\frac{\theta_{21}}{1-\theta_{21}\theta_{12}}} \quad (\text{A1.4})$$

值得注意的是, 此时由于上下游企业相互间的知识溢出, 会放大知识溢出效应, 放大系数为 $\frac{1}{1-\theta_{21}\theta_{12}}$ 。此时, 政府对研发部门的补贴取决于上下游知识溢出。具体而言, 此时社会最优

的劳动力配置为:

$$(l_{p1}^*, l_{r1}^*, l_{p2}^*, l_{r2}^*) = \left(\alpha_1 \gamma_2, \frac{\beta_2 \theta_{12} + (1-\alpha_1) \gamma_2}{1-\theta_{12}\theta_{21}}, \alpha_2, \frac{\beta_2 + (1-\alpha_1) \gamma_2 \theta_{21}}{1-\theta_{12}\theta_{21}} \right) \quad (\text{A1.5})$$

由于上游企业与下游企业均把接收到的知识溢出当作外生给定, 求解市场均衡可知市场配置下劳动力资源分配满足:

$$(\tilde{l}_{p1}, \tilde{l}_{r1}, \tilde{l}_{p2}, \tilde{l}_{r2}) = \left(\frac{\alpha_1 \gamma_2}{(1+\tau_{p1})(1+\chi_1)}, \frac{(1-\alpha_1) \gamma_2}{(1+\tau_{r1})(1+\chi_1)}, \frac{\alpha_2}{1+\tau_{p2}}, \frac{\beta_2}{1+\tau_{r2}} \right) \quad (\text{A1.6})$$

此时政府的最优补贴或税收政策满足:

$$\frac{1+\tau_{r2}^*}{1+\tau_{r1}^*} = (1+\chi_1) \frac{\beta_2(1-\theta_{12}\theta_{21})}{\beta_2 + (1-\alpha_1)\gamma_2\theta_{21}} \quad (\text{A1.7})$$

$$\frac{1+\tau_{r2}^*}{1+\tau_{r1}^*} = \frac{(1+\chi_1)\beta_2}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \times \frac{\beta_2\theta_{12} + (1-\alpha_1)\gamma_2}{\beta_2 + (1-\alpha_1)\gamma_2\theta_{21}} \quad (\text{A1.8})$$

$$\frac{1+\tau_{p1}^*}{1+\tau_{r1}^*} = \frac{1}{(1-\theta_{12}\theta_{21})} \times \left(1 + \frac{\beta_2\theta_{12}}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \right) \quad (\text{A1.9})$$

$$\frac{1+\tau_{p2}^*}{1+\tau_{r2}^*} = \frac{1}{(1-\theta_{12}\theta_{21})} \times \left(1 + \frac{(1-\alpha_1)\gamma_2\theta_{21}}{\beta_2} \right) \quad (\text{A1.10})$$

对比我们文章中的基准模型而言，政府的产业政策除了需要针对研发部门的创新溢出进行倍数调整之外，并没有本质上的差别。特别而言，观察对于上下游企业研发部门的相对补贴规模可知：

$$\frac{1+\tau_{r2}^*}{1+\tau_{r1}^*} = (1+\chi_1) \left(1 + \frac{\beta_2\theta_{12}}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \right) \times \frac{\beta_2}{\beta_2 + (1-\alpha_1)\gamma_2\theta_{21}} \quad (\text{A1.11})$$

其中，最后一项即为由于存在下游行业对上游行业的溢出效应而应该相对增加对下游行业的补贴。换言之，对于正文模型中“仅有上游行业对下游行业存在知识溢出”（用 θ 表示）的设定，我们可以找到对应的 $(\theta_{12}, \theta_{21})$ 使上下游行业的知识溢出的相对强度满足：

$$1 + \frac{\beta_2\theta}{(1-\alpha_1)\gamma_2} = \left(1 + \frac{\beta_2\theta_{12}}{(1-\alpha_1)\gamma_2} \right) \times \frac{\beta_2}{\beta_2 + (1-\alpha_1)\gamma_2\theta_{21}} \quad (\text{A1.12})$$

即可以保证上游行业与下游行业研发部门的相对补贴规模一致。由此，我们可以认为本文模型中关于正向知识溢出的设定是可以满足本文理论分析的一个简明的假定，而添加形式上更加复杂的创新链的设定并不会从根本上改变本文的研究结论。

（二）中国制造业产业链和创新链上下游度测算

为了衡量实证部分各行业在产业链和创新链的相对上下游关系，本文借鉴 Antràs et al. (2012) 的方法进行计算。考虑一个不包含进出口情况以及存货变动的封闭经济体的基准情况：

$$Y_i = F_i + Z_i = F_i + \sum_{j=1}^N d_{ij} Y_j \quad (\text{A2.1})$$

其中， Y_i 为行业 i 的总产出， F_i 为行业 i 的最终产品， Z_i 为行业 i 在整个经济体中作为中间投入的部分， d_{ij} 衡量的是一单位价格行业 j 的产出所需要行业 i 的产出。于是，我们定义了行业 i 的上游度（upstreamness）为：

$$U_i = 1 + \sum_{j=1}^N \frac{d_{ij} Y_j}{Y_i} U_j \quad (\text{A2.2})$$

用矩阵形式表示为：

$$U = [I - \Delta]^{-1} \mathbf{1} \quad (\text{A2.3})$$

其中， I 是对角线为 1 的单位矩阵， Δ 为第 i 行第 j 列元素为 $\frac{d_{ij}Y_j}{Y_i}$ 的矩阵， $\mathbf{1}$ 为元素都为 1 的列向量。

在计算创新链上下游度的时候，我们以行业 j 引用行业 i 的专利引用量作为行业 i 的知识“中间投入”，将行业 i 中每个被引用 N 次的专利记作 $N+1$ 个专利、未被引用的专利计为一个专利求和得到知识的“总产出”，据此构建知识的“投入产出表”，并利用(A2.3)式进行计算。

考虑到实际生产环节中中国作为一个开放经济体还涉及到进出口和存货变动等情况，调整后的上游度计算公式为⁸：

$$U_i = 1 + \sum_{j=1}^N \frac{d_{ij}Y_j}{Y_i} U_j \quad (\text{A2.4})$$

其中， $d_{ij} = d_{ij} \frac{Y_i}{Y_i - X_i + M_i - N_i}$ ， X_i ， M_i 和 N_i 分别为行业 i 的出口、进口和存货变动。

为了尽可能与下文的实证数据的样本区间保持一致，并且考虑到产业上下游关系在短期内相对稳定、不会发生太大变化，本文利用 2015 年全国投入产出表的数据计算了产业链的上下游度。关于知识的“投入产出表”，本文利用 1998-2013 年的工业企业数据库与专利数据进行匹配得到各个行业之间的专利相互引用情况，⁹进而构建知识的“投入产出表”。结果如附表 1 所示。可以看到集成电路行业体系中，“计算机、通信和其他电子设备制造业”、“仪器仪表制造业”和“电气机械和器材制造业”处于相对上游的位置，而“专用设备制造业”为下游行业；纺织服装产业体系中，“纺织业”和“化学纤维制造业”（属于表中化学产品）为上游行业，“纺织服装、服饰业”为下游行业；汽车产业体系中，“黑色金属矿采选业”、“黑色金属冶炼和压延加工业”（分别属于表中金属矿采选产品和金属冶炼和压延加工品）为上游企业，“汽车制造业”（属于交通运输设备）为下游行业。

附表 1 国主要行业的产业链和创新链上游度计算结果

	产业链上游度	创新链上游度
石油和天然气开采产品	5.723	2.472
煤炭采选产品	5.584	2.534
金属矿采选产品	5.470	2.701
废品废料	5.391	2.842
电力、热力的生产和供应	5.364	2.724
金属制品、机械和设备修理服务	4.820	2.601
石油、炼焦产品和核燃料加工品	4.782	2.800

⁸ 具体推导过程参见 Antràs et al. (2012)。

⁹ 相关数据处理细节可参见寇宗来和刘学悦 (2020)，其中在识别互相引用关系时，考虑到知识作为投入要素的时效性，本文选择 5 年作为窗口期，即专利与被引用专利的登记年份相差在五年之内，才被认为是有效引用。

非金属矿和其他矿采选产品	4.616	2.456
纺织品	4.576	2.781
化学产品	4.464	2.683
通信设备、计算机和其他电子设备	4.393	2.831
金属冶炼和压延加工品	4.283	2.669
造纸印刷和文教体育用品	4.090	2.686
其他制造产品	4.008	2.621
仪器仪表	3.765	2.654
金属制品	3.690	2.603
电气机械和器材	3.397	2.659
通用设备	3.393	2.575
木材加工品和家具	3.244	2.644
燃气生产和供应	3.107	2.464
食品和烟草	3.060	2.698
非金属矿物制品	3.008	2.779
水的生产和供应	2.891	2.431
交通运输设备	2.495	2.640
专用设备	2.456	2.554
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品	2.388	2.702

（三）安慰剂检验结果

1. 行业层面

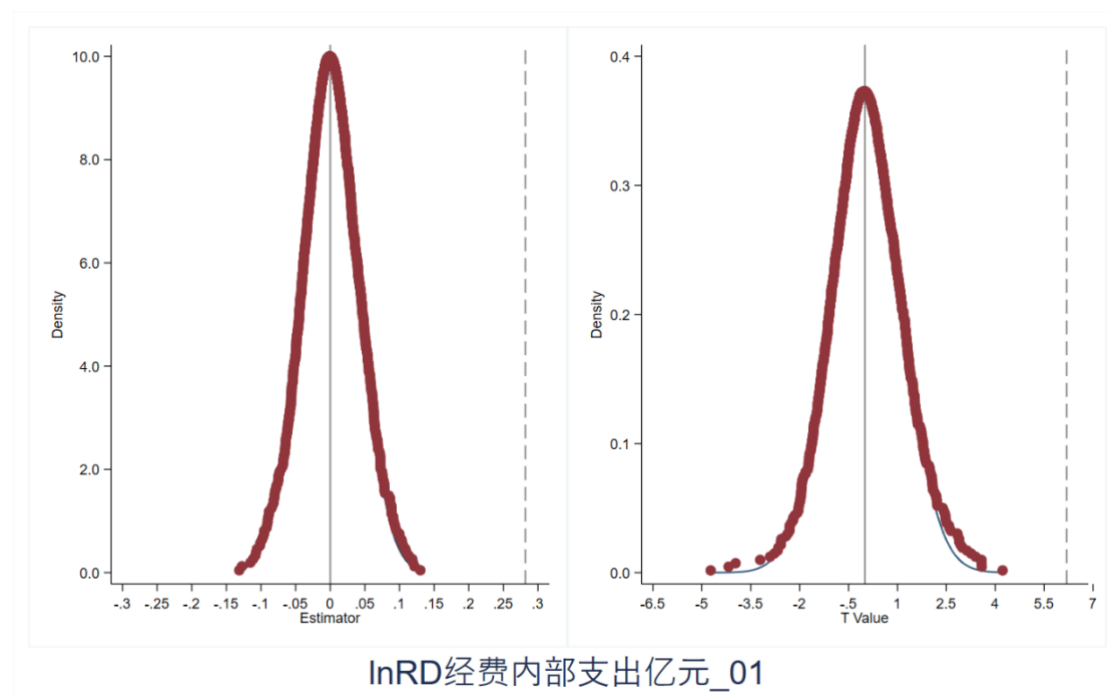


图 A1 中国产业体系安慰剂检验：行业层面（经费内部支出）

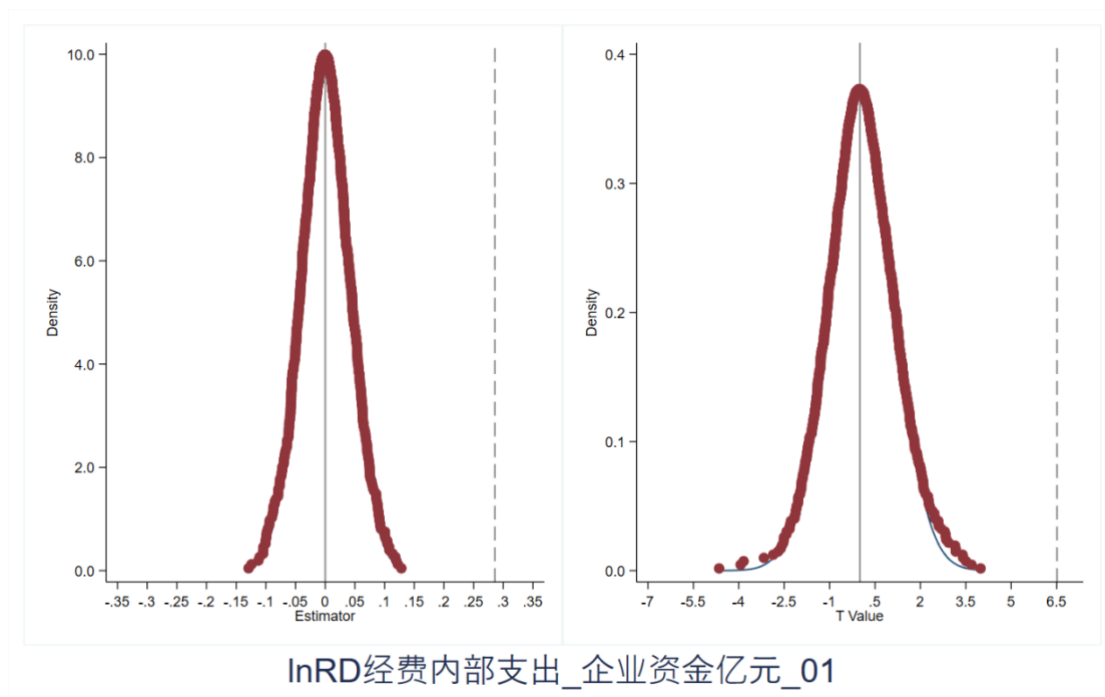


图 A2 中国产业体系安慰剂检验：行业层面（经费内部支出—企业资金）

2. 企业层面

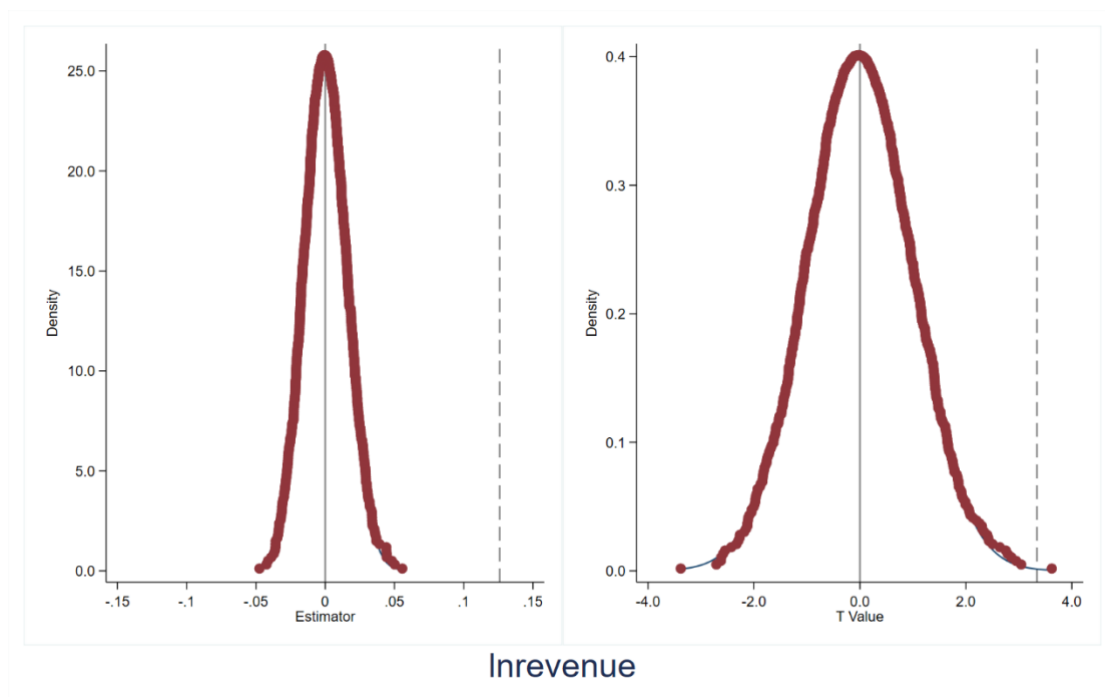


图 A3 中国产业体系安慰剂检验：企业层面（营业收入）

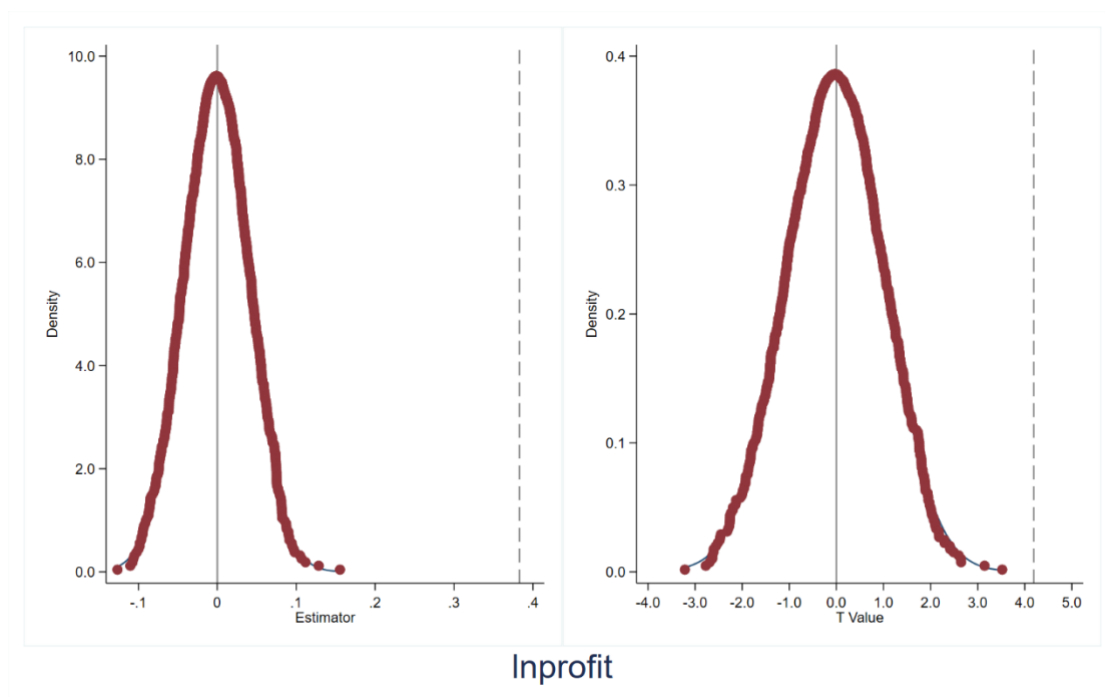


图 A4 中国产业体系安慰剂检验：企业层面（净利润）

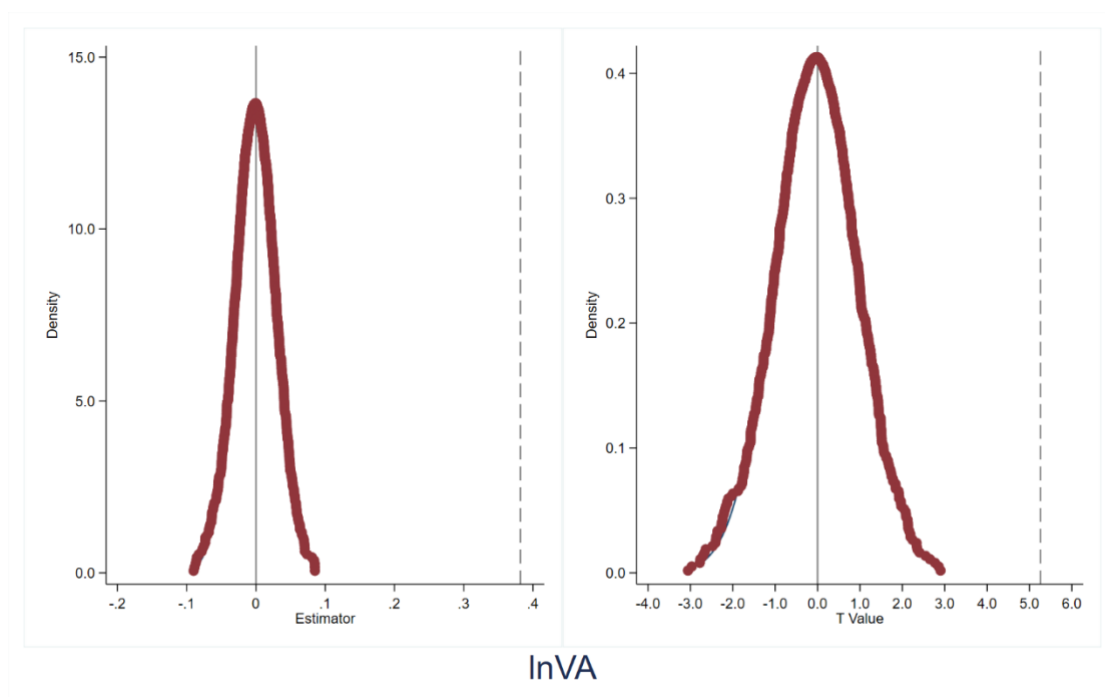


图 A5 中国产业体系安慰剂检验：企业层面（增加值）

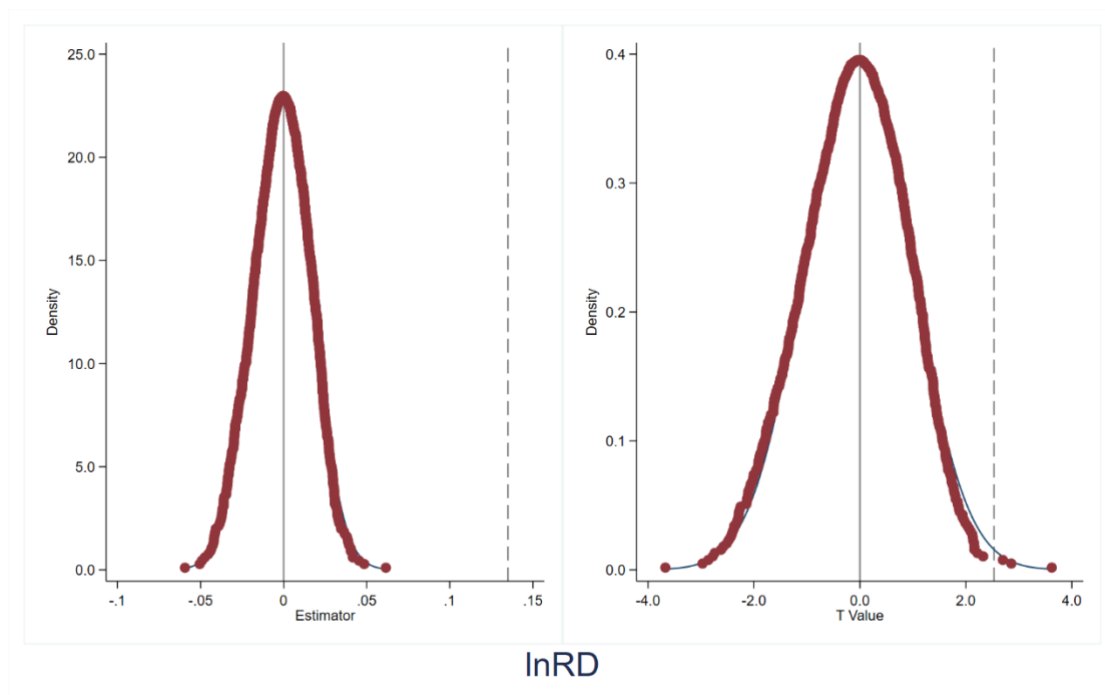


图 A6 中国产业体系安慰剂检验：企业层面（研发投入）

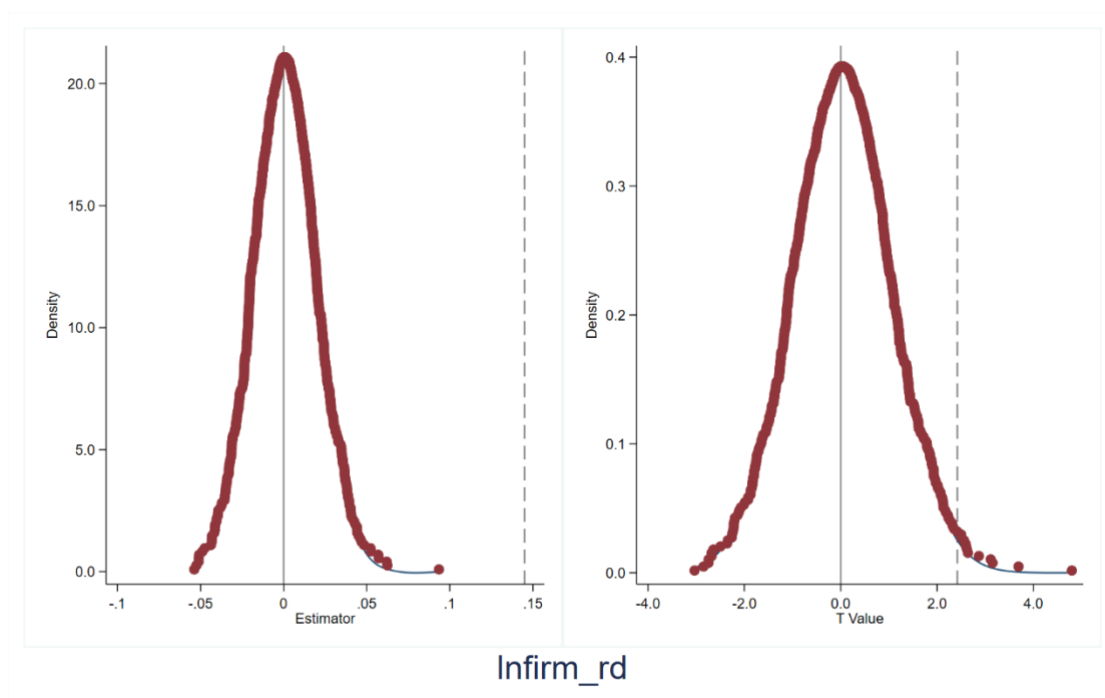


图 A7 中国产业体系安慰剂检验：企业层面（研发投入—企业资金）

（三）政府研发补贴的计算

参考王永贵和李霞（2023）、应千伟和何思怡（2022）的方法，本文基于上市公司年报中财务报表信息附注下的“营业外收入”项目，通过手工方式收集整理政府研发补助的金额。其中，与政府研发补贴的项目主要依据包含以下关键词的项目进行筛选：研发、开发、研究、科研、技术、创新、科技、研制、R&D、知识产权、专利、著作权、发明、智力、成果转化、课题、课题经费、科学奖励、科学基金、人才、英才、专家、博士、引智、千人计划、海外工程师、863 计划、973 计划、139 计划、火炬计划、中国制造 2025、升级、技改、智能、先进制造、先进装备、高新、专精特新、小巨人、高企、产业升级、企业发展、产业发展、行业发展、发展补助、高质量发展、新兴产业、战略新兴、高精尖。

参考文献:

- 蔡晓慧、茹玉骢, 2016: 《地方政府基础设施投资会抑制企业技术创新吗?——基于中国制造业企业数据的经验研究》, 《管理世界》第 11 期。
- 贺俊, 2022: 《新兴技术产业赶超中的政府作用:产业政策研究的新视角》, 《中国社会科学》第 11 期。
- 侯方宇、杨瑞龙, 2018: 《新型政商关系、产业政策与投资“潮涌现象”治理》, 《中国工业经济》第 05 期。
- 侯方宇、杨瑞龙, 2019: 《产业政策有效性研究评述》, 《经济学动态》第 10 期。
- 江飞涛、李晓萍, 2018: 《改革开放四十年中国产业政策演进与发展——兼论中国产业政策体系的转型》, 《管理世界》第 10 期。
- 寇宗来、刘学悦, 2020: 《中国企业的专利行为:特征事实以及来自创新政策的影响》, 《经济研究》第 03 期。
- 林毅夫, 2016: 《产业政策与国家发展:新结构经济学视角》, 《比较》第 6 期。
- 毛其淋、赵柯雨, 2021: 《重点产业政策如何影响了企业出口——来自中国制造业的微观证据》, 《财贸经济》第 11 期。
- 戚聿东、张任之, 2017: 《海外产业政策实施效果研究述评》, 《经济学动态》第 05 期。
- 王弟海、龚六堂, 2006: 《幼稚产业的发展路径及其政府政策的分析》, 《数量经济技术经济研究》第 03 期。
- 王永贵、李霞, 2023: 《促进还是抑制:政府研发补助对企业绿色创新绩效的影响》, 《中国工业经济》第 2 期。
- 小宫隆太郎、奥野正宽、铃村兴太郎, 1988: 《日本的产业政策》, 日本东京大学出版会。
- 应千伟、何思怡, 2022: 《政府研发补贴下的企业创新策略:“滥竽充数”还是“精益求精”》, 《南开管理评论》第 2 期。
- 于明超、谭阳, 2023: 《主导产业政策与企业全要素生产率——基于中国开发区设立的准自然实验》, 《产业经济评论》第 01 期。
- 余东华、吕逸楠, 2015: 《政府不当干预与战略性新兴产业产能过剩——以中国光伏产业为例》, 《中国工业经济》第 10 期。
- 余明桂、回雅甫、潘红波, 2010: 《政治联系、寻租与地方政府财政补贴有效性》, 《经济研究》第 03 期。
- Aghion, P., J. Cai, M. Dewatripont, L. Du, A. Harrison, and P. Legros, 2015, “Industrial Policy and Competition”, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 7(4), 1—32.
- Akcigit, U., D. Hanley, and N. Serrano-Velarde, 2021, “Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy, and Growth”, *The Review of Economic Studies*, 88(1), 1—43.
- Andreoni, A., and H.-J. Chang, 2019, “The Political Economy of Industrial Policy: Structural Interdependencies, Policy Alignment and Conflict Management”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 48, 136—150.
- Antràs, P., D. Chor, T. Fally, and R. Hillberry, 2012, “Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows”, *American Economic Review*, 102(3), 412—416.
- Freyaldenhoven, S., C. Hansen, and J. M. Shapiro, 2019, “Pre-Event Trends in the Panel Event-Study Design”, *American Economic Review*, 109(9), 3307—3338.
- Hirschman, A. O., 1958, “The Strategy of Economic Development”. Yale University Press.
- Juhász, R., N. Lane, and D. Rodrik, 2023, “The New Economics of Industrial Policy”, SocArXiv preprint.
- Lee, J., 2011, “The Performance of Industrial Policy: Evidence from Korea”, *International Economic Journal*, 25(1), 1—27.
- Liu, E., 2019, “Industrial Policies in Production Networks”, *The Quarterly Journal of Economics*, 134(4), 1883—1948.
- Liu, E., and S. Ma, 2021, “Innovation Networks and R&D Allocation”, NBER Working Paper, 29607.
- Rambachan, A., and J. Roth, 2023, “A More Credible Approach to Parallel Trends”, *Review of Economic Studies*, 90(5), 2555—2591.
- Rodrik, D., 2004, “Industrial Policy for the Twenty-First Century”, Available at SSRN 666808.
- Rodrik, D., 2008, “Normalizing Industrial Policy”. Washington, DC: World Bank.
- Rodrik, D., 2009, “Industrial Policy: Don’t Ask Why, Ask How”, *Middle East Development Journal*, 1(1), 1—29.
- Roth, J., 2022, “Pretest with Caution: Event-Study Estimates After Testing for Parallel Trends”, *American Economic Review: Insights*, 4(3), 305—322.

Wade, R., 2004, "Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization". Princeton University Press.