

我国R&D投入对GDP三大产业的影响分析

扈 杨, 王桂华*

吉林省科学技术信息研究所, 科技统计与分析监测中心, 吉林 长春

收稿日期: 2025年3月24日; 录用日期: 2025年4月17日; 发布日期: 2025年4月27日

摘 要

为进一步提升中国科技创新竞争力, 提高我国R&D投入水平, 提升R&D投入使用效率, 本文采用相关性检验、逐步回归模型等研究方法分别对物质资本存量、R&D经费内部支出、年末就业人数、R&D人员全时当量和R&D活动组成中的基础研究、应用研究、试验发展与GDP经济指标进行关联度及相互影响分析。每个自变量与GDP、R&D活动中的每个组成部分均与三大产业具有较强关联性, 通过测算得出, 与基础研究和应用研究相比, 试验发展对于三大产业的影响力最为显著。中国高度重视R&D试验发展投入, 本论文研究的R&D活动与三大产业关系之间的影响关系结论, 能够为R&D投入促进经济社会发展提供有效的研究路径和方向, 与此同时也能为政府决策咨询提供建议。

关键词

R&D投入, R&D活动, GDP, 三大产业

Analysis of the Impact of R&D Investment on the Three Major Industries of GDP in China

Yang Hu, Guihua Wang*

Technology Statistics and Analysis Monitoring Center, Jilin Institute of Science and Technology Information, Changchun Jilin

Received: Mar. 24th, 2025; accepted: Apr. 17th, 2025; published: Apr. 27th, 2025

Abstract

In order to further enhance China's competitiveness in scientific and technological innovation, improve the level of R&D investment in China, and enhance the efficiency of R&D investment utilization, this paper uses research methods such as correlation testing and stepwise regression models to analyze the correlation and mutual influence among basic research, applied research, experimental

*通讯作者。

development, and GDP economic indicators in material capital stock, internal expenditure of R&D funds, year-end employment, full-time equivalent of R&D personnel, and R&D activity composition. Each independent variable has a strong correlation with GDP and each component of R&D activities with the three major industries. Through calculation, it is found that compared with basic research and applied research, experimental development has the most significant impact on the three major industries. China attaches great importance to R&D experimental development investment. The conclusion of the impact relationship between R&D activities and the three major industries studied in this paper can provide an effective research path and direction for R&D investment to promote economic and social development, and also provide suggestions for government decision-making consultation.

Keywords

R&D Investment, R&D Activities, GDP, Three Major Industries

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

根据《全球创新指数 2022》报道,中国创新能力水平显著提升,其中,中国全球创新指数(GII)为 55.3,位居全球第 11 位,较上年有所提升,位于日本等发达国家前列,是全球前 30 位中唯一一个中等收入经济体。但中国与美国创新水平相比存在一些差距,其中,美国全球创新指数为 61.8,位居全球第 2 位,高于中国创新指数 6.5 个百分点。中国拥有与美国相同数量的全球顶级科技集群,科技集群是推动科技发展的重要因素,因此中国也同样具有较好的发展潜力,但如何借鉴美国等发达国家成功经验,通过提升科技集群 R&D 投入水平,有效发挥科技集群对经济社会发展的作用是目前亟待解决的关键问题。因此,本文主要研究我国 R&D 投入与 GDP 的关联度及影响关系。

2. 文献综述

很多学者十分重视 R&D 投入与经济增长的关系,运用各种模型进行定性和定量分析。

2.1. R&D 投入与经济增长的研究

从宏观整体数据看,韩香凝[1] (2014)通过协整分析和格兰杰因果检验进行研究,结果表明 R&D 投入对经济社会发展有支撑作用。谢兰云[2] 2013 年在中国省域 R&D 对经济增长作用途径的空间计量分析一文中,得出结论,科技创新方面的投入对经济起直接或间接的促进作用,并且分析了我国 R&D 投入对经济增长的途径。陈实,章文娟[3]在 2013 年就对我国 R&D 投入状况进行了研究,当时我国是工业化第二阶段,但是我国的一系列发展却与这一阶段不符,其中 R&D 投入经费虽然在 2010 年超过了日本,但是由于我国人口众多,工业企业规模较大,真正的投入规模并不可观。从分地区研究,高新才[4]等(2016)得出不同地区 R&D 投入对经济的影响力具有差异性。刘文革和李润平[5] (2008)使用单位根检验、协整关系检验和格兰杰因果关系经验证黑龙江省研发投入对经济增长的影响,结果表明:黑龙江省研发投入促进了经济增长,但是促进作用不显著,有待进一步提高。

2.2. R&D 投入结构与经济增长的研究

安同良[6]等(2009)从企业与政府 R&D 补贴政策制定者之间的博弈建立了动态不对称信息博弈模型,

为政府 R&D 补贴政策制定者甄别真正的创新企业提供了一个可信的方法。陈信伟、姚佐文[7] (2011)结合滞后效应运用 ADL 模型对安徽省 R&D 投入对经济发展的影响进行分析, 发现投入比重较大的试验发展对经济增长的贡献最小, 投入比重最少的基础研究对经济的贡献反而最大, 说明 R&D 投入分配不合理, 效率低。曹忠贤[8]等(2016)以长江经济带 110 个地市的相关面板数据为样本, 对 R&D 经费投入和人员投入与区域经济增长的影响进行分析, 结果发现, R&D 人员投入的产出弹性高于 R&D 经费投入。

与现有研究相比, 本文对 R&D 活动进行划分, 分别对基础研究、应用研究、试验发展 R&D 投入与三大产业增加值等经济指标之间进行关联及影响度定量分析。

3. R&D 投入与经济增长之间的计量经济学模型

3.1. 指标选取

根据 R&D 投入来源的不同, 本文参照黄坤, 方永胜[9]所选取的指标, 参考各省份年鉴, 最终确定采用如下指标。

3.1.1. 总产出

国内生产总值能够反映一定时期中国产出的具体情况, 为抵消物价变动的影响, 本文以 2005 年为基期, 把 2005~2021 年国内生产总值折算为 2005 年同期价格, 即: 基期总产值 = 当年总产值/当年商品零售价格指数 $\times$ 基期商品零售价格指数, 记为 Y_t 。

3.1.2. 物质资本投入

用物质资本存量代表物质资本, 记为 K_t , 参照张军[10]等所用的永续盘存法(PMI), 物质资本存量的基本公式见式(1):

$$K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1} \quad (1)$$

其中 K_t 为 t 时期物质资本存量, I_t 为 t 时期的固定资产投资额, δ 为固定资产折旧率。先用固定资产投资价格指数对每年投资额进行平减, 折算为基年可比价, 并参考张军[10]等(2004)计算资本存量的方法, 为方便计算, 折旧率取 5%。

3.1.3. 研发资本投入

已有文献采用研发经费内部支出作为研发投入的替代变量, 本文也选择研发经费内部支出作为投入变量, 记为 R_t 。

3.1.4. 劳动力投入

已有文献采用年末就业人数来表示劳动力投入, 本文也选择年末就业人数作为投入变量, 记为 L_t 。

3.1.5. R&D 人员投入

表示社会 R&D 人力资本投入情况, R&D 人员投入采用 R&D 人员全时当量来衡量。

同时, 为了消除异方差等因素的影响, 本文对所有变量进行了取对数处理。

3.2. 定量分析 R&D 投入与 GDP 指标的关系

本文选取 2005~2021 年面板数据, 数据来源为《中国统计年鉴 2006~2021》《中国科技统计年鉴 2006~2021》。

本文对物质资本存量、R&D 经费内部支出、年末就业人数、R&D 人员全时当量、GDP 进行标准化处理, 并使用 SPSS 软件中 Pearson 相关性检验验证物质资本存量、R&D 经费内部支出、年末就业人数、R&D 人员全时当量与 GDP 的相关性, 结果如表 1 所示。

Table 1. Correlation test between independent variables and GDP
表 1. 自变量和 GDP 的相关性检验

		GDP
物质资本存量	相关系数	0.988
	<i>p</i> 值	0
R&D 投入	相关系数	0.996
	<i>p</i> 值	0
年末就业人数	相关系数	0.883
	<i>p</i> 值	0.001
R&D 人员全时当量	相关系数	0.991
	<i>p</i> 值	0

根据相关性检验结果, 物质资本存量、R&D 经费内部支出、年末就业人数、R&D 人员全时当量和 GDP 的相关系数均大于 0.8, 并且 *p* 值小于 0.05, 说明指标之间具有相关性, 选取指标较为合理。接下来通过 SPSS 软件进行回归分析, 回归结果如下表 2:

Table 2. Regression analysis results
表 2. 回归分析结果

	回归系数	标准误	<i>t</i>	<i>p</i>
常数	0	0.007	-0.033	0.974
R&D 经费内部支出	1.71	0.227	7.533	0.000
物质资本存量	-0.128	0.097	-1.326	0.21
年末就业人数	0.151	0.031	4.84	0.000
R&D 人员全时当量	-0.576	0.148	-3.884	0.002
R^2		0.999		
调整 R^2		0.999		
<i>F</i>		$F(4, 12) = 3165.449, p = 0.000$		
D-W 值		1.699		

$R^2 = 0.999$, *p* 值为 0, 说明模型拟合效果良好。通过回归系数可知, R&D 经费内部支出和年末就业人数对 GDP 具有正向的促进作用, 而物质资本存量和 R&D 人员全时当量对 GDP 具有负向的抑制作用。通过显著性检验可知, R&D 经费内部支出、年末就业人数、R&D 人员全时当量这三个因素的影响作用较为明显, 其中, R&D 经费内部支出影响程度最大, R&D 人员全时当量影响程度最小, R&D 经费内部支出每增加一个单位, GDP 增加 1.71 个单位, R&D 人员全时当量每增加一个单位, GDP 减少 0.576 个单位。由于 R&D 经费内部支出影响程度最大, 和其他自变量相比具有较大优势, 因此接下来本文针对 R&D 经费内部支出按照活动类型分类展开具体研究。

3.3. 定性分析 R&D 经费内部支出结果

由表 3 可知, 2005~2021 年中国 R&D 投入中基础研究、应用研究、试验发展总体均呈现上升趋势, 其中, 2021 年基础研究投入为 1817.027 亿元, 较 2005 年增长了 12.85 倍, 年均增速为 17.85%; 2021 年应用研究投入为 3145.371 亿元, 较 2005 年增长了 6.26 倍, 年均增速为 13.19%; 2021 年试验发展投入为

22995.876 亿元, 较 2005 年增长了 11.20 倍, 年均增速为 16.92%。由图 1 可知, 从增长倍速和年均增长率看, 基础研究增长的速度最快, 应用研究增长的速度最慢。从占比来看, 基础研究和应用研究占比较低, 试验发展占 R&D 投入的比重最大。由此得出与基础研究和应用研究相比, 中国通过不断加大试验发展投入, 积极推动科技成果转化及产业化。

Table 3. Proportion of R&D investment in basic research, applied research, and experimental development in China from 2005 to 2021

表 3. 2005~2021 年中国基础研究、应用研究、试验发展占 R&D 投入比重

年	基础研究(亿元)	基础研究(%)	应用研究(亿元)	应用研究(%)	试验发展(亿元)	试验发展(%)
2005	131.207	5.400	433.530	17.700	1885.237	76.900
2006	155.756	5.200	488.974	16.300	2358.366	78.500
2007	174.520	4.700	492.940	13.300	3042.780	82.000
2008	220.820	4.800	575.160	12.500	3820.040	82.800
2009	270.286	4.700	730.791	12.600	4801.029	82.700
2010	324.492	4.600	893.789	12.700	5844.297	82.800
2011	411.814	4.700	1028.390	11.800	7246.805	83.400
2012	498.807	4.800	1161.972	11.300	8637.630	83.900
2013	554.951	4.700	1269.115	10.700	10022.532	84.600
2014	613.543	4.700	1398.528	10.700	11003.559	84.500
2015	716.123	5.100	1528.642	10.800	11925.131	84.200
2016	822.892	5.200	1610.495	10.300	13243.362	84.500
2017	975.489	5.500	1849.209	10.500	14781.431	84.000
2018	1090.371	5.500	2190.873	11.100	16396.686	83.300
2019	1335.571	6.000	2498.461	11.300	18309.546	82.700
2020	1466.996	6.000	2757.239	11.300	20168.877	82.700
2021	1817.027	6.500	3145.371	11.300	22995.876	82.300

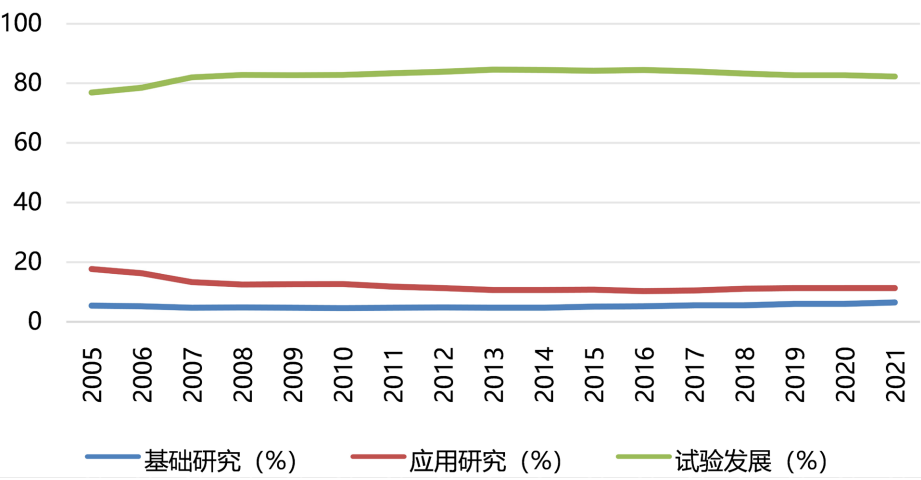


Figure 1. Proportion of basic research, applied research, and experimental development from 2005 to 2021
图 1. 2005~2021 年基础研究、应用研究、试验发展占比情况

3.4. 定量分析 R&D 经费内部支出与 GDP 指标的关系

本文通过使用 SPSS 软件中 Pearson 相关性检验验证基础研究、应用研究、试验发展与 GDP 三大产业增加值的相关性(表 4, 表 5)。

Table 4. Correlation test between R&D investment and GDP indicators from 2005 to 2021

表 4. 2005~2021 年 R&D 投入与 GDP 指标的相关性检验

R&D 投入总量	国内生产总值	
	相关系数	0.996
	<i>p</i> 值	0.000

表 5 是对 2005~2021 年基础研究、应用研究、试验发展投入分别与三大产业增加值进行相关性检验, 结果表明: 三种 R&D 活动投入与三大产业增加值之间均呈现显著的相关性, 相关系数均大于 0.9, *p* 值均为 0, 小于 0.05, 由此说明本文所建立的模型是合理的。

Table 5. Correlation test between basic research, applied research, experimental development, and value added of the three major industries from 2005 to 2021

表 5. 2005~2021 年基础研究、应用研究、试验发展与三大产业增加值的相关性检验

	基础研究	<i>p</i> 值	应用研究	<i>p</i> 值	试验发展	<i>p</i> 值
第一产业	0.958	0.000	0.972	0.000	0.988	0.000
第二产业	0.963	0.000	0.976	0.000	0.989	0.000
第三产业	0.982	0.000	0.989	0.000	0.997	0.000

本文将基础研究、应用研究、试验发展投入和 GDP、第一产业、第二产业、第三产业增加值分别进行标准化处理, 再通过 SPSS 软件分别进行逐步回归计算, 回归结果如下表 6 和表 7:

Table 6. Regression model calculation results of R&D activities and GDP from 2005 to 2021

表 6. 2005~2021 年 R&D 活动与 GDP 的回归模型计算结果

	非标准化系数		<i>t</i>	<i>p</i>	共线性诊断	
	<i>B</i>				VIF	容忍度
常数	0.017		1.78	0.097	-	-
基础研究	-0.339		-3.473	0.004	41.099	0.024
试验发展	1.329		14.047	0.000	41.099	0.024
R^2				0.997		
调整 R^2				0.997		
<i>F</i>			$F(2, 14) = 2322.001, p = 0.000$			
D-W 值				1.453		

Table 7. Regression model calculation results between R&D activities and the three major industries from 2005 to 2021

表 7. 2005~2021 年 R&D 活动与三大产业间的回归模型计算结果

第一产业		第二产业		第三产业	
<i>B</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>p</i>
R^2	0.992	R^2	0.989	R^2	0.993
调整 R^2	0.991	调整 R^2	0.988	调整 R^2	0.993

续表

常数	0.022	0.150	常数	0.040	0.030	常数	0.004	0.736
基础研究	-0.794	0.000	基础研究	-0.600	0.004	试验发展	1.049	0.000
试验发展	1.742	0.000	试验发展	1.521	0.000			
F	915.018	0.000	F	657.348	0.000	F	2263.257	0.000

由表 6 可知, $R^2 = 0.997$, p 值为 0, 说明模型拟合效果良好。由表 7 可知, R&D 活动对第一产业增加值回归模型 $R^2 = 0.991$, 第二产业增加值回归模型 $R^2 = 0.988$, 第三产业增加值回归模型 $R^2 = 0.993$, 并且模型检验 P 值均为 0, 说明模型对样本的拟合效果均良好。各变量的显著性均小于 0.05, 说明变量的影响程度显著。试验发展对三大产业增加值均有显著正向影响, 且影响程度均最大, 具体表现为: 试验发展每增加 1%, 第一产业增加值提高约 1.742%, 第二产业增加值提高约 1.521%, 第三产业增加值提高约 1.049%。通过两个表格对比可知, 无论是第一产业、第二产业、第三产业, R&D 投入中基础研究和试验发展对于 GDP 的影响不可忽视。同时, 基础研究每增加 1%, 第一产业增加值降低约 0.794%, 第二产业增加值降低约 0.600%, 但 GDP 降低约 0.339%, 说明基础研究对第三产业未产生负向影响。

4. 结论

首先, R&D 经费内部支出对 GDP 的影响程度最大。在 R&D 投入与 GDP 的影响关系中, R&D 经费内部支出和年末就业人数对 GDP 具有正向的促进作用, 而物质资本存量和 R&D 人员全时当量对 GDP 具有负向的抑制作用。其中, R&D 经费内部支出、年末就业人数、R&D 人员全时当量这三个因素的影响作用较为明显, R&D 经费内部支出影响程度最大, R&D 人员全时当量影响程度最小。

其次, 试验发展的 R&D 投入总量及增速优势显著。与基础和应用发展 R&D 投入相比, 试验发展的 R&D 投入的占比最高, 在 2020 年实现 82.68%, 此外从增速看, 尽管基础研究、应用研究、试验发展投入均呈现逐年递增的趋势, 但试验发展的 R&D 投入占比仍保持领先优势。由于试验发展是促进科技成果转化的重要途径, 由此得出中国高度重视科技成果转化。

第三, 基础研究、应用研究和试验发展投入对三大产业增加值产生显著影响。通过相关性检验可知, 基础研究、应用研究、试验发展和三大产业均呈现显著相关关系。通过逐步回归模型分析, 三种 R&D 活动类型对于三大产业增加值均产生显著影响。相比于基础研究和应用研究 R&D 投入, 试验发展投入对第一产业、第二产业、第三产业增加值的影响程度最为显著。由于在三大产业中第三产业所占比重 > 第二产业所占比重 > 第一产业所占比重, 而第一产业回归系数最大, 因此要想实现平衡发展, 应该将试验发展更多应用于第二产业和第三产业, 基础研究和应用研究对于试验发展起到推动和支撑的作用。

5. 建议

首先, 提升 R&D 投入水平, 较好实现 R&D 投入与经济社会发展的共振。一是通过充分发挥政府资金对于 R&D 活动投入的引导作用, 带动金融、民间资本以及企业等资本形成合力, 构建多元化的 R&D 投入体系。二是加强 R&D 优惠政策的宣传, 使得更多企业享有普惠政策支持, 此外鼓励支持企业构建新型研发机构, 加强创新产品研制。

其次, 优化 R&D 活动投入结构, 提升 R&D 投入产出效率。优化基础研究、应用研究、试验发展等 R&D 活动在不同阶段的投入比例, 使得三种 R&D 活动互为承接, 在做好基础研究促进高质量发展的同时, 将好的基础研究成果有效应用于应用研究和试验发展, 实现三种 R&D 活动创新作用发挥最大化, 提高高水平 R&D 产出成果数量。

第三, 建立完善的科技成果转化、产业化激励机制。一是以科技成果评价为指挥棒, 通过提高净收益分配比例等途径赋予成果完成团队更大的自主权和决策权, 激发科研人员和管理人员成果转化的积极性。二是通过将“政府、企业、科研机构 and 高等学校、人才、应用、金融、中介、创新环境和大数据”形成合力, 推动产学研深度合作。

基金项目

所有作者十分感谢吉林省科技发展计划项目: 加强科技创新指标监测促进吉林省创新型省份高质量发展对策研究(20240701011FG)的资助。

参考文献

- [1] 韩香凝. 我国 R&D 经费投入与经济增长的关系研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 首都经济贸易大学, 2014.
- [2] 谢兰云. 中国省域 R&D 投入对经济增长作用途径的空间计量分析[J]. 中国软科学, 2013(9): 37-47.
- [3] 陈实, 章文娟. 中国 R&D 投入强度国际比较与分析[J]. 科学学研究, 2013, 31(7): 1022-1031.
- [4] 高新才, 许瑞泉. 甘肃省 R&D 投入对经济增长影响的差异性研究[J]. 兰州学刊, 2016(9): 198-208.
- [5] 刘文革, 李润平. 黑龙江 R&D 投入与经济增长因果关系的实证研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2008(5): 121-125.
- [6] 安同良, 周绍东, 皮建才. R&D 补贴对中国企业自主创新的激励效应[J]. 经济研究, 2009(10): 87-98.
- [7] 陈信伟, 姚佐文. 安徽省 R&D 投入及其结构与经济增长关系的实证研究[J]. 技术经济, 2011, 30(2): 16-22.
- [8] 曹贤忠, 曾刚, 邹琳, 等. 基于面板数据的研发投入对区域经济增长影响分析[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(2): 208-218.
- [9] 黄坤, 方永胜. 安徽省 R&D 投入溢出效应对经济增长的影响研究[J]. 宿州学院学报, 2021, 36(4): 31-35.
- [10] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000 [J]. 经济研究, 2004(10): 35-44.