

智力水平约束下科技创新对经济增长的影响

——基于省级面板数据的门槛模型实证分析

张 博, 者贵昌, 李金晶

(云南师范大学 经济与管理学院, 昆明 650500)

摘要:以智力水平作为门槛变量及核心变量,通过门槛模型实证研究科技创新对经济增长的非线性关系。研究结果表明:科技创新、智力水平均对经济增长有显著的促进作用;科技创新投入(R&D)随智力水平提高对经济增长的促进作用不断增强;科技创新产出(TIM)在智力水平超过 23.656 1 对经济增长产生显著的促进作用;科技创新产出(PCP)对经济增长的促进作用随智力水平提高先增强后减弱;当智力水平超过 23.656 1 时,R&D、TIM 和 PCP 均对经济增长产生显著的正向促进作用。因此,实现智力与创新的协调发展才能有效地促进经济增长。

关键词:智力水平;科技创新;经济增长;门槛模型

中图分类号:F08 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)04-0078-05

科技创新是建设现代化经济体系的战略支撑,高科技技术人才是提高经济产出效率的重要资源。党的十九大报告指出,创新是经济社会发展的重要手段,是经济高质量发展的战略支持。但是,科技创新离不开智力资源的支持,人才是经济社会发展的重要智力资本,同时也是衡量地区科技创新能力的重要指标,人才是科技创新的重要动力。因此,研究科技创新在智力水平的约束下对经济发展的促进作用,具有重要的现实和理论意义。故本文在以前学者的研究基础上,以智力水平作为门槛变量,通过门槛模型研究科技创新和经济增长之间的非线性关系,以 31 个省区市的数据,探索不同的智力水平下,科技创新对经济增长的影响。

1 文献回顾

1980 年杨晓航首次提出科技创新是经济发展的客观需求^[1],认为科学技术是“知识形态”式的生产力,是先进生产力的必然保证。此后,学者们对科学技术、科技创新的探讨越来越多,其中关于科技创新与经济增长的探讨更是从未止步。

关于科技创新与经济增长的研究主要从科技创新与经济增长质量的关系展开。科技创新与经济增长质量的关系主要有:①科技创新能提高经济

竞争力,促进经济增长^[2]。表现科技创新能显著促进区域经济发展,科技创新对经济竞争力提升具有较强的直接和间接效应,存在全要素生产率和产业结构优化路径^[3-4];此外,科技创新对经济增长的影响存在空间溢出效应,对本地经济起到促进作用,通过虹吸效应对邻近地区的经济发展起到负向作用^[5]。科技创新能够矫正产业结构升级对经济高质量发展的负向效应,从而间接促进经济高质量发展,科技创新对经济高质量发展的影响存在双重路径^[6]。科技创新对经济增长具有显著的正向效应,科技创新对促进经济增长具有显著的地区差异性和阶段性^[7]。②科技创新与经济增长具有双向影响关系。关于地区竞争力和经济开放程度的关系的研究认为技术和知识能够促进资本的形成和地区经济发展^[8],从而提高经济的竞争力,同时经济发展又能反哺科技创新水平的提高,即二者之间存在双向影响关系。

通过回顾已有的研究发现:现有研究主要考虑了单纯的科技创新对经济增长的影响关系,没有考虑在其他因素的制约下科技创新对经济增长的影响。在人力资本、智力资本日趋重要的今天,把智力资本作为科技创新的约束从而考虑科技创新对

收稿日期:2021-11-24

基金项目:云南师范大学研究生科研创新基金(YJSJJ21-B14)。

作者简介:张博(1997—),男(回族),云南昭通人,云南师范大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为公司金融;通信作者者贵昌(1963—),男(彝族),云南南华人,云南师范大学经济与管理学院,教授,硕士,硕士研究生导师,研究方向为公司金融。

经济增长的影响具有极其重要的现实意义。本文的边际贡献在于:首次在智力水平约束下考虑科技创新对经济增长的影响,并测度出了智力水平作为门槛变量的门槛值。

2 模型设定、指标的选择及数据的说明

2.1 面板门槛回归模型

通常讨论变量之间非线性关系,主要是通过构建高次项或者交互项,但是容易出现共线性且不能够表现出结构突变点,导致回归结果出现偏误。为研究科技创新对经济增长的非线性模型,本文使用面板门槛回归模型进行检验。门限模型的优点在于能够从样本值中找到其门槛值,并通过合理的门限值划分合理的区间,然后对建立的模型进行回归,从而判断门槛回归模型下自变量对被解释变量的非线性关系。面板门槛模型为

$$GDP_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 TI_{i,t} \times 1(q_{i,t} \leq IL) + \beta_2 TI_{i,t} \times 1(q_{i,t} > \gamma = IL) + \beta_3 Control_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中: $q_{i,t}$ 为门槛值; IL 为待估计的门槛变量; $GDP_{i,t}$ 为被解释变量; $TI_{i,t}$ 为核心解释变量的系数矩阵; $\epsilon_{i,t}$ 为残差项; α_i 为个体截距项。

2.2 指标的选择及数据的说明

大部分文献一般使用实际 GDP、实际人均

GDP、实际 GDP 增长率、实际人均 GDP 增长率作为经济增长的指标,选择实际人均 GDP 作为被解释变量衡量经济增长,并通过 GDP 指数,以 2005 年为基期,把名义人均 GDP 换算为实际人均 GDP。核心解释变量为科技创新,以 R&D 经费支出占 GDP 比重作为科技研发投入变量;以技术市场成交金额占 GDP 比重和每万人专利授权数作为科技研发产出变量。门槛变量为智力水平,以大专及以上学历占 6 岁以上人口比例来衡量。控制变量政府支出规模以地区财政支出占 GDP 比重衡量,控制政府对经济的干预程度;外商直接投资以地区外商直接投资总额占 GDP 比重衡量,控制外商直接投资对经济的影响;以年末常住人口控制人口对经济增长的影响。

鉴于数据的可得性,剔除了缺失数据的样本,本文所用样本包含了 2005—2018 年 31 个省区市共 434 组数据(由于西藏地区技术市场成交金额缺失,故以技术市场成交金额为研究变量时,剔除个体西藏共 14 年样本;港澳台地区因数据缺失,亦不在样本之内)。本文所有数据来自 Wind 和《中国统计年鉴》《国家统计局》网站。数据描述性统计见表 1。

表 1 变量的描述性统计

变量类型	变量	变量含义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	PGDP	人均实际 GDP	434	3.56	2.70	0.51	15.83
核心解释变量	R&D	R&D 经费支出/GDP	434	1.40	1.06	0.12	6.01
	TIM	技术市场成交金额/GDP	420	1.09	2.29	0.02	16.02
	PCP	专利授权量/年末常住人口	434	6.53	9.46	0.14	57.32
门槛变量	IL	大专及以上学历/6 岁以上人口	434	10.95	7.01	0.88	48.65
控制变量	FE	政府财政支出/GDP	434	26.193	20.34	7.918	137.916
	FDI	外商直接投资总额/GDP	434	19.022	27.515	1.734	250.439
	PER	年末常住人口	434	4.327	2.734	0.277	11.346

3 门槛回归及结果分析

3.1 基本回归结果

首先对数据进行固定效应和随机效应回归,回归结果见表 2。表 2 中,豪斯曼检验结果表明,3 个模型均适合固定效应模型。从回归结果来看,科技创新投入 R&D 和科技创新产出 PCP 回归系数均为正,且分别在 5%和 1%的水平下显著,说明 R&D 和 PCP 均对经济增长产生了显著的促进作用;TIM 系数为正,但不显著,表明科技创新产出 TIM 对经济增长没有明显的促进作用;同时 3 个模型的智力水平 IL 回归系数为正,且都在 1%的水平下显著,说明智力水平 IL 同样对经济增长有正向的拉动作用。

3.2 门槛回归结果

3.2.1 门槛效应检验及门槛估计值检验结果分析

使用 Stata15 对数据进行门槛回归。通过门槛自抽样检验是否存在门槛效应,抽样次数为 500。首先进行三重门槛检验,没有通过,再次进行双重门槛检验,检验结果见表 3,从表 3 中可知,以智力水平 IL 作为门槛变量,科技创新投入 R&D 通过了三重门槛检验,认为 R&D 对经济增长存在显著的三重门槛效应;科技创新产出 TIM 通过三重门槛检验,认为 TIM 对经济增长存在显著的三重门槛效应;科技创新产出 PCP 通过了双重门槛检验,认为 PCP 对经济增长存在显著的双重门槛效应。

表 2 基本回归结果

变量	FE			RE		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
R&D	0.742** (0.37)			0.804*** (0.32)		
TIM		0.011 (0.069)			−0.015 (0.075)	
PCP			0.035*** (0.009)			0.046*** (0.011)
IL	0.073*** (0.01)	0.09*** (0.025)	0.06*** (0.015)	0.079*** (0.012)	0.131*** (0.034)	0.072*** (0.016)
FE	0.013** (0.006)	0.018 * (0.01)	0.017*** (0.006)	0.015*** (0.005)	0.016 (0.011)	0.016*** (0.006)
FDI	0.01*** (0.002)	0.009** (0.004)	0.008*** (0.003)	0.01*** (0.002)	0.011*** (0.004)	0.008*** (0.002)
PER	0.611** (0.27)	1.25*** (0.32)	0.786*** (0.27)	0.119 (0.08)	0.197*** (0.048)	0.117*** (0.038)
地区效应	固定	固定	固定			
cons	−3.57*** (0.93)	−5.75 (1.45)	−3.46*** (1.17)	−1.66*** (0.36)	−1.46*** (0.25)	−0.728*** (0.18)
R ²	0.825 7	0.796 5	0.826 3	0.816 4	0.740 1	0.809 3
样本数 N	434	420	434	430	420	434
hausman	P=0.000 0	P=0.000 0	P=0.000 0			

注：*为 $P<0.1$ ，**为 $P<0.05$ ，***为 $P<0.001$ ；括号内数值为稳健标准误。下同。

表 3 门槛效应检验和门槛估计值检验结果

变量模型	门槛检验	F 值	临界值			门槛估计值	95%置信区间	
			10%	5%	1%		下限	上限
R&D	单一门槛	141.51***	35.393	44.786	54.203	23.656 1	23.330 8	24.487 9
	双重门槛	65.57***	27.662	34.322	46.818	14.145 4	13.913 2	14.149 1
	三重门槛	65.65*	42.972	105.485	144.294	31.499	30.771 9	31.696 2
TIM	单一门槛	79.79**	49.457	60.201	111.867	23.656 1	23.330 8	24.487 9
	双重门槛	67.69***	31.562	41.274	56.763	17.742 5	17.480 2	17.844 1
	三重门槛	34.49*	30.833	39.554	102.014	22.661 7	21.951 6	22.845 6
PCP	单一门槛	113.01***	39.916	55.22	97.663	22.661 7	21.951 6	22.845 6
	双重门槛	64.92***	22.947	29.098 1	37.152	23.656 1	22.661 7	24.487 9

在门槛模型通过双重门槛检验的基础上，确定门槛估计值及其置信区间，结果见表 3。从表 3 中看到，R&D 模型有 3 个门槛估计值 14.145 4、23.656 1、31.499；TIM 模型有 3 个门槛估计值 17.742 5、22.661 7、23.656 1；PCP 模型有 2 个门槛值 22.661 7、23.656 1。3 个模型的门槛估计值均处于 95%的置信区间，认为所有门槛值是有效的。

3.2.2 门槛模型回归结果

以智力水平作为门槛变量，进行门槛回归，回归结果见表 4。

首先从 R&D 模型看，R&D 对经济增长的作用随着智力水平的提高而增强。当智力水平小于 14.145 1 时，R&D 回归系数为 0.626 6；当智力水平位于区间[14.145 4, 23.656 1]时，R&D 回归系数为 0.867 1；智力水平位于区间[23.656 1,

31.499]时，R&D 回归系数为 1.310 4，智力水平高于 31.499 时，R&D 回归系数为 1.488；且 R&D 回归系数均在 1%的水平下显著。说明科技创新投入 R&D 随着智力水平的不断提高，对经济增长的促进作用不断加强，当智力水平超过 31.499 时，R%D 对经济增长的贡献作用达到最大。其次从 TIM 模型来看，TIM 对经济增长的促进作用只有智力水平达到一定程度才会产生显著作用。当智力水平低于 23.656 1 时，TIM 回归系数分别为 0.068 3、−0.323 2和−0.154 8，且没通过显著性水平检验，说明智力水平低于 23.656 1 时，TIM 不会对经济增长产生促进作用；当智力水平超过 23.656 1 时，TIM 回归系数为 0.287 6，在 1%的水平下显著，说明当智力水平超过 23.656 1 时，科技创新产出 TIM 对经济增长产生显著的正向促进作用。最后从

PCP 模型来看,PCP 对经济增长的促进作用只存在双重门槛效应,且 PCP 对经济增长的促进作用随着智力水平的提高呈现先增强后减弱的特点。当智力水平小于 22.661 7 时,PCP 回归系数为 0.043 2,当智力水平位于区间[22.661 7,23.656 1]时,PCP 回归系数为 0.115,当智力水平超过 23.656 1 时,PCP 回归系数为 0.076 5,说明随着智力水平的提高,PCP 对经济增长的促进作用先增强后减弱,智力水平处于区间[22.661 7,23.656 1]时,PCP 对经济增长的促进作用达到最大。

从总体来看,R&D 对经济增长的促进作用表现为随智力水平的提高而不断增强,智力水平超过 31.499 时,促进作用最大;TIM 对经济增长的促进作用只有智力水平超过 23.656 1,才会产生显著的促进作用。PCP 对经济增长的促进作用随智力水平的提高先增强后减速。但是通过对比 3 个模型可以发现,当智力水平超过 23.656 1,3 个模型对经济增长均产生了显著的促进作用,即只有智力水平达到 23.656 1,科技创新才能对经济增长产生显著的正向促进作用。

表 4 门槛模型回归结果

R&D 模型		TIM 模型		PCP 模型	
IL≤14.145 4	0.626 6*** (0.154)	IL≤17.742 5	0.068 3 (0.063 8)	IL≤22.661 7	0.043 2*** (0.009 5)
14.145 4<IL≤23.656 1	0.867 1*** (0.162 5)	17.742 5<IL≤22.661 7	-0.323 2 (0.299 7)	22.661 7<IL≤23.656 1	0.115*** (0.020 1)
23.656 1<IL≤31.499	1.310 4*** (0.201 9)	22.661 7<IL≤23.656 1	-0.154 8 (0.248 2)	IL>23.656 1	0.076 5*** (0.016 1)
IL>31.499	1.488*** (0.231 9)	IL>23.656 1	0.287 6*** (0.091 3)		
FE	0.025 6*** (0.004 9)	FE	0.044 7*** (0.006 9)	FE	0.028 2*** (0.006 3)
FDI	0.001 9 (0.002 4)	FDI	-0.000 1 (0.003 3)	FDI	-0.004 6 (0.003 5)
PER	0.830 5*** (0.224 5)	PER	1.524 6*** (0.333)	PER	0.842 6*** (0.284 2)
个体效应	固定	固定		固定	
_cons	-3.99*** (0.834 6)	-6.532 4*** (1.432 8)		-3.204 2*** (1.178 4)	
R²	0.869 9	0.789 1		0.858 6	
obs	434	420		434	

4 结论

本文选取了 2005—2018 年的省际面板数据,以智力水平作为门槛变量及核心变量,通过门槛模型实证研究科技创新对经济增长的非线性关系。研究表明:①科技创新、智力水平均对经济增长有显著的促进作用,加强高等教育建设,提升高质量人才规模,致力于高质量人才和科技创新的协调发展,能有效推动经济发展。②科技创新投入 R&D 随智力水平提高对经济增长的促进作用不断增强;科技创新产出 TIM,只有当智力水平超过 23.656 1,才会对经济增长产生显著的促进作用;科技创新产出 PCP 对经济增长的促进作用随智力水平的提高呈现先增强后减弱的特点。③当智力水平超过 23.656 1 时,R&D、TIM 和 PCP 均对经济增长产生显著的正向促进作用。即当智力水平超过 23.656 1,科技创新能有效地促进经济增长。

上述结论对发挥科技创新在经济增长中积极作用的启示在于:首先,政府应该加大创新投入,提高科研经费的支出,鼓励创新,提高自主创新能力,以科技创新作为经济增长的主要动力。其次,应该进一步重视智力对创新的重要作用,在实施创新激励政策同时,应该坚持实施高等教育扩张政策,继续深化高等教育制度改革。提高高等教育人口在总人口中的占比,以智力推动创新,通过智力和科技创新协调发展,共同促进经济增长。最后,应加强智力、科技创新和经济增长三者之间的良性互动作用,通过提高智力水平推动创新的发展,以创新作为经济增长的主要动力,以智力水平为创新源泉,共同推动经济的发展,同时又以经济发展推动高等教育和科技创新的发展。

参考文献

[1] 杨晓航. 科技引进是各国经济发展的客观要求[J]. 经济问

题探索,1980(2):60-68.

[2] 安永景,陈刚,蔡沐阳,等. 广州市科技创新对经济增长的贡献率分析[J]. 科技管理研究,2021,41(15):88-99.

[3] 张海军,岳华. 科技创新的经济竞争力提升效应与实现机制研究[J]. 经济问题探索,2021(8):43-54.

[4] 李峰,李明祥,张宇敬. 科技创新、产业结构升级对经济发展的实证分析[J]. 技术经济,2021,40(7):1-10.

[5] 李书. 科技创新的空间溢出效应与地区经济增长[J]. 技术经济与管理研究,2021(6):25-30.

[6] 贾洪文,张伍涛,盘业哲. 科技创新、产业结构升级与经济高质量发展[J]. 上海经济研究,2021(5):50-60.

[7] 刘林,张勇. 科技创新投入与区域经济增长的溢出效应分析[J]. 华东经济管理,2019,33(1):62-66.

[8] ZHIRONKIN S A,KHORESHOK A A,TYULENEV,M A,et al. Economic and technological role of Kuzbass industry in the implementation of national energy strategy of Russian Federation[J]. IOP Conference Series Materials Science and Engineering,2016,142(1):121-127.

[9] 王智勇,李瑞. 人力资本、技术创新与地区经济增长[J]. 上海经济研究,2021(7):55-68.

[10] 王黎明,王宁. 人才集聚、科技创新与经济高质量增长的交互效应:基于省级面板数据 VAR 模型的实证分析[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版),2021,48(1):88-94.

[11] 谢周亮,李志影. 科技创新、产业结构升级与区域经济增长关系研究:基于面板门槛模型与分位数回归的实证分析[J]. 价格理论与实践,2020(3):155-158.

[12] 丁嘉铨. 产业聚集、科技创新与经济增长:基于新经济地理学模型的分析[J]. 河北经贸大学学报,2021,42(1):79-89.

[13] 张林. 金融发展、科技创新与实体经济增长:基于空间计量的实证研究[J]. 金融经济研究,2016,31(1):14-25.

The Impact of Technological Innovation on Economic Growth under
the Constraint of Intelligence Level:

Empirical analysis of threshold model based on provincial panel data

ZHANG Bo, ZHE Guichang, LI Jinjing

(School of Economic and Management, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: Taking intelligence level as the threshold variable and core variable, the nonlinear relationship between technological innovation and economic growth was empirically studied through the threshold model. The research conclusions show that: Technological innovation and intelligence level have a significant role in promoting economic growth. R&D of scientific and technological innovation input has continued to enhance economic growth with the improvement of intelligence level; scientific and technological innovation output TIM has a significant promotion effect on economic growth when the intelligence level exceeds 23.656 1. Scientific and technological innovation output PCP promotes economic growth as the level of intelligence increases, which first strengthens and then weakens. When the intelligence level exceeds 23.656 1, R&D, TIM and PCP all have a significant positive effect on economic growth. Therefore, the coordinated development of intelligence and innovation can effectively promote economic growth.

Keywords: intelligence level; technological innovation; economic growth; threshold model