

# 制度质量对技术创新的非线性影响

## ——基于经济发展水平的门槛效应

赵维良 姜杰<sup>1</sup>

(辽宁师范大学 政府管理学院, 辽宁 大连 116029)

**【摘要】:** 制度在推动技术创新中发挥着越来越重要的作用。基于制度质量和技术创新相关研究,采用门槛效应模型,利用 2008—2016 年我国 30 个省域的面板数据,实证检验制度质量对技术创新的影响,以及经济发展水平的门槛效应。研究表明:制度质量对技术创新具有显著影响,同时经济发展水平具有双重门槛效应;在不同发展阶段,制度质量对技术创新都具有促进作用,而且随着经济发展水平不断提高,制度质量的弹性系数不断提升。提出促进技术创新的对策建议,为区域创新发展提供参考。

**【关键词】:** 制度质量 技术创新 经济发展水平 门槛效应

技术水平差距是经济发展差异的关键,创新成为各经济体寻求经济复苏的普遍性共识<sup>[1]</sup>。理论和实践都表明,高质量的制度供给是技术创新的重要原因,即完备的、具有公信力和执行力的制度体系可以促进持续的技术创新。因此,探究制度对技术创新的作用效果和作用机制越发重要。

### 1 文献综述

经济学家从不同视角探究制度与经济增长的关系。经济发展要求更高的制度质量与经济状况相配合,通过改变经济系统中收益-成本结构,改变经济增长的速度。Heckelman 发现一定的经济自由度下,腐败促进了经济增长,但随着经济自由度增加,腐败的影响逐渐减小<sup>[2]</sup>;方俊雄发现中国市场化进程与资本配置效率之间呈现正向关系<sup>[3]</sup>;张莉等研究表明,制度质量与区域经济差异相互作用,制度质量的差异直接影响区域经济差异,同时区域经济差异也影响地区制度安排<sup>[4]</sup>。可以看出制度与经济相互促进,制度促进经济增长,经济增长也可以推动制度不断完善。

随着制度受到越来越多的关注,关于制度质量与技术创新关系的实证研究逐渐增多,使用较多的方法有两阶段最小二乘法和面板门槛模型(Panel Threshold Model)等,但对两者之间的关系未达成共识,主要存在两种代表性的观点。

第一种观点认为制度质量和技术创新之间主要是线性关系。大部分学者认为较好的制度可以促进技术创新。如 LaPorta 等研究表明更好地执行合约和保护产权能促进经济增长<sup>[5]</sup>;余泳泽<sup>[6]</sup>、李玲和陶厚永<sup>[7]</sup>都发现制度质量的提高可以有效促进企业研发效率的提高;侯晓辉等发现良好的金融制度环境可以促进技术创新<sup>[8]</sup>;杨飞基于制造业数据研究发现,制度质量对技术创新的影响正向显著<sup>[9]</sup>;刘和旺和左文婷基于中国工业数据库研究发现,制度质量不仅影响企业研发投入,还通过创新产出影响企业绩效<sup>[10]</sup>。也有学者认为制度质量在某些情况下可能会对技术创新产生抑制作用。HeIpman 认为严格的产权保护会降低发展中国家的技术创

**作者简介:** 赵维良,管理学博士,辽宁师范大学政府管理学院副院长,副教授,研究方向:产业经济、区域治理;姜杰,辽宁师范大学政府管理学院硕士研究生,研究方向:产业经济。

**基金项目:** 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目——“‘一带一路’背景下中国海洋地缘环境解析及其应对策略研究”(项目编号:18JJD790005;项目负责人:韩增林)成果之一

新和技术扩散<sup>[11]</sup>;Glass 和 Saggi 研究指出严格的知识产权保护导致北方国家的创新和技术转移量下降<sup>[12]</sup>;Piahurmelinna 等认为过多的知识产权保护可能会减少技术转移<sup>[13]</sup>;庄子银认为发展中国家的知识产权保护标准应与发达国家不同<sup>[14]</sup>。

第二种观点认为制度质量与技术创新之间存在复杂的非线性关系,这种关系的具体形态主要取决于门槛变量的影响。王华认为知识产权保护能够促进技术创新,但过于严格可能会降低技术创新速率<sup>[15]</sup>;胡昭玲和张玉分析了制度质量与价值链分工之间的关系,低制度质量国家通过改进制度提升价值链分工地位的效果更明显<sup>[16]</sup>;赵启纯研究发现制度质量与技术创新之间存在门槛效应<sup>[17]</sup>;陈恒等认为知识产权保护对科技绩效存在门槛效应<sup>[18]</sup>;涂红星和肖序认为经济发展水平是环境管制对自主创新作用的门槛<sup>[19]</sup>。大部分学者认为制度质量与技术创新之间呈现“U型”或者“倒U型”关系。

通过对制度与经济、技术创新关系的文献梳理,可以看出,制度与经济增长是相互促进的,制度对技术创新具有促进作用。也有研究发现,在不同发展阶段,制度与技术创新之间关系较为复杂,制度质量对技术创新的影响可能并不是简单的线性关系,也许存在一定的门槛效应,也就是说经济发展水平不同的地区,制度质量对技术创新的影响可能具有不同的强度和作用机制。本文利用 2008—2016 年我国 30 个省区市(不含西藏和港澳台地区)的面板数据,建立门槛模型,对制度质量与技术创新的非线性关系进行实证研究。

## 2 变量说明、数据来源及模型构建

### 2.1 变量说明及数据来源

被解释变量:技术创新(RPA)。衡量技术创新的指标较多,主要包括创新投入和创新产出等。研发投入难以准确衡量创新结果,专利数据较客观,本文选取专利申请量来衡量技术创新,选取样本包括 2008—2016 年我国 30 个省区市的相关数据,在计算时取对数处理。数据来自《中国统计年鉴》。

解释变量:制度质量(INST)。良好的制度有助于降低企业交易成本、构建激励机制,提升创新能力。制度质量主要包括产权保护、契约实施等制度安排<sup>[20]</sup>,是一个涉及政府偏好、制度规范、实施环境、法规执行等许多方面的综合指标。制度质量的主要测量方法有代理变量和加权指数等。常用指标也较多,国外的有全球治理指数(WGI)、世界各国风险指南(ICRG)、透明国际的腐败指数(CPI)、经济自由化指数等;国内的有市场化指数、工业化指数、非国有化率、进出口额比重、法治指数、营商环境指数等。本文借鉴王小鲁、樊纲、胡李鹏的市场化指数来反映制度质量水平<sup>[21]</sup>。

门槛变量:经济发展水平(GDPC)。制度与经济相互作用,制度促进经济增长,经济增长也推动制度完善。制度质量越高,经济发展水平也越高<sup>[22]</sup>。制度质量对技术创新的影响具有显著的区域异质性,而区域异质性和经济发展水平紧密相关。本文以人均 GDP 作为经济发展的代理变量。在计算时取对数处理,数据来自相关统计年鉴。

控制变量。借鉴已有研究,综合分析影响制度质量和技术创新的主要因素,包括研发支出、研发人员、物质资本、人力资本、外商直接投资和贸易开放度等。研发支出(RD)用各地区研发经费支出占地区生产总值的比重来表示,数据来自《中国科技统计年鉴》。研发人员(RDP)用各地区研发人员占就业人数的比重来表示,数据来自《中国科技统计年鉴》和地方统计年鉴。物质资本(CAP)用各地区资本形成总额占地区生产总额的比重来表示,数据来自《中国统计年鉴》。人力资本(H)借鉴 Barro 和 Lee 的研究方法<sup>[23]</sup>,用各地区 6 岁及 6 岁以上人口平均受教育年限来表示人力资本存量,数据来自《中国人口统计年鉴》。外商直接投资(FDI)采用实际利用外商直接投资额占地区生产总额的比重来衡量,数据来自《中国统计年鉴》和 Wind 数据库。贸易开放度(OPEN)以各地区进出口总额与地区生产总额的比值衡量,数据来自《中国统计年鉴》。各变量描述性统计结果见表 1。

表 1 各变量描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
lnRPA	270	10.060	1.519	6.066	13.150
INST	270	6.153	1.795	2.330	10.000
lnGDPC	270	10.530	0.513	9.085	11.680
RD	270	0.015	0.011	0.002	0.061
RDP	270	0.004	0.004	0.001	0.021
CAP	270	0.624	0.173	0.363	1.396
H	270	8.863	0.932	6.760	12.300
FDI	270	0.348	0.447	0.048	4.468
OPEN	270	0.317	0.668	0.013	9.996

## 2.2 模型构建

本文的“门槛效应”是指随着经济发展水平不断提高,制度质量对技术创新影响过程存在若干个关键点。采用 Hansen 提出的门槛回归方法<sup>[24]</sup>,样本数据决定门槛个数和数值,更能准确揭示不同分组下核心解释变量和被解释变量之间的内在关系。

基于 Hansen 提出的门槛模型<sup>[24]</sup>,基本模型为:

$$y_{it} = u_i + \beta_1 x_{it} I(q_{it} \leq \gamma) + e_{it} \quad (1)$$

首先构建单一门槛面板回归模型:

$$\begin{aligned} \ln RPA_{it} = & \beta_0 + \beta_1 INST_{it} \times I(\ln GDPC_{it} \leq \gamma) + \\ & \beta_2 INST_{it} \times I(\ln GDPC_{it} > \gamma) + \beta_3 RD_{it} + \beta_4 RDP_{it} + \\ & \beta_5 CAP_{it} + \beta_6 H_{it} + \beta_7 FDI_{it} + \beta_8 OPEN_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

上式中,  $i$  代表地区;  $t$  表示年份;  $\beta_0$  和  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  分别是常数项和相应的系数变量;  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。GDPC 表示门槛变量,  $\gamma$  代表门槛值;  $I(\cdot)$  为指标函数, 相应的条件成立时取值为 1, 否则取值为 0。

很多情况下, 不仅存在一个门槛, 可能具有双门槛甚至多门槛, 在模型 (2) 的基础上得到双门槛模型 (3):

$$\ln RPA_{it} = \beta_0 + \beta_1 INST_{it} \times I(\ln GDPC_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 INST_{it} \times I(\gamma_1 < \ln GDPC_{it} < \gamma_2) + \beta_3 INST_{it} \times I(\gamma_2 \leq \ln GDPC_{it}) + \beta_4 RD_{it} + \beta_5 RDP_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 H_{it} + \beta_8 FDI_{it} + \beta_9 OPEN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 为双门槛值,其他符号同模型(2)。

若存在多重门槛时,可建立类似模型。

### 2.3 模型估计与检验方法

在估计门槛模型时,一是确定门槛值,并得到残差平方和  $s_1(\gamma) = e'(\gamma)e(\gamma)$ ,然后通过计算残差平方和  $s_1(\gamma)$ 进而得到各参数的估计值。二是检验门槛效应的显著性和门槛估计值的真实性。由于  $F_1$ 的渐进分布是非标准分布,所以采用门槛回归自抽样方法(Bootstrap)对  $F_1$ 分布进行初步模拟,进一步构建与其相对应的  $P$ 值并进行检验。一般地,当  $\alpha$ 在5%的显著性水平下,LR统计量的临界值为7.35。以上是单一门槛的参数估计和假设检验,在此基础上可以拓展为双重及其以上门槛模型。

## 3 实证结果分析

### 3.1 门槛效应检验和门槛值确定

运用门槛回归自抽样法对门槛效应进行检验,以制度质量(INST)为核心解释变量,技术创新(RPA)为被解释变量,经济发展水平(GDPC)作为门槛变量。结果表明,单门槛  $F$ 统计量为103.23,大于5%水平下的临界值且  $P$ 值为0.0000,拒绝原假设;双门槛  $F$ 统计量为48.25,大于5%水平下的临界值且  $P$ 值为0.0000,拒绝原假设(见表2)。这说明在5%的显著水平下单门槛和双门槛效应均通过检验,即存在双门槛效应。将残差平方和最小的门槛变量取值作为门槛估计值,检验其是否与真实值相等,结果见表3。各门槛值的95%置信区间都是  $LR(\gamma) \leq 7.35$ 构成的区间,估计的门槛值具有真实性,门槛变量为经济发展水平的双重门槛值为9.9144和10.4068,对应的95%置信区间分别为(9.8994, 9.9232)、(10.3846, 10.4070)。

表2 门槛效应自抽样检验结果

门槛模型	RSS	MSE	F值	P值	BS次数	显著水平下临界值	
						10%	5%
单门槛模型	15.2230	0.0583	103.23	0.0000	500	24.5216	28.4526
双重门槛模型	12.8480	0.0492	48.25	0.0000	500	20.5935	23.8576
三重门槛模型	11.8664	0.0455	21.59	0.5440	500	41.9153	47.6857

表3 门槛估计值和置信区间

门槛变量	模型	门槛值	
		估计值	95%置信区间
LnGDPC	双门槛模型	9.9144	(9.8994, 9.9232)
		10.4068	(10.3846, 10.4070)

### 3.2 门槛模型回归分析

门槛回归结果见表4,综合表3和表4可以看出,制度质量对技术创新的影响存在基于经济发展水平的双门槛效应。当经济发展水平低于9.9144时,制度质量的系数为0.1126,且制度质量在1%的显著水平下,促进了技术创新;当经济发展水平处于9.9144~10.4068,制度质量的系数为0.2261,在1%显著水平下,其弹性系数加大,制度质量的作用更为明显;当经济发展水平高于10.4068时,在1%水平下显著,制度质量对技术创新的促进作用增至0.2867,且制度质量的作用进一步加强。可以看出,处于不同经济发展水平下,制度质量对技术创新的影响呈现非线性门槛效应。即制度质量对技术创新的影响会随着经济发展进程演变而呈现出不同的强度,随着经济发展水平不断提高,制度质量对技术创新的促进作用越来越大。

在经济发展初期,经济增长的主要动力是劳动力水平、物质资本等要素投入,经济规模较小,这一阶段属于要素驱动推动经济增长,区域创新能力较弱;当经济发展到一定阶段,地区经济增长动力逐渐从要素驱动转向要素和技术“双引擎”驱动,对高技术产品的需求增加,进而提升了产品质量和技术创新;当经济发展水平进一步提高时,高质量的制度促进经济增长,同时经济增长也推动制度不断完善,形成协同发展的良性循环,制度规范了市场的经济行为,加速了技术创新,引致区域创新能力的提升。

控制变量中,研发人员、物质资本、人力资本、外商直接投资等对技术创新都具有显著影响。当经济发展水平不平衡时会导致制度质量,尤其是市场化进程的差异,那么研发投入对技术创新会产生不同的影响。市场化程度越高,信息化传播越快速越透明,促进更多的研发投入,带动各地区技术创新。物质资本和人力资本积累是技术创新活动的基本投入要素,它们会促进生产投入要素数量与质量的共同增长,能够直接推动经济的增长。同时,技术创新活动促进技术进步,带动地区经济发展,也会吸引更多的物质资本和人力资本,制度又会影响资本投资、积累和激活,进一步影响资本的投入产出。外商投资为企业吸收外来先进生产技术和经验,从而推动自身的技术创新能力的提升。

表4 门槛回归结果

变量	系数	t 值
INST_0	0.1126***	2.61
INST_1	0.2261***	5.29
INST_2	0.2867***	7.34
RD	5.8892	1.00
RDP	40.1068*	1.69
CAP	0.8055***	4.25
H	0.5788***	9.48

FDI	0.1734***	3.12
OPEN	-0.0122	-0.39
常数项	2.5313***	5.24
样本量	270	
R <sup>2</sup>	0.4627	
F 统计量	166.15***	

## 4 结论和建议

运用 2008—2016 年我国 30 个省级区域面板数据,将经济发展水平作为门槛变量,考察了制度质量对技术创新的影响。研究表明:在制度质量对技术创新的影响和作用中,经济发展水平存在双门槛效应。当经济发展水平较低时,制度对技术创新具有一定的促进作用,随着经济发展水平不断提高,制度质量的弹性系数不断增大,即制度质量对技术创新的促进作用不断增加。在制度质量对技术创新的影响中,经济发展水平存在双门槛效应,即在两个关键点前后,制度的作用呈现出不同的强度,经济发展水平越高,制度质量的促进作用越大。因此,随着经济发展,只有不断提高制度质量,完善制度环境,才能更好地提高技术创新水平。控制变量中,研发人员投入、物质资本、人力资本、外商直接投资对技术创新都具有显著的正向影响。

我国经济增长动力的转换对相应的制度建设带来了更大的挑战。高质量的制度有利于促进创新要素的投入,提高生产率和竞争力,为进一步促进经济增长提供基础。基于上述分析提出相关建议。

转变政府职能,完善法治建设。维护高新技术产业的市场竞争秩序,引导科技产业金融市场的发展,构建有利于提高研发投入和创新能力的经济体制和市场环境。利用互联网技术(如大数据、云计算等)改善政府治理信息系统,促进政府政策信息和企业创新信息之间的沟通与共享,提供及时、准确和科学的服务。完善高技术产业法律、法规,营造有利于技术创新的法律环境。优化营商环境,为企业提供公平竞争环境。

重视创新人才的培养、引进和激励机制。不仅要引进人才,更要建立能够留住人才、有吸引力的激励机制。人才取决于产业的需求,根据产业发展阶段,选取合适人才。人才政策根据产业发展不同阶段来制定,更能促进产业快速发展。在物质和精神上大力资助紧缺型、高技能、创新型及高层次人才,提高员工的满足感、归属感及成就感。除了重视引进人才,还应该重视产学研密切结合,加强各领域合作,建立丰富的后备人才储备库,促进自主创新能力提高。

加强高质量的研发要素投入。根据区域、产业和要素特点,因地制宜推进产业高质量发展。提高研发投入水平,尤其是高技术产业研发投入比例要不断提高。提高创新成果转化效率,可以在更大的范围寻找转化机会。创新不一定越高越好,而是越适合越好。高收入地区和全球领先产业,要加强原始创新;相对落后地区,尤其是追赶型产业,可以通过引进、消化、吸收、再创新,采取购买专利、工艺改进等转化方式,实现成本更低、风险更小、效率更高的创新。

加大对外开放,优化外资外贸结构。以“一带一路”建设为契机,进一步加强与周边国家的沟通与合作,加强政策完善和创新,创造开放、稳定、透明的改革开放发展环境,增强企业吸引力,改善营商环境和政策,引导外资流动。逐步引导外国投资者关注产业关联度高的领域,提高跨国公司与中国企业的关联度。

优化产业结构,加快产业升级。通过产业结构优化升级,促进资源配置的合理流动。利用财政补贴支持技术改造和设备升级,

---

通过金融创新,解决中小创业企业抵押担保等信贷供给不足的问题,促进产业结构调整 and 升级。建立综合服务平台,提供专业的公共服务如认定咨询、财税服务、投融资服务、上市服务和培训服务,以降低创业企业的运营成本,并帮助他们专注于核心技术创新。

#### 参考文献:

- [1]傅晓霞,吴利学. 技术差距、创新路径与经济赶超——基于后发国家的内生技术进步模型[J]. 经济研究, 2013(6):19-32.
- [2]HECKELMAN J C, POWELL B. Corruption and institutional environment for growth[J]. Comparative Economic Studies, 2010, 52(3):351-378.
- [3]方俊雄. 市场化进程与资本配置效率的改善[J]. 经济研究, 2006(5):50-61.
- [4]张莉, 黄汉民, 郭苏文. 制度质量与中国区域经济增长差异的格兰杰因果分析[J]. 华东经济管理, 2014(12):59-63.
- [5]PORTA R L, LOPEZ-DE-SILANES F, SHLEIFER A. The economic consequences of legal origins[J]. Journal of Economic Literature, 2008, 46(2):285-332.
- [6]余泳泽. 我国高技术产业技术创新效率及其影响因素研究——基于价值链视角下的两阶段分析[J]. 经济科学, 2009(4):62-74.
- [7]李玲, 陶厚永. 制度经济、股权制衡对企业创新绩效的影响机理——基于有调节的中介效应[J]. 技术经济, 2012(7):20-27.
- [8]侯晓辉, 王青, 冯宗宪. 金融生态与中国工业企业的技术创新能力[J]. 产业经济研究, 2012(3):59-79.
- [9]杨飞. 制度质量与技术创新——基于中国 1997-2009 年制造业数据的分析[J]. 产业经济研究, 2013(5):93-103.
- [10]刘和旺, 左文婷. 地区制度质量、技术创新行为与企业绩效[J]. 湖北大学学报, 2016, 43(2):139-146.
- [11]HELPMAN E. Innovation, imitation and intellectual property rights[J]. Econometrica, 1993, 61(6):1247-1280.
- [12]GLASS A J, SAGGI K. Intellectual property rights and foreign direct investment[J]. Journal of International Economics, 2002, 56(2):387-410.
- [13]HURMELINNA P. The Janus face of the appropriability regime in the protection of innovations: Theoretical re-appraisal and empirical analysis[J]. Technovation, 2007, 27(3):133-144.
- [14]庄子银. 知识产权、市场结构、模仿和创新[J]. 经济研究, 2009(11):95-104.
- [15]王华. 更严厉的知识产权保护制度有利于技术创新吗?[J]. 经济研究, 2011(S2):124-135.
- [16]胡昭玲, 张玉. 制度质量改进能否提升价值链分工地位?[J]. 世界经济研究, 2015(8):19-26.

- 
- [17]赵启纯. 制度质量对技术创新产出的门槛效应研究[J]. 宏观经济研究, 2017(5):91-95.
- [18]陈恒, 侯建, 陈伟. 知识产权保护对高技术产业科技绩效的影响机理——基于面板门槛模型实证分析[J]. 系统工程, 2016, 34(11):64-72.
- [19]涂红星, 肖序. 环境管制对自主创新影响的实证研究——基于负二项分布模型[J]. 管理评论, 2014, 26(1):57-65.
- [20]NORTH D. Institutional change and economic performance[M]. Cambridge:Cambridge University Press, 1990:12-16.
- [21]王小鲁, 樊纲, 胡李鹏. 中国分省份市场化指数报告(2018)[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2019:1-6.
- [22]ASSANE D, GRAMMY A. Institutional framework and economic development:International evidence[J]. Journal of Applied Economics, 2003, 35:1811-1817.
- [23]BARRO R J, LEE J W. International data on educational attainment:Updates and implications[J]. Oxford Economic Papers, 2001, 53(3):541-563.
- [24]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels:Estimation, testing and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345-368.