

文章编号: 1000-5862(2015)01-0027-07

金融发展、环境规制与技术创新关系的实证分析 ——基于面板门槛回归模型

陶长琪 琚泽霞

(江西财经大学数量经济研究所 江西 南昌 330013)

摘要: 利用我国29个省市1995—2011年的数据,构建了面板门槛回归模型,分析了金融发展、环境规制与技术创新之间的门槛效应,并在金融发展与环境规制结合的视角下分析了环境规制与技术创新的关系。结果表明,金融发展与技术创新之间存在单门槛,它们之间呈现“U”型关系;环境规制与技术创新之间存在双重门槛,低强度的环境规制能够有效地促进技术创新,较高强度的环境规制对技术创新的促进作用减弱,而高强度的环境规制不利于技术创新;从金融发展与环境规制结合的视角来看,环境规制与技术创新之间仍存在双重门槛,环境规制对技术创新的门槛作用受到金融发展的影响;当金融发展效率较低时,环境规制不利于技术创新,而当金融发展效率较高时,环境规制对技术创新起着积极的促进作用。

关键词: 金融发展; 环境规制; 技术创新; 门槛回归模型

中图分类号: F 062.1 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2015.01.05

0 引言

近年来,我国经济得到快速发展,但环境质量持续下降,面临环境保护与经济稳定发展的重要权衡,能否在进行环境保护的同时保持经济增长成为政策制定者和学术界关注的重要问题。环境规制是一把双刃剑,它对技术创新既有激励作用也有阻碍作用,它通过对生产过程中消耗的环境资源收取费用,使企业只有通过技术创新才能降低生产成本来实现激励作用,产生创新补偿效应。资金投入是技术创新的基础,而环境规制又要求企业投资于环境污染治理,在资金有限的情况下,污染治理的投资可能会挤占一部分用于技术创新的资金,进而对技术创新产生一定的阻碍作用,因此环境规制的创新补偿效应是实现经济持续增长与环境治理“双赢”的关键。技术创新过程需要一个功能完善的金融体系支撑,而根据“碳金融”理论,高效稳定的金融体系也可以为低碳产业项目提供资金支持,对污染类的项目设定融资约束从而影响环境规制对技术创新的作用^[1],同时,高效率的金融发展体系,可以为技术创新提供高

效的金融服务支持,进而减小环境规制对技术创新的阻碍作用。在我国处于金融体制改革与经济增长方式转变的时代背景下,分析金融发展、环境规制与技术创新之间的关系,并探讨金融发展与环境规制相结合对技术创新的作用具有重要的现实意义。

20世纪90年代初M. E. Porter^[2]提出“波特假设”,认为合理的环境规制政策从长期角度可以刺激企业技术创新,产生创新补偿效应。那么环境规制真的能够通过补偿效应实现“双赢”吗?综合国内外关于环境规制与技术创新之间关系的研究结论,可以归纳为3类:(i)认为“波特假说”不成立,即环境规制对技术创新的正向效应不显著,甚至在一定程度上不利于技术创新。江珂等^[3]利用中国省际面板数据的研究表明环境规制对技术创新无显著的正影响,环境规制必须与一定的人力资本相结合才对技术创新有一定的推动作用。R. Kneller等^[4]利用2000—2006年英国制造业数据,研究了环境规制与技术创新之间的关系,认为虽然环保研发的投入是由更大的减排压力刺激的,但是环境规制并没有对环保研发产生显著的促进作用。王鹏等^[5]利用中国中部面板数据,分析了环境规制对技术创新的影响,他们得

收稿日期: 2014-11-15

基金项目: 国家自然科学基金(71073073, 71273122, 71473109, 41461025), 江西省高等学校科技落地课题(KJLD13032)和江西省2014年度研究生创新专项资金课题(YC2014-S226)资助项目。

作者简介: 陶长琪(1967-),男,江西临川人,教授,博士,博士生导师,主要从事数量经济学研究。

出“波特假说”在较落后的中部地区得不到支持的结论。(ii)认为“波特假说”成立,即环境规制对技术创新产生积极效应。P. Lanoie^[6]利用7个经合组织国家的面板数据,分析了环境规制与技术创新之间的关系,他认为环境规制能够促进环保创新,并认为灵活的环境规制政策比规范的规定能更好地促进企业技术创新。李阳等^[7]利用我国工业37个行业的面板数据,通过协整检验和误差修正模型,分析了环境规制对技术创新能力影响的异质性效应,认为环境规制对技术创新有显著的促进效应,但存在明显的行业异质性。(iii)认为环境规制对技术创新的影响具有不确定性。K. Blind^[8]利用21个经合组织国家的面板数据,探究了环境规制对技术创新的影响,认为环境规制对技术创新的影响存在长短期的区别,短期的环境规制不利于技术创新,而长期合理的环境规制可以促进技术创新。沈能等^[9]利用面板门槛模型研究了我国环境规制与技术创新的门槛效应,认为环境规制强度与技术创新之间呈现“U”型关系,只有环境规制强度跨越特定门槛值后“波特假说”才能实现,并且存在显著的地区差异。李平等^[10]在低碳视角下检验“波特假说”是否存在,他们认为环境规制与技术创新之间存在3重门槛效应,环境规制强度较低不足以促进创新,最优规制水平能够显著促进创新,强度过高时促进作用减弱。

关于金融发展与技术创新关系的研究,最早是由J. Schumpeter^[11]提出的,通过提供服务(如动员储蓄、评估项目、管理风险、便利交易)金融体系是技术创新和经济增长的原动力,他认为银行应该通过甄别并提供资金给那些最具有新产品开发和生产能力的企业,以促进科技创新。孙伍琴等^[12]基于DEA方法测度了我国23个省市金融体系对技术创新的Malmquist生产率,发现23个省市金融发展促进技术创新效率的平均水平在逐渐提高并存在显著的差异性。J. B. Ang^[13]深入研究了金融发展、金融自由化与技术创新之间的相互关系,他认为金融发展能够有效地激励知识创新,但是金融自由化对创新的作用不显著。柏玲等^[14]构建动态面板数据模型,他们认为金融发展体系是影响技术创新产出能力的重要因素,且技术创新产出能力对经济增长的促进作用受到金融发展体系的影响。

综上所述,关于环境规制与技术创新关系的研究已经很丰富,关于金融发展与技术创新关系的研究也较多,但综合分析金融发展、环境规制与技术创新关系,并在金融发展与环境规制相结合的视角下分析环境规制对技术创新作用的研究还鲜有报道。

研究方法上以往的研究大多忽视了因金融发展水平不同而导致门槛效应的非线性关系,就我国实际情况而言,各地区金融发展水平差异显著,而金融发展不仅可以直接影响技术创新还可以通过环境规制间接地作用于技术创新。因此,本文利用我国29个省市1995—2011年的面板数据,在前人研究的基础上基于面板门槛回归模型分别以金融发展、环境规制为门槛变量分析金融发展、环境规制对技术创新的影响,并探究金融发展是如何影响环境规制对技术创新的作用。

1 模型建立

1.1 模型设定

面板门槛回归模型是由B. Hansen^[15]提出的,基本模型形式如下:

$$y_{it} = u_i + x'_{it}\beta_1 I(q_{it} \leq \gamma) + x'_{it}\beta_2 I(q_{it} > \gamma) + \varepsilon_{it},$$

其中 $i(=1, 2, \dots, N)$ 表示不同个体, $t(=1, 2, \dots, T)$ 表示时间, q_{it} 为门槛变量, y_{it} 和 x_{it} 分别为被解释变量和解释变量, $I(\cdot)$ 为指标函数,当相应条件成立时 $I(\cdot)$ 取值为1,否则 $I(\cdot)$ 取值为0。

关于面板门槛回归模型的估计,主要有3个关键点:(i)检验是否存在门槛效应,并找到门槛值;(ii)检验门槛值的显著性,以确定存在几个门槛值;(iii)根据门槛检验结果确定模型形式,并估计模型中的参数。首先通过网格搜索法寻找门槛值,以任意门槛变量值作为门槛值 γ ,采用最小二乘法(ols)估计各回归系数,同时,求出相应的残差平方和 $S_1(\gamma)$,以及所有残差平方和中的最小值,并找到与其对应的门槛变量值,则该值就为门槛值 γ^* 。确定门槛值 γ^* 后,再对 γ^* 的显著性进行检验;原假设为不存在门槛效应,即 $H_0: \beta_1 = \beta_2$,备择假设为 $H_1: \beta_1 \neq \beta_2$,在原假设 H_0 下,门槛值 γ 是不能识别的,传统检验统计量的分布是非标准的,难以检验其显著性;B. Hansen建议采用自抽样法(Bootstrap)来模拟似然比检验的渐近分布,进而检验门槛值的显著性。然后,根据门槛检验结果确定模型形式,并对门槛效应模型进行估计。

A. B. Jaffe^[16]认为技术创新也是生产过程,该过程的生产函数为

$$I = f(L, M, A),$$

其中 I 表示技术创新的产出, L 表示技术创新过程中的人力资本投入, M 表示技术创新过程中的资金投入, A 表示影响技术创新产出的其他因素。金融发展

和环境规制是本文所要分析的重要变量,故将这2个因素纳入到技术创新生产函数中.由于各地区人力资本也是影响技术创新的重要因素之一,并且考虑到我国各地区人力资本水平存在显著的差异,因此将人力资本这一因素也纳入模型中,技术创新产出的扩展函数为

$$I = f(F_D, E_R, L, M, H_{UM}),$$

其中 F_D 表示各地区金融发展水平, E_R 表示各地区环境规制的强度, H_{UM} 表示各地区人力资本水平.因此,将在研究金融发展、环境规制对技术创新门槛效应的基础上,分析金融发展与环境规制之间的交互效应,并以金融发展效率为门槛变量探讨它是如何影响环境规制对技术创新的作用.设定4个面板门槛回归模型:

(i) 以金融发展自身为门槛变量,分析金融发展与技术创新之间的门槛效应.模型为

$$\ln I_{it} = \alpha_1 \ln L_{it} + \alpha_2 \ln M_{it} + \alpha_3 H_{UMit} + \alpha_4 E_{Rit} + \mu_i + \theta_1 F_{Dit} I(F_{Dit} \leq \gamma_1) + \theta_2 F_{Dit} I(F_{Dit} > \gamma_1) + \varepsilon_{it};$$

(ii) 以环境规制自身为门槛变量,分析环境规制与技术创新之间的门槛效应.模型为

$$\ln I_{it} = \alpha_1 \ln L_{it} + \alpha_2 \ln M_{it} + \alpha_3 F_{Dit} + \alpha_4 H_{UMit} + \mu_i + \theta_1 E_{Rit} I(E_{Rit} \leq \gamma_1) + \theta_2 E_{Rit} I(E_{Rit} > \gamma_1) + \varepsilon_{it};$$

(iii) 以环境规制为门槛变量,在模型中加入环境规制与金融发展的乘积项,在金融发展与环境规制相结合的视角下,分析环境规制与技术创新之间的门槛效应.模型为

$$\ln I_{it} = \alpha_1 \ln L_{it} + \alpha_2 \ln M_{it} + \alpha_3 H_{UMit} + \mu_i + \theta_1 E_{Rit} F_{Dit} I(E_{Rit} \leq \gamma_1) + \theta_2 E_{Rit} F_{Dit} I(E_{Rit} > \gamma_1) + \varepsilon_{it};$$

(iv) 以金融发展效率为门槛变量,分析不同的金融发展效率如何影响环境规制对技术创新的作用.模型为

$$\ln I_{it} = \alpha_1 \ln L_{it} + \alpha_2 \ln M_{it} + \alpha_3 F_{Dit} + \alpha_4 H_{UMit} + \mu_i + \theta_1 E_{Rit} I(F_{DEit} \leq \gamma_1) + \theta_2 E_{Rit} I(F_{DEit} > \gamma_1) + \varepsilon_{it},$$

其中门槛值个数根据数据的门槛检验结果而定. I_{it} 表示第 i 省第 t 年的技术创新产出量, L_{it} 表示第 i 省第 t 年技术创新活动人力资本的投入量, M_{it} 表示第 i 省第 t 年技术创新活动资金的投入量, F_{Dit} 表示第 i 省第 t 年金融发展水平, H_{UMit} 表示第 i 省第 t 年人力资本水平, E_{Rit} 表示第 i 省第 t 年环境规制强度, F_{DEit} 表示第 i 省第 t 年金融发展效率.

1.2 变量与数据说明

(i) 技术创新(I). 关于技术创新能力指标的选取,学者们还尚未达成一致.一些文献中选用“专利授权量”来衡量技术创新能力,但“专利授权量”易受到政策环境等因素的影响,而“专利申请受理量”

能够更直接反映技术创新能力,故本文选择“专利申请受理量”来衡量技术创新能力.

(ii) 技术创新投入(M 和 L). 本文仅考虑技术创新的资金投入和人力资本投入,资金投入是技术创新的基础,人力资本投入是技术创新的关键,选用R&D活动经费内部支出额来衡量技术创新的资金投入,选用科技活动人员投入来衡量技术创新的人力资本投入.

(iii) 人力资本水平(H_{UM}). 采用R. J. Barro等^[17]提出的方法,用劳动力平均受教育年限来衡量各地区的人力资本水平.设定小学、初中、高中和大专以上教育程度的平均受教育年数分别为6年、9年、12年和16年,则人均受教育年限 = $6a_1 + 9a_2 + 12a_3 + 16a_4$,其中 a_i ($i = 1, 2, 3, 4$) 表示6岁以上人口中小学、初中、高中和大专以上受教育人数所占的比例.

(iv) 金融发展水平(F_D). 为了比较全面地衡量金融发展水平,从金融发展规模、金融发展效率和金融发展结构3个角度来衡量金融发展水平,用每个地区金融机构存贷款余额之和与GDP之比、股票总市值与GDP之比来衡量金融发展规模,用金融机构存款余额与贷款余额之比、A股成交额与股票市场总流通市值之比来衡量金融发展效率,用股票总市值与金融机构贷款余额之比来衡量金融发展结构,并对这5个指标进行主成分分析以形成1个综合指标来衡量金融发展水平^[14, 18].

(v) 金融发展效率(F_{DE}). 用金融机构存款余额与贷款余额之比、A股成交额与股票市场总流通市值之比来衡量金融发展效率,对这2个指标进行主成分分析以形成1个综合指标来衡量金融发展效率.

(vi) 环境规制强度(E_R). 关于环境规制强度度量指标的选取,学者们也尚未达成一致.许多文献使用工业污染治理投资完成额、工业废水排放达标率、污染排放情况以及能源强度(GDP/Energy)等指标来衡量环境规制的强度,但以上指标均存在一定的缺陷.因此本文采用A. Levinson^[19]给出的方法来设计环境规制评价指数,测度各地区历年的环境规制强度.该指标的优点在于不仅包含了各地区的实际工业污染治理投资完成额,还能避免因为地区产业结构差异性对环境规制强度评价造成的误差.各地区的单位工业产值污染治理成本 $E_{Rit}^* = p_{it}/Y_{it}$,其中 p_{it} 表示第 i 省第 t 年的工业污染治理投资完成额, Y_{it} 表示第 i 省第 t 年工业产值,由于各个省市之间存在产业结构差异,故用各个省市的历年工业产业结构即工业产值占GDP的比例 s_{it} 对其进行修正,其值

为 $E_{Rit} = E_{Rit}^* / s_t \times 100$, E_{Rit} 越大表明环境规制强度越大。

考虑到数据的有效性、可得性,选取 1995—2011 年我国 29 个省市(西藏除外,将重庆并入四川省)的数据进行分析,以上各指标的数据来源于历年的《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》、《中国人口统计年鉴》和《中国金融统计年鉴》以及 Wind 资讯数据库。

2 实证分析

在估计门槛回归模型时首先要寻找门槛值并且

表 1 门槛效果检验

	模型(i)	模型(ii)	模型(iii)	模型(iv)
门槛变量	金融发展水平	环境规制强度	环境规制强度	金融发展效率
单门槛检验	27.785** (0.013)	53.639*** (0.000)	24.058*** (0.000)	26.017** (0.037)
双门槛检验	8.590** (0.058)	25.041*** (0.005)	8.814** (0.043)	3.267 (0.175)
3 重门槛检验	3.075 (0.163)	7.206 (0.142)	9.012** (0.097)	5.882** (0.037)
样本最小值	-2.929 1	0.008 4	0.008 4	-3.092 5
样本均值	-0.037 1	0.209 5	0.209 5	-0.093 4
样本最大值	3.712 3	1.500 4	1.500 4	2.951 3

注:括号上方表示门槛检验对应的 F 统计量,***、** 分别表示在 0.01 和 0.05 的水平上显著,括号内为采用 Bootstrap 方法反复抽样得到的 P 值。

表 2 门槛值估计

回归模型	指标	门槛值 γ_1		门槛值 γ_2	
		估计值	95% 的置信区间	估计值	95% 的置信区间
(i)	金融发展水平	-1.218 0	[-1.428, -0.907]		
(ii)	环境规制强度	0.022 8	[0.023, 0.024]	0.041	[0.040, 0.045]
(iii)	环境规制强度	0.022 5	[0.021, 0.023]	0.091	[0.061, 0.448]
(iv)	金融发展效率	0.743 0	[0.280, 0.891]		

由表 1 和表 2 可以看出,模型(i)、模型(iv)中的金融发展水平、金融发展效率存在单门槛效应,模型(ii)、模型(iii)中的环境规制强度存在双重门槛效应。

2.2 模型参数估计结果

根据门槛检验结果并确定门槛的个数和门槛值后,选择合适的门槛效应模型并对模型进行估计,估计结果如表 3 所示。

1) 关于模型(i)的分析。由实证结果可知,金融发展对技术创新的作用存在单门槛效应,门槛值为 -1.218 0,当金融发展水平低于门槛值时,金融发展对技术创新存在负向作用,即较低的金融发展水

平不利于技术创新。随着金融发展水平的提高,当金融发展水平跨过门槛值后,这种关系将发生逆转,金融发展将会促进技术创新,因为技术创新的过程需要长期稳定的资金支持,因此,金融发展与技术创新呈现“U”型的非线性关系。1995—2011 年我国各地区的金融发展水平均已跨过门槛值,江苏、浙江、上海、福建等发达地区金融发展水平在 1999 年均已跨过门槛值,北京、天津、山西等地区金融发展水平在 2000 年跨过门槛值,其他一些地区也相继在 2000 年后跨过门槛值,虽然各地区的金融发展水平在 2000 年后存在一定程度上的波动,但总体上金融发展水平仍呈现上升的趋势。模型(i)中技术创新的投入

2.1 门槛检验

首先,需要确定门槛的个数,并检验门槛值的显著性,进而确定模型的形式。依次在单门槛、双门槛和 3 重门槛的设定下对 4 个模型进行估计,得到的 F 统计量和用 Bootstrap 方法得出的 P 值如表 1 所示,门槛值估计结果和置信区间如表 2 所示。

和人力资本均对技术创新存在显著的促进作用,未考虑非线性关系的环境规制不利于技术创新。

2) 关于模型(ii)的分析。由实证结果可知,环境规制对技术创新的作用存在双重门槛效应,门槛值分别为 0.022 8、0.041 0。当环境规制强度小于 0.022 8 时,环境规制对技术创新的作用系数为 45.773 1,环境规制有利于技术创新;当环境规制强度介于 0.022 8~0.041 0 之间时,环境规制对技术创新的作用系数为 9.975 8,随着环境规制强度增大,环境规制对技术创新的正向促进作用逐渐减弱;当环境规制强度大于 0.041 0 时,环境规制对技术创新的作用系数为 -0.320 9,呈现出高强度的环境规制不利于技术创新,即低强度的环境规制能够有效地促进技术创新,较高强度的环境规制对技术创新的促进作用减弱,而高强度的环境规制则不利于技术创新。随着我国环境污染越来越严重,1995—2011 年各个地区的环境规制强度逐渐加大,2000 年后,大多数地区的环境规制强度均以超过 0.022 8,随后也有一部分城市的环境规制强度超过 0.041 0。模型(ii)中技术创新投入和人力资本对技术创新均有显著的促进作用,未考虑非线性关系的金融发展对技术创新的作用不显著。

3) 关于模型(iii)的分析。由实证结果可知,环境规制对技术创新的作用仍存在双重门槛效应,门槛值分别为 0.022 5、0.091 0,得到与模型(ii)中类

似的结论,低强度的环境规制能够有效地促进技术创新,较高强度的环境规制对技术创新的促进作用有限。当环境规制强度超过 0.091 0 时,环境规制不利于技术创新,即高强度的环境规制不利于技术创新。模型(iii)中的第 1 个门槛值的大小与模型(ii)中相近,但第 2 个门槛值 0.091 0 却与模型(ii)中的第 2 个门槛值 0.041 0 相差较大,这说明在金融发展与环境规制相结合的视角下,环境规制对技术创新的促进作用可以容忍更高强度的环境规制。模型(iii)中技术创新投入和人力资本均对技术创新存在显著的促进作用。

4) 关于模型(iv)的分析。由实证结果可知,金融发展效率与环境规制对技术创新的作用之间存在单门槛效应,门槛值为 0.743 0。当金融发展效率小于 0.743 0 时,环境规制对技术创新的作用系数为 -0.295 6,环境规制不利于技术创新;当金融发展效率大于门槛值时,环境规制对技术创新的作用系数为 0.667 8,环境规制能够促进技术创新。根据各地区金融发展效率的数据,2007 年后大多数地区的金融发展效率均已跨过门槛值,即在现有的金融发展效率水平下,环境规制能够促进技术创新。模型(iv)中技术创新投入和人力资本对技术创新均存在显著的促进作用,未考虑非线性关系的金融发展对技术创新的作用不显著。

表 3 模型的参数估计结果

解释变量	模型(i)	模型(ii)	模型(iii)	模型(iv)
$\ln L$	0.828 5*** (12.56)	0.734 9*** (11.54)	0.839 4** (13.03)	0.965 4*** (15.61)
$\ln M$	0.264 3*** (10.20)	0.189 9*** (9.46)	0.214 9** (10.22)	0.196 7*** (9.29)
H_{UM}	0.106 4*** (3.13)	0.149 7*** (4.73)	0.159 8*** (5.29)	0.129 2*** (3.87)
F_D		0.007 3 (0.33)		0.007 2 (0.31)
$F_D I(F_D < \gamma_1)$	-0.172 5*** (-4.18)			
$F_D I(F_D \geq \gamma_1)$	0.054 5*** (2.17)			
E_R	-0.269 1*** (-2.59)			
$E_R F_D I(E_R < \gamma_1)$		45.773 1*** (8.21)	33.354 9*** (4.93)	
$E_R F_D I(\gamma_1 \leq E_R < \gamma_2)$		9.975 8*** (4.64)	1.533 3*** (2.60)	

表 3(续)

解释变量	模型(i)	模型(ii)	模型(iii)	模型(iv)
$E_R I(E_R \geq \gamma_2)$		-0.320 9*** (-3.25)	-0.144 9*** (-2.82)	
$E_R I(F_{DE} < \gamma_1)$				-0.295 6*** (-2.86)
$E_R I(F_{DE} \geq \gamma_1)$				0.667 8*** (2.91)
C	-5.141 9*** (-8.44)	-3.510 2*** (-5.61)	-5.118 9*** (-8.53)	-6.023 0*** (-10.07)
R^2	0.842 4	0.859 3	0.841 7	0.839 3

注: 括号内为各系数所对应的 t 统计量, * * *、* * 分别表示在 0.01、0.05 的水平上变量显著。

3 结论与建议

本文利用我国省际数据,构建面板数据门槛回归模型,实证分析了我国金融发展、环境规制与技术创新之间的门槛效应,并基于金融发展、金融发展效率的视角下分析环境规制对技术创新的门槛效应作用,得出如下结论:

1) 金融发展与技术创新之间存在单门槛效应,较低的金融发展水平不利于技术创新,当金融发展水平跨过门槛值后,金融发展才能促进技术创新,即金融发展与技术创新之间呈现“U”型关系。

2) 环境规制与技术创新之间存在双重门槛效应,低强度的环境规制能有效地促进技术创新,较高强度的环境规制对技术创新的促进作用减弱,当环境规制跨过特定的门槛值后,高强度的环境规制将不利于技术创新,即适当强度的环境规制可以促进技术创新,而高强度的环境规制不利于技术创新。

3) 在金融发展与技术创新相结合的视角下,环境规制对技术创新的作用仍存在双重门槛效应,适当强度的环境规制可以促进技术创新,当环境规制强度跨过特定门槛值后,高强度的环境规制将不利于技术创新,但在金融发展的作用与环境规制相结合的视角下,门槛值增大(即环境规制强度跨过更大的门槛值后)会不利于技术创新,这说明从金融发展与环境规制结合的视角,环境规制对技术创新的正向促进作用可以容忍更高强度的环境规制。

4) 金融发展效率是影响环境规制对技术创新作用的直接因素,以金融发展效率为门槛变量,在较低的金融发展效率下,环境规制不利于技术创新,在较高的金融发展效率下,环境规制可以有效地促进技术创新。

针对以上结论,提出以下几点建议:

(i) 深化金融体制改革,提高金融发展水平。金融发展水平不仅可以直接影响技术创新,还可以间接影响技术创新,因此金融体系的发展应该与环境规制相结合,着力发展绿色金融使资源得到合理有效的配置,促进低碳经济发展。

(ii) 制定合理的环境规制政策,选择最优的环境规制强度。适当强度的环境规制可以促进技术创新,而高强度的环境规制将不利于技术创新,各地区应该针对自身情况提高金融发展水平,发展低碳金融,使金融体系为发展低碳经济提供高效全面的金融服务,制定与金融发展水平相适应的环境规制强度,以实现环境保护与经济稳定增长之间“双赢”。

(iii) 着力提高金融发展效率。金融发展效率是金融发展的一部分,也是影响环境规制对技术创新作用的直接因素之一,各地区应该以金融发展效率为着力点,促进金融体系市场化,提高金融发展水平,为技术创新和发展低碳经济提供优质金融服务。

(iv) 加大教育投入力度,提高人力资本水平。实证研究表明人力资本对技术创新有显著的影响,各地区应大力发展教育事业,为技术创新提供夯实的人力资本支持,为经济持续稳定发展提供动力。

4 参考文献

- [1] 杜莉,张云,王凤奎.开发性金融在碳金融体系建构中的引致机制[J].中国社会科学,2013(4):103-207.
- [2] Porter M E. Towards a dynamic theory of strategy[J]. Strategic Management Journal,1991,12(S2):95-117.
- [3] 江珂,卢现祥.环境规制与技术创新:基于中国1997—2007年省际面板数据分析[J].科研管理,2011,32(7):60-66.
- [4] Kneller R, Manderson E. Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries[J]. Resource and Energy Economics,2012,34(2):211-235.

- [5] 王鹏,郭永芹.环境规制对我国中部地区技术创新能力影响的实证研究[J].经济问题探索,2013(1):72-76.
- [6] Lanoie P,Laurent-Lucchetti J,Johnstone N,et al.Environmental policy,innovation and performance: New insights on the Porter hypothesis[J].Journal of Economics & Management Strategy,2011,20(3):803-842.
- [7] 李阳,党兴华,韩先锋,等.环境规制对技术创新长短期影响的异质性效应:基于价值链视角的两阶段分析[J].科学学研究,2014,32(6):937-949.
- [8] Blind K.The influence of regulations on innovation: A quantitative assessment for OECD countries[J].Research Policy,2012,41(2):391-400.
- [9] 沈能,刘凤朝.高强度的环境规制真能促进技术创新吗:基于“波特假说”的再检验[J].中国软科学,2012(4):49-59.
- [10] 李平,慕绣如.波特假设说的滞后性和最优环境规制强度分析:基于系统GMM及门槛效果的检验[J].产业经济研究,2013(4):21-29.
- [11] Schumpeter J.The theory of economic development[M].Cambridge:Harvard University Press,1912.
- [12] 孙伍琴,朱顺林.金融发展促进技术创新的效率研究:基于Malmquist指数的分析[J].统计研究,2008,25(3):44-47.
- [13] Ang J B.Research technological change and financial liberalization in South Korea[J].Journal of Macroeconomics,2010,32(1):457-468.
- [14] 柏玲,姜磊,赵本福.金融发展体系、技术创新产出能力及转化:来自省域动态面板数据的实证[J].产经评论,2013(1):15-25.
- [15] Hansen B.Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation,testing and inference[J].Journal of Econometrics,1999,93(2):345-368.
- [16] Jaffe A B.Real effects of academic research[J].American Economic Review,1989,79(5):957-970.
- [17] Barro R J,Lee J W.International data on educational attainment: Updates and implications[R].Oxford Economic Papers,2001,53(3):541-563.
- [18] 姚耀军,董钢锋.金融发展、金融结构与技术进步:来自中国省级面板数据的经验证据[J].当代财经,2013(11):56-65.
- [19] Levinson A.Environmental regulation and manufactures' location choices: Evidence from the census of manufactures[J].Journal of Public Economics,1996,62(1/2):5-29.

The Empirical Study on Financial Development , Environmental Regulation and Technological Innovation ——Based on Panel Threshold Regression Model

TAO Changqi ,JU Zexia

(Institute of Quantitative Economics ,Jiangxi University of Finance and Economics ,Nanchang Jiangxi 330013 ,China)

Abstract: The threshold effect among financial development ,environmental regulation and technological innovation is analyzed by using the panel data of 29 regions of China during the period of 1995 to 2011 to construct a panel threshold regression model. And the environment regulation threshold effect on technological innovation is investigated based on the combination of financial development and environmental regulation. The results show that there exists single threshold between financial development and technological innovation ,and a “U”-shaped relationship is presented between them ,there exists dual threshold between environmental regulation and technological innovation ,low intensity environmental regulation can effectively promote technological innovation ,higher intensity of environmental regulation has limited effect in promoting technological innovation ,and high strength environmental regulation is not conducive to technological innovation. There still exists dual threshold between environmental regulation and technological innovation from the combined perspective of financial and environmental regulation ,and the threshold effect of environmental regulation on technological innovation are impacted by the financial development. With the low efficiency of financial development ,the environmental regulation is not conducive to technological innovation ,while environmental regulation can effectively promote technological innovation with a high efficiency of financial development.

Key words: financial development; environmental regulation; technological innovation; panel threshold regression model

(责任编辑:曾剑锋)