

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2015.03.004

欢迎按以下格式引用:罗富碧,张青云,冉茂盛.中国环境技术创新与经济增长实证研究[J].重庆大学学报:社会科学版,2015(3):22-26.

Citation Format: LUO Fubi, ZHANG Qingyun, RAN Maosheng. Empirical research on China's environmental technology innovation and economic growth [J]. Journal of Chongqing University: Social Science Edition, 2015(3): 22-26.

中国环境技术创新与 经济增长实证研究

罗富碧¹,张青云¹,冉茂盛²

(1. 重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 400030;2. 重庆大学 经济与工商管理学院,重庆 400044)

摘要:传统的技术创新对于中国经济取得的巨大成就功不可没,但在经济高速发展的同时,环境保护问题日益迫切。而环境技术创新则能够兼顾经济发展与环境保护。鉴于环境技术创新的重要性,文章分别以环境专利授权数、环境技术研发经费衡量环境技术创新产出和环境技术创新投入,运用中国2001-2012年省级面板数据对环境技术创新与经济增长的关系进行了实证检验。研究表明,环境技术创新投入与经济增长存在显著的正相关关系。研究还发现,中国各省区环境技术创新投入与产出差异明显,环境技术研发经费投入不足。同时指出中国环境专利制度尚不完善等问题,并提出了相应的对策建议。

关键词:技术创新;环境技术创新;经济增长;环境专利

中图分类号:F061.2;F062.4

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2015)03-0022-05

改革开放以来,中国的经济发展取得了举世瞩目的成就,这在很大程度上归功于国家把科学技术作为第一生产力,不断鼓励技术创新。然而在过去很长一段时间,中国经济发展所取得的成就是以资源和能源的过度消耗及生态环境的严重破坏为代价的。随着中国人口数量的不断增长、资源和能源不断枯竭以及环境污染的不断恶化,传统的高消耗、高污染的粗放型经济增长模式再也无法满足中国可持续发展的要求。同时,为了不断增强国家的综合实力,保持国际竞争力,作为世界第二大经济体的中国,也需要转变传统的经济增长方式,解决环境保护与经济发展之间的矛盾冲突,由此,环境技术创新就应运而生。环境技术是指能够节约资源、能源,减少甚至避免环境污染的技术。环境技术创新是从节约资源和能源、减少或避免环境污染的新产品、新工艺设想的产生到研究、开发、商业化生产及扩散这一系列的活动^[1]。与只注重内部经济性的传统技术创新不同,环境技术创新遵循生态经济发展的一般规律,以经济效益、社会效益和环境效益为共同的发展目标,引导技术创新朝着能够建立资源节约型、环境友好型的人类与自然和谐相处的社会前进^[2]。环境技术创新将环境污染外部性内部化,既能够实现资源和能源的有效利用,又能够减少或避免环境污染,可见环境技术创新对于缓解环境保护与经济矛盾的矛盾具有重要的意义,弥补了传统技术创新的不足,是中国当前技术创新体系的重要组成部分。

一、文献综述

传统经济学认为,劳动和资本是影响经济增长的主要因素。1912年,熊彼特首次提出了“创新”这一概念,此后创新对经济增长的贡献开始受到经济学家们的广泛关注。国内外学者对传统的技术创新与经济增

修回日期:2015-03-16

基金项目:科技部国家软科学研究计划“中国西部地区产业承接能力及技术溢出效应研究——以重庆市IT产业为例”(2012GXSD097)

作者简介:罗富碧(1974-),女,重庆人,重庆师范大学经济与管理学院副教授,博士后,主要从事优化方法、公司财务与公司治理研究。

长的关系进行了大量研究。经济学家索洛通过实证研究发现了除资本、劳动以外的因素对经济增长的贡献,并将这部分因素归结为技术创新。Romer^[3]和蔡昉^[4]等指出了技术创新对维持经济长期稳定增长的重要作用。由于专利数量是衡量和描述技术创新活动的一个重要指标^[5],因此国内外学者普遍以专利产出来衡量技术创新,对技术创新与经济增长的关系进行了实证检验。如 Goshby 利用 VAR 模型对澳大利亚1901 - 1997 年的全样本数据和分时期数据进行了实证研究,发现专利与经济增长存在显著的正相关关系^[6]。Jalle 利用 1980 - 2005 年 73 个国家的面板数据也得出了专利对经济增长率有显著的正向影响^[7]。中国学者由于使用的统计数据和实证研究方法不同,得出了不一致的结论。赵明^[8]、江永真^[9]通过实证分析,认为技术创新与经济增长并不存在显著的相关性;高雯雯^[10]、张优智^[11]、马大勇^[12]等运用协整分析方法发现专利产出与经济增长存在长期的均衡关系;同时,马大勇指出技术创新研发投入会对当期经济经济增长产生正的直接影响^[12]。

鉴于环境技术创新对经济可持续发展的重要性,国内外学者也对其进行了一定的研究。Porter 指出环境规制政策的合理设计能激励企业进行环境技术创新,提高生产效率^[13]。Porter 和 Van der Linde 进一步阐述了环境技术创新可提高企业竞争力这一观点^[14]。许庆瑞^[15]、钟晖、王建锋^[16]、沈斌、冯勤^[17]等对环境技术创新概念的界定、影响因素与影响机制、环境技术创新政策体系及发展现状和对策等进行了研究。王丽萍运用演化博弈理论对企业环境技术创新行为进行了分析,指出政府制度保障是企业选择环境技术创新行为的一个重要因素^[18]。传统技术创新以追求经济利益为目标,对经济增长起到了重要的促进作用,而环境技术创新作为可持续发展的必要选择,对经济增长产生了怎样的影响?当前,中国学者尚未对此问题进行检验。与既有文献不同,本文运用 2001 - 2012 年中国 31 个省份的面板数据对环境技术创新与经济增长之间的关系进行了实证检验,以期政府推进环境技术创新,实现经济可持续发展提供经验证据和对策建议。

二、研究设计与数据来源

(一) 变量定义

已有文献多采用国内生产总值来衡量经济增长,为了剔除价格因素的影响,本文采取各省份的实际国内生产总值作为经济增长的度量指标。关于环境技术创新水平的衡量,目前尚未有统一的标准,本文主要从环境技术创新投入与环境技术创新产出两个方面来测度环境技术创新水平。鉴于数据的可获得性,环境技术创新产出采用与环境技术创新能力有关的环境技术专利授权数表示,并采用环境技术研发投入作为环境技术创新投入的度量指标。控制变量为资本、劳动力和区域因素。对于区域 area 变量,分别取 1、2、3 三个数值,其中 1 表示东部,2 表示中部,3 表示西部,经 Stata12.0 处理,可生成三个哑变量:dummy_a1, dummy_a2, dummy_a3,分别代表中国的东部、中部和西部。本文以东部为基准类,将 dummy_a2 和 dummy_a3 这两个哑变量纳入模型进行回归检验。根据柯布道格拉斯生产函数,除区域控制变量外,其他变量全部采用对数形式进行检验。对于环境专利授权数变量,鉴于部分省区某年度的环境专利授权数为 0,先对各省区历年环境专利授权数加 1,再进行对数化处理。变量的定义具体见表 1。

表 1 变量的定义

变量	类型	变量代码	定义
经济增长	因变量	<i>gdp</i>	各省区历年的 GDP
环境技术创新产出	解释变量	<i>patent</i>	各省区历年环境专利授权数
环境技术创新投入	解释变量	<i>erd</i>	各省区历年环境技术研发经费总额
资本	控制变量	<i>capital</i>	各省区历年全社会固定资产投资总额
劳动力	控制变量	<i>labor</i>	各省区历年城乡就业人员数
区域	控制变量	<i>area</i>	东部取 1,中部取 2,西部取 3
<i>dummy_a1</i>	哑变量	<i>dummy_a1</i>	东部取 1,其余为 0
<i>dummy_a2</i>	哑变量	<i>dummy_a2</i>	中部取 1,其余为 0
<i>dummy_a3</i>	哑变量	<i>dummy_a3</i>	西部取 1,其余为 0

(二) 模型的构建

根据柯布道格拉斯生产函数及前期相关研究文献,本文建立如下计量模型:

$$\ln gdp_{it} = \alpha_1 \ln patent_{it} + \alpha_2 \ln erd_{it} + \alpha_3 \ln capital_{it} + \alpha_4 \ln labor_{it} + \alpha_5 dummy_a2_{it} + \alpha_6 dummy_a3_{it} + \varepsilon_{it}$$

其中, i 表示不同的企业, t 表示不同的年度, ε_{it} 为随机误差项。

(三)数据来源及研究方法

中国从2002年开始在环境年鉴中公布环境技术创新专利授权数,尽管没有对环境专利的类型进行划分,但是环境专利授权数可以在一定程度上反映中国环境技术创新的整体状况。本文以2001-2012年中国大陆31个省区为研究对象,其中,环境专利授权数、环境技术研发经费数据来源于《中国环境年鉴》,国内生产总值、城乡就业人员数、全社会固定资产投资总额数据来源于《中国统计年鉴》。本文采用面板数据方法,使用的统计软件为Stata12.0。

三、实证结果

(一)描述性统计

表2为主要研究变量的描述性统计结果。

表2 主要研究变量描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>gdp</i>	68 300 000	65 800 000	1 390 210	395 000 000
<i>patent</i>	2.496 774	9.848 282	0	124
<i>erd</i>	1 297.978	1 998.511	0	14 134.2
<i>capital</i>	31 300 000	30 400 000	515 443.4	174 000 000
<i>labor</i>	521.751 6	381.888 9	14.8	2 285.575

由表2可知,环境专利授权数的最小值为0,最大值却达到124,可见中国各省区环境专利授权数的差异较大,环境专利授权数的均值为2.5,表明中国各省区获得的环境专利授权数较少,即中国各省区环境技术创新产出水平较低;环境技术研发经费最小值为0,最大值为14 134.2万元,表明中国各省区环境技术研发经费差异大,环境技术研发经费支出总额均值与国内生产总值均值之比仅为0.001 9%,可见中国环境技术研发投入占GDP的比例极低,环境技术研发投入严重不足;全社会固定资产投资总额最小值为515 443.4,最大值为174 000 000,城乡就业人员数最小值为14.8,最大值为2 285.58,可见,中国各省区在资本和劳动力方面也存在较大差异。

(二)检验结果及分析

为了检验模型的各变量的平稳性,我们采用LLC检验对面板数据中的各变量进行单位根检验,结果如表3所示。

从表3可以看出,除 $\ln gdp$ 在10%的显著性水平上拒绝面板包含单位根的原假设外,其余变量均在5%的显著性水平上拒绝面板包含单位根的原假设,因此,面板为平稳面板。

接着分别对模型进行了混合OLS估计,FE(固定效应模型)及RE(随机效应模型)估计,结果见表4。表4还给出了F检验、LM检验及Hausman检验结果。

由于使用面板数据,首先需要对模型的设定形式进行判断。对于模型1,在混合OLS与FE模型之间进行选择时,F检验值在1%的水平下显著,应该选择FE模型;在混合OLS与RE之间进行选择时,通过LM检验,卡方值为202.15,在1%的水平下显著,应该选择RE模型;在FE模型与RE模型之间进行选择时,Hausman检验的卡方值为6.71,且不显著,应该选择RE模型。综合F检验值、LM检验与Hausman检验的结果,模型1应该选择RE模型。从RE模型回归结果可知,环境技术研发经费总额(环境技术创新投入)在1%的水平下对经济增长有显著的正影响,混合OLS及FE模型回归也显示环境技术研发经费总额(环境技术创新投入)对经济增长有显著的正影响,表明增加环境技术创新投入能够促进经济增长。另外,RE模型回归结果还表明资本与劳动力均对经济增长有显著的正影响。

同模型1,模型2在混合OLS,FE,RE之间进行选择时,综合F检验值、LM检验与Hausman检验的结果,模型2应该选择RE模型。从RE模型检验结果看,环境专利授权数与经济增长未呈显著的相关关系,混合OLS与FE也得出了相同的结论,表明环境技术创新产出对经济增长没有显著影响。本文推测中国环境技术专利制度尚不完善,导致环境技术专利权人缺乏申请专利的动力,使环境技术专利授权数并没有真实反映出中国环境技术创新产出水平。同模型1,资本与劳动力与经济增长显著正相关,表明资本和劳动力投入

表3 LLC检验结果

变量	Adjusted t *	p - value
$\ln gdp$	-1.579 6	0.057 1
$\ln patent$	-1.949 7	0.025 6
$\ln erd$	-1.837 1	0.033 1
$\ln capital$	-1.743 1	0.043 6
$\ln labor$	-1.853 2	0.032 5

会促进经济增长,这点与现有文献的研究结论一致。dummy_a2 系数在 5% 的显著水平上为负,表明中部和东部的经济增长存在区域差异。dummy_a3 的回归系数在 1% 的显著水平上也显著为负,表明西部和东部地区的经济增长存在明显的区域差异特征。

表 4 模型回归结果

解释变量	模型 1:被解释变量 lngdp			模型 2:被解释变量 lngdp		
	RE	混合 OLS	FE	RE	混合 OLS	FE
lnpatent				0.003 017 (0.92)	0.015 189 (1.44)	0.013 403 (1.34)
lnerd	0.016 862 3 (3.04***)	0.013 994 (2.66***)	0.014 201 (2.81***)			
lncapital	0.441 136 (5.44***)	0.404 582 (19.81***)	0.411 315 (21.57***)	0.435 381 (5.19***)	0.404 145 6 (3.87***)	0.407 141 (4.45***)
lnlabor	0.529 321 (8.26***)	0.471 310 (10.79***)	0.452 675 (16.95***)	0.538 827 (7.62***)	0.549 167 (2.86***)	0.557 123 (5.11***)
dummy_a2	-0.143 114 (-4.38***)		-0.151 091 (-2.17**)	-0.159 754 (-5.17***)		-0.161 602 (-2.19**)
dummy_a3	-0.281 143 (-10.17***)		-0.280 555 (-4.05***)	-0.286 169 (-9.98***)		-0.290 482 (-3.99***)
_cons	6.550 185 (7.09***)	6.710 869 (12.34***)	12.34*** (13.39***)	6.617 55 (7.11***)	6.921 951 (11.65***)	6.979 484 (8.51***)
F 值	2 023.06***	463.74***	2 786.94***	1 963.54***	185.27***	2 328.06**
Adj R ²	0.961 5	0.951 9	0.961 3	0.960 4	0.950 8	0.960 2
F 检验值		11.58***			11.69***	
LM 检验		chibar2(01) = 202.15***			chibar2(01) = 205.90***	
Hausman 检验		chi2(4) = 6.71, Prob > chi2 = 0.1522			chi2(4) = 7.48, Prob > chi2 = 0.112 4	

注:***, **, * 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平(双尾检验),括号内混合 OLS 及 FE 为 *t* 值,RE 为 *z* 值,其中 *F* 值为多元回归总体显著性检验,*F* 检验值为选择混合 OLS 模型与 FE 模型的检验值。

四、结论与建议

本文鉴于环境技术创新对于缓解环境保护与经济增长之间矛盾的重要作用,利用中国 2001 - 2012 年 31 个省级面板数据对环境技术创新与经济增长的关系进行了实证检验,得出以下主要结论:(1)中国各省区的环境技术研发投入和产出均存在巨大差异,且环境技术研发投入严重不足;(2)中国环境技术研发投入对经济增长具有显著的促进作用;(3)衡量环境技术创新产出的环境专利授权数与经济增长不存在显著的相关关系,可能的原因是中国现有专利制度尚不完善,使环境技术专利授权数并未真实反映出中国环境技术创新产出水平;(4)中国的经济增长存在显著的区域差异,中部、东部、西部地区经济发展程度不同。

根据上述研究结果并结合中国环境技术创新的现状,本文提出了以下对策建议:(1)多渠道增加环境技术研发投入。由实证检验结果可知,加大环境技术研发投入能促进经济增长。当前,中国环境技术研发投入严重不足,各地区环境技术研发投入也存在较大差异。国家部委和地方财政应适当增加环境技术创新的专项研发费用,同时组织社会资金,多渠道增加环境技术研发投入,促使经济又好又快地增长。(2)以环境技术创新为中心,完善中国专利制度。中国的专利制度是建立在传统的技术创新上的,在处理环境技术创新问题时存在诸多问题。专利能够促进技术开发,在发达国家,专利制度已经被证明是保护技术成果最理想的机制^[19],因此为更好地发挥环境技术创新对于经济增长的促进作用,还需要围绕环境技术创新,变革和完善中国现有的专利政策。另外,政府不断完善环境技术专利制度,保护环境技术专利人的利益,可激励企业进行环境技术创新,有利于实现中国经济的可持续发展。

参考文献:

- [1] 吕永龙,许健.我国环境技术创新的影响因素与应对策略[J].环境污染治理技术与设备,2000(5):91-98.

- [2] 王丽萍. 环境技术创新的基础理论研究[J]. 工业技术经济, 2013(7): 68 - 74.
- [3] ROMER P M. Endogenous technological change[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98: 71 - 102.
- [4] 蔡昉. 经济增长方式转变与可持续性源泉[J]. 宏观经济研究, 2005(12): 34 - 41.
- [5] GRILICHES Z. Patent statistics as economic indicators: A survey[J]. Journal of Economic Literature, 1990, 28(4): 1661 - 1707.
- [6] GROSHBY M. Patents, innovation and growth[J]. Economics Letters, 2000, 76: 255 - 262.
- [7] JALLE J T. How to measure innovation? New evidence of the technology growth linkage[J]. Research in Economics, 2010, 64: 81 - 961.
- [8] 赵明. 技术进步对经济增长贡献的分析思考[J]. 当代财经, 1998(6): 13 - 16.
- [9] 江永真. 技术进步对我国工业经济增长的作用及贡献[J]. 科技管理研究, 1999(4): 38 - 40.
- [10] 高雯雯, 孙成江. 中国专利产出与经济增长的协整分析[J]. 情报杂志, 2006(1): 34 - 36.
- [11] 张优智, 党兴华. 专利产出与经济增长的协整关系研究[J]. 科技管理研究, 2013(11): 184 - 192.
- [12] 马大勇. 我国技术创新与经济增长关系的实证分析[J]. 兰州学刊, 2013(11): 75 - 80.
- [13] PORTER M E. America's green strategy[J]. Scientific American, 1991(4): 168 - 170.
- [14] PORTER M E, LINDE C. Toward a new conception of the environment - competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995(9): 97 - 118.
- [15] 许庆瑞. 中国企业环境技术创新研究[J]. 中国软科学, 1995(5): 16 - 20.
- [16] 钟晖, 王建锋. 建立绿色技术创新机制[J]. 生态经济, 2000(3): 41 - 44.
- [17] 沈斌, 冯勤. 基于可持续发展的环境技术创新及其政策机制[J]. 科学学与科学技术管理, 2004(8): 52 - 55.
- [18] 王丽萍. 企业环境技术创新行为的演化博弈分析[J]. 现代管理科学, 2013(1): 85 - 87.
- [19] 朱雪忠, 柳富东. 基于低碳发展的专利政策研究[J]. 中国科技论坛, 2011(6): 119 - 125.

Empirical research on China's environmental technology innovation and economic growth

LUO Fubi¹, ZHANG Qingyun¹, RAN Maosheng²

(1. School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 400030, P. R. China;

2. School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: Though traditional technology innovation is of great importance to the remarkable achievements for China's economy, environmental protection problem is becoming more and more urgent in the high-speed economic development. It's environmental technology innovation that can give attention to both economic development and environmental protection. In consideration of the importance of environmental technology innovation, environmental patent licensing and R&D expenditures of environmental technology are used to measure the output and input of environmental technology innovation respectively in this paper. And the Chinese provincial panel data from 2001 to 2012 is used to make an empirical test on the relationship between environmental technology innovation and economic growth. Studies have shown that there is significant positive correlation between environmental technology innovation investment and economic growth. The studies have also shown that environmental technology innovation input and output is of great difference in China's provinces and regions and the environmental technology innovation investment is significantly insufficient. Meanwhile it points out the imperfection of China's environmental patent system and put forward the corresponding countermeasures and suggestions.

Key words: technology innovation; environmental technology innovation; economic growth; environmental patent