

环境污染、人力资本与区域创新发展

秦炳涛^{1,2}, 崔珍妮¹

(1. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093; 2. 复旦大学 区域与城市发展研究中心, 上海 200433)

摘要: 基于2002—2015年中国省级面板数据, 研究环境污染对区域创新水平的影响, 进一步以人力资本作为中介变量, 运用中介效应研究其中的传导机制。研究发现: 环境污染显著降低了我国的创新水平; 人力资本是环境污染影响创新水平的一个重要传导渠道, 环境污染会通过降低人力资本水平对创新水平产生负向影响。得到如下启示: 政府应加强对环境污染的治理、增加人力资本投资, 为人力资本积累和集聚创造良好的条件; 继续加强交通基础设施建设以及增加R&D投入, 为创新水平的提升提供良好的基础。

关键词: 环境污染; 创新水平; 人力资本; 传导机制

中图分类号: F064.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2020)2—0107—07

近年来, 随着经济的快速发展, 环境问题引起社会各界的广泛关注。统计数据显示, 2004—2014年, 工业SO₂排放量每年大约以0.95%的速度递增, 烟(粉)尘排放量每年大约以4.74%速度递增。污染物排放量已远高于环境容量, 大部分地区环境承载力已达到或超过上限^[1]。十九大明确提出中国特色社会主义事业总体布局的基础是生态文明建设, 将污染防治作为决胜全面建设小康社会的三大攻坚战之一, 以打赢蓝天保卫战为重点, 推进绿色发展。随着我国经济发展进入新常态, 《“十三五”规划建议》提出要加快培育发展新动力, 而创新作发展为动力之一发挥着非常重要的作用, 创新驱动增长是我国目前重要的国家发展战略。创新在促进经济发展方面起到越来越重要且不可替代的作用, 掌握了创新就意味着掌握了生产力。一国经济的增长离不开创新水平的提升, 现在国际上的竞争越来越趋于人才的竞争、技术的竞争, 归根结底都是创新的竞争。创新可以为技术进步增添动力, 由新古典增长模型可知, 在其他条件不变的情况下, 技术进步对经济增长具有促进作用。

环境污染的加剧会对经济发展产生不可避免的影响, Hao等^[2]利用中国2013—2015年的城市面板数据研究空气污染对经济发展的危害程度, 其研究表明2015年雾霾污染显著阻碍了经济发展。陈诗一和陈登科^[3]使用2004—2013年中国286个地级及以上城市PM_{2.5}浓度这一雾霾数据, 系统考察了雾霾污染对中国经济发展质量的影响及其传导机制, 研究发现: 雾霾污染显著降低了中国经济发展质量。此外, 环境污染会通过水污染、空气污染等形式对国民健康产生显著的负面影响^[4], 进而损害人力资本的积累。从党的十八大提出人才强国战略是强国第一战略, 到党的十九大报告提出要坚定实施人才强国战略、人才资源是第一资源, 足以明确人力资本在经济发展过程中的重要作用。如今面对世界新一轮科技革命和产业革命, 人力资本是最重要的战略资源和手段。习近平主席指出: “人才是创新的根基, 创新驱动实质上是人才驱动。”众所周知, 作为创新的主体, 当人力资本因环境污染而受损时, 创新水平不可避免地将会受到影响。因此, 研究环境污染与人力资本、区域创新发展之间的关系具有一定的现实意义, 有必要对其进行研究, 并提出可行的政策建议。基于此, 本文以2002—2015年中国省域面板数据为研究样本, 将单位面积SO₂排放量作为环境污染的度量指标, 采用大专以上人数与总人口数的比值作为人力资本的代理变量, 利用我国3种专利申请授权量表征创新水平, 就环境污染对创新水平的影响以及人力资本在其中的作用机制进行了系统的考察。

收稿日期: 2019—11—12

基金项目: 教育部人文社科青年基金“中国地级市层面的能效提高与节能技术进步: 基于前沿理论与空间计量方法的研究”(16YJC790083); 上海理工大学人文社科攀登计划项目“我国全要素能源生产率提高与区域协同机制研究”(SK17PB03)

作者简介: 秦炳涛(1976—), 男, 河北沧州人, 上海理工大学管理学院副教授, 复旦大学博士后, 研究方向: 能源与环境经济学、区域可持续发展; 崔珍妮(1993—), 女, 山西大同人, 上海理工大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 区域经济发展。

一、基于文献的研究假设

现如今环境污染波及的范围越来越广,最直接受影响的是生活在环境中的人这一群体。一方面,环境污染会带来健康人力资本的损失。医学领域的研究已经证明,环境污染会直接影响个体生理健康^[5],空气污染是导致心脑血管和呼吸系统疾病的原因之一,空气中高浓度的PM_{2.5}和PM₁₀会随着人类呼吸深入肺部诱发呼吸道和心血管疾病,导致住院率和死亡率上升^[6],从而会对健康人力资本产生影响。经济学领域的文献研究了环境污染与健康之间的因果关系,He等^[7]利用2008年北京奥运会期间空气质量的外源性变化,估计空气污染对中国死亡率的影响,其研究发现,PM10浓度降低10%时,每月标准化的全因死亡率会降低8%。Greenstone和Hanna^[8]、Chang等^[9]研究发现,雾霾污染可以通过减缓人力资本的积累来抑制经济发展。而且已有文献计算出了中国空气污染造成的健康损失和相应的经济损失^[10]。此外,Yang和Liu^[11]通过聚焦于社会经济学因素,探讨了空气污染与健康之间的关系,其研究表明,空气污染会给居民的健康带来显著的风险。由此可知,环境污染会对健康人力资本产生负向影响,不利于人力资本的积累。此外,一个地区健康人力资本受损会对该地区人才的引进造成一定的负面影响,同样不利于人力资本的积累和集聚。环境污染对健康人力资本的影响会降低劳动者的劳动生产率,导致企业不得不在员工健康方面增加投入,进而挤出企业在创新领域的投资,无疑不利于创新水平的提高。另一方面,环境污染加剧会使得劳动者在择业的过程中避开污染比较严重的地区,这会导致环境污染比较严重的地区人力资本的流失,不利于人力资本的积累和集聚。对于欠发达地区来说,伴随人力资本流失的是技术水平的提升受到限制,这会对当地的发展产生极其不利的影响;对于发达地区而言,人力资本的流失同样会减缓当地经济的发展。张华^[5]基于2005年底环保问责政策引起两控区城市与非两控区城市SO₂排放的外生变化,研究发现SO₂排放量每增加1%,劳动力就业人数会减少0.3345%。除此之外,有研究表明雾霾污染会导致富人、中产阶级远离污染严重的城市,造成资本的外流和人才流失,并且最终会损害当地的经济增长^[12]。由以上可知,不管是健康人力资本受损还是人才的流失,环境污染都会对人力资本的积累和集聚产生负向影响。

而一个地区的人力资本恰恰是这个地区创新的根本所在。早期的宏观经济理论研究认为,人力资本对技术创新的进步有着重要的影响,教育能够提升人力资本,从而提高实物资本的应用效率,同时不仅能够驱动新知识的产生和传播,还能够提高其模仿和吸收先进技术的能力^[13]。梁军和赵青^[14]利用中国2000—2015年的省际面板数据借助人力资本理论与人力资本溢出效应模型,实证检验教育人力资本及其溢出效应均有助于我国科技创新水平的提高。汪彦等^[15]基于2003—2014年长三角城市群26个城市面板数据,就人力资本对区域创新的影响效应进行了分析。研究发现,人力资本对区域创新具有显著的促进作用,在空间交互作用下对长三角城市群创新产生“溢出”,并具有自东向西“轴式”演化趋势。考虑到目前我国人口老龄化比较严重,这势必会削弱我国总体的人力资本水平。黄乾等^[16]利用中国的省级面板数据和微观行业企业面板数据,采用动态面板数据模型实证研究了老龄化对创新的影响,研究结果显示,老龄化与创新呈现倒U形的关系。这表明随着老龄化程度的加剧,我国创新水平呈下降趋势。也就是说人力资本水平的下降,会对创新水平产生负向影响。

通过上述分析可以发现,环境污染会通过人力资本这一因素影响创新水平,但目前少有学者研究了其中的作用机制。此外,已有相关文献尚且缺乏较长时间跨度、基于中国30个省市的研究。鉴于此,本文试图就环境污染对创新水平的影响进行研究,并探讨其中的作用机制。基于上述讨论,本文提出如下假设:

环境污染会对我国区域创新水平产生负向影响(假设1);

人力资本是环境污染影响创新水平的一个重要传导机制(假设2)。

与现有研究相比,本文可能存在的边际贡献在于:首次系统地基于我国30个省市研究环境污染对区域创新水平的影响,并利用中介效应模型探究其中的作用机制。

二、研究设计

(一)基准模型

本文使用2002—2015年跨度为14年的中国大陆地区各省、市、自治区的相关数据来研究环境污染对我

国创新水平的影响,西藏地区由于部分数据缺失不对其进行研究。本文构建如下基准回归模型:

$$inv_{it}=\alpha_0+\alpha_1\ln Pol_{it}+\alpha_2C_{1it}+\varepsilon_{it} \tag{1}$$

其中: inv_{it} 表示省*i*在*t*年的三种专利申请授权量,用以衡量创新水平; Pol_{it} 为省*i*在*t*年的SO₂单位面积排放量,用以度量环境污染程度;其系数 α_1 度量了环境污染变化对创新水平的影响,因而是本文所关注的核心参数,本文预期系数 α_1 为负,若在控制了一系列变量之后, α_1 依然显著为负,则表明环境污染将降低创新水平,反之则反是;关于控制变量 C_1 的选择,本文在剔除对区域创新水平影响较小的变量后,选取了基本包含会对区域创新水平产生显著影响的以下因素:外商投资强度,利用外商直接投资占GDP的比重来表示;交通基础设施建设,选用等级公路里程与省面积的比值表示;二产占比;R&D投入,采用R&D经费投入强度表示。

(二)传导机制模型

参考兰宜生和徐小锋^[17]的研究,根据相关研究对于中介效应模型设置、检验步骤的设置,本文基于基准回归模型(1)设置如下中介效应模型:

$$hc_{it}=\beta_0+\beta_1\ln Pol_{it}+\beta_2C_{2it}+\mu_{it} \tag{2}$$

$$inv_{it}=\theta_0+\theta_1\ln Pol_{it}+\theta_2hc_{it}+\theta_3C_{3it}+\delta_{it} \tag{3}$$

其中: hc_{it} 表示省*i*在*t*年的人力资本,是文中的中介变量。参考温忠麟和叶宝娟的文献^[18],本文第一步检验式(1)中的系数 α_1 是否显著;如果显著,则第二步检验式(2)中的系数 β_1 和式(3)中的系数 θ_2 是否显著不等于零,如果 $\beta_1\theta_2\neq 0$,则可以证明中介效应显著存在;第三步检验式(3)中的系数 θ_1 是否显著,如果不显著则为完全中介效应,如果其显著则为非完全中介效应。

以上被解释变量、核心解释变量、中介变量以及一系列控制变量的数据说明与变量统计描述见表1。部分数据缺失使用插值法计算得到。关于环境污染变量的选取,众所周知环境污染包括水污染、空气污染、固体废弃物污染等,但考虑到人们能感知到的污染多为空气污染,且空气污染对人体的影响最为直接,同时考虑到数据可得性,本文选用SO₂单位面积排放量作为环境污染的表示指标。参考邵帅和齐中英^[19]使用的人力资本表示指标,本文在其基础上有所改动,采用大专以上人数与总人口数的比值作为人力资本的代理变量。此外,本文还控制了城市与时间固定效应,以进一步地缓解遗漏变量偏误。 ε_{it} 、 μ_{it} 、 δ_{it} 表示随机扰动项。

表1 数据说明与变量统计描述

变量		度量指标	单位	样本	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	创新水平(<i>inv</i>)	三种专利申请授权量	万项	420	2.035	4.032	0.007	26.990
核心解释变量	环境污染(<i>Pol</i>)	单位面积SO ₂ 排放量	吨/平方千米	420	7.534	12.310	0.044	80.915
中介变量	人力资本(<i>hc</i>)	大专以上人数占总人口比重	%	420	8.249	5.600	1.662	39.298
控制变量	外商投资强度(<i>fdi</i>)	FDI占GDP比重	%	420	2.495	2.013	0	8.191
	二产占比(<i>stru</i>)	第二产业占GDP比重	%	420	47.324	7.699	19.738	61.500
	交通基础设施建设(<i>foun</i>)	等级公路里程比省面积	千米/平方公里	420	0.577	0.436	0.026	2.081
	R&D投入(<i>rd</i>)	R&D经费投入强度	%	420	1.290	1.093	0.090	7.350

注:创新水平和R&D投入的原始数据来源于《中国科技统计年鉴》;其他变量来源于《中国统计年鉴》;表中数据由stata计算得到。

三、实证结果与分析

(一)基准回归

表2显示了基准模型(1)的回归结果。从第(1)列结果来看,当不加控制变量时,环境污染的系数为-4.306且在1%置信水平上显著。这表明环境污染对创新水平具有显著的负效应。考虑到第(1)列的回归可能遗漏了其他重要变量,因此,本文在第(2)~(5)列的回归中逐步引入了外商投资强度、二产占比、交通基础设施建设、R&D经费投入强度等影响创新水平的重要变量。从第(2)~(5)列的回归结果可知,在引入上述这些影响创新水平的变量后,环境污染变量的系数始终为负,且都在1%置信水平上显著。表明环境污染越严重,对创新水平的负向影响越大。基于第(5)列的估计结果可知,环境污染的系数估计值为-2.484,这意味着环境污染每增加1%,创新水平将下降约0.02484。验证了假设1:环境污染会对创新水平产生负向影响是合理的。

控制变量中,外商投资强度与创新水平呈负相关关系,并且在1%置信水平上显著,这说明在中国,提高

外商投资强度对创新水平没有起到积极的作用。原因可能是多方面的,首先,过高的外商投资强度表明对外资的过度依赖,如果投资者将资金投入创新水平上升空间较小的领域,或者对创新要求不高的领域,那么将不利于我国创新水平的提升。其次,可能与产品结构有关,如果外商投资的企业生产的产品中高技术含量、高附加值的产品占比较高,那么对创新水平起到积极作用的可能性会更大;相反,如果低技术含量和低附加值产品所占的比例更大,那么对创新水平可能会起到负面影响。而本文结果显示外商投资强度对创新水平的作用是负向的,表明属于第二种情况。表2显示二产占比与创新水平呈负相关,并且在1%置信水平上显著,这与我国的产业结构有关,随着经济的发展,我国第三产业占比逐渐增加,第二产业占比相应地有所下降,而我国对创新越来越重视,二产占比与创新水平之间的负相关系恰好说明我国产业结构的调整有利于创新水平的提升。交通基础设施建设对我国创新水平具有正向且显著的影响,由表2第(5)列可知,基础设施的系数为1.571,且在10%显著水平上显著。说明完善的基础设施有助于劳动力和商品的跨区域流动,促进人员的交流和知识溢出,有利于创新水平的提高。另一方面,交通基础设施的完善可以降低商品的交易费用和运输成本,既可以提高效率,又可以为企业节约成本,从而为企业创新提供更多的资金基础,从而有利于创新水平的提升。R&D投入对我国创新水平具有促进作用,由仲伟周和陈晨^[20]的研究可知,R&D的比重越大,越有利于创新活动的兴起和创新产出水平的提升,从而有助于创新水平的提升。

(二)传导机制分析

以上研究结果表明,环境污染对我国的创新水平具有负向影响,那么,环境污染影响创新水平的传导机制是什么?根据前文可知,人力资本对创新水平的提高具有促进作用,而环境污染对人力资本具有不可忽视的负向影响,因此,本节将从人力资本渠道来研究环境污染影响我国创新水平的传导机制,以期对前文提出的假设2:人力资本是环境污染影响创新水平的传导机制进行验证。

在选择使用固定效应还是随机效应时本文首先进行了豪斯曼检验,由得到的结果可知,应该选择固定效应进行参数估计,本文同时对时间固定效应进行了控制,形成了双向固定效应模型。本文在每一步的检验中都加入了不加控制变量的回归。

表3显示了回归方程(1)至回归方程(3)的估计结果。从表3中回归方程(1)的结果可以看出,当不加入人力资本这一中介变量时,环境污染的系数为负且在1%的置信水平上显著。这表明环境污染对创新水平具有负向影响。由回归方程(2)的回归结果可知,环境污染的系数为负且在1%的置信水平上显著,表明环境污染会对人力资本产生显著的负向影响;在加入了环境污染和人力资本后,即回归方程(3)中的回归结果,环境污染的系数仍然为负且在1%的置信水平上显著。对比回归方程(1)和回归方程(3)的回归结果可以发现,当模型中加入人力资本后,环境污染的系数绝对值变小了,这意味着环境污染对创新水平的直接影响实质上没有回归方程(1)中的那么大。但是由于其系数仍然显著,因而可以认为考虑了人力资本的影响之后,环境污染对创新水平仍然具有显著的负向影响;同时考虑到在回归方程(2)中,环境污染的系数显著为负,且回归方程(3)中,环境污染的系数绝对值与回归方程(1)相比有所减小,因而可以认为环境污染会通过降低人力资本水平对创新水平产生负向影响。即验证了假设2:人力资本是环境污染影响创新水平的一个重要传导机制是合理的。

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>lnPol</i>	-4.306*** (0.654)	-3.993*** (0.619)	-3.649*** (0.628)	-2.735*** (0.652)	-2.484*** (0.632)
<i>fdi</i>		-0.846*** (0.123)	-0.756*** (0.127)	-0.721*** (0.124)	-0.688*** (0.120)
<i>stru</i>			-0.090*** (0.034)	-0.103*** (0.034)	-0.107*** (0.033)
<i>foun</i>				3.708*** (0.886)	1.571* (0.948)
<i>rd</i>					1.877*** (0.358)
<i>Constant</i>	4.807*** (0.803)	6.753*** (0.809)	10.18*** (1.535)	8.597*** (1.550)	7.277*** (1.518)
各省效应	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是
<i>R-squared</i>	0.39	0.458	0.468	0.492	0.527

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著性水平上显著;括号内的数字为标准差。

表3 传导机制回归结果

变量	回归方程(1) <i>inv</i>		回归方程(2) <i>hc</i>		回归方程(3) <i>inv</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnPol</i>	-2.484*** (0.632)	-4.306*** (0.654)	-0.379 (0.405)	-1.394*** (0.381)	-2.203*** (0.634)	-3.964*** (0.660)
<i>hc</i>					0.224*** (0.079)	0.246*** (0.088)
<i>Constant</i>	7.277*** (1.518)	4.807*** (0.803)	14.88*** (1.521)	6.662*** (0.467)	5.068*** (1.695)	3.171*** (0.988)
控制变量	是	否	是	否	是	否
各省效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
<i>R-squared</i>	0.527	0.39	0.766	0.734	0.537	0.402

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著性水平上显著,括号内的数字为标准差。

综上所述可以得出:环境污染会通过降低人力资本水平对创新水平产生负向影响。究其原因,首先,人力资本是创新的重要源泉,环境污染加剧会导致健康人力资本受损,并对人才的引进造成一定的负面影响,不利于该地区人力资本的积累和集聚,进而会对创新水平产生影响。由于环境污染的加剧已经引起社会各界广泛的关注,政府会采取增强环境规制措施来抑制环境污染的加剧,虽然环境规制的加强有助于倒逼企业改革,使得企业在处理废弃物方面加快技术创新,但是考虑到技术攻关的难题以及技术创新不是一蹴而就的,企业在短期内很难在处理废弃物方面取得创新成果。而已有研究表明,环境污染对人力资本的损害是显而易见的,所以更主要的渠道是环境污染通过人力资本对创新产生负向影响。其次,现如今居民越来越重视生活和工作环境质量,毕业生在选择工作地区时,会将工作地区的环境质量作为一个参考值列入考虑范围。当一个地区的环境污染较为严重时,出于对健康的考虑,毕业生在择业时可能会优先选择能力范围之内环境质量相对较好的地区,这对环境污染比较严重的地区来说,会造成人力资本的流失,不利于人力资本的积累和集聚,进而不可避免地对地区的创新水平产生负向影响。对于那些更换工作的群体来说,环境质量也会作为一个参考因素被纳入考虑,在条件允许的情况下,他们同样会优先选择环境质量相对较好的地区工作。此外,从地区的产业结构方面分析,当一个地区由于产业性质的原因导致环境污染比较严重时,不仅难以吸引高质量人才,还有可能导致该地区原有人才的流失,同样不利于人力资本的积累和集聚。在我国,污染比较严重的地区往往也是重工业占比较高的地区,在短期内这些企业依靠的是对不可再生能源的开采与使用来取得经济收益,对技术进步的依赖程度比较低,相应地在对劳动力的需求方面,会形成对不同等级劳动力的选择。这些地区的企业会对中、低质量人力资本有较大的需求,而对高质量人力资本的需求较少,这使得高质量人力资本因就业问题而被迫向其他地区转移,同时这些地区环境污染比较严重,也会对健康人力资本产生不利影响。因此,在环境和就业的双重作用下,这些地区人力资本的积累和集聚较为困难,久而久之,会使得区域创新水平的提高受到限制,甚至会有所下降,不利于区域创新的发展。因此,环境污染会通过降低人力资本水平对区域创新水平产生负向影响。

(三)稳健性检验

为进一步确保研究结论的可靠性,本文以表3第(5)列回归为基准进行稳健性检验。相应的检验结果见表4。本文使用3种专利的申请受理量替换3种专利申请授权量作为区域创新水平的表示指标对环境污染进行回归,从表4第(1)列结果来看,当不加控制变量时,环境污染的系数为-6.482且在1%置信水平上显著,这表明环境污染对创新水平具有负向影响。考虑到第(1)列的回归可能遗漏了其他重要变量。因此,第(2)~(5)列的回归逐步引入了外商投资强度、二产占比、基础建设、R&D经费投入强度等控制变量,研究结果显示,随着控制变量的加入,环境污染系数的绝对值逐渐减小,但该系数仍然是负向显著的,人力资本的系数一直都是正向显著的,表明环境污染会通过降低人力资本水平对区域创新水平产生负向影响。研究结果与基准情形高度一致,显示了本文研究结果的稳健性。

表4 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>lnPol</i>	-6.482*** (1.062)	-6.023*** (1.009)	-5.685*** (1.022)	-3.803*** (1.049)	-3.421*** (1.019)
<i>hc</i>	0.470*** (0.141)	0.453*** (0.134)	0.407*** (0.136)	0.449*** (0.131)	0.449*** (0.127)
<i>fdi</i>		-1.301*** (0.197)	-1.198*** (0.204)	-1.129*** (0.198)	-1.079*** (0.192)
<i>stru</i>			-0.106* (0.056)	-0.127** (0.055)	-0.133** (0.053)
<i>foun</i>				7.448*** (1.410)	4.196*** (1.513)
<i>rd</i>					2.857*** (0.570)
<i>Constant</i>	4.907*** (1.591)	8.009*** (1.579)	12.33*** (2.794)	8.749*** (2.782)	6.735** (2.726)
各省效应	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是
<i>R-squared</i>	0.425	0.485	0.489	0.525	0.555

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著性水平上显著;括号内的数字为标准差。

(四)内生性讨论

在分析环境污染对区域创新水平的影响时,环境污染变量的内生性是一个不得不讨论的问题。具体来说,一方面,环境污染会通过人力资本对区域创新水平产生负向影响;另一方面,区域创新水平较高的地区往往环境污染程度相对较低,二者之间可能存在反向因果关系,导致内生性问题。

为了检验区域创新水平与环境污染之间可能存在的内生性问题,本文引入环境污染的滞后一期作为自变量,以表4第(5)列回归为基准,使用三种专利的申请授权量对环境污染的滞后一期进行回归,结果见表5。从表5第(1)、(2)列可以看出,滞后一期环境污染的系数绝对值虽然有所减小,但仍然显著为负,人力资本的

系数依然显著为正,表明环境污染会通过人力资本对区域创新水平产生负向影响。此外,本文使用三种专利的申请受理量对环境污染的滞后一期进行回归,结果如表 5 第(3)、(4)列所示,同样表明环境污染会通过人力资本对区域创新水平产生负向影响。故理论上的内生性问题在实际上没有造成显著影响。

四、结论与政策建议

在我国越来越重视环境污染问题以及我国经济发展对创新日渐倚重的双重背景下,研究环境污染如何影响我国的创新水平具有重要意义。目前,关于环境污染与创新水平之间关系的研究比较少,尚且缺乏有关环境污染影响创新水平作用机制的研究。本文使用 2002—2015 年跨度为 14 年的我国

30 个省区的单位面积 SO_2 排放量作为环境污染的指标,选用三种专利申请授权量作为创新水平的代理变量,系统考察环境污染对我国区域创新水平的影响。进一步,本文以大专以上人数与总人口比值表示的人力资本作为中介变量,运用中介效应研究环境污染影响我国创新水平的传导机制。研究结果表明:首先,环境污染对我国创新水平具有显著的负向影响,环境污染越严重,对创新水平的负向影响越大。这表明环境污染的加剧不利于我国区域创新的发展。而环境污染通过何种渠道影响创新水平这一问题值得深究,本文进一步使用中介效应模型对环境污染影响我国区域创新水平的作用机制进行了研究。通过中介效应机制分析得出,人力资本是环境污染影响创新水平的一个重要传导渠道,环境污染在损害健康人力资本、迫使人力资本转移等方面不利于人力资本的积累与集聚,显著降低了人力资本水平,进而对我国区域创新水平产生负向影响。此外,交通基础建设和 R&D 投入对我国的创新水平具有显著的正向影响,这表明我国对基础建设的投入产生了一定的积极效果;而外商投资强度、二产占比对我国创新水平具有显著的负向影响,这对于我国引进外资和调整产业结构具有一定的参考价值。为了确保本文的研究结果具有可靠性,本文使用三种专利的申请受理量替换三种专利申请授权量,作为创新水平的表示指标进行了稳健性检验。检验结果与基准情形高度一致,表明本文研究结果具有稳健性。此外,本文对可能存在的内生性问题进行了讨论,分别使用三种专利的申请授权量和申请受理量对环境污染变量的滞后一期进行回归,结果显示理论上的内生性问题在实际上没有造成显著影响。

现如今我国经济发展由高速增长转入中高速增长阶段,区域创新在经济发展过程中起着越来越重要的作用。基于本文的研究提出以下建议:首先,政府应当采取合理有效的环境治理政策,以高标准严要求来规范企业和个人,从根本上减少环境污染,为人力资本的积累和集聚创造良好的条件,从而为创新水平的提升提供助力,为我国经济发展增添动力。其次,人力资本是创新的重要源泉,对区域创新发展具有积极的影响,政府应该应加大对人力资本的投资,尤其是加大在教育领域、医疗领域等的投入,全面提升人力资本水平。此外,我国的交通基础建设已取得了一定的成效,应该继续加强,基础建设的完善不仅有利于降低原材料和产品的运输成本,为企业增加在创新方面的投入提供条件,而且有利于人才和技术的空间流动,从而有助于区域创新水平的提升。考虑到 R&D 投入是提高创新水平不可缺少的条件,因此政府应继续适当增加 R&D 投入,为创新水平的提升增添动力。在产业结构方面,应大力发展第三产业,增加第三产业的占比,从而为创新水平的提升提供良好的基础。

参考文献

- [1] 付云鹏, 马树才. 中国区域资源环境承载力的时空特征研究[J]. 经济问题探索, 2015(9): 96-103.
- [2] HAO Y, PENG H, TEMULUN T, et al. How harmful is air pollution to economic development? New evidence from PM2.5 concentrations of Chinese cities[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172: 743-757.
- [3] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2): 20-34.

表 5 内生性讨论

变量	(1) 专利申请授权量	(2) 专利申请授权量	(3) 专利申请受理量	(4) 专利申请受理量
<i>L.lnPol</i>	-4.103*** (0.698)	-2.365*** (0.677)	-6.757*** (1.118)	-3.775*** (1.084)
<i>hc</i>	0.268*** (0.094)	0.242*** (0.085)	0.506*** (0.150)	0.475*** (0.137)
<i>fdi</i>		-0.682*** (0.133)		-1.025*** (0.213)
<i>stru</i>		-0.089*** (0.035)		-0.134*** (0.057)
<i>foun</i>		1.635 (1.026)		4.005*** (1.643)
<i>rd</i>		1.950*** (0.380)		2.988*** (0.608)
<i>Constant</i>	3.090*** (1.074)	4.728*** (1.895)	4.722*** (1.719)	6.219*** (3.034)
各省效应	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是
<i>R-squared</i>	0.404	0.527	0.428	0.546

注:*L* 为滞后一期算子;***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平上显著;括号内的数字为标准差。

- [4] 祁毓, 卢洪友, 张宁川. 环境质量、健康人力资本与经济增长[J]. 财贸经济, 2015(6): 124-135.
- [5] 张华. 环境污染对劳动力就业的影响——来自环保问责制的证据[J]. 财经研究, 2019, 45(6): 42-56.
- [6] 魏下海, 林涛, 张宁, 等. 无法呼吸的痛: 雾霾对个体生产率的影响——来自中国职业足球运动员的微观证据[J]. 财经研究, 2017(7): 4-19.
- [7] HE G J, FAN M Y, ZHOU M G. The effect of air pollution on mortality in China: Evidence from the 2008 Beijing Olympic Games[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2016, 79: 18-39.
- [8] GREENSTONE M, HANNA R. Environmental regulations, air and water pollution, and infant mortality in India[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(10): 3038-3072.
- [9] CHANG T, ZIVIN J G, GROSS T. Particulate pollution and the productivity of pear packers[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2016, 8(3): 141-169.
- [10] CHEN X Y, SHAO S, TIAN Z H, et al. Impacts of air pollution and its spatial spillover effect on public health based on China's big data sample[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 142(2): 915-925.
- [11] YANG T R, LIU W L. Does air pollution affect public health and health inequality? Empirical evidence from China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 203: 43-52.
- [12] ZIVIN J G, NEIDELL M. Environment, health, and human capital[J]. *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, 2013, 51(3): 689-730.
- [13] 王艳涛, 谷晓莉. 教育人力资本对区域技术创新影响的实证研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(5): 1-7.
- [14] 梁军, 赵青. 教育人力资本及其溢出效应对中国科技创新的影响研究——基于省际面板数据的经验分析[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2018, 35(6): 122-131.
- [15] 汪彦, 华钢, 曾刚. 人力资本对长三角城市群区域创新影响的实证研究——基于空间计量经济学模型[J]. 南京社会科学, 2018(5): 27-35.
- [16] 黄乾, 李修彪, 李竞博. 人口老龄化对创新的影响: 基于中国宏观与微观数据的实证研究[J]. 现代经济探讨, 2018(12): 25-32.
- [17] 兰宜生, 徐小锋. 关税对中国产业全球价值链参与度的影响机制——基于中介效应的实证研究[J]. 财经科学, 2019(1): 63-74.
- [18] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [19] 邵帅, 齐中英. 西部地区的能源开发与经济增长——基于“资源诅咒”假说的实证分析[J]. 经济研究 2008(2): 147-160.
- [20] 仲伟周, 陈晨. 贸易开放、人力资本门限与区域创新发展——基于省级面板数据的实证研究[J]. 经济问题探索, 2018(2): 58-66.

Environmental Pollution, Human Capital and Regional Innovation Development

Qin Bingtao^{1, 2}, Cui Zhenni¹

(1. Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. School of Social Development and Public Policy, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: Based on the provincial panel data of China from 2002 to 2015, the impact of environmental pollution on regional innovation level is studied. Human capital is used as a mediator variable to study the transmission mechanism using mediating effects. It is found that environmental pollution reduces China's innovation level significantly. human capital is an important transmission channel for environmental pollution to affect the level of innovation. Environmental pollution will have a negative impact on the level of innovation by reducing the level of human capital. The enlightenment of this paper is: The government should strengthen the control of environmental pollution and increase the human capital investment to create good conditions for human capital accumulation and agglomeration. Besides, transportation infrastructure should be strengthened continually and R&D investment should be appropriately increased so as to provide a good foundation for the improvement of innovation level.

Keywords: air pollution; innovation level; human capital; transmission mechanism