

环境规制、技术创新与企业经营绩效*

○ 颀茂华 王瑾 刘冬梅

摘要 “波特假说”理论认为，环境规制的加强能够促进企业的 R&D 投入，因为企业试图通过 R&D 投入来提高企业治理污染的能力以及产品的科技含量，进而抵消环境规制给企业经营绩效所带来的不利影响。以 2008-2013 年的深沪 A 股上市的重污染行业的企业为研究样本，实证检验了环境规制对 R&D 投入的影响、R&D 投入对企业经营绩效的影响。研究表明：环境规制对中国重污染行业的 R&D 投入有一定的促进作用，但企业的 R&D 投入对经营绩效的影响存在一定的滞后效应。研究结论不仅验证完善了“波特假说”的理论，同时对企业在环境规制下开展技术创新，提高经营绩效具有指导意义。

关键词 环境规制；创新补偿；环保研发；“波特假说”

* 本文受国家自然科学基金项目(71262009、71163025)资助

引言

截至 2013 年，我国共颁布了 358 项有关环保的法律法规，基本上形成了比较完善的环保法规体系。^①在环境规制日益严厉的背景下，企业所面临的环保压力也越来越大。Porter 在 1991 年提出了著名的“波特假说”理论，认为环境规制的加强能够促进企业的 R&D 投入，因为企业试图通过 R&D 投入来提高企业治理污染的能力以及产品的科技含量，进而抵消环境规制给企业经营绩效所带来的不利影响。但这一理论在我国并没有得到充分验证，部分研究结果表明 R&D 投入促进企业的经营绩效。^[1-3]而有些研究结果却显示 R&D 投入对企业经营绩效无影响甚至是产生负面影响。^[4-7]因此，在我国环境规制日益加强的形势下，环境规制是否促进企业的 R&D 投入，R&D 投入是否提高了企业经营绩效，以及环境规制的强度对企业经营绩效有什么影响，这些问

题有待进一步的研究检验。因此，本文试图对“波特假说”的相关指标进行量化，为验证“波特假说”是否具有普遍性提供经验证据。同时，采用 Hamamoto 两阶段方法将 R&D 投入进一步划分为环保 R&D 投入和非环保 R&D 投入，检验环境规制对环保 R&D 投入和非环保 R&D 投入之间的关系，验证环保研发 R&DI 和非环保 R&D2 对企业经营绩效的影响程度。从企业角度考察环境规制对 R&D 投入和经营绩效的影响，有助于评价环境规制政策的具体实施效果，能够为企业研发能力的提升及其经营绩效的改善提供一定的政策建议，同时对于企业有效实施环境规制政策具有一定的现实意义。

一、文献综述

关于环境规制和 R&D 投入的文献最早可以追溯到 20 世纪 70 年代初，而实证研究直到 20 世纪 90 年代中期才出现，并且相关的研究很少。^[8]Jaffe^[9]利用 1973-1991 年美国制造业的面板数据，对环境规制是否会刺激 R&D 投入进行了检验，结果显示控制行业影响的情况下，环境规制与 R&D 投入呈现显著正相关关系。Gray 等^[10]的研究发现美国造纸厂为了达到环境规制的标准，会将企业的投资从生产性投资转到污染治理投资上，从而影响企业的经营绩效。Hamamoto^[11]研究了日本在工业快速发展时期的环境规制政策与 R&D 投入之间的关系，发现有关环境规制的法律法规会对企业的研发行为产生影响。Amber 等^[12]对污染型企业进行了研究，结果表明对于这类企业而言，环境规制会促进与环境相关的研发投入。黄平等^[13]以湖南省洞庭湖区域的造纸企业为研究对象，对环境规制与技术创新之间的关系进行了实证分析，结果发现二者之间呈现相互协调的正相关关系。江珂^[14]分区域对环境规制与 R&D 投入之间的关系进行了研究，结果表明环境规制会促进企业

的 R&D 投入,但是这一影响存在一定的区域差异,东部地区显著,而中西部以及东北地区不显著。

国内外学者关于 R&D 投入对企业经营绩效的影响尚不明确。部分学者的研究表明,研发投入与企业绩效正相关,会对企业未来盈余产生正面影响;^[1,15,16]而另一部分学者的研究表明,公司的研发强度对股东回报率、企业利润率存在显著的负面影响。^[3,4,17]

从目前有关环境规制与企业经营绩效之间关系的研究来看,二者之间的关系也尚未定论。目前理论界存在着两大相互冲突的观点。Porter^[18]提出的“波特假说”认为,恰当地实施环境规制可以提高企业的经营绩效,因为公司会抓住监管作为契机,在技术上投资,这就可以在一定程度上提高企业生产工艺的工作效率及产品质量,进而降低企业的生产成本或者提高营业收入;Berman 等^[19]将美国石油冶炼业作为研究对象,发现受环境规制企业的全要素生产率在 1982-1992 年有较大的提高,而同期没有受环境规制企业的生产率是下降的,表明环境规制对企业经营绩效存在正面影响。但是早期 Palmer 等^[20]对“波特假说”提出了质疑,认为更加严格的环境监管会导致企业采用新技术所带来的收益低于企业环境监管的费用,限制企业追求利润的能力,并将这种说法称作“昂贵的监管假说”;Dale 等^[21]将 1973-1985 年环境规制对美国各个行业经济增长的影响进行了实证分析,结果表明,在化工、石油、黑色金属以及纸浆和造纸产业,环境规制导致经济绩效在一定程度上有所下降。

综上所述,对于环境规制、R&D 投入与企业经营绩效的研究,目前在宏观与中观层面的研究较为充分。但从微观层面即企业的角度对环境规制、R&D 投入与企业绩效之间的影响研究较少,且没有得出一致的结论。虽然“波特假说”的提出者 Porter 及其支持者通过对大量案例的分析来证实其假设,但是由于案例研究本身不具有普遍性,因此反对者认为,“波特假说”在特殊情况下可能是成立的,但在一般情况下可能失去其有效性。总之,基于企业层面的研究未能明确地为“波特假说”提供强有力的证据支持。除此之外,对“波特假说”进行检验时还存在数据搜集困难以及相关的指标难以量化的问题。因此,本文拟采用大样本实证研究,尝试对“波特假说”的相关指标进行量化,把 R&D 投入分为环保研发 R&D1 和非环保研发 R&D2 进行研究,采用 Hamamoto 两阶段方法,构建计量分析模型,并对环境规制、R&D 投入与企业经营绩效之间的关系进行实证检验。

二、理论分析与研究假设

传统的新古典经济学家 Wally 等^[22]提出,在正常

情况下,环境保护会给个人或厂商带来额外的私人成本,是对社会产生正外部效应的典型,但环境保护产生的成本并没有使企业得到补偿,反而使得企业在同行业中的竞争力下降。Porter^[18]对传统经济学家的观点提出了质疑,提出了“波特假说”,即适当的环境规制对企业技术创新有促进作用,通过研发新产品、新工艺等降低企业成本,进而增加企业利润,提升其竞争力。

Jaffe 等^[9]以美国制造业的面板数据为样本,实证检验了环境规制与企业技术创新之间的关系,表明环境规制能够促进企业技术创新,治污支出每增加 0.15%,环保 R&D 投入增加 1%。Hamamoto^[11]用污染治理与控制支出和 R&D 投入作为研究变量,研究了日本的环境规制与技术创新之间的关系,发现污染治理对 R&D 投入有激励作用。Amber 等^[12]以污染型企业为样本,研究表明环境规制的确能够促进企业的创新行为,进而发现环境规制与企业环境技术创新正相关。江珂^[14]通过对中国 1995-2007 年省际面板数据的实证分析表明,“波特假说”在东部地区得到了很好的支持,在中西部、东北地区不明显。Yang 等^[23]以我国台湾地区 1997-2003 年制造业企业的数据为样本,实证结果表明严格的环境规制措施促进企业 R&D 投入。事实上,导致企业的环境规制与 R&D 投入研究结论不一致的主要原因是,以前的研究并未区分企业 R&D 投入的用途,因为,即使在环境规制企业,企业的 R&D 投入如果详细地划分,还可以分为用于环保研发的 R&D 及与企业日常经营活动相关的非环保研发 R&D。基于以上分析,本文提出如下假设:

H1: 其他条件保持不变的情况下,环境规制与 R&D 投入正相关

H2: 其他条件保持不变的情况下,环境规制与环保研发 R&D1 正相关,与非环保研发 R&D2 不存在相关关系

R&D 投入对企业经营绩效的影响,一直为国内外学者所关注。Porter^[18]提出了技术创新理论,他建立了一种新的生产函数,实现生产要素和条件的重新组合,将其引入生产体系后,通过创新来实现企业的超额利润。此后有众多学者对技术创新问题进行了大量研究,并形成了比较完善的理论。Bosworth 等^[1]以 1994-1996 年澳大利亚公司为研究样本,采用实证分析方法研究发现,R&D 投入和专利活动与企业价值显著正相关。于洪彦等^[24]以中国服务业企业为研究对象,利用 570 个服务企业样本数据进行回归分析,发现技术创新对企业绩效有显著正向影响。颀茂华等^[2]建立多元回归模型对资源型企业的 R&D 投入与经营绩效进行研究,发现

创新管理

R & D 投入可能带来公司价值的提升并反映到企业价值即股票市价中。辛冲等^[25]对 347 家高新技术制造企业进行问卷调查,应用结构方程模型(SEM)分析了技术创新与组织绩效的关系。研究表明,技术创新对组织绩效存在正向的直接作用。任海云等^[26]使用我国 2001-2004 年 71 家制造业企业的数据,利用实证分析方法发现制造业企业 R&D 投入与公司绩效存在显著的正相关关系,但是 R&D 投入和投入后 1-4 年的绩效相关性逐渐降低。基于以上分析,本文提出如下假设:

H3: 其他条件保持不变的情况下, R&D 投入与企业经营绩效正相关

H4: 其他条件保持不变的情况下, 环保研发 R&D1 与企业经营绩效不相关, 非环保研发 R&D2 与企业经营绩效正相关

关于环境规制对企业经营绩效的研究,目前并没有得到一致的结论。“波特假说”认为,适当的环境规制能够促进企业技术创新,进而提高企业的经营绩效。从动态来看,当环境规制强度提高时,企业能够通过内部挖潜与技术创新来应对由于环境规制标准提高而增加的成本,^[7]即通过“创新补偿”机制抵消甚至超过由于环境规制强度增大给企业经济绩效带来的不利影响。马海良等^[28]基于 SCP 分析框架,利用 1995-2008 年长三角经济区域的面板数据,对环境规制与技术创新和产业绩效之间的关系进行测算,结果显示,环境规制通过技术创新产生的正向效应超过了成本增加引起的负向效应,最终导致产业绩效的增加。另一方面,一些学者对这一观点提出了质疑,他们认为环境规制削弱了企业的竞争能力,对企业经营绩效产生了负面影响。Brannlund 等^[28]采用非参数检验方法分析了环境规制对瑞典纸浆和造纸工业的利润的影响,研究发现环境规制降低了公司的利润。Darnall 等^[29]通过实证分析也发现了严格的环境规制与企业经营绩效负相关。其理由是如果企业面临的环境规制较为严格,那么因环境事故所付出代价的可能性也就越大,环境评级下降的可能性会随之上升,最终很可能导致企业经营成本的增加,使得企业的经营绩效呈现下滑的趋势。因此,基于以上分析,本文提出如下假设:

H5: 在 R&D 投入保持不变的情况下, 环境规制与企业经营绩效负相关

三、研究设计

1. 样本的选取与数据来源

2003 年国家环保总局第一次明确提出了对上市公司进行环保核查的 13 个重污染行业, 2008 年国家环保部

制定了《上市公司环保核查行业分类管理名录》(环办函[2008]373号),将重污染行业又细分为 14 个,2010 年又将其进一步细分为 16 个。本文使用中国证监会 2012 年修订的《上市公司行业分类指引》的行业代码,对 2003、2008 和 2011 年重污染行业标准进行整理,^②然后选取 2008-2013 年深沪 A 股上市的重污染行业的公司作为本文的研究样本,并使用 2007、2008 年的部分数据作为相关变量的滞后项。样本公司的筛选过程如表 1 所示:(1)剔除 ST、*ST 公司;(2)剔除没有连续两个年度对环保投入进行披露的企业以及相关数据缺失的公司。经筛选,最后得到 24 家公司,共计 144 个观察值。

本文所用到的财务数据均取自 CCER 数据库和 CSMAR 数据库;环保投入和 R&D 投入的数据是从企业年报和社会责任报告中手工搜集、整理而得。其中,环保投入的数据主要披露在“社会责任报告”(也称为“可持续发展报告或者企业环境保护书”)中,披露的名称主要有环保支出、污染治理支出、绿化环保费等;研发支出的数据主要披露在合并资产负债表中的“开发支出”科目和财务报告附注中的“支付的其他与经营活动有关的现金流量”或者“管理费用”科目,披露的名称主要有:研究费用、研究开发费、研究开发投入、科技投入、研发费、技术开发费、研究与开发费、技术开发费及科研经费、科技开发费等。

表1 样本公司筛选过程表

	公司个数	观察值个数
按照整理后的重污染行业代码,筛选A股上市公司	750	4500
剔除财务状况异常(ST,*ST)的公司	62	372
剔除2007年以后上市的公司	287	1722
剔除社会责任报告不全或者缺失的公司	268	1608
剔除环保投入数据不全或者缺失的公司	91	546
剔除研发投入数据不全或者缺失的公司	18	108
剩余的样本公司	24	144

由于选取的样本观察值属于面板数据,为了控制极端值给结果所带来的偏误,同时考虑到样本数量的限制,对所有的连续解释变量在 5% 和 95% 分位数上进行了缩尾处理(Winsorization)。

2. 模型构建

(1) 环境规制与 R&D 投入回归模型

为了验证环境规制对 R&D 投入的影响,本研究采用 Hamamoto 的两阶段方法。将环境规制(EI)作为解释变量,由于本文所使用的是企业数据,不同地区有着各自的地区特点(Area),以及可能对企业 R&D 投入产生影响的其他因素(CTL),即:

$$R \& D = f(EI, AREA, CTL)$$

在结构一行为一绩效(SCP)范式的基础上,结合之前有关的研究,^[30,31]实证模型如下所示:

$$\ln R \& D_i = \beta_0 + \beta_1 \ln EI_i + \beta_2 \ln Size_i + \beta_3 CEP_i + \beta_4 Lev_i \quad (1)$$

$$\ln R \& D1_i = \beta_0 + \beta_1 \ln EI_i + \beta_2 \ln Size_i + \beta_3 CEP_i + \beta_4 Lev_i + \beta_5 Profit_i + \beta_6 Area_i + Year + \varepsilon \quad (2)$$

$$\ln R \& D2_i = \beta_0 + \beta_1 \ln EI_i + \beta_2 \ln Size_i + \beta_3 CEP_i + \beta_4 Lev_i + \beta_5 Profit_i + \beta_6 Area_i + Year + \varepsilon \quad (3)$$

$$R \& D1_i = \hat{\beta}_{EI} \times \left[\frac{\Delta EI_{i,t-1}}{EI_{i,t-1}} \right] \times R \& D_i, \\ R \& D2_i = R \& D_i - R \& D1_i \quad (4)$$

其中，R&D表示研发投入；EI表示环境规制，用环保投入指标来表示；R&D1表示环保研发；R&D2表示非环保研发，^③是研发投入中除了环保研发投入外的其他研发支出；Size表示企业的规模，用企业总资产的自然对数来衡量；CEP表示人力资本，以企业大学本科以上学历员工数与企业员工总数的比值来衡量；Lev表示资产负债率；Profit表示盈利能力，以企业利润总额与营业收入的比值来衡量；Area表示地区虚拟变量，由于我国地区发展不平衡，因此企业的研发强度有很大差异若企业注册地区为东部地区，^④则赋值1，否则为0；Year、ε分别表示年度和残差项。

(2) R&D投入与企业经营绩效回归模型

为了验证企业的R&D投入对经营绩效的影响以及环保R&D1与非环保研发R&D2对经营绩效所产生的影响，同样采用Hamamoto的两阶段方法。其具体模型如下：

$$Q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln R \& D_i + \beta_2 \ln R \& D1_i + \beta_3 \ln R \& D2_i + \beta_4 \ln Size_i + \beta_5 Cost_i + \beta_6 Growth_i + \beta_7 Area_i + Year + \varepsilon \quad (5)$$

其中，Q表示托宾Q比率，代表企业的经营绩效；Cost表示成本费用利润率；Growth表示企业成长性，以销售收入增长率为衡量；其他变量的定义与方程(1)、(2)和(3)相同。

(3) 环境规制与企业经营绩效回归模型

控制企业R&D投入的情况下，为了验证环境规制对企业经营绩效所产生的直接影响，建立如下模型：

$$Q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln R \& D_i + \beta_2 \ln EI_i + \beta_3 \ln EI_{i-1} + \beta_4 \ln EI_{i-2} + \beta_5 Growth_i + \beta_6 CEP_i + \beta_7 Area_i + Year + \varepsilon \quad (6)$$

其中，变量定义与方程(1)、(5)相同。Jaffe等^[9]和Hamamoto^[11]认为环境规制和R&D投入、R&D投入与企业绩效之间存在时间滞后，为避免SCP范式中的内生性问题，在回归模型中我们将所有其他控制变量也指定为滞后1年和滞后2年的形式。

四、研究结果与分析

1. 描述性统计

表2 样本公司的描述性统计(单位:百万元)

		Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max
研发投入	R&D	569.59	1187.79	1.19	16.48	87.08	444.5	6340.00
环保投入	EI	505.20	1056.96	0.10	12.75	59.40	308.45	5938.00
营业收入	Sale	126610.80	444723.50	979.88	5959.98	15475.68	57007.84	2880310.00
资产总额	Asset	99986.99	225955.00	1114.15	7396.06	18298.20	68214.38	1382920.00
净利润	NP	5883.14	15664.48	-4213.22	122.19	926.64	2443.54	76864.00
员工总数	TE	37080.42	72823.65	1815	3727.00	19775.00	37608.00	377235.00
本科员工数	HC	8006.79	18292.24	160.00	691.00	2233.00	6516.00	104908.00

表3 变量描述性统计

	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max
lnR&D	4.53	2.08	0.17	2.80	4.47	6.10	8.75
lnR&D1	2.56	2.52	-3.86	0.82	2.54	4.42	8.15
lnR&D2	3.98	2.39	-0.71	2.10	4.13	5.94	8.46
lnEI	4.26	2.21	-2.30	2.55	4.08	5.73	8.69
Q	1.70	1.12	0.74	1.00	1.38	2.15	9.25
Lev	0.53	0.16	0.18	0.41	0.52	0.66	0.82
Growth	0.13	0.21	-0.38	0.07	0.71	0.26	1.18
Cost	0.17	0.24	-0.14	0.01	0.07	0.20	1.23
Profit	0.13	0.15	-0.16	0.01	0.07	0.17	0.84
lnSize	10.09	1.63	7.02	8.91	9.81	11.13	14.14
CEP	0.18	0.08	0.03	0.11	0.17	0.23	0.41
Area	0.67	0.47	0	0	1	1	1

从表2可以看出，样本公司的规模较大，其中营业收入的均值(中值)达到126610.80(15475.68)百万元，总资产的均值(中值)为99986.99(18298.20)百万元。样本公司净利润的均值(中值)为5883.14(926.64)百万元。样本公司在研发上的投入力度略大于环保投入，均值(中值)分别为569.59(87.08)百万元、505.20(59.40)百万元。员工总数的均值(中值)为37080.42(19775)名。从表3可以看出，公司环保研发差异最大(标准差为2.52)，这可能是由于样本公司的规模和营业收入不同。人力资本情况最平稳(标准差为0.08)，这主要是因为样本公司均属于重污染行业，具有相同的行业属性，对人员的需求情况可能比较类似。

2. 相关性分析

表4给出了变量的Pearson相关系数。研发投入变量lnR&D与环保投入变量lnEI的相关系数为0.614，与lnSize的相关系数为0.736，意味着在重污染行业中，环境规制与R&D投入呈正相关关系，并且相关系数在10%水平下显著。经营绩效变量Q与lnEI的相关系数为-0.436，在10%水平下显著。说明现阶段环保投入对企业绩效的直接贡献并没有预想中的好。经营绩效变量Q与lnR&D的相关系数为0.267，并且相关系数在

创新管理

10%的水平下显著,意味着R&D投入对企业的经营绩效具有一定的促进和激励作用。

表4 变量的相关系数表

	lnR&D	lnEI	Q	Lev	Growth	Cost	Profit	lnSize	CEP
lnR&D	1.000								
lnEI	0.614*	1.000							
Q	0.267*	-0.436*	1.000						
Lev	0.085	0.331*	-0.388*	1.000					
Growth	0.092	0.049	0.087	-0.048	1.000				
Cost	0.020	-0.103	0.589*	-0.512*	0.214*	1.000			
Profit	0.056	-0.102	0.492*	-0.552*	0.205*	0.945*	1.000		
lnSize	0.736*	0.800*	-0.421*	0.289*	0.064	-0.020	-0.017	1.000	
CEP	0.405*	0.382*	-0.233*	0.010	-0.204*	-0.017	-0.024	0.515*	1.000

注:*,**,***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著

3. 回归结果分析

(1) 环境规制与R&D投入回归结果

表5是环境规制与企业R&D投入、R&D1投入、R&D2投入的回归关系,被解释变量分别是R&D投入、R&D1投入与R&D2投入,解释变量为环境规制,企业规模、人力资本、资产负债率、盈利水平和地区作为控制变量。回归结果显示,环境规制对即期的R&D投入和滞后1期的R&D投入分别在5%和1%的水平上显著,环境规制对滞后2期的R&D支出边缘显著(t值为1.63),即环境规制在短期和中期对企业的R&D投入会产生比较明显的促进作用,即环境规制对中国重污染行业的R&D投入起到促进作用,“波特假说”在一定程度上得到了验证。因此,假设H1成立。

表5 环境规制与R&D投入、R&D1投入、R&D2投入回归结果

	被解释变量ln(R&D)			被解释变量ln(R&D1)			被解释变量ln(R&D2)		
	即期	滞后1期	滞后2期	即期	滞后1期	滞后2期	即期	滞后1期	滞后2期
	lnEI	0.229** (2.02)	0.303*** (2.68)	0.301* (1.63)	0.296* (1.94)	0.557*** (3.75)	0.465*** (3.24)	-0.010 (-0.07)	0.176 (1.20)
lnSize	0.681*** (3.72)	0.639*** (3.40)	0.636*** (3.02)	0.718*** (3.07)	0.387 (1.65)	0.546** (2.20)	1.132*** (5.44)	0.833*** (3.44)	0.838*** (3.19)
CEP	2.339 (1.24)	-0.948 (-0.46)	-2.671 (-1.24)	1.575 (0.59)	0.586 (0.23)	-0.690 (-0.20)	-1.019 (-0.45)	-1.239 (-0.51)	0.273 (0.10)
Lev	-1.840* (-1.72)	-2.728** (-2.34)	-2.831** (-2.08)	-3.555*** (-2.06)	-1.458 (-0.97)	-1.735 (-0.93)	-4.844*** (-3.66)	-3.994*** (-2.70)	-1.934 (-1.06)
Profit	1.319 (1.18)	0.753 (0.57)	0.592 (0.42)	-0.694 (-0.38)	1.395 (0.89)	0.557 (0.26)	-0.245 (-0.15)	0.446 (0.24)	1.346 (0.79)
Area	0.257 (0.88)	0.369 (1.15)	0.690 (1.32)	0.107 (0.29)	0.154 (0.39)	0.055 (0.12)	0.163 (0.46)	0.212 (0.55)	0.081 (0.19)
截距	-2.844** (-2.23)	-1.490 (-1.12)	-1.578 (-1.08)	-2.797 (-1.57)	-1.685 (-1.11)	-2.218 (-1.21)	-6.063*** (-3.98)	-4.572*** (-2.67)	-5.871*** (-3.34)
年度	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	144	120	96	144	120	96	144	120	96
adj. R ²	0.481	0.460	0.450	0.463	0.433	0.388	0.592	0.559	0.503
F	23.705	21.847	17.856	3.694	18.956	12.820	12.319	7.792	6.194

注:所有系数估计值都使用了聚类(Clustering)方法调整的稳健性标准误,*,**,***分别表示在10%、5%、1%的显著性水平下显著(双尾检验),括号内给出的是调整后的t值

环境规制对即期、滞后1期和滞后2期的环保研发投入R&D1的影响均显著,且滞后1期与滞后2期的显

著性水平均高于即期的显著性水平。说明国家的环境规制政策对重污染企业的环保研发具有激励和促进作用。环境规制对即期、滞后1期和滞后2期的非环保研发投入R&D2的影响均不显著。说明环境规制政策对企业的非环保研发投入没有影响。综上可以得出:相比于非环保研发投入R&D2,环境规制对环保研发投入R&D1的影响更加显著。因此,验证了本文的假设H2。

(2) R&D投入与企业经营绩效回归结果

表6是R&D投入、环保研发投入R&D1和非环保研发投入R&D2对企业经营绩效的回归结果,其中被解释变量经营绩效用托宾Q比率代替。从模型1可以看出,即期、滞后1期和滞后2期的环保研发投入R&D1与企业经营绩效Q不存在相关关系;即期、滞后1期的非环保研发投入R&D2与企业经营绩效Q显著正相关,且滞后1期的显著性水平高于即期的显著性水平。但是滞后2期的非环保研发投入与企业经营绩效Q不相关;在模型2中,即期和滞后1期的R&D投入与企业经营绩效正相关,分别在5%和10%的水平上显著,但是滞后2期的R&D投入与企业经营绩效不相关,说明企业的R&D投入对其经营绩效的影响存在一定的滞后效应,并且这种滞后效应的影响随着时间逐渐降低。同时,回归模型在整体上具有较高的拟合度,调整后的R²都在50%至70%之间,即整体解释力较强。

表6 R&D1、R&D2和R&D与企业经营绩效的回归结果

	被解释变量Q					
	模型1			模型2		
	即期	滞后1期	滞后2期	即期	滞后1期	滞后2期
lnR&D1	-0.012 (-0.53)	-0.038 (-0.85)	-0.072 (-1.45)			
lnR&D2	0.036* (1.70)	0.163** (2.42)	0.069 (1.11)			
lnR&D				0.091** (2.43)	0.080* (1.82)	0.035 (1.48)
lnSize	-0.295*** (-2.90)	-0.283*** (-2.49)	-0.267*** (-3.34)	-0.322*** (-8.13)	-0.317*** (-7.34)	-0.280*** (-4.89)
Cost	1.590*** (6.39)	1.760*** (3.21)	1.569*** (3.09)	1.594*** (6.04)	1.732*** (5.30)	1.299*** (2.97)
Growth	0.006 (0.02)	-0.578 (-1.35)	-1.057** (-2.35)	-0.079 (-0.26)	-0.083 (-0.25)	-0.641 (-1.55)
Area	0.115 (1.16)	0.329** (2.39)	0.488** (2.66)	0.114 (1.13)	0.240** (2.27)	0.295** (2.08)
截距	4.270*** (12.84)	2.338*** (6.91)	2.338*** (6.91)	4.409 (13.01)	4.314*** (11.62)	3.990*** (8.61)
年度	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	144	71	58	144	120	96
Adj. R ²	0.662	0.515	0.577	0.653	0.673	0.581
F	20.305	9.109	10.569	17.114	20.118	10.879

注:所有系数估计值都使用了聚类(clustering)方法调整的稳健性标准误,*,**,***分别表示在10%、5%、1%的显著性水平下显著(双尾检验),括号内给出的是调整后的t值

由此,我们可以得出,环境规制引起的环保研发投入

入对企业的经营绩效没有产生影响，但是即期、滞后 1 期的非环保研发投入和 R&D 投入对企业的经营绩效产生了正向影响，即提高了企业的经营绩效。因此，验证了本文的假设 H3、H4。

(3) 环境规制与企业经营绩效回归结果

表 7 给出了在控制 R&D 投入的情况下，环境规制对企业经营绩效影响的回归结果。企业经营绩效替代指标 Q 作为被解释变量，即期、滞后 1 期、滞后 2 期环保投入 EI、EI_1 和 EI_2 作为解释变量。回归结果显示：即期和滞后 1 期的 R&D 投入与企业经营绩效 Q 呈显著的正相关关系，分别在 5% 和 10% 的水平上显著，而滞后 2 期的 R&D 投入与企业经营绩效 Q 不存在相关关系；即期、滞后 1 期、滞后 2 期的环境规制与企业的经营绩效 Q 均呈负相关关系，且都在 1% 的水平上显著。综合以上的分析，说明在政府的环境规制政策下，企业面临较大的污染治理投资，进而企业的环保投入可能排挤企业正常的生产经营投入，对企业的经营绩效产生了不利影响，即降低了企业的经营绩效。但是企业可以通过进行研发创新来补偿污染治理给企业经营绩效带来的负面效应。因此，验证了本文的假设 H5。

表7 环境规制与企业经营绩效的回归结果

	被解释变量Q		
	模型1	模型2	模型3
lnR&D	0.085** (2.33)	0.080* (1.84)	0.030 (0.68)
lnEI	-0.162*** (-4.74)		
lnEI_1		-0.174*** (-4.58)	
lnEI_2			-0.166*** (-3.80)
Growth	0.253 (0.79)	0.279 (0.79)	-0.329 (-0.79)
CEP	-0.298 (-0.32)	0.404 (0.35)	0.454 (0.36)
Area	0.026 (0.19)	0.095 (0.59)	0.140 (0.76)
截距	2.350*** (12.54)	2.256*** (11.49)	2.185*** (10.36)
年度	控制	控制	控制
N	144	120	96
Adj. R ²	0.197	0.218	0.181
F	7.213	8.175	5.469

注：所有系数估计值都使用了聚类 (Clustering) 方法调整的稳健性标准误，*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著 (双尾检验)，括号内给出的是调整后的 t 值

4. 稳健性测试

为了增强实证结论的可靠性，本文做了进一步测试，借助于其他学者的研究成果，将环境规制用“三废”排放量的变化程度 (EIP) 替代，^[32] 技术创新用技术人员投入强度 (RDL) 替代，^[33] 测试结果发现：首先，环境规

制对即期的 R&D 投入与滞后 1 期的 R&D 投入分别在 10% 和 1% 的水平下显著，对滞后 2 期的 R&D 投入不显著，表明环境规制在短期和中期对企业的 R&D 投入会产生一定的促进作用，即环境规制对中国重污染行业的 R&D 投入起到了促进作用。其次，还可以从测试结果中看出，无论是在即期、滞后 1 期还是滞后 2 期，R&D 投入对企业的经营绩效均在 1% 的水平下显著，表明 R&D 投入会促进企业的经营绩效。最后，测试结果还发现，在控制 R&D 投入不变的情况下，即期、滞后 1 期、滞后 2 期的环境规制与企业的经营绩效 Q 均呈负相关关系，且都在 1% 的水平上显著。综上所述，我们所做的敏感性测试均支持上述的回归结果，即表明本文的结果是比较可靠的。

五、研究结论与建议

本文采用产业组织理论中的结构—行为—绩效 (SCP) 分析框架，利用 Hamamoto 两阶段方法，构建计量分析模型，对环境规制与 R&D 投入、R&D 投入与企业经营绩效之间的关系进行了实证检验。其主要结论与指导意义如下：

第一，本文的研究结论表明，环境规制对中国重污染企业的 R&D 投入起到一定的促进与激励作用，虽然这种作用随着时间的推移会逐渐减弱，但环境规制对中国企业的 R&D 投入、技术创新起到一定的促进与激励作用，因此，本文的研究结论在一定程度上验证了“波特假说”。将 R&D 投入进一步划分为环保研发投入和非环保研发投入后，发现环境规制能促进企业的环保研发投入，但对非环保研发投入无影响，说明政府的环境规制政策对重污染企业的环保研发存在一定的激励作用。因此，应继续提高环境规制标准和强度，对促进企业技术创新、治理环境污染、具有重要的意义。虽然在短期内会对经营绩效产生负面影响，但从中长期来看，环境规制对企业经营绩效的提高有正向作用。

第二，本文的研究表明，在控制 R&D 投入的情况下，分析发现环境规制与企业的经营绩效呈负向关系，说明企业在政府环境规制政策的影响下会面临比较大的污染治理投资，这样本来属于企业正常生产经营投入的部分可能被用到了环保投入部分，进而对企业的经营绩效产生不利的影响，即降低了经营绩效。因此，对于那些在遵循国家环境规制标准的前提下致力于技术创新的企业，政府应给予一定的扶持补助。以此体现政府对该类型企业的扶持，并且可以在一定程度上引导社会投资、技术资源向这些企业投入。只有这样，企业才会在遵循

创新管理

环境规制的同时致力于技术创新, 最终达到保护环境与提高经营绩效双赢的目标。

第三, 企业迫于环境规制的压力, 往往注重环保研发的投入。但本文的研究结论表明, 对重污染企业的 R&D 投入与经营绩效之间的关系, 虽然在短期内企业的 R&D 投入能够提高企业的经营绩效, 但如果将 R&D 投入进一步划分为环保研发与非环保研发发现, 由环境规制所引起的环保研发投入对企业的经营绩效无影响, 站在企业角度来看, 是一种“非效益”的投资, 只有非环保研发投入才能提高企业的经营绩效。因此, 对于企业来讲, 环保研发投入与非环保研发投入要一起抓, 才能在遵守国家环境规制的同时不影响企业的经济效益。同时, 我们也应认识到, 企业注重非环保研发投入, 在一定程度上也保护了环境, 因为, 企业生产技术水平、合理配置资源, 可以减少资源浪费, 在一定程度上起到了环境保护的作用。

总而言之, 从本文的研究结论中可以看出, 环境法规制度的实施, 对企业的 R&D 投入起到了一定的促进作用, 但是企业所面临的困境是如何在污染治理投入与企业经营绩效提高之间进行权衡, 因此, 在执行环境规制政策的过程中, 最核心的问题是在尽可能减少对企业绩效不利影响的前提之下, 消除企业的抵触行为, 使其主动遵循并施行环境规制, 完成环境污染治理的目标, 最终达到环境保护与企业经营绩效的双赢状态。

参考文献

- [1] Bosworth, D., Rogers, M.. Market Value, R&D and Intellectual Property: An Empirical Analysis of Large Australian Firms. *The Economic Record*, 2001, 7(12):323-337.
- [2] 颌茂华, 王媛媛. 资源型企业 R&D 投入与企业价值研究. *工业技术经济*, 2011, (8):48-53.
- [3] Mank, D. A., Nystrom, H. E.. Decreasing Returns to Shareholders from R&D Spending in the Computer Industry. *Engineering Management Journal*, 2001, (3):1041-1054.
- [4] 郭斌. 规模、R&D 与绩效: 对我国软件产业的实证分析. *科研管理*, 2006, (27):121-126.
- [5] 胡珊珊, 安同良. 中国制药业上市公司专利绩效分析. *科技管理研究*, 2008, (2):194-196.
- [6] 李志学, 杨媛. 环境规制政策对企业绩效影响的路径研究. *国土与自然资源研究*, 2011, (4):81-82.
- [7] 马海良, 黄德春, 姚惠泽. 技术创新、产业绩效与环境规制: 基于长三角的实证分析. *软科学*, 2012, (1):1-5.
- [8] Zerbe, R.O.. Theoretical Efficiency in Pollution Control. *Western Economic Journal*, 1970, 8(4):364-376.
- [9] Jaffe, A.B., Palmer, K.. Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study. *Review of Economics and Statistics*, 1997, 79(4):610-619.
- [10] Gray, W.B., Shadbegian, R.J.. Plant Vintage, Technology, and Environmental Regulation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2003, 46(3):384-402.
- [11] Hamamoto, M.. Environmental Regulation and the Productivity of Japanese Manufacturing Industries. *Resource and Energy Economics*, 2006, 28(4):299-312.
- [12] Ambec, S., Barla, P.. Can Environmental Regulations be good for Business? An Assessment of the Porter Hypothesis. Working paper, 2007(1):12-16.
- [13] 黄平, 胡日东. 环境规制与企业技术创新相互促进的机理与实证研究. *财经理论与实践*, 2010, (1):99-103.
- [14] 江珂. 环境规制对中国技术创新能力影响及区域差异分析——基于中国 1995-2007 年省际面板数据分析. *中国科技论坛*, 2009, (10):28-33.
- [15] Klette, T.J.. R&D, Scope Economies and Plant Performance. *Rand Journal of Economics*, 1996, 27(3):502-522.
- [16] 侯晓红, 张艳华. R&D 投入对企业业绩的影响. *科技管理研究*, 2006, (12):108-110.
- [17] 王焯, 游春. R&D 投入与绩效相关关系实证研究——基于中小企业板上市公司面板数据. *财会通讯*, 2009, (12):14-16.
- [18] Porter, M.E.. America's Green Strategy. *Scientific American*, 1991.
- [19] Berman E., Bui L.. Environmental Regulation and Productivity: Evidence from Oil Refineries. *The Review of Economics and Statistics*, 2001, 88(3):498-510.
- [20] Palmer, K. L., Wallace E. Oates, Paul R. Portney. Tightening Environmental Standards: The Benefit-cost or The No-cost Paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4):119-132.
- [21] Dale, W., Peter, J.. Environmental Regulation and U.S Economic Growth. *The Rand Journal of Economics*, 1990, 21(2):313-340.
- [22] Wally, N., White head, B.. It's Not Easy being Green. *Harvard Business Review*, 1994, 72(3): 46-52.
- [23] Yang, C., Tseng, Y., Chen C.. Environmental Regulations, Induced R&D, and Productivity: Evidence from Taiwan's Manufacturing Industries. *Resource and Energy Economics*, 2012, 9(34):514-532.
- [24] 于洪彦, 银成斌. 市场导向、创新与企业表现的关系——基于中国服务业的实证研究. *南开管理评论*, 2006, (3):10-15.
- [25] 辛冲, 石春生, 吴正刚. 结构导向组织创新、技术创新与组织绩效的牵引效应. *研究与发展管理*, 2008, (1):45-51.
- [26] 任海云, 师萍. 公司 R&D 投入与绩效关系的实证研究——基于沪市 A 股制造业上市公司的数据分析. *科技进步与对策*, 2009, (24):89-93.

- [27] 李钢, 马岩, 姚磊磊. 中国工业环境管制强度与提升路线: 基于中国工业环境保护成本与效应的实证研究. 中国工业经济, 2010, (3): 31-41.
- [28] Brnnlund, R., Fre, R., Grosskopf S.. Environmental Regulation and Profitability: An Application to Swedish Pulp and Paper Mills. Environmental and Resource Economics, 1995, 6(1): 23-36.
- [29] Darnall, N., Jolley, J., and Ytterhus, B.. Understanding the Relationship between a Facility's Environmental and Financial Performance. Corporate Behaviour and Environmental Policy, 2007, 5(6): 213-259.
- [30] Grabowski, H., Vernon, J.. The Determinants of Pharmaceutical Research and Development Expenditures. Journal of Evolutionary Economics, 2000, 10(1): 201-215.
- [31] Coad, A., Rao, R.. Firm Growth and R&D Expenditure. Economics of Innovation and New Technology, 2010, 19(2): 127-145.
- [32] Domazlicky, B. R., Weber, W. L.. Does Environmental Protection Lead to Slower Productivity Growth in the Chemical Industry. Environmental and Resource Economics, 2004, 28(4): 301-324.
- [33] 王玉春, 郭媛嫣. 上市公司 R&D 投入与产出效果的实证分析. 产业经济研究, 2008, (6): 44-52.

注释

- ① 数据来源:《全国环境统计公报》。国家环境法规包括部门规章、地方性法规和地方性政府规章。
- ② 整理后的重污染行业代码是: B01、B03、B05、B07、C01、C03、C05、C11、C14、C31、C35、C41、C43、C61、C65、C67、C81、D01、H01、H03。
- ③ 根据 Hamamoto^[11] 和 Yang 等^[23] 的研究, 由于污染治理的压力增加, 可能会排挤非环保研发的投入, 若计算出的 $R\&D1 < 0$, 则将 $R\&D1$ 的取值替换为 0。
- ④ 东部地区包括北京、上海、天津、广东、江苏、浙江、河北、福建、山东、海南; 其他地区为非东部地区。

作者简介 频茂华, 内蒙古大学经济管理学院会计系教授、博士, 研究方向为会计学; 王瑾, 内蒙古大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向为企业价值管理; 刘冬梅, 内蒙古大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向为企业价值管理

Environment Regulation, Technological Innovation and Corporate Performance

Xie Maohua, Wang Jin, Liu Dongmei

School of Economics and Management, Inner Mongolia University

Abstract Porter Hypothesis assume that the academia think the strengthening of environmental regulation will promote the company's investment in technology innovation, because the companies are trying through investment in technological innovation, improving pollution control ability and technological content of products,

eliminating the adverse impact of the strengthening of operating results due to environmental regulation. We use 2008-2013 Shenzhen and Shanghai A-share listed company of heavily polluting industries as the study sample, examines the impact of environmental regulation on technological innovation and the impact of technological innovation on corporate performance. The results show environmental regulation has a certain role in promoting technology innovation and technology innovation has a certain lag effect on the operating results. The conclusions not only perfect the theory of "Porter hypothesis", at the same time, have the guide meaning to implement enterprises technological innovation and improve business performance under the environmental regulation. Specifically, from the theoretical perspective, the present study is not based on the enterprise level to provide clear evidence to support the Porter hypothesis. In addition, previous studies have found that, due to more demanding preconditions in the presence of the Porter hypothesis, which makes data acquisition difficult issues when testing the presence of the Porter hypothesis, and related indicators are also difficult to quantify. Based on this, relevant indicators in Porter hypothesis were quantified to provide empirical evidence in order to verify whether the Porter Hypothesis makes sense. At the same time, from a practical standpoint, this paper using Hamamoto two-stage approach to divide R & D investment into environmental R & D investment and non-environmental R & D investment, inspecting of environmental regulation of the relationship between environmental R & D investment and non-environmental R & D investment, testing the impact of environmental research R & D1 and R & D2 non-environmental on corporate business performance. From the corporate perspective, studying impact of environmental regulation on R & D investment and business performance, helping evaluate specific implementation results of environmental regulation policies, providing some policy recommendations to enhance research and development capabilities and improve business performance, while has certain practical significance for enterprises to effectively implementation of environmental regulation policy.

Key Words Environmental Regulation; Innovative Compensation; Environmental Research and Development; Porter Hypothesis