

# 环境规制、技术创新与产能过剩

刘建勇, 李晓芳

(中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116)

**[摘要]**以2010—2015年沪深A股上市公司数据为样本,利用数据包络分析法计算出企业的产能利用率,用来衡量其产能过剩程度,实证分析环境规制对企业技术创新和产能过剩的影响,结果表明:环境规制与技术创新和产能利用率之间均存在“U”型关系,即较低的环境规制会约束企业的技术创新能力、加剧产能过剩,较高的环境规制会提高企业的技术创新能力、缓解产能过剩,技术创新在环境规制与产能利用率的“U”型关系中具有显著的中介效应。

**[关键词]**环境规制;技术创新;产能过剩;产能利用率;企业运营成本;环境污染治理;挤出效应;市场竞争程度  
**[中图分类号]**F204 **[文献标志码]**A **[文章编号]**2096-3114(2018)05-0012-09

## 一、引言

改革开放以来,我国经济的粗放型增长方式一方面导致环境污染日益严重,另一方面导致许多行业产能过剩,并且,存在严重产能过剩的行业多数也是污染较为严重的行业,如钢铁、水泥、电解铝等行业。环境污染与产能过剩问题共同制约着中国经济的健康发展,深入探究环境规制与产能过剩的关系以及它们之间的作用机理,对治理环境污染与产能过剩均有着重要的现实意义。

环境规制作为一种社会性规制,主要源于环境污染所导致的外部性,政府通过制定相应政策与措施对厂商的经济活动进行直接或间接调节,以实现保护环境和经济发展的目标<sup>[1]</sup>。环境规制的实施将环境成本外部性内在化,在增加企业运营成本的同时,又会引导新的消费需求对技术创新产生外部压力,从而影响企业的技术创新决策<sup>[2]</sup>。另外,我国产能过剩是低端产能过剩、高端产能供应不足,这种结构性产能过剩实质上就是明显的供给与需求不匹配及产品技术创新升级未完成的结果<sup>[3]</sup>,因而技术创新与企业产能过剩之间存在着密切关系。基于以上思考,本文拟考察环境规制能否通过技术创新对企业产能利用率产生影响,进而达到产能过剩化解与环境污染治理双赢的目的。

本文的贡献可能在于:打开了环境规制影响产能过剩的“黑箱”,发现环境规制能够通过技术创新对企业产能利用率产生影响,这有助于丰富宏观政府管制政策影响微观企业行为的研究,实践上可以为环境污染治理和产能过剩化解提供政策建议。

## 二、文献综述

### (一) 环境规制与技术创新

关于环境规制与技术创新之间的关系学界主要有两种观点:一是从静态角度出发,认为环境规制

**[收稿日期]**2018-01-08

**[基金项目]**国家社会科学基金项目(18BGL068);江苏省社会科学基金重点项目(16EYA005);教育部人文社会科学研究规划基金项目(17YJA790055)

**[作者简介]**刘建勇(1978—),男,河南信阳人,中国矿业大学管理学院副教授,博士,硕士生导师,主要研究方向为公司治理与公司财务行为,邮箱为ljyemt@126.com;李晓芳(1995—),女,河南濮阳人,中国矿业大学管理学院硕士生,主要研究方向为公司治理与公司财务行为。

政策的实施会增加企业的运营成本,降低其国内外市场占有率,最终损害企业的技术创新,即为传统的新古典主义理论<sup>[4]</sup>。Richard 和 Edward 以英国 2000—2009 年的制造业为对象研究发现,环境规制强度的加大会挤占企业的研发投入,进而对企业的技术创新能力产生不利影响<sup>[5]</sup>。国内学者李斌等采用 Malmquist-Luenberger 生产率指数研究发现,绿色生产率在环境规制的影响下会降低,进而对工业经济增长贡献率产生抑制作用<sup>[6]</sup>。二是从动态角度出发,认为恰当的环境规制不仅会对环境绩效产生积极作用,而且能够刺激企业技术创新能力的提高,产生创新补偿作用,从而达到帕累托改进或双赢状态,即为著名的“波特假说”<sup>[7]</sup>。Brunner 和 Cohen 实证研究发现,污染治理成本与环保专利申请数量之间存在着较小但显著的正相关关系<sup>[8]</sup>。综上可知,国内外学者在环境规制对技术创新的影响方面并未达成一致意见,原因可能在于各国的环境规制水平并不相同。

### (二) 环境规制与产能过剩

国外学者主要从资本形成和生产性投资角度研究了环境规制与产能之间的关系。Jorgenson 和 Wilcoxon 通过对比分析在实施环境规制和不实施环境规制两种情况下美国的产业增长情况发现,环境规制对产能具有抑制作用<sup>[9]</sup>;Lanoie 等研究了环境规制与企业投资决策之间的关系,结果表明,随着环境规制强度的增加,环境规制对企业投资具有先增加后降低的作用<sup>[10]</sup>。国内学者较多从理论上将产能过剩与环境保护联系起来,例如在治理产能过剩的对策中,鞠蕾等提出应严格执行环保标准,杜绝企业的“内部成本外部化”<sup>[11]</sup>;耿强等建议深化要素市场改革,使污染主体承担环境污染所产生的外部性成本<sup>[12]</sup>。还有学者对环境规制与产能过剩的关系进行了实证检验,如杨振兵和张诚以 2001—2011 年中国工业 36 个行业的面板数据为样本研究发现,环境规制强度的增加可以缓解产能过剩程度,环境治理与产能消化在政策路径上效果一致<sup>[13]</sup>,但是该研究是从行业层面分析产能过剩问题的,没有从微观角度检验环境规制对企业产能利用率的影响。

### (三) 技术创新与产能过剩

关于技术创新与产能过剩的关系,国外学者 Tsai 等认为实施产品创新战略能够形成顾客认可的独特性产品,提高企业的市场占有率,从而有助于化解产能过剩问题<sup>[14]</sup>;Aboulnasr 等指出,实施产品创新实质上是企业在产品市场上的一种竞争行为,在市场的优胜劣汰作用下能够减少部分产能<sup>[15]</sup>。国内学者朱福良指出,产能过剩的原因在于我国技术水平的落后以及技术创新的乏力,是企业面临复杂多变的市场消费需求却没有创造出恰如人意的新产品所致<sup>[16]</sup>;刘志彪和王建优认为我国制造业存在严重产能过剩的重要原因之一就是企业研究开发与高技术创新投入不足,低技术水平产品供给过多,市场竞争激烈<sup>[17]</sup>;高越青选用制造业行业的面板数据实证检验了技术创新与产能过剩之间的关联,结果表明技术创新能够提高行业的产能利用率<sup>[18]</sup>。综上可知,国内外关于技术创新对产能过剩影响的研究结论较为一致,即认为技术创新对化解产能过剩有着积极作用。

综上所述,现有文献主要关注环境规制对技术创新、环境规制对产能过剩以及技术创新对产能过剩的影响,鲜有学者对三者的关系尤其是技术创新在环境规制与产能过剩之间的中介作用进行探讨,并且对产能过剩的研究多是从行业、地区层面进行的,微观企业层面的研究较为缺乏,而企业是形成产能过剩的主体,也是化解产能过剩的基本单位,从微观企业层面研究产能过剩成因对有效化解过剩产能具有重要意义<sup>[19]</sup>。因此,本文拟从微观角度研究环境规制对企业产能利用率的影响以及技术创新在其中的作用机制。

## 三、理论分析与研究假设

### (一) 环境规制与技术创新

从理论上讲,环境规制具有时期效应和强度效应<sup>[20]</sup>,其中:时期效应是指随着时间的延续,环境管理水平逐步提高,公众舆论压力不断加大,环境规制对技术创新的刺激就会逐步增强;强度效应是

指随着环境规制强度的加大,企业受到的技术创新刺激力也就越大。考虑到我国环境规制政策已实施多年,随着环境污染的日益严重,环境规制强度在逐步加大,而随着政府环境规制强度的变化,企业应对环境规制的策略也会有所不同。

在环境规制强度较低时,企业通常采用购买污染排放权或抽出部分利润进行污染治理的方式来满足规制要求。此时,环境规制对技术创新的影响更多地表现为“挤出效应”,这是因为:购买污染排放权或进行污染治理会使得企业生产成本或投资成本增加,在需求不变的前提下,企业利润降低,从而降低企业原有技术创新资金的投入;加之技术创新具有成本高、风险大的特征,在环境规制强度较低时,企业不具有改进产品工艺、进行技术创新的动力。因此,较低的环境规制水平对技术创新具有抑制作用。

随着环境规制强度的加大,企业经营战略定位和创新选择会发生变化,环境规制对技术创新的影响可能更多地表现为“激励效应”,原因在于:(1)随着环境规制强度的加大,一方面,购买污染排放权和污染治理的资金支出不断增加,导致运营成本增加,严重影响企业利润,降低企业竞争力;另一方面,被动的末端治污效果不断减弱,简单的污染治理难以满足较高的环境规制要求。因此,为了提高利润率以及满足环境规制政策的刚性要求,企业不得不进行技术创新。(2)高强度的环境规制为企业技术创新决策指明了方向,低污染、低消耗的产品驱动促使企业进行技术创新,生产出经济、可靠、环保的新产品来满足新的消费需求。(3)企业肩负着节约资源、保护环境的社会责任,高强度环境规制政策的制定为企业积极响应截污减排号召、树立良好企业形象提供了契机,从而有利于推动企业自发进行技术创新,生产出符合环境规制要求的产品。

基于以上分析,我们认为环境规制对技术创新的影响作用是先下降后上升的,由此提出以下假设:

假设1:环境规制强度与技术创新能力之间存在“U”型关系,即较弱的环境规制会降低技术创新能力,而较强的环境规制会提高技术创新能力。

## (二) 环境规制与产能过剩

财政分权制度和以GDP增长为核心的官员晋升激励机制会使得地方政府之间展开激烈竞争,地方政府竞相通过压低要素价格来吸引投资,以提高本地区的GDP和财政收入。而环境产权制度的不健全和环境保护制度的缺失使得环境污染的“便利条件”成为地方政府干预企业投资的手段,由此引致的重复建设和过度投资一方面加剧了产能过剩,另一方面使得环境遭到严重破坏。

政府环境规制的强制性要求迫使企业不得不采取办法应对环境污染,在环境规制强度较低时,为达到政府环境保护的政策要求,企业承担了环境污染负外部性所增加的成本,不得不购买污染控制设备并为相应的操作人员支付培训费用与薪酬,使得企业竞争力下降,市场境况变坏,理性的生产者会减少产品产出,闲置产能增加,产能过剩加剧。随着环境规制强度的不断加大,社会环保意识和网络舆论监督不断增强,企业治污成本不断加大且边际绩效递减的末端治污效果已不能满足环境规制的要求,企业不得不加大研发力度,旨在提高技术创新能力,研发出新产品,占领更多的市场份额,产出增加,闲置产能减少,利润也随之增加,再从利润中抽出更多的资金用于污染治理,从而达到环境规制的要求。此外,随着环境规制强度的加大,一部分高耗能企业被市场淘汰,市场集中度得到进一步提高,幸存的企业在适者生存的法则下更加注重核心竞争力的提升,产量提高,闲置产能减少,从而有助于缓解产能过剩。

基于以上分析,我们认为环境规制强度较低时会加剧产能过剩,环境规制强度较高时反而会缓解产能过剩。鉴于产能利用率是衡量产能过剩最直接有效的指标<sup>[21]</sup>,本文提出以下假设:

假设2:环境规制与产能利用率之间呈“U”型关系。

## (三) 环境规制与产能过剩:技术创新的中介作用

我国产能过剩所表现出来的“低端产能过剩、高端产能不足”现象与技术水平落后之间有着密切的关系。深入了解我国产能过剩的行业后不难发现,存在严重产能过剩的行业多为低附加值和技术

水平落后的行业,且属于资本密集型行业,进入门槛相对较低。因此,创新能力的提升对于化解产能过剩这一问题至关重要。

技术创新化解产能过剩的作用机理在于:(1)技术创新能够影响企业的投资行为和投资方向,避免出现投资“趋同化”“同质化”进而引发的“涌潮”现象,从供给端减少低质量产品的产出,解决产能过剩问题;(2)技术创新能够通过提高技术门槛来提升市场集中度,充分利用市场的优胜劣汰机制,淘汰落后产能;(3)技术创新能够提升企业的市场竞争力,引导新的消费需求,有利于国内产品“走出去”,消化现有产能,从需求端缓解产能过剩;(4)技术创新能够缓解我国一揽子技术设备的引进依赖所导致的低端重复建设问题。综上所述,技术创新能够减少低端供给,增加高端需求,避免重复建设,对化解产能过剩起着关键作用。

综合以上分析不难看出,技术创新在环境规制与产能利用率之间起到了中介作用,由此我们提出以下假设:

假设 3:技术创新在环境规制与产能利用率的关系中具有中介作用。

#### 四、研究设计

##### (一) 变量定义

1. 产能利用率(*CU*)。产能利用率是衡量资本利用、产能闲置的直接指标,其定义为实际产出与产能产出之比。产能利用率的测度方法主要有峰值法、生产函数法、成本函数法、利润函数法、协整法、随机前沿分析法及数据包络分析法( *DEA* )等。本文拟采用数据包络分析法对企业的产能过剩程度进行测算,其基本理念是:将固定资本存量以及材料、人工等作为输入因素,工业总产值或营业收入或净利润等作为输出因素,以相对生产效率作为产能利用率的替代变量来衡量产能过剩程度。

2. 环境规制(*ER*)。随着环境规制强度的加大,企业花费在环境污染治理上的成本也会不断增加,因此本文采用环境污染治理成本度量环境规制强度,以每千元工业产值的污染治理成本作为环境规制强度的衡量指标<sup>[22]</sup>,具体计算公式为:环境规制强度 = 污染治理成本 / (工业产值 ÷ 1000)。

3. 技术创新(*RD*)。主要有以下几种衡量方式:(1)技术创新的投入,主要包括研发费用支出、研发人员投入等表示投入的指标;(2)技术创新的产出,主要包括新产品的数量、新产品的销售额以及专利的数量等表示产出的指标;(3)技术创新的效率,主要通过对比创新投入和创新产出的比较计算得到投入产出效率。由于研究开发经费支出能够体现出企业对于创新资源和技术要素的投入,对企业技术创新具有较大的影响作用<sup>[23]</sup>,因此本文采用研究开发经费支出的自然对数来衡量技术创新能力。

4. 控制变量。主要包括:(1)市场竞争程度(*Market*),采用市场化指数度量<sup>[24]</sup>;(2)企业规模(*Size*),采用固定资产净额的自然对数度量<sup>[25]</sup>;(3)企业存续时间(*Age*),采用报告期年份减去企业注册年份的差额加 1 并取自然对数度量<sup>[26]</sup>;(4)企业融资能力(*Finance*),采用资产负债率衡量。

各变量的具体定义见表 1。

##### (二) 模型设计

本文旨在研究环境规制对技术创新与产能过剩的影响以及技术创新在其中的中介作用,因此设置以下三个模型:

$$RD = \alpha_0 + \alpha_1 ER + \alpha_2 ER^2 + \alpha_3 Market + \alpha_4 Size + \alpha_5 Age + \alpha_6 Finance + \varepsilon_0 \quad \text{模型 1}$$

表 1 变量定义

变量名称	变量符号	变量含义
产能利用率	<i>CU</i>	数据包络分析方法的测算结果
环境规制	<i>ER</i>	每千元工业产值的污染治理成本
技术创新	<i>RD</i>	研究开发经费支出的自然对数
市场竞争程度	<i>Market</i>	市场化指数
企业规模	<i>Size</i>	固定资产净额的自然对数
企业存续时间	<i>Age</i>	报告期年份减去企业注册年份的差额加 1 并取自然对数
企业融资能力	<i>Finance</i>	资产负债率

模型 1 用于检验假设 1。其中,  $RD$  代表技术创新,  $ER$  为环境规制,  $ER^2$  为环境规制的二次方,  $Market$  为市场竞争程度,  $Size$  为企业规模,  $Age$  为企业存续时间,  $Finance$  为企业融资能力,  $\varepsilon_0$  为随机误差项。如果  $ER^2$  的系数显著为正, 则表明环境规制与技术创新之间存在“U”型关系。

$$CU = \beta_0 + \beta_1 ER + \beta_2 ER^2 + \beta_3 Market + \beta_4 Size + \beta_5 Age + \beta_6 Finance + \varepsilon_1 \quad \text{模型 2}$$

模型 2 用于检验假设 2。其中,  $CU$  代表企业产能利用率, 用来衡量产能过剩程度。如果  $ER^2$  的系数显著为正, 则表明环境规制与企业产能利用率之间呈“U”型关系。

$$CU = \gamma_0 + \gamma_1 ER + \gamma_2 ER^2 + \gamma_3 RD + \gamma_4 Market + \gamma_5 Size + \gamma_6 Age + \gamma_7 Finance + \varepsilon_2 \quad \text{模型 3}$$

模型 3 用来检验假设 3。根据 Muller 等的论述<sup>[27]</sup>, 若要证明中介效应存在, 需要满足以下条件: 一是在未加入中介变量时核心解释变量对被解释变量为显著正效应, 二是加入中介变量后该效应有所减弱, 三是核心解释变量对中介变量为显著正效应, 四是中介变量对被解释变量为显著正效应。

### (三) 样本选择与数据来源

本文选取 2010—2015 年沪深两市 A 股上市公司年度数据作为研究样本, 并根据研究需要剔除以下样本: (1) 金融、保险类公司(金融、保险类公司的行业环境和企业性质具有特殊性); (2) ST、\* ST 公司(ST、\* ST 公司异常的财务数据会对回归结果产生不利影响); (3) 数据缺失的公司。经筛选, 最后得到 764 家上市公司共 4584 个数据样本。

计算环境规制指标所需数据来自《中国环境统计年鉴》《中国工业经济统计年鉴》和《中国统计年鉴》, 计算产能利用率指标所需数据、技术创新指标衡量以及研究所需的其他数据均来源于国泰安数据库。数据汇总整理采用 Excel, 数据分析采用 SPSS23.0。

## 五、实证分析

### (一) 企业产能利用率测度

本文采用数据包络分析法( DEA) 对企业产能利用率进行测度, 计算产能利用率时选择固定资本、原材料和人工投入作为投入变量, 营业收入和净利润作为产出变量。同时采用 MaxDEA 软件进行运算, 选择投入导向模型, 计算出样本公司 2010—2015 年的产能利用率, 结果见表 2。产能利用率可以归为三个档次: 等于 1 归为第一个档次, 表示该企业处于相对有效状态, 不存在产能过剩问题; 介于 0.5~1 之间(不含 1) 为第二个档次, 表示企业虽然偏离了生产前沿曲线但并不严重, 存在轻微的产能过剩问题; 小于 0.5 归为第三档次, 表示企业较远地偏离了生产前沿曲线, 存在严重的产能过剩问题。根据表 2 可知, 样本公司普遍存在严重的产能过剩问题。

表 2 2010—2015 年样本公司的产能利用率

年份	样本量	最小值	最大值	平均值	标准差
2010	764	0.195	1	0.499	0.168
2011	764	0.194	1	0.497	0.153
2012	764	0.211	1	0.495	0.168
2013	764	0.129	1	0.375	0.168
2014	764	0.171	1	0.512	0.177
2015	764	0.217	1	0.499	0.149

### (二) 描述性统计

变量的描述性统计结果如表 3 所示。产能利用率( $CU$ )的平均值为 0.480, 说明企业的产能过剩情况较为严重; 环境规制( $ER$ )的最小值为 0.026, 最大值为 8.986, 均值为 2.015, 表明企业面临的环境规制强度存在较大差异; 技术创新( $RD$ )的最小值为 8.006, 最大值为 23.021, 表明不同企业间的技术创新投入差距较大; 市场竞争程度( $Market$ )的均值为 11.157, 表明市场竞争较为激烈; 企业规模的最小值

表 3 描述性统计结果

变量	均值	最小值	最大值	标准差
$CU$	0.48	0.129	1	0.171
$ER$	2.015	0.026	8.986	1.064
$RD$	17.588	8.006	23.021	1.444
$Market$	11.157	5.71	14.45	2.201
$Size$	19.949	14.116	27.32	1.425
$Age$	2.752	0.693	3.584	0.321
$Finance$	0.364	0.008	0.894	0.196

为 14.116,最大值为 27.320,表明企业间的规模差异较大,同理可知企业存续时间和企业融资能力也都存在较大差异。

(三) 相关性分析

变量的相关性分析结果如表 4 所示。环境规制的二次方与企业产能利用率正相关但不显著,其影响机制有待于进一步检验;技术创新与产能利用率在 1% 水平上显著正相关,说明技术创新有助于化解产能过剩;市场竞争程度、融资能力与企业产能利用率在 1% 水平上显著正相关,说明市场竞争程度越大、企业融资能力越强,企业的产能利用率越高;企业规模、企业存续时间与产能利用率均在 1% 水平上显著负相关,表示规模越大、存续时间越长的企业其产能利用率越低。

表 4 变量的相关性分析结果

变量	CU	ER	ER <sup>2</sup>	RD	Market	Size	Age	Finance
CU	1							
ER	0.008	1						
ER <sup>2</sup>	0.019	0.943 ***	1					
RD	0.049 ***	-0.071 ***	-0.043 ***	1				
Market	0.013 ***	-0.395 ***	-0.398 ***	0.137 ***	1			
Size	-0.124 ***	0.087 ***	0.082 ***	0.469 ***	-0.026 *	1		
Age	-0.088 ***	-0.008	0.026 *	0.073 ***	0.090 ***	0.218 ***	1	
Finance	0.061 ***	0.048 ***	0.034 **	0.242 ***	-0.038 ***	0.516 ***	0.224 ***	1

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。

(四) 多元回归分析

1. 环境规制与技术创新

环境规制与技术创新的回归结果见表 5 中第 2 列,即模型 1 的回归结果。环境规制的二次方系数在 1% 水平上显著为正,表明随着环境规制强度的加大,技术创新呈现先下降后上升的“U”型动态变化趋势,与假设 1 的预期一致。在高强度的环境规制水平下,企业想要在市场上立足的内在动力和绿色产品创新的外部需求使得其具有技术创新积极性,进而使得环境规制对技术创新的影响由约束较小时的“挤出效应”转变为约束较大后的“激励效应”。

控制变量中市场竞争程度的系数在 1% 水平上显著为正,表明市场竞争能够促进企业的技术创新,因为市场中存在优胜劣汰机制,企业为了占领市场份额在市场中存续下去,具有技术创新积极性。企业规模的系数在 1% 水平上显著为正,可能是因为规模大的企业在创新人才和技术设备上具有较大的优势,有足够的资金进行研发投入,从而有利于技术创新能力的提高。企业存续时间的系数在 1% 水平上显著为负,可能的原因是企业刚进入市场时为了争取市场份额往往具有较高的技术创新积极性,但时间久了其技术创新激励就会下降。

2. 环境规制与产能利用率

环境规制与产能利用率的回归结果见表 5 中第 3 列,即模型 2 的回归结果。环境规制的二次方系数在 1% 水平上显著为正,表明环境规制与产能利用率之间存在“U”型关系,即较低的环境规

表 5 多元回归分析结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3
Constant	7.964 *** (24.267)	1.012 *** (23.004)	0.886 *** (21.171)
ER	-0.397 *** (-7.591)	-0.012 * (-1.770)	-0.006 (-0.879)
ER <sup>2</sup>	0.045 *** (6.382)	0.003 *** (2.644)	0.002 * (1.844)
RD			0.016 *** (8.001)
Market	0.089 *** (9.712)	0.003 *** (2.644)	0.002 (-3.900)
Size	0.486 *** (31.830)	-0.024 *** (-11.910)	-0.032 *** (-14.257)
Age	-0.196 *** (-3.281)	-0.046 *** (-5.770)	-0.043 *** (-5.415)
Finance	0.116 (1.044)	0.163 *** (10.964)	0.161 *** (10.915)
F 值	260.282	37.014	41.309
调整 R <sup>2</sup>	0.254	0.045	0.058
样本数	4584	4584	4584

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著,括号内为稳健 t 值。下同。

制会加剧产能过剩,较高的环境规制会缓解产能过剩,这与假设2的预期一致。原因在于:企业应对低水平环境规制的策略往往是通过购买治污设备来控制污染排放,这会导致运营成本增加,竞争力下降,销量减少,从而增加企业的闲置产能;随着环境规制强度的加大,企业倾向于通过技术研发占领市场份额,从而减少闲置产能并在市场优胜劣汰的机制下淘汰落后产能,产能利用率得到提升。

从控制变量来看,市场竞争程度的系数在1%水平上显著为正,可能的原因在于:较高的市场竞争程度一方面使得企业通过减少闲置产能来增强自身竞争力,另一方面在市场优胜劣汰的机制作用下能够淘汰落后产能,从而有利于缓解产能过剩。企业规模的系数在1%水平上显著为负,可能的原因是企业规模越大,效率反而越低,越容易进行过度投资。企业存续时间的系数在1%水平上显著为负,原因可能在于新进入的企业其创新积极性较高,但存续较长时间后创新积极性下降,产能利用率也因此降低。

3. 环境规制与产能利用率:技术创新的中介作用

环境规制、技术创新与产能利用率的回归结果见表5中第4列,即模型3的回归结果。综合表5中模型1、模型2和模型3的回归结果来看:未加入技术创新中介变量时,模型2中环境规制的二次方对产能利用率的效应显著为正,系数为0.003,在1%水平上显著,表明环境规制与产能利用率之间存在显著的“U”型关系;加入技术创新中介变量之后,模型3中环境规制的二次方对产能利用率的效应同样显著为正,但显著性水平和系数值均有所降低,表明技术创新的加入使得环境规制对产能利用率的作用减弱;模型1中环境规制的二次方对技术创新以及模型3中技术创新对产能利用率均为显著正效应。根据中介效应的检验原理可知,技术创新在环境规制与产能利用率的关系中具有显著的中介作用,这与假设3的预期一致。

(五) 稳健性检验

1. 替换环境规制强度的衡量指标,采用污染治理投资(PCI)来衡量政府的环境规制水平。为了使不同经济规模下的污染治理投资具有可比性,本文将污染治理投资除以国内生产总值,即以每百元国内生产总值的污染治理投资作为衡量环境规制强度的指标,计算公式为:环境规制强度 = 污染治理投资 / (国内生产总值 ÷ 100)。替换后的回归结果见表6。

2. 替换技术创新衡量指标,用发明专利授权数量作为技术创新的衡量指标。由于研究样本中部分公司的发明专利量数据缺失,因此本文仅选取样本中有发明专利数据的578家公司共3468个数据样本进行稳健性检验,替换后的回归结果如表7所示。

从表6和表7中可以看出,稳健性检验结果与前文所得结论保持一致。

表6 替换环境规制指标的回归结果

变量	模型1	模型2	模型3
Constant	7.352 **** (22.800)	0.985 **** (25.934)	0.875 **** (19.426)
PCI	-2.481 **** (-2.693)	-0.266 *** (-2.164)	-0.228 **** (-1.872)
PCI <sup>2</sup>	8.404 *** (2.521)	0.755 * (1.700)	0.629 (1.851)
RD			0.015 **** (7.649)
Market	0.100 **** (11.554)	0.004 **** (3.165)	0.002 * (1.851)
Size	0.483 **** (31.310)	-0.023 **** (-11.437)	-0.031 **** (-13.657)
Age	-0.152 *** (-2.509)	-0.044 **** (-5.453)	-0.042 **** (-5.200)
Finance	0.094 (0.839)	0.162 **** (10.895)	0.015 **** (7.649)
F值	248.637	37.787	41.155
调整的R <sup>2</sup>	0.245	0.046	0.058
样本数	4584	4584	4584

表7 替换技术创新指标的回归结果

变量	模型1	模型2	模型3
Constant	-68.952 **** (-9.069)	0.888 **** (17.020)	0.914 **** (17.327)
PCI	-75.715 **** (-3.663)	-0.389 **** (-2.740)	-0.361 *** (-2.541)
PCI <sup>2</sup>	170.656 *** (2.241)	1.359 **** (2.600)	1.296 *** (2.480)
Patent			0.001 **** (3.178)
Market	0.516 **** (2.712)	0.003 **** (2.660)	0.003 *** (2.515)
Size	4.685 **** (12.656)	-0.020 **** (-7.890)	-0.022 **** (-8.392)
Age	-6.711 **** (-4.392)	-0.028 **** (-2.667)	-0.025 *** (-2.427)
Finance	0.261 (0.103)	0.114 **** (6.527)	0.114 **** (6.530) ****
F值	38.434	16.842	15.917
调整的R <sup>2</sup>	0.061	0.027	0.029
样本数	3468	3468	3468

## 六、结论与建议

本文将宏观环境管制与微观企业行为相结合,研究政府环境规制对微观企业技术创新和产能利用率的影响以及技术创新在环境规制与产能利用率关系中的中介作用,所得主要结论如下:(1)环境规制与技术创新之间存在“U”型关系,即较低的环境规制会约束企业的技术创新能力,较高的环境规制有助于提高企业的技术创新能力。(2)环境规制与产能利用率之间存在“U”型关系,即较低的环境规制会降低企业的产能利用率、加剧产能过剩,较高的环境规制会提高企业的产能利用率、缓解产能过剩。(3)技术创新在环境规制与产能利用率的“U”型关系中具有显著的中介效应,即环境规制可通过技术创新决策路径来影响企业的产能决策。

根据所得结论,我们提出如下政策建议:(1)政府环境规制影响企业的技术创新决策,建议政府在制定环境规制政策时,应注意选择合适的环境规制工具,环境规制工具应当有利于提高企业的技术创新能力,可广泛运用诸如污染税、可交易的污染许可证等对技术创新具有较大激励作用的环境政策工具。(2)政府环境规制影响企业的产能决策,环境污染治理与产能过剩治理并不相悖,适宜的环境规制政策不仅可以保护环境,还有助于提高企业的产能利用率。对于政策制定者和执行者而言,要坚决摒弃“先污染后治理”的传统思维方式,严格执行环境规制政策,严格监督企业政策执行情况,改变以GDP为核心的政绩考核体系,可以考虑将节能环保方面的考核纳入政绩考核体系,加大考核体系中生态效益、能源消耗量、环境污染程度等环保指标的权重,从而使各级政府在环境保护问题上投入更多的精力。(3)环境规制政策主要通过技术创新途径来影响企业的产能决策,建议政府加大科研扶持力度,为企业开展研究开发活动提供更宽广的融资渠道和税收优惠政策,激发企业的技术创新积极性;同时,应不断完善产权制度,制定严格的监督机制,保护技术创新成果,使技术创新成果产权明晰化,这反过来又能调动企业技术创新的动力。

### 参考文献:

- [1] 殷宝庆. 环境规制与技术创新—基于垂直专业化视角的实证研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [2] 张成, 陆旸, 郭路, 等. 环境规制强度和生产技术进步[J]. 经济研究, 2011(2): 113-122.
- [3] 王立国, 高越青. 基于技术进步视角的产能过剩问题研究[J]. 财经问题研究, 2012(2): 26-32.
- [4] JAFFE ADAM B, STAVINS ROBERT N. Dynamic incentives of environmental regulations: The effects of alternative policy instruments on technology diffusion [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1995,29(3): 43-63.
- [5] RICHARD K, EDWARD M. Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries [J]. Resource and Energy Economics, 2012,34(2):211-235.
- [6] 李斌, 彭星, 欧阳铭珂. 环境规制绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变:基于36个工业行业数据的实证分析[J]. 中国工业经济, 2013(4):56-68.
- [7] POTER M E, CLAAS V D L. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. Journal of Economic Perspectives, 1995,9(4): 97-118.
- [8] BRUNNER S B, COHEN M A. Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003,45(2):278-293.
- [9] JORGENSON D J, WILCOXEN P J. Environmental Regulation and U. S. Economic Growth[J]. The RAND Journal of economics, 1990, 21(2): 313-340.
- [10] LANOIE P, PATRY M, LAJEUNESSE R. Environmental regulation and productivity: Testing the porter hypothesis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2008,30(2): 121-128.
- [11] 鞠蕾, 高越青, 王立国. 供给侧视角下的产能过剩治理:要素市场扭曲与产能过剩[J]. 宏观经济研究, 2016



- (5): 3-15.
- [12] 耿强, 江飞涛, 傅坦. 政策性补贴、产能过剩与中国的经济波动——引入产能利用率 RBC 模型的实证检验[J]. 中国工业经济, 2011 (5): 27-36.
- [13] 杨振兵, 张诚. 产能过剩与环境治理双赢的动力机制研究——基于生产侧与消费侧的产能利用率分解[J]. 当代经济科学, 2015 (6): 42-51.
- [14] TSAI K H, HSIEH M H, HULTINK E J. External technology acquisition and product innovativeness: The moderating roles of R&D investment and configurational context[J]. Journal of engineering and technology management, 2011, 28 (3): 184-200.
- [15] ABOULNASR K, NARASIMHAN O, BLAIR E. Competitive response to radical product innovations[J]. Journal of marketing, 2008, 72(3): 94-110.
- [16] 朱福良. 市场过剩与企业技术创新[J]. 科技进步与对策, 1999 (4): 47-48.
- [17] 刘志彪, 王建优. 制造业的产能过剩与产业升级战略[J]. 经济学家, 2000 (1): 64-69.
- [18] 高越青. “中国式”产能过剩问题研究——基于供给端视角[D]. 大连: 东北财经大学, 2015.
- [19] 钱爱民, 付东. 信贷资源配置与企业产能过剩——基于供给侧视角的成因分析[J]. 经济理论与经济管理, 2017 (4): 30-41.
- [20] 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[J]. 财经理论与实践, 2010(1): 99-102.
- [21] 何蕾. 中国工业行业产能利用率测度研究——基于面板协整的方法[J]. 产业经济研究, 2015 (2): 90-98.
- [22] 王国印, 王劲. 波特假说、环境规制与企业技术创新——对中西部地区的比较分析[J]. 中国软科学, 2011 (1): 100-112.
- [23] 赵红. 环境规制对企业技术创新影响的实证研究——以中国 30 个省份大中型工业企业为例[J]. 软科学, 2008 (6): 121-125.
- [24] 樊纲, 王小鲁, 马光荣. 中国市场化进程对经济增长的贡献[J]. 经济研究, 2011 (9): 4-16.
- [25] 罗美娟, 郭平. 政策不确定性是否降低了产能利用率——基于世界银行中国企业调查数据的分析[J]. 当代财经, 2016 (7): 90-99.
- [26] 干春晖, 邹俊, 王健. 地方官员任期、企业资源获取与产能过剩[J]. 中国工业经济, 2015 (3): 44-55.
- [27] MULLER D, JUDD C M, YZERBYTV Y. When moderation is mediated and mediation is moderated[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 2005, 89(6): 852-863.

[责任编辑:王丽爱]

## Environmental Regulation, Technological Innovation and Overcapacity

LIU Jianyong, LI Xiaofang

(School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** Taking the data of A-share listed companies in Shanghai and Shenzhen Stock Exchanges in China from 2010 to 2014 as a sample, using data envelopment analysis to calculate the capacity utilization of enterprises for the measurement of the extent of overcapacity, this paper makes an empirical analysis on the impact of environmental regulation on technological innovation and overcapacity. The results show that there is a U-type relationship between environmental regulation and technological innovation, in addition, there is also a U-shape relation between environmental regulation and capacity utilization. In other words, lower environmental regulation will constrain the technological innovation capability of enterprises and aggravate overcapacity while higher environmental regulation will promote the technological innovation capability of enterprises and alleviate overcapacity. Besides, technological innovation has a significant mediating effect on the U-type relationship between environmental regulation and capacity utilization.

**Key Words:** environmental regulation; technological innovation; overcapacity; rate of capacity utilization; enterprise operation cost; environmental pollution control; crowding out effect; market competition degree