

# 绿水青山何以成为金山银山?

## ——环境规制、产品质量与消费者福利

钱学锋 刘 钊 毛海涛\*

**摘要:** 生态文明建设是实现经济高质量发展的重要途径。本文构建 Stone-Geary 类型需求结构的一般均衡模型, 分析环境规制对企业产品质量、价格以及消费者福利的影响。模型分析表明: 环境规制加强会提升企业产品质量, 但是由此带来的成本增加不会完全转嫁给消费者; 存在最优环境规制水平, 能够实现企业排放减少和消费者福利提升二者之间的兼容; 贸易开放在环境规制对产品质量和消费者福利影响中具有促进作用。这为当前实施“以生态文明建设促高质量发展”的政策提供微观理论支持, 深刻阐释“绿水青山就是金山银山”的内在经济逻辑。

**关键词:** 环境规制; 产品质量; 福利

**DOI:** 10.13821/j.cnki.ceq.2023.03.07

### 一、引言

生态文明建设是推动经济高质量发展的重要途径。经济发展和环境保护二者是和谐一体的, 保护好绿水青山, 就有不绝的金山银山。当前, 不少学者从实施环境规制政策对企业生产率 (李鹏升和陈艳莹, 2019)、竞争力 (刘悦和周默涵, 2018; 杜龙政等, 2019)、产品质量 (盛丹和张慧玲, 2017; 韩超和桑瑞聪, 2018) 的影响等方面, 对环境规制实施的效果进行了评估。但是, 既有文献关于环境规制的理论研究, 仅在位似偏好假定下研究环境规制对企业行为的影响, 对内在影响机制的探讨甚少。此外, 现有文献研究环境规制对企业产品质量的影响都集中在经验研究, 且所得结论不尽相同, 缺乏微观理论支持。因此, 有必要从理论出发, 证实环境规制对企业产品质量升级等的影响, 进而可以为经验研究提供微观理论基础。

本文通过理论建模, 探究了环境规制对企业产品质量、价格以及消费者福利等的影响。通过理论研究, 不仅能为经验研究提供理论依据, 同时可以对传统理论赋予新的内涵, 为现阶段环境政策的实施提供坚实的微观理论支持。2020 年以来, 中国面临着复杂

\* 钱学锋、毛海涛, 中南财经政法大学工商管理学院; 刘钊, 合肥工业大学经济学院。通信作者及地址: 刘钊, 安徽省合肥市丹霞路 485 号合肥工业大学经济学院, 230601; 电话: 15927685110; E-mail: liuzhao\_06@126.com。本文获得了国家社会科学基金重大项目“全球价值链背景下国际贸易政策体系调整与中国应对策略研究”(21&ZD083)、国家自然科学基金面上项目“消费者异质性与贸易利益的个体分配效应研究: 理论与中国经验”(71773142)、国家自然科学基金青年项目“贸易自由化、市场扭曲与贸易利益的精确评估: 理论与中国经验”(71803195)、湖北省青年拔尖人才培养项目的资助。感谢三位匿名审稿人及主编提出的建设性意见, 文责自负。

多变的内外部环境,新冠疫情的暴发以及中美贸易摩擦,对经济发展产生了较为严重的负面影响。生态环境保护是否要为经济发展让路的声音再次响起。<sup>1</sup>这主要是因为传统理论认为存在“环境库兹涅茨曲线”,生态保护和经济发展无法协同发展,没有正确认识环境和发展之间的辩证统一关系。由此我们必须面对的一个问题是,当中国经济面对复杂多变的内外部压力时,环境规制政策的实施能否带动经济的高质量发展?是否能够实现高质量发展与生态环境的共赢?因而,通过理论证实环境规制对企业产品质量升级以及消费者福利等的影响就显得尤为重要和迫切。

本文在非位似偏好的基本假定下,构建一般均衡模型,分析环境规制对企业产品质量、价格以及消费者福利的影响。模型分析表明:首先,环境规制强度的增加会促进企业产品质量的提升,这就从产品质量的视角验证了“波特假说”(Porter and Van der Linde, 1995);其次,环境规制实施带来的成本,不会完全转嫁给消费者,而是通过“成本加成效应”和“边际成本效应”两种渠道对产品价格施加作用相反的影响;特别的,存在最优的环境规制水平,能够实现企业排放减少和消费者福利提升二者之间的兼容;最后,对外开放政策对环境规制政策的实施具有重要的协调作用,贸易开放不但会强化环境规制对产品质量的促进作用,而且会减缓环境规制对产品价格的影响,最终带来消费者福利的提升。因此,本文为环境经济学的理论研究提供了重要补充,为后续有关环境规制的理论研究提供了拓展思路。

值得注意的是,关于环境规制的理论研究,大都为了分析的简便,在位似偏好的基础上进行理论分析(Egger et al., 2021)。位似偏好假定不仅与现实存在较大的偏差,更重要的是会导致企业的成本加成和产品定价等内在机制无法得到准确清晰的刻画。而在非位似偏好假定下,企业的成本加成会受到竞争的影响,产品价格是与企业边际生产成本和消费者需求弹性密切相关的(Simonovska, 2015);此外,在非位似偏好假定下,消费者福利不等于实际收入,而是通过消费者的效用来衡量。总的来说,采用非位似偏好假定,可以有效观察环境规制对企业产品价格影响的内在机制,并准确衡量环境规制对消费者福利的影响。

本文研究与环境规制对企业产品质量影响的文献紧密相关。从现有研究可知,当前学界主要通过经验检验的方法探讨环境规制对企业产品质量的影响,从微观理论层面研究二者关系的文献则较少。如盛丹和张慧玲(2017)结合中国政府在1998年开始实施的两控区环境管制政策,使用1997—2002年的海关数据进行经验分析,研究发现环境管制政策会促进企业产品质量的提升。而韩超和桑瑞聪(2018)同样依托两控区政策,结合2000—2006年中国工业企业数据库和中国海关统计数据库,研究发现,环境规制的实施会抑制产品质量的提升。可以看到,对于同一环境政策实施效果的研究,由于研究者使用数据或者方法的差异,得到的结论不尽相同。

本文研究还与环境规制对企业创新以及竞争力等的影响文献紧密相关。自“波特假说”提出以来,有关环境规制对企业创新以及竞争力等影响的研究层出不穷,但所得结论也不尽相同。Aghion et al. (2016)研究发现当企业面临更高的含税燃料价格时,会

<sup>1</sup> 2020全国两会期间,生态环境部“部长通道”以及《每日经济新闻》对生态环境部环境与经济政策研究中心主任的专访中都提及疫情之后出现了此类声音。

促使企业倾向于在清洁技术方面进行更多的创新。刘悦和周默涵（2018）在垄断竞争框架下，基于企业异质性理论，分析发现短期内，环境规制会降低企业的生产率，进而降低企业竞争力，但在长期一般均衡中，则会提高企业的生产率。此外，很多文献通过经验计量方法进行检验。Yang et al.（2012）研究发现，环境规制会促进企业的创新，严格的环境法规会提高产业竞争力。李鹏升和陈艳莹（2019）指出，在短期内，环境规制会抑制企业绿色生产率的提升，但是从长期来看，会促进企业绿色生产率的提升。

相较于现有文献，本文主要在以下三个方面做出了边际贡献。首先，既有文献仅在经验上检验环境规制对企业产品质量的影响，鲜有文献在理论上进行验证；并且相关理论主要使用位似偏好假定，研究环境规制对企业创新等的影响，缺乏对内在影响机制的探讨，而本文是在非位似偏好的假定下，构建理论模型，分析环境规制对企业产品质量、价格和消费者福利的影响。其次，本文研究发现，存在最优环境规制水平，能够实现企业排放减少和消费者福利提升二者之间的兼容。这就从理论层面有效阐释了“绿水青山就是金山银山”的内在经济逻辑。最后，与现有研究环境规制政策对企业影响的文献相比，本文进一步考察了对外开放政策与环境规制政策的协同配套作用。这就从生态文明建设角度为当前中国实施“以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”提供了重要的理论支撑。

## 二、封闭经济

本文试图构建理论模型，刻画环境规制对企业产品质量、价格以及消费者福利的影响，以为当前实施“以生态文明建设促高质量发展”的政策提供微观基础，并从理论上阐释“绿水青山何以成为金山银山”。本文假定在一个封闭经济体中，有  $L$  个消费者，且所有消费者都是代表性消费者，每个消费者提供一单位劳动力。

### （一）需求

假定代表性消费者的效用函数为非位似偏好，采用 Stone-Geary 类型的需求偏好，具体形式如下<sup>2</sup>：

$$U = \int_{\omega \in \Omega} \ln \left( 1 + \frac{z(\omega)q(\omega)}{\bar{q}} \right) d\omega - H(E), \quad (1)$$

其中， $q(\omega)$  是对产品  $\omega$  的需求， $z(\omega)$  表示产品  $\omega$  的质量； $\bar{q} > 0$  是常数，为了简化处理，我们假定  $\bar{q} = 1$ 。 $\Omega$  表示所有可以获得产品种类的集合； $E$  代表企业总污染排放，而  $H(E)$  为企业排放的污染给消费者带来的负效用， $E$  是  $H(E)$  的增函数，即随着  $E$  增大， $H(E)$  增大。结合消费者的预算约束条件： $\int_{\omega \in \Omega} p(\omega)q(\omega)d\omega = R$ ，根据效用最大化一阶条件，可以得到消费者的需求函数为：

$$q(\omega) = \frac{1}{z(\omega)} \left( \frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}(\omega)} - 1 \right), \quad (2)$$

<sup>2</sup> 原始的 Stone-Geary 效用函数的形式一般为： $\int_{\omega \in \Omega} \ln(q(\omega) + \bar{q})d\omega$ ，这里为了分析的简洁，借鉴 Hsu et al.（2018）对效用函数进行了仿射变换。

其中,为了简化讨论并且保持符号的简洁,借鉴 Fan et al. (2020),定义产品质量调整的价格为  $\tilde{p}(\omega) = \frac{p(\omega)}{z(\omega)}$ ,也即质量调整价格等于产品价格与质量之比。此外,  $\tilde{p}^*$  为窒息价格(choke price),具体形式为<sup>3</sup>:

$$\tilde{p}^* = \frac{R + P^*}{M_e}, \quad (3)$$

其中,  $P^* = \int_{\omega \in \Omega} \tilde{p}(\omega) d\omega$ ,为消费者所消费产品的总价格指数,  $M_e$ 是衡量消费者可以消费的产品种类数,  $R$ 是代表性消费者的收入。

因此,在给定产品质量调整价格  $\tilde{p}(\omega)$  的情况下,消费者对产品  $\omega$  的总需求函数为:

$$Q(\tilde{p}) = \frac{L}{z(\omega)} \left( \frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}(\omega)} - 1 \right). \quad (4)$$

对于给定产品质量调整价格  $\tilde{p}(\omega)$ ,由于对称偏好,各种类别产品的需求  $Q(\tilde{p})$  都是相同的。进一步我们可以求出对产品  $\omega$  需求的价格弹性  $\epsilon(\tilde{p}) = -\frac{d \ln Q(\tilde{p})}{d \ln \tilde{p}(\omega)} = \frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}^* - \tilde{p}}$ 。因此,可以看出,较高的消费者收入和较低的市场竞争会降低消费者对价格变化的敏感度,进而会对企业在市场中的定价行为产生影响。

## (二) 生产

劳动是唯一的生产要素,每个工人向当地劳动力市场提供一单位无弹性的劳动力,挣得工资为  $\omega$ ,进一步将代表性消费者的工资标准化为1。在垄断竞争条件下,每个企业都只生产和销售一种产品  $\omega$ ,为了进入市场,企业需要支付进入成本  $F_e$ 。(以有效的劳动力单位计)。跟随 Melitz (2003),在企业支付进入成本之后,会随机分配得到生产率  $\varphi$ ,服从帕累托分布,假定试图进入的企业数为  $M$ 。

企业的利润函数为:

$$\pi(\omega) = (\tilde{p}(\omega) - \tilde{c}) L \left( \frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}(\omega)} - 1 \right), \quad (5)$$

其中,  $\tilde{c} = \frac{c}{z(\omega)}$  是质量调整的边际成本,也即为生产的边际成本  $c$  与产品质量之比。给定质量调整的边际成本,企业会最大化其利润。因此,根据利润最大化一阶条件,可以得到企业的最优质量调整价格为:

$$\tilde{p}^*(\omega) = (\tilde{p}^* \tilde{c})^{\frac{1}{2}}. \quad (6)$$

将最优价格代入式(5),可以重新得到企业的利润函数为  $\pi(\omega) = L (\tilde{p}^{*\frac{1}{2}} - \tilde{c}^{\frac{1}{2}})^2$ 。从上述分析可以看到,最优价格和最优利润是取决于质量调整后的边际成本。

<sup>3</sup> 限于篇幅,未报告证明过程,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网 (<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>) 下载附录。

### （三）质量和排放

在生产侧，对于产品质量的刻画，借鉴 Feenstra and Romalis (2014)，生产率为  $\varphi$  的企业生产质量为  $z$  的一单位产出，需要  $l$  单位的劳动力，具体的生产函数形式为： $l = \frac{z^\eta}{\varphi}$ ， $\eta$  是测量质量差异化范围的参数，且  $\eta > 1$ 。

进一步，企业在生产过程中会排放污染，借鉴 Kreckemeier and Richter (2014)，对于生产率为  $\varphi$  的企业，其生产排放的具体形式为：

$$e = \frac{q(\omega)}{\varphi^\alpha}, \quad (7)$$

其中， $\frac{1}{\varphi^\alpha}$  是排放密度，定义为单位产出的排放量，并且是随企业生产率  $\varphi$  单调变化，而这种变化的程度取决于排放技术参数  $\alpha$ ，代表企业的排放技术水平。本文假定  $\alpha > 0$ ，表明每单位产出的排放随着生产率的提高而降低。<sup>4</sup> 韩超等 (2020) 基于中国现实数据发现，技术效率的提升会带来企业污染排放的减少，结合本文的理论设定，即当  $\alpha > 0$  时，生产率越高的企业，污染排放会越少。因此， $\alpha$  设定为大于 0 是具有现实依据的。然后，进一步假定政府会对每单位污染收取  $t$  单位的排污税（费），也即代表环境规制的强度。因此，企业排放的成本为  $t \frac{q(\omega)}{\varphi^\alpha}$ 。将企业的排放成本考虑到利润函数中时，即相当于将企业的排放成本考虑为生产的边际成本。所以，结合企业生产产品质量为  $z$  时的成本设定，企业的边际成本函数可以写为： $c = \frac{t}{\varphi^\alpha} + \frac{z^\eta}{\varphi}$ 。因此，企业质量调整的边际成本可以写为：

$$\tilde{c} = \frac{c}{z} = \frac{t}{z\varphi^\alpha} + \frac{z^{\eta-1}}{\varphi}. \quad (8)$$

根据包络定理，最大化利润等同于最小化质量调整的边际成本，所以最优质量的求解可以根据最小化质量调整边际成本的一阶条件得到，即根据式 (8)，求得最优产品质量为：

$$z^* = \left( \frac{t}{(\eta-1)\varphi^{\alpha-1}} \right)^{\frac{1}{\eta}}. \quad (9)$$

根据求得的最优产品质量式 (9)，可以求得  $\frac{\partial z^*}{\partial t} > 0$ ，也即得出环境规制的加强，会带动产品质量的提升。由此得到以下命题。

**命题 1** 环境规制程度的加强，会促进企业的产品质量升级。

本文基于非位似偏好假定，研究了环境规制对产品质量的影响，从产品质量视角验证了“波特假说”。环境规制政策的实施，主要目的是抑制企业污染排放，但是会导致企业生产成本增加。企业为应对环境规制的影响，会致力于减少污染排放，降低政策带来成本增加的影响，在此过程中也会对产品质量产生影响。从式 (7) 可以看出，企业的

<sup>4</sup> 与 Kreckemeier and Richter (2014)、Andersen (2016) 等文献相同，本文也假定  $\alpha > 0$ 。

污染排放与其自身产量和生产率是密切相关的,企业的产量越多,污染排放也就会越多;企业的生产率越高时,其污染排放则会越少。因此,当环境规制加强时,一方面,企业可能会减少产量,降低污染排放。如果企业单纯地减少产量,势必会影响自身的利润水平,企业为保持其利润,会通过提升产品质量的方式,影响产品价格,以达到既减少污染排放,也不降低自身利润的目的。另一方面,企业会通过提升生产率的方式,减少污染排放。企业为减少污染排放,可能会通过创新等措施,提升自身的生产率水平,进而带来产品质量的提升。结合中国已实施的环境规制政策,盛丹和张慧玲(2017)发现中国政府实施的两控区环境管制政策,导致企业产品质量的提升。

因此,结合求得的最优产品质量,企业质量调整的边际成本可以重新写为:

$$\tilde{c} = t^{\frac{\eta-1}{\eta}} (\varphi)^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right). \tag{10}$$

从需求函数中可以看出,当企业的质量调整价格过高时,消费者对产品会没有足够的需求,一旦产品价格过高,则产品的需求会降为零,也即质量调整的产品价格不能超过消费者的窒息价格。结合企业的零利润条件,可以得到如下形式:

$$\tilde{p}^*(\varphi) = \tilde{c}^* = \tilde{p}^*. \tag{11}$$

$\tilde{p}^*(\varphi)$  和  $\tilde{c}^*$  是处在进入门槛的质量调整价格和 质量调整的 边际成本,也即满足  $(\tilde{p}^* \tilde{c}^*)^{\frac{1}{2}} = \tilde{c}^* = \tilde{p}^*$ , 进而通过式(11)可以得到进入门槛的临界生产率  $\varphi^*$  为:

$$\varphi^* = \left[ \frac{\frac{1+P^*}{M_e}}{t^{\frac{\eta-1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)} \right]^{\frac{\eta}{\alpha-\alpha\eta-1}}. \tag{12}$$

通过将式(10)、(12)代入式(6)中,企业产品的最优价格可以重新写为:

$$\tilde{p}^*(\varphi) = \underbrace{\left( \frac{\varphi}{\varphi^*} \right)^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta}}}_{\text{mark up}} \underbrace{(\varphi)^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{\eta}} t^{\frac{\eta-1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)}_{\text{marginal cost}}. \tag{13}$$

同 Simonovska (2015) 所得结果类似,从式(13)可以看出,最优产品价格是企业成本加成和边际成本的乘积,并且生产率越高的企业,企业的成本加成也越大;此外,企业的最优产品价格和成本加成会随企业进入生产率门槛值的变化而变化。下面将在均衡中进行具体的分析。

#### (四) 加总和均衡

当企业的生产率  $\varphi$  超过临界生产率  $\varphi^*$  时,企业才能成功进入市场。因此,结合上文求得的临界生产率  $\varphi^*$ ,成功进入市场的企业数  $M_e$  的具体形式可以表示为:

$$M_e = M[1 - G(\varphi^*)], \tag{14}$$

其中,  $g(\varphi)$  是生产率  $\varphi$  的概率密度函数(pdf),相应的,  $G(\varphi)$  为累积分布函数(cdf)。因此,企业生产率  $\varphi$  的条件密度函数形式为:

$$\mu(\varphi) = \begin{cases} \frac{g(\varphi)}{1 - G(\varphi^*)}, & \text{if } \varphi \geq \varphi^* \\ 0, & \text{其他} \end{cases}. \tag{15}$$

结合式 (14)、(15) 对成功进入企业数和条件密度函数的假定，对总价格指数进行求解，具体形式如下：

$$P^* = M_e \int_{\varphi^*}^{\infty} \tilde{p}^*(\varphi) \mu(\varphi) d\varphi.$$

结合式 (13)，进一步可以求得总价格指数为：

$$P^* = \frac{1 - \alpha + \alpha\eta + 2\eta\kappa}{1 - \alpha + \alpha\eta}. \tag{16}$$

从式 (16) 中，可以看出求得的总价格指数和 Simonovska (2015) 结果相似，总的价格指数只与工资 ( $w=1$ ) 和一些外生参数有关，而与临界生产率等内生变量无关。

下面，进一步考虑企业的自由进入条件，也即企业的期望利润刚好等于企业进入的固定成本，具体形式如下：

$$f_e = \int_{\varphi^*}^{\infty} L (\tilde{p}^{*\frac{1}{2}} - \tilde{c}^{\frac{1}{2}})^2 dG(\varphi). \tag{17}$$

结合式 (10)、(12) 和 (16)，通过对式 (17) 的进一步求解，可以求得成功进入的企业数量  $M_e$ ，具体形式为：

$$M_e = \beta^{1 - \frac{\kappa\eta}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa\eta}} t^{-\frac{\kappa(\eta - 1)}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa\eta}}, \tag{18}$$

其中， $\beta$  是与环境规制  $t$  无关的，仅和一些外生参数相关。<sup>5</sup>

### (五) 比较静态分析

在这一小节，我们将讨论环境规制对企业进入临界生产率以及成功进入企业数的影响，并探究环境规制对产品价格的影响。

#### 1. 环境规制对临界生产率以及进入企业数的影响

我们将式 (16)、(18) 代入式 (12) 中，可以求得均衡条件下企业进入临界生产率，具体形式为：

$$\varphi^* = t^{\frac{\eta - 1}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa\eta}} \left[ \frac{2 \frac{1 - \alpha + \alpha\eta + \eta\kappa}{1 - \alpha + \alpha\eta} \beta^{\frac{-\kappa\eta}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa\eta}}}{\left(\frac{1}{\eta - 1}\right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left(\frac{1}{\eta - 1}\right)^{\frac{\eta - 1}{\eta}}} \right]^{\frac{\eta}{\alpha - \alpha\eta - 1}}. \tag{19}$$

结合式 (19)，可以得到  $\frac{\partial \varphi^*}{\partial t} > 0$ 。进一步根据式 (18)，可以求出成功进入企业数对环境规制的导数，得出  $\frac{\partial M_e}{\partial t} < 0$ 。因此，可以得出如下命题。

**命题 2** 环境规制的加强会提高企业进入市场的临界生产率，提升企业的进入门槛，减少进入企业的数量。

环境规制的加强使得企业的生产成本增加，为了抵消生产成本的增加，企业会进行研发创新或者引进新的生产技术，进而会带来企业生产率的提升；此外，一些无法克服

<sup>5</sup> 假定  $\beta = \left[ \frac{L}{f_e} \left( \frac{1}{\left(\frac{1}{\eta - 1}\right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left(\frac{1}{\eta - 1}\right)^{\frac{\eta - 1}{\eta}}} \right)^{\frac{-\kappa\eta}{\alpha - \alpha\eta - 1}} \left( 1 + \frac{1 - \alpha + \alpha\eta + 2\eta\kappa}{1 - \alpha + \alpha\eta} \right)^{\frac{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa\eta}{1 - \alpha + \alpha\eta}} \kappa b^{\kappa} \left[ \frac{1}{\kappa} + \frac{1}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa} - \frac{2}{1 - \alpha + \alpha\eta + \kappa} \right] \right]^{\frac{1 - \alpha + \alpha\eta}{\kappa\eta}}$ 。

环境规制所带来成本增加的企业, 会退出市场, 导致进入市场中的企业数减少。

2. 环境规制对产品价格的影响

将式 (19) 代入式 (13) 中, 可以得到均衡条件下企业产品的最优价格, 如下形式:

$$\tilde{p}^*(\varphi) = \underbrace{\varphi^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta}} \beta_1 t^{\frac{(1-\eta)(1-\alpha+\alpha\eta)}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}}_{\text{mark-up}} \underbrace{\varphi^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{\eta}} t^{\frac{\eta-1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)}_{\text{marginal cost}}, \quad (20)$$

其中,  $\beta_1 = \left[ \frac{2 \frac{1-\alpha+\alpha\eta+\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta} \beta_1^{\frac{-\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}}}{\left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}}} \right]^{\frac{1}{2}}$ , 从式 (20) 中我们可以看出, 环境规制既会影响企业的成本加成, 也会影响企业的边际成本。当环境规制加强时, 企业成本加成会减小<sup>6</sup>, 会降低企业的产品价格, 对产品价格产生一种向下的拉动作用, 本文称为环境规制的“成本加成效应”; 而当环境规制越强时, 企业边际成本会变得越大, 提高企业的产品价格, 对产品价格产生一种向上的拉动作用, 本文称为环境规制的“边际成本效应”。也即环境规制带来的成本增加不会完全传递给消费者, 而是通过两种作用相反的渠道影响产品价格。结合中国现实数据, 张志强 (2018) 通过经验研究发现环境规制降低了企业的成本加成, 提高了企业的成本和产品价格, 污染费征收具有边际成本的不完全传递效应。

进一步, 对式 (20) 化简, 可以重新得到企业的最优产品价格为:

$$\tilde{p}^*(\varphi) = t^{\frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}} \varphi^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta}} \beta_1 \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right).$$

从上式可以求出  $\frac{\partial \tilde{p}^*(\varphi)}{\partial t} > 0$ , 也即在长期均衡条件下, 环境规制会提高产品价格。

因此, 可以得到以下命题。

**命题 3** 环境规制会通过“成本加成效应”和“边际成本效应”两种作用相反的渠道影响企业的产品价格; 在长期均衡条件下, 环境规制的“边际成本效应”会占主导, 最终会导致产品价格的提高。

### 三、开放经济

本部分, 我们将模型拓展到开放经济, 同时考虑多个国家和包含贸易成本的情形。考虑经济体中含有  $J$  个国家, 每个国家  $j$  都有相同的劳动力禀赋  $L_j$ , 并且在每个国家的代表性消费者都具有相同的偏好, 效用函数都是非位似效用函数 (Stone-Geary)。在下文的表示方法上, 使用  $i$  表示来源国,  $j$  代表目的国, 在国家  $j$  的消费者可以消费的一

系列产品种类为  $\Omega_j (\Omega_j \equiv \sum_{i=1}^I \Omega_{ij})$ 。

<sup>6</sup> 环境规制的增强, 会直接影响排污企业的市场势力, 甚至导致一些企业的退出, 虽然减少了竞争, 但是也造成产品多样性的减少, 结合企业边际成本的增加以及消费者的需求价格弹性, 企业的市场定价能力并没有增加, 反而降低了其成本加成。



## (一) 需求

假定在国家  $j$  的消费者效用函数为  $U_j = \sum_{i=1}^I \int_{\omega \in \Omega_{ij}} \ln\left(1 + \frac{z_{ij}(\omega)q_{ij}^c(\omega)}{\bar{q}}\right) d\omega - \sum_{i=1}^I H(E_i)$ ，其中， $q_{ij}^c(\omega)$  是  $j$  国的代表性消费者对来自  $i$  国产品  $\omega$  的需求。结合消费者的预算约束  $\sum_{i=1}^I \int_{\omega \in \Omega_{ij}} p_{ij}(\omega) q_{ij}^c(\omega) d\omega = R_j$ ，根据消费者效用最大化条件，求得  $j$  国消费者的需求函数为：

$$q_{ij}^c(\omega) = \frac{1}{z_{ij}(\omega)} \left[ \frac{R_j + P_j^*}{N_j \tilde{p}_{ij}(\omega)} - 1 \right], \quad (21)$$

其中， $P_j^*$  是总价格指数，并且  $P_j^* = \sum_{i=1}^I \int_{\omega \in \Omega_{ij}} \tilde{p}_{ij}(\omega) d\omega$ ；与封闭情形下相同， $\tilde{p}_{ij}(\omega)$  为质量调整的产品价格； $N_j$  为在国家  $j$  可以消费的所有产品种类数；此外， $\tilde{p}_j^* = \frac{R_j + P_j^*}{N_j}$  为窒息价格。

因此， $j$  国消费者对产品  $\omega$  的总需求为：

$$q_{ij}(\omega) = \frac{L_j}{z_{ij}(\omega)} \left[ \frac{R_j + P_j^*}{N_j \tilde{p}_{ij}(\omega)} - 1 \right]. \quad (22)$$

## (二) 生产

在开放条件下，劳动是唯一的生产要素，国家  $j$  的每个工人向当地劳动力市场提供一单位无弹性的劳动力，挣得工资为  $w_j$ 。假定  $J_i$  是国家  $i$  潜在的企业数，也即是试图进入的企业数， $N_{ij}$  是从来源国  $i$  成功进入目的国  $j$  的企业数。进一步，我们假定来自  $i$  国的企业希望到目的国  $j$  销售产品，会面对单位运输成本  $\tau_{ij}$ ，并且  $\tau_{ij} > 1$ ， $\tau_{ii} = 1$ 。一个成功进入的企业在进行生产活动时，必须根据市场中所面对的需求，选择制定其产品价格。根据总需求函数式 (22)，可以得到企业的利润函数为

$$\pi_{ij}(\omega) = (\tilde{p}_{ij}(\omega) - \tilde{c}_{ij}) L_j \left[ \frac{R_j + P_j^*}{\tilde{N}_j \tilde{p}_{ij}(\omega)} - 1 \right],$$

其中， $\tilde{c}_{ij} = \frac{\tilde{c}}{z_{ij}(\omega)}$  是质量调整的边际成本。根据利润最大化一阶条件，可以求得开放情形下的最优产品价格为：

$$p_{ij}^*(\tilde{\omega}) = (\tilde{p}_j^* \tilde{c}_{ij})^{\frac{1}{2}}. \quad (23)$$

进而根据式 (23)，将企业最优产品价格代入利润函数中，企业的利润函数可以重新写为  $\pi_{ij} = L_j (\tilde{p}_j^* \frac{1}{2} - \tilde{c}_{ij} \frac{1}{2})^2$ 。

在生产侧，有关企业产品质量和污染排放的理论刻画，与封闭情形相同。因此，企业的边际成本可以表示为  $c_{ij} = \frac{t_i}{\varphi_{ij}^\alpha} + \frac{\omega_i \tau_{ij} z_{ij}^\beta}{\varphi_{ij}}$ ，进而企业的质量调整的边际成本为：

$$\tilde{c}_{ij} = \frac{c_{ij}}{z_{ij}(\omega)} = \frac{t_i}{z_{ij}\varphi_{ij}^\alpha} + \frac{\omega_i\tau_{ij}z_{ij}^{\eta-1}}{\varphi_{ij}} \tag{24}$$

同样，根据包络定理，结合式 (24)，求得开放情形下最优质量为：

$$z_{ij}^* = \left( \frac{t_i}{\omega_i\tau_{ij}(\eta-1)\varphi_{ij}^{\alpha-1}} \right)^{\frac{1}{\eta}} \tag{25}$$

根据式 (25)，可以求得  $\frac{\partial z_{ij}^*}{\partial t_i} > 0$ ；然后，进一步考虑贸易自由化在环境规制的质量升级效应中的影响，求得  $\frac{\partial^2 z_{ij}^*}{\partial t_i \tau_{ij}} < 0$ ，也即表明贸易自由化会强化环境规制的质量升级效应。因此，可以得到如下命题。

**命题 4** 在开放情形下，环境规制程度的加强会促进企业产品质量的提升；并且贸易自由化会强化环境规制的质量升级效应。

当贸易成本降低时，会强化环境规制的质量升级效应。一方面，贸易成本下降时，企业可以相对容易地从国外引进新的生产技术，用以抵消环境规制所带来的成本增加，也可以更加容易地从国外引入创新所需的生产要素，促进企业技术升级，以应对环境规制所带来的成本增加，进而带来产品质量提升。另一方面，随着贸易成本的降低，企业可以更加容易地进入国外市场，扩大产品市场范围，获得更多利润，用以支持进一步研发创新，应对国内环境规制加强所导致的成本增加，进而强化环境规制的产品质量升级效应。

下面，将式 (25) 代入式 (24)，企业质量调整的边际成本可以重新写为：

$$\tilde{c}_{ij} = t_i^{\frac{\eta-1}{\eta}} (\varphi_{ij})^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{\eta}} (\omega_i\tau_{ij})^{\frac{1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right) \tag{26}$$

根据前文分析可知，当企业的质量调整价格过高时，消费者对产品没有消费意愿，产品的需求为零，也即质量调整的价格不能超过消费者的窒息价格。进一步地，同时考虑企业的零利润条件，可以得到  $(\tilde{p}_j^* \tilde{c}_{ij})^{\frac{1}{2}} = \tilde{c}_{ij} = \tilde{p}_j^*$ ，进而可以求出企业的临界生产率：

$$\varphi_{ij}^* = \left[ \frac{\frac{\omega_j + P_j^*}{N_j}}{t_i^{\frac{\eta-1}{\eta}} (\omega_i\tau_{ij})^{\frac{1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)} \right]^{\frac{\eta}{\alpha-\alpha\eta-1}} \tag{27}$$

结合式 (26)、(27) 和消费者的窒息价格，可以得到企业的最优产品价格：

$$\tilde{p}_{ij}^*(\varphi_{ij}) = \underbrace{\left( \frac{\varphi_{ij}}{\varphi_{ij}^*} \right)^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta}}}_{\text{mark-up}} \underbrace{(\varphi_{ij})^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{\eta}} t_i^{\frac{\eta-1}{\eta}} (\omega_i\tau_{ij})^{\frac{1}{\eta}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)}_{\text{marginal cost}} \tag{28}$$

从式 (28) 可以看出，开放情形下企业的最优产品价格也是等于企业的成本加成和边际成本的乘积，并且最优产品价格会受到贸易成本的影响。

### (三) 均衡

出口国  $i$  的企业想要成功进入目的国  $j$ ，其生产率必须超过出口的临界生产率  $\varphi_{ij}^*$ ，成功进入的企业数为： $N_{ij} = J_i [1 - G_i(\varphi_{ij}^*)]$ 。

进而生产率  $\varphi_{ij}$  的条件密度函数则为  $\mu_{ij}(\varphi) = \begin{cases} \frac{g_i(\varphi)}{1-G_i(\varphi_{ij}^*)}, & \text{if } \varphi_{ij} \geq \varphi_{ij}^* \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ 。根据以上

定义，总价格指数可以写为  $P_j^* = \sum_{i=1}^I N_{ij} \int_{\varphi_{ij}^*}^{\infty} \tilde{p}_{ij}(\varphi) \mu_{ij}(\varphi) d\varphi$ ，结合式 (28)，可以求得开放情形下总价格指数为：

$$P_j^* = \omega_j \frac{1-\alpha+\alpha\eta+2\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta} \tag{29}$$

从式 (29) 中可以看出，总价格指数只与目的国  $j$  的工资和一些外生参数有关，而与临界生产率等其他内生变量无关。

下面，在一般均衡分析中，进一步考虑企业的自由进入条件，即出口国  $i$  的企业在目的国  $j$  的期望利润刚好等于企业进入成本  $f_e$ ，具体形式如下：

$$\omega_i f_e = \sum_{j=1}^J [1-G_i(\varphi_{ij}^*)] \int_{\varphi_{ij}^*}^{\infty} \pi_{ij} \mu_{ij}(\varphi) d\varphi \tag{30}$$

对企业的自由进入条件进一步化简<sup>7</sup>，可以看出环境规制和成功进入企业数之间存在反向关系。由于在多国非对称情形下企业的均衡条件过于复杂，只能得出环境规制和成功进入企业数的相关关系，无法得出具体表达式。因此，为简化分析，假定所有国家都是对称的，进而明确环境规制对企业产品价格等的影响。

(四) 多国对称情形

在这一小节，假定所有国家都是对称的，经济体中有  $n$  个国家，每个国家的劳动力禀赋为  $L$ ，所有代表性消费者的工资都为 1，并且假定国家之间的贸易成本也都是相同的，即单位运输成本满足  $\tau = \tau_{ij} = \tau_{ji}$ 。

下面对式 (30) 进一步化简，可以得到成功进入企业数为：

$$N = (1 + (n-1)\tau^{-\frac{\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} \beta^{\frac{\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} t^{-\frac{\kappa(\eta-1)}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} \tag{31}$$

根据对模型的求解，下面讨论在开放情形下，环境规制对企业进入临界生产率、成功进入企业数以及产品价格等的影响。

1. 开放条件下的环境规制与进入临界生产率

将式 (31) 代入式 (27) 中，可以得到均衡条件下的企业出口临界生产率：

$$\varphi_x = t^{\frac{\eta-1}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} \left[ \frac{2 \frac{1-\alpha+\alpha\eta+\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta} \beta^{\frac{-\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}}}{(1 + (n-1)\tau^{-\frac{\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} \tau^{\frac{1}{\eta}} \left( \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)} \right]^{\frac{\eta}{\alpha-\alpha\eta-1}} \tag{32}$$

<sup>7</sup> 得到  $\omega_i f_e = \sum_{j=1}^J L_j \kappa b_i^* \left( \frac{1}{t_i \frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{-\kappa\eta}{\alpha-\alpha\eta-1}} \left( \frac{\omega_j + P_j^*}{N_j} \right)^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta}} \left[ \frac{1}{(\omega_j \tau_{ij})^{\frac{1}{\eta}} \left( \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)} \right]^{\frac{-\kappa\eta}{\alpha-\alpha\eta-1}} \times \left( \frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{\eta} + \kappa} - \frac{2}{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta} + \kappa} \right)$ 。

根据式(32),可以得到,  $\frac{\partial \varphi_x}{\partial t} > 0$ ; 进一步,也可以得到  $\frac{\partial^2 \varphi_x}{\partial t \partial \tau} > 0$ 。因此,可以得到以下命题。

**命题5** 在开放条件下,环境规制的加强会提高企业进入出口市场的临界生产率;并且贸易自由化会减缓环境规制对进入出口市场临界生产率的抑制作用。

在开放情形下,环境规制的增强会导致企业成本的增加,一部分企业会进行研发创新或者引进新的生产技术,带动其生产率的提升,生产更高质量的产品,制定更高的价格,以应对成本的增加;但是有些企业无法有效地进行研发创新,面临退出市场的风险,当贸易成本降低时,其可以通过出口来应对环境规制的增加,进而存活下来。

### 2. 开放条件下的环境规制与进入企业数

根据式(31),可以求得  $\frac{\partial N}{\partial t} < 0$ ; 进一步,也可以求得  $\frac{\partial^2 N}{\partial t \partial \tau} > 0$ 。因此,可以得到如下命题。

**命题6** 在开放条件下,环境规制的加强会减少成功进入企业的数量;并且贸易自由化会减弱环境规制对成功进入企业数的抑制作用。

在开放情形下,环境规制加强会抑制企业的进入,但是贸易自由化可以缓解环境规制对企业进入临界生产率的抑制作用,进而会导致企业数增加,减弱环境规制对进入企业数的抑制作用。

### 3. 开放条件下的环境规制与产品价格

将式(32)代入式(28)中,可以得到均衡条件下的企业最优产品价格<sup>8</sup>:

$$\tilde{p}_x^*(\varphi) = \beta_2 (1 + (n-1) \tau^{\frac{-\kappa}{1-a+\alpha\eta}})^{\frac{1-a+\alpha\eta}{2(1-a+\alpha\eta+\kappa\eta)}} \frac{1}{\tau^{2\eta} t^{\frac{(\eta-1)(1-a+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta(1-a+\alpha\eta+\kappa\eta)}}} \varphi^{\frac{a-\alpha\eta-1}{2\eta}}, \quad (33)$$

其中,  $\beta_2 = \beta_1 \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)$ , 根据式(33),可以求得  $\frac{\partial \tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t} > 0$ ; 同时也可以求得  $\frac{\partial^2 \tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t \partial \tau} > 0$ 。<sup>9</sup> 因此,可以得到如下命题。

**命题7** 在开放条件下,环境规制的加强会提高企业产品的最优价格;并且贸易自由化会弱化环境规制的价格传递效应。

在开放条件下,环境规制的加强,也是通过“成本加成效应”和“边际成本效应”两种渠道影响企业的产品价格,并且最终会提高产品价格。此外,贸易成本也会通过影响企业的成本加成和边际成本,对产品价格产生影响。随着贸易成本的降低,一方面会带来边际成本的降低,另一方面也会导致市场竞争程度更加激烈,所以面对环境规制带来的成本增加,企业将不会大幅提高产品价格。

## 四、福利分析

通过前文分析,环境规制政策的实施会导致企业的成本增加,但是也会提高企业的

<sup>8</sup>  $\tilde{p}_x^*(\varphi) = \beta_1 \underbrace{\varphi^{\frac{1-a+\alpha\eta}{2\eta}} (1 + (n-1) \tau^{\frac{-\kappa}{1-a+\alpha\eta}})^{\frac{1-a+\alpha\eta}{2(1-a+\alpha\eta+\kappa\eta)}}}_{\text{mark up}} \frac{1}{\tau^{2\eta} t^{\frac{(\eta-1)(1-a+\alpha\eta)}{2\eta(1-a+\alpha\eta+\kappa\eta)}}} \underbrace{\varphi^{\frac{a-\alpha\eta-1}{\eta}} t^{\frac{\eta-1}{\eta}} \tau^{\frac{1}{\eta}}}_{\text{marginal cost}} \left( \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{-1}{\eta}} + \left( \frac{1}{\eta-1} \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)$ 。

<sup>9</sup> 限于篇幅,未报告证明过程,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网 (<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>) 下载附录。

生产率，促进企业产品质量的提升，并且从长期来看，企业在面对环境规制带来的成本增加时，会通过提高产品价格的方式，将成本增加的一部分转嫁给消费者。由此，对于消费者而言，环境规制的实施会带来企业产品质量的提升，但是也会带来产品价格的提高，进而会影响消费者的需求对其福利产生影响。此外，环境规制的实施，也会通过减少污染排放，带来消费者福利的增加。因此，在这一部分，本文分别从需求和排放两个角度，分析环境规制对消费者福利的影响，并且分析对外开放政策在环境政策实施中的协调作用。

(一) 封闭情形

1. 需求角度

首先，从需求角度分析环境规制的实施对消费者福利的影响，根据前文消费者需求偏好的设定，定义  $U_1 = \int_{\omega \in \Omega} \ln(1 + z(\omega)q(\omega))d\omega$ ，代表需求对消费者福利的影响。<sup>10</sup> 通过将需求函数式 (2) 代入  $U_1$ ，可以得到有关需求的间接效用函数， $U_1 = \int_{\omega \in \Omega} \ln\left(\frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}(\omega)}\right) d\omega$ 。进而，根据封闭情形下的均衡分析结果，将求出的均衡条件，最优质量、最优价格、成功进入企业数以及临界生产率等代入  $U_1$  中进行分析。得到从需求角度分析的消费者福利为：

$$U_1 = M\varphi^{*-\kappa} b^\kappa \left[ \ln \frac{1-\alpha+\alpha\eta+2\eta\kappa}{t \frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)} \beta_2} - \frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta} \left( \ln\varphi^* + \frac{1}{\kappa} \right) \right]. \quad (34)$$

根据式 (34)，可以得出  $t$  与  $U_1$  之间的关系，也即环境规制从需求角度对消费者福利产生的影响。但是，由于  $\frac{\partial U_1}{\partial t}$  的计算过于复杂，导致无法根据直接求导的方式判断出  $\frac{\partial U_1}{\partial t}$  值的大小。因此，我们通过数值模拟的方式，刻画环境规制  $t$  与  $U_1$  之间的关系。借助 Mathematica 软件，对除  $t$  之外的其他参数赋值<sup>11</sup>，令  $\alpha=0.5$ ， $\eta=1.75$ ， $\kappa=7.68$ ， $b=0.1$ ， $L=100$ ， $f_e=1$ ；然后画出  $t$  与  $U_1$  之间的关系，如图 1 所示。

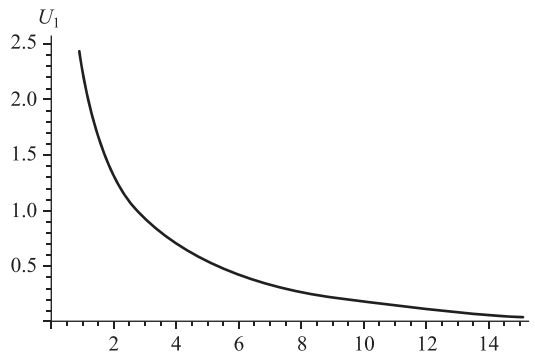


图 1 环境规制与仅考虑需求时消费者福利的关系

<sup>10</sup> 消费者效用函数的前半部分，此时，只考虑需求的影响，没有考虑污染排放的影响。

<sup>11</sup> 有关  $\eta$  的取值，我们参考 Fan et al. (2020) 的研究， $\eta=1.75$ ； $\kappa$  的取值参考毛海涛等 (2019) 的研究， $\kappa=7.68$ ；其他参数的取值不会影响分析结果。

从图 1 可以看出, 当环境规制强度不断增加时, 从需求角度来看, 消费者的福利是在不断下滑的, 也即随着  $t$  的增加,  $U_1$  是在不断减小的。尽管环境规制的增强, 可以带来产品质量的提升, 会在一定程度上提高消费者的福利, 但是也会带来产品价格的上升。从得到的结果可以看出, 环境规制带来的价格传递效应对消费者的影响, 要大于环境规制带来的质量提升效应, 所以会导致消费者的福利随着环境规制的增加而降低。

### 2. 排放角度

在这一小节, 从企业排放角度验证环境规制抑制企业排放的效果。如果环境规制的实施确实起到了减少企业排放的效果, 那么对消费者来说, 将会提升其福利水平。因此, 在这一小节, 本文从理论上验证环境规制的排放抑制效果对消费者福利提升的影响。进一步, 我们将式 (9)、(16)、(18) 和 (20) 代入式 (3), 可以得到企业的排放, 具体形式如下:

$$e = \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{-\frac{1}{\eta}} \varphi^{\frac{\alpha-1-\alpha\eta}{\eta}} \left[ \frac{t^{\frac{-1+\alpha-2\kappa\eta-\eta-\alpha\eta^2}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}} \left(1 + \frac{1-\alpha+\alpha\eta+2\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}\right)^{\frac{1}{2}}}{\beta^{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}} \right]^{\frac{1}{2}} \left( \varphi \right)^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta}} \left( \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{-\frac{1}{\eta}} + \left(\frac{1}{\eta-1}\right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{2}} - t^{-\frac{1}{\eta}} \tag{35}$$

根据式 (35), 由于  $\frac{\partial e}{\partial t}$  的计算过于复杂, 导致无法根据直接求导的方式判断出  $\frac{\partial e}{\partial t}$  值的大小。因此, 我们通过数值模拟的方式, 刻画环境规制  $t$  与企业排放  $e$  之间的关系。借助 Mathematica 软件<sup>12</sup>, 画出  $t$  与  $e$  之间的关系, 如图 2 所示。

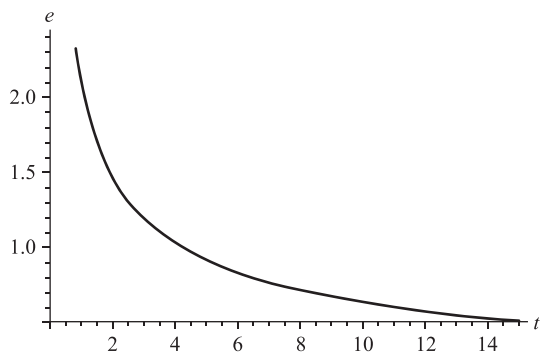


图 2 环境规制与企业污染排放的关系

从图 2 可以看出,  $t$  与  $e$  之间存在递减的关系, 也即  $t$  越大,  $e$  就越小。因此, 环境规制的实施确实会起到抑制企业排放的效果。根据上述分析, 本文在理论上验证了环境规制对企业排放确实达到了明显的抑制效果。通过反复多次改变其他参数的赋值, 尤其是改变不同生产率  $\varphi$  的赋值, 可以发现,  $t$  与  $e$  之间的关系都是递减的关系, 也即对于所有不同生产率的企业, 环境规制的实施都起到降低企业排放的效果, 进而达到总排放减少的效果, 带来消费者福利的提升。

<sup>12</sup> 对除  $t$  之外的其他参数赋值, 令  $\phi=2.5, \alpha=0.5, \eta=1.75, \kappa=7.68, b=0.1, L=100, f_e=1$ ; 其中,  $\eta$  和  $\kappa$  的取值和前文一致, 通过反复多次改变其他参数的赋值,  $t$  与  $e$  之间的关系都呈现递减的趋势, 也即表明结果是稳健的。

### 3. 整体影响

根据前面的分析，从需求角度研究发现，环境规制的实施会降低消费者福利，而从排放角度研究发现，环境规制的实施会提升消费者的福利水平。接下来，从整体出发，同时考虑需求和排放的影响，研究环境规制对消费者福利的影响。我们进一步加总所有企业的排放<sup>13</sup>，得到  $E$ ，并且假定  $H(E)$  与  $E$  之间是线性关系，也即  $H(E) = E$ 。由此，直接将  $E$  代入到消费者的效用函数中，分析环境规制对消费者福利的影响。

同样，通过数值模拟的方式，刻画环境规制  $t$  与消费者整体福利  $U$  之间的关系。借助 Mathematica 软件，对除  $t$  之外的其他参数赋值，通过反复多次改变参数的赋值，发现  $t$  与  $U$  之间的关系会受到  $\alpha$  值大小的影响。当  $\alpha > 0.8$  时， $t$  与  $U$  之间的关系都呈现倒 U 形的趋势；而当  $0 < \alpha < 0.8$  时， $t$  与  $U$  之间呈现递减的关系，随着  $t$  的增加， $U$  是在不断减小的。具体如图 3 所示。其他参数的取值和前文相同。

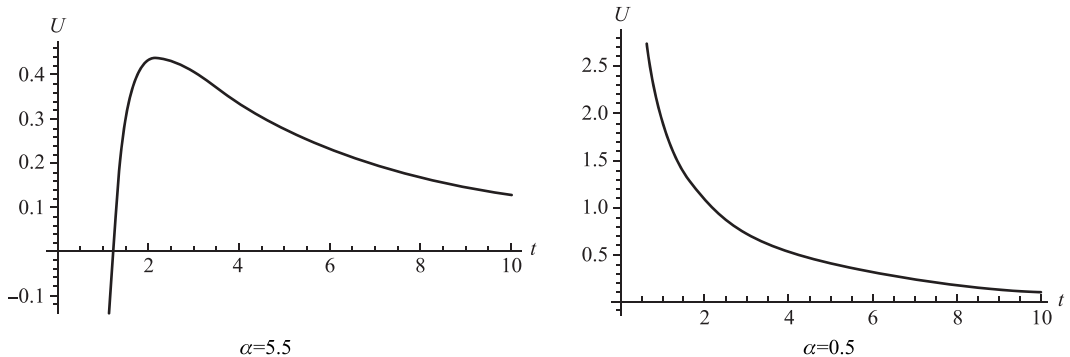


图3 当排放技术参数取值不同时环境规制与消费者福利的关系

从图3可以看出，当  $\alpha = 5.5$  时， $t$  与  $U$  之间的关系呈现出倒 U 形关系，也即随着  $t$  的增加，在开始阶段，消费者的福利是在快速增加的，即当  $t$  小于 2.25 时，环境规制所产生的排放效应是占主导的，大于环境规制所带来的需求效应，进而导致消费者的福利提升；当  $t$  大于 2.25 时，随着  $t$  的增加，消费者的福利开始下降，也即环境规制的需求效应大于减少排放所带来福利增加的效果，导致消费者的福利开始下降。通过上述分析，可以看出，存在着一个最优的环境规制水平，既可以达到减少企业排放的效果，也可以带来消费者福利的增加。而当  $\alpha = 0.5$  时， $t$  与  $U$  之间呈现递减的关系，随着  $t$  的增加， $U$  是在不断减小的，也即企业的排放技术水平较低时，会导致环境规制所产生的减排效果对消费者福利提升的影响，小于其对需求影响所带来福利下降的效果，进而会降低消费者的福利。因此，可以得到以下命题。

**命题 8** 环境规制的实施会通过需求和排放两个角度影响消费者的福利，并且会受到企业排放技术参数  $\alpha$  大小的影响。只有当  $\alpha$  较大时，会存在着一个最优的环境规制水平，既可以达到减少企业排放的效果，也可以带来消费者福利的提升。

通过上述分析，可以看到，环境规制对消费者福利的影响，是通过需求和排放两个渠道产生效果相反的影响，从整体来看，也会受到企业排放技术的影响。因此，对于政

<sup>13</sup>  $E = \int_{\varphi^*}^{\infty} eM dG(\varphi)$ ，限于篇幅，未报告具体计算过程，感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网 (<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>) 下载附录。

府来说,在实施严格的环境规制标准的同时,可以通过提高对企业减排技术的研发支持,使得一些企业既可以减少污染排放,也能够更好地生存发展。具体来说,政府可以给予减排技术研发企业资金支持、税收优惠以及绿色信贷等政策支持,以期提升企业的减排技术,寻求最优的环境规制水平,达到改善环境质量和提升消费者福利的目的。这可以从根本上打破传统的环境保护和经济发展之间的悖论,达到生态建设和民生福祉的协调发展,真正践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念。

## (二) 开放情形

在这一小节,考虑在各国对称情形下,环境规制政策和贸易政策对消费者福利的协同影响。基于上文分析已知,当排放技术参数 $\alpha$ 较大时,环境规制与消费者福利之间存在倒U形的关系,存在最优环境规制水平。基于此,本文结合中国企业的污染排放数据和生产率数据,估计企业排放技术参数 $\alpha$ 的值,进而验证中国目前实施的环境政策是否存在最优规制水平,为环境政策的实施提供微观理论基础。

首先,结合前文的分析,同时从需求和排放的角度分析环境规制对消费者福利的影响。根据开放情形下的均衡条件,结合消费者的需求偏好,加总企业的排放,可以求得消费者的福利。具体形式如下<sup>14</sup>:

$$U = \int_{\varphi^*}^{\infty} \ln\left(\frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}(\omega)}\right) J dG(\varphi) + (n-1) \int_{\varphi_x^*}^{\infty} \ln\left(\frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}_x(\omega)}\right) J dG(\varphi) - (E_1 + (n-1)E_2),$$

其中,上式中第一项为消费者消费本国产品所获得的效用,第二项为消费外国产品带来的效用, $E_1$ 为企业生产在本国销售的产品所产生的总污染排放, $E_2$ 为企业生产在外国销售的产品产生的总污染排放。<sup>15</sup>

根据上述求得的福利表达式,可以分析环境规制和贸易自由化对消费者福利的影响。在进行消费者福利分析之前,我们先估算企业的排放技术参数 $\alpha$ 。具体分析如下。

### 1. 排放技术参数的估算

根据企业生产排放的设定式(7)可以得出,排放技术参数 $\alpha$ 是企业污染排放 $e$ 和企业生产率 $\varphi$ 的弹性。因此,结合1999—2007年的中国工业企业数据库和中国工业企业污染排放数据库,得到企业污染排放数据和生产率数据,借助Stata软件,通过回归分析的方法对排放技术参数 $\alpha$ 进行估计。对于企业的排放,主要选取了工业废水和工业废气排放量作为企业污染排放指标<sup>16</sup>,生产率的计算使用lp方法,并且选取了企业产量、企业年龄、资本密集度、出口密集度、行业新产品比重等作为控制变量。在进行技术参数 $\alpha$ 的估算时,由于是对弹性的估算,所以对所有变量进行取对数处理。<sup>17</sup>通过分析,分别估计出企业废水排放和企业废气排放的技术参数, $\alpha$ 值分别为2.6和3.5。

<sup>14</sup> 限于篇幅,未报告具体计算过程和结果,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载附录。

<sup>15</sup> 其中 $E_1 = \int_{\varphi^*}^{\infty} e_1 J dG(\varphi)$ ,  $E_2 = \int_{\varphi_x^*}^{\infty} e_2 J dG(\varphi)$ 。

<sup>16</sup> 本文也选取了其他指标进行分析,分别从需氧量排放量和氨氮排放量,以及二氧化硫排放和烟尘排放的角度,对参数 $\alpha$ 进行估计,并进行参数模拟,得到的结果没有显著差异。

<sup>17</sup> 污染排放数据中存在很多零值,本文将污染数据加1之后取对数进行分析。



## 2. 环境规制对福利的影响

在估计出企业排放的技术参数值 $\alpha$ 之后，下面将分析环境规制对消费者福利的影响，并且考虑贸易开放在其中起到的协调作用。同样，借助 Mathematica 软件，通过数值模拟的方式，刻画环境规制 $t$ 与消费者福利 $U$ 之间的关系，其他参数取值和前文相同。

以企业废水排放为例<sup>18</sup>，也即当 $\alpha=2.6$ 时，分析环境规制 $t$ 与消费者福利 $U$ 之间的关系，并且考虑贸易成本在其中的协调作用。通过数值模拟分别画出当 $\tau=1.5$ 和 $\tau=1.3$ 时，环境规制和消费者福利的关系，如图4所示。<sup>19</sup>

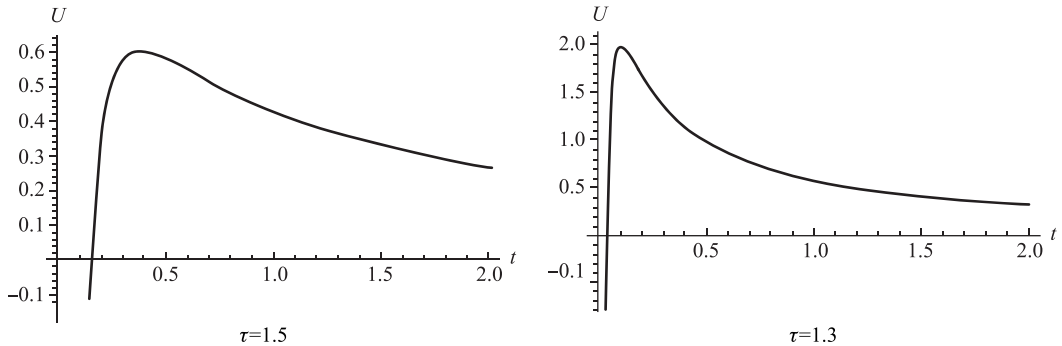


图4 当贸易成本取值不同时环境规制与消费者福利的关系

通过图4可以看出，从企业废水排放角度分析，环境规制与消费者福利之间存在倒U形的关系，也即说明存在最优的环境规制水平，既可以带来消费者效用的最大化，也可以达到减少企业排放的效果。当贸易成本由1.5减少到1.3时，从图中纵轴可以看到，消费者整体福利是在增加的，对于 $\tau=1.3$ 时，每一环境规制水平 $t$ 在图中所对应纵轴的福利水平，都是大于 $\tau=1.5$ 时的情况；进一步，从图中也可以发现， $\tau=1.3$ 时，在最优环境规制水平对应的消费者福利为2.02，而 $\tau=1.5$ 时，消费者福利则为0.6；对于消费者来说，贸易成本较低的情况下，最优环境规制水平所对应的消费者福利远大于贸易成本较高的情形，也即说明贸易开放在环境规制对消费者福利影响中有着重要的协调作用，会带来消费者福利的提升。结合中国的现实状况，政府应坚决摒弃传统的环境与经济发展相悖的观点，坚持新发展理念，制定合理的环境规制政策，实现生态和经济发展的和谐统一；同时，也应进一步实施对外开放政策，加强环境政策和贸易政策协同配套，从生态文明角度构建“双循环”的新发展格局。

## 五、结论和启示

近年来，中国政府实施了一系列环境规制政策，国内环境质量得到一定的改善。环境规制政策的实施不仅会带来环境质量的改善，也会对经济高质量发展产生重要影响。具体来说，从微观企业角度，环境规制一方面会减少企业污染排放，另一方面也会影响企业产品质量和价格，进而会对消费者福利产生影响。本文主要基于非位似偏好的视

<sup>18</sup> 从企业废气排放角度的福利分析结果与从废水排放角度相同，限于篇幅，未报告分析结果，感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载附录。

<sup>19</sup> 本文也同时选取了多组贸易成本的值，不影响分析结果。

角,建立垄断竞争条件下的一般均衡模型,研究环境规制对企业产品质量、产品价格以及消费者福利的影响,并且考虑贸易开放在环境规制政策实施中的协调作用。

本文的基本结论如下:第一,本文研究发现环境规制加强会导致企业产品质量提升,从产品质量视角验证了“波特假说”,在开放经济中,贸易开放会强化环境规制对企业产品质量的促进作用。第二,本文研究发现环境规制所带来的成本增加,不会完全转嫁给消费者,而是通过“成本加成效应”和“边际成本效应”两种作用相反的渠道影响产品价格;在长期均衡条件下,环境规制的实施会导致产品价格的提高,并且贸易开放会弱化环境规制的价格传递效应。第三,根据本文的理论分析,环境规制会通过需求和排放两个角度影响消费者福利,存在一个最优环境规制水平,既可以带来消费者福利的提升,也可以达到减少企业排放的目的,并且贸易开放会提升环境规制对消费者福利的影响。

基于上述研究结论,本文蕴含着丰富的政策含义:第一,为实现经济高质量发展,中国应该坚定不移地实施“以生态文明建设促高质量发展”政策,制定科学合理的环境规制政策。具体来说,可以根据企业不同类型的污染排放,制定不同的排放征收标准,以实现降低污染排放和消费者福利提升二者之间的兼容。第二,在制定环境规制政策时,也应加大对企业减排技术的研发支持,政府可以给予减排技术研发企业资金支持、税收优惠以及绿色信贷等政策支持,而不只是通过严苛的环境规制政策采取“一刀切”式的简单治理;并且政府也应注意到环境规制加强时导致企业退出可能带来的短期失业问题,可以通过再就业、失业保险等社会保障制度降低影响。第三,贸易开放在环境规制政策实施中具有重要的协调作用。因此,中国应该加强生态产业政策和贸易政策的协同配套,在充分发展国内市场的同时,应继续实施扩大对外开放政策,从生态文明的视角构建“双循环”新发展格局。具体来说,可以通过实施降低进口关税总水平,持续放宽市场准入,以及积极有序建设自由贸易试验区等措施持续实施扩大对外开放政策。

## 参考文献

- [1] Aghion, P., A. Dechezleprêtre, D. Hemous, R. Martin, and J. V. Reenen, “Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry”, *Journal of Political Economy*, 2016, 124 (1), 1-51.
- [2] Andersen, D. C., “Credit Constraints, Technology Upgrading, and the Environment”, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2016, 3 (2), 283-319.
- [3] 杜龙政、赵云辉、陶克涛、林伟芬,“环境规制、治理转型对绿色竞争力提升的复合效应——基于中国工业的经验证据”,《经济研究》,2019年第10期,第106—120页。
- [4] Egger, H., U. Kreickemeier, and P. M. Richter, “Environmental Policy and Firm Selection in the Open Economy”, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2021, 8 (4), 655-690.
- [5] Fan, H. C., Y. M. Li, S. C. Xu, and S. R. Yeaple, “Quality, Variable Markups, and Welfare: A Quantitative General Equilibrium Analysis of Export Prices”, *Journal of International Economics*, 2020, 125, 103327.
- [6] Feenstra, R. C., and J. Romalis, “International Prices and Endogenous Quality”, *Quarterly Journal of Economics*, 2014, 129 (2), 477-527.
- [7] 韩超、桑瑞聪,“环境规制约束下的企业产品转换与产品质量提升”,《中国工业经济》,2018年第2期,第43—62页。
- [8] 韩超、陈震、王震,“节能目标约束下企业污染减排效应的机制研究”,《中国工业经济》,2020年第10期,第43—61页。

- [9] Hsu, W. T., L. Lu, and P. Picard, "Income Inequality, Productivity, and International Trade", 2018, CREA Discussion Paper Series.
- [10] Kreickemeier, U., and P. M. Richter, "Trade and the Environment: The Role of Firm Heterogeneity", *Review of International Economics*, 2014, 22 (2), 209-225.
- [11] 李鹏升、陈艳莹, "环境规制、企业议价能力和绿色全要素生产率", 《财贸经济》, 2019 年第 11 期, 第 144—160 页。
- [12] 刘悦、周默涵, "环境规制是否会妨碍企业竞争力: 基于异质性企业的理论分析", 《世界经济》, 2018 年第 4 期, 第 150—167 页。
- [13] 毛海涛、钱学锋、张浩, "中国离贸易强国有多远: 基于标准化贸易利益视角", 《世界经济》, 2019 年第 12 期, 第 3—26 页。
- [14] Melitz, M., "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity", *Econometrica*, 2003, 71 (6), 1695-1725.
- [15] Porter, M. E., and C. van der Linde, "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9 (4), 97-118.
- [16] 盛丹、张慧玲, "环境管制与我国的出口产品质量升级——基于两控区政策的考察", 《财贸经济》, 2017 年第 8 期, 第 80—97 页。
- [17] Simonovska, I., "Income Differences and Prices of Tradables: Insights from an Online Retailer", *Review of Economic Studies*, 2015, 82 (4), 1612-1656.
- [18] Yang, C., Y. Tseng, and C. Chen, "Environmental Regulations, Induced R&D, and Productivity: Evidence from Taiwan's Manufacturing Industries", *Resource and Energy Economics*, 2012, 34 (4), 514-532.
- [19] 张志强, "环境管制、价格传递与中国制造业企业污染费负担——基于重点监控企业排污费的证据", 《产业经济研究》, 2018 年第 4 期, 第 65—75 页。

## Why Lucid Waters and Lush Mountains are Invaluable Assets? —Environmental Regulation, Product Quality and Consumer Welfare

QIAN Xuefeng MAO Haitao  
(Zhongnan University of Economics and Law)  
LIU Zhao\*  
(Hefei University of Technology)

**Abstract:** We construct a general equilibrium model with Stone-Geary type demand structure to analyze the impact of environmental regulation policy on product quality, price and consumer welfare. The model analysis shows that: the strengthening of environmental regulation will improve the quality of products, but the increase in cost will not be fully transferred to consumers. Furthermore, there is an optimal level of environmental regulation which can achieve the compatibility between the reduction of enterprise emission and improvement of consumer welfare. Trade openness has a positive effect in promoting the impact of environmental regulation on product quality and consumer welfare.

**Keywords:** environmental regulation; product quality; welfare

**JEL Classification:** Q58, D21, Q56

---

\* Corresponding Author: Liu Zhao, School of Economics, Hefei University of Technology, No. 485 Danxia Road, Hefei, Anhui 230601, China; Tel: 86-15927685110; E-mail: liuzhao\_06@126.com.