# 一般均衡模型中排污收费对行业产出的不确定性影响

## ——基于中国排污收费改革分析

张友国

（中国社会科学院研究生院　北京 100102）

摘要：随着市场经济体制的不断发展，采用经济手段治理环境正成为中国在环境管理领域内的改革方向。这些以环境保护为目标的经济工具对中国经济的影响应该被充分认识。因此，本文首先拓展了 Alfred（1983）在局部均衡框架内建立的一个排污费分析模型，在一般均衡框架内论证了排污费对行业产出的不确定性影响。本文认为中国的排污收费改革不会对中国各行业的产出造成显著的影响，并认为中国可以在环境领域内尝试更多的、更有力度的经济政策工具。

关键词：排污收费 一般均衡分析

中国图书分类号：F8

JEL: H23

## 一、引言

20 世纪 60 年代末 70 年代初，随着全球环境和生态保护浪潮的掀起，环境政策开始兴起于西方工业化国家。不过刚开始，人们普遍认为经济增长与环境保护是矛盾的，因此政府把命令控制手段（Command and Control，简称CAC）当作是环境质量管理方面的主要措施。后来人们逐渐意识到，命令控制手段存在诸多缺陷：需要强制措施来保障其顺利实施，及由此带来的巨大成本；容易受到行政干预；缺乏对企业加强污染控制的刺激作用；更严重的是，命令控制手段牺牲了经济增长，缺乏经济有效性（Jean-Philippe Barbe，1994）。因而，为了找到成本更低、更有效率的政策工具，20 世纪 80 年代后期以来，世界各国的研究者和决策者开始把注意力投向经济手段（Economic instruments，简称 EIs）[1]，以期实现环境政策的经济有效性和全球的可持续发展。

中国开始着手制定自己的环境政策的时间与西方国家基本同时。目前中国环境政策的主要内容包括，环境污染控制政策，生态保护政策与国际环境政策。其中，污染控制政策是中国环境政策的主体。中国早在 1979 颁布实施的《环境保护法（试行）》中，就引进了当时国际上的“环境影响评价制度”和“污染者付费原则”（Polluter-pays-priciple,简称 PPP），规定了环境影响报告和排污收费标准。

但以往中国所实行的排污收费主要是对排污浓度收费[2]。针对这种状况，中国政府有关部门根据国务院《排污费征收使用管理条例》（国务院令字第 369 号），制定了新的《排污费征收标准管理办法》，并自 2003 年 7 月 1 日起施行（国家计委、财政部、国家环保总局、国家经贸委令第 31 号）。这一环境政策改革的核心内容是：使排污费成为排污者对环境造

---

1 许多文献中经济手段都被误称为“基于市场的工具”或“市场工具”，但它们是有区别的概念。

2 王金南等（1998）系统论述了中国这种超标排污收费方法存在的主要缺陷：1，现行的排污收费主要是对超过国家或地方排放标准的排污单位征收超标排污费，而对已经达到或低于排放标准的，免征排污费；2，主要根据污染物排放浓度超标收费，而基本上不考虑污染物排放总量；3，当排污单位有多种污染物超标排放时，仅对其中收费额较高的污染因子收费，导致排污单位治理污染时，仅考虑被收费的污染物；4，收费标准规定的收费对象主要是传递污染物的介质，而不是针对污染物质本身，收费标准偏低且收费项目不全面。

成损害的补偿费用，由按浓度标准收取排污费向按总量标准收取排污费转变；由单因子标准向多因子标准转变；并逐渐提高征收标准，最终使排污收费高于污染治理的成本，促使排污者治理污染。但是作为一个发展中国家，中国承受着比发达国家更为沉重的双重压力：既要积极稳妥地保护和改善环境，又要不遗余力地发展经济。那么衍生于西方发达国家的环境政策工具是否也能恰当地在中国发挥作用呢？又由于中国目前正处于现代化进程中的工业化阶段，因此从行业这个经济层面来分析排污费的影响，具体分析排污费对行业产出的影响是十分有意义的。

从纯技术的角度而言，污染物是生产过程的副产品，其排放水平或多或少与生产者的产出水平或投入水平相关；从经济学的角度看，污染物可被当作一种独立的生产投入（既可以是自由品，也可以因为被征税而成为有偿使用品）（Braulke 和 Enotres 1985）。经济学家在分析排污费的经济影响时多半从这两个角度出发。

Wertz（1974）建立一个局部均衡模型，分析了短期内排污费对行业产出、利润价格等一系列经济指标的影响。他的分析表明，在短期内，如果行业的边际成本曲线是向上倾斜的，则排污费的增加将使行业的产量下降，需求和供给的弹性越大，产出水平下降得越多。因此，在短期内，排污费可以看成是一种有效的污染控制方式。然而在长期中由于相关的经济参数（如价格）会发生变化，因此排污费对污染排放的影响是不是那么直观呢？

Burrows（1979）的分析证明，排污费对行业规模和产出的影响取决与行业边际破坏成本曲线的性质。如果一个行业具有向上的边际破坏成本曲线，则对该行业征收排污费会使它的产出过小，从而不能实现最优的排污和产出水平。Carlton 和 Loury（1980）的研究也表明：如果排污率是生产规模的函数，则单一的排污收费不会使污染行业的企业数目处于最佳水平。

Alfred（1983）采用了比较静态分析与长期均衡状态下利润为零这一原理相结合的方法，构造了一个简单的利润函数模型分析了排污收费对污染排放的影响。对排污费在污染控制上的作用进行了分析。这个模型中假定劳动是唯一的生产投入，且劳动被分成两类：一类用于制造产品，另一类用于减少污染。污染排放被假定为排污系数与产量的线形函数，同时排污系数是用于减少污染的劳动和产量的函数。他证明排污收费与污染排放并不存在必然的负相关关系。

但他证明这个结论只是对单个的企业而言的，对于整个行业而言，由于行业存在确定向下的需求曲线，因此排污收费一定能够降低整个行业的污染排放。Alfred 分析排污费时采用的这种分析方法是非常恰当的，但他没有分析排污收费与产出之间的关系。另外，在一般均衡模型中，单个行业的需求曲线也不再是确定不变的曲线，所以有必要修正他的研究结论。

## 二、一般均衡框架下排污收费对行业产出的影响

在局部均衡这种孤立分析的情形中，可以容易地假定市场结构是完全竞争的，向上的供给曲线和向下的需求曲线。这样，在局部均衡框架下，排污收费所产生的影响是一个相对明确的结论：在短期内，凡是排放污染物的生产者都要支付排污费用；在排污收费率高于污染减排边际成本的情况下，生产者会被迫减少污染的排放；并且这些生产者的生产成本会因此而提高，导致产品价格上升、产品需求量的减少，从而降低产出、减少污染排放。

但在一般均衡框架下，因为排污收费影响了所有的市场，其影响取决于众多商品和投入的供给曲线、需求曲线的反应，生产要素密度、替代的难易和流动性（哈维.S.罗森，2000）。如此纷繁复杂的信息委实难以获知和处理，因此任何分析模型都难以对排污费的影响进行测度。Alfred（1983）模型对于局部均衡框架下的排污收费分析具有很好的代表性。可以将资本也引入利润函数来拓展他的模型，并用来分析一般均衡模型中排污收费对行业产出的影

响。因为在一般均衡模型中，单个行业只是一个生产者，其性质类似局部均衡模型中的企业。

对排污收费标准改革进行模拟必须合理地将排污收费减少污染的作用机制刻画在模型中。一般根据污染物产生的来源，可以把经济活动产生的污染物分成两大类：一类是加工性污染（process pollution），即生产者在生产加工产品的过程中产生的污染物；另一类是最终需求产生的污染，即直接消费产品产生的污染，包括生产者在生产建设中对产品的最终投资需求、消费者以及政府对产品的最终消费产生的污染物（Jhon Beghin 等，1996）。这两类污染物的产生与产出存在正相关关系，因此可以假定排放的污染物 $E$ 是排污系数 $\alpha$ 与产出 $y$ 的线性函数：

$$E = \alpha(l_a, k_a, y) \cdot y \tag{1}$$

并可以合理地假定：

$$\partial\alpha / \partial l_a \le 0 \quad , \quad \partial\alpha / \partial k_a \le 0 , \quad \partial\alpha / \partial y \ge 0 \tag{2}$$

在长期中，生产者面临着下面的利润最大化问题：

$$\pi = p \cdot y - w \cdot l - r \cdot k - t \cdot E \tag{3}$$

其中 $\pi$ 是利润，$y$ 是产出，$p$ 是产品的价格，$l$ 是劳动投入，$k$ 是资本投入，$w$ 是劳动投入的平均价格，$r$ 是资本投入的平均价格，$E$ 是排放的污染物，$t$ 是排污费率。劳动投入和资本投入可分成两类：一类是用于产品生产的劳动投入 $l_y$ 和资本投入 $k_y$；另一类是用于污染治理的劳动投入 $l_a$ 和资本投入 $k_a$。

利用利润最大化的一阶条件为和在长期均衡中行业的利润应该为零的经济规律，可得到用于产品生产的要素与排污费率的关系：

$$\frac{dl_y}{dt} = \frac{|L_y|}{|H|} \tag{4}$$

$$\frac{dk_y}{dt} = \frac{|K_y|}{|H|} \tag{5}$$

其中 $L_y, K_y, H$ 的表达式见附录。

由利润最大化问题的二阶条件可知 $|H| > 0$，但 $|L_y|$ 和 $|K_y|$ 的符号却不能确定。因此排污费率的变动对用于产品生产的劳动投入 $l_y$ 和资本投入 $k_y$ 所产生的影响在理论上是不能确定的。由于产出 $y$ 是 $l_y$ 和 $k_y$ 的函数，即

$$y = f\left(l_y, k_y\right) \tag{6}$$

于是可得排污费率的变动对产出的影响：

$$\frac{dy}{dt}=\frac{dy}{dl_y}\cdot\frac{dl_y}{dt}+\frac{dy}{dk_y}\cdot\frac{dk_y}{dt} \tag{7}$$

显然，（7）式的符号也是不能确定的。因此，在局部均衡的框架下不能确定排污费率对特定行业产出的影响。

以上关于在一般均衡框架下排污收费对行业产出影响的理论分析，在张友国等（2003）利用 PRCGEM 模型对 40 个部门的实际政策模拟结果（如表 1）中得到了较好的反映。他们对中国排污收费标准改革模拟以 1997 年的投入产出表为基础，其中 40 部门的有关环境污染数据根据《1997 年环境统计年鉴》拆分得到。

表 1：总量排污费对行业或部门总产出增长率的影响　　　　　　单位：%

| | | | |
|---|---|---|---|
| 农　　业 | -0.12 | 机械设备修理业 | -0.59 |
| 煤炭采选业 | -1.73 | 其他制造业 | 0.38 |
| 石油和天然气开采业 | -52.8 | 废品及废料 | -1.36 |
| 金属矿采选业 | -2.88 | 电力及蒸汽热水生产和供应业 | -1.28 |
| 非金属矿采选业 | -0.38 | 煤气生产和供应业 | 4.59 |
| 食品制造及烟草加工业 | -0.16 | 自来水的生产和供应业 | 1.46 |
| 纺织业 | 13.59 | 建筑业 | 0 |
| 服装皮革羽绒及其他纤维制品制造业 | 14.45 | 货物运输及仓储业 | -0.27 |
| 木材加工及家具制造业 | 1.01 | 邮电业 | 0.91 |
| 造纸印刷及文教用品制造业 | 1.55 | 商　　业 | 1.24 |
| 石油加工及炼焦业 | -9.9 | 饮食业 | 0.78 |
| 化学工业 | 0.79 | 旅客运输业 | -1.54 |
| 非金属矿物制品业 | -0.24 | 金融保险业 | 0.16 |
| 金属冶炼及压延加工业 | -2.32 | 房地产业 | -3.64 |
| 金属制品业 | -0.75 | 社会服务业 | 0.48 |
| 机械工业 | -1.2 | 卫生体育和社会福利业 | 6.57 |
| 交通运输设备制造业 | -1.21 | 教育文化艺术及广播电影电视业 | -0.09 |
| 电气机械及器材制造业 | -1.3 | 科学研究事业 | -0.1 |
| 电子及通信设备制造业 | -1.15 | 综合技术服务业 | -0.47 |
| 仪器仪表及文化办公用机械制造业 | -7.1 | 行政机关及其他行业 | 0 |

资料来源：张友国等（2003）

## 三、 排污费率对行业产出产生负面影响的条件探析

由（7）式可知，如果满足 $dl_y/dt<0$ 和 $dk_y/dt<0$，则 $dy/dt<0$，即可确定排污费率对特定行业产出存在负面的影响。当然，这只是断定排污费率对特定行业产出存在负面影响的充分条件之一。为了分析的方便起见，假定行业的投入简化为只有资本投入 $k$：一类是用于产品生产的资本投入 $k_y$；另一类是用于污染治理的资本投入 $k_a$， $r$ 是资本投入的平均价格。则生产函数、污染排放函数、排污系数函数、利润函数相应地简化为：

$$y=f(k_y) \tag{8}$$

$$E = \alpha(k_a, y)\cdot y \tag{9}$$

$\alpha = \alpha(k_a, y)$（其中$\partial\alpha / \partial k_a \le 0$， $\partial\alpha / \partial y \ge 0$） （10）

$$\pi = p\cdot y - r\cdot k - t\cdot E \tag{11}$$

依照前面的分析框架，利润函数最大化的二阶条件变为：

$\partial^2\pi / \partial k_y^2$，$\partial^2\pi / \partial k_a^2 < 0$；$\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2}\cdot\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_a^2} - \left(\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a}\right)^2 > 0$。

而

$$\frac{dk_y}{dt} = \frac{y\dfrac{\partial\alpha}{\partial y}\cdot\dfrac{\partial y}{\partial k_y}\cdot\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_a^2} - \dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a}\cdot y\dfrac{\partial\alpha}{\partial k_a}}{\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2}\cdot\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_a^2} - \left(\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a}\right)^2} \tag{12}$$

此时，排污费率的变动对产出的影响：

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dk_y}\cdot\frac{dk_y}{dt} \tag{13}$$

根据（13）式，由于$dy / dk_y > 0$，则只要$dk_y / dt < 0$，排污费率的变动对产出的影响就为负。结合利润函数最大化的二阶条件、排污系数函数的性质及（12）式可知，如果$\dfrac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a} > 0$，则能保证$dk_y / dt < 0$。进一步，由（11）式可得

$$\frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a} = -t\frac{\partial y}{\partial k_y}\left(\frac{\partial\alpha}{\partial k_a} + y\frac{\partial^2\alpha}{\partial y \partial k_a}\right) \tag{14}$$

因此，这只要$\dfrac{\partial^2\alpha}{\partial y \partial k_a} < 0$。

于是，排污费率的变动对产出的影响为负的条件就归结为排污系数函数的二阶偏导数小于零。如果排污系数函数可以表述为常见的柯布—道格拉斯函数形式，这个条件便能成立：

由于排污系数与减排投资$k_a$负相关，与产出$y$正相关，可将其表示为

$\alpha = Ay^{\lambda}k_a^{-\delta}$（$\lambda$，$\delta > 0$） （15）

由（15）式得

$$\frac{\partial^2\alpha}{\partial y \partial k_a} = -A\lambda\delta k_a^{-\delta-1}y^{\lambda-1}$$

$$= -\delta \frac{\lambda}{y} \cdot \frac{\alpha}{k_a} < 0。$$

因此，在长期内如果排污系数能表示产出与减排投资的柯布—道格拉斯函数形式，则生产投资将随着排污费率的上升而减少。在这样的条件下，排污费率对产出的影响将是负的。由于在本文框架下假定了污染排放与产出成正比例，所以污染排放也将随着排污费率的提高而减少。但在现实情况中，这种假定的合理性有多大还是一个有待进一步实证研究的问题。

## 结论

正处在工业化进程的中国面临着经济发展与环境保护的双重困难。针对目前出台的排污收费制度改革方案，本文专门探讨了排污收费对行业产出的影响。在一般均衡的情形中，排污费对行业产出的影响取决于众多商品和投入的供给曲线、需求曲线的反应，生产要素密度、替代的难易和流动性等等因素。短期内由于其他经济参数相对稳定，排污费可能导致行业产出的下降。但在长期内由于其他经济参数会变化，因此排污费对行业产出的影响就不确定了，应用 PRCGEM 模型对中国的排污收费改革进行的实际政策模拟结果印证了这一点。

如果长期内如果排污系数能表示产出与减排投资的柯布—道格拉斯函数形式，则产出将随着排污费率的上升而减少。然而这个假定条件在现实中的合理性毕竟有限，中国的排污收费标准改革对行业产出的负面影响是有限的。因此，不能认为经济发展与环境保护存在必然的矛盾，这意味着中国在环境政策领域还可以尝试更多的和更有力度的改革措施。

## 参考文献

（1）国家计委、财政部、国家环保总局、国家经贸委：《排污费征收标准管理办法》，2003

（2）哈维.S.罗森 （Harvey S. Rosen）[美]：《财政学》，中国人民大学出版社，北京，2000

（3）K．哈密尔顿等：《里约后五年：环境政策的创新》，中国环境科学出版社，北京，1998

（4）王金南：《排污收费理论学》，中国环境科学出版社，北京，1997

（5）张友国，樊明太，郑玉歆：《中国排污收费制度改革的评估：基于 CGE 的分析》，讨论稿，北京，2003

（6）郑玉歆，樊明太等著：《中国 CGE 模型及政策分析》，社会科学文献出版社，北京，1998，

（7）Alfred Endres, 1983. “Do Effluent Charges (Always) Reduce Environemtal Damages?”, *Oxford Economics Papers*, New Series, Vol. 35, NO. 2, , 254~261

（8）Anthony J. Barbera, Virginia d. McConnell, 1986. “Effects of Pollution control on Industrial Productivity: A Factor Demand Approach”, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 35, No. 2, 161~172

（9）Jean-Luc Mague, Richard Marceau, 1993. “Pollution Taxes, Subsidies, and Rent Seeking”, *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 26, No. 2, 355~365

（10）Kenneth L. Wertz, 1974. “Short-run Effects of an Increased Effluent Charge In a Competitive Market”, *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 7, No. 4, 676~682

（11）William J. Baumol, Wallace E. Oates, 1988. *The theory of environmental policy*, Second edition, Cambridge university press, New York, 36~56

（12）Carlton, Dennis W. and Glenn Loury , 1980. “The limitations of Pigouvian taxes as a long-run remedy for externalities”, *Quarterly Journal of Economics*, 95, 559~566

（13）Michael Braulke, Alfred Enotres, 1985. “On the Economics of Effluent Charges”, *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 18, No. 4

（14）Jhon Beghin, Sébastien Dessus, David Ronald-Holst and Dominique van der Mensbrugghe,

1996. “General Equilibrium Modelling of Trade and The Environment”, Techinical papers, No. 116, OECD Development Center, Paris
（15）Paul Burrows, 1979. “Pigovian Taxes, Pollution Subsidies, Regulation and the Size of Polluting Industry”, *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 12, No. 3, 494~501
（16）Robert E. Kohn, 1985. “A General Equilibrium Analysis of the Optimal Number of Firms in a Polluting Industry”, *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 18, NO. 2, 347~354

附录：

$$|H| = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial l_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial l_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial l_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2} \end{vmatrix} > 0 \tag{7}$$

$$|L_y| = \begin{vmatrix} y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial l_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial k_a} \\ y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a} \\ y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial k_a} \\ y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial k_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2} \end{vmatrix}$$

$$|K_y| = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y^2} & y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial l_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_y \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial l_y} & y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial k_y} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial l_y} & y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a^2} & \frac{\partial^2\pi}{\partial l_a \partial k_a} \\ \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial l_y} & y \cdot \frac{\partial\alpha}{\partial k_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_a \partial l_a} & \frac{\partial^2\pi}{\partial k_y^2} \end{vmatrix}$$