

文章编号: 1000-5013(2009)01-0095-05

两类典型生产要素的环境税模型

胡建兵

(华侨大学 工商管理学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 以生产要素作为切入点, 针对一个典型企业建立环境税模型, 分析征税(或补贴)对社会福利的影响规律, 并比较征税(或补贴)成本与其环保收益. 研究表明, 实施环境税政策时应该考虑征税和补贴的成本; 模型没有出现最优解, 原因在于税收与补贴之间存在一定的替代作用; 环境税对社会福利的贡献最终体现在环保收益上. 征税和补贴的具体方案选择, 完全取决于环境税的执行成本、单位投入产生的污染、排污损害及要素的产出弹性等条件.

关键词: 生产要素; 环境税; 征税; 补贴

中图分类号: O 22; F 810.42

文献标识码: A

在国内外, 环境所受到的关注度与日俱增, 故而要求环境税改革的呼声也非常高. 相关的研究表明, 税收是解决环境问题的较好方法, 而目前国外的研究主要关注环境税改革、双重利得效应(Double Dividend) 和扭曲性税收^[1]等. 总体上, 环境税改革的潜力很大, 环境税运作存在巨大的福利空间^[2]. 但目前的环境税不仅设计本身很复杂, 而且在执行上需要克服财政、政治及制度的严重障碍^[3], 对企业生产排污的过程进行监控存在一定的技术难度且成本较高^[4]. 不过, 有学者提出了一些解决办法, 如 Bruvol 等^[5]认为, 根据最优税收理论, 最好的政策或许就是对生产投入的原材料征税. Ekins 等^[6]认为, 如果仅仅依靠消费模式转变和技术进步来改善环境是不现实的, 可以利用价格在经济中的信号作用. 另外, Fullerton 和 Hayashi 的研究结果表明, 为降低汽车排放, 利用税收和补贴可取得较好效果^[7,8]. 但是这些研究都没有考虑价格变化会引发企业对生产要素投入的替换. 对于同一企业来说, 它们是可以相互替代的, 或者说它们在生产能力上表现出可替代性, 但致污能力不一样, 故对环境的影响存在较大差异. 本文以一个典型企业为例建立环境税模型, 研究价格变化前后企业的选择影响社会福利的规律.

1 基本模型

首先假设存在这样一个企业, 该企业需要且仅需要两种生产要素. 其中一种生产要素是高致污、低生产能力要素, 称之为污染要素; 另一种生产要素是低致污、高生产能力生产要素, 称之为清洁要素. 假设两者之间具有非完全的替代性(需求量都不为零), 同时假设污染要素和清洁要素产生同一种污染物, 生产过程中单位要素的排污量不同(又称致污能力), 分别为 e_1 和 e_2 , 且 $e_1 > e_2 > 0$.

在征税(补贴)前, 假设企业对污染要素的投入为 x_1 , 对清洁要素的投入为 x_2 , 相应的价格分别为 p_1, p_2 , 满足 $p_2 > p_1 > 0$. 企业的生产函数: $y = f(x_1, x_2) = Ax^a_1x^b_2$, ($0 < a < 1, 0 < b < 1, A > 0$). 因此, 企业在既定产量(y)下的成本最小化问题, 可表示为

$$C = \min(p_1x_1 + p_2x_2), \quad y^* = Ax^a_1x^b_2. \tag{1}$$

求解式(1), 得相应的条件要素需求函数 $x_1 = \left[\frac{y^*}{A} \right]^{\frac{1}{a+b}} \left[\frac{ap_2}{bp_1} \right]^{\frac{1}{a+b}}, x_2 = \left[\frac{y^*}{A} \right]^{\frac{1}{a+b}} \left[\frac{bp_1}{ap_2} \right]^{\frac{a}{a+b}}$.

在企业生产过程中, 生产要素总的致污能力(E)可表示为

收稿日期: 2007-10-23

通信作者: 胡建兵(1973-), 男, 讲师, 博士, 主要从事产业经济与环境外部性的研究. E-mail: hu4939@163.com.

基金项目: 华侨大学高层次人才科研启动项目(07BS102).

$$E = e_1x_1 + e_2x_2. \tag{2}$$

假设要素的供应方将政府(或环保部门)对他们环境征税和补贴,通过价格形式完全地转嫁给需求方,即如果被征税,生产要素将涨价;如果接受补贴,生产要素将会相应地降价. 设对污染要素征税为 t_1 , 对清洁要素补贴为 t_2 , 且 $0 \leq t_1, 0 \leq t_2 < p_2$. 征税和补贴后,要素的价格(p'_1, p'_2)随之发生变化,有

$$p'_1 = p_1 + t_1, \quad p'_2 = p_2 - t_2. \tag{3}$$

其中, p'_1, p'_2 表示征税(补贴)后污染要素和清洁要素的投入价格. 要保持企业原有的产出, 实施环境税后要素的投入分别为

$$x'_1 = \left[\frac{y^*}{A} \right]^{\frac{1}{a+b}} \left[\frac{a(p_2 - t_2)}{b(p_1 + t_1)} \right]^{\frac{b}{a+b}}, \quad x'_2 = \left[\frac{y^*}{A} \right]^{\frac{1}{a+b}} \left[\frac{b(p_1 + t_1)}{a(p_2 - t_2)} \right]^{\frac{a}{a+b}}. \tag{4}$$

式(4)中, x'_1, x'_2 为征税(补贴)后污染要素和清洁要素的投入. 于是, 征税(补贴)后致污能力相应发生变化, 企业的总致污能力 $E' = e_1x'_1 + e_2x'_2$, 企业生产总成本 $C' = x'_1p'_1 + x'_2p'_2$. 用于征税和补贴后政府的收支相抵(T)及财政收支过程的成本(C_g)分别表示为

$$T = t_1x'_1 - t_2x'_2, \quad C_g = v(t_1x'_1 + t_2x'_2). \tag{5}$$

其中, v 是单位收支产生的成本, $v > 0$. 衡量环境税政政策的好坏, 主要以该政策能否提高社会福利水平为基准, 如环境改善、成本节约等. 具体会涉及到企业、政府及社会公众等多方利益. 因此, 模型以征税(补贴)前后社会收益差为目标函数, 即

$$\Delta\pi = - (E' - E)s - (C' - C) + T - C_g. \tag{6}$$

式中, $\Delta\pi$ 为征税(补贴)后与征税(补贴)前的收益之差, $s(s > 0)$ 为单位污染的社会损害, $-(E' - E)s$ 为环境改善带来的收益, $-(C' - C)$ 为企业的成本节约, T 为政府的财政收支额, C_g 为政府征税和补贴的成本. 由此可以得到, 以 t_1, t_2 为自变量的福利函数(假设企业的生产技术保持规模报酬不变, 即 $a + b = 1$). 即有

$$\Delta\pi = - \frac{y}{A} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left[\left(\frac{p_1 + t_1}{p_2 - t_2} \right)^a (e_2s + t_2v + p_2) + \frac{a}{b} \left(\frac{p_2 - t_2}{p_1 + t_1} \right)^b (e_1s + t_1v + p_1) - (p_2 + e_2s) \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^a - (p_1 + e_1s) \frac{a}{b} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^b \right]. \tag{7}$$

为探求目标函数 $\Delta\pi(t_1, t_2)$ 的特性, 组成以 t_1, t_2 为变量的方程组, 有

$$\frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_1} = 0, \quad \frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_2} = 0. \tag{8}$$

经过求解, 可知式(8)的解不存在, 因而函数 $\Delta\pi(t_1, t_2)$ 不存在全局意义上的最优解.

2 征税效应

为使求解方便, 该部分只考虑(对污染要素)单一的征税效应, 而暂时忽略补贴的效应. 由于不考虑对清洁要素进行补贴, 故 $t_2 = 0$. 当 $t_1 > 0$ 时, 要使得 $\Delta\pi$ 存在最大值, 则

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_1} \Big|_{t_1, t_2=0} &= - \frac{ay}{A} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^b \left[\frac{v}{b} - \frac{p_1 + e_1s}{p_1} + \frac{p_2 + e_2s}{p_2} \right] > 0, \\ \frac{\partial^2 \Delta\pi}{\partial t_1^2} \Big|_{t_1, t_2=0} &= - \frac{ay}{A p_1^2} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^b \left[(1+b)(p_1 + e_1s) + (a-1)(p_2 + e_2s) \frac{p_1}{p_2} - 2vp_1 \right] < 0. \end{aligned} \right\} \tag{9}$$

式(9)中, 前式确保了函数的递增趋势, 后式表明函数是凹函数. 以 v 为求知量求解, 可得解集为

$$v < \frac{bs}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2). \tag{10}$$

另外, 为求函数 $\Delta\pi(t_1, t_2)$ 的极值, 可令

$$\frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_1} \Big|_{t_2=0} = - \frac{ay}{A} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_2 - t_2}{p_1 + t_1} \right)^b \left[\frac{v}{b} - \frac{p_1 + e_1s + t_1v}{p_1 + t_1} + \frac{p_2 + e_2s}{p_2} \right] = 0. \tag{11}$$

求解关于 t_1 的方程(11), 可得

$$t_1^* = \frac{bs(e_2p_1 - e_1p_2) + p_1p_2v}{-b(p_2 + e_2s) - ap_2v}. \tag{12}$$

这里, 用加星号的方式表示该变量的极值, 下同.

所以, 当 v 满足不等式, 且 $t_1 = t_1^*$ 时, $\Delta\pi(t_1, 0)$ 存在最大值, 说明这时对污染要素适当征税可以起到改善社会福利的作用. 同时, 式(10)也可以变换为

$$\frac{v}{s} < b \left[\frac{e_1}{p_1} - \frac{e_2}{p_2} \right], \quad v < b \left[\frac{e_1 s}{p_1} - \frac{e_2 s}{p_2} \right]. \tag{13}$$

3 补贴效应

暂且忽略对污染要素的征税效应, 只考虑(对清洁要素)实施补贴, 即 $t_1 = 0$. 要使得 $\Delta\pi$ 存在最大值, 必须满足

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_1} \Big|_{t_1, t_2=0} &= -\frac{av}{A} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^b \left[\frac{vp_1 - a(p_1 + e_1 s)}{p^2} + \frac{ap_1(p_2 + e_2 s)}{p^2} \right] > 0, \\ \frac{\partial^2 \Delta\pi}{\partial t_2^2} \Big|_{t_1, t_2=0} &= -\frac{av}{Ap^{\frac{2}{2}}} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^a \left[(b-1)(p_1 + e_1 s) \frac{p_2}{p_1} + (a+1)(p_2 + e_2 s) + 2vp_2 \right] < 0. \end{aligned} \right\} \tag{14}$$

以 v 为未知量, 可得,

$$\frac{as}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2) > v > \max\{0, v_0\}. \tag{15}$$

其中, $v_0 = \frac{asp_2 e_1 - (a+1)sp_1 e_2 - p_1 p_2}{2p_1 p_2}$. 为求函数 $\Delta\pi(t_1, t_2)$ 的极值, 令

$$\frac{\partial \Delta\pi}{\partial t_2} \Big|_{t_1=0} = -\frac{av}{A} \left(\frac{b}{a} \right)^a \left(\frac{p_2 - t_2}{p_1} \right)^b \left[\frac{vp_1 - a(p_1 + e_1 s)}{p^2 - t_2} + \frac{ap_1(p_2 + e_2 s + t_2 v)}{(p_2 - t_2)^2} \right] = 0, \tag{16}$$

由此可得

$$t_2^* = \frac{as(e_1 p_2 - e_2 p_1) - vp_1 p_2}{ase_1 + ap_1 - bp_1}. \tag{17}$$

当 v 满足式(15), 且 $t_2 = t_2^*$ 时, 函数 $\Delta\pi(0, t_2)$ 存在最大值. 这时只需对清洁要素进行适当补贴, 就可改善社会福利状况.

4 征税效应与补贴效应

基于上述的分析结论, 组合征税与补贴两种效应, 对污染要素实行征税, 也对清洁要素实行补贴.

命题 1 如果 $\frac{as}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2) \leq v < \frac{bs}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2)$, $a < b$ 成立, 最佳征税(补贴)方案是 $t_1 = t_1^*$, $t_2 = 0$, 福利最高水平为 $\Delta\pi(t_1^*, 0)$.

证明 由于上式成立, 显然有式(10)成立, 同时式(15)又不成立. 因此, 表明对于污染要素存在最佳征税额度($t_1 = t_1^*$), 却不能对清洁要素实施补贴($t_2 = 0$), 福利最大值为 $\Delta\pi(t_1 = t_1^*, t_2 = 0)$, 称之为“单一征税”方案. 其意义是, 只需要对污染要素实施征税, 而无须对清洁要素补贴, 就可使社会福利取得最大值(图 1). 如果这时再对清洁要素进行补贴, 反而会使福利水平降低. 究其原因, 产出的弹性系数满足 $a < b$, 与成本 v 比较而言, 对污染要素征收单位税收的环保收益 $\frac{bs}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2)$ 相对高, 对清洁要素的单位补贴所产生的环保收益 $\frac{as}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2)$ 相对低.

命题 2 如果 $\frac{as}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2) > v > \max\left\{ \frac{bs}{p_1 p_2} (p_2 e_1 - p_1 e_2), v_0 \right\}$, $a > b$ 成立, 最佳征税(补贴)方案是 $t_1 = 0$, $t_2 = t_2^*$, 福利最高水平为 $\Delta\pi(0, t_2^*)$.

证明 由于上式成立, 必须有式(15)成立, 同时式(10)又不成立. 因此, 对于清洁要素存在最佳的补贴额度($t_2 = t_2^*$), 但却不宜对污染要素征税($t_1 = 0$), 福利最大值为 $\Delta\pi(t_1 = 0, t_2 = t_2^*)$, 称之为“单一补贴”方案. 在满足命题 2 成立的条件下, 正确的环境税调节方式应该是, 只对清洁要素进行适当补贴, 而不需要对污染要素征税, 就可使社会福利值取到最大; 反之, 如果再对污染要素征税也只能降低福利.

水平(图 2).

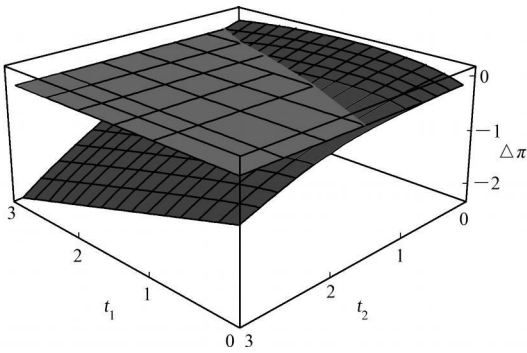


图 1 单征税

Fig. 1 A single taxation

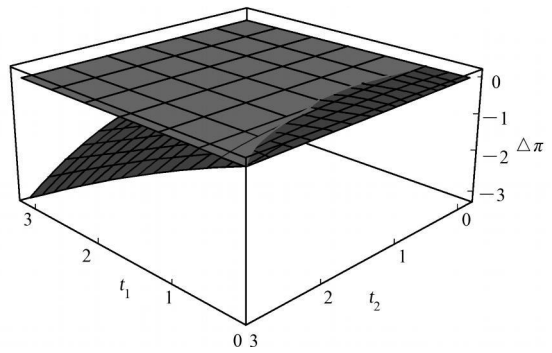


图 2 单补贴

Fig. 2 A single subsidy

命题 3 如果 $\max\{0, v_0\} < v < \min\left\{\frac{as}{p_1 p_2}(p_2 e_1 - p_1 e_2), \frac{bs}{p_1 p_2}(p_2 e_1 - p_1 e_2)\right\}$ 成立, 最佳征税(补贴)方案是 $t_1 = t_1^*, t_2 = t_2^*$, 福利最高水平为 $\Delta\pi(t_1^*, t_2^*)$.

证明 由于上式成立, 因而就有式(10)成立, 而且式(15)同时成立. 因此, 对于清洁要素存在最佳的补贴额度($t_2 = t_2^*$), 同时也存在对污染要素的最佳征税额度($t_1 = t_1^*$), 福利最大值为 $\Delta\pi(t_1 = t_1^*, t_2 = t_2^*)$ (图 3). 由于征税和补贴的回报率都较高, 因此, 对污染要素征税和对清洁要素补贴都是提高社会福利的有效手段. 但式(11)不存在最优解, 故而最佳的征税和补贴额度无法得知. 究其主要原因是, 一方面是由于存在“转移支付”现象, 表现出企业成本与政府的财政收支之间的此消彼长的关系, 即政府对污染要素征税时, 政府获得税收收入, 但企业却因此提高了生产成本; 反之, 如果政府对清洁要素补贴, 对政府来说是费用支出, 而企业也因为补贴获得成本上的节约. 另一方面是由于征税与补贴之间的“替代效应”, 征税和补贴都能产生环保收益, 因此产生了一定的替代效应.

命题 4 如果 $v \geq \max\left\{\frac{as}{p_1 p_2}(p_2 e_1 - p_1 e_2), \frac{bs}{p_1 p_2}(p_2 e_1 - p_1 e_2)\right\}$ 成立, 最佳征税(补贴)方案是 $t_1 = 0, t_2 = 0$, 福利最高水平为 $\Delta\pi(0, 0)$.

证明 由于上式成立, 必然得到式(10)和式(15)都不成立. 因此, 既不宜对污染要素征税($t_1 = 0$), 也不宜对清洁要素补贴($t_2 = 0$), 故福利最大值为 $\Delta\pi(t_1 = 0, t_2 = 0)$ (图 4). 显然, 这时征税和补贴的成本

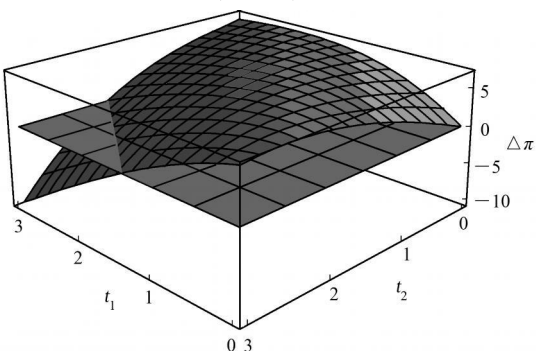


图 3 征税与补贴的结合

Fig. 3 A combination of taxation and subsidy

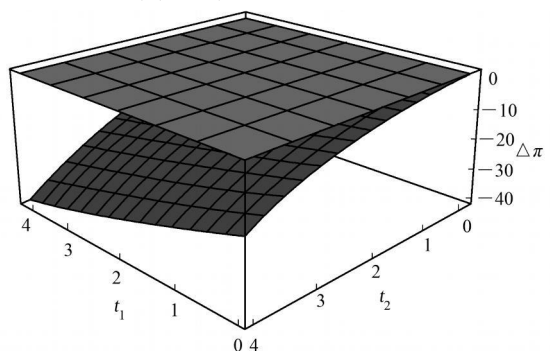


图 4 既不征税也不补贴

Fig. 4 Neither taxation nor subsidy

都高于它们各自的潜在收益, 对污染要素征税或者对清洁要素补贴都不能提高社会福利水平. 因此, 既不征税也不补贴是最佳方案, 即 $t_1 = t_2 = 0$.

5 结论

在微观层面上, 以生产要素作为切入点, 针对一个典型企业建立环境税调节模型, 分析征税和补贴影响社会福利的主要规律. 通过比较征税(或补贴)成本与其环保收益, 得出以下 4 条主要结论.

(1) 征税和补贴的成本是一个重要的分析参考变量, 实施环境税政策时必须考虑到执行成本这一

因素。只有当执行成本小于其能够获得的环境收益时, 政策实施才是适当的, 否则就会得不偿失。

(2) 模型中没有出现最优解, 原因是当政府使用环境税政策时, 在税收与补贴之间存在一定的替代作用。这一方面表现在企业成本与政府财政收支之间存在转移支付, 另一方面也表现在征税与补贴之间有替代效应。

(3) 环境税对社会福利的贡献最终体现在环保收益上, 而环保收益主要取决于生产要素的单位投入所产生的排污和单位排污的社会损害两个因素。污染要素与清洁要素的单位投入所产生的排污量的差距越大, 排污损害越大, 环保收益就越大。因而通过环境税来增加社会福利的空间也越大, 环境税的作用也越突出。

(4) 对生产要素实施环境税政策, 可以有4种方案, 即单一征税、单一补贴、征税与补贴的组合, 以及既不征税也不补贴。如何选择方案完全取决于环境税的执行成本、单位投入产生的污染、排污损害及要素的产出弹性等条件。

但该模型也表现出局限性, 没有考虑生产要素替代过程给企业带来的技术替代成本, 因而可作为后续研究的方向。

参考文献:

- [1] BOVENBERG A L, MOOIJ R A. Environmental levies and distortionary taxation[J]. The American Economic Review, 1994, 84(4): 1085-1089.
- [2] TINGGAARD S G, DAUGBJERG C, HJOLLUND L, et al. Consumers, industrialists and the political economy of green taxation: CO₂ taxation in OECD[J]. Energy Policy, 2001, 29(6): 489-497.
- [3] CLERCQ D M. Political economy of green taxes: The Belgian experience[J]. Environmental and Resource Economics, 1996, 8(3): 273-291.
- [4] FULLERTON D. Environmental levies and distortionary taxation: Comment[J]. The American Economic Review, 1997, 87(1): 245-251.
- [5] BRUVOLL A, IBENHOLT K. Green throughput taxation: Environmental and economic consequences[J]. Environmental and Resource Economics, 1998, 12(4): 387-401.
- [6] EKINS P, SPECK S. Competitiveness and exemptions from environmental taxes in Europe[J]. Environmental and Resource Economics, 1999, 13: 369-396.
- [7] FULLERTON D, SARAH E W. Can taxes on cars and on gasoline mimic an unavailable tax on emissions[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2002, 43: 135-157.
- [8] HAYASHI Y, KATI H, TEODORO R R. Model system for the assessment of the effects of car and fuel green taxes on CO₂ emission[J]. Transportation Research (D): Transport and Environment, 2001, 6(2): 123-139.

Environmental Tax Model Based on Two Typical Factors of Production

HU Jian-bing

(College of Business Administration, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Starting with a cut-in point of factors of production, an environmental tax model for a typical firm has been established in this paper to analyze the impact of taxation (or subsidy) on social welfare and to compare cost of environmental tax with its potential environmental benefit. This research indicates that we should consider the cost of taxation and subsidy when carrying out the environmental tax policy; but there is no optimal solution to the model due to the substitution between taxation and subsidy; contribution of environmental tax to social welfare is mostly incarnated by environmental benefit. The practical scheme of taxation and subsidy depends on the conditions such as environmental tax cost, pollution of producing products of each company, damage of draining contamination and the factors' elasticity, etc..

Keywords: factors of production; environmental tax; taxation; subsidy

(责任编辑: 鲁 斌 英文审校: 司福成)