

# 论环境政策工具

吴巧生 成金华

**摘要:** 环境政策对新技术开发和扩散的影响,在长期内是环境保护成功或失败的最重要决定因素之一。从技术进步的角度来看,环境规制能同时减轻污染和提高产出。当技术内生时,环境政策工具的相对地位取决于新技术模仿的程度、创新成本、边际环境收益函数的相对水平与斜率及污染厂商的数量。就中国而言,未来环境制度的政策取向是:从引入市场机制的角度,强化环境政策工具对技术进步的激励作用,协调新旧制度的关系,转变政府环境政策理念,实现环境容量资源的合理配置。

**关键词:** 环境政策工具 技术进步 市场型规制

## 一、问题的提出与相关文献综述

当前,经济与环境协调是可持续发展关注的主要内容。自1992年联合国环境与发展大会以来,关于环境与经济协调发展的研究已受到普遍的关注,从任何区域范围来看,可持续发展都要求协调社会经济发展与自然资源利用以及生态环境的关系。协调发展已被全世界公认为处理发展经济和保护环境之间关系的最佳选择。

在区域发展的过程中,经济增长与环境质量之间,有协调,也有冲突,一般来说,可以归纳出这样两种思路:一是冲突。经济增长增加了环境污染的排放,加重了对生态环境的压力,降低了劳动力素质,阻碍经济增长;或者,为维持良好的环境质量,增加环境投资,减少生产性投入,减缓经济增长速度。二是协调。经济增长提供了防治污染的经济实力,有利于改善环境,保护劳动力资源,促进经济增长;或者,为保护环境制定的污染控制标准和限制规定,促进厂商技术进步,提高资源利用效率,有利于经济增长。协调与冲突具有相悖的方向和相互抵消的趋势,因此,经济增长与环境的实际状态取决于正负反馈回路的作用强度,经济与环境之间耦合度是最重要的。由于在反馈环中,环境投资、环境标准以及由此而决定的污染排放等都是可由政府操作的政策变量,因此,正负反馈回路的各自作用强度是可以选择和控制的。也就是说,区域的环境质量状况很大程度上取决于其政策取向。在经济起飞初期,用于发展的资本异常匮乏,集中资源加速经济增长更显迫切,故负回路作用强而正回路相对较弱,环境会伴随着经济增长而不断恶化;经济发展到一定的阶段,由于资本存量和资本剩余大,拿出一部分生产资源用于环保投资,对于经济增长的边际影响甚微,而缓解社会阻力作用甚大,故正回路强而负回路弱,环境恶化会得到遏止并伴随经济增长的进一步发展而好转。经济增长与环境之间的这种倒“U”关系,被称为环境库兹涅茨曲线。许多经验和数据都验证了环境退化率与经济发展水平的这种倒“U”关系的存在。许多学者认为,在众多的影响经济与环境的因素中,技术是实现两者协调发展的关键,增长与环境均优的状态只有在技术进步的情况下才有可能。解决环境问题的主要手段是技术。

从宏观角度看,环境污染是一种经济行为,环境问题的经济学总结是外部性。市场与政策失灵是经济环境关系失

调的主要原因。市场在分配和有效利用环境资源上的失效,使政府干预成为必要,环境政策也就成了研究的一个热点。在环境与资源经济学领域,研究的一个中心主题就是如何通过制度设计来克服基于外部性的市场失灵。许多研究已说明,经济发展与资源环境保护存在共生的关系,在资源环境政策中偏向于采用越来越多的经济手段以调整人们开发、利用、保护和改善资源环境的活动。但由于市场失效的矫正不是政府干预的唯一甚至不是主要目标,在实际选择中经济增长的稳定一般优于环境目标,要促进经济与环境的协调发展,除了依靠政府调控与市场外,还必须与技术进步等手段相结合。在环境政策工具选择方面考虑其对技术进步的影响可能是一种有效的选择。

环境政策对新技术开发和扩散的影响,在长期内是环境保护成功或失败的最重要决定因素之一,因为不同类型的环境政策工具对技术进步的速度和方向有着显著不同的效应,这主要表现为阻碍和促进两个层面。从规范意义上讲,环境政策尤其是那些具有较大经济影响的环境规制应该鼓励而不是阻碍技术发明、创新和扩散。在《竞争优势》一书中,Michael Porter指出,环境规制可能有益于受影响的厂商。Porter和Van der Linde进一步澄清了这个假设,认为,尽管环境约束对厂商产生一些直接成本支出影响,但规制“能局部引发创新或足够补偿执行他们的成本”。如果规制导致环境保护领域的创新,此后这些创新就能产生利润。因此,厂商定将摆脱“规制不可避免导致成本的思想倾向”,并对环境管理持有更加乐观的观点。环境规制可能使厂商受益的观点,也受到一些经济学家的质疑。例如,Portney认为“我基本不赞同这个观点,在设置环境目标时我们能避免痛苦的选择”。Portney和其他学者警告政策制定者要明白一个“无成本典范”<sup>①</sup>,而且他们认为新的规制一定会产生成本<sup>②</sup>,这些成本定会超过降低污染带来的社会福利。Simpson和Bradford及Ulph<sup>③</sup>通过建立模型指出,新的规制不仅提高环境质量,而且也能提高厂商的利润。研究显示,Porter假设在理论上是可能的。

在一个确定的世界中,一般认为基于价格(如税和补贴)或总量控制(如排污许可权)的环境政策手段能处理任何要求水平上的产出控制问题。在早期研究中,此类问题的研究包括:Weitzman比较了不确定性条件下价格或总量控制手段的优劣,认为如果边际效益曲线比边际成本曲线陡,总量控

制手段优于价格手段,反之亦然<sup>④</sup>。Kverel 发展了一个混合价格—总量工具,诱导竞争性厂商向规制当局公开他们的真实削减成本<sup>⑤</sup>。但这些模型都是静态的,与现实存在较大差距。在最近的研究中,许多论文开始讨论信息不对称问题和动态问题。Benford 将 Kverel 模型扩展为动态模型,认为当市场处于完全竞争的条件下,Kverel 框架的自然扩展能得到污染随时间削减的最优路径<sup>⑥</sup>。追随 Weitzman 的研究,Newell 和 Pizer, Hoel 和 Karp 调查了存量污染在价格—总量控制问题上的结果,他们发现,像静态模型一样,当边际削减成本曲线斜率相对于边际损失曲线斜率较大时,征税比排污配额好<sup>⑦</sup>。另外,如果贴现率高或者污染存量有一个高的衰减率,征税占有绝对优势。Baldursson 和 Von der Fehr 发现,在一个动态和不确定性模型中,就像价格—总量控制手段比较一样,任何削减决策的不可逆性可能影响政策手段的选择<sup>⑧</sup>。Moledina 等分析了厂商具有战略性行为特征的动态背景下税制和排污许可手段导致的不同结果,发现面临排放税的战略厂商为了未来得到一个更低的税赋有过分削减的动力,而面临排污许可时厂商为了将来获得更多的许可有人为展现高的许可价格的战略动机。从福利的角度,两种手段的优劣取决于排污许可价格的确定机制,如果由低成本厂商安排排污权价格,排放税手段会产生更高的福利;当高成本厂商安排排污权价格时,排污许可手段有更高的福利产生<sup>⑨</sup>。但由于信息不完全,政府只有保证其政策的动态一致性,环境政策才能发挥其应有的作用,最终实现经济与环境的协调发展。

## 二、技术进步与环境规制

从长期看,技术进步可以减轻或甚至完全补偿环境规制的成本。环境政策对新技术开发和扩散的影响,在长期内是环境保护成功或失败的最重要决定因素之一。

为了说明环境规制能同时减轻污染和提高产出,首先我们引入一个简单的传统的环境规制模型<sup>⑩</sup>。

设每个代理者每个时期被赋予 1 单位的劳动力,他用这些劳动力来从事单一消费品  $c$  的生产。累积劳动力供给  $L = Nt$  ( $N$  表示代理者个数)。产出  $c$  受益于正的生产外部性——任何既定代理者生产率依赖于  $K$ ,所有代理者拥有相同技术的累积生产经验:

$$K_t = \int_0^t L d \dots\dots\dots (1)$$

$c$  的生产伴随废物  $w$  的产生。生产者不会因为产生废物招致任何私人成本,在这种情形下,仅有一种技术存在,每时期人均产出为:

$$c_t = f(l_t, w_t, k_t) \dots\dots\dots (2)$$

其中  $t$  表示时间。并假定,行为是竞争的,而且  $f$  是越过上式头两项投入的常量收益。因此,厂商数量是无关要紧的。进一步,假定  $w$  当趋于 0 时,  $df/dw > 0$  而且在这个意义上生产具有一般特征:  $df/dl > 0$ ,  $d^2f/dl^2 < 0$ ,  $d^2f/dw^2 < 0$ ,  $df/dK > 0$ ,  $d^2f/dK^2 < 0$ 。另外,假设对于给定数量的劳动力投入  $l$ ,废物边际生产在废物有限的最大水平  $\bar{w}$  时为 0 (为了简化,假定  $\bar{w}$  不受  $K$  或  $l$  的影响,  $\bar{w}$  不随时间改变)。如果  $w = \bar{w}$ , 则  $df/dw = 0$ 。

个人效用依赖消费  $c$  和累积废物  $W = Nw$ 。代理者应用贴现率 贴现未来的消费。因此,在时间  $t$ ,其效用为:

$$u = \int_t^{(\infty)} (c - W) d \dots\dots\dots (3)$$

其中 为累积废物边际效用成本参数。假定  $N$  足够大,以致没有代理者能通过改变他自身的产出影响  $W$ 。因此,

对于每个代理者,  $w$  是外生的。

既然整个污染是固定的,而且所有代理者应用唯一有效的技术,社会计划者问题和个体问题都只存在一个选择变量  $w$ 。在每个时期,环境退化的边际损害等于增加消费的边际效用。

$$N = \frac{df}{dw} \dots\dots\dots (4)$$

相对于社会计划者,代理者不考虑他的产出影响环境质量。因此,他的生产最优问题就是废物边际生产等于 0。市场均衡的结果是每时期  $df/dw = 0$ ,  $W = N\bar{w}$ 。

然而,这个模型通过引入新技术  $g$ , 会发生改变。用下标  $f$  和  $g$  区分两种技术,下标  $t$  仍表示时间。如,  $l_{ft}$  表示在  $t$  时期致力于技术  $f$  的人均劳动力。在每个时期,整个劳动力供给  $L_t$  可分为:  $L_t = L_{ft} + L_{gt}$  (其中  $L_{ft} = Nl_{ft}$ )。既然劳动力决定经验,则  $K_t = \int_0^t L_t d$ 。同样地,总体产生的废物为两种技术生产的废物总和,因此,  $W_t = W_{ft} + W_{gt}$  (其中  $W_{ft} = Nw_{ft}$ )。

对于任何既定的经验和其他的投入,假定新技术比老技术更有效率:

$$f(l, w, K) < g(l, w, K) \dots\dots\dots (5)$$

方程 (5) 显示技术  $g$  比技术  $f$  在意义上更“洁净”,对于任何既定的经验,它能应用更少的废物生产出相等的产出。

然而,技术改变存在短期成本。现假定,不管多少代理者转向技术  $g$ ,一开始这种技术的生产率比技术  $f$  低。为了确定这个条件,让  $t_s$  表示代理者完全从技术  $f$  转向技术  $g$  的时间。即使所有的社会劳动力致力于技术  $g$ ,一些时期,存在:

$$\text{如果 } (t - t_s) < \dots, \text{ 则 } f(l, w, K_t) > g(l, w, K_t) \dots\dots (6)$$

$$\text{其中, } K_t = \int_0^{t_s} L d, K_t = \int_{t_s}^t L d \dots\dots \text{ 如图 1, 与方程 (5) 一}$$

致,技术  $g$  的产出总是在应用技术  $f$  之上。与方程 (6) 一致,如果技术  $f$  累积产业经验大于  $\bar{K}_t$ , 此后,放弃技术  $f$  意味着产出将短暂地下降。

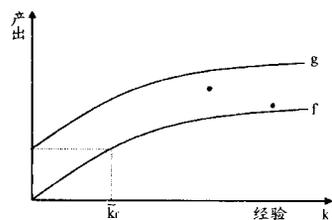


图 1 产出作为产业经验的函数

根据方程 (5), 有足够的其他代理者首先转化新技术后,每个代理者会乐于转化新技术。然而,与方程 (6) 一致,新技术的应用存在短期成本。因此,如果他们等待其他代理者采用新技术承受短期成本,代理者会得到第二行动者利益。如此,新技术的引入存在厂商联合提高长期生产率的可能。同时,规模外部经济阻止独立厂商应用这类技术。如果政府引入环境规制,使新的“洁净”技术应用者获得利益,环境政策将同时提高环境质量并(最终)增加产出。

尽管政府能应用不同方法鼓励应用新技术,为了便于分析,考虑政府要求应用新技术的技术标准。因此,所有代理者必须转向新技术。另外,为了确保政策确实提高环境质量,猜想政府要求生产者必须降低排污量(与技术  $f$  下的排污相比),其中,  $0 < b(l, w_t, K)$ 。代理者必须在每个时间点上选择  $w_g$  来求解以下问题:

$$\max \int_t^{(\infty)} [g(l_g, w_g, K_g) - W_g] d \dots\dots\dots (7)$$

s. t.  $w_g < (\bar{w}_f - )$

如果 足够大(贴现率小),社会计划者只能选择新技术。关于技术选择问题,社会计划者将根据方程(4)来确定,每期的污染边际社会成本等于边际收益。因此,社会计划者考虑到技术 f 有 t 年的经验,如果下式成立将选择转向技术 g。

$$[g(1, w_g^*, K_g) - Nw_g^*]d > [f(1, w_f^*, K_f) - Nw_f^*]d \dots\dots\dots (8)$$

其中,  $\beta$  和  $w$  的时间指数被省去,  $K_g = \int_0^s L_s ds, K_f = \int_0^s L_s ds$ 。

注意,  $w_g^*$  表示满足方程(4)的对于技术 g 的污染水平;  $w_f^*$  表示满足方程(4)的对于技术 f 的污染水平。

从这个模型可以得出结论,环境规制能提高生产率和降低污染。如图 2,将每种技术产出作为排污的函数,图中添加的是两条斜率为 N 的平行线,表示边际环境损害。从方程(4)得出,每时期社会最优污染水平是通过边际环境损害等于污染物边际生产价值的点来确定的。在这个图中,这个点就是平行线与产出函数的接触点。因此,如果方程(8)不满足,最优污染水平为  $w_f^*$ 。然而,如果社会接受技术 g 而且满足方程(8),最优污染水平为  $w_g^*$ ,新技术生产率更高而且更洁净(产出提高而污染下降)。从技术 g 的产出在任何点上都超过技术 f 的产出[方程(5)],应用 g 代替 f 能得到更低污染的任何产出水平。如此,图与模型设定是一致的。

如图 2,对于任何初始的  $w_f$ ,政府能将污染减少到  $w_g < (\bar{w}_f - )$ [方程(7)]。同时,它能够通过将所有劳动力转移到 g 提高(长期)产出。也像上述指出的一样,最优污染排放量  $w_g^*$  可能比  $\bar{w}_f$  更大。在这种情形下,提高污染是最优的,不管老技术产生多少污染。其背后的意义是简单的,也是重要的。技术提高意味着厂商每单位污染物的产出更大,因此,削减的机会成本提高。如果污染物的边际损害不随收入增加,一个仁慈的政府允许随着技术的提高污染物增加。即使存在降低污染和提高产出同时发生的可能,一个最优的调整政策可能仍将导致污染增大。如此,该图显示,环境规制有益于受影响的厂商是可能的,但不一定是最优的。

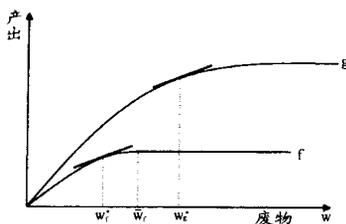


图 2 产出作为污染物的函数

通过上述分析可以看出,政府环境政策能推进技术进步,环境政策会产生短期成本,但它可以被技术进步所带来的长期利益所补偿。因此,进一步考察环境政策工具的技术效应,以提高我们对环境政策工具选择的深入理解是非常重要的。

### 三、技术内生时环境政策工具的选择

#### 1. 环境政策工具的种类及其技术效应的一般比较

为了考察环境政策工具与技术进步之间的联系,一般把政策工具归纳为命令—控制的方法和基于市场的方法。控制污染的传统方法通常被视为“命令—控制”型规制,其特点是,在厂商完成环境政策目标的手段中允许相当小的灵活

性,而且一般是在不考虑污染控制成本因素的情形下通过给所有厂商设定单一的技术标准或执行标准而达到规制目的的。其“技术强制性”使得污染控制标准往往是在迫使厂商诉诸于较高成本的污染控制手段的过程中被授予以实施的。尽管“命令—控制”型规制在某种程度上具有推动技术进步的潜在可能性,也尽管规制者总是假定对现存技术的某些改进是可行的,但要知道能具体改进多少是不可能的。因此,技术或执行标准要么是制定得过于明确,要么具有不可实现的风险,从而导致巨大的政治和经济破坏。另外,在以技术标准为目标而不是以污染排放总量为目标的规制下,对超越控制目标(即较低污染排放)的商业活动不存在任何经济激励,从而新技术的采用就不会受到鼓励。与“命令—控制”型规制相反,基于市场的环境政策工具为厂商采用廉价的和较好的污染控制技术提供了较强的激励。因为在基于市场的政策工具下,如果一种有效的低成本方法能够被识别和采用,它将使厂商的获利更多,从而有利于新技术的扩散。一般而言,基于市场的环境政策工具是通过这样一种机制来运作的:通过关于污染控制水平或方法的市场信号而不是通过明示的指令来鼓励厂商的技术行为。这些政策工具——如污染收费、补贴、可交换的许可证和某些种类的信息方案——被描述为“利用市场力量”。这是因为,如果这些环境政策工具得到较好地设计和实施,它们将会鼓励厂商在谋求自身利益和充分满足政策目标的努力中尽可能实施最大限度的污染控制。

有关研究表明<sup>①</sup>,政策工具的相对地位主要取决于新技术的模仿程度、创新成本、环境收益函数和产生污染排放的厂商数目。这些研究的基本模型由三个层次组成。首先,厂商通过设定他们创新的边际成本等于边际收益,从而决定 R&D 投资额;其次,厂商决定是否采纳新技术,它们或者采用一个(较差的)技术模仿,或者不进行任何作为;最后,厂商通过设定他们的边际成本等于污染价格,来决定污染控制的支出。一般而言,环境政策工具通过以下四个效应影响厂商的决策:(1)降低污染的成本效应;(2)污染排放支付效应;(3)模仿效应;(4)技术采用价格效应。总体说来,基于市场的政策工具通过减少污染的成本效应从而鼓励创新,而通过提高模仿效应和技术采用价格效应则抑制创新。

利用“离散技术选择”模型,几个理论研究发现,在基于市场的环境政策工具下,采用新技术的激励效应比在直接规制下较大。Milliman 和 Prince<sup>②</sup>考察了五种政策工具对技术扩散的厂商层面所提供的激励:命令—控制、污染排放税收、污染排放补贴、自由配置许可证和投标许可证。在代表性厂商模型中,他们发现投标许可证提供了新技术采用的最大激励,其次是污染排放税和补贴,激励效果最差的是自由配置许可证和直接控制。最近许多研究对以上排序结果进行了解释。首先,当污染价格(交易价格或税收水平)为内生时,存在一个采用一种新的和成本节约型技术的厂商层面的激励问题。Jung 等认为,因为技术扩散降低了均衡的许可证价格,在所有资源都是许可证购买者(即投标)的体制中,这将获得较大的新技术采用总收益,因此投标许可证为技术扩散提供了较强的激励<sup>③</sup>。但是当技术扩散降低了可交易许可证的市场价格时,所有厂商都将从这种较低价格中获益,不管他们是否采用这种既定技术。因此,如果厂商是许可证市场的价格接受者,则投标许可证和自由配置许可证为技术采用提供了同样的激励。

#### 2. 技术内生时环境政策工具的选择

上述分析表明,不同的环境政策工具对技术进步的影响

机制是不同的。以下我们将以 Fisher 等建立的模型为基础<sup>②</sup>,重点分析技术内生时排放税与排放许可对技术进步和福利的影响,为政府当局环境政策工具的选择提供理论依据。

### (1) 理论模型

假设:由固定数量竞争厂商  $n$  参与的创新、扩散与排放物削减三阶段,其中存在一个创新者。第一阶段,创新厂商决定在发展更优排放物削减技术 R&D 方面的投资额;第二阶段, $n-1$  家厂商决定是否支付特许金采用新技术,或者采用无研发成本的与原始创新不完全等价的仿制技术;第三阶段,所有厂商  $n$  在既定的排放税或许可权价格下选择最低成本进行排放物削减。环境政策先于技术创新阶段,尽管政策执行发生在随后的阶段。

每个厂商决策要求削减成本最低,于是:

$$\mu(k, p) = \min_a [C(a, k) + p(e - a)] \quad (9)$$

其中,  $p$  表示排放物“价格”(在排放税条件下为排放税率,在许可权政策条件下等于许可权的价格);  $C(a, k)$  表示厂商的削减成本函数,  $k$  表示减污技术状态,  $a$  表示厂商削减量,并假定边际削减成本是递增的且是凸的,技术的提高意味着边际削减成本曲线斜率下降,即  $C_a > 0, C_{aa} < 0, C_k < 0, C_{kk} > 0, C_{ak} < 0, C_a(0, k) = 0$ ;  $e$  表示未削减的排污总量。其一阶段条件为:

$$C_a(a, k) = p \quad (10)$$

也就是说,边际削减成本等于排放物价格。

一般来讲,创新者只能部分地占有其他厂商从新技术中得到的外溢效应。我们假定新技术获得专利,但其他厂商能在一定程度上模仿。进而,在第二阶段,非创新者决定是否支付专利权税( $Y$ )获取第一阶段发展的技术( $k$ )许可。相应地,他们能通过模仿来提高其技术水平,其技术水平用  $k$  表示( $0 < k < 1$ )。 $k=1$  表示创新能被完美地仿制,为一纯粹的公共品; $k=0$  表示模仿不能提高非创新者的技术水平,创新属于纯粹的私人品。如果厂商的成本(包括专利权税支付)没超过模仿成本,它将采用专利技术。

每个厂商的决策依赖于所有其他厂商决策及既定的均衡许可价格,纳什均衡的结果是,创新者收取专利权税( $Y$ )的最大值,能保证最后采用的厂商在专利技术和模仿之间成本不存在差异。即:

$$Y + \mu(k, p) = \mu(k, p) \quad (11)$$

我们假定原始技术完全扩散,因而,虽然在均衡过程中没有厂商选择模仿,模仿的“威胁”限制创新者充分占有创新中得到的社会利益的能力。从上(9)、(11)式可得专利权税的最大值为:

$$Y(k) = [C(a^1, k) - C(a^1, k)] + p(a^1 - a) \quad (12)$$

其中,上标  $1$  和  $k$  分别表示技术水平为  $k$  和  $k$  的条件(10)的解。

在排放许可条件下,由于产业范围内边际削减成本曲线的改变导致许可权价格下降,因此,  $p = p(k)$  (在排放税条件下  $p$  是固定的)。在一定程度上,创新带来了许可权价格的下降,采用技术的厂商将在以后的边际排放中以更低支付获利(获利额为:  $p(e - a^1)$ )。然而,由于任何一家厂商不管他是否采用都能从许可权价格下降中获利,创新者就不可能得到这些收益。

对式(12)就  $k$  求导,可得专利权税支付的边际变化:

$$Y'(k) = C_k(a^1, k) - C_k(a^1, k) + p(k)(a^1 - a) \quad (13)$$

接下来,我们假定创新来源一家厂商的 R&D 活动,其技术创新研发成本为:  $F(k)$ , 这里,  $F > 0, F' > 0$ 。在第一阶段,厂商选择研发并使利润最大化:

$$\max [ (n-1)Y(k) - C(a^1, k) - F(k) - p(k)(e - a^1 - \bar{e}) ] \quad (14)$$

创新者的利润等于从其他  $n-1$  家厂商获取的专利权税减自身削减成本、创新成本和自身排放支出(要么是排放税支出,要么就是许可权购买),  $\bar{e}$  表示自由许可政策下给创新者的(外生的)许可分配(在排放税和许可权投标政策下为 0)。

利润最大化条件为:

$$F'(k) = (n-1)Y'(k) - C_k(a^1, k) - p(k)(e - a^1 - \bar{e}) \quad (15)$$

从式(13)与(15)可得到个人最优创新条件为:

$$F'(k) = -nC_k(a^1, k) + (n-1)C_k(a, k) - p(k)(e - a^1 - \bar{e}) + (n-1)p(k)(a^1 - a) \quad (16)$$

式(16)表示创新的边际私人收益等于边际成本。前者由四部分组成,第一是(边际)削减成本效应,表示  $n$  厂商通过累积创新产生的削减成本降低的支付意愿;第二是(边际)模仿效应,表示  $n-1$  非创新者对新技术支付意愿的减少,由于创新提高了低成本削减模仿的可能。第三、四部分仅存在于排放许可的情形。(边际)排放支付效应表示创新者许可成本的减少,由于创新导致许可权价格下降。在许可权投标条件下,创新者必须支付所有的排放费( $e - a^1$ )。在自由许可条件下,如果分配  $\bar{e}$  小于(大于)排放( $e - a^1$ ),创新者可能成为一个纯粹的许可买者(卖者)。在不同的政策选择下创新激励的决定因素如表 1。

表 1 创新激励决定因素

	排放税	自由许可	投标许可
削减成本影响	+	+	+
模仿影响	-	-	-
排放支付影响	0	0	+
采纳价格影响	0	-	-

现在,我们来测试政策的福利性质。设环境效益函数为  $B(na)$ , 这里,  $B > 0, B' > 0$ 。社会福利( $W$ )等于环境效益减削减成本和创新成本:

$$W = B(na) - nC(a, k) - F(k) \quad (17)$$

社会福利最大化的条件:  $C_a(a^*, k^*) = B'(na^*)$

$$F'(k^*) = -nC_k(a^*, k^*) \quad (18)$$

$$F'(k^*) = -nC_k(a^*, k^*) \quad (19)$$

方程(18)显示社会政策制定者将促使每个厂商的边际削减成本等于边际环境收益。方程(19)显示,政策制定者促使创新边际成本等于所有厂商削减成本降低带来的边际社会收益。

### (2) 政策工具比较

#### 创新激励

假定政策被设定在庇古标准(如,创新前让边际成本等于边际削减收益),我们来比较各种政策对创新与福利的影响。

如图 3,它表示排放税条件下创新厂商和非创新厂商从创新中得到的收益。图 3(a)中的区域  $0hj$  表示创新者从降低自身的边际削减成本中获得的收益,它超过非创新厂商的收益仅仅为图 3(b)中区域  $0lj$ ,这是由于非创新厂商如果不采纳专利技术,其边际削减成本为  $C_a(a, k)$ ,区域  $0hl$  为模仿对应的削减成本变动。

图4阐明了许可投标条件下的收益,这里厂商的均衡削减为常量 $a^0$ ,伴随创新许可权价格下降为 $p(k)$ 。创新厂商的收益来自两部分:一是削减成本变动 $0hi$ ,二是排放支付变动 $hsri$ 。实际上,对创新者而言,所有收益超过排放税,差值为区域 $ijsr$ 。另一方面,与排放税相比,创新者将获得一个更低的专利权税。

比较图3、图4,我们可以得出如下结论:在存在足够大的排放削减水平条件下,总是存在一个临界参数,模仿参数小于(大于)临界值,与许可投标相比,排放税导致更大(更小)的创新。

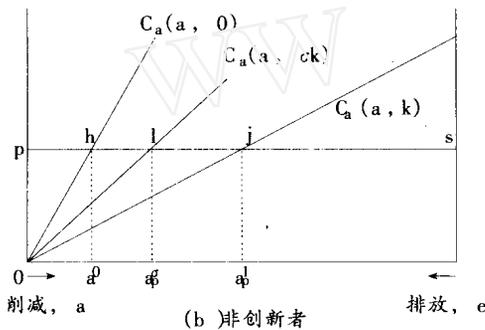
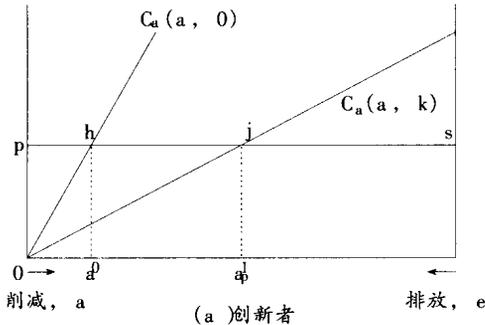


图3 创新收益:排放税

为 $0hi$ ,排放税下收益为 $0hi$ ,两者福利大小的比较取决于 $0gi$ 与 $hgl$ 之差,如果模仿参数大于临界值,则 $hgl$ 小于 $0gi$ ,此时许可权投标下的福利更高)。边际环境收益曲线越陡,许可投标下的福利越大,排放税下的福利越少(讨论见图5(b), $B(na)$ 表示边际环境收益曲线,最优削减水平为 $a^*$ ,排放税下技术创新导致厂商的削减水平超过 $a^*$ 达到 $a_p^1$ ,其福利损失为 $ijr$ ,许可权投标下福利损失为 $hil$ ,边际环境收益曲线越陡,排放税下福利损失就越大,而许可权投标下福利损失则越小)。

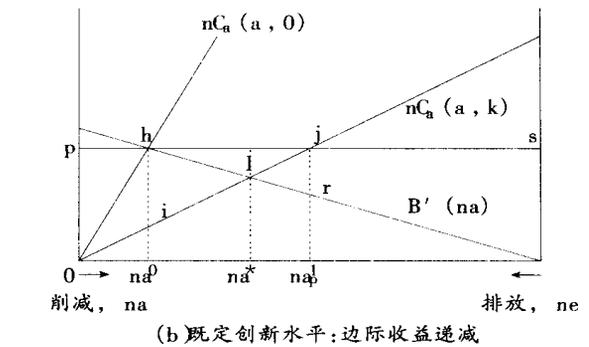
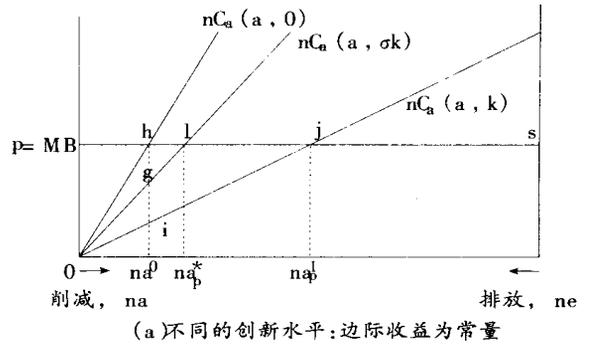


图5 福利权衡

上述分析表明,环境政策工具的相对地位取决于新技术模仿的程度、创新成本、边际环境收益函数的相对水平与斜率及污染厂商的数量。首先,当模仿机会有限和扩散广泛时,诱导排放随时间削减的最优条件是:如果边际环境收益相对平坦,排放税是最有效的工具;如果边际环境收益相对陡,许可更有效。第二,当模仿率较高时,许可投标可能诱导最大的福利,但是,这种政策存在的危险是当污染者少或原始削减标准低时,诱导过多的创新。第三,在政策工具被固定期间,创新越少,政策之间的福利差异就越少。频繁的政策工具调整意味着工具选择无关紧要。

在以上的理论分析中忽略了将来值得研究的复杂因素,对技术采纳决策行为进行了抽象化。并假定创新过程是确定的,事实上,创新投资的精髓是不确定性,这可能使政策最优调整变得困难,并影响将来政策的提交。尽管在模型中强调了用成本和收益来测量福利的最大化问题。但有时(尤其是环境收益不确定时)政策的目标可能是使环境质量稳定在一个目标水平的成本达到最小化——而不考虑收益——这个判据可能影响政策工具的选择。同时,上述模型还假定了技术创新完全依赖于创新活动的投资,实际上厂商能通过干中学和时间积累更多的经验使污染削减更有效率。另外,还需要强调的是,从理论上系统分析不同环境政策工具对技术进步的影响还必须考虑政府当局对技术进步的反应,因为规制者对减少污染成本引致技术进步的反应程度将影响到与不同政策工具相关的技术采用激励的大小。

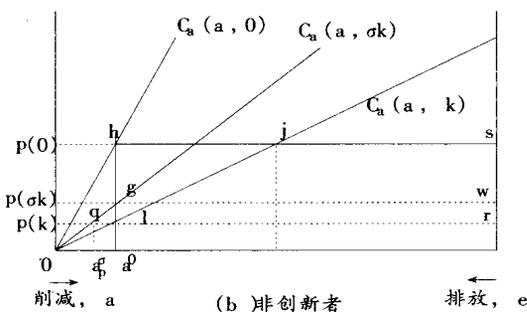
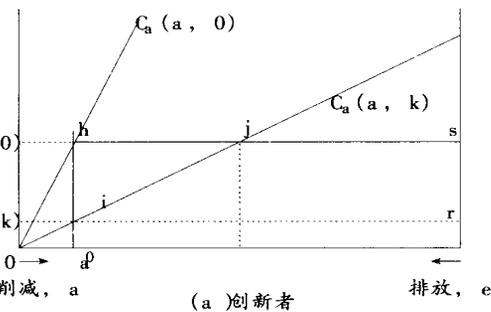


图4 创新收益:许可权投标

福利效果

如图5,我们通过分析可以得出如下结论:在边际环境收益为常量的情况下,当模仿参数大于(小于)临界值时,与排放税相比,许可权投标可能导致更高(更低)的福利(讨论见图5(a),图中 $MB$ 表示边际环境收益,在许可权投标下收益

#### 四、对我国环境政策工具选择的启示

以上关于环境政策工具与技术进步联系的分析对治理我国不断恶化的环境问题具有重要的借鉴意义。因为一方面我国在不断加快经济发展速度,另一方面由经济快速增长和以市场为导向的微观主体行为所产生的粗放型增长带来了巨大的负环境外部性。要解决这一相互矛盾的问题,其实质就是要实现在技术不断进步基础上的经济与环境协调发展,从而实现经济发展与环境保护的双赢。通过具体的环境政策设计,提高我们对环境政策取向决定环境状况的理解,为我国制定适合国情的有效环境政策与适应性变革提供参考依据。

##### 1. 我国现行环境政策分析

从我国现实的情况看,在环境保护方面自1972年人类环境会议以来取得了长足的发展,从早期的“32字方针”,到环境保护基本国策的确立,“预防为主,谁污染谁治理(付费),强化环境监督管理”三大基本原则,以及环境影响评价制度、“三同时”制度、排污收费制度、环境保护目标责任制度、排放污染物许可制度、城市综合整治定量考核制度、污染物集中控制制度和限期治理制度八项环保制度,我国环境保护多年的发展形成了较为完善的政策体系和体制。但也存在一些问题,对行政手段的过分依赖是其突出的表现。就目前而论,主要实行的是直接管制和征收排污费等环境政策,排污总量控制与排污许可证制度尚处于起步阶段。

从1987年我国开始进行水污染排放许可证的试点,1991年进行大气排放污染物的排放试点。例如平顶山市、宜昌市、贵阳市、柳州市、开远市等,都进行了这方面的试验,平顶山市进行烟尘排放总量收费与排污许可证的结合,宜昌市进行二氧化硫总量与排污许可证结合,都取得了显著的成效。但是这些试点都具有局部性、尝试性的特点,没有延续性;政府是交易的推动者,行政干预色彩较浓,市场作用很小;污染源之间的补偿性交易比较多,而真正意义的许可证交易较小。我国在“九五”计划提出了对主要污染物施行总量控制目标,规定了12种主要污染物的排放总量,而且已经将这些污染物总量指标逐级分配到了省、市和县。

当前我国的排污许可证可以分为两类,一类是广义上的排污许可证,即国家环境保护部门对不特定的一般人依法负有不作为(不排放污染物)的义务的事项,在特定条件下,对特定对象解除禁令,允许其作为(排放污染物)的许可行为。这一类排污许可证在环境立法中被广泛使用,如《放射性同位素与射线装置放射防护条例》第五条规定:“国家对放射工作采取许可证制度,许可证登记由卫生、公安部门办理”。这里所说的许可登记制度就是一种许可证制度。这一类的许可证的共同特点就是与一般意义上的行政许可是一致的。另一类许可证是污染物排放总量控制制度下颁发的许可证,这一类许可证是以污染物排放总量控制为前提的,是在总量控制额度范围内颁发的许可证。如《中华人民共和国水污染防治法实施细则》第9条规定:“厂商事业单位向水体排放污染物,必须向所在地环保部门提交《排污申报登记表》。环境保护部门在收到《排污申报登记表》之后,经调查核实,对不超过国家和地方规定的污染物排放标准及国家规定的厂商事业单位污染物排放总量指标的,发给排污许可证。”这类许可证是狭义的许可证,只能在环境保护领域使用,能够进入市场进行有偿转让和交换的也只限于这一类许可证。目前这种许可证的转让还只是在试点阶段,但已经为污染排放许可证的转让奠定了基础。

从我国现行的环境政策来看,我国的排污总量控制与排污许可证制度的提出与建立是针对浓度控制政策的不足而产生的新制度,一方面存在新旧制度之间的不协调,另一方面由于新制度的有效性依赖于市场机制的完善,环境管理体制的变革就成了一种必然。下面我们就结合上文的分析,就我国未来环境政策的改革思路与策略做一简单论述。

##### 2. 我国未来环境政策的改革思路与策略

通过上文分析,我们可以得出如下结论:政府环境政策能推进技术进步,环境政策会产生短期成本,但它可以被技术进步所带来的长期利益所补偿。在基于市场的环境政策工具下,采用新技术的激励效应比在直接规制下较大。同时,环境政策工具的相对地位取决于新技术模仿的程度、创新成本、边际环境收益函数的相对水平与斜率及污染厂商的数量。因此,环境规制对促使我国经济发展是非常有意义的,其关键因素是技术进步。为此,我国未来环境制度的政策取向是:从引入市场机制的角度,强化环境政策工具对技术进步的激励作用,协调新旧制度的关系,转变政府环境政策理念,实现环境容量资源的合理配置。具体策略包括:

(1) 转变环境政策当局的政策理念。这主要涉及两个方面:一是环境政策的基本类型的选择;二是环境政策与技术进步之间的关系。前文的论述告诉我们,行政命令型规制虽然具有强制性和速效性等特征,但在鼓励技术进步的激励程度上要劣于市场型环境政策工具。因此我国今后在治理环境和政策设计中要更多地运用基于市场的政策工具,并适度地结合行政命令型规制工具。目前要解决的问题是协调好新旧制度的关系,环境政策工具的实施应该遵循时间一致性要求。时间一致性政策要求政策当局保持政策的连贯性,并对不同产业的未来发展趋势要有较为准确的预期。

(2) 从法律上明确污染权的产权性质,解决环境规制中的信息不对称问题和交易费用问题。明晰的产权是形成厂商技术进步激励机制的基础,也是市场型环境政策工具能有效发挥作用的前提。

(3) 环境政策工具的选择问题。如前文所述,不同的环境政策工具对技术进步的影响和社会福利效果是有显著差异的。因此,我们应该根据不同产业和厂商的行为特征,从有利于激励技术进步和增进社会福利的高度,对环境政策工具进行选择 and 适时调整。其中,实证研究是关键,尤其是我国目前市场型环境政策工具的使用尚处于起步阶段,必须通过建立污染源与环境目标间的输入响应关系,掌握产业和厂商的动态排污情况等行为特征,为合理选择环境政策工具打下基础。

(4) 适应开放型经济的特点,环境政策工具的采用不仅要本国利益出发,还应从全球环境问题的角度出发,在类型上、范围上保持与世界各国所实施的环境政策工具的协调。经济全球化决定了环境政策工具的选择与使用要受到全球环境协议的约束。

##### 注释:

夏光:《环境污染与经济机制》,北京,中国环境科学出版社,1992。

蔡宁:《经济环境协调标准及其辅助决策模型的研究》,载《系统工程理论与实践》,1999(1)。

Jalal, K. F., 1993. "Sustainable Development, Environment and Poverty." Asian Development Bank, Occasional Papers.

Panayotou, T., 1995. Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development Livelihoods in the Third World. London: Macmillan Press, 1995.

(下转第128页)

行为而不是市场行为,无法反映汇率市场的供求关系,这与人民币汇率市场化改革方向相背离。另一方面,由于目前人民币面临巨大的升值压力和预期,此时完全交给市场而实行浮动汇率就意味着升值,因此,目前人民币汇率完全市场化也不可取。

第二,强制性结售汇制度。如果国家通过采取各种措施,适当减少外汇供给,增加外汇需求,以减少人民币升值的压力,这里就会提出另一个问题,即国际收支平衡是宏观经济调控的一个目标,能否作为调控的工具?从理论上讲,随着中国经济实力的进一步壮大,人民币有升值趋势。但是,目前人民币汇率不是在中形成的,而是强制性结售汇制度形成的,是无条件的供给、有条件的需求。因此,取消强制性结售汇制度势在必行。

### 3. 政策建议

第一,短期内,必须保持人民币币值稳定,对来自国内外的升值压力必须灵活地顶住。稳定的人民币不仅可以阻止国内外对人民币升值的压力与预期,从而有利于引进外资,而且有利于把20世纪90年代以来所进行的中国汇率并轨的改革继续深入进行下去。

第二,转变出口大于进口的重商主义观念,扩大进口高新技术和稀缺要素。中国一直以来都过于强调出口,现在应当转变观念,应该将对外贸易与国家的可持续发展战略联系起来。过去那种耗费我国的不可再生资源、牺牲自然环境、以生态失衡为代价去换取外汇,然后又用这些外汇中的大部分去购买美国的国债的做法从长期来看是不可取的。

第三,改革强制性结售汇制度,适当放宽外汇管制。西方发达国家藏汇于民、藏汇于企业,我国的强制性结售汇制度使我国的外汇昭然于世,包袱均由政府背着,使我们陷于被动。所以,必须改革强制性结售汇制度。当前,人民币升值的内外压力和预期,使改革强制性结售汇制度的迫切性与必要性更为明显,也是到了非改不可的时期。着眼于制度改革要比讨论人民币升值还是贬值更有意义。

第四,改变人民币汇率只盯住美元的单一联系汇率机制,实行与美元、欧元、日元三大货币一揽子汇率联系机制,确保人民币汇率稳定。

第五,鼓励中资企业对外投资,提高外汇使用效率。

第六,坚持有管理的浮动汇率制是必要的,但一定要既有管理又有浮动,而不能只有管理而无浮动。

第七,中、长期内人民币汇率适度、逐步调整是必然的,应该提前做好有关准备。在人民币汇率适度、逐步升值的过程中,应减税并降低利率,严格控制短线资金进出,鼓励扩大长期资本的进入,取消对外资的优惠政策,放宽国内个人、企业的柜台自由交易等。

第八,要采取双均衡策略,即中西部和东部沿海地区、内部与外部的对冲均衡。应该对不同地区实行区别政策;对沿海出口企业应减少出口退税,对中西部出口企业应增加出口退税的政策,使整个国民经济均衡发展,综合国力不断提高。

(作者单位:武汉大学世界经济系 武汉 430072)

(责任编辑:Q)

(上接第109页)

World Bank. China: Environmental Strategy Paper. New York: Oxford University Press, 1992.

蔡宁:《论经济环境协调发展及其模式》,载《中国环境管理》,1995(3)。

张媛:《经济发展与环境保护的共生策略》,载《财经问题研究》,2001(5)。

郑易生:《环境政策与经济政策应相互融合》,载《经济研究参考》,2001(29)。

Orr, L., 1976. "Incentive for Innovation as the Basis for Effluent Charge Strategy." American Economic Review, 66, pp. 441 - 447.

Porter, M E., 1990. The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press.

Porter, M. E. and Van der Linde, C., 1995. "Toward A New Conception of the Environment - competitiveness Relationship." Journal of Economic Perspect, 9, pp. 97 - 118.

Portney, P. R., 1994. "Does Environmental Policy Conflict with Economic Growth?" Resources, 115, pp. 21 - 23.

①Palmer, K., Oates, W. E. and Portney, P. R., 1995. "Tightening Environmental Standards: The Benefit - cost or No - cost Paradigm." Journal of Economic Perspect, 9, pp. 119 - 132.

②Jaffe, A. B., Peterson, S., Portney, P. and Stavins, R., 1995. "Environmental Regulation and the Competitiveness of U. S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?" Journal of Economic Literature, 33, pp. 132 - 163.

③Simpson, D. R. and Bradford, III, R. L., 1996. "Taxing Variable Cost: Environmental Regulation as Industrial Policy." Journal of Environmental Economics and Management, 30, pp. 282 - 300.

Ulph, A., 1996. "Environmental Policy and International Trade When Governments and Producers Act Strategically." Journal of Environmental Economics and Management, 30, pp. 265 - 281.

④Weitzman, M. L., 1974. "Prices vs. Quantities." Review Economics Study, 4, pp. 477 - 491.

⑤Kwerel, E., 1977. "To Tell the Truth: Imperfect Information and Optimal Pollution Control." Review Economics Study, 3, pp. 595 - 601.

⑥Benford, F. A., 1998. "On the Dynamics of the Regulation of Pollution: Incentive Compatible Regulation of A Persistent Pollutant." Journal of Environmental Economics and Management, 36, pp. 1 - 25.

⑦Newell, R. G. and Pizer, W. A., 1999. "Regulating Stock Externalities Under Uncertainty." RFF Discussion Paper 99 - 100 (Revised), Resources for the Future, Washington DC.

Hel, M. and Karp, L., 2001. "Taxes and Quotas for A Stock Pollutant With Multiplicative Uncertainty." Journal of Public Economics, 1, pp. 91 - 114.

⑧Baldursson, F. M. and Von der Fehr N - H.M., 1999. "Prices Vs. Quantities: The Irrelevance of Irreversibility." Mimeo, January.

⑨Miledina, A. A. et al., 2003. "Dynamics Environmental Policy With Strategic Firms: Prices Versus Quantities." Journal of Environmental Economics and Management, 45, pp. 356 - 376.

⑩Robert, D. M., 2002. "Technical Change, External Economies, and the Porter Hypothesis." Journal of Environmental Economics and Management, 43, pp. 158 - 168.

⑪⑭Fischer, C. Parry, I. W. H. and Pizer, W. A., 1999. "Instrument Choice for Environmental Protection when Technological Innovation is Endogenous." Discussion Paper, Resources for the Future, Washington, DC.

Fischer, C., Parry, I. W. H. and Pizer, W. A., 2003. "Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous." Journal of Environmental Economics and Management, 45, pp. 523 - 545.

⑫Milliman, S. R. and Prince, R., 1989. "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control." Journal of Environmental Economics and Management, 17, pp. 247 - 265.

⑬Jung, C. Krutilla, K. and Boyd, R., 1996. "Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at the Industry Level: An Evaluation of Policy Alternatives." Journal of Environmental Economics and Management, 30, pp. 95 - 111.

(作者单位:中国地质大学 武汉 430074)

(责任编辑:N、S)