

越境污染的 经济学理论

刘利源 / 著



立信会计出版社

LIXIN ACCOUNTING PUBLISHING HOUSE

越境污染的经济学理论

刘利源 / 著



立信会计出版社

LIXIN ACCOUNTING PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

越境污染的经济学理论/刘利源著. —上海:立信会计出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-5429-4366-8

I. ①越… II. ①刘… III. ①越境污染—关系—经济学—理论研究 IV. ①X5②F0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第285325号

策划编辑 陈 昕

责任编辑 陈 昕

封面设计 周崇文

越境污染的经济学理论

出版发行	立信会计出版社		
地 址	上海市中山西路 2230 号	邮政编码	200235
电 话	(021)64411389	传 真	(021)64411325
网 址	www.lixinaph.com	电子邮箱	lxaph@sh163.net
网上书店	www.shlx.net	电 话	(021)64411071
经 销	各地新华书店		
印 刷	江苏凤凰数码印务有限公司		
开 本	670 毫米×965 毫米	1/16	
印 张	7.25	插 页	1
字 数	95 千字		
版 次	2014 年 12 月第 1 版		
印 次	2014 年 12 月第 1 次		
书 号	ISBN 978-7-5429-4366-8/X		
定 价	30.00 元		

如有印订差错,请与本社联系调换

本书由上海立信会计学院“教育部金融特色
专业”和“上海市教育委员会金融综合
改革试点专业”项目资助

前言

随着全球工业化进程不断加快,环境污染问题越来越严重。20 世纪 60 年代以来,环境公害持续发生,规模和范围不断扩大,在世界各国政府对环境污染深刻反思的同时,公众也给予了极大的关注与重视,日益突出的环境问题成为当今世界各国人民共同关心的重大社会经济问题。越来越多的人意识到自己正处在一种不安全、不健康的环境之中,再加上社会舆论的广泛宣传,公众的环境保护意识不断提高,越来越重视人与自然的和谐,可持续发展的理念被人们广泛接受,人们不再满足于单纯的物质享受,而是追求更高的、有利于身心健康的生活环境和生活质量。

在此背景下,运用经济学的原理和方法,分析环境与经济系统之间的关系,研究环境经济现象、问题、后果及其相关政策的环境经济学逐步建立,环境经济学是经济学的一门新兴分支学科,主要研究环境污染与经济活动的关系,即经济活动中的环境污染问题与环境污染治理中的经济问题。

外部性与存量性是环境污染与环境治理的两个比较显著的特征,外部性没有国界,越境污染问题就是源于环境污染的外部性。目前,还没有一个国际权威机构能够控制越境污染问题,把越境污染的外部性内部化,越境污染问题的分析方法和应对的政策措施在很大程度上和国内环境污染问题的研究分析不一样。越境污染的控制和治理有国际合作和非合作两种方法。越境污染在发达国家和发展中国家造成福利损失的差异、“搭便车”现象、发展目标的不同,治理越境污染费用的分摊比例,越境污染的

历史责任等一系列的问题和争论,造成目前全球越境污染控制和治理的非合作性。

本书以对称国家(发达国家和发达国家之间,发展中国家和发展中国家之间)和非对称国家(发达国家和发展中国家之间)作为研究对象,从环境污染物质流量和存量的角度,运用博弈理论和微分博弈的分析工具,建立合作和非合作控制越境污染的经济学模型,研究分析越境污染的最优污染控制,探求发展中国家和发达国家在应对经济增长和环境保护双重目标时如何选择最优环境污染治理及经济增长途径。本书的内容包括以下五个部分:第一章是环境污染的基本理论模型;第二章研究发达国家和发展中国家的最优污染途径;第三章分析对称国家的越境污染最优控制;第四章分析非对称国家的越境污染最优控制;第五章研究分析环境污染的不确定性。

由于时间和自身水平的有限,本书还存在着许多不足、不妥之处。本书的研究内容也还存在着需要拓展和深入研究的区域,希望本书的出版能起到抛砖引玉的作用,恳请读者和专家提出批评建议和宝贵意见。

本书在写作过程中得到了上海立信会计学院金融学院王楚明院长的大力支持和帮助,在此表示由衷的敬意和感谢。上海立信会计学院金融学院自由宽松的研究环境使我受益匪浅,本书的部分研究成果曾经在金融学院学术沙龙上发表,金融学院各位老师提出了宝贵意见和建议,在此一并致谢。最后,感谢我妻子宁立新和儿子刘清宇,谢谢你们对我工作的支持和帮助。

刘利源

2014年11月

目 录

第一章 环境污染的基本理论模型 /1

第一节 环境污染的外部性 /4

第二节 污染物质的存量性 /7

第二章 发达国家和发展中国家的最优污染控制途径 /11

第一节 最优经济增长及污染排放控制模型 /14

一、四种状态的确定 /16

二、四条边际线的确定 /21

三、确定四条边际线的交点 /25

四、最优环境污染途径 /27

五、均衡点的确定 /30

六、最优经济增长途径 /33

七、影响边际线移动的因素 /35

第二节 发展中国家内生经济增长 /36

一、内生经济增长模型 /36

二、发展中国家治理环境污染 /39

三、发展中国家不治理环境污染 /43

四、结论 /48

第三章 对称国家越境污染最优控制 /51

第一节 越境污染 /54



第二节 非合作控制越境污染	/58
一、线性战略	/59
二、非线性战略	/61
三、最优排放量范围的分析说明	/69
 第四章 非对称国家越境污染最优控制	/71
第一节 非对称国家合作控制越境污染	/74
第二节 非合作线性战略	/78
第三节 非合作环保政策的动态博弈	/80
一、发达国家最优污染物质排放量	/82
二、最优污染物质排放量	/87
三、条件证明	/89
四、讨论	/91
 第五章 环境污染不确定性分析	/95
第一节 环境污染不确定性的影响因素	/97
第二节 环境污染不确定性分析模型	/98
一、不确定性模型	/98
二、最优化条件	/102
 参考文献	/107

第一章

环境污染的基本理论模型

大气污染、水质污染等一些环境公害加重环境负担的问题,在经济学范畴一般采用外部性理论进行分析。外部性不仅是新古典经济学的重要范畴,也是新制度经济学的重要研究对象,是市场失灵的一种表现,被广泛地应用在环境问题、越境污染等研究领域。外部性分类的方法有很多种:按照产生的区域可以分为生产领域的外部性和消费领域的外部性;根据外部性影响的结果可以分为正外部性和负外部性;根据外部性影响能否转移分为可转移的外部性和不可转移的外部性,等等。环境问题的外部性主要包括生产领域和消费领域。特定经济主体的生产和消费等经济活动给其他经济主体的生产消费行为带来经济上的损害或经济上的效益,当这种行为并不伴随金钱的支付或收取时,这种行为波及的影响被称为外部性。一般把给其他经济主体带来经济上的损害而不给予经济赔偿的行为定义为外部负经济性。例如,火力发电厂排放的烟雾给人们带来健康危害、给农家带来经济作物的损害等。与此相对应,给其他经济主体带来收益或效用而不要求对方支付金钱的行为被定义为外部经济性。例如,私人花园的美景给路人带来美的享受,而路人不必支付费用。一般来讲,与环境污染相关联的外部性都属于负外部性即外部负经济性。环境污染的外部性具有非市场性、关联性、强制性及决策的伴生性等特点,与



环境治理相关联的外部性属于正外部性即外部经济性,环境的负外部性是环境污染和越境污染产生的重要原因。

第一节 环境污染的外部性

环境污染的生产外部性是在产品生产过程中产生的外部性问题。我们借助环境污染理论模型来说明企业的经济活动给其他企业或经济主体带来的外部负经济性。

首先,假定经济体系只由污染企业和被污染企业构成,污染企业投入生产资源 L_x , 生产商品财为 X , 在生产过程中排放污染物,污染物对被污染企业造成直接影响。被污染企业生产资源投入量为 L_y , 产出为 Y , 假定生产资源的价格为 w , 资源制约为:

$$L = L_x + L_y$$

污染企业的生产函数为:

$$x = f(L_x) \quad \frac{dx}{dL_x} > 0$$

假定商品财的价格为 p_x , 污染企业的利润为:

$$\pi = p_x x - w L_x$$

为使利润最大化,投入的生产资源量必须满足下述条件:

$$\frac{d\pi}{dL_x} = p_x \frac{dx}{dL_x} - w = 0$$

$$p_x \frac{dx}{dL_x} = p_x \frac{df(L_x)}{dL_x} = w$$

该方程式表明,在利润最大化的前提条件下,要使生产资源投入量最优,生产资源的边际生产效率和生产资源的价格必须相等。

其次,考察被污染企业,被污染企业的生产水平 y 取决于生产资源



第一章 环境污染的基本理论模型

L_y 和环境污染 $Z(x)$, 即被污染企业的生产函数为:

$$y = g(L_y, Z) \quad \frac{\partial y}{\partial L_y} > 0, \frac{\partial y}{\partial Z} < 0$$

与前述相同, 被污染企业的最优生产资源投入量为:

$$p_y \frac{\partial y}{\partial L_y} = p_y \frac{\partial g[L_y, Z(x)]}{\partial L_y} = w$$

污染企业生产资源投入量 L_x 的增加在提高生产水平的同时, 也带来排放污染物 Z 的增加, 并对被污染企业的边际生产带来负效应。

各企业生产资源的边际生产效率为:

$$p_x \times \frac{df(L_x)}{dL_x} + p_y \times \frac{\partial y}{\partial Z(x)} \times \frac{df(L_x)}{dL_x} = p_y \times \frac{\partial g[L_y, Z(x)]}{\partial L_y}$$

公式左边第 2 项表明, 随着 L_x 的追加投入带来生产财 X 增加的同时, 污染物质 Z 导致被污染企业产出 Y 减少的外部负经济性。该公式同时意味

着没有满足社会资源有效分配的条件 $p_x \times \frac{df(L_x)}{dL_x} = p_y \times \frac{\partial g[L_y, Z(x)]}{\partial L_y}$, 外部性阻碍了社会资源的分配效率, 导致市场失灵和政策失效。

为了消除因外部性引起的市场失灵, 可以将外部性费用引入价格中, 激励污染企业和被污染企业改变选择, 产出接近最优量。环境污染的外部性的内部化经济激励手段一般可以分为价格控制、数量控制和责任制度三大类。外部性的内部化能实现社会资源的有效分配。污染企业的产出 X 给被污染企业带来外部的负经济性, 作为补偿, 污染企业每一单位的产出给被污染企业支付 t 元的赔偿, 则污染企业和被污染企业的利润分别为:

$$\pi_x = (p_x - t)f(L_x) - wL_x$$

$$\pi_y = p_y g(L_y, Z) - wL_y + tf(L_x)$$



赔偿金为:

$$t = -p_y \times \frac{\partial g}{\partial Z} \times \frac{\partial f(L_x)}{\partial L_x}$$

经济体系的利润为:

$$\begin{aligned}\pi_x + \pi_y &= (p_x - t)f(L_x) - wL_x + p_y g(L_y, Z) - wL_y + tx \\ &= p_x f(L_x) - wL_x + p_y g(L_y, Z) - wL_y\end{aligned}$$

满足社会体系利润最大化的约束条件由下列公式决定:

$$\frac{\partial(\pi_x + \pi_y)}{\partial L_x} = p_x \times \frac{df(L_x)}{dL_x} - w + p_y \times \frac{\partial y}{\partial Z(x)} \times \frac{df(L_x)}{dL_x} = 0 \quad (1-1)$$

$$\frac{\partial(\pi_x + \pi_y)}{\partial L_y} = p_y \times \frac{\partial g(L_y, Z)}{\partial L_y} - w = 0 \quad (1-2)$$

从(1-2)式可得出 $w = p_y \times \frac{\partial g(L_y, Z)}{\partial L_y}$, 代入(1-1)式后, 整理得出:

$$p_x \times \frac{df(L_x)}{dL_x} + p_y \times \frac{\partial y}{\partial Z(x)} \times \frac{df(L_x)}{dL_x} = p_y \times \frac{\partial g[L_y, Z(x)]}{\partial L_y}$$

该公式可满足社会资源有效分配的条件。

从以上公式可以看出, 外部负经济性阻碍社会资源的分配效率是导致市场经济失败的原因, 为了提高社会资源的分配效率, 在决定污染企业的最优生产量时应该考虑污染企业的商品财 X 价格的社会性。政府对污染企业的赔偿金 $t = -p_y \times \frac{\partial g}{\partial Z} \times \frac{\partial f(L_x)}{\partial L_x}$ 课税, 使外部费用在市场内部化, 调整产业结构, 实现社会资源的有效分配。

一国之内的环境污染的外部性通过中央政府的税收政策、财政政策等使外部负经济性内部化, 但是国际上的环境污染的外部性由于国家间没有一个超国家的权威的、具有强制力的机构, 外部负经济性难以内部化。



第二节 污染物质的存量性

企业的生产及家庭的消费等经济活动伴随污染物质的排放,排出的污染物质给人们的生活带来负效用,而且污染物质随着时间积累带给人们的负效用会更加深刻。目前,很多学者都是通过静态模型的假定条件考察环境污染,没有考虑污染物质的存量性特点。但是,大多数污染物质都具有积累性的特点,污染物质的存量性导致污染物质产生的负效用的持续性,负效用的产生并不局限于污染物质排放的时点,只要污染物质的积累量在自然环境中存在,就会给将来带来负效用。污染物质虽然最终都会被自然环境所净化,但需要花费相当长的时间。例如,二氧化碳的存量在 100 年会衰减一半,但数百年后仍有 20% 残留。

随着时间积累的污染物质我们称为污染物质存量或污染物质积累量,假定污染物质按照下列动态方程式在自然环境中积蓄:

$$Z_t = e_t + (1 - \gamma)Z_{t-1}$$

其中, Z_t 为 t 期期末的污染物质积累量, e_t 为 t 期的污染物质排放量, γ 为污染物质在 1 期中被自然环境所净化的自然环境净化率, t 期期末的污染物质积累量等于 $t+1$ 期期初的污染物质积累量,如果 $1 - \gamma > 0$, 污染物质具有存量性, $1 - \gamma = 0$, 污染物质具有流量性,即排放到大气或水中土壤中的污染物质立即被自然环境净化。

本节借助家庭和企业的模型说明如何评价现在的生产消费等活动所带来的效用和该经济活动造成的环境污染给现在和将来带来的福利损失等负效用,以及当污染物质的存量性质较强时该如何应对。

假定企业在生产过程中排放污染物质虽然给家庭带来福利损失,但企业的利润完全分配到各家庭。各家庭的社会福利效用取决于生产量和污染物质积累量,可以用下列福利效用函数表示:



越境污染的经济理论

$$U(x_t) - W(z_t),$$

$$U' > 0, U'' < 0, W' > 0, W'' \geq 0$$

其中, U 和 W 的函数方程式如下:

$$U(x_t) = \alpha \ln x_t, \quad \alpha > 0$$

$$W(Z_t) = \beta Z_t^2, \quad \beta > 0$$

要追求跨时期社会福利效用最大化, 根据最优化原理确定最优生产量和环境污染程度(考虑时间的连续性)。其动态最优化问题为:

$$\max \int_0^{\infty} e^{-\theta t} (\alpha \ln x_t - \beta Z_t^2)$$

subject to

$$\dot{Z}_t = e_t - \gamma Z_t$$

$$Z_0 = \bar{Z}_0$$

$$x_t = \delta e_t + \bar{x}, \quad \delta > 0$$

$$0 \leq e_t \leq \hat{e}$$

其中, e_t, Z_t 在 $[0, \infty]$ 是连续的, 借助最大值原理求得最优数值, Hamilton 函数设定为:

$$H = [\alpha \ln (\delta e_t + \bar{x}) - \beta Z_t^2] + \lambda_t (e_t - \gamma Z_t)$$

λ_t 是动态方程式 $\dot{Z}_t = e_t + (1 - \gamma)Z_t$ 中的 Lagrangian 乘数, 表示污染的边际效果。内点解存在的一阶必要条件为:

$$\frac{\partial H}{\partial e_t} = \frac{\alpha \delta}{\delta e_t + \bar{x}} + \lambda_t = 0 \rightarrow e_t = -\frac{\alpha}{\lambda_t} - \frac{\bar{x}}{\delta}$$

$$\dot{\lambda} = \theta \lambda_t - \frac{\partial H}{\partial Z_t} = (\theta + \gamma) \lambda_t + 2\beta Z_t$$

$\dot{Z}_t = 0$ 的轨迹是方程式:



第一章 环境污染的基本理论模型

$$e_t - \gamma Z_t = -\frac{\alpha}{\lambda_t} - \frac{\bar{x}}{\delta} - \gamma Z_t = 0$$

$\dot{\lambda}_t = 0$ 的轨迹是直线:

$$(\theta + \gamma)\lambda_t + 2\beta Z_t = 0$$

内点解的相位图如图 1-1 所示。如果面对交点是收敛或者无限接近,可达到稳定或局部稳定状态;如果面对交点只有一个收敛,其余的都是发散的话,交点被称作鞍点。可以看出图 1-1 的交点不是鞍点。

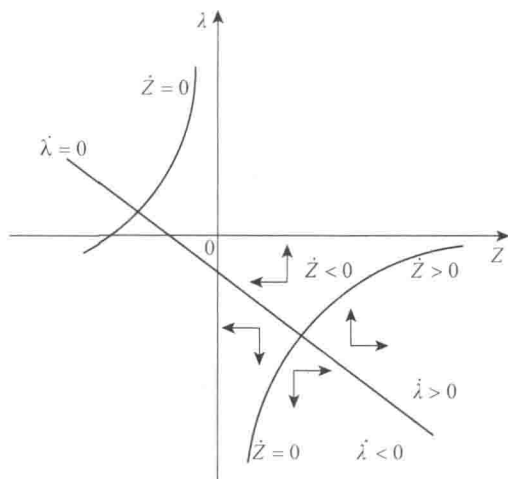


图 1-1 内点解的相位图

我们进一步考察角点的状态。

(1) 如果在经济活动中环境污染完全不存在,即污染物质排放量 $e_t = 0$ 的状态,则:

$$\frac{\partial H}{\partial e_t} = \frac{\alpha\delta}{\delta e_t + \bar{x}} + \lambda_t \leq 0 \rightarrow \lambda_t \geq -\frac{\alpha\delta}{\bar{x}}$$

(2) 如果生产能力达到极限,即污染物质排放量为 $e_t = \hat{e}$ 时,则:

$$\frac{\partial H}{\partial e_t} = \frac{\alpha\delta}{\delta \hat{e} + \bar{x}} + \lambda_t \geq 0 \rightarrow \lambda_t \leq -\frac{\alpha\delta}{\delta \hat{e} + \bar{x}}$$