论监督背景下的不对称信息管制机制

彭海珍　任荣明

摘要：在管制背景中，管制者和企业双方之间总是存在不对称信息，激励相容机制可以诱导企业报告真实情况且对所有人都是最优的选择。然而，在一个完整的、有效的激励相容管制机制设计中，不仅要考虑不对称信息问题，还必须考虑管制者对企业服从行为的监督承诺问题。本文以对企业的环境管制为背景，研究在同时出现不对称信息和管制者监督执行两方面问题的情形下，最优激励相容环境管制的设计，并且和最优一致环境管制的设计进行比较。

关键词：不对称信息　激励相容　监督　环境管制

一、引言

在管制背景中，管制者和企业双方之间总是存在不对称信息，企业通常对自身生产能力拥有更多的信息。如何诱导企业报告真实情况且对所有人都是最优的选择？这个问题一般可以通过激励相容机制来解决。激励相容机制的合理性体现揭示原则。根据这一原则，在非对称信息条件下的激励问题能从相对有限的分配机制集合中找到解决方法，这种分配机制能导致个人在不与自身利益冲突的情况下暴露出真实的私人信息，允许管制者将对最优机制的注意力限制到一个相对较小的直接、激励相容机制中去。然而在管制中还有一个关键要素，就是管制者对企业的监督执行问题。企业服从管制的行为通常必须通过适当的监督和执行手段来诱导，但由于监督和执行往往需要较高的成本，无法充分实现，势必影响管制的预期效果。因此，在一个完整的、有效的激励相容机制设计中，不仅要考虑管制者和企业之间的信息不对称问题，还必须考虑管制者对企业服从行为的监督承诺问题。在许多有关激励相容机制的文献中都忽视了监督执行问题，本文以对企业的环境管制为背景，研究在出现不对称信息和管制者监督执行①两方面问题的情形下，最优激励相容环境管制的设计，并与最优一致环境管制设计进行比较，结果表明前者明显优于后者。

二、管制游戏设计

首先设计一个管制游戏，管制者给企业提供一个契约菜单，每一个契约都包含四元变量。其中 q_i 为要求企业达到的污染消除标准，S_i 为相应支付给企业（或由企业支付）的一次性补贴（罚金），p_i 为管制者检查企业是否服从标准的概率（以后简称为监督概率），F_i 为企业被发现未达到标准 q_i 相应支付的罚金。这里仅仅考虑两种可能的成本类型，对应两种契约 (q_1, S_1, p_1, F_1) 和 (q_2, S_2, p_2, F_2)。更一般的情形，可以考虑N种可能的成本类型，企业在N种管制契约中选择。

管制游戏的时间安排如下。首先，管制者提供给企业两个可供选择的契约 (q_1, S_1, p_1, F_1) 和 (q_2, S_2, p_2, F_2)。然后，企业从中选择一个契约，得到相应适当的补贴，并从事生产和污染消除活动。由于管制者不可能无须成本而观察到企业是否服从污染消除标准，因此管制者以概率 p_i（在企业选择的契约中指定）监督企业的服从行为。在这个游戏设计中，假定管制者根据其分配在监督和执行上的预算，对指定监督概率 p_i 做出可信的承诺。如果监督发生，检查提供完备信息，监督将无误差地揭露服从或不服从行为。如果企业没有服从管制契约中指定标准，即 $q<q_i$，支付指定罚金 F_i。

接下来，是有关参与管制游戏企业的污染消除成本函数假设。由于采取不同的环境技术、不同的管理体制或者不同性质的企业，使得不同企业在污染消除上的成本存在差异。这里假定有两种污染消除成本类型：一种为低成本类型；另一种为高成本类型。参数 θ 表示企业的成本类型，其值只有企业知道，管制者不知道。分别用 θ_1 和 θ_2 代表低成本类型和高成本类型，被管制企业是两种成本类型之一。对于管制者而言，$\theta\in(\theta_1,\theta_2)$，且 $\theta_2>\theta_1$。管制者对于 $\theta=\theta_i$ 的预先信念为 $\alpha_i\in(0,1)$，$i\in\{1,2\}$，$\alpha_1+\alpha_2=1$。$C(q,\theta)$ 为污染消除成本函数（后面有时简称为成本函数），代表企业污染消除的总成本，其中 q 是污染消除数量（即政府设置标准）。$C(q,\theta)$ 是企业在达到污染消除标准 q 时发生的所有成本，包括安装和运行污染消除技术的成本，也包括生产过程中任何其他变化导致的利润损失（如产量水平或投入物的变化②），对 $C(q,\theta)$ 做如下假设：

$$C(q,\theta)>0 \text{ for all } q>0 \quad\cdots\cdots (2.1)$$

$$C_q(q,\theta)>0 \text{ for all } q>0 \quad\cdots\cdots (2.2)$$

$$C(q,\theta_2)>C(q,\theta_1) \text{ for all } q>0,\quad \theta_2>\theta_1 \quad\cdots\cdots (2.3)$$

$$C_q(q,\theta_2)>C_q(q,\theta_1) \text{ for all } q>0,\quad \theta_2>\theta_1 \quad\cdots\cdots (2.4)$$

可见成本函数 $C(q,\theta)$ 是 q 的凸函数。假设(2.1)和(2.2)表明污染消除成本是 q 的正的增函数。假设(2.3)和(2.4)表明污染消除成本函数中参数 θ 的作用。假设(2.3)表明 θ 越大，污染消除总成本越高。假设(2.4)表明污染消除边际成本也是 θ 的一个增函数。这样，如果企业是高成本类型者，意味着与低成本类型者相比，有更高的污染消除总成本和边际成本（保持污染消除数量 q 不变）。

三、激励相容机制设计的约束条件

在管制游戏中管制者对一个更清楚自己污染消除成本企业的战略反应进行预期，承诺一个激励相容的机制设计，使企业选择按其污染消除成本类型设计的契约实现利润最大化。这意味着具有 $\theta=\theta_1$ 的低成本类型企业选择 (q_1, S_1, p_1, F_1) 将至少与选择 (q_2, S_2, p_2, F_2) 一样有利可图，同样高成本类型企业选择 (q_2, S_2, p_2, F_2) 将优于选择 (q_1, S_1, p_1, F_1)。因此，机制设计的目的是让企业根据管制者的偏好选择管制契

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

约,需要考虑下面这些约束条件。

(一)个人理性约束

个人理性约束保证企业将至少享受其保留水平的利润,使企业愿意参与管制游戏。在这里保留利润是 0。即:$\pi - C(q_i,\theta_i) + S_i \geq 0, i \in \{1,2\}$。

(二)激励相容约束

在受到激励相容环境管制约束时,企业发现选择按其成本类型设计的管制契约时,达到利润最大化,即成本类型为 θ_i 时,企业将选择契约 (q_i,S_i,p_i,F_i)。因此,激励相容约束要求:

$$\Pi(\pi,q_i,S_i;\theta_i) \geq \Pi(\pi,q_j,S_j;\theta_i), i,j \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots\cdots (3.1)$$

这里假定监督概率 p_i 和罚金 F_i 足以诱导企业服从其选择管制契约中指定标准 q_i。假定在环境管制前,企业获利为 π。对于服从标准 q_i 的企业而言,管制后的利润则为 $\Pi(\pi,q_i,S_i,\theta) = \pi - C(q_i,\theta) + S_i$,其中 θ 是企业成本函数的参数值。上面的激励相容约束就可以表达为:

$$-C(q_i,\theta_i) + S_i \geq -C(q_j,\theta_i) + S_j, i,j \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (3.2)$$

可见,在维持激励相容约束中补贴起到关键作用。当 $q_1 > q_2$ 时,如果 $S_1 > S_2$,低成本类型企业(即 $\theta = \theta_1$)将仅仅接受 q_1 而不是 q_2。但是提高和给予补贴会造成经济损失,这里认为给予企业补贴 S 带来的经济成本为 $(\beta - 1)S$。参数 β 大于或等于 1,表示使用补贴作为环境政策工具产生的行政费用、税收扭曲或其他非效率行为等,即以补贴形式支付给企业的每一货币单位是以 β 货币单位的经济损失为代价的。

(三)管制者执行约束

为了诱导企业服从所选择契约中指定的相应标准,管制者必须选择合适的监督概率 p_1 和 p_2 及相应的罚金 F_1 和 F_2。管制者将受到四个执行约束集的约束。

第一,最大罚金 $\bar{F}$ 约束。强加一个最大罚金约束具有经济上的和政治上的合理性。经济上的合理性在于企业无法支付超过它们净资产值的罚金,政治上的合理性在于违反环境管制的最大罚金通常是由政府的司法机构设定的。对于主管执行的管制者(来自环境保护机构)而言,违规的最大罚金是外生给定的。

第二,服从约束。管制者承诺监督概率为 p_1 和 p_2,保证企业(已经选择符合其成本类型的契约)服从标准而不会冒违规的风险。假定监督技术没有误差,监督概率和罚金与违犯污染消除标准的大小无关。因此,如果企业决定不服从标准,事实上它将不会消除任何污染。企业选择根据其成本类型设计的契约,不服从标准相应预期利润为 $\pi + S_i - p_iF_i$;服从标准相应利润为 $\pi - C(q_i,\theta_i) + S_i$。本文假定企业是风险中性的。因此服从约束为:

$$\pi - C(q_i,\theta_i) + S_i \geq \pi + S_i - p_iF_i, \text{即}: C(q_i,\theta_i) \leq p_iF_i, i,j \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (3.3)$$

换句话说,如果服从成本小于预期不服从的处罚,企业选择服从。

第三,混合约束。它们是激励相容约束和服从约束的结合。管制者必须保证企业选择并服从按其成本类型相应设计的契约,而不是选择不服从为另一种成本类型企业设计的契约。对于选择合适契约且服从标准企业的利润是 $\pi - C(q_i,\theta_i) + S_i$,同时对于一个选择为其他成本类型企业设计的契约而不服从的企业,其预期利润是 $\pi - p_jF_j + S_j$,因此混合约束为:

$$-C(q_i,\theta_i) + S_i \geq -p_jF_j + S_j, i,j \in \{1,2\}, i \neq j \quad \cdots\cdots (3.4)$$

混合约束证明将对高成本类型企业起作用。这种类型企业可能试图接受为低成本类型企业设计的契约,以获得相对大的补贴 S_1。

第四,监督概率约束。即要求 p_1 和 p_2 小于或等于 1。在检查具有高监督成本的最优激励相容环境管制时,需要特别留意一个或两个监督概率最优设置在他们的角解值(=1)处。

四、激励相容环境管制模型

在企业污染消除成本上的不对称信息和对企业服从行为的监督执行两方面问题的同时存在,使得环境管制是相当复杂的。管制者需要在个人理性约束、激励相容约束、服从约束、激励相容/服从混合约束、最大值罚金约束和监督概率约束这些条件下最大化其目标函数。定义方程 $E(q)$ 为污染消除的环境利益。和环境经济学文献中的标准一样,环境利益假定为污染消除数量的递增但凹的函数,即 $E'(q) > 0$ 和 $E''(q) \leq 0$。为方便起见,假定监督企业服从行为的预期成本为 cp,这里 c 为监督的单位成本,p 为监督概率。假定管制者是风险中性的,它将最大化污染消除的预期环境利益,减少各种成本包括污染消除的预期成本、提高和给予预期补贴的经济成本及监督的预期成本。因此管制者的目标函数为:

$$\sum_{i=1}^{2}\alpha_i[E(q_i) - C(q_i,\theta_i) - (\beta-1)S_i - cp_i]$$

$$\text{s.t.} \quad \pi - C(q_i,\theta_i) + S_i \geq 0, i \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.1)$$

$$-C(q_i,\theta_i) + S_i \geq -C(q_j,\theta_j) + S_j, i,j \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.2)$$

$$C(q_i,\theta_i) \leq p_iF_i, i \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.3)$$

$$-C(q_i,\theta_i) + S_i \geq -p_jF_j + S_j, i,j \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.4)$$

$$F_i \leq \bar{F}, i \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.5)$$

$$p_i \leq 1, i \in \{1,2\} \quad \cdots\cdots (4.6)$$

α_i 代表管制者对于 $\theta = \theta_i$ 的预先信念。不等式(4.1)是个人理性约束,不等式(4.2)是激励相容约束,不等式(4.3)到(4.6)表达了上述的四个执行约束集:服从约束、激励相容/服从的混合约束、最大罚金约束和监督概率约束。

在这个信息不对称的管制者问题中,假定 q_{max} 表示污染消除可能的最大水平,q_1 或 q_2 必须在开区间 $(0,q_{max})$ 之间选择。本文假定污染消除的环境收益并不与要求 q_1 或 q_2 设置在 q_{max} 时的相对成本一样高。同样,污染消除的环境收益并不与要求 q_1 或 q_2 设置在 0 时的相对成本一样低。因此,目标函数是一个管制者从开区间 $(0,q_{max})$ 中选择污染消除数量 q_1 和 q_2 的内部解问题,构造拉格朗日函数如下:

$$\begin{aligned} L = & \sum_{i=1}^{2}\alpha_i[E(q_i) - (\beta-1)S_i - C(q_i,\theta_i) - cp_i] \\ & + \sum_{i=1}^{2}\lambda_i[\pi - C(q_i,\theta_i) + S_i] \\ & + \sum_{i,j=1}^{2}\omega_{ij}[-C(q_i,\theta_i) + S_i + C(q_j,\theta_i) - S_j] \\ & + \sum_{i=1}^{2}y_i[-C(q_i,\theta_i) + p_iF_i] \\ & + \sum_{i,j=1}^{2}z_{ij}[-C(q_i,\theta_i) + S_i + p_jF_j - S_j] \\ & + \sum_{i=1}^{2}x_i(\bar{F} - F_i) + \sum_{i=1}^{2}v_i(1-p_i) \end{aligned}$$

其中 $\lambda_i, \omega_{ij}, y_i, z_{ij}, x_i$ 及 $v_i(i,j \in [1,2])$ 均为非负乘数,它们分别对应于个人理性约束、激励相容约束、服从约束、激励相容/服从混合约束、罚金最大值约束和监督概率约束。在这些约束中,一些是多余的,当其他约束成立时可以保证它们成立。下面证明其中 $\lambda_1 = y_1 = z_{12} = 0$。

1. $\lambda_1 = 0$。如果满足低成本类型企业的激励相容约束,则:$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - C(q_2,\theta_1) + S_2$,由假设(2.3)可知

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$C(q,\theta_2) > C(q,\theta_1)$(因为$\theta_2>\theta_1$),得出:$\pi - C(q_2,\theta_1) + S_2 \geq \pi - C(q_2,\theta_2) + S_2$。因此,在满足低成本类型企业的激励相容约束和高成本类型企业的个人理性约束条件下,低成本类型企业的个人理性约束得到保证,即,$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - C(q_2,\theta_1) + S_2 \geq \pi - C(q_2,\theta_2) + S_2 \geq 0$,意味着$\lambda_1=0$。

2.$y_1=0$。在满足高成本类型企业的激励相容/服从混合约束和低成本类型企业的激励相容约束条件下,低成本类型企业的服从约束也得到保证的。满足高成本类型企业的激励相容/服从混合约束,则$\pi - C(q_2,\theta_2) + S_2 \geq \pi - p_1F_1 + S_1$,故$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - C(q_2,\theta_1) + S_2 \geq \pi - C(q_2,\theta_2) + S_2 \geq \pi - p_1F_1 + S_1$,得到$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - p_1F_1 + S_1$,意味着$y_1=0$。

3.$z_{12}=0$。在分别满足低成本类型企业的激励相容约束和高成本类型企业的服从约束条件下,那么自动满足低成本类型企业的激励相容/服从混和约束。满足高成本类型企业的服从约束,则$\pi - C(q_2,\theta_2) + S_2 \geq \pi - p_2F_2 + S_2$,故

$$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - C(q_2,\theta_1) + S_2 \geq \pi - C(q_2,\theta_2) + S_2 \geq \pi - p_2F_2 + S_2$$

得到$\pi - C(q_1,\theta_1) + S_1 \geq \pi - p_2F_2 + S_2$,意味着$z_{12}=0$。

$\lambda_1 = y_1 = z_{12} = 0$意味着,在满足其他相关约束条件下,自动满足低成本类型企业的个人理性约束、服从约束和激励相容/服从混和约束。在此情形下对上述最优激励相容管制问题求解,得到命题4.1(具体证明见附录),这个不对称信息/监督执行问题的内部解(即$p_1,p_2\in(0,1)$)满足如下条件,命题4.1:

(i) $E'(q_1) = (\beta + c/\bar{F})C_q(q_1,\theta_1)$

(ii) $E'(q_2) = (\beta + c/\bar{F})C_q(q_2,\theta_2) + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}[(\beta-1) + c/\bar{F}] \times [C_q(q_2,\theta_2) - C_q(q_2,\theta_1)]$

(iii) $S_1 = C(q_1,\theta_1) - C(q_2,\theta_1) + S_2$

(iv) $S_2 = C(q_2,\theta_2) - \pi$

(v) $p_1 = \frac{C(q_2,\theta_2) + (S_1 - S_2)}{\bar{F}} = \frac{C(q_2,\theta_2) + [C(q_1,\theta_1) - C(q_2,\theta_1)]}{\bar{F}}$

(vi) $p_2 = \frac{C(q_2,\theta_2)}{\bar{F}}$

(vii) $F_1 = F_2 = \bar{F}$

可见,污染消除成本的不对称信息和企业服从行为的高监督成本两方面问题的结合,影响污染消除标准设置过程和最优监督概率值。

条件(v)表明,低成本类型企业的监督概率p_1设置在满足激励相容/服从混合约束对高成本类型企业起作用的水平上。条件(v)可以变形为$-C(q_2,\theta_2) + S_2 = -p_1\bar{F} + S_1$,因此$p_1$的选择是为了阻止高成本类型企业选择为低成本类型企业设计的管制契约(然后不服从契约中指定要求)。

条件(v)也可以表达为$p_1\bar{F} = C(q_1,\theta_1) + [C(q_2,\theta_2) - C(q_2,\theta_1)]$,在这个表达形式中,注意两点。第一,因为$[C(q_2,\theta_2) - C(q_2,\theta_1)]>0$,所以,$p_1\bar{F} > C(q_1,\theta_1)$。监督概率$p_1$设置的水平高于诱导低成本类型企业服从标准$q_1$所必需的水平,证实前面所述服从约束对低成本类型企业不起作用的结论。第二,因为$p_1\bar{F} = C(q_1,\theta_1) + [C(q_2,\theta_2) - C(q_2,\theta_1)]$,表明管制者承诺对低成本类型企业的监督概率越大,其要求达到的污染消除标准q_1也越大。因此监督成本同时影响最优监督概率和最优污染消除标准。

命题条件(i)和(iii)代表为低成本类型企业设计的标准和补贴。条件(iii)隐含激励相容约束对于低成本类型企业是起作用的,S_1的选择使得企业在服从高或低成本类型管制契约上没有差别。条件(i)表明对于低成本类型企业的污染消除标准低于污染消除的边际收益等于边际成本时的水平。如果q_1从条件(i)中描述的水平增加,S_1必须提高以维持低成本类型企业的激励相容约束。以这种方式提高S_1将付出高昂代价。第一,提高补贴造成直接福利损失,概括在参数β中。第二,为了支持条件(i)中因最优水平q_1增加而提高的S_1,需要提高p_1以保证满足高成本类型企业的激励相容、服从混合约束。对于提高的每美元S_1,p_1必须以单位成本c提高$1/\bar{F}$,解释了条件(i)中的$c/\bar{F}$项。

条件(ii)表明污染消除成本中不对称信息的出现严重扭曲了高成本类型企业要求达到的标准,尤其在高监督成本模型中。因为$[C_q(q_2,\theta_2) - C_q(q_2,\theta_1)]>0$,选择的$q_2$远远低于边际收益等于边际成本时的水平。将条件(ii)重新写为:

$$\alpha_2\{E'(q_2) - C_q(q_2,\theta_2) - (\beta-1)C_q(q_2,\theta_2) - c/\bar{F}[C_q(q_2,\theta_2)]\} = \alpha_1[(\beta-1) + c/\bar{F}] \times [C_q(q_2,\theta_2) - C_q(q_2,\theta_1)]$$

上述表达式提供了高成本类型企业标准设定过程的直观解释。

方程左边各项的含义。α_2是管制者相信$\theta=\theta_2$的概率。$E'(q_2)$和$C_q(q_2,\theta_2)$分别为在边际意义上提高q_2,相应增加的污染消除收益$E'(q_2)$和成本。$(\beta-1)C_q(q_2,\theta_2)$和$c/\bar{F}C_q(q_2,\theta_2)$可以分别从条件(iv)和条件(vi)中得到解释。条件(iv)表明对于$\theta=\theta_2$的企业而言,个人理性约束是起作用的。因此,如果q_2在边际意义上增加,S_2必然提高$C_q(q_2,\theta_2)$,导致$(\beta-1)C_q(q_2,\theta_2)$的福利损失。条件(vi)显示对于$\theta=\theta_2$的企业而言,服从约束是起作用的,因此如果$q_2$在边际意义上增加,$p_2$必须以单位成本$c$提高$\frac{C_q(q_2,\theta_2)}{\bar{F}}$。方程左边项是当管制者认为$\theta=\theta_2$的概率为$\alpha_2$时,设置标准$q_2$的结果。

方程右边项解释了即使$\theta=\theta_1$设置q_2隐含的福利。此时管制者相信$\theta=\theta_1$的概率为α_1。如前面所述,q_2在边际意义上提高,S_2必须提高$C_q(q_2,\theta_2)$。为了阻止低成本类型企业接受高成本类型契约,S_1也必须相应提高$C_q(q_2,\theta_1)$以维持对低成本类型的激励相容约束。$C_q(q_2,\theta_1)$是当$\theta=\theta_1$时,对于接受契约$(q_2,S_2,p_2,\bar{F})$的企业,污染消除成本在边际意义上增加的数量。提高S_1导致$[(\beta-1) + c/\bar{F}]$的单位成本,其中$(\beta-1)$是提高补贴的直接福利损失,$c/\bar{F}$是与提高p_1相关的成本。提高p_1是为了维持当S_1提高时,激励相容、服从混合约束仍然对高成本类型企业起作用。

如果监督成本比较低,污染消除的环境收益比较高,不服从管制的最大罚金比较低时,管制者选择一个或两个监督概率的角解可能是最优的。存在下面两种可能的情形:(i) $p_1=1$, $p_2<1$和(ii) $p_1=p_2=1$从中显示出,如果$p_2=1$,那么$p_1=1$。我们将第一种情形称为部分角解,第二种情形称为完全角解。在部分角解$p_1=1$中,和监督概率约束相关的拉格朗日乘数v_1是正的。由于篇幅有限,本文不作具体分析。

五、最优一致环境管制模型

下面考虑在不对称信息和高监督成本情形中的最优一致契约。管制者仅仅设计一个契约(q,S,p,F),管制者对企业污染消除成本的信息仍然不知道,且监督企业服从行为的成本很高。此时,管制者最大化如下目标函数:

$$\sum_{i=1}^{2}\alpha_i[E(q) - (\beta-1)S - C(q,\theta_i) - cp]$$

$$\text{s.t.} \quad \pi - C(q,\theta_i) + S \geq 0, i\in\{1,2\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1)$$

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$C(q,\theta_i) \leq pF, i \in \{1,2\}$ ……………………………… (5.2)

$F \leq \bar{F}$ ……………………………………………… (5.3)

$p \leq 1$ ……………………………………………………… (5.4)

因为污染消除成本函数是θ的一个增函数,即$C(q,\theta_2) > C(q,\theta_1)$,(5.1)的个人理性约束仅仅对$\theta=\theta_2$起作用,意味着$\lambda_1=0$。同样(5.2)的服从约束也仅仅对$\theta=\theta_2$类型企业起作用。$\theta=\theta_2$时,企业服从污染消除标准,则$C(q,\theta_1) < C(q,\theta_2) \leq pF$,保证满足$\theta=\theta_1$类型企业的服从约束$C(q,\theta_1) < pF$,意味着$y_1=0$。如果监督成本足够大,目标函数是一个与监督概率相关的内部解问题,即$p \in (0,1)$,通过求解得到命题5.1(具体见附录中证明2),满足如下条件,命题5.1:

(i) $E'(q) = \alpha_1 C_q(q,\theta_1) + \alpha_2 C_q(q,\theta_2) + (\beta-1) C_q(q,\theta_2) + \frac{C}{\bar{F}} C_q(q,\theta_2)$

(ii) $\pi - C(q,\theta_2) + S = 0$

(iii) $F = \bar{F}$,

(iv) $p = \frac{C(q,\theta_2)}{\bar{F}}$

最优一致污染消除标准设置在:使得边际污染消除收益等于(i)(预期边际消除成本$[\alpha_1 C_q(q,\theta_1) + \alpha_2 C_q(q,\theta_2)]$)与(ii)(保证$\theta=\theta_2$时满足企业的个人理性和服从的经济成本)两者之和的水平上。

六、结束语

可以看出,在出现污染消除成本信息不对称和高监督成本的条件下,激励相容环境管制更加灵活并优于最优一致环境管制。对于一个拥有自身污染消除成本更多信息的企业而言,有机会从一个仔细设计的管制菜单中进行选择,低污染消除成本类型企业和高污染消除成本类型企业分别受到不同的污染控制标准和不同的执行措施,比被强制执行一致的污染消除标准,前者更有优势,最优一致管制机制远不如最优激励相容机制那么有效。

本文的分析同时表明考虑监督成本的存在,影响管制机构对企业监督的可能性,进而对最优管制目标的设置产生影响。事实上,监督问题存在许多管制背景中,作为金融监管"三驾马车"的银监会、证监会和保监会,它们有效地规范着金融市场中各类企业的行为,同时由于监管存在较高的监督成本,因此需要选择合适的监督概率对不同企业进行适度的监管达到最优管制效果。本文的模型希望能对这些领域中的管制问题提供一些借鉴。

附录:

证明1:对拉格朗日方程函数关于q_1, S_1, p_1, F_1及q_2, S_2, p_2, F_2求导,最优化的一阶条件如下。

$\alpha_1 E'(q_1) - (\alpha_1+\omega_{12}) C_q(q_1,\theta_1) + \omega_{21} C_q(q_1,\theta_2) = 0$ ………… (1.1)

$\alpha_2 E'(q_2) - (\alpha_2+\lambda_2+y_2+\omega_{21}+z_{21}) \times C_q(q_2,\theta_2) + \omega_{12}[C_q(q_2,\theta_1)] = 0$ …………………………………………………… (1.2)

$\alpha_1(1-\beta) + \omega_{12} - \omega_{21} - z_{21} = 0$ ……………………… (1.3)

$\alpha_2(1-\beta) + \lambda_2 + \omega_{21} - \omega_{12} + z_{21} = 0$ ………………… (1.4)

$-\alpha_1 c + z_{21} F_1 - \upsilon_1 = 0$ ……………………………… (1.5)

$-\alpha_2 c + y_2 F_2 - \upsilon_2 = 0$ ……………………………… (1.6)

$-x_1 + z_{21} p_1 = 0$ ……………………………………… (1.7)

$-x_2 + y_2 p_2 = 0$ ……………………………………… (1.8)

因为$\alpha_1 c>0$, $\alpha_2 c>0$, $\upsilon_1 \geq 0, \upsilon_2 \geq 0$,从假设(1.5)和(1.6)可以得出$z_{21}>0$及$y_2>0$。又$p_1>0$和$p_2>0$,故$z_{21}p_1>0$及$y_2p_2>0$,因此$x_1>0$及$x_2>0$,得到命题4.1中的条件(vii) $F_1=F_2=\bar{F}$。

在监督概率为内部解p_1和p_2的情形中,得$\upsilon_1=0$和$\upsilon_2=0$。因此,从(1.5)和(1.6)可得$z_{21}=\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}>0$及$y_2=\frac{(\alpha_2 c)}{\bar{F}}>0$。由$z_{21}=\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}>0$,推出$-C(q_2,\theta_2)+S_2=-p_1\bar{F}+S_1$。因此激励相容、服从约束对于高成本类型企业是起作用的,并得到条件(v),即$p_1=\frac{C(q_2,\theta_2)+(S_1-S_2)}{\bar{F}}$。

同样由$y_2=\frac{(\alpha_2 c)}{\bar{F}}>0$,得$-C(q_2,\theta_2)+p_2\bar{F}=0$,得到条件(vi),即$p_2=\frac{C(q_2,\theta_2)}{\bar{F}}$。

如果$\omega_{21}=0$,则从(1.3)得$\omega_{12}=\alpha_1(\beta-1)+\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}>0$,因此$\{\pi-C(q_1,\theta_1)+S_1\}=\{\pi-C(q_2,\theta_1)+S_2\}$,激励相容约束对低成本类型企业是起作用的,并得到命题条件(iii),即$S_1=C(q_1,\theta_1)-C(q_2,\theta)+S_2$。

由(1.3)和(1.4),导出$\lambda_2=(\beta-1)>0$,因此得到条件(iv) $S_2=C(q_2,\theta_2)-\pi$。

此外,将$\omega_{12}=\alpha_1(\beta-1)+\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}$代入(1.1),变形为:

$\alpha_1 E'(q_1) = [\alpha_1+\alpha_1(\beta-1)+\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}] C_q(q_1,\theta_1)$,两边同除$\alpha_1$,重新安排,得到命题条件(i)。

同样,将$\lambda_2=(\beta-1)$, $y_2=\frac{(\alpha_2 c)}{\bar{F}}$, $z_{21}=\frac{(\alpha_1 c)}{\bar{F}}$代入(1.2),可以得出命题条件(ii)。

为了验证$\omega_{21}=0$,检查成本类型为$\theta=\theta_2$的企业如果接受和服从契约(q_2,S_2,p_2,F_2)而不是(q_1,S_1,p_1,F_1)所获得的利润更大。因$\omega_{12}>0$,故$[\pi-C(q_1,\theta_1)+S_1]=[\pi-C(q_2,\theta_1)+S_2]$,变形为:

$\pi-C(q_1,\theta_2)+S_1=[\pi-C(q_1,\theta_1)+S_1]+C(q_1,\theta_1)-C(q_1,\theta_2) = [\pi-C(q_2,\theta_1)+S_2]+C(q_1,\theta_1)-C(q_1,\theta_2)$ ………………… (1.9)

高成本类型企业的激励相容约束为:$[\pi-C(q_2,\theta_2)+S_2]-[\pi-C(q_1,\theta_2)+S_1]$,由上面条件得到:

$[\pi-C(q_2,\theta_2)+S_2]-[\pi-C(q_1,\theta_2)+S_1]$

$=[\pi-C(q_2,\theta_2)+S_2]-[\pi-C(q_2,\theta_1)+S_2]-C(q_1,\theta_1)+C(q_1,\theta_2)$

$=[C(q_1,\theta_2)-C(q_1,\theta_1)]-[C(q_2,\theta_2)-C(q_2,\theta_1)]>0$ … (1.10)

这是在假设(2.4) $C_q(q,\theta_2) > C_q(q,\theta_1)$,对所有$q>0$, $\theta_2>\theta_1$及$q_1>q_2$的条件下推出的结论。因此对高成本类型企业,激励相容约束不起作用,故$\omega_{21}=0$,证明完毕。

证明2:此时拉格朗日函数为:

$$L = \sum_{i=1}^{2} \alpha_i [E(q) - (\beta-1)S - C(q,\theta_i) - cp] + \sum_{i=1}^{2} \lambda_i [\pi - C(q,\theta_i) + S] + \sum_{i=1}^{2} y_i [-C(q,\theta_i) + pF] + x(\bar{F}-F)$$

最大化的一阶条件为:

$E'(q) - \alpha_1 C_q(q,\theta_1) - \alpha_2 C_q(q,\theta_2) - \lambda_1 C_q(q,\theta_1) - \lambda_2 C_q(q,\theta_2) - y_1 C_q(q,\theta_1) - y_2 C_q(q,\theta_2) = 0$ ………………………………… (2.1)

$(1-\beta) + \lambda_1 + \lambda_2 = 0$ ………………………………… (2.2)

$-c + y_1 F + y_2 F = 0$ ………………………………… (2.3)

$y_1 p + y_2 p - x = 0$ ………………………………… (2.4)

因为对于低成本类型企业,个人理性约束不起作用,即$\lambda_1=0$,所以从方程(2.2)可以得到$\lambda_2=(\beta-1)>0$。又因为$y_1=0$,从方程(2.3)得到$y_2=c/\bar{F}>0$,所以从方程(2.4)得到$x>0$。从$\lambda_2=(\beta-1)>0$、$x>0$及$y_2=c/\bar{F}>0$,分别得到命题5.1条件(ii) $\pi-C(q,\theta_2)+S=0$、条件(iii) $F=\bar{F}$及条件(iv) $p=\frac{C(q,\theta_2)}{\bar{F}}$。最后将前面所有条件代入方程(2.1),得到条件(i):

$E'(q) = \alpha_1 C_q(q,\theta_1) + \alpha_2 C_q(q,\theta_2) + (\beta-1) C_q(q,\theta_2) + \frac{C}{\bar{F}} C_q(q,\theta_2)$,证明完毕。

注释:

①"监督"定义为核查企业环境业绩(如服从标准)状况的行为,"执行"定义为对不服从标准的企业进行惩罚(如罚金),诱导其服从的行为。有时用"执行"代表管制者执行监督和执行罚金两种行为。

②企业在污染消除上的投资将影响其在产量上的投资,从而影响产量水平;同时为了消除污染,企业可能改变原来的投入物而使用产生污染小的投入物。

(作者单位:上海交通大学安泰管理学院　上海　200030)

(责任编辑:N)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net