

外溢效果下之最適補貼率

許義忠*

摘 要

關鍵詞：外溢效果，補貼率，污染排放

JEL 分類代號：H23，D62

本文主要討論：若廠商之防污努力的投入具有外溢效果，則政府在訂定最適補貼率時，有無將外溢效果納入考量對補貼率訂定之影響。其次，本文亦討論當政府訂定補貼率時，外溢效果存在的考量與否，對廠商之最適產量及污染排放量之影響與傳統文獻不同。根據本文研究發現，若政府在訂定補貼率時亦將外溢效果納入考量，則可減低補貼對廠商產量之衝擊，使產量較接近最適產量。另外，加入外溢效果之考量後，補貼所達成之降低污染排放水準亦不致被高估。

* 作者為國立政治大學財政所博士生暨朝陽科技大學會計系講師。作者感謝本刊編輯委員及兩位匿名審查人的指正與惠賜改進意見。本文在寫作與審查期間，感謝徐教授偉初與宋教授玉生所提供之建設性修改意見。本文初稿曾於台灣經濟學會 2002 年會發表，感謝評論人李教授顯峰的評論與建議。文中若有任何謬誤，當屬作者之責。

外溢效果下之最適補貼率

許義忠

壹、前言

有關污染排放量之控制，傳統文獻上所提及之方法不外乎透過環保署訂定一套污染排放標準，廠商之污染排放量不得超過此一標準，若超過該標準則將受到環保署處罰，或者是政府也可以透過課稅與補貼的方式來促使廠商減少其產量，進而減少其可能產生之污染排放量。Jones (1989)、Jones and Scotchmer (1990)、Malik (1992、1993)以及 Innes (1999)均是探討此一主題。以及以直接管制方式來對污染排放量進行控制等。¹

另外，傳統 Pigouvian tax 認為，在訊息完全充分的假設前提下，對每單位污染排放量所課之單位租稅應等於該單位污染排放量對社會所造成之邊際損害，如此方可達到資源最適配置。²然而，現實社會中訊息大多為不完全充分，因此，如何了解廠商之真正污染排放量水準將是一件非常因難的工作，倘若由廠商自行申報其污染排放量，則可能有低報之情形，Harford (1987)、Malik (1993)及 Innes (1999)便是探討廠商自行申報其污染排放量下之政府政策。

而除了可能有低報污染排放量之情形外，甚至也有租稅逃漏之問題，Andreoni et al. (1998)與 Chander and Wilde (1998)針對此一問題有較一般性的討論。此外，環保署在有限

¹ 黃宗煌(1991)曾對直接管制與污染稅兩種政策之效果進行經濟分析。

² 例如 Baumol and Oates(1975)一書中便有詳細的說明。該書提到防治污染的政策工具大體上可分成四類：(1)道義的勸說(moral suasion)；(2)直接管制(direct controls)；(3)市場的操作，包括課稅與補貼；(4)政府的投資。

的人力物力下，常常無法讓廠商確實遵守其規定，於是暗中違規之情況便層出不窮，職是之故，Sung (1999)透過訊息賽局機制之設計，可達到在有限之資源經費下，提高守法廠商之比例與環境品質。

除此之外，另一種現實上常使用來減少污染排放量之方法即政府提供廠商污染防治投入成本的補貼。³但是此種成本補貼往往只會使廠商生產之邊際成本降低，對廠商之污染防治努力無太大影響，而補貼之用意本來乃在於鼓勵廠商從事污染防治之投入，但其最後效果往往只是造成廠商產量及收入的增加。⁴Harford (1978)針對上述情形則提出不同看法，在假設不完全可執行污染控制的前提下，該文證明政府可以透過對防治污染投入的成本給予補貼之方式，使廠商的污染排放量減少。同時，在政府執行補貼政策之後，該文亦得到廠商之產量將偏離最適產量水準，亦即有可能反而更高之結論。

由於上述傳統文獻在分析政府之補貼政策時，均只鎖定個別廠商之反應，並未考慮到廠商彼此間之防治污染投入可能具有外溢效果(spillover effect)，舉例而言，若河流上下游各有一家廠商，則當下游廠商為了稀釋廢水污染濃度而添購廢水淨化處理設備時，上游廠商將因為下游廠商此舉，而減少污染防治之投入；或者當政府規定某一地區之空氣

³ 根據郭虹瑩、黃鴻及麥朝成(2001)文中所提，處理污染所造成的外部性問題的方式很多，一般而言可分為兩大類。一類是以數量為管制標的的管制政策，通常是藉由污染排放標準的訂定，來限制廠商的污染排放量，此類管制政策屬於直接的管制方式。另一種則是以價格為基礎的經濟誘因政策，如污染稅、污染防治量補貼以及污染防治成本補貼等，此一類型的管制政策則是藉由經濟誘因制度的設計，以誘導廠商間接地達到環境保護的目標。

⁴ 例如：在謝琦強與楊重信(2001)文中所提及，Burrows(1979)認為：若採對污染防治投入進行補貼，就短期結構而言，廠商因環境污染防治而增加的成本負擔將會減輕，所以，補貼政策下的廠商利潤勢將大於課稅下的廠商。另外，劉育民(1993)之研究亦顯示，補貼政策將導致廠商之利潤提高且污染排放擴大。謝琦強與楊重信(2001)之研究結果則發現，單一針對單位產量補貼政策確實會增加污染防治量，但卻亦可能導致廠商增產，以及總污染排放及環境品質未必改善。

品質須達某一標準，而該地區中只要有某一污染廠商添購淨化空氣之設備後，則該地區之其它廠商將會因為此廠商的防治污染努力所產生之外溢效果而受惠。因此，若政府欲對從事防治污染努力之廠商給予補貼時，應考慮其有無可能對其它廠商產生外溢效果。

是故，本文乃首次將外溢效果納入政府補貼政策之考量中，探討外溢效果存在時，政府之最適補貼率應如何訂定，同時本文亦探討在外溢效果存在下，對廠商個別之最適產量與最適污染排放量有何影響。⁵以下本文共分四節，除第一節為前言外，第二節為探討最適產量與最適排放量之基本模型，第三節則分別求出在有無外溢效果下之最適補貼率，最後一節則為結論。

貳、基本模型

本文依循 Harford (1978)於文中所做之假設，故假設第 i 家廠商之生產量為 q_i ，且其收益為 $R(q_i)$ 。另外，第 i 家廠商之總成本除了生產財貨所產生之生產成本外，尚包括為了減少污染排放量所必須產生之成本，若以 w 表示污染排放量，則成本函數可以表示為 $C(q_i, w_i)$ ，其中 $C_q > 0$ ， $C_w < 0$ ，亦即生產量愈多，成本愈高，以及污染排放量若愈低，表示廠商須投入的防治污染設備成本及努力愈高。因此，為使污染排放量愈低，則所須投入之防治污染成本將愈高，進而促使廠商的成本也愈高。此外， R_q 與 C_q 分別表示多生產一單位產量之邊際收益與邊際成本，且隨著產量的增加，邊際收益為遞減，但邊際成本則為遞增。

為簡化分析，本文以廠商 i 為例，並以 $C_i^0(q_i) \equiv C_i(q_i, \bar{w}_i)$ 表示廠商 i 在未做任何防治污染努力，致使污染排放量最大 (\bar{w}) 時之成本。倘若廠商逕行投入污染防治措施，因而

⁵ Santore et al.(2001)曾探討美國各州所產生之污染若為不對稱且具有外溢效果時，則各州環保署在可轉讓排放許可證市場下之策略行為。

降低其污染排放量，則其總成本將由 $C_i^0(q_i)$ 提高至 $C_i(q_i, w_i)$ ，其中 $w_i < \bar{w}_i$ 。而 $C_i(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)$ 之差額即可視為廠商因提高污染防治措施而增加的防治污染成本。同時，令 $f_i(w_j)$ 且 $f_i'(w_j) > 0$ 表示廠商 j 對廠商 i 所產生的外溢效果 ($i \neq j$)。當廠商 j 投入之防治污染努力增加，則其污染排放量 w_j 將減少，所以廠商 j 之防治污染努力投入的提高，會因為外溢效果存在而使廠商 i 在達到相同污染排放量下，所須投入的防治污染成本由 $C_i(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)$ 下降成爲 $f_i(w_j)[C_i(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)]$ 。又設當廠商 j 並未投入任何防治污染努力時，表示其污染排放量將爲最大，令其爲 \bar{w}_j 。此時表示廠商 j 對廠商 i 將不會有任何的外溢效果，所以可以用 $f_i(\bar{w}_j) = 1$ 表示，而當 $f_i(w_j)$ 愈小，則表示外溢效果愈大，如圖 1，故可以整理後表示如下：

$$0 < f_i(w_j) \leq 1, f_i(\bar{w}_j) = 1, f_i'(w_j) > 0$$

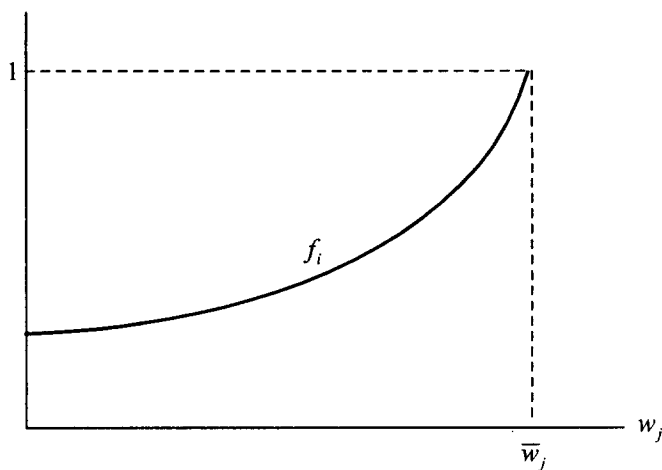


圖 1 外溢效果與污染排放量之關係

另外，本文亦假設環保署對於廠商的污染排放量訂有一個標準排放量(以 s 表示)，若任一廠商之污染排放量超過此標準(即 $w_i > s$)，表示此廠商違規，故會產生受罰成本，如果以 G 以表示，則可以表示如下：

$$G(w_i - s) \quad (1)$$

當廠商的污染排放量在環保署所規定的排放標準以內(即 $w_i \leq s$)，則無違規成本，所以 $G(\cdot) = 0$ ；反之，若廠商的排放標準超過環保署所規定的標準，則隨著超過標準之排放量愈多，違規而受罰的成本將愈高，且受罰成本的增加速度為遞增，亦即 $G' > 0$ ， $G'' > 0$ ， $\forall w_i > s$ 。由於本文並非鎖定在處罰廠商之違規情形，故違規成本 $G(\cdot)$ 僅假設為超過排放標準之排放量的增函數。綜合上述之假設與說明可知，廠商的利潤為收入減去因為生產所可能發生之生產成本，以及污染防治投入之成本，再加上政府對防治污染努力所給予之補貼，最後再視廠商是否有違規而所必須扣掉之受罰成本，故廠商 i 追求利潤最大之目標函數可以表示如下：

$$\text{Max}_{\{q_i, w_i\}} \pi_i = R(q_i) - C(q_i, w_i) + bf_i(w_i)[C(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)] - G(w_i - s) \quad (2)$$

上式中 b 表示政府對廠商防治污染努力投入成本之補貼率，當廠商 i 有從事污染防治之行爲時，其生產的成本必較高，為 $C(q_i, w_i)$ 。所以其所能獲得補貼之金額可以表示為 $bf_i(w_i)[C(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)]$ ，若無外溢效果，即 $f_i(w_i) = 1$ ，則補貼金額可以表示為 $b[C(q_i, w_i) - C_i^0(q_i)]$ 。

一、最適產量

假設廠商所處的市場為完全競爭市場，故將(2)式對產量及污染排放量求一階導數後，可以分別表示如下：



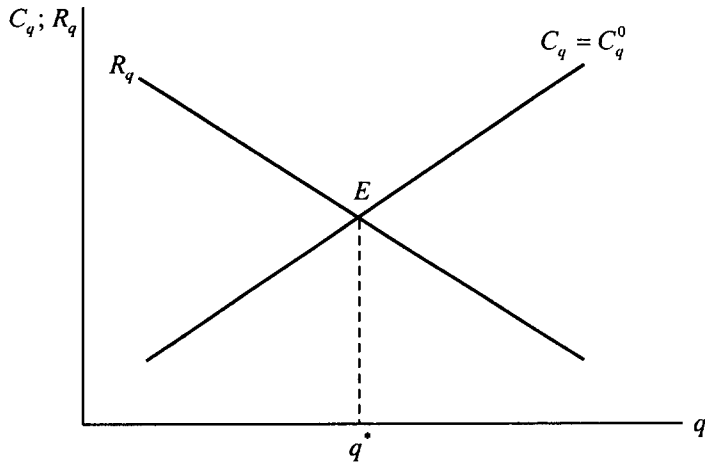


圖 2 最適產量水準

$$\pi_{qi} \equiv \frac{\partial \pi}{\partial q} = R_q - C_q + bf_i(w_j)[C_q - C_q^0] = 0 \quad (3)$$

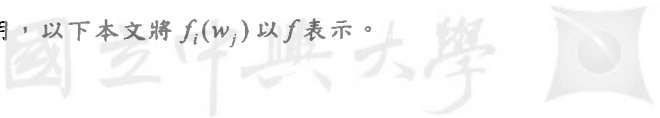
$$\pi_{wi} \equiv \frac{\partial \pi}{\partial w} = -C_w + bf_i(w_j)C_w - G' = 0 \quad (4)$$

將(3)式移項後可得：

$$C_q = R_q + bf_i(w_j)[C_q - C_q^0] \quad (5)$$

首先考慮無外溢效果之狀況(即 $f = 1$)。⁶則根據成本函數中之產量與污染排放量之關係，可分成以下二種關係討論。(1)假設成本函數中之產量與排放量為可分割(separable)，則表示污染排放量之增加與產量之邊際成本無關，即 $C_{qw} = 0$ ，此時不管廠商是否投入污染防治努力均不會影響其生產成本，換言之，廠商有從事污染防治努力行為之生產成本

⁶ 為了便於說明，以下本文將 $f_i(w_j)$ 以 f 表示。



與不從事污染防治努力時相同，亦即 $C_q - C_q^0 = 0$ ，故不管政府是否給予廠商補貼，由(5)式可知其最適產量將可由 $C_q = R_q$ 決定，如圖 2 中 E 點之 q^* 。⁷

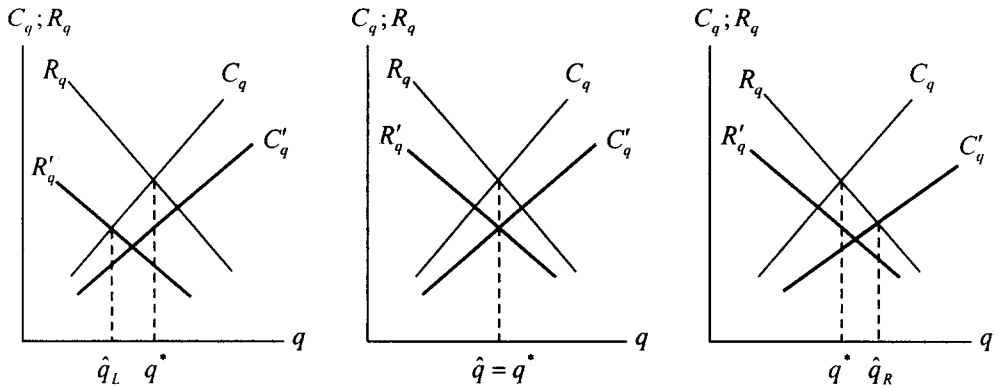


圖 3 Harford 結論－未考慮外溢效果下最適產量

(2) 假設產量之邊際成本與污染排放量之多寡有關，例如：廠商從事污染防治努力，促使污染排放量減低，則此時就相同的產量水準而言，有從事污染防治努力時之產量邊際成本將較高，即 $C_{qw} < 0$ ，換言之，不從事任何污染防治努力之產量邊際成本為 C_q^0 ，而有從事污染防治努力之產量邊際成本為 C_q ，因此 $C_q - C_q^0 > 0$ 。故在考慮政府是否對廠商進行補貼之例子中可知，若政府不給予任何補貼，則最適產量由(5)式可知仍為 $C_q = R_q$ ；但是若考慮政府對廠商從事污染防治投入有補貼之情況時，其最適產量將由下式決定：

$$C'_q \equiv (1-b)C_q = R_q - bC_q^0 = R'_q \tag{6}$$

⁷ 前面已假設產量之邊際收益為遞減，而產量之邊際成本為遞增。

由(6)式可知，最適產量將由 C'_q 與 R'_q 決定，而其可能狀況有三，如圖 3 所示。換言之，產量可能高於、低於或等於 q^* ，亦即可能偏高(以 \hat{q}_R 表示)或偏低(以 \hat{q}_L 表示)。此結論與 Harford(1978) 之結果相同。

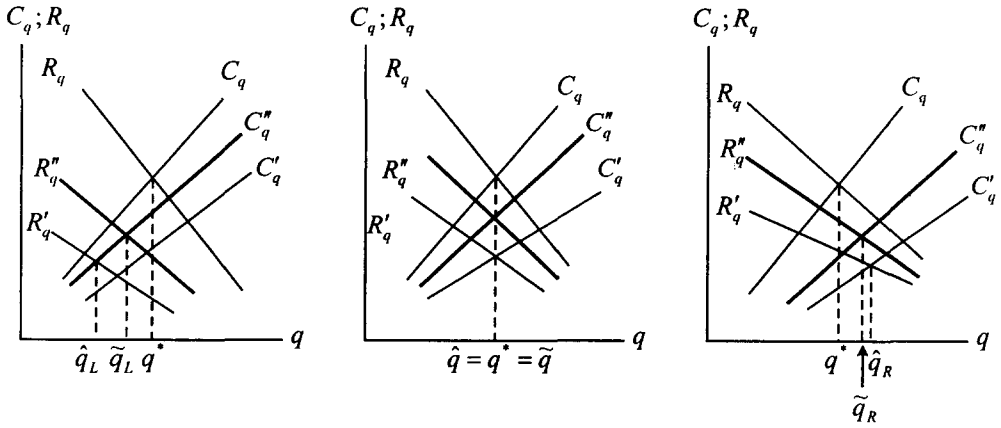


圖 4 考慮外溢效果下最適產量

今考慮外溢效果存在之情況($f < 1$)。倘若政府不提供補貼($b = 0$)，則不管成本函數符合上述之 $C_{qw} = 0$ 或 $C_{qw} < 0$ ，均可知最適產量都將由(5)式決定，即 $C_q = R_q$ ，故最適產量仍為 q^* 。若政府提供補貼($b > 0$)且成本函數符合 $C_{qw} < 0$ ，則最適產量將由(7)式決定。將(5)式移項並整理後可以表示如下：

$$C''_q \equiv (1-bf)C_q = R_q - bfC_q^0 \equiv R'_q \quad (7)$$

由(7)式可知，考慮外溢效果下之最適產量(以 \tilde{q} 表示)將決定於 C''_q 與 R'_q 之交點。然而若比較(6)式與(7)式可發現：

$$C''_q \geq C'_q; \quad R'_q \geq R' \quad (8)$$



National Chung Hsing University

因此，根據(7)式所決定之最適產量亦將產生三種可能情況，如圖 4 所示。⁸若比較圖 3 與圖 4 則不難發現，當政府對廠商所從事之污染防治努力補貼時，如果將外溢效果納入考慮，則可以使得產量趨於最適產量(q^*)，例如圖 4 中之 $\tilde{q}_i (i=L, R)$ 均較 \hat{q}_i 接近 q^* ，顯示此項效果之考量是為必要。因此，政府對廠商 i 給予污染防治努力補貼時，應將其對廠商 j 所造成之外溢效果納入考慮。此外，由圖 4 亦可得知，當外溢效果愈大，且政府對廠商進行防治污染努力補貼時，則將使此項補貼政策對廠商的產量影響減至最小；反之，若有外溢效果而不考慮，則政府逕行對廠商之防污努力進行補貼，將可能對廠商的產量產生大幅影響。綜上所述，可將本節所討論之最適產量彙整如表 1 與表 2。

表 1 不考慮外溢效果之最適產量

成本函數	補 貼	未補貼
$C_{qw} = 0$	q^*	q^*
$C_{qw} < 0$	$\hat{q}_L \leq q^* \leq \hat{q}_R$	q^*

表 2 考慮外溢效果之最適產量

成本函數	補 貼	未補貼
$C_{qw} = 0$	q^*	q^*
$C_{qw} < 0$	$\hat{q}_L \leq \tilde{q}_L \leq q^* \leq \tilde{q}_R \leq \hat{q}_R$	q^*

二、最適污染排放量

廠商 i 之最適污染排放量可由(4)式移項整理後之(9)式推得，如下所示：

$$-[1 - bf_i(w_j)]C_w = G' \tag{9}$$

⁸ 圖 4 中之 \tilde{q}_R 係指高於 q^* 之產量，而 \tilde{q}_L 則係指低於 q^* 之產量。

又根據(1)式可知，若廠商之污染排放量超過環保署所規定之排放標準時，廠商將必須受罰，且其違規之成本將隨著污染排放量愈高而遞增，亦即如前面所言 $G' > 0$ ， $G'' > 0$ ，故若以污染排放量為橫軸，而縱軸為成本，則 G' 線為正斜率曲線。另外，上式之 $-C_w (> 0)$ 可表示廠商 i 若污染排放量愈多(即不從事污染防治努力)，則淨成本減少愈多(可視為邊際利益)，故將此關係一樣表示在以污染量及成本為兩軸之圖形中，則在假設邊際利益為遞減時， $-C_w$ 將為一負斜率曲線，如圖 5 所示。

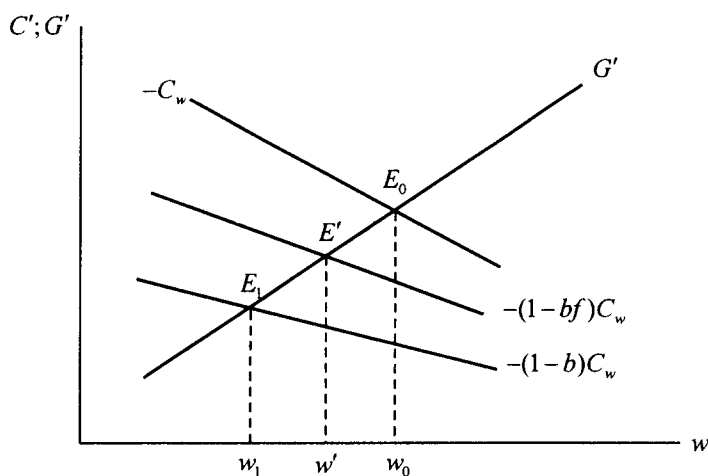


圖 5 最適污染排放量

因此，由(9)式可知，若政府對違規之廠商給予較高的罰款成本，則圖 5 中之 G' 線會上移，所以污染排放量會減少。換言之，政府可透過對污染邊際成本部份加以罰款，而進一步抑制污染排放水準。此外，由(9)式亦可看出，若不考慮外溢效果存在，則可將 f 視為 1，故(9)式可以簡化如下：

$$-(1-b)C_w = G' \tag{10}$$

所以，當政府不採取任何補貼措施，即 $b = 0$ ，則污染排放量即為圖 5 中 E_0 點所示之 w_0 水準。然而，若政府對從事污染防治努力之行為給予補貼，則因為 $-(1-b)C_w < -C_w$ ，故廠商之污染排放量將是圖 5 中 E' 點所決定之 w_1 。亦即在不考慮外溢效果下，政府若對防污染努力給予補貼，則污染排放 w_1 會小於無補貼之水準 w_0 ，故補貼之存在的確可以減少污染排放量。

然而上述之結論乃傳統不考慮外溢效果下所得之結果，現在若將廠商所從事之污染防治努力存在外溢效果納入考量(即 $f < 1$)，則(9)式可簡化表示為：

$$-(1-bf)C_w = G'$$

式中 $(1-bf) > (1-b)$ ，故由圖 5 可知最適污染排放量將為圖 5 中 E' 所決定之 w' ，且 $w_1 < w' < w_0$ 。因此，在考慮外溢效果下，縱使政府對廠商 i 之防污努力進行補貼，但其排放水準 w' 反而高於 w_1 。換言之，在給定相同的政府補貼率時，外溢效果愈大(即 f 愈小)，則污染排放量反而愈高，故外溢效果大小與污染排放量有正向關係。所以，廠商 i 在面對補貼與外溢效果皆存在時，其污染排放量反而較高。這可能是因為每家廠商都認為其他廠商有從事污染防治之投入，故存在搭便車(free-rider)情況，也就是說既然他廠有污染防治投入，於是自己所從事的污染防治投入就可以少一點，故污染排放量反而增多。

因此，政府若對廠商所從事之污染防治投入進行補貼時，倘若存在著有外溢效果，且政府亦納入考量，則可得污染排放量會較預期偏高($w' > w_1$)。故假設外溢效果很大時，政府若仍想降低廠商的污染排放量，其可行做法可能有二：其一，誘之以利，即再提高補貼率；其二，繩之以法，即提高處罰標準或違規成本。

參、最適補貼率

由上一節分析可知，當廠商之防污努力投入有外溢效果存在時，政府應修正其最適補貼率，故本節將分別討論在有無外溢效果下政府之最適補貼率為何。為簡化分析，本節假設經濟體系中有 N 個同質消費者與 M 家齊質(homogeneous)廠商，故任一家廠商之成本函數均為 $C(q, w)$ 。此外，設經濟體系因為廠商污染排放所造成的社會損害成本(social damage cost；以 D 表示)為廠商污染排放總量之函數，且污染排放量愈大，社會損害成本愈高，而隨著污染排放量的繼續增加，其對社會所帶的邊際損害速度是遞增的，即：

$$D = D(Mw), \quad D' \equiv \frac{dD}{dw} > 0, \quad D'' \equiv \frac{d^2D}{dw^2} > 0$$

在假設廠商對產量已做了最適選擇的前提下，環保署之目標即在追求使社會福利(social welfare；以 SW 表示)極大之最適補貼率，因此其目標函數可以表示為⁹：

$$\underset{(b)}{\text{Max}} SW = N \left[\int_0^{q^*(b)} p(q^*) dq - pq^* \right] + M[pq^* - fC(q^*, w)] - D(Mw) \quad (11)$$

上式中 p 為商品市場之財貨價格， f 表示外溢效果，而 b 則表示環保署之決策變數—補貼率。由(11)式可知，經濟體系之社會福利包括消費者剩餘(第一個中括號)，加上全體廠商之生產者剩餘(第二個中括號)，再扣掉廠商排放污染對社會造成的損害成本。

又由(3)、(4)式可知，廠商之最適產量與最適污染排放量均受政府補貼率大小影響，故可以表示如下：

⁹ 本文假設政府部門係採取定額稅來融通其補貼支出，故此一補貼支出只涉及所得效果，並無價格效果發生，因此不會影響社會福利函數之設定。

$$q^* = q(b) \quad (12)$$

$$w^* = w(b) \quad (13)$$

根據前面分析顯示，不管是否考慮外溢效果，政府對廠商所給予的補貼率若愈高，其對廠商最適產量之影響由表 1 與表 2 知道乃為不確定。而補貼對廠商之污染排放量的影響，則是在即定的外溢效果下，補貼率若愈高，污染排放量將愈低，所以：

$$q'(b) \equiv \frac{dq}{db} \begin{cases} \geq 0 \\ < 0 \end{cases} \quad (14)$$

$$w'(b) \equiv \frac{dw}{db} < 0 \quad (15)$$

由(11)至(15)式可得環保署決定最適補貼率之模型如下：

$$\begin{aligned} \underset{(b)}{\text{Max}} \quad SW &= N \left[\int_0^{q^*(b)} p(q^*) dq - pq^* \right] + M[pq^* - fC(q^*, w)] - D(Mw^*) \\ \text{s.t.} \quad q^* &= q(b), q'(b) \geq 0 \\ w^* &= w(b), w'(b) < 0 \end{aligned} \quad (16)$$

將上述之目標函數對補貼率求其一階導數並整理後可得：

$$q'(b)[p - fC_q] = [D' + fC_w]w'(b) \quad (17)$$

其中 $q'(b)$ 與 $w'(b)$ 即分別表示邊際補貼產量與邊際補貼污染，而 D' 則為邊際社會損害成本。同時，為簡化分析，以下本文假設商品市場為一完全競爭市場，所以 p 表示邊際收入 R_q ，將會等於 fC_q 表示的邊際成本。故(17)式可簡化為：



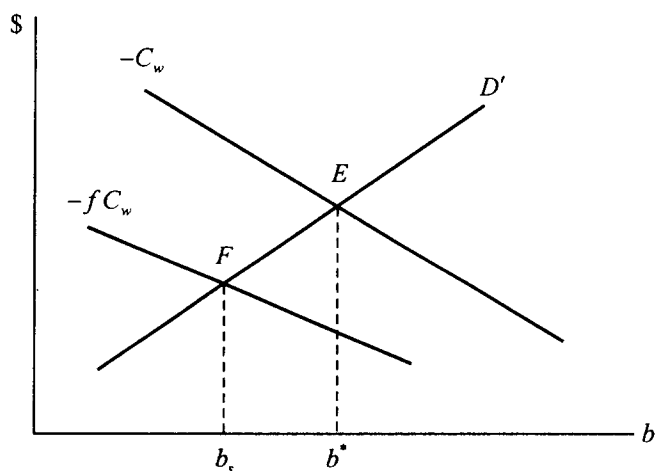


圖 6 最適補貼率

$$[D' + fC_w]w'(b) = 0 \Rightarrow [D' + fC_w] = 0 \quad (18)$$

根據(18)式可求出政府之最適補貼率。以下分別就有無外溢效果存在，討論其對最適補貼率之影響。

一、未考慮外溢效果

根據前面分析可知，當政府的補貼率愈低，廠商的污染排放量將愈多，即其淨成本減少的也愈多，所以補貼率(b)與淨成本減少($-C_w$)為負向關係；另外，當補貼率愈高時，由於廠商的產量可能較多，故其對社會所造成的邊際損害成本亦較高，所以補貼率(b)與邊際損害成本成正向關係。因此，若將補貼率表示於橫軸，而縱軸以貨幣表示，則可將上述之關係描繪於圖 6，分別為圖中之 $-C_w$ 線與 D' 線。在外溢效果不考慮時(即 f 視為 1)，根據(18)式所決定之最適補貼率即為圖 6 中 $-C_w$ 與 D' 之交點 E ，此時最適補貼為 b^* 。

二、考慮外溢效果

倘若政府在訂定最適補貼率時，亦將廠商之防污投入所產生之外溢效果納入考量(即 $0 < f < 1$)，則根據(18)式可知最適補貼率將由 $-fC_w$ 與 D' 線之交點 F 決定。由於 $-fC_w < -C_w$ ，故 $-fC_w$ 線必在線 C_w 下方，所以最適補貼率為 b_s ，此時 $b_s < b^*$ ，如圖 6 所示。換言之，倘若存在著外溢效果，但政府在訂定補貼率時卻未考慮，則所訂定之最適補貼率將會偏高。

肆、結論

有鑑於傳統在討論污染防治之文獻中，大多鎖定政府應如何訂定污染排放標準，以及若違反該項標準，則不同的處罰方式對廠商之個別行為影響為何；或者是鎖定在政府應如何透過補貼廠商之防治污染投入成本，以降低廠商污染排放量之研究。至於廠商間彼此之防治污染投入所帶來之外溢效果，則鮮少被納入討論。是故，本文乃將廠商間之防治污染投入會產生外溢效果納入考慮，進一步分析考慮外溢效果與未納入考慮之結論有何差別。

傳統文獻指出，當政府對廠商之防污投入給予補貼時，將造成廠商的產量反而增加之結果，而 Harford (1978)則指出，政府補貼之原意乃係希望可以透過此項補貼政策，鼓勵廠商多投入防污努力，但是其研究結果卻顯示，政府的補貼反而會使廠商之最適產量較社會最適產量偏高或偏低。然而，根據本文發現，若政府在進行補貼時，能將廠商之防污努力投入所產生之外溢效果納入補貼政策之考量，則會使上述廠商之產量偏離社會最適產量之情況獲得改善，尤其是外溢效果很大時，此偏離社會最適之情況的幅度將會降低更多。

另外，就最適污染排放量而言，在既定的補貼率下，傳統文獻認為補貼可以促使廠

商有投入防污努力之誘因，而的確達到污染排放量減少之成果。但是，由本文研究結果顯示，若將廠商之防污投入係具有外溢效果的情況納入考量，可發現廠商彼此之間容易因為假設其它廠商已有投入防污努力，故減少自身防污努力之投入，最後將導致污染排放量提高。而此情況更將隨著外溢效果愈大而愈糟。因此，顯然政府的補貼效果會因為搭便車之情形而大打折扣。再者，就政府方面而言，在對廠商進行防污投入的補貼時，務必審慎評估。若實際上外溢效果很大($f \rightarrow 0$)，但政府在訂定補貼率時未納入考慮，則最適補貼率將被高估，故其結果將導致廠商之產量偏離社會最適產量甚多，同時，亦會低估污染排放水準。反之，若實際上外溢效果不大($f \rightarrow 1$)，政府在訂定補貼時亦未納入考量，則此時所訂定之補貼率將較為接近社會最適之補貼率，故對廠商之產量與污染排放量之影響效果將不致錯估太多。

最後，綜合上述分析，可將本文結論與相關文獻做一比較，並彙整如表3。根據表3顯示，除了謝琦強與楊重信(2001)係採某些數值之設定所進行之模擬分析而有不同外，本文之研究結果与其它文獻相同，均指出補貼對廠商之污染排放量的影響效果為負向，惟若在相同的補貼主體下，本文與 Harford (1978)得到不同結論，歸究其原因即為是否考慮外溢效果。另外，就補貼對廠商產量之影響而言，針對不同的補貼主體所進行的研究，其所得之結論差距頗大，但同樣地，若以相同的補貼主體而言，則本文所得之結論，較 Harford (1978)之結果更能指出，政府之補貼率的訂定應將外溢效果納入考量，如此對廠商產量之影響較小。

表 3 相關文獻比較

作 者	補貼主體	廠商產量	廠商污染排放量
Harford (1978) ^{註 1}	污染排放成本	不確定(較大)	負向(較大)
劉育民(1993)	污染防治量	不變	負向
黃宗煌(1991)	污染防治要素	不變	負向
謝琦強與楊重信(2001)	單位產量污染排放	正向	不確定
本文模型(2004) ^{註 2}	污染排放成本	不確定(較小)	負向(較小)

資料來源：參考謝琦強與楊重信(2001)與本文模型。

註 1：該文不考慮外溢效果。

註 2：考慮外溢效果。

(收件日期為 92 年 8 月 7 日，接受日期為 93 年 10 月 15 日)

參考文獻

一、中文部分

1. 黃宗煌，1991，「直接管制與污染稅的經濟分析」，經濟論文，19：135-181。
2. 郭虹瑩、黃鴻及麥朝成，2001，「污染排放限量規定下環境政策的選擇」，人文及社會科學集刊，13：195-229。
3. 謝琦強與楊重信，2001，「相對污染者付費原則下預算平衡式環境政策效果之探討」，臺灣土地金融季刊，38：185-206。
4. 劉育民，1993，「環境經濟誘因政策之分析」，國立中興大學都市計畫研究所碩士論文。



二、英文部分

1. Andreoni, J., B. Erard, and J. Feinstein, 1998, "Tax compliance," *Journal of Economic Literature*, 36:818-860.
2. Baumol, W.J. and W.E. Oates, 1975, *The theory of environmental policy*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
3. Burrows, P., 1979, "Pigouvian taxes, polluter subsidies, regulation and the size of a polluting industry," *The Canadian journal of economics*, 12:494-501.
4. Chander, P. and L.L. Wilde, 1998, "A general characterization of optimal income tax enforcement," *Review of Economic Studies*, 65:165-183.
5. Harford, J.D., 1978, "Firm behavior under imperfectly enforceable pollution standards and taxes," *Journal of Environmental Economics and Management*, 5:26-43.
6. Harford, J.D., 1987, "Self-Reporting of pollution and the firm's behavior under imperfectly enforceable regulations," *Journal of Environmental Economics and Management*, 14:293-303.
7. Innes, R., 1999, "Remediation and Self-reporting in optimal law enforcement," *Journal of Public Economics*, 72:379-393.
8. Jones, C.A., 1989, "Standard-setting with incomplete enforcement revisited," *Journal of Policy Analysis and Management*, 8:72-87.
9. Jones, C.A. and S. Scotchmer, 1990, "The social cost of uniform regulatory standards in a hierarchical government," *Journal of Environmental Economics and Management*, 19:61-72.
10. Malik, A.S., 1992, "Enforcement costs and the choice of policy instruments for controlling pollution," *Economic Inquiry*, 30:714-721.
11. Malik, A.S., 1993, "Self-reporting and the design of policies for regulating stochastic pollution," *Journal of Environmental Economics and Management*, 24:241-257.
12. Santore, R., H.D. Robison, and Y. Klein, 2001, "Strategic state-level environmental policy with asymmetric pollution spillovers," *Journal of Public Economics*, 80:199-224.



- 13.Sung Y., 1999, "Policy enforcement with voluntary participation and infinite penalties,"
Taiwan Economic Review, 27:461-482.

The optimal subsidy rate under spillover effect

Yi-Chung Hsu*

Abstract

Keywords: Spillovers, Subsidy Rate, Emission

JEL classification: H23, D62

According to the discovery of this article, if the spillover effect has been taken into consideration by the government when deciding the subsidy rate, it may decrease the impact on the output of the merchant, and enabling the output comparatively to approach the optimal output. Moreover, the subsidy can help to achieve in reducing the pollution discharge, which cannot be overestimated.

* Candidate, Department of Public Finance, National Chengchi University and Lecturer, Department of Accounting, Chaoyang University of Technology. The author is grateful for helpful comments received on earlier versions of this paper from Prof. Wai-cho Tsui and Associate Prof. Yusen Sung and two anonymous referees. Any errors that may remain are my own.



National Chung Hsing University