

南華大學企業管理系管理科學博士論文

A DISSERTATION FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

Ph.D PROGRAM IN MANAGEMENT SCIENCES

DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION

NANHUA UNIVERSITY

政府課徵環境稅模式之研究

THE STUDY OF OPTIMAL GOVERNMENT-IMPOSED ENVIRONMENT

TAX

指導教授：陳淼勝 博士

ADVISOR : MIAO-SHENG CHEN Ph.D.

研究生：陸惠玲

GRADUATE STUDENT : HUI-LING LU

中 華 民 國 1 0 1 年 6 月

南 華 大 學

企業管理系管理科學博士班

博 士 學 位 論 文

政府課徵環境稅模式之研究

研究生：陸惠玲 陸惠玲

經考試合格特此證明

口試委員：

謝東昇
陳嘉慶

侯嘉政
葉忠棟

陳中獎

指導教授：

陳嘉慶

系主任：

陳中獎

口試日期：中華民國 101 年 6 月 5 日

南華大學企業管理系管理科學博士班

100 學年度第 2 學期博士論文摘要

論文題目：政府課徵環境稅模式之研究

研究生：陸惠玲

指導教授：陳焱勝 博士

論文摘要內容：

本文以環境租哲理的概念說明，政府的課稅理由及課稅原則，並以數學模式具體討論在此哲理下，政府課環境稅的實務問題。在政府給定最適稅率之下，本模式考慮以課消費污染稅來解決環境問題。其中廠商的決策變數除了最適售價外，還包括廠商所決定之最適產品含污量，用以作為廠商繳交環境稅給政府的衡量基礎。消費群體需求函數的表達，是消費群體對產品評價與購買代價差異部分的分布以機率分配函數表示之。本文的研究成果除了獲得廠商最適售價及最適含污量的數學關係式外，並對最佳解的性質及其敏感度分析作延伸性討論。

透過政府決定環境稅率在先，而廠商對環境稅率反應在後之決策先後關係，本文建構政府最適稅率的決策模式。此模式之最佳解性質對於消費者、生產者及政府三者，分別提供了各自最適決策的互動關係式；並分析政府最佳環境稅率變動對於三者的影響。展示廠商減污函數變動，對政府最佳環境稅率及最佳總環境稅的影響的敏感度分析，則為本文的另一研究成果。

關鍵詞：環境租哲理、最適環境稅、最適化

Title of Dissertation : The Study of Optimal Government-Imposed
Environment Tax

Department : Ph.D Program in Management Sciences, Department of
Business Administration, Nanhua University

Graduate Date : June 2012 Degree Conferred : Ph. D

Name of Student : Hui-Ling Lu Advisor : Miao-Sheng Chen Ph.D.

Abstract

This paper uses the environment rent philosophy to explain a rationale for government taxation and principles of taxation, and uses mathematical models to specifically discuss practical problems of government pollution taxation under this philosophy. First, under a given government tax rate, this paper considers solving environmental problems through levying a consumption pollution tax. In this model, the manufacturer decides not only the optimal price, but also the optimal pollution content for a unit of product. The optimal pollution content is used for government taxing basis. This paper performs a conversion of consumer demand using a general probability density function. In addition to obtaining mathematical functions for optimal product pricing and optimal product pollution for manufacturers, this paper also provides an extended discussion concerning the nature of optimal solutions.

Besides, this paper discusses the model of optimal government-imposed environment tax. The model provides mathematical equations for optimal decision-making by consumers, producers, and government and analyzes the impact of changes in taxation rates on the three parties. In addition, this paper provides an application for the pollution reduction function. The case study for pollution reduction function is one of research achievement.

**Keywords: Environment Rent Philosophy, Optimal Environment Tax,
Optimization**

目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
目 錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
符號說明	.....	viii
第一章 緒論.....		1
1.1 研究背景與動機.....		1
1.2 研究目的.....		4
1.3 研究方法.....		8
1.4 研究流程.....		10
第二章 文獻探討.....		13
2.1 環境稅之範圍與分類.....		13
2.2 環境稅議題的研究方向.....		15
2.2.1 最適稅或課稅標的選擇.....		15
2.2.2 污染者付費原則.....		17
2.2.3 綠色稅制改革方法.....		18
第三章 政府環境稅下之廠商決策模式.....		21
3.1 模式符號及假設說明.....		21
3.1.1 模式使用符號說明.....		21
3.1.2 模式假設.....		22
3.2 模式的建構及最佳解.....		23
3.3 最佳解的性質.....		29
3.3.1 單位生產成本增加對最適價格的影響.....		29
3.3.2 當消費群體評價函數為指數分配時之最佳解.....		30
第四章 政府最適環境稅率模式.....		32
4.1 政府課稅哲理.....		32
4.2 政府最適稅率決策.....		33
4.2.1 符號說明.....		34

4.2.2	模式建構.....	35
4.3	敏感度分析.....	36
4.3.1	政府所課之環境稅率增加對廠商總利潤的影響.....	36
4.3.2	政府所課之環境稅率增加對消費者付出的代價的影響.....	37
4.3.3	政府所課之環境稅率增加對消費者剩餘的影響.....	37
4.3.4	政府所課之環境稅率增加對環境總污染量的影響.....	38
4.3.5	政府所課之環境稅率增加對政府單位稅收的影響.....	39
第五章	結論與建議.....	42
5.1	研究成果.....	42
5.2	未來研究方向.....	44
參考文獻	一、中文部分.....	46
	二、英文部分.....	47
附錄一	.....	49
附錄二	.....	50

表目錄

表 1.1 我國與 OECD 主要會員國之污染租稅收入比較表.....	6
表 4.1 環境稅率改變對相關變數的影響及其管理意涵.....	41

圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	12
圖 3.1 給定 t 值及函數 $f(x)$ 後， $y = \frac{d\pi}{dp}$ 的圖形.....	28
圖 3.2 生產成本增加對最適價格的影響.....	29

符 號 說 明

數學符號	意義說明
t	政府所決定的單位污染量稅率，其為政府的決策變數。
$p(t)$	產品售價，其為廠商的決策變數。
$w(t)$	單位產品被消費使用後之污染量，其為廠商的決策變數。
\hat{w}	廠商反應政府不徵污染稅(即 $t = 0$ 之情況)之單位產品含污量。
$g(w)$	廠商為使其單位產品含污量為 w 所須支出的減污投入成本。
c	不包含減污成本在內之單位產品的生產成本。
x	消費者對單位產品的評價，此評價為消費者獲得單位產品願支付的代價上限， x 是隨消費者而不同。
N	產品的潛在消費量(售價為零之消費量)。

第一章 緒論

在經濟高度發展的現代，人類雖然享受經濟成長的果實，但另一方面，經濟發展所帶來的負作用，環境生態的高度破壞，也嚴重威脅人類的生存。因此，環境保護的議題一直是近年來備受全球關注的焦點。在此一趨勢下，全球各國都在積極研議可行之管理方式，來因應國際的要求，並達到永續發展的目標。本文認為政府在處理環境稅問題，實有必要對整個稅制作較深入性的考量。其中，關於課稅理由、課稅原則，到課稅之各項實務問題，皆必須有一套統一思維，以建立課稅的系統性制度。如此，在稅的課徵上，才能消弭爭議，並實際達到課稅理想，以解決各項課稅的矛盾問題。

1.1 研究背景與動機

工業革命之後，強調生產的低成本，而不注重生產對於環境的安全性。隨著產品的大量製造，環境污染也愈趨嚴重。近年來經濟高度發展，環保意識也漸漸抬頭，綠色議題愈來愈受到重視，如何兼顧經濟及環境的永續發展，成為世界各國共同最重要的課題。

在環境污染議題上，近年來，國際間透過各式官方與非官方組織的運作，目的皆希望透過共識可以全球一起降低污染，或減緩污染的情況。例如：從 1970 年開始一年一度的「地球日活動」、1997 年的「京都議定書」限制 CO₂ 排放量、2002 年的「約翰尼斯堡永續發展宣言」、最近幾年盛行於綠色環保企業的 ISO-14000 環保認證以及歐盟於 1992 年實施的「整合性產品政策」、2002 年「電子電機設備中危害物質禁用指令」與 2003 年「廢電子電機設備指令」，以上諸多環保活動及政策顯示世界正興

起一波綠色環保趨勢。

一般實務上，各國政府對含污產品的環保政策大致可區分成下列二種型態：命令管制的環保政策(Command and Control System)與經濟誘因工具的環保政策(Economic Incentive Instruments)。第一種政策是：政府以法令規定污染源的各種生產與污染防制作為。例如，規定污水、廢氣的排放標準、防制某些污染試劑的使用、禁止某些製程污染物之直接向外排放、以及規定燃料種類的使用及其污染物含量等等。這些以污染二分法(合法或非法)法規的制定之共同特性為執法方便但卻缺乏反應污染程度彈性。這種防污制度對廠商而言，只有符合環保標準規定與不符合環保標準二個決策選項，在執行上較容易，但卻缺乏環保效果誘因；概因在此種管制方法下，廠商一旦達到環保標準規定，就沒有誘因再降低其產品含污量。

第二種經濟誘因工具的環保政策，是利用經濟的動機或市場的價格力量來改善污染效果，使環境的外部性內部化，如：收費(Charges)、課稅(Taxes)、可交易的排放許可政策(Tradeable Permits)和押金制度(Deposit Refund)等。所謂外部性是指經濟行為創造出不歸當事人(買賣雙方)享受的利益，或不必自行負擔的成本(張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏，民96)。外部性有正面的與負面的兩種，而環境污染即為負的外部性。因為外部性的存在，廠商從事生產時所產生之污染，例如：髒空氣排放到大氣中，有一部分廢氣是由社會大眾所感受，因此廠商所感受到的成本較社會整體所負擔的成本為小。若以廠商的利潤最大化來考量其產量，則其所生產的實際產量(污染量)將大於社會福利最大化最適的產量(污染量)。經濟誘因工具的環保政策即希望透過政策工具的運用，以課稅或其他方式，讓廠商在生產時必須納入這一部分本來未考慮的污染成本，進

而控制污染。

各國處理環境污染問題上，在 1970 年代以前，多採用命令管制的環境政策來處理環境問題。然而，從 1980 年代末期開始，歐洲各國政府環境政策開始利用經濟誘因工具來作管理。例如，經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Co-operation and Development；簡稱 OECD) 即在 1991 年建議各國利用經濟誘因工具來落實環境政策，並公布一套完整的建議方針。另外，歐盟在 1992 年第五環境行動方案--邁向永續性(5th Environmental Action Program-Toward Sustainability)也提出相同看法，並認為利用經濟管制方式有二個優點：首先，各國可以選用不同的經濟工具來反應產品價格，較單一法令規定有彈性也更有效率；其次，廠商之間在減少污染分配上也會更有效率。因此，相對於傳統的命令管制，經濟工具可以較低的成本，達成環境政策的目標(靜態效率)；經濟工具亦提供了污染減量與技術革新的持續性誘因(動態效率)(蕭代基、葉淑琦，民 87)。

在經濟誘因工具中最廣為被討論及使用的是課環境稅方式。在 1997 年經濟合作暨發展組織發布之報告「環境稅與綠色稅制改革」(Environmental Tax and Green Tax Reform)中，強調以環境稅來達成稅制體系「綠化」的重要性，即將環境考量整合於稅制體系的設計中。並認為愈來愈多證據顯示：適當地設計與執行環境稅制度，對環境保護有利。再者，環境稅在進一步整合環境與經濟政策方面，亦較管制工具有效。減少扭曲性賦稅和直接補貼，並適當地調整稅制體系，就中、長期而言，不僅能夠帶來環境效益，亦可帶來經濟效益，即所謂雙重紅利(Double Dividend)效果。也就是，除了減少污染量的第一重紅利外，稅收還可以用來減少其它的稅源，提升資源配置效率、增加國民福祉或增加就業量

等第二重紅利(Bento & Jacobsen, 2007 ; Glomm, Kawaguchi & Sepulveda, 2008)。

台灣政府早期環境政策以採取命令管制為主，直到 1997 開徵空氣污染防制費才開啓環境政策的另一個紀元。近幾年來，台灣政府亦積極研議開徵「能源及環境稅」，由於學者研究結果所需課徵的稅額及課徵標的皆不同於產業界預期，因此，引發產業界強烈反彈。在此情形下，本文將建立政府課徵環境稅的具體模式，並以此模式探討環境稅課徵下，政府、廠商、消費者三方之決策，並對課稅之理由、稅負之分擔及課稅之結果及相關決策影響作說明，以期對政策之執行提供意見及幫助。

1.2 研究目的

在傳統經濟學理論中，課環境稅的方法，最早起源於英國經濟學家皮古(Pigou, A. C.)(1932)所著「福利經濟學」(The Economics of Welfare)一書中所提到的外部性理論。因為外部性的存在，廠商生產的產品污染整個社會的共同環境，社會所有人所感受的成本將大於廠商私人所考慮的成本。當廠商以個人的利潤極大化來考量生產時，其產量(污染量)將大於社會福利最大化最適產量(污染量)。在此情形下，學者皮古認為：政府應對引起外部性的一方課稅，課稅金額等於由外部性誘發所增加的成本。這種稅被稱為皮古稅(Pigouvian Tax)。皮古稅在理論上是相對簡單的，但在現實生活的情況中要實施就比較困難了。皮古稅的前題是必須在沒有其它租稅的扭曲之下，並且如何衡量所謂的「社會(邊際)成本」(Social Marginal Cost)也是另一項挑戰。除此之外，皮古稅還有一些嚴重的缺點(陳凱俐，民 90)：

1.皮古稅之用途在於改善環境品質，但這些稅的基礎在於產出量，而不是

廢棄物的排出量，因此可能不會達到社會最適的環境品質。

2. 皮古稅哲理認為：假如環境稅可以有效的達到社會最理想的環境品質標準，所有的稅負應落在所有排放廠商身上--污染者付費原則。但如果廠商可以找到一個將稅負轉嫁到社會其它成員的方法，廠商沒有足夠誘因去減少產出到社會認為理想的標準。
3. 因為對廠商的處罰是基於產出而非污染排放，廠商在以產量為基礎的皮古稅下會沒有改進其污染排放方法的誘因。
4. 一些經濟學者提出的論點是，一個以稅為基礎的環境政策賦予太多權力給公共部門，最主要的反對不只是將錢由私人手中轉讓到公共手中，更令人擔心的是，管理不善的官僚政治介入，可能導致市場扭曲，因此導致資源的錯誤配置。
5. 要知道皮古稅的稅額，需要事先的資訊，而為了獲得訊息所需的額外技術和經濟訊息的成本可能相當高。

綜上所述，在實務上欲以課稅的方式解決污染問題，皮古稅必須要作一些修正。

台灣目前在環境保護政策上，於 1997 年開徵空氣污染防制費，被視為是由命令管制政策轉變為實施經濟誘因制度的開始，其後雖有寶特瓶回收獎勵、垃圾處理費與污水處理費等，但在環境稅的實施上，仍遠遠落後於歐美國家(表 1.1)。由表 1.1 中的資料可以看出台灣所實施的環境稅種類不僅少於歐美，且金額也較歐美國家少很多。另外，在占 GDP 的比例上，歐美國家占的比例從 1%到 4.5%，而台灣只占 0.1%；以占總稅收的比例來看，歐美國家占的比例從 3.7%到 8.7%，而台灣卻只占 0.6%，可見台灣在環境稅的使用上還有極大的空間。

詹筱勻(民 97)以指標性的空氣污染防制費為研究對象，發現空氣污

表 1.1 我國與 OECD 主要會員國之污染租稅收入比較表

(單位：百萬美元)

稅收基礎	中華民國	美國	日本	紐西蘭	丹麥	德國	荷蘭	西班牙	瑞典	英國
總計	247	74,811	83,766	1,022	7,725	59,161	13,817	11,496	6,460	32,341
空氣	156	...	...	...	586	...	...	...	41	...
空氣污染物排放										
臭氧層破壞物質	-	616	...	...	...	...	...	...	...	...
水	-	...	...	...	...	...	1,220	...	...	...
廢(污)水排放										
非點水污染源	-	...	...	...	5	...	25	...	47	...
廢棄物管理	62	1,115	...	...	240	...	131,131	...	...	...
能源產品	29	55,020	48,161	674	3,283	49,526	6,862	10,194	5,558	26,104
運輸用	29	55,020	44,557	613	1,344	41,001	5,610	10,194	3,970	23,771
無鉛汽油	-	39,650	28,992	289	1,335	26,209	3,113	3,970	2,965	9,069
有鉛汽油	7	...	...	311	...	1,643	685	1,480	...	6,427
柴油	22	13,500	14,161	13	...	13,248	1,750	4,655	1,005	7,153
其他	-	1,870	1,403	...	9	80	62	89	...	1,121
公私場所用	0	...	3,604	61	1,939	8,525	1,252	...	1,588	2,333
輕燃油	-	...	...	38	1,033	2,167	6	...	500	2,079
重燃油	-	...	...	...	...	86	6	...	81	...
天然氣	-	...	...	20	...	1,964	560	...	31	254
煤	-	...	...	3	113	...	125	...	55	...
焦炭	0	...	...	...	...	...	...	...	...	...
生物燃料	-	...	...	...	...	...	554	...	...	...
其他燃料	-	...	...	...	...	63	...	...	17	...
電力消費	-	...	3,604	...	793	4,245	...	...	758	...
運輸	-	18,060	35,605	348	3,612	9,634	5,579	1,302	813	6,237
機動車輛之 一次性進口 稅或銷售稅	-	2,721	6,496	...	2,657	...	2,453	1,302	246	...
機動車輛之 經常性登記 或使用	-	15,339	29,109	348	955	9,634	3,126	...	568	6,237
占 GDP 百分 比	0.1	1.0	1.7	1.7	4.5	2.5	3.6	2.1	2.8	2.9
占總稅收百 分比	0.6	3.7	6.0	4.5	8.7	6.3	8.1	6.0	5.6	8.3

資料來源：何一凡(民 97)，綠色稅制改革及管理之可行性研究，國立中正大學管理學院高階主管 EMBA 碩士論文。

染防制費的實施，並不如政策的宣稱，達到預期效果。研究發現，台灣空污染防制費的政策運作邏輯並非基於價格或誘因機制。因為無論在制度形成的基礎上有賴於國家建立付費機制、確立污染價格和付費對象；或施政方式中延續既有行政管制體系的技術治理主軸，都表現出價格機制的構成與既有環境管理體系直接扣連。另外，更發現污染者付費原則並沒有真正落實，反而是藉由污染者付費宣稱收費的正當性，得以徵收污染費以滿足環境管理部門的施政需求。

近年來，全球環境破壞所引發的自然界亂象，台灣身處地球村的一員，當然也不能免除其外。為達永續發展的目的，管理環境已是台灣政府目前面臨最迫切的問題。目前各國在實施環境問題上大多以同時採用命令管制和經濟誘因工具的方式，台灣政府雖已有經濟誘因工具的使用，但由具指標性的空氣污染防制費研究發現並無法達成經濟誘因管制的目的(詹筱勻，民97)。能源稅雖於2006年提出草案，但至今正反二方之意見仍無法取得共識。因此，本文認為台灣政府若擬以環境稅去處理環境問題，實有必要作整個環境稅制度作一全盤性的思考，以期在環境稅的建立和後續的實施上有所依據。

綜合上述課徵環境稅問題，本文之研究目的如下：

1. 建構一個政府課徵環境稅之數學模式。此模式包含政府、廠商、消費者三者，三者之互動決策行為都將在模式中被考慮。
2. 藉由模式之求解，得到市場中廠商利潤最大化的最適決策，並得到相關變數對其決策之影響。
3. 提出「環境租」概念以作為政府課稅之哲理。並以此哲理應用於本文的環境稅模式。探討政府課稅之正當性、稅收之目的、稅收的收集金額及「污染者付費原則」在廠商和消費者二方付費的分攤等的課稅實務問

題。

4.模式並討論政府在福利極大化下之最適決策。並得到相關變數對其決策之影響。

1.3 研究方法

本文之研究方法為課徵環境稅數學模式之建構及求解模式的最佳解。本模式採用的研究方法如下：

提出「環境租」概念作為政府之課稅哲理。政府在環境稅的課徵上，所採行的哲理，必然會影響社會之公平性、減污成本之分攤及環境稅收之用途。因此，在課徵環境稅時，實有必要對於政府之課稅哲理作一個合理之說明。

本文將以環境租的課稅哲理來解釋本文整個數學模式的形成與應用。「環境租」名詞之定義來自於中國傳統租稅之概念。所謂的「稅」以古字來看，左手邊的「禾」代表的是稻穀，右手邊的「兌」代表的是一個人恭敬地跪下來雙手高舉獻上自己的收穫。因此，古代的稅賦是人民感謝國家對人民貢獻，而在收穫後以自己收穫的一部分來作為回饋。本文的「環境租」哲理，則是以相同的概念來提出。政府管理國家的環境資源，生活在其下的人民，因為要生存，必須利用政府所管理的各式資源，政府有貢獻在先，因此人民利用了環境，就必須以其獲得利益的一部分來作回饋。並且人民在利用環境時，可能破壞了環境，因此租稅當中還包含恢復環境的費用。

為誘導廠商減低產品含污量，本文課徵環境稅的課稅基礎，是以產品的含污量衡量而非產品的生產量衡量。如果一產品之潛在污染量是可以透過科技儀器偵測到的，則根據產品含污量課環境稅是有效的；概因，

政府可隨產品銷售徵收消費污染稅，以解決環境污染問題。此種課稅方式下，消費者因購買產品所付出的代價，除了產品價格之外，另包含產品含污稅。消費者繳交之稅額多寡，為其購買產品所付出之代價的一部分，因稅額多寡(以單位污染量之稅額衡量之)必然會影響消費量。

政府課稅政策對於廠商決策的影響，以往經濟學的理论皆是以廠商課稅前後產品的價格及數量的變化來討論，但若是考慮根據不同的產品含污量課徵不同的稅額，則廠商可以決策的變數將不只有產品價格及數量，單位產品含污量也是其可決策的變數之一。對於消費者而言，消費者關心的是購買單位產品的代價，在課稅的情況下，此一代價除了產品售價，還多了需要負擔的稅額。即使消費者所負擔的代價完全相同，但是廠商仍可以選擇不同的售價及含污量組合。

經濟學中的消費者需求函數，主要的理論基礎為消費者的最適效用需求理論：其假設在一定的預算限制式下，代表性的一個消費者自行分析影響其效用之各種產品的不同價量組合後，在追求個人效用最大化之下，決定其個人的需求函數。對某產品之特定價格而言，將全數消費者個人需求量水平加總後，即得到該產品市場的需求函數。但在實際應用時，則有下列二個估計問題需要解決：1.如何估計個別消費者效用函數及其預算限制式，進而估算出其個別之需求函數。2.對某一產品而言，如何利用個別消費者的需求函數，加總成為市場上之需求函數。因此，在消費者之需求方面，我們不同於以往經濟學所討論的方式，而將消費者對於產品之評價以分配函數來表示，透過轉換進而建構出市場的需求函數，討論消費者之行為。

除此之外，在環境稅的課徵上，一般有所謂的「污染者付費原則」(Polluter Pays Principle)。但是，問題在於誰是污染者？因此，我們有必要

對產品的污染過程作一個了解。一般，產品所產生的污染，若從產品被製造出來的時間點作區分，可分為二種。一種為從原料至產品製造完成之製造過程中所產生的污染；另一種為從產品形成至產品被使用或被消費所產生的污染。前者稱之為產品的製造污染，後者稱之為消費污染或使用污染。例如：汽油產品的製造污染，係指將石油分解成汽油之製造過程中的污染，而汽油產品的消費污染，係指汽油被消費者(機、汽車或輪船、飛機之駕駛者)使用過程所產生的污染(如機汽車所排放的廢氣污染)。對於第一種污染，生產者即是污染者。但是第二種污染，消費者是真的污染者嗎？消費者使用產品所產生的污染，是因為廠商製造出的產品含有會污染環境的成份，如果，廠商可以生產出乾淨的產品，則消費者就不會因為使用而污染環境了。因此，課稅原則如何公平的分配環境污染的成本負擔，亦是模型中要考慮的問題之一。

本文考慮上述問題，透過數學模型之建構，以課消費污染稅的方式為例子，解釋如何在中國傳統環境租哲理的應用下解決課稅的實務問題，並達成課稅的理想。

1.4 研究流程

本文主要建構政府課徵環境稅模式。內容共計分為五章，各章內容分述如下：

第一章為緒論。本章包括研究背景與動機、研究目的、研究方法及研究流程。

第二章為文獻探討。本章除說明實務上環境稅之範圍與分類，並就目前理論上環境稅課徵的研究方向作整理說明。

第三章為政府環境稅下之廠商決策模式。本章說明模式的變數設立，及

求解之方法，並得到廠商訂價及污染量的最佳解並分析最佳解的性質。

第四章為政府最適污染稅率模式。本章說明環境租哲理，並討論政府課徵環境稅之模式，另外對模式作敏感度分析。

第五章為結論與建議。本章探討本論文研究成果及未來研究建議。

本文之研究流程如圖 1.1 所示。

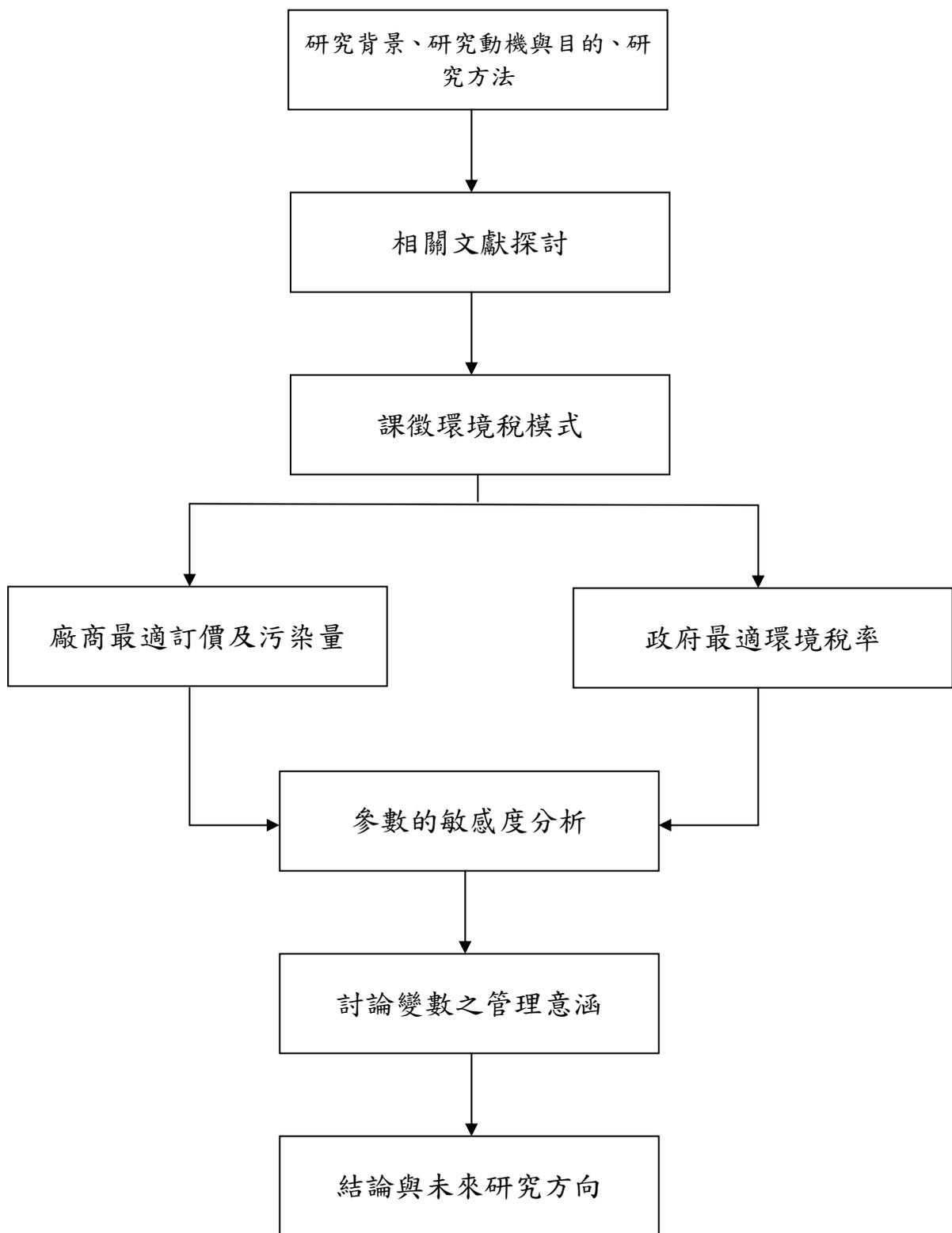


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻探討

本章之探討先針對目前實務上所採取的環境稅方式作說明，以清楚了解在實務上施行環境稅時，目前所涵蓋的範圍及種類。再就理論上於環境稅政策使用上，目前各國學者討論的重點作一分類簡述，並分別於每一節針對本文要探討的方向比較與過去文獻異同之處。

2.1 環境稅之範圍與分類

環境稅各國使用種類繁多，另外費(Charge)、稅(Tax)、捐(Levy)等名稱也常交互使用，因此，實有必要先對環境稅之範圍與分類作一個了解。環境稅依其政策目標、操作領域、運用點、稅基等不同的切入點，常作以下分類：(European Environment Agency, 2000)

1. 依其政策目標(Objectives)可區分為：

(1) 使用成本費(Cost-covering Charges)

這是落實污染者付費最早的一種做法，其收入用於監測或控制污染源，並可細分為使用費與特別指定費，前者收入用於明定的環境服務項目，例如：廢水、垃圾處理等等；後者的收入用於環境相關項目，但不一定服務繳費者。例如瑞典開徵電池費，並以此收入來支持電池回收系統。

(2) 誘因稅(Incentive Taxes)

這種環境稅純粹是為了改變破壞環境的行為，較不考慮增加財政收入。其徵收額度可依其對環境破壞的程度，或是達成環境目標所需的成本來設定。收入通常用來提供補助或是提供租稅誘因，以進一步鼓勵改變行為。

(3) 財政環境稅(Fiscal Environmental Taxes)

這種環境稅主要用於增加政府財政收入，次要目的才是綠色稅制改革(Green Tax Reform)--即對資源消費、環境污染課稅，除可改變生產或消費行為，同時增加的財政收入，又可用來減少公債、降低所得稅等。

以上三種分類並不互斥的分法，有些稅可能同時具有二種以上的性質。相同的設計在不同的國家可能會有不同的名稱，因此不易有精確的定義。

2. 依操作領域(Field of Operation)來區分：

以使用的課稅標的的領域來區分。可將稅制區分為：能源稅、交通稅、污染稅、天然資源使用稅。在此分類下，單一操作領域可能是由數個不同的標的所組成，例如：能源稅可能由燃料稅、天然氣稅、航空燃油稅、電力稅等數個標的所組成。歐盟統計局(Eurostat)、經濟合作暨發展組織(OECD)、國際能源總署(International Energy Agency；簡稱 IEA)為了方便統計而採取此分類方式。

3. 依運用點(Point of Application)來區分：

理想的環境稅應該直接以其對環境的損害課徵相對應的成本，但執行不易。因此針對在製造過程中，某一個個別的階段或時點進行課稅，以取代對污染本身課稅。由此可區分為：污染稅、產品稅、資本財稅和活動稅等。

4. 依照稅基(Tax Base)來區分：

依照稅基的分類方式，例如：燃料稅(如對汽油、柴油、煤等課稅)、產品稅(如對肥料、農藥、破壞臭氧層物質等課稅)、廢水稅、排放稅、包

裝材料稅。

2.2 環境稅議題的研究方向

目前學術上於環境稅課徵的討論內容，本文以三個方面說明：

- 1.最適稅或課稅標的選擇。
- 2.污染者付費原則。
- 3.綠色稅制改革方法。

2.2.1 最適稅或課稅標的選擇

學者皮古(1932)提出，當有外部性存在時，政府必須以課稅方式來使外部性內在化，所課的稅額即是因為外部性所增加的成本。但一般認為皮古稅有其使用的限制和成本的難以估算。因此，在實務上，環境外部性問題無法使用皮古稅方法(First-best Remedy)，在最佳情況無法得到之下，各國學者相繼在課環境稅問題上提出次佳的方法。

Cremer, Gahvari and Ladoux (1998)以所得稅和貨物稅為課稅標的，提出私有財的環境稅課徵上，最適稅並不同於皮古稅。本研究進一步去討論外部性對於所得稅或貨物稅最適稅率的異同。研究指出：私有財的外部性不影響貨物稅。但所得稅則因貨物稅而可能受影響，若貨物稅非線性，則外部性不影響所得稅結構；但若貨物稅為線性則所得稅將受影響。

Cremer and Gahvari (2001)討論在產品生產成本和排放量為負相關之下，設計一個整合的次佳排放稅和產品稅的系統。得到結果：在次佳情況下，最佳皮古原則(邊際私人利益等於邊際社會傷害)必須作修正，實施修正的皮古原則需要所有的廠商面對相同的邊際排放稅等於邊際社會傷害加一個調整項反應最適稅目標。若是貨物稅單獨被設定為最適稅，則上述調整項就不需要。以上二篇文章都還是以皮古原則為標準，提出最

適稅的設計和其作比較。

Schmutzler and Goulder (1997)則是放棄皮古稅的討論，另外設計課稅模型來達到減污的目標。同樣在排放稅和貨物稅(產品稅)的討論上，其認為：若是在一個確定且完全可監測的情況下，課徵排放稅被視為是最佳的，因為它直接處理私人和社會成本的差異；但若是不在這麼完美的假設下，選擇排放稅或貨物稅要考慮的是一個函數，此函數包含監測成本、廠商技術及社會在產品和環境品質的偏好。

Albrecht(2006) 以歐洲的情況建議，將現有課固定排放稅的方式改為課消費(污染)稅來進行綠色稅制的改革(此篇論文所提到之消費稅即是對產品課稅，可視為一種貨物稅或產品稅)。他提出課消費稅的好處在於：在 OECD 國家，現今國家總消費額占 GDP 大約 70%，因此以消費稅來進行綠色稅制改革具有大量稅基。但是雖然不同的消費財對環境的影響不同，但很少國家對環境影響不同的消費財施以不同的稅率。若能以一些方法去衡量每一產品對於環境的影響，例如：生命週期分析(Life Cycle Analysis)，則對不同環境影響的產品課以不同的稅率，則除了可以提供廠商更清潔生產的動機外，綠色產品價格的減少更可以限制不想要的分配結果。

以上學者設計的模式一般都將政府課稅的稅率視為外生的變數，作最適稅率的討論。Arikan and Kumbaroglu (2001)則進一步放寬模型的假設。例如，將政府稅率視為內生變數，討論對燃料的硫含量課稅或對排放量課稅，得到直接對二氧化硫的排放量課稅，會比以燃料的硫含量來課稅有效，而且一個遞增的稅率會較一個固定的稅率在減少排放量上有效。

Cremer and Thisse (1999)以不完全競爭市場的情況，並將產品的污染

程度視為不同品質，以垂直差異模式(Vertical Differentiation Model)作討論。研究發現：貨物稅(Commodity Tax)對於市場結構可能有顯著影響，在這個模型的設定下，其趨向增加現有廠商的數量。透過對於市場結構互動的影響，社會福利有改善的效果，並使其市場均衡更接近於柏雷圖效率(Pareto-efficient)配置。

由以上討論可歸納出大部分學者還是建議在課環境稅上，不論是課排放稅或是貨物稅(產品稅)，必須考慮產品排放的污染量，而非以產品之產量來課稅，並且課稅之稅率以採用非固定的方法會較佳。因此，本文模式假設以課消費稅(產品稅)的方式課徵，並根據產品含污量來課稅，若產品含污量愈高所課徵之稅額將愈高，以引起廠商減污之動機。

2.2.2 污染者付費原則

以課稅的方法來解決環境問題，究竟誰應負擔稅負的責任，一般採取的是污染者付費原則。但是生產者是污染者亦或是消費者使用後產生污染才成為污染者，一直有所爭議。除了稅負誰負擔，各自負擔的比例又如何?金額如何決定?皆是在此一原則下必須探討的問題。

Rahman and Edwards (2004)以一個包含三個群體(消費者、生產者和排放的受害者)的供需模型檢驗污染者付費原則之淨福利效果，得到結論認為在經濟效率和公平的考量下，對於生產污染產品的公司一個中等程度的責任是較好的，而非負完全的責任。Chen and Chen (1998)研究發現對生產課稅可以達到較好的效果。

Glazyrina, Glazyin and Vinnichenko (2006)指出，傳統污染者付費原則的實行是基於環境稅的使用，其決定於污染物質排放的比例。這二位學者認為這樣是不適當的，因為如果在環境中的污染量累積到一定存量是會有實質負面的影響。因此，他們建議一個修正的環境稅數量，其包含

社會福利的負面效果，而非只根據被排放的污染量。並發現社會福利的負面效果取決於生產方案的生命期。

實證上，詹筱勻(民 97)以台灣空氣污染防制費(稅)為例，以社會學的角度，探討政府在課環境稅的角色上是否真正如其所宣稱以污染者付費為原則。研究發現，政府只是以污染者付費原則作為其收費的正當性，用以籌措環境經費運用，其並不存在經濟誘因工具的效果。

由以上的文獻得知：台灣在課徵環境上，雖宣稱以污染者付費為原則，但實際運作結果卻非如此，因此本文認為政府課稅應該提出其依據的哲理為何?並以此哲理具體作為課稅之理由，決定課稅之金額、負擔的人及稅負之分擔。若在一開始沒有哲理依據，便容易被政治或其它因素影響，失去課稅效率及公平性。

2.2.3 綠色稅制改革方法

一般來說，稅的課徵，通常都會對經濟資源造成一些扭曲效果，而環境稅也不例外，所以環境稅的課徵必須考慮整體經濟的狀況，搭配其他稅收工具的效果。確認並祛除現行具扭曲性且可能對環境造成負面影響的直接稅、間接稅及補貼，以達成稅制體系的「綠化」(即：將環境考量整合稅制體系的設計中)，是課徵環境稅需要考慮的重要因素。

稅制的綠化包含三種互補的方法(蕭代基、葉淑琦，民 87)：

1. 刪除或修正現行具扭曲性的補貼及賦稅。
2. 現行稅制的改革。
3. 開徵新的環境稅。

而綠色稅制改革背後最關鍵的因素在於雙紅利假說，即政府課徵環境稅除了可以減少環境污染的第一重紅利外，其稅收還可以減少其他租稅的扭曲，達到第二重紅利。但是這樣的理想於 1994 年 Bovenberg and

Mooji 提出影響雙重紅利的二項效果卻遭到了挑戰。這二項效果分別為收入循環效果 (Revenue-recycling Effect) 和稅賦交互效果 (Tax-interaction Effect)。

「收入循環效果」係指：政府將稅收用以降低勞動者之所得稅率，將誘發勞動供給意願，降低工資率，使得失業減少的效果。「稅賦交互效果」係指：課環境稅之後將導致污染性財貨價格上漲，消費量將減少，除造成環境稅稅基減少，另一面勞工實質所得將減少，降低其工作意願。因此，一正一負的效果之下，雙重紅利假設不必然成立。

Parry(1995)提出在討論環境政策和稅制常強調污染稅收入的價值，其可以用來減少經濟體系中其他稅的扭曲。然而環境稅同時增加了私人邊際生產成本，環境稅也傾向減少 GDP 和惡化傳統稅的福利成本。若是對於消費財企業課環境稅，上述二個效果的淨福利改變是負的，除非這個財貨對休閒是一個相對弱的替代品。估計在稅收完全循環的最適污染稅為邊際環境傷害的 63%~78%。之後，在經過學者一連串的爭辯後，目前一般皆認為：雙紅利假說在上述二個效果一正一負的作用下還是可能成立。

台灣近來積極研議開徵能源稅，希望透過能源稅的徵收，達到反應環境外部性和有效的減低能源的使用。Bor and Huang (2010)即以模式去模擬和分析課徵能源稅的經濟效果。在財政中立的假設下，使用能源稅所收集的稅收用來降低所得稅在雙重紅利的假說下是最佳選擇，因為所得稅降低可以刺激國內消費和投資，減少稅的扭曲。但稅收若是用於政府支出，則雙重紅利效果不顯著。然而不管如何，能源稅的實施可以有效減少能源的消費，達到第一重紅利。

綜上所述，環境稅的課徵，必須整合現行稅制，作一全面性稅制的檢討，以期達到雙重紅利效果，既減少環境污染，又可達到經濟發展的結果。

綜合以上所述，本文之研究和過去文獻相異處如下：

- 1.環境租哲理之提出。
- 2.以產品單位含污量為課徵的基礎，而非以產量為基礎。
- 3.決策變數除產品價格、數量，還包括單位產品含污量。
- 4.消費群體需求函數以消費者對產品的評價與其購買產品所付出代價的差異之分布的機率函數表示。
- 5.應用環境租哲理解決污染者付費原則爭議。



第三章 政府環境稅下之廠商決策模式

本章討論在政府最適環境稅訂定下廠商之決策模式。本模式中政府訂定環境稅率，根據廠商產品含污量課稅，當廠商所生產產品含污量愈高則需繳交愈多的稅額。課徵方式是透過廠商向消費者徵收，因此，消費者購買單位產品的代價除了售價外，還要加上稅額。即使二個產品消費者購買代價相同，但廠商仍可選擇不同的單位價格和產品含污量組合。本章說明模式的設定，並在政府已訂定環境稅率之下，求解廠商之最佳決策，並討論其最佳解性質。

3.1 模式符號及假設說明

本小節將依序說明本模式使用符號的意義。並且解釋本模式使用之假設。

3.1.1 模式使用符號說明

本模式使用的符號如下：

t ：政府所決定的環境稅率，其為政府的決策變數。

P ：產品售價，其為廠商的決策變數。

w ：單位產品被消費使用後之污染量，其為廠商的決策變數(廠商反應政府決策變數 t 值之產品污染量)。

\hat{w} ：廠商反應政府不徵污染稅(即 $t = 0$ 之情況)之單位產品含污量。

$g(w)$ ：廠商為使其單位產品含污量為 w 所須支出的減污投入成本。

c ：單位產品的生產成本，不包含減污成本在內。

X ：消費者對單位產品的評價，此評價為消費者獲得單位產品願支付的

代價上限； x 是隨消費者而不同。本文假設 x 分配的機率函數為 $f(x)$ ，其平均數為 μ ，變異數為 σ^2 。

N ：產品的潛在消費量(售價為零之消費量)。

3.1.2 模式假設

本模型之決策者共有三部分，分別為政府(防污單位)、廠商(含污產品製造商)及消費者，其決策關係分述如下：

1. 政府決定 t 值， t 為產品被消費者使用後，所產生之單位污染量的環境稅率。

本文所考慮的含污產品屬於：政府不可能應用徵環境稅政策誘導廠商製造含污量為零的產品。 (假設 1)

2. 廠商依據政府所決定的污染稅率 t ，決定 P 值及 W 值，使其在某一時間區間內利潤最大；其中 P 為產品售價； W 為單位產品被消費使用後之污染量。一產品的環境稅為 tW ，環境稅是政府透過廠商向消費者徵收；即一產品的含稅售價為 $P + tW$ 。政府課徵的產品為全部製程都由同一個生產者所製造的產品，以避免有重複課稅之情況。
3. 本文以符號 x 作為一消費者對單位產品的評價，此評價為消費者獲得單位產品願支付的代價上限； x 是隨消費者而不同。本文假設 x 分配的機率函數為 $f(x)$ ，其平均數為 μ ，變異數為 σ^2 ，並假設產品的潛在消費量(售價為零之消費量)為 N 。

若以符號 \hat{w} 表示政府不徵污染稅(即 $t = 0$ 之情況)之單位產品含污量，並以符號 $g(w)$, $w \in [0, \hat{w}]$ ，表示廠商之單位產品含污量為 w 的減污投入成本；則因邊際成本 $|g'(w)|$ 遞增之故， g 具有下列性質：

$$g(w) > 0, \forall w \in [0, \hat{w}], g(\hat{w}) = 0,$$

$$g'(w) \leq 0, g'(\hat{w}) = 0 \text{ 且 } g''(w) > 0, \forall w \in [0, \hat{w}] \quad (\text{假設 2})$$

其中 $g'(\hat{w}) = 0$ 表示在單位含污上限 \hat{w} 之減污邊際成本為 0 (即產品處於最大含污量時，廠商可輕易將產品減污)。

3.2 模式的建構及最佳解

一消費者會購買產品的條件為：消費者對產品的評價 x ，不小於其取得該產品代價 $p + tw$ ，即 $x \geq p + tw$ 。

廠商所面臨的問題：根據政府所決定的污染稅率 t ，以及了解消費群體中 $f(x)$ 的分配後，廠商應如何決定 (p, w) 值以使得其所對應之總利潤 π 最大。其數學模式為：

$$\underset{(p, w)}{\text{Max}} \pi = [p - g(w) - c] \cdot N \cdot \int_{p+tw}^{\infty} f(x) dx \quad (3.1)$$

式中 c 為廠商不含減污成本的單位產品生產成本。

給定 t 值，令 $(p^*(t), w^*(t))$ 為模式(3.1)式最佳解，並令 k^* 為其含稅之產品單價，即

$$k^*(t) = p^*(t) + tw^*(t)$$

檢視模式(3.1)，易知：若在下列問題(3.3)中取 $k = k^*(t)$ ，則 $(p^*(t), w^*(t))$ 同

時為(3.1)式之最佳解。 (3.2)

我們將求解(3.1)式之最佳解過程分成下列二階段討論之。

階段 I:

給定 t 值，考慮維持消費者獲得單位產品代價 $p + tw$ 為某常數 k 之情形下，廠商應如何決定 (p, w) ，使得其單位利潤 $[p - g(w) - c]$ 最大之問題的數學模式如下：(註：因 k 為常數， $N \int_k^\infty f(x) dx$ 值與 (p, w) 的選擇無關，故在 $p + tw = k$ 之限制下，廠商追求其單位利潤 H 最大，即等於追求其總利潤 π 最大)

$$\begin{aligned} \underset{(p,w)}{\text{Max}} \quad & H = [p - g(w) - c] \\ \text{s.t.} \quad & p + tw = k, \quad t \text{ 與 } k \text{ 皆為給定的正數} \end{aligned} \quad (3.3)$$

給定 t 與 k ，令 (\bar{p}, \bar{w}) 為(3.3)式最佳解，由(3.3)式之限制式得 $p = k - tw$ ，

$w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]$ ，代入(3.3)式目標函數，(3.3)式可改寫成：

$$\underset{w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]}{\text{Max}} \quad H = k - tw - g(w) - c \quad (3.3')$$

因 $H\left(\frac{k}{t}\right) = -g\left(\frac{k}{t}\right) - c < 0$ ，(即廠商在 $\frac{k}{t}$ 點之單位利潤為負值)，故使 H 值

最大之點 \bar{w} 不會發生在區間 $\left[0, \frac{k}{t}\right]$ 的右端點，即 $\bar{w} \neq \frac{k}{t}$ 。

考慮(3.3')式之 H 對 w 微分得：

$$H'(w) = -t - g'(w)$$

$$H''(w) = -g''(w) < 0, \forall w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]$$

故若 $H'(0) = -t - g'(0) \leq 0$ ，則 $H'(0) < 0, \forall w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]$ ，因而 $\bar{w} = 0$ ，此結果違

反第 21 頁之假設 1。由上述討論得知： \bar{w} 不會位於區間 $\left[0, \frac{k}{t}\right]$ 的端點，

即 $\bar{w} \in \left(0, \frac{k}{t}\right)$ ，故(3.3')式的目標函數 H 在 \bar{w} 點的導數須為零，即

$$0 = H'(\bar{w}) = \frac{d}{dw} [k - tw - g(w) - c]_{w=\bar{w}} = -t - g'(\bar{w})，$$

即

$$g'(\bar{w}) = -t, \forall (t, k) \tag{3.4}$$

考慮(3.4)式對 t 微分並利用(參見第 21 頁之假設 2)得：

$$g''(\bar{w}(t)) \cdot \bar{w}'(t) = -1，$$

即

$$\bar{w}'(t) = \frac{-1}{g''(\bar{w}(t))} < 0 \quad (3.5)$$

因

$$\frac{d^2}{dw^2} [k(t) - tw - g(w) - c] = \frac{d}{dw} (-t - g'(w)) = -g''(w) < 0, \forall w \in (0, \hat{w}]$$

故恰有一 \bar{w} 值滿足(3.4)式。

即

$$\bar{w} = g'^{-1}(-t) \quad (3.6)$$

，其中 g'^{-1} 為 g' 的反函數。

利用(3.2)式,(3.4)式及(3.6)式得知，模式(3.1)最佳解 (p^*, w^*) 之 w^* 須滿足：

$$g'(w^*) = -t$$

即

$$w^* = g'^{-1}(-t), \forall t \quad (3.7)$$

階段 II :

利用(3.7)式得數學模式(3.1)可被改寫成：

$$\underset{p}{Max} \quad \pi = (p - g(g'^{-1}(-t)) - c) \cdot N \cdot \int_{p+tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx \quad (3.1')$$

其中 t 為給定的正數。

從(3.1')式得其最佳解 p^* 之一階必要條件為：

$$\begin{aligned} 0 &= \left. \frac{d\pi}{dp} \right|_{p=p^*} \\ &= N \cdot \int_{p^*+tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx - N \cdot [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] f(p^* + tg'^{-1}(-t)) \end{aligned} \quad (3.8)$$

即

$$\int_{p^*+tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx = [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] f(p^* + tg'^{-1}(-t)) \quad (3.9)$$

其中 p^* 為廠商的最佳售價； p^* 為廠商外生變數 t 的函數，記作 $p^* = p^*(t)$

(3.9)式可進一步改寫成：

$$[p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] = \frac{\int_{p^*+tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx}{f(p^* + tg'^{-1}(-t))} \quad (3.9')$$

另得模式(3.1')最佳解之二階必要條件為：存在 $p^*(t)$ 的某一去心近旁 (Deleted Neighborhood) B ，使得下列不等式成立：

$$\left. \frac{d^2\pi}{dp^2} \right|_{p=p^*(t)} = -2f(p^* + tg'^{-1}(-t)) - [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c]f'(p^* + tg'^{-1}(-t))$$

$$< 0, \forall p \in B$$

亦即

$$2f(p^* + tg'^{-1}(-t)) + [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c]f'(p^* + tg'^{-1}(-t)) > 0, \forall p \in B \quad (3.10)$$

由式(3.7)及上述推論得知：給定 t 值，廠商的最佳價格 $p^*(t)$ ，由(3.9)式決定，而其最佳單位含污量 $w^*(t)$ ，則由 g 函數(即減污成本函數)決定如下： $w^*(t) = g'^{-1}(-t)$ 。

由(3.9)式及(3.10)式可得：給定 t 值及函數 $f(x)$ ， $\frac{d\pi}{dp}$ 的圖形如圖 3.1

所示：

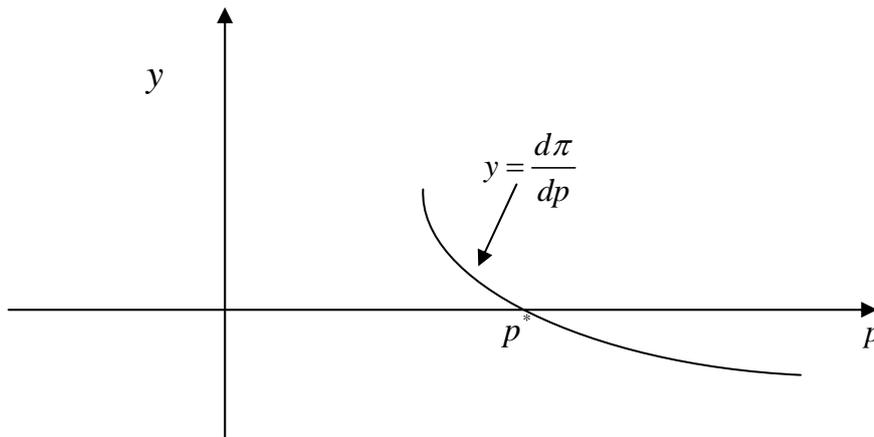


圖 3.1 給定 t 值及函數 $f(x)$ 後， $y = \frac{d\pi}{dp}$ 的圖形

圖 3.1 曲線表示為 $y = \frac{d\pi}{dp}$ 的圖形，在最佳解 p^* 時需滿足一階導數為零，即 $y = \frac{d\pi}{dp} = 0$ 的條件，這一點在圖 3.1 標示為曲線和橫軸的交點 p^* ，此即為廠商在利潤極大化下之最適價格。

3.3 最佳解的性質

本小節將討論廠商最適價格的性質，分成二個部分討論：第一部分討論單位生產成本對最適價格的影響；第二部分討論消費者評價函數為指數函數時，最適價格的型態及特性。

3.3.1 單位生產成本增加對最適價格的影響

由(3.8)式等號右邊可知:當單位產品生產成本 c 增加時，等號右邊值會增加，即圖 3.2 之 $y = \frac{d\pi}{dp}$ 會往上移，最適價格 p^* 亦隨之增加(從原來的最適價格 p_0^* ，變成新的最適價格 p_n^*)。

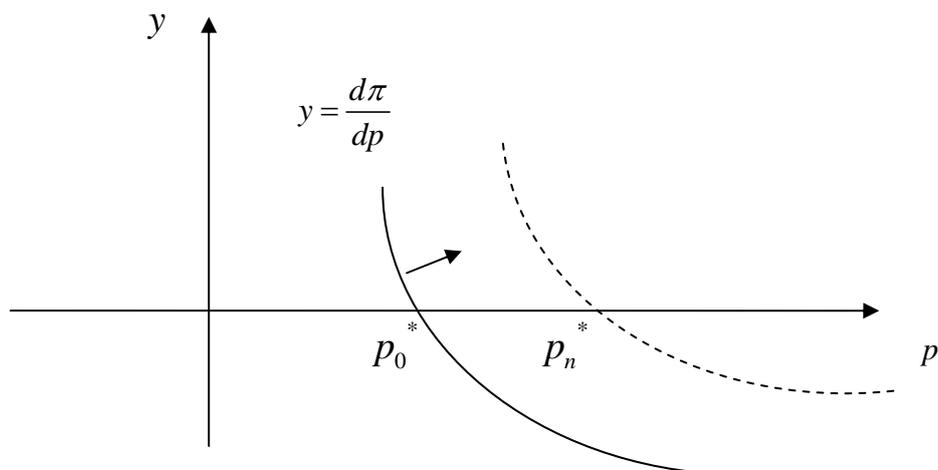


圖 3.2 生產成本增加對最適價格的影響

由式(3.8)的計算和圖 3.2 之圖形分析得知：當廠商的單位生產成本增加時，廠商為了填補這一部分增加的成本，其最適價格將隨之增加。圖 3.2 的實線為單位生產成本未增加前之圖形，其最適價格訂在圖形和橫軸的交點處，即 p_0^* 這一點。若單位成本增加，將使曲線往右移，如圖 3.2 虛線所示。此時最適價格將在於虛線和橫軸相交 p_n^* 之處。

3.3.2 當消費群體評價函數為指數分配時之最佳解

為使研究結果更為具體，本小節假設消費群體之評價函數是可以用一个機率分配函數來表示。在此假設之下，本小節將展示最適價格的性質如下：

$$f(x; \theta) = \begin{cases} \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x}{\theta}}, & \text{當 } x > 0, \\ 0, & \text{當 } x \text{ 為其它值。} \end{cases}$$

，其中 θ 是 $f(x)$ 函數的平均數。

經計算(3.9)式後，可得到廠商最適單位利潤 $[p - g(g'^{-1}(-t)) - c]$ 恰等於消費群體對產品評價的平均值 θ 。

證明如下：將上述 $f(x; \theta)$ 代入(3.9)式可得：

$$\int_{p^* + tg'^{-1}(-t)}^{\infty} \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x}{\theta}} dx = [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] \frac{1}{\theta} e^{-\frac{p^* + tg'^{-1}(-t)}{\theta}}$$

即

$$e^{\frac{p^* + tg'(-t)}{-\theta}} = [p^* - g(g'(-t)) - c] \frac{1}{\theta} e^{\frac{p^* + tg'(-t)}{-\theta}}$$

得

$$p^* - g(g'(-t)) - c = \theta \quad (3.11)$$

將(3.11)式移項得：

$$p^* = g(g'(-t)) + c + \theta \quad (3.12)$$

因此，最適價格 p^* 將隨單位生產成本 c 及消費群體對產品評價平均值 θ 增加而成等值增加；隨政府環境稅率 t 增加而減少。

本章討論在政府課徵環境稅之下，廠商的決策問題。由本章模式的推導，得到廠商的決策變數之一：最適產品含污量由數學式(3.7)式可得到，其主要由減污成本函數決定。廠商決策變數之二：最適價格由數學式(3.9)可得到。本章並針對最適價格求導敏感度分析，計算得到，當單位生產成本增加時，廠商最適價格會增加。因為由最適價格的數學式(3.9')可知：廠商最適單位利潤可由消費者評價函數求得，因此本章並以評價函數為指數函數為例，得到廠商最適單位利潤恰等於消費群體對產品評價的平均值。

第四章 政府最適環境稅率模式

本章討論政府最適環境稅率模式。首先提出「環境租」哲理，以討論政府課徵環境稅之正當性，並作為政府課徵環境稅之依據。本章並提出政府課徵環境稅模式並對相關變數作敏感度分析，並討論其管理意涵。

4.1 政府課稅哲理

環境污染所造成外部性的問題，近年來受到各國政府普遍的重視。在追求永續發展的目標之下，各國政府利用各種手段嘗試去解決環境問題，而大多數的國家選擇課環境稅作為處理的方法之一。近年來，台灣政府積極研議開徵「能源及環境稅」，由於學者研究結果所需課徵的稅額及課徵標的皆高於產業界預期，因此，引發產業界強烈反彈。本文認為政府在處理環境稅問題，實有必要對整個稅制作全盤的考量，關於課稅理由、課稅原則，到課稅之各項實務問題皆必須有一套有系統的制度，以作為課稅之依據。如此，在稅的課徵上，才能消弭爭議，並實際達到課稅理想，徹底解決各項問題。

課稅的哲理在以往西方的學說包含保險理論(Insurance Theory)、交換理論(Exchange Theory)、義務理論(Duty Theory)...等等。保險理論的看法是：國家為了社會秩序提供它的國民生活及財產的保險，因此國民所繳的稅即是保險費。交換理論認為國民付稅交換國家的保護，例如：買和平的成本。國家和國民雙方付相等的成本，國民從國家內的活動取得利潤然後接著付成本給國家。而義務理論則認為，政府課稅的理由在於國民有負擔稅的義務，因為公共的事務必須由大家來付費。以往的這些西方課稅理論，在課稅的實務上都會面臨一些困難，例如：稅收的量如何

決定？如何決定每個人應付多少稅？這些一直是大家爭論的焦點。(Chen and Yang, 1999)

本文提出「環境租」的課稅哲理，解決上述課環境稅的實務問題。「環境租」名詞之定義來自於中國傳統租稅之概念。所謂的「稅」以古字來看，左手邊的「禾」代表的是稻穀，右手邊的「兌」代表的是一個人恭敬地跪下來雙手高舉獻上自己的收穫。因此，古代的稅賦是人民感謝國家對人民貢獻，而在收穫後以自己收穫的一部分來作為回饋。本文的「環境租」哲理，則是以相同的概念來提出。

環境租的概念在於環境稅是國民因為使用環境而付出的代價。政府是所有人民選出來的環境管理者，政府提供各式環境，包含外在的架構和內在的政治、經濟、社會、文化、教育等環境，並佈置及維護交易秩序，以利廠商生產及消費者消費。政府因對廠商、消費者有貢獻而課稅。這個環境下的國民，包含消費者和生產者，因為要生存(活)，必須使用環境的各項資源。環境資源屬於國家，消費者和生產者向國家租用環境資源，因此，在使用了環境資源後，必須以其所獲得收穫的一部分來繳稅，並且他們在利用環境時破壞了環境，稅還必須包含恢復環境的費用。因此，稅收的量即是消費者和生產者獲得利益的一部分加上恢復環境所需要的金額；而每個人所應繳的稅則取決於每個人利用環境得到的利益及破壞環境的程度。就廠商而言，其利用環境所得到的利益為利潤，即是廠商應繳的稅的來源；而消費者在政府布置的交易環境下得以購買產品，並從本身對於產品的評價和購買的代價差異中，得到了利益，我們把這部分利益以經濟學中的消費者剩餘名詞來定義，此即為消費者應繳的稅的來源。

4.2 政府最適稅率決策

4.2.1 符號說明

本小節使用之符號分別定義如下：

1. 生產者獲得的利益即為生產者利潤(以 π 來表示):

$$\pi^*(t) = [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx$$

$[p^*(t) - g(w^*(t)) - c]$ 為廠商每單位產品之利潤，即每單位產品以價格減去減污成本與生產成本。 $N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx$ 的部分，此為消費者其評價高於購買成本之占整個市場比例乘上潛在消費量，得到整個市場需求量。單位利潤 $[p^*(t) - g(w^*(t)) - c]$ 乘上市場需求量 $N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx$ 得到廠商總利潤。

2. 消費者獲得的利益即為消費者剩餘(Consumer Surplus)(以 CS 來表示)。消費者剩餘即為消費者每一單位所獲得之價值減去其購買成本部分。令 $k = p + tw$ 為含污染稅單價，即消費者為取得單位產品之代價，則產品銷售量 q 與 k 的關係式(即需求函數)為：

$$q(k) = N \cdot \int_k^{\infty} f(x) dx \quad ,$$

因而在 k^* , $k^* = p^* + tw^*$ (污染)稅後之消費者剩餘 CS 為：

$$CS(p^* + tw^*) = N \cdot \int_{p^*+tw^*}^{\infty} \left(\int_k^{\infty} f(x) dx \right) dk$$

3. $R(t)$ 表示社會福利水準。社會福利水準為消費者剩餘與廠商利潤之加權平均，其權數分別為 w_1, w_2 (參見(4.1)式)。

4. L 表示政府容許廠商污染水準的上限。

5. 廠商生產產品的總污染量表示為

$$w^* \cdot N \cdot \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x) dx ,$$

即總污染量為單位污染量乘上總生產量。

4.2.2 模式建構

由以上符號說明，本文提出之政府最適稅率可寫成下列模式：

$$\begin{aligned} \underset{t}{Max} \quad R(t) &= w_1 N \int_{p^* + tw^*}^{\infty} \left(\int_k^{\infty} f(x) dx \right) dk + w_2 [p^* - g(w^*) - c] N \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x) dx \\ \text{s.t.} \quad & L \geq w^* N \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x) dx \end{aligned} \quad (4.1)$$

其中 w_1, w_2 表示權數， $p^* = p^*(t)$ ， $w^* = w^*(t)$ 為 t 的變數(參見(3.7)式及(3.8)式)。

此模式目標式為極大化整個社會福利水準。而社會福利水準由二部分組成，即消費者剩餘和生產者利潤，分別以權數 w_1 、 w_2 作加總。依據環境租的課稅哲理，政府的稅收用途在於維護及恢復環境，因此，政府徵收的稅額為維護環境及消除環境污染所需要的費用。而課稅的對象為利用環境獲得利益的人，包含生產者及消費者。生產者的利益即是利潤，而消費者的利益即是購買產品獲得滿足所得到的消費者剩餘。

而在模式的限制式部分，我們表示成廠商的總污染量必須符合政府容許的污染上限。此一上限可能由很多因素組成，例如，國際環境公約

的要求、政府預算、政治團體與環保團體的協商等等，由政府考量各種因素來訂定。

本文以此模式來說明經濟發展與環境保護的兩難。目標式的極大，代表追求經濟發展下，整體社會福利的極大。限制式中的 L 代表政府容許的污染上限，此上限愈高，代表政府可容許的污染量愈大，即表示政府較重視經濟的成長性。若是 L 較低，則代表政府可容許的污染量愈小，即政府愈重視環境的保護。

4.3 敏感度分析

本小節討論最適環境稅率對於廠商總利潤、消費者付出的產品代價、消費者剩餘、環境總污染量、政府單位稅收等變數的影響。說明及求解如以下各次小節所示。

4.3.1 政府所課之環境稅率增加對廠商總利潤的影響

給定 t ，現今 $\pi^*(t)$ 為(3.1)式或 (3.1')式之最佳解的目標值。即

$$\begin{aligned}\pi^*(t) &= \underset{p,w}{\text{Max}} [p - g(w(t)) - c] \cdot N \cdot \int_{p+tw}^{\infty} f(x) dx \\ &= [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx\end{aligned}\quad (4.2)$$

考慮(4.2)式對 t 微分，並利用本文附錄一證明，可得到：

$$\frac{d\pi^*(t)}{dt} = -N \cdot [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot w^*(t) < 0 \quad (4.3)$$

由此可得到，政府所課之環境稅率增加，廠商總利潤將減少。因此，依前述課稅哲理的說明，課環境稅，廠商所需分擔的成本即為利潤部分，此處減少的利潤，即為廠商因為環境稅所付費的部分。

4.3.2 政府所課之環境稅率增加對消費者付出的代價的影響

(3.8)式對 t 微分，並利用本文附錄二證明及(3.10)式，可得到：

$$\begin{aligned}
 & \frac{d \left[p^*(t) + tw^* \right]}{dt} \\
 &= \left[p'^*(t) + w^*(t) + tw^{*'} \right] \\
 &= \frac{f \left(p^*(t) + tw^* \right) w^*}{2f \left(p^*(t) + tw^* \right) + \left[p^*(t) - g \left(w^* \right) - c \right] f' \left(p^*(t) + tw^* \right)} \\
 &> 0
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

由此可得到，政府所課之環境稅率增加，消費者所付出之單位產品購買代價將增加，此處增加的購買代價，即為消費者因為環境稅所付費的部分。

4.3.3 政府所課之環境稅率增加對消費者剩餘的影響

令 $k = p + tw$ 為含環境稅單價，即消費者為取得單位產品之代價，則產品銷售量 q 與 k 的關係式(即需求函數)為：

$$q(k) = N \cdot \int_k^{\infty} f(x)dx \quad ,$$

因而在 k^* , $k^* = p^* + tw^*$ 之消費者剩餘(CS)為：

$$CS(p^* + tw^*) = N \cdot \int_{p^* + tw^*}^{\infty} \left(\int_k^{\infty} f(x)dx \right) dk$$

，且由(4.4)式得知消費者剩餘CS隨 t 增加而減少，即

$$\begin{aligned} \frac{dCS}{dt} &= -N \cdot \left[\int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x)dx \right] \cdot \left[p^{*'}(t) + tw^{*'}(t) + w^*(t) \right] \\ &< 0 \end{aligned} \quad (4.5)$$

由上式可知：政府所課之環境稅率增加，將使消費者剩餘減少。此一減少部分，在本文討論的課稅哲理下，即為消費者因為環境稅所付費的部分。

4.3.4 政府所課之環境稅率增加對環境總污染量的影響。

當 t 增加，總污染量 $w^* \cdot N \cdot \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x)dx$ 會降低，證明如下：

$$\begin{aligned} &\frac{d}{dt} \left[w^* \cdot N \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x)dx \right] \\ &= N \left[w^{*'} \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x)dx - w^* \cdot f(p^* + tw^*) \frac{d}{dt} (p^* + tw^*) \right] \end{aligned}$$

利用(3.9)式，

$$= N \left[w^{*'} \cdot (p^* - g(w^*) - c) f(p^* + tw^*) - w^* f(p^* + tw^*) \frac{d}{dt} (p^* + tw^*) \right]$$

利用(假設 2)及(3.5)式，可得：

$$= -N \cdot f(p^* + tw^*) \cdot \left[w^* \frac{d(p^* + tw^*)}{dt} + \frac{1}{g''(w^*)} (p^* - g(w^*) - c) \right] < 0 \quad (4.6)$$

由上式得知：政府所課之環境稅率增加，將使社會總污染量降低，因此，本文模式能達到以環境稅減低污染量的目標。

4.3.5 政府所課之環境稅率增加對政府單位稅收的影響

當 t 增加時，單位污染稅收 tw^* 變化如下：

$$\frac{dtw^*(t)}{dt} = w^*(t) + tw^{*'}(t) = w^*(t) - \frac{t}{g''(w^*)}$$

利用(假設 2)及(3.5)式

$$\frac{dtw^*(t)}{dt} = w^*(t) - \frac{t}{g''(w^*)}$$

由(3.4)式，

$$\frac{dtw^*(t)}{dt} = w^*(t) + \frac{g'(w^*)}{g''(w^*)}$$

因此，

$$\frac{dtw^*(t)}{dt} > 0 \Leftrightarrow g''(w^*)w^*(t) > -g'(w^*) \quad (4.7)$$

由上式可知：政府所課之環境稅率增加，是否增加稅收的結果尚需依據 g 函數與 g' 函數的型態而定。

以下以某一減污函數為例：

$$\text{若令 } g(z) = e^{\lambda z}, \lambda > 0, \text{ 則 } h(w) = e^{\lambda(\hat{w}-w)},$$

$$h'(w) = -\lambda e^{\lambda(\hat{w}-w)},$$

$$h''(w) = \lambda^2 e^{\lambda(\hat{w}-w)}$$

則依據(4.7)式可得到： $\frac{dtw^*(t)}{dt} > 0$ 的充要條件為 $w^*(t) > \frac{1}{\lambda}$ 。

環境稅率增加，若要使政府稅收增加，其條件必須最適污染量達到一定數量以上，由此減污函數的例子，為最適污染量必須大於減污函數參數的倒數。

我們將所有敏感度分析，整理如表 4.1 所示。本章討論的政府決策模式，說明了政府追求「經濟發展」與「環境保護」的二難。若政府追求

「環境保護」，也就是政府課的環境稅率增加，從上述的(4.6)式，稅率增加，將使環境總污染量減少；但是，另一方面，稅率增加，從(4.3)式及(4.5)式得知，將使廠商利潤和消費者剩餘減少，造成社會福利下降，因此，追求「經濟發展」將不可得。反之，若政府追求「經濟發展」，則政府放寬社會可以容許的污染上限，即造成環境污染增加。而本模式課稅造成的稅收效果，必須再由減污成本函數的型態確定，因此在模式中的目標式，即社會福利中暫不考慮政府稅收的部分。

表 4.1 環境稅率改變對相關變數的影響及其管理意涵

相關變數	微分結果	管理意涵
廠商總利潤	$\frac{d\pi^*(t)}{dt} < 0$	最適環境稅率增加，廠商總利潤將減少。
消費者付出的單位產品代價	$\frac{d[p^*(t) + tw^*]}{dt} > 0$	最適環境稅率增加，消費者付出的單位產品代價將增加。
消費者剩餘	$\frac{dCS}{dt} < 0$	最適環境稅率增加，消費者剩餘將減少。
環境總污染量	$\frac{d}{dt} \left[w^* \cdot N \int_{p^* + tw^*}^{\infty} f(x) dx \right] < 0$	最適環境稅率增加，環境總污染量將減少。
政府單位稅收	(1) $\frac{dtw^*(t)}{dt} > 0$ $g''(w^*)w^*(t) > t = -g'(w^*)$ (2) $\frac{dtw^*(t)}{dt} < 0$ $g''(w^*)w^*(t) < t = -g'(w^*)$	最適環境稅率增加，對於政府單位稅收之影響不一定。將視減污函數及其型態而定。

資料來源：本研究整理

第五章 結論與建議

本章分成二節來總結上述各章節之討論。第一節部分先對本文的貢獻作整理；第二節則對後續之研究提供建議。

5.1 研究成果

本文的研究成果將以環境租哲理的提出與模式的創新二部分來敘述：

1.環境租哲理的提出

本文建議以環境租哲理來處理政府課環境稅問題。環境租哲理在模式中有下列幾個方面的應用：

- (1)環境租的哲理對於政府的課稅理由有其正當性。國家(政府)對於環境先有貢獻，而生活在其國家之下的國民，利用國家(政府)所提供的環境，當然必須在之後相對付出代價予政府。而在課稅實務上，政府所收之稅收即是用來維持及恢復環境所需的金額；而每人所需繳的稅額則取決於每人利用環境所得到的利益。
- (2)環境租哲理可有效解決「污染者付費」之爭議。在消費污染的情況下，雖然使用產品的是消費者，但是生產者生產產品賺取了利潤，當然對於環境污染，其仍有付稅的責任。以本文所建構的模型，由本文表 4.1 整理得到：政府所課之環境稅率增加，會促使廠商最佳總利潤降低，此項損失為生產廠商反應污染者付費的結果。由表 4.1 的整理亦可得到：政府決定之環境稅率增加，會促使消費者取得單位產品所付出之代價增加，此代價差距為消費者反應污染者付費的結果。亦即，以本文所提出的模式來課環境稅，將由生產者及消費者共同分擔環境稅。

(3)以本文所提出的模式課稅，將達成環境永續經營的理念。由本文表 4.1 的整理得到：隨著政府所課之環境稅率增加，對於環境總污染量將減少，實際達到減低污染的目標。雖然由本文表 4.1 得到：政府所課之環境稅率增加對於稅收影響的結果尚需依據減污成本函數的型態而定。若以經濟學的角度來看，將視增加的稅率幅度和減少的污染量而定，稅率雖增加，但是稅率增加卻減少了課稅的稅基，稅基減少的多寡視減污成本函數的型態而定。若環境稅率增加百分之一，而減少的產品含污量大於百分之一，以經濟學的彈性概念來看，稅收將會減少。但相反地，若環境稅率增加百分之一，反而使得含污量減少小於百分之一，則稅收會有增加的情形。

(4)在環境租的概念之下，本文並以政府最適環境稅模式來表示經濟成長與環境保護的兩難，其最適環境稅率之決定應由政府就相關因素作全盤考量後而決定。

綜上所述，以環境租作為課稅哲理來實際運用在課環境稅的政府角色上為本文的貢獻之一。

2.在模式上的創新：

(1)本文考慮以政府課徵環境稅之方式來解決環境污染問題，並將此稅制下，政府、廠商、消費者三者之間的決策過程，製作成可以具體討論的數學模式。此一模式相較於只針對廠商決策模式作討論，更清楚敘述課徵環境稅的實務問題，並可對整個經濟體系作更完整的了解。

(2)本文模式在廠商的決策行為討論上，較以往只限於廠商產品價格、數量的設定，還包括單位最適含污量的選擇。本模式透過數學的求解，在政府課徵的環境稅率給定之下，得到廠商的最佳單位含污量，其主要由減污成本函數決定。另外，廠商的最佳訂價，也求解出最適解。

再則，由(3.9')式可得：廠商的單位利潤可由消費群體之產品評價分配函數求得。透過實際的市場調查，可以知道消費者評價之分配情形，進一步計算並了解廠商單位利潤的變化結果，作為廠商參考的資料。因此，本文將消費者之行為以消費者對產品之評價函數來建構，提供了比之前的經濟學更具體的描述。在此方法上，消費者之評價函數除了和市場需求有關之外，並且和廠商之單位利潤也有關係，都可以由市場調查獲得具體的結果。

- (3)在消費者的設定上，本文將消費群體對產品的評價以機率分配函數的形式來討論。此產品評價由本文之計算得到，除了可以用產品評價和購買代價的差異來表示成消費群體的需求函數外，並可以用來計算廠商的單位利潤，因此，往後透過實證研究實際推估此一函數，可用來對於消費者及廠商行為作更進一步的了解。

上述在模式上的創新為本文在研究上的貢獻之二。

5.2 未來研究方向

以後的研究，建議可由幾個方向作延伸：

- 1.決定政府課環境稅的目標及政府的最適稅率之訂定。本文雖以環境稅的課稅哲理，提出政府之最適稅率模式，但僅止於概念性的討論。對於政府收集的稅收如何分配於減污上，並沒有說明。最適稅率模式也對沒有對相關變數作明確的設定，因此更具體的模式化是未來可研究的方向之一。
- 2.在現行已有的稅制下，實施本文建議之課環境稅模式，對整體經濟產生的影響，是未來可研究的方向之二。因此，必須要透過一般均衡模式的設定，去討論整個綠色稅制改革的可行性。

- 3.對於特定形式減污成本函數的探討。本文建構的政府課徵環境稅模式，在廠商的最適污染量及政府環境稅率增加後稅收的變化，均有賴於減污函數的明確型態來決定。因此，未來可以研究的方向之三，即是可以透過實證的方式或數值的模擬去估計特定含污產品的減污函數，以明確得到具體的結果。其對後續政府最適稅率模式之再探討將有幫助。
- 4.消費者評價函數之實証研究。本文消費群體的評價函數不僅與市場需求函數有關，亦和政府課徵環境稅後，廠商之單位利潤有關。因此，推估評價函數的形式對於了解整個市場買賣雙方會有極大的幫助，此為未來可研究方向之四。

參考文獻

一、中文部分

1. 何一凡(民 97)，綠色稅制改革及管理之可行性研究，國立中正大學管理學院高階主管 EMBA 碩士論文。
2. 陳凱俐譯(民 90)，Principles of Environmental Economics—Economics, Ecology and Public Policy/Ahmed M. Hussen 著，環境經濟學原理--經濟學、生態學與公共政策，初版，台北：揚智文化。
3. 張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏(民 96)，經濟學，第三版，台北：翰蘆圖書出版有限公司。
4. 詹筱勻(民 97)，環境付費中的國家角色：以台灣空氣污染防制費為例，東海大學社會學系碩士論文。
5. 蕭代基、葉淑琦譯(民 87)，Environmental Taxes and Green Tax Reform/OECD 著，綠色稅制改革：OECD 最新環境稅報告，初版，台北：台灣地球日出版社。

二、英文部分

1. Albrecht, J. (2006), The Use of Consumption Taxes to Re-launch Green Tax Reforms, International Review of Law and Economics, Vol.26, No. 1, pp. 88-103.
2. Arikan, Y. & Kumbaroglu, G. (2001), Endogenising Emission Taxes : A General Equilibrium Type Optimisation Model Applied for Turkey, Energy Policy, Vol. 29, No. 12, pp. 1045-1056.
3. Bento, A. M. & Jacobsen, M. (2007), Ricardian Rent, Environmental Policy and the “Double-dividend” Hypothesis, Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 53, No. 1, pp. 17-31.
4. Bor, Y. J. & Hunag, Y. (2010), Energy Taxation and the Double Dividend Effect in Taiwan’s Energy Conservation Policy-An Empirical Study Using A Computable General Equilibrium Model, Energy Policy, Vol. 38, No. 5, pp. 2086-2100.
5. Bovenberg, A. L. & de Mooji, R. A. (1994), Environmental Levies and Distortionary Taxation, American Economic Review, Vol. 84, No. 4, pp. 1085-1089.
6. Chen, M. S. & Chen, C. C. (1998), Why Polluters Pay?, The Indian Journal of Economics, Vol. 78, No. 310, pp. 303-316.
7. Chen, M. S. & Yang, M. Y. (1999), The Concept of Contribution Theory as a Framework of Taxation, The Indian Journal of Economics, Vol. 80 No. 316, pp. 81-98.
8. Cremer, H., Gahvari, F. & Ladoux, N. (1998), Externalities and Optimal Taxation, Journal of Public Economics, Vol. 70, No. 3, pp. 343-364.
9. Cremer, H. & Gahvari, F. (2001), Second-best Taxation of Emissions and Polluting Goods, Journal of Public Economics, Vol. 80, No. 2, pp. 169-197.

10. Cremer, H. & Thisse, J. F. (1999), On the Taxation of Polluting Products in a Differentiated Industry, European Economic Review, Vol. 43, No. 3, pp. 575-594.
11. European Environment Agency (2000), Environmental Taxes Recent Developments in Tools for Integration, pp.19-21, 26-28, 53-56.
12. Glazyrina, I., Glazyin, V. & Vinnichenko, S. (2006), The Polluter Pays Principle and Potential Conflicts in Society, Ecological Economics, Vol. 59, No. 3, pp. 324-330.
13. Glomm, G., Kawaguchi, D. & Sepulveda, F. (2008), Green Taxes and Double Dividends in A Dynamic Economy, Journal of Policy Modeling, Vol. 30, No. 1, pp. 19-32.
14. Parry, I. W. H. (1995), Pollution Taxes and Revenue Recycling, Journal of Environmental Economics and Management, Vol.29, No. 1, pp. 64-77.
15. Pigou, A. C. (1932), The Economics of Welfare, 4nd Edition, London : Macmillan and Co.
16. Rahman, A. M. & Edwards, C. A. (2004), Electricity:Taxes on Emission Liabilities. An Examination of the Economic Effectiveness of *Polluter Pays Principles*, Energy Policy, Vol. 32, No. 2, pp. 221-235.
17. Schmutzler, A. & Goulder, L. H. (1997), The Choice between Emission Taxes and Output Taxes under Imperfect Monitoring, Journal of Environmental Economics and Management, Vol.32, No. 1, pp. 51-64.

附錄一

$$\begin{aligned} \frac{d\pi^*(t)}{dt} &= \left(p^{*'}(t) - g'(w^*(t)) \cdot w^{*'}(t) \right) \cdot N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx \\ &\quad - N \cdot [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] \end{aligned}$$

其中 $g'(w^*(t)) = -t$ (式(3.4))，

$$\begin{aligned} &= \left(p^{*'}(t) + tw^{*'}(t) \right) \cdot N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x) dx \\ &\quad - N \cdot [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] \end{aligned}$$

利用(3.9)式，

$$= -N \cdot [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot w^*(t) < 0$$

附錄二

考慮(3.8)式對 t 微分得：

$$\begin{aligned} 0 &= -f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] \\ &\quad - [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] f'(p^*(t) + tw^*(t)) [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] \\ &\quad - f(p^*(t) + tw^*(t)) [p^{*'}(t) - g'(w^*(t)) \cdot w^{*'}(t)] \end{aligned}$$

其中 $g'(w^*(t)) = -t$

$$\begin{aligned} 0 &= -2f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot [p^{*'}(t) + tw^{*'}(t)] - f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot w^*(t) \\ &\quad - [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] f'(p^*(t) + tw^*(t)) [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] \\ 0 &= \{-2f(p^*(t) + tw^*(t)) - [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f'(p^*(t) + tw^*(t))\} \\ &\quad \cdot [p^{*'}(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t)] + f(p^*(t) + tw^*(t))w^*(t) \end{aligned}$$

所以，

$$\begin{aligned} & \left[p^*(t) + w^*(t) + tw^{*'}(t) \right] \\ &= \frac{f(p^*(t) + tw^*(t))w^*(t)}{2f(p^*(t) + tw^*(t)) + [p^*(t) - g(w^*(t)) - c]f'(p^*(t) + tw^*(t))} \end{aligned}$$

由(3.10)式可得上式之分母為正，且分子亦為正，因此上式為正。