

主題研究論文

本期主題

企業管理與環境保護

◎企業環保成本計算模式之研究

◎中國大陸與台灣的環境保護—政策制定者與管理者之課題

企業環保成本計算模式之研究*

The Computing Model for Business Environmental cost

黃北豪 *Pei-how Huang*

國立中山大學企業管理學系

Department of Business Management

National Sun Yat-sen University

摘 要

環境保育是近十年來一個世界性的議題。對國家而言，關係到經濟發展與生活品質的協調。對企業而言，牽涉到市場競爭與成本負擔的考量。環境保育為何會造成兩難的局面，實因環保措施通常是耗費龐大的投資，且該項投資會直接反應到成本結構上。因此，政府若是沒有合理的獎勵措施，則廠商的環保成本無法合理轉嫁，如此一來，勢必會影響環保投資之意願。本論文之目的即是在設計一合理的環保成本計算模式，俾便政府、廠商與社會大眾皆能共同建立理想的環保環境，讓環保能與經濟成長並行不悖。

關鍵字：環保投資、環保成本

Abstract

For the last few decades, environmental conservation has been a worldwide topic. It promotes a country's economic development and the quality of living. For industries, it implicates market competition and cost burden considerations. Why does environmental conservation cause this dilemma? Generally, the large sum of money invested in environmental conservation will be directly reflected in the commodity cost. Therefore, if the government doesn't take reasonable courageous

* 本論文改寫自國科會計畫（編號：NSC 83-0301-H-110-066），感謝國科會經費之補助，並感謝兩位匿名評論者的意見，使本論文更加周延。

measures, then, manufacture can't include the extra cost in their commodity price. So, it will deeply influence the manufacture's willingness to invest in environmental conservation. The main aim of this abstract is to make a reasonable model for calculating the cost of environment. In this way, the government, manufactures and the public will be able to set up ideal environmental conservation practices. Then, environmental conservation keep up with economic development.

Key words : environmental investment, environmental cost

壹、前言

自從 1972 年羅馬俱樂部 (Club of Rome) 在「成長的極限」一書中，將環境負荷變數帶進了經濟成長預測的模式中之後^{註一}，由於其悲觀的預測結果，引發了環境與經濟成長兩者之間關係的爭論。時至今日，該項論戰在工業化國家已漸次得到結論：即經濟發展不得犧牲環境。但在開發中國家，則環境保育（以下簡稱環保）與經濟發展孰重孰輕，尚在爭論不休。

八十年代以來，民眾對於環境污染的問題愈來愈重視，不再以自然的發展現象視之，進而嘗試用政治的力量來加以規範，使得環保與經濟成長之間，再加上了政治與社會等變數影響。而政治力量的介入，隨著時間推移也愈來愈強大^{註二}。

貳、企業與環保

環境權的保育問題非常複雜。它牽涉的範圍很廣，任何產業均可涵蓋在內。它呈現出來的型態很抽象，它涉及的領域很專業，同時它的公共事務特性很強，無人能因身份地位而有例外。基於這些特性，環保問題便不是一個

^{註一} 羅馬俱樂部係由一群學者組成，嘗試以系統動態分析 (System Dynamic Analysis) 的角度來探討事物長期發展的方向。參閱：Meadows, D. I. U. a.: Die Grenze des Wachstums, bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Stuttgart 1972。

^{註二} 1986 年鹿港反對杜邦在當地設二氧化鈦廠起，為台灣大規模環保運動的源起。之後，1987 年後勁地方的反五輕抗爭事件一直延續到 1995 年 3 月台氯林園廠的鹽酸外洩事件，皆有不同之政治力量參與。直到最近，台中拜耳投資案事件的德商撤資，更顯出環保、經濟與政治之間的複雜度。

單純的問題，企業對應之道也不再像一般管理的決策訂定那麼容易。特別是企業的生產在轉換過程中，由於使用材料的特性、工具的特性、製程的特性、銷售的特性^{註三} 往往會有非產品必須及非預先期望的產出，而此產出對生態環境卻又會產生負面影響且形成所謂的「工業污染」或廣義的「環境污染」時，則會造成企業在經營運作上，面臨環境權在保育上的困擾。

經濟發展伴隨而來的工業提昇，帶來了環保問題。企業界往往不知道要如何有效應付，一些企業以強烈的廣告訴求例如環保公益活動的贊助、產品包裝的改善、企業所在地的回饋（即「鄉里回饋基金」的設立）等等來塑造企業外部的環保形像。但是，根本之道仍應從整個企業內部做起，也就是說從原材物料的選購、設備的安裝、製程的安排等等皆應從環保的角度作全盤性的考量。否則光做外部形像廣告而不思內部全盤的改善，充其量只能做到「企業環保」的層次，離「環保企業」則仍尚遠^{註四}。

一、台灣企業的污染防治作法之分析

台灣的製造業仍以外銷導向為主，並不因工業的持續成長而有所改變。在外銷的競爭壓力下，成本一直是製造業的重要考量。基於成本的考慮因素，於製造程序中，所使用的原材物料、製程方式、設備及廢棄物之處理等，大多沒有顧慮到環境的污染防治。但是，以外銷為主的經濟結構，外銷對象大多是工業化國家，其中，台灣外銷的產品也漸次升格至科技產品。工業國家的環保標準要求很高，不只對其自己國家的廠商，也要求進口產品要符合環保標準^{註五}。因此，台灣的企業在外銷的壓力上，已有一些產業漸次投

^{註三} 例如物理機能的變化、化學反應的變化、銷售包裝的策略等都會影響產出，間接影響到企業內部之「轉換功能」(Transformation function)。

^{註四} 「企業環保」與「環保企業」的差異在，前者只重視外部效應，而後者則是環保導向的企業。兩者之間的差異可參考：高明瑞 (1993)：環保導向的企業管理。

^{註五} 自從 1978 年四十七國簽署蒙特婁條約，限制有害化學品的使用以應付大氣中臭氧層被破壞的問題開始，開啓了全球共同解決環境問題的契機。而在第六次蒙特婁締約國會議協定更進一步確定，於 1996 年全面禁用氟氯碳化物並管制其輸出入。另外，國際標準組織所制定的國際環保標準 (ISO 14000) 也被歐洲共同市場於 1996 年引入，因此，所有欲輸入歐體之產品均需符合 ISO 14000 的要求。

入環保設備^{註六}。

自從 1987 年 8 月，衛生署環保局正式升格為環保署，即可看出政府對環境保育的重視。由於沒有一個全盤性的規劃，使得環保工作未盡落實。特別是石化、水泥業者，更是經常因污染處理不當而被媒體大肆報導。1994 年 12 月 30 日立法院通過「環境影響評估法」（簡稱環評法），環保署並已依法完成施行細則草案，於 1995 年度上半年付諸實行，將環境影響評估制度法制化。根據環評法規定，凡對環境有不良影響的開發行為，均須進行環境影響評估。目前，工業局及環保署已達成共識，未來石化、水泥、紙漿、煉油、金屬冶煉、農藥原體製造、煉焦以及汽電共生等八大類工廠在設立之前，均需依此新的環評法進行評估，非經環保署通過不得設廠。如此一來，勢必會影響企業界的決策行為。

二、污染防治的誘導—懲罰模式

經濟成長與環境保育像是個兩難題，困擾著政府的產業政策。一方面人們渴望高度成長所帶來的物質享受，另一方面又期待乾淨優美的生活空間，如何在兩者之間取得平衡，一直在不同的研究領域內被探討著。依歐美國家先進國家的發展模式來看，國家一方面可以利用租稅獎勵辦法來鼓勵企業界將生產設備轉型成環保導向的生產方式，另一方面對不思改變的企業加以重罰。這樣的「誘導—懲罰」模式似乎值得開發中國家參考。不過，首先要考慮的是如何建立「誘導—懲罰」模式的衡量標準。不論是工業減廢或污染防治的投資，在在都須要龐大的資金，同時也造成了成本的高漲。這些對於台灣中小企業以成本導向的生產型態，自是不利。而大企業也因無一統一標準之環保計算模式，無法一致性的計算其環保成本。政府若欲設計一套鼓勵環保投資的獎勵辦法（對大企業）或輔助辦法（對中小企業），也因無一客觀之衡量工具，而無法有效進行。

^{註六} 依照 1993 年行政院主計處公佈之統計數據，在八十年度台灣地區製造業擁有防治污染設備之家數有 4,553 家，占全體業者家數之 3.24 %，而其投入金額為 70,957 百萬元，占實際運用之固定資產 2.10 %，皆屬偏低。若以行業別觀察時，擁有使用防治污染設備之家數，以金屬製品製造業、電子機械器材製造修配業、食品製造業、紡織業及非金屬礦物製品製造業為最多，均有 300 家以上的水準。若由家數與各該行業之總家數之比率來看，石油及煤品製造業達 20.42 % 為最高，成衣及服飾製造業則以 0.73 % 為最低。參見：工商及服務業普查報告，第 3 卷：台灣地區製造業，行政院主計處編印，1993 年 12 月。

這就如同圖 1 誘導的模式所示，若是有一客觀且合理的環保成本計算方式，則國家樂於利用獎勵及輔助等各式策略性工具來促使企業界從事環保投資以達到良性循環。另一方面，由於有此一模式可作衡量基準，也可針對企業界之環保投資進行合理的評估，是否企業界真的做環保，以及該獎勵的部分是多少，都可據理依循，以免獎勵不公的情形發生，而此類不公事件也正是最容易破壞整個良性循環系統！

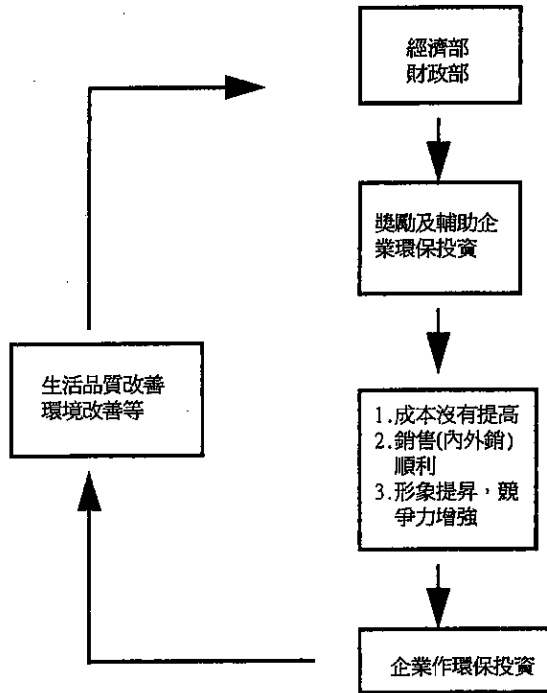


圖 1 鼓勵環保投資之良性循環（誘導的模式）

反過來說，政府因限於無一合理之環保成本衡量模式，因而走向懲罰的模式，即利用環保署進行對污染防治不力或不合格廠商加以處罰，則廠商因罰則不大或被抓到機率不大，且基於成本的考量，依然照舊的製造污染時，則整體環境之生活品質日益下降，社會成本日益上升，且廠商基於成本的因素，變本加厲的生產，也就是變本加厲的製造污染，此即是惡性循環的肇始（如圖 2 所示）。台灣目前似乎正在此循環中。

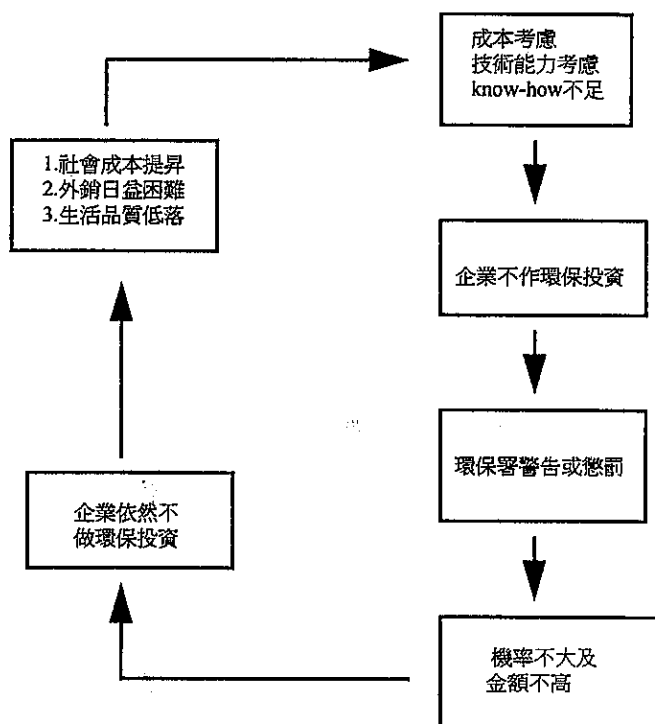


圖 2 企業不作環保投資之惡性循環（懲罰的模式）

在環保問題上，參考歐、美、日等工業先進國家的作法來看，若是光靠罰的模式，則達不到環保的效果。理想的策略是：獎、罰並重。一方面政府訂有明確評估方式，若符合者則有獎勵；另一方面，對於那些不作環保者設有重罰條款，且盡量提高查獲機率，則一方面明獎，一方面重罰，較易達到推廣環保的效果。

參、研究背景及模式架構之步驟

對於環保成本的討論，國內外的情形大都落在宏觀經濟的層次來談 (Seneca, J. J / M. K. Taussig, 1974 ; Freeman, A. M. 1979 ; Hanley, N. / C. L. Spash, 1993)。從宏觀的角度來看此問題時，出發點是以「社會成本」的概念而來。早在 1958 年 Kapp 即將此概念寫出 (Kapp, K. W., 1958)，1971 年在他的英文版發行後 (The Social Costs Of Private Enterprise, 1971 New York Schocken Books)，才漸次的普及。其間，對於美國之 The Clean Air Act (1965)，The Clean Water Act (1965)，以及其後之 Tokyo (1970) 及 Paris 之

International Social Science Council (1970) 皆基於這個考量加以擴大討論，並成為世界性的一個重要議題。到了八十年代後，更進一步的將環保概念落實在「環保資產負債表」及「環保損益表」上，但這都是以國家為基準計算單位，而且，發展出一環保簿記方法 (Mueller-Wenk, R., 1978)。至於從企業經營的角度來探討這個問題的，只有少數一些文獻^{註七}。近年來，隨著外在及內在環境的變遷，實際上已進行了多項計算模式的研究，例如：品質成本的計算模式，生命週期的成本計算模式（以上為在製造領域內），新成本計算模式（為計算方法的內容）等等，但在環保成本上，則尚未見到有系統的研究。

本研究是針對一個 well-defined 的領域（成本會計、成本計算及成本管理），進行一個新的實務上所發生的現象（環保成本）的計算模式之設計。所依據之衡量基準乃是一般會計決策上所應用之差異成本分析 (differential Cost Analysis)，其主要內容為增支因素分析 (Incremental Analysis)(Kaplan and Atkinson, 1989; Lere 1991)。藉由污染防治設備之做與不做的差異，進行分析，當然，因所處理對象牽涉投資的行為，投資計算模式也會因而帶入衡量模式一齊討論。

本研究擬先由相關會計計算理論之探討開始，先行設計環保成本計算之基礎模式，再由此導出計算環保成本總支出之方法。模式架構之步驟如圖 3。

圖 3 之環保成本計算模式若能具有客觀可驗證性，則企業界可藉此模式掌握其環保投資對整個產品的成本結構所發生的影響，並進而模擬應變策略。政府也可依此設計誘導模式，例如成立一「環保特別基金」，以長期低利或無息貸款方式輔助企業環保設備之投資。「環保創業基金」則用來鼓勵有志於環保產業的創業家，投入並生產環保設備等等。這些作法都是希望整個產業能逐步的在不增加現有負擔之下改善污染狀況。同時，政府也可依此計算模式所產生之影響來設計能源政策及產業政策。

^{註七} VDI (1979); Frese, D. / J.Kloocke (1989) 等德文文獻對企業環保成本略有提及，而在美國的文獻內對此則尚無一系列的探討。

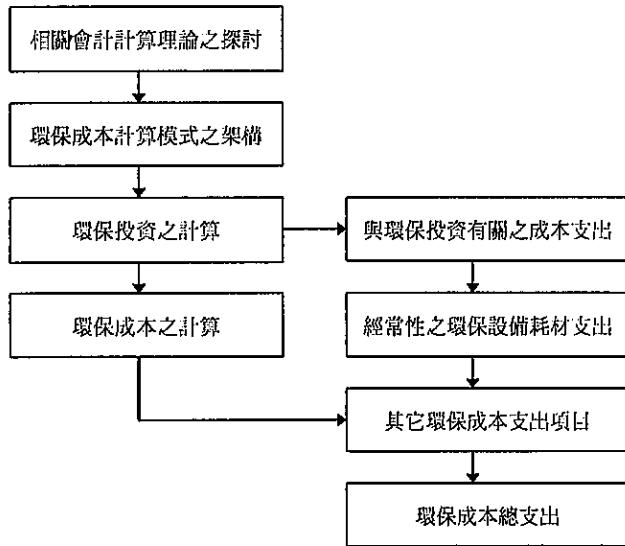


圖 3 模式架構之步驟

肆、企業環保成本

企業環保成本在此處指的是與企業環保有直接與間接關係的成本。也就是說，其它與環保無關的企業成本支出不得計算在內。企業若是有了環保成本資料，可以知道產品成本結構中，有多少成本比例是用在環保上面。

在分析企業環保成本之前，先將企業視作一「投入——產出——系統」(Input-Output-System)，把該系統分成三個部分，在每一部分中將與環保有關的成本因素列出 (Froehling, O., 1994)：

投入部分：自然資源的使用支出，像原料、水、空氣等；

轉換過程：爲了實施環保措施，而特別引進的環保科技與設備支出，特別是在生產過程中，流程的安排、方法的改善等等；

產出部分：被生態環境視爲有負面影響的（有害的、不被期望的）產出物如廢棄物的掩埋、廢氣的過濾、廢水的處理等支出。

另外，尙有不被帶進此 Input-Output-System 的部分，如包裝。一般而言，產品的包裝經由消費者購買後，被消費者帶回去自行處理，而此包裝廢棄物也被視作一般民間廢棄物由地方政府處理。但若是包裝物（例如保特

瓶)、使用過後之產品(例如用過之機油、電池等)也皆得由原廠商負責回收,則處理此部分的支出當然也視作成本的一部分。

環保成本之被重視,乃是基於企業對財務、稅務及資金調度決策的需要上來進行的。因此,「環保成本計算」本身應可納入企業決策支援系統中(Haasis / Hackenberg / Hillenbrand, 1989)。以下則將環保成本作一界定,且將相對於環保成本之環保投資作一分析。

一、界 定

成本按照美國會計學會(American Accounting Association, 簡稱AAA)之「成本概念與標準委員會」的定義為:成本必須以貨幣單位為衡量基礎且係衡量價值的犧牲,而這種價值的犧牲是指耗用的原料數量、人工小時及其他的服務量,同時成本的衡量須有衡量的標的(陳振銑,民78年)。此乃傳統式的、以財務報表為基準的成本概念;其要求重點在衡量的標的,而不問該衡量的標的是否與企業產出成果的品質有關。在本文中,嘗試將成本概念再加以嚴謹化,即衡量的標的得與企業生產的成果品質有關,在此概念下,「企業環保成本」採用「因果觀念」(*causa finalis*)為依據之「成本引發原則」作為成本依歸基準。只有與環保有直接或間接關係的成本支出才得算作環保成本。這個概念與新的成本計算方法中如「作業基礎制成本計算」(Activity-based Costing)的「作業」(Activity)相類似,即只有透過作業活動引發的才是成本(Cooper, R. 1988; Kaplan, R. S. 1991)。

二、環保投資

在計算環保成本之前,對環保投資先要有一個瞭解。以傳統的生產成本角度來看,要求以最低成本的投入在同樣的品質條件下獲得最高產量的產出。而環保的概念則不同,要求的是「以適當的成本投入在同樣的品質條件下獲得對環境污染較輕的產出」。由於投資目的不同,所需之投資考量自是不同。在一般成本管理的決策考量下,環保投資並非絕對必要的投資,因為會引起額外的成本負擔。但這並不表示環保投資就不重要;特別是當牽涉到政府之環保獎勵措施或處罰辦法時,企業仍然要面對環保投資,仍然需要環保成本資料作分析評估(簡金成,1995)。

環保投資雖然是只針對環保的額外投資,但是並不那麼容易就能對環保

投資作一明確界定。環境保護是一個抽象的概念，必須藉助數據作具體的規劃。其中，又牽涉到物理與化學的特性。環境污染的程度既然可以用數據衡量，則可以按照對環境保護要求的嚴謹程度，將數據以列表方式呈帶狀分佈；即數據值越低的，對環境污染的程度越低，例如排放廢水、廢氣等所含污染物之數據值（高世錦，1995）。環保投資即是期望經由投資能夠改善污染的情況。只是，隨著對環保要求的嚴謹程度越高，則環保設備的科技性能之精密度要求越高，反應出來的則是設備成本的提高。而人對環境污染的忍受力又很大，人的健康反應除了在數據極限下會導致負面影響之外，其它則無法對帶狀數據作層次明顯的相對應反應。在這個情況下，一方面得考慮投資成本，另一方面又得考慮環境污染的程度，因此，投資決定變得極為複雜。圖 4 所顯示的即是如何在此兩者之間尋求平衡點。

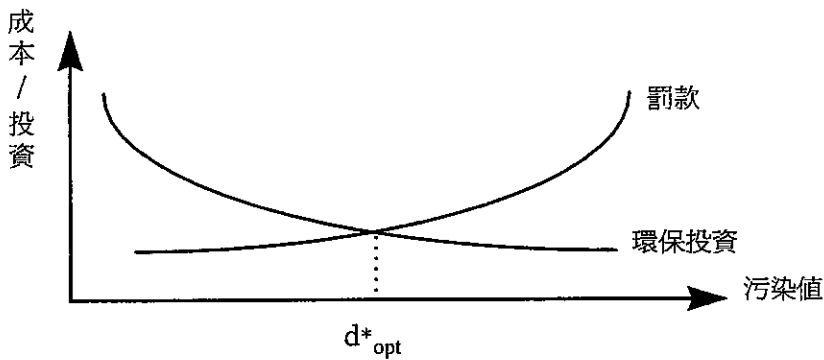
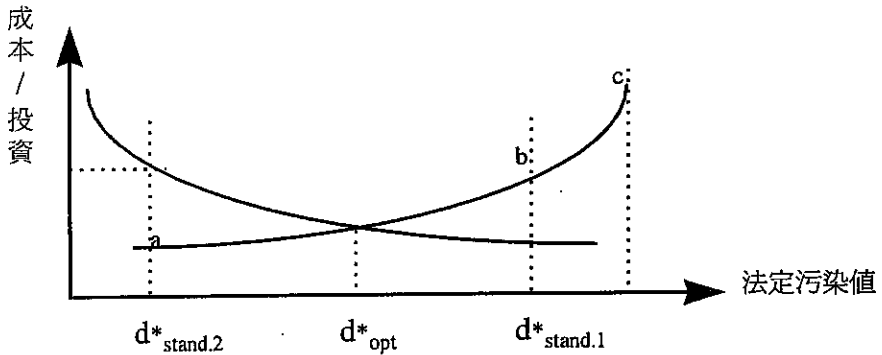


圖 4 環保成本 / 投資與污染值之間的關係

在圖 4 中，罰款可轉嫁成爲成本的一部分，它隨著污染值的提昇而提高，環保投資則意謂著若是吝於投資，則污染值很高。大力投資，雖然污染值降低，但環保支出上升，並間接導致成本增加，此時， d^*_{opt} 即爲兩項變數中的最適指標，在 d^*_{opt} 的污染值指標上作環保投資準備時考慮罰款與投資支出得爲最適！理論上是如此，實際上，仍是要看國家污染值指標規定在那個地方。圖 5 中，罰款的額度與污染排放的程度若有相互關係時， $d^*_{stand.2}$ 在橫軸上的點表示只要有些許污染就會被罰錢，但罰款金額不大（圖上之 a 點）。 $d^*_{stand.1}$ 則表示只有在污染排放較大時，才會被罰款，且款項數額較高（圖上之 b 點及 c 點），此時，最適環保投資只有在 $d^*_{stand.1}$ 的左方才具有意義。



\overline{ac} : 在 $d^*_{stand.2}$ 下之罰款線

\overline{bc} : 在 $d^*_{stand.1}$ 下之罰款線

d^*_{opt} 若在 $d^*_{stand.1}$ 的左方，則可被接受，環保投資才具意義

圖 5 法定污染值與環保成本 / 投資之間的關係

(一) 影響企業環保投資之因素分析

計算環保成本之前，必須先將環保投資界定釐清，整個環保成本的計算基礎是奠基在其原始投資額的大小。若是投資額能先整理清楚，方能據此計算成本。

此外，環保投資尚可區分為「改善設備投資」與「更新設備投資」；前者是在既有之設備基礎上，加強環保措施。也就是說，只需透過設備或流程的改裝，或加添些環保設備即可。而後者則是將舊設備換成新設備，甚或是完全嶄新的設備替換。

環保投資計算與一般的投資計算方法並無二致，只是在作投資決策時，不只是經濟性的投資效應目標，還有生態性環保目標也得列入決策考量之中。投資評估過程中影響環保投資的因素為：

1. 經濟性因素

成本、效益、利潤、收入、支出、投資報酬率等，又稱貨幣性因素指標。

2. 其它與環保有關因素 (非經濟性指標，較不具體且難量化)

企業環保成本

- 法律、規章、辦法等之規定
- 審核單位的態度（經濟部工業局、環保署等）
- 社會與政治團體的影響（環保團體、消保團體等）
- 輿論的看法（全國、地區或地方上之抗爭）
- 民間對環保的傳統看法（工業區或保育區之爭）
- 競爭的情形（其它競爭廠商的態度）
- 本國環保科技的發展情形（環保效果、價格）
- 企業適應環保政策發展方向的能力（環保後續發展的配合）
- 企業製造技術的整合能力（特別是牽涉到改善或更新時）
- 執行人員專業知識的配合能力（低中階主管的能力）
- 整體環保 Know-how 的掌握
- 工業安全及風險的評估等等

其中有些因素具有限制性條件性格，例如法規規定，不符合規定則可以不作考量。環保投資評估過程中，要考慮的其它與環保有關因素大都很難具體化及量化，而這些因素中又有一些具有決定性的影響力（柯三吉，1992）。在這個情況下，環保投資比一般投資的不確定性風險要大。至於在不同的環保投資方案的決定上，所利用的計算方法如「年金回收期限法」、「現值法」、「現金流量折現率法」、「內部報酬率法」等皆同於一般投資計算方法。不同點如下：

- (1) 「支出」的處理，可能並非只有購入環保設備及周邊條件至開工為止那一筆，日後生產過程中之廢棄物處理，如果採外包方式，則在投資計算時算作期間支出。
- (2) 在「更新設備投資」的計算上，一般投資計算方法皆可使用。但是在「改善設備投資」的計算上，某些情況下不能使用「現金流量折現率法」。因為折現率在舊有設備基礎上不易求出之故。只有當改善所須之

設備可以單獨分開計算時，例如，在原有之基礎上增設回收系統 (Recycling system) 時，該系統依然可用「現金流量折現率法」作投資計算分析之用。

環保投資計算的對象以投資設備為主。除了設備本身之外，設備的運輸 (包括廠內、廠外、特殊包裝、關稅、保險等)、安裝 (基座、配管線、導管、塗敷、絕緣、調整、試車等工程) 以及專利特許使用費、事前之設計與期間之顧問等等，都得計算在內。

(二) 環保投資方案之特性

在環保投資的決策上，必須先要有下列數據資料：(Heigl, A. 1989)

- 企業目前現有之生產設備所產生之廢氣、廢水、噪音及生產過程之固態、液態或氣態廢棄物的數據值 (實際值)
- 國家環境法規對所有相關數據的標準值
- 企業領導階層對該環保相關數據的期望值
- 可以達到國家環境法規要求標準的投資需求
- 可以達到企業期望的投資需求
- 投資所需的設備在市場上，若有替代品，則替代品的資料包括價格、功能等皆得收集

上述資料中，數據收集必須詳盡。廢氣還要再細分為一氧化碳 (CO)、二氧化碳 (CO₂)、二氧化硫 (SO₂)、氧化氮 (NO_x) 等排放情形^{註八}。同樣的在廢水、噪音、固態廢棄物上，也得將各項數據資料詳列。而企業的期望值表示企業領導階層對環保的主觀期望。或許由於對社會、人類的責任而採取超過法定要求的高標準；或許純由於對成本的考量而採最低標準。不論是高標準或低標準，都必須作進一步的投資計算分析。例如：發電廠的「除硫設備」能降低二氧化硫的排放量 10 % 時，需多少投資？降低 20 % 時，又需多少投資？30 % 時，再需多少投資？一般工廠的廢水處理能力提高 10 % 時，需多少投資？20 % 時，又是多少等等，皆須作成表列式來作分析比較。

^{註八} 聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會於 1997 年 12 月 11 日通過管制溫室氣體排放的京都議定書內，六種氣體：二氧化碳 CO₂、甲烷 CH₄、一氧化二氮 N₂O、氫氟碳化合物 HFC_s、全氟碳化合物 PFC_s 及六氟化硫 SF₆ 等均列入管制

事實上，也會因時間的推移所造成的技術進步而使排放標準變化。以德國為例，在 SO_2 火力發電設備大於 300MW 時，其邊際值的排放標準在 1975 年時為 $1200 [\text{mg} / \text{m}^3]$ ，10 年後在 1985 年時， SO_2 的排放標準降為 $300 [\text{mg} / \text{m}^3]$ ，整整降低 4 倍。其它如 NO_x 、落塵量、 CO_2 等也都是如此。

在確定環保投資方案之前，先瞭解該投資方案是屬於替代性投資、合理化投資亦或是工業安全防範式投資；同時，這個投資是屬於重覆式投資還是新的投資。最重要的是要區分該投資是一般式的投資亦或是環保投資，其重要區分點有二：

(1) **投資的目的：**一般式投資可以是合理的且又是替代式的投資。但環保投資的目的很單純，即「為了環保」而投資。若是因此投資而又能帶來合理化生產，甚或是工業安全防範要求，那也只能說算是附帶達到的目的。

(2) **環保的效果：**一項投資若是以環保為名而進行，還不能算是環保投資，尚得針對其環保效果加以瞭解，若新投資結果比原設備之環保效果還差，則仍不得算是環保投資 (Rueckle, D., 1989)。

透過投資的目的及環保的效果兩項指標，可以驗證一個投資是否是環保投資。而環保投資通常體現在下列三個方面：

(1) **工作安全的標準及設施：**例如噪音、強光、放射性之防治

(2) **工業安全的標準及設施：**例如工作場所之爆炸、高壓、火災、腐蝕等之防治

(3) **週邊設施的標準 (環境)：**廢棄物之排放及處理

(三) 投資計算模式

環保投資與一般投資在投資計算上的技術，並沒有很大差別，重點在於環保投資是希望利用投資計算來分析並瞭解該環保投資對企業之財務上及非財務上的影響。

在計算方式的選擇上，首先得掌握企業可實現的環保措施，那些是可量化，那些是環保措施上之必需，其次，該投資對企業現有之技術上、運銷上及組織上有何影響並作可行性分析，這類分析有時會牽涉到非財務性指標的

考慮。舉例而言，一個具有環保標準要求的產品，其原材物料之組合是否需要替代性材料？其相關之生產技術是否要作調整，原有之製程條件能否配合新要求？管理組織及生產部門是否要調整或再受訓？空間倉儲之搭配？促銷計劃是否能適應新需要，能源的搭配是否合理…在在都影響到投資計算技術的選擇。(Gross, 1978; Rueckle, 1989)。一般環保投資計算模式可分為成本比較法、淨現值法及年金法（見附件）。

三、環保成本計算模式

(一) 企業環保成本之界分

傳統上，成本被理解為由生產所引發的資源耗用，而這些耗用的目的在於成果的獲取。就像企業投入了原材物料、人力、設備等，目的是為了能生產產品，並將之銷售出去且能帶來利潤。在這個關係下，成本與銷售額及利潤之間產生了微妙的互動關係。企業即期望能掌握此互動關係並尋求最大之利潤點 (Kilger, W., 1981)。

環保成本則是指企業的支出，並不是與產出有直接的互動關係。該項支出乃是欲建立一標準，減少或避免在生產流程作業中所引起之污染源及污染物，並作長期有效之監督。

環保成本既然是企業為了改善與環境的關係所支出的費用，則應納入企業會計內。環保成本在企業會計內，必須以特別設立之會計科目「環保成本支出項目」來處理 (Heigl, A, 1974; Frese / Kloocke, 1989)。該項目下可包含有：人事費用（為環保設備專屬支出之）、廢水處理設備折舊…等。

(二) 環保成本科目之掌握

在作環保成本項目掌握時，其成本科目與一般相同，即人事成本、物料成本、資本成本、外來勞務成本、稅捐規費等。只是，在與環保有關時，必須以「特別會計科目」區別之。若是一般生產與環保措施為互不相關連，可分開各自獨立運作時，這種區分不困難。只是當環保與生產全然整合時，區分環保成本便必須詳細的按功能別詳加區分 (Haasis, H.-D., 1992)。

環保成本項目的掌握如下。

1. 原料：只有在專為環保所額外使用的，才算環保原料，例如利用石灰來清洗煙氣含硫物。

2. 間接原物料、輔助材料等：視作與原料同。但若是因環保需要而多使用，或因環保設備在生產程序之前或之後裝置，使得輔助材料之額外消耗為必須時，此多使用或額外必須之部分才能算做環保成本。
3. 人事支出：在環保要求之下之人事成本支出，例如：專屬環保機器之操作、維修人員。若人員可交互使用而非侷限於環保設備上時，則可依實際工時耗用或是應計之標準工時設定操作比率加以換算之。
4. 維修費用：只有在確定是為環保設備維修使用時，才可計入。
5. 能源成本：若能針對環保設備分置碼錶則最為理想。若不行，則得先作能源耗用分析，依環保設備所多用之能源設定耗用比率並加以計算之。
6. 折舊：環保設備依其投資計算出折舊額。至於購買資金之機會成本亦應計算在內。
7. 管理成本與其它類似之共同成本：依環保工作或業務量所佔服務之比率，設計分攤係數並計算之。例如：填寫額外之環保表單，與官方往來之表單填寫，對環保工作或業務之分析，環保數據比率分析，環保設備之管理…等。

(三) 環保成本計算模式

當環保成本項目能與一般生產成本項目釐清劃分時，即可將環保成本依一般成本計算方式，先彙集於各個成本中心內，此時將環保成本依「可歸屬原則」分為直接成本與共同成本^{註九}。

環保成本計算之公式如下：

$$C = \sum_j a_j (I + \Delta I_j) + \sum_i m_i \times p_i + A \times l + S + F - E$$

各項代號說明如下：

C	[\$/a]	每年之環保成本總支出
I	[\$]	環保投資支出總額

^{註九} 可歸屬原則的運用與一般成本計算完全相同。直接成本直接歸屬於產品上，共同成本則須依內部分攤計算原則藉成本中心之助加以分算至產品上。

a_j	[%/a]	與環保投資有關之成本項目 j (例如折舊等) 之百分比率
ΔI_j	[\$]	成本項目 j 下在環保投資中, 所影響的變動額度
m_i	[Q/a]	在 i 項目下之與環保技術有關之消耗量 (例如每年額外的用水量 m^3)
p_i	[\$/Q]	針對 i 項下之每單位價格
$\sum m_i p_i$	[\$/a]	i 項下之每年耗用支出
A	[人數]	針對環保需求所額外募用之人員(技術員、技術工等)
I	[\$/a 及人數]	每年每環保人員之薪資支出
S	[\$/a]	其它不易歸項之環保支出(例如安全技術考量下之測試及警衛支出等)
F	[\$/a]	後續環保成本
E	[\$]	環保設備之殘值及其它可能之收益(例如環保實施後之回收資源可再利用或銷售)

其中： $\sum_j a_j(I + \Delta I_j)$ 為「與投資有關之成本支出項目」；

$\sum_i m_i \times p_i$ 為「與設備耗材支出有關之項目」；而

$A \times I + S + F + E$ 則為「其它環保支出項目」。

該環保計算模式有兩個目的：

- (1) 在規劃期間即可幫助估算所期待之環保成本支出是多少。
- (2) 在實現階段及控制階段可協助掌握實際之環保成本支出。

在上述計算公式中，最重要的成本項目即是與投資有關之成本支出項目。由於高科技的要求，該類投資支出的金額都很龐大，造成環保成本的主要支出。設備耗材支出與其它成本項目則大多是依附在環保投資上，端視投資主題之技術性能的高低而定。

由於環保成本的計算，不是在一完整的封閉體系內，因此，在成本支出的掌握上，受其單向開放式的體系特性^{註+}影響，其支出的多寡，端看其對環保要求上之程度高低而變化 (Haasis, H.-D., 1992)。

影響環保成本計算之成本驅動因素 (cost drive) 尚有：

- | | |
|-------------|--|
| a. 地理環境 | 地區運輸的可能性 |
| b. 生產方式 | 操作時間、機械運轉負擔、爲了環保要求所額外加工的材料種類、電熱能量消耗之程度 |
| c. 耗用之能源種類 | 煤、石油、天然氣等之來源種類及燃燒耗用情形 |
| d. 環保要求條件 | 對污染排放量之規定(法規或自訂) |
| e. 殘餘物之銷售可能 | 機械使用之殘值或額外材料使用之殘值 |
| f. 價格 | 市場價格、供需情形及設備績效之使用要求 |

環保成本計算之步驟：

1. 投資因素之掌握

投資因素須與實際計劃狀況相配合，且盡可能完全掌握。而在環保有關之考慮下，作投資規劃時，對於環保有關事項就應分別各自掌握及計算。而此數值應轉給規劃部門及建築或工事部門。投資因素爲：

- 設備之運送 (包括測量及調整技術、運輸、包裝、保險)
- 裝置 (裝置期間之保險)
- 奠基 (地基之修蓋、地基之開發、整地)
- 空調設備之建立 (整流、流入、流出)
- 隔絕、塗刷

^{註+} 成本計算的模式可分爲封閉式及開放式。封閉式爲在一完整的體系內即可完成，如傳統的分批或分步計算。開放式則表示成本計算無法在此一封閉體系內完成，而是必須要與外界的環境發生互動的關係，例如研發計算。而單向開放式是表示該成本的計算乃受外界條件的影響，自己本身無法影響外在的條件變化，例如環保成本。

- 工程、顧問
- 關稅、專利權使用特許
- 能源搭配及其它之供應及丟棄處理設備
- 開工運轉
- Off-sites (街道，管線通路等)
- 備用品，原料，輔助材料之倉儲
- 污染源及污染值之測定
- 開工運轉前之利息支出
- 規劃費用
- 核准 (官方) 過程中之費用
- 額外投資 (運輸設施、工地設施等)
- 長期營運有關之流動資產 (例如倉儲)
- 其它事先不可預見的項目 (例如工地地層下陷、實際之抗爭等)

整個投資結構可以簡化下列公式：

$$I = \text{主體元件} + \text{週邊配件} + \text{廠內運送} + \text{主體工程} + \text{週邊工程} + \text{安裝試料} \\ + \text{備件倉儲} + \text{特殊材料倉儲} + \text{專利特許} + \text{操作手冊及 Know-how 移} \\ \text{轉 (DATA BOOK)} + \text{廠外運送} + \text{其它流動資產項目的變動}$$

2. 與環保投資有關之成本支出項目計算

當投資總額確定後，即可據以計算相關資料。以下各項乃與投資總額有密切關係：

- (1) 折舊：基於可比較性原因，最好用平均直線法折舊。特殊的折舊方式 (例如加速折舊法) 不宜被鼓勵。使用年限應當以經濟性使用年限為主。

企業環保成本

(2)資本利息：除了外資資本的借貸利息外，尚得假設自資資本的利息，再混合計算成總資本利息。自資利息率可參考長期資本市場的利率。

(3)保固及維修：須考慮到時間及數額的搭配。

(4)管理成本：若是有研發相關之動作，也可在此處列入，但限於確實與該項環保有關。

此外尚有保險及稅負支出等。

3. 經常性之環保設備耗材支出項目計算

要計算經常性之設備耗材支出項目時，得對投入環保之各項設備耗材之投入量及投入價先行瞭解，並據此推算標準價格及標準用量。標準用量可依經驗值或機械物理特性計算得知，標準價格可依市場平均價格為準 (Boehrs, H., 1971)。

此類支出項目可為：能源成本、額外投入之環保材料、濾淨器換裝成本等。這些成本的支出並受到下列之驅動因素影響：

(1)營運時間 / 負擔分配

(2)投入之燃料種類

(3)所欲掌握之排放標準值

(4)所用之吸附材料或吸收方式 (例如：用石灰石、活性碳、阿摩尼亞等)

(5)殘餘物之銷售可能

(6)設備分期付款的條件

4. 其它支出項目計算

環保成本支出除了「與投資有關之環保支出」、「經常性之設備耗材支出」等項目外，尚有人事費用支出、後續成本支出等其它支出項目。

(1)人事成本：為了環保措施所額外投入之人力資源乘上其薪資所得即可得知。較明顯的有環保工程師、化驗師、技工等。

- (2) 後續成本：環保措施安裝後，對於原有之生產流程、設備使用效益、產出效益等等皆會產生影響。其變動因素所引發之額外支出成本亦得加以計算。此與其它成本項目一樣，乃每期都會發生。例如為了安裝環保設備而減少之廠房空間的損失，為了適應環保設備而對生產流程所作的調整致使產出減少等等。
- (3) 其它項目：不歸屬於上述兩項成本之支出。例如：規費、為了環保額外支出之勞務費用、廢水、廢料處理費用等等。至於在處理過程中，若殘餘物尚能有銷售價值時（例如石膏、硫酸等），其出售所得則可作為環保支出項目下，在材料運輸或倉儲成本下作為支出之減項。

四、火力發電廠之實例

某使用煙煤發電之火力發電廠技術性資料如表 1 所述。

表 1 某火力發電廠之技術資料

特 徵	表 達
型 式	火力發電（使用煙煤）
能 量	750MW
淨效率值	38.3%
煙氣排放流量（正常情況下）	$2.45 \times 10^6 \text{m}^3/\text{h}$
煙煤含硫量	1.25%
原氣含塵量	$12000 \text{mg}/\text{m}^3$
污染源排放含塵量邊際值	$50 \text{mg} / \text{m}^3$
原氣含 SO ₂ 量	$2165 \text{mg} / \text{m}^3$
污染源排放 SO ₂ 之邊際值	$325 \text{mg} / \text{m}^3$
原氣含 NO _x 量	$800 \text{mg} / \text{m}^3$
污染源排放含 NO _x 邊際值	$200 \text{mg} / \text{m}^3$

從表 1 的技術性資料中，可知此發電廠的原氣排放量中，皆高於邊際值，因此必須對空氣的淨化加以作環保投資。此例中，該電廠將投資於含塵量及二氧化硫降低的努力上。為了達成該兩項努力，該電廠擬添購電離子集塵設備與煙氣除硫設備。這兩項投資皆可視作純環保之投資。

(一) 電離子集塵設備之投資

1. 投資額度之確定

該火力發電廠爲了降低含塵量，將進行電離子集塵設備的投資。投資電離子集塵設備所需之資金是由下列各項目組成：

- (1) 集塵罩：包括電極塵沈澱設備（落塵因電極作用而沈澱之裝置）、電極噴出設備、敲擊設備、集塵掩體設備及運塵設備等
- (2) 高壓電設備
- (3) 運輸、裝配及其它週邊設備

上項各類投資的資金需求，若按環保設備供應市場的現有資料及經濟值來分析時，可知下列各項設備佔總投資資金需求的比率約爲如下：

— 電極噴出及落塵沈澱設備	20%~30%
— 集塵罩	15%~20%
— 高壓電設備	10%~15%
— 運塵設備	5%~10%
— 防蝕及隔熱設備	5%~10%
— 安裝	20%~30%

總投資額是由各個單獨設備的投資組合而成。事實上，若已有經驗值時，也可依各個單獨設備之投資，立刻算出總投資額，蓋兩者之間存在著一「投資估算函數」關係之故。

該型投資數額之高低基本上受到技術變動的影響很大。技術性變數包括了煙氣流量、集塵區範圍大小、煙氣中所含之塵及氣體特性、高壓設備下濾過器之電壓等等。利用下列公式可算出電離子集塵沈澱範圍 A 之大小

$$A = V / \omega \times \ln [1 / (1 - \eta)]$$

其中： η ：塵氣分離度（事先給予之技術值）

ω ：移動速度（落塵到沈澱區）

V：煙氣流量

在該個案例中，煙氣流量 V 爲：

$$V = \left(\frac{2.45}{4} \right) \times 106 \text{ m}^3 / \text{h}$$

而個案中，電離子集塵設備的容量為 612,500m³ / h，因此，須要用到四個電離子集塵器。而總投資額度為 \$ 691.9 × 106NT^{註十一}。

2、環保成本額度之預估

知道了總投資額時，便可據此求環保成本支出，假設沒有人事成本、後續成本等其它成本項目支出，則該投資案之環保成本可分成下列兩項：

(1) 與環保投資有關之成本支出

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1.) 折舊 (每年 5.9%) | \$ 40,822,100NT / 年 |
| 2.) 資本利息 (每年 4%) | \$ 27,676,000NT / 年 |
| 3.) 保險及稅 (每年 2%) | \$ 13,838,000NT / 年 |
| 4.) 維修 (每年 1%) | \$ 6,919,000NT / 年 |

預計使用年限為 17 年，採平均折舊，每年折舊為 5.9%。上述四項之成本支出約每年 89,255,100 元

(2) 經常性之環保設備耗材支出

主要是能源支出。假設每千瓦小時之電費為 \$ 3.4NT / kwh，平均能源之耗用每立方公尺為 0.65 × 10⁻³ kwh / m³，且每年總操作時數為 4000 小時，則能源成本支出為 \$ 21,658,000NT / 年。

^{註十一} 此處利用概要計算模式： $I_2 = I_1 \times \left(\frac{X_2}{X_1} \right)^m$ ；其中，I₁ 為以往曾作過的投資，X₁

為以往所做的投資能達到的效用，m 為設備使用效用遞減係數，而 X₂ 為現今欲達到的效用。在 X₂ 的條件下，可利用前述公式算出的 I₂ 多寡。一般而言，m 係數通常在 0.5 至 0.8 之間。以此例而言，該投資概要計算公式為 $I = 2,380 \times V.084$ ，其中 I 為每一電離子集塵設備之投資額，而 V 即為煙氣流量，經計算

$$I = 2,280 \times \left[\left(\frac{2.45}{4} \right) \times 10^6 \right]^{0.84}$$

，可得總投資額為 4I = 691.9 × 106。

3. 總環保成本支出

按照公式可知總成本支出為 (1)+(2)= \$ 110,913,100NT

該成本支出佔總投資金額之 18%左右，各單項成本支出占總環保成本支出之比率如下：

折舊佔總成本支出	37%
利息、保險及稅佔總成本支出	37%
能源支出佔總成本支出	20%
維修支出佔總成本支出	6%

(二) 煙氣除硫設備之投資

1. 投資額度之確定

煙氣除硫設備是利用石灰石除硫法^{註二}安裝在煙囪及電離子集塵設備之間。燃燒煙煤時，所排放之煙氣將被兩條通管各自通往一收集器。每一收集器之能量為 $1,225 \times 106 \text{ m}^3 / \text{h}$ ，在此收集器內經由石灰石之懸浮式噴入而達到除硫目的。所得到之懸浮式石膏在石膏洗選設備中除去所含水份。此外，在石膏洗選設備旁另有一廢水淨化設備以處理石膏洗選設備所排出之廢水。剩下之煙氣在離開收集器後，再利用一再生式熱交換器加熱排放。因此，若要作除硫投資，其投資必須要先確定包含了四個部份：1) 煙氣除硫設備、2) 石膏選洗設備、3) 廢水淨化設備及 4) 再生式熱交換器。投資資金需求如下表 2 所列。

^{註二} 此乃指利用水洗方式加以石灰石來吸收硫化物以達除硫效果。此種方式可將 SO_2 除去約 80%-90%，因用石灰石，故又稱「石灰石除硫法」。

表 2 煙氣除硫設備之資金需求

	項 目	資金需求 (千元)
1	煙氣除硫設備 (包括周邊管路、抽風機等設備)	646,000
2	再生式熱交換器	357,000
3	石膏洗選設備	204,000
4	廢水淨化設備	153,000
5	電子測量及調整技術設備	374,000
6	裝置、測試	272,000
7	鋼結構、基座、土木工程	323,000
8	地價	17,000
9	專利特許	204,000
10	規劃設計	170,000
11	其它 (不可預知)	170,000
12	資金需求總計	2,890,000

按表 2 所示，可知該項投資之資金總需求為二十八億九千萬元。

2. 環保成本額度之預估

利用 \$ 2,890,000,000 NT 投資資金的基礎，可以對環保成本支出估算 (見表 3)

(1) 與投資有關之成本項目支出

表 3 與環保投資有關之除硫設備成本支出

成本項目	百分比	成本 (千元 / 年)
折 舊	5.9 %	165,200
資金利息	4.0 %	112,000
保險、稅	2.0 %	56,000
維 修	4.0 %	112,000
總 額	16 %	445,200

表 3 中，該項成本支出為 \$ 445,200,000 NT，佔總投資的 16% 左右。

(2) 與設備耗材支出有關之項目成本

主要有三項因素，即石灰石、能源及水。其成本項目如表 4。

表 4 與設備耗材支出有關之除硫設備成本支出

設備耗材項目	特別為環保所耗用	價 格	成 本
石 灰 石	7.8 t/h	952 NT/t	7,429 NT/h
水	172 m ³ /h	17 NT/m ³	2,924 NT/h
能 源	10,500 kwh/h	0.15 kwh/h	2,6775 NT/h
小 計			37,128 NT/h
全產能設備使用條件下	(在全年 4000 個操作小時條件下)		148,512,000 NT/年

石灰石之消耗量的是依下列假設條件而決定之：

- 所要求污染源排放降低之標準
- 原氣含 SO₂ 量
- 含硫度 (5%)
- 石灰石之純度 (95%)
- Ca / S 之化學計量關係數 (1.05)

(3) 其它項目成本支出

表 5 除硫設備之其它成本支出

項 目			金 額
技術工人	15 人	\$ 480,000 NT / 年 / 人	\$ 7,200,000 NT / 年
技術領班	1 人	\$ 945,000 NT / 年 / 人	\$ 945,000 NT / 年
總 計	16 人		\$ 8,145,000 NT / 年

3. 每年之環保總成本支出

$$(1)+(2)+(3) = \$ 601,857,000 \text{ NT/年}$$

從上述該火力發電廠發電功率為 750MW 之環保設備投資案例來看，二項投資設備（電離子集塵設備及煙氣除硫設備）的總金額約需 35 億 8 千萬元，環保成本每年度之經常性支出也達 9 億 1 千萬元左右。若是沒有政府相對應的輔導及支持，實在很難要求企業強制性的去做環保。以上例而言，若是罰款每年可以高到 4 億元左右（投資金額之機會成本），也許企業還會因

罰則太重而投入環保投資^{註三}。但以目前台灣的情況，這種高額罰款不太可能實施。另一方面，高額罰金也非導正環保觀念的正確作法，因為污染排放依舊，生活品質日益低落，此點絕非政府及人民樂見。

如果政府不事先將環保工作的內容、範圍及規則規劃好，光依賴環保署的懲罰原則來管理是明顯不夠的。

伍、結 論

商業活動的循環過程中，消費者對產品的態度可以支配企業的存活。產品若是受到消費者的支持，則企業可以成長並持續發展；反之，企業會陷入經營困境。

環境保育的思想在七十年代初期時，尚只是在少數極端生態環境保護團體內流傳，當時被認為是前衛且不實際的主張。但隨著高度工業化且帶來大量高度工業污染的案例之後，生態環境保育的觀念才漸次的擴散並被人們接受，至八十年代中期，環保思潮已被歐美及日本消費者完全接受並蔚為思想主流。環保不再是理論探討上的高調，而是實現在日常生活中。行政機構的配合下，環保相關法規陸續頒佈。相對於行政單位及消費大眾，歐美日等國的企業界也都紛紛的進行改革，期使產品與製程皆能符合環保要求並能為消費者接受（黃俊英，1992；湯德宗，1990）。

台灣的經濟有一半以上依賴外銷，因此產品若要銷往歐美日等國，則勢必要符合當地國的要求。因此，產品本身在外銷過程中漸次改善，例如使用符合環保要求且可回收並不造成二次公害的材質。但在製程方面，則目前台灣的廠商仍大多數是未依環保原則進行生產。若干廠商的環保訴求也大都落在產品材質上，而很少在製程上有所要求。其原因在於民眾的態度上，台灣的消費者大多尚未形成環保共識，雖然偶有抗爭事項，例如石化工業林園地區的圍廠等，但究其原因，大多是侷限地區性且爭論焦點在政治或金錢賠償的重點上，環保理念反而被模糊了。但是，按照經濟發展理論來看，今日歐美及日本的發展，很可能是台灣明日的借鏡。若階段發展理論成立，則台灣消費者終有一日會用消費行為來反映他們對環保的要求。屆時企業與行政單

^{註三} 環保罰款為一不具經濟效益性的費用支出，算是損失。而環保投資支出則是設備資材的取得，兩者都是金錢支出，但是本質不一樣。

位則必須努力調整並配合此一思潮的來到。

企業要作的努力，是除了在產品上，也必須在製程上進行環保設備的投資。不過該類投資金額一般而言頗為龐大，如第四節中所述之個案，一個火力發電廠的環保投資，所引發的每年成本額外增加為將近九億餘台幣！此九億台幣的額外成本是否可以順利轉嫁到產品上，以台灣目前的經濟條件而言，實在存疑。不過，由於成本的確仍受其它條件影響，例如：工期長短、折舊期限長短、維修頻率、利息高低、薪資結構、專利特許的要求等等，再加上購買力及匯率的影響，台灣企業若要加強環保投資，也許不必要負擔那麼重的成本，但增加企業的負擔勢難避免。以石化廠為例，三個石化工業區（大社、林園、頭份）在 1993 年污染評鑑後，發現不合格而被要求改善，其污染防治工程之改善在三個石化工業區內共投入一百多億元，光是林園工業區就占了 81 億元且要到 1998 年才能全部完工。只是，這些數字都未見到任何公認的合理估算模式來計算，都是由業者自己強調或政府估算，往往造成各說各話，各有不同之數據，民眾更顯得不知何去何從。

不論在環保的拉鋸戰上，發生的是抗爭或是告發，除了看不見的「社會成本」之外，尚有明確顯著的「企業成本」^{註十四}，而這些都會使得民眾與企業同蒙其害，因此，政府在此時，則必須擬訂一套輔導辦法，一方面減輕業者負擔，一方面規範業者的行動，以達到國家整體的最大利益（黃孝信，1995）。為了使輔導辦法能具有公平性及普遍性並可驗證，則必需要有一介乎企業與政府之間的遊戲規則。而本論文的「環保成本計算模式」應可充作該中介之遊戲規則，此亦是本論文的最主要目的。

參考文獻

- 行政院主計處，1993，工商及服務業普查報告，三卷，台灣地區製造業。
- 李宏健，1992，現代管理會計，三民書局。
- 李建華，1993，新成本管理會計制度，清華管理科學叢書。
- 林財源，1995，現代管理會計學，三民書局。

^{註十四} 除了停工停料的直接損失之外，還有因觸犯環保法規而被罰款的間接損失，通常處罰的並不嚴重。

- 柯三吉，1992，「環境民意與政策」，環境保護與環境管理：99-145，中華民國管理叢書。
- 高世錦，1995，「工業污染防治措施」，工業簡訊，25卷1期：30-45。
- 高明瑞，1993，「環保導向的企業管理」，第五屆管理教育研討會論文集。
- 高明瑞，1994，環保導向的企業管理，復文出版社。
- 馮拙人，1993，管理會計，大中國圖書公司。
- 黃孝信，1995，「工業污染預防理念與實踐」，工業簡訊，25卷1期：71-74。
- 黃俊英，1989，「環境保護與企業經營」，企業與社會，中華民國管理科學學會出版。
- 黃俊英，1992，「環保熱潮與企業經營」，中山社會科學季刊，7卷4期：88-86。
- 湯德宗，1990，美國環境法論集。
- 簡金成，1995，「污染防治設備投資與企業經營績效之實證研究」，國科會人文處管理學門研究成果研討會論集。
- Boehrs, H.. 1971. *Funktionale Kostenkalkulation*. Darmstadt.
- Cooper, R..1988. The rise of activity - based costing - part one: What is an activity - based cost system ? *Journal of Cost Management*:45-54.
- Cooper and Kaplan. 1991. *The Design of Cost Management Systems*. Prentice - Hall Inc.
- Freeman, A. M.. 1979. *The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice*. Baltimore.
- Frese / Kloocke. 1989 Internes rechnungswesen und organisation aus der sicht des umweltschutzes. in: *BFuP* 1/89 :1-29.
- Froehling, O.. 1994. *Dynamisches Kostenmanagement*. Muenchen Vahlen.
- Gross, A.. 1988. *Investition*, 4 Aufl., Kiehl.
- Haasis / Hackenberg / Hillenbrand. 1989. Betriebliche umweltinformations systeme.

in: *Information Management*, Heft .

Haasis, H.-D.. 1992. Umweltschutzkosten in der betrieblichen Voll-kostenrechnung, in: *WiSt* Heft 3:118-122.

Hamley, N. / C. L. Spash. 1993. *Cost-benefit Analysis and the Environment*, Brookfield England.

Heigl, A.. 1989. Ertragsteuerliche anreize fuer Investitionen in den umweltschutz, in: *BFuP* 1/89:66-81.

Heigl, A.. 1974. Konzepte betrieblicher umweltrechnungslegung, in: *DB*, Heft 48: 2265-2270.

Kaplan, R.S.. 1991. New systems for measurement and control. *The Engineering Economist*, 36(3), Spring: 201-218.

Kaplan and Atkinson. 1989. *Advanced Management Accounting 2 / e*, Prentice - Hall Inc.

Kapp, K. W.. 1958. *Volkswirtschaftliche Kosten der Privatwirtschaft*, Tuebingen.

Kapp, K. W. 1971. *The Social Costs of Private Enterprise*, The New York Schocken Books.

Lere, J. C.. 1991. *Managerial Accounting: A planning-Operating-Control Framework*, Wiley and Sons Inc.

Meadows, D. H. u. a. 1972. *Die Grenze des Wachstums*, Bericht des Club of Rome Zur Lage der Menschheit, Stuttgart.

Rueckle, D..1989. Investitionskalkuele fuer Umweltschutzinvestitionen, in: *BFuP* 1/89: 51-65.

Seneca, J.J. / M. K.Taussig . 1979. *Environmental Economics*, 2nd ed., Prentice - Hall.

VDI (Verband der Deutschen Industrie). 1979. Kostenermittlung fuer Anlagen und Massnahmen zur Emissionsminderung, Duesseldorf.

Wicke / Haasis / Schaffenhausen / Schulz. 1992. Betriebliche Umweltoekonomie, Muenchen Vahlen.

附件：環保投資計算模式

1. 成本比較法

$$(1) C_{j*} = \min\{C_{f,j} + C_{v,j} \times X\} \quad j=1, \dots, n$$

不同之 $C_j = [NT/a]$ 在可替代方案 j 選擇下，與環保決策有關之全部成本

$C_{f,j} = [NT/a]$ 與該方案有關之總固定成本支出

$C_{v,j} = [NT/\text{單位}]$ 與該方案有關之產品單位變動成本

$X =$ 期間 a 之產出量

$$(2) C_j \cdot C_{j*} = \max\{P_j \times x - C_{f,j} - c_{v,j} \times x_j\} \quad j=1, \dots, n$$

$G_{j*} = [NT/a]$ 在可替代方案 j 下之利潤

$p_j = [NT/\text{單位}]$ 在該可替代方案下產出之單位售價

方案中，取成本最低者或利潤最大者為投資決策之依據。

2. 淨現值法

$$C = -A_0 + \sum_{t=1}^n (e_t - a_t) \times \frac{1}{(1+i)^t} + R_n + \frac{1}{(1+i)^n}$$

但是，因為環保投資大多只有支出，因此，投資收入 $e_t = 0$ ，此時：

$$C_n = A_0 + \sum_{t=1}^n a_t \times \frac{1}{(1+i)^t} - R_n \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

由於只有支出，沒有收益，因此 C_n 為負數。此時取淨現值最接近零的即是最佳投資決策。

3. 年金法

$$b = C \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{或是}$$

企業環保成本

$$b = [-A_0 + \sum_{t=1}^n (e_t - a_t) \times \frac{i}{(1+i)^t}] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + R_n \times \frac{i}{(1+i)^n} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

其中： $\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 稱之為年金係數

上述三個方法中，成本比較法較沒有考慮到折舊，時間序列也不重視，同時財務成本視作不存在。在第 2 及第 3 法中，則將時間序列及折舊都列入考慮，但資料來源之客觀及資料品質（例如，如何正確預知未來之收益）必須小心謹慎的處理。一般而言，以淨現值法最為合理！