

# 環保與經濟雙贏

■ 賴宗福 · 張之樺

石化工業對於我國的經濟影響甚大，  
隨之而來的環境影響也被國人所關注，  
如何協助石化工業走上經濟與環保雙贏的道路，  
是政府施政的重要課題。

## 石化工業

石油化學工業（簡稱石化工業）是資本和技術密集的工業，由於和其他產業關聯性高，除民生產業外，也提供高科技工業所需的原料，並支援特化、光電、電子、機電、製藥、運輸工具、建材等產業的發展，可創造高附加價值，整體來說對我國經濟繁榮的貢獻甚大。

石化工業是以石油或天然氣為原料製造各種化學品的工業。以石油為原料所生產的石化基本原料，計有烯烴類（如乙烯、丙烯、丁二烯等）和芳香烴類（如苯、甲苯、二甲苯等），其中乙烯的產能是衡量石化工業規模的一大指標。以天然氣為原料所生產的石化基本原料，則包括烷烴類，如甲烷、乙烷等。

由這些基本原料經過一連串的化學製造過程，先製成各種中間產品，再經各種製造程序，製成合成纖維、塑膠、合成橡膠、肥料、清潔劑、溶劑、黏著劑、塑膠增韌劑等石油化學成品。這些成品再經過加工，最後製成食、衣、住、行、育、樂等日常生活中需要的各種消費品，如鞋子、輪胎、衣服、油漆等。

石化工業的生產體系，大致可分為基本原料工業、中間產品工業和最後成品工業3部分，一般又稱為上游、中游和下游。依聯合國工業發展組織的定義，石油化學工業是指中、上游而言。而依照中華民國工業分類，石化工業的範圍則包括石化本工業和石化依賴工業。石化本工業是指石化工業的上游和下游廠商，如石化原料業、化學

煉油廠由原油蒸餾出輕油，  
再進一步把輕油裂解成所謂的石化上游原料，  
而產生一連串包羅萬象且和民生息息相關的石化產品。

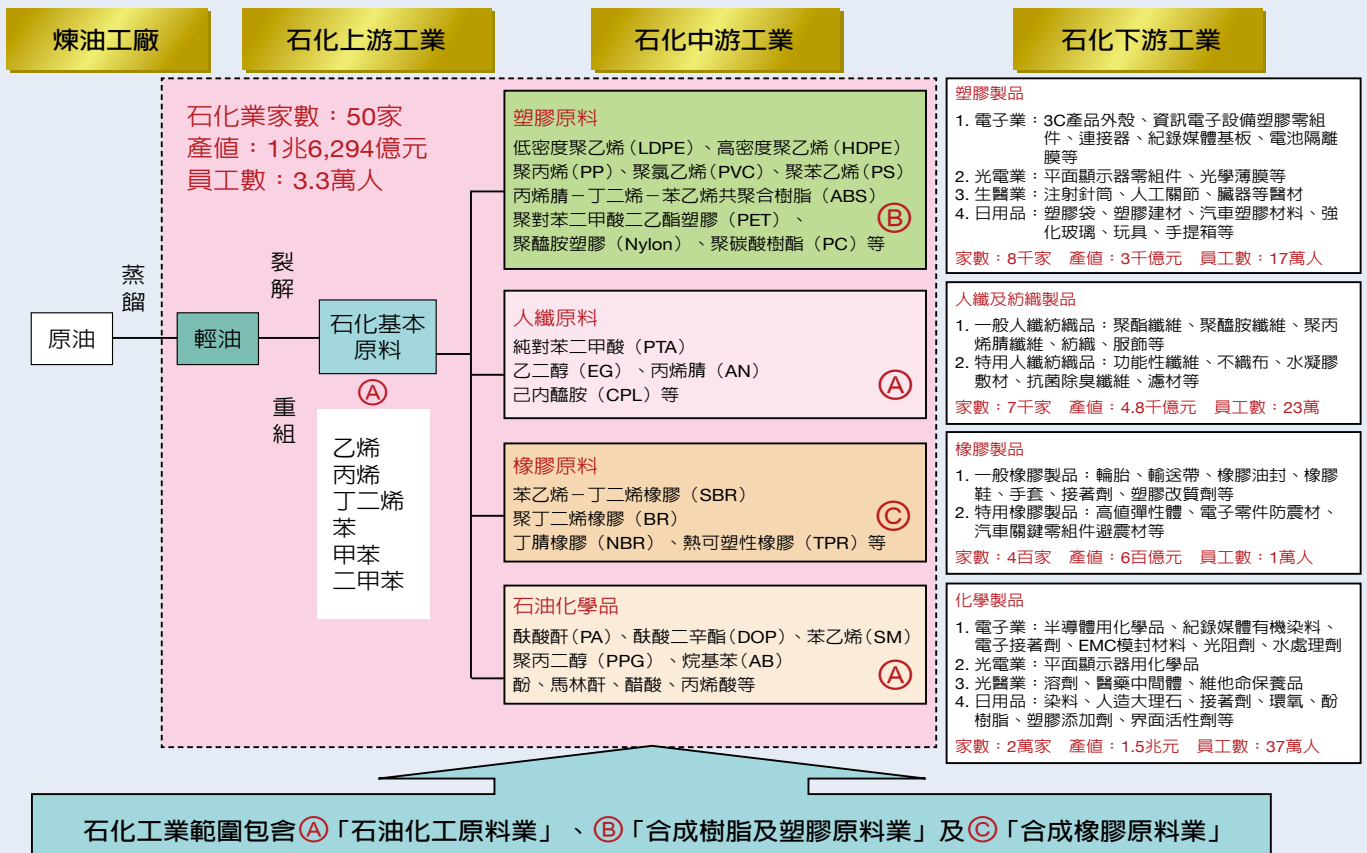
肥料業、人造纖維業、合成樹脂和塑膠業等；石化  
依賴工業則指石化下游廠商，如油漆業、清潔用品  
業、人造纖維紡織業、針織業、橡膠製品業等。

石化業是承接於煉油業以下的工業，煉油廠  
由原油蒸餾出輕油，再進一步把輕油裂解成所謂的  
石化上游原料，而產生一連串包羅萬象且和民生息  
息相關的石化產品。

以石化業者製造程序和產品區分，石化工業  
大致可分為4個層次。

油源開採探勘業—代表公司如ExxonMobil、  
BP、SHELL等。

石化上游業（輕油裂解、煉油）—產品包括  
乙烯、丙烯、苯、甲苯等，代表公司如中油、台塑  
石化等。



石化工業的定義與範圍

石化工業除了是民生產業不可或缺的上游產業外，還提供高科技工業所需的原料，可創造高附加價值，地位非常重要。

石化中游業（石化原料）—產品包括塑膠原料、人纖原料、橡膠原料、石油化學品等，代表公司如台塑、台聚等。

石化下游業（加工業）—產品包括塑膠製品、人纖和紡織製品、橡膠製品、化學製品等，代表公司如東陽、達新等。

石化工業的產業特色，大略有以下5點。

資本密集型產業—石化工業屬資本密集型產業，廠家專精度高，無論是建廠工程或購買國外技術都需龐大資金。

技術密集型產業—石化廠的製程技術大都掌握於少數國外技術廠家，技術多屬外購。從規劃、製程設計、工程設計、安裝設備、試車至正式開工量產的石化建廠技術，相當複雜且具高度專業性，國內則擁有一部分建廠技術。

完整的上中下游一貫作業體系—我國石油化學工業的發展是以逆向整合方式，自下游加工業的需求，衍生出發展中、上游石化原料的必要性，建立石化工業完整的上中下游體系，現有中油和台塑兩大石化工業體系。

獨特的產業特性—例如以乙烯產能代表石化業規模的一項指標，產品具產業高關聯性，基本原料高內銷比率和下游產品高出口比率，產品種類具多樣性，產品的生產集中度高，產品具國際關聯性，大規模生產體系，同一石化工業體系的工廠具高群聚性。

重要的支持型基礎工業—石化工業除了是民生產業不可或缺的上游產業外，還能提供高科技工業所需的原料，支援特化、人造纖維和紡織、光電、電子、機電、製藥、運輸工具、建材等關聯產業的發展，可創造高附加價值，地位非常重要。

## 石化工業對經濟的貢獻

石化產業發展和國內整體經濟發展密切相關，大致可歸納成以下幾個階段。

**第一階段：1945年至1957年** 這階段可稱為「酸鹼工業與無機肥料時期」。這階段石化工業的發展，主要是一般化學工業和以農業用途為主的肥料工業，這些工業是以後石化工業的基礎。這期間政府實行了第1期4年經建計畫（1953—1956年），因此這段期間以食品、紡織和化學製品所占製造業產值較大，而紡織業的興盛也帶動了石化工業中游和上游的發展契機。

**第二階段：1958年至1967年** 在這階段，政府先後推行了第2至第4期的4年經建計畫（1957—1968年）。第1期經建計畫原本是以進口替代政策為主，但是因生產已超過國內市場需求，因此政策由進口替代轉為出口導向的貿易型態。經建計畫讓大量的農業人口投入工業生產的行列。1960年代後期，勞力密集產品的出口開始急速成長，工業產品在所有出口中所占的比率，由1965年的46%增為1970年的79%，其中又以塑膠製品和紡織產品是早期出口的大宗。

**第三階段：1968年至1973年** 這階段可稱為「石化工業的萌芽階段」。1968年，中油第1座輕油裂解廠於高雄煉油廠內完成啓用，年產量5.4萬公噸乙烯。因為只有台聚一家客戶，產能無法完全消化，其中有五分之二產品沒有出路。當初決定把一輕設於高雄煉油廠的理由，是基於關聯產業的集中，且由於大部分重化工業所需原料都仰賴海外進口，為減低運輸費用，因此設在臨海一帶的港口地區，加上日本





六輕廠

時代已有的煉油基礎，使高雄逐漸成為石化工業發展的重心。

**第四階段：1973年至1984年** 這階段可稱為「石化工業的發展階段」。在這個時期，政府顯示發展石化業的決心，並納入為當時十大建設計畫中的一項重大建設。二輕於1975年完工，廠址位於高雄煉油廠內，同時開發附近的大社仁武工業區，提供中游廠商設廠。此外，為配合大林埔煉油設備和發電廠，在林園開闢一個工業區設立三輕，並提供中游廠商在工業區內設廠，形成一個完整的石化工業體系。由於鄰近港口、腹地廣大等優點，使得高雄縣市成為台灣石化的重鎮。

二輕生產的石化基本原料，除乙烯外，還有丙烯和丁二烯，是製成人造纖維的原料。三輕計畫於1976年完成，但由於受到1973年的石油危機和世界經濟衰退的影響，使得許多民間廠商退出計畫，迫使三輕的計畫分為前後兩期，1976年完成的三輕延後至1979年才正式開工生產。

**第五階段：1984年至1989年** 這階段可稱為「石化工業的穩定成長階段」。1980年代，石油危機解除，美國經濟逐漸復甦，油價也下跌，經建會重新對石化工業的發展做評估，認為國內未來十年，石化工業在經濟發展的過程中仍具關鍵性地位，因此石化工業再次成為發展目標。1984年，四輕完工，廠址設於三輕所在地—林園工業區。1986年擱置五輕的計畫被推翻，但是廠址（高雄市後勁）居民的抗爭使得五輕延後至1990年才開始興建。

另一方面，由於石化產品的國際價格大幅下降，許多下游加工業者紛紛進口原料，引起中游業者的恐慌。事實上由於中油一輕是石化基本原料的獨占廠商，經營效率差、成本高，因而加重了下游廠商的成本。對此，中、下游業者感到不滿，台塑公司甚至申請興建「三輕」，但是被政府駁回。為了減緩中游廠商的不滿，政府因而對中游產品進行系列的保護措施。但是，隨著環境保護意識的提



薄膜處理設備

升，中油五輕計畫或台塑六輕選址，都因當地居民的反對而遭遇重重困難，使得石化工業的發展逐漸面臨威脅。

**第六階段：1990年代至今** 這階段可稱為「石化工業的後續發展階段」。1990年，政府正式核准台塑的六輕計畫；1992年，中油完成五輕廠；1993年，東帝士集團提出七輕計畫；中油公司也和民間合作，提出八輕計畫。然而由於地方居民對於環境保護的持續重視，因此許多計畫的進度都未達預定的時程。

由於石油化學工業是化學工業的基幹，除了是塑膠、人造纖維、橡膠等工業的上游工業外，更是支援電子、資訊、航太、汽車等高科技產業發展所需的基本原料工業，因此一個國家或地區石化工業的發展和經濟成長關係極為密切，甚至是一國GDP的代表性指標。

石化產業是台灣整體產業的「關鍵產業」，和其他產業的關聯度相當高。廣義的石化工業，涵蓋生產基本原料的上游工業、生產中間原料的中游工業，以及生產各種加工品如玩具、塑膠袋、電子產品的塑膠零組件、紡織等的下游工業，範圍涵蓋食衣住行，對整體經濟有很大的影響。

依照目前經濟部工業局的分類，石化工業的範圍包含石油化工原料業、合成樹脂及塑膠原料業和合成橡膠原料業3大類。2008年時，共有50家廠商，員工數量約3.3萬人，年產值已突破兆元，達新台幣1.66兆元。若包含塑膠、橡膠、特化、紡織等石化相關產業，則產值超過新台幣3兆元，占全國製造業總產值近三分之一。由以上數據可以看出石化工業的發展，以及它在整個國家經濟中的重要性。

目前的石化產業政策推動面臨艱困的局面，一方面，石化產品的關聯性大，產業本身是製造業中發展最完整的體系，不能輕易放棄；另一方面，來自國內的環保抗爭運動使得石化業的發展倍感艱辛。

## 石化工業對環境的影響

早期石化工業的經營由於尚未具有環保的概念，對於環境保護的議題並未加以重視。隨著地球環境的日趨惡化，包括溫室效應、臭氧層破洞、有害物質的大量排放等，對人類的安全和社會的發展造成嚴重的威脅，使得環境保護逐漸成為眾所矚目的議題。

石化工業所使用的原料、中間產物和產品種類繁多，若製程、設備、管線輸送、儲存、運輸過程等步驟稍有疏失，都可能成為污染的排放源或逸散源。其中部分成分含有對人體造成健康危害的致癌性和致突變性物質，使得一般民眾對石化產業的發展產生疑慮。

石化工業區的空氣排放資料顯示，石化污染物的種類有揮發性有機物、多環芳香烴化合物類、二氧化硫、硫化物、一氧化碳、一氧化



## 在石化產業發展過程中， 如何在經濟和環保間達到平衡，是刻不容緩的研究課題。

氮、微粒等。而這些汙染物對人體造成的危害可分為3大類。

皮膚—高濃度的有機溶劑蒸氣會刺激眼睛黏膜流淚；和皮膚接觸會溶解油脂而滲入組織，影響生理機能，造成細菌感染並引起表皮角質化；刺激表皮引發紅腫和水泡；溶劑滲入人體內，會破壞血球和骨髓。

消化器官—長時間暴露於低濃度有機溶劑蒸氣的作業環境中，會引起慢性中毒。汙染物從口腔進入後，接著到食道和胃腸中，引起噁心、嘔吐等現象，再經由消化系統危害至其他器官，影響血小板、紅血球等，造成鼻孔、牙齦和皮下組織出血，最後造成貧血現象。

呼吸器官—揮發性有機物由呼吸器官進入人體後，經氣管到達肺部，再藉由血液擴散到淋巴液或其他器官，因此常對呼吸道、神經系統、肺、腎、血液和造血系統產生重大毒害。

### 經濟與環保的兩難

石化工業雖對經濟有顯著的貢獻，但對環境的影響也是大家心中的疑慮。石化產業發展現況可利用下列賽局說明。

		環保	
		重視	忽略
經濟	重視	(A,B)	(C,D)*
	忽略	(E,F)*	(G,H)

( ) 內第1個數值表示重視 (忽略) 經濟的報酬；

( ) 內第2個數值表示重視 (忽略) 環保的報酬；

\*表示該賽局的Nash均衡解。

在 $A < E$  (給定重視環保的條件下，重視經濟的效應會低於忽略經濟的效應)、 $B < D$  (給定重

視經濟的條件下，重視環保的效應會低於忽略環保的效應)、 $C > G$  (給定忽略環保的條件下，重視經濟的效應會高於忽略經濟的效應)，及 $F > H$  (給定忽略經濟的條件下，重視環保的效應會高於忽略環保的效應)的假設下，利用經濟學中遊戲理論 (Game Theory) 的概念，可以發現該遊戲的Nash均衡有兩個，分別是「重視經濟」和「忽略環保」，以及「忽略經濟」和「重視環保」。

這結果正顯示目前石化產業發展過程中，經濟和環保兼顧的兩難局面。如何在經濟和環保間達到平衡，透過誘因機制的設計讓最終均衡為「重視經濟」和「重視環保」，是相關當局刻不容緩的研究課題之一。

### 環境影響評估的重要性

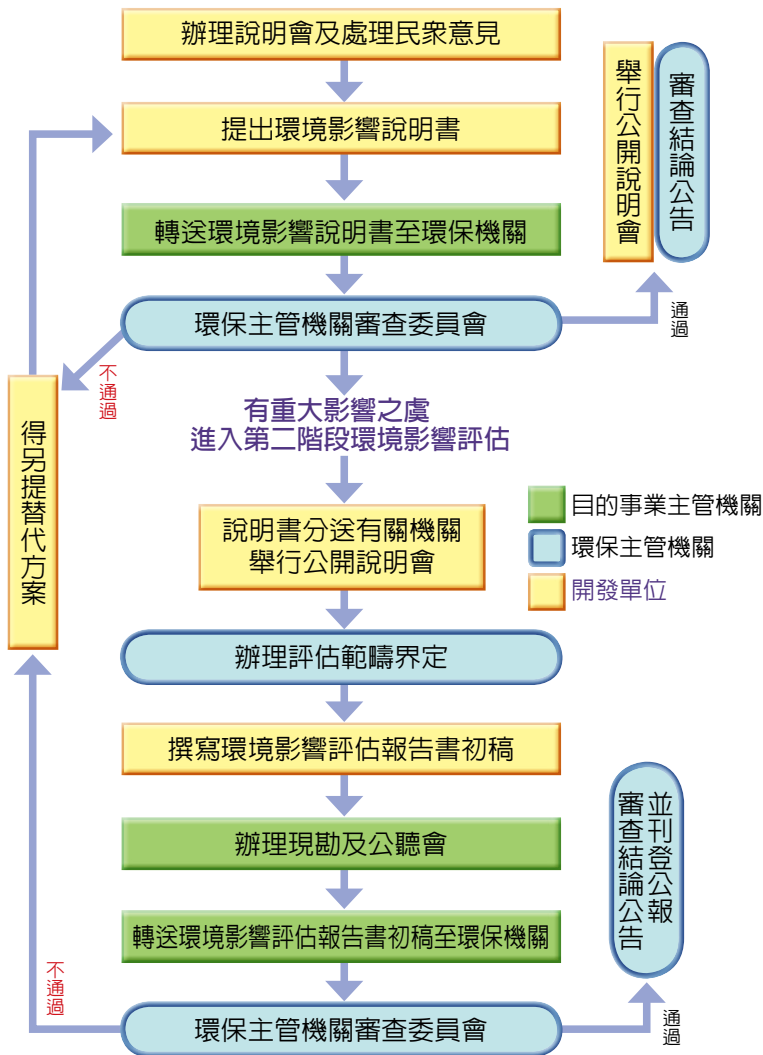
為避免人類在追求經濟發展的同時，忽略環境保護的重要性，「環境影響評估」確實有其必要性。環境影響評估制度是一種預防勝於治療的措施，透過事前的妥善規劃、評估、審查、追蹤考核等程序，以降低相關政策和開發行為的實行對環境所造成的損害，實踐永續發展的目標。

我國於民國83年12月30日公布「環境影響評估法」(以下簡稱「環評法」)，自此環境影響評估有了法律依據。依照「環評法」第4條第2款的規定，對於「開發行為」和「政府政策」應做環境影響評估。然而，「環評法」的內容幾乎全是「開發行為」環境影響的相關規定，「政府政策」環境影響評估(以下簡稱「政策環評」)的規定，僅見「環評法」第26條：「有影響環境之虞之政府政策，其環境影響評估之有關作業，由中央主管機關另定之。」

另外，環評法訂定「政府政策」為環評對象，並未經立法辯論程序，執行可行性有待商榷。

近年來製程技術日益提升，石化工業的新開發案都要求採用製程最佳可行技術和最佳可行控制技術，確實達到減少環境汙染和降低資源耗用的目標。

### 審查作業流程圖



環境影響評估相關審查作業流程

且環評法立法當時，國內已累積數百件「開發行為」的環評案例，具備充分實體經驗，惟「政府政策」仍屬新領域，國內已完成的「政策環評」案例仍不多見，石化產業過去也未曾辦理。

環境保護的概念日益受到重視。根據1992年聯合國環境與發展會議的定義，所謂「永續發展」是指「發展並滿足當代的需求，同時不損及後代滿足其本身需求的能力」，它是建構在「環境保護、經濟發展及社會公義」3大基礎上。永續發展範圍廣泛，舉凡土地資源、水資源、能源、農業、海洋資源、環境保護、健康風險、教育、社會福祉、城鄉發展、經濟發展、科技研發、國際合作等，都是它的工作範疇。

台灣地狹人稠，自然資源不豐，天然災害頻繁，國際政治地位特殊，對追求永續發展而言，比其他國家更有迫切性。行政院國家永續發展委員會曾在民國91年6月著手規劃國家層級的推動永續發展計畫架構，包括任務、理念、工作項目、具體工作內容、主協辦機關、執行期限等。

當時除考慮到台灣地區永續發展的推動現況外，並參考全球



政策環評NGO諮詢會議

發展趨勢和南非約翰尼斯堡「2002年聯合國永續發展世界高峰會（RIO+10）」的永續發展行動計畫內容，廣泛邀請專家、學者研商和舉辦公開研討會以集思廣益，擬定完成「台灣永續發展行動計畫」，做為21世紀初期台灣地區透過具體行動實踐永續發展的依據。

這項計畫的具體工作項目共計264項，其中130項規劃於92年12月完成或進行重點查核，以配合「台灣永續元年」的推動。且為達成國家永續發展的願景，研擬出「成本內化優先預防」的永續發展原則：使用經濟工具，透過市場機能，實現企業和社會的外部成本內部化，合理反應生產成本，並

藉由環境影響評估和有效的預防措施，避免對環境造成影響。顯示為達到永續發展的目標，環境考量已納入決策機制中，而環境影響評估制度就是實行這項原則的工具之一。

在經濟成長的同時，如何兼顧到個案開發時對環境的保護，兩者平衡點的拿捏格外重要。石化工業是一個發展成熟、技術領先的產業，相較於高科技產業，近年來製程技術日益提升，新開發案都要求採用製程最佳可行技術和最佳可行控制技術，確實達到減少環境汙染和降低資源耗用的目標。目前經濟部工業局正辦理石化

工業政策環評，希望透過政策依據，完成公眾參與機制，以及減輕石化產業推動所帶來的環境衝擊，有效協助石化產業發展並兼顧環境保護，達到雙贏的局面！

---

賴宗福

佛光大學經濟學系

張之樺

京華工程顧問股份有限公司

---