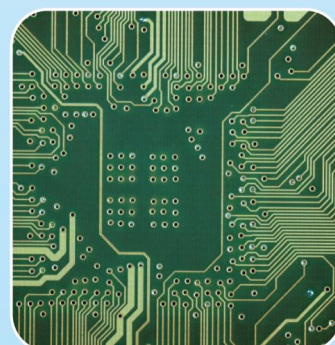
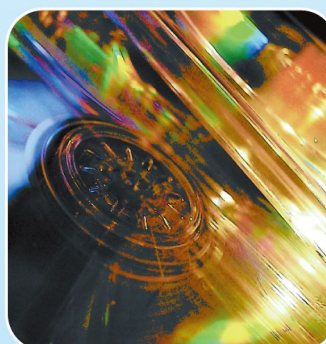


財團  
法人

中技社

# 石化產業國際化與高值化

CTCI FOUNDATION



財團法人中技社(CTCI Foundation) 於 1959 年 10 月 12 日創設，以「引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進我國生產事業之生產能力為宗旨」。初期著力於石化廠之設計與監建，1979 年轉投資成立中鼎工程，承續工程業務；本社則回歸公益法人機制，朝向裨益產業發展之觸媒研究、污染防治與清潔生產、節能、及環保技術服務與專業諮詢。2006 年本社因應社會環境變遷的需求，在環境與能源業務方面轉型為智庫的型態，藉由專題研究、研討會、論壇、座談會等，以及發行相關推廣刊物與科技新知叢書，朝知識創新服務的里程碑邁進，建構資訊交流與政策研議的平台；協助公共政策之規劃研擬，間接促成產業之升級，達成環保節能與經濟繁榮兼籌並顧之目標。

本著創社初衷，為求對我們所處的環境能有更深的貢獻以及協助產業發展，對國內前瞻性與急迫性的能源、環境及經濟議題邀集國內外專家進行研究探討，為廣為周知，提供讀者參考，特發行此專題報告。

發行人：潘文炎

總編輯：林志森、黃宗煌、林茂文

執行編輯：王鈺鎔、許湘琴、向玉玲

發行者：財團法人中技社

地址 / 106 台北市敦化南路二段 97 號 8 樓

電話 / 886-2-2704-9805

傳真 / 886-2-2705-5044

網址 / [www.ctci.org.tw](http://www.ctci.org.tw)

本社專題報告內容已同步發行於網站中，歡迎下載參考

ISBN：978-986-90284-5-5

# 摘要

政府自 100 年 4 月 22 日宣布「不支持國光石化案在彰化縣繼續進行」的政策，同時揭示石化產業「質的提升在台灣、量的提升在海外」的政策。政府並研訂規劃國內石化產業高值化的發展方向、策略與目標，惟目前石化產業發展面臨冗長、標準不明確，且具否決權可推翻產業發展決策的環評制度，此種困境如不能儘早有效改善，影響所及將不只是石化工業單一廠投資的問題，也會因為投資的不確定性，讓資本市場與金融機構不敢投入，同時讓國外的資金與技術擁有者，對台灣投資卻步。明確的產業政策、健全的配套措施，尤其是環保相關法規的適切性，政府協助業者解決用地、水、關稅等相關障礙，與業者大家共同努力，產業政策才能落實。

充足、穩定及價格俱競爭力的原料供應是石化產業很重要環節，台灣數十年建構的石化產業原物料供應鏈，實不應輕言放棄，宜進一步精進改善，做為未來發展的基礎，石化業者為穩定料源，目前積極在海外佈局，尤其面對頁岩油氣與煤化工發展可能帶來之衝擊，時間相當有限，如斬斷過去基礎，冒然尋求另起爐灶，未必是良策，更何況可能會造成國內失去大量工作機會。其次，如同其它產業，石化產業發展除了土地、用水等需求外，人才與稅制（財稅收支劃分）也影響重大。

發展石化高值化，需要技術支撐與引進投資，作法上除業者需增加研發投入，同時藉由購併、共同投資，或技術購買都是可行做法，這其中牽涉之誘因提供、策略聯盟協助、上下游產品認證、大型及 Pilot 試驗工廠設施成立、專業人才培育、廠址選擇等，有賴政府與民間共同來努力。

美國頁岩油氣開發成功，可能帶來能源供應與石化產業巨大的變革，基於大陸開採頁岩油氣在技術與受地質條件限制的情況，目前重點發展在北美地區。如何取得便宜氣源或衍生之初級上游原料是因應頁岩油氣衝擊重要的關鍵之一。其次在中下游方面，台灣可發展受頁岩油氣開發衝擊小之中下游產品，以降低我國因本身無氣源或低價料源的困境。此外我國石化產業個別廠商，相對而言，規模較小，宜組成團隊，共同赴海外尋求頁岩油氣相關的投資，以增加成功機會。希望政府或相關單位近期能在這方面，協助大家採取行動。

坐而言，不如起而行，目前發展石化高值化與國際化需要的就是明確政策與目標，以及具體行動。

# 目錄

---

第一章	前 言	1
第二章	台灣推動石化產業高值化與國際化重要關鍵	3
第三章	原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應	9
第四章	技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性	29
第五章	頁岩油氣對石化產業國際化與高值化的影響與因應	47
附錄一	「原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應」系列座談紀要	附 1-1
附錄二	「技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性」系列座談紀要	附 2-1
附錄三	「頁岩油氣對石化產業國際化與高值化的影響與因應」系列座談紀要	附 3-1
附錄四	「石化產業國際化與高值化議題」總結座談紀要	附 4-1



# 第一章 前言

我國石化產業自1960年代開始發展，在政府政策扶持、民間投入及經濟高度發展下，很快具備主要石化原料自給自足，上下游工業整合發展態勢。2012年台灣乙烯產能達400萬噸，位居全球第八大規模，產值達1.79兆，如加上下游應用產業，整體化學產業產值達4.3兆，為國內經濟發展重要支柱產業。

然而近年台灣石化業遭遇諸多問題。外在方面，來自亞洲鄰近國家包括：新加坡、馬來西亞等均積極發展建立石化產業體系；中國大陸除了已建置的龐大產能外，近來更積極發展煤化工，以因應美國頁岩氣發展快速可能帶來衝擊，不論是煤化工或shale gas的發展都可能對我國石化產業帶來嚴峻的挑戰。內在方面，近年在環保及地方發展意識高漲氛圍下，不只大型計畫如國光石化，不可能在台灣推動，甚且一些高值化產品規劃投資設廠，也是困難重重。

台灣市場小，如同眾多國內工業產品，石化產品出口佔一定比例，其又以外銷到大陸比例最高，雖已簽訂ECFA，但五大塑膠產品與對岸稅制的問題都尚未突破，以致於2012年外銷大陸石化產品減少約20%，被日、韓以及東協一些國家取代。由於國內政治情勢不理性的對立屬性與盤根錯結的利益糾結，使得台灣在國際經濟情勢更形孤立，也是一大隱憂。

石化產業不論過去或現在，都是台灣經濟發展重要的支柱，雖然相對而言，較許多產業對能源需求較高，對環境可能造成的衝擊需較多的投入，但從經濟、就業與期望維持一個好的生活水平，石化業在台灣的去留與發展，應不只是單純由片面而意象的事務所左右，如白海豚問題，應是從客觀角度，多面向思考，以能有助台灣跳脫「中等收入陷阱」為主要考量。

基於上述的認知，中技社在今年(102)年初，在經過一段時間的資訊收集與諮詢專家學者意見，及台綜院黃宗煌副院長與林茂文顧問（前中油總經理）的協助下，規劃了「石化產業國際化與高值化」這個議題，並擬定「原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應」、「技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性」、「頁岩油氣對石化產業國際化與高值化之影響與因應」三個面向作為子題，分別邀請專家、學者及產業人士舉辦座談研討。本專題報告即為綜合彙整多次會議，對與會專家所提見解，包括口頭與書面報告編輯而成。

本專題報告內容包含五部份，第二章為「台灣推動石化產業高值化與國際化重要關鍵」，內容涵蓋三個子題與會者共同觀點或認為至關重要的事項，提供政府施政參考。第三章為「原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應」，內容為與會者針對國內原料與產業環境現況、挑戰及可能應對作法的看法。第四章為「技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性」，由於我國個別石化業者相較先進國家業者在規模與技術方面，存在一定的落差，如何促進高值化產品相關技術引進，建構有利於投資的相關條件，對推動石化高值化，至關重要。本子題與會之國內業者，提供許多寶貴的經驗與意見。第五章為「頁岩油氣對石化產業國際化與高值化之影響與因應」，近年美國頁岩油氣開採技術開發成功，為全球能源與石化工業發展與走向，可能帶來巨大的衝擊，這是政府相關單位在規劃高值化時，來不及完整納入考量，本章節與會者除了

提供美國頁岩油氣與相關石化工業投資資訊外，同時就相關石化產品供需與技術需求情況提出分析，並進一步論述台灣可行的因應作為。



# 第二章 台灣推動石化產業高值化與國際化重要關鍵

## 一、政府要積極面對的關鍵問題

### (一) 石化工業將何去何從?

政府自100年4月22日宣布「不支持籌辦五年多的國光石化案在彰化縣繼續進行」的政策指示以來，加以近年美國在頁岩氣開採技術的重大突破與中國大陸在煤化工的積極推展，在在均對我國石化工業的未來發展產生劇烈衝擊，接著104年中油高雄煉油廠(含第五輕裂場)面臨關廠，更將影響仁武、大社地區石化業的生存發展，石化業者實感憂心忡忡，期盼政府要有明確的決策，表示石化工業是否為一發展的方向，若是，一些根本問題政府要協助解決，配套措施要能到位，如此業者才有辦法根留在台灣，往前跨出一步。否則目標不明，大家都不知要何去何從，石化產業的前景堪慮。

### (二) 石化高值化推動光說不練!

考量國內的環境負載力，石化產業「質的提升在台灣、量的提升在海外」是非走不可的一條路。政府並樹鑿國內石化產業高值化的發展方向、策略與目標，2020年要將附加價值率從過去平均的15%提高到20%，石化研發比率則從0.32%提高到2%。但石化業者認為政府「不能光有政策方向，應有具體做法」，目前似處於停滯時期，「說得多、做得少」。

經濟是國家生存很重要的一環，今日大陸經濟掘起，韓國超越台灣，我們在全球的地位也日趨薄弱。高值化是政府既定的政策，要業者支持，就有責任要解決業者面臨的困境及完善的配套措施。

### (三) 環評機制不能成為絆腳石!

環評的問題，大陸、菲律賓、新加坡等，都是很及時就可以完成環評的程序，而且都是協助業界解決問題，而非將問題推給業界。我國將重大投資案件完全交由沒有公權力也不必負責任的環評委員會拍板，造成環保價值凌駕一切的結果。其實在國外環評審查都由目的事業主管機關執行，進行過程中規定必須知會相關單位，並廣泛徵詢社會團體和利害關係人的意見，最後綜合各種考量作成決策，這是比較務實的作法。另外，如在環評機制中擁有否決權的事，若是法令有錯就要修正。任何的投資開發案都會牽涉到很多層面，政策的決定是要多面向的考量，不是單一環保考量就可以決定。希望有一天台灣能和美國及新加坡一樣，有一個非常明確的環評標準，讓企業可以事先評估，再決定值不值得進一步投資，而非像現今標準隨著環評委員做改變，實非一個國家應有的制度。不明確的環境政策影響的不只是單一的投資案件的卻步，會產生蝴蝶效應，拜耳案即是一個很好的例子。台灣現行運作方式持續下去，可預料未來各類重大投資都將寸步難行，最後落得國際競爭力一蹶不振。

## 二、石化業的重要性

### (一) 石化業產值占製造業近 31%

我國石化產業自 1960 年代開始發展，伴隨經濟高度發展與政策扶持下，很快具備

自製石化原料之條件，而由下游向上游工業發展，逆向整合模式成爲台灣石化工業之發展特色。2012年台灣石化工業已達到全球第八大規模，乙烯產能達400萬公噸，產值新台幣1.79兆元，加上下游應用產業，整體化學產業產值達新台幣4.4兆元，占台灣總體製造業近31%，出口值占製造業總出口約25%，就業人口占製造業人口17%，是我國相當重要的產業。

### 我國石化業產值

項目	1990	1995	2000	2005	2010	2012
石化業產值(NT\$10億元)	1,383	1,880	2,082	3,160	4,051	4,407
產值佔製造業比(%)	30.7	28.8	24.8	28.9	29.3	31.3
出口值佔製造業總出口比	27.7	21.1	15.9	22.3	23.6	25.0
就業人口佔製造業人口比	26.1	25.1	22.9	19.3	17.7	17.4

註：1.石化業包括紡織、成衣服飾、化學材料、化學製品、石油及煤製品、橡膠製品與塑膠製品業

2.石化業產值平均年成長率：1990年至2000年爲4.18%、2000至2010年爲6.88%

資料來源：1.石化業產值：中華民國石油化學工業年報；2.出入值：經濟部統計處工業產銷存價值資料；

3.就業人口：中華民國統計資訊網，勞工統計

## (二) 石化業關聯效果高

依據政府公布資訊，對產業進行產業關聯分析，我國石化相關之產業，其向前及向後關聯效果，多項產業列於前六大最高關聯排名，易言之，石化業之向前及向後關聯效果均高，具「帶動」可觀的上游與下游產業發展的效果。

	向前關聯效果	向後關聯效果
1	礦產(4.9406)	化學材料(1.6761)
2	化學材料(4.6952)	其他金屬(1.5509)
3	批發及零售業(2.9481)	鋼鐵(1.5100)
4	石油及煤製品(2.9080)	塑膠製品(1.4901)
5	其他金屬(2.5464)	電力設備(1.3998)
6	鋼鐵(2.4666)	化學製品(1.3962)

資料來源：行政院主計處(2009)；經濟部統計資訊網；工研院 IEK(2013/04)；台灣綜合研究院整理。

## 三、石化業面臨的問題

### (一) 國際市場競爭激烈

近年來台灣石化業遭遇諸多問題，在外在環境方面，因爲探勘與開採技術的突破，美國 Shale gas 發展快速，挾著極大的成本優勢，預期將對全球石化工業產生極爲重大的影響，美國石化廠開始利用成本較低的頁岩油、氣作爲原料，大量生產乙烯、丙烯等大宗石化原料，而台灣仍使用輕油作爲進料，成本有轉嫁壓力情況下，長期來看將不利我國石化產業的發展及獲利；此外中國大陸積極推動煤化學工業，相關製程技術的突破，

對傳統石化產業亦形成嚴峻的挑戰；加上中國大陸與中東等新興國家持續擴充石化產能與提升自給率，造成許多石化產品因市場供需嚴重失衡而持續低迷，外在環境的強烈競爭，讓台灣石化產業的未來，充滿了不確定性。

## (二)法規適切性與設廠運作資源取得

- 1. 財稅劃分不當：**現行中央及地方財政收支劃分制度，除地價稅、房屋稅等地方稅直接撥歸地方政府運用外，其他大額的中央稅，如營利事業所得稅、貨物稅等，都必須上繳中央統籌分配運用，而透過中央的統籌分配款「討」回來之數額還往往杯水車薪，地方居民因為沒有因設廠獲得適當的財政分配，感受不到好處，或者認為好處太少，根本不成比例，難免動輒反對抗爭。
- 2. 環評制度障礙：**環評制度不可預期、冗長、不合理，環保法令無限上綱，企業即使遵守法令，也無法確認可否達成設廠目標。且現行的環評制度擁有否決權，這是相當嚴重的問題。
- 3. 土地取得不易：**土地取得困難不但影響投資建廠意願，更影響技術引進。近年來經濟部在案的技術引進件數並不多，目前因蓋工廠有困難，而技術引進就無用武之地，這是真正的難處所在。更嚴重的問題是，石化業被污名化的情況嚴重，國內民眾抗爭石化業投資設廠的態度堅定，行動激烈，這種 NIMBY 效應的擴散，迫使石化業難有立錐之地。
- 4. 水源供應匱乏：**石化業為高耗水型產業，缺水會對生產製程產生莫大之衝擊，然而以台灣水資源利用狀況，在台灣土地上每年總降雨量雖約 900 噸，但因降雨量時空分佈不均，不僅造成水資源不足，也因時空分配不均，以致可攔截使用的總用水量約僅 180 億噸，而各種用水量以農業用水佔七成最多，其次為生活用水約兩成、工業用水僅占一成，主因為申請工業用水權時，困難重重。尤其目前可以給石化業進駐的工業區就是台中港及彰濱，但這兩個地方都有缺水的問題。

## 四、石化業高值化與國際化的策略

### (一) 石化高值化的意涵

近十年來，台灣石化產業產值面臨停滯階段，石化業發展朝向高值化和國際化將是必要的途徑。然而政府提出「高值化」的政策，卻對於其政策內涵，似乎未能賦予明確的定義。

一般認為「高值化」有兩個層次：一種是絕對的高值化係藉由技術的投入與創新研發，發展高價值的化學品或是特殊的配方產品；另一種則是相對的高值化將原本較低價值的原料，設法提升附加價值，即便不屬於高單價的產品，仍然符合高值化的想法。高值化需要研究發展，而研究發展需要人才、財力與時間，若目前現有的問題無法加以解決，打好基礎站穩腳步，如何有能力去支持高值化所需的研究發展呢？所以，推行產業高值化，不應是放棄已建立 50 年的現有基礎架構，另行定義高值化的範疇，而是應該立於目前的基礎上，不斷的提升研發能力，改善產品品質管理及製程效率，並配合市場的需求，以現有的產品為基礎，一步步向上建立自有的產品鏈，來達成高值化的目標。單純狹隘的產品高值化只是提升產業競爭力中的一環，如何提升產業的總體競爭力，應

更全面地從原料面、市場面、技術面甚至由價值鏈整合等層面來積極審慎思考。

## (二) 石化高值化的發展方向

就我國石化產業高值化產品發展的方向而言，初期的重點可分為兩大主軸：

1. 利用國內既有產業優勢(電子、機械交通等)，發展高性能材料/特化品；
2. 與新興國家產品區隔，發展高品質/性能、符合環保趨勢的產品。

國內早期電子產品的原材料都是由日本掌控，現今宜加強這些材料的本土化。符合認證的石化高值化材料為機電產業採用的磐石，台灣由於產業的發展，缺乏如韓國 LG、Samsung 等超大企業，部門間就近相互支援與認證。工研院似可扮演國內跨產業間的協調與聯繫角色，強化跨產業的合作，如化工業與電子業間的材料認證。逆向工程的導入，可有效加速材料開發與認證效率。

在頁岩氣開採的衝擊下，煤價格長期趨貶，預估煤價低於 US\$60/噸時，煤製烯烴的成本即降至 US\$700/噸，以煤為原料的化工產業變得具有競爭力。台灣可進一步探究，是否將煤的應用作為一研究重點的選項，開發關鍵技術及專利。

## 五、政府規劃策略與執行

1. 為推動我國石化產業高值化，行政院於 101 年 3 月通過「石化產業高值化推動方案」，經濟部則成立推動辦公室，以積極促成我國業者轉型。
2. 目前行政院薛政委召集指導小組，成員涵蓋相關部會，已在 102 年 8 月 6 日召開會議研商，經濟部則由杜次長召集推動小組，目前共召開 4 次會議，對於技術突圍、人才養成、環境建構及誘因提供等策略，以及高值化相關議題進行推動。
3. 具體推動作法包括：
  - (1)料源穩定供應
  - (2)投資障礙排除
  - (3)推動大東、高鼎、聯成等公司成立研發中心
  - (4)人才養成
  - (5)試驗工廠驗證補助(102 年匡列 1.26 億元)
  - (6)頁岩氣之關注，以及促進台美產業合作
  - (7)藍圖項目及租稅優惠之核定
  - (8)積極推動研發聯盟

(一) 目前工業局推展的工作：

1. 料源穩定供應的推動做法上，包括中油新三輕執照取得，原先 102 年 8 月 10 日已取得試車許可，但目前面臨高雄市政府有些不同意見，還有一些新議題產生，正與中油共同努力中。對於民間業者承租五輕部分，中油已與台聚簽訂 MOU，後續也會請中油成立一個五輕專案小組處理相關作法。
2. 在投資障礙排除上，如長春集團在彰濱工業區與大發工業區有用水不足之問題，

部長相當重視此議題，也會定期做一些協調的會議。明年度有些業者進駐工業區或協助規劃未來石化可能進駐的專區，如中港石化專區等等，工業局也會努力去做推動。

3. 對於研發中心的設立，爲了推動石化產業高值化部分，也請技術處提供獎勵研發中心設置機制。有關研發中心費用補助的問題，基本上研發中心是分成國內及國外研發中心；國內研發中心主要是環境建構基礎研發的能量，而後再由廠商去申請業界科專，而國外則是兩者合併在一起，二者的邏輯是不一樣。另外明年起國內研發中心補助的經費則是由每年的 500 萬提高到 1000 萬。
4. 人才養成部分，會透過經濟部和教育部平台來做溝通，做一些產學的連結。
5. 在誘因部分，也編列一些預算，但對石化廠來說誘因似乎不是很大，但工業局還是盡量去爭取一些經費，如 103 年編列 1.26 億元做試驗工廠和驗證補助，推動辦公室也跟幾家廠商做洽談，大家還是有意願，主要還是以廠商投入爲主。
6. 頁岩氣的部分，政府也積極與美國接洽產業合作的機會，也討論過在美國開採頁岩氣運送回國等國際化投資問題。
7. 而在租稅優惠和推動研發聯盟方面，工業局各個業務組在跨組之間建立一條龍的模式，例如 ICT 的業者要用很多電子級的材料，但與相關業者的連結並不是很強，所以工業局要找幾個重點的題目來推一條龍的模式，甚至在主導性計畫裡也會規畫一個 top-down 機制，也會編列一些補助款做誘因，補助款雖不多，但應可對一些有志於朝高值化發展的廠商或深化產業鏈時有所助益，可加強一些缺口的連結。
8. 經濟部技術處也針對石化高值化很嚴謹考慮科專轉型，基於國內石化業前端基礎研究欠缺，因此另外成立一「工業基礎技術」的計畫，以補足基礎技術的不足。另外就是石化高值化計畫由上游石化製程延伸至下游產業應用，其他還有環境建構計畫，我們是將三者整合在一起推動。
9. 大社 107 條款是行政命令，已洽內政部瞭解，未來須由地方政府進行適當檢討提案，內政部審議通過後才能變更地目，且不影響現有工廠營運。工業局已函文正式支持大社高值化轉型。
10. 「量的擴充在海外，質的提升在國內」，僅爲行政院核定之「石化產業高值化推動方案」內之海外佈局的一項策略，政府政策並非只有此項策略，建議業者可選擇方案中適合公司採用的高值化策略，或可再建議，方案可適當修正。
11. 目前政府已開放石化中、下游赴大陸投資，並積極透過 ECFA 平台評估開放石化上游（乙烯等石化基本原料）之可行性。
12. 已逐步洽商搜集業者研發高值化產品項目，計有 43 項並定期更新，其中主要之資格爲附加價值率達 30%以上，將重點協助量產。

## (二) 目前技術處推展的工作：

1. 103 年度技術處也會有計畫配合，技術處將過去業界科專發展產業化技術的經費約 10.6 億移撥給工業局做統籌運用。而業界科專計畫也會有兩項變革，一爲「A+

企業創新研發淬煉計畫」，是希望產業能投入前瞻性的研發與研究單位聯結，另一是「整合型研發計畫」，希望把上、中、下游結合一起，計畫補助經費是無上限，非常歡迎業界來申請。103 年度石化相關業界科專計畫，工業局以主導性為主，技術處則以前瞻性、整合性為主。

2. 另外有關 IEK 資訊提供業界的問題，未來將請會請工研院考量針對已不是在收費系統內的資訊可以開放供大眾參考，並檢討其收費機制。

# 第三章 原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應

## 壹、會議主持人綜合論述(朱少華理事長/中國石油學會)

### 一、當前石化界面臨之困境與內外環境的挑戰(現況)

#### (一)景氣循環

1. 世界經濟景氣持續低彌
2. 供需失衡，產品過剩

#### (二)國際市場競爭劇烈

1. 美國 shale gas 發展快速，有極大的成本優勢
2. 大陸積極推動煤化學工業，相關製程技術突破，對傳統石化業形成嚴峻之挑戰
3. 大陸石化產業大規模的投產，造成許多石化產品供需失衡
4. 東南亞國家包括新加坡、印尼、馬來西亞等大型煉化一體計畫持續推動
5. 2015 年東協成立，形成新的貿易保護

#### (三)國內新興石化投資/擴廠不易

1. 環評制度障礙
2. 土地缺乏
3. 水源缺乏
4. 民眾抗爭
5. 地方政府杯葛

#### (四)國內研發/創新能量不足

1. 產學結盟
2. 研發預算
3. 稅賦獎勵
4. 試量產與驗證中心
5. 跨產業的結盟

#### (五)原料供應缺口

1. 五輕關廠
2. 四輕老舊
3. 新三輕量產
4. 高廠與大社關廠
5. 進口困難

## 二、石化高值化發展的阻力

### (一)石化業者：

- 需求：
  1. 現行產品具競爭力，無誘因轉型
  2. 對高值化產品市場陌生，有進入障礙
- 技術：
  1. 國內自主發展技術能力不足
  2. 關鍵材料之專利技術不易轉移
- 研發：
  1. 開發時程長，研發時間久
  2. 對產品市場陌生，風險太大，缺乏誘因
- 量產：
  1. 業者安於現狀，不願接受挑戰
  2. 業者熟悉領域受限，跨產業聯盟無法組合

### (二)發展環境：

- 環保：
  1. 環評制度不可預期、冗長、不合理
  2. 環保法令無限上綱，企業即使遵守法令，也無法確認可否達成設廠目標
- 政府：
  1. 政策不完善：國土規畫、水源劃分、石化高值化政策、研發投資優惠獎勵、財稅劃分
  2. 行政效率低：主管部門紛歧、各有主張堅持
  3. 地方政府杯葛
  4. 缺乏優惠政策
- 土地：
  1. 土地取得不易
  2. 環保不理性抗爭
  3. 大部份地區水源缺乏
- 國際環境：
  1. 競爭對手積極擴充產能 (新加坡、大陸)，石化產能提升
  2. 石化原料的多元化 (頁岩氣、煤)，成本降低，競爭力提高
  3. 大規模垂直整合的石化中心陸續成立(新、馬、中)



### 三、因應：

#### (一)技術突圍

1. 透過自主研發、併購或合資，取得生產、研發技術
2. 鼓勵國際大廠，在台設立研發中心
3. 鼓勵企業/學界，研發前瞻技術
4. 透過參股或併購，擴展石化產業國際據點、新技術的取得，或技術產品的自主研發能力

#### (二)人才養成

1. 海內外專業人才延攬
2. 石化產業的專業培訓
3. 國家級專業人員認證、驗證
4. 建構專家人力資料庫系統
5. 推動產、學、研的合作方案

#### (三)環境建構

1. 成立跨部會指導小組，建構高值化發展環境
2. 成立專責之推動與執行單位，協助降低產業發展阻力

#### (四)整合

1. 整合力量到原料豐富、成本低廉的地方，取得原料，或於當地生產半成品，運回台灣。
2. 整合產業、研究單位與學校研發的能量，集中於特定、值得開發、且一些已有基礎產品能力的領域
3. 整合政府、產業、行政管理與環保單位，提出有效的支持產業的政策
4. 整合石化業者與高值化產品的終端用戶，像資訊、醫療、交通等，形成新的本土化價值鏈體系

#### (五)政府

1. 由目前已成立的六大產業聯盟，各先篩選具競爭力之產品項目，努力參與
2. 泛中油體系之龍頭公司，與國際大石化公司合作引進技術，縮短研發時間，進行量產，朝綠、能高分子材料、C5、生質材努力。

## 貳、引言人觀點(依發言序)

### 一、台灣石化原料供需現況與未來發展(林勝益副總經理/台灣中油公司)

#### ■ 台灣石化產業現況

石化產業範疇極為廣泛，產業上游為原油提煉與輕油重組及裂解，用以產製石化基本原料：烯烴（乙烯、丙烯、丁二烯）與芳香烴（苯、鄰二甲苯、對二甲苯），產業中下游包括塑膠原料及其製品、橡膠原料及其製品、人纖原料及終端布疋、特用化學品等。

乙烯為石化產業的生產指標，表一列出全球前十五大乙烯生產國，該表顯示我國乙烯年產能達 400 萬噸，居全球第十一位。美國、沙烏地阿拉伯與伊朗各自擁有豐富且價廉的乙烯生產原料（頁岩氣、天然氣與石油），預估此三國未來十年內仍將持續擴充乙烯產能。金磚四國（中國、印度、巴西與俄羅斯）人口眾多，內需市場龐大，現今乙烯生產量仍不敷國內需求，預期此四國亦將持續擴充乙烯產能。南韓與我國各個產業發展相仿，彼此在國際市場亦為強烈競爭對手，表 3.1 顯示該國未來十年內仍將持續擴充乙烯產能，值得我國警惕。

表 3.1 全球乙烯主要生產國家

排名 (2011 年)	國家	產能 (千噸/年)	未來 10 年 趨勢	附 註
1	美國	26,973	上升	
2	中國大陸	15,636	上升	
3	沙烏地阿拉伯	14,570	上升	
4	南韓	7,700	上升	
5	日本	7,216	持平或下降	
6	德國	5,778	持平	
7	伊朗	5,368	上升	未來 10 年內將上升至第四名
8	加拿大	5,048	持平	
9	泰國	4,428	持平	國營業者 PTT 將擴產地點設在國外
10	印度	4,080	上升	未來 10 年內將上升至第五或六名
11	台灣	4,000	持平	
12	荷蘭	3,975	持平	
13	巴西	3,970	上升	未來 10 年內將超越台灣
14	俄羅斯	3,280	上升	未來 10 年內將超越台灣
15	法國	3,135	持平	

資料來源：台灣區石油化學工業同業公會、台灣綜合研究院統計(2011 年)

在石化中間體方面，我國現今產業仍以大宗石化品生產為主，表 3.2 列出 2010 年我國五大泛用塑膠與兩項重要人纖原料生產量與出口概況。由於內需市場狹小，我國大宗石化中間體以出口為主，產品出口比例達 57.1%，中國為我國主要出口市場，占總出口比例高達 80.0%。中國十二五計畫，積極佈局華中、西南等地區的煉油與石化基地，

除乙烯總產能將超過 2000 萬噸外，亦大力着重石化中間體的生產。中國在進口來源方面，中東新增大宗石化品亦以中國為主要出口市場，預估乙烯及其下游衍生物出口至大陸將達 1000 萬噸，依據中國中石化經濟技術研究院估算，中東乙烯成本僅中國的 20~30%，售價為遠東區的 70%。凡此種種，都將嚴重衝擊我國石化業者。

表 3.2 2010 年我國主要石化產品生產與出口

產品	生產量 (千噸)	出口量 (千噸)	出口比例	出口中國 (含香港) (千噸)	出口中國占 總出口比例
PE	1235	462	37.4%	332	71.9%
PP	1215	501	41.3%	354	70.6%
PVC	1432	677	47.3%	268	39.6 %
PS	912	768	84.2%	405	52.8 %
ABS	1365	1320	96.7%	1113	84.3 %
PTA	5163	2679	51.9%	2488	92.9 %
EG	2139	1281	60.0%	1191	93.0 %
合計	13461	7689	57.1%	6152	80.0 %

資料來源：海關進出口統計資料、工研院整理（2011 年）

依據經濟部的分類，石化相關產業包括石油及煤製品製造業、塑膠製品製造業、橡膠製品製造業、化學材料製造業、紡織業、成衣及服飾品製造業，表 3.3 列出我國石化相關產業產值與對國家經濟與民生就業的貢獻，該表顯示 2011 年我國石化相關產業產值達 NT\$4.309 兆，僅略低於資訊電子業的 NT\$4.8 兆。依此，石化產業確為我國重要支柱產業之一。

表 3.3 我國石化產業產值與對國家經濟與民生就業的貢獻

項 目	1991 年	2001 年	2011 年
石化相關產業產值 (NT\$十億元)	1,436	1,997	4,309
產值佔製造業比(%)	29.4	27.2	29.8
出口值佔總製造業出口比例(%)	27.8	17.7	24.0
就業人口佔總製造業就業人口比例(%)	25.9	22.5	17.4

資料來源：海關進出口統計資料、工研院整理（2010 年）

我國整體石化產業與國際單一石化大廠的產值比較如表 3.4 所列，該表顯示我國整體石化產業產值遠低於美國單一石化公司 ExxonMobil。

表 3.4 我國整體石化產業與國際單一石化大廠的產值比較

台灣整體石化產業		國際單一石化大廠	
石化業	1.32	ExxonMobil (美)	9.08
化工業 (不含石化業)	1.91	BASF(德)	1.89
		LG(韓)	1.45
		Mitsubishi Chemical(日)	1.02

資料來源：台灣區石油化學工業同業公會、工研院整理（2012 年）

歷年我國石化產業的附加價值詳如表 3.5，與國際石化產業大廠如美國 Dow Chemical、德國 BASF 等相比較。該表顯示我國石化上中游產業平均附加價值率為 15.3%，低於國際石化大廠，如美國 Dow Chemical 的 18.8%與德國 BASF 的 28.7%。

表 3.5 我國石化產業的附加價值

	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年
(一) 石化上中游產業					
石油化工原料業	15.8%	16.2%	9.5%	16.3%	9.8%
合成樹脂及塑膠業	21.6%	22.7%	15.7%	19.8%	14.5%
合成橡膠業	20.2%	22.1%	19.0%	22.8%	11.9%
小計	17.8%	18.4%	11.5%	17.5%	11.2%
(二) 石化下游關聯產業					
塑膠製品製造業	22.0%	22.4%	22.8%	27.9%	14.2%
橡膠製品製造業	20.9%	24.5%	20.5%	32.2%	16.6%
人造纖維製造業	13.8%	13.9%	11.4%	18.3%	11.0%
小計	17.6%	19.0%	17.1%	26.1%	13.9%
(三) 國際大廠					
Dow Chemical(美)	21.8%	22.0%	14.4%	17.4%	18.6%
BASF(德)	30.1%	29.1%	25.6%	28.6%	30.3%

資料來源：台灣證券交易所公開資訊觀測站；工研院整理(2012)

## ■ 台灣石化原料供需現況

我國乙烯生產係以石油腦與製氣油為進料。表 3.6 列出我國乙烯生產企業與產能規模，該表顯示我國乙烯年產能為 400 萬噸，其中台塑石化公司產能已達 292 萬噸，台灣中油公司雖較早從事石化原料生產，然受限於國營事業體系，擴展不易，目前產能僅為 108 萬噸。

表 3.6 我國乙烯生產體系與產能規模

乙烯生產企業		設計產能 (萬噸/年)
台灣中油公司	三輕*	23
	四輕	35
	五輕	50
	合計	108
台塑石化公司	烯烴一廠	77
	烯烴二廠	95
	烯烴三廠	120
	合計	292
台灣乙烯產能總計		400

註：近期中油公司三輕已關閉，由中油公司六輕（72 萬噸/年）取代

資料來源：台灣區石油化學工業同業公會、台灣綜合研究院（2011 年）

台灣中油公司乙烯生產係以供應國內需求為主，表 3.7 列出泛中油體系乙烯供需現況與未來預估，該表顯示 2012 年泛中油體系乙烯需求量為 95 萬噸，中油公司生產量為 92 萬噸，缺口 3 萬噸係由國外進口補足。中油公司進口設備，年進口容許上限量約 30 萬噸。其次，隸屬台聚集團的華運公司亦可自行進口乙烯，實際年進口量為 12-14 萬噸。

表 3.7 泛中油體系乙烯供需現況與未來預估

	2011 年	2012 年	2013 年	2014-2015 年	2016 年
總需求量	102	95	101	141	169
總生產量	99	92	100	145	107
三輕	20	9	---	---	---
四輕	34	35	35	35	35
五輕	45	48	45	50	---
六輕（新三輕）	0	0	20	60	74
進（出）口量	3	3	1	(4)	62

資料來源：台灣中油公司資料（2013）

泛中油體系的石化中下游業者如東聯、中纖、台聚、亞聚、國喬等均有擴建計畫，預估 2016 年泛中油體系乙烯需求量達 169 萬噸，中油公司在五輕關廠與新建三輕完工生產下，可提供 107 萬噸。依此，2016 年泛中油體系乙烯缺口高達 62 萬噸，與現有五輕產能相近。以國家整體利益考量，五輕是否如期關廠或持續生產適時補足國內需求，值得深思。

為求穩定供應國內泛中油體系的乙烯需求，中油公司擬與國內業者共赴海外籌建煉化基地，除拓展國際市場外，亦可有助於穩定供應國內 150 萬噸的乙烯。

#### ■ 石化產業發展困境

我國石化產業目前仍以生產大宗通用等級產品為主，此類石化產品需以經濟規模，降低生產成本，才得以具國際競爭力。民眾非理性抗爭與資源的限制(水、電、能源、土地等)，使得石化業不易擴充新產能，現有生產工廠規模遠不如新興國家的新產能。

市場拓展方面，國際間興起雙邊與多邊的自由貿易協定 (FTA)，簽約國彼此間享有低關稅與不必要的市場干涉。國際政治環境的現實使得我國與其他國際商談 FTA 時，常遭遇許多困難。韓國向為我國的強烈貿易競爭對手，該國已與全球主要市場美國、歐盟等簽訂 FTA，並與中國、東協商談十加六的可行性，凡此種種，均增我國石化產業發展的困擾。唯近期我國已與中國簽訂 ECFA，此或有助於降低與其他國家簽訂 FTA 的阻力。

頁岩氣屬非傳統天然氣，蘊藏於低滲透率的頁岩地層，開採困難。近期美國在頁岩氣開採技術上已有極大突破，包括水平鑽井與水壓爆裂，大量頁岩氣的產出，造成天然氣售價約在 US\$3/mmBTU，遠低於東亞進口天然氣價格的 US\$15/mmBTU。表 3.8 列出美國數個地區頁岩氣的化學組成，此表顯示美國頁岩氣含有大量乙烷，可作為裂解廠原料。台塑企業透露：以乙烷為進料生產乙烯的成本僅為石油腦與製氣油為進料的四成左右。這些數據說明大量頁岩氣的產出已衝擊現今全球能源、石化等產業的供應與價格。

表 3.8 美國數個地區頁岩氣的化學組份

化學物及其體積百分比 (%)						
	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷	戊烷	其他
地區一	79.4	16.1	4.0			0.5
地區二	82.1	14.0	3.5			0.4
地區三	83.8	12.0	3.0			1.2
地區四	95.5	3.0	1.0			0.5
地區五	95.0	0.1	0.0			4.9
地區六	80.3	8.1	2.3			9.3
地區七	81.2	11.8	5.2			1.8
地區八	91.8	4.4	0.4			3.4
地區九	93.7	2.6	0.0			3.7

資料來源：國際頁岩氣研討會資料 (中華經濟研究院 2012.12.6)

低廉的生產成本造就美國與國際石化業近期在美國大量興建乙烷裂解廠，如表 3.9 所示。預期在陸續完工投產後，將大幅降低對東亞地區乙烯衍生物的需求，我國石化業未來或將受到衝擊。

表 3.9 近期在美國興建乙烷裂解廠

公 司	廠 址	產能 (萬噸/年)	完工時程
ChevronPhillips	Ceder Bayou, TX	150	2017
ExxonMobil	Baytown, TX	150	2016
Dow Chemical	Gulf Coast	230	2017
Shell	US North East	100	2017
Sasol	Lake Charles, LA	100-150	2017
Formosa	Point Comfort, TX	80	2016
合計		810-860	

資料來源：國際頁岩氣研討會資料（中華經濟研究院 2012.12.6）

表 3.10 列出數種進料對產品分佈的影響，該表顯示：以乙烷為原料生產大宗石化品僅能製取較多量的乙烯，美國地區因興建的乙烷裂解廠，將連帶造成美國地區丙烯、丁烯與芳香烴生產量的下滑。我國大宗石化原料的生產係以石油腦與製氣油為進料，表 3.8 顯示我國輕裂廠可取得較多的丙烯、丁二烯與芳香烴，此可作為我國發展大宗石化原料的參考。

表 3.10 進料對產品分佈的影響

進料	產品分佈(%)				
	乙烯	丙烯	丁二烯	芳香烴	其他
乙烷	84.0	1.4	1.4	0.4	12.8
丙烷	44.0	15.6	3.4	2.8	34.2
正丁烷	44.4	17.3	4.0	3.4	30.9
輕質石油腦	40.3	15.8	4.9	4.8	34.2
石油腦	31.7	13.0	4.7	13.7	36.9
輕質製氣油	28.3	13.5	4.8	10.9	42.5
重質製氣油	25.0	12.4	4.8	11.2	46.6

備註：上列為典型的數據。實際產品分佈依製程設計、裝置設備及操作條件稍有差異  
資料來源：Hatch & Matar “From Hydrocarbons to Petrochemicals”

## ■ 石化產業因應策略

石化產業為我國兆元產業之一，攸關經濟發展與國民就業甚巨。基於國際政經環境變遷及國內環保意識與資源限制，政府已適時提出「質的提升在臺灣、量的擴充在海外」的產業發展政策。經濟部石化產業高值化推動小組，已研訂石化高值化藍圖，全力協助國內廠商發展關鍵性化學品或特用化學品。

產品發展方向分為以下兩大主軸，目前已篩選出 50 餘項產品，涵蓋化工原料、塑膠原料、合成樹脂原料及彈性體與橡膠原料等範疇。

- (一) 利用國內既有產業優勢(電子、機械交通等)，發展高性能材料/特化品；
- (二) 與新興國家產品區隔，發展高品質/性能、符合環保趨勢的產品。

因應頁岩氣衝擊方面，國內可採取的策略分為跟隨與差異化。跟隨包括赴當地進行探勘、氣田併購與生產，在當地建造石化裂解廠，或利用當地大宗石化原料產製石化中間體。

差異化部份，為增加高碳數烯烴(丙烯、丁二烯、芳香烴)的產出，可行的方式如：

- (一) 利用現行的生產工廠，慎選進料與操作條件；
- (二) 開發丙烷與丁烷的脫氫技術(PDH、BDH)；
- (三) 合成氣與甲醇的轉化液體技術(GTP、GTL、MTO)；
- (四) 生產高值化產品。

身為國營事業，中油公司全力配合政府石化發展政策，戮力於

- (一) 研擬國光石化公司國內外投資替代方案；
- (二) 開發石化高值化新事業。

## ■ 結語

現今台灣石化產業已面臨極嚴苛的挑戰，需要政府與業者共同努力以再造榮景。在政府方面，宜着重塑造良好的石化產業發展環境，可進行的工作包括：

- (一) 疏通民眾非理性抗爭；
- (二) 提升環評的可信度，縮短流程；
- (三) 有效解決資源(水、電、能源、土地等)的限制，例如：水資源的有效利用與分配、國土規劃等；
- (四) 與主要貿易國達成有利的關稅協議；
- (五) 提供適切的「質的提升在臺灣、量的擴充在海外」獎勵等措施；
- (六) 提供設廠所在地方政府的租稅回報誘因；
- (七) 提供投資者單一窗口服務。

石化業者亦應：

- (一) 強化工安與環保，以建立企業優良形象；
- (二) 提升研發能量以強化自有技術。時間不足或能力未逮時，可採合作、引進或購併等方式；
- (三) 因應原料來源的劣勢，可採取跟隨與差異化的策略。



## 二、原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應(蔡錫津總經理/東聯化學公司)

我國石化產業自 1960 年代開始發展，2011 年產值約新台幣 1.9 兆元，加上下游應用產業，整體化學產業產值達新台幣 4.3 兆元，占台灣總體製造業近 30%，是我國相當重要的產業。

然而近年來台灣石化業遭遇諸多問題，於外在環境方面，因為勘探與開採技術的突破，美國 Shale gas 發展快速，挾著極大的成本優勢，預期將對全球石化工業產生極為重大的影響；此外中國大陸積極推動煤化學工業，相關製程技術的突破，對傳統石化產業亦形成嚴峻的挑戰；加上大陸石化產業大規模的投產，造成許多石化產品因市場供需嚴重失衡而持續低迷，外在環境的強烈競爭，讓台灣石化產業的未來，充滿了不確定性。

反觀台灣內部環境，15 年來台灣石化產業發展幾近於停滯狀態，非但產能沒有增加，反而中油高雄煉油廠與第五輕油裂解廠又將於 2015 年關閉，卻計畫投資幾千億於國外另蓋一座煉化一體的石化基地，政府所謂「質在內，量在外」的政策，該如何執行？對台灣石化產業是否有實質的助益？實值得進一步商榷。再者，台灣的環保法令無限上綱，令許多新投資案遭遇困難，企業即使遵循法令，仍無法確認可否達成設廠的目標。面對政府未能明定產業發展政策，並且無法給予企業實質的支持，總產值 4.3 兆的台灣化學產業當何去何從？實令人憂心。

政府提出「高值化」的政策，然而對於其政策內涵，似乎未能賦予明確的定義。顧名思義，高值化似乎是將產品的附加價值提高，可以獲得更大的利潤。然而，所謂「高值化」產品的範疇，並非是沒有競爭的「藍海市場」，高附加價值的產品，仍然要面對強烈的市場競爭，所以，即便是高值化的產品仍需具備市場競爭力才行。

個人則認為，「高值化」有兩個層次：絕對的高值化—藉由技術的投入與創新研發，發展高價值的化學品或是特殊的配方產品；另一種則是相對的高值化—將原本較低價值的原料，設法提升附加價值，即便不屬於高單價的產品，仍然符合高值化的想法。大家都知道：高值化需要研究發展，而研究發展需要人才、財力與時間，若目前現有的問題無法加以解決，打好基礎站穩腳步，如何有能力去支持高值化所需的研究發展呢？所以個人覺得，推行產業高值化，不應是放棄已建立 50 年的現有基礎架構，另行定義高值化的範疇，而是應該立於目前的基礎上，不斷的提升研發能力，改善產品品質管理及製程效率，並配合市場的需求，以現有的產品為基礎，一步步向上建立自有的產品鏈，來達成高值化的目標。單純狹隘的產品高值化只是提升產業競爭力中的一環，如何提升產業的總體競爭力，應更全面地從原料面、市場面、技術面甚至由價值鏈整合等層面來積極審慎思考為是。

要提升台灣石化產業的競爭力，讓產業根留台灣，個人認為必須要做到三項整合：(一)台灣石化產業大多為單一產品的經營模式，而中油又沒有下游石化產品的支撐，上下游單獨面對未來外界環境衝擊的應變力量是薄弱的。如何整合力量到原料豐富、成本低廉的地方取得原料或於當地生產半成品原料運回台灣，整合利用最新技術生產較具競爭力的石化原料，根本解決原料供應競爭力的問題，讓整體產業在台灣有更穩固的發展基礎。所以，台灣如何整合產業力量，把握機會，合作利用海外低廉豐富的原料，提升競爭力，乃為當前重要課題。

- (二)整合產業、研究單位與學校的研發能量，集中於特定值得開發且一些已有基礎產品能力的領域。一般而言，台灣的石化產業的企業規模並不大，無法獨立與國際大規模的化學企業獨立抗衡，而研究機構與學校單位的研發方向卻往往無法配合企業的需求，如此「打散彈」式的研發，最終常得不到原先預期的結果。況且全球每個企業都在追求研發創新，不是做不做的問題，而是如同賽跑一般，進步的不夠快，就會被淘汰。所以整合研發能量，聚焦於特定的領域，將是關鍵之一。
- (三)政府產業行政管理與環保單位應加以整合，提出有效支持產業的政策。國內石化產業投資設廠，即使是所謂高值化的工廠，仍然遭遇扭曲的環評制度等低效率行政程序的阻礙，亟須政府各部會加以整合，簡化行政程序，確認環保法規的可依循性，甚至是成立單一窗口來服務企業，將企業導引至良性發展的道途上。此外，在市場競爭上，應率先解決關稅障礙的問題，在東南亞及大陸市場上進行關稅談判，提供台灣石化業公平的競爭環境。否則，石化業根留台灣僅為空談。

以上為個人的淺見，希望藉此能拋磚引玉，請大家不吝提出觀點並共同討論，倘若最終能整合出有利於台灣石化產業發展的策略，則為台灣石化業之萬幸，謝謝大家。

### 三、台灣石化產業高值化發展相關環境困境與因應探討(吳再益院長/台綜院)

我國石化產業自 1960 年代開始發展，伴隨經濟高度發展與政策扶持下，很快具備自製石化原料之條件，而由下游向上游工業發展，逆向整合模式成為台灣石化工業之發展特色。2012 年台灣石化工業已達到全球第八大規模，乙烯產能達 400 萬公噸，產值 1.79 兆元新台幣，為國內重要支柱產業。但近年在環保及地方發展意識高漲氛圍下，如國光石化等大型石化投資項目已無機會在台灣發展，台灣石化產業再度面臨轉型挑戰。

#### (一)台灣石化產業發展政策

我國石化產業發展之上位政策包含產業發展綱領與2020年台灣產業發展策略，其不僅打造出轉型多元產業結構、提升產業附加價值之發展願景，並揭示產業高值化轉型升級、全面強化產業競爭要素提升附加價值等發展策略。行政院更以2012年3月核定之「石化產業高值化推動方案」，協助石化產業轉型發展。

推動方案中以「成為亞太地區高值化石化產品發展與運籌重鎮」及「確保石化產業及關聯產業競爭力，維持經濟與環境均衡發展」2大願景，規劃朝我國既有強項產業之產業鏈完整性商品、六大新興產業相關之原材料及高值化（附加價值大於30%）產品發展。至2020年石化產業高值化之階段性發展目標為：

- 2016年，石化產業平均研發投入比例 > 1%。
- 2020年，石化產業平均研發投入比例 > 2%；
- 整體石化產業平均附加價值> 20%。

#### (二)石化產業高值化發展策略

##### 1.亞鄰國家高值化發展策略

日本在90年代，由於國內經濟衰退內需不振，加上政府強制規定煉油廠需提高煉油效率，在既有經濟無法擴張發展、外在法規規範限制下，日本石化業者紛紛自行轉往開發高值化品發展。韓國則係以其集團企業為發展基礎，善用集團產業鏈一條龍

模式，因應下游應用產品（市場）需求，由企業自主投入高值化品的開發研究。而在新加坡，則與日韓企業自主發展不同，係由新加坡政府主導發展之裕廊島2.0計畫（Jurong Island V2.0），以引進高值石化品的技術與資金為主。

而日、韓、新加坡除在高值化發展方向差異外，其發展的特色亦不盡相同，日本高度依賴市場需求開發新科技/產品，而由下游之應用市場向上整合至原料供應商，研發費用約占銷售額之4%~5%左右，主要在電子業、汽車業、醫療保健等產品發展石化高值化市場。韓國發展路徑似日本，依賴市場需求而開發新科技/產品，但因具有集團企業一體之優勢，資訊溝通、交流管道較為暢通，可較競爭者更早取得產品規格，及早搶占市場商機。而相反的，新加坡則係政府制定發展政策，打造石化發展中心，以降低營業稅率、化學品進口零關稅或外資企業100%擁有所有權，並完全返還利潤等配套措施，吸引高價值石化品之國外技術與資金發展。

整體來看，日、韓主要係由業者自主轉型，政府提供政策協助，而新加坡則為國家發展策略，建構專區引進國外技術與資金。以下將以日本及新加坡為代表，分述不同之發展路徑下之國家推動策略。

#### (1)日本政府推動高值化策略

日本以石化業者為高值化發展之主體，政府從旁協助推展。日本政府推動策略主軸包含協助石化業者朝向高值化方向發展、強化國際標準之取得並促進企業間合作，分別提供協助研發、支持上下游研發合作，並透過工會力量，聯合制定國際標準，同時推動企業間合作。日本政府石化高值化推動策略如表3.11。

表3.11 日本政府石化高值化之推動策略

推動主軸	策略
協助朝向高值化方向發展	1.協助製品開發之R&D 2.支持上下游研發合作關係
強化國際標準取得	1.強化工會（日本化學工業學會）體制 2.聯合工會制定國際標準
促進企業間合作	1.不違反托拉斯法之企業間合作 2.推動石油化學企業間合作 3.活用LLP（有限責任事業組合）

#### (2)新加坡政府推動高值化策略

新加坡以政府為高值化發展之主導者，以引入外資發展為主。新加坡政府發展政策明確，填海造地，建造裕廊島（Jurong Island）能源與石化工業中心（專區），而裕廊島第二期計畫將以引進高價值石化品之國外技術與資金為主。

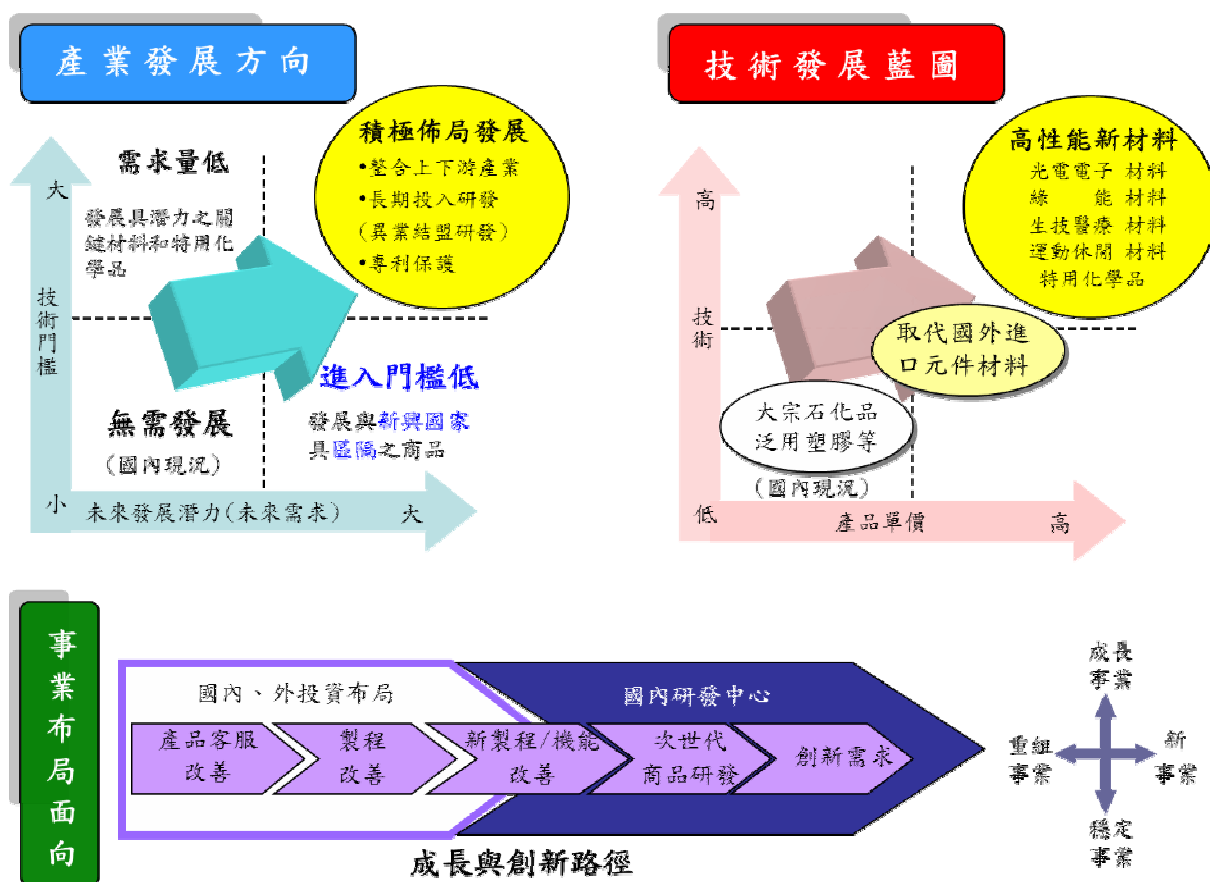
除填海造陸設置石化專區外，新加坡政府亦打造優質投資環境吸引外資企業，包含開發多重水源解決石化區用水不足問題、並已先完成環境影響評估，廠商只要符合排放標準即可進駐，又專區內之公共設施（水、電、土地）完善，公用資源可互相

支援，且設廠規定明確，核准過程透明，核准時間短等。同時再加以降低營業稅率、化學品進口零關稅等配套措施，提供誘因，強力吸引外資企業進駐發展。

## 2.我國高值化發展方向

我國石化高值化發展策略為政策鼓勵發展，協助企業自主轉型。未來發展期透過整合上下游產業資源、異業結盟、長期投入研發、申請專利保護等，朝向技術門檻高、未來發展潛力大之高值化領域努力。在未來技術、產品之發展，則由目前之大宗石化品朝向高性能新材料（光電電子、綠能、生技醫療、運動休閒材料、特用化學品等）轉型。而石化業者事業布局部分，則鼓勵其開創路徑由現有產品之客戶服務改善、製程改善，到次世代商品研發與創新需求，由重組事業往新興事業、穩定事業往成長事業發展。我國石化高值化發展方向如圖3.1所示。

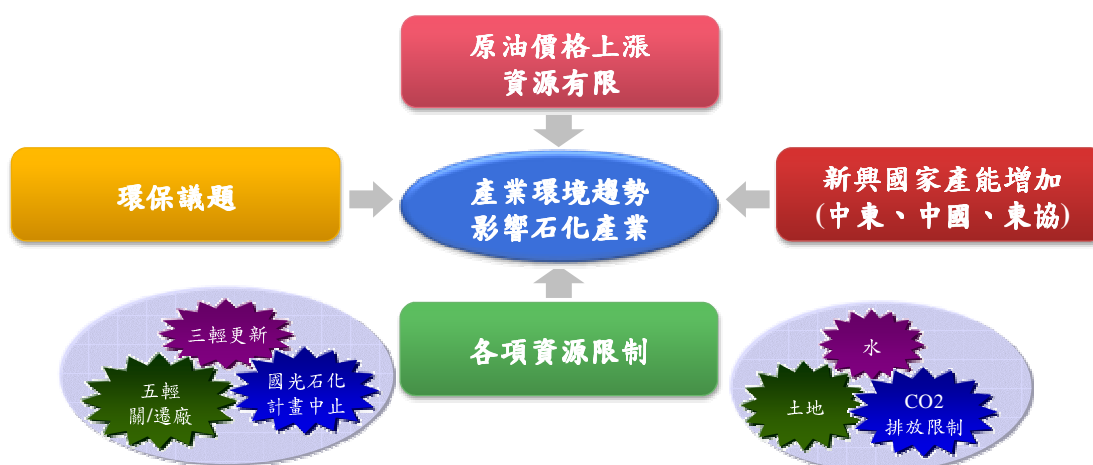
圖3.1 我國石化產業高值化發展方向



### (三)我國石化產業高值化發展之困境

目前我國傳統石化產業面臨有大宗石化產業景氣循環（7-10年之週期性循環）、頁岩氣及煤化工競爭、新興國家（中東、中國、東協等）產能增加，國際市場競爭劇烈、因各項資源限制/環保議題等使國內新興投資/擴產不易、國內研發創新能量低之挑戰，如圖3.2所示。

圖3.2 我國石化產業現臨內外環境挑戰



而我國石化產業雖具有產業鏈結構與上下游分工完整、業者生產、行銷經驗豐富等優勢，但朝向高值化發展仍面臨有石化品價格競爭劇烈、國際大廠產能增加等外在競爭，及國內研發/投資量能不足、國內發展阻力大等內在發展困境。而石化產業內在發展困境則分別有來自業者與發展環境的阻力，如表3.12所述。

表3.12 我國石化產業高值化發展困境

來自石化業者之發展困境（國內研發、投資量能不足）	
需求困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行石化產品仍具高度競爭力，業者無誘因轉型。</li> <li>• 石化業者不瞭解下游市場需求。</li> </ul>
技術困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國內自主發展技術能力不足。</li> <li>• 關鍵材料之專利、技術不易購得。</li> </ul>
研發困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高值化產品開發時程長、研發支出龐大且不瞭解下游市場需求，業者缺乏投資研發之誘因。</li> </ul>
量產困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 業者安於現狀，對再投資生產風險較高之高值化石化品意願低。</li> </ul>
來自國內外發展環境之困境（國內發展阻力大）	
環保困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國內環保意識抬頭，環保抗爭使石化業不易擴充新產能，甚至面臨關廠問題。</li> </ul>
土地困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 我國土地有限、地方運動發展如民眾抗爭、地方政府態度等，皆使投資大型石化廠推行困難。</li> </ul>
國際競爭困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 我石化競爭對手國（韓國）近年積極發展高值化產品。</li> <li>• 新加坡、泰國、印度等亦積極與國際石化大廠合作，石化產業競爭力快速提升，皆加劇國際競爭之困境。</li> </ul>

#### (四)發展困境之因應（我國石化產業高值化發展策略）

我國石化高值化發展策略為政策鼓勵發展，協助企業自主轉型，因此針對目前國內高值化發展之困境，經濟部成立專責單位，由技術突圍、人才養成、環境建構及誘因提供等給予石化產業全方位之協助。我國因應高值化發展困境之策略如圖3.3所示。

圖3.3 因應石化產業高值化發展困境之政府策略



##### 1.技術突圍（因應來自石化業者之困境）

經由業者自主研發能力提升、併購或合資以取得生產研發技術、鼓勵大廠在台設立研發中心、鼓勵企業/學界研發前瞻技術等技術發展，與透過參股或併購，擴展石化產業國際據點等策略，增進高值化技術的取得、或技術/產品的自主研發。

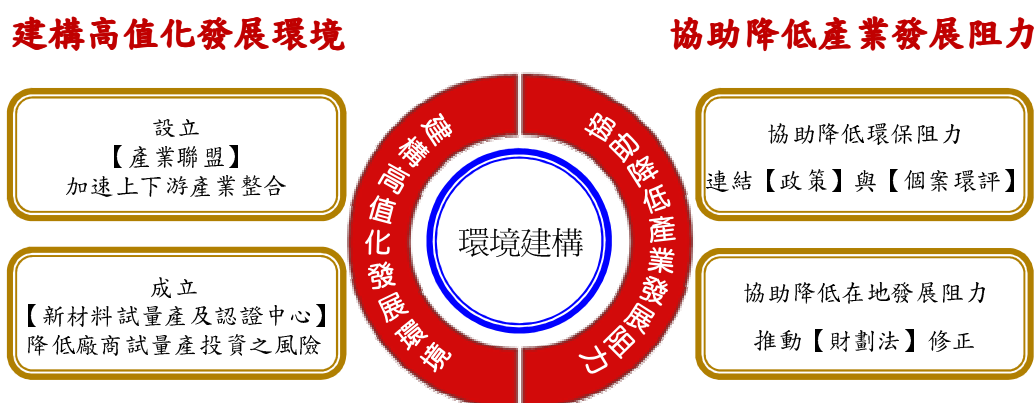
##### 2.人才養成（因應來自石化業者之困境）

專業人才及知能，是推動高值化持續發展的關鍵，故透過既有海內外專業人才延攬，以導入研發等相關技術，提升石化技術水準；同時推動石化產業專業訓練，進行石化廠設計、操作、檢測、營運等相關領域之專業人才培訓，並規劃專業證照，進行專業人員認證驗證；再加以建構人力資料庫系統，媒合專業人才之供需，落實產業專業技術發展，以使產業高值化順利發展。

##### 3.環境建構（因應來自環境發展之困境）

成立跨部會指導小組（行政院石化產業高值化指導小組），及專責之推動與執行單位（經濟部石化產業高值化推動小組、高值化推動辦公室），全方位協助高值化產品技術研發、產業發展。主要著力於「建構高值化發展環境」及「協助降低產業發展阻力」（圖3.4）。

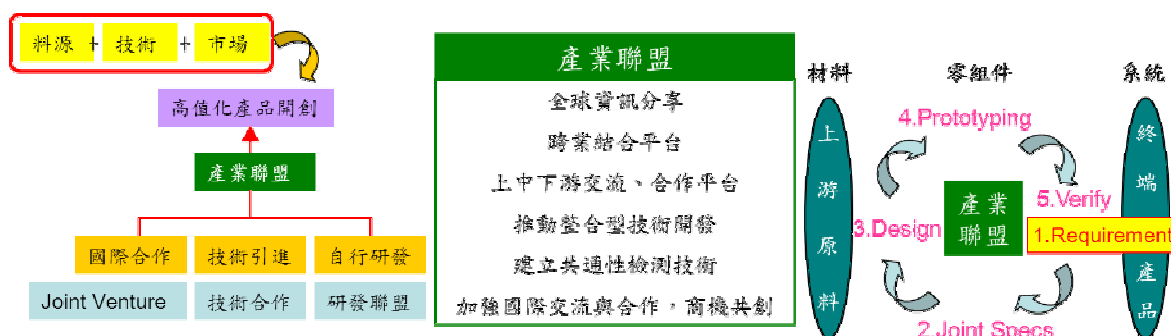
圖3.4 石化產業高值化發展環境建構策略



### (1)建構高值化發展環境

透過產業聯盟，由下游應用市場需求，向上整合原料供應，除整合產業資源及供需環境，並進行資訊交流及前瞻性技術或產品研發（圖3.5）。目前已成立高性能塑膠、橡膠與彈性體、電子用化學品、生質材料、綠能高分子材料及碳5 (C5)等6大產業聯盟。

圖3.5 設立產業聯盟整合上下游發展策略



此外並成立新材料試量產及認證中心，待產業（研發）聯盟開發處產品原型（Prototype）後，提供基礎共通技術、試量產設備、專業人才、研發能量、專業機構認證等試量產認證協助，以降低廠商試量產投資之風險。

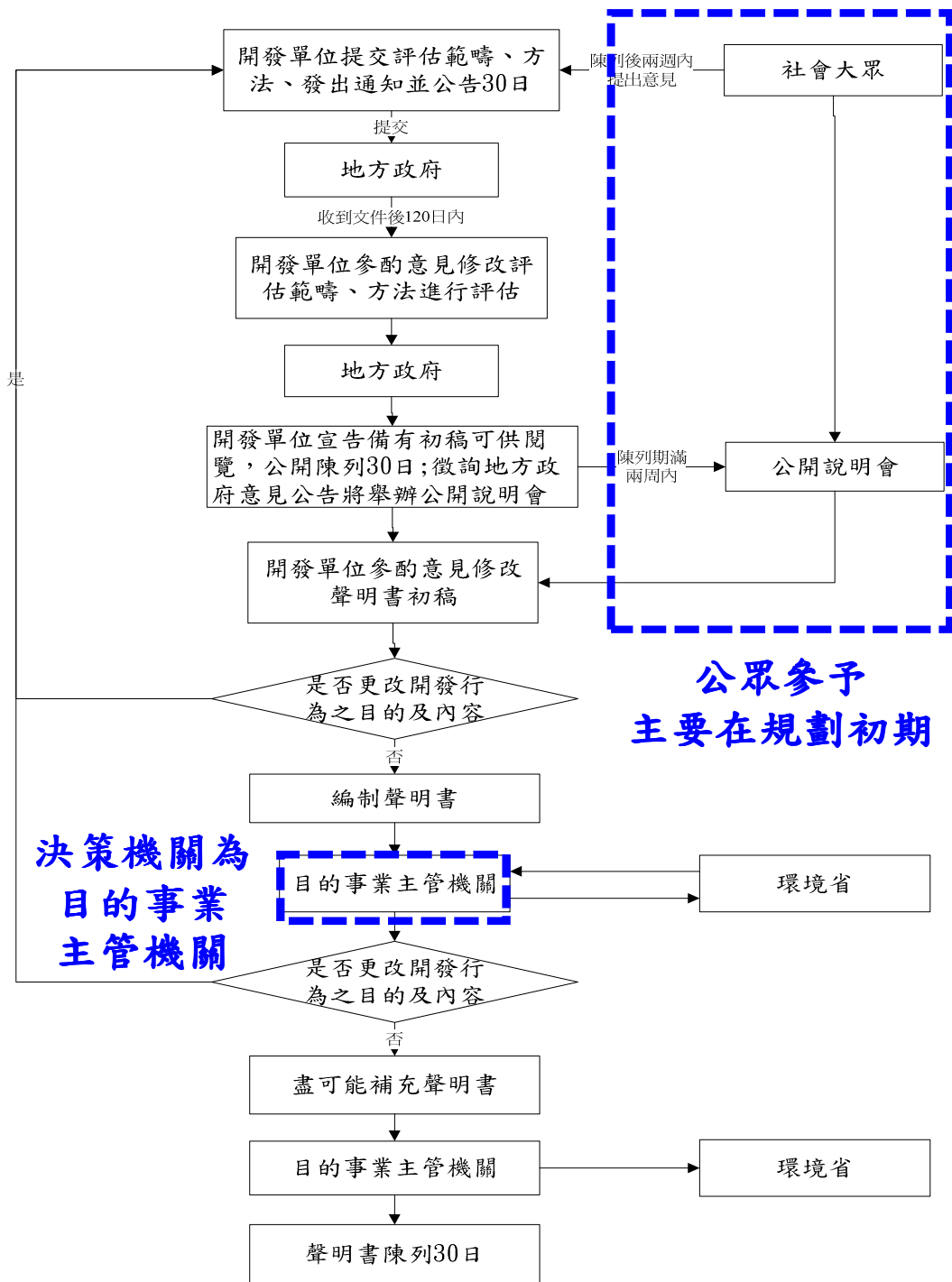
### (2)協助降低產業發展阻力

#### ■ 環保阻力～環境影響評估制度

在協助降低國內環保阻力方面，目前較無具體政策作法，建議可連結「國家發展政策」與「業者個案環評申請」，由目的事業主管機關在轉送業者環評案件時，可加註「符合高值化發展政策案件」相關說明，標記為國家發展政策之案件，協助環評審查。

而針對我國環評制度之詬病（審查項目與時程不明確、審查範圍及內容無標準、審查時程冗長、公民參與議題無限發散等），則建議借鏡日本環評流程（圖3.6），朝向推動「公眾參予主要在規劃初期」及「決策機關為目的事業主管機關」努力。

圖3.6 日本環境影響評估流程



■ 土地阻力～在地發展阻力

依財政收支劃分法，企業營業稅係屬國稅，僅得透過統籌再分配與各地方政府，故對地方政府、在地民眾而言，係污染留地、利益歸庫全民共享，因而多不支持鄰避設施（石化相關產業）發展。而國內地方運動興盛、地方政府態度保留等，皆係業者投資發展影響因數，影響廠商轉型擴產、新設之投資意願。

建議可朝推動「財政收支劃分法」修正，就特定產業的地方政府，統籌分配



條件比例調整或再分配，讓負擔高風險的地方有較多的建設與回饋。使產業繳納之稅收、回饋，真正落實地方，進行地方建設與發展，應可稍加降低在地發展阻力。

#### 4. 誘因提供（因應來自環境發展之困境）

除就來自業者、發展環境之困境因應外，針對高值化發展過程，亦透過政策予以不同階段之誘因，包含引導產業創新研發（創新研發之投資抵減）、鼓勵輔導產業轉型（提升研發能力、協助升級轉型、鼓勵創業創新育成）及鼓勵高值市場發展（穩定原料供應、高值化業者優先供料）等，鼓勵、引導業者發展。

#### (五) 結論

政府目前在因應石化產業高值化發展困境之環境建構面上，主要著力發展環境之建構，可分為主導與輔助2大面項同步進行。

##### 1. 主導產業發展方向

包含成立專責推動、執行機構，全方位協助產業，落實政策方向；建構高值化發展環境，成立新材料試量產及認證中心，協助業者縮短開發時程，降低開發成本與風險；推動產業聯盟，積極推動產業整合與發展；並建立資訊平台，充分提供政府、產業資訊交流。

##### 2. 輔導產業轉型發展

包含提供誘因，引導業者轉型高值化發展；協助建立專業人才資料庫，快速提升技術水準。

然在降低產業發展阻力的環境建構面部分，則較無具體政策或作為，而國內環保及在地運動蓬勃發展，對於產業發展具相當之阻力，建議未來可朝協助降低業者環評制度及在地發展阻力等方向持續努力。

#### (六) 參考文獻

1. 經濟部，2010.05，產業發展綱領。
2. 經濟部，2010.11，經濟部2020產業發展策略。
3. 經濟部，2012.03，石化產業高值化推動方案。
4. 經濟部工業局，2012，經濟部高值化石化產業發展策略與措施。
5. 行政院環境保護署，2012，投資案環評問題之探討簡報。
6. 台灣綜合研究院，2011，石化工業升級轉型計畫－石化產業發展舉經濟分析。
7. 曾裕峰，2012，亞洲國家石化高值化發展之探討－以日本、韓國、新加坡為例，石油通訊101年4月號。
8. 曾繁銘，2011，我石化產業高值化發展策略，工業總會產業雜誌100年8月號。
9. 湯京平、邱崇原，2010，專業與民主：台灣環境影響評估制度的運作與調適，國立政治大學公共行政學報第35期。

#### 參、與談專家學者論述

(詳附錄一「原料暨市場與環境建構對石化產業高值化發展之影響與因應」會議紀要)



# 第四章 技術引進與投資對石化產業 國際化與高值化之重要性

## 壹、會議主持人綜合論述(陳寶郎董事長/台塑石化公司)

### 一、現況

- (一)石化產值高(2012 年為 1.82 兆元，佔製造業 13%)、產業關聯性高、石化相關產業從業人數達 39 萬人。
- (二)國外石化大廠主要獲利來自高值化產品(例，BASF 30%，Rhodia(法)29%)。但台灣石化廠平均僅 16.1% 偏低。
- (三)高附加價值的石化原料生產技術，大多被歐美日等先進國家石化大廠所掌握。
- (四)開發高值化產品，必須擁有技術，技術之研發，必須有高比例之研發經費，台灣之研發經費比例偏低(國際大廠約 2%~5%，台灣<0.5%)。
- (五)因技術層次較高，自行研發之投入風險高、成本大、時間長，與具有不確定性，故技術引進為另一個取得技術之方法。
- (六)近年來，技術引進之數量突然變少，顯示建廠困難，引進新技術，也無用武之地。

### 二、解決辦法

#### (一)研發與技術引進

##### ■ 研發

1. 自行研發—投入資金高，不一定有理想之結果，而國內研發之經驗與能量遠不及國外，量力而為。例：台橡自行研發 NBR。
2. 合作研發—與國內外合作，風險、費用分擔，成果共享。例：台橡與泰豐、建大合作研發 SSBR；台橡與國外 X 公司合作開發新型高性能材料。

##### ■ 技術引進

#### 1. 技術授權(含移轉)

例：奇美由 Asahi Kasei 技術移轉「非光氣法聚碳酸酯製程」。

#### 2. 專利互相授權

例：大連新產品開發—某新產品，日本有 3 家公司在生產，但他們沒有上游技術，大連有，就可以合作。

#### 3. 顧問技術指導

國外退休有實務經驗之專家，邀請回台工作。

例：國喬由 SM 提升到生產 PS，買技術，對方派技術顧問來開課。

#### 4. 利用採購設備，提供技術。

#### 5. 併購(Merge)

例：(A)李長榮生產 SBS(合作廠商 Polimeri Europa)

(B)長春生產 Cresol(Sumitomo Chemical)

(C)台橡生產 SIS，SBS(Dexco Polymers)

#### 6. 合資

例：(A)台塑石化與 Kraton 合資 HSBR

(B)台塑石化與 Idemitsu 合資 HHCR

#### ■ 其他

1. 必須本業不斷成長，才有餘力推動高值化產品。
2. 特用化學品之附加價值遠高於通用化學品，而其原料多來自通用化學品之 byproduct，可進行價值鏈之 Integration。
3. 台灣石化業規模不大，不宜單打獨鬥，應彼此合作一致對外。
4. 石化業仍要做 R&D，才有籌碼與能力與國外公司提合作研發與技術引進。
5. 台灣之社會環境，以著重個人及社會權益，石化業設廠必須考慮「外部成本」，並「內化」到生產成本。政府之角色必須轉化為「發揮公信力擔任合適裁判」，石化業者也要重視智慧成本之「關係成本」，與社會溝通，建立良性互動關係。

#### 三、希望政府協助事項

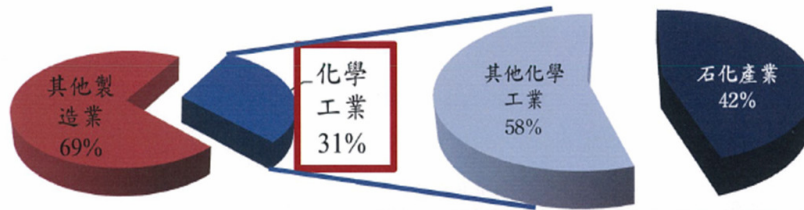
- (一) 給予投資抵減。
- (二) 補助技術移轉授權金。
- (三) 提供授權談判協助。

#### 貳、引言人觀點(依發言序)

##### 一、技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性-國際化與高值化經驗分享 (涂偉華總經理/台橡股份公司)

台灣以 2012 年為例，製造業產值為新台幣 13.89 兆元，其中，化學工業佔了其中 31%，也就是 4.35 兆元。再細分來看，石化產業佔了整個化學工業中的四成，是所有其他製造業的火車頭。

## 石化產值高與關聯性高



- 2012年台灣製造業產值為新台幣13.89兆元
- 2012年台灣石化相關產業(化學工業)產值為新台幣4.35兆元，約佔製造業三成(31%)
- 2012年台灣石化產業產值為新台幣1.82兆元
- 2012年台灣石化業產值佔整體化學工業產值42%
- 2010年石化相關產業從業人數達39萬人

### 國內對此產業需求很強

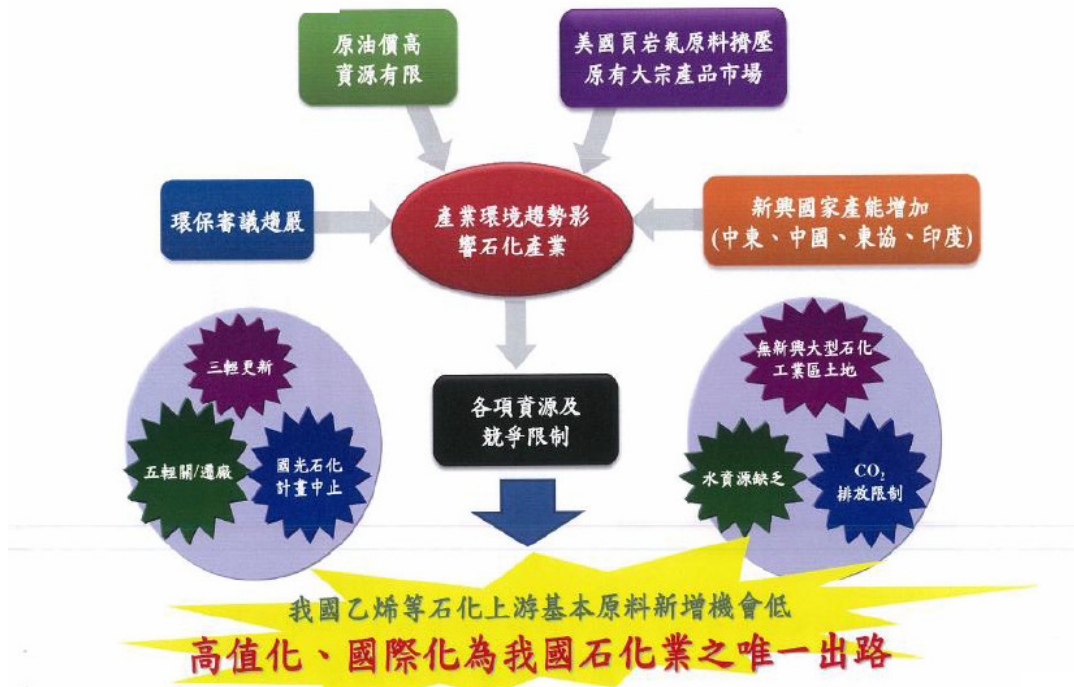
我國向前效果 最高之六大產業	名次	向前關聯效果 (引導下游投資)	
	1	礦產(4.9406)	● 塑膠製品 (0.491)
	2	化學材料(4.6952)	● 化學製品 (0.388)
	3	批發及零售業(2.9481)	● 紡織品 (0.319)
	4	石油及煤製品(2.9080)	● 橡膠製品 (0.255)
	5	其他金屬(2.5464)	● 皮革、毛皮及其製品 (0.176)
	6	鋼鐵(2.4666)	● 成衣及服飾品 (0.174)

以上資料來源：行政院主計處(2009)；台灣綜合研究院整理。  
經濟部統計資訊網；工研院IEK(2013/04)

雖然台灣石化產業對整個台灣經濟發展至關重要，但卻面臨了內外交相攻的窘況。首先，在原料供應方面，一方面原油價格高漲造成石化產業原料價格跟著提升，再加上美國頁岩氣開始大量開採，也讓部分石化原料供應被擠壓。

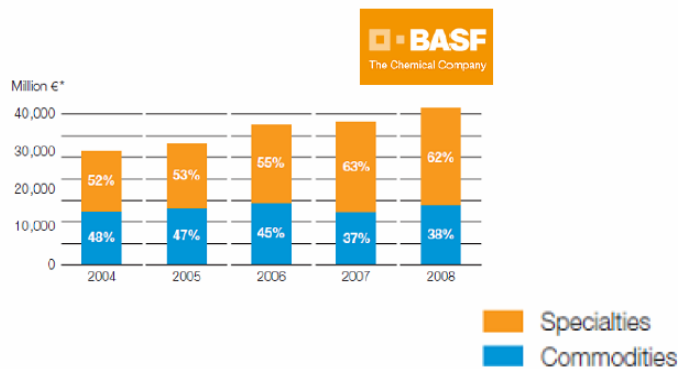
以上是外在環境所造成的擠壓。而在國內，因為三輕、五輕的更新與關廠，國光石化的中止，讓原料來源更加減少。同時，因為人口增加，土地多朝向商業及居住方向使用，讓石化工業區被包圍且逐步縮小，需要面對民眾抗爭，再加上水資源缺乏和各種環保限制，石化上游廠商如果要在台灣持續發展，高值化就成了唯一的出路。

### 石化產業面臨的產業環境：



石化高值化的趨勢，從 BASF 的五年獲利改變可以作為借鏡。BASF 在 2004 年的時候特化產品佔 52%，在 2008 年就成長了 10%到 62%。

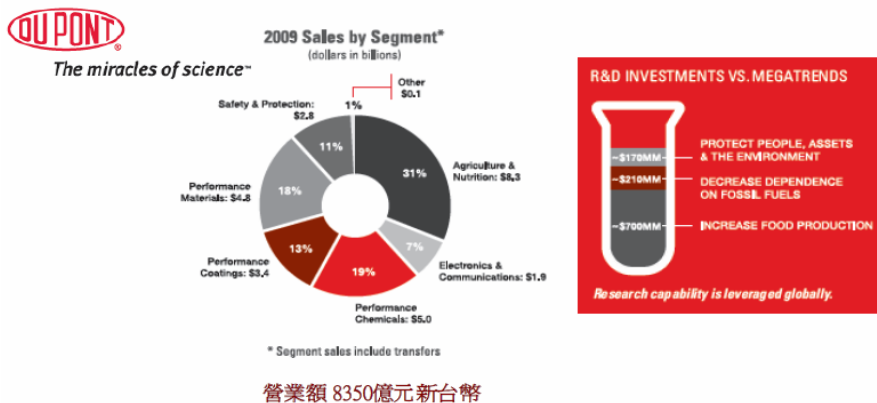
### 國際石化大廠主要獲利來自高值化產品



▶ BASF高值化產品比例逐年增高

要有高獲利、高成長，企業要投入一定的資源方能達成。以 Du Pont 為例，2009 年營業額為 8,350 億元新台幣，而其研發經費就佔了其中的 5.4%，約 450 億元新台幣。

## 開發高值化產品需有高比例研發經費的投資



杜邦公司研發總經費 448億元新台幣佔整體營業額的5.4%

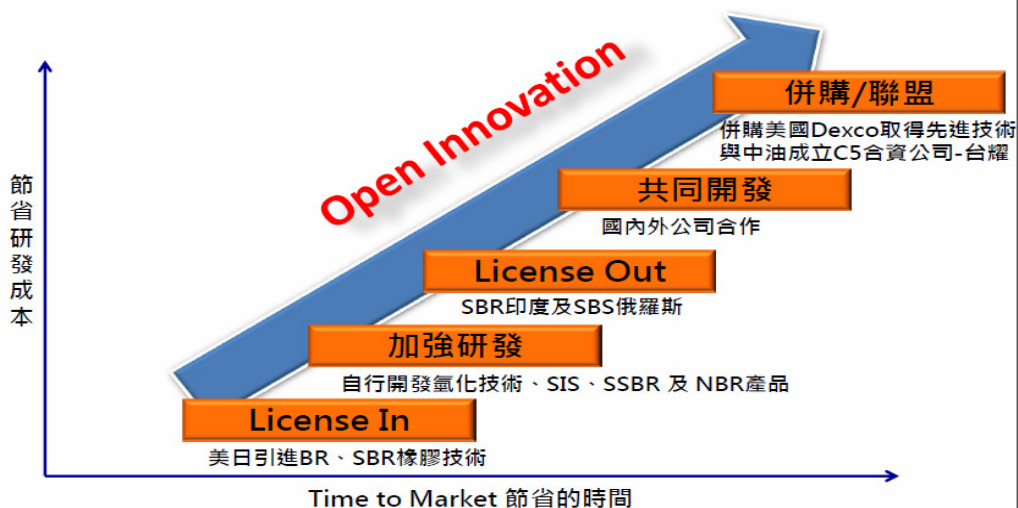


至於台橡在高值化和技術升級上，開放式創新是台橡的研發主軸，因為一方面可以縮減開發的時間，又能夠節省研發成本。

由於沒有任何一家公司能夠擁有所有的知識和能力，因此善用其他公司的擅長之處來彌補自己的不足，就能夠運用最小成本達到開發目的。另一方面來說，自己本身的擅長之處，也能夠拿來做為授權、資產分割或出售、轉讓的標的，從而為公司增加收入。



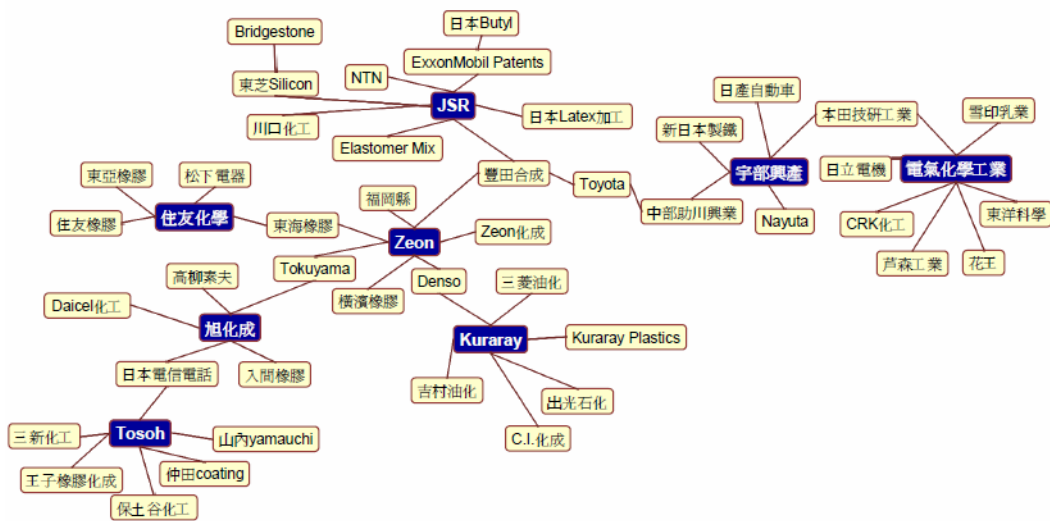
## 台橡在高值化及技術升級的經驗分享



➤ 開放式創新經營模式為達成高值化產品的快速途徑

以日本石化業界為例，其交互授權、合作的關係之密切，可以連成一張日本企業發展脈絡圖。

## Open Innovation Business Model - 日本案例

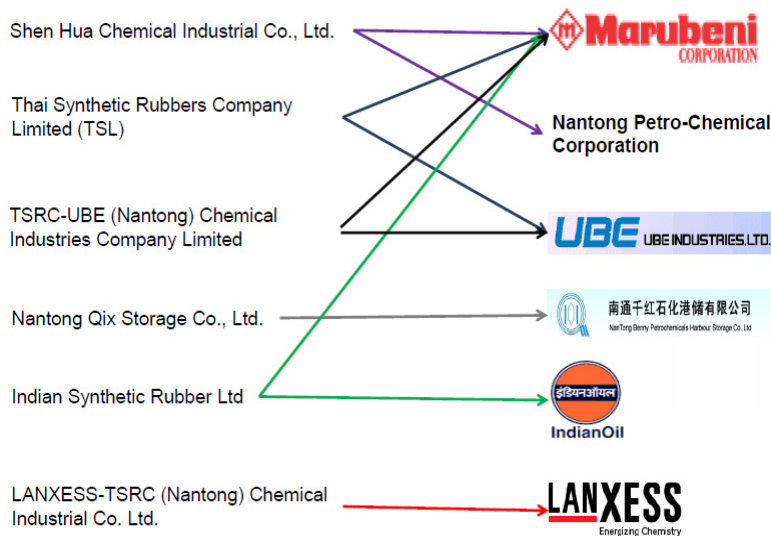


➤ 日本化工公司在研發及應用研究之合作與聯盟

而台橡，在過去也不斷地朝向這個模式來努力，迄今所合作和聯盟的公司有 6 家，尚不含 2010 年併購的美國 Dexco 公司及 2012 年與中油合資成立的台耀公司。



### 台橡公司國際聯盟案例



12

除此之外，台橡也以自有的聚合、氫化及製程開發整合能力跟國外大廠進行技術合作，開發出新型高性能材料，該材料不僅能夠應用在光學薄膜，且可以應用於高價值的醫療產品上。

同時，台橡也與建大、泰豐兩家輪胎公司共同成立環保節能輪胎材料與應用研發聯盟，開發高性能 SSBR 新橡膠材料，讓節能環保輪胎在台灣的發展更進一步。

台橡目前產品跨足 BR、SBR、SIS、SBS、SEBS 等產品，生產據點包含了台灣、美國、大陸和印度等地。



## 二、技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性－強化智慧資本(吳惠林博士/中華經濟研究院)

依背景資料顯示，台灣石化產業自 1960 年代開始發展，迄 2011 年產值達 1.92 兆新台幣，整體石化上中下游產值達新台幣 4.3 兆元，占台灣總體製造業近 3%，可見石化產業在台灣的重要性。

爲了規劃未來十年台灣石化原料需求而推動的國光石化投資計畫案，卻在 2011 年由政府宣布不支持而轉往馬來西亞。面對中油五輕廠將於 2015 年關廠，將影響短期內石化原料之擴充供應，台灣石化產業向高值化加速轉型乃被認爲是台灣石化產業發展的關鍵課題。

### ■ 政府主導石化產業發展

有鑑於此，經濟部於 2011 年 6 月召開策略規劃會議，邀集國內外專家及業者，共同探討台灣石化產業面臨的問題及未來，獲得高值化發展方向、發展策略、國際布局之策略等三大面向，並於 2012 年 3 月據以規劃推動策略與措施，2012 年 4 月並經行政院奉准「經濟部石化產業高產值推動小組設置要點」，成立「經濟部石化產業高值化推動辦公室」專責推動相關事宜。該辦公室在 2012 年底完成藍圖規劃，提出 43 項藍圖項目，催生橡膠與彈性高分子等 6 個產業聯盟以及 11 個研發聯盟，同時與行政院招商中心合作，協助台灣石化廠排除投資設廠的困難與障礙，完成網路平台建置，作爲資訊與相關要聞的傳遞媒介，經濟部也透過科專與工業局計畫，積極作相關研究。

經由以上陳述，我們已可了解台灣石化產業是在政府主導下發展的，最明顯的是 1973 年開始進行的「十大建設」，石化工業就是其中一項，雖然這樣的產業政策時有負面批評，但迄今仍未有大改變，即便公營事業民營化曾如火如荼進行過，而民間石化業也在台塑六輕帶動下蓬勃發展，政府還是主導石化產業的發展。不過，石化產業雖然產值高、就業效果大，但污染性高最受詬病，即便在威權體制時代，抗爭事件就出現，到民主化時代，更是家常便飯。這種「環境保護和產業發展或經濟成長間如何抉擇」的問題如影隨形，這是最典型的「外部性、社會成本」的課題，濫觴於 1920 年。

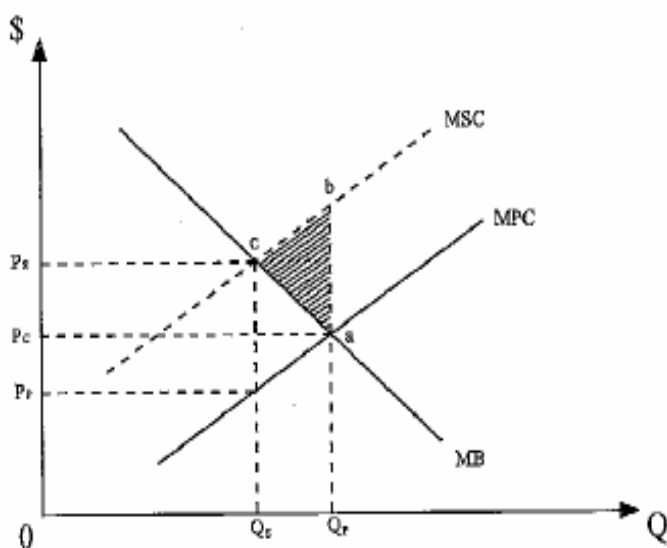
那是出現在庇古 (A. C. Pigou) 的《福利經濟學》一書。他是發現一般生產行爲在使用生產因素 (包括自然資源) 時，對自然資源造成破壞 (如污染空氣、水源)，進而減損了生產者以外其他人的福利。如此一來，「外部性」和「社會成本」這些名詞就進到經濟分析領域，於是將當時任由「市場機能」運作可以達到最大「社會效率水準」的準則推翻掉了。雖然這種外部性爭論原先似只在意「資源使用效率」到底任由市場操作或須「人爲干預」對社會最適當，也明顯地警示人類，由於一般生產行爲的不斷進展，自然資源已經不再是「無窮無盡」的自由財了，而且在「生產」和「消費」兩種用途上面臨「取捨」。我們知道，這個課題廣義來說涉及時際、世代間，但若要將所有的因素統統納入可能是「無解」的，比較實在的還是採取「短視」的作法，將主題限於現代人的幸福以及現時資源的有效率使用。

### ■ 外部性屬於「社會最有效率資源使用量」課題

經由如此的限定後，解決外部性課題也就等於解決「社會最有效率資源使用量」如何決定的問題。由於資源使用附著於生產行爲，因而也等於求取最適生產量的課題。在庇古的眼裏，「外部成本」必須「內化」給行爲人 (亦即生產者)，於是經由對生產者課

徵等於外部成本數量的「稅」，就可得到社會的最適生產量或資源最適使用量，情況如圖 4.1 所示。

圖 4.1 庇古課徵污染稅



如果任由市場機能運作，生產者只會計入自己的成本（private cost, PC），而邊際私人機會成本線（MPC）就是該產業的供給線，它與需求線（邊際收益線，MB）的交點即可決定均衡產量  $Q_p$  和價格  $P_c$ ，但因  $Q_p$  產量時，該單位產量產生了  $ab$  數量的外部成本，對於社會而言，效率點應是邊際社會成本（私人成本加上外部成本）線 MSC 和 MB 線的交點  $c$ ，如果不將外部成本內化，全社會將有  $abc$  這麼多的「無謂損失」。

庇古認為（也是一般人的想法），應由政府出面從事對生產者課徵等於外部成本的稅，來達到社會均衡點  $c$  的任務，結果是產量減少而產品價格提升，但社會效率點卻達到了。這個時候，即使政府能正確估出外部成本數額，且有能力強徵稅收，消費者仍須負擔  $P_c$   $P_s$  這個部分的稅收，生產者和消費者兩者所分攤稅收的數額大小，視需求線的價格彈性而定。因此，由政府出面課稅解決污染而得到最適資源耗用量，產品的生產者和消費者都將分擔費用，此與「使用（資源）者付費」原則是相符的，畢竟生產者是直接使用者，而消費者（可能是也可能不是受污染居民）是間接使用者。如果政府將所課的稅用來「補償」受污染居民所受的損害，結局似乎就很完滿了。

不過，這種辦法有難題在，先是外部成本難估，其次是生產者也許「遊說」政府官員來低估外部成本，再來是政府為何認定空氣（即資源）的產權是屬於居民？如果產權屬於生產者，而居民願意付費給生產者使其減產、甚至關廠又如何？這些盲點的修正可用「寇斯定理」（Coase Theorem）達成。依寇斯定理所推演的方法，就是政府出面當中間人，或是設立法庭，而後召集兩邊當事人進行協商，無論產權判定給那一邊，只要明確，則最適產量和價格都是一樣的，這個方法也就是政府負責「創造」協商市場以及決定產權歸屬，而後交由市場機能去運作。

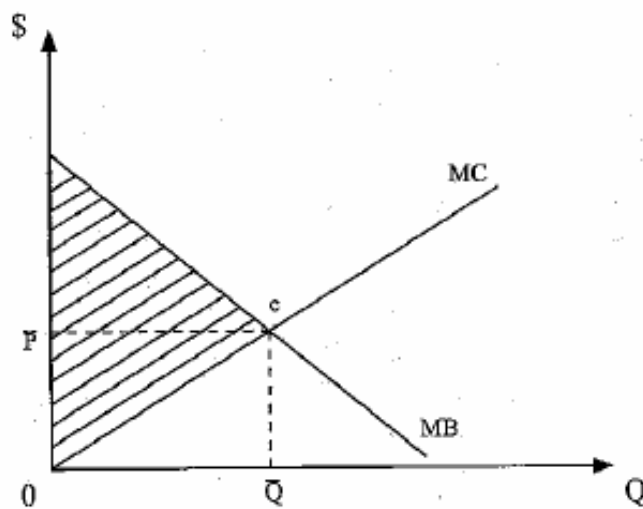
#### ■ 設定明確污染權

我們可由圖 4.2 來說明，圖中 MB 和 MC 與圖 4.1 相同，最適解也是相同，區別所在是圖 4.1 由政府來主導，但很難達到這個適當解，圖 4.2 則由兩邊當事人自行協商，較

可能得到該值。如果政府將污染權判給居民，則生產者將生產到圖 4.2 中 c 點，產量為  $\bar{Q}$ ，在此產量之前，生產者補償居民的索賠之後仍有餘裕，而  $\bar{Q}$  之後則得不償失，於是生產者不會將產量擴大到超過  $\bar{Q}$  點，圖中的斜線面積是淨利益，視雙方談判協商能力的高低而決定誰分得多。相對地，若政府將污染權判給生產者，由於小於  $\bar{Q}$  點時，居民只願付給廠商 MC 線內的費用要求廠商生產某一數量，而廠商的生產卻能得到 MB 線內的好處，因而居民付不出要求廠商生產小於  $\bar{Q}$  點產量的應有費用；而一旦產量超過  $\bar{Q}$  點，居民就願意支付 MC 與 MB 間的費用要求廠商減產，直至  $\bar{Q}$  點產量為止。因此，應用寇斯定理，市場機能又能復活而使最適社會效率點的產量達到，而最適資源使用量也自然可以得到了。

寇斯定理的先決條件是「結合」雙方當事人的「交易成本」必須等於零或「極小」，在一個人人具「善心」，倫理道德高尚的好人社會裏，這是很容易做到的，但在現實幾乎是「人人為近敵」的社會裏，單是組織猶如一盤散沙的居民就非常困難了，遑論促使談判順利進行！因而似乎該法只是紙上談兵的「理想」而已。不過，若進一步去想，污染問題之成為社會問題，環保運動之所以出現而須予以正視，就是已經有團體組織出現，那麼不就是顯示當必須解決此問題時，交易成本已經很低了嗎？鹿港杜邦事件、林園事件、貢寮核四廠事件都可為例證。所以，寇斯定理在我們這兒以及其他類似情況的地方之無法應用，關鍵恐怕不在交易成本的太高，而是在政府既是「裁判」又兼「球員」的雙重身分，以致「公權力」的信用淪喪之故！

圖 4.2 寇斯定律



不能否認的，現代人自私自利成分大，談判雙方都將儘量維護自己的利益，為了降低協商過程的折衝成本，是需要一個具有公信力的第三者當仲裁，在民主社會裡，政府就是最理想的機構。因為政府之所以存在，乃是為全民謀福利，政府官員理當公平地對待每位人民，但在我們社會，遺憾地無法達到此境界。

本來在環境污染的事例中，廠方和民眾間的資訊就不對等，居民處於無知或知識貧

乏的弱勢地位。一方面廠商爲了表示誠意，應盡量提供有關資訊給居民，並且儘可能經由專家學者等中立人士擔任此種工作，以釋民惑；另一方面政府也需作好溝通的中介橋樑任務，不但要敦促廠商提供資訊，而且也應由適當管道將有關環境污染的成本效益分析，提供居民瞭解，甚至於負起教導正確環保知識的責任。

記得 1986 年，當鹿港杜邦設廠事件揭開台灣環保運動序幕時，有識人士就呼籲應朝此種方式進行。或許由於交易成本太高或是其他原因，迄今還是採用政府來主導，由環保單位負起「環境影響評估」來決定設廠開發。此種裁判兼球員的方式，不幸的被懷疑政府當局一味站在維護產業發展的立場，要居民爲大局著想，另一方面卻以保護特權產業的方式，無法持平地爲爭議雙方作疏通工作。以土地徵收爲例，農民就認爲政府在幫財團。而 2010 年中科三期停工案，竟然演變成高等行政法院和行政部門的對立，連業者都無所適從！這更凸顯出政府角色錯亂所導致的後果。到了民意高張的社會，一反以往，所謂的「民粹」力量反讓政府決策者屈服，國光石化建廠破局，就是典例。

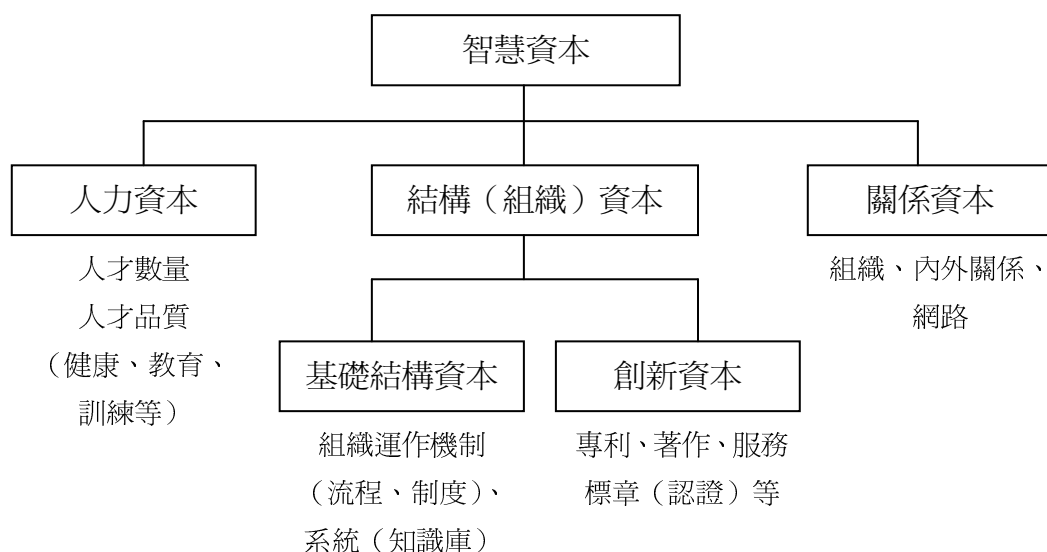
### ■ 重視智慧資本

所以，在「社會資源使用效率最高」的原則下，已經是民主社會的台灣，石化產業的發展宜在政府退出主導，轉而扮演公正裁判角色下，由市場機能引領發展，如何強化技術引進和投資往高值化、國際化前進，是業者的事務。不可否認的，環境污染和工安問題仍是石化業發展的首要課題，除了硬體的技術和人力資本之強化外，「智慧資本」概念的實現更顯重要。

所謂的「智慧資本」，可以分爲三類（如圖 4.3 所示）：

- (一) 人力資本：指參與人員的數量以及其知識、技術、經驗與能力。
- (二) 結構資本：包含兩部份：①基礎結構資本：包括組織運作的流程、制度以及系統（如資料庫）等；②創新資本：是指科技計畫執行產生的智慧財產，如專利、著作、服務標章等。
- (三) 關係資本：指組織運作與外部的關係與網路，包括與產業界的技術移轉、授權、技術擴散等關係與互動、與居民的互動關係。

圖 4.3 智慧資本的架構



資料來源：吳惠林等人（2007），係修改自 Edvinsson & Malone（1997）。

人力資本的重要固不待言，組織資本也較受重視，但關係資本卻相對被輕忽，似乎在服務業才受重視，由王品董事長戴勝益在 2013 年大專畢業典禮上大聲呼籲專上畢業社會新鮮人要勤做關係可知一斑。不過，石化產業需大力充實關係資本，也應不遑多讓。台塑六輕的經驗可供參考。

## ■ 台塑六輕個案

《新新聞》1365 期（2013.05.02）第 56 頁這樣描述著：

「四月二十七日，是台塑進駐麥寮六輕之後，二十年來第一次舉辦的廠鄉聯誼，試圖化解跟鄉民的衝突。當台塑集團總裁王文淵、副總裁王瑞華與雲林縣長蘇治芬等人穿著長袍馬褂、循著古禮共同參與迎媽祖鑾駕進駐典禮時，原本早上傾盆大雨的天氣，突然在此時短暫放晴，似乎媽祖有保佑，給王文淵一個面子，也為這兩年緊繃的廠商關係，給了一個雨後天晴的交代，更讓悶了多年的台塑有一個喘氣的機會。

這是去年王文淵到合作廠商日本大金集團，考察他們辦了三十年的盂蘭盆節，得到的靈感和創意。過去大金工廠與該區鄉民衝突不斷，自從有這類敦親睦鄰的「廠鄉一家親」活動後，住民與大金相處變得融洽，王文淵就把這個觀念引進麥寮，從幫忙到街上掃地、輔導當地農民種植有機農作物，再到這次融入鄉土民情、幫麥寮拱範宮媽祖慶生，雖然從決定到活動成型，只有短短一周時間，卻有上萬人參加，還準備了五台遊覽車可讓鄉民參觀廠區，要鄉民親眼看、聞與聽，六輕到底有沒有造成汙染。」

據知，從 2008 年 10 月，經營之神王永慶過世後，台塑集團從強人領導變成集體決策，即所謂的「九人決策小組」，初期成績亮眼，但兩年前六輕頻頻出事。從 2010 年到 2011 年間共發生七起爆炸事件，讓附近居民人心惶惶而群起抗議。當時縣長蘇治芬甚至還率團北上，到行政院下跪陳情，抗議六輕造成環境汙染，導致農漁民損失，要求六輕進行總體檢。六輕因此被政府勒令停工兩、三個月，直到 2011 年第 4 季才全面復工。但復工後的台塑六輕，又遇到石化景氣大衰退，導致 2012 年獲利大衰退，少掉 1 千億元，其中南亞、台化、台塑化都賺不到 100 億元，獲利衰退 76%，創下六輕投產以來的次低水準，股利更是史上次低，其中台塑僅有 1.2 元，讓過去長期投資的壽險法人與個人投資者，紛紛拋台塑集團股票，用賣股來表達對台塑新經營團隊的疑慮。

在歷經兩年的波折後，內部組織已做了重大調整，將「工安」擺在第一位，由副總裁王瑞華親自督導、負責管轄，並將名為「環（保）安（全）衛（生）」部門改名為「安衛環」，不僅是避諱用台語諧音「番仔火」，也將「安全」擺在最前面。

工安事故也許就是台塑更符合國際標準的動力。這兩年，六輕花了約 200 億元來汰換管線、新建公共管架與增編巡檢人力等，還引進新加坡裕廊石化特區的管線保護技術，幫管線穿「管鞋」，以減緩管線侵蝕程度，另外也加強投資工安、空氣品質監測，同時還推動節水作業。九人小組接班以來，投資腳步似乎處處受阻。在台灣六輕擴建的投資，因為環評審查不斷被退件，導致投資延期，氣得王文淵在去年底的台塑運動會上，公開向前來捧場的副總統吳敦義抱怨，他們到德州投資 20 億美元擴建新廠，受到州政府的禮遇，想不到在自己的家台灣投資 200 億元，卻處處受到政府與環保單位的掣肘，導致產業出走。

即使到中國大陸投資，原本要在寧波投資 45 億美元的「大乙稀」計畫，卻意外被排除在中國浙江省的「十二五計畫」之外，僅保留規模較小的寧波廠，投資再度受阻。

不過，近來王文淵頻頻走訪中國海西，他日前也表明要邀請台灣二線石化廠共同投資古雷石化區，預計要耗資 3,900 億元。當前，他們最明朗的投資案，是爲了開發頁岩油而擴建的德州廠，以及越南的大煉鋼廠。而他們最關心的台灣與中國，都必須看雙方政府的臉色。

在王永慶時代，王永慶與王永在兄弟是創業家，他們能挽起袖子跟員工一起打拼，兩人一個嚴肅細膩，一個圓融外向，分工合作互補，對內可以跟員工打成一片，對外跟政商界又能溝通無礙，是難得的創業兄弟檔。而第二代的王文淵與王瑞華，從小在國外受教育，即使王文淵投身集團數十年，但他與王瑞華總給員工一種「距離感」，少了對員工的「溫情」，卻多了很多冰冷的管理制度。王文淵等九人小組，預計在 5~10 年後，慢慢交棒給專業經理人，讓經營權與所有權分開。這種集體領導模式，似乎也已漸漸走出自己的格局，讓台塑集團更加專業化與國際化。

負責安衛環監督工作的副總裁王瑞華接受訪問時表示，進行一連串組織改造與六輕修護工作，導入國際標準，跟國際接軌，把「安全」放第一位，除了聘請國際專家外，還請顧問訓練種子引導員，並找很多新加坡石化方面的包商，引進新的工法，用合作方式培訓本地包商，希望這些技術根留台灣，並與包商成爲工作夥伴，建立長期關心，而不是只有價錢關係，流動率較低，工作品質也比較好。

由台塑六輕多年來的演化過程，印證組織資本和關係資本的關鍵地位，由而引伸出智慧資本的強化，是石化產業國際化和高值化的根本。說到底，政府、業者、居民分工合作，決定社會環境資源的最有效率使用，並且得以永續發展，有賴於彼此間的「信任」，而人人具誠信，說真話、做真事、做真人，更是根本中的根本。

#### ■ 啓示

- (一) 政府角色轉換：由主導者轉爲創造公平公正安全環境，發揮「公信力」擔任合適裁判，讓球員們「真誠、真實地」表達真心話，營造「以誠信爲本」的理想社會。
- (二) 業者宜重視智慧資本，在人力資本、組織資本和關係資本上多多加強。

#### ■ 參考文獻

1. R. H. Coase 原著，陳坤銘、李華夏譯（1995），《廠商、市場與法律》，遠流出版公司。
2. 吳惠林（1993），〈最適自然資源使用量的決定〉，《經濟前瞻》第八卷第二期，中華經濟研究院。收錄於吳惠林（2005），《自由經濟大師神髓錄（增修版）》，第 25 章，遠流出版公司。
3. 吳惠林等（2007），《應用科技預算培育科技人才經濟收益分析－三蘭經驗之研究》，行政院國科會研究計畫報告，中華經濟研究院。

### 三、技術引進與投資對石化產業國際化與高值化的重要性(林猷治執行長/經濟部石化產業高值化推動辦公室)

#### ■ 我國石化產業現況及高值化之目標

- (一) 2012 年乙烯產能爲 400 萬公噸，全球第十一大規模，產值達到新台幣 1.82 兆元並占台灣總體製造業約 13%。
- (二) 供應人纖、紡織、塑膠製品、電子、汽車產業所需之大宗石化原材料爲主，整體石

化上中下游產值約達新台幣 4.35 兆元，為我國重要支柱產業。

(三) 與各國的國際石化廠商相比較，我國石化業整體之研發經費比例明顯偏低(< 0.5 %) (見圖 4.4)。

(四) 與國際石化廠商相較，我國石化上中下游產業附加價值率偏低 (見表 4.1)。

(五) 近年來我國石化產業所遭受之困境 (見圖 4.5)：

1.國際因素：

- (1)新興國家(中東、中國、東協、印度)大幅擴充產能。
- (2)美國頁岩氣及大陸煤化工產製化工原料擠壓現有大宗產品市場。
- (3)各國環保法規日益嚴格、建廠不易。
- (4)原油價格攀升，資源有限

2.國內因素：

- (1)環評審議不確定因素及民眾抗爭問題。
- (2)水、電、土地資源取得不易，二氧化碳排放量限制。
- (3)五輕關/遷廠議題及新三輕量產時程。

圖 4.4、2012 年 R&D 支出比率

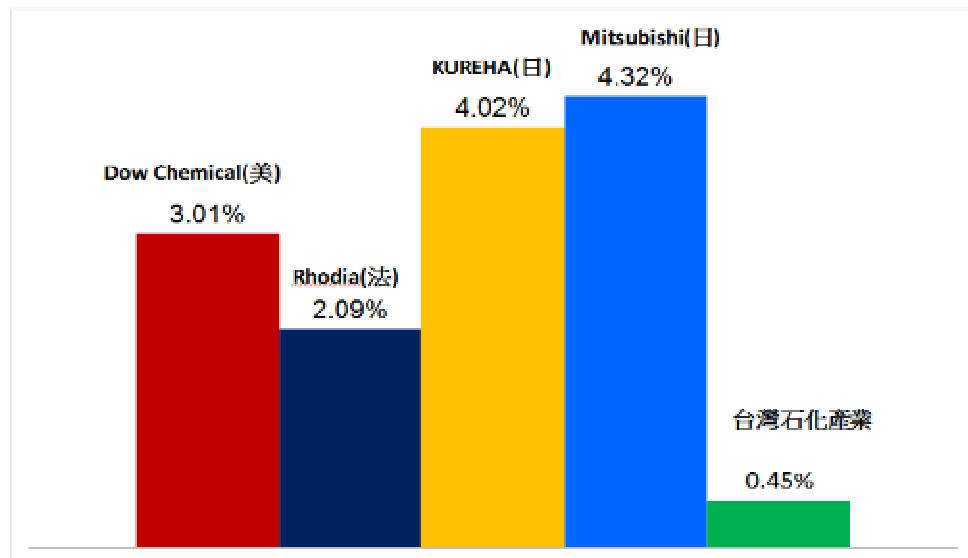


表 4.1、我國與國際大廠之石化產業附加價值率比較：  
2006~2011 年我國石化上中游產業平均附加價值為 16.1%。

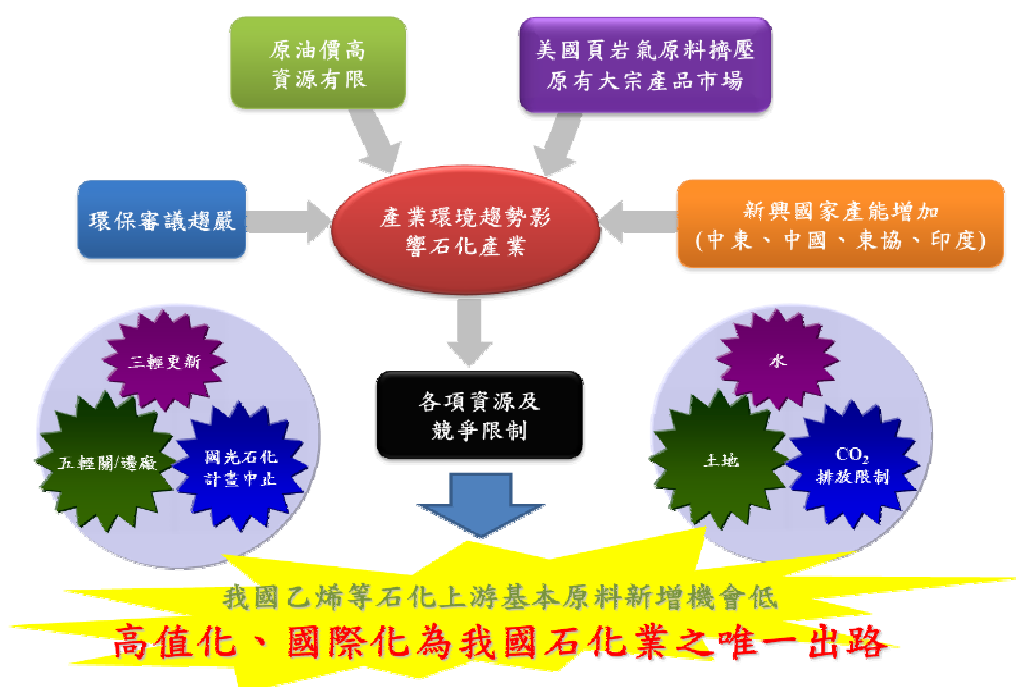
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
BASF(德)	30.1%	29.1%	25.6%	28.6%	30.3%	27.9%
Rhodia(法)	26.6%	27.3%	27.0%	29.1%	29.0%	25.6%

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
<b>石化上中游產業</b>						
石油化工原料業	15.8%	16.2%	9.5%	16.3%	13.7%	10.9%
合成樹脂及塑膠業	21.6%	22.7%	15.7%	19.8%	21.9%	20.5%
合成橡膠業	20.2%	22.1%	19.0%	22.8%	18.5%	21.6%
<b>小計</b>	<b>17.8%</b>	<b>18.4%</b>	<b>11.5%</b>	<b>17.5%</b>	<b>16.7%</b>	<b>14.4%</b>
<b>石化下游關聯產業</b>						
塑膠製品製造業	22.0%	22.4%	22.8%	27.9%	14.2%	23.5%
橡膠製品製造業	20.9%	24.5%	20.5%	32.2%	16.6%	20.2%
人造纖維製造業	13.8%	13.9%	11.4%	18.3%	11.0%	15.4%
<b>小計</b>	<b>17.6%</b>	<b>19%</b>	<b>17.1%</b>	<b>26.1%</b>	<b>13.9%</b>	<b>18.9%</b>

資料來源：工研院 IEK(2013/07)



圖 4.5、我國石化產業所遭受之困境。



## (六) 我國高值化發展願景與目標

### 1. 發展願景

- (1)使我國成為亞太地區高值化石化產品發展與運籌重鎮
- (2)確保石化產業及關聯產業競爭力，維持經濟與環境均衡發展

### 2. 發展目標

我國石化產業高值化之階段性目標：

- (1)2016 年達到石化產業平均研發投入比例大於 1%。
- (2)2020 年達到石化產業平均研發投入比例大於 2%。
- (3)發展附加價值率大於 30%之產品。
- (4)2020 年整體石化業產品平均附加價值率大於 20%。

### ■ 高值化技術來源：

#### (一) 我國產業技術現況說明

高附加價值的石化原料生產技術，大多被歐美日等先進國家石化大廠所掌握。因技術層次較高，我國廠商需投入大量之研發資源自行研發。但自行研發之投入風險高、成本大與具有不確定性，故技術引進為另一個取得技術之方法。

#### (二) 技術取得之策略：

- 研發
  - 自行研發
  - 合作研發
- 技術引進
  - 技術授權(含移轉)

- 專利互相授權
- 顧問技術指導
- 利用採購設備提供技術
- 併購(M&A)
- 合資(JV)

(三) 案例：

1. 台灣廠商近年技術引進項目(部份案例)：

台灣廠商	合作廠商	分類	產品項目
台塑	Kraton、Idemitsu	合資(授權)	HSBC、HHCR
中油	協和酵素、台橡	合資	INA、C5 derivatives
台橡	Dexco Polymer	併購	SIS、SBS
李長榮	Polimeri Europa	併購	SBS
長春	Sumitomo Chemical	併購	Cresol
東聯	Toagosei	授權	Ethylene Carbonate
奇美	Asahi Kasei	合資(授權)	non-phosgene PC

2. 奇美與日本旭化成的合作案例分析

奇美公司非光氣法聚碳酸酯製程(Non-Phosgene PC process)技術移轉沿革如下：

- ◆ 1998 年擬定技術移轉合約，技術人員赴日訓練
- ◆ 1999 年與日本旭化成公司合資成立旭美化成公司，共同驗證「非光氣法、無溶劑」環保新製程，生產聚碳酸酯(PC)
- ◆ 2002 年第一期建廠完成，開始生產聚碳酸酯(PC)，產能 6.5 萬噸/年
- ◆ 2006 年第二期建廠完成，產能 7.5 萬噸/年
- ◆ 2009 年為提升管理效率，合併子公司旭美化成股份有限公司

遭遇困難點：

- ◆ A 社製程僅在實驗工廠階段(Pilot plant)，投入鉅資、風險很高。
- ◆ 牽涉到上游公司的技術移轉合約(反應單體)，須付成品銷售權利金，又需保證單體提貨量，壓縮獲利空間
- ◆ 無法限制 A 社繼續授權，潛在進入者形成市場競爭壓力
- ◆ 雖屬綠色製程、先進工程塑膠技術，但無法獲得投資抵減或獎勵
- ◆ 指定使用日製設備，工程費用昂貴

奇美公司建議政府可協助事項：

- ◆ 給予投資抵減
- ◆ 減免營業稅
- ◆ 補助技術移轉授權金
- ◆ 提供授權談判協助(範例、法律諮詢)

3. 工業技術研究院材料與化工研究所(MCL)近年技術移轉件數與金額統計資料  
(見圖 4.6、圖 4.7)：

圖 4.6、MCL 近年技術移轉件數統計資料

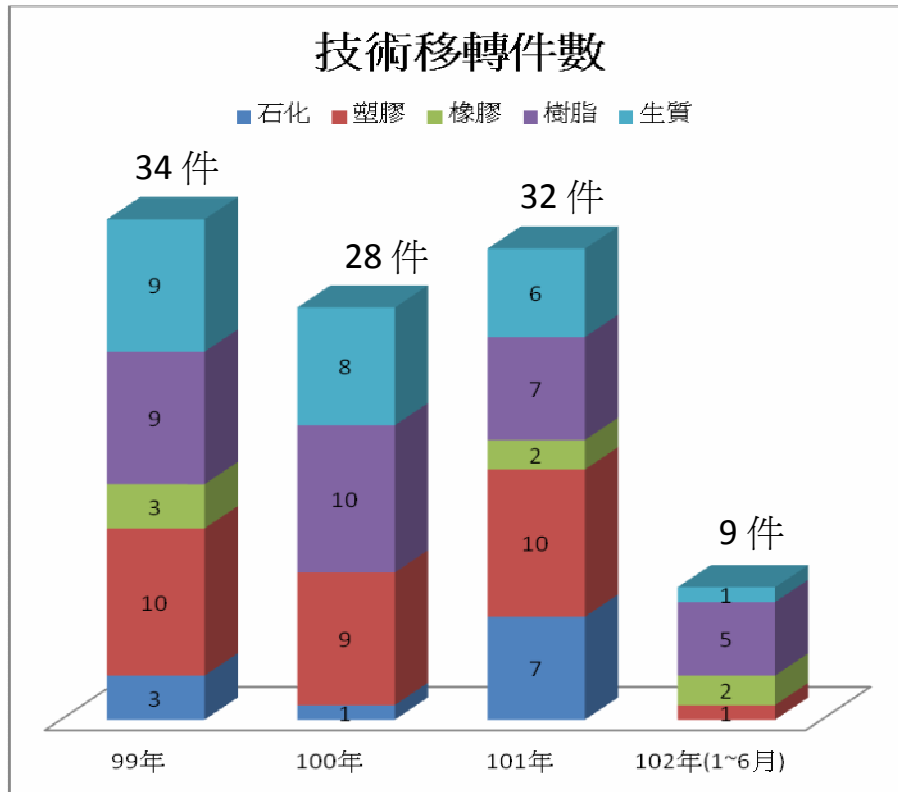
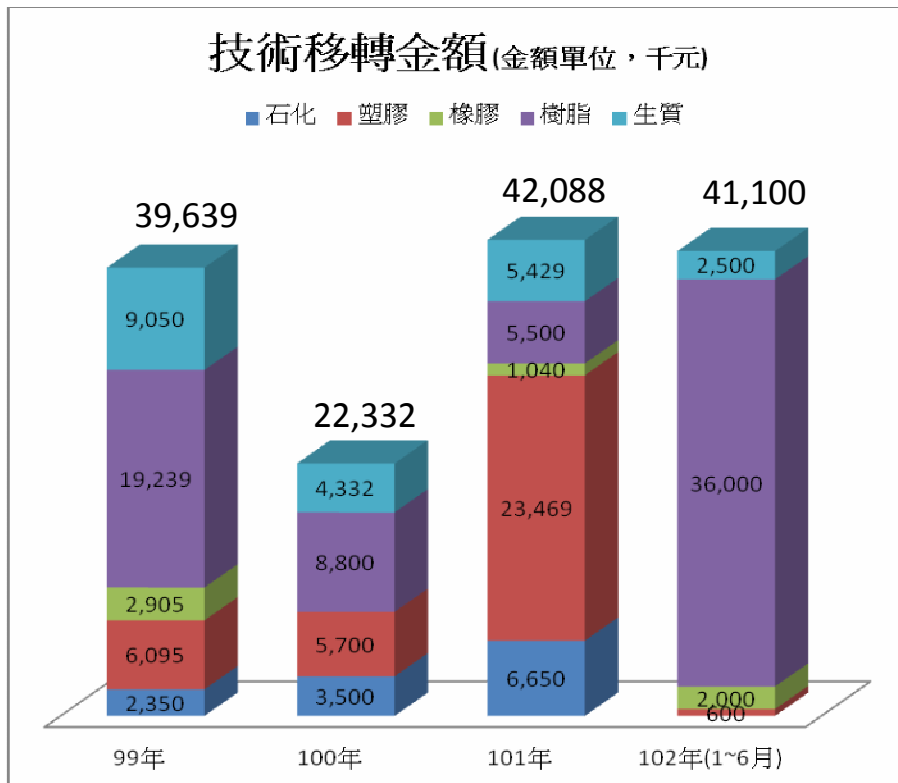


圖 4.7、MCL 近年技術移轉金額統計資料(金額單位：千元)



■ 補充說明：

- (一) 雖然技術引進不失為快速取得量產技術的方法，但仍然必須加強自我研發。自我研發除了可為公司開發技術外，也可由研發中了解技術重點及其困難點，藉此可在談判過程中有要求授權者降低授權費用之空間，不會被獅子大開口，更可以協助公司未來順利承接外來技術。另一方面，由於自己的實力，讓外商願意釋出技術而增加技術引進之機會。
- (二) 政府正考慮針對技術授權金，給予免繳 20 % 營利事業所得稅之優惠，此舉將有利於國內廠商降低成本，增加競爭力。

■ 致謝

- (一) 特別感謝奇美公司提供、分享非光氣法聚碳酸酯合作案例。
- (二) 特別感謝工業技術研究院材料與化工研究所(MCL)提供近年(99~102)技術移轉件數與金額統計資料。

**參、與談專家學者論述**

(詳附錄二「技術引進與投資對石化產業國際化與高值化之重要性座談會」會議紀要)

# 第五章 頁岩油氣對石化產業國際化 與高值化的影響與因應

## 壹、會議主持人綜合論述(林勝益副總經理/台灣中油公司)

### 一、國際頁岩氣開發現況

傳統的天然氣係蘊藏在封閉構造的砂岩或碳酸岩孔隙內，地層不深，開採困難度不高。與此大不相同，頁岩氣 (shale gas) 係蘊藏在頁岩類的泥巖、高碳泥岩、粉砂質岩等夾層內，地層深度達 3000 至 10000 英尺，地質結構屬低孔隙率、低滲透率的沉積岩。頁岩氣蘊藏量雖極為豐富，且早為世人所知，但在 1998 年前開採技術不成熟，成本居高不下，不符經濟效益。

George Mitchell 歷經二十餘年的努力，終於在 1998 年取得技術突破，合併使用水平鑽井 (horizontal drilling) 與水壓爆裂 (hydraulic fracturing) 將堅硬的頁岩石層衝裂，生產油氣。水壓爆裂使用的裂解液大致由水、細砂與化學藥劑調配製成，其中化學藥劑配方屬高為度機密資料，公開文獻曾報導化學藥劑係由無機物 (酸、氯化物、碳酸鈉/鉀等) 與有機物 (乙二醇、異丙醇、聚丙烯醯胺、戊二醛、檸檬酸、樹膠脂等) 適當調配，混合組成。

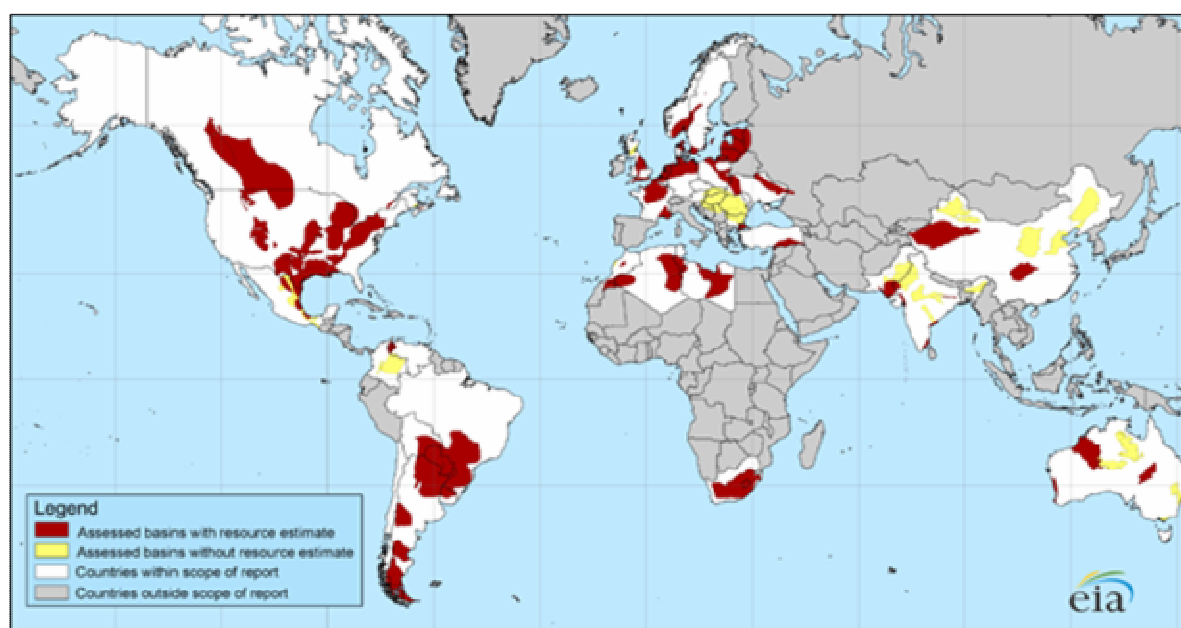
全球共 32 個國家具有頁岩氣沉積盆地，預估頁岩氣儲量達 456.23 兆立方公尺。如表 5.1 所列，圖 5.1 為全球頁岩氣蘊藏地區的示意圖。值得注意的是全球數個機構如 EIA、IEA、BP 等對頁岩氣可採資源量預估有相當大差異。

表 5.1 頁岩氣儲量預估

地區或國家	儲量 (兆立方公尺)	地區或國家	儲量 (兆立方公尺)
北美	108.79	中東與北非	72.15
南美	59.95	非洲撒哈拉地區	7.76
西歐	14.44	中亞與中國	99.90
中歐與東歐	1.10	其他太平洋經合組織	65.50
前蘇聯	17.75	亞太其他地區	8.89

資料來源：工研院經資中心 (2013-07)

圖 5.1 全球頁岩氣蘊藏地區



資料來源：U.S. Energy Information Administration(2011)

其次，頁岩氣為天然資源，蘊藏地區的地層深度、地形、地貌等對開採難易度影響極大，中國頁岩氣蘊藏區的地表多為山地，地質構造斷裂褶皺嚴重。相較於中國，美國頁岩氣蘊藏區地表平坦，開採較易。

頁岩氣的開採對環境的衝擊極大，如表 5.2 所示。然由於頁岩氣開採對美國能源、經濟與人員就業的巨大影響，已難以環保為理由影響該國頁岩氣的開採。國際能源總署（IEA）亦於 2012 年 5 月提出 Golden Rules，提供業者遵循，期能減少對開採地區環境的衝擊，降低居民與環保人士的疑慮。唯實施 Golden Rules 的內涵，預估將增加頁岩氣開採成本達 7%。

表 5.2： 頁岩氣的開採對環境的衝擊

項 目	對環境的衝擊
耗用水資源	每口井每次液裂需要 1~5 百萬加侖的水
化學添加劑	液裂需添加化學藥品(鹽酸、抗微生物、抗污劑)
引發地震	水平鑽井及液裂作業所引發的人為地震
溫室氣體逸散	鑽井及生產過程會有溫室氣體甲烷逸散
廢水處理	液裂後之廢水含高鹽分及放射性物質
汙染地下水	鑽井、液裂及生產過程若控制不當，恐汙染地下水

資料來源：台灣中油公司資料整理（2013）

全球目前僅美國擁有頁岩氣的開採技術，且已邁入實質生產階段。美國大量頁岩氣

的產出，復加上資本市場的人為炒作，使得美國地區天然氣售價約在 US\$3.5/mmBTU，遠低於東亞。

## 二、頁岩油氣開發對我國石化產業的影響

美國頁岩氣含有大量乙烷，表 3.8 列出美國數個地區頁岩氣的化學組成，此表顯示乙烷含量偏高的數個頁岩氣地區如一～四等，可先對取得的頁岩氣進行氣體分離以獲取乙烷，作為石化廠進料。

台塑企業透露，在美國地區以乙烷為進料生產乙烯的成本，僅為台灣地區以石油腦與製氣油為進料的三成五左右。這些資料說明美國大量頁岩氣的產出勢將衝擊現今全球能源、石化等產業。

低廉的生產成本造就美國與國際石化業近期在美國規劃新建或擴充原有乙烯廠，新建部份乙烯產能達 810-860 萬噸，如表 5.3 所示。擴充部份乙烯產能增加 54 萬噸，如表 5.4 所示。總增加產能為 864-914 萬噸。預期自 2018 年以後，過剩的乙烯將流向全球市場，特別是中南美和歐洲，此將大幅降低對東亞地區乙烯衍生物的需求。

尤有進者，當原油價格逐步上升，使用石油腦作為進料所生產的乙烯成本節節高漲，若受制於美國低廉頁岩氣生產的乙烯，價格無法提高，我國乙烯系石化產品在全球市場將無利潤可言。

表 5.3 近期在美國規畫新建乙烯廠

公 司	廠 址	產能 (萬噸/年)	預定時程	備註
ChevronPhillips	Ceder Bayou, TX	150	2017	US\$50 億，含兩座 PE 廠
ExxonMobil	Baytown, TX	150	2016	投入約 US\$50 億
Dow Chemical	Gulf Coast	230	2017	總產能含 Louisiana 與 Gulf Coast
Shell	US North East	100	2017	尋找地點
Sasol	Lake Charles, LA	100-150	2017	可行性研究，產能未定，投入 US\$35-45 億
Formosa	Point Comfort, TX	80	2016	投入 US\$17 億
合計		810-860		

資料來源：工研院 IEK 整理，C&EN 資料(2013-07)

表 5.4 美國現有廠商擴充乙烯廠

公 司	廠 址	產能 (萬噸/年)	預定時間	備註
Westlake	Lake Charles, LA	21	2012	
Ineos	Chocolate Bayou, TX	11.5	2013	
Williams	Getsmar, LA	11.5	2013	投入 US\$3.5-4 億
LyondellBasell	Cleanview, TX	10	2012	
合計		54		

資料來源：工研院 IEK 整理，C&EN 資料(2013-07)

我國石化產品內需市場狹小，銷售以全球為對象，美國亦是我國石化業終端產品主要銷售市場之一，對於美國頁岩氣的發展應保持密切關注並擬妥因應措施。表 3.10 列出數種進料對產品分佈的影響，該表顯示：以乙烷為原料生產大宗石化品僅能製取較多量的乙烯，美國地區因頁岩氣興建的乙烷裂解廠，將連帶造成美國地區丙烯、丁烯與芳香烴生產量的下滑。我國大宗石化原料的生產係以石油腦與製氣油為進料，表 3.10 顯示我國輕裂廠可取得較多的丙烯、丁二烯與芳香烴，此可作為我國發展大宗石化原料的參考。

### 三、國內石化業宜採取的因應策略

如前所述，頁岩氣缺乏高碳產品，美國開採頁岩氣對我國基礎石化原料的影響大致為：

C2：衝擊程度最高

C3：競爭壓力次高

C4：競爭壓力較小

芳香烴：競爭壓力較小

我國石化業者可採取的策略分為跟隨與差異化。在跟隨策略方面包括：

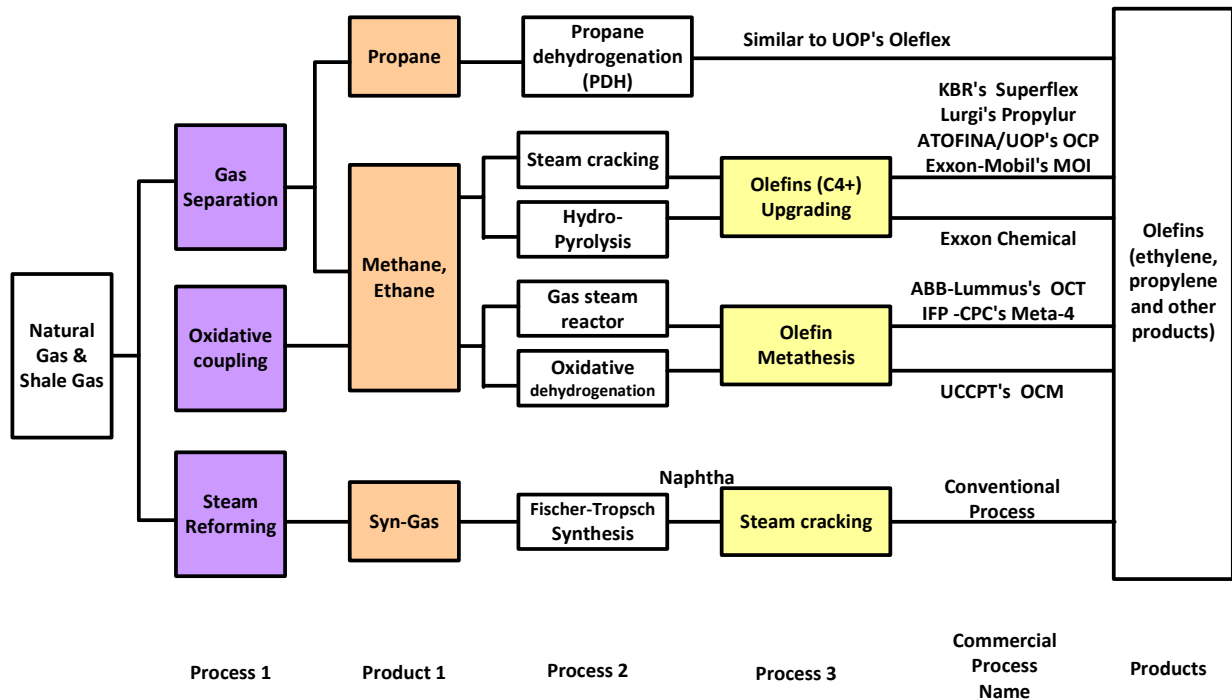
- (一) 赴當地進行探勘、氣田併購與生產；
- (二) 在當地建造石化裂解廠；
- (三) 利用當地大宗石化原料產製石化中間體。

在美國進行頁岩油氣探勘、氣田併購與生產方面，此屬長程規劃，國內業者如中油公司已有在美國經營礦區的實績，所成立的子公司 OPIC 即與美國 EP Energy、YUMA 等業者經營 9 個礦區，目前已依國內天然氣需求趨勢，評估此項可行性。

在美國建造石化裂解廠方面，圖 5.2 列出以頁岩氣為原料可製備的低碳烷烴及其相關製程，國內石化業者可積極評估在美國建造相關石化工廠的經濟效益。實績部份，台塑子公司 Formosa 擬投入 US\$17 億於德州 Point Comfort 建造 80 萬噸乙烯廠。



圖 5.2 天然氣與頁岩氣製備低碳烷烴相關製程



在利用當地大宗石化原料產製石化中間體方面，此為一短期內即可進行的措施，舉例而言，在美國買到便宜的乙烯，利用海運運輸至台灣使用，乙烯成本（含運費）約在 US\$850-950/噸，低於近期東亞乙烯價格的 US\$1000-1500/噸。依此，將使得國內產製的乙烯衍生物產品更具國際競爭力。

除美國之外，我國政府已開放石化中、下游可赴大陸投資，並積極透過 ECFA 平台評估開放石化上游（乙烯等石化基本原料）赴大陸投資的可行性。

在差異化策略方面，為增加乙烷裂解工廠所欠缺的高碳數烯烴（丙烯、丁二烯、芳香烴）產出，可行的方式如：

- (一) 利用現行的生產工廠，慎選進料與操作條件；
- (二) 開發丙烷與丁烷的脫氫技術（PDH、BDH）；
- (三) 合成氣與甲醇的轉化液體技術（GTP、GTL、MTO）；
- (四) 生產高值化石化產品亦是一極佳的差異化策略；
- (五) 發展高碳鏈產品。

我國石化產業高值化產品發展的方向初期應以：

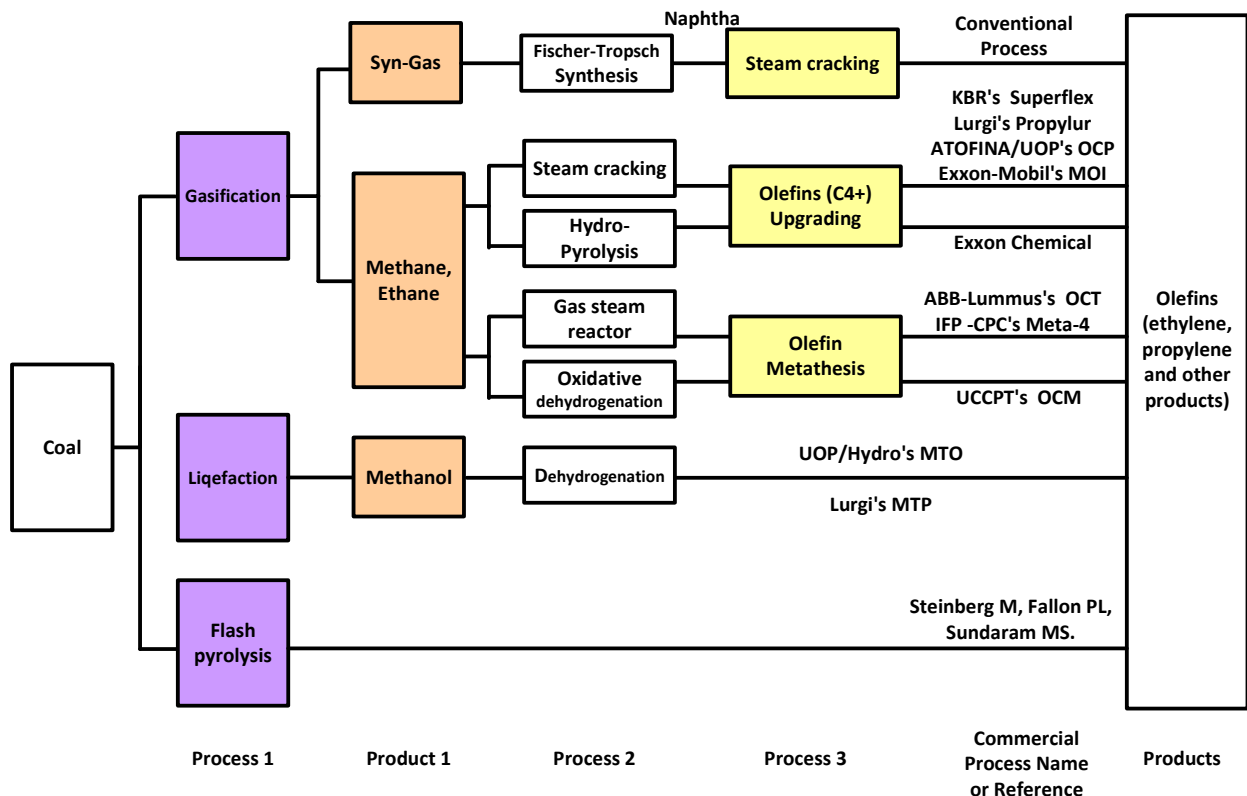
- (一) 利用國內既有產業優勢(電子、機械交通等)，發展高性能材料/特化品；
- (二) 與新興國家產品區隔，發展高品質/性能、符合環保趨勢的產品。

經濟部石化產業高值化推動小組，已研訂石化高值化藍圖，全力協助國內廠商發展關鍵性化學品或特用化學品。目前已篩選出 50 餘項產品，涵蓋化工原料、塑膠原料、合成樹脂原料及彈性體與橡膠原料等範疇。對於此 50 餘項產品亦將定期更新。其次，對於附加價值率達 30%以上，政府石化科專計畫自 103 年起將每年編列 NT\$6 億，補助業者進行試量產。投資抵減方面，石化業者的 R&D 支出無上限。

我國石化產業發展高附加價值產品為產業升級的必然趨勢，國內早期電子產品的原材料都是由日本掌控，現今宜加強這些材料的本土化。符合認證的石化高值化材料為機電產業採用的磐石，台灣由於產業的發展，缺乏如韓國 LG、Samsung 等超大企業，部門間就近相互支援與認證。工研院似可扮演國內跨產業間的協調與聯繫角色，強化跨產業的合作，如化工業與電子業間的材料認證。逆向工程的導入，可有效加速材料開發與認證效率。

中國是貧油（全球占比 1.39%）、少氣（全球占比 1.65%）與富煤（全球占比 13.3%）的地區，在頁岩氣開採的衝擊下，煤價格長期趨貶，預估煤價低於 US\$60/噸時，煤製烯烴的成本即降至 US\$700/噸，以煤為原料的化工產業變得具有競爭力。圖 5.3 列出以煤為原料製備低碳烷烴與其相關製程。台灣可將煤的應用作為一研究重點，開發關鍵技術及專利，兩岸合作共同解決污染問題，在大陸大量製造初級產品，台灣予以精緻化，共創雙贏。其次，煤的污染性與溫室效應高，如何透過先進技術捕捉二氧化碳，使純度達到再利用(例如製造醋酸等)或地底封存之標準，也是重要的研究課題。

圖 5.3 煤炭製備低碳烷烴相關製程



#### 四、結語

總體而言，頁岩氣發展亦將對台灣石化產業帶來很大的衝擊，台灣並無頁岩油氣，同時台灣四面臨海，任何一個地區的頁岩氣，均無法直接以管道輸送。

然由於石化產業為我國兆元產業之一，攸關經濟發展與國民就業甚巨。基於國際政經環境變遷及國內環保意識與資源限制，台灣石化產業已面臨極嚴苛的挑戰，需要政府與業者共同努力再造榮景。

政府已適時提出「質的提升在臺灣、量的擴充在海外」的石化產業發展政策。除此之外，政府亦宜着重塑造良好的石化產業發展環境，可進行的工作包括：

- (一) 疏通民眾非理性抗爭。
- (二) 提升環評的可信度，縮短流程。
- (三) 有效解決資源的限制（水、電、能源、土地等），如水資源的有效分配與利用、國土規劃等。
- (四) 與主要貿易國達成有利的關稅協議。
- (五) 提供適切的「質的提升在臺灣、量的擴充在海外」獎勵等措施。
- (六) 提供設廠所在地方政府的租稅回報誘因。
- (七) 提供投資者單一窗口服務。
- (八) 對於生產石化高值化產品的工業區，宜有適當名稱如「高值化產品科技園區」；
- (九) 人才的培育。

在人才的培育方面，尤應加重年輕學子繼續認同化工行業，可行之道如補助學界往製程方面做研究，培育相關專業學生，只要行業的前程不錯就會有學生加入，此將有效彌補產業研發人力不足及斷層的現象。

國內石化業者亦應：

- (一) 強化工安與環保，以建立企業優良形象；
- (二) 提升研發能量以強化自有技術。時間不足或能力未逮時，可採合作、引進或購併等方式；
- (三) 因應原料來源的劣勢，可採取跟隨與差異化的策略。

身為國營事業與國內石化業的龍頭，中油公司全力配合政府石化發展政策，戮力於

- (1). 研擬國光石化公司國內外投資替代方案。
- (2). 開發石化高值化新事業。
- (3) 成立綠能科技研究所與新材料試量產與驗證中心，期能加強研究發展，開發自主技術。

## 貳、引言人論觀點(依發言序)

### 一、頁岩氣對台灣石化產業之因應策略與作法(朱少華理事長/中國石油學會)

由於水平鑽探 (horizontal drill) 與液壓破裂 (hydraulic fracturing) 兩項技術的突破，使得美國頁岩氣(shale gas)的生產，有了突破性的發展，(美國 2006 年產量為 311 億 M3，而 2012 年產量增加為 1800 億 M3)。頁岩氣產量的增加，使得美國能源自主的能力大幅增加，預估在 2020 年美國將成為能源的淨出口國。

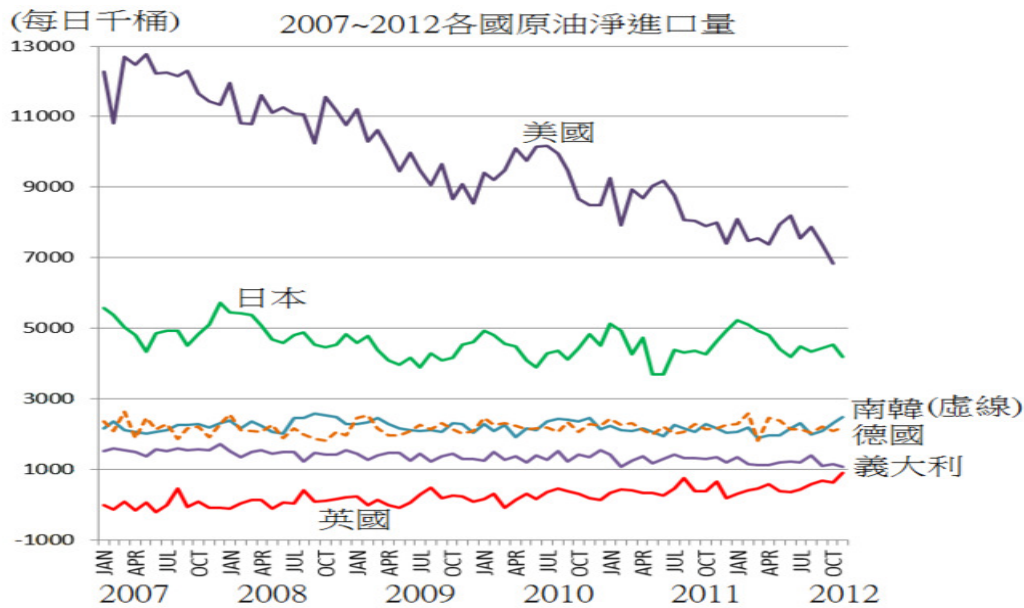
頁岩氣的主要成份為甲烷 (85%以上，其他為乙烷、丙烷)，屬於比較乾淨的能源，其燃燒後產生的 CO<sub>2</sub>，比用煤減少 40%，用油減少 20%，而其價格也從 2006 年大於 14 美元/mmbtu 降至 2012 年的小於 2 美元/mmbtu。在環保及成本的考慮下，美國將會大量減少煤的使用量(表 5.5)，以及減緩原油的進口量(圖 5.4)，轉為大量使用頁岩氣，造

成頁岩氣在美國能源的比重，將從目前的 24% ( 2013 )，增加至 49% ( 2035 年)。

表 5.5：美國新規劃的燃煤電廠比例大幅降低：

年	2011	2012	2013	2014	2015
%	19.03	18.31	2.42	0.68	0.49

圖 5.4 美國原油進口量逐年減少



頁岩氣的大量開發已成為世界能源的新曙光，如同蝴蝶效應般，勢將影響全世界的能源、石化、經濟、政治、外交等。特別是美國以及富產頁岩氣的國家，均將面臨一個巨大的變革，未來可以預估的變化，包括；

■ 就全球市場經濟而言：

- (一) 來自頁岩氣的天然氣，產量充沛、價格便宜、用量大增。
- (二) 煤將嚴重滯銷，煤價下跌。
- (三) 美國原油進口減少，原油產能過剩，世界原油價格將下跌或持平。
- (四) 美國 LNG 將開放出口，LNG 與原油掛鉤的價格公式，將無法維持。
- (五) 石化工業改用頁岩氣為原料，石化工業向美國或富產頁岩氣的地區集中。
- (六) 全球烯烴產量大增、烯烴類石化中下游產品的價格將下跌。
- (七) 全球芳烴產量相對不足，芳烴類石化中下游產品價格將上揚。
- (八) 輕油裂解與汽電共生廠的利潤將下降。
- (九) 原油產品；汽、柴、航、燃等，產量過剩，價格將下跌，煉油廠的獲利空間 ( margins) 被壓縮。
- (十) 石化工業將持續發展，但煉化一體的投資，面臨嚴重的成本的考驗。

### ■ 就美國整體經濟而言：

- (一) 由於原料與能源價格低，美國將重新工業化、工業產品增加、GDP 增加、外匯損失減少，失業率降低，整體經濟趨向成長。
- (二) 同時由於原油進口減少，能源自給自足，對中東及 OPEC 產油國依賴度降低，對中東事務興趣降低，可能會減少或不再介入中東地緣政治紛爭。

### ■ 就中國大陸而言：

- (一) 由於技術短缺，短期內頁岩氣不會在大陸蓬勃發展。
- (二) 中國大陸是貧油 (1.39%)、少氣 (1.65%)、富煤 (13.3%) 的地區，不宜發展以油、氣為基礎的能源及石化工業。(全球蘊藏量)
- (三) 大陸的石化原料將持續短缺，自足率：乙炔 由 48% 增加至 64%，丙烯由 63% 增加至 77%。

但是匯豐銀行指出：

中國石化產品的需求成長率為煉製產品的兩倍，所以純粹為了滿足石化產品需求，而投資興建煉油廠，非但不經濟、更會導致石油產品的嚴重過剩。

- (四) 由於未來煉製油品過剩，及油品與原油間的差價(margins)不足，煉化一體的投資將不具吸引力。
- (五) 由於全球煤價趨貶，大陸的煤將面臨滯銷或停產，煤礦工業面臨艱困局面。
- (六) 當煤價達到 60USD/ T, 煤製烯烴成本降為 700 USD/T, 煤化工產業相對具有競爭力。

### ■ 就東南亞地區而言：

2015 年東協正式成立，成為新的自由經濟貿易體，其現有經濟規模為：

人口：6.01 億，GDP：1.8 兆美金，人均所得：2,995 USD.，購買力 GDP：3.084 兆，個人消費 GDP：5,131 USD。

東協的成立將成為一個新興的潛力市場，如果中、日、韓，相繼加入其範圍，將對全球貿易形成一個新的局面。

### ■ 台灣石化產業的因應策略與作法：

總體而言，頁岩氣的發展對台灣石化產業，弊多於利，因為台灣缺乏油氣資源，新的非傳統的頁岩氣、頁岩油，亦付之闕如，同時台灣四面臨海，任何一個地區的頁岩氣，我們均無法享用。當別人能源價格，因頁岩氣的投入而逐步降低的時候，台灣仍然必須忍受昂貴的原油或 LNG 的能源，這將直接影響我們的生產成本，降低我們石化產品的競爭力。

### ■ 政府的因應策略與作法：

- (一) 全面開放石化業上、中下游，赴海外油氣資源豐富，或具市場潛力地區投資，包括中國大陸、東南亞、北美等地區。
- (二) 持續推動「量擴充在海外、質的提升在國內」的石化政策。
- (三) 鼓勵石化高質化產品的研發工作。
- (四) 協助業者，從研發、試量產、生產及認證的一系列工作。

- (五)擴大產、研、學合作，形成目標一致的研發團隊。
- (六)開發深層地熱發電及水合冰的新能源開發。
- (七)規畫石化高值化產業園區，並主動協助解決，供水、環評、土地等問題。

#### ■ 中油公司的因應策略與作法：

- (一)透過購併與合作探勘，進入油、氣、煤層氣、油砂，頁岩氣等資源蘊藏豐富地區，積極擴大上游油氣資源的取得。
- (二)結合民間資金，推動海外主權基金，以非公營的方式，加快、加速油氣購併的作業流程。
- (三)加速民營化，減少外力干擾及政策負擔，提高經營效率。
- (四)整合煉製模式，改變進料或進口部份原料，推動以生產石化高值化為目標的生產模式。
- (五)煉油精緻化，生產高價值或環保油型的石化品。

#### ■ 石化業的因應策略與作法：

- (一)有效的節約能源與提高製程效率
- (二)推動以台灣或熟悉市場須求為導向的石化高值化產品，積極投入研發工作
- (三)在頁岩氣豐富地區，投資 steam cracker，生產 Olefine 及其衍生物。
- (四)進口取得 Condensate or Naphtha

## 二、國際頁岩油氣之供需現況與未來發展(曾繁銘組長/IEK 產業經濟趨勢研究中心)

2012 年 4 月國際化工期刊 Chemical Week 和 ICIS 同時刊載多家美國業者以頁岩氣作為進料興建新乙烯裂解廠的訊息，美國 TIME 雜誌把這個現象稱為美國石化業 U 型反轉，對全球石化業界投下一顆震撼彈。

頁岩氣是古代生物存於地下之資源，長期以來各國都無足夠技術大量開採，因此直到 2008 年以前業界都還不看好美國頁岩氣的發展，但是美國石化業出乎意料的，在 2012 年公布大量新建裂解廠，將全球石化業帶入新的競爭世紀。

如果說 2000 年以來中東石化業主導全球石化業供給端的成長，中國大陸則扮演全球需求成長動力，未來在美國頁岩氣興建裂解廠趨勢下，全球石化業的供需勢必產生劇烈變化，在這個浪潮中，石化產業的變動趨勢，以及我國業者如何因應這個情勢的策略，是本報告探討的重點。

### ■ 頁岩氣蘊藏和開發現況

有關地質、油礦、油頁岩、採礦等礦產相關名詞，都是石化和煉油工業的上游，對於化工業者是相當陌生的，近年發展迅速的頁岩氣給化工業、能源業者帶來新的嘗試和經驗。因為頁岩氣除了提供豐富的、較清潔的能源外，頁岩氣中富含的乙烷、丙烷成為重要的石化進料，更造成石化業的輕質進料的風潮。

#### (一) 頁岩氣的說明

過去天然氣主要產地在中東，美國最近開採的頁岩氣成分和天然氣相近，有的地區頁岩氣甲烷含量 95%以上，乙烷、丙烷的含量少，作為石化原料的價值低，但美國德

州、路易斯安那州有許多頁岩氣中乙烷丙烷含量在 10-20%以上，可以進一步分離，作石化產品的進料，帶來美國石化業的新機會。

頁岩氣是存在頁岩中的非常規天然氣，通常存在於暗色泥頁岩或高碳泥頁岩中，頁岩氣是主體上以吸附或游離狀態存在於泥巖、高碳泥岩、頁岩及粉砂質岩類夾層中的天然氣。由於頁岩氣存在於地下 3000 至 10,000 呎深地層下，而且分散在岩層中，限於開採難度高、技術發展慢，因此頁岩氣 直到 2007 年以來才大量商業化開採。

## (二) 全球各地區頁岩氣儲存量

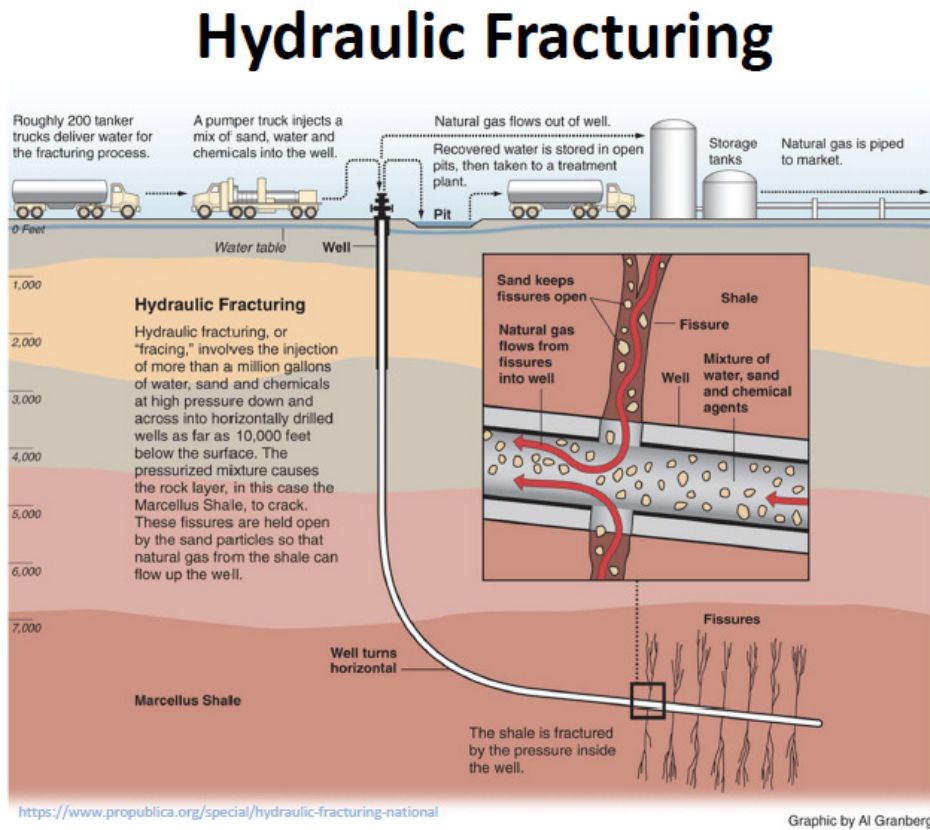
鑒於頁岩氣分散在不同地層岩礦中，其可開採的儲量也因技術的限制而有相當差異，因此地質學家對於頁岩氣的儲存量估計差異很大，本計畫估計全球已知的頁岩氣存量 460 兆立方公尺(參考 US EIA2011 年公布資料，見圖 5.1、表 5.1)，分布在美國、中國、中東等處，約為全球 conventional 天然氣儲量(180 兆立方公尺)的 2.55 倍，其中為美國的頁岩氣存量 108.79 兆立方公尺，為全球最大蘊藏地區，加上美國擁有先進的開採技術，使其成為最主要的生產國。

## (三) 頁岩氣開採技術

全球美國以外有 32 個國家具有頁岩氣沉積盆地，但是目前只有美國擁有頁岩氣的開發技術，而且頁岩層地質構造和運送管路以美國最具開發價值，其餘國家都尚在發展中。

美國的頁岩氣開採技術利用水力壓裂、水平鑽井、垂直鑽井、影像傳輸技術，頁岩氣開發才具備商業開發價值。美國 2006 年起大量使用水力壓裂法採鑽，稱為 hydraulic fracturing 開採頁岩氣(見圖 5.5)，即利用水壓、化學物質、細沙打入頁岩中，將散佈在地下頁岩隙中的天然氣通過水平管道採集出來，解決了垂直管道覆蓋面不足、無法將散佈於各個結構中的氣體一併採出的技術難關。使美國頁岩氣開發進入了規模增長期，產量在近年也出現了快速成長。

圖 5.5 頁岩氣開採技術圖



資料來源： 網路資料 [www.propublica.org/special/hydraulic-fracturing](http://www.propublica.org/special/hydraulic-fracturing) (2012/06)

#### (四) 頁岩氣開採風險

在開採頁岩氣 的過程中對於環境也產生相當的風險，事實上開採頁岩氣需要大量的水、化學物質、細沙打入頁岩中，再將頁岩氣開採出來，環保界和居民對於這個開採過程已經提出相當的爭議：

1. 消耗大量的水，目前一個垂直的 hydraulic fracturing 井需要打入 1,000,000 gal 的水，因此水的來源和處理成爲議題。
2. 頁岩氣 鑿井穿過地下水層，打入化學品可能污染飲用水的疑慮。
3. 岩層破裂可能造成人爲地震的疑慮。

技術創新最大的敵人是風險，而技術創新的最大效益建立在風險有效掌控，因此參與頁岩氣各大公司正積極研發降低開採所產生的風險技術。

#### ■ 國際大廠利用頁岩氣興建乙烯裂解廠

頁岩氣的成功開採後，美國天然氣價格由 4-6 美元/百萬 BTU 下跌到 3 美元/百萬 BTU，因此美國天然氣價格低廉，帶動石化產業的成長，因爲以低廉價格的頁岩氣爲進料，原料成本低成爲美國石化業景氣反轉的有利因素。

由表 5.3 預計 2016-2017 年間美國 ExxonMobil、ChevronPhillips、Dow Chemical、Shell、Sasol、Formosa 等 7 家公司預計擴充 850 萬噸乙烯產能，加上的聚乙烯、聚丙烯



投資預計美國石化業的投資額在 300 億美金以上。

目前規劃的乙烯裂解廠除了 SHELL 在在東北部(Marcellus 頁岩氣礦)，其餘主要在德州、路易斯安納州的墨西哥灣區，主要利用美國天然氣管線，將天然氣輸送到裂解廠當進料，由於美國的天然氣價格低於 3 美元/百萬 BTU，估計生產的乙烯成本將和中東石化廠的成本相近，而美國廠商的技術先進，因此頁岩氣 帶動美國石化廠商的 U 型復甦。

事實上，在 2012 年以前美國石化業已經規劃了 43 萬噸擴充產能，由表 5.4 預計 2012-2013 年間美國 Westlake、Ineos、Williams、LyondellBasell 四家公司擴充 43 萬噸乙烯產能。

其他尚有 Occidental、Indorama Chemical、SABIC、SASOL、Braskem、Aither Chemiclas 等公司宣布進行規畫新建乙烯裂解廠。可以說美國石化業在頁岩氣的成功開採後有了新氣象，因此 ICIS 在今年 4 月宣稱頁岩氣的成功開採造成美國石化業景氣 U 型反彈。

由於美國利用低廉頁岩氣進料，預計將對於全球 C2(主要衝擊)、C3 產生競爭壓力，而 C4、C5、苯環系列產品的競爭壓力則下降。

#### ■ 國際大廠對於美國以頁岩氣新建乙烯裂解廠的因應策略

由於美國頁岩氣產量豐富，美國 2007 年頁岩氣開採技術突破後，首先應用於能源領域，除了提供製造業低價的能源，部分的頁岩氣含有高比例的化學原料(乙烷、丙烷、丁烷)成分，廉價的原料更被石化業用於新建新石化廠進料。

全球石化業除了積極參與以頁岩氣為進料建裂解廠外，由於頁岩氣帶來的新商機，以及可能對原有產業造成相當的衝擊，因此各國廠商都密切注意產業發展，部分領導廠商也提出相當多的策略，整理如下：

- (一) 利用頁岩氣建新乙烯廠，美國 ExxonMobil、ChevronPhillips、Dow Chemical、Shell、Sasol、Formosa 等 7 家公司規劃新計畫，預計興建 850 萬噸乙烯產能，(見表一的石化業者名單)。除了這些已經進入設廠之廠商外，韓國 Hanwha Chemical, 泰國 Indorama Ventures and PTT Chemical, 沙地阿拉伯 SABIC、巴西 Braskem 都在評估在美國興建新乙烯廠。
- (二) 利用美國低價乙烷運回歐洲生產乙烯:Ineos 向 Range Resources-Appalachia 購買乙烷氣，預計每天購買 70,000bbl/day 乙烷和丙烷，運回英國 (Grangmouth) 和挪威 (Rafnes) 生產乙烯、丙烯。本來業者擔心乙烷的海運困難，但是目前 Ineos 已經和丹麥 Evergas 船運公司簽約，由賓州運頁岩氣到歐洲的石化廠。
- (三) 投入頁岩氣政策、技術開發研究，美國能源部(DOE)、能源資訊局(EIA)，各國研究機構紛紛投入頁岩氣政策和技術開發研究，GE 於 2013 年 4 月宣布成立研發中心，開發頁岩氣設備和開採技術。
- (四) 與現有已公布新建生產乙烯、丙烯之廠商合作:各國中下游廠商正積極與美國上游廠商合作談判，購買低價之乙烯、丙烯作為原料，生產下游產品，但多數的談判資訊並未公布，目前已經公布的資訊為：
  1. 日本 Idemitsu、Mitsui 和 DOW 簽約取得 DOW 的原料生產 linear alpha olefins (LAO)，由於 Idemitsu、Mitsui 擁有 LAO 的生產技術和市場，在取得便宜原料後，

將大幅增進其競爭力。

2. 科威特 MEGlobal 正與 DOW 簽約，以 DOW 的乙烯生產 EO/EG，由於乙烷的運輸成本高，MEGlobal 預計在美國生產 EG 後，再運送至亞洲或其他市場。

## ■ 結論和建議

- (一)美國頁岩氣的成功開採後，天然氣價格跌到 3 美元/百萬 BTU，因此美國天然氣價格低廉，帶動石化產業的成長，預計將有 1,000 萬噸新乙烯裂解廠興建，成為美國石化業景氣 U 型反彈。
- (二)由於以頁岩氣為進料的 cracker 興建需要穩定的料源、輸送管線和設備、下游產品之規劃，目前多數廠商進行可行性評估，由於料源掌握和環境風險考量費時，因此預計多數新建石化廠完工之時程，將在 5 年(2017 年)以後逐漸完工。
- (三)預期在 2017 年起頁岩氣美國石化業將對全球石化業產生很大的衝擊
  1. 美國廠商利用頁岩氣加速興建新乙烯產能預計 1000 萬噸
  2. 美國石化原料業復甦，生產中間產品和原料，有助於製造業回美國的風潮
  3. 頁岩氣廠的低廉原料競爭下，乙烯和乙炔的衍生物價格降低下，其在大宗民生應用量將增加，但是以 naphtha 為進料的我國廠商將受到很大衝擊
  4. 全球以 naphtha 為原料之進料必將減少，因此未來 C4、C5、苯環衍生物產品產量和比例將減少，價格上升下其應用端將會往高值化產品開發，因此石化高值化將是更為重要。
  5. 在天然氣價格偏低下，C1 化學品的衍生物研發和應用，可能成為各大廠商研究的重點。
- (四)參考日本、韓國、歐洲廠商在頁岩氣風潮下因應策略，建議我國業者可研議: (1)參與頁岩氣供應鏈生產石化原料，(2)購買低廉乙烷丙烷，運回國內作為調整進料比例，(3)與頁岩氣進料上游廠合作，購買乙烯、丙烯等原料，生產中下游產品 (4)研究頁岩氣的產業政策和技術。
- (五)因應美國頁岩氣帶動石化產業的新一波成長趨勢，以及未來在中國、中東、南美洲等新頁岩氣為進料之乙烯裂解廠，將造成 C1、C2 等大宗石化產品競爭態勢將大轉變，建議我國廠商就設廠地點、產品線種類、產品高值化等策略及早規劃因應，才能在下一波競爭中勝出。

## 三、頁岩氣時代研發部門因應對策(陳誠亮教授/台灣大學化工系)

製備乙烯和丙烯的傳統方法是採用輕油(石腦油、輕柴油)裂解程序。近年來，美國大量新建以頁岩氣為原料之乙烯產能，裂解生產乙烯和丙烯類低碳烯烴，成本僅需傳統製程的一半。面對新產能、新技術的威脅，預期未來乙烯、丙烯和其下游大宗石化品利潤空間將更加微薄。本文將分析檢討以甲烷、乙烷或煤炭為原料之低碳烯烴製備技術，探尋高效節能製程技術，並對頁岩氣的開採對石化產業所造成的可能衝擊，提出研發努力方向。

水力裂解技術 (hydraulic fracturing; 簡稱 fracking) 在 1998 年有重大突破，使吾人能從深達 1300 米地底下的「頁岩層」中，透過水平式裂解技術，粉碎頁岩，再從岩層

縫中，成功開採出頁岩天然氣，並連帶開採出頁岩油。頁岩氣體成分以甲烷為主，濕頁岩氣並含有約 10%至 20%的乙烷、丙烷、丁烷等，可經過裂解轉換成爲乙烯等石化上游原料。目前美國有 12 家新建石化廠規劃利用頁岩氣生產 1,000 萬噸乙烯，同時，使用低成本乙烷做進料的中東熱裂解裝置數量也將持續增加，恐將嚴重威脅我國石化工業的發展，產官學研應全力以赴共謀突破對策。本文稍後擬透過盤點天然氣與頁岩氣製備低碳烷烴的不同技術及商業運轉相關程序(如圖 5.2 所示)的方式，尋求後續研發努力空間。

除了以頁岩氣、天然氣爲原料，煤炭也是一種可以作爲生產乙烯、丙烯的重要原料。煤炭的儲存方式相對容易許多，未來的煤炭價格應相對平穩，其來源也比較有彈性，因此，以煤炭爲原料生產低碳烯烴的可能性仍不容忽視。以中國爲例，是一個典型富煤、貧油、少氣的國家，近年來也很重視以煤化工產品替代石油化工產品。煤炭製備烯烴技術是以煤炭爲原料，經煤氣化、製備甲烷、甲醇製備烯烴與熱裂解等製程。煤炭要轉化爲烯烴的化學過程主要包含煤炭氣化生成合成氣，然後合成甲醇，最後在催化劑的作用下生成烯烴，如圖 5.3 所示，完整的製程開發及相關技術均有待投入更多研發資源。不過，使用煤炭將相對大幅增加二氧化碳排放量，因此，如何透過先進技術捕捉二氧化碳，使純度達到再利用(例如製造醋酸)或地底封存之標準，也是重要的研究課題。

面對艱鉅的挑戰，台灣石化工業界並無法迴避，期能透過產官學研共同努力尋求技術突破，再創台灣石化業的春天。

### **參、與談專家學者論述**

(詳附錄三「頁岩油氣對石化產業國際化與高值化之影響與因應」會議紀要)