

灰姑娘的華麗轉身—— 石化品高值利用

王逸萍

隨著人類生活需求的改變，
綠色環境的期許及全球產業的變動與競爭加劇，
傳統的石化產業必須如同灰姑娘般進行一次次的變裝以提升其價值。

對很多人來說，所謂的煉油及石化產業就是個傳統的工業。眼睛所及的是工場裡一個個大型的反應器，連接著密密麻麻的管線，還有直聳天際的煙囪及占地廣闊的油槽。也許知道這些設備可以讓黑黑的原油經過一連串的加工製程生產出石化原料，但對於可以生產出哪些原料，這些原料又可以做些什麼可能並不很清楚。

其實這些生產出來的石化原料可以進一步加工成為和我們的生活息息相關的日常用品，不論是從穿的衣服使用合成纖維、裝飲料的寶特瓶、汽車輪胎使用的橡膠、平常生活一定會用到的塑膠袋或清潔劑，甚至是現今流行的科技產品如穿戴科技智慧衣著纖維、風力發電葉片、高端汽車工業等之中都看得到石化材料的應用。這些石化工業衍生的材料已經深入人們現在的生活，而且很難抽離。

雖然這些石化原料已經廣泛應用在生活中，但隨著生活需求的改變，綠色環境的期許及全球產業的變動與競爭加劇，傳統的石化產業必須如同灰姑娘般進行一次次的變裝以提升其價值。然而，對於一個已經運行近 50 年的傳統產業來說，要能透過創新變身產製更高價值的產品是件高挑戰性的工作，就如同遊戲闖關一般，要有一定的策略才能達標。



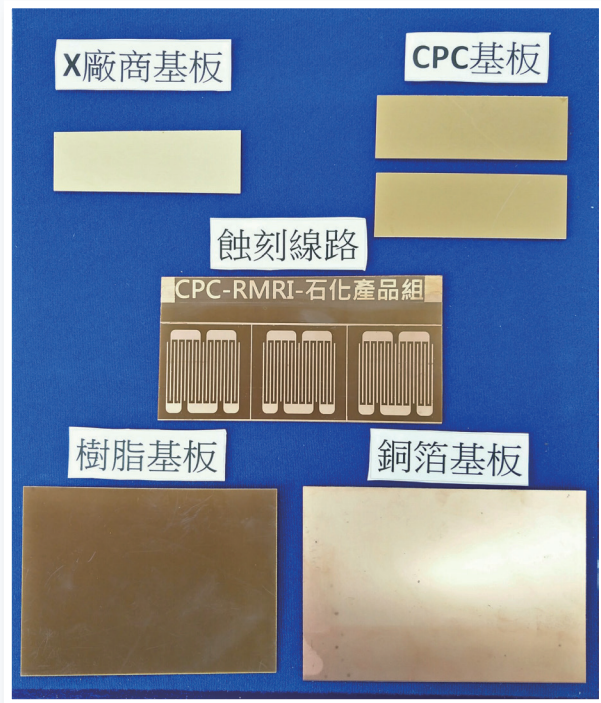
圖片來源：種子發

長期以來，中油公司一直被定位在傳統的煉化產業，肩負國內所需油品及石化原料穩定供應的責任。為了能夠成功轉向跨入新領域，採行的策略是有效強化自有資源與技術，並與外界需求連結，透過策略聯盟擴展應用。接下來就以 3 個案例說明中油公司在石化品高值利用上的研發策略與成長蛻變。

自有原料高值利用

隨著產業環境的變動，煉化產業競爭增加，如何經由創新研發為公司開啟新事業，是企業永續經營非常重要的議題。為達到這樣的目標，採行的第一個研發策略是基於擁有發展石化業下游產業的原料優勢，把原本低價的石化原料做高值利用，進行新產品與關鍵材料的開發，為公司獲取更大的利益。其中把重質油料進一步加工成電動車電極材料，以及從輕裂油料中取出 C5 成分進一步利用，是把低價原料高值利用最典型的案例。本文就針對 C5 油料的高值利用進一步說明。

原油是個組成複雜的物質，由不同的碳氫化合物組成，透過分餾加工可分離出不同碳數的成分，如煤油、苯、汽油、石蠟、瀝青等。其中 C5 餾分主要是石油烴類高溫裂解產製乙烯過程的副產品，其含有 4 個碳原子至 6 個碳原子的烷烴、烯烴、環烯烴、環雙烯烴、炔烴等三十多個組分。在這些組分中所含的烯烴、二烯烴類等活性組分，由於特殊的分子結構，化學性質活潑，是聚合物及化學品非常好的原料。



高頻基板材料

這些有用的化工原料可以用來生產異戊橡膠、特種橡膠、石油樹脂、農藥、香料、固化劑、阻燃劑、醫藥等多種高附加價值的化工產品，對社會經濟發展有很大的助益。只是以往這些 C5 原料並未被充分利用，多當成輕油裂解的副產品，跟其他油種一起以燃料油的形式低價處理，相當可惜。

為了讓這些高價值的成分可以更有效地利用，台塑公司已建置工場進行提純的工作，把 C5 餾分中的重要原料如雙環戊二烯、間戊二烯分離出來，中油公司也正進行從輕裂油料中提純高純度雙環戊二烯原料

原油是個組成複雜的物質，由不同的碳氫化合物組成，
透過分餾加工可分離出不同碳數的成分，如煤油、苯、汽油、石蠟、瀝青等。

很難想像看起來黑黑黏黏的油料竟然可以跟高科技搭上邊。

的產線規劃與設備建置。雙環戊二烯成分的提純是件值得投入的工作，未來相關材料也可由國內自行供應。

有了好的原料，接下來要考量的是怎麼利用。雙環戊二烯可用來生產石油樹脂、不飽和聚酯樹脂，也可以作為風力葉片及汽車零組件，在這裡要介紹的是高頻基板的開發應用。

印刷電路板是國內的重要產業，由工研院 IEK 的資料可得知，台灣印刷電路板產業市占率、產值及成長都居全球第一，104 年海內外產值達 5,500 億元新台幣，預估 109 年台灣 PCB 產值上看 1.15 兆新台幣。台灣印刷電路板產業之所以能在國際市場擁有強大的競爭優勢，主要原因在於我國印刷電路板產業上下游的結構相當完整。不過，相對於擁有銅箔基板及印刷電路板製造能力上的優勢，台灣在高階基板產業鏈中的上游材料供應則處於弱勢，須自國外進口。這對國內材料廠商來說，是很好的投資機會，也是值得努力的方向。

近年來，隨著雲端、4G 通訊、物聯網等新應用的發展，電子產品在市場上的走向除了滿足輕薄短小、高密度配線、高電氣特性的功能外，還要開發新材料與新製程以因應高速傳輸與運算的需求。由於現有電路板的材料無法因應高速傳輸的需求，在傳輸過程中可能會有訊號的損失，導致危害風險，因此必須尋找低介電係數的材料取代。

目前全球材料與印刷電路板大廠都紛紛布局高頻基板的製程與原材料的掌控，中油公司也因應這股潮流，投入高頻基板材料的開發。透過與學界及法人研發單位的合作，目前已成功開發出具低介電、高反應性、

高耐熱性的樹脂材料，並已經過下游廠商的性能驗證，正往擴大產量及商業化的另一個關卡邁進。對於這樣的轉變，很難想像看起來黑黑黏黏的油料竟然可以跟高科技搭上邊。這就是技術不斷提升進而拉高產品利用價值的結果，而這也是傳統石化公司持續努力轉型的目標。

既有技術衍生應用

除了自有原料的高值利用外，透過本身已建立的技術能力與設備資源進行衍生應用產品開發，是進行高值化產品開發的第二個策略。以氫化技術的應用為例，中油公司在煉油製程已累積相當豐富的加氫反應製程經驗，而煉製研究所也建構了完整的加氫處理試驗設備。

目前煉製研究所具備的氫化反應的觸媒篩選、製程放大、產品分析、後續經濟評估等技術能量，正透過經驗與技術的整合應用到環保產品的開發。其中獲得國內 105 年毒性化學物質運作績優單位認可及 106 年國家新創獎榮譽的環保可塑劑開發，就是很好的應用案例。

可塑劑是塑化產業最重要的添加助劑之一，它的用途廣泛，包括日常塑膠用品、兒童玩具用品、化妝品、醫療用品等，全球每年用量達 700 萬噸以上，其中又以鄰苯二甲酸酯類的用量最大（占 76% 以上）。然而這類可塑劑具生殖毒性、環境不易分解、也具生物蓄積及致癌可能性，尤其對於發育中的幼兒影響甚巨。為避免對孩童發展產生不良影響，世界各國都限制其用途與終端產品中的含量。

在 2011 年的塑化劑風暴後，台灣把這類可塑劑列為第一或第二類毒化物。為解決這問題，煉製研究所研發團隊以過往油品煉製的加氫處理經驗為基礎，使傳統鄰苯二甲酸酯類可塑劑的苯環結構加氫飽和，開發出毒性大幅降低的環保產品。經過多年努力，現階段不僅在實驗室完成產品的技術開發，更透過自建的試驗工場進行放大測試，所得產品的性能可完全符合商品規範要求。

目前全世界只有少數幾家公司擁有這類技術，而煉製研究所研發的製程可在低溫低壓的條件下進行，更具獨特性及創新性，目前正申請專利中。煉製研究所也把自行生產的環保可塑劑與 PVC 粉末摻混，成功製備成塑膠粒、軟管、薄膜、寶寶公仔等不同產品。其中模樣可愛的中油寶寶公仔已通過檢驗，並獲得安全玩具的認證，每次展示都受到高度的關注與喜愛。

目前除就環保可塑劑的研發成果與下游廠商洽談合作可行性外，也把相關技術應用到其他具苯環的產品上，藉由苯環的加氫反應降低產品的毒性，進而開發成無毒的環保類產品。對於這些從事相關研究的開發者來說，產品開發的終極目標除了商業利益外，如能因此對環境、生活安全有所貢獻，回饋的不僅止於實質的報酬，還有著更多的成就與使命感。

策略聯盟擴展應用

高分子微粒可以透過懸浮聚合法、分散聚合法、乳化聚合法等不同合成技術生產而得。由於其形狀和粒徑大小可依需要



環保可塑劑及寶寶公仔

變化，微粒的表面性質也可藉由各種不同的改質方法而有多種機能化的應用，使得高分子微粒早已成為應用於塗料、塑膠加工、化妝品及高效率照明顯示中非常重要的基礎材料。

煉製研究所在建立高分子微粒合成平台後，原來是以導電微粒及顯示器用的擴散微粒為應用對象。但在 105 年底的成果發表會上，有機會與外商公司接觸，雙方認為可結合彼此的產品優勢共同合作，於是把擴散微粒導入其新開發的節能護眼 LED 燈具中。

外商公司開發的節能護眼 LED 燈具，其專利螢光劑具有降低藍光傷害及高演色性的特點，與煉製研究所具高透光性的擴散微粒結合，使用效果非常好，在同事間已引起一股使用的風潮。目前所開發的商品已經透過電商進行網路銷售，後續也會安排在中油公司的通路中。

產品的開發如能對環境、生活安全有所貢獻，
回饋的不僅止於實質的報酬，還有著更多的成就與使命感。

對於中油公司來說，過去業務領域一直局限在上游產品如燃料、基礎石化原料的供應，透過與外界廠商的策略聯盟合作，讓既有產品有了更多的應用，甚至走到下游消費端，進而擴展了接觸顧客的層面。這樣的運作模式所看重的不僅僅是產品本身的銷售與應用，更重要的是透過這樣的串接，可以為後續與外界知名公司開啟更多的合作機會，不僅促進產品的升級，也加速了研發的步調。

中油公司雖因過去受限於油品及石化原料供應者的定位，在石化高值化產品開發的道路上起步較慢，但經過幾年的摸索與調整，以自有資源為基礎，透過核心技術的精進，依自有原料的高值利用、既有技術衍生應用、策略聯盟擴展應用等策略持續運作。在研發的過程中，不斷強化自有資源與能力，透過外界資源的引進，以策略聯盟合作的方式進行開放式創新，從實驗室研發到擴大試量產，為公司開發



煉製研究所石化產品大樓會議室裝設護眼燈具

新產品，開闢新市場，建構在市場的競爭力與優勢，期許如同灰姑娘的變身一般令人驚豔。

王逸萍

台灣中油公司煉製研究所石化產品組

深度閱讀資料

台灣電路板產業白皮書 - Digitimes (2014).

Chemical Economics Handbook, Plasticizers, IHS chemical (2013).

