

塑橡膠新材料—— 發展趨勢與商機

邱政文

你知道政府的五大創新產業如生技醫藥、綠能科技、智慧機械、國防航太及亞洲矽谷，它們的關鍵材料都和化學材料有著密不可分的关系嗎？
你知道化學工業的上中下游產業鏈對我們的日常生活有著舉足輕重的影響嗎？

長期以來，我國的塑橡膠加工產業一直被視為傳統產業的一環，它們的生產技術型態都是典型價廉求量的代工生產方式。這些年來一路歷經了人力短缺、土地難以取得，致使生產成本過高，進而轉戰大陸市場。隨後又面臨全球新興國家的低價競爭，同時必須因應原油短缺、原物料高漲的窘境。即使如此，這麼多年來，國內業者面對這些困難所展現出的堅韌，是他國同業所沒有也難以想像的。

為了擺脫產業深為所苦的困境、追求更高的利潤、提升國人的生活品質，以及國家更健全的發展，我國的塑橡膠產業必須在生產技術及材料應用上與世界先進國家接軌，產業結構再一次朝向高質化的面向調整與發展已經刻不容緩！

另一方面，支援下游所需的高階塑橡膠材料泰半由國外進口，不僅整體的生產成本大幅提高，無形之間產業技術自主的能量也受到很大的限制，大大削弱了整個產業鏈的國際競爭力。串聯上游化學原料製備能量，密接支援下游高值產品出海口，並轉型朝向環保、安全、高附加價值的方向發展，這樣的供需鏈整合工作也成為我國化學材料與塑橡膠加工產業在國際上決勝的關鍵。



關係到你我日常生活的重要產業——化學工業。



化工廠壯觀的夜景



新世代化學產業必須與綠色環保概念緊密結合

塑橡膠新材料的發展趨勢

近十年來，國際上的塑膠加工與材料技術在許多應用領域裡一直推陳出新。約略可以綜整出 5 個重要的技術面向，也就是：**Green**—綠色環保、**Recycle**—回收再利用、**Advance**—精進創新、**Smart**—智能設計、**Safe**—安全永續。這些技術發展概念各自獨立卻又相互關聯，創造出許多高值產品，甚至深深地影響了我們未來的生活方式與品質。

Green—綠色環保 所謂綠色製程至少涵蓋 3 個層面：更有效率的生產製程、更具性價比的設計、更具環保概念的材料應用。它代表了致力於節約資源，使用更少的材料、更少的能源、更少的人力，同時啟動了工業 4.0 智慧製造的思維。許多生質材料應用以及節能減碳的技術因而應運而生，如：生質材料鑑定與分析技術；生質複材與環保添加劑製備加工及應用；第二代非糧食原料（植物纖維）改質、加工及應用技術；節約能源技術以及綠色能源（風能、太陽能應用）技術等。



人們已開始運用各種天然與再生資源創造新能源



綠色能源（風能、太陽能應用）技術。



可被微生物分解的生物可分解材料



輕量化高剛性碳纖維機能運動鞋

可輕易抬起的超輕碳纖維複材車體結構

輕量化強化無人機結構

輕量化強化碳纖維複材結構

超輕碳纖維複材

Recycle — 回收再利用 循環經濟的概念是導入產品的 6R 原則（Reuse、Recycle、Reduce、Recovery、Repair、Redesign），提升產品綠色價值與延長產品生命週期。它不再只是口號，也不是只為了降低成本，而是一種節約惜福，是為了永續，是一種技術的展現，更是一種價值的創造。循環經濟的概念方興未艾，循環再利用的機制與技術正蓬勃發展，環保低碳的新材料（低污染、低毒性、低排碳）技術與應用概念成為支撐循環經濟最重要的一環。

Advance — 精進創新 愈來愈多的化學材料技術運用在發展高階、高值的新材料上，並進一步整合在更便利生活化的設計、更具智慧的製程，以及更先進綠能科技上的應用。最典型的例子如：強調可回收再利用的高階彈性體，廣泛應用於運動休閒、生醫科技甚至軌道車輛；重視輕量節能的尖端纖維補強複合材料，由原本



導入產品 6R 原則（Reuse、Recycle、Reduce、Recovery、Repair、Redesign），提升產品綠色價值與延長產品生命週期。

應用於航太國防的材料技術，延伸應用在建築、電動車、綠能科技，以及更高值的工業零部件和民生上。

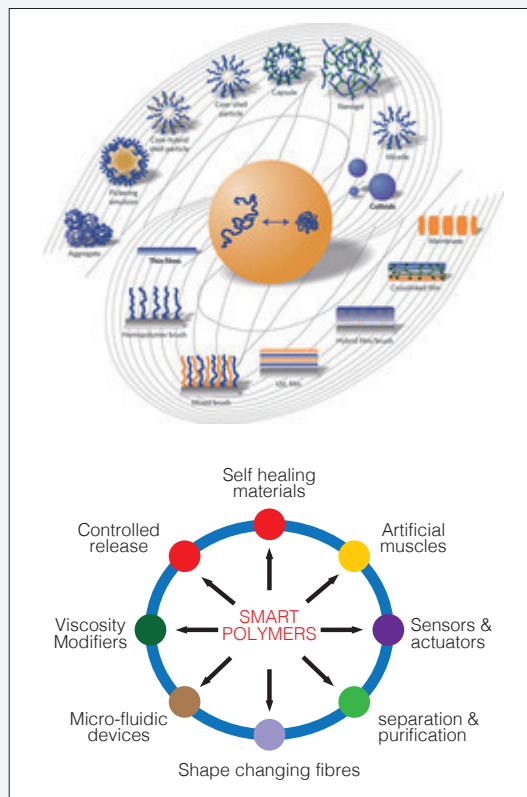
Smart—智能設計 環顧周圍世界，我們正處在高分子材料的包圍中，人們的吃穿住行都離不開豐富多彩的高分子物質。如果說 20 世紀的人類社會文明的標誌是合成材料，21 世紀會是智能材料的時代。

顧名思義，新的材料設計跳脫傳統的思維，巧妙地運用各種分子結構或機理，讓看似平常的塑膠材料有了「智慧」，材料能依照外界的各種「刺激」（如：光、電、壓力、溼度、酸鹼等）做出對應的「響應（response）」。

這樣的材料透過適當的設計，可以記憶、回復甚至改變原有的構形，也可以在機能上產生特定的變化，如：黏度、流動性、顏色、磁電、機械強度甚至容積。這種新一代的塑膠材料將帶給產品設計者另一度發揮創意、突破既有應用的想像空間。

具備「智能」的化學材料可望對訴求環保低碳以及高值化的塑橡膠產品應用做出重大貢獻，例如：能夠依照醫療矯正需求的形狀記憶高分子，取代了傳統厚重又不能回收再利用的石膏；能夠在特定波長範圍裡改變自身黏性的智能膠，大幅提升產品得以輕易拆解、分類回收的能力。

此外，高強度的形狀記憶高分子更可製造成汽車的擋板、保險桿等，在汽車發生碰撞之後只需用熱風加熱就可使變形部分回復原狀。形狀記憶材料的目的是在於產品應用的高值化，如醫療用品中感應血糖濃度來調節胰島素釋放、可植入血管內的動脈支架、人造皮膚與人造器官等醫學性應用，或可自行改變形狀以提升飛行與行車效率的材料、降低對氣候依存度的智慧



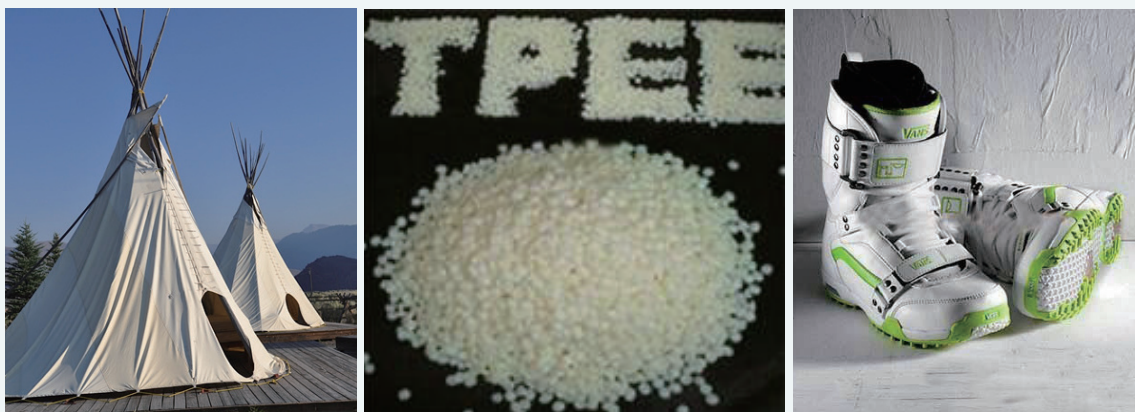
各種不同運作機理的智能高分子開始應用在我們的日常生活中

建材、多功能紡織品、記憶材料與生物護照等廣泛應用領域。

Safe—安全永續 安全訴求的範疇至少涵蓋了：環境友善、健康照護、使用安全，甚至擴及醫療器材開發、生醫技術、緊急救助、環境安全、工業安全，以及食品安全問題的解決方案發展。

近年來風波不斷的食品安全事件影響了消費者對於食品的信心，而消費者對於食品品質與安全的重視與日俱增，除食品本身的

消費者對於食品品質與安全的重視與日俱增，除食品本身的安全外，也注重在食品包裝上是否選擇了正確的材料。



熱塑性彈性體具備可回收循環再利用的環保特性，國內已有多家業者可以生產高性能熱塑性彈性體，廣泛應用在各種高值化產品中。

安全外，也注重在食品包裝上是否選擇了正確的材料，或在運送、儲運及使用過程中，因為環境、溫度、溼度改變，造成微生物大量繁殖、有效成分分解或氧化等而變質。精確的食品容器與包裝材料應用無疑成了為消費者把關的重要防線之一。

台灣化學產業的新發展

為因應傳統的材料受限於無法滿足使用者對於產品多樣化功能以及安全的需求，新材料將朝向賦予更多的機能來擴展它們的應用範圍及提高附加價值，以求在民生消費、食品包裝、精緻農業、工業、電子、醫療等產業上發揮更大的功用。我國的塑膠下游製品廠商的競爭力在於水平分工及垂直整合程度非常完整，形成一個綿密的供應鏈支援網路，尤其在製程最適化的掌握以及產線調度的彈性，更是他國無法完全仿效的。

我國製的橡塑膠產品品質與精密度，比起國外同類產品事實上有過之而無不及，然而最大的缺憾依然在於對所使用的高階

材料的取得與掌握。過去有相當長的一段歲月，上游化學原料製造產業對下游製品業者的支援不太充足，主要的原因是對自有技術整備的能量不夠，甚至處處受限於國外原廠技術。

如今，我國整體的化學產業發展要成為國家永續發展與國際競爭動能的重要後盾，勢必面臨相較於過去更大的挑戰。新高值材料和低碳材料的研發以及產業鏈上下重新整合，進而促使產業結構調整，有效提升產值與競爭力是當務之急。

近3年來，經濟部工業局號召國內化學產業上中下游的廠商業者，結合工業研究院材化所、塑膠工業技術發展中心、中山科學研究院等眾多研發法人單位，籌組新高值材料研發聯盟。期望透過所有業者的共同努力，致力於原材料自主的能力提升，並發展高值化產品，擴大下游出海口，創造更大的利基。

除此之外，政府更透過成立「化學產品高值化推動辦公室」，以「主題式研發」、「A+粹鍊計畫」、「新材料試量產計畫」、「協助設立研發中心」等計畫配合「高度



3D 列印技術與高分子材料的發展啟動了產品設計、應用與製造工藝的全新思維。

研發投資抵減」政策工具，鼓勵業者積極採取行動投入研發。

直至今日，產業鏈的運作模式已略見雛形，為數眾多的廠商也積極地參與。如此大規模的集結行動不僅說明了政府的魄力與努力，更展現整個化學產業為未來打拚的決心。以下就以聚酯熱塑性彈性體（thermoplastic polyester elastomer, TPEE）材料的發展為例，說明產業聯盟串聯運作的方式。

熱塑性彈性體具備可回收循環再利用的環保特性，近年來已逐漸在許多地方展露優勢，尤其是過去多使用很難再回收利用的熱固性橡膠的應用。由於需要兼具可回收與耐溫、耐磨耗的強韌特性，其合成製備有一定的技術難度。

台灣已有公司提供素有盛名的高階 TPEE 彈性材料，結合塑膠中心經由 3D 列印技術所製成的快速模具，研究與開發國內鐵道用軌道墊片的性能。同時與中下游業者以及複材公會成員形成策略聯盟，期望能夠在未來為國內軌道或電車製造以及維護所需的零部件建構自主供應鏈。下游

業者透過產品提供材料驗證數據，以利原材料端能夠依需求而調整。

這有別於過去產品製造業者必須費時費力「遍嘗百草」般地自行尋求解決方案，不僅強化了同業與異業間互動，更大幅縮短產品開發時程，也提升了下游廠商的製造能力與國際競爭力。

另一方面，工研院提供完整的製程技術，協助某公司把發展已趨飽和的對苯二甲酸（purified terephthalic acid, PTA）原料製成新聚酯彈性體（TPEE）。雙方並透過工業局資源協助，建構試量產設施，針對新材料進行性能及未來量產參數的驗證。

同時，塑膠中心以它擅長的產品加工技術，協同下游業者利用這新材料共同開發新的高值產品與新用途，包括高單價 / 高質感的機能背包、防水透氣休閒帳篷等。甚至，某公司更與塑膠中心共同開發全新的 3D 列印用的高韌性軟質材料。由於塑膠中心與美國 UL（Underwriters Laboratories Inc.）共同在台灣創立了全球第一個 3D 列印塑膠材料驗證實驗室，開發的 TPEE 也順利取得列印材料的國際認證。

為了我們的明天，與所有民眾生活息息相關的化學產業早已悄悄地蛻變中。



經由 3D 列印技術能快速製成模具及成品（圖片來源：塑膠中心 DDM 實驗室）

以上是由上游材料生產業者結合政府政策工具和資源，透過研發法人的技術能量，串接至下游製品廠商，共同形成研發聯盟，創造新價值的典型案例。愈來愈多這樣的聯盟正在形成中，許多高值的新材料也正以這樣的方式將逐步地開發完成。這是一種新的產業鏈串聯架構，也正在創造新的價值。

如同經濟部李部長所言：「台灣的經濟結構與發展模式已經到了必須改變的時刻。」在台灣舉足輕重的化學產業的鏈結架構，當然也必須改變。事實上，為了我

們的明天，與所有民眾生活息息相關的化學產業早已悄悄地蛻變中。對於未來，面對各方的挑戰與困難，理所當然地會更艱辛。然而，我們知道那是正確的方向。成功是留給願意準備、有準備而且是準備好的人。

邱政文

財團法人塑膠工業技術發展中心