

生活中的高分子

■ 林江珍 · 王雅琪 · 廖干宜 · 施柏達

有種物質的重要性不亞於我們所呼吸的空氣，
 不管身在何處，都有它的存在，它甚至就隱藏在人體裡面！
 人類若失去了它，就得回到遠古時代，甚至可能終止生命。
 你猜得到它是什麼嗎？它就是「高分子」！

高分子是什麼

世界上的物質，舉凡飲用的水、呼吸的空氣，以至於日常生活中的食物及用品，都是由分子所組成的。但你可知道分子如同我們的外表，也有高矮胖瘦，還可以區分為小分子與高分子嗎？

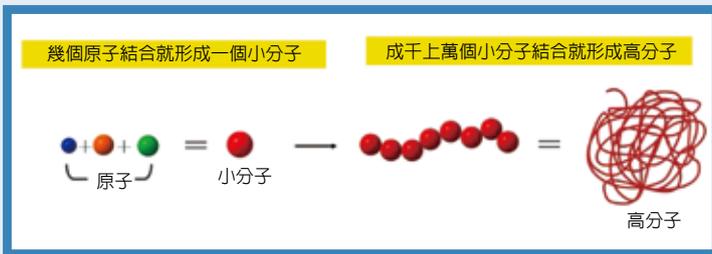
試想手上有兩盤麵，一盤是短管通心麵，另一盤是義大利長麵條。若通心麵代表小分子，義大利麵是高分子，你會發現兩者是有差異的。就口感而言，前者較無彈性，後者卻具有良好的撓曲與韌性，且麵條間相互纏繞程度的不同也會帶來多樣化的嚼勁。兩者外觀上雖然不同，但本質上都是由澱粉組成的。

再以化學角度來思考，小分子與高分子都是由原子構成的，但小分子是由幾個至幾百個原子搭起來的，就像鐵、銅等金屬，展現出剛硬的特性。至於高分子，則是由千個、甚至萬個以上的原子所組成，呈現柔軟的特性。日常生活中使用的塑膠袋就是

■ 高分子是由千個、甚至萬個以上的原子所組成，
 呈現柔軟的特性。日常生活中使用的塑膠袋就是由高分子製造的，
 人體組成中的 DNA 也是一種高分子。



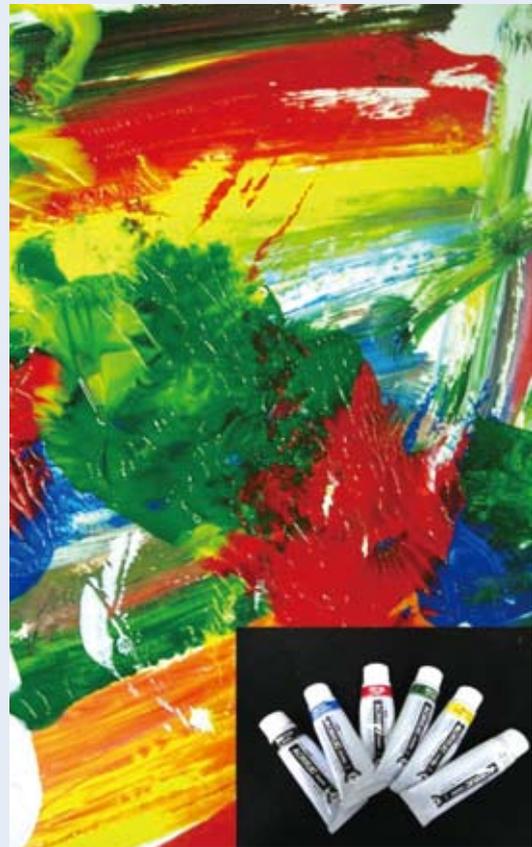
小分子就如同生活中的短管通心麵（左圖），高分子就如同義大利長麵條（右圖）。



原子、小分子與高分子間的關係。



高分子遍布於我們的生活中，從食品包裝，到塑膠花朵、盆栽中都可看到它的身影。



用來揮灑色彩的顏料也可以是高分子做的喔

■ 高分子在日常中的應用除了寶特瓶及塑膠袋外，
繪畫所用的壓克力顏料也是由它製造的。
更特別的是，它能製成衣服！

由高分子製造的，人體組成中的 DNA 也是一種高分子。

高分子的英文名稱是「polymer」，「poly」這個字首有「多重」的含意，表示高分子是由很多小分子所組成的。高分子也稱作「聚合物」，「聚」表示多的意思。舉例來說，塑膠袋的原料是聚乙烯，代表它是由很多乙烯小分子經由化學反應聚合而成。且它的化學式是 $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ ，括號中的 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 就是乙烯的單體，而 n 是乙烯單體的數目。若 $n = 10,000$ ，就表示這聚乙烯高分子是由1萬個乙烯小分子連接而成的。

高分子穿著走

高分子在日常生活中的應用除了寶特瓶及塑膠袋外，繪畫所用的壓克力顏料也是由它製造的。更特別的是，它能製成衣服！翻開你的衣領標籤，上面是否標示著「聚酯纖維」？那表示這件衣服就是由人工合成的高分子聚酯纖維紡織而成的。

人工纖維的種類繁多，包括合成橡膠、合成塑膠、合成纖維和合成樹脂。依據不同纖維的特性，可單獨或混紡做出具吸汗、保暖、防水或透氣等功能的衣服。其實自然界也有高分子纖維，像棉花、纖維素、蠶絲、蜘蛛絲等。

纖維可概分成植物、動物及人造纖維3大類。植物纖維如棉、麻等具有透氣、吸汗、材質舒適等特點，自有紡織技術以來就被用來製成衣服。動物纖維有羊毛和蠶絲，具有保暖的效果，蠶絲紡織更可追溯至四千多年前的嫫



很難想像你每天都把高分子穿在身上吧

祖。人造纖維則有壓克力纖維、聚酯纖維、嫫縈等，隨著合成技術的演進，種類更是五花八門，除可單獨製成衣服外，也常和天然纖維摻混，以改善天然纖維容易縮水和不耐洗滌的缺點。

這幾年冬季非常熱門的「發熱衣」，它的原料就是人造纖維中的聚丙烯纖維、聚丙烯酸酯、天絲棉等。依品牌不同原料也各異，但是發熱原理都是利用人造纖維的特殊功能來吸收人體的熱氣與水分，經由共振效應轉換成熱

能，使衣物發熱後進一步讓熱氣保存在衣服與皮膚間，而達到保暖保溼的效果。

而專為登山、雪地等戶外極限運動者設計的衣服，所使用的布料、薄膜及膠合技術也是由人造纖維及各種高分子材料製成的。利用特殊薄膜的孔洞比水珠小而比水汽分子大的特性，使雨水、雪水、水珠等不會滲入衣物，汗氣卻可藉由孔洞蒸散出去，以達到透氣卻防水的效果。此外，可利用製程改善薄膜的防風特性，使衣物具防風抗寒的功能，並有耐洗、耐磨的特點，以適應極限運動中常有的惡劣環境。

市面上常見的「竹炭衣服、棉被」也是高分子材料應用的例子。部分竹炭衣服的製作是把台灣特有的孟宗竹經攝氏800度高溫煨燒炭化後，再經研磨及抽紗製成竹炭纖維布料。由於竹炭纖維具有大量孔隙，吸附能力佳，因此竹炭衣服具有吸溼、除臭、吸附化學毒性物質、高透氣性等特點。此外，竹炭有良好蓄熱能力及遠紅外線功能，可促進人體血液循環並有很好的保溫效果。

除了一般市售衣物外，消防隊弟兄們穿著的救火衣、面罩等防火器材，是使用了美國杜邦公司在1961年所研發的芳香族高分子材料—NOMEX。這種材料具有高強度、難燃等性質，因此能有效保護消防隊員的生命安全。

高分子的科技面

人類書寫的載體，從龜甲、獸骨到青銅器、陶器，以及竹簡、木片、絲帛等，再到現在最普遍的紙，不斷朝輕薄、易攜帶和易收藏的方向進步。但隨著電子科技日新月異，電子印刷電路板基材從原本堅硬的電木板、玻璃纖維板，演變至使用各種高分子塑膠板發展成軟性電子產業，如軟性印刷電路板、可撓式顯示器及電子紙，使未來的生活更為便利。

簡單來說，軟性電子技術就是把電子元件架構在可撓式塑膠基板上。有別於傳統電子元件組裝於堅硬易脆的矽基材或玻璃基板上，軟性電子技術



科技的應用上也可以看到高分子的身影（圖片來源：工研院）。

隨著電子科技日新月異，電子印刷電路板基材從原本堅硬的電木板、玻璃纖維板，演變至使用各種高分子塑膠板發展成軟性電子產業，如可撓式顯示器及電子紙。

的基板應用了各式的高分子材料，利用它們可彎曲、撓曲、重量輕巧、對溫度、化學品具高忍受度等特性，使軟性電子基板不再局限於同一平面，而且呈現較傳統基板更優異的特性。

試想有一天，中學生不必背著裝滿了課本和參考書的書包上學，大學生不必抱著一本本厚重的原文書趕課、到圖書館K書，取而代之的是一捲又輕又薄的電子軟板。到了課堂上、圖書館，展開後可任意點選需要的課程內容，還可在上面做電子筆記、劃重點，甚至貼上電子便利貼！這樣宛如天方夜譚的想法，拜軟性電子科技所賜，已不再遙不可及。

逆滲透薄膜

高分子除了和我們的生活息息相關外，其實也對地球貢獻良多。例如逆滲透技術及燃料電池中的高分子質子交換膜，就是兩個重要的例子。

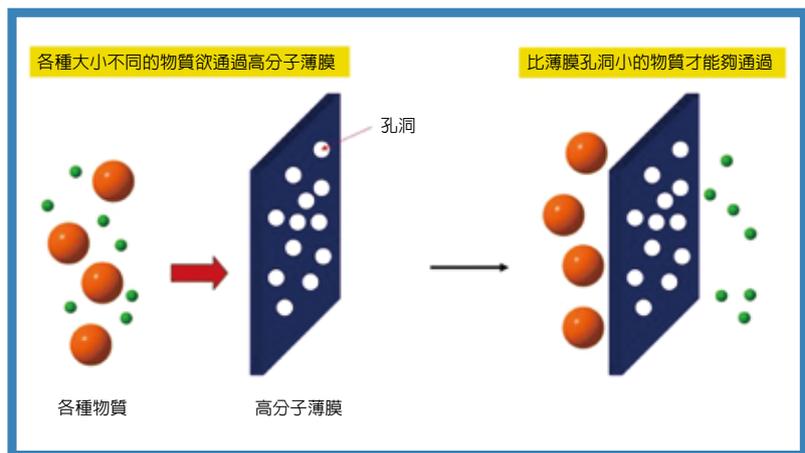
滲透是一種溶劑分子經半透膜擴散的現象。半透膜是一層有一定孔洞大小的高分子薄膜，薄膜兩邊溶液中的溶劑分子會以擴散方式由低濃度溶質的一邊流動到高濃度溶質的一邊，直到膜兩側溶質濃度達到平衡，這現象就稱為「滲透」。而當兩側達到平衡時，原本高濃度溶質的一邊所增加的液體高度造成的壓力差就稱為「滲透壓」。

反過來想，若要讓高濃度溶質的溶劑分子通過半透膜到低濃度溶質那邊呢？這時就須

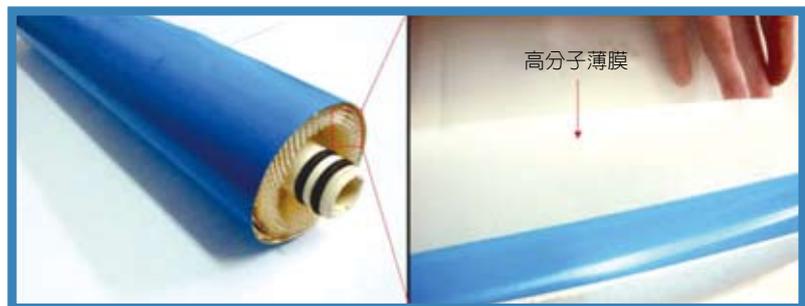
在高濃度溶質這邊施加壓力，當壓力大於滲透壓時，高濃度這邊的溶劑分子就會向低濃度溶質那邊移動，這種強迫溶劑反向擴散的過程就稱為「逆滲透」。

高分子半透膜有大小不等的孔洞設計，當各種離子、礦物質或雜質流經半透膜時，如果這些離子或物質比半透膜孔洞大，就會被阻擋於膜外。反之，就可以通過薄膜。因此若半透膜的孔隙很小，經過逆滲透處理的水幾乎是純水。

但飲用水的離子濃度如果太低，會影響人體內電解質的平衡，因此藉由調高這層高分子半透膜的孔隙大小，可以同時達到過濾雜質及



高分子分離薄膜的運作原理



家用的RO濾水器就是使用高分子薄膜過濾雜質

允許某些離子通過的目的。此外，半透膜不僅可用於家中的濾水器，也常用於淡化海水，甚至醫療上洗腎的血液透析。

綠色能源

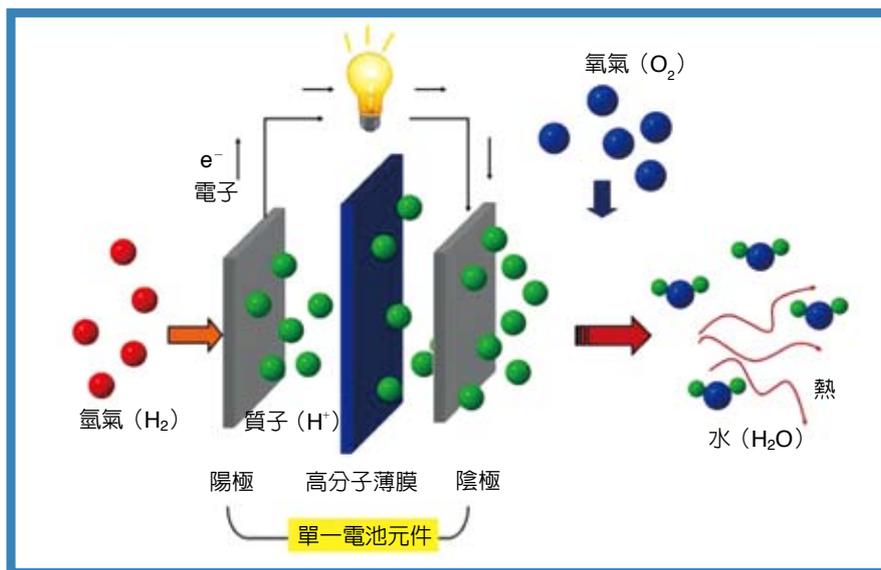
目前國際原油價格居高不下，同時二氧化碳帶來的溫室效應，使得綠色能源的開發與利用成爲重要的議題。燃料電池利用地表廣泛分布的氫氣和氧氣來產生電流、水和能量，製程趨近於零污染，因此被《經濟學人》雜誌預言是本世紀三大革命性科技之一。

不同於一般的內燃機，燃料電池在發電過程中並不需要燃燒，而是讓氫氣（或甲烷等）和氧氣（或空氣）分別由電池的陽極及陰極進入。這兩種氣體經白金催化產生化學反應後產生電流，是一個單純由化學能轉換爲電能的過程。

燃料電池反應時所使用的「氫」燃料可以來自任何的碳氫化合物，例如天然氣、甲醇、乙醇（酒精）等。燃料電池也避免了傳統電池電量用盡就必須充電的問題，只要把燃料再放進電池中就可重複使用，是目前頗具發展前景的新能源。

高分子在燃料電池中又扮演何種角色呢？有一種燃料電池稱爲「質子交換膜燃料電池」，是以高分子質子交換膜做爲傳導媒介。

質子交換膜是可傳導質子的離子化高分子膜，它的操作溫度介於攝氏80至100度之間。不同於一般燃料電池，它沒有任何化學液體，只用離子交換膜做爲電解質，並在薄膜表面塗上白金當作加速反應的觸媒。在各種燃料電池中，質子交換膜燃



質子交換膜燃料電池工作原理的示意圖

料電池具有可在較低的溫度與常壓下使用的特性，比起其他燃料電池更安全，也更適合應用在日常生活中。

但燃料電池所使用的催化劑是白金，價格昂貴，因此在大量使用時並不符合經濟效益。此外，高分子薄膜應用在燃料電池中，必須面對在不同環境下的安定性、熱穩定性、機械強度、質子傳導率等，這些都是研發人員需要克服的問題。

綜觀上面所敘述的，是否可以讓你體會到，原來我們的食衣住行都脫離不了天然或人工的高分子材料？那些由小分子聚起來的大分子帶來了科技的進步，也增進了我們生活的舒適性。

林江珍 · 王雅琪 · 廖千宜 · 施柏達

臺灣大學高分子科學與工程學研究所