

能導電的高分子

導電高分子材料是在偶然情況下發現的，
但是它的發現卻開啓了科學的另一扇視窗，
未來人類的生活處處都用得到它。

■ 蘇明德

導電高分子是指能如銅、銀、鋁等金屬那樣導電的高分子材料。

其實，導電高分子是在偶然情況下發現的。那是在1970年某天，日本筑波大學的白川英樹（Hideki Shirakawa）教授請一位學生用乙炔製造聚乙炔（polyacetylene）。照理說，聚乙炔應該是一種黑色的粉末，但是這位學生得到的卻是一種銀光閃閃的薄膜，具有些微的導電性。追究原因，是因為那位學生在加催化劑時加得太多了，所加的催化劑是平常用量的1,000倍。



● 導電塑膠粒

在1977年，他們又發現如果在乙炔的聚合過程中摻入碘，所得到的聚乙炔呈金黃色，導電能力提高了3千萬倍。雖然它的導電能力只有銀和銅的百分之一，不過已經和金屬鉛相當了。隨後的研究發現，除了聚乙炔以外，還有一些高分子聚合物也具有導電性，如聚苯硫醚、聚吡咯、聚噻吩、聚苯、聚噻唑等，它們的導電能力已經和銀及銅相當。後來，白川英樹教授因此榮獲2000年的諾貝爾化學獎。

為什麼「導電高分子」會有導電性？這個問題在目前還很難回答。有人認為主要是因為摻雜後的高分子聚合物，在結構上形成了一種特殊的共軛體系所致。例如在乙炔分子中存在著碳碳三鍵（ $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ），但在乙炔聚合形成的聚乙炔中，則由碳碳雙鍵（ $-\text{C}=\text{C}-$ ）和碳碳單鍵（ $-\text{C}-\text{C}-$ ）間隔連接形成共軛體系（ $\cdots-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\cdots$ ）。在共軛體系中，存在著 π 電子，因為這些 π 電子可以自由

目前，導電高分子的研究已經達到了實用的水準，
在實驗室裡已能製成一系列的導電塑膠器件。

導電塑膠的一項潛在應用是太陽能的開發利用，主要是根據導電塑膠的導電特殊性。

流動，所以高分子可以導電。

目前，導電高分子的研究已經達到了實用的水準，應用比較多的是導電塑膠。有些國家已經可以在實驗室裡用導電塑膠製成一系列的導電塑膠器件，例如二極體、電晶體等。由美國和日本合資生產的塑膠電池現已進入市場，並廣泛地應用在各個領域。

塑膠電池與普通化學電池不同，它有3個明顯的特點。第1個特點是構成塑膠電池的兩個電極，一個是金屬鋰，另一個是聚苯胺導電塑膠。第2個特點是體積小，質量輕，常見的塑膠電池的大小與硬幣差不多。第3個特點是性能好，電容量大，可反覆充電，工作壽命長，像是一個改進型塑膠電池可以提供的電量是

常規鉛蓄電池的10倍，充電次數可以達到1,000次以上。

塑膠電池主要做為計算機的輔助電源和手提式工具的電源，它的使用也是汽車工業發展的一種必然趨勢。如果採用鉛蓄電池做為電源，由於太笨重、性能不可靠，比較難普遍性地推廣。而塑膠電池最有希望成為小汽車的電源，因為塑膠電池不僅性能好，重量輕，體積小，適應性也比較大。它可以做成薄板狀，以便裝在汽車車頂或車門夾層裡。再加上塑膠電池是密封的，不會有化學物質和氣體逸出，因而不會造成環境汙染。

導電塑膠除了用來製造塑膠電池外，還可以製成汽車的車窗玻

璃。因為導電塑膠的薄膜經過適當處理後，可以由透明變成不透明，能自動抵擋強烈照射的太陽光。

導電塑膠還可以做為電磁防護材料，因為導電塑膠有消除靜電的功能，所以新型飛機上用導電塑膠薄膜做為屏蔽，可以防止飛機上的電子元件遭受電磁干擾。用樹脂複合材料製成的飛機機身和機翼可以防止雷擊，也可以用它對計算機和電子設備機房作抗靜電防護。

導電塑膠的潛在應用之一是製作機器人的人工肌肉，基本構想是利用電化學的方法，使導電塑膠在摻雜和不摻雜轉化過程中，體積發生膨脹和收縮，進而使機器人的四肢做必要的運動。導電塑膠的另一項潛在應用是太陽能的開發利用，主要是根據導電塑膠的導電特殊性。人們認為，導電塑膠的導電性跨越了絕緣體、半導體及導體3種狀態，因此，導電塑膠薄膜有可能代替矽和其他半導體材料來製造太陽能電池，這樣不僅可以降低成本，而且可望提高太陽能的利用效率。



● 導電高分子材料製成的海綿

● 導電塑膠製成的防靜電刷

蘇明德

嘉義大學應用化學系