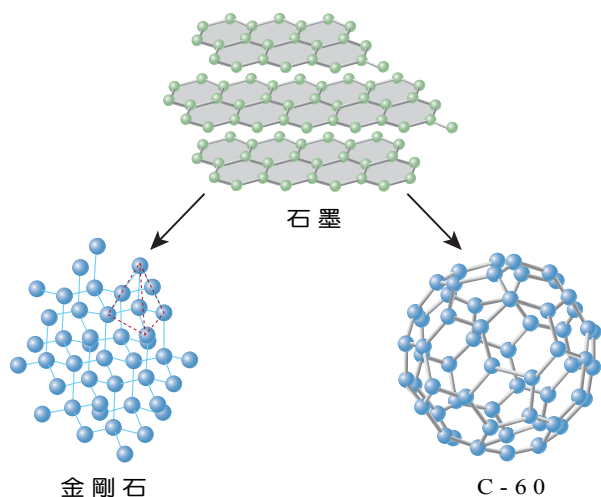


# 貧窮貴公子—石墨中的



張文垣／內壢高中

「鑽石恆久遠，一顆永流傳。」正因為鑽石的璀璨絢爛、價值非凡，讓世人迷戀不已。但您知道同樣由碳所構成的石墨，一樣的令化學家如痴如醉嗎？因為只要將它們小小的加工，便能產生強大的功能，而且即將迅速的、全面性的將人類帶入另一個「工業革命」。



## 石墨？鑽石？

石墨中首先被加工製造出來的是「碳六十」，它曾經是人類在太空中所搜集到的塵埃之一。一九八五年，美國化學家史莫利（Richard E Smalley）柯爾（Curl）與英國化學家克魯托（Sir Harold W Kroto）三位科學家將雷射光激發於石墨上，再將所得的碳簇（Cluster）中較穩定的兩種物質，置於質譜儀上，結果得到令人驚訝的發現，這兩種物質的重量，分別為碳原子的六十倍與七十倍，所以就將它們定名為碳六十（ $C_{60}$ ）與碳七十（ $C_{70}$ ），而這兩種物質在他們的實驗中反

複出現，引起他們的好奇，於是克魯托便反復的思考、探索碳六十的結構，某天，克魯托突然想起，在一九六七年，他到加拿大蒙特婁巨蛋參加博覽會，發現屋頂上五角形與六角形的交錯結構，因而觸發了他的靈感，進而成功的破解了碳六十的結構，之後，大家才得知碳六十是具有 20 個六邊形及 12 個五邊形交錯構成的一個封閉中空的球體，形狀有如一顆足球。十年後（1996 年）史莫利等三位教授也因此而獲頒諾貝爾化學獎。

為了紀念此事，克魯托便將「碳六十」以蒙特婁巨蛋的建造者巴克尼斯特-富勒（Buckminster Fuller）之名來命名，但因為他的名字太過冗長，因此一般通稱為碳六十或巴克球（Bucky Ball），也有人稱此類化合物為富勒烯（Fullerene）。

## 科學家的鑽石—奈米技術

對當時的化學家而言，碳六十比起鑽石更加吸引人，因為科學家相信這種只有奈米（nanometer= $10^{-9}m$ ）級大小的分子，經由適當的加工（官能基化），便能帶來強大的效用。果然不負眾望，由於富勒烯的研究，已將人類帶入二十一世紀的新科技領域，例如： $C_{60}$  與鹼金屬摻雜後便成為具有金屬性的導體；摻雜適當的成分也可使  $C_{60}$  具有超導體性；同時  $C_{60}$  固體在低溫下也呈現磁性，以及新式三維聚合物的合成與碳毫微管的積體電路，甚至生化科技的應用……等，它們將迅速地改變人類的生活應是指日可待的。



舉例來說，目前的口服藥物，經消化道吸收，並隨血液循環到全身，由於藥物並不能分辨出細胞的好壞，如此一來，便造成需要治療的患部常常藥量不足，而正常的細胞卻受到此藥物的毒害，引起許多副作用，可謂未受其利先蒙其害。而藥物要如何尋找壞細胞並在患部釋出藥物？甚至在何時釋出？都成為生化醫療中重要的課題。而此「碳六十」奈米級大小分子的出現，無疑為此展露出曙光，由於「碳六十」的粒子比一般細胞小且有良好血液相容性，能避開酵素、白血球，不至觸動免疫系統；又因本身結構有鏤空的空隙，可容納其它小分子藥物嵌入其中，而將藥物運送到體內細胞中，若再經表面的結構修飾，在遇到特定環境下，便能改變結構，進而釋放出所攜帶之藥物，將可能成為人類征服疾病的利器。目前加拿大多倫多的碳六十公司，（C sixty Inc.）正積極研發碳六十的效用，其中包括了癌症、愛滋病、阿茲海莫症、帕金森氏症、骨質疏鬆及心臟血管等疾病。

### 奈米旋風即將風靡全球

另外，若將石墨捲成直徑數埃的大小管子，稱之為奈米碳管，其價值也不遑多讓「碳六十」。一九九一年日本 NEC 公司 的飯島澄男在利用碳電弧放電法合成碳六十時，發現了一些針狀物，透過電子顯微鏡的觀察發現，竟是奈米級大小多層的碳管，二年後又發現了單層奈米碳管，令人驚訝的是，當它的管軸與石墨蜂窩狀晶格的接面角度如果不同時，可表現出不同的特性。例如金屬性、半導體性，甚至當管徑小於 5 埃時更有超導體的特性展現。

美國密西根大學甚至將奈米碳管稱作是製造迷你電路的「夢幻材料」，原因就是奈米碳管有足夠的強度（楊氏係數非常大）、化學性穩定且能承受極端的溫度，甚至可以在毫無電阻下讓電

流通過，不必考慮散熱問題。因此未來電路元件的再微小化已經不再是夢想了，像韓國三星公司，已經研發出的 4.5 英寸全彩影像奈米碳管顯示器，它的亮度高而且畫質好，重量也減輕許多。

二十一世紀，微米級矽晶體時代即將走到盡頭，此時奈米碳管的高傳輸速度與低耗能等優點，將為取代矽的最佳半導體材料。半導體巨人 英特爾（Intel）公司，也已經用它開發成 P 型及 N 型電晶體，目前正在積極研發會思考的電腦晶片，微冰箱、迷你微生物學專用鑷子等等。

奈米碳管（Carbon Nanotube）除了可用於場發射、SPM 探針顯微鏡的針尖等，若將它與其它適合的材料混摻，所形成的複合材料其導電度可大大的增加，也可以將它噴在物體的表面上作為電導漆或塗層。

由於奈米碳管為中空材料，在管中尚可加入填充物，形成各種性質的複合物。例如：溶入可降低表面張力的液態 S、Cs、 $V_2O_5$  等形成複合纖維。甚至可以蒸鍍金屬形成同軸的奈米電纜，在國防上可用於奈米衛星、還可以作為吸收雷達波的隱形塗料。

奈米碳管的管外也可添加金屬元素使它具有超導性。若是添加磁性物質則形成磁奈米，也有助於瞭解生物的演化（如同羅盤的導行）。奈米碳管的應用之廣，令人有無限的想像，猶如一顆閃亮的鑽石，我們甚至可以說未來的世紀是奈米碳管的世紀。

### 參考資料

1. 奈米科技研究簡介，“龍騰自然科通訊教學 18 期”，褚德三。
2. “納米材料和納米結構”，科學出版社，張立德、牟季春。
3. 奈米材料技術發展，工技院工業材料所網站。
4. 奈米狂潮生技時代，No8，2002/06。