

科學家質疑以碳奈米管製作太空電梯的概念

自從太空電梯的概念出現後，許多人都非常期待它真的能實現。不過義大利杜林理工學院（Polytechnic of Turin）Nicola Pugno最新的研究顯示：原本預定要用來製作太空電梯的碳奈米管（carbon nanotubes）纖維，當長度愈長時，不可避免地會產生彎曲，碳奈米管因彎曲將使得強度減弱至少70%以上！因此要拿這種材料來製作太空電梯，還得仔細考慮考慮。



科幻小說中的太空電梯，動輒以10萬公里計，從地球表面延伸到其上空的同步靜止軌道上；旅客、貨物可輕易地搭乘太空電梯到低地球軌道上（low-Earth orbit），減少了必須以火箭搭載發射的麻煩。當科學家發現碳奈米管有非常高的載重強度後，原本以為科幻小說的想像終於要實現了。

科學家認為要製作太空電梯，碳奈米管最好是約一公尺寬、厚度薄如紙張般的薄片狀，且必須承受至少62Gpa的張力（Gpa=giga-pascal=10億帕，為壓力單位，1pa相當於每平方公尺1牛頓的壓力），相當於在碳奈米管纖維的兩側各有10萬個人在拔河的力度。而在「實驗室」測試的結果，科學家發現碳奈米管竟可承受平均100Gpa的張力，這是因為碳有6個化學鍵，使得碳結晶的結構相當緻密而穩定之故（鑽石也是碳的結晶喔）。可是，一旦碳奈米管纖維只少了一顆碳原子，這根纖維的強度馬上減少30%左右，更遑論是用大量這類有極微小瑕疵的碳奈米管製成的其他物質；目前真正利用碳奈米管製作的絕大部分纖維，強度頂多到1Gpa以下。

新近測量的結果，即使是高品質的碳奈米管，約每 10^{12} 個鍵結，就會少了1個碳原子，相當於每4微米（micrometer，百萬分之一公尺）就有一處發生缺陷。雖然發生2個以上缺陷的狀況相當稀少，但Pugno指出：當碳奈米管纖維的長度拉長到太空電梯所需要的長度後，碳奈米管就會變得不穩定。以自行設計的數學模型計算後，Pugno發現碳奈米管的強度不可避免地會降到30Gpa而已。這種強度絕對不足以支撐太空電梯所需；即使未來真的可製作出完全沒有瑕疵的碳奈米管，但來自微隕石的衝擊或氧原子的侵蝕氧化等，也會讓這些纖維的強度日益減弱。

太空電梯概念的設計者之一Bradley Edwards反駁Pugno的說法，他認為只要研究經費允許之下，他可以在3年內研發出強度在62Gpa以上的碳奈米管纖維，其中的關鍵處在於像麻繩一樣，小

心地將長碳奈米纖維扭在一起，藉纖維間彼此的摩擦力來增加強度。但是，Pugno又提出計算結果證明：不管建造方式為何，碳奈米管纖維只要彎曲程度夠大，就會使其強度減弱。

雖然有些科學家認為終有一天可以解決彎曲使強度減弱的問題，不過不管爭議結果如何，總之，太空電梯還是得繼續等了。

資料來源：<http://www.nature.com/news/2006/060522/full/060522-1.html>, 2006.05.22, KLC