

認識奈米世界

潘煌鐸/高應大進修學院

人類對客觀世界的認識是隨著科學技術發展而不斷深入的，所有的認識都是直接從肉眼就能看到的事物開始，因對事物不斷的深入，逐漸發展為兩個層次：巨觀(macroscopy)和微觀(micrpscopy)。巨觀領域是以人的肉眼可見的最小物體開始(約 0.1 毫米 = 0.1mm 或 100 μ m)，並大至無限大的宇宙天體；而微觀世界是指以分子原子為起點，下至無限小的領域，例如一個原子的大小(直徑)是以埃(\AA)為量度單位，為 10^{-10} 公尺，而一個電子的大小約為 10^{-14} 公尺。然而，在巨觀和微觀的領域之間，還存在一個過度區稱為介觀(mesoscopy)，它的範圍若以量度單位表示約從微米(10^{-6} m=1 μ m)到奈米(10^{-9} m=1nm)，1 奈米(nano meter) 約等於一公尺的十億分之一。

在介觀領域特別是奈米尺度的材料，出現了許多奇異的物理和化學現象，因此引起人們極大的興趣和好奇。奈米尺度(100nm 以下)的微小顆粒是由數個至數十個原子所組成，此為微小顆粒的行為特性宛如一顆原子的行為，我們可以依此原子特性來製造物體或元件，而不必用真正的原子。當物體本身組成顆粒的尺寸越小，那它的總表面積與體積的比值就會越大，這代表同體積中的物體總表面積變大，因材料(顆粒)表面原子的不規則排列所形成的能量會比內部規則排列原子的能量還大，造成物體因表面積增加而使物體整體的原子力(能量)大增，而產生許多不同以往巨觀表面效應的物理現象，例如有部分材料會因尺寸大小在奈米尺度，使得材料在電、熱、光和磁性的物理性產生巨大的變異。

有關奈米世界物質的觀測，雖然穿透式電子顯微鏡(TEM，1932 年)和掃描式電子顯微鏡(SEM，1938 年)早已經發明，但奈米科技的雛形要歸功於 1982 年掃描穿隧式顯微鏡(STM)的發明，此觀測儀器兼具有操縱原子的技術。最著名的例子是 1990 年美國 IBM 公司在加州的研究中心利用顯微鏡的探針將 35 個原子排列成的「IBM」三個英文字，這是人類破天荒的原子操縱，直接實現 1965 年諾貝爾物理獎得主費曼(Feynman)在 1959 年的演說：「將大英百科全書全部寫在一根針尖上」的構想，這個構想類似中國古老的毫刻技藝(如在一粒米上面寫「正氣歌」)，但尺寸卻縮小四千萬倍。類似具有觀測、操縱奈米尺度原子分子的「眼睛」和「手指」，在 1980 年代隨後陸續開發出來，如原子力顯微鏡(AFM)、掃描式近場光學顯微鏡(NSOM)及磁力顯微鏡(MFM)。

並非所有材料將尺寸縮小在奈米尺度，就稱為奈米材料(nanomaterials)。目前所謂的奈米材料必須滿足兩個條件 (1) 材料顆粒尺寸必須小於 100 奈米(nm)，(2)

奈米尺寸材料的性質必須和巨觀尺寸的性質不同，例如銀在巨觀的性質是優良的電傳導體，但當銀的顆粒在 10~15nm 時，銀的電阻突然升高而變成了非導體。

但是，奈米材料不是新發明的東西，在自然界中已有許多奈米結構的產物。蜜蜂身體內存在一種磁性的奈米粒子，這個粒子具有羅盤的功能，成為蜜蜂飛行時的衛星導航系統，不致於迷失方向。而最有名的奈米現象實例，則是蓮花出汗泥而不染，其奧秘就在荷葉上具備精巧的奈米結構，我們稱為蓮花效應(lotus effect)，以致於污泥及水珠，只能在荷葉表面上滾動，不會沾附在荷葉上。另外，鵝毛和鴨毛的排列非常整齊，且毛與毛之間的縫隙極小，小到奈米尺寸，所以水分子無法穿透層層的鵝毛和鴨毛，具有防水的功能，但卻極為通氣，也為奈米現象的應用例。

奈米科技應用的範圍非常廣，包括物理、化學和生物在內所有與材料有關的工程領域。以陶瓷增韌為例，採用奈米粉末陶瓷材料來燒結製造陶瓷，具有降低燒結溫度(可節省能源)，且增加 10 倍陶瓷強度和幾乎 100 倍韌性的力學功效，材料使用溫度範圍也會提高，例如從 800°C 到 1300°C。

在光學性質的應用，如奈米光纖可降低現有光纖在傳輸時的損耗；奈米微粒製成的薄膜用於紅外線反射材料上，如塗在燈泡罩的內壁，可以增加照明度，節省能源，估計這種燈泡亮度與傳統的鹵素燈比較，可省電 15%。若將具吸收紅外線之奈米纖維材料製成軍服，可避免被敵軍的紅外線探測器(夜視鏡)發現；若塗在飛機船艦上，則具有隱形(逃避雷達監視)的功能。另外，如防曬油和化妝品添加具紫外線吸收性能之奈米微粒，則可降低人體吸收太陽光或日光燈中的紫外線，可防止老化，若將該奈米材料塗層使用在半導體元件或塑膠製品，亦有類似功效。

在生物和醫學上應用，使用 SiO_2 奈米粉末會很容易將生物細胞分離，具有準確和早期診斷、治療遺傳缺陷的好處。若將 10~50nm 具磁性 Fe_3O_4 粉末塗在某些高分子上，再與蛋白質相結合，這種載有高分子和蛋白質的奈米磁性微粒可做為藥物的載體，在外加磁場的磁性導航下，使藥物移動到指定位置，達到定向治療的目的，很可能成為提供治療癌症的一種療法。另外，因奈米材料的尺寸很小，材料整體的表面活化能很大，這具備作為催化劑的條件，用半導體材料，如硫化鉛或鐵酸鋅等製成的光催化劑，在光的照射下具有很高的活性，能夠分解有機物，可應用在廢水處理、石油污染等工業上。其他如在汽車擋風玻璃上和後視鏡塗上一層奈米氧化鈦，有防污和防霧作用；若將奈米氧化鈦等粉末加入陶瓷或人造纖維中，也具有保潔和殺菌功能。

奈米材料在其它方面也有很大的應用，因其活性高，所以反應和敏感性高，如製造對溫度、光、溼度、氣體等敏感的感測器，可用於可燃性氣體洩漏警報器

或其他溫度溼度感應器。奈米材料因顆粒很小，也可製成拋光劑，具有磨光拋光功能。另外，在 1994 年美國 XMX 公司發明一種印刷油墨，這種油墨不靠化學顏料來顯現顏色，而是選擇用適當體積的奈米微粒來得到各種顏色。

有關奈米機具產品部分，如日本東京大學已研製成功可自由控制轉速的分子齒輪，大小約為 1nm^3 ，可以靠著電子的增減來控制轉速；美國康乃爾大學也製造出靠細胞內化學反應提供能量的分子馬達，是微型機器人的核心零件；在 1999 年，美國喬治亞理工學院王中森教授等人利用奈米碳管發明了奈米秤，這種奈米秤能夠稱出一個石墨微粒重量，未來可能用它來稱取病毒的重量。其他還在實驗室階段的產品有奈米微影照相機、奈米電路、奈米電纜、奈米鑷子、奈米炸彈(可用來殺死病毒)等。

請大家想像以下這些畫面：「所有電器產品只要有光線照射就可運作；人類一年四季都穿同一套衣服，就可以保暖又不用換洗衣物；只要戴副眼鏡在深夜或暗處不用點燈就能看清楚周圍環境；使用人工魚鰓就可在水底自由呼吸，不受時間限制；穿著特殊服裝即可隱形；若物品具有防火偵測功能且不易燃燒時，將使消防隊走入歷史；當人類因使用奈米產品而延長壽命，造成繁殖能力降低，是否意味著人類即將走入歷史……。」奈米產品是否會把世界變成天方夜譚？