

超小與無限

nano

世界各國目前均汲汲於奈米科技的研究與開發，所謂「第四次工業革命」似乎已隱然成形，奈米時代來臨將促成產業前所未有的變革。在環保意識日漸高漲之際，綠色潔淨產品及資源永續利用等概念逐漸成為主流趨勢，因此，如何將奈米科技應用於節省水資源領域益顯重要。本文主要摘錄於現有相關資料，做一簡略說明，供讀者參考。

何謂奈米

「奈米」是新科技的代名詞，並非可食用的米。「奈米」中的米字是長度單位，即公尺（meter）的譯名。1米即1公尺。「奈米」中的「奈」字是一個單位尺度，是英文nano的譯名，表示 10^{-9} 的意思，亦即是十億分之一。

「奈」（nano）與米（meter）合在一起成為「奈米」（nanometer），代表一個為十億分之一公尺的尺寸大小，也就是 $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ 。

一個奈米尺寸有多小？小到人的眼睛看不見，人的手也感覺不出來。一個奈米大概是3~4個原子相連的長度。假設把人的頭髮直徑切成十萬分之一那麼細，就約等於是一個奈米。

奈米現象

奈米技術是目前正方興未艾的新科技，無數科學家正理首於實驗室中開發新奈材料。事實上，在自然界裏，許多生物體內均含有奈米粒子或具體奈米構造，使其展現特殊功能或形態。今以眾所熟知荷葉效應（Lotus Effect）為例（如圖1），

荷葉上的水珠總是一顆顆圓滾滾的，而其他葉片上的水珠則不然？其實，荷葉表面就是一種奈米結構。以電子顯微鏡觀察，會發現葉片表面有許多突起的表皮細胞（5~15微米之間），上面覆蓋著長度約100奈米的疏水性含臘絨毛。由於空氣分佈於突起的表皮細胞間隙，使水珠無法與葉面完全接觸，再加上顯微絨毛的結構，更加强荷葉的疏水能力。由於此疏水效應，物體表面與水珠的吸附力量降低，水珠在物體表面可快速移動。然而，為何荷葉需要具此特性？原來荷花這種植物需要大量水分，但老天不見得每天都會下雨，因此荷葉只好將水珠變成圓球才能滾到中間吸收。

奈米科技之應用

奈米現象產生是因為當金屬或非金屬被製成小於100奈米之物質時，它的物理性質和化學性質會發生出乎意外的變化，主要表現在強度、韌性、

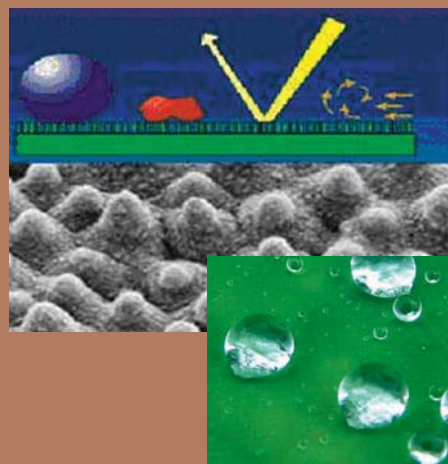


圖1. 荷葉效應（Lotus Effect）



新世紀節水觀

奈米技術應用於節省水資源之發展

和成欣業/陳世傑 節水服務團/王先登

比熱、導電、磁性等方面。因此，人類可以利用奈米技術選定原子構成分子，製造出各種具有特殊功能的新材料，將具有特殊功能的新材料添加到產品中，進而使產品表現出意想不到的新性能。尤其現代社會在追求輕、薄、短、小的科技產品時，亦要求具備精確度、靈敏度、傳輸速度與多功能性，既有傳統技術已無法滿足上述需求。奈米科技如同打破過去各學術領域之藩籬，重新整合原有化工、電子、生物、醫學等知識，使技術產生全新動力與嶄新面貌（如圖2）。

奈米科技與節省水資源

從外太空看地球，只能用一個字來形容，那就是「水」，因此地球又被稱為水行星。地球上大約有14億五千八百多萬立方公里的水，其中95%以上的水存在於覆蓋地表面積達71%的海洋中；另外有大約2.97%的水被封存在南北兩極和高山的冰雪中。其餘的水則分布在地下水、湖泊和河流、大氣層以及生物體內，這些水大約只佔全世界水量的1%多一點點而已。

地球上雖然有這麼多水，但絕大部分都是人類無法飲用的海水。全世界的淡水總量只佔全世界水量的4%不到，這其中又有大約四分之三被封存在南北兩極和高山的冰雪中；雖然地下水的蘊藏量可達全世界水量的1%，但是深度超過800公尺以下的地下水，在使用仍然非常困難。至於我們取用方便的湖水和河水只佔全世界的0.009%，再加上日益嚴重的污染問題，使得我們可以使用的的水資源越來越少。



圖2 奈米科技應用領域之發展

正當面臨地球水資源可能匱乏之際，奈米科技的發展著實為人類帶來了一線曙光。由於奈米科技產生的新材料可應用於各項生活器具中，使其具有抗污、抑菌、除臭等性能而不必經常清洗，可大幅降低生活用水；若是將奈米科技應用於淨水及污水處理，除可提升用水效率外，還能使水資源環境的負荷得以舒緩，因此，奈米科技的應用可增進健康的生活品質及促進經濟的持續發展。

以下簡略說明奈米科技應用於節省水資源之若干實例：

一、應用於建材磁磚或玻璃

由於光觸媒所使用的二氧化鈦經奈米化後，比表面積增大，與被反應物接觸機會提高，且量子效應會使導電帶與傳導帶之能隙變寬，氧化還原能力提高，因此，奈米光觸媒可使反應活性大幅提升，如應用室內的各種地磚、壁磚或外牆用的磁磚等建材上，可增加其防污抗菌功能。首先在磁磚施上釉藥，接著將奈米級二氧化鈦漿料噴塗於磁磚表面，再加熱至800°C以上，使二氧化鈦燒結固定於磁磚表面。此光觸媒磁磚經光照（1000lux亮度光照一小時）滅菌效果可達99.9%，且效果可持續數個月，磁磚上細菌數目也不再增加，證實光觸媒磁磚具有長效性。

另外，沐浴後的清潔劑和肥皂的殘留物，甚至人體污垢中都含有脂肪酸及蛋白質，細菌會以此養分而繁殖，原本平滑的磁磚地板與牆壁會逐漸產生黏滑的物質，在磁磚的接縫處亦會出現黑斑性物質，光觸媒可有效防止黏滑物質產生。廁所內常因細菌分解尿素而易產生氨臭味，光觸媒的抑菌效果可減少此臭氣發生（如圖3）。

當建築物外牆或玻璃塗布奈米光觸媒後，經過自然日曬，外牆及玻璃會轉變成超親水性（如圖4）。當有灰塵或油污沾附時，會沾附在水膜上。下雨時，可藉雨水力量沖去原有沾附於外牆及玻璃表面的灰塵或油污，達到「自清」的效果，不但可減少原本必須委託專人清潔的麻煩外，同時亦可減少大量用水。

二、應用於水質淨化

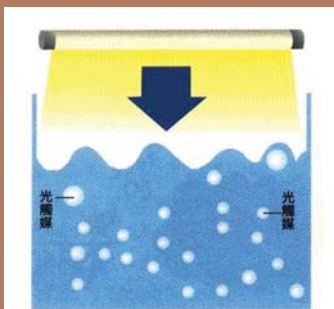


圖5. 奈米光觸應用於水質淨化

地下水中的有機氧化物為三氯乙烯及四氯乙烯，屬於難分解的有機物質，在水溶液中的溶解度甚低。對光觸媒來說，低濃度的物質較易分解，所以採用光觸媒分解水中有害物質應是可行的。在應用上，先將光觸媒塗佈於陶瓷材料上，以高溫處理

使光觸媒固定化，但需注意光觸媒高溫處理後活性會下降，無法充分發揮原有功能，而且水流速度若太快，則光觸媒與污染物沒有充分時間接觸，效果也將減損（如圖5）。光觸媒用於淨水器也具相當功效，除殺菌能力可減少病菌孳長外，

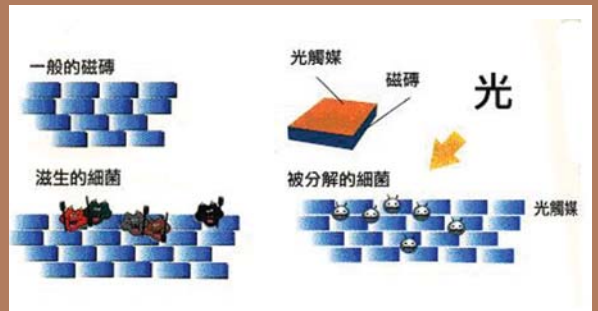


圖3. 光觸媒抗菌作用

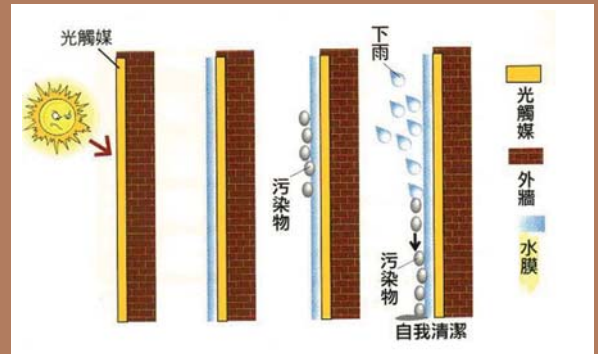


圖4. 外牆或玻璃超親水性自潔效果

若水中含有重金屬離子時，光觸媒強大還原力可將重金屬還原，增進淨水器之處理效率。

三、應用於馬桶及小便器

衛生陶瓷是在陶瓷生胚上層覆蓋一般陶瓷釉層粉體，粒徑較大，而奈米馬桶的製程則在釉料最上層覆蓋粒徑50奈米以下之釉層粉體，厚度約0.05至0.1釐米，此奈米技術可使釉面表層變得光滑細緻，污物不易沾著於馬桶或小便器表面，只需少量用水即能沖淨。（如圖6）

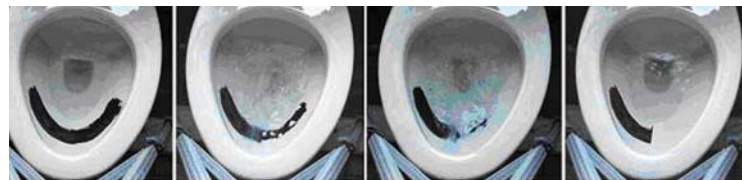


圖6. 奈米馬桶（右半邊）與一般馬桶（左半邊）之洗淨力比較

四、應用於洗衣機及衣料

洗衣機長期使用常會藏污納垢，隨著奈米科技進步，將氧化銀材料加入原來的表面材料中，可改善表面張力，進而達到不黏髒污的效果；同時氧化銀離子還具有殺菌作用，對減少洗衣用水量也具有相當效益。目前奈米科技也可應用於衣料上，纖維沾污機會減少，可降低洗衣頻率，自然能節省大量用水（如圖符7）。

五、應用於各種金屬表面

將奈米科技應用於金屬表面，例如：在水龍頭電鍍層，可減少水垢附著，不必經常擦洗；另外，若將奈米科技融入汽車烤漆的漆料中，使灰塵不易粘著於車體表面，不但可降低經常洗車的困擾，可節省大量的洗車用水。

結語

奈米科技之發展雖然不可限量，但從基礎研究到產品問世，中間必須經過紮實的應用研究與製程開發。國內首推的「奈米標章」，已開始受理奈米抗菌陶瓷面磚、奈米防污塗料及奈米防污馬桶

等產品之申請，相信此等產品的普及應用對節省水資源具有相當助益。我們何其榮幸恭逢其時，也讓我們引頸期待奈米科技時代的來臨！

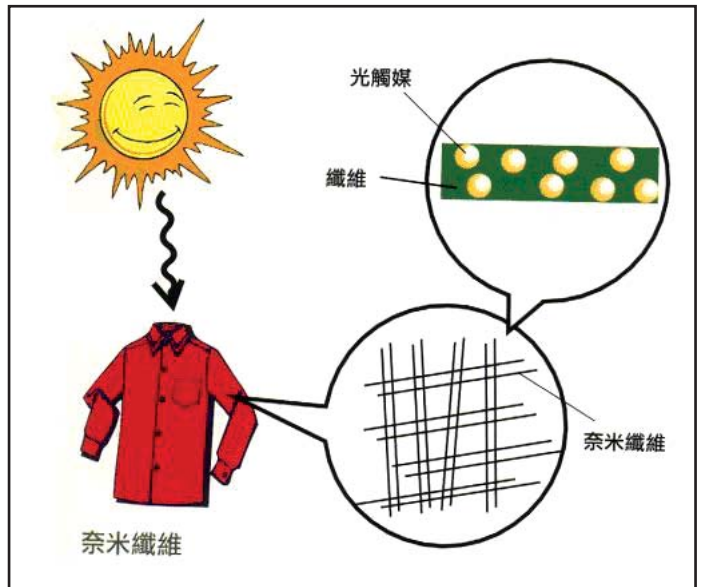


圖7. 奈米纖維衣服可減少沾污機會



奈米馬桶應用於整體衛浴可常保光鮮亮麗



參考文獻

1. 奈米科技，龔建華著（2002年）
2. 圖解奈米科技與光觸媒，呂宗昕著（2003年）

