

■ 蘇明德

矽的自述

矽在地球上無所不在，
凡是你看到的、用到的、吃到的可能都含有矽，
但了解矽嗎？



在 1787 年時，我「矽」被法國科學家拉瓦錫 (Antoine-Laurent de Lavoisier, 1743–1794) 首度發現存在於鑽石中。到了 1800 年，英國科學家戴維 (Humphry Davy, 1778–1829) 在利用電池分解鉀、鈉等金屬後，試圖改用電流分解「矽土」，結果沒有成功。現在知道這很可能是由於我「矽」的熔點太高，約攝氏 1,600 度。

又在 1811 年間，法國的蓋呂薩克 (Joseph Louis Gay-Lussac, 1778–1850) 和泰納爾 (Louis Jacques Thénard, 1777–1857) 把「四氟化矽」與金屬「鉀」混合加熱，獲得一種紅棕色可燃固體，後來知道是「未定形」的我「矽」。但是蓋呂薩克和泰納爾當時還沒想到要把我「矽」純元素精煉出來，就只差臨門一腳。

直到 1823 年，我「矽」首次被認定是一種元素，是由瑞典化學家波澤柳斯 (Jöns Jakob Berzelius, 1779–1848) 把「氟矽酸鉀」與過量金屬「鉀」共熱，也得到「未定形」的我「矽」。

由於「氟化鉀」很容易溶於水，而我「矽」也易沉於水底，二者很容易分離，於是波澤柳斯用反覆清洗的方式，終於把我純「矽」元素提取出來。但波澤柳斯當時尚未確定我「矽」已被分離成純質，於是波澤柳斯再把所取得的我「矽」放在氧氣中燃燒生成「二氧化矽」，它又叫「矽土」或「矽石」，終於確定我「矽」是一種元素，命名 silicium (意思是：堅硬之石)，元素符號是 Si。

我「矽」的英文名稱叫 silicon，這一名詞源自拉丁文 silex (原意：火石)。附帶一提的是，蘇格蘭化學家湯姆生 (Thomas Thomson, 1773–1852) 建議要在 silex 後面加上 -on，因為我「矽」元素的性質很像「硼」和「碳」，而它們的英文是 boron (硼)



我於 1787 年首度發現矽存在於鑽石中

法國科學家拉瓦錫



我於 1800 年在利用電池分解鉀、鈉等金屬後，試圖改用電流分解矽土，結果沒有成功。現在知道這很可能是由於矽的熔點太高，約攝氏 1,600 度。

英國科學家戴維



我們把四氟化矽與金屬鉀混合加熱，獲得一種紅棕色可燃固體，後來知道是未定形的矽。

法國的泰納爾 (左) 和蓋呂薩克 (右)。

和 carbon (碳)，所以我「矽」最後寫成 silicon。

後來，在 1857 年維勒 (Friedrich Wöhler, 1800–1882) 強熱「氟矽酸鉀」和「鋁」的混合物，再次得到暗灰色晶體的純元素我「矽」。

我「矽」在地殼中的含量是除「氧」外最多的元素。可是，我「矽」與「氧」和「碳」不同，在自然界中，我「矽」沒有以

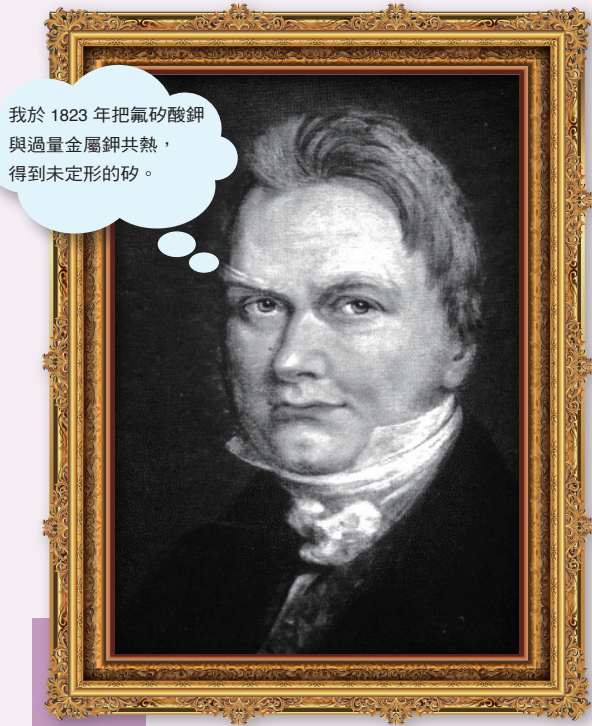
單一純質的狀態存在，總是與一種或多種其他元素緊密結合成化合物，這或許可以解釋為什麼我「矽」被發現比「碳」和「氧」晚。我「矽」屬於一種「準金屬」(metalloid)，即我「矽」具有金屬和非金屬的特性。

如果「碳」是組成一切有機生命的基礎，那麼我「矽」對於地殼來說，占有同樣份量的位置，因為地殼的主要部分都是由含我「矽」的岩石層構成的。

我「矽」和「碳」一樣，在地球上都屬於「無毒元素」。在化學周期表裡，我「矽」和「碳」屬於同一家族的成員，理當我「矽」和「碳」元素的個性會一樣，其實不然，像是我「矽」的化學性質就和「碳」的化學性質有顯著的不同。比如說：在國中化學課本裡會提到「碳」元素最多只能接4個化學鍵，但我「矽」元素可接5個，甚至6個化學鍵。

正因我「矽」無毒又在地球上存量豐富，再加上我「矽」有很多異於「碳」的特殊性質，聰明的科學家就大量地利用、開發我「矽」，以利用我「矽」的優點去彌補「碳」的缺點，廣泛為人類所用。國際上有一著名科學組織叫 ISOS (International Symposium on Silicon Chemistry)，專門報導、介紹及研究含我「矽」的相關化學。

其實，我「矽」在自然界中幾乎都是以兩種型式存在：矽石、矽酸鹽。比如說：水晶、瑪瑙、碧石、蛋白石、石英、一般砂子、火石等都是「矽石」；長石、雲母、黏土、橄欖石、角閃石等都是「矽酸鹽」類。換言之，含我「矽」的氧化物構成了地球上大部分的沙子、岩石、土壤。其實，人們知道「火石」已有數千年的歷史。當「火石」

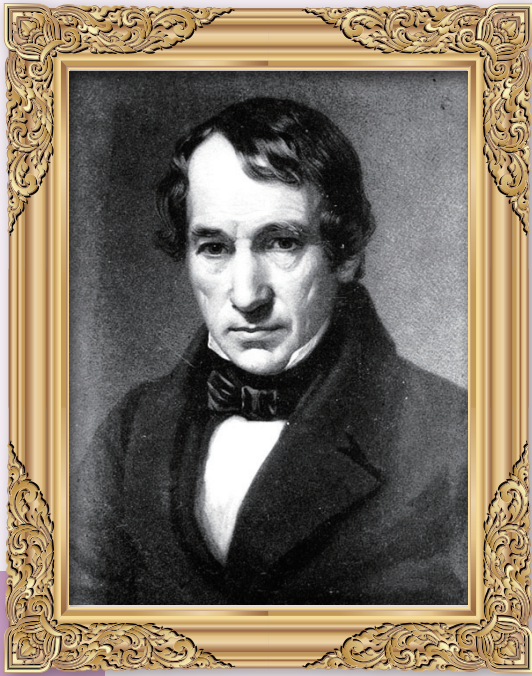


瑞典化學家波澤柳斯

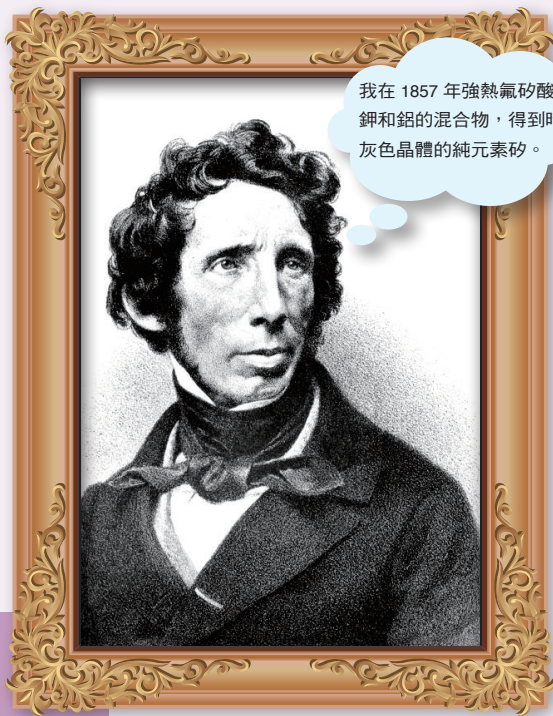


矽石礦

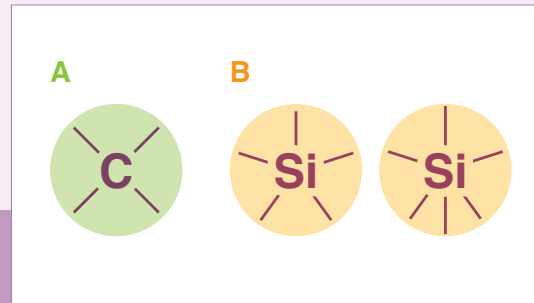
在自然界中，矽沒有以單一純質的狀態存在，總是與一種或多種其他元素緊密結合成化合物。



蘇格蘭化學家湯姆生



德國化學家維勒



(A)「碳」元素最多接 4 個化學鍵。(B)「矽」元素可接多達 5、6 個化學鍵。

受到猛擊時，它會形成片狀，可製成尖利的鋒刃，一些最早的史前工具就是由「火石」製成的。

自然界無數的物質中，很少比「沙」（即「矽石」）更引人入勝，或者更有用。拿它的營業額來說，「沙」的工業是今天美國規模最大的非燃料礦物工業。美國礦務局曾報告，每年從大地挖取了將近 10 億噸沙，商業價值超過 30 億美元。

大多數有土地的人夢想在自己的地上發現石油，以便頓成巨富，可是「沙」這個玩意也同樣有價值。不信的話，你看：一架前端挖掘的裝沙機舀起了一斗泥沙，傾入一輛拖曳貨車。貨車跟著把泥沙運往工廠，在那裡把泥沙倒進一個龐大的漏斗，再透過漏斗灌到密密麻麻翹起的輸送帶。強大的顎式軋碎機碾碎了夾雜在沙裡的岩石。碾磨機再把碎石磨成細粉。巨大的螺旋杆把細粉推進洗滌機，洗滌機沖走黏附的泥土時，每分鐘要消耗 2,650 公升的水。最後那些沖洗乾淨後閃閃發光的東西通過振動的濾網，按大小分別沿場地堆積。

其他地方的沙石公司則把最後產品運到工廠和翻砂廠，這些淨「沙」就在那裡變成無數製造過程的一部分。使這種原料有機會打進那麼多種產品的特質究竟是什麼呢？



瑪瑙原石



長石



雲母



橄欖石

因為這種奇妙的物質事實上正是我們這個行星的構成要素—崩解的岩石。

它可能是雲母或長石，可能是構成夏威夷黑色海灘的火山噴發的玄武岩，或是構成百慕達粉紅色海灘的珊瑚顆粒，甚至可能是人造的飄塵或鋼渣。可是最有可能的型式是「矽石」，也就是通常所說的石英，由地球上最豐富的兩種元素「矽」和氧自然結合的一種化合物—二氧化矽。

二氧化矽是一種堅硬難熔的固體，在地球上會以各種型態存在。據估計，自然界中二氧化矽的存在型式高達二百多種，可分為晶體和無定形兩大類。在陽光下，海灘上的沙粒閃閃發光，這是因為沙子中有許多無色透明的小顆粒，它們像一面面小鏡子強烈地反射陽光。這些小顆粒名叫石英，它的主要成分就是二氧化矽晶體。石英的種類也很多，沙子中的石英通常很小，大塊的石英晶體則非常漂亮，人們又稱它為水晶。

純淨的水晶是無色透明的，它晶瑩剔透、斑斕奪目，如果其中含有雜質，則會

呈現出各種美麗的色彩。比如水晶中如果含有少量錳，就會呈現紫色，人們稱這種水晶為紫水晶。如果水晶中含有少量碳，就會成為黑色而幾乎不透明的黑晶；水晶中如果含有少量植物雜質，就會成為煙晶，它呈淡黃色、金黃或褐色。

水晶為什麼會有如此美麗誘人的外表呢？讓我們到微觀世界去看看它的結構吧。蘇俄的化學家門捷列夫（Dmitry Ivanovich Mendeleev, 1834–1907）曾經說過，二氧化矽的正確分子式不是 SiO_2 ，而應該是 $(\text{SiO}_2)_n$ ，後來的 X 射線研究果然證實了門捷列夫的觀點。

在水晶的晶體中，二氧化矽形成巨型的大分子，氧和我「矽」之間以共價鍵方式結合，它在空間的伸展方式類似於金剛石，也屬於原子晶體，只不過在水晶的結構單元中不是碳，而是二氧化矽。也就是說，水晶的晶體是由二氧化矽不斷地重複，形成非常規則、整齊的結構。正因為它的結構如此完美、規則，才有美麗的外表。

水晶的晶體是由二氧化矽不斷地重複，形成非常規則、整齊的結構。



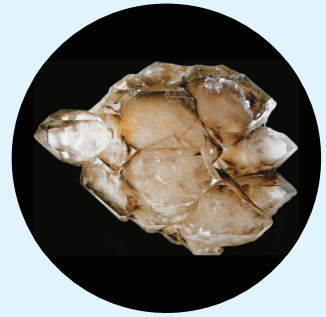
石英



水晶（圖片來源：種子發）



紫水晶



煙晶

石英和水晶不僅有觀賞價值，還有廣泛的用途。最早的眼鏡片就是用天然水晶做的，水晶十分堅硬，又不易用硬東西把它磨成鏡片，因此做一副水晶眼鏡可真不容易。水晶眼鏡工廠要用水浸潤的金剛砂從粗到細，一遍又一遍地磨，磨成所需要的形狀，然後用呢布和氧化鐵紅粉把鏡片磨光，才製得一副水晶眼鏡。俗話說：慢工出細活，用這方法製成的水晶眼鏡的品質當然比普通眼鏡好得多。

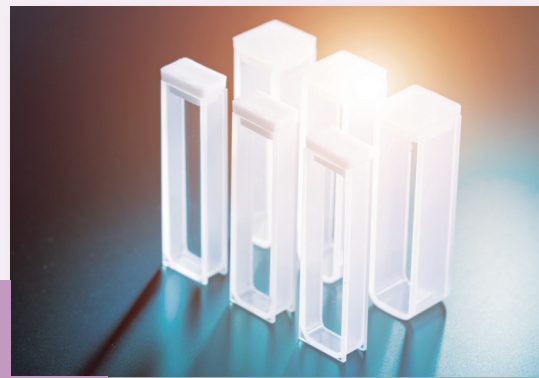
或者把石英熔融，然後冷卻，可製得石英玻璃。石英玻璃的膨脹係數很小，相當於普通玻璃的 $1/15$ ，因此它不僅能耐高溫，還能經受溫度的劇變，常製成耐高溫的化學儀器。

把水晶切成平行的薄片，放在兩塊金屬板之間，在外來力的作用下，會表現出非常奇異的性能。如果拉長或壓緊這種薄片，它的兩端就會聚積相反的電荷。在交流電的作用下，水晶薄片還會以高頻率的振動產生超聲波振盪，人們稱水晶的這種性能為「壓電現象」(piezoelectricity)。

壓電現象是法國科學家皮埃爾·居里 (Pierre Curie, 1859–1906) 和他的弟弟日阿克·



最早的眼鏡片就是用天然水晶做的（圖片來源：種子發）



石英製作的比色皿用於分光光度計（圖片來源：種子發）



居里 (Paul-Jacques Curie, 1856–1941) 在 19 世紀發現的，但在當時，這一發現並未得到人們的重視。直到第一次世界大戰期間，為了防止德國潛艇對英法兩國海軍的突然襲擊，法國的物理學家才利用居里兄弟的發現，製造出了世界上第一架超聲波探測儀。在軍艦上放置這種儀器，可以有效地偵測敵軍潛艇的位置，大大地減少了德軍潛艇對聯軍軍艦的威脅。

石英晶體還有一種非常有趣的性能——就是前面所說的壓電效應，當石英受壓時會產生電流，因此石英晶體用於留聲機唱頭和話筒。與這相反的現象也會發生，當給石英晶體施加一個振動的電信號時，它會準確地把信號的振動複製出來。當石英晶體受到交換電壓作用時，會產生機械振動。每塊石英晶體都有一個天然的共振頻率，這頻率取決於石英晶體的尺寸。

想一想「音叉」，就會理解「共振」的含意。「音叉」發生振動並發出某一種特定頻率及「共振」頻率的聲音。在石英錶裡，這種效應發揮到極致。當給這種晶體一個電信號時，它就以其自然頻率振動。振動的晶體產生電信號，這電信號又巧妙地反饋回晶體，其頻率與「共振」頻率完全相同。由於頻率的穩定度可達百億分之一，這些石英晶體用做時間標準。石英晶體也常用在無線電和電視發射機的控制元件上。

「沙」(即二氧化矽)的另一重要用途就是構成多數沙粒的普通石英的晶體，可以使它按可斷定的定速振動，速率視晶體的大小和形狀而定。從最早的無線電開始，發報機就包含振動的石英晶體，控制透過天空發出的無線電波頻率。石英在短波無線電發射、電視和雷達方面也擔任重要的角色。微小的石英晶體使現代鐘錶得到普通機械發條無法達成的準確度。



壓電現象是法國科學家皮埃爾·居里(右)和他的弟弟日阿克·居里(左)在 19 世紀發現的。

石棉是一種重要的矽酸鹽礦物，能形成具有很高機械強度和熱阻的長纖維，至今仍用作保溫材料。已經證實，人們暴露在含石棉灰塵的環境中是非常危險的，會導致肺及消化道癌症。目前有不少學校和工廠都投入一定資金和時間，更換在蒸氣管、爐子、機動車自動器及其他許多設備上用作絕熱材料的石棉。長期暴露在石棉粉塵環境中，會導致矽肺，這對採石工人來說是非常嚴重的。

二氧化矽還用來生產玻璃，玻璃是地球上最美麗且用途廣泛的材料，把石英砂與碳酸鈉、碳酸鈣混合熔化就形成玻璃。目前已製成的用途各異的玻璃不下 1,000 種，它們含有多種化學物質，而二氧化矽是大多數玻璃的基本成分。由於玻璃透明，可做成玻璃窗、眼鏡片及望遠鏡和顯微鏡用光學鏡片。玻璃幾乎沒有反應活性，且不易受其他化學物質侵蝕，因而是儲罐、瓶子和食品容器的理想材料。

「矽石」構成地殼的 65%，歷來就受珍視。人們的遠祖從黑曜岩磨出箭矢和飾物，黑曜岩就是火山熱氣熔化沙和岩石後造成的黑色「矽石」玻璃。古代腓尼基人和米索不達米亞人繼續大自然未竟的工作，把「沙」轉變成玻璃，考古學家曾挖掘出 4 千年前的上釉石器。

現代製造的玻璃是混合適量的沙和灰石、純鹼和碎玻璃，放到一個大熔爐裡在攝氏 1,480 度的高溫下熔化。玻璃熔液可以吹泡、拉長、壓扁、傾注、滾平，或鑄成各種形狀，製成燈泡、擋風玻璃、鏡片等。平均而言，一個工廠每小時可以出產 11 萬 5 千隻瓶子，每年消耗 15 萬噸沙。顧客對著一隻玻璃瓶注視時，只看見番茄醬、橄欖油或者汽水，卻不知道典型的瓶子有四分之三是沙。

金屬鑄造至少已有五千年的歷史，而沙始終是金屬鑄造過程的關鍵。事實上，如果沒有沙，金屬鑄造工業不可能每年出產價值 140 億美元的翻砂製品，包括從水龍頭到引擎座的各種商品。美國和加拿大的三千四百家翻砂工廠，許多集中在美、加邊境的大湖區，這裡可以取得的沙岩是全世界最大的純石英礦脈之一。這些滾圓、堅硬的沙粒很容易與黏合劑混合一泥、水和你也許不能相信的少許糖—造成堅實平滑的模型。

在翻砂廠裡，造模的沙壓進一個盒子，圍住最後成品的金屬或木質複樣周圍的盒子。沙模分兩半從複樣取下，然後匯合回去灌進金屬熔液。金屬一凍結，沙模就崩散，露出鑄成產品。成品一面冷卻一面收縮。翻砂廠接著收回沙粒，一次接一次再用。

派熱克斯玻璃（Pyrex）是在二氧化矽、碳酸鈉、碳酸鈣的混合物中加入氧化硼熔製而成，它不像普通玻璃熱漲冷縮得那麼



石棉瓦（上圖）及石棉絨（下圖）。

厲害，是製作熱環境用容器的理想材料。在二氧化矽、碳酸鈉和碳酸鈣混合物中加入氧化鉀，則可製成另一種類型的玻璃，這種玻璃異常堅硬，耐刮擦，適於製做眼鏡片。

光導纖維通訊是最新的通訊手段。用純二氧化矽可以拉製出高透明度的「玻璃纖維」，雷射可在玻璃纖維的通路裡發生無數次全反射而向前傳輸，代替了笨重的電纜。光纖通訊容量高，一根頭髮絲那麼細的玻璃纖維可以同時傳輸 256 路電話；而且它還不受電、磁的干擾，不怕竊聽，具有高度的保密性。可以預期，光纖通訊會使 21 世紀人類的生活發生革命性的巨變。



陶瓷是以我「矽」為基礎的另一類重要的化合物。與玻璃一樣，「陶瓷」也是古已有之，當時用做食物和水的容器。陶瓷大多用陶土製成，陶土是花崗岩和其他石頭風化形成的矽酸鹽，呈片狀結構，可吸收大量水。當置於爐中烘烤時，失去水分變得異常堅硬。陶器是在攝氏 1,200 度以下燒製而成的「多孔陶」，瓷器則於攝氏 1,200 度以上燒製而成。陶土也用來製作瓷器和細瓷。

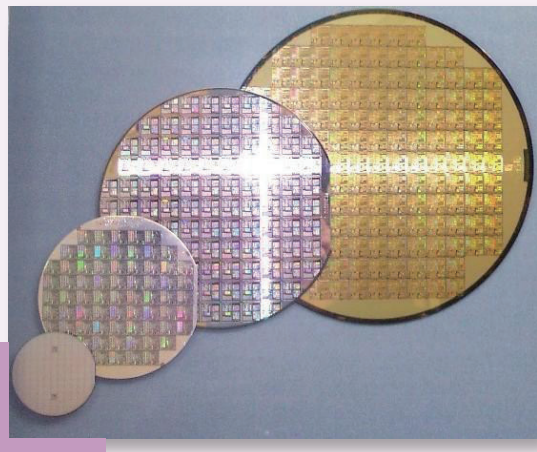
我「矽」最重要的應用是在電子設備，因為我「矽」是製造晶體管和計算機芯片的最佳材料之一，尤其是構成電腦、袖珍計算機和微量處理機基石的我「矽」集成電路片。半導體工業可以模仿天然晶體形成的方式，「種植」它自己的晶體來製造集成電路片：用一根鉛筆長短的「矽」晶體浸在從沙（即二氧化矽）提煉出的「熔矽」坩堝裡。我「矽」晶體在坩堝裡轉動時，熔矽就黏附在它上面形成同樣的晶體結構。這晶體種植過程歷時約數小時之久，最後形成一條我「矽」，看來像一截大香腸。

我「矽」條可以切成薄薄的晶片，再用紫外線或電子射線在上面構成微細的電路。然後把這些晶片切成小方塊，許多不過一粒玉米大小，每塊包含肉眼不能見到的電子組件。

其實我「矽」本身就是一種「半導體」，在單一純質狀態下，我「矽」晶體結構和金剛石結構相同。這不足為怪，因為我「矽」和碳都屬於元素周期表中的同一族元素。我純「矽」通常經由加熱石英砂和焦炭（碳的一種存在形式）至攝氏 3,000 度高溫得到。



純淨的矽棒



矽晶圓

金剛石不導電，我「矽」晶體卻有少許導電性。通過向我「矽」晶體添加某些精心挑選的微量雜質（摻雜），可以大大提高我「矽」的導電能力，例如在我「矽」晶體中加入少量砷或硼可形成「半導體」。「砷」比我「矽」多一個價電子，當摻入我「矽」晶體中後，這多餘的電子可以在

晶體中自由流動從而導電。而硼比我「矽」少一個價電子，當摻入我「矽」晶體後形成電子空穴，導致電子在我「矽」晶體中遷移進而導電。

由於半導體材料的出現，1947年美國的貝爾實驗室發明了晶體管。晶體管利用這種層狀固體化合物，使電子進行有序流動形成電流。它在諸如計算機和電視機這些電子設備領域內，幾乎完全取代了真空管。

成千上萬個晶體管可以連接在一個薄薄的矽晶片上，太陽能電池也是由矽晶片製成的。太陽能電池中有一個摻有硼的矽晶片，其上疊有摻有矽的薄矽晶片。當光照射在矽晶片上時，電流可穿過兩種材料的結合部。用於「晶體管」和太陽能電池的我「矽」都必須是高純質品。

說來難以置信，所有這些在實驗室、工廠和翻砂廠的應用，消耗量不到每年開採的沙量5%，95%以上則用於建築，這個工業社會大部分建立在沙的基礎上。把沙和等量的礫石及普通水泥混合，再加上一點水，就可以得到應用廣泛的混凝土，能用來造樓房、橋梁、水壩和公路，或者灌入模型製成平板、導管、橫梁和預鑄牆壁。

不過，沙的環境保存價值甚至可能超過它的商業價值，因為沿著海岸漂流的這種精細物質，本身就是一種工程奇蹟。在轉變岩石形態的各種力量中，最堅毅、最強大的莫過於海浪。歷經地質年代以後，海浪已把許多岩岸轉變為沙灘。可是海洋與陸地之間最後終於達到僵持的局面，因為沙粒幾乎是不可能摧毀的。沙粒減縮到某種大小以後，它們就憑毛細管作用擋住海水，形成水陸之間的一種軟墊。



矽晶片

對人類來說，水陸交接的這塊聖潔地帶似乎滿足一種年代久遠的需要。當你走到澎湖的純白海灘時，就可深切體會到這種效果。你可在那裡的海濱徘徊漫步，撿拾貝殼。在浪花裡泡了一會，精神隨之一爽，然後就躺在柔軟的沙丘上，任由這些永恆的微粒從指縫間滑過。這時候，你會完全體會到沙（即矽石）的真正價值。

另一個我「矽」的重要化合物是碳化矽，又叫金剛砂，它的硬度高達莫氏硬度（Mohs scale）9.5，因此「碳化矽」常用做研磨料，用於研磨或拋光其他物質的粉末狀材料。同時，碳化矽具有耐火性能，也常用在需維持高溫的烘箱內壁。

還有一組被稱為矽氧樹脂（silicone resin，又叫矽酮）的有趣矽化合物，是由我「矽」與有機物結合而成的。矽氧樹脂是聚合物或長鏈分子，其中我「矽」與氧相連。把不同有機化合物接枝在這聚合物上，可控制和改變其物理性能。



由矽氧樹脂製成的各樣器具（圖片來源：種子發）

以塑膠、橡膠、液體、明膠等產品型式出現的「矽氧樹脂」，可以用於擦亮家具、滑潤引擎、彌封屋頂、保護太空船免受高熱侵害和使麵包不致黏住焙盤。它的彈性體又可製作成玩偶和彈性球。某些矽氧樹脂用做潤滑劑，另一些則用作整型手術中的植入體，矽氧樹脂對人體組織不會起反應，是製造人體部件很有價值的材料，例如：指節、假鼻、假乳和人造心瓣。雖然如此，矽氧樹脂植入人體是否安全，一直是人們爭論不休的話題。

我「矽」也可和其他有機分子結合，形成性能優異的矽有機化合物，例如有機矽塑料是很好的防水塗布材料。在地下道四壁噴塗有機矽，可以一勞永逸地解決滲水問題。在古文物、雕塑的外表塗一層薄薄的有機矽塑料，可以防止青苔滋生，抵擋風吹雨淋和風化。

由於有機矽獨特的結構，兼備了無機材料與有機材料的性能，具有表面張力低、黏溫係數小、壓縮性高、氣體滲透性高等

基本性質，並具有耐高低溫、電氣絕緣、耐氧化穩定性、耐候性、難燃、防水、耐腐蝕、無毒無味、生理惰性 etc 等優異特性，廣泛應用於航空、電子電氣、建築、運輸、化工、紡織、食品、輕工業、醫療等行業。其中有機矽主要應用於密封、黏合、潤滑、塗層、表面活性、脫模、消泡、抑泡、防水、防潮、惰性填充等。

隨著有機矽數量和品種的持續增長，應用領域不斷拓寬，形成化工材料界獨樹一幟的重要產品體系，許多品項是其他化學品無法替代而又必不可少的。

我「矽」可以提高植物莖桿的硬度，增加害蟲取食和消化的難度。儘管我「矽」元素在植物生長發育中不是必需元素，但我「矽」仍是植物抵禦逆境、調節植物與其他生物之間相互關係所必需的化學元素。

我「矽」在提高植物對非生物和生物逆境抗性中的作用很大，如我「矽」可以提高植物對乾旱、鹽脅迫、紫外輻射、病蟲害等的抗性。我「矽」還可以提高水稻

對稻縱捲葉螟的抗性，施用我「矽」後，水稻對害蟲取食的防禦反應迅速提高，我「矽」對植物防禦可說起了警備作用。

在結締組織、軟骨形成中我「矽」是必需的，我「矽」能使多醣體互相連結，並把多醣體結合到蛋白質上形成纖維性結構，進而增加結締組織的彈性和強度，維持結構的完整性。我「矽」也參與骨的鈣化作用，在鈣化初始階段起作用，食物中的我「矽」能增加鈣化的速度，尤其當「鈣」攝入量低時效果更為明顯。同時，眾多研究結果顯示我「矽」是膠原組成成分之一。

眾多科學研究資料顯示，飼料中缺少我「矽」，動物生長便會遲緩、導致缺乏頭髮、指甲易斷裂，皮膚失去光澤。動物試驗結果顯示，餵飼導致動脈硬化飲料的同時補充我「矽」，有利於保護動物的主動脈的結構。另外，已確定血管壁中我「矽」含量與人和動物血管硬化程度成反比。在心血管疾病長期發病率相差兩倍的人群中，其飲用水中我「矽」的含量也相差約兩倍，飲用水「矽」含量高的人群患病較少。

我「矽」是一種非常安全的物質，本身不會有免疫系統反應，也不會被細胞吞噬，更不會滋生細菌或與化學物質反應。同時還有針對皮膚傷口所開發生產的「矽膠」，可以用來保護傷口，是安全性非常高的材料，受各國衛生機關許可使用。

雖是如此，在某些行業中，砂子會被研磨成非常細緻的粉末，也就是二氧化矽

粉狀化，這些粉末會經由嘴到喉嚨，再進入人體的肺部，這時二氧化矽會阻斷肺部和外界交換的微小空氣通道（這些空氣通道原本是用做內在二氧化碳和外界氧的交換），最後導致「矽肺」。「矽肺」類似肺炎會造成人體呼吸困難，進而痛苦死亡。

我「矽」是人體必需的微量元素之一，占體重的 0.026%。然而，我「矽」及含我「矽」的粉塵對人體最大的危害是引起「矽肺」，是嚴重的職業病之一，礦工、石材加工工人以及其他在含有我「矽」粉塵場所的工人應採取必要的防護措施。

從上述的介紹，可以清楚看到在大自然界及宇宙中到處都可找到我「矽」。我「矽」在地球上的含量占第二名，而碳占第十五名，我「矽」和碳在化學周期表裡又屬於同一家族的元素，照倫理輩分來看，「碳」是老大，我「矽」是老二，但我們兩者的物理和化學性質有很多不同之處，同一家族成員卻有著相異的脾氣和個性。或許也正因如此，地球上才會如此多采多姿，形成一個美麗新世界。

蘇明德

嘉義大學應用化學系

深度閱讀資料

蘇明德（民 99），**壓電陶瓷及導電陶瓷**，科學發展，**446**，68-71。

蘇明德（民 106），**碳的自述**，科學發展，**536**，58-69。