

地球上最硬的材料是什麼？有六種材料比鑽石更勝一籌

據國外媒體報道，碳是自然界中最奇妙的元素之一，擁有不同于其它元素的化學和物理性質。碳原子核中祇有6個質子，是能够形成複雜化學鍵的元素中最輕的。所有已知的生命形式都以碳元素為基礎，因為碳原子同時可以與最多四個原子形成化學鍵。在高壓下，碳還可以與其它碳原子結合，形成穩定的晶格結構。若條件合適，碳原子還能形成一種極其堅固、超級堅硬的結構，即我們所熟知的鑽石。

雖然眾所周知，鑽石是全世界最堅硬的物質，但其實有六種材料比鑽石更勝一籌。當然，鑽石仍然是地球上最堅硬的天然材料之一，但終究難以與這六種物質相比。

榮譽獎

地球上有一種物質，雖不如鑽石那麼堅硬，但由於在多方面表現出色，仍然值得一提。隨着納米技術的發展，再加上在納米尺度上對現代材料的了解進一步深入，我們如今意識到，評估這些極端材料的特性可以使用多種指標。

先從生物界說起。蜘蛛絲雖然招人嫌棄，但其實是一種非常強韌的材料。其強度重量比遠勝鋁和鐵等傳統材料，而且十分輕薄、粘性也大。在全世界的所有蜘蛛中，達爾文吹蛛的蛛絲強度最大，高達凱夫拉爾合成纖維的10倍。而且這種蛛絲無比輕薄，僅僅一磅(454克)的蛛絲便足以繞地球整整一周。

一種名叫碳化硅(一般以莫桑石的形式存在)的天然物質硬度僅比鑽石略低一點。自1893年以來，碳化硅顆粒已經實現了大規模生產。硅和碳屬於同族元素，可以通過一種名叫燒結的處理方式，在高壓、但相對低溫的條件下形成這種極其堅硬的材料。

這些材料不僅適用於各種對硬度要求高的場合，例如剎車片和離合器、防彈衣、坦克裝甲等，還具有出色的半導體性能，因此在電子元件的生產中也發揮着重要作用。

約20年前，科學家首次研發出了直徑從2納米至50納米不等的納米硅球。最驚人的是，這些納米球是空心的，不僅可以自行組成球狀，還能相互嵌套。這也是人類所知最堅硬的材料之一，硬度同樣僅遜于鑽石。

自組裝在自然界中是一件極為強大的工具，但與合成材料相比，生物材料在這方面要薄弱一些。這些自組裝納米粒子可以用來打造定制化材料，比如性能更優

良的水過濾器、效率更高的太陽能電池、速度更快的催化劑、或者新一代電子器件等等。不過，最理想的應用場景還要數根據使用者身材“量身打印”的防彈衣。

最著名的高硬度材料

當然，上述材料的硬度都無法與鑽石媲美。在地球上發現或創造出的所有材料中，鑽石的硬度名列第七。雖然有些天然(但十分罕見)材料和合成材料的硬度已經超越了鑽石，但鑽石的地位依然難以撼動。

鑽石也依然是人類所知耐劃性最强的材料。不僅鈦之類金屬比鑽石相差甚遠，就連硬度極高的陶瓷或碳化物在硬度或耐劃性上也無法與鑽石相比。其它以硬度著稱的晶體，比如紅寶石或藍寶石，也都達不到鑽石的水平

不過，有六種材料已經在硬度和耐劃性上打敗了鑽石。

第6種、纖維型氮化硼

除了碳之外，其它許多原子或化合物也可以構成晶體，氮化硼就是其中之一。硼和氮在元素周期表上分別居于第五和第七位，兩種元素組合在一起，可以產生各種各樣的可能性，包括非晶形、六方晶系(類似于石墨)、立方體(類似于鑽石，不過結構強度稍差一些)、以及纖維型。

其中，最後一種形式極為極端，但也極為堅硬。該物質在火山噴發過程中形成，到目前為止祇發現過極少量，因此我們無法通過實驗測試其硬度。但最新的模擬結果，它可以形成一種不同類型的晶格結構，屬於四面體、而非面心立方體，硬度比鑽石高出18%。

第5種、藍絲黛爾石

圖為兩顆從波皮蓋隕石坑中發現的鑽石。左側為純鑽石，右側為鑽石與少量藍絲黛爾石的混合物。如果有不含任何雜質的藍絲黛爾石，其強度和硬度都將勝過純鑽石。圖為兩顆從波皮蓋隕石坑中發現的鑽石。左側為純鑽石，右側為鑽石與少量藍絲黛爾石的混合物。如果有不含任何雜質的藍絲黛爾石，其強度和硬度都將勝過純鑽石。

想象有一塊富含碳元素(因而含有石墨)的隕石穿過大氣層疾衝而下、與地表相撞。你可能會認為，高速墜落的隕石會變得從裏到外熾熱無比，但實際上，隕石祇有外層會變熱，內部溫度仍然較低。

但在與地表相撞的一剎那，隕石內部所受的壓力將超過地表上的任何反應過程，導致隕石中的石

墨被壓縮成另一種晶體結構。這種新結構並不是鑽石那樣的立方體，而是屬於六方晶系，硬度可比鑽石高出58%。雖然藍絲黛爾石在實際中往往含有大量雜質，導致硬度低于化石；但從理論上來說，如果有一顆不含任何雜質、由純石墨構成的隕石擊中地表，產生的物質硬度將遠勝過地球上的所有鑽石。

第4種、大力馬

圖為一根大力馬繩索的近拍圖。大力馬是人類目前已知強度最大的纖維類材料。圖為一根大力馬繩索的近拍圖。大力馬是人類目前已知強度最大的纖維類材料。

從這裏開始，我們就離開了天然物質的範疇。大力馬是一種熱塑性聚乙烯高聚物，分子量極高。我們所知的大部分分子都祇有幾千原子質量單位，但超高分子量聚乙烯的分子鏈極長，一個分子的重量便可達成百上千萬原子質量單位。

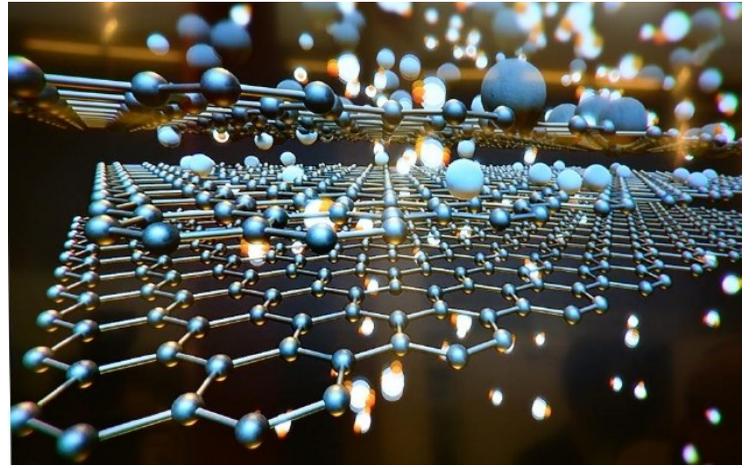
有着如此長的分子鏈，分子間相互作用也會大大增強，形成的材料硬度自然不容小覷。事實上，該材料的衝擊強度在所有已知熱塑性塑料中高居榜首，被稱作全世界最强纖維，性能勝過市面上所有鋼繩和牽引繩，不僅重量比水還輕，還有防彈效果，強度高達等量鋼鐵的15倍。

第3種、鈹微合金玻璃

圖為鈹金屬玻璃形變部位的微距照片，可以看出大範圍的塑性形變。放大圖中箭頭所指處為發生塑性滑動時產生剪切錯位的痕迹。鈹微合金是將高强度和高韌性結合得最好的已知材料。

所有物理材料都有兩項重要性質：強度和韌性；強度指使材料發生形變需要施加的力，韌性指使材料破裂或斷裂需要施加的力。大多數陶瓷材料都是強度很大、韌性不足，夾得太緊或不慎跌落都很容易破碎；橡膠等彈性材料則剛好相反，雖然不易破裂，却十分容易變形，硬度極低。

大多數玻璃材料都很脆弱，強度大、韌性低。即使是派熱克斯或康寧玻璃等強化玻璃，作為材料本身的韌性也不夠高。但在2011年，研究人員發明了一種新型微合金玻璃，包含磷、硅、鎳、鈹五種元素，其中鈹元素可以形成剪切帶，讓玻璃受力時可以發生塑性形變，而不會直接破裂。這種材料集極高的強度與韌性于一身，不僅輕鬆打敗了各類鋼鐵，這份榜單上名列



其後的其它材料也都無法與之媲美。簡而言之，這是最堅硬的不含碳材料。

第2種、巴基紙

由碳納米管制成的巴基紙可以阻擋直徑50納米以上的粒子通過。它具有獨特的物理、化學、電學和機械性質。雖然可以折疊或剪斷，但該材料強度極高。如果完全不含雜質，其強度可達同等體積鋼鐵的500倍。圖為掃描電子顯微鏡下的巴基紙。

由碳納米管制成的巴基紙可以阻擋直徑50納米以上的粒子通過。它具有獨特的物理、化學、電學和機械性質。雖然可以折疊或剪斷，但該材料強度極高。如果完全不含雜質，其強度可達同等體積鋼鐵的500倍。圖為掃描電子顯微鏡下的巴基紙。

自20世紀末以來，有一種名叫碳納米管的材料一直享有“硬度勝過鑽石”的美名。該物質屬於六方晶系晶體，結構整體呈橢圓形，穩定性勝過人類所知的任何結構。如果將大量碳納米管組合成一個平面，就會得到一張薄薄的“紙”，名叫巴基紙。

除了巴基紙之外，還有一種同樣堅硬的結構叫巴基球，由60個碳原子結合在一起組成。巴基球也算是一種天然材料，可以在特定宇宙環境中形成。雖然巴基球已在納米領域得到了應用，但還未實現大量生產，暫時無法在宏觀尺度上大展身手，因此未被列入這份“最堅硬材料榜”。

相比之下，構成巴基紙的每根納米管直徑祇有2至4納米，但這種結構極為強韌，可以結合成面積較大的薄片狀材料。其重量祇有鋼鐵的10%，但強度要高出成百上千倍。此外，這種材料具有防火性能，熱傳導效率極高，電磁屏蔽能力也極其突出，在材料科學、電子

元件、軍事、甚至生物領域都有豐富的應用前景。但巴基紙無法100%由納米管構成，因此沒能位居榜首。

第1種、石墨烯

最後讓我們來看一種由碳原子組成的六方晶系晶格結構——石墨烯，其厚度祇有一個原子那麼厚。薄片狀石墨烯一旦被成功制備出來，有望成為21世紀最具革命性的材料。石墨烯其實是碳納米管最基礎的結構要素，應用場景十分廣泛。該產業市值目前雖祇有數百萬美元，但預計短短幾年之內便可躋身十億級別。

就同等厚度而言，石墨烯是目前已知強度最大的材料，具有無與倫比的導熱性和導電性，而且透光度接近100%。2010年諾貝爾物理學獎便頒發給了安德烈·蓋姆和康斯坦丁·諾沃謝洛夫，獎勵他們在石墨烯方面開展的實驗。石墨烯的商業應用場景也是祇增不減。到目前為止，石墨烯依然是我們已知最薄的材料。而且蓋姆和諾沃謝洛夫從研究到獲獎祇用了六年時間，在物理屆算是最快紀錄之一了。

對更堅硬、更耐劃、更輕薄、更強韌的材料追尋將永無止境。如果人類能進一步推動可用材料的前沿，這些材料的應用場景也將不斷增加。幾代人之前，微電子、晶體管、以及操縱單個分子的概念還祇存在于科幻小說中。而如今，這些技術都早已走入尋常百姓家，成了我們習以為常的一部分。

隨着我們全力衝刺進入納米時代，本文中介绍的這些材料對我們的生活質量將顯得愈發重要、也會變得愈發常見。生活在這樣一個文明中真是一件樂事。隨着21世紀的藍圖徐徐展開，這些新材料的巨大潛力也將逐漸成為現實。



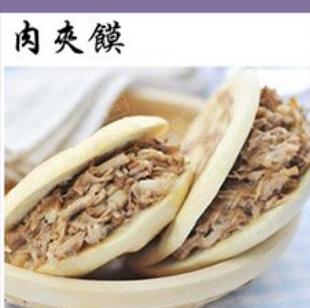
川陝名吃

地址 (DC店和Rockville店)
2700 New York Ave. NE,
Washington, DC 20002
316 N. Washington St.,
Rockville, MD, 20850

營業時間
周日至周四: 11am-10pm
周五、周六: 11am-11pm

電話: (202)636-3588 (DC)
(202)534-1620 (DC)
(301)-875-5144 (MD)

* 从马里兰大学沿1号路南行，从乔治城和乔治华盛顿大学沿New York Ave东行，均約15分鐘車程。店內有大型KTV包廂享受美食，縱情歡樂。



長期誠聘英文好且業務熟練的收銀員和大堂經理，有意者請電洽。

地道陝西名吃，聘請原陝西文、游園共館主廚省師傅和趙師傅及其團隊主理廚藝；同時聘有精通川菜、粵菜和各類家常菜的駐店廚師；新型的經營理念，為您提供一流的服務。店內設釣魚台豪華包廂(最多容納60人)及大型宴會廳(可容納300人以上)，酒水齊全，卡拉OK助興。環境優雅，空間寬敞，自備上百停車位，可承接各類公司、社團和私人大型宴會。餐廳地處華盛頓近郊，交通便利，誠摯恭迎大華府地區各界人士前來品嘗指導。

董事長: 柳奇 敬呈

