

氫的自述

106/04/07 瀏覽次數 4748

蘇明德 | 嘉義大學應用化學系

我「氫」原子是最簡單的原子，僅由一個質子和一個電子組成。其中質子做為原子核，電子圍繞質子運動，這種簡單的構成有助於解釋為什麼我「氫」是迄今宇宙中含量最豐富的元素。大量的我「氫」存在於太陽和其他星球的內部和大氣，以及遼闊無邊的星際空間中，可以說是宇宙間數量最多的元素。

我「氫」也是構成星球的主要元素。其實應該這麼說：我「氫」是所有化學元素的始祖，所有化學周期表上的元素都是從我「氫」演變而來的。整個宇宙世界一切源於 140 億年前發生了宇宙大爆炸，產生了只有氣體的宇宙，無恆星也無行星，氣體只有原子組成。那些原子屬於最簡單的元素，其中 75% 是我「氫」原子，其餘多是「氦」(He) 原子，尚沒有碳 (C)、氧 (O) 或氮 (N) 等元素的出現，更不用說鐵 (Fe)、銀 (Ag)、金 (Au) 元素也都沒有。

這時初始宇宙之點的氣體密度有些地方稍高，因萬有引力而吸引更多氣體，引力因而更強，再吸引更多氣體而循環不息。最後形成大氣團，氣團因自身引力而萎縮，結果內部發熱，氣團核心熱到若干程度就發生核融合。於是我「氫」原子就會融合成「氦」原子，同時釋放巨大能量，大到可對抗向內拉扯的引力，而當核融合所生的向外推的能量得以對抗向內拉扯的引力時，就會達平衡狀態，恆星就自此而生。

巨大恆星一生之中，其核心的融合反應不只產生「氦」，還產生化學周期表中的其他元素，從碳、氧、氮至鐵為止，但核心最終將耗盡燃料完全崩潰。崩潰造成巨大爆炸，這爆炸對超新星如何產生元素，有兩點須注意：第一，爆炸釋放巨大能量，使核融合能力變得更強，產生比鐵更重的元素，如銀（Ag）、金（Au）、鈾（U）等。第二，聚於恆星核心的所有元素，如碳、氧、氮、鐵和超新星爆炸所產生的所有元素都被排進宇宙空間，與宇宙空間已有的氣體混合，然後前事重演，於是宇宙氣團現在含有各式各樣的化學元素。

與其他元素相比，我「氫」的地位顯著。在構成宇宙的所有原子中，我「氫」的含量令人吃驚，將近 93% 之多。但在地球上，我「氫」約

只占地殼重量的 0.14%。我「氫」也以各種化合物的型態存在於水、生物、石油、天然氣和土壤中。

雖然，我「氫」在宇宙中扮演著重要角色，但令人吃驚的是，我「氫」在地球大氣層中的含量卻很低：在億升的空氣裡僅含有 5 升的我「氫」氣。這是因為我「氫」氣是所有氣體中最輕的，地球對我「氫」的吸引力太小，以至於大部分曾經存在於空氣中的我「氫」氣逃跑到外大氣層外的空間中。一些較大的星球如土星和木星，引力較大，其大氣層中的我「氫」氣的含量比較高。也正因如此，我「氫」的研究和天文學有密切的關係。

我「氫」是一種非常古老的元素，人們認為宇宙是由大爆炸形成的，而我「氫」在大爆炸後不久就產生了。所有其他元素有的產生於燃燒星球的地心核反應，有的則產生於星球毀滅時的大爆炸。

研究指出我「氫」可能藉由兩種方式繼續在宇宙裡出現：一是我「氫」常在恆星上存在，恆星利用我「氫」做為燃料產生能量，例如：在大多數恆星裡，常發生「氫」原子參與的原子核融合反應

(如： $4\text{H}\rightarrow 1\text{He}$)。在這融合的過程中，巨大的能量會以熱和光的形式釋放。也正因如此，夜晚看到的星星都是亮亮的。

另一是我「氫」也出現在恆星與恆星之間的「空」的空間中。曾有一段時間，科學家們以為這個空間是真的「空」的，它不包含任何種類的原子。但現在已了解恆星與恆星之間的空間仍含有極少量的原子，其中大部分是我「氫」原子。據估計，平均約 5 立方公里的星際空間只包含一小撮的我「氫」原子和其他原子。地球上現存的我「氫」大多以水分子的形式存在於海洋裡。

我「氫」的原子量是 1.008，在所有元素中，我「氫」是質量最輕，在元素周期表中位居第一號，可謂元素之首。很長時期，人們就一直認為在這第一號位置上只有我「氫」一種。直到 1912 年，同位素的發現改變了這種看法。在周期表上同一個位置的元素，可以有幾個不同原子量的元素。這種在周期表上位置相同而物理性質不同的元素，就叫同位素。同位素的化學性質相同而物理性質（諸如原子量、沸點、熔點……）有差別。

一般人認為我「氫」是英國化學家亨利·卡文迪許 (Henry Cavendish, 1731–1810) 發現的。卡文迪許是一個很古怪的科學家，做為英國貴族的兒子，他卻把一生都獻給了科學事業。他測定了重力常數 G 值，也精確計算出地球的質量，進而證明伊薩克·牛頓 (Isaac Neteon, 1642–1726) 的萬有引力理論是對的。但由於卡文迪許很害羞，當不得不跟人說話時他就會口吃，他甚至都不願意和女性說話。他通過手寫便條向女傭發號施令，當他在房間走動時，如果女傭沒有躲起來而被他看到，他就會立刻解僱她們。

1766 年，卡文迪許是在把金屬鋅加入酸中時製出了我「氫」氣。他認識到上述反應產生的這種可燃氣體 (當時的人們都這樣稱呼我「氫」) 是一種獨特的物質，他把我「氫」認定是一種元素。目前實驗室仍用上述方法製備少量的我「氫」氣。把幾片金屬鋅或一些碎鐵屑加入盛有鹽酸的試管中，就會產生氣泡放出我「氫」氣。在需要大量的我「氫」氣時，大多數實驗室和工廠就改用瓶裝壓縮的我「氫」氣。

卡文迪許在研究我「氫」的實驗上非常成功，他逐步接近了我「氫」的本質。可惜的是，他信奉不正確的「燃素說」理論，以致對自己的

實驗做出了錯誤論斷。他起初認為我「氫」是「燃素」－一種可燃物質，後來又認為我「氫」是「燃素」的化合物。而我「氫」究竟是什麼，在當時還是無法確定。

直到 18 世紀末時，法國化學家拉瓦錫（Antoine-Laurent de Lavoisier, 1743-1794）創立了「燃燒理論」，正確地闡明物質的燃燒現象。如此一來，他對我「氫」的性質也得到了另一層面的認識。1783 年，他用兩種不同方法證明水是我「氫」和氧所組成的化合物：一是使「氫」和氧化合為水（在氧氣中燃燒「氫」氣）；另一是使水分解為「氫」和氧（使水蒸氣通過燒紅的鐵絲而生成「氫」氣和四氧化三鐵）。同時，指出我「氫」的燃燒是「氫」跟氧的化合作用，進而產生了水。

拉瓦錫終於確定我「氫」是存在於水中的一種元素，並用希臘文把我「氫」命名為「水的生成者」（hydrogen），也就是我「氫」是由希臘文的「hydro」（水）和「genes」（產生）衍生而成的，中文譯為「氫」。我「氫」的符號「H」就是採用這個希臘字的第一個字母。

正常情況下，我「氫」氣是雙原子分子，即一個我「氫」分子由兩個我「氫」原子組成。我「氫」氣的化學符號是 H_2 ，代表含有一對我「氫」原子，我「氫」氣無色、無臭、無味，能完全燃燒。當我「氫」氣在空氣中燃燒時，與空氣中的氧發生強烈反應放出大量的熱，我「氫」就與氧化合成水。

對於我「氫」的性質，人們很早就有了基本認識，並且善加利用。例如，了解我「氫」僅約為同體積空氣重量的 $1/14$ ，1 升「氫」氣在攝氏 0 度時只有 0.08988 克，而密度最高的元素「銻」（Os），同樣的體積就達到 22,480 克，兩者相差竟達 25 萬倍！

我「氫」氣比空氣輕，因此常用我「氫」來替代一般空氣，至今「氫」氣球還用於高空氣象的探測和防空。正因如此，一個充滿我「氫」氣的氣球一旦脫手，便會迅速升空，飄然而去。在所有氣體中，我「氫」氣的密度最低，因而在空氣中上升能力最強。我「氫」氣曾被用於空中飛船和載人氣球的空中飛行。

其實，我「氫」從被發現之初到現在，都跟交通脫不了關係，但總是不切實際，即使到了今天仍然一樣。西元 1852 年，亨利·吉法德（Henri Giffard, 1825–1882）在巴黎首次利用我「氫」氣使一艘飛船升空，後來飛船的確在 20 世紀初曾有過短暫風行而燦爛的日子。第一次世界大戰期間，飛船被用來轟炸倫敦和巴黎，並在 1920 年代和 1930 年代用來載運旅客橫渡大西洋，直到 1937 年發生了「興登堡號」大災難。

當時，這艘飛船準備降落時，卻因火花引發我「氫」氣爆炸，許多乘客因而喪生。這使人們對我「氫」感到非常恐懼。這是因為我「氫」氣是一種易燃氣體，當點燃純淨的「氫」氣時，就會安靜地燃燒，且發出淡藍色的火焰。可是我「氫」氣一旦和空氣混合，只要有一點火星就會引起爆炸，因此玩「氫」氣球時一定要特別小心。於是，人們便不再用我「氫」氣填充飛艇，改用比我「氫」密度稍大的「氦」，因為「氦」不會燃燒，比較安全。

除了灌製氣球外，我「氫」還有許多用途。我「氫」在氧氣中燃燒時，可產生高達攝氏 3,000 度的高溫，這一溫度足以使許多金屬熔化。因此人們常利用「氫氧焰」來切割或焊接兩種不同的金屬。

地球上我「氫」的含量僅次於氧，居第二位。而在宇宙空間中，我「氫」原子比其他所有元素的原子總和還多 100 倍，可以說我「氫」是宇宙中最多的元素。不過我「氫」的性格太活潑，喜歡與別的元素結合，以化合物的形式存在。

我「氫」最普通且常見的化合物是水，兩個「氫」原子和一個氧原子反應就生成了人們熟悉的水分子（ H_2O ）。我「氫」還存在於數不勝數的有機物（或含碳化合物）及具有生命組織的生物化合物內。在有機分子裡，我「氫」往往直接與碳鍵結。

我「氫」也可用來發電，還可做為電動車燃料。另一類含我「氫」的著名化合物是碳水化合物，這種分子內含有碳、我「氫」和氧，大多數存在於糖和含澱粉的食物中，供給人們及食草動物能量。我「氫」化合物還廣泛存在於香料、染料、殺蟲劑、DNA、蛋白質等各種不同物質裡。

商用的我「氫」在化工和食品行業也應用廣泛。我「氫」在化工行業最主要的用途是用於製造「氨」(NH_3)，以便能大量製造「人造肥料」。在食品生產業，大量的我「氫」氣用於「氫化」處理過程。所謂「氫化」，就是把我「氫」加入液體植物油中使其成為固態油以製取人造奶油，化學上稱這一過程為油脂的「氫化」，如今人們常用人造奶油做為動物脂肪奶油的代用品。其實，許多液態油的色澤和氣味不好，經過「氫化」後就能脫胎換骨。像是氣味難聞的鯨油，氫化以後就變成沒有氣味的白色固體油。

我「氫」還是奪氧的高手，許多金屬的氧化物要用「氫」氣做為還原劑來冶煉。但是我「氫」之所以成為近代工業和尖端技術中的重要角色，實在是因為上世紀高溫高壓合成技術以及原子核能技術的興起以後。

由於我「氫」是地球上所有氣體裡最輕的，因此我「氫」的分子運動速度最快，進而有最大的擴散速度和很高的導熱性。我「氫」的導熱性比空氣大 7 倍，幾十萬瓦的大型發電機就常用我「氫」來冷卻。

跟其他氣體一樣，我「氫」也可液化及固化，我「氫」的沸點和熔點分別是攝氏零下 252.8 和 259.14 度。在歷史上，我「氫」是在 1898 年被詹姆斯·迪瓦 (James Dewar, 1842–1923) 用他自己發明的真空熱力瓶第一次液態化。接著在第二年，第一次製造出固態「氫」。液態「氫」常用於低溫技術中。又我「氫」在水中的溶解度很小，1 毫升 (ml) 水僅溶解 0.02 毫升的「氫」。

此外，現在許多地質學家正研究利用我「氫」來預報地震的可行性。由於在地殼岩石中，我「氫」的含量相當多，而我「氫」又具有質量輕的特點，在壓力大、溫度高的情況下，我「氫」移動速度遠比其他氣體快。因而，在地震的孕育階段，地下結構的劇烈運動能使我「氫」氣迅速地發生相應的反應，人們便可以根據地殼中我「氫」的變化來預測地震的發生。

古怪的是我「氫」卻能被鎳 (Ni) 、鉑 (Pt) 、鈀 (Pd) 3 種金屬的粉末所大量吸附，1 立方公尺的鈀竟可吸附 700 立方公尺的我「氫」。在「氫化」反應中，這 3 種金屬常常當做催化劑。

我「氫」的化學性質是多方面的。我「氫」既能和氟 (F)、氯 (Cl)、溴 (Br)、碘 (I) 等鹵族元素，又能跟鋰、鈉、鉀等鹼金屬化合。在常溫下，我「氫」和氯同時受光照後會發生猛烈反應合成為氯化氫 (HCl)。近代工業製造鹽酸方法之一，就是利用我「氫」氣在氯氣中燃燒來產生氯化氫，再把氯化氫溶於水而製得。

在冶金上，我「氫」常用於冶煉純度較高的金屬，電氣工需要的純鎢、半導體材料矽和鍺的提煉，就會用到我「氫」。做為燃料來說，液態「氫」有重量輕而發熱量高的優點，是前途很有希望的火箭燃料。航空工業需要大量液態的我「氫」做為火箭燃料，當我「氫」與氧在推進器裡混合時，會燃燒產生熱氣流推動火箭飛行。

在常溫常壓下，我「氫」的化學性質並不怎麼活潑，但在高溫高壓和催化劑的促進之下，我「氫」就顯得活潑了起來。例如：在攝氏 500 ~ 550 度、100 大氣壓下，用鐵做為催化劑，我「氫」可和氮直接合成為「氨」，進而製成氮肥。又在一定溫度、壓力和催化劑的作用下，我「氫」還可和一氧化碳反應合成甲醇等。

我「氫」也可跟煤、焦油、石油殘油等作用，製成「人造石油」和其他化工原料。煤這類物質在高溫下會裂解，這些裂解產物再和我「氫」作用便成了類似石油一類的碳氫化合物。依靠鉑或鎳的催化作用，我「氫」還可跟熔點較低、在常溫下呈液態的不飽和油脂發生氫化反應，使它變為熔點較高、在常溫下是固體的硬化油脂，用以製取「人造奶油」等。因此，隨著近代化學工業的發展，我「氫」已成為氮肥、人造石油、人造奶油等工業的重要原料。

如何廉價地大量取得我「氫」也成了化學工業的一個研究課題。目前工業上製取我「氫」的方法有好幾種：一是「水煤氣法」（水煤氣的反應式： $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ ），水蒸氣從加熱的焦炭上通過，有時用甲烷代替焦炭。

甲烷的分子式是 CH_4 ，每個甲烷分子含 4 個我「氫」原子。如果用熱水蒸氣，甲烷和水中的我「氫」就會分解而形成我「氫」氣，也就是：焦炭與水蒸氣反應產生一氧化碳和我「氫」氣（即上述「水煤氣」的化學反應式），這兩種氣體可用物理方法分離。不過，這種稱為水煤氣的混合氣體往往可做為燃料應用。

另一是深度冷凍法，把煤氣和焦爐氣極速冷卻，利用其中各種成分沸點的不同，把我「氫」分離出來。還有「電解水法」，用電使水分解為我「氫」氣和氧氣。也可用石油廢氣，以高溫裂解或其他化學方法來取得我「氫」。

現代人們的生活及生產活動離不開能源，目前使用的主要能源是石油、煤、天然氣等化石燃料。這些燃料不僅會汙染環境，而且不可再生。據估計，現有的石油資源按現在開採速度到 2050 年就會耗盡，人們將面臨世界能源危機，因此新能源的開發利用迫在眉睫。科學家們經研究後一致認為，我「氫」是取代石油的最理想的未來能源。

我「氫」做為燃料，優點是顯而易見的：我「氫」本身是一種無色、無味、無毒的氣體，又是地球上最單純、最普遍的化學元素，燃燒後生成的唯一產物是水，不會產生氮、硫、碳等氧化物及粉塵等對人體和環境有害的汙染物。

另外，我「氫」氣的密度很小，也是一種熱值很高的燃料，燃燒 1 公斤的「氫」可以放出 34,000 千卡的熱量，比石油、煤炭等化石燃料大得多。更重要的是我「氫」的來源幾乎是無窮無盡的，我「氫」元素占水的質量的 11%，而在地球表面有十分之七被海水覆蓋，據估算地球上光在水中就含有 15 億億噸「氫」，絕對沒有我「氫」枯竭的危險。

有人也許會產生這樣的疑問：我「氫」做為能源既然有這麼多好處，為什麼不立即全面推廣使用呢？原來，想要大量使用我「氫」燃料還存在著一些難題。比如，我「氫」氣的儲存和運輸就限制了我「氫」做為一種大規模使用的理想能源。

在通常情況下，我「氫」氣是氣體，質量非常小，即使加壓到 15 兆帕（TPa）儲存在高壓鋼瓶中，所裝氣體的質量也不到鋼瓶的 1/1100。而且我「氫」氣的性格比較「衝動」，遇到火花就會爆炸，直接把我「氫」氣儲存在鋼瓶中的做法既不方便，也不安全，存量也很小，因此並不可行。

那麼能否像其他一些氣體一樣，把我「氫」氣液化後儲存起來呢？回答是肯定的。不過我「氫」氣是世界上所有氣體中密度最小，而且沸點最低的物質，在常壓下，要冷至攝氏零下 252.8 度才會變成液態「氫」。這樣製備我液態「氫」不僅需要能製造超低溫的冷卻設備，還需把我液態「氫」儲存在隔熱的容器中，因此需要較大的空間，也比較笨重。

比如，用液態「氫」做為燃料、用液態「氧」做為助燃劑的宇宙火箭，光我液態「氫」和液態「氧」的儲存箱就要占到火箭全部空間的一半以上。航太飛機的起飛重量約 2,000 噸，而我液態「氫」和液態「氧」的儲存箱約重 700 噸，占起飛重量的 1/3 以上。而且液態「氫」溫度太低，處理上非常不方便，且配送不易，不符合經濟效益。因此，把我「氫」氣液化後儲存的方法儘管已應用在一般實驗室中，但還是有許多困難。

那麼能否把我「氫」氣轉變成固態的金屬「氫」呢？這確實是不錯的主意。不知你是否注意到，在元素周期表中，我「氫」所在的這一族除了「氫」以外，都是典型的金屬（像鋰、鈉、鉀、銣、鉍）。為此，科學家一直在思考把我「氫」轉變成金屬的方法，並於 1972 年在

高壓下成功地製得了金屬「氫」，這可以說是金屬家族中的一個新成員。

我金屬「氫」的密度很高，用我「氫」做燃料，不但體積小、效率高，儲存也方便。但由於近期還無法在常壓下得到穩定的我金屬「氫」，因此用這一方法儲存我「氫」尚需時日。

那麼我「氫」出路何在？就在人們為解決我「氫」氣的儲存問題絞盡腦汁的時候，「儲氫合金」的發現無疑給人們帶來了希望。話題還得從 20 世紀 70 年代發生在日本的一個偶然事件說起。

1974 年，日本松下電器產業中央研究所的研究人員發現了一個奇怪的現象 — 把鈦鎳合金和氫氣一起裝入容器後，氫氣的壓力居然從 1013.25 千帕降到了 101.325 千帕。經仔細研究，他們驚訝地發現：減少的氫氣是被鈦鎳合金「吃掉」的！

原來鈦鎳合金的晶體結構中的晶格中有空隙，我「氫」氣可以鑽入這些空隙並與金屬反應，以金屬氫化物的形式儲存起來。由於我「氫」與金屬的結合力較弱，一旦加熱或減壓，金屬又會把原先「吃」下去

的我「氫」氣原封不動地「吐」出來。用這種「儲氫金屬」來儲存我「氫」氣，就像海綿吸水那樣先「吸飽」氫氣，然後運送到需要的地方再「擠出」使用，隨擠隨用，十分方便。

鈦鎂合金能貯存大約比其本身體積大 1,000 ~ 3,000 倍的我「氫」氣，「胃口」已夠大了，但對大規模使用來說，「肚子」還顯得不夠大。為此，人們又開發了鐵鈦系、鎂鎳系、稀土系，以及釩、鈮、鋳等金屬及合金。一旦價廉物美的「特大肚子貯氫金屬」成為現實，人們就可以更大規模地使用氫為燃料。到那時，整個海洋將成為人類的動力之源。

並且，我「氫」燃料售價一向較高。我「氫」燃料的價格是石油的 3 倍，「氫」燃料引擎是汽油引擎的兩倍，雖然在技術改進及大量生產後，價格會下降，但永遠不可能像目前汽油燃料般方便和便宜。雖是如此，我「氫」最大的好處就是廢氣汙染非常少，和會造成「溫室效應」問題的二氧化碳完全不一樣。

目前的計畫是一旦天然瓦斯用完，就改用我「氫」來供應一般家庭使用。因為我「氫」氣比甲烷輕，雖然需要 3 倍體積的我「氫」氣才能提供相同的熱能，但我「氫」氣的環保優點可以抵銷這個缺點：我「氫」氣燃燒時，只會釋放出水蒸氣。有一天可能會出現所謂的「氫

氣經濟」，把我「氫」這種氣體輸送到人們的住家，供取暖與烹飪之用，甚至還可充當人們家庭及房車的燃料。

「燃料電池」的概念源起於 150 年前的英國物理學家 William Robert Grove (1811–1896)，他以水電解產生我「氫」氣及氧氣的原理，設計用「氫」、氧氣的電化學反應來合成水及放出電流，這一概念就是「燃料電池」的先驅。但是，真正「燃料電池」被派上用場是美國登陸月球的太空計畫。不管是太空計畫中的載人太空船，或是目前的太空梭，其主要的電力來源都是由燃料電池所供應。這項技術已成功地使用了近 50 年，但由於燃料電池的成本過於昂貴，經過長時間的努力，卻始終沒有商品化。

之後，燃料電池的研發受到國防工業的重視，例如應用於潛水艇的備用電力系統。接著，歐美、日本的一些電力或天然氣公司也曾積極投入研發大型發電用的燃料電池，這些公司希望能夠突破技術而降低發電成本，並且改善環境汙染的問題。但是這些大型燃料電池發電機幾乎沒有正式商品化，主要還是因為成本過高，且整個系統操作的壽命也不如傳統發電系統。即使如此，過去十幾年中，燃料電池在技術上仍起了革命性改變。

汽車公司就是以我「氫」做為燃料電池的主要動力。我「氫」的燃料電池運作的原理是和電解水相反的方法，在陽極通氫氣，在陰極通氧氣，利用鉑催化「氫」氣分解為質子與電子，質子再與氧氣生成水，反應過程中產生的電子流動就可提供汽車使用。這種「氫」燃料電池唯一的生成物是水，一點都沒有汙染問題，目前許多世界著名車廠都大力研發燃料電池。但目前其動力只有 45 馬力，最高時速 110 公里，行程 250 公里，無法長途使用。

另一方面，我的液化「氫」若保存在一個 120 公升的圓桶狀燃料槽裡，桶內壓力會是 5 倍大氣壓力，並由 70 層很薄的絕緣層保持我的液化「氫」的冷度，絕緣層的原料是鋁箔和玻璃纖維，在燃料槽和外層容器之間形成一道 3 公分的間隙。這麼一個完整的燃料槽總重量是 60 公斤，足以讓一輛中型房車行駛 400 公里。這種汽車的安全性跟汽油汽車一樣可靠，不過它的行駛里程只有同樣重量的汽油燃料所能提供的行駛里程的一半。

但把我「氫」做為燃料，並不一定要載著液化「氫」行駛在道路上。我「氫」可以被某些金屬合金吸收及儲存，日本一家汽車公司製造了一輛「氫」汽車，並在 1991 年的東京汽車大展中展出，就是使用這種燃料儲存方式。

含有鐵或鎂和鎳的合金可以吸收跟它們體積相同的液化「氫」，並且會在需要時把我「氫」釋出。在這種合金裡，我「氫」會儲存在金屬原子之間的空隙裡。日本車廠的「氫」汽車並不燃燒我「氫」，而是在電池裡拿我「氫」來產生電力，我「氫」會在電池裡釋出電子產生電流，然後和氧結合成為水。

可惜的是，把我「氫」儲存在合金裡也會遭遇到很多困難。把我「氫」灌進合金裡，以及從合金裡把我「氫」引出，會使得這些合金變脆，經過一段時間後，這些合金都會變成灰塵。而且，如果讓溼氣跑進燃料桶內，會使桶內的容量大為減少。這些問題再加上我「氫」的價格高昂，使得用我「氫」做為汽車燃料變得很不符合經濟效益，因此「氫」汽車至今仍很難流行起來。

全世界的我「氫」產量每年約在 3 千 5 百億立方公尺，相當於 3 千萬噸。我「氫」的天然來源有兩種：水以及碳氫化合物像甲烷。估計在地球的大氣層裡，含有 1 億 3 千萬噸的我「氫」，但這些我「氫」太過稀薄很難回收，而且會慢慢消失於太空中。

只要讓電流從水中通過，我「氫」就會從水中釋出。但這種提煉過程並不符合經濟效益，因為用電換「氫」費用太高。儘管已經研發出很多種方法來改善它的效率，像是在有很多小孔的氧化鋯電極棒裡電解

水蒸氣，但效果還是不怎麼好。在夜裡利用水力發電廠多餘的電力來製造我「氫」氣，也許是降低我「氫」氣成本的一種可行辦法。

製造再生性的我「氫」氣的另一種方法，就是利用再生性木炭來製造我「氫」。但這會產生一種「氫」和一氧化碳的混合氣體，通常這種氣體又會轉變成「甲醇」，常用做溶劑。

第三種方法還在研究階段，就是利用陽光把水分離成兩種組合氣體——氧氣和我「氫」氣。20 年前就有人發明用二氧化鈾粉末加入鉑來產生我「氫」氣的方法，但以這種方法產生的我「氫」氣數量實在太少。

日本一位科學家則發明把碳酸鈉加進水中，這樣可以大量增加我「氫」氣的產量。但即使如此，想要利用陽光來生產我「氫」氣，還是距離經濟效益的目標太遠。

有些本身喜歡處在高熱環境的細菌，自身就能產生我「氫」氣。1996 年，美國田納西州橡樹嶺的國家實驗室的一群科學家發現，從炙熱的煤渣堆裡找到的某種葡萄糖脫氧酶，以及從太平洋深海底的火山口找到的另一種脫氧酶，都能夠從葡萄糖分子裡產生我「氫」氣，接著轉變成葡萄糖酸。

這兩種酶都能夠抗高溫，因此能夠在高溫下起化學反應，使得我「氫」氣的生產過程變得更快速。由於每年生產的纖維素數量都很驚

人，而纖維素是葡萄糖的聚合物，因此，也許會有那麼一天，可以利用這兩種酶從木頭和廢紙裡製造出大量的我「氫」氣。

我「氫」原子也常和氮（N）、氧（O）、氟（F）原子生成「氫鍵」，氫鍵本質上是一種正負靜電相互吸引的作用力。氫鍵在生物體內的化學結構上，以及在人類和動植物的生理生化過程中扮演著非常重要的角色，這可從現今國高中化學課本一再提及可看出。像是蛋白質的單螺旋構造以及遺傳基因 DNA 的雙螺旋構造，都因氫鍵的存在而形成。

早在二千年前，中國的秦始皇在建造萬里長城時，當時被奴役的百姓和士兵就是用糯米、飯粒、稻糠、紅糖等做為磚塊和磚塊間的「黏著劑」。這種黏著劑其實就像今天用麵粉做成的漿糊一樣，因為有了氫鍵的關係，可把磚塊牢牢地結合在一起。無怪乎，經過了千百年，萬里長城至今仍是屹立不搖，這都要特別感謝氫鍵的功勞。雖然當時的人只知其然，而不知其所然，尚無氫鍵的觀念，但早年老祖宗的智慧的確令人激賞。

從上文的介紹裡，或許讀者可以了解到：我「氫」可說是與人們的生活息息相關，如果沒有我「氫」，也就沒有今天的各種動植物（因為

「氫鍵」)。而也因為有我「氫」，人們的未來有了新的希望（因為「原子核融合能」）。

深度閱讀

1. 蘇明德 (民 96) 人造奶油的化學，*科學發展*，**411**，46-47。
2. 蘇明德 (民 99) 能貯存氫氣的金屬 — 貯氫合金，*科學發展*，**454**，64-68。
3. 蘇明德 (民 104) 氫的自述，*科學發展*，**506**，36-42。

資料來源

- [《科學發展》2017 年 4 月，532 期，54 ~ 65 頁](#)