

鎂的自述

蘇明德

鎂是人體的基本元素之一，卻很少人知道它的重要性。

我「鎂」是一種銀白色金屬，很輕，具柔韌性，中等硬度，化學性質活潑。我「鎂」英文名字叫 magnesium，是由「菱鎂礦」(magnesite) 的名字衍生而來。菱鎂礦是源自古希臘的馬格尼西亞 (Magnesia) 地名而來的，這種礦含有白色的碳酸鎂 (MgCO_3)。另外人們也開採白雲石做為我「鎂」元素的來源之一，白雲石含有碳酸鈣鎂 ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)，在歐洲國家用作建築材料已好幾個世紀。

我「鎂」及其化合物的研究始於 18 世紀中葉，英國蘇格蘭醫生布萊克 (Joseph Black, 1728-1799) 曾進行了一些對我「鎂」化合物最早的實驗。在公元 1800 年前，化學家只知道我是一種元素，但是沒有人能夠製備出純「鎂」金屬。我很容易和其他元素緊密結合，在當時沒有人能找到一種方法單獨分離出我「鎂」元素。直到 1808 年，英國化學家戴維 (Humphry Davy, 1778-1829) 用電解法從氧化鎂中分離出純質的「鎂」。

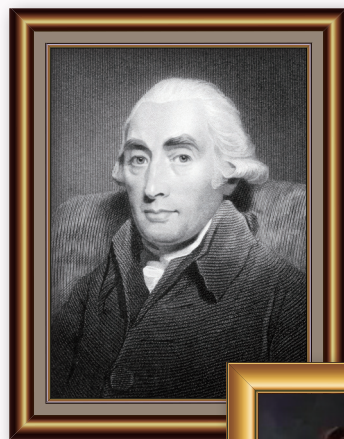
我在地殼中金屬的含量排第六位 (僅次於鋁、鉀、鐵、鈣和鈉)，而我「鎂」元素之所以在地球上存量豐富，是因為我在海水中的含量很大。據估計，我在海水中的含量約每立方公尺多達 4 公斤。照這推算，我在全世界海洋中的總含量約 6×10^{16} 噸以上，正因如此，海水成為我取之不盡的來源。



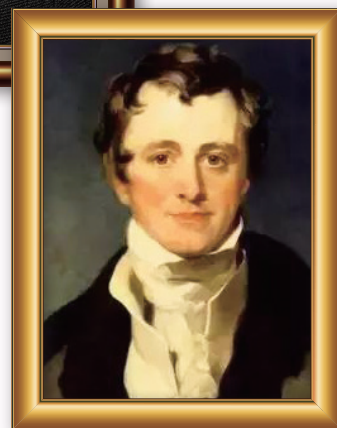
菱鎂礦



白雲石



最早對鎂化合物進行實驗的布萊克



用電解法從氧化鎂中分離出鎂的英國化學家戴維



牡蠣殼粉（片狀）。

另外，人們採用道氏製鎂法直接從海水中提取我。道氏製鎂法是一種重要的製「鎂」法，在這方法中，先把牡蠣殼粉或貝殼粉（主要成分是氧化鈣）加入海水中，形成的浮液是氫氧化鎂。氫氧化鎂與鹽酸反應生成氯化鎂，電解氯化鎂就得到純淨的我—「鎂」金屬。熔化的金屬「鎂」可鑄成固體棒以便運輸。

平常食用的食鹽一般都是海鹽，也就是從海水中提取的，而海水在含有大量鈉離子和氯離子的同時，也含有頗多的鎂離子。粗鹽未加精製，裡面當然會混入不少的氯化鎂。而氯化鎂是一種無色、味苦、溶於水的晶體，極易吸收空氣的水分，因此粗鹽較精鹽易潮解。

目前，我已成為一種重要的結構材料，主要在於我很輕。我是所有金屬元素中質量最輕的，密度只有 1.74 公克 / (公分)³。可以比較一下，水的密度是 1 公克 / (公分)³，「鎂」的密度大約僅是鐵的 1/5、鋁的 2/3。

我「鎂」通常也和這些金屬形成合金。所謂合金是經由熔化或混合兩種或多種金屬製成，其性質不同於個別金屬。例如：我與「鋁」形成的「鋁鎂合金」比純「鋁」更輕，強度更大，更耐腐蝕，因此，在許多家庭裡都用鋁鎂合金製成的梯子。由於鋁鎂合金重量輕，已成為製造汽車零件、飛機配件、動力工具、建築物、橋梁、割草機殼和運動器材的理想材料。

與塑膠材料相比，鎂合金重量輕、強度高、減震性好、不易老化，又有良好的導熱性、電磁屏蔽能力強，以及非常好的壓鑄工藝性能，尤其是具有易於回收等的優點，是替代鋼鐵和工程塑膠材料的新一代高性能結構材料。為適應電子、通訊器件高度集中化和輕薄短小的發展趨勢，鎂合金是交通、電子、通訊、計算機、手提工具、電機、紡織、核動力裝置等產品外殼的理想材料。

鎂合金製品



切割用的鋸子



滑雪板

鋁鎂合金製品



鋁鎂合金絲



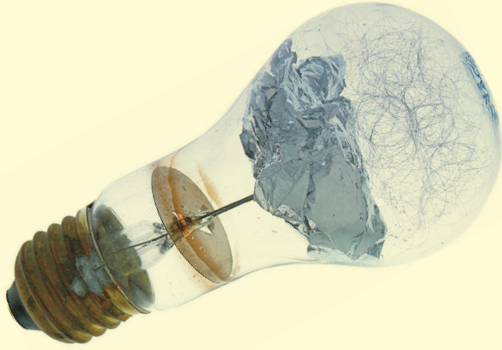
腳踏車踏板



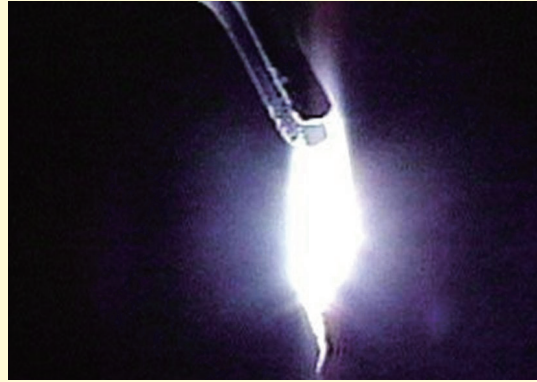
汽車輪胎框



行李箱



早期含有鎂絲的閃光燈泡



鎂帶燃燒產生耀眼的白色火焰

發達國家非常重視鎂合金的開發與應用，尤其在汽車零件、筆記型電腦等便於攜帶的電子產品上的應用，全世界每年至少以 20% 的速度增長，非常引人注目，發展趨勢驚人。

我「鎂」是很容易製造和組裝的，所謂容易製造和組裝是說我易被塑造、模型化、彎曲、切割，以及和其他金屬混合成「合金」。在歷史上，我就是因為有上述特性，在第二次世界大戰中，德國把我和其他金屬混合為合金，製造了許多武器及設備，因此也有人稱我是「德國金屬」。

在美國生產的我「鎂」化合物約有 70% 用於耐火材料的製造。耐火材料是一種能夠忍受非常高溫度的材料，經常用於保持高溫的烤爐。另外的 30% 鎂化合物運用在農業、建築、工業和化學上。在商業上，我「鎂」也用於皮革鞣製和纖維整理，以使其更易於著色。

我「鎂」暴露在空氣中會很快在表面上形成一層氧化物，這層氧化物（稱為氧化鎂）宛如堅固的盔甲，保護著我使我免

受進一步腐蝕。我的粉末或微粒在空氣中燃燒時可發出強烈的白光。在閃光燈泡中通常充有氧氣，其中裝有一根細鎂絲，當電池給鎂絲通電後，鎂絲會迅速燃燒且發出強烈的白光，可把景物照得雪亮，因此人們早期常用我做為閃光燈，但由於實用上較為麻煩，現在的照相技術多半改採電子閃光燈。

正因我「鎂」金屬很容易燃燒且放出明亮的光，所以在第二世界大戰時，英國、德國和日本的城市曾被敵人的轟炸機投下數以百萬計的鎂燃燒彈，使得這些城市陷入一片火海。我的熔點僅攝氏 650 度，但在平常情況下，很難使我熔化，因為我在空氣中加熱到攝氏 473 度時才會燃燒，並發出眩目、耀眼的白色火焰。前面曾提到過，這一特點使我成為製造焰火、照明燈、信號火箭的上等原料，因此又有「焰火金屬」的俗稱，讀者看到閃亮的煙火其實就是我「鎂」燃燒產生的。

我燃燒時，還會釋放出大量紫外線和熱量，幾克的我就能燒開滿滿的一杯冰水。

如果把我「鎂」條放在開蓋的罐頭食品外，引燃我後只需 2～3 分鐘，罐頭中的菜餚就會熱氣騰騰。有趣的是，我在二氧化碳中仍然可以燃燒，因此用二氧化碳泡沫的滅火器不能撲滅我燃燒造成的大火。必須指出的是：雖然我容易燃燒，但我的金屬塊並不易燃燒，因此鎂條和鎂管可以安全焊接。

我「鎂」的一個重要應用是做「鋁熱反應」的引發劑。先來看一個實驗：在氫酸鉀、氧化鐵和鋁粉的混合物中插入一條我「鎂」條，然後把我點燃，這時就能看到我劇烈燃燒並放出熱量，使氧化鐵粉末和鋁粉在高溫下劇烈反應，放出大量的熱並有液態鐵生成。這個反應就是「鋁熱反應」，反應中的溫度可達到攝氏 3,100 度以上。

「鋁熱反應」在生產上有廣泛的應用。比如焊接鋼軌，往鋁熱劑中加入一定量的鐵合金和鐵釘屑，把這種混合物放到特製的坩堝中，用我「鎂」條點燃後立即劇烈反應，產生高溫的鋼水和熔渣。隨即把高溫鋼水澆入扣在兩根鐵軌縫上的砂型孔中，就可把兩根鐵軌焊接起來。這種焊接不用外接電源，而且速度快，設備簡單，非常適合野外作業，在鋪設鐵路的無縫接軌上具有重要的意義。此外，在工業上，也可用鋁熱劑的方法焊接大截面的鋼材零件。

1990 年，在法國自由車大賽中，荷蘭代表隊隊長安德森（Phil Anderson）騎的是一輛純「鎂」製車架的自由車。這種車子比鐵製車架更堅固也更輕，後者的重量約是前者的 5 倍，即使是鋁製車架也比鎂製車架重 1.5 倍。鎂製車架可以一體成型，免掉焊接的麻煩，也使車身的重量減到最輕，而堅固程度則提升到最高。

我「鎂」可以用來製造行李架、磁碟機轉盤和照相機零件，因為這些東西都很講究輕巧堅固。像我這樣的金屬，在本世紀年產量可望達到 50 萬噸，汽車製造商會發現：用我製成車體，不但更輕，而且更堅固耐用，是最佳的環保車體。德國的賓士汽車已經用我製造汽車座椅，保時捷則用我製造輪圈。汽車重量更輕，也可以更省油，萬一發生撞擊意外，危險性也會隨之降低。

在某些天然水源中，我的含量會較高。我「鎂」使水硬度增大，含我「鎂」的溶液與肥皂混合時，我會與肥皂反應生成渣狀沉澱。硬水中的我通常經由軟化處理去除，在軟化過程中，不溶性的我被可溶性的鈉取代。

人們對我「鎂」和人體健康影響的研究，是從研究班圖族人（Bantu）開始的。班圖族是非洲的一個黑人民族，這一民族中的男女老幼幾乎沒人患過動脈硬化症。這一情況引起了科學家們的極大關注，經研究發現，其中的原因就在於班圖族人對我「鎂」元素攝取量大大超過其他民族。

我「鎂」是所有生物不可或缺的元素之一，簡單地說，因為我是幾種人體內部的生物「酶」（又稱「酵素」）發揮正常作用的基礎。酶是活生物體的「催化劑」，因為酶可以加快某些發生在生物體內的化學變化。有了我「鎂」的存在，酶在活細胞裡才能正常工作。

我也存在於葉綠素中，因為「鎂」是葉綠素的組成成分之一。葉綠素是光合作用的關鍵物質，因此我「鎂」對地球上綠色植物的生長必不可少。植物需要葉綠素取得陽光中的能量，以便製造糖和澱粉。地球之所以呈現青綠色，是因為「鎂」和葉綠素會吸收陽光中的紅色和藍色，而只反射綠色的光。

植物從土壤中吸收我「鎂」，人們則從所吃的植物中直接攝取我，或者從吃植物的動物肉類間接攝取。植物沒有得到足夠的「鎂」，就不能製造足夠的葉綠素，葉脈雖仍是綠色，但葉脈之間變黃，有時呈紅紫色。若我「鎂」缺得嚴重，則形成褐斑色，甚至壞死。

我「鎂」主要存在於人體器官和組織中，正常成人身體中的「鎂」總含量約 25 公克，其中 60 ~ 65% 存在於骨、齒，27% 分布於軟組織。至於植物成熟時，「鎂」則集中於種子。我「鎂」離子在植物的「光合作用」和呼吸過程中，可以活化各種磷酸酶。我「鎂」也可以活化 DNA 和 RNA 的合成。

我「鎂」離子是生物有機體中含量偏多的一種正離子，僅次於鈣、鈉、鉀而居第四位；又我「鎂」離子在細胞內的含量僅次於鉀離子而居第二位。在鈣、維生素 C、磷、鈉、鉀等的代謝上，我是必要的物質，在神經肌肉機能的正常運作、血糖轉化等過程中扮演著重要角色。

鎂離子又有著「天然鎮定劑」的別稱。當人的身體缺乏「鎂」的時候，肌肉就容易不穩定，甚至會發生抽筋，且情緒容易起起伏伏，甚至出現容易疲勞、失眠的狀況。解決之道是建議可以每周吃兩次深海魚（如鮭魚、鯖魚或鮪魚）或者吃南瓜籽、燕麥、黃豆或黑豆等。

我「鎂」也是一種參與生物體正常生命活動及新陳代謝過程不可少的元素。我影響細胞的多種生物功能：影響鉀離子和鈣離子的轉運，調控信號的傳遞，參與能量代謝、蛋白質和核酸的合成；可以通過負電荷基團，尤其核苷酸中的磷酸基團，維持人體的結構和功能，催化酶的激化和抑制，以及對細胞周期、增殖及分化的調控。

整顆的種子、未經碾磨的穀物、青葉蔬菜、豆類和堅果是我「鎂」最為豐富的來源；魚、肉、奶和水果中我的含量較低；經過加工的食物，在加工過程中我幾乎全部損失。營養專家建議一個人對我的標準攝取量是每日 300 到 400 毫克（mg）。我「鎂」也常加入飼料中，提供動物必要的「鎂」攝取量。附帶一提的是，實驗研究指出：我可以有效減緩女人的經痛。因此當月經來臨時，醫師常會建議多吃深綠色蔬菜及全穀類，用以降低經期的痛楚。

可以這麼說，我會在人們身體內分散，但大部分進入骨骼內，因此骨骼成為「鎂」的儲存處。

我「鎂」是構成骨骼的主要成分，是人體不可缺少的礦物質元素之一，能輔助鈣和鉀的吸收。在此，我有 3 種功能：透過薄膜調節身體動作；我的一部分可幫助從食物中釋放能量；我也用來製造蛋白質。「鎂」具有預防心臟病、糖尿病、夜尿症、降低膽固醇的作用，缺乏「鎂」會使神經受到干擾，引致暴躁及緊張，並且會使肌肉震顫及絞痛、心律不整、心悸、低血糖，甚至出現睡眠障礙或癲癇。

我「鎂」可幫助肌肉神經的穩定及大腦正常的運作，甚至有醫學文獻報導：我和失智症的發生有關聯性。「鎂」也可保護人體骨骼及平衡人體的血糖。每天若飲酒過量或常吃精緻的甜食、澱粉類，因為酒精跟醣類都需要靠我來代謝，吃進去的我不多，但人體內部的我消耗又多的時候，就容易缺乏我「鎂」。

人體內的我「鎂」含量幾乎是鐵的十倍。進一步的研究發現，我「鎂」元素是人體內合成卵磷酯的催化劑。假如人體內的我「鎂」量不足，合成卵磷酯的工作就會受到抑制，這樣人體對膽固醇的代謝會





飲酒過量或常吃精緻的甜食、澱粉類，就需要靠「鎂」來代謝及平衡人體的血糖。（圖片來源：種子發）

發生障礙，膽固醇在血液中的含量就會上升，進而引發動脈硬化。根據心肌梗塞死者的心臟解剖統計數字就可以看出：這些死者心臟所含的「鎂」量比正常人少40%。

法國生物學家還發現，我「鎂」有助於一種嚴重疾病—疲勞病的治療。經研究發現，疲勞病人的血液中，含「鎂」量比正常人少，而且人在發怒時，人體中所含的鎂會燃燒。因此愛發脾氣的人往往較容易疲勞，且心血管功能都不太好，這時吃一些含「鎂」的食物，會有助於脾氣改善及減緩疲勞。當人體本身感覺缺少「鎂」時，就會不自覺地想吃富含「鎂」的食物，而巧克力是個富含「鎂」的食物之一。當你特別、異常地想吃巧克力時，可能暗示著你身體正缺乏我。

除此之外，我還與人體的血壓關係密切。美國醫學研究發現：經由老鼠試驗得出缺「鎂」會得高血壓症的結論。由此推論，美國人目前高血壓患者之所以與日俱增，與飲食中「鎂」攝取量的多寡密不可分。比如說：據統計，1900年的美國人平均每日攝入「鎂」量475毫克，2015年則降為245毫克。

缺少我「鎂」為何會患高血壓症呢？科學研究發現，人體內血管收縮的程度是鈉、鎂、鈣三種元素相互影響的結果。一般的情況是若血液中鎂含量降低，而鈉含量同時升高，這時人體內的調節機制就會失效，鈣離子便增加，促使血管收縮，進而導致血壓上升。

人們最初是從母乳開始攝取我「鎂」，而且每天都要攝取這種金屬才能永保健康，平時的飲食中不可缺乏我。1991年，坎貝



現今瀉鹽已用在洗澡水裡，現在了解到：瀉鹽可以放鬆肌肉、消除酸痛和使皮膚光滑。（圖片來源：種子發）

爾博士（Dr. Mike Campell）在著名醫學雜誌《柳葉刀》（*The Lancet*）裡發表文章，建議用我治療長期疲勞症狀，這種神祕的病症稱作肌痛腦脊髓炎，有的人則戲稱它為雅痞流行性感冒。

坎貝爾報導說，接受「鎂」治療的病人報告指出：他們覺得較有精神，心情更好，而且比較能夠忍受疼痛。缺乏我是不是造成肌痛腦脊髓炎病症的原因之一，目前還不確定，但不管如何，我「鎂」缺乏的情況是極其罕見的。

前面說過，人們每天需要攝取 300 ~ 400 毫克的「鎂」這種金屬，但人們的身體對我的處理非常有效率，如果可以，就直接從平時所吃的食物中攝取，如果不行，就由已經儲存在體內的我拿出來循環使用。人們每天攝取的我約在 350 到 500 毫

克之間，多餘的我不容易被身體吸收，而且如果太多，還會造成輕微腹瀉。因此瀉鹽（硫酸鎂， $MgSO_4$ ）和鎂乳（氫氧化鎂 $Mg(OH)_2$ ）常當做通便劑。

市面上常見含「鎂」元素的就是非處方藥的瀉鹽，即水合硫酸鎂，其醫學用途早在 17 世紀早期就已廣為人知，至今水合硫酸鎂仍是一種治療皮膚疹的補助用藥。水合硫酸鎂的硫酸鎂分子上結合了幾個水分子，首次發現於 1618 年英格蘭 Epsom 市的一個礦井裡，當時該市正鬧大乾旱，有個農民帶著他的牛到市中心中央公園的水孔喝水，但他的牛喝了幾口後就不願再喝了。

這農民很驚訝，因為他知道牛很渴，於是他自己嘗了後，發現真的很難喝，因為這個水帶有強烈苦味。後來，人們了



解到浸泡在含有瀉鹽的天然水池裡可使身體感覺更好，這些鹽似乎具有安慰身體的屬性。沒過多久，浸泡在這種含瀉鹽的水池變得非常流行。

今天，瀉鹽已用在洗澡水裡，現在了解到：瀉鹽可以放鬆肌肉、消除酸痛和使皮膚光滑。也有一些園丁相信灑瀉鹽的花園有助於花卉和蔬菜成長！

其實，我「鎂」早就常拿來做為藥品，像是：潤腸通便用的碳酸鎂、防腐劑殺死細菌用的硼酸鎂，以及鎮靜劑用的溴化鎂。還有鎂乳是氫氧化鎂的水懸浮液，是乳狀，呈鹼性，可中和胃中多餘的酸，用做「抗酸劑」。

正常的飲食就可以提供超過需要量的我「鎂」，大部分食物都含有我，但烈酒、不含酒精的飲料、糖和脂肪則完全不含有我。菠菜會阻止我「鎂」被人體吸收，因為菠菜所含的草酸會形成一種人體無法消化的化合物。但如果你很喜歡吃菠菜，也不用太擔心，因為菠菜不會是你飲食中「鎂」的唯一來源。

烹調不會影響我「鎂」，但如果你把煮青菜的水倒掉，那你等於倒掉一半的我。有些食物的含「鎂」量很高，像是杏仁、腰果、黃豆、黑豆、南瓜籽、巧克力、可可和深綠色蔬菜。他們的含「鎂」量都很高，每 100 公克中含有 200 毫克（等於百分之 0.2）。

崔姆博士（Dr. Eric Trimmer）在他的著作《神奇的鎂》（*The Magic of Magnesium*）中指出，現代飲食若增加磷酸鹽的攝取量，會妨礙人們對我「鎂」的攝取。這兩種化學物結合成的磷酸鎂，不容易溶於水。令人感到意外的是，他的書中也強調，「鎂」可以紓解月經來臨前的不適症狀，並能預防骨質疏鬆症。該書建議，如果想增加

「鎂」的攝取量，可以多吃麥片和巧克力，因為這些食物的含「鎂」量都在百分之 0.4 以上。

愛喝酒會使得人體的腸胃對電解質的吸收出現障礙，因此易有低血鎂的現象發生，這會造成心臟亂跳、心悸，進而容易猝死。酗酒的人和貧窮國家的兒童會缺乏我「鎂」，「鎂」的缺乏會導致一個人變得容易煩躁或過於激進。可是另一方面，過量的攝取「鎂」也會發生鎂中毒。例如：吸入鎂粉末可產生咽喉和眼睛的刺激，進而發熱。在大劑量下，我會造成肌肉和神經的損害，最終可以導致感覺和麻痺損失，以致不能順利移動身體。當然，這樣的情況很罕見，多半只在必須長期與我金屬「鎂」接觸的工作環境才發生。

由上文可知，我「鎂」在人體裡屬於微量元素之一。所謂微量元素是指元素在人體內的含量很微少，但卻是絕對不可缺少，因為是影響人體健康的關鍵因素。隨著我「鎂」的大量開採，價格降低，和我「鎂」相關的合金有了新發明，其用途也有了新發現。可以想見，我「鎂」在未來 21 世紀的應用會是無限量的。

蘇明德

嘉義大學應用化學系
