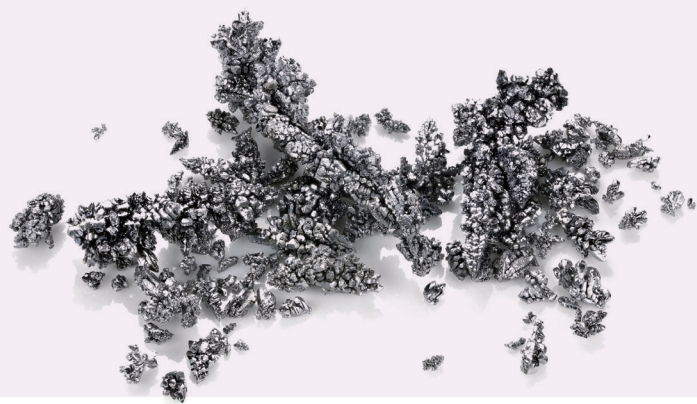




■ 蘇明德

# 鈇的自述

我（鈇）的研究及應用才正開始，  
你可千萬不要忽略了我的存在。



我「釩」元素的英文名字叫 Vanadium，因此元素符號稱為 V，原子序排名為 23。

1829 年，維勒（Friedrich Wöhler, 1800–1882）在研究墨西哥的一種鉛礦時，發現一些奇怪的現象，認為裡面可能存在一種新元素。但在進一步研究後，維勒發現該物質與已知的鉻（Cr）元素非常相似，便停止研究，忙別的事情去了。

到了第二年，維勒得到消息：塞夫斯湯姆（Nils Gabriel Sefström, 1787–1845）在研究瑞典某地方的鉛礦時發現了一種新元素，化合物若含有該元素都帶有五顏六色，因此把這元素命名為「Vanadium」（釩）（名字源於瑞典「斯堪地維亞半島」傳說中的一位美麗女神 Vanadis）。維勒大為吃驚，便把一年前得到的那個化合物趕快寄給他的老師貝采尼烏斯（Jöns Jacob Berzelius, 1779–1848），請他測定裡面是不是含有釩。

貝采尼烏斯仔細分析後，發現該化合物就是「氧化釩」，於是他給維勒回了以下這封既風趣又意味深長的信：

很久很久以前，在遙遠的北方住著一位美麗而可愛的女神，她的名字叫 Vanadis。有一天，一位遠方的客人來敲她的房門。生來喜歡幽靜的女神一時懶得動手，她想聽到第二次敲門後再開門。然而，等了好一會兒，女神沒能聽到第二次敲門的聲音，卻聽到那人離去的腳步聲。原來那位來客敲了一下門後，見沒人出門迎接，便回頭走了。女神覺得很奇怪，便走到窗前，看到那位匆匆而去的人後，自言自語道：「原來是維勒這傢伙，他顯然對於是否被請進來滿不在乎。如果他肯費點工夫繼續敲門，就會被請進來了。」

過了幾天，女神又一次聽到有人敲門。但這次來的人非常有耐心，他敲了一下，



塞夫斯湯姆在研究瑞典某地方的鉛礦時發現了一種新元素，化合物若含有該元素都帶有五顏六色，因此把這元素命名為「Vanadium」（釩）。

沒見人開門，就連續敲。女神只好起身開門，站在她面前的是一位英俊美男子，他叫塞夫斯湯姆。女神與塞夫斯湯姆一見鍾情，不久就生了個兒子，他們給孩子取名「釩」。

這個美麗的邂逅，是瑞典著名化學家貝采尼烏斯給他學生維勒的一封信中的內容，講述的是釩元素的發現。維勒與塞夫斯湯姆都是學識淵博，經驗豐富的化學家，而且論成就維勒比塞夫斯湯姆更大，然而兩人在同樣面臨機遇時，卻是塞夫斯湯姆緊追不捨，捕獲到了獵物。其實，早在 1801 年墨西哥礦物學教授福安德日（Andrés Manuel del Río Fernández, 1764–1849）就已發現了釩。



福安德日曾於德國、英國和法國就讀，在 1794 年到墨西哥的礦業學校任教。有天，他在研究墨西哥出產的礦物時，他相信已經找到了新元素，於是於 1801 年公開宣布這一發現，且命名這新元素為 **panchromium**，意為「所有顏色」，因為這一新元素可形成許多美麗色彩的化合物。

後來福安德日又改命名這元素為 **erythronium**，來自希臘文 **erythros**（紅色），因為這一礦石溶在酸中後形成的鹽，在加熱時會產生一種紅色物質。現在我們知道這紅色物質是「五氧化二釩」（ $V_2O_5$ ），該礦石是「釩鉛礦」（ $Pb_5(VO_4)Cl_3$ ）。

福安德日就把新元素的發現告知他過去歐洲的同事，且寄給他們含該元素的礦石以供確認。不幸的是，他的歐洲同事研究後的結論是：福安德日發現的新元素其實就是當時已知的元素「鉻」罷了。這讓福安德日非常灰心喪氣，從此不再過問這一新元素發現的事，直到過了 30 年後，才被塞夫斯湯姆重新發現。

雖是如此，不論是福安德日或塞夫斯湯姆，都是在五氧化二釩（ $V_2O_5$ ）的礦石內找元素，可是都未能把釩從礦石化合物裡單獨分離出來。直到 1887 年，英國化學家羅斯科爵士（Sir Henry Enfield Roscoe, 1833–1915）才找到一個化學方法能從氧化物中分離出純釩。

釩是一種明亮帶有銀白色光澤的金屬，耐腐蝕性強，且延展性很高，可以很容易延伸成細絲線。釩的熔點高達攝氏 1,910 度，沸點也高達攝氏 3,407 度。

釩最特殊的地方在於有時候具有金屬該有的性質，像是熱和電的良好導體，且可熔融，易捶成薄片，甚至延展成為細絲線。另外時候，釩也具有非金屬的特質。



墨西哥礦物學教授福安德日早在 1801 年就發現了釩



英國化學家羅斯科爵士於 1887 年找到一個化學方法能從氧化物中分離出純釩

鈮在地殼中含量是 0.02%，相對而言，是屬於儲存量豐富的元素。在地球元素的豐度上，鈮的儲存量估計排名為第 20 名。但都以少量的形式存在於六十多種礦物中，其中最重要的礦物資源是「鈮鉛礦」。雖然含有鈮的礦石很多，但一直沒有人專門開採這種礦石，一般都是從其他來源以及從委內瑞拉石油中以副產品方式取得。鈮的全球產量約為每年 7 萬 9 千噸。據估計，鈮在南非的蘊存量約為 1,250 萬噸，占世界第一。

鈮在室溫下不和空氣中的氧反應，也不溶於水，更不會和某些酸（如鹽酸或冷硫酸）反應。鈮的硬度是 7.5（世界上最硬的物質是鑽石，硬度是 10），比鋼還硬，可以用來刻劃玻璃和石英。只要在鋼中加入不到 1% 的鈮，所製得的「鈮鋼」的彈性、韌性、硬度等就會顯著地增加，難怪人們用對人體非常重要的維生素來讚譽鈮，稱它為「鋼鐵的維生素」。

當然，除了用做「鋼鐵的維生素」外，許多工業也離不開鈮，因為鈮大多做為合金成分之一用於工程材料中。例如含鈮的合金有：運用在醫療器械中的特別不鏽鋼、運用在切割工具中的不鏽鋼、運用在高速飛機的渦輪噴氣發動機的零件等。鈮也可和鎵（Ga）形成合金，用來製作高強度的導電電磁鐵。

美國生產的鈮有 80% 用做煉鋼的添加劑，作用是增強鋼的耐磨性、抗壓性及高溫性。值得慶幸的是，並不需要用純度很高的鈮。由於鈮在高溫下易與氧和碳反應，因此很難大量製取純鈮。正因如此，在煉鋼中加入的是鈮的亞鐵化合物，而非純鈮。這樣形成的鋼稱為鈮鋼，很堅硬且具有耐衝擊性及耐振動性，因此常拿來製作彈簧及各種引擎。



鈮鉛礦



鈮是銀白色金屬

美國汽車大王福特（Henry Ford, 1863–1947）曾感慨地說：假如沒有鈮，也就沒有汽車的今天。的確如此，汽車的主要零件如發動機、馬達、彈簧、轉動軸、齒輪等都是用鈮鋼製造的。福特本人就是因為較早採用鈮鋼製造汽車零件，進而大大降低汽車成本，減輕了汽車重量，使福特牌汽車一舉成名。

鈮鋼還能用於製造船舶、飛機、低溫器械、切割工具等的重要零件。用鈮鋼製造的鋼盔既薄又輕，強度足以抵禦子彈和



鋼鐵彈片。鈳鋼製的穿甲炮彈能夠射穿 40 公分厚的普通鋼板，在含矽、鎳的裝甲鋼鐵中再摻入 0.2% 的鈳，防彈可靠性可高達 99%。

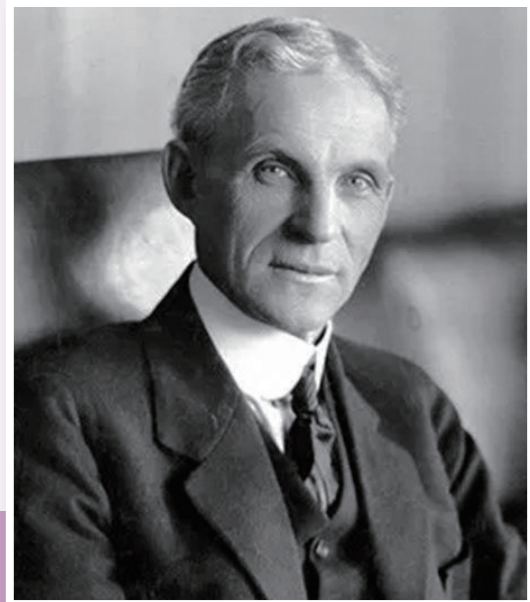
如果在鈳鋼中加入幾萬分之一的氮，還能大大提高它的耐寒能力。用這種材料製成的輸送管道、井架，能耐得住北極和西伯利亞的酷冷。反之，其他鋼材一到北極地區就變得十分脆弱。

以鈳做為合金成分製成的鈳鋼也常用來生產核反應堆用的結構零件。普通鋼具有軟變性，即在高溫和長時間的重力作用下會扭曲和伸張，在反應堆中，這種性質會使帶有燃料的反應棒破裂，而鈳鋼的抗軟變性能很強。使用鈳鋼的另一個優點是鈳不易吸收中子（中子是在核反應堆中啟動鈾裂變，並使鏈式反應連續進行的核粒子），因此鈳的存在對核反應堆中進行的核反應幾乎沒有任何影響。

另外，含鈳的化合物具有五顏六色，有黑色、黃色、紅色、紫色、藍色等，因此是顏料工業、特種墨水工業、玻璃和陶瓷工業、紡織工業、印刷工業等的必備原料。

其實，鈳最常見的化合物就是五氧化二鈳，它是一種黃紅色晶體，常用做催化劑、染料和固色劑，主要商業用途是做為生產硫酸的催化劑。硫酸被稱為化學的糧食，以前人們在製造硫酸時，曾一度使用鉑（Pt）做催化劑，但它十分昂貴，性質也不穩定，現在已經被五氧化二鈳所取代。

由於在製造硫酸過程中會產生大量的「三氧化硫」（ $\text{SO}_3$ ），三氧化硫是硫酸生產中的一個重要中間產物，一般是用暴露在氧氣中的二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）來製備。在普通條件下，上述反應進行得很慢，但如果讓這些原料在與五氧化二鈳接觸的情況下進行化學反應，則三氧化硫的生成速度會變得非常迅速，進而可以快速且大量製造出硫酸。



美國汽車大王—福特。



添加鈳鋼所製成的各樣器具

鈳另一個未來被看好的新用途，就是用鈳製作電池的零件，以便應用在電動汽車上。如此一來，希望能達成「節能減碳」的功效。

一提起血的顏色，人們便會不約而同地回答：紅色。其實不盡然，血不只有紅色，還有藍色、綠色等。一般高等動物的血中有含鐵的血紅蛋白，因此呈現紅色。有些軟體動物，如田螺、烏賊等，由於是由含



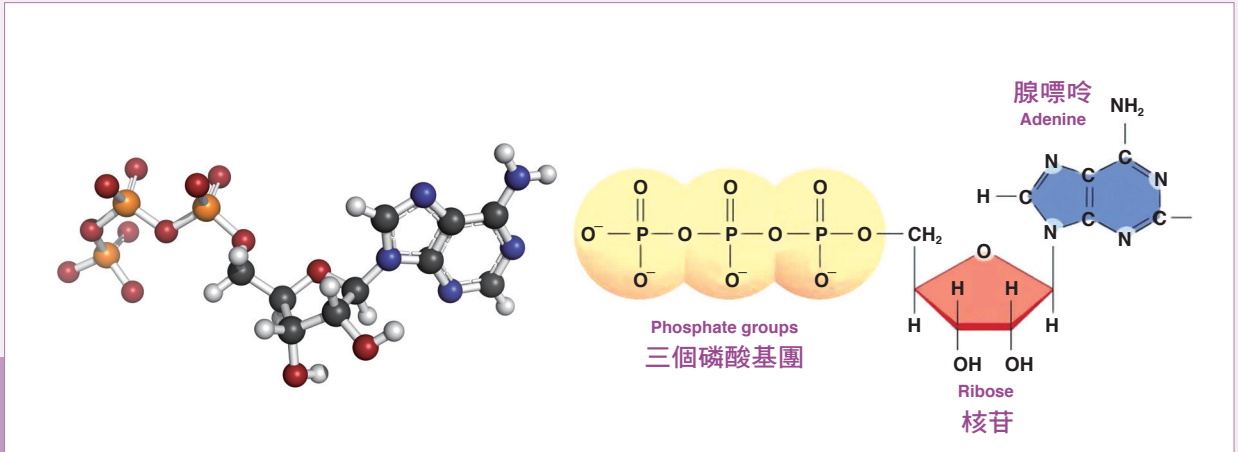
鈆在顏料中可作為添加劑。鈆能產生藍、黃和綠色，尤其是美麗的藍色著色劑，稱作鈆藍。它是在鈆化合物存在下，加熱氧化鋯和矽石生產含鈆鋯晶體得到的。



「鋼纖海鞘」的血液富含稀有元素—鈆。



牠們由含銅的血藍蛋白輸送氧氣，因此血液呈藍色。

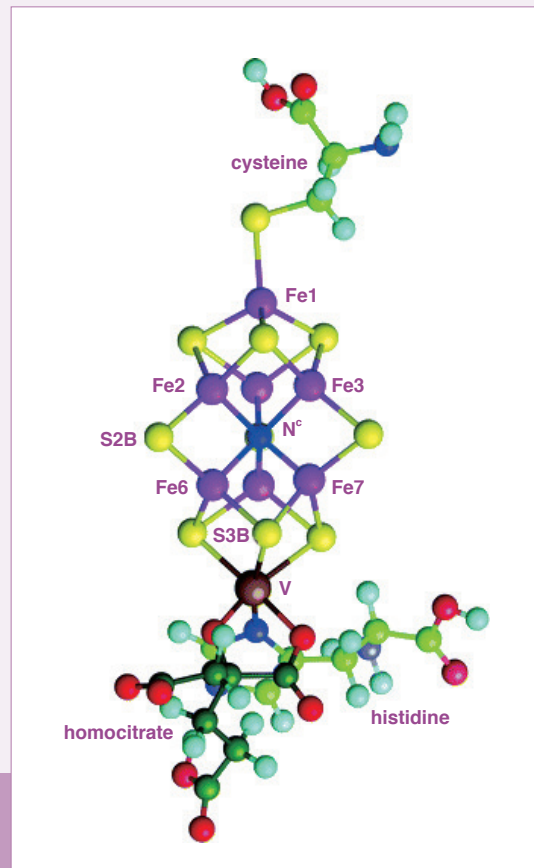


Adenosine-triphosphate (ATP) 是腺嘌呤核苷三磷酸的簡稱，又叫三磷酸腺苷（腺苷三磷酸），其中 A 表示腺苷（由腺嘌呤和核糖組成），T 表示其數量是 3 個，P 表示磷酸基團，即一個腺苷上連接 3 個磷酸基團，其結構簡式是 A—P～P～P。

銅的血藍蛋白輸送氧氣，因此血液呈藍色。海洋生物海鞘的血則是綠色的，因為它的血液中含有三價的釩。也就是說，這些生物體內由氧化釩及蛋白質結合而成的「釩細胞」，推測可能和人體內的血紅素細胞一樣，也具有運送氧氣的功能，但至今尚未被正式確認。

海水中釩的含量很少，約只有  $2 \times 10^{-9} \text{mg/L}$  的量，而海鞘卻有著驚人富集釩的能力，體內含釩的濃度可比海水高出幾十億倍。由於地球上釩的分布十分分散，很難找到釩含量超過 1% 的礦藏，因此海鞘富集釩的本領引起了世界各國科學家們的廣泛興趣。目前，日本已在海濱建起了海鞘養殖場，據說已經利用從海鞘體內獲取的釩煉製了一些特種鋼材。

釩還存在於許多生命有機體內，在家禽、蛋、動物肝臟，甚至人腦中，都有釩的成分。如果豬飼料中加入少量釩，可以大大促進豬的食欲，進而快速把豬催肥。動物體內若缺釩，則會產生生長遲緩、生殖機能低下等病症。



釩固氮酶

跟錫一樣，人體內的鈇含量遠超過人體真正的需要量。體重 70 公斤的人平均含有將近 20 毫克 (mg) 的鈇，每天的攝取量則在 2 毫克左右。鈇被認為是某種酶（或稱酵素）的管制者，而這種酶可監控鈉在人體內的活動，還有鈇可能扮演其他生化角色。根據醫學報導，鈇證實具有促進糖尿病患者復原的功用，但其中真正的鈇在人體內的化學機制仍在探討中。

鈇最先是在 1977 年引起營養學家的興趣，當時一些藥廠推出的「腺苷三磷酸」（簡稱 ATP）被發現會改變神經系統鈉—鉀的平衡，而腺苷三磷酸本來是用來調節神經系統的。腺苷三磷酸是一種高能量分子，存在於負責推動很多代謝過程的每個細胞中。據推測造成鈉—鉀失衡的原因可能是源自微量的鈇，因為有可能鈇取代了腺苷三磷酸的「磷」而阻斷了酵素反應。

如此一來，開始引起人們對鈇這種元素的興趣，雖然還不很清楚鈇在人體中到底扮演何種角色，但大家已經認定鈇是人體

不可或缺的「微量元素」之一。對雞和老鼠進行餵食實驗後顯示，鈇的確有促進生長和繁殖的功效，因此研判鈇對人體可能也有相同的功能。另外，最近科學家發現有一種鈇固氮酶具有固氮作用，這一發現為人工模擬「生物固氮」開闢了廣闊的前景。

到目前為止，還沒發現鈇對人體有任何的毒害作用。其實，至今就算是真正缺少「鈇」，仍未碰過任何動、植物的健康受到影響。也就是說，在一般情況下，並不認為鈇元素對人體健康有任何明顯且立即的危害。雖是如此，如果鈇量很多時，會不會真正毒害人體，仍是未知數，雖然有報導所有含鈇的化合物都應視為有毒，但這仍未成定論。總之，在接觸鈇時仍需小心。

---

蘇明德

嘉義大學應用化學系 / 高雄醫學大學醫藥暨應用化學系

---

