

26.「鐵」(Fe) 元素的介紹

國立嘉義大學 應用化學系 和 高雄醫學大學 醫藥暨應用化學系 蘇明德教授
文章內容版權為蘇明德教授所有，如需引用請聯繫midesu@mail.ncyu.edu.tw

IA 1																	VIIA 17	VIIIA 18
	IIA 2											IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16			
		IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIA 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12							
							26 鐵 Fe											

鐵系元素

銅系元素

英文：Iron

簡稱：Fe

原子序：26

原子量：55.845 amu

熔點：1538 °C

沸點：2862 °C

密度：7.86g/cm³ (20°C)

有這麼一則古老的傳說。

耶路撒冷古城的神廟落成後，所羅門王 (King Solomon) 舉行了豪華的聖宴，特邀施工工人赴宴。席間，所羅門王忽然提了個問題：「你們這些工人在這座神廟的建設過程中，誰的貢獻最大？」

石匠、瓦匠、木工和土工紛紛起身回答，認為自己的貢獻最大。所羅門王見狀，哈哈大笑，問道：「你們的工具是誰打造的？」

結果，他們都做出了相同的回答：「鐵匠。」

於是所羅門王宣布：「鐵匠才是貢獻最大的人！」並敬了他一盅美酒。

傳說畢竟是傳說，我們用不著考證它的真實性，但這個故事確確實實反映出「鐵」的價值。

「鐵」是人類社會中最常見的金屬，它幾乎在人們日常生活的每一個方面都有重要作用。不論是鋼針、螺絲刀或洗衣機，還是汽車、火車等等，它們的製造都離不開「鐵」。「鐵」有著極其廣泛的用途。

「鐵」在自然界從未以純態金屬出現，所謂的「鐵礦」其實本身所含的只是「鐵」的「氧化物」而已。其中有兩種最重要的「鐵礦」，那就是「赤鐵礦」(Fe₂O₃，圖1)和「磁鐵礦」(Fe₃O₄，圖2)。



圖1、赤鐵礦
CC BY-SA 3.0



圖2、磁鐵礦
CC BY-SA 3.0

純「鐵」是一種有光澤的銀白色金屬 (圖3)。「鐵」的英文名字叫做Iron，化學符



圖3、鐵是一種有光澤的銀白色金屬 FAL

號是Fe，此符號是源自古拉丁文字Ferrum。「鐵」具有良好的「延展性」(Ductile)和「可塑性」(Malleable)。「鐵」的熔點是攝

26.「鐵」(Fe) 元素的介紹

氏1538度，沸點為攝氏2862度，密度為7.86公克/立方公分。

「鐵」的性質比較活潑，在空氣中容易發生「氧化」，這種純金屬很快就會與水和空氣反應生成「鐵鏽」(圖4)，也就是所謂



圖4、鐵鏽為氧化鐵 (Fe₂O₃) 與水分反應後的自然紋理
圖片來源：Microsoft, Copilot

的「生鏽」。「鐵鏽」是「鐵」的「含水氧化物」(Fe₂O₃ · xH₂O)，是指「氧化鐵」分子(Fe₂O₃)與一些水分子相聯(Fe₂O₃ · xH₂O分子式中的x代表該水合物中可數的或未知的水分子數)。「鐵鏽」是多孔的紅色物質，鬆散地依附於「鐵」表面，通常會碎裂脫落，可是如此一來又使「鐵」的新表面暴露於空氣中，結果再次被「氧化」，因此如果不加保護的話，「鐵」製器具最終就會碎裂。

「鐵」的「氧化物」還有「氧化亞鐵」(FeO，圖5)、「氧化鐵」(Fe₂O₃，圖6)、「三氧化二鐵」(Fe₂O₃)和「四氧化三鐵」(Fe₃O₄，圖7)。其中，「氧化亞鐵」是黑色的粉末



圖5、氧化亞鐵 © 公有領域



圖6、氧化鐵 © 公有領域



圖7、四氧化三鐵
© CC BY-SA 4.0

，它並不穩定，在空氣中稍微加熱，便能迅速轉化成同樣是黑色的「四氧化三鐵」。另外，「氧化鐵」則是一種棕色粉末，常用做油漆的顏料。

「鐵」在地殼中的「儲存量」(又叫「豐度」，Abundance)排在第4位，僅次於「氧」(O)、「矽」(Si)、「鋁」(Al) 3種元素。另外，就金屬在地球上的含量來說，「鐵」排在第2位，而「鋁」排在第1位。

人類使用「鐵」的歷史，可以追溯到距今至少6000多年前，那時候的「鐵」可能來自從天而降的「隕石」(Meteorite，圖8)。「隕石」是天上掉下來的岩石和金屬的混合物，有的「隕石」含有豐富的「鐵」。可惜的是「隕石」的數量畢竟不多，所以初期的「鐵」十分珍貴。在阿拉伯有「天上的金雨落在沙漠變成了黑鐵」的說法。



圖8、1971年墜落在巴西聖保羅州馬里利亞(Marflia)的球粒隕石
© 公有領域

埃及的一位法老曾向慣於征戰的「西臺族」(Hittite)首領提出用「黃金」交換對方的「鐵」，要多少「黃金」就給多少「黃金」，因為埃及法老所擁有的「黃金」就像沙漠中的沙子一樣多，而「鐵」卻嚴重短缺。

既然「鐵」如此珍貴，促使早期先民苦苦坐等「天石」(即「隕石」)主動向地球報到。

地球上的「鐵」的被發現甚至可追溯至萬年前，直到約公元前1500年左右，人類才開始真正掌握冶「鐵」的技術。

事實上，早期的先民不曉得「鐵」對人類有何用處可言，是一直到人類可以從含「鐵」的物質(例如：「鐵礦」)取得純淨的「鐵」，無意中發現到「鐵」可以被拿來製造成工具、武器、家用器材……等等之後，人們才真正了解到「鐵」的好處，而開始大量的使用「鐵」，促成了「鐵器時代」(Iron Age)到來。因此，從「紅色的礦石中煉鐵」

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

這一發現可說是人類發展史上的一個重要里程碑，歷史學家稱這個時代為「鐵器時代」（大約公元前1500年）。隨著自然界的「鐵」的被發現，人們製造出比先前的「青銅時代」（Bronze Age；大約公元前4000年到公元前3000年）更堅硬也更耐用的工具和武器。現在，「鐵」占了世界冶金總量的90%以上。

中國由於「青銅冶煉」技術比較成熟，「青銅」製的品質較好，而煉「鐵」相對晚一些，約在西周時才發明了「冶鐵術」，因此中國人真正使用「鐵」製工具，則是約公元前600年的事了。

【註】：「青銅」：主要成份是由「銅」（Cu）和「錫」（Sn）組成的「合金」（Alloy）。

煉「鐵」的主要原料是「鐵礦」和木炭。「鐵礦」是「鐵」與「氧」（O）、「矽」（Si）、「硫」（S）及其它元素的化合物。把「鐵礦」和木炭放在爐子中燒煤，「氧」和木炭合成「二氧化碳」（CO₂）散發掉後，剩下來的就是含有「矽」、「硫」等雜質的「鐵」了。最早的煉「鐵」爐很小，爐內溫度不高，煉出的是半熔狀態的「鐵」塊，必須用錘不斷敲打，去掉雜質後，才能錘打成「熟鐵」（Wrought Iron，即「加工過的鐵」）用具。後來，「煉鐵爐」做了改進，用幾個皮囊從四面鼓風進爐內，利用活塞風箱鼓風，提高了爐子的溫度。「鐵礦」被煉成「鐵」水流出，人們將「鐵」水燒在模子中，就可鑄成所需的「鐵器」。

由於「鐵」的綜合機械性能較「青銅」好，因此一旦「鐵」變得便宜，人們便捨「銅」就「鐵」，從「青銅時代」過渡到了「鐵器時代」，並一直延續至今。

「鐵」製工具的大量出現，對社會發展產生了巨大影響，以致於不少落後的民族將它視為怪物。18世紀，英國著名航海家庫克（Captain James Cook，1728-1779，圖9）曾去過許多地方。據他回憶，當他到島上時，「沒有什麼東西像「鐵」那樣，讓土著部落愛不釋手，他們認為「鐵」是最稱心、最



圖9、Captain James Cook, 1728-1779
© Public Domain

珍貴的貨物」。有一次，庫克曾用一把舊刀，從當地人手裏換到一頭豬；另有一次，庫克將一把「鐵釘」做為禮物送給島上居民時，當地人居然將「鐵釘」埋進地下，希望它能長成大樹，像香蕉樹那樣，掛滿一串串「鐵釘」，使他們能用這些「金屬果實」製造的武器，戰勝敵人。

曾在農村住過的朋友大概見過燒磚，用泥土打成磚坯，放進磚窯裏燒幾天，便得到了硬梆梆的磚塊，而磚的顏色（紅磚或青磚）則與「鐵」的「氧化物」有關（圖10）。

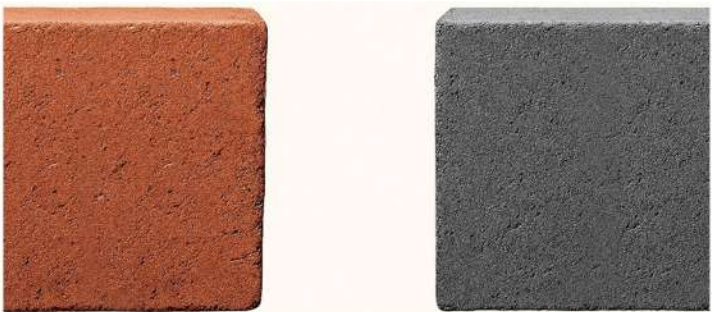


圖10、紅磚、青磚兩者皆為黏土（含鐵元素）高溫燒製，鐵氧化為Fe₂O₃呈紅褐色為紅磚，青磚在高溫燒製後淋水冷卻或密閉缺氧環境，Fe₂O₃被還原為FeO呈青灰色
圖片來源：Microsoft, Copilot

製磚坯用的土，主要成份是「矽酸鹽」，另外還含有少量的「鐵」。燒製紅磚時，先要用大火將窯中的磚坯從外到裏徹底燒透，然後停下火，使磚和窯一起慢慢冷卻下來，這需要幾天時間才行。在這個過程中，空氣非常充足，磚坯中的「鐵」被空氣中的「氧化」，變成了紅色的「三氧化二鐵」，磚裏有了它，就呈現淺紅色。

要想得到青磚，則要用厚土把窯壓實，在磚坯被燒透以後，不能讓它自然冷卻，而是從窯頂不斷澆水，使水慢慢滲過土層把磚冷卻。這時，窯中的溫度很高，由於窯頂不停往下滲水，隔絕了空氣，在磚窯中形成了一個缺「氧」的環境，這時，磚內的「三氧化二鐵」就轉化成了「氧化亞鐵」，黑色的「氧化亞鐵」使磚變成了青色。

美國「大峽谷」（圖11）是世界上著名的



圖11、美國大峽谷是世界上最著名的國家公園
© CC BY-SA 2.0

國家公園之一，當中最特別也最具辨識度的就是這裏的岩石，一整片幾乎都是紅色

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

的。科學家發現這和地球的誕生有關，因為地球在形成初期，可能滲入了來自外太空的「鐵」元素，這些「鐵」沉積在礦物裏，經過氧化作用後就變成了像是鏽蝕的磚紅色。

「鐵」是人體健康必須的「微量元素」之一。健康的成人體內含「鐵」4-5公克，剛好夠做一顆小「鐵釘」，僅佔人體體重的萬分之一左右。

「鐵」之所以對人體如此重要，是因為人體內的「鐵」是構成「血紅蛋白」(Hemoglobin，又稱「血紅素」，圖12)和「肌紅蛋白」(Myoglobin，又稱為「肌紅素」，圖13)的主要成份之一，而「血紅素」和

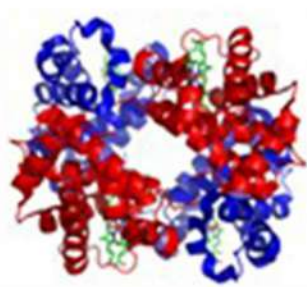


圖12、血紅蛋白
© CC BY-SA 3.0

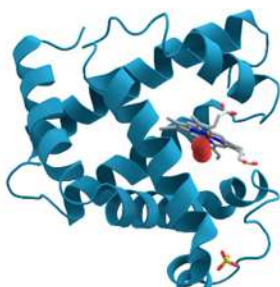


圖13、肌紅蛋白
© 公有領域

「肌紅素」可將肺裏的「氧氣」送往全身所需的部位。同時「鐵」還是維持人體生命及正常活動中一些重要「酵素」(又稱「酶」)的成份，因此「鐵」在能量供應及新陳代謝的關係上也扮演了重要的角色。

就有人曾這麼說：生物學中最重要的「過渡金屬」元素是「鐵」。雖然這句話不完全是對的，但的確在整個自然界各式各樣的生物裏，可以發現到「鐵」還真的扮演著極其吃重的角色。

【註】：有興趣的讀者可以續見：「2026年1月號的〈蘇P介紹化學元素——25.「錳」(Mn)元素〉的介紹」一文。

人體的血液中含有「鐵」是在19世紀被發現的。正常人體每天「鐵」的需要量平均至少要15mg以上(1mg=10⁻³公克)。因為當人體缺乏「鐵」時，「血紅蛋白」的製造就會發生故障，不僅會影響紅血球的製造，也使「氧」的供應發生不足，同時也會使人體細胞中的能量供應出現障礙。當缺乏「鐵」而造成貧血和「氧」供應不足時，人們會有疲倦、暈眩、心跳加快及臉色蒼白等

等現象，使工作能力和運動耐力大為降低，同時使得人們在寒冷環境中維持體溫的能力下降和免疫力降低，導致容易生病，而且由於到達腦部的「氧不足」，使人的思緒無法清晰敏捷，容易健忘。若發生在兒童時，會發生智力不足和各種行為障礙。孕婦則容易有早產及新生兒體重不足的現象發生。此外，由於「鐵」吸收的減少，可能相對的使「鉛」(Pb)的吸收量增加，造成「鉛中毒」的機會大增。

「鐵」的功用並不僅僅只限於造血，還能促使「β-胡蘿蔔素」(β-Carotene，圖14)

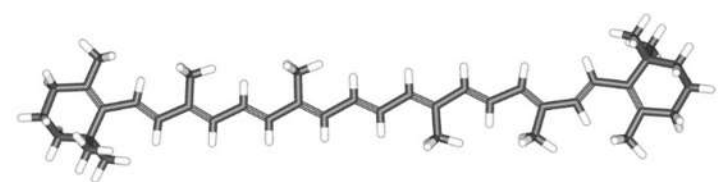


圖14、β-胡蘿蔔素 (β-carotene) © CC BY-SA 3.0

轉化成「維生素A」。人體內的「鐵」也能幫助產生「抗體」及合成體內一些重要生化物質，像是「嘌呤」(Purine，又稱「普林」，圖15)及「膠原」(Collagen，圖16)。另外，「鐵」也參與人體肝臟的解毒作用等。

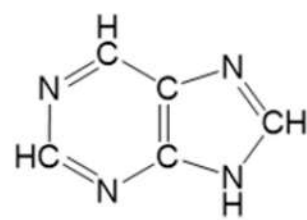


圖15、嘌呤，Purine

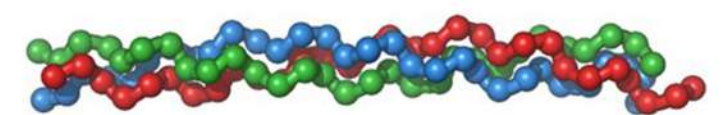


圖16、膠原，collagen © CC BY-SA 3.0

除了肉類、魚類、蔬菜及水果之外，市面也有許多「鐵」的補充劑，但有些人食用「鐵」劑會有便秘的情況產生。

一個有趣的問題來了，人體內有充足的「氧」，可是體內的正二價「鐵」(Fe²⁺)為什麼不會因「氧化」而「生鏽」呢？

原來，人體內有一種天生的蛋白質「防鏽劑」，它能與「鐵」結合成「鐵蛋白」(Ferritin，圖17)，進而保護「鐵」元素，防止體內的

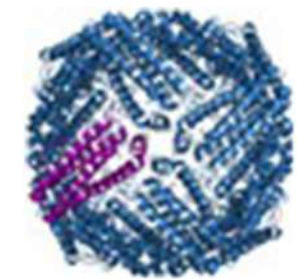


圖17、鐵蛋白 GPL

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

「鐵生鏽」。鐵蛋白分子結構很特殊，它們能彼此串在一起形成空心的圓柱體，將「鐵」牢牢地包圍起來，讓「鐵」原子留在圓柱體內，進而避免它與「氧」作用而「生鏽」。而當有機體需要「鐵」時，「鐵蛋白」會將「鐵」釋放出來，供給造血組織使用。

如果一個人體內生產這種特殊蛋白質（「鐵蛋白」）的功能出了毛病，那麼「鐵」就真的會「生鏽」了。比如說，有一種名叫「古銅色貧血症」（血色病，Hemochromatosis）的遺傳病，就是因為發病者的「基因」出了差錯，體內「鐵蛋白」的「生產」出了故障，致使「廢鐵」沉積，皮膚出現古銅色。又如肝癌病人的皮膚往往會發黑，也是因為他們體內的「鐵蛋白」出了毛病，導致「鐵」代謝發生故障，「鐵」沉積在皮膚中所引起的。

有兩種有名的「鐵」的「同位素」（Isotopes）常用於醫療和科學研究之用，那就是「鐵-55」（ ^{55}Fe ）和「鐵-59」（ ^{59}Fe ）。這二種「同位素」常做為「血液示踪劑」，用以研究身體裏的血紅素細胞之發育狀況，來判斷一個人的血液使否健康。

人們經常習慣將「鐵」和「鋼」（Steel）混為一談。其實「鋼」就是「鐵」和「碳」的化合物，可見，「鐵」和「鋼」之間還是有一定差別的。

「鋼」是在1786年時被發明的。當時有3位科學家，分別是：法國數學家Gaspard Monge（1746-1818，圖18）、C.A. Vandermonde和法國化學家Claude Louis Berthollet（1748-1822，圖19）。他們3人



圖18、Gaspard Monge, 1746-1818

© 公有領域



圖19、Claude Louis Berthollet, 1748-1822

© Public Domain

注意到少量的「碳」和「鐵」混合在一起，可以生成堅硬的「合金」（Alloy），而這種「合金」正是「鋼」。換言之，「鐵」加入其它化學元素所得到的「合金」要比純質的「鐵」的應用價值更高更大，就這樣「鋼」得到了廣泛的應用。到今天，我們已無法想像，沒有「鋼」的世界將會變得怎麼樣！

通常，人們將含「碳」量在2%~4.3%的「鐵」叫做「生鐵」（Pig Iron，圖20）。稱含「碳」量在0.03%~2%的「鐵」為「鋼」，而把含「碳」量小於0.03%的「鐵」稱為「熟鐵」（Wrought Iron，圖21）。

「熟鐵」比較軟，有韌性，能壓成薄片或拉成細絲，可以製成一般日常用品，但在工業上所用範圍縮小。「生鐵」比較硬，有脆性，可以分為兩種。一種用於煉「鋼」，其中「碳」是

以化合物形式出現。如果將這種「生鐵」砸開，它的斷面是白色的，因此叫做「白口鐵」（White Cast-Iron，圖22左）。「白口鐵」硬而脆，不適宜鑄造機械部件，也不適合機床切削加工。另一種「生鐵」裏，「碳」是



圖20、含碳量在2%~4.3%的為生鐵 圖片來源：Microsoft, Copilot



圖21、熟鐵即加工過的鐵，含碳量小於0.02%的鐵碳合金，常見於歷史建築、欄杆、藝術鐵件 圖片來源：Microsoft, Copilot



圖22、（左圖）白口鐵呈現銀灰至亮白色；（右圖）灰口鐵色澤為深灰至暗灰色 圖片來源：Microsoft, Copilot

以「游離態」存在，這種「生鐵」機能經得起巨大壓力，如果將它切開，斷面是灰色的，因此叫做「灰口鐵」（Grey Iron，圖22右）。

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

「灰口鐵」的熔點低，熔化後流動性好，適宜鑄造和機床切削加工，可用來製造農具、大機件的機身、機座等。但「灰口鐵」容易碎裂，強度、延展性都不夠。因此，在工業中的應用受到了很大限制。前面說過，「鋼」是「鐵」和「碳」的化合物，要想在根本上改變「生鐵」的性能，使之能更好地為人類服務，就須將其煉成「鋼」。「鋼」又硬又韌，不僅耐得住大的壓力，也經得起大的拉力，同時具備了「生鐵」和「熟鐵」的優點，卻沒有它們的缺點。因此，既可以做大機件，也可以做小零件。

「鋼」的種類很多。一般根據化學成分可分為兩類。一類是只含「碳」元素不含其它金屬的「普通碳素鋼」(Ordinary Carbon Steel)，另一類是加入了其它金屬元素後得到的「合金鋼」(Alloy Steel)。加入「鋼」中的其它元素計有「矽」(Si)、「錳」(Mn)、「鉻」(Cr)、「鎳」(Ni)、「鎢」(W)、「鉬」(Mo)、「釩」(V)、「鈦」(Ti)、「鋯」(Zr)、「鋁」(Al)、「銅」(Cu)、「鈮」(Nb)、「硼」(B)和其它「稀土元素」等等，它們就好像「合金鋼」中的「維生素」，用量甚少，作用卻很大。由於上述不同化學元素的參與，「鋼」的組織結構發生了變化，這種「合金鋼」具有强度高、硬度大、可塑性好、韌性強和耐磨、耐腐蝕、耐高溫、耐低溫等優良性能。

不同的「合金鋼」具有不同的特殊性能，其命名通常按外加元素成分而定。例如：

「鎳鋼」(Nickel Steel)中含少量添加的「鎳」，其抗拉、抗張及抗應力強度很高，它用於建造橋樑、電力傳輸塔及普通自行車鏈條。

「鎢釩鋼」(Tungsten-Vanadium Steel)用於製造需在高溫下保持切削面的工具。

「錳鋼」(Manganese Steel)很能經受高能量衝擊，因此用於製造步槍槍筒和挖掘機。

「鉻鎳鋼」(Chrome-nickel Steel)是在「鐵」中添加「鉻」(Cr)和「鎳」(Ni)元素所製成的，其中「鉻」和「鎳」含量常常高達12%~18%。

「鎢鋼」(Tungsten Steel)和「錳鋼」(Manganese Steel)的硬度很大，可以製造金屬加工工具、拖拉機履帶和車軸等。

「錳矽鋼」(Manganese-Silicon Steel)韌性特別強，可以製造成彈簧片、彈簧圈。

「鉬鋼」(Molybdenum Steel)耐高溫，可以製造飛機的曲軸。

「鎢鉻鋼」(Tungsten-Chromium Steel)的硬度大，韌性很強，可以做機床刀具和模具。

而鋼鐵家族中最重要也是最常見的「合金鋼」則是「不鏽鋼」(Stainless Steel，圖23)。「不鏽鋼」的誕生是冶金工業在20世紀最重要的成就之一，而它的發現純屬偶然。



圖23、不鏽鋼碗

第一次世界大戰期間，各國間的戰鬥非常激烈，戰鬥各方對軍火的需求也特別大，如何使軍械質量提高，已成為各國首腦迫切需要解決的一大問題。英國政府軍部兵工廠委託著名的金屬專家布雷里(Harry Brearley，

1871-1948，圖24)研製一種經久耐用的「合金」。布雷里接手任務後，就找了幾個助手，不分晝夜地進行分析、研究和試驗。他期望能發明一種不易磨損，又可製造槍管的材料。可經過無數次的配方和試驗，效果均不理想。後來，布雷里試著將「鉻」摻入「鋼鐵」中，得到了一種閃亮亮的「合金」。但在製成槍管射擊時，槍管被炸破了。布雷里失望極了，順手將碎片扔進了垃圾堆。



圖24、Harry Brearley, 1871-1948 © Public Domain

一段時間後，布雷里偶然從垃圾堆邊走過，發現大部分廢「鐵」都鏽蝕了，唯有

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

那幾塊摻入過「鉻」的「鋼管」碎片仍然嶄新如初，閃閃發亮。布雷里急忙撿了幾塊碎片到實驗室進行研究。於是，「不鏽鋼」誕生了。

「不鏽鋼」具有很好的韌性和耐腐蝕性，有人曾做過一個實驗：將兩塊同為20公克的「不鏽鋼」和普通「鋼」放進「稀硝酸」(HNO_3)中煮上一天，取出稱重，結果普通「鋼」重13.6公克，而「不鏽鋼」卻重19.8公克，由此可見，「不鏽鋼」真的可以耐得住腐蝕性。

「不鏽鋼」的耐腐蝕性使得它在工業界有了廣泛的用途。汽車工業普遍採用「不鏽鋼」來製造引擎零件。化學工業用「不鏽鋼」製造各種的金屬防腐設備。造船工業用「不鏽鋼」製造輪船、汽艇和潛水艇的船身。食品工業中用「不鏽鋼」製成各種與食品直接接觸的設備。甚至在日常生活中用的茶杯(圖25)、餐具、飯鍋、廚具中，也能看到「不鏽鋼」的影子。



圖25、露營常見到的不鏽鋼杯 圖片來源：FREE!K

「不鏽鋼」的含碳量必須低於0.1%，因為含「碳」量過高會形成「碳化物」，這時「碳」在「鋼」的晶粒邊界析出，進而降低「鉻」在晶粒內部的含量，以致於難以抵抗「酸」、「氧」等的侵蝕。「不鏽鋼」一般含「鉻」12.5%以上，可抗大氣、海水、蒸氣等的腐蝕；後來，人們又發現「含鉻不鏽鋼」中加入「鎳」，可抵抗「磷酸」、「硝酸」甚至「鹼」的腐蝕，於是開發出了含「鉻」量約為18%及含「鎳」量約為9%的耐酸「含鉻鎳不鏽鋼」。

那麼，「不鏽鋼」為何具有耐腐蝕性呢？這是因為在「氧化」環境下，「鉻」、「鎳」會在表面能生成一層穩定而致密的「氧化

膜」，盡管這層「氧化膜」很薄，人們的肉眼根本無法看到，但它卻十分堅韌，不易與「酸」、「鹼」、「鹽」等發生反應，正是這層薄膜對「鋼」材起了保護作用。

「鐵」的另一個重要性質是磁性。自然界有3種天生帶有磁性的化學元素：「鐵」(Fe)、鈷(Co)和「鎳」(Ni)。「鐵」可被「磁鐵」和「磁鐵礦」吸引，後者是「鐵」的化合物，具強磁性。「鐵」的磁性是源自其原子結構，圍繞「鐵」原子核運轉的電子使每個這樣的「鐵」原子都具弱磁性(圖26)。



圖26、鈹鐵硼磁體
CC BY-SA 3.0

物理學曾說過：「電生磁，磁生電」。例如，電動機的原理就是基於這一「電磁效應」(Electromagnetic Effect)概念。因為電流是電子通過導線實際移動的結果。圍繞一個「鐵」原子核運轉的電子類似電流，因此這種電子繞原子核運動可使每個「鐵」原子都成為一個微弱的磁體，而且，電子還像地球自轉一樣也圍繞其自身主軸產生「自轉」，「自轉」加強了原子的磁性。在「鐵」金屬的內部，原子的分佈使得其磁力相互加強形成「強磁效應」。但加熱或熔融則會破壞「鐵」原子的排列結構，最終導致磁性消失。

另外，科學家普遍認為地球內部，也就是「地心」，主要是由熔融的「鐵」組成的。「鐵」除了存在於地球的「地心」外，「鐵」也可能還存在於宇宙其它星球的內部。在星球形成的那一瞬間，星球內部原本存在著「原子量」最小的「氫原子核」。多個「氫原子核」可經由「核融合」(Nuclear Fusion)，同時藉由質量的虧損來穩定新的原子和釋放核能，進而形成至原子序數26之「鐵」元素在內的所有其它化學元素(見第1頁的「化學元素週期表」)。但在形成「鐵」的過程中，「核融合」吸收的能量遠比釋放的能量要多得多，造成「核融合」停止，使得這時被稱為「超新星」(Supernova)的星球在毀滅

26. 「鐵」(Fe) 元素的介紹

過程中會產生「大爆炸」(Big Bang)，就這樣，比「鐵」的原子序數更高的化學元素都是形成於「大爆炸」的過程中。

一般市面上常見的「暖暖包」(圖27)，它的發熱原理是因為「暖暖包」裏面放入「鐵粉」，經過搓揉之後，「鐵粉」會與「氧」產生「氧化反應」，生成「鏽」(即變成「氧化鐵」)時，就會產生熱量。



圖27、暖暖包

近年來，「稀土元素」(Rare Earth Elements)因其在高科技和軍事領域扮演著關鍵性的地位，已成為國際政治博弈和現代戰爭的重要戰略資源。當前所有「歐盟」國家以及美國、日本對中國大陸供應「稀土元素」的強烈依賴，已造成各國極大的國安危機。就在這時，美國科研界終於獲得突破，美國明尼蘇達大學(University of Minnesota)的王建平教授(圖28)所帶領的團隊，歷經10年的研究奮鬥，攻克了自1950年代以來的科學難題，將地殼中豐富的金屬「鐵」與空氣中豐富的「氮」(N)相結合，合成出高性能的「氮化鐵」(Iron Nitride)磁體，這種「氮化鐵磁體」在攝氏200度的高溫下仍可以保持完全「磁化」，其磁性能甚至超越了一般的「稀土磁體」，更重要的是，「鐵」與「氮」都是無法被壟斷的資源元素，這意味著歐美國家有望徹底的擺脫對中國大陸「稀土元素」的強烈依賴。



圖28、王建平教授

圖片來源：

Department of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota

「鐵」一直是眾所周知、大家耳熟能詳的化學元素。在日常生活中，「鐵」的出現次數和使用率都明顯的比其它金屬元素，甚至是「金」、「銀」、「銅」，都來得多得多。這當然是因為「鐵」在地球上的存在量是所有元素的第4名(僅次於「氧」、「矽」和「鋁」)，再加上「鐵」和人體甚至各種生物的健康都息息相關(「鋁」元素雖然比「鐵」元素在地球上的存在量多，但「鋁」若停留在人體內，則會對人體有毒)，這使得「鐵」和人們天天「長相左右」。實在很難想像沒有「鐵」的存在，日子要怎麼過？

不管怎樣，不論是在過去、還是現在、甚至未來，「鐵」始終是人們離不開、看得見、用得著的化學元素之一。

【註】：有興趣的讀者可以續見：「2025年9月號的〈蘇P介紹化學元素——57.2.十七個「稀土元素」的總介紹〉一文。