

科學圖書大庫

童子軍科學叢書 (第七輯第三冊)

金屬工程

譯者 胡達昌
校閱・主編 劉拓

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

童子軍科學叢書 (第七輯第三冊)

金屬工程

譯者 胡達昌
校閱・主編 劉拓

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十五年九月三十日初版

童子軍科學叢書（第七輯第三冊）

金屬工程

基本定價 0.60

譯者 胡達昌 國立台灣大學電機系工學士
校閱・主編 劉拓博士 前國立編譯館館長

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術；促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧銓氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文學科名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

要求事項

1. 依照本書各節所示，做到下列各項：
 - (a) 說出三種早期人類所發現的金屬之名稱。敘述它們是怎樣被發現的，以及它們的用處。
 - (b) 搜集三種包含可提煉不同金屬的岩石樣品，展示之，並說出各石塊中的金屬可以如何提煉。
 - (c) 解釋金屬是什麼。從你家附近找出五種不同金屬或合金的例子。
2. 說出四類不同的冶金學，敘述其中二者之內容。
3. 挑選三種不同的工業，其使用的金屬和合金須要有非常特殊的性質。敘述這些金屬的性質怎樣被用在工業上。
4. 任意做下列中之一項：
 - (a) 展示下列金屬性質中任意三項：強度、彈性、延性、硬度、展性。對其中的每一例證各用一不同的金屬。
 - (b) 表示出用冷加工和熱處理以強化金屬之方法。
5. 做下列中之任意兩項：
 - (a) 自碳鋼、不銹鋼、鑄鐵、黃銅、軟焊料、鋁合金、青銅和白鐵中，收集一種合金樣品，並說出各合金中含有那些金屬。敘述合金的主要性質，說明各類合金中之那一種性質是我們最須要的。
 - (b) 比較家庭常用材料如塑膠、瓷器、木材和玻璃之性質與合金如鋼和黃銅性質之差別。
 - (c) 解釋腐蝕和防蝕塗層之意義。將四塊鋼放於盛強鹽水之玻璃杯中，其中三塊的防蝕法是：(1) 鍍鋅或塗鋅，(2) 塗漆，(3) 鍍錫。在每一防蝕層上各割一個缺口。幾天之後寫一份報告，敘述所發生之變化及其原因。
 - (d) 研究家庭常用的一件金屬物品是用什麼金屬或合金製的。說出其製造之主要步驟。

目 錄

要求事項.....	IV	七、金屬的機械性質.....	29
一、冶金學是什麼.....	1	八、金屬之強化.....	32
二、冶金學的發展.....	1	九、合金是什麼?.....	35
三、開始搜集岩石.....	9	十、金屬與其他材料之比較.....	38
四、家用金屬.....	14	十一、金屬之腐蝕及其防止.....	40
五、冶金學的範圍.....	16	十二、金屬物品的製造.....	45
六、金屬之工業用途.....	19		



一、冶金學是什麼？

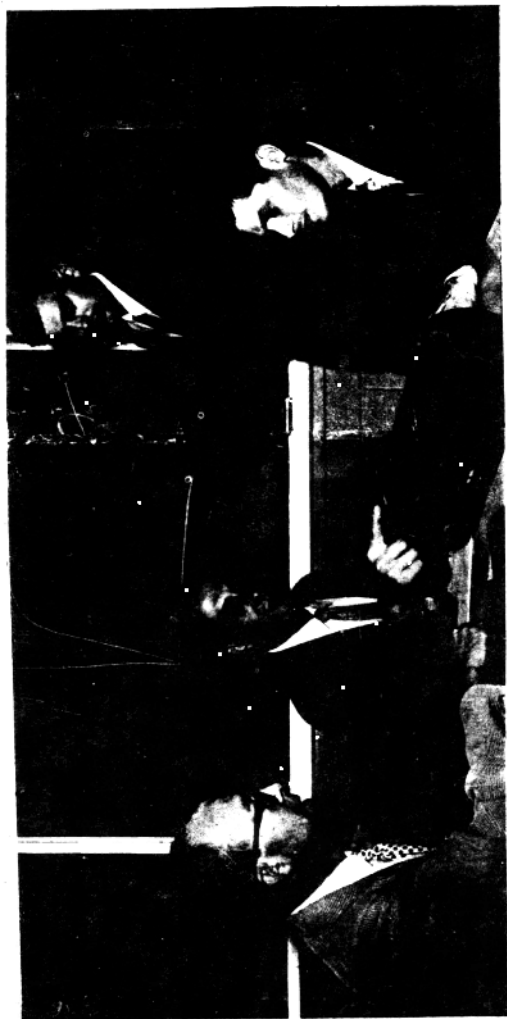
這本書介紹冶金科學的神奇，你不一定須要是個天才才能學會它，但你必須熟讀這本書，並在顧問的指導下做一些有趣的事項以獲得有關金屬的各項知識。你所需要的材料可以在你家四周找到，只有幾種特殊的樣品必須購買或是到附近的山上、田野中搜集。這不是一件容易的事，它須要下一番功夫。當你獲得了一個「冶金學獎章」並把那個鮮艷的金屬杓掛在你的獎章帶子上之後，就表示你能說出金屬的性質並更了解它們了，或許它更能對你的化學和物理知識有所幫助。冶金是一門科學，包含自礦石中提取金屬、精鍊金屬以備用，研究它們的結構及用熱處理（高溫及低溫）或機械方法改良其結構或與其他金屬或化學物之結合。如果你要說冶金家正不斷的在設法恢復以採煉金屬並改良金屬的性質使其利於使用，那你就差不多抓住冶金學的要點了。大多數的金屬在自然界中都不是以純態存在的，金和白金以及極少數的一些金屬例外，這要看其礦藏的型態而定。通常，金屬都是以礦石的型態被發現，其中金屬與其他元素（通常是氧、硫、矽和矽）化合在一起。一般礦石大部分都是硫化物，由金屬和硫化合而成。

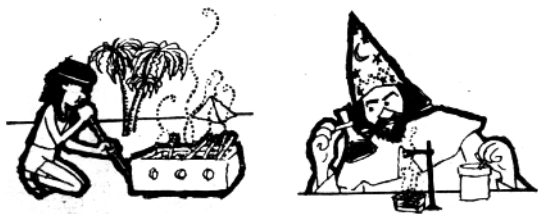
金屬的採煉

地球表面或接近表面的礦石，通常由原來的硫化物而成氧化物及碳酸鹽，從礦石中提煉這些金屬是很容易的。而埋藏較深的金屬，其硫化礦物就難提煉得多了。冶金學是一門古老的學問，而現在它又是門新學問，當你讀了原子能委員會前主席及曾得過廿五個獎章的卓越童子軍格倫·西博博士所著的「科學的歷史」一書之後，你就會強烈的感覺到在今天和未來仍然都等著冶金學家來發展。

二、冶金學的發展

1a. 說出三種早期人類所發現的金屬之名稱。敘述它們是怎樣被發現的





，以及它們的用處。

當西元前四世紀希臘人征服埃及的時候，他們就對埃及人在金屬工作方面發展的奇異技巧留下了深刻的印象。如同現在一樣，當時每年秋季，尼羅河都因洪水泛濫而高漲，帶來了大量的肥土，使河岸兩側的土地肥沃。在洪水退卻之後，土地上留下的黑色物質使這個國家被稱為「坎門」（Khem）或「黑地」。因此，「黑地」的土著在金屬工作方面的技巧就被希臘人稱為「坎門藝術」，這個字經阿拉伯人流傳下來，就成了「變金術」或「煉丹術」（alchemy），再將這字前面的字頭「al」（阿拉伯語的固定冠詞）去掉，就演變為我們今日所用的「化學」（chemistry）一字。

阿拉伯的煉丹家吉伯（Jabir 或 Geber）

阿拉伯的煉丹家中最有名的一位是吉伯，他在十二世紀以前就實驗並理論金屬的性質，以及兩種金屬彼此互變。而吉伯的工作似乎也產生了一個名詞「吉伯言語」（gibberish），這是古代煉丹家所用的「無法了解的術語」。「金屬」（metal）一字的來源更為有趣，它是自希臘文metallon一字演變來的，它的原意是尋找、搜索、或探究。現在，這個字是科學上一個重要的字一對知識的探討之意。如同過去一樣，人類的成就和其限制經常是取決於他對其所擁有的物質資源的了解和利用。

石器時代人類的進化

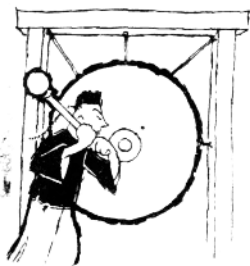
石器時代的人類，只使用石頭、骨頭和皮革在其洞穴附近活動，為了爭生存而忙得沒有空閒去思想。但是，他們確實仍然做了一些思考的工作，而當思考之時，他們就獲得了進步。他們發現，他們可以將手邊的石頭經過折斷、切削、和摩擦等過程，使其適合某些特定的用途。他們利用在其四周所發

現的木材的特性做成了弓和箭。他們學會了生火以及怎樣利用火去燒硬泥土做成陶器。他們用色土和灰燼中的炭來畫圖畫和壁畫以裝飾其洞穴的牆壁。



貴重金屬的發現

漸漸地，他們熟悉了貴重金屬—金、銅、銀—和許多其他的金屬，這些都是在各地偶然被發現的。他們甚且已經發現了鐵並使用鐵。當我們注意到蘇美字「鐵」之意義是「天堂金屬」以及古埃及字「鐵」字是「來自空中之金屬」的意義後，似乎可以斷言在當時許多鐵都是從殞石中得到的。石器時代的人類還算不上是冶金家，他們只認為金屬是一個石塊—卻是個很有用的石塊—因為金屬可以被敲成各種形狀，磨尖其邊緣，或者做成美麗的飾物。



石器時代的演進

石器時代之演進乃導因於人類對營火灰燼中熔化金屬之發現。在此偶然之發現後，緊接而來的可能是他們研究營火——他們加了些什麼進去以及它們被放在那裏。在他們了解金屬元素與合金之前很久，他們就已經使用二者了。殞石中的鐵鎳合金可能是人類最早使用的金屬，他們粗糙的火爐也是合金的產品。他們並不了解金屬，但他們卻知道某些洞穴中的土可以給他們所須的產品，當他們煉爐中的產物改變時，他們不知道為什麼，也不知道該怎麼辦，或許他們會試試另一個洞穴而放棄原來的洞穴。

青銅器時代之黎明期

青銅器時代開始於東地中海各國及世界其他各地大量地發現銅錫合金之時，約為西元前二千五百年。更重要的是，它表示出人類對金屬了解之程度的里程碑，他們在冶金的知識和技巧上得到了很大的進展。他們調整錫在合金中的百分比以配合各種不同的用途，他們發現了錫可使銅硬化，而大量的錫可以使合金存在於熔化之狀態更久些。



知識之傳遞

青銅器時代之冶金者將他們的傳統、習俗和知識一代一代地傳下去。幾乎在青銅器時代開始的同時，鐵器時代也出現了。在二十萬年的皮革、骨頭和石塊文化之後，人類學會了製用天然的純金屬。在幾千年之後，人類開始煉製幾

種金屬的礦石，其後又發展到鐵礦。由於直到現在，鐵仍然是使用最廣，對現代文明最不可缺的金屬，所以鐵器時代也是我們的時代。

鐵器時代之開始

很難指出鐵器時代起源的時間或地點。然而，西元前一千五百年在歐洲、亞洲和非洲，鐵礦之化去熔渣、對熟鐵之處理、碳化（與碳及碳化物之化合）、淬火和回火，在當時似已完成。在冶金史上鐵的發現確實是開了一新紀元。以鐵製做的工具較青銅器具為便宜且更有用。自此之後，就有了一種礦牀廣泛分佈且容易開採的金屬——這種金屬（即鐵）可以製得極強韌堅硬，能經鑄造，容易加工、修飾等等，視如何製成合金和如何處理而定。



鐵較青銅輕

進而言之，鐵較青銅輕，很受執劍負盾之武士所喜愛。當然，它並不像銅及青銅一樣可抗拒其他物質的侵蝕，但人類漸漸習慣於使用它了（他們在甲冑上塗油，如同我們油漆汽車一樣）。人類進化的步伐確實是加快了。在廣大的事項中以一種更有效的方式，人類可以使用鐵器來砍伐森林，排乾沼澤，改進農田之耕作。鐵確實是一種通用的金屬，它大大地增強了人類對抗自然界的裝備。

人類進步中的暫停

在過去的 3500 年間，人類在利用金屬之大跨步中也曾遇到過遲滯或中

止。在歷史上這一段重要時期中，冶煉鐵礦的技術在許多地方都告失傳並又再度被發現了許多次。因此，雖然在西元 1500 年鐵的年消耗量已增到大約 60000 噸，但是煉爐須要木炭；而工業的成長卻因缺乏製木炭的櫟木與樺木而受阻滯。鐵的主人和造船者是森林最大的破壞者。



木炭代用品的出現

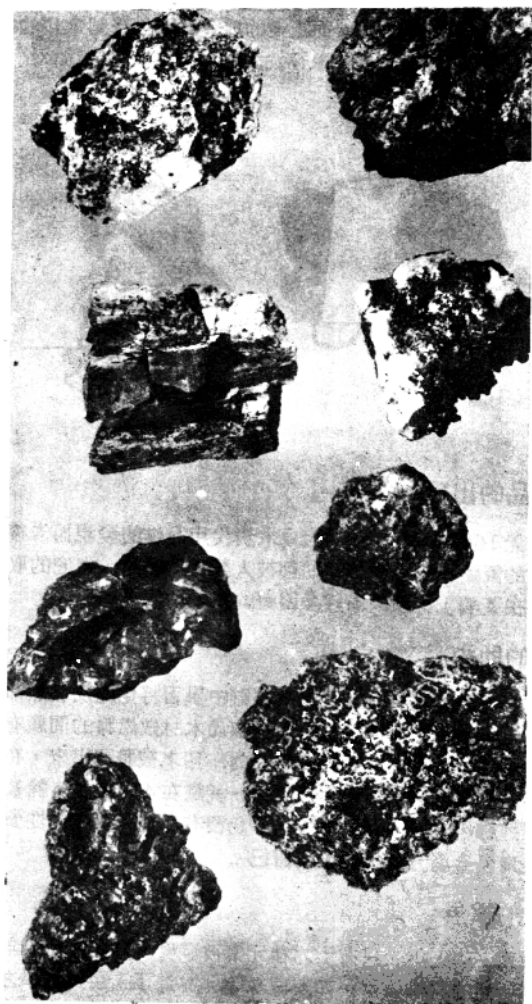
大約西元 1600 年，鐵工業因為木炭代用品煤的發現而告復活。雖然用煤代替木材的優點在十七世紀初期即被人類體認出來，但它的取代木材卻很緩慢（譬如在英國），因為有許多困難的技術問題要克服。

釀造工業的助力

很有趣的，冶金家從釀造工業之經驗中學習將煤燒成煤焦卻帶來了很大的幫助。幾乎經過了二百年，才將用煤取代木材做燃料的問題有效地解決了。同樣的，直到十八世紀末期碳在鋼中的作用才被體認出來，在此之前，其區別只是熔爐作業之一法而已。雖然第一塊鐵在 4000 年前就被人類使用了，而且文化是連綿不斷的，但是我們迄今仍沒有完全了解鐵的性質和其用處——而鐵不過是衆多金屬元素中的一種而已。

科學知識的擴展

直到西元 1750 年，只有十六種元素被發現，但其後一百年內又發現了 43 種元素。新的科學儀器，如顯微鏡等，增進了人類對科學之發現與了解



的能力。新的刺激更因工業革命而引起。

三、開始搜集岩石

1b. 按一種包含可提煉不同金屬的岩石樣品，展示之，並說出各石塊中的金屬可以如何提煉。

注意：除非你住的地區很容易找到含金屬的石塊，否則你最好去買來，本書背面印有出售這種石塊之公司的名子，你可以買幾種混合物，或者只買你所想要的一種。

礦石和礦物

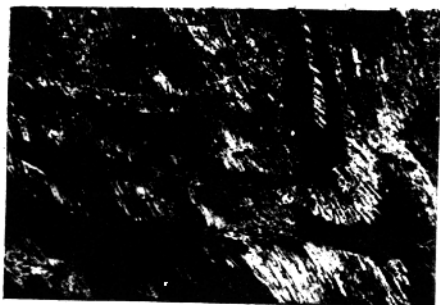
礦石是一種自然的礦物，包含一種或多種金屬，並能予以適當的提煉。而礦物乃是天然的無機物，既非動物亦非植物，且具有固定之化學成分與晶體結構。

岩石與金屬

北美洲富於蘊含金屬之礦石，在該大陸上大量發現之含金屬礦中所蘊含之金屬有鐵、鎳、鈷、金、銀、銅、鉛、鋅、鎂以及鋁。含金屬之礦物通常在巖層中以三種型態被發現：火成岩、水成岩與變質岩。火成岩乃因火山之運動而產生，並在其從熔態冷卻之時形成晶体。這些岩石包含不同的化學形式，統稱為岩漿，由此而構成巖層。他們經常含有下列各種元素，依其藏量之多寡排列乃是：氧、矽、鋁、鐵、鈣、鎂、鈉、和鉀（其中冶金上主要之元素為鋁、鐵、和鎂）。石英、長石、花崗石、火山岩和雲母等，都是火成岩的例子。

水成岩

水成岩乃由沈澱物之堆積或其他石塊之風化而成。風化包含化學與機械之崩解，而其最後之產物包括黏土礦物，各種可溶鹽以及礦粒如石英、鉛石（含鉛）、金紅石（含鈦）及磁鐵礦（含鐵）。你可以容易的指出這些岩石，只要觀察其蘊藏在岩層中不同大小、顏色、粒狀及厚度之沈澱即可。粗卵石、砂石和頁巖是機械水成岩之例子，石膏、岩鹽、石灰石和砂藻土是化學水成岩之例子。



水成岩

變質岩

變質岩乃是在熱、壓力、溫度等作用之下而生變化之岩石。板岩、大理石、石英岩、片巖和蛇紋石都是變質岩的例子。這些岩石通常包含金屬之礦物，如黃鐵礦、磁鐵礦、褐鐵礦或赤鐵礦（以上皆含鐵）、黃銅礦（含銅）、砷黃鐵礦（含砷）、以及尖晶石（含鎂及鋁）。

金屬之提煉

選礦與提取金屬就稱為提煉術。許多方法在提煉金屬時被用上。每一方法均由下列四種條件決定：(1)礦石之固有性質，(2)能源運用之方式與水之獲得，(3)礦藏所在地之運輸狀況，(4)經濟條件。在礦石經開採後，就準備對它進一步的加工。機械作業，也就是一般所謂的選礦，包含壓碎、碾磨、浮選，和精選等步驟。下面所舉是自礦石提煉金屬可擇用的方法。

煅燒和還原

煅燒礦石：在低於礦石還原之溫度下加熱，以除去雜質之最初步驟。

礦石還原：從化合物中移去氧，氧將金屬氧化物轉變為純金屬。

熱還原：以控制的熱加於金屬化合物以精煉並淨化金屬之步驟。（熱冶法）

氣體還原：以還原性氣體將金屬化合物中之氧移去。

電解還原：以電解方法將金屬化合物中之氧除去。（用電流的作用進行化學分解）。