

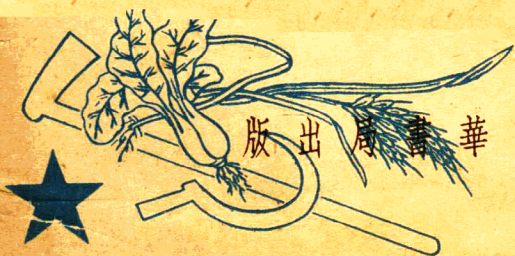
工農生產知識便覽

鋁 和 鎳

英國伯明罕大學理學教授
前國立交通大學教授

周緝庵 編著

中華書局出版



一九五一年九月初版

工農生產知識便覽

鋁 和 鎳 (全一冊)

◎定價人民幣一千八百元

編著者 周 緝 庵

出版者 上海河南中路二二一號 中華書局股份有限公司

印刷者 上海澳門路四七七號 中華書局上海印刷廠

發行者 三聯·中華·商務·開明·聯營聯合組織 中國圖書發行公司

各地分店

三聯書局店 中華書局店 商務印書館店 開明書店 聯營書店

* 印翻得不 · 權作著有 *

本書內容提要

本書以精簡的文字敘述鎳和鋁兩種金屬的概要，其內容如次：鎳和鋁在自然界之存在；鎳礦石和鋁礦石之說明；兩種元素隔離之原始；兩種金屬之萃取法；鎳和鋁之化學性和物理性；鎳和鋁之各種化合物；兩種金屬之產量；鎳和鋁在製造合金方面，交通工具方面，煉鋼方面，及各種工業方面之用途。

鋁和鎳

目錄

鋁

三—二五

一 存在和礦物

三—七

二 隔離和萃取

七—一〇

(一)舊式萃取法 (二)現代萃取法

三 性質

一〇—一

(一)物理性 (二)化學性

四 高純度的鋁

一三—一

五 化合物

一四—一

(一)氧化鋁

(二)氫氧化鋁

(三)氯化鋁

(四)雙鹽

(五)明礬

六 產量

一八—一

七 鋁的用途

二〇—一

(一)合金

(二)汽車和鐵道車

(三)飛機

(四)塗料

(五)電工業

(六)食品工業

(七)化學工業

(八)鎳粉熱

鎳

二五—三三

一 存在和礦物

二五—二七

二 隔離和萃取

二七—二八

(一)新凱來東尼亞礦石萃取法

(二)昂太里奧鎳礦石萃取法

(三)小規模萃取法

三 性質

二八—二九

(一)物理性

(二)化學性

四 化合物

二九

五 產量

三〇

六 用途

三〇—三三

(一)各種工業

(二)各種合金

(三)合金鋼

中英文人名地名對照表

二三—三四

一 人名

三三—三四

二 地名

三四

鋁和鎳

英國伯明罕大學理學士
前國立交通大學教授

周緝庵 編著

鋁

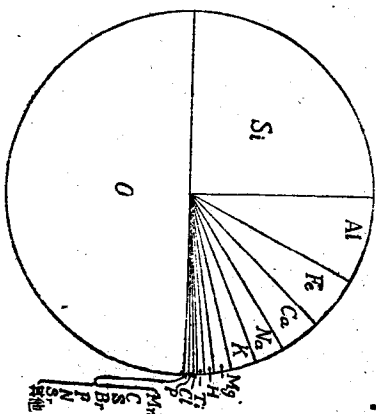
一 存在和礦物

鋁是一種金屬，在自然界分佈得最廣，約佔地殼百分之七。地殼就是地球外部的硬殼，內部是熔體。第一圖表示地殼內各種元素的百分數。鋁在各種金屬中要算最多，下面一張表顯明各種金屬存在的比量。

但是鋁在自然界並非金屬狀態，總是和它種物質化合，成為各種礦物，或長成繁複而特殊的金屬礦石，或結成細小的名貴寶石，或構成高大的山嶺岩石。一切岩石，除砂岩和石灰岩以外，都含有鋁的礦物，長石和雲母是最普通的成岩礦物。現在分別敘述長石和雲母及其他重要的鋁礦物。

1. 長石 KAlSi_3O_8 ——長石是厚斜長方稜柱，有時結存雙胎晶體，有時是粒狀或

第一圖 地殼內各種元素的百分致



金屬存在比量表
(Zn=1)

銅(Cu)	80,000
鐵(Fe)	50,000
鈦(Ti)	4,000
錳(Mn)	800
鉻(Cr)	400
鎳(Ni)	200

銅(Cu)	20
鈷(Co)	10
錫(Sn)	5
鉛(Pb)	1
鋅(Zn)	1

氧(O),	49.20%	氯(Cl),	0.19%
矽(Si),	25.67%	磷(P),	0.11%
鋁(Al),	7.50%	錳(Mn),	0.09%
鐵(Fe),	4.70%	碳(C),	0.08%
鈣(Ca),	3.93%	硫(S),	0.06%
鈉(Na),	2.63%	鉍(Br),	0.04%
鉀(K),	2.40%	氟(F),	0.03%
鎂(Mg),	1.93%	氮(N),	0.03%
氫(H),	0.87%	銻(Sr),	0.02%
鈦(Ti),	0.58%	其他,	0.47%

塊狀。有白、紅、或深淺灰綠色。半透明或不透明。研粉成白色。玻璃光澤。斷面是介殼形或不均勻。堅度是6。比重是2.39——2.63。成分是礬土和鉀碱的矽酸鹽，其中矽石是64.20%，礬土是18.40%，鉀碱是16.35%。現在試行從此種礦物萃取金屬鋁，已有成功可能。

2. 雲母 $\text{KAlSi}_3\text{O}_{10}$ 。——雲母是六邊層狀晶體，裂縫和基面平行，可以分成很大薄片，也有塊狀。顏色有白、黑、棕、黃種種。研粉無色。蚌珠光澤。薄片有撓性、彈性、和韌性。成分是礬土和鉀碱的矽酸鹽和少量雜質，其中矽石是46.3%，礬土是36.8%，鉀碱是9.2%，一氧化鎂是4.5%，氟酸是0.7%，水是1.8%。

3. 陶土 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ——陶土結晶屬斜方系，尋常狀態呈軟細黏土。色白或微灰，或微黃。成分是含水礬土的矽酸鹽，其中矽石是46.3%，礬土是39.8%，水是13.9%。

4. 冰石 $3\text{NaF} + \text{Al}_2\text{F}_6$ 。——冰石結晶屬於單斜方系，有塊狀和層狀結構。色紅、黃、黑、或白。透明或半透明。玻璃光澤。性脆。研粉現白色。堅度是2.3。比重是2.9——3。成分是氟化鈉和氟化鋁，其中鋁是13%，鈉是32.8%，氟是54.2%。

5. 鐵鋁氧石或苞石 $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ——此種礦石是無定形土粒礦物。有白、灰、黃或紅棕色。主要成分是氧化鋁，常有 Fe_2O_3 、 P_2O_5 等雜質，是鋁的主要來源。法國『苞』鎮地方的出產最著名，所以叫作『苞石』。在美國開發最多。

6. 礬石 $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ ——礬石尋常是粒狀、絲狀或土狀。有灰、白或紅色。透明或不透明。堅度是 3.5—4。比重是 2.58—2.75。成分中含水礬土和鉀碱的硫酸鹽，其中礬土是 37.13% 鉀碱是 11.34%，硫酸是 38.53%，水是 13%。美國瑰瑤明和玉塔兩處地方出產豐富。容易被硫酸溶解。現在計劃從此種礦石提出氧化鋁，最後化為金屬鋁。

7. 剛石 Al_2O_3 ——剛石是六面稜錐或稜柱。有塊狀和粒狀。普通剛石表現灰、綠或紅色，或無色。性脆。裂面呈介殼形或不均勻。堅度是 9（僅次於鑽石）。比重是 3.90—4.16。成分是氧化鋁，其中鋁是 53.4%，氧是 46.6%，有時含少量 MgO 或 CaO 、 SiO_2 。珍貴的紅寶石和藍寶石屬於此類礦物。剛石粉是重要磨料。

8. 白榴石 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ——白榴石屬於立方晶系，尋常是粒狀。表現白色或灰色。研粉無色。裂面是介殼形。性脆。堅度是 5.5—6。比重是 2.44—2.56。成

分是礬土和鉀碱的矽酸鹽，其中矽石是55%，礬土是23.5%，鉀碱是21.5%。義大利火山區有大量出產，可用作提取鉀鹽和鋁鹽的原料，容易被硫酸分解。

9. 滿州頁岩——此種岩石有提出鋁的可能。日本擬議把它在電爐中和焦炭同燒，使鐵和矽的化合物還原，再在500°C至600°C和氯接觸，作成鐵和矽的氯化物，任它氣化，留下氧化鋁，在冰石池中電解。

二 隔離和萃取

氧化鋁不容易還原，所以直到現代，鋁纔普遍的用作商品。英國德維用電流試行隔離金屬鋁，但未能成功，然已確定氧化鋁可能還原。

丹麥人奧斯特德是第一人隔離出金屬鋁（一八二五年）。德國人烏勒把奧斯特德的方法稍事變更，用無水氯化鋁和金屬鉀同燒：



他得到粉狀金屬鋁，以後又作成金屬鋁碎珠。如此萃取的鋁，每磅要值美金160元，所以不能用作商品，祇能當作博物院中的標本。茲述工業萃取法於次：

(一)舊式萃取法

法國化學家德威爾在一八五四年用廉價鈉代替，并用不易化氣的鈉和鋁的雙氯化物代替簡單氯化物。從此烏勒的試驗室萃取法變為工業萃取法，鋁的價格就從每磅美金160元降到美金27元，後來又降到美金15元。這種方法用得很久，後來祇有電力萃取法來代替。美國人卡斯特那要想再把鋁的價格減低，他製造價值更賤的鈉。他的工作把鋁的價格降到每磅美金4元。他特地起造大規模的製鈉廠，但是他的計劃被赫爾的驚人發明推翻了，然而他並不恐懼，依然猛進，終於發明了卡斯特那電池，用電解氯化鈉方法，製造氫氧化鈉。

(二)現代萃取法

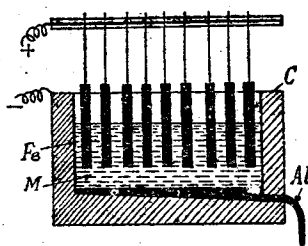
赫爾是美國奧伯林學院的學生，他研究製造廉價鋁的問題，此事在百年來著名科學家都失敗了，他居然成功。他想若是能够找到一種容易熔化的礦物，氧化鋁能在其中溶解，這種溶液就可以分解。這種礦物他找到了，就是格林蘭的冰石。赫爾把他自己做的和借來的電池，一起用來發生電流。把冰石放在炭精坩堝內，用木炭爐熔化，用碳作陽極，他造成了幾個鋁錠子，其中最好的一個陳列在奧伯林學院的賽弗倫斯試

驗室。他二十二歲畢業（一八八六年），幾個月以後便奠定了一大工業的基礎。最奇巧的事，是兩個月以後，有個法國青年，霍勞爾特，創作了同樣發明。赫爾的成功是有一定目標並且勇猛堅進的結果，霍勞爾特是偶然遭遇，而有認識的智慧，並且能努力達到目的。

赫爾要尋找一個市場出售的計劃，當然有種種困難，但是在 一八八八年他的公司確能產生商品鋁（第二圖）。一九三六年鋁的價格落到美金 20 分。

赫爾的原始公司依然是美國原鋁的唯一製造家，並非因為薄利關係，專利已經滿期，却是因為有最好的礦床和完善的設備。世界上最好的苞石礦床是認為在法國，但美國公司在英屬圭阿那取得廣大礦床，所產礦石比法國所產的還要純潔。以前礦石的供給是從雅康薩斯得來。該公司在奎伯克賽溝奈河上發展一百萬馬力。美國鋁的出口商家集中在這個瀑布區域。

把燒過的氫氧化鋁（此時是氧化鋁， Al_2O_3 ）放在電池中準備電解。電池是一個鐵



第二圖 赫爾製鋁電解池

C = 炭 M = 熔冰石
Fe = 鐵 Al = 熔鋁

箱，1呎深，5呎長， $3\frac{1}{2}$ 呎寬，用煤脂物質作襯裏。約有四十個炭陽極浸在池中，祇用電阻的熱保持熔化狀態（ 1030°C ）。炭裏鐵箱是陰極。金屬鋁在陰極發出，沉到箱底，可以隨時吸取。陽極上有氧放出，或者是由於氟在陽極發出，頂換了氧化鋁的氧。就理論而言，造1噸鋁需要 1.88 噸氧化鋁，消耗 $1\frac{1}{2}$ 噸炭。祇有熔化的氧化鋁是分解，冰石應該沒有損失——但是實際總要失去 0.1 噸。氟化鈣、氟化鋁和鈉、鉀、鋁的氯化物隨時加入，改善電池的狀況。電池的勢差不過5伏特，却要保持數千安培的電流流動。

有20,000安培的電流，每池5到7的勢差，每日每池能產250磅鋁，等於11 Kw-hr(仟瓦小時)一磅，

近來有一年，市場上鋁的總量有四分之一是二次鋁，由舊貨堆及他處得來，這個分數隨市場的情形變動。

三 性質

(一)物理性

鋁的顏色像白銀，而有微藍光澤。鋁是最輕的普通金屬，看下列的密度表可以明白。鑄鋁或煅鋁的斷裂載荷是每平方吋 11600 磅到 13600 磅，經過處理硬化，可至每平方吋 22000 磅到 28000 磅。鋁的堅度等於銅和鋅的一半，錫的一倍。延性和展性很高。膨脹係數是 0.0000237。比熱是 0.24。在 660°C. 熔化，在 1800°C. 沸騰。熔解熱是 90 卡。在 100°C.—150°C，最容易軋壓和鎚擊。近熔點時有脆性，能磨成粉。鋁是熱的良導體，它的熱傳導係數是 0.504 卡；也是電的良導體，電傳導係數是銅的 60%。一根鋁線，若是剖面 and 長度都和銅線相等，鋁的傳導效應祇有銅的三分之二，但是若鋁和銅的重量相等，鋁的傳導效應，便勝過銅。現今實際設置的銅心鋁電纜有 430,000 哩。

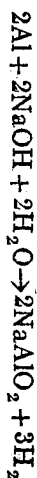
(每立方公分重的公分數)

鋁	2.58	鉛	11.3	錫	7.3
銅	8.9	鐵	8.9	鎢	19.6
銀(精製)	7.4	白金	10.5	鉻	7.1

(11)化學性

鋁和鐵

原子序數是13，原子量是27.1。鋁是極其活動，但在空氣中祇稍微變暗。這是因為上面構成一層氧化物薄膜，保護下面的金屬。這種薄膜在正常狀況時有0.00001公釐厚薄，加熱可增至二十倍，即0.0002公釐。鋁在純氧中，達到585°C便燃燒。鋁能被硬水和海水侵蝕，須有塗料及自然膜保護。鋁在鹽酸中很容易溶解，有氫逃出，但在冷硝酸中絕難溶解，或者是因為硝酸的氧化作用。鋁用氯化汞沖淡溶液潮濕，汞被頂換，立刻和鋁構成汞齊。這種汞混鋁能迅速地頂換水的氫，構成不溶氫氧化物，所以最好不使汞鹽和鋁接近。鋁能在氫氧化鈉和氫氧化鉀的溶液中溶解：



鋁固然很活動，在空氣中容易生鏽，但幸虧面上構成一層薄氧化物，堅硬緊密，有保護作用，近來電解池中特地用陽極氧化法，把氧化膜加厚。 Al_2O_3 是極其堅硬，能保護下面軟金屬抵抗磨損。多孔氧化物能保持染料，故染色鋁能受猛烈磨光。

光亮鋁面是幅射熱的良好反射器，所以宜於用作火車頭、牛乳池、房產及船舶的絕熱體。薄片和厚板的效應相同，但是片比板輕，在火車頭上，13磅鋁可以代替1200磅別種絕緣物質。

望遠鏡的反射器，往時是鍍銀，今後大概都用鋁，它是星光紫外線的較良的反射器。此項反射並不能補助目力，但能增進照像乾片內天空的效應。鋁外層（尤其是下面加一層鉻）有堅性，能受磨光，有抵抗性，不須時常更換，所以比白銀優越。

四 高純度的鋁

金屬鋁離去煉爐常含有雜質。茲列成分分析表於下：

鐵	0.183%	矽	0.134%
錳	0.026%	鎳	0.040%
銅	0.006%	鉻	
砷		未分析	99.591%

最上等商品鋁平均純度不過99.5%，但是用虎卜斯電解潔淨法，近時製成的鋁，純度有99.983%。此法是用一層熔鋁和銅作成合金及少許的矽為陽極，再用一層鋁、鈉、鋇的氟化物等熔鹽覆蓋，純鋁陰極層便在熔鹽上面構成，可以隨時吸取。這種純鋁有美麗銀色，且能久存，不似普通商品鋁微有藍色。

純鋁的薄片輥壓在都拉銘板上，可以增加此種合金的功用，海水浪花濺在飛船構架上，發生互相結晶的侵蝕，可使都拉銘減弱到危險地步。都拉銘面上加純鋁，既能防止侵蝕，又能延長壽命和增進功用。最純鋁對於侵蝕有卓絕抵抗力，因為純鋁對於下層各金是負電性，能够在刮痕、裂縫和裸赤邊緣等處，發生電性的和機械的保護作用。

五 化合物

(1) 氧化鋁 Al_2O_3

苞石可稱為部分脫水氫氧化物或含水氧化物。苞石是不純潔的氧化物，極其堅硬，所以其中有一種叫剛砂，用作磨料。剛砂含有少許氧化鐵，苞石加熱至 $9050^{\circ}C$ ，一部分熔化，再把它磨成粉，就是人造剛石，用作磨料，名為剛鋁石。一輛汽車的許多配件都是因磨工完成。化學家和冶金家不斷製造更強更堅的鋼，都不容易機製，必須用磨工成形。磨料的功用並不專在磨輪，鬆散磨料浮在油中或水中，亦可用以修磨滑瓣、研磨活塞銷和活塞圈、機軸銷和軸承等件。