

鋁 電 解 生 產

(鋁廠電解車間工長參考用書)

С·И·庫茲涅佐夫 著
А·М·埃普斯坦
劉 漢 一 等 譯

冶 金 工 業 出 版 社

本書是著者為蘇聯鋁廠電解車間的工長們寫的一本工作指南，也可以作為中等專業學校學生的學習參考書。本書的特點是有理論有實際，著者在敘述上曾力求簡明，但又未將材料過分簡化，因而內容很豐富，而文字則通俗易懂。對我國從事煉鋁工作的廣大讀者，都有極大參考價值。

書中在敘述了鋁與鋁合金的性質及其在現代工業中的作用之後，簡要地闡述了蘇聯鋁工業的發展史，其中所談化學法制鋁可供目前各地試驗研究非電解法上法煉鋁的參考。書中還介紹了有關各種鋁礦的知識。在闡明了制鋁工藝的理論基礎之後，講解了鋁電解生產所用的氧化鋁、氟化鹽和炭素材料的生產方法。最後談到了電解車間的機械設備、技術檢查方法、勞動組織及電解車間的安全技術。

原書的評閱者是蘇聯化學博士С·И·列母培爾。

本書譯者為劉漢一。參加翻譯的有袁作仁（第二章）、毛毓琴（第三、十二章）、王成之（第八章）。全書由徐樹田作技術校對。

С·И·Кузнецов, А·М·Эпштейн

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО АЛЮМИНИЯ

Металлургиздат (Свердловск 1953 Москва)

鋁電解生產 劉漢一等譯

編輯：王忠義 設計：童膺菴、魯芝芳 校對：郭力生

1958年10月第一版 1958年10月北京第一次印刷 5000冊

850×1168.1/32·242,000字 ·印張 ·9 $\frac{10}{32}$ ·定價(10) 1.40元

國家統計局印刷廠印 新華書店發行 書號1216

冶金工業出版社出版(地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版營業許可証出字第093號

目 录

前言	4
緒論	5
第一章 鋁的性質及其在現代工業中的作用	1
1 鋁及其合金的性質	1
2 鋁及其合金在現代工業中的作用	4
3 苏联鋁工業的發展及現狀	7
第二章 鋁生产所用的原料和輔助材料	16
1 氧化鋁的生产	16
2 冰晶石及其他氟化鹽的生产	31
3 炭素電極的生产	37
4 对电解制鋁用的氧化鋁， 氟化物及炭素材料的質量要求	40
第三章 鋁电解生产的理論基础	47
1 电解过程的基本概念	47
2 冰晶石 - 氧化鋁熔融体的性質	64
3 冰晶石 - 氧化鋁熔融体的性質和电解機構。 陽極上所生成的气体混合物的組成。	78
4 鋁电解槽中的副反应	85
第四章 現代电解槽的構造，安裝和拆卸	95
1 連續自焙陽極电解槽構造概述	95
2 槽壳和基座	96
3 陰極裝置和槽側部內襯	98
4 陽極裝置	102
5 导电母綫。电气絕緣	109
6 电解槽的掩蔽裝置	114
7 电解槽的安裝	191

8 电解槽的拆卸.....	121
9 从上部向陽極导电的电解槽構造概述.....	125
第五章 电解車間.....	128
1 車間內电解槽的配置.....	128
2 电解槽直流电的供电系統.....	128
3 通風和排气裝置.....	131
4 車間內的运输工具.....	133
第六章 电解槽的开动及开动后期的工作制度.....	135
1 大修理后电解槽的开动及开动后期 电解槽的工作特点.....	135
2 新系列电解槽的开动.....	147
第七章 电解槽的正常工作制度.....	156
1 电解槽正常工作的特征.....	158
2 正常工作电解槽的加工.....	161
第八章 电解槽工作的技术指标.....	182
1 电解槽的生产率。电流效率.....	182
2. 生产鋁的电能消耗及降低消耗的办法。 电能效率。电解槽的电压平衡.....	192
3 电解槽的电力平衡.....	206
4 金屬質量.....	209
5 鋁的成本。原料和材料的消耗.....	212
第九章 电解槽正常工作制度的破坏情况及其消除的办法.....	217
1 电解槽的冷行程。“不灭的灯亮”.....	217
2 电解槽的热行程。“压槽”.....	223
3 电解槽的“槽邦”作業。从电解槽淌电解質.....	236
4 电解槽的碳化.....	238
第十章 生产技术檢查.....	242
1 技术檢查的任务.....	242
2 电解車間技术檢查的項目和标准.....	242
3 技术檢查方法簡介.....	244

第十一章 电解車間鑄造部	251
1 鋁的氯化。鋁錠的鑄造	251
2 矽鋁盟的制造。拉絲鋁錠的鑄造	256
3 鋁在電爐中的精煉。金屬的配料	260
第十二章 鋁的電解精煉	263
1 鋁電解精煉的實質	263
2 鋁電解精煉的工藝過程	264
3 高純度鋁的應用	267
第十三章 鋁電解槽電解質的再生	268
1 從炭渣中回收電解質	268
2 從電解槽內所排除的氣體混合物中 捕集和再生電解質	269
第十四章 電解車間的安全技術和勞動保護	271
1 電解車間安全技術和勞動保護問題的 意義	271
2 電解車間的安全技術規程	272
第十五章 電解車間的勞動組織	275
1 總則	275
2 鋁工業中 Ф. Л. 科瓦略夫工程師的工作方法	275
3 工作組，班和廠房內的工作組織	277
4 技術檢查組織	278
5 電解工的勞動定額和工資	279
附錄 基本的工藝計算	281
1 生產金屬數量的計算	281
2 所需原料數量的計算	281
3 化學計算	282
4 電力計算	284
電解工安全技術示范規程	287
參考文獻	289

第一章 鋁的性質及其在現代

工業中的作用

1. 鋁及其合金的性質

鋁是地壳內蘊藏最普遍的金屬之一，地壳中鋁的含量占 7.45%，而鐵的含量只占 4.2%。鋁在自然界中与其他元素成化合物状态存在。其中最普遍的是鋁矽酸鹽：例如，長石—— $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ，高嶺石—— $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 等。游离状态的鋁在自然界中是不存在的。

鋁是銀灰色的金屬。由于其表面有氧化薄膜，所以它又是无光澤的。

含 99.5% 的工業鋁熔点为 658° 。为了便于比較，可以列举純鐵的熔点是 $1539^\circ C$ ，鋼 $1500^\circ C$ ，銅 $1083^\circ C$ ，鋅 $420^\circ C$ ，鎂 $650^\circ C$ 。鋁的熔化潛热是 77 卡/克——远高于其他許多种金屬。鋁的沸点为 $2056^\circ C$ 。

鋁属于輕金屬类（这一类除鋁外还包括鎂，鈹，鈉，鉀，鋇及其他金屬）。鋁的比重当 $20^\circ C$ 时为 2.70 克/立方厘米。在熔点时，固体鋁的比重是 2.55 克/立方厘米。在熔化的时刻它的比重降到 2.382 克/立方厘米。

良好的导电率是鋁非常重要的性質。在这方面，鋁仅次于貴金屬（金，白金，銀），銅和水銀，而远超过其他金屬。

根据純度的不同，鋁的导电率为銅的 62~65%，如果考虑到銅的比重是鋁的 3.3 倍，則不难計算，制造具有同一导电率的导綫或母綫时，按重量鋁的消耗量祇为銅的一半。此外，鋁比銅賤，故鋁在电器工業中获得广泛的应用。

鋁有很高的导热率，故用它来制造用以加热或冷却的器具。

鋁易于鑄型，并易于进行压力加工：鍛造，压延和拉絲。可制成厚度为 0.00008 毫米的鋁箔和每米重 0.027 克的鋁絲。

工業鋁的抗拉強度为 9~12 公斤/平方毫米，压延鋁为 18~28 公

斤/平方毫米。延伸率相应为18~25%和3~5%。但軟鋼的抗拉强度为38~44公斤/平方毫米，延伸率大于22%，而銅的抗拉强度——24公斤/平方毫米，延伸率为50%。

用鋼球压入法所测定的硬度对鑄鋁为24~32公斤/平方毫米，对压延鋁为45~60公斤/平方毫米。以同样方法所测定的銅的硬度约为90公斤/平方毫米，而鋼为150~500公斤/平方毫米。

由所引証的数据可見，純鋁是極軟和不大堅固的金屬。可是，当在鋁中加入即或百分之几的其他金屬时，获得的合金，其强度与硬度和軟鋼相近，而其比重却祇为軟鋼的三分之一（2.6~3.0克/立方厘米，而軟鋼为7.8~8.0克/立方厘米）。

鋁能与其他金屬組成具有高度机械性能 of 的合金这一特性，使它成了应用最广泛的工業材料。

鋁具有与許多种金屬組成合金的特性。在工業上常用的金屬中，鋁只是不能与鉛組成合金。

工業中采用的鋁合金大致可分为兩类：鑄造合金和变形合金，即異型鑄造用的合金和压延与挤压用的合金等。

变形合金中应用最广泛的是杜拉鋁合金。广泛应用的Д1牌号杜拉鋁合金具有下列成份：銅3.8~4.8%，錳0.4~0.8%，鎂0.4~0.8%，允許有不大于0.8%的鉄和不大于0.8%的砂，余量为鋁。

这种合金比重較小——2.85克/立方厘米，机械性能近于某些級別的軟鋼。在热处理和冷加工之后，合金的机械性能大大提高。經退火的杜拉鋁合金，抗拉强度为18~24公斤/平方毫米，延伸率18~22%，硬度为50~60公斤/平方毫米。

在495~505°C温度下淬火的这种合金，强度为38~42公斤/平方毫米，延伸率为15~20%，而硬度达100公斤/平方毫米。为了进行热压延，杜拉鋁合金要加热至420~480°C。Д1牌号杜拉鋁的熔点约为650°C。

为了提高耐蝕性，杜拉鋁常包以純鋁。包复的过程是將杜拉鋁板与純鋁板一起进行热压延。这种过程叫做包鋁法。耐蝕性較

強的純鋁可防止杜拉鋁氧化。

除杜拉鋁外，廣泛应用的還有其他一些具有高度機械性能的變形鋁合金。例如，廣泛应用的鋁鎂合金——АМг5 牌號阿爾特馬格合金（Альтмаг），其成份為：鎂4.7~5.7%，錳0.2~0.5%，鐵和矽不大於0.6%，鋅和鉛不大於0.1%，銅不小於0.2%，其餘為鋁。

這種合金較杜拉鋁合金的比重小，有良好的耐蝕性和焊接性能。而且這種合金還具有很高的機械性能。

廣泛应用的變形合金還有АВ牌號的阿維阿爾（Авиаль）合金，其成份為：銅0.5%，鎂0.45~0.9%，錳不大於0.2%和鐵不大於0.6%，矽0.6~1.2%，鋅和錫0.1%，其餘為鋁。

鑄造鋁合金有高度的流動性，比重小，為2.55~3.0克/立方厘米，良好的導熱率，高度的耐蝕性和較高的機械性能。

根據其成份，鑄造鋁合金可分為如下幾類：

- 1) 矽鋁合金；
- 2) 銅鋁合金；
- 3) 鋁鎂合金；
- 4) 鋁鋅合金；
- 5) 復合成份合金。

應用最廣的是矽鋁型鑄造鋁合金——**矽鋁合金**，它具有好的流動性，比重小——2.6克/立方厘米及較高的機械性能。由於這些合金在凝固時收縮性小，所以用來制作要求有充分高的機械強度和比重小的複雜鑄件。

按矽的含量，這些合金分為含矽9~13%的合金和含矽約為5%的合金。

矽鋁合金具有較低的熔點。例如，含11.8%矽的矽鋁合金熔點為575°C。

為了提高機械性能，矽鋁合金要進行變性處理①：即在將要

① 變性處理在這種情況下就是使機械性質改變。

鑄造之前，將添加劑——變性劑混合到液體合金中去。這些變性劑或是金屬鈉，或是鈉和鉀的氟化鹽或氯化鹽。變性劑在合金凝固時，阻止晶粒的成長，促使形成較細的結晶組織，從而提高合金的機械性能。

其他各種鑄造合金的流動性較矽鋁合金為低，但卻具有較高的機械性能。

現代鋁合金的製造技術已獲得了極高度的發展。

鋁不僅和游离的氧劇烈地相互作用，而且與大多數金屬的氧化物起作用，同時放出大量的熱。

鋁還與氯，溴，碘，氟以及其他各種物質劇烈的作用。鋁粉碎得愈細，其溫度愈高，反應也進行越快越劇烈。

但是鋁在常溫和通常的大氣中耐蝕性很好，因其表面總有一層非常堅固而密致的氧化薄膜，它能防止金屬繼續氧化。假如空氣中有能夠破壞鋁表面氧化薄膜的物質時（如硝酸和其他酸的蒸氣，海水水滴等），鋁所受的腐蝕則表現得非常明顯。

鋁對鹼，氨溶液以及石灰乳是非常不安定的，因為它們很容易破壞保護鋁的氧化薄膜。

工業鋁在鹽酸中容易溶解。隨著鋁的純度的增大，鋁在鹽酸中的溶解性劇烈下降。硫酸對鋁的作用很慢。濃硝酸不能溶解鋁，因為鋁表面密致的氧化薄膜不與濃硝酸起反應。當加熱時，在這薄膜中出現個別裂紋，於這些裂紋中形成它較疏松的氧化薄膜不能防止鋁的溶解。在稀釋的硝酸溶液中，鋁能良好的溶解。

鋁對有機酸是穩定的（蟻酸，醋酸等）。

2. 鋁及其合金在現代工業中的作用

由於鋁本身具有非常可貴的性能：比重小，較高的強度（合金），良好的導電率和導熱率，良好的耐蝕性，所以鋁及其合金在現代工程的各个方面均應用極廣。

鋁及其合金在機器製造業中應用最廣。用鋁及其合金製造快速運轉零件（輪子，滑車，滑輪，离心机，通風機及泵等），活

塞和發動機汽缸的部件，樑材，樑柱，桁架，起重機械，軸承，軸套等。

用鋁及其合金制作機構和機器的運轉部件，有可能使它們的重量減輕，因此也就降低了它們在運轉中的電能消耗，提高運轉速度，減少整個機器和機械的重量和尺寸。此外，由於減少重量和尺寸，就使其易于生產，運輸，安裝和操作。

鋁合金的比重小和有高度的機械性能，就可以使交通工具的重量大大減少並加快運轉速度，這對飛機製造業尤為重要。因此，鋁合金在飛機中可能占到總重量的90%，而平均也不下于50%。

使用鋁合金制造鐵路車輛時，可降低其重量達50%以上，鋁合金更被廣泛應用在汽車製造業中。

在內河，海洋造船業中，鋁及其合金起着很大的作用。

在電器和無線電工業中，極廣泛地應用鋁及其合金制造電線，電纜，容電器，交流整流器，電器配件，電報、電話和無線電器材等。

由於本身具有耐蝕性，良好的導熱性和易于加工，鋁及其合金在化工機械製造業中，獲得了廣泛的應用。用鋁制造各種生產上用的設備和貯存濃硝酸，硫酸，有機酸，油，過氧化氫，醚，漆，顏料及其他化學產品用的器皿，如鍋，結晶器，凝結器，蒸發器，旋管，篩子，油槽車，貯槽，圓桶，鼓形筒等。

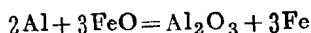
鋁的耐蝕性還被用來保護金屬表面，防止大氣侵蝕和化學藥品的破壞作用。為此目的，採用最純的鋁以包鋁的方法或作為一種塗料復蓋在金屬表面上。

鋁在食品工業和日常生活中已獲得各種用途。用鋁制造生產食品用的各種器皿（在制糖，糖果，牛奶，啤酒釀造，罐頭及其他生產中）。利用鋁及其合金制造各種容器，樂器和照像機的部件等，以及用來制造各種藝術品和裝飾用品。

目前被廣泛應用的鋁粉是把鋁用磨碎的方法或在熔融狀態霧化的方法制造出來的，鋁粉大致可分為二種：粗粉和細粉。細粉

是粗粉进一步磨碎而制成的。

鋁粉的应用范围極广。例如，鋁粉用于鋼的脫氧。脫氧的目的在于使溶解在鋼水中的氧化亞鉄 FeO 还原成金屬鉄，因为氧化亞鉄对于鋼的技术性能有極不良的影响。加入鋼水中的鋁可夺取氧化亞鉄中的氧，其反应如下：



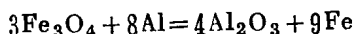
在鋼內生成不溶性的氧化鋁聚集于鋼的表面上。

通常將少量的鋁直接加到盛鋼桶內。

在所謂鋁热法中，是利用鋁能夠从其他大多数金屬夺取氧的特性来制取鉻，錳，鎢，鋇，鈣，鈉，鋰及其他种金屬。

在工程上普遍利用鋁热反应时放出的大量热量进行焊接。

焊接个別的金屬部件，例如，焊接电車鉄軌的接头所采用的鋁熔剂通常就是細鋁粉和四氧化三鉄 (Fe_3O_4) 的混合物。鋁熔剂借助于在反应过程中鋁粉和过氧化鋇 (BaO_2) 組成的点火剂点燃。



于很小的体积內产生巨大的热量（一克鋁約产生热量3700卡），因此，在鋁熔剂燃烧点上的温度可达3000°。

細鋁粉主要用于生产顏料。一切所謂銀色塗料，在大多数情况下都是用鋁粉制成的（用苯胺处理鋁粉可使其帶金黃色，青銅色或其他色的色光）。細鋁粉广泛应用于加气混凝土（Аэробетон）或泡沫混凝土生产中。

此外，鋁是最重要的战略金屬。鋁及其合金广泛用于制造飞机，艦船，坦克，自动武器及裝甲車，用于工兵工作中，供生产行軍装备等。鋁粉用于制造照明彈和信号彈，制造爆炸物等。

由以上列举的鋁的应用范围可見，鋁在技术和日常生活中已获得了巩固的地位。在現代生活中沒有鋁就如同沒有黑色金屬同样难以想像的。

3. 苏联鋁工業的發展及現狀

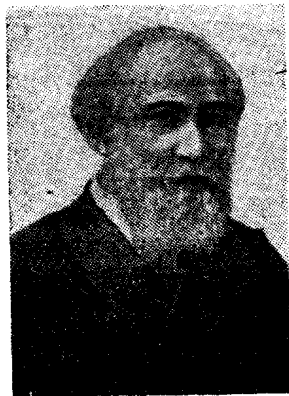
尽管鋁在自然界中的分布極广，但仅在 130 年前，才第一次生产出鋁。

这是因为鋁有很高的化学活潑性，从其相应的化合物內析出鋁是極端困难的。唯有用化学活潑性更大的金屬方可將鋁由它的化合物內置換出来。例如，鹼金屬鈉和鉀在一定的条件下可將鋁由它的氯化物和氟化物中置換出来。

在發明發电机(1867)及發現电解制鋁法(1886)之前，从1827年开始在工業中只能用化学方法制鋁。化学方法制鋁就是用鹼金屬或鹼土金屬从氯化物和氟化物：氯化鋁，冰晶石等还原鋁。

俄罗斯著名学者 H·H·別克托夫教授的聞名的研究工作，对于用化学方法制鋁的發展有着很大的影响。

在上世紀中叶，別克托夫教授發明了用金屬鎂由冰晶石中还原鋁的制鋁方法。別克托夫的方法在西欧各国的工業中获得了广泛的应用。在十九世紀的后半世紀所生产的鋁有 25% 以上是用此法制取的。



H·H·別克托夫

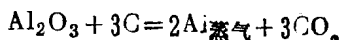
而且，別克托夫教授又是鋁热法的首創者。

十九世紀所采用的化学制鋁法，其主要的缺点是还原剂——鹼金屬和鹼土金屬昂貴。

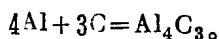
企圖用廉价材料——碳做还原剂的想法未得到正面的結果。沒有成功的原因如下：

用碳由鋁的氧化物中还原鋁的过程，要求很高的温度——应不低于 2000°C 。在此种温度下，碳置換出鋁內的氧，其本身氧化成一氧化碳，鋁則成气体状态。

用碳由氧化鋁还原鋁的反应如下式所示：



气态铝剧烈地与碳相互作用生成碳化铝。



后者溶解在铝内，这不仅使铝污染，而且使其发黏和难熔。

所有这一切都给直接用碳还原氧化铝的过程造成了极大的困难。

这种困难假如能在某种金属或具有较铝沸点高的非金属：例如铁，铜，砂存在时，用碳来还原氧化铝就可以完全克服。在这些条件下，于还原过程中生成的铝便与第二种金属形成合金，从而阻止了碳化铝的生成，并大大地减少了气态铝的机械损失。

上述现象已经在上世纪在工业中被用于制造铝合金：铝青铜和铝铁。

苏联学者B·H·维里根，M·B·拉波波尔特及其他学者研究出制造铝砂合金及由其中提炼铝的理论和生产方法。这一方法的实质就是在电炉中，用碳由高品位的砂铝矿石中同时还原铝和砂。在还原过程中形成含有大量砂的铝砂合金。

铝砂合金是制造砂铝明和铝的原始材料。

用铝砂合金制造砂铝明可采用向铝砂合金中配入铝或由其中除去多余的砂的办法。排除多余的砂是在铝砂合金冷却时，使多余的砂结晶析出，以及用过滤的办法把已凝固的砂同熔融的砂铝分开。

由砂铝合金内提取铝，可以用选择溶解法使溶于合金中的铝溶于熔融金属中，但熔融金属必须具有较低的熔点和沸点，例如锌，锌易同铝熔合，而不与砂和铁熔合，且沸点低（907°C）。铝锌合金易于从砂中分出来，然后即可再使锌蒸馏出去。最后即得纯铝。

这种制取铝砂合金及铝的方法毫无疑问会得到广泛应用。

现代的主要制铝方法是电解法，这个方法就是在熔融冰晶石中电解氧化铝的溶液，即电解所谓冰晶石-氧化铝熔融体。

企图采用铝盐水溶液电解制铝的方法未能获得成功。在电解

1921年在我國科拉半島，希賓山發現巨大磷灰——霞石岩的矿床。

磷灰——霞石岩的主要成份是磷灰石—— $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ 及霞石。用选矿方法（浮选）將磷灰石和霞石分开。选矿的結果，得到生产磷肥用的原料磷灰石及含量达95%霞石的精矿。这种精矿就是生产氧化鋁用的原料。

明矾石——矿物，其化学分子式为： $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

除硫酸鉀之外，明矾石还含有硫酸鈉。明矾石矿石中明矾石的含量約为50—52%。

我国最大明矾石矿床位于阿塞拜疆苏維埃社会主义自治共和国——查格利克矿床。在中亞細亞也有很大的明矾石矿床。

高嶺土及粘土是屬於分布最广的鋁矿之一。在这些矿石中主要的矿物是高嶺土—— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。高嶺土与粘土的不同之点是前者含杂质較少，因而氧化鋁的含量較大。

目前高嶺土尚未被利用来生产氧化鋁，因为目前工業上还没有找到处理它們的方法。然而，氧化鋁含量高达35—40%的高嶺土，作为氧化鋁工業生产的原料却是很值得研究的。

我国高嶺土和粘土的儲量非常大。我国最大的高嶺土及高品位粘土矿床位于烏克蘭，莫斯科附近，烏拉尔及西伯利亞。

其他的鋁岩石以及富有氧化鋁的煤矸和冶煉生产中的爐渣都可作为生产氧化鋁的原料。

生产氧化鋁的主要方法

目前氧化鋁的生产方法主要有两种：拜耳法（湿鹼法）及燒結法。鋁矾土可以作为这两种方法的原料，霞石则适用于燒結法。

目前两种生产氧化鋁的方法中，以采用拜耳法最有价值。拜耳法之所以能在氧化鋁工業中占有优越地位，是因为拜耳法較其他方法（其中包括燒結法在內）具有一系列本質上的优点。

茲將拜耳法較其他氧化鋁生产方法的优越性列举如下：

生产氧化铝。这一方法是拜耳在彼得堡天切列夫工厂（现在是“红色化学家”工厂）及在卡馬河岸的耶拉布加工厂研究成功的。

拜耳法到现在为止，仍然是所有氧化铝生产中最经济和最简单的方法。因此，拜耳法是铝工业中应用最广泛和最占优势的方法。

1895年工程师И·А·别涅克夫研究出用铝矾土生产氧化铝的新方法，这一方法的主要作业是将铝矾土同硫酸钠和炭烧结。用这种方法，除氧化铝外，尚可获得副产品：苏打和盐酸。别涅克夫的方法也得到了工业上的应用。



А·Н·庫茲涅佐夫

1915年 А·Н·庫茲涅佐夫和工程师（现在是教授）Е·И·茹可夫斯基提出用新的电热法生产氧化铝，这一方法就是将铝矾土同碱土金属的碳酸盐在高温下进行还原熔炼，借以获得含氧化铝的熔渣和矽铁。然后再用湿法冶金由熔渣中提出氧化铝。庫茲涅佐夫和茹可夫斯基的方法也获得了工业上的应用。

在电解制铝方面，俄罗斯学者，俄罗斯电化学工程奠基者——П·П·费多齐耶夫及 Н·А·普申教授的研究工作具有非常重要的意义。

1910年~1921年在 П·П·费多齐耶夫的领导下，于彼得堡工业大学进行了大规模的实验研究，其目的是研究电解铝生产的实质。这些研究工作是在理论资料的缺乏阻碍了铝冶金学的发展的情况下发起的。



П·П·費多齊耶夫

П·П·費多齊耶夫教授的研究工

作对鋁生产的發展有了巨大的貢獻，由于这些研究，鋁的电冶煉才获得了科学基础，从而也就大大地推动了电解煉鋁的进一步順利的發展。

彼得堡电力工程学院 H·A·普申教授的研究工作，对鋁工業的發展有很大的意义。H·A·普申教授差不多是与 П·П·費多齐耶夫同时进行电解制鋁的某些重要理論問題的实验研究，这些問題的研究結果大大地充实了 П·П·費多齐耶夫 所获得的資料。

1913年 H·A·普申和他的同事們完全采用俄国的材料制出了俄罗斯第一批鋁，因而首次証明了用俄国国产原料制鋁是可能的。

我国鋁工業的建立，只有在偉大的十月社会主义革命胜利后才成为可能。

1920年在列宁的领导下制定了苏維埃俄国电气化的計劃（俄罗斯国家电气化計劃），其目的是为發展我国的国民經济而建立动力基地。由于俄罗斯国家电气化計劃的完成和在苏联进一步建立發电站，給我国創造了建立第一批鋁厂的可能性。

对于鋁矿工業矿床的勘探工作是非常重視的，1921年曾在科拉半島發現了一种鋁原料——霞石的巨大矿床。同年，开始研究 1916年地質学家 П·H·齐莫費也夫工程师所發現的位于齐赫文城附近的鋁矾土矿床。齐赫文鋁矾土成了第一批鋁厂的原料。

苏联共产党和苏联政府在着手建立第一批鋁厂之前曾进行了大規模的准备工作。从1920年到1927年間曾召开了若干次关于黑色冶煉及有色冶煉問題的會議，在这些會議上通过了一系列必須組織本国鋁生产的決議以及促其實現的某些具体措施。

从1922年开始进行了巨大的科学研究工作，目的在于研究使用各种国产原料制取氧化鋁的工艺流程。这些研究工作得到了很大的成就。苏联的研究家們創造了一系列关于从霞石，明矾石，高嶺土，煤灰，鋁土頁岩中提取氧化鋁的新方法，并在改进用鋁矾土制取氧化鋁的原有方法上做了重大的貢獻。



A·A·雅可夫金

在 A·A·雅可夫金教授的领导下，一种在原理上已为前人所知的方 法，即 鋁 矾 土 加 苏 打 及 石 灰 石 的 燒 結 法，在 厂 史 上 第 一 次 在 鋁 工 業 中 得 到 了 实 际 应 用。这 一 方 法 在 苏 联 鋁 工 業 的 初 生 子——沃 尔 霍 夫 鋁 厂 被 采 用 来 作 为 生 产 氧 化 鋁 的 工 艺 基 础。

这样就解决了用国产原料制取氧化鋁的問題。

在 A·A·雅可夫金小組进行工作的同时，A·H·庫茲涅佐夫及 E·И·茹可夫斯基仍在繼續着他們在 1915 年所提出的热法生产氧化鋁的研究工作。这一研究工作是在列宁格勒矿业学院进行的。

德聶伯鋁厂采用了庫茲涅佐夫和茹可夫斯基的方法作为生产氧化鋁的工艺基础。

在同一时期，应用矿物学研究院进行了关于生产冰晶石的研究工作。在 Д·В·布里茨克领导下所进行的这些研究工作，結果制訂出用酸法由螢石生产冰晶石的方法。

包列夫斯克工厂就用这一方法生产冰晶石。

1927 年第十五次党代表大会通过关于在我国建立鋁工業的决定，代表大会的決議中規定“……应该特別注意促速实现电气化計劃，發展黑色和有色冶金工業……应当發展或恢复……稀有元素开采……鋁的生产”^①。

于同年在列宁格勒国立应用化学研究院的实驗工厂开始进行了燒結法的半工厂性試驗及 A·H·庫茲涅佐夫和 E·И·茹可夫斯基法的实驗，同时在莫斯科城郊察里津实驗站也开始进行了酸法生产冰晶石的实驗。

① “联共（布）关于經濟建設問題的決議”第二輯，人民出版社，1953 年版，第 43 頁。