

中國人民大學

高 級 游 戲 題

第 一 冊

中國人民大學出版社

氧化鋁生產工人教材

高 压 溶 出 器

徐 翔 編

冶 金 工 業 出 版 社

氧化鋁生产工人教材

高压溶出器

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

★

1960 年 2 月 第一版

1960 年 2 月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开本 $787 \times 1092 \cdot 1/32 \cdot 25,000$ 字 $\cdot$ 印张 $1\frac{10}{32} \cdot$

★

书号 15062 · 2048 定价 0.16 元

出版者的話

自从党中央提出了技术革命与文化革命的伟大号召后，在广大工人、农民、机关干部和学生中间很快就掀起了学习技术的高潮。全国各地大量兴办中小型鋁厂，为此，須要培訓大量的技术工人，这些企业的领导干部和管理人員也迫切要求学习和掌握技术知識，以便在工作中做出更大的贡献。为了适应这方面的迫切要求，我們特請有关的单位和作者編写了这套氧化鋁生产工人教材。本書可供做氧化鋁厂工人技术学校或訓練班的教材，也可供企业里的一般干部及工作人員自学之用。

書中簡明地介紹了拜耳法高压溶出作业的基本知識、生产流程、化工原理及高压溶出器的构造，書中比較詳細地叙述了高压溶出生产操作方法和安全技术。

这本“高压溶出器”是由徐翔同志整理編写，由张燕刚同志審訂。

本書由于編写与出版時間比較仓促，一定会有不少缺点和錯誤，希讀者指正。

前 言

生产氧化铝的拜耳法是一位著名化学家 K.H. 拜耳在 1889 年至 1892 年期间发明的，当时他在俄国彼得堡的天捷列夫化工厂（现在的“红色化学家”工厂）和卡马河旁的耶拉布化工厂工作。

当时拜耳的两个重大发现奠定了他所提出的生产氧化铝方法的基础，第一个发现是铝酸钠溶液当用氢氧化铝作种子一起进行搅拌时，铝酸钠溶液即分解，并析出氢氧化铝；第二个发现是铝矿石在高压溶出器内于高温下用苛性碱处理时，铝矿石内的氧化铝溶解于苛性碱溶液，而化合成为铝酸钠。

拜耳法生产氧化铝较为简单，所以能够很快地推广，直到今天仍为世界各国氧化铝工业中的主要生产方法。在生产中是将磨细的铝矿石和生产过程中循环使用的苛性碱溶液混合成矿浆，在溶出器内根据矿石成份不同用 $100 \sim 220^{\circ}\text{C}$ 的温度， $200 \sim 300$ 克/升的苛性碱溶液蒸煮 $1 \sim 2$ 小时。这样铝矿石中所含的氧化铝溶解而呈铝酸钠状态进入溶液。

溶液中含有大量固体杂质经过沉降分离，精液中有害杂质含量降低到 0.01 克/升以下，然后将纯净的铝酸钠溶液加定量新鲜的氢氧化铝作为种子进行 72 小时的逐渐降温搅拌分解。铝酸钠溶液水解并析出氢氧化铝而大部份以种子为晶

核逐漸成長為具有氫氧化鋁結晶構造的顆粒，這些顆粒彼此連結而形成晶體。將氫氧化鋁用迴轉窯在 1200°C 的溫度下焙燒後即得到最終產品氧化鋁。從上述生產過程我們可以看出，鋁礦石的溶出過程在拜耳法生產中是相當重要的一個環節。它关系到氧化鋁的產量和成本等等一系列重要的技術經濟指標。

這裡我們將就拜耳法生產過程中鋁礦石溶出的實際操作加以介紹，以供生產操作人員學習中參考。

目 录

前言.....	5
第一章 拜耳法溶出铝矿石的基本知识.....	7
第一节 生产流程.....	8
第二节 溶出作业的化工原理.....	10
第二章 高压溶出的操作.....	14
第一节 高压溶出器的作用原理.....	14
第二节 高压溶出器的构造.....	15
第三节 高压溶出的间歇生产.....	16
第四节 高压溶出的连续生产.....	20
第五节 高压泥浆泵的操作要点.....	22
第六节 溶出浆稀释操作要点.....	33
第三章 溶出作业的操作控制.....	35
第四章 高压溶出的安全技术.....	40

氧化鋁生產工人教材

高 压 溶 出 器

徐 翔 編

冶 金 工 業 出 版 社

氧化鋁生产工人教材

高压溶出器

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

★

1960 年 2 月 第一版

1960 年 2 月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开本 $787 \times 1092 \cdot 1/32 \cdot 25,000$ 字 $\cdot$ 印张 $1\frac{10}{32} \cdot$

★

书号 15062 · 2048 定价 0.16 元

出版者的話

自从党中央提出了技术革命与文化革命的伟大号召后，在广大工人、农民、机关干部和学生中间很快就掀起了学习技术的高潮。全国各地大量兴办中小型鋁厂，为此，須要培訓大量的技术工人，这些企业的领导干部和管理人員也迫切要求学习和掌握技术知識，以便在工作中做出更大的贡献。为了适应这方面的迫切要求，我們特請有关的单位和作者編写了这套氧化鋁生产工人教材。本書可供做氧化鋁厂工人技术学校或訓練班的教材，也可供企业里的一般干部及工作人員自学之用。

書中簡明地介紹了拜耳法高压溶出作业的基本知識、生产流程、化工原理及高压溶出器的构造，書中比較詳細地叙述了高压溶出生产操作方法和安全技术。

这本“高压溶出器”是由徐翔同志整理編写，由张燕刚同志審訂。

本書由于編写与出版時間比較仓促，一定会有不少缺点和錯誤，希讀者指正。

目 录

前言.....	5
第一章 拜耳法溶出铝矿石的基本知识.....	7
第一节 生产流程.....	8
第二节 溶出作业的化工原理.....	10
第二章 高压溶出的操作.....	14
第一节 高压溶出器的作用原理.....	14
第二节 高压溶出器的构造.....	15
第三节 高压溶出的间歇生产.....	16
第四节 高压溶出的连续生产.....	20
第五节 高压泥浆泵的操作要点.....	22
第六节 溶出浆稀释操作要点.....	33
第三章 溶出作业的操作控制.....	35
第四章 高压溶出的安全技术.....	40

前 言

生产氧化铝的拜耳法是一位著名化学家 K.H. 拜耳在 1889 年至 1892 年期间发明的，当时他在俄国彼得堡的天捷列夫化工厂（现在的“红色化学家”工厂）和卡马河旁的耶拉布化工厂工作。

当时拜耳的两个重大发现奠定了他所提出的生产氧化铝方法的基础，第一个发现是铝酸钠溶液当用氢氧化铝作种子一起进行搅拌时，铝酸钠溶液即分解，并析出氢氧化铝；第二个发现是铝矿石在高压溶出器内于高温下用苛性碱处理时，铝矿石内的氧化铝溶解于苛性碱溶液，而化合成为铝酸钠。

拜耳法生产氧化铝较为简单，所以能够很快地推广，直到今天仍为世界各国氧化铝工业中的主要生产方法。在生产中是将磨细的铝矿石和生产过程中循环使用的苛性碱溶液混合成矿浆，在溶出器内根据矿石成份不同用 $100 \sim 220^{\circ}\text{C}$ 的温度， $200 \sim 300$ 克/升的苛性碱溶液蒸煮 $1 \sim 2$ 小时。这样铝矿石中所含的氧化铝溶解而呈铝酸钠状态进入溶液。

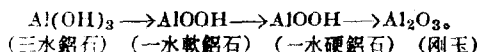
溶液中含有大量固体杂质经过沉降分离，精液中有害杂质含量降低到 0.01 克/升以下，然后将纯净的铝酸钠溶液加定量新鲜的氢氧化铝作为种子进行 72 小时的逐渐降温搅拌分解。铝酸钠溶液水解并析出氢氧化铝而大部份以种子为晶

核逐漸成長為具有氫氧化鋁結晶構造的顆粒，這些顆粒彼此連結而形成晶體。將氫氧化鋁用迴轉窯在 1200°C 的溫度下焙燒後即得到最終產品氧化鋁。從上述生產過程我們可以看出，鋁礦石的溶出過程在拜耳法生產中是相當重要的一個環節。它关系到氧化鋁的產量和成本等等一系列重要的技術經濟指標。

這裡我們將就拜耳法生產過程中鋁礦石溶出的實際操作加以介紹，以供生產操作人員學習中參考。

第一章 拜耳法溶出鋁矿石的 基本知識

溶出作业是拜耳法生产氧化铝工艺过程中的一个重要工序。矿石中氧化铝溶出率的高低关系到整个生产过程的主要技术经济指标的完成，这一作业的任务是溶解铝矿石中的氧化铝制成铝酸钠溶液。工业生产中常用的铝矿石由于矿物组成及结晶组织和构造不同，所采用的溶出方法亦不同。铝矿石中氧化铝的矿物组成分下列几种：三水铝石，一水软铝石及一水硬铝石很少发现在铝矿石中有无水氧化铝——刚玉。在相同的生产条件下测定上述不同类型的矿石的溶解速度时，我们发现是按下列次序递减：



在工业生产中应采用何种溶出方法，需要作一系列的试验研究工作。其所采用的方法取决于在这种生产条件下是否能达到或者接近于理论上的氧化铝可能溶出率。

生产实践证明：三水铝石在常压下，当温度为105°C时，则一个小时即可达到接近于理论上的氧化铝可能溶出率，而一水软铝石需要较高的温度，一水硬铝石则温度要更高些。在开采出来的矿石中我们所看到的常是一水硬铝石和一水软铝石的混合型铝矿石，所需要的溶出温度达220~225°C，20个大气压；在一个能耐高温高压的密封容器中蒸煮二小时才能达到工业上最高的溶出率，这一过程就是所谓的蒸煮溶出。为适合当前的生产需要我们在这里将重点地讲解蒸煮溶出的

生产过程和操作技术，其他各种溶出方法不一一叙述。

第一节 生产流程

蒸煮溶出工序的一般流程如图 1 所示。

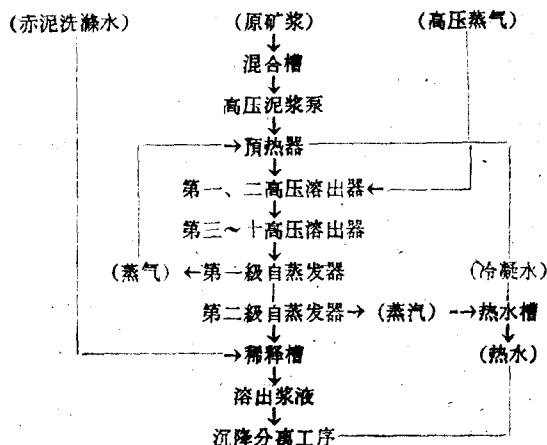


图 1 溶出工序生产流程

矿浆儲槽接受来自湿磨工序的經過磨細并配有适量苛性鈉溶液的原矿浆。原矿浆必須符合下列技术指标：

1. 矿浆細度 最細顆粒 要有 85% 通过 220 号篩，最粗顆粒的 100 号篩上残留不得大于 5 %。
2. 溶出后苛性化系数要能达到 1.65 ± 0.02 。
3. 溫度在 90°C 以上。
4. 全碱含量不得比循环溶液低 20 克/升。
5. 矿浆中不准有破布、廢紙、碎木头等物。

矿浆在貯槽內須停留 3~4 小时，使矿浆內高岭土和各

种形态的氧化硅与鋁酸鈉溶液反应生成不溶性的鋁硅酸鈉 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1.7 \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)，免得在生产过程沉于管道壁或高压溶出器壁上而影响生产。各种不同細度和化学成份的原矿浆能够在儲槽內充分混合均匀。矿浆要有足够的貯备量，以避免上下工序之間发生事故时互相影响生产。矿浆用高压泥浆泵通过 2~3 个多管 双程預热器連續送往高压溶出器中，使矿浆从 95°C 提高到 140~150°C，矿浆在第一个高压溶出器中繼續用高压蒸气直接加热至 190~200°C，在第二个溶出器中进一步提温至 240~250°C 左右，第三至第十个高压溶出器不再加热，压力繼續降低，这样鋁矿石的高压溶出作业便已基本上完成。从溶出器卸出的泥浆中，固体的氧化鋁有絕大部份是溶解于苛性鈉溶液中而化合成鋁酸鈉 (NaAlO_2)。

由于在高压溶出器中我們用大于 20 公斤/厘米² 的蒸气直接加热矿浆，因此当我们卸出溶出浆液时会放出大量热，主要是呈自蒸发的蒸气状态。为了充分地利用它，所以我們采取分級自蒸发，首先将第十个溶出器出来的压煮浆，經過錐形减压閥进入第一級自蒸发器，使浆液的蒸气压降低至我們事先选定的压力 (12~13 公斤/厘米²)，将蒸气通入預热器用来加热原矿浆。从第一級自蒸发器出来的溶出浆还有較高的蒸气压，将它通入第二級自蒸发器再一次降低到 0.8 公斤/厘米²，利用这里的蒸气来加热水，送給下一个工序作沉降洗滌用。从第二自蒸发器排出的压煮浆，其蒸气压力已較低，溫度亦随着下降至 105°C 左右，这浆液中鋁氧含量达 250~260 克/升。想要将这样浓的浆液中的固体杂质分离出来是較困难的，尤其是采用沉降分离的方法。因此必須将浓的溶出浆冲

淡些，一般是用洗滌赤泥后的洗液做冲淡液，在稀释槽中将溶出浆液冲淡到全硷为 130 克/升，鋁氧 120 克/升左右，比重 1.210~1.22，溫度 100°C，苛性化系数 1.65~1.70。符合上述技术条件的溶出浆液是这一工序的最終产品，然后用泥浆泵均匀地不间断地輸送给沉降分离工序。

第二节 溶出作业的化工原理

在工业生产中是将鋁矿石中的氧化鋁在高温下溶解于苛性硷溶液中制成鋁酸鈉溶液，經学者們研究知道鋁酸鈉溶液具有一种自发地即不經任何外界的影响而自行分解并沉淀析出氢氧化鋁的性能。为防止这种現象，在鋁酸鈉溶液中应有某些过量的游离苛性硷。因此鋁酸鈉溶液是相应的鋁酸盐水溶液与苛性硷的混合物。生产上鋁酸鈉溶液的組成可用氧化鋁 (Al_2O_3) 及硷 (Na_2O) 的浓度来表示，一般用一升溶液中的克数表示。鋁酸鈉溶液中的硷有三种形式：1) 鋁酸盐硷 2) 游离硷 3) 碳酸碱。由于鋁酸盐硷的化学性質类似游离硷，所以前二种形式的硷，总称为苛性硷 (Na_2O_K)。苛性硷与碳酸盐硷的总和称作全硷 (Na_2O_T)。

确定鋁酸鈉溶液的一个主要指标是苛性化系数 (σ_K)，亦就是溶液中苛性硷和氧化鋁之分子浓度比。鋁酸鈉溶液的苛性化系数一般用下式表示：

$$\sigma_K = 1.65 - \frac{n}{a}$$

式中 n 和 a 是溶液中 Na_2O_K 及 Al_2O_3 的浓度 (克/升)。

氧化鋁在苛性硷溶液中溶解的机理大致如下：

