

铝镁技术报导

西德联合铝业公司及其氧化铝生产

技术简介

(引进参考资料)

冶金工业部贵阳铝镁设计院

一九七九年九月



目 录

西德联合铝业公司 (V A W) 及其氧化铝生产技术简介

- 1、一般情况
- 2、V A W降低氧化铝生产能耗——方向性的新发展
- 3、V A W拜尔法
- 4、用管道溶出器溶出铝土矿节省费用和能量
- 5、管道溶出器扩大应用范围
- 6、沸腾层焙烧代替回转窑
- 7、V A W的拜尔法——新的技术发展可节约费用
- 8、V A W正在研究赤泥利用的新的可能性

附录

- 1、用苛性钠溶液连续溶出铝土矿的管道化溶出法
- 2、压煮溶出和管道溶出简化流程图——年产10万吨氧化铝的小时流量

西德联合铝业公司 (V A W) 及其氧化铝生产技术简介

1、一般情况

西德联合铝业公司 (V A W) 创立于 1917 年。该公司是联合工业企业股份公司 (V I A G) 的一部分, 而 V I A G 又是为政府所拥有的企业中的一个控股公司。

直至第二次世界大战中期, 德国一直拥有世界最大的铝生产能力, 其中 V A W 占有 70% 的股份。

1977 年, V A W 生产总量为 371,000 吨铝和 1,170,000 吨氧化铝。

氧化铝是在西德国内三个氧化铝厂生产出来的。这三个厂的产能如下:

施万多夫氧化铝厂 (Schwandorf) 220,000 吨

吕南氧化铝厂 (Lünen) 640,000 吨

施塔得氧化铝厂 (Stade) 600,000 吨

(其中蒂诺公司占 50% 的股份)

V A W 的铝产量来自五家工厂, 在 1973 年投入生产的另一家工厂中, V A W 占有 35.3% 的股份。

V A W 的子公司生产铝半成品、铝制品、高纯和超纯铝以及特种产品。

在铝土矿和氧化铝方面，V A W与国外下列几个企业合股经营：

第尔菲铝土矿公司 (Delphi Bauxite S.A.)——经营希腊的铝土矿山，设在雅典。

弗里阿尔可 (Frialco)——弗里基亚 (Friguia)的控股公司，在几内亚经营一个铝土矿山和一座氧化铝厂。

哈尔可 (Halco)——O B G的控股公司，经营几内亚的博克 (Boko)铝土矿山。

文洛克铝土矿公司 (Wenlock — Bauxite)——在澳大利亚拥有铝土矿。

由于西德国内没有铝土矿床，因此V A W加工的铝土矿有许多来源即：

欧洲铝土矿——来自法国、南斯拉夫、匈牙利、希腊。

非洲铝土矿——来自几内亚、加纳。

美洲铝土矿——来自牙买加、海地、圭亚那、苏里南。

亚洲铝土矿——来自印度、印度尼西亚。

澳大利亚铝土矿——来自昆士兰。

通过加工上述各种质量的铝土矿以及过去在中试工厂不断完成的对新铝土矿的试验工作，V A W在设备配置和设计方面具有丰富的经验，来适应新品种铝土矿的处理。

过去的10~15年期间，V A W发展了对整个拜尔法过程有影响

的新工艺。这些新工艺已用来装备在1973年投产的施塔得氧化铝厂（简称AOS）。AOS生产氧化铝所需的热耗是世界上最底的。

VAW最重要的技术革新为：

管道溶出法

沸騰层焙烧（与鲁奇公司合作）

其他的重要发展为：

铝土矿磨细，

赤泥分离，

赤泥处理，

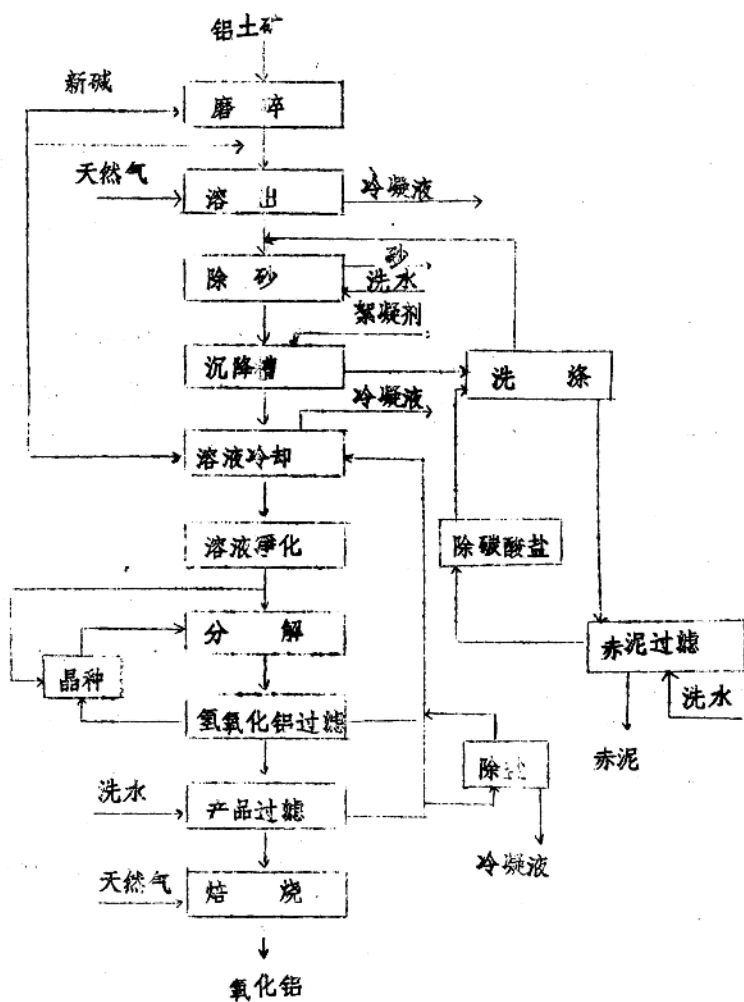
溶液澄清，

沉淀（分解），

氢氧化铝过滤。

在施塔得新氧化铝厂完全投产以及对较老的氧化铝厂实现现代化之后，现在VAW正为采用VAW新工艺生产氧化铝的工程项目提供服务。这些服务是与鲁奇化学和冶金技术公司联合提供的。

氧化铝生产流程图



2、西德联合铝业公司 (V A W) 降低氧化铝生产的能耗——方向性的新发展

应用西德波恩联合铝业公司 (V A W) 新近开发的新技术可使氧化铝生产中的能耗节约 40% 以上。

V A W 为对氧化铝工艺作各种不同的重要改进已工作了十多年。从铝土矿提取金属铝的中间产品氧化铝是按照拜尔法生产出来的。这个方法在制取氧化铝时原则上是使矿石中的铝组分溶解在苛性钠中。然后用沉淀法分离出不溶残渣 (赤泥)，最后是焙烧。这种方法以热的形式消耗很多能量。欧洲的老厂和海外许多厂为生产 1 吨氧化铝要消耗 400—500 公斤燃料油 (锅炉级油)。其中大部分用于浸出和焙烧。

为了降低热耗，从而降低产品成本，V A W 对这两项耗能多的工序进行了研究和改进。

经过这些努力的结果，开发了浸出铝土矿的新方法，即已申请专利的众所周知的管道溶出方法，以及装备游膜焙烧炉的焙烧工场，这也是氧化铝工艺中的新事物，现已和鲁奇化学和冶金公司合作进行开发。

此外，还有数项降低能耗的改进。

V A W 开发的工艺已在汉堡附近的施塔得建设的一座氧化铝厂体现出来。这厂年产能为 60 万吨氧化铝的工厂于 1973 年底投入生产。该厂的氧化铝是按 V A W 拜尔法生产出来的，能耗为 230 公斤油/吨，这是世界最低的能耗。采用拜尔法传统工艺的其他现代氧化铝厂的热耗

要比施塔得高60%。

氧化铝生产基本上不造成环境污染问题。只有一个例外是含有铝土矿(原料)中未变化组份的副产品赤泥。赤泥堆放之所以成为问题只不过是因为产出的量大而在欧洲可供堆放废弃物的面积小而已。VAW作了很大的努力寻求经济利用赤泥的途经。有好几个项目已经完成,最近,有可能利用赤泥来构筑赤泥堆置场地的堤堰。

作为对于环境保护的专门处置,VAW在施塔得厂采取了一些措施,例如应用不含硫的天然气以免除 SO_2 的逸散;应用现代化的气体净化器使灰尘的污染减少到最低限度;选用最现代化的装置和吸音方法减轻噪声。水的保护是靠一座现代化生物污染水处理厂和若干池子收集流散的碱液然后返回操作循环来保证。

生产出来的氧化铝质量最近有了改进,用户可得到飞尘少的产品。用它来吸附氟具有极好的效果。由于具有这种性质,这种氧化铝甚至对于老的炼铝厂也很适用。

3、VAW拜尔法

以奥地利化学家A. J. 拜尔的专利为基础的拜尔法直到目前几乎还是从铝土矿生产氧化铝的唯一方法。铝土矿的主要组分在碱液中的不同溶解度便是溶出过程的基础,除去残渣之后用结晶法回收铝组分得到氢氧化铝,然后经过焙烧转变成氧化铝。

V A W拜尔法与传统的拜尔法根本不同。近年以来，为了使操作合理，为了利用和促进机器和设备设计的开发并对抗原料和能源价格上涨，V A W对这一复杂流程中的数个单独工序的研究已告完成。

这些努力的结果可由两个重要数字体现出来。由V A W设计并建设的位于西德北部汉堡附近的施塔得氧化铝厂于1973年底投入生产。这个工厂的投资为900西德马克/吨 Al_2O_3 /年（打桩段将来扩建的某些费用包括在内）。施塔得氧化铝厂现在以世界上最低的热耗在生产氧化铝：

$$\begin{aligned} \text{约 } 2.300 \text{ 大卡/公斤 } Al_2O_3 & (= 9.6 \text{ GJ/吨氧化铝}) \\ & = 4.100 \text{ B T U/磅} \end{aligned}$$

采用传统工艺的现代氧化铝厂的热耗要比施塔得厂高60%。

施塔得厂正按照V A W拜尔法工艺来生产氧化铝。这种工艺的特点如下述：

(1)·概述

(1)-1 溶液浓度

为了使能耗降到最低值，铝土矿的浸出是在与分解工序相同的溶液浓度下进行。这是能够办到的，因为用V A W开发的管道溶出系统进行浸出，甚至在使用低碱浓度的溶液时也可以得到极好的溶出率。溶出和分解采用相同的溶液浓度的优越性是显而易见的：可以取消母液蒸发工序。这就可降低成本，而且用于蒸发水的特别高的能耗费用也可节省。

(1)-2 能量生产

利用只有管道溶出系统才能使用的加热系统。取消生产高压蒸汽的工序。高压蒸汽通常用来加热压煮器系统中的铝土矿矿浆，若氧化铝生产中取消这种蒸汽的用场，则锅炉房只需装备能力低的低压锅炉即可，与传统的氧化铝厂相比，便可节约投资。

(1)-3 水的平衡

为了达到生产过程中进出水的平衡，通常要装备蒸发器。V A W决定降低生产过程中水的消耗量，即用赤泥过滤代替逆流洗涤，并且回收溶出和溶液冷却时的冷凝水来增加水的产出量。因此达到了水的平衡，就不需要蒸发设备，这样也可部分降低生产过程中的能耗。

V A W拜尔法的下述特点还可以再强调一下：

(2)、磨碎（由V A W开发）——见图1

湿磨，采用棒磨机，带有分级机，闭路循环。

优点：有适宜的粒度分布，过细和过大的粒级少，动力消耗低，磨蚀材料的费用低。

(3)、铝土矿浸出（V A W开发）——见图2。

用管式反应器进行溶出。

优点：能耗低，即使在溶出液中采用低碱浓度也能得到好的溶出率，使与溶出有关的所有设备的投资都显得有利，水的产出量高。

(4)、赤泥分离（V A W与Krauss Maffee共同开发。）——见图3

用逆转鼓式过滤机来过滤赤泥。

优点：洗水消耗量低，洗涤效率高，辐射热损失小，弃置的赤泥具有高的固体浓度。

(5)、赤泥输送 (VAW 与 Bammert 共同开发) 用隔膜泵水力输送。

优点：操作费用低，无环境污染问题。

(6)、溶液净化 (VAW 开发)

特殊的净化方法。

优点：不消耗石灰，对杂质控制最好。

(7)、分解 (VAW 与 Bähr-und Mischtechnik 共同开发) 一
见图 4。

在带有特殊机械搅拌器的平底槽内进行连续分解。

优点：投资和操作费用低，由于结疤少，操作系数高。

(8)、氢氧化铝过滤 (VAW 与 Krauss Maffei 共同开发) 一
图 5。

(8)-1 晶种过滤

在盘式过滤机上过滤。

优点：在小的空间内有大的过滤面积，单位过滤能力高，投资和
操作费用低。

(8)-2 产品过滤

用带有洗涤设备的盘式过滤机过滤。

优点：产能高，洗涤效果极好，洗水消耗量低。

(9)、焙烧 (VAW与Lurgi共同开发) 一见图6。

沸腾层焙烧。

优点：与传统迴转窑相比热耗仅为65%，操作系数高，维护费用低，能生产出高活性的均匀的氧化铝，最适用于干法洗涤净化系统。

4. 用管道溶出器浸出铝土矿节省费用和能量

VAW开发的用于从铝土矿生产氧化铝的管道溶出法的最大优点是节省约40%的能量，投资较低和效率高。目前，这一方法已被12个大型生产单位所采用。在一座氧化铝厂里（这是世界上最现代化的氧化铝厂之一，于1973年在施塔得投入生产）就有60万吨/年氧化铝用这种管道溶出方法生产出来。现在，管道溶出过程已克服了原先存在的一切困难问题。

按照拜尔法溶出铝土矿的过程，最先是采用单个压煮器的非连续操作，中间经过在VAW塔内处理未磨细铝土矿的溶出和采用单流法或双流法的压煮器系统的连续操作（这在第二次世界大战结束后已成常例），到现在已发展成为在管道溶出器内的溶出。

由带有搅拌器和加热螺旋的一组大型槽组成的压煮器系统用管道来代替，用泵输送铝土矿矿浆通过管道，并用熔盐和自蒸发器的蒸汽与赤

泥矿浆对流来加热管道。

管道溶出器由能力约为300米³/时，压力约100巴的活塞隔膜泵来供料，管道溶出器的技术性能如下述：

(1)、溶出温度可高达300℃，因此即使在低的溶液浓度下也能达到反应迅速。由于铝土矿矿浆有高的紊流，结合高的温度，便可缩短停留时间。压煮器40分钟的浸出率相当于管道溶出反应1分钟。管道溶出器的体积要比压煮器系统小得多。

(2)、热交换面积较小，因为与蒸汽加热的压煮器相比，有较高的平均温差。采用温度达400℃的熔盐载热体可得到高温。

(3)、采用熔盐加热器来加热管道溶出器，可利用原有热能的90%。与此相比，采用锅炉时利用系数仅为80%。

(4)、因来自分解工序的循环液可以再用于溶出而无须蒸发，因此可节省大量的附加能耗。

(5)、在溶出过程中可生产出所需的洗涤水，这样就可取消能耗高的蒸发工场。

5、用于从矿石提取金属的管道溶出器

扩大应用范围

管道溶出过程成功地应用于从铝土矿生产氧化铝之后，波恩 VAW

公司拟大规模扩大管道溶出在湿法冶金中的应用。在中试厂取得成果的计有：

- 从铁矿提取铬。
- 从含铁的硫酸溶液沉淀析出氧化铁，
- 从油页岩和金沙提取铀和钒，
- 从低品位矿石提取钨。

湿法冶金过程对于提取金属变得日益重要，因为处理低品位矿石的必要性在增长，而且还因为湿法冶金过程不污染环境。应用较高的反应温度（从而需用高压设备）具有很多经济上的优点。这些过程原先是在常用的压煮器中进行，这类作业在世界各地被应用于生产铜、钴、镍、钼、钨和钼。

V A W的试验表明，在需要应用气体反应剂（即氧、氢）的反应过程中，也如同应用固相和液相一样，管道溶出器可显示出特殊的技术上的优越性。

V A W与鲁奇化学和冶金公司一道建了一座中试厂以进行湿法冶金和其他的加压化学反应试验。这个工厂将可确定不同过程的各种参数。该厂的主体部分就是管道溶出器，拟于1978年投入操作。当该厂投入操作后，V A W便可在该中试厂随意进行碱法和酸法反应试验。

6. 沸腾层焙烧代替回转窑

鲁奇化学和冶金公司与西德联合铝业公司共同开发的沸腾层焙烧法的主要优点是降低能耗和减少污染。

焙烧好的氧化铝是电解法生产金属铝的原料。氧化铝通常是在加热的焙烧炉中焙烧氢氧化铝得来。原先采用的回转窑的热效率是不能令人满意的，因为热辐射损失大，热能消耗比理论值大两倍。

V A W和鲁奇公司在一项持续10年以上的计划中开发了沸腾层焙烧氢氧化铝的方法。

这种方法的优点是：

- 与现代的回转窑相比可节约热能35%，
- 污染程度特别低，传热介质的燃烧方式使 SO_2 和 NO_x 的生成量达到最小值，
- 粉尘微粒的散发量最少，因为设备的结构特殊，是由分离器和静电气体净化器组成，
- 占地面积小，适应性强，维护和修理费用低，
- 沸腾层焙烧系统具有大的伸缩性，产品质量可根据市场需要的变化而容易地进行调整。

用于氧化铝生产的沸腾层焙烧系统的开发对于在工业中推广节能和低污染技术是一项很重要的贡献。同时，这种方法不仅在V A W所有的工

厂采用，而且在世界上不少的工厂也已采用，以便能进行低成本的氧化铝生产。到目前为止，已投产和在建的沸腾焙烧装置总产能为240万吨。将来，沸腾层焙烧方法有可能完全取代传统的迴转窑。

7、VAW的拜尔法——新的技术发展可节约费用

象开发管式溶出器和沸腾层焙烧方法一样，VAW近年来与西德几个主要的机械工程公司合作，对拜尔法中使用的设备和装置进行各种改进，可大大节约费用。这些改进包括铝土矿磨碎，赤泥分离，氢氧化铝分解和过滤。

铝土矿磨碎：

(1)、采用棒磨机磨碎并用弧形筛分级可节省50%的电能。

(2)、根据电影摄影研究的结果，改变钢板形状，可使磨蚀材料的寿命延长300%。

因此，可节约相当多的磨蚀材料的费用

(3)、增大粗粒残渣的数量可节约热耗，粗粒残渣可在过滤细赤泥之前以较低的费用先分离出来。

赤泥分离：

(1)、采用赤泥过滤机代替在沉降槽中的对流洗涤可以节能。

(2)、在过滤机上更有效的洗涤可减少碱的损失。因为水分含量越低，

赤泥的稠度高就越易于堆置。

(8)、过滤设备占地面积小也属一个优点。

氢氧化铝分解：

(1)、使用特殊的搅拌器可使分解过程中的动力消耗下降。

(2)、与传统的空气搅拌系统相比，操作更可靠，并可采用较廉价的平底槽。

氢氧化铝过滤：

(1)、如果应用新近开发的盘式过滤机，则占地面积小，过滤面积大。

(2)、这种盘式过滤机的产能比传统过滤机大得多。

(3)、由于开发了一种适宜的过滤介质和改革了过滤机的构造，已可做到生产费用较低而滤液质量较好。

8、V A W正在研究赤泥利用的新的可能性

V A W开发了三个研究项目，达到可以投入生产的程度。其目的是使之能大规模利用赤泥。涉及的应用范围是：

- 用于沥青路面建筑时的填料（红填料），
- 钢生产中用作予凝结炉渣，
- 将赤泥与淤泥混合可得到适用于农业的土壤。

采用拜尔法每生产一吨氧化铝可得到 0.5 - 1.4 吨铝土矿残渣