

氧化铝生产
工人教材

沉降槽

国营氧化铝厂 編

冶金工业出版社

机械工业出版社
工人教材

沉降槽

周德成 周德广 编

冶金工业出版社

氧化鋁生產工人教材

沉 降 槽

， 国营氧化鋁厂 編

冶金工业出版社

沉 降 槽

国营氧化铝厂 編

編輯：王題彬 設計：周广珍 韓晶石 校對：王坤一

— * —

冶金工业出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— * —

1959年7月第一版

1959年7月北京第一次印刷

印数 2,020 册

開本 $737 \times 1092 \cdot 1/32$ · 30,000 字 · 印張 $1 \frac{18}{32}$ ·

— * —

統一書号 15062.1733 定价 0.16 元

出版者的話

自从党中央和毛主席向全党和全国人民提出了技术革命与文化革命的伟大号召之后，广大工人、农民、机关干部和学生都掀起了学习技术的高潮。全国各地大量兴办中小型鋁厂、要培訓大量的技术工人，这些企业的领导干部和业务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貢獻。为了适应这方面的迫切需要，我們特請国營氧化鋁厂在百忙中組織編写了这套氧化鋁生产工人教材。我們希望这套教材能被用做氧化鋁厂工人技术学校或訓練班的教材，有关企业的一般工作人員也可以之做为自学参考讀物。

这本“沉降槽”是由国營氧化鋁厂高树林同志整理，由汪永昌同志審訂。書中通俗地講解了沉降槽的基本原理、构造以及沉降槽操作方法和事故的处理，对于沉降过程中赤泥膨胀和二次反应問題也做了一些探討。

本書由于編写和出版都很仓促，一定会有不少的缺点和錯誤，希讀者指正。

目 录

第一章 关于沉降槽的基本内容	1
§ 1 沉降槽的基本理論	1
§ 2 单层沉降槽的构造和工作情况	3
§ 3 多层沉降槽(平衡式)	5
§ 4 沉降槽的种类及其优缺点	8
§ 5 有关沉降槽的简单計算	9
第二章 关于沉降过程的几个重要問題	14
§ 1 赤泥膨胀现象	14
§ 2 影响赤泥膨胀的諸因素	15
§ 3 赤泥膨胀的处理方法	17
§ 4 鋁酸鈉溶液与泥渣之間的反应(二次反应)	17
§ 5 影响二次反应的因素	19
第三章 連續反向洗滌及沉降槽的技术条件	20
§ 1 連續反向洗滌	20
§ 2 分离沉降槽的技术条件及其意义	22
§ 3 洗滌沉降槽的技术条件及其意义	23
§ 4 其他技术条件及其意义	24
第四章 沉降槽操作規程、制度及其故障的处理	26

第一章 关于沉降槽的基本内容

§ 1 沉降槽的基本理论

我們知道分散的固体粒子，悬浮在液体中就形成了悬浮液。在工业生产上所遇到的悬浮液是很多的。在氧化铝生产中，如熟料湿磨溶出时，磨碎的熟料与溶出液所组成的料浆就是悬浮液。

在熟料溶出以后，如果我們要把悬浮的固体残渣从溶液中分离出来，虽然可以采用过滤的方法，或其他方法，但有时采用沉降方法比较适宜（如料浆中含大量泥渣时）。在氧化铝生产中洗涤泥渣也可用沉降法来完成（关于沉降洗涤在下面叙述）。

沉降分离主要是依据固体的比重较液体大，使得固体因重力作用而从悬浮介质（液体）中沉降下来。按照这种原理进行沉降分离的设备我們就称之为沉降槽。

在工业上悬浮液中的固体粒子，其大小约为 $1 \sim 20 \mu$ （微米）或小于 $1 \sim 10 \mu$ 。在氧化铝生产中，尽管铝酸钠溶液的比重（1.25）和悬浮在其中的泥渣比重（3.2~3.6）差别较大，但对于上述微小的粒子来说，它们在重力作用下，自行沉降的速度极小；尤其在矿浆稀释程度很大时，那些细小颗粒实际上根本不沉降，形成稳定的悬浮物，它们在液体分子的热运动作用下动荡不定。但如有凝聚剂存在时，也能使它们在凝聚后获得适于工业操作的沉降速度。

溶液中固体沉降速度与两种物质的比重差，以及温度和

液体溶液的浓度等有关。如果固体与液体的比重差愈大，則沉降速度就愈快。反之則慢。

我們已經知道沉降速度还与固体粒子的大小有关，因为顆粒大的物体其重量較大，而表面积較小，因而所受液体的浮力較小，也不能觉察到液体分子热运动对它的影响，所以沉降速度就快些。大顆粒物体則与上述情况相反，因而沉降速度慢些。

溫度高而浓度低的溶液，其粘度較小，所以固体粒子在这种情况下比較容易下沉。反之溫度低而浓度大的溶液，其粘度較大，因而不利于固体粒子下沉。

其次液体內固体粒子的含量，或者說料浆的溶液（液体）与泥渣（固体）两部份的重量比（簡称液固比并以符号 L/S 表示），对泥渣粒子的沉降速度亦有影响。当来料液固比很大时，則料浆內含有泥渣較少。这时，泥渣粒子間的距离較大，它們在下沉时相互影响較少。因此，那些細小的顆粒，可能不下沉，而是十分稳定地悬浮在液体內，只有較大的顆粒下沉，形成自由沉降。当料浆液固比較小时，泥渣粒子間的距离比較緊密，它們在沉降时相互影响，在大顆粒的影响下带动小顆一同下沉；也可能許多小顆粒相接触，形成較大的集合体，与大顆粒同时下沉；結果所有顆粒成一整体沉降下来，这种沉降叫做干涉沉降。

④ 除了上述对沉降过程具有重要作用的因素之外，我們已經知道，緩緩移动的耙机装置，对沉降过程也具有一定作用。它除了将槽底的泥渣刮向槽底中心的排出口之外，还有助于槽底泥渣进一步浓缩。所以，在沉降槽中装置耙机也可以收到良好效果。

如果在玻璃量筒中进行泥渣沉降，我們可以清楚地看到，当沉降开始后经过某些时间，便在上层出现清液，而在上层清液和处于沉降状态的下层料浆之间，有一明确的界线，这一界线以一直不变的速度下降，直到下沉的大小颗粒彼此接触之后，才看不到明显的下降速度；然后，便开始沉渣的浓缩过程，这一过程是依靠上层液柱所造成的压力把沉渣内液体挤压出来或称之为浓缩现象。由此可见料浆的沉降过程存在沉降与浓缩两个过程。而在浓缩过程中沉渣层的体积并没有多大的改变。

与上述情况相应泥渣在沉降槽内按高度分布的情况如下面图1所示：

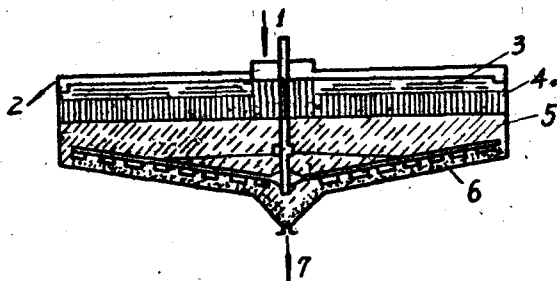


图 1 沉降槽剖面简图

- 1—泥浆加料筒；2—溢流口；3—清液带；4—沉淀带；
5—泥渣浓缩带；6—稠密的砂层；7—沉渣出口

§ 2 单层沉降槽的构造和工作情况

连续操作的单层沉降槽构造大致如图1所示，它是锥形的钢制短筒槽，在槽上装有特制的金属架，以担负耙机的

全部重量。耙机的軸是插在加料筒的中心，上端悬挂在金屬架上，并与蝸輪相接；下端接着耙机。当我们开动馬达时，与馬达相連的蝸杆就开始轉动，并且帶动蝸輪，使它在水平方向旋轉，从而耙机也就慢慢地隨着旋轉，其轉速一般在 $0.5 \sim 0.025$ 轉/分之間，視情况而定，但最快以不破坏沉降过程为限度。

在槽中心裝有加料筒，料漿連續不断地由加料管流入加料筒而进入沉降槽，然后沿着径向分布到槽的四周；同时泥渣粒子沉降，而溶液澄清。

在沉降槽的上部內壁的邊緣上，焊有环形溢流槽，其位置比槽壁稍低，并鑲有鋸齒形溢流板，澄清的溶液从齿上溢过流入环形溢流槽，再流入集液槽。

沉降槽的耙机是由四条与槽底平行的漿翼組成，在漿翼上裝有許多鋼制短耙，在耙机轉动时就把槽底的泥渣緩緩地刮向槽底中心的排出口。

除了上述主要机构之外，还有耙机的提升裝置，如果耙机負荷过大或是进行清理工作时，即可將耙机提起，至于提升高度以不撞到加料管为限。另外在傳动蝸杆上还裝有保护弹簧，当耙机負荷突然增加时，弹簧就被压缩，这样我們就可以看出耙机在工作中的負荷情况。或者另裝信号裝置向我們自动报导过負荷现象。

沉降槽的构造情况大致如上所述。此外还有一些輔助設備，如：泥漿混合槽、泥漿泵等等。它們与沉降槽組成一个完備的作业系統。

§3 多层沉降槽（平衡式）

多层沉降槽是由数个重迭的单层沉降槽所組成。各槽間以底部中心的排料口彼此沟通，并經過此口插入中心軸；在每个槽底上的耙机均由中心軸带动。以使沉渣移向中心排料口，最后一齐由最下一层的排料口送去进一步处理。由此可见多层沉降槽的沉渣卸出对各槽來說是共同的事情。至于料浆的加入和澄清液的溢出，則各槽皆单独进行。由于每一层槽的排料口接有排料筒，并插入下一层槽的沉渣层內，从而把上一层槽的沉渣层与下一层槽的清液层隔开，保証各层槽平行独立地工作。我們称这样的排料筒为泥封裝置，而各层的加料筒是套在排料筒的外面我們或称它为加料套筒。

多层沉降槽的飼料箱用来分配各槽間的料浆，箱內空間被帶有切口的隔板分开将料浆分成数等份，然后分別由加料管引入各层的加料套筒內。

多层沉降槽的溢流箱用来接受各槽的澄清溢流。一般有4~8个，并且等距离地分布在沉降槽的四周。最上一层槽的溢流是經环行溢流槽进入箱內，而其余各层的溢流則沿着溢流管进入箱內。

在溢流管的上部装有伸縮套管。它們可以上下升降，从而調节各槽的溢流液面高度，以致調整相应槽中沉渣面的高度。其調整原理如下式所示（参看图2）。

$$h_0 r_0 + h r = (h + h_0 + \Delta h) r_0$$

式中： h_0 ——最上层槽的清液层高度；

h ——沉渣层高度（见图）；

Δh ——溢流管内高出最上层槽清液面的液柱高度（见图）；

τ_0 ——清液的比重；

τ ——沉渣的比重。

将上式整理后得：

$$h = \Delta h \frac{\tau_0}{\tau - \tau_0}$$

式中 τ_0 及 τ 在一定操作条件下是固定数值，因此改变溢流管内的液柱高度 Δh 值时，沉渣层的高度 h 值也随着改

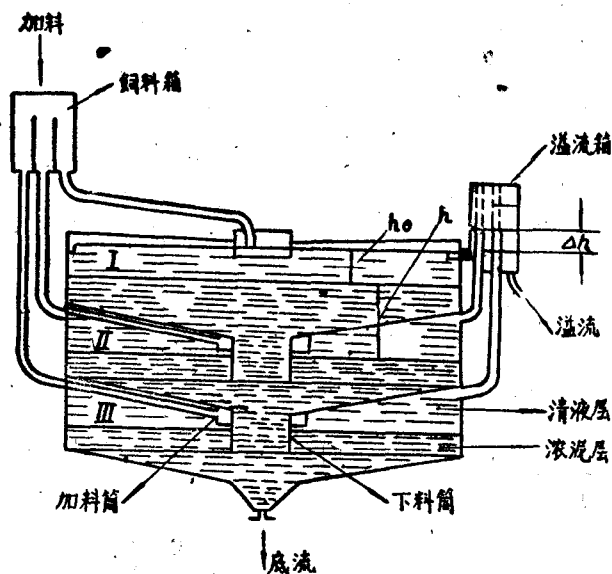


图 2 平衡式多层沉降槽

变。由此可见调节各槽溢流管的液柱高度，就可以调整沉降槽中泥面高度。反过来说为了保持沉降槽各层沉渣面有一定的高度，就必须使溢流排出时在溢流管内保持上列方程式所规定的相应液柱高度，形成相应的压力差值。

如果要使各层沉渣面的高度相等，则要使任何相邻两层的沉渣面的距离等于沉降槽两层底板间的距离。因此各层槽的溢流管需要提高的高度值应等于：

$$\Delta h_1 = \Delta h_2 = \Delta h_3 = \dots = H \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0}$$

式中：H——为相邻两层槽底板的高度差。

如果我们需将第三层（下层）内的沉渣面降低，就需将该层之溢流套管升高。这时附加的液柱压力使部份泥渣从下层流入上面两层。因此，中间层与下层的沉渣面之高度差h就要增大。下层沉渣分布于中间层及上层之间时，这两层沉渣面的上升高度相等，因为中间层溢流套管高度未变。因此，根据平衡条件，使上层与中间层之沉渣面的高度差也保持不变。

必须指出，溢流管相对的高度差，只能决定相应各层的沉渣面之高度差，而各层沉渣面之绝对高度（浓缩带高度），取决于各层沉降槽内沉渣的总体积。若不停止加料，且不变溢流管的位置，而停止从槽底排出沉渣，则各层内泥渣面将会同时升高。

为使各层沉渣面固定不变，则应调节泥渣的排出量，并需使泥渣随底流排出的数量等于随料浆加入的泥渣数量。

所以，按照上述平衡原则工作的多层沉降槽结构称之为平衡式多层沉降槽。

§ 4 沉降槽的种类及其优缺点

现在我們談一下沉降槽的种类以及它們的优缺点。沉降槽的种类很多我們已經知道在氧化铝生产中，按层数來說可分为单层和多层沉降槽两种。按用途来看可分为洗滌槽和分离槽(或液縮槽)两种，不过它們在結構上並沒有什么差異。

单层沉降槽和多层沉降槽的結構大致如上所述，这里不再多講。现在仅將它們的优缺点作簡要的对比。多层沉降槽的主要优点就在于它所占的生产面积較少；并可节省建造沉降槽所需的材料。当我們处理热碱液时（热铝酸钠溶液）要求槽体完全以金屬材料来制造；并且需要装备密閉盖、保温层，而如果需要要在厂房内部操作时，則多层沉降槽的优点便显得更加突出了。

多层沉降槽之所以能节省建造材料，是由于它在构造上做到了以上层槽底作下层槽的頂盖；而梁架，軸杆及传动装置为各层共有。至于多层沉降槽之基座，厂房梁架及槽底維体高度則与直径相同的单层沉降槽相同，只是槽身的圆柱部份的高度与层数成正比。

为了解释上述各点，可参看表 1 所列的数据。

表 1

指 标	单 层	五 层
沉降面积 (平方公尺)	200	1000
厂房面积 (平方公尺)	324	324
厂房容积 (立方公尺)	4800	7100
沉降槽重量 (吨)	50~60	120~180

由此可见，多层沉降槽本身的结构与它所占用的厂房，较同样生产能力的单层沉降槽要少得多。

多层沉降槽冷却面积的相对值亦有很大意义。就直径16公尺的沉降槽而言，单层沉降槽的槽身外表面与沉降面积的比值为2.7，而五层沉降槽的相应比值为1.0。这样就能适当地降低用于保温的费用，而且可以大大地减少热量散失现象。对于从铝酸钠浆液（溶出料浆）分离赤泥过程来说，减少热量散失，在技术操作上显然是一个突出的优点。如果铝酸钠溶液在沉降过程中受到冷却，不仅会使沉降速度缓慢下来；而且会使铝酸钠溶液过早水解，从而引起氧化铝损失到赤泥中去。因此，采用多层沉降槽，可以为生产中处理低苛性系数的铝酸钠溶液（较易水解）创造有利条件。

最后还需说明，多层沉降槽的辅助设备和操作人员、修理人员都比较少，这也是它的一个优点。

多层沉降槽的缺点是：1) 在生产进程中发生故障不易处理，一旦某层发生故障，即要数层一起停下来；而且修理和清理工作也较难进行。2) 多层沉降槽的洗涤效率不及单层沉降槽高。

在多层沉降槽中，还有开式、闭式、连接式、平衡式的分别。但是前三种多层沉降槽在构造上均不及最后一种完备，因而在氧化铝生产中并未得到推广，所以在这里不作介绍了。有关平衡式多层沉降槽的构造已经在前面作了一定程度的叙述，这里不再多讲。

§5 有关沉降槽的简单计算

1) 沉降槽的体积计算方法

① 錐体部份計算公式为：

$$V_1 = \frac{1}{3} \pi r^2 h_1$$

式中： V_1 ——錐体体积（立方公尺）； r ——槽底半径（公尺）； h_1 ——錐体高度（公尺）。

② 筒体部份計算公式为：

$$V_2 = \pi r^2 h_2$$

式中： V_2 ——筒体体积（立方公尺）； h_2 ——筒体高度（公尺）。

沉降槽总体积为：

$$V = V_1 + V_2 = \frac{1}{3} \pi r^2 h_1 + \pi r^2 h_2 \text{（立方公尺）}。$$

2) 沉降槽的产能計算公式：

$$V = 3600 \omega_0 F_0$$

式中： V ——溢流（量公尺³/时）； ω_0 ——泥渣沉降速度（公尺/秒）；

F_0 ——沉降面积或沉降槽的水平断面积（平方公尺）。

上列方程式指出沉降槽的生产能力只与泥渣的沉降速度和沉降槽的沉降面积有关。所以现代沉降槽在設計上力求扩大沉降面积，而高度并不大。

3) 沉降面积計算公式：

$$F_0 = \frac{V}{3600 \omega_0} = \frac{V' - V''}{3600 \omega_0} \dots\dots (1)$$

式中： V' ——料浆中含有溶液数量（公尺³/时）；

V'' ——沉渣层內含有溶液数量（公尺³/时）。

假定泥渣全部沉降在沉渣层內，也沒有遭受損失，則料

浆在沉降前所含有的泥渣数量等于泥渣层内的泥渣数量，如下式所示：

$$V' r_2 x' = V'' r_2 x'' \dots \dots \dots (2)$$

式中： r_2 ——料浆中溶液的重度（公斤/公尺³）；

x' ——料浆中泥渣的含量（以1公斤溶液中含有泥渣公斤数表示）；

x'' ——泥渣层内泥渣含量（以1公斤溶液中含有泥渣公斤数表示）。

将上列（2）式整理后便得：

$$V'' = V' \frac{x'}{x''}$$

再将此式代入（1）式便得：

$$F_0 = \frac{V' - V' \frac{x'}{x''}}{3600 \omega_0} = V' \frac{x'' - x'}{3600 \omega_0 x''}$$

4) 泥渣粒子的沉降速度计算公式：

按照斯托克斯定律如下式所示：

$$\omega_0 = \frac{d^2 (r_1 - r_2)}{18 \mu}$$

式中： r_1 ——泥渣的比重； r_2 ——同前； μ ——溶液的粘度。

上式只适用于3~100微米的球形颗粒，就技术方面的计算来说，要求并不十分严格。因此使用范围可以放宽一些，但不得少于0.1~0.5微米，同时对于非球形颗粒，还要采用相当的校正系数才能应用。

5) 溶液的比重和粘度的简单测算：