

氧化铝生产工人教材

氧化铝焙烧窑

国营氧化铝厂 編

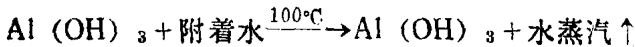
冶金工业出版社

第一章 氢氧化铝的焙烧原理

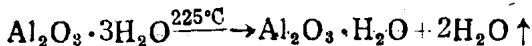
在用任何方法生产氧化铝的技术操作中，氢氧化铝的焙烧都是不可缺乏的最后一道工序。其任务是将氢氧化铝在1100—1200°C焙烧成不吸水份的氧化铝。氧化铝也叫做铝氧。

氢氧化铝系含三分子结晶水的氧化铝。它除本身的结晶水外，还含有一部份附着水（所谓湿氢氧化铝）。其在焙烧时的化学变化可以分成以下几个阶段：

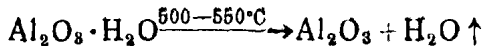
(1) 附着水的去除 湿氢氧化铝中所含的附着水在100—110°C即蒸发完毕，其变化可看作：



(2) 结晶水的去除 湿氢氧化铝中的附着水去除后，即成为干的氢氧化铝。干氢氧化铝在225°C即失去两个结晶水，成为一水氧化铝：



一水铝氧相当于自然界产生的一水铝石。温度升高至500—550°C时，一水铝氧又失去其结晶水，变成 γ 型氧化铝：



γ - Al_2O_3 属于等轴晶系的化合物，就其原子排列看来，稳定性小，容易吸水。

(3) 晶形的转变 γ - Al_2O_3 在950°C开始晶形转变，

逐漸由 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 轉变为 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 而在 1200°C 的溫度下，在足够的長時間內， $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 就完全变为 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 。

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 屬于六方晶系，原子排列緊密，原子間距小，密度大，異常穩定，完全不吸水，自然界产生的剛玉即屬于此類。

由上述可見，氫氧化鋁的脫水作用早在 550°C 就已經結束，但是在這一溫度获得的無水氧化鋁不適用於電解，原因是其吸濕性太強。氧化鋁若含有大量水份，在電解時會使熔融電解質（冰晶石）分解，同時當熔融電解質與潮濕的氧化鋁接觸時，又會引起爆炸。

氧化鋁吸濕性隨溫度的上升而降低。由 950°C 起，焙燒后的氧化鋁在相當大的程度上失掉吸收水份的能力，在工業生產上大約在 1100°C — 1200°C ，如有足够的煅燒時間，一般生產出來的氧化鋁，其 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 約占 30—40%。

在有某些添加物（氟離子礦化劑）在場時， $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 可以在較低的溫度轉变为 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ （表 2）。

表 1

添加 AlF_3 焙燒試驗結果

溫度 添加量%	900°C	1000°C	1100°C	1200°C
0 %	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$
0.5%	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$
1 %	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$
1.5%	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

表 2

在各种不同煅烧温度时的氧化铝吸水性, %

煅烧温度	煅烧时间, 小时		
	1	24	720
300	3.4	8.5	10.8
400	4	10	12
500	4.5	12.5	12
600	4.5	12.6	14
700	4	8.2	12.3
800	3	5.4	11
900	3	4	10
1000	0	3.8	10
1100	0	1.6	6.6
1200	0	0.6	6.6

第二章 氢氧化铝焙烧的工艺流程

經分解工序过滤出的含 12—14% 水份的湿氢氧化铝，經皮带输送机送至氢氧化铝儲仓，由裙式飼料机送至入窑螺旋，与爐气收尘設備出来的窑灰混合后送进焙烧大窑。

煅烧后的产品，經窑头进入冷却机，繼而利单缸吹灰机，用压缩空气吹送到成品仓。

燃烧产物經過窑尾罩、尼阿收尘器、多管收尘器和电收尘器后，排到大气中。燃烧产物中所夹带的粉尘被各收尘器收集下来，經吹灰器用溜管溜送至入窑螺旋而与湿氢氧化铝混合成含附着水約 8—9% 的混合料。进窑窑灰循环量約为氢氧化铝下料量的 55—60%。

每个收尘設備捕收下来的窑灰，其輸送流程如电收尘室收下来的那样，用鴨咀式吹灰器吹送到窑尾罩，其目的是使窑尾罩收下来的顆粒較粗的窑灰和电收尘所得顆粒較細的窑灰混合均匀。窑尾罩收集下来的窑灰，繼續用鴨咀式吹灰器吹到尼阿收尘器的出口，即多管收尘器的进口烟道內，尼阿收尘器和多管收尘器捕收下来的窑灰，直接用溜管溜入窑螺旋。

用迴轉窑焙烧氢氧化铝所用的燃料为煤气和重油。发生爐煤气是用煤气发生爐气化无烟煤而生成，煤气經冷却洗滌后，用排送机送来供大窑燃烧；重油多用炼油厂生产的 3 # 重油，重油系用专用油缸車輸送进厂。

重油卸到大油罐，用齒輪泵輸送到窑前 20 吨油桶中，然后用离心泵送入大窑。为避免油渣堵塞油咀和保持重油有一定的預热溫度，在輸送的管道系統中安有过滤器和預热器。

第三章 迴轉窯的結構

迴轉窯是由以下各部份所組成：（1）窯身；（2）托輪和滾圈；（3）傳動裝置；（4）窯頭；（5）密閉裝置；（6）襯料；（7）熱交換裝置。

§ 1. 窯 身

迴轉窯的窯體是用標準鋼板，事先經過縱橫鉚釘接縫而裝成，鉚釘結構的優點是可以加強窯體的堅硬性，雖然如此，但今後仍逐漸在向較為經濟的焊結結構的方向發展。

迴轉窯是用接口板及鉚釘把迴轉筒各節互相連接起來，窯體鋼板厚 20 毫米，整個窯由 24 節轉筒連接而成，各節窯身長度的 2~4 米，在固定滾圈和傳動大牙輪的地方從窯體外面鉚有較寬的環型墊板（加固板），這墊板使窯體更加堅固並能使它保持固定不變的圓筒形，這就可以延長內襯的使用週期。

鉚釘鉚接有的是用埋頭鉚接釘鉚接的，雖然這對砌火磚有好处，但對鉚釘結構的強度以及窯體的堅固性卻有影響。

按照窯體的構造，迴轉窯有整個窯體直徑是一樣的，有具有一個擴大帶的窯，和具有二個擴大帶的窯。

根據我國建築材料工業部門幾年來改進窯的經驗認為：

1. 單節筒體，其長度不應小於 1.25 米，全圓周不應多於四個接縫；
2. 相鄰鋼板的厚度的差一般不應超過 2—3 毫米；
3. 窯體擴大帶與非擴大帶相連接的拔梢（截頭錐形體）圓錐頂角，以不超過 12° 為宜，一般擴大帶的直徑比非擴大帶的

直径大 500~700 毫米，锥体部份由于应力集中，此处是窑身最为脆弱的部份，因此锥体部份可加厚 3~4 毫米，拔梢的长度应在 2.3~3.3 米（图 2）。

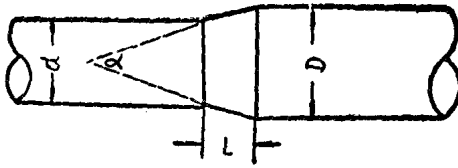


图 2 廻轉窑扩大带尺寸示意图

$$\tan \alpha = \frac{D - d}{L}$$

窑体长度与直径之关系应为：

窑长度 > 70 米时， $L/D = 20 - 35$

< 70 米时， $L/D = 15 - 21$

鋁氧窑的技术规格举例

1. 产量，吨/日	220
2. 单位热耗，千卡/公斤	1950
3. 扩大带直径，米	3.050
4. 其余部份直径，米	2.440
5. 锥体长度，米	2.240
6. 长度与内径之比	26.4
7. 扩大带长度，米	18.7
8. 其他部份长度，米	36.4
9. 窑身厚度，毫米	20
10. 托輪組数	3
11. 斜度，%	3.08

12. 迴轉速度, 轉/分	1.3
13. 电动机能力, 馬力	75
14. 各节窑体长度, 米	2—4
15. 窑的内面积, 米 ²	400
16. 錐体数目	1
17. 滾圈宽度, 毫米	400
18. 托輪間距离, 米	18—20
19. 冷端窑口直径, 米	2
20. 热端窑口直径, 米	1.9
21. 冷却机种类	单筒

§ 2. 托輪滾圈装置

窑体上装有滾圈, 迴轉窑借滾圈的帮助而迴轉于托輪之上。在安装滾圈的地方窑体承受着最大的切应力, 因此窑体鋼板的接头不应位于滾圈和大牙輪的下面, 也不应将托輪和滾圈置于高溫带。一般滾圈都为碳素鋼所鑄成宽度为 400—600 毫米。

此种窑上, 每个滾圈全是活动地安装在 19 块鑄鉄座板之上。其装置如图 4 所示, 安装的时候, 将滾圈套在加固板 3 上, 用 19 块衬板以挡头向窑头及向窑尾相錯而插入滾圈与加固板之間, 然后将衬板与窑体鉚接起来, 这样滾圈在衬板之間滑动其滑动范围不得超过 5 毫米。

一般迴轉窑支点与支点間之距离, 根据国内許多窑的比較, 較合宜的距离为 15~20 米, 另外活动滾圈内周和垫板的間隙, 可根据下列热膨胀公式計算:

$$C = a (t_1 - t_0) D$$

C——間隙量, 毫米;

- a——膨胀系数（鋼的膨胀系数为 0.000012）；
 t_1 ——窑体温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 t_0 ——室温， $^{\circ}\text{C}$ ；
D——窑体直径，米。

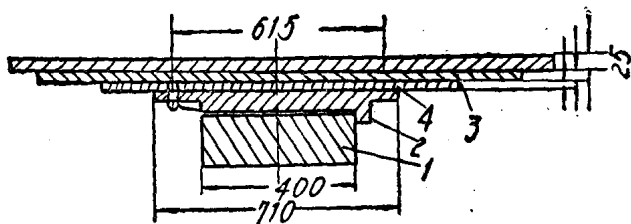


图 4 滚圈部份

- 1—滚圈；2—绑在窑体上的一端有凸出挡头的衬板；
3—加固体；4—垫板

根据上面公式计算，直径为 3 米的窑体直径的增大不超过 10 毫米，因此滚圈和衬板之间的上部间隙不应超过 10 毫米。

托轮的作用是，承受窑体之重量，靠领圈与托轮之接触，使大窑运转于其上及固定大窑于一定的上下位置，托轮是用比领圈稍软或者是同样硬度的钢材铸造或锻造而成，制造托轮的钢应具有较大的韧性并且要很耐磨。

大窑托轮型式如图 5 所示，为了减轻托轮的重量而有托轮的空心部及周围小孔，托轮轴为可换的钢环，其作用是防止托轮与轴承间的磨损。托轮一般是在加热后套在锻造的轴上的，但也有的托轮是和轴铸在一起的。

对托轮安装位置的要求是：1. 窑体断面中心和两个托轮中心之间的连线成 60° 的夹角；2. 两个托轮轴的中心线

必須与窑軸中心綫平行，否則在运轉中会使窑身串动。

托輪軸承安置在同一基礎板上，两个軸承互不相連，托輪裝置如图 6 所示：

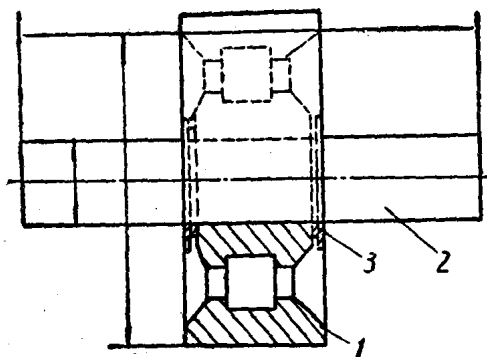


图 5 托輪

采用这样的装置，則窑体对托輪施以压力时，軸瓦的方向正与之适合，整个軸瓦表面全部受着軸的压力。

梢釘 12 因軸的轉动举起斗将槽底的滑潤油（汽缸油）提上，不断潤滑軸与瓦。軸承冷却水的耗用量約为 $0.8 \sim 1$ 米³/吨- Al_2O_3 。

为了避免軸承遭到窑体輻射热的作用，在窑热端的托輪上装設有遮热板。

§ 3. 传动装置

鋁氧窑的传动装置是用一台 75 馬力轉速 730 轉/分的卷綫型馬达带动經一个減速比为 32.9 的減速齒箱及一套齒輪組而使大窑迴轉，用鼓形控制器調整轉速。也可采用变速馬

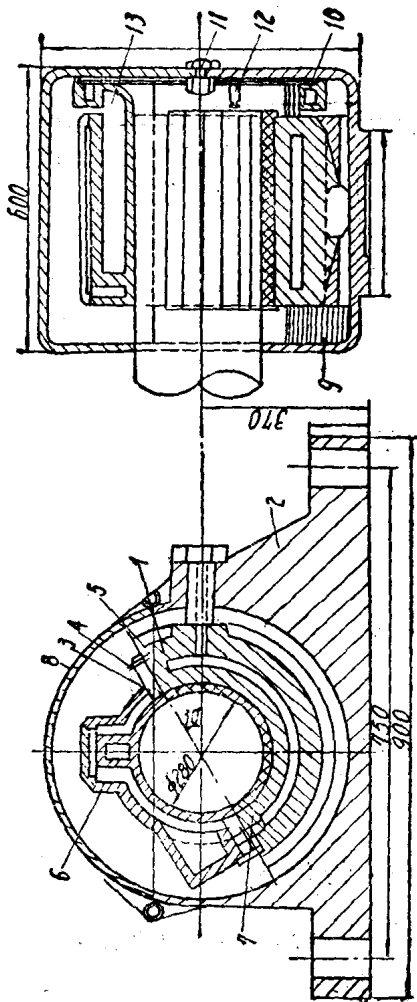


图 6 托輪軸承

- 1—軸承底部；2—軸座；3—軸蓋；4—弧形外凸支持部份；5—軸瓦(傾轉角 30°)；
6—冷卻水出口；7—連接口；8—防護蓋；9—軸承圈；10—油斗；11—螺栓；12—滾
釘；13—接油槽

达直接变速。传动装置性能举例如下：

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. 电动机的设备能力 | 75 馬力； |
| 2. 窑实际需用动力 | 30 馬力； |
| 3. 电动机轉速 | 365/730 轉/分； |
| 4. 大窑減速比（传动速比） | 562； |
| 5. 大窑轉速 | 0.68/1.3 轉/分； |
| 6. 減速齿箱減速比 | 32.9； |
| 7. 传动大齿輪的齿数 | 96； |
| 8. 廻轉窑的圓周速度 | 0.18~0.22 米/秒。 |

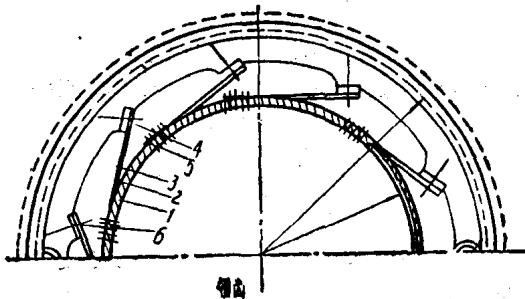


图 7 領齿的安装

- 1—窑体；2—加固板；3—鋼板；4—齿輪內沿凸起部份（齿輪爪）；5—铆釘；6—螺釘

窑身大齿輪在安装时以弹性鋼板作連接齿輪与窑体之用（图 7）。鋼板 3 厚为 20 毫米寬与齿輪的齿寬相等，一端沿窑体的切綫方向而与窑体相联结，一端与齿輪爪相联结。

为使牙輪經常保持清潔，不被灰尘所弄汚，特在外部作一个薄鉄板罩子。牙輪下部經常浸于油槽中，这样当大窑廻轉时，大小牙輪皆可得到滑潤。

大窑传动系統如图 8 所示。

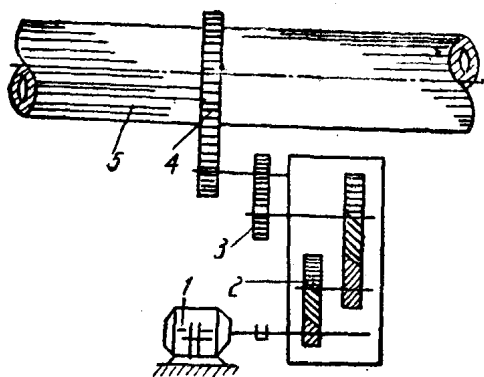


图 8 窑转密传动系统

- 1—马达；2—减速齿轮箱（内装有斜齿轮）；3—正齿轮；
4—大牙轮；5—窑体

§ 4. 窑 头

窑头又称看火罩。窑头的作用是为了通风及隔断窑端与外界的热辐射，通过看火罩上的看火孔可以观察窑内情况与掌握操作并在停窑时拉开以便检修。窑头的形式很简单，仅装有混合燃烧器，看火孔及人孔，其型式如图 9 所示。

外壳以铁板焊成，内衬耐火砖有两个看火孔，侧面有一工作孔（人孔）及两对小轮，一般的是将小轮放置于铁轨上，便于修窑时将窑头拉开。为了改善劳动条件，降低窑头外壳的热辐射，在看火孔下面外壳上并设有水箱，以便夏季通水冷却。

§ 5. 密闭装置

窑头与窑尾在与窑体相结合的部分设有密闭装置，以堵

塞漏风。窑头的密封装置如图 10 所示。

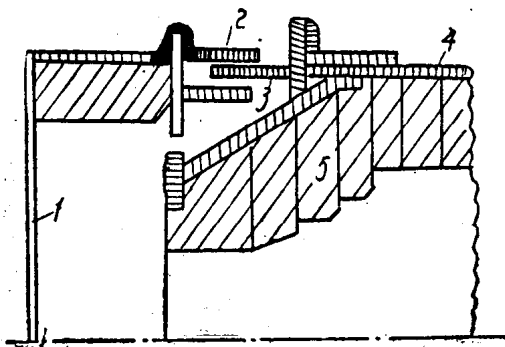
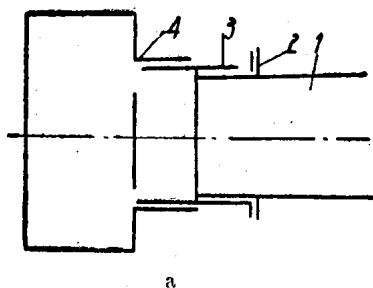
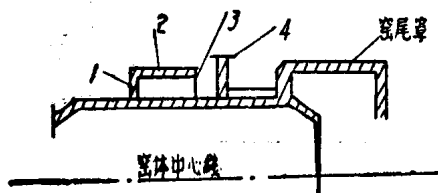


图 10 窑头密封装置

- 1—看火罩；2—封闭圈；3—固定在窑体之挿圈；
4—窑体外壳；5—挡料台



a



6

图 11 窑尾密封装置

- a: 1—窑体；2—焊在窑外壳的“T”形角钢；
3—可里外移动的套筒；
4—窑尾罩

- b: 1—与窑体固定的“T”形滑圈；2—大胶板；
3—小胶板；4—螺针