

文档编号:原矿浆制备操作手册.DOC

# 原矿浆制备仿真培训系统

操作说明书

东方仿真ES



北京东方仿真软件技术有限公司

# 目录

一.工艺流程说明.....	3
1、原矿浆的制备工艺.....	3
2、工艺流程简介.....	7
3、设备和主要控制:.....	8
二.湿磨操作规程.....	9
1、冷态开车操作规程.....	9
2、正常工况下工艺参数.....	10
3、停车操作规程.....	10
4、事故操作规程.....	11
三.仿真界面.....	13
1、氧化铝工艺流程界面.....	13
2、原矿浆制备流程界面.....	14
3、破碎工序界面.....	15
4、配矿工序界面.....	16
5、配料工序界面.....	17
6、湿磨工序界面.....	18
7、湿磨 DCS.....	18
8、湿磨现场.....	19
9、知识点界面.....	20
附: 思考题.....	20

## 一.工艺流程说明

### 1、原矿浆的制备工艺

原矿浆是将铝矿石配入一定量的石灰和苛性碱液(循环母液+补充氢氧化钠)通过湿磨制成的,是为进行高压溶出铝酸钠溶液而制备的浆液。原矿浆制备是氧化铝生产的第一道工序。所谓的原矿浆制备,就是把拜耳法生产氧化铝所用的原料,如铝土矿、石灰、铝酸钠溶液等按照一定的比例配制出化学成分、物理性能都符合溶出要求的原矿浆。对原矿浆制备的要求是:

- ① 参与化学反应的物料要有一定的细度;
- ② 参与化学反应的物质之间要有一定的配比;
- ③ 参与化学反应的物质之间要均匀混合。

因此原矿浆制备在氧化铝生产中要有重要作用。原矿浆的制备要经过铝矿石破碎、配矿、入磨配料、湿磨等几道工序完成。

#### ➤ 破碎

从矿山开采出的铝矿石要经过粗碎、中碎、细碎等三段破碎才能达到矿石入磨的粒度要求。粗碎在矿山进行,中碎和细碎则在厂内进行。

粗碎:将直径 1500~500mm 的矿石破碎到 400~125mm。常用破碎设备为旋回式圆锥破碎机或颚式破碎机;

中碎:将直径 400~125mm 的矿石破碎到 100~25mm。常用破碎设备为标准型圆锥破碎机或颚式破碎机;

细碎:将直径 100~25mm 的矿石破碎到 25~5mm。常用破碎设备为短头型圆锥破碎机。

近年来,中碎和细碎也有用反击式破碎机。

#### ➤ 配矿

配矿就是把已知成分的但有差异的几部分铝土矿根据生产需要,按比例混合均匀,使进入流程中的铝矿石的铝硅比和氧化铝、氧化铁含量符合生产要求。

#### ✚ 配矿的方法

配矿是配料工作的第一步,它是调整进入生产流程中铝土矿的铝硅比和铝矿石中的氧化铝、氧化铁含量的过程。

配矿工作是在破碎后的铝矿石被送到碎矿堆场分别堆放后开始进行,根据各

小区碎矿的成分，按照生产上对铝矿石铝硅比和成分的要求，将参与配矿的各小区的矿石按比例均匀地堆放在几个大区里，每个大区的存矿量应有 10 天左右的需用量，以保证有配好的矿区和正在使用的矿区以及正在配料的矿区，不至于造成配矿过程的混乱。

配矿的方法根据所用设备不同分为：吊车配矿、推土机配矿、贮罐配矿以及先进的堆取料机配矿等方法。前三种配矿方法已逐渐被堆取料机配矿所取代。

堆取料机是将吊车、推土机和皮带输送机的功能合在一起的先进设备。目前氧化铝厂都采用了这种设备进行配矿。

#### ✚ 配矿计算

由于各供矿点供应的铝矿石成分波动较大，因此，根据铝矿石的地址资料，一般将碎矿堆场分成四个小区（1、2、3、4）和三个大区（A、B、C）。每一小区的堆矿量为每一个班用的破碎量，每三个小区可配成一个大区。

破碎工序应根据矿山供矿的成分分析，原则上在破碎后按成分的不同分堆堆放。经四个班以后，将四小区分别堆满。然后根据各小区矿的成分通过算术平均法算出哪几个小区所组成的混矿合格，从而将这几个小区的矿按配矿比例均匀地撒到一个大区里准备使用。这样三个大区周期性循环使用，从而保证了生产使用的是较为稳定的合格矿石。

配矿计算如下：

设两种铝土矿的成分如下：

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	SiO <sub>2</sub> /%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	A/S
第一种	A <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>
第二种	A <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>

若要求混矿的 A/S 为 K，则上述两种矿石的成分必须满足  $K_1 < K < K_2$  或  $K_1 > K > K_2$ ，否则就达不到混矿要求。

设第一种矿石用 1t 时，需配入第二种矿石 x(t)，则可根据铝硅比定义求出 x：

$$K = \frac{A_1 + A_2 x}{S_1 + S_2 x}$$

$$X = \frac{A_1 - K S_1}{K_2 S - A_2}$$

计算出  $x$  后，即可求出混矿的化学成分为：

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{A_1 + A_2x}{1+x} \times 100\%$$

$$\text{SiO}_2 = \frac{S_1 + S_2x}{1+x} \times 100\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{F_1 + F_2x}{1+x} \times 100\%$$

### ➤ 拜耳法配料

拜耳法配料就是为满足在一定溶出条件下，达到技术规程所规定的氧化铝溶出率和溶出液苛性比值，而对原矿浆的成分进行调配的工作。

拜耳法配料指标是指配苛性碱量、石灰量和原矿浆液固比。

#### ✚ 配碱量

单位矿石所需用的循环母液量叫做配碱量。配碱量就是配苛性碱量，要考虑三个方面的需求：

- (1) 溶出液要有一定的苛性比值；
- (2) 氧化硅生成含水硅铝酸钠；
- (3) 溶出过程中由于反苛化反应和机械损失的苛性氧化钠。

在生产实际中，配量时加入的碱并不是纯苛性氧化钠，而是生产中返回的循环母液。循环母液中除苛性氧化钠外，还有氧化铝、碳酸钠和硫酸钠等成分。所以在循环母液中有一部分苛性氧化钠与母液本身的氧化铝结合，成为惰性碱。剩下的部分才是游离苛性氧化钠，它对配料才是有效的。

#### ✚ 石灰配入量

满足生成  $(2\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2)$  的单位矿石所需用的石灰量叫做配石灰量。拜耳法配量配入的石灰数量是以铝土矿中所含氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 的数量来确定的。按其反应式要求氧化钙与氧化钛的量之比为 2.0。因此 1t 铝土矿中石灰配入量  $W(t)$  为：

$$W = 20 \times \frac{56}{80} \times \frac{T}{C} = 1.4 \times \frac{T}{C}$$

式中 T—铝矿石中 TiO<sub>2</sub> 的质量分数，%；

C—石灰中 CaO 的质量分数，%；

56、80—分别为 CaO 和 TiO<sub>2</sub> 的摩尔质量，g/mol

#### 液固比计算

在生产中，矿石、石灰和母液的配入量计算好后，矿石和石灰通过饲料机加入磨机，配碱量是通过控制循环母液下料量来进行配碱操作。循环母液的下料量是用同位素密度计自动测定原矿浆液固比，再根据原矿浆液固比的波动来调节母液的加入量。

液固比 (L/S) 是指原矿浆中溶液质量与固体质量的比值。其计算公式如下：

$$L/S = \frac{V \cdot \rho_L}{1000 + W}$$

式中： L/S—原矿浆液固比；

V—1t 铝土矿应配入的循环母液量，m<sup>3</sup>/t 矿；

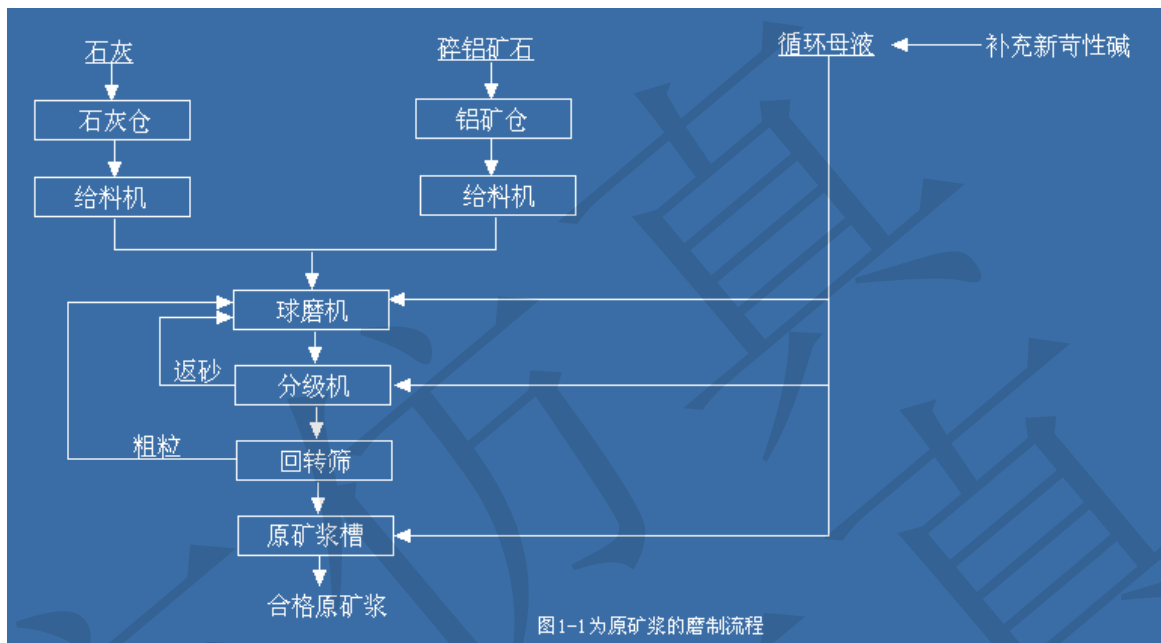
$\rho_L$ —循环母液的密度，kg/m<sup>3</sup>；

1000—1t 铝土矿，kg；

W—1t 铝土矿中需要配入的石灰量，kg。

#### ➤ 湿磨

原矿浆的磨制（简称磨矿）是指通过磨机将细碎后的矿石进一步变细，并能达到进行溶出化学反应要求粒度的工序。在拜耳法氧化铝生产中，在这道工序，矿石要与石灰、循环碱液一起进入磨机内进行混合湿磨得到合格的原矿浆，因此这道工序也是拜耳法氧化铝生产的配料工序。磨机所用设备一般为球磨机。图 1-1 为原矿浆的磨制流程。



## 2、工艺流程简介

本仿真培训系统将原矿浆制备的铝矿石破碎、配矿、入磨配料工序做成了知识点性质的应知应会界面，并配备了各工序所使用设备的工作原理图，使学生通过学习这些知识点，对原矿浆制备的工艺流程进行系统、全面的认识；通过这些内容，学生可以根据矿石粒度自行选择符合生产要求的破碎机，也可以从理论上进行简单的配料计算。

湿磨工序流程概述：铝矿、石灰、合格碱液按一定的配料比例，加入到棒磨机 Q101 内，利用旋转的磨机带起的钢棒落下时所产生的冲击力和棒与棒相对滚动所形成的磨剥力，使铝矿、石灰得到充分磨制，经充分磨制后得到的矿浆进入中间槽 C101，通过中间泵 P101A 打到旋流器 F101 内，利用不同细度矿粒在旋流器内旋转所形成的离心力的大小不同实现细度分级，细度不合格的矿浆（底流）从排沙嘴，通过管道送到球磨机 Q102 内，利用球磨机旋转带起的钢棒滚落时所产生的磨剥和冲击力，对矿浆进行细磨，磨出的矿浆再进入到中间槽 C101 内和棒磨机 Q101 磨出的矿浆混合后再通过中间泵 P101A 达到旋流器进行细度分级，合格的矿浆（溢流）通过管道流到回转筛 H101，把一些旋流器无法筛选的碎布、木炭、焦炭等较轻的杂物筛除后进入矿浆槽 C102，进行溶出作业。图 1-2 为湿磨工段的工艺流程图。

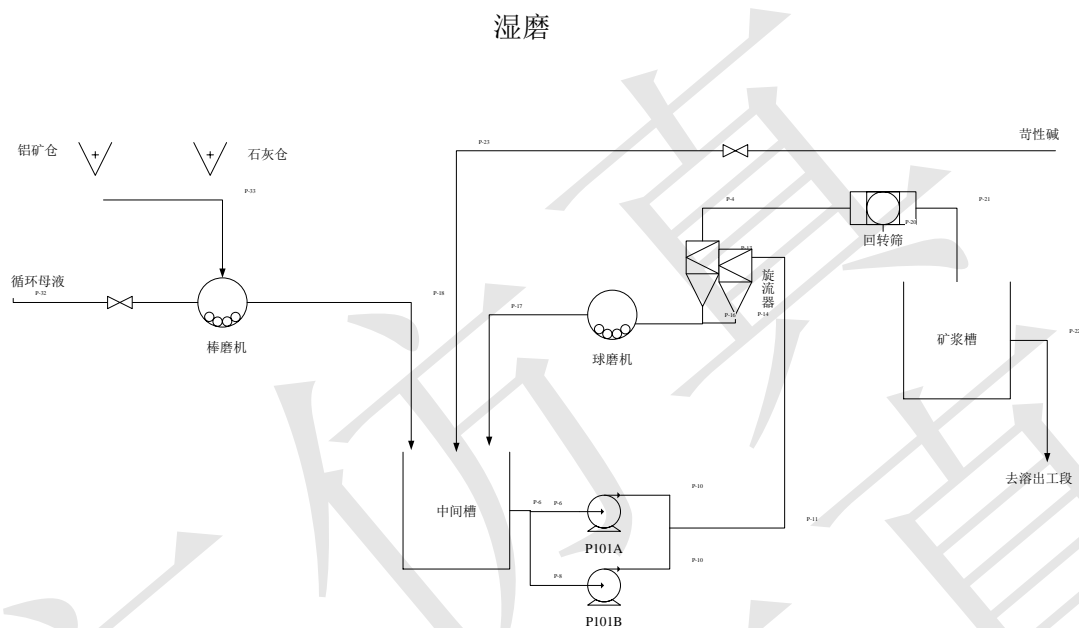


图 1-2 湿磨工艺流程

### 3、设备和主要控制：

#### 3.1 设备列表：

序号	位号	名称	说明
1	Q101	棒磨机	
2	Q102	球磨机	
3	F101	旋流器	
4	C101	中间槽	
5	C102	矿浆槽	
6	H101	回转筛	
7	P101A/B	中间泵	
8	VA101	截止阀	
9	VA102	截止阀	
10	VA103	截止阀	
11	VA104	截止阀	

#### 3.2 仪表列表：

序号	位号	名称	正常情况显示值
1	FI101	流量控制仪表	2363.63kg/h
2	FI102	流量控制仪表	64.75kg/h
3	FI103	流量控制仪表	8758.56kg/h
4	FI104	流量控制仪表	371.35kg/h
5	FI105	流量控制仪表	11558.29kg/h
6	LI101	液位控制仪表	50%
7	LI102	液位控制仪表	50%



## 二.湿磨操作规程

### 1、冷态开车操作规程

学员姓名:			学员
操作单元:			冷态开车
总分:310.00			测评历时 0 秒
实际得分:20.00			测评限时 0 秒
百分制得分:6.45			
其中			
普通步骤操作得分:20.00			
质量步骤操作得分:0.00			
趋势步骤操作得分:0.00			
操作失误导致扣分:0.00			
以下为各过程操作明细:	应得	实得	操作步骤说明
破碎技能要求:	30	0	该过程历时 0 秒
	30	0	破碎工序技能要求
湿磨技能要求:	30	0	该过程历时 0 秒
	30	0	湿磨工序技能要求
湿磨冷态开车:	250	20	该过程历时 0 秒
	10	0	开阀 VA101, 进循环母液
	20	0	循环母液量 8758.56kg/h
	10	0	开棒磨机电机
	10	0	开铝矿石称量给料机电机
	10	0	加入铝矿石
	30	0	铝矿石加入量 2363.63kg/h
	10	0	开石灰称量给料机电机
	10	0	加入石灰
	30	0	石灰加入量 64.75kg/h
步骤结束: 操作正确	10	10	经充分磨制后的矿浆进入中间槽
	10	0	当中间槽液位 50%左右时, 开泵 P101A
	30	0	中间槽液位控制在 60%左右
	10	0	开阀 VA103, 经磨制后的浆液通过中间泵打到旋流器
	10	0	开球磨机电机

	10	0	补充苛性碱
	30	0	苛性碱加入量 371.35kg/h
步骤结束：操作正确	10	10	合格的矿浆流到回转筛，把一些旋流器无法筛选的碎布、木炭、焦炭等较轻的杂物筛除后进入矿浆槽
	10	0	当矿浆槽液位在 50%时开启 VA104，矿浆进入溶出工段
	30	0	矿浆槽液位控制在 60%左右

## 2、正常工况下工艺参数

- (1) 铝矿的进料量 FI101 为 2363.63kg/h;
- (2) 石灰的进料量 FI102 为 64.75 kg/h;
- (3) 循环母液的进料量 FI103 为 8758.56 kg/h;
- (4) 补充苛性碱的流量 FI104 为 371.35 kg/h;
- (5) 合格矿浆的流量 FI105 为 11558.29 kg/h;
- (6) 中间槽 C101 的液位 LI101 为 60%;
- (7) 矿浆槽 C102 的液位 LI102 为 60%

## 3、停车操作规程

学员姓名:			学员
操作单元:			正常停车
总分:110.00			测评历时 0 秒
实际得分:0.00			测评限时 0 秒
百分制得分:0.00			
其中			
普通步骤操作得分:0.00			
质量步骤操作得分:0.00			
趋势步骤操作得分:0.00			
操作失误导致扣分:0.00			
以下为各过程操作明细:	应得	实得	操作步骤说明
停车:	110	0	该过程历时 11 秒
	10	0	关闭石灰称量给料机电机
	10	0	石灰进料量 SP 设为 0
	10	0	关闭铝土矿称量给料机电机
	10	0	铝土矿进料量 SP 设为 0

	10	0	停止循环母液进料
	10	0	停止苛性碱加入
	10	0	停棒磨机
	10	0	停球磨机
	10	0	当中间槽液位<5%时, 关闭泵 P101A
	10	0	关闭阀 VA103
	10	0	当矿浆槽液位<5%时, 关闭 VA104

#### 4、事故操作规程

##### (1) 棒磨机跳停

原因：电器故障或者磨机运行环境异常

现象：棒磨机堵料，出口无出料

处理：停止给料和碱液，联系处理

学员姓名：			学员
操作单元：			棒磨机跳停
总分:60.00			测评历时秒
实际得分:10.00			测评限时 0 秒
百分制得分:16.67			
其中			
普通步骤操作得分:10.00			
质量步骤操作得分:0.00			
趋势步骤操作得分:0.00			
操作失误导致扣分:0.00			
以下为各过程操作明细：	应得	实得	操作步骤说明
棒磨机跳停：	60	10	该过程历时 0 秒
	10	0	关闭石灰称量给料机电机
	10	0	石灰进料量 SP 设为 0
	10	0	关闭铝土矿称量给料机电机
	10	0	铝土矿进料量 SP 设为 0
	10	0	停止循环母液进料
步骤结束：操作正确	10	10	联系处理

##### (2) 球磨机跳停

原因：电器故障或者磨机运行环境异常

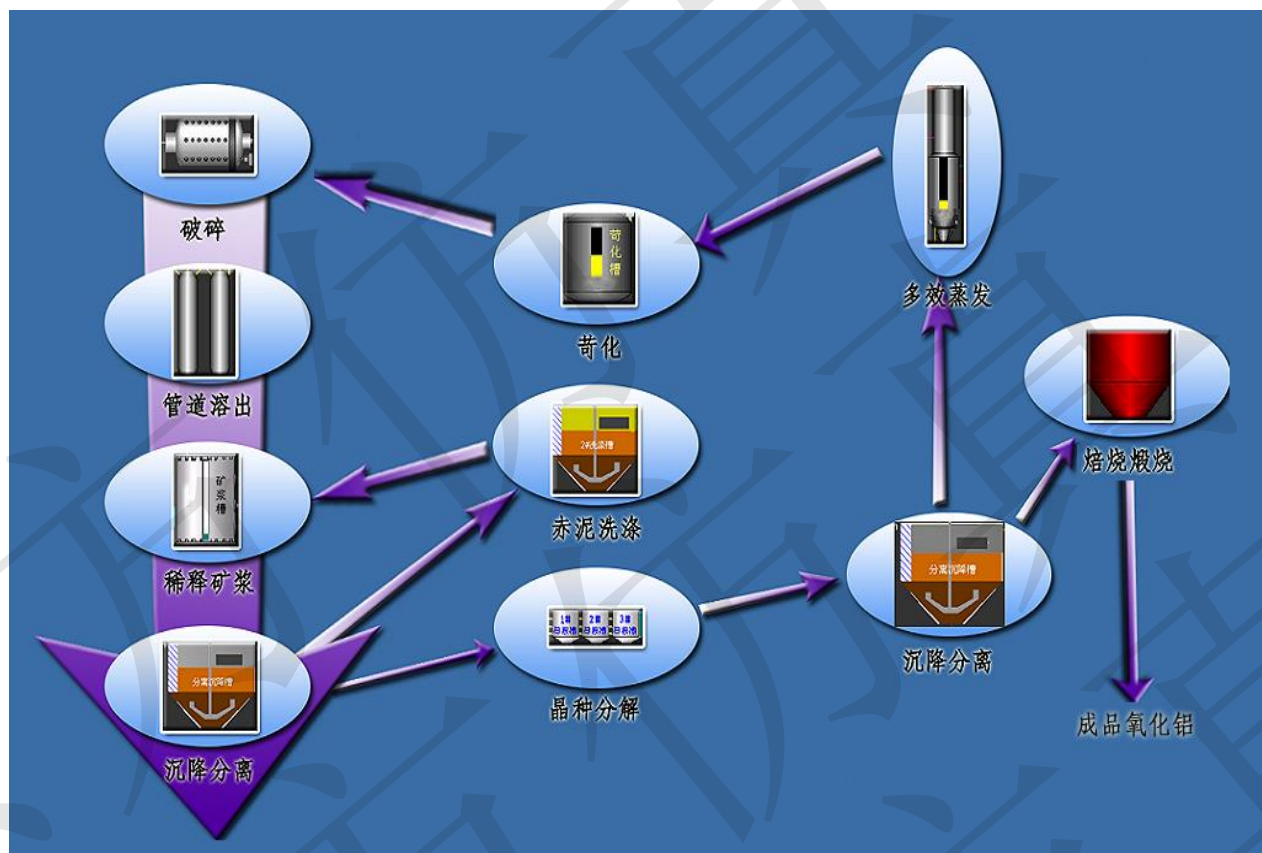
现象：球磨机堵料，出口无出料

处理：停止给料和碱液，并停中间泵，联系处理

学员姓名：			学员
操作单元：			球磨机跳停
总分：100.00			测评历时 0 秒
实际得分：10.00			测评限时 0 秒
百分制得分：10.00			
其中			
普通步骤操作得分：10.00			
质量步骤操作得分：0.00			
趋势步骤操作得分：0.00			
操作失误导致扣分：0.00			
以下为各过程操作明细：	应得	实得	操作步骤说明
球磨机跳停：	100	10	该过程历时 0 秒
	10	0	关闭石灰称量给料机电机
	10	0	石灰进料量 SP 设为 0
	10	0	关闭铝土矿称量给料机电机
	10	0	铝土矿进料量 SP 设为 0
	10	0	停止循环母液进料
	10	0	停止苛性碱加入
	10	0	停棒磨机
	10	0	关闭泵 P101A
	10	0	关闭阀 VA103
步骤结束：操作正确	10	10	联系处理

### 三.仿真界面

#### 1、氧化铝工艺流程界面



## 2、原矿浆制备流程界面

工艺 画面 设置 工具 帮助

### 原矿浆制备

原矿浆是将铝矿石配入一定量的石灰和苛性碱液（循环母液+补充氢氧化钠）通过湿磨制成的，是为进行高压溶出铝酸钠溶液而制备的矿浆。为使后续工序生产指标达到要求，要求原矿浆达到：1)参与化学反应的物料要有一定的细度；2)参与化学反应物之间要有一定的配比；3)参与化学反应物之间要混合均匀。

因此，原矿浆的制备要经过 **铝矿石破碎** **配矿** **入磨配料** **湿磨** 等几道工序才能完成。

原矿浆制备的简易工艺流程如下图1-1：

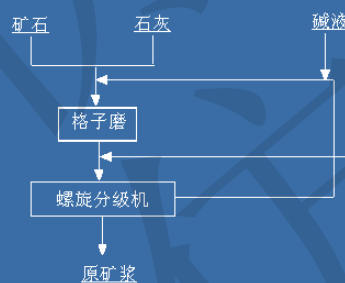


图 1-1 原矿浆制备的简易工艺流程

氧化铝工艺流程	原矿浆制备流程	破碎	配矿	配料	北京东方仿真
湿磨	湿磨DCS	湿磨现场			

### 3、破碎工序界面

工艺 画面 设置 工具 帮助

## 破 碎


从矿山开采出的铝矿石要经过粗碎、中碎、细碎等三段破碎才能达到矿石入磨的粒度要求。粗碎在矿山进行，中碎和细碎则在厂内进行。

粗碎：将直径1500~500mm的矿石破碎到400~125mm。常用破碎设备为旋回式圆锥破碎机或颚式破碎机；


中碎：将直径400~125mm的矿石破碎到100~25mm。常用破碎设备为标准型圆锥破碎机或颚式破碎机；

细碎：将直径100~25mm的矿石破碎到25~5mm。常用破碎设备为短头型圆锥破碎机。


近年来，中碎和细碎也有用反击式破碎机。



圆锥破碎机



颚式破碎机



反击式破碎机

破碎方法

氧化铝工艺流程	原矿浆制备流程	破 碎	配 矿	配 料	北京东方仿真
湿磨	湿磨DCS	湿磨现场			

## 4、配矿工序界面

工艺 画面 设置 工具 帮助

### 配矿

配矿就是把已知成分的但有差异的几部分铝土矿根据生产需要，按比例混合均匀，使进入流程中的铝矿石的铝硅比和氧化铝、氧化铁含量符合生产要求。

配矿是配料工作的第一步，它是调整进入生产流程中铝土矿的铝硅比和铝矿石中的氧化铝、氧化铁含量的过程。

配矿工作是在破碎后的铝矿石被送到碎矿堆场分别堆放后开始进行，根据各小区碎矿的成分，按照生产上对铝矿石铝硅比和成分的要求，将参与配矿的各小区的矿石按比例均匀地堆放在几个大区里，每个大区的存矿量应有10天左右的需用量，以保证有配好的矿区 and 正在使用的矿区以及正在配料的矿区，不至于造成配矿过程的混乱。

配矿的方法根据所用设备的不同分为：[吊车配矿](#)、[推土机配矿](#)、[贮罐配矿](#)以及先进的[堆取料机配矿](#)等方法。前三种配矿方法已逐渐被堆取料机配矿所取代。

堆取料机是将吊车、推土机和皮带输送机的功能合在一起的先进设备。目前氧化铝厂都采用了这种设备进行配矿。

氧化铝工艺流程	原矿浆制备流程	破碎	配矿	配料	北京东方仿真
湿磨	湿磨DCS	湿磨现场			



## 5、配料工序界面

工艺 画面 设置 工具 帮助

### 配 料

拜耳法配料就是为满足在一定溶出条件下，达到技术规程所规定的氧化铝溶出率和溶出液苛性比值，而对原矿浆的成分进行调配的工作。


拜耳法配料指标是指配苛性碱量、石灰量和原矿浆液固比。

#### 配碱量


单位矿石所需用的循环母液量叫做配碱量。配碱量就是配苛性碱量，要考虑三个方面的需求：

- (1) 溶出液要有一定的苛性比值；
- (2) 氧化硅生成含水硅铝酸钠；
- (3) 溶出过程中由于反苛化反应和机械损失的苛性氧化钠。


在生产实际中，配量时加入的碱并不是纯苛性氧化钠，而是生产中返回的循环母液。循环母液中除苛性氧化钠外，还有氧化铝、碳酸钠和硫酸钠等成分。所以在循环母液中有一部分苛性氧化钠与母液本身的氧化铝结合，成为惰性碱。剩下的部分才是游离苛性氧化钠，它对配料才是有效的。



配碱量



配石灰量

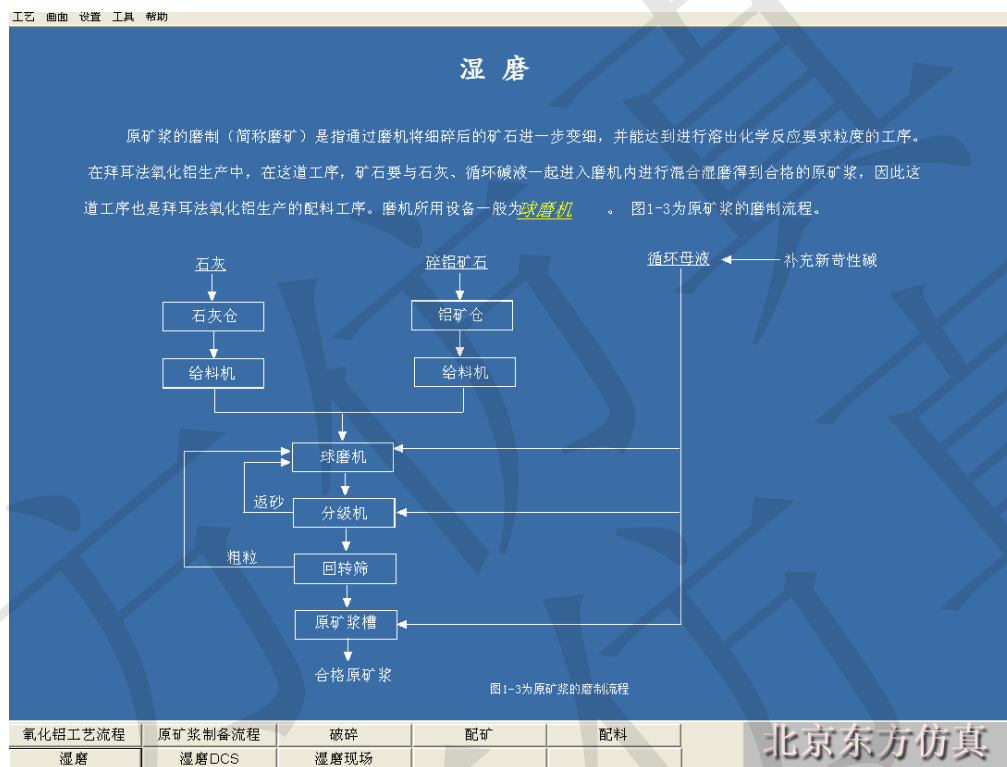


原矿浆液固比

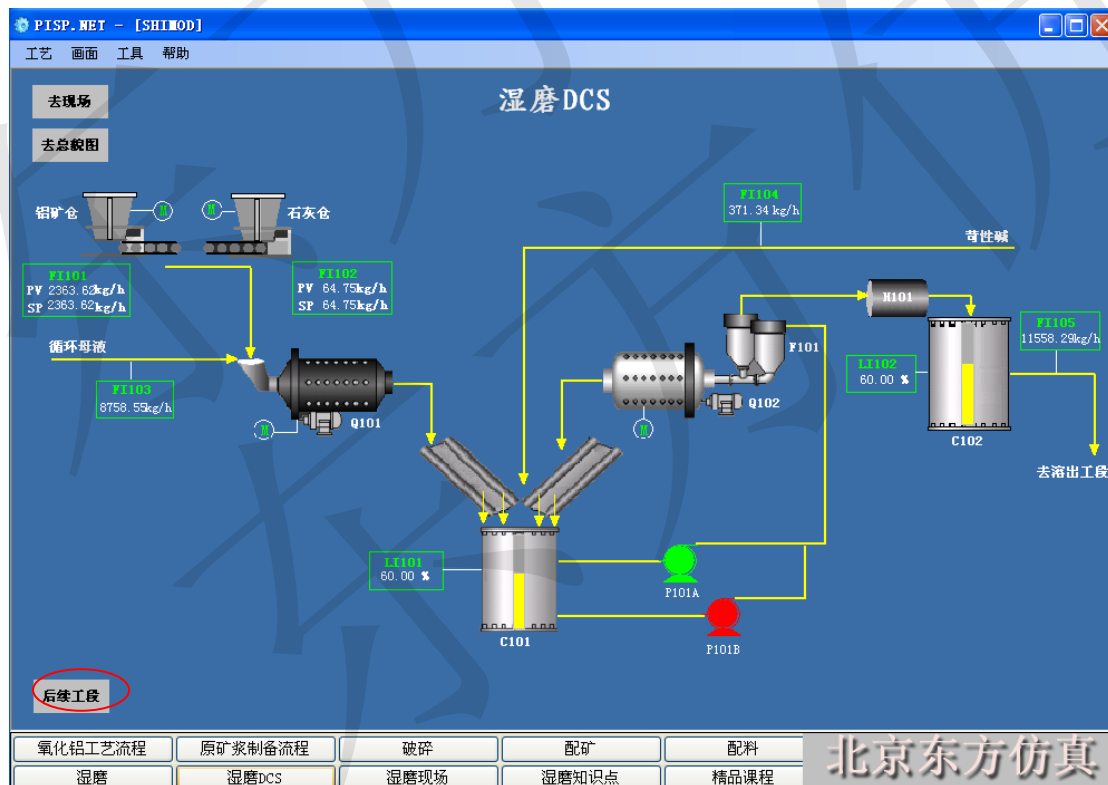
氧化铝工艺流程	原矿浆制备流程	破碎	配矿	配料
湿磨	湿磨DCS	湿磨现场		

北京东方仿真

## 6、湿磨工序界面



## 7、湿磨 DCS



后续工段：

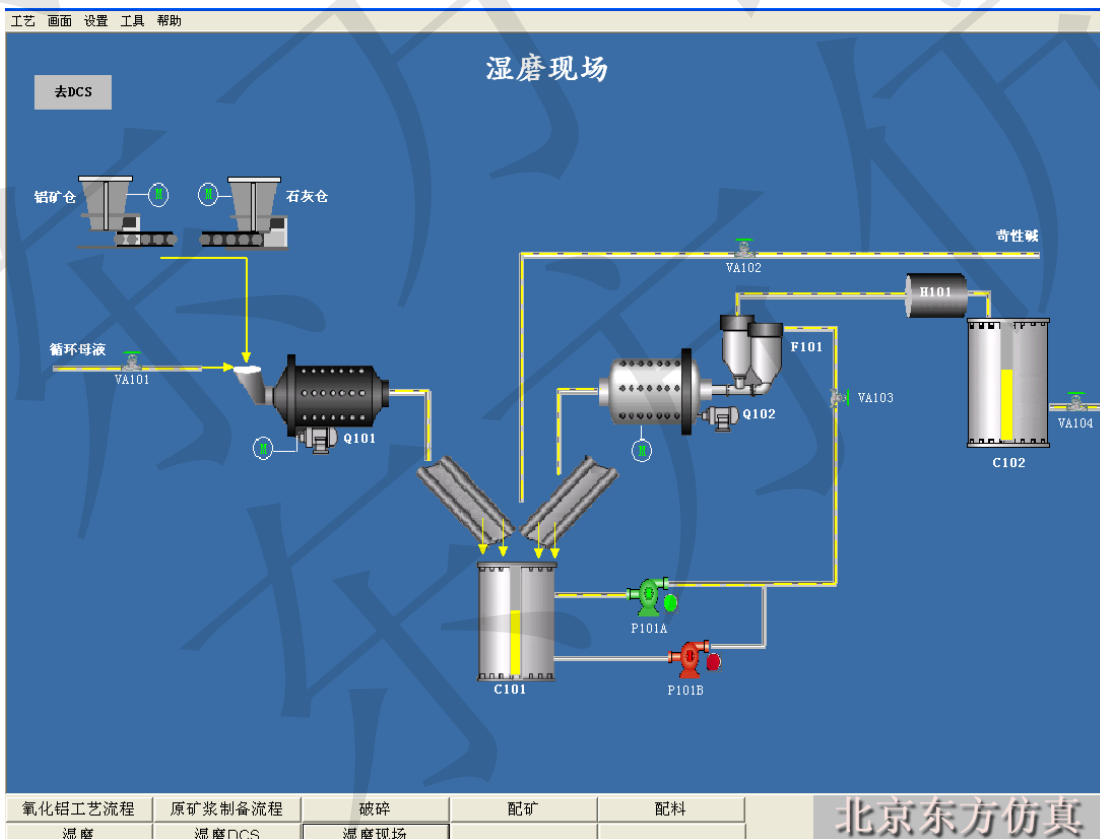
PI SP.NET - [HOUXU]

工艺 画面 工具 帮助

- 溶出：利用循环母液的苛性碱把矿石中的氧化铝溶解出来成为铝酸钠溶液而铁、硅等杂质进入赤泥中；
- 稀释后的溶出浆液送入沉降槽处理，以使铝酸钠溶液和赤泥分离开来；
- 沉降分离的底流进行数次反向洗涤，以回收其挟带的溶液；
- 在蒸发时有碳酸钠晶体析出，将其分离出来用氢氧化钙苛化成氢氧化钠溶液，与蒸发母液一起送往湿磨配料；
- 种分母液需要在蒸发器中浓缩，以提高其碱浓度，使循环母液达到符合拜耳法溶出的要求；
- 将彻底分离了赤泥的铝酸钠精液送入分解槽，加入氢氧化铝晶种，发生分解反应析出氢氧化铝，并得到含有氢氧化铝的母液；
- 在高温下将氢氧化铝的附着水和结晶水除掉，并使其发生晶型转变，以获得适合电解铝生产要求的氧化铝。
- 成品氧化铝被装上汽车、火车被运往各地的电解厂进行金属铝的生产。

氧化铝工艺流程	原矿浆制备流程	破碎	配矿	配料	北京东方仿真
湿磨	湿磨DCS	湿磨现场	湿磨知识点	精品课程	

8、湿磨现场



## 9、知识点界面



注：知识点界面是根据《氧化铝制取工-国家职业标准》提出的对氧化铝制取工的技能要求进行编写开发的。

### 附：思考题

- 粗碎过程中常用的破碎设备是（AC）
  - 旋回式圆锥破碎机
  - 反击式破碎机
  - 颚式破碎机
  - 短头型圆锥破碎机
- 细碎的矿石破碎直径是（B）
  - 400-125mm
  - 25-5mm
  - 1500-500mm
  - 100-25mm
- 配碱量就是配苛性碱量（ABC）
  - 溶出液要有一定的苛性比

- B. 氧化硅生成含水铝硅酸钠  
C. 溶出过程中由于反苛化反应和机械损失的苛性氧化钠  
D. 母液中要有一定的苛性比
- 4、拜尔法生产氧化铝的主要原料有哪些 (ABD)  
A. 铝土矿  
B. 苛性碱  
C. 氧化硅  
D. 石灰
- 5、以下哪些是破碎方法 (ABCD)  
A. 压碎  
B. 折断  
C. 壁碎  
D. 击碎
- 6、长时间停开的磨机，停车时一定要把磨刷干净，停开期间允许每隔 ( ) 时间翻磨一次 (B)  
A. 4 小时  
B. 8 小时  
C. 12 小时  
D. 1 天
- 7、以下原因不属于皮带机皮带跑偏的原因是 (BD)  
A. 主被动轮不正  
B. 皮带松  
C. 机身不正  
D. 负荷大
- 8、预脱硅是在高压溶出之前，将原矿浆在 ( ) 摄氏度以上搅拌 6-8 小时 (A)  
A. 90  
B. 80  
C. 70  
D. 60
- 9、饲料机发生跑碱粉故障时，正确的处理方法是 (ABC)  
A. 停圆盘饲料机  
B. 停车疏通  
C. 通知清理收尘袋  
D. 疏通管道
- 10、拜尔法磨矿的返砂比一般为 ( ) 为佳 (B)  
A. 100%-200%

- B. 200%-300%
- C. 150%-250%
- D. 250%-350%



