



第四章

原料的选择及加工处理

本节主要内容

4.2.1 原料的初加工

4.2.2 原料的深加工

重点：矿物的改型和改性

4.2.1 原料的初加工

1. 矿物、岩石原料的机械加工。
 - 1) 粒级加工：矿物、岩石原料的破碎、磨矿、筛分、分级等；
 - 2) 选矿加工：提高有用矿物原料品位为主要目的。

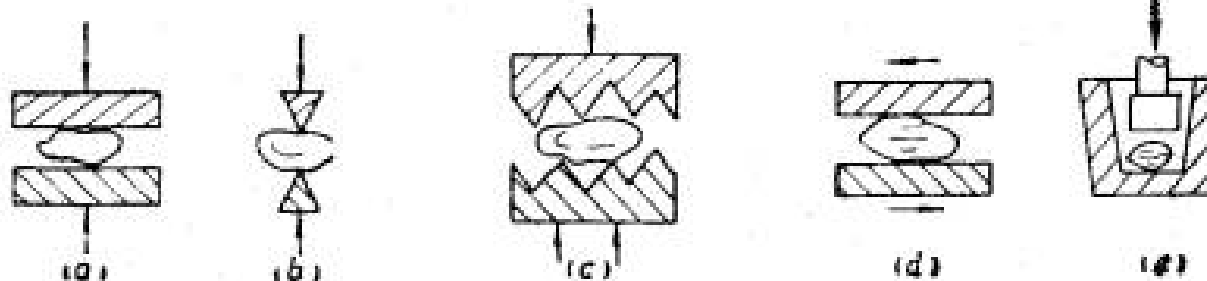
粉碎作业分类

作业	段数	给料粒度/mm	产品粒度/mm	
破 碎	粗碎（第一段破碎）	露天矿1500~1000	250~125	
		井下开采600~350	20~125	
	中碎（第二段破碎）	250~125	50~25	
	细碎（第三段破碎）	50~25		
磨 碎	粗磨	10~2.5		
	中磨	2~0.5	-200目占70%~80%	
	细磨	中磨产品	-(200~325)目占90%~95%	
超 细 粉 碎	微粉碎	细磨产品	>5 μ m	
	超微粉碎	微粉碎产品	<5 μ m	微细 <1~0.1 μ m 超细 <0.1~0.02 μ m 超微细 <0.02 μ m

粒径分布宽

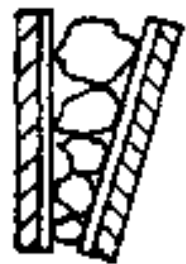
-200目占70%~80%

✓ 粉碎



挤压破碎；劈裂破碎；折断破碎；研磨破碎；冲击破碎
弯折 磨剥

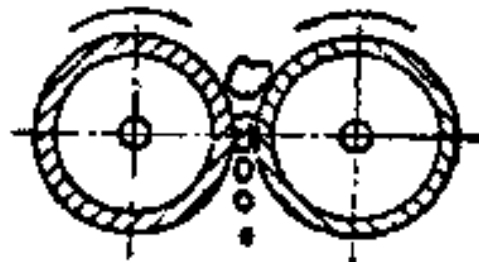
粉碎的方法



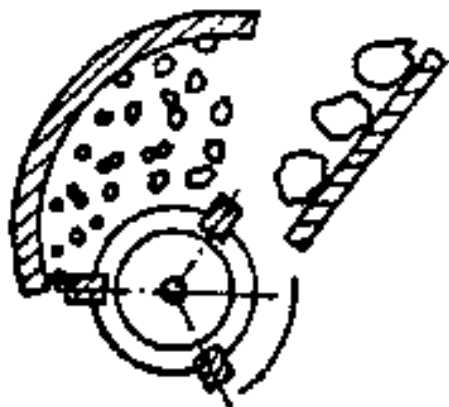
a 颚式



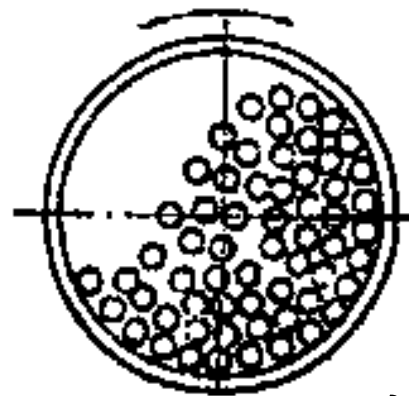
b 圆锥



c 辊式



d 反击式



e 球磨

主要粉碎设备示意图

✓ 破碎机械

按施力方式

挤压式

颚式
圆锥式
辊式

冲击式

锤式
反击式

✓ 破碎机械

按施力方式

挤压式

颚式
圆锥式
辊式

通过**固定面**和**活动面**对物的相互挤压力，可施加剪切力

冲击式

锤式
反击式

利用**高速旋转体**上的锤子或冲击板来击粹物料，同时施加剪切力或折断力

✓ 磨碎机械

• 按施力方式

摩擦类； 挤压类； 冲击类

• 按工作速度

{ 慢速磨： 球磨机、 砾磨机、 自磨机

{ 快速磨： 辊式磨、 振动磨、 行星磨、 气流磨等

分级

✓定义：对由不同粒径组成的固体颗粒，按尺寸大小进行不同粒度级别分离的过程，也称为**选粉**。

✓分类：根据分级原理

筛分：利用具有一定孔径尺寸的筛面进行固体颗粒的分级

流体分级：利用颗粒在流体介质中的力学作用，进行固体颗粒分级。

选矿

✓ 定义：利用不同矿物的物理、化学性质的差异，将矿物集合体分离出不同矿物并加以富集的操作。

✓ 方法：

密度不同

表面性质-浮选法

磁性质-磁选法

化学选矿

原料的热处理

- 帮助**碎化原料**：石英岩质地坚硬，粉碎困难。
- 改变**结构形态**：特殊结构原料（层、片状）成型时易造成分层和颗粒定向排列，引起产品变形和开裂。
- 减小**收缩**：可塑性很强的粘土。
- 稳定**晶型**： SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 等都有几种同质多晶体

4.2.2 原料的深加工

1. 定义：经过初加工后的矿物或岩石产品，进一步进行深度的**精细加工**，使之在主要技术、物理性能及化学性能上符合高档次高性能产品的要求。

4.2.2 原料的深加工

深加工

精细提纯

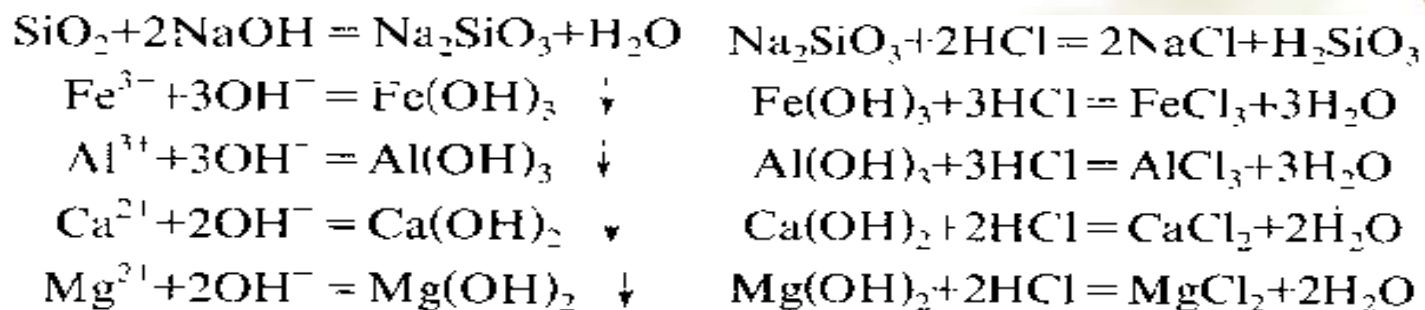
1. 碱溶法提纯
2. 酸溶法提纯
3. 氧化-还原漂白提纯
4. 高温煅烧提纯

超细粉碎及精细分级

矿物的改型和改性

1. 石墨的提纯

✦ 杂质：主要是极细粒浸染在石墨鳞片中的硅酸盐矿物和钾、钠、钙、镁、铁等的化合物。



1. 石墨的提纯 \rightarrow 碱溶法提纯

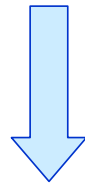
✦ 杂质：主要是极细粒浸染在石墨鳞片中的硅酸盐矿物和钾、钠、钙、镁、铁等的化合物。

✦ 方法：碱溶—水浸—酸浸

✦ 原理：
$$\text{杂质} + \text{NaOH} \xrightarrow{500^\circ\text{C}} \left\{ \begin{array}{ll} \text{溶于水的产物} & \text{水浸} \\ \text{不溶于水的产物} & \text{酸浸-水浸} \end{array} \right.$$

2. 石英砂的提纯

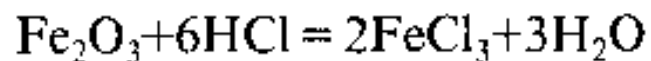
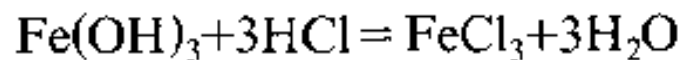
- ◆ 杂质：各种含铁物质。磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、钛铁矿、针铁矿以及石英颗粒表面氧化铁薄膜等。



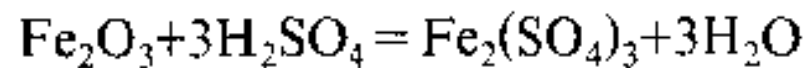
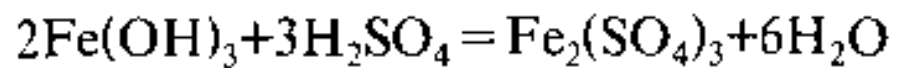
酸溶法提纯

◆ 化学反应:

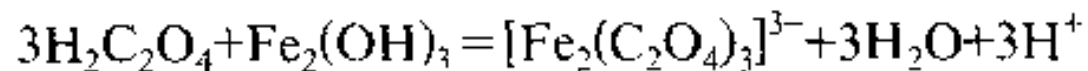
与盐酸的反应:



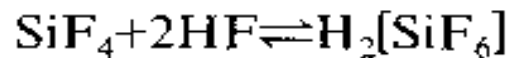
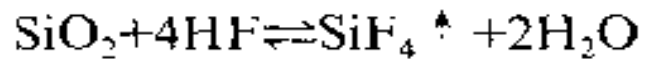
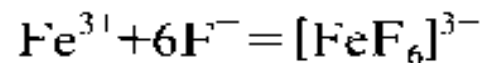
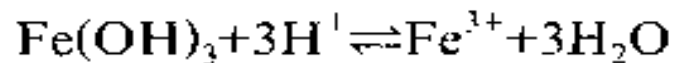
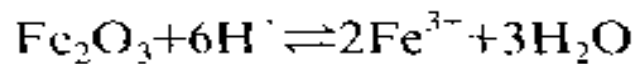
与硫酸的反应:



与草酸的反应:



与氢氟酸的反应:



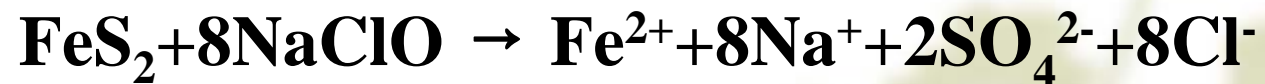
3. 高岭土的提纯

常用的方法:

- ✓ 氧化法
- ✓ 还原法
- ✓ 氧化-还原联合法

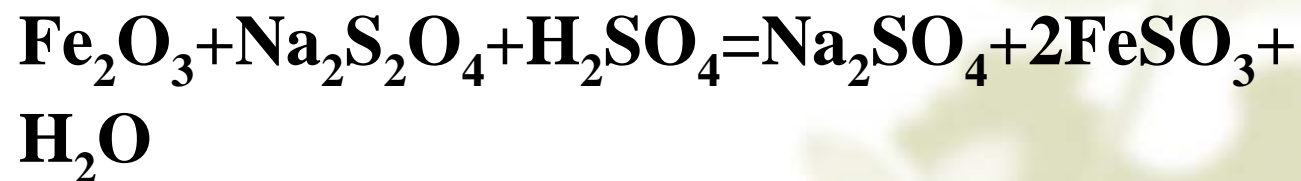
氧化法

- 杂质：黄铁矿
- 原理：采用强氧化剂，在水介质中将处于还原状态的黄铁矿氧化成可溶于水的亚铁。
- 化学反应：



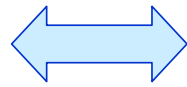
还原漂白法

- 杂质：三价铁的氧化物
- 原理：采用强还原剂，将三价铁还原为易溶于水的二价铁过滤洗涤除去。
- 化学反应：

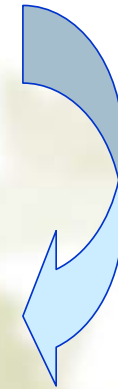


4. 硅藻土的提纯

多孔
吸附能力强



碱溶法
酸溶法
氧化还原法



高温煅烧提纯

➤ 石墨煅烧提纯

基本原理：利用石墨能耐高温的性质、把石墨置于特别的电炉中**隔绝空气**加热到 2500°C 时，石墨中的灰分杂质被蒸发出去，而石墨则再结晶，从而使石墨的纯度大大提高。

高温煅烧提纯

- 去除矿物中比较容易挥发的杂质（如碳质、有机质等）；
- 耐高温的矿物中耐火度较低的矿物通过煅烧而挥发掉；
- 同时具有提纯和改性两种功能。

4.2.2 原料的深加工

深
加
工

精细提纯

超细粉碎
及精细分级

1. 超细粉碎
2. 精细分级
3. 设备

矿物的改型和改性

1. 超细粉碎

- ✚ 破碎、磨碎、超细粉碎
- ✚ 较细的颗粒、严格的粒度分布、规整的颗粒外形、抵抗外力增强

2. 精细分级？

- 再团聚：比表面积和表面能很大
- 粒度分布

气流式粉碎机

- **类型：**扁平式、循环管式、特罗斯特式、沸腾床式等。
- **原理：**物料相互碰撞、摩擦、剪切。
- **特点：**属于超微粉碎，产品细度、粒度、纯度优良，表面光滑。

4. 精细分级设备

- ① 离心式分级
- ② 旋风式分级
- ③ 涡轮式分级

4.2.2 原料的深加工

深
加
工

精细提纯

超细粉碎及精细分级

矿物的改型和改性

化学处理改性
表面处理改性
高温处理改性

1. 定义

改性：凡是

改变**离子交换种类和可交换性**，

改变**矿物结构内部孔隙率和膨胀性**，

改善矿物的**吸附性**，**表面亲油（亲水）性**

其他各种物理化学性能的技术

1. 定义

改型：改性的一种特殊型式，专指膨润土等矿物通过化学处理使**可交换性阳离子种类**发生变化的深加工工艺技术。

2. 方法

① 化学处理改性  改型

通过矿物与酸、碱、盐等化合物作用，改变或改善矿物的理化性能。

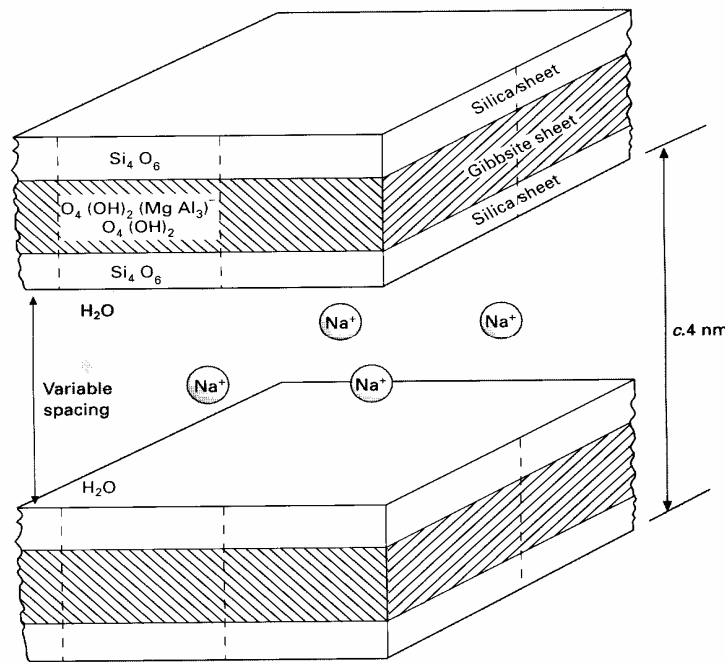
② 表面处理改性

通过矿物与有机偶联剂等改性剂作用，改善其表面化学性能，或其它涂敷材料作用，改善其表面物理或机械性能。

③ 高温处理改性

①化学处理改性

通过矿物与酸、碱、盐等化合物作用，改变或改善矿物的理化性能。



蒙脱石类:

($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $n > 2$) 遇水体积膨胀形成胶状物，具有很强的吸附力和阳离子交换能力，以蒙脱石为主要矿物的粘土称为膨润土。

②表面处理改性

通过矿物与改性剂作用，改善其表面化学性能，或其它涂敷材料作用，改善其表面物理或机械性能。

表面活性剂的表面改性：

偶联剂的表面改性：

③ 热处理或高温处理改性

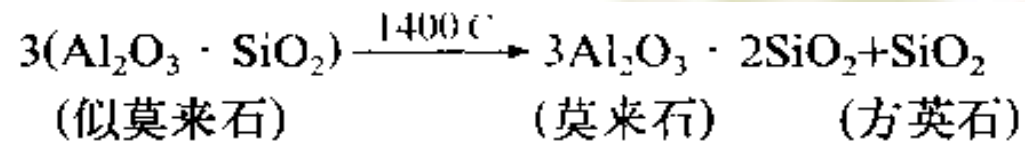
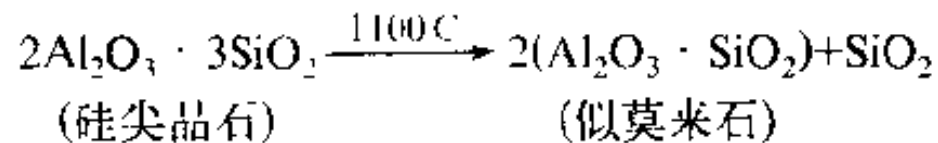
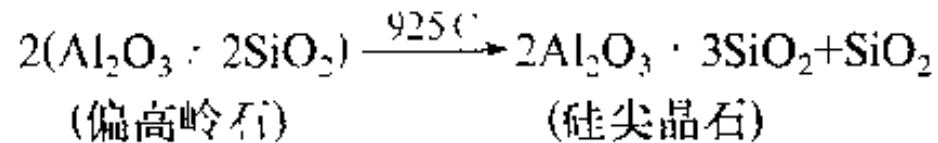
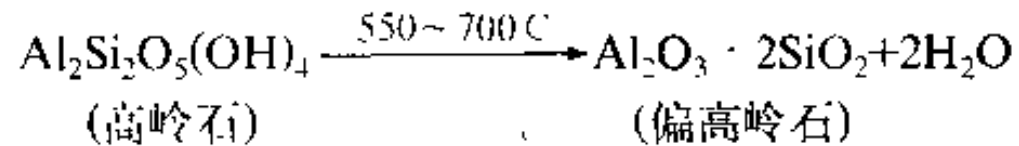
通过加热的方法或高温煅烧的方法，使矿物的物理或化学性能得到改变或改善。

分类：按矿物经处理后在形态、组成、结构等方面的变化

- ✚ 改性热处理
- ✚ 高温膨胀煅烧
- ✚ 高温分解煅烧
- ✚ 高温熔融煅烧

✓ 高岭土改性 → 改性热处理

改性机理:



✓高岭土改性 → 改性热处理

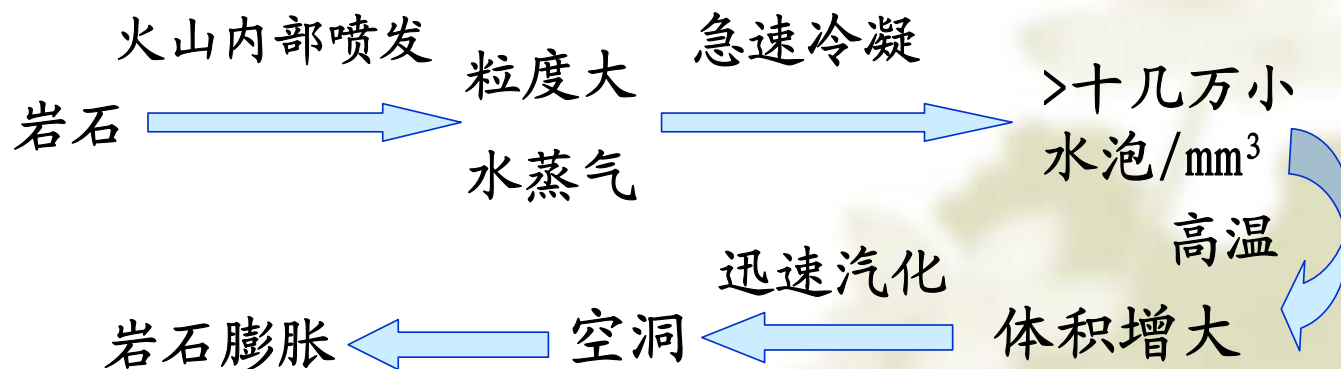
经热处理后，矿物除了表面自由水、内部吸附水或结构水发生分解外，其它化学成分变化不大的热处理方法。

✓珍珠岩的煅烧 → 高温膨胀煅烧

①什么是珍珠岩？

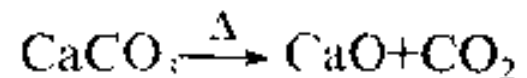
珍珠岩是火山喷发的酸性熔岩（ SiO_2 含量在70%左右）经急速冷却而成的玻璃质岩石。

②膨胀机理

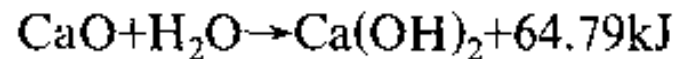


✓石灰石的煅烧 \longrightarrow 高温分解煅烧

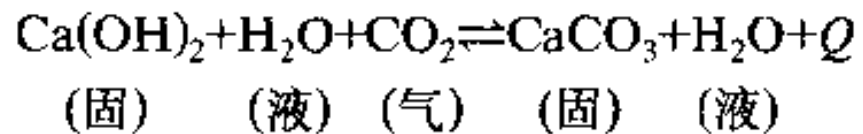
①煅烧工艺



②消化工艺



③碳化工艺



✓ 高温熔融煅烧

固体矿物或岩石在达到熔点的温度下转变为液相高温流的工艺过程。

单一成分的熔融及复合成分的熔融。

思考题

1. 初加工作用方式和初加工作用
2. 什么是非金属矿物的改型和改性，改性方式主要有哪几种，各举一例加以说明。