

固體減積裝置

單元學習內容

- ➡ 固體減積的定義
- ➡ 減積裝置的選擇
- ➡ 減積的操作
- ➡ 減積裝置的種類

減積的定義

➡ 使用各種方法，將固體體積減少，表面積增加的操作。

減積的分類

- ➔ 壓碎：將物體物料減積成數釐米的物料。
- ➔ 粉碎：將物體物料減積成數毫米的物料。
- ➔ 研磨：將物體物料減積成數微米的物料。

減積的方法

- ➔ 壓軋：適合粗硬物料的減積。
- ➔ 撞擊：適合粗細各種程度的減積。
- ➔ 摩擦：適合較軟無磨損物料減積。
- ➔ 剪切：適合韌性物料的減積。

減積的目的

- ➔ 增加反應速率
- ➔ 分離固體混合物中的有用物質
- ➔ 使產品符合市場的需求

減積裝置的選擇

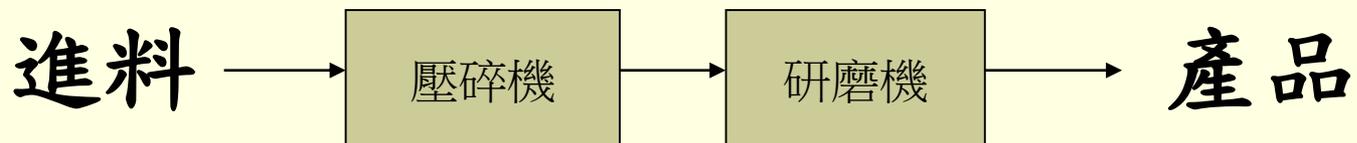
- ➔ 物料的硬度
- ➔ 物料的組織
- ➔ 物料的含水率
- ➔ 原料與產品的規格
- ➔ 操作容量

減積的操作-1

➡ 開路操作

➤ 物料只經一次壓碎，而未將所得產品過粗部分送回重新壓碎操作。

➤ 流程



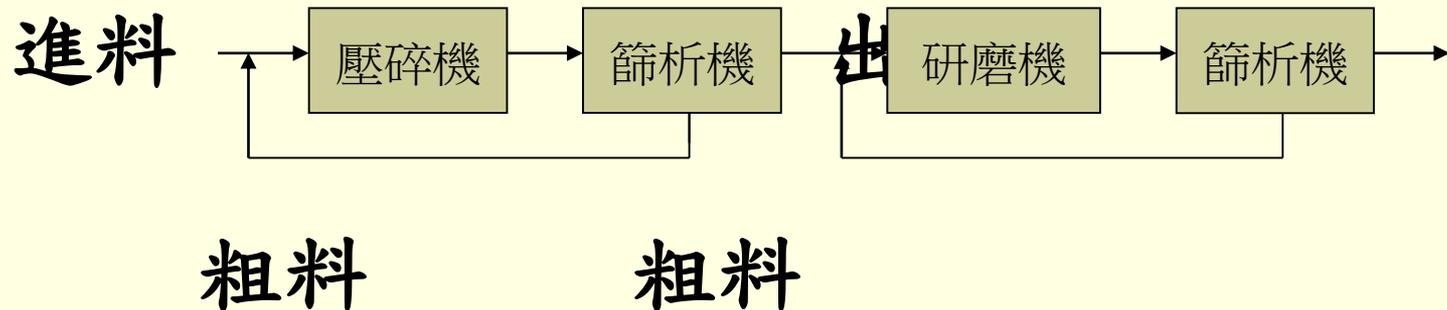
➤ 缺點：動能未充分利用，造成部分物料過粗或過細。

減積的操作-2

➡ 閉路操作

- 物料經壓碎後先經一次分離器將產品與過粗物料分離，過粗物料重新送回壓碎機，使壓碎機的能量充分利用。

➤ 流程



- 缺點：增加設備費，增加增操作費。

減積操作的原則

- ➡ 物料大小要適當，進料速度要固定。
- ➡ 減積後適當大小的物料需移除，以免物料過細。
- ➡ 不易壓碎的雜物要先移除，以免損害機械。
- ➡ 對溫度敏感的材料，要隨時將操作中的熱量移出。
- ➡ 材料的含水率要在4%以下或50%以上。

壓碎效率

$$\text{壓碎效率} = \frac{\text{固體粒子所增加的比表面能}}{\text{單位質量所吸收的能量}}$$

丁力格壓碎定律

(Rittinger Crushing Law)

➡ 定義：壓碎時，單位質量物料所需的功率與新增加的比表面積成正比。

➡ 公式：

$$\frac{P}{T} = K_r \left(\frac{1}{D_{vs2}} - \frac{1}{D_{vs1}} \right)$$

丁力格壓碎定律的計算

➔ 某壓碎機碎化直徑為1.9cm的岩石，碎化後的直徑為0.51cm，每小時壓碎12噸所需的動力為9.3馬力，當壓碎量減為10 ton/h，且粒徑降為0.38cm時，所需動力為若干？

丁力格壓碎定律的計算解

➔ 已知

$$\frac{P}{T} = K_r \left(\frac{1}{D_{vs2}} - \frac{1}{D_{vs1}} \right)$$

$$\frac{9.3}{12} = K_r \left(\frac{1}{0.51} - \frac{1}{1.9} \right)$$

$$\therefore K_r = 0.54$$

➔ 又

$$\frac{P}{10} = 0.54 \left(\frac{1}{0.38} - \frac{1}{1.9} \right)$$

$$\therefore P = 11.4 \text{馬力}$$

龐德壓碎定律

(Bond Crushing Law)

➡ 定義：壓碎時，單位質量固體所需的功與新增加的單位體積所具有的表面積的平方根成正比。

龐德壓碎定律

(Bond Crushing Law)

➡ 公式：

$$\frac{P}{T} = K_b \left(\frac{1}{\sqrt{D_{p_2}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{p_1}}} \right) = 0.804W_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_{p_2}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{p_1}}} \right)$$

➡ 說明：

➤ P=馬力

➤ T=ton/min

工作指數 (Work Index, W_i)

➔ 定義：每噸進料壓碎到80%的成品能通過 $100\mu\text{m}$ 篩孔所需的能量。

龐德壓碎定律計算

➔ 若80%的進料通過3.81cm的篩網，且80%的成品通過0.278 cm的篩網，求壓碎60 ton/h的石英砂所需的動力為若干？（已知石英砂的工作指數為13.57）

龐德壓碎定律計算解

$$\Rightarrow T = 60/60 = 1 \text{ ton/min}$$

$$\frac{P}{T} = 0.804 \times W_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_{p2}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{p1}}} \right)$$

$$\frac{P}{1} = 0.804 \times 13.57 \left(\frac{1}{\sqrt{0.00278}} - \frac{1}{\sqrt{0.0381}} \right)$$

$$\therefore P = 150 \text{ hp}$$

減積裝置的種類

➡ 壓碎機

➡ 研磨機

➡ 超細研磨機

➡ 剪切機

壓碎機 (jaw crusher)

- ➔ 顎式壓碎機(jaw crusher)
- ➔ 偏旋壓碎機(gyretory crusher)
- ➔ 平輥壓碎機(smooth-roll crusher)

顎式壓碎機的原理

- ➔ 由兩個堅硬的顎頭，一個固定，另一個作左右往復運動，物料由兩顎頭中間進入，被壓碎後由下面排出。
- ➔ 若樞軸在下半部不動而上半部左右運動者，稱**道奇式**。
- ➔ 若樞軸在上半部不動而下半部左右運動者，稱**布萊克式**。

道奇式顎式壓碎機優、缺點

➡優點：成品大小均勻

➡缺點：出口常堵塞

布萊克式顎式壓碎機優、缺點

➡ 優點

- 工作量大
- 動力消耗小
- 設備費低
- 出口不堵塞

➡ 缺點

- 出料粒徑大小不一

偏旋式壓碎機的原理

- ➡ 由一主軸及倒椎形的外殼所構成，主軸的上部為壓碎頭，下部為偏心軸，主軸做偏旋運動，物料由上端加入。
- ➡ 主軸旋轉時，壓碎頭與外殼間的空隙時大時小，空隙大時物料下移，空隙小時物料被壓碎，最後由底部排出。

偏旋式壓碎機的優、缺點

➔ 優點

- 振動及噪音小
- 動力消耗小

➔ 缺點

- 設備費高

➔ 適用於硬且脆的物料；不適用於黏性、質軟的物料

平輥壓碎機的原理

➔ 以兩個鋼製的滾筒反向旋轉，物料由上面加入，壓碎後由下面卸料。

平輥壓碎機的優、缺點

➡ 優點

- 構造簡單
- 價格低

➡ 缺點

- 壓碎的程度小
- 滾筒磨損嚴重

➡ 適用於大豆、麵粉及澱粉的磨碎

研磨機 (grinder)

➡ 鎚磨機 (hammer mill)

➡ 碾磨機 (attrition mill)

➡ 迴轉磨機 (revolving mill)

鎚磨機

- ➔ 裝置中心有一高速旋轉的圓盤，圓盤周圍掛有四個重槌，圓盤旋轉時，重槌挺起。
- ➔ 物料進入後會被旋轉的重槌擊碎；裝置下面裝有一柵篩，物料夠細時會通過柵篩由下面出料；否則在被重槌旋轉帶上，繼續鎚磨。
- ➔ 缺點：處理量小

輾磨機

- ➔ 原理與古代製年糕的石磨相同。
- ➔ 研磨室有兩片磨盤，磨盤上有凹紋，一邊磨盤固定不動，另一邊的磨盤則會旋轉，驅動馬達帶動轉軸，則物料由上方進入後流至兩磨盤中間，磨細後由下方卸料。
- ➔ 用於穀類、豆類、滑石及黏土的物料。

迴轉磨機原理

- ➔ 為一水平圓桶內置質地堅硬的磨球，磨球約佔圓桶體積的一半。
- ➔ 物料加入桶內後將桶密封，使桶滾動旋轉，當磨球落下時會撞擊物料，將物料粉碎。

迴轉磨機優點

- ➔ 設備簡單
- ➔ 價格低
- ➔ 消耗動力小
- ➔ 各種硬度都適用

超細研磨機

(ultra fine grinder)

- ➔ 適用於粒徑小於1~20微米的物料。
- ➔ 流體能研磨機是最常用的超細研磨機。
- ➔ 進料的粒徑最好小於100網目。

流體能研磨機的原理

- ➔ 物料進入後過熱的蒸汽或高壓空氣由底部的高速噴嘴進入，帶走物料由管道上升並做渦旋流動。
- ➔ 運動過程物料與物料會互相碰撞並粉碎，夠細的粉末及廢流體由出口排至旋風分離機，以便分離粉末與氣體，大的物料則再次循環研磨。

切削機 (cutting machine)

- ➡ 切削室的外殼有幾把固定刀，另外中間的旋轉軸上配有飛刀。
- ➡ 物料由上面漏斗進入切削室，當旋轉軸旋轉時，會把物料切成細小顆粒，在經由外殼的篩網卸料。
- ➡ 適用於柔軟黏滯及韌性的纖維質或膠質物料。