



混合裝置





單元學習內容

🌸 混合的原理

🌸 影響混合的因素

🌸 混合裝置

混合的定義

❁ 將兩種或兩種以上的混合物料，藉由外力的攪拌作用，使其互相混淆形成均勻混合物。



混合的種類

✿攪合 (agitation)

✿捏合 (kneading)

✿摻合 (blending)



攪合

❁ 將少量固體分散於大量液體
中的混合操作

❁ 如食鹽溶於水



捏合

❁ 黏性物料與固體物料間的混合操作

❁ 如麵粉加水揉成麵糰



摻合

❁ 固體物料與固體物料間的混合操作

❁ 如陶瓷工業中的釉藥調配

混合的目的

- ❁ 使發生化學反應或增加反應速率
- ❁ 利於物理處理的進行
- ❁ 製造乳化
- ❁ 製造混合液或調整溶液的濃度

混合的原理

✿ 混合操作是藉由混合裝置中可動的部份，來使物料產生各種運動，以達到混合均勻的目的。

混合程度好壞的判斷

❁ 為確定混合結果的好壞，我們可以在混合物料中加入某種追蹤劑混合後，從不同混合物的位置隨機抽樣，則依據統計的原理可藉由混合指數得知混合的情況。

混合指數 I_S

🌸 定義

$$I_S = \sqrt{\frac{\mu_p(1-\mu_p)(N-1)}{n \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}}$$

🌸 說明

n ：每次取樣的粒子數

x_i ：兩種物料中某一物料（追蹤劑）在取樣中的分率

\bar{x} ：追蹤劑濃度的平均值，即 x_i 的平均值

μ_p ：將兩種物料完全混合後，追蹤劑所佔的分率

混合指數的計算例

❁ 將兩種物料以4：1的重量比（量少的為追蹤劑）秤重換算出取樣的粒子數為1678顆，一段時間後取四次樣品其取樣重分別為41.3，41.3，41.32，41.33，而追蹤劑的重量則分別為6.82，8.95，7.33，7.15，求其混合指數為何？

混合指數計算解

$$\mu_p = \frac{1}{4+1} = 0.2$$

$$x_1 = \frac{6.86}{41.3} = 0.165 \Rightarrow \text{同理可知 } x_2 = 0.217, x_3 = 0.177, x_4 = 0.173$$

$$\bar{x} = 0.183$$

$$x_1 - \bar{x} = 0.018, x_2 - \bar{x} = 0.034, x_3 - \bar{x} = 0.006, x_4 - \bar{x} = 0.01$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0.00162$$

$$I_s = \sqrt{\frac{\mu_p(1-\mu_p)(N-1)}{n \sum_{i=1}^4 (x_i - \bar{x})^2}} = \sqrt{\frac{0.2(1-0.2)(4-1)}{1678 \times 0.00162}} = 0.421$$

混合指數的意義

✿ $I_S=1$ 時，表示兩物料完全混合。

✿ $I_S=0$ 時，表示兩種物料完全不混合。

混合過程中，物料所產生的運動項目

❁ 自由迴轉運動

❁ 阻礙運動

❁ 倒轉運動

❁ 震盪運動

❁ 球磨機運動

❁ 脈動運動

❁ 直線流運動

❁ 不規則運動

自由迴轉運動

(free rotational motion)

- ✿ 圓筒型混合槽中，因攪拌葉旋轉所產生的剪力，使槽內的物料產生圓形迴轉運動。
- ✿ 物料進行迴轉運動時，所遇的阻力來自槽底與槽壁及本身因黏性所造成的黏力。

阻礙運動 (impeded motion)

- ✿ 混合槽中裝設檔板，阻擋物料的自由迴轉運動，產生亂流，增加混合的效果。

倒轉運動 (tumble motion)

✿ 混合槽內產生倒轉運動，可提高混合效率。

震盪運動 (shaking motion)

✿ 在混合器的外殼產生上下左右的震盪，以增加混合作用。

球磨機運動 (ball-mill motion)

❁ 在水平圓筒混合槽內放入磨球，利用磨球的撞擊及推擠作用，促進物料的混合。

脈動運動(pulsating motion)

✿藉由活塞的往復運動，引起液體物料產生脈動而混合

直線流運動

(straight line motion)

- ❁ 使液體物料產生直線流運動，以達到混合功能。
- ❁ 是混合運動中最緩慢的一種

不規則運動(random motion)

✿ 在混合裝置的底部加熱或通入空氣，所產生的流動屬於不規則運動會促進物料的混合。

影響混合的因素

✿ 黏度

✿ 比重

✿ 表面張力

✿ 潤濕性

✿ 混合順序

黏度

- ❁ 物料的黏度小，流動性佳，混合容易。
- ❁ 黏度大的物料，動力消耗大，不易混合。

比重

- ❁ 同黏度物料，物料平均比重愈大，物料分散愈困難，所需動力愈大。
- ❁ 混合物料的各成分比重愈相近，混合愈容易，所需動力愈小。

表面張力

❁ 表面張力對乳液的形成及安定性有影響。

潤濕性

🌸粉體的潤濕性愈大，愈容易混合。

粒徑大小

❁ 固體物料混合時，顆粒愈均勻且愈小，則愈容易混合均勻。

成分比

❁ 各成分物料進行混合時，其各成分物的混合比例將影響混合後的混合物料的物理性質。

混合的順序

❁ 物料的混合順序對物料的混合速率與混合所需動力有影響。



混合裝置的種類

✿攪合機

✿捏合機

✿摻合機

攪合機

✿ 以液體為主要的混合裝置

✿ 主要構造

④ 電動機

④ 旋轉機

④ 葉輪

渦旋現象 (swirling)

- ✿ 攪合機的效果視流體流動的混亂程度而定。
- ✿ 將一旋轉軸置於攪拌槽的中心時，葉輪快速旋轉，槽內液體會以旋轉軸為圓心，產生規則性的圓週運動，整個液體形成一大漩渦，稱為**渦旋現象**。

消除渦旋現象的方法

❁ 渦旋現象出現時，會造成液體的混合效果變差。

❁ 消除法

④ 旋轉軸側伸

④ 偏心

④ 加檔板

④ 加導管

旋轉軸側伸 (side-entering)

- ❁ 將旋轉軸側伸入，並與直徑方向成 $7\sim 8^\circ$ 的夾角。
- ❁ 適合大型的攪拌槽，可有效的造成擾流。
- ❁ 缺點：因軸封位於液位下方，易造成滲漏。

旋轉軸偏心(off center)

✿ 旋轉軸從槽上方伸入，但偏離槽中心。

✿ 適合小的攪拌槽。

槽壁加檔板

❁ 於攪拌槽的內壁中加裝四到六片的檔板，可改善槽壁附近流體的流向而造成局部的渦流。

❁ 缺點：動能消耗增加。

槽內加導管

- ❁ 在攪拌器的葉輪附近加裝導管，引導流體做上下對流流動，可消除渦旋現象。
- ❁ 加導管也可將浮在液面的輕質液體吸往下方而被葉輪打散。

攪合機的區分-1

✿ 以液體被掃出的方向區分

① 徑流式

流體順這著葉輪的直徑方向流動

② 軸流式

流體沿旋轉軸的方向流動

攪合機的區分-2

✿ 以葉輪的外形區分

④ 螺槳式

④ 槳葉式

④ 渦輪式

螺槳攪合機-1

(propeller agitators)

❁ 螺槳轉動時液體受其切割作用，產生一螺旋形流線，順著軸向流出而有攪合效果。

螺槳攪合機-2

- ✿ 螺槳直徑約50cm以下。
- ✿ 轉速約400~1800rpm。
- ✿ 適合水、酒精等低黏度或低轉速的流體。

槳葉攪合機

(paddle agitators)

❁ 直徑大、低轉速的攪拌器，
屬徑流式

❁ 直徑約為桶徑的50~80%

❁ 槳寬約為槳徑的1/6~1/10

❁ 20~150rpm低速旋轉

❁ 適合濃稠或高黏性流體

渦輪攪合機

(turbine agitators)

❁ 高轉速運轉，可將低黏性的流體於短時間內混合均勻

捏合機(kneaders)

✿混合對象是黏結性物料。

✿動力消耗大。

✿對物料施以剪切力及壓力。

絲帶混合機

(ribbon mixer)

- ✿ 是由兩條鋼帶以反向螺旋形圍繞而成
- ✿ 轉動時，絲帶會將物料切割並來回推移、翻轉而充份混合。

絲帶混合機的使用場合

❁ 黏性不大的泥漿物料的捏合。

❁ 粉體物料的混合也適用。

轉輪混合機(muller mixer)

- ❁ 轉輪被轉軸帶動繞盆中心公轉，並因其與盆底的摩擦而自轉。
- ❁ 刮刀一支貼緊盆緣，另一支貼緊盆底，分別將黏在盆緣與盆底的物料刮下，再接受轉輪的輾壓。
- ❁ 多用於高黏性的物料混合。

混合輥輪機

(mixing roll)

- ❁ 是由單支或多支輥輪組合而成
- ❁ 鄰近兩輪間因轉速不同，對通過的流體同時施加壓力及剪切力。
- ❁ 適合高黏性油料與固體粉末物料的混合。

雙臂捏合機

(double arm kneader)

- ❁ 刀臂以馬達帶動，作反方向等速或不等速運轉。
- ❁ 對粘稠性物料的剪切、捏揉及摩擦，使物料均勻混合。

摻合機(blenders)

- ✿ 主要用於混合固體顆粒或粉末。
- ✿ 消耗動能比攪合機大，比捏合機小。
- ✿ 摻合效果受粉體粒徑、密度、靜止角及凝集性影響。

雙錐摻合機

(double cone blender)

- ❁ 原料從錐頂送入後緊閉活動門，錐體旋轉時，物料頂著壁面滑動產生對流而混合。
- ❁ 內壁光滑，容易清理，消耗動能低。

V型摻合器

(V-type blender)

- ✿ 由兩個呈 90° 的圓筒組成，中央穿過一轉軸，並以鏈條傳動而旋轉。
- ✿ 適合任何乾鬆物料的混合。

螺旋混合機(screw mixer)

- ❁ 於一圓錐型混合槽內配置一螺旋桿。
- ❁ 螺旋桿轉動時，部份物料被帶往上層分散，產生對流效果。

流體化摻和機 (fluidized blender)

- ❁ 操作時粉體物料從上方加入，槽的下方送入高速及低速兩股氣流。
- ❁ 高速氣流將粉體吹入上升管，升到管口後流出，遇低速氣流而流體化，粉體在兩股氣流造成的對流下混合，混合後的粉體從槽的下方流出。