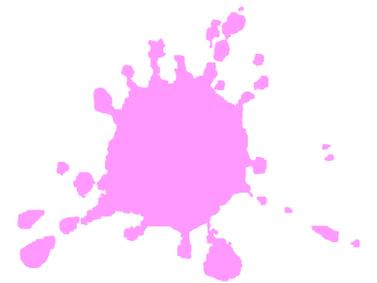




# 過 濾 裝 置





# 單元學習內容

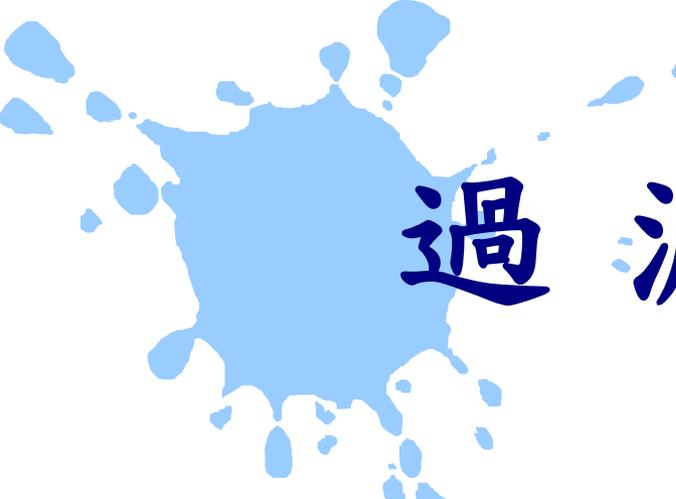
➡ 過濾的原理

➡ 過濾裝置



# 過濾 (filtration) 的定義

➡ 利用多孔性介質，從流體中  
去除固體的操作。



# 過濾的原理

➔ 使含有固體的流體經過濾介質，  
藉外力進行過濾程序。

# 過濾的名詞

- ➡ 濾漿(slurry)：過濾前的懸浮液。
- ➡ 過濾介質(filter medium)
- ➡ 濾餅(filter cake)：被過濾介質截留的固體顆粒。
- ➡ 濾液(filtrate)：過濾後的澄清液。

# 過濾的方式

➡ 濾餅過濾

➡ 澄清過濾

# 濾 餅 過 濾

➔ 濾漿中的濾液通過過濾介質，固體粒子則不斷累積在濾布上，濾餅會愈積愈厚，使得過濾愈來愈難。

# 澄清過濾

- ➔ 澄清過濾的過濾介質的孔徑比懸浮固體粒子大，因孔道內壁，而與液體分離。
- ➔ 過濾介質表面沒有濾餅，一般用於固體顆粒少的過濾。如飲用水的淨化。

# 過濾的介質的要求

- ➔ 多孔性
- ➔ 阻力小
- ➔ 耐腐蝕
- ➔ 耐熱
- ➔ 並有足夠的機械強度

# 常用的過濾介質

- ➡ 濾布：由天然纖維或合成纖維，使用最廣，價格便宜。
- ➡ 多孔性固體介質：陶瓷、燒結金屬或玻璃粉。
- ➡ 粒狀介質：如細砂、木炭、石棉或酸性白土等。質地堅硬通常堆積成層，用於澄清過濾。

# 助 濾 劑

- ➔ 過濾過程中，濾漿的固體顆粒有的很小，以致會產生緊密，孔小的濾餅。
- ➔ 功用：防止介質的孔洞被堵塞或降低濾餅的阻力。
- ➔ 材質：粉狀或纖維狀的固體，可加入濾漿中或塗在濾布表面。

# 影響過濾操作的因素

- ➡ 流體的性質
- ➡ 固體的性質
- ➡ 泥漿中固體的含量
- ➡ 濾餅是否需洗滌
- ➡ 濾液與固體的價值及是否需回收。
- ➡ 過濾介質的選用

# 過濾的推動力

➡ 重力

➡ 泵壓力

➡ 真空力

➡ 離心力

# 過濾裝置的種類

- ➡ 重力濾機 (gravity filter)
- ➡ 壓濾機 (pressure filter)
- ➡ 真空濾機 (vacuum filter)
- ➡ 離心濾機 (centrifugal filter)

# 重力濾機

➡ 可分成開放濾機及密閉濾機兩種，兩者構造幾乎相同，只是前者與大氣接觸，流體流動全靠液體本身的重力，因此過濾速率較慢，所需空間較大。

# 開放式重力濾機

- 底部放有長條木，各長條木間留有間隙，在長條木之上，再放碎石與細砂，水由槽上方的供給管淋下，經上述的介質後由下部流出。
- 重力濾機是澄清過濾的一種，所已經一段時間後，必須用水逆向沖洗，以恢復過濾能力。

# 壓 濾 機

➡ 直接對濾漿加壓，使濾液通過濾布的過濾機稱之。

➡ 種類

➤ 板框壓濾機

➤ 葉濾機

# 板框壓濾機 - 1

- ➔ 板與框緊壓後，在板與框中間夾以濾布，把板與框交錯排列後夾緊。
- ➔ 板框夾緊後，濾漿由入口管道流入，在由框的溝道進入框內，濾液則經濾布進入濾布與板間的空隙，再由出口管道流出。
- ➔ 殘留在濾布的粉粒則堆積在框內形成濾餅。

# 板框壓濾機 - 2

- ➡ 濾餅太厚時，效率降低，必須停止過濾，由濾漿入口灌入洗滌液。
- ➡ 若洗滌液的走向與濾漿相同，則稱為簡單洗滌法。
- ➡ 濾餅洗滌後，打開濾機刮去濾餅；再重新安裝板及框，進行另一個循環。

# 間隔板洗滌法

- ➡ 洗滌時，是先將可洗板的出口閥關閉，而不洗板的出口閥打開。
- ➡ 組裝時依框、可洗板、框、不洗板、框...依序裝上。

# 恆壓過濾操作 - 1

- ➡ 過濾的過程中，操作的壓力一直保持定值，而濾液的流率會因濾布阻力的增加而降低。
- ➡ 過濾初期，濾液混濁，末期才能得到澄清液。

# 恆壓過濾操作 - 2

➡ 濾液的流率與所收集的濾液體積的關係

$$\frac{1}{q} = \frac{t_f}{V_f} = \frac{k_1}{P} V_f + \frac{k_2}{P}$$

➡ 以  $t_f/V_f$  為縱軸， $V_f$  為橫軸做圖，可得一直線，其斜率為  $k_1/P$ ，截距為  $k_2/P$ 。

# 恆壓過濾的計算

➔ 有一過濾機在恆壓下進行過濾，若過濾時間加倍時，則收集的濾液變成原來的幾倍？

# 恆壓過濾的計算解

⇒ 恆壓過濾式 
$$\frac{\theta_f}{v_f} = \frac{k_1}{2P_0} v_f + \frac{k_2}{P_0}$$

⇒ 過濾介質的阻力可忽略

$$\theta_f = \frac{k_1}{2P_0} v_f^2$$

$$\frac{2\theta_f}{\theta_f} = \frac{v_{f_2}^2}{v_{f_1}^2} \Rightarrow 2 = \left( \frac{v_{f_2}}{v_{f_1}} \right)^2 \therefore \frac{v_{f_2}}{v_{f_1}} = \sqrt{2}$$

# 恆速過濾操作 - 1

➡ 過濾操作的過程中，過濾壓力逐漸提高，濾液的流率保持一定。

# 恆速過濾操作-2

➡ 操作壓力與過濾時間的關係

$$P = (k_1 V_f + k_2) q = k_1 q^2 t_f + k_2 q$$

➡ 以P為縱軸， $t_f$ 為橫軸做圖，可得一直線，其斜率為 $k_1 q^2$ ，截距為 $k_2 q$ 。

# 恆速過濾的計算

→ 有一過濾裝置在恆速下進行過濾操作，若最初的過濾壓力為  $0.3\text{atm}$ ，經  $30\text{min}$  後壓力增加為  $3\text{atm}$ ，且共收集濾液  $90\text{升}$ ，求此恆速過濾繼續操作  $10\text{min}$  時，其壓力應為多少  $\text{atm}$ ？

# 恆速過濾的計算解

⇒ 恆速過濾式為  $P_0 = k_1 q^2 \theta_f + k_2 q$

⇒ 開始時  $\theta_f = 0 \therefore q = \frac{90}{30} = 3l / \text{min}$

$$0.3 = k_2 \times 3 \therefore k_2 = 0.1$$

⇒ 30min後

$$3 = k_1 \times 3^2 \times 30 + 0.3 \therefore k_1 = 0.01$$

$$P_0 = 0.01 \times 3^2 \times (30 + 10) + 0.3 = 3.9 \text{ atm}$$

# 先恆速後恆壓的過濾操作

➡ 過濾初期先用一固定的速度過濾，待一段時間後，濾餅變厚壓力變大時，再用恆壓過濾來達成過濾程序。

# 過 濾 週 期

➡ 包裝

➡ 過濾

➡ 洗滌

➡ 拆卸

➡ 刮除濾餅

# 過濾週期的計算

→ 一過濾機在3345mmHg的恒定壓力下進行過濾，最初的流率為10gal/min，1hr內共收集100gal，若每過濾28min後需用15gal的水洗滌，拆裝清洗需20min，則該過濾能力為多少gal/min？

# 過濾週期的計算解

$$\theta_f = \frac{k_1}{2P_0} v_f^2 + \frac{k_2}{P_0} v_f$$

$$1 = \frac{k_1}{2 \times 3345} \times 10^2 + \frac{k_2}{3345} \times 10$$

$$60 = \frac{k_1}{2 \times 3345} \times 100^2 + \frac{k_2}{3345} \times 100$$

解聯立方程式得

$$k_1 = 37.2 \text{ mmHg} / \text{gal}^2, k_2 = 148.7 \text{ mmHg} - \text{min} / \text{gal}$$

$$28 = \frac{37.2}{2 \times 3345} \times v_f^2 + \frac{148.7}{3345} \times v_f, \text{ 解得 } v_f = 67 \text{ gal}$$

$$\text{洗滌時間 } \theta_w = \frac{(k_1 v + k_2) v_w}{P_w} = \frac{(37.2 \times 67 + 148.7) \times 15}{3345} = 11.84 \text{ min}$$

$$\text{循環週期 } \theta_c = \theta_f + \theta_w + \theta_d = 28 + 11.84 + 20 = 59.84 \text{ min}$$

$$\text{過濾能力} = \frac{v_f}{\theta_c} = \frac{67}{59.84} = 1.12 \text{ gal} / \text{min}$$

# 板框壓濾機的優點

- ➔ 體積小
- ➔ 過濾體積可彈性調整
- ➔ 維護費用低
- ➔ 可做高壓過濾

# 板框壓濾機的缺點

➡ 處理量小

➡ 不能連續操作

➡ 刮除濾餅耗時、耗人力

# 葉 濾 機 - 1

- 於一密閉的桶中裝許多濾葉，濾葉是一箇中空的板，表面套有濾布。
- 過濾時，以密閉桶中泵入濾漿或濾葉內抽真空使桶內湧入濾漿，濾漿中的液體透過濾布而匯集於濾葉下面的排液管而排出。

# 葉 濾 機 - 2

- ➡ 固體粒子留存濾布表面形成濾餅。
- ➡ 經過一段，濾餅達到某一厚度時，停止過濾，打入壓縮空氣以增加濾餅之附著力，接著通入洗滌液洗滌濾餅。
- ➡ 最後打開密閉桶，抽出濾葉，除去濾餅及清洗濾布。

# 真空濾機

- ➡ 濾布的另一邊抽真空，吸引濾液，通過濾布而過濾，屬於連續式操作。
- ➡ 裝置的中間有一滾筒，滾筒表面覆上一層過濾介質。
- ➡ 在中間部分抽真空，當滾筒順時針方向滾動時吸起濾漿，濾液由中間吸走，滾筒表面形成濾餅，經乾燥、洗滌、再乾燥後用刮刀將濾餅刮除。

# 真空濾機的優、缺點

## ➡ 優點

- ① 連續自動操作
- ② 人工成本低
- ③ 處理濾漿能力大

## ➡ 缺點

- ① 裝置成本高
- ② 真空耗費大
- ③ 操作成本大

# 離 心 濾 機

- ➡ 將濾漿做高速旋轉，產生離心力，以離心力迫使濾液通過濾布，而固體粒子則無法通過濾布，沈積在濾布表面形成濾餅。
- ➡ 適用於濾漿中固體顆粒較粗較多的地方。