



殼管式熱交換器 (Shell and tube heat exchanger)

單元學習內容

- ➡ 何謂熱交換器
- ➡ 熱交換器的能量均衡
- ➡ 殼管熱交換器的構造及特性
- ➡ 殼管熱交換器管束的排列
- ➡ 管程與殼程的介紹
- ➡ 其他熱交換器

何謂熱交換器

➡ 將冷熱流體導入熱輸送裝置中，在不互相混合的情況下，使熱量由高溫流體傳至低溫流體，以達到熱交換的目的，這樣的熱輸送裝置就稱之為熱交換器。

熱交換器的能量平衡- 無相變化(1)

➡ 熱流體釋出的熱量

$$q_h = \dot{m}_h C_{p_h} (T_{hi} - T_{ho})$$

熱交換器的能量平衡- 無相變化(2)

➡ 冷流體接收的熱量

$$q_c = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{co} - T_{ci})$$

熱交換器的能量平衡- 無相變化(3)

➡ 在達熱穩定下(即無熱損失)

$$q_h = q_c$$

$$\dot{m}_h C_{p_h} (T_{hi} - T_{ho}) = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{co} - T_{ci})$$

熱交換器的能量平衡- 有相變化(1)

➔ 熱流體釋出的熱量

$$q_h = \dot{m}_s \lambda_s$$

$$q_h = \dot{m}_s \lambda_s + \dot{m}_s C_{ph}(T_{hi} - T_{ho})$$

熱交換器的能量平衡- 有相變化(2)

⇒ 冷流體接收的熱量

$$q_c = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{co} - T_{ci})$$

熱交換器的能量平衡- 有相變化(3)

➡ 在達熱穩定下(即無熱損失)

$$q_h = q_c$$

$$\dot{m}_s \lambda_s = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{co} - T_{ci})$$

殼管式熱交換器

殼管式熱交換器的特點

➡ 特點

- 具有較大的傳熱面積
- 適合流量大流體
- 適合溫差較大的流體

管束型式-1

➡ 定頭式熱交換器

- 管子兩端固定於管板上。
- 管束固定，管子受熱膨脹，會使管束受應力而損害，不適合高溫操作。
- 殼側不易清洗，僅適用於操作清淨流體。

管束型式-2

➡ 浮頭式熱交換器

- 構造複雜，可改進定頭式缺點。
- 管束一端固定於管板上，一端安裝在可移動的殼蓋上，可隨管子的熱膨脹而自由伸縮。
- 適用於高溫差操作。
- 適用於易結垢流體。

管束型式-3

➡ U形管式熱交換器

- 一端連接於管板上，一端管子彎曲成U字形。
- 管束可移出，易清洗。
- 管子內側不易清洗，僅適用於操作不易結垢流體。
- 適用於高溫差操作。

管束的排列方式-1

➡ 正方形(square)

- 每一列管子皆上下對齊
- 適用於低壓力降系統
- 諸管間有空間便於外在的清理作業
- 比三角形排列有較低的熱傳係數

管束的排列方式-2

➡ 旋轉式正方形(rotated square)

- 適用於低壓力降系統
- 適用於極黏液體系統
- 比正方形排列有較好的熱傳係數

管束的排列方式-3

➡ 三角形

- 每間格一系列的管子相互對齊
- 同規格的殼內可容納較多的管子，可得較大的熱傳面積
- 殼側適用於蒸氣或污穢流體，容易清洗
- 傳熱效果較佳

管束的排列方式-4

➡ 旋轉式三角形

- 適用於中、高壓力降系統
- 適用於污穢流體，容易清洗
- 傳熱效果較三角形排列略低

管子的型式

➡ 平端或裸管 (plain or bare)

➡ 鰭片管 (finned)

❖ 安裝在管子內部

❖ 安裝在管子外部——較常用

❖ 加裝鰭片的目的是：

♣ 增加散熱面積

♣ 增進熱傳效率

管程與殼程

➔ 管程

- 管側流體在熱交換器中來回流動的次數。
- 管程數增加會提高流體在管內的流動，而增加傳熱效率，較不會在管壁結垢。

➔ 殼程

- 殼側流體在熱交換器中來回流動的次數。
- 增加殼程會提高傳熱速率。
- 加裝檔板，目的：
 - 增加流體在熱交換器內的滯留時間，提高傳熱速率。
 - 使流體形成擾流
 - 支撐管束，防止管子中間部份下垂

一程殼二程管熱交換器

二程殼四程管熱交換器

傳熱速率

- ➡ 沒熱損失的情況下，熱流體所釋放的熱量會等於冷流體所吸收的熱量。
- ➡ 不同殼程及管程的熱交換器其流動會有同向及逆向流動，故需用修正因子來修正對數平均溫度。
- ➡ 修正因子會隨溫度距比值(Z)及加熱效率(η)而變
 - Z ：熱流體溫度下降度數與冷流體溫度上升度數的比值。
 - η ：冷流體溫度實際上升的度數與理論上最大上升度數的比值。

鰭管式熱交換器

(extended fin heat exchanger)

➡ 為了獲得較高的熱傳送速率，熱交換器常設法在內管或管全之外表面增加散熱面積。

鰭片的種類

➡ 軸向鰭片方式
(longitudinal fins)

➡ 橫向鰭片方式
(transverse fins)

軸向鰭片管

- ➡ 鰭片的面與內管的軸平行。
- ➡ 適用於套管或外殼流體流動方向與管軸平行的流體，如此可減少流體流動的阻力。

橫向鰭片管

- ➡ 鰭片的面與內管的軸垂直。
- ➡ 適用於外殼流體流動方向與管軸垂直的情況。