

油壓系統之溫度控制

文／劉芳寶

油壓系統運轉時，液壓油之操作溫度是影響加工精密度及產品品質的因素之一。同時，因溫度變化所產生的粘度變化，也直接影響到回路的效率及機器的壽命。熱交換器是控制液壓油溫度的主要裝置，透過熱交換器的冷卻效果，將油溫控制在最佳的操作溫度範圍內，進而充分發揮機器的性能。因此，選擇適當性能的熱交換器，是系統設計時的重要課題之一。

熱量來源

油壓系統中油溫升高的原因有二，其一是油壓系統受外在環境的影響。其二是油壓系統於操作中，本身所產生的熱量影響。

第一個因素是外在的，油壓系統安裝於工作環境溫度遠高於系統的溫度。在操作運轉時



，油壓系統的液壓油不斷吸收來自周圍的熱量。使得液壓油的溫度隨著操作時間的增加而逐漸上升，直到系統的溫度等於環境溫度。

第二個因素是內在的，油壓系統運轉時，

相關零組件所產生的熱量，經由液壓油的吸收，而使油溫升高。熱量的來源主要有油壓泵及馬達、管路摩擦、閥類等。油壓泵及馬達產生的熱量是來自於運轉時所產生的動力損失；管路摩擦的熱量是來自於壓力損失的能量轉換成熱量的型式，存在於液壓油中；閥類進出端節流作用(throttling)所產生的壓降，也造成熱量的生成⁽¹⁾，進而影響油溫。

內在與外在兩種因素中，內在因素所造成的影響高於外在因素。在實際應用中，也是以系統中所產生的熱量為主要考量。

運轉溫度

一般機器設備使用油壓系統不外乎兩種需求，一是將液壓油當作媒體來傳達動力，二是利用液壓油的粘度來當作潤滑的介質。傳達動力與潤滑這兩個功能都與液壓油的運轉溫度息息相關。

一般油壓系統的運轉溫度，因機器設備特性、使用場合、使用效率等不同因素而有不同的建議溫度。最常見到的範圍是以 40~50°C 的運轉溫度較適用。

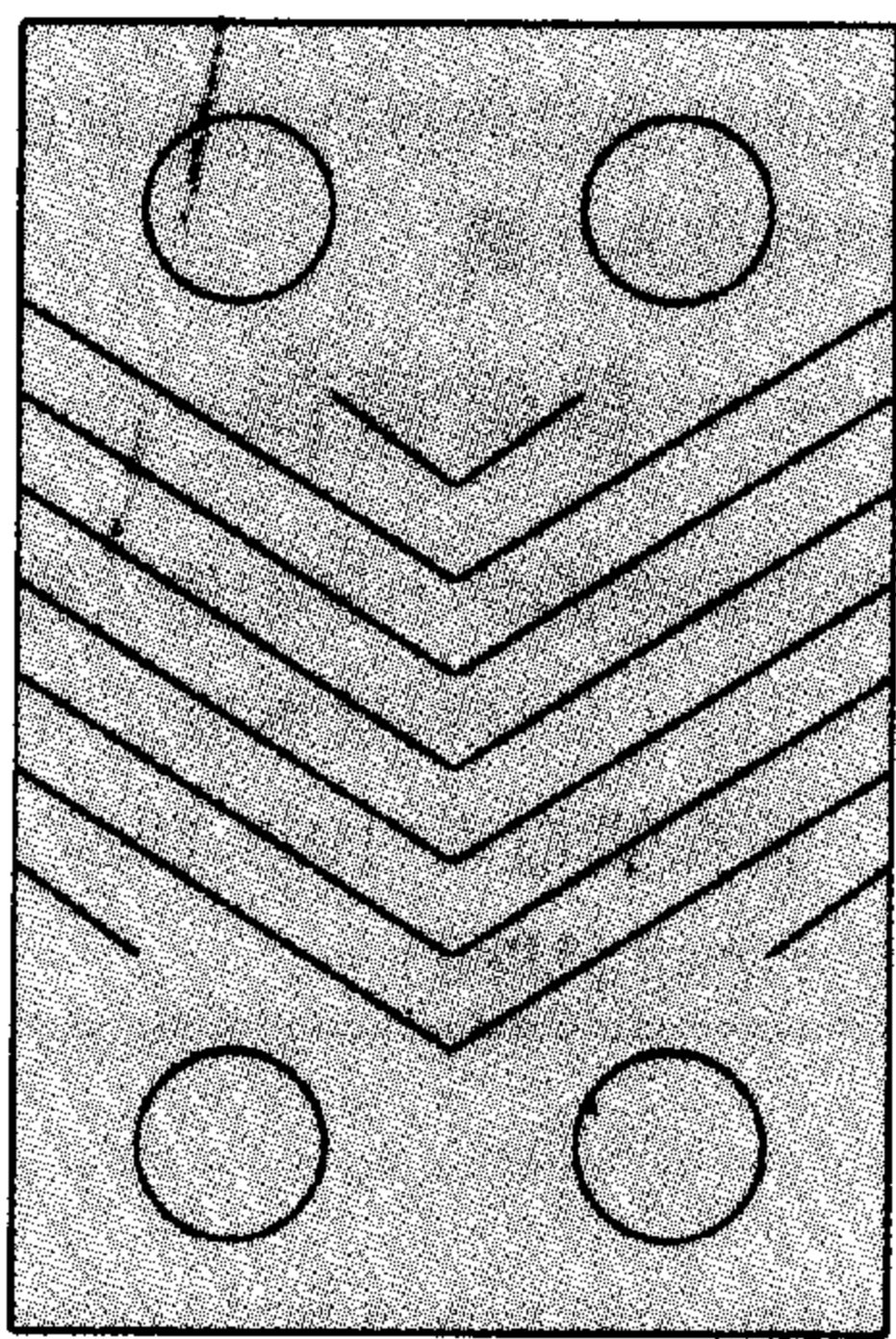


圖 1 熱交換器板片

油壓系統的運轉溫度過高或偏低，都非正常現象。運轉溫度過高時，液壓油的氧化性增加，劣化速度加快，使用壽命減短。尤其是溫度超過 60°C 以上時，每增加 10°C，其使用壽命減半⁽²⁾。相反的，溫度偏低時，液壓油的粘度增加，使得油壓泵的效率降低，管路摩擦增加，動力損失增大。

板式熱交換器

板式熱交換器應用於油壓系統的主要目的是維持液壓油在正常的運轉溫度與粘度範圍內的油溫冷卻。

(一) 板式熱交換器的結構

板式熱交換器是由多片凹凸圖形的不鏽鋼板片組成，如圖 1。組合時將相鄰板片花紋相反而使紋路脊線相交叉而構成接觸點，將此接觸點以真空硬銲接合在一起，即成板式熱交換器。

(二) 板式熱交換器的工作原理

板片經銲接成板式熱交換器後，內部構成兩種分離的流道，能使兩種相互交叉流動的媒體存在其間，如圖 2。即高溫的液壓油經第一、三、五等奇數流道，冷卻水則流經第二、四、

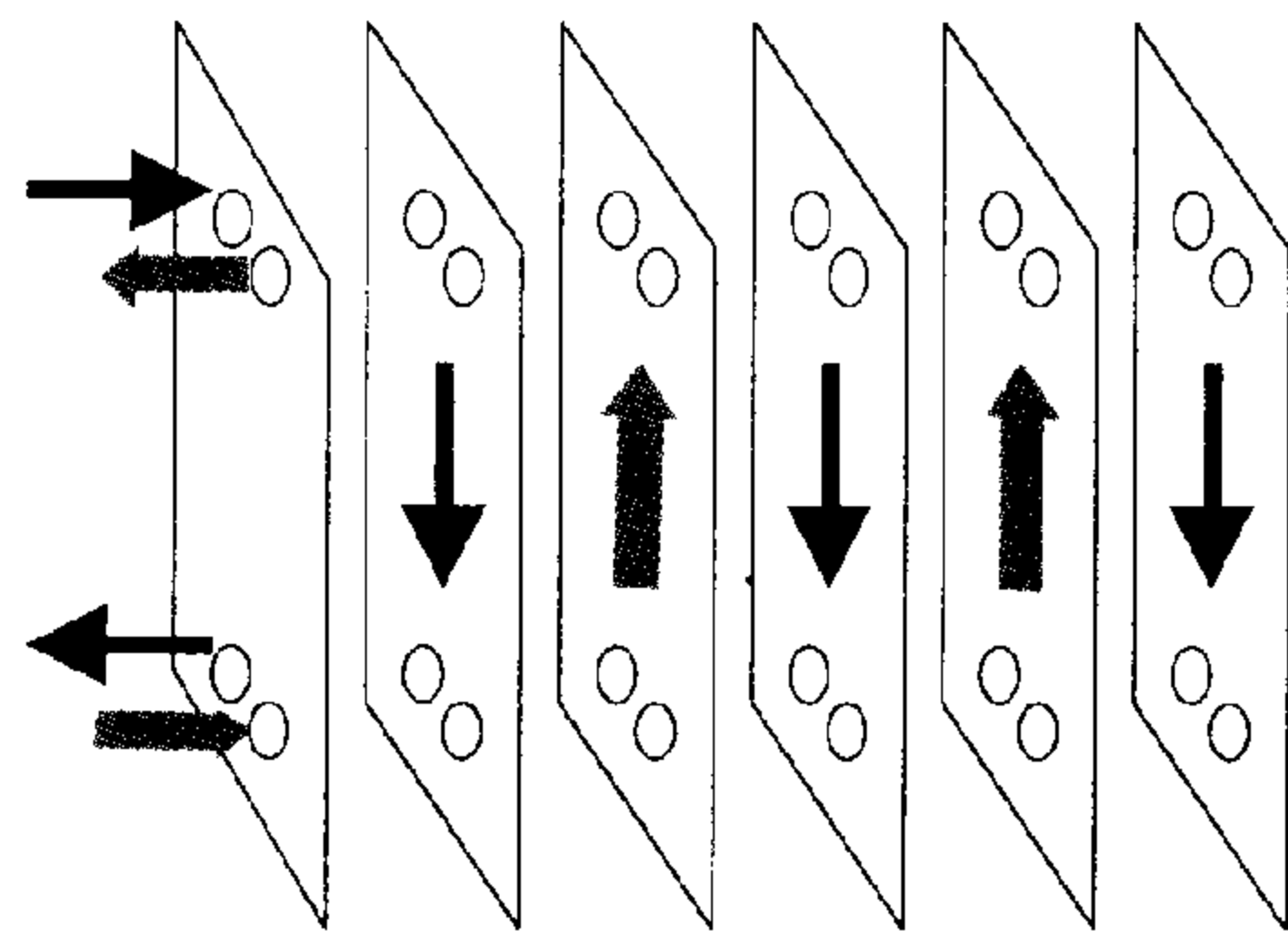


圖 2 板式熱交換器流道分析

六等偶數流道。這種錯綜複雜之通路體系產生高度的紊流狀態，進而發揮最大的冷卻效果。

(三) 板式熱交換器的優點

板式熱交換器在歐美已逐漸取代其它形式之熱交換器，普遍使用於機械、空調、冷凍、石油、紡織、發電、化工、製藥等各行業。其主要優點在於高熱傳效率，高回復率，體積小，重量輕，流體停滯時間短。

(四) 板式熱交換器的選用

在第二節中談到油壓系統經由各零組件產生的熱量，最後全由液壓油帶走。在整個系統中，冷卻散熱的裝置除了油箱的表面散熱外，就是靠熱交換器來進行熱交換的動作。利用冷卻水將系統中的熱量帶走，使油箱的油溫穩定在適當的運轉溫度範圍中。

油箱的表面散熱因工作環境的溫溼度影響，會有不同的散熱量。這一部分是系統設計者事先較無法充分掌握預估的；同時此散熱量大小與系統運轉產生的熱量相比，所佔比例甚小。因此，一般油壓系統的冷卻散熱大多是以熱交換器為之。

板式熱交換器的選用取決於油壓系統產生熱量的多寡。選用時主要的考量是熱傳量（冷卻量）與壓損（壓降）兩種性能。這兩種性能都與熱傳（散熱）面積有關。板式熱交換器由一片一片的花紋板片組合而成，其熱傳面積即為花紋板片的面積總和。因此，當系統產生熱量較大時，增加板片數目即可；熱量較小時，使用板片數目較少之板式熱交換器。其長寬基本尺寸相同，只是板片數目不同，造成的厚度不同而已。在考量熱傳性能時，同時也必須兼顧到壓損。過高的壓損會導致系統流量減少，反應遲鈍，效率降低等缺失。因此，選用時如果熱傳面積已足以冷卻系統產生的熱量，但壓損超過設定標準時，須增加板片數目（即增加

流道數目），來降低壓損。

(五) 板式熱交換器的安裝與維修

板式熱交換器的安裝與一般熱交換器相同。可於油壓系統外，另外安裝成冷卻系統，進行油箱的冷卻。亦可安裝於油壓系統的回油管；此安裝方式須並聯一組壓力調整閥。避免系統運轉中，因壓力過高而造成熱交換器損害。

熱交換器的使用，無可避免的會碰到積垢或阻塞問題。這兩個問題皆會造成熱交換器性能下降。阻塞會引起局部壓力提高，流經熱交換器的流量減少，致使冷卻效率降低。板片上結垢形同多了一層熱阻，使得板式熱交換器的總熱傳係數降低，導致冷卻效果變差。阻塞可藉由事前的防範來克服…在管路於熱交換器的入口處加裝過濾器來篩除雜質。避免其進入熱交換器中因流道狹小造成阻塞。積垢則須藉由定期的維護，利用弱酸溶液如百分之五的檸檬酸來進行逆沖洗，將積垢軟化清除。

結 論

油壓系統中，液壓油的運轉溫度對機器的壽命和回路的效率有很大的影響。欲使油壓系統充分發揮設計應有的功能，經由板式熱交換器將油溫控制於適當的操作溫度與良好的維護保養管理同樣重要。■

參考資料

1. 流體動力系統與回路，夏如偉、鄭有序編譯 pp. 209~211，全華科技圖書公司，台北。
2. 潤滑油、脂採購指南(1998-2000)，石油情報出版社，台北(1998)。

作者簡介

劉芳寶現任職於高熱處理工業股份有限公司熱交換器廠