



上海納卡什瑪液壓技術有限公司

Nakashima Hydraulics Technology Co., Ltd.

Add: Plant3#, No. 86-150 Pingbei Rd. Zhuangqiao, Minhang District, Shanghai, China 201108
Tel: 400-021-9112 86-21-64901276/2276/3476 Fax: 86-21-64902590
Website: www.nakashima.cn E-mail: sales@nakashima.cn

液壓傳動中常見液壓泵的工作原理及應用

液壓傳動是用液體作為工作介質來傳遞能量和進行控制的傳動方式。液壓傳動是根據 17 世紀帕斯卡提出的液體靜壓力傳動原理而發展起來的一門新興技術，是工農業生產中應用廣泛的技術。

在液壓傳動系統中主要由能源裝置、執行裝置、控制調節裝置、輔助裝置和傳動介質這五部分組成。其中能源裝置屬於傳動系統的動力元件，是其重要的組成部分。

常見的能源裝置是液壓泵。液壓泵是液壓動力元件。它是將電動機(或其他原動機)輸入的機械能轉變成液壓能的能量轉換裝置。其作用是向液壓系統提供壓力油。液壓泵的分類：(1)齒輪泵(外嚙合齒輪泵和內嚙合齒輪泵)；(2)葉片泵(單作用式葉片泵和雙作用式葉片泵)；(3)柱塞泵(軸向柱塞泵和徑向柱塞泵)。

無論哪種結構的液壓泵，其正常工作都必須具備以下幾個條件：(1)具有密封容積(密封工作腔)。(2)密封容積能交替變化。(3)具有配流油裝置。其作用是保證密封容積在吸油過程中與油箱相通，同時關閉供油通路；壓油時與供油管路相通，而與油箱切斷。(4)吸油過程中油箱必須與大氣相通。

1 齒輪泵

齒輪泵是依靠泵缸與嚙合齒輪間所形成的工作容積變化和移動來輸送液體或使之增壓的回轉泵，按其結構形式，可分為外嚙合和內嚙合兩種。

1.1 外嚙合齒輪泵

外嚙合齒輪泵的工作原理圖如下圖 1 所示：

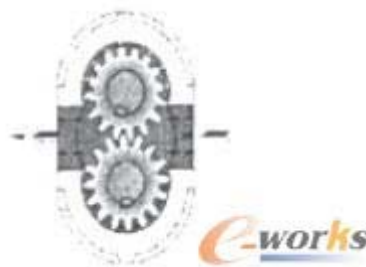


圖 1 外嚙合齒輪泵工作原理

如圖 1 所示，它是分離三片式結構，三片是指泵蓋和泵體，泵體內裝有一對齒數相同、寬度和泵體接近而又互相嚙合的齒輪，這對齒輪與兩端蓋和泵體形成一密封腔，並由齒輪的齒頂和嚙合線把密封腔劃分為兩部分，即吸油腔和壓油腔。兩齒輪分別用鍵固定在由滾針軸承支撐的主動軸和從動軸上，主動軸由電動機帶動旋轉。當主動軸帶動齒輪按逆時針方向轉動時，吸油腔內齒輪不斷脫開嚙合，使其密封容積不斷增大而形成真空，在大氣壓的力的作用下從油箱吸進油液，隨著齒輪的旋轉，齒槽內的油液被帶到壓油腔，壓油腔內的齒輪不斷進入嚙合，使其密封容積不斷減少，油液被壓出。隨著齒輪不斷地轉動，齒輪泵就不斷地吸油和壓油。

由於外嚙合齒輪泵結構簡單、製造方便、價格低廉、工作可靠、維修方便，因此廣泛應用於低壓系統。其應用範圍是：在

輸油系統中可用作傳輸，增壓泵；在燃油系統中可用作輸送，加壓，噴射的燃油泵；在液壓傳動系統中可用作提供液壓動力的液壓泵；在一切工業領域中，均可作潤滑油泵用。

1.2 內嚙合齒輪泵

內嚙合齒輪泵有漸開線齒輪泵和擺線齒輪泵。它們都是利用齒間密封容積變化實現吸、壓油的。在擺線齒形的內嚙合齒輪泵中，內轉子為主動輪，外轉子為從動輪，內外轉子的速比 $i = Z_1/Z_2$ 。由於內外轉子齒數有一齒差，在嚙合過程中有“二次嚙合”存在。因此能形成幾個獨立的封閉包液腔。隨著內外轉子的嚙合旋轉，各包液腔的容積發生不同的變化，當包液腔容積由小變大時，包液腔內產生局部真空，在大氣壓力作用下，液體通過進口管道和泵蓋上的環形槽，進入泵腔開始吸液。當包液腔容積達到最大時，吸液過程結束。當包液腔內的容積由大變小時，包液腔內的液體就從另一個環形槽壓出，此為泵的排出過程。

泵在工作過程中，內轉子的一個齒轉過一周，出現一個工作迴圈，即完成泵吸液至排液過程。一個轉子泵的內轉子有個齒，它每旋轉一周，必須出現個與上述腔相同的工作迴圈，泵便通過個工作迴圈連續不斷地向外輸液，故內外轉子繞互相平行的兩軸線做不同速度的同向運轉時，必發生相對運動，此運動使內外轉子間產生不斷變化的空間，並與吸液排液道接通，以達到吸排液的目的。

擺線齒形的內嚙合齒輪泵的工作原理如圖 2 所示：



圖 2 擺線式內嚙合齒輪泵

2 葉片泵

葉片泵根據每轉作用次數的不同，可分為雙作用葉片泵和單作用葉片泵。

2.1 雙作用葉片泵

雙作用葉片泵也稱為定量葉片泵，它是由定子、轉子、葉片和配油盤(圖 4)等組成的。其工作原理圖如圖 3 所示。定子與轉子中心重合，定子內表面由兩段半徑為 R 的大圓弧和兩段半徑為 r 的小圓弧以及它們之間的四段過渡曲線組成。在配油盤上對應定子四段過渡曲線的位置開有四個配油視窗，其中兩個與吸油口相通，稱為吸油視窗；另兩個與壓油口相通，稱為壓油視窗。轉子上開有均布的徑向槽，葉片裝在槽內，並可在槽內滑動。轉子按圖示方向旋轉時，葉片在離心力和根部壓力油(葉片根部與壓油腔相通)作用下緊貼定子內表面。在配油盤、定子、轉子和兩相鄰葉片間形成密封腔。轉子轉動使葉片由小半徑向大半徑處滑移，兩葉片間的密封容積逐漸增大，形成局部真空而吸油；葉片由大半徑向小半徑處滑移時，兩葉片的密封容積逐漸減少而壓油。

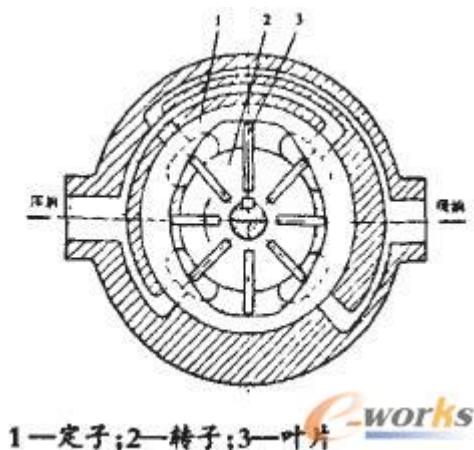


圖 3 雙作用葉片泵的工作原理圖



圖 4 配油盤

轉子每轉一周，葉片在槽內往復運動兩次，完成兩次吸油和壓油，故稱為雙作用式葉片泵。由於兩個吸油視窗和兩個壓油視窗是對稱佈置的，所以作用在轉子上的徑向液壓力是相互平衡的，因此也稱為平衡式葉片泵。

2.2 單作用式葉片泵

單作用式葉片泵也稱變數葉片泵，它主要由轉子、定子、配流盤和葉片等組成。葉片數為奇數，以使流量均勻。定子為圓環形，其中心相對轉子中心有一個偏心距。

當轉子反時針旋轉時，葉片在離心力的作用下緊貼定子的內表面。這樣，葉片、定子內表面、轉子外表面和兩側的配流盤就圍成了密封容積。當密封容積由小變大時，吸油窗口吸入液體；當密封容積由大變小時，液體從排油視窗排出。轉子轉一周，葉片在轉子槽內往復運動一次，每相鄰兩葉片間的密封容積完成一次的吸、壓油，故稱為單作用葉片泵。

單作用式葉片泵只要改變其偏心距的大小，就可以改變泵的排量和流量。

單作用式葉片泵的工作原理如圖 5 所示：

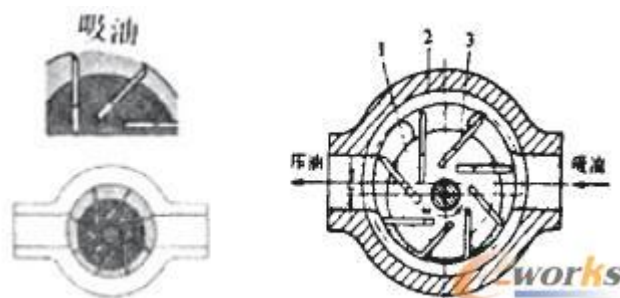


圖 5 單作用式葉片泵的工作原理

由於葉片泵具有結構緊湊、體積小、重量輕、流量均勻、雜訊小、壽命長等優點；但吸入特性不大好，對油液的污染比較敏感，製造工藝要求也比較高。所以，葉片泵廣泛應用在機床、工程機械、船舶、壓鑄機和冶金設備中。

3 柱塞泵

柱塞泵是通過柱塞在柱塞孔內往復運動時密封工作容積的變化來實現吸油和排油的。由於柱塞與缸體內孔均為圓柱表面，滑動表面配合精度高，所以這類泵的特點是洩漏小，容積效率高，可以在高壓下工作。

按柱塞排列方向不同。可分為徑向柱塞泵和軸向柱塞泵。

3.1 軸向柱塞泵

軸向柱塞泵可分為斜盤式和斜軸式，圖 6 為斜盤式軸向柱塞泵的工作原理。泵由斜盤、柱塞、缸體、配油盤等主要零件組成，斜盤和配油盤是不動的，傳動軸帶動缸體、柱塞一起轉動，柱塞靠機械裝置或在低壓油作用壓緊在斜盤上。當傳動軸按圖示方向旋轉時，柱塞在其沿斜盤自下而上回轉的半周內逐漸向缸體外伸出，使缸體孔內密封工作腔容積不斷增加，產生局部真空，從而將油液經配油盤上的配油窗口 a 吸入；柱塞在其自上而下回轉的半周內又逐漸向裏推入，使密封工作腔容積不斷減小，將油液從配油盤視窗 b 向外排出，缸體每轉一轉，每個柱塞往復運動一次，完成一次吸油動作。改變斜盤的傾角 g ，就可以改變密封工作容積的有效變化量，實現泵的變數。

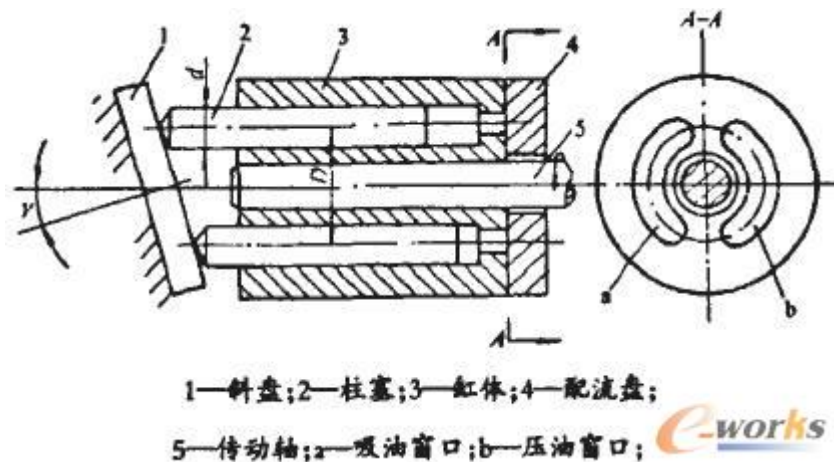


圖 6 斜盤式軸向柱塞泵的工作原理

3.2 徑向柱塞泵

徑向柱塞泵的工作原理如圖 7 所示：

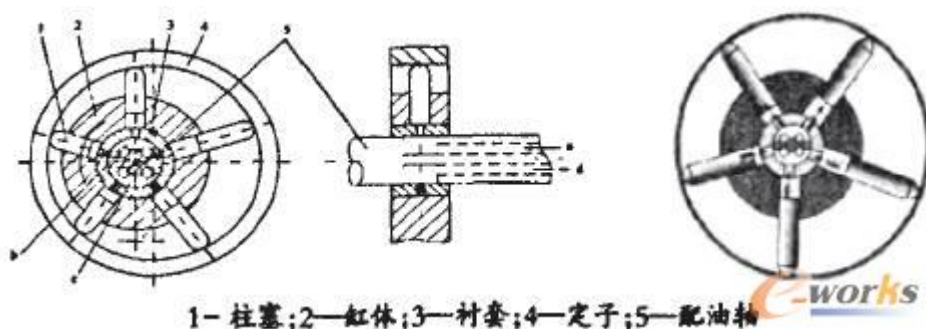


圖 7 徑向柱塞泵的工作原理

這種泵由柱塞轉子、襯套、定子和配油軸組成。定子和轉子之間有一個偏心 e 。襯套固定在轉子孔內隨之一起轉動。配油軸是固定不動的。柱塞在轉子(缸體)的徑向孔內運動，形成了泵的密封工作腔。顯然，當轉子按順時針方向轉動時，位於上半周的工作容腔處於吸油狀態，油箱中的油液經配油軸的 a 孔進入 b 腔；位於下半周的工作容腔則處於壓油狀態，c 腔中的油將從配油軸的 d 孔向外輸出。改變定子與轉子偏心距 e 的大小和方向，就可以改變泵的輸出流量和泵的吸、壓油方向。因此徑向柱塞泵可以做成單向或雙向變數泵。

由於徑向柱塞泵的徑向尺寸大，自吸能力差，配油軸受徑向不平衡液壓力作用，易於磨損。這些原因限制了轉速和工作壓力的提高。

柱塞泵結構簡單、體積小、重量輕、噪音低、使用壽命長等優點。廣泛應用於冶金機械、礦山機械、工業機械、工程機械等液壓傳動系列領域。

綜上所述，在液壓傳動系統中，液壓泵的工作原理都基本相同，都必須滿足其工作條件才能實現吸壓油動作，從而進行正常的傳動。在平時工作中，我們可以根據各行業具體的需要而進行選用。