

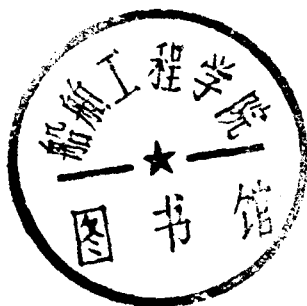
443.31/5430

18771 ~~85158~~

船舶小叢書

船用活塞泵

尉遲斌編著



人民交通出版社

目 錄

一、泵在船上的用途及其種類.....	1
二、活塞泵的構造和動作.....	3
1. 單作用泵.....	3
2. 雙作用泵.....	4
3. 差壓式泵.....	5
三、活塞泵的結構零件.....	6
1. 活塞.....	6
2. 活塞桿、連接桿.....	11
3. 填料箱.....	12
4. 泵缸.....	14
5. 閥門.....	14
6. 空氣室.....	20
7. 閥門箱.....	23
四、怎樣帶動活塞泵.....	25
1. 用主機帶動.....	26
2. 專門用一部蒸汽機帶動.....	26
1) 帶動泵的蒸汽機有甚麼特點.....	26
2) 汽門的構造型式和動作.....	28
3. 用馬達帶動.....	46
五、活塞泵排水量的計算法.....	48
六、活塞泵使用時可能發生的一些毛病.....	49
參考書目.....	52

一、泵在船上的用途及其種類

當我們一跨進機器艙，就看到整個艙裏面佈滿了機器，除了最引人注目的主機以外，還有各種各樣的輔機，甚麼凝結器哪，水泵哪，油泵哪，熱水器哪，淡水器哪，發電機哪，形形色色，而其中種類最多的要算泵。在主機旁邊的是空氣泵，這邊是個立式泵，那邊平放着個臥式泵，凝結器旁邊還有一個像蝸牛殼似的離心泵。另外還可能有些泵不在機艙裏面，可見泵在船上所負擔的任務是不簡單的。

所有的主機和輔機雖然它們的用途不一樣，但是當輪船在水中行駛的時候，它們中間的每一樣都很重要、都是不可缺少的。要將這麼多種類的機器完全介紹出來，不是這本書能辦得到的，這裏只將船上所用的各種活塞泵作一個一般的介紹。

究竟泵在船上有些甚麼用處呢？我們曉得，一艘輪船當它在海洋上或江河中行駛的時候，就像一座浮在水面上的小城市，除開第一件要緊的工作是要它能夠在水中行動以外，另一方面，船上還有許多人要生活，這些都離不開泵。

譬如說，要輪船能向前行駛，必須主機能運轉，如果主機是蒸汽機，就得依靠鍋爐裏面不斷地發生蒸汽來推動，鍋爐裏面就要不斷地送水進去，這個送水的工作沒有泵是不行的。如果鍋爐用的燃料是油，那末要將油從船外運到船上，從油艙送進鍋爐都少不了泵。

又譬如船上的船員、乘客要生活，吃也要水，用也要水，雖說船外面就是水，可是要把大量的水弄上船來，沒有泵就不

行。又譬如爲了船上的安全裝有消防設備，萬一有了火警，得靠泵打水滅火；船的底艙積了水也要泵來抽掉。有些船上操舵也靠泵，由此看來，泵在船上的任務是很多、很重的。

根據所輸送的流體來分，泵的用途大致有這幾種：

1. 打水 像前面所說的，鍋爐裏面的水必須用泵打進去，這種泵稱爲給水泵。船上人員用的水要利用海水泵抽到船上來；吃的水要利用淡水泵從淡水櫃送到各個地點去；洗澡間用的熱水要依靠熱水泵輸送。機艙裏面凝結器用的冷却水要靠循環水泵從船外抽進來；蒸汽在凝結器裏面凝結成水，要用空氣泵抽出去。抽海水滅火，要用消防水泵；沖洗廁所用衛生泵。因此，船上用來打水的泵是很多的。

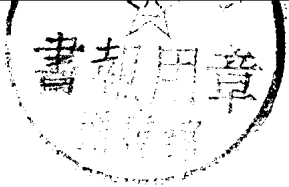
2. 打油 如果鍋爐是燒油的，那末，將油從船外運到船上，或者由這個油艙搬到那個油艙，必須用輸油泵輸送。將油噴進爐膛的是燃油泵；將潤滑油送到機器各個轉動部分去的是潤滑油泵，像這些泵所打的都是黏性較大的油料。

3. 抽空氣 有些船上抽艙底水是用離心泵，在起動的時候必須先把進水管內的空氣抽掉，水才能吸進泵裏去，這個抽空氣的工作，有時利用一種特殊的泵來完成。

4. 用作液壓傳動 有一種特殊構造的泵不但能產生液壓，並且能控制液壓的大小和方向，對於那些採用電力液壓式舵機、甲板機械的船舶，這種泵是整個傳動機構中不可缺少的一部分。

前面說的水泵、油泵等是按照泵的用途來稱呼的，如果根據它的式樣來分，泵可以分成活塞泵、離心泵、旋轉泵、噴射式泵等。

活塞泵在船上常常見到，式樣也比較多，下面比較詳細地談談關於活塞泵的各種問題。



二、活塞泵的構造和動作

根據活塞泵吸水排水動作的不同，可以將它分成三類，就是：單作用泵、雙作用泵和差壓式泵；這三類泵的動作是這樣的：

1. 單作用泵

它是由一個泵缸、一個活塞和兩個閥門構成的；圖 1 說明這幾個零件的裝配方法，1 是泵缸，2 是活塞，3 是活塞桿，4 是吸入閥門，5 是壓出閥門，6 是吸水管，7 是壓水管。當活塞還沒有在泵缸裏面移動的時候，吸水管 6、泵缸 1 和壓水管 7 內充滿了空氣，吸水管內的水位和管外的水位是相等的。等到活塞開始從下死點（實線所表示的位置）向上移動時，活塞下面的空間跟着加大，裏面的壓力隨着減小，於是吸入閥門 4 被頂開，泵缸和吸水管連通，吸水管 6 內的空氣流進泵缸內，吸水管內的壓力也跟着減小，管子外面的水就被吸進管內向上升高；等活塞到達上死點（虛線所表示的位置）時，活塞不再上移，活塞

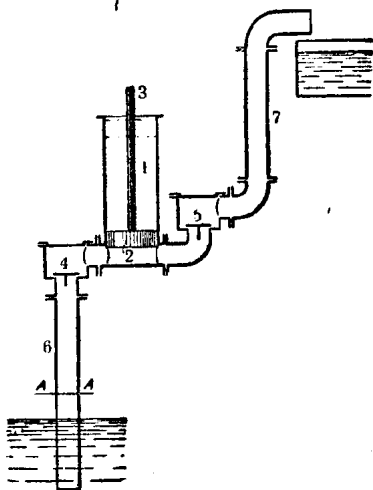


圖 1

下面的空間也不再增大，壓力不再減小，吸入閥門下落關閉，吸水管外面的水也不再被吸進管內，這時管子內的水位已經升高了一段距離。

當活塞回過頭來從上死點向下移動時，活塞下面的空間越來越小，裏面的壓力越來越大，吸入閥門 4 壓得更緊，而壓出閥門 5 却被頂開，於是泵缸裏面的空氣就經過壓出閥門 5 進到壓水管 7 內，然後流出管外；等活塞回到下死點時，活塞下面的空間不再減小，壓力不再增加，這時壓出閥門落下關閉，而泵缸內的空氣已經排走了一部分。

等活塞第二次由下死點向上行時，吸水管 6 內的水位又上升一段距離；而活塞第二次由上死點回頭向下移動時，泵缸內空氣又被排出一部分。活塞照這種情形不斷地上下移動，每上下移動一次，吸水管內的水位就上升一段，泵缸內的空氣也被排出一部分；到泵缸裏面的空氣完全排光以後，活塞下面就完全被水充滿了。活塞繼續移動，水就會經過壓出閥門 5 流到壓水管內，最後流出壓水管到儲水櫃去，而水池內的水也不斷的進到吸水管內。泵就是這樣地將低處的水送到高處去的。例如，將船外的水抽到船上來。

由這可以知道，每當活塞向上移動時，有水量進到泵缸內，而當活塞向下移動時，才有水量由壓水管排出，就是說活塞只有一面能發生吸水壓水的作用，這是單作用泵動作的情形。

2. 雙作用泵

單作用泵只有兩個閥門，並且都安排在活塞的一端，使得活塞只有一面發生吸水壓水的作用，另外一面不發生作用。如果在活塞的另外一端也裝上一個吸入閥門和一個壓出閥門，像

圖 2 所示的一個臥式泵，它的左端和右端各有一個吸入閥門和排出閥門，這樣的泵便是一個雙作用泵了。

它的動作情形是這樣的：當活塞 7 由左向右移動時，水池內的水就經過吸水管 5 和吸入閥門 1 進到活塞左面的泵缸內，這時候活塞右面泵缸內原來已經吸進來的水量，被活塞壓迫，頂開壓出閥門 3 流到壓水管 6 內，然後流出去。再當活塞由右死點向左移動時，吸進活塞左面的水被活塞壓迫，頂開壓出閥門 2 流到壓水管 6 內，然後流出；而活塞右面的泵缸這時候却是吸水，吸入閥門 4 打開，水由吸水管經過閥門 4 流到泵缸內。由此可以知道，雙作用泵活塞的兩面都可以發生吸水、壓水的作用。船上應用的活塞泵大多數是這一類。

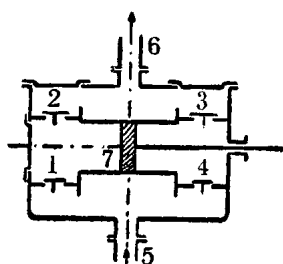


圖 2

3. 差 壓 式 泵

如果將單作用泵的壓水管和活塞本來不發生吸水、壓水作用的一面溝通起來，如圖 3 所示，同時將活塞桿 5 做得粗一些，那末就成為一個差壓式泵了。

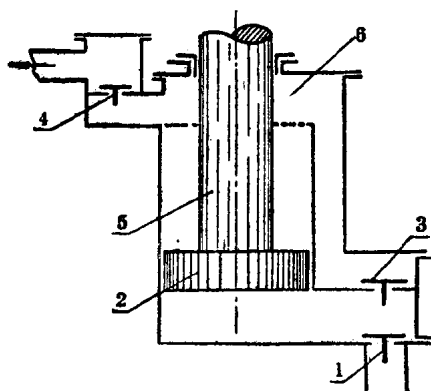


圖 3

用的那一面溝通起來，如圖 3 所示，同時將活塞桿 5 做得粗一些，那末就成為一個差壓式泵了。

差壓式泵的動作是這樣的（圖 3）：當活塞由下向上移動時，吸入閥門 1 開放，水由吸水管進到活塞下面的空

間內；當活塞回頭由上向下移動時，活塞下面的水受到壓迫，吸入閥門 1 關閉，壓出閥門 3 被頂開，水量經過閥門 3 流到通道 6 內，如果通道 6 內本來已充滿了水的，那末，又有水量經過閥門 3 進來就會將閥門 4 頂開，流到壓水管，然後流出去，但是，這時候由於活塞向下移動，活塞上面的空間漸漸增加，有一部分水量由這個增加的空間容納下來了，結果活塞下面壓出的水只有一部分是流到壓水管去，另一部分流到了活塞上面的空間，暫時停留一下。

當活塞再由下向上移動時，一方面吸入閥門 1 開放，吸水管內的水被吸進活塞下面的空間，另一方面活塞上面的空間減小，壓力增大，壓出閥門 3 關閉，而閥門 4 被頂開，於是也有一部分水量流到壓水管向外流出。

由此可知，差壓式泵的活塞只有向上移動時是吸水，而向上下兩端移動時都有壓水作用，也就是說它將單作用泵活塞移動一次所壓出的水量，分配在兩次移動時間內壓出。

差壓式泵在船上很少用。

三、活塞泵的結構零件

構成活塞泵的主要零件是泵缸、活塞、活塞桿、連接桿、填料箱、閥門、閥門箱、空氣室等，下面分別談談這些零件的構造式樣。

1. 活 塞

活塞是泵能夠發生吸水壓水作用的主要零件，依照它的形狀可以分成：盤狀活塞、柱形活塞和閥門式活塞三種。

1) 盤狀活塞 盤狀活塞是圓盤形，通常都是用鑄鐵做成的，如果是用在海水泵裏面，則用青銅做成，可以抵抗腐蝕。

活塞既然是用來在泵缸中移動，產生吸水和壓水的作用，當然希望它在移動時和泵缸之間能夠不漏水才行，爲了達到這個目的，活塞上常裝上填料環，同時爲了不使泵缸裏面的水漏出去和外面的空氣漏進泵缸來，在活塞桿穿過泵缸的地方還裝有填料箱，裏面放進填料環。填料環是金屬的(青銅或鑄鐵)，或者是皮質的、膠木的、木料的，也有用纖維軟填料的，看所抽的液體性質和溫度怎樣來決定用甚麼材料。

圖4是一個雙作用泵的盤狀活塞，由上下兩塊圓盤1和2拼成，在每一塊圓盤的周圍開有一道槽，裏面嵌有鑄鐵環3，防止活塞在泵缸裏面移動時漏水。兩塊圓盤的中間都開有孔，不過下圓盤2的孔是圓錐形。4是活塞桿，它的頭上一段比較細，車有螺紋，螺紋

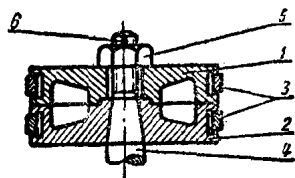


圖 4

下面一段車成圓錐形，和下圓盤的圓錐形孔剛好能配合，將活塞桿4穿進圓盤的孔中，再在活塞桿頭上捻上螺帽5，這樣，就可以將活塞和活塞桿裝定在一起了，並且圓盤1、2也可以很緊密的拼成一個活塞。爲了防止螺帽鬆脫，在活塞桿頂端還開了一個小孔，將插銷6插進去，壓住螺帽，螺帽就不會轉動了。

上圓盤1的下面做成凹形的圓槽，下圓盤2的上面有凸出的一部分，這上下兩個部分剛好能配合，這樣，在裝配的時候，兩塊圓盤能夠非常容易的裝在同一個圓心上。

這種活塞的好處是牢實可靠，但是圓盤和活塞桿接觸的錐面需要加工得很準確，比較費工。

圖 5 所示的活塞，也是用兩塊拼成的，一塊是活塞體 1，另一塊是蓋在活塞體上的蓋板 2；在活塞體的外面裝有兩根保持水密用的鑄鐵環 3，在環 3 之間夾有一根青銅的定位環 4。

和上面的一種活塞一樣，活塞桿 5 也是做成圓錐形，套在活塞體 1 中間的孔中，用螺帽 6 捻緊。

圖 6 表示一個裝有木質填料環的活塞，1 是用硬木料（如橡樹）做成的填料環，在它的裏面有一層金屬環 2，利用它的張力將木質環壓緊在泵缸上。

圖 7 也是一個雙作用泵的盤狀活塞，它由活塞體 1、蓋圈 2、空心圓盤 3 構成，當裝配到活塞桿上

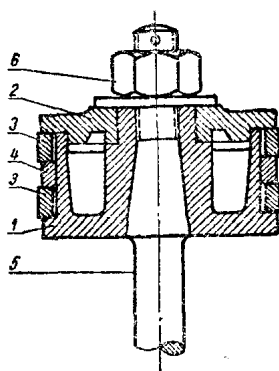


圖 5

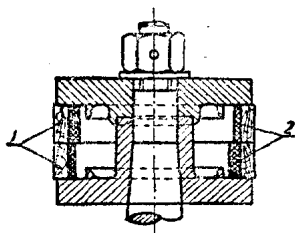


圖 6

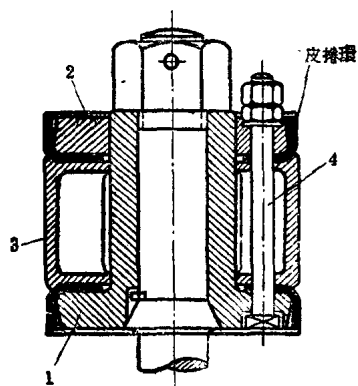


圖 7

時，在活塞體、蓋圈與空心圓盤之間加上兩塊皮捲環，朝兩個方向將活塞體 1 的圓盤和蓋圈 2 包住，活塞體圓盤和蓋圈的直徑比皮捲環小些，這樣一來，當活塞向上行時，水就流進上面一個皮捲環內去，因為水是有壓力的，於是將皮捲環緊緊地壓在泵缸壁上；當活塞向下行時，水進到下面一個皮

捲環內，也將皮捲環緊壓在泵缸壁上，因此，活塞在向上下兩個方向移動時都能和泵缸之間保持嚴密。

用木料或皮質填料環的活塞運動時摩擦大，並且裝有皮質填料環的泵，如果日久不使用，皮捲環會發乾，變得很硬，到用的時候必須先用水浸一浸或塗油，使它變軟了才能使用，金屬填料環就沒有這種缺點。

有的時候活塞上面不加填料環，而是將活塞四周的表面精細加工——磨光，同時活塞的直徑做得和泵缸的內徑差不多，使它們能配合得很嚴密，然後將活塞四周開幾道槽（圖8），這樣，也可以得到防止漏水的作用，不過這樣做法，造價比較高。

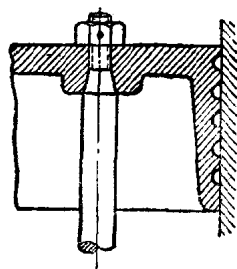


圖 8

圖9是一個用軟填料的活塞，2是活塞本體，3是壓圈，軟填料1夾在活塞本體和壓圈之間，並用螺釘4捻緊，調節螺釘4就可以改變填料壓在泵缸壁5上的鬆緊度。

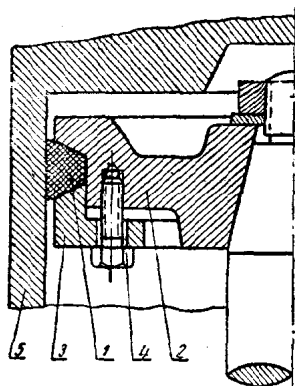


圖 9

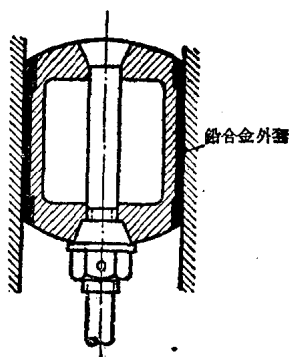


圖 10

圖 10 是一個鑄成整體的空心活塞，在外面包有一層鉛合金，不必裝填料環，這樣，一方面能保持嚴密，同時可以使泵缸壁表面不容易損壞。

2) 柱形活塞 柱形活塞像一根圓柱子，通常都是用鑄鐵做成的，直徑小的做成實心，直徑大的做成空心，以減輕它的重量。

柱形活塞比較長，本身就有保持水密的作用，因此，活塞上不裝填料環，只在活塞穿過泵缸的地方裝用填料箱，防止洩漏。

這裏介紹幾種柱形活塞：圖 11，12 示空心柱形活塞的構造。圖 13 是一個差壓式泵的活塞。圖 14 所示的空心鑄鐵柱形活塞，在它的外面包有一層青銅外套，可以防止柱塞和泵缸壁的表面被磨壞。

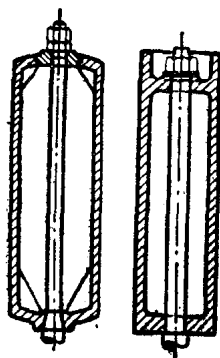


圖 11

圖 12



圖 13

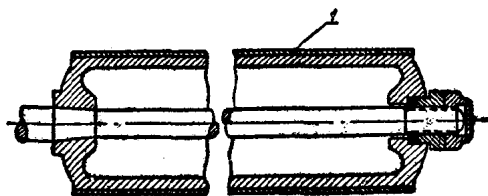


圖 14

3) 閘門式活塞 在壓水高度不大的提升式泵中，它的活塞是閘門式的，像圖 15 所示，這種活塞實際上是一個盤面被穿通了的盤狀活塞，在敞開的活塞面上裝置有兩片閘門，這閘門是由半圓形的皮片做成的，左右兩塊皮片的上下二面裝有鐵板，使閘門的重量增加。當活塞向下行時，泵缸裏的水就衝開

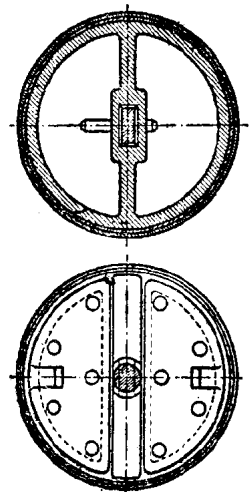
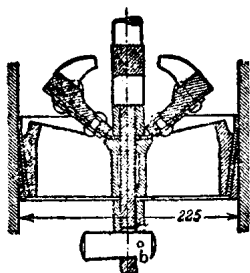


圖 15

閥門，進到活塞上部；活塞向上行或者不動時，閥門因為本身的重量會向下關閉，使已經升到上部的水不會回流。鐵板上面有一個凸出的角，是用來限制閥門轉開的程度的。

圖16示桶形空氣泵的閥門式活塞。

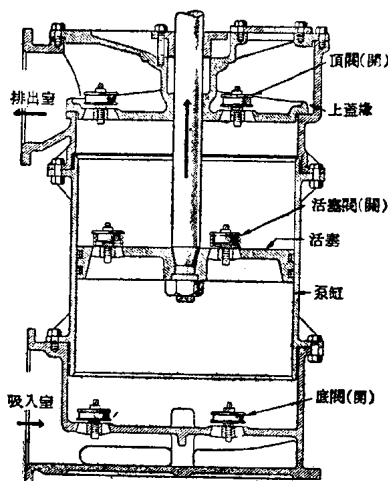


圖 16

2. 活塞桿、連接桿

有些泵的活塞上裝有活塞桿、連接桿，有些泵却只有活塞桿或連接桿，這要看泵用甚麼原動機帶動和泵的大小怎樣而定。推動活塞的方法不外下面三種：

1) 不用連接桿，原動機的活塞桿直接連在泵的活塞上，如圖 17 所示。在直動式蒸汽泵上是這樣的；

- 2) 不用活塞桿（圖 18），活塞和連接桿直接相連；
- 3) 連接桿通過十字接頭和活塞桿相連，大型動力泵 必須用這種推動法（第 19 圖）。



圖 17



圖 18



圖 19

活塞桿和連接桿都是用圓形斷面的鋼料製造的。前面已經說過，活塞桿或連接桿和活塞連接的一端，最好車成圓錐形，以便裝配好後牢實可靠。同時，在活塞桿頂端捻緊活塞用的螺帽最好是銅的，這樣可以防止螺帽與活塞銹牢。再者，螺帽上面還必須有鎖緊裝置，譬如加上銷子，以防止螺帽鬆脫。

3. 填料箱

活塞桿或柱形活塞穿過泵缸的地方必須裝填料箱，加以封閉，免得活塞壓水時泵缸內的水被壓出缸外，活塞吸水時將空氣吸進泵缸。填料有軟填料，金屬填料等，一般都是採用軟填料，而軟填料最通用的是蔴和石棉繩。

圖 20 說明一個高轉速泵的填料裝置法，1 和 2 是填料，中間用一個分離環 3 隔開，分離環上有一個孔 4，由此孔可以將潤滑油送到裏面的活塞桿上，8 是紅銅的填料底襯套，5 是壓蓋，利用螺柱 6 和螺帽 7 裝置在填料箱上，以便壓住填料，如果活塞桿或柱塞的直徑不大，用兩只螺柱就夠了，壓蓋的凸緣

做成橢圓形。如果活塞桿或柱塞的直徑大於 100 公厘，就要用三只或四只螺柱，壓蓋的凸緣則做成圓形。

旋緊螺帽的時候，幾只螺帽旋緊的程度要一致，壓蓋才能平穩；如果一邊鬆一邊緊，壓蓋發生傾斜，就會和活塞桿相碰。

活塞桿直徑不大時，可以像圖 21 這樣，不用螺柱，而是將填料箱 1 外面車出螺紋，捻上一個螺帽 2，

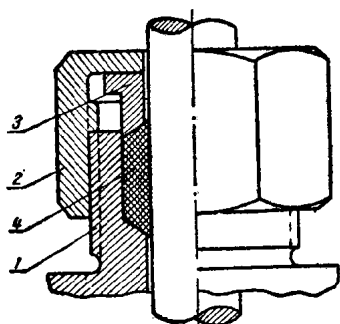


圖 21

角形，照圖上的方法裝進填料箱，當壓蓋 3 壓緊時，幾只環之間產生楔的作用，青銅環 1 向外擠，鉛合金環 2 向內擠，貼緊活塞桿，更加能發揮保持嚴密的作用。4 是軟填料，它的作用是增加彈性。

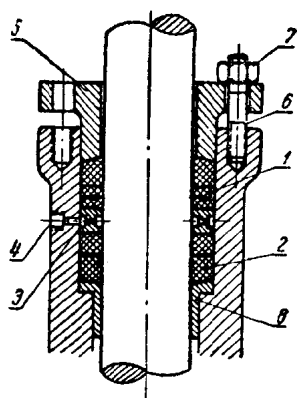


圖 20

捻緊螺帽就可以將壓蓋 3 向下壓，從而壓緊填料 4，這樣，可以使壓蓋上所受到的壓力均勻，不致於發生壓蓋傾斜碰着活塞桿的毛病。

在高壓泵中，填料是採用金屬的，如圖 22 所示，1 是青銅環，2 是能夠耐磨的軟質鉛合金環，兩種環的斷面都是三

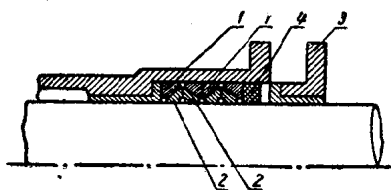


圖 22

4. 泵 缸

泵缸通常都是用鑄鐵做成的，有時在裏面加上一層青銅鑄成的襯套，以便當泵缸內壁表面被磨損時能夠另換一只，而不必將整個泵缸拋掉。

製造泵缸時，要注意水的進出口位置應該佈置正確，使進到泵缸裏面的空氣能夠在壓水行程中由出口排出去；圖 23 的佈置方法就不好，出口太低，結果有些空氣不能排掉，在泵缸裏面形成空氣囊，降低了吸水時候的真空度，吸進來的水量就會減少。圖 24 和圖 25 的佈置方法才是正確的，泵缸裏面不會留有空氣。

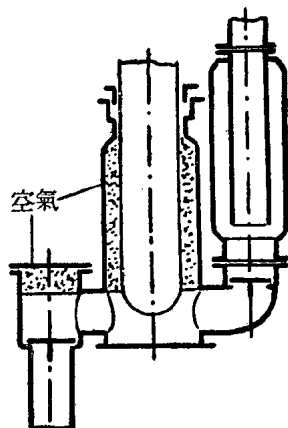


圖 23

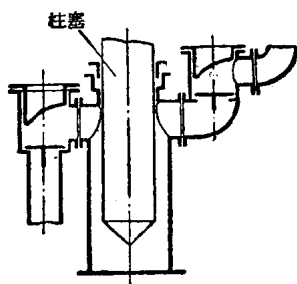


圖 24

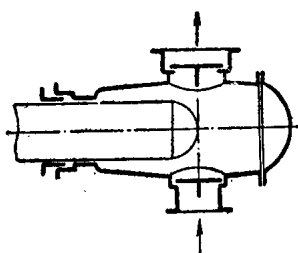


圖 25

5. 閥 門

在前面討論泵的動作時已知道，當活塞在泵缸裏面移動時，吸水作用和壓水作用交替發生，就是說吸水管和壓水管替

換的開關，這個使吸水管壓水管開關的任務要依靠閥門來完成，因此，閥門必須符合下面的條件：

1) 閥門在關閉的時候要能完全不漏水，使吸進泵缸或壓出泵缸的水不會通過閥門漏回來；

2) 閥門要有導引裝置，使它在打開或關閉的時候不會被咬住，並且要能準確地落在閥座上；

3) 閥門打開以後所形成的通路要足夠讓液體通過，並且儘量減少液體流向的改變，這樣，才能減少流動阻力。不是一定需要的彈簧壓力要儘量減少或免去；

4) 閥門關閉時動作要迅速，但要求和閥座不發生強烈的撞擊。

閥門的開或關，完全是按照活塞行動的方向自動控制的，這可以分成兩種類型：

1) 彈簧閥門 這種閥門的上面裝有彈簧，打開它的是由液體傳來的壓力，而關閉時是依靠彈簧的力量。在轉速比較快的泵上都是採用這一種閥門；

2) 重力閥門 這種閥門不裝彈簧，本身較重，打開它仍然是依靠液體傳來的壓力，但關閉時却完全依賴本身的重量，這種閥門只在轉速較慢的小型泵上採用。

閥門的開關有兩種方式：閥門開關的動作是上下移動的稱為提升閥門。閥門開關的動作是繞着一根軸轉動的稱為活板閥門。下面詳細地談談它們的構造：

提升閥門有好幾種式樣：閥盤和閥座互相接觸的表面是平面的稱為平面閥門；有的閥盤和閥座接觸的表面是圓錐形，稱為錐面閥門；又有的表面是球形的，稱為球面閥門；有些閥門是圓環形，稱為環形閥門；有些閥門包含好些個小閥門，稱為組合閥門。