



3 液压执行元件及辅助元件

3.1 液压缸

3.2 液压马达

3.3 液压辅助元件

思考题与习题





3.1 液压缸

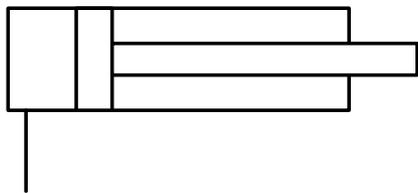
3.1.1 液压缸分类

液压缸可分为单作用式液压缸和双作用式液压缸两类。单作用式液压缸又可分为无弹簧式、附弹簧式、柱塞式三种，如图3-1所示；双作用式液压缸又可分为单杆形，双杆形两种，如图3-2所示。

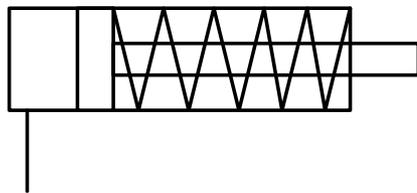




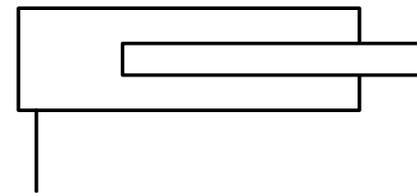
3 液压执行元件及辅助元件



(a)



(b)



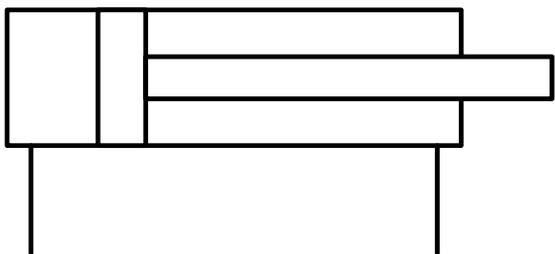
(c)

图3-1 单作用液压缸

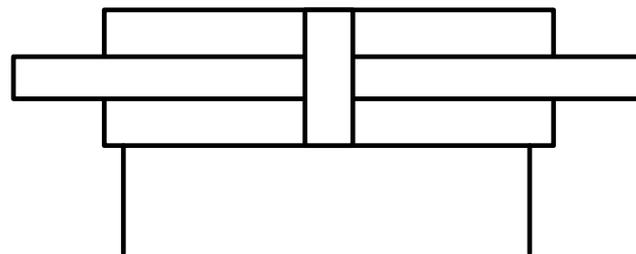




3 液压执行元件及辅助元件



(a)



(b)

图3-2 双作用式液压缸
(a) 单杆形； (b) 双杆形





3 液压执行元件及辅助元件

3.1.2 液压缸结构

如图 3-3 所示为液压缸，它由缸筒、盖板、活塞、活塞杆、缓冲装置、放气装置和密封装置等组成。选用液压缸时，首先应考虑活塞杆的长度(由行程决定)，再根据回路的最高压力选用适合的液压缸。

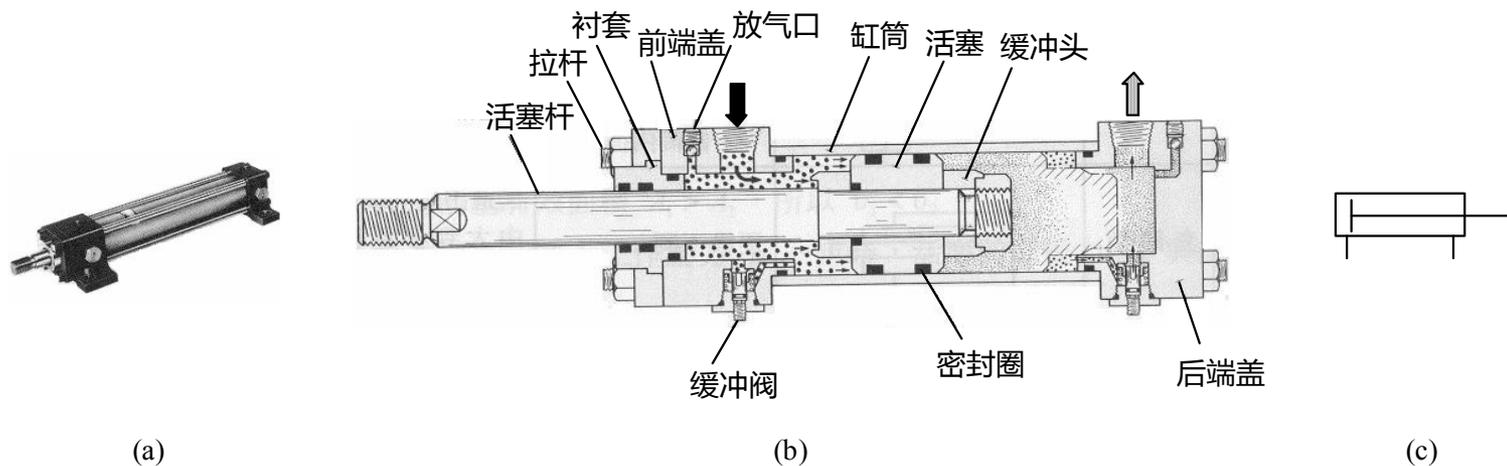


图3-3 液压缸结构

(a) 外观； (b) 结构； (c) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

(1) 缸筒。缸筒主要由钢材制成。缸筒内要经过精细加工，表面粗糙度 $R_a < 0.08 \text{ nm}$ ，以减少密封件的摩擦。

(2) 盖板。通常它由钢材制成，有前端盖和后端盖之分，它们分别安装在缸筒的前后两端。盖板和缸筒的连接方法有焊接、拉杆、法兰、罗纹连接等。

(3) 活塞。活塞的材料通常是钢或铸铁，有时也采用铝合金。活塞和缸筒内壁间需要密封，采用的密封件有“O”形环、“V”形油封、“U”形油封、“X”形油封和活塞环等。而活塞应有一定的导向长度，一般取活塞长度为缸筒内径的 $0.6 \sim 1.0$ 。





3 液压执行元件及辅助元件

(4) 活塞杆。它是由钢材做成的实心杆或空心杆。其表面经淬火再镀铬处理并抛光。

(5) 缓冲装置。为了防止活塞在行程的终点与前后端盖板发生碰撞，引起噪音，影响工件精度或使液压缸损坏，常在液压缸前后端盖上设有缓冲装置，以使活塞移到快接近行程终点时速度减慢下来直至停止。如图3-3(b)所示前后端盖上的缓冲阀是附有单向阀的结构。当活塞接近端盖时，缓冲环插入端盖板，即液压油的出入口，强迫液压油经缓冲阀的孔口流出，促使活塞的速度缓慢下来。相反，当活塞从行程的尽头将离去时，如液压油只作用在缓冲环上，活塞要移动的那一瞬间将非常不稳定，甚至无足够力量推动活塞，故必须使液压油经缓冲阀内的单向阀作用在活塞上，如此才能使活塞平稳的前进。





3 液压执行元件及辅助元件

(6) 放气装置。在安装过程中或停止工作一段时间后，空气将侵入液压系统内，缸筒内如存留空气，将使液压缸在低速时产生爬行、颤抖等现象，换向时易引起冲击，因此在液压缸结构上要能及时排除缸内留存的气体。一般双作用式液压缸不设专门的放气孔，而是将液压油出入口布置在前、后盖板的最高处。大型双作用式液压缸则必须在前、后端盖板设放气栓塞。对于单作用式液压缸，液压油出入口一般设在缸筒底部，放气栓塞一般设在缸筒的最高处。

(7) 密封装置。液压缸的密封装置用以防止油液的泄漏。液压缸的密封主要是指活塞、活塞杆处的动密封和缸盖等处的静密封。常采用“O”形密封圈和“Y”形密封圈。





3 液压执行元件及辅助元件

3.1.3 液压缸的参数计算

液压缸的工作原理如图3-4所示。液压缸缸体是固定的，液压油从A口进入作用在活塞上，产生一推力 F ，通过活塞杆以克服负荷 W ，活塞以速度 v 向前推进，同时将活塞杆侧内的液压油通过B口流回油箱。相反，若高压油从B口进入，则活塞后退。





3 液压执行元件及辅助元件

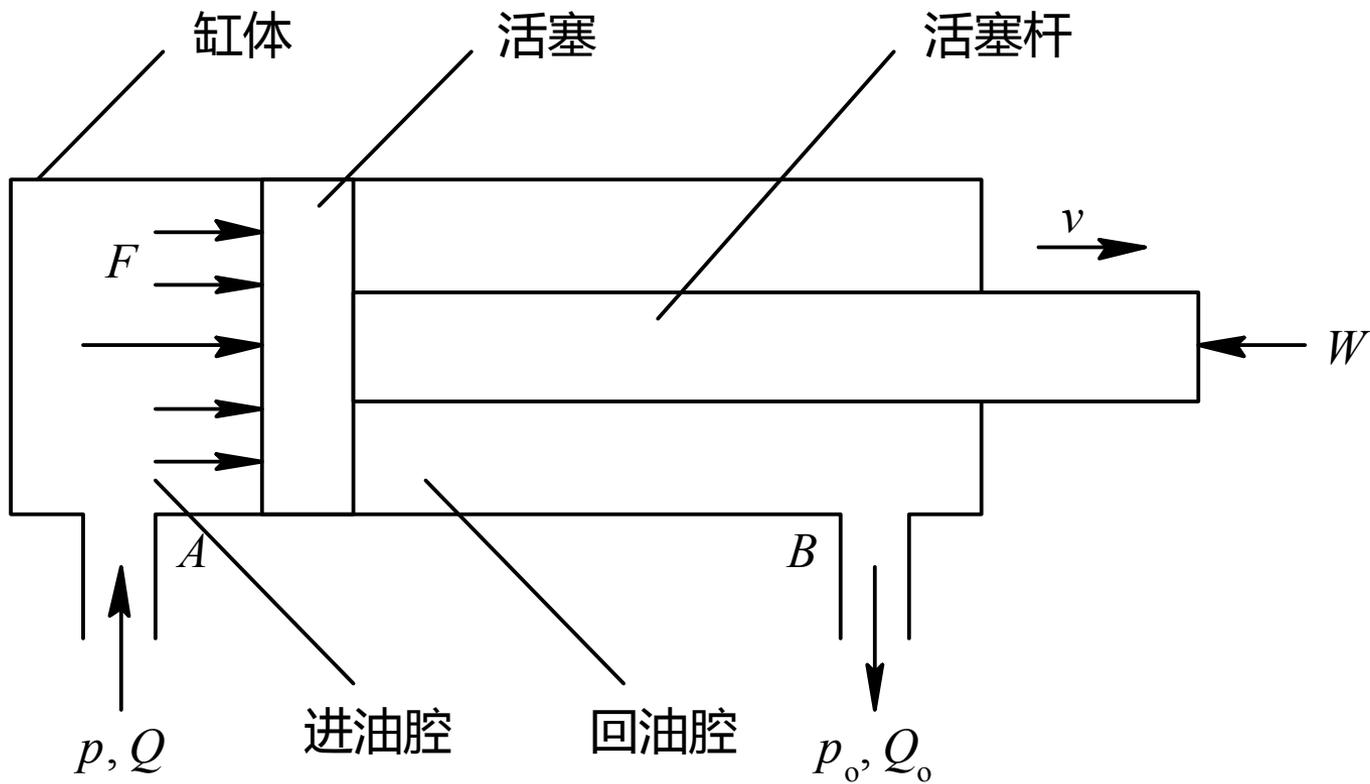


图3-4 液压缸的工作原理





3 液压执行元件及辅助元件

1. 速度和流量

若忽略泄漏，则液压缸的速度和流量关系如下：

$$Q=Av \quad (3-1)$$

$$v= \frac{Q}{A} \quad (3-2)$$

式中， Q 表示液压缸的输入流量(m^3/s 或 L/min ，其中 $1 L=1 \times 10^{-3} m^3$)； A 表示液压缸活塞上有效工作面积； v 表示活塞移动速度。

通常，活塞上工作有效面积是固定的，由式(3-2)可知，活塞的速度取决于输入液压缸的流量，又由上述理论可知，速度和负载无关。





3 液压执行元件及辅助元件

2. 推力和压力

推力 F 是压力为 p 的液压油作用在工作有效面积为 A 的活塞上，以平衡负载 W 。若液压缸回油接油箱，则 $p_0 = 0$ ，故有

$$F=W =p \cdot A(\text{N}) \quad (3-3)$$

式中， p 表示液压缸的工作压力（MPa）； A 表示液压缸活塞上有效工作面积（ mm^2 ）。

推力 F 可看成是液压缸的理论推力，因为活塞的有效面积固定，故压力取决于总负载。





3 液压执行元件及辅助元件

如图3-5(a)所示，当油液从液压缸左腔（无杆腔）进入时，活塞前进速度 v_1 和产生的推力 F_1 为

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (3-4)$$

$$F_1 = p_1 \cdot A_1 - p_2 \cdot A_2 = [(p_1 - p_2)D_2^2 + p_2 d^2] \quad (3-5)$$

如图3-5(b)所示，当油液从液压缸右腔（有杆腔）进入时，活塞后退的速度 v_2 和产生的推力 F_2 为

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)} \quad (3-6)$$





3 液压执行元件及辅助元件

$$F_2 = p_2 \cdot A_2 - p_1 \cdot A_1 = \frac{\pi}{4} (p_1 - p_2) D^2 - p_2 d^2 \quad (3-7)$$

因为活塞的有效面积 $A_1 > A_2$ ，所以 $v_1 < v_2$ ， $F_1 > F_2$ 。

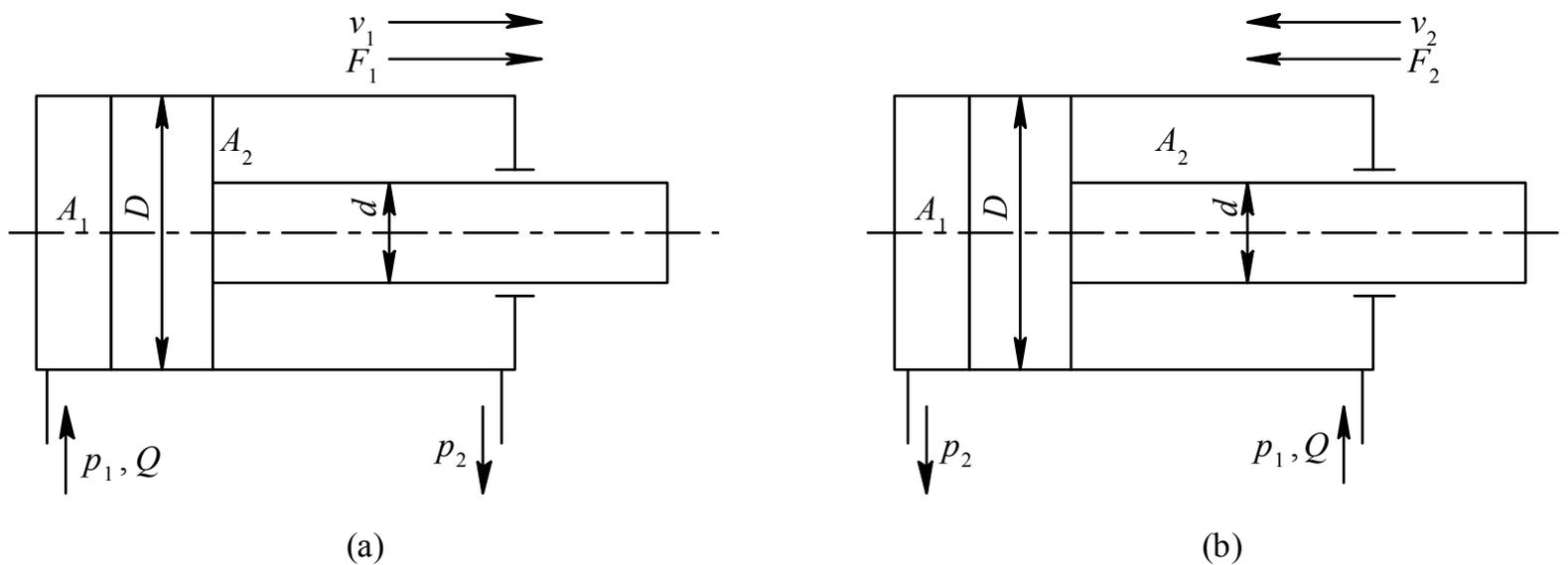


图3-5 单杆活塞缸





3 液压执行元件及辅助元件

图3-6所示为单杆活塞的另一种联结方式。它把右腔的回油管道和左腔的进油管道接通。这种联结方式称为差动联结。活塞前进的速度 v 及推力 F 为

$$v_3 = \frac{Q + Q'}{A_1} = \frac{Q + \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)v_3}{\frac{\pi}{4}D^2}$$

则有

$$v_3 = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad (3-8)$$

$$F_3 = p(A_1 - A_2) = p \frac{\pi d^2}{4} \quad (3-9)$$





3 液压执行元件及辅助元件

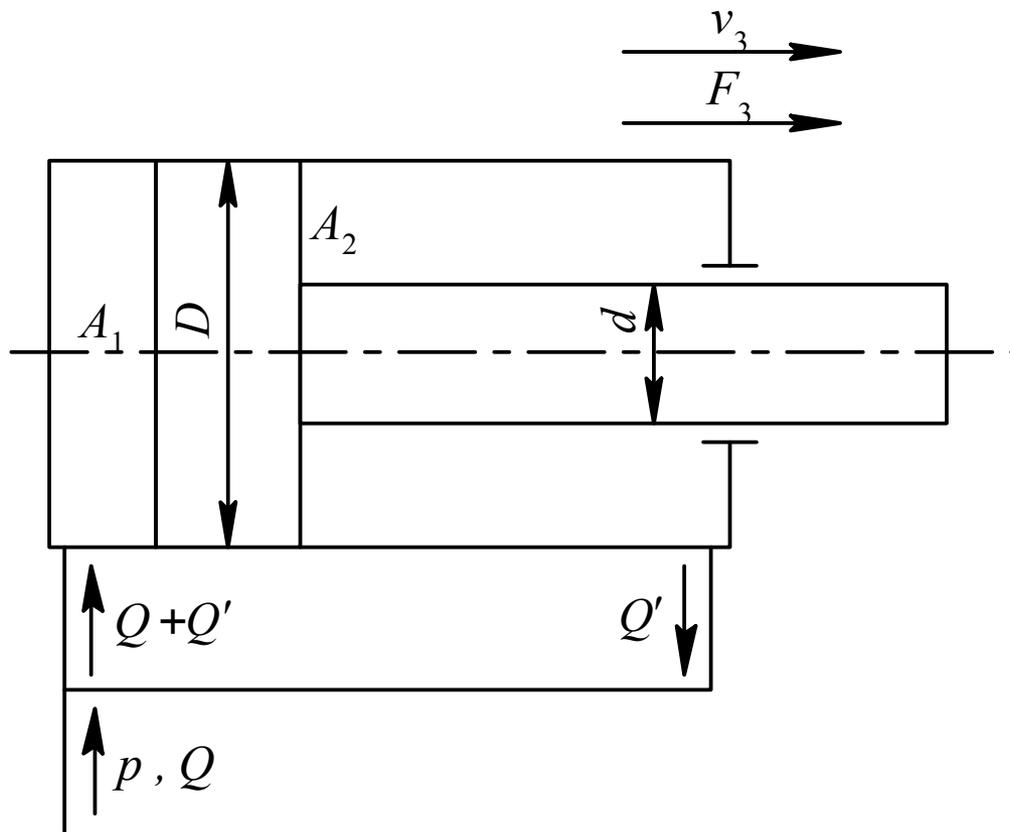


图3-6 差动缸





3 液压执行元件及辅助元件

3.1.4 其他液压缸

1. 摆动缸

摆动式液压缸也称摆动马达。当它通入液压油时，它的主轴输出小于 360° 的摆动运动。

如图3-7(a)所示为单叶片式摆动缸，它的摆动角度较大，可达 300° 。当摆动缸进、出油口压力为 p_1 和 p_2 ，输入流量为 Q 时，它的输出转矩 T 和角速度 ω 为

$$T = b \int_{R_1}^{R_2} (p_1 - p_2) r dr = \frac{b}{2} (R_2^2 - R_1^2) (p_1 - p_2) \quad (3-10)$$

$$\omega = 2\pi n = \frac{2Q}{b(R_2^2 - R_1^2)} \quad (3-11)$$





3 液压执行元件及辅助元件

式中， b 为叶片的宽度， R_1 ， R_2 为叶片底部和顶部的回转半径。

图3-7(b)所示为双叶片式摆动缸，它的摆动角度和角速度为单叶片式的一半，而输出转矩是单叶片式的两倍。如3-7(c)所示为摆动缸的职能符号。

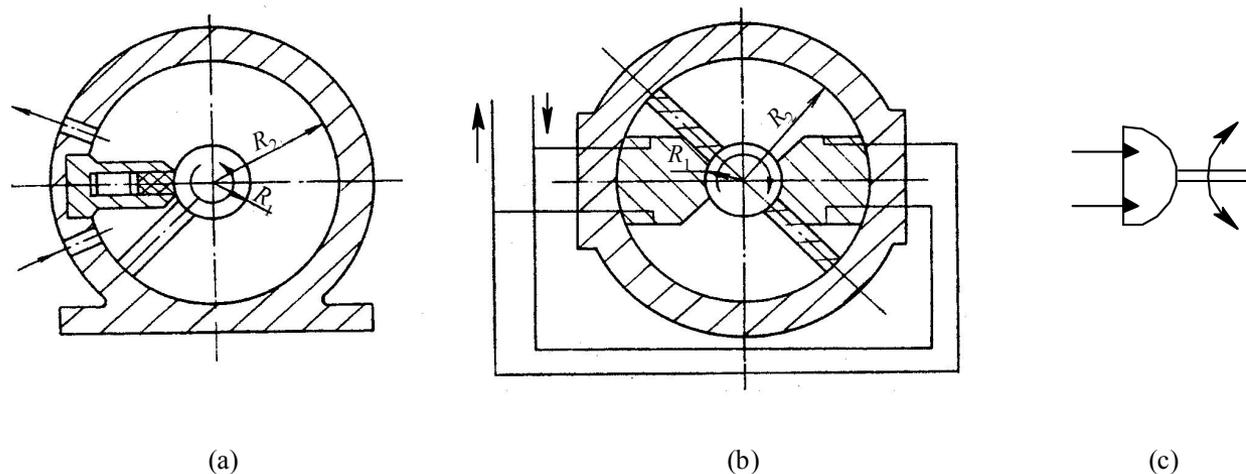


图3-7 摆动缸

(a) 单片式摆动缸； (b) 双叶片式摆动缸； (c) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

2. 增压缸

在某些短时或局部需要高压的液压系统中，常用增压缸与低压大流量泵配合作用，单作用增压缸的工作原理如图3-8(a)所示，输入低压力为 p_1 的液压油，输出高压力为 p_2 的液压油，增大的压力关系为

$$p_2 = p_1 \left(\frac{D}{d} \right)^2 \quad (3-12)$$

单作用增压缸不能连续向系统供油。如图3-8(b)所示为双作用式增压缸，可由两个高压端连续向系统供油。





3 液压执行元件及辅助元件

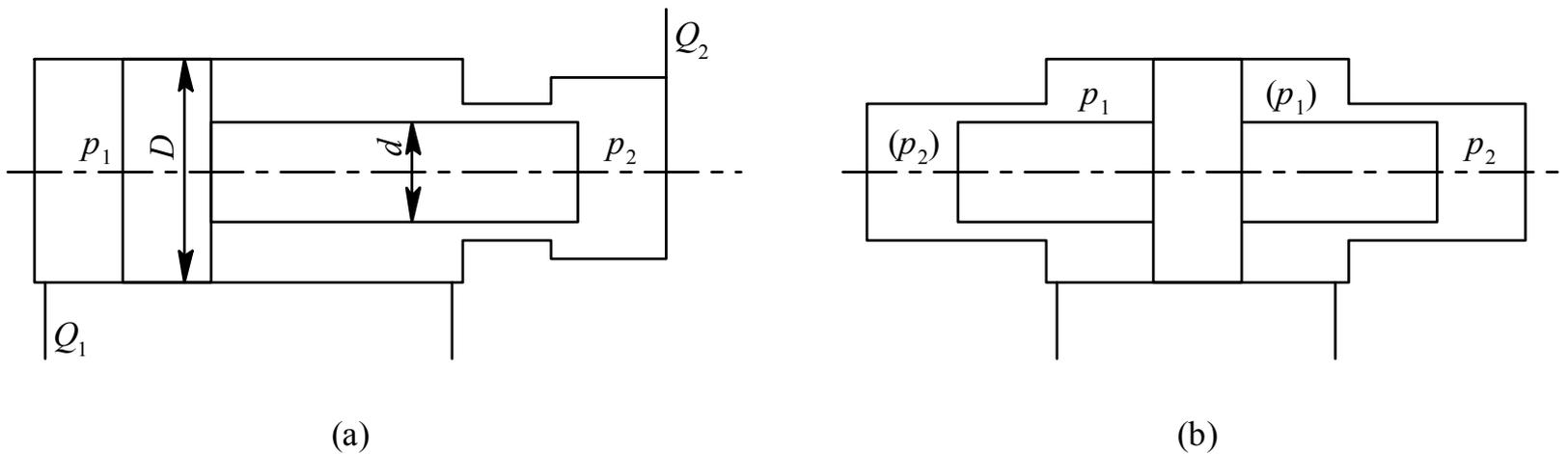


图3-8 增压缸

(a) 单作用式增压缸； (b) 双作用式增压缸





3 液压执行元件及辅助元件

3. 伸缩缸

如图3-9所示，伸缩式液压缸由两个或多个活塞式液压缸套装而成，前一级活塞缸的活塞是后一级活塞缸的缸筒，可获得很长的工作行程。伸缩缸可广泛用于起重运输车辆上。如图3-9(a)所示是单作用式伸缩缸，图3-9(b)是双作用式伸缩缸。





3 液压执行元件及辅助元件

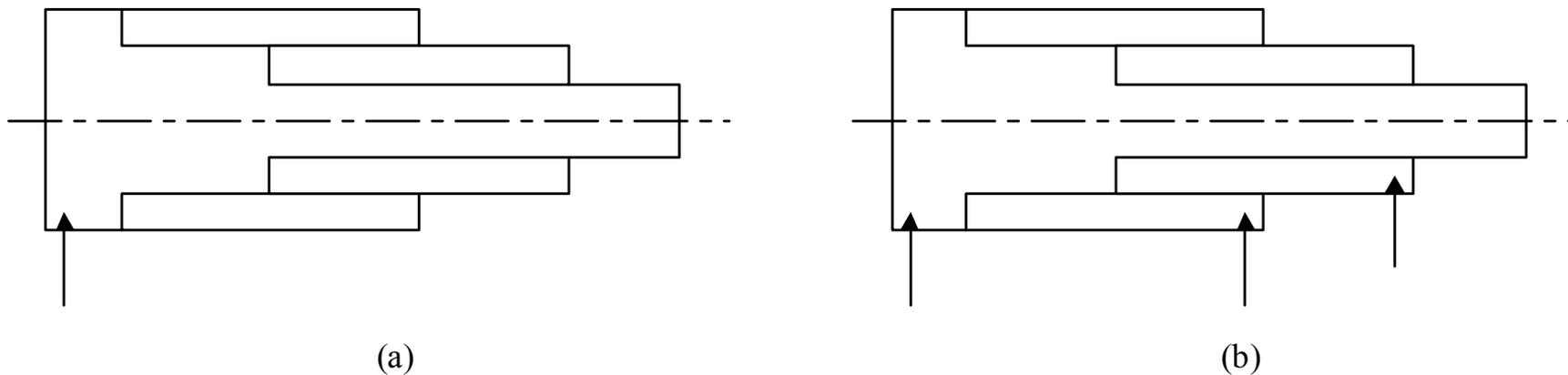


图3-9 伸缩缸

(a) 单作用式伸缩缸； (b) 双作用式伸缩缸





3 液压执行元件及辅助元件

4. 齿轮缸

如图3-10所示为齿轮缸。它由两个柱塞和一套齿轮齿条传动装置组成，当液压油推动活塞左右往复运动时，齿条就推动齿轮往复转动，从而由齿轮驱动工作部件作往复旋转运动。

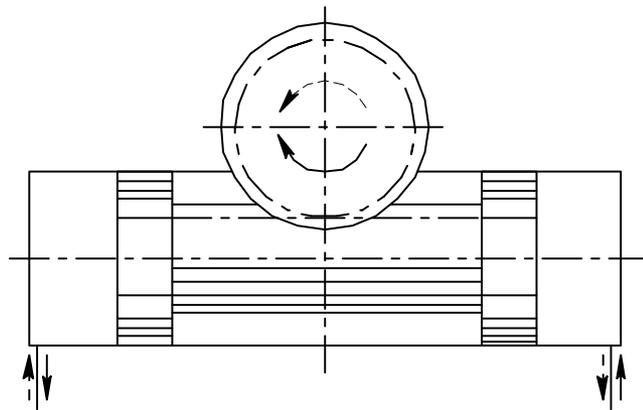


图3-10 齿轮缸





3.2 液压马达

3.2.1 液压马达分类及特点

液压马达按其结构类型来分，可以分为齿轮式、叶片式、柱塞式等形式；也可按液压马达的额定转速分，可分为高速和低速两大类：额定转速高于500 r/min的属于高速液压马达，额定转速低于500 r/min的属于低速液压马达。高速液压马达的基本形式有齿轮式、螺杆式、叶片式和轴向柱塞式等。高速液压马达的主要特点是转速高，转动惯量小，便于启动和制动等。

通常高速液压马达输出转矩不大（仅几十牛·米到几百牛·米），所以又称为高速小转矩马达。





3 液压执行元件及辅助元件

低速液压马达的基本形式是径向柱塞式，低速液压马达的主要特点是排量大，体积大，转速低（几转甚至零点几转每分钟），输出转矩大（可达几千牛·米到几万牛·米），所以又称为低速大转矩液压马达。

3.2.2 液压马达职能符号

液压马达职能符号如图3-11所示。





3 液压执行元件及辅助元件

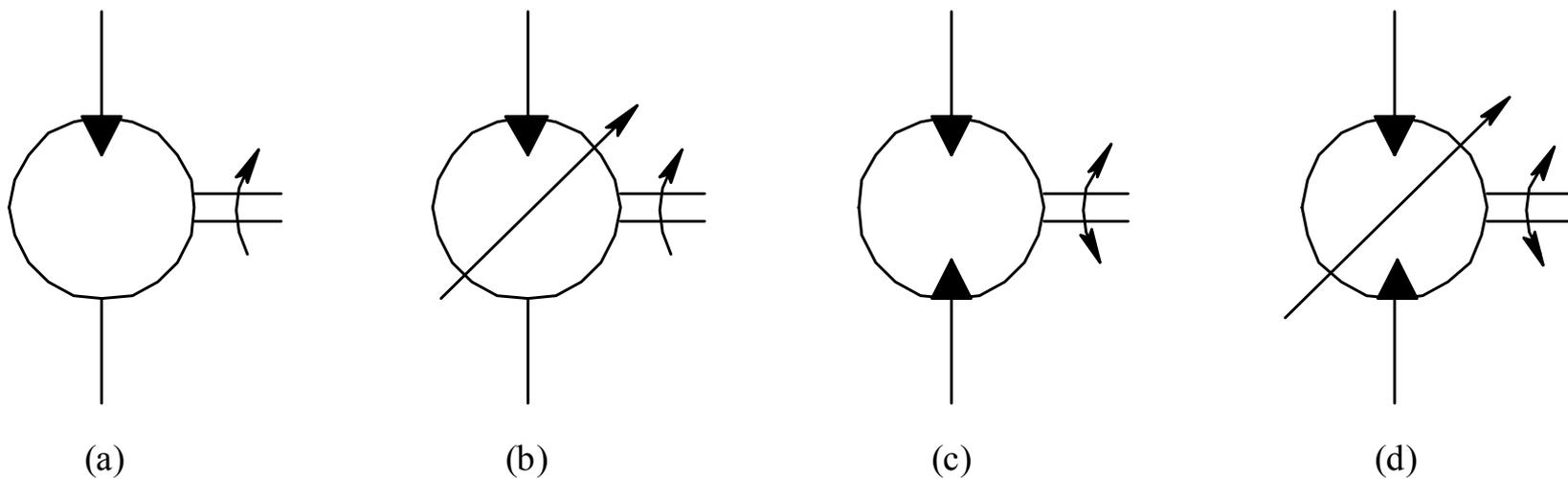


图3-11 液压马达的职能符号

- (a) 单向定量液压马达； (b) 单向变量液压马达；
(c) 双向定量液压马达； (d) 双向变量液压马达





3 液压执行元件及辅助元件

3.2.3 液压马达参数计算

因为理论上液压马达输入、输出功率相等，所以有如下关系：

$$\Delta p Q_{ac} = T_{th} \omega \quad (3-13)$$

即有

$$\Delta p q n = T_{th} 2\pi \cdot n \quad (3-14)$$

式中， Q_{ac} 表示输入液压马达的实际流量（ m^3/min ）； ω 表示马达角速度（ r/min ）； T_{th} 表示理论转矩（ $\text{N} \cdot \text{m}$ ）； Δp 表示马达的输入压力与马达出口压力差（ Pa ）。





3 液压执行元件及辅助元件

所以有

$$T_{th} = \frac{\Delta p q}{2\pi} \quad (3-15)$$

$$T_{ac} = \eta_m T_{th} \quad (3-16)$$

式中， T_{ac} 表示液压马达实际输出转矩（ $\text{N} \cdot \text{m}$ ）； q 表示马达排量（ m^3/r ）； η_m 表示液压马达的机械效率。

$$n = \frac{Q}{q} \eta_v \quad (3-17)$$

式中， n 表示马达转速（ r/min ）； η_v 表示液压马达的容积效率。





3 液压执行元件及辅助元件

$$P_{\tau} = \frac{2\pi \cdot n T_{ac}}{60 \times 10^3} (kW) \quad (3-18)$$

式中， P_{τ} 表示液压马达输出功率。





3.3 液压辅助元件

3.3.1 油箱

油箱的主要功能是储存油液，此外，还有散热(以控制油温)，阻止杂质进入，沉淀油中杂质，分离气泡等功能。

油箱容量如果太小，就会使油温上升。油箱容量一般设计为泵每分钟流量的2~4倍，或所有管路及元件均充满油，且油面高出过滤器50~100 mm，而液面高度只占油箱高度的80%时的油箱容积。





3 液压执行元件及辅助元件

1) 油箱形式

油箱可分为开式和闭式两种，开式油箱中油的油液面和大气相通，而闭式油箱中的油液面和大气隔绝。液压系统中大多数采用开式油箱。

2) 油箱结构

开式油箱大部分是由钢板焊接而成的，图3-12所示为工业上使用的典型焊接式油箱

3) 隔板及配管的安装位置

隔板装在吸油侧和回油侧之间，如图3-13所示，以起到沉淀杂质、分离气泡及散热的作用。





3 液压执行元件及辅助元件

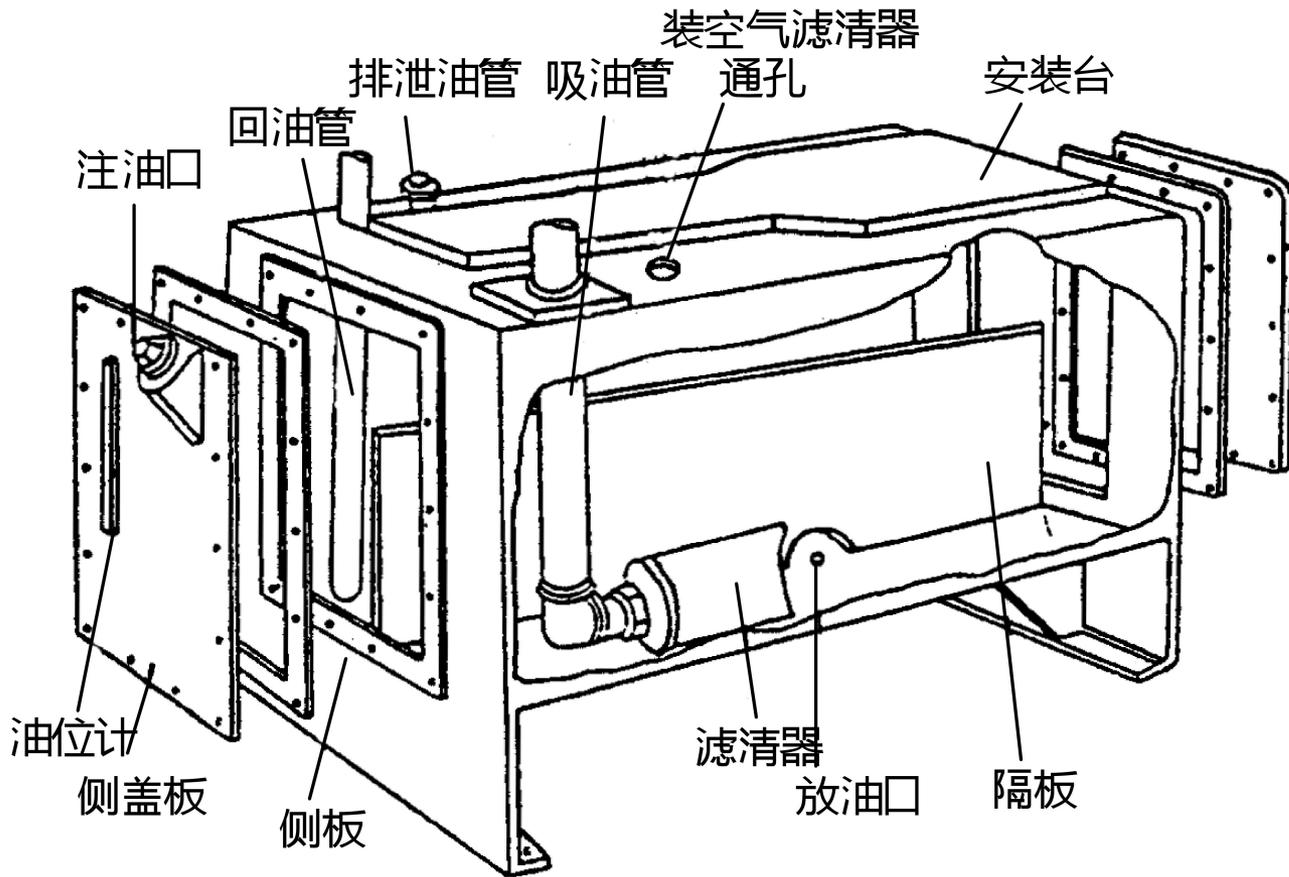


图3-12 焊接式油箱





3 液压执行元件及辅助元件

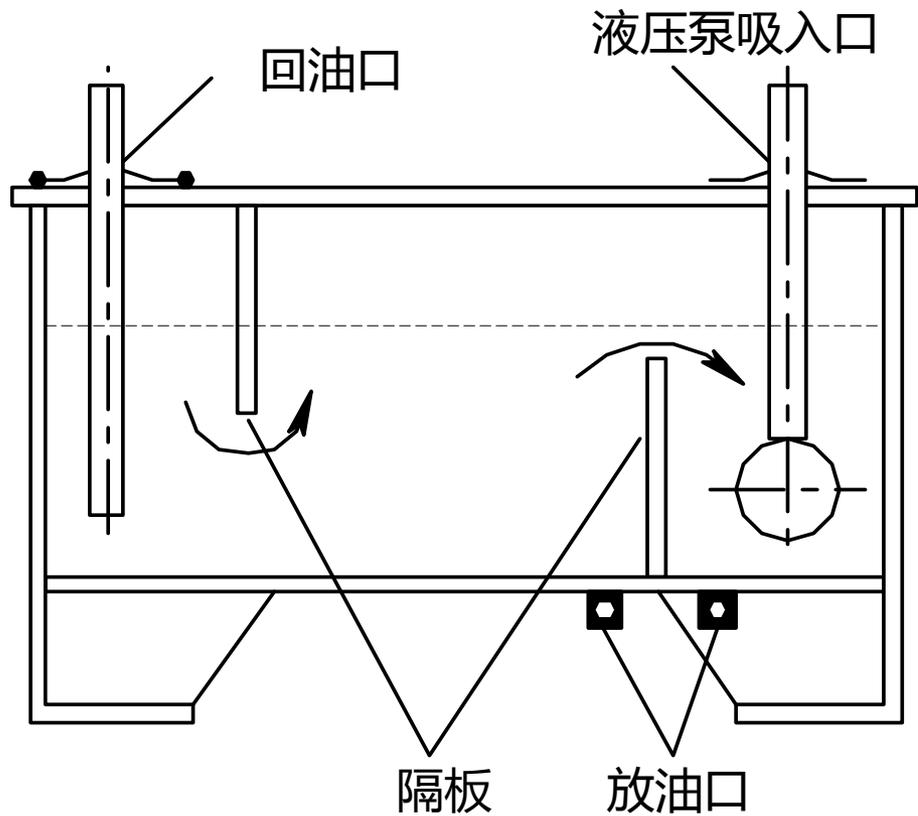


图3-13 隔板的位置





3 液压执行元件及辅助元件

油箱中常见的配油管有回油管、吸油管及排泄管等，有关安装尺寸见图3-14所示。

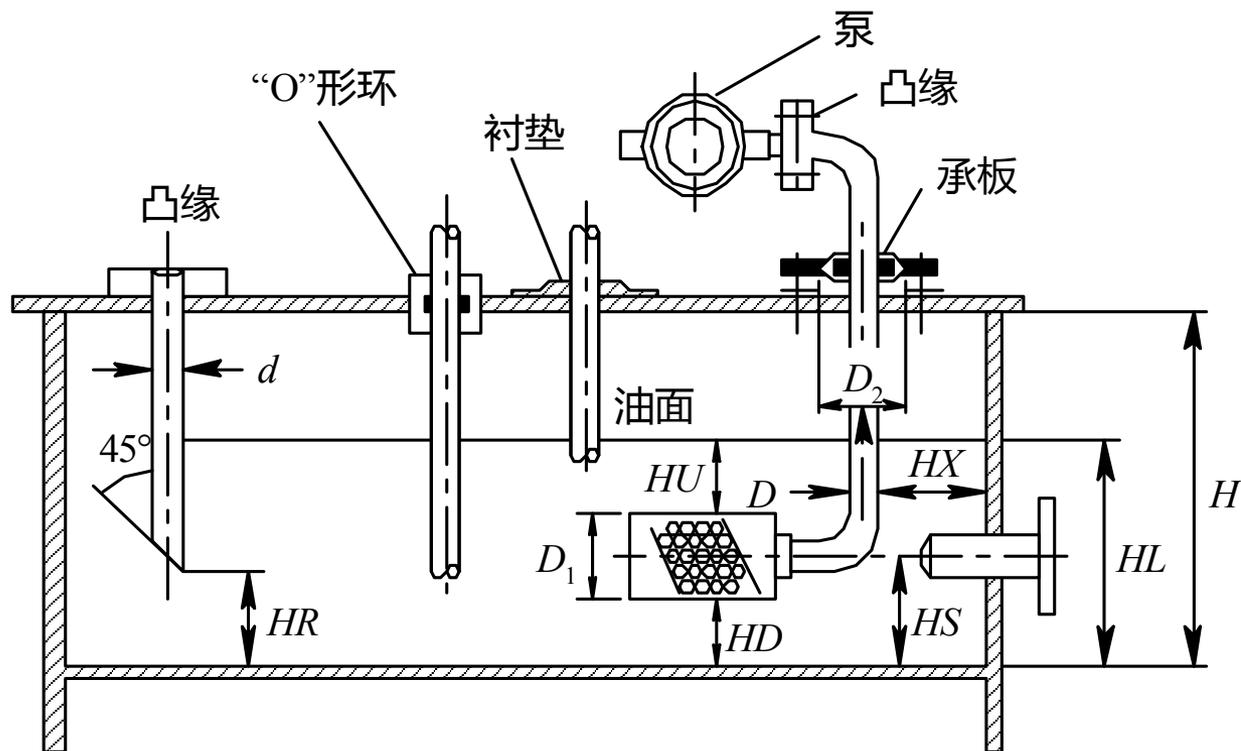
吸油管的口径应为其余供油管径的1.5倍，以免泵吸入不良。回油管末端要浸在液面下，且其末端切成 45° 倾角并面向箱壁，以使回油冲击箱壁而形成回流，这样有利于冷却油温和沉淀杂质。

系统中排泄管应尽量单独接入油箱。各类控制阀的排泄管端部应在液面以上，以免产生背压；泵和马达的外泄油管其端部应在液面之下，以免吸入空气。





3 液压执行元件及辅助元件



回油管 $HR \geq 2d$; 吸入管 $D_2 > D_1$;

吸入位置 $S = \frac{1}{4}H$ 为基准 HD 、 HU 在 $50 \sim 100 \text{ mm}$ 范围内 $HX \geq 3D$

图3-14 配管的安装及尺寸





3 液压执行元件及辅助元件

4) 附设装置

为了监测液面，油箱侧壁应装油面指示计。为了检测油温，一般在油箱上装温度计，且温度计直接浸入油中。在油箱上亦装有压力计，可用以指示泵的工作压力。

3.3.2 滤油器

1. 滤油器的结构

滤油器（**filter**）一般由滤芯(或滤网)和壳体构成。其通流面积由滤芯上无数个微小间隙或小孔构成。当混入油中的污物（杂质）大于微小间隙或小孔时，杂质被阻隔而滤清出来。若滤芯使用磁性材料时，则可吸附油中能被磁化的铁粉杂质。





3 液压执行元件及辅助元件

滤油器可以安装在油泵的吸油管路上或某些重要零件之前，也可安装在回油管路上。

滤油器可分成液压管路中使用的和油箱中使用的两种。油箱内部使用的滤油器亦称为滤清器和粗滤器，是用来过滤掉一些太大的，容易造成泵损坏的杂质（在 0.1mm^3 以上）的，图3-15为壳装滤清器（strainer），装在泵和油箱吸油管途中。如图3-16所示为无外壳滤清器，安装在油箱内，拆装不方便，但价格便宜。





3 液压执行元件及辅助元件

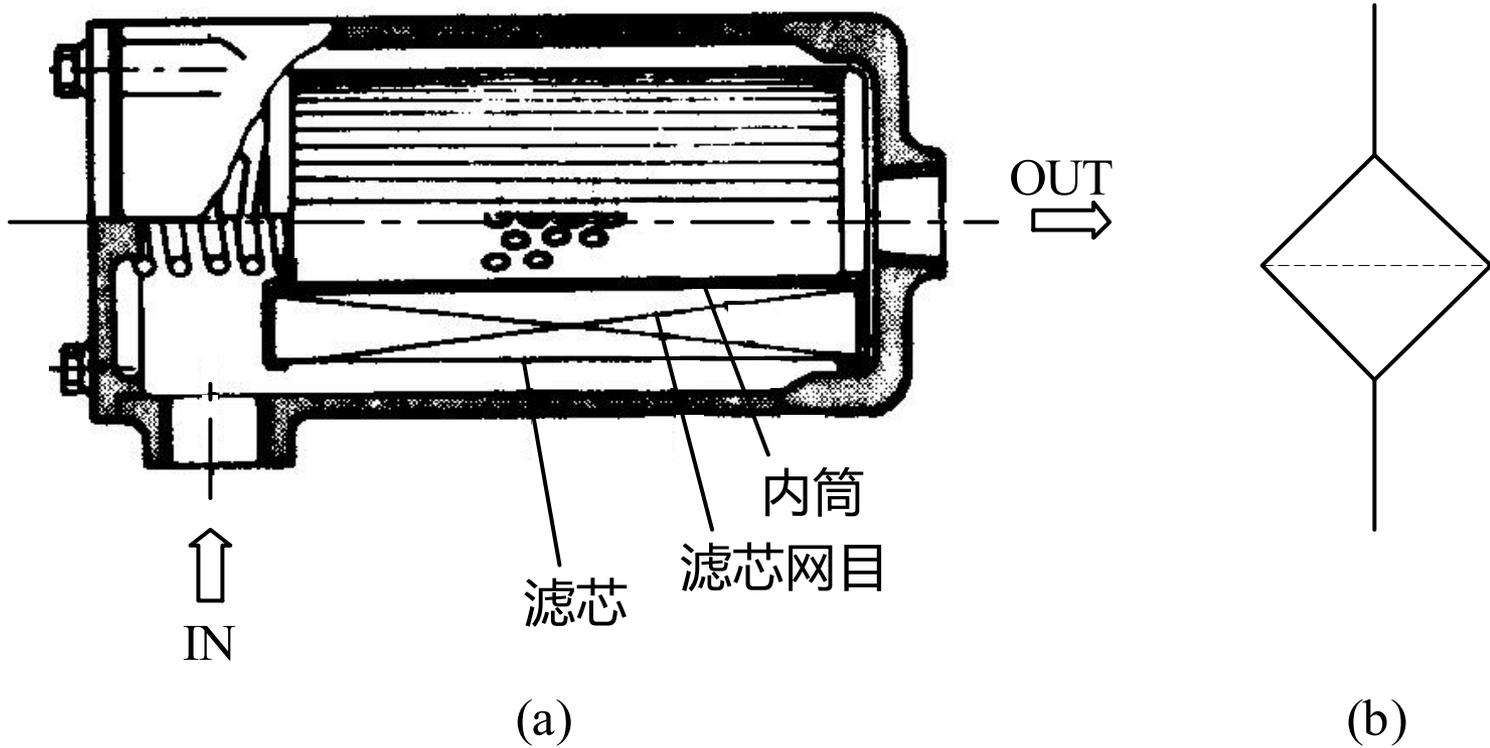


图3-15 壳装滤清器

(a) 结构； (b) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

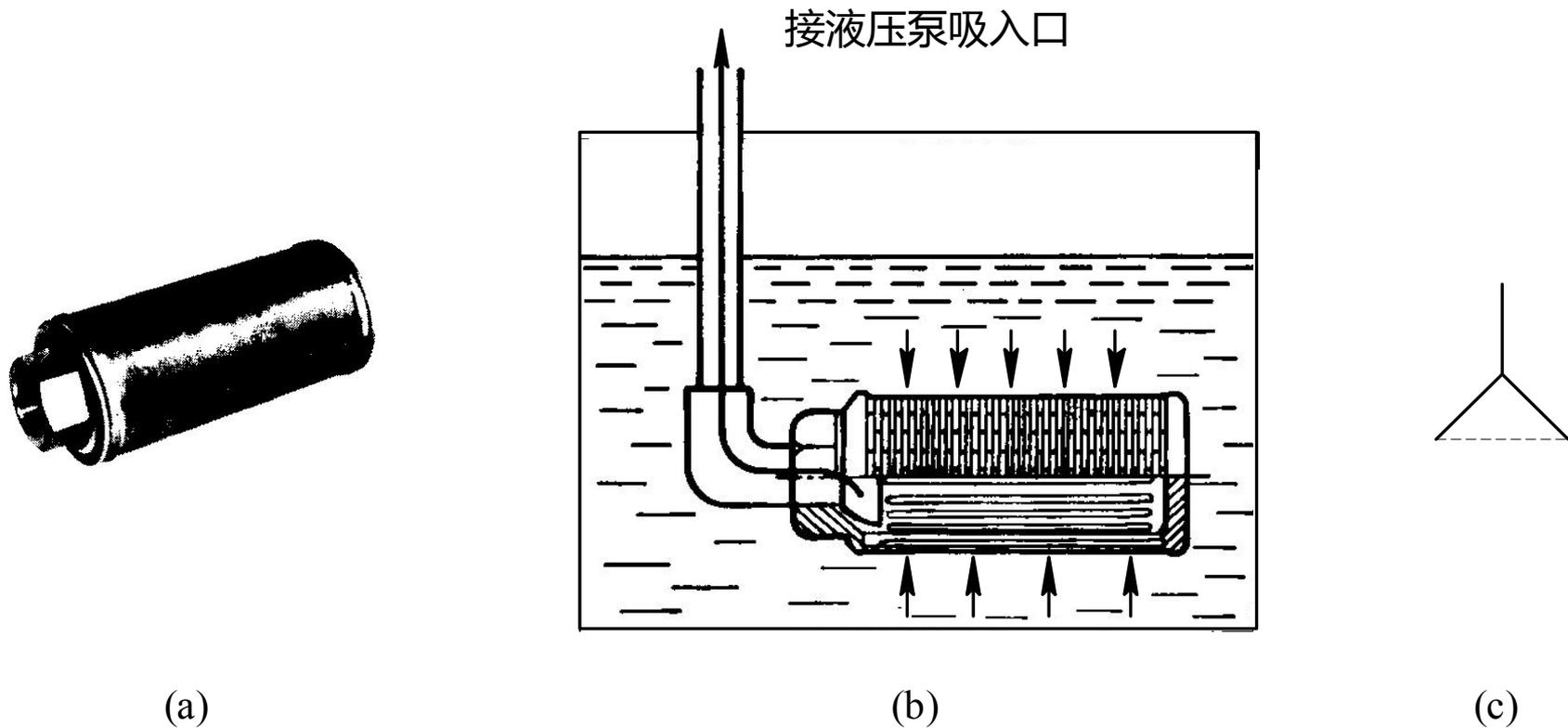


图3-16 无外壳滤清器
(a) 外观； (b) 结构； (c) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

管用滤油器有压力管用滤油器及回油管用滤油器。如图3-17所示为压力管用滤油器，因要受压力管路中的高压，所以耐压力问题必须考虑；回油管用滤油器是装在回油管路上的，压力低，只需注意冲击压力的发生即可。就价格而言，压力管用滤油器较回油管用滤油器贵出许多。





3 液压执行元件及辅助元件

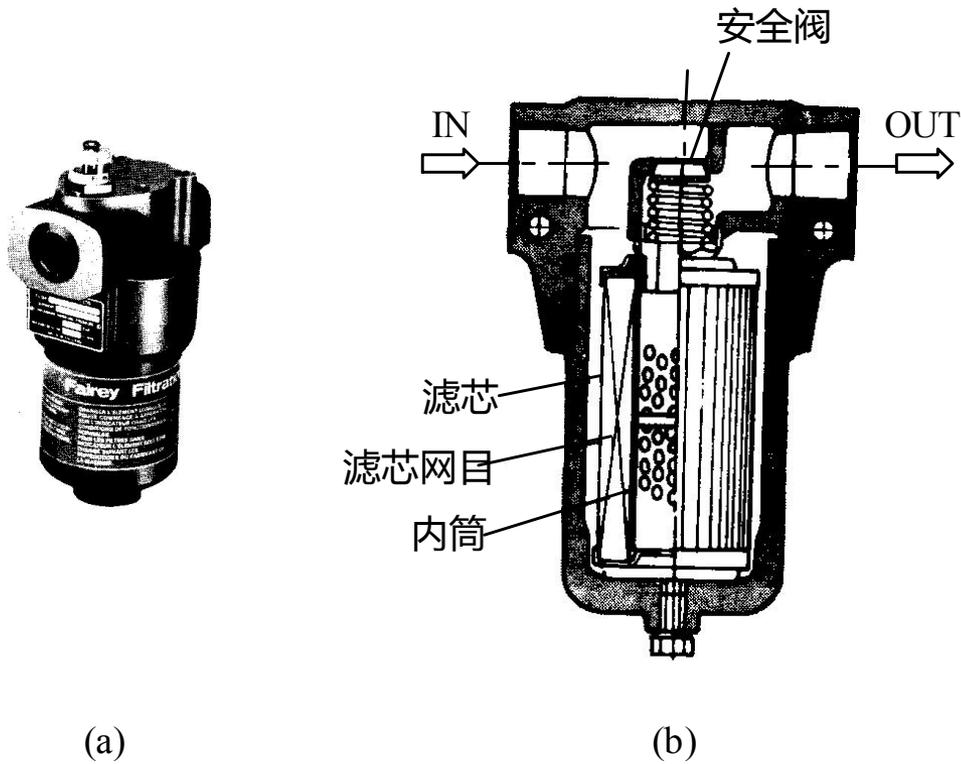


图3-17 压力管用滤油器
(a) 外观； (b) 结构





3 液压执行元件及辅助元件

2. 滤油器的选用

选用滤油器时应考虑如下问题：

(1) 过滤精度。原则上大于滤芯网目的污染物是不能通过滤芯的。滤油器上的过滤精度常用能被过滤掉的杂质颗粒的公称尺寸大小来表示。系统压力越高，过滤精度越低。表3-1为液压系统中建议采用的过滤精度。

(2) 液压油通过的能力。液压油通过的流量大小和滤芯的通流面积有关。一般可根据要求通过的流量选用相对应规格的滤油器。（为降低阻力，滤油器的容量为泵流量的2倍以上。）





3 液压执行元件及辅助元件

表3-1 建议采用的过滤精度





3 液压执行元件及辅助元件

(3) 耐压。选用滤油器时必须注意系统中冲击压力的发生。而滤油器的耐压包含滤芯的耐压和壳体的耐压。一般滤芯的耐压为 $0.01\sim 0.1$ MPa，这主要靠滤芯有足够的通流面积，使其压降小，以避免滤芯被破坏。滤芯被堵塞，压降便增加。

必须注意：滤芯的耐压和滤油器的使用压力是不同的，当提高使用压力时，要考虑壳体是否承受得了，而与滤芯的耐压无关。





3 液压执行元件及辅助元件

3. 滤油器的安装位置

如图3-18所示为液压系统中滤油器的几种可能安装位置。

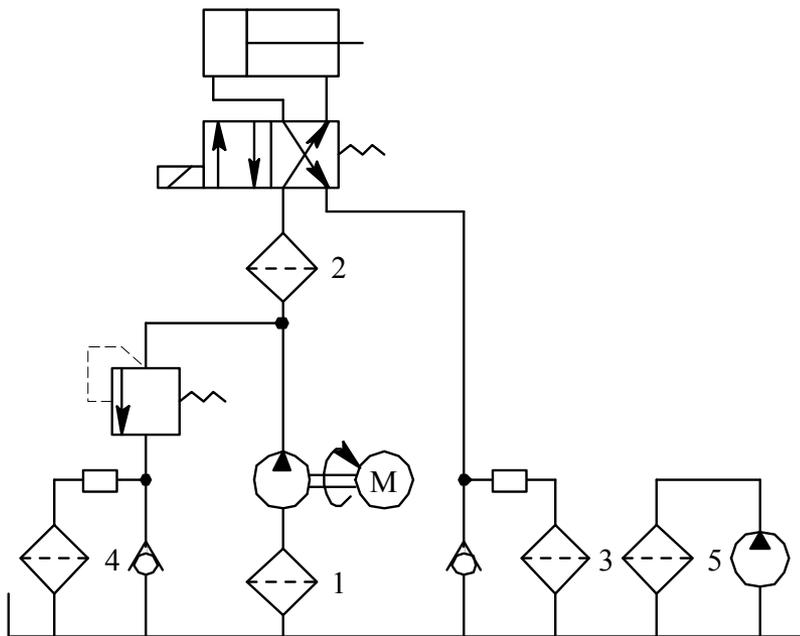


图3-18 滤油器的安装位置





3 液压执行元件及辅助元件

(1) 滤油器（滤清器）1：安装在泵的吸入口，其作用如前文所述。

(2) 滤油器2：安装在泵的出口，属于压力管用滤油器，用来保护泵以外的其他元件。

一般装在溢流阀下游的管路上或和安全阀并联，以防止滤油器被堵塞时泵形成过载。

(3) 滤油器3：安装在回油管路上，属于回油管用滤油器，此滤油器的壳体耐压性可较低。





3 液压执行元件及辅助元件

(4) 滤油器4：安装在溢流阀的回油管上，因其只通泵部分的流量，故滤油器容量可较小。如滤油器2、3的容量相同，则通过流速降低，过滤效果会更好。

(5) 滤油器5：为独立的过滤系统，其作用是不断净化系统中的液压油，常用在大型的液压系统里。

3.3.3 空气滤清器

为防止灰尘进入油箱，通常在油箱的上方通气孔装有空气滤清器。有的油箱利用此通气孔当注油口，如图3-19所示为带注油口的空气滤清器。空气滤清器的容量必须能使当液压系统达到最大负荷状态时，仍能保持大气压力的程度。





3 液压执行元件及辅助元件

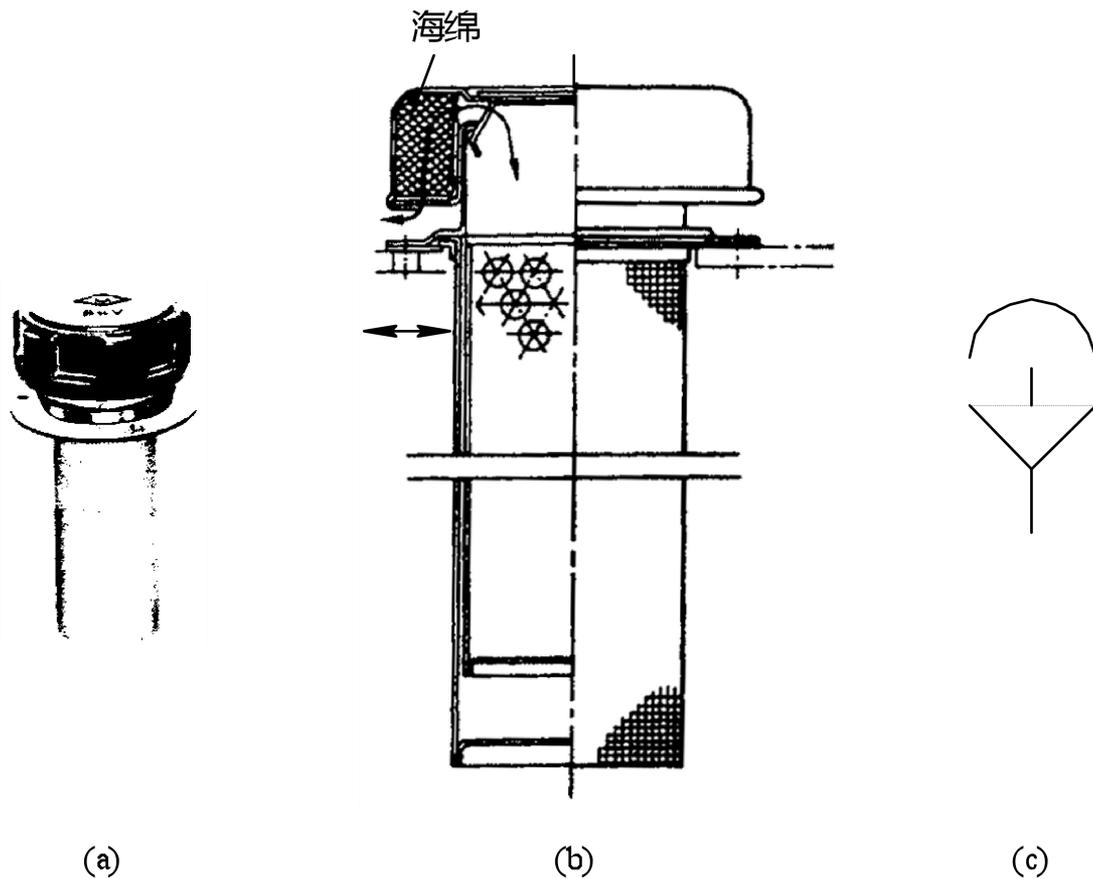


图3-19 带注油口的空气滤清器

(a) 外观； (b) 结构； (c) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

3.3.4 油冷却器

液压油的工作温度以 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为宜，最高不得大于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最低不得低于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，液压系统在运转时难免会有能量损失，其损失大部分变成了热量。热量一小部分由元件或管路等表面散掉了，另外大部分被液压油带回油箱而促使油温上升。油温如超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，将加速液压油的恶化，促使系统性能下降。如果油箱的表面散热量能够和所产生的热量相平衡，那么油温就不会过高，否则必须加油冷却器来抑制油温的上升。





3 液压执行元件及辅助元件

一般说来，由于油箱散热面积不够，必须采用油冷却器来抑制油温有如下三个原因：

- (1) 因机械整体的体积和空间使油箱的大小受到限制。
- (2) 因经济原因，需要限制油箱的大小等。
- (3) 要把液压油的温度控制得更低。

油冷却器可分成水冷式和气冷式两大类。

1. 水冷式油冷却器

水冷式油冷却器通常采用壳管式（shell and tube type）油冷却器。它是由一束小管子（冷却管）装置在一个外壳里所构成的。





3 液压执行元件及辅助元件

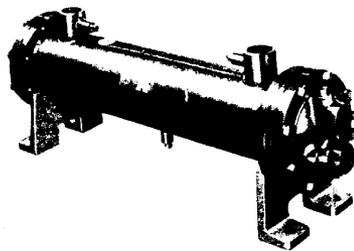
壳管式油冷却器有多种形式，但一般都采用直管形油冷却器，如图3-20所示。其构造是把直管冷却管装在一外壳内，两端再用可移动的端盖（管帽）封闭，金属隔板装置在内，使液压油产生垂直于冷却管流动以加强热的传导。

冷却管通常由小直径管子组成（ $\phi \frac{1}{4} \sim 1''$ ）。材料可用铝、钢、不锈钢等无缝钢管，但为增加热传效果，一般采用铜管，并在铜管上滚牙以增进散热面积。冷却管的安装分为固定式安装和可移动式安装两种。可移动式冷却器可由外壳中抽出来清洗或修理；固定式冷却器被固定在内不能取出。冷却器的外壳是由2"~30"开口的管子构成的，材料可用铝、铜或不锈钢管等。

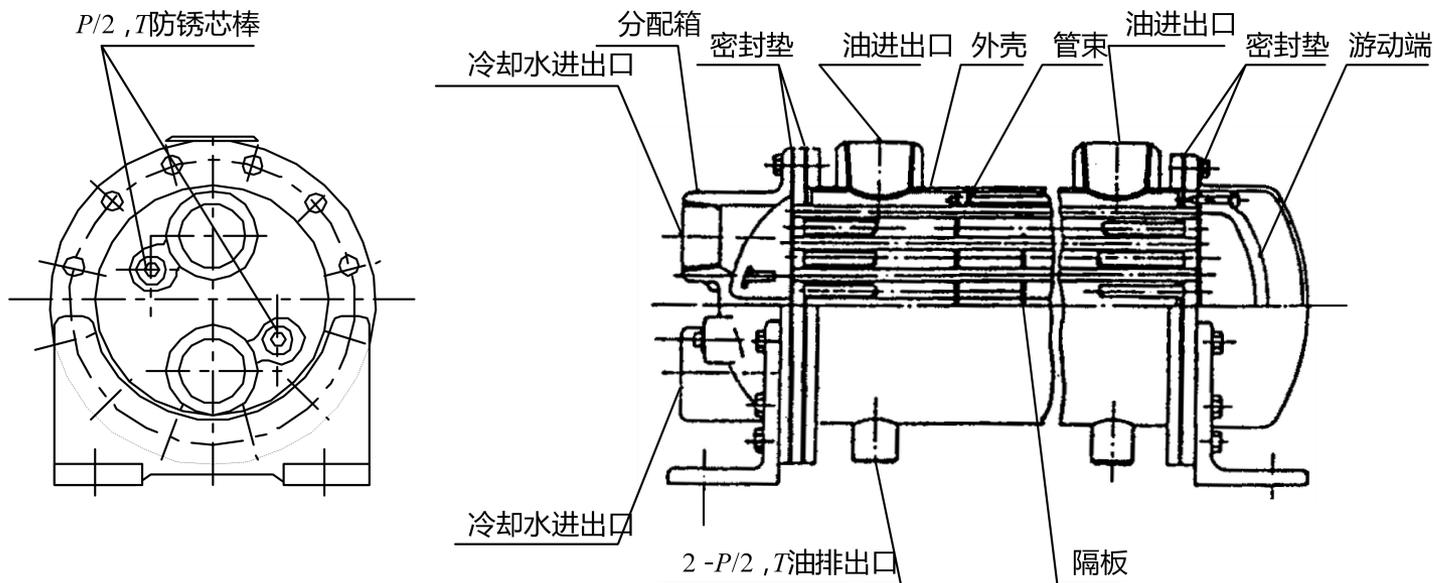




3 液压执行元件及辅助元件



(a)



(b)

图3-20 水冷式直管型油冷却器
(a) 外观； (b) 结构





3 液压执行元件及辅助元件

2. 气冷式油冷却器

气冷式冷却器的构造如图3-21所示，由风扇和许多带散热片的管子所构成。油在冷却管中流动，风扇使空气穿过管子和散热片表面，以冷却液压油。其冷却效率较水冷低，但如果在冷却水不易取得或水冷式油冷却器不易安装的场所，有时还必须采用气冷式，尤以行走机械的液压系统使用较多。





3 液压执行元件及辅助元件

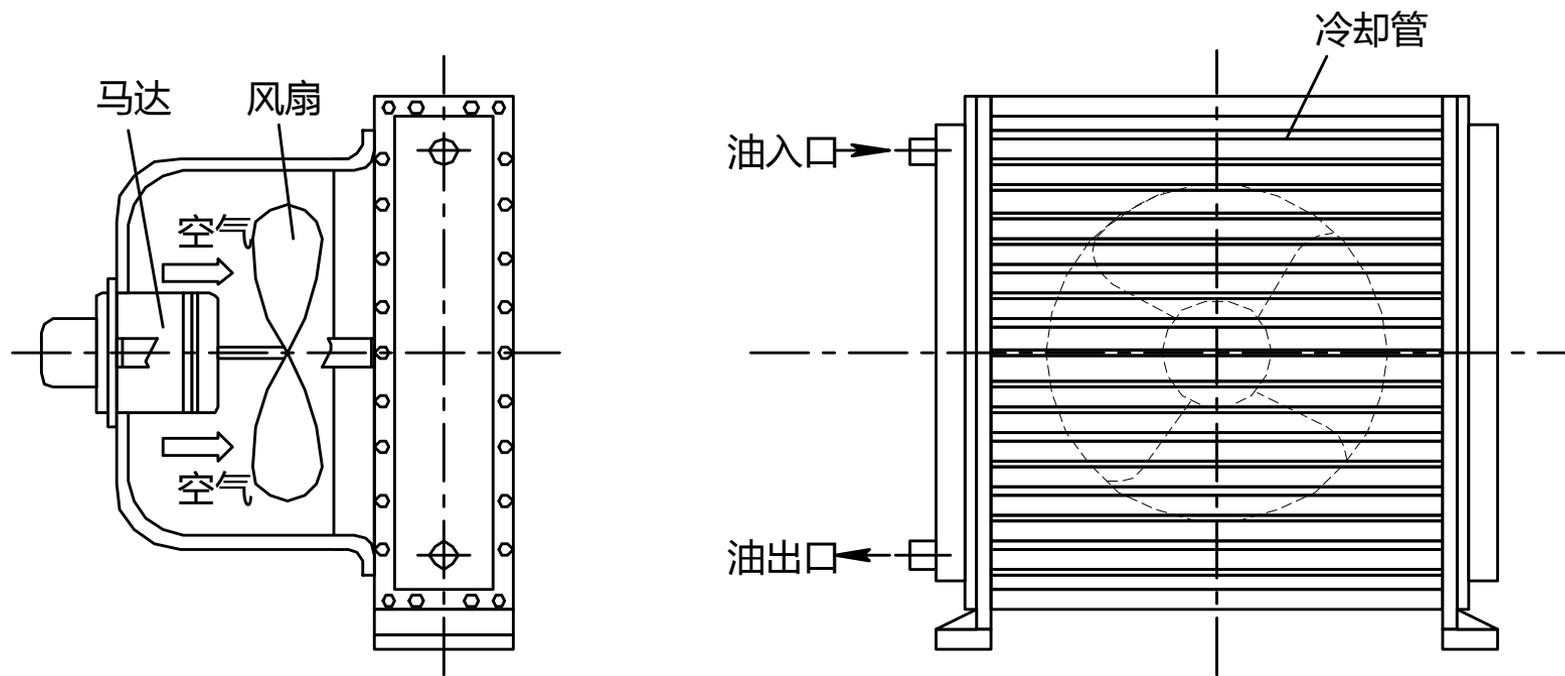


图3-21 气冷式油冷却器





3 液压执行元件及辅助元件

3. 油冷却器安装的场所

油冷却器安装在热发生体附近，且液压油流经油冷却器时，压力不得大于1 MPa。有时必须用安全阀来保护，以使它免于高压的冲击而造成损坏。一般将油冷却器安装在如下一些场所：

(1) 热发生源，如溢流阀附近，如图3-22所示。

(2) 发热为配管的磨擦阻抗产生热以及外来的辐射热，常把油冷却器装在配管的回油侧，如图3-23所示。图中切断阀为保养用，方便油冷却器拆装。单向阀在防止油冷却器受各自机器的冲击力的破坏以及在大流量时，仅让需要流量通过油冷却器。





3 液压执行元件及辅助元件

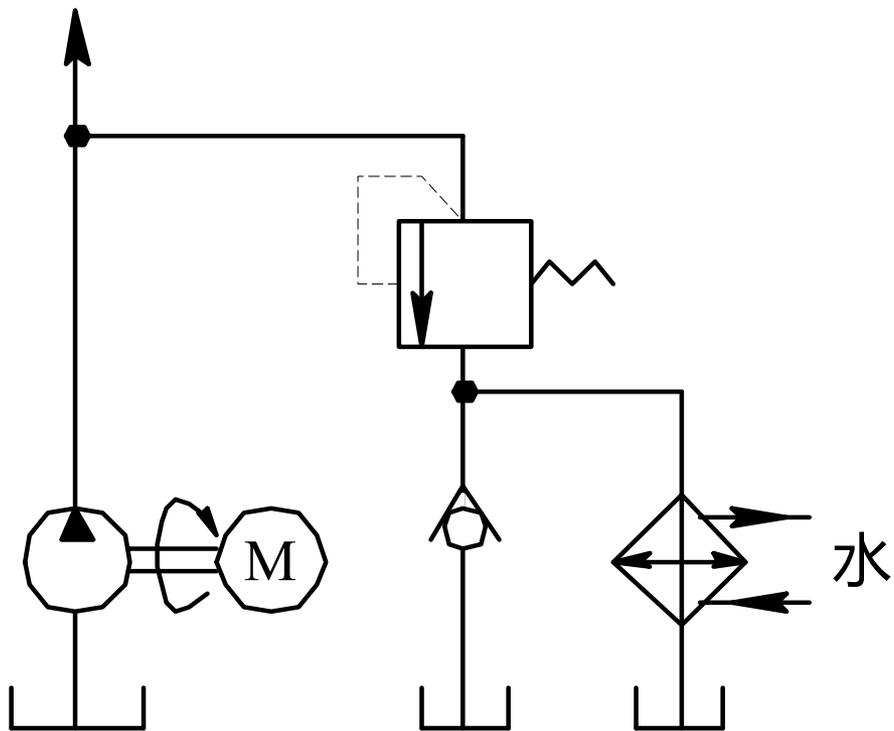


图3-22 冷却溢流阀流出来的油的回路





3 液压执行元件及辅助元件

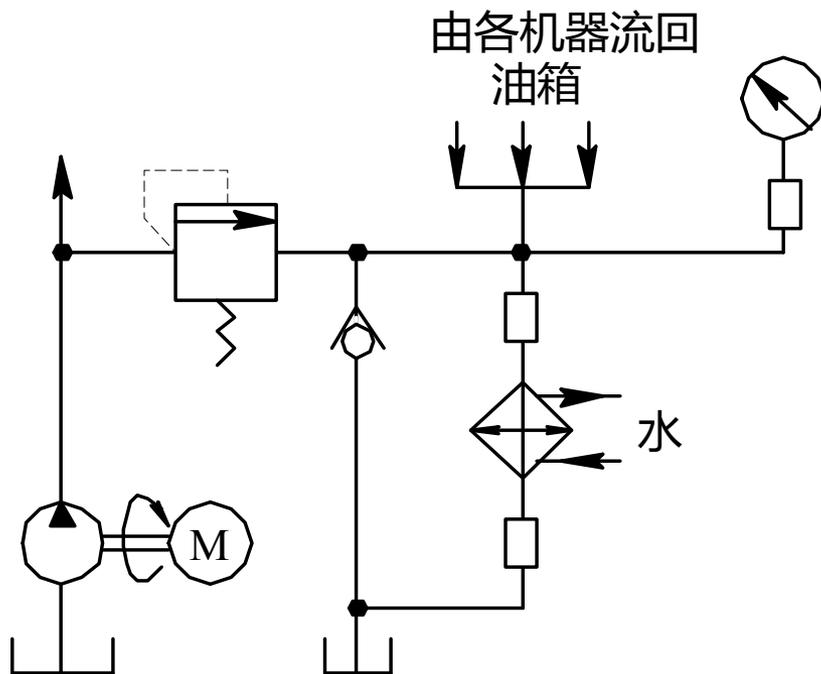


图3-23 冷却溢流阀流出来的油的回路





3 液压执行元件及辅助元件

(3) 当液压装置很大且运转的压力很高时，使用独立的冷却系统，如图3-24所示。

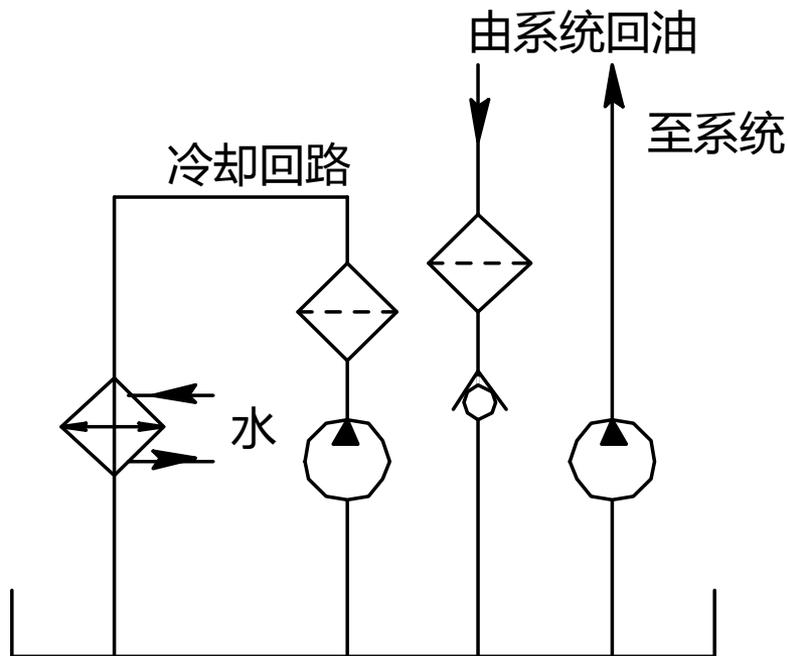


图3-24 独立冷却回路





3 液压执行元件及辅助元件

4. 油冷却器的冷却水

为防止冷却器累积过多的水垢而影响热交换效率，可在冷却器内装一滤油器。冷却水要用清洁的软水。

3.3.5 蓄能器

1. 蓄能器（accumulators）功用

蓄能器是液压系统中的一种储存油液压力能的装置，其主要功用如下：

- (1) 作辅助动力源。
- (2) 保压和补充泄漏。
- (3) 吸收压力冲击和消除压力脉动。





3 液压执行元件及辅助元件

2. 蓄能器的分类和选用

蓄能器有弹簧式、重锤式和充气式三类。常用的是充气式，它利用气体的压缩和膨胀储存、释放压力能，在蓄能器中，气体和油液被隔开，而根据隔离的方式不同，充气式又分为活塞式、皮囊式和气瓶式等三种。下面主要介绍常用的活塞式和皮囊式两种蓄能器。

1) 活塞式蓄能器

如图3-25(a)所示为活塞式蓄能器，用缸筒2内浮动的活塞1将气体与油液隔开，气体(一般为惰性气体氮气)经充气阀3进入上腔，活塞1的凹部面向充气阀，以增加气室的容积，蓄能器的下腔油口a充液压油。





3 液压执行元件及辅助元件

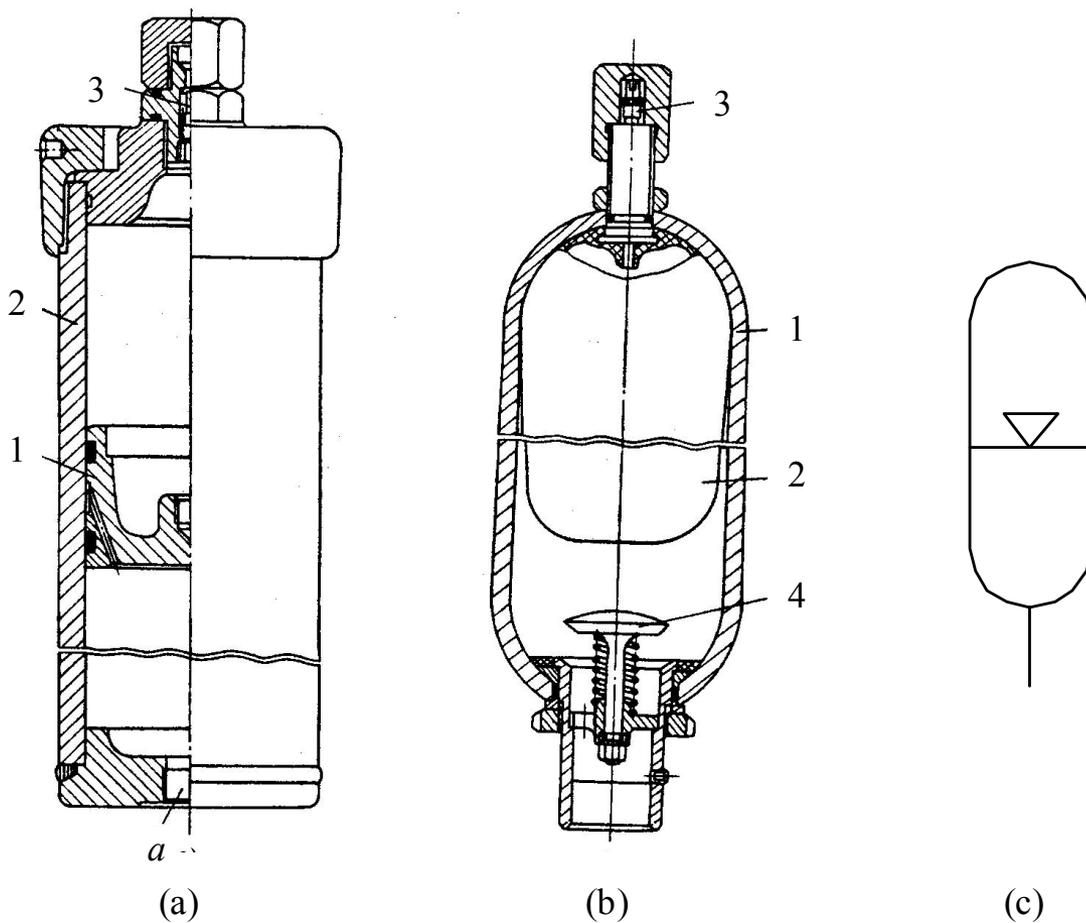


图3-25 充气式蓄能器
(a) 活塞式； (b) 皮囊式； (c) 职能符号





3 液压执行元件及辅助元件

2) 皮囊式蓄能器

如图3-25(b)所示为皮囊式蓄能器，采用耐油橡胶制成的气囊2内腔充入一定压力的惰性气体，气囊外部液压油经壳体1底部的限位阀4通入，限位阀还保护皮囊不被挤出容器之外。此蓄能器的气、液是完全隔开的，皮囊受压缩储存压力能的影响，其惯性小，动作灵敏，适用于储能和吸收压力冲击，工作压力可达32 MPa。

如图3-25(c)所示为蓄能器的职能符号。





3 液压执行元件及辅助元件

3.3.6 油管与管接头

1. 油管

油管材料可用金属或橡胶，选用时由耐压、装配的难度来决定。吸油管路和回油管路一般用低压的有缝钢管，也可使用橡胶和塑料软管，但当控制油路中流量小时，多用小铜管，考虑配管和工艺方便，在中、低压油路中也常使用铜管，高压油路一般使用冷拔无缝钢管，必要时也采用价格较贵的高压软管。高压软管是由橡胶中间加一层或几层钢丝编织网制成的。高压软管比硬管安装方便，且可以吸收振动。





3 液压执行元件及辅助元件

管路内径的选择主要考虑降低流动时的压力损失。对于高压管路，通常流速在 $3\sim 4$ m/s范围内，对于吸油管路，考虑泵的吸入和防止气穴，通常流速在 $0.6\sim 1.5$ m/s范围内。

在装配液压系统时，油管的弯曲半径不能太小，一般应为管道半径的 $3\sim 5$ 倍。

应尽量避免小于 90° 弯管，平行或交叉的油管之间应有适当的间隔，并用管夹固定，以防振动和碰撞。





3 液压执行元件及辅助元件

2. 管接头

管接头有焊接接头、卡套式接头、扩口接头、扣压式接头、快速接头等几种形式，如图3-26至图3-30所示，一般由具体使用需要来决定采用何种连接方式。

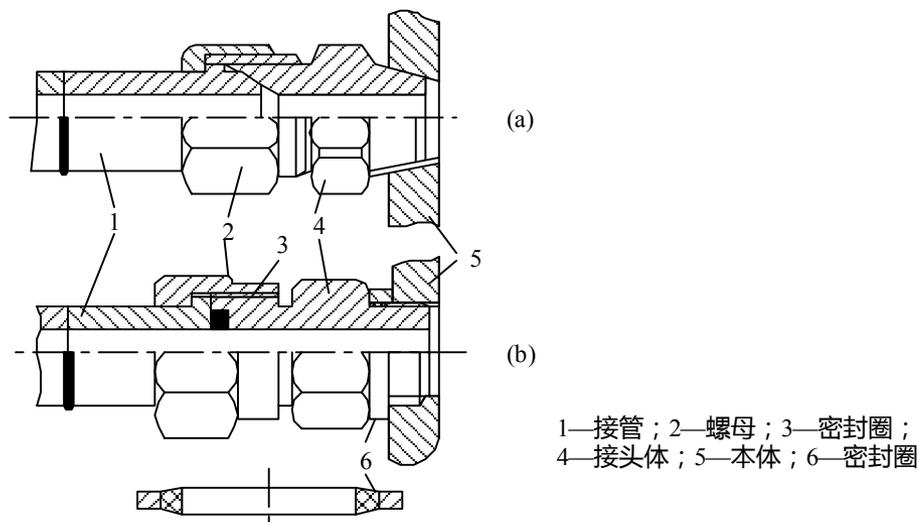
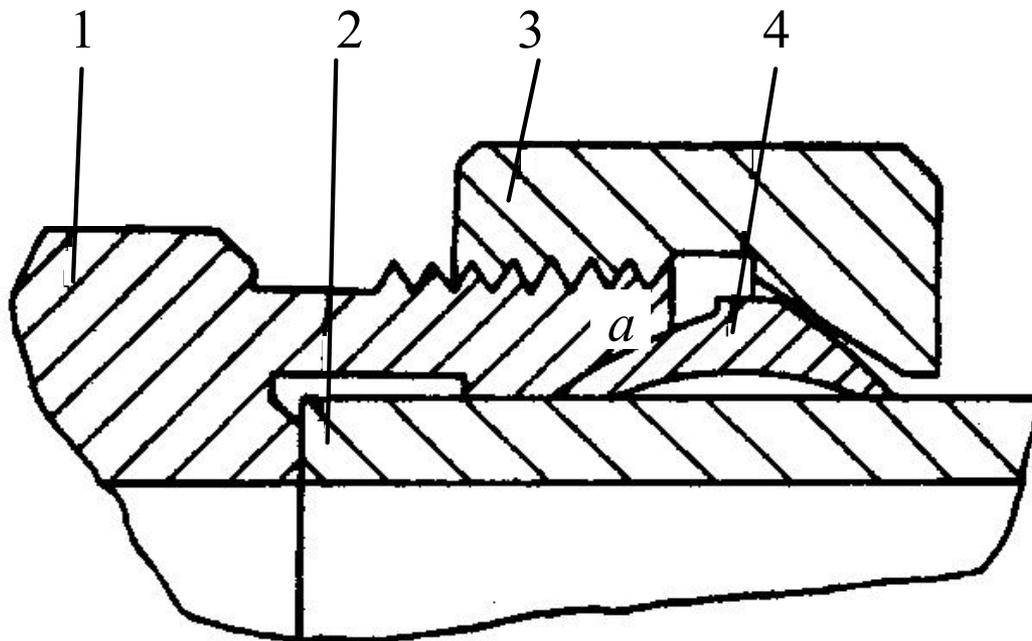


图3-26 焊接管接头





3 液压执行元件及辅助元件



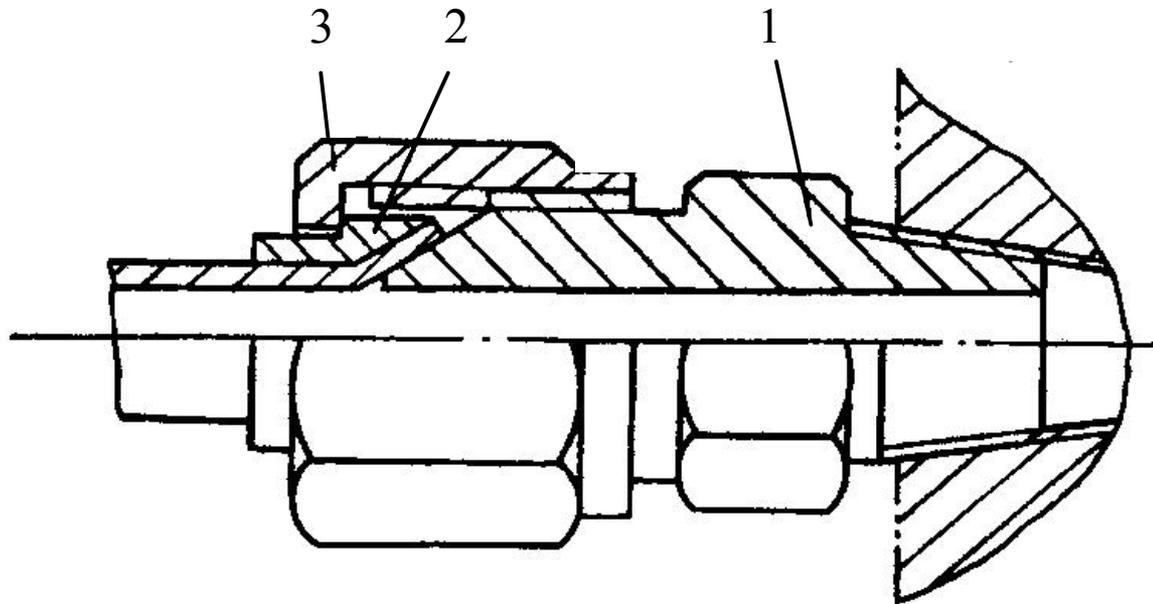
1—接头体；2—管路；3—螺母；4—

图3-27 卡套管接头





3 液压执行元件及辅助元件



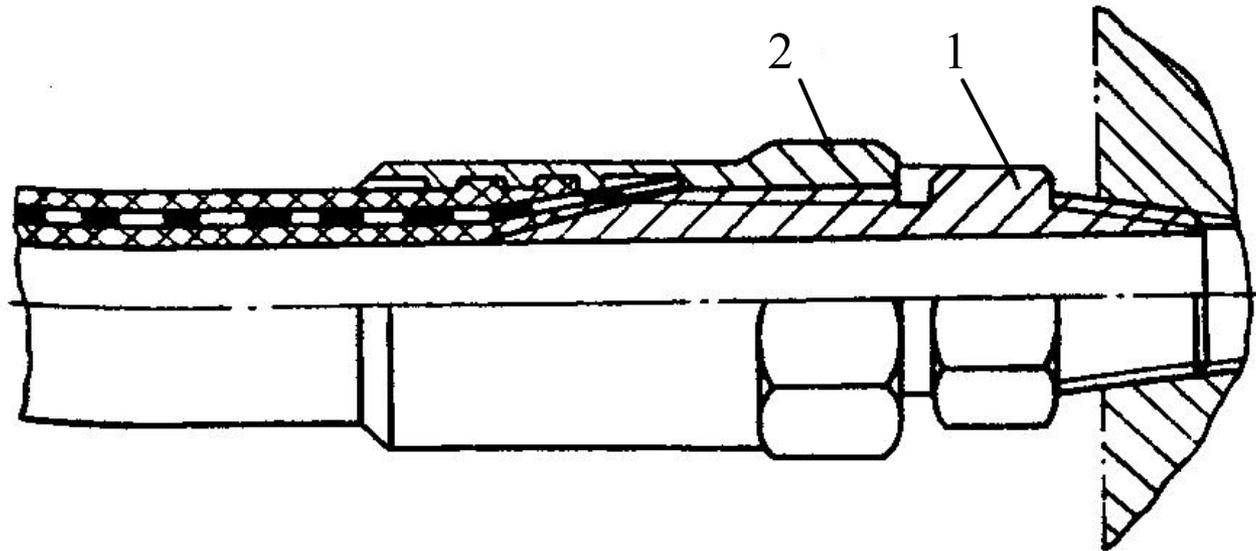
1—接头体；2—管套；3—螺母

图3-28 扩口管接头





3 液压执行元件及辅助元件



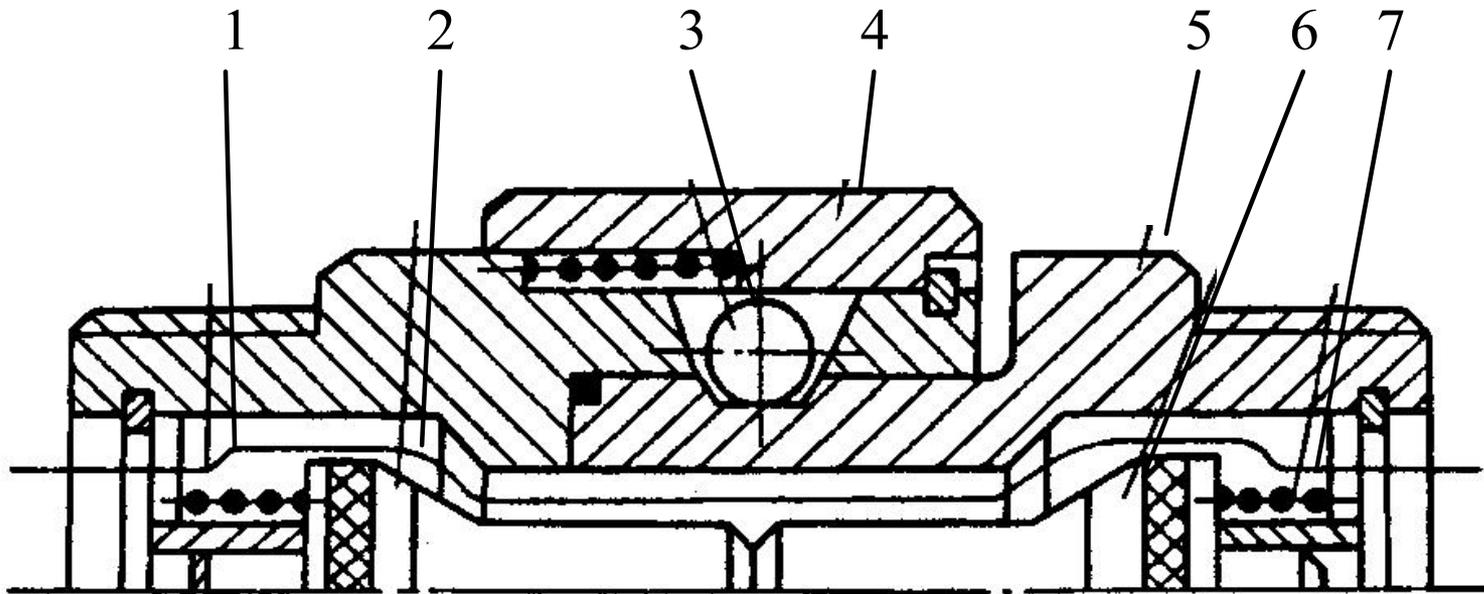
1—芯管；2—接头外套

图3-29 扣压式胶管接头





3 液压执行元件及辅助元件



1、7—弹簧；2、6—阀心；3—钢球；4—外套；5—

图3-30 快速接头





思考题与习题

3-1 简述液压缸的分类。

3-2 液压缸由哪几部分组成？

3-3 哪种液压马达属于高速低扭矩马达？哪些液压马达属于低速高扭矩马达？

3-4 简述油箱以及油箱内隔板的功能。

3-5 油箱上装空气滤清器的目的是什么？





3 液压执行元件及辅助元件

3-6 根据经验，开式油箱有效容积为泵流量的多少倍？

3-7 滤油器在选择时应该注意哪些问题？

3-8 简述液压系统中安装冷却器的原因。

3-9 油冷却器依冷却方式分为哪两大类？

3-10 简述蓄能器的功能。

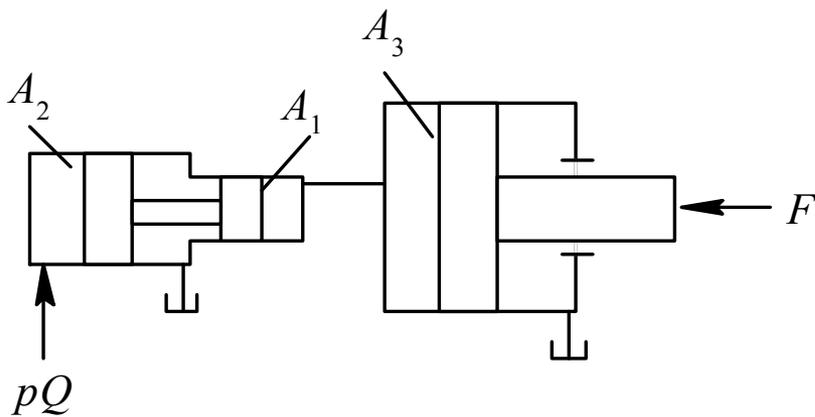
3-11 蓄能器有哪几类？常用的是哪一类？

3-12 如题图3-12所示，试分别计算图3-12(a)、图3-12(b)中的大活塞杆上的推力和运动速度。

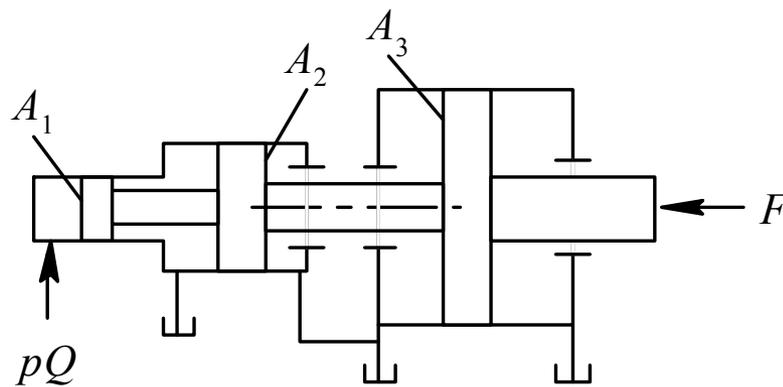




3 液压执行元件及辅助元件



(a)



(b)

题图3-12





3 液压执行元件及辅助元件

3-13 某一差动液压缸，求在（1） $v_{快进} = v_{快退}$ ，（2） $v_{快进} = 2v_{快退}$ 两种条件下活塞面积 A_1 和活塞杆面积 A_2 之比。

3-14 单叶片摆动液压马达的供油压力 $p_1 = 2\text{MPa}$ ，供油流量 $Q = 25\text{L/min}$ ，回油压力 $p_2 = 0.3\text{MPa}$ ，缸体内径 $D = 240\text{mm}$ ，叶片安装轴直径 $d = 80\text{mm}$ ，设输出轴的回转角速度 $\omega = 0.7\text{rad/s}$ ，试求叶片的宽度 b 和输出轴的转矩 T 。

3-15 已知某液压马达的排量 $q = 250\text{mL/r}$ ，液压马达入口压力为 $p_1 = 10.5\text{MPa}$ ，出口压力 $p_2 = 1.0\text{MPa}$ ，其总效率 $\eta = 0.9$ ，容积效率 $\eta_{V_{\text{容积}}} = 0.92$ ，当输入流量 $Q = 22\text{L/min}$ 时，试求液压马达的实际转速 n 和液压马达的输出转矩 T 。

