

液压与液力传动

home

examination

blog

about

contact

液压传动

第一章 概述

第二章 液压流体力学基础

第三章 液压动力元件

第四章 液压执行元件

第五章 液压控制元件

第六章 液压系统的辅助元件

第七章 液压系统的基本回路

第八章 典型液压系统

液力传动

第九章 概述

第四章 液压执行元件

液压执行元件是将液体的压力能转换成机械能驱动工作机构做工的能量转换元件，主要包括液压马达和液压缸。

§4.1 液压马达

一、液压马达的分类

液压马达是将液体的压力能转换为旋转形式的机械能而对负载作功，类似电机的作用。

1. 按结构分： 齿轮式、叶片式、柱塞式。
2. 按照转速分， 高速： 额定转速大于 500r/min； 低速： 额定转速小于500r/min。
3. 按排量分是否可调分： 定量和变量。

二、液压马达的职能符号

液压泵与液压马达的职能符合如下：

名称	符号	名称	符号
单向定量液压泵		单向定量液压马达	
双向定量液压泵		双向定量液压马达	
单向变量液压泵		单向变量液压马达	
双向变量液压泵		双向变量液压马达	
定量液压泵-马达		变量液压泵-马达	

三、液压马达的工作原理

1.结构及工作原理

液压马达和液压泵一样，都是依靠密封工作容积的变化实现能量的转换，同样具有配流机构。液压马达在输入的高压液体作用下，进液腔由小变大，并对转动部件产生扭矩，以克服负载阻力矩，实现转动；同时马达的回液腔由大变小，向油箱或泵的吸液口回液，压力降低。高压液体不断从液压马达的进液口进入，从回液口流出，则液压马达的转子不断地转动而对外做功。从理论上讲，除阀式配流的液压泵外，其他形

式的液压泵和液压马达具有可逆性，可以互用。实际上，由于使用性能和要求不同，同一种形式的泵和马达在结构上仍有差别。

2. 液压泵与液压马达的对比

液压马达一般需要正反转，所以在内部结构上应具有对称性，而液压泵一般是单方向旋转的，没有这一要求；

为了减小吸油阻力，减小径向力，一般液压泵的吸油口比出油口的尺寸大。而液压马达低压腔的压力稍高于大气压力，所以没有上述要求；

叶片泵依靠离心力使得叶片紧贴定子内表面，形成工作容积，若将其当马达用，必须在叶片根部装弹簧，使得叶片紧贴定子内表面，一边马达能正常启动；

液压泵在结构上需保证具有自吸能力，而液压马达就没有这一要求；

液压马达必须具有较大的起动扭矩。

四、液压马达的基本性能参数

1. 工作压力，额定压力，压差

工作压力 p ：大小取决于马达负载，马达进出口压力的差值称为马达的压差 Δp ；

额定压力 p_s ：能使马达连续正常运转的最高压力。

2. 排量、流量

马达轴旋转一周，由其密封容腔几何尺寸变化计算而得的液体体积称为马达排量 V ；

马达入口处的流量为其实际流量，为形成目标转速，马达密封容腔容积变化所需要的流量称为马达的理论流量。

马达的输出转速、容积效率(与泵的对比)

$$n_t = \frac{q}{V_M}, n = \frac{q_t}{V_M}, n = \frac{q}{V_M} \eta_V$$

输出转矩、机械效率

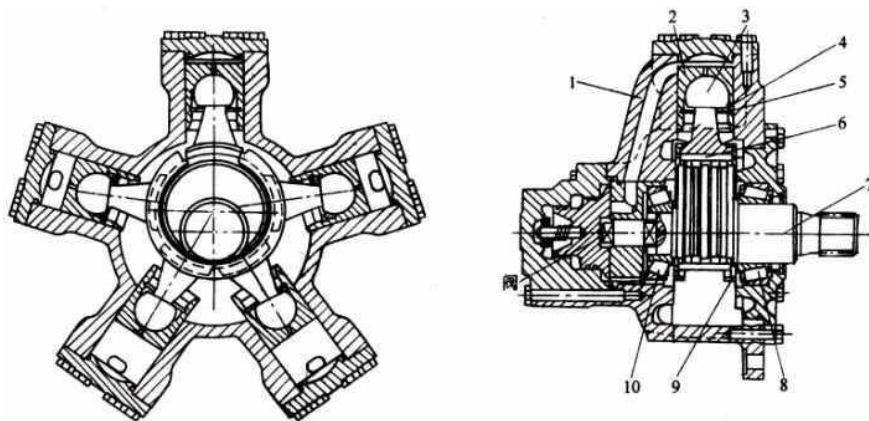
$$M_t = \frac{\Delta p V}{2\pi}, M = \frac{\Delta p V}{2\pi} \eta_M$$

最低稳定转速、最高使用转速、制动性能、工作平稳性、噪声、寿命等。

§4.2 径向柱塞马达

一、结构、工作原理及特点

低速大转矩马达，结构及工作原理

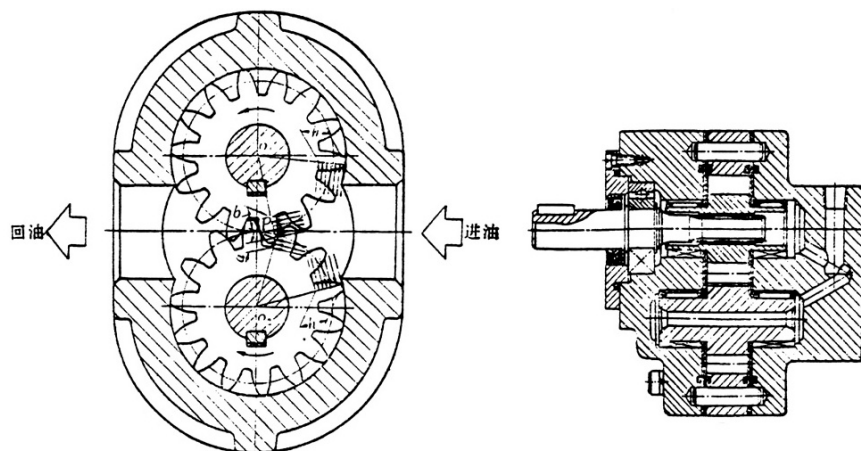


RMF 型径向柱塞马达结构图

1—壳体 2—柱塞 3—连杆 4—压环 5—挡圈 6—滚子轴承
7—曲轴 8—圆柱滚子轴承 9—连杆挡圈 10—圆锥滚子轴承

§4.3 齿轮马达

一、结构、工作原理及特点



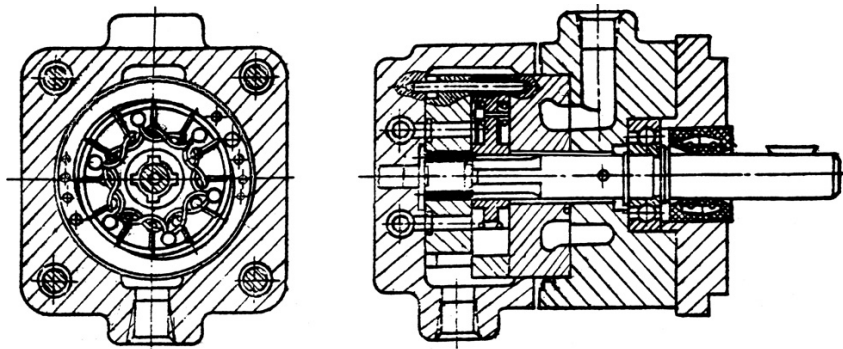
1. 进油口相等，有单独的泄油口；
2. 为减少摩擦力矩，采用滚动轴承；
3. 为减少转矩脉动，齿数泵的齿数多。

二、应用

由于密封性能差，容积效率较低，不能产生较大的转矩，且瞬时转速和转矩随啮合点而变化，因此仅用于高速小转矩的场合，如工程机械、农业机械及对转矩均匀性要求不高的设备。

§4.4 叶片马达

一、结构、工作原理及特点



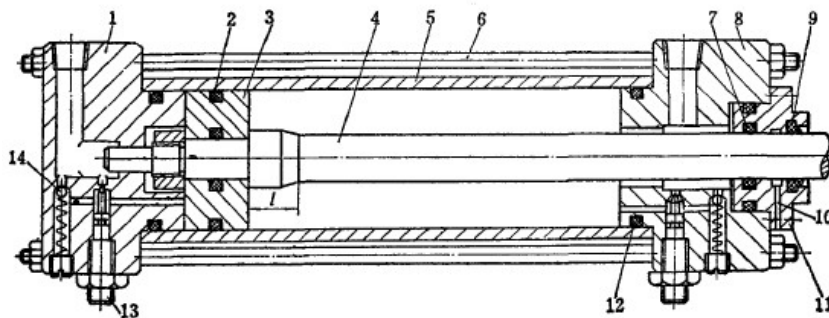
1. 进出油口相等，有单独的泄油口；
2. 叶片径向放置，叶片底部设置有燕式弹簧；
3. 在高低压油腔通入叶片底部的通路上装有梭阀；
4. 叶片垂直（径向）安装。

二、应用

转动惯量小，反应灵敏，能适应较高频率的换向。但泄漏大，低速时不够稳定。适用于转矩小、转速高、力学性能要求不严格的场合。

§4.6 液压缸

液压缸是将液压能转变为机械能的、做直线往复运动的液压执行元件。它结构简单、工作可靠。用它来实现往复运动时，可免去减速装置，并且没有传动间隙，运动平稳，因此在各种机械的液压系统中得到广泛应用。



一、液压缸的分类及工作原理

根据液压缸的作用方式分为：单作用式和双作用式。

单作用式由液压单腔供油单方向驱动，反方向运动则由弹簧力或重力实现。双作用式两个方向的运动均由液压向两腔交换供油实现。

根据液压缸的结构特点分为：活塞式、柱塞式和摆动式。

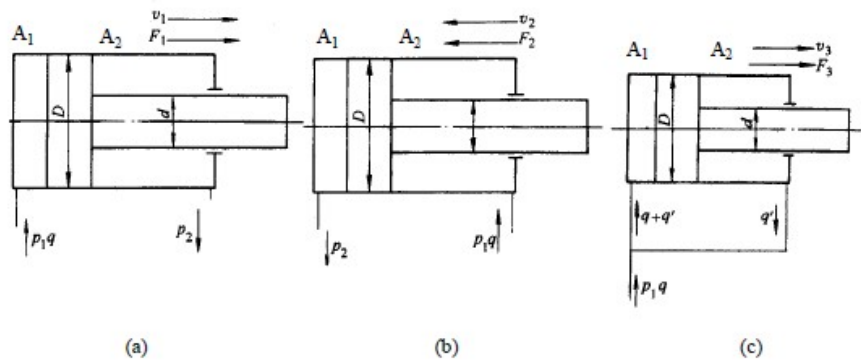
根据液压缸的安装方式分为：缸筒固定式和活塞杆固定式。

常见的液压缸种类及特点可参考课本。

1. 活塞式液压缸

活塞式液压缸根据其使用要求不同分为单活塞杆式和双活塞杆式两种。

(1) 单杆活塞缸



无杆腔进油时：

$$F_1 = (p_1 A_1 - p_2 A_2) \eta_m$$
$$v_1 = \frac{q}{A_1} \eta_v$$

有杆腔进油时：

$$F_2 = (p_1 A_2 - p_2 A_1) \eta_m$$
$$v_2 = \frac{q}{A_2} \eta_v$$

$$\because A_1 > A_2$$
$$\therefore v_1 < v_2, F_1 > F_2$$

故活塞杆伸出时，推力较大，速度较小；活塞杆缩回时，推力较小，速度较大；因而：活塞杆伸出时，适用于重载慢速；活塞杆缩回时，适用于轻载快速。

速度比 λ_v ：

$$\lambda_v = v_2 / v_1 = 1 / [1 - (d/D)^2]$$
$$d = D \sqrt{(\lambda_v - 1) / \lambda_v}$$

(2) 差动缸

单杆活塞缸左右两腔同时接通高压油的连接方式叫作差动连接。

$$F_3 = p_1 (A_1 - A_2) \eta_m = \frac{\pi d^2}{4} p_1 \eta_m$$
$$v_3 = \frac{q \eta_v}{(A_1 - A_2)} = \frac{4q}{\pi d^2} \eta_v$$

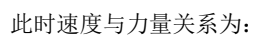
在相同的工作压力和供油流量下，差动连接液压缸的推力比非差动连接时小，速度比非差动连接大。所以差动连接可在不增加供油流量的前提下，实现快速运动。要使其反向运动，油路接法和非差动时一样。若要求机床往返速度相等，即 $v_2 = v_3$ ，得

$$D = \sqrt{2} d$$

(3) 单杆活塞液压缸应用

单杆活塞液压缸不同连接，可实现如下工作循环：利用差动连接实现快进；无杆腔进油实现工进；有杆腔进油实现快退。

(4) 双活塞杆式液压缸



$$v_1 = v_2 = \frac{q}{A} \eta_V$$

$$F_1 = F_2 = (p_1 - p_2) A \eta_m$$

2. 柱塞缸

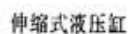
只能单向运动，回程需靠外力，如自重或弹簧力。需双向运动时，常成对使用。



$$v = \frac{q\eta_V}{A} = \frac{4q\eta_V}{\pi d^2}$$

$$F = pA\eta_M = \frac{\pi d^2 p \eta_M}{4}$$

3. 伸缩式液压缸



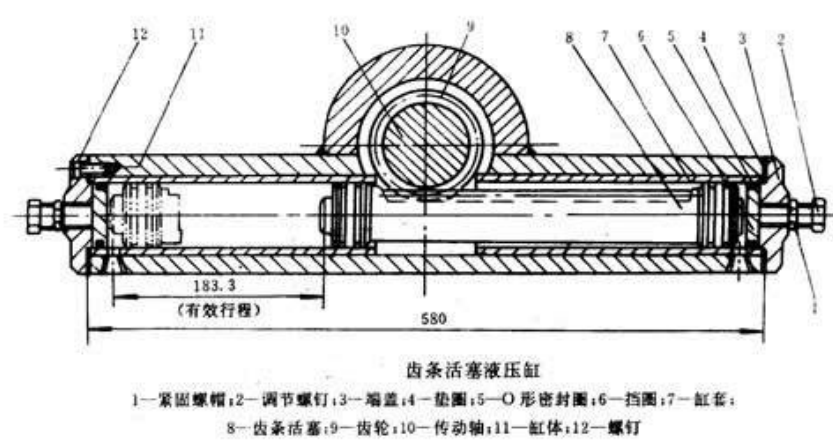
1—压板;2、6—端盖;3—套筒活塞;4—活塞;5—缸体;7—套筒活塞端盖

输出力量与速度:

$$F_i = p_1 \frac{\pi}{4} D_i^2 \eta_{mi}$$

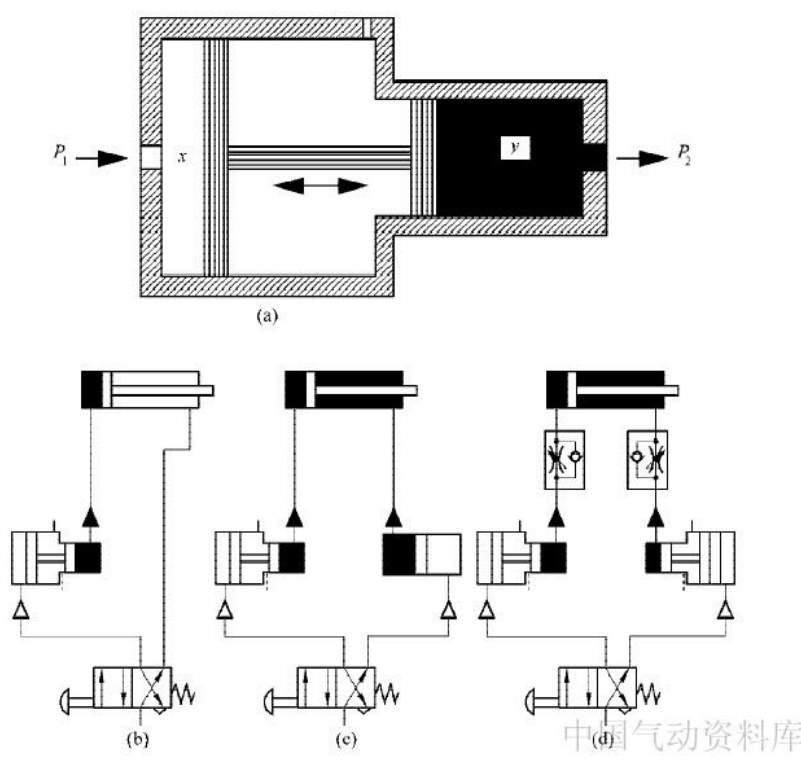
$$v_i = \frac{4q}{\pi D_i^2} \eta_{vi}$$

4.齿条活塞缸



将直线运动转换为旋转运动。

5.增压液压缸



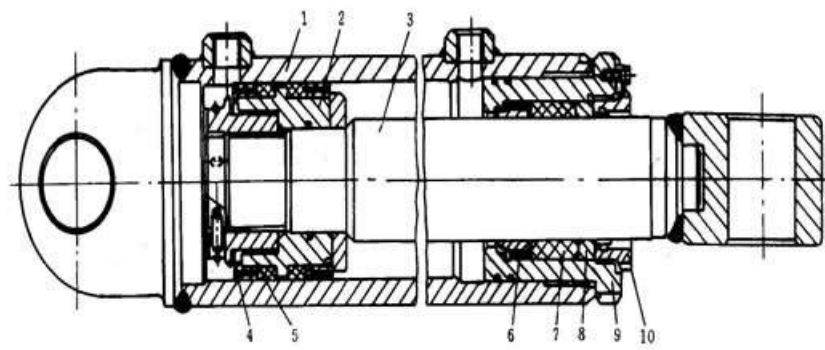
输出压力：

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

增压缸虽然增大了输出压力，但输出流量也减小了。

二、液压缸的组成

液压缸可分为缸筒、缸盖、活塞和活塞杆（柱塞）、密封装置、缓冲装置、排气装置等五个部分。



单活塞杆式液压缸的结构图

1-缸体;2-活塞;3-活塞杆;4-支承环;

5-Y形密封圈;6、8-导向套;9-端盖;10-螺母

1.缸筒和缸盖

a) 法兰连接 b) 半环连接 c) 螺纹连接 d) 拉杆连接 e) 焊接连接

2.密封装置

a) 间隙密封 b) 摩擦环密封 c) O形圈密封 d) V形圈密封

3.缓冲装置

a) 单孔口式 b) 环形缝隙式 c) 多孔口式 d) 锥形凸台式 e) 梯形凸台式 f) 可变节流口式

4.排气装置

a) 排气阀 b) 排气塞

© 地址：江西省赣州市红旗大道86号 邮编：341000 | 吴海燕设计, Email: whyfool@gmail.com