



第四章 液压缸

液压缸是将液体的压力能转换成机械能，实现往复直线运动或往复摆动的执行元件。它具有结构简单、工作可靠和制造容易等优点，被广泛应用于各种液压机械设备中。





4.1 液压缸的分类与工作原理

按照结构不同，液压缸可分为活塞缸、柱塞缸、组合缸和摆动缸四类。活塞缸、柱塞缸实现往复直线运动，输出力和速度；摆动缸实现小于 360° 的往复摆动，输出扭矩和角速度；组合液压缸具有较特殊的结构和功用。

液压缸按液体压力的作用方式，又可分为单作用液压缸和双作用液压缸。单作用液压缸是利用液体压力产生的推力推动活塞向一个方向运动，反向复位则靠弹簧力、重力或其它外力来实现。双作用液压缸则是利用液体压力产生的推力推动活塞作正反两个方向的运动。



4.1.1 活塞缸

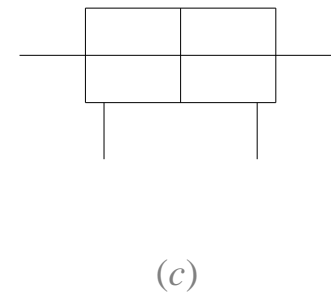
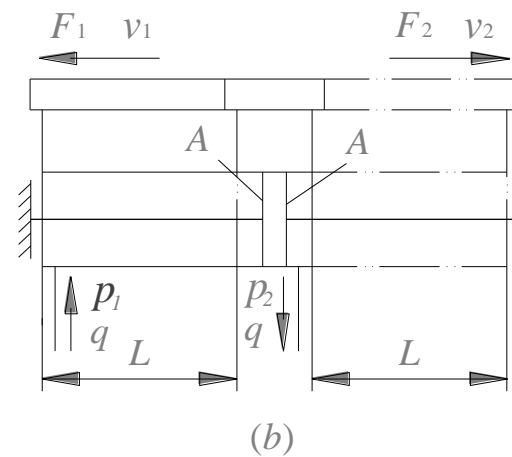
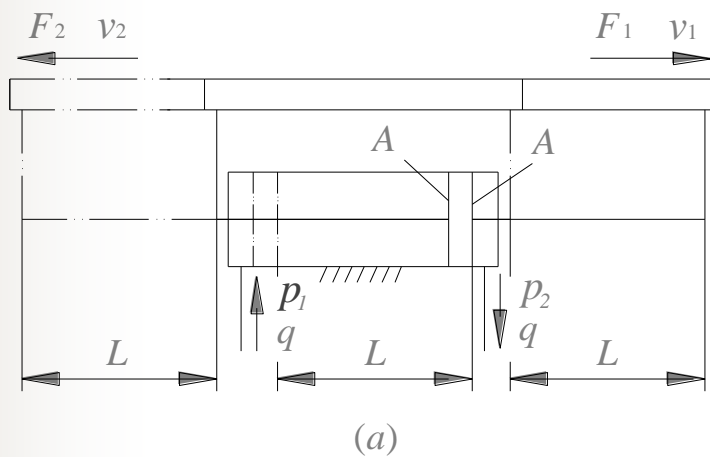
活塞缸可分为双杆活塞缸和单杆活塞缸两种。





一、双杆活塞缸

双杆活塞缸是活塞两端都带活塞杆的液压缸。它有两种安装形式，图 (a) 所示是缸筒固定，活塞杆移动的安装形式。图 (b) 所示是活塞杆固定，缸筒移动的安装形式。



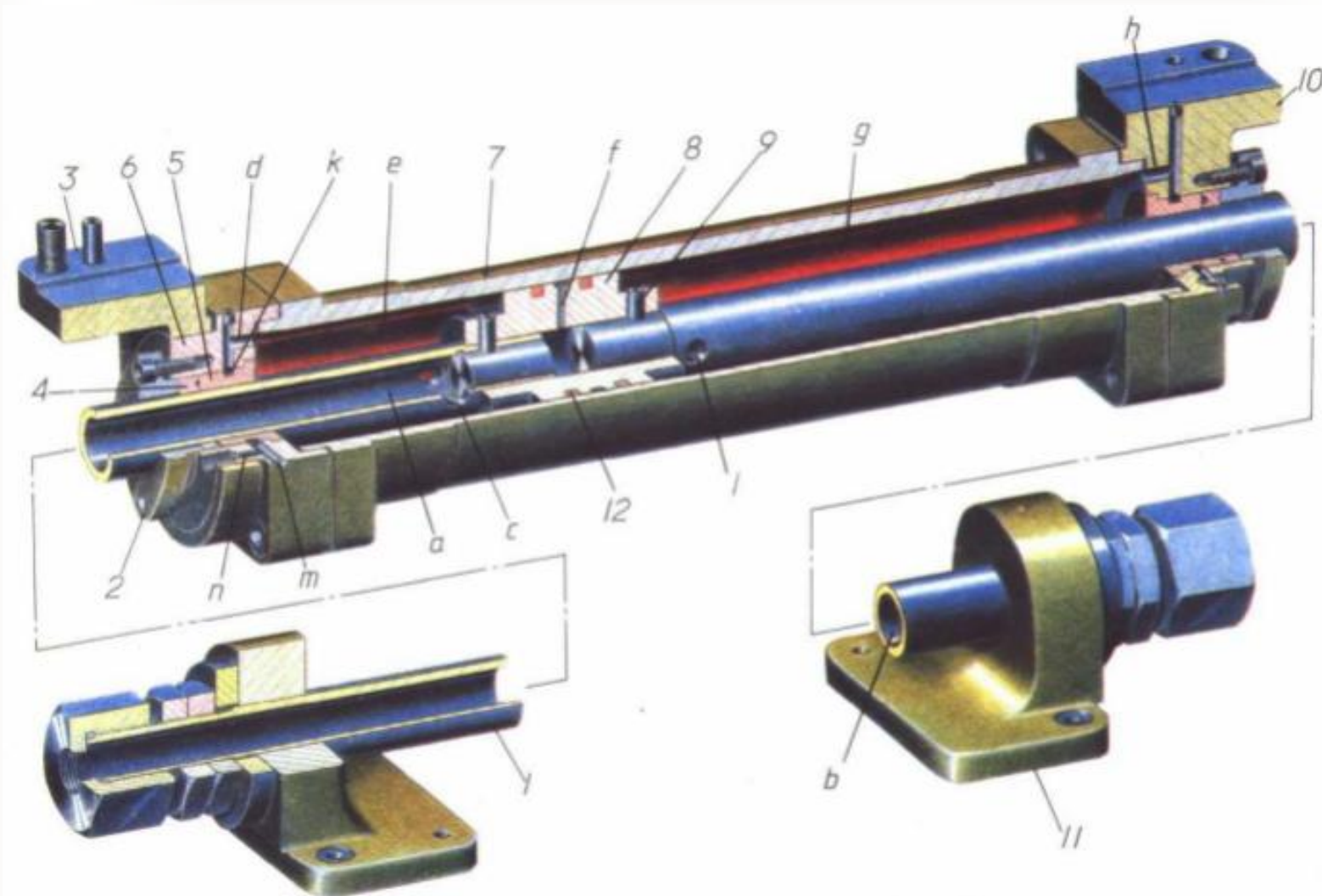


武汉理工大学

《液压与气动》电子课件
第四章 液压缸

首页

网络课件



物流工程学院



双杆活塞缸两个方向上输出的推力 F_1 、 F_2 相等，其值为：

$$F_1 = F_2 = (p_1 - p_2) \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

活塞往复运动的速度 v_1 、 v_2 相等，其值为：

$$v_1 = v_2 = \frac{4q\eta_v}{\pi(D^2 - d^2)}$$



二、单杆活塞缸

图所示是活塞只有一端带活塞杆的液压缸，称为单杆活塞缸。单杆活塞缸也有缸筒固定、活塞杆移动和活塞杆固定、缸筒移动两种安装形式。

当压力油以相同的压力 p_1 和流量 q 分别进入缸的左右两腔时，活塞杆左右运动时的推力和速度不相等，其值分别为：

$$F_1 = (A_1 p_1 - A_2 p_2) \eta_m = \frac{\pi}{4} [D^2 p_1 - (D^2 - d^2) p_2] \eta_m$$

$$F_2 = (A_2 p_1 - A_1 p_2) \eta_m = \frac{\pi}{4} [(D^2 - d^2) p_1 - D^2 p_2] \eta_m$$

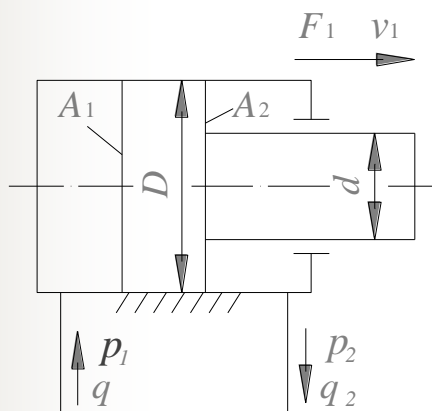
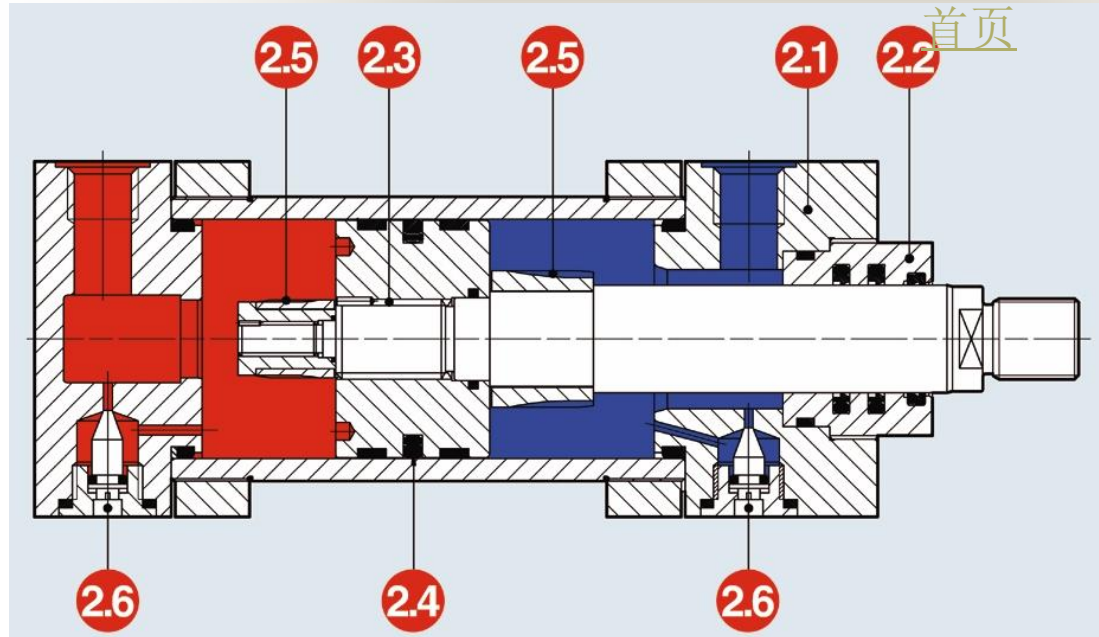
$$v_1 = \frac{q \eta_v}{A_1} = \frac{4q \eta_v}{\pi D^2}$$

$$v_2 = \frac{q \eta_v}{A_2} = \frac{4q \eta_v}{\pi (D^2 - d^2)}$$

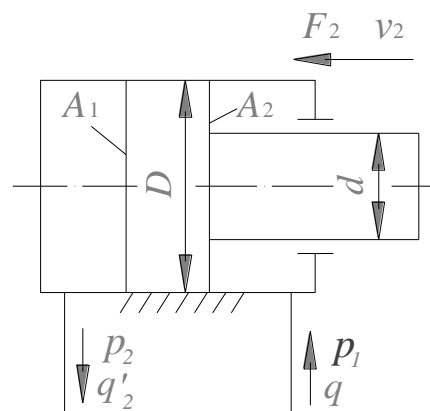


[首页](#)

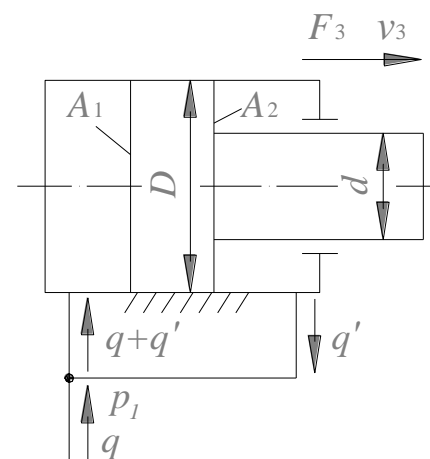
[网络课件](#)



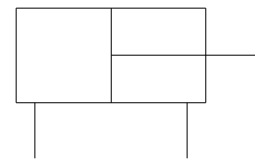
(a)



(b)



(c)



(d)



将单杆活塞缸的两腔连通，并同时输入压力油，这种连接形式称为差动连接，如图（c）所示。作差动连接时的单杆活塞缸也称为差动液压缸。作差动连接时，进入液压缸两腔压力油的压力相同，但由于两腔有效工作面积不等， $A_1 > A_2$ ，产生的液压作用力不等，故活塞向右运动，有杆腔中的油液便会流入无杆腔。此时，差动液压缸产生的推力 F_3 和活塞向右运动的速度 v_3 分别为：

$$F_3 = p_1(A_1 - A_2)\eta_m = \frac{\pi}{4}[D^2 - (D^2 - d^2)]p_1\eta_m = \frac{\pi}{4}d^2 p_1\eta_m$$

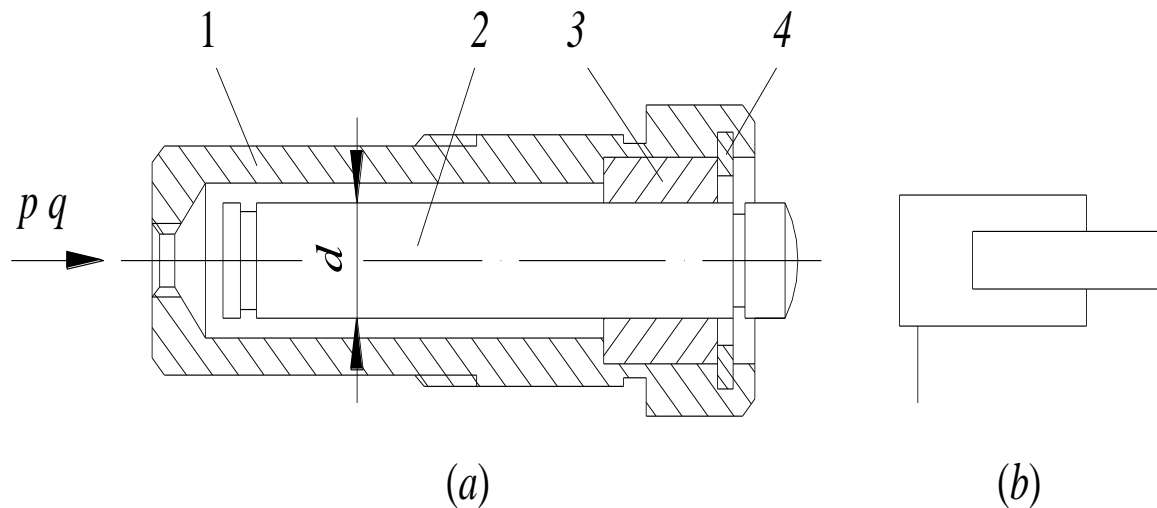
$$v_3 = \frac{(q + q')\eta_v}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{[q + \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)v_3]\eta_v}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

上式表明，单杆活塞缸差动连接时的推力比非差动连接时要小；而活塞向右移动时的速度，在供油量 q 相同的情况下要比非差动连接时的速度大得多。



4.1.2 柱塞缸

如图所示为一柱塞缸。其特点是，缸筒内壁与柱塞没有配合要求，因此缸筒内孔可只作粗加工或不加工，仅柱塞与导向套有配合要求，这样就大大简化了缸筒的加工工艺。为减轻柱塞重量以减小柱塞弯曲变形，柱塞一般做成空心的。





柱塞缸产生的推力和运动速度为：

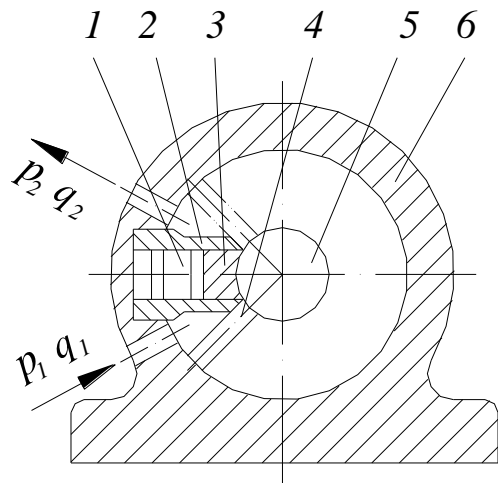
$$F = Ap\eta_m = \frac{\pi}{4}d^2 p\eta_m$$



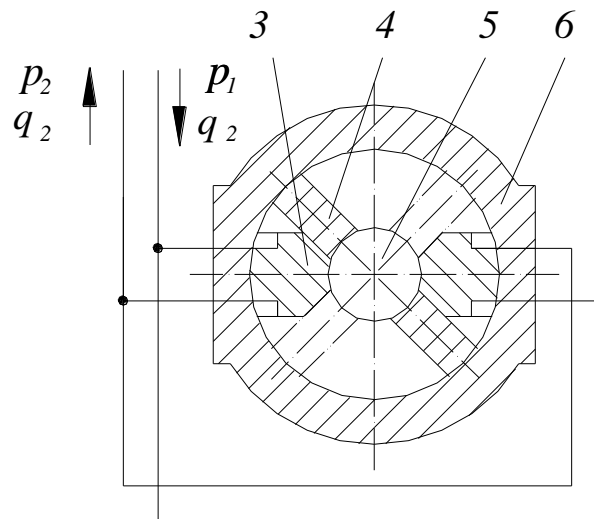
4.1.3 摆动液压缸

摆动液压缸是输出转矩并实现往复摆动的一种液压缸。

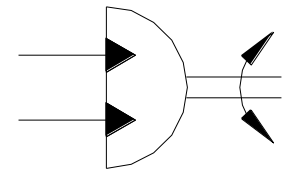
叶片式摆动液压缸如图4—4所示，按叶片数量可分为单叶片、双叶片和多叶片摆动缸。如图所示为单叶片摆动液压缸。



(a)



(b)



(c)



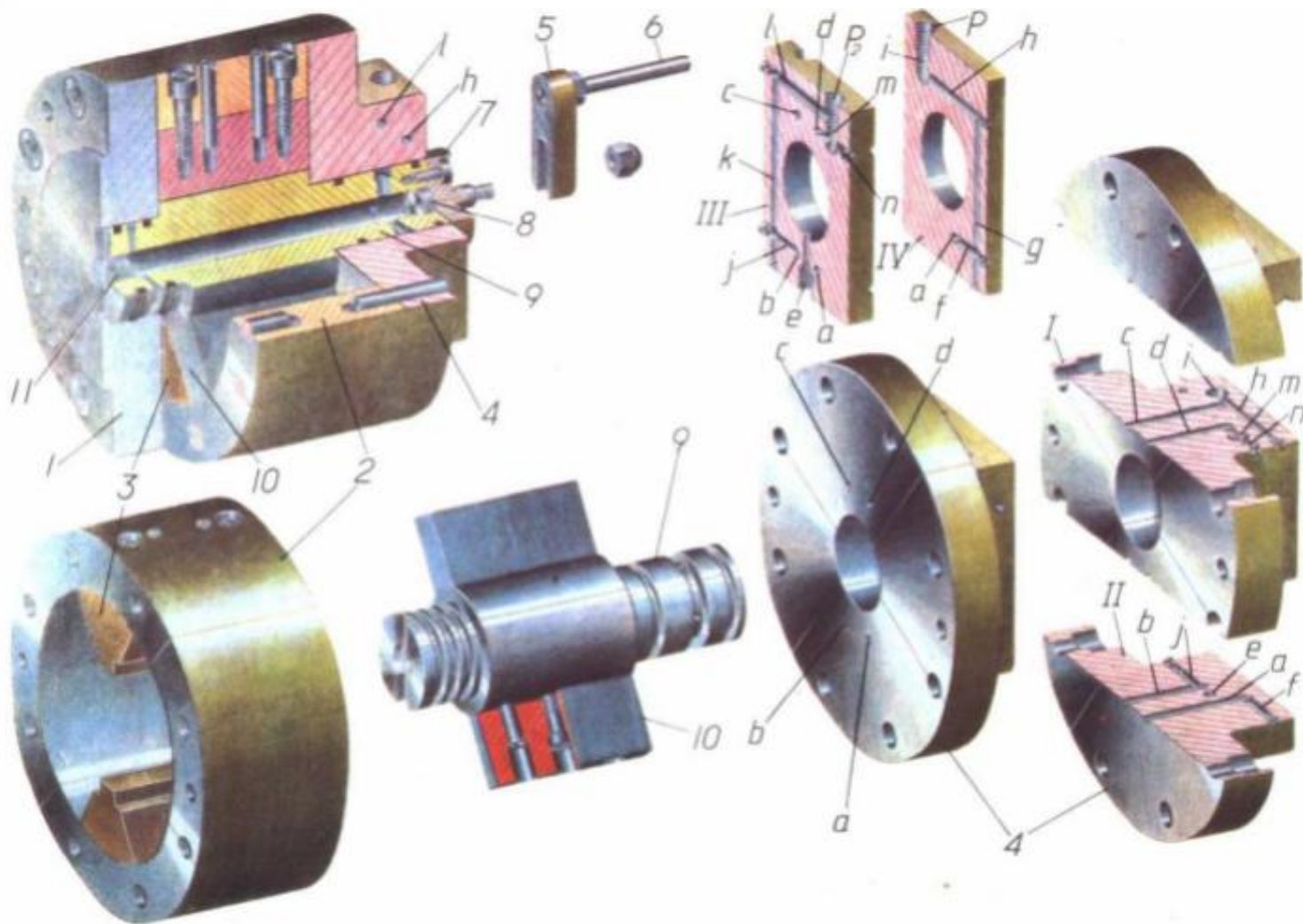
武汉理工大学

《液压与气动》电子课件

第四章 液压缸

[首页](#)

[网络课件](#)



物流工程学院



摆动液压缸的输出扭矩 T 和角速度 ω 为:

$$T = Zb\eta_m \int_{R_1}^{R_2} (p_1 - p_2)rdr = \frac{1}{2}Zb(R_2^2 - R_1^2)(p_1 - p_2)\eta_m$$

$$\omega = 2\pi n = \frac{2\pi q\eta_v}{\pi(R_2^2 - R_1^2)bZ} = \frac{2q\eta_v}{bZ(R_2^2 - R_1^2)}$$

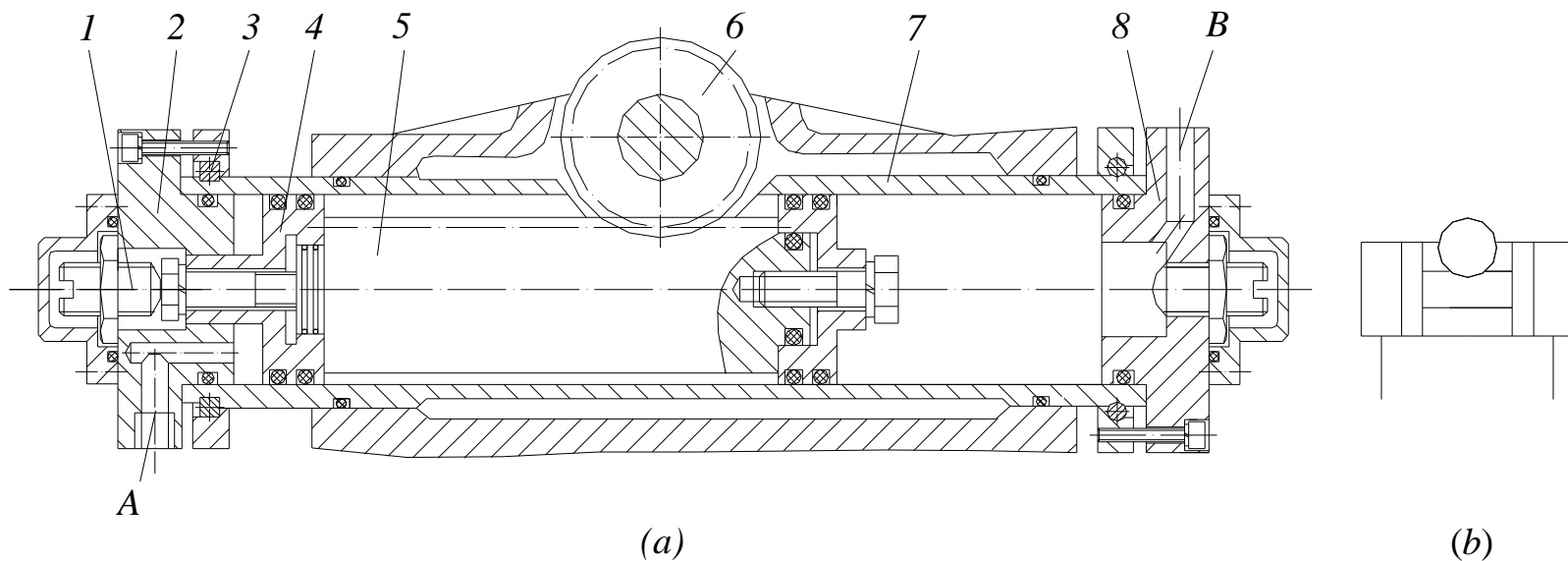


4.1.4 组合液压缸

组合液压缸的结构形式很多，这里仅简要介绍较为常见的三种组合液压缸。

一、齿条传动液压缸

齿条传动液压缸结构形式很多，如图所示是一种用于驱动回转工作台回转的齿条传动液压缸。



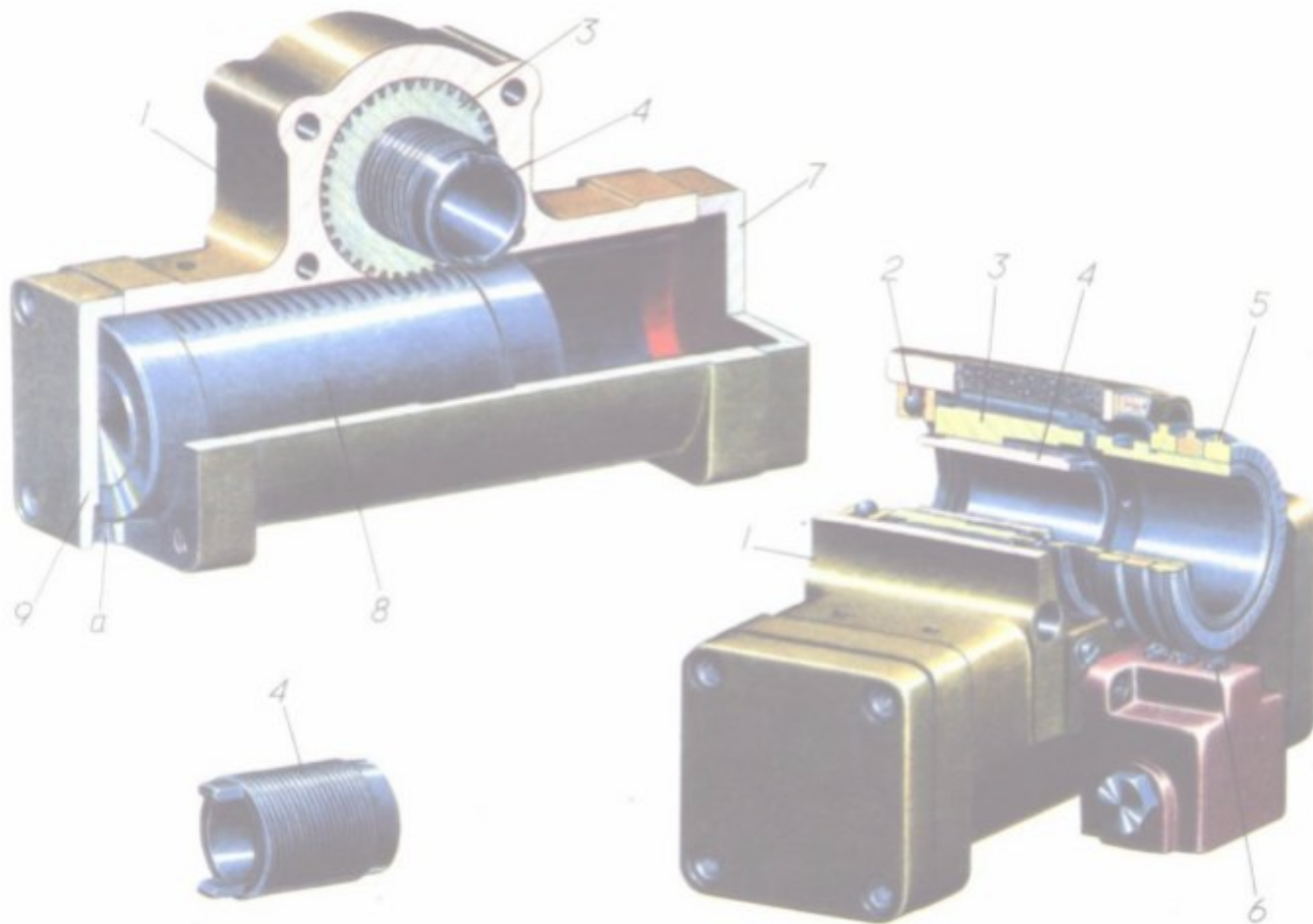


武汉理工大学

《液压与气动》电子课件
第四章 液压缸

[首页](#)

[网络课件](#)



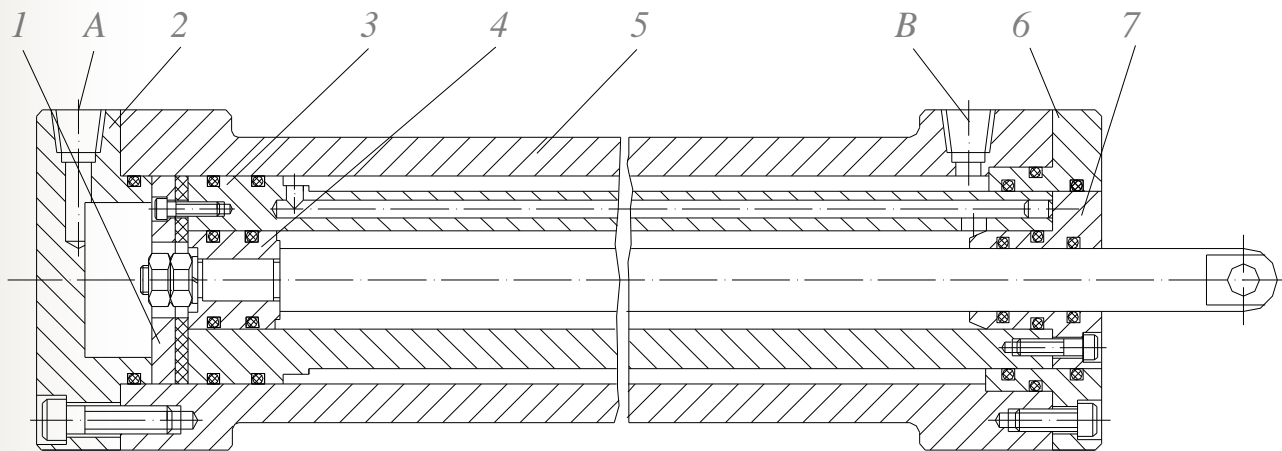
物流工程学院



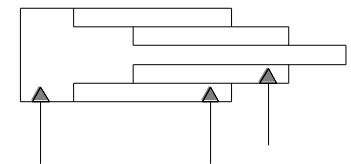
二、伸缩式液压缸

图所示为一种伸缩式液压缸。

伸缩式液压缸的特点是：活塞杆伸出的行程长，收缩后的结构尺寸小。



(a)



(b)

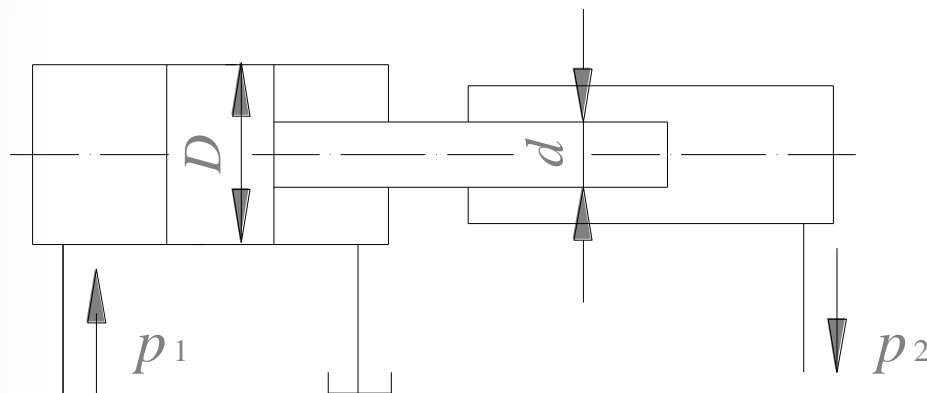


三、增压缸

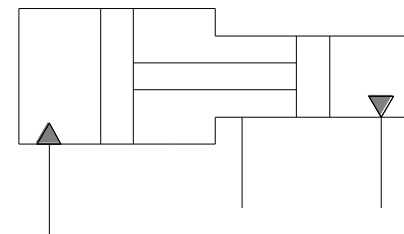
如图所示为一种由活塞缸和柱塞缸组合而成的增压缸，常应用于在局部区域需要获得高压的液压系统中。

该增压缸利用活塞的有效面积大于柱塞的有效面积，使输出压力 p_2 大于输入压力 p_1 ，其值为：

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



(a)



(b)