

液 压 与 气 压 传 动 课 后 习 题 答 案



today ; this day ; now ; at the present, April 6th, 2023

液压与气压传动习题解答

第 1 章 液压传动概述

1、何谓液压传动 液压传动有哪两个工作特性

答：液压传动是以液体为工作介质,把原动机的机械能转化为液体的压力能,通过控制元件将具有压力能的液体送到执行机构,由执行机构驱动负载实现所需的运动和动力,把液体的压力能再转变为工作机构所需的机械能,也就是说利用受压液体来传递运动和动力;液压传动的工作特性是液压系统的工作压力取决于负载,液压缸的运动速度取决于流量;

2、液压传动系统有哪些主要组成部分 各部分的功用是什么

答：(1)动力装置：泵,将机械能转换成液体压力能的装置;(2)执行装置：缸或马达,将液体压力能转换成机械能的装置;(3)控制装置：阀,对液体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置;(4)辅助装置：对工作介质起到容纳、净化、润滑、消声和实现元件间连接等作用的装置;(5)传动介质：液压油,传递能量;

3、液压传动与机械传动、电气传动相比有哪些优缺点

答：液压传动的优点：(1)输出力大,定位精度高、传动平稳,使用寿命长;(2)容易实现无级调速,调速方便且调速范围大;(3)容易实现过载保护和自动控制;(4)机构简化和操作简单;

液压传动的缺点：(1)传动效率低,对温度变化敏感,实现定比传动困难;(2)出现故障不易诊断;(3)液压元件制造精度高,(4)油液易泄漏;

第 2 章 液压传动的基础知识

1、选用液压油有哪些基本要求 为保证液压系统正常运行,选用液压油要考虑哪些方面

答：选用液压油的基本要求：(1)粘温特性好,压缩性要小;(2)润滑性能好,防锈、耐腐蚀性能好;(3)抗泡沫、抗乳化性好;(4)抗燃性能好; 选用液压油时考虑以下几个方面,(1)按工作机的类型选用;(2)按液压泵的类型选用;(3)按液压系统工作压力选用;(4)考虑液压系统的环境温度;(5)考虑液压系统的运动速度;(6)选择合适的液压油品种;

2、油液污染有何危害 应采取哪些措施防止油液污染

答：液压系统中污染物主要有固体颗粒、水、空气、化学物质、微生物等杂物;其中固体颗粒性污垢是引起污染危害的主要原因;1固体颗粒会使滑动部分磨损加剧、卡死和堵塞,缩短元件的使用寿命;产生振动和噪声;2水的侵入加速了液压油的氧化,并且和添加剂一起作用,产生粘性胶质,使滤芯堵塞;3空气的混入能降低油液的体积弹性模量,引起气蚀,降低其润滑性能;4微生物的生成使油液变质,降低润滑性能,加速元件腐蚀;

污染控制贯穿于液压系统的设计、制造、安装、使用、维修等各个环节;在实际工作中污染控制主要有以下措施：1 油液使用前保持清洁;2合理选用液压元件和密封元件,减少污染物侵入的途径;3液压系统在装配后、运行前保持清洁;4注意液压油在工作中保持清洁;5系统中使用的液压油应定期检查、补充、更换;6控制液压油的工作温度,防止过高油温造成油液氧化变质;

3、什么是液压油的粘性和粘温特性 为什么在选择液压油时,应将油液的粘度作为主要的性能指标

答：液体流动时分子间相互牵制的力称为液体的内摩擦力或粘滞力,而液体流动时呈现阻碍液体分子之间相对运动的这种性质称为液体的粘性;

粘温特性：液体粘度随温度变化的性质称为液体的粘温特性；粘度是液体流动时阻力的度量，它是衡量粘性大小的指标，是液压油最重要的性质；液压油的粘度大，流动阻力大，流动时压力损失也大，动作反应变慢，机械效率降低；液压油粘度小可以降低阻力，提高机械效率，但容易泄漏，造成容积效率降低；因此，粘度是选择液压油的重要依据，它的大小关系到液压系统的正常工作、效率和动作灵敏度等；

4、伯努利方程和连续性方程的物理意义是什么 在液压传动系统中为什么只考虑油液的压力能

答：伯努利方程的物理意义：理想液体在重力场作稳定流动时，具有压力能、位能和动能三种形式，它们之间可以相互转化，且总和保持不变；

连续性方程物理意义：液体在管道中作稳定流动时，管内液体的质量不会增多也不会减少，因而单位时间内液体流经管道任意截面的质量相等；

液压传动中压力能的数量级远远大于位能和动能的数量级；

5、液体的流动状态有几种 各自的特点以及判别方法是什么

答：液压的流动状态有层流和紊流两种：(1)层流：液体流动呈现层状，粘性力起主导作用，液体质点受粘性的约束，流动时能量损失小；(2)紊流：液体流动呈现混杂状，惯性力起主导作用，粘性力的制约作用减弱，流动时能量损失大；

流态用雷诺数 Re 来判断，当 $Re < Re_c$ 时，为层流；当 $Re > Re_c$ 时，为紊流；

6、管路中的液压冲击是否就是管路中压力升高 为什么 如何防止液压冲击

答：液压冲击并不是管路中简单压力的升高；

液压冲击是指液压系统中，由于某种原因引起液体局部压力在瞬间急剧升高，形成很大的压力峰值的现象；

减小液压冲击的主要措施有以下几点：(1)限制管中液流的流速和运动部件的速度，减少冲击波的强度；(2)开启阀门的速度要慢；(3)采用吸收液压冲击的能量装置如蓄能器等；(4)在出现有液压冲击的地方，安装限制压力的安全阀；(5)适当加大管道内径或采用橡胶软管；

7、什么是气穴现象 如何防止

答：当液体某一点处的绝对压力降到了相应温度的饱和蒸气压以下时，油液中的空气就会分离出来，产生大量的气泡，这种现象称为气穴现象；

泵的吸入口、油液流经节流部位、突然启闭的阀门、带大惯性负载的液压缸、液压马达在运转中突然停止或换向时等都将产生气穴现象；

为了防止产生气穴和气蚀现象，一般可采用以下的预防措施：(1)减少流经节流口及缝隙前后的压力差，一般希望节流口或缝隙前后压力比小于 3.5；(2)正确确定液压泵吸油管内径，对管内液体的流速加以限制，降低液压泵的吸油高度，尽可能减少吸油管路中的压力损失；(3)提高管道的密封性能，防止空气的渗入；(4)提高零件的机械强度和降低零件表面的粗糙度，采用抗腐蚀能力强的金属材料如铸铁和青铜等，以提高元件的抗气蚀能力；

8、有 200mL 的液压油，密度 ρ 为 900kg/m^3 ，在 40°C 时流过恩氏粘度计的时间 $t_1=150\text{s}$ ；而 200mL 的蒸馏水，在 20°C 时流过的时间是 $t_2=50\text{s}$ ；试计算油液在 40°C 时的恩氏粘度、运动粘度、动力粘度各是多少

$$\text{解：恩氏粘度： } {}^{\circ}E = \frac{t_1}{t_{20}} = \frac{150}{50} = 3$$

$$\text{运动粘度： } \nu = (7.31 \times {}^{\circ}E_1 - \frac{6.31}{{}^{\circ}E_1}) \times 10^{-6} = 19.83 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{动力粘度： } \mu = \nu \cdot \rho = 19.83 \times 10^{-6} \times 900 = 17.8 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

9、根据连续性方程和伯努利方程判别,液体在一个水平放置的管道中流动,不考虑压力损失,分别流过三个不同面积的截面 A1、A2、A3,且 $A1 < A3 < A2$,请问通过这三个截面时,流量 $q1$ 、 $q2$ 、 $q3$ 之间的大小关系是怎样的 流速 $v1$ 、 $v2$ 、 $v3$ 之间的大小关系又是怎样的

$$\text{解：(1) 流量之间： } q_1 = q_2 = q_3$$

$$(2) \text{ 流速之间： } v_1 > v_3 > v_2$$

10、某液压系统,如图 2-18 所示,两液压缸串联,缸 1 的活塞是主运动,缸 2 的活塞对外克服负载从动运动;已知小活塞的面积 $A1=14\text{cm}^2$,大活塞的面积 $A2=40\text{cm}^2$,连接两液压缸管路的流量 $q=25\text{L} / \text{min}$,试求两液压缸的运动速度及速比;

$$\text{解： } v_1 = \frac{q}{A_1} = \frac{25 \times 10^{-3}}{14 \times 10^{-4} \times 60} \approx 0.3 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{q}{A_2} = \frac{25 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-4} \times 60} \approx 0.1 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{40}{14} \approx 3$$

11、如图2-19所示,两盛水圆筒,作用于活塞上力 $F=3.0 \times 10^3 \text{N}$, 直径 $d=0.6\text{m}$, 高度 $h=1.0\text{m}$, 密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, 求圆筒底部的液体静压力和液体对圆筒底面的作用力。

$$\text{解：a 静压力： } P_1 = P_0 + \rho gh - \frac{F}{A_1} + \rho gh = 1.06 \times 10^4 + 1.0 \times 10^4 = 2.06 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{液体对圆筒底面的作用力 } F_1 = P_1 \times \frac{\pi d^2}{4} = 2.06 \times 10^4 \times \frac{\pi}{4} \times 0.6^2 = 5826 \text{ N}$$

$$\text{b 静压力： } P_2 = P_0 + \rho gh - \frac{F}{A_2} + \rho gh = 4.2 \times 10^4 + 1.0 \times 10^4 = 5.2 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{液体对圆筒底面的作用力 } F_2 = P_2 \times \frac{\pi d^2}{4} = 5.2 \times 10^4 \times \frac{\pi}{4} \times 0.6^2 = 14826 \text{ N}$$

12、如图2-20所示,直径为 d , 重量为 G 的柱塞浸没在液体中,并在外力 F 的作用下处于平衡状态。若液体的密度为 ρ , 柱塞浸入深度为 h , 试确定液体在测压管内上升高度 x 。

解：选取柱塞浸入 h_1 处等压面为参考面，则： $x=h_2$

$$(F + G) / \left(\pi d^2 / 4 \right) = \rho g (h_1 + h_2)$$

$$h_2 = \frac{4(F + G)}{\rho g \pi d^2} - h_1$$

13、如图 2-21 所示，液压千斤顶的柱塞直径 $D=34\text{mm}$ ，活塞的直径 $d=13\text{mm}$ ，杠杆的长度如图所示，问杠杆端点应加多大的力才能将 $G=5 \times 10^4 \text{N}$ 的重物顶起？

解：作用在小活塞上的力为 F' ，

$$F' = F \times \frac{L}{l} = \frac{F \times 750}{25}$$

根据帕斯卡原理： $\frac{F'}{A_1} = \frac{G}{A_2}$

$$\text{即：} \quad \frac{F'}{\frac{\pi}{4} \times 13^2 \times 10^{-6}} = \frac{5 \times 10^4}{\frac{\pi}{4} \times 34^2 \times 10^{-6}}$$

$$F' = 0.73 \text{ MN}$$

杠杆所需要加的力为： $F = 0.730 \times \frac{25}{750} = 244 \text{ N}$

14、如图 2-22 所示，液压泵从油箱中吸油，吸油管的直径为 6cm，流量为 150L/min，液压泵的入口处的真空度为 $0.2 \times 10^5 \text{Pa}$ ，液压油的运动粘度 $20 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ，密度为 900kg/m^3 ，不计任何损失 $h_w=0$ ，求最大吸液高度。

$$\text{解：吸油管路液压油流速为： } v = \frac{q}{A} = \frac{4 \times 150 \times 10^{-3}}{3.1415926 \times (0.06)^2 \times 60} \approx 0.884 \text{ m/s}$$

$$\text{液压油在吸油管中的流动状态为： } Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{0.884 \times 0.06}{20 \times 10^{-6}} = 2652 > Re_c \text{ 用}$$

查表知，液体流动状态为紊流。所以，动能修正系数 $\alpha = 1$ 。

选取油箱的液面1-1和靠近泵吸油口2-2截面列伯努利方程，并以1-1截面为基准面，因此

$$h_1 = 0, v_1 = 0, p_1 = p_a \text{（油箱液面上受大气压力作用）。}$$

$$\text{伯努利方程为： } \frac{p_a}{\rho g} = \frac{p_2}{\rho g} + h_2 + \frac{\alpha_2}{2g} v_2^2 + h_w$$

$$\text{最大吸液高度： } h_s = (2.265 - 0.0398) = 2.23 \text{m}$$

15、如图2-23所示，将流量为16 L/min的液压泵安装在油面以下，油的运动粘度为 $0.11 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ ，油液的密度为 880kg/m^3 ，弯头处的局部阻力系数0.2，求液压泵入口处的绝对压力？（只考虑沿程损失和弯头处的局部损失）

$$\text{解：吸油管路液压油流速为： } v = \frac{q}{A} = \frac{4 \times 16 \times 10^{-3}}{3.14 \times (0.02)^2 \times 60} \approx 0.85 \text{ m/s}$$

$$\text{液压油在吸油管中的流动状态为： } Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{0.85 \times 0.02}{0.11 \times 10^{-4}} = 1545.5$$

查表知，液体流动状态为层流。取 $\alpha_s = 2$

选取油箱的液面1-1和靠近泵吸油口2-2截面列伯努利方程，并以1-1截面为基准面，因此

$$h_1 = 0, v_1 = 0, p_1 = p_a \text{（油箱液面上受大气压力作用）。}$$

$$\text{伯努利方程为： } \frac{p_a}{\rho g} = \frac{p_2}{\rho g} + h_2 + \frac{\alpha_2}{2g} v_2^2 + h_w$$

$$\text{不考虑各种损失，液压泵入口处的绝对压力为 } p_2 = 1.06 \times 10^5 \text{Pa}$$

16、如图 2-24 所示，当阀门关闭时压力表的读数为 $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，阀门打开时压力表的读数为 $0.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，如果 $d = 12 \text{ mm}$ ，不计损失，求阀门打开时管中的流量 q 。

解：根据伯努利方程，选截面 1-1 为阀门关闭时的截面，选 2-2 截面为阀门打开时的截面，则：

$$\frac{p_1}{\rho g} + h_1 + \frac{\alpha_1}{2g} v_1^2 = \frac{p_2}{\rho g} + h_2 + \frac{\alpha_2}{2g} v_2^2 + h_w$$

不考虑损失，取 $\alpha_i = 1$ ，代入已知条件，有：

$$\frac{2.5 \times 10^5}{\rho g} = \frac{0.6 \times 10^5}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v_2 = 20.8 \text{ m/s}$$

$$\text{因此，流量为： } q = v \times A = v \times \frac{\pi d^2}{4} = 20.8 \times \frac{\pi \times 0.012^2}{4} = 0.0024 \text{ m}^3/\text{s}$$

17、如图 2-25 所示，管道输送 $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ 的液体，已知 $h = 15 \text{ m}$ ，1 处的压力为 $4.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，2 处的压力为 $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，判断管中油流的方向。

$$\text{解：1 处的能量： } Q_1 = \frac{P_1}{\rho g} + h_1 + \frac{\alpha_1 v^2}{2g}$$

$$Q_1 = \frac{4.5 \times 10^5}{10 \times 900} + \frac{\alpha_1 v^2}{2g} = 50 + \frac{\alpha_1 v^2}{2g}$$

$$\text{2 处的能量： } Q_2 = \frac{P_2}{\rho g} + h_2 + \frac{\alpha_2 v^2}{2g}$$

$$Q_2 = \frac{4 \times 10^5}{10 \times 900} + 15 + \frac{\alpha_1 v^2}{2g} \approx 59 + \frac{\alpha_1 v^2}{2g}$$

因为，液体在管内流动速度相等、流量系数相等，比较两点能量可知，液体流动方向从 2 处流向 1 处。

18、如图 2-26 所示，液压泵的流量可变，当 $q_1 = 420 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 时，测的阻尼孔前的压力为 $p_1 = 10 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。当 $q_2 = 840 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 时，求阻尼孔前的压力为 p_2 等于多少？设阻尼孔分别以细长孔和薄壁孔进行计算。

解：出口处压力近似为零，有：

$$\text{细长孔: } q = \frac{\pi d^4}{128 \mu l} \cdot \Delta P$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{p_1}{p_2} \quad p_2 = 20 \times 10^5 P_1$$

$$\text{薄壁孔: } q = C_d A_T \sqrt{\frac{2}{\rho} \times \Delta P}$$

$$\frac{q_1^2}{q_2^2} = \frac{p_1}{p_2} \quad P_2 = 40 \times 10^5 P_1$$

19、有一环状缝隙，直径 $d=1\text{cm}$ ，缝隙 $\delta=1 \times 10^{-2}\text{mm}$ ，缝隙长度 $l=2\text{cm}$ ，缝隙压差 $\Delta P=21\text{MPa}$ ，油的运动粘度为 $4 \times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ ，油的密度为 $\rho=900\text{ kg/m}^3$ ，求其泄漏量。

(1) 同心环状缝隙时。

(2) 偏心环状缝隙，相对偏心率 $\varepsilon=0.5$ 时。

$$\text{解: (1) } q = \frac{\pi d \delta^3}{12 \mu l} \cdot \Delta P$$

$$q = \frac{\pi \times 10 \times 10^{-3} \times (1 \times 10^{-2} \times 10^{-3})^3}{12 \times 4 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-2} \times 900} \times 21 \times 10^6 = 0.076 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(2) \quad q = \frac{\pi d \delta^3}{12 \mu l} \cdot \Delta P (1 + 1.5 \varepsilon^2)$$

$$q = 0.076 \times 10^{-6} \times (1 + 1.5 \times 0.25)$$

$$q = 0.105 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

第3章 液压泵与液压马达

1、举例说明液压泵的工作原理;如果油箱完全封闭不与大气相通,液压泵是否还能工作

答: 以柱塞泵为例,其工作原理为: 随着偏心轮转动,柱塞与泵体所形成的密封工作容积发生变化,当工作容积由小变大时,形成真空,油箱油液在大气压作用下通过吸油单向阀进入到工作容积;当工作容积由大变小时,油液受挤压,压力增大,油液通过排油单向阀进入到液压系统;偏心轮连续转动,泵不断的吸油和排油;如果开式油箱完全封闭不与大气相通,就失去利用大气压力将油箱的油液强行压入泵内的条件,从而无法完成吸油过程,液压泵便不能工作了;

2、为什么说液压泵的工作压力取决于负载

答: 液压泵的工作压力是指液压泵在工作时建立起来的压力;以千斤顶为例,输出的油液进入液压系统,输入到工作油缸,油缸顶起重物时克服阻力: 重物负载所造成的阻力,管道摩擦阻力,两种阻力都属于负载,使系统的液压油压力逐渐升

高并建立起压力,直至升高到能克服阻力,于是重物被顶起;所以液压泵工作压力取决于负载;

3、为什么液压泵的压力升高会使流量减少

答: 液压泵的输出流量与泵的结构参数、转速、容积效率有关;由于泵的工作容积的相邻零件之间存在着间隙,不可避免的会产生泄漏,负载越大,压力越高,泄漏越大,流量减少;

4、什么是液压泵的实际工作压力,排量的大小取决于什么

答: 液压泵的实际工作压力是指液压泵在实际工作时建立起来的压力;液压泵排量取决于密封可变容积的几何变化量;不同的泵,因结构参数不同,所以排量不一样;

5、齿轮泵的困油现象、径向力不平衡是怎样引起的 对其工作有何影响 如何解决

答: 困油现象: 为保证齿轮连续传动,必须要求前一对轮齿尚未脱开前,后一对轮齿就要进入啮合,即重叠系数大于 1,因此有一部分液体被困在两对轮齿、啮合线及前后端盖之间形成的密封可变容积内;

对工作的影响: 当密封容积由大变小时,被困在容积内的液体受到挤压,压力急剧升高;从缝隙强行挤出,这时齿轮和轴承受受到很大的径向力,功率损失增加,磨损加剧;当密封容积由小变大时,剩余的被困液体压力下降,形成局部真空,使溶解在液体中气体析出或液体本身汽化形成汽蚀,使泵产生振动和噪声;

解决措施: 为消除困油现象,可以采取一些卸荷措施,使密封容积及时与吸油或压油腔连通;即在轴套或者是在前后端盖上开两个卸荷槽;

径向力不平衡: 齿轮轴上主要受到齿轮啮合时产生的力和油液压力产生的径向液压力;后者要比前者大得多,对轴承受力起主要作用;从低压的吸油腔到高压的压油腔,压力沿齿轮旋转方向逐齿递增,因此齿轮和轴受到径向不平衡力的作用;

对工作的影响: 径向力不平衡加速了轴承磨损,降低了轴承的寿命,甚至使轴变形,造成齿顶与泵体内壁的摩擦等;

解决措施: 为了解决径向力不平衡问题,可在齿轮泵的泵体上开均压槽和减小压油口尺寸;

6、为什么齿轮泵的齿数少而模数大

答: 从公式: $V = 6.66 m^2 z b$ 中看出排量与模数平方成正比,与齿数一次方成正比,因此,在齿轮节圆直径 $D = mz$ 一定时,增大模数、减小齿数可增大泵的排量,因此齿数少而模数大。

7、限压式变量叶片泵有何特点? 适用于什么场合? 用什么方法来调节它的流量—压力特性?

答: 特点: 1) 限压式变量叶片泵根据负载大小,自动调节输出流量,因此功率损耗较小,可以减少油液发热。2) 液压系统中采用变量泵,可节省液压元件的数量,从而简化了油路系统。3) 泵本身的结构复杂,泄漏量大,流量脉动较严重,致使执行元件的运动不够平稳。4) 存在径向力不平衡问题,影响轴承的寿命,噪音也大。

在泵的供油压力小于限定压力时,流量按 AB 段变化,泵只是有泄漏损失,当泵的供油压力大于限定压力时,泵的定子相对于转子的偏心距 e 减小,流量随压力的增加而急剧下降,按 BC 曲线变化。

由于限压式变量泵有上述压力流量特性，所以多应用于组合机床的进给系统，以实现快进→工进→快退等运动；限压式变量叶片泵也适用于定位、夹紧系统。当快进和快退，需要较大的流量和较低的压力时，泵在 AB 段工作；当工作进给，需要较小的流量和较高的压力时，则泵在 BC 段工作。在定位、夹紧系统中，当定位、夹紧部件的移动需要低压、大流量时，泵在 AB 段工作；夹紧结束后，仅需要维持较高的压力和较小的流量（补充泄漏量），则利用 C 点的特性。总之，限压式变量叶片泵的输出流量可根据系统的压力变化（即外负载的大小），自动地调节流量，也就是压力高时，输出流量小；压力低时，输出流量大。

更换不同的弹簧刚度，调节 BC 段流量压力特性，调整弹簧的调节螺钉则改变限定点的压力（改变 B 点的位置），调整非弹簧侧的调节螺钉则改变最大流量（使 AB 段上下平移）。

8、为什么柱塞泵的柱塞数为单数？

答：输出流量脉动小，油泵运转平稳。

9、已知液压泵的额定输出压力为 p ，额定流量为 q ，如果忽略管路的沿程损失，试确定在图 3-19 所示各个工况下，泵的工作压力 p （压力表读数）各为多少？图 a 为泵的出口用油管直接到油箱、图 b 为泵的出口连接到面积为 A 负载为 F 的液压缸上、图 c 为泵的出口经开口面积为 f 的薄壁型节流孔后再接回油箱、图 d 为泵的出口分别接油箱和面积为 A ，负载为 F 的液压缸。

解：图 a $P=0$ ；图 b $P=F/A$ ；图 c $P=(q/K_A)^{1/2}$ ；图 d $P=0$ 。

10、某液压泵输出油压为 10MPa，转速为 1450 r/min，泵的排量为 46.2 mL/r，容积效率为 0.95，总效率为 0.9，求驱动该泵所需电动机的功率和泵的输出功率。

解：泵的输出功率为：

$$P_0 = pq = pVn \times 0.95 = 10 \times 10^6 \times 46.2 \times 10^{-3} \times 1450 \times 10^{-3} \times \frac{1}{60} \times 0.95 \approx 10606.8 \text{ W}$$

所需电动机功率为： $P_i = \frac{P_0}{\eta} = \frac{10606.8}{0.9} \approx 11785.3 \text{ W} = 11.8 \text{ KW}$

11、已知齿轮泵的齿轮模数为 3mm，齿数为 15，齿宽为 25 mm，转速为 1450 r/min，在额定压力下输出流量为 25 L/min，求泵的理论流量和容积效率？

解：理论流量 $q_{th} = 6.66 m^3 z b n = 6.66 \times 9 \times 15 \times 25 \times 1450 \times 10^{-6} = 32.59 \text{ L/min}$

容积效率 $\eta_v = \frac{q}{q_{th}} = \frac{25}{32.59} = 76.7\%$

12、额定压力 2.5MPa，当转速为 1450r/min 时，机械效率为 0.9。由实验测出：当泵出口压力为零时，流量为 106L/min，压力为额定压力时，流量为 100L/min。

求：(1) 泵的容积效率。

(2) 当泵的转速降至 500r/min，在额定压力下工作时的流量和驱动功率。

解：容积效率 (1) $\eta_v = \frac{q}{q_{th}} = \frac{100}{106} = 94.3\%$

$$\text{排量} \quad (2) \quad V = \frac{q_{th}}{n_1} = \frac{106}{1450} = 0.07$$

$$\text{理论流量} \quad q_{th} = Vn_2 = 0.07 \times 500 = 36.55 \, L/min$$

$$\text{额定流量} \quad q_2 = q_{th} \eta_v = 36.55 \times 0.94 = 34.36 \, L/min$$

$$\text{驱动功率} \quad (3) \quad P_2 = \frac{pq_2}{\eta_s \eta_m} = \frac{2.5 \times 10^6 \times 34.36 \times 10^{-3}}{0.9 \times 0.94 \times 60} = 1.7 \, KW$$

13、变量叶片泵转子外径为 83mm，定子内径为 89mm，叶片宽度为 30mm，额定转速为 1450r/min。求：(1)叶片泵排量为 16mL/r 时的偏心距及理论流量。(2)叶片泵最大可能的排量及流量。

解：(1) 排量 $V = 4\pi Re b$

$$16 \times 10^{-6} = 4 \times 3.14 \times 89 \times 10^{-3} \times e \times 30 \times 10^{-3}$$

$$\text{偏心距} \quad e = 0.48 \, mm$$

$$\text{理论流量} \quad q = V \times n = 23.2 \, L/min$$

(2) 叶片泵最大可能的偏心距为 $e = 3 \, mm$ ，

$$\text{因此：} \quad V = 4\pi Re b = 4 \times 3.14 \times 0.089 \times 0.003 \times 0.03 = 100 \, mL/r$$

$$q = 4\pi Re bn = 100 \times 10^{-3} \times 1450 = 145 \, L/min$$

14、已知轴向柱塞泵斜盘倾角为 $22^\circ 30'$ ，柱塞直径为 22mm，柱塞分布圆直径为 68mm，柱

塞数为 7，输出压力为 10MPa 时，其容积效率为 0.98，机械效率为 0.9，转速为 960 r/min。

求：(1)泵的实际输出流量。(2)泵的输出功率。(3)泵的输入转矩。

$$\text{解：(1) 输出流量} \quad q = \frac{\pi}{4} d^2 D Z \tan \theta \cdot n \cdot \eta_v$$

$$= \frac{\pi}{4} \times (0.022)^2 \times 0.068 \times 7 \times \tan 22^\circ 30' \times 960 \times 0.98$$

$$= 0.0705 \, m^3/min = 70.5 \, L/min$$

$$(2) \quad P_o = pq = 10 \times 10^6 \times 70.5 \times 10^{-3} \times \frac{1}{60} = 11.75 \, KW$$

$$(3) P_i = T\omega = \frac{P_o}{\eta} = \frac{P_o}{\eta_m \eta_v}$$

$$T = \frac{P_o}{\eta_m \eta_v \omega} = \frac{11750}{0.98 \times 0.9 \times 2\pi \times 960 / 60} = 132.52 \text{ Nm}$$

第四章 液压缸

1、液压缸的主要组成部分有哪些 缸固定和杆固定液压缸其工作台的最大活动范围有何差别

答：液压缸的主要组成包括缸筒组件、活塞组件、密封装置、缓冲装置和排气装置等五大部分；

双杆活塞缸缸固定其工作台的最大活动范围约为活塞有效行程的三倍,杆固定其工作台最大活动范围约为活塞有效行程的二倍;单杆活塞缸无论是缸固定还是杆固定其工作台最大活动范围约为活塞有效行程的两倍;

2、某液压系统执行元件为双杆活塞缸见图 4-1, 液压缸的工作压力 $p=4\text{MPa}$, 活塞直径为 $D=80\text{mm}$, 活塞杆直径 $d=50\text{mm}$, 工作时进给速度 $v=0.02\text{m/s}$; 请问液压缸能克服多大的负载 进入液压缸的流量为多少

解：最大时 $P_2 = 0$

$$F = (P_1 - P_2) \cdot A = 4 \times 10^6 \times \frac{\pi}{4} \times [(80 \times 10^{-3})^2 - (50 \times 10^{-3})^2] = 12246 \text{ N}$$

$$q = v \cdot A = 0.02 \times \frac{3.14 \times (0.08^2 - 0.05^2)}{4} = 0.61 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

3、试根据进、回油状态判断下列图 4-15 所示液压缸或活塞杆的运动方向。

图 a→、图 b←、图 c→、图 d←、图 e←、图 f←。

4、图 4-3a 所示液压缸, 已知缸体内径 $D=125\text{mm}$, 活塞杆直径 $d=80\text{mm}$, 活塞向右运动速度为

$v=0.1\text{m/s}$, 试求左右腔的有效工作面积, 以及进入和排出液压缸的流量 q_1 、 q_2 各为多少?

解：有效工作面积和流量：

$$A_1 = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} \times 125^2 \times (10^{-3})^2 = 0.012 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} [(125 \times 10^{-3})^2 - (80 \times 10^{-3})^2] = 0.007 \text{ m}^2$$

$$q_1 = v \cdot A_1 = 0.1 \times 0.012 \times 10^3 \times 60 = 73.6 \text{ L/min}$$

$$q_2 = v \cdot A_2 = 0.1 \times 0.007 \times 10^3 \times 60 = 43.5 \text{ L/min}$$

5、何谓液压缸的差动连接？差动液压缸的快进、快退速度相等时，它在结构上应满足什么条件？试推导差动液压缸的推力和速度公式。

答：当单杆活塞杆左右两腔相互接通并同时输入液压油，称为“差动连接”。

液压缸的快进、快退速度相等时，结构上应满足 $d = 0.707 D$

差动连接液压缸左右两腔相互接通，压力相等为 p_1 ，所以，推力为：

$$F = p_1(A_1 - A_2)$$

液压缸进油腔流量为 q_1 ，泵流量为 q ，液压缸回油腔流量 q_2 ，根据差动连接特点有：

$$q_1 = q + q_2 \quad (1)$$

$$q_1 = vA_1 \quad (2)$$

$$q_2 = vA_2 \quad (3)$$

$$\text{联立 (1) (2) (3), 有: } vA_1 = q + vA_2, \quad v = \frac{q}{A_1 - A_2}$$

6、图 4-5a 所示单叶片摆动液压缸，其供油压力 $p=2\text{MPa}$ ，供油流量 $q=25\text{L/min}$ ，缸的内径 $D=240\text{mm}$ ，叶片轴直径 $d=80\text{mm}$ ，若输出轴的回转角速度 $\omega=0.7\text{ r/s}$ ，试求叶片的宽度 b 和输出轴的转矩 T 。

$$\text{解: (1) } \omega = \frac{2q}{b(R_2^2 - R_1^2)} = \frac{2 \times 25 \times 10^{-3}}{b[(120 \times 10^{-3})^2 - (40 \times 10^{-3})^2] \times 60} = 0.7$$

$$b = 93\text{ mm}$$

$$(2) T = \frac{b}{2}(R_2^2 - R_1^2)(p_1 - p_2) = \frac{0.093}{2}[(120 \times 10^{-3})^2 - (40 \times 10^{-3})^2] \times 2 \times 10^6$$

$$= 1190.4\text{ Nm}$$

7、如图 4-16 所示，两个结构相同的液压缸串联起来，无杆腔的有效工作面积 $A_1=100\text{cm}^2$ ，有杆腔的有效工作面积 $A_2=80\text{cm}^2$ ，缸 1 输入的油压 $p_1=5\text{ MPa}$ ，流量 $q_1=12\text{ L/min}$ ，若不考虑一切损失，试求：(1)当两缸的负载相同($F_1=F_2$)时，能承受的负载为多少，两缸运动的速度各多少？(2)缸 2 的输入油压是缸 1 的一半时，两缸各能承受多少负载？(3)缸 1 不承受负载($F_1=0$)时，缸 2 能承受多少负载？

$$\text{解: (1) } F_1 = F_2 \quad (1)$$

$$F_1 = P_1 A_1 - P_2 A_2 \quad (2)$$

$$F_2 = P_2 \cdot A_1 \quad (3)$$

$$v_1 = \frac{q_1}{A_1} \quad (4)$$

$$v_1 = \frac{q_2}{A_2} \quad (5)$$

联立 (4) (5), 有 $\frac{q_1}{A_1} = \frac{q_2}{A_2}$, 代入已知条件, 得到

$$q_2 = 9.6 \text{ L/min}$$

$$v_1 = 0.02 \text{ m/s}, \quad v_2 = 0.016 \text{ m/s}$$

$$F_1 = F_2 = 28 \text{ kN}$$

$$(2) \text{ 已知: } P_2 = \frac{1}{2} P_1$$

$$F_1 = P_1 A_1 - P_2 A_2 = 30 \text{ kN}$$

$$F_2 = P_2 \cdot A_1 = 25 \text{ kN}$$

(3) 已知 $F_1 = 0$, 则:

$$P_1 A_1 = P_2 A_2$$

$$F_2 = P_2 \cdot A_1 = 62.5 \text{ kN}$$

8、

第五章 液压控制阀

1、换向阀有几种操纵方式

答: 换向阀有五种操纵方式: 手动、机动、液动、电磁、电液动;

2、什么是换向阀的中位机能 O、P、Y、M 和 H 型各具有那些特点

答: 换向阀的中位机能: 三位换向阀的阀芯在中间位置时, 各油口的连通方式及对系统产生的性能称为换向阀的中位机能; O 型: P、A、B、T 四口全封闭, 液压泵不卸荷, 液压缸闭锁, 可用于多个换向阀的并联工作; P 型: P、A、B 口相通, T 口封闭, 泵与缸两腔相通, 可组成差动回路; Y 型: P 口封闭, A、B、T 三口相通, 活塞浮动, 在外力作用下可移动, 泵不卸荷; M 型: P、T 口相通, A、B 口均封闭, 活塞闭锁不动, 泵卸荷, 也可用于多个 M 型换向阀串联工作; H 型: 四口全串通, 活塞处于浮动状态, 在外力作用下可移动, 泵卸荷;

3、试说明电液动换向阀的组成、特点和适用范围

答: 电液动换向阀是电磁阀和液动阀的组合, 电磁阀起先导作用, 以改变液动阀的阀芯位置, 液动阀控制主油路换向; 电液动换向阀用较小的电磁铁来控制较大的液动阀, 换向时间可调; 适用于大流量、换向平稳的场合;

、溢流阀、减压阀和顺序阀各起什么作用 在控制方式上、阀芯常态上、泄漏方式上有和区别 顺序阀能否用作溢流阀使用

答: 顺序阀能作溢流阀使用;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/118136100056006043>