

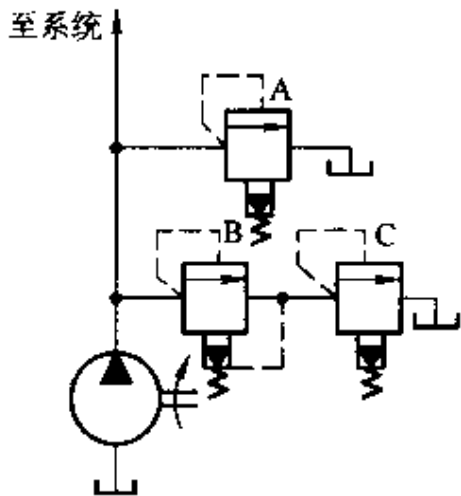
第六章作业习题解答

6-5

中位机能 特性	O	P	M	Y	H	U	
系统保压	√	√		√		√	
系统卸荷			√		√		
换向精度高	√		√				
起动平稳	√						
缸浮动				√	√		
缸锁紧	√		√				

6-6/4-18 图示系统中溢流阀的调整压力分别为 $p_A=3\text{MPa}$, $p_B=1.4\text{MPa}$, $p_C=2\text{MPa}$ 。试求当系统外负载为无穷大时, 液压泵的出口压力为多少?

如将溢流阀 B 的遥控口堵住, 液压泵的出口压力又为多少?

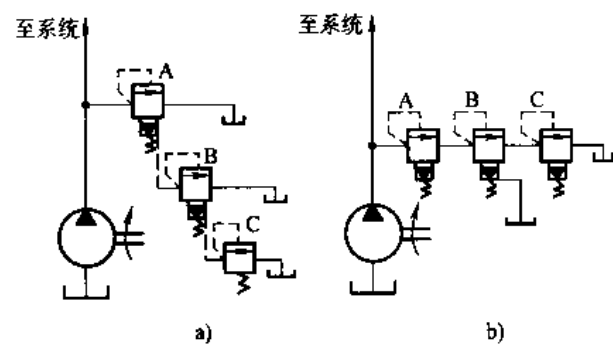


解 因系统外负载为无穷大, 泵启动后, 其出口压力 p_P 逐渐升高, $p_P=1.4\text{MPa}$ 时溢流阀 B 打开, 但溢流阀 C 没打开, 溢流的油液通不到油箱, p_P 便继续升高; 当 $p_P=2\text{MPa}$ 时溢流阀 C 开启, 泵出口压力保持 2MPa 。

若将溢流阀 B 的遥控口堵住, 则阀 B 必须在压力为 3.4MPa 时才能打开; 而当 p_P 达到 3MPa 时, 溢流阀 A 已开启,

所以这种情况下泵出口压力维持在 3MPa 。

6-7/4-19 图示两系统中溢流阀的调整压力分别为 $P_A=4\text{MPa}$, $P_B=3\text{MPa}$, $P_C=2\text{MPa}$, 当系统外负载为无穷大时, 液压泵的出口压力各为多少, 对图 a 的系统, 请说明溢流量是如何分配的?



解 图 a 所示系统泵的出口压力为 2MPa 。因 $p_P=2\text{MPa}$ 时溢流阀 C 开启, 一小股压力为 2MPa 的液流从阀 A 遥控口经阀 D 遥控口和阀 C 回油箱。所以, 阀 A 和阀 B 也均打开。但大量溢流从阀 A 主阀口流回油箱, 而从阀 B 和阀 C 流走的仅为很小一股液流, 且 $Q_B>Q_C$ 。三个溢流阀溢流量分配情况为 $Q_A>Q_B>Q_C$

图 b 所示系统, 当负载为无穷大时泵的出口压力为 6MPa 。因该系统中阀 B

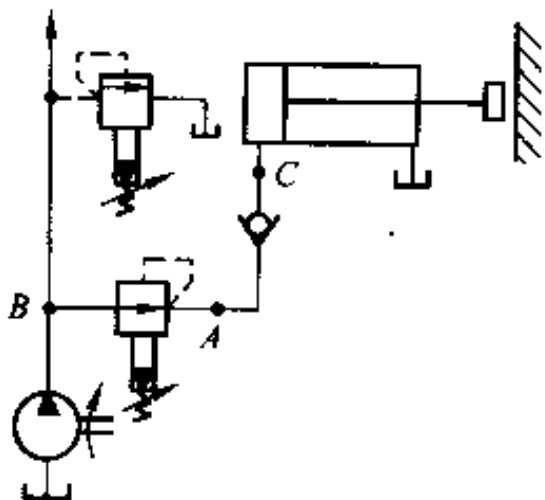
遥控口接油箱，阀口全开，相当于一个通道，泵的工作压力由阀 A 和阀 C 决定，即 $p_P = p_A + p_C = (4+2) = 6\text{MPa}$ 。

6-8/4-24 图示系统溢流阀的调定压力为 5MPa ，减压阀的调定压力为 2.5MPa 。试分析下列各工况，并说明减压阀阀口处于什么状态？

1) 当液压泵出口压力等于溢流阀调定压力时，夹紧缸使工件夹紧后，A、C 点压力各为多少？

2) 当液压泵出口压力由于工作缸快进，压力降到 1.5MPa 时(工件原处于夹紧状态)，A、C 点压力各为多少？

3) 夹紧缸在夹紧工件前作空载运动时，A、B、C 点压力各为多少？



解 1) 工件夹紧时，夹紧缸压力即为减压阀调整压力， $p_A = p_C = 2.5\text{MPa}$ 。减压阀开口很小，这时仍有一部分油通过减压阀阀心的小开口(或三角槽)，将先导阀打开而流出，减压阀阀口始终处于工作状态。

2) 泵的压力突然降到 1.5MPa 时，减压阀的进口压力小于调整压力 p_j ，减压阀阀口全开而先导阀处于关闭状态，阀

口不起减压作用， $p_A = p_B = 1.5\text{MPa}$ 。单向阀后的 C 点压力，由于原来夹紧缸处于 2.5MPa ，单向阀在短时间内有保压作用，故 $p_C = 2.5\text{MPa}$ ，以免夹紧的工件松动。

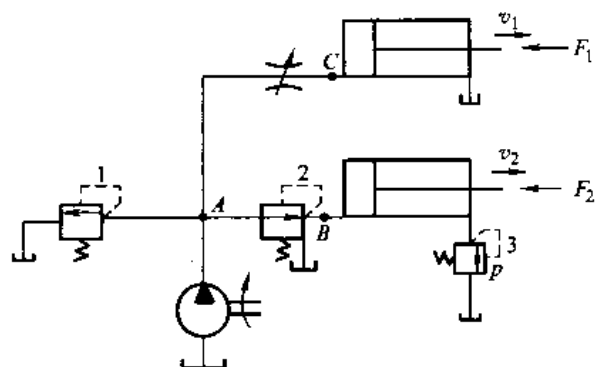
3) 夹紧缸作空载快速运动时， $p_C = 0$ 。A 点的压力如不考虑油液流过单向阀造成的压力损失， $p_A = 0$ 。因减压阀阀口全开，若压力损失不计，则 $p_B = 0$ 。由此可见，夹紧缸空载快速运动时将影响到泵的工作压力。

注：减压阀阀口是否起减压作用，与减压阀的进口压力 p_1 及出口的负载压力 p_2 有密切关系。如比 $p_2 < p_j$ ，出口负载压力 p_2 小于名义上的调整压力 p_j ，先导阀关闭而减压阀阀口全开，不起减压作用，只呈现通道阻力。若 $p_1 < p_j$ ，进口压力比名义上的调整压力低，减压阀阀口全开，不起减压作用。如果通道阻力也忽略，则减压阀的进出口压力相等。

6-9/4-27 如图所示的减压回路，已知液压缸无杆腔、有杆腔的面积分别为 $100 \times 10^{-4}\text{m}^2$ 、 $50 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，最大负载 $F_1 = 14000\text{N}$ 、 $F_2 = 4250\text{N}$ ，背压 $p = 0.15\text{MPa}$ ，节流阀的压差 $\Delta p = 0.2\text{MPa}$ ，试求：

1) A、B、C 各点压力(忽略管路阻力)。
2) 液压泵和液压阀 1、2、3 应选多大的额定压力？

3) 若两缸的进给速度分别为 $v_1 = 3.5 \times 10^{-2}\text{m/s}$ ， $v_2 = 4 \times 10^{-2}\text{m/s}$ ，液压泵和各液压阀的额定流量应选多大？



$$\begin{aligned} \text{解 1) } p_c &= \frac{F_1}{A_1} \\ &= \frac{14000}{100 \times 10^{-4}} \\ &= 1.4 \times 10^6 \text{ Pa} = 1.4 \text{ MPa} \end{aligned}$$

由于有节流阀 2, 因此上面的液压缸运动时, 溢流阀一定打开, 故

$$\begin{aligned} p_A &= \Delta p + p_c \\ &= 0.2 + 1.4 \\ &= 1.6 \text{ MPa} \end{aligned}$$

由 $p_B A_1 = F_2 + p_{\text{背}} A_2$ 得

$$\begin{aligned} p_B &= \frac{F_2 + p_{\text{背}} A_2}{A_1} \\ &= \frac{4250 + 0.15 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-4}}{100 \times 10^{-4}} \\ &= 0.5 \times 10^6 \text{ Pa} = 0.5 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$0.5 \times 10^6 \text{ Pa} = 0.5 \text{ MPa}$$

2) 泵和阀 1、2、3 的额定压力均按系统最大工作压力来取, 选标准值 2.5 MPa。

3) 流入上面液压缸的流量

$$\begin{aligned} q_1 &= v_1 A_1 \\ &= 3.5 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-4} \\ &= 350 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 21 \text{ L/min} \end{aligned}$$

流入下面液压缸的流量

$$\begin{aligned} q_2 &= v_2 A_1 \\ &= 4 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-4} \\ &= 400 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 24 \text{ L/min} \end{aligned}$$

流经背压阀的流量

$$\begin{aligned} q_{\text{背}} &= v_2 A_2 \\ &= 4 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-4} \\ &= 200 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 12 \text{ L/min} \end{aligned}$$

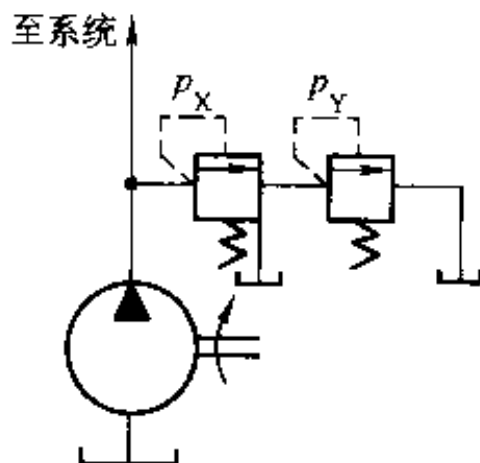
由于两个液压缸不同时工作,

$$\text{故选 } q_{\text{泵}} = q_{\text{溢}} = q_{\text{节}} = q_{\text{减}} = 25 \text{ L/min}, \quad q_{\text{背}} = 16 \text{ L/min}$$

6-10 图示回路, 顺序阀和溢流阀串联, 调整压力分别为 p_X 和 p_Y , 当系统外负载为无穷大时, 试问:

1) 液压泵的出口压力为多少?

2) 若把两阀的位置互换, 液压泵的出口压力又为多少?



解 1) ①当 $p_X > p_Y$ 时, 系统压力 $p_P = p_X$ 时, 顺序阀开启, 顺序阀出口压力为 p_Y , 入口压力为 p_X , 故 $p_P = p_X$;

②当 $p_X < p_Y$ 时, 顺序阀入口压力达到 p_X 时开启, 但溢流阀不开启, 到顺序阀出口压力达到 p_Y 时, 溢流阀不开启, 此时顺序阀入口压力 = 顺序阀出口压力 = 泵前压力 = 溢流阀开启压力, 即 $p_P = p_X$ 。

2) 当两阀位置互换后, 顺序阀出口压力 = 0, 顺序阀入口压力 = p_X , 而溢流阀的前后压差达到调定压力 p_Y 才能开启,

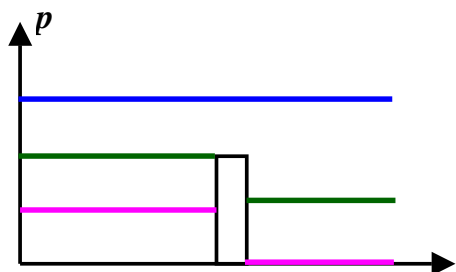
所以

$$p_P = p_Y + p_X。$$

注：X 为直动顺序阀，Y 为直动溢流阀。

顺序阀的工作特性：相当于**压力堤坝**，

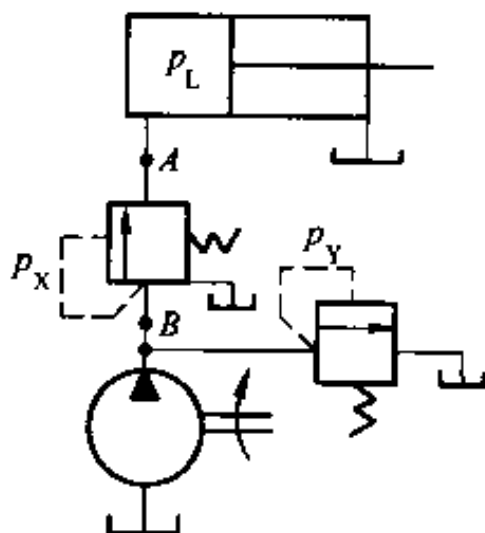
如下图所示



1. 当 $p_{\text{入口}} < p_{\text{调定}}$ 时，顺序阀不打开， $p_{\text{入口}}$ 由系统决定， $p_{\text{出口}} = 0$ ；
2. 当 $p_{\text{入口}} = p_{\text{调定}}$ 时，顺序阀开启，若 $p_{\text{出口}} < p_{\text{调定}}$ ，油流较小， $p_{\text{出口}} = p_{\text{工作}}$ ； $p_{\text{入口}} = p_{\text{调定}} > p_{\text{出口}} = p_{\text{工作}}$ ，有减压作用；
3. 当 $p_{\text{入口}} \geq p_{\text{调定}}$ 时， $p_{\text{入口}} = p_{\text{出口}} = p_{\text{工作}} \geq p_{\text{调定}}$ ，顺序阀不减压。

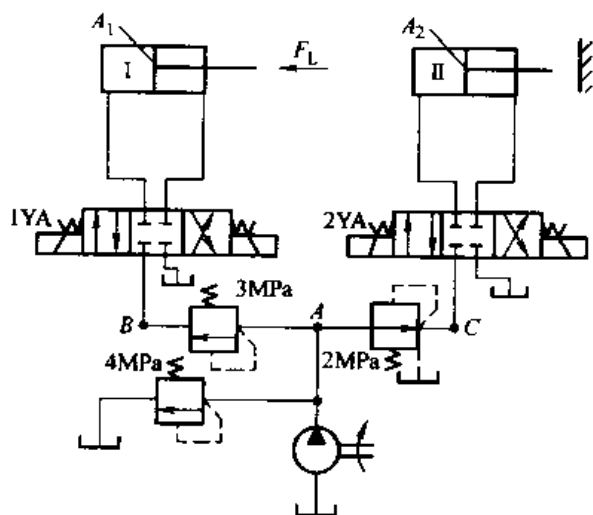
6-11/4-33 图示回路，顺序阀的调整压力 $p_X = 3\text{MPa}$ ，溢流阀的调整压力 $p_Y = 5\text{MPa}$ ，试问在下列情况下 A、D 点的压力为多少？

- 1) 液压缸运动，负载压力 $p_L = 4\text{MPa}$ 时。
- 2) 如负载压力 p_L 变为 1MPa 时。
- 3) 活塞运动到右端时。



- 解 1) $p_L = 4\text{MPa}$ 时， $p_A = p_B = 4\text{MPa}$ ；
- 2) $p_L = 1\text{MPa}$ 时， $p_A = 1\text{MPa}$ ， $p_B = 3\text{MPa}$ ；
- 3) 活塞运动到右端时， $p_A = p_B = 4\text{MPa}$ 。
- 6-12/4-36 如图所示系统，液压缸的有效面积 $A_1 = A_2 = 100 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，液压缸 I 负载 $F_L = 35000\text{N}$ ，液压缸 II 运动时负载为零，不计摩擦阻力、惯性力和管路损失，溢流阀、顺序阀和减压阀的调定压力分别为 4Mpa 、 3Mpa 和 2Mpa ，试求下列三种工况下 A、B 和 C 处的压力。

- 1) 液压泵起动后，两换向阀处于中位时。
- 2) 1YA 通电，液压缸 I 运动时和到终端停止时。
- 3) 1YA 断电，2YA 通电，液压缸 II 运动时和碰到固定挡块停止运动时。



解 缸 I 负载压力

$$p = \frac{F_L}{A_1} = \frac{35000}{100 \times 10^{-4}}$$

$$= 3.5 \times 10^6 \text{ Pa} = 3.5 \text{ MPa}$$

1) 液压泵起动后, 两换向阀处于中位时

$$p_A = p_B = 4 \text{ MPa}, p_C = 2 \text{ MPa};$$

6-13

4-40 如图 4-25 所示八种回路, 已知: 液压泵流量 $q_p = 10 \text{ L/min}$, 液压缸无杆腔面积 $A_1 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, 有杆腔面积 $A_2 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, 溢流阀调定压力 $p_Y = 2.4 \text{ MPa}$, 负载 F_L 及节流阀通流面积 A_T 均已标在图上, 试分别计算各回路中活塞的运动速度和液压泵的工作压力。(设 $C_d = 0.62$, $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$)

解 图 4-25a 回路: 液压缸负载压力 $p_L = \frac{F_L}{A_1} = \frac{10000}{50 \times 10^{-4}} \times 10^{-6} \text{ MPa} = 2 \text{ MPa}$, 液压泵工作压力 $p_P = p_L = 2 \text{ MPa}$

$$\text{活塞运动速度 } v = \frac{q_p}{A_1} = \frac{10 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-4}} \text{ m/min} = 2 \text{ m/min}$$

$$\text{图 4-25b 回路: } p_P = p_L = \frac{F_L}{A_1} = \frac{1000}{50 \times 10^{-4}} \times 10^{-6} \text{ MPa} = 0.2 \text{ MPa}$$

$$v = \frac{q_p}{A_1} = \frac{10 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-4}} \text{ m/min} = 2 \text{ m/min}$$

图 4-25c 回路: 由于有节流阀, 溢流阀开启, 泵的工作压力为 $p_P = p_Y = 2.4 \text{ MPa}$

因

$$p_1 A_1 = p_2 A_2 + F_L$$

$$\text{故节流阀进口压力 } p_2 = \frac{A_1}{A_2} p_1 - \frac{F_L}{A_2} = \left(\frac{50}{25} \times 2.4 - \frac{10000}{25 \times 10^{-4}} \times 10^{-6} \right) \text{ MPa} = 0.8 \text{ MPa}$$

2) 1YA 通电, 液压缸 I 运动时

$$p_A = p_B = 3.5 \text{ MPa}, p_C = 2 \text{ MPa};$$

1YA 通电, 液压缸 I 到终端停止时

$$p_A = p_B = 4 \text{ MPa}, p_C = 2 \text{ MPa};$$

3) 1YA 断电, 2YA 通电, 液压缸 II 运动时

$$p_A = p_B = p_C = 0;$$

1YA 断电, 2YA 通电, 液压缸 II 碰到固定挡块时

$$p_A = p_B = 4 \text{ MPa}, p_C = 2 \text{ MPa}。$$

通过节流阀的流量 $q_T = C_d A_T \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = C_d A_T \sqrt{\frac{2p_2}{\rho}}$

$$= 0.62 \times 1 \times 10^{-6} \times \sqrt{\frac{2 \times 0.8 \times 10^6}{870}} \times 60 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$= 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$$

所以 $v = \frac{q_2}{A_2} = \frac{q_T}{A_2} = \frac{1.6 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-4}} \text{ m/min} = 0.64 \text{ m/min}$

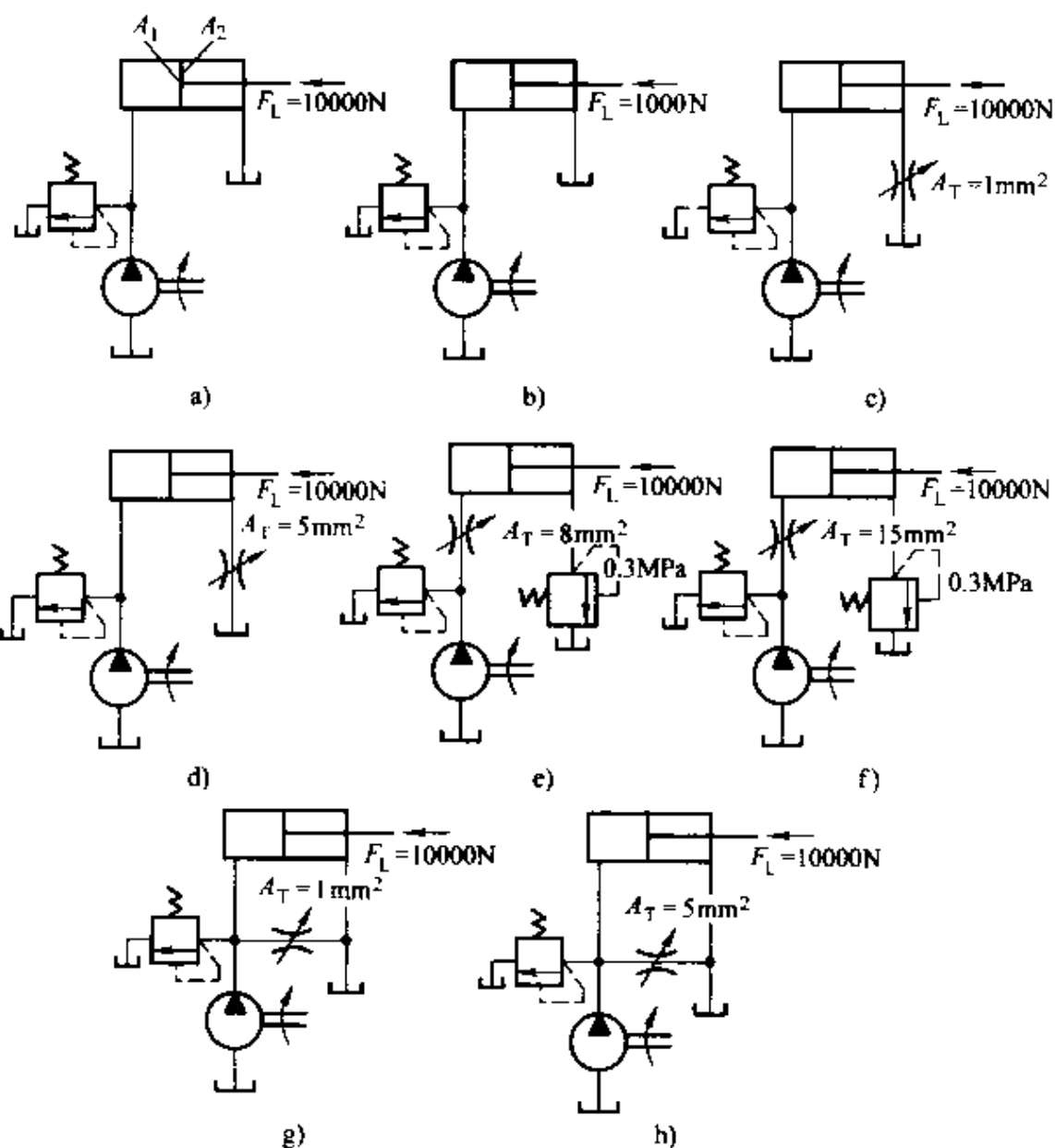


图 4-25d 回路：由于节流阀通流面积为图 4-25c 所示回路的 5 倍，允许通过的流量较大，故溢流阀关闭，活塞运动速度由 q_P 确定，即

$$v = \frac{q_P}{A_1} = 2\text{m/min}$$

$$\text{因 } q_T = C_d A_T \sqrt{\frac{2p_2}{\rho}} = A_2 v \quad \text{故}$$

$$p_2 = \frac{\rho}{2} \left(\frac{A_2 v}{C_d A_T} \right)^2 = \frac{870}{2} \times \left(\frac{25 \times 10^{-4} \times 2/60}{0.62 \times 5 \times 10^{-6}} \right)^2 \times 10^{-6} \text{MPa} = 0.31 \text{MPa}$$

由于 $p_1 A_1 = p_2 A_2 + F_L$ 则

$$p_1 = \frac{F_L}{A_1} + \frac{A_2}{A_1} p_2 = \left(\frac{10000}{50 \times 10^{-4}} \times 10^{-6} + \frac{25}{50} \times 0.31 \right) \text{MPa} = 2.16 \text{MPa}$$

故液压泵工作压力 $p_P = p_1 = 2.16 \text{MPa}$

图 4-25e 回路：因 $p_1 A_1 = p_2 A_2 + F_L$ 则

$$p_1 = \frac{A_2}{A_1} p_2 + \frac{F_L}{A_1} = \left(\frac{25}{50} \times 0.3 + \frac{10000}{50 \times 10^{-4}} \times 10^{-6} \right) \text{MPa} = 2.15 \text{MPa}$$

$$\begin{aligned} q_T &= C_d A_T \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = C_d A_T \sqrt{\frac{2(p_P - p_1)}{\rho}} = 0.62 \times 8 \times 10^{-6} \times \sqrt{\frac{2 \times (2.4 - 2.15) \times 10^6}{870}} \text{m}^3/\text{s} \\ &= 1.19 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\text{故 } v = \frac{q_1}{A_1} = \frac{q_T}{A_1} = \frac{1.19 \times 10^{-4}}{50 \times 10^{-4}} \times 60 \text{m/min} = 1.43 \text{m/min}$$

$$p_P = p_Y = 2.4 \text{MPa}$$

图 4-25f 回路：由于节流阀通流面积 A_T 比图 4-25e 所示回路接近大一倍，因此溢流阀关闭，液压泵输出流量全部经节流阀流进液压缸， p_1 仍为 2.15MPa。

$$\text{因 } q_P = q_T = C_d A_T \sqrt{\frac{2(p_P - p_1)}{\rho}}$$

$$\text{所以 } p_P = \frac{\rho}{2} \left(\frac{q}{C_d A_T} \right)^2 + p_1 = \left[\frac{870}{2} \times \left(\frac{10 \times 10^{-3}/60}{0.62 \times 15 \times 10^{-6}} \right)^2 \times 10^{-6} + 2.15 \right] \text{MPa} = 2.29 \text{MPa}$$

$$v = \frac{q_P}{A_1} = 2\text{m/min}$$

图 4-25g 回路: $p_P = p_L = 2\text{MPa}$

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{q_1}{A_1} = \frac{q_P - q_T}{A_1} = \frac{q_P - C_d A_T \sqrt{\frac{2p_L}{\rho}}}{A_1} \\
 &= \frac{10 \times 10^{-3}/60 - 0.62 \times 1 \times 10^{-6} \times \sqrt{2 \times 2 \times 10^6/870}}{50 \times 10^{-4}} \times 60\text{m/min} \\
 &= 1.5\text{m/min}
 \end{aligned}$$

图 4-25h 所示回路: 由于节流阀通流面积 A_T 为图 4-25g 所示回路的 5 倍, 因此液压泵输出的流量均被节流阀短路回油箱, 没有油液进入液压缸, 故活塞运动速度 $v = 0$ 。

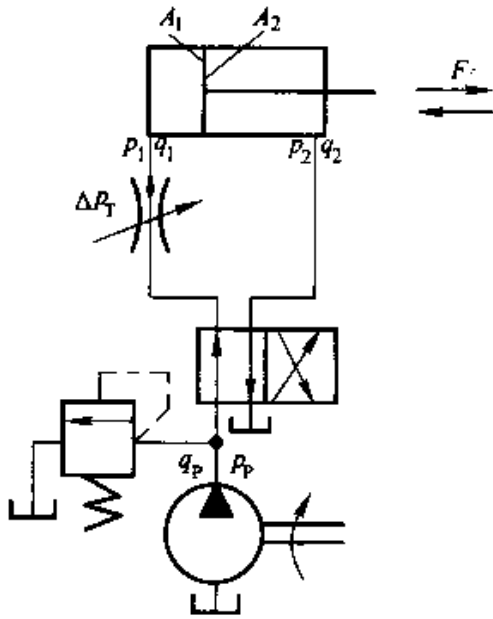
因 $q_P = q_T = C_d A_T \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = C_d A_T \sqrt{\frac{2p_P}{\rho}}$, 则有

$$p_P = \frac{\rho}{2} \left(\frac{q_P}{C_d A_T} \right)^2 = \frac{870}{2} \times \left(\frac{10 \times 10^{-3}/60}{0.62 \times 5 \times 10^{-6}} \right)^2 \times 10^{-6} \text{MPa} = 1.26 \text{MPa}$$

第 8~9 章作业习题解答

8-2/6-29 如图所示回路中的活塞在其往返运动中受到的阻力 F 大小相等，方向与运动方向相反，试比较：

- 1) 活塞向左和向右的运动速度哪个大？
- 2) 活塞向左和向右运动时的速度刚度哪个大？



解 1) 活塞向右运动时，速度为

$$\begin{aligned} v_{\text{右}} &= \frac{q_{\text{右}}}{A_1} = \frac{CA_T \Delta p_{\text{右}}^\phi}{A_1} \\ &= \frac{CA_T}{A_1} \left(p_P - \frac{F}{A_1} \right)^\phi \\ &= \frac{CA_T}{A_1^{1+\phi}} (p_P A_1 - F)^\phi \end{aligned}$$

活塞向左运动时，速度为

$$\begin{aligned} v_{\text{左}} &= \frac{CA_T}{A_1^{1+\phi}} (p_P A_2 - F)^\phi \\ \frac{v_{\text{右}}}{v_{\text{左}}} &= \left(\frac{p_P A_1 - F}{p_P A_2 - F} \right)^\phi \end{aligned}$$

因为， $\phi > 0$ ， $A_1 > A_2$ ，

所以， $v_{\text{右}}/v_{\text{左}} > 1$ ，即 $v_{\text{右}} > v_{\text{左}}$ 。

- 2) 活塞向右运动时，速度刚度为

$$k_{v_{\text{右}}} = \frac{A_1^{1+\phi}}{CA_T (p_P A_1 - F)^{\phi-1} \phi}$$

活塞向左运动时，速度刚度为

$$k_{v_{\text{左}}} = \frac{A_1^{1+\phi}}{CA_T (p_P A_2 - F)^{\phi-1} \phi}$$

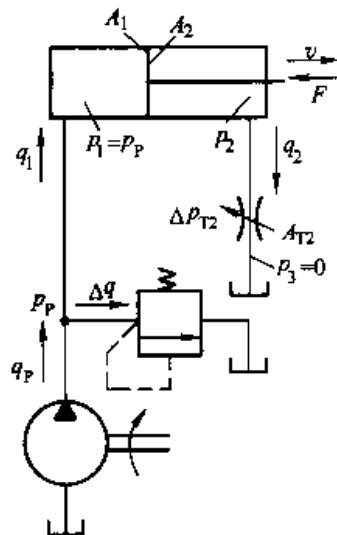
$$\frac{k_{v_{\text{右}}}}{k_{v_{\text{左}}}} = \left(\frac{p_P A_2 - F}{p_P A_1 - F} \right)^{\phi-1} = \left(\frac{p_P A_1 - F}{p_P A_2 - F} \right)^{1-\phi}$$

因为， $0 < \phi < 1$ ， $A_1 > A_2$ ，

所以， $k_{v_{\text{右}}}/k_{v_{\text{左}}} > 1$ ，即 $k_{v_{\text{右}}} > k_{v_{\text{左}}}$ 。

8-4/6-29 图示的回油节流调速回路，已知液压泵的供油流量 $q_P = 25 \text{ L/min}$ ，负载 $F = 40000 \text{ N}$ ，溢流阀调定压力 $p_P = 5.4 \text{ MPa}$ ，液压缸无杆腔面积 $A_1 = 80 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，有杆腔面积 $A_2 = 40 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，液压缸工进速度 $v = 0.18 \text{ m/min}$ ，不考虑管路损失和液压缸的摩擦损失，试计算：

- 1) 液压缸工进时液压系统的效率。
- 2) 当负载 $F = 0$ 时，活塞的运动速度和回油的压力。



解 1) 回路输入功率

$$P_i = p_P q_P$$

回路输出功率

$$P_o = F_t v_t$$

回路效率

$$\begin{aligned}\eta_c &= \frac{P_o}{P_i} = \frac{F_t v_t}{p_p q_p} \\ &= \frac{40000 \times 0.18 / 60}{5.4 \times 10^6 \times 25 \times 10^{-3} / 60} \\ &= 5.33\%\end{aligned}$$

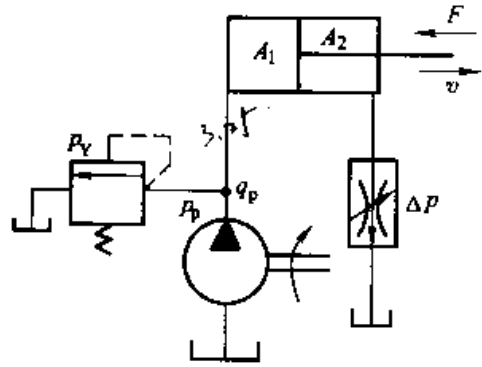
$$\begin{aligned}2) \quad v &= \frac{q_2}{A_2} = \frac{C A_T \Delta p^\varphi}{A_2} \\ &= \frac{C A_T}{A_2^{1+\varphi}} (p_p A_1 - F)^\varphi \\ \frac{v_0}{v_F} &= \left(\frac{p_p A_1 - 0}{p_p A_1 - F} \right)^\varphi \\ v_0 &= \left(\frac{p_p A_1}{p_p A_1 - F} \right)^\varphi v_F \\ &= \left(\frac{5.4 \times 10^6 \times 80 \times 10^{-4}}{5.4 \times 10^6 \times 80 \times 10^{-4} - 40000} \right)^{0.5} \times 0.18 \\ &= 0.66136 \text{ m/min} \\ \Delta p &= p_p \frac{A_1}{A_2} \\ &= 5.4 \times 10^6 \times \frac{80}{40} \\ &= 10.8 \times 10^6 \text{ Pa} = 10.8 \text{ MPa}\end{aligned}$$

8-5/6-31 在图示的调速阀节流调速回路中，已知 $q_p = 25 \text{ L/min}$ ， $A_1 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，有杆腔面积 $A_2 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ， F 由零增至 30000 N 时活塞向右移动速度基本无变化， $v = 0.2 \text{ m/min}$ ，若调速阀要求的最小压差为 $\Delta p_{\min} = 0.5 \text{ MPa}$ ，试求：

1) 不计调压偏差时溢流阀调整压力 P_Y 是多少？液压泵的工作压力是多少？

2) 液压缸可能达到的最高工作压力是多少？

3) 回路的最高效率为多少？



解 1) 由 $p_p A_1 = F_{\max} + p_2 A_2$ 得

$$\begin{aligned}p_p &= p_Y = \frac{F_{\max} + p_2 A_2}{A_1} \\ &= \frac{30000 + 0.5 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-4}}{100 \times 10^{-4}}\end{aligned}$$

$$= 3.25 \text{ MPa}$$

2) 由 $p_p A_1 = p_2 A_2$ 得

$$\begin{aligned}p_2 &= \frac{p_p A_1 - F_{\min}}{A_2} = p_p \frac{A_1}{A_2} \\ &= 3.25 \times \frac{100}{50} = 6.5 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3) \quad \eta_{\max} &= \frac{F_{t \max} v_t}{p_p q_p} \\ &= \frac{30000 \times 0.2 / 60}{3.25 \times 10^6 \times 25 \times 10^{-3} / 60}\end{aligned}$$

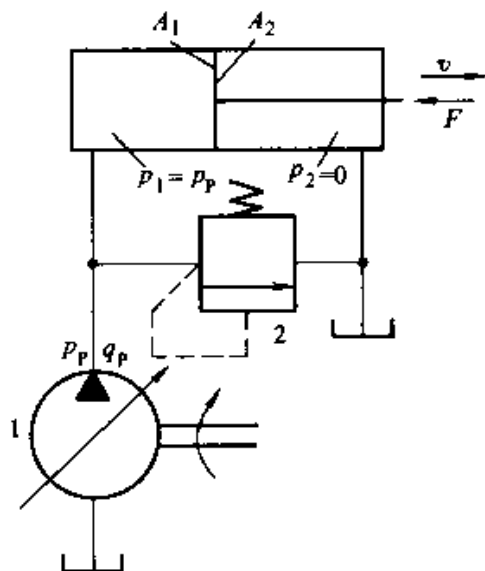
$$= 7.38\%$$

8-7/6-40 在示容积调速回路中，如变量液压泵的转速 $n = 1000 \text{ r/min}$ ，排量 $V_p = 40 \text{ mL/r}$ ，泵的容积效率 $\eta_v = 0.8$ ，机械效率 $\eta_m = 0.9$ ，泵的工作压力 $p_p = 6 \text{ MPa}$ ，液压缸大腔面积 $A_1 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，小腔面积 $A_2 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，液压缸的容积效率 $\eta'_v = 0.98$ ，机械效率 $\eta'_m = 0.95$ ，管道损失忽略不计，试求：

1) 回路速度刚性。

2) 回路效率。

3) 系统效率。



$$\text{解 } q_{tP} = V_P n_P$$

$$= 1000 \times 40 \times 10^{-3}$$

$$= 40 \text{ L/min}$$

$$\text{由 } \eta_{vP} = q_P / q_{tP} = \frac{q_{tP} - k_l p_P}{q_{tP}} \text{ 得}$$

$$k_l = \frac{q_{tP}(1 - \eta_{vP})}{p_P}$$

$$k_v = \frac{A_1^2}{k_l} = \frac{p_P A_1^2}{q_{tP}(1 - \eta_{vP})}$$

$$= \frac{(100 \times 10^{-4})^2 \times 6 \times 10^6}{40 \times 10^{-3} \times (1 - 0.8)}$$

$$= 750000 \text{ N/(m} \cdot \text{min}^{-1})$$

2) 回路效率

$$\eta_C = \frac{P_o}{P_i} = \frac{F_t v_t}{p_P q_P}$$

$$= \frac{p_P A_1 \cdot q_P / A_1}{p_P q_P} = \frac{p_P q_P}{p_P q_P} = 1$$

$$\eta_s = \frac{F v}{p_P q_P} = \eta_v \eta_m \eta_v' \eta_m'$$

$$= 0.8 \times 0.9 \times 0.98 \times 0.95$$

$$= 67\%$$

8-9 有一变量泵-定量马达调速回路，液压泵的最大排量 $V_{p\max} = 115 \text{ mL/r}$ ，转速 $n_p = 1000 \text{ r/min}$ ，机械效率 $\eta_{mp} = 0.9$ ，总效率

$\eta_p = 0.84$ ；马达的排量 $V_M = 148 \text{ mL/r}$ ，机械效率 $\eta_{mM} = 0.9$ ，总效率 $\eta_M = 0.84$ ，回路最大允许压力 $p_c = 8.3 \text{ Mpa}$ ，不计管路损失，试求：

1) 液压马达最大转速及该转速下的输出功率和输出转矩。

2) 驱动液压泵所需的转矩。

$$\text{解 } 1) n_{M\max} = \frac{V_{P\max}}{V_M} n_P \eta_{vP} \eta_{VM}$$

$$= \frac{V_{P\max}}{V_M} n_P \frac{\eta_P}{\eta_{mP}} \frac{\eta_M}{\eta_{mM}}$$

$$= \frac{115}{148} \times 1000 \times \frac{0.84}{0.9} \times \frac{0.84}{0.9}$$

$$= 676.88 \text{ r/min}$$

$$P_{o\max} = V_{P\max} n_P p_c \eta_{vP} \eta_M$$

$$= 115 \times 10^{-6} \times \frac{1000}{60} \times 8.3 \times 10^6 \times \frac{0.84}{0.9} \times 0.84$$

$$= 12.47 \text{ kW}$$

$$T_{M\max} = \frac{P_{oM\max}}{2\pi n_{M\max}}$$

$$= \frac{12.47 \times 10^3}{2\pi \times 676.88 / 60}$$

$$= 176 \text{ N} \cdot \text{m}$$

2) 由 $p_P q_{P\max} = 2\pi n_P T_{tP\max}$ 得

$$p_P n_P V_{P\max} = 2\pi n_P T_{tP\max}$$

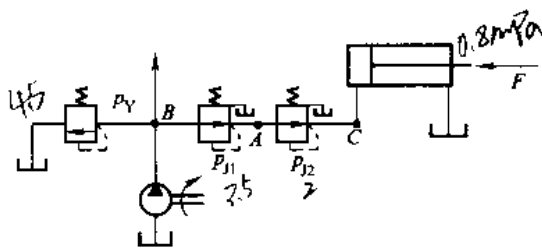
$$T_{tP\max} = \frac{p_P V_{P\max}}{2\pi}$$

$$T_{iP} = T_{tP\max} / \eta_{mP} = \frac{p_P V_{P\max}}{2\pi} / \eta_{mP}$$

$$= \frac{8.3 \times 10^6 \times 115 \times 10^{-6}}{2\pi \times 0.9}$$

$$= 168.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

9-6/6-7 在图示回路中，已知活塞运动时的负载 $F=1200\text{N}$ ，活塞面积 $A=15 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，溢流阀调整值为 $p_Y=4.5\text{MPa}$ ，两个减压阀的调整值分别为 $p_{J1}=3.5\text{MPa}$ 和 $p_{J2}=2\text{MPa}$ ，如油液流过减压阀及管路时的损失可略去不计，试确定活塞在运动时和停在终端位置时，A、B、C 三点压力值。



解 活塞运动时，

$$p_C = \frac{F}{A_1}$$

$$= \frac{1200}{15 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.8 \times 10^6 \text{Pa} = 0.8 \text{MPa}$$

此时，未达到减压阀调定压力(2MPa)

由于 $p_C < p_{J2} = 2\text{MPa}$

故减压阀不工作，通流口全开

$$p_A = p_B = p_C = 0.8 \text{MPa}$$

活塞运动到终端位置， $F \rightarrow \infty$

$$p_C = p_{J2} = 2 \text{MPa}$$

$$p_A = p_{J1} = 3.5 \text{MPa}$$

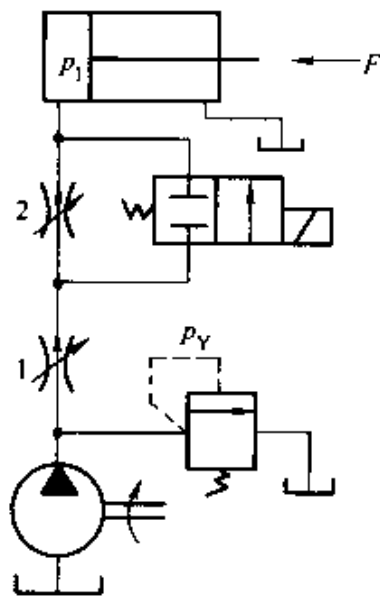
$$p_B = p_Y = 4.5 \text{MPa}$$

9-12/6-56 在图示回路中，已知两节流阀通流截面分别为 $A_{T1}=1\text{mm}^2$ ， $A_{T2}=2\text{mm}^2$ ，流量系数 $C_d=0.67$ ，油液密度 $\rho=900\text{kg/m}^3$ ，负载压力 $p_1=2\text{MPa}$ ，溢流阀调整压力 $p_Y=3.6\text{MPa}$ ，活塞面积 $A=50$

$\times 10^{-4}\text{m}^2$ ，液压泵流量 $q_P=25\text{L/min}$ ，如不计管道损失，试问：

1) 电磁铁通电和断电时，活塞的运动速度各为多少？

2) 将两个节流阀的通流截面大小对换一下，结果如何？



9-13/不留

$$\text{解 } 1) p_1 = \frac{F_1}{A} = \frac{20000}{50 \times 10^{-4}}$$

$$= 4 \times 10^6 \text{Pa} = 4 \text{MPa}$$

$$p_2 = \frac{F_2}{A} = \frac{30000}{50 \times 10^{-4}}$$

$$= 6 \times 10^6 \text{Pa} = 6 \text{MPa}$$

$$p_X > 6 \text{MPa}, \text{ 取 } p_X = 6.8 \sim 7 \text{MPa}$$

$$p_Y > 7 \text{MPa}$$

$$2) p_{iX} = p_X = 6.8 \sim 7 \text{MPa}$$

$$p_{oX} = p_1 = 4 \text{MPa}$$