

北京化工大学

液压传动课程设计说明书

题 目： 多足机器人单腿结构液压系统的设计

班 级： 国机2002

学 号： 2020090007

姓 名： 蔺骅昊

指导教师： 金志明、焦志伟

国际教育学院

二〇二三年七月十三日



扫描全能王 创建

目 录

第一章 工况分析

第二章 计算与校核

1. 初定工作压力
2. 确定执行元件主要结构参数
3. 复算工作压力
4. 计算各缸流量
5. 计算各缸功率

第三章 系统工作原理图

第四章 液压元件的选择

1. 动力元件的选择
2. 控制元件的选择
3. 辅助元件的选择

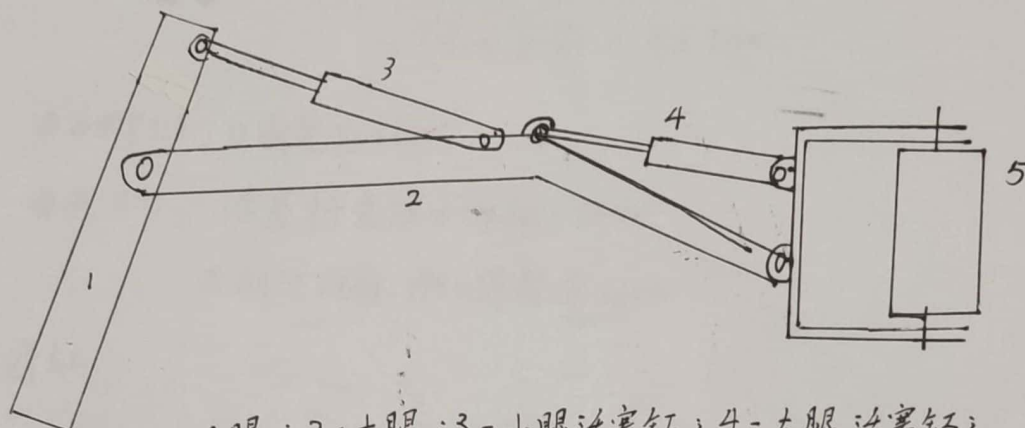
第五章 设计心得

第六章 参考文献



一. 工况分析

多足机器人单腿结构液压系统



1-小腿; 2-大腿; 3-小腿活塞缸; 4-大腿活塞缸;
5-摆动油缸

设计参数

系统压力 10MPa

小腿油缸总负载 $F_s = 12 \text{ kN}$ 速度 870 mm/min

大腿油缸总负载 $F_b = 16 \text{ kN}$ 速度 522 mm/min

摆动油缸总负载 $T_g = 16 \text{ N}\cdot\text{m}$ 速度 43.5 rpm

摆动油缸结构尺寸 $B = 0.4d$, $d = 0.4D$

比例系统,各缸之间单独运作

二 计算与校核

确定执行元件主要参数

7. 初选工作压力 p_1

取压力损失为 0.5 MPa , $p_1 = p_0 - 0.5$
 $= 9.5 \text{ MPa}$

2. 确定执行元件的主要结构参数

小腿单杆活塞缸

$$F = (p_1 - p_2) \times \frac{\pi D^2}{4} \eta_{cm}$$

由 P.82, 取 $\eta_{cm} = 0.90$



$$\begin{aligned}\text{活塞直径(缸筒内径)} D &= \sqrt{\frac{4F}{(p_1 - p_2)\pi\eta_{cm}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 12 \times 10^3}{9.5 \times \pi \times 10^6 \times 0.9}} = 42.3 \text{ mm}\end{aligned}$$

由手册P126, D圆整为50mm

由表4-2, 活塞杆直径 $d = 0.7D = 35 \text{ mm}$

由GB/T 2348-1993圆整为36mm

大腿单杆活塞缸

由4.1.1 $F = (p_1 - p_2) \times \frac{\pi D^2}{4} \eta_{cm}$, 由P182, 取 $\eta_{cm} = 0.90$

$$\begin{aligned}\text{活塞直径(缸筒内径)} D &= \sqrt{\frac{4F}{(p_1 - p_2)\pi\eta_{cm}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 16 \times 10^3}{9.5 \times \pi \times 10^6 \times 0.9}} = 48.8 \text{ mm}\end{aligned}$$

由手册P126, GB/T 2348-1993, D圆整为50mm

由表4.2, 活塞杆直径 $d = 0.7D = 35 \text{ mm}$

由GB/T 2348-1993圆整为36mm

摆动油缸

由4.12 $T = \frac{zB}{8} (D^2 - d^2) (p_1 - p_2) \eta_{cm}$

由 $B = 0.4d$, $d = 0.4D$

$$T = \frac{z \cdot 0.16D}{8} (D^2 - 0.16D^2) (p_1 - p_2) \eta_{cm}$$

取叶片数量为1, 代入 $z=1$, $T=16 \text{ N}\cdot\text{m}$

可得缸体内孔直径 $D = 48.1 \text{ mm}$, 圆整为50mm

叶片轴直径 $d = 0.4D = 20 \text{ mm}$

叶片宽度 $B = 0.4d = 8 \text{ mm}$, 圆整为10mm

3.复算工作压力

小腿单杆活塞缸 $p_1 = \frac{F \cdot 4\eta_{cm}}{\pi D^2} = \frac{12 \times 10^3 \times 4 \times 0.9}{\pi \times (0.05)^2} = 5.8 \text{ MPa}$



$$\text{大腿单杆活塞缸 } p_1 = \frac{F \cdot 4\eta_{cm}}{\pi D^3} = \frac{16 \times 10^3 \times 4 \times 0.9}{\pi \times (0.05)^3} = 7.8 \text{ MPa}$$

$$\text{摆动活塞缸 } p_3 = \frac{8T}{ZB(D^3 - d^3)\eta_{cm}} = \frac{8 \times 16}{1 \times 0.01 \times (0.05^3 - 0.02^3) \times 0.9} = 6.8 \text{ MPa}$$

4 计算各缸流量 (取 $\eta_{cv} = 0.95$)

$$\text{小腿活塞缸流量 } q_1 = \frac{\pi D^3}{4\eta_{cv}} v_1 = \frac{\pi \times (0.05)^3 \times 0.87}{4 \times 0.95 \times 60} = 3.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \\ = 1.8 \text{ L/min}$$

$$\text{大腿活塞缸流量 } q_2 = \frac{\pi D^3}{4\eta_{cv}} v_2 = \frac{\pi \times 0.05^3 \times 0.522}{4 \times 0.95 \times 60} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \\ = 1.08 \text{ L/min}$$

$$\text{摆动活塞缸流量 } q_3 = \frac{ZB(D^3 - d^3)\omega}{8\eta_{cv}} = \frac{1 \times 0.01 \times (0.05^3 - 0.02^3) \times 43.5 \times \pi}{8 \times 0.95 \times 60} \\ = 1.25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \\ = 0.75 \text{ L/min}$$

5 计算各缸功率

$$\text{小腿活塞缸功率 } P_1 = p_1 q_1 = 5.8 \times 10^6 \cdot 3 \times 10^{-5} = 174 \text{ W}$$

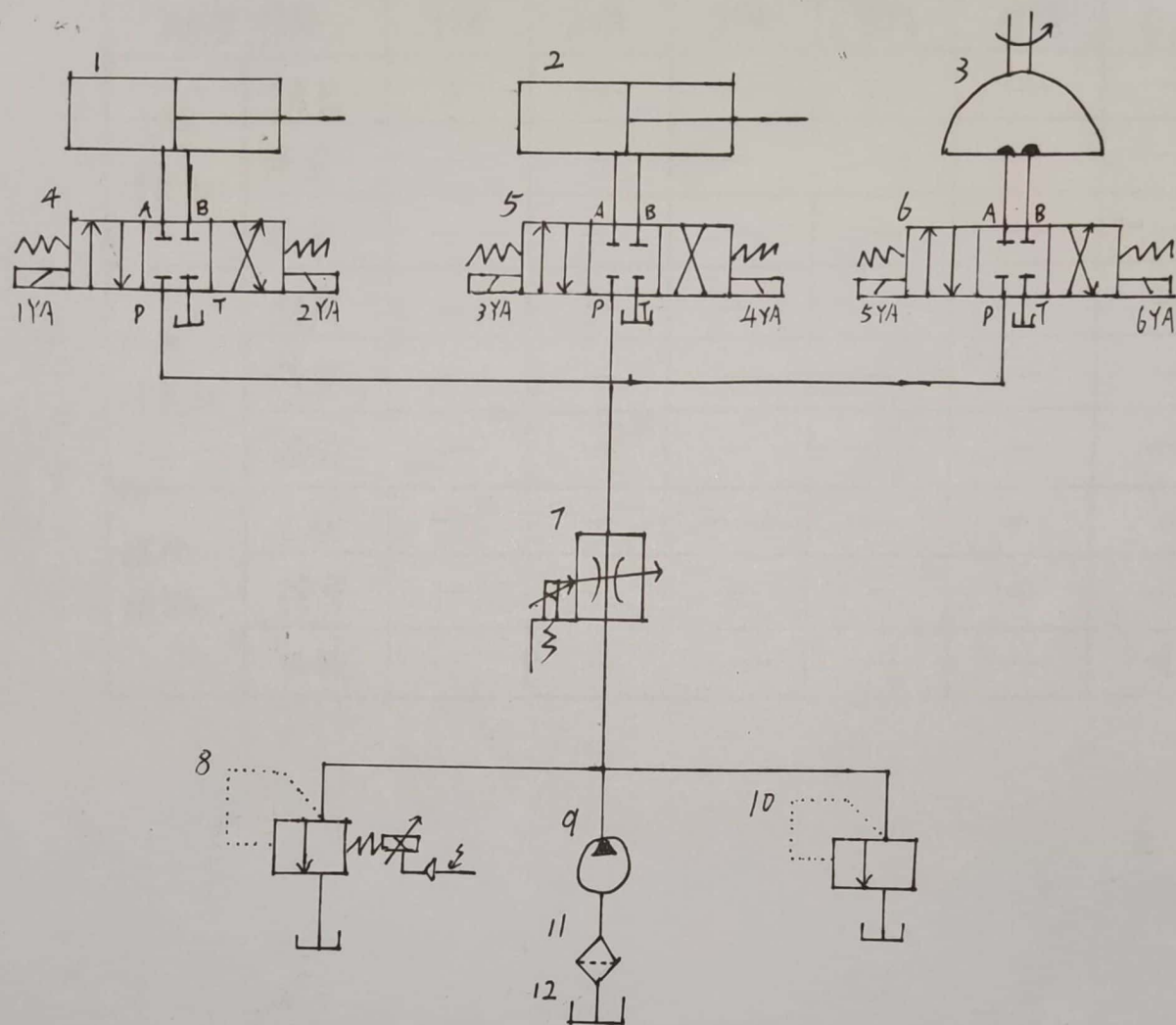
$$\text{大腿活塞缸功率 } P_2 = p_2 q_2 = 7.8 \times 10^6 \cdot 1.8 \times 10^{-5} = 140 \text{ W}$$

$$\text{摆动活塞缸功率 } P_3 = p_3 q_3 = 6.8 \times 10^6 \cdot 1.25 \times 10^{-5} = 85 \text{ W}$$

	最大负载	最大速度	关键结构参数	工作压力	最大流量	功率
大腿缸	16 kN	522 mm/min	D=50 mm d=36 mm	7.8 MPa	1.08 L/min	140 W
小腿缸	12 kN	870 mm/min	D=50 mm d=36 mm	5.8 MPa	1.8 L/min	174 W
摆动缸	16 N·m	43.5 rpm	D=50 mm d=20 mm B=10 mm	6.8 MPa	0.75 L/min	85 W



三系统工作原理图



系统工作原理图

- 1- 小腿草杆活塞缸 ; 2- 大腿草杆活塞缸 ; 3- 摆动油缸
 4,5,6- 电磁换向阀 ; 7- 比例调速阀 ; 8- 比例溢流阀
 9- 叶片泵 ; 10- 直动式溢流阀 ; 11- 过滤器
 12- 油箱



电磁铁动作顺序表

动作顺序		1YA	2YA	3YA	4YA	5YA	6YA
小腿 活塞缸	顶出	+	—	—	—	—	—
	停留	—	—	—	—	—	—
	退回	—	+	—	—	—	—
大腿 活塞缸	顶出	—	—	+	—	—	—
	停留	—	—	—	—	—	—
	退回	—	—	—	+	—	—
摆动 油缸	正转	—	—	—	—	+	—
	停留	—	—	—	—	—	—
	反转	—	—	—	—	—	+



四. 液压元件的选择

1. 动力元件的选择

最高工作 $P_p \geq p + \sum \Delta p_i$

压力:

$$> 7.8 + 0.5$$

$$> 8.3 \text{ Mpa}$$

最大供油量: 取系统泄漏修正系数为 1.1

$$q_p \geq K \sum q_{\max}$$

$$> 1.1 \times 1.8 = 1.98 \text{ L/min}$$

$$\text{电动机功率 } P = \frac{P_p q_p}{\eta_p} = \frac{8.3 \times 1.98 \times 10^6 \times 10^{-3}}{0.9 \times 60} = 304 \text{ W}$$

取转速 1200 r/min , 几何排量 $5.8 \text{ cm}^3/\text{r}$.

$$q = 1200 \times 5.8 \times 10^{-3} = 7.2 \text{ L/min} > q_p$$

泵选用 PV2R 型单泵, PV2R1-b-L-RAA-43, 公称排量 $6 \text{ cm}^3/\text{r}$

电机选用 M1-0.75-40, 功率 $0.75 \text{ kW} > 0.304 \text{ kW}$

2. 控制元件选择

换向阀 选用 DSG-005 系列电磁换向阀

阀位数为 3, 弹簧回中, 阀芯型式为 2, 最大流量 $15 \text{ L/min} > 1.8 \text{ L/min}$

最高工作压力为 $25 \text{ Mpa} > 7.8 \text{ Mpa}$

DSG-005-3C2-D24-N-40 (手册 P288)

安全阀 选用直动式溢流阀

压力调节范围为 $3.5 \sim 14 \text{ Mpa}$, 最大工作流量 16 L/min

DG-02-C-22 (手册 P208)

溢流阀 选用电-液比例先导式溢流阀

压力调节范围为 $1.0 \sim 15.7 \text{ Mpa}$, 油路阻尼孔 T13

最大流量 2 L/min , 最小流量 0.3 L/min , 最大工作压力 24.5 Mpa

EDG-01-C-PNT13-51 (手册 P548)



调速阀

选用比例调速阀

最高工作压力 20.6 MPa, 流量调节范围 0.3~10 L/min

所需最小压差 0.6 MPa

EF6-02-10-31 (手册 P566)

3. 辅助元件选择

取允许流速 6 m/s

$$d = 2 \sqrt{\frac{q}{\pi [v]}} = 2 \sqrt{\frac{3 \times 10^{-5}}{\pi \cdot 6}} = 2.5 \text{ mm}$$

但总进出口一般不小于阀块内最大油路直径

管接头

总进出口选用不锈钢卡套管接头

18 mm 卡套管外径 $\times \frac{3}{4}$ in ISO 平行外螺纹

SS-18-MTA-1-12RS

AB口选用不锈钢卡套管接头

6 mm 卡套管外径 $\times \frac{1}{4}$ in ISO 平行外螺纹

SS-6-MTA-1-4RS

油箱

由 6.5 $V = m q_p$

$$= (5 \sim 7) \times 1.98 = 10 \sim 14 \text{ L}$$

选用油箱 AT10LM, 油箱满容积 12 L

过滤器

选用粗过滤器 U-16x80-J, 公称流量 16 L/min



五、设计心得

在本次液压课设中,我学到了如何设计并制造一个液压系统。首先在明确液压系统的应用与工况,在此基础上进行计算与校核并画出原理图。之后根据油研手册与计算结果选择液压元件。再根据底板在三维软件中画出油孔并设计油路,最后画出零件图与装配图进行打孔与装配。

六、参考文献

- [1] 姜继海, 宋锦春, 高常识. 液压与气压传动[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] YUKEN 液压机器综合样本 2018[R]. YUKEN油研, 2018.

