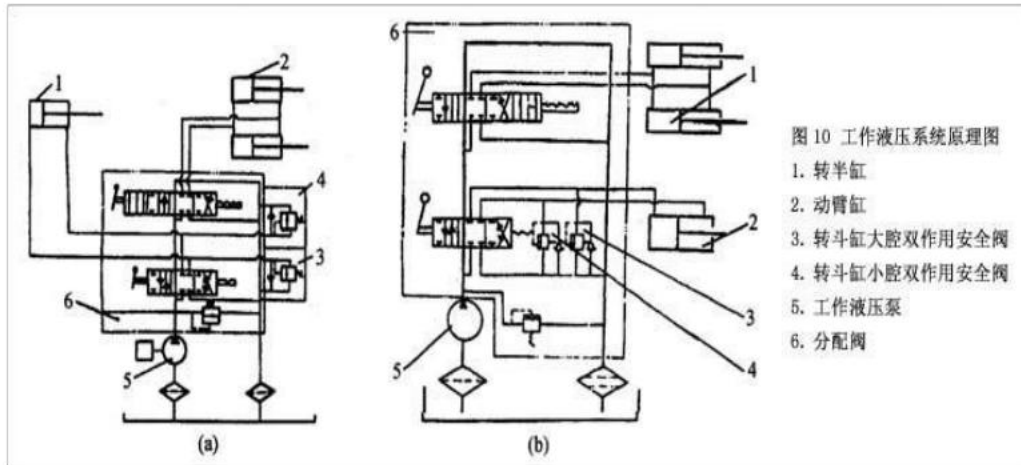
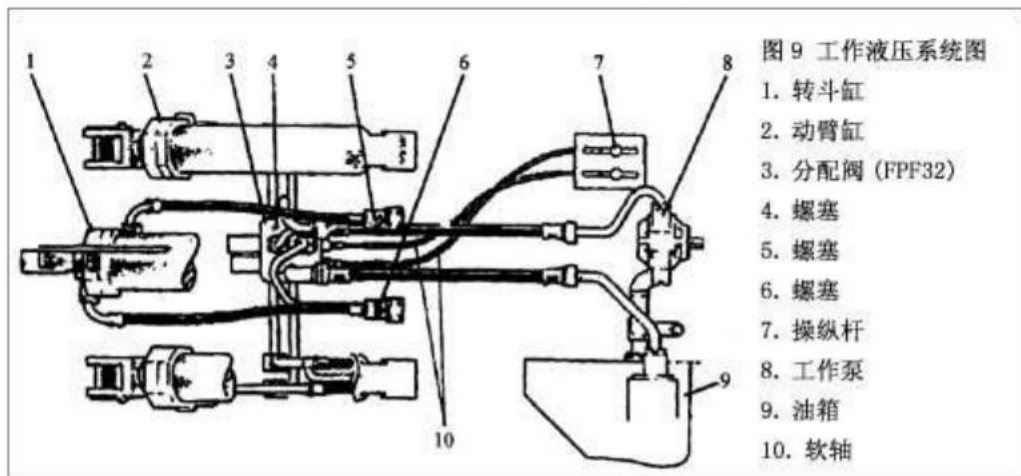


装载机的结构原理-工作液压系统

目前我国轮式装载机的工作液压系统已发展到采用小阀操纵大阀的先导工作液压系统。但目前用得最多的仍是机械式的轮轴操纵工作液压系统。图9所示为柳工ZL50C型装载的轮轴操纵工作液压系统。该系统由转斗缸1、动臂缸2、分配阀3、操纵杆7、工作泵8、软管10等主要零部件组成。

该系统分配阀内带有控制系统最高压力的主安全阀，另外在分配阀的下面通转斗缸大小腔分别带有一个双作用安全阀（图中未画出）。其作用是在工作装置运动过程中，转斗缸发生干涉时间卸压力及补压作用。两根操纵杆7通过两根软管10直接操纵分配阀的转斗阀及动臂阀，使定量齿轮工作泵8的压力油进入转斗缸或动臂缸，使工作装置完成作业运动。图10a为该系统的工作原理图。



2.1 设计步骤

液压系统的设计步骤并无严格的顺序，各步骤间往往要相互穿插进行。一般来说，在明确设计要求之后，大致按如下步骤进行。

- 1) 确定液压执行元件的形式；
- 2) 进行工况分析，确定系统的主要参数；
- 3) 制定基本方案，拟定液压系统原理图；
- 4) 选择液压元件
- 5) 液压系统的性能验算；

6) 绘制工作图, 编制技术文件。

2.2 明确设计要求

设计要求是进行每项工程设计的依据。在制定基本方案并进一步着手液压系统各部分设计之前, 必须把设计要求以及与该内容有关的其他方面了解清楚。

- 1) 主机的概况: 用途、性能、工艺流程、作业环境、总体布局等;
- 2) 液压系统要完成哪些动作, 动作顺序及彼此联锁关系如何;
- 3) 液压驱动机构的运动形式, 运动速度;
- 4) 各动作机构的载荷大小及其性质;
- 5) 对调速范围、运动平稳性、转换精度等性能方面的要求;
- 6) 自动化程序、操作控制方式的要求;
- 7) 对防尘、防爆、防寒、噪声、安全可靠性的要求;
- 8) 对效率、成本等方面的要求。

设计计算步骤

1. 初选系统工作压力

由机械设计手册表 23.4-3 各种机械常用的系统工作压力 (小型工程机械工作压力为 10-18MPa)

2. 液压缸尺寸的选定

采用差动连接时, 按速比要求确定 d/D , 由表 23.4-6 得 $d=0.71D$

由表 23.4-7 常用内径 D (mm) 选取 $D=63$ $d=45$

$$\text{活塞杆受压时 } F = \frac{F_w}{\eta_m} = p_1 A_1 - p_2 A_2$$

F_w -为实际受力, 由载荷计算的三个液压缸共受力 109288.3N;

η_m -液压缸的效率, 由机械设计手册查的等于 0.95

$$A_1 = \frac{\pi}{4} D^2 - \text{无杆腔活塞有效作用面积;}$$

$A_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ —有杆腔活塞有效作用面积;

P_1 —液压缸工作腔压力 (Pa);

P_2 —液压缸回油腔压力 (Pa), 初算时可参照表 23.4-4 取值为 1MPa;

D —活塞直径;

d —活塞杆直径。

带入数值计算得 $P_1=12.797\text{MPa}$

3. 计算液压缸所需的流量

$$q_v = Av$$

式中 A —液压缸有效工作面积

v —活塞与缸体的相对速度

计算得 $q_v =$

4. 液压泵的选择

1) 确定液压泵的最大工作压力 p_p

$$p_p \geq p_1 + \Sigma \Delta p$$

式中 p_1 ——液压缸或液压马达最大工作压力为 12.797MPa

$\Sigma \Delta p$ ——从液压泵出口到液压缸或液压马达入口之间总的管路损失。 $\Sigma \Delta p$ 的准确计算要待元件选定并绘出管路图时才能进行, 初算时可按经验数据选取: 管路简单、流速不大的, 取 $\Sigma \Delta p = (0.2 \sim 0.5)$ MPa; 管路复杂, 进口有调阀的, 取 $\Sigma \Delta p = (0.5 \sim 1.5)$ MPa。

则可得液压泵的最大工作压力: $P_p = 13\text{MPa}$

2) 确定液压泵的流量 Q_p 多液压缸或液压马达同时工作时, 液压泵的输出流量应为

$$Q_p \geq K (\Sigma Q_{\max}) \quad (22)$$

式中 K ——系统泄漏系数, 一般取 $K = 1.1 \sim 1.3$;

ΣQ_{\max} ——同时动作的液压缸或液压马达的最大总流量, 可从 $(Q-t)$ 图上查得。对于在工作过程中用节流调速的系统, 还须加上溢流阀的最小溢流量, 一般取 $0.5 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$

T_t ——液压设备工作周期 (s) ;
 V_i ——每一个液压缸或液压马达在工作周期中的总耗油量 (m^3) ;
 z ——液压缸或液压马达的个数。
 则可预选液压泵的流量大概为 $Q_p: Q_p = 0.5L/S$

3) 选择液压泵的规格 根据以上求得的 p_p 和 Q_p 值, 按系统中拟定的液压泵的形式, 从产品样本或本手册中选择相应的液压泵。为使液压泵有一定的压力储备, 所选泵的额定压力一般要比最大工作压力大 25%~60%。

选得的液压泵的参数规格如下:

类别: 外啮合单级齿轮泵

型号: CB-Fc
 排量/ $mL \cdot r^{-1}$: 10-40 (选定为15)
 额定压力/MPa: 16
 额定转速/ $r \cdot min^{-1}$: 2000
 容积效率/%: ≥ 92

4) 确定液压泵的驱动功率 在工作循环中, 如果液压泵的压力和流量比较恒定, 即 (p-t)、(Q-t) 图变化较平缓, 则: $P = P_p \cdot Q_p / \eta_p$

式中 p_p ——液压泵的最大工作压力 (Pa) ;

Q_p ——液压泵的流量 (m^3/s) ;

η_p ——液压泵的总效率, 参考表 9 选择。

表 9 液压泵的总效率

液压泵类型	齿轮泵	螺杆泵	叶片泵	柱塞泵
总效率	0.6~0.7	0.65~ 0.80	0.60~ 0.75	0.80~ 0.85

计算得驱动功率: $P=9.28KW$

则可选择电动机型号: (参数如下)

180WS 系列

型号	功率	电压	转速	L
----	----	----	----	---

180WS001	2500	36	1500	225
180WS002	5000			325
180WS003	7500			425
180WS004	5000		3000	225
180WS005	9000			325

5. 液压阀的选择

1) 阀的规格，根据系统的工作压力和实际通过该阀的最大流量，选择有定型产品的阀件。溢流阀按液压泵的最大流量选取；选择节流阀和调速阀时，要考虑最小稳定流量应满足执行机构最低稳定速度的要求。

控制阀的流量一般要选得比实际通过的流量大一些，必要时也允许有 20% 以内的短时间过流量。

2) 阀的型式，按安装和操作方式选择。

根据系统的工作压力和流量选择：

先导溢流阀的型号（参数如下）：

名称： 先导型溢流阀

公称通径/in: 3/8

型号： BT-03-* -32

调压范围/MPa: 0.5~25.0

最大流量/Lmin⁽⁻¹⁾: 100

重量/kg: 5.0

液控单向阀的型号（参数如下）：

名称： 液控单向阀

型号|板式连接: A※Y-H※10B

型号|法兰连接:

通径/mm: 10

压力/MPa: 32

流量/Lmin⁽⁻¹⁾: 40

开启压力/MPa: a: 0.04 b: 0.4

控制压力/MPa: $\Delta p \geq 1.6$

电磁换向阀型号（参数如下）：

通径/mm: 10

公称流量/Lmin⁽⁻¹⁾: 40

公称压力 / MPa: 31.5

允许背压 / MPa: <6.3

换向频率 / 次*min⁻¹): 干式电磁铁30湿式电磁铁60
 最高换向频率/次*min⁻¹): 干式电磁铁60湿式电磁铁120
 电压: AC220V 50Hz; DC12V、24V
 允许电压变动范围: 10%
 电磁铁功耗(吸持时): AC: 40W, DC: 42W

6. 管道尺寸的确定

(1) 管道内径计算

$$d := \sqrt[4]{\frac{q}{\pi v}}$$

式中 Q——通过管道内的流量 (m³/s) ;

v——管内允许流速 (m/s) , 见表 10。

计算出内径 d 后, 按标准系列选取相应的管子, 由表 23. 4-10 允许流速推荐值

分别取吸油、压油、回油管路的液压油流速分别如下:

$$v := \begin{pmatrix} 0.8 \\ 2 \\ 1.7 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

经计算可得: 吸油路、压油路、回油路、管路的内径分别为: 0.02 m、0.013m、0.014m

并采用无缝钢管进行管路的连接

7. 油箱容量的确定

初始设计时, 先按经验公式 (31) 确定油箱的容量, 待系统确定后, 再按散热的要求进行校核。

油箱容量的经验公式为

$$V = \alpha Q_v \quad (31)$$

式中 Q_v——液压泵每分钟排出压力油的容积 (m³) ;

α——经验系数, 见表 11。

表 11 经验系数 α

系统类型	行走机械	低压系统	中压系统	锻压机械	冶金机械
α	1~2	2~4	5~7	6~12	10

在确定油箱尺寸时, 一方面要满足系统供油的要求, 还要保证执行元件全部排油时, 油箱不能溢出, 以及系统中最大可能充满油时, 油箱的油位不低于最低限度。

计算得邮箱的容量为 45L

8. 液压装置总体布局

液压系统总体布局有集中式、分散式。

集中式结构是将整个设备液压系统的油源、控制阀部分独立设置于主机之外或安装在地下，组成液压站。如冷轧机、锻压机、电弧炉等有强烈热源和烟尘污染的冶金设备，一般都是采用集中供油方式。

分散式结构是把液压系统中液压泵、控制调节装置分别安装在设备上适当的地方。机床、工程机械等可移动式设备一般都采用这种结构。

本设计采用液压装置的分散式布局

9. 油箱的设计要点

油箱

油箱在液压系统中除了储油外，还起着散热、分离油液中的气泡、沉淀杂质等作用。油箱中安装有很多辅件，如冷却器、加热器、空气过滤器及液位计等。

油箱可分为开式油箱和闭式油箱二种。开式油箱，箱中液面与大气相通，在油箱盖上装有空气过滤器。开式油箱结构简单，安装维护方便，液压系统普遍采用这种形式。闭式油箱一般用于压力油箱，内充一定压力的惰性气体，充气压力可达 0.05MPa。如果按油箱的形状来分，还可分为矩形油箱和圆罐形油箱。矩形油箱制造容易，箱上易于安放液压器件，所以被广泛采用；圆罐形油箱强度高，重量轻，易于清扫，但制造较难，占地空间较大，在大型冶金设备中经常采用。

2.1 油箱的设计要点

设计油箱时应考虑如下几点。

1) 油箱必须有足够大的容积。一方面尽可能地满足散热的要求，另一方面在液压系统停止工作时应能容纳系统中的所有工作介质；而工作时又能保持适当的液位。

2) 吸油管及回油管应插入最低液面以下，以防止吸空和回油飞溅产生气泡。管口与箱底、箱壁距离一般不小于管径的 3 倍。吸油管可安装 100 μ m 左右的网式或线隙式过滤器，安装位置要便于装卸和清洗过滤器。回油管口要斜切 45°角并面向箱壁，以防止回油冲击油箱底部的沉积物，同时也有利于散热。

3) 吸油管和回油管之间的距离要尽可能地远些, 之间应设置隔板, 以加大液流循环的途径, 这样能提高散热、分离空气及沉淀杂质的效果。隔板高度为液面高度的 $2/3 \sim 3/4$ 。

4) 为了保持油液清洁, 油箱应有周边密封的盖板, 盖板上装有空气过滤器, 注油及通气一般都由一个空气过滤器来完成。为便于放油和清理, 箱底要有一定的斜度, 并在最低处设置放油阀。对于不易开盖的油箱, 要设置清洗孔, 以便于油箱内部的清理。

5) 油箱底部应距地面 150mm 以上, 以便于搬运、放油和散热。在油箱的适当位置要设吊耳, 以便吊运, 还要设置液位计, 以监视液位。

6) 对油箱内表面的防腐处理要给予充分的注意。常用的方法有:

① 酸洗后磷化。适用于所有介质, 但受酸洗磷化槽限制, 油箱不能太大。

② 喷丸后直接涂防锈油。适用于一般矿物油和合成液压油, 不适合含水液压液。因不受处理条件限制, 大型油箱较多采用此方法。

③ 喷砂后热喷涂氧化铝。适用于除水-乙二醇外的所有介质。

④ 喷砂后进行喷塑。适用于所有介质。但受烘干设备限制, 油箱不能过大。

考虑油箱内表面的防腐处理时, 不但要顾及与介质的相容性, 还要考虑处理后的可加工性、制造到投入使用之间的时间间隔以及经济性, 条件允许时采用不锈钢制油箱无疑是最理想的选择。

液压泵站的油箱公称容量系列 (JB/T7938-1995), 见表 1。

表 1 油箱容量 JB/T7938-1995 (L)

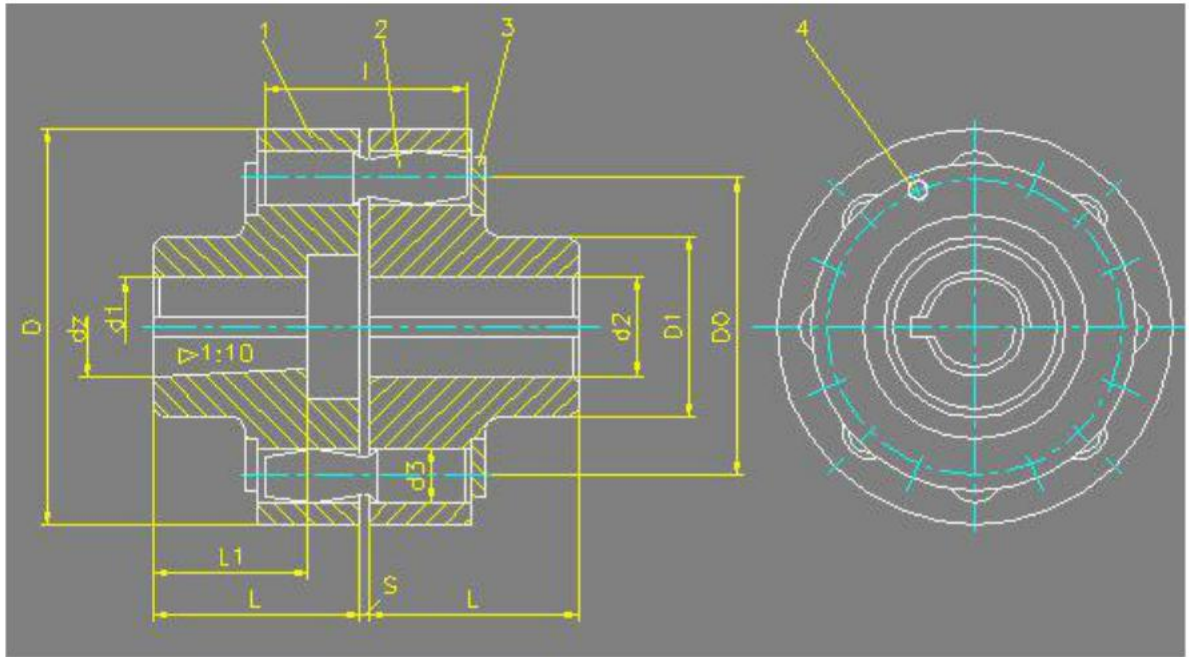
4	6.3	10	25	40	63	100	160
250	315	400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	3150	4000	5000	6300		

油箱容量与系统的流量有关, 一般容量可取最大流量的 $3 \sim 8$ 倍。

另外, 油箱容量大小可从散热角度去设计。计算出系统发热量与散热量, 再考虑冷却器散热后, 从热平衡角度计算出油箱容量。

10. 联轴器的选择

根据齿轮泵和电机的转速、转矩、及轴的大小选择 HL 型弹性柱销联轴器



名称=HL 型弹性柱销联轴器
 标准=摘自 GB/T 5014-1985
 单位=(mm)

型号=HL3

额定转矩 $T_n(\text{N}\cdot\text{m})=630$

许用转速 $[n](\text{r}/\text{min})\backslash\text{钢}=5000$

轴孔直径 d_1 、 d_2 、 $d_3\backslash\text{钢}=40$; 42

轴孔长度 $\backslash\text{Y 型}=112$

轴孔长度 $\backslash\text{L1J、J1、Z 型}=84$

轴孔长度 $\backslash\text{LJ、J1、Z 型}=112$

$D=160$

$D_0=125$

$D_1=75$

$d_3=20$

$l=72$

$S=2.5$

转动惯量 $(\text{kg}\cdot\text{m}^2)=0.6$

重量 $(\text{kg})=8$

九、参考文献与软件工具：

1. 《机械设计》主编 王洪欣 东南大学出版社
2. 《机械设计手册软件版》数字化手册编委会 编
3. 《机械设计手册》第3版 机械工业出版社
4. 《机械设计大典》江西科学技术出版社

5. AUTOCAD2004 AUTODESK 公司出品
6. 《液压与气压传动》编者 徐福林 机械工业出版社
7. 《液压系统图集》 编者 周士昌 机械工业出版社