

目 录

前 言

液压设备机械基础课程设计是《液压设备机械基础》课程教学中综合性和实践性较强的教学环节，是理论联系实际桥梁，是学生体察工程实际问题复杂性，学习初次尝试液压机械设计。液压设计不同于平时的作业，在设计中需要同学独立自主的解决所遇到的问题、自己做出决策，根据老师给定的设计要求自己选择方案、查取数据、进行过程和设备的计算，并要对自己的选择做出论证和核算，经过反复的比较分析，择优选定最理想的方案和合理的设。

1. 打包机的简介

金属废屑打包机主要用于将各种金属废屑（铸铁屑，铜屑，铝屑等）通过特制模具压制成药块，极大方便了金属废屑的运输处理，是钢铁厂，有色金属厂，冶炼厂的理想设备。若配上，刃模等辅具，还可用于剪切及精度要求不很高的校正、压装、成型、拉伸及一般用途的压力加工，压块机采用液压传动，工作平稳，噪音小，采用点动单次连续工作转换，自动化程度好，操作方便，生产效率高

金属废屑打包机主要由机械系统（主机部分），电气系统，液压系统组成。压料油缸固定在上横梁上，压料油缸活塞杆用内螺纹与上模联接，上模在主油缸的驱动下作往复直线运动。压料油缸为组合式油缸，由活塞式单作用，主油缸和快速工进油缸组成，快速工进油缸为活塞式双作用油缸，其内部装有活塞，导套，密封件等。底座兼作工作平台，上面装有下列模具和推料机构，推料油缸为后塞式双作用油缸，才用前法兰结构固定在机架左侧，前端与滑模体联接，滑模体在下模的出料槽内，可在槽内滑动，可作压料时作垫板。出料时推料出槽。其基本工作原理为：从料斗内向下模内加入金属废屑，按压上模下行按钮，上模下行对金属废屑进行压缩达到系统调定压力（由时间继电器调定）后卸荷，推料油缸回程到位。上模下行将压缩成型后的金属屑屑块下压到出料槽内，推料油缸前进将金属屑块推出槽内，完成一个工作循环。

此液压系统由油箱，泵站，阀站等组成。系统分推料油路和分压油路。

- ① 为完成一般压制工艺，要求主缸（压料油缸）驱动上模实现快速下行——慢速加压——保压延时——回程——停止的工作循环，要求推料油缸驱动下模的滑模体实现前进推出——回程——停止的工作循环。
- ② 液压系统中的压力要经常变换和调节并能产生较大的压制力（吨位）以满足工作要求。
- ③ 流量大，功率大，空行程和加压行程速度差异很大，因此要求功率利用合理，工作平稳性和安全可靠性高。

1. 液压设计系统计算

根据计算要求主 2 压油缸最大压制力为 2500KN，最大行程为 400mm；快进缸最大压制力 500000N；推料油缸最大推力为 55KN，最大行程为200mm。上模自重为 5KN，最大伸出速度为 7.4m/s，快进、快退约为 4.5m/s, 启动换向时间为 0.05s。单工作循环时间 12 秒（不计辅助时间），压制屑块尺寸为 $\phi 120 \times 100$ 。

2.1 工况分析

2.1.1. 主油缸工况分析

首先根据已知条件，计算各阶段的外负载。

主液压缸所受外负载 F 包括三种类型，即：

$$F = F_w + F_f + F_a$$

式中 F_w ——工作负载，对于液压系统来说，即为沿活塞运动方向的压制力；
 F_a ——运动部件速度变化时的惯性负载；
 F_f ——导轨摩擦阻力负载，启动时为静摩擦阻力，启动后为动摩擦阻力，

对于平导轨 F_f 可由下式求得

$$=;$$

G ——运动部件重力；
 ——垂直于导轨的工作负载；
 ——导轨摩擦系数，在本例中静摩擦系数为 0.2，动摩擦系数为 0.1，则求得

上式中为静摩擦阻力，为动摩擦阻力。

式中 ——重力加速度
 ——加速或减速时间，一般=0.01-0.5s
 ——时间内的速度变化量。

在本例中

表一、主油缸工作循环各阶段的外负载

工作循环	外负载 F (N)	
启动、加速		1765

快进		500
慢速加压		
快退		500

2.1.1. 快进缸工况分析

同主油缸，计算各阶段的外负载。

$$F_w=550000N$$

表二、快进缸工作循环各阶段的外负载

工作循环	外负载 F (N)	
启动、加速		1765
快进		500
慢速加压		500500
快退		500

2.1.3.推料缸工况分析

$$F_w=55000N$$

表三、推料缸工作循环各阶段的外负载

工作循环	外负载 F (N)	
启动、加速		1510
快进		500
慢速加压		55500
快退		500

2.2 拟订液压系统原理图

2.2.1 确定供油方式

考虑到该打包机的主油缸，在工作加压时负载较大，速度较低。而在快进、快退时负载较小，速度较高，泵源系统选用变量泵供油或双泵供油。推料缸工作时负载较小，速度较低。而在快进、快退时负载较小，速度较低，选用齿轮泵。

2.2.2 调速方式的选择

在小型的液压系统中，慢速加压速度的控制一般采用溢流阀。根据液压机系统工作时对低系统性能和速度负载特性有一定要求的特点，决定采用柱塞式变量泵。这种调速回路具有效率高、发热小和速度刚性好的特点。

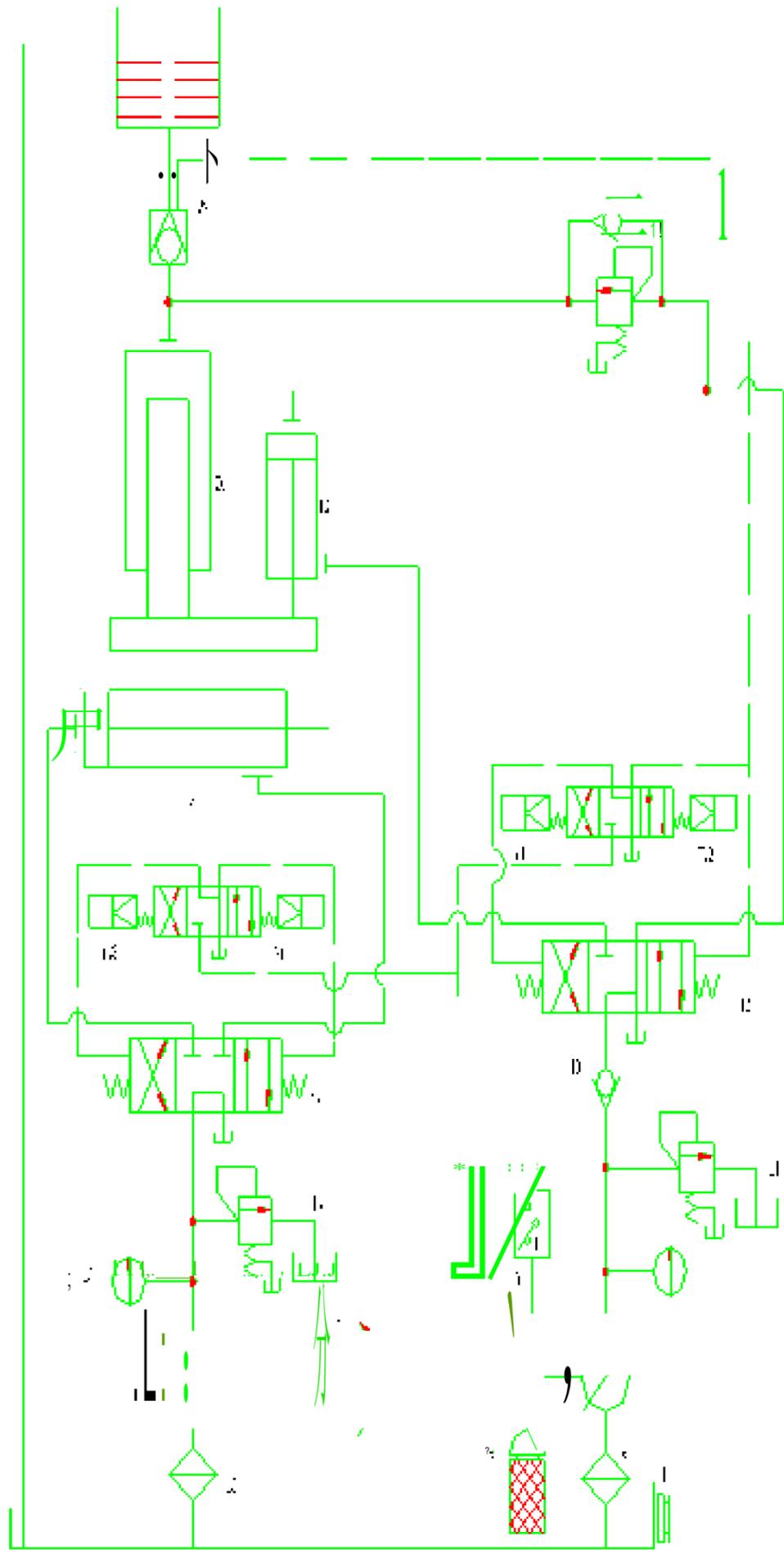
2.2.3 速度换接方式的选择

本系统采用电磁阀的快慢换接回路，它的特点是结构简单、调节行程比较方便，阀的安装也容易，但速度换接的平稳性较差。若要提高系统的换接平稳性，则可改用行程阀切换的速度换接回路。

2.2.4 夹紧回路的选择

考虑到加压时间可调节和当进回路瞬时下降时仍能保持加紧力，所以接入节流阀和单向阀保压。

最后把所选择的液压回路组合起来，即组合成以下原理图。



动作	Yv1	Yv2	Yv3	Yv4	压力继电器
----	-----	-----	-----	-----	-------

系统卸荷	-	-	-	-	-
主缸快速前进	+	-	-	-	-
主缸慢速加压	+	-	-	-	-
保压	+	-	-	-	+
主缸回程	-	+	-	-	-
推料缸前进	-	-	-	+	-
推料缸回程	-	-	+	-	-

表四：系统图中各电磁铁动作顺序见下表

2.2 液压原理分析

2.3.1 主缸活塞块快速下行

启动变量泵和齿轮泵，并令Yv1 得电，电磁阀 23 的左位接入系统，使阀 11 也在左位工作，来自变量泵的压力油经阀 9，11，进入快进缸上腔，同时通过阀 23、21，下腔回油经阀 11，流回油箱，这时主缸活塞连同上滑块在自重作用下快速下行，这时虽变量泵输出最大流量，但主缸上腔仍因油液不足而形成负压，吸开充液阀 21，充液油箱的油便补入主缸上腔。

2.3.2 主缸慢速加压

YV1 仍得电，电磁阀 23 左位接入系统，是阀在左位工作，来自变量泵的压力油经阀 9、11 进入快进缸上腔，同时通过阀 23、25，进入主油缸上腔，下腔回油经阀 11，流回油箱。

2.3.3 保压延时

当主缸上腔油压增加使油路压力达到压力继电器 8 的调定值时 Yv1 仍得电，主缸上腔的高压油被活塞环封闭，同时电气元件时间继电器开始延时 2.5s。

2.3.4 主缸回程

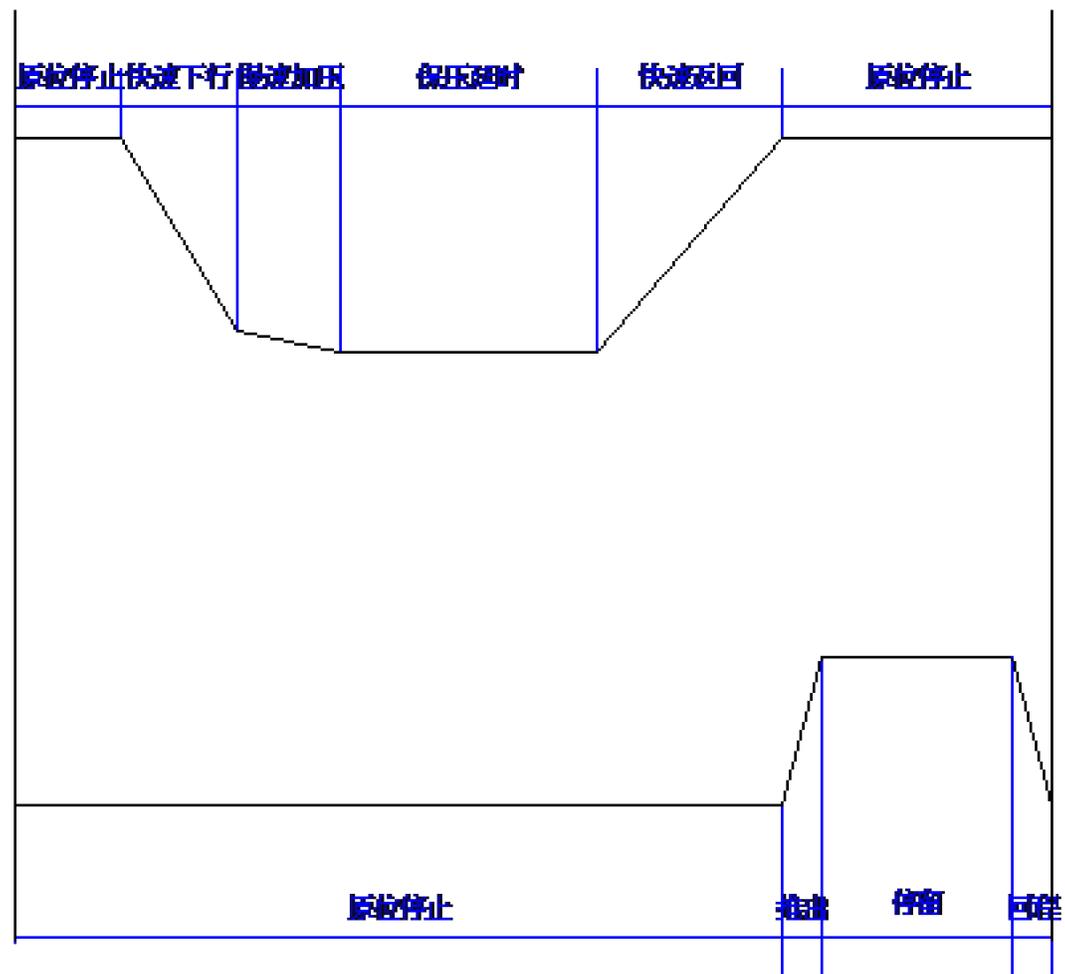
主缸完成一次下行的动作后，YV2 得电，YV1 断电，阀 23 右腔接入系统，阀 11 右腔即在工作状态，主缸上腔油压降到一定数值以下时，活塞带动上模快速回程，回油经阀 20，11 流回油箱。

2.3.5 推料缸的前进

液压系统 YV1、YV2 失电，主缸停止，使 YV4 得电，，阀 24 控制阀 16 右腔接入工作状态，压力油进入推料缸左腔，推到推料缸活塞克服阻力前进，右腔经 阀 16 回油，使推料缸前进到位

2.3.6 推料缸回程

YV4 失电, YV3 得电, 阀 16 左腔接入工作状态, 压力油进入推料缸右腔, 左腔经阀 16 回油, 使推料缸前进到位



2.3 确定液压缸的主要参数

2.3.1. 初选液压缸的工作压力

由负载值的大小, 查以下表五

设备类型	精加工机床	半精加工机床	粗加工或重机床	小型工程机械	液压机大中型挖掘运输机械
工作压力P/Mpa	0.8—2	3—5	5—10	10—16	20—32

取: 主液压缸工作压力为 22 Mpa
 快进缸的工作压力为 13 Mpa
 推料缸的工作压力为 9 Mpa

2.3.2. 确定液压缸的主要结构参数

2.3.2.1 液压缸内径

由以上表可以看出

快进缸的最大负载为慢速加压时 $F_2=494000\text{N}$

推料缸的最大负载为顶出料时 $F_3=55500\text{N}$

则：

1) 主油缸

$$D1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4 \times 2500500}{\pi \times 22 \times 10^6}} \text{m} = 0.38 \text{mm}$$

2) 快进缸

$$D2 = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4 \times 494000}{\pi \times 13 \times 10^6}} \text{m} = 0.22 \text{mm}$$

3) 推料缸

$$D3 = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4 \times 55500}{\pi \times 9 \times 10^6}} \text{m} = 0.084 \text{mm}$$

查设计手册，按液压缸的内径系列表将以上计算值圆整为标准直径，取：

$$D1=450\text{mm}$$

$$D2=220\text{mm}$$

$$D3=90\text{mm}$$

2.3.2.2 柱塞杆直径

1) 主油缸

$$= \text{见《机械设计手册 5》43-229}$$

δ 为速度比.

参照《机械设计手册》根据系统压力为 22MPa. 选 $\delta = 1.46$.

$$= \approx 247\text{mm}$$

圆整后取 $d1=250\text{mm}$

2) 快进缸

=

$$= 123\text{mm}$$

圆整后取 $d=125\text{mm}$

3) 推料缸

=

参照《机械设计手册》，根据系统压力 $P=9\text{MPa}$, 选 $\delta = 1.33$

$$= 44.8 \text{ mm}$$

圆整后取 $d=50\text{mm}$

2.3.2.3 液压缸无杆腔有效作用面积

1) 主油缸

$$A_1 =$$

$$A_1 = 1598 \text{ cm}^2$$

2) 快进缸

$$A =$$

$$A_1 = 380 \text{ cm}^2$$

3) 推料缸

$$A = 64 \text{ cm}^2$$

2.4.4.4 有杆腔有效作用面积

1) 主油缸

$$A_2 =$$

$$A_2 = 490 \text{ cm}^2$$

2) 快进缸

$$A_2 =$$

$$A_2 = 123 \text{ cm}^2$$

3) 推料缸

$$A =$$

$$A = 20 \text{ cm}^2$$

2.4 计算液压缸在各工作阶段所需的流量

(1) 主油缸

$$q_{\text{快进}} = \frac{\pi}{4} d^2 v_{\text{快进}} = \frac{\pi}{4} \times 0.25^2 \times 45 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 891 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$q_{\text{慢速}} = \frac{\pi}{4} D^2 v_{\text{慢速}} = \frac{\pi}{4} \times 0.45^2 \times 12 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 190 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$q_{\text{快退}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) v_{\text{快退}} = \frac{\pi}{4} \times (0.45^2 - 0.25^2) \times 12 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 494 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

(2) 快进缸

$$q_{\text{快进}} = \frac{\pi}{4} d^2 v_{\text{快进}} = \frac{\pi}{4} \times 0.125^2 \times 45 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 55 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$q_{\text{慢速}} = \frac{\pi}{4} D^2 v_{\text{慢速}} = \frac{\pi}{4} \times 0.22^2 \times 12 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 46 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$