

学号: S15030300



**!长缴**

**Changchun University of Science and Technology**

# 硕士学位论文

**工业铁屑压块机的设计与研究**

工业铁屑压块机的设计与研究

谢荣誉

研究生姓名: 谢荣誉

学科、专业: 机械工程

二〇一八年四月

分类号: \_\_\_\_\_

密 级 : 可公开

UDC: \_\_\_\_\_

编 号: \_\_\_\_\_

# 工业铁屑压块机的设计与研究

## Design and Research of Industrial Iron Chip Briquetting Machine

学位授予单位及代码: 长春理工大学 (10186)

学科专业名称及代码: 机械工程 (080200)

研 究 方 向 : 精密和超精密加工技术

申请学位级别: 硕 士

指 导 教 师 : 刘薇娜 教授

研 究 生: 谢荣誉

论文起止时间: 2016.10—2018.04

## 长春理工大学硕士学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的硕士学位论文，《工业铁屑压块机的设计与研究》是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者签名： 谢某      2018年6月11日

## 长春理工大学学位论文授权使用授权书

本学位论文作者及指导教师完全了解“长春理工大学硕士、博士学位论文版权使用规定”，同意长春理工大学保留并向中国科学信息研究所、中国优秀博硕士学位论文全文数据库和CNKI系列数据库及其它国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权长春理工大学可以将本学位论文的全部或部分内内容编入有关数据库进行检索，也可采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文。

,作者签名： 谢某      2018年6月11日

导师签名： 刘某某      2018年6月11日

# 摘 要

随着我国制造业的不断发展，每年消耗的原材料随之增加，目前我国消耗量最大的金属材料是钢铁，其中很大一部分在成型加工中变为切屑，为了实现节约资源、绿色制造和合理处理废弃物的目标，本文在对国内外铁屑压块机进行研究的基础上，提出一种可行方案，本方案通过对铁屑压块机进行结构、控制和动力源三个主要部分的设计，以及对执行件进行了有限元分析，并完成优化，得到最终方案。整个系统使用模块式设计，具有较高的柔性和工作效率，结构紧凑可满足不同需求。

本文首先查阅了国内外压块机现状，在此基础上对压块机进行了结构方案设计和系统设计。本文选用立式结构，对结构尺寸进行了设计。动力系统使用液压站，选定了相应的液压元件和制订了合理的工作流程。压块方式选用液压缸挤压式。在确定控制流程后，经过比对确定了控制元件，并完成了控制程序的编制。为了保证机器的可靠性，对关键部位进行有限元分析，对尺寸进行进一步优化。

本次设计完成了对铁屑压块机结构、传动以及控制的设计，可以实现工业对铁屑压块机的要求，具有一定的实际意义，验证了该铁屑压块机的正确性，文章最后提出了现有铁屑压块机的不足和未来的发展趋势，并在此基础上提出了合理的改进意见。

**关键词：铁屑 压块机 结构 液压系统控制 有限元分析**

## ABSTRACT

With the continuous development of China's manufacturing industry, more and more raw materials is used for industry manufacture annually. Most of sum of materials which consumed in China is steel, and plenty of it is turned into chips in the molding process. In order to achieve the objectives of resource conservation, green manufacturing and reasonable waste disposal, this paper proposes a feasible solution based on the research of iron filings briquetting presses at home and abroad. The final plan is based on the program which is divided into control Power source and compression mechanism three main pars of iron filings briquetting machine, as well as the implementation of the finite element analysis of the implementation. The entire system is modular designed which with high flexibility and work efficiency compact structure so that it could meet different needs.

First this article preliminary size design and system design of briquetting machine were carried out based on reviewed the current situation of briquetting machines at home and abroad. This article chooses a vertical structure and designs the size of the structure. The power system uses a hydraulic station, selects the corresponding hydraulic components and formulates a reasonable work flow. After the control flow is determined, the control elements are determined after the comparison and the control program is compiled. In order to ensure the reliability of the machine, finite element analysis is performed on key parts to further optimize the dimensions.

The design of the iron chip briquetting machine structure, transmission and control is completed, and the industry's requirements for the iron chip briquetting machine can be fulfilled. It has certain practical significance and verifies the correctness of the iron chip briquetting machine. At the end of the paper, the author proposes some reasonable improvements which based on the carrying out of the deficiencies of the existing iron filing presses and future development trends.

**Keywords: iron scrap; briquetting machine; structure; hydraulic; control finite; element analysis**

# 目 录

摘 要 .....	I
ABSTRACT .....	I
目 录 .....	II
第一章 绪 论.....	1
1.1 课题研究背景及意义.....	1
1.2 国内外发展现状和存在问题 .....	1
1.2.1 国外发展情况.....	1
1.2.2 国内发展情况.....	2
1.2.3 存在问题.....	4
1.3 本文研究的理论依据 .....	5
1.3.1 液压技术概述.....	5
1.3.2 PLC可编程控制概述.....	5
1.4 本文研究的主要内容及论文结构.....	5
1.4.1 研究主要内容.....	5
1.4.2 论文结构.....	6
第二章 铁屑压块机的机械结构设计 .....	7
2.1 铁屑压块机整体结构 .....	7
2.2 工作原理及步骤.....	8
2.3 压块机机架设计原则 .....	8
2.4 铁屑收料箱的设计.....	9
2.5 压料箱的设计 .....	9
2.6 成型箱和推块箱 .....	9
2.7 上液压缸的安装布局 .....	10
2.8 下液压缸安装布局 .....	10
2.9 本章小结.....	11
第三章 铁屑压块机的液压系统设计 .....	12
3.1 液压控制技术介绍.....	12
3.2 铁屑压块机液压系统的作用要求 .....	13
3.3 铁屑压块机液压系统的要求.....	14
3.4 铁屑压块机的液压系统工作原理图.....	14
3.5 铁屑压块机液压系统工作步骤.....	15
3.6 电磁铁的工作顺序.....	16
3.7 铁屑压块机的液压系统技术特点 .....	16
3.8 液压系统的参数设计与计算.....	16
3.9 液压装置设计.....	19
3.10 本章小结 .....	21
第四章 铁屑压块机的电气控制系统设计.....	22
4.1 对铁屑压块机控制过程分析.....	22
4.2 确定控制方案.....	22
4.2.1 传统的继电器控制方案.....	22
4.2.2 PLC控制方案.....	22
4.2.3 两者区别.....	22

4.2.4	PLC控制方案的确定.....	23
4.3	PLC技术介绍.....	23
4.3.1	PLC的分类.....	24
4.3.2	PLC的组成结构.....	24
4.3.3	PLC的工作原理.....	26
4.3.4	PLC技术特点及应用.....	26
4.3.5	对PLC使用要求分析.....	27
4.4	PLC的元件选择.....	28
4.5	电气电路设计.....	29
4.5.1	PLCI/O口分配及硬件连接图.....	29
4.5.2	PLC控制流程图.....	29
4.5.3	PLC程序编制.....	30
4.6	调试及调试中注意事项.....	36
4.6.1	仿真调试.....	36
4.6.2	联机调试.....	37
4.6.3	现场调试.....	37
4.6.4	现场调试注意事项.....	37
4.7	使用注意事项.....	37
4.8	本章小结.....	38
<b>第五章铁屑压块机结构的有限元分析.....</b>		<b>39</b>
5.1	CATIA有限元介绍.....	39
5.2	关键部件的结构静力学分析.....	39
5.2.1	机架的有限元分析.....	39
5.2.2	压头的有限元分析.....	41
5.2.3	成型箱的有限元分析.....	42
5.2.4	对下液压缸支撑架的有限元分析.....	43
5.3	本章小结.....	44
<b>第六章 总结和展望.....</b>		<b>45</b>
6.1	全文总结.....	45
6.2	未来的工作展望.....	45
致    谢.....		47
参考文献.....		48
攻读硕士学位期间取得的研究成果.....		52

# 第一章 绪 论

工业化初期，大规模的扩大生产，导致金属浪费现象严重”，金属回收利用较少，废金属对环境的污染与日俱增。随着我国经济增长，对金属的利用需求逐步增大，金属回收利用率成为了迫在眉睫的关键问题。该课题主要是对国内外铁屑压块机的发展现状进行研究分析，通过对各大企业现在所用压块机的情况，来设计完善出小型工厂使用的铁屑压块机，方便工厂中回收产生的铁屑②，根据市场中已经具备的压块机设备，对本次设计的压块机进行结构设计以及相对大型设备进行改进，对应力集中部位进行仿真模拟，调整出最佳方案，从而选出最合理的铁屑压块机设计方案，进而提高对金属屑的回收利用率，以及对压块机本身的成本控制，提高设备的工作性能。

## 1.1 课题研究背景及意义

随着我国经济的快速发展，保护环境成为了迫切需要解决的问题，人们消费水平的不断提高，生活质量水平提高，对产品的需求量增大，导致工厂加工量增大，从而产生大量废金属，对废金属回收的需求迫在眉睫。我国废金属回收利用产业正在不断发展，目前我国已经成为了废金属可再生能源利用大国，对金属废料，金属屑回收使之转化为新的原材料产业有着举足轻重的地位。

传统制造行业是国家工业发展的基础，推动了国家经济发展，但是在传统加工当中，由于技术不完善，设计人员设计出的产品在加工时会产生大量铁屑，钢铁在制造行业作为重要原材料，为节约成本并且减少钢铁的浪费以及对环境的保护，铁屑的回收存在着重要意义。近年来，随着国家工业迅猛发展，对钢铁需求量显著提高，在生产过程中产生大量铁屑必不可免，目前许多工厂对铁屑的处理方式不够重视，所以会产生大量铁屑堆积，许多工厂将铁屑随意堆放，铁屑暴露在自然环境中，易被腐蚀，被腐蚀后的铁屑重新利用加工过程中更加复杂，浪费大量精力，所以针对铁屑利用科学的储存方式非常必要。在工厂中产生的铁屑量大，而且由于铁屑的形状导致在堆放过程中会占用大量空间，并且在加工过程中铁屑会沾有大量的油及冷却液，简单的铁屑处理方式会造成铁屑易散落，将一定量的铁屑通过挤压形成便于储存管理的块状，这样在铁屑的存放中更加节省空间，也对铁屑起到了一定的保护作用，减少了铁屑对环境的污染，在再次对铁屑利用时减少了不必要的复杂工序，大大减少了企业成本，对企业的发展有着至关重要的作用。在对铁屑等废金属进行压块处理过程中，要根据合理的方式方法进行分析探究，进而进行大量的实验研究，这就明显地加大了工作量。因此本课题针对这些问题，对铁屑压块机进行结构的合理优化，对机器本身关键位置进行模拟仿真，以及液压控制系统的合理选择提供了良好的理论分析。

## 1.2 国内外发展现状和存在问题

### 1.2.1 国外发展情况

国外对压块机行业发展迅速，建立了很多压块机设备的生产厂家，对于各种类型的



压块机都有相对的企业供应，近年来对金属屑压块机的研究更是朝着智能化发展，对于压块机的机械性能不足，液压系统存在缺陷等问题大量改进，随着科学技术的发展以及研究人员对压块机的深入了解，越来越合理化、简单化的机器逐步出现在了市场中。

随着机械控制技术的飞速发展，国外也在不断的研究设计一些新型的工业铁屑压块机，对这些压块机的自动控制技术也在不断提高，美国在六十年代就已经实现对压块设备的自动控制，二十一世纪后，由于计算机的使用越来越广泛，利用计算机来对设备进行控制得到了广泛的应用，并且研制除了多种能够对铁屑压块机进行检测的反馈系统，当铁屑压块机工作时，起到压块作用的液压缸达到预定压力后，就不再继续进行压制动作，回到最初状态。在铁屑回收处理方面，许多欧洲国家的研究成果也取得了较大进展，德国法国等国家的铁屑压块设备更加智能，自动化程度也相比于其他国家较高。在针对铁屑压块过程中出现的问题，国外主要以压力作为监控标准，但在监控过程中依然不是很准确，也经常出现问题。

现代世界发展中，机器类型的特点主要表现为将系统，软件，技术，网络集合为一体，主要适用于各个工厂，其工作顺序为：将金属屑通过专门的传送带运输，或者直接用铲车将其装填进入进料箱当中，当铁屑达到需求压制成块的容量时，采用液压设备通过系统控制完成对铁屑的压制，并且由于压制成块的不规则现象，会进行二次压制等后优化处理，最终达到一个统一标准。现如今的世界各大工厂中，都会设有大型的金属废屑压块装置，得到了广泛的使用。

### **1.2.2 国内发展情况**

我国在对铁屑压块的问题起步相对较晚，开始是因为工业需要大规模发展，没有对废料产生足够的重视，后来尽管在对处理方面有了较多研究，但是由于技术水平落后，虽然生产了许多铁屑压块机设备，但只有大型工厂存在，而且对压块成型标准不能保证，产生了大量人力物力的损耗。自第一台压块机问世之后，已经引起了广泛关注，有许多研究人员已然研究开发出了许多压块装置以及实验装置，从而大大推动了废金属压块机的发展。但是，应该清楚地认识到，研究开发废金属压块机的最终目的是克服传统压块机的某些不足之处，进一步满足用户对提高机床动态性能，降低零件加工成本的需求。废金属压块机设计的第一步就是认真分析市场需求和明确应用领域，诸如待压零件的形状材料尺寸和精度，所采用的加工工艺以及批量和预期加工成本等。对压块机的研究现在已经达到一个很高的水平，但开始，人们还只是对这种机构停留在理论分析上。这是因为压块机在理论和实践上有一系列的难题，难以在短期内解决。目前，国内的压块机也有很大的发展，各种符合需求的设备也逐渐的出现在了中国市场中，大多数常见的设备当中按照压块方式可分为垂直式和水平式两种，水平式压块机能合理地降低需求空间高度，但由于水平式压块机会需要考虑到本身重力，以及零部件的力学性能，导致工作量变大，所以除少部分工厂需要特殊的压块机型之外，大多数都会选择垂直式压块机。我国的铁屑压块处理设备在一定程度上有了大幅度提高，

但相对于一些发达国家上处于劣势。由我国研制的 YJD1250 金属压块机，吸收了国内外同类机器的特点，大胆采用了新结构，不仅具有国内外同类机器的功能，而且结构更加紧凑，运行良好，成本比进口同类机器低得多”。由南京工业学校研制的YJY2500 液压金属压块机将金属废料压块成形，为冶金企业提合格的回炉料。江阴市圣博液压机械有限公司主要研制方向也是金属屑液压机的设计研究，该厂独立研究设计，能生产出1000 吨以内的液压机械其中包括非标准的液压机型，为国内多家企业独立研究开发出了数十种量身定做的非标准设备，帮助他们攻克了成本降低，合理资源化等难题。而且与多家企业达成了长期合作关系。其中 Y81 系列的金属液压机适用于炼钢厂，能够将更重金属废料压制成药块来降低运营成本， Y81 系列主要是将废金属压制成药块，可选择手动和 PLC 智能控制两种手段进行控制，各运动机构均采用液压传动方式，工作平稳，提高了生产效率，在没有电源的情况下也可以使用柴油机提供动力，而且压块尺寸也可根据客户要求来改变，以Y81-4000 为例，如图1.1所示。



图1.1 Y81-4000 液压机

Y83 系列金属液压机在 Y81 系列的基础上有了一定的提高，本机型依然采用液压传动的方式来控制机器运转，但设计了高度集成阀块，液体流量增大，使系统压力损失程度减小，而且通过比例调速以及独特的油路设计是液压系统大幅度减少了漏液现象，降低了系统油温，提高了系统稳定性，即使长时间运转系统也不会出现较大的机器故障：系统设计人员使用了预卸荷处理装置，消除了液体压力冲击，对于液压机的整体机架减少了压力，使液压机机架部分能够采用整体铸钢件来完成，使机器整体更加轻便，紧凑，也大幅地提高了生产效率。以Y83-6300 为例，如图1.2所示。





图2 Y83-6300 压块机

Y83W 系列是一款卧式液压机，卧式液压机能够将粉末状铸铁屑，铝屑，钢屑等金属屑冷压成圆柱形饼块，该卧式结构能够自动上料，自动出饼，PLC控制，循环水冷却，配备了人机交互显示器，并且是一个水冷机构，单人操作即可。以 Y83W-3150 卧式压块机为例，如图1.3所示。



图 3Y83W-3150 卧式压块机

### 1.2.3 存在问题

虽然我国压块机在很多领域已经有所突破，但有很多相关难题还没有得到解决，由于在进行工业生产时，铸铁受力情况的不一定，导致铁屑形状不固定，在进行压块时，就有可能因为提供的动力载荷不稳定，导致压块设备出现故障，或压块效果达不到要求，所以仍然需要更多的时间来探索一些不足的方面。现在的工厂中对铁屑的处理工作还不能完全达到环境整洁，无污染的的条件，并且有很多加工中心没按照要求依然将大量铁屑暴露在露天的环境当中，导致二次污染，大量的铁屑也远远超过了铁屑回收，集中处理的承载能力。由于设备产量不足或者小型工厂并没有设置铁屑回收装置，导致大量的土地被不合理使用产生堆积，铁屑上会沾有油污，严重污染了土地，使生态环境进一步恶化；部分铁屑压块机自动化程度低，需要大量人工操作，增加了劳动力的使用；在使用过程中，还会产生大量噪音，也限制了工厂的选址。对于机器本身也存在着很多问题，如液压设备设计与实际需求不相符，导致需求的压力与本身需要

压力不一致，增加了运输成本；压块机的控制系统达不到实时控制进入收料箱的废料是否符合一次压制成块的量，导致不知道何时停止进料，何时压制到标准状态，以及推出时间的确定；进料装置大多数采用传送带进料，传送带可以保证大量地运送铁屑，而且输送的距离很远，结构相对简单，容易维修和管理，各部件之间摩擦力也较小，防止了噪音的产生，但是传送带成本较高，而且随着工作强度的增大必然会导致磨损严重，使用寿命自然变短，加工铁屑时也不能封闭式处理。国内也购买了外国研制的铁屑压块机，但许多企业还是难以接受其价格高，难以维修等问题。所以，中国自主研发出市场需要的机型，改进压块机液压系统的设计方案，提高控制系统的智能化，并且达到价格合理使每个工厂都能投入使用是中国工业信息化，环境友好化所非常需要的。

### **1.3 本文研究的理论依据**

#### **1.3.1 液压技术概述**

从英国在18世纪第一台水压机的问世，到现在已有200多年历史，液压技术满足了反应快，重量轻，功率大和动作准确等特点，满足了工业建设的需求，所以液压技术迅速投入到了多个行业的使用。20世纪随着核能，电子技术，以及自动化技术的发展再次将液压技术推向迅速发展的方向，使它在经济建设的各方面都得以广泛使用。液压技术在某些领域已经达到了必不可缺的一部分。现在，做到液压传动合理化程度的高低已经成为了衡量国家工业发展水平的重要标志之一。液压技术正朝着自动化控制，实现人机交互的方向发展。

#### **1.3.2 PLC 可编程控制概述**

可编程控制器 (PLC-Programmable Logic Controller) 是在传统的顺序控制基础上加入了自动控制技术，包括逻辑运算，定时计数等。它具有抗干扰能力强，应用范围广，适应能力强，可信任度高，灵活搭配，编程简单等优点，是现代工业自己动化技术领域中最广泛的控制装置。可编程控制器的发展速度很快，每年都会更新出新一代产品，其功能也愈加多样化。PLC在使用过程中可以通过电脑编程来控制数字信号变化，也可以通过模拟量和数字量的相互转换模块来实现对流量，速度，推力等一些模拟量进行控制，PLC中的PID模块可以实现对模拟量的闭环控制，达到自动调整差值实现自我调节功能。现代PLC具有数据处理功能，可以通过数值运算完成对数据的分析，这些数据作为理论依据完成对系统特定要求，实现一定的控制操作。

### **1.4 本文研究的主要内容及论文结构**

#### **1.4.1 研究主要内容**

本文通过大量的资料阅读，根据国内外压块机的研究发展现状及其发展趋势进行了调研和分析，以及对市场上铁屑压块机的整体结构了解，发现铁屑压块机在使用中依然存在着许多待解决的问题。理解铁屑压块机的控制要求，分析了压块机的组成原理、工作原理以及液压控制原理，明确控制系统应完成的各项功能任务，并选择合适的控

制方案10,所以本文的主要研究内容主要有一下几个方面:

(1)以CATIA软件为基础手段,针对其结构的稳定和工厂的需求,通过检索国内外的压块机构造,了解压块机的工作原理和使用特点,提出针对压块机机械结构设计的可行方案,对压块机进行详细结构设计。将各个功能部位分开,按照不同的功能进行设计。

(2)对液压系统进行合理化设计,通过对压块机的工作步骤和方法,选出最符合的液压系统,使之实现最终的设计目标,通过现有的理论基础,和设计方法,实践方法,对其合理的参数选择。通过对液压系统的理论计算,最终画出能合理适用的液压原理图

(3)通过PLC的控制功能,运用计算机编程完成对铁屑压块的运动控制,实现人机交互的智能化。

(4)根据设计出的铁屑压块机机械结构,对其进行关键部位的有限元分析,通过不同形式的力学性能标准,设计出最合理的机械结构,完成对本次铁屑压块机的设计研究。

#### **1.4.2 论文结构**

本文共分为5章来对铁屑压块机的设计与研究进行总结,第一章绪论,介绍了国内外压块机的发展及存在的问题,和设计研究铁屑压块机的关键技术。第二章是对铁屑压块机的整体及每个部位进行结构的初步布局,使之达到合理化标准。第三章是根据液压系统的原理及使用方法,对铁屑压块机的液压系统给出合理方案。第四章是对铁屑压块机的不同控制系统进行对比分析,完成对PLC的选择,及对铁屑压块机的系统流程图编写。第五章对整体结构的有限元分析,对关键部位如压头等受力部位的分析确定。第六章将作全文的总结与展望,通过铁屑压块机的设计研究,对铁屑压块机未来前景及设计方向的发展提出一些观点。



## 第二章铁屑压块机的机械结构设计

铁屑压块机在工业生产中是实现废料回收的重要设备，是工厂中回收再生产出新材料的工作中不可缺少的一部分。它能够大量将松散的铁屑进行压制成块，减少了占地面积，对环境保护也起到了一定的作用。本章主要是对工业铁屑压块机进行设计从而便于运输和回收，本章重点设计铁屑压块机的结构设计过程如下：首先，确定压块机的总体方案，对总体结构进行设计，确定液压机的总体布局；其次，将各个功能部位分开设计，按照各部分不同功能进行设计。制造业工厂会有大量的铁屑产生，铁屑如何回收是一个较大难题，铁屑压块机的出现解决了铁屑回收的难题，其主要工作过程如图2.1所示。

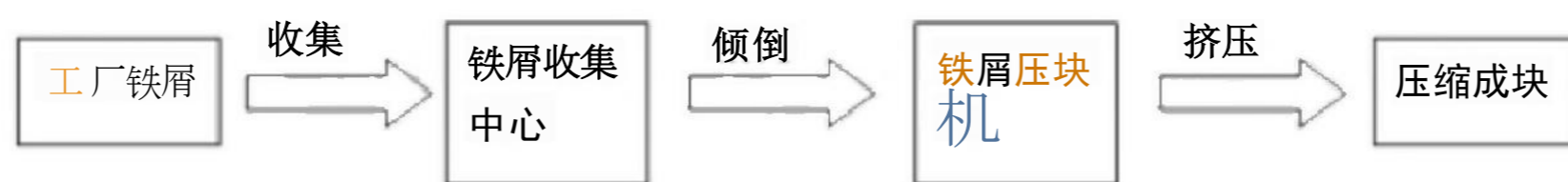


图2.1 铁屑回收工作过程

### 2.1 铁屑压块机整体结构

铁屑压块机按照压压块的方式可以分为：立式压块机和卧式压块机<sup>2</sup>。与卧式压块机相比，立式压块机更加便于回收铁屑，压缩效率更高，占用的只是垂直空间，并且由于受到重力的作用，卧式压块机的密封件，防尘圈等小零部件会因为受力不均匀导致局部位置出现使用过载现象，大大减弱了使用寿命，无法解决大量铁屑堆积问题，应用范围较小。

铁屑压块机作为工业铁屑回收的专业设备，主要采用立式的结构，通过液压设备将松散的铁屑通过挤压的方式形成块状，减小了存放体积，对铁屑起到了一定的保护作用，从而解决了对铁屑存放和防止铁屑被氧化的问题，并减少了回收利用成本，防止了由于铁屑乱放对环境造成的污染。

立式压块机主要由主机，液压站，控制台三部分组成，其中主机包括机架，上液压缸，压头，收料箱，压料箱，推块液压缸等构成。机架部分主要用来承受工作压块时对机器整体的反作用力。要保证其结构紧凑，占地面面积小，以及良好的使用能力。

根据设计的课题搜索了很多资料文献，在我国很多液压机都能实现对物体的压制生产。本次通过对各部分的认识，我采用双液压缸的结构来完成对铁屑的压块和成型后圆饼铁块的推出。对于铁屑压块机来说，从整体上分析，它主要包括以下几个部分。分别为收料箱及压料工作台、压块机构和最后的推出结构这三个部分组成。收料及工作台要便于收集铁屑，方便加工。压块机构选择使用液压机结构，推出结构可以有两种选择，第一种是使用电机驱动的曲柄滑块<sup>3</sup>结构来完成对成型后铁块的推出工作；第二种方法是选用一个小型液压机来完成该步骤，液压机压头做左右往返运动来完成

该步骤。两种方法相比较而言，液压机具有体积小、重量轻、结构简单、工艺性好等优点<sup>4</sup>，所以选择一个横放的液压缸。该设计的立式铁屑压块机工作方式如下：对于铁屑的挤压由上液压缸和压头组成，铁屑的挤压力由上液压缸提供，铁屑由收料箱将收集来的铁屑传送进入压块机中，然后将压制成型的铁屑块由下推块液压缸推送出来，合理存放。压块机的基本结构如图2.2所示。

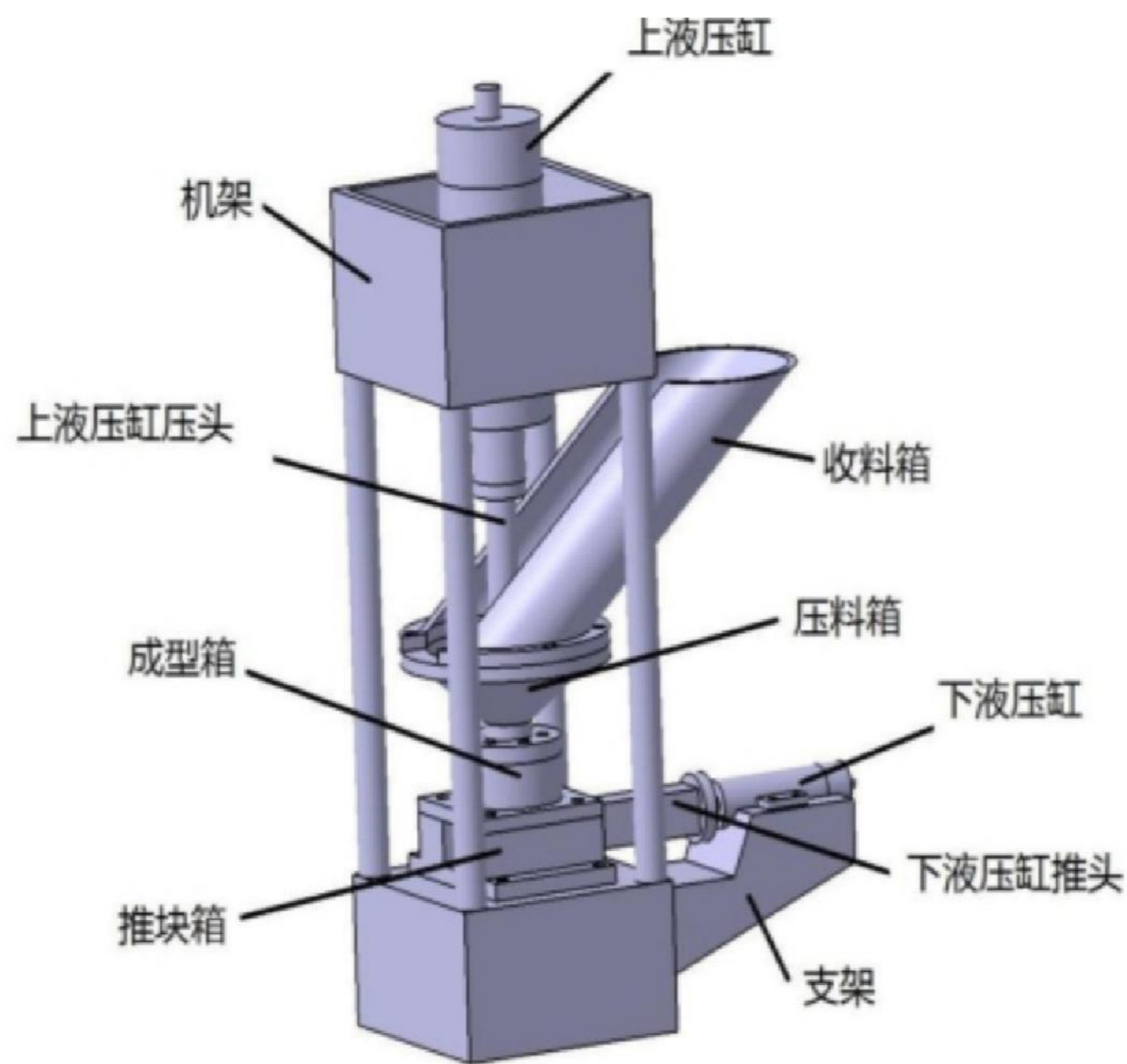


图2.2铁屑压块机结构示意图

## 2.2 工作原理及步骤

通过上下料装置将铁屑运至收料箱内，使铁屑进入压料箱后，上液压机压头下压，使铁屑在压料箱内成型，直接冷压成3~6公斤的圆柱形饼块，大小为 $\phi 120 \times 100\text{mm}$ ，密度为 $5-6\text{T/m}^3$ 。成型后，下液压机压头回缩，使圆柱形铁饼块掉入推块槽内，然后下液压机压头伸长，将圆柱形铁块推出去，随后上液压机压头回缩，完成整个工作流程。这就是一个工作流程，如此往复，不断的对铁屑进行压块。在此过程中，下液压缸压头除了用来推送铁块，还起到压块时的支撑板作用，便于铁块的成型。

## 2.3 压块机机架设计原则

机架设计的准则

### 1) 工况要求

任何机架的设计首先必须保证机器的特定工作要求。

### 2) 刚度要求

在保证特定外形条件下，要保证机架具有足够的刚度。



### 3) 强度要求

压块机属于重载设备，其强度要求必须引起足够的重视，准则是在机器运转中可能发生的最大载荷情况下，机架上任何点的应力都不得大于允许应力。

## 2.4 铁屑收料箱的设计

收料箱用于放置在铁屑上下料装置下方，用来将铁屑收集到压料箱内，便于压头压缩铁屑。收料箱结构简单，通过与压料箱连接而固定，可在表面喷涂静电粉末，提高箱体的防腐与耐磨性。收料箱通过四个螺栓固定在压料箱上，同时尺寸满足不与压头发生冲突，保证让铁屑能够顺利进入压料箱内。结构如图2.3所示。

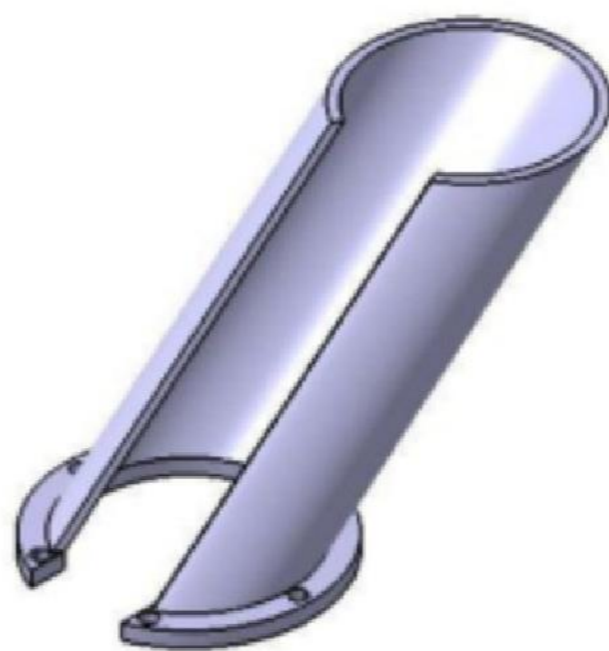


图2.3 收料箱结构示意图

## 2.5 压料箱的设计

压料箱用于收集铁屑，便于压头工作。相比于方形的形状结构，漏斗型压料箱不会出现由于螺旋形铁屑堆积在角落，减少人工。压料箱通过六个螺栓与下方成型箱相配合，结构如图2.4所示。

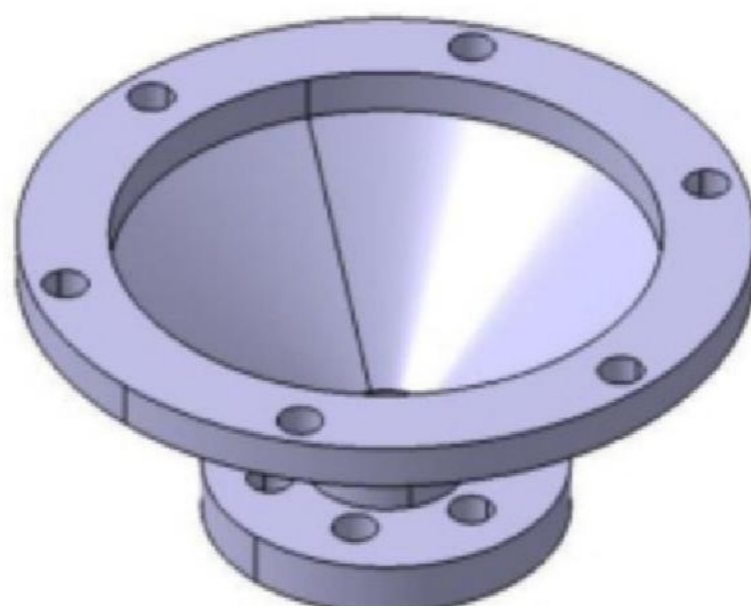


图2.4 压料箱结构示意图

## 2.6 成型箱和推块箱

这两个相配合，上液压缸的压头在成型箱内完成对铁屑的压缩成型，而下液压缸的压头则在推块箱内完成圆柱铁块的落下与推出，完成整个流程的最后一步。成型箱要满足箱壁能承受挤压铁屑的力，加大壁厚即可。成型箱的内径尺寸应与上液压缸的压



头尺寸相同，而推块箱的内壁尺寸应与下液压缸的压头尺寸相同。其结构如图2.5 所示。

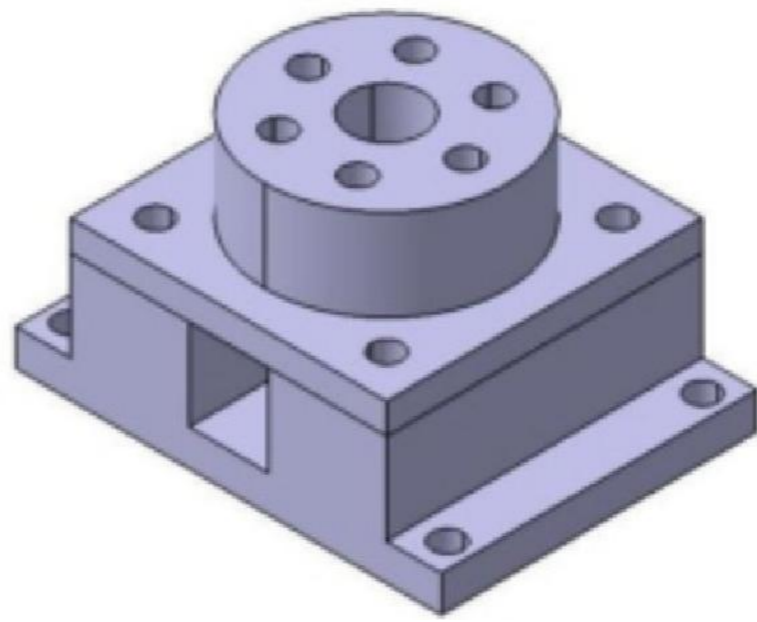


图2.5 成型箱和推块箱结构示意图

## 2.7 上液压缸的安装布局

液压缸的类型可分为两种：单作用液压缸和双作用液压缸。单作用液压缸是指其中一个方向的运动用油压实现，返回时靠自重或弹簧等外力，这种油缸的两个腔只有一端有油，另一端则与空气接触。双作用液压缸就是两个腔都有油，两个方向的动作都要靠油压来实现。根据压块机动作顺序，液压缸选用单活塞双作用液压缸。由于液压缸的压头是通过上下移动来完成对铁屑的压缩成型，所以上液压缸进行竖直安放。在支架上层中间留一个圆柱形状，来使液压缸穿过并安装在机架上，通过螺栓与机架相配合。液压缸缸筒是通过焊接与液压缸后端盖联结。液压缸后端盖顶部设置一个螺纹孔，用来与油管相配合。而液压缸前端盖为了能够完成安装，选择与缸筒通过螺纹来联结，螺纹联结同时也能起到密封作用。前端盖内壁上也设置一个螺纹孔，来用于与油管的联结。液压缸顶部还需要安置一个密封盖，内部有防尘圈、密封圈等部件，来完成对液压缸的密封措施。

## 2.8 下液压缸安装布局

下液压缸的作用是用于将成型的圆柱形铁块推出去，完成流程的最后一步，所以需要横向放置。内部的结构与上液压缸相似，都是采用的当活塞双作用液压缸。通过压头的伸长和收缩来完成对压块的推出目的。下液压缸顶端盖通过与机架下层相配合。下液压缸后半部分通过一个支架来完成支撑作用。结构如图2.6所示。

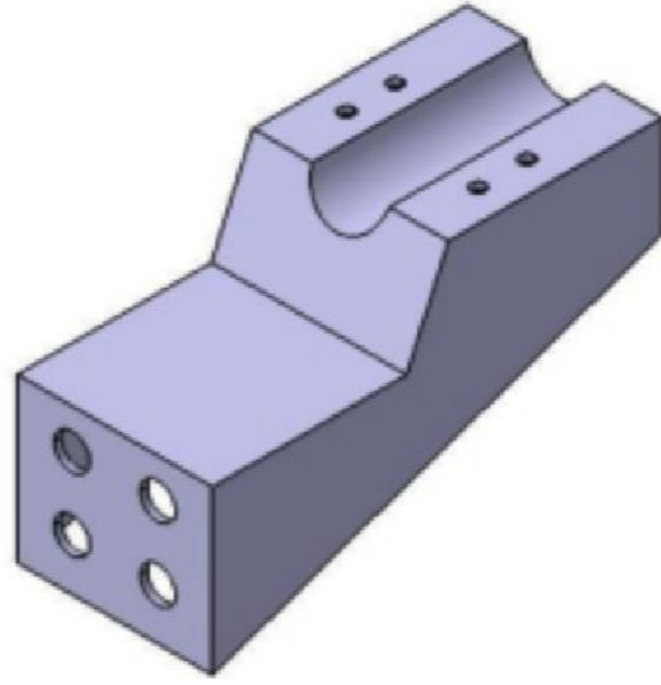


图2.6 下液压缸安装支架结构示意图

## 2.9 本章小结

本章主要对铁屑压块机各个部件进行设计，确定了铁屑压块机的结构，对铁屑压块机的整体结构进行合理安装，了解其在工作过程中的作用，简要的阐述了铁屑压块机的工作过程，以及铁屑压块机在压块过程中的工作原理，为后面液压系统、电控系统的设计提供了理论依据。

### 第三章铁屑压块机的液压系统设计

本文设计是将铁屑回收压块，推出机器，节省空间。考虑到铁屑压块机的动力系统必须具有压力高、负载大以及功率大等特点<sup>19</sup>，因此采用液压传动的方式进行系统设计。液压传动是利用液体流动但体积很难被压缩来实现各种传动以及各种控制的。当液体受到压力时，液体内部收到的压强可以向各个方向传递，从而实现力的传动。

#### 3.1 液压控制技术介绍

液压传动主要有两个特征来与其他传动方式进行区别：

(1) 以千斤顶为例<sup>20</sup>，在理想状态下，即假设没有摩擦力、重力的影响，也不会出现漏油，完全封闭状态，此时千斤顶形成了一个连通器，则根据受力平衡可以列出方程

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (3.1)$$

式中  $p$ ——液体压强

$F_1$ 、 $F_2$ ——外负载力

$A_1$ 、 $A_2$ ——受力面积

可见当在小活塞上施加一个力 $F_1$ 时，通过油的流动使大活塞处受到力的作用，想要

推动外负载就要做多少的功，说明了液压系统的压力由外负载力决定。液压系统压力大小的确与负载力的大小有关，但是由于实现液压传递系统的材料本身性质决定了其不能随着外负载力的增大而无限增大。

(2) 当在小活塞上施加一个力 $F$ 时，小活塞向下移动一段距离，会排出一定体积的油，这些油会全部进入到大活塞处使大活塞因为油的体积增多而向上运动，也就是说小活塞排出的油量等于进入到大活塞处的油量，即

$$V = A_1 H_1 = A_2 H_2 \quad (3.2)$$

设活塞移动的时间为  $t$ ，流量

$$q = \frac{V}{t} = \frac{A_1 H_1}{t} = \frac{A_2 H_2}{t} = A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (3.3)$$

则大活塞的移动速度  $V_2 = \frac{q}{A_2}$  说明液压传动的速度与流量大小有关。因此只需要调节液体流量的大小就完全可以控制液压传动速度的变化。

液压系统装置在现今时代是多种多样的<sup>[21]</sup>，其组成通常情况都由动力部分，执行部分，控制调节反馈部分，辅助部分及工作介质组成。动力部分，液压泵是通过电能将机械能转换为液体动能向液压系统提供液体压力；执行部分是来实现一个装置对外载荷进行做功，使外载荷按要求达到目的，如移动或旋转到某个位置。控制部分主要是对液压系统的运行速度，对外载荷的作用力的控制，如溢流阀，节流阀，电磁换向阀

等对能量的传递起到一定控制调节作用。辅助部分是用来对整个系统进行监测，防止

漏油，防止过冷过热的情况发生<sup>2</sup>，如管道，密封件，油箱，压力表等。工作介质，也就是选择液压油的种类，根据不同的工作环境和不同的工作性质还有成本来选择最合适的液压油。

### 3.2 液压系统设计

液压设备的设计主要是液压系统的设计，液压系统设计直接影响了整个设备的稳定性。液压系统的设计一般要以实际问题出发，针对其相关资料进行学习国内外的液压先进技术，使设计的液压系统能够在能够完成本身工作过程的情况下，能够使结构的组成更加简单，灵活性更好，本身设计的体积更小，工作状态更加安全可靠，使用更加方便快捷，并且要遵循成本最低化的原则。

液压系统的设计主要是对系统功能进行设计，组成的元件及辅助元件的设计选择，根据他本身的用途及使用要求，利用液压传动的基本原理合理画出液压原理图，之后根据计算来确定组成的元件的参数对其进行选择和结构设计。液压系统的设计步骤主要分为以下几个步骤：

(1)明确液压系统的技术要求，液压系统设计的出发点主要是由液压设备的技术要求来决定<sup>28</sup>。在设计开始之前应该对有关设计机构的技术要求进行了解和掌握，即液压的主要工作目的，采取的结构布局，运转方式的了解与选择，工作时需要提供的源动力大小，运动的方向，及运动速度大小范围等。然后确定哪些工作过程需要采用液压传动方式及工作范围，行程大小，尺寸质量等条件的限制。执行元件的循环动作及安全要求等。

(2)拟定液压系统的原理图，液压系统设计最重要的一步就是进行液压系统原理图的拟定。它的设计完全决定了系统的工作状态和稳定性。在拟定的过程中，要根据机器的如何进行工作来选择液压缸及传动机构来完成动作，并比较分析选择出最佳方案。在对元件选择完成后，根据设备的特点，在保证其工作精度<sup>(2)</sup>，减小能量损失等问题的前提下，通过对已有机器液压设计系统的了解及学习，选择较好的液压回路。最后将所选用的最佳基本液压回路连接在一起，完成液压系统的整体结构。注意在完成的同时，还应该注意：

(1)市场上对非标零件还未实行统一标准，非标零件在设计上有很大的差异性，设计非标零件的研发周期较长，根据自身设计的非标准零件会造成财力、物力上的浪费，所以应尽量选择通用的件来进行设计。

(2)在能保证所有动作都能按照要求完成，保证安全可靠的同时，尽量选择结构简单的液压回路，是整个液压系统结构紧凑，提高工作效率，是液压系统整体结构更加具有经济性，而且也便于维修。

(3)液压元件的计算和选择，液压元件的计算和选择主要对元件的规格和型号的选择，控制阀和辅助元件的选择。根据在工作过程中原件需要的工作压力来计算确定。

(4)液压系统的性能验算，液压系统工作过程中总会产生压力损失，这些能量转化

为热能，使系统发热升温，如果超过可控制范围，就要采取一些散热冷却措施。但根据试验生产出的同类型设备，其液压系统已经达到合理适用的状态，也可以不用验算。

### 3.3 铁屑压块机液压系统的要求

铁屑压块机是将工厂废料回收的一种机械装置，其目的是将材料使用后产生的铁屑回收将其反复压制成药，有效合理地减少占地面积，和废物利用。经过前文的研究分析，提出选择立式结构，采用单活塞双作用液压缸的传动方式来达到机器运行。适用条件为间歇性运转，采用两个液压缸来完成压制成药并推出的工作过程。对于液压系统的设计主要要求为有一定的承载能力，运动平稳，安全可靠。

### 3.4 铁屑压块机的液压系统工作原理图

根据液压机的原理，液压泵为系统提供源动力，主要元件选择3为油箱，滤油器，泵，压力表，截止阀，溢流阀，单向阀，减压阀，三位四通电磁换向阀，单向节流阀；做出两个液压缸的系统，利用主压力缸和推出缸两部分来完成对工业铁屑的压块成形，完成后推出等动作。在整个系统中，速度的控制尤为重要，选择合适的速度控制需要考虑到系统的功能，稳定性，温度升高以及经济合理等。由于压块机压块时运动速度不高，所以选用单向节流阀来控制速度的大小，在系统中，液压缸推进回退过程中，流量变化较小，所以选择的供油方式为压力补偿柱塞泵作为供油方式。本液压系统中，两个液压缸的动作要进行循环推进和回退，所以选用三位四通电磁换向阀来实现对系统的动作变化，以及工作循环。系统压力由溢流阀来控制。用压力继电器对于压块完成及完成后回退到原位置进行控制然后根据动作顺序利用可编程控制器对其进行顺序控制。液压原理图如图3.1所示。



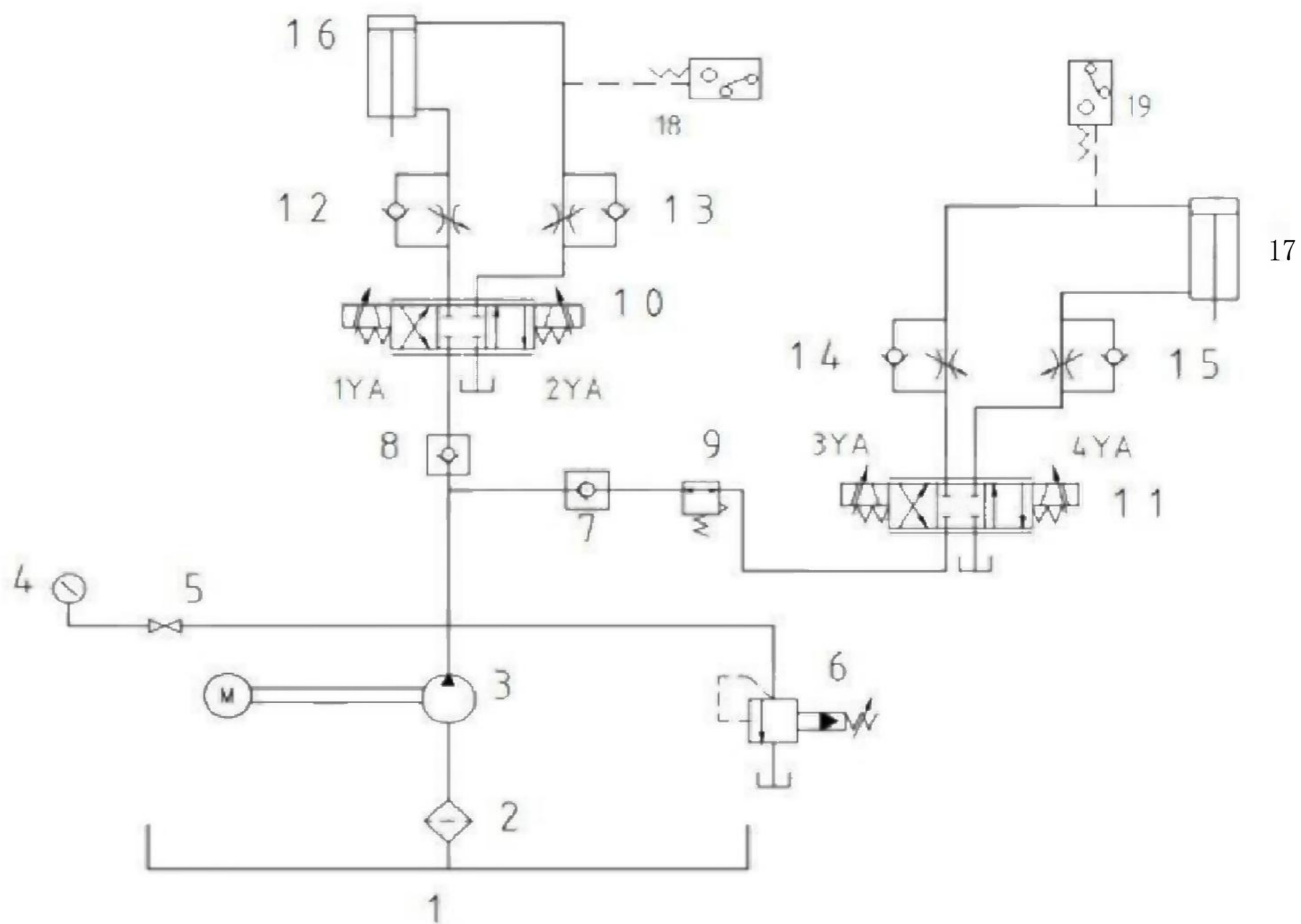


图3.1 液压系统原理图

1——油箱；2——滤油器；3——泵；4——压力表；5——截止阀；6——溢流阀；7——单向阀；8——单向阀；9——减压阀；10——三位四通电磁换向阀；11——三位四通电磁换向阀；12——单向节流阀；13——单向节流阀；14——单向节流阀；15——单向节流阀；16——主压液压缸17——推块液压缸；18、19——压力继电器；

### 3.5 铁屑压块机液压系统工作步骤

系统由泵3提供动力，油路压力提升和卸载用溢流阀3来实现，系统的主压液压缸负责压块成型，推块液压缸负责成型后推出机器。由前文介绍，推块液压缸除了负责推块作用之外，其推出头部分还要当做挡板的用途，防止铁屑掉落，在完成压制成块后，再进行落料与推出的工作步骤。所以具体工作步骤如下：

(1) 下推块液压缸推进形成挡板. 首先按下操作按钮，系统开始工作，同时电磁铁4YA通电使电磁换向阀11由中位切换至右位，液压油通过单向阀7经过减压阀9减压，由电磁换向阀11 进入推块液压缸17 的上腔，液压杆带动推块头进入推块箱，使成型箱下端形成封闭结构，推块液压缸17下腔的液压油通过节流阀15 回到油箱中。当推块头运行到终点时，电磁铁4YA 断电电磁换向阀11切换回中位，液压缸停止运行。

(2) 上压块液压缸下压将铁屑压块，将电磁铁1YA 通电，电磁换向阀10由中位切换至左位，液压油通过单向阀8, 由电磁换向阀10进入上压块液压缸16的上腔，液压杆带动压头进入成型箱将铁屑压制成块，当压头运行至终点时，电磁铁1YA 断电电磁换向阀10切换至中位，压块液压缸体制运行。

(3) 上压块液压缸提升回退，当上压块液压缸完成压块动作后，继续接通电磁铁2YA,

电磁换向阀切换至右位，液压油通过电磁换向阀10 进入上压块液压缸16 的下腔，从而使上压块液压缸完成回退动作。

(4) 下推块液压缸回退，将电磁铁3YA 通电，电磁换向阀11由中位切换至左位，液压油通过单向阀7经过减压阀9减压，由电磁换向阀11 进入推块液压缸17 的下腔，完成回退动作，使压制成型的铁块自然掉落到推块箱内。回退完成时，电磁铁3YA 断电，电磁换向阀11切换回至中位，液压缸停止运行。

(5) 下推块液压缸再次推进完成推块动作，接下来将电磁铁4YA 再次通电，电磁换向阀11由中位切换至右位，完成推块动作。

(6) 之后的动作过程按照上述情况做反复运动，继续对铁屑压块。此液压系统的改变在于由下液压缸推头部分作为成型箱下部分的挡板，设计时使结构更加紧凑，液压系统原理图更为简单化，并且利用了三位四通换向阀的多回路特性使整个液压系统不易产生过多的能量消耗。

### 3.6 电磁铁的工作顺序

电磁铁的工作情况如表3.1所示。

表3.1电磁铁工作情况表

运动工作(电磁铁)	1YA	2YA	3YA	4YA
下液压缸推进	-	-	---	+
上液压缸压块	+	-	-	
上液压缸回退		+		
下液压缸回退	---	-	+	-
下液压缸推进	---	---	---	+

### 3.7 铁屑压块机的液压系统技术特点

根据对液压系统的学习，本次设计出的液压系统，液压传动装置体积小，传动机构可以更灵活由油管连接，性能好，运动平稳，操作简单，可以更容易地实现机器的自动化，通过安全装置的保护防止过载情况发生。在系统中运用到了节流阀来控制速度的变化，压力继电器防止系统发生过载现象，对于不需要系统压力过大的下推块液压缸采用减压阀来对其油路压力的减小。

### 3.8 液压系统的参数设计与计算

(1) 系统工作压力P



系统的经济性，合理性与工作压力的大小选取有直接关系，如果工作压力选得过低，会导致液压缸的结构尺寸过大，有效工作面积会随之增大，所需系统源动力液压油的排量也要相应增大，导致整体机型变大，重量增加，如果工作压力选得过高，会对所选元件的精度要求更高，相应的使用维修要求也要更高，导致整个液压系统的工作效率降低。本课题的铁屑压块机，根据其设备类型，以及对以往的其他压块机工作压力的对比，本文选择工作压力为20MPa。则液压系统的主要技术参数如表3.2所示

表3.2液压系统技术参数表

序号	参数	参数值	单位
1	上压块液压缸的公称推力	1900	KN
2	上压块液压缸的有效行程	300	mm
3	下推块液压缸的公称推力	270	KN
4	下推块液压缸的有效行程	260	mm
5	系统工作压力	20	MPa
6	行进速度	60	mm/s

## (2) 液压缸主要尺寸的确定

如图3.2所示为液压缸在使用时的受力示意图

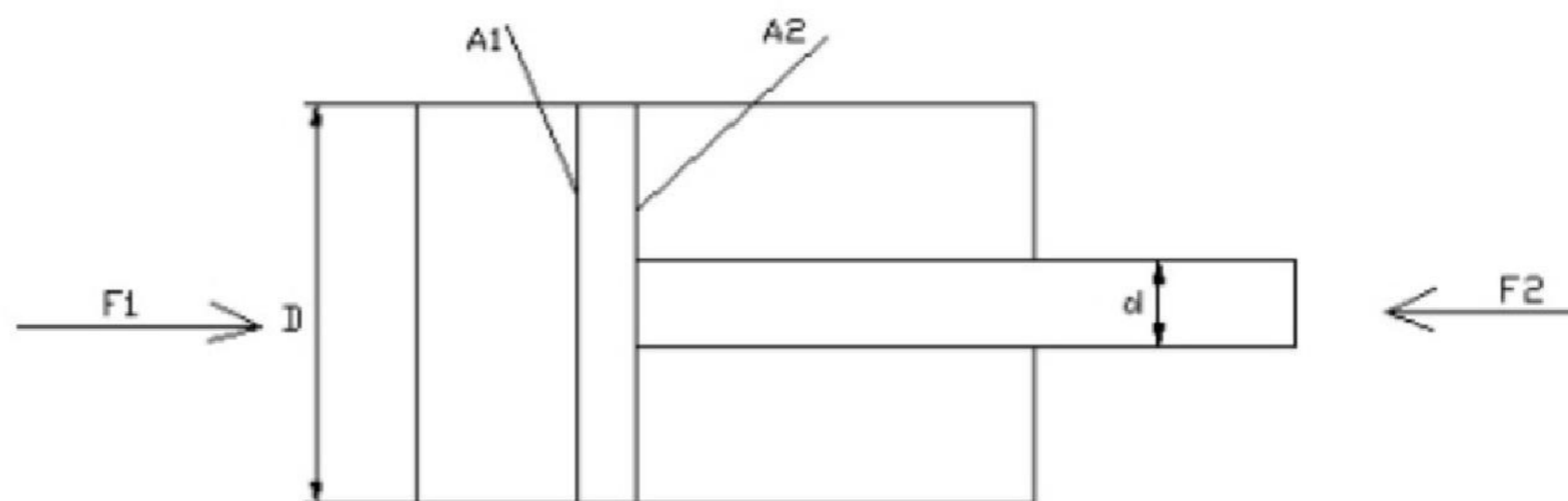


图3.2 液压缸受力示意图

D--- 缸筒内径

d--- 活塞杆直径

$A_1$ --- 无活塞杆端活塞面积

$A_2$ --- 有活塞杆端活塞面积

F--- 活塞的理论推力

根据液压系统的参数选择，确定了上液压缸的公称压力为P，对于无杆腔部分，活塞的理论推力为F1时，根据公式

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi (p-p_0) \eta_m}} \quad (3.4)$$

式中

F<sub>1</sub>--- 单活塞杆液压缸实际推力

P--- 液压缸工作压力

p<sub>0</sub>--- 液压缸回油压力

η<sub>m</sub>--- 液压缸机械效率

由于在液压缸设计时常初选回油压力p<sub>0</sub>=0，机械效率 η<sub>m</sub>一般取 η<sub>m</sub>=0.95.

即 D=356mm

经圆整后取D为360mm。

活塞杆直径d 根据工作压力此时可取 d=0.55D，所以

d=0.55D=0.55×360=198mm

经圆整后取 d=200mm

下推块液压缸缸筒内经和活塞杆直径的计算根据公式3.1 经圆整后 D取135mm, d=70mm。

### (3) 液压泵参数的确定

液压系统工作时所需要的最大流量为q<sub>max</sub>，泄漏系数K取1.2，可得液压泵的最大流量。由此可以确定液压泵的型号。

### (4) 电动机型号的确定

液压系统的工作压力为20Mpa，所以泵的功率根据公式

$$P = pq_{max} \quad (3.5)$$

即可算出，由此确定电动机的型号。

### (5) 液压油箱设计

根据公式算出油箱的有效容量

$$V = \xi q_0 \quad (3.6)$$

式中： V—油箱的有效容量，单位L

ξ 一是与系统压力有关的系数，根据经验选取 ξ =7

q<sub>p</sub>— 液压泵的额定流量，单位L/min

根据公式算出邮箱的尺寸。

根据计算可得出其参数及其型号选择如图表3.3所示。

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/346052122131010132>