
淮海工学院
HUIHAI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
本科毕业设计(论文)

组合机床上下料机械手控制系统的设计
**Control System Design for Loading and
Unloading Manipulator in Modular
Machine Tool**

学 院： 机械工程学院

专业班级： 机械电子工程 DZ 机电 071

学生姓名： _____ 学 号： 510714118

指导教师： _____

2011 年 6 月

毕业设计（论文）中文摘要

组合机床上下料机械手控制系统的设计

摘要:在机械制造业中，机械手已被广泛应用，大大地改善了工人的劳动条件，显著地提高劳动生产率，加快了实现工业生产机械化和自动化的步伐。机械手能模仿人手和臂的某些动作功能，用以按固定程序抓取、搬运物件或操作工具的自动操作装置。本文介绍了一种组合机床上下料机械手控制系统的设计方案。

本文的机械手由液压系统驱动，选择用 PLC 进行控制。液压传动系统的特点是运行平稳，寿命长；容易实现自动化；布置较灵活。PLC 控制系统的特点是可靠性高，抗干扰能力强；配套齐全，功能完善，适用性强；易学易用，深受工程技术人员欢迎；建造工作量小，维护方便，容易改造；体积小重量轻，能耗低。

本文选定拖动方案为液压传动，对液压传动系统的特点进行了分析，介绍了本题所用的液压系统的组成，拟定了液压原理图。运用了 FX 系列可编程序控制器（PLC）对上下料机械手进行控制，根据工艺流程和控制要求，选定了控制方案，编写了 I/O 地址表和控制程序，画出了系统的主电路图和梯形图，并编写了语句表。

通过本次的设计，我对液压传动系统和 PLC 控制系统有了更深层的了解，为以后这方面的工作与学习打下了良好的基础。

关键词:机械手，液压缸，可编程序控制器

毕业设计（论文）外文摘要

Control System Design for Loading and Unloading Manipulator in Modular Machine Tool

Abstract: In mechanical manufacturing industry, manipulator has been applied extensively so that the labor condition of worker has been greatly improved, labor productivity raised notably, the step of industrial production mechanization and automation realized rapidly. The mechanical hand, is also called from begins, auto hand can imitate the manpower and arm's certain holding function, with by presses the fixed routine to capture, the transporting thing 'OR' operation tool's automatic operation installment. The paper introduces a loading and unloading manipulator in modular machine tool.

The mechanical hand of this paper driven by hydraulic system, select and control with PLC. Hydraulic system characteristics: smoothly, long life; realize automation easily; layout flexibly. PLC characteristics: reliability is high, antijamming ability; necessary complete, the function is perfect, serviceable; easy to study to use, the depth is welcome the engineers and technicians; easy to study easily to use, the depth is welcome the engineers and technicians; the devolume is small, the weight is light, the energy consumption is low.

The paper selects the scheme of pulling to analyze the characteristic of the hydraulic transmission as hydraulic transmission, introduce the hydraulic and systematic composition that the subject under discussion uses, provide the hydraulic principle picture. The paper illustrates that the control of the upper and lower material by means of the PLC, According to the technological process and control request, select the scheme of controlling, write I/O address form and control procedure, draw the sub wiring diagram of end of main circuit diagram and ladder diagram, and write statement table.

Through this design, I get a deeper understanding of hydraulic transmission system and PLC control system, and lay a good foundation for study and work.

Key word: manipulator, hydraulic cylinder, PLC

目 录

1 绪论

在工业生产线中，机械手具有很广泛的用途。它是工作抓取和装配系统中的一个重要组成部分。它的基本作用是从指定位置抓取工件运送到另一个指定的位置进行装配。机械手臂代替了人士的繁杂劳动，并且操作精度高，提高了产品质量和生产效率。

1.1 课题简介

1.1.1 机械手概述



图 1-1 自动上下料机械手

机械手的组成:能模仿人手和臂的某些动作功能，用以按固定程序抓取、搬运物件或操作工具的自动操作装置。如图 1-1 它可代替人的繁重劳动以实现生产的机械化和自动化，能在有害环境下操作以保护人身安全，因而广泛应用于机械制造、冶金、电子、轻工和原子能等部门。

机械手主要由手部、运动机构和控制系统三大部分组成。手部是用来抓持工件(或工具)的部件，根据被抓持物件的形状、尺寸、重量、材料和作业要求而有多种结构形式，如夹持型、托持型和吸附型等。运动机构，使手部完成各种转动(摆动)、移动或复合运动来实现规定的动作，改变被抓持物件的位置和姿势。运动机构的升降、伸缩、旋转等独立运动方式，称为机械手的自由度。为了抓取空间中任意位置和方位的物体，需有 6 个自由度。自由度是机械手设计的关键参数。自由度越多，机械手的灵活性越大，通用性越广在工业生产线中，机械手具有很广泛的用途。它是工作抓取和装配系统中的一个重要组成部分。它的基本作用是从指定位置抓取工件运送到另一个指定的位置进行装配。机械手臂代替了人士的繁杂劳动，并且操作精度高，提高了产品质量和生产效率。

机械手的组成:能模仿人手和臂的某些动作功能，用以按固定程序抓取、搬运物件或操作工具的自动操作装置。它可代替人的繁重劳动以实现生产的机械化和自动化，能在有害环境下操作以保护人身安全，因而广泛应用于机械制造、冶金、电子、轻工和原子能等部门。

1.1.2 国内外机械手的现状和发展趋势

目前工业机械手主要用于机床加工、铸造、热处理等方面，无论数量、品种和性能方面还是不能满足工业发展的需要。

在国内主要是逐步扩大应用范围，重点发展铸造、热处理方面的机械手，以减轻劳动强度，改善作业条件，在应用专用机械手的同时，相应的发展通用机械手，有条件的还要研制示教式机械手、计算机控制机械手和组合机械手等。将机械手各运动构件，如伸缩、摆动、升降、横移、俯仰等机构以及根据不同类型的加紧机构，设计成典型的通用机构，所以便根据不同的作业要求选择不同类型的基加紧机构，即可组成不同用途的机械手。既便于设计制造，有便于更换上件，扩大应用范围。同时要提高速度，减少冲击，正确定位，以便更好的发挥机械手的作用。

此外还应大力研究伺服型、记忆再现型，以及具有触觉、视觉等性能的机械手，并考虑与计算机连用，逐步成为整个机械制造系统中的一个基本单元。

在国外机械制造业中工业机械手应用较多，发展较快。目前主要用于机床、横锻压力机的上下料，以及点焊、喷漆等作业，它可按照事先指定的作业程序来完成规定的操作。

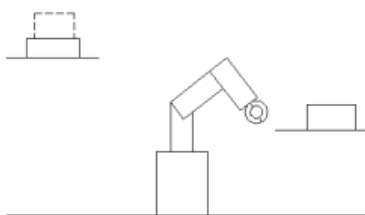
此外，国外机械手的发展趋势是大力研制具有某种智能的机械手。使它具有一定的传感能力，能反馈外界条件的变化，作相应的变更。如位置发生稍许偏差时，即能更正并自行检测，重点是研究视觉功能和触觉功能。目前已经取得一定成绩。

视觉功能即在机械手上安装有电视照相机和光学测距仪(即距离传感器)以及微型计算机。工作是电视照相机将物体形象变成视频信号，然后送给计算机，以便分析物体的种类、大小、颜色和位置，并发出指令控制机械手进行工作。

触觉功能即是在机械手上安装有触觉反馈控制装置。工作时机械手首先伸出手指寻找工作，通过安装在手指内的压力敏感元件产生触觉作用，然后伸向前方，抓住工件。手的抓力大小通过装在手指内的敏感元件来控制，达到自动调整握力的大小。总之，随着传感技术的发展机械手装配作业的能力也将进一步提高。

更重要的是将机械手、柔性制造系统和柔性制造单元相结合，从而根本改变目前机械制造系统的人工操作状态。

1.1.3 基本工作过程



如图为机械手运动图，机械手的动作过程：手臂顺时针旋转—手臂下降—手臂右行—手腕顺时针旋转—夹紧工件—手臂左行—手臂上升—手臂逆时针旋转—手腕逆时针旋转—松开工件—回原点（手腕顺时针旋转—手臂左行—手臂上升—手臂顺时针旋转）

1.3 课题的意义

1.3.1 PLC 的特点:

1. 可靠性高，抗干扰能力强
2. 应用灵活
3. 功能完善，适用性强
4. 易于安装、调试、维修
5. 体积小、质量小、能耗低

1.3.2 液压控制系统的特点

1. 液压元件的布置不受严格的空间位置限制，系统中各部分用管道连接，布局安装有很大的灵活性，能构成用其他方法难以组成的复杂系统。
2. 可以在运动过程中实现大范围的无级调速。
3. 液压传动运动均匀平稳，易于实现快速启动、制动和频繁的换向。
4. 操作控制方便、省力，易于实现自动控制、中远程距离控制、过载保护。
5. 液压元件标准化、系列化和通用化程度较高，有利于缩短机器的设计、制造周期和降低制造成本。

1.4 方案的确定

(1)驱动系统方案选择

驱动系统按照动力源分为液压、气压和电动三大类，根据需要，也可以将这三种基本类型组合成复合式的驱动系统。

液压驱动 液压技术比较成熟，具有动力大、力惯量大、快速响应高、易于实现直接驱动等特点，适用于承载能力大、惯量大以及在防爆环境中工作的机械手。

气压驱动 具有速度快、系统结构简单、维修方便价格低等特点，适用于中小负载的系统中。难于实现伺服控制，多用于程序控制的机械手中，在上下料和冲压机械手中应用较多。

电动驱动 随着低惯量、直流伺服电机及配套的伺服驱动器的广泛采用，这种驱动系统被大量选用。

本课题为上下料机械手的设计，故用液压进行驱动是最合理的选择，能够满足机械手灵活运动，顺利完成物料的上下搬运。

(2)电气控制系统的选择

三菱 FX 系列 PLC 价钱便宜，性能好，编程方便，容易学习。本课题是研究机械手控制系统的设计，机械手输入点输出点不多，工作流程较简单，选择三菱 FX 系列的 PLC 足以满足设计要求，比起西门子等其他高端可编程控制器，性价比更高。

2 液压控制系统设计

2.1 液压系统简介

机械手的液压传动是以有压力的油液作为传递动力的工作介质。电动机带动油泵输出压力油，是将电动机供给的机械能转换成油液的压力能。压力油经过管道及一些控制调节装置等进入油缸，推动活塞杆运动，从而使手臂作伸缩、升降等运动，将油液的压力能又转换成机械能。手臂在运动时所能克服的摩擦阻力大小，以及夹持式手部夹紧工件时所需保持的握力大小，均与油液的压力和活塞的有效工作面积有关。手臂做各种运动的速度决定于流入密封油缸中油液容积的多少。这种借助于运动着的压力油的容积变化来传递动力的液压传动称为容积式液压传动，机械手的液压传动系统都属于容积式液压传动。

2.2 液压系统的组成

液压传动系统主要由以下几个部分组成：

① 油泵 它供给液压系统压力油，将电动机输出的机械能转换为油液的压力能，用这压力油驱动整个液压系统工作。

② 液动机 压力油驱动运动部件对外工作部分。手臂做直线运动，液动机就是手臂伸缩油缸。也有回转运动的液动机一般叫作油马达，回转角小于 360° 的液动机，一般叫作回转油缸（或称摆动油缸）。

③ 控制调节装置各种阀类，如单向阀、溢流阀、节流阀、调速阀、减压阀、顺序阀等，各起一定作用，使机械手的手臂、手腕、手指等能够完成所要求的运动。

2.3 液压系统原理

它是由两个大小不同的液缸组成的，在液缸里充满水或油。充水的叫“水压机”；充油的称“油压机”。两个液缸里各有一个可以滑动的活塞，如果在小活塞上加一定值的压力，根据帕斯卡定律，小活塞将这一压力通过液体的压力传递给大活塞，将大活塞顶上去。设小活塞的横截面积是 S_1 ，加在小活塞上的向下的压力是 F_1 。于是，小活塞对液体的压强为 $P=F_1/S_1$ ，能够大小不变地被液体向各个方向传递。大活塞所受到的压强必然也等于 P 。若大活塞的横截面积是 S_2 ，压强 P 在大活塞上所产生的向上的压力 $F_2=P \times S_2$ ，截面积是小活塞横截面积的倍数。从上式知，在小活塞上加一较小的力，则在大活塞上会得到很大的力，为此用液压机来压制胶合板、榨油、提取重物、锻压钢材等。

2.4 液压系统的工况分析

机械手的自动工作循环是由控制线路控制液压系统来实现的。图 2-1 是一次工作进给液压系统图，工作循环包括快进、工进、快退，可以完成机械手的机座旋转，腰部升降，手臂伸缩，手腕旋转，手爪夹紧等运动，从而实现上下料的目的。整个过程由 plc 系统控制，可实现手动、半自动、自动 3 种循环方式。

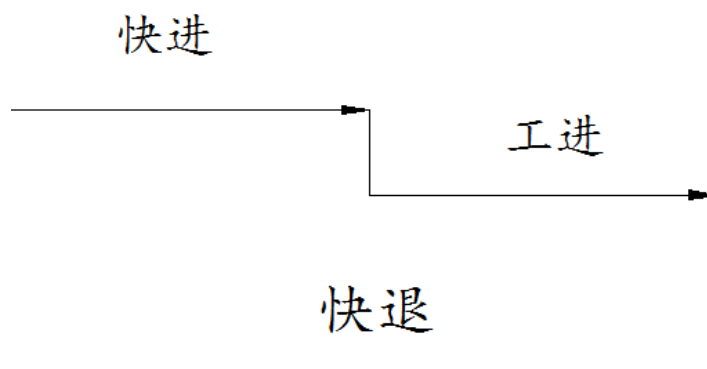


图 2-1 液压工艺控制装置要求

2.5 机械手液压系统的控制回路

机械手的液压系统，根据机械手自由度的多少，液压系统可繁可简，但是总不外乎由一些基本控制回路组成。这些基本控制回路具有各种功能，如工作压力的调整、油泵的卸荷、运动的换向、工作速度的调节以及同步运动等。

2.5.1 压力控制回路

① 卸荷回路的作用和方法：在机械手各油缸不工作时或短时间不工作时，油泵电机又不停止工作的情况下，为减少油泵的功率损耗，节省动力，降低系统的发热，使油泵在低负荷下工作。因为泵的输出功率等于压力和流量的乘积，因此卸载的方法有两种，一种是将泵的出口直接接回油箱，泵在零压或接近零压下工作；一种是使泵在零流量或接近零流量下工作。前者称为压力卸载，后者称为流量卸载。

此机械手采用二位二通电磁阀控制先导型溢流阀的卸载回路。当先导型溢流阀通过二位二通电磁阀接通油箱时，泵输出地油液以很低的压力经溢流阀回油箱，实现卸载。

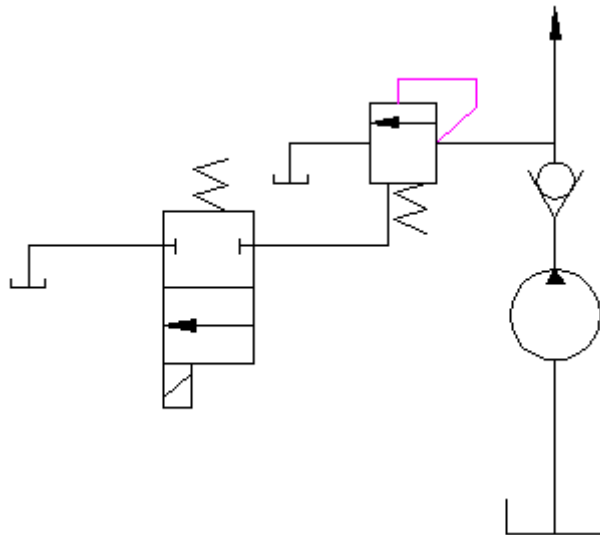
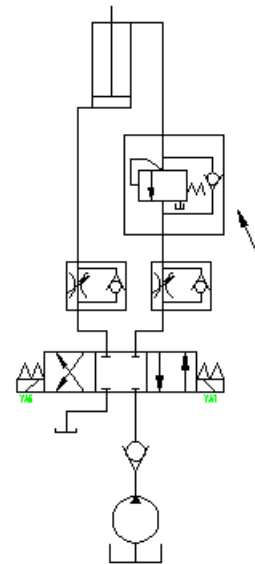


图 2-3 卸荷回路

② 平衡回路的功能在于使执行元件的回游路上保持一定的背压值,以平衡重力负载,使之不会因自重而自行下落。

本设计采用单向顺序阀的平衡回路,调整顺序阀,使其开启压力与液压缸下腔作用面积的乘积稍微大于垂直运动部件的重力。活塞下行时,由于回油路上存在一定背压支承重力负载,活塞将平稳下落。换向阀处于中位,活塞停止运动,不再继续下行。此处的顺序阀又被称作平衡阀。在这种平衡回路中,顺序阀调整压力调定后,若工作负载变小,系统的功率损失将增大。又由于滑阀结构的顺序阀和换向阀存在泄漏,活塞不可能长时间停在任意位置,故这种回路适用于工作负载固定且活塞闭锁要求不高的场合。



③ 速度控制回路 速度控制回路是讨论液压执行元件速度的调节和变换的问题。单向节流阀(见图 2-4)是简易的流量控制阀,在定量泵液压系统中,节流阀和溢流阀配合,可组成三种节流调速系统,即进油路节流调速系统、回油路节流调速系统和旁路节流调速系统。节流阀没有流量负反馈功能,不能补偿由负载变化所造成的速度不稳定,一般仅用于负载变化不大或对速度稳定性要求不高的场合。

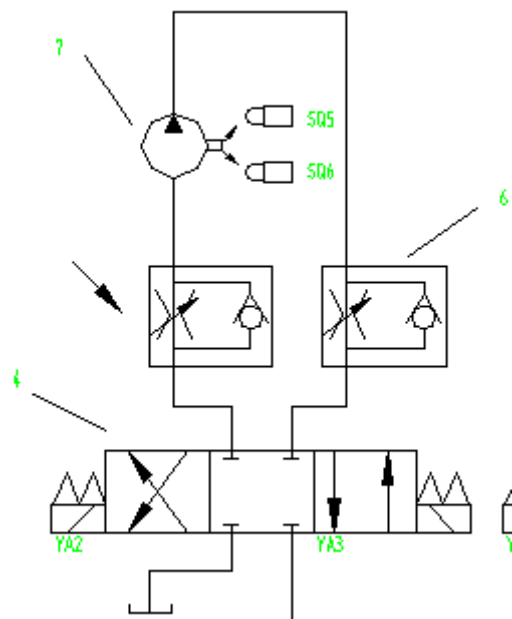


图 2-4

④ 方向控制回路

1. 换向回路

在机械手液压系统中，为控制各油缸、马达的运动方向和接通或关闭油路，通常采用二位二通、二位三通、二位四通、三位四通电磁阀和电液动滑阀，由电控系统发出电信号，控制电磁铁操纵阀芯换向，使油缸及油马达的油路换向，实现直线往复运动和正反向转动。

这里选用二位四通（如图 2-5b）、三位四通（如图 2-5a）的换向阀。二位阀智能使执行元件正反向运动，而三位有中位，不同中位滑阀机能可使系统获得不同性能。

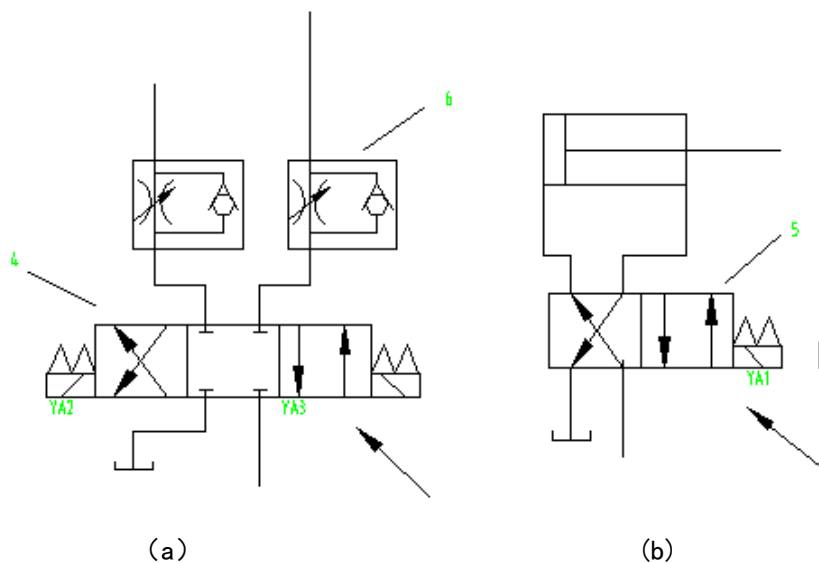
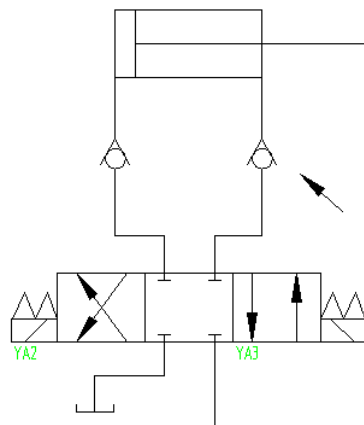


图 2-5 方向控制回路

2. 锁紧回路

锁紧回路的功能是通过切断执行元件的进油、出油通道来使停在任意位置，并防止停止运动后因外界因素而发生窜动。

本设计采用的是在液压缸两侧油路上都串联一液控单向阀形成互锁，活塞可以在行程的任何位置上长期锁紧，不会因外界原因而窜动。



2.6 拟定液压传动系统工作原理图

图 2-6 为机械手的液压传动系统工作原理图。它由液压油通过过滤器，液压泵，溢流阀，压力继电器，进入各并联液路上的电磁阀，以控制液压缸和手部动作。

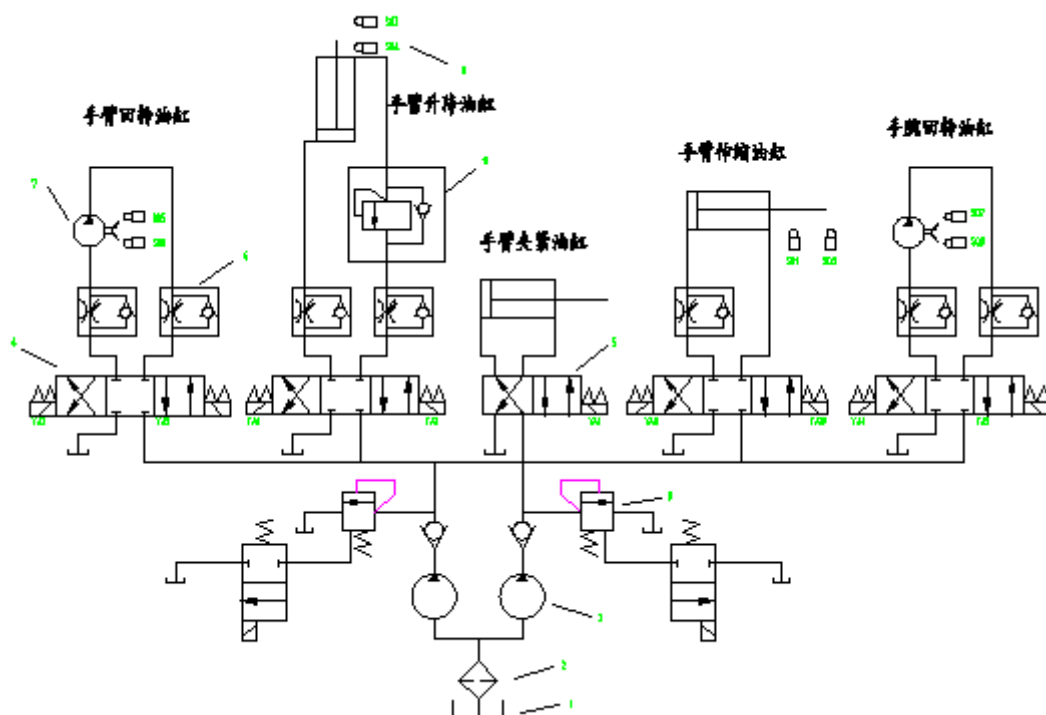


图 2-2 机械手液压原理图

1. 油箱 2. 过滤器 3. 液压泵 4. 三位四通电磁换向阀 5. 二位四通电磁换向阀 6. 单向节流阀 7. 液压马达 8. 行程开关 9. 溢流阀 10. 背压阀

液压系统说明如下：

元件设计说明：在机械手工作中，立柱升降频繁，为了节省能量，减少系统发热，故选用双联齿轮泵，其中一个为小流量泵，另一个为大流量泵。设置过滤器，滤去油液中的杂质，防止油液的清洁，保证液压系统正常工作。设置单向阀，防止系统的压力冲击，在泵不工作时防止系统的油液倒流经泵回油箱。设置溢流阀，保证系统压力恒定，限制其最高压力。设置换向阀，使油箱接通或切断而改变油流的方向。设置调速阀，保持液流速度的稳定。设置背压阀，防止液压缸突然失去负载向前冲。

系统工作过程说明：启动 按启动按钮，电磁铁全部处于失电状态，三位电磁阀处于中位。液压泵启动，从油箱 1 中抽油，通过过滤器 2 将油过滤，再经过单向阀，油液进入各电磁换向阀。

1.手臂左旋转时，YA2 得电油液经过单向调速阀，液压马达左旋，当碰到行程开关 SQ5 时，YA2 失电油液封闭。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—单向调速阀—液压马达，回油路：液压马达—单向调速阀—油箱。右旋时，YA3 得电，换向阀换至右位，液压马达右旋，当碰到 SQ6 行程开关停止旋转。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—单向调速阀—液压马达。回油路：液压马达—单向调速阀—油箱。

2.手臂上升时，YA6 得电油液经过单向调速阀，液压活塞杆伸出（上升），当碰到行程开关 SQ3 时，YA6 失电油液封闭，保持不动状态。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—单向调速阀—活塞液压缸，回油路：活塞液压缸—背压阀—单向调速阀—换向阀—油箱。下降时，YA7 得电，换向阀换至右位，油液从右端进入，液压缸活塞杆收回，当碰到 SQ4 行程开关时液压缸停止运动。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—单向调速阀—活塞液压缸，回油路：活塞液压缸—单向调速阀—换向阀—油箱。

3.手臂伸出时，YA8 得电，油液经过单向调速阀，液压活塞杆伸出，当碰到行程开关 SQ2 时，YA8 失电油液封闭，保持不动状态。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—单向调速阀—活塞液压缸。回油路：活塞液压缸—换向阀—油箱。收缩时，YA9 得电，换向阀换至右位，油液从右端进入，液压缸活塞缸收缩，当碰到 SQ1 行程开关时液压缸停止运动。进油路：泵—液控单向阀—换向阀—活塞液压缸。回油路：活塞液压缸—单向调速阀—换向阀—油箱。

4.手腕左旋转时，YA4 得电油液经过单向调速阀，液压旋转缸左旋，当碰到行程开关 SQ8 时，YA4 失电油液封闭，保持不动状态。进油路，回油路同手臂回转。右旋时，YA5 得电，油液从右端进入，液压旋转缸右旋，当碰到 SQ7 行程开关停止旋转。

5.夹紧和松开只有一个线圈的二位二通电磁阀经由液压系统完成驱动,线圈通电时工件被夹住,线圈断开时工件被松开。

2.7 液压元件简介和选型

2.7.1 液压元件简介

(1) 液压元件分类

动力元件：齿轮泵、叶片泵、柱塞泵、螺杆泵。

执行元件-液压缸：活塞液压缸、柱塞液压缸、摆动液压缸、组合液压缸。

液压马达：齿轮式液压马达、叶片液压马达、柱塞液压马达。

控制元件-方向控制阀：单向阀、换向阀。

压力控制阀：溢流阀、减压阀、顺序阀、压力继电器等。

流量控制阀：节流阀、调速阀、分流阀。

辅助元件：蓄能器、过滤器、冷却器、加热器、油管、管接头、油箱、压力计、流量计、密封装置等。

(2) 液压传动系统的组成

液压系统主要由：动力元件（油泵）、执行元件（油缸或液压马达）、控制元件（各种阀）、辅助元件和工作介质等五部分组成。

1、动力元件（油泵）它的作用是把液体利用原动机的机械能转换成液压力能；是液压传动中的动力部分。

2、执行元件（油缸、液压马达）它是将液体的液压能转换成机械能。其中，油缸做直线运动，马达做旋转运动。

3、控制元件包括压力阀、流量阀和方向阀等。它们的作用是根据需要无级调节液动机的速度，并对液压系统中工作液体的压力、流量和流向进行调节控制。

4、辅助元件除上述三部分以外的其它元件，包括压力表、滤油器、蓄能装置、冷却器、管件{主要包括:各种管接头(扩口式、焊接式、卡套式,法兰)、高压球阀、快换接头、软管总成、测压接头、管夹等}及油箱等，它们同样十分重要。

5、工作介质工作介质是指各类液压传动中的液压油或乳化液，它经过油泵和液动机实现能量转换。

2.7.2 液压元件的选型

① 液压缸参数的计算

(一) 夹紧液压缸的参数计算

夹紧力及驱动力的计算

手指加在工件上的夹紧力，是设计手部的主要依据。一般来说，需要克服工件重力所产生的静载荷以及工件运动状态变化的惯性力产生的载荷，以便工件保持可靠的夹紧状态。

手指对工件的夹紧力可按公式计算：

$$F_N = \frac{KP_X \sin \frac{a}{2}}{2\mu}$$

式中：K——安全系数，通常 1.2-2.0；

P_X ——轴向力

a ——V 形手爪的开合角

μ ——工件和手爪间的摩擦系数

计算：设 $K=1.5$ ， $P_X=mg$ ， $\mu=0.3$

1. 根据公式，将已知条件带入：

$$\therefore F_N = \frac{1.5 \times 6 \times 9.8 \times \sin 60^\circ}{0.6} = 127.3N \approx 130N$$

2. 根据驱动力公式得：

$$F_p = \frac{F_N \times 2b \cos^2 \alpha}{a} = \frac{130 \times 2 \times 80 \times \cos^2 35^\circ}{40} = 349N$$

由于实际采用的液压缸驱动力大于计算，把手爪的机械效率考虑在内，一般取 $\eta=0.88-0.9$

3. 取 $\eta=0.9$

$$F_p = \frac{F_p}{\eta} = \frac{349}{0.9} = 387.8 \approx 390N$$

1、液压缸工作压力的确定

由资料取液压缸工作压力 $P=0.4MPa$

2、液压缸内径 D 和活塞杆直径 d 的确定

确定液压缸的内径 D

$$F_{\text{实际}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

预设活塞杆直径 $d=0.5D$ ，液压缸工作压力 $P=0.4MPa$

$$\text{所以 } \sqrt{\frac{4F_{\text{实际}}}{\pi P(1-0.5^2)}} = 0.0396$$

根据机械设计手册液压传动分册，

选取液压缸内径为： $D=40mm$ ，

则活塞杆内径为 $d=4 \times 0.5=20mm$ ，选取 $d=18mm$

(二)伸缩液压缸的参数计算

液压缸内径和活塞杆直径的确定

根据设计要求，结合末端执行器的尺寸，采用单活塞缸双作用液压缸，初定内径为 $\phi 80$ ，可得活塞杆直径： $d = (0.2 \sim 0.5)D = 16 \sim 40mm$

圆整后，取活塞杆直径 $d=18mm$

由液压设计手册，取液压缸工作压力 $P=0.4MPa$

由公式： $F_1 = \frac{\pi D^2 p}{4} \times \eta = 667N$

$$F_2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)p}{4} \times \eta = 580N$$

(三)升降液压缸的参数计算

液压缸内径和活塞杆直径的确定

根据设计要求，结合末端执行器的尺寸以及升降液压缸的结构尺寸，采用单活塞杆双作用液压缸，初定内径为 $\phi 100$

可得活塞杆直径 $d = (0.2 \sim 0.3)D = 20 \sim 30mm$

圆整后，取活塞杆直径 $d=32mm$

查手册取液压缸工作压力 $p=0.4MPa$

由公式： $F_1 = \frac{\pi D^2 p}{4} \times \eta$

$$F_2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)p}{4} \times \eta$$

计入载荷率就能保证液压缸工作时的动态特性。若液压缸动态参数要求较高，且工作频率高，其载荷率一般取 $\eta = 0.3 - 0.5$ ，速度高时取小值，速度低时取大值。若液压缸动态参数要求一般，且工作频率低，基本是匀速运动，其载荷率可取 $\eta = 0.7 - 0.85$ 。得 $F_1=2198N, F_2=1972.92N$

(四)回转液压缸的参数计算

设 $b=60mm$ ，工作压力 $p=4Mpa$ ， $d=50mm$

则由 $M_{驱} = \frac{Pb(D^2 - d^2)}{8}$ 得

$$D = \sqrt{\frac{8M_{驱}}{bP} + d^2} = \sqrt{\frac{8 \times 476}{0.06 \times 4 \times 10^6} + 0.05^2} = 0.36m$$

取液压缸内径 $40mm$

②液压泵的选型

由于回转阶段液压缸工作压力最大，若取进油路总压力损失

$\Sigma \Delta p = 5 \times 10^5 Pa$ ，压力继电器可靠动作需要压力差 $5 \times 10^5 Pa$ ，则液压泵最高工作压力可按式算出

$$P_p = P_1 + \Sigma \Delta p + 5 \times 10^5 = (36.5 + 5 + 5) \times 10^5 Pa = 46.5 \times 10^5 Pa$$

因此泵的额定压力可取 $P_r \geq 1.25 \times 46.5 \times 10^5 Pa = 58 \times 10^5 Pa$

升降时所需流量最小是 3L/min, 设溢流阀最小溢流量为 14.5L/min, 则小流量泵的流量应为 $q_{p1} \geq (1.1 \times 3 + 14.5)L/min = 17.8L/min$, 回转时液压缸所需的最大流量是 129L/min, 则泵的总流量为 $q_p = 1.1 \times 129L/min = 142.2L/min$ 即大流量泵的流量 $q_{p2} \geq q_p - q_{p1} = (142 - 17.8)L/min = 124.2L/min$ 。

根据计算出的压力和流量, 可选用 CBZ 型的液压泵: 大泵的额定流量为 125L/min, 额定工作压力 2.5MPa; 小泵的额定流量为 18L/min, 额定工作压力 2.5MPa, 其消耗功率 6.8KW, 转速为 1450r/min。

③电动机的选择

查表选用 J02-51-4 型电机, 属于笼型异步电动机, 采用 B 级绝缘, 外壳防护级为 IP44, 冷却方式为 I (014) 即全封闭自扇冷却, 额定功率为 7.5KW, 额定电压 380v, 额定功率 50Hz, 如表 Y90S—4 电动机数据所示

表 2-1

型号	额定功率 kw	满载时				堵转电	堵转转	最大转
		电流 A	转 速 r/min	效率%	功率因 素	流	矩	矩
						额 定 电 流	额 定 转 矩	额 定 转 矩
J02-51-4	7.5	2.7	1400	79	0.78	6.5	2.2	2.2

④其它元件的选型

表 2-2 其它液压元件的选型

型号	名称	数量
DBDH6G10/1	溢流阀	1
	行程开关	8
KF3E6L	压力表	4
QLA-L3	单向节流阀	5
Q22DX-1	二位三通电磁阀	1
Q25DC-3	二位五通电磁阀	4
TK-10	平衡阀	1
	液压泵	1
XU-1380-100	过滤器	1

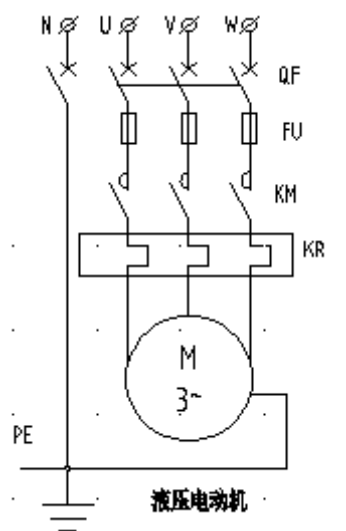
	油箱	1
--	----	---

3 电气控制系统的设计

3.1 电气控制系统的拖动控制要求

机械手的运动选用一台三相交流异步电动机 M 拖动，

3.2 主电路的设计与元件的选用



①设计过程

选用组合开关将三相电源引入，FU 为电动机 M 的短路保护熔断器，KR 为 M 电动机过载保护用热继电器，接触器 KM 为 M 电动机起动用接触器，并接地线保护电动机。

②主电路元件的选用

开关选择用组合开关，组合开关主要是作为电源引入开关，它也可以启停 5KW 以下的异步电动机，适合该电路的应用。

接触器 KM 主要控制对象就是电动机，能实现远距离控制，并具有欠电压保护。

热继电器 KR 是专门用来对连续运行的电动机进行过载及断相保护，以防止电动机过热而烧毁的保护电器。

熔断器结构简单、使用方便、价格低廉的保护电器，广泛用于电气设备的短路保护。

表 3-1 机械手电气元件表

符号	名称	型号	规格	数量
QF	组合开关	HZ10-25/13	3 极 55V 25A	1
KM	交流接触器	CJ10-40	40A 线圈电压 127V	1
FU	熔断器	RL1-15	500V 熔体 10A	1
KR	热继电器	JR10-10	热元件 1 号 额定 电流 19.9A	1

3.3 PLC 简介

可编程控制器 (Programmable Logic Controller) 简称 PLC 或 PC，是从早期的继电器逻辑控制 系统发展而来，它不断吸收微计算机技术使之功能不断增强，逐渐适合复杂的控制任务 。

PLC 之所以有生命力，在于它更加适合工业现场和市场的要求：高可靠性、强抗各种干扰的 能力、编程安装使用简便、低价格长寿命。比之单片机，它的输入输出端更接近现场设备，不需添加太多的中间部件或需要更多的接口，这样节省了用户时间和成本。PLC 的下端(输入端)为继电器、晶体管和晶闸管等控制部件，而上端一般是面向用户的微型计算机。人们在应用它时，可以不必进行计算机方面的专门培训，就能对可编程控制器进行操作及编程。用来完成各种各样的复杂程度不同的工业控制任务。

PLC 是应用面很广，发展非常迅速的工业自动化装置，在工厂自动化(FA)和计算机集成制造系统(CIMS)内占重要地位。今天的 PLC 功能，远不仅是替代传统的继电器逻辑。

3.4 PLC 控制系统的设计

3.4.1 PLC 控制系统的设计方法

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/255041231013011221>