

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
引 言.....	1
1 研究目标.....	2
1.1 数控车床自动上下料机械手的研究目的及意义.....	2
1.2 数控车床自动上下料机械手国内外发展趋势.....	2
2 数控车床自动上下料机械手的设计方案.....	4
2.1 机械手结构的设计.....	4
2.1.1 机械手的结构类型.....	4
2.1.2 数控车床自动上下料机械手结构采用方案.....	4
2.2 数控车床自动上下料机械手手部设计.....	5
2.2.1 机械手手部的设计要求.....	5
2.2.2 手爪结构的采用方案.....	6
2.3 数控车床自动上下料机械手腕部设计.....	7
2.4 数控车床自动上下料机械手手臂设计.....	8
2.5 数控车床自动上下料机械手机身机座设计.....	9
2.6 数控车床自动上下料机械手驱动系统设计.....	10
2.6.1 驱动系统的分类.....	10
2.6.2 驱动系统采用方案.....	12
2.7 数控车床自动上下料机械手传动设计.....	12
2.8 数控车床自动上下料机械手定位与稳定性设计.....	12
2.8.1 影响定位精度及平衡的因素.....	12
2.8.2 平衡机构分类.....	13
2.8.3 平衡机构采用方案.....	13
3 理性分析计算以及主要参数确定.....	14
3.1 液压传动系统相关计算.....	14
3.1.1 液压系统方案选择.....	14
3.1.2 执行元件的选择.....	14

3.1.3 液压源系统的设计	14
3.1.4 液压传动系统参数确定	15
3.1.5 执行元件计算	18
3.2 电机的选择以及参数计算	19
3.2.1 电机参数计算	19
3.2.2 电机选型	21
4 数控车床自动上下料机械手控制系统设计	23
4.1 机械手的工作流程	23
4.2 数控车床自动上下料机械手操作面板	24
结 论	25
参考文献	26
致 谢	28

摘 要

本课题针对于数控车床而设计了结构圆柱坐标型的自动上下料机械手。主要通过应用 CAD 对数控车床自动上下料机械手液压传动原理、机械手整体以及部分零件的二维图绘制，同时运用 Solidworks 对数控车床自动上下料机械手进行三维模型的绘制以及机械手运动仿真的制作。对机械手的传动机构，驱动系统、液压系统以及控制系统进行了理论分析和计算。同时对机械手整体结构进行了详细的设计，主要包括机械手的机身机座，机械手手臂，机械手手爪等部分。并分析了数控车床自动上下料机械手的操作流程，主要采用液压缸、步进电机等元件实现机械手的运动部分。

关键词：数控车床； 机械手； 传动机构； 液压系统； 驱动系统；

Abstract

Mainly through the application of CAD to the hydraulic transmission principle of the automatic loading and unloading manipulator of the CNC lathe, the two-dimensional drawing of the whole and part of the manipulator, and at the same time using Solidworks to draw the three-dimensional model of the automatic loading and unloading manipulator of the CNC lathe and the production of the manipulator movement simulation. The transmission mechanism, drive system, hydraulic system and control system of the manipulator are theoretically analyzed and calculated. At the same time, the overall structure of the manipulator is designed in detail, mainly including the body base of the manipulator, the manipulator arm, the manipulator claw and other parts. And analyzed the operation process of the automatic loading and unloading manipulator of the CNC lathe, mainly using hydraulic cylinders, stepping motors and other components to realize the movement part of the manipulator.

Keywords: cnc lathe; keywords manipulator; transmission mechanism; hydraulic system; drive system

引 言

机械手是在机械自动化生产过程中，通常用来夹持与运输工件的一种装置，属于工业机器人的一种。随着我国机械制造业，自动化的发展，工业机械手的研发也越来越引起大家的关注。机械手可以模仿并代替人类在特定的工作地点完成特殊要求的工作任务，例如在一些危险环境下的工作以及周期性重复无聊的工作，机械手都可以很好地代替人类将其完成，并且机械手在减轻工人劳动强度及危险的同时也可以提高劳动生产力。正是由于机械手的应用十分广泛，所以机械手的研发十分重要。但目前我国研制工业机器人的技术相比于国外还有待提高，但机械手的研制与生产直接影响到我国机械化，自动化的发展。所以本课题数控车床自动上下料机械手的研究有很大意义。

1 研究目标

1.1 数控车床自动上下料机械手的研究目的及意义

在机械自动化生产中，机械手是一种可以实现夹持工件的同时可以将工件翻转并运输工件的机械设备。目前，随着电子科技尤其是电子计算机信息时代的发展，工业机器人的研发以及生产是兴起的一门新型技术 **Error! Reference source not found.**。研发工业机器人以及工业机器人的大批量生产直接促进了机械手的发展，使得机械手可以很好的融进机械自动化生产当中 **Error! Reference source not found.**，实现其余机械化，自动化的结合。机械手在机械自动化生产制造中也得到了广泛的运用，如机械手在机械行业中可以实现工件的拼接与组装，同时也可用于工件的夹持、运输等操作，主要表现为机械手目前在自动化数控车床及组合车床上的使用越来越普遍 **Error! Reference source not found.**。

本课题所研究的数控车床自动上下料机械手属于工业机械手的一种，而工业机械手是机械自动化生产的必然产物 **Error! Reference source not found.**。机械手可以向人类手臂一样工作，模仿并代替人类按照预定要求完成运输工件以及夹持工件等作业。例如在一些危险环境下的工作以及周期性重复无聊的工作，机械手都可以很好地代替人类将其完成，并且机械手在减轻工人劳动强度及危险的同时也可以提高劳动生产力 **Error! Reference source not found.**。此外，工业机械手可以适应人类无法工作的环境如温差极大的车间或深水及具有放射性的环境，更能显示其优越性。正因如此，机械手在机械自动化生产制造中得到了广泛的应用，机械手有着广阔的发展前途 **Error! Reference source not found.**。

本课题研究的机械手与数控车床相结合形成生产线，使其可以完成工件的夹持，翻转与运送等一系列加工过程，实现加工生产的自动化，无人化。本课题的研究主要为了满足数控车床以及加工工厂的工件的装卸，从而可以实现在减轻工人劳动强度以及节约加工时间的同时也可以提高工件的生产效率以及生产力 **Error! Reference source not found.**。

1.2 数控车床自动上下料机械手国内外发展趋势

机械手的研究早已成为国内外研制的热点，国内外研发的情况和其未来走向如以下几点：

- (1)机械结构的模块化发展。
- (2)节能化的发展。

(3)传感器的发展。

(4)机械手重复高精度的发展。

(5)机电一体化的发展。

目前，中国的制造业发展日渐增大，但是如要实现机械设计制造自动化大业，机械手的研发是必不可少的。

国外机械手的发展趋势集中在智能机械手上。使它具有某些视觉和触觉功能。目前也取得了一定的效果绩效。随着机械制造业的发展，机械手的应用越来越广泛。并且机械手不仅在机械制造业应用较广，在其他领域如高科技领域中机械手也得到了广泛应用。

2 数控车床自动上下料机械手的设计方案

2.1 机械手结构的设计

2.1.1 机械手的结构类型

工业机器人的结构形式主要包括直角坐标型机器人，圆柱坐标型机器人，球坐标型机器人，关节型坐标机器人四种 Error! Reference source not found.。其对应的特点如表 2.1。

表 2.1 工业机器人结构类型

名称	空间运动	结构特点	主要应用
直角坐标型机器人	三个直线运动	自动控制、重复编程、多自由度、速度快、精度大、稳定性高	装配机器人、搬运机器人
圆柱坐标型机器人	一个回转运动及两个直线运动	构造简单、精度一般、	搬运机器人
球坐标型机器人	两个回转运动以及一个直线运动	结构简单、造价成本较低、精度较差	搬运机器人
关节型机器人	三个回转运动	动作灵活、结构紧凑、	焊接机器人、喷漆机器人、搬运机器人、

直角坐标型机器人结构如图 2.1a，圆柱坐标型机器人结构如图 2.1b，球坐标型机器人结构如图 2.1c，关节型机器人结构如图 2.1d。

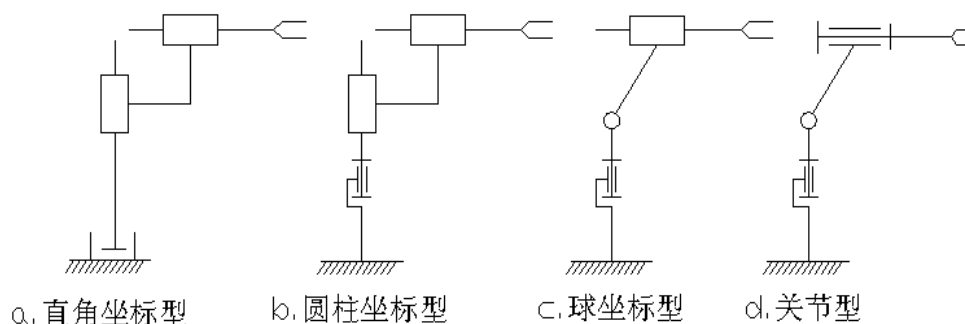


图 2.1 机器人的四种坐标结构图

2.1.2 数控车床自动上下料机械手结构采用方案

本课题结构最终选择圆柱坐标型。因本课题所研究机械手自由度为 3，包括两个直线运动及一个回转运动，共计三种运动方式。其中直线运动为手臂的升降及伸缩。回转运动为机械手机座的旋转。选择此结构类型的好处是机械手臂活动范围较大且精度较高。并且其构造简单，易装卸。本课题机械手工作布局如图 2.2，整体结构造型如图 2.3。

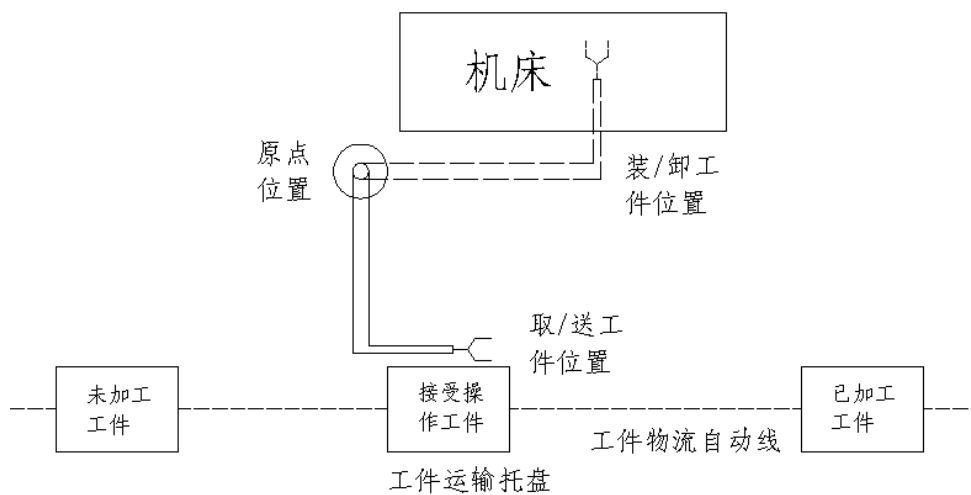


图 2.2 机械手工作布局图

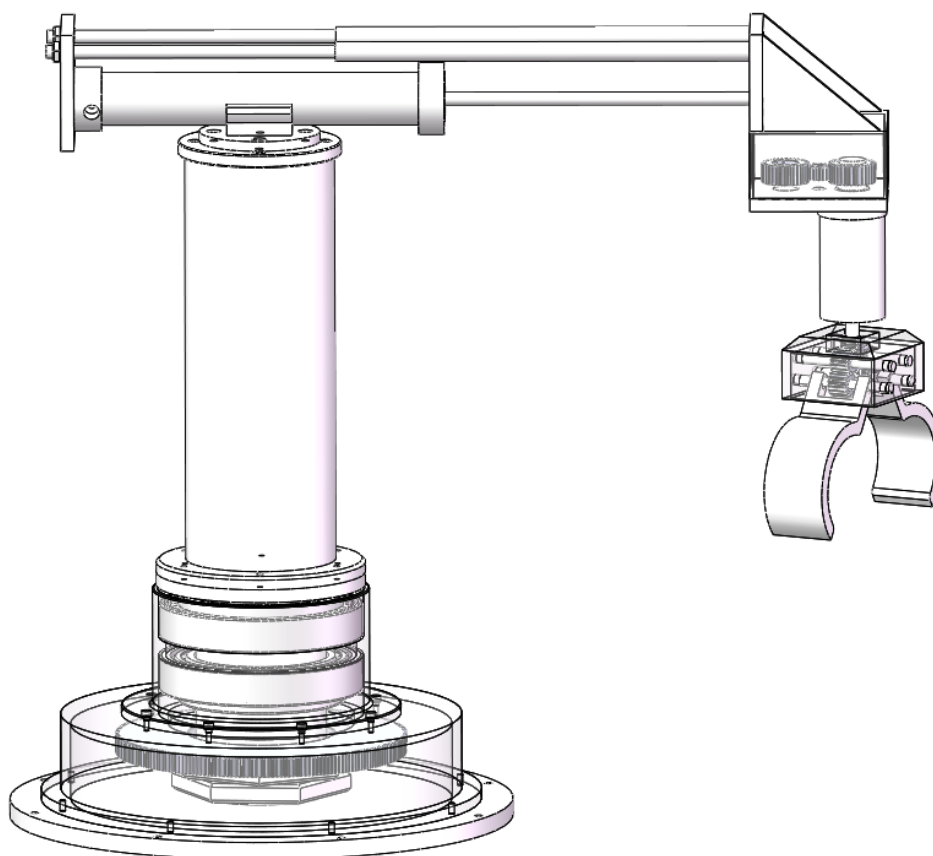


图 2.3 机械手整体造型结构图

2.2 数控车床自动上下料机械手手部设计

2.2.1 机械手手部的设计要求

机械手手爪与手腕相连接，属于末端执行器的一种，安装在手腕末端。机械手手爪的种类可分为多种，以保证其可以适应机器人在不同情况下进行不同的工作。例如末端执行器用于搬运工件、加工工件和测量工件。当需要搬运工件时，末端执行器通常会选择可夹持类机械手用来夹持被搬运的工件。当加工工件时，末端执行器通常选择喷枪、焊枪等带有加工工具的机器人，以便完成相应工作。如需用测量，末端执行器需要用来测量及检验工件，此时一般会选择带有测量仪器以及传感器的装置。本课题中的机械手手爪需要夹持工件搬运运输等操作，属于夹持类机器人末端执行器。

机械手手爪部位结构应有一定的夹紧力，保证可以夹紧工件，使工件牢固稳定。而当加持刚性低的工件时手爪夹紧力的大小应该相应的减小，以确保在夹持工件的过程中已加工表面完好，不会损坏。对于加持笨重过大的工件时手爪的设计可以考虑自锁装置，以便安全。

本课题机械手手爪开闭范围需够大。在机械手工作时，其中一个手爪张开夹紧角度的最大变化量为开闭范围。手爪开闭范围的要求与工件的形状以及尺寸等因素都有关联。通常情况下，机械手手爪的开闭范围越大越好，本课题机械手手爪开闭范围如图 2.4。

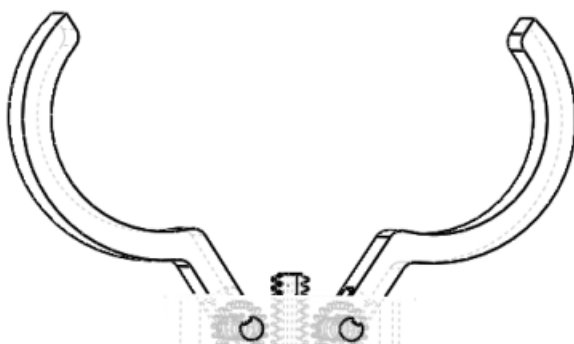


图 2.4 机械手手爪开闭范围图

工作时机械手手爪运动状态较多。手爪的结构，重量对于机械手整体重量，稳定，运动速度等性能有一定影响。所以，机械手手部的设计需要结构简单，重量轻，体积小。

2.2.2 手爪结构的采用方案

工业机器人手爪结构一般分为楔块杠杆式，平行杠杆式，齿轮齿条式，连杆杠杆式，滑槽式五种。

楔块杠杆式：利用楔块与杠杆使机械手手爪可以张开及夹紧以用来夹

持工件。

平行杠杆式：此结构截面为正四边形，稳定性好，并且不需要导轨来保证手爪的平行运动，这相对于其他结构产生的摩擦力较小。

齿轮齿条式：通过活塞运动使齿条运作，齿条会带动齿轮进行旋转，最终完成手爪的张开与闭合。

连杆杠杆式：通过活塞推动，连杆和杠杆可以完成机械手手爪的张开或闭合，由于杠杆可以使力增大，连杆杠杆式手爪的夹持力也会相应增大。此结构与弹簧联合使用较多。

滑槽式：通过活塞向前运动，此时滑槽通过销子使手爪完成张开闭合的动作以便于夹持工件，当活塞向后运动时，手爪张开。滑槽式手爪开闭范围较大，适合夹持大小不一的工件。

结合具体的工作要求，综上所述，本课题采用的是齿轮齿条式。通过活塞往返带动齿条完成手爪张开或夹紧的动作。手爪的结构设计具体如图 2.5。

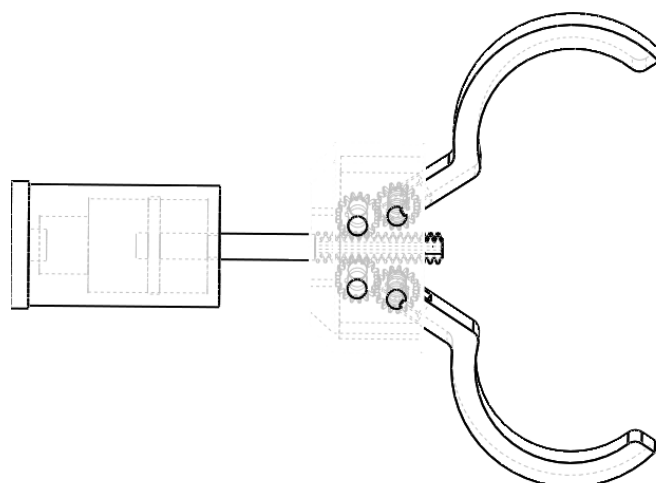


图 2.5 机械手手爪结构三维图

2.3 数控车床自动上下料机械手腕部设计

机械手腕部为机械手臂与机械手手爪联结部分，即应安装在手臂末端。机械手腕部重量应适当减小，结构应紧凑，强度和刚度要够，空回间隙应减小以便于增加传动精度。机械手手腕主要功能是可以使被夹持工件的方位产生变化，此时机械手手腕需做回转运动，即只存在一个回转自由度。结合本课题，本设计手腕不加自由度以便于机械手结构简单，操作简单。手腕结构如图 2.6。

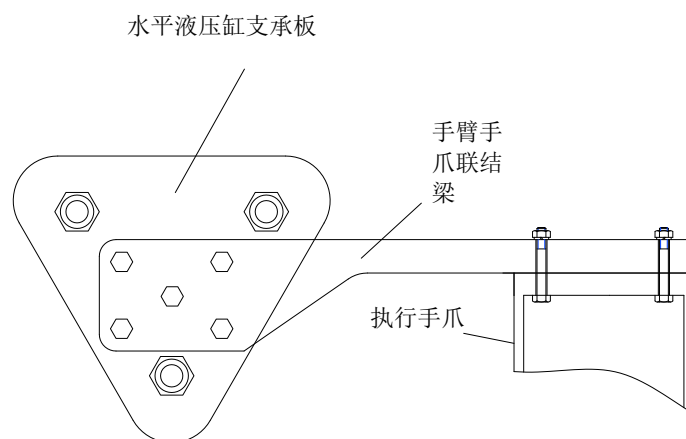


图 2.6 手腕二维结构图

2.4 数控车床自动上下料机械手手臂设计

机械手的手臂是机械手的主要执行部位。本课题中分垂直手臂及水平手臂两种，垂直手臂主要作用为带动机械手手部在空间的升降运动以及支撑机械手手腕和机械手手爪，水平手臂作用为带动手部在空间的水平运动。

机械手的手臂主要作用就是将机械手手爪送至空间某一点进行工作，机械手手腕及手爪的动静载荷均由手臂承担，而相关于手臂自由度较多，所以机械手手臂的受力相对于其他部分更为复杂。

手部的的位置精度即为机械手手臂的精度。导向装置和定位方式对于机械手最终的精度尤其重要。

以下原则对于机械手臂的设计有很大影响：

(1)水平手臂应保证互相平行；水平手臂以及垂直手臂中如有垂直的轴线，应相交于一点以便于控制简单。

(2)机械手手臂的长度以及手臂的回转角度对于机械手整体工作的空间有一定的影响，所以机械手手臂的结构及尺寸的设计应适应机械手整体的工作范围。

(3)在保证其强度及刚度的同时，机械手臂的重量应适当减小为了机械手的运动速度与控制精度。

(4)机械手手臂的设计应尽可能保证其平衡性稳定性，如可以在手臂结构上设计带有缓冲能力的机械挡块，以便于减少发动机负荷，同时它可以提高手臂移动时的反应速度。

(5)夹持工件重量。

结合以上因素，考虑到操纵器在工作中的稳定性和安全性，将两个平行的导向杆添加到该对象的水平框架中，使其与运动活塞杆截面形成等腰三角形结构如图 2.7，以保证其结构更加稳定牢靠。垂直手臂添加四个导杆其截面为正四边形如图 2.8，每个导杆都选用空心结构以保证机械手整体重量。添加此导杆结构主要原因是可以保证机械手整体稳定。

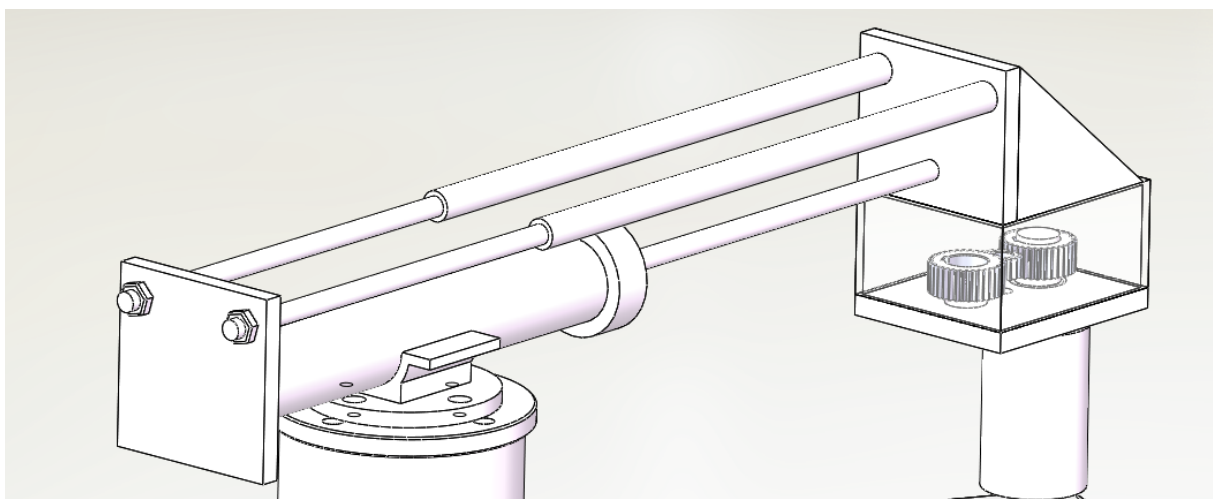


图 2.7 机械手水平手臂结构图

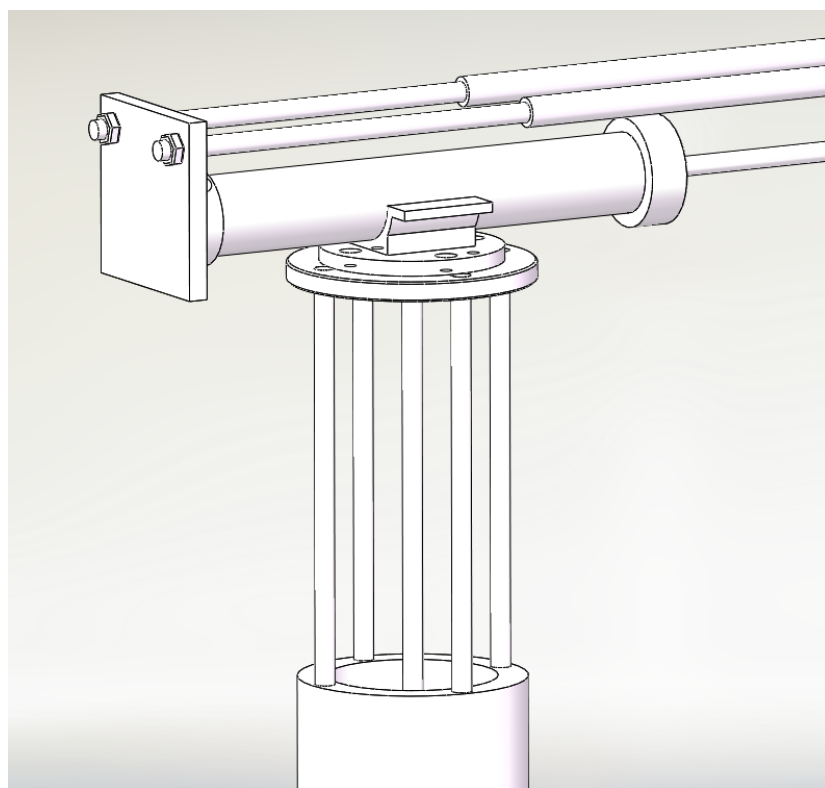


图 2.8 机械手垂直手臂结构图

2.5 数控车床自动上下料机械手机身机座设计

机械手机座包括腰部和底座两部分组成。它是机器人的第一个回转关节，机械手臂的运动以及手腕手抓的运动都安装在在机械手机座上，故机械手整体的重量均由机座承担。所以在设计机器人机座结构时，要注意以下设计原则：

机械手的机座部分底座截面需要足够大以保证机械手整体工作时的稳定。同时底座需要一定承载能力以保证可以承受机械手整体重量。且其结构装卸要方便。

本课题腰座部分的回转运动通过电机驱动实现。即可以保证其精度也使其结构简单，易控制。机身机座结构如图 2.9 所示：

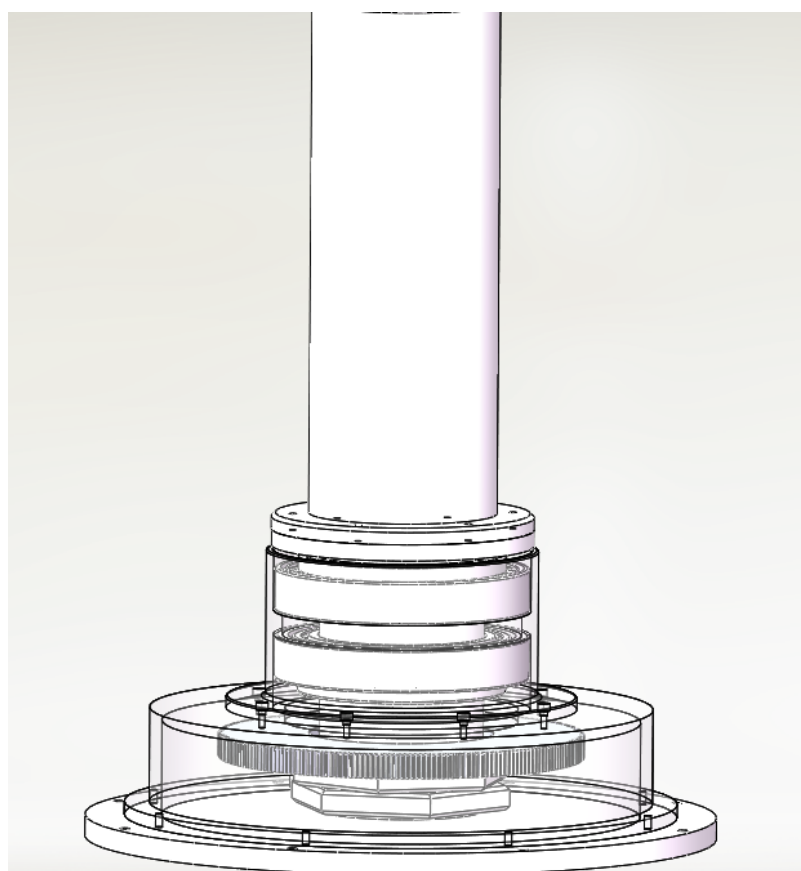


图 2.9 机械手机座结构图

2.6 数控车床自动上下料机械手驱动系统设计

2.6.1 驱动系统的分类

工业机器人应用较多的三种驱动系统为液压驱动系统、气压驱动系统以及电机驱动系统。如有其他需求，通常会选择三种驱动方式的组合，这是一个复杂的驱动系统即复合式驱动系统。其特点如下：

(1) 液压驱动系统

控制力以及控制力拒大、易于实现直接驱动等均为液压驱动系统的特点。但其效率较低，不如电机驱动。并且液体易泄露，难维修。多适用于承载能力大及需进行防爆工作的装置中。液压驱动系统原理如图 2.10 所示。

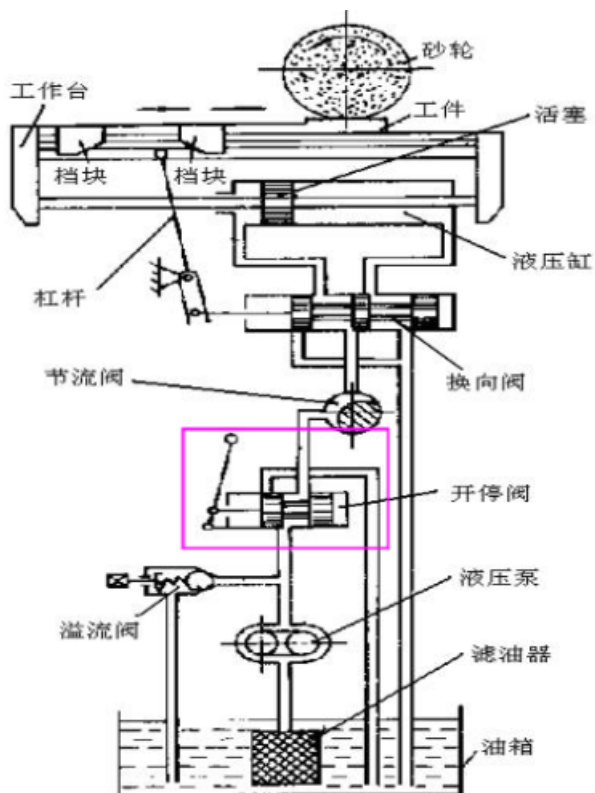


图 2.10 液压系统原理图

(2) 气压驱动系统

构造简单，装卸简易、成本较低等为气压驱动特征。气动系统的缺点在于难以实现伺服控制，大多数适用于中小负荷以及需要程序控制的工业机器人中。气压驱动系统原理如图 2.11。

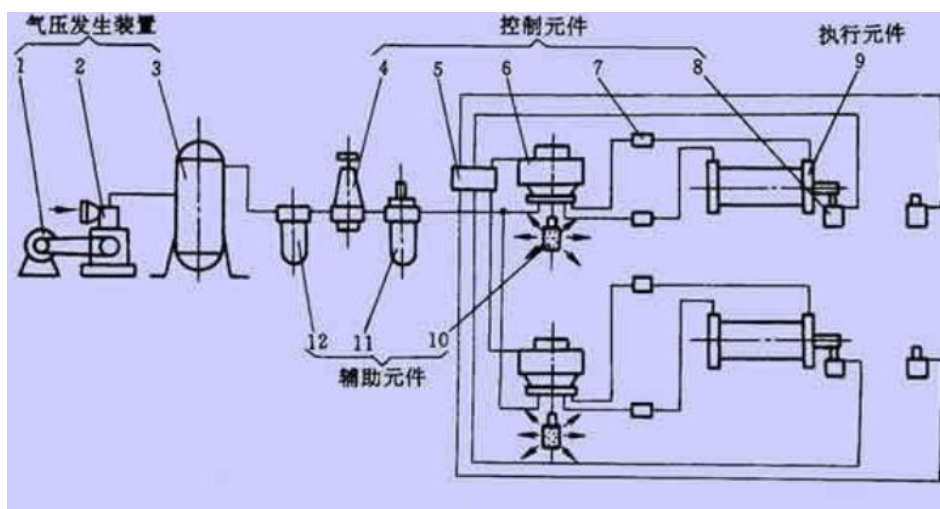


图 2.11 气压系统原理图

(3) 电动驱动系统

电动驱动系统因不需要能量转换，易操作，低噪音等特点很受欢迎。但是某些电机在要求防爆的工作环境中不可使用，其成本略高。但因为此系统优点突出，所以应用较为广泛。电机驱动系统原理如图 2.12。

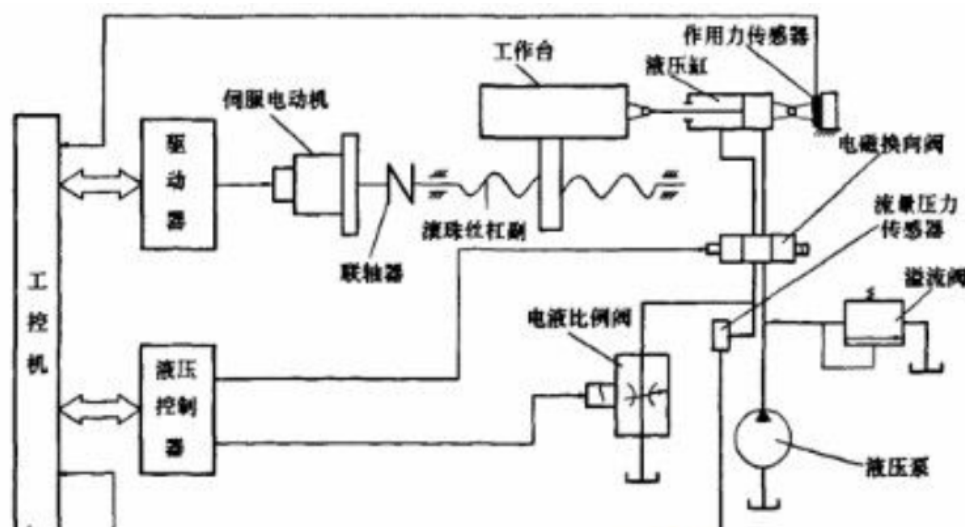


图 2.12 电动系统原理图

根据工业机器人的用途、作业要求以及机器人的性能，控制功能，维修是否复杂选择不同的驱动系统，同时也需要考虑其运行时的能量消耗及工作环境条件等因素。综合考虑各个因素选择合适的驱动系统是必要的。

2.6.2 驱动系统采用方案

具体到本设计，综合考虑以上因素，本课题机械手机座为回转运动，采用步进电机驱动最优，机械手水平手臂和垂直手臂选用液压驱动最优。

2.7 数控车床自动上下料机械手传动设计

本课题中机械手手臂运动均采用液压驱动。故该部分不采用传动结构，即简化了机械手结构，也有利于提高机械手整体的精度。本课题机械手机座部分选择了电机驱动，则需要通过传动机构进行减速。经分析比较，本课题选择圆柱齿轮传动。

2.8 数控车床自动上下料机械手定位与稳定性设计

2.8.1 影响定位精度及平衡的因素

定位方式、速度、刚度、运动件重量以及驱动源等因素对机械手整体的平衡以及稳定都会产生一定影响。如定位方式选择机械挡块定位，其挡块的强度度以及与挡块碰撞时速度的大小等都有关联。速度对定位精度也有较大影响如，速度过快或过慢都会影响最终精度，所以控制其速度可以适当减小最后的精度误差。

刚度对机械手整体结构的影响在于如接触刚度较低，易振动，此时定位精度一般较低。

运动件重量对定位精度的影响在于如运动件重量变大时，定位精度会相应减小，机械手整体以及被夹持工件均属于运动件。合理控制运动件本重量以及机械手工作时被夹持工件重量是必要的。

驱动源包括液压、气压、电压、油温等。驱动源产生变化时，重复定位精度会随之产生变化。所以稳压及控制油温是重要的。

结合上述因素，本设计最终采用的定位方式为机械挡块定位。

2.8.2 平衡机构分类

弹簧平衡机构，活塞推杆平衡机构，配重平衡机构三类为目前工业机器人常用的三种平衡机构的形式 **Error! Reference source not found.**

弹簧平衡机构有结构简单、成本低、稳定性好等特点，应用较为广泛。

活塞推杆平衡机构分为液压和气动两种，两种均具有较好的阻尼作用，但液压平衡系统体积较小，气动平衡系统体积较大。活塞式平衡系统复杂，价格较高，装卸及维修难度也较高，但是平衡效果较好。一般用于配重平衡、弹簧平衡满足不了工作要求的场合 **Error! Reference source not found.**

配重平衡机构平衡效果一般，但其机构简单，较为稳定。

2.8.3 平衡机构采用方案

本课题选择通过合理设计结构以保证手臂本身达到平衡。因在设计机械手臂结构以及整个机械手设计和布局的过程中已着重考虑了机械手臂的平衡问题，为使机械手整体结构简单，故不采用平衡机构。

3 理性分析计算以及主要参数确定

3.1 液压传动系统相关计算

3.1.1 液压系统方案选择

液压传动系统主要包括液压缸以及液压马达，液压缸多用来实现直线运动如机械手手臂的升降及伸缩。液压马达多用于实现回转运动如腰座的回转。其对应特点及适用环境见表 3.1。

表 3.1 液压缸以及液压马达的特点及适用场合

名称	特点	适用环境
双活塞液压缸	双向对称	双向工作的场合
单活塞杆液压缸	有效工作面积大、双向不对称	往返不对称的直线运动
柱塞缸	结构简易	单向工作
摆动缸	单叶片式小于 360 双叶片式小于 180	小于 360 的摆动， 小于 180 的摆动
齿轮马达	结构简单、价格便宜	高转速、低转矩的 回转运动
叶片马达	体积小、转动惯量小	高速低转矩、动作 灵敏的回转运动
摆线齿轮马达	体积小、输出转矩大	低速、小功率大转 矩的回转运动
轴向柱塞马达	运动平稳、转矩大、转速范围宽	大转矩的回转运动
径向柱塞马达	转速低，结构复杂，输出转矩大	低速大转矩回转运 动

本课题选择采用单活塞液压缸来实现机械手垂直手臂及水平手臂的往复运动，因为本课题机械手整体结构形式为圆柱坐标型，即为一个回转运动和两个直线运动，其中回转运动选择电机驱动实现，故不采用液压传动。

3.1.2 执行元件的选择

液压驱动器的选择主要基于如何控制运动的方向和速度。通常，方向控制可以通过换向阀实现。对于低流量液压系统，通常选择方向阀的有机组合。对于高流量液压系统，通常选择插装阀和先导单向阀。

运动速度控制方式有多种，如节流调速、容积调速或容积节流调速等。其核心就是通过改变流量的输入与输出。

本课题选择通过电磁换向阀改变方向，通过节流调整速度，调速选用节流阀来实现。

3.1.3 液压源系统的设计

液压系统工作核心元件为液压泵，液压泵主要负责提供液压源以保证液压系统可以正常工作。本课题液压系统中选择定量泵供油实现节流调速，由于本课题没有其他辅助油源，故本课题中液压系统的需油量应小于液压泵的供油量，多余的油需经溢流阀流回油箱，同时溢流阀也可起到控制稳定油源压力的作用 **Error! Reference source not found.**

液压传动系统中，净化装置的安装是必要的。其目的是为防止杂质进入系统，污染油源，可以在回油途径中设置过滤器，起到净化过滤油源的作用。也可以根据液压系统所处工作环境，考虑加热、冷却等措施以保证油源干净 **Error! Reference source not found.**

本课题的液压系统选择定量泵供油，为了保证液压油无杂质掺进，选择在油泵入口添加粗过滤器，在其的出口安装精过滤器净化。

本课题的液压传动系统如图 3.1，其中包括垂直手臂的升降，水平手臂的伸缩，以及机械手手爪的张开闭合三个执行机构。

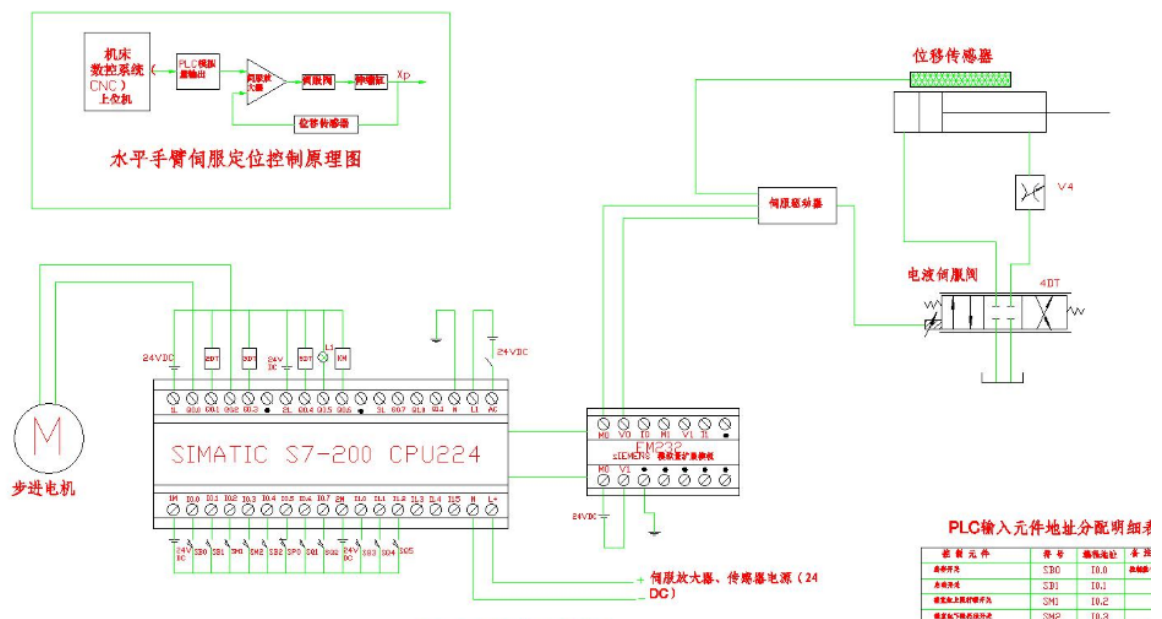


图 3.1 液压传动系统图

3.1.4 液压传动系统参数确定

液压传动系统的参数包括压力和流量。压力取决于外载荷，流量决定于液压执行元件的运动速度和结构尺寸 **Error! Reference source not found.**

(1) 液压缸所受的总机械载荷为：

$$F = F_w + F_m + F_{sf} + F_f + F_b \tag{3-1}$$

式中， F_w 为外载荷，由于水平方向无外载荷所以 F_w 取为 0；

F_m 为活塞上所受的惯性力；

F_{sf} 为密封阻力；

F_f 为导向装置的摩擦阻力；

F_b 为回油被压形成的阻力；

F_m 的计算：

$$F_m = \frac{G}{g} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3-2)$$

式中， G 为液压缸所要移动的总重量，取为 $100kg$ ；

g 为重力加速度，取 $9.81m/s^2$ ；

Δv 为速度变化量；

Δt 为启动或制动时间，一般为 $0.01 \sim 0.05s$ 取 $0.2s$ 。

将各值带入上式，得： $F_m = 0.12N$

F_{sf} 的计算：

$$F_{sf} = \Delta p_f \cdot A_1 \quad (3-3)$$

式中， Δp_f 为克服液压缸-密封件摩擦阻力所需空载压力，如该液压缸工作压力 $\square 16MP_a$ ，查相关手册取 $\Delta p_f = 0.2MP_a$ ；

A_1 为进油工作腔有效面积；

启动时： $F_{sf} = 565N$

运动时： $F_{sf} = 283N$

F_f 的计算

本课题中添加了导杆机构，导杆机构产生的摩擦力为

$$F_f = G \cdot f \quad (3-4)$$

式中， G 为机械手和所操作工件的总重量，取为 $100kg$ ；

f 为摩擦系数，取 $f = 0.1$ ；

带入数据计算得： $F_f = 98N$

F_b 的计算

回油背压形成的阻力按下式计算

$$F_b = p_b \cdot A_2 \quad (3-5)$$

式中， p_b 为回油背压，一般为 $0.3MP_a \sim 0.5MP_a$ 取 $p_b = 0.3MP_a$

A_2 为有杆腔活塞面积，考虑两边差动比为 2；

将各值带入上式有， $F_b = 424N$

分析液压缸各工作阶段受力情况，作用在活塞上的总机械载荷为 $F = 1088N$ 。

(2)手爪执行液压缸工作压力计算

手爪要能抓起工件需要满足：

$$N \geq k_1 k_2 k_3 G$$

式中， N 夹持力；

k_1 为安全系数，一般取 1.2~2；

k_2 为动载系数，主要考虑惯性力的影响可按 $k_2 = 1 + \frac{a}{g}$ 估算， a 为机械手

在搬运工件过程的加速度 m/s^2 ， $a = 9.8m/s^2$ ， g 为重力加速度；

k_3 为方位系数，查表选取 $k_3 \approx 1$ ；

G 为被夹持工件的重量 $G = 30kg$ ；

带入数据，计算得： $N = 120N$ ；

(3)理论驱动力的计算：
$$p = \frac{2b}{R} N \frac{1}{\eta} \tag{3-6}$$

式中， p 为柱塞缸所需理论驱动力；

b 为夹紧力至回转支点的垂直距离；

R 为扇形齿轮分度圆半径；

N 为手指夹紧力；

η 齿轮传动机构的效率，此处选为 0.92；

其他同上。带入数据，计算得：

$$p = 377N$$

计算驱动力计算公式为：

$$F_c = \frac{k_1 k_4 F}{\eta} \tag{3-7}$$

式中， F_c 为计算驱动力；

k_1 为安全系数， $k_1 = 1.2$ ；

k_4 为工作条件系数， $k_4 = 1.1$ ；

其他同上。带入数据，计算得：

$$F_c = 920N$$

而液压缸的工作驱动力是由缸内油压提供的，故有

$$F_c = P \cdot A$$

式中， P 柱塞缸工作油压；

A 为柱塞截面积；

经计算，所需的油压约为：3MPa

(4) 液压缸参数确定

机械手手爪、水平手臂、垂直手臂液压缸参数见表 3.2、表 3.3 以及表 3.4。

表 3.2 手爪执行柱塞缸参数

缸内径 mm	壁厚 mm	直径 mm	行程 mm	工作压力 MPa
20	5	20	80	3~6

表 3.3 水平液压缸参数

缸内径 mm	壁厚 mm	直径 mm	行程 mm	工作压力 MPa
60	10	25	400	1

表 3.4 垂直液压缸参数

缸内径 mm	壁厚 mm	直径 mm	行程 mm	工作压力 MPa
60	10	25	100	1

3.1.5 执行元件计算

(1) 液压泵相关计算

液压泵工作压力为 p_p

$$p_p = p_1 + \sum \Delta p_1 \tag{3-8}$$

式中

p_1 为计算工作压力，前以定为 4MPa；

$\sum \Delta p_1$ 为对于进油路采用调速阀的系统，可估为 (0.5~1.5) MPa，这里取为 1MPa。

因此，可以确定液压泵的实际工作压力为

$$p_p = 4 + 1 = 5MPa$$

确定液压泵的流量

$$q_p = K \cdot q_{\max} \tag{3-9}$$

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/928031102033006052>