

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

毕业设计论文

气动机械手的设计及其 PLC 控制

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

摘要

在工业生产和其他领域内，由于工作的需要，人们经常受到高温、腐蚀及有毒气体等因素的危害，增加了工人的劳动强度，甚至于危及生命。自从机械手问世以来，相应的各种难题迎刃而解。机械手可在空间抓、放、搬运物体，动作灵活多样，适用于可变换生产品种的中、小批量自动化生产，广泛应用于柔性自动线。机械手一般由耐高温，抗腐蚀的材料制成，以适应现场恶劣的环境，大大降低了工人的劳动强度，提高了工作效率。机械手是工业机器人的重要组成部分，在很多情况下它就可以称为工业机器人。工业机器人是集机械、电子、控制、计算机、传感器、人工智能等多学科先进技术于一体的现代制造业重要的自动化装备。广泛采用工业机器人，不仅可以提高产品的质量与产量，而且对保障人身安全，改善劳动环境，减轻劳动强度，提高劳动生产率，节约原材料消耗以及降低生产成本，有着十分重要的意义。

本设计所用机械部件有滚珠丝杠、滑轨、气控机械抓手等。电气方面有可编程控制器（PLC）、编程器、电磁阀等部件。由主机发出指令来实现对手臂的伸缩、上下、转动位置的控制；主机发信号到气动电磁阀，以控制手爪的张合来抓放物体。本设计可根据工件的变化及运动流程的要求随时更改相关参数，具有很大的灵活性和可操作性。

关键词：可编程控制器；机械手；电磁阀

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

Abstract

In the industrial production and other fields, people often endangered by such factors as high temperature, corrode, poisonous gas and so forth at work, which have increased labor intensity and even jeopardized the life sometimes. The corresponding problems are solved since the robot arm comes out. The robot arms can catch, put and carry objects, and its movements are flexible and diversified. It applies to medium and small-scale automated production in which production varieties can be switched. And it is widely used on soft automatic line. The robot arms are generally made by withstand high temperatures, resist corrosion of materials to adapt to the harsh environment. So they reduced the labor intensity of the workers significantly and raised work efficiency. The robot arm is an important component of industrial robots, and it can be called industrial robots on many occasions. Industrial robot is set machinery, electronics, control, computers, sensors, artificial intelligence and other advanced technologies in the integration of multidisciplinary important modern manufacturing equipment. Widely using industrial robots, not only can improve product quality and production, but also is of great significance for physical security protection, improvement of the environment for labor, reducing labor intensity, improvement of labor productivity, raw material consumption savings and lowering production costs.

There are such mechanical components as ball footbridge, slides, an air control mechanical hand and so on in the design. A programmable controller, a programming device, and electromagnetism valve are used in electrical connection. The mainframe send signals to control the opening and closing of the hand to carry objects. Related parameters can be changed according to request of the changes of the objects and movement flow at any time change the relevant parameters in the design, so it has great flexibility and operability.

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

Key words: Programmable controller; Robot arm; electromagnetism valve

目录

1 绪论	1
1.1 机械手概述	6
1.2 机械手的组成和分类	8
1.2.1 机械手的组成	8
1.2.2 机械手的分类	11
1.3 国内外发展状况	14
1.4 课题的提出及主要任务	16
1.4.1 课题的提出	16
1.4.2 课题的主要任务	18
2 机械手的设计方案	20
2.1 机械手的座标型式与自由度	20
2.2 机械手的手部结构方案设计	21
2.3 机械手的手腕结构方案设计	21
2.4 机械手的手臂结构方案设计	22
2.5 机械手的驱动方案设计	22
2.6 机械手的控制方案设计	22
2.7 机械手的主要参数	22
2.8 机械手装配	23
2.8.1 手部结构设计	23
2.8.2 手部结构设计	25
2.8.3 回转气缸的驱动力矩计算	27
2.8.4 手臂结构设计	28
2.8.4.1 结构设计	29
2.8.4.2 导向装装置	30
2.8.4.3 手臂伸缩驱动力的计算	30
2.8.5 手臂升降和回转部分	32
3 气动系统设计	34
4 PLC	36
4.1 PLC 简介	36
4.2 PLC 发展趋势	38
4.3 PLC 的结构和工作原理	38

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

4.3.1	PLC 的组成.....	38
4.3.2	PLC 程序的表达方式.....	41
4.3.3	PLC 的工作方式.....	42
5	机械手移动工件控制系统的 PLC 选型及系统连接.....	45
5.1	控制系统构成图.....	45
5.2	PLC 模块选型及介绍.....	46
5.3	I/O 地址分配及外部配线.....	47
6	安装维护.....	49
6.1	扩展设备组成.....	49
6.2	现场环境.....	50
6.3	安装工程.....	50
6.3.1	安装注意事项.....	50
6.3.2	配线方面的注意事项.....	51
7	机械手移动工件控制系统程序设计.....	52
7.1	编程软件及应用.....	52
7.2	程序流程图.....	53
8	机械手移动工件控制系统 PLC 程序.....	55
8.1	系统资源分配.....	55
8.2	源程序.....	57
8.2.1	总体安排.....	57
8.2.2	手动操作程序.....	58
8.2.3	自动操作程序.....	60
8.2.4	操作系统总程序.....	64
9	结论.....	68
	致谢.....	69
	参考文献.....	70

1 绪 论

1.1 机械手概述

工业机器人由操作机（机械本体）、控制器、伺服驱动系统和检测传感装置构成，是一种仿人操作，自动控制、可重复编程、能在三维空间完成各种作业的机电一体化自动化生产设备。特别适合于多品种、变批量的柔性生产。它对稳定、提高产品质量，提高生产效率，改善劳动条件和产品的快速更新换代起着十分重要的作用。

机器人技术是综合了计算机、控制论、机构学、信息和传感技术、人工智能、仿生学等多学科而形成的高新技术，是当代研究十分活跃，应用日益广泛的领域。机器人应用情况，是一个国家工业自动化水平的重要标志。

机器人并不是在简单意义上代替人工的劳动，而是综合了人的特长和机器特长的一种拟人的电子机械装置，既有人对环境状态的快速反应和分析判断能

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

力，又有机器可长时间持续工作、精确度高、抗恶劣环境的能力，从某种意义上说它也是机器的进化过程产物，它是工业以及非产业界的重要生产和服务性设备，也是先进制造技术领域不可缺少的自动化设备。

机械手是模仿着人手的部分动作，按给定程序、轨迹和要求实现自动抓取、搬运或操作的自动机械装置。在工业生产中应用的机械手被称为“工业机械手”。生产中应用机械手可以提高生产的自动化水平和劳动生产率：可以减轻劳动强度、保证产品质量、实现安全生产；尤其在高温、高压、低温、低压、粉尘、易爆、有毒气体和放射性等恶劣的环境中，它代替人进行正常的工作，意义更为重大。因此，在机械加工、冲压、铸、锻、焊接、热处理、电镀、喷漆、装配以及轻工业、交通运输业等方面得到越来越广泛的引用。

机械手的结构形式开始比较简单，专用性较强，仅为某台机床的上下料装置，是隶属于该机床的专用机械手。随着工业技术的发展，制成了能够独立的按程序控制实现重复操作，适用范围比较广的“程序控制通用机械手”，简称通用机械手。由于通用机械手能很快的改变工作程序，适应性较强，所以它在不断变换生产品种的中小批量生产中获得广泛的引用。

1.2 机械手的组成和分类

1.2.1 机械手的组成

机械手主要由执行机构、驱动系统、控制系统以及位置检测装置等所组成。

各系统相互之间的关系如方框图 2-1 所示。

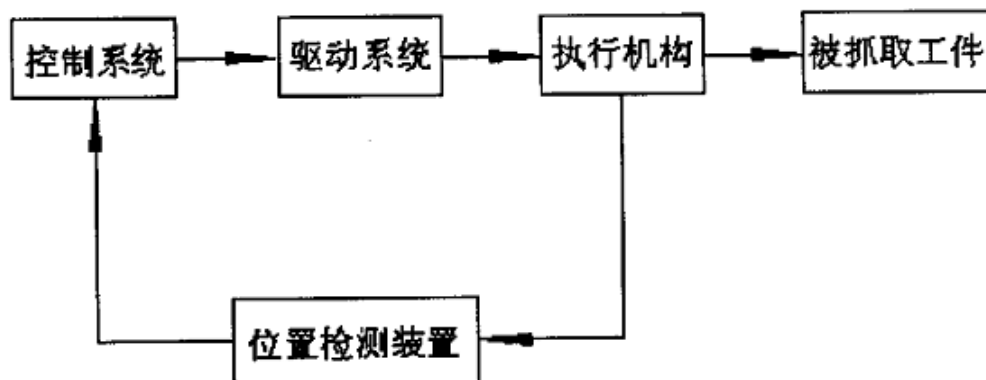


图 1-1 机械手的组成方框图

图 1-1 机械手的组成方框图

(一) 执行机构

包括手部、手腕、手臂和立柱等部件，有的还增设行走机构。

1、手部

即与物件接触的部件。由于与物件接触的形式不同，可分为夹持式和吸附式手部。夹持式手部由手指（或手爪）和传力机构所构成。手指是与物件直接接触的构件，常用的手指运动形式有回转型和平移型。回转型手指结构简单，制造容易，故应用较广泛。平移型应用较少，其原因是结构比较复杂，但平移型手指夹持圆形零件时，工件直径变化不影响其轴心的位置，因此适宜夹持直径变化范围大的工件。

手指结构取决于被抓取物件的表面形状、被抓部位（是外廓或是内孔）和

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

物件的重量及尺寸。常用的指形有平面的、V形面的和曲面的；手指有外夹式和内撑式；指数有双指式、多指式和双手双指式等。而传力机构则通过手指产生夹紧力来完成夹放物件的任务。传力机构型式较多，常用的有：滑槽杠杆式、连杆杠杆式、斜面杠杆式、齿轮齿条式、丝杠螺母式、弹簧式和重力式等。吸附式手部主要由吸盘等构成，它是靠吸附力(如吸盘内形成负压或产生电磁力)吸附物件，相应的吸附式手部有负压吸盘和电磁盘两类。

对于轻小片状零件、光滑薄板材料等，通常用负压吸盘吸料。造成负压的方式有气流负压式和真空泵式。

对于导磁性的环类和带孔的盘类零件，以及有网孔状的板料等，通常用电磁吸盘吸料。电磁吸盘的吸力由直流电磁铁和交流电磁铁产生。

用负压吸盘和电磁吸盘吸料，其吸盘的形状、数量、吸附力大小，根据被吸附的物件形状、尺寸和重量大小而定。此外，根据特殊需要，手部还有勺式(如浇铸机械手的浇包部分)、托式(如冷齿轮机床上下料机械手的手部)等型式。

2、手腕

是连接手部和手臂的部件，并可用来调整被抓取物件的方位(即姿势)。

3、手臂

手臂是支承被抓物件、手部、手腕的重要部件。手臂的作用是带动手指去

抓取物件，并按预定要求将其搬运到指定的位置。

工业机械手的手臂通常由驱动手臂运动的部件（如油缸、气缸、齿轮齿条机构、连杆机构、螺旋机构和凸轮机构等）与驱动源（如液压、气压或电机等）相配合，以实现手臂的各种运动。

手臂在进行伸缩或升降运动时，为了防止绕其轴线的转动，都需要有导向装置，以保证手指按正确方向运动。此外，导向装置还能承担手臂所受的弯曲力矩和扭转力矩以及手臂回转运动时在启动、制动瞬间产生的惯性力矩，使运动部件受力状态简单。

导向装置结构形式，常用的有：单圆柱、双圆柱、四圆柱和 V 形槽、燕尾槽等导向型式。

4、立柱

立柱也可以是手臂的一部分，手臂的回转运动和升降（或俯仰）运动均与立柱有密切的联系。机械手的立柱通常为固定不动的，但机械手的立柱是支承手臂的部件，因工作需要，有时也可作横向移动，即称为可移式立柱。

5、行走机构

当工业机械手需要完成较远距离的操作，或扩大使用范围时，可在机座上安装滚轮、轨道等行走机构，以实现工业机械手的整机运动。滚轮式行走机构可分为有轨的和无轨的两种。驱动滚轮运动则应另外增设机械传动装置。

6、机座

机座是机械手的基础部分，机械手执行机构的各部件和驱动系统均安装于机座上，故起支撑和连接的作用。

(二) 驱动系统

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

驱动系统是驱动工业机械手执行机构运动的动力装置。通常由动力源、控制调节装置和辅助装置组成。常用的驱动系统有液压传动、气压传动、电力传动和机械传动。

控制系统有电气控制和射流控制两种，它支配着机械手按规定的程序运动，并记忆人们给予机械手的指令信息(如动作顺序、运动轨迹、运动速度及时间)，同时按其控制系统的信息对执行机构发出指令，必要时可对机械手的动作进行监视，当动作有错误或发生故障时即发出报警信号。

(四) 位置检测装置

控制机械手执行机构的运动位置，并随时将执行机构的实际位置反馈给控制系统，并与设定的位置进行比较，然后通过控制系统进行调整，从而使执行机构以一定的精度达到设定位置。

1.2.2 机械手的分类

工业机械手的种类很多，关于分类的问题，目前在国内尚无统一的分类标准，在此暂按使用范围、驱动方式和控制系统等进行分类。

(一) 按用途分

机械手可分为专用机械手和通用机械手两种：

1、专用机械手

它是附属于主机的、具有固定程序而无独立控制系统的机械装置。专用机械手具有动作少、工作对象单一、结构简单、使用可靠和造价低等特点，适用于大批量的自动化生产，如自动机床、自动线的上、下料机械手。

2、通用机械手

它是一种具有独立控制系统的、程序可变的、动作灵活多样的机械手。在规格性能范围内，其动作程序是可变的，通过调整可在不同场合使用，驱动系统和控制系统是独立的。通用机械手的工作范围大、定位精度高、通用性强，适用于不断变换生产品种的中小批量自动化的生产。

(二)按驱动方式分

1、液压传动机械手

是以液压的压力来驱动执行机构运动的机械手。其主要特点是：抓重可达几百公斤以上、传动平稳、结构紧凑、动作灵敏。但对密封装置要求严格，不然油的泄漏对机械手的工作性能有很大的影响，且不宜在高温、低温下工作。若机械手采用电液伺服驱动系统，可实现连续轨迹控制，使机械手的通用性扩大，但是电液伺服阀的制造精度高，油液过滤要求严格，成本高。

2、气压传动机械手

是以压缩空气的压力来驱动执行机构运动的机械手。其主要特点是：介质来源极为方便，输出力小，气动动作迅速，结构简单，成本低。但是，由于空气具有可压缩的特性，工作速度的稳定性较差，冲击大，而且气源压力较低，抓重一般在 30 公斤以下，在同样抓重条件下它比液压机械手的结构大，所以适用于高速、轻载、高温和粉尘大的环境中进行工作。

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

3、机械传动机械手

即由机械传动机构(如凸轮、连杆、齿轮和齿条、间歇机构等)驱动的机械手。它是一种附属于工作主机的专用机械手，其动力是由工作机械传递的。它的主要特点是运动准确可靠，动作频率大，但结构较大，动作程序不可变。它常被用于工作主机的上、下料。

4、电力传动机械手

即有特殊结构的感应电动机、直线电机或功率步进电机直接驱动执行机构运动的机械手，因为不需要中间的转换机构，故机械结构简单。其中直线电机机械手的运动速度快和行程长，维护和使用方便。此类机械手目前还不多，但有发展前途。

(三)按控制方式分

1、点位控制

它的运动为空间点到点之间的移动，只能控制运动过程中几个点的位置，不能控制其运动轨迹。若欲控制的点数多，则必然增加电气控制系统的复杂性。目前使用的专用和通用工业机械手均属于此类。

2、连续轨迹控制

它的运动轨迹为空间的任意连续曲线，其特点是设定点为无限的，整个移

动过程处于控制之下，可以实现平稳和准确的运动，并且使用范围广，但电气控制系统复杂。这类工业机械手一般采用小型计算机进行控制。

1.3 国内外发展状况

国外机器人领域发展近几年有如下几个趋势：

(1) 工业机器人性能不断提高(高速度、高精度、高可靠性、便于操作和维修)，而单机价格不断下降，平均单机价格从 91 年的 10.3 万美元降至 97 年的 65 万美元。

(2) 机械结构向模块化、可重构化发展。例如关节模块中的伺服电机、减速机、检测系统三位一体化：由关节模块、连杆模块用重组方式构造机器人整机；国外已有模块化装配机器人产品问世。

(3) 工业机器人控制系统向基于 PC 机的开放型控制器方向发展，便于标准化、网络化；器件集成度提高，控制柜日见小巧，且采用模块化结构：大大提高了系统的可靠性、易操作性和可维修性。

(4) 机器人中的传感器作用日益重要，除采用传统的位置、速度、加速度等传感器外，装配、焊接机器人还应用了视觉、力觉等传感器，而遥控机器人则采用视觉、声觉、力觉、触觉等多传感器的融合技术来进行环境建模及决策控制；多传感器融合配置技术在产品化系统中已有成熟应用。

(5) 虚拟现实技术在机器人中的作用已从仿真、预演发展到用于过程控制，如使遥控机器人操作者产生置身于远端作业环境中的感觉来操纵机器人。

(6) 当代遥控机器人系统的发展特点不是追求全自治系统，而是致力于操作者与机器人的人机交互控制，即遥控加局部自主系统构成完整的监控遥控操作系统，使智能机器人走出实验室进入实用化阶段。美国发射到火星上的“索

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

杰纳”机器人就是这种系统成功应用的最著名实例。

我国的工业机器人从 80 年代“七五”科技攻关开始起步，在国家的支持下，通过“七五”、“八五”科技攻关，目前已基本掌握了机器人操作机的设计制造技术、控制系统硬件和软件设计技术、运动学和轨迹规划技术，生产了部分机器人关键元器件，开发出喷漆、弧焊、点焊、装配、搬运等机器人。但总的来看，我国的工业机器人技术及其工程应用的水平和国外比还有一定的距离，如：可靠性低于国外产品；机器人应用工程起步较晚，应用领域窄，生产线系统技术与国外比有差距；在应用规模上，我国已安装的国产工业机器人约 200 台，约占全球已安装台数的万分之四。以上原因主要是没有形成机器人产业，当前我国的机器人生产都是应用户的要求，“一客户，一次重新设计”，品种规格多、批量小、零部件通用化程度低、供货周期长、成本也不低，而且质量、可靠性不稳定。因此迫切需要解决产业化前期的关键技术，对产品进行全面规划，搞好系列化、通用化、模块化设计，积极推进产业化进程。

我国的智能机器人和特种机器人在“863”计划的支持下，也取得了不少成果。其中最为突出的是水下机器人，6000m 水下无缆机器人的成果居世界领先水平，还开发出直接遥控机器人、双臂协调控制机器人、爬壁机器人、管道机器人等机种；在机器人视觉、力觉、触觉、声觉等基础技术的开发应用上开

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

展了不少工作，有了一定的发展基础。但是在多传感器信息融合控制技术、遥控加局部自主系统遥控机器人、智能装配机器人、机器人化机械等的开发应用方面则刚刚起步，与国外先进水平差距较大，需要在原有成绩的基础上，有重点地系统攻关，才能形成系统配套可供实用的技术和产品，以期在“十五”后期立于世界先进行列之中。

1.4 课题的提出及主要任务

1.4.1 课题的提出

随着工业自动化程度的提高，工业现场的很多易燃、易爆等高危及重体力劳动场合必将由机器人所代替。这一方面可以减轻工人的劳动强度，另一方面可以大大提高劳动生产率。例如，目前在我国的许多中小型汽车生产以及轻工业生产中，往往冲压成型这一工序还需要人工上下料，既费时费力，又影响效率。为此，我们把上下料机械手作为我们研究的课题。

现在的机械手大多采用液压传动，液压传动存在以下几个缺点：

(1) 液压传动在工作过程中常有较多的能量损失(摩擦损失、泄露损失等)：液压传动易泄漏，不仅污染工作场地，限制其应用范围，可能引起失火事故，而且影响执行部分的运动平稳性及正确性。

(2) 工作时受温度变化影响较大。油温变化时，液体粘度变化，引起运动特性变化。

(3) 因液压脉动和液体中混入空气，易产生噪声。

(4) 为了减少泄漏，液压元件的制造工艺水平要求较高，故价格较高；且使用维护需要较高技术水平。

鉴于以上这些缺陷，本机械手拟采用气压传动，气动技术有以下优点：

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

(1) 介质提取和处理方便。气压传动工作压力较低，工作介质提取容易，而后排入大气，处理方便，一般不需设置回收管道和容器；介质清洁，管道不易堵塞不存在介质变质及补充的问题。

(2) 阻力损失和泄漏较小，在压缩空气的输送过程中，阻力损失较小(一般仅为油路的千分之一)，空气便于集中供应和远距离输送。外泄漏不会像液压传动那样，造成压力明显降低和严重污染。

(3) 动作迅速，反应灵敏。气动系统一般只需要 0.02s-0.3s 即可建立起所需的压力和速度。气动系统也能实现过载保护，便于自动控制。

(4) 能源可储存。压缩空气可存贮在储气罐中，因此，发生突然断电等情况时，机器及其工艺流程不致突然中断。

(5) 工作环境适应性好。在易燃、易爆、多尘埃、强磁、强辐射、振动等恶劣环境中，气压传动与控制系统比机械、电器及液压系统优越，而且不会因温度变化影响传动及控制性能。

(6) 成本低廉。由于气动系统工作压力较低，因此降低了气动元、辅件的材质和加工精度要求，制造容易，成本较低。

传统观点认为：由于气体具有可压缩性，因此，在气动伺服系统中要实现高精度定位比较困难（尤其在高速情况下，似乎更难想象）。此外气源工作压

力较低,抓举力较小。虽然气动技术作为机器人中的驱动功能已有部分被工业界所接受,而且对于不太复杂的机械手,用气动元件组成的控制系统已被接受,但由于气动机器人这一体系已经取得的一系列重要进展过去介绍得不够,因此在工业自动化领域里,对气动机械手、气动机器人的实用性和前景存在不少疑虑。

1.4.2 课题的主要任务

本课题将要完成的主要任务如下:

(1) 机械手为通用机械手,因此相对于专用机械手来说,它的适用面必须更广。

(2) 选取机械手的座标型式和自由度。

(3) 设计出机械手的各执行机构,包括:手部、手腕、手臂等部件的设计。为了使通用性更强,手部设计成可更换结构,既可以用夹持式手指来抓取棒料工件,又可以用气流负压式吸盘来吸取板料工件。

(4) 气压传动系统的设计

本课题将设计出机械手的气压传动系统,包括气动元器件的选取,气动回路的设计,并绘出气动原理图。

(5) 对气压传动系统原理图参数化绘制进行研究,提高绘图效率,改善绘图质量。

(6) 机械手的控制系统的设计

本机械手拟采用可编程序控制器(PLC)对机械手进行控制,本课题将要选取 PLC 型号,根据机械手的工作流程编制出 PLC 程序,并画出梯形图。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

2 机械手的设计方案

对气动机械手的基本要求是能快速、准确地拾一放和搬运物件，这就要求它们具有高精度、快速反应、一定的承载能力、足够的工作空间和灵活的自由度及在任意位置都能自动定位等特性。设计气动机械手的原则是：充分分析作业对象(工件)的作业技术要求，拟定最合理的作业工序和工艺，并满足系统功能要求和环境条件；明确工件的结构形状和材料特性，定位精度要求，抓取、搬运时的受力特性、尺寸和质量参数等，从而进一步确定对机械手结构及运行控制的要求；尽量选用定型的标准组件，简化设计制造过程，兼顾通用性和专用性，并能实现柔性转换和编程控制。

本次设计的机械手是通用气动上下料机械手，是一种适合于成批或中、小批生产的、可以改变动作程序的自动搬运或操作设备，它可用于操作环境恶劣，劳动强度大和操作单调频繁的生产场合。

2.1 机械手的坐标型式与自由度

按机械手臂的不同运动形式及其组合情况，其坐标型式可分为直角坐标式、圆柱坐标式、球坐标式和关节式。由于本机械手在上下料时手臂具有升降、收缩及回转运动，因此，采用圆柱坐标型式。相应的机械手具有三个自由度，为了弥补升降运动行程较小的缺点，增加手臂摆动机构，从而增加一个手臂上下摆动的自由度。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

所示为机械手的手指、手腕、手臂的运动示意图。

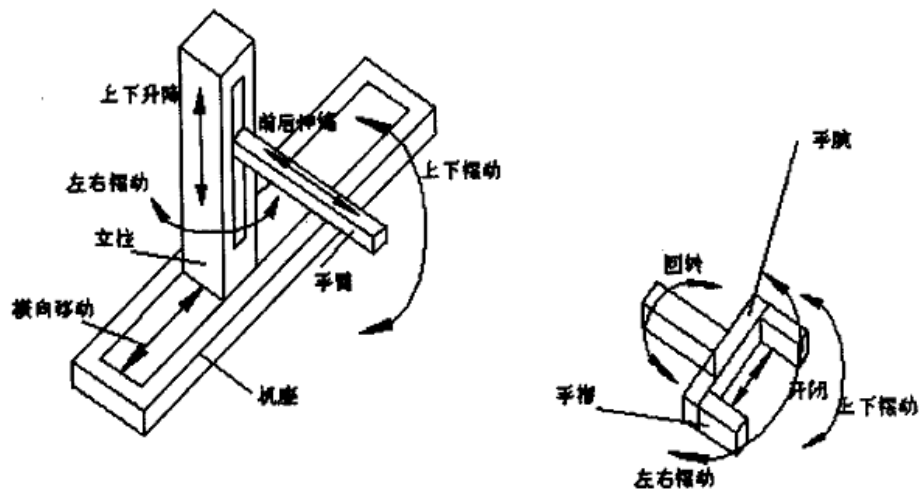


图 2-1 机械手的运动示意图

2.2 机械手的手部结构方案设计

为了使机械手的通用性更强，把机械手的手部结构设计成可更换结构，当工件是棒料时，使用夹持式手部；当工件是板料时，使用气流负压式吸盘。

2.3 机械手的手腕结构方案设计

考虑到机械手的通用性，同时由于被抓取工件是水平放置，因此手腕必须设有回转运动才可满足工作的要求。因此，手腕设计成回转结构，实现手腕回转运动的机构为回转气缸。

2.4 机械手的手臂结构方案设计

按照抓取工件的要求，本机械手的手臂有三个自由度，即手臂的伸缩、左右回转和升降(或俯仰)运动。手臂的回转和升降运动是通过立柱来实现的，立柱的横向移动即为手臂的横移。手臂的各种运动由气缸来实现。

2.5 机械手的驱动方案设计

由于气压传动系统的动作迅速，反应灵敏，阻力损失和泄漏较小，成本低廉因此本机械手采用气压传动方式。

2.6 机械手的控制方案设计

考虑到机械手的通用性，同时使用点位控制，因此我们采用可编程序控制器(PLC)对机械手进行控制。当机械手的动作流程改变时，只需改变 PLC 程序即可实现，非常方便快捷。

2.7 机械手的主要参数

1、主参数 机械手的最大抓重是其规格的主参数，目前机械手最大抓重以 10 公斤左右的为数最多。在本设计中该机械手主参数定为 5 公斤，高速动作时抓重为 2 公斤。使用吸盘式手部时可吸附 2 公斤的重物。

2、基本参数 运动速度是机械手主要的基本参数。操作节拍对机械手速度提出了要求，设计速度过低限制了它的使用范围。而影响机械手动作快慢的主要因素是手臂伸缩及回转的速度。

该机械手最大移动速度设计为 12cm/s，最大回转速度设计为 50°/s。平均移动速度为 10cm/s，平均回转速度为 40°/s。

机械手动作时有启动、停止过程的加、减速度存在，用速度—行程曲线来说明速度特性较为全面，因为平均速度与行程有关，故用平均速度表示速度的

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

快慢更为符合速度特性。除了运动速度以外，手臂设计的基本参数还有伸缩行程和工作半径。大部分机械手设计成相当于人工坐着或站着且略有走动操作的空间。过大的伸缩行程和工作半径，必然带来偏重力矩增大而刚性降低。在这种情况下宜采用自动传送装置为好。根据统计和比较，该机械手手臂的伸缩行程定为 250mm，手臂安装前后可调 50mm，由于该机械手设计成手臂安装范围可调，从而扩大了它的使用范围。手臂升降行程定为 400mm。定位精度也是基本参数之一。该机械手的定位精度为 $\pm 0.5 \pm 1\text{mm}$ 。旋转角度为 180° 。

2.8 机械手装配

2.8.1 手部结构设计

设计针对的是工件是棒料时，使用夹持式手部。夹持式手部结构由手指（或手爪）和传力机构所组成。其传力结构形式比较多，如滑槽杠杆式、斜楔杠杆式、齿轮齿条式、弹簧杠杆式等，本设计选择齿轮齿条式。

设计时考虑的几个问题：

(一) 具有足够的握力（即夹紧力）

在确定手指的握力时，除考虑工件重量外，还应考虑在传送或操作过程中所产生的惯性力和振动，以保证工件不致产生松动或脱落。

(二) 手指间应具有一定的开闭角

两手指张开与闭合的两个极限位置所夹的角度称为手指的开闭角。手指的开闭角应保证工件能顺利进入或脱开，若夹持不同直径的工件，应按最大直径的工件考虑。对于移动型手指只有开闭幅度的要求。

(三) 保证工件准确定位

为使手指和被夹持工件保持准确的相对位置，必须根据被抓取工件的形状，选择相应的手指形状。例如圆柱形工件采用带“V”形面的手指，以便自动定心。

(四) 具有足够的强度和刚度

手指除受到被夹持工件的反作用力外，还受到机械手在运动过程中所产生的惯性力和振动的影响，要求有足够的强度和刚度以防折断或弯曲变形，当应尽量使结构简单紧凑，自重轻，并使手部的中心在手腕的回转轴线上，以使手腕的扭转力矩最小为佳。

(五) 考虑被抓取对象的要求

根据机械手的工作需要，通过比较，我们采用的机械手的手部结构是一支点两指回转型，由于工件多为圆柱形，故手指形状设计成V型，其结构如图所示。本课题气动机械手的手部结构如图 2-2 所示，其工件平均重量 $G=2$ 公斤，V形手指的角度 $2\alpha = 120^\circ$ ， $b=50\text{mm}$ ， $R=10\text{mm}$ ，摩擦系数为 $f=0.10$ 。

其中： $N = 0.5G \cdot 10 \cdot \text{tg}(\alpha \pm 5^\circ) = 0.5 \cdot 20 \cdot \text{tg}60^\circ = 17.3\text{N}$

夹持工件时所需夹紧气缸的驱动力为 $P = \frac{2b}{R} N = 173 \text{ N}$ 。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

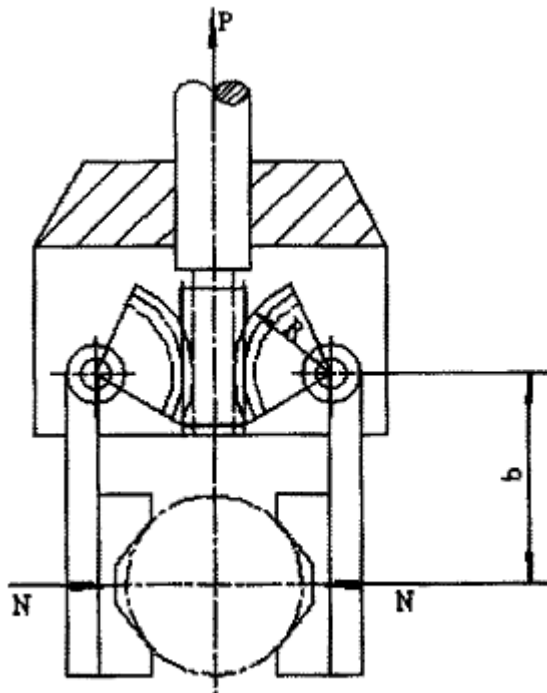


图 2-2 齿轮齿条式手部

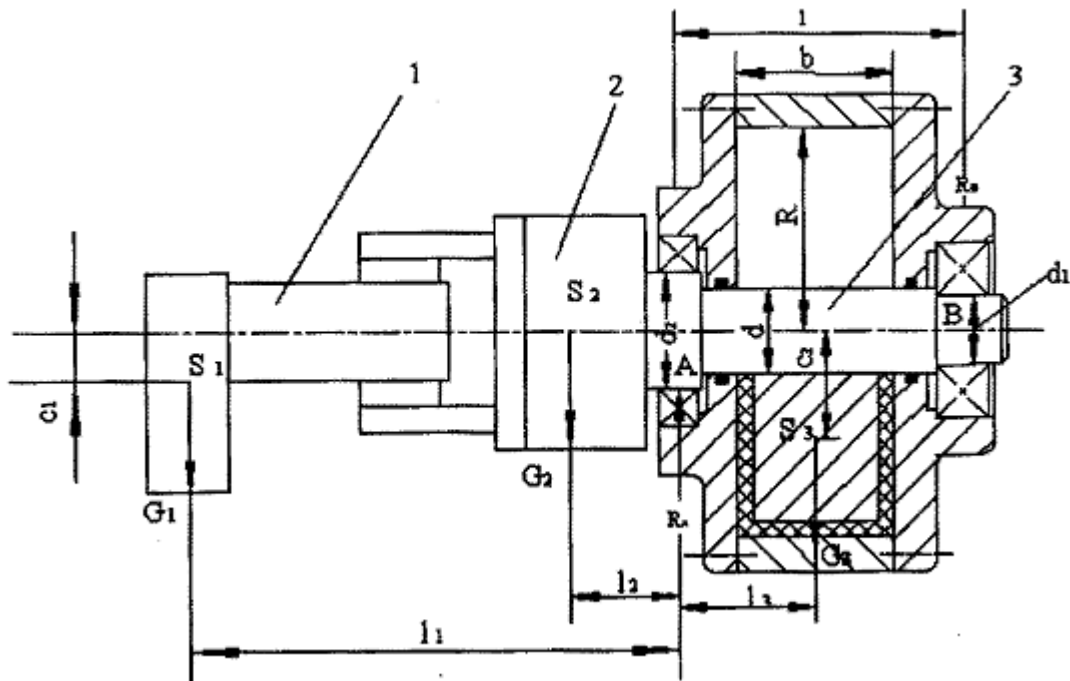
2.8.2 手部结构设计

手腕是连接手部和手臂的部件，它的作用是调整或改变工件的方位，因而具有独立的自由度，以使机械手适应复杂的动作要求。

由于本机械手抓取的工件是水平放置，同时考虑到通用性，因此给手腕设一绕 x 轴转动回转运动才可满足工作的要求。

目前实现手腕回转运动的机构，应用最多的为回转油(气)缸，因此我们选

用回转气缸。它的结构紧凑，但回转角度小于 360° ，并且要求严格的密封。手腕的回转、上下和左右摆动均为回转运动，驱动手腕回转时的驱动力矩必须克服手腕起动时所产生的惯性力矩，手腕的转动轴与支承孔处的摩擦阻力矩，动片与缸径、定片、端盖等处密封装置的摩擦阻力矩以及由于转动件的中心与转动轴线不重合所产生的偏重力矩。图 2-3 所示为手腕受力的示意图。



1.工件 2.手部 3.手腕

图 2-3 手腕回转时受力状态

手腕转动时所需的驱动力矩可按下式计算：

$$M_{\text{驱}} = M_{\text{惯}} + M_{\text{偏}} + M_{\text{摩}} + M_{\text{封}}$$

式中： $M_{\text{驱}}$ — 驱动手腕转动的驱动力矩($\text{Kg} \cdot \text{cm}$)；

$M_{\text{惯}}$ — 惯性力矩($\text{Kg} \cdot \text{cm}$)；

$M_{\text{偏}}$ — 参与转动的零部件的重量(包括工件、手部、手腕回转缸的动片)对转动轴线所产生的偏重力矩($\text{Kg} \cdot \text{cm}$)；

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

M 摩 — 手腕转动轴与支承孔处的摩擦阻力矩 (Kg *cm) ；

M 封— 手腕回转缸的动片与定片、缸径、端盖等处密封装置的摩擦阻力矩(Kg *cm)。

2 . 8 . 3 回转气缸的驱动力矩计算

在机械手的手腕回转运动中所采用的回转缸是单叶片回转气缸 ,它的工作原理如图 2-4 所示 ,定片 1 与缸体 2 固连 ,动片 3 与回转轴 5 固连。动片 3 及密封圈 4 把气腔分隔成两个。当压缩气体从孔 a 进入时 ,推动输出轴作逆时针方向回转 ,则低压腔的气从 b 孔排出。反之 ,输出轴作顺时针方向回转。单叶片回转气缸的压力 p 和驱动力矩 M 的关系为:

$$p = \frac{2M}{b(R^2 - r^2)}$$

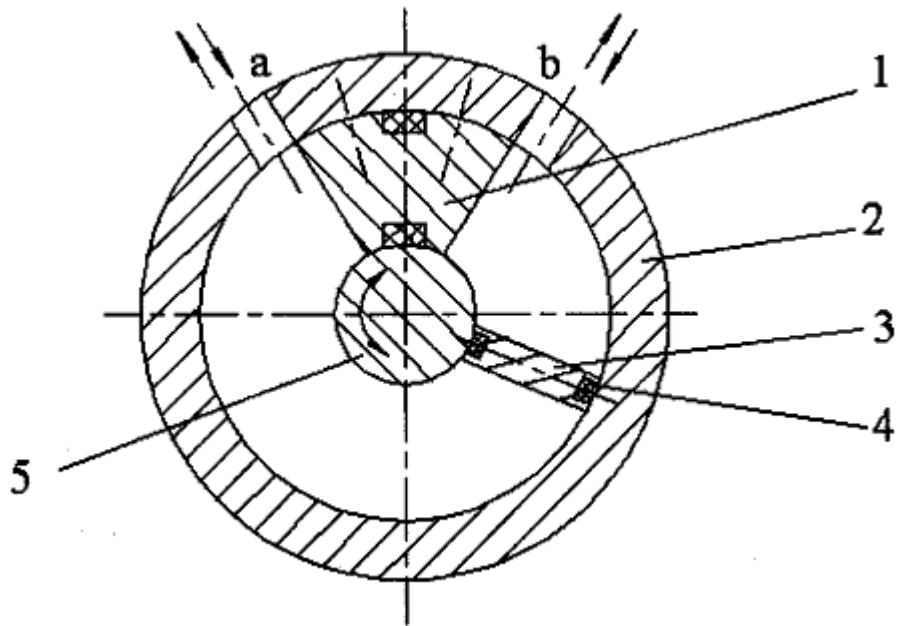


图 2-4 回转气缸筒图

式中： M - 回转气缸的驱动力矩($N \cdot cm$)；

P - 回转气缸的工作压力($N \cdot cm$)；

R - 缸体内壁半径 (cm)；

R - 输出轴半径 (cm)；

b - 动片宽度 (cm)。

上述驱动力矩和压力的关系式是对于低压腔背压为零的情况下而言的。若低压腔有一定的背压，则上式中的 P 应代以工作压力 P_1 与背压 P_2 之差。

2.8.4 手臂结构设计

按照抓取工件的要求，本机械手的手臂有三个自由度，即手臂的伸缩、左右回转和升降（或俯仰）运动。手臂的回转和升降运动是通过立柱来实现的，立柱的横向移动即为手臂的横移。手臂的各种运动由气缸来实现。

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

2.8.4.1 结构设计

手臂的伸缩是直线运动，实现直线往复运动采用的是气压驱动的活塞气缸。由于活塞气缸的体积小、重量轻，因而在机械手的手臂结构中应用比较多。

同时，气压驱动的机械手手臂在进行伸缩(或升降)运动时，为了防止手臂绕轴线发生转动，以保证手指的正确方向，并使活塞杆不受较大的弯曲力矩作用，以增加手臂的刚性，在设计手臂结构时，必须采用适当的导向装置。它应根据手臂的安装形式，具体的结构和抓取重量等因素加以确定，同时在结构设计和布局上应尽量减少运动部件的重量和减少手臂对回转中心的转动惯量。在本机械手中采用的是单导向杆作为导向装置，它可以增加手臂的刚性和导向性。

该机械手的手臂结构如附图所示，现将其工作过程描述如下：

手臂主要由双作用式气缸 1、导向杆 2、定位拉杆 3 和两个可调定位块 4 等组成。双作用式气缸 1 的缸体固定，当压缩空气分别从进出气孔 c, e 进入双作用式气缸 1 的两腔时，空心活塞套杆 6 带动手腕回转缸 5 和手部一同往复移动。在空心活塞套杆 6 中通有三根伸缩气管，其中两根把压缩空气通往手腕回转缸 5，一根把压缩空气通往手部的夹紧气缸。在双作用式气缸 1 缸体上方装置着导向杆 2，用它防止活塞套杆 6 在做伸缩运动时的转动，以保证手部

的手指按正确的方向运动。为了保证手嘴伸缩的快速运动。在双作用式气缸 1 的两个接气管口 c, e 出分别串联了快速排气阀。手臂伸缩运动的行程大小,通过调整两块可调定位块 4 的位置而达到。手臂伸缩运动的缓冲采用液压缓冲器实现。手腕回转是由回转气缸 5 实现,并采用气缸端部节流缓冲,其结构见 A-A 剖面。

在附图中所示的接气管口 a、b 是接到手腕回转气缸的;d 是接到手部夹紧气缸的。直线气缸 1 内的三根气管采用了伸缩气管结构,其特点是机械手外观清晰、整齐,并可避免气管的损伤,但加工工艺性较差。另外活塞套杆 6 做成筒状零件可增大活塞套杆的刚性,并能减少充气容积,提高气缸活塞套杆的运动速度。

2.8.4.2 导向装置

气压驱动的机械手手臂在进行伸缩(或升降)运动时,为了防止手臂绕轴线发生转动,以保证手指的正确方向,并使活塞杆不受较大的弯曲力矩作用,以增加手臂的刚性,在设计手臂结构时,必须采用适当的导向装置。它应根据手臂的安装形式,具体的结构和抓取重量等因素加以确定,同时在结构设计和布局上应尽量减少运动部件的重量和减少手臂对回转中心的转动惯量。

目前常采用的导向装置有单导向杆、双导向杆、四导向杆等,在本机械手中采用单导向杆来增加手臂的刚性和导向性。

2.8.4.3 手臂伸缩驱动力的计算

手臂作水平伸缩时所需的驱动力:

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

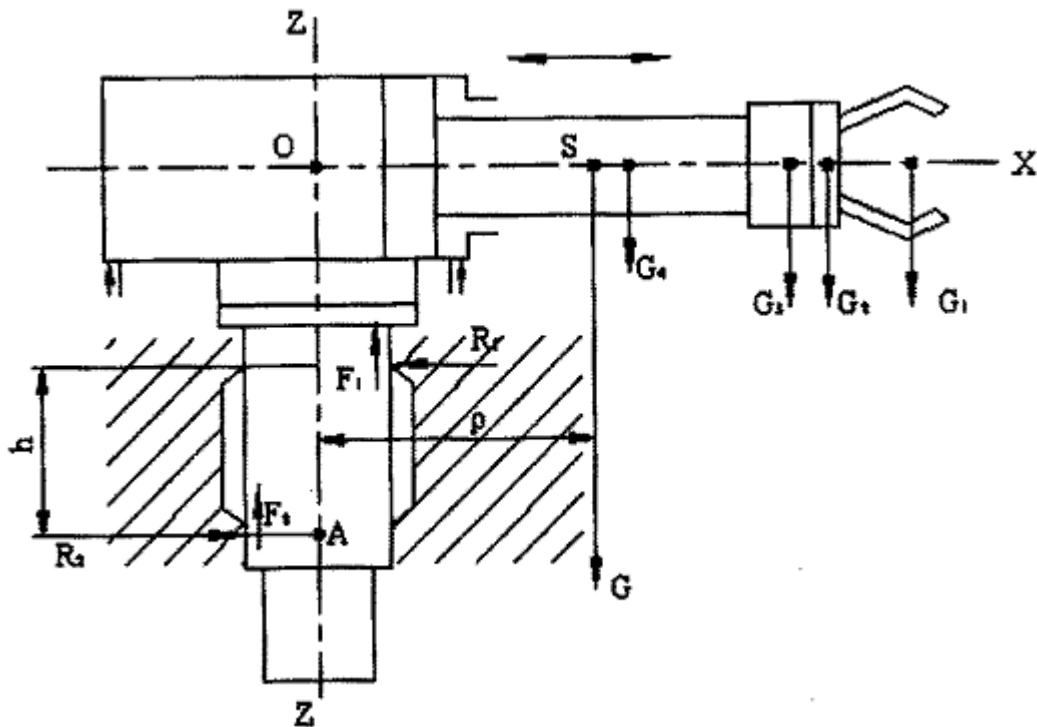


图 2-5 手臂伸出时的受力状态

图 2-5 所示为活塞气缸驱动手臂前伸时的示意图。在单杆活塞气缸中，由于气缸的两腔有效工作面积不相等，所以左右两边的驱动力和压力之间的关系式不一样。当压力油(或压缩空气)输入工作腔时，驱使手臂前伸(或缩回)，其驱动力应克服手臂在前伸(或缩回)起动时所产生的惯性力，手臂运动件表面之间的密封装置处的摩擦阻力，以及回油腔压力(即背压)所造成的阻力，因此，驱动力计算公式为：

$$P_{\text{驱}} = P_{\text{惯}} + P_{\text{摩}} + P_{\text{封}} + P_{\text{背}}$$

式中： $P_{惯}$ - 手伶在起动过程中的惯性力(N)；

$P_{摩}$ - 摩擦阻力(包括导向装置和活塞与缸壁之间的摩擦阻力)(N)；

$P_{封}$ - 密封装置处的摩擦阻力(N)，用不同形状的密封圈密封，其摩擦阻力不同。

$P_{背}$ - 气缸非工作腔压力(即背压)所造成的阻力(N)，若非工作腔与油箱或大气相连时，则 $P_{背}=0$ 。

2.8.5 手臂升降和回转部分

其结构如附图所示。手臂升降装置由转柱 1、升降缸活塞轴 2、升降缸体 3、碰铁 4、可调定位块 5、定位拉杆 6、缓冲撞铁 7、定位块联接盘 13 和导向杆 14 等组成。转柱 1 上钻有 a, b, c, d, e 和 f 六条气路，在转柱上端用管接头和气管分别将压缩空气引到手腕回转气缸(用 a, b 气路)，手部夹紧气缸(用 d 气路)和手臂伸缩气缸(用 c, e 气路)，转柱下端的 f 气路，将压缩空气引到升降缸上腔，当压缩空气进入上腔后，推动升降缸体 3 上升，并由两个导向杆 14 进行导向，同时碰铁 4 随升降缸体 3 一同上移，当碰触上边的可调定位块 5 后，即带动定位拉杆 6，缓冲撞铁 7 向上移动碰触升降用液压缓冲器进行缓冲。当 J, K 两面接触时而定位。上升行程大小通过调整可调定位块 5 来实现。最大可调行程为 170mm，缓冲行程根据抓重和手臂移动速度的要求亦可调整，其范围为 15-30mm，故上升行程最大值为 200mm。手臂下降靠自重实现。

实现机械手臂回转运动的机构形式是多种多样的，常用的有叶片式回转缸、齿轮传动机构、链轮传动机构、连杆机构等。在本机械手中，手臂回转装置由回转缸体 10、转轴 11(它与动片焊接成一体，见 E-E 剖面)、定片 12、回转定位块 8、回转中间定位块 9 和回转用液压缓冲器(此部件位置参见附图)等

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

组成。当压缩空气通过管路分别进入手臂回转气缸的两腔时，推动动片连同转轴一同回转，转轴通过平键而带动升降气缸活塞轴、定位块联接盘、导向杆、定位拉杆、升降缸体和转柱等同步回转。因转柱和手臂用螺栓连接，故手臂亦作回转运动。

手臂回转气缸采用矩形密封圈来密封，密封性能较好，对气缸孔的机械加工精度也易于保证。

手臂回转运动采用多点定位缓冲装置，其工作原理见回转用液压缓冲器部分。手臂回转角度的大小，通过调整两块回转定位块 8 和回转中间定位块 9 的位置而定。

3 气动系统设计

图 3-1 所示为该机械手的气压传动系统工作原理图。它的气源是由空气压缩机 (压力约为 $3 \sim 8\text{Kg}/\text{cm}^2$) 通过快换接头进入储气罐, 经分水过滤器、调压阀、油雾器, 进入各并联气路上的电磁阀, 以控制气缸和手部动作。

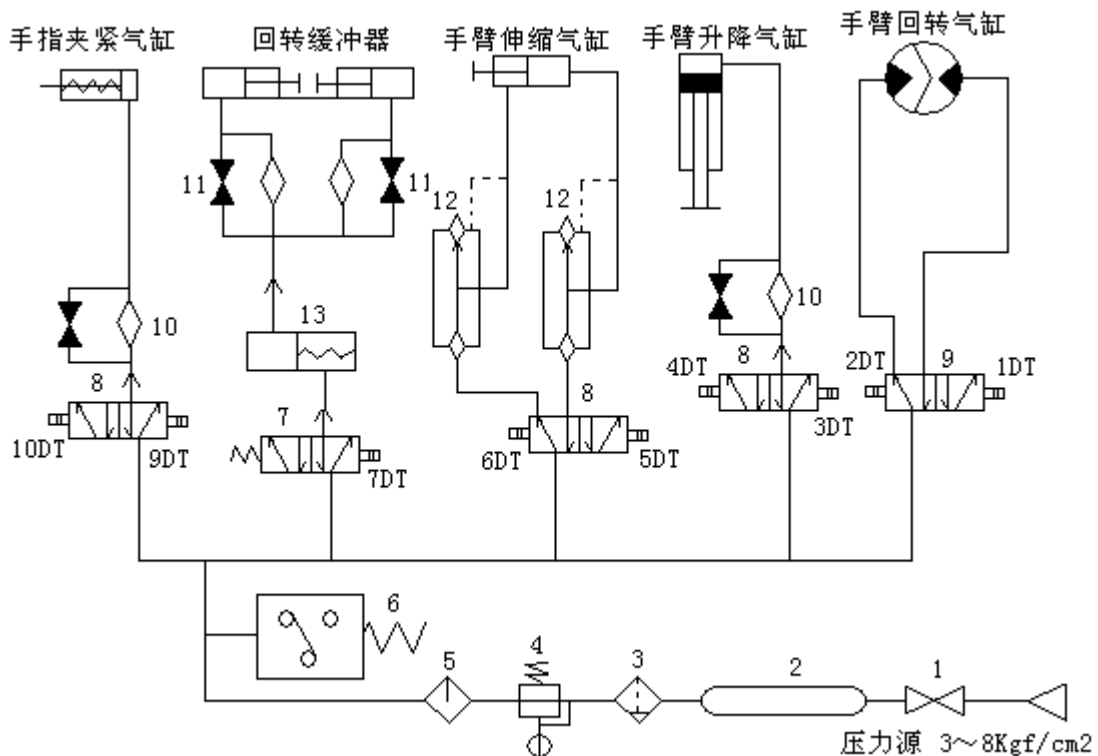


图 3-1 机械手气压传动系统工作原理图

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

表 3-1 气路元件表

序 号	型 号 规 格	名 称	数 量
1	QCF-48	手动截止阀	1
2	QAF-49	储气缸	2
3	QSL-26-S ₁	分水滤气器	1
4	QTY-20-S ₁	减压阀	1
5	QIU-20-S ₁	油雾器	1
6	YJ-1	压力继电器	1
7	Q24DH-10-S ₁	二位五通电磁滑阀	1
8	Q24D ₂ ZH-10-S ₁	二位五通电磁滑阀	3
9	Q24D ₂ ZH-15-S ₁	二位五通电磁滑阀	1
10	QF-44	单向节流阀	2

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

11	LI-25	单向节流阀	2
12	QBF-14	快速排气阀	2
13	QAF-87	气液转换器	1

4 PLC

4.1 PLC简介

PLC(编程逻辑控制器)是20世纪60年代末期逐步发展起来的一种以计算机技术为基础的新型工业控制装置。近几年来,PLC 技术在各种工业过程控制、生产自动线控制及各类机电一体化设备控制中得到极其广泛的应用,成为工业自动化领域中的一项十分重要的应用技术。

在 PLC 出现以前,继电器控制曾得到广泛应用,在机电设备和工业过程控制领域中占有主导地位。但是继电器控制系统有明显的缺点:体积大,可靠性低,故障查找困难,特别是因为它是由硬接线逻辑构成的系统,造成了接线复杂,容易出故障,对生产工艺变化的适应性较差。

20 世纪 60 年代末,美国最大的汽车制造商通用汽车公司(GM)为了适应汽车型号不断更新的需要,试图寻找一种新的生产线控制方法,使之尽可能地减少重新设计继电器控制系统的工作量以及尽量地减少控制系统硬连接线的数量,以降低生产成本,缩短制造周期,减少生产线的故障率,从而有效地提高生产效率。当时,电子计算机的硬件已经基本完备,

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

其主要功能是通过软件来实现的，因此具有灵活性、通用性等优点，但价格相对来说比较昂贵，于是他们想到了把继电器控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜的长处与计算机灵活、通用的优点结合起来，用来制造一种新型的工业控制装置，并进而采用招标的方式，首先由美国数字设备公司(DEC)研制出符合上述想法的工业控制装置，命名为可编程逻辑控制器，即 PLC (Programmable Logic Controller)。1969 年，第一台 PLC 在 GM 公司汽车生产线上首次运行，成功地取代了沿用多年的继电器控制系统，尽管当时的 PLC 功能仅具有逻辑控制、定时、计数等功能，但却标志着一种新型装置问世。

随着微电子技术和计算机技术的飞速发展，20 世纪 70 年代中期又出现了微处理器和微型计算机，这些新技术很快也被用到 PLC 之中，使得 PLC 不仅具有逻辑控制功能，而且还增加了运算、数据处理和传送等功能，从而成为具有计算机功能的新型工业控制装置。1980 年美国电器制造商协会(NEMA)正式将其命名为可编程控制器 (Programmable Controller)简称 PC^[3]。

国际电工委员会(IEC)于 1982 年 11 月和 1985 年 1 月颁布了可编程控制器的第一稿和第二稿，对可编程控制器作了如下的定义：

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它可采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的命令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械和生产过程。可编程控制器及其有关设备，都应按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充功能的原则而设计。”

之所以把可编程控制器简称为 PC,因为它已经不再是仅具有逻辑控制功能的装置了。只是由于 20 世纪 80 年代崛起的个人计算机(Personal Computer)也简称为 PC。为了加以区别，人们又把可编程控制器简称为 PLC。本文均称其为 PLC^[4]。

4.2 PLC发展趋势

1) 向高速度、大存储量方向发展

为提高处理能力,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前大中型 PLC 的速度可达 0.2ms/k 步左右。各大公司都把 PLC 的扫描速度作为一个很重要的竞争指标。

2) 向多品种方向发展

目前中小型 PLC 比较普遍。为适应市场的多种需要,今后 PLC 发展要向多品种方向,特别是向超大型和超小型两个方向发展。目前开关量输入输出点数达到 8192 点的大型 PLC 已比较多。为适应大规模控制系统的需要,输入输出点数还在增加。

3) 编程语言多样化

PLC 系统结构不断发展的同时,编程软件也在不断发展。编程语言朝着多种编程语言的方向发展。尽管大多数 PLC 采用继电器梯形图语言(RLL),但是新的编程语言还是不断出现,现在有部分 PLC 已采用高级语言(如 BASIC 语言等)。

4) 发展智能模块

智能模块是以微处理器为基础的功能部件。它可以与 PLC 的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 的时间很少,有利于提高 PLC 的扫描速度。发展智能模块可进一步提高 PLC 处理信息的能力和 control 功能^[3]。

4.3 PLC的结构和工作原理

PLC 是以微处理器为核心的数字式电子、电气自动控制装置,也可以说是一种专用微型计算机。各种 PLC 的具体结构虽然多种多样,但其组成的一般原理基本相同,即都是以微处理器为核心,并辅以外围电路和 I/O 单元等硬件所构成。正像通用的微机一样,PLC 的各种功能的实现,不仅基于其硬件的作用,而且要靠其软件的支持。

4.3.1 PLC 的组成

PLC 主要由中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入/输出部件(I/O)、电源和编程器几大部分组成^[5]。

1) 中央处理单元(CPU)

不同的 PLC 所采用的 CPU 有所不同,通常有三种:

- a 通用微处理器(如 8086, 80286, 80386 等)。
- b 单片机芯片(如 8031, 8096 等)。

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

c 位片式微处理器(如 AMD-2900 等)。

PLC 的档次越高，CPU 的位数也越多，运算速度也越快，其指令功能也越强。

2) 存储器

PLC 的内部存储器(简称内存)用来存储系统管理程序和用户程序。内存有两种：

a 随机存储器 RAM。

b 只读存储器 ROM, PROM, EPROM, EEPROM。

3) 输入/输出(I/O 单元)

输入、输出信号分为开关量、模拟量、数字量。

本设计的输入和输出均采用开关量，所以这里仅以开关量为例进行说明。

I/O 单元是 PLC 与被控对象之间传递输入输出信息的接口部件。为了防止各种干扰和高电压窜入 PLC 内部而影响其工作可靠性，I/O 单元首先应具有电隔离作用和滤波作用。PLC 的各种输入器件(如各种开关、接头和热电偶等)和各种输出控制器件(如电磁阀、接触器、和继电器等)有交流和直流型，有高电压和低电压型，有电压型和电流型。为保证 PLC 能正常工作，I/O 单元必须把外部的电压和电流信号变换成 PLC 能接受和识别的低电压信号，以及把 PLC 输出的低电压信号变换成被控器件能接受或所要求的电压、电流信号，因此 I/O 单元还应具有电压、电流的变换作用。

通常 PLC 的输入有三种类型：一种是直流(DC)12—24V 输入，另一种是交流(AC)100—120V 或 200—240V 输入，第三种是交直流(AC/DC)12-24V 输入。输入开关可以是无源触点或传感器的集电极开路晶体管。各种 PLC 的输入电路大致相同。

通常，PLC 的输出也有三种形式：一种是继电器输出型，CPU 输出时接通或断开继电器的线圈，继电器的触点闭合或断开，通过继电器触点控制外电路的通断；另一种是晶体管输出型，通过光耦合使开关晶体管截止或饱和导通以控制外电路；第三种是双向晶闸管输出型，采用的是光触发型双向晶闸管。在这三种输出中，以继电器输出响应最慢。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

每种输出电路都有隔离措施。继电器的触点和线圈将 PLC 内部电路与外部负载电路进行电气隔离。晶体管输出型是在 PLC 内部电路与输出晶体管之间用光耦合器进行隔离。双向晶闸管输出型是在 PLC 内部电路与双向晶闸管之间采用光触发晶闸管进行隔离。

输出电路的负载电源由外部提供。输出电流一般为 0.5-2.0A，输出电流的额定值与负载性质有关。

4) 电源

PLC 的电源一般为单相交流电源，电源电压必须与额定电压相符(通常为 110V 或 220V)，也有用直流 24V 供电的。PLC 对电源的稳定性要求不高，一般允许电源电压额定值在 $\pm 15\%$ 的范围内波动。PLC 都包括一个稳压电源，用于对 CPU 和 I/O 单元供电。有些 PLC 的电源与 CPU 合为一体。有的 PLC 特别是大中型 PLC 备有专用电源模块。有些 PLC 电源部分还提供有 DC24V 稳压输出，用于对外部传感器供电。

5) 编程器

编程器是 PLC 很重要的附件，它主要由键盘、显示器、工作方式选择开关和外存储器接插口等部件组成。编程器分简易型和智能型两类。小型 PLC 常用简易编程器，大中型 PLC 多用智能 CRT 编程器。编程器的作用是编制用户程序，将程序送入存储器。利用编程器检查修改用户程序和在线监视 PLC 的工作状况。除上述简易型和智能型这两种编程器之外，还可采用通用计算机作为编程器。现在有些公司在个人计算机上添加适当的硬件接口和软件包，即可使这些微机作为编程器用。用微机作为编程器，可以直接编制梯形图，监视功能也比较强，并且对于已经拥有微机的用户，可省去一台编程器，节省开支。编程器的功能随着 PLC 功能的不断增强也在不断强化，它已不是一个单一的程序输入装置，而兼有许多功能。编程器通常有两种编程方式：

a 在线(联机)编程方式

编程器与 PLC 上的专用插座直接相连，程序可直接写入到 PLC 的用户程序存储器中去，也可先将程序存放在编程器内，然后再转入 PLC 的存储器中。这种编程方式不但调试程序方便，而且还能监视 PLC 内部工作状态。

b 离线(脱机)编程方式

编程器与 PLC 脱开，待程序写完后才与 PLC 相连。离线编程方式不影响 PLC 的现行工作^[6]。

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

4.3.2 PLC 程序的表达方式

与计算机的工作原理一样，PLC 的操作是按其程序要求进行的，而程序是用程序语言表达的。表达方式有多种多样，不同的 PLC 生产厂家，不同的机种，采用的表达方式也不相同。但基本上可归纳为字符表达方式(即用文字符号表达程序，如语句表程序表达方式)和图形符号表达方式(即用图形符号表达程序，如梯形图程序表达方式)这两大类。也有将这两种方式结合起来表示 PLC 程序。

1) 梯形图

PLC 的梯形图编程语言与传统的“继电、接触”控制原理图十分相似，它形象、直观、实用，为广大电气技术人员所熟知。这种编程语言继承了传统的继电器控制逻辑中使用的框架结构、逻辑运算方式和输入输出形式，使得程序直观易读。当今世界上各国的 PLC 制造厂家所生产的 PLC 大都采用梯形图语言编程。

2) 语句表

用语句表所描述的编程方式是一种与计算机汇编语言类似的助记符编程方式。由于不同型号的 PLC 的标识符和参数表示方法不一，所以无千篇一律的格式。

3) 逻辑符号图

采用逻辑符号图表示控制逻辑时，首先定义某些逻辑符号的功能和变量函数，它类似于“与”、“或”、“非”逻辑电路结构的编程方式。一般说来，用这三种逻辑能够表达所有的控制逻辑。这是国际电工委员会(IEC)颁布的 PLC 编程语言之一。

4) 高级编程语言

随着软件技术的发展，近年来推出的 PLC，尤其是大型 PLC，已开始用高级语言进行编程。许多 PLC 采用类似 PASCAL 语言的专用语言，系统软件具有这种专用语言编程的自动编译程序。采用高级语言编程后，用户可以像使用普通微形计算机一样操作 PLC。除了

完成逻辑控制功能外，还可以进行 PID 调节、数据采集和处理以及计算机通信等。

上述几种编程语言(方式)，最常用的是梯形图和语句表，其次是逻辑符号图，近几年来也使用高级语言^[6]。

4.3.3 PLC 的工作方式

1) PLC 中等效元件的功用及其编号

PLC 中的等效输入继电器 X 和等效输出继电器 Y。计时器 T、计数器 C、辅助继电器 M 等均可理解为一个线圈和多个动合(常开)、动断(常闭)触点，并都可以在 PLC 内部控制电路中使用，且均具有各自的相应编号，下面分别简介其功用与编号。

a 输入继电器 (X)

PLC 的输入端子是从外部开关接受信号的窗口，PLC 内部与输入端子连接的输入继电器 X 是用光电隔离的电子继电器，它们的编号与接线端子编号一致（按八进制输入），线圈的吸合或释放只取决于 PLC 外部触点的状态。内部有常开/常闭两种触点供编程时随时使用，且使用次数不限。输入电路的时间常数一般小于 10ms。各基本单元都是八进制输入的地址，输入为 X000 ~ X007，X010 ~ X017，……。它们一般位于机器的上端。

b 输出继电器 (Y)

PLC 的输出端子是向外部负载输出信号的窗口。输出继电器的线圈由程序控制，输出继电器的外部输出主触点接到 PLC 的输出端子上供外部负载使用，其余常开/常闭触点供内部程序使用。输出继电器的电子常开/常闭触点使用次数不限。输出电路的时间常数是固定的。各基本单元都是八进制输出，输出为 Y000 ~ Y007，Y010 ~ Y017，……。它们一般位于机器的下端。

c 辅助继电器 (M)

PLC 内有很多的辅助继电器，其线圈与输出继电器一样，由 PLC 内各软元件的触点驱动。辅助继电器也称中间继电器，它没有向外的任何联系，只供内部编程使用。它的电子常开/常闭触点使用次数不受限制。但是，这些触点不能直接驱动外部负载，外部负载的驱动必须通过输出继电器来实现。如下图中的 M300，它只起到一个自锁的功能。在 FX2N 中普遍采用 M0 ~ M499，共 500 点辅助继电器，其地址号按十进制编号。辅助继电器中还有一些特殊的辅助继电器，如掉电继电器、保持继电器等，在这里就不一一介绍了。

d 定时器 (T)

在 PLC 内的定时器是根据时钟脉冲的累积形式，当所计时间达到设定值时，其输出触

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

点动作，时钟脉冲有 1ms、10ms、100ms。定时器可以用用户程序存储器内的常数 K 作为设定值，也可以用数据寄存器 (D) 的内容作为设定值。在后一种情况下，一般使用有掉电保护功能的数据寄存器。即使如此，若备用电池电压降低时，定时器或计数器往往会发生误动作。

定时器通道范围如下：

100 ms 定时器 T0 ~ T199，共 200 点，设定值：0.1 ~ 3276.7 秒；

10 ms 定时器 T200 ~ T245，共 46 点，设定值：0.01 ~ 327.67 秒；

1 ms 积算定时器 T245 ~ T249，共 4 点，设定值：0.001 ~ 32.767 秒；

100 ms 积算定时器 T250 ~ T255，共 6 点，设定值：0.1 ~ 3276.7 秒；

当定时器线圈 T200 的驱动输入 X000 接通时，T200 的当前值计数器对 10 ms 的时钟脉冲进行累积计数，当前值与设定值 K123 相等时，定时器的输出接点动作，即输出触点是在驱动线圈后的 1.23 秒 ($10 * 123\text{ms} = 1.23\text{s}$) 时才动作，当 T200 触点吸合后，Y000 就有输出。当驱动输入 X000 断开或发生停电时，定时器就复位，输出触点也复位。

每个定时器只有一个输入，它与常规定时器一样，线圈通电时，开始计时；断电时，自动复位，不保存中间数值。定时器有两个数据寄存器，一个为设定值寄存器，另一个是现时值寄存器，编程时，由用户设定累积值。

定时器线圈 T250 的驱动输入 X001 接通时，T250 的当前值计数器对 100 ms 的时钟脉冲进行累积计数，当该值与设定值 K345 相等时，定时器的输出触点动作。在计数过程中，即使输入 X001 在接通或复电时，计数继续进行，其累积时间为 34.5s ($100\text{ms} * 345 = 34.5\text{s}$) 时触点动作。当复位输入 X002 接通，定时器就复位，输出触点也复位。

e 计数器 (C)

FX2N 中的 16 位增计数器，是 16 位二进制加法计数器，它是在计数信号的上升沿进行计数，它有两个输入，一个用于复位，一个用于计数。每一个计数脉冲上升沿使原来的

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

数值减 1，当现时值减到零时停止计数，同时触点闭合。直到复位控制信号的上升沿输入时，触点才断开，设定值又写入，再又进入计数状态。其设定值在 K1 ~ K32767 范围内有效。设定值 K0 与 K1 含义相同，即在第一次计数时，其输出触点就动作。

通用计数器的通道号：C0 ~ C99，共 100 点。

保持用计数器的通道号：C100 ~ C199，共 100 点。

通用与掉电保持用的计数器点数分配，可由参数设置而随意更改。

由计数输入 X011 每次驱动 C0 线圈时，计数器的当前值加 1。当第 10 次执行线圈指令时，计数器 C0 的输出触点即动作。之后即使计数器输入 X011 再动作，计数器的当前值保持不变。

? 当复位输入 X010 接通 (ON) 时，执行 RST 指令，计数器的当前值为 0，输出接点也复位。

? 应注意的是，计数器 C100 ~ C199，即使发生停电，当前值与输出触点的动作状态或复位状态也能保持。

f 数据寄存器 (D)

数据寄存器是计算机必不可少的元件，用于存放各种数据。FX2N 中每一个数据寄存器都是 16bit(最高位为正、负符号位)，也可用两个数据寄存器合并起来存储 32bit 数据(最高位为正、负符号位)^[7]。

2) PLC 的扫描工作方式

这个过程可分为内部处理、通信服务、输入处理、程序执行、输出处理几个阶段，整个过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。在内部处理阶段，PLC 检查 CPU 模块内部硬件是否正常，复位监视计时器，以及完成其它一些内部处理。在通信处理阶段，PLC 与带微处理器的智能装置通信，响应编程器键入的命令，更新编程器的显示内容。在 PLC 处于停止运行(STOP)状态时，只完成内部处理和通信服务工作。在 PLC 处于运行(RUN)状态时，除完成上述操作外，还要完成输入处理、程序执行、输出处理工作。从输入? 第 1 步运算? 第 2 步运算，……，最后一步运算? 输出顺序执行^[4]。

3) PLC 的工作原理——计算机特性

PLC 按扫描方式或串行方式工作，其实质就是因为 PLC 是一台微型机，它按照微型计算机的工作方式一条条从内存中读取指令，执行指令只是为了便于工厂中技术人员和工人的使用，才把 PLC 的程序用梯形图来表示。特别是中、高档 PLC 的指令集中已出现了类似于微型机的指令，比如从操作方式上讲有数据或数据块在内存数据区内移动指令，有两

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

个数据的加、减、乘、除、开方等运算指令，有中断、比较、移位等指令；从寻址方式上讲有直接寻址、间接寻址和变址寻址等指令。在编写梯形图程序时完全像用汇编语言那样使用它们，对数据进行各种操作，使程序分支，或局部循环，执行子程序或中断服务程序等。在程序连续进行嵌套判别时，因为 PLC 像微型机一样，只有一个进位位，前边的判别必须用内存中的某个字的某个位，或者说是用 PLC 的辅助继电器记住其状态，才能进行下面的判别操作，否则会丢失前面判别的结果，使程序运行紊乱。这些状态和工作过程都和微型机的状态和工作过程十分相似^[3]。

5 机械手移动工件控制系统的 PLC 选型及系统连接

5.1 控制系统构成图

在本设计中，其控制表盘设计如图 5-1 所示。

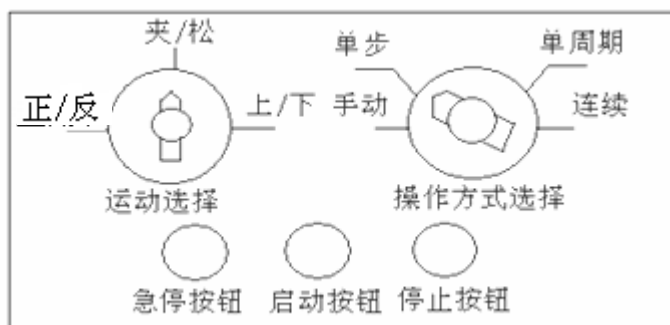


图 5-1 控制面板设计

机械手移动工件控制系统图如图 5-2 所示。

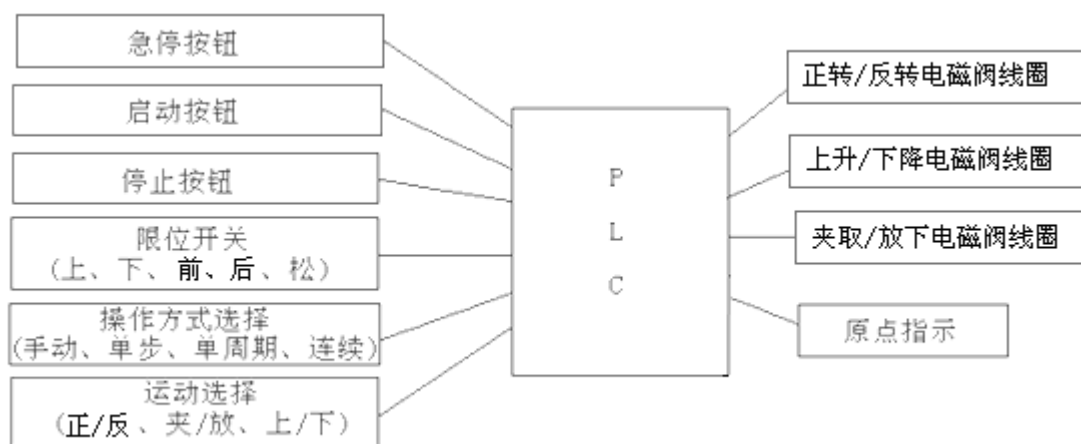


图 5-2 机械手移动工件控制系统图

5.2 PLC 模块选型及介绍

由控制要求可知，本控制系统是一个 15 点输入，9 点输出的系统，设计中采用三菱 FX2N 系列的基本单元模块，采用继电器输出方式，故可选用的模块有：FX2N-32MR-001、FX2N-48MR-001、FX2N-64MR-001、FX2N-80MR-001、FX2N-128MR-001，本设计选用 FX2N-48MR-001，其输入点数为 24，输出点数为 24，都大于控制系统的控制要求点数，所以不需要扩展单元^[8]。

对于所选模块 FX2N-48MR-001，其中：FX2N 为系列名称，48 为 I/O 点数，M 表示模块为基本单元，R 表示继电器输出形式（其他输出形式：S 为三端双向可控硅开关元件输出，T 为晶体管输出），001 表示其他区分（电源）^[9]。

FX2N-48MR-001 是采用交流 220V 电源供电，其模块简图如图 5-3 所示：

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

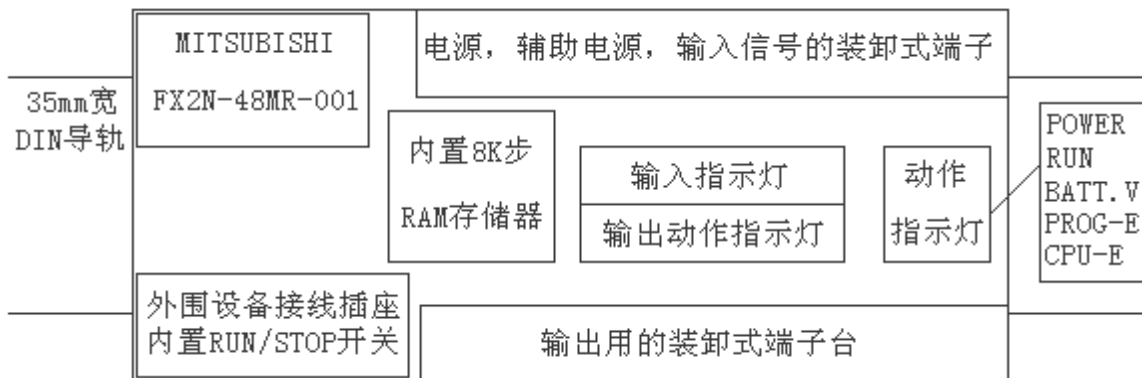


图 5-3 FX2N-48MR-001 模块简图

5.3 I/O地址分配及外部配线

由于 CPU 模块有 24 点数字量输入, 24 点数字量输出, 所以不再需要扩展输入/输出模块。I/O 分配采用自动分配方式, 模块上的输入端子对应的输入地址是: X000 ~ X007、X010 ~ X017、X020 ~ X027, 输出端子对应的输出地址是: Y000 ~ Y007、Y010 ~ Y017、Y020 ~ Y027。

其外部配线如图 5-4 所示:

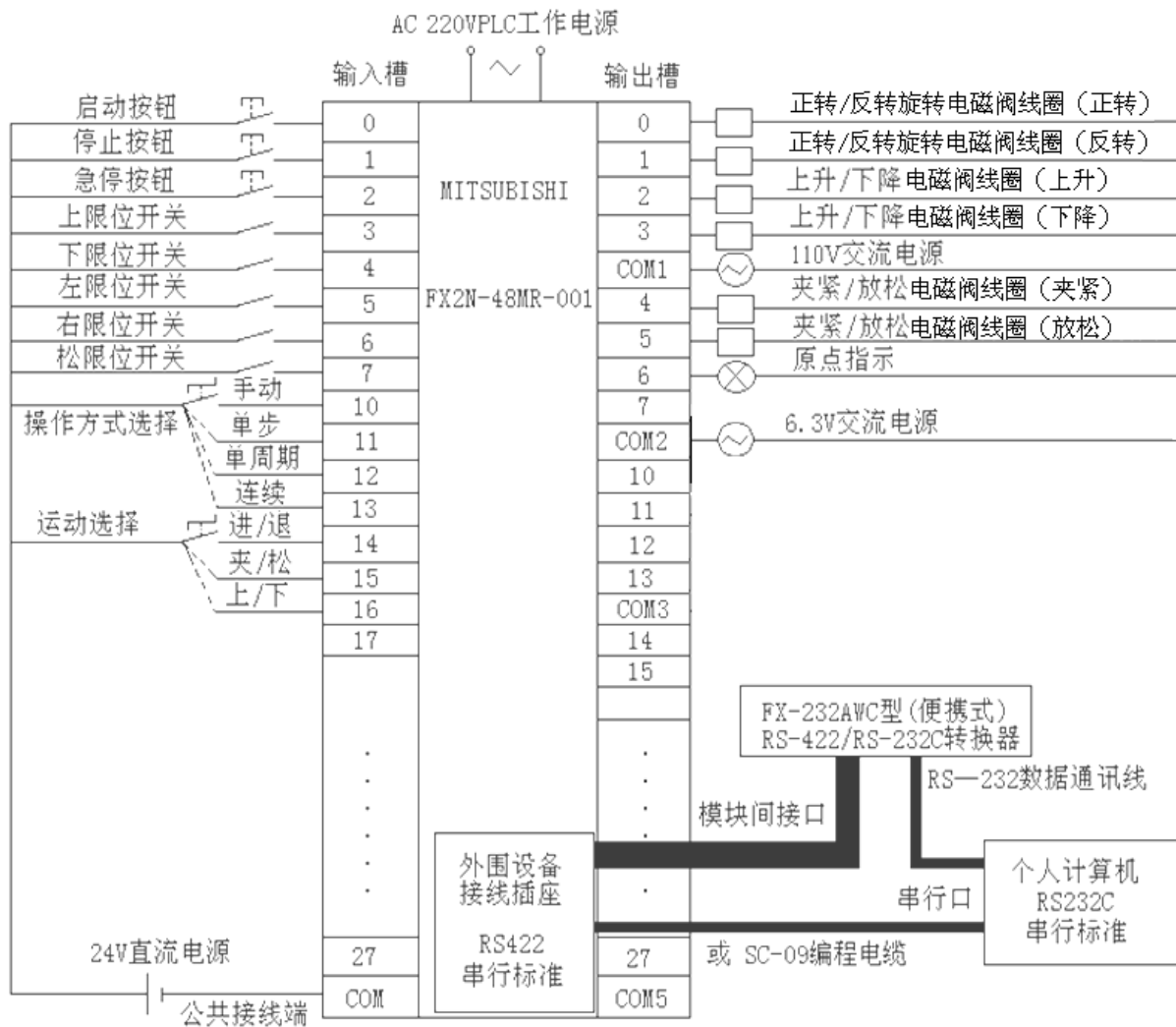


图 5-4 外部配线图

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

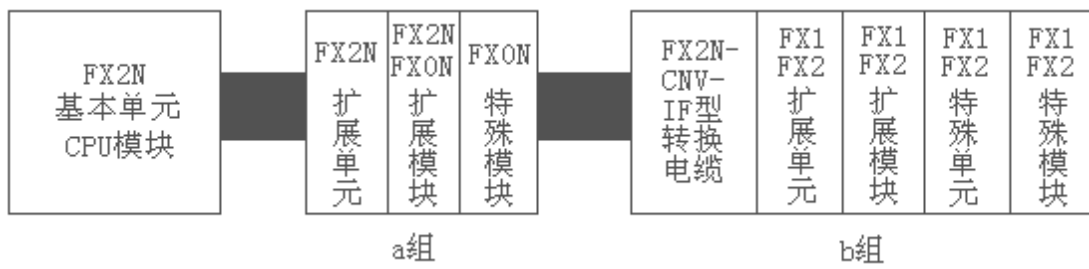
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

6 安装维护

6.1 扩展设备组成

在本设计中,控制对象为一单一独立动作的机械手,然而在实际的工况中,除了用 PLC 控制机械手以外,可能还有其他的辅助控制对象,或者用 PLC 控制多台不同动作流程的机械手,这时当 I/O 点数大于 CPU 模块提供的 I/O 点数时,则需进行 I/O 扩展,使实际需要的 I/O 点数=(基本单元+扩展单元+扩展模块+特殊模块)的 I/O 点数。

其扩展的示意图如图 6-1 所示。



1) FX2N 基本单元右侧可以接 a 组或者 b 组,接 b 组时,须一定用 FX2N-CNV-IF 型转换电缆。但是,一旦和 b 组连接之后,就不能再接 a 组的扩展设备了。

2) FX2N 采用 DC24V 电源供电的容量计算:

机型:FX2N-16M、FX2N-32M,其电流容量为 250mA;

机型:FX2N-48M、FX2N-64M、FX2N-80M、FX2N-128M,其电流容量为 460mA。

判断扩展可行与否的依据为:

$$a M = \text{基本单元电流容量} - [[\text{FX2N, FX0N 输入扩展模块 8 点分 50mA}] \times [\text{连接个数}]] \\ - [[\text{FX2N, FX0N 输出扩展模块 8 点分 75mA}] \times [\text{连接个数}]]$$

如果 $M=0$,则说明扩展方案可行;如果 $M<0$,则扩展方案不可行。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

b 在扩展中若使用 FX2N-CNV-IF 型转换电缆，则：

$$N = M - [[\text{FX1, FX2 输入扩展模块 8 点分 55mA}] \times [\text{连接个数}]] - [[\text{FX1, FX2 输出扩展模块 8 点分 75mA}] \times [\text{连接个数}]]$$

如果 $N=0$ ，则说明扩展方案可行；如果 $N < 0$ ，则扩展方案不可行。

这里需要说明的是：16 点 = 8 点×2 个，32 点 = 8 点×4 个，……^[10]。

6.2 现场环境

在安装处理器时首先要考虑的是环境，为了正确和有效地运行，处理器应该安装在完全符合下列的环境中：

温度：	工作温度 0 ~ 55 ,最高为 60
	保存温度 - 40 ~ + 85
湿度：	相对湿度 5%? 95% (无凝结霜)
振动和冲击：	满足国际电工委员会标准
电源：	200V(AC),允许变化范围 - 15% ~ + 15%,频率 47 ~ 53Hz,
	瞬间停电保持 10ms
环境：	周围空气不能混有可燃性、爆炸性和腐蚀性气体

另外，必须采取措施防止静电破坏。如果 接触背板连接器的管脚，那么静电释放可能损坏处理器模板中的集成电路或半导体器件。在设定模板内部的组态插头或者开关时，也有可能损坏模板，为了防止静电破坏可采取如下的预防措施：

- 1) 在接触模板之前，触摸一个接地的物体以释放身上的静电。
- 2) 不要触摸背板连接器或连接器的管脚。
- 3) 在不使用模板时，应该将其放到一个静电屏蔽袋中保存^[5]。

6.3 安装工程

6.3.1 安装注意事项

1) 不要在有灰尘、油烟、导电性尘埃、腐蚀性气体，可燃性气体的场合，高温、结露、风吹雨淋的场合，有振动、冲击的场所使用。因为上述不宜使用场所会引起震电、火灾、误动作，产品损伤或质量下降。

2) 在进行螺孔加工、配线时，不要让铁屑，导线头等落入 PLC 通风口内。因为会引起火灾、故障、误动作等。施工结束后，要拆除包在 PLC 通风口上的防尘罩。

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

3) 若进行扩展，扩展电缆等连接电缆及存储卡盒，要准确地接在所规定的端子上，以防止接触不良引发误动作。

4) 扩展模块附带防尘罩，安装配线施工时请将防尘罩贴在通风口上。

5) 为防止温度升高，请不要在地面、天棚或垂直方向上安装。

6) 扩展电缆，请接于离基本单元较近的扩展单元、扩展模块和特殊单元的左侧端子。

7) PLC 主机和其他设备或结构物之间留 50mm 以上的空隙。尽量远离高压线、高压设备和动力设备^[7]。

6.3.2 配线方面的注意事项

1) 在进行安装、配线作业时，一定要在全部关闭外部电源之后进行，否则容易电震，损伤产品。

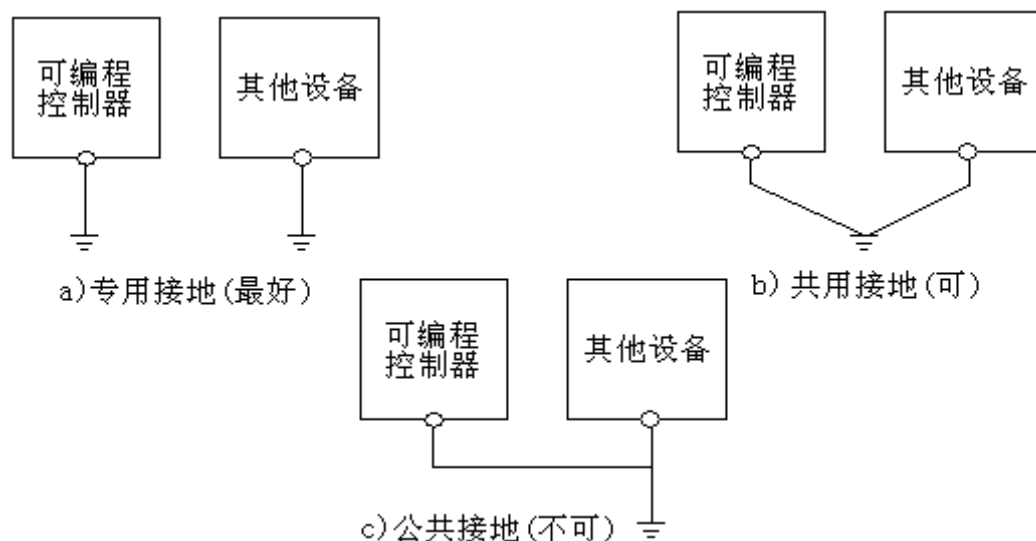
2) 安装、配线作业结束之后，通电、运行时，一定要安装产品附带的端子盖板，以防触电。

3) PLC 的信号输入线和输出线不能走同一电缆。一般来说输入输出线达到 50—100m，基本不会有噪声问题。但是一般为安全起见，请将配线长度定在 20m 以内为好。

4) 若进行扩展，扩展电缆是最易受噪声影响的部分。请将 PLC 的输出线离其他动力线 30—50mm 以上，分开配线。

5) 基本单元和扩展单元电源，请勿同时接通断开。

6) 基本单元的接地端子，要用 2mm^2 以上的电线，其接地方式如图 4-2 所示^[7]。



7 机械手移动工件控制系统程序设计

7.1 编程软件及应用

由于本设计采用的是三菱 FX2N-48MR-001 模块,故选择三菱 GX Developer 编程软件。GX-Developer 是三菱公司所制作的 PLC 编程软件,它包含了 LLT 仿真软件,用户可在个人计算机上模仿 PLC 的运作情况,大大减低测试的时间。它可以对三菱的所有 PLC 进行编程,包括 FX 系列 PLC、A 系列 PLC 和 Q 系列 PLC。

它对计算机要求的最低配置为:

- 1) Pentium 级 CPU, 主频 90MHz 或者更快。
- 2) 最少 16MB 内存配置, 40MB 硬盘空间。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

3) 微软 Windows 环境(Microsoft Windows95 或者更新版本 ,或 Microsoft WindowsNT 4.0 Service Pack3 或者更新版本)。

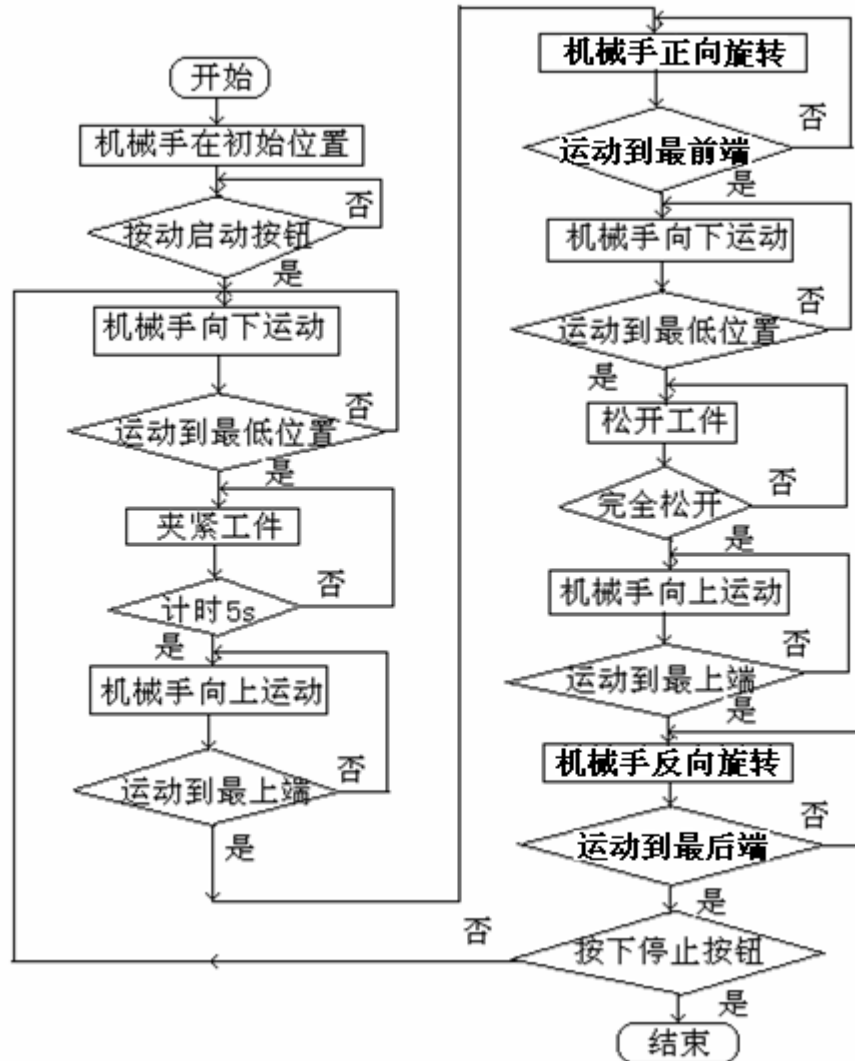
4) 800× 600 SVGA 或者更高分辨率显示系统。

当程序编辑完成以后，运行程序，程序自动写入 PLC 的存储器，若以后固定使用该程序，则可拔除 RS-232C 数据通讯线，用 CPU 模块自带的 RUN/STOP 开关来运行/停止程序。需要改动程序时，先将 PLC 设定在 STOP 的状态下，连接 PC，运行 GX-Developer 编程软件，修改程序并写入 PLC 存储器，也可使用编程器进行编程和程序修改^[11]。

7.2 程序流程图

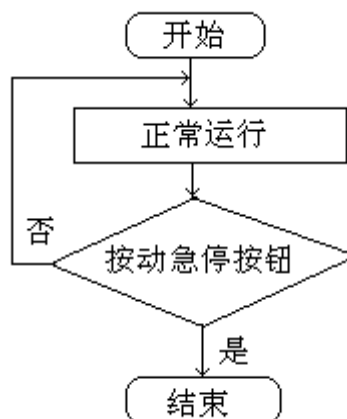
1) 正常运行流程图

正常运行的流程图如图 7-1 所示：



2) 紧急停止流程图

紧急停止流程图如图 7-2 所示：



机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

8 机械手移动工件控制系统 PLC 程序

8.1 系统资源分配

1) 数字输入部分

这个控制系统的输入有启动按钮，停止按钮，急停按钮，上、下、前、后、松限位开关，手动，单步，单周期，连续操作方式选择，正/反、上/下、夹/松运动选择共 15 输入点，具体的输入分配如下：

x000 ? 启动按钮
x001 ? 停止按钮
x002 ? 急停按钮
x003 ? 上限位开关
x004 ? 下限位开关
x005 ? 后限位开关
x006 ? 前限位开关
x007 ? 松限位开关
x010 ? 手动操作方式选择
x011 ? 单步操作方式选择
x012 ? 单周期操作方式选择
x013 ? 连续操作方式选择
x014 ? 左/右运动选择
x015 ? 夹/松运动选择
X016 ? 上/下运动选择

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

2) 数字量输出部分

这个控制系统需要控制的外部设备有正转/反转旋转电磁阀线圈,正转/反转旋转电磁阀线圈,正转/反转旋转电磁阀线圈 3 个设备和一个原点指示灯,每个电磁阀线圈有两个状态,所以输出点应该有 7 点。具体的输出分配如下:

Y000 ? 正转/反转旋转电磁阀线圈(正转)

Y001 ? 正转/反转旋转电磁阀线圈(反转)

Y002 ? 正转/反转旋转电磁阀线圈(上升)

Y003 ? 上升/下降电磁阀线圈(下降)

Y004 ? 正转/反转旋转电磁阀线圈(夹紧)

Y005 ? 夹紧/放松电磁阀线圈(放松)

Y006 ? 原点指示

3) 定时器部分

这个控制系统夹紧工件时需要定时器来控制夹紧程度。根据现场设备的控制要求和工艺要求,设定夹紧/放下电磁阀线圈(夹紧)通电 5s 后即夹紧动作完成。

由此,选择定时器 T0,其参数设置为 K50。

4) 内部继电器部分

在机械手移动工件控制系统中,需要根据所选择的不同操作方式来实现程序的不同流程。另外,在自动操作过程中,由于按下“停止按钮”的时间是任意的,但是又不需要系统立即停止,而是完成一个周期的运动后自动的停止在原地,即完成一个周期的运动后,之前的按下“停止按钮”的动作才开始起作用,因此,也需要一个内部继电器把之前按下“停止按钮”的动作(电信号)存储起来。因此需要选择的内部继电器如下:

M0 ? 连续、单步、单周期的选择

M1 ? 存储“停止”操作信号

5) 状态器部分

在控制系统中,由于自动操作是一个顺控操作,整个流程是步进的,所以在自动控制操作程序中,依据机械手的动作过程,需要用到的状态器如下:

S0 ? 初始状态

S20 ? 下降工步工作状态

S21 ? 夹紧工步工作状态

S22 ? 上升工步工作状态

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

S23 ? 正转工步工作状态

S24 ? 下降工步工作状态

S25 ? 放松工步工作状态

S26 ? 上升工步工作状态

S27 ? 反转工步工作状态

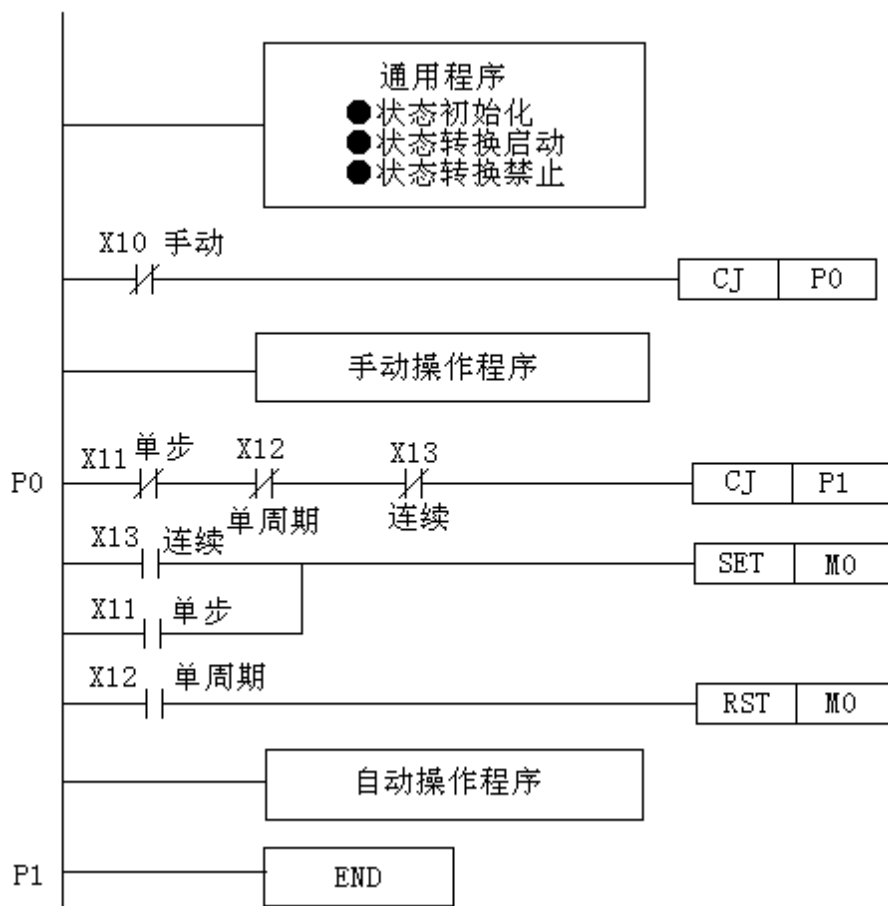
6) 指针 P 部分

在控制系统中，由于操作系统总体上分为手动操作和自动操作两部分，而且两部分是不允许同时出现在运行的程序中，所以需要跳转指令跳过手动操作程序或者自动操作程序，使得在每次程序的运行过程中，只有手动操作程序和自动操作程序中的一个运行。选择的指针为 P0 ， P1 。

8.2 源程序

8.2.1 总体安排

本控制电路有四种控制方式，但其中的三种为自动方式，都与步进控制有关，可以一起设计。这样仅考虑两种情况就可以了，这两种情况可用跳转指令予以区分，其总程序结构框图如图 8-1 所示，由于手动程序和自动程序采用了跳转指令，故这两个程序可以采用同样的输出端子^[12]。



在该结构图中，当操作方式选择开关置于“手动”时，输入点 X010 接通，其输入继电器常闭触点断开，执行手动操作程序。当操作选择开关置于“单步”或“单周期”或“连续”时，其对应的输入点 X011、X012、X013 接通，CJ 前的梯级为假，程序不跳转而执行自动操作程序。

8.2.2 手动操作程序

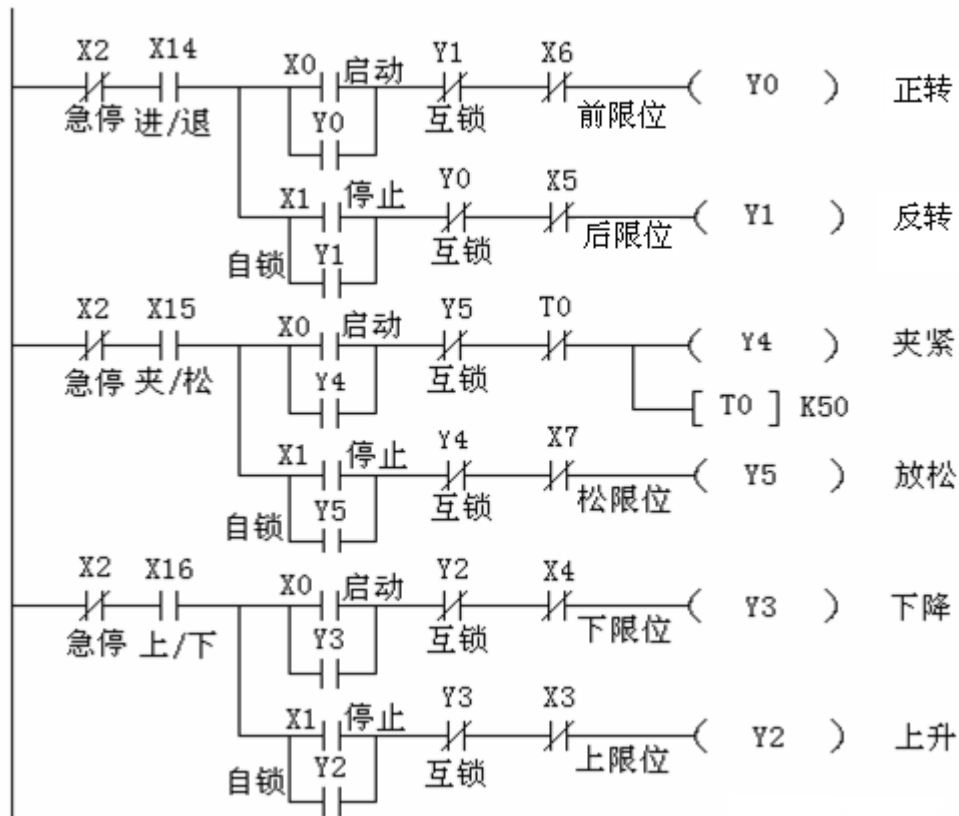
在手动操作方式下，各种动作都是用按钮操作来实现的，其控制程序可以独立于自动操作程序而另行设计。手动操作控制很简单，可以很方便地按一般继电器控制线路来设计，其梯形图如图 8-2 所示。

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



当运动选择开关置于“进/退”时，如机械手置于上限位置，则按启动按钮机械手前进；按下停止按钮机械手左移。当运动选择开关置于“夹/松”时，按启动按钮时夹紧；按停止按钮时放松。当运动选择开关置于“上/下”时，按启动按钮时下降；按停止按钮时上升。

在手动操作过程中，有两点是需要特别注意的：

1) 在单步、单周期、连续操作过程中，如果在夹紧过程中，按下“急停”，则机械手停止动作。再次启动机械手运行时，需要先进行手动操作将机械手返回原点。手动操作时，选择“夹/松”运行方式，只允许按“停止按钮”，使机械手执行放松动作。若此时需要机械手进行手动操作使机械手执行夹紧动作，也只能是先按“停止按钮”，然后按“启动按钮”进行操作，使机械手完全松开后，再执行夹紧动作。这样操作的目的是防止机械手由于前后两

次的“夹紧”的动作运行超过 5s(由定时器控制),从而使机械手手部由于长时间的夹紧发生形变。

2)手动操作也有“急停”形式,操作过程中只需按下相应的按钮,直到到达相应的位置,限位开关动作,运动停止。若在运行过程中需要机械手停止动作,则只需要按下“急停按钮”即可。

8.2.3 自动操作程序

1) 连续操作

当机械手在零点时,按下启动按钮,接通状态 S20,其接点接通 Y3,执行下降动作。当碰到下限位开关时 X4 接通,又接通下一个状态 S21,接着执行下一步动作。当机械手夹紧工件时,计时器计时结束,计时器的常开触点闭合,接通状态 S22,执行上升动作。当碰到上限开关时,X3 接通,输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S23,机械手前进。当前进到最右边时,当碰到右限开关时,X6 接通,输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S24,机械手开始下降。当碰到下限开关时,X4 接通,输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S25,机械手松开。当机械手完全松开时,碰到松限开关时,X7 接通,其输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S26,机械手上升。再碰到上限开关时,X3 接通,其输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S27,机械手后退。碰到左限开关时,X5 接通,其输入继电器的常开触点闭合,接通下一个状态 S20,机械手重复上个周期的操作。

其自动操作中连续运动的状态转换图如图 8-3 所示。

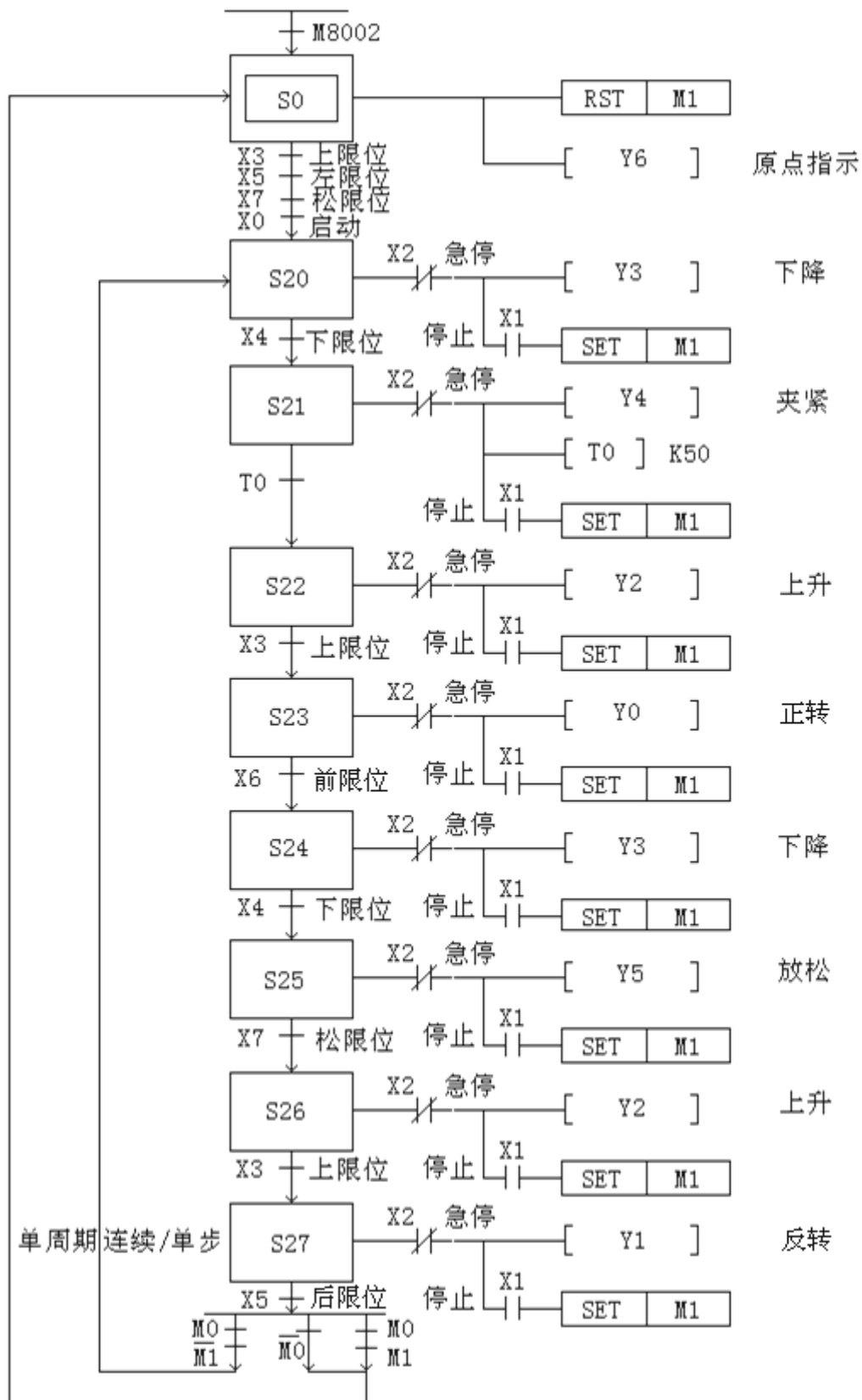
机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



下面从可编程序控制器的工作原理来分析所设计的工作流程状态转换图。

可编程序控制器采用周期性方式工作，每个循环周期含有若干阶段：

a 诊断阶段：可编程序控制器自检，当状态正常时，进入下一步工作，否则待机。

b 联机通信阶段：可编程序控制器与上位计算机及其它可编程序控制器相联时，进行联机通信，传送本机状态信息和接收上位计算机指令。

c 输入采样阶段：对现场信号输入端口状态（ON 或 OFF，即“0”和“1”）进行扫描，并将信号状态存放输入状态寄存器，也称输入刷新，可编程序控制器工作在其它阶段时，即使信号状态发生变化，输入状态寄存器内的内容也不会发生变化，状态变化只能在下一个工作周期的输入采样阶段才能被读入。

d 程序执行阶段：可编程序控制器从程序第一条指令开始按顺序执行，所需要的数据如输入状态和其他元素状态分别由输入状态寄存器和其他状态寄存器中读出，程序执行的结果分别写入相应的元素状态寄存器（包括输入状态寄存器），输出状态寄存器中的内容会随着程序执行的进程而变化。

e 输出刷新阶段：程序执行结束后，输出状态寄存器中的内容送输出锁存器，产生设备驱动信号，驱动负载设备，完成实际的输出。

可编程序控制器依次执行每个工作阶段工作，如此往复循环，完成一个周期工作的时间即是一个工作周期（或扫描周期），工作周期的长度与用户程序的长度对应^[4]。

可编程序控制器程序开始“RUN”后，M8002 发出一个扫描周期的脉冲，在可编程序控制器“STOP”之前，即可编程序控制器一直处于“RUN”状态，M8002 就不会再发生脉冲。

注意：有时候机械手没有动作，并不能说明可编程序控制器没有运行。有可能是程序依然在运行，只是此时的程序不满足机械手动作的条件，所以这种条件下，M8002 不会发生脉冲。所以只在可编程序控制器开始运行、按下“停止”按钮和单周期操作方式时，RST M1 指令才被执行，其余的任何时候的任何一个扫描周期均不执行。

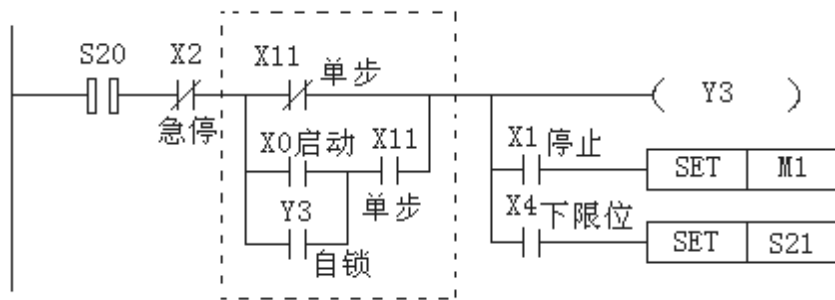
值得说明的是连续操作的条件，只有当旋转按钮选择“连续”操作方式的时候，并且在运行的过程中没有按下“停止”按钮，该机械手移动系统才能连续不断的运行下去。但是如果选择“连续”操作方式，在运行的过程中按下了“停止”按钮，机械手完成一个周期后自动停止在原点，而不继续运行。同样，无论是在什么操作方式下，如果按下“急停”按钮，机械手立即停止动作。再次运行时，需要手动操作先将机械手移动原点，然后再执行其他操作。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

在机械手的自动操作方式中，用内部继电器 M0 将自动方式分为了连续/单步操作和单周期操作。内部继电器 M0 通电，机械手运动程序转向连续/单步操作。内部继电器 M0 不通电，机械手运动程序转向单周期操作。

2) 单步操作

当连续操作程序要实现单步操作的功能时，可以在连续操作的程序基础上作一些简单的修改，即在连续操作的程序中加入图 8-4 中的虚线部分的单步操作单元即可。



当没有选择“单步”操作时，对应的输入继电器不通电，其常闭触点闭合，常开触点断开，该单步操作单元可以看作一条导线，没有实际意义。如果选择“单步”操作方式，对应的输入继电器通电，其常闭触点断开，常开触点闭合，按下“启动”按钮，常开触点支路通电，其连接的相应继电器带电，带电继电器的自锁触点闭合，从而使该带电继电器持续带电，使得机械手能够完成完整的一步动作。

3) 单周期操作

单周期操作是机械手自动完成一个周期的动作后自动的停止在起点。当操作方式旋转开关选择“单周期”时，按下“启动”按钮，机械手就能实现这样的操作。同时，如果选择“连续”操作方式，按下“启动”按钮，机械手开始连续工作方式运动，如果在此之后的任意时刻按下“停止”按钮，此后机械手的动作过程也同于“单周期”，即运动到原点自动停止。

当内部继电器 M0 不通电，机械手运动程序转向单周期操作。

8.2.4 操作系统总程序

由前面的章节，依据操作系统总程序结构框图，将手动操作、单步、单周期、连续操作的程序全部编辑到总程序中，即可得到操作系统的总程序。机械手移动工件控制系统的总程序梯形图如图 8-5 所示。

到此为止，基于 PLC 的机械手移动工件控制系统硬件和软件部分均已全部设计完毕。

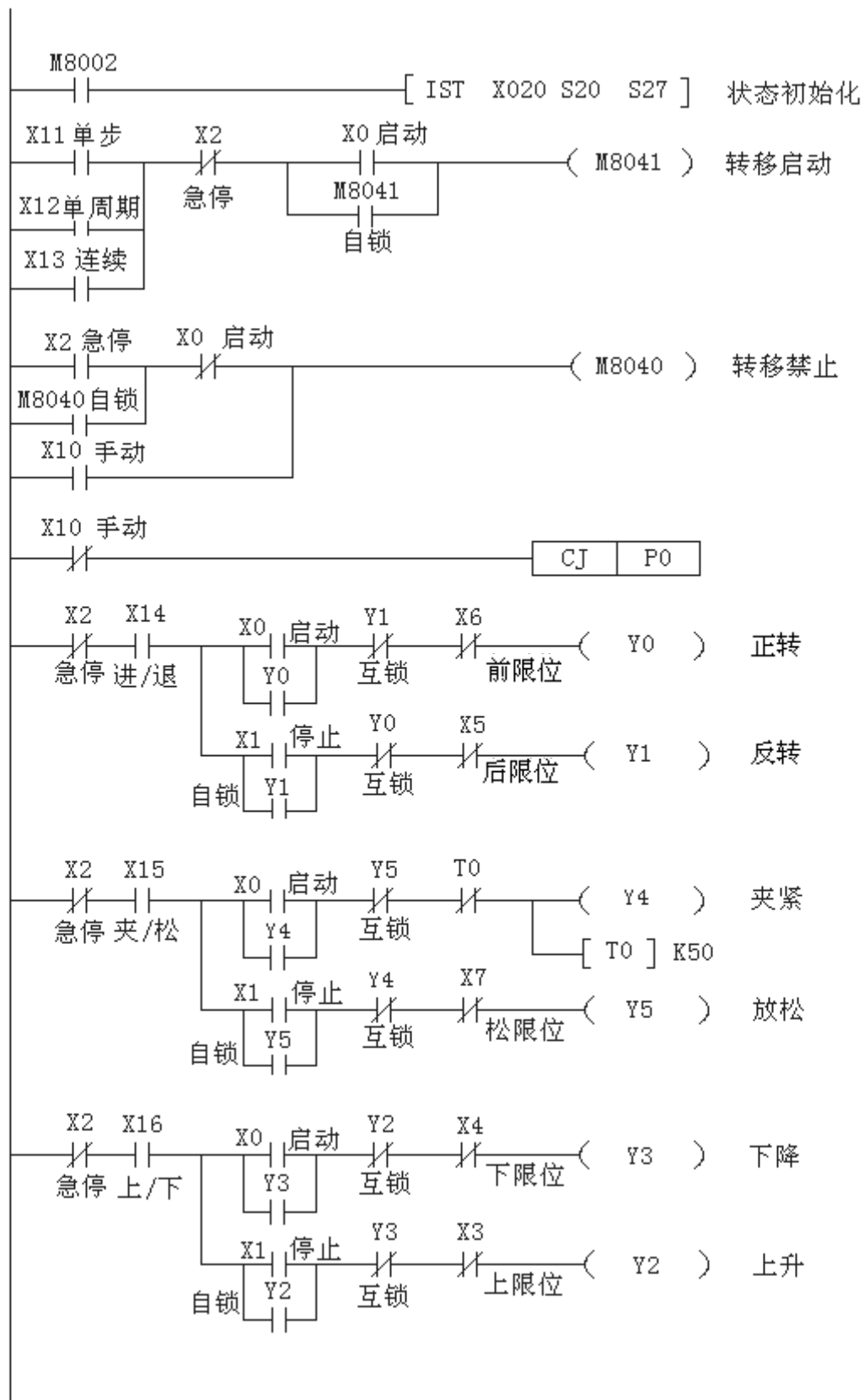
机械设计服务

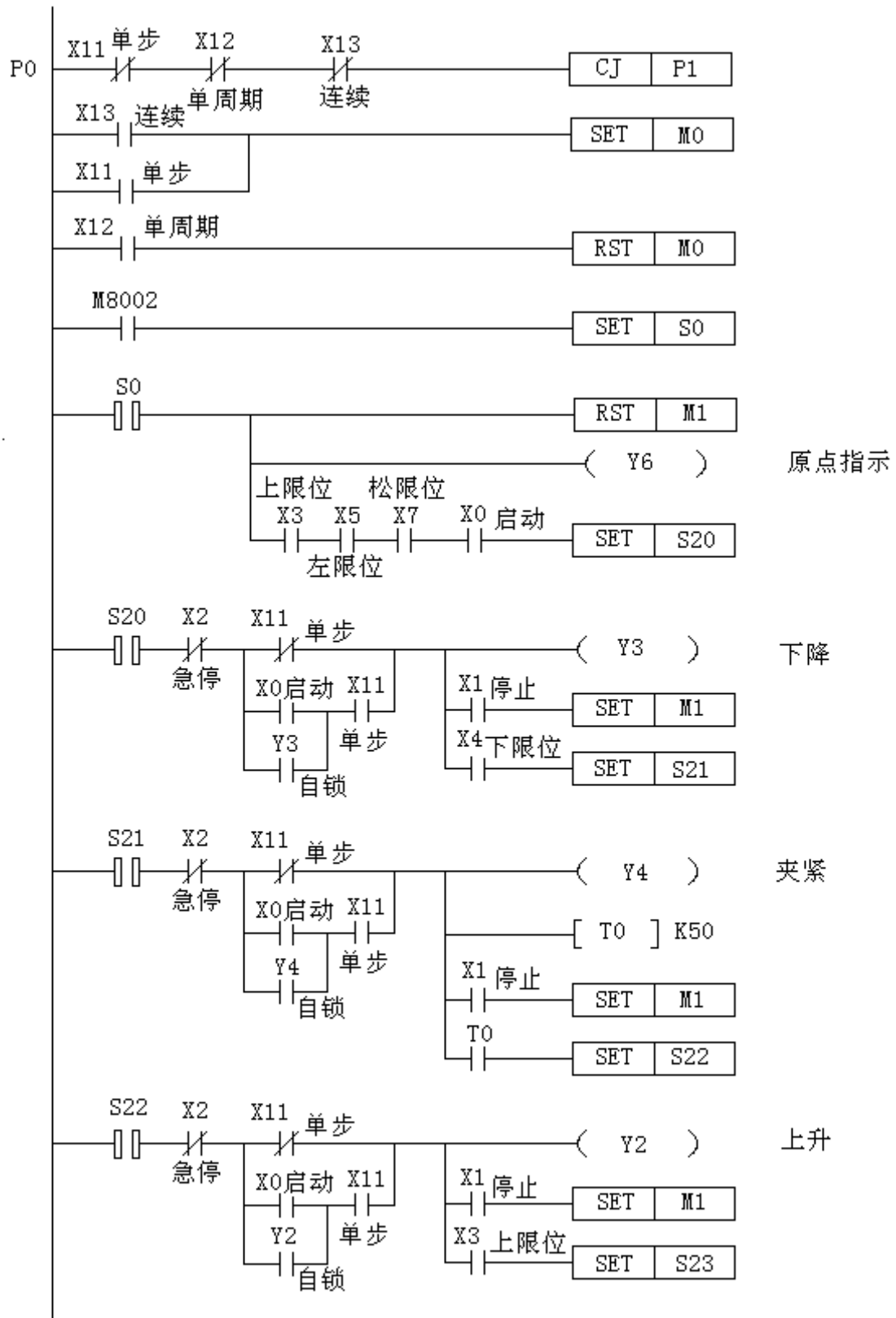
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



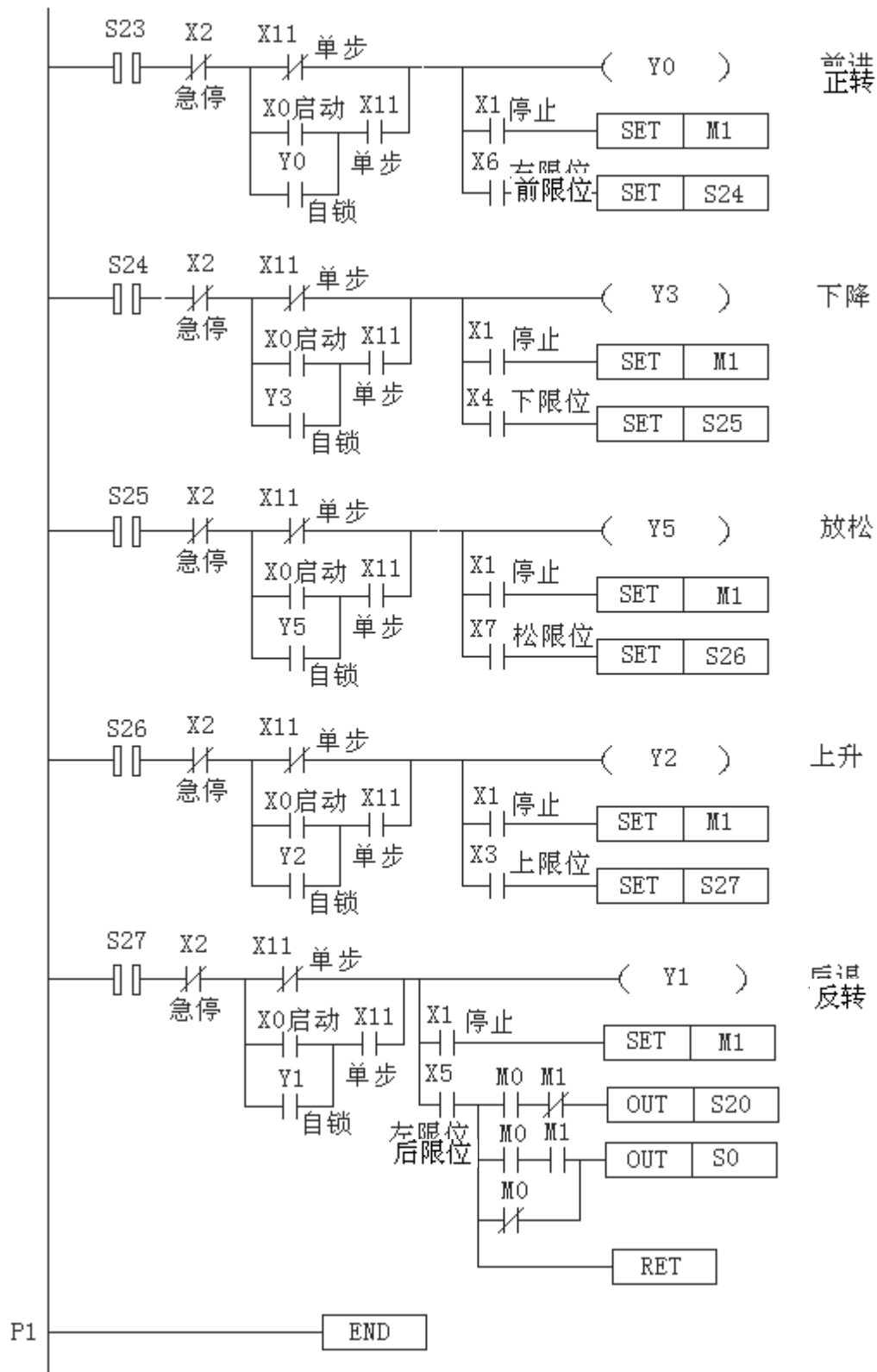


机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



9 结论

在机械手移动物体控制系统中，用 PLC 控制机械手的正转/反转、上升/下降、夹紧/松开。这种控制的好处在于只要系统有输入（按下相应操作的按钮），相应的电磁阀线圈就会马上得电，系统就会马上动作，响应时间迅速。而且通过限位开关来控制最大行程，控制精度也得到了提高。在控制系统中采用了可编程序控制器来控制驱动装置，可编程序控制器不仅仅内置了许多继电器，而且还设置了多个定时器，计数器，这样使系统的接线达到了最简，减少了误差产生的机会。

应用可编程序控制器的最大的一个好处在于它是通过编辑程序来完成控制要求的，根据不同的控制要求，编辑不同的控制程序。在系统接线不变更的情况下，只需要适当改变控制程序，就能满足新的要求。而且系统的动作严格按照程序执行，减少了误动作。在人力、物力、财力上都得到了节余。

因此，在机械手移动工件控制系统的设计中，采用技术先进，可靠性非常高的可编程序控制器，这使得机械设备更灵活有效，动作准确，易于维护，劳动生产率大大提高，各种操作方式的自由切换，满足了各种生产需求。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

致谢

本文是在 AAA 老师、BBB 老师精心指导和大力支持下完成的。AAA 老师和 BBB 老师以其严谨求实的治学态度、高度的敬业精神、兢兢业业、孜孜以求的工作作风和大胆创新的进取精神对我产生重要影响。他们渊博的知识、开阔的视野和敏锐的思维给了我深深的启迪。同时，在此次毕业设计过程中，我也学到了许多关于 PLC 的知识和其他相关方面的知识。另外，在设计的过程当中，PLC 实验室的老师们也时常帮助我，给我提出了许多宝贵的意见，在此我也衷心的感谢他们。

最后，再次对关心、帮助我的老师们表示衷心的感谢！

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

参考文献

- [1] 陆祥生,杨秀莲.机械手理论及应用[M].北京：中国铁道出版社，1993.
- [2] 工业机械手设计基础编写组.工业机械手设计基础[M].天津：天津科学技术出版社，1997.
- [3] 吕景泉等.可编程控制器技术教程[M].北京：高等教育出版社，2001.
- [4] 周军.电气控制及 PLC[M].北京：机械工业出版社，2001.
- [5] 钟肇新.可编程控制器原理及应用[M].广州：华南理工大学出版社，2003.
- [6] 陈立定.电气控制与可编程序控制器的原理及应用[M].北京：机械工业出版社，2004.
- [7] Mitsubishi Electric .CC—Link Manual,2001.
- [8] 袁任光.可编程序控制器选用手册[M].北京：机械工业出版社，2002.
- [9] Mitsubishi Electric.FX2N—10GM/20GM Hardware/Programming Manual，1999(12).
- [10] 王卫兵.PLC 系统通信、扩展与网络互连技术[M].北京：机械工业出版社，2004.
- [11] 求是科技.PLC 应用开发技术与工程实践[M].北京：人民邮电出版社，2005.
- [12] 三菱电机.FX2N 系列可编程控制器编程手册，2006(6).