

南京信息职业技术学院

毕业设计论文

作者 张洁 学号 21613D06

系部 机电

专业 机电一体化

题目 四自由度机械手的 PLC 控制

指导教师 甘艳平

评阅教师 王春峰

完成时间： 2019 年 4 月 26 日

毕业设计(论文)中文摘要

四自由度机械手的 PLC 控制

摘要: 机械手是在社会科技快速发展的情况下因运而生的，社会的不断进步，机械手也将不断改良推进，它的诞生对于人们来说是有重大意义的。特别是机械手在工业、制造业领域的应用使得人们从繁重、单调的、无意义的脏、乱、差的工作环境中彻底解放出来，大大推进了人类社会的前进步伐。所以本论文主打是要设计出一款低成本还能在一般的工作中使用的四个自由度机械手，对比整体式和模块式，我们这款将采用的是模块式，将其执行机构、驱动、传动和控制系统都分别进行设计。另外它的控制是由可编程逻辑控制器所实现的，具有极高的可靠性和灵敏度。自由度机械手的应用是比较广泛，对于一些流水线操作和小型工厂都是比较好的选择，因此，我们该课题的设计，是非常具有实践价值的。

关键词: 机械手；四自由度；气动驱动；可编程控制

毕业设计(论文)外文摘要

Title : Design of for degree of freedom manipulator

Abstract: Manipulator is in the rapid development of social science and technology came into being, the continuous progress of the society, the manipulator will continue to improve and promote, its birth for people is of great significance. especially in robot applications in industry, the manufacturing sector so that humanity form the heavy, monotonous, meaningless dirty, chaotic, poor working environment completely liberated, and has great significance for the development of the human society. Therefore, the main purpose of this paper is to design a low-cost manipulator with four degrees of freedom that can be used in general work. Compared with the integral manipulator and the modular manipulator, we will adopt the modular manipulator, and design its actuator, drive, transmission and control system respectively. In addition, its control is realized by programmable logic controller, which has high reliability and sensitivity. Dof manipulator is widely used, which is a good choice for some assembly line operations and small factories. Therefore, the design of this subject is of great practical value.

Keyword : Manipulator, four degrees of freedom; pneumatic actuators; programmable control

目录

1 引言	1
1.1 机械手研究的背景及其意义	1
1.2 机械手的研究现状和发展前景	2
1.3 机械手的种类及其应用	2
1.4 机械手研究的主要内容	3
2 机械手简介	4
2.1 机械手的功能以及技术要求	4
2.2 机械手的整体结构	4
2.3 机械手的主要部件及其自由度	4
2.4 机械手的传动机构以及执行机构	5
2.5 机械手运作过程中各参数的确定	6
3 机械手设计的任务与要求	7
3.1 动作实现的设计要求	7
3.2 模型图	8
4 机械手的驱动控制系统设计	8
4.1 机械手的气路系统设计	8
4.2 机械手的电路系统设计	9
5 调试	18
6 结果	22
总结	23
致谢	24
参考文献	25

1 引言

1.1 机械手研究的背景及其意义

随着现代工业技术的发展，工业自动化技术越来越高，对于工人的操作技能也提出了更高的要求，同时其生命安全也受到了威胁。工人工作环境和工作内容也要求理想化简单化，对于一些往复的工作由机械手远程控制或自动化则显得尤为重要。尤其是对于一些人所不能接触到的物质的工作，如化工，医药，航空航天等等。

由于机械手是通过编写程序导入来实现对其动作的一个轨迹和形态的控制，所以机械手可以用来代替人们去做一些比较单一化且繁琐的工作，除此之外在一些危险的地方或者一些精度要求较高人力无法达到的情况下，机械手的存在就很有必要了。并且，机械手相对于人力来说，有一个明显优势就是只要编写相关程序并运作，它可以持续地进行工作，相对于人力来说，它用时要短并且产量也较多，因此目前制造业、工业都多应用机械手来操作。这是人类历史上的又一次重大改革，它也相对的改变人类的生活方式，特别是近几年，整个社会的整体产量明显增加，效率也大大地提高了，我们的社会正在往更好的方面发展。

机械手虽然发展的如此迅速，但这种技术大多运用在高端的领域，价钱也不便宜，不能满足低成本，低层次应用领域的需求。所以针对这一问题，本课题将设计一款适用于低层次应用领域且成本较低的机械手，将机械手的市场打开。这对于工业，制造业以及人类发展都是有重大意义的。在机械手技术领域，机械手在模型设计上，四自由度机械手是在机械手中的典型，在技术上，四自由度机械手较为简单，方便人们设计和实现功能。在应用的层面上来讲，四自由度机械手对于一般的重复性的工作是完全可以做到的，在成本方面，四自由度机械手也便于实现低成本，其性价比比较高，所以本论文旨在设计出一个比较实用，成本较低，具有一定实际应用价值的机械手。

机械手发展前景及应用的广泛，带来极大效益；机械手的开发与运行都对我国工业的机械化和自动化水平的提高等有极大影响。因此，我们必须加大投入，积极有效地开发研制机械手，从而使得我们的祖国自动化更进一步得到发展。在不久的将来，我们可能更多地会倾向于智能化领域，所以现如今机械手的发展则显得尤为重要，这不仅是一个良好的开端，更是未来成功的基石。

1.2 机械手的研究现状和发展前景

机械手自二十世纪六十年代初问世以来，经过 40 多年的发展，现在已经成为制造业生产自动化中重要的机电设备。目前机械手技术有了新的发展：出现了机械手化机器、微型机械手、仿人型机械手、微操作系统和智能机械手(不仅可以按照正常的工作状态进行工作,还可进行事先设定的动作,比如说一些有效的动态学习,避开障碍物的一些智能移动以及作业时整个顺序的规划)。机械手在机械领域应用较为普遍，主要体现在一些制造业的生产以及精度要求较高且人为难以达到的场所，现如今，机械手的应用领域正在向服务业和非制造业等方向发展，并且军用机械手也越来越多被应用在装备部队上。

随着现在网络时代发展越来越好，机械手联网操作也将是将来研究发展的方向。严格来说，机械手属于工业机器人的一种，它充分结合了人和机器的优点，在结构上，它模仿的是人的手臂，但同时它又属于机器人的一种，都是通过编程导入来完成预期所需实现的动作。机械手在进行作业时的准确性和在各种环境中仍能完成作业的能力，是非常有发展空间的。

1.3 机械手的种类及其应用

由于机械手在不同的应用场所的需求是不同的，所以对于其结构、性能、外观以及实现动作的先后顺序都是不同的，因此，可以根据系统的组成分为：（1）动力驱动系统；（2）传动系统；（3）控制系统三类。驱动源的不同又可将机械手分为：（1）气动驱动型；（2）液压驱动型；所处环境不同，机械手的种类也不一样，因此又可分为：通用型和专用型；机械手运动时运动轨迹也有点位控制性和连续型控制型。现如今机械手的种类越来越多，所应用的场合也比较多，尤其是制造业、工业这些行业，机械手就尤为普遍。

1.4 机械手研究的主要内容

采用 PLC

可编程控制器来实现机械手的主轴垂直升降，主轴的旋转运动，抓料手的水平往复和抓料放料四个独立运动。主要研究四自由度的结构设计，关于各个机构的相关计算效核，论证可行性及制定解决方案，制定总的设计方案；在此基础上设计相关 PLC 的控制，编写控制梯形图，机械手总控制指令表等，达到机械手抓取物料的一系列动作。并且该课题还将采用机械设计领域比较前瞻的模块化设计方法，通过单独编程主程序和一些分程序来降低机械手控制系统的相关设计的难度。本文主要针对机械手的驱动问题、传动系统和执行机构等等进行分部设计，使得整个设计过程简单并且按照相应的顺序进行。

机械手的整体设计内容如下：

- (1) 气动回路的设计；
- (2) 电气回路的设计；

2 机械手简介

2.1 机械手的功能以及技术要求

机械手属于工业机器人的一种，也是出现最早的机器人。它能模仿人手和臂的某些动作功能，虽然不能做到像人的手指那样的灵敏，但用来按照设定的程序进行抓取、搬运物件和操作工具的自动操作还是没有问题的。并且，在我们的日常生活中它可以代替人们的一些繁重单调的工作，实现了生产的自动化和机械化，能够代替人类在有害环境当中仍能够进行有效的工作。该课题研究的是四自由度的机械手控制，主要作业在一般的流水线上和重量较轻的搬运等工作中，因其可实现拟人化工作，所以在现实生活中有一定的实际意义和较大的价值。

因为其应用场所较多，所以对其动作的路径和顺序、时间的精度和偏差都有较高的要求，在作业过程中能够做到平稳、迅速且准确的搬运物体，保证整条流水线有序进行动作，完成预先设定的各种工作要求。

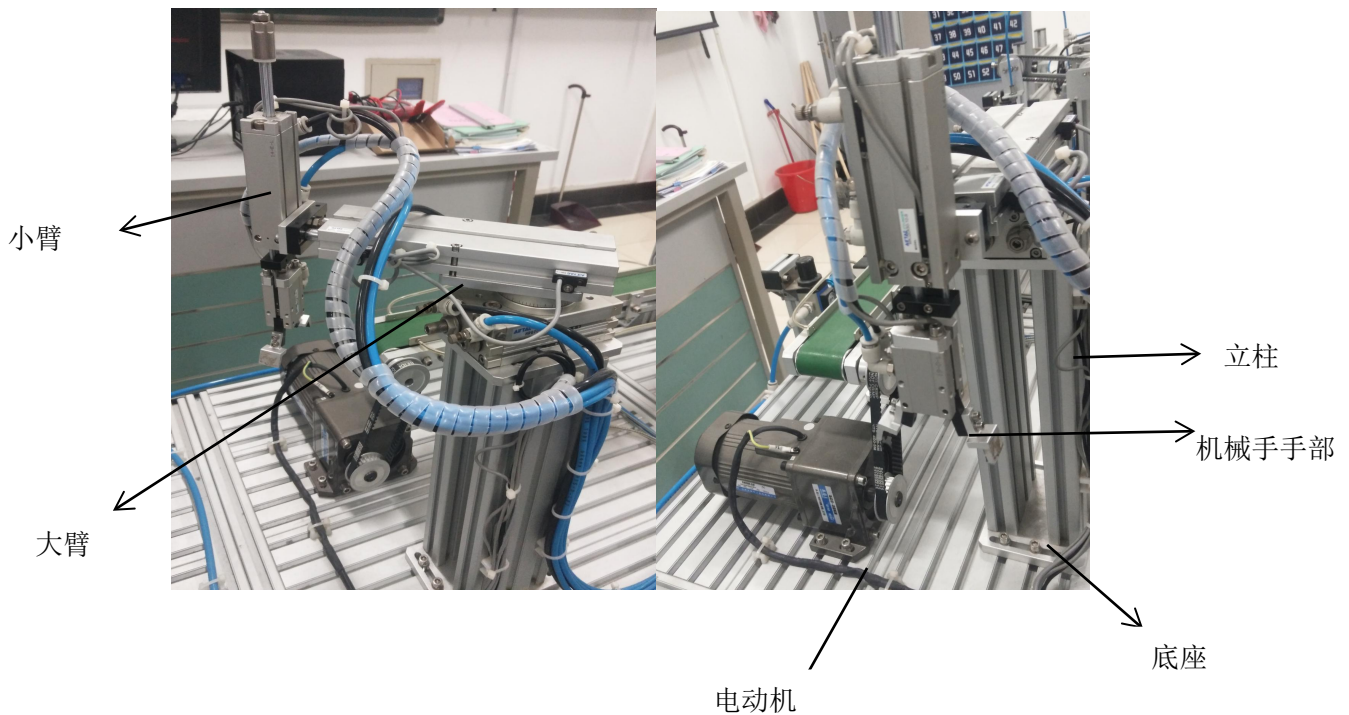
2.2 机械手的整体结构

在对机械手进行结构设计时，不仅是对其理论上的一个参数计算，更多的是要结合实际应用所要求进行匹配，因此在设计过程中需要遵守几个原则：（1）要给机械手留足够的活动空间，并且能够在应对不同的工作要求时有对应的动作形式；（2）机械手不应该只追求其性能方面，还应该考虑到经济性，最好就是做到以较低的经济成本、简单的结构和较轻的自身重量满足所需的工作性能的要求，比如说它的工作行程的一个具体范围、能承载的最大重量和运动的一个平稳性以及准确性等等；（3）对于具体的环境和动作，设计满足工作要求的运动形式结构以及它所运行的一个方式。（4）明确它的一个运动轨迹，确保最后能够实现它的一个循环工作过程。整体的一个设计是由若干个个体所组成，因此每一个部位的设计好坏都决定了你最后的成品是否合格。

2.3 机械手的主要部件及其自由度

2.3.1 机械手的主要部件组成

前面说到机械手是模仿人的一些功能，因此它的一些结构跟人的手臂是相似的，从整体结构来讲大概分为机械手部、机械臂和底座三个部分，不过由于它不是真的手臂，需要有动力驱动的部分，因此细致分来有：电动机、气压泵、气压缸、底座、大臂、小臂、机械手手部和立柱等。



2.3.2 机械手的自由度

自由度分为旋转的自由度和移动的自由度，立体中有 6 个自由度，可以完成较多的动作要求。本课题的要求是四自由度的机械手控制，其应该具备上升、下降、水平移动、回转和机械手夹持的运动形式。其中四个自由度的分布如下：

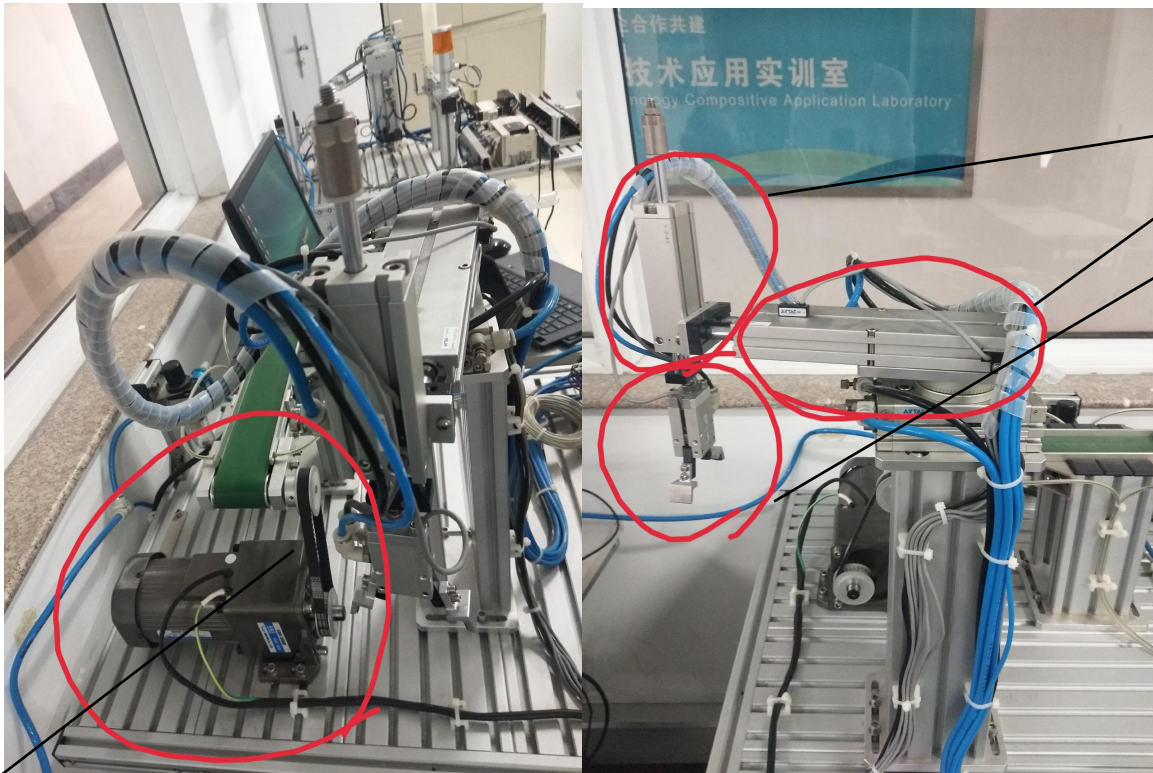
- (1) 控制方向、水平回转和移动 2 个自由度；
- (2) 小臂的升降和手部的夹持 2 个自由度；

2.4 机械手的传动机构以及执行机构

机械手在作业时，与完成具体工作直接相关的机构被称为执行机构，机械手的设计需得围绕着执行机构开展，它好比一个地基，它设计是否合理直接决定了你的机械手工作性能的一个好坏，并且对于它所需的成本也有一定的影响，因此对于质量需得注意。我们根据要求设计执行机构，然后才能接着设计驱动和控制系统，最后才有整个作品的完美呈现。

机械手的执行结构分为手部、手臂和躯干三部分，手臂的内孔中装有传动轴，可以将运动传到类似于手腕处，然后进行手指的一个弯曲和伸张。手部是模范人的手臂，所以有多种形态，而我们这次设计的属于简单的二指操作。手臂方面我们也是采用无关节的形态，躯干说白了就是支撑手臂和手部的一个支架，因此不多做要求。

本课题机械手气动执行元件是运用的气动手指，转动采用的是回转气缸，主轴的一个升降过程则是采用的多位置固定气缸，手臂的一个伸缩过程则是采用的双轴气缸，而抓取物品的机械手指则是采用单活塞结构，它的夹持力较大，夹持角度和精度都是较为合理的。



既是执行机构也
是传动机构

执行机构

2.5 机械手运作过程中各参数的确定

机械手的设计包括结构的设计以及功能和驱动的设计，但这些都得基于参数确定的基础上进行，因此大致参数如下表：

表 2-1 参数表

伸缩	伸缩速度	80mm/ s	升降	升降速度	35mm/ s
	伸缩行程	300mm		升降行程	320mm
回转	回转速度	10r min	手指夹 放	夹放速度	30r/min
	回转范围	0 到 240		转动范围	&60`90mm
机械手的最大工作半径				1700mm	
机械手臂的最大中心高度				1000mm	

机械手的抓取重量

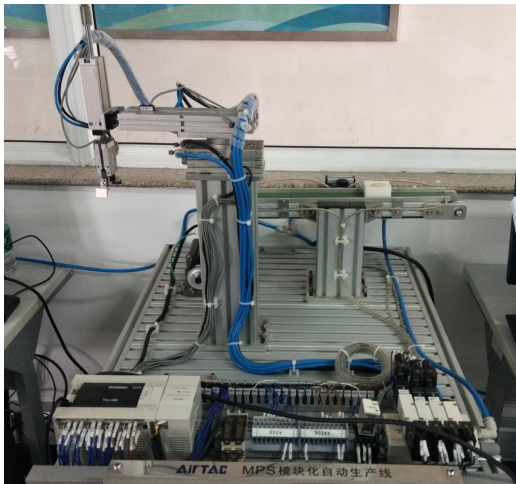
2kg

3 机械手设计的任务与要求

3.1 动作实现的设计要求

本设计以分院西门子实验室的 MPS 系统搬运工作站中的机械手为模型，如下图所示，设计四自由度机械手，使其实现以下四个独立运动：

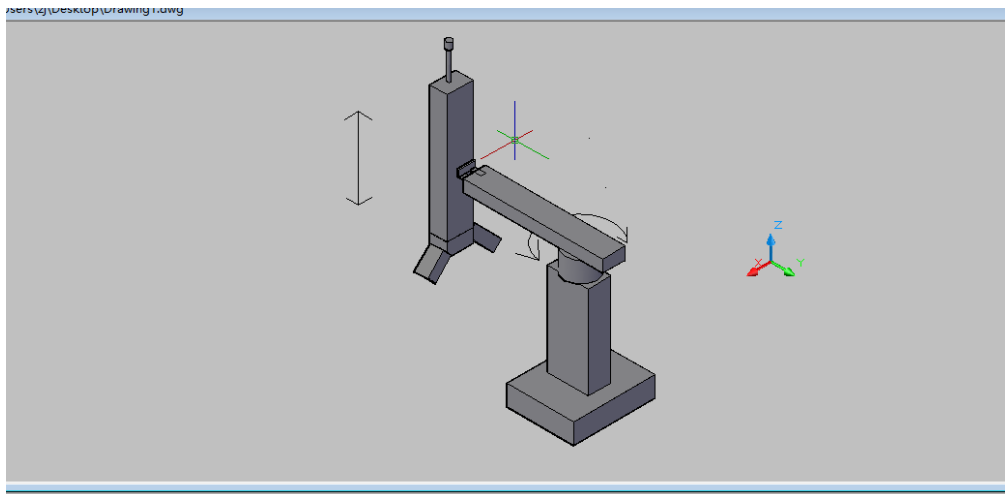
- (1) 主轴垂直升降运动（即手臂的抬高和放下运动）；
- (2) 主轴的旋转运动（即手臂左右摆动运动）；
- (3) 抓料手的水平往复运动（手臂伸缩运动）；
- (4) 抓料手的抓料和放料运动（手掌抓料和放料运动）



完成本课题的设计需完成以下任务：

1. 绘制四自由度机械手的模型图；
2. 绘制系统的电气控制原理图；
3. 正确进行 I/O 地址的分配，编制 PLC 的程序，并进行调试，实现机械手运动的正确控制。

3.2 模型图



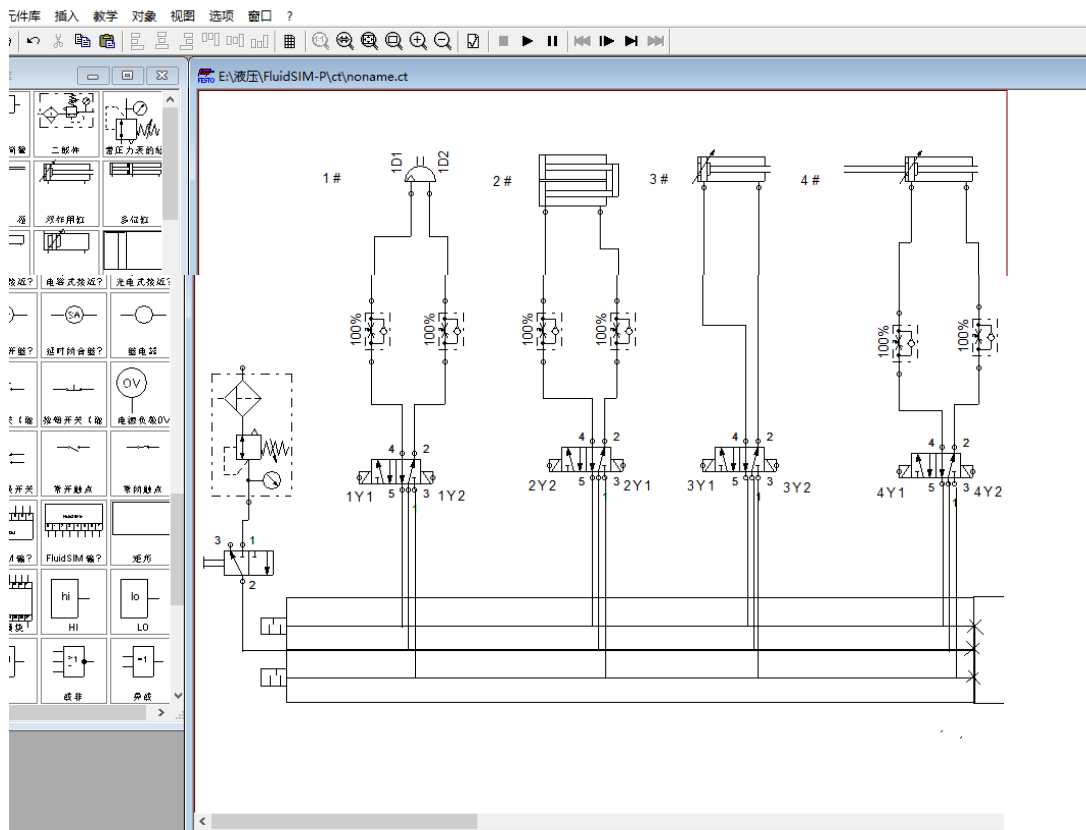
4 机械手的驱动控制系统设计

4.1 机械手的气路系统设计

该课题所要设计的驱动系统基本上用于机械手动作的各个部位，大臂的摆动到小臂的伸缩进退再到上升下降，以及手部的夹紧和松开都用到了气动驱动，所以本课题的核心在于驱动方案的设计来带动机械手动作。

气动系统的组成主要有：气压泵、调压器、电磁换向阀、气压回路、双联气缸、旋转气缸还有气爪等等。具体的工作原理就是：2位五通的先导型电磁换向阀接收到信号，控制相应的气缸进行前进后退运动，同时串联在电路中的单向节流阀可以控制开口的大小，从而实现对于速度的控制，如此往复实现气压元件的一个有序的动作。

如下图所示：1#是机械手的一个回转气缸，2#则是伸出的气缸，3#是气爪部分，4#则属于下降气缸。想要实现它的一个往返运动，可以通过安装时在电路中的二位五通电磁换向阀控制。



4.2 机械手的电路系统设计

控制系统：顾名思义就是指通过程序的运行来实现 PLC 的一个控制性能。因此具体的设计步骤大概如下：

- (1) 根据运行规律和工作要求对 PLC 的控制系统的动作形式和顺序进行设计；
- (2) 确定 PLC 的输入输出设备；
- (3) 画出相对应的梯形图；
- (4) 根据梯形图对 PLC 进行编程。
- (5) 运行并调试程序。

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/205120200301011223>