

本科生毕业论文（设计）

题 目：基于 PLC 的机械手模型控制系统的设计

基于 PLC 的机械手模型控制系统的设计

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。

在本设计中介绍了国内外机械手研究现状及 PLC 的研究发展趋势，描述了机械手控制系统的工作原理和动作实现过程。研究了基于 PLC 的机械手模型控制系统的设计，还研究了 MCGS 在机械手控制系统中的应用。利用组态软件 MCGS 设计了机械手模型控制系统监控界面，提供了较为直观、清晰、准确的机械手运行状态，进而为维修和故障诊断提供了多方面的可能性，充分提高了系统的工作效率。

关键词：机械手；PLC；MCGS

Design of Manipulator Model Control System based on PLC

Abstract

In industrial production and other domains, because of the demands of the work, people were usually subjected to endangerment of heat, decay and poisonous air etc. factors; these factors increased the strength of worker's labor, even endanger life. Since the manipulator was born, the various difficult problems solved.

In this design the present condition of research about domestic and international manipulator and development trend of research concerning PLC were introduced. The principle of work and the process of actions' realization of manipulator control system were described. The design of manipulator model system based on PLC was researched and MCGS application in the manipulator model control system was researched. The interface of supervision for the manipulator model control system was designed by MCGS intuitive, clear and accurate manipulator operating state was provided. And then various possibilities for maintain and breakdown's diagnosis were provided, the efficiency of system was fully elevated.

Key words: manipulator; PLC; MCGS

目 录

摘 要 I

Abstract II

第一章 绪 论 3

 1.1 课题研究目的及意义 1

 1.2 国内外机械手研究概况 1

 1.3 课题研究的内容 2

第二章 机械手控制方式的选择和可编程序控制器简介 3

 2.1 机械手控制方式的选择 3

 2.1.1 控制方式的分类 3

 2.1.2 PLC与工业控制计算机（IPC）和集散控制系统（DCS）的比较 3

 2.1.3 机械手控制方式的选定 3

 2.2 可编程序控制器简介 5

 2.2.1 PLC的结构 5

 2.2.2 PLC的特点 5

 2.2.3 PLC的主要功能 5

 2.2.4 PLC的经济分析 5

 2.2.5 PLC发展状况及趋势 5

第三章 机械手模型控制系统的设计 11

 3.1 机械手控制系统构件概述 11

 3.1.1 步进电机 11

 3.1.2 步进电机驱动器 11

 3.1.3 传感器 11

 3.1.4 直流电机驱动单元 11

 3.2 机械手的动作实现过程 11

 3.3 PLC程序设计 11

 3.3.1 I/O数的确定及 PLC 类型的选择 11

 3.3.2 PLC的 I/O分配 11

 3.3.3 编程指令的选择 11

 3.3.4 PLC程序的设计 11

 3.4 PLC程序的调试 11

- 3.4.1 PLC控制的安装与布线.....
- 3.4.2机械手控制系统的外部接线图
- 3.4.3机械手控制程序的调试.....
- 第四章 MCGS 在机械手控制系统中的应用
- 4.1 MCGS 的概述
- 4.1.1 MCGS 的简介.....
- 4.1.2 MCGS 的构成.....
- 4.1.3 MCGS 的主要特性和功能.....
- 4.1.4 MCGS 的编程语言.....
- 4.1.5 MCGS 的数据结构.....
- 4.1.6 MCGS 的作用.....
- 4.2 工程的建立与变量的定义.....
- 4.2.1工程的建立.....
- 4.2.2变量的分配.....
- 4.2.3变量定义的步骤.....
- 4.2.4设备与变量连接.....
- 4.3 工程画面的创建.....
- 4.3.1封面窗口及监控画面的制作
- 4.3.2运行策略的建立及脚本程序的编写
- 4.4 动画的连接.....
- 4.4.1指示灯的动画连接.....
- 4.4.2机械手的动画连接.....
- 4.5 组态运行.....
- 第五章 结 论
- 参考文献
- 致 谢.....
- 附 录.....
- 附录 1 程序流程图
- 附录 2 顺序功能图
- 附录 3 梯形图
- 附录 4 指令表
- 附录 5 PLC 外部电气接线图..... 48

第一章 绪 论

1.1 课题研究目的及意义

机械手是工业自动化领域中经常遇到的一种控制对象。近年来随着工业自动化的发展机械手逐渐成为一门新兴学科，并得到了较快的发展。机械手广泛地应用与锻压、冲压、锻造、焊接、装配、机加、喷漆、热处理等各个行业。特别是在笨重、高温、有毒、危险、放射性、多粉尘等恶劣的劳动环境中，机械手由于其显著的优点而受到特别重视。总之，机械手是提高劳动生产率，改善劳动条件，减轻工人劳动强度和实现工业自动化的一个重要手段。国内外都十分重视它的应用和发展。

可编程序控制器(PLC)是专为在工业环境下应用而设计的实时工业控制装置。随着微电子技术、自动控制技术和计算机通信技术的飞速发展，PLC在硬件配置、软件编程、通讯联网功能以及模拟量控制等方面均取得了长足的进步，已经成为工厂自动化的标准配置之一^[1]。

由于自动化可以节省大量的人力、物力等，而PLC也具有其他控制方式所不具有的特殊优越性，如通用性好、实用性强、硬件配套齐全、编程方法简单易学，因此工业领域中广泛应用PLC。机械手在美国、加拿大等国家应用较多，如用果实采摘机械手来摘果实、装配生产线上应用智能机器人等。我国自动化水平本身比较低，因此用PLC来控制的机械手还比较少。本次课题设计的机械手就是通过PLC来实现自动化控制的。通过此次设计可以更进一步学习PLC的相关知识，了解世界先进水平，尽可能多的应用于实践。

MCGS是一套用于快速构造和生成计算机监控系统的组态软件，它能够在基于Microsoft的各种32位Windows平台上运行，通过对现场数据的采集处理，以动画显示、报警处理、流程控制和报表输出等多种方式向用户提供解决实际工程问题的方案，在自动化领域中有着广泛的应用^[2]。本设计通过MCGS组态软件对机械手进行监控，将机械手的动作过程进行了动画显示，使机械手的动作过程更加形象化。

1.2 国内外机械手研究概况

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，正式投入使用的绝大部分机械手属于第一代机械手，即程序控制机械手。这代机械手基本上采用点位控制系统，没有感觉外界环境信息的感觉器官，主要用于焊接、喷漆和上下料。第二代机械手具有感觉器官，仍然以程序控制为基础，但可以根据外界环境信息对控制程序进行校正。这代机械手通常采用接触传感器一类

的简单传感装置和相应的适应性算法。现在，第三代机械手正在第一、第二代机械手的基础上蓬勃发展起来，它是能感知外界环境与对象物，并具有对复杂信息进行准确处理，对自己行为做出自主决策能力的智能化机械手。它能识别景物，具有触觉、视觉、力觉、听觉、味觉等多种感觉，能实现搜索、追踪、辨色识图等多种仿生动作，具有专家知识、语音功能和自学能力等人工智能^[3]。

目前机械手技术有了新的发展：出现了仿人型机械手、微型机械手和微操作系统（如细小工业管道机械手移动探测系统、微型飞行器等）、机械手化机器、智能机械手（不仅可以进行事先设定的动作，还可按照工作状况相应地进行动作，如回避障碍物的移动，作业顺序的规划，有效的动态学习等）。机械手的应用领域正在向非制造业和服务业方向扩展，并且蓬勃发展的军用机械手也将越来越多地装备部队^{[4][5]}。

国外方面：近几年国外工业机械手领域有如下几个发展趋势。机械手性能不断提高，而单机价格不断下降；机械结构向模块化、可重构化发展；控制系统向基于PC机的开放型控制器方向发展；传感器作用日益重要；虚拟现实技术在机械手中的作用已从仿真、预演发展到用于过程控制。

国内方面：目前在一些机种方面，如喷涂机械手、弧焊机械手、点焊机械手、搬运机械手、装配机械手、特种机械手（水下、爬壁、管道、遥控等机械手）基本掌握了机械手操作机的设计制造技术，解决了控制驱动系统的设计和配置，软件的设计和编制等关键技术，还掌握了自动化喷漆线、弧焊自动线及其周边配套设备的全套自动通信、协调控制技术；在基础元件方面，谐波减速器、机械手焊接电源、焊缝自动跟踪装置也有了突破。从技术方面来说，我国已经具备了独立自主发展中国机械手技术的基础^[6]。

1.3 课题研究的内容

本课题主要研究的是基于PLC的机械手模型控制系统的设计，包括硬件的设计和软件的设计。通过设计编制PLC程序实现机械手模型控制系统的自动控制。利用组态软件MCGS设计出人机界面，进行设备和数据对象的连接，实现动画连接，实现机械手的监控。通过MCGS将机械手的动作过程进行动画演示，使机械手的动作形象化。提供较为直观、清晰、准确的机械手运行状态，为维修和故障诊断提供多方面的可能性，充分提高系统的工作效率。

第二章 机械手控制方式的选择和可编程序控制器简介

2.1 机械手控制方式的选择

2.1.1 控制方式的分类

传统的工业设备自动控制主要由继电器或分立的电子线路来实现，这种控制方式投资相对少一些，目前仅在一些旧式的、简单的工业设备中还有一定市场，但该控制方式却有以下致命缺陷：（1）仅适合于简单的逻辑控制；（2）仅适合特殊的工程项目，而没有通用性；（3）没有改动和优化的可能性。

伴随着工业自动化技术的迅速发展，我国工业领域的自动化已经基本实现了从继电器控制到计算机控制的转变，计算机控制方式具有以下两个特点：（1）硬件上至少有一个微处理器；（2）通过软件实现控制思想。

目前，工业自动化领域比较典型的控制方式有：（1）可编程序逻辑控制器（PLC）；（2）工业控制计算机（IPC）；（3）集散控制系统（DCS）。

2.1.2 PLC与工业控制计算机（IPC）和集散控制系统（DCS）的比较

1、各自技术发展的起源

计算机是为了满足快速大量数据处理要求的设备。硬件结构方面，总线标准化程度高，兼容性强，软件资源丰富，特别是有实时操作系统的支持，故对要求快速、实时性强、模型复杂和计算工作量大的工业对象的控制占有优势。

集散系统从工业自动化仪表控制系统发展到以工业控制计算机为中心的集散系统，所以其在模拟量处理、回路调节方面具有一定优势，初期主要用在连续过程控制，侧重回路调节功能。PLC是由继电器逻辑系统发展而来，主要应用在工序控制上，初期主要是代替继电器控制系统，侧重于开关量顺序控制方面。

近年来随着微电子技术、大规模集成电路技术、计算机技术和通信技术等的的发展，PLC在技术和功能上发生了飞跃。在初期逻辑运算的基础上，增加了数值运算、闭环调节等功能，增加了模拟量和PID调节等功能模块；运算速度提高，CPU的能力赶上了工业控制计算机；通信能力的提高发展了多种局部总线和网络(LAN)，因而也可构成成为一个集散系统。特别是个人计算机也被吸收到PLC系统中。PLC在过程控制的发展将是一智能变送器和现场总线，暨向下拓展功能，开放总线。

2、相同点

在微电子技术发展的背景下，从硬件的角度来看，PLC、工业计算机、集散系统(DCS)之间的差别正在缩小，都将由类似的一些微电子元件、微处理器、大容量半导体存储器和I/O模件组成。编程方面也有很多相同点。

3、不同点

由于PLC和计算机属于两类产品，经过几十年的发展都形成了自身的装置特点和软件工具，实际上它们的区别仍然存在。

PLC用编程器或计算机编程，编程语言是梯形图、功能块图、顺序功能表图和指令表等。集散系统自身或用计算机结构形成组态构成开发系统环境。

特别需要提出的是，PLC与STD总线工控机的区别，无论从维修、安装和模件功能都很相似。PLC更适用于黑模式下运行，但在线运行时若要进行较大的程序修改，其能力略逊于STD工控机，但是从开关量控制而言，PLC的性能优于STD工控机。

总的来说，在选择控制器时，首先要从工程要求、现场环境和经济性等方面考虑。没有哪种控制器是绝对完善的，也没有哪种产品绝对差，只能说根据不同的环境选择更适用的产品[7]。

2.1.3机械手控制方式的选定

PLC实现的自动控制系统，其控制功能基本都是通过设计软件来实现的，这种软件是利用PLC厂商提供的指令系统，根据机械设备的工艺流程来设计。

PLC自问世以来，经过20多年的发展，在美国、欧洲、日本等工业发达国家已成为重要产业，当前，PLC在国际市场上已成为最受欢迎的工业控制畅销产品，用PLC设计自动控制系统已成为世界潮流。

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具有很多的优点。机械手控制系统若采用PLC控制，体积小、重量轻、控制方式灵活、可靠性高、操作简单、维修容易。由于PLC所具有的灵活性、模块化、易于扩展等特点，可以根据现场要求实现机械手的不同工作要求。机械手采用PLC控制技术，可以大大提高该系统的自动化程度，减少了大量的中间继电器、时间继电器和硬件接线，提高了

控制系统的可靠性。同时，用 PLC 控制系统可方便地更改生产流程，增强控制功能[8]。综上所述，机械手的控制方式选择 PLC 控制。

2.2 可编程序控制器简介

可编程序控制器（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，逐渐适应复杂的控制任务。

2.2.1 PLC的结构

PLC 和一般的微型计算机基本相同，也是由硬件系统和软件系统两大部分组成的。PLC 的硬件系统由微处理器 (CPU)、存储器 (EPROM，ROM)、输入输出 (I/O) 部件、电源部件、编程器、I/O 扩展单元和其他外围设备组成。各部分通过总线 (电源总线、控制总线、地址总线、数据总线) 连接而成[9]。其结构简图如下：

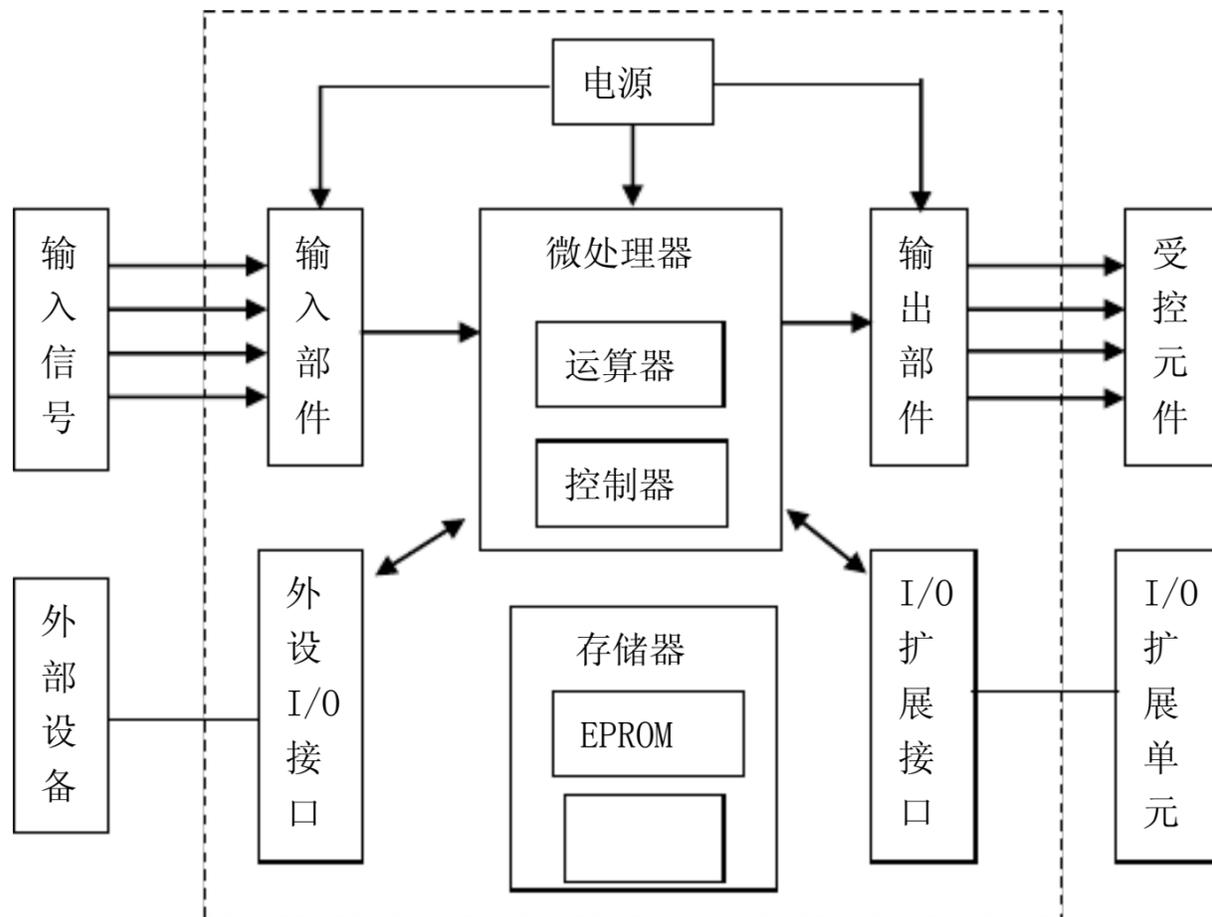


图 2-1 PLC 硬件结构图

PLC 的软件系统是指 PLC 所使用的各种程序的集合，通常可分为系统程序和用户程序两大部分。系统程序是每一个 PLC 成品必须包括的部分，由 PLC 厂家提供，用于控制 PLC 本身的运行，系统程序固化在 EPROM 中。用户程序是由用户根据控制需要而编写的程序。硬件系统和软件系统组成了一个完整的 PLC 系统，他们是相辅相成，缺一不可的。

2.2.2 PLC的特点

可编程序控制器是一种以微机处理器为核心的工业通用自动控制装置，其实质是一种工业控制用的专用计算机。国内外现有的机械手系统，它们的控制形式大都采用可编程序控制器控制，特别是在智能化要求程度高容量大的现代化工业机械手系统中应用更为普遍。其主要原因是因为PLC 具有以下优点：

1、灵活、通用

在继电器控制系统中，使用的控制器件是大量的继电器，整个系统是根据设计好的电器控制图，由人工布线、焊接、固定等手段组装完成的，其过程费时费力。如果因为工艺上的稍许变化，需要改变电器控制系统的话，那么原先的整个电器控制系统将被全部拆除，而重新进行布线、焊接、固定等工作，浪费了大量的人力、物力和时间。而可编程控制器是通过存储在存储器中的程序实现控制功能的，如果控制功能需要改变的话，只需要修改程序以及改动极少量的接线即可。而且，同一台可编程控制器还可以用于不同的控制对象，只要改变软件就可以实现不同的控制要求，因此具有很大的灵活性、通用性。

2、可靠性高、抗干扰能力强

对于机械手系统来说，可靠性、抗干扰能力是非常重要的指标，如何能在各种工作环境和条件(如电磁干扰、低温潮湿、灰尘超高温等)下，平稳可靠的工作，将故障率降至最低，是研制每一种控制系统必须考虑的问题。现代PLC 采用了集成度很高的微电子器件，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，其可靠性程度是使用机械触点的继电器所无法比拟的。为了保证 PLC 能在恶劣的工业环境可靠的工作，在其设计和制造过程中采取了一系列硬件和软件方面的抗干扰措施，使其可以适应恶劣的工业应用环境。

3、操作方便、维修容易

PLC 采用电气操作人员熟悉的梯形图和功能助记符编程，使用户十分方便的读懂程序和编写、修改程序。对于使用者来说，几乎不需要专门的计算机知识。工程师编好的程序十分清晰直观，只要写好操作说明书，操作人员经短期的学习就可以使用。

4、功能强

现代 PLC 不仅具有条件控制、计时、计数和步进等控制功能，而且还能完成 A/D、D/A 转换、数字运算和数据处理以及通信联网和生产过程监控等。因此，它既可控制开关量，又可控制模拟量；既可控制一个机械手，又可控制一个机械手群；既可控制简单系统，又可控制复杂系统；既可现场控制，又可远程控制。

5、体积小、重量轻和易于实现机电一体化

由于 PLC 采用了半导体集成电路。因此具有体积小、重量轻、功耗低的特点。且 PLC

是为工业控制设计的专用计算机，其结构紧凑、坚固耐用、体积小，并由于具备很强的可靠性和抗干扰能力，使之易于装入机械设备内部，因而成为实现机电一体化十分理想的控制设备^[10]。

同样，可编程序控制器控制也有其不足的地方，在性价比上要高于继电器控制和单片机控制，其开发潜力要差于单片机，并且通用性不好，不同厂家的可编程序控制器及其附属单元都是固定专用等等。

2.2.3 PLC的主要功能

PLC 是一种应用面很广、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。

PLC 系统主要有以下功能：

- 1) 多种控制功能；
- 2) 数据采集、存储与处理功能；
- 3) 通信联网功能；
- 4) 输入、输出接口调理功能；
- 5) 人机界面功能；
- 6) 编程、调试功能。

PLC 的重量、体积、功耗和硬件价格一直在降低，虽然软件价格占的比重有所增加，但是各厂商为了竞争也相应地降低了价格。另外，采用 PLC 还可以大大缩短设计、编程和投产周期，使总价格进一步降低。PLC 产品面临现场总线的发展，将再次革新，满足工业与民用控制的更高需求^[11]。

2.2.4 PLC的经济分析

综上所述，在各种环境中，使用 PLC 控制机构设备，生产流水线和生产过程的自动化控制将越来越广泛。

对 PLC 的经济分析，应从以下几方面考虑：

- 1、从影响成本的各个因素综合考虑

对目前生产设备控制装置来说，有三种类型：① 继电器控制；② 半导体器件控制；③ PLC 控制。价格仅是选择 PLC 品牌的一个因素，而可靠性是选择控制装置时需要考虑的又一个重要因素。

- 2、从设计、生产周期长短考虑

不论是对旧设备进行改造，还是设计新的生产机械设备。毫无疑问，生产、设计周期越短越好，甚至希望边设计、边安装、边调试和边生产，特别是产品更新换代，生产工艺改造，不需改动现有生产设备及其外部接线，就能马上组织生产，这不仅节约了劳动力，而且新产品能尽快投入市场。这无疑给企业增加了活力，提高了经济效益。如果把这些要求得以实现，继电器或半导体都不能满足，而 PLC 则完全可以实现。这是因为使用 PLC 不必改动外部设备接线，只要对软件进行一些改变就可以了。也就是说只要改变梯形图，按照新工艺要求重新输入新程序或修改原程序即可。这既经济又简捷，可以达到事半功倍的效果。

据调查，目前我国 70% 的机械生产设备，都是采用继电器进行控制的，除了可靠性差外，程序设计也很繁杂。从方案的确立到技术条件的设计以及施工的设计，图面的工作量很大，这势必造成设计周期长。而采用 PLC 控制可以大大缩短设计周期，甚至有些文件资料也不必绘制成图。设计人员完全可以利用编程器上屏幕显示来输入，或修改程序使得梯形图能准确无误地反映生产要求。编程人员也可根据新产品对生产提出的新工艺要求，重新编写程序并把它存储在 EEPROM 模块中去，需要加工哪种产品的程序，操作人员可以随时调用，这既简单、方便又保密。

2.2.5 PLC发展状况及趋势

现代 PLC 的发展主要有两个趋势：一是向体积更小、速度更快、功能更强和价格更低的微小型方面发展；二是向大型网络化、高可靠性、好的兼容性和多功能方面发展 [12]。

1、大型网络化

主要是朝 DCS 方向发展，使其具有 DCS 系统的一些功能。网络化和通信能力强是 PLC 发展的一个重要方面，向下可将多个 PLC、I/O 框架相连，向上与工业计算机、以太网、MAP 网等相连构成整个工厂的自动化控制系统。

2、多功能

随着自调整、步进电机控制、位置控制、伺服控制等模块的出现，使 PLC 控制领域更加宽广。

第三章 机械手模型控制系统的设计

3.1 机械手控制系统构件概述

本课题设计使用的是 THWJX-1 型机械手实物教学实验装置。机械手实物教学模型的机械结构采用滚珠丝杆、滑杆、气缸、气夹等机械部件组成；电气方面有步进电机、直流电机、步进电机驱动器、传感器、开关电源、电磁阀等电子器件组成。该模型是 PLC 技术、位置控制技术、气动技术有机结合成一体的教学仪器。

3.1.1 步进电机

采用二相八拍混合式步进电机来控制机械手的动作，相比直流电机有更好的制动效果，又加上滚珠丝杆和滑杆配合，使机械手的运动更加稳定。主要特点：体积小，具有较高的起动和运行频率，有定位转矩等优点。本模型中采用串联型接法，其电气接线图如图 3-1 所示：

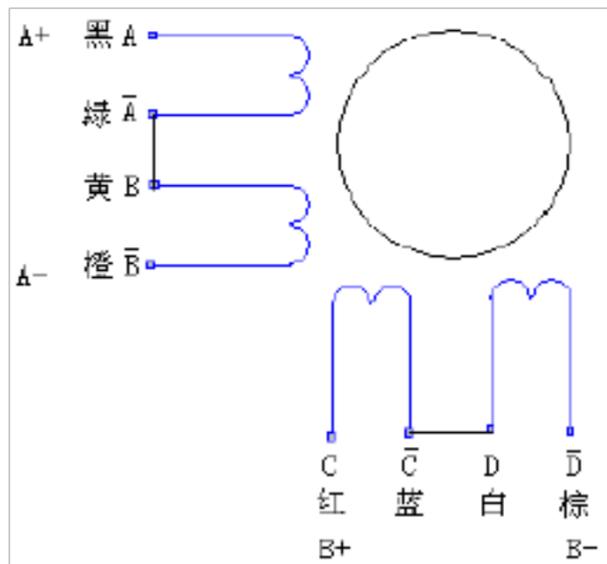


图 3-1 步进电机电气接线图

3.1.2 步进电机驱动器

步进电机驱动器主要有电源输入部分、信号输入部分、输出部分等。驱动器参数如下表 3-1、表 3-2、表 3-3、表 3-4 所示。PLC 控制器与步进电机驱动器连接及工作原理，如图 3-2 所示。步进电机驱动器有电源输入部分、信号输入部分、信号输出部分等，利用驱动器可以很方便的对步进电机的转速、方向进行控制。驱动器电源由面板上电源模块提供，驱动器信号端采用+24V 供电，需加 1.5K 限流电阻（见图 3-2 中 1.5K 电阻）。驱动器输入端为低电平有效。PLC 通过控制其输出点来控制驱动器光耦的开合，当 PLC 输出线圈得电

表 3-1 电气规格

说明	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	18	24	40	V
均值输出电流	0.21	1	1.50	A
逻辑输入电流	6	15	30	mA
步进脉冲响应频	—	—	100	kHz
脉冲低电平时间	5	—	1	μs

表 3-2 电流设定

电流值	SW1	SW2	SW3
0.21A	OFF	ON	ON
0.42A	ON	OFF	ON
0.63A	OFF	OFF	ON
0.84A	ON	ON	OFF
1.05A	OFF	ON	OFF
1.26A	ON	OFF	OFF
1.50A	OFF	OFF	OFF

表 3-3 细分设定

细分倍数	步数/圈 (1.8°整步)	SW4	SW5	SW6
1	200	ON	ON	ON
2	400	OFF	ON	ON
4	800	ON	OFF	ON
8	1600	OFF	OFF	ON
16	3200	ON	ON	OFF
32	6400	OFF	ON	OFF
64	12800	OFF	ON	OFF
由外部确定	动态改细分/禁止工作	OFF	OFF	OFF

表 3-4 接线信号描述

信号	功能
PUL	脉冲信号：上升沿有效，每当脉冲由低变高时电机走一步
DIR	方向信号：用于改变电机转向，TTL 平驱动
OPTO	光耦驱动电源
ENA	使能信号：禁止或允许驱动器工作，低电平禁止
GND	直流电源地
+V	直流电源正极，典型值+24V
A+	电机 A 相
A-	电机 A 相
B+	电机 B 相
B-	电机 B 相

时，晶体管导通，相应的触电输出低电平，使驱动器光耦导通，当 PLC 输出线圈失电时，晶体管关断，使驱动器光耦截止。另外若不采用驱动器，而采用 PLC 输出触点直接驱动步

进电机，会占用很多的输出触点，同时给编程带来不便。

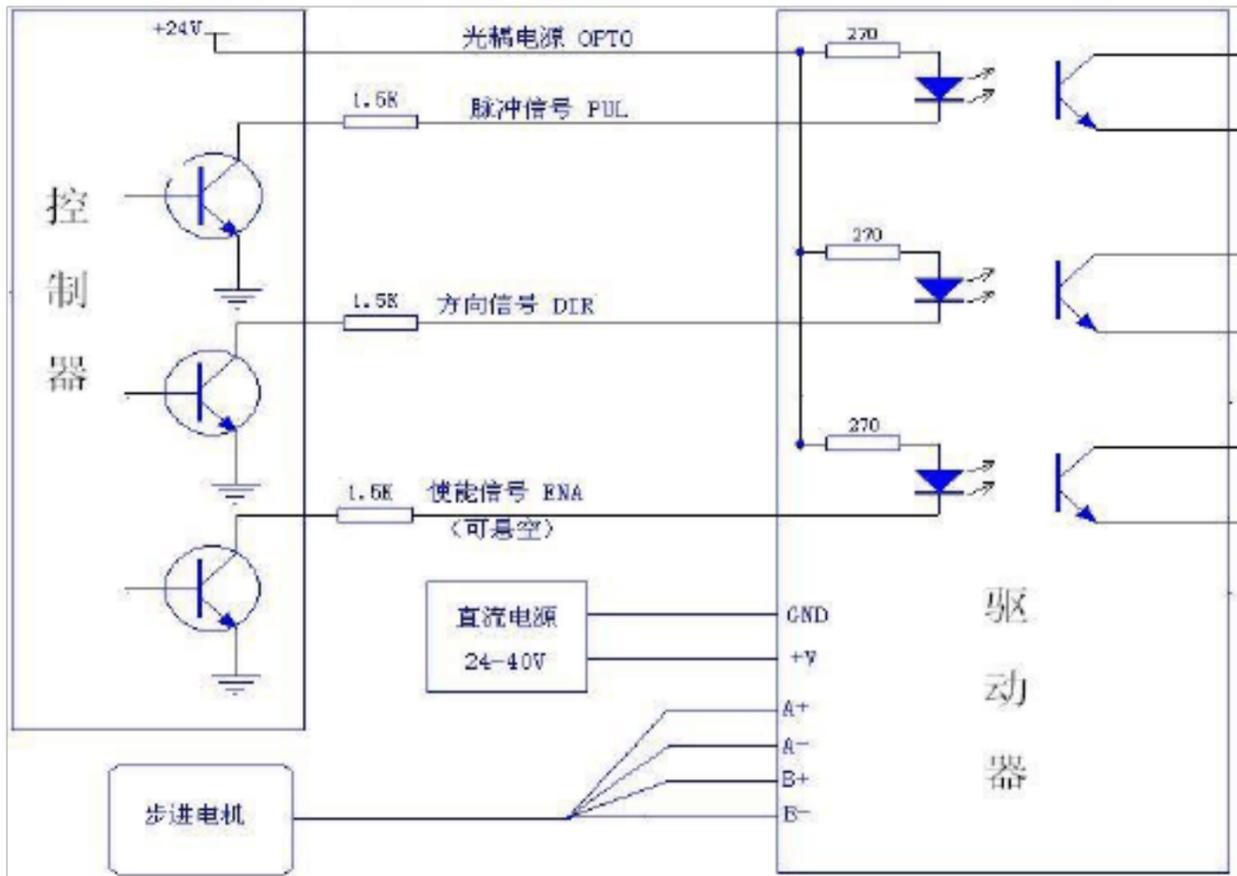


图 3-2 PLC 控制器与步进电机驱动器连接及工作原理

3.1.3 传感器

本装置中使用的传感器有接近开关和行程开关。基座和气夹的正反转限位采用接近开关（金属传感器），通过调整基座和气夹上的金属块的位置，可以在一定范围内改变基座

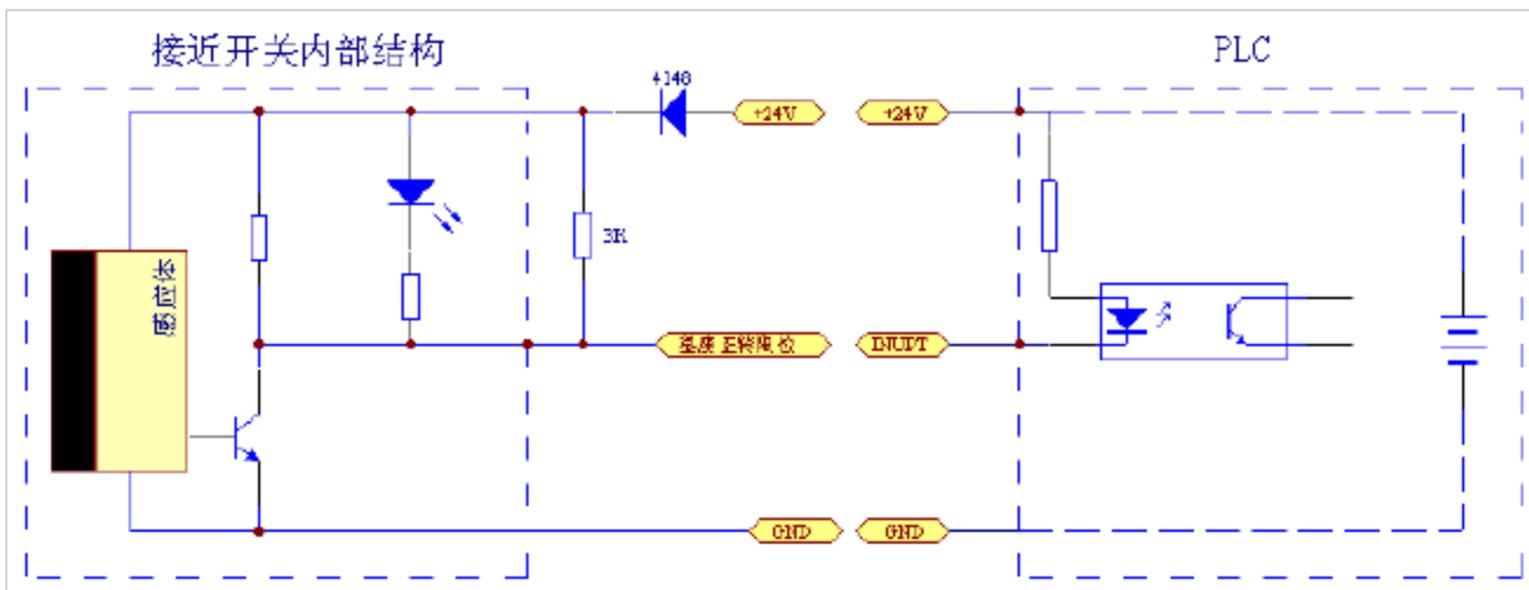


图 3-3 传感器工作原理图

和气夹的旋转角度。机械手的伸缩、升降均采用行程开关来限位，并通过改变行程开关的位置来调节横轴和竖轴的运动范围。

1、接近开关：接近开关有三根连接线（棕、兰、黑）棕色接电源的正极、蓝色接电源的负极、黑色为输出信号，当与档块接近时输出电平为低电平，否则为高电平。与 PLC

之间的接线图如下，当传感器动作时，输出端对地接通。PLC 内部光耦与传感器电源构成回路，PLC 信号输入有效，工作原理如图 3-3 所示。

2、行程开关：当档块碰到开关时，常开点闭合。

3.1.4 直流电机驱动单元

本装置中直流电机驱动模块是由两个继电器的吸合与断开来控制电机的转动方向的，从而实现基座和气夹的正反转。本模型所用输入、输出均为低电平有效。其中 IN 端接 PLC 的输出端口，OUT 端接模型的信号输入端。COM 端接 PLC 的传感器电源负端。电平转换板原理图如图 3-4 所示。

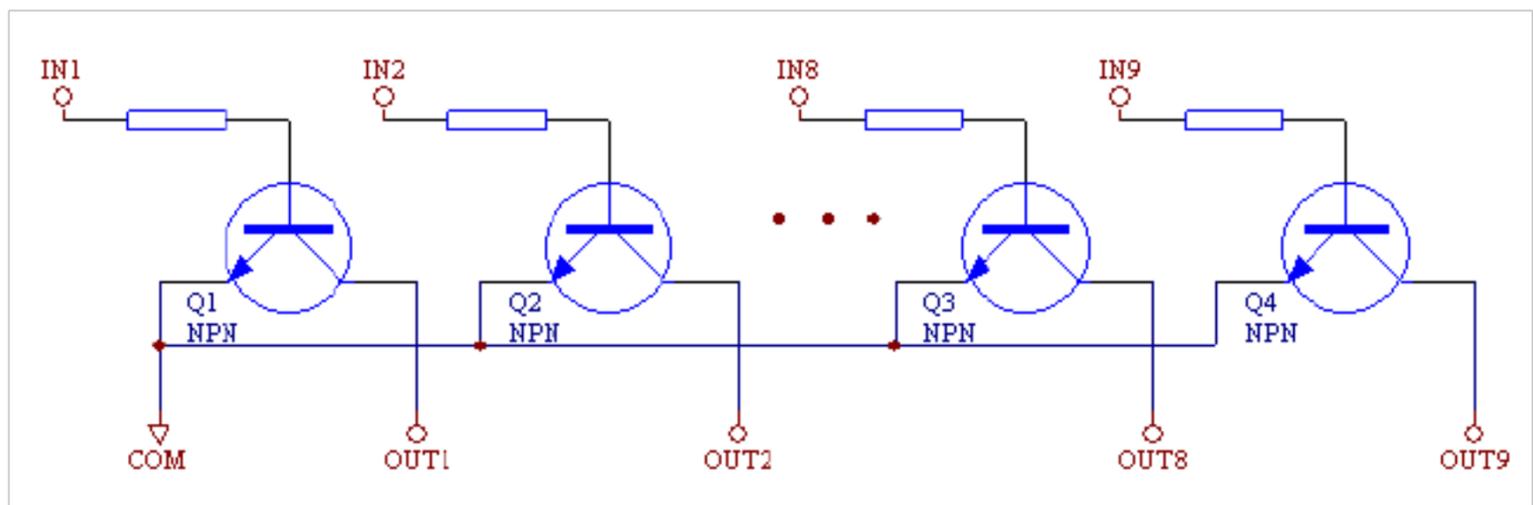


图 3-4 电平转换板原理图

3.2 机械手的动作实现过程

机械手的全部动作由步进电机和直流电机进行驱动控制。机械手结构示意图如图 3-5 所示。步进电机的运动需要驱动器，有脉冲输入时步进电机才会动作，且每当脉冲由低变高时步进电机走一步；改变电机转向时，需要加方向信号。机械手的上升/下降、前伸/后缩动作就是通过控制这两个步进电机的正反转来实现的。基座正转/反转和气夹正转/反转是通过两个继电器的吸合与断开来控制直流电机的转动方向来实现的。机械手的放松/夹紧由一个单线圈两位置电磁阀控制。当该线圈通电时，机械手放松；该线圈断电时，机械手夹紧^[13]。

打开电源，按下起动按钮时，开机复位。机械手的动作示意图如图 3-6 所示机械手若不在原点则 PLC 向驱动器一同时输入脉冲信号和电平信号，步进电机一反转，横轴后缩。当后缩到位时碰到后限位开关，然后主机向驱动器二输入脉冲信号，步进电机二正转，机械手上升。上升到底时碰到上限位开关，上升停止，回到原点。主机向驱动器二同时输入脉冲信号和电平信号，步进电机二反转，机械手下降。降到底时碰到下限位开关，下降停

止，气夹电磁阀断电，机械手夹紧。夹紧后，主机向驱动器二只输入脉冲信号，步进电机二正转，机械手上升。上升到顶时，碰到上限位开关，上升停止。PLC 向驱动器一只输入

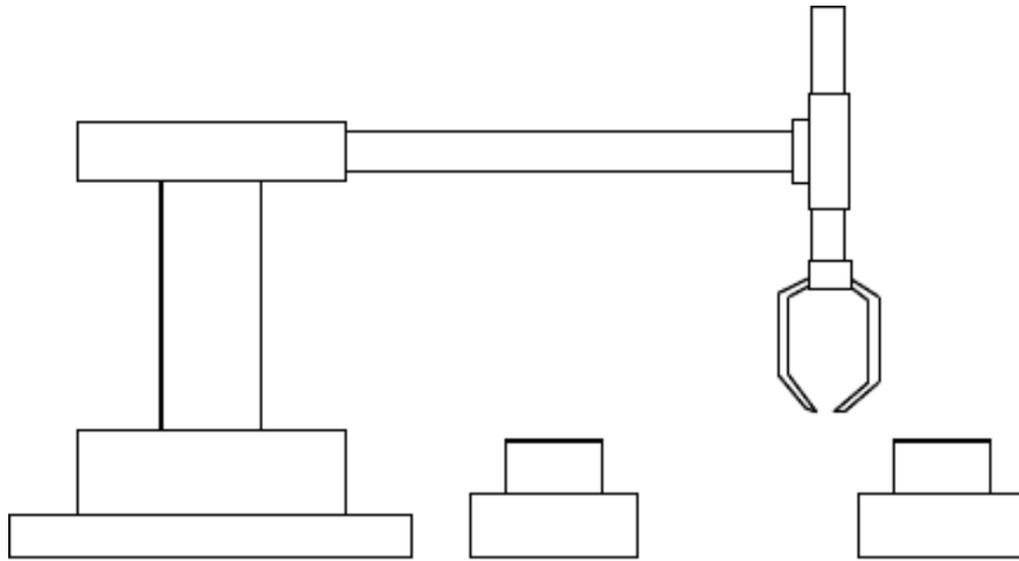


图 3-5 机械手结构示意图

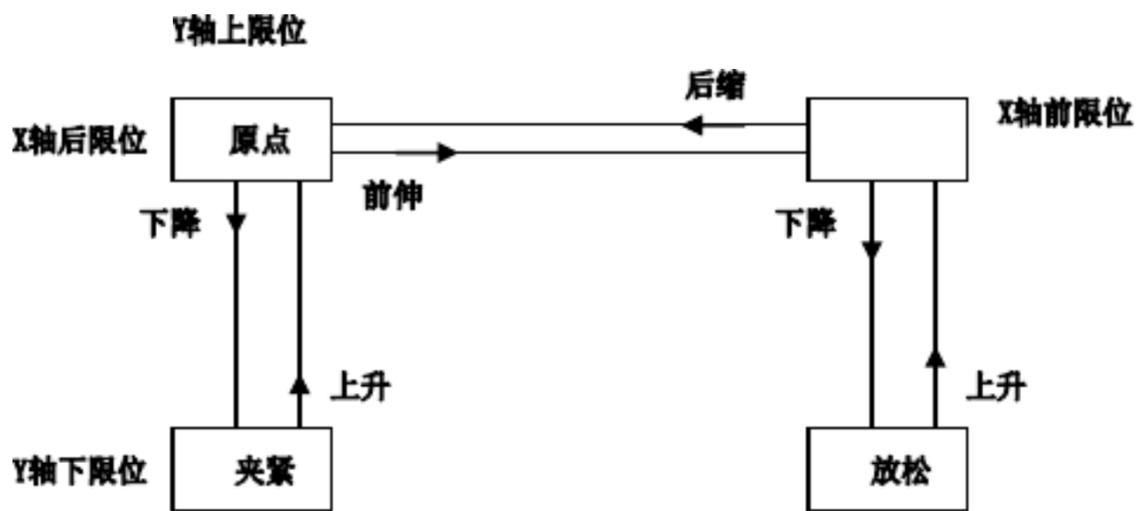


图 3-6 机械手的动作示意图

脉冲信号，步进电机一正转，机械手前伸，前伸到位时，碰到前限位开关，前伸停止。主机向驱动器二同时输入脉冲信号和电平信号，步进电机二反转，机械手下降。降到底时碰到下限位开关，下降停止，同时夹紧电磁阀断电，机械手放松。放松后，主机向驱动器二只输入脉冲信号，步进电机二正转，机械手上升。上升到顶时，碰到上限位开关，上升停止。上升到顶时，碰到上限位开关，上升停止。PLC 向驱动器一同时输入脉冲信号和电平信号，步进电机一反转，横轴后缩。机械手后缩，当后缩到底时碰到后限位开关，然后主机向驱动器二同时输入脉冲信号和电平信号，步进电机二反转，机械手下降。降到底时碰到下限位开关，下降停止，回到原点。至此，机械手经过八步动作完成一个循环 [14]。

3.3 PLC程序设计

3.3.1 I/O点数的确定及 PLC 类型的选择

本次设计使用的是 THWJX-1 型机械手实物教学实验装置。本装置需采用晶体管输出型可编程控制器，可同时输出两路脉冲到步进电机驱动器，控制步进电机运行。由于机械手系统的输入/输出点少，要求电气控制部分体积小，成本低，并能够用计算机对 PLC 进行监控和管理，该机械手的控制为纯开关量控制，且 I/O 点数不多，仅需 11 个输入点和 9 个输出点，考虑留有一定的裕量。故选用日本三菱公司生产的多功能小型 FX_{1N}-24MT-D 主机，该机输入点为 14 个，输出点为 10 个^[15]。

3.3.2 PLC的 I/O分配

根据机械手动作的要求及机械手实物教学实验装置说明指导，输入、输出点分配如表 3-5 所示。

表 3-5 PLC 的 I/O 分配表

名称	输入	名称	输出
气夹正转限位	X0	驱动器一 PUL	Y0
气夹反转限位	X1	驱动器二 PUL	Y1
基座正转限位	X2	驱动器一 DIR	Y2
基座反转限位	X3	驱动器二 DIR	Y3
旋转脉冲	X4	气夹正转 ML	Y4
X 轴前限位	X5	气夹反转 MR	Y5
X 轴后限位	X6	基座反转 MR	Y6
Y 轴上限位	X7	基座正转 ML	Y7
Y 轴上限位	X10	气夹电磁阀 YV+	Y10
启动按钮	X11		
复位按钮	X12		

3.3.3 编程指令的选择

方案一：使用起保停电路的编程方式。用辅助继电器代表步，仅仅使用与触电和线圈有关的指令。编出程序规范，具有易于阅读和容易查错的优点，但因为存在大量的自保持触点，使程序代码较长。

方案二：采用以转换为中心的编程方式。这种编程方式与转换实现的基本规则之间有着严格的对应关系，用它编制复杂的顺序功能图的梯形图时，会有很大帮助。

方案三：采用 STL 指令的编程方式。STL 指令（步进梯形指令）是三菱厂家设计的专门用于顺序控制的指令，使用该指令可以使编制顺序控制程序更加方便，而且易于调试和维护，且代码较短。

经论证本次设计采用的编程方式选用方案三。

3.3.4 PLC程序的设计

程序流程图见附录 1、顺序功能图见附录 2、梯形图见附录 3、指令表见附录 4。

3.4 PLC程序的调试

由于 PLC 是专门为工业生产环境设计的控制装置，因此一般不需要采取什么特殊措施，就可以直接在工业环境中使用。但环境过于恶劣、电磁干扰特别强烈，或安装使用不当，都将不能保证 PLC 正常、安全、可靠的运行。因此，讨论 PLC 设计调试就具有十分重要的意义。

3.4.1 PLC控制的安装与布线

1、 输入接线

(1) 输入接线一般不要超过 30m。但如果环境干扰较小，电压降不大时，输入接线可适当长些。

(2) 输入、输出线不能用同一根电缆，输入、输出线要分开。

(3) 利用普通二极管恰当的串接在 PLC 输入回路中，防止信号干扰，使 PLC 输入信号大大增强。

2、 电源接线

电源是 PLC 引入干扰的主要途径之一，PLC 应尽可能取用电压波动较小、波形畸变较小的电源，这对提高 PLC 的可靠性有很大帮助。PLC 的供电线路应与其他大功率用电设备或强干扰设备（如高频炉、弧焊机等）分开。为了提高整个系统的抗干扰能力，可编程序控制器供电回路一般可采用隔离变压器、交流稳压器、晶体管开关电源等。我们正是用了隔离变压器和交流稳压器来抗干扰。隔离变压器是初级和次级之间采用隔离屏蔽层，用漆包线或同等非导磁材料组成，电器回路上不允许短路，两极各引出一个接地抽头。初级与次级之间的静电屏蔽要联结到零点位，接地抽头配电容耦合最后引出到接地点。在选用交流稳压器时，一般可按照实际最大需求容量的 130% 计算。这样可以保证稳压特性又有助于稳压器工作可靠[16]。

PLC 供电电源为 50Hz、220V 10% 的交流电。由于本设计使用的是 FX_{1N} 系列可编程控制器，所以有直流 24V 输出接线端。该接线端可为输入及传感器（如光电开关或接近开关）提供直流 24V 电源。

3、接地

正确选择接地点，完善接地系统接地的目的通常有两个，其一为了安全，其二是为了抑制干扰。完善的接地系统是 PLC 控制系统抗电磁干扰的重要措施之一。系统接地方式有：浮地方式、直接接地方式和电容接地三种方式。对 PLC 控制系统而言，它属高速低电平控制装置，应采用直接接地方式。良好的接地是保证 PLC 可靠工作的重要条件，可以避免偶然发生的电压冲击危害。所以我们给可编程控制器接上了专用接地线。

3.4.2 机械手控制系统的外部接线图

PLC 外部电气接线图见附录 5。

3.4.3 机械手控制程序的调试

在程序调试过程中出现了一系列的问题，但最终都一一解决了。在使用 STL 指令编程时，刚开始由于对 STL 指令掌握的不是很好，所以犯了不少错误，加上机械手模型装置本身存在的一些问题，所以在调试程序时，机械手动作不符合控制要求。经过不断查阅资料，研究、改进，最终程序调试成功。机械手运行良好，动作正确、符合控制要求。

第四章 MCGS 在机械手控制系统中的应用

4.1 MCGS 的概述

4.1.1 MCGS 的简介

MCGS (Monitor and Control Generated System通用监控系统) 是一套用于快速构造和生成计算机监控系统的组态软件。它能够在基于 Microsoft 的各种 32 位 Windows 平台上运行, 通过对现场数据的采集处理, 以动画显示、报警处理、流程控制和报表输出等多种方式向用户提供解决实际工程问题的方案, 在自动化领域有着广泛的应用。其主要特征和功能大体为: 具有简单灵活的可视化操作界面、实时性强、有良好的并行处理性能、有丰富生动的多媒体画面、开放式结构、广泛的数据获取和强大的数据处理功能、完善的安全机制、强大的网络功能、多样化的报警功能、支持多种硬件设备、方便控制复杂的运行流程、良好的可维护性和可扩充性、设立对象元件库组态工作简单方便、能实现对工控系统的分布式控制和管理等等[17]。

4.1.2 MCGS 的构成

MCGS 系统包括组态环境和运行环境两个部分。

用户的所有组态配置过程都在组态环境中进行, 组态环境相当于一套完整的工具软件, 它帮助用户设计和构造自己的应用系统。用户组态生成的结果是一个数据库文件, 称为组态结果数据库。

运行环境是一个独立的运行系统, 它按照组态结果数据库中用户指定的方式进行各种处理, 完成用户组态设计的目标和功能。运行环境本身没有任何意义, 必须与数据库一起作为一个整体, 才能构成用户引用系统。组态结果数据库完成了 MCGS 系统从组态环境向运行环境的过渡, 它们之间的关系如图 4-1 所示。



图 4-1 组态环境和运行环境关系图

由 MCGS 生成的用户应用系统, 其结构由主控窗口、设备窗口、用户窗口、实时数据

库和运行策略五个部分组成，如图 4-2 所示。

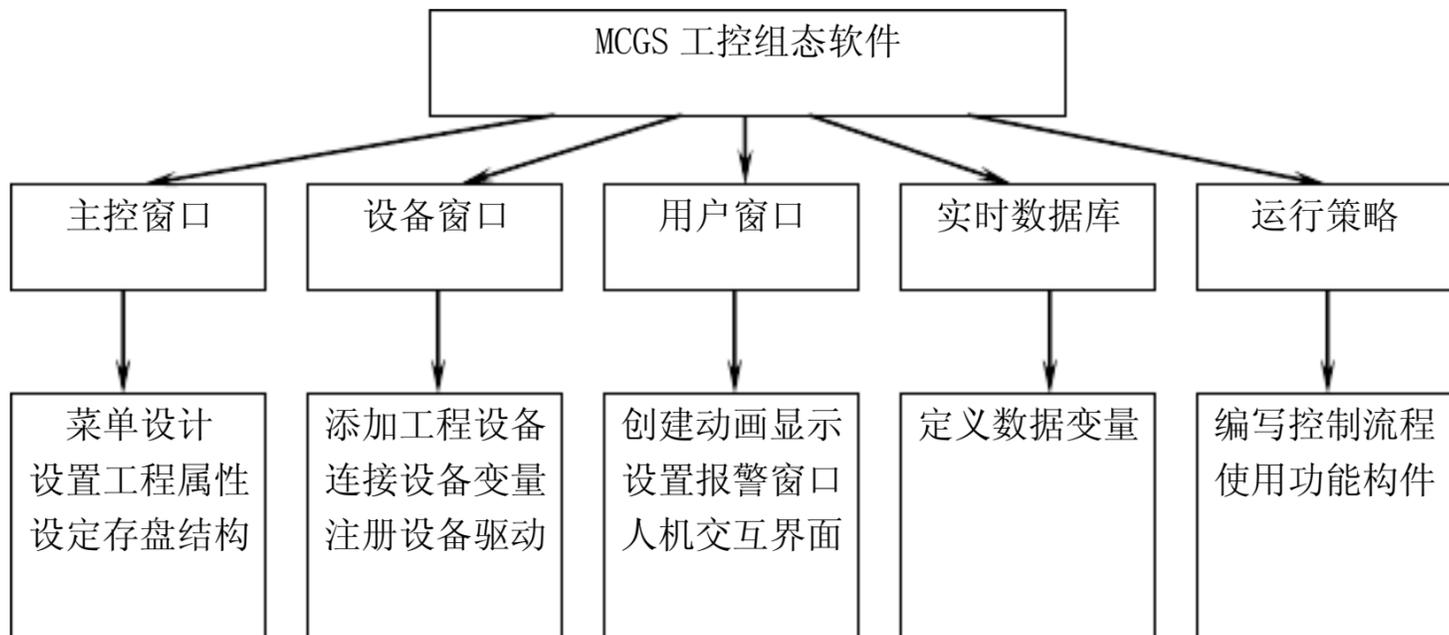


图 4-2 MCGS 用户应用系统结构图

4.1.3 MCGS 的主要特性和功能

- (1) 简单灵活的可视化操作界面。
- (2) 实时性强、良好的并行处理性能。
- (3) 丰富、生动的多媒体画面。
- (4) 开放式结构，广泛的数据获取和强大的数据处理功能。

MCGS 系统由五大功能模块组成，主要的功能模块以构件的形式来构造，不同的构件有着不同的功能，且各自独立。三种基本类型的构件（设备构件、动画构件、策略构件）完成了 MCGS 系统三大部分（设备驱动、动画显示和流程控制）的所有工作。除此以外，MCGS 还提供了一套开放的可扩充接口，用户可根据自己的需要用 VB、VC 等高级开发语言，编制特定的构件来扩充系统的功能。MCGS 用数据库来管理数据存储，系统可靠性高。MCGS 设立对象元件库，组态工作简单方便，易于实现对工控系统的分布式控制和管理。

4.1.4 MCGS 的编程语言

MCGS 全中文组态软件，采用 C++ 语言编制，核心为组态结构。构架合理、连接灵活，结构层次清晰，方便用户的定制开发。它是基于 WIN95/98/NT 视窗结构，能够快速构造和生成数据管理、报警处理、流程控制、动画显示、报表输出等界面，轻松实现各种工程曲线、报表、数据浏览、远程通讯、远程采集、远程诊断等功能的先进软件。

MCGS 组态软件采用 Basic 的脚本语言编程，有强大的图形化流程策略组态工具，使

编程工作降到最少，令用户爱不释手。MCGS 全中文组态软件能支持目前市场上绝大部分硬件，其网络版更使“决胜千里之外”成为可能。

4.1.5 MCGS 的数据结构

MCGS 数据库管理功能强大，分为数据前处理（可以对设备采集进来的数据进行多种数值处理）、数据后处理（可通过各种内部函数、运算符、脚本程序对实时采集的数据进行处理）、实时数据处理（提供数据浏览，各种曲线、报表等功能构件，对存盘数据库的数据进行查询、排序、运算等操作），同时可以挂接外部数据库，实现 ODBC 接口和 OLE 实时调用，可以和 SQL Server、Oracle、Access 等数据库相连，提供多种数据转换方式，每种方法都可以独立使用或组合使用。

数据浏览构件可同时以表格和曲线的形式显示存盘数据库中数据，实时曲线可以动态显示当前的数据，并可以设定上下限值和时间的长短，以便于用户查询，同时提供 EXCEL 报表和 MCGS 自由报表。

4.1.6 MCGS 的作用

MCGS 全中文组态软件是真正的 32 位程序，支持多任务、多线程，提供近百种绘图工具和基本图符。使用 ActiveDLL 把设备驱动挂接在系统之中，支持数据采集板、智能模块、智能仪表、PLC、变频器、网络设备，它支持 ActiveX 控件，包括温控曲线、实时曲线、计划曲线、历史曲线、XY 曲线、实时报表、历史报表、单行报表、配方管理、数据库管理、数据库浏览统计、多媒体输出等众多构件。

MCGS 全中文组态软件可完整实现 ODBC 接口，可与 SQL Server、Oracle、Access 等主要数据库相连，可实现各种复杂的报表，并以不同方式增加、删除数据库中的记录，支持 CAN、PROFIBUS、HART、LONWORKS 等多种现场总线。它还具有强大的网络功能，支持 TCP/IP、MODEM、485/422/232 等多种网络数据传输方案，提供 4 级安全保密机制。

工程组态软件 MCGS 的最大优点是组态方便，它融会了中外工控组态软件的众多长处，只要是稍具外语常识，即可以方便组态^[18]。

4.2 工程的建立与变量的定义

4.2.1 工程的建立

- 1) 首先双击桌面 MCGS 组态环境图标，进入组态环境，屏幕中间窗口为工作台。
- 2) 单击文件菜单中“新建工程”选项，自动生成新建工程，默认的工程名为：“新建工程 0.MCG”。
- 3) 选择文件菜单中的“工程另存为”菜单项，弹出文件保存窗口。
- 4) 在文件名一栏内输入“机械手控制系统”，点击“保存”按钮，工程创建完毕。如图 4-3 所示。

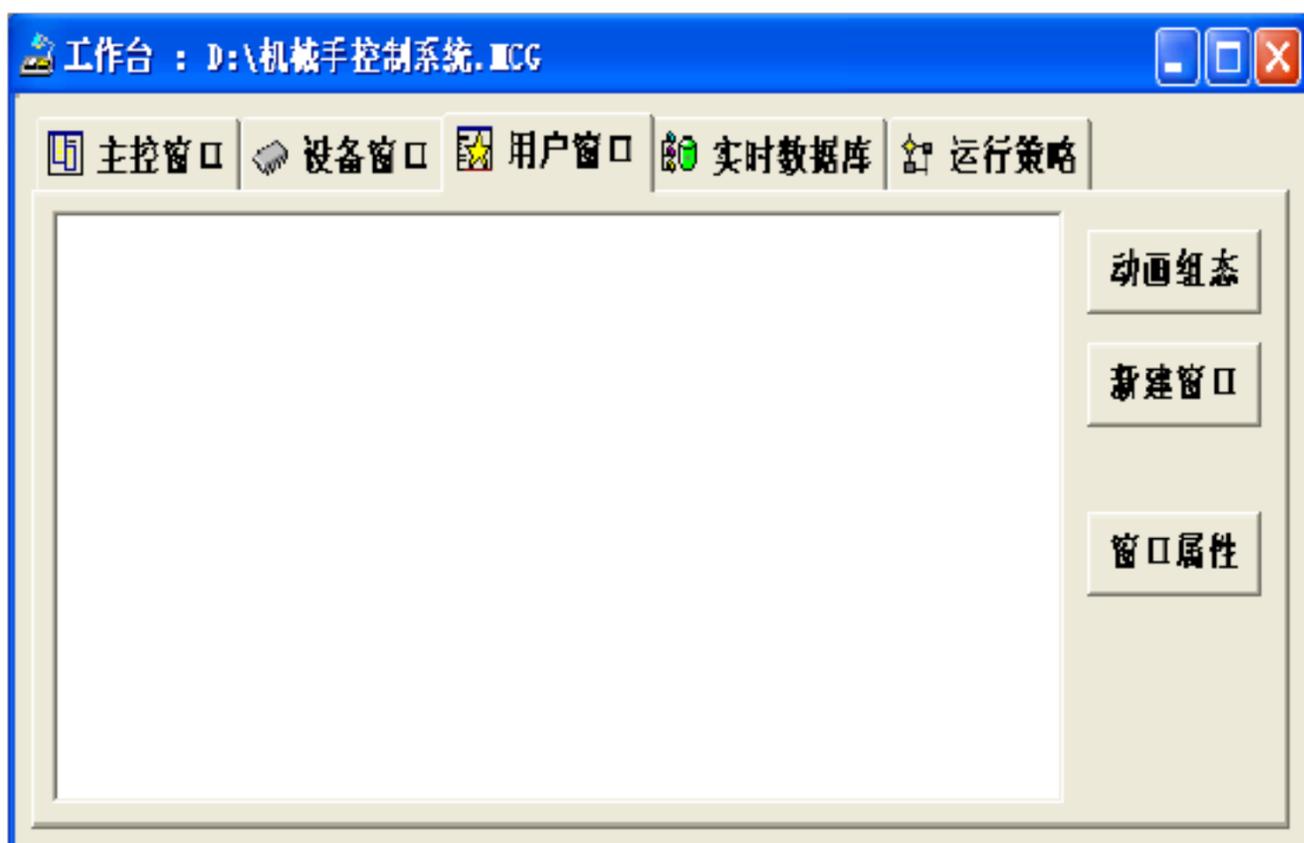


图 4-3 MCGS 工作台窗口

在 MCGS 中，变量也叫数据对象。实时数据库是 MCGS 工程的数据交换和数据处理中心。数据对象是构成实时数据库的基本单元，建立实时数据库的过程也就是定义数据对象的过程。定义数据对象的内容主要包括：指定数据变量的名称、类型、初始值和数值范围确定与数据变量存盘相关的参数，如存盘的周期、存盘的时间范围和保存期限等。

4.2.2 变量的分配

在开始定义之前，我们先对系统进行分析，确定需要的变量。本系统至少需要 16 个变量，见表 4-1。

表 4-1 机械手控制系统变量分配表

变量名	类型	初值	注释
启动按钮	开关型	0	机械手启动控制信号, X11 输入, 1 有效
复位按钮	开关型	0	机械手复位控制信号, X12 输入, 1 有效
夹紧	开关型	1	机械手动作控制——夹紧, 输出, 0 有效
放松	开关型	1	机械手动作控制——放松, 输出, 0 有效
上升	开关型	1	机械手动作控制——上升, 输出, 0 有效
下降	开关型	1	机械手动作控制——下降, 输出, 0 有效
前伸	开关型	1	机械手动作控制——前伸, 输出, 0 有效
后缩	开关型	1	机械手动作控制——后缩, 输出, 0 有效
X5	开关型	0	X 轴前限位, 输入, 1 有效, 停止前伸
X6	开关型	0	X 轴后限位, 输入, 1 有效, 停止后缩
X7	开关型	0	Y 轴上限位, 输入, 1 有效, 停止上升
X10	开关型	0	Y 轴下限位, 输入, 1 有效, 停止下降
工件夹紧标志	开关型	0	夹紧为 1
初始位置	开关型	1	工件处于初始位置时为 1
垂直移动量	数值型	0	动画参数
水平移动量	数值型	0	动画参数

机械手动作控制信号本身要求高电平, 而开关量输出通道是反相输出, 因此上升等几个变量需设计为低电平有效, 即送“0”动作。

4.2.3 变量定义的步骤

- 1) 单击工作台中的“实时数据库”选项卡, 进入“实时数据库”窗口页, 如图 4-4 所示。窗口中列出了系统已有变量“数据对象”的名称。其中一部分为系统内部建立的数据对象。现在要将表中定义的数据对象添加进去。
- 2) 单击工作台右侧“新增对象”按钮, 在窗口的数据对象列表中, 增加了一个新的数据对象, 如图 4-5 所示。
- 3) 选中该数据对象, 按“对象属性”按钮, 或双击选中对象, 则打开“数据对象属性设置”窗口。

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/955104103102012004>