

浙江理工大学

本科毕业设计（论文）

题 目： 基于 PLC 的机械手控制

学 院： 机械与自动控制学院

专 业： 09 机械设计制造及其自动化 4 班

姓 名： 刘俊

学 号： B09300417

指导教师： 唐浙东

2013 年 05 月 15 日

浙 江 理 工 大 学

机械与自动控制学院

毕业论文诚信声明

我谨在此保证：本人所写的毕业论文，凡引用他人的研究成果均已
在参考文献或注释中列出。论文主体均由本人独立完成，没有抄袭、剽
窃他人已经发表或未发表的研究成果行为。如出现以上违反知识产权的
情况，本人愿意承担相应的责任。

声明人（签名）：刘俊

2013 年 05 月 15 日

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。此设计基于PLC为基础，设计一种三自由度机械手的控制系统，实现了对多个步进电机的开环控制，并运用组态王Kingview软件绘制上位机程序。机械手设计主要是依靠限位开关和步进电机的控制及推动来实现的。机械手的所有动作均采用脉冲控制、电驱动。它的上升/下降、左移/右移和左旋转/右旋转均采用步进电机完成。机械手的动作转换依靠限位开关来控制并且按照一定的顺序动作。本设计所用机械部件有模拟机械手爪，电气方面有PC、欧姆龙CP1H、开关电源、电机驱动器等部件。

关键词:PLC；步进电机；机械手；控制系统

Abstract

In industrial production and other areas, as a result of the need, people often subjected to high temperature, corrosive and toxic gas hazards, increased labor intensity, and even life-threatening. Since the advent of robot, all kinds of problems solved. Robot caught in the space, put, handling objects, actions flexible, applicable to transform the production of varieties in small-volume automated production, widely used in flexible automatic line. This design is based on the PLC-based control system design of a three-degree-of-freedom robot, multiple stepper motor open-loop control, and the use of configuration the king KingView software draw host computer program. Robot designed primarily limit switches and stepper motor control and promote. All the actions of the robot are used pulse control, electric drive. It up / down, left / right and left rotation / right rotation is completed by a stepping motor. Converting the movement of the manipulator to rely on the limit switch to control and according to a certain sequence of actions. The design mechanical components with analog mechanical gripper, electrical PC Omron CP1H, switching power supplies, motor drives and other components.

Key words: PLC; Stepping motor; Manipulator; Control syst

目 录

摘 要

Abstract

第 1 章 绪 论	1
1.1 机械手的背景	1
1.2 柔性制造系统	1
第 2 章 机械手单元	4
2.1 机械手在柔性制造系统中的位置和功用	4
2.2 机械手的执行机构	4
2.3 机械手的动作及其流程图	5
2.3.1 机械手的主要动作及其坐标变化	5
2.3.2 机械手的工作流程图	5
2.4 机械手控制方案	6
第 3 章 可编程控制器	7
3.1 PLC 可编程控制器概述	7
3.1.1 PLC 可编程控制器定义	7
3.1.2 PLC 可编程控制器的基本构成	7
3.2 PLC 可编程控制器的特点	10
3.3 PLC 可编程控制器应用领域	12
3.4 PLC 可编程控制器的国内外状况	13
第 4 章 电路中的主要元器件	15
4.1 欧姆龙 CP1H 可编程控制器	15
4.1.1 欧姆龙 CP1H 功能特点介绍	15
4.1.2 欧姆龙 CP1H 输入输出介绍	15
4.1.3 欧姆龙 PLC 的特长	15
4.2 步进电机	17
4.2.1 步进电机工作原理及应用	17
4.2.2 步进电机的选择	17

4.3 步进电机驱动器.....	19
4.3.1 步进电机驱动器概述及控制原理.....	19
4.3.2 步进电机驱动器选择.....	20
4.4 接近开关.....	20
4.4.1 接近开关工作原理及应用.....	20
4.4.2 接近开关的选择.....	21
第5章 基于 PLC 控制的机械手硬件设计	22
5.1 PLC 可编程控制器布线与连接	22
5.1.1 PLC 输入端子的布线与连接	22
5.1.2 PLC 输出端子的布线与连接	23
5.2 步进电机驱动器与电机连接.....	25
第6章 基于 PLC 控制的机械手软件设计	26
6.1 PLC 的 I/O 口定义	26
6.1.1 PLC 输入端 I 的定义	26
6.1.2 PLC 输出端 O 的定义	26
6.2 PLC 的程序编写	27
6.3 组态王 KINGVIEW 控制界面设计	27
6.3.1 组态王软件简介.....	33
6.3.2 控制界面开发设计.....	34
6.4 控制系统的程序调试步骤.....	35
6.5 调试过程中要注意的事项.....	35
第7章 结束语	37
参考文献.....	38
致 谢.....	39

第1章 绪 论

1.1 机械手的背景及其发展

工业机器人是最近几十年发展起来的一种高新技术自动化生产设备。工业机器人的一个重要分支。它的特点是通过编程来完成各种预期的作业任务，在构造和性能上兼顾人和机器各自的优点，尤其体现了人的智能和适应性。机械手作业的准确性和各种环境中完成作业的能力，在国民经济各领域有着广阔的发展前景。

机械手是在机械化，自动化生产过程中发展起来的一种新型装置，广泛应用于自动化生产线，危险品及有害物品的搬运装卸等。机械手目前虽然不如人手灵活，但是它能够不断的重复工作和劳动，不知疲劳，不怕危险抓举重物的力量比人手大的特点，因此获得日益广泛的应用。

目前国内机械手主要用于机床加工、铸锻、热处理等方面，数量、品种、性能方面都不能满足工业生产发展的需要。所以，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。

国外机械手在机械制造行业中应用较多，发展也很快。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。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。使它具有有一定的传感能力，能反馈外界条件的变化，作相应的变更。目前世界高端工业机械手均有高精化，高速化，多轴化，轻量化的发展趋势。

机械手技术涉及到力学、机械学、电气液压技术、自动控制技术、传感器技术和计算机技术等科学领域，是一门跨学科综合技术。

本课题的主要目的是了解机械手的工作原理，设计工件加工机械手的控制系统。

1.2 柔性制造系统

随着科学技术的迅速发展，新产品不断涌现，产品的复杂程度也随之增加，而产品的市场寿命日益缩短，更新换代加速，中、小批量生产占有越来越重要的地位。面临这一新的局面，必须大幅度提高制造柔性和生产效率，缩短生产周期，保证产品质量，降低能耗，从而降低生产成本，以获得更好的经济效益。柔性制造系统正是在这种形势下应运而生的。

柔性制造系统是由数控加工设备、物料运储装置和计算机控制系统等组成的自动化制造系统。它包括多个柔性制造单元，能根据制造任务或生产环境的变化迅速进行调整，以适宜于多品种、中小批量生产。它通过简单地改变软件的方法能够制造出多种零件中任何一种零件。

本次柔性制造系统主要由六个单元模块组成,分别为上料检测单元,机械手单元,加工单元,CCD 尺寸检测单元,输送带单元,仓库单元。通过网络控制管理系统（见图 1-1）可以在工作站中实现各部分的控制、协调工作与远程监控，进行各类实验教学工作。

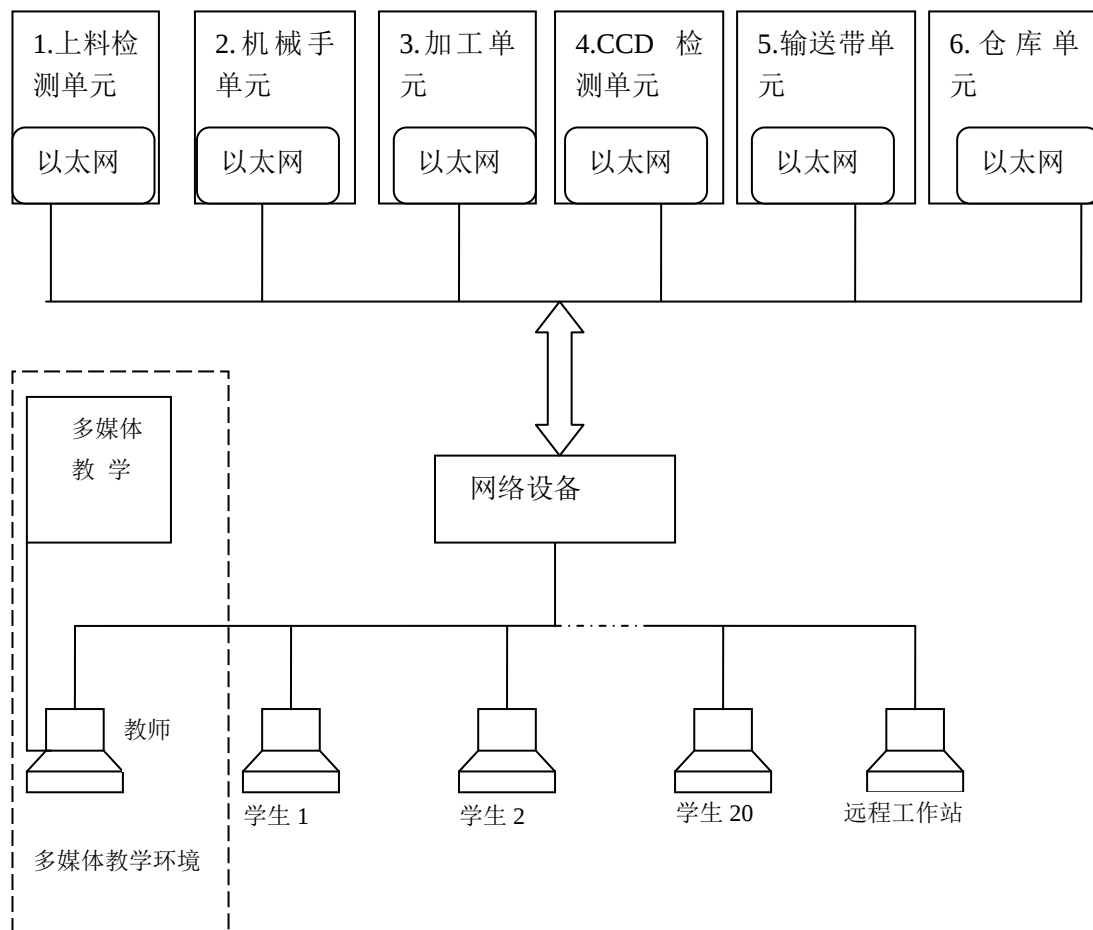


图 1-1 柔性制造系统网络监控管理示意图

通过该系统，使学生可通过实验了解柔性制造系统的基本组成和基本原理，为学生提供一个开放性的，创新性的和可参与性的实验平台，让学生全面掌握机电一体化技术的应用开发和集成技术，帮助学生从系统整体角度去认识系统各组成部分，从而

掌握机电控制系统的组成、功能及控制原理。可以促进学生在机械设计、电气自动化、自动控制、机器人技术、计算机技术、传感器技术等方面的学习,并对电机驱动及控制技术、PLC 控制系统的设计与应用、计算机网络通信技术和现场总线技术、高级语言编程等技能得到实际的训练,激发学生的学习兴趣,使学生在机电系统的设计、装配、调试能力等方面均能得到综合提高。

第2章 机械手单元

2.1 机械手在柔性制造系统中的位置和功用

机械手处于该柔性制造系统由输送单元到加工单元的中间位置，主要功用是将输送带上的毛培抓取并转移到加工单元的加工平台上，待加工完毕后再将加工好的零件转移到输送带上，以便输送至下一单元。由于该柔性制造系统需要在以太网模式下工作，因此机械手的控制模块还必须具备以太网的通讯编程能力。

2.2 机械手的执行机构

机械手主要由手部和运动机构组成。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。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，其结构也越复杂。本次设计采用三自由度。

机械手的主要工作归纳为机构的旋转，手臂的升降、小臂的升降和夹具的夹紧与松开，其中机构的旋转有步进电机来驱动，其他通过步进电机和滚珠丝杠相连来驱动。所以需要4个步进电机滚珠丝杠是将回转运动转化为直线运动，或将直线运动转化为回转运动的产品。机械手装置图如图2-1。

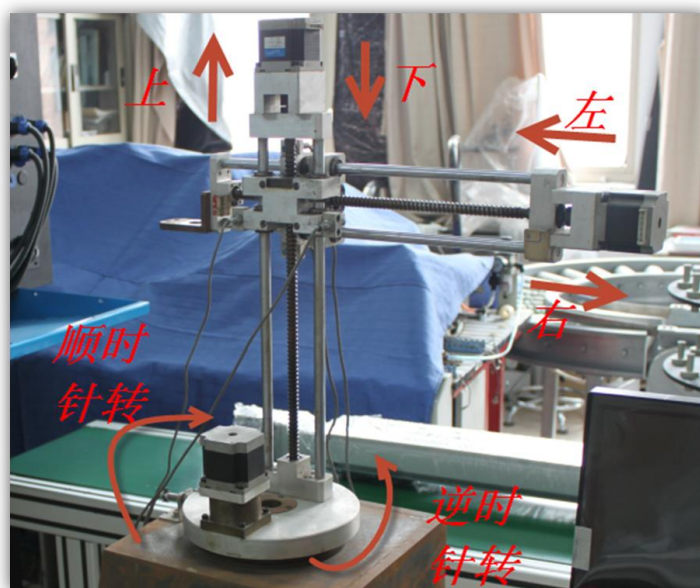


图 2-1 机械手装置图

2.3 机械手的动作及其流程图

2.3.1 机械手的主要动作及其坐标变化

根据系统要求，机械手单元需要在网络的控制下完成将毛培转移到加工台上，等待加工结束，再将加工好的零件运送到输送带上，然后重复操作，实现连续工作。为了方便对其动作监控，给机械手设定了 X , Z , θ 三个坐标，实现完全定位。其具体动作及坐标变化如下：

- 1). 机械手处于连续工作位置，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。按下连续工作按钮，机械手开始连续工作模式。
- 2). 机械手顺时针旋转 80° ，到达传送带正上方，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=80^\circ$ 。
- 3). 机械手下降 200mm ，抓取传送上毛培，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=65\text{mm}$, $\theta=80^\circ$ 。
- 4). 机械手等待 2s ，确保完全夹紧毛培件，此时坐标不变 $X=-245\text{mm}$, $Z=65\text{mm}$, $\theta=80^\circ$ 。
- 5). 机械手上升 100mm ，让毛培与加工台处于同一平面，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=80^\circ$ 。
- 6). 机械手逆时针旋转 80° ，将毛培放到加工台上，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 7). 机械手等待 2s ，确保毛培完全释放，此时坐标不变 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 8). 机械手上升 100mm ，以便离开加工区域，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 9). 机械手右移 200mm ，离开机床工作范围，此时 $X=-45\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 10). 机械手等待 5s ，机床将毛培加工为零件，此时坐标不变 $X=-45\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 11). 机械手左移 200mm ，准备抓取零件，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=265\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 12). 机械手下降 100mm ，抓取零件，此时坐标 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 13). 机械手等待 2s ，确保完全夹紧零件，此时坐标不变 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=0^\circ$ 。
- 14). 机械手顺时针旋转 80° ，到达传送带正上方，此时 $X=-245\text{mm}$, $Z=165\text{mm}$, $\theta=80^\circ$ 。

- 15). 机械手下降 100mm，放下零件，此时 $X=-245\text{mm}$ ， $Z=65\text{mm}$ ， $\theta=80^\circ$ 。
- 16). 机械手上升 200mm，便于回到原位，此时 $X=-245\text{mm}$ ， $Z=265\text{mm}$ ， $\theta=80^\circ$ 。
- 17). 机械手逆时针旋转 80° ，回到原位置，此时 $X=-245\text{mm}$ ， $Z=265\text{mm}$ ， $\theta=0^\circ$ 。
- 18). 重复以上动作，完成连续自动工作。

2.3.2 机械手的工作流程图

机械手的动作顺序如下：机械手沿原点位置顺转、下降、上升、逆转、上升、右移、左移、下降、顺转、下降、上升、逆转返回原点，完成毛培由传送带到加工台，再由加工台到传送带的周期性动作，实现了毛培的传送到零件的运输功能。根据机械手的动作顺序，可以画出如图 2-2 所示的流程图：

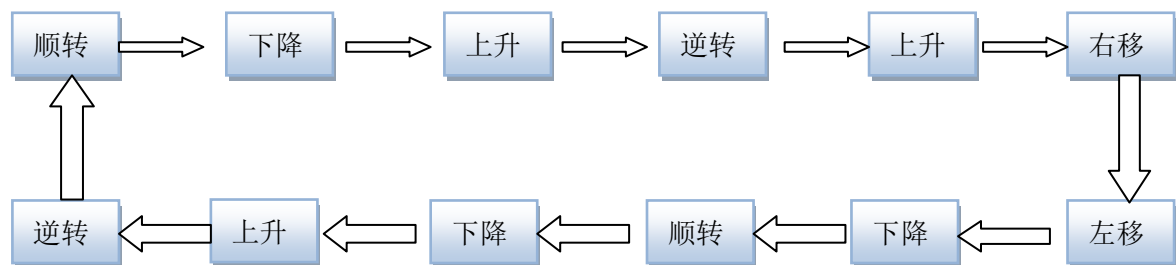


图 2-2 机械手控制系统流程图

2.4 机械手控制方案

现在工业机械手的控制方案主要有两种。一种是选择单片机嵌入式系统控制，这种控制价格相对较低，但是适应性较差，需要进行复杂的电路微电子设计，并且拓展性较差，编程复杂，不太适合柔性制造系统。另一种是选择可编程控制器控制，这种控制方案抗干扰能力强，不需要进行复杂的电路设计，梯形图编程相对简单容易上手，适应性强，非常适合工业级的自动化生产。所以本次设计选择可编程控制器为机械手的控制方案。机械手的控制方案图见图 2-3。

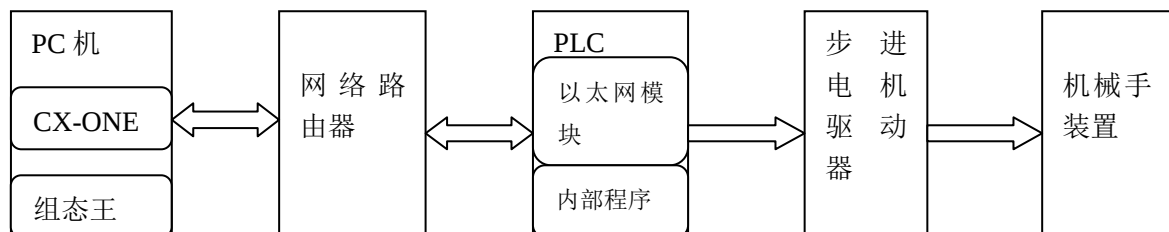


图 2-3 机械手控制系统方案图

第3章 可编程控制器

3.1 PLC 可编程控制器概述

3.1.1 PLC 可编程控制器定义

“PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。”

3.1.2 PLC 可编程控制器的基本构成

从结构上分，PLC 分为固定式和组合式（模块式）两种。固定式 PLC 包括 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等，这些元素组合成一个不可拆卸的整体。模块式 PLC 包括 CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，这些模块可以按照一定规则组合配置。

PLC 实质是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构基本上与微型计算机相同，基本构成为：电源、中央处理单元（CPU）、存储器、输入输出接口电路（I/O 模块）、底板或机架、功能模块、通信模块、编程设备、人机界面等。

电源

PLC 的电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源，在整个系统中起着十分重要的作用。如果没有一个良好的、可靠的电源系统是无法正常工作的，因此 PLC 的制造商对电源的设计和制造也十分重视。一般交流电压波动在+10%(+15%)范围内，可以不采取其它措施而将 PLC 直接连接到交流电网上去。同时，有的还为输入电路提供 24V 的工作电源。电源输入类型有：交流电源（220VAC 或 110VAC），直流电源（常用的为 24VDC）。

中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢，是 PLC 的核心起神经中枢的作用，每套 PLC 至少有一个 CPU。它按照 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据；检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态，并能诊断用户程序中的语法错误。当 PLC 投入运行时，首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态

和数据，并分别存入 I/O 映象区，然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序，经过命令解释后按指令的规定执行逻辑或算术运算的结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后，最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置，如此循环运行，直到停止运行。

为了进一步提高 PLC 的可靠性，近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统，或采用三 CPU 的表决式系统。这样，即使某个 CPU 出现故障，整个系统仍能正常运行。

CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数，它们决定着 PLC 的工作速度，I/O 数量及软件容量等，因此限制着控制规模。

存储器

存放系统软件的存储器称为系统程序存储器；存放应用程序的存储器称为用户程序存储器。

输入输出接口电路（I/O 模块）

PLC 与电气回路的接口，是通过输入输出部分（I/O）完成的。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反映输入信号状态，输出点反映输出锁存器状态。输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统，输出模块相反。I/O 分为开关量输入（DI），开关量输出（DO），模拟量输入（AI），模拟量输出（AO）等模块。

现场输入接口电路由光耦合电路和微机的输入接口电路，作用是 PLC 与现场控制的接口界面的输入通道。

现场输出接口电路由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成，作用 PLC 通过现场输出接口电路向现场的执行部件输出相应的控制信号。

常用的 I/O 分类如下：

开关量：按电压水平分，有 220VAC、110VAC、24VDC，按隔离方式分，有继电器隔离和晶体管隔离。

模拟量：按信号类型分，有电流型（4-20mA，0-20mA）、电压型（0-10V，0-5V，-10-10V）等，按精度分，有 12bit，14bit，16bit 等。除了上述通用 I/O 外，还有特殊 I/O 模块，如热电阻、热电偶、脉冲等模块。

按 I/O 点数确定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力，即受最大的底板或机架槽数限制。

底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架，其作用是：电气上，实现各模块间的联系，使 CPU 能访问底板上的所有模块，机械上，实现各模块间的连接，使各模块构成一个整体。

功能模块

如计数、定位等功能模块

通信模块

如以太网、RS485、Profibus-DP 通讯模块等

编程设备

编程器是 PLC 开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件，用于编程、对系统作一些设定、监控 PLC 及 PLC 所控制的系统的工作状况，但它不直接参与现场控制运行。小编程器 PLC 一般有手持型编程器，目前一般由计算机（运行编程软件）充当编程器。

人机界面

最简单的人机界面是指示灯和按钮，液晶屏（或触摸屏）式的一体式操作员终端应用越来越广泛，由计算机（运行组态软件）充当人机界面非常普及。

可靠性高，抗干扰能力强

PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，仅剩下与输入和输出有关的少量硬件，接线可减少到继电器控制系统的 $1/10 \sim 1/100$ ，因触点接触不良造成的故障大为减少。

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。例如三菱公司生产的 F 系列 PLC 平均无故障时间高达 30 万小时。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

硬件配套齐全，功能完善，适用性强

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品，并且已经标准化、系列化、模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能、不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便，一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力，可直接驱动一般的电磁阀和交流接触器，可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

容易改造

系统的设计、安装、调试工作量小，维护方便，容易改造

PLC 的梯形图程序一般采用顺序控制设计法。这种编程方法很有规律，很容易掌握。对于复杂的控制系统，梯形图的设计时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

体积小，重量轻，能耗低

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100mm，仅相当于几个继电器的大小，因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。它的重量小于 150g，功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备。

3.2 PLC 可编程控制器的特点

可靠性高，抗干扰能力强

PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，仅剩下与输入和输出有关的少量硬件，接线可减少到继电器控制系统的 $1/10 \sim 1/100$ ，因触点接触不良造成的故障大为减少。

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。例如三菱公司生产的 F 系列 PLC 平均无故障时间高达 30 万小时。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

硬件配套齐全，功能完善，适用性强

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品，并且已经标准化、系列化、模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能、不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便，一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力，可直接驱动一般的电磁阀和交流接触器，可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

容易改造

系统的设计、安装、调试工作量小，维护方便，容易改造

PLC 的梯形图程序一般采用顺序控制设计法。这种编程方法很有规律，很容易掌握。对于复杂的控制系统，梯形图的设计时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

体积小，重量轻，能耗低。

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100mm，仅相当于几个继电器的大小，因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。它的重量小于 150g，功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备。

3.3 PLC 可编程控制器应用领域

目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业，使用情况大致可归纳为如下几类。

开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，它取代传统的继电器电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制，也可用于多机群控及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

模拟量控制

在工业生产过程当中，有许多连续变化的量，如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量，必须实现模拟量（Analog）和数字量（Digital）之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块，使可编程控制器用于模拟量控制。

运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说，早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构，现在一般使用专用的运动控制模块。如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能，广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机，PLC 能编制各种各样的控制算法程序，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块，目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

数据处理

现代 PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较，完成一定的控制操作，也可以利用通信功能传送到别的智能装置，或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统，如无人控制的柔性制造系统；也可用于过程控制系统，如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其它智能设备间的通信。随着计算机控制的发展，工厂自动化网络发展得很快，各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能，纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口，通信非常方便。

3.4 PLC 可编程控制器的国内外状况

世界上公认的第一台 PLC 是 1969 年美国数字设备公司（DEC）研制的。限于当时的元器件条件及计算机发展水平，早期的 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成，可以完成简单的逻辑控制及定时、计数功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器。人们很快将其引入可编程控制器，使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能，完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。为了方便熟悉继电器、接触器系统的工程技术人员使用，可编程控制器采用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言，并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。此时的 PLC 为微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。

20 世纪 70 年代中末期，可编程控制器进入实用化发展阶段，计算机技术已全面引入可编程控制器中，使其功能发生了飞跃。更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了它在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初，可编程控制器在先进工业国家中已获得广泛应用。这个时

期可编程控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化。这个阶段的另一个特点是世界上生产可编程控制器的国家日益增多，产量日益上升。这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。

20 世纪末期，可编程控制器的发展特点是更加适应于现代工业的需要。从控制规模上来说，这个时期发展了大型机和超小型机；从控制能力上来说，诞生了各种各样的特殊功能单元，用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合；从产品的配套能力来说，生产了各种人机界面单元、通信单元，使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前，可编程控制器在机械制造、石油化工、冶金钢铁、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。

我国可编程控制器的引进、应用、研制、生产是伴随着改革开放开始的。最初是在引进设备中大量使用了可编程控制器。接下来在各种企业的生产设备及产品中不断扩大了 PLC 的应用。目前，我国自己已可以生产中小型可编程控制器。上海东屋电气有限公司生产的 CF 系列、杭州机床电器厂生产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ 系列等多种产品已具备了一定的规模并在工业产品中获得了应用。此外，无锡华光公司、上海乡岛公司等中外合资企业也是我国比较著名的 PLC 生产厂家。可以预期，随着我国现代化进程的深入，PLC 在我国将有更广阔的应用天地。

第 4 章 电路中的主要元器件

4.1 欧姆龙 CP1H 可编程控制器

4.1.1 欧姆龙 CP1H 功能特点介绍

可编程控制器 SYSMAC CP1H 是用于实现高速处理·高功能的程序一体化型 PLC。配备与 CS/CJ 系列共通的体系结构，与以往产品 CPM2A 40 点输入输出型尺寸相同，但处理速度可达到约 10 倍的性能。

CP1H CPU 单元包括 X（基本型）/XA（带内置模拟量输入输出端子）/Y（带脉冲输入输出专用端子）3 种类型。本次设计选用时 X（基本型），型号为 CP1H-X40DT-D 见图 4-1。

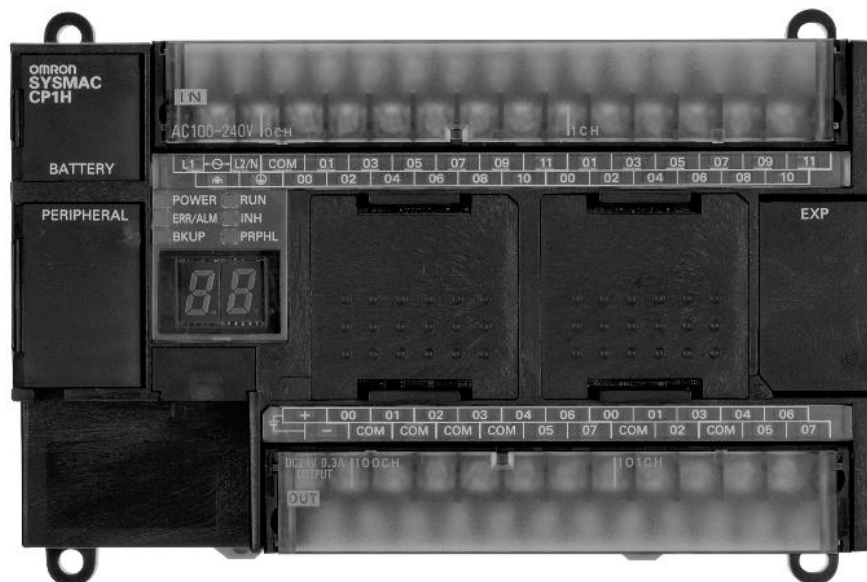


图 4-1 CP1H-X40DT-D 实物图

4.1.2 欧姆龙 CP1H 输入输出介绍

欧姆龙 CP1H 单元本体，内置输入 24 点，输出 16 点。分别为通用输入（24 点），输入中断（8 点），脉冲接收（8 点），高速计数器 4 轴；通用输出（16 点），脉冲输出 4 点，PWM 输出（2 点）。

CPU 单元本体通过扩展 CPM1A 系列的扩展 I/O 单元，CP1H 整体可以达到最大 320 点的输入输出。

4.1.3 欧姆龙 PLC 的特长

处理速度大幅提高，达到与本公司 CJ1M 相同的指令执行速度，用微型 PLC 即可达到顶级的性能。高速处理约 400 种指令。通过功能块（FB）功能、任务功能使程序的编制、管理更加简单。

丰富的高速计数器功能。将旋转编码器连接到内置输入, 即可进行高速计数器输入。由于有丰富的高速计数器点数, 可用 1 台来控制多轴装置。

丰富的高速计数器相关功能。可通过高速计数器当前值与设定的目标值一致或区域比较, 触发中断达到高速处理; 可进行高速计数器输入的频率（速度）测定; 可进行高速计数器的当前值的保持 / 更新切换。

多样的脉冲控制。可从 CPU 单元内置输出点发出固定占空比脉冲信号, 脉冲输入到伺服电动机驱动器来达到定位 / 速度控制。可进行 X, Y, Z, θ 的 4 轴控制。Y 型的情况下, 可达到 1MHz 高速脉冲率。

丰富的脉冲输出相关功能。可选择脉冲输出功能「CW/CCW 脉冲输出」、「脉冲 + 方向输出」; 在绝对值坐标系中通过自动方向设定可以简单定位; 可进行三角控制; 在定位中, 可变更定位目标位置（多重起动）; 在速度控制过程中, 可变更为定位（中断进给）; 在加速或减速过程中, 可变更目标速度、加减速率; 发出可变占空比脉冲输出信号, 可进行照明/电力控制等。

原点搜索, 可用 1 指令进行原点搜索/复位动作。

输入中断功能, 内置输入的上升沿或下降沿时, 可起动中断任务（直接模式）。此外, 可对内置输入上升沿或下降沿进行计数, 如达到某个值, 可起动中断任务（计数器模式）。

脉冲接收功能, 通过将内置输入设为脉冲接收功能, 可与周期时间无关, 切实捕捉到最小输入信号幅度 $30\ \mu\text{s}$ 为止的输入。

与各种组件的连接相容性。

7 段 LED 显示, 用 2 位的 7 段 LED 显示, 将 PLC 的状态更简易地进行告知。这样, 可以提高设备运行中故障状态的检测和维护性。

无电池运转, 可将程序、PLC 系统设定等自动保存到 CPU 单元内置闪存内。此外, DM 区数据可以保存到内存内, 作为上电时的初始数据。这样, 即使无电池也可将程序及 DM 区的初始值（如处方设定）保存到 CPU 单元内部。

存储盒可将程序及 DM 区初始值等内置闪存内的数据保存到存储盒（选件），作为备份数据来保存。此外，编制相同系统时，可以用存储盒将程序及初始值数据等简单地复制到其他的 CPU 单元内。

可扩展 CJ 系列高性能单元，通过 CJ 单元适配器，连接 CJ 系列的特殊 I/O 单元、CPU 总线单元最大 2 单元，而且可进行与上位/下位网络的连接、模拟输入输出的扩展等。

4.2 步进电机

4.2.1 步进电机工作原理及应用

步进电机是将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制元步进电机件。在非超载的情况下，电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数，而不受负载变化的影响，当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度，称为“步距角”，它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

步进电机是一种感应电机，它的工作原理是利用电子电路，将直流电变成分时供电的，多相时序控制电流，用这种电流为步进电机供电，步进电机才能正常工作，驱动器就是为步进电机分时供电的，多相时序控制器 虽然步进电机已被广泛地应用，但步进电机并不能象普通的直流电机，交流电机在常规下使用。它必须由双环形脉冲信号、功率驱动电路等组成控制系统方可使用。因此用好步进电机却非易事，它涉及到机械、电机、电子及计算机等许多专业知识。

步进电机作为执行元件，是机电一体化的关键产品之一，广泛应用在各种自动化控制系统中。随着微电子和计算机技术的发展，步进电机的需求量与日俱增，在各个国民经济领域都有应用。

4.2.2 步进电机的选择

步进电机是机械手的动力源泉，选择时需要考虑如下因素：

1). 步进电机转矩的选择。

步进电机的保持转矩，近似于传统电机所称的“功率”。当然，有着本质的区别。步进电动机的物理结构，完全不同于交流、直流电机，电机的输出功率是可变的。通常根据需要的转矩大小（即所要带动物体的扭力大小），来选择哪种型号的电机。大致

说来, 扭力在 $0.8\text{N}\cdot\text{m}$ 以下, 选择 20、28、35、39、42 (电机的机身直径或方度, 单位: mm); 扭力在 $1\text{N}\cdot\text{m}$ 左右的, 选择 57 电机较为合适。扭力在几个 $\text{N}\cdot\text{m}$ 或更大的情况下, 就要选择 86、110、130 等规格的步进电机。

2). 步进电机转速的选择

对于电机的转速也要特别考虑。因为, 电机的输出转矩, 与转速成反比。就是说, 步进电机在低速 (每分钟几百转或更低转速, 其输出转矩较大), 在高速旋转状态的转矩 (1000 转/分—9000 转) 就很小了。当然, 有些工况环境需要高速电机, 就要对步进电动机的线圈电阻、电感等指标进行衡量。选择电感稍小一些的电机, 作为高速电机, 能够获得较大输出转矩。反之, 要求低速大力矩的情况下, 就要选择电感在十几或几十 mH , 电阻也要大一些为好。

3). 步进电机空载启动频率的选择

步进电机空载启动频率, 通常称为“空启频率”。这是选购电机比较重要的一项指标。如果要求在瞬间频繁启动、停止, 并且, 转速在 1000 转/分钟左右 (或更高), 通常需要“加速启动”。如果需要直接启动达到高速运转, 最好选择反应式或永磁电机。这些电机的“空启频率”都比较高。

4). 步进电机相数的选择

步进电机的相数选择, 这项内容, 很多客户几乎没有什么重视, 大多是随便购买。其实, 不同相数的电机, 工作效果是不同的。相数越多, 步距角就能够做的比较小, 工作时的振动就相对小一些。大多数场合, 使用两相电机比较多。在高速大力矩的工作环境, 选择三相步进电机是比较实用的。

5). 工作环境对步进电机的选择

特种步进电机能够防水、防油, 用于某些特殊场合。例如水下机器人, 就需要放水电机。对于特种用途的电机, 就要针对性选择了。

综合考虑以上因素, 结合机械手的工作要求, 扭力在 $1\text{N}\cdot\text{m}$ 左右, 转速适中, 工作环境一般, 价格因素, 最终选择深圳白山机电一体化有限公司生产的 BS57HB56-03 两相步进电机, 外形尺寸见图 4-2, 电气规格见表 4-1, 实物图见图 4-3

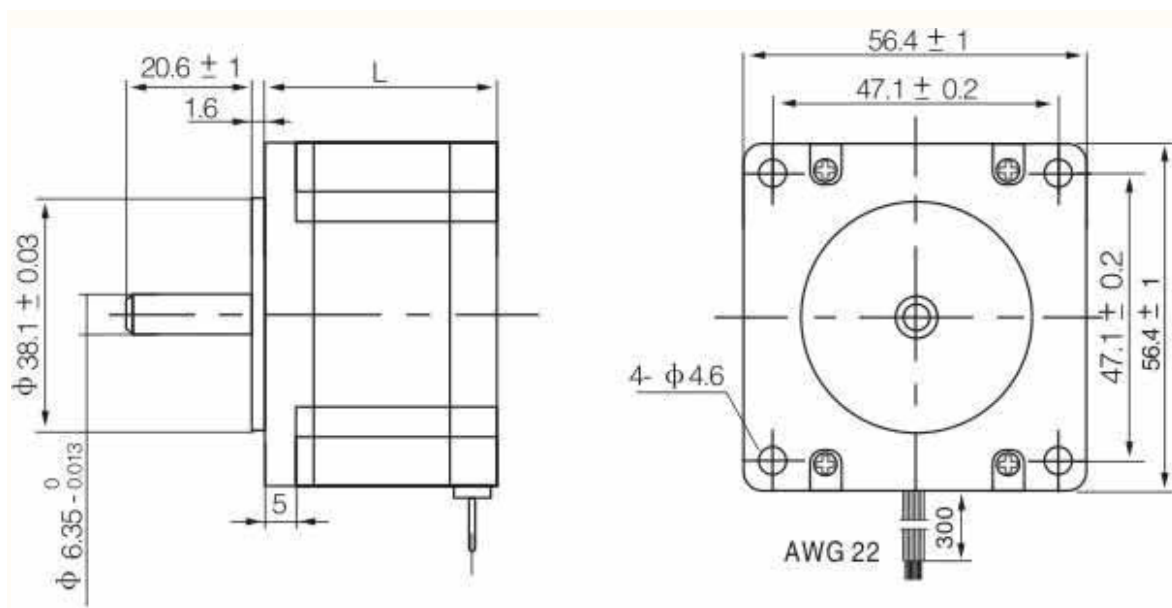


图 4-1 BS57HB56-03 尺寸图

表 4-1 BS57HB56-03 电气规格表

型号	步距角	电机长度	保持转矩	额定电流	相电阻	相电感	转子惯量	电机重量
Model	Step Angle (°)	Length L (mm)	Holding Torque (N.m)	Current (A/Phase)	Resistance (Ω)	Inductance (mH)	Rotor inertia (g.cm ²)	Weight (Kg)
BS57HB56-03		56	0.9	3.0	0.75	1.1	300	0.7



图 4-3 BS57HB56-03S 实物图

4.3 步进电机驱动器

4.3.1 步进电机驱动器概述及控制原理

步进电机驱动器是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(称为“步距角”)，它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

步进电动机和步进电动机驱动器构成步进电机驱动系统。步进电动机驱动系统的性能，不但取决于步进电动机自身的性能，也取决于步进电动机驱动器的优劣。对步进电动机驱动器的研究几乎是与步进电动机的研究同步进行的。

步进电动机不能直接接到直流或交流电源上工作，必须使用专用的驱动电源（步进电动机驱动器）。控制器（脉冲信号发生器）可以通过控制脉冲的个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

4.3.2 步进电机驱动器选择

步进电机驱动器的型号由步进电机决定，因此根据 BS57HB56-03 步进电机的推荐驱动器型号为 Q2HB44(见图 4.4),选择了深圳白山机电一体有限公司生产的 Q2HB44MC 驱动器。该驱动器具有高性能，低价格，最高 200 细分，驱动电流可调等特点。



图 4-4 Q2HB44 实物图

4.4 接近开关

4.4.1 接近开关工作原理及应用

接近开关是一种毋需与运动部件进行机械接触而可以操作的位置开关，当物体接近开关的感应面到动作距离时，不需要机械接触及施加任何压力即可使开关动作，从而驱动交流或直流电器或给计算机装置提供控制指令。接近开关是种开关型传感器

（即无触点开关），它即有行程开关、微动开关的特性，同时具有传感性能，且动作可靠，性能稳定，频率响应快，应用寿命长，抗干扰能力强等、并具有防水、防震、耐腐蚀等特点。

接近开关又称无触点接近开关，是理想的电子开关量传感器。当金属检测体接近开关的感应区域，开关就能无接触，无压力、无火花、迅速发出电气指令，准确反应出运动机构的位置和行程，即使用于一般的行程控制，其定位精度、操作频率、使用寿命、安装调整的方便性和对恶劣环境的适用能力，是一般机械式行程开关所不能相比的。它广泛地应用于机床、冶金、化工、轻纺和印刷等行业。在自动控制系统中可作为限位、计数、定位控制和自动保护环节。接近开关具有使用寿命长、工作可靠、重复定位精度高、无机械磨损、无火花、无噪音、抗振能力强等特点。因此到目前为止，接近开关的应用范围日益广泛，其自身的发展和创新的速率也是极其迅速。

接近开关的主要作用是检测距离：检测电梯、升降设备的停止、起动、通过位置；检测车辆的位置，防止两物体相撞检测；检测工作机械的设定位置，移动机器或部件的极限位置；检测回转体的停止位置，阀门的开或关位置；检测气缸或液压缸内的活塞移动位置。

4.4.2 接近开关的选择

接近开关的选用应当考虑被测物体的材料属性，一般按如下推荐选用：

1). 当被检测物体为导电良好的金属材料时，应选用电感型或电涡流型的接近开关。该类型的接近开关对铁镍、钢材料的检测物体灵敏度最高。对铝、铜和不锈钢灵敏度较低。

2). 当被物体为金属或非金属时，但要进行远距离的检测时，应选用光电型或超声波型的接近开关。

3). 当被测物体为非金属时，选用电容型的接近开关。如被检测物体为纸张、水、玻璃、塑料、木材以及人体时，就应选用电容型的接近开关。

4). 当被物体为磁性运动物体时，可选用霍尔式或干簧管式的接近开关。

按照以上推荐原则选用接近开关型号为 FA8-M1LA（见图 4-5）。



图 4-5 FA8-M1LA 实物图

第 5 章 基于 PLC 控制的机械手硬件设计

5.1 PLC 可编程控制器布线与连接

5.1.1 PLC 输入端子的布线与连接

欧姆龙 CP1H PLC 输入部分拥有 24 个输入点，考虑到其为晶体管输出型，不能承受较大电流，不能驱动指示灯，因此需要扩展器输入输出模块 CP1W-40EDR。

输入部分主要由两部分够成，一部分为按钮开关，旋钮开关，另一部分为接近限位开关，连接方法可参照 CP1H 操作手册，保证按钮按下时接通为高电平即可。连接实物图见图 5-1, 连接电气图见图 5-2。



图 5-1 PLC 输入端连接实物图

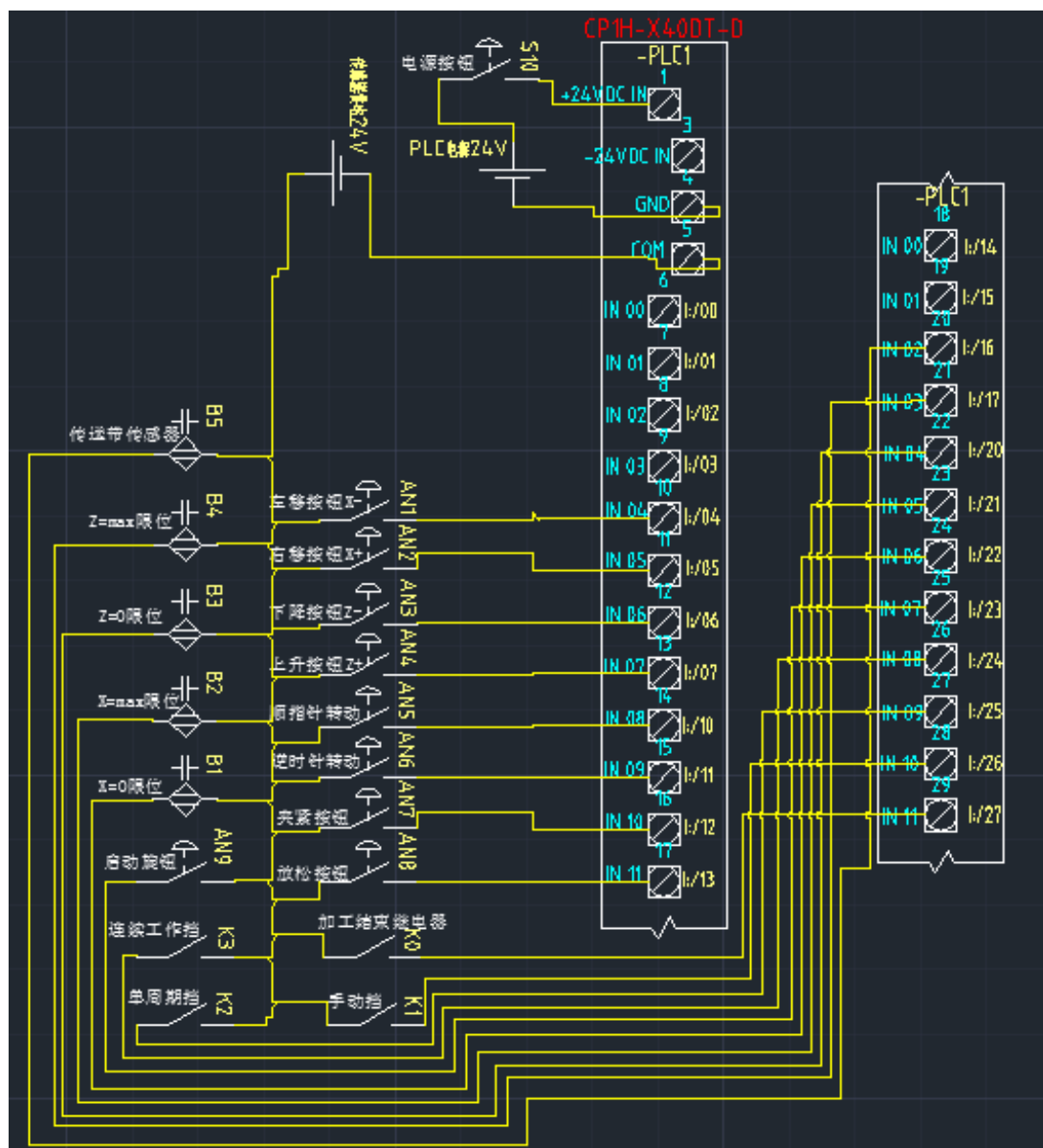


图 5-2 PLC 输入端子的布线连接电气示意图

5.1.2 PLC 输出端子的布线与连接

欧姆龙 CP1H 可编程控制器，拥有 4 个脉冲输出端口，可同时控制 4 个步进电机，足够机械手使用，因此只需考虑脉冲输出口与步进电机驱动器间的连接。

输出口也包括两个部分，一部分脉冲输出，与步进电机驱动器连接，另一部分是指示灯，必须要求继电器输出才能驱动。参考 CP1H 操作手册和 Q2HB44 说明书，具体布线连接实物图见图 5-3，电气图见图 5-4。



图 5-3 PLC 输出端连接实物图

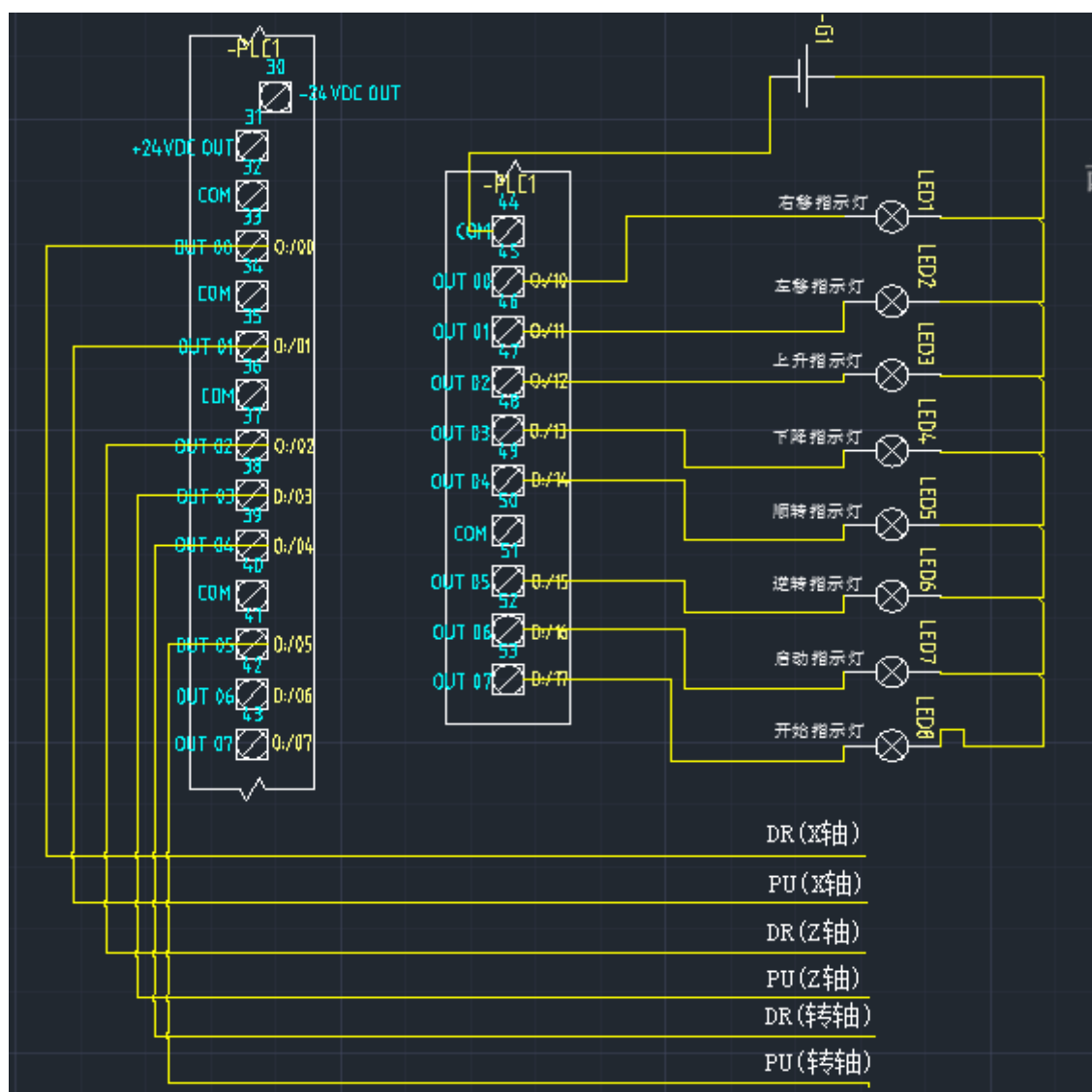


图 5-4 PLC 输出端子的布线连接电气示意图

5.2 步进电机驱动器与电机连接

驱动器相电流的大小调节：通过电位器调节。顺时针旋转，电流增加；逆时针旋转，电流减小。连接示意图见图 5-5, 连接实物图见图 5-6。

信号输入控制：

- (1)CP+：脉冲信号输入正端。
- (2)CP-：脉冲信号输入负端。
- (3)U/D+：电机正、反转控制正端。
- (4)U/D-：电机正、反转控制负端。

电机绕组连接：

- (1)A：连接电机绕组 A 相。
- (2) $\bar{A}$ ：连接电机绕组 $\bar{A}$ 相。
- (3)B：连接电机绕组 B 相。
- (4) $\bar{B}$ ：连接电机绕组 $\bar{B}$ 相。

工作电压的连接：

- (1)VH：连接直流电源正。
- (2)GND：连接直流电源负。

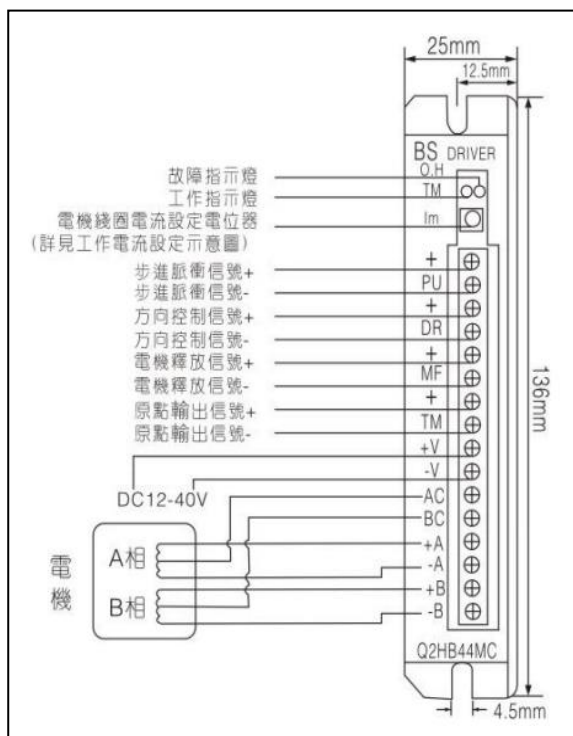


图 5-5 步进电机驱动器与步进电机连接示意图

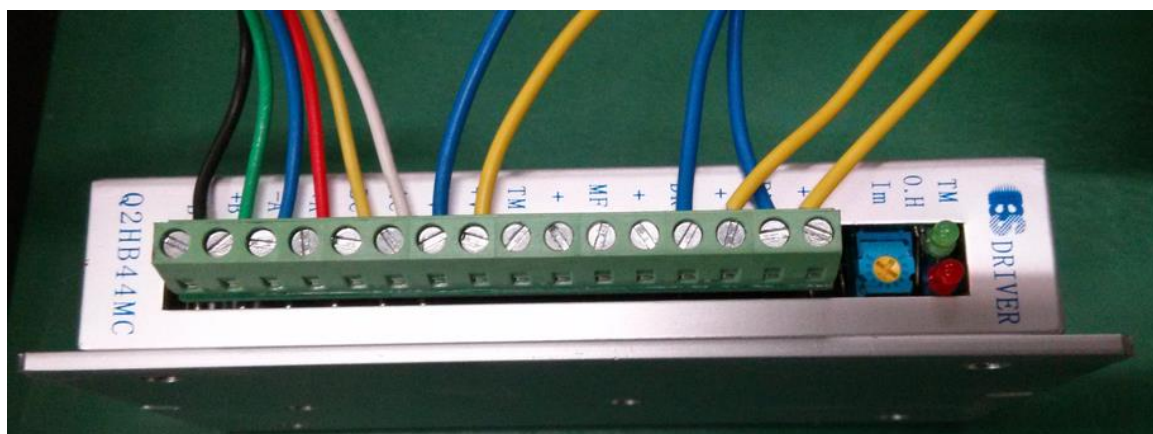


图 5-6 步进电机驱动器与步进电机连接实物图

第 6 章 基于 PLC 控制的机械手软件设计

6.1 PLC 的 I/O 口定义

根据欧姆龙 CP1H 操作手册以及扩展模块手册和所需的资源，确定所需 I/O 口定义。

6.1.1 PLC 输入端 I 的定义

- 1). I0.00 定义为右移按钮。
- 2). I0.01 定义为左移按钮。
- 3). I0.02 定义为上升按钮。
- 4). I0.03 定义为下降按钮。
- 5). I0.04 定义为顺转按钮。
- 6). I0.05 定义为逆转按钮。
- 7). I2.07 定义为手动启动按钮。
- 8). I2.05 定义为手动挡旋钮。
- 9). I2.06 定义为自动挡旋钮。
- 10). I2.08 定义为自动挡开始按钮。
- 11). I2.00 定义为左限位开关。
- 12). I2.01 定义为右限位开关。
- 13). I2.02 定义为上限位开关。
- 14). I2.03 定义为下限位开关。
- 15). I2.04 定义为旋转限位开关。

6.1.2 PLC 输出端 O 的定义

- 1). 0100.00 定义为右移脉冲。
- 2). 0100.01 定义为左移脉冲。
- 3). 0100.02 定义为上升脉冲。
- 4). 0100.03 定义为下降脉冲。
- 5). 0100.04 定义为顺转脉冲。
- 6). 0100.05 定义为逆转脉冲。
- 7). 0102.00 定义为右移指示灯。

- 8). 0102. 01 定义为左移指示灯。
- 9). 0102. 02 定义为上升指示灯。
- 10). 0102. 03 定义为下降指示灯。
- 11). 0102. 04 定义为顺转指示灯。
- 12). 0102. 05 定义为逆转指示灯。
- 13). 0102. 06 定义为启动按钮指示灯。
- 14). 0102. 07 定义为开始按钮指示灯。

6.2 PLC 的程序编写

```
0 LD 000205
1 IL(002)
2 LD ON
3 MOV(021) #4E20 D00100
4 LD 000207
5 OUT 010206
6 LD 000207
7 AND 000000
8 AND N 000001
9 AND N 000200
10 SPED(885) #0000 #0000 D00100
11 OUT 010200
12 LD 000207
13 AND 000001
14 AND N 000000
15 AND N 000201
16 SPED(885) #0000 #0010 D00100
17 OUT 010201
18 LD N 000001
19 AND N 000000
20 LD 000200
```

```
21 AND N 000001
22 OR LD
23 LD 000201
24 AND N 000000
25 OR LD
26 INI(880) #0000 #0003 0000
27 LD 000207
28 AND 000002
29 AND N 000003
30 AND N 000203
31 SPED(885) #0001 #0000 D00100
32 OUT 010202
33 LD 000207
34 AND 000003
35 AND N 000002
36 AND N 000202
37 SPED(885) #0001 #0010 D00100
38 OUT 010203
39 LD N 000002
40 AND N 000003
41 LD 000202
42 AND N 000002
43 OR LD
44 LD 000203
45 AND N 000003
46 OR LD
47 INI(880) #0001 #0003 0000
48 LD 000207
49 AND 000004
```

```
50 AND N 000005
51 SPED(885) #0002 #0000 D00100
52 OUT 010204
53 LD 000207
54 AND 000005
55 AND N 000004
56 SPED(885) #0002 #0010 D00100
57 OUT 010205
58 LD N 000005
59 AND N 000004
60 INI(880) #0002 #0003 0000
61 ILC(003)
62 LD 000206
63 IL(002)
64 LD ON
65 MOV(021) #3A98 D00200
66 LD 000208
67 OUT 010207
68 LD N W00000
69 AND 000208
70 AND 000204
71 AND 000202
72 AND N 000203
73 AND 000201
74 AND N 000200
75 @PULS(886) #0002 #0000 &150000
76 @SPED(885) #0002 #0011 D00200
77 @PULS(886) #0001 #0000 &400000
78 @SPED(885) #0001 #0001 D00200
```

```
79 @LD A28103
80 AND N 000200
81 AND N 000203
82 AND N 000204
83 AND 000201
84 AND N 000202
85 LD T0000
86 AND N 000204
87 CNT 0000 #0001
88 LD A28103
89 AND N 000204
90 AND C0000
91 TIM 0000 #0020
92 LD T0000
93 AND C0000
94 OUT W00000
95 LD N W00001
96 AND N W00002
97 AND W00000
98 AND N 000200
99 AND N 000203
100 AND N 000204
101 AND 000201
102 AND N 000202
103 @PULS(886) #0002 #0000 &150000
104 @SPED(885) #0002 #0001 D00200
105 @PULS(886) #0001 #0000 &200000
106 @SPED(885) #0001 #0011 D00200
107 @LD A28103
```

```
108 AND 000204
109 AND N 000200
110 AND N 000202
111 AND N 000203
112 AND 000201
113 LD T0001
114 AND 000204
115 CNT 0001 #0001
116 LD A28103
117 AND 000204
118 AND C0001
119 TIM 0001 #0020
120 LD C0001
121 AND T0001
122 OUT W00001
123 LD 000204
124 AND N 000200
125 AND N 000202
126 AND N 000203
127 AND N W00000
128 AND W00001
129 AND N W00002
130 AND 000201
131 @PULS(886) #0000 #0000 &400000
132 @SPED(885) #0000 #0001 D00200
133 LD A28003
134 AND N 000201
135 AND 000204
136 TIM 0002 #0020
```

137 LD 000204
138 AND N 000203
139 AND N 000202
140 AND N 000200
141 AND T0002
142 AND N 000201
143 @PULS(886) #0000 #0000 &400000
144 @SPED(885) #0000 #0011 D00200
145 LD A28003
146 AND 000201
147 AND 000204
148 TIM 0003 #0020
149 LD N W00002
150 AND N W00001
151 AND N W00000
152 AND N 000202
153 AND N 000203
154 AND N 000200
155 AND 000201
156 AND 000204
157 AND T0003
158 @PULS(886) #0002 #0000 &150000
159 @SPED(885) #0002 #0011 D00200
160 @PULS(886) #0001 #0000 &200000
161 @SPED(885) #0001 #0001 D00200
162 @LD A28103
163 AND N 000200
164 AND N 000203
165 AND N 000202

```
166 AND 000201
167 AND N 000204
168 LD T0004
169 AND N 000204
170 CNT 0002 #0002
171 LD A28103
172 AND N 000204
173 AND C0002
174 TIM 0004 #0020
175 LD C0002
176 AND T0004
177 OUT W00002
178 LD N 000200
179 AND N 000203
180 AND N 000202
181 AND 000201
182 AND N 000204
183 AND N W00000
184 AND N W00001
185 AND W00002
186 @PULS(886) #0002 #0000 &150000
187 @SPED(885) #0002 #0001 D00200
188 ILC(003)
189 ----- Section Marker -----
190 END(001)
```

6.3 组态王 Kingview 控制界面设计

6.3.1 组态王软件简介

组态王开发监控系统软件，是新型的工业自动控制系统，它以标准的工业计算机软硬件平台构成的集成系统取代传统的封闭式系统。

它具有适应性强、开放性好、易于扩展、经济、开发周期短等优点。通常可以把这样的系统划分为控制层、监控层、管理层三个层次结构。其中监控层对下连接控制层，对上连接管理层，它不但实现对现场的实时监测与控制，且在自动控制系统中完成上传下达、组态开发的重要作用。尤其考虑三方面问题：画面、数据、动画。通过对监控系统要求及实现功能的分析，采用组态王对监控系统进行设计。组态软件也为试验者提供了可视化监控画面，有利于试验者实时现场监控。而且，它能充分利用 Windows 的图形编辑功能，方便地构成监控画面，并以动画方式显示控制设备的状态，具有报警窗口、实时趋势曲线等，可便利的生成各种报表。它还具有丰富的设备驱动程序和灵活的组态方式、数据链接功能。

6.3.2 控制界面开发设计

用组态王软件绘制 PLC 的控制面板，可以提前设计控制相，实现机械手系统的监控和仿真。具体界面见图 6-1 和图 6-2。

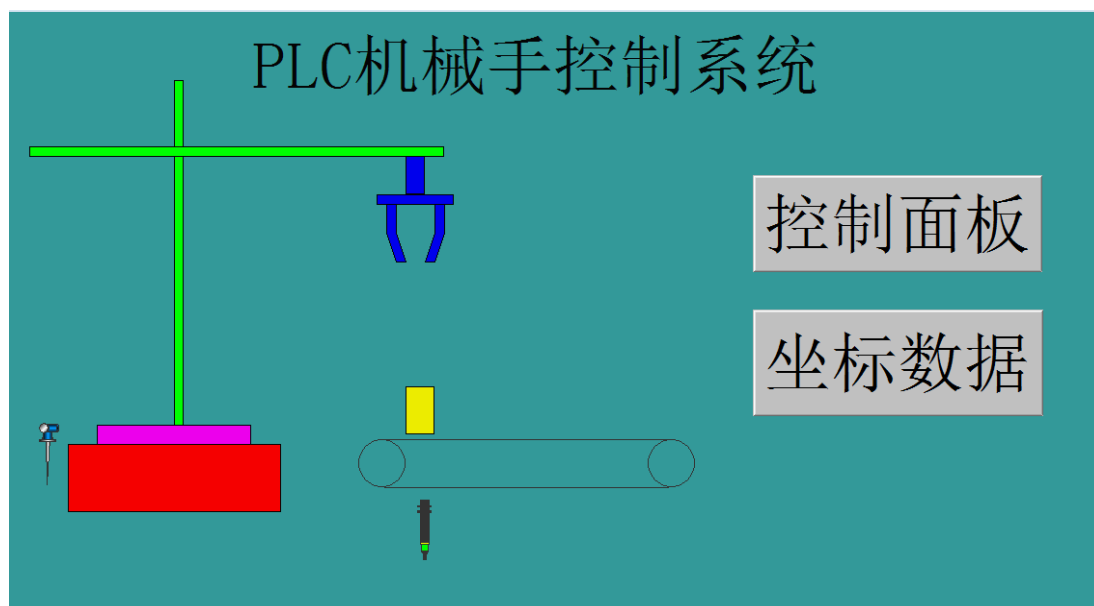


图 6-1 PLC 机械手控制系统界面图



图 6-2 PLC 机械手控制面板图

6.4 控制系统的程序调试步骤

- 1) 对于比较复杂的控制系统，需要绘制系统流程图，用以清楚的表明动作的顺序和条件。
- 2) 根据流程图，结合定义的输入输出定义，编写程序。
- 3) 将程序输入到 PLC 的用户存储器，并查找程序是否正确。
- 4) 对程序进行调试和修改，直到满足要求为止。

6.5 调试过程中要注意的事项

- 1) 数据线与计算机的接口必须要与软件的端口设置保持匹配，否则运行会产生通信错误的问题。本次通讯采用以太网，需要注意 IP 地址是否符合要求。
- 2) 端口接线一定要牢固。实际接线图见图 6.3。
- 3) 切记上电时一定要注意安全。



图 6-3 PLC 机械手实际接线图

第7章 结束语

毕业设计是大学四年最后一门必修课，它让我们运用四年所学习到知识，结合现实问题，提出解决方案，并实现。综合以前所学内容，又与实际相关，需要查阅很多相关资料，需求理论方案，最后达到学以致用目的。

我本次的毕业设计题目是基于PLC的机械手控制，其中包含很多机械相关知识，例如自由度，丝杠，齿轮传动，联轴器等机械零件的选择以及参数确定，也包含很多电路知识，例如接近开关，按钮开关，步进电机驱动器等，需要根据条件进行选型和购买，同时还有一些自动化编程应用，例如PLC的编程，组态王软件的运用等。总之，课题基本囊括机械设计制造及其自动化专业的主要课程。课题的实施既有助于巩固专业知识，又有助于提高见识，运用专业知识。

毕业设计过程中，我查阅大量书籍资料，初步拟定毕业设计时间安排。前期主要以学习为主，翻看关于可编程控制器的知识，结合以前微机原理课程，了解可编程控制的各部分构成，学习各寄存器的用法，编写一些简单的试验程序，达到熟悉的目的。中期查找电路资料，学习各部分关键电路元器件用法和选型参考。经过向老师请教，考虑经济性，确定需要购买的步进电机驱动器，接近开关，按钮开关，旋钮开关等期间。后期，主要是连接布线以及编程调试等工作，调试总会遇到大大小小的问题，通过向学长请教，请老师指导，逐一克服，最终完成这次毕业设计。

本次毕业设计既让我复习了以前书本知识，又让我应用书本知识，同时学会自学，学会请教，学会查阅书籍等有用资源。期间的困难磨练了自己的意志，让自己学会细心对待每一个细节。

参考文献

- [1] 欧姆龙工业自动化（中国）有限公司. CP1H 编程手册 [S]. 中国:欧姆龙工业自动化（中国）有限公司, 2005. 20~22
- [2] 欧姆龙工业自动化（中国）有限公司. CP1H 操作手册 [S]. 中国:欧姆龙工业自动化（中国）有限公司, 2005. 07~10
- [3] 深圳市白山机电一体化技术有限公司. Q2HB44 步进电机驱动器说明书 [J]. 深圳: 深圳市白山机电一体化技术有限公司, 2006.
- [4] 王冬青, 丁锋. 欧姆龙 CP1 系列 PLC 原理与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 02~04
- [5] 卢巧, 黄志, 沈毅. 欧姆龙 PLC 编程指令与梯形图快速入门 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 04~07
- [6] 陈国联, 王建华, 夏建生. 电子技术 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2002: 12~18
- [7] 沈裕康, 严武升, 杨庚辰. 电机与电器 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002: 69~78
- [8] 宫淑贞, 徐世许. 可编程控制器原理以及应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012: 20~24
- [9] 刘恩博, 田敏, 李江全. 组态王软件数据采集与串口通信测控应用实战 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010: 10~16
- [10] 孙恒, 陈作模, 葛文杰. 机械原理（第七版）[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 77
- [11] 唐锡宽, 金德闻. 机械动力学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1983: 40~41
- [12] 徐文琴, 孙英达. 曲柄滑块机构平衡的新探讨 [J]. 机械设计, 2004, 21 (4): 42~43
- [13] 廖常初. 可编程序控制器应用技术(第四版) [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2005, 1~14
- [14] 许志军. 工业控制组态软件及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社. 2005, 192~198
- [15] 王承义. 机械手及其应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1981, 12~25
- [16] 彭商贤, 赵臣, 张启先. 试论国内外机器人机械学的发展趋向 [J], 机器人, 1991, 13 (3): 48~53
- [17] 吴建强. 可编程控制器原理及其应用 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998, 12~60
- [18] 林小峰. 可编程序控制器及应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1991, 17~26

致 谢

本次毕业设计是在我们的指导老师-----唐老师的亲切关怀和悉心指导下顺利完成的。他耐心的指导和认真的工作态度，是值得我们学习的，从接到毕业设计的课题一直到现在的论文写作，唐老师都始终给予我们细心的指导和不懈的支持。几周以来，唐老师不仅在学业上给我们精心指导，同时还在思想、生活上给我们关怀，虽然我们和唐老师只有几周的相处，但我们都很开心，在此谨向唐老师致以诚挚的谢意和崇高的敬意。在此，我还要感谢在一起愉快的度过毕业设计的同学们，正是由于你们的帮助和支持，我才能克服一个一个的困难和疑惑，直至本文的顺利完成。在论文即将完成之际，我的心情无法平静，从开始进入设计到论文的顺利完成，有多少可敬的老师、同学、朋友给了我无言的帮助，在这里请接受我诚挚的谢意！

最后祝愿每位忙于毕业设计的老师工作顺利，每位同学能够顺利的通过答辩。