

本科生毕业设计

姓 名： XXX 学 号： *****

学 院： 信息与电气工程学院

专 业： 电气工程与自动化

设计题目： 基于 S7-300 PLC 的机械手臂控制系统设计

指导教师： XXX 职 称： XX

2012 年 6 月

中国矿业大学毕业设计任务书

任务下达日期： 2012 年 2 月 25 日

毕业设计日期： 2012 年 2 月 25 日至 2012 年 6 月 10 日

毕业设计题目：基于 S7-300PLC 的机械臂控制系统设计

毕业设计主要内容和要求：

- 1、掌握机械手臂的工作原理及控制方法；
- 2、设计一种基于 S7-300 PLC 的机械手臂控制系统；
- 3、掌握机械手臂的相关传感器原理及使用方法；
- 4、用 PLC 语言编制控制系统软件；
- 5、利用组态软件开发上位机监控程序；
- 6、翻译电气自动化方面专业外文资料约 3000 字。

院长签字：

指导教师签字：

摘要

机械手臂常被称作工业机器人，是工厂现代化的重要设备之一。它涉及到产品生产，加工和输送的全过程。它的可靠、安全、经济运行，直接关系到工厂的安全生产和经济利益。机械手臂可以在一些高危险，高污染的地方展开工作；可以实现产品的标准化程度，减少次品率；减少工厂的工人数量，带来良好的经济效益；所以对它进行研究和使用的具有很高的价值和现实意义。

在本篇论文中，我主要进行了基于 S7-300 的机械手臂控制系统设计。它是以圆柱形坐标系为基础，用 PLC 进行控制，用组态王软件进行监控，实现螺丝组合和搬运的工作。

机械手臂分为自动化、手动和检测三种工作方式，可以方便进行切换和组合。解决了人工上螺丝效率低，标准化程度低等问题，提高了工厂的自动化和标准化水平。

关键词：机械手臂；PLC；组态软件；自动控制

ABSTRACT

The mechanical arm which is one of the most important equipment of the factory modernization is often referred as industrial robots. It involves the whole process of production and transport. It's reliable, safe and economic operation directly related to production and economic interests of the factory. Mechanical arm can start working in some high-risk, high temperature, pollution and can achieve the degree of standardization of products which reduce the defects and reduce the number of factory workers, and good value for money. it is very important to study it and have a high value and practical significance.

In this paper, the main control system design is based on the S7-300 robot. It is based on cylindrical coordinate system and controlled by the PLC Configuration software to monitor the work of screw combination and handling.

Robot into the automation of manual and detection of three works, you can easily switch and make up. Artificial on the screw, low efficiency, low degree of standardization are solved by automation and standardization.

Key words: mechanical arm; PLC; configuration software; automatic control

目 录

1 绪论.....	
1.1 本课题的意义.....	
1.2 本文主要做的工作.....	
1.2.1 问题提出.....	
1.2.2 机械手臂的国内外状况及其发展趋势	
1.2.3 系统设计的主要内容.....	
2 机械手臂工作原理.....	
2.1 机械臂的运动形式.....	
2.1.1 直角坐标系.....	
2.1.2 圆柱坐标系.....	
2.1.3 关节型.....	
2.1.4 机械手的技能和特性.....	
3 PLC 系统硬件构成及传感器选型设计.....	
3.1 PLC 的构成、特点及其工作原理.....	
3.1.1 构成.....	
3.1.2 PLC 的特点.....	
3.1.3 PLC 的工作原理.....	
3.1.4 PLC 的应用领域.....	
3.2 电器元件、设备的选择.....	
3.2.1 PLC 机型的选择.....	
3.2.2 输入输出模块.....	
3.2.3 电源模块的选择:	
3.2.4 导轨（固定各个模块）	
3.2.5 PLC 硬件系统的配置、PLC 的 I/O 配置	
3.2.6 步进电动机选型.....	
3.2.7 直流电机选型.....	
3.2.8 压力传感器.....	
3.2.9 扭矩传感器.....	
4 系统软件设计.....	
4.1 控制流程图.....	
4.2 生成 PLC 程序块.....	
4.3 语言.....	
4.4 编辑符号表.....	
4.5 编辑 PLC 程序.....	
4.6 程序的下载.....	
4.7 监视 PLC 的状态.....	
4.8 调试 PLC 程序.....	
5 机械手臂监控上位机软件系统设计.....	
5.1 组态软件的简单介绍.....	
5.2 各个主要监视画面.....	
6 总结.....	

6.1 机械手臂设计系统总结.....

参考文献.....

附录.....

翻译部分.....

致 谢.....错误!未定义书签。.....

1 绪论

1.1 本课题的意义

每一项性技术的出现总会带来巨大的产业变革，机械手臂的出现也不例外。在全世界工业自动化，及其人口老龄化日益严重的中国，招工荒将会日益显现，接下来的就是人力成本将会显著上升，那些危险性较高的工作，及其单位利润较低的行业将不得不思考企业转型的良方，机械手臂无疑是首要选择。

机械手的积极作用正日益为人们所认识。它可以无条件的服从指令所给予的任务，每一次执行的过程，在同等条件下几乎没有任何的偏差，而且具有很高的可靠性能。灵活性非常强，在产品更新时，在可行的范围内几乎不需要做任何硬件的改动，就能实现再生产再利用。而且研发周期非常短，相对于其它工业控制器而言。因此，受到各先进单位的重视并投入了大量的人力物力加以研究和应用。尤其在高温、高压、粉尘、噪声的场合，应用得更为广泛。在我国，近几年来也有较快的发展，并取得一定的成果，受到各工业部门的重视^[1]。

1.2 本文主要做的工作

1.2.1 问题提出

PLC 控制的机械手最主要是应用于自动化生产中，如何综合地运用前面学过知识点，根据实际工程要求合理组合成控制系统，能够实现机械手臂的自动和手动操作，满足控制系统的要求。

1.2.2 机械手臂的国内外状况及其发展趋势

我国的工业机械手臂从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械臂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，生产了部分机械手臂关键元器件，开发出喷漆、弧焊、点焊、装配、搬运等机器人；其中有130多台套喷漆机械臂在二十余家企业的近30条自动喷漆生产线(站)上获得规模应用，弧焊机器人已应用在汽车制造厂的焊装线上。但总的来看，我国的工业机械手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：机器手应用工程起步较晚，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手约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手产业，当前我国的机器手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。我国的智能机器手和特种机器人在“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、听觉等基础技术的开发应用上开展了不少工作，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。

国内外机械手臂领域发展近几年有如下几个趋势：

(1) 工业机械臂性能不断提高(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械臂产品问世。

(3) 工业机械手臂控制系统向基于 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) 机械臂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) 当代机械手臂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手臂的人机交互控制。

(6) 机器人化机械开始兴起。从94年美国开发出“虚拟轴机床”以来，这种新型装置已成为国际研究的热点之一，纷纷探索开拓其实际应用的领域。

1.2.3 系统设计的主要内容

机械手臂控制系统是由 PLC 与系统输入、输出设备连接而成。因此，机械手臂控制系统设计应包括以下基本内容：

① 拟定控制系统设计的技术条件。技术条件一般以设计任务书的形式来确定，它是整个系统设计的依据。

② 确定系统运行方式及其控制方式。PLC 可构成各种各样的控制系统，如单机控制系统集中控制系统等。在进行应用系统设计时要确定系统的控制形式。

③ 选择系统输入设备（按钮、限位开关、传感器等）、输出设备（继电器、接触器等）以及由输出设备驱动的控制对象（电动机、电磁阀等执行机构）。

④ PLC 型号的选择。PLC 是控制系统的核心，正确选择 PLC 对保证整个控制系统的经济技术指标起着重要的作用。选择 PLC 主要包括机型选择、容量选择、I/O 选择模块、电源模块选择等。

⑤ 编制 PLC 的输入输出分配表，绘制输入输出端子接线图。

⑥ 设计操作台、电器柜及非标准电路元器件。

⑦ 设计控制程序。控制程序是保证系统正常、安全、可靠工作的关键。因此控制工序应反复调试、修改，直到满足要求为止 [3]。

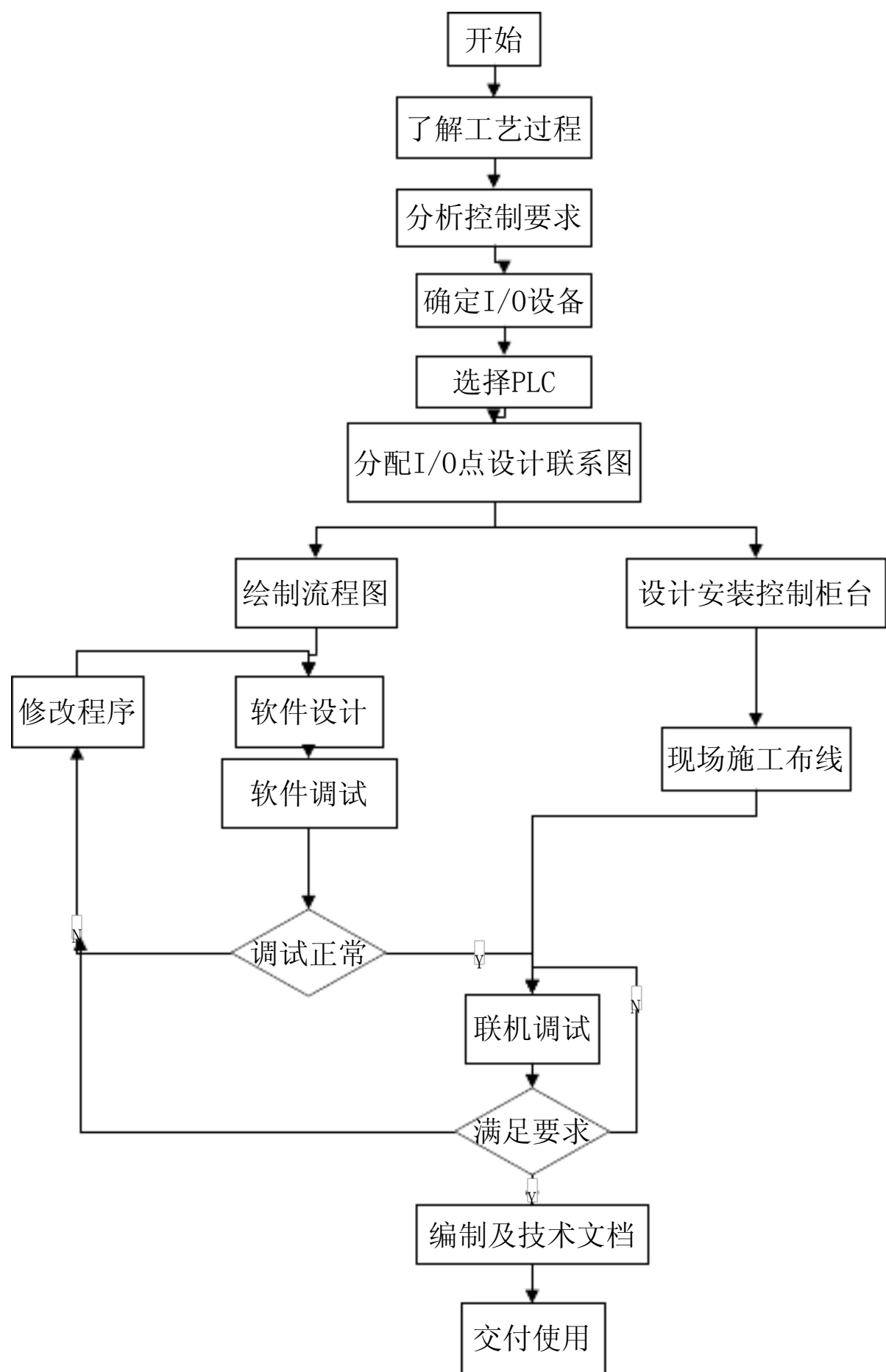


图 1.1 PLC应用系统设计的主要步骤

2 机械手臂工作原理

2.1 机械臂的运动形式

2.1.1 直角坐标系

臂部由三个相互正交的移动副组成。带动腕部分别沿 X、Y、Z 三个坐标轴的方向做直线移动。结构简单，运动位置精度高。但所占空间范围较大，工作范围相对较小。

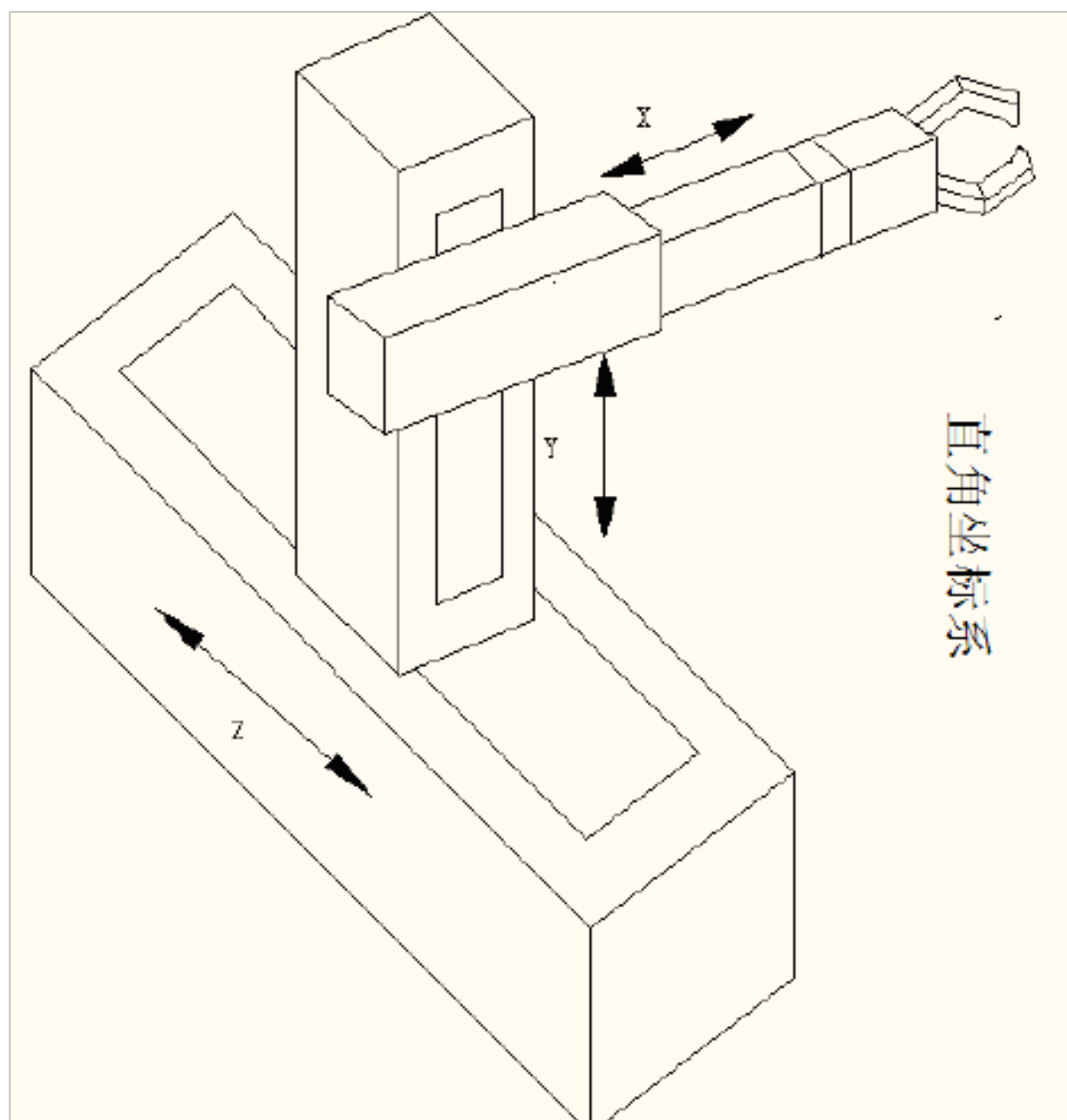


图 2.1 直角坐标系

2.1.2 圆柱坐标系

臂部是由一个转动副和两个移动副组成，相对来说所占空间较小，工作范围较大应用较广泛。

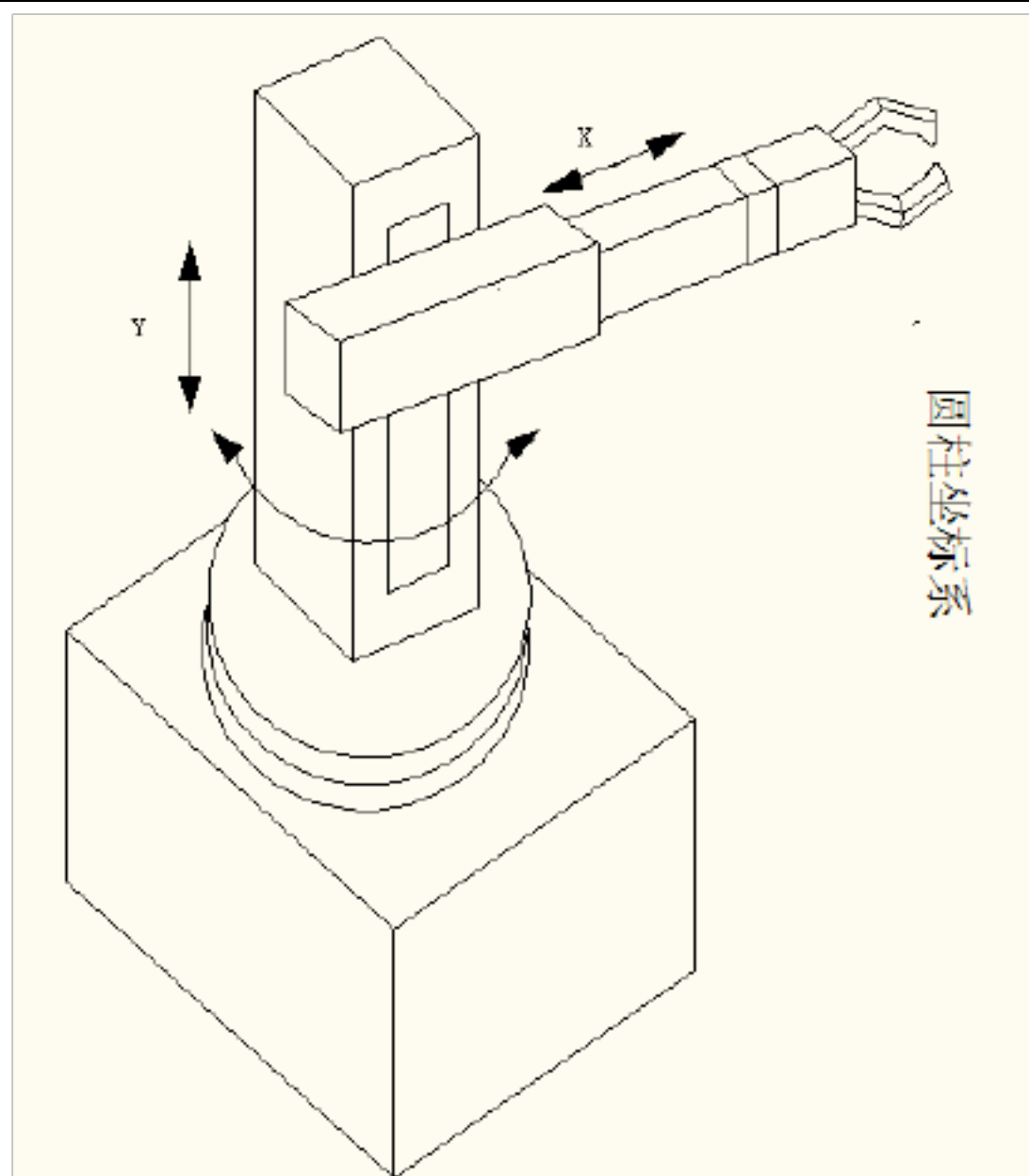


图 2.2 圆柱坐标系

2.1.3 关节型

由动力型旋转关节和前、下两臂组成。关节型机器人以臂部各相邻部件的相对角位移为运动坐标。动作灵活，所占空间小，工作范围大，能在狭窄空间内绕过各种障碍物。

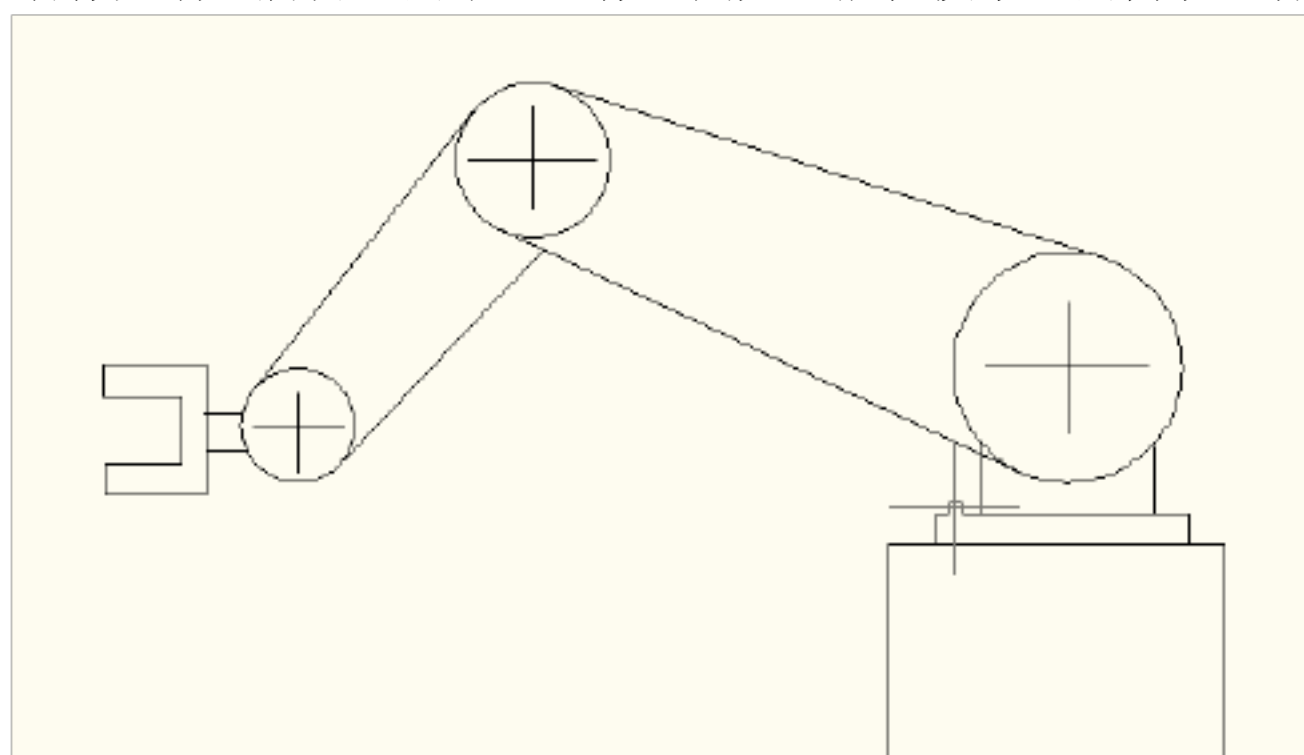


图 2.3 关节型设计

(注：本设计采用常见的圆柱形坐标系)

2.1.4 机械手的技能和特性

1、根据古典力学观点，物体在三维空间的静止位置是由三个坐标和绕三轴旋转的角度来决定的。因此，抓握物体的位置和方向（即关节间的角度）能从理论上求得。据资料

介绍，如果采用的机械手，其机能要接近人的上肢，则需要具有 27 个自由度，而每一个自由度至少要有一根“人造肌肉”。这样就需要安装 27 根重量轻、小型和高输出力的“人造肌肉”。就目前的技术状况而言，上述功能还很难办到。而且把机械手的功能搞得那么复杂，动作彼此严重重叠也是完全不必要的。退一步，如果机械手要求具有完全通用的程度，那么它的整机、本体、手臂和手指都得有三个直线运动和三个旋转运动，总共就要有 24 个自由度。这在实际上也是不必要的，这样会使机械手结构复杂，费用增多。因此，不应盲目模仿人手的动作，增加过渡的自由度，而应根据实际需要的动作，设计出最少的自由度就能完成作业所要求的动作。所以一般专用的机械手（不包括握紧动作）通常具有二到三个自由度。而通用机械手一般取四到五个自由度。

本设计中设计的机械手，它共有五个自由度。即：手臂伸缩、手臂上下摆动、手臂左右摆动、手腕回转、手指抓握。

2、 躯干和传动系统

机械手的传动分为液压、气压、电气和机械四种，本设计采用综合传动方式，即手臂采用电气传动，而手爪则采用气压传动。

3、 夹紧机构

机械手手爪使用来抓取工件的部件。手爪抓取工件是要满足迅速、灵活、准确和可靠的要求。设计制造夹紧机构——手爪时，首先要从机械手的坐标形式、运行速度和加速度的情况来考虑。其加紧力的大小则根据夹持物体的重量、惯性和冲击力的大小来计算。同时考虑有足够的开口尺寸，以适应被抓物体的尺寸变化，为扩大机械手的应用范围，还需备有多种抓取机构，以根据需要来更换手爪。为防止损坏被夹的物体，夹紧力应限制一定的范围内，并镶有软质垫片、弹性衬垫或自动定心结构。为防止突然停电被抓物体落下，还可以有自锁结构。夹紧机构本身则应结构简单、体积小、重量轻、动作灵活和动作可靠。

夹紧机构形式多样，有机械式、吸盘式和电磁式等。有的夹紧机构还带有传感装置和携带工具进行操作的装置。本设计采用机械式的夹紧机构。

机械式夹紧机构是最基本的一种，应用广泛，种类繁多。如按手指运动的方式和模仿人手的动作，可分为回转型、直进型；按夹持方式可分为内撑式、外撑式和自锁式；按手指数目可分为二指式、三指式、四指式；按动力来源可分为弹簧式、气动式、液压式等。本设计采用二指式气动手爪。由可编程控制器控制电磁阀动作，从而控制手爪的张闭。手爪的回转则用一个直流电动机完成，同时通过两个限位磁头完成回转角度的限位，一般可设置在 180 度。

4、 躯干

躯干由底盘和手臂两大部分组成。

底盘是支撑机械手全部重量并能带动手臂旋转的机构。底盘采用一个步进电动机驱动，根据需要旋转的角度和每步的角度计算出所需要的步数。由 PLC 给出脉冲数，就能实现控制，同时，在底盘上装有限位磁头，最大旋转角度可达 270 度^[10]。

手臂是机械手的主要部分，它是支撑手爪、工件并使它们运动的机构。本设计中手臂由横轴和竖轴组成，可完成伸缩、升降的运动。手臂采用直流电动机带动丝杠、螺母来实现伸缩和升降运动。同时在两轴的两端分别加限位开关限位。采用丝杠、螺母结构传动的特点是易于自锁，位置精度较高，传动效率较高。

3 PLC 系统硬件构成及传感器选型设计

3.1 PLC 的构成、特点及其工作原理

3.1.1 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：

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）。

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，IO 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。

输入输出部分：

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。

1. 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。

2. 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。

常见的 I/O 分配如下：

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。

底座或机架：

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。

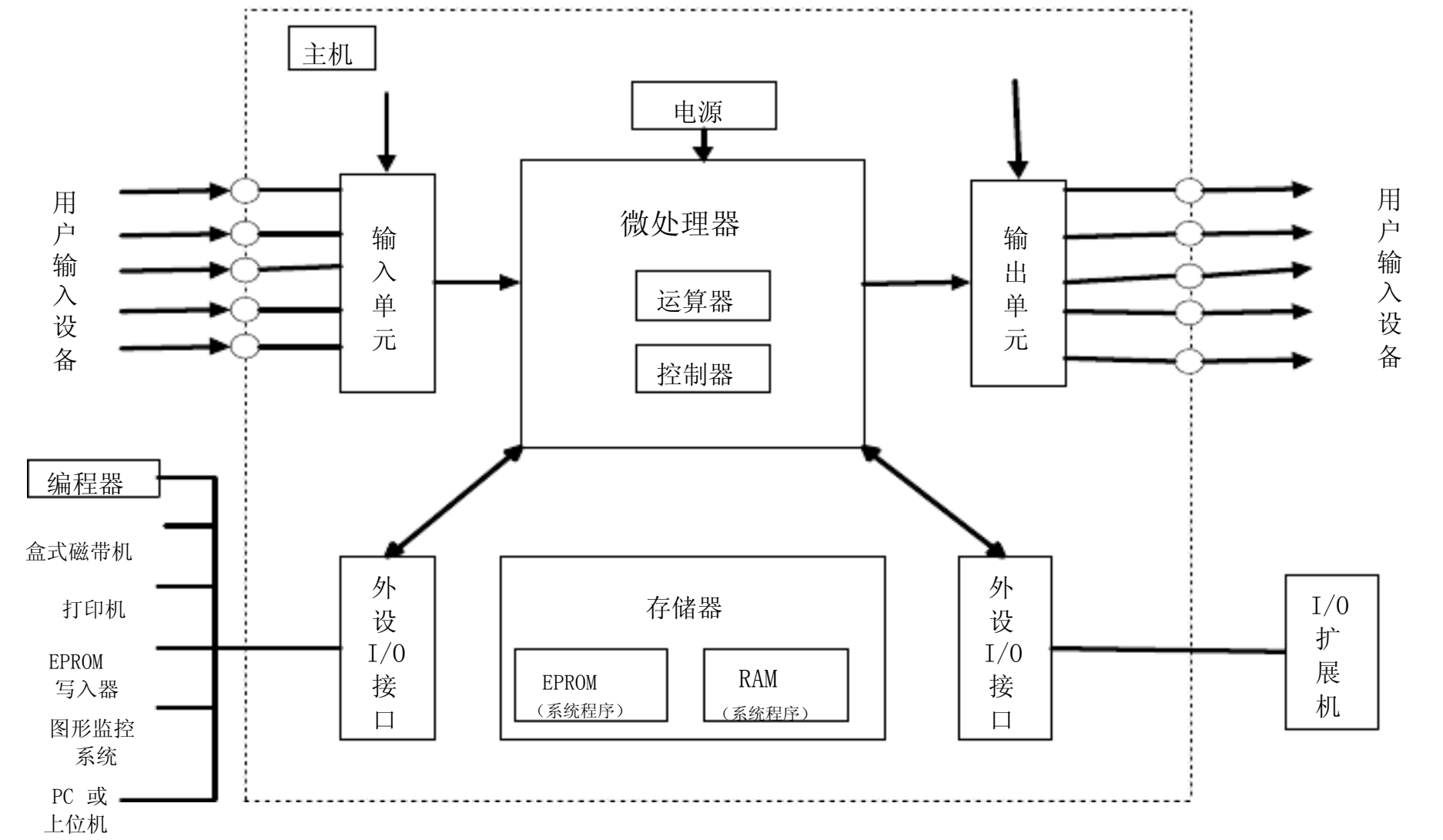


图 3.1 PLC 的组成部分

3.1. PLC 的特点

1) 可靠性高, 抗干扰能力强

由于采用大规模集成电路及微处理器, 使系统器件数大大减少, 并且在硬件设计和制作的过程中采用了一系列屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施, 使 PLC 能适应恶劣的工作环境, 具有很高的可靠性。它的平均故障间隔时间为 3—5 万小时。

2) 变成简单, 使用方便

PLC 采用面向控制过程, 面向问题的“自然语言”编程, 容易掌握。目前 PLC 大多数采用梯形图语言编程方式, 它继承了传统继电器控制线路清晰直观的特点, 考虑到大多数电气控制人员的读图习惯及应用微机的水平, 很容易被技术人员所接受, 易于编程, 易于修改。

3) 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要, 除了单元式的小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 采用模块化结构。PLC 的各个部件, 包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计, 有机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可以根据系统的需要自行组合。

4) 缩短设计、施工、投产的周期, 容易维护

目前, PLC 产品朝着标准化, 系列化方向发展, 只需根据控制系统的要求, 选择相应的模块进行组合设计即可; 同时用软件编程代替了硬件设计的硬连线, 大大减轻了接线工作; PLC 还具有故障检测检测和显示功能, 使故障处理时间缩短。

5) 丰富的 I/O 接口

由于工业控制机只是工业控制整个工业生产过程的自动控制系统的一个控制中枢, 为了实现对工业生产过程的控制, 它还必须与工业生产现场的设备相连接才能完成控制任务。因此, PLC 除了具有计算机的基本部分(如 CPU、存储器等)以外, 还有丰富的 I/O 接口模块。对不同的工业现场信号(如交流、直流、开关量、模拟量、脉冲等)都有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(如按钮、行程开关、传感器及变送器等)直接连接。另外, 为了提高 PLC 的操作性能, 它还有多种人机对话的接口模块; 为了组成工业控制网络, 还配备了多种通信联网的接口模块等。

6) 体积小, 重量轻, 功耗低

由于采用半导体集成电路, 与传统控制系统相比较, 其体积小, 重量轻, 功耗低。

3.1. PLC 的工作原理

PLC 一般采用循环扫描的工作方式。

PLC 上电后, 执行系统程序规定的任务, 周而复始地扫描并执行用户程序。完成一次扫描所用的时间称为扫描周期。一次循环过程可归纳为五个阶段, 循环扫描过程为公共处理执行用户程序扫描周期计算输入输出刷新外设端口服务——公共处理。

公共处理:

在公共处理阶段, 要进行复位监视定时器、硬件检查、用户内存检查等操作。若有异常情况, 故障显示灯亮, 判断并显示故障的性质。若属于一般性故障, 则只报警, 但不需要停机, 可等待处理。

执行用户程序:

执行用户程序阶段, 逐条解释和执行用户程序, 其所需的全部信息都是从映像寄存器中读取的。映像寄存器包括输入映像寄存器和元件映像寄存器。输入映像寄存器存储着输

入继电器的通断状态,输入继电器接通为 1,断开为 0。元件映像寄存器存储着输出继电器、各种辅助继电器等的状态,同样用和表示它们的通断状态。

PLC 在执行用户程序时所需的外部输入信息,不是直接从输入端读取的,而是从输入映像寄存器中读取的。在每个扫描周期的 I/O 刷新阶段,CPU 从 PLC 输入端读取一次信息并存入输入映像寄存器中。在此后的一个扫描周期中,尽管 PLC 输入端的状态可能发生过变化,但输入映像寄存器中的数据也保持不变。同样,所需的输出继电器或其他编程元件的状态信息,是从元件映像寄存器中读取的。在执行用户程序过程中,根据用户程序给出的逻辑关系进行逻辑运算,运算结果再写入元件映像寄存器中。可见,在一个扫描周期中元件映像寄存器中的内容是可变的。

扫描周期的运算:

在扫描周期的计算阶段,若预先设定了扫描周期的值,则进入等待,直至达到该设定值时扫描再往下进行若扫描周期设为不定时,则要进行扫描周期的计算。

刷新:

在 I/O 刷新阶段,主要作两件事情:

(1)读各输入点的状态

从输入电路中读取各输入点的状态并将此状态写入输入映像寄存器中,也就是刷新输入映像寄存器的内容”自此输入映像寄存器就与外界隔离,无论输入信号的状态怎样变化,输入映像寄存器的内容都保持不变,一直到下一个扫描周期的 I/O 刷新阶段,才会写进新内容;

(2)读输出元件映像寄存器中的状态

将对应输出继电器的元件映像寄存器的状态传送到输出锁存器电路中,再经输出电路的隔离和功率放大送到的输出端,驱动外部执行元件动作。

外设口服务:

在外设口服务阶段,完成与外设口连接的外围设备如编程器或通信适配器的通信处理。完成上述各阶段的处理后又返回公共处理阶段周而复始的进行扫描

3.1.PLC 的应用领域

PLC 广泛应用于冶金、采矿、石油、化工、电力机械制造等行业中。特别是在轻工业行业中,因其生产门类多,产品更新换代快,所以 PLC 广泛应用在包装机械、塑料机械、控制系统、机床、楼与自动化、造纸、电气制造工业等电气设备中。

PLC 应用大致可以分为以下几种类型:

››用于开关逻辑控制。这是 PLC 最基本的控制场合,用 PLC 可以取代传统的继电器控制,如机床电气、电动机控制中心;也可以取代顺序控制,如高炉上料,电梯控制,货物存取、运输检测等。

››用于机械加工的数控控制。PLC 和计算机机械装置组合在一起,可实行数字控制,组成数控机床。

››用于机器人或机械手控制。

››用于闭环过程控制。大中型 PLC 都配有 PID 模块和 A/D、D/A 模块,可实现单回路、多回路的可调节控制。

››PLC 可与集散控制系统 DCS 进行通信连接,组成多级控制系统,实现工厂自动化网

络。

总之，PLC 应用面广，功能强大，使用方便，已经成为当代工业自动化的主要支柱之一，在工业生产的所有领域得到了广泛的应用。

3.2 电器元件、设备的选择

3.2.1 PLC 机型的选择

根据被控对象对 PLC 控制系统的功能要求，可进行 PLC 型号的选定。进行 PLC 选型时，基本原则是满足控制系统的功能需要，同时要兼顾维修、备件的通用性。对开关量控制的系统，当控制速度要求不高时，一般的 PLC 都可以满足要求，如对小型泵的顺序控制、单台机械的自动控制等。当控制速度要求较高、输出有高速脉冲信号等情况时，要考虑输入/输出点的形式，最好采用晶体管形式输出。本文采用西门子 S7-300PLC, 这里选用 CPU314（标准型）。作为中央处理单元，用于输入信号状态，处理控制程序及控制信号的输出，该模块具有丰富的逻辑运算指令和算术功能，可以满足对处理速度有快速要求的场合。CPU314 在 300 ns 内执行一条二进制指令，为用户提供了充足的工作内存，24K 字节 RAM（相当于 8K 语句），而且可用最大为双 2K 字节的插入型存储器卡简单地进行掉电程序备份。



图 3.2 CPU314 模块实物

3.2.2 输入输出模块

1. 数字量输入模块

数字量输入模块 SM321 有四种型号模块可供选择，即直流 16 点输入，直流 32 点输入、交流 16 点输入、交流 8 点输入。输入电压类型有直流电压 24V、48~125V，交流电压 120V、120V/230V。输入模块的输入点通常要分成若干组，每组在模块内部有其公共端，选型时要考虑外部开关信号的电压等级和形式，不同电压等级的信号必须分配在不同的组。下面是它的接线图：

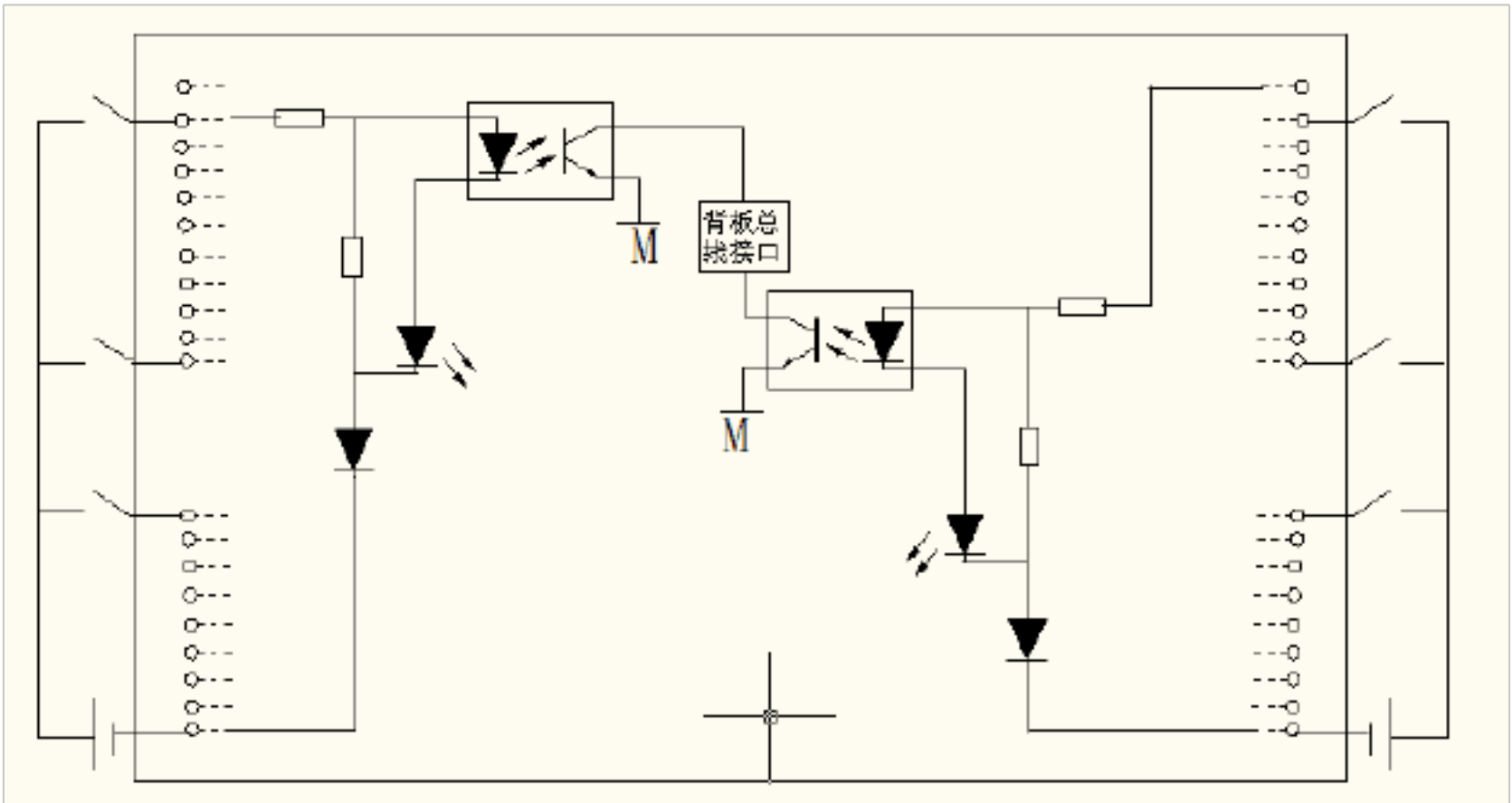


图 3.3 数字量输入接线

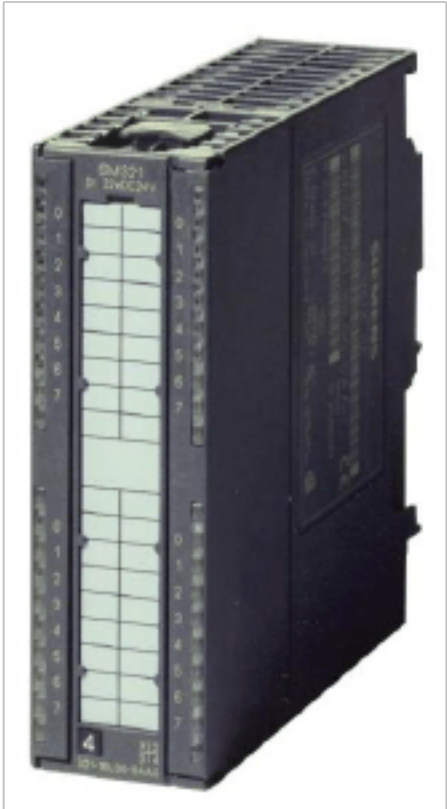


图 3.4 SM321 模块实物图

2. 数字量输出模块 SM322

数字量输出模块 SM322 有 32 点、16 点、8 点，输出开关器件有晶体管、闸流管、继电器三种输出方式。负载电压等级有 24VDC、48~125V（DC）、120V（AC）、120V/230V（AC）等。下面是它的接线图：

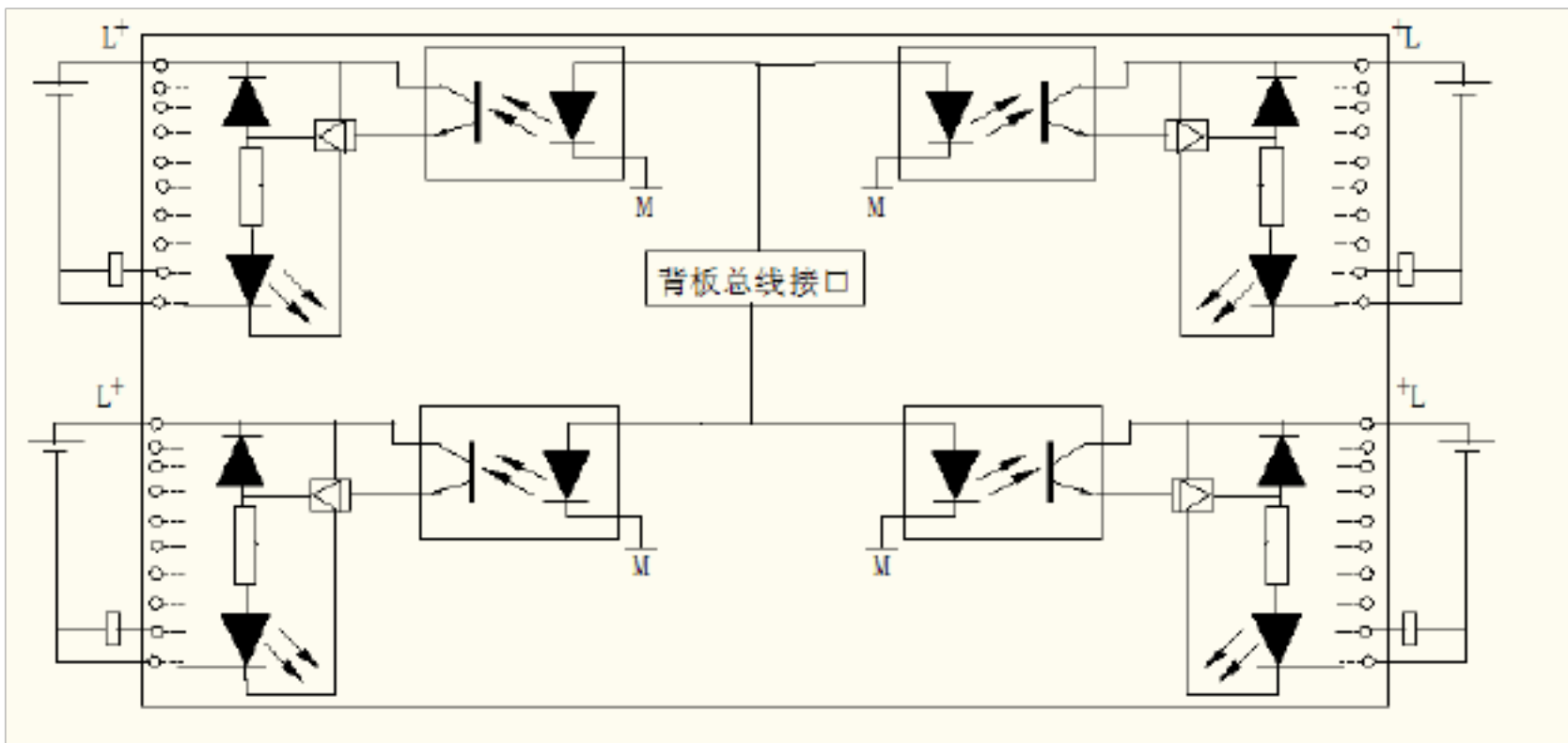


图 3.5 数字量输出接线

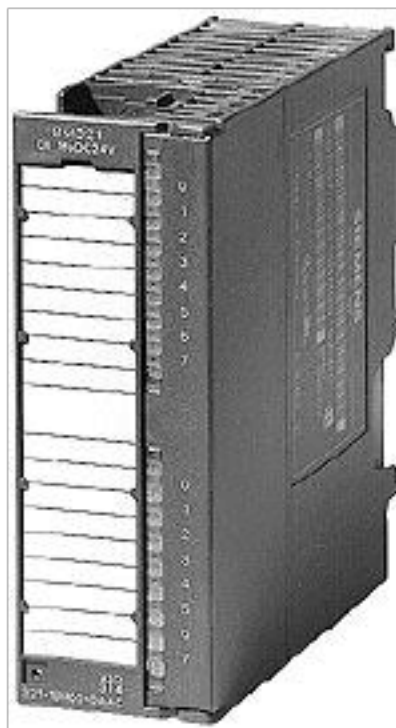


图 3.6 SM322 模块实物图

3. 数字量输入输出模块 SM323

数字量输入输出模块 SM323 有两种类型，一种是 8 点输入，8 点输出的模块，输入点和输出点只有一个公共端；另一种有 16 点输入和 16 点输出，输入点和输出点只有一个公共端。这两种模型的输入输出特性相同。输入、输出的额定电压均为 DC24V，输入电压“1”信号电平为 11~30V，“0”信号电平为 -3~+5V，输入电流为 7mA，最大输出电流为 0.5A，每组总输出电流为 4A。输入电路与输出电路通过光耦合器与背板相连，输出电路为晶体管型，有电子短路保护功能。在额定输入电压下，输入延迟为 1.2~4.8ms。SM323 数字量输入输出模块是在一块模块上同时具备输入点和输出点的信号模块。S7-300 系列 PLC 有两种类型的数字量输入输出模块。

4. 模拟量输入模块

SM331 模拟量输入模块主要用于连接电压和电流传感器、热电偶、电阻器和电阻式温度计，然后将控制过程中的模拟信号转化为 S7-300 系列 PLC 内部处理的数字信号。转换精度有 12 位、13 位、14 位、和 16 位；输入通道有 2 通道、8 通道和 16 通道 3 种。下面是它的接线图：

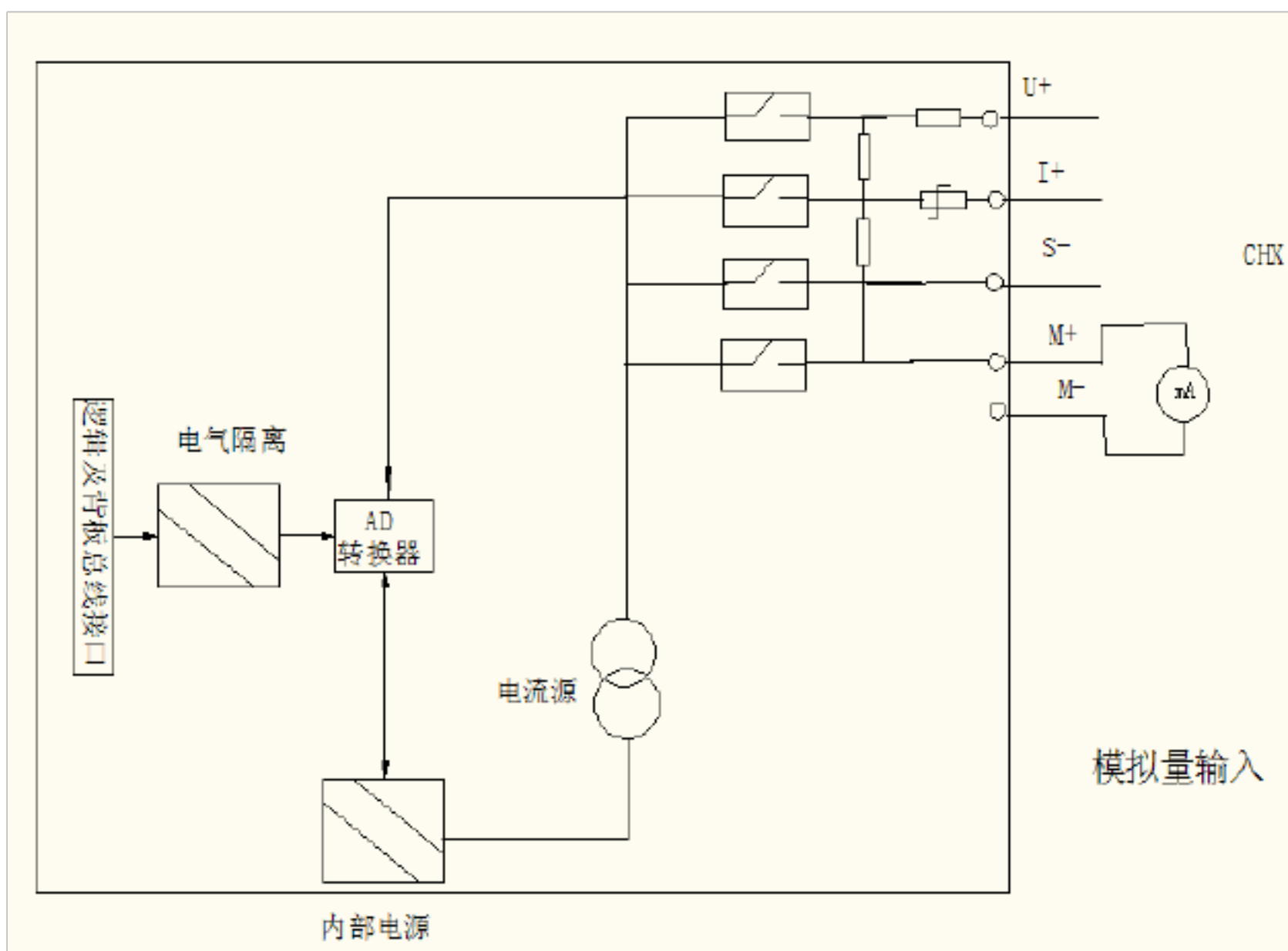


图 3.7 模拟量输入接线



图 3.8 SM332 模块实物图

5. 模拟量输出模块

SM322 模拟量输出模块用于将 S7-300 系列 PLC 的数字信号转化为系统所需要的模拟量信号，以控制模拟量调节器、执行机械，或者作为其他设备的模拟量的给定信号，其核心部件为 D/A 转换器。SM322 模拟量输出模块目前有三种规格：A08×12 位、A04×12 位、A02×12 位、A04×16 位，所有模块内均设有光电隔离电路，其转换精度有 12 位和 15 位两种；输出通道有两通道和四通道两种形式。

输出信号可为电压和电流输出。输出的电流和电压范围可调，用参数化软件可以为每个设定独立的调节范围。电压的输出范围可调为 1~5V、0~10V、+10V~-10V；电流的输出

范围可调为 0～20mA、4～20mA、-20～20mA。

6. 模拟量输入/输出模块

SM334 在一块模块上同时具有模拟量输入输出功能，目前有两种规格，都是 4AI/2AO. 一种是输入输出精度为 8 位，另一种是输入输出精度为 12 位。输入测量范围为 0～10V 或 0～20mA，输出范围是 0～10V 或 0～20mA。

3.2.3电源模块的选择：

电源模块将 120/230 伏交流电压转换为 24V 直流电压，为 S7-300 的 CPU、I/O 口、传感器和执行器供电。输出电流由 2A、5A、10A 3 种，在本例中，采用 PS 307 5A。电源模块安装在 DIN 导轨上的插槽 1。

3.2.4导轨（固定各个模块）

3.2.5 PLC硬件系统的配置、PLC 的 I/O 配置

根据控制要求，确定系统需要的出入输出信号，据此选择组成 PLC 系统需要的硬件。然后在根据控制要求和组成 PLC 系统配置的硬件组态时提供的出入输出继电器的字节地址，确定 PLC 的 I/O 地址分配表。

根据控制要求，该系统既需要数字量控制，又需要模拟量控制，需要数字量输入点7个，8 个数字量输出点，2 个模拟量输入点，1 个模拟量输出点。综合考虑个方面因素和进一步发展的要求，因此选择 S7-300 作为主控制器。CPU 模块选择 CPU314、电源模块选择 PS307 5A、数字量输入模块选择 SM321 16×DC 24V、数字量输出模块选择一块 SM322 16 点×230V 继电器输出，模拟量输入采用 SM331AI2×12Bit^[20]。

表 3.1 PLC 硬件配置

序号	名称	型号	订货号	数量	槽号
1	电源模块	PS307 5A	6ES7 307-1EA00-0 AA0	1	1
2	CPU 模块	CPU314	6ES7 314-1AE04-0 AB0	1	2
3	数字量输入 模块	SM321	6ES7 321-1BH00-0 AA0	1	4
4	数字量输出 模块	SM322	6ES7 322-1HF01-0 AA0	1	5
5	模拟量输入 模块	SM331AI2× 12Bit	6ES7 331-7RD00-0 AB0	1	6

表 3.2 PLC 的数字量 I/O 配置

功能	PLC 输入继电器	功能	PLC 输出继电器
启动按钮	I0.0	步进电动机正转	Q4.0
停止按钮	I0.1	步进电动机反转	Q4.1
左限位 1	I0.2	电动机 1 正转	Q4.2
右限位 1	I0.3	电动机 1 反转	Q4.3
上限位 2	I0.4	电动机 2 正转	Q4.4
下限位 2	I0.5	电动机 2 反转	Q4.5
前限位 3	I0.6	电动机 3 正转	Q4.6
后限位 3	I0.7	电动机 3 反转	Q4.7
		电磁阀动作	Q5.1
		步进电动机脉冲发生器	Q5.0

表 3.3 PLC 的模拟量 I/O 配置

功能	PLC 输入继电器
压力传感器	IW288
扭矩传感器	IW290

3.2.6步进电动机选型

因为步进电动机能够实现精确控制，在底盘的控制中我选用步进电动机做控制。步进电动机采用 86 系列两相混合式步进电动机。

电机驱动器采用北京张前苏电子科技有限公司 ST-4HB05XA 驱动器
电源采用 24DCV，step 因为需要 5V 的脉冲信号，所以由设置 CPU 的 clock memory 产生脉冲信号控制一个开关 M100，本例中采用 M100.0。外接一个 5V 的稳压电源与输入端相连接即可。CPU 的设置表如下：

表 3.4 时钟存储器各位及对应的周期和频率

位	7	6	5	4	3	2	1	0
周期/s	2	1.6	1	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1
频率/HZ	0.5	0.625	1	1.25	2	2.5	5	10

DIR 由数字量 Q 给出，开关 12345678 均处于开的状态，自动开关 5 处于 ON 状态。一圈是 200 步，所以 90° 是 50 步。就是发出 50 个脉冲，就可以了。

表 3.5 步进电动机驱动器技术数据

技术参数											
型号		ST-4HB05XA									
相数		二相									
工作电压		AC18V-50V 或 DC 24V-80V 供电									
驱动电流		2.0A/相----5.5A/相									
驱动方式		全桥双极性恒相流驱动									
电流设置		0.5A 分度 （2.0A, 2.5A, 3.0A, 3.5A, 4.0A, 4.5A, 5.0A, 5.5A）									
细分设置		（1， 2， 4， 8， 16， 32， 64， 128， 2.5， 5， 10， 20， 25， 40， 50， 100）细分									
适配电机		相电流不高于5.5A/相的86系列两相混合式步进电机									
冷却方式		风扇（安装在通风良好的场合）									
环境温度		-10℃---50℃									
尺寸/重量		144×52×108毫米/500克									
输入信号端子											
STEP	脉冲信号，内部光耦导通时触发，光耦电流10mA---15Ma. 为了可靠响应，低电平应大于4μ s。 注：输入信号为5V 时，可以与驱动器直接连接，12v, 24v 信号输入时，输入端各串联一只1K, 2K 电阻。										
DIR	方向信号，电平高低变化控制电机正/反转运行。为了可靠响应方向信号，应优先于脉冲信号至少10μ s 建立，避免驱动器对脉冲的错误响应。										
FREE	脱机信号，内部光耦导通时，驱动器切断步进电机电流，使电机轴处于可自由旋转状态。 当无须此功能时，FREE 端可以悬空不接。										
细分设置 开关位置：1， 2， 3， 4											
1	2	3	4	细分值	分辨率	1	2	3	4	细分值	分辨率
ON	ON	ON	ON	整步	200步/圈	OFF	OFF	OFF	ON	2.5	500步/圈
ON	ON	ON	OFF	2	400步/圈	OFF	ON	ON	OFF	5	1000步/圈
ON	ON	OFF	ON	4	800步/圈	OFF	ON	OFF	ON	10	2000步/圈
ON	ON	OFF	OFF	8	1600步/圈	OFF	ON	OFF	OFF	20	4000步/圈
ON	OFF	ON	ON	16	3200步/圈	OFF	OFF	ON	ON	25	5000步/圈
ON	OFF	ON	OFF	32	6400步/圈	OFF	OFF	ON	OFF	40	8000步/圈
ON	OFF	OFF	ON	64	12800步/圈	OFF	OFF	OFF	ON	50	10000步/圈
ON	OFF	OFF	OFF	128	25600步/圈	OFF	OFF	OFF	OFF	100	20000步/圈
电流设置 开关位置：6， 7， 8											
6	7	8	相电流			6	7	8	相电流		
ON	ON	ON	2.0A			OFF	ON	ON	4.0A		
ON	ON	OFF	2.5A			OFF	ON	OFF	4.5A		
ON	OFF	ON	3.0A			OFF	OFF	ON	5.0A		
ON	OFF	OFF	3.5A			OFF	OFF	OFF	5.5A		

自动半流设置 开关位置：5	
ON	全流（驱动器始终按设置的电流供给电机）
OFF	半流（当无脉冲信号输入2秒钟后，驱动器自动半流输出，减少电机发热）
供电电源	
ST-4HB05XA 此款驱动器可以两种电源输入。如果采用直流电源输入，电源电压在 DC 24V---80V 之间任选，直流电源的正极接任一 AC, 负端接 GND。建议直接采用交流电压输入，变压器稳定性比开关电源高，价格便宜, 体积小。	
错相保护	
两相步进电机与驱动器连接时容易交叉接错而损坏驱动器。ST-4HB05XA 这款驱动器设计了错相保护功能，用户在接错线的情况下，驱动器不会损坏，此时电机运行不正常。应检查电机接线是否正常，及时更正。如果不能确定电机相线，最好用万用表测一下。如不能确定，请联系我们。	

3. 2. 7直流电机选型

直流电动机具有控制精度高，操作简单等优点，在机械手臂的运行方面，本文采用北京华达和利科技有限公司的产品，型号：J60LYX01

技术参数：

表 3.6 直流电动机技术数据

型号	峰值堵转			最大空 载转速 (r/min)	连续堵转		
	转矩 (N.m)	电 流 (A)	电 压 (V)		转矩 (N.m)	电 流 (A)	电 压 (V)
	≥		± 12.5%		≥		± 12.5%
J60LYX01	0.5	8.45	12	1510	0.17	2.8	4
J60LYX02	0.5	3.9	27	1610	0.17	1.3	9
J60LYX03	0.9	8.5	12	850	0.3	2.83	4
J60LYX04	0.9	4.1	27	925	0.3	1.37	9
J60LYX05	1.5	12	12	753	0.5	4	4
J60LYX06	1.5	5.5	27	782	0.5	1.83	9

本文中需要 3 台直流电动机。

3.2.8压力传感器

本例采用两线制模拟量输入 4-20mA 供给电源 24DCV（无需另加电源设计）

佛山市顺德区昊胜科技有限公司

表 3.7 压力传感器技术数据

小巧型低价格压力传感器/变送器
<p>小巧型低价格压力传感器/变送器采用不锈钢整体构件，进口陶瓷芯体，具有灵敏度高、性能稳定、良好的抗冲击能力。316不锈钢全封焊接，结构小巧、紧凑，有良好的防潮能力和优异的介质兼容性。</p> <p>测量介质：弱腐蚀性的液体；弱腐蚀性的气体。</p> <p>广泛用于工业设备、水利、化工、医疗、电力、空调、金刚石压机、冶金、车辆制动、楼宇供水等压力测量与控制。</p> <p>此类传感器通常也称为：油压传感器，油压变送器，液压传感器，液压变送器，风压传感器，风压变送器，气压传感器，气压变送器，应变式压力传感器，应变式压力变送器，压阻式压力传感器，压阻式压力变送器，正负压力传感器，正负压力变送器，管道压力传感器,管道压力变送器等。</p> <p>量 程： 0~0.1~50 (MPa)</p> <p>综合精度： 0.5%FS、1.0%FS</p> <p>输出信号：模拟量 4~20mA (二线制)、0~4V, 0.5~4.5V, 0~5V、1~5V、0~10V (三线制) 数字量输出：RS485(modbus 协议)</p> <p>供电电压： 24DCV (12~36DCV)</p> <p>介质温度： -20~85~150℃~500 ℃</p> <p>环境温度： 常温 (-20~85℃)</p> <p>零点温漂移： ≤±0.05%FS℃</p> <p>量程温度漂移： ≤±0.05%FS℃</p> <p>补偿温度： 0~70℃</p> <p>安全过载： 150%FS</p> <p>极限过载： 200%FS</p> <p>响应时间： 10 mS (上升到90%FS)</p> <p>负载电阻： 电流输出型：最大800 Ω；电压输出型：大于50K Ω</p> <p>绝缘电阻： 大于2000M Ω (100VDC)</p> <p>密封等级： IP65</p> <p>长期稳定性能： 0.1%FS/年</p> <p>振动影响： 在机械振动频率20Hz~1000Hz 内，输出变化小于0.1%FS</p> <p>电气接口(信号接口)： 紧线螺母+四芯屏蔽线</p> <p>机械连接(螺纹接口)： M14×1.5、M20×1.5、M22×1.5等，其它螺纹可依据客户要求设计</p> <p>外形尺寸： M20×Φ26×60</p>

3.2.9扭矩传感器

扭矩传感器是一种精确测量各种扭矩、转速和各种机械功率的测量器件。

广泛，主要用于：

- 1、电动机。发动机、内燃机等旋转动力设备输出扭矩及功率的检测；
- 2、风机、水泵、齿轮箱、扭力扳手的扭矩及功率的检测；
- 3、铁路机车、汽车、拖拉机、飞机、船舶、矿山机械中的扭矩及功率的检测；
- 4、可用于污水处理系统中的扭矩及功率的检测；
- 5、可用于制造粘度计；
- 6、可用于过程工业和流程工业中。

北京昆瑞测控技术有限公司的KR-814 型动态扭矩传感器扭矩传感器具有单电源 24DCV 供电，且具有 4—20mA 标准模拟信号输出，很好的适应了控制要求，本文将采用之，也是采用两线制。

主要功能及性能指标：

表 3.9 扭矩传感器技术数据

扭矩示值误差： $< \pm 0.5 \% F \cdot S$	灵敏度： $1 \pm 0.2 \text{ mv} / V$
非线性： $< \pm 0.25 \% F \cdot S$	重复性： $< \pm 0.2 \% F \cdot S$
回差： $< 0.2 \% F \cdot S$	零飘(24小时)： $< 0.5 \% F \cdot S$
零点温飘： $< 0.5 \% F \cdot S / 10^{\circ}C$	输出阻抗： $1K \Omega \pm 3 \Omega$
绝缘阻抗： $> 500M \Omega$	静态超载： 120 %
断裂负载： 200 %	使用温度： $0 \sim 60^{\circ}C$
储存温度： $-20 \sim 70^{\circ}C$	电 源 电 压： $+15V \pm 5\%, -15V \pm 5\%$
总消耗电流： $< 130mA$	频率信号输出： 5KHz—15KHz
负额定扭矩： $5KHz \pm 10Hz$	零扭矩： $10KHz \pm 10Hz$
正额定扭矩： $15KHz \pm 10Hz$	

表 3.10 扭矩传感器技术数据

扭矩示值误差： $< \pm 0.5 \% F \cdot S$	灵敏度： $1 \pm 0.2 \text{ mv} / V$
非线性： $< \pm 0.25 \% F \cdot S$	重复性： $< \pm 0.2 \% F \cdot S$
回差： $< 0.2 \% F \cdot S$	零飘(24小时)： $< 0.5 \% F \cdot S$
零点温飘： $< 0.5 \% F \cdot S / 10^{\circ}C$	输出阻抗： $1K \Omega \pm 3 \Omega$
绝缘阻抗： $> 500M \Omega$	静态超载： 120 %
断裂负载： 200 %	使用温度： $0 \sim 60^{\circ}C$
储存温度： $-20 \sim 70^{\circ}C$	电 源 电 压： $+15V \pm 5\%, -15V \pm 5\%$
总消耗电流： $< 130mA$	频率信号输出： 5KHz—15KHz
负额定扭矩： $5KHz \pm 10Hz$	零扭矩： $10KHz \pm 10Hz$
正额定扭矩： $15KHz \pm 10Hz$	信号占空比： $(50 \pm 10) \%$

4 系统软件设计

4.1 控制流程图

机械手工作流程图如下图所示。把可编程序控制器主机上的开关放在 RUN 位置，如果机械手不在初始位置，首先回到初始位置；首先电动机动作，横轴延伸，横轴延伸到位，限位开关动作，然后电磁阀动作机械手张开，延时一段时间，机械手臂竖直下降，限位开关动作，电磁阀动作手闭合，加紧螺母，当压力达到，压力传感器动作，横轴收缩的同时，竖轴上升，底盘旋转；当横轴竖轴达到限位开关底盘已经旋转了 90° 时，横轴延伸限位，竖轴下降直到接近开关动作，手加紧旋转，检测扭矩传感器是否动作，如果不动作，接着转，当动作时，电动机提起工件放在 C 位置，然后返回初始位置，等待命令是否连续进行；由开关 K 的开通与断开决定是否连续运转。

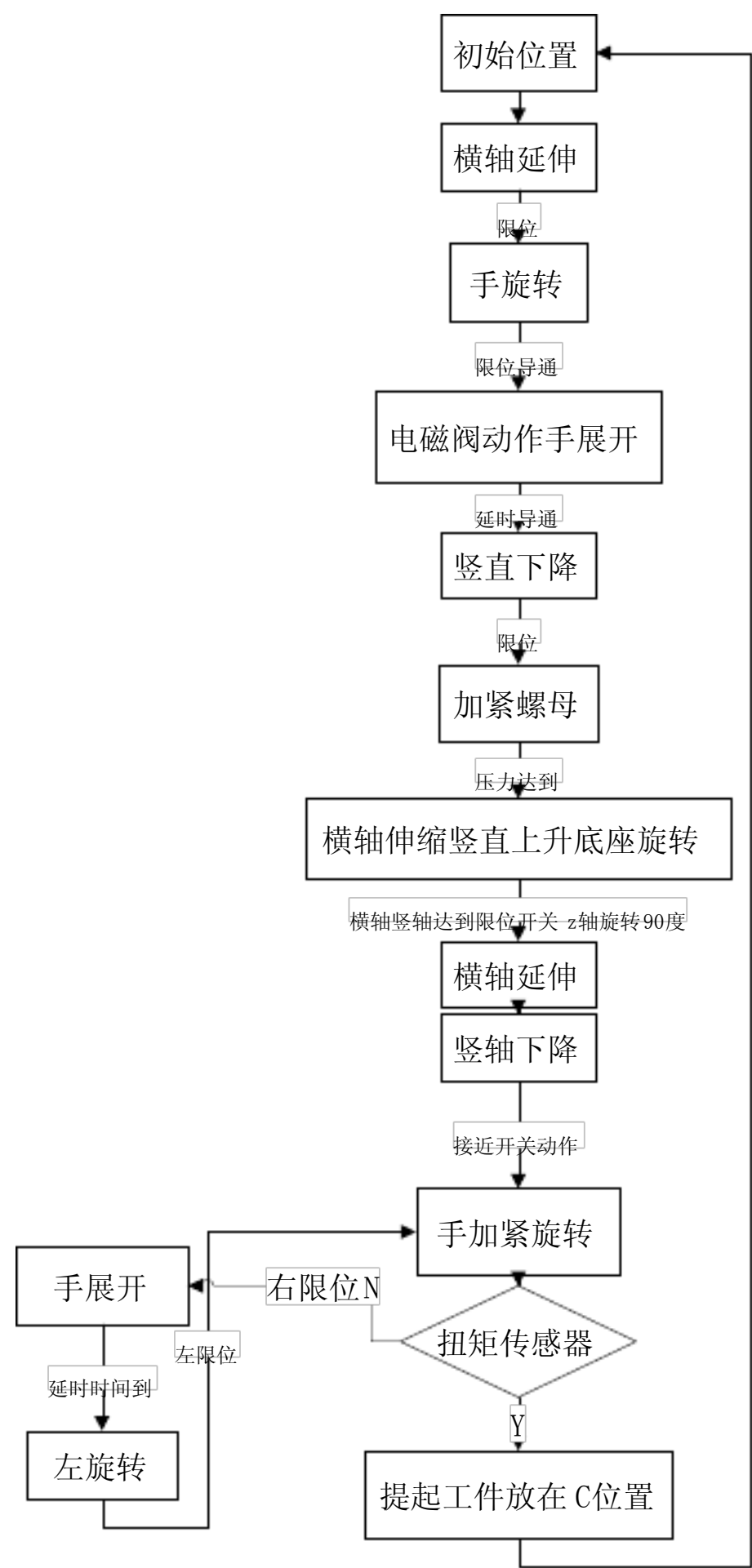


图 4.1 机械手控制流程图

4.2 生成 PLC 程序块

编辑 PLC 程序的第一步就是要生成 PLC 程序中需要使用的块，这些块包括基本逻辑块（组织块 OB、程序块 FC、功能块 FB）以及数据块 DB、数据类型 UDT、系统数据、变量表等，系统程序块 SPC、系统功能块 SFB 可以根据需要调用，无需进行专门编写与编写与编辑。在本文中采用了组织块 OB1 和 OB100，程序块 FC1。其中 OB1 主要用于主循环，由于 S7-300 只能使用暖启动，所以每次启动时能执行 OB100 一次，所以 OB100 主要功能在于复位，意思是每次上电时机械手臂总是在复位状态，不然就是它回到初始位置，这一点非常重要。

4.3 语言

1 梯形图编程语言（LAD）

梯形图来源于继电器逻辑控制系统的描述，是 PLC 编程中被最广泛使用的一种图形化语言，由于梯形图类似于继电器控制的电气接线图，便于理解，因此许多编程人员和维护人员都选择了这一编程方式。而且其图形结构类似于登高用的梯子，故名梯形图。梯形图程序的左右两侧有两垂直的电力轨线，左侧的电力轨线名义上为功率流从左向右沿着水平梯级通过各个触点、功能、功能块、线圈等提供能量，功率流的终点是右侧的电力轨线。每一个触点代表了一个布尔变量的状态，每一个线圈代表了一个实际设备的状态，一个简单的梯形图程序如图 3.20 所示：

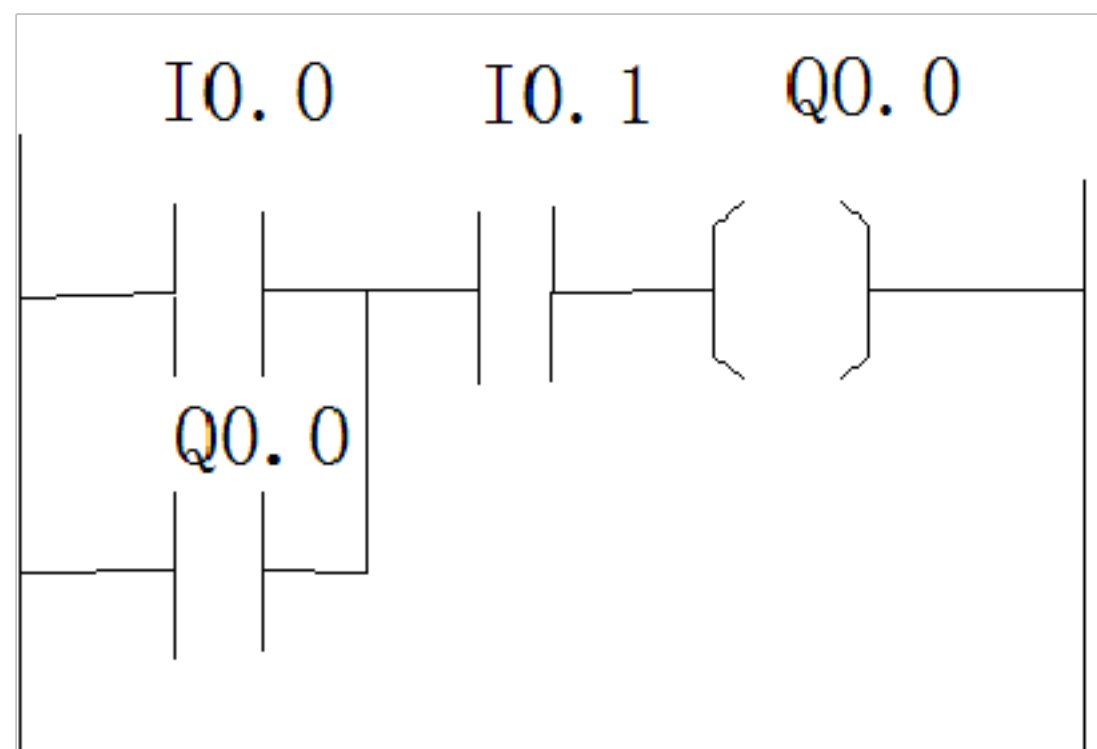


图 4.2 梯形图程序示例

梯形图的每个梯级表示一个因果关系，事件发生的条件表示在梯形的左面，事件发生的结果表示在梯级的右面。

梯形图编程语言具有如下特点

- (1) 与电气操作原理图相对应，具有直观性和对应性
- (2) 与原有继电器逻辑控制技术相一致，易于掌握和学习
- (3) 对于复杂控制系统描述 仍不够清晰；
- (4) 可读性仍不够好。

几乎所有 PLC 厂商提供的 PLC 都支持梯形图编程语言 而且都比较容易理解，只是在梯形图结构上可能稍有变化。比如西门子的 S7 系列梯形图就没有右边的电力轨线。有时在有此参考书中右边的电力轨线也常常被省略。

2 功能块图编程语言(FBD-Function Block Diagram)

功能块图编程语言采用功能模块表示所具有的功能，不同的功能模块具有不同的功能。功能模块用矩形来表示，每一个功能模块的左侧有不少于一个的输入端，右侧有不少于一个的输出端。功能模块的类型名称通常写在块内，其输入输出名称写在块内的输入输出点对应的地方。

功能模块基本上分为两类:基本功能模块和特殊功能模块。基本功能模块如 AND,OR XOR 等等. 特殊功能模块如 ON 延时，脉冲输出，计数器等。

功能块编程语言具有以下特点:

- (1) 以功能模块为单位,从控制功能入手，使控制方案的分析和理解变的容易;
- (2) 功能模块用图形化的方式描述功能，较直观易掌握，方便组态，易操作。是有发展前途的一种编程语言;
- (3) 对较复杂系统，由于控制功能关系能够比较清晰的描述，因此缩短了编程和调试时间;
- (4) 因为每一个功能模块要占用一定程序存储空间，对功能块的执行需要一定的执行时间，因此，这种语言在大中型可编程控制器和分散控制系统中应用较广泛。

在 PLC 逻辑块创建完成后，可以着手对每一个块进行 PLC 程序的输入。在输入前一般需 要选择 PLC 程序编辑所采用的编程语言。Step7V5.3 标准版可以任意选择梯形图（LAD）指 令表（STL）逻辑功能图（FBD）三种编程语言进行 PLC 用户程序的编写，三种语言间可以 自动转换。本例采用梯形图编程。

4.4 编辑符号表

为了便于程序的阅读与理解，避免在编程过程中频繁查阅信号的绝对地址，在程序较 复杂、I/O 点数较多时，可以通过 STEP 7 的符号编辑器生成符号表，将程序的绝对地址用 具有含义的符号地址代替，然后在进行编程。当然，当程序较简单是，也可以直接使用绝 对地址进行编程。本文中的符号表如下：

表 4.1符号表

Symbol	Address		Date type	Comment
KM1	Q	4.0	BOOL	步进电动机正转
KM10	Q	5.1	BOOL	电磁阀动作
KM2	Q	4.1	BOOL	步进电动机反
KM3	Q	4.2	BOOL	电动机1正转
KM4	Q	4.3	BOOL	电动机1反
KM5	Q	4.4	BOOL	电动机2正转
KM6	Q	4.5	BOOL	电动机2反
KM7	Q	4.6	BOOL	电动机3正转
KM8	Q	4.7	BOOL	电动机3反
KM9	Q	5.0	BOOL	步进电动机脉冲发生器
niuju	PIW	290	WORD	扭矩传感器数值
OB100	OB	100	OB 100	初始化程序
pressure	PIW	288	WORD	压力传感器数值
sb1	I	0.0	BOOL	系统启动按钮
sb10	I	1.7	BOOL	接近开关动作

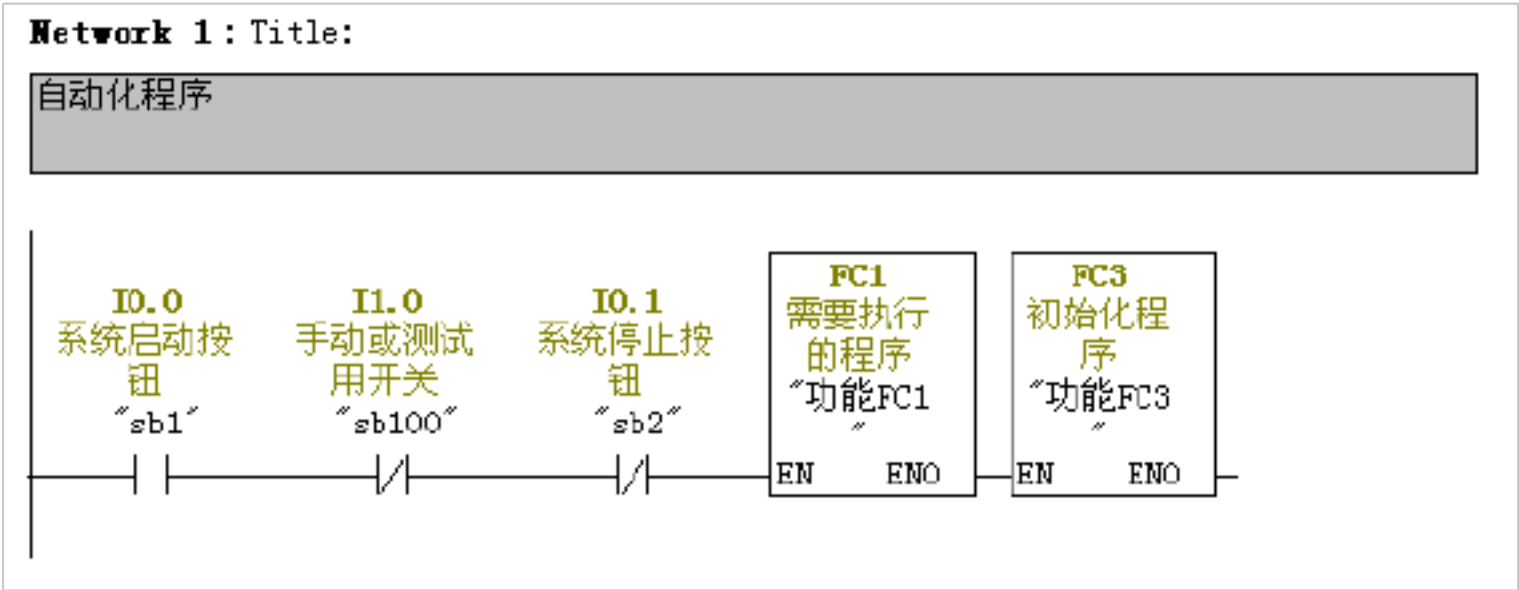
sb100	I	1. 0	BOOL	手动或测试用开关
sb11	I	1. 6	BOOL	电动机3左限位
sb12	I	1. 5	BOOL	电动机3右限位
sb15	I	1. 1	BOOL	步进电动机初始位置限位
sb2	I	0. 1	BOOL	系统停止按钮
sb3	I	0. 2	BOOL	步进电动机左限位
sb4	I	0. 3	BOOL	步进电动机右限位
sb5	I	0. 4	BOOL	上限位
sb6	I	0. 5	BOOL	下限位
sb7	I	0. 6	BOOL	前限位
sb8	I	0. 7	BOOL	后限位
step	QW	304	WORD	步进电动机 step 输出
定时器1	T	1	TIMER	延时时间控制1
定时器2	T	2	TIMER	延时时间控制2
功能 FC1	FC	1	FC 1	需要执行的程序
功能 FC2	FC	2	FC 2	测试用和手动控制
功能 FC3	FC	3	FC 3	初始化程序
主程序 OB1	OB	1	OB 1	主循环控制程序

4.5 编辑 PLC 程序

在编程语言已经选定，符号表（如果需要）以创建完成后，即可根据程序的实际需要，对每一逻辑块进行输入和编辑。

PLC 程序的编辑以“程序段”（Network）的形式划分段落、增加注释，程序段由梯形图中的触点、线圈、功能框、连线等基本编程元素和编程指令所组成，以实现逻辑运算和数学运算等功能。程序变成如下：

1、OB1 主要是主控程序，当按下启动按钮，上电，可以选择自动运行还是手动一步一步控制，当按下停止按钮时，程序停止运行。再次上电调用 OB100 会使系统初始化回到初始位置。它主要是在系统满足启动的条件下，选择开关，是自动化运行还是手动控制。



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/686043125043011004>