

基于 PLC 的机械手自动操作系统 设计

1 绪论

1.1 课题提出背景

如今，机械自动化已经成为了新时代的主题。其中，机械手是工业生产过程中应用最多的，而且它的发展也是最快的。工业自动化化的程度越来越高，而生产环境变得越来越恶劣，这样对工人提出了更高的要求，比如安全性、健康性、环保性等。机械手可以有效的解决这个问题，它可以在高温、高压、有毒、放射性等场合应用。在机械制造行业中，机械手又称工业机器人，它主要被应用于运送加工原料或者给特定的机床进行刀具的转换和机器的装配等一些自动化流水生产线上。综上所述，机械手的应用更加有效率，同时还能降低生产成本。

机械手是一门综合性的学科，它包含了机械、电子、材料、自动控制等许多学科方面的知识。随着计算机和电子技术的飞速发展，机械手也不断的更新换代，朝着精密化、智能化、复杂化的方向发展。如今的机械手加入了传感器反馈系统，当机械手发生故障时，它可以自我检测，并且自动修复。

工业的自动化程度的高低离不开 PLC，它的控制能力越高，自动化的程度也越高。所以 PLC 常被用于工业生产中，随着它的地位逐渐增长，它的功能也随之有了很大的提高。对于 PLC 而言，它的程序编写容易、系统操作灵活，同时对于控制也方便实现，这样能够提高工业生产的效率和加工的质量。在一些恶劣的环境下，PLC 同样能够取代人类去完成一些控制，从另一方面而言，成本也相对减轻了许多。基于 PLC 设计的机械手自动操作系统，更加容易实现生产的连续性。

在本次设计任务中，选用三菱系列的 PLC 对机械手进行控制，完成自动操作系统的设计。实现对机械手的上下、左右、旋转等控制，要完全实现这些，还需要其它辅助元器件，比如气缸、传感器、电磁阀、底座和支架等。为了能够更加直观的对机械手的动作进行展示，在本次设计中加入了组态软件对机械手进行监控。MCGS 是一种用于对机械手整体监控的一种组态软件，通过对机械手运动数据的采集，MCGS 以动画形式表现，对机械手的运动过程进行监控和整个流程的控制。

1.2 国内外研究现状

在 1954 年，美国的著名工程师沃尔德最早提出了人机一体化的构想；到了 1959 年，拥有丰富创造力的两人沃尔德和英格伯一同制造出了世界上第一台机械手；1962

年时，美国政府将机械手的实用性做了相关的叙述，机械手慢慢被大家所认知；1970 年在美国召开了第一届有关机械手相关的会议，主要研究它的价值和实用性；1973 年美国一家公司开始制造出了一台小型的机械手，为工业发展做奠基；直到 1980 年，机械手在日本很快的发展起来，使得机械手得到了充分的改进，现在机械手正在向智能化、高速化、精密化的方向发展，机械手的定位精度也是越来越高，能达到现在的纳米级别，它的运行速度可以达到 3m/s ，产出的产品可以达到 6 轴，夹起工件的重量也是越来越大。

生产过程慢慢的向着机械、自动、智能的方向发展，逐渐地融入了我们生活中。生产工业的连续性依靠工业的自动化，自动化逐渐成为了新时代的标志。在国外，利用计算机和镜头采集装置，再加上一些特殊的传感器装置组合在一起，能够有效的定位，这样更加精确和有效的进行加工。但是在机械加工的过程中，对于零件的加工、处理和装配这些过程是不连续的，所以在工业生产中加入生产自动化可以有效地解决这些问题。机械手的灵活多变性可以有效地适用于小批量的自动化生产和柔性的制造生产线上。

在我国，机械手技术是从 80 年代开始起步，在七五科技攻关的热潮中，生产出了部分的机械人的零件，慢慢的认识到机械手的实用性。在国家相对政策的扶持下，开始用机械手对加工零件进行喷漆和焊接的工作，这些都是国内自己开发研制的机器。其中弧焊机械手已经用于对当时汽车生产的焊接上，虽然技术和人才比较国外来说还有一定的差距，大部分的产品还是要通过进口才能完成组装。在当时，许多有着高技术的国家对自己的产品有严格保密性，不对外销售，使得我国落后于国外一些国家，但是随着时间的推移，技术和人才也飞快的跟上了世界的脚步。我国的企业主要生产一些中低端的产品，因为没有高端精密的伺服系统和反馈系统，这样很难生产出高端和有质量的产品。

目前，国家正在对中国未来的机械制造装备也出谋划策，争取让这些企业占取大量的市场份额。我国的“863”机械手技术主题成立以来，国家对于这些技术的推广和引进，逐渐使得机械手行业成为了真正高新的产业。国家对于机械手企业提高了优惠的政策支持，并且扶持这些企业提高技术水平，加大工业生产的进度。

1.3 课题研究主要内容

该课题主要设计一个基于 PLC 的机械手自动操作系统，这套系统主要用于对机械手的过程控制。机械手的直线、旋转运动都是通过气缸来完成，气缸的运动由电磁阀

来驱动。

刚开始时，要求将机械手复位，工作在左位、高位和放松状态。一上电，先控制底部转动气缸摆动调整机械手的位置，让它复位。然后通过传感器检测工件，检测到工件后，机械手底部气缸旋转，中间气缸右移到极限位置，下臂气缸开始下降到极限位置，夹紧气缸夹紧工件，下臂气缸上升到高位，下臂气缸上升到极限位置，中间气缸缩回到极限位置，底部气缸旋转，中间气缸右移到极限位置，下臂气缸开始下降到极限位置，夹紧气缸放下工件，最后机械手复位。如图 1-3 所示：

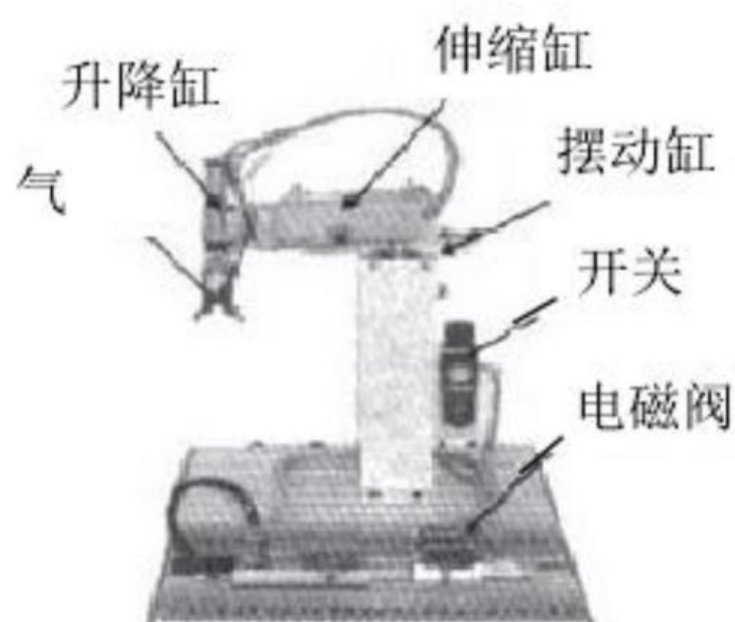


图 1-3 机械手实际效果图

本次课题主要设计内容：

- (1) 对机械手动作进行构思，设计出一套工作的整体方案
- (2) 对机械手整体进行简单设计
- (3) 各气缸选型，PLC 和传感器的选型
- (4) 系统硬件的设计和机械手控制程序的设计
- (5) 组态软件 MCGS 的设计
- (6) 通过 PLC 来控制机械手，完成自动控制并且连接 MCGS 进行调控

1.4 设计的目的和意义

随着信息技术的不断发展，对于机械产品的精度等级和结构的复杂程度也是要求越来越高。人们对于机械产品的设计，同样也要求具有创新性，更符合人性化和工业化。所以，针对国外的设计可以进行参考和总结，帮助我们完成对产品结构的设计。

机械手技术对工业发展有很大的好处，首先，它可以按照生产进行加工，依照一定的程序和规定的时间内完成工件的加工和传送；其次，它可以减轻工人的压力，而且它能单独的对机械进行装配，因此可以改善工人劳动环境，有效地提高生产效率，

减轻工人劳动强度，节约了成本。尤其在一些有污染环境的情况，机械手的实用性更加体现出来。

如今，电子技术的飞速发展和渗入，机械手的研究和开发是人类进步的桥梁，机械手的迅速发展使得它成为工业行业中的重要部分。同时，也是因为机器人的发展，促进了机械手的飞速发展。在现代生产过程中，机械手被用于自动化流水生产线上，这样使得机械手能够广泛的被运用，并且能够熟练地适用于工业生产的脚步。

本次课题设计的机械手是通过用三菱 PLC 来进行程序系统的控制，PLC 控制是机械手的灵魂。对于三菱系列的 PLC, 它的通用性好、适用范围广、灵活性和编程简单等方法来实现自动化。

2 机械手整体结构设计

2.1 机械手概述

在机械行业中，由于生产环节比较多，要想各环节协调运行需要大量的人力、物力、空间资源等，这样的生产方法成本高、效率低、复杂程度高。为了解决上述难题，本设计主要研究基于 PLC 控制机械手的自动运行。在过去的几十年里，机械手发展非常快，迅速发展成为一种高科技的自动化程度非常高的生产设备。机械手是机器人的一部分，也是属于机器人，它有机机器人的部分特征，并且机械手可以通过简单的编程来实现它的自动化来完成各种预期的任务，它继承了人和机器人的一些特征和优点，尤其是有了人工智能，在生产过程中更加的准确和在各种环境下能够有效的的工作。相对于我国来说，机械手有着更为广大的发展空间，也有利于提高国民经济的水平^[3]。

2.2 机械手工作原理

机械手是一种通过一定的编程软件来对其进行自动定位和以多变的动作形式来实现预期的功能。它拥有多个自由度，在空间中能够灵活地自由运动。

执行元件、驱动元件和控制系统这三个部分组成了机械手。其中执行元件由手部、手臂和身躯构成。手部装在上臂的上端可以夹紧。机械手的手部可以模仿人的手指，因此非常的灵活。在本设计中主要是用到夹紧气缸，来完成对零件的夹紧和搬运功能。在设计中我们可根据被夹工件的大小和形状来装备各种各样的夹头，以便适应不同的操作需要。手臂是用来引导气爪能够准确地抓住工件，并把工件搬运到另一个工位上。一般机械手的运动有两种，一种是直线运动，另一种是旋转运动。身躯主要是用来安装手臂、动力源和各执行元件，而且它可以起到连接的作用。

驱动元件是用来驱动气爪来抓取工件也可以吸取工件，以达到预定的功能。可以随时改变被夹持工件的位置。驱动元件的能够实现上升、下降、旋转、前后左右移动的这些动作，叫做机械手的自由度。自由度是机械手一个很重要的参数性能，机械手的自由度越高，则机械手的灵活性就会越高，它的结构就会越复杂，通用性就会越广，反之则越小。

本次设计对机械手整体机构进行控制，来完成特定的工作内容。通过一定的硬件控制系统对其编程来实现所有的功能，在此基础上加上传感器系统，进行运动的反馈工作，使其更加地稳定和精确^[4]。

通过上面的有关知识，我们设计出了一套机械手，他总共有 4 个自由度，包括：

手臂上下运动、手臂前后伸缩、气爪的夹紧、底座的旋转。其中，底座的旋转采用的是摆动气缸，手臂前后和上下运动选择的是带导向的气缸，保证气爪在抓取工件时的稳定性和可靠性，能够有效地抓取到工件，然后在每个极限位置加上传感器进行反馈，以实现机械手运动的精确性和平稳性^[10]。

2.3 机械手整体控制要求

机械手运动控制要求一般为手动模式和自动控制模式。其中手动控制模式是适用于调试和安装的时候使用或者在出现机器发生故障的时候使用。本次课题所设计的是自动控制模式，通过对 PLC 编写特定的程序，机械手会按照一定的运动规律完成特定的动作，往往在设计中我们加入手动控制模式，这样便于安装和调试，当机械手出现故障的时候，可以用手动控制来检测故障点。通常在设计先确定控制方案，然后按照方案进行设计。如图 2-3 所示，机械手工作流程图：

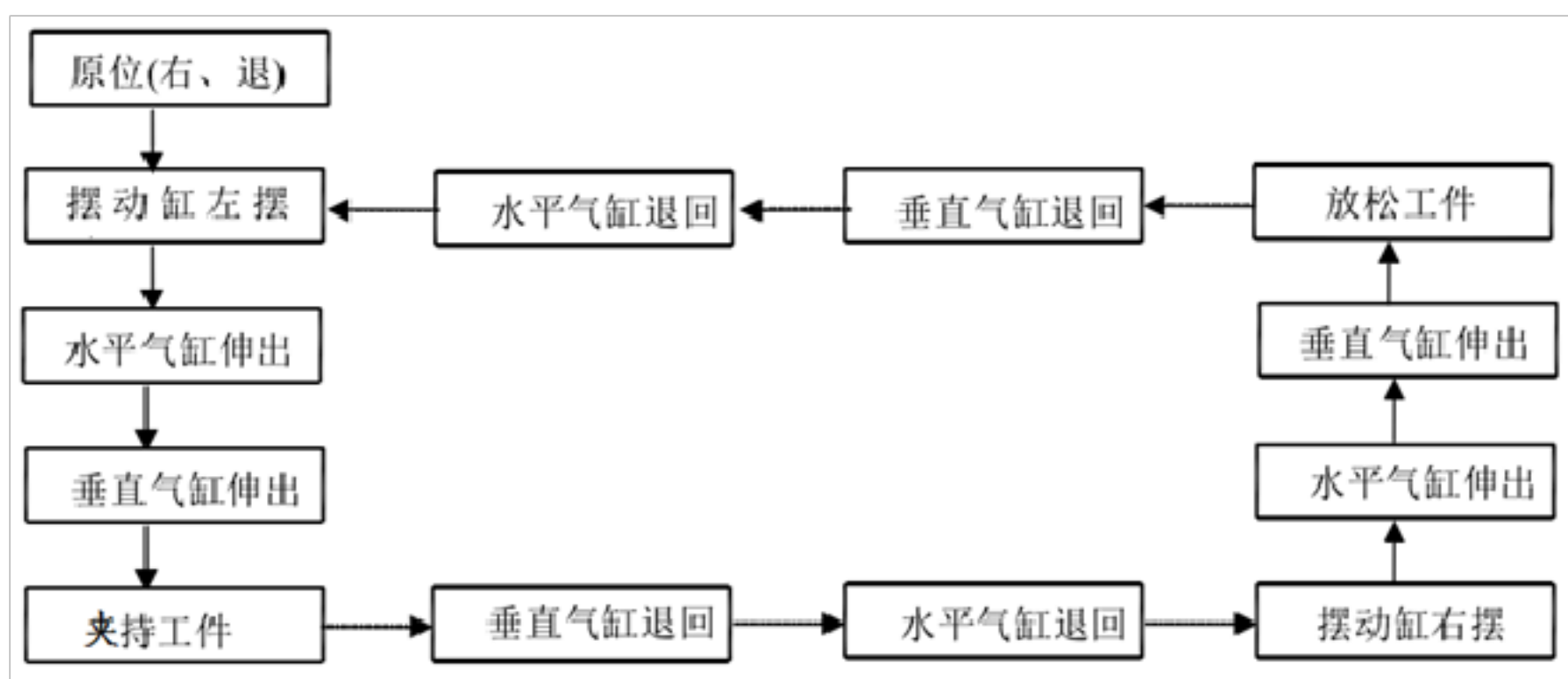


图 2-3 机械手工作流程图

在机械手控制系统的设计中，往往加入手动控制的方式。机械手的手动控制包括上升、下降、伸出、缩回、左摆、右摆、夹紧和放松等这些操作过程。一旦自动控制发生故障或者在第一次设备安装调试过程中，可以通过手动控制进行检测。

2.4 气动控制元件选型

2.4.1 单向阀

单向阀的气体的流动方向一般是单向的，当 P 口的气压大于活塞弹簧的压力时，活塞将会被打开，此时 P 口和 A 口将会联通，这时气体能够顺利通过。要使得单向阀保持通畅，需要气体有一定的压力来抵消弹簧的压力。如果气体反向进入单向阀中，

不论压力多大，都不能使得反向阀流通，除非阀口被压力破坏。

2.4.2 单向节流阀

单向节流阀是由单向阀和节流阀组合而成的，带有压力的气体从 P 流向 A，经过节流阀的作用，它只能向一个方向流动，这种方式常被用于调速和延时回路中。

2.4.3 先导式电磁阀

先导式电磁阀顾名思义它带有一个先导阀芯，要想电磁阀工作，我们要先打开先导阀芯，然后改变气体流动方向来打开主阀芯。这样的结合就是为了在频繁控制的场合多次开闭主阀芯，对其造成冲击和磨损。先导式电磁阀也分为单电控和双电控两种形式^[5]。

2.5 执行机构

2.5.1 水平气缸

本设计中主要运用到气缸元件，气缸因为结构的不同可以分为两大类：膜片式和活塞式。在日常生活中，单作用分为两类：有杆活塞和无杆活塞。气动控制元件是将压力能转化为机械能的一种装置，如：气缸和气动马达。

(1) 普通气缸

普通气缸是由缸筒机构、活塞杆、活塞装置、前后缸盖、密封圈和紧固零件等零件组成。缸筒前后盖四角有四根拉杆和螺母进行紧固。活塞中装有密封圈和导向磁性环，磁性环是用来产生一定的磁场，是活塞杆接近磁性开关的时候发出一定的型号，即可以在任何时候可以检测出活塞干的位置。

(2) 无杆气缸

无杆气缸利用活塞直接或间接方式来实现机构的往复运动，并且没有像普通气缸一样的刚性活塞杆。无杆气缸能够有效的节约空间，还能够有效地避免了有杆活塞和密封圈之间摩擦而带了的机械能的损失。与有杆气缸相比，它的行程推动力是双向的，特别适用于小缸径和长行程场合的试用。现在无杆气缸广泛的应用于数控机床、注塑机等开门装置中，通常也用于多功能的坐标机器人的输送线和抓取工件上。

(3) 摆动气缸

摆动气缸是指在空间中一定范围内进行一定角度的运动，它的运动的幅度是有一定的局限性。目前摆动气缸在工业中被广泛的应用，经常被应用受到限制或者转动角度较小的360度的回转工作部件上，其动作原理也是将压力能转换成机械能，摆动气缸有一定的摆角。

2.5.2 升降导向气缸

在机械手中往往不只有水平气缸，在本设计中也用到了升降导向气缸，通常为了完成抓取并将工件放置到目标工作台上，这时必须设置具有升降功能的气缸来完成特定的抓取任务。同时，为了避免气缸在工作的时候气缸会因为某些原因发生一定的偏转，所以在气缸中加了导向机构，防止发生不定性和歪斜。所以选择时必须要有导向的气缸。带导杆的气缸的实物图，如图 2-3 所示：



图 2-3 导向气缸

如图所示，气缸外连接板与转接板以及气爪进行连接，外连接板处安装有三根轴，中间的一根端部带有螺纹，与活塞杆一体的细长轴，在活塞的作用下带动外连接板运动。两边的两根光轴为导杆，与外连接板为过盈配合，在活塞杆带动外连接板运动时，两根导杆便随连接板一起运动，同时两导杆又限制了活塞杆的转动，使得活塞杆以及外连接板只能沿着导杆的方向进行运动，从而起到导向的作用。

2.5.3 气爪

机械手的气爪是用来实现抓取功能，是现代工业机械手重要组成部分之一。气爪抓取工件时要迅速、灵活、准确，其夹紧力不宜过大或者过小，则应该根据所夹取工件的外形、大小、尺寸来计算。同时考虑开口尺寸，以适应被抓工件的尺寸的不同，大大提升机械手的应用广度。同时还需要配备多种抓取机构，以必要时可以安装旋转气爪。

机械夹紧的方式运用是最广泛的。其中按气爪运动的方式可分为平移、平动、回转这三种。通过 PLC 来对电磁阀控制，驱动机械手爪的夹紧。

手爪由驱动元件、手爪零部件、传动机构、手指、垫片、附件等组成。以下介绍

几种常见的气爪：

如图 2.5（a）所示为平行移动的气爪，平行气爪通过两个活塞进行控制，成对心方式移动。这种气爪的抓取力和对中性比较好，同时也可用于内外抓取工件进行移动。

如图 2.5（b）所示为摆动气爪，它的摆角大概有 40°，其抓取力较大，并且可以确保力恒定。

如图 2.5（c）所示为旋转气爪，它工作原理与齿轮啮合相似，两个手指可以同时移动并且居中对齐，确保了力的平衡性。几种不同的气爪如图 2-5 所示：

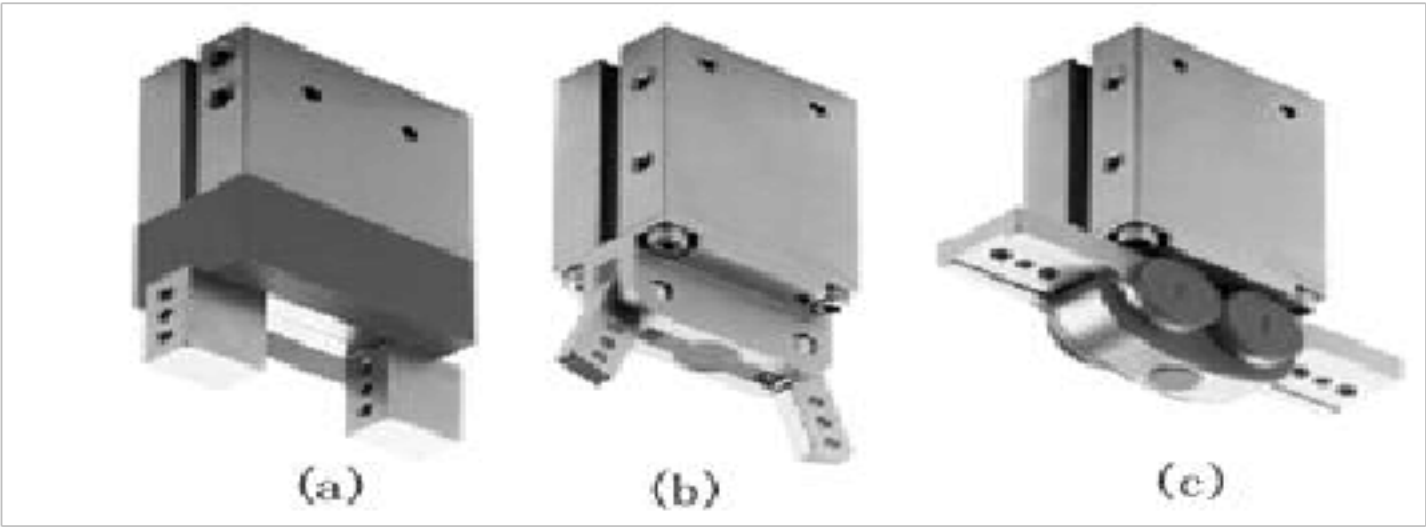


图 2-5 气爪

在本设计中选择一种平行二指气爪。对于机械手底座设计为圆形底盘式，柱形支撑结构。

综上所述：对于各气缸、气爪的选型如下表 2-5 所示：

表 2-5 气压系统清单

序号	名称	数量	型号	备注
1	水平气缸	1	MY1B63G-200	
2	垂直气缸	1	MY1B50G-200	
3	摆动气缸	1	MHS3-32D	
4	气爪缸	1	MHZ2 系列	
5	单向节流阀	4	JSC L 型节流阀	
6	三位四通换向阀	4	巨普/TG2512-06	

2.6 气动系统图设计

气动系统图主要是实现对机械手运动控制，可以使机械手平移、旋转、上下、抓紧等动作在本次设计中均采用单向节流阀来对整个控制系统进行控制^[15]。大概工作原

来如下所示：

(1) 当电磁阀 5 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 15，气流会经过单向节流阀 7，最后进入垂直气缸左侧内推动气缸运动，使得垂直气缸伸出。

(2) 当电磁阀 2 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 13，气流会经过单向节流阀 2，最后进入水平气缸右侧内推动气缸运动，使得水平气缸缩回。

(3) 当电磁阀 3 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 14，气流会经过单向节流阀 4，最后进入回转气缸左侧内推动气缸运动，使得回转气缸向左摆动。

(4) 当电磁阀 4 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 14，气流会经过单向节流阀 5，最后进入回转气缸右侧内推动气缸运动，使得气缸向右摆动。

(5) 当电磁阀 1 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 13，气流会经过单向节流阀 1，最后进入垂直气缸左侧内推动气缸运动，使得水平气缸伸出。

(6) 当电磁阀 6 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 15，气流会经过单向节流阀 8，最后进入垂直气缸右侧内推动气缸运动，使得垂直气缸向上缩回。

(7) 当电磁阀 7 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 16，气流会经过单向节流阀 10，最后进入垂直气缸右侧内推动气缸运动，使得气爪夹紧。

(8) 当电磁阀 8 得电，气压进入控制回路后，经过电磁阀 16，气流会经过单向节流阀 11，最后进入垂直气缸右侧内推动气缸运动，使得气爪放松。

按照上述控制可以进行手动控制和自动控制，在本次设计中最主要对机械手能够进行自动操作控制，使其能够自动运行，加入手动控制是为了检验和故障处理方便^[16]。其中气动系统控制系统图如下图 2-6 所示：

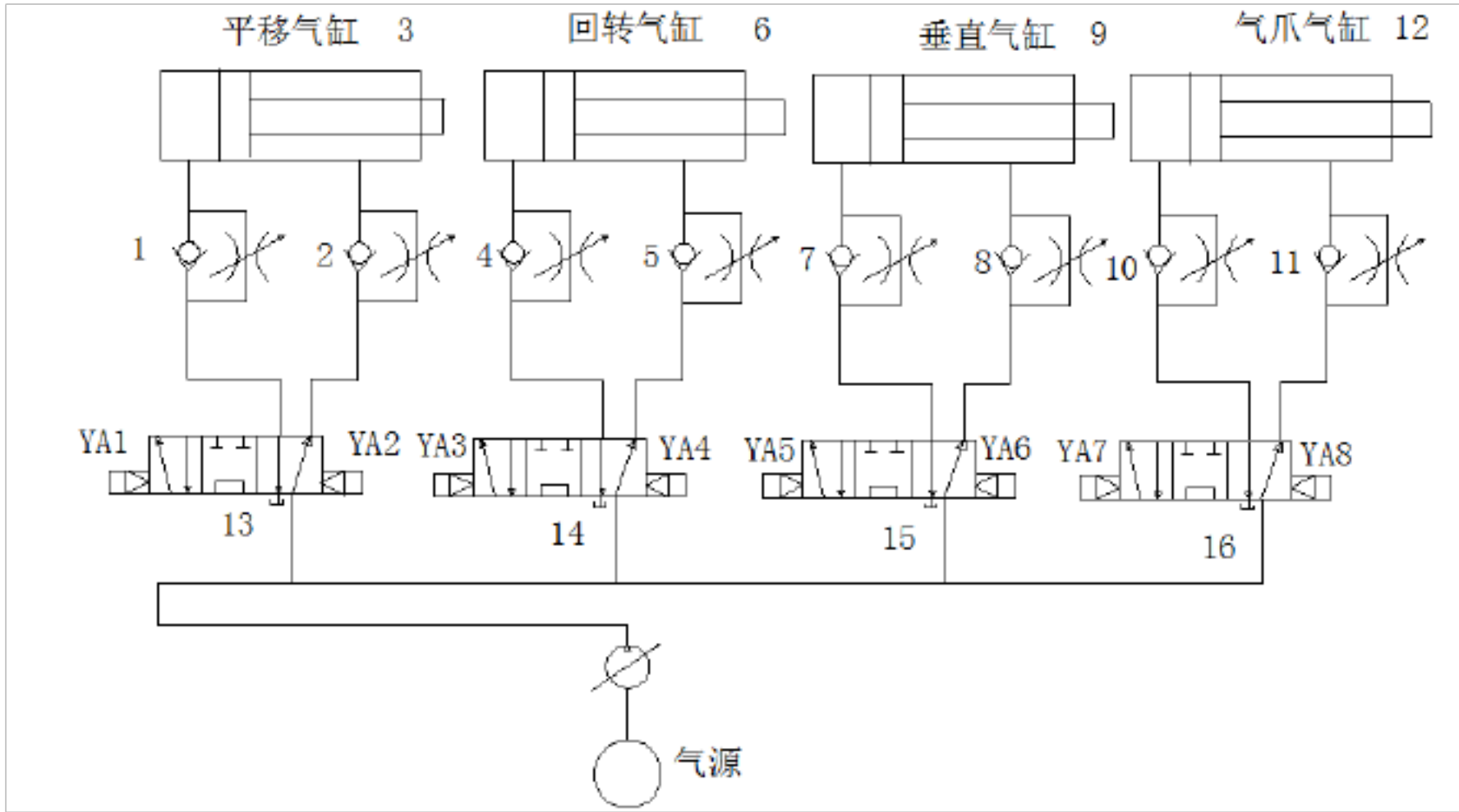


图 2-6 气动控制系统图

3 传感器与可编程控制器（PLC）概述

3.1 传感器的简介

传感器主要是检测被测物体的物理信息的一种特殊非接触式装置，而且能够将检测到的信息按一定的规律变换成电信号和所需的形式进行输出。

如今，传感器技术是当代电子信息技术领域的主要组成部分。它的目的就是为了测量以我们需要的形式表现出来。它易于处理、易于实现自动化控制和调节，对于系统的正常运行起着至关重要的作用。现代工业中对于传感器的要求也越来越高，精度和测控响应的速度也是传感器的至关重要的，它推动着机电设备向着智能化、自动化、多元化的方向发展^[11]。

传感器的基本结构是由传感元件、信号调节器、敏感元件和辅助装置组成。如图 3-1 所示：

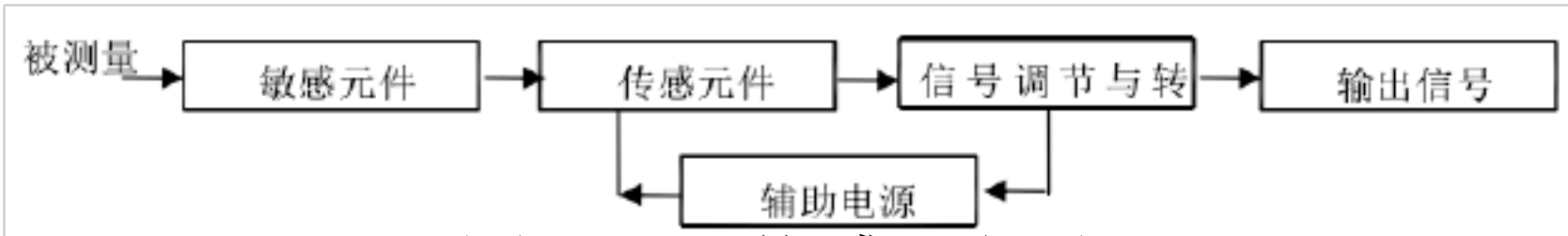


图 3-1 传感器组成

本课题涉及的是位置传感器，对机械手的各种缸体的位置测量和对工件有无进行判断，以便进行反馈。在本次课题设计中选用的是小型接近式的传感器。

3.2 传感器选型

3.2.1 传感器的工作原理

在所有开关中，有一种是对自然界所有物体进行感知，然后对感知的信号进行显示，通常被人们称为接近开关。在一定的位移之内，接近开关能够对敏感性元件进行检测，达到判断电路通断的一种方式。这就是接近开关^[17]。

每当有物体接近传感器机接近开关时，并且在有效的距离范围内，传感器才具有一定的感知能力，一般传感器能检测的最大距离为传感器的有效距离，检测距离越大则传感器的性能就会越好。对于不同的材料，接近开关的有效检测距离也是不一样^[6]。

3.2.2 传感器选型

接近传感器对于不同的材料的物体接近的距离也是有限的，所以对于不同的材料我们应该选用不同的传感器，这样是机械整个系统能够有效地执行，在选择传感器的时候，应该遵循几个原则：

(1) 非金属材料如木头、纸、塑料还有玻璃等，传感器检测它们的时候，应该选用电容式的接近传感器。

(2) 当传感器检测一些如铁块、钢件、铝、黄铜等金属材料的物体时，应该选用高频振荡型传感器。金属中也会分灵敏度高低，有些材料灵敏度高，它的检测距离可以近可以远，但对于灵敏度低的，只能将距离拉到最近。

(3) 对于灵敏度不高的金属材料零件，可以使用磁性的接近式传感器。

(4) 对于远距离的测量时，应选用光电型传感器或超声波型传感器。

在本次设计中，对于铝合金材料的机械手臂，选择高频振荡型传感器。在水平气缸和垂直气缸的两个极限位置安装磁性开关 CS1-11RH-02，共四个；选择类型为 PR30-10DN 型号的接近传感器一对安装于摆动气缸的极限位置。在工件台 1 底部也选择同样类型的传感器 1 个，本次设计中的工件所选用为小正方形的金属块^[18]。

3.3 PLC 简介

可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC），它采用一类的存储器可以编程，可以用来进行内部的存储程序，也可以用来定时、顺序控制、逻辑运算、计数和算术操作等一些指令。通过对输入和输出量的编写，可以对各种类型的机

械或生产过程进行监制^[19]。

自 1969 年开始，美国数字设备有限公司研究出了第一台 PLC，当时生产技术以集成电路为主的情况下，只能完成一些简单的控制。到了 70 年代末的时候，处理器技术引入到 PLC 中，使得 PLC 增加了许多实际的功能。70 年代末处理器出现之后引入到 PLC 技术后增加了许多功能。随着微处理器的出现，人们很快的将微处理器引入到可编程逻辑控制器中去，这样使可编程逻辑控制器的各方面的性能大大提高了。它的运算，数据传输和数据处理能力的这些重要的功能有了显著的提高，随之成为工业生产过程中的主心骨。微处理器和 PLC 有效地结合到了一起，有效地代替了传统继电器复杂的工作方式。当时，个人计算机也迅速的发展起来，PLC 的功能更加得到反应和实现。

到了 20 世纪 70 年代中末期的时候，PLC 的功能发生了质的飞跃，计算机技术的日渐成熟已经全面的引入到了 PLC 中去，PLC 的实用性也在这时大大的表现了出来。随着对 PLC 逐渐精致的研究和设计，PLC 的体型越来越小巧，它的精确运算能力也是越来越高。尤其是它的抗干扰能力也是取得了重大的突破。PLC 在工业生产领域的地位也是不可动摇的，它奠定了现代工业生产的基础。

20 世纪 80 年代初 PLC 在先进工业国家中已得到广泛地应用。随着它的效益越来越高，世界上许多国家多在生产它，它的产量也达到了相对的饱和状态，这就意味着工业生产的进步，PLC 的相关技术也是达到了相对成熟的地步。

90 年代中期，PLC 发展的速度越来越惊人，它的硬件系统和软件系统也达到了当时的最先进的时候。同时，PLC 的功能性也是越来越多了，PLC 逐渐对数字模拟的处理能力、对数据的运算能力、接口的扩展性和通讯能力等这些方面有了很大的提高，PLC 进入过程控制的新时代。

到了 20 世纪末期，PLC 的发展更加向着适应工业的方向。同时，出现了各种各样的功能，如：人机交互功能单元和通信单元。小型 PLC 和大型 PLC 也在这个时候生产出来可以适用于不同的环境中^[12]。

PLC 采用大规模集成电路、承受电压高、无故障正常工作时间长，可达几十万小时。内部还有自我检查功能，当有故障出现时，会及时报警。大多数 PLC 编程采用的是梯形图，而梯形图简单、直观、易学。采用现代技术的集成电路，由于现代半导体技术的不断发展，PLC 的集成电路越来越小。很多 PLC 的内部拥有成千上百的继电器、定时器、计数器等。

3.4 PLC 的结构

PLC 是由硬件系统和软件系统组成，它与计算机的结构相似，它也可以成为小型或微型的计算机，所以 PLC 才会有工业计算机这一说法。

PLC 的硬件结构是由 CPU、存储器单元、I/O 装置、电源接口、扩展模块、单独的编程器和其它外围设备组成，这些结构都是通过数据总线相互连接而成^[14]。其基本结构简图如下图 3-4 所示：

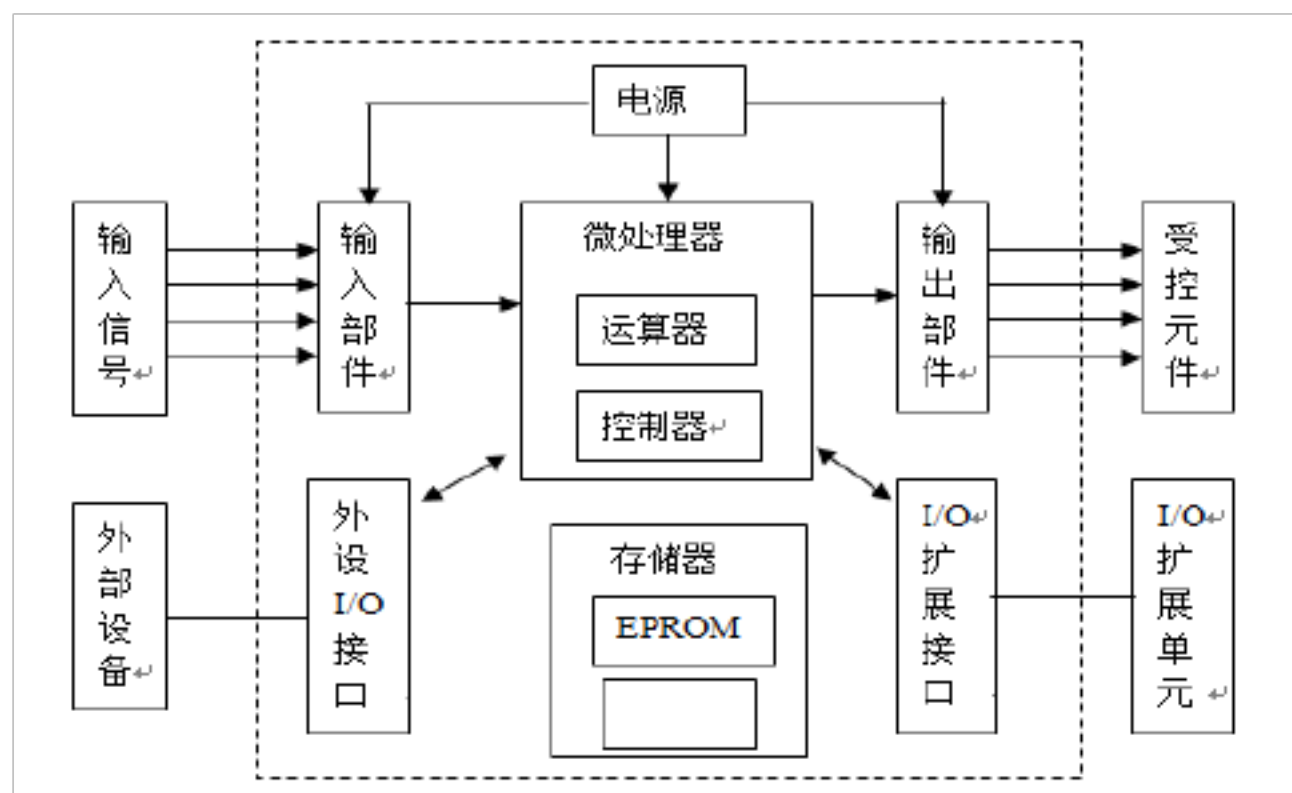


图 3-4 PLC 硬件结构

PLC 的软件部分是厂家提供，用于存放 PLC 的系统运行不可少程序，一般放在 EPROM 中。用户可以自己编写一定的程序来实现所预定的功能，这种软件系统为用户部分。

PLC 主要以微型的计算机系统开发而来的，设计以计算机、控制技术、智能技术、电子技术和通讯技术为基础一体的多功能控制系统。这样使得它成为了现代工业自动化生产领域的必不可少的一部分^[9]。

3.5 PLC 发展历程

在继电器占主导地位时代，那时可编程控制器还没有被发明出来，人们普遍运用继电器来控制工业电气，但是对于电气控制，越是复杂的电路所需求的线路和继电器就会越多，虽然它的应用非常广泛，但相对而言它的可靠性、灵活性都不高，尤其是在出现故障的时候，很难进行排查和解决相应的困难而且不太容易更改。在工业电气环境中，继电器适应不了工业环境的变化^[2]。

PLC 的发展分为四个不同的阶段：

(1) PLC 的结构设计：在这一阶段中，PLC 刚刚被设计出来，随之而来的各种顺序控制器不断出现，最终选择了以微处理器为主要控制核心的 PLC 存留了下来，更加

认定了它的价值性。因为对它的极大需求，驱动了它的急速的发展了起来，并且向着更好更快，更小的方向发展。PLC 的一些硬件结构不断地走向成熟的地步，对于它的应用也越来越广泛。

(2) PLC 的普及阶段：随着 PLC 的不断发展，工业的需求也越来越大，它的生产也就日益增长，它也就越来越普及。PLC 生产厂家生产的产品尅是系列化和各种不同的标价。在此时，PLC 出现了三种不同的块型：固定输入输出型、基本单元扩展型、模块化结构型。PLC 开始向着顺序控制方向发展，其中三菱公司的 F 系列为主要典型产品。

(3) PLC 的高性能与小型化阶段：在这一阶段中，电子技术的不断提升，也就带领着 PLC 向着小型和紧凑的方向发展，在体积逐渐减小的状态下，PLC 的功能并没有减少，反而更方面有了大大的提高，比如它的运算、存储、功能模块也有了大大的提高，日本的三菱公司在本阶段主要生产了一些小型的 FX 小型 PLC。

(4) PLC 高性能和网络化阶段：在这一阶段中，随着 CPU 运算速度提高，使得 PLC 的应用领域开始涉及工业自动化。工厂自动化的需要，开发了适用于过程控制的特殊模块。与此同时，PLC 可以连接传统的编程器，PLC 的网络与通信功能得到了迅速发展，为工厂的自动化奠定了良好的基础。

3.6 PLC 特点

(1) 抗干扰能力强：PLC 其中最主要的一个特点就是它的抗干扰能力强，在一些特殊的环境中，有一些辐射和电磁干扰的情况下，PLC 工作能力也不会受到任何的影响。它的主电路模块是用大规模集成电路制成，而且在电路上加入了滤波整流电路，同时还可以防止受潮、防止尘土、抗震等^[1]。

(2) 通用性强：在 PLC 的控制系统中，不需要继电器之类的电气控制元件，它只需要 PLC 内部的软元件进行模拟控制。这样就有效的避免了大量的硬件接线，提高了生产的效率，要想改变程序的功能，只需要改变编程器里的程序。同一个 PLC 装置可以控制不同的对象，只是输入/输出的组件和对于软件的控制方式的不同。PLC 交流 220V、直流 24V 由 PLC 内部所提供。

(3) 编程简单：PLC 主要是用于面向用户的设备，用户使用必须简单易学，最重要的是编程要最简单易用而且要易懂。在这一点上，PLC 的设计者们也是充分考虑到使用者的意图，对于使用 PLC 的习惯性。梯形图与继电器相似，这种编程的方式比较简单易学，形象直观，而且易于掌握，不需要有很强的计算机知识和特殊的计算机语言。

(4) 功能完善：随着科学技术的不断发张，PLC 的功能也是越来越多，新的功

能在不断地增加，从原来的只有普通的控制到现在拥有逻辑的控制、计数、计时，到现在能够单独的进行过程控制、数模的转换、信息处理和联网功能。PLC 功能的逐渐完善，这意味着它在工业行业中的地位是无可取代的，工业的进步是离不开 PLC。现在，PLC 可以实现人机对话功能，这说明未来 PLC 的发展方向朝着智能化的方向发展。

(5) 维护方便：PLC 维护方便也是 PLC 得到工业生产中大量应用的主要原因，维护的方便可以有效地提高生产效率和减少不必要的投资，这样有效地帮工厂提高生产利润。PLC 的体积较小，结构也不是很复杂而且比较耐用，所以维护比较方便，PLCI/O 装置可以反映生产过程中的变化，还能有效地检测，这样更加利于维护^[7]。

3.7 PLC 的选型

本次设计中，选用的是三菱 FX 系列的 FX2N-48MR 型号的 PLC，它的输入输出点共 48 个，满足一般控制的需求，实物图如图 3-7 所示：

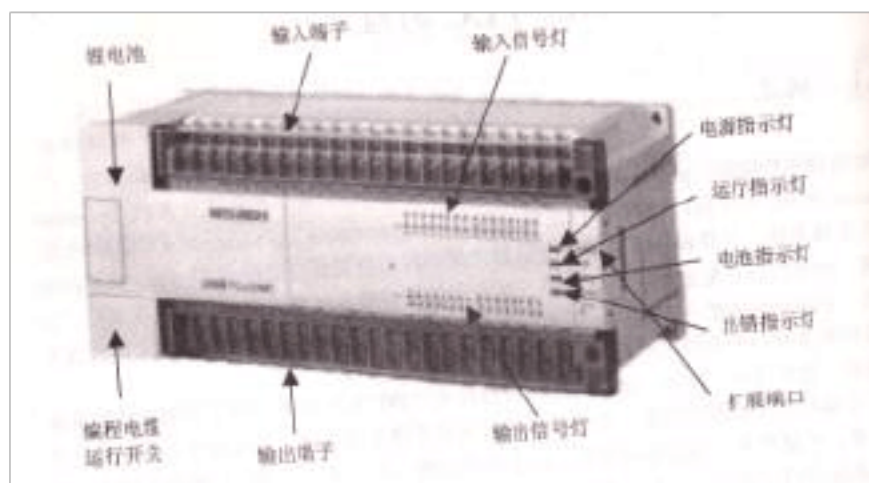


图 3-7 三菱 FX2N 系列 PLC 实物图

三菱公司的 FX 系列 PLC 适应性广，扩展性也是非常丰富，最多能够扩展到 256 个 I/O 点。FX 系列 PLC 具有很强的通信能力，兼容性也是非常好，基本能够满足大多数对于系统要求比较高的人。它是最广泛的 PLC 系列产品之一，体积微小适合在机电一体化产品中使用，其中内置 D 直流 24V 电源可以作为输入回路和传感器的电源使用。

FX 系列 PLC 系统配置灵活，有基本单元、扩展单元和扩展模块这三种配置，三种配置决定了三种不同的价格，可以满足不同人的需求，而且它的性价比也是非常高的。模块化的 PLC 也是相当的灵活，单元整体的结构式网络，使得它的稳定性也是越高。对于用户而言，这样的 PLC 的选择范围比较广，它的应用性也是相对比较出色的。

FX 系列 PLC 体积虽然比较小，但是却具有很强的功能。它内置超高速脉冲计数器，对于输入输出刷新、中断、滤波方式更新、恒定扫描时间有着更快的处理，而且有高速计数器专用的比较指令。对于 FX 系列的单元结构一般采用插接式的方法接线，

这样更换单元会更加方便^[8]。

4 系统设计

4.1 硬件设计

4.1.1 输入/输出口分配表

在设计机械手自动操作的系统过程中，PLC 是控制的核心，首先对 PLC 硬件进行设计，分配表如下表 4-1 所示：

表 4-1 输入输出分配表

输入		输出	
X0	启动按钮 SB1	Y0	摆动气缸左摆（YA1 得电）
X1	摆动气缸左摆极限 SQ1	Y1	摆动气缸右摆（YA2 得电）
X2	摆动气缸右摆极限 SQ2	Y2	水平气缸伸出（YA3 得电）
X3	水平气缸伸出极限 SQ3	Y3	水平气缸缩回（YA4 得电）

X4	水平气缸缩回极限 SQ4	Y4	垂直气缸下降（YA5 得电）
X5	垂直气缸伸出极限 SQ5	Y5	垂直气缸上升（YA6 得电）
X6	垂直气缸缩回极限 SQ6	Y6	气爪夹紧（YA7 得电）
X7	手动控制按钮 SB2	Y7	气爪放松（YA8 得电）
X10	自动控制按钮 SB3		
X11	停止按钮 SB4		
X12	摆动气缸左摆按钮 SB5		
X13	摆动气缸右摆按钮 SB6		
X14	水平气缸伸出按钮 SB7		
X15	水平气缸缩回按钮 SB8		
X16	垂直气缸下降按钮 SB9		
X17	垂直气缸上升按		

	钮 SB10		
X20	气爪夹紧按钮 SB11		
X21	气爪放松按钮 SB12		
X22	检测开关 SQ7		

4.1.2 硬件接线图

按照输入输出分配表，画出 I/O 硬件接线图，如图 4-1-2 所示：

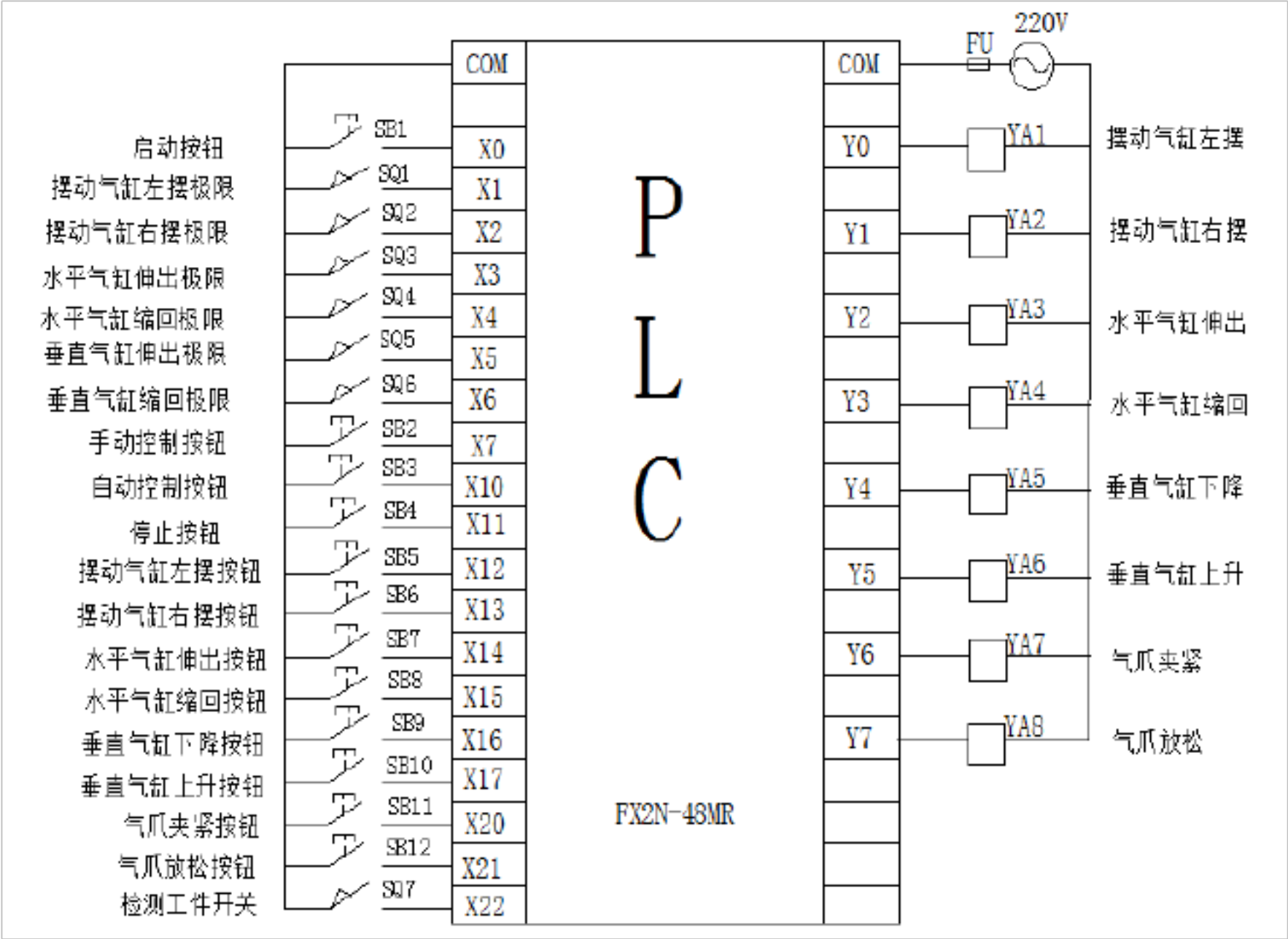


图 4-1-2 硬件接线图

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/945104034102012004>