

## 目录

1 前言.....	1
1.1 课题研究的背景与意义 .....	1
1.2 水泥自动称量包装系统的现状与发展趋势 .....	1
1.3 水泥生产的自动化控制概况 .....	2
1.4 课题研究的主要内容 .....	3
2 水泥包装自动磅控制电路的设计.....	4
2.1 概述 .....	4
2.2 水泥包装自动磅控制电路 .....	4
2.2.1 供电电路的设计.....	4
2.3 水泥包装自动磅控制电路 .....	7
2.3.1 传感器的选择以及其电路设计.....	7
2.3.2 压力显示电路的设计.....	8
2.4 压力变换控制电路 .....	8
3 水泥自动称量包装机械系统 .....	9
3.1. 自动供袋机.....	10
3.2 自动装袋机 .....	10
3.3 气动机械装置系统 .....	11
3.3.1 电磁阀.....	12
3.3.2 真空系统.....	14
4 水泥自动称量包装生产线 PLC 控制系统设计.....	15
4.1 PLC 概述.....	15
4.1.1 PLC 产品分类.....	16
4.1.2 PLC 的应用范围.....	17
4.1.3 PLC 的编程语言.....	17
4.1.4 PLC 的工作原理.....	17
4.2 PLC 控制系统硬件设计.....	18
4.3 水泥自动称重包装控制系统程序流程图设计 .....	20

# 景德镇陶瓷学院本科生毕业设计（论文）

---

4.3.1 水泥自动称重包装控制系统工艺流程.....	20
4.3.2 自动供袋工艺流程图.....	21
4.3.3 PLC 控制系统的程序设计.....	26
5 结 论 .....	28
6 经济分析报告 .....	29
致谢 .....	30
参考文献 .....	31

## [附录](#)

## 摘 要

随着我国城镇建设步伐的加快，国家对基础设施建设方面的重视程度提高，特别是房地产建设占 GDP 比例系数已经很大，国家的经济也大部分来源于第二产业的房地产，大量的建筑工程的开发，而水泥是房地产必需的原材料，所以对水泥的产量需求非常大。我们要求水泥的产量高，所以要求生产过程中的故障率最小，过去的水泥包装系统已经远不能适应目前的要求，满足对生产过程中的一个新的式水泥包装系统的发展，节能运行管理自动化，生态环境保护措施，测量精度高，性价比高的需求。

本论文选用三菱公司的 Fx2N-64RM-001 系列 PLC 作为系统的主要控制器，完成了对传感的选择及其电路的设计，水泥包装自动磅计数电路的设计，水泥自动包装生产工艺流程图，实现自动送袋，自动袋，自动包装系统的控制功能，实现了水泥生产行业的自动包装，提高效率，在水泥生产领域以至于其它相关领域都有广泛的应用前景。

**关键词**    水泥包装    PLC    自动控制

## Abstract

As China to accelerate the pace of urban construction, the state's emphasis on the improvement of infrastructure construction, especially in real estate construction to GDP ratio coefficient has been great, but also most of the country's economy comes from the real estate industry in the second, a large number of construction projects development, real estate and cement are essential raw materials, so the demand for cement production is very large. We require high-volume cement production process so requires minimal failure rate, past cement packaging system has been far short of current requirements to meet the production process of the development of a new type of cement packaging systems, energy-saving operation management automation , ecological and environmental protection measures, high accuracy, cost-effective demand.

The paper used Mitsubishi Fx2N-64RM-001 series PLC as the main controller system, completed the selection of the sensor and circuit design, packaging design automatically pounds counting circuit cement, the cement production of automatic packaging process flow diagram, automatically send bags, automatic control functions bags, automatic packaging systems to achieve the automatic packaging industry, cement production and improve efficiency in the field of cement production in other related fields that have a wide range of applications.

**Key word:** Cement packaging    control system    PLC

---

# 1 前言

## 1.1 课题研究的背景与意义

改革开放三十多年间，中国在经济上取得了巨大的成就，人民生活水平逐步提高，城乡建设步伐加快，我国是人口在世界上最多的国家，国家在基础设施方面的投资日益增大。因此水泥的需求量日益增大，对水泥包装的要求，特别是对节能降耗、环境保护以及包装环境的要求越来越高。这涉及到水泥生产商和大众的利益，水泥包装精度低，误差太大，当误差为正时，这严重影响了水泥生产商的利益，当误差为负时，这又影响了大众的利益，所以对水泥包装的计量精度要求很高。水泥行业作为一个高能耗、高污染的行业，水泥厂的生产环境是十分恶劣的，工人在这里工作受到的最大危害是粉尘污染，目前中国尘肺病人的数量不断增加，其中有一大部分来自水泥厂这个行业，而日益增大的水泥需求量增强了对水泥行业工作人员的劳动强度，如果操作管理自动化程度低，那么生产效率会很低。

## 1.2 水泥自动称量包装系统的现状与发展趋势

水泥包装是水泥生产线的最后一个重要的过程。就目前来看，水泥包装的形式有两种，一种是散装，另外一种就是袋装，我国从改革开放开始大力发展水泥行业的包装，到现在，散装水泥的形式还是有待加强，与其他发达国家比较而言，实际生产量上的差距还是很大的，这得归因于我国计算机技术发展的缓慢，十二五期间，国家大力倡导，低碳，环保，资源可回收利用的发展模式，这对于水泥行业来讲，要求很高，这就促使水泥生产商必须调整生产结构，相应的把生产技术提高到一个新标准，做到保护环境放在第一位，使生产效益达到最大化，我国现在经济处于飞速发展的阶段，对于第二产业的建筑行业来讲，对水泥需求量就很大，面临这么大的一个缺口，我国把发展水泥散装形式的目标以及对策放在了一个新标准，不仅要满足市场的需求，还要解决产能过剩的问题，散装水泥在我国虽然起步较晚，但属于一项重要的工业，水泥在我们生活也是很常见的，我们脚下踩的就是水泥，水泥我们都接触过，具有较强的腐蚀性，我们不然直接接触水泥，水泥长时间吸人体时，容易让人得尘肺病，尤其是环境问题已成为当前社会关注的问题越来越敏感，是世界的一个热门话题。我们国家在工业方面还是处于低水平的，散装水泥在我们国家还是比较薄弱的一门行业，成包的袋装水泥在我们国家是占了比较大的比例的，而且通过微型计算机来控制水泥生产过程的厂商还是为数不多的，特别在中国这个市场，由于小作坊还是比较多，有时候都可以在小型水泥厂看见人工打包包装袋的，大多数水泥生产商现在都

---

是机电一体化的生产线还是比较多，如果人工操作的话，对工人的健康会产生影响，现在我们国家雾霾天气很严重，水泥灰尘的污染也还是占了一定比例的，在水泥生产的车间，里面的灰尘是非常多的，一部新安装的水泥包装机，在长时间的工作下，里面的灰尘都是水泥的结晶，长时间不除尘，就有可能腐蚀里面的微型计算机，像一些不耐灰尘的侵蚀的零部件，就比如我们使用的电脑，灰尘进入 CPU 的话，电脑就会很卡，会影响电脑的使用寿命，水泥包装机的情况也是如此，如果这种情况持续下去，他们的系统就会产生故障，导致袋装水泥的质量层次不齐，会影响水泥生产商的信誉，对水泥厂的产能产生很大的影响，这种情况在我国的水泥生产商而言，一直是个弊病，要拜托这个弊病，必须要对包装机械以及包装系统的要求很高，必需具备抗干扰能力强，而且要在条件很差的生产车间长时间运行下去，同时容易维修，在国外，他们的水泥生产商早已在水泥包装系统使用计算机控制系统，不仅仅在这一行业，他们能远距离的操控车间的机械系统，使车间生产线的自动化水平提高的新的水平，不仅仅能减少劳动力，而且工作效率显著的提高了，生产商的利益也随之提高，环境的保护也能得到显著的改善。

### 1.3 水泥生产的自动化控制概况

目前，在水泥车间生产的过程中，系统的控制手段有这三种：第一，可编程逻辑控制器(PLC)、第二，集散控制系统(DCS) 第三，现场总线控制系统(FCS)。

#### 1. 集散控制系统 DCS

集散控制系统它也被广泛的称为分布式由计算机控制的系统，它的本质就是生产过程中使用计算机控制系统，来实现分散控制，管理的一种控制技术。

#### 2. 现场总线控制系统 FCS

现场总线控制系统它是在现场总线技术基础上的一种计算机控制系统，它有控制技术，计算机的网络技术，是一种在目前来将现代化的计算机控制系统，该控制系统是一个分布式的，开放的数字。它运用在很多的工业现场控制，比如制造业中，但它的价钱很昂贵，不适合多数的小型企业，会对水泥生产企业成本带来影响。

#### 3. 可编程逻辑控制器(PLC)

包装系统最大的特点是非常复杂的，频繁的动作，包括很多的执行元件。在这种场合下如果采用继电器，它的控制逻辑就需要具备较多的中间继电器，而它在 PLC 控制下，就可以用编写的程序来代替它内部的辅助继电器，前面的一种是用各种电器元器件构成的，后面的一种是 PLC 内部包含的寄存器，它内部的寄存器就可以代替这部分功能，只要编写

---

的程序是在它所能容纳的范围内，它就能实现比较复杂的逻辑控制，在课本中，我们必需强调一下 PLC 的一些特点，它有很快的运行速度，能适应较强的干扰，很强的稳定性，它的平均寿命也比那些传统继电器要长，和上面两种控制系统来说，它的优点有以下：

- ①它开始设计就是为了逻辑控制，而计算机没有这种特点
- ② 它的配置相当灵活，而且在结构这方面它很紧凑；
- ③它具有自诊断的功能，并且具有很高的可靠性；
- ④相对以上两种控制系统来说，它的性价比很高；
- ⑤它执行的程序，而且量产很大；
- ⑥在电气硬件设计方面，它较容易简化
- ⑦它具有扩展单元或模块，当需要更多的 I/O 可以很容易地扩展。

分析上面，我们可以很显然的看出，在实际的生产中，大本分的生产商都是追求很高的性价比，在一些发达国家，就有很多生产包装线选取 PLC 来取代传统的继电器，生产线的效率有了很大的提高，现如今，我们国家在各种包装系统还是在选择继电器控制元件，这就对我们现如今来讲就有点老套了，其实选用 PLC 来代替这些的话，很多的机电设计都能够简化，更重要的一点是，在某种程度上来说，它能够把机械自动化的程度提高，实现上述一些不能实现的功能。

由以上三种控制系统的分析比较，在此我们决定采用第一种控制系统：PLC。

## 1.4 课题研究的主要内容

首先分析 PLC 在水泥包装系统上应用的优势以及前景，本文讨论了目前的发展状况和 PLC 可编程控制系统的发展趋势，明确研究背景和选型，设计出水泥包装计数电路，压力传感器的选择以及其电路设计，明确水泥自动称量包装系统的各种流程，了解所用电容储能式高速电磁阀的作用及其原理，对水泥自动称量包装系统的工作过程和工艺要求做出设计。并且最后制定出每个机构的顺序，在此基础上把水泥包装系统的流程图画出来，写出控制系统梯形图 总结出各个机构的动作顺序，并用流程图的形式加以表示，对 PLC 的硬件接线要求要熟知，

## 2 水泥包装自动磅控制电路的设计

### 2.1 概述

水泥包装自动磅的原理其实和电子称相似，不过水泥包装自动磅不只是显示其水泥的质量而且还实现计数的功能，水之后经传送带送出到仓库，成型的袋装水泥，容易存储，而且运输方便，灰尘少，袋装水泥将在以后的水泥工业占大部分，在此过程中，包装水泥的质量必需达到所预定的值，不能缺斤短两，给消费者带来损失，那么水泥包装自动磅电路就要达到设计标准，首先水泥包装自动磅控制电路有供电电路，压力显示电路，计数电路，以及压力变换电路。

### 2.2 水泥包装自动磅控制电路

水泥自动称量包装系统是由三个部分构成的，在三部分构成中，第一部分是输入原料的机械装置系统，第二部分是电子称和水泥自动包装机构成的具有计数功能的系统，第三个部分是气缸、检测元件、真空系统以及各个电磁阀构成的自动控制系统。

其控制系统原理方框图如 2-2-1 所示

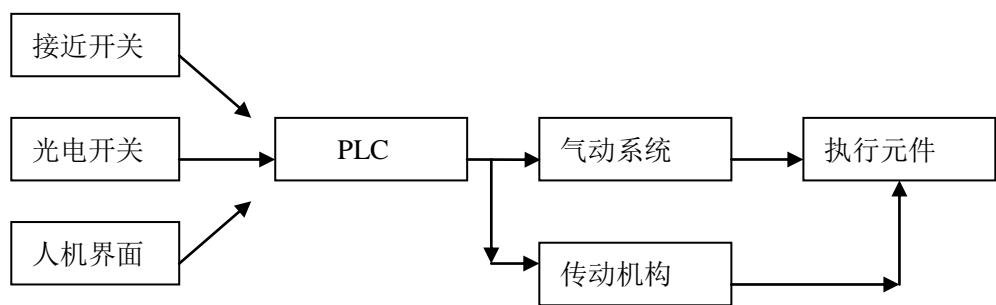


图 2-2-1 水泥包装控制系统原理方框图

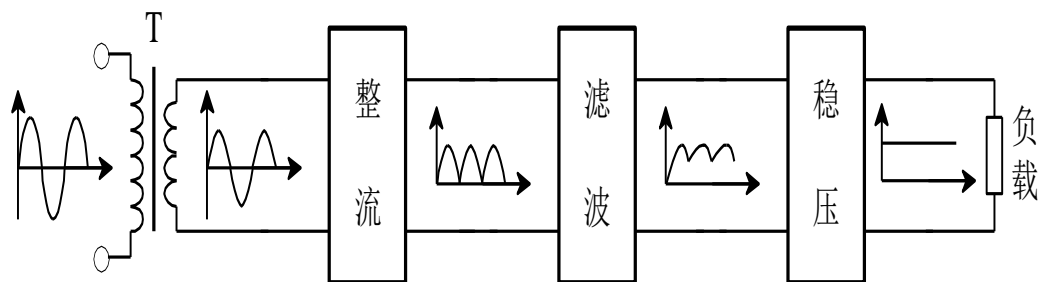
水泥由水泥散料容器输出口喂入水泥自动包装系统，首先，水泥由最初的粉末原料通过输入口进入水泥包装系统，在这之后成型的袋装水泥由传送装置送入目的地，水泥自动包装系统在整个过程中是主系统，其它的系统都是辅系统，构成了整个水泥包装的生产。

#### 2.2.1 供电电路的设计

在水泥包装自动磅的控制电路中，由于要在恶劣的环境下整个电路能够正常运行，所以供电的电路的设计在此显得尤为重要，220V 交流电压经电源变压器 T 变压以后，从其二次侧输出交流低压。该低压经 VD1~VD4 桥式整流、电容滤波、IC5 稳压为 5V 后，提供给控制电路作为工作电源。它需要经过变压器，整流，滤波，稳压四个环节来完成。。其原



理图如 2-2-2 所示



2-2-2 水泥包装自动磅控制电路供电电路原理图

1) 变压器

变压器 根据法拉第电磁感应原理，通俗来说也就是通过原线圈、初线圈以及铁芯，来改变交流电压的一种电器，它一般用于转换电压的大小来提供给下一个电路。

2) 桥式整流

如图 2-2-3 是桥式整流电路当中的一种电路。其结构由三个部分构成，第一、变压器，第二、二极管，第三，负载，其中桥式电路是由四个二极管组成的。所以我们称之为桥式整流电路。

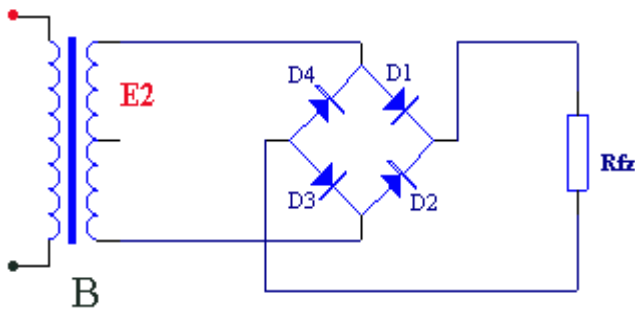


图 2-2-3 桥式整流电路

桥式整流电路的工作原理：

在输出电压的正半周期，右上角的二极管和左下角的二极管导通，左上角和右下角的二极管截至，电流由次级上段经过右上角的二极管到负载电阻再到左下脚的二极管，最后回到次级的下端，其中，负载电阻上有个半波整流电压。

在输出电压的负半周期，右上角的二极管和左下角的二极管截至，左上角的二极管和右下角的二极管导通，电流就由次级下端经过右下角的二极管到负载电阻又经过左上角的二极管最后到达次级的上端，其中，负载电阻也得到了一个半波整流电压。

根据上面的原理，那么在负载电阻上，经计算，就可以得到全波整流一样的波形，算法和其一致。

$$U_L = 0.9U_2$$

$$I_L = 0.9U_2 / R_L$$

流过每个二极管的平均电流为

$$I_D = I_L / 2 = 0.45 U_2 / R_L$$

二极管当它截止的时候，其所能承受的最大反向电压为

$$V_{RM} = \sqrt{2}V_2$$

现如今，随着集成电路的发展，各种元器件的价格越来越低，四个二极管组成的桥式整流电路在现如今还是比较实用的，它具备的有点被运用在各种元器件中。

### 3) 滤波电容

如下图所示，输入电压  $V_2$  在交流电压正半周期的时候，右上角的二极管、负载电阻和左下角的二极管组成一个回路，此时输出电压就等于输入电压减去回路中右上角二极管和左下角二极管电压之和，同样，当输入电压在交流电压负半周期的时候，右下角的二极管、负载电阻以及左上角的二极管组成另外一个回路，那么此时输出电压等于输入电压减去左上角二极管电压与右下角二极管之和。

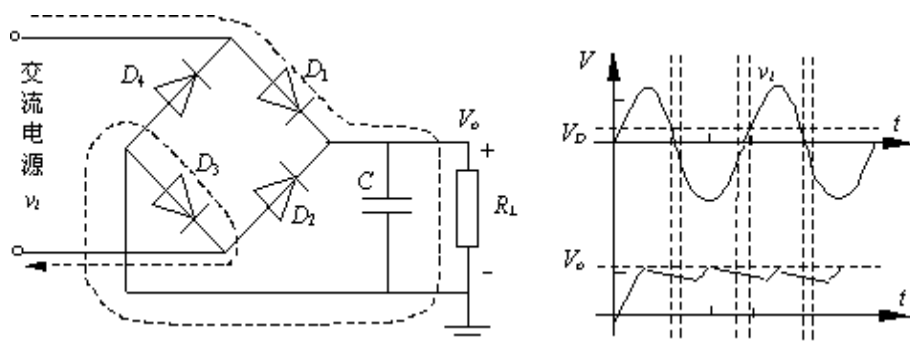


图 2-2-4 二极管桥式整流电路 演示图

从上面二极管桥式整流电路演示图中，我们得出一个结论，这个电路中，输出电压的方向不会改变，还可以看出，它的有效值的算法和半波整流电路输出的电压是基本一致的，经过计算，它的有效值等于  $0.9U_{TSMO}$ 。

对以上的原理和数据述分析，该桥式整流电路的基本特性，可以得到如下：

- (1) 桥式整流输出的是一个直流脉动电压。
- (2) 它的交流利用率为百分之百。

### 4) 稳压

输入电压经过上一个环节滤波以后，之后输出的电压还是不怎么稳定的，如果负载中电阻的电流发生变化，其输出的电压肯定也会改变，因此还需要添加的稳定措施，在集成稳压器，包括分立元件的串联型电压调节器的采样，比较放大，基准电压的调整，这四个基本部分，所以在这个环节，我们必需加一个稳压器来达到稳压的目的。

## 2.3 水泥包装自动磅控制电路

水泥包装自动磅控制电路由电子秤部分、VT1、VT2、VT4、IC1、VD5、RP1 等构成，可以对水泥包装计数、累计班产量，可以实现自动开机、自动关机，不需手动控制包装电动机，适用于水泥厂、面粉厂、化肥厂、饲料厂等需要包装的行业。

### 2.3.1 传感器的选择以及其电路设计

在本文的设计中，电子秤部分，既可以选择成品的电子秤，也可以选择由力敏传感器构成的压力显示电路，力敏传感器它的作用是用来检测物质间相互作用力的传感器。常用材料有半导体、金属及合成材料。为此，本文采用了 SR4 力敏传感器，它的的简易压力计电路，如下 2-3-1 图所示

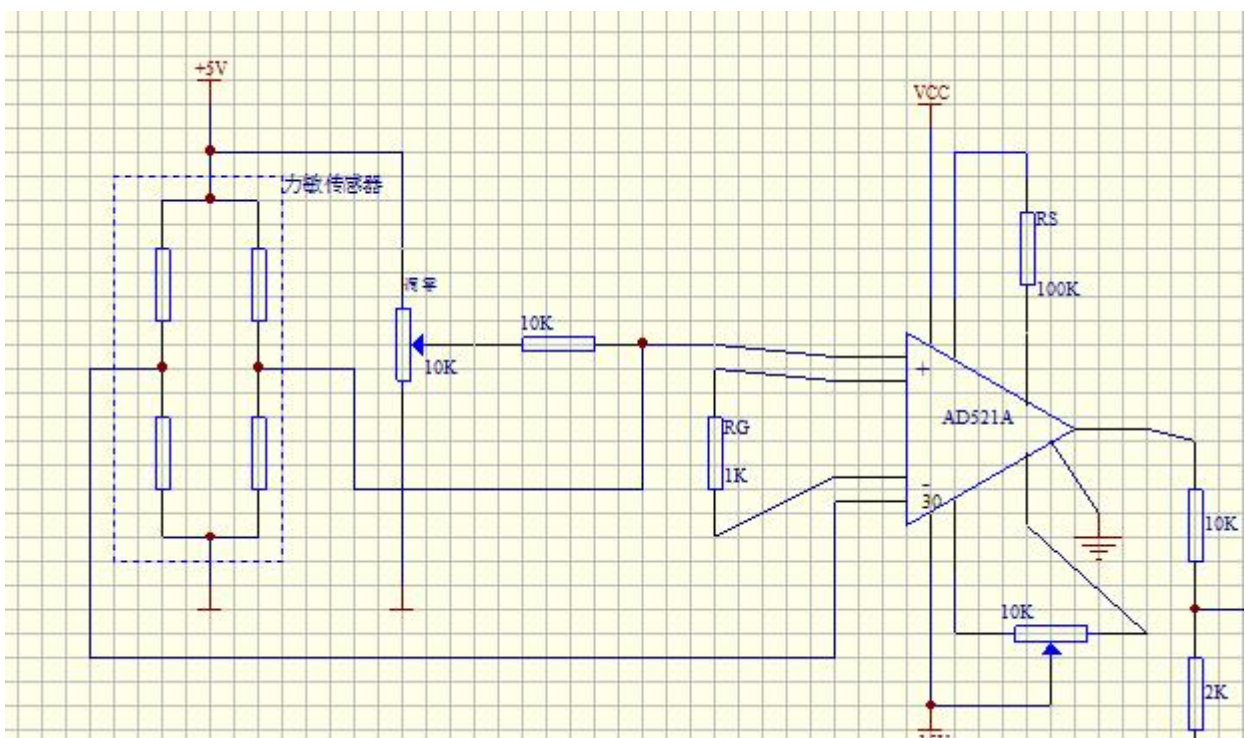


图 2-3-1 SR4 力敏传感器的简易压力计电路图

力敏传感器它的标称电阻为 120 欧姆，在压力计电路中我们选择仪用放大器 AD521，它的价格很低，同时它能适应在恶劣的环境中，它也是一个高输入阻抗，增益调整方便，抗干扰能力强的共模噪声的差动放大器，经常用于放大桥路的输出信号，电路增益为 100，它是由  $R_s/R_g$  的比值来决定的。在这里，A/D 转换器我们选择 ICL7107，测量出来的压力

值是用十进制来显示。它的输出还能够直接接模拟和数字电压表，用来显示被测物体之间的压力值。

### 2.3.2 压力显示电路的设计

其显示电路图如 2-3-2 所示显示数值为 1~9999，这个压力显示电路中，总共有四个七段 LED 数码管，它外加的电源大概为 12.8V，电流值为 30mA，当达到最大增益时，输入电压约为 0.08mV。

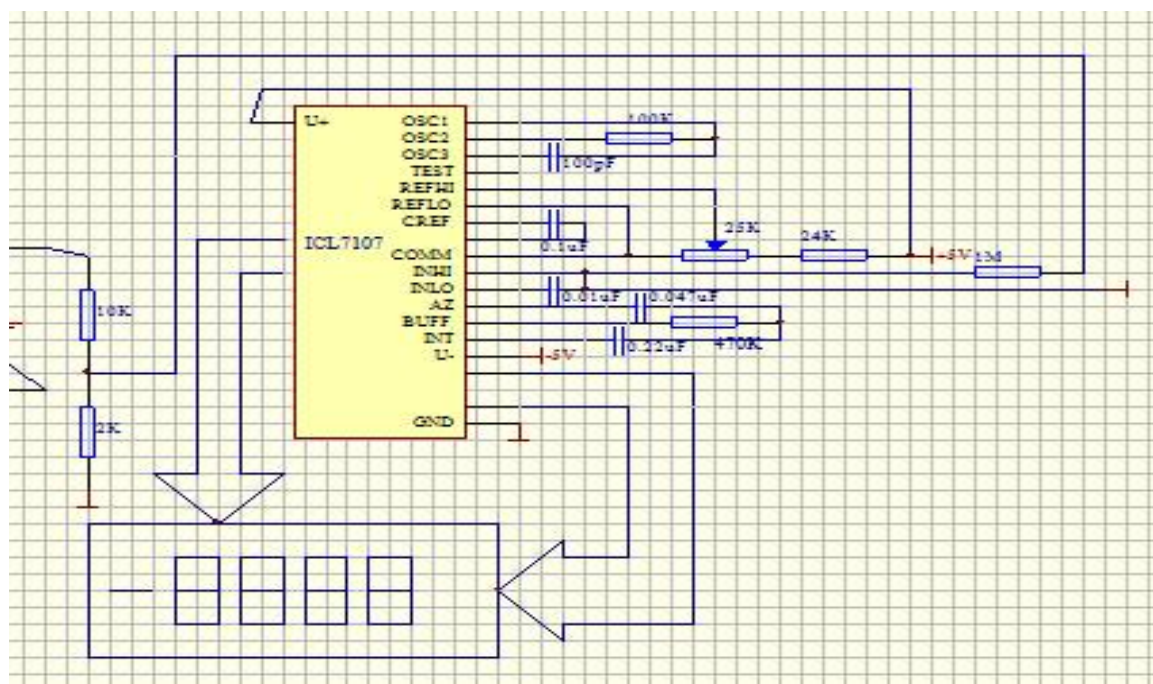


图 2-3-2 压力显示电路

## 2.4 压力变换控制电路

压力变换控制电路由 IC1~IC5 共 5 块集成电路构成。见附录

IC1 电路中，初级内的发光二极管串接在 VT2 集电极回路中，受 VT2、VT1 的控制，而 VT1 则受电子秤中压力传感器检测到的压力信号的控制。IC1 内的光敏晶闸管则控制着 VT4 的状态，VT4 为 IC2 提供计数脉冲。IC2 集成电路中，DG6010 是一块 CMOS 四位半十进制计数器，适用的电压范围为 3~10V，计数频率从直流低频至 2MHz。C1、R9 用于设定显示扫描脉冲，改变 C1 的容量值，就可改变显示的扫描速度。IC3 的电路中 CC4511B 是一块 BCD-7 段锁存/译码/驱动电路，用于驱动七段 LED 数码管。IC4 电路中，SG1413 是一块内含 5 只晶体三极管的电路。该集成电路可用于对显示器的位进行控制。IC5 电路中，包含 7805 是一块稳压值为 5V 的三端口稳压管。

水泥重量达不到预定值时，VT2 道通，等效于将 IC1 内发光二极管负极经 R5、RP1 接地，从而使发光二极管导通，使 IC1 内的光敏晶闸管导通，进而使 VT4 也导通，其集电极为低电平，也就是 IC2 的 S2 号管脚为低电平。当达到预定值时，VT2 截至，IC1 内的发光二极管截至，VT4 也截至，IC2 的 S2 号管脚为高电平，计数电路 IC2 自动加一，为下一轮包装做好准备。由此可见 IC2 的计数脉冲是由光耦合器 IC1 经 VT4 提供给 IC2 的 S2 号管脚，IC2 经对输入的信号进行译码处理后，从 Q1-Q4 端输出 BCD 码，该信号加到译码器的 IC3 的 A-D 的脚，译成七段驱动信号后，从 a-f 端输出，加到 LED 数码管相应的阳极上。

### 3 水泥自动称量包装机械系统

水泥自动称量包装机械系统是由几台单机联合工作，在这个过程中，这些部件完成整个包装，在这个机械系统中，包含以下这六个部件，按照水泥包装顺序，第一就是最初的原料容器，第二是电子称重部分，第三个是自动拱袋机，第四是自动装袋装置，第五个是气缸装置，最后第六个是真空装置。可以给出它们各部件的工艺流程，开始水泥原料的输入口，水泥进入自动包装系统，完成打包最后通过外加传送装置运走。

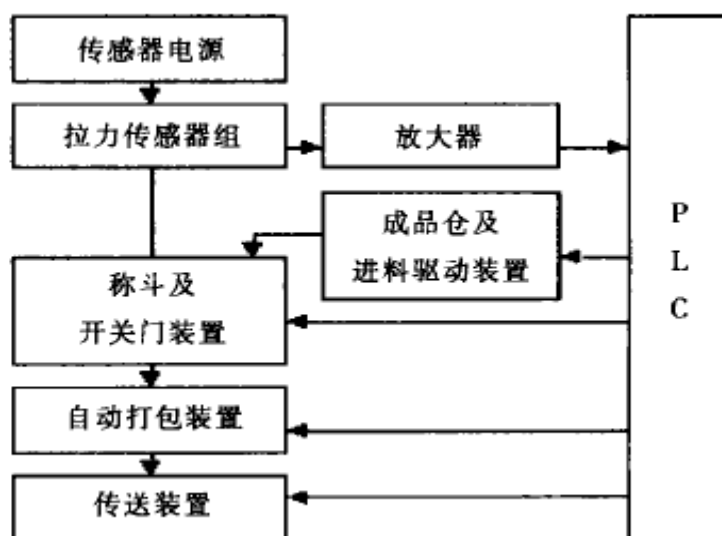
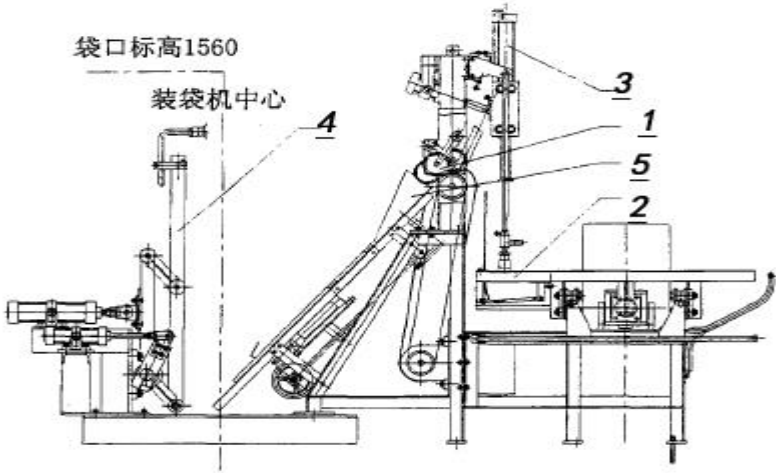


图 3-1 水泥自动包装系统原理方框图

### 3.1.自动供袋机

拱袋机是通过传感器和光电开关来实现每个部件的运行，首先是吸子盘吸住袋通过取袋器把袋子传送到接袋器，接袋器把袋子输送到拱袋装置上，整个过程是由拱袋机械独立完成，现场工作人员就只要按照拱袋机规定的要求把袋子放进舱门中就行，通过光电开关来调整水泥包装袋的位置，直到包装袋的位置调整好，通过下一个部件取袋器的作用，如果包装袋输送走了，也就意味着拱袋机这个部件的工作完成，这个动作一直循环下去



1. 袋子传送器 2. 供袋器 3. 吸袋器 4. 取袋器 5. 接袋器

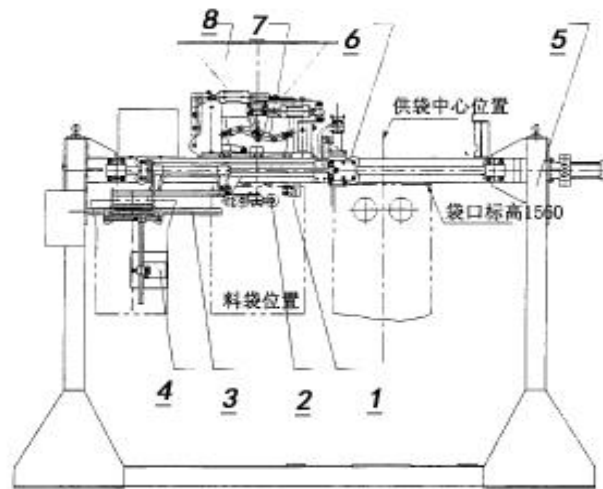
图 3-2 供袋机结构示意图

### 3.2 自动装袋机

自动装袋机，其实我们可以在图 3-3 中可以看出，在这个框架中，第一个部件是大夹子输送机，第二个部件是抱板，第三个部分是过渡斗门，第四部分是翻门缩口装置，第六部分是就是装袋机的机身，第六部分是取袋开袋传送装置，第七部分是吸盘，第八部分是缩口机，第为了提高电子称重的称量机速度，降低材料的间隙，减少粉尘的产生，灰尘，同时确保振动物料顺利进入装袋机装袋机，防止产生转移到电子称重机，这就是过渡斗门的作用，当自动上袋机的袋口压紧装置把水泥包装袋压好后，开袋袋的两侧吸盘就作用，这时，在气动装置的作用下，翻门缩口装置就把水泥包装袋打开，这个工作就是为了装水泥做前期的准备，接着下面的一个动作，它把装满水泥的袋子输送到整形机里面，这个过程必需要有个缓冲的过程，它的作用是减少震动给装满水泥的包装袋的损失，不然水泥袋子很容易损坏，然后翻门装置通过大夹子装置夹住水泥包装袋的左右两端，，这个过程结束后，缩口机在收缩的作用下，翻门装置就插进水泥包装袋里面，当传感器检测到水泥包

装袋放置的位置达到预设的位置时，就发出信号，完成入料包装，在这之后，翻门装置就会关闭，完成装袋的过程，整个装袋机的运行原理就是这样。

。



1. 大夹子输送机 2. 抱板 3. 过渡料斗 4. 翻门缩口装置  
5. 机身 6. 取袋开袋夹送装置 7. 取袋开袋吸盘 8. 缩口机

图 3-3 装袋机结构示意图

### 3.3 气动机械装置系统

在气动机械系统中，如下图气源处理装置简图所示，首先前面有个阀门开关，然后就是气水分离器，它的作用就是把空气中的水分以及各种灰尘过滤掉，然后下一个装置就是减压阀，它的作用就是控制压强，将压力数据发送到电容式高速电磁阀，最后的装置油雾器是起润滑设备的作用。

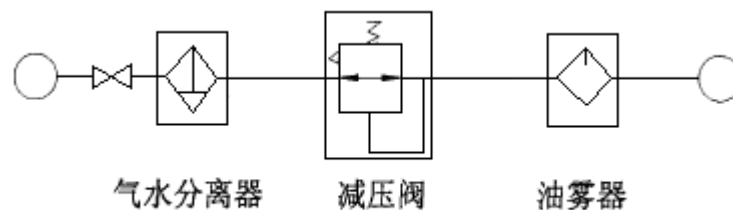


图 3-4 气源处理装置简图

气动机械装置如下图所示，它是由气缸、节流阀、电磁阀、消音器这四个部件构成，首先气缸它是执行机构中的主要元件，气缸是个动力源，它承担负载、输出力以及转矩的

任务。再一个就是节流阀，它的作用是改变气缸的行进速度，电磁阀它是用来控制气缸里面气体通断来执行机构换向。由于车间里面有很强的噪声，所以要安装消音器。

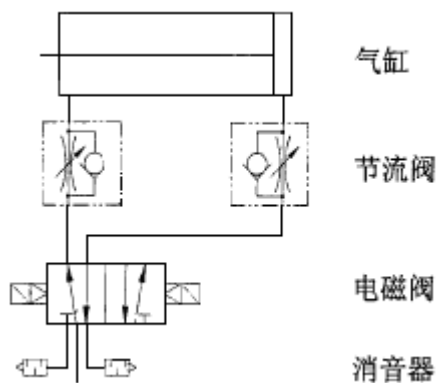


图 3-4-2 基本结构示意图

### 3.3.1 电磁阀

在气动装置中，使用了电容储能式高速电磁阀，电磁阀的原理也是利用了电磁感应的原理，它是在密闭的一个腔内，由磁铁和线圈的作用而作用，电容储能式高速电磁阀它是由继电器来控制的，在工业设备中是很常见的，它的驱动电路如图 3-4-3 示



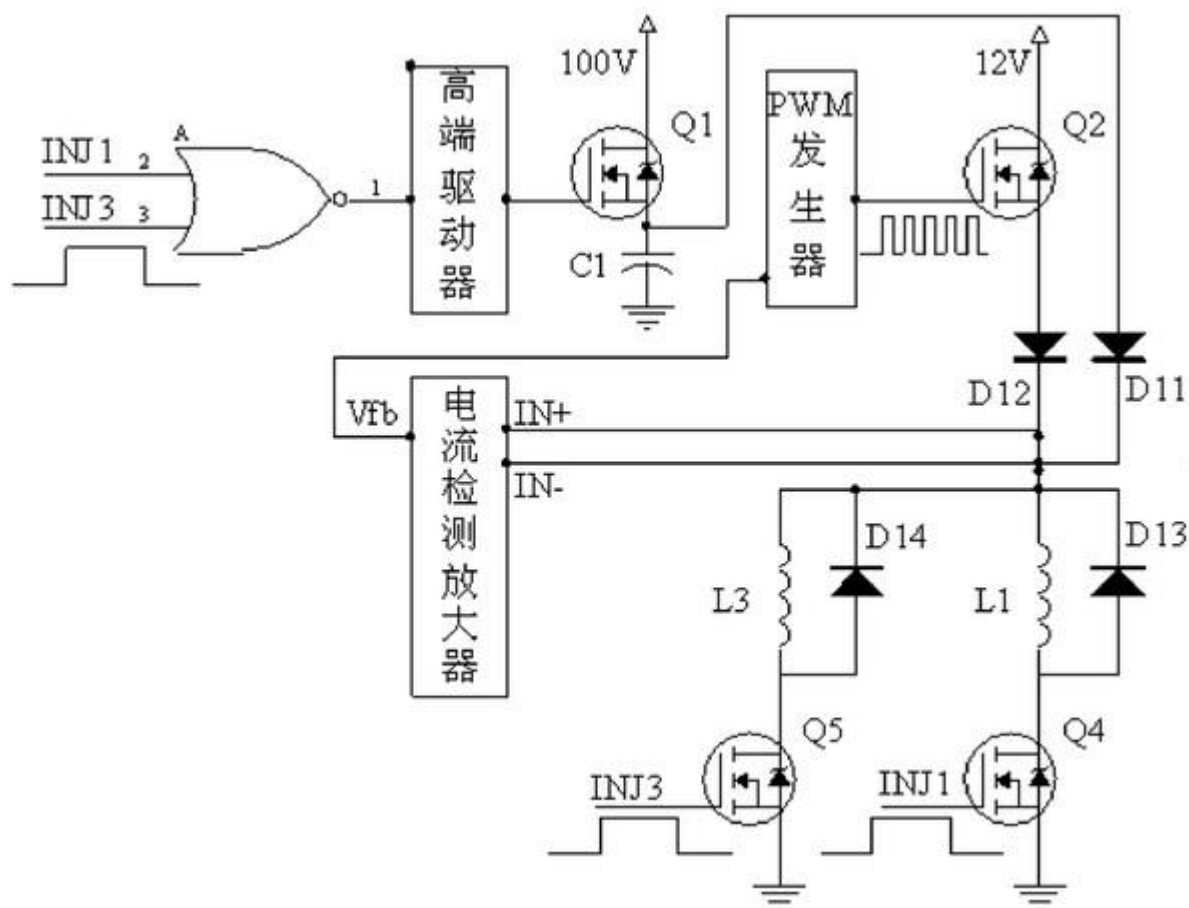


图 3-4-3 电容储能式高速电磁阀驱动电路原理

电磁阀在整个横进装置中，它是横进装置的重要组成部分，横进装置的作用是在取袋装置取来水泥包装袋之后，从它的两侧夹住袋口，于此同时用真空把水泥包装袋套住，接着向投料口移动，在这个过程中，这个装置在往返行程上装有一个气垫装置。它在向前以高速移动时，行程开关的阀门关闭，使压缩空气只能经过另一个狭窄的通道来达到限速此时气缸移动速度就会慢下来，接着停住，它的运动速度由调速器调节，

横进装置气路简图如图 3-4-4 所示。

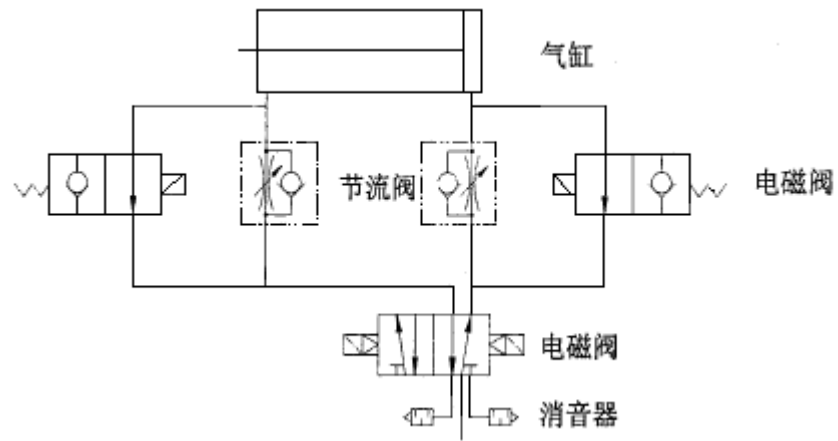


图 3-4-4 横进装置气路简图

### 3.3.2 真空系统

真空系统它主要由四部分组成，第一，真空电磁阀，作用是承担电磁阀的通断，第二，真空泵，是真空系统的大心脏，第三，真空检测器，检测真空压力，第四，真空管，真空系统是整个包装系统中的重要一部分。

## 4 水泥自动称量包装生产线 PLC 控制系统设计

### 4.1 PLC 概述

PLC 它是一种专用于工业过程控制的计算机，虽然 PLC 的产品种类很多，结构的型式、规模大小以及所具备的功能差异很大，但其基本组成与微型计算机是相同的，都是以微处理器为核心的电子系统，各种功能的实现都是由硬件和软件共同来完成。

PLC 是直接用于工业控制的，PLC 的设计原则是按照其容易扩充，而且容易与外围设备以及工业系统连成一体，因此它在硬件、软件结构上，特别是 I/O 通道、软件系统、系统 RAM 和模块化划分等方面又具有自身特点，与微型计算机有着明显的差异。它的主机是由中央处理单元(CPU)、存储器、输入/输出单元(I/O 通道)、以及电源单元这几个部分构成的，如图 4-1-1 所示。把 PLC 看作一个系统，外部的开关信号均为输入变量，它们经输入接口存到 PLC 内部的数据存储器中，然后经过逻辑运算或者数据处理以输出变量的形式送到输出接口，控制输出设备。

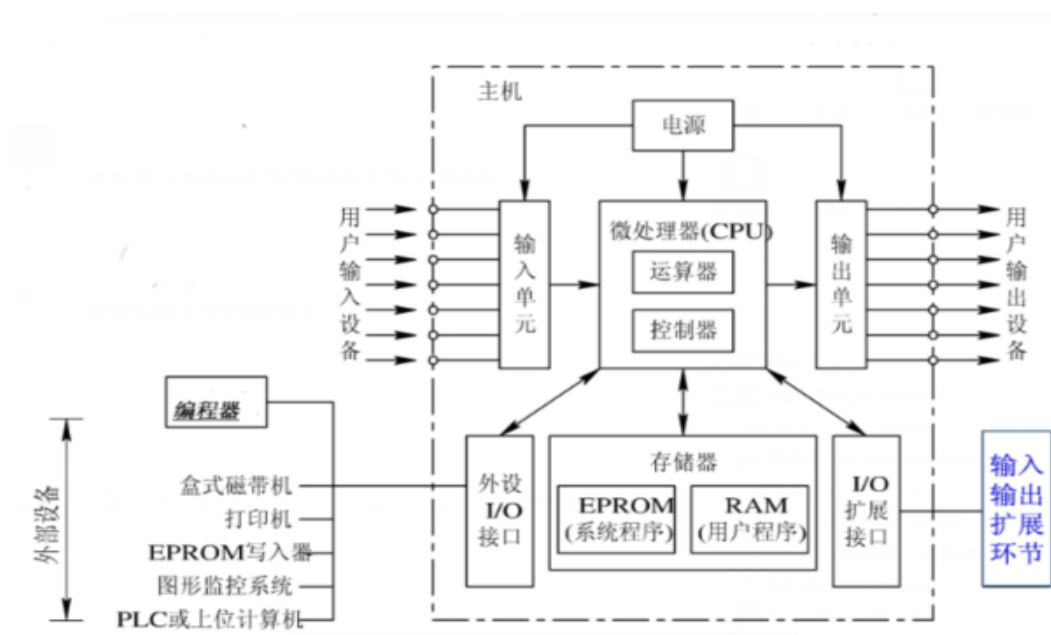


图 4-1-1 PLC 主机硬件结构示意图

#### (1) 中央处理单元(CPU)

①CPU 的作用 CPU 它是控制中枢

1) 接受并且存储从外围设备以及编程用户程序以及数据等信息。

2) 自诊断。

②CPU 的类型 PLC 常用的 CPU 芯片有以下几种类型：

- 
- 1) 单片机芯片
  - 2) 通用微处理器芯片
  - 3) 双极型位片式微处理器芯片
  - 4) 专用微处理器芯片

## (2) 存储器

### 1) 系统程序存储器

### 2) 应用软件存储器

## (3) 输入/输出单元 (I/O 通道)

## (4) 电源单元

PLC 是一种执行逻辑运算与算术运算的电子系统, 为保证系统高可靠性, 其内部电子电路工作需要一个高质量直流电源。但在工业现场通常 PLC 是由交流直接供电 (电网电压允许在+10%~-15%范围内波动), 因此 PLC 内部一般都配置有一个高质量的开关电源 (DC12V、DC24V) 除供内部电路工作外还可以提供一定容量给外部传感器等输入装置使用。当交流电网波动过大或附近存在强干扰源时, PLC 控制系统要求外加交流稳压器、电源隔离措施和正确合理的接地方式。此外, 当外部 I/O 模块或输入设备较多出 PLC 内部直流电源容量时, 控制系统要求外配直流电源

### 4.1.1 PLC 产品分类

通常各类 PLC 产品可按照三方面来进行分类:

#### 1 按结构型式分类 可分为两类。

##### 1) 整体式 PLC

##### 2) 模块式 PLC

2 按 I/O 点数和存储容量分类 一般处理 I/O 点数比较多时, 控制关系相对就比较复杂, 用户程序存储器容量设置相应也较大, 要求 PLC 的指令及其他功能比较多, 指令执行速度相应较快, 按此要求通常 PLC 可分为小、中、大三个等级。

(1) 小型 PLC I/O 点数在 256 点以下。

(2) 中型 PLC I/O 点数是在 256~2048 这个范围。

(3) 大型 PLC I/O 点数在 2048 这个点以上。

3 按功能划分 PLC 的应用范围很广, 其功能、价格、复杂程度差异很大。按此可分为三大类。

---

(1) 低档机

(2) 中档机

(3) 高档机

#### 4.1.2 PLC 的应用范围

自 20 世纪 60 年代首台 PLC 诞生以来，经过近 50 年的工业运行，上述 PLC 的特点已被更多的科技人员接受和认识，其产品也日趋完善。PLC 的应用范围几乎遍及工业控制的各个领域，概括分析 PLC 的应用大致有以下几个方面：

- 1) 用于开关量逻辑控制
- 2) 用于定时、技术控制
- 3) 用于闭环过程控制
- 4) 用于数据处理、数据控制
- 5) 用于数字通信与联网控制
- 6) 用于各种特殊要求的控制

#### 4.1.3 PLC 的编程语言

编程语言是指用户程序的表达。。随着 PLC 技术的深入发展，其编程语言呈现多样化并成为 PLC 软件发展的一个重要放向。当代 PLC 经常使用的编程语言主要有如下几种：

- 1) 梯形图
- 2) 指令语句表
- 3) 顺序功能图
- 4) 级式编程语言
- 5) 逻辑图编程语言
- 6) 高级编程语言

随着软件技术的发展，以提高操作功能和数据处理的 PLC 和方便使用的能力。

#### 4.1.4 PLC 的工作原理

PLC 的基本运行方式为顺序扫描方式。顺序扫描”，即 PLC 运行时，系统程序加载用户应用程序，根据第一指令序列扫描的指令的执行结束，周而复始的进行，直到停止运行或失败，PLC 的一个顺序扫描过程由输入采样阶段、程序执行阶段及输出刷新阶段组

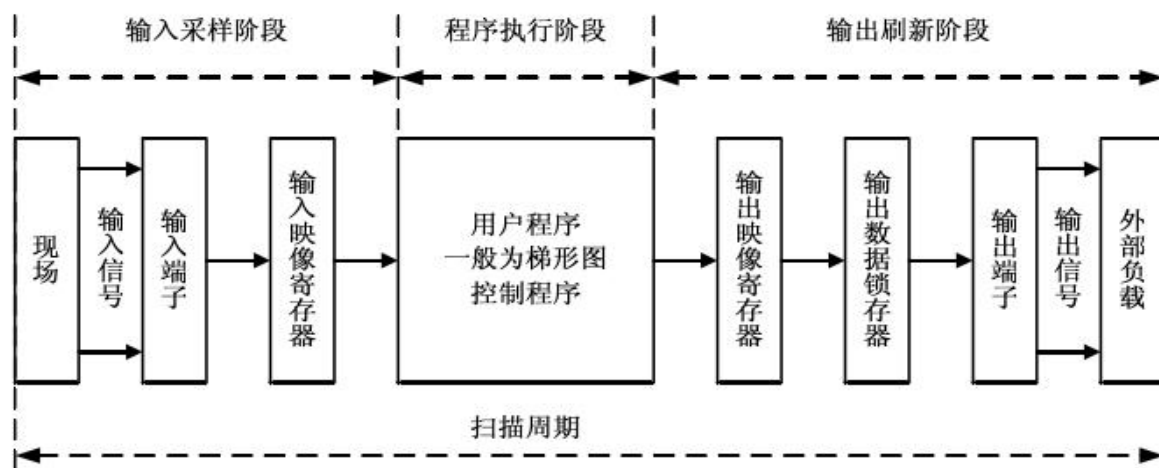


图 4-1-2PLC 周期扫描过程

## 4.2 PLC 控制系统硬件设计

水泥自动包装称重的最核心的部位是 PLC 控制系统，在实际的水泥包装过程中，机器的动作多，条件恶劣，该控制系统要求具有高可靠性，节能措施，很强的自诊断能力，使一切井然有序的进行下去，因为水泥包装的各种控制均为开关量，所以 I/O 点数比较多；各部件动作关系也很复杂，，为此选取日本三菱公司的 FX2N 系列的 PLC，FX2N 系列 PLC 为模块式结构。

1) 硬件部件 硬件包括 FX2N 的基本单元，人机界面（按钮和指示灯），执行器（电动机和液压缸），限位开关，控制部分（交流接触器、变频器和电磁阀）和检测元件（光电开关，接近开关，真空开关）。

2) 输入/输出端口及内部元件安排

按照本设计的要求，三菱公司 Fx2N 型 PLC 的输入/输出通道数选择固定信道。水泥自动称量包装控制系统输入输出接口如表 4-2-1 所示

4-2 水泥自动称量包装系统输入/输出和内部元件地址表

输入	功能	输出	状态
X001	吸袋垂直气缸启动按钮 SB1	Y001	垂直气缸下降电磁阀 YA1
X002	吸袋真空装置启动按钮 SB2	Y002	垂直气缸上升电磁阀 YA2
X003	吸袋真空阀启动按钮 SB3	Y003	吸盘电磁阀 YA3
X004	上限位行程开关 SQ1	Y004	垂直气缸倾斜电磁阀 YA4
X005	启动倾斜汽缸电磁阀按钮 SB4	Y005	斜托板下降电磁阀 YA5
X006	斜限位开关 SQ2	Y006	防滑吸盘吸袋电磁阀 YA6
X007	斜托板光电开关 B1	Y007	磕头装置倾斜电磁阀 YA7
X010	光电开关 B2	Y010	真空吸袋电磁阀 YA8
X011	横进装置减速光电开关 B3	Y011	磕头装置立起电磁阀 YA9
X012	横进装置装袋点限位行程开关 SQ3	Y012	斜托盘上升电磁阀 YA10
X013	倾斜限位行程开关 SQ4	Y013	抱板闭合电磁阀 YA11
X014	横进装置到位信号行程开关 SQ5	Y014	大夹子闭合电磁阀 YA12
X015	横进装置取袋点限位行程开关 SQ6	Y015	料斗下缩口夹子张开电磁阀 YA13
X016	夹抱限位行程开关 SQ7	Y016	取袋真空装置打开电磁阀 YA14
X017	横进装置移动限位行程开关 SQ8	Y017	缩口夹子向里收电磁阀 YA15
X020	开袋真空检测光电开关 B4	Y020	夹棍气缸动作电磁阀 YA16
X021	夹袋压力检测光电开关 B5	Y021	开袋电磁阀 YA17
X022	打开袋口光电开关 B6	Y022	抱袋电磁阀 YA18
X023	20 千克压力传感器 SP1	Y023	张开电磁阀 YA19
X024	24 千克压力传感器 SP2	Y024	缩口夹子张开电磁阀 YA20
X025	传出制定位置限位光电开关 B7	Y025	大放料门插入电磁阀 YA21
X026	装袋点限位光电开关 B8	Y026	小放料门插入电磁阀 YA22
X027	装袋信号光电开关 B9	Y027	折边电磁阀 YA23
X030	装袋压力检测光电开关 B10	Y030	缝口电磁阀 YA24
X031	到位信号行程开关 SQ10	Y031	输送带传出电机继电器 KM
X32	总停止按钮 SB5		

其硬件接线图如下图 4-2-2 所示

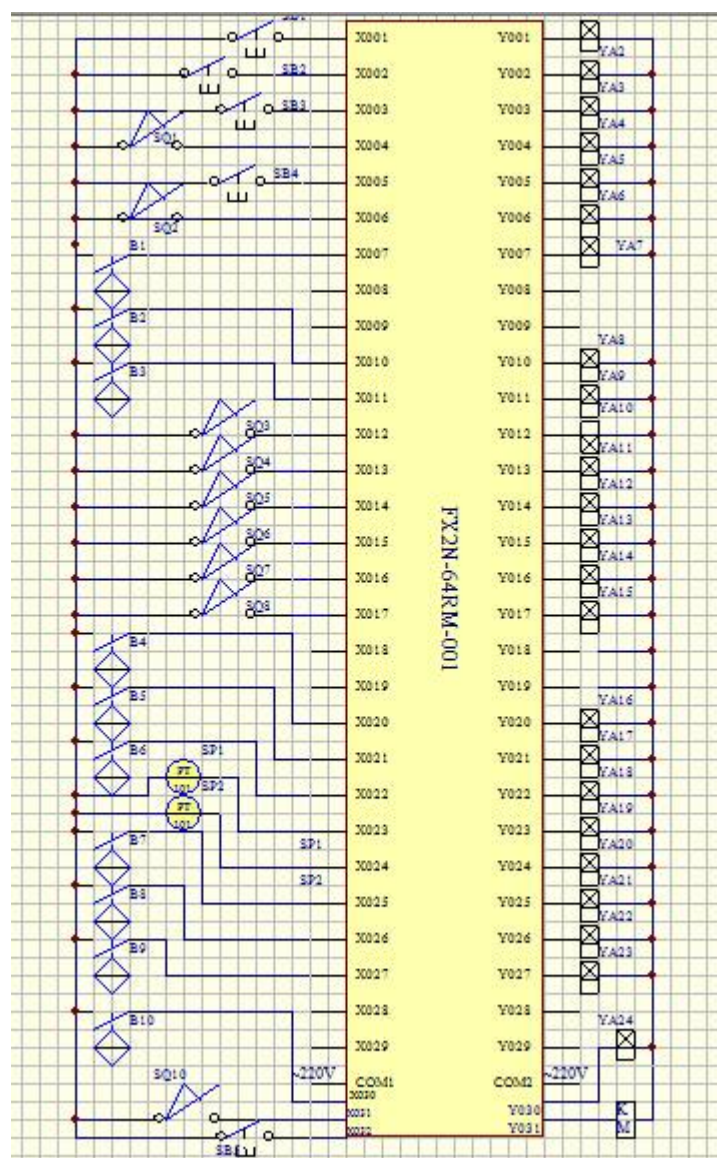


图 4-2-2 三菱 FX2N-64MR-001 型号 PLC 的硬件接线图

## 4.3 水泥自动称重包装控制系统程序流程图设计

### 4.3.1 水泥自动称重包装控制系统工艺流程

水泥自动称重包装控制系统包括全自动称重、包装单元，包装系统可以自动完成供袋、取袋、装袋、称重、输送等功能。通过反复实验调节大小放料门的流量保证 1 分钟内完成一袋水泥的包装，又本设计要求重量误差在正负 0.5kg 内，所以使小放料门的滞后环节流量为 0.25kg。水泥自动称重包装工艺流程如图 4-3-1 所示。



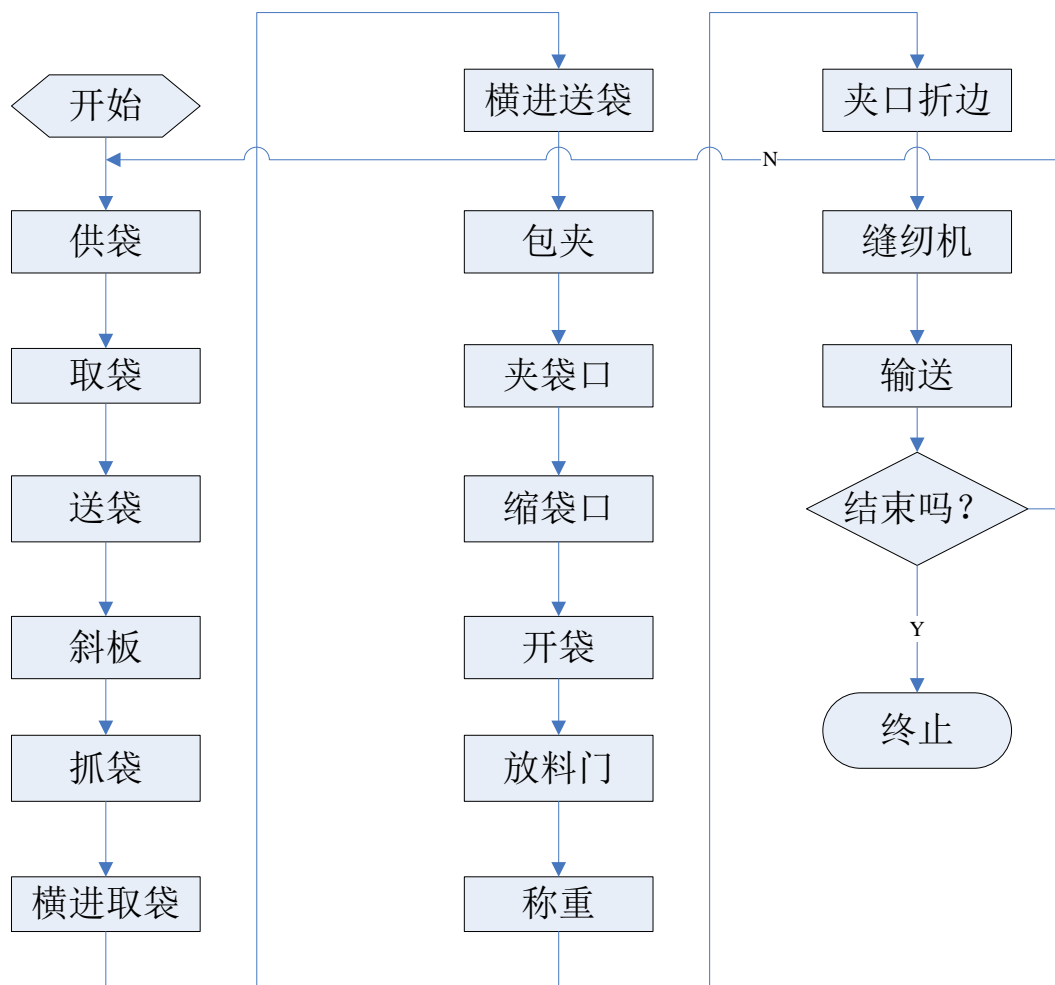


图 4-3-1 水泥自动称重包装工艺流程图

过程：第一，送料装置从散装容器输出口进入包装秤，可以实现粗料和细料两级充电，放在秤斗的材料质量达到设计值，当称重终端停止信号，当挂飞所有材料进料斗，称重周期已经结束，同时电子包装秤进信号装袋机，完成这个动作在袋自动包装机，那么信号，称量盒打开卸料门，开始把材料对水泥包装袋，卸料称量箱门打开，包装袋通过传送机的运送进入下面一个流程。

#### 4.3.2 自动供袋工艺流程图

1) 自动供袋流程图如 4-3-2 图。

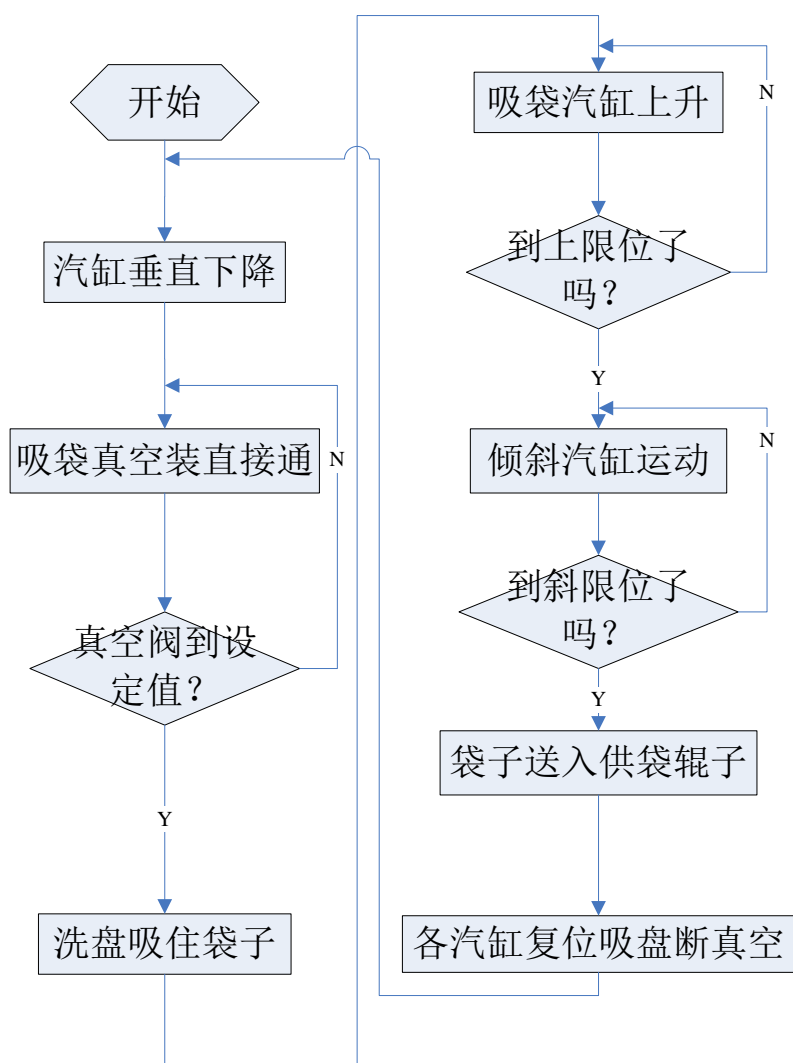


图 4-3-2 自动供袋流程图

在在一个过程后，当垂直缸汽缸上的电磁阀，它开始下降，同时袋吸真空装置连接，吸袋真空阀在所需要的设定值，此时吸袋垂直气缸就开始上升在斜托盘移动的过程中，吸盘就开始动作，把水泥包装袋给吸住，那么横进装置就开始移动，往其预定的位置靠拢，当斜限位开关闭合以后，倾斜气缸就停止运行，各气缸复位使吸袋真空吸盘断真空，由吸盘把水泥包装袋吸住，当斜托板的位置回到它原来的位置时，接着倾斜气缸又开始返回，就完成吸袋这个操作，使这个过程循环进行下去。

2) 自动取袋工艺流程图，如图 4-3-3 示。

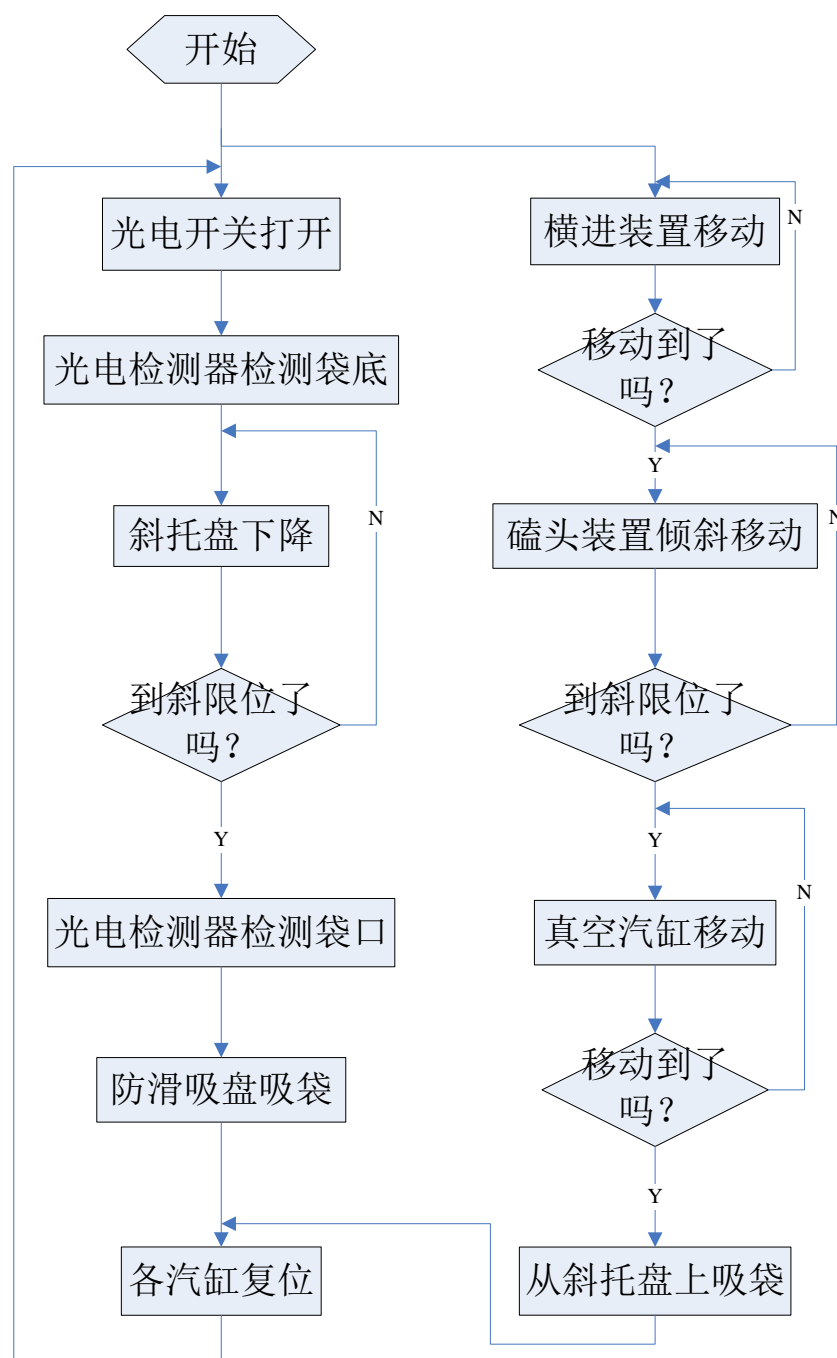


图 4-3-3 自动取袋流程图

上一流程下来，在斜托板上有一个光电开关，当它发出信号的时候，也就是说袋子已经运送到了预定的斜托板上了，在它检测到有袋子通过的时候，光电开关就闭合，下一个部分的动作斜托盘开始进入了往下面降下的状态，在斜托盘移动的过程中，吸盘就开始动作，把水泥包装袋给吸住，那么横进装置就开始移动，往其预定的位置靠拢，当它没有在预定的位置时，在这一过程中，它的速度就又减速开关控制，速度降下来了，在限位开关闭合的时候，减速到达其制动点时，磕头装置开始工作，与此同时，真空电磁阀也就紧接着启动，由吸盘把水泥包装袋吸住，当斜托板的位置回到它原来的位置时，这整个一个过

程就这样循环运行下去。

(3) 自动装袋控工艺流程图如图 4-3-4 所示。

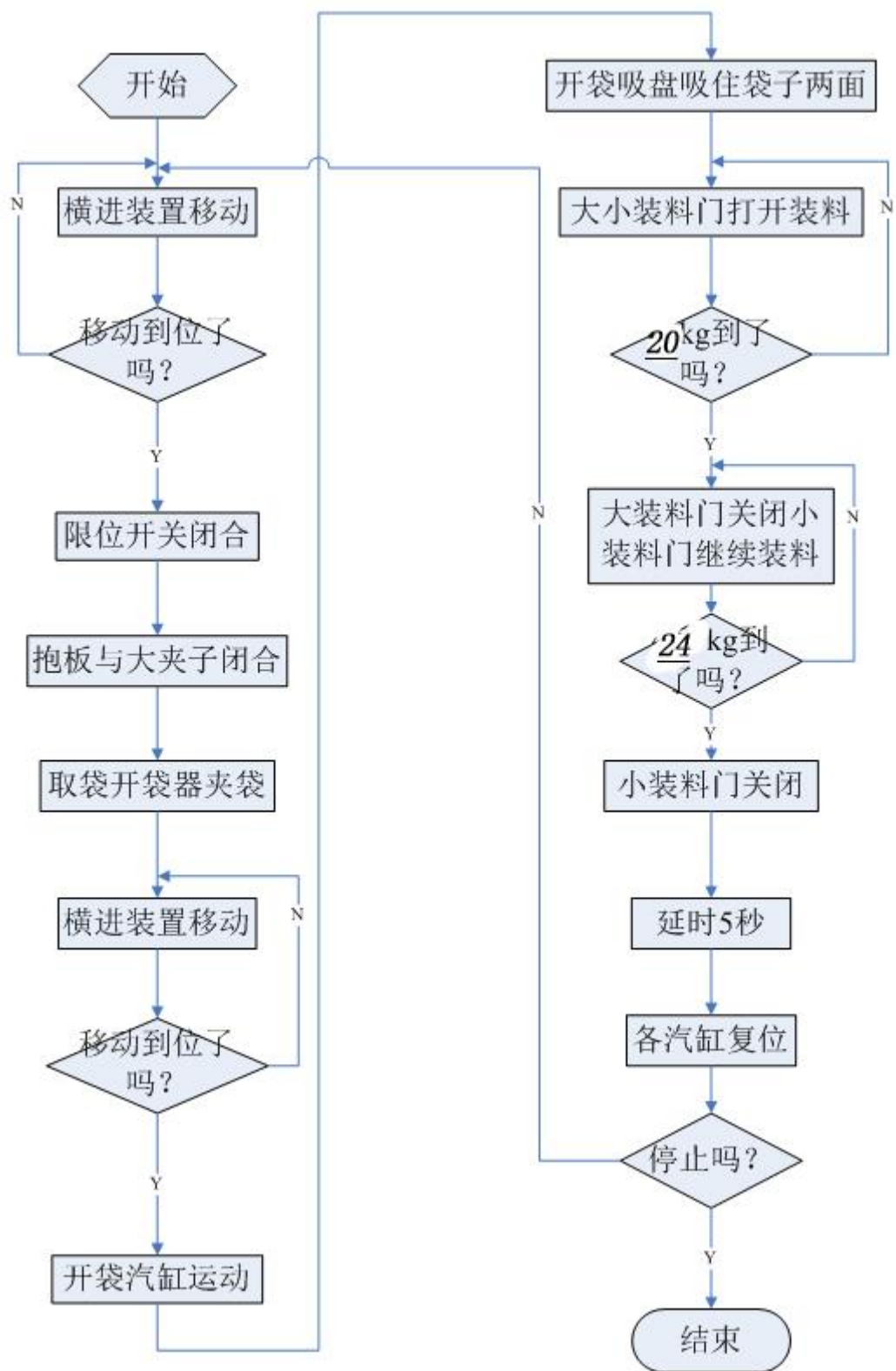


图 4-3-4 自动装袋流程图

---

接着上一流程，横进装置在速度减小过程中的同时它的移动方向就开始往包装取代的方向进行移动，此时，当它到达它预设的位置，这时抱板和那个夹子处于松散，限位开关就开始制动，随后，输送料斗下面的夹子也就打开了，这个动作持续下去，下个部件开始工作，真空装置打开，和上面一步一样，在速度减小过程中，夹子和抱板在限位开关的作用下，把装满水泥的袋子运到皮带上，由气缸完成这部分的操作。

接下来各部分压力检测开始工作，当水泥包装袋与夹子的压力很大时，那么缩口的夹子就动作，它向里面收拢，这样的动作继续下去，当袋子不在指定的位置时，缩口夹子就放开夹口，进行下一步的工作。

在最先的喂料门中，当水泥袋子的开口夹住之后，电子称重部分的传感器显示其显示的质量，当装入的料在预先设计的值时，根据设计标准，其重量为百分之八十到百分之九十。，大放料门关闭。为达到称重精度高，考虑到滞后环节即放料门到袋口的空中下料，所以当总的装料重量到达设定值 24kg 后，小放料门关闭，经延时 5 秒后（保证空中流体完全落入袋中），进入下一流程。

(4) 折边、缝口控制逻辑，流程图如图 4-3-5 所示。

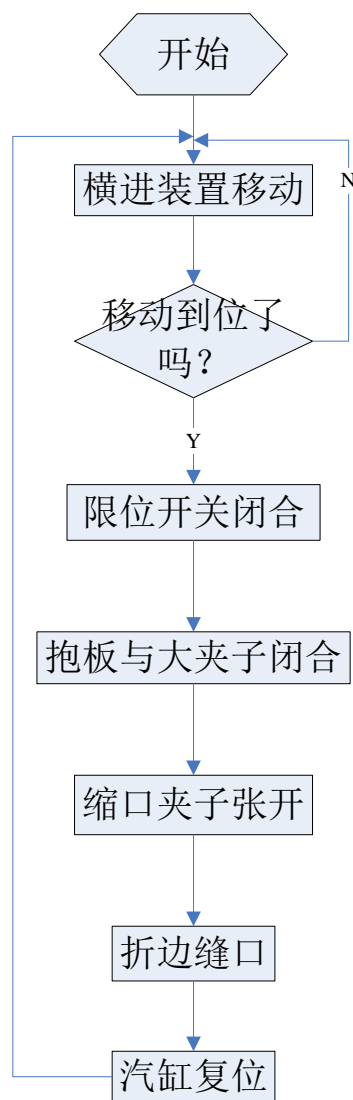


图 4-3-5 折边缝口流程图

横进装置在速度逐步减小的这个过程中，当它达到了它所运行的位置时，斜托板就进行下一步的工作，此时，如果夹子和斜托板之间配合了，就为下一轮的输送水泥袋做好预备，如果没有配合，那么下一轮的编织袋将不会输送到位，

在横进装置移向装料一侧的时候，那么拆边的那部分工作也将进行下午，缝边这个操作也随之进行，这种动作一直循环下去。

#### 4.3.3 PLC 控制系统的程序设计

根据 PLC 的工作原理，它的方式是循环扫描，在梯形图中，它是按照从最上面到最下面，从左往右的顺序来执行下去，我们采用三菱系列编程软件

如图 4-9 水泥自动称量包装梯形图。

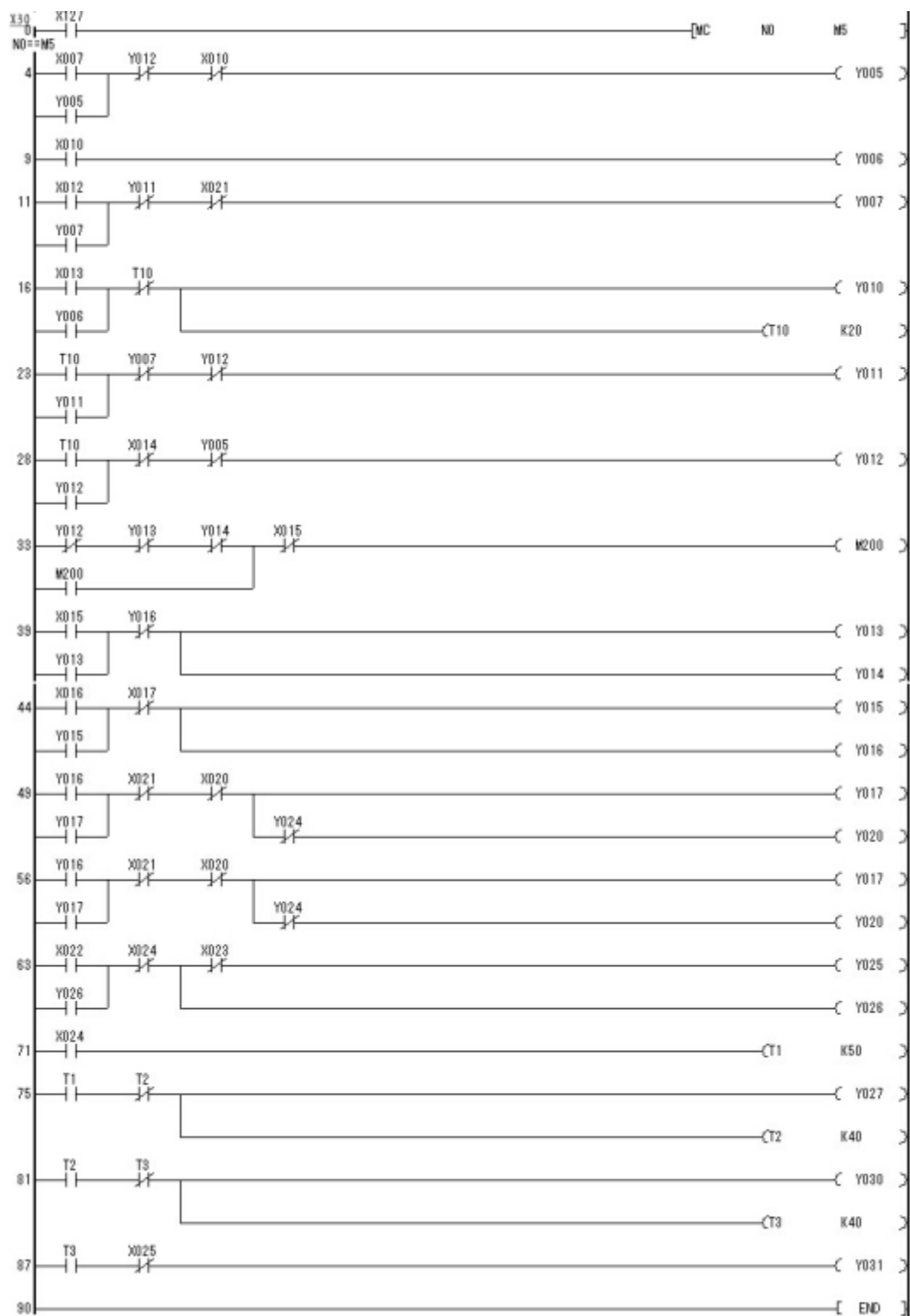


图 4-4 水泥自动称量包装梯形图

---

## 5 结 论

水泥生产是一个复杂的过程。从最初的称重，到供袋，装袋，到最后的完成包装，本设计给出了详细的 PLC 控制系统的软硬件设计方案，并具有非常人性化的中文人机界面，整个水泥包装生产过程监控系统结构清晰、功能分布明确，既体现了 PLC 可靠性强、功能强大的理念，更体现了 PLC 控制系统在水泥包装自动磅系统中操作性灵敏，控制范围广、全数字通讯的技术优势。控制方式简单，运行状态稳定，不仅能够运用在水泥包装这一方面，还能能够运用在食品加工行业，比如大米，饲料等行业。能够运用在大部分包装机生产线的改造上。达到控制系统的高要求，装袋计量准确，运行状况正常，就能够在节能环保以及资源利用率方面取得成效。

本文所研究的控制系统不仅可以运用于整个生产工艺，而且还可以对水泥磨粉的装置实行控制，在现如今，我国很多的水泥生产企业继续沿用模拟仪表装置对整个过程中的参数进行测量，尽管计算机在现如今各行业都普及了，但是百分之四十五的厂家自动化程度在整个生产过程都还很低，它们过去都是采用一整套的自动化生产系统，这对于小型企业来讲，成本很高，不划算。所以本课题的设计对于大部分的水泥生产商来讲都是十分可观的，整个 PLC 控制系统能够很好的在水泥包装的生产中。

在本论文的设计中，我完成了以下工作：

- 1 对三菱 FX2N-64RM-001 系列 PLC 管脚接线图的认识
- 2 选择合适的压力传感器及其电路的设；
- 3 水泥包装计数电路的设计，完成显示电路的设计
- 4 水泥包装自动磅控制系统的工艺流程图及其梯形图的编写



## 6 经济分析报告

本文选用三菱 FX2N-64RM-001 系列 PLC, 采用 SR4 力敏传感器检测水泥包装过程中水泥的质量, 输出相对应的电压信号, 驱动 LED 数码管显示出的水泥实时的质量。

水泥自动包装控制系统采用的主要元器件及价格表 6-1

序号	名称规格型号	价格(元)	数量(个)	总价格(元)
1	FX2N-64RM-001	2520	1	2520
2	AD521A	8	1	8
3	ICL7107	25	1	25
4	DG6010	5.5	1	5.5
5	LED 数码管	1.5	8	12
6	SR4 传感器	1.5	2	3
7	电阻(10K 、20K)	0.3	30	9
8	电容 (0.4uf、0.004pf)	0.3	20	6
9	二极管	0.2	25	5
10	发光二极管	0.5	18	9
11	三极管	0.5	22	11
	合计			2613.5

### 6.1 初步成本预算

计算原则根据本产品在生产过程中所需的原材料 (2613.5 元)、工人劳务费 (30 元)、和其他不可预见费用 (100 元)。初步预算成本大概需要 2800 元。

### 6.2 目标利润:

计算原则根据本产品在生产过程中所需成本 (2613.5)、税金 (50 元)、售价 (4000 元), 计算得单位产品目标利润为 1200 元。

### 6.3 产品前景预测:

本论文设计从预测的成本来看, 预测成本与目标成本利润大致是相一致的, 预算经济指标达到的设计要求, 在经济和技术上是可行的。国家对基础设施建设方面的重视程度提高, 特别是房地产建设占 GDP 的比重越来越大, 致使水泥的需求量日益增大, 本设计的各项功能很好的体现了水泥厂的要求, 并且该产品市场前景非常广阔。

---

## 致谢

首先，我要非常感谢我的导师李蔓华老师！在我的毕业论文设计的早期阶段，直到完成，老师总是努力，精心指导，而且继续鼓励和鞭策着我。三菱系列 PLC 和传感器电路对我个人来说是不怎么熟悉的，要从本基本的知识学起，但李老师帮助我们找到需要的书，一步一步的指导层次开始我的一步，还从百忙之中抽出时间为我们细心讲解，即使在周末也教导我们修改，分层次的一步一步指导我入门，让我我觉得作为自动化的乐趣的一部分。我们李老师在论文的设计中严格要求我们，做好每个细节的工作，就像老师所说的那样，现在严格要求自己，就是为以后自己工作做好前期工作，老师是个有丰富教学经验，专业知识过硬，也同时严格要求着自己，非常有敬业精神，学生在论文设计中的盲点一一讲解，并且指点我们每个章节要做的事情，就是这种精神，激励着我，老师的帮助对我来说非常有用。

在此，我必需感谢我的父母，供我读了十多年书，养育了我二十多年，让我接受大学教育，每时每刻支持着我，使我在以后的工作中，能够更好的发展下去，

另外，我还要感谢在毕业设计的这段时间，邵老师为我讲解在毕业设计的过程中必须做的事情，我的室友和同学教我很多我不懂的知识，给了我很多的建议，给我提供很多的专业课资料，在此，我向所有教导我的老师和同学表示衷心的感谢！

由于时间很仓促，我专业知识水平的有限，在论文的设计中不免有些错误，在此，我希望各位老师，各位同学提出建议加以改正，谢谢！

---

## 参考文献

- [1]何希才. 常用传感器应用电路的设计与实践. 北京:科学出版社. 2007
- [2]丁镇生. 传感器及传感技术应用. 北京:电子工业出版社. 1997
- [3]刘君华等. 传感器技术及实用实例. 北京: 电子工业出版社. 2008
- [4]沙占友. 智能传感器系统设计与应用. 北京: 电子工业出版社. 2004
- [5]徐元昌. 工业机器人. 北京: 中国轻工业出版社. 1999
- [6]平志韩. 可编程序控制器及其在包装机械中的应用初探. 1989. 2, 包装与食品机械:14~19
- [7]徐克林. 气动技术基础. 1997
- [8]SMC(中国)有限公司. 现代实用气动技术. 1998
- [9]时圣勇. 射流式真空发射器[J] - 真空 1991(2)
- [10]钟肇新. 可编程控制器原理及应用. 华南理工大学出版社, 2006. 1~3
- [11]郑晟, 巩建平, 张学. 现代可编程序控制器原理与应用. 北京:科学出版社, 1999. 10~18
- [12]高勤. 可编程控制器的原理及应用. 北京:电子工业出版社, 2006. 7~13
- [13]郁汉琪. 电器控制与可编程序控制器应用技术. 东南大学出版社, 2003. 145~151
- [14]张进秋, 陈永利, 张中民. 可编程控制器原理及应用实例[M]. 北京:机械工业出版社, 2004:1~2
- [15]张万忠. 可编程控制器入门与应用实例[M]. 北京:中国电力出版社, 2005:8~9
- [16]王继忠. PLC 在货车轴承加工装夹机械手上的应用研究[D]. 河南科技大学硕士论文. 2004:35~36
- [17]王冲轮. PLC 在马钢原料厂自动化控制系统中的应用[J]. 电气应用. 2005, 24(1):111~112
- [18]戴冠秀, 刘太湖, 巩敦卫, 李明. PLC 在运料小车自动控制系统中的应用[J]. 工矿自动化. 2005, (6):57~59
- [19]杨有粮. 基于 PLC 双传式清污机自动控制系统[J]. 给水排水. 2005, 31(2):101~103
- [20]Springer Berlin/Heidelberg .Networks.Lecture Notes in Computer Science[J]. 2005, (3436):316

- 
- [21]杨公源. 机电控制技术的应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2005:191~192
- [22]耿素军. 智能化传感器中应用仪表放大器的电路设计. 电气电子教学学报. 2004. 第4期
- [23]刘毅弘等. 称重传感器的最新动态. 现代计量测试. 2002, (5):4~6
- [24]强锡富. 传感器. 机械工业出版社. 2002, (7):34~36
- [25]方荣. 全国包装行业“九五”发展规划及2010年远景发展目标[J]. 中国包装. 1996, (16-3):5~7