

XX 大学

毕业设计(论文)

分料自动机基于 PLC 控制系统设计

订做机械设计课程设计(含图纸 **CAD** 和 **WORD** 论文)

QQ 1003471643

所在学院

机电学院

专业

机械设计制造及其自动化

班级

姓名

学号

指导老师

摘要

传统的物料分选方法采用人工分选，存在物料速度慢、效率低下和人为因素影响大的问题。随着生产力的提高，物料的自动化分选成为发展的必然。本文通过对物料工艺流程分析，设计了基于 PC-PLC 模式的物料自动化分选系统的控制系统硬件。通过对分选系统的控制系统的总体方案和工作原理的介绍，阐明了控制部分硬件系统的设计思想，完成了硬件的选型和软件的设计，并通过现场调试验证了控制系统的合理性和可靠性。

关键词：步进电机，控制，PLC，物料分选

Abstract

The traditional separation methods using artificial detection, slow speed, low efficiency of existing material and human factors issues. With the increasing productivity, material for automated detection of inevitable. Based on the material analysis of the process flow, design based on the PC-PLC model material automatic sorting system of hardware of control system. Through the sorting system control system general scheme and working principle of introduction, elucidation of the control part of the hardware system design, completed the selection of hardware and software design, and through on-site commissioning verifies the rationality and reliability of the control system.

Key Words: Stepping motor, control, PLC, material sorting

目 录

摘 要.....	3
Abstract.....	4
目 录.....	5
第 1 章 绪论.....	7
1.1 概述.....	7
1.2 国内外的发展概况及趋势.....	7
1.3 本课题研究的意义.....	8
1.4 本课题拟采用的方法.....	8
1.5 本课题的主要内容.....	8
第 2 章 分料自动机控制系统总体设计.....	10
2.1 总体设计概要.....	10
2.2 分料机构控制要求.....	10
2.3 控制系统总体设计.....	11
2.3.1 概述.....	11
2.3.2 控制系统的总体方案设计.....	12
第 3 章 PLC 系统设计.....	13
3.1 概述.....	13
3.1.1 步进电机与驱动部分.....	13
3.1.2 状态检测及报警设计.....	13
3.2 PLC 系统设计及选型.....	14
3.2.1 PLC 系统的选型.....	14
3.2.2 各模块的电路原理图和 PLC 的 I/O 点分配.....	15
3.2.3 PLC 与工控机的通信协议.....	26
3.2.4 驱动器的选择.....	26
3.3 软件的实现方法.....	27
3.4 各模块的动作互锁.....	29
总 结.....	30

致 谢.....	31
参考文献.....	32

第 1 章 绪论

1.1 概述

随着科学技术的不断发展，无论在工厂还是在人们的日常生活中，自动化设备都得到了高度的普及，这极大的改善了人们的工作条件和生活水平。

总的来说，自动化设备是由机械和控制两大部分组成，其中机械部分主要负责完成具体的动作，如导轨与的直线运动、圆弧的旋转运动等等；控制部分主要负责各种机械动作的先后顺序以及一些保护措施等等。机械与电控是相辅相成的，谁也离不开谁，其中以机械为主，电控为辅。

科学技术的发展要求生产向着快速、灵活、高质量、大批量的自动化方向发展，与此同时，产品分选能否跟得上生产的速度就决定了工厂效益的高低，尤其是对大批量生产的重要元件的分选，靠人工分选费时、费力。因此，如果能有一条自动分选生产线来取代原来的手工操作，就显得非常必要。因此，由宁波市科技局提出、南京理工大学承担研制一套自动化程度高、分选效率高的分选平台。该系统可以达到自动分选的尺寸，以减轻工人劳动强度，节省大量的人力、财力、物力，并提高分选的正确率，使产量与分选同步，以提高生产效率和经济效益。

1.2 国内外的发展概况及趋势

成件物品分料是将众多的不同物品，迅速地按其要求分送到众多目的地的一种物料搬运过程。过去，成件物品分料一般用人力和借助简单机械来进行，其主要缺点是劳动量大，效力低，差错率高。

随着生产及商业连锁经营模式的发展和商品品种的激烈增多，目前物品分料自动机已成为各种行业，如邮政、医药、烟草、图书等末端配送中心的重要设施，也是物料搬运自动化的一个重要分支。

分料自动机主要由振动进料模块、装配及检测模块、成品分检及转移模块、进仓模块等电气控制系统设计四部分组成。

振动进料模块：振动模块主要由振动料仓配直线振动器、检测装置等组成，

主要完成工作 1 的装配准备工作及检测是否有工件（以便确定第二模块是否工作）。

装配及检测模块：物料转移模块主要由气缸等完成上下、水平、转动等动作，由气爪（机械手）完成工作的抓取及释放工作，使工作 1 从直线振动器转发移到工作台上。

成品分检及转移模块：装配及检测模块主要完成工作的装配及检测工作，分成四个工位，第一工位为接料，第二为装配，第三为接触式检测，第四为出料。

进仓模块：成品分检及转移模块根据上一模块的检测结果确定在哪一位置释放工件，不良品进入废品斗，良品上皮带机进入后道工序，皮带机上配有工作感知器，用于检测是否有工件向后道移动，若有工件则给予后一模块动作信号。

1.3 本课题研究的意义

本课题意在研制出一套分选平台系统，利用系统的自动分选功能，来取代原有的人工分选，以达到减轻工人劳动强度、提高生产效率的目的。自动分选装置的应用，将有效地提高企业的自动化水平，在提高了测量精度的基础上，极大地提高工厂的生产分选效率，提高产品质量和竞争力，可以产生极大的经济效益。因此，此分选装置的设计和应用，具有极高的实用价值与推广价值，有着重要的意义。

1.4 本课题拟采用的方法

随着科技的不断发展，分选自动化已成为一种提高效率、提高分选结果精确性的重要途径。

传统的分选主要依靠工人手工打表的方式，对是否合格进行检验。人工分选存在分选速度慢、效率低下、人为因素影响大等问题。因此，的自动化分选成为必然。采用可编程序控制器（PLC）作为系统的控制核心，通过串行通讯与工控机组成上位机监控系统，实现对分选、分料过程的实时监视和自动控制。

1.5 本课题的主要内容

本文的主要内容如下：

第一章绪论部分介绍了分选平台的研制原因、目的、作用以及国内外在该课

题方面的发展概况及趋势，并阐述了本课题研究的方法、手段及意义。

第二章介绍了分选平台系统的总体设计，阐述了分选平台系统的要求、系统组成、各组成部分的功能以及控制系统的总体设计。

第三章介绍了控制系统硬件部分的选型及分析，其中详细介绍了对步进电机、感应开关、电磁铁、PLC 和驱动元件的选择，对 PLC 的输出输入口的分配及 PLC 与工控机的通信协议做了介绍，最后生成控制系统硬件接线图和电路图。控制系统的软件设计简介，对软件的要求、功能、实现方法及流程图做了简单的介绍。

全文总结中介绍了本人通过在本课题中工作所得收获，以及在工作中发现的不足、有待解决的问题等

第 2 章 分料自动机控制系统总体设计

2.1 总体设计概要

分料自动机四个模块的电气控制系统设计：振动进料模块、装配及检测模块、成品分检及转移模块、进仓模块。

- 1、为避免因摩擦产生的影响，在设计传送带时，我们采用组合式的物料夹具，即在外物料夹具内配上圆形的与物料相配的内夹具，尽量减少物料与导轨的摩擦，且要有物料保护罩；
- 2、由于物料合格产品占多数，在设计时，把中间一个出口作为合格产品的出口，考虑到要尽可能地减少步进电机的转动角度，在出料口左右两边各设三个分料出口；
- 3、为使传送带具有良好的稳定性，需要设计压带轮部件，以压带轮弹簧的弹性减弱外部环境引起的震动；
- 4、在设计测头夹具时，要考虑到如何保护传感器探头及有效夹紧。

2.2 分料机构控制要求

分类机构由 PLC 依据接收到的分类信息控制步进电机旋转相应的角度，将物料分类出去。PLC 对分类电机的控制是通过 PTO（高速脉冲串输出）的方式。PTO 方式中，可输出多个脉冲串，并允许脉冲串排队，以形成管线。依据管线的实现方式分为单段管线和多段管线。本系统中采用多段管线的方式，通过在变量存储区建立包络表的方式，控制输出脉冲的周期和脉冲数，从而达到对步进电机的速度和转动角度精确控制的目的。然后由电磁铁失电将物料推出到对应的出口。分类结束后步进电机复位回到起始状态，等待下一个物料的到来。

在分类的过程中，PLC 通过对安装在系统中的感应开关来判断分类过程中的各种状态。如：物料到达、定位信号、分类完成等等。如果发现非正常状态，则向工控机发出相应的报警信号告知工作人员，以方便排除故障。

2.3 控制系统总体设计

2.3.1 概述

控制系统的作用是保证所有结构能严格按照预定的顺序，协调地、有节奏地实现运动和停止运动，是工作循环得以周而复始地进行。控制系统对生产率和工作可靠性影响

物料平台控制系统是基于工控机-PLC 模式构成的一个集散控制系统。工控机作为监控管理层实现对整个系统的管理工作，并且对整个系统进行监视、控制和调度。PLC 作为控制执行层，完成局部的控制工作。工控机把管理决策、控制任务、控制参数和调度命令通过通信电缆传送给控制层——PLC，PLC 也要通过电缆把控制过程的参数、控制进程和控制数据传送给管理层。

PLC 与工控机通过通信口进行通信，工控机读取 PLC 的通行口识别整个系统的状态信息，并在工控机上有所显示。通过软件控制各个控制部件的运行。控制软件主要完成初始参数设定、运行状态显示、容错检测和故障检测报警等功能。当 PLC 得到工控机的分类信号后，输出相应脉冲，从而达到设定步进电机的移动距离（旋转角度）、速度、方向等参数的目的。

控制系统应完成的功能有：

(1) 确保完成物料在流水线上的稳定传送，保证物料按进入系统的先后形成的队列传送，并且要充分保证队列的有序性和完整性；

(2) 确保完成物料的正确分类。电机需要旋转相应的正确的角度以控制各部件按照预定的轨迹、动作把物料从进入滑道到正确分类出去；

(3) 前级传动机构的速度不应快于后级分类机构，且至少应保证在分类机构没有完成分类时，没有物料进入分类机构；

(4) 保证分类机构能够自动复位，当步进电机失步时，分类机构能够自动复位；

(5) 当多于一个物料进入分类机构时，要告知工作人员系统故障，同时，能判断分类电机的工作是否正常，输出角位移是否正确；

(6) 控制系统应具有一定的容错能力。当出现一般性错误时，系统能够自我修复，不影响系统的正常工作，即使是出现物料卡位、不能完成正确分类也不

会出现系统崩溃或误分类现象等。如果出现错误，系统明确指出错误来自哪个方位，即使不能指明错误来源，也能检测到流水线的某个大致位置，以方便维护，及时排除故障。

该控制系统是以 PLC 为控制核心，通过与工控机的通信，执行工控机的命令。在工控机与 PLC 接口时，由于 PLC 采用的是 RS-485 标准与工控机 RS-232 标准不兼容，必须通过 PC/PPI 电缆进行转接。工控机是整个系统的管理者，控制测量传感器测量流水线上物料的几何参量，并通过计算得出物料分类信息。PLC 是整个系统的控制执行核心，主要完成系统驱动控制、状态检测、命令执行等功能。PLC 通过接收工控机的分类信息和控制信息控制分类机构和传动机构的运行。

2.3.2 控制系统的总体方案设计

本控制系统主要包括工业控制计算机、PLC、数采卡、传感器探头、位置检测传感器和各控制及执行元件等，结构简图如图 2-5 所示。各部分在本监控系统中的功能介绍如下：

1. 工控机作为整个系统的监控、调度中心，通过 PLC 间接地控制、监测系统运行的状态；
2. PLC 作为系统的控制核心，直接完成对各部件动作的协调控制以及各运动位置检测；
3. 检测系统 检测系统由传感器、数采卡和工控机等组成，通过对物料的几何量的测量、计算，作为分类产品判断的依据；
4. 位置检测传感器和各控制及执行元件 主要完成对系统状态的检测以及各部件动作的协调执行。

PLC 与工控机通过通信口进行通信，工控机读取 PLC 的通信口以识别整个系统的状态信息，并在工控机的控制软件上显示，通过软件控制各部件的运行。控制软件主要完成初始参数设定、运行状态显示、容错检测和故障检测报警等功能。

第 3 章 PLC 系统设计

3.1 概述

控制系统硬件设计主要包括对传感器、步进电机、电磁铁等元器件的选择，对输出驱动方式和驱动元件的选择以及对人机联系方式的选择，最后生成控制系统原理图和接线图。系统所选用的传感器要有较高的灵敏度和较大的信噪比，响应速度快，稳定性好，抗干扰能力强。

就硬件而言，系统所用元器件质量的优劣和结构工艺是影响可靠性的重要因素，故应合理地选择元、器件，在设计时对元、器件的负载、速度、功耗、工作环境等技术参数应留有一定的安全量，并对元、器件进行老化和筛选。所选用的元、器件在满足技术要求的前提下应尽可能选择价格低的元、器件，且元、器件的工作温度环境应大于所使用环境的温度变化范围，系统中相关的器件要尽可能做到性能匹配。

本控制系统主要是由以 PLC 为中心的电机驱动部分、通信部分、状态检测部分和报警部分组成。控制系统硬件采用微机-PLC 模式，工控机是整个控制系统的中心，完成检测、控制处理检测过程中的各种问题和提供人机交互的界面；PLC 是地层的控制执行核心，驱动执行机构完成各种控制命令。它们之间的接口就是通信协议。

3.1.1 步进电机与驱动部分

步进电动机是将 PLC 输出的电脉冲转换成与电脉冲成正比的角度移或直线位移的执行元件。前级传动部分步进电机主要完成流水线的速度控制，后级分类机构则要精确控制步进电机的输出角度和方向。步进电机在运行时可能会出现失步现象，可在后级增加光电编码器对电动机的输出相位做出控制，以确保与实际的输出相位一致。后级分类电机采用正反转定位的方式，以消除电机的累计误差，保证电动机每次都从零位置起输出一定的角度。

3.1.2 状态检测及报警设计

通过安装在系统各个位置的感应开关判断系统运行过程中的状态，是否与已

设定的状态一致。当出现异常时，系统应发出警报。报警方式设计为声光报警的方式，依据错误的严重性而不同。

3.2 PLC 系统设计及选型

3.2.1 PLC 系统的选型

可编程控制器是一种典型的采样控制系统，是以微处理机为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而开发的一种新型工业自动控制装置。它通过循环方式进行闭环控制，包括数字量和模拟量控制。它既可进行顺序控制，也可实现过程控制，随着微处理器技术和通信技术的发展，可编程序控制器已不仅仅是传统意义上的控制元件，其功能日益完善，具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程以及适应测试环境等一系列优点。其广泛应用于机械系统、生产流水线及过程工业的自动控制领域，具有性能稳定、高可靠性、强抗干扰能力、功能强大及硬、软件开发方便等特点。因此，本系统选择 PLC 作为系统控制的核心，完成对各部件动作的协调控制。

世界上约有 200 多个 PLC 生产厂家，如美国的 AB 公司、莫迪康公司、GE 公司、德国的西门子公司、日本的欧姆龙公司、三菱电机公司以及国内的浙大中控等。它们一般满足用户各方面的需求，但在外形、结构、功能、网络通信和编程方法等方面各有不同，对于不同的工业控制需求，应当选择合适的 PLC。

PLC 选型的关键主要是能满足基本控制功能和容量，并考虑维护的方便性、备件的通用性、系统可扩展性以及能满足特殊功能要求等，即应最大限度地满足系统的控制要求；力求使控制系统简单、经济，且保证控制系统安全可靠；。由于本课题中的检测平台有连续性，应尽可能地考虑将来新增功能要求，考虑选择比较新型 PLC，由于西门子公司的产品质量比较有保障，且技术支持、售后服务较完善，有利于产品扩展与软件升级，所以我们确定选用西门子公司生产的 PLC。

PLC 一般是根据其输入输出点数及存储器容量的大小来分类，在 PLC 选型之前首先确定系统 I/O 点数和存储器容量。

PLC 种类较多，主要有西门子、三菱、OMRON、FANAC、东芝等，但能配套生产，大、中、小、微型均有配套且目前用得最广泛的主要是西门子、三菱、OMRON

的 PLC。根据前面确定的 PLC 点数：实际输入点 28 点，实际输出点 12 点，综合对比三菱 FX 系列（包括 FX0S、FX1S、FX0N、FX1N、FX2N 等）、西门子系列、OMRON 系列中 I/O 点数为 48 点各型号的 PLC 的价格、性能、实用场合等各方面。本系统可选择 PLC 型号为：FX2N—48MR，合计总数 48 点—324 点输入，DC24V，24 点继电器输出；尺寸 (mm)：220×87×90，其性能、价格都优于其他 PLC。

FX2N 系列是 FX 系列 PLC 家族中最先进的系列，它能最大范围地包容了标准特点，程式执行更快，全面补充通讯功能，适合世界各国不同的电源以及满足单个需要的大量特殊功能模块，它可以为工厂自动化控制应用提供最大的灵活性和控制能力。该型号 PLC 有 24 个输入节点，24 个输出节点，能够满足系统要求并留有一定的余量。

根据实际需要，在这里选择三菱 PLC FX2N—48MR.

3. 2. 2 各模块的电路原理图和 PLC 的 I/O 点分配

控制系统的输入和输出信号的名称、代码及地址编号。其中，当有输入信号时为 1，无信号输入时为 0。

1、振动进料模块

主要任务 振动模块主要由振动料仓配直线振动器、检测装置等组成，主要完成工作 1 的装配准备工作及检测是否有工件（以便确定第二模块是否工作）。把信号传送给第二模块。

控制电路图

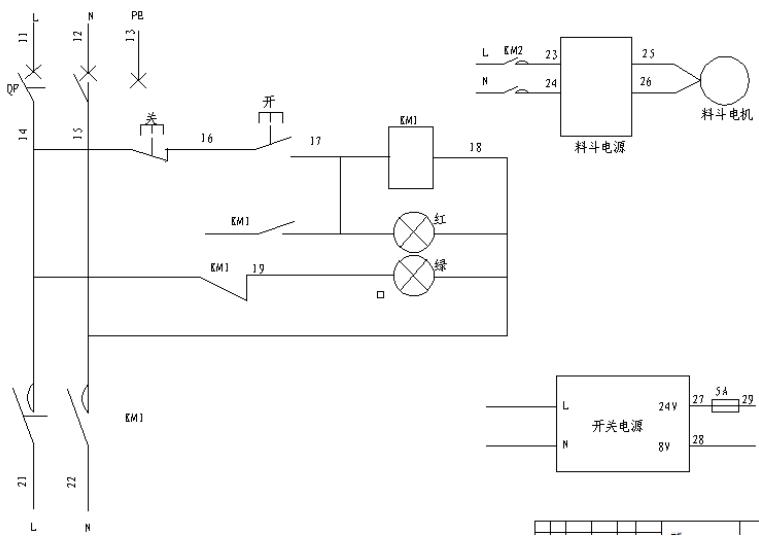


图 3- 1 料斗电路控制图

动作流程:启动——绿灯亮——顶进——顶退——复位

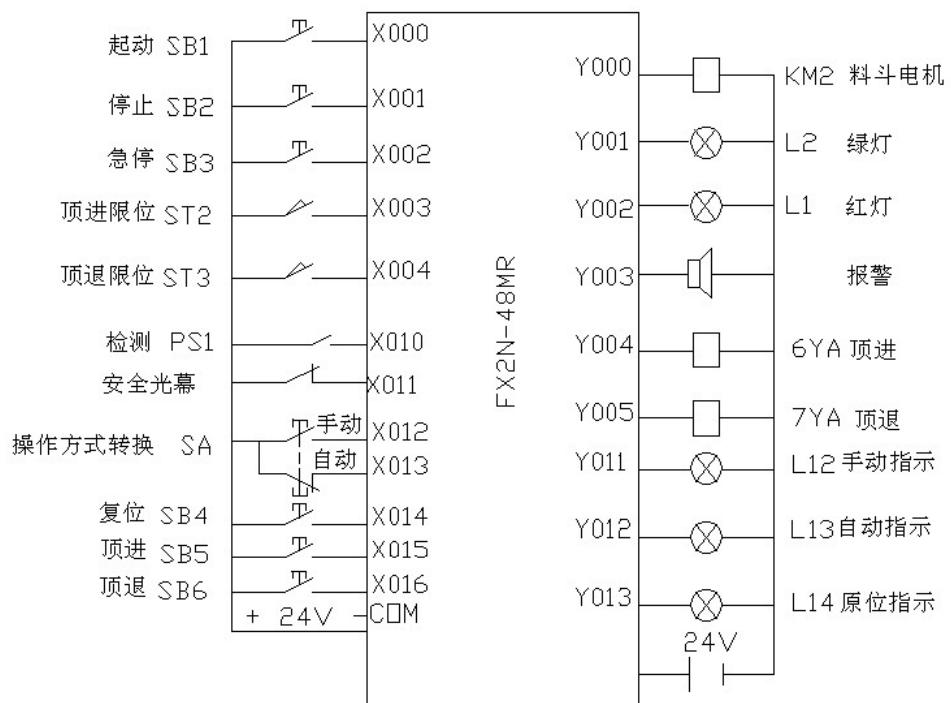


图 3-2 料斗 I/O 口分配图

料斗手动梯形图

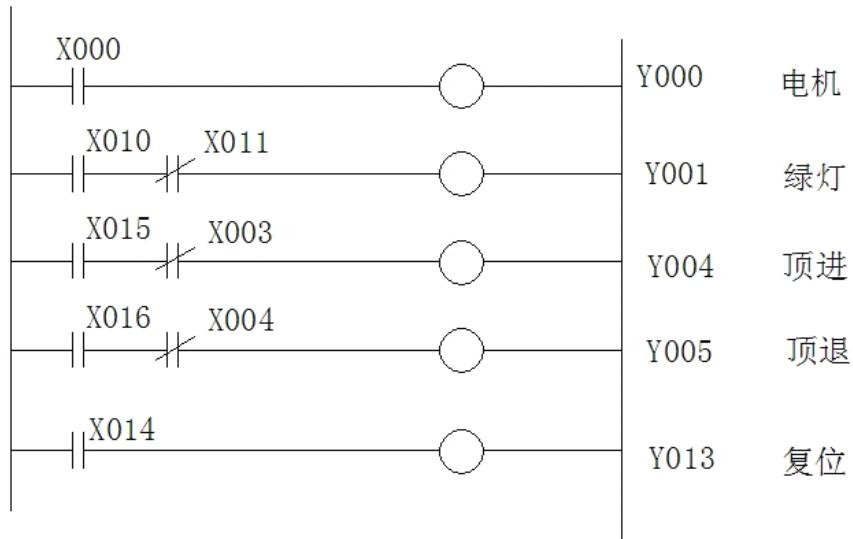


图 3-3 料斗手动控制梯形图

当按动启动按钮 SB1(X000)启动电路电机,当按下检测按钮,光幕常闭按钮正常时,绿灯亮.当按住顶进按钮,实现顶进动作,当按住顶退按钮实现顶退动作.当按下

复位,实现复位.

料斗自动梯形图

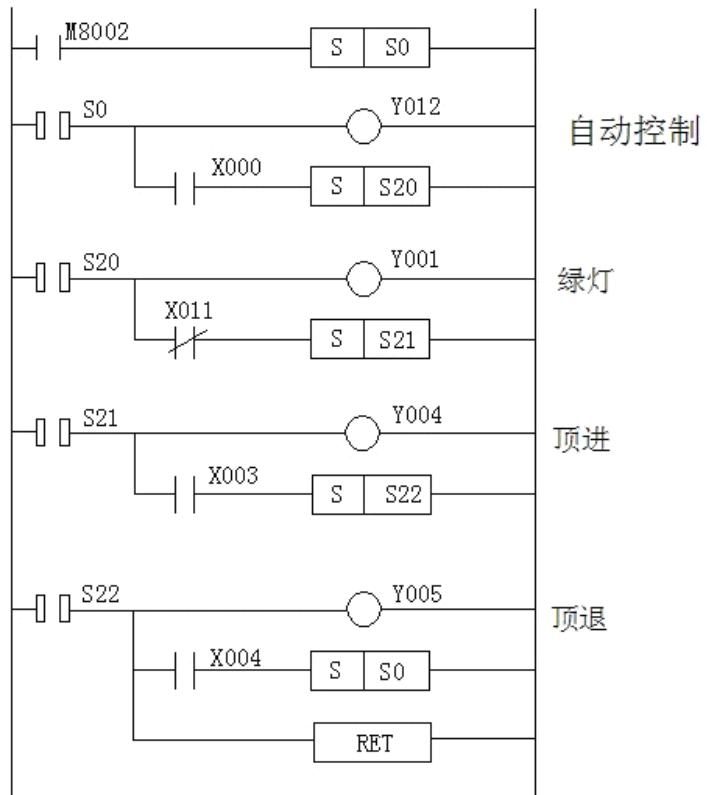


图 3- 4 料斗手自动控制梯形图

2、物料转移模块

主要任务 物料转移模块主要由气缸等完成上下、水平、转动等动作，由气爪（机械手）完成工作的抓取及释放工作，使工作 1 从直线振动器转发移到工作台上。

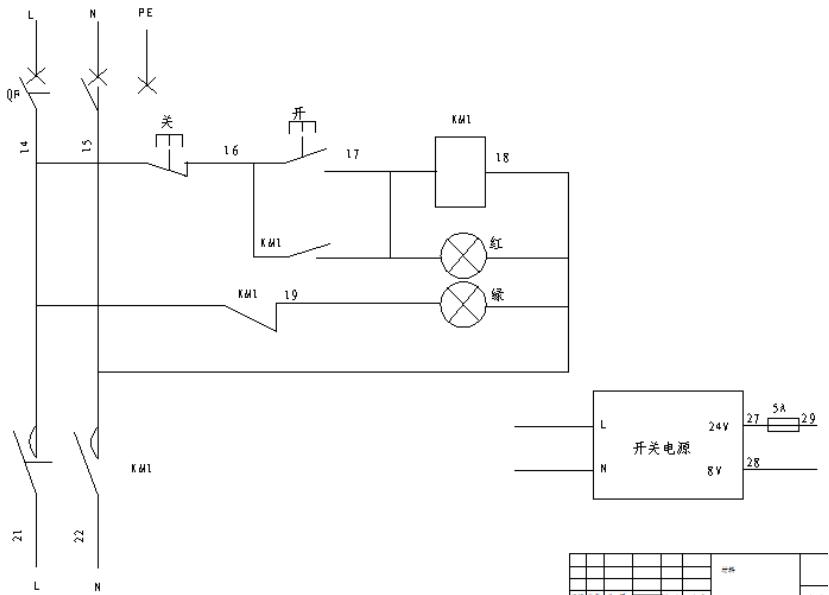


图 3- 5 机械手电路控制图

动作流程:启动——摆进——伸进——探进——吸物——探退——伸退——摆退
——复位

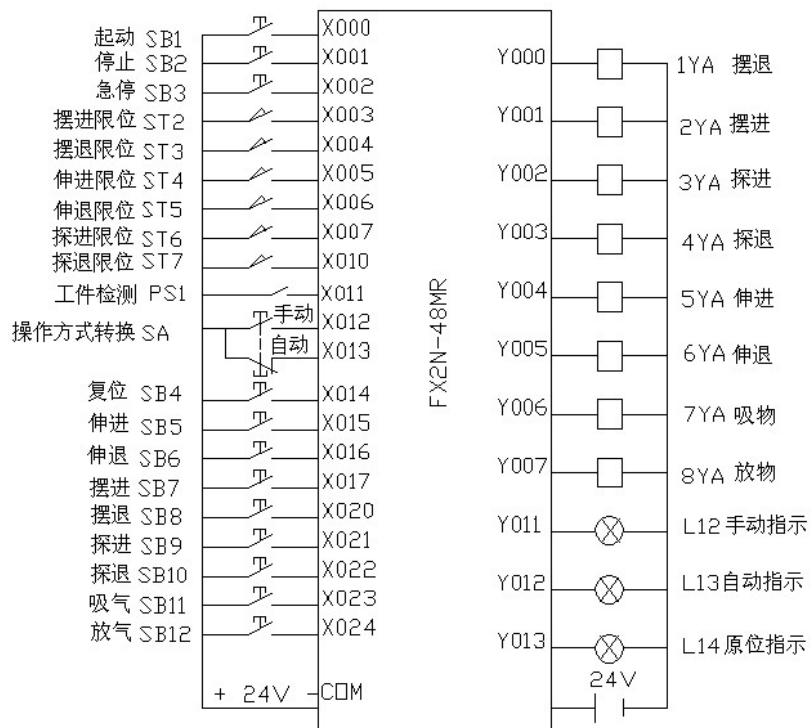


图 3- 6 机械手 I/O 口分配

机械手手动梯形图

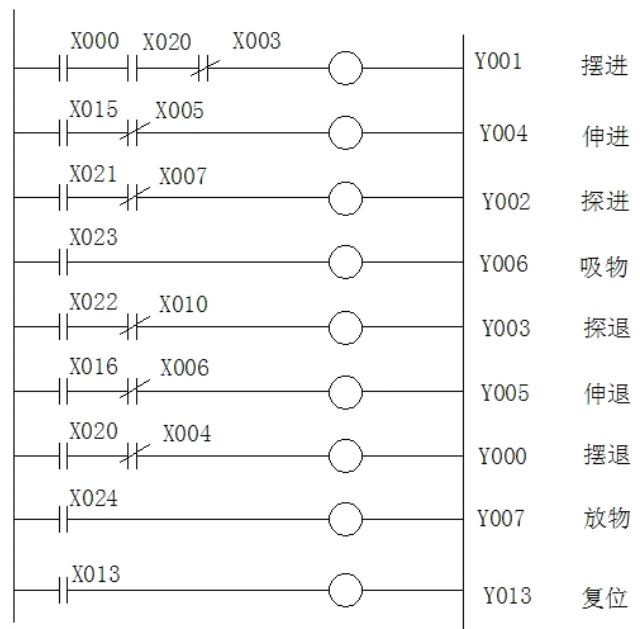


图 3- 7 机械手手动控制梯形图

机械手自动梯形图

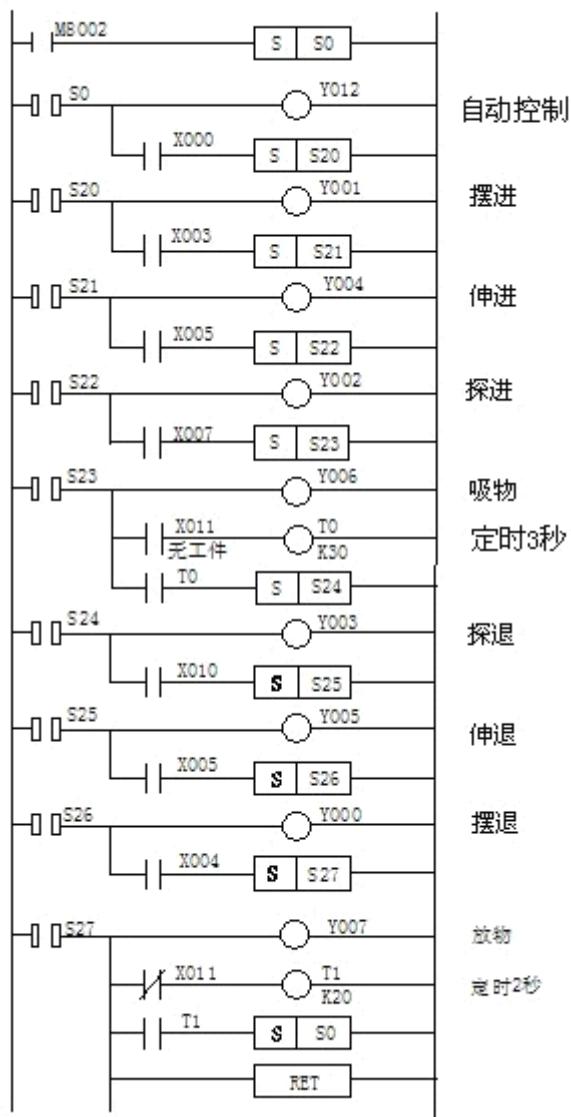


图 3- 8 机械手自动控制梯形图

3 装配及检测模块

主要任务 :装配及检测模块主要完成工作的装配及检测工作，分成四个工位，第一工位为接料，第二为装配，第三为接触式检测，第四为出料

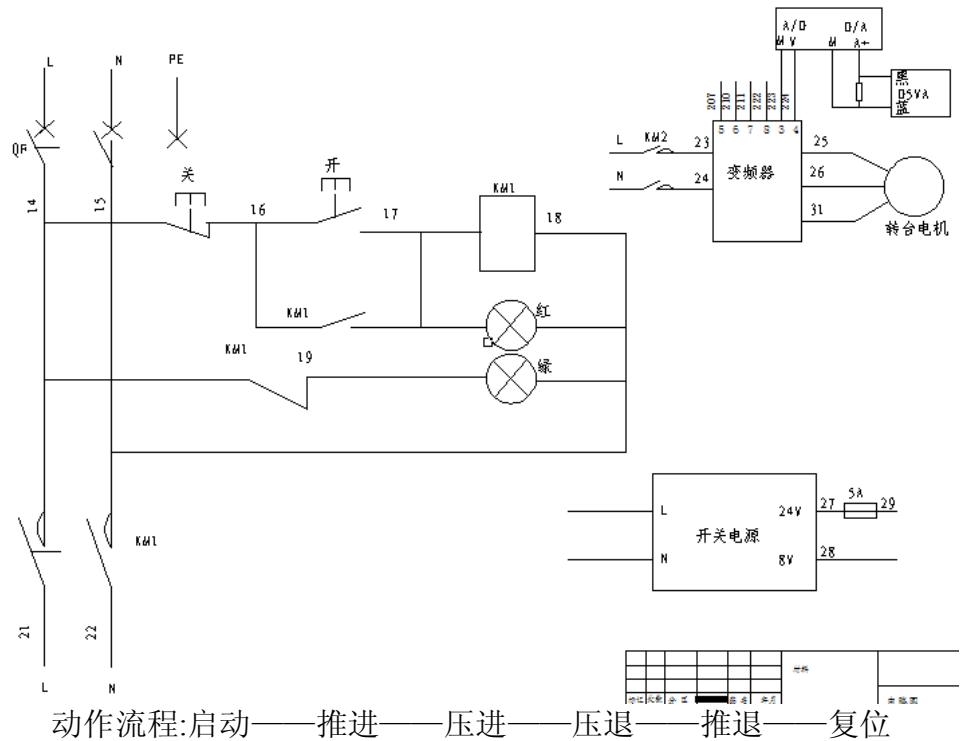


图 3- 9 转台电路控制图

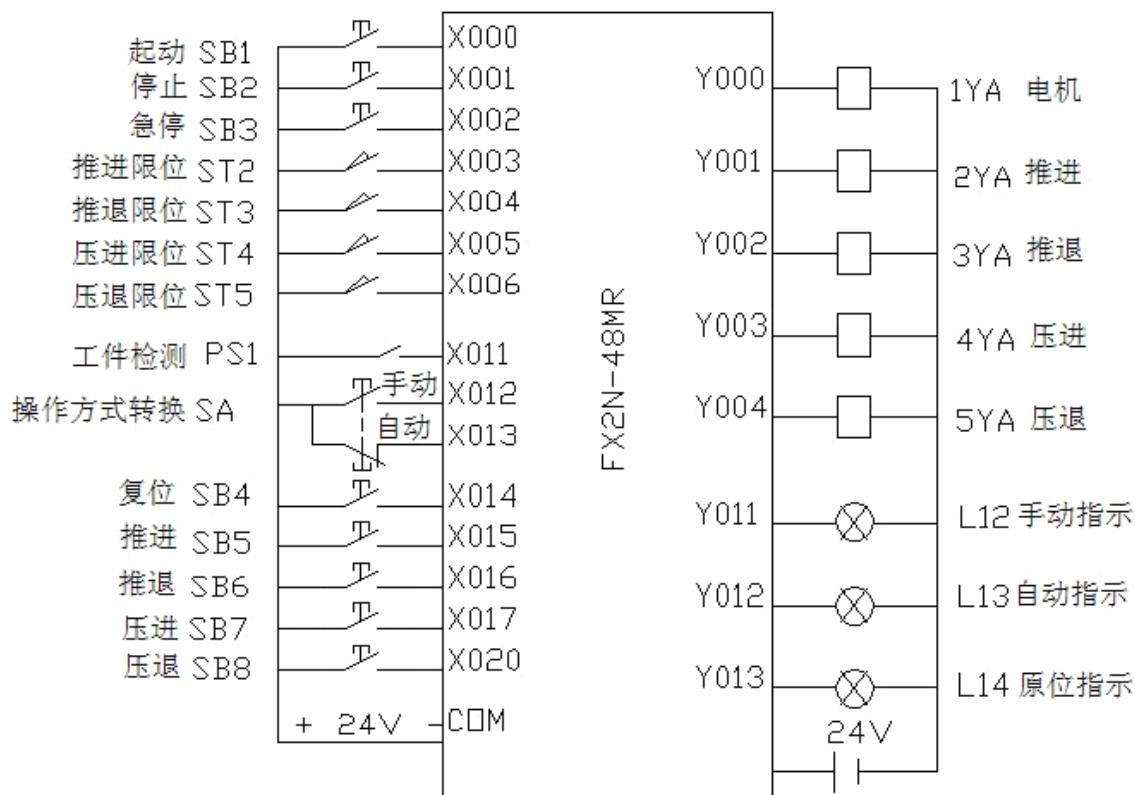


图 3- 10 转台 I/O 资源分配

转台手动梯形图

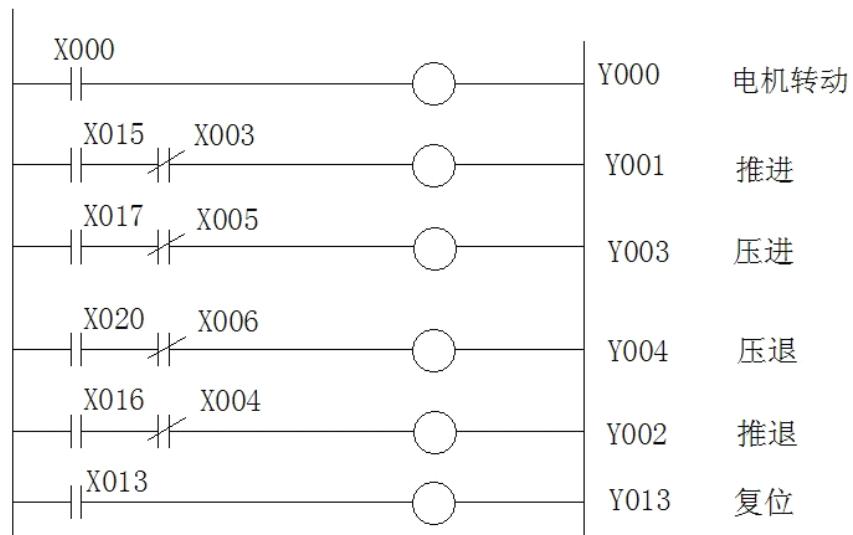


图 3- 11 转台手动控制梯形图

转台自动梯形图

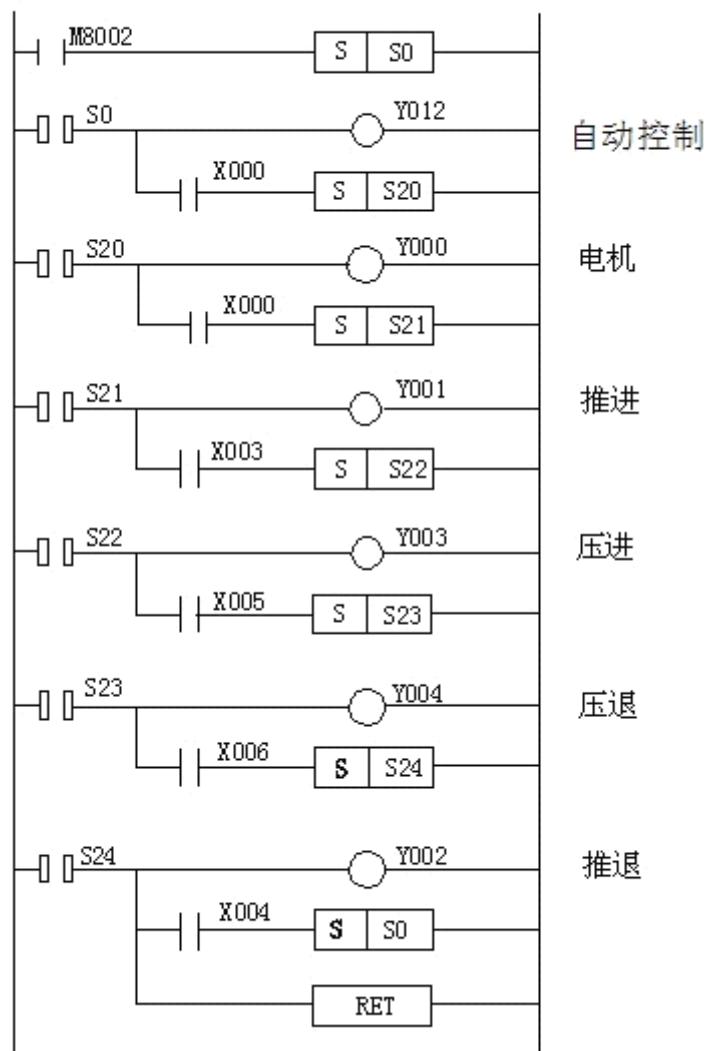


图 3- 12 转台自动控制梯形图

4 成品分检及转移模块

主要任务：成品分检及转移模块根据上一模块的检测结果确定在某一位置释放工件，不良品进入废品斗，良品上皮带机进入后道工序，皮带机上配有工作检知器，用于检测是否有工件向后道移动，若有工件则给予后一模块动作信号。

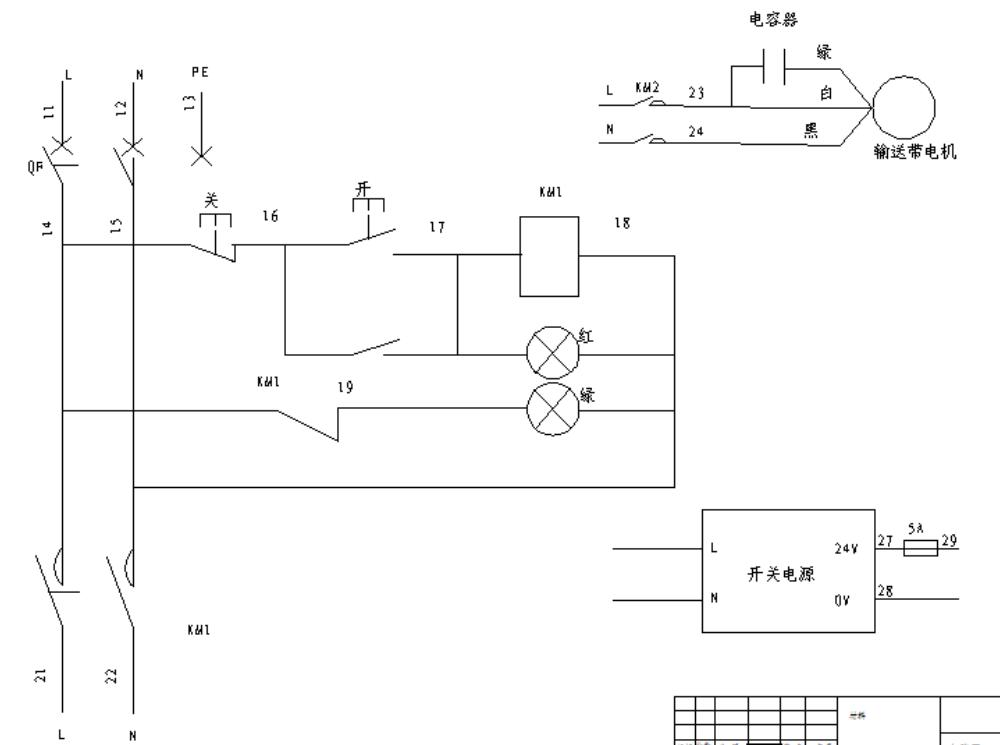


图 3- 13 传送带控制电路图

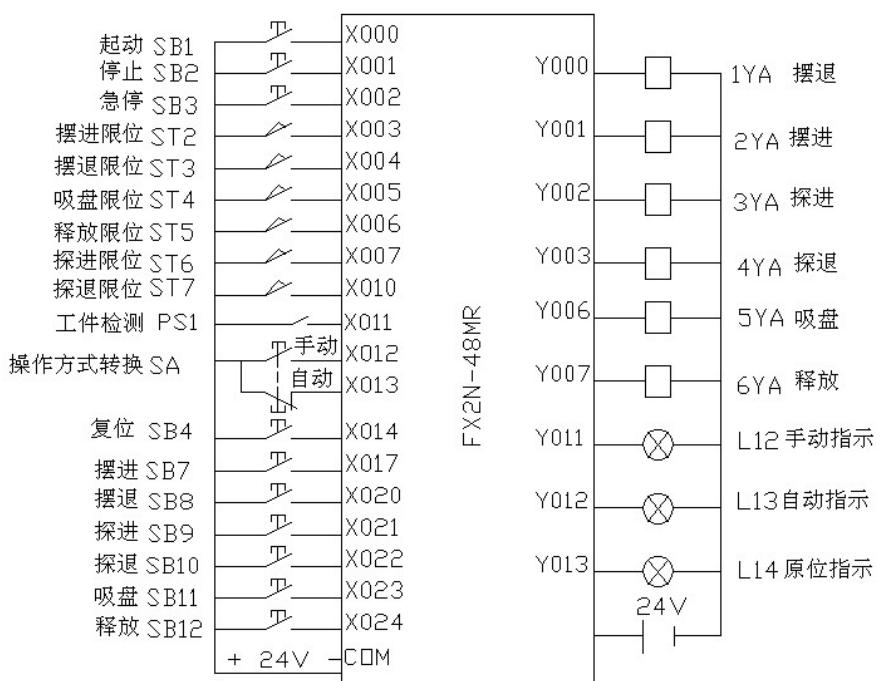


图 3- 14 传送带 I/O 资源分配

动作流程:启动——摆进——探进——吸盘——探退——摆退——释放——复位

传送带手动梯形图

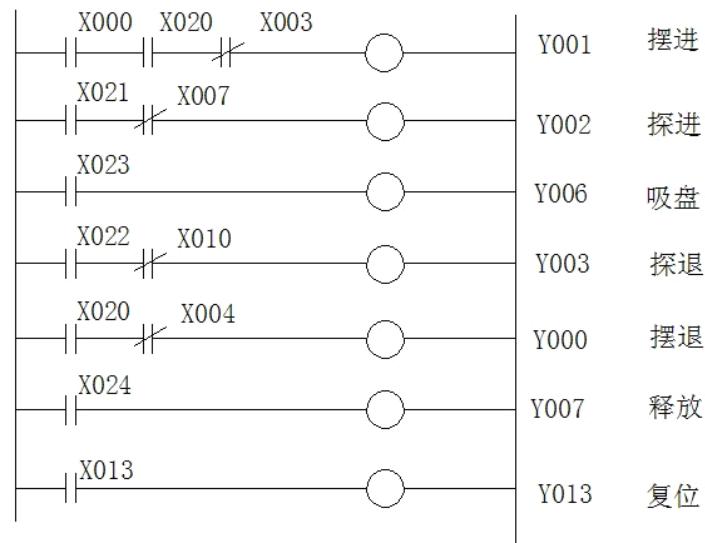


图 3- 15 传送带手动控制梯形图

传送带自动梯形图

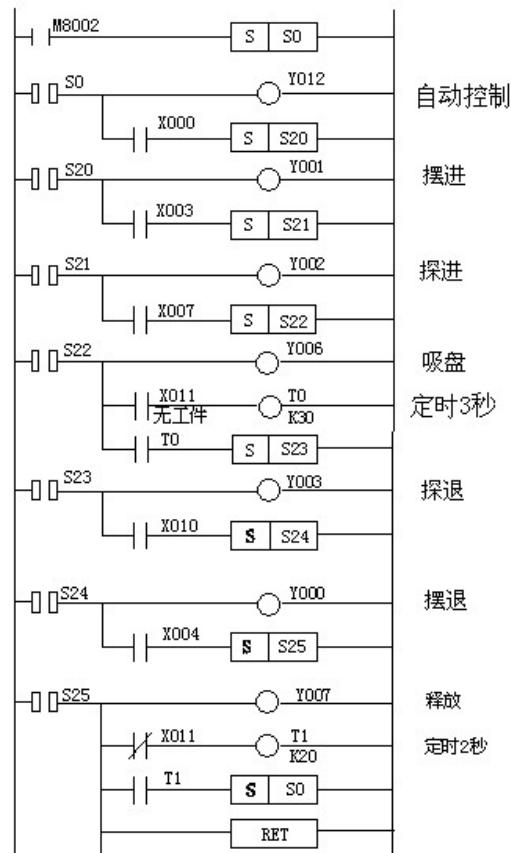


图 3- 16 传送带自动控制梯形图

5 进仓模块

主要任务 进仓模块根据前一模块的信号确定角度气缸、步进电机是否动作，上下移动气缸根据料仓内的物料情况确定是否动作，推料气缸在步进电机及上下气缸动作完成后（即确定放料仓位后）推料入仓。

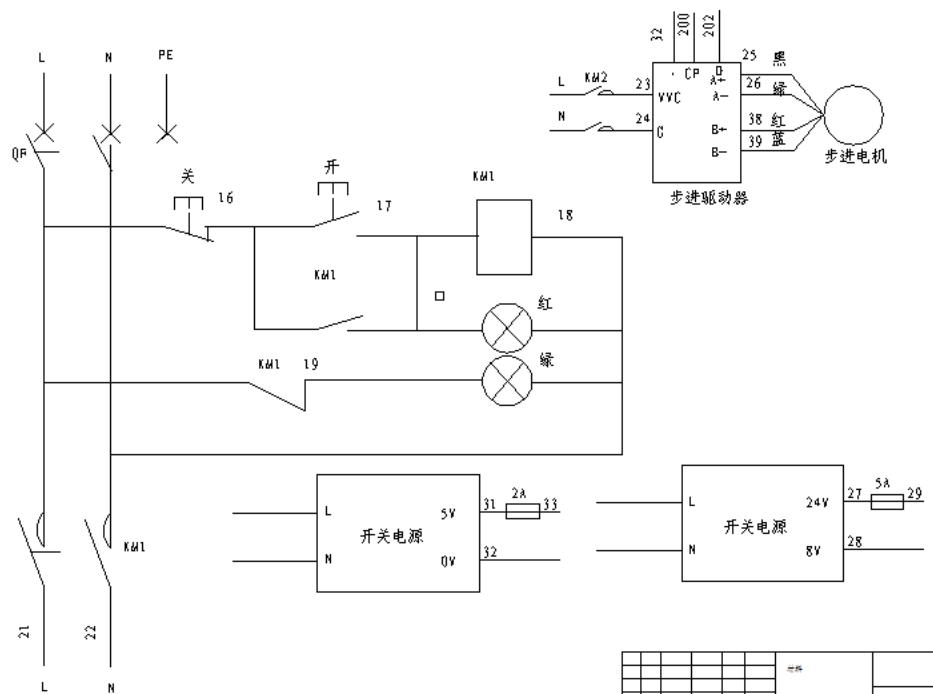


图 3- 17 立体仓控制电路图

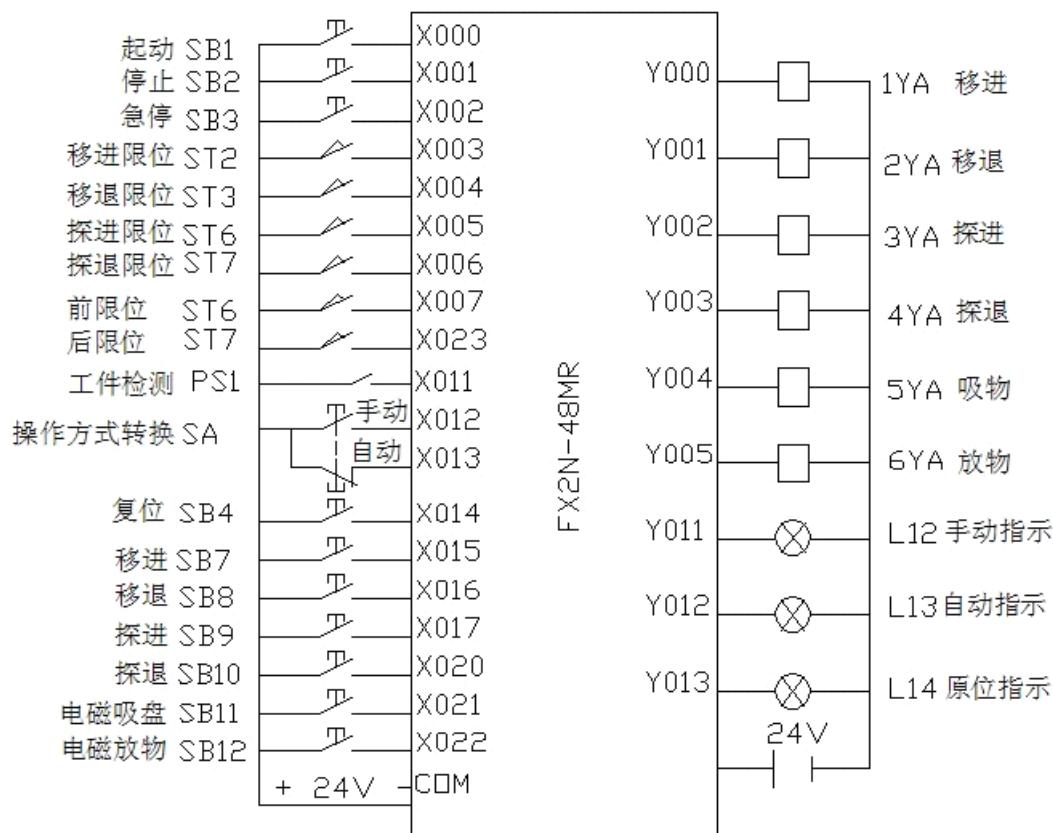


图 3- 18 立体仓 I/O 资源分配

动作流程:启动——吸物——移进——探进——放物——探退——移退——复位

立体仓手动梯形图

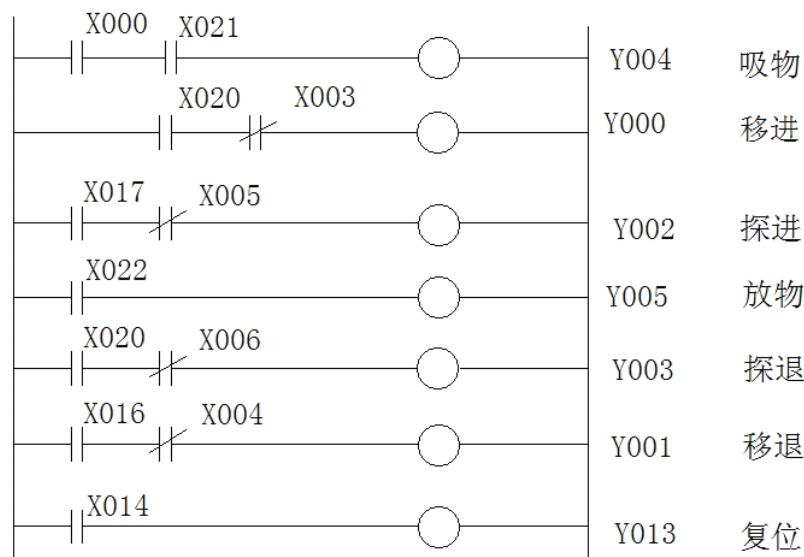


图 3- 19 立体仓手动控制梯形图

立体仓自动梯形图

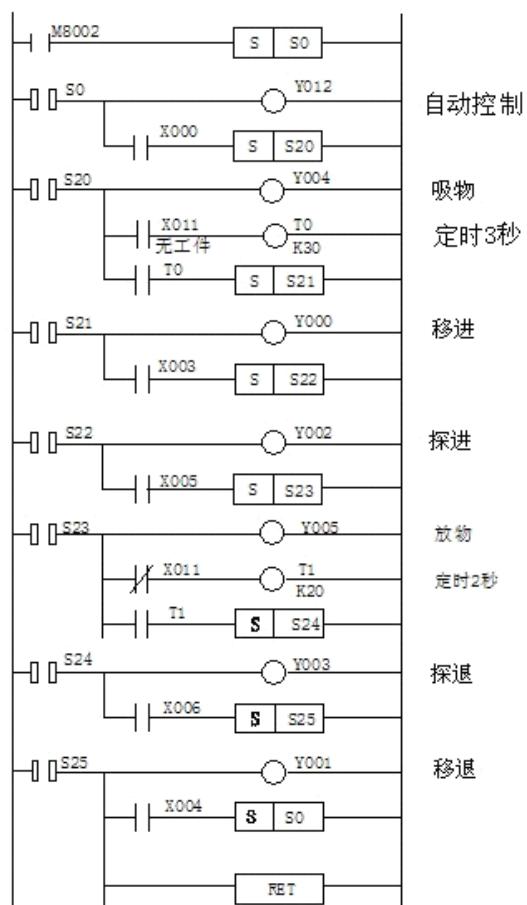


图 3- 20 立体仓自动控制梯形图

3.2.3 PLC 与工控机的通信协议

PLC 与工控机的通信采用串行口通信，由于 PLC 的通信口是 RS-485 标准，而工控机是 RS-232 标准，因此，二者的连接通过 PC/PPI 电缆进行连接。PLC 的通信方式采用自由口通信模式，由使用者确定通信双方的数据，通信双方的通信格式，如波特率、奇偶校验、停止位等，要事先约定。通信单位为 2 个字节，第一个字节为数据字节，第二个字节是握手信号回车符 0D 各字节状态定义如下：

通信格式定义：

通信双方以一个字节为通信其定义如下：

A7A6:

- 00: 表示为正常分类状态
- 01: 表示为控制代码
- 10: 错误种类
- 11: 备用

3.2.4 驱动器的选择

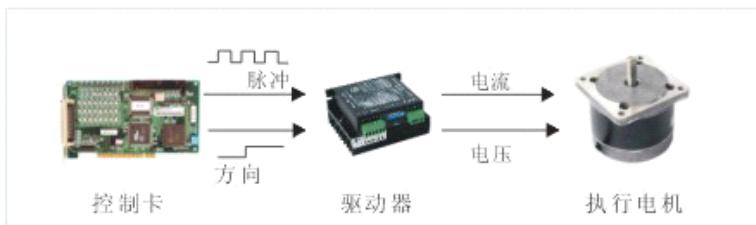
1、选型原则

电流是判断驱动器能力的大小，是选择驱动器的重要指标之一，通常驱动器的最大电流要略大于电机标称电流，通常驱动器有 2.0A、3.5A、6.0A、8.0A 等规格。

供电电压是判断驱动器升速能力的标志，常规电压供给有：24VDC、40VDC、80VDC、110VAC 等。细分是控制精度的标志，通过增大细分能改善精度。细分能增加电机平稳性，通常步进电机都有低频振动的特点，通过加大细分可以改善，使电机运行非常平稳。

2、选型

步进电机必须使用专用的驱动电源才能够正常工作。步进电机的驱动电源一般由环行分配器、功率放大器等部分组成。步进电机一经定型，其性能取决于电机的驱动电源。步进电机转速越高，力矩越大则要求电机的电流越大，驱动电源的电压越高。



步进驱动器是步进系统中的核心组件之一。如图 3-3 所示，它按照控制器发来的脉冲/方向指令（弱电信号）对电机线圈电流（强电）进行控制，从而控制电机转轴的位置和速度。

在本系统设计中，为了提高工作可靠性，步进电机的驱动器采用商品化的整体结构，选用北京四通电机公司的 SH-20806，其采用数字式升频升压驱动方式，并结合了恒电流控制技术，采用 36V 交流电源供电，输入控制信号为 TTL 电平信号，且提供过流保护、过压保护、步距角切换、双/单脉冲控制模式切换和试机等功能，可以满足大多数控制场合下的要求。

步进驱动器工作模式有三种基本的步进电机驱动模式：整步、半步、细分。其主要区别在于电机线圈电流的控制精度（即激磁方式）。

本课题中，我们选用半步驱动方式：在单相激磁时，电机转轴停至整步位置上，驱动器收到下一脉冲后，如给另一相激磁且保持原来相继处在激磁状态，则电机转轴将移动半个步距角，停在相邻两个整步位置的中间。如此循环地对两相线圈进行单相然后双相激磁步进电机将以每个脉冲 0.9° 的半步方式转动。和整步方式相比，半步方式具有精度高一倍和低速运行时振动较小的优点，所以实际使用整/半步驱动器时一般选用半步模式。

3.3 软件的实现方法

系统上电后，首先调用初始化程序完成对整个系统的初始化及各感应开关的扫描，并依此判断系统状态是否正常。如否，则向工控机发出初始化失败信息，并等待操作人员处理；如正常，则在初始化完成后，向工控机发出准备就绪信号，工控机收到后，启动系统工作。

工作过程中，PLC 不断扫描各感应开关，监控整个系统的工作状态，当有滑块到达分类机构依据工控机发出的分类信号，控制分类机构将滑块分类出去。由于多个分类的

存在，可能出现因电机失步而导致误分类。因此，在弹出滑块后，PLC 要依据分类信息和收到的分类完成信号，判断他们是否一致。如一致，则表明分类正确；否则应报警，告知分类错误，同时中止系统的运行。

振动料仓采用外购，具体提供工件给供应商，由供应商根据工件确定料仓。直线振动器出口处装有检测装置，检测是否有工件通过，若有工件，即指挥第二模块动作（第二模块的动作还需第三模块的动作命令）。

当上一模块检测有工件时，转动气缸、水平移动气缸工作，使机械手动作到直线振动器的出口上方，然后上下移动气缸动作，使气爪移动到工件处，气爪动作，抓紧工件，然后上下移动气缸、水平移动气缸、角度气缸分别移动，使工件 1 移至下一模块的第一工位上方，然后气爪动作，放下工件 1，最后机械手恢复原始位置；根据时序控制及上一模块是否有工件确定机械手的下一动作时间。

当第二模块将工件 1 放入第一工位后，工件转动到下工位（注意：应测试模块 2 的动作时间，模块 3 的转动 1 工位的时间，根据两个动作的时间确定哪个模块等待，由动作时间长的模块在动作完成时提供一电信号给予动作快的模块，确定其可以动作），第二工位的进料缺陷缸动作，使工件 2 进入工件 1，压紧气缸动作，压入工件 2，转动工件台，使工件进入第四工位。

第四模块的电磁吸盘初始位置为第三模块的第四工位正上方，当第三模块转动一工位时，电磁吸盘工作，吸上工件，然后水平移动气缸移动，根据第三模块检测结果确定将工件在何处释放，释放工件后恢复初始位置。皮带机减速电机在系统开机后通电，保持在 $10\text{r}/\text{min}$ 作匀速转动，皮带作匀速运动，在皮带的靠近出口处装有工件检测装置，检测是否有工件进入后道，若检测有工件通过，第五模块的角度气缸动作（角度气缸动作的时机根据实际确定）夹紧工件，工件进入第五模块。

第五模块接收工件后，判断工件的放置入口，根据计算的结果，步进电机动作，上下移动气缸根据计算确定是否动作，入仓位置定位完成后，推料气缸动作推出工件并复位，待推料气缸动作完成后，工作台复位，等待下一工件进入（注意：测试第五模块的动作完成时间，应保证动作时间快于皮带送料的时间）。

3.4 各模块的动作互锁

1、第二模块的动作由第一模块的工件检测装置及第三模块的转动动作完成信号决定，当第三模块转动一工位的时间小于第二模块的动作时间时，不需要第三模块的反馈信号。

2、第三模块的动作由第二模块是否动作决定，当第二模块动作时，延时一定时间，工作台转动。

3、第四模块的动作周期由第二模块及第三模块中动作时间长的确定，与第二模块同时动作，第四模块的皮带机的转速应小于前部所有模块的单元动作速度，以保证工件始终在皮带上。

4、第四模块上工件检知器用于检测是否工件通过，当检测有工件时，通过一定的延时，第五模块上角度气缸动作，夹紧工件，然后完成入仓动作。应保证入仓动作时间少于前部单元动作时间，若无法保证，应使前部所有模块有动作延时功能。入仓工作台上有关位置行程开关及水平行程开关，以使工作台能恢复到初始位置，当工作台无法恢复时，应保证所有模块停止动作，并恢复到初始状态。

总 结

本课题研制的分料自动机解决了制约企业提高生产效率的问题，实现了本课题的主要任务是对分料自动机的控制系统进行方案设计，选型及调试。在设计过程中，首先，应该使要求实现的功能得以实现，并且达到规定的技术指标。在此基础上，应当尽量降低系统的复杂程度，以提高可靠性，同时也可以降低成本。考虑到费用的问题，我们也应当在保证功能的同时，尽可能选用造价低廉的部件。

所设计的硬件系统，通过模拟实验板的调试及检测平台的联调，证明设计的方案设计合理，所选的各部件适用，解决了全系统的控制问题。

本次设计中，我所做的主要工作体现在以下几个方面：

- (1) 对系统的生产工艺进行了分析，提出了系统的控制要求；
- (2) 通过对后级分类电机所需的力矩计算，选择了合适的步进电机工作频率；
- (3) 依据控制系统的要求，设计并搭建控制系统的硬件，并通过现场调试对控制系统的可靠性和正确性进行了验证；
- (4) 通过调试改正了设计上没有考虑到的地方，增加了步进电机的保护措施；

在这次毕业设计过程中，通过积极参与每次方案讨论和分析，融理论于实际，理论与实践相结合，我获得了比书本知识更加宝贵的实际动手操作能力，思维能力也得到了很大的提高。作为一名工程技术人员，我今后应在这方面更加努力完善自己。

(5) 作为本科教学计划的重要组成部分，毕业设计是对学生综合能力的检验，对巩固所学知识、提高我们分析问题、解决问题的能力有极大的促进作用。在孔德仁老师的悉心指导下，我们认真完成了毕业设计的全部内容，从中学到了很多知识，也积累了不少宝贵的经验。

(6) 由于设计阶段的时间限制以及自身知识有限、经验欠缺，在控制系统的硬件选择、步进电机的选型与分析计算中一定还存在着许多不足之处，不够详细完善，恳请各位老师批评指正，这对我无疑将是一种莫大的提高。

致 谢

首先，要感谢我的毕业设计指导钟汉生老师。在毕业设计中，给了我许多指导性的建议和改进方法，使我在设计过程中少走弯路，在生活上也给与了一定的关心和支持。其次，也要感谢钟汉生老师，他对我的设计提出了许多改进的建议，并且对我的设计方案，图形绘制等提出了许多宝贵的建议。对我的方案改进和图形的修改有了非常大的帮助。

我也非常感谢我的父母，是他们在生活上和学习上给我关心和帮助，让我能全身心的投入到学习中。

再次，也非常感谢学校能给我这次机会来进行我的毕业设计，让我把书本上的知识运用的实践中去，让我深刻的体会到了“学以致用”的道理。让我在实践中丰富和充实了自己。

最后，要感谢所有曾经帮助我的同学，我的舍友，使他们的鼓励和帮助，让我的设计圆满结束。

参考文献

- 1 廖常初. PLC 编程及应用.北京: 机械工业出版社, 2002
- 2 周万珍等. PLC 分析与设计应用.北京: 电子工业出版社, 2004
- 3 王昌明, 孔德仁, 朱蕴璞. 机电测控执行器.南京: 南京理工大学, 2002
- 4 钟约先, 林亨.机械系统计算机控制.北京: 清华大学出版社, 2001
- 5 刘杰, 赵春雨, 宋伟刚, 张镭.机电一体化技术基础与产品设计.北京: 冶金工业出版社, 2004
- 6 孙传友, 孙晓斌等.测控系统原理与设计.北京: 北京航空航天大学出版社, 2002
- 7 赵永成, 王丰, 李明颖.机电传动控制.北京: 中国计量出版社, 2003
- 8 薛钧义, 武自芳.微机控制系统及其应用.西安: 西安交通大学出版社, 2003
- 9 强锡富.传感器.北京: 机械工业出版社, 2003
- 10 李正军.计算机测控系统设计与应用.第1版.北京: 机械工业出版社, 2004
- 11 黄惟一等.测试技术:理论与应用.第1版.北京: 国防工业出版社, 1988
- 12 齐从谦, 王士兰.PLC 技术及应用.北京: 机械工业出版社, 2000
- 13 Michael R.Lyu.软件可靠性工程手册.北京: 电子工业出版社, 1997