

# 硅湖职业技术学院毕业论文（设计）

题目 机电设备的 PLC 控制系统设计

年级 12 级

专业 机电一体化技术

姓名 郑洪尧

学号 12p001153

指导老师 辛玉欣

时间： 2015 年 5 月 30 日

# 机电设备的 PLC 控制系统设计

郑洪尧

**【摘要】**自动排料设备是利用 PLC 控制的设备，实现全自动运行。根据机电设备工作控制系统的工艺要求，此控制系统采用 PLC 作为主体控制器，光电传感器、CCD 来识别，用 PC 来控制，该设备用到多个 CCD，来对产品的位置起识别作用。本论文对机电设备的控制系统的工作原理、功能、硬件和软件都做了说明，运行结果表明优点明显、效果良好。

**【关键词】**PLC CCD 光电传感器 开关 气缸 控制

## 一、概述

自动排料设备主要是通过 mark 识别，把产品按照正确的方向放入到石墨盘中。减少人工分拣的时间，提高效率，以及准确率。

该设备的作业过程可以简单描述如下：客户要生产各种不同的产品，要在最短的时间内将这些产品按进行快速准确的放置在石墨盘中。然后将这些产品供给下一工序。自动排料机的主要特点。

1、能连续、大批量的分拣产品。由于采用自动作业方式，自动分拣系统不受气候、时间、人的体力等的限制，可以连续运行，同时由于自动分拣系统单位时间分拣件数多，因此自动分拣系统的分拣力是人工分拣系统无法比拟的。例如，目前世界上一般的自动分拣系可以连续运行 100 个小时以上，每小时可分拣 7000 件包装商品，如人工则每小时只能分拣 150 件左右，同时分拣人员也不能在这种劳动强度下连续工作 8 小时。

2、分拣误差率极低。自动分拣系统的分拣误差率大小主要取决于输入分拣信息的准确性大小，这又取决于分拣信息的输入机制，如果采用人工键盘或条码、CCD。

3、分拣作业基本实行无人化。使用自动分拣机的目的之一就是减少人员的使用，减轻人员的劳动强度，提高人员的使用效率，因此自动分拣系统能最大限度的减少人员的使用，基本做到无人化。分拣作业本身并不需要使用人员，人员使用仅局限于以下工作：产品品抵达自动分拣机的上料端

时，由人工装料；由人工控制分拣系统的运行；分拣机下料端由人工将分拣出来的产品送到下一工序。

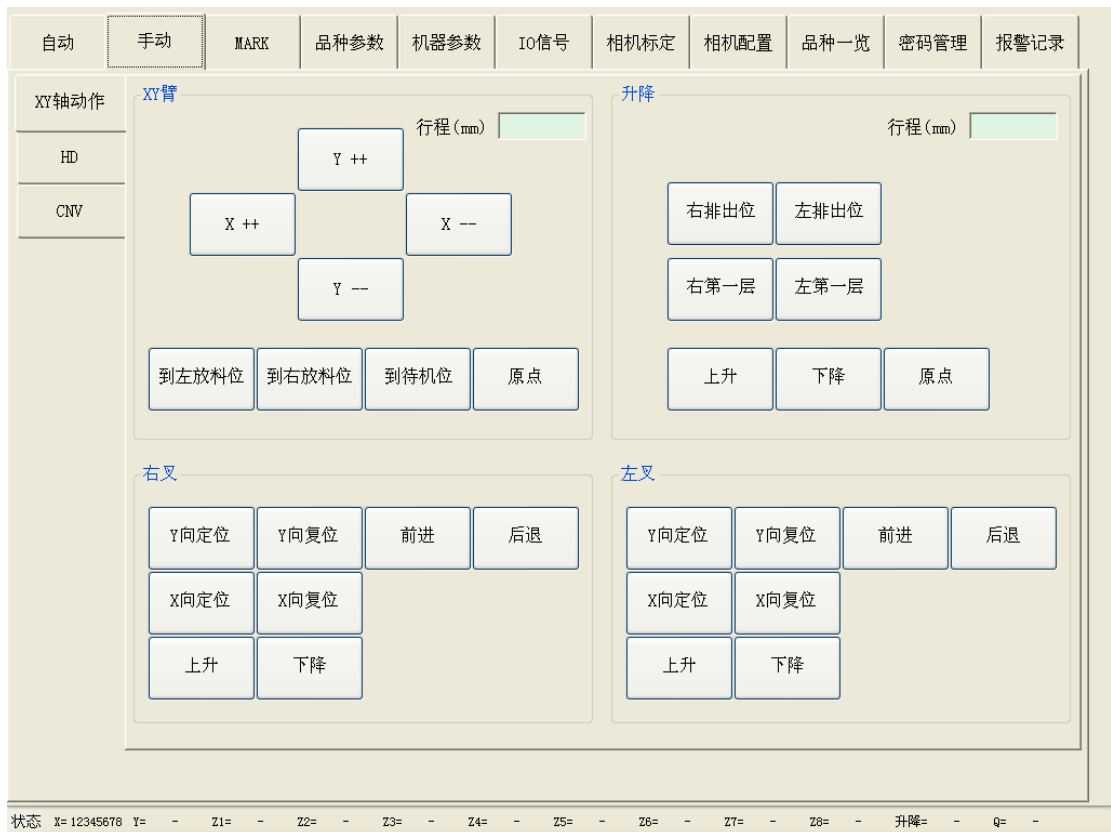
## 二、自动分拣机的结构及总体设计

自动分拣机通过 PLC 来控制，操作人员通过人机界面来控制机器。本台设备涵盖了 PLC 技术，气动技术，传感器技术，位置控制技术，人机界面等内容。

要进行 PLC 控制系统的设计，首先要对所控制的对象进行调查，搞清楚所控制对象的工艺过程，工作特点。明确各个控制阶段的转换条件。然后选取 PLC 的型号。

本台自动排料设备，运用了多种技术知识。例如：机械传动、机械连接、气动、传感器、PLC 控制、CCD 图像识别、伺服电机位置控制技术。由一台 PLC 来控制。PLC 通过 RS232 接口与 PC 进行通讯。操作人员通过上位机来控制设备的运转，以及向 PLC 写入数据。

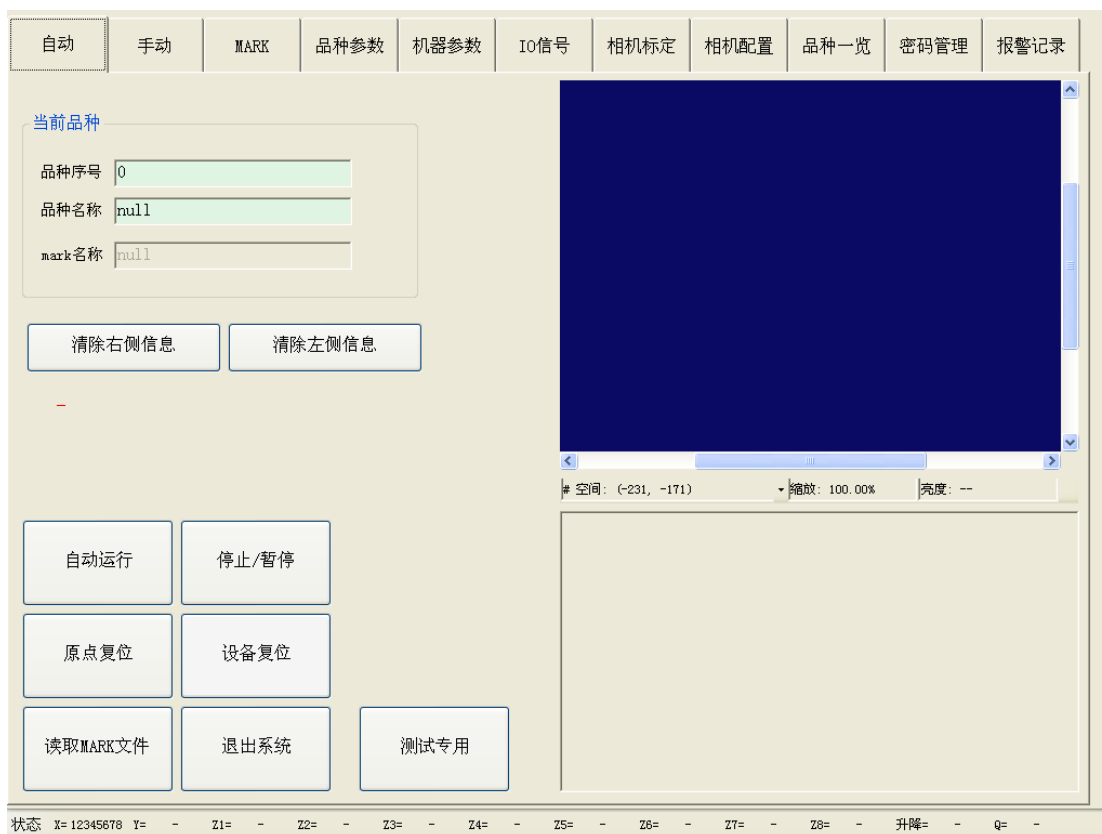
设备的外观及上位机如图所示：



每个工作单元都是一个独立的系统。搬送臂（ARM）、CNV、上升机构通过伺服电机来，传感器来进行精密定位。通过伺服电机和传感器组合可以进行长行程，多点定位。传感器，伺服电机是现代工业应用最广泛的电气控制技术。

### 1、自动排料设备工作概述

操作人员把产品放在震动盘中，产品经过震动盘的震动传送到供料传送带，ARM 通过伺服电机控制准确到到达取品位置，CCD 相机对产品的 mark 进行识别，识别后经过 PC 把数据传入 PLC，吸头在气缸的动作下去吸取产品（每次可同时吸取八枚产品。客户也可根据自己的需要对相关的吸头进行屏蔽）。传感器识别到每个吸头都吸取到产品后，通过伺服电机的动作把 ARM 送到放置品位，然后把每一枚产品准确放入石墨盘。两个石墨盘放满产品后，通过叉料机构，把石墨盘放入料盘升降部，然后放置空的石墨盘到放置品位。料盘升降部放满石墨盘后操作人员取出已放置好的石墨盘，更换新的石墨盘放入料盘升降部。如图所示：



## 2、设备参数

输入电压：AC200~220V(带地保护)

输出电压：DC24V

环境温度：21度

气压：1 Mpa

## 3、设备的设计要求

设备的设计要求主要包括功能和控制。在设计之前，先要对整个设备分析。

### 1) 设备的功能

自动排料设备的功能如下：

- (1) 识别出产品的放置方向；
- (2) 不同产品的 mark 能准确识别；
- (3) 产品准确的运送到放置位；
- (4) 产品准确放入石墨盘行列中。

### 2) 设备的控制

系统通过种传感器对产品的位置检测，当产品经过震动盘送到传送（CNV）后被光电传感器检测到，伺服电机把 ARM 送到取品位置，通过气动装置把吸头推动到可吸着位置，吸着完毕后运送产品到放置位置。设备的控制要求如下：

- (1) 系统通电，通过上位机控制让设备回原点；
- (2) 振动盘、CNV 开始工作；
- (3) 伺服驱动器发所需脉冲；
- (4) 伺服电机运行、带动 ARM 到取品位置；
- (5) 灯光、CCD 相机打开；
- (6) 上位机对产品的 mark 进行识别；
- (7) 伺服电机把吸头送到 CCD 正确识别 mark 的位置；
- (8) 气缸开始动作，吸头到吸着位置；
- (9) 吸着完毕后，吸头上升运送到放置位置；
- (10) 未被吸取到的产品通过 CNV 回到振动盘；

- (11) 升降电机上升；
- (12) Y 叉取石墨盘；
- (13) 石墨盘放满后，重新放到升降部；
- (14) 依次循环，直到排料完成。

### 三、设备的控制系统硬件设计

本台设备采用 PLC 来控制各个部分的动作，通过人机界面来进行操作。所以首先要确定设备所需的输入、输出。选择合适的 PLC 型号，并分配好 I/O。选择 PC。

#### 1、确定 PLC 型号

松下 FP7 可编程控制器：

FP7 系列具有优良的性能价格比。它集多种功能于一体，机构紧凑。CPU 单元配有一个 RS232 编程口，可直接与人机界面相连。此外还带有一个用语远程监控和 RS232 通过调制解调器进行高级通讯接口。FP2 提供多种高功能单元，使用本系统能够从事诸如模拟控制，联网和位置控制。该 PLC 功能强大，并能有广泛的用途。

顺序控制程序容量和控制点数可以满足每基本指令 0.35 微妙。程序容量为 16K（标准）或 32K，控制点可达 2048 点，（使用远程 I/O），这对于中规模的 PLC 是非常理想的。

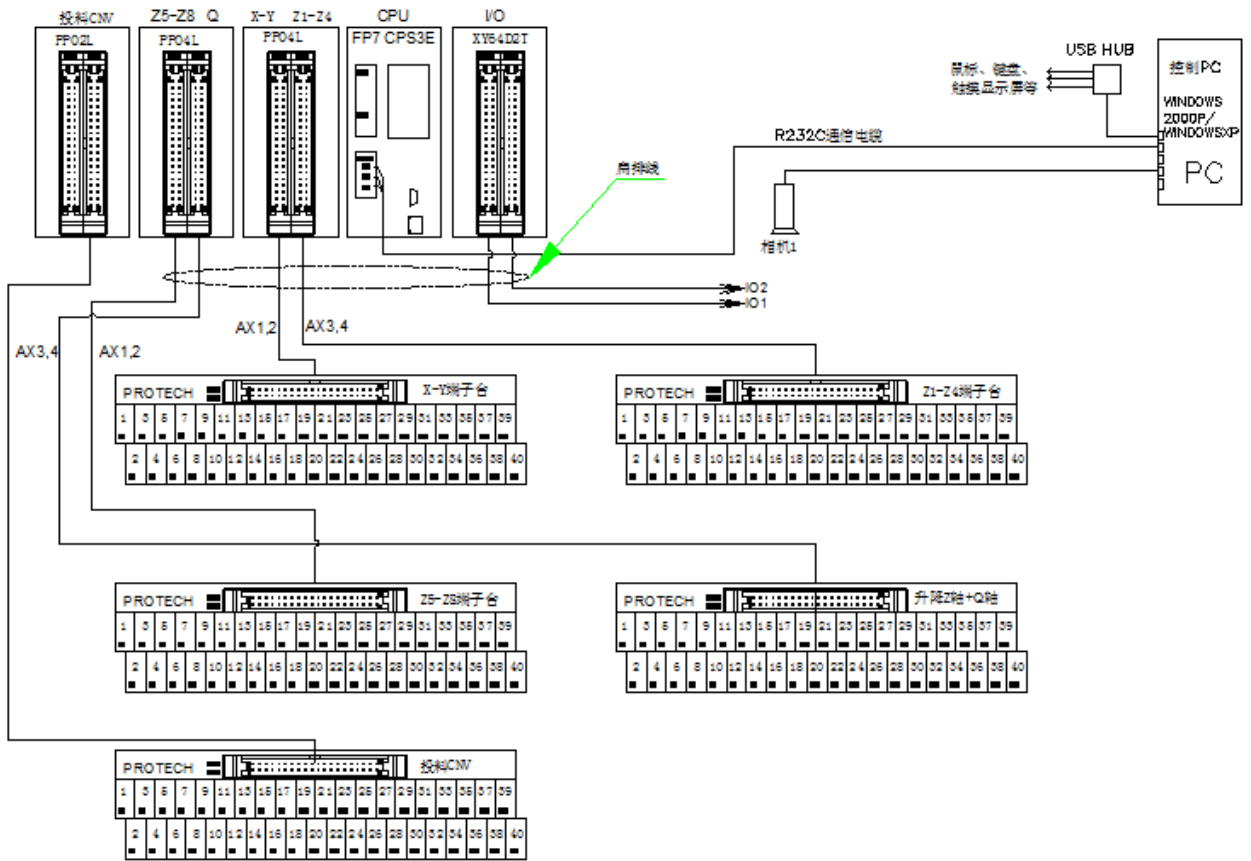
#### 2、确定输入输出分配

部分 I/O 如下表所示：

左侧料盘交换	Y100	左 Y 叉 Y 向定位
左 Y 叉 Y 向释放位	Y101	左 Y 叉 X 向定位
左 Y 叉 X 向定位释放	Y102	左 Y 叉上升下降
左 Y 叉下降位	Y103	左 Y 叉后退
左 Y 叉后位置	Y104	左 Y 叉前进

左 Y 叉前位置	Y105	右 Y 叉 Y 向定位
门开关	Y106	右 Y 叉 X 向定位
急停	Y107	右 Y 叉上升下降
右侧料盘交换	Y108	右 Y 叉后退
右 Y 叉 Y 向释放位	Y109	右 Y 叉前进
右 Y 叉 X 向定位释放	Y10A	X 轴伺服开
右 Y 叉下降位	Y10B	X 轴报警复位
Q 轴原点	Y302	升降 ERR CLERA
Z5 CW LIMIT	Y303	Q ERR CLEAR
Z5 CCW LIMIT	Y308	Z5 WARN CLEAR
Z7 CW LIMIT	Y309	Z7 WARN CLEAR
Z7 CCW LIMIT	Y30A	升降 WARN CLEAR
升降轴 CW LIMIT	Y30B	Q WARN CLEAR
升降轴 CCW LIMIT	Y360	CNV 全轴停止-1
Q 轴 CW LIMIT	Y368	CNV ON
Q 轴 CCW LIMIT	Y370	CNV START
Z5 轴 ERR	Y378	CNV ORG
Z7 轴 ERR	Y380	CNV 轴 JOG+
升降轴 ERR	Y381	CNV 轴 JOG -
Q 轴 ERR	Y390	CNV E STOP
Z5 轴 WARN	Y420	CNVERR CLEAR

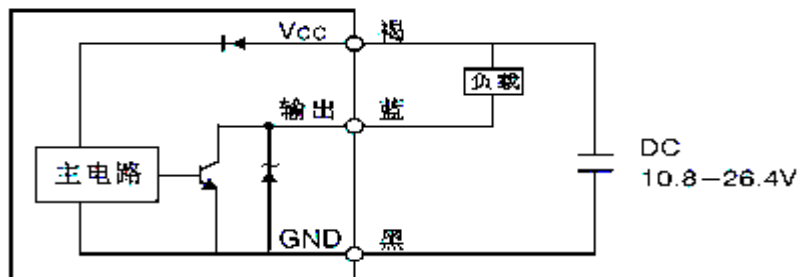
### 3、设备接线图：



### 4、检测元件及驱动装置的选择

#### 1) 光电传感器

光电传感器是一种小型电子设备，它可以检测出其接收到的光强的变化。用来检测物体有无的光电传感器是一种小的金属圆柱形设备，发射器带一个校准镜头，将光聚焦射向接收器，接收器出电缆将这套装置接到一个真空管放大器上。在金属圆筒内有一个小的白炽灯做为光源。这些小而坚固的白炽灯传感器就是今天光电传感器的雏形。本系统选用 FPG 系列小型放大器内藏型光电传感器。原理如图所示，其中负载可接至 PLC。

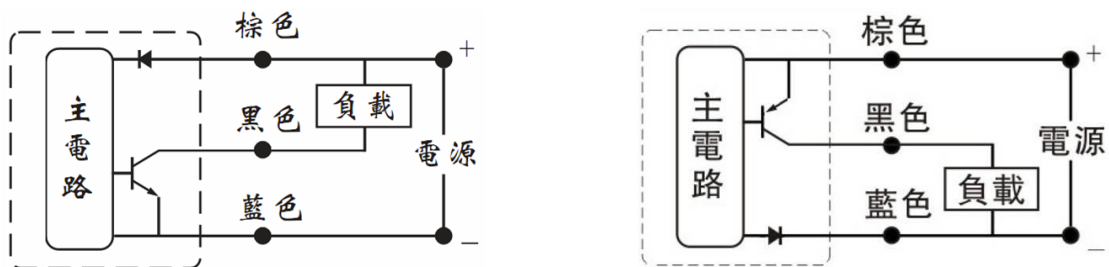
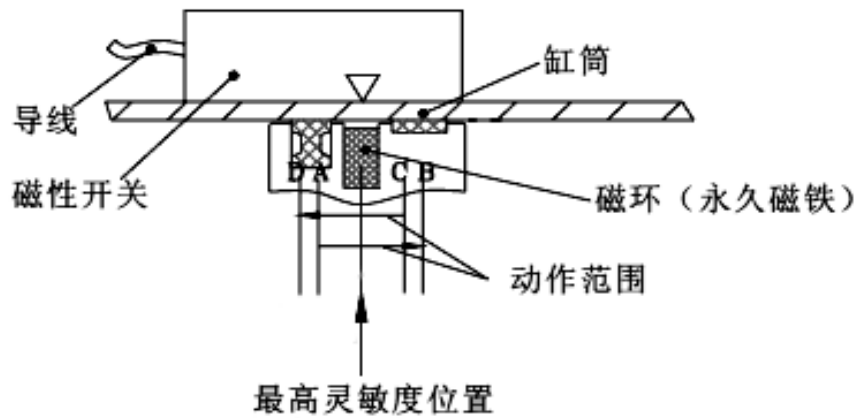


FPG 光电传感器原理图



## 2) 气缸磁性开关

磁性开关是用来检测气缸气缸位置的：即检测气缸的运动行程的。它可分为有接点型和无接点型两种。



### (1) CCD 相机

CCD 是电荷耦合器件的简称，是一部半导体设备，用来通过把光转化为电信号读取图像。CCD 同时支持模拟和数字数据，并由于它的高速接入和小巧的尺寸被广泛用在相机的接收光部件上。CCD 的像素能表现为总像素，实际像和计划素和有效像素。



## （2）松下 A5 伺服电机

Panasonic MINAS A5 SERIES 松下全数字交流伺服系统 DIGITAL AC SERVO MOTOR & DRIVER 松下交流伺服，交流伺服电机的输出功率一般为 0.1-100W，电源频率分 50Hz、400Hz 等多种。它的应用很广泛，如用在各种自动控制、自动记录等系统中。

伺服主要靠脉冲来定位，基本上可以这样理解，伺服电机接收到 1 个脉冲，就会旋转 1 个脉冲对应的角度，从而实现位移，因为，伺服电机本身具备发出脉冲的功能，所以伺服电机每旋转一个角度，都会发出对应数量的脉冲，这样，和伺服电机接受的脉冲形成了呼应，或者叫闭环，如此一来，系统就会知道发了多少脉冲给伺服电机，同时又收了多少脉冲回来，这样，就能够很精确的控制电机的转动，从而实现精确的定位，可以达到 0.001mm。

交流伺服电机也是无刷电机，分为同步和异步电机，目前运动控制中一般都用同步电机，它的功率范围大，可以做到很大的功率。大惯量，最高转动速度低，且随着功率增大而快速降低。因而适合做低速平稳运行的应用。

## 四、控制系统的软件设计

软件设计是 PLC 控制系统的核心，程序设计的主要任务是根据控制要求及工艺流程，画出状态流程图并设计出梯形图。

### 1、控制系统程序设计

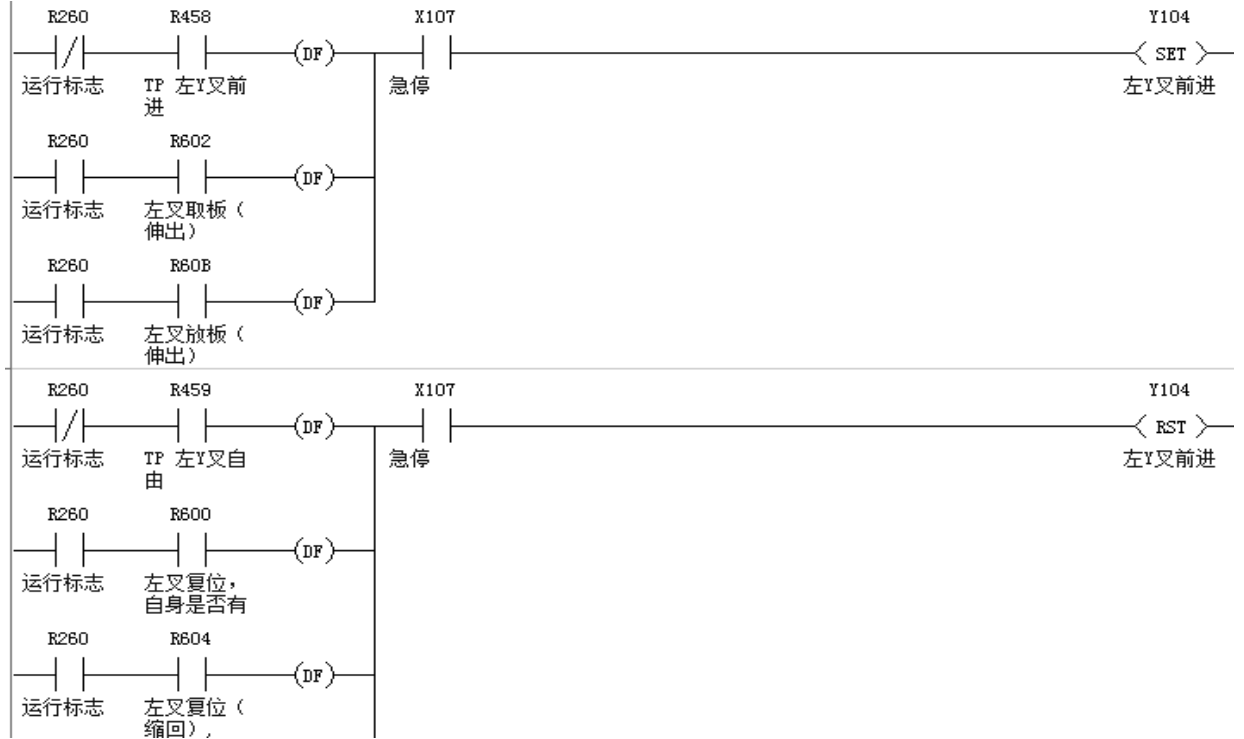
自动排料设备的工艺过程，在 FPWIN GR7 软件中编写梯形图程序。



此指令是向 PLC 内部寄存器写数据，然后产生脉冲。伺服电机根据所发脉冲到达指定位置。

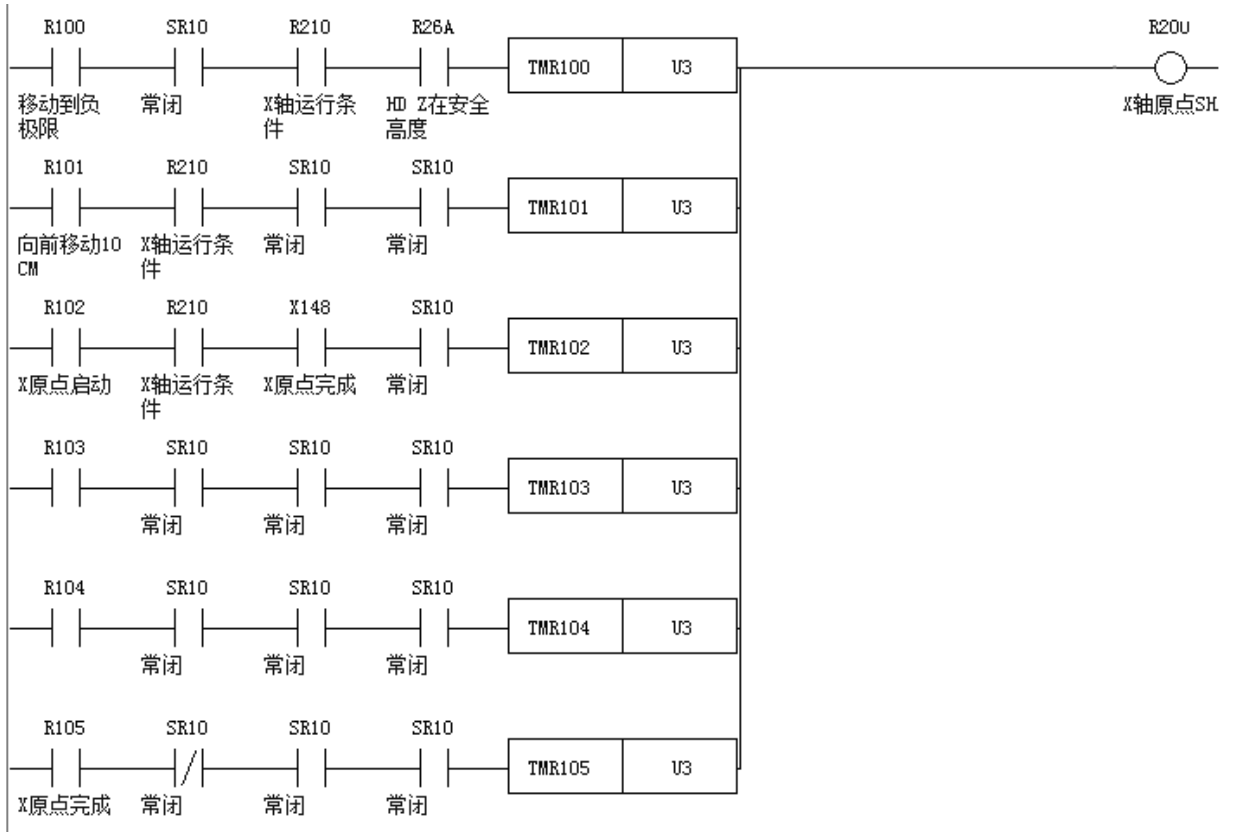


此指令为比较指令，当两个数据寄存器中数据相等时内部寄存器R28CON。

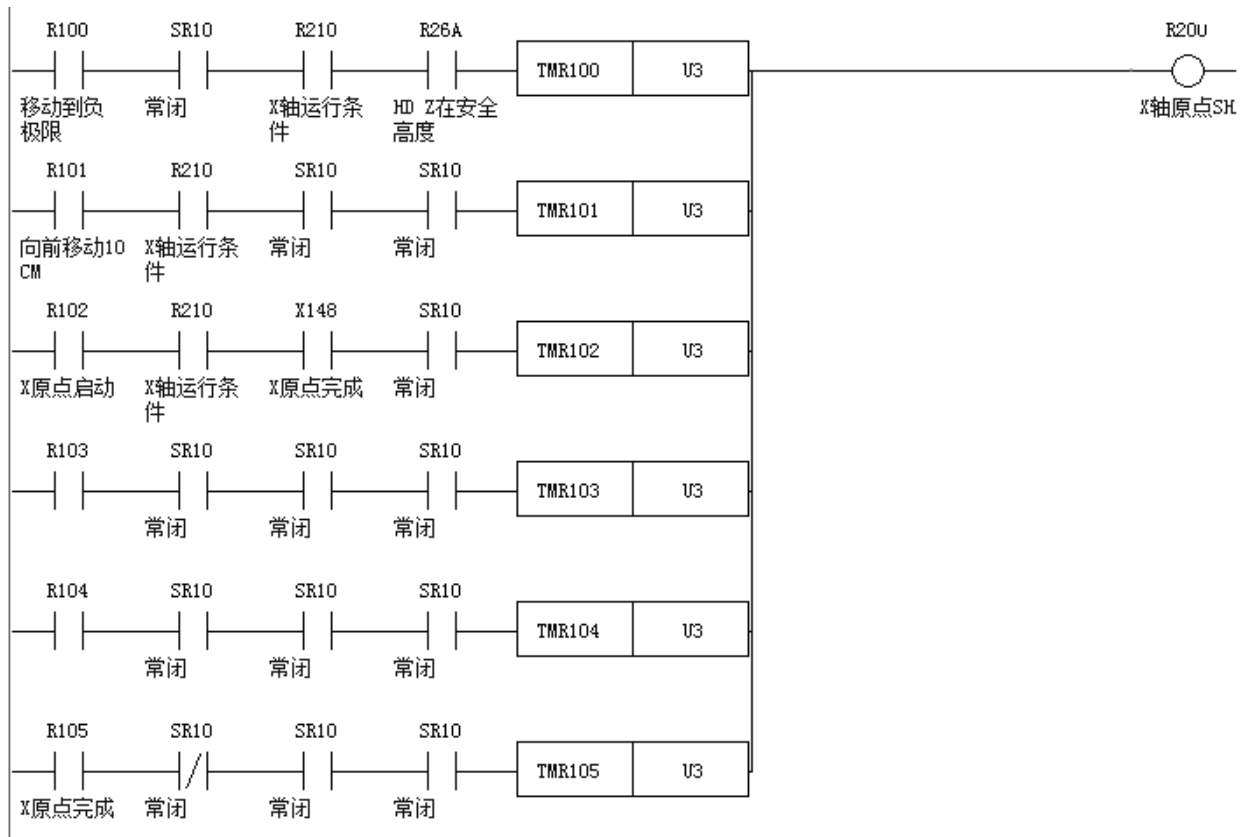


以上为置位和复位指令，当条件满足是对 Y104 置位和复位。

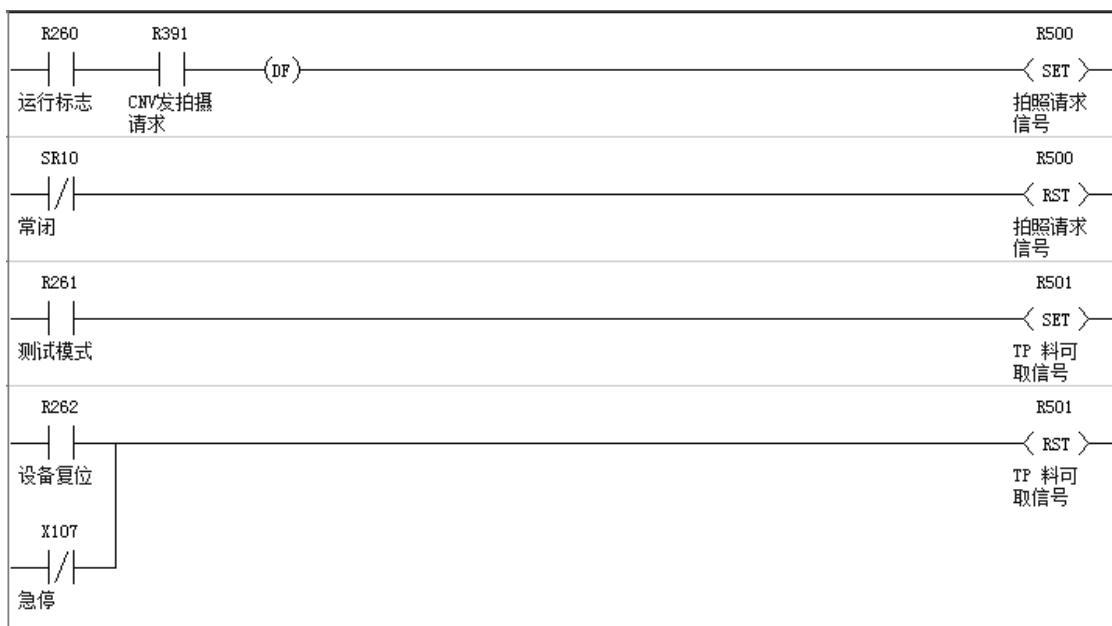
下面对所编写的程序简要的介绍：



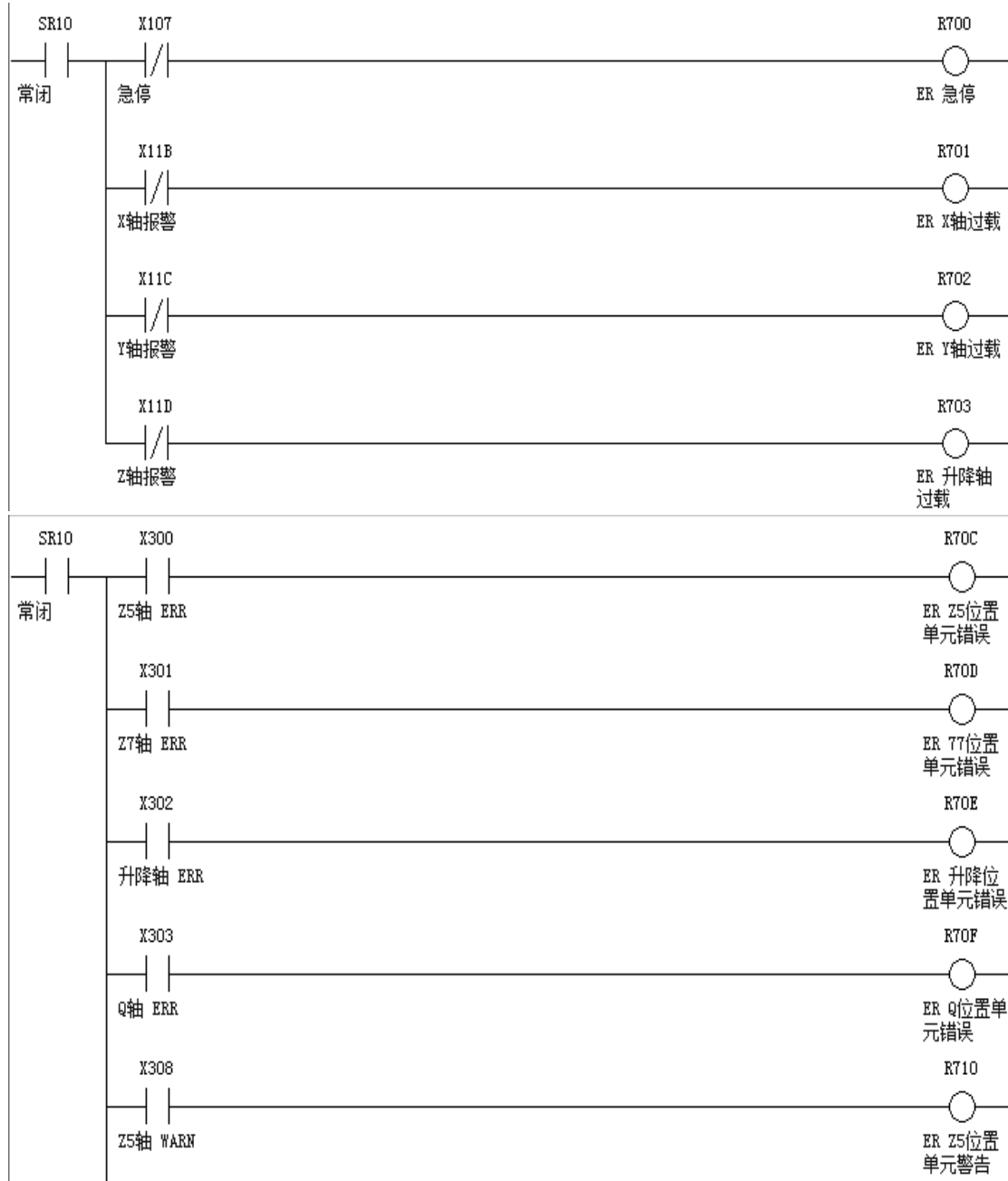
这是本程序主程序的一部分，当回原点的条件满足 X 轴的伺服电机被驱动开始回原点。



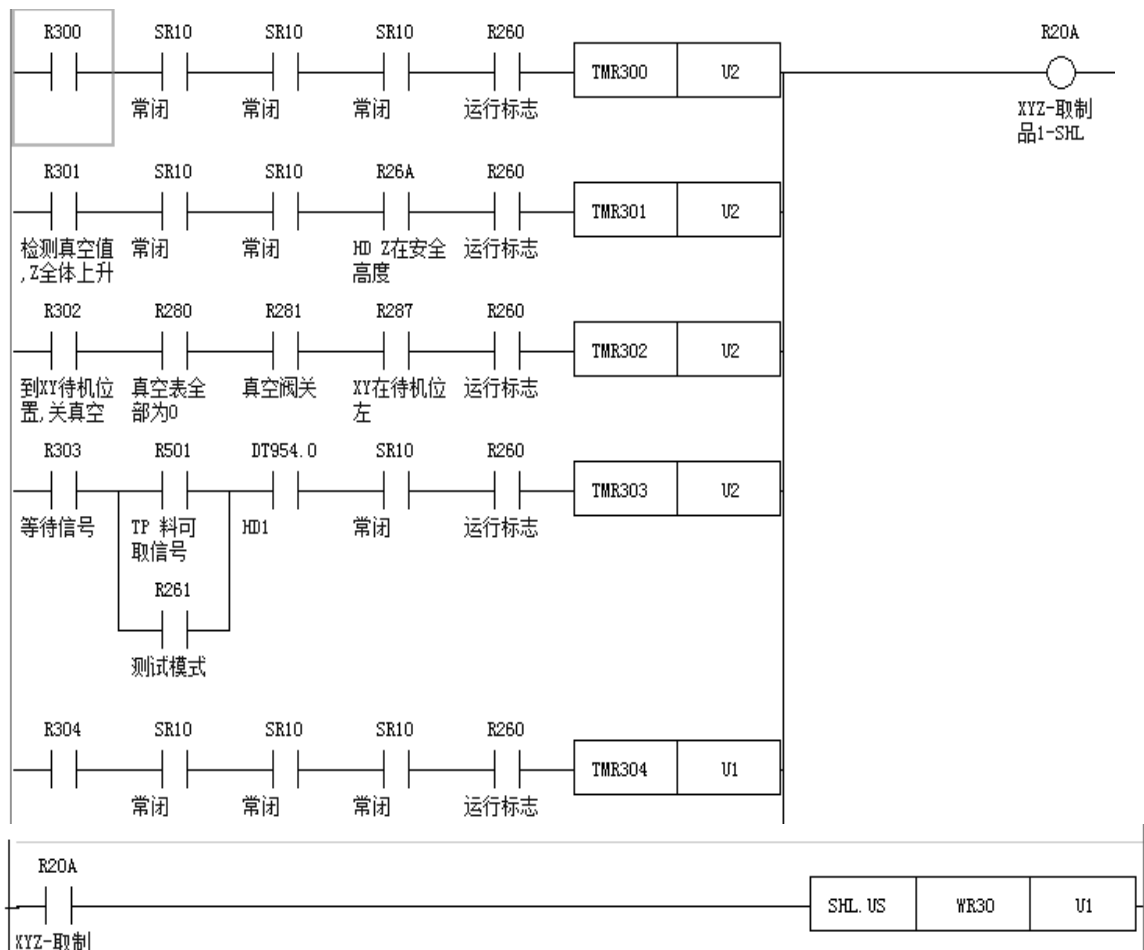
当所有的周原点回归啊完成，设备就可以进行自动运行，和手动运行。以上条件满足时各个轴会到达取制品位置。



以上为设备内部的通信信号控制部分，当 CNV 发出请求拍照信号，拍照信号就会 ON, CCD 相机就开始进行 mark 识别。然后进行下一工序。



整个设备的自动运转流程都是通过 PLC 的移位指令来实现的。当 R20A 为 ON 的时候，程序开始从 PLC 内部寄存器 R301 赋 1 然后左移一位。如图所示：



下图为报警程序，当其中任何一个条件被满足，设备就会报警，灯塔就会变红色，并发出警报声，同时设备就会停下来。

```

Public Const Y_SERVO As String = "Y轴伺服电机错误"
Public Const UPDOWN_SERVO As String = "升降轴伺服电机错误"
Public Const X_POS_ERR As String = "X轴位置单元错误"
Public Const Y_POS_ERR As String = "Y轴位置单元错误"
Public Const Z1_POS_ERR As String = "Z1轴位置单元错误"
    
```

<pre>Public Const Z3_POS_ERR As String = "Z3轴 位置错误"</pre>
<pre>Public Const X_POS_WARN As String = "X轴 位置警告"</pre>
<pre>Public Const Y_POS_WARN As String = "Y轴 位置警告"</pre>
<pre>Public Const Z1_POS_WARN As String = "Z1轴 位置警告"</pre>

## 五、设备的调试

在设备的硬件软件设计完成后应进行调试工作。因为在设计过程中，难免会有疏漏的地方，因此在设备通电之后要对设备，必需进行硬件软件测试，以排除运转中的错误，在设备出厂之前完成所有测试保证客户能够正常使用。节省出厂后设备维护的成本。

### 1、硬件的调试

#### 1) 气缸磁性开关的调试

在上位机上点动气缸动作，气缸会上升或者下降，此时根据气缸的行程来调试气缸磁性开关。当气缸磁性开关指示灯变为绿色时说明调试完成。

#### 2) CCD相机mark调试

把产品放在可识别的区域，通过上位机打开CCD mark，在上位机里把识别到的其中一个产品制作mark，然后保存在PC中。图像系统就会根据制作好的mark自动对产品就行识别。

### 2、软件调试

将所编写的梯形图程序进行编译，通过上下位机的连接电缆把程序下载到PLC中。

将设备接入PLC后，刚编好的程序难免有这样那样的缺陷或错误。为了及时发现和消除程序中的错误，减少系统现场调试的工作量，确保系统在各

种正常和异常情况时都能作出正确的响应，需要进行在线测试，既将PLC的输出接到设备上。按照控制要求在指定输入端输入信号，观察设备的动作状态，若动作不符合要求，则查找原因，并排除之。

### 3、设备整体调试进联机调试：

首先对设备的 I/O 进行核对，然后让设备先回原点。同时对 PLC 程序在线监控，检查是否按照设计回原点的 0 方式回原点。原点回完之后，进行参数设置并写入 PLC。然后再自动运行，同时监控 PLC。如果自动流程出现问题，检查 PLC 程序更改条件。通过综合调整软件和硬件系统，直到满足要求为止。

## 六、设计总结

通过本次毕业设计（机电设备的 PLC 控制系统设计），对 PLC 编程有了很深的了解，同时对 PLC 的各个指令，梯形图，顺序功能图标更加熟悉，对 PLC 的工作原理以及工作方式有了更深的了解。也更好的把理论和实践结合起来。PLC 编程不是简单的把别人的程序复制、粘贴，需要自己从头到尾的编写每一步梯形图，每一个指令。需要很耐心、细心、严谨。同时也是对所学知识很好的检验。PLC 编程需要很强的逻辑性，对可能出现的问题都要考虑到，尽量减少程序中出现的 Bug，确保所有设备所有工作流程都流畅。在设备运行中对出现的错误能准确的报警并提示给操作人员，及时的进行处理问题，节省工作效率。

### 总结

毕业设计是一个大学生总结自己在大学的三年里究竟学到了些什么的最好办法，用心把它做好是每一个即将毕业的大学生的责任，也是对自己的能力与水平的一个挑战。同时也为自己的大学生活画上一个圆满的句号。因此我必须用心的把它做的尽可能的完好。毕竟，它和平时的课程设计不一样。毕业设计即将结束，虽说这一段做毕业设计的时间并不是很长，但也就是在这极短的时间内，我在 PLC 方面有了一个很大的提高，学到了很多东。三年的大学生生活在忙碌与嬉戏之中已经悄然接近尾声，三年以来，我们



学到了什么知识，这次设计就是检验我们的时候了，也只有通过这次毕业设计来证实我们的能力了。

感谢所有授我以业的老师，没有这些年知识的积淀，我没有这么大的动力和信心完成这篇论文。感恩之余，诚恳地请各位老师对我的论文多加批评指正，使我及时完善论文的不足之处。

谨以此致谢最后，我要向百忙之中抽时间对本文进行审阅的各位老师表示衷心的感谢。

#### 【参考文献】

- [1]杨长能. 可编程控制器（PC）基础及应用. 重庆：重庆大学出版社. 2011, p134-141
- [2]张万忠. 电器与 PLC 控制技术. 北京：化学工业出版社. 2012, p156-161
- [3]史宜巧, 田敏. PLC 控制系统设计与运行维护. 北京：机械工业出版社. 2010, p89-97
- [4]邵泽强, 滕士雷. 松下 fp-x 用户手册. 上海：松下神视株式会社. 2012, p103-111