

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：基于 PLC 的自动生产线控制系统的设计

学生姓名：吴潇贤

学 号：201810300204

系 部：电梯工程学院

专 业：电梯工程技术

班 级：电梯 1181 班

指导老师：黎花叶

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、PLC 的介绍.....	1
(一) PLC 的基本结构和各部分的作用.....	1
(二) PLC 的工作原理.....	2
(三) PLC 机型的选择.....	3
二、自动化生产线设计总体思路.....	3
(一) 整体设计的流程图.....	3
三、气路控制系统的设计.....	3
(一) 供料单元.....	3
(二) 加工单元.....	4
(三) 装配单元.....	5
(四) 分拣单元.....	6
(五) 输送单元.....	7
四、电气控制线路设计.....	8
(一) 供料单元.....	8
(二) 加工单元.....	9
(三) 装配单元.....	9
(四) 分拣单元.....	11
(五) 输送单元.....	11
五、调试与测试.....	13
六、成果.....	14
参考文献.....	15
致 谢.....	16

自动化生产线 PLC 控制系统的设计

[摘要]

自动化的生产线具备着组装灵活、安全性高以及构造较为简单等多种优点，可以根据实际需求和车间的大小来增减设备，这也使其成为了现代化企业中建造生产线的重要选择。因此，本文首先对自动化生产线控制系统的整体架构思路加以明确，然后对系统气路和电气线路部分展开分析和设计，在此基础上对自动化生产线 PLC 控制系统进行调试。

[关键词] 自动化生产线 PLC 传感器 气动元件

一、PLC 的介绍

(一) PLC 的基本结构和各部分的作用

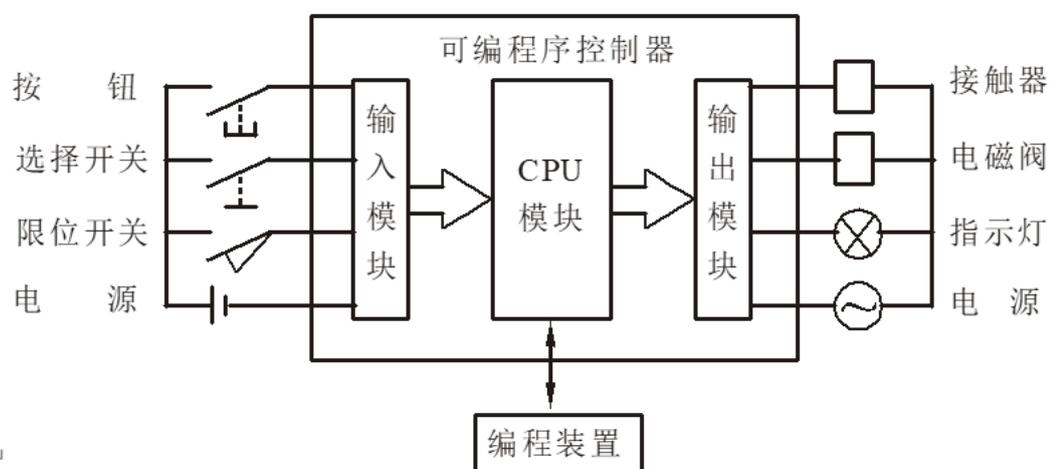


图 1-1 PLC 基本结构

1. 存储器

可编程序控制器的存储器分为系统程序存储器和用户程序存储器。存放系统软件（包括监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释程序、故障诊断程序及其各种管理程序）的存储器称为系统程序存储器；存放用户程序（用户程序和数据）的存储器称为用户程序存储器，所以又分为用户存储器和数据存储器两部分。

2. 中央处理单元(CPU)

中央处理单元 (CPU)是 PLC 的控制核心。它按照 PLC 系统程序赋予的功能：（1）接收并存储从用户程序和数据；（2）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。

3. 输入接口电路

输入输出信号有开关量、模拟量、数字量三种，在我们实际涉及到的信号当中，开关量最普遍。

4. 输出接口电路

可编程序控制器的输出有：继电器输出(M)、晶体管输出(T)、晶闸管输出(SSR)三种输出形式。

5. 电源

PLC 的电源在整个系统中起着十分重要得作用。如果没有一个良好的、可靠得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。如 FX1S

额定电压 AC100V-240V，而电压允许范围在 AC85V—264V 之间。允许瞬时停电在 10ms 以下，能继续工作。

一般小型 PLC 的电源输出分为两部分：一部分供 PLC 内部电路工作；一部分向外提供给现场传感器等的工作电源。

（二）PLC 的工作原理

PLC 则是采用循环扫描的工作方式，一个扫描周期主要可分为 3 个阶段。

1. 输入刷新阶段

在输入刷新阶段，CPU 扫描全部输入端口，读取其状态并写入输入状态寄存器。完成输入端刷新工作后，将关闭输入端口，转入程序执行阶段。在程序执行期间，即使输入端状态发生变化，输入状态寄存器的内容也不会改变，而这些变化必须等到下一工作周期的输入刷新阶段才能被读入。

2. 程序执行阶段

在程序执行阶段，根据用户输入的控制程序，从第一条开始逐步执行，并将相应的逻辑运算结果存入对应的内部辅助寄存器和输出状态寄存器。当最后一条控制程序执行完毕后，即转入输入刷新阶段。

3. 输出刷新阶段

当所有指令执行完毕后，将输出状态寄存器中的内容，依次送到输出锁存电路（输出映像寄存器），并通过一定输出方式输出，驱动外部相应执行元件工作，这才形成 PLC 的实际输出。

由此可见，输入刷新、程序执行和输出刷新三个阶段构成 PLC 一个工作周期，由此循环往复，因此称为循环扫描工作方式。

显然扫描周期的长短主要取决于程序的长短。扫描周期越长，响应速度越慢。由于每个扫描周期只进行一次 I/O 刷新，即每一个扫描周期 PLC 只对输入、输出状态寄存器更新一次，所以系统存在输入输出滞后现象，这在一定程度上降低了系统的响应速度。但是由于其对 I/O 的变化每个周期只输出刷新一次，并且只对有变化的进行刷新，这对一般的开关量控制系统来说是完全允许的，不但不会造成影响，还会提高抗干扰能力。这是因为输入采样阶段仅在输入刷新阶段进行，PLC 在一个工作周期的大部分时间是与外设隔离的，而工业现场的干扰常常是脉冲、短时间的，误动作将大大减小。但是在快速响应系统中就会造成响应滞后现象，这个一般 PLC 都会采取高速模块。

(三) PLC 机型的选择

本设计中所使用的 PLC 可编程控制器是 SIMATIC S7-200, SIMATIC S7-200 系列是西门子公司继 S7-300, S7-400 之后推出的小型可编程控制器可单机运行, 也可通过 RS485 或 PROFIBUS-DP 组网运行。它结构小巧, 可靠性高, 运行速度较快等优点这使得 S7-200 可近乎完美的满足小规模控制要求。

二、自动化生产线设计总体思路

(一) 整体设计的流程图

PLC 控制系统检测到有物料时, 供料单元自动推出物料, 通过机械手依次把物料抓取至加工单元进行加工、装配单元进行装配、分拣单元进行分拣入库, 无物料时自动停止并报警, 整体流程图如图 2-1 所示。

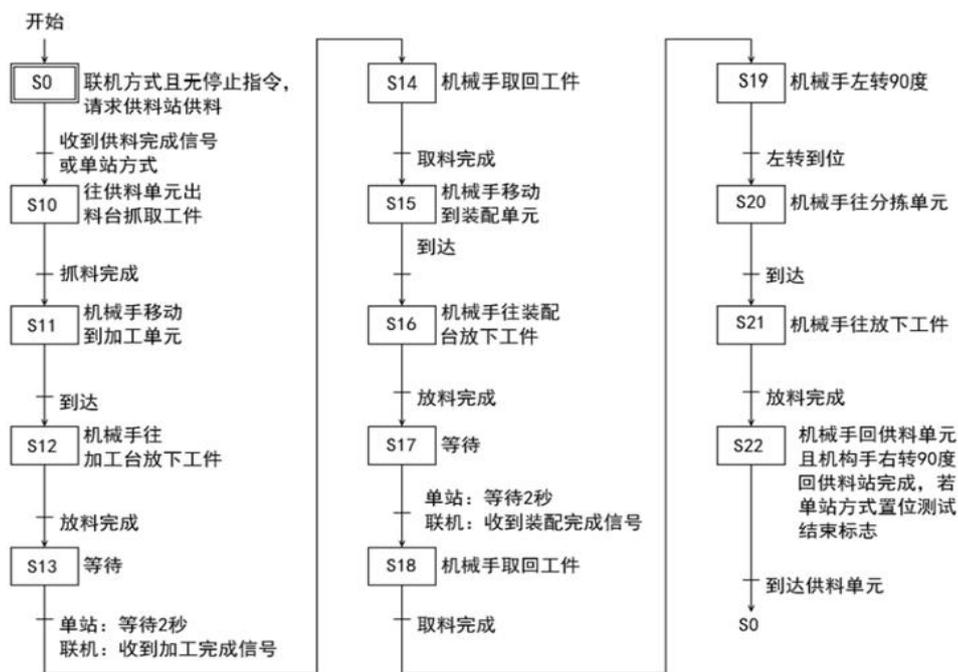


图 2-1 整体流程图

三、气路控制系统的设计

(一) 供料单元

1. 工作流程

供料单元启动后, 若供料单元的物料台上有工件, 则应把工件推到物料台上, 并向系统发出物料台上有工件信号。若供料单元的工件库内没有工件或工件不足, 则向系统发出报警信号。物料台上的工件被搬运单元机械手取出后, 若系统启动信号仍然为 ON, 则进行下一次推出工件操作。

2. 供料单元组成及功能

由井式工件库、推料气缸、物料台、光电传感器、磁性传感器、电磁阀、支架、机械零部件构成。主要完成按照需要将放置在料仓中待加工工件自动推出到物料台上，以便输送单元的机械手将其抓取，输送到其它单元。

3. 气动控制回路的设计

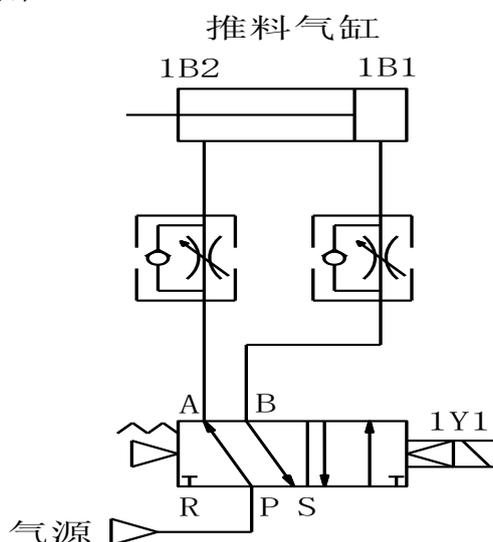


图 3-1 供料单元气动控制回路图

供料单元气动控制回路如图 3-1 所示。它是本工作单元的执行机构，该执行机构的控制逻辑控制功能是由 PLC 实现的。气动控制回路的工作原理图中：B1、B2 为安装在推料气缸的两个极限工作位置的磁性传感器。Y1 为控制推料气缸的电磁阀。

4. 网络控制

该系统采用 RS485 串行通信实现的网络控制方案，系统的启动信号、停止信号、复位信号均从连接到搬运站的按钮/指示灯模块或触摸屏发出，经搬运站 PLC 程序处理后，把控制要求存储到其发送缓冲区，通过调用子程序 NET_EXE，向各从站发送控制要求，以实现各站的复位、启动、停止等操作。各从站在运行过程中的状态信号，应存储到该单元 PLC 规划好的数据缓冲区，等待主站单元的读取，以实现整个系统的协调运行。

（二）加工单元

1. 工作流程

该站主要完成对工件的冲压加工过程。加工单元物料台的物料检测传感器检测到工件后，机械手指夹紧工件，二维运动装置开始动作，主轴下降并启动电机，切削加工完成后，主轴电机停止并上升，二维运动装置回零点。操作结束，向系统发出加工完成信号。

2. 加工站组成及功能

由物料台、物料夹紧装置、龙门式二维运动装置、主轴电机、刀具以及相应的传感器、磁性开关、电磁阀、步进电机及驱动器、主轴电机、滚珠丝杆副、支架、机械零部件构成。主要完成工件模拟钻孔、切屑加工。

3. 气动控制回路

气动控制回路是本工作单元的执行机构，该执行机构的控制逻辑控制功能是由 PLC 实现的，如图 3-2 所示。网络控制方式与供料单元相同。

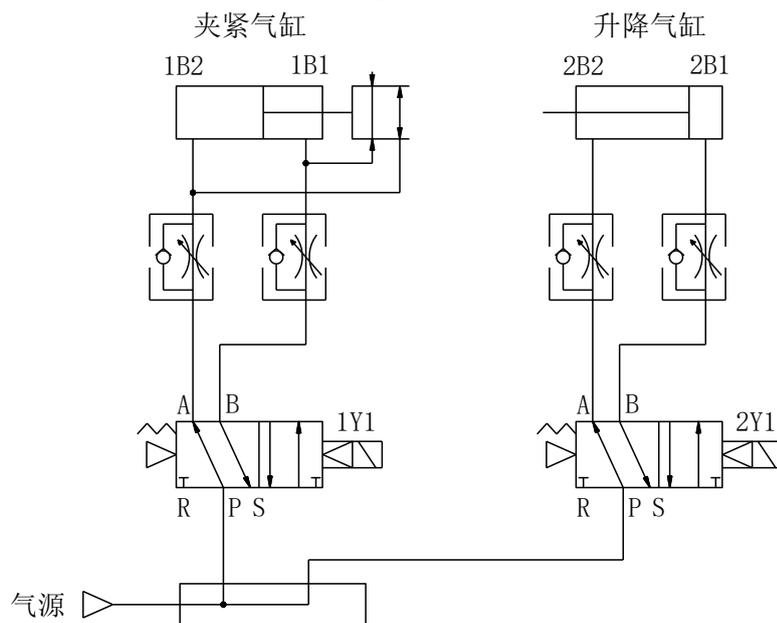


图 3-2 加工单元气动控制回路

（三）装配单元

1. 工作流程

装配站旋转工作台的传感器检测到工件到来后，旋转工作台顺时针旋转，将工件旋转到井式供料单元下方，井式供料单元顶料气缸伸出顶住倒数第二个工件；挡料气缸缩回，工件库中底层的工件落到待装配工件上，挡料气缸伸出到位，顶料气缸缩回物料落到工件库底层，同时旋转工作台顺时针旋转，将工件旋转到冲压装配单元下方，冲压气缸下压，完成工件紧合装配后，气缸回到原位，旋转工作台顺时针旋转到待搬运位置，操作结束，向系统发出装配完成信号。如果装配站的工作库没有小工件或工件不足，向系统发出报警信号。

2. 装配站组成及功能

由井式供料单元、三工位旋转工作台、平面轴承、冲压装配单元、光电传感器、电感传感器、磁性开关、电磁阀、交流伺服电机及驱动器、警示灯、支架、机械零部件构成。主要

完成工件紧合装配。

3. 气动控制回路

气动控制回路是本工作单元的执行机构，该执行机构的控制逻辑控制功能是由 PLC 实现的，装配单元气动控制回路如图 3-3 所示。网络控制方式与供料单元相同。

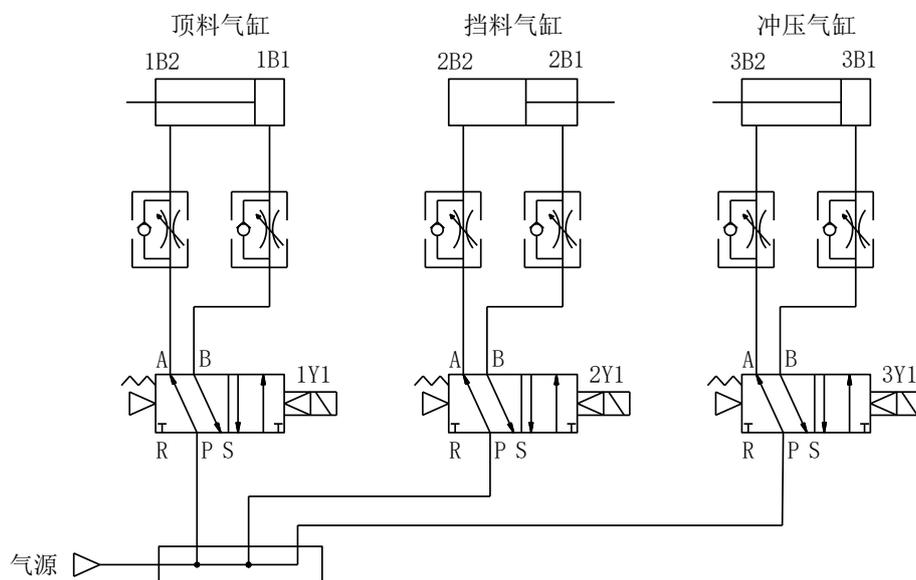


图 3-3 装配单元气动控制回路图

（四）分拣单元

1. 工作流程

分拣站入料口检测到工件后，变频器即启动，驱动传动电动机以频率为 30Hz 的速度，把工件带入分拣区。如果工件为白色，则该工件到达 1 号滑槽中间，传送带停止，工件被推到 1 号槽中；如果为黑色，旋转气缸导出，工件对被导入到 2 号槽中。当分拣槽对射传感器检测到有工件输入时，应向系统发出分拣完成信号。

2. 分拣站组成及功能

由传送带、变频器、三相交流减速电机、旋转气缸、磁性开关、电磁阀、调压过滤器、光电传感器、光纤传感器、对射传感器、计数器、支架、机械零部件构成。主要完成来料检测、分类、入库。

3. 气动控制回路

气动控制回路是本工作单元的执行机构，该执行机构的控制逻辑控制功能是由 PLC 实现的，分拣单元气动控制回路如图 3-4 所示。网络控制方式与供料单元相同。

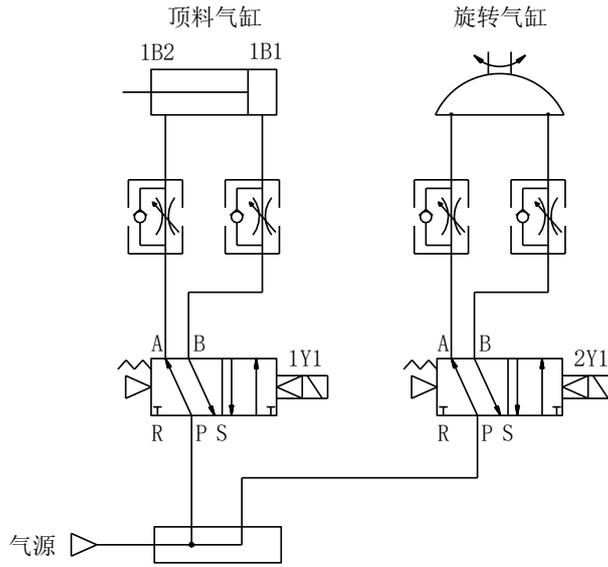


图 3-4 分拣单元气动控制回路

（五）输送单元

1. 工作流程

该站主要完成向各个工作站输送工件。系统复位先回原点，当到达原点位置后，系统启动，井式供料站送料到物料台后，光电传感器检测到有工件时，搬运机械手伸出将工件搬运到切削加工站物料台上，加工站加工完毕后，再将工件送到三工位装配站完成两种不同工件装配，最后将两种工件成品送到分拣站分拣入库。

2. 输送站组成及功能

主要由步进电机驱动器、直线导轨、四自由度搬运机械手、定位开关、行程开关、支架、机械零部件构成。主要完成工件的搬运。

3. 气动控制回路

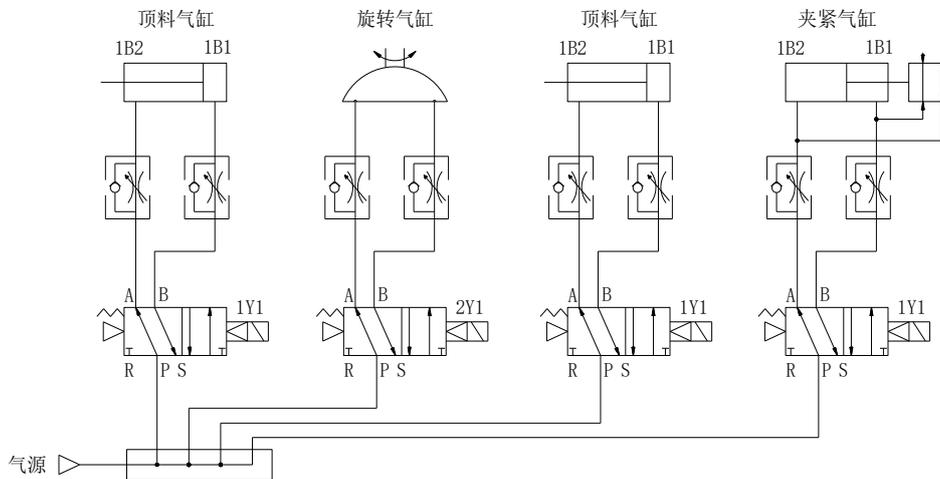


图 3-5 运输单元气动控制回路

气动控制回路是本工作单元的执行机构，如图 3-5 所示。该执行机构的控制逻辑控制功能是由 PLC 实现的。气动控制回路的工作原理图中：B1、B2 为安装在推料气缸的两个极限工作位置的磁性传感器。Y1 为控制推料气缸的电磁阀

四、电气控制线路设计

(一) 供料单元

1. 输入输出 I/O 分配表，如表 1。

表 1 供料单元 I/O 分配表

输入	PLC 元件	作用	输出	PLC 元件	作用
SB1	I0.0	供料推出到位	KV	Q0.0	供料电磁阀
SB2	I0.1	供料缩回到位			
SQ1	I0.2	物料不够检测			
SQ2	I0.3	物料有无检测			
SQ3	I0.4	物料台有物料检测			

2. 硬件接线图

根据供料单元输入输出 I/O 分配表，其硬件接线图如图 4-1 所示。

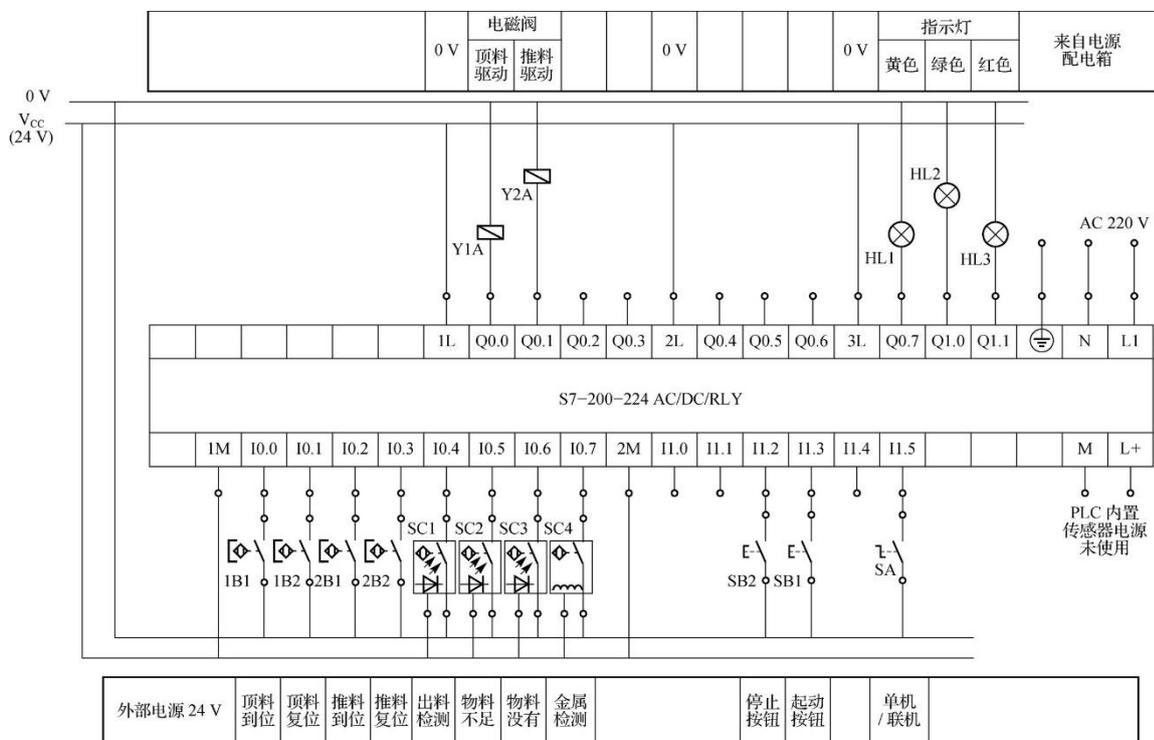


图 4-1 供料单元接线图

(二) 加工单元

1. 输入输出 I/O 分配表，如表 2 所示。

表 2 加工单元 I/O 分配表

输入	PLC 元件	作用	输出	PLC 元件	作用
SQ1	I0.0	物料台物料检测	PUL1	Q0.0	X 轴脉冲
SQ2	I0.1	X 轴原点检测	PUL2	Q0.1	Y 轴脉冲
SQ3	I0.2	Y 轴原点检测	DIR1	Q0.2	X 轴方向
SQ4	I0.3	气夹夹紧检测	DIR2	Q0.3	Y 轴方向
SQ5	I0.4	主轴上限检测	KV1	Q0.4	加紧电磁阀
SQ6	I0.5	主轴下限检测	KV2	Q0.5	主轴升降电磁阀
			M	Q0.6	主轴电机

2. PLC 的控制原理图

根据加工单元输入输出 I/O 分配表，其硬件接线图如图 4-2 所示。

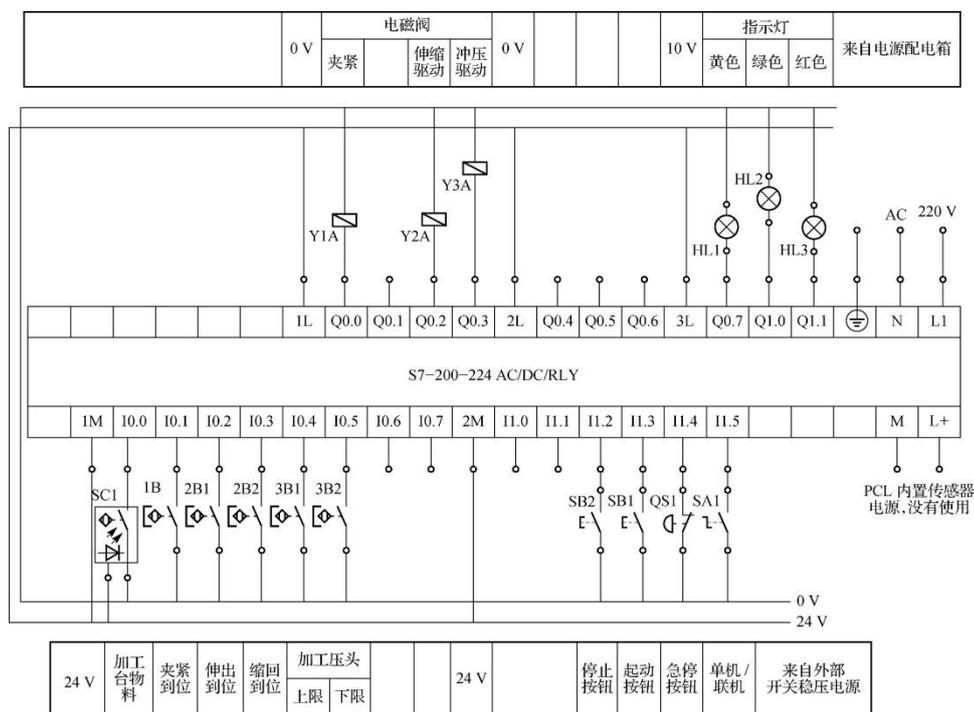


图 4-2 加工单元 PLC 的控制原理图

(三) 装配单元

1. 输入输出 I/O 分配表，如表 3 所示。

(四) 分拣单元

1. 输入输出 I/O 分配表，如表 4 所示。

表 4 分拣单元 I/O 分配表

输入	PLC 元件	作用	输出	PLC 元件	作用
SQ1	I0.0	推料伸出传感器	KV1	Q0.0	推料电磁阀
SQ2	I0.1	旋转到位传感器	KV2	Q0.1	旋转电磁阀
SQ3	I0.2	旋转复位传感器			
SQ4	I0.3	入料口检测传感器			
SQ5	I0.4	白色物料检测传感器	MM420	Q0.4	变频器
SQ6	I0.5	黑色物料检测传感器			
SQ7	I0.6	入库检测传感器			

2. PLC 的控制原理图

根据分拣单元输入输出 I/O 分配表，其硬件接线图如图 4-4 所示。

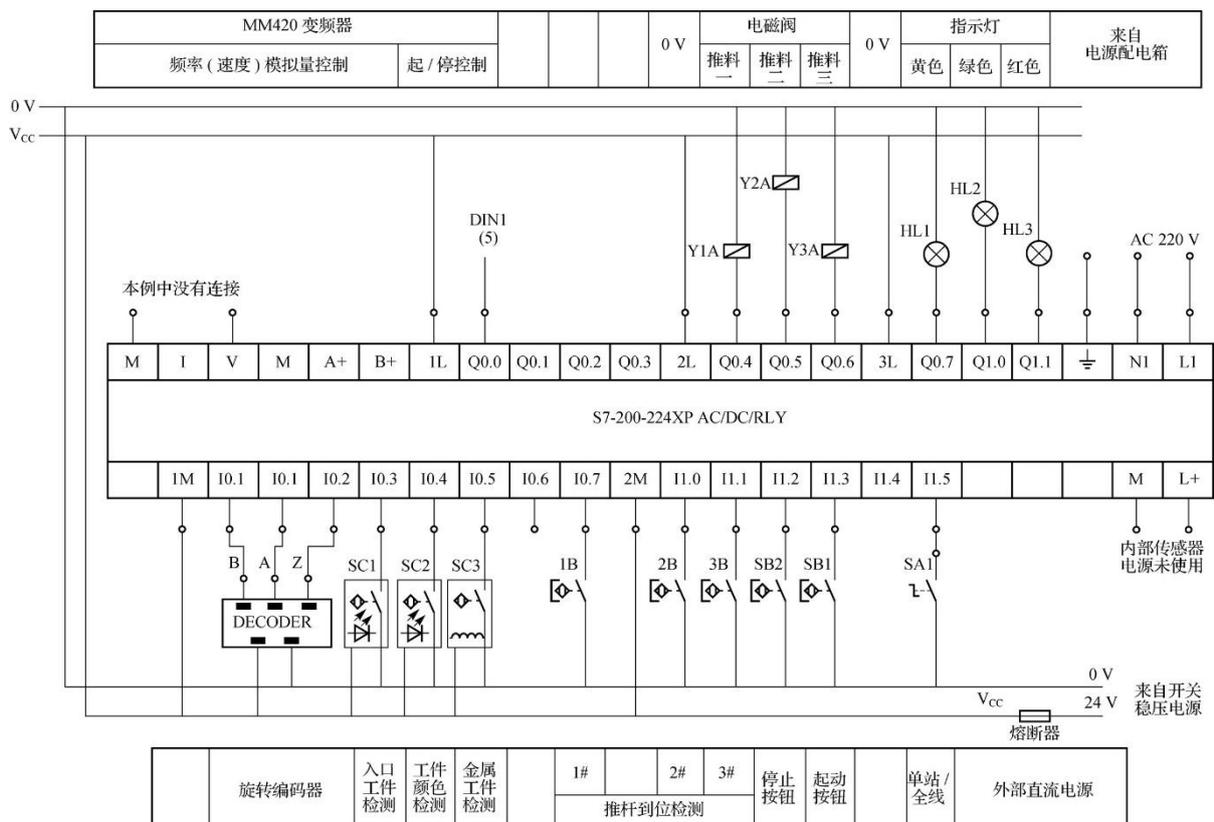


图 4-4 分拣单元 PLC 的控制原理图

(五) 输送单元

1. 输入输出 I/O 分配表，如表 5 所示。

表 5 输送单元 I/O 分配表

输入	PLC 元件	作用	输出	PLC 元件	作用
SQ1	I0.0	原点行程开关	PUL	Q0.0	步进电机脉冲
SQ2	I0.1	提升台下限	DIR	Q0.1	步进电机方向
SQ3	I0.2	提升台上限	KV1	Q0.2	提升台电磁阀
SQ4	I0.3	左转到位	KV2	Q0.3	旋转电磁阀
SQ5	I0.4	右转到位	KV3	Q0.4	手爪伸出电磁阀
SQ5	I0.5	手爪伸出到位	KV4	Q0.5	手爪夹紧电磁阀
SQ6	I0.6	手爪缩回到位	KV5	Q0.6	手爪放松电磁阀
SQ7	I0.7	手爪夹紧到位			
SB1	I1.0	复位按钮			
SB2	I1.1	启动按钮			
SB3	I1.2	停止按钮			
SB4	I1.3	紧急停止			

2. 硬件接线图

根据输送单元输入输出 I/O 分配表，其硬件接线图如图 4-5 所示。

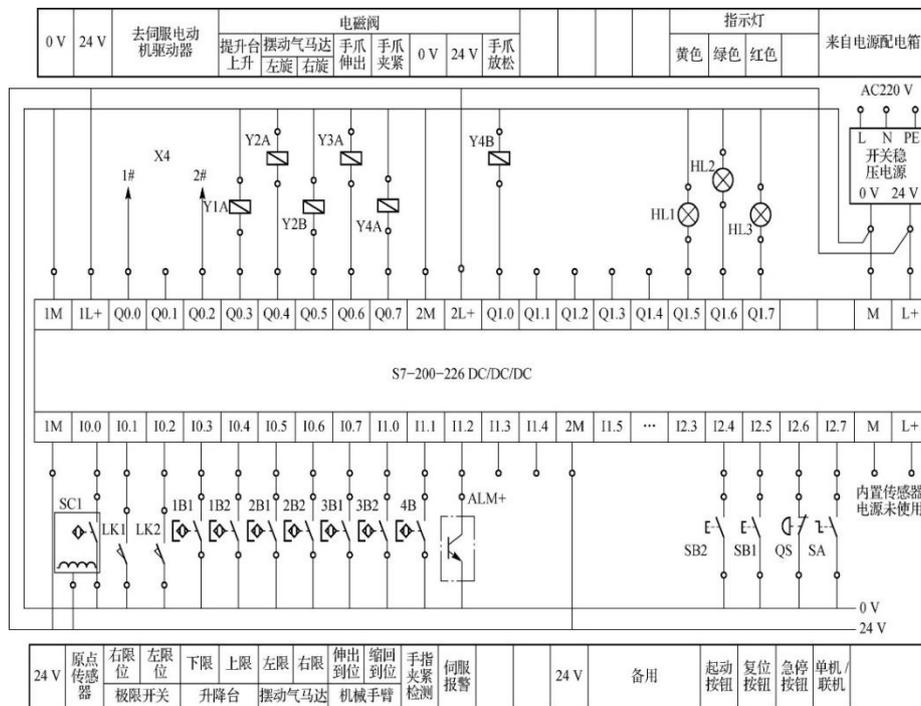


图 4-5 运输单元 PLC 的控制原理图

五、调试与测试

1. 按照各工作单元的 I/O 地址分配表、PLC 控制原理图和端子接线图用安全导线完成按钮模块、PLC 模块、变频器模块输入/输出端与实训系统端子排之间连接。接线时请按照如下规则进行操作。

表 1 各器件电气接线规则

序号	器件名称	接线规则
1	磁性传感器	负端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端
2	光电传感器	信号输出端与 PLC 的输入端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端，负端全部连接至 24V 直流电源的负端。
3	按钮开关	常开端与 PLC 的输入端相连，公共端连接至直流电源的“0V”端
4	电磁阀	负端与 PLC 的输出端相连，正端连接至 24V 直流电源的正端

2. 变频器的电源输入端 L1、L2、L3 分别接到电源模块中三相交流电源 U、V、W 端；变频器输出端 U、V、W 分别接到接线端子排的电机输入端 1、2、3。

3. 将系统左侧的三相四线电源插头插入三相电源插座中，开启电源控制模块中三相电源总开关，U、V、W 端输出三相 380V 交流电源，两组单相双连暗插座分别输出 220V 交流电源。

4. 用三芯电源线分别从单相双连暗插座引出交流 220V 电源到 PLC 模块、按钮模块和步进电机驱动器模块的电源插座上。

5. 在西门子编程软件中打开样例程序或由用户编写控制程序，进行编译，当程序有错误时根据提示信息进行相应的修改，直至编译无误为止，编译完成后，用通信编程电缆连接计算机串口与 PLC 通讯口，打开 PLC 模块电源开关，将五个程序分别下载到各自对应的 PLC 中，下载完毕后将 PLC 的“RUN/PROG”开关拨至“RUN”状态，运行 PLC。

6. 按下按钮模块中的 SB5“启动”按钮，系统进入运行状态，所有部件复位至原位。

7. 在运行过程中，按下 SB6“停止”按钮后，所有动作运行完一个周期后停止运行。

8. 按下 SB4“复位”按钮后，系统复位，所有参数清零。将各工位上未加工的工件拿出重新放入料仓后，再按下 SB5“启动”按钮，重新进入运行状态。

六、成果

本设计利用 PLC 取代继电器设计了针对自动生产线的控制系统。在设计中根据系统的设计方案，确定了控制原理，给出了气动控制框图、电气原理图。针对每个环节进行具体设计。通过本次毕业设计达到了预期的目的，对 PLC 应用有了深入的理解，得到了很好的锻炼，大大提升了理论知识在实践中的应用能力。

在做这个设计中，我学会了很多以前没学过的知识，也巩固了以前很多没学好的知识，使我的专业理论知识更加扎实，培养了我查阅文献、计算机应用、文字表达等基本工作实践能力。

以 PLC 为核心构造的自动生产线系统，是一种简单有效、成本低廉的解决方案，具有较高的可靠性、灵活性和经济适用性。当然，这并不是最完善的，本设计只是完成了一些基本的功能，还有很多功能没有进行设计，例如只实现了自动生产线系统的自动启动，还没有实现自动生产线系统在对火灾情况进行综合的分析判断后的自动关闭，还需往这方面研究和发展。

参考文献

- [1] 吕景泉. 自动化生产线安装与调试[M]. 北京:中国铁道出版社, 2018:31-54.
- [2] 周天沛. 自动化生产线的安装与调试[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019:23-45.
- [3] 邓松. 可编程序控制器综合应用技术[M]. 北京: 机械工程出版社, 2018:22-56.
- [4] 许川佩. 基于 PLC 的自动化生产线控制系统[J]. 仪表技术与传感器, 2019 (12) :85-89.
- [5] 梁新平. 基于 PLC 的自动线分拣单元控制系统设计[J]. 机电一体技术, 2020 (12) :66-67.
- [6] 陈立定. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 北京:北京人民邮电出版社, 2018:18-35.
- [7] 赵玉刚, 邱东传. 传感器基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2019:14-28.
- [9] 张春芝. 自动生产线组装、调试与程序设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018:14-18.
- [10] 杜丽萍. 自动化生产线安装与调试[M]. 北京:机械工业出版社, 2019:31-42.
- [11] 叶金玲. 自动化生产线机械手全气动控制系统设计[J]. 制造技术与机床, 2020 (4) :45-46.
- [12] 谭根风, 林铭钦. 浅议自动化生产线的发展[J]. 科技创新与应用, 2019 (12) :138-139.
- [13] 刘美珍 侯志平. 基于 PLC 的自动化生产线伺服控制系统[J]. 机电产品开发与创新, 2019 (2) :94-96.
- [14] 郭晓勇. 基于 PLC 控制的自动化生产线路序设计[J]. 包头职业技术学院学报, 2019 (1) :7-8.
- [15] 邓国超. 基于 PLC 的生产自动化控制系统的开发与设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2019 (8) :7-10.

致 谢

非常感谢指导老师黎老师在毕业设计期间对我的指导和帮助。在设计过程中我遇到了很多知识上和技术上的困难，在老师的指导下，我上网查阅了大量资料，并且在图书馆查找有关的资料，提升了自己的能力。

在毕业设计的过程中让我在知识检索和应用以及专业知识的再学习等有了很大的提高，让我对 PLC 编程控制、传感器应用和各种信号处理、接口电路等有了较为深刻的认识。在一次次遇到困难解决困难的过程中也磨砺了自己的意志，锻炼了自己的耐心和细心。

在大专三年年生涯快要结束的时候还要感谢这三年来遇到的每一位老师对我的关心和照顾。在这三年里你们不仅教会了我很多知识，还教会了我很多做人的道理，让我懂得了人生的价值观，能让我在以后的人生路上少走弯路。

值此毕业设计完成之际，谨向所有曾为我帮助和指导老师、同学和朋友们致以衷心的感谢！