



燕山大学

物料分拣系统设计项目指导书

The design of sorting system

Experiment Instruction Book

(适用于 21 级机电卓工、机控卓工)

编者：杨彦东

教 务 处

2023 年 6 月

目录

目录	1
第 1 章项目概述	4
1.1 项目名称及主要内容	4
1.2 项目的实施	4
1.3 项目的进程安排	5
1.4 项目的成绩评定	5
1.5 项目要求	5
1.6 项目研究报告要求	6
第 2 章西门子 S7-300 CPU 314C-2DP 简介	7
2.1 CPU 314C-2 DP 的面板构成	7
2.2 CPU 314C-2DP 的 I/O 接线	11
第 3 章主要元器件简介	14
3.1 同步带物料输送机	14
3.2 气动执行系统	14
3.3 主要传感器	15
3.3.1 漫反射光电开关	15
3.3.2 对射光电开关	15
3.3.3 U 型对射光电开关	16
3.3.4 增量编码器	17
3.3.5 电感式接近开关	17
3.3.6 电感式位移传感器	18
3.3.7 电容式接近开关	19
3.3.8 霍尔接近开关	19
3.3.9 磁簧管	20
3.3.10 色标传感器	21
3.4 其他	21
3.4.1 被测物料	21

3.4.2 固态继电器.....	22
3.4.3 传感器连接架.....	23
3.4.4 电机调速器.....	23
第4章项目实施流程.....	24
4.1 任务分析及传感器选型.....	24
4.2 系统原理图绘制.....	24
4.3 传感器安装及接线.....	24
4.4 系统调试.....	25
4.4.1 传感器输入测试.....	25
4.4.2 气缸输出测试.....	25
4.4.3 物料输送调速测试.....	26
4.4.4 软件调试.....	26
4.4.5 整体调试.....	26

第 1 章项目概述

本课程研究项目是《工厂电气及 PLC 控制技术》课程学习的一个重要环节。通过课程研究项目的实施，将课程理论教学中涉及到的知识点融入于实际项目中，使学生在掌握电气控制技术理论知识的基础上，提高其分析能力，动手能力工程应用能力和创新能力，更好地培养机电一体化专业学生的专业技术能力和综合素质。

1.1 项目名称及主要内容

本课程设计研究项目名称：《物料分拣系统设计》

主要内容：

1. 输送机的设计与组装；
2. 电气系统原理图与接线图设计；
3. 检测元件(传感器)认知与选型；
4. 物料检测程序设计；
5. 直流电机调速控制程序设计；
6. 电机位置控制程序设计；
7. 气动系统控制程序设计；
8. 物料供给单元控制软件的调试；
9. 多功能综合练习和扩展练习。

项目目标：

1. 掌握物料供给单元的结构、控制电子元器件组成及其工作原理；
2. 掌握传感检测系统的设计方法，掌握常用传感器的原理和使用方法；
3. 掌握基本电气控制线路的原理图和电器安装接线图；
4. 掌握 PLC 编程软件的使用以及仿真调试；
5. 掌握直流电机的选型以及基于 PLC 的驱动和位置控制方法；
6. 掌握物料供给单元的控制方法；
7. 通过物料供给单元的设计，熟悉机电一体化系统的设计、制作和调试过程。

1.2 项目的实施

三级项目采用分组的方式进行。2 名同学组成 1 组，每组设组长 1 人。由组长负责组织本组同学依据三级项目题目及同学的实际情况进行工作分配。学生应根据项目题目及课程的进度，按时完成资料的查阅及方案的设计。每个小组要在项目报告中标明每个人在总体工作中的贡献和工作比例或者每个人负责的内容。项目的课内学时要求学生必须集中进行项目的研究讨论工作。项目结束后，学生需及时上交项目研究报告。

指导教师根据学生出勤情况、完成的程序以及研究报告等方面情况综合评定每个学生的项目成绩。

1.3 项目的进程安排

项目题目下发后，各小组应积极开展资料搜集、查阅、整理等前期工作，制定项目的设计方案。项目课内学时安排如下：

时间安排	主要内容	备注
第 1-2 学时	熟悉物料分拣系统功能、硬件组成以及电气控制线路	
第 3-4 学时	直流电机的选型及 PLC 控制电机调速程序设计	
第 5-6 学时	物料检测程序设计	
第 7-8 学时	气动系统程序设计；电机调速程序设计	
第 9-10 学时	整体调试运行、现场验收	

1.4 项目的成绩评定

项目执行期间，严格考勤。学生必须按时参加项目研究，不准无故缺席、早退。在项目研究中表现突出的学生将给予奖励，并记入考核成绩。

成绩评定标准

序号	评定条目	评定内容	备注
1	(电气控制技术课程) 电气原理图设计及系统控制软件开发占 15 分	电路设计合理，编程是否正确 实验结果分析是否正确。 通过测试、表演或竞赛等方式进行实际测评、综合评分，对于创新设计给予奖励分数。	由指导教师根据现场验收情况给分
3	项目报告 5 分	项目报告内容完整性等	根据提交报告给分

注：不参加研究项目的学生本门课程计零分。

1.5 项目要求

1. 项目期间，学生必须严格遵守实验室规章制度，坚决杜绝一切可能危机安全的事件发生，同指导教师一道创造一个良好的实训环境。
2. 项目期间，严格考勤。学生必须按时参加项目研究，不准无故缺席、早退。在实训中违反实验室规章制度等学生，将暂停或取消实训资格。在项目研究中表现突出的学生将给予奖励，并记入考核成绩。
3. 项目期间，及时整理当天的实训笔记、心得及交流体会，进而积累更多的实践经验。

同时，收集有关的电子技术资料，为今后的学习与工作做好充分准备。

4. 做好项目研究总结，撰写报告。

1.6 项目研究报告要求

1. 项目报告要求总字数在 3000 字以上，字迹工整，公式、图表规范；
2. 各组的研究报告应独立完成，若严重雷同，将会严重影响成绩；
3. 项目报告中应明确说明每个人负责的内容，在总体工作中的贡献和工作比例等；
4. 研究内容的多少会影响到每组的最终成绩，鼓励学生自己选取感兴趣的研究内容进行创新设计和深入研究。

项目报告主要包括以下主要内容：

(1) 封面：封面设计应美观大方，且至少包含以下内容

项目名称：

姓名：

指导教师：

日期：

(2)摘要：摘要应简明、确切地记述报告的重要内容，150 字左右，摘要后应注明 3~5 个关键词。

(3)前言：前言简要说明项目研究报告的目的和范围，介绍相关领域所做的工作和研究的概况，研究报告的意图、预期的结果及项目组分工。

(4) 研究报告正文

1) 硬件设计（内容包括：硬件系统框图、各单元电路设计与硬件总电路原理图）

2) 软件设计（内容包括：程序框图与源代码两部分）

3) 具体测试情况（内容包括：测试项目与要求、测试结果）

(5) 结论：简要总结项目的主要工作、主要结果、主要发现以及下一步应当开展的主要工作等。

(6) 主要参考文献：参考文献的书写要符合规范。

参考资料的来源：

通过校园网在我校订阅的电子资料库中可以搜索到大量的有关机电一体化以及电机和电力拖动的参考资料。同学们也可到学校的图书馆查找纸质期刊资料。

严禁剽窃抄袭行为：

发现有剽窃抄袭行为的，研究项目成绩为零。剽窃抄袭行为主要指：

1. 从参考资料中引用有关思想或结果，但没有在报告中指明该思想或结果的出处，并且没有与己思想或研究结果进行清晰的区分。
2. 直接拷贝别人的研究结果当作自己的研究成果。

第 2 章 西门子 S7-300 CPU 314C-2DP 简介

CPU 314C-2 DP 是紧凑型 CPU，可用于具有分布式结构的系统。通过其扩展工作存储器，该紧凑型 CPU 也适用于中等规模的应用。集成数字量和模拟量 I/O，支持与过程的直接连接；PROFIBUS DP 主站/从站接口支持与分布式 I/O 的连接。因此，CPU 314C-2 DP 既可以用作分布式单元进行快速预处理，也可以用作带下位现场总线系统的上位控制器。

2.1 CPU 314C-2 DP 的面板构成

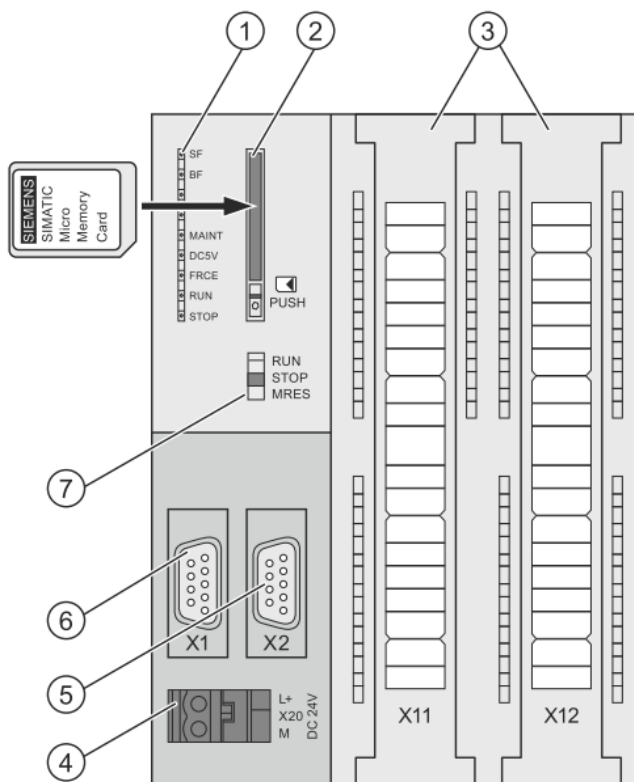


图 2-1 CPU 314C-2DP 面板

CPU 314C-2 DP 的面板如图 2-1 所示，CPU 内的元件封装在一个牢固而紧凑的塑料机壳内，面板上有状态和故障指示 LED、模式选择开关和通信接口等，具体如表 2-1 所示。

表 2-1 各标号含义

标号	名称
①	状态和错误指示灯
②	SIMATIC MMC 卡的插槽（包括弹出装置）
③	集成输入和输出的端子
④	电源连接
⑤	2. 接口 X2 (DP)

⑥	1. 接口 X1 (MPI)
⑦	模式选择器

1 状态和错误指示灯的意义如下:

- 1) SF(系统出错/故障显示, 红色): CPU 硬件故障或软件错误时亮。
- 2) BF (BATF, 电池故障, 红色): 电池电压低或没有电池时亮。
- 3) MAINT(黄色): 要求维护(无功能)
- 4) DC5V(5V 电源指示, 绿色): CPU 和 S7-300 总线的 5V 电源正常时亮
- 5) FRCE(强制, 黄色): 至少有一个 I/O 被强制时亮
- 6) RUN(运行方式, 绿色): CPU 处于 RUN 状态时亮; 重新启动时以 2Hz 的频率闪亮; STOP 模式下以 0.5Hz 的频率闪亮。
- 7) STOP(停止方式, 黄色): CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时常亮, 执行存储器复位时闪亮。

2 SIMATIC MMC 卡的插槽 (包括弹出装置)

由于该型号 CPU 没有集成装载存储器, 因此运行时必须有 SIMATIC MMC 卡才能运行。需要注意的是, 如果在访问过程中拆下 SIMATIC MMC 卡, 则卡中的数据会被破坏。在这种情况下, 必须将 MMC 插入 CPU 并删除它, 或者 CPU 中格式化存储卡。只有在断电状态活 CPU 处于“STOP”状态下, 才能取下 MMC 卡。

3 模式选择器

模式选择器用于设置 CPU 的操作模式, 各设置对应含义及说明, 见表 2-2。

表 2-2 模式选择器各位置含义

设置	含义	说明
RUN	RUN 模式	CPU 执行用户程序。
STOP	STOP 模式	CPU 不执行用户程序。
MRES	存储器复位	带有按钮功能的模式选择器设置, 用于 CPU 存储器复位。通过模式选择器进行 CPU 存储器复位要求按照特定操作顺序执行。

4 通信接口

如图 2-1 所示, CPU 314C-2DP 有一个多点接口 MPI 和一个 DP 接口, 其中 MPI 用于 PLC 与其他西门子 PLC、PG/PC(编程器或个人计算机)通过 MPI 网络的通讯; DP 用于与其他带 DP 接口的西门子 PLC PG/PC 和其他 DP 主站、从站的通信。

5 电源接线端子

电源模块上的 L+和 M 端子分别是 DC 24V 输出电压的正极和负极。用专用的电源连接器或导线连接电源模块和 CPU 模块的 L+和 M 端子。

6 集成输入和输出端子的排列和使用

CPU 314C-2DP 的集成连接器 X11 和 X12 上共有 5 个模拟量输入(AI)通道(其中 0~3 通道为电压/电流输入通道, 第 4 通道为电阻/铂电阻输入), 2 个模拟量输出(AO) 通道, 24 个数字量输入(DI) 通道以及 16 个数字量输出(DO)通道, 如图 2-2 所示。

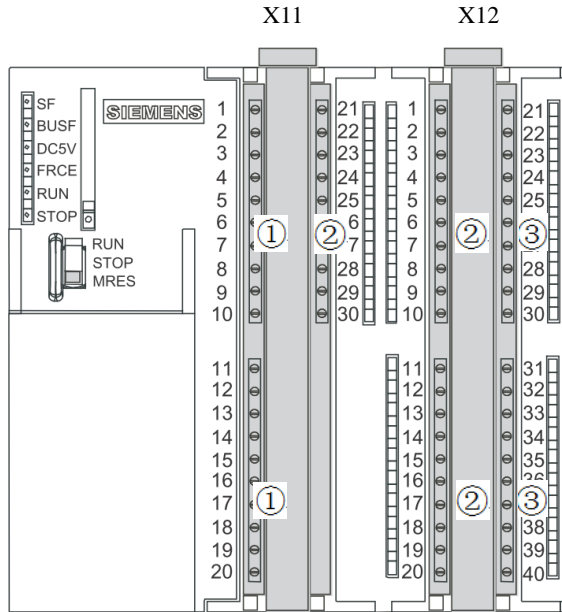


图 2-2 CPU 314C-2DP 集成 I/O 示意图

图 2-2 中各标号含义如表 2-3 所示。

表 2-3 各标号对应含义

标号	名称
①	模拟量输出(AO)和模拟量输入(AI)
②	数字量输入(DI)
③	数字量输出(DO)

集成 AI/AO 和 DI/DO 的引脚分配如图 2-3、2-4 所示。

标准	位置	X11				标准 DI	中断输入	
		1			21			
AI (Ch0)	V	2	PEWx+0	DI+2.0	22	X	X	
	I	3		DI+2.1	23	X	X	
	C	4		DI+2.2	24	X	X	
AI (Ch1)	V	5	PEWx+2	DI+2.3	25	X	X	
	I	6		DI+2.4	26	X	X	
	C	7		DI+2.5	27	X	X	
AI (Ch2)	V	8	PEWx+4	DI+2.6	28	X	X	
	I	9		DI+2.7	29	X	X	
	C	10		4M	30			
AI (Ch3)	V	11	PEWx+6		31			
	I	12			32			
	C	13			33			
PT 100 (Ch4)		14	PEWx+8		34			
AO (Ch0)	操作值 0	V	16	PAWx+0		36		
		A	17			37		
AO (Ch1)		V	18	PAWx+2		38		
		A	19			39		
			20	M _{ANA}		40		

图 2-3 AI/AO 和 DI(连接器 X11)的引脚分配

标准 DI	中断输入	计数	定位 1)	连接器 X12				定位 1)		计数	标准 DO
				1	1L+	2L+	21	数字量	模拟量		
X	X	Z0 (A)	A 0	2	DI+0.0	DO+0.0	22			V0	X
X	X	Z0 (B)	B 0	3	DI+0.1	DO+0.1	23			V1	X
X	X	Z0 (HW-Tor)	N 0	4	DI+0.2	DO+0.2	24			V2	X
X	X	Z1 (A)	Tast 0	5	DI+0.3	DO+0.3	25			V3 1)	X
X	X	Z1(B)	Bero 0	6	DI+0.4	DO+0.4	26				X
X	X	Z1 (HW-Tor)		7	DI+0.5	DO+0.5	27				X
X	X	Z2 (A)		8	DI+0.6	DO+0.6	28		CONV EN		X
X	X	Z2 (B)		9	DI+0.7	DO+0.7	29		CONV DIR		X
				10		2M	30				
				11		3L+	31				
X	X	Z2 (HW-Tor)		12	DI+1.0	DO+1.0	32	R+			X
X	X	Z3 (A)	1)	13	DI+1.1	DO+1.1	33	R-			X
X	X	Z3 (B)		14	DI+1.2	DO+1.2	34	快速横移			X
X	X	Z3 (HW-Tor)		15	DI+1.3	DO+1.3	35	慢速操作			X
X	X	Z0 (Latch)		16	DI+1.4	DO+1.4	36				X
X	X	Z1 (Latch)		17	DI+1.5	DO+1.5	37				X
X	X	Z2 (Latch)		18	DI+1.6	DO+1.6	38				X
X	X	Z3 (Latch)	1)	19	DI+1.7	DO+1.7	39				X
				20	1M	3M	40				

图 2-4 DI/DO(连接器 X12)的引脚分配

输入/输出设备与对应引脚建立连接后，设备的地址亦随之确定，表 2-4 给出了集成的 I/O 地址默认值，此外，用户可以根据需要，在 S7 编程软件中对重新分配地址，具体方法，可参考教材附录 B。

表 2-4 CPU 314C-2 DP 的集成 I/O 默认地址

输入/输出	默认地址	注释
24 个数字量输入	124.0 到 126.7 其中 16 个输入用于工艺功能： 124.0 到 125.7	可以为所有数字量输入分配中断功能。 可选的工艺功能：
16 个数字量输出	124.0 到 125.7 其中 4 个输入用于工艺功能： 124.0 到 124.3	<ul style="list-style-type: none"> • 计数 • 频率测量 • 脉冲宽度调制 • 定位
4 + 1 模拟量输入	752 到 761	
2 个模拟量输出	752 到 755	

2.2 CPU 314C-2DP 的 I/O 接线

CPU 314C-2DP 集成数字量/模拟量 I/O 接线如图 2-5、图 2-6 所示。

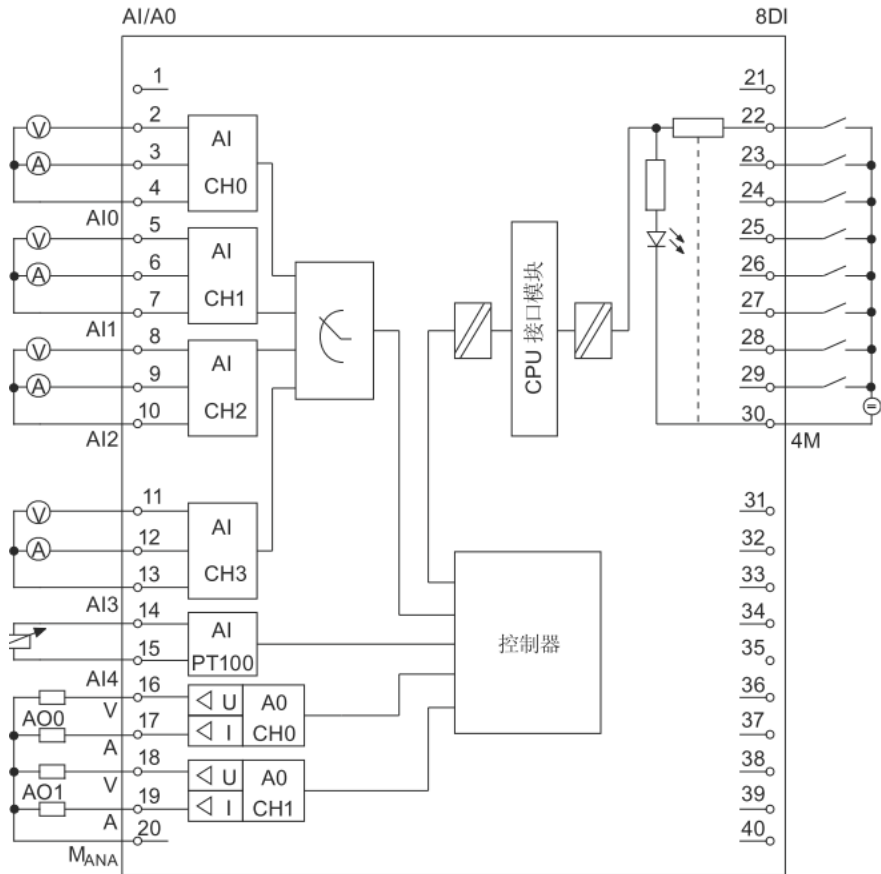


图 2-5 CPU 314C-2DP 集成数字量/模拟量 I/O 接线图

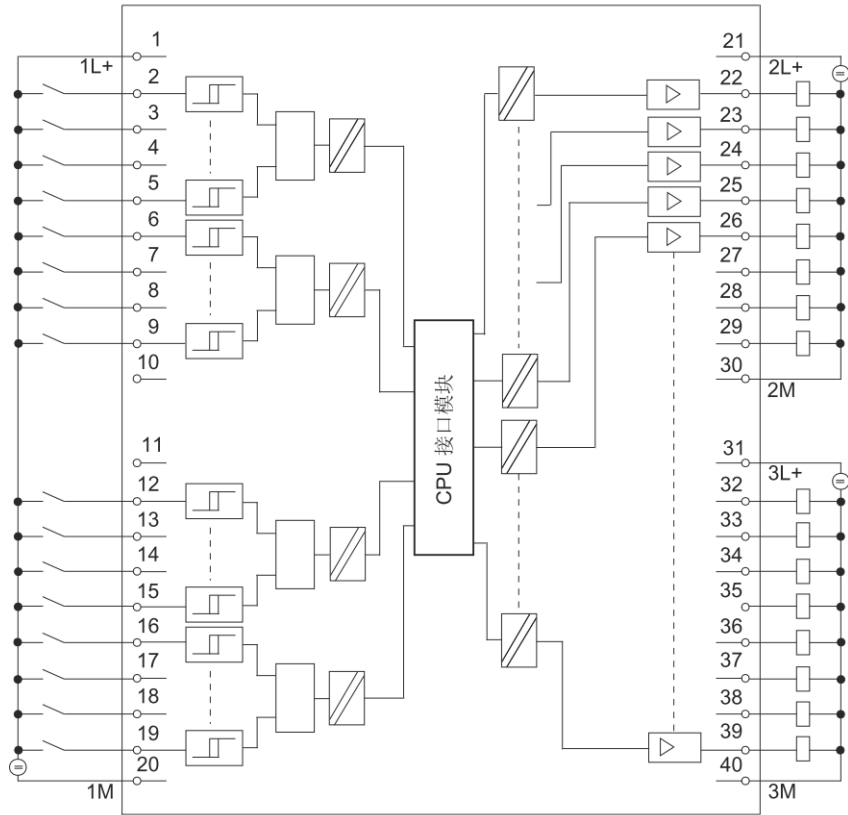


图 2-6 CPU 314C-2DP 集成数字 I/O 接线图

下面以 2 线制传感器为例，说明电流/电压输入的接线图，如图 2-7 所示。

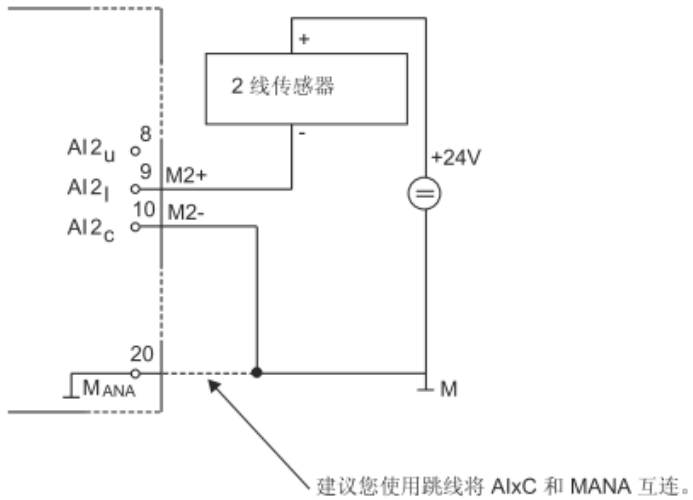


图 2-7 2 线制传感器操作的电流/电压输入接线图

图中各符号对应含义如表 2-5 所示。

表 2-5 符号说明

符号	说明
M	接地连接
M _{X+}	测量线路“+”（正极），针对通道 X
M _{X-}	测量线路“-”（负极），针对通道 X
M _{ANA}	模拟测量电路的参考电位
AI _{XU}	通道 X 的电压输入“+”
AI _{XI}	通道 X 的电流输入“+”
AI _{XC}	通道 X 的共用电流和电压输入“-”
AI _X	模拟量输入通道 X

确定连线关系后，由表 2-4 可知传感器对应的默认输入地址为 PIW756，另外，如前所述，也可以根据需要，在编程软件里作以更改。

数字量输入/输出连线则比较简单，可直接参照图 2-5、图 2-6 完成线路连接。

第3章 主要元器件简介

3.1 同步带物料输送机

同步带物料输送机由铝合金型材搭建而成，结构简单，美观大方。两侧安装同步齿形带轮组，同步齿形带传动输送，驱动方式采用直流减速电机驱动。



图 3-1 同步带物料输送机机械本体

表 3-1 同步带物料输送机参数

有效长度	480mm
有效工作宽度	50mm
驱动	直流减速电机
电机额定转速	1800rpm
减速比	60
同步带轮模数	3
同步带轮齿数	38

3.2 气动执行系统



图 3-2 气动元件

气动执行系统用于实现对物料的分拣动作，将被测物料推至料槽当中，包括迷你气缸、两位两通阀、阀座、过滤调压阀、缸体节流阀、气管接头、阀座消音器、阀座堵头等。其中，过滤调压阀控制系统压力，迷你气缸有效行程 75mm，内置磁环可由外置干簧管对其位置进行检测，缸体节流阀对气缸伸缩速度进行调节。

3.3 主要传感器

3.3.1 漫反射光电开关

漫反射型光电开关由投光器和受光器构成的情况是一种标准配置。从发送器来的光线时，目标产品漫反射；当有足够的组合光返回受光器时，开关状态发生变化；有效作用距离是由目标的反射能力决定的，是由表面性质和颜色决定的。带有灵敏度调节器的变化能力可起到补偿作用；较小的装配开支，光传感器由单个元件组成时，通常可以达到粗定位；采用背景抑制功能调节测量距离；对目标上的灰尘敏感和对目标变化了的反射性能敏感。

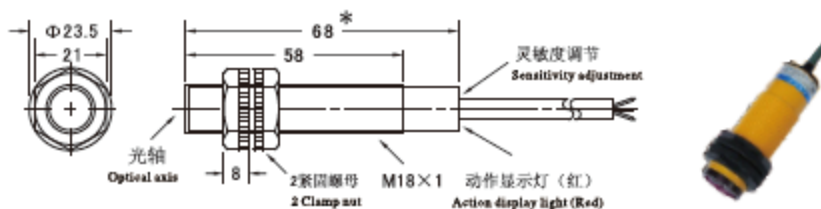


图 3-3 漫反射型光电开关

表 3-2 漫反射型光电开关参数

检测方式	漫反射
检测距离	10cm ± 10%
检测目标	透明/不透明物体
工作电压	12~24VDC
类型	直流 PNP 常开
电流	≤20mA
响应时间	1ms
光源	红外 660nm
防护等级	IP67
接线形式	引线 1m

3.3.2 对射光电开关

对射型光电开关对由投光器、受光器组成，结构上两者是相互分离的；辨别不透明的反光物体；有效距离大，因为光束跨越感应距离的时间仅一次；不易受干扰；装置的消费高，两个单元都必须敷设电缆。



图 3-4 对射型光电开关

表 3-4 对射型光电开关

检测方式	对射型
检测距离	5m±10%
检测目标	透明/不透明物体
工作电压	12~24VDC
类型	直流 PNP 常开
电流	≤20mA
响应时间	1ms
光源	红外 660nm
接线形式	引线 1m

3.3.3 U 型对射光电开关

U 型对射光电开关由红外线发射管和红外线接收管组合成，分辨率高，灵敏度高，响应时间快，抗干扰能力强，可直接与逻辑电路和光电耦合器连接。

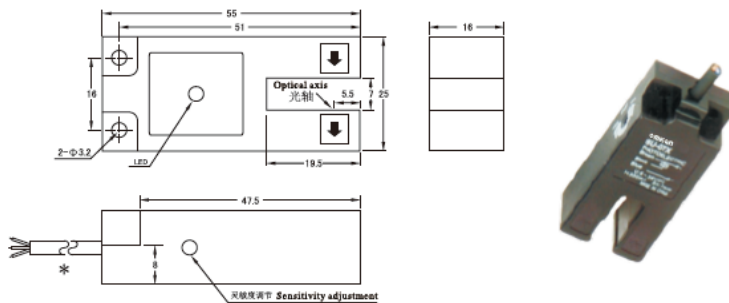


图 3-5 U 型对射光电开关

表 3-5 U 型对射光电开关参数

检测方式	槽式对射型
检测距离	7mm
检测目标	不透明物体
工作电压	12~24VDC
类型	直流 PNP 常开
电流	≤20mA
响应时间	1ms
光源	红外 660nm
接线形式	引线 1m

3.3.4 增量编码器

增量型旋转编码器，AB 两相，通过旋转的光栅盘和光耦产生可识别方向的计数脉冲信号。用于测量物体的旋转速度、角度、加速度及长度测量。具有体积小、重量轻，安装方便，性价比极高的显著优点。



图 3-6 增量型旋转编码器

表 3-6 增量型旋转编码器参数

工作电压	5~30VDC
分辨率	400P/R
接线	白色-正极黑色-负极黄色-A 相绿色-B 相
输出	矩形脉冲，PNP
最大转速	4000rpm
防护等级	IP67
接线形式	引线 2m

3.3.5 电感式接近开关

电感式接近开关由三大部分组成：振荡器、开关电路及放大输出电路。振荡器产生一

个交变磁场。当金属目标接近这一磁场，并达到感应距离时，在金属目标内产生涡流，从而导致振荡衰减，以至停振。振荡器振荡及停振的变化被后级放大电路处理并转换成开关信号，触发驱动控制器件，从而达到非接触式之检测目的。

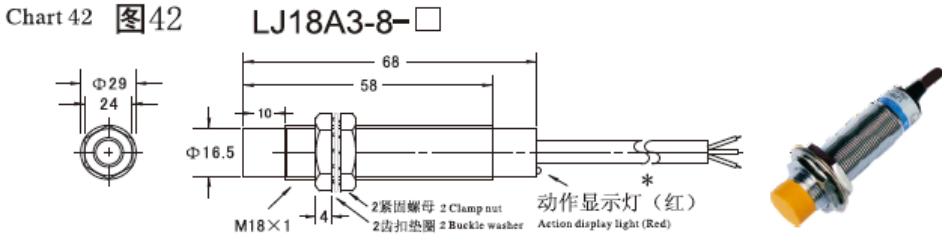


图 3-7 电感式接近开关

表 3-7 电感式接近开关参数

检测方式	非埋入式
检测距离	10mm
工作电压	15~30VDC
类型	直流 PNP 常开
连续负载电流	≤200mA
响应频率	150Hz
检测物体	磁性金属
接线形式	引线 2m

3.3.6 电感式位移传感器

电感式位移传感器是一种属于金属感应的线性器件，接通电源后，在传感器的感应面将产生一个交变磁场，当金属物体接近此感应面时，金属中则产生涡流而吸取了振荡器的能量，使振荡器输出幅度线性衰减，然后根据衰减量的变化来完成无接触检测物体的目的。用于测量物体的位移变化，可实现对不同高度铁材质被测物的判断。

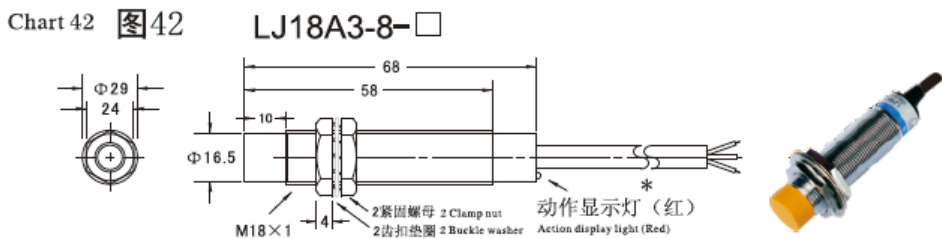


图 3-8 电感式位移传感器

表 3-8 电感式位移传感器参数

检测方式	非埋入式
检测距离	1~8mm
工作电压	15~30VDC
电压型	0~10V
标准检测体	18×18×1mm (Q235 钢)，可检测物体: st37 铁
线性误差	2%

3.3.7 电容式接近开关

电容式接近开关的测量通常是中心构成电容器的一个极板，而另一个极板是开关的外壳。这个外壳在测量过程中通常是接地或与设备的机壳相连接。当有物体移向接近开关时，不论它是否为导体，由于它的接近，总要使电容的介电常数发生变化，从而使电容量发生变化，使得和测量头相连的电路状态也随之发生变化，由此便可控制开关的接通或断开。这种接近开关检测的对象，不限于导体，可以绝缘的液体或粉状物等。

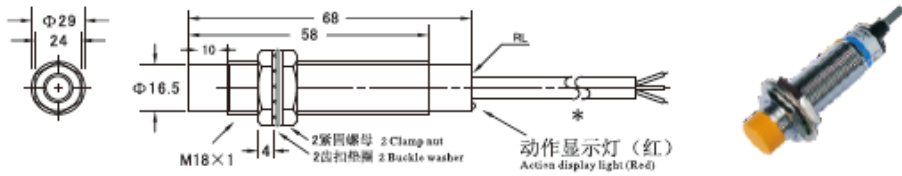


图 3-9 电容式接近开关

表 3-9 电容式接近开关参数

检测方式	非埋入式
检测距离	8mm
工作电压	15~30VDC
类型	直流 PNP 常开
响应频率	500Hz
检测物体	任何介电物体

3.3.8 霍尔接近开关

霍尔接近开关是一种磁敏开关。当磁性物件移近霍尔开关时，开关检测面上的霍尔元件因产生霍尔效应而使开关内部电路状态发生变化，由此识别附近有磁性物体存在，进而控制开关的通或断。这种接近开关的检测对象必须是磁性物体。

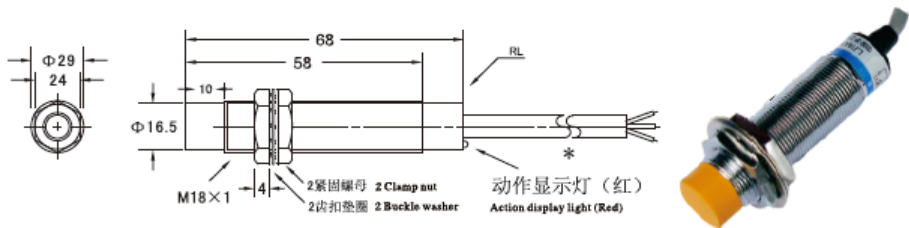


图 3-10 霍尔接近开关

表 3-10 霍尔接近开关参数

检测方式	非埋入式
检测距离	10mm
工作电压	15~30VDC
类型	直流 PNP 常开
响应频率	1KHz
检测物体	磁性金属

3.3.9 磁簧管



图 3-11 干簧管

干簧管通常有两个软磁性材料做成的、无磁时断开的金属簧片触点。这些簧片触点被封装在充有惰性气体(如氮、氩等)或真空的玻璃管里,玻璃管内平行封装的簧片端部重叠,并留有一定间隙或相互接触以构成开关的常开或常闭触点。干簧管比一般机械开关结构简单、体积小、速度快、工作寿命长;而与电子开关相比,它又有抗负载冲击能力强等特点,工作可靠性很高。

表 3-11 干簧管参数

开关逻辑	STSP 常开型
工作电压	5~240VDC/AC
最大开关电流	100mA
响应频率	200Hz
检测物体	磁性金属

3.3.10 色标传感器

BZJ 系列色标传感器采用光发射接收原理，发生调制光,接收被测物体的发射光，并根据接收信号的强弱来区分不同的颜色，或判别物体的存在与否.在包装机械、印刷机械、纺织及造纸机械的自控系统中作为传感器与其仪表配套使用，对色标或其他可作为标记的图案色块、线条、或物体的有无进行检测，可实现自动定位、定长、辨色、纠编、对版、计数等功能。本系列传感器综合光学技术，半导体电子技术、调制解调技术，采用先进的 SMT 表面贴装工艺，具有灵敏度高，响应速度快，抗背景光干扰能力强、结构紧凑，使用方便等特点。



图 3-12 BZJ 系列色标传感器

表 3-12 BZJ 系列色标传感器参数

开关逻辑	亮通暗通两条线 PNP
工作电压	10~30VDC
检测距离	9mm
最大开关电流	200mA
响应时间	200us

3.4 其他

3.4.1 被测物料

被测物料为直径 30mm 的圆柱物料，具体细分为纯尼龙以及顶端粘有铁片或磁片的不同物料，另外物料还会被涂成红色、绿色等颜色。

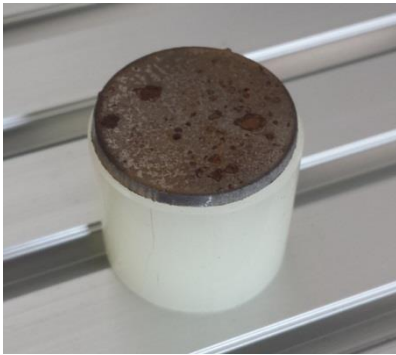


图 3-13 被测物

粘有铁片的物料高度分为 29mm 和 32mm 两档，粘有磁片的物料高度为 32mm，纯尼龙物料高度为 32mm。

3.4.2 固态继电器

固态继电器是由微电子电路，分立电子器件，电力电子功率器件组成的具有隔离功能的无触点电子开关，在开关过程中无机械接触部件，因此固态继电器除具有与电磁继电器一样的功能外，还具有逻辑电路兼容，耐振耐机械冲击，安装位置无限制，具有良好的防潮防霉防腐蚀性能，在防爆和防止臭氧污染方面的性能也极佳，输入功率小，灵敏度高，控制功率小，电磁兼容性好，噪声低和工作频率高等特点。



图 3-14 固态继电器

表 3-13 固态继电器参数

输入电压	3~32VDC
输出电压	5~220VDC
额定电流	10A
电气寿命	>100 万次
响应时间	<10ms

3.4.3 传感器连接架

为了方便不同传感器的安装固定，准备如下结构的传感器连接架供选择。

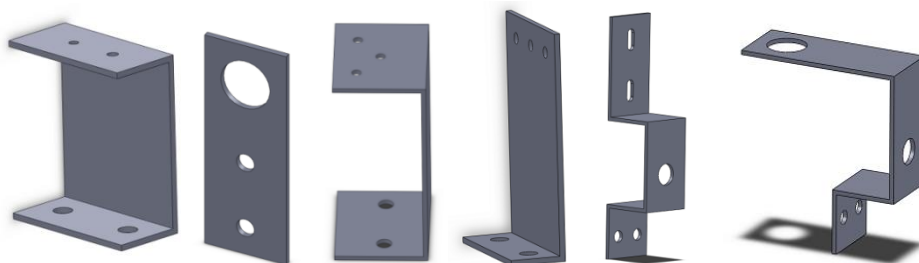


图 3-15 连接架

3.4.4 电机调速器

同步带输送机采用直流减速电机进行驱动，为了合理控制电机转速，特设置可由 PLC 模拟量控制的电机调速器，模拟量控制电压 0-10V。

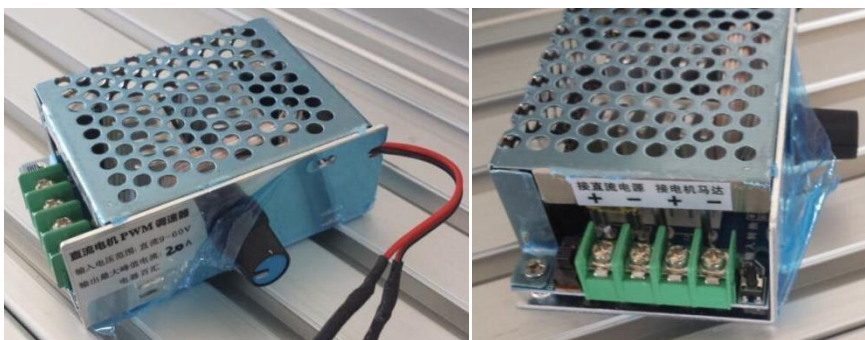


图 3-16 电机调速模块

表 3-14 电机调速模块参数

输入电压	6~60VDC
控制功率	<720W
待机电流	20mA
PWM 占空比	0-100% 可调
模拟量	0-10V

第 4 章 项目实施流程

4.1 任务分析及传感器选型

根据物料分拣任务中被检测对象的特征选择合适的传感器，如测量不同高度铁磁材料可采用电感式位移传感器，通过输出的电压不同来判断；不同颜色可以由色标传感器识别；位置控制可以由光电开关结合光电码盘来实现。

在该过程中需要分析被检对象的特征及传感器的性能参数。

4.2 系统原理图绘制

依据 PLC 型号，对 PLC 的输入输出点进行分配并列分配表。格式可参考下表：

西门子 PLC(I/O)	分拣系统接口(I/O)	备注	
输入部分	I0.0	UCP(计数传感器)	接旋转编码器

	I0.6	SFW1(推气缸 1 动作限位)	
	I0.7	SEW2(推气缸 2 动作限位)	
	I1.0	SFW3(推气缸 3 动作限位)	
	I1.6		
	I1.7		
	I2.0	SB1(启动)	
	I2.1	SB2(停止)	
输出部分	Q0.0	M(输送带电机驱动器)	
	Q0.1	YV1(推气缸 1 电磁阀)	
	Q0.2	YV2(推气缸 2 电磁阀)	
	Q0.3	YV3(推气缸 3 电磁阀)	
	Q0.4		
	Q0.5		

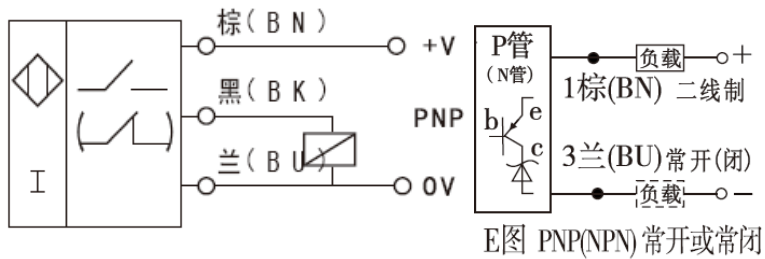
依据电气原理图的绘图规则并结合所选传感器的接线方式，绘制系统原理图，要求对原理图中连接线进行标号。

4.3 传感器安装及接线

根据所选传感器安装特征，选择合适的传感器连接架并采用螺栓对其进行固定。

依据电气原理图对系统进行接线，需注意电线颜色及接线方法，接线完成在上电前需指导老师进行检查确认。

传感器均为 PNP 输出，接线过程中参照下图



直流三线传感器接线图 直流两线传感器接线图

4.4 系统调试

4.4.1 传感器输入测试

1. 电感传感器的调试

在电感传感器下方的传送带上，放置铁质料块，调整传感器上两螺母，使传感器上下移动，恰好使传感器上端指示灯发光，该高度即为传感器对铁质材料的检出点，在该过程中注意 PLC 状态指示灯变化情况判断接线是否正确。

2. 电容传感器的调试

在电容传感器下方的传送带上，放置尼龙料块，调整传感器上两螺母，使传感器上下移动，恰好使传感器上端指示灯发光，该高度即为传感器对尼龙材料的检出点，在该过程中注意 PLC 状态指示灯变化情况判断接线是否正确。

3. 颜色传感器的调试

通电状态下，在颜色传感器下方的传送带上，放置带有某一颜色料块，调节传感器上的电位器，观察窗口中指示灯变化，最终将电位器至于使两个指示灯亮的中间位置，该灵敏点即为料块颜色检出点，在该过程中注意 PLC 状态指示灯变化情况判断接线是否正确。

4. 霍尔传感器的调试

在霍尔传感器下方的传送带上，放置磁性料块，调整传感器上两螺母，使传感器上下移动，恰好使传感器上端指示灯发光，该高度即为传感器对磁性材料的检出点，在该过程中注意 PLC 状态指示灯变化情况判断接线是否正确。

4.4.2 气缸输出测试

在 PLC 调试界面，依据输入输出分配表对输出点状态进行改变，观察气缸动作是否符合预期，同时通过调节气缸进气口的节流阀控制气缸伸缩速度。调节系统压力控制气缸出力。

4.4.3 物料输送调速测试

在 PLC 调试界面，依据输入输出分配表对控制电机电上的输出点状态进行改变，首先通过电机调速器侧旋钮对电机进行调速控制，判断电机转动方向是否正确。随后将调速器控制模式改为模拟量控制，通过 PLC 输出模拟量进行电机转速控制。

4.4.4 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。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，需要进行离线测试，既不将 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，观察输出指示灯的状态，若输出不符合要求，则查找原因，并排除之。

4.4.5 整体调试

将设备接入 PLC，进行联机调试，看是否满足要求，如果不满足要求，可通过综合调整软件和硬件系统，直到满足要求为止。