湖南网络工程职业学院

毕　　业　　设　　计

评定成绩：

题目：

基于 PLC 和机器视觉控制的方向盘自动分拣方案设计

所属院系：	智能制造学院
专业：	机电一体化技术
班级：	21 机电一体化班
姓名：	
学号：	
指导老师：	
提交时间：	2023.12.25

目录

目录 2
摘要 4
第 1 章 设计概要 5
1.1 研究背景 5
1.2 系统结构及控制功能简介 5
1.2.1 系统整体结构 5
1.2.2 核心控制功能 6
1.3 本设计的创新点 6
第 2 章 设计方案 8
2.1 硬件系统设计 8
2.2 PLC 的选型 10
2.2.1 PLC 选型分析 10
2.2.2 I/O 点数需求分析 10
2.2.3 功能与通信需求适配性 10
2.2.4 环境适应性需求 11
2.2.5 扩展模块选型 11
2.2.6 PLC 的 IO 地址分配表 11
2.2.7 PLC 的硬件接线图 12
2.3 传感器的选型 13
2.3.1 视觉组件选型 13
2.3.2 光电传感器选型 14
2.3.3 三项异步电机的选型 15
第 3 章 PLC 程序设计 16
3.1 系统控制流程图 16
3.2 核心梯形图及功能说明 17
3.3 组态软件设计 27
第 4 章 视觉控制的方向盘自动分拣系统实验验证 29
4.1 硬件接线 29

4.2 视觉控制的方向盘自动分拣系统实验操作说明 30
4.2.1 自动模式实验操作流程 30
4.2.2 注意事项 33
致谢 34
参考文献 35

摘要

为解决汽车制造业方向盘人工分拣效率低、错分漏分率高的问题，本设计开发了基于 PLC 与视觉控制的方向盘自动分拣系统。系统以西门子 S7-1215C PLC 为控制核心，搭配 SM1223 数字量混合模块扩展 I/O 点数，海康威视 MV-CA020-10GC 工业相机及环形补光光源构成视觉感知单元，辅以欧姆龙 E3Z-T61 光电传感器、西门子 1LE0001 系列电机等硬件，构建感知-控制-执行一体化架构。

系统支持自动/手动双模式运行：自动模式下，输送带输送方向盘至定位工位，光电传感器触发暂停后，视觉系统完成型号识别与缺陷检测，4 秒内将结果传输至 PLC，PLC 匹配分拣工位并控制机械臂执行抓取、转运、放置动作，同步更新型号 A/B 及不合格品计数器；手动模式可独立操控设备，用于调试与故障排查。此外，系统内置故障检测机制，定位气缸或视觉检测超时即触发保护，触摸屏实时显示故障类型及处理步骤，保障运行安全。

通过硬件接线验证与 HMI 模拟操作，系统实现了分拣流程的闭环控制，单次分拣逻辑准确，计数器实时更新，有效解决人工分拣弊端。该系统可适配汽车生产线高速流转需求，提升分拣效率与精准度，降低运维成本，具备显著的工程实践价值与推广潜力。

关键词：方向盘分拣；PLC 控制；机器视觉；S7-1215C；自动化系统

第 1 章　设计概要

1.1 研究背景

在汽车制造业规模化生产流程中，方向盘作为核心装配零部件，其上线前的型号匹配、颜色分类及表面缺陷筛查，是保障后续装配工序顺畅的关键前置环节。当前部分企业仍采用人工分拣模式，不仅单件分拣周期长、效率低，还易因人工主观判断偏差或长时间作业疲劳，导致错分、漏分问题，难以适配汽车生产线高速流转的节拍需求。

随着汽车制造行业对自动化、智能化生产的需求持续提升，传统人工分拣已无法满足零部件分拣的精准性、稳定性要求。PLC 控制器具备可靠逻辑控制能力，机器视觉技术可实现对方向盘特征的高精度识别，二者协同的自动分拣方案，能有效解决人工分拣的弊端，同时适配多型号方向盘的柔性分拣需求，符合汽车制造业降本增效的发展方向，具备明确的工程应用场景与实践价值。



图 1-1 方向盘

1.2 系统结构及控制功能简介

1.2.1 系统整体结构

本方向盘自动分拣系统的设计采用信号感知-PLC 控制-执行机构-信号交互架构设计，以 PLC 为控制核心、机器视觉为感知核心，配合执行机构与安全防护部件，形成全流程自动化分拣体系。系统结构图如下所示：

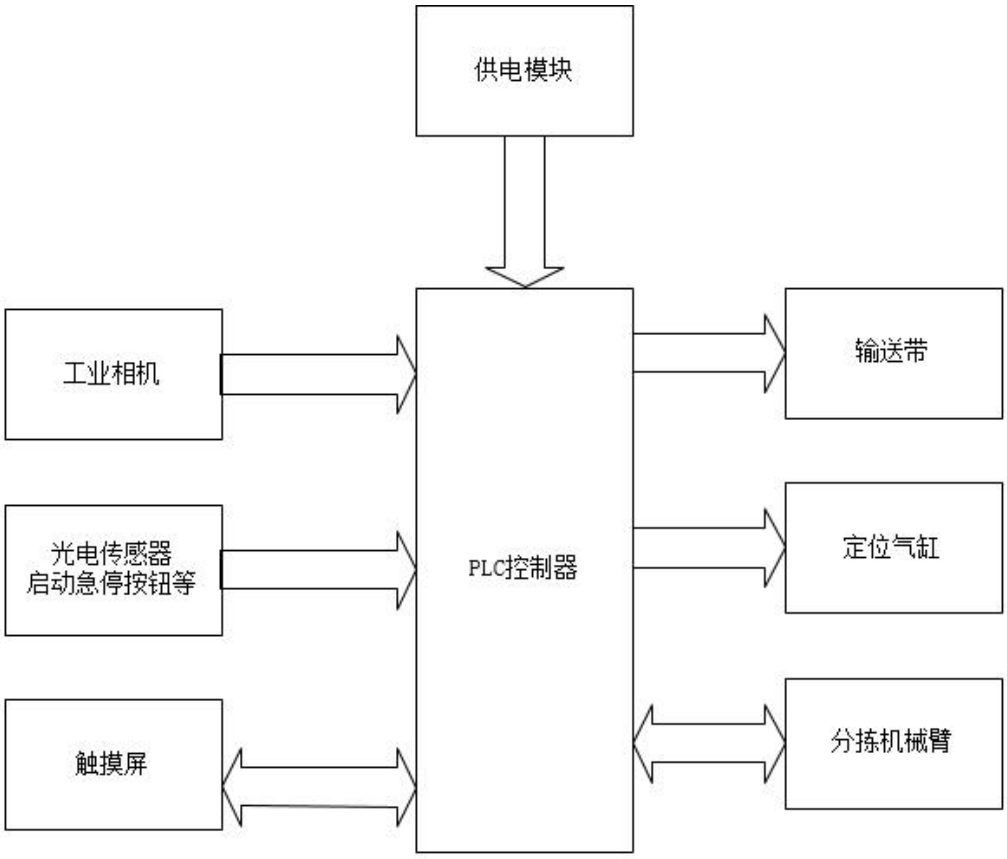


图 1-2 系统结构图

1.2.2 核心控制功能

本系统围绕自动化运行+灵活调试设计双控制模式，自动模式下按预设流程闭环运行：输送带输送待分拣方向盘，经光电定位后暂停，视觉系统完成特征检测并反馈结果至 PLC，PLC 根据识别信息判定分拣工位，随后控制机械臂完成抓取、转运与放置，分路输送带转运成品，全程无需人工介入，适配生产线连续作业需求；手动模式则通过触摸屏实现单设备独立控制，操作人员可单独启停输送带、控制定位气缸伸缩或机械臂动作，主要用于设备安装后的调试及故障排查场景。

为保障作业安全，系统内置多层安全控制，逻辑传感器超时未反馈信号时，PLC 立即触发紧急保护机制，切断执行机构电源以终止设备运行，同时联动报警指示灯亮起、触摸屏显示故障信息，确保异常情况下能快速响应，避免人员受伤或设备损坏，满足汽车制造车间对生产安全的要求。

1.3 本设计的创新点

本设计围绕汽车方向盘自动分拣的工程实际需求，在技术协同、柔性适配、

运维效率及成本控制方面形成差异化创新，具体体现在以下方面：

实现视觉检测与 PLC 控制的时序协同优化。相较于传统分拣系统中视觉与 PLC 的识别-反馈延迟问题，本设计针对分拣全流程时序进行拆解：当光电传感器触发方向盘定位信号时，PLC 同步向视觉系统发送拍照指令，视觉软件完成图像分析后，通过 RS485 通讯将结果实时传输至 PLC，整个定位-识别-决策过程控制在 4 秒内，有效减少信号延迟导致的分拣偏差，这一协同逻辑在保障分拣精度的同时，进一步压缩单件分拣周期，适配生产线高速流转需求。

设计安全与故障诊断的联动机制。不同于常规系统仅报警无指引的安全防护模式，本设计将急停安全防护与 PLC 不仅切断执行机构电源，还会通过逻辑关联定位故障点），并在触摸屏显示故障类型及处理步骤，降低运维人员排查故障的时间成本，提升系统运维的智能化水平。

第 2 章　设计方案

2.1 硬件系统设计

系统电气柜的布局设计图，整体尺寸为 800mm×600mm，内部通过线槽实现元器件的分区布局。上层区域布置开关电源、断路器及接触器，各器件通过线槽实现线缆规整敷设；下层区域布置端子排、中间继电器，整体布局遵循功能分区原则，确保电气元件安装的规范性与维护的便捷性。

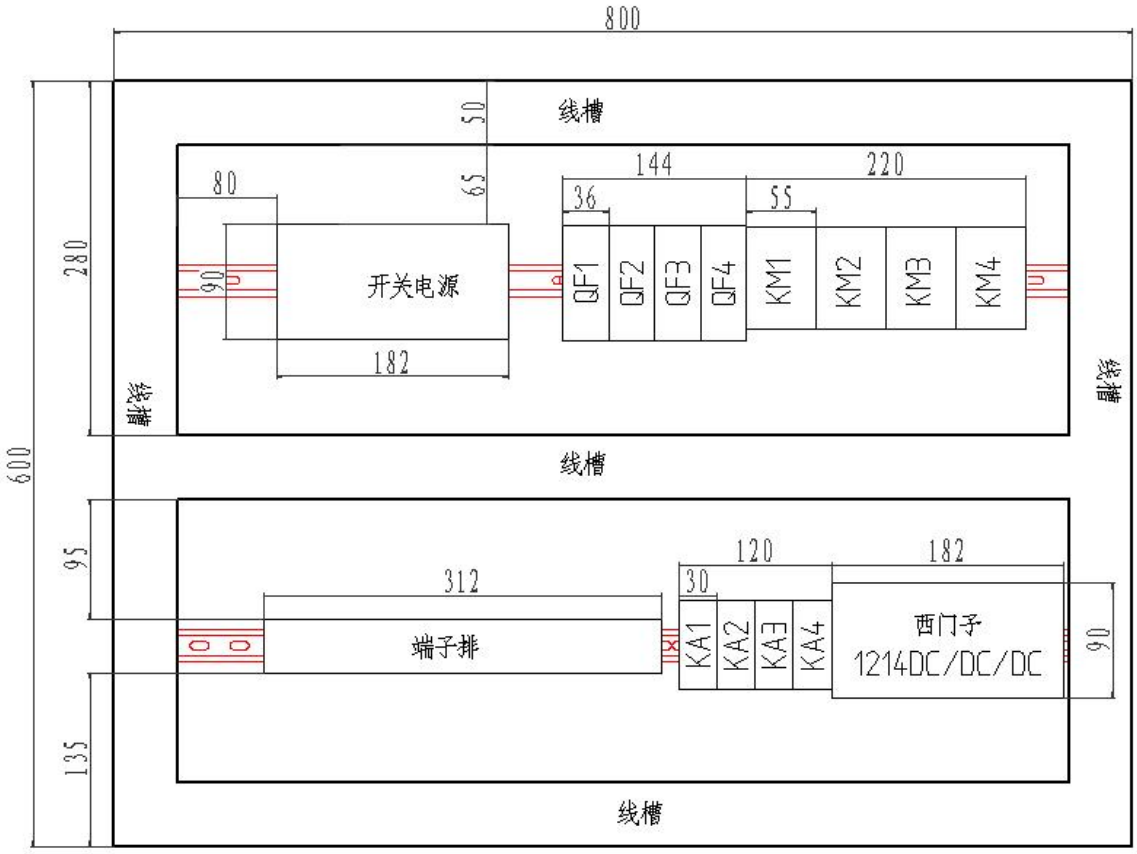


图 2-1 布局设计图

主电路采用三相四线制供电，通过断路器、接触器、热继电器实现对输送带 1、机械臂、目标工位电机的控制。其中，每台电机均配置独立的断路器作短路保护、接触器作通断控制、热继电器作过载保护，形成一用一保的控制回路。当 PLC 输出对应指令时，接触器线圈得电，主触点吸合驱动电机运行，保障了各执行机构的动力供应与安全防护。

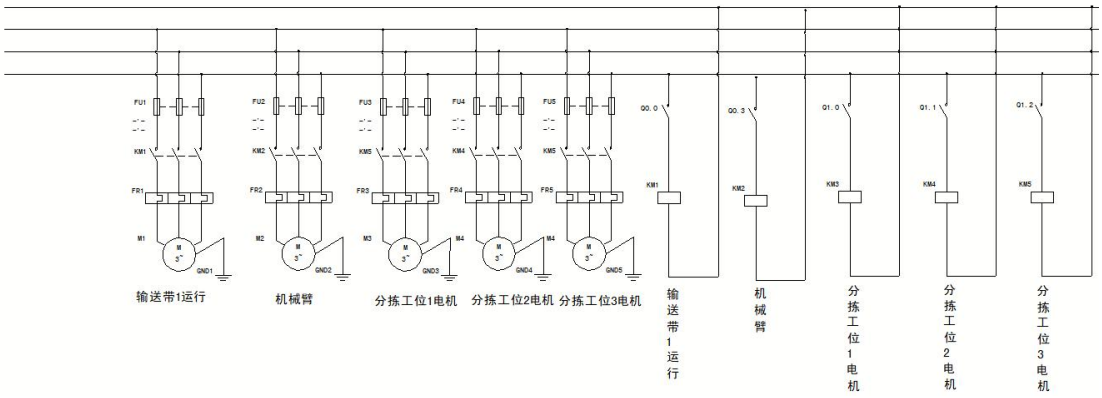


图 2-2 主电路控制图

西门子 S7-1215C 型 PLC 及 SM1223 扩展模块的 I/O 接线设计。PLC 输入侧接入启动/停止按钮、急停按钮、光电传感器、气缸限位开关、视觉系统反馈等信号；输出侧控制输送带运行、定位气缸动作、拍照指令、机械臂启停及报警装置。SM1223 模块用于扩展输入，接收型号 B 检测结果等信号。接线图清晰体现了信号流向，为 PLC 程序开发与硬件接线提供了参照。

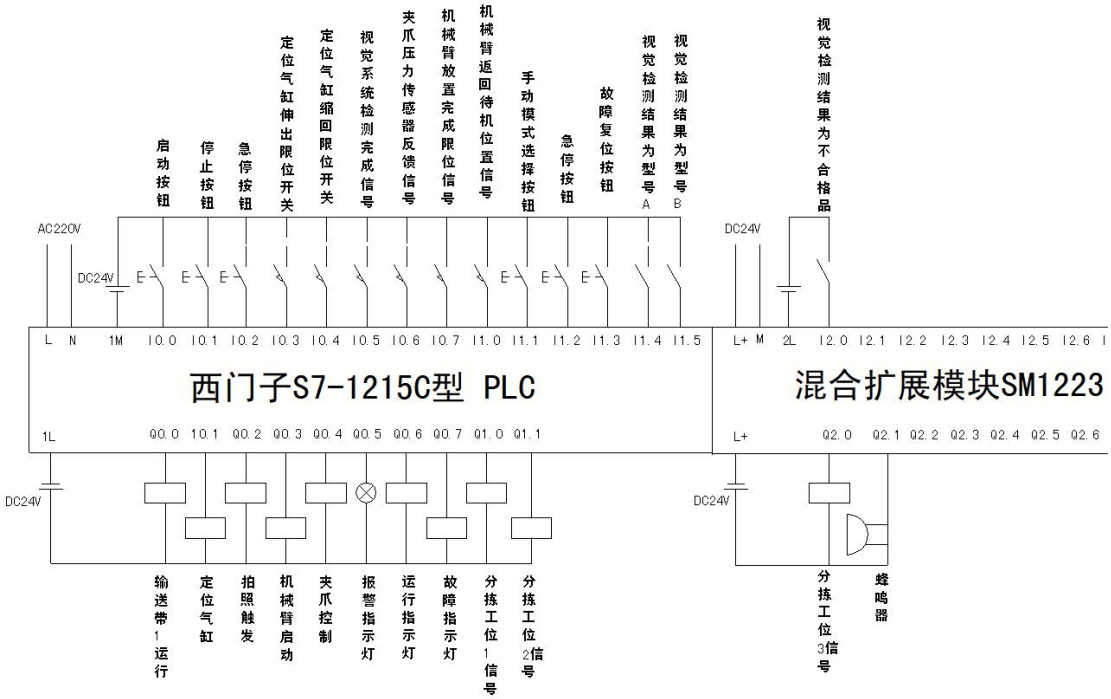


图 2-3 PLC 接线图

2.2 PLC 的选型

2.2.1 PLC 选型分析

PLC 作为本方向盘自动分拣系统的控制核心，其选型需综合考量 I/O 点数、功能适配性、环境适应性及扩展能力。

2.2.2 I/O 点数需求分析

系统数字输入信号涵盖启动/停止按钮、急停按钮、光电传感器、气缸限位开关、视觉系统检测完成信号、车型机械臂动作反馈、手动模式选择、型号 A/B 检测结果等，经统计共需 16 点数字输入；数字输出信号需控制输送带电机、定位气缸、机械臂启停、报警指示灯、蜂鸣器及目标工位电机等，共需 12 点数字输出。

西门子 S7-1215CDC/DC/DC 型主 PLC 集成 14 点数字输入与 10 点数字输出，无法完全覆盖输入需求，因此选配 SM1223 数字输入扩展模块，该模块提供 8 点数字输入，8 点数字输出，扩展后输入总点数达 24 点，输出点数 18 点，完全适配系统 I/O 容量需求。



图 2-4 西门子 S7-1215C PLC 图

2.2.3 功能与通信需求适配性

本设计需实现输送带-定位-视觉检测-机械臂分拣的精准时序控制，并具备故障自诊断功能。西门子 S7-1215CPLC 内置高速计数、定时器、计数器等基础指令，可满足上述逻辑控制需求。

通信方面，该 PLC 集成 Profinet 以太网接口，支持与视觉系统、触摸屏快速

组网，保障信号传输效率，符合系统多模块协同的架构设计。

2.2.4 环境适应性需求

汽车制造车间工作环境参数为：温度-5℃~45℃，相对湿度≤90%，气压86kPa~106kPa。西门子 S7-1200 系列 PLC 为工业级设计，工作温度范围-25℃~70℃，湿度适应范围 5%~95%，气压适应范围 79.5kPa~108kPa，可在车间复杂环境下长期稳定运行，满足系统可靠性要求。

2.2.5 扩展模块选型

针对 S7-1200 主机原生输入输出（I/O）点数无法满足方向盘自动分拣系统的信号采集与执行控制需求，本系统选用西门子 SM1223 数字量混合模块进行扩展。该模块集成 8 路数字量输入（DI）与 8 路数字量输出（DQ），可精准补充传感器信号接收（如光电、限位信号）及执行器驱动（如电磁阀、指示灯）通道，且与 S7-1200 CPU 无缝兼容，无需额外适配组件，集成化设计能减少模块安装数量，节省控制柜空间并简化布线。

从技术适配性与实用性出发，SM1223 模块的输入通道支持 0.2-12.8ms 可调滤波功能，可有效抑制现场电磁干扰，保障信号采集准确性；输出通道提供晶体管或继电器两种类型可选，能适配系统中不同负载特性的执行元件（如气缸电磁阀、输送带接触器）。其模块化设计不仅满足当前系统 I/O 扩展需求，还为后续功能升级预留了灵活调整空间，兼顾可靠性与经济性。



图 2-5 SM1223 模块图

2.2.6 PLC 的 IO 地址分配表

PLC 的 I/O 地址分配是实现硬件信号与控制程序逻辑映射的关键环节，本系

统基于西门子 S7-1215CPLC 的 I/O 地址分配如下：

输入地址（I 点）涵盖自动模式启动按钮、系统停止/急停按钮、定位气缸限位开关、视觉检测结果及机械臂位置反馈等信号；输出地址（Q 点）用于控制输送带 1 电机、定位气缸、机械臂启停与夹爪动作，以及报警指示灯、分拣工位信号等执行机构。该地址分配明确了的信号对应关系，为 PLC 程序开发与硬件接线提供了依据。

表 2-1 PLC 的 I/O 分配表

输入地址	注释	输出地址	注释
I0.0	自动模式启动按钮	Q0.0	输送带 1 电机
I0.1	系统停止按钮	Q0.1	定位气缸
I0.2	系统停止按钮	Q0.2	拍照触发
I0.3	定位气缸伸出到位限位开关	Q0.3	机械臂启动
I0.4	定位气缸缩回到位限位开关	Q0.4	夹爪控制
I0.5	视觉系统检测完成信号	Q0.5	报警指示灯
I0.6	夹爪压力传感器反馈信号	Q0.6	运行指示灯
I0.7	机械臂放置完成限位信号	Q0.7	故障指示灯
I1.0	机械臂返回待机位置信号	Q1.0	分拣工位 1 信号
I1.1	手动模式选择按钮	Q1.1	分拣工位 2 信号
I1.2	急停按钮	Q2.0	分拣工位 3 信号
I1.3	故障复位按钮	Q2.1	蜂鸣器
I1.4	视觉检测结果为型号 A		
I1.5	视觉检测结果为型号 B		
I2.0	视觉检测结果为不合格品		

2.2.7 PLC 的硬件接线图

本系统设计 PLC 硬件接线以西门子 S7-1215C 型 PLC 为核心，搭配 SM1223 混合数字输入扩展模块。输入侧采用 DC24V 供电，I0.0-I1.5 及扩展模块 I2.0-I5.6 接入启动/停止按钮、传感器、视觉检测结果等数字输入信号；输出侧 Q0.0-Q1.1 通过 DC24V 驱动输送带、定位气缸、报警装置等执行机构。该接线图清晰呈现

电源-信号-负载的连接逻辑，实现了感知层信号向控制层的传输及控制层对执行层的驱动，为硬件安装、线缆敷设及故障排查提供了直观依据，保障了系统电气连接的规范性与信号传输的可靠性。

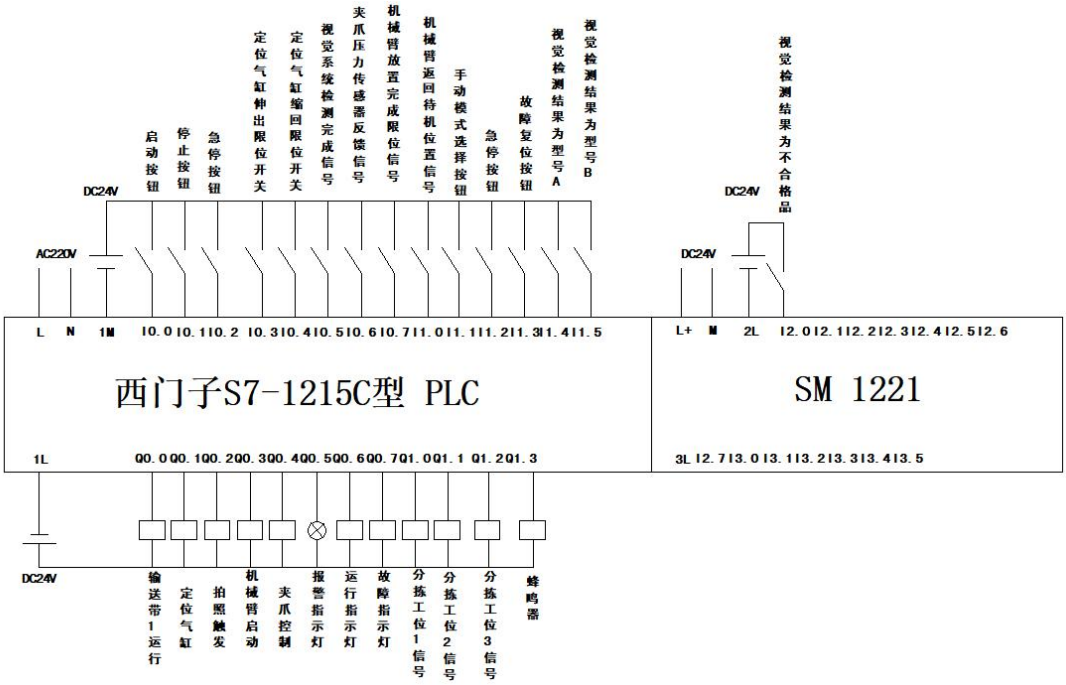


图 2-6 PLC 的硬件接线图

2.3 传感器的选型

2.3.1 视觉组件选型

本系统视觉组件需实现方向盘图像的高清采集与精准特征识别，功能需求包括：分辨率不低于 200 万像素，以清晰捕捉方向盘型号标识与表面缺陷；帧率≥30fps，满足分拣流程的实时性要求；支持以太网通信，实现与 PLC 的高速数据交互。

安装环境为汽车车间分拣工位上方，安装空间需适配长×宽×高≤150mm×100mm×80mm 的布局；工作环境参数为温度-10℃~50℃、相对湿度≤85%、气压 86kPa~106kPa。

基于需求，选定海康威视 MV-CA020-10GC 工业相机、MVL--M1620M-6MP 镜头及环形 LED 补光光源。其主要参数如下表所示：

表 2-2 相机参数表

组件类型	型号	分辨率	帧率	接口	工作温度
工业相机	MV-CA020-10GC	1920×1080	60fps	千兆网	-10~50℃
工业镜头	MVL--M1620M-6MP	—	—	C 口	-20~70℃
补光光源	环形 LED 光源	—	—	DC24V	-10~60℃

该选型在图像质量、实时性、环境适应性上均契合系统需求，为方向盘特征识别提供了可靠的硬件支撑。



图 2-7 MV-CA020-10GC 工业相机

2.3.2 光电传感器选型

本系统设计中光电传感器的核心功能，依据方向盘定位-视觉检测的流程要求，需检测方向盘是否到达输送带 1 的定位工位，进而触发输送带暂停与定位气缸伸出动作，因此需满足检测距离覆盖方向盘尺寸范围、响应速度匹配分拣时序、抗车间光照与电磁干扰的功能需求。从安装适配性来看，传感器需安装于定位工位前端输送带侧方，安装空间受限，整体尺寸需控制在较小范围以适配现场布局；工作环境方面，对工业元件环境适应性的要求，需耐受车间-5℃~45℃的温度波动、≤90%的相对湿度及标准大气压，同时具备防尘特性以应对车间粉尘环境。

基于上述需求，选定欧姆龙 E3Z-T61 型光电传感器，该传感器检测距离可在 5~100mm 范围内调节，能充分覆盖方向盘定位工位的检测需求，响应时间≤2ms，可确保输送带在方向盘到达后快速暂停，契合分拣流程的时序控制要求；其工作温度范围扩展至-25℃~55℃，防护等级达 IP67，能适应车间温度波动与粉尘环境，

且输出类型为 NPN 常开，可直接与 PLC 输入模块兼容，稳定传输触发信号，为后续视觉检测与分拣动作的精准衔接提供可靠保障。



图 2-8 欧姆龙 E3Z-T61 型光电传感器

2.3.3 三项异步电机的选型

本系统的设计三相异步电机用于驱动输送带 1、机械臂及目标工位的输送机构，需满足不同负载的动力与调速需求。功能上，输送带电机需具备≥0.75kW 功率以带动方向盘连续输送，机械臂和目标工位电机需匹配 1400r/min 额定转速及适配扭矩以实现精准分拣；安装层面，电机需适配设备布局，尺寸控制在长×宽×高≤200mm×150mm×180mm 内，采用法兰或地脚安装；工作环境需耐受车间-5℃~45℃温度、≤90%（无凝露）相对湿度及标准大气压，且具备防尘防溅特性。

根据设计需求，选定西门子 1LE0001 系列三相异步电机：输送带 1 电机选用 1LE0001-0DB22-1AA4，机械臂与目标工位电机选用 1LE0001-0DA22-1AA4。该系列电机防护等级 IP55，防尘防溅；绝缘等级 F 级，适应温度波动；支持与变频器配合实现无级调速，满足输送带速度、机械臂动作节拍的精准控制需求，为分拣流程提供稳定动力输出。

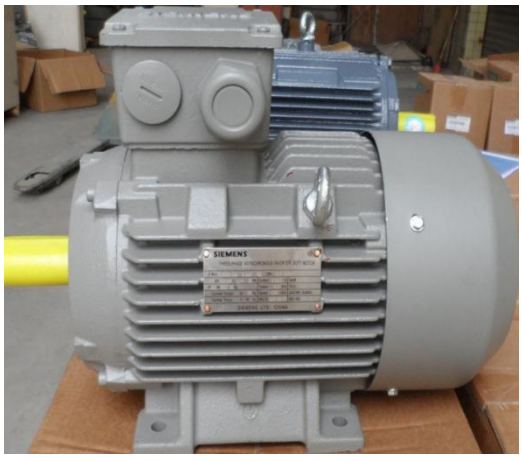


图 2-9 西门子 1LE0001 系列三相异步电机

第 3 章 PLC 程序设计

3.1 系统控制流程图

本设计的工作流程以系统上电/触摸屏启动自动模式为起始节点，首先进入方向盘上料与定位阶段，启动输送带 1 输送待分拣方向盘，当光电传感器检测到方向盘到达定位工位时，触发输送带暂停，实现方向盘的精准定位；紧接着视觉系统采集图像并将检测结果传输至 PLC，PLC 依据识别信息匹配分拣工位后，控制机械臂移至拍照工位，依次执行抓取方向盘-放置方向盘-机械臂复位-设备复位动作；完成单次分拣后，系统进入待机状态并判断是否接收停止信号，若接收到则执行系统停机结束分拣，若未接收则返回方向盘上料与定位环节，开启下一轮分拣循环。

流程图界定了各环节的触发条件与动作逻辑，例如光电检测对定位的触发作用、PLC 在分拣决策中的核心作用、机械臂的动作序列，以及停机判断的分支逻辑，为 PLC 程序的开发提供了直观且严谨的逻辑框架，有效保障了自动分拣流程的时序精准性与运行稳定性。

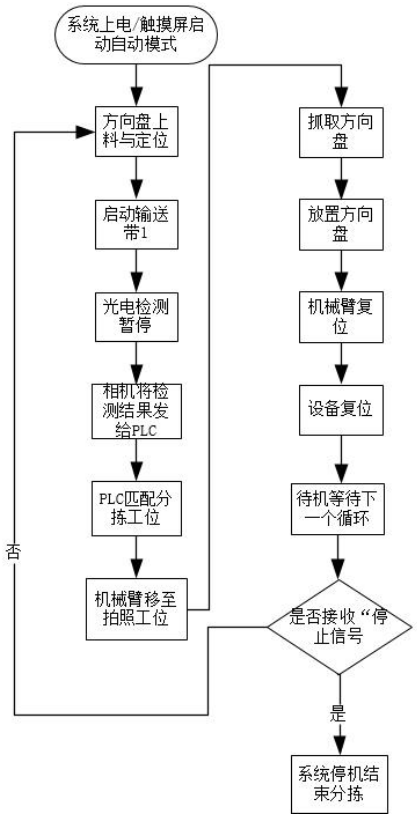


图 3-1 控制流程图

3.2 核心梯形图及功能说明

本设计的 PLC 程序采用西门子博途（TIAPortal）V15 软件进行开发。博途是西门子集成化的自动化工程平台，支持 PLC 梯形图编程、HMI 组态、系统仿真等全流程设计工作，具备直观的编程界面与强大的调试功能，为本系统梯形图的开发、逻辑验证及自动分拣流程的模拟运行提供了高效的工具支持，保障了程序设计的规范性与可维护性。

程序采用博途 V15 软件以 LAD（梯形图）编写，核心通过状态机实现控制，包含自动模式、手动模式、故障检测及计数报警功能，同时设计急停复位与模式互锁逻辑，保障系统运行安全与流程完整性。

初始化程序，利用首次扫描标志 M1000.0，将主状态寄存器 MW200、手动状态寄存器 MW202、分拣计数器 MW206 清零，同时设置输送带速度 MD220 为 500，完成系统初始参数配置。

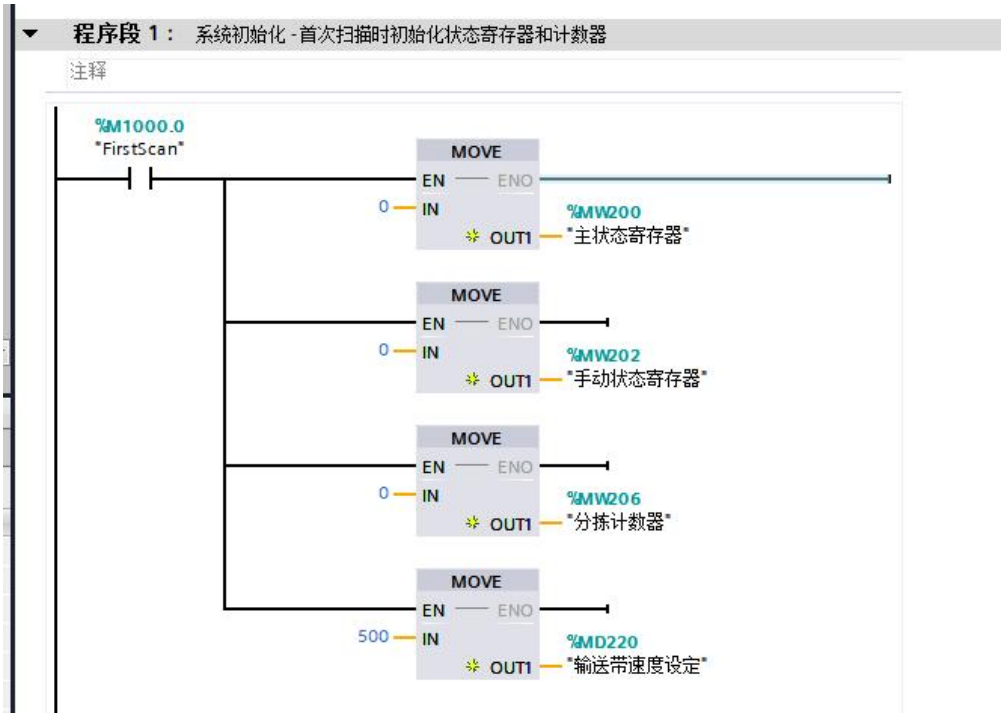


图 3-2 初始化程序

触摸屏输入映射逻辑，将模拟光电传感器、气缸到位、视觉完成、机械臂动作等触摸屏信号（M13.0-M13.6）映射至 PLC 实际输入点（M40.2-M41.0），用于仿真环境下的信号模拟与流程验证。

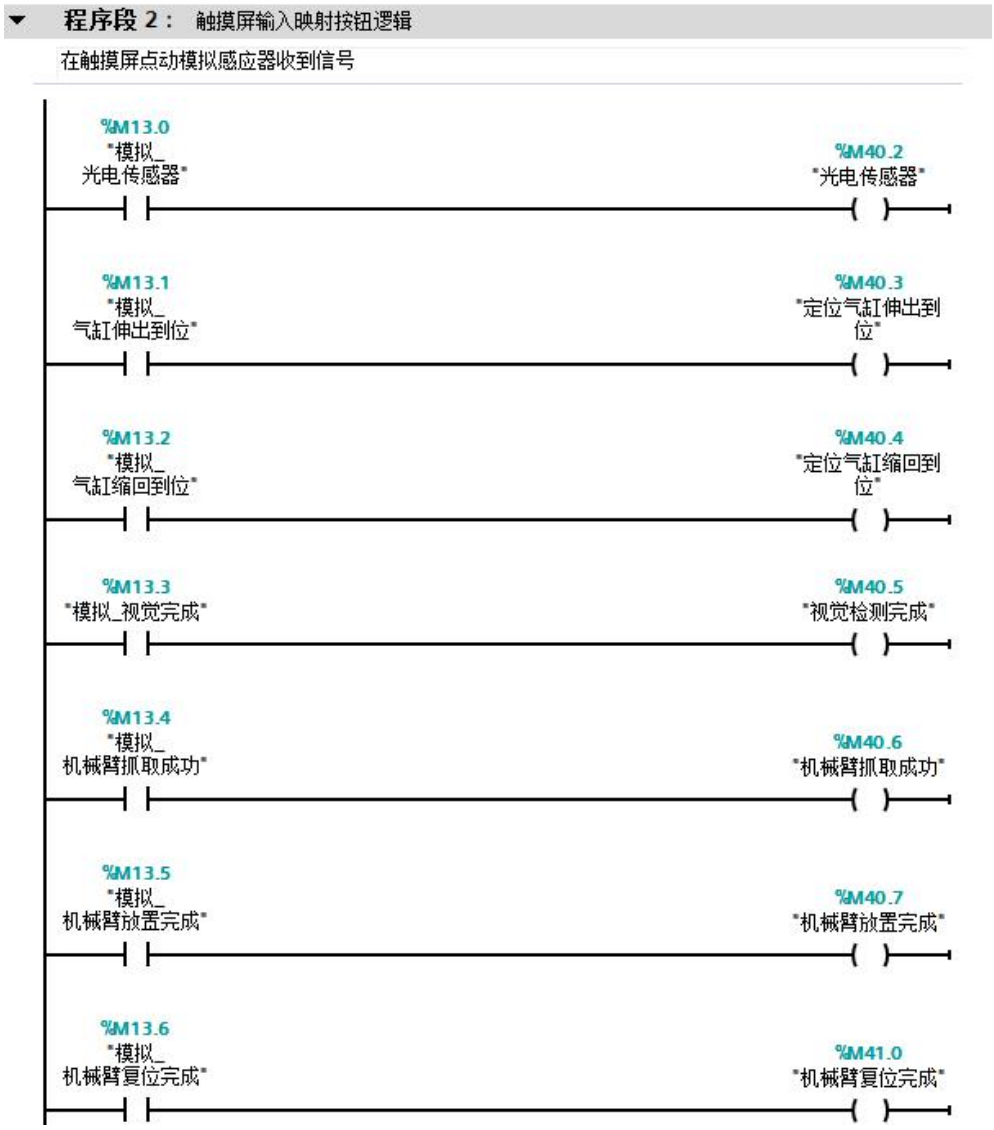


图 3-3 触摸屏输入映射程序

模式选择互锁逻辑，程序段 3 激活自动模式时置位 M0.1、复位 M0.2 并设模式显示为 0；程序段 4 激活手动模式时置位 M0.2、复位 M0.1 并设模式显示为 1，实现自动与手动模式的互锁，保障操作安全。

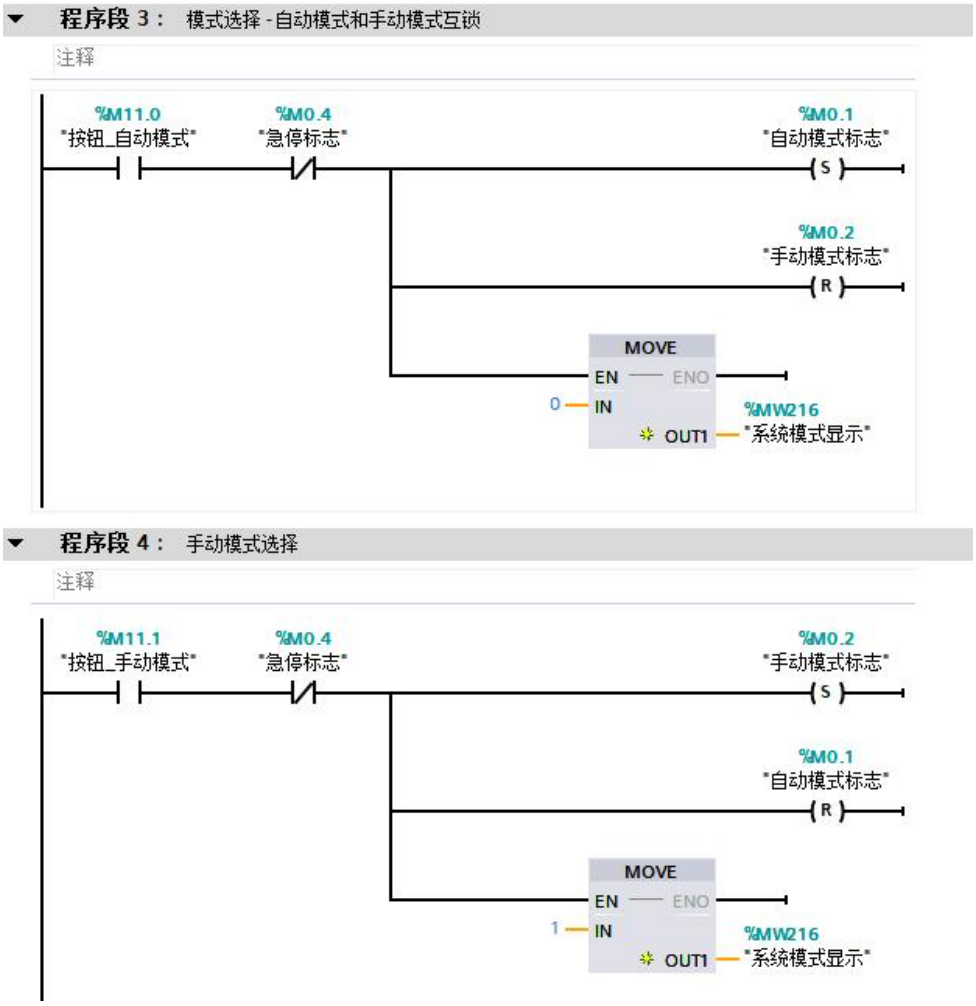


图 3-4 模式选择互锁程序

急停复位逻辑，按下复位按钮 M11.4 且急停按钮 M11.5 未触发时，复位急停标志 M0.4、故障标志 M0.3，清零输出设备（如 Q0.0 输送带电机、Q0.1 定位气缸等）及主状态寄存器 MW200、分拣计数器 MW206、型号 A 计数器 MW208 等，使系统恢复初始状态，保障安全复位。

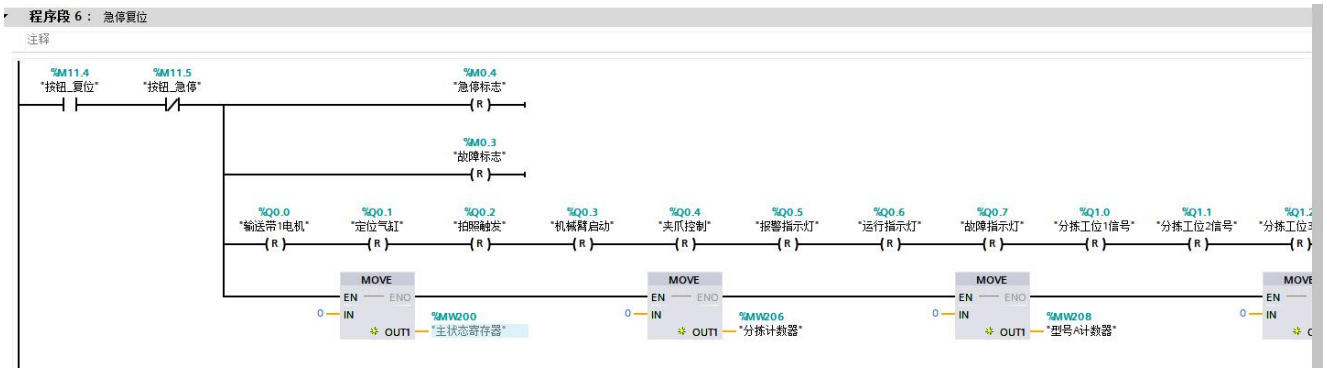


图 3-5 急停复位程序

自动模式启动与输送带 1 控制逻辑，程序段 7 在 MW200=0、M0.1 等条件满足时置位 M0.0 并将 MW200 设为 1；程序段 8 在 MW200=1 时启动输送带 Q0.0，置位 M0.5 和运行指示灯 Q0.6。

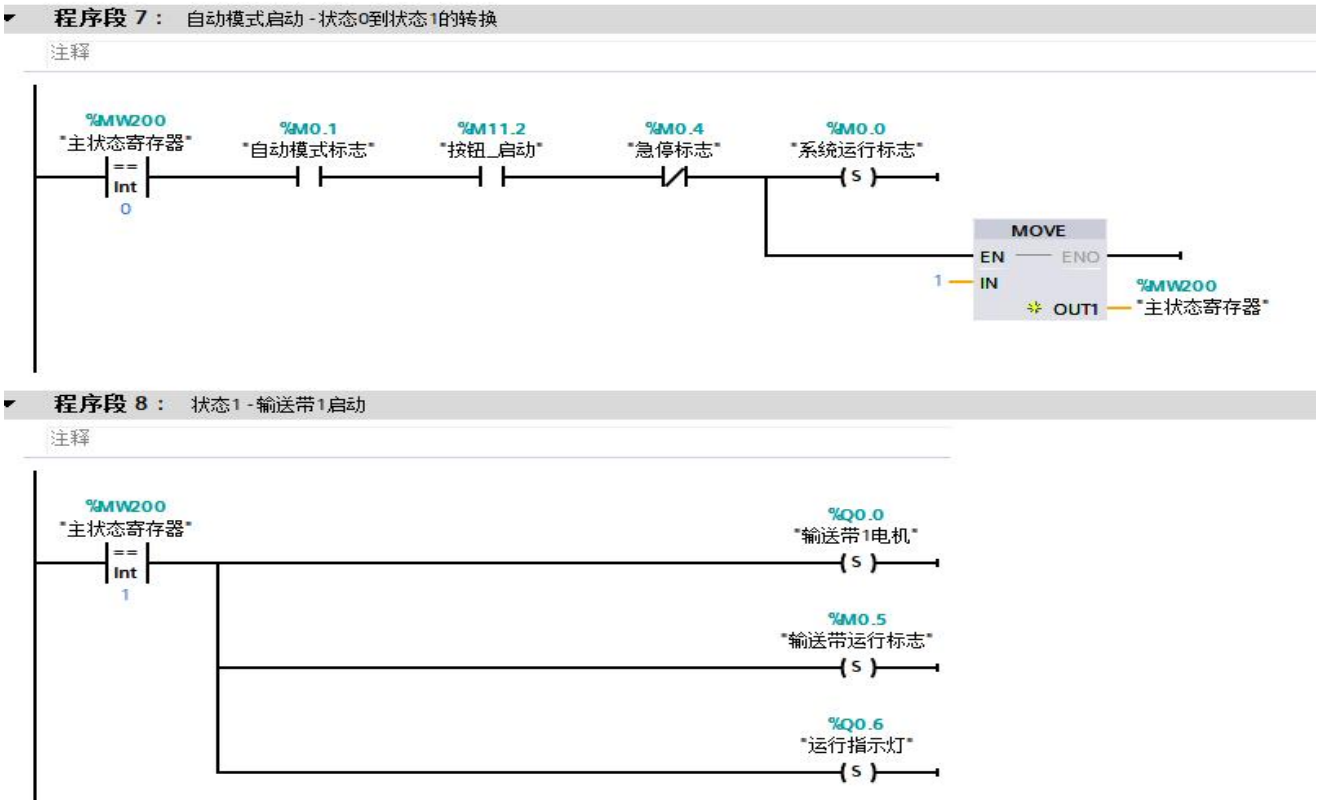


图 3-6 自动模式启动与输送带 1 控制程序

定位气缸伸出控制逻辑，程序段 11 在 MW200=2 且 Timer_输送带.Q 满足时将 MW200 设为 3；程序段 12 在 MW200=3 时置位 Q0.1、M1.2，启动 Timer_气缸计时，控制定位气缸伸出。

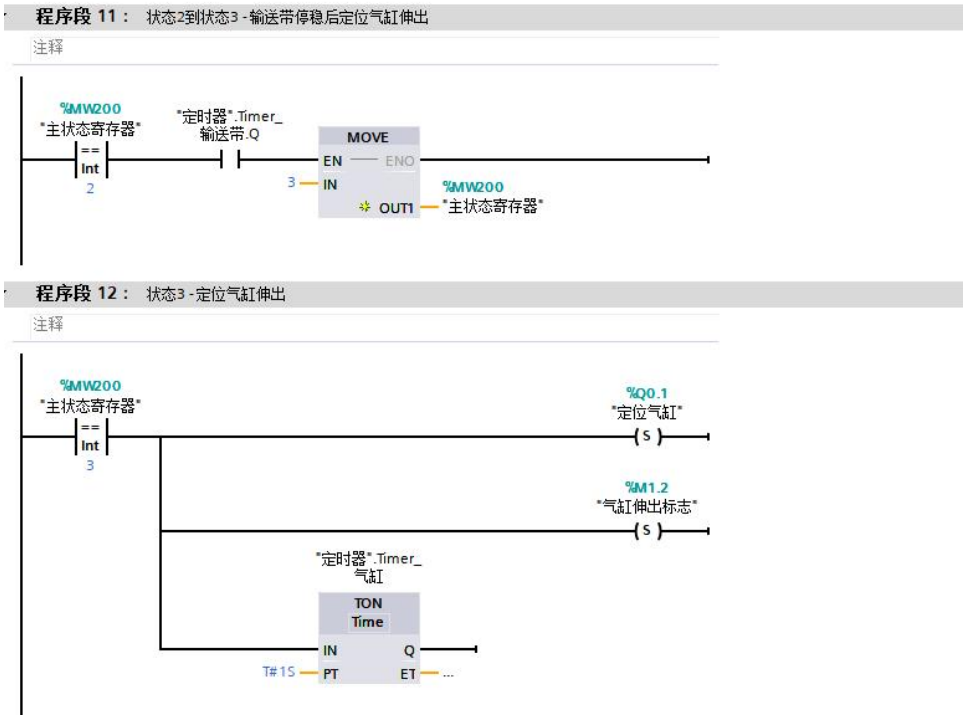


图 3-7 定位气缸伸出程序

视觉检测结果接收与决策逻辑，程序段 17 在 MW200=5 且 M40.5、M13.3、Timer_视觉.Q 满足时将 MW200 设为 6；程序段 18 在 MW200=6 时启动 Timer_数据（500ms），用于视觉结果的接收与决策。

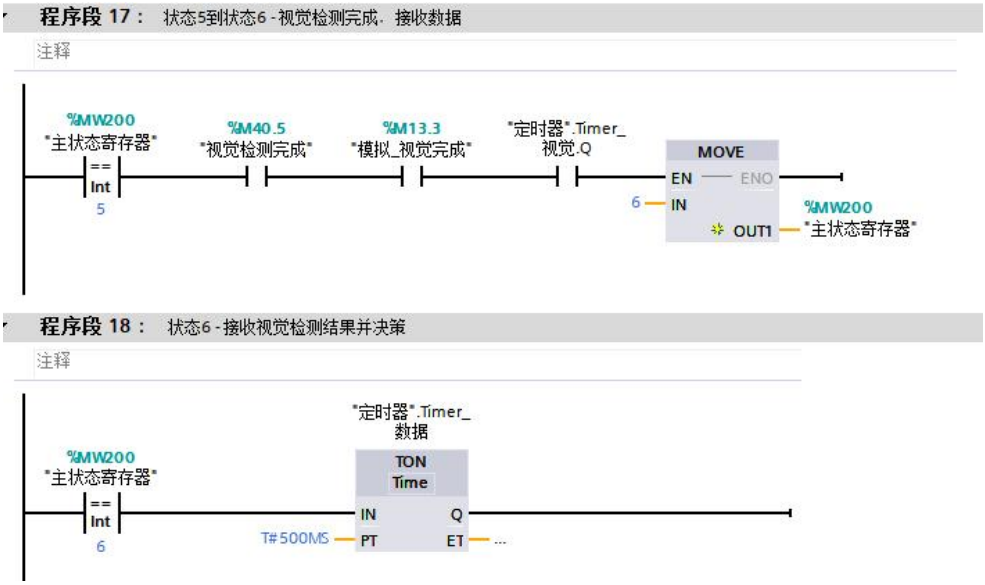


图 3-8 视觉检测结果程序

视觉结果判定（型号 A）逻辑，MW200=6 时，若 M41.4 或 M14.0 满足，设 MW204=1，置位 Q1.0，配置机械臂坐标 MD224、MD228、MD232，实现型号 A 分拣工位与机械臂动作参数设置。

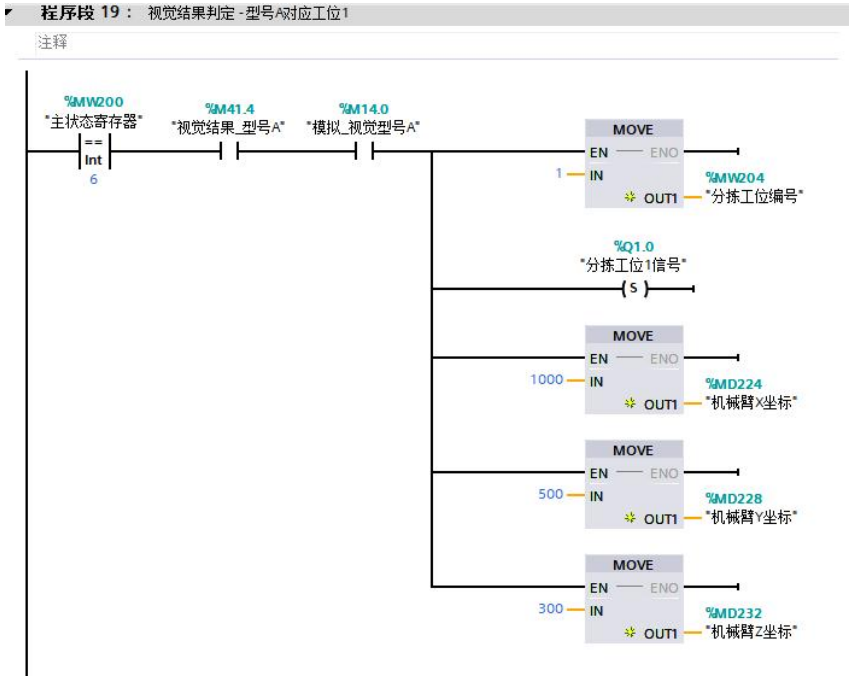


图 3-9 视觉结果判定（型号 A）程序

视觉结果判定（型号 B）逻辑，MW200=6 时，若 M41.5 或 M14.1 满足，设 MW204=2，置位 Q1.1，配置机械臂坐标 MD224、MD228、MD232，实现型号 B 分拣工位与动作参数设置。

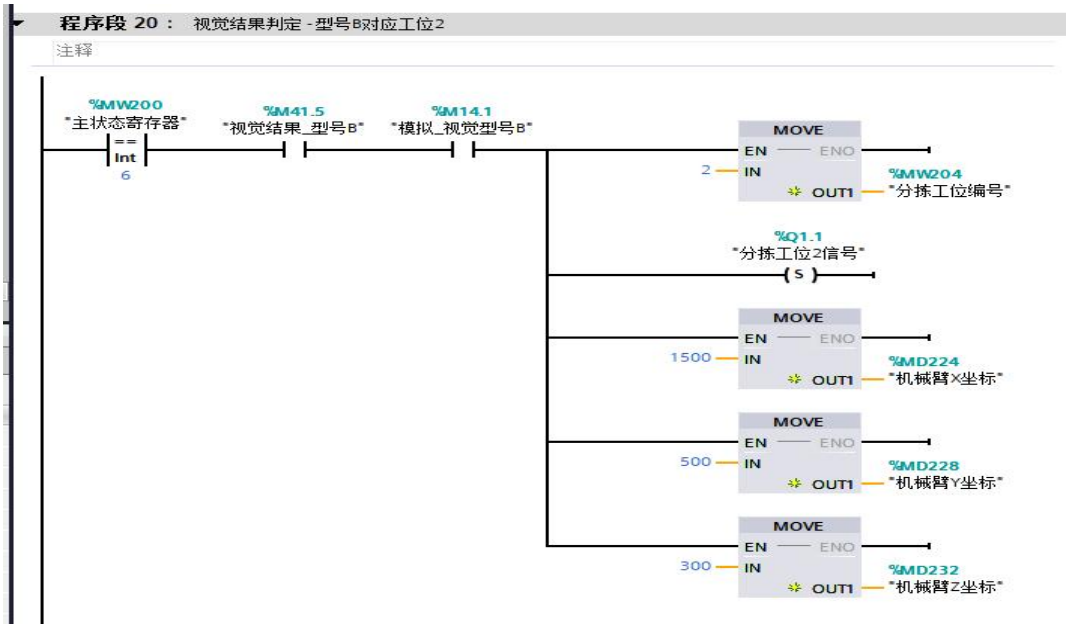


图 3-10 视觉结果判定（型号 B）程序

视觉结果判定（不合格品）逻辑，MW200=6 时，若 M41.6 或 M14.2 满足，设 MW204=3，置位 Q1.2，配置机械臂坐标 MD224、MD228、MD232，实现不合格品分拣工位与动作参数设置。

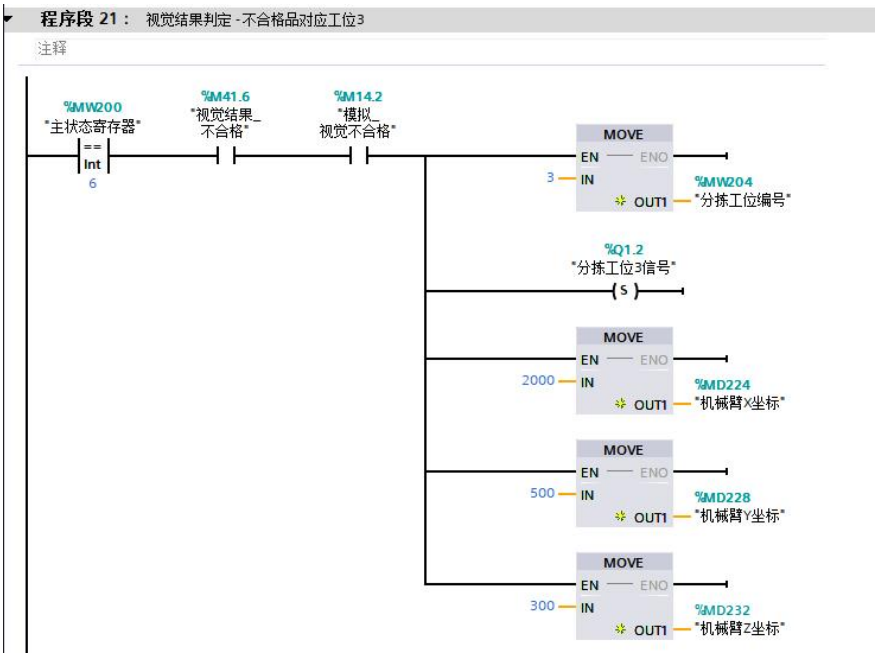


图 3-11 视觉结果判定（型号 C）程序

机械臂位移控制逻辑，程序段 23 在 MW200=7 时置位 Q0.3、M0.6，启动 Timer_机械臂 1；程序段 24 在其 Q 满足时将 MW200 设为 8，实现机械臂移至拍照工位上方并准备下降。

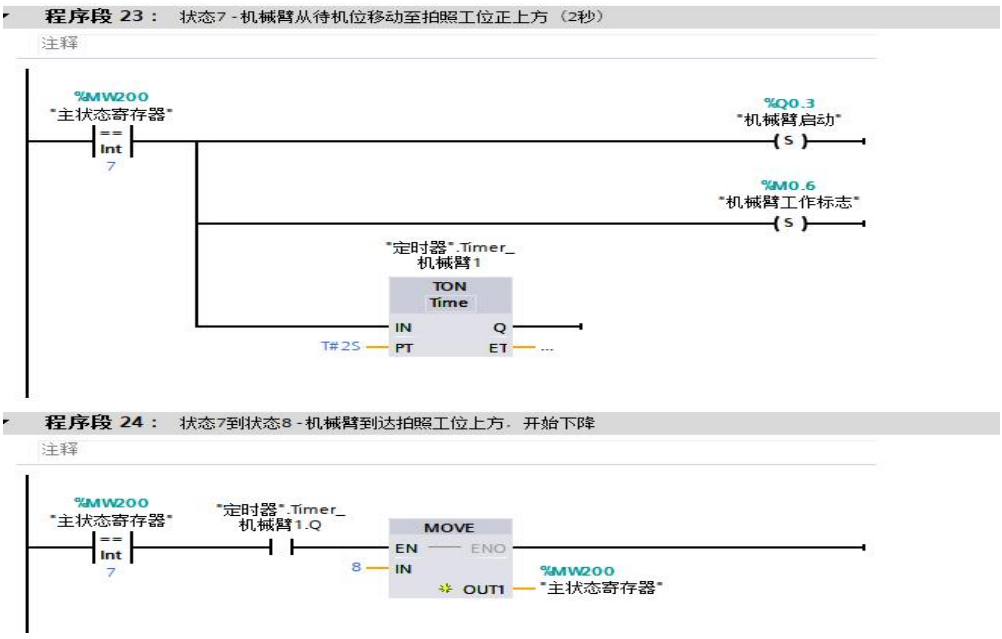


图 3-12 机械臂位移控制程序

机械臂抓取后动作控制逻辑，程序段 28 在 MW200=9 且 M40.6、M13.4 等满足时将 MW200 设为 10；程序段 29 启动上升定时器，程序段 30 在其 Q 满足时将 MW200 设为 11，控制机械臂上升并移至分拣工位。

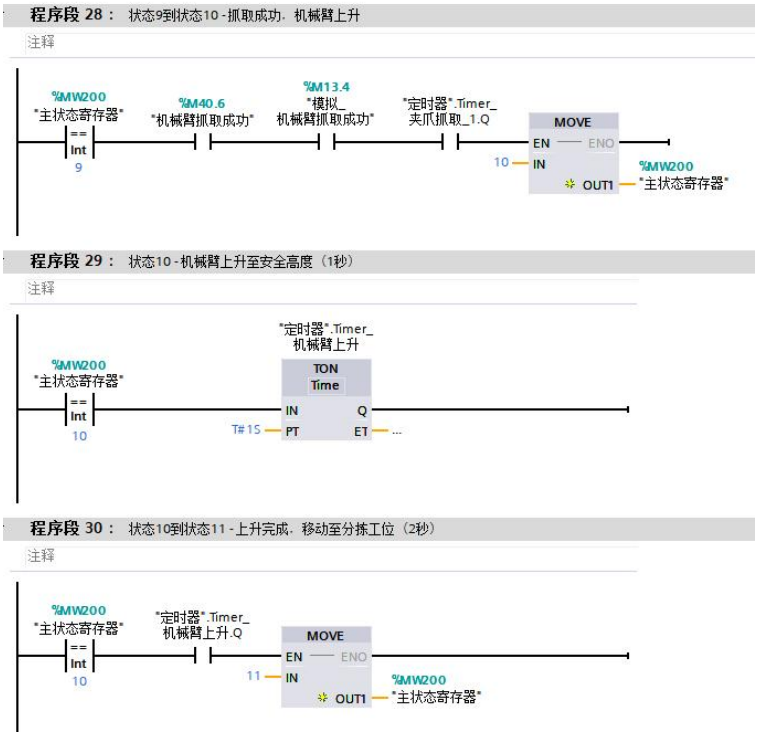


图 3-13 机械臂抓取后动作控制程序

机械臂分拣工位动作控制逻辑，程序段 31 在 MW200=11 时启动计时器 Timer_机械臂上升 2；程序段 32 在其计时器满足时设 MW200=12；程序段 33 启动计时器 Timer_机械臂 2，控制机械臂移至分拣工位上方并下降至放置高度。



图 3-14 机械臂分拣工位动作控制程序

分拣完成计数与状态转换逻辑，MW200=13 时，满足放置完成等条件将其设为 14，置位 M1.1，分拣计数器 MW206 及型号 A/B 计数器 MW208/MW210 分别加 1，实现计数与状态切换。

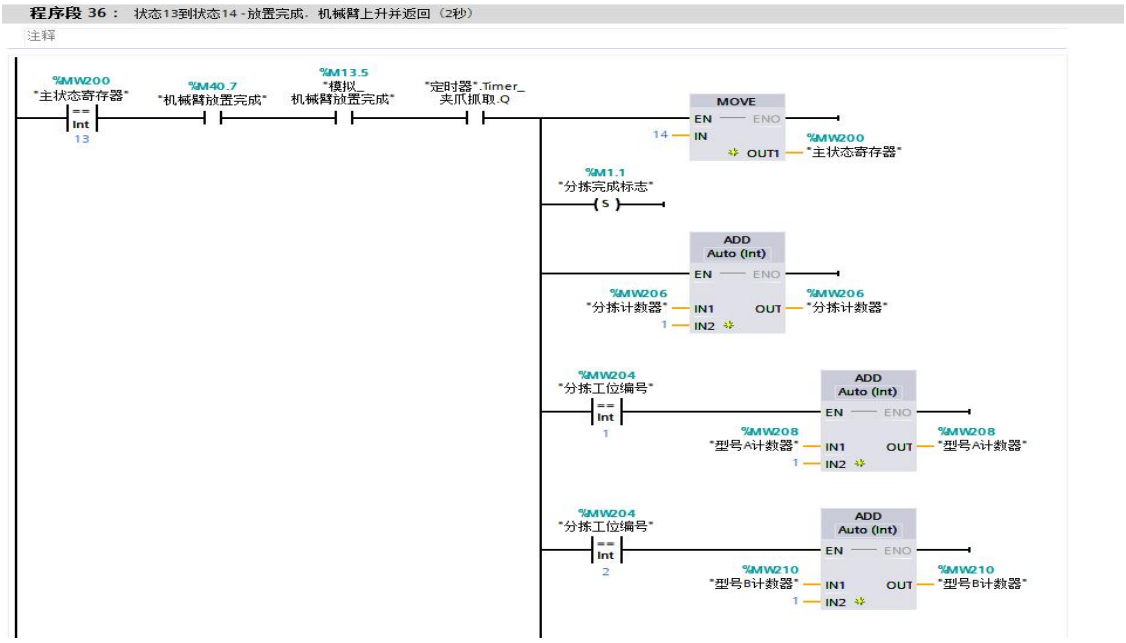


图 3-15 分拣完成计数程序

故障检测逻辑，程序段检测定位气缸、视觉检测超时，超时则置位 M0.3，设置故障代码 MW214，实现系统异常检测与故障标识。

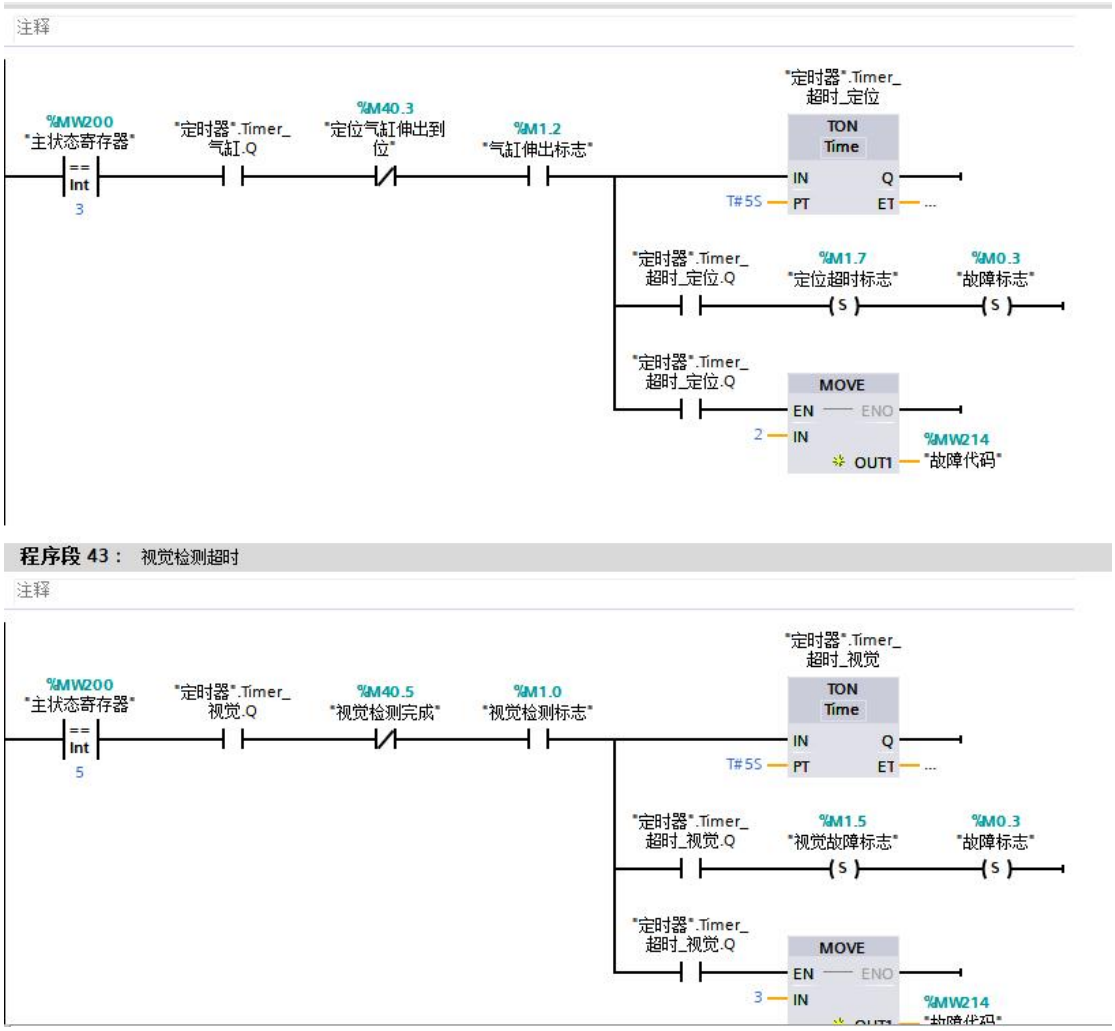


图 3-16 故障检测程序

手动模式设备控制逻辑，程序段 51-54 在 M0.2 且无急停故障时，通过 M12.0/1 控制输送带 Q0.0 启停，M12.2/3 控制定位气缸 Q0.1 伸/缩，实现设备手动独立操作。



图 3-17 手动模式设备控制程序

3.3 组态软件设计

该系统的人机交互界面（HMI）基于西门子 SIMATICHMI 开发，是方向盘自动分拣系统的核心操作与监控载体，通过模块化布局实现对分拣流程的全维度管控。界面以功能聚合、可视化呈现为设计原则，划分为模式控制模块、传感器模拟模块、流程展示模块、系统状态与分拣统计模块、设备状态监控模块、手动控制模块及报警信息模块，各模块协同运作，为用户提供系统操作、状态监控、数据统计及异常报警的一体化交互体验。

程序中包括模式控制模块包含自动模式、手动模式、急停、启动、停止、复

位等操作按钮，实现系统运行模式的切换、全局启停及故障复位控制，是系统操作权限的核心入口；传感器模拟模块集成光电传感器、气缸伸/缩、机械臂抓取/放置/复位及型号（A/B/不合格）模拟按钮，用于在调试或模拟场景下触发对应传感器信号，验证分拣逻辑的有效性。

系统状态与分拣统计模块实时显示当前系统状态、运行模式及型号 A、型号 B、不合格品的分拣数量，为生产数据追溯与产能分析提供量化支撑；设备状态监控模块对输送带、定位气缸、工业相机、机械臂、夹爪及视觉检测的运行状态进行可视化监控，实现设备工况的全时段感知；报警信息模块则对急停状态、故障状态、蜂鸣器及报警信息进行实时反馈，保障系统异常的及时识别与处置。手动控制模块为调试与维护场景提供设备级手动操作权限，可对输送带、定位气缸、机械臂、夹爪等执行启停、伸回、抓取释放等操作，兼具拍照触发功能，满足操作需求。

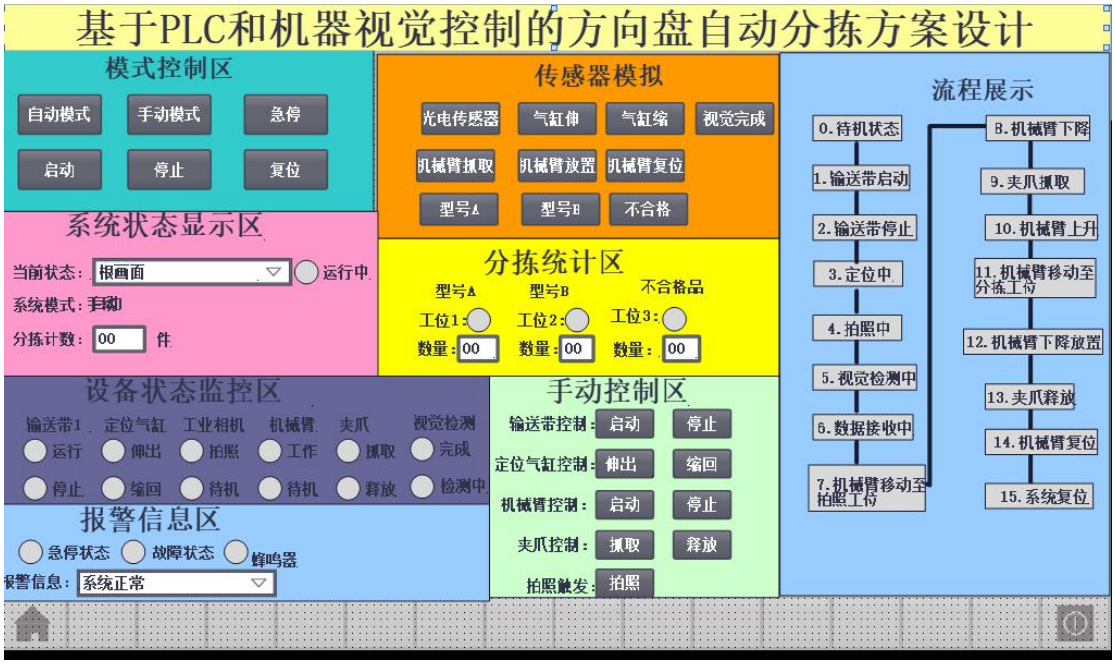


图 3-18 触摸屏控制画面

第 4 章 视觉控制的方向盘自动分拣系统实验验证

4.1 硬件接线

硬件接线是系统电气信号传输与动力供应的物理载体，需严格遵循电气原理图与 I/O 地址分配表，确保信号传输准确性与设备运行可靠性。本系统硬件接线以电气柜为核心载体，结合线槽敷设与端子排转接。

PLC 及扩展模块接线方面，西门子 S7-1215C 型 PLC 与 SM1223 扩展模块采用 DC24V 直流供电，电源端 L+、M 分别接入直流电源正、负极以保障供电稳定。输入侧通过端子排转接，接入启动/停止按钮、光电传感器、气缸限位开关、视觉检测结果等数字输入信号，接线严格对应 I/O 地址分配表，如自动模式启动按钮接 I0.0、急停按钮接 I1.2 等。输出侧同样经端子排转接，控制输送带电机、定位气缸、机械臂、报警指示灯等执行机构，例如输送带 1 电机控制信号接 Q0.0、定位气缸动作信号接 Q0.1。

主电路采用三相四线制，通过断路器、接触器、热继电器实现对输送带 1、机械臂、目标工位电机的动力控制。每台电机主电路均配置独立短路保护、过载保护与通断控制，以输送带 1 电机为例，其主电路由断路器 QF1、接触器 KM1、热继电器 FR1 组成，当 PLC 输出 Q0.0 信号时，KM1 线圈得电，主触点吸合驱动电机运行。

传感器与执行机构接线需兼顾信号类型与安装环境，光电传感器、气缸限位开关等采用 DC24V 供电，接线时区分电源正负极与信号输出端，确保与 PLC 输入模块兼容；机械臂、气缸等执行机构控制线缆采用屏蔽线以减少电磁干扰，且通过线槽规整敷设，避免线缆缠绕磨损。

接线完成后需开展检查：一是电源极性检查，防止 PLC 与传感器因反接损坏；二是 I/O 端口对应性检查，确保信号输入输出与地址分配表一致；三是接地可靠性检查，电气柜与设备金属外壳可靠接地以降低电磁干扰风险。同时，接线工艺遵循横平竖直、标识清晰原则，通过线槽与端子排实现线缆规整管理，为后期维护与故障排查提供便利。

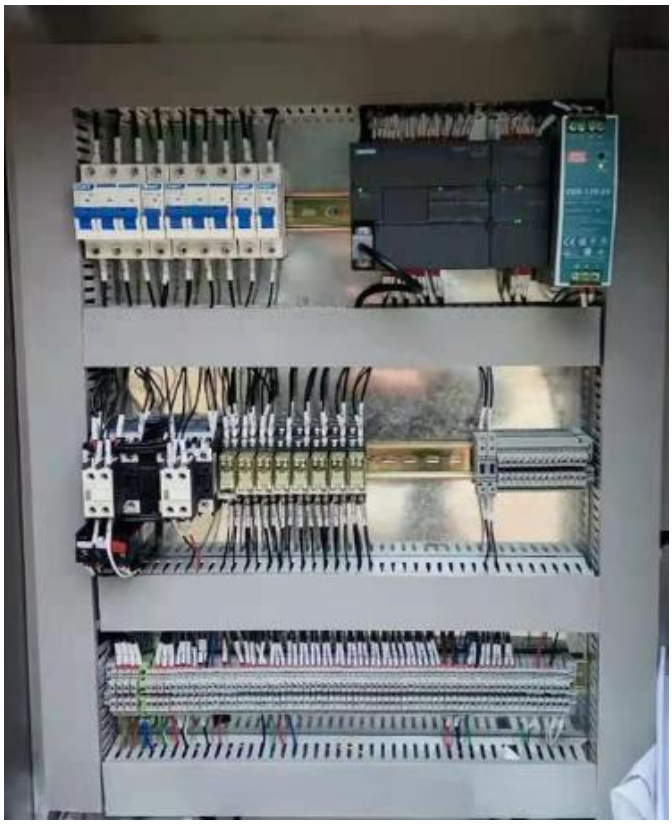


图 4-1 电柜接线图

4.2 视觉控制的方向盘自动分拣系统实验操作说明

本实验旨在验证自动模式下视觉控制方向盘自动分拣系统的流程完整性与逻辑准确性，操作需严格遵循以下步骤：

4.2.1 自动模式实验操作流程

1.模式与启动操作

点击触摸屏“自动模式”按钮，使内部标志位 M11.0 置位；随后点击“启动”按钮，M11.2 置位，系统进入待机状态，输送带 1 启动（Q0.0 指示灯亮）。

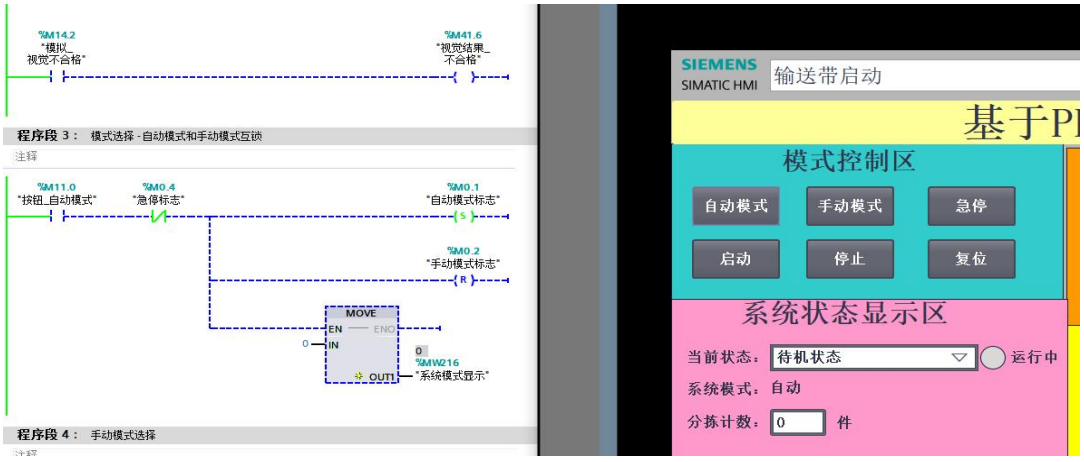


图 4-2 触摸屏模式与启动操作

2.上料与定位模拟

手动点击“光电传感器”模拟按钮（M13.0），模拟方向盘到达定位工位，系统响应后输送带停止，定位气缸伸出（Q0.1 指示灯亮）；点击“气缸伸出”模拟按钮（M13.1），模拟气缸到位信号，触发拍照指令（Q0.2 指示灯亮）。



图 4-3 触摸屏上料与定位模拟

3.视觉检测与分拣决策

系统进入视觉检测等待状态后，选择视觉结果（点击“型号 A”M14.0、“型号 B”M14.1 或“不合格”M14.2），并点击“视觉完成”模拟按钮（M13.3），模拟视觉检测完成并反馈结果至 PLC。

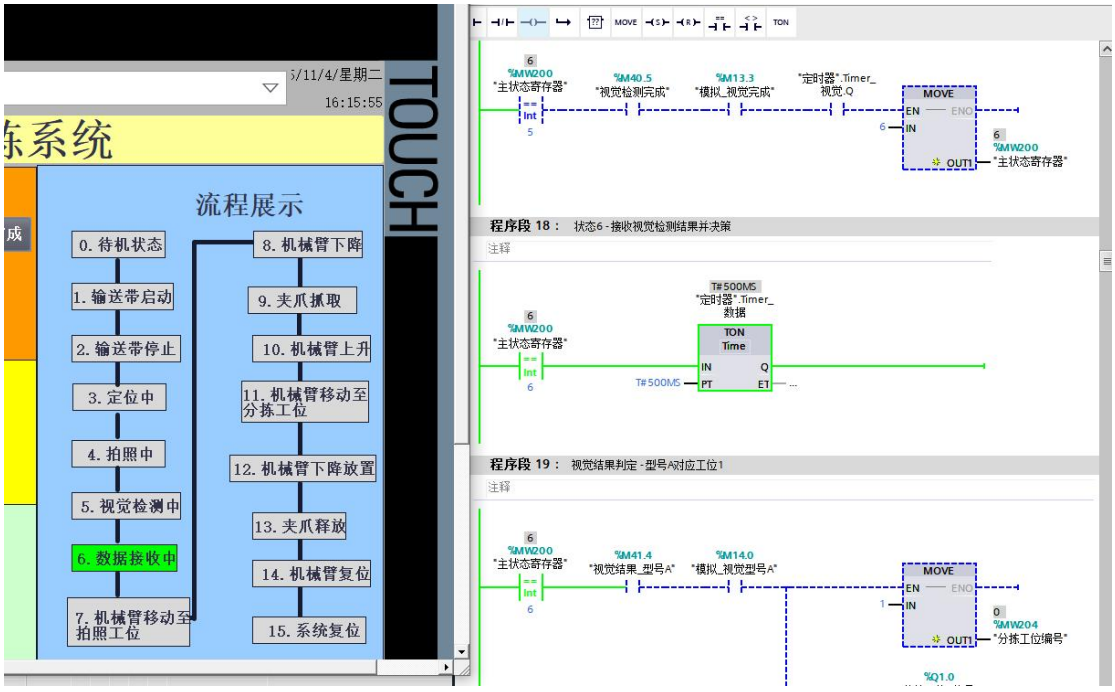


图 4-4 触摸屏视觉检测与分拣决策

4.机械臂分拣动作模拟

PLC 匹配分拣工位后，机械臂启动（Q0.3 指示灯亮），依次执行“移动至拍照工位→下降抓取（Q0.4 指示灯亮）”动作；点击“抓取成功”模拟按钮（M13.4），机械臂执行“上升→移动至目标分拣工位→下降释放（Q0.4 指示灯灭）”动作；点击“放置完成”模拟按钮（M13.5），机械臂返回待机位置，点击“复位完成”模拟按钮（M13.6）完成机械臂复位。

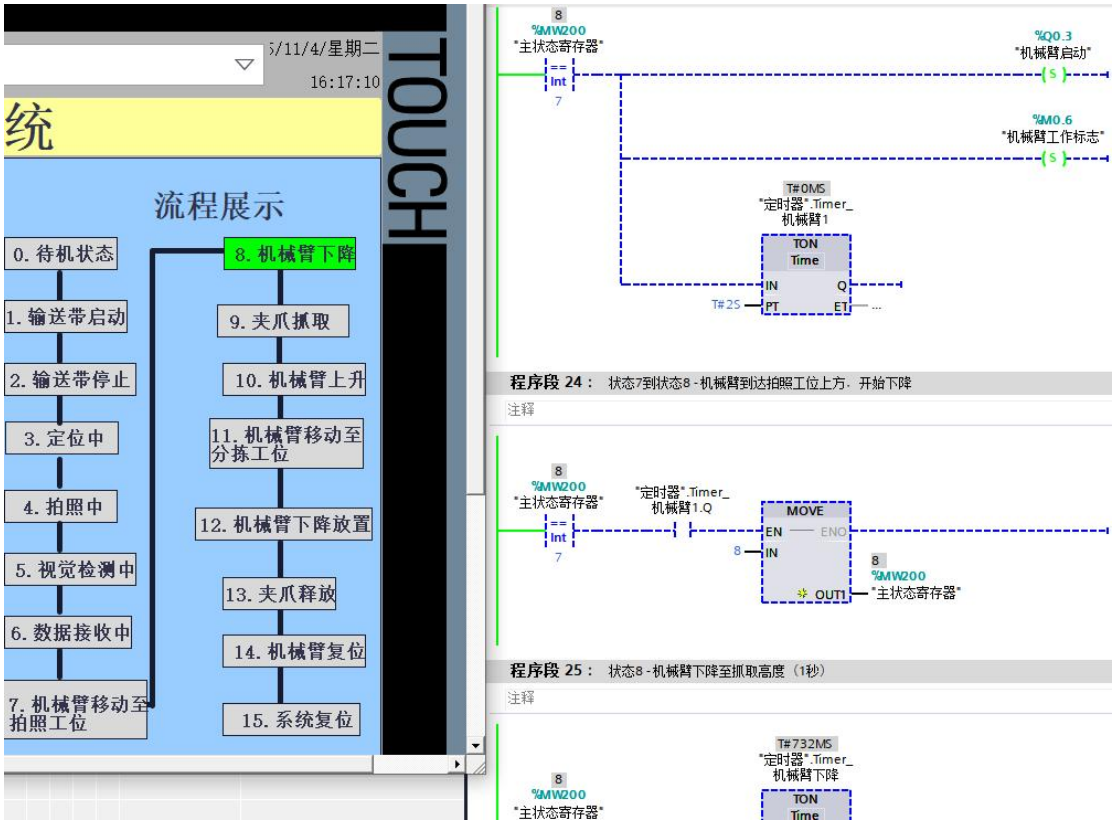


图 4-5 触摸屏机械臂分拣动作模拟

5.设备复位与循环

定位气缸缩回，点击“气缸缩回”模拟按钮（M13.2）模拟缩回到位，系统返回待机状态，完成一次分拣循环。此时分拣计数器（MW206）自动加 1，对应型号计数器（MW208/MW210/MW212）同步更新。

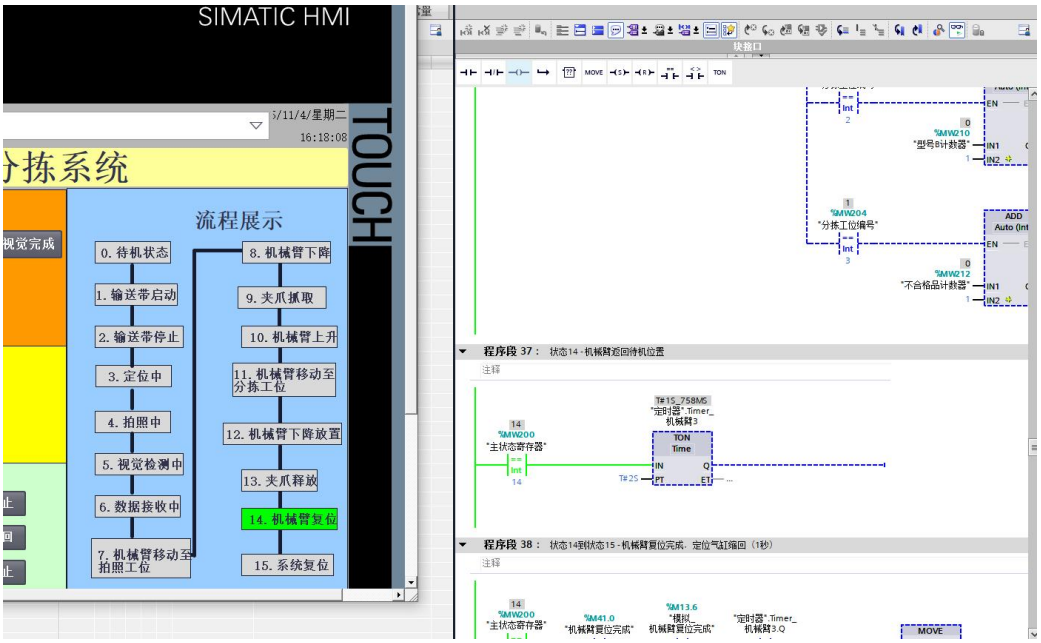


图 4-6 触摸屏设备复位与循环

4.2.2 注意事项

实验过程中需确保各模拟按钮与系统状态的逻辑对应，若出现动作卡顿或信号未响应，应检查 PLC 程序与 I/O 地址的匹配性，确认无硬件接线故障后再重复操作，以保障实验的准确性与可重复性。

致谢

本毕业设计“基于 PLC 和视觉控制的方向盘自动分拣方案设计”的顺利完成，离不开大家的支持与指导。首先，谨向我的指导教师致以最诚挚的感谢。从明确设计目标、分解模式选择安全设置等核心任务，到完善方案可行性分析、优化 PLC 与视觉系统的时序协同逻辑，张老师始终耐心指导：在电气元件选型阶段，帮助我平衡性能与成本要求；在程序调试环节，指导我解决机械臂动作时序偏差问题，确保功能落地。同时，感谢学校智能制造学院提供的实训环境，为系统硬件接线、模拟运行测试提供了保障；感谢同窗在硬件接线检查、模拟运行流程验证中的互助。最后，感谢家人的支持，让我能专注于设计全程。此次设计不仅提升了我的工程实践能力，更让我深刻体会到严谨治学的重要性，为未来职业发展奠定坚实基础。

参考文献

[1]苑国伟.基于汇川 PLC 的高效自动分拣系统设计与实现[J].模具制造,2025,25(10):19-20+24.

[2]李平.一种球形水果的低成本 PLC 分拣系统设计[J].农业技术与装备,2025,(09):4-7.

[3]邵加晓,孙晓延.基于 S7-1200PLC 控制的产品分拣站系统设计与实现[J].中国仪器仪表,2025,(09):66-71.

[4]肖青.积木颗粒分拣系统设计[J].长江工程职业技术学院学报,2025,42(03):38-42.

[5]冯军磊,王艳平.基于 FactoryIO 的自动化生产线虚拟实训案例设计[J].轻工科技,2025,41(05):115-117.

[6]靳雷,位大亮.基于 TIAPortal 和 FactoryIO 的 PLC 虚拟仿真平台[J].电工电气,2025,(09):42-45.

[7]李戬,任玉琦,郝国栋.基于 PLC 控制的煤炭自动筛分系统设计[J].煤矿机械,2025,46(09):8-11.

[8]傅启桃,陈丰明,王海军,等.融合图像视觉识别的 PLC 自动化分拣控制系统研究[J].中国信息界,2025,(08):170-172.

[9]陈华.机器视觉引导下的智能零件分拣装置设计与性能分析[J].今日制造与升级,2025,(08):95-98.

[10]杨岩岩.虚拟调试在可编程逻辑控制器课程中的应用研究[J].内燃机与配件,2025,(16):129-131.

[11]崔俊楠,梁尧东.气动物流输送与分拣系统中的 PLC 控制系统设计[J].造纸装备及材料,2025,54(08):28-30.

[12]张柱,南向瞳,刘海龙,等.基于 PLC 和视觉识别的物料智能分拣系统设计[J].工业仪表与自动化装置,2025,(04):16-20.

[13]廖洪森,李玮,丁想,等.基于智能视觉识别的李子分选检测系统设计[J].南方农机,2025,56(15):72-75.

[14]曾伟民,郑东强,周海峰,等.餐具视觉分拣系统的设计与实现[J].集美大学学报(自然科学版),2025,30(04):383-388.

[15]杨怡婷.基于机器视觉和工业机器人技术的汽车轮毂智能分拣系统[J].电子元器件与信息技术,2025,9(07):140-142.

[16]邹存桂,王华荣.基于PLC的苹果分拣控制系统设计[J].农机市场,2025,(07):65-67.

[17]尤丛丛,朱胜涛,李栓根.基于PLC控制的化学纤维智能分拣线系统的设计[J].合成纤维,2025,54(07):45-48+71.

[18]房明.基于PLC技术的液控分拣机械臂设计[J].科技视界,2025,15(20):56-59.

[19]刘光宗,张海云,周斌,等.一种基于机器视觉技术的智能分拣系统设计[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2025,30(02):120-125.

[20]罗亮.基于机器学习算法的纸基包装材料印刷性能检测及分拣系统设计[J].造纸技术与应用,2025,53(03):21-24.