

雲南工商學院

YUNNAN TECHNOLOGY AND BUSINESS UNIVERSITY

本科毕业论文（设计）

论文题目

学　　院	XX 学院
专　　业	XXXXX
班　　级	XXXXXXXXXXX
学　　号	XXXX
姓　　名	XXXX
指 导 教 师	XXX 副教授
授 予 学 位	XXX 学士学位

年　月

雲南工商學院
YUNNAN TECHNOLOGY AND BUSINESS UNIVERSITY

毕业论文原创性声明

目录

毕业论文原创性声明 ····· II
目录 ····· 错误！未定义书签。
摘要 ····· 3
Abstract ····· 4
第 1 章 绪论 ····· 5
1.1 国外发展状况 ····· 5
1.2 国内发展状况 ····· 7
1.3 发展趋势 ····· 8
第 2 章 需求分析 ····· 10
2.1 功能需求分析 ····· 10
2.2 性能需求分析 ····· 11
2.3 人机交互需求分析 ····· 12
第 3 章 系统设计 ····· 13
3.1 元器件选型 ····· 13
3.2 主电路设计 ····· 19
3.3 I/O 地址分配 ····· 21
3.4 系统控制方式设计 ····· 23
3.4.1 阶段自动切换控制方式 ····· 23
3.4.2 温度湿度 PID 控制方式 ····· 24
3.4.3 手动自动模式切换控制方式 ····· 25
3.4.4 故障检测与安全保护控制方式 ····· 26
第 4 章 软件设计 ····· 28
4.1 博图项目配置 ····· 28
4.2 梯形图程序设计 ····· 30
4.3 触摸屏界面设计 ····· 34
第 5 章 系统调试与测试 ····· 36
5.1 程序编译与下载 ····· 36

5.2 在线监控与调试 …… 37
5.3 系统功能测试 …… 38
5.4 测试结果分析 …… 41
第 6 章 系统仿真与调试 …… 错误！未定义书签。
6.1 程序编译与下载 …… 错误！未定义书签。
6.2 在线监控与调试 …… 错误！未定义书签。
6.3 系统功能测试 …… 错误！未定义书签。
6.4 测试结果分析 …… 错误！未定义书签。
第 7 章 结论 …… 43
总结与展望. …… 错误！未定义书签。
参考文献 …… 44
致谢 …… 45

摘要

本设计针对烟叶复烤生产过程中温度和湿度控制精度要求高、工艺参数复杂、人工操作劳动强度大的问题，以西门子 S7-1200 PLC 为控制核心，设计并实现了一套烟叶复烤自动控制系统。系统采用 PID 闭环控制方式，通过温度传感器和湿度传感器实时检测复烤过程中的温度和湿度参数，根据设定值与实际值的偏差动态调节加热器和风机的输出功率，使各阶段工艺参数稳定在允许范围内。系统硬件部分包括 PLC 控制器、触摸屏人机界面、温度传感器、湿度传感器、加热器、风机、输送带电机等元器件，软件部分采用 TIA Portal 博途软件进行编程，实现了系统初始化、阶段自动切换、温度湿度 PID 控制、手动自动模式切换、故障检测与报警等功能模块。触摸屏界面采用图形化设计，集成了系统控制、状态监控、参数设置、数据显示等功能，操作简便直观。通过博途软件进行仿真测试，验证了系统设计的正确性和可行性，测试结果表明系统的阶段切换功能能够按照预设顺序自动执行，温度湿度控制功能能够保持工艺参数稳定，安全保护功能响应及时，系统运行稳定可靠，控制精度高，满足实际应用需求。本设计为烟叶复烤生产提供了一种有效的自动化解决方案，具有一定的实用价值和参考意义。

关键词：PLC；烟叶复烤；温度控制；湿度控制；PID 控制

Abstract

This design addresses the problems of high precision requirements for temperature and humidity control, complex process parameters, and high labor intensity of manual operation in the tobacco re-baking production process. Using Siemens S7-1200 PLC as the control core, an automatic control system for tobacco re-baking has been designed and implemented. The system adopts PID closed-loop control method, real-time detects temperature and humidity parameters during the re-baking process through temperature sensors and humidity sensors, and dynamically adjusts the output power of heaters and fans according to the deviation between set values and actual values, ensuring that process parameters of each stage remain stable within the allowable range. heaters, fans, conveyor belt motors and other components. The software part uses TIA Portal software for programming, realizing functional modules such as system initialization, automatic stage switching, temperature and humidity PID control, manual and automatic mode switching, integrating system control, status monitoring, the correctness and feasibility of the system design have been verified. Test results show that the stage switching function can automatically execute according to the preset sequence, the temperature and humidity control function can maintain stable process parameters, the safety protection function responds timely, the system runs stably and reliably with high control accuracy, meeting actual application requirements. This design provides an effective automation solution for tobacco re-baking production, with certain practical value and reference significance.

Keywords: PLC; Tobacco Re-baking; Temperature Control; Humidity Control; PID Control

第 1 章 绪论

烟叶复烤是烟草加工过程中的重要环节，直接影响烟叶的品质和后续加工效果。复烤过程需要在不同阶段精确控制温度和湿度，使烟叶达到理想的含水率和物理特性。传统的烟叶复烤主要依靠人工操作和经验判断，存在控制精度低、劳动强度大、产品质量不稳定等问题。随着自动化技术的不断发展，采用 PLC 控制系统实现烟叶复烤过程的自动化控制，能够显著提高生产效率和产品质量，降低人工成本，已成为烟草行业的发展趋势。

传统的人工控制方式难以精确控制复烤过程中的温度和湿度参数，容易出现参数波动大、产品质量不稳定等问题。如果温度过高，会导致烟叶过度干燥，影响烟叶的弹性和香气；如果温度过低，则无法达到理想的复烤效果。湿度的控制同样重要，湿度过高或过低都会影响烟叶的最终品质。另外，复烤过程需要按照预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段顺序执行，每个阶段的工艺参数要求不同，人工操作容易出现阶段切换不及时、参数设置错误等问题。采用 PLC 控制系统可以实现各阶段的自动切换和参数的精确控制，通过传感器实时检测环境参数，根据设定值自动调节执行机构的输出，让整个复烤过程稳定可靠。

本设计以西门子 S7-1200 PLC 为控制核心，设计了一套烟叶复烤自动控制系统。系统采用 PID 闭环控制方式实现温度和湿度的精确控制，通过触摸屏人机界面实现参数设置和状态监控，支持手动和自动两种工作模式，具备完善的故障检测和安全保护功能。系统能够按照预设的工艺参数自动完成预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段的控制，显著提高了复烤过程的自动化水平和控制精度。

1.1 国外发展状况

国外在烟叶复烤自动化控制技术方面起步较早，技术相对成熟。欧美发达国家从上世纪八十年代开始，就将自动化控制技术应用于烟草加工行业，逐步实现了从人工操作到半自动化、再到全自动化的转变。

美国作为烟草生产和消费大国，在烟叶复烤自动化控制技术方面处于世界领先地位。美国的烟草加工企业很早就开始采用计算机控制系统和 PLC 技术，实现了复烤过程的自动化控制。美国的一些大型烟草公司如菲利普莫里斯、雷诺烟

草等，都建立了高度自动化的复烤生产线。这些生产线采用先进的传感器技术和控制算法，能够精确控制复烤过程中的温度和湿度参数，让产品质量保持稳定和一致。美国的烟叶复烤控制系统通常采用分布式控制架构，通过工业以太网实现各控制单元之间的通信，提高了系统的可靠性和扩展性。在控制算法方面，美国的研究机构和企业不断优化 PID 控制算法，并尝试引入模糊控制、神经网络等先进控制方法，进一步提高控制精度和适应性。

欧洲国家在烟叶复烤自动化控制技术方面也有重要贡献。德国作为工业自动化技术的强国，其西门子公司开发的 PLC 产品在烟草行业得到广泛应用。德国的烟草加工企业注重系统的模块化设计和标准化，使得控制系统具有良好的通用性和可维护性。英国、法国等国家的烟草企业也在复烤自动化控制方面进行了大量研究和实践，形成了各自的技术特色。欧洲的烟叶复烤控制系统通常注重人机交互界面的设计，采用图形化的操作界面，使操作人员能够直观地了解系统运行状态和进行参数设置。在安全保护方面，欧洲的复烤控制系统通常符合 CE 认证标准，具备完善的安全保护功能，包括急停保护、超限保护、故障报警等。

日本在自动化控制技术方面一直处于世界先进水平，在烟叶复烤控制领域也有重要应用。日本的烟草企业注重系统的精细化和智能化，通过采用高精度的传感器和先进的控制算法，实现了对复烤过程的精确控制。日本的复烤控制系统通常具有较高的自动化程度，能够实现从原料投入到成品输出的全自动化生产。在控制策略方面，日本的研究人员提出了多种优化控制方法，如自适应 PID 控制、预测控制等，进一步提高了系统的控制性能。日本的烟草企业还注重系统的节能和环保，通过优化控制策略，降低了能源消耗，减少了环境污染。

其他发达国家如加拿大、澳大利亚等，也在烟叶复烤自动化控制技术方面进行了大量研究和应用。这些国家的烟草企业通常采用国际先进的自动化设备和控制系统，注重系统的可靠性和稳定性。在技术发展趋势方面，国外正在向智能化、网络化、集成化的方向发展，通过引入人工智能、大数据、物联网等新技术，进一步提高复烤控制系统的智能化水平和生产效率。

总体而言，国外在烟叶复烤自动化控制技术方面已经形成了较为完善的技术体系，在控制算法、系统架构、人机交互、安全保护等方面都有重要进展。这些技术和经验为我国烟叶复烤自动化控制技术的发展提供了重要参考。

1.2 国内发展状况

我国是烟草生产和消费大国，烟叶复烤技术在烟草行业中占有重要地位。随着我国烟草行业的快速发展和自动化技术的不断进步，烟叶复烤自动化控制技术也得到了快速发展。

我国烟叶复烤自动化控制技术的发展起步相对较晚，但发展速度较快。上世纪九十年代，我国开始引进国外的自动化控制技术和设备，逐步实现了从人工操作到半自动化的转变。进入二十一世纪后，随着我国 PLC 技术的快速发展和国产化水平的提高，烟叶复烤自动化控制技术得到了快速发展。国内的一些大型烟草企业如红塔集团、红云红河集团、湖南中烟等，都建立了现代化的复烤生产线，采用了先进的自动化控制系统。

在技术应用方面，我国的烟叶复烤控制系统主要采用 PLC 作为控制核心，配合触摸屏人机界面，实现了复烤过程的自动化控制。国内的一些自动化设备制造商和系统集成商，如和利时、中控技术、汇川技术等，都开发了适用于烟叶复烤的控制系统和解决方案。这些系统通常采用模块化设计，具有良好的通用性和可扩展性，能够满足不同规模企业的需求。

在控制算法方面，国内的研究机构和企业不断优化 PID 控制算法，并尝试引入先进的控制方法。一些高校和科研院所，如中国烟草总公司郑州烟草研究院、云南烟草科学研究院等，在烟叶复烤控制技术方面进行了大量研究，取得了一系列重要成果。这些研究成果为烟叶复烤自动化控制技术的发展提供了重要支撑。

在系统集成方面，我国的烟叶复烤控制系统通常集成了温度控制、湿度控制、输送控制、安全保护等多个功能模块，实现了复烤过程的全面自动化。一些先进的系统还集成了数据采集、统计分析、远程监控等功能，提高了系统的智能化水平。

尽管我国在烟叶复烤自动化控制技术方面取得了重要进展，但与国外先进水平相比，仍存在一定差距。在控制算法的优化、系统的可靠性、人机交互界面的设计等方面，还需要进一步改进和提高。另外，我国在高端传感器、精密执行机构等关键元器件方面，对进口产品的依赖度仍然较高，需要加强自主创新和国产化替代。

1.3 发展趋势

随着科学技术的不断进步和烟草行业的发展需求，烟叶复烤自动化控制技术正在向智能化、网络化、集成化的方向发展。

智能化是烟叶复烤控制系统的重要发展方向。通过引入人工智能、机器学习等先进技术，系统能够自动学习和优化控制参数，适应不同批次烟叶的特性，提高控制精度和适应性。智能化的复烤控制系统能够根据历史数据和实时检测数据，自动调整控制策略，实现最优控制效果。另外，智能化的系统还能够自动诊断故障，预测设备维护需求，提高系统的可靠性和可维护性。

网络化是另一个重要发展趋势。通过工业以太网、无线通信等技术，实现复烤控制系统与上层管理系统的互联互通，实现数据的实时传输和共享。网络化的系统能够实现远程监控和远程操作，管理人员可以在办公室或移动终端上实时了解生产状态，进行参数设置和故障处理。另外，网络化的系统还能够实现多台设备的集中管理和协调控制，提高整体生产效率。

集成化是提高系统效率和可靠性的重要途径。通过将温度控制、湿度控制、输送控制、安全保护等功能模块集成在一个统一的控制平台上，实现各功能模块之间的协调配合，提高系统的整体性能。集成化的系统还能够实现数据的统一管理和分析，为生产管理和决策提供重要依据。

在控制算法方面，先进的控制方法如模糊控制、神经网络控制、预测控制等，将得到更广泛的应用。这些控制方法能够更好地处理非线性、时变等复杂控制问题，进一步提高控制精度和适应性。另外，多变量控制、协调控制等先进控制策略，也将成为复烤控制系统的重要发展方向。

在硬件设备方面，高精度传感器、智能执行机构、高性能控制器等先进设备将得到更广泛的应用。这些设备具有更高的精度、更快的响应速度、更强的抗干扰能力，能够进一步提高系统的控制性能。另外，模块化、标准化的硬件设计，将提高系统的通用性和可维护性。

在软件技术方面，图形化编程、可视化监控、数据分析等先进软件技术将得到更广泛的应用。这些技术能够提高系统的易用性和可维护性，降低操作人员的技术要求。另外，云计算、大数据等新兴技术，也将为复烤控制系统的发展提供新的机遇。

本设计以西门子 S7-1200 PLC 为控制核心，采用 PID 闭环控制方式，设计了一套烟叶复烤自动控制系统。系统实现了预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段的自动控制，通过温度传感器和湿度传感器实时检测环境参数，根据设定值自动调节加热器和风机的输出，使各阶段工艺参数稳定在允许范围内。系统支持手动和自动两种工作模式，具备完善的故障检测和安全保护功能，能够满足烟叶复烤生产的实际需求。

第 2 章　需求分析

烟叶复烤控制系统要满足功能需求、性能需求和人机交互需求等多个方面的要求。通过对这些需求的分析，可以明确系统的设计目标，为后续的系统设计提供依据。

2.1 功能需求分析

烟叶复烤控制系统要实现多个功能模块，以满足复烤生产的实际需求。

系统要实现阶段自动控制功能。复烤过程要按照预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段顺序执行，每个阶段都有不同的工艺参数要求。系统要能够自动识别当前所处的阶段，并根据阶段要求自动切换控制参数和执行机构。如果阶段切换不及时或顺序错误，会导致烟叶品质下降，甚至造成产品报废。各阶段必须按照预设顺序自动执行，阶段之间的切换要平滑过渡，避免参数突变对烟叶造成不良影响。

系统要实现温度和湿度的精确控制功能。温度和湿度是复烤过程中的关键参数，直接影响烟叶的最终品质。在预热阶段，要将烟叶温度逐步升高到设定值，同时控制湿度在合适范围；在烘烤阶段，要保持较高的温度，使烟叶达到理想的干燥程度；在冷却阶段，要逐步降低温度，避免温度下降过快；在回潮阶段，要控制湿度，使烟叶达到理想的含水率。如果温度或湿度控制不准确，会导致烟叶过度干燥或含水率过高，影响烟叶的品质和后续加工。系统要能够实时检测温度和湿度参数，根据设定值与实际值的偏差，自动调节加热器和风机的输出功率，使温度和湿度稳定在允许范围内。

系统要支持手动和自动两种工作模式。自动模式适用于正常生产，系统按照预设的工艺参数自动完成整个复烤过程。手动模式适用于调试、维护或特殊工艺要求的情况，操作人员可以手动控制各个执行机构，灵活调整工艺参数。如果系统只支持一种模式，会限制系统的适用性和灵活性。系统要提供模式切换功能，操作人员可以根据实际情况选择合适的模式。

系统要具备完善的故障检测和安全保护功能。复烤过程中可能出现各种故障，如温度传感器故障、湿度传感器故障、电机过载、加热器故障等。如果故障不能及时发现和处理，可能导致设备损坏或安全事故。系统要能够实时检测各种故障

信号，当检测到故障时，立即停止相关设备，发出报警信号，提醒操作人员及时处理。另外，系统还要设置急停功能，在紧急情况下能够快速停止所有设备，保护人员和设备安全。

系统要实现参数设置和状态监控功能。不同的烟叶品种和批次，可能需要不同的工艺参数。系统要提供参数设置功能，操作人员可以根据实际情况设置各阶段的温度设定值、湿度设定值、阶段持续时间等参数。另外，系统还要实时显示当前运行状态，包括当前阶段、当前温度、当前湿度、设备运行状态等信息，方便操作人员了解系统运行情况。

2.2 性能需求分析

烟叶复烤控制系统要满足一定的性能要求，让系统能够稳定可靠地工作，达到预期的控制效果。

系统要具备较高的控制精度。温度和湿度的控制精度直接影响烟叶的品质，如果控制精度不够，会导致工艺参数波动大，产品质量不稳定。温度控制精度要求较高，偏差要控制在允许范围内，避免温度过高或过低对烟叶造成不良影响。湿度控制精度同样重要，湿度要稳定在设定值附近，避免湿度过高或过低。系统要采用合适的控制算法和传感器，使控制精度满足要求。

系统要具备较快的响应速度。当环境参数发生变化或设定值改变时，系统要能够快速响应，及时调节执行机构的输出，使参数尽快稳定在设定值附近。如果响应速度过慢，会导致参数波动大，影响控制效果。系统要采用快速响应的传感器和执行机构，优化控制算法，提高系统的响应速度。

系统要具备良好的稳定性。复烤过程持续时间较长，系统要能够长时间稳定运行，不出现死机、程序错误等问题。如果系统不稳定，会导致生产中断，影响生产效率。系统要采用可靠的硬件设备和成熟的软件技术，加强故障检测和容错处理，提高系统的稳定性。

系统要具备较强的抗干扰能力。工业现场存在各种干扰源，如电磁干扰、电源波动等，可能影响系统的正常工作。如果系统抗干扰能力不强，会导致传感器信号失真、控制输出异常等问题。系统要采用屏蔽、滤波等抗干扰措施，选择抗干扰能力强的设备，提高系统的可靠性。

2.3 系统要具备良好的可维护性。

系统在使用过程中可能出现故障，需要及时维修。如果系统可维护性不好，会增加维修难度和时间，影响生产。系统要采用模块化设计，提供清晰的故障诊断信息，方便维修人员快速定位和处理故障。

2.4 人机交互需求分析

烟叶复烤控制系统要提供良好的人机交互界面，让操作人员能够方便地进行系统操作和状态监控。

系统要提供直观的图形化操作界面。传统的文本界面或简单的指示灯显示，难以直观地反映系统运行状态，操作不便。系统要采用触摸屏人机界面，以图形化的方式显示系统状态，包括各阶段的运行状态、温度和湿度的实时数值、设备运行状态等。图形化界面布局要合理，信息要清晰，便于操作人员快速了解系统状态。

系统要提供便捷的参数设置功能。不同的烟叶品种和批次，可能需要设置不同的工艺参数。如果参数设置复杂或不便，会增加操作人员的工作负担，容易出现设置错误。系统要提供友好的参数设置界面，操作人员可以通过触摸屏方便地设置各阶段的温度设定值、湿度设定值、阶段持续时间等参数。参数设置界面要清晰明了，有必要的提示和确认功能，避免误操作。

系统要提供清晰的状态显示功能。操作人员要实时了解系统运行状态，包括当前所处的阶段、当前温度和湿度、各设备的运行状态等。如果状态显示不清晰或不完整，会影响操作人员对系统状态的判断，可能导致操作失误。系统要在触摸屏上以醒目的方式显示关键状态信息，采用不同颜色区分不同状态，便于操作人员快速识别。

系统要提供完善的报警提示功能。当系统出现故障或参数超限时，要及时提醒操作人员。如果报警提示不明显或不及时，可能导致故障不能及时发现和处理。系统要在触摸屏上以醒目的方式显示报警信息，包括故障类型、故障位置、处理建议等，同时可以配合声音报警，让操作人员能够及时发现和处理故障。

第 3 章 系统设计

系统设计是烟叶复烤控制系统的核心部分，包括元器件的选型、主电路的设计、I/O 地址的分配以及控制方式的设计。通过合理的系统设计，让系统能够稳定可靠地工作，满足复烤生产的实际需求。

3.1 元器件选型

元器件选型是系统设计的基础，直接影响系统的性能、可靠性和成本。在选型过程中，需要考虑技术指标、工作环境、经济性等多个因素，选择适合的元器件。

控制器选用西门子 S7-1200 系列 PLC。该系列 PLC 具有体积小、功能强、性能稳定等特点，适合中小型自动化控制系统。CPU 集成了数字量输入输出、高速计数器、脉冲输出等功能，能够满足本系统的控制需求。编程软件采用 TIA Portal 博途软件，支持梯形图、功能块等多种编程语言，便于程序开发和调试。S7-1200 系列 PLC 具有良好的扩展性，可以根据需要添加数字量扩展模块和模拟量扩展模块，满足不同规模系统的需求。



图 3-1 S7-1200

人机界面选用西门子触摸屏。触摸屏采用图形化设计，操作简便直观，能够

实时显示系统运行状态，方便操作人员进行系统控制和状态监控。触摸屏与 PLC 通过 PROFINET 通信，数据传输速度快，可靠性高。触摸屏具有较大的显示面积和较高的分辨率，能够清晰地显示系统状态和参数信息，支持多点触控操作，提高了操作的便利性。



图 3-2 触摸屏

驱动装置包括加热器和风机。加热器用于提供复烤过程所需的热量，要能够精确控制输出功率，响应速度快，稳定性好。风机用于控制复烤过程中的空气流动和湿度调节，要能够根据控制信号调节转速，实现湿度的精确控制。加热器和风机的选型要考虑功率大小、控制精度、响应速度等因素，让它们能够满足复烤工艺的要求。

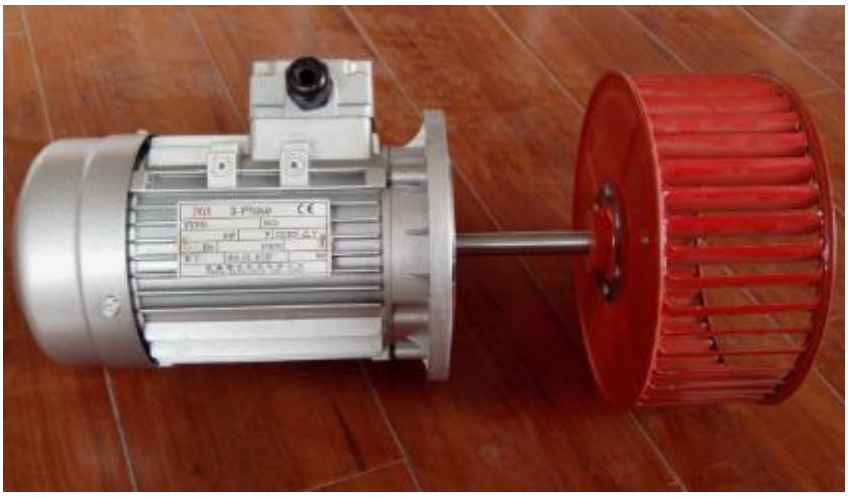


图 3-3 风机

检测元件包括温度传感器和湿度传感器。温度传感器用于实时检测复烤过程中的温度参数，要具有较高的精度和较快的响应速度，能够在高温环境下稳定工作。湿度传感器用于实时检测复烤过程中的湿度参数，要具有较高的精度和良好的稳定性，能够在高湿度环境下正常工作。传感器的选型直接影响控制精度，要选择精度高、稳定性好的产品。



图 3-4 温度传感器

执行元件包括输送带电机。输送带电机用于驱动输送带运动，使烟叶在复烤过程中移动。电机要能够根据控制信号调节转速，实现输送带速度的控制。电机的选型要考虑功率大小、转速范围、控制方式等因素，让电机能够满足输送带速度控制的要求。



图 3-5 输送带电机

操作元件包括按钮开关和转换开关。按钮开关用于系统启动、停止和急停操作，要具有良好的可靠性和耐用性，能够在工业环境下长期稳定工作。转换开关用于手动和自动模式切换，要操作灵活，接触可靠。所有按钮和开关都选用工业级产品，具有良好的防护等级，能够在恶劣环境下正常工作。



图 3-6 按钮开关

指示元件包括运行指示灯、故障报警指示灯和声光报警器。指示灯用于显示系统运行状态和故障状态，采用 LED 光源，具有寿命长、功耗低、亮度高等优点。不同颜色的指示灯用于表示不同的状态，便于操作人员快速识别。声光报警器用于故障报警，声音响亮，能够有效提醒现场人员注意安全。



图 3-7 指示灯和声光报警器

保护元件包括空气开关、接触器和热继电器。空气开关用于主电路的保护，当电路出现过载或短路时，能够快速切断电源，保护设备和人员安全。接触器用于控制电机的通断，要具有较大的容量和良好的可靠性。热继电器用于电机的过载保护，当电机过载时，能够及时切断电源，防止电机损坏。



图 3-8 继电器

辅助设备包括开关电源。开关电源用于为 PLC 和触摸屏等弱电设备提供稳定的直流电源，要具有较高的稳定性和可靠性，输出电压稳定，纹波小，能够满足设备的供电要求。



图 3-9 开关电源

主要元器件清单如表 3-1 所示。

表 1　主要元器件清单

序号	元件名称	数量	品牌	元件规格	备注
1	可编程控制器	1	西门子	CPU 1214C DC/DC/DC	核心控制器，14 输入 10 输出
2	触摸屏	1	西门子	TP1200 Comfort	人机界面，1280×800 分辨率
3	模拟量输入模块	1	西门子	SM 1231 AI 4×12 位	温度湿度传感器输入
4	模拟量输出模块	1	西门子	SM 1232 AQ 2×12 位	加热器风机功率输出
5	温度传感器	1	欧姆龙	PT100，0-100℃	温度检测
6	湿度传感器	1	Sensirion	SHT30，0-100%RH	湿度检测
7	加热器	1	定制	功率可调，0-100%	提供热量
8	风机	1	定制	转速可调，0-100%	控制空气流动
9	输送带电机	1	定制	三相异步电机	驱动输送带
10	启动按钮	1	施耐德	常开触点，绿色	系统启动
11	停止按钮	1	施耐德	常开触点，红色	系统停止
12	急停按钮	1	施耐德	常闭触点，红色蘑菇头	紧急停止
13	复位按钮	1	施耐德	常开触点，蓝	系统复位

				色	
14	模式选择开关	1	施耐德	两位转换开关	手动自动模式切换
15	运行指示灯	1	施耐德	LED，绿色，24V	系统运行指示
16	故障报警指示灯	1	施耐德	LED，红色，24V	故障报警指示
17	声光报警器	1	施耐德	24V，声音响亮	故障声音报警
18	空气开关	1	施耐德	三相，容量根据负载	主电路保护
19	接触器	1	施耐德	容量根据电机功率	电机控制
20	热继电器	1	施耐德	整定值根据电机电流	电机过载保护
21	开关电源	1	明纬	24V，容量根据负载	弱电设备供电

3.2 主电路设计

主电路设计包括强电部分和弱电部分。强电部分用于控制电机的运行，弱电部分用于 PLC 控制电路的连接。

强电部分采用三相交流电源供电，电压为 380V。主电路包括空气开关、接触器、热继电器和电机。空气开关作为主电路的总开关和保护装置，当电路出现过载或短路时，能够快速切断电源。接触器用于控制电机的通断，当 PLC 输出信号时，接触器线圈得电，主触点闭合，电机开始运行。热继电器用于电机的过载保护，当电机过载时，热继电器的常闭触点断开，切断接触器线圈的电源，使电机停止运行。主电路的设计要考虑电机的功率大小，选择合适的空气开关、接触器和热继电器的容量，让电路能够正常工作，同时具备完善的保护功能。

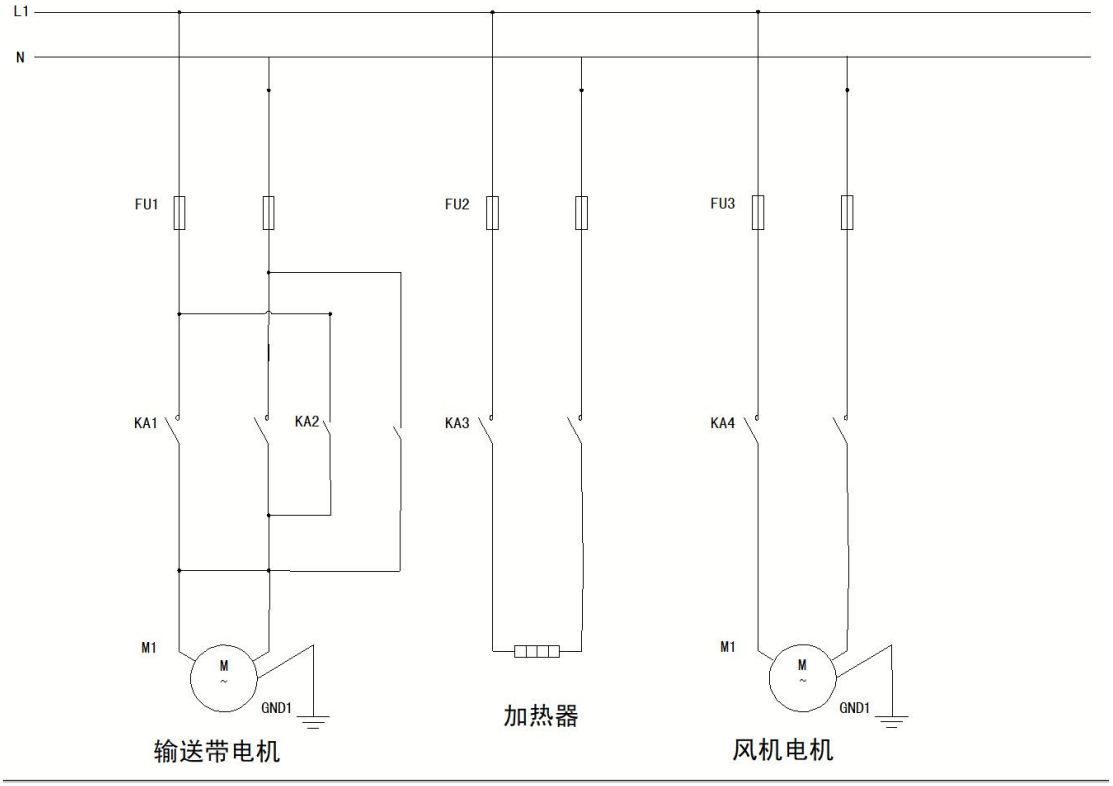


图 3-10 电机控制主电路图

弱电部分采用直流 24V 电源供电，为 PLC 和触摸屏等弱电设备提供电源。PLC 的输入端连接各种按钮、开关和传感器信号，输出端连接接触器线圈、指示灯等负载。输入端采用漏型接线方式，所有输入信号共用一个公共端。输出端采用继电器输出，能够驱动接触器线圈等负载。模拟量输入模块用于接收温度传感器和湿度传感器的信号，模拟量输出模块用于输出加热器和风机的控制信号。弱电部分的设计要考虑信号的抗干扰能力，采用屏蔽线缆，合理布线，避免强电和弱电信号之间的相互干扰。

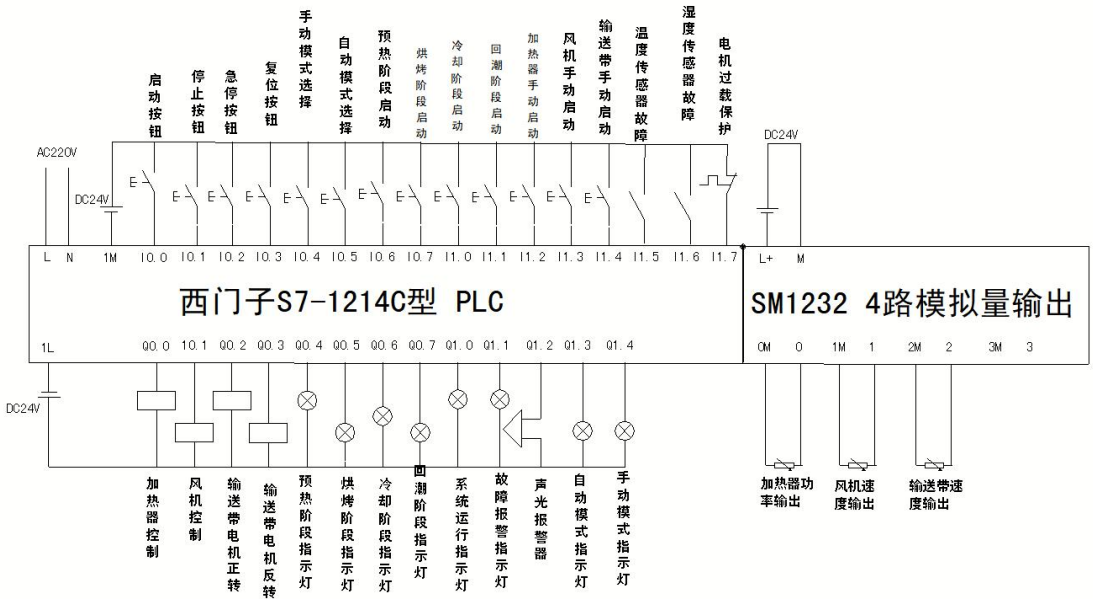


图 3-11　PLC 控制接线图

3.3 I/O 地址分配

根据系统功能需求，对 PLC 的输入输出地址进行合理分配。输入地址主要用于接收各类按钮信号和传感器检测信号，包括系统控制按钮、模式选择开关、阶段启动按钮、设备手动启动按钮、故障检测信号等。输出地址用于控制各类执行机构和指示灯，包括加热器控制、风机控制、输送带电机控制、各类指示灯等。模拟量输入输出通过扩展模块接入，温度传感器和湿度传感器通过模拟量输入模块读取，加热器和风机的功率控制通过模拟量输出模块输出。系统 I/O 地址分配如表 3-2 所示。

表 3-2 I/O 地址清单

序号	输入信号名称	输入信号 PLC 地址	输入信号功能说明	序号	输出信号名称	输出信号 PLC 地址	输出信号功能说明
1	启动按钮	I0.0	用户启动系统运行	1	加热器控制	Q0.0	控制加热器通断
2	停止按钮	I0.1	用户停止系统运行	2	风机控制	Q0.1	控制风机通断
3	急停按钮	I0.2	紧急停止	3	输送带电	Q0.2	控制输送

			所有设备		机正转		带正转
4	复位按钮	I0.3	系统复位	4	输送带电机反转	Q0.3	控制输送带反转
5	手动模式选择	I0.4	选择手动工作模式	5	预热阶段指示灯	Q0.4	预热阶段运行指示
6	自动模式选择	I0.5	选择自动工作模式	6	烘烤阶段指示灯	Q0.5	烘烤阶段运行指示
7	预热阶段启动	I0.6	手动模式预热阶段启动	7	冷却阶段指示灯	Q0.6	冷却阶段运行指示
8	烘烤阶段启动	I0.7	手动模式烘烤阶段启动	8	回潮阶段指示灯	Q0.7	回潮阶段运行指示
9	冷却阶段启动	I1.0	手动模式冷却阶段启动	9	系统运行指示灯	Q1.0	系统运行状态指示
10	回潮阶段启动	I1.1	手动模式回潮阶段启动	10	故障报警指示灯	Q1.1	系统故障报警指示
11	加热器手动启动	I1.2	手动模式加热器启动	11	声光报警器	Q1.2	故障声音报警
12	风机手动启动	I1.3	手动模式风机启动	12	自动模式指示灯	Q1.3	自动模式运行指示
13	输送带手动启动	I1.4	手动模式输送带启动	13	手动模式指示灯	Q1.4	手动模式运行指示
14	温度传感器故障	I1.5	温度传感器故障信	-	-	-	-

			号				
15	湿度传感器故障	I1.6	湿度传感器故障信号	-	-	-	-
16	电机过载保护	I1.7	电机过载保护信号	-	-	-	-
序号	输入信号名称	输入信号 PLC 地址	输入信号功能说明	序号	输出信号名称	输出信号 PLC 地址	输出信号功能说明

3.4 系统控制方式设计

系统控制方式设计是系统设计的核心，包括阶段自动切换控制、温度湿度 PID 控制、手动自动模式切换控制、故障检测与安全保护控制等。通过合理的控制方式设计，让系统能够按照预设的工艺参数自动完成复烤过程。

3.4.1 阶段自动切换控制方式

复烤过程需要按照预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段顺序执行，每个阶段都有不同的工艺参数要求和持续时间。阶段自动切换控制方式通过定时器和阶段标志位实现各阶段的自动切换。

系统启动后进入预热阶段。预热阶段的主要目的是将烟叶温度逐步升高到设定值，同时控制湿度在合适范围。当预热阶段定时器到时后，系统自动切换到烘烤阶段。烘烤阶段要保持较高的温度，使烟叶达到理想的干燥程度。当烘烤阶段定时器到时后，系统自动切换到冷却阶段。冷却阶段要逐步降低温度，避免温度下降过快对烟叶造成不良影响。当冷却阶段定时器到时后，系统自动切换到回潮阶段。回潮阶段要控制湿度，使烟叶达到理想的含水率。当回潮阶段定时器到时后，系统完成一个完整的复烤循环。

阶段切换时要平滑过渡，避免参数突变。在阶段切换前，系统先设置阶段完成标志位，接着启动阶段切换延时定时器。延时定时器到时后，系统才真正切换到下一个阶段，并更新阶段标志位和工艺参数。这样可以让阶段切换更加平滑，避免对烟叶造成不良影响。

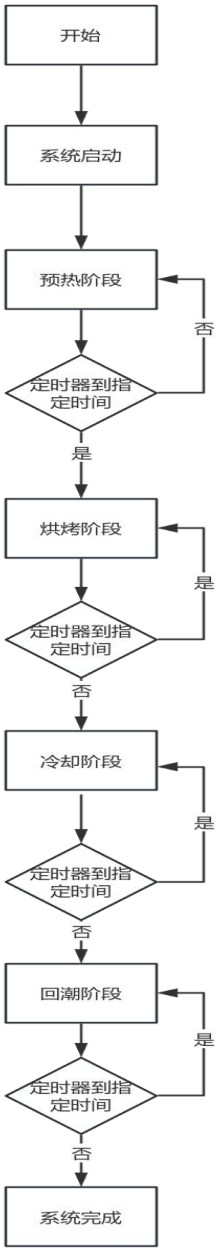


图 3-12 阶段自动切换控制流程图

3.4.2 温度湿度 PID 控制方式

温度和湿度是复烤过程中的关键参数，需要精确控制。温度湿度 PID 控制方式通过闭环反馈控制，实时检测温度和湿度参数，根据设定值与实际值的偏差，自动调节加热器和风机的输出功率。

温度控制采用 PID 控制方式。系统实时检测当前温度值，计算温度设定值与实际值的偏差。根据偏差的大小和变化趋势，PID 控制器计算出加热器的输出功率。当温度低于设定值时，增加加热器的输出功率；当温度高于设定值时，减

少加热器的输出功率。通过不断调节，使温度稳定在设定值附近。

湿度控制同样采用 PID 控制方式。系统实时检测当前湿度值，计算湿度设定值与实际值的偏差。根据偏差的大小和变化趋势，PID 控制器计算出风机的输出功率。当湿度低于设定值时，减少风机的输出功率；当湿度高于设定值时，增加风机的输出功率。通过不断调节，使湿度稳定在设定值附近。

PID 控制具有比例、积分、微分三个控制作用。比例作用根据当前偏差的大小进行调节，积分作用消除稳态误差，微分作用预测偏差的变化趋势，提前进行调节。三个作用相互配合，能够实现快速响应和精确控制。

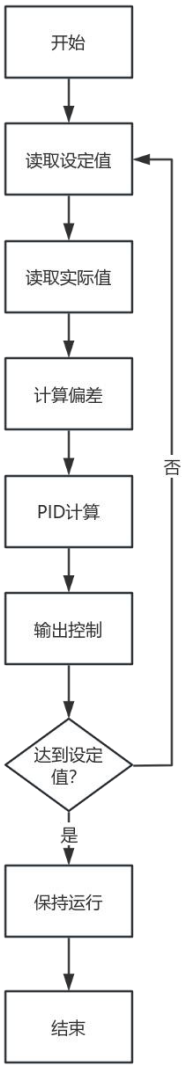


图 3-13 温度湿度 PID 控制流程图

3.4.3 手动自动模式切换控制方式

系统支持手动和自动两种工作模式，操作人员可以根据实际情况选择合适的

模式。

自动模式适用于正常生产，系统按照预设的工艺参数自动完成整个复烤过程。在自动模式下，系统自动执行阶段切换、温度湿度控制等功能，操作人员只需要启动系统，系统就会自动运行。自动模式提高了生产效率，减少了人工操作，降低了人为误差。

手动模式适用于调试、维护或特殊工艺要求的情况。在手动模式下，操作人员可以手动控制各个执行机构，灵活调整工艺参数。操作人员可以手动启动各个阶段，手动控制加热器和风机的输出，手动控制输送带的运行。手动模式提供了更大的灵活性，能够适应不同的工艺要求。

模式切换通过模式选择开关实现。当操作人员切换模式选择开关时，系统检测到模式变化，更新模式标志位。系统根据当前模式标志位，执行相应的控制逻辑。模式切换时，系统要让当前阶段正常运行，避免模式切换对生产过程造成影响。

3.4.4 故障检测与安全保护控制方式

系统需要具备完善的故障检测和安全保护功能，确保设备和人员安全。

故障检测包括温度传感器故障、湿度传感器故障、电机过载等。当检测到故障信号时，系统立即停止相关设备，设置故障标志位，发出报警信号。报警信号包括故障指示灯和声光报警器，提醒操作人员及时处理故障。故障处理完成后，操作人员可以通过复位按钮清除故障标志位，系统恢复正常运行。

安全保护包括急停保护和超限保护。急停保护通过急停按钮实现，当操作人员按下急停按钮时，系统立即停止所有设备，保护人员和设备安全。超限保护通过检测温度和湿度的偏差实现，当偏差超过允许范围时，系统发出报警信号，提醒操作人员注意。如果偏差继续增大，系统可以自动停止相关设备，防止设备损坏。

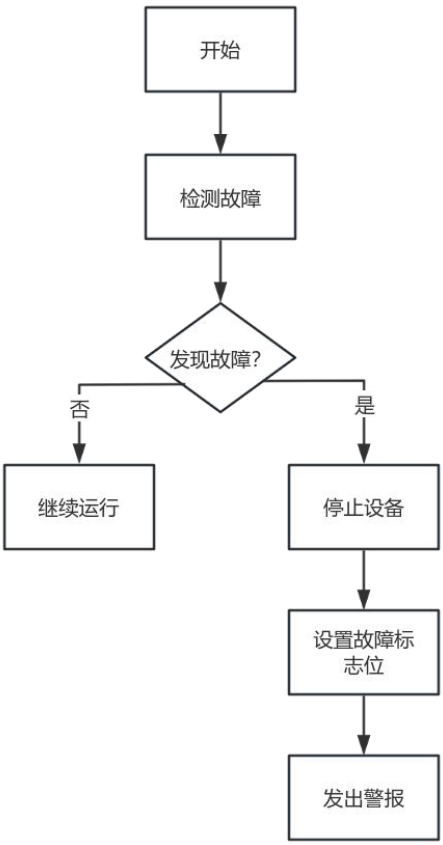


图 3-14 故障检测与安全保护控制流程图

第 4 章 软件设计

软件设计是系统实现的关键，包括博图项目配置、梯形图程序设计和触摸屏界面设计。通过合理的软件设计，实现系统的各项功能，满足复烤生产的实际需求。

4.1 博图项目配置

软件编程使用西门子 TIA Portal V15 博途软件进行。博图项目配置主要包括创建项目、添加硬件设备、配置 PLC 参数、添加触摸屏设备以及建立通信连接等步骤。通过合理的项目配置，为后续的程序编写和调试做好准备。

使用 TIA Portal V15 创建新项目，选择项目名称和保存路径。在项目中添加 S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC 设备，这是系统的核心控制器。CPU 1214C 具有 14 个数字量输入点和 10 个数字量输出点，能够满足基本控制需求。如果需要更多的输入输出点，可以添加数字量扩展模块。

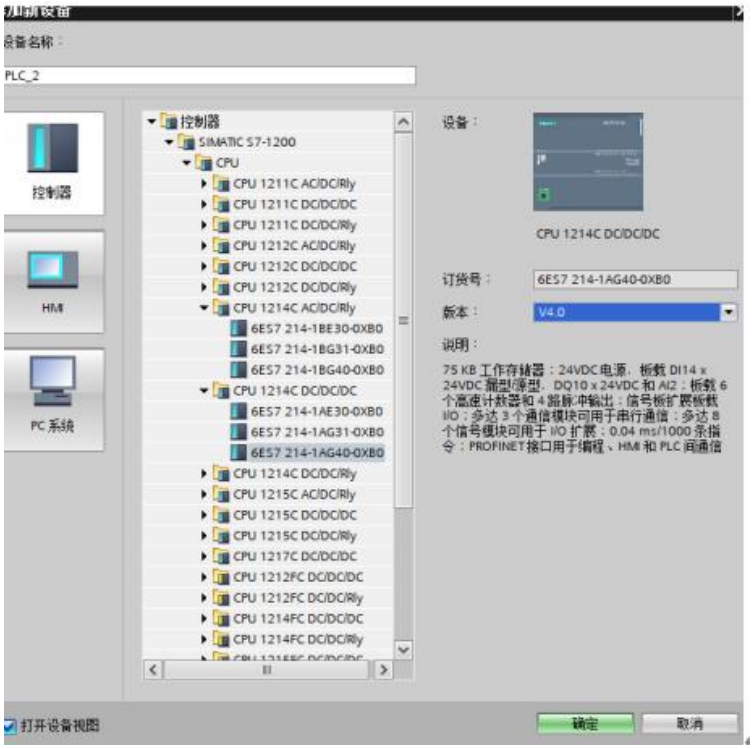


图 4-1 创建项目和添加设备

在设备配置界面中，对 PLC 进行参数配置。配置系统存储器，用于存储系统运行状态和标志位。配置时钟存储器，用于提供不同频率的时钟脉冲信号，方

便程序中使用。配置 IP 地址，用于 PLC 与触摸屏之间的通信。合理配置这些参数，可以提高程序的运行效率和可靠性。配置完成后，系统就可以开始编写程序了。



图 4-2 PLC 参数配置

添加模拟量输入模块和模拟量输出模块。模拟量输入模块用于接收温度传感器和湿度传感器的信号，模拟量输出模块用于输出加热器和风机的控制信号。配置模块的输入输出范围和分辨率，让控制精度满足要求。

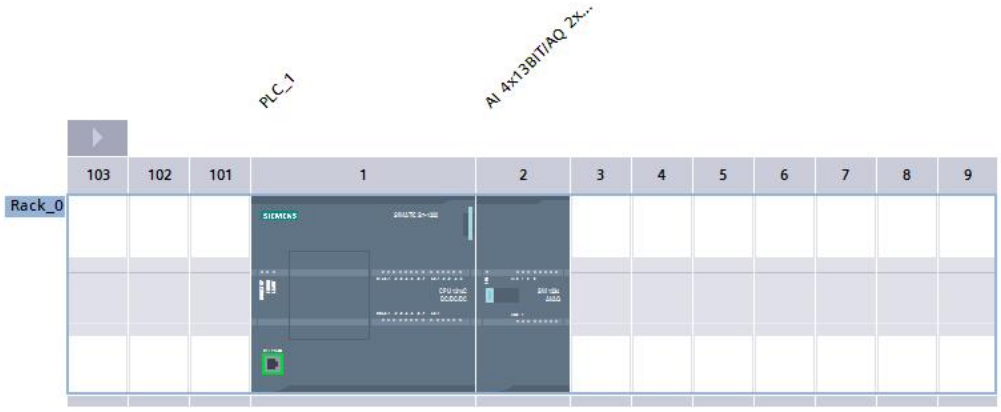


图 4-3 模拟量模块配置

添加 TP1200 Comfort 触摸屏设备，配置触摸屏的 IP 地址，使其与 PLC 在同一网段。在连接设置中，建立 S7 连接，使触摸屏能够与 PLC 进行数据交换。配

置连接参数，包括通信协议、数据交换区域等，让通信保持稳定和可靠。



图 4-4 触摸屏设备配置和连接设置

4.2 梯形图程序设计

梯形图程序设计是软件设计的核心，实现了系统的各项功能。程序采用模块化设计，将不同功能分成不同的网络，便于程序的编写、调试和维护。程序主要包括系统初始化、阶段自动切换、温度湿度 PID 控制、手动自动模式切换、故障检测与报警等功能模块。

系统初始化程序在系统启动时执行，完成系统状态的初始化。初始化程序设置系统运行标志位，启动初始化延时定时器。延时定时器到时后，设置初始化完成标志位，系统进入正常运行状态。初始化程序让系统启动时处于正确的初始状态，避免因上次运行状态的影响而导致系统异常。

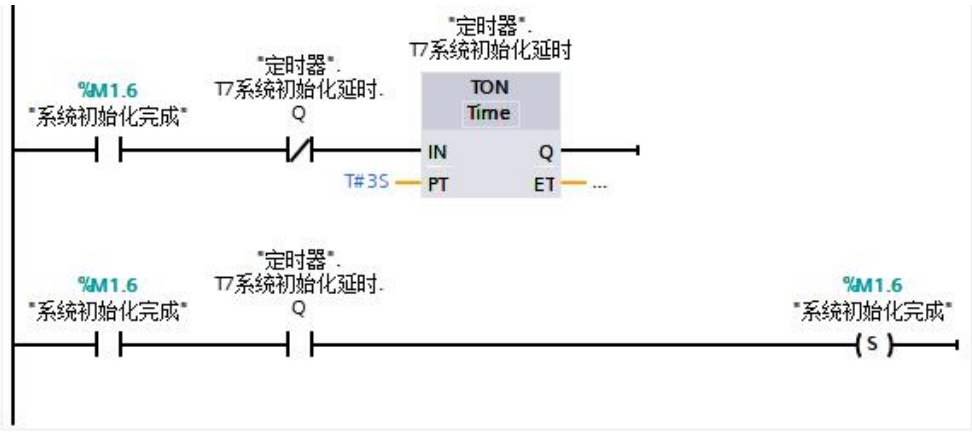


图 4-5 系统初始化程序

阶段自动切换程序实现预热、烘烤、冷却、回潮四个阶段的自动切换。程序检测当前阶段标志位和阶段定时器状态，当阶段定时器到时后，设置阶段完成标志位，启动阶段切换延时定时器。延时定时器到时后，清除当前阶段标志位，设置下一个阶段标志位，启动下一个阶段的定时器。程序让各阶段按照预设顺序自

动执行，阶段切换平滑过渡。

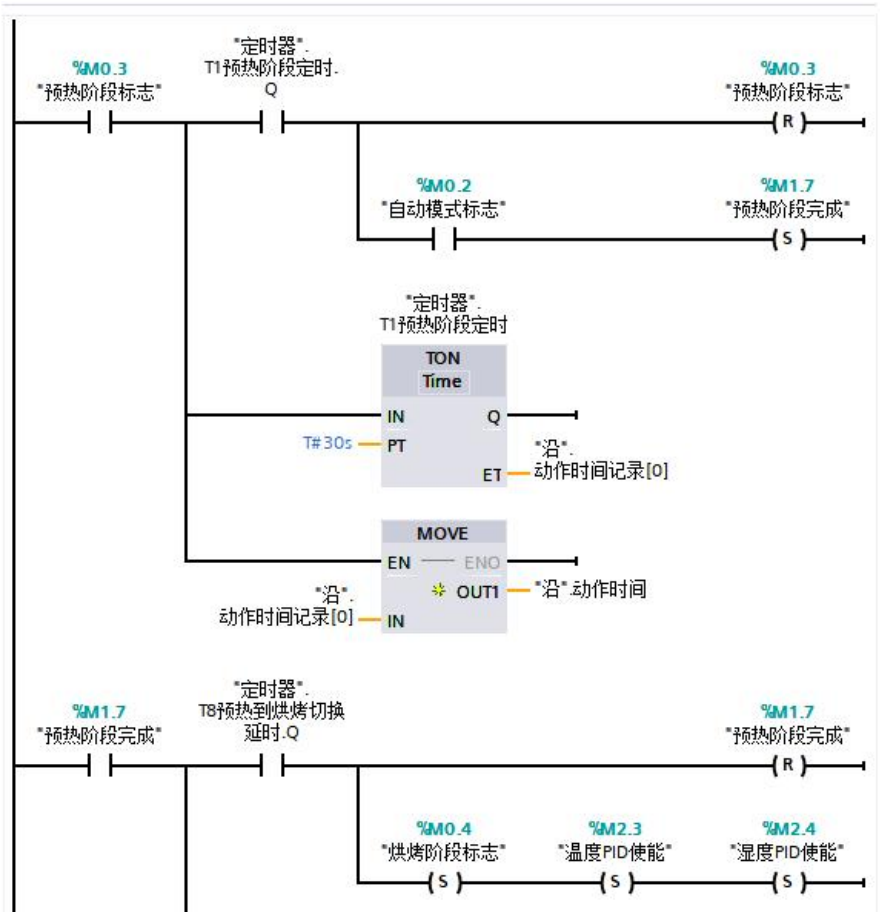


图 4-6 阶段自动切换程序

温度 PID 控制程序实现温度的闭环控制。程序读取温度设定值和实际值，计算偏差。根据偏差的大小，计算 PID 输出值。PID 输出值经过限幅处理，转换为模拟量输出，控制加热器的输出功率。程序采用周期定时器控制 PID 计算的频率，避免计算过于频繁。当温度 PID 使能标志位为真时，程序执行 PID 控制；当标志位为假时，程序停止 PID 控制。

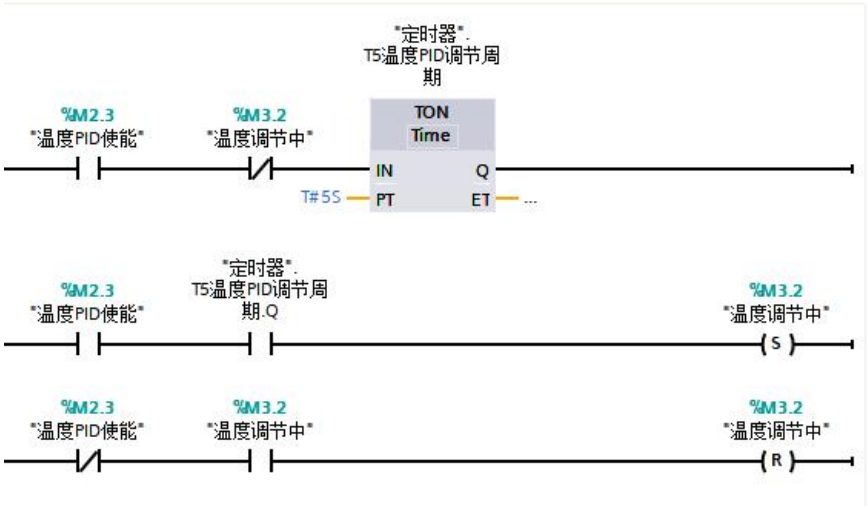


图 4-7 温度 PID 控制程序

湿度 PID 控制程序实现湿度的闭环控制。程序读取湿度设定值和实际值，计算偏差。根据偏差的大小，计算 PID 输出值。PID 输出值经过限幅处理，转换为模拟量输出，控制风机的输出功率。程序采用周期定时器控制 PID 计算的频率，确保控制的稳定性。当湿度 PID 使能标志位为真时，程序执行 PID 控制；当标志位为假时，程序停止 PID 控制。

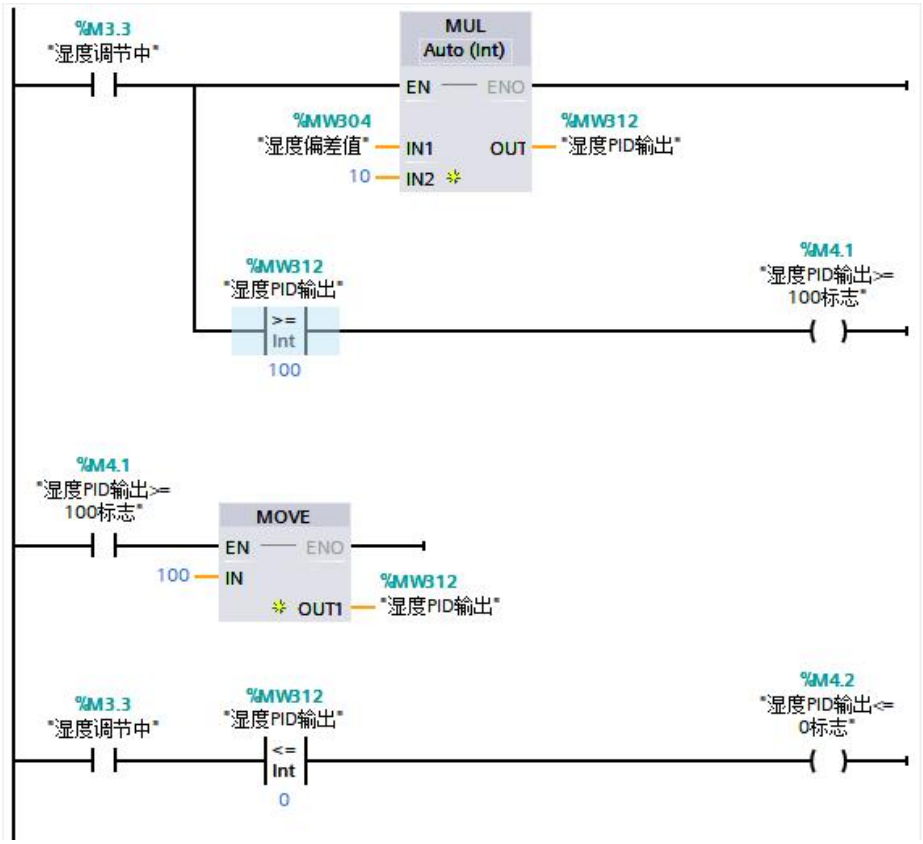


图 4-8 湿度 PID 控制程序

手动自动模式切换程序实现两种工作模式的切换。程序检测模式选择开关的状态，根据开关状态设置相应的模式标志位。在自动模式下，程序执行阶段自动切换和 PID 控制；在手动模式下，程序响应手动操作信号，执行相应的控制动作。程序让模式切换时不影响当前运行状态。

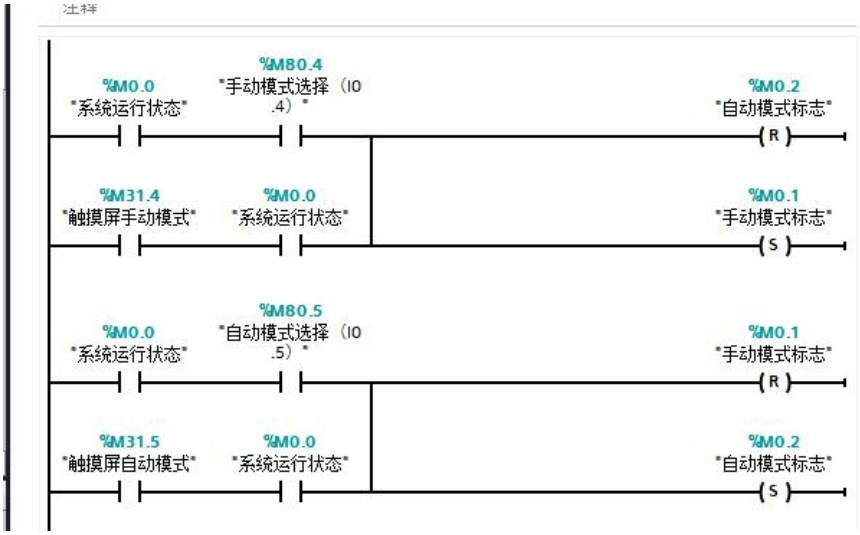


图 4-9 手动自动模式切换程序

故障检测与报警程序实现故障的检测和处理。程序检测各种故障信号，包括温度传感器故障、湿度传感器故障、电机过载等。当检测到故障信号时，程序设置故障标志位，停止相关设备，发出报警信号。报警信号包括故障指示灯和声光报警器，提醒操作人员及时处理故障。程序还实现报警确认功能，操作人员确认报警后，可以清除报警状态。

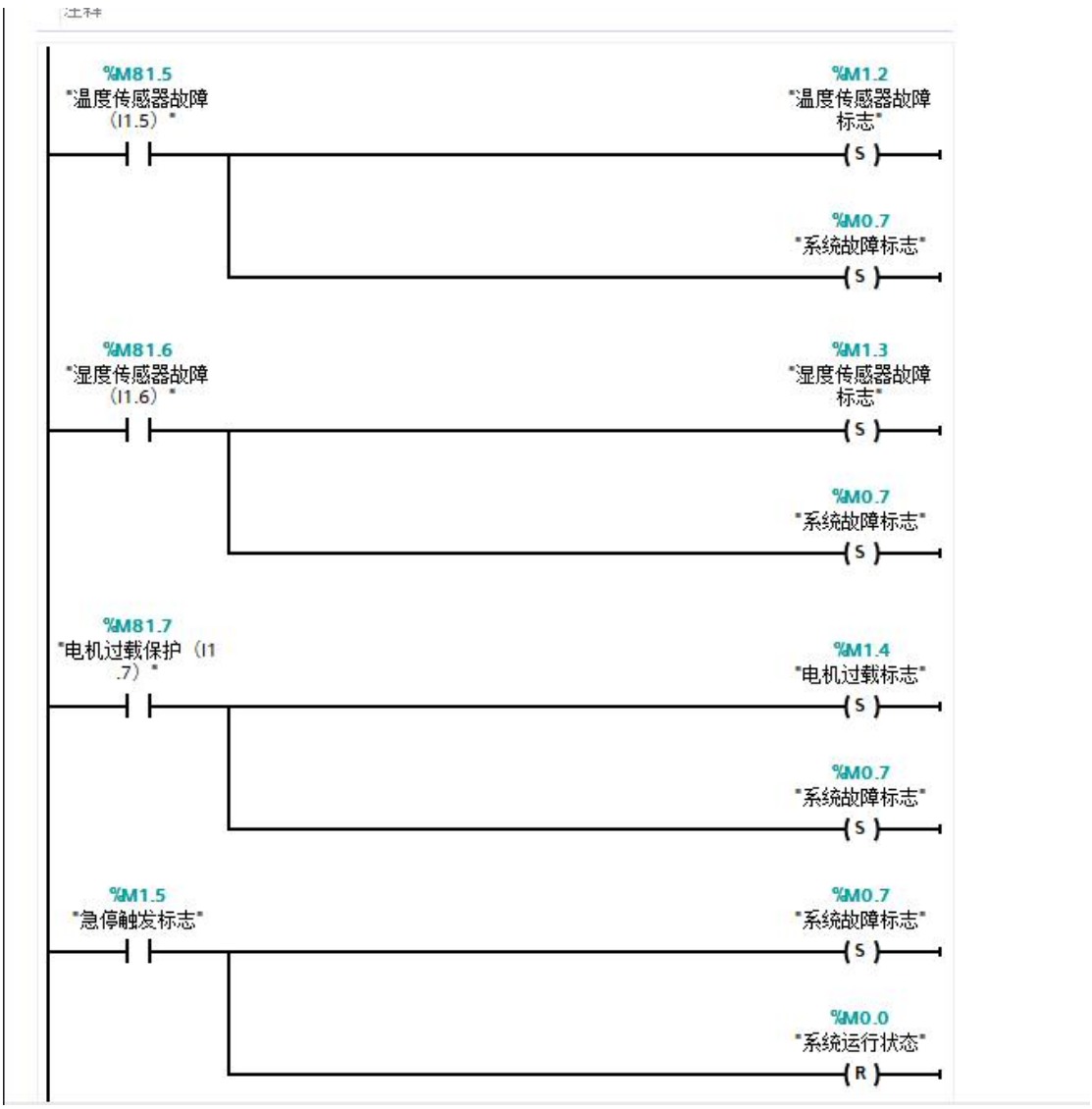


图 4-10 故障检测与报警程序

4.3 触摸屏界面设计

触摸屏界面是操作人员与控制系统交互的窗口，采用图形化设计，界面布局清晰、操作简便。主监控画面分为多个功能区域，集成了系统控制、状态监控、参数设置、数据显示等功能。界面采用不同颜色区分不同功能按钮和指示灯，便于操作人员快速识别系统状态。

主监控画面顶部显示系统标题和当前时间，方便操作人员了解系统信息。左侧显示系统运行状态，包括系统运行指示灯、故障报警指示灯、急停状态指示灯等，采用不同颜色表示不同状态，一目了然。中间区域显示各阶段的运行状态，包括预热阶段、烘烤阶段、冷却阶段、回潮阶段的运行状态和指示灯，操作人员可以清楚地了解当前所处的阶段。

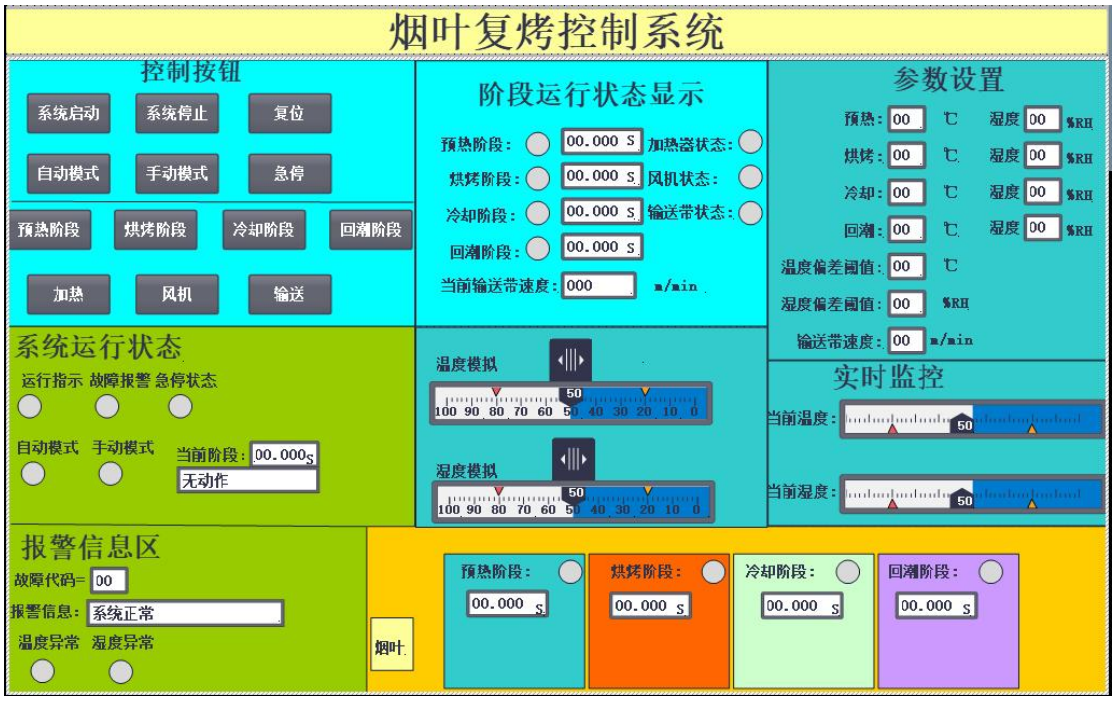


图 4-11 触摸屏主监控画面 v

第 5 章　系统调试与测试

系统调试与测试是验证系统设计正确性和可靠性的重要环节。通过系统调试，可以发现和解决程序中的问题，优化系统性能。通过系统测试，可以验证系统是否满足设计要求，让系统能够稳定可靠地工作。

5.1 程序编译与下载

程序编写完成后，在 TIA Portal 中对程序进行编译。编译过程会检查程序的语法错误和逻辑错误，确保程序能够正常运行。如果发现错误，编译器会提示错误的位置和原因，需要根据提示修改程序。编译通过后，程序就可以下载到 PLC 和触摸屏设备中。

通过以太网连接将程序下载到 PLC 设备中。下载过程中，系统会检查 PLC 的型号和版本是否匹配，确保程序能够正常运行。下载完成后，PLC 进入运行状态，程序开始执行。如果下载过程中出现错误，需要检查网络连接和 PLC 状态，让连接保持正常。

触摸屏程序的下载方式与 PLC 类似，通过以太网连接将触摸屏程序下载到触摸屏设备中。下载完成后，触摸屏界面显示正常，可以与 PLC 进行数据交换。下载过程中需要注意触摸屏的 IP 地址设置，让触摸屏与 PLC 在同一网段。

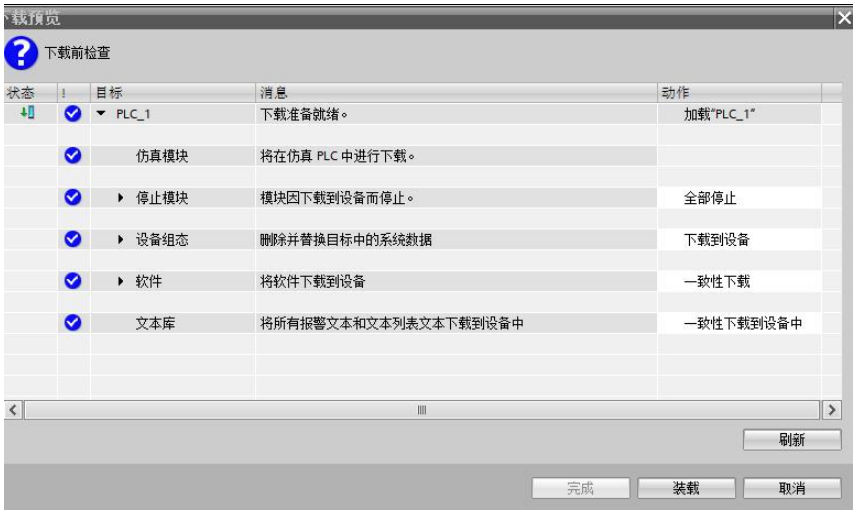


图 5-1 程序下载界面

5.2 在线监控与调试

程序下载完成后，可以通过在线监控功能实时观察程序的运行状态。在 TIA Portal 中创建监控表，添加关键变量，可以实时查看这些变量的值。通过监控表，可以了解系统当前的运行状态，包括阶段标志位、温度湿度值、PID 输出值等。

在线监控功能还可以用于程序调试。当系统运行出现问题时，可以通过监控表查看相关变量的值，分析问题的原因。如果发现变量值异常，可以修改程序逻辑，重新下载程序，观察修改后的效果。通过反复调试，可以逐步解决程序中的问题，优化系统性能。

在调试过程中，还可以通过强制功能修改变量的值，模拟不同的运行状态。例如，可以强制设置温度传感器的值，测试温度控制功能是否正常。强制功能可以帮助快速定位问题，提高调试效率。

名称	数据类型	地址	保持	可从...	从 H...	在 H...	监视值
系统运行状态	Bool	%M0.0		☑	☑	☑	FALSE
手动模式标志	Bool	%M0.1		☑	☑	☑	FALSE
自动模式标志	Bool	%M0.2		☑	☑	☑	FALSE
预热阶段标志	Bool	%M0.3		☑	☑	☑	FALSE
烘烤阶段标志	Bool	%M0.4		☑	☑	☑	FALSE
冷却阶段标志	Bool	%M0.5		☑	☑	☑	FALSE
回潮阶段标志	Bool	%M0.6		☑	☑	☑	FALSE
系统故障标志	Bool	%M0.7		☑	☑	☑	FALSE
温度超限标志	Bool	%M1.0		☑	☑	☑	FALSE
湿度超限标志	Bool	%M1.1		☑	☑	☑	FALSE
温度传感器故障标志	Bool	%M1.2		☑	☑	☑	FALSE
湿度传感器故障标志	Bool	%M1.3		☑	☑	☑	FALSE
电机过载标志	Bool	%M1.4		☑	☑	☑	FALSE
急停触发标志	Bool	%M1.5		☑	☑	☑	FALSE
系统初始化完成	Bool	%M1.6		☑	☑	☑	FALSE
预热阶段完成	Bool	%M1.7		☑	☑	☑	FALSE
烘烤阶段完成	Bool	%M2.0		☑	☑	☑	FALSE
冷却阶段完成	Bool	%M2.1		☑	☑	☑	FALSE
回潮阶段完成	Bool	%M2.2		☑	☑	☑	FALSE
温度PID使能	Bool	%M2.3		☑	☑	☑	FALSE
湿度PID使能	Bool	%M2.4		☑	☑	☑	FALSE
加热器运行标志	Bool	%M2.5		☑	☑	☑	FALSE
风机运行标志	Bool	%M2.6		☑	☑	☑	FALSE
输送带运行标志	Bool	%M2.7		☑	☑	☑	FALSE
报警确认标志	Bool	%M3.0		☑	☑	☑	FALSE
阶段切换标志	Bool	%M3.1		☑	☑	☑	FALSE
温度调节中	Bool	%M3.2		☑	☑	☑	FALSE
湿度调节中	Bool	%M3.3		☑	☑	☑	FALSE
输送带速度调节中	Bool	%M3.4		☑	☑	☑	FALSE
系统完成标志	Bool	%M3.5		☑	☑	☑	FALSE
温度PID输出>=100标志	Bool	%M3.6		☑	☑	☑	FALSE
温度PID输出<=0标志	Bool	%M3.7		☑	☑	☑	FALSE
温度>=阈值判断标志	Bool	%M4.0		☑	☑	☑	FALSE
湿度PID输出>=100标志	Bool	%M4.1		☑	☑	☑	FALSE
湿度PID输出<=0标志	Bool	%M4.2		☑	☑	☑	FALSE

图 5-2 在线监控界面

5.3 系统功能测试

系统功能测试是验证系统是否满足设计要求的重要环节。通过功能测试，可以验证各个功能模块是否正常工作，系统是否能够按照预期运行。

系统初始化功能测试中，启动系统后，观察系统是否能够正常初始化。测试结果显示，系统启动后，初始化延时定时器开始计时，延时时间到后，系统进入正常运行状态。初始化过程中，各标志位和变量都处于正确的初始状态，为后续运行做好准备。

阶段自动切换功能测试中，启动自动模式，观察系统是否能够按照预设顺序自动切换各阶段。测试结果显示，系统能够按照预热、烘烤、冷却、回潮的顺序自动执行各阶段。每个阶段开始时，相应的阶段标志位被设置，阶段指示灯点亮。阶段定时器到时后，系统自动切换到下一个阶段，阶段切换过程平滑，没有出现参数突变的现象。

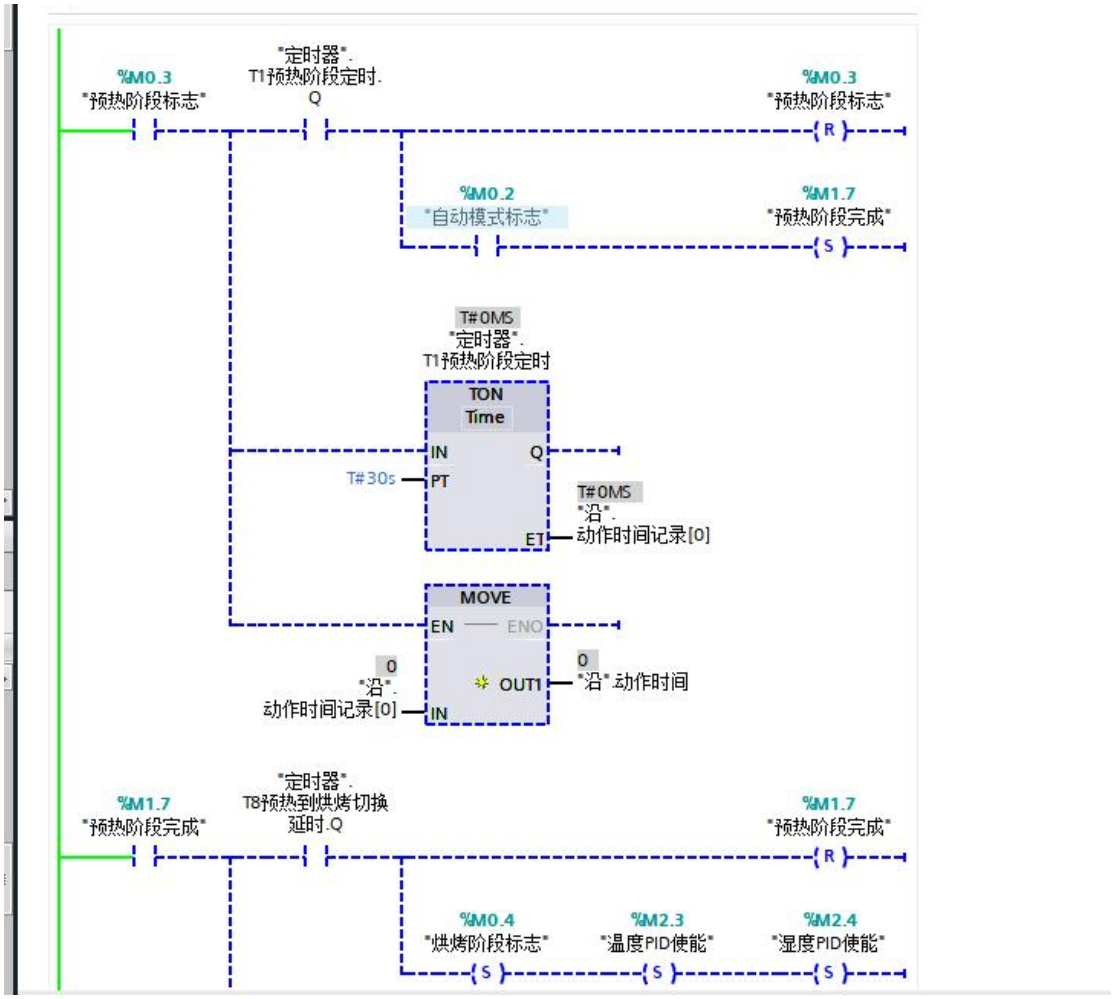


图 5-3 阶段自动切换测试

温度控制功能测试中，设置不同的温度设定值，观察系统是否能够将温度控制在设定值附近。测试结果显示，当温度设定值改变时，系统能够快速响应，调节加热器的输出功率，使温度逐渐接近设定值。温度稳定后，实际值与设定值的偏差在允许范围内，控制精度满足要求。温度控制过程中，没有出现温度波动过大或超调的现象，控制过程平稳。

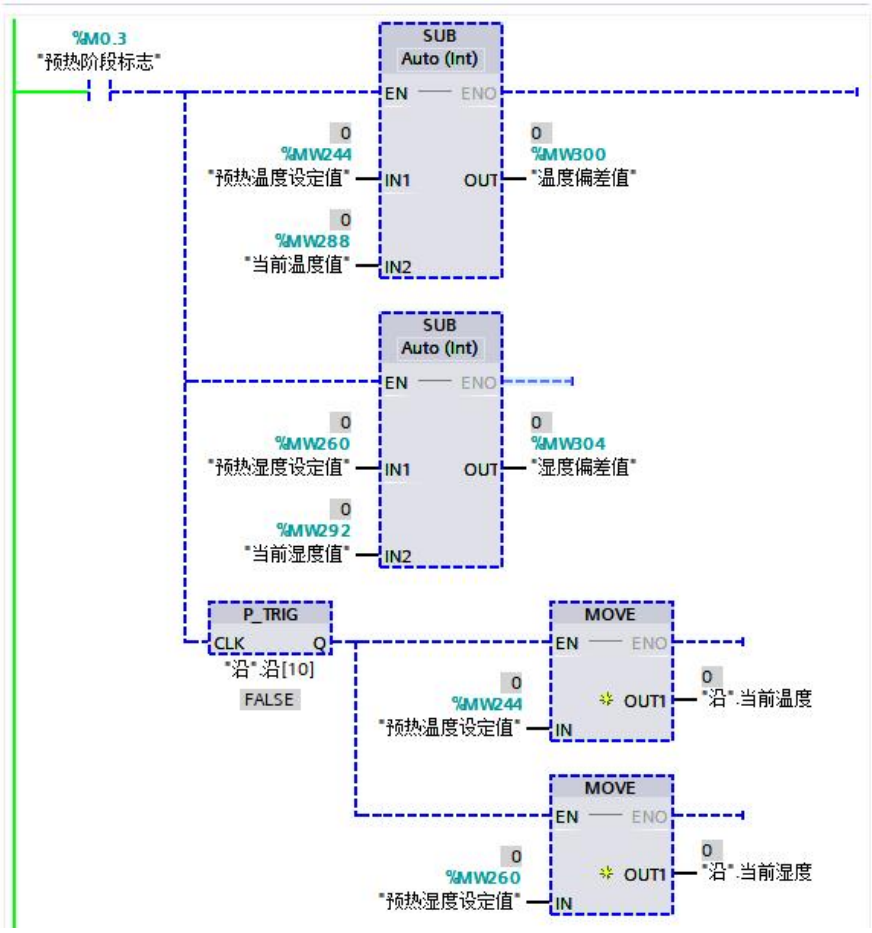


图 5-4 温度控制测试

湿度控制功能测试中，设置不同的湿度设定值，观察系统是否能够将湿度控制在设定值附近。测试结果显示，当湿度设定值改变时，系统能够快速响应，调节风机的输出功率，使湿度逐渐接近设定值。湿度稳定后，实际值与设定值的偏差在允许范围内，控制精度满足要求。湿度控制过程中，没有出现湿度波动过大或超调的现象，控制过程平稳。

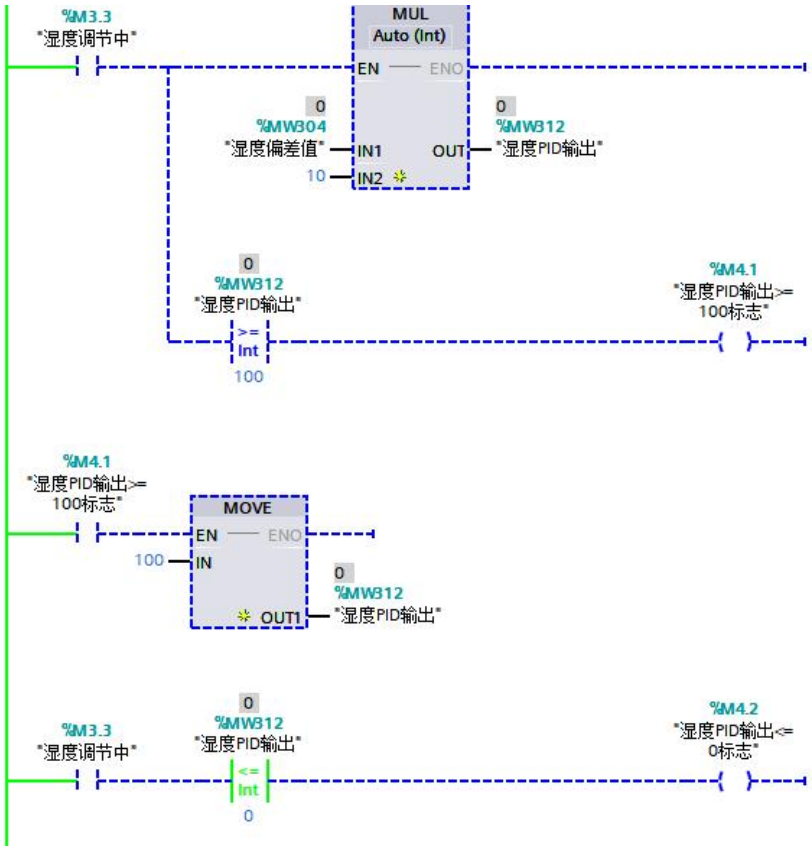


图 5-5 湿度控制测试

手动自动模式切换功能测试中，在系统运行过程中切换模式选择开关，观察系统是否能够正常切换模式。测试结果显示，当切换到手动模式时，系统停止自动阶段切换，响应手动操作信号。当切换到自动模式时，系统恢复自动阶段切换功能。模式切换过程中，当前运行状态不受影响，系统能够平稳过渡。

故障检测与报警功能测试中，模拟各种故障信号，观察系统是否能够及时检测故障并发出报警。测试结果显示，当温度传感器故障信号出现时，系统立即检测到故障，停止相关设备，设置故障标志位，点亮故障报警指示灯，启动声光报警器。当湿度传感器故障信号出现时，系统同样能够及时检测并报警。当电机过载信号出现时，系统立即停止电机，发出报警信号。故障检测功能响应及时，报警信号明显，能够有效提醒操作人员注意。

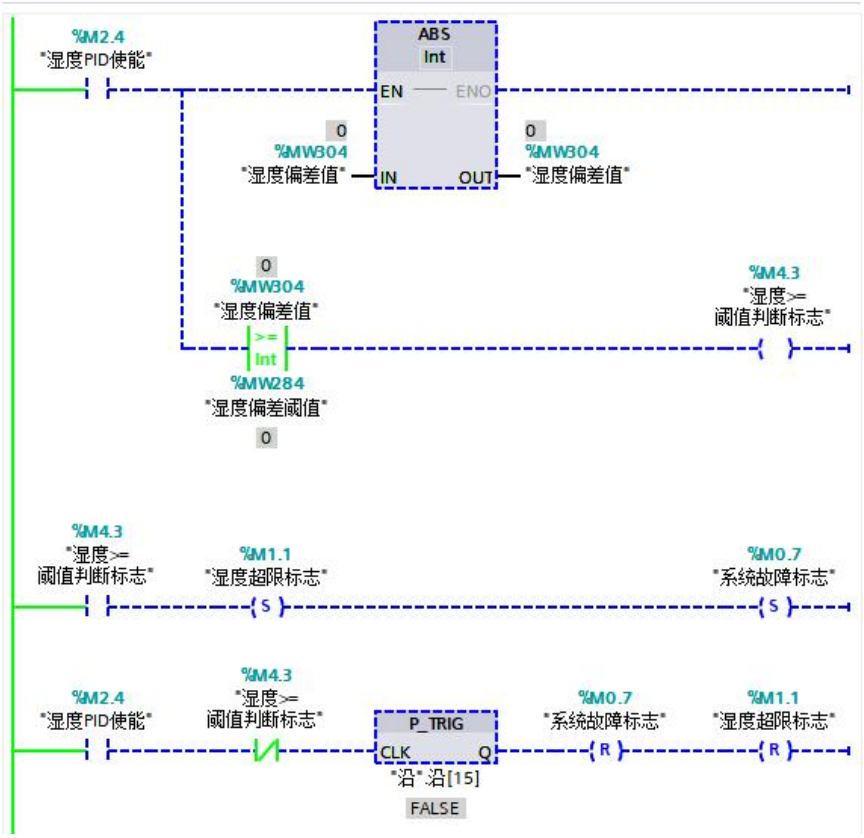


图 5-6 故障检测测试界面

急停功能测试中，在系统运行过程中按下急停按钮，观察系统是否能够立即停止所有设备。测试结果显示，按下急停按钮后，系统立即停止所有设备，设置急停标志位，系统进入停止状态。急停功能响应迅速，能够有效保护人员和设备安全。

5.4 测试结果分析

通过系统功能测试，验证了系统设计的正确性和可行性。测试结果表明，系统的各项功能都能够正常工作，满足设计要求。

系统初始化功能正常，系统启动后能够正确初始化，为后续运行做好准备。阶段自动切换功能正常，系统能够按照预设顺序自动执行各阶段，阶段切换过程平滑，没有出现参数突变的现象。温度控制功能正常，系统能够将温度控制在设定值附近，控制精度满足要求，控制过程平稳。湿度控制功能正常，系统能够将湿度控制在设定值附近，控制精度满足要求，控制过程平稳。

手动自动模式切换功能正常，系统能够在两种模式之间平稳切换，不影响当前运行状态。故障检测与报警功能正常，系统能够及时检测各种故障并发出报警，

响应迅速，报警信号明显。急停功能正常，系统能够立即停止所有设备，有效保护人员和设备安全。

系统运行稳定可靠，控制精度高，响应速度快，能够满足烟叶复烤生产的实际需求。系统具有良好的可维护性和可扩展性，便于后续的维护和升级。

结论

本设计完成基于西门子 S7-1200 PLC 的烟叶复烤控制系统，搭配触摸屏人机界面实现自动化控制。系统可按预设参数自动完成预热、烘烤、冷却、回潮四阶段流程，通过温湿度传感器实时检测环境参数，采用 PID 闭环控制调节加热器与风机输出，保障各阶段参数稳定。系统支持手动 / 自动双模式，具备完善故障检测与安全保护功能，满足生产实际需求。

阶段自动切换通过定时器与标志位实现，切换平滑避免参数突变影响烟叶品质。PID 控制凭借快速响应、精确控制的特性，契合复烤工艺精度要求。功能测试验证了系统可行性：初始化、阶段切换、温湿度控制、模式切换等功能均正常，故障报警与急停功能可靠，运行稳定、控制精度高、响应速度快。

本次设计深化了对 PLC 控制系统的理解，掌握 TIA Portal 博途软件使用方法，提升了程序编写与调试能力，学会系统需求分析、控制方式选型等技能。设计中通过查资料、请教老师解决各类问题，提升了问题处理能力，为后续专业工作奠定基础。

参考文献

致谢

时光荏苒，四年的本科学习生活即将结束。在这段难忘的学习时光里，我收获了知识，收获了友谊，也收获了成长。

本次毕业设计的完成，离不开指导老师的悉心指导。从选题、开题到设计实施，再到论文撰写，老师都给予了耐心的指导和帮助。老师严谨的治学态度、渊博的专业知识和认真负责的工作作风，让我受益匪浅，也将激励我在今后的工作中不断进步。

感谢学校为我们提供了良好的学习环境和实验条件，感谢各位任课老师在专业学习上的悉心教导。四年来，老师们的言传身教让我在专业知识和实践能力上都有了很大的提高。

感谢我的同学们，在学习和生活中给予我的帮助和支持。我们一起学习、一起讨论、一起进步，这段美好的时光将成为我人生中宝贵的回忆。

感谢我的家人，在我求学期间给予我无私的关爱和支持，让我能够安心完成学业。

最后，衷心感谢在百忙之中评阅论文和参加答辩的各位老师！

由于本人水平有限，论文中难免存在不足之处，恳请各位老师批评指正。