

基于 PLC 和工控机的视觉控制系统设计

沈有财¹ 季香香²

1. 苏州三星电子有限公司 215000; 2. 苏州科达科技股份有限公司 215011

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12297

[摘要] 在当今电子信息和智能制造迅速发展的时代, 品质向上与生产性已成为企业追求的核心目标, 随着生产规模的扩大和工艺流程的复杂化, 对生产过程的智能要求也日益提高。传统的信息处理系统, 虽然能够在一定程度上实现工艺参数的采集、控制和显示, 但往往缺乏对生产实时分析, 难以满足现代制造对电子信息数据全面、细致的分析。本文将 PLC 和工控机相结合, 设计一套集电子信息数据采集和视觉管控于一体的综合智能系统, 以提高制造过程的数据电子信息化和智能化, 增强制造的安全性和可靠性。

[关键词] PLC; 工控机; 视觉; 电子信息; 智能制造; 系统集成

一、引言

单独的视觉系统往往只能提供视觉相关的信息, 无法与制造控制系统相结合, 实现全面的管控。因此, 将视觉技术与传统的工艺控制系统相结合, 成为了一种新的发展趋势。可编程逻辑控制器 (PLC) 作为智能制造和电子信息领域中的核心控制设备, 具有控制精度高、响应速度快、可靠性强等优点, 广泛应用于各种智能制造场合。工业计算机 (工控机) 则凭借其强大的数据处理能力和丰富的接口资源, 成为实现制造信息分析和人机交互展示的理想选择。

二、系统总体设计

系统总体设计是本项目的核心环节, 它全面规划了系统的硬件构成、软件架构以及各部件之间的协同工作方式。在这一部分中, 详细阐述了系统将由 PLC 作为现场控制核心, 负责实现智能制造控制逻辑; 工控机则作为电子信息数据处理和管控中心, 负责高级信息数据运算、智能信息界面展示以及系统数据管理; 同时, 集成视觉设备实时捕捉现场画面, 与工艺信息紧密融合, 为操作人员提供全方位、多维度的监控信息^[1]。通过精心设计的硬件配置、软件架构和通信机制, 确保系统具有高度的集成性、可靠性和灵活性, 能够满足各种智能制造场景的需求。

三、硬件系统设计

3.1 PLC 硬件选择与配置

3.1.1 PLC 型号选择及性能参数

三菱 Q 系列 PLC 作为系统的编辑控制中心, 具有性能参数优越和响应速度快, 控制点的数量可以根据需求进行增加、控制逻辑的操作性比较简便和易于保全维修的特点。同时, 三菱 Q 系列 PLC 具有高性能的处理器、大容量的程序存储器以及丰富的 I/O 扩展能力, 其处理器速度可达每秒数百万条指令, 程序存储器容量可达数兆字节, 足以满足复杂控制逻辑的需求。同时, 该 PLC 还支持 Modbus、RTU、TCP 等多种通信协议, 可以高效快速与其他设备进行数据交换。

3.1.2 模块配置

基于 Q38B 基板总线控制的模式, 在基板上配置相应的 I/O 模块和智能控制模块。智能输入模块用于接收智能设备运行的信号和设备控制, 如感应器、通讯数据、智能控制伺服信号等; 智能输出模块则用于输出设备信号和电子信息数据, 如执行器、指示灯等。根据系统所涉及的类型以及电气特性等, 选用 QX40/QY40、QD77MS4 和 Q68ADI 等模块对需要检测的模拟量进行电子信息数据处理, 对智能制造的控制伺服系统进行设计。根据设备运行的安全性, 设计时需要考虑对输入电源线路以及控制线路继续进行间接控制保护, 利用固态继电器进行模块保护。通过合理配置 I/O 模块以及智能

控制模块, 可以确保三菱 Q 系列 PLC 能够准确、快速地响应现场设备的变化。

3.2 工控机硬件选择与配置

3.2.1 工控机性能要求

工控机作为电子信息系统数据处理和管控的中心, 电子信息数据顺畅处理以及快速响应能力直接影响到视觉信号的效果。设计时选择研华的 IPC610L 或者 IPC6606 的工控机, 这款工控机配备英特尔的第七代处理器具有高性能的处理能力和大容量的内存, 够快速处理大量的电子信息数据。其次, 工控机可以根据需要自主配备或者增加接口资源, 如 USB、串口、网口等, 以方便与其他设备进行连接和数据交换。最后, 这款工控机还必须具备良好的散热性能和稳定性, 可以能够长时间稳定运行, 维修和保全操作简单方便。

3.2.2 显示与存储设备配置

为了满足系统的监控需求, 配备的独立显卡可以为工控机配置了高分辨率的显示器和大容量的存储设备。高分辨率的显示器可以清晰地展示监控画面, 使能够准确地观察现场情况。大容量的存储设备则可以存储大量的历史数据, 方便操作人员进行数据分析和故障排查。此外, 还为工控机配置了固态硬盘 (SSD), 以提高系统的启动速度和数据读写速度。

3.3 视觉监控设备选择与配置

3.3.1 摄像机与镜头选择

摄像机是视觉管控系统的核心设备之一, 其性能直接影响到监控画面的清晰度和稳定性。在选择摄像机时, 考虑了多个因素, 如分辨率、帧率、照度等。最终, 选择了具有高分辨率、高帧率、低照度特性的摄像机, 以确保能够清晰、稳定地捕捉现场画面。同时, 还根据现场环境的不同, 选择了合适的镜头, 如广角镜头、长焦镜头等, 以满足不同管控场景的需求。

3.3.2 云台与解码器配置

云台用于调整摄像机的拍摄角度和方向, 解码器则用于将摄像机的视频信号进行解码和处理。在选择云台和解码器时, 考虑了它们的稳定性、响应速度以及兼容性等因素。最终, 选择了具有高精度、高稳定性特性的云台, 以及支持多种视频格式解码的解码器, 以确保系统能够准确、快速地调整摄像机的拍摄角度和方向, 并清晰地展示监控画面^[2]。

3.3.3 视频服务器与网络设备

视频服务器负责将摄像机的视频信号进行压缩、存储和传输, 网络设备则用于实现系统各部件之间的网络通信。在选择视频服务器和网络设备时, 考虑了它们的处理能力、存储容量以及网络带宽等因素。最终, 选择了具有高性能处理器、大容量存储空间的视频服务器, 以及支持高速网络传输

的网络设备, 以确保系统能够实时、稳定地传输视频信号, 并满足大量数据存储的需求。

四、软件系统设计

软件系统是视觉监控系统的灵魂, 它决定了系统如何运作、如何与用户交互以及如何处理和展示数据。一个优秀的软件系统应该具备稳定性、易用性、可扩展性和高效性等特点。在本项目中, 针对 PLC、工控机以及视频监控设备, 设计了相应的软件系统, 以确保整个视觉监控系统能够高效、稳定地运行。

4.1 PLC 程序设计与调试

4.1.1 PLC 控制逻辑设计

根据系统的控制需求, 制定了详细的控制流程图, 明确了各个控制点之间的逻辑关系。利用 G-Works2 编程软件, 将控制流程图转化为 PLC 程序。程序设计充分利用 ST 指令集和 FB 功能块实现复杂的控制逻辑。通过定时器、计数器等指令实现对设备运行时间的精确控制, 通过比较、逻辑运算等功能块实现对工艺参数的智能判断和处理。为了确保控制逻辑的正确性和可靠性进行多次模拟测试和现场调试, 对程序不断优化完善。

4.1.2 PLC 与工控机通信协议

PLC 与工控机之间的通信是实现系统数据交换和协同工作的关键。利用 RS232 和 RS485 通讯线以及 QJ71E71 模块, 选择 Modbus 通信协议。利用 Modbus 协议具有的良好稳定性和兼容性。PLC 将实时工艺数据发送给工控机, 工控机也向 PLC 发送控制指令, 实现双向的数据交换^[3]。电子数据传输通信进行加密处理, 并设置重试机制以应对数据通讯的异常情况。

4.2 工控机监控软件开发

4.2.1 监控软件功能需求分析

软件功能需求进行详细的分析, 确定软件的主要功能包括: 实时显示工艺参数、设备状态、报警信息等; 支持历史数据查询和分析; 提供用户权限管理功能以及 PLC 和视觉设备进行数据交换和协同工作等。功能需求的详细分析为软件设计提供明确的指导和方向。

4.2.2 监控软件界面设计

监控软件的界面设计直接影响人机交互的体验和操作。遵循简洁、直观、易用的原则设计清晰明了的操作界面。版面主要分为工艺参数区、设备操作区、报警信息区、历史数据区等多个功能模块, 用户可以通过相应的模块来查看相关信息。同时, 软件提供动态图表展示电子信息数据的变化趋势和设备操控状态。

4.2.3 数据采集与处理功能实现

数据采集与处理是监控软件的核心功能之一。PLC 和视觉设备进行数据交换, 软件实时采集工艺参数、设备状态、视频信号等数据, 对数据进行处理和分析, 提取信息并以图表、曲线等形式展示出来。采用数据过滤、去噪音、压缩等技术提高数据的准确性和可靠性。软件支持数据的存储和导出功能, 用户可以将历史数据导出为 Excel 或 CSV 格式的文件进行后续的数据分析和处理^[4]。

4.3 视频监控功能集成

4.3.1 视频信号传输与解码

视频监控功能的实现离不开视频信号的传输和解码。在本项目中, 采用了网络传输的方式, 将摄像机的视频信号通过网络传输到工控机。为了确保视频信号的稳定性和传输速度, 选择了高性能的网络设备和传输协议。在工控机上, 安装了专业的视频解码软件, 对接收到的视频信号进行解码和处理。解码软件支持多种视频格式和解码算法, 能够确保视

频画面的清晰度和流畅度。同时, 还对解码过程进行了优化和处理, 提高了解码效率和稳定性。

4.3.2 视频监控画面与工艺监控画面融合

软件的界面上预留了视频监控画面的显示区域, 用户通过点击相应的按钮来切换或同时显示视频监控画面和工艺监控画面, 对视频监控画面和工艺监控画面进行时间同步和坐标对齐处理。丰富的画面操作功能, 如放大、缩小、旋转、拖拽等能够方便相关人员进行查看和操作视觉画面和参数界面。通过画面融合, 用户可以直观地了解现场的情况和设备的运行状态, 提高了监控的效率和准确性。

五、系统通讯与网络设计

5.1 通讯协议选择与设计

通讯设计经过综合评估决定采用 TCP/IP 协议作为系统的主要通讯协议。TCP/IP 协议具有广泛的兼容性和稳定性确保电子信息数据在传输中的准确性和可靠性。为了满足通讯实时性的要求, 在 TCP/IP 协议的基础上设计专用的应用层协议。定义数据的格式、传输方式、错误校验等关键参数, 确保数据的高效、准确传输。技术参数选择以太网作为传输媒介, 其传输速率可达 100Mbps/1000Mbps, 完全满足系统对数据传输速度的需求。数据包长度为 1500 字节的应用层协议, 既保证数据的传输效率, 又兼顾网络的负载能力。此外, 采用 CRC32 校验算法对传输的数据进行错误校验, 确保电子信息数据的完整性。

5.2 网络拓扑结构设计

网络拓扑结构是系统网络设计的基础, 根据实际需求和现场环境设计星型网络拓扑结构。星型网络拓扑结构具有结构简单、易于扩展、故障排查方便等优点。以工控机为中心节点, 通过交换机与各个子设备(如 PLC、摄像机等)进行连接。交换机选择具有高性能、多端口的千兆交换机, 其背板带宽可达数十 Gbps, 完全能够满足系统对网络带宽的需求。同时对网络进行 VLAN 划分, 将不同功能的设备划分到不同的 VLAN 中, 提高网络的安全性和管理性。此外, 涉及网络的冗余设计, 在网络的关键路径上部署备用链路和设备, 确保网络在单点故障时仍能保持正常通信。网络拓扑结构构建了一个高效、稳定、安全的系统网络环境。

结束语

通过本次基于 PLC 和工控机的管控系统设计, 我们成功地将工艺控制与视觉管控技术相结合, 构建了一套集智能制造控制、电子信息数据处理和实时视觉于一体的综合电子信息与智能制造为一体的系统。该系统不仅提高了生产过程信息处理的智能化水平, 还增强了生产的品质向上改善, 为现代智能制造提供了全面、细致的电子信息分析和管控方案。在未来的工作中, 我们将继续优化和完善系统功能, 不断提升系统的性能和稳定性, 以满足更多智能制造场景的需求, 为企业的生产和发展贡献更多力量。

[参考文献]

- [1]刘传德, 刘俊峰, 陈雷. 基于双 PLC 和工控机的定位绞车变频电控系统设计研究[J]. 现代工程科技, 2024, 3(8): 77-80.
- [2]施绍辉, 李自成, 郭强, 等. 煤系地层模拟试验平台数据采集与监控系统开发[J]. 现代制造工程, 2023(10): 107-112.
- [3]丁克勤, 郑惠泽, 赵禹, 等. 履带起重机多参数安全监控管理系统的设计及实现[J]. 计算机测量与控制, 2021(012): 029.
- [4]王岩, 高建波, 张传锦, 等. 生产现场远程监控方法与系统[J]. 现代制造工程, 2020(1): 6.