

注塑机周边设备自动化集成系统的设计与实现

田文状¹ 吴敏迪²

1. 宁波海天智联科技有限公司 浙江 宁波 315000

2. 海天塑机集团有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 本文聚焦注塑机周边设备自动化集成系统的设计与实现。阐述了注塑机在塑料制品生产中的关键地位,分析周边设备自动化集成系统的需求,包括设备协同、数据采集监控等功能要求及性能指标。随后详细介绍系统总体架构、设备接口与通信协议等设计内容,并说明系统实现的关键技术与组件选型、开发集成及调试优化。该系统对提升塑料制品生产质量和效率意义重大。

关键词: 注塑机; 周边设备; 自动化集成; 系统实现

1 注塑机在塑料制品生产中的重要性

在现代工业生产领域,塑料制品以其质轻、耐腐蚀、易加工成型等优点,广泛应用于汽车、电子、家电、医疗等众多行业。而注塑机作为塑料制品生产的核心设备,其重要性不言而喻。注塑机通过将塑料原料加热熔融后,以高压注入模具型腔,经冷却固化后得到所需形状的塑料制品。这一过程实现了塑料原料到复杂形状产品的高效转化,能够满足不同行业对塑料制品多样化、精细化的需求。从简单的塑料玩具到复杂的汽车零部件,注塑机都发挥着关键作用。注塑机的性能直接影响塑料制品的质量和生产效率。高质量的注塑机能够保证制品尺寸精度高、表面质量好、物理性能稳定,减少次品率,降低生产成本。高效的注塑机可以提高生产速度,缩短生产周期,满足市场对产品快速交付的需求。随着科技的不断发展,注塑机也在不断升级和改进,如采用先进的控制系统、节能技术等,进一步提升了其在塑料制品生产中的竞争力^[1]。在市场竞争日益激烈的今天,塑料制品生产企业要想在市场中立足,必须不断提高产品质量和生产效率,降低生产成本。而注塑机作为生产的核心环节,其性能和运行状态直接关系到企业的生存和发展。因此,注塑机在塑料制品生产中具有不可替代的重要地位。

2 注塑机周边设备自动化集成系统需求分析

2.1 注塑机周边设备概述

注塑机周边设备是指在注塑生产过程中,围绕注塑机运行,辅助完成塑料制品生产的各类设备。常见的周边设备包括干燥机、上料机、模温机、机械手、粉碎机等。干燥机用于去除塑料原料中的水分,防止在注塑过程中因水分汽化导致制品出现气泡、银纹等缺陷。上料机则负责将干燥后的塑料原料自动输送到注塑机的料

斗中,实现原料的连续供应。模温机用于控制模具的温度,保证制品在成型过程中具有良好的尺寸稳定性和表面质量。机械手可以自动取出注塑成型后的制品,并将其放置到指定位置,提高生产效率和安全性。粉碎机则用于将生产过程中产生的废料和边角料粉碎后重新利用,降低生产成本。这些周边设备与注塑机协同工作,共同完成塑料制品的生产任务。然而在传统的生产模式下,这些设备往往是独立运行的,缺乏有效的协同和集成,导致生产效率低下、人工干预多、产品质量不稳定等问题。

2.2 自动化集成系统的功能要求

为了解决传统生产模式中存在的问题,注塑机周边设备自动化集成系统应具备以下功能要求:

2.2.1 设备协同控制

系统应能够实现对注塑机及其周边设备的协同控制,使各设备按照预定的生产流程和工艺要求有序运行。例如,在注塑机完成一次注塑成型后,机械手能够自动准确地取出制品,同时上料机及时补充原料,模温机保持模具温度稳定,确保生产的连续性和稳定性。

2.2.2 数据采集与监控

系统应具备实时数据采集功能,能够采集注塑机及其周边设备的运行状态、工艺参数等信息,如注塑压力、温度、速度、原料消耗量等。并将这些数据实时显示在监控界面上,方便操作人员及时了解生产情况。系统还应能够对采集到的数据进行分析 and 处理,及时发现设备故障和工艺异常,并发出警报。

2.2.3 生产管理与调度

系统应具备生产管理和调度功能,能够根据订单需求和生产计划,合理安排生产任务,优化生产流程。例如,系统可以根据不同制品的生产工艺要求,自动调整

注塑机和周边设备的参数,实现多品种、小批量的柔性生产。系统还能够对生产进度进行实时跟踪和统计,为企业的生产决策提供数据支持。

2.2.4 远程控制与维护

系统应支持远程控制和维护功能,操作人员可以通过网络远程监控和控制注塑机及其周边设备的运行。当设备出现故障时,维修人员可以通过远程诊断系统快速定位故障原因,并采取相应的维修措施,减少设备停机时间,提高生产效率。

2.3 性能指标与约束条件

2.3.1 性能指标

响应时间:系统对设备状态变化和操作指令的响应时间应尽可能短,以确保生产的实时性和准确性。一般来说,响应时间应控制在毫秒级。数据采集精度:采集到的设备运行状态和工艺参数数据应具有较高的精度,以满足生产过程控制和质量分析的要求^[2]。系统的平均无故障工作时间(MTBF)应不低于5000小时。生产效率提升:通过自动化集成系统的应用,应能够显著提高生产效率,降低人工干预。

2.3.2 约束条件

系统应能够兼容不同品牌、型号的注塑机及其周边设备,确保系统的通用性和可扩展性。在满足系统功能和性能要求的前提下,应尽量降低系统的建设和运行成本,提高企业的经济效益。系统应具备完善的安全保护措施,如过载保护、漏电保护、紧急停止等功能,确保操作人员和设备的安全。

3 注塑机周边设备自动化集成系统设计

3.1 系统总体架构设计

注塑机周边设备自动化集成系统采用分层分布式架构,主要包括设备层、控制层、监控层和管理层。(1)设备层:由注塑机及其周边设备组成,负责完成具体的生产任务。设备层通过传感器和执行器与控制层进行通信,实现设备状态的采集和控制指令的执行。(2)控制层:由可编程逻辑控制器(PLC)、工业计算机等组成,负责对设备层进行实时控制和数据采集。控制层根据监控层下达的生产任务和工艺参数,对设备层进行精确控制,并将采集到的数据上传到监控层。(3)监控层:由人机交互界面(HMI)、监控软件等组成,负责实时显示设备的运行状态和生产数据,提供操作人员与系统交互的界面。监控层还可以对生产过程进行实时监控和报警,及时发现和处理生产异常。(4)管理层:由企业资源计划(ERP)、制造执行系统(MES)等组成,负责生产计划制定、生产调度、质量管理等企业管理功能。

管理层与监控层进行数据交互,获取生产现场的实时数据,为企业的生产决策提供支持。

3.2 设备接口与通信协议设计

在注塑机及其周边设备与控制层之间构建稳定、高效的通信桥梁,是实现自动化集成系统的关键环节。由于不同设备在功能、性能以及制造年代上存在差异,其特点和通信需求也各不相同。因此,需根据实际情况选择合适的接口类型,例如串口具有成本低、连接简单的特点,适用于一些对数据传输速率要求不高的设备;以太网口则能提供高速、稳定的数据传输,适合现代新型设备;现场总线具有实时性强、抗干扰能力好的优势,常用于工业现场的设备连接。对于一些老旧设备,因其本身缺乏与控制层直接通信的能力,可能需要通过添加专门的通信模块,如串口转以太网模块等,来实现与控制层的互联互通。同时采用通用的工业通信协议,如Modbus、Profinet、EtherCAT等,可确保设备间数据传输的可靠性和高效性。另外,通信协议还应具备数据加密、校验等功能,以保障数据在传输过程中的安全性和准确性。

3.3 数据采集与处理模块设计

数据采集与处理模块堪称自动化集成系统的核心枢纽,在注塑机及其周边设备的自动化运行中发挥着至关重要的作用。在数据采集环节,借助各类高精度传感器,能够实时捕捉设备的温度、压力、速度、位置等关键参数。这些传感器如同敏锐的“触角”,精准感知设备的运行状态。采集到的模拟信号需迅速转换为数字信号,以便在系统中高效传输,最终送达控制层,为后续的精准确控制提供基础数据支撑。数据处理阶段则是对采集数据的深度加工。通过滤波算法去除信号中的噪声和干扰,让数据更加纯净;校准操作确保数据的准确性,避免因误差导致生产偏差;归一化处理使不同量纲的数据具有可比性^[3]。同时系统会对处理后的数据进行妥善存储,并运用数据分析技术挖掘其中的价值信息,如提前发现设备故障特征,为预防性维护提供依据;分析工艺参数与产品质量的关系,给出工艺优化建议,助力企业提升生产效率和产品质量。

3.4 控制策略与算法设计

控制策略与算法是保证系统稳定运行和生产质量的关键。根据注塑机及其周边设备的特点和生产工艺要求,设计合理的控制策略和算法。采用PID控制算法对注塑机的温度、压力、速度等参数进行精确控制,确保制品的质量稳定。同时,根据制品的工艺要求,自动调整注塑机的参数,实现智能化控制。对于干燥机、上料

机、模温机等周边设备,采用定时控制、条件控制等策略,实现设备的自动运行和协同工作。

3.5 人机交互界面设计

人机交互界面是操作人员与系统交互的窗口,应设计得简洁、直观、易用。(1)界面布局:采用合理的界面布局,将设备的运行状态、生产数据、操作按钮等信息分类显示,方便操作人员快速获取所需信息。(2)操作方式:提供多种操作方式,如触摸屏操作、键盘鼠标操作等,满足不同操作人员的使用习惯。同时,界面应具备操作提示和错误提示功能,引导操作人员正确操作。(3)数据可视化:采用图表、曲线等形式对生产数据进行可视化展示,使操作人员能够直观地了解生产趋势和设备状态。

4 注塑机周边设备自动化集成系统实现

4.1 关键技术与组件选型

4.1.1 关键技术

工业物联网技术:通过工业物联网技术实现注塑机及其周边设备的互联互通,实现设备数据的实时采集和远程监控。大数据分析技术:利用大数据分析技术对采集到的生产数据进行分析 and 挖掘,发现生产过程中的潜在问题和优化空间,为企业的生产决策提供支持。人工智能技术:引入人工智能技术,如机器学习、深度学习等,实现设备的智能故障诊断和预测性维护,提高设备的可靠性和可用性。

4.1.2 组件选型

PLC:选择性能稳定、功能强大的PLC,如西门子S7-1500系列、三菱FX5U系列等,满足设备控制的需求。传感器:根据不同的测量参数,选择高精度、高可靠性的传感器,如温度传感器、压力传感器、位移传感器等。工业计算机:选用具备较强计算能力和稳定性的工业计算机,作为监控层和管理层的硬件平台。通信模块:根据设备接口和通信协议的要求,选择合适的通信模块,如串口服务器、以太网交换机等。

4.2 系统开发与集成

4.2.1 系统开发

根据系统总体架构设计,进行硬件设备的选型和安装调试。确保设备之间的连接正确、通信稳定。采用合适的编程语言和开发工具,如C++、Java、LabVIEW等,进行控制程序、监控软件和管理系统的开发。软件开发应遵循模块化、标准化的原则,提高代码的可读性和可维护性。

4.2.2 系统集成

将硬件设备和软件系统进行集成,实现各模块之间

的协同工作。在集成过程中,需要进行严格的测试和调试,确保系统的功能和性能符合设计要求。

4.3 系统调试与优化

系统调试是确保注塑机周边设备自动化集成系统稳定运行的关键步骤,分为单机调试和联机调试两个阶段。单机调试阶段,技术人员会逐一对注塑机及其周边设备,如干燥机、上料机、模温机、机械手等进行独立调试。通过操作控制面板或软件界面,检查设备的各项运行状态指示灯是否正常亮起,各功能按键是否能准确执行相应动作,例如机械手的抓取、放置动作是否精准,注塑机的注射、保压等动作是否符合设定参数,以此全面排查设备自身可能存在的硬件故障或软件配置问题^[4]。联机调试则是将所有设备连接起来,模拟实际生产流程进行测试。重点检查设备之间的协同工作是否顺畅,通信是否稳定。通过模拟实际生产过程,对系统的控制策略和算法进行反复验证和调整,确保系统能够按照预设的工艺要求高效运行。在系统调试过程中,往往会发现一些影响系统性能和稳定性的问题。针对这些问题,需要对系统进行全面优化。优化内容涵盖多个方面,包括对控制参数进行精细调整,以提高设备的响应速度和控制精度;对算法进行改进,使其能够更好地适应不同的生产工况;对人机交互界面进行优化,使其更加简洁直观,方便操作人员使用。通过持续不断地优化,提高系统的整体性能和稳定性,确保系统能够满足企业日益增长的生产需求,为企业带来更高的生产效益。

结束语

注塑机周边设备自动化集成系统的成功设计与实现,为塑料制品生产行业带来了新的发展契机。通过实现设备的协同控制、数据的高效采集与处理以及生产的智能化管理,显著提高生产效率与产品质量,降低人工干预与生产成本。未来,随着技术的不断进步,该系统有望进一步完善和优化,为塑料制品生产企业创造更大的价值,推动整个行业向智能化、高效化方向迈进。

参考文献

- [1]秦辉,沙德威,梅增良.基于单片机的注塑机温度控制系统[J].现代制造工程,2019(05):28-30.
- [2]曹华,李伟.注塑机料筒温度控制方法研究[J].制造业自动化,2022,44(9):4-5.
- [3]张益波,金敬明,汪科迪.注塑机集成的模具冷却系统的发展[J].橡塑技术与装备,2021,47(20):17-20.
- [4]张道权,王景超,闫世明,等.转向系统集成数据自动化设计方法[J].时代汽车,2021,(16):121-124.