

精细化工企业中工艺自动化的设计与施工

黄振振

山东中天科技工程有限公司 山东 淄博 255000

摘要: 在精细化工行业中,工艺自动化的设计与施工是提升生产效率、保障生产安全、降低运营成本的关键环节。随着科技的飞速发展,自动化技术在化工生产中的应用日益广泛,不仅提高了生产过程的精确度和稳定性,还显著减少了人为操作带来的风险。论文旨在探讨精细化工企业中工艺自动化的设计与施工要点,分析其在提高生产效率、优化资源配置、确保产品质量等方面的作用,以期为相关企业提供有益的参考和借鉴。

关键词: 精细化工企业; 工艺自动化; 设计与施工

引言: 在当今全球工业化快速发展的背景下,精细化工产业作为现代工业体系中的重要组成部分,其发展水平直接关系到国家经济的增长与产业结构的升级。随着科学技术的日新月异,工艺自动化技术在精细化工企业中的应用日益广泛,成为提升企业竞争力、保障生产安全、促进节能减排的关键手段。所以,深入探讨工艺自动化在精细化工企业中的作用、设计思路、施工现状及应对策略,是非常有必要的。

1 精细化工企业中工艺自动化的作用

1.1 提升生产效率,优化资源配置

工艺自动化通过集成先进的控制系统与智能设备,实现了生产过程的精准控制与实时监控。这一转变使得生产流程得以连续、稳定地运行,减少了人为干预带来的不确定性和停机时间^[1]。精细化工企业中的反应釜、分离塔、干燥机等关键设备,在自动化系统的调控下,能够精确控制温度、压力、流量等工艺参数,确保反应条件始终维持在最优状态,从而显著提升生产效率和产品收率。

1.2 强化安全生产,降低事故风险

由于精细化工生产涉及众多易燃、易爆、有毒有害物质,所以安全生产一直是企业管理的重中之重。工艺自动化技术中自动化监控与预警系统的应用,能够及时发现并处理潜在的安全隐患,如超温、超压、泄漏等异常情况,有效避免事故的发生。另一方面,自动化控制还能减少人员直接接触危险物质的机会,降低职业健康风险。在紧急情况下,自动化系统能迅速启动应急预案,如自动切断物料供应、启动喷淋装置等,最大限度地减少事故损失。

1.3 提升产品质量,增强市场竞争力

因精细化工产品对纯度、组成、结构等要求极高,任何微小的偏差都可能导致产品性能不达标。所以工艺

自动化采用高精度测量与控制技术,确保了生产过程中的一致性和重复性,使得产品质量更加稳定可靠。与此同时,自动化系统能够实时记录并分析生产数据,帮助企业精准追溯产品批次,快速定位质量问题源头,为产品质量的持续改进提供了有力支持。

2 精细化工企业中工艺自动化的设计

2.1 自动化系统概述

在精细化工企业的生产过程中,自动化系统系统通过集成先进的计算机技术、信息技术与控制技术,实现了生产流程的智能化、高效化管理^[2]。其不仅涵盖了从原料投放到成品产出的全过程监控,还确保了生产环境的安全性及产品质量的稳定性。其设计核心在于两个紧密协作的子系统:监控子系统与控制子系统,共同构建了一个高效、灵活的工艺自动化框架,即UR2H架构,旨在提升生产效率,降低运营成本,并增强企业的市场竞争力。

2.1.1 系统结构。UR2H自动化系统结构以分布式控制网络为基础,采用模块化设计原则,将系统划分为中央控制层、现场控制层及终端执行层三个层次。中央控制层作为大脑,负责数据处理、决策制定及全局监控;现场控制层则负责接收并执行来自中央的指令,对生产过程进行实时调节;而终端执行层则直接作用于生产设备,实现精确的工艺控制^[2]。这种层次分明的结构确保了信息流的畅通无阻,同时也便于系统的维护与升级,为精细化工企业的持续稳定发展提供了坚实的技术支撑。

2.1.2 系统控制。系统控制是UR2H自动化系统的核心功能之一,它依赖于先进的控制算法与策略,实现对生产过程的精确控制。该系统集成了PID控制、模糊控制、预测控制等多种控制方法,能够根据生产需求灵活切换,以达到最优的控制效果。并且,系统还具备强大的自学习与自适应能力,能够根据历史数据不断优化控制参数,提升控制精度与响应速度。在紧急情况下,系

统还能迅速启动安全保护机制，自动切断危险源，确保生产安全。基于此，精细化工企业能够实现生产过程的精细化管理，提高产品质量，降低能耗与排放，实现绿色可持续发展。

2.2 分布式IO

2.2.1 设备介绍。分布式IO系统在精细化工企业的自动化流程中扮演着至关重要的角色。该系统主要由一系列智能IO模块组成，这些模块被设计为可直接安装于生产现场，如反应釜旁、管道接口处等关键位置。这些模块集成了多种类型的输入输出接口，如模拟量、数字量、脉冲量等，能够直接连接并控制各类现场设备，如传感器、执行器、变频器等。通过先进的通信技术，如Profinet、EtherCAT等，分布式IO系统实现了与中央控制器的无缝对接，确保了数据的快速传输与实时处理。这种设计不仅提高了系统的响应速度，还增强了系统的抗干扰能力和稳定性。

2.2.2 ET200M应用实例。ET200M作为西门子SIMATIC系列中的一款经典分布式IO模块，在精细化工企业的自动化系统中得到了广泛应用。ET200M模块以其高可靠性、易扩展性和灵活配置的特点，成为连接现场设备与中央控制系统的桥梁。它支持多种通信协议，便于与不同品牌的PLC（可编程逻辑控制器）进行集成。在精细化工生产中，ET200M模块被部署于各个工艺段，负责采集温度、压力、液位等关键工艺参数，并将这些数据实时传输至中央控制系统进行处理。通过ET200M模块的应用，精细化工企业实现了对生产过程的精细化管理与控制，提升了生产效率和产品质量。

2.3 过程监控

过程监控是UR2H自动化系统中至关重要的环节，它主要聚焦于操作员站和触摸屏的设计与功能实现。操作员站作为人机交互的核心界面，为操作人员提供了直观、易用的监控平台。通过高清晰度的图形化界面，操作人员可以实时查看生产过程的各项参数与状态，如温度、压力、流量等，实现对生产过程的全面把控^[3]。而且，触摸屏的应用进一步增强了系统的便捷性与灵活性，使得操作人员可以在生产现场直接进行监控与操作，大大提高了工作效率与应急响应速度。这些监控与交互手段共同构成了精细化工企业自动化系统的“眼睛”与“双手”，确保了生产过程的可视化、可控化与高效化。

2.4 通信方式

在UR2H自动化系统中，通信方式的选择与实现对于确保系统的高效运行与数据传输的实时性至关重要。触摸屏和操作员站通过先进的通信协议与S7-400H PLC进行无缝连接，实现了数据的双向传输与实时交互。这种通

信方式不仅保证了监控指令的迅速下达，还确保了生产设备状态的及时反馈，为操作人员提供了准确、及时的信息支持。此外，系统集成也是通信方式设计中的重要考虑因素。UR2H自动化系统通过统一的通信标准与接口，实现了与ERP、MES等上层管理系统的顺畅对接，形成了从生产现场到企业管理层的全面信息化网络，为精细化工企业的数字化转型与智能升级奠定了坚实的基础。

3 精细化工企业中工艺自动化施工程序

3.1 数据处理

3.1.1 数据收集与分析。首先，需要全面收集项目相关的各类数据，包括但不限于原料特性、产品要求、工艺流程图、设备参数、安全规范等。这些数据是后续工作的基础，必须确保准确无误。随后，利用专业的数据分析工具和方法，对这些数据进行深入分析，识别出关键控制点、潜在风险点以及优化空间。

3.1.2 建模与仿真。在数据分析的结果上，建立工艺流程的数学模型或仿真模型。利用模拟不同工况下的运行情况，预测系统性能，评估设计方案的有效性。因为此过程有助于提前发现潜在问题，优化设计方案，减少实际施工中的试错成本。

3.1.3 数据集成与共享。在数据处理过程中，还应注意数据的集成与共享。建立统一的数据管理平台能够实现项目团队内部及与外部供应商、设计单位之间的数据实时同步与共享。这样一来，不仅可以提高沟通效率，还能确保各方基于同一套数据进行决策，避免信息孤岛和误解。

3.2 把控施工过程

3.2.1 施工计划与进度管理。制定详细的施工计划，明确各阶段的目标、任务、责任人及完成时间。采用项目管理软件或工具，实时监控施工进度，及时调整计划以应对突发情况。

3.2.2 质量控制与安全管理。严格执行国家及行业相关的质量标准和安全规范，对施工过程中涉及的每一道工序、每一个设备、每一种材料都进行严格的质量检查。建立安全隐患排查机制，定期进行安全教育和演练，确保施工现场的安全生产。

3.2.3 技术支持与变更管理。施工过程中难免会遇到技术难题或设计变更。为此，应建立专业的技术支持团队，负责解决施工中的技术问题，提供必要的培训和指导。

3.3 质量检测

3.3.1 施工阶段质量检测。在施工阶段，应定期对已完成的工作进行质量检测，包括但不限于设备安装质量、管道焊接质量、电气接线质量等。采用先进的检测

设备和技术手段,确保检测结果的准确性和可靠性。对于发现的问题,及时整改并复检,直至达到质量要求。

3.3.2 系统集成测试。在工艺自动化系统安装完成后,需进行系统集成测试。通过模拟实际生产场景,测试系统的整体性能、稳定性、可靠性及安全性。重点关注各子系统之间的协同工作能力、数据传输的准确性及响应时间等关键指标。对于测试中发现问题,及时分析原因并采取解决措施。

3.3.3 交付后质量跟踪。项目交付后,仍需进行一定时期的质量跟踪。通过收集用户反馈、监测系统运行数据等方式,评估系统的实际运行效果,及时发现并处理潜在问题。

4 精细化工企业中工艺自动化施工现状

4.1 工艺流程的复杂性与不稳定性

精细化工企业的工艺流程往往复杂多变,涉及多种原料的精确配比、反应条件的严格控制和产品的精细分离等多个环节。这种复杂性导致在自动化施工过程中,难以实现对所有工艺参数的精确控制和实时调整。具体而言,原料配比的不准确可能导致反应不完全或副反应增多,影响产品的纯度和产量;反应条件的微小波动,如温度、压力或pH值的变化,都可能对产品质量产生显著影响;而分离工艺的复杂性则增加了能耗和生产成本。

4.2 能源消耗的高效利用与环保压力

精细化工企业的生产过程往往伴随着大量的能源消耗和废弃物排放,这给企业带来了沉重的环保压力和经济负担。在自动化施工过程中,如何优化能源利用结构,提高能源利用效率,减少废弃物排放,成为企业必须面对的问题。一方面,企业需要通过改进工艺流程和设备设计,降低生产过程中的能耗和物耗;另一方面,还需要加强废热、废水等资源的回收利用,实现资源的最大化利用。

5 精细化工企业中工艺自动化施工策略

5.1 优化工艺流程,提升稳定性与可控性

针对精细化工企业工艺流程的复杂性与不稳定性,首要任务是精细化工工艺参数的设计。企业应通过深入研究各环节的化学反应机理和物料性质,精确设定原料配比、反应温度、压力、时间等关键参数,并考虑其相互影响与波动范围,建立科学的工艺参数模型。而为了实现工艺参数的实时监测与调整,企业应引入先进的智能监控系统。该系统应集成高精度传感器、数据分析软件和自动调整装置,能够实时监测工艺参数的变化趋势,并在超出预设范围时自动触发调整机制,确保工艺过程的稳定性和可控性。

5.2 提高能源利用效率,减轻环保压力

优化能源利用结构是企业减轻环保压力和提高经济效益的基础手段。首先,企业应采用节能型设备、优化工艺流程、提高余热回收利用率等措施降低能耗水平;同时积极开发利用可再生能源如太阳能、风能等替代传统化石能源减少碳排放量。其次,企业应建立完善的废弃物处理与回收利用体系。对生产过程中产生的废弃物进行分类收集、处理和回收利用;采用先进的处理技术和设备降低废弃物处理成本并减少对环境的影响。

结语:综上所述,工艺自动化在精细化工企业中的作用是多方面的,它不仅提升了生产效率、强化了安全生产、提升了产品质量,还促进了节能减排与可持续发展。随着科技的不断进步和自动化技术的日益成熟,精细化工企业将更加深入地探索和应用工艺自动化技术,推动行业向更高水平迈进。

参考文献

- [1]杨栩.精细化工行业中自动化控制的实践研究[J].人物画报:上旬刊,2020,000(008):P.1-2.
- [2]刘丽洁,江海波.自动化控制系统在精细化工企业中的应用[J].化工管理,2020(23):14.38-69.
- [3]董惠民,李小荣,杨述龙.自动化控制系统在精细化工企业中的应用[J].化工管理,2019(12)24-57.