

面向烟草制丝线的自动化控制系统研究

王 瑞 杨明文

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂 云南 玉溪 653100

摘 要:烟草制丝线的自动化控制对于提升生产效率与产品质量至关重要,本文研究了面向烟草制丝线的自动化控制系统,系统采用分层分布式架构,由管理层、控制层和设备层构成,通过工业以太网和现场总线实现通信。硬件设计注重稳定性与可靠性,选用工业级设备。系统关键技术涵盖数据采集与处理、过程控制、智能优化及故障诊断与预测技术。控制策略包括顺序控制、反馈控制、前馈控制及复合控制,旨在提高生产效率、保障产品质量与稳定性。通过融合多种控制策略,复合控制显著提升系统控制性能,保障烟草制丝线高效稳定运行。

关键词:烟草;制丝线;自动化控制;系统研究

引言

在烟草行业,制丝线是影响产品质量和生产效率的关键环节。随着工业自动化技术的迅速发展,实施高效可靠的自动化控制系统对烟草制丝线来说显得尤为重要。本文通过对烟草制丝线自动化控制系统的架构、关键技术及控制策略进行深入研究,旨在提升制丝线运行的稳定性和生产效率。本文将详细探讨系统的总体架构、数据采集与处理、过程控制、智能优化及故障诊断等技术,并结合顺序控制、反馈控制、前馈控制和复合控制策略,力求为烟草制丝线的自动化控制提供理论支持和实践指导。

1 烟草制丝线自动化控制系统架构

1.1 总体架构设计

烟草制丝线自动化控制系统采用分层分布式架构,由管理层、控制层以及设备层构成。管理层承担生产计划管理、生产调度及质量监控等职责,通过与企业其他信息系统集成,达成生产数据共享,为管理决策提供支持。该层处于整个系统上层,统筹协调生产相关管理事务,确保生产活动按计划有序开展。控制层作为系统核心,运用可编程逻辑控制器(PLC)或分布式控制系统(DCS)等技术,对制丝线各设备实施实时控制与监测。它接收管理层下达的生产指令并执行,同时将设备运行状态和生产数据反馈至管理层,实现上下层信息交互。设备层包含各类生产设备与传感器,传感器负责采集设备运行参数及生产过程中的工艺参数,涵盖温度、湿度、压力、流量等,并将数据传送给控制层;生产设备依据控制层指令进行相应操作,完成生产任务。三层架构相互协作,管理层制定策略,控制层精准执行,设备层具体落实,共同保障烟草制丝线自动化控制系统稳定高效运行。

1.2 网络通信架构

网络通信在烟草制丝线自动化控制系统中是各层数据传输与交互的关键环节。该系统一般以工业以太网作为主要通信网络,因其具备高速、稳定、可靠特性,可满足系统对实时性和数据传输量的需求。管理层与控制层借助工业以太网连接,能快速传输生产计划、调度指令等数据,保证管理层决策及时传达至控制层,使生产控制精准有序。控制层与设备层采用现场总线技术实现连接,像Profibus、DeviceNet等,此类技术可完成设备级数据采集,并准确下达控制指令,让设备按要求运行^[1]。此外,为保障系统可靠性与安全性,采用冗余网络设计。当主网络出现故障,系统能自动切换至备用网络,维持正常通信,避免因网络中断导致生产停滞或数据丢失。这种网络通信架构,通过不同网络技术分工协作,兼顾了数据传输的速度、准确性与稳定性,为烟草制丝线自动化控制系统稳定运行提供坚实网络支撑。

1.3 硬件系统设计

硬件系统作为自动化控制系统的物理根基,其性能对系统稳定性与可靠性有着直接影响。在烟草制丝线自动化控制系统硬件选型环节,需全面考量制丝线的生产环境与工艺要求,优先挑选具备高可靠性、强抗干扰能力的工业级设备。控制层是系统核心控制部分,其核心设备PLC或DCS需拥有强大处理能力与丰富接口资源。这样才能应对大量设备的实时控制需求,保障控制指令准确下达与执行,实现生产过程精准调控。设备层的传感器承担着采集生产参数的重任,应具备高精度、高稳定性及快速响应特性,以此精准获取生产过程中的各类参数,为控制层决策提供可靠依据。为确保硬件系统正常运行,还需配备相应辅助设备,如电源要能稳定供电,机柜要具备良好的防护与散热性能,电缆要保证信号传

输稳定。这些硬件设备相互配合，共同构建起稳定可靠的硬件系统，为烟草制丝线自动化控制系统稳定运行提供坚实保障。

2 烟草制丝线自动化控制系统关键技术

2.1 数据采集与处理技术

数据采集是自动化控制系统的基础，准确、及时地采集生产过程中的各种数据对于实现精确控制至关重要。在烟草制丝线里，需采集的数据涵盖设备运行状态、工艺参数以及物料流量等。为实现高速、精准采集，采用高精度传感器与先进数据采集模块。传感器能敏锐感知相关参数变化，数据采集模块则快速将传感器信号转化为数字信息。不过，采集到的数据常伴有噪声和干扰，这会影响数据质量，进而干扰后续控制决策。所以要对数据进行滤波、去噪等预处理操作，去除无效信息，保留有效数据，为方便后续分析处理与系统控制，还需对采集的数据做归一化、标准化处理。通过特定算法，将数据转换为统一格式，使其符合系统处理要求，为后续基于数据的精确控制、质量分析等提供可靠支撑，保障烟草制丝线自动化控制系统稳定、高效运行。

2.2 过程控制技术

过程控制技术的核心目标在于依据生产工艺要求，对制丝线各环节的工艺参数展开精确控制，以此保障生产过程的稳定性以及产品质量的均一性。在烟草制丝线自动化控制中，有多种常用的过程控制技术。PID控制作为经典的控制算法，具备结构简单、易于实现的特点，在烟草制丝线对温度、压力等参数的控制方面应用广泛，能有效维持这些参数在设定范围内^[2]。模糊控制可处理不确定性和非线性问题，对于一些难以构建精确数学模型的控制对象，能发挥较好的控制作用，增强系统应对复杂情况的能力。神经网络控制具有自学习、自适应能力，它能够依据系统的实际运行状况，自动调整控制参数，进而提升控制性能，使系统更好地适应生产过程中的动态变化。这些过程控制技术各有优势，相互配合，共同为烟草制丝线自动化控制系统实现精确、稳定控制提供有力支持。

2.3 智能优化技术

智能优化技术对提升烟草制丝线生产效率、产品质量及降低生产成本意义重大，需借助其优化生产过程。该技术涵盖遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等，这些算法具备在复杂解空间中搜索最优解的能力，能为生产过程优化提供有效途径。在烟草制丝线里智能优化技术可作用于多个方面。针对生产参数优化，算法能全面分析众多参数间的关系，从大量可能组合中找出最优

的一组，让产品质量指标达到最佳，保障产品质量的稳定与提升。在生产调度优化方面，智能优化技术可依据设备状态、订单需求等因素，合理安排生产任务顺序与时间，避免设备闲置与生产冲突，提高设备利用率。通过合理调配资源，还能减少生产过程中的等待时间与能源消耗，进而降低生产成本。

2.4 故障诊断与预测技术

烟草制丝线设备数量庞大，在运行期间故障难以避免，及时且精准地诊断故障并预测其发生，对减少设备停机时长、降低维修费用、提升生产效率极为关键。故障诊断与预测技术主要有基于信号处理、基于模型和基于知识这几种方法。基于信号处理的方法，是对设备运行产生的信号展开分析，从中提取能反映故障的特征信息，以此判断设备有无故障的方法。基于模型的方法，先构建设备的数学模型，再把实际运行数据和模型预测数据进行比对，若存在差异则表明可能有故障发生。基于知识的方法，借助专家经验和领域知识，搭建故障诊断知识库，依靠库中的知识实现对故障的智能诊断与预测^[3]。这三种方法各有特点，可相互补充。在实际应用中，综合运用多种方法，能更全面、准确地掌握设备运行状态，及时发现潜在故障，提前采取措施，保障烟草制丝线稳定运行，提升整体生产效益。

3 烟草制丝线自动化控制系统控制策略

3.1 顺序控制策略

顺序控制严格依照生产工艺的顺序需求，对各设备启动、运行及停止的顺序加以精准控制。在烟草制丝线生产流程中，不同工序有着明确先后顺序，顺序控制策略正是基于此来保障生产有序开展。从设备层面看，各设备依据设定顺序依次动作，前一设备完成相应操作后，后续设备才会启动，形成连贯有序的生产链条。这种控制方式能有效避免设备间出现碰撞与干扰，确保生产安全稳定。比如，在某一涉及多个设备协同的工序中，若未采用顺序控制，可能出现设备同时启动或运行顺序混乱的情况，导致物料堵塞、设备损坏等问题。而顺序控制策略通过精确的时间与逻辑控制，让设备按部就班运行，极大提高了生产过程的可靠性与稳定性，为烟草制丝线自动化控制系统的高效运行奠定坚实基础，保障生产任务顺利完成。

3.2 反馈控制策略

反馈控制是根据系统的输出结果与设定值之间的偏差，通过调整控制量，使系统的输出逐渐接近设定值的一种控制策略^[4]。生产过程中，各类工艺参数需稳定在特定范围，才能保证产品质量。以温度控制为例，在烘丝

机运行期间,温度传感器会持续实时采集烘丝机内部温度数据,并将采集值与预先设定的温度值进行比对。一旦发现存在偏差,控制系统会根据偏差大小,自动且精准地调整加热功率。若实际温度低于设定值,就增大加热功率;若高于设定值,则降低加热功率。通过这种动态调整,使烘丝机内温度始终稳定在设定范围内。反馈控制策略的优势在于能及时察觉系统运行中的偏差,并迅速做出调整,有效保障工艺参数的稳定性,进而确保烟草制丝线生产过程稳定可靠,提升产品质量的一致性与稳定性。

3.3 前馈控制策略

前馈控制策略其核心原理是依据干扰信号的大小与方向,预先对控制量做出调整,以此抵消干扰给系统输出带来的影响。在烟草制丝线生产过程中,存在诸多可预测的干扰因素,前馈控制策略可发挥重要作用。在物料流量控制环节,上游设备物料流量的改变会对下游生产造成影响。前馈控制系统能实时监测上游物料流量的变化情况,精准获取流量变化的大小和方向信息。基于这些信息,系统提前对下游设备的运行参数进行相应调整,如调节输送带的速度、改变阀门的开度等,确保物料流量保持稳定状态。与反馈控制等策略相比,前馈控制策略具有前瞻性,能在干扰尚未对系统输出产生明显影响时就采取措施。这种提前干预的方式,有效提高了系统应对干扰的能力,增强了系统在复杂生产环境下的稳定性,保障烟草制丝线生产过程的连续性和产品质量的一致性。

3.4 复合控制策略

复合控制策略通过融合多种控制策略,整合各自优势,显著提升系统控制性能。在烟草制丝线复杂控制场景中,单一控制策略往往难以满足高精度、高稳定性的控制需求,而复合控制策略能有效解决这一问题。将反馈控制与前馈控制结合形成的前馈—反馈复合控制系统

是典型代表。反馈控制依据系统输出与设定值的偏差调整控制量,可及时纠正运行偏差,保障系统稳态精度;前馈控制根据可预测干扰信号提前调整控制量,能提前应对干扰,增强系统动态响应能力。二者结合,前馈部分快速抵消可预测干扰影响,反馈部分持续修正剩余偏差,使系统兼具良好的动态性能与稳态精度^[5]。在烟草制丝线中,面对温度、湿度、物料流量等多参数复杂控制,采用复合控制策略可实现对各工艺参数更精确、稳定地控制,减少生产波动,提高产品质量一致性,保障生产过程高效稳定运行。

结语

综上所述,烟草制丝线自动化控制系统在架构、关键技术及控制策略上均有着严谨且科学的设计。其分层分布式架构、多样的关键技术以及复合的控制策略相互配合,为系统稳定高效运行提供了坚实保障。通过精准的数据采集、有效的过程控制、智能的优化以及可靠的故障诊断预测等,实现了对生产全过程的精细管控。在未来,随着技术的不断发展,该系统有望进一步优化升级,持续提升烟草制丝生产的效率、质量与稳定性,推动烟草行业向更高水平迈进。

参考文献

- [1]杨萍,朱瑞龙,林硕.制丝线生产管理系统研究与设计[J].电脑知识与技术,2022,18(10):58-60.
- [2]闫文选.PROFIBUS现场总线在烟草制丝线上的应用分析[J].科学与信息化,2020(25):107-108.
- [3]尤浩,汪常春,袁野,等.烟草制丝线辅联设备控制技术探讨[J].现代工程科技,2025,4(23):117-120.
- [4]余敏,吴伟,唐德彬,等.烟草制丝线切叶丝工序流量匹配控制的方法[J].今日制造与升级,2025(5):49-52.
- [5]胡林胜,张宏巍,冯泉,等.烟草制丝线流量匹配性控制方式研究与应用[J].科技创新与应用,2024,14(33):173-177+182.