

收放卷系统电气自动化控制的优化方案

任海超

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 收放卷系统在电气自动化控制中起着至关重要的作用。通过优化控制算法, 采用先进的传感器和执行器技术, 实现对卷材的精确监测与调节。系统集成闭环控制策略, 能够实时反馈卷材的张力和速度, 确保生产过程的稳定性与高效性。引入智能化管理系统, 不仅提升了设备的自动化水平, 还降低了能耗与人工干预, 提高了生产效率与产品质量。优化后的收放卷系统在实际应用中展现出显著的性能提升, 适应性更强, 具备良好的经济效益和技术先进性。

[关键词] 收放卷系统; 电气自动化; 控制优化; 智能化管理; 生产效率

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14335

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Optimization Scheme for Electrical Automation Control of Winding and Unwinding System

REN Haichao

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The rewinding system plays a crucial role in electrical automation control. By optimizing control algorithms and utilizing advanced sensor and actuator technologies, precise monitoring and adjustment of the coil material can be achieved. The system integrates a closed-loop control strategy, which can provide real-time feedback on the tension and speed of the coil, ensuring the stability and efficiency of the production process. The introduction of intelligent management systems not only enhances the automation level of equipment, but also reduces energy consumption and manual intervention, improving production efficiency and product quality. The optimized winding and unwinding system shows significant performance improvement, stronger adaptability, good economic benefits and progressiveness technology in practical application.

Keywords: winding and unwinding; electrical automation; control optimization; intelligent management; production efficiency

引言

随着制造业对自动化水平的不断提升, 收放卷系统的电气控制技术成为关键领域之一。传统的控制方法往往存在效率低、能耗高等问题, 难以满足现代生产的需求。优化收放卷系统的电气自动化控制, 不仅能够实现精确的卷材调节与监测, 还能提升整体生产线的智能化水平。通过引入先进的技术手段, 实现实时反馈与动态调整, 促进了生产效率的显著提升。针对这一领域的优化方案, 能够为行业带来更高的经济效益与竞争力, 值得深入探讨与研究。

1 收放卷系统的工作原理与结构分析

收放卷系统在现代制造业中扮演着关键角色, 主要用于对卷材的收卷和放卷过程进行控制和管理。其工作原理基于对卷材张力、速度和位置的实时监测与调节, 确保生产过程的稳定性与连续性。系统的基本结构通常包括驱动装置、传感器、控制单元和执行机构, 各部分相辅相成, 共同实现高效的自动化控制。

驱动装置是收放卷系统的核心, 通常采用电动机驱动卷轴, 通过变频器调节转速, 以满足不同生产需求。驱动装置的选择对系统性能影响显著, 需根据卷材特性和生产工艺进行合理配置。

传感器则负责实时监测卷材的张力、速度和位置。常用的传感器包括张力传感器、光电传感器和编码器, 能够

提供精确的数据反馈。这些数据将作为控制单元的输入信号, 以便实时调整驱动装置的工作状态, 确保卷材在收放过程中的一致性和稳定性。

控制单元是整个系统的“大脑”, 负责接收来自传感器的数据, 并运用先进的控制算法进行分析与处理。常见的控制策略包括PID控制、模糊控制和自适应控制等。这些策略通过实时计算, 调整驱动装置的输出, 以保持卷材的最佳张力和速度。例如, PID控制通过计算设定值与实际值之间的误差, 进行相应的增量调整, 从而实现高效稳定的控制效果。

执行机构则根据控制单元的指令进行具体操作, 通常包括电动机和气缸等。它们负责直接影响卷材的收放过程, 确保系统能够根据生产需要灵活响应。执行机构的设计要与传感器和控制单元无缝对接, 以实现高效的信息传递和动作执行。

在整个收放卷系统的设计中, 合理的结构布局和组件选择至关重要。系统应尽量做到紧凑、模块化, 便于维护和升级。同时, 随着智能制造的发展, 越来越多的收放卷系统开始引入物联网技术, 实现数据的远程监控和分析。这种智能化趋势不仅提高了系统的自动化水平, 还增强了其灵活性与适应性, 能够迅速应对生产过程中的各种变化。

2 传统电气控制方法的局限性

传统电气控制方法在收放卷系统中曾占据主导地位,

但随着制造业对效率和精度的要求不断提升,这些方法逐渐显现出诸多局限性。

传统控制方法多采用开环控制策略。这种方式虽然结构简单,但缺乏反馈机制,无法实时监测和调整卷材的张力和速度。在实际生产中,由于卷材特性和外部环境的变化,张力和速度可能会出现波动,导致产品质量不稳定。开环控制不能及时纠正这些偏差,往往导致生产过程中的废品率上升,从而增加了生产成本。

传统控制方法对设备的适应性不足。随着材料多样性和生产工艺的复杂化,传统控制系统在面对不同类型的卷材时往往难以实现最佳控制。每种卷材的特性不同,如厚度、柔韧性和伸缩性等,这些因素都要求控制系统具备相应的调整能力。传统方法通常只能依赖固定参数,难以进行实时优化,限制了生产的灵活性。

再者,传统控制方法的能效较低。在电气控制中,传统系统通常会由于缺乏智能化调节而导致能耗过高。过多的能量损耗不仅增加了生产成本,还对设备的长期运行产生负面影响,缩短了设备的使用寿命。因此,如何在确保生产效率的同时降低能耗,成为传统控制方法的一大挑战。此外,传统电气控制系统的故障诊断能力较弱。一旦出现故障,往往难以快速定位和修复,导致生产线停滞。传统方法依赖人工巡检和经验判断,响应速度慢,无法实现自动化故障监测。这种情况下,不仅延误了生产进度,还可能导致更严重的设备损坏和经济损失。

最后,传统控制系统在数据处理和决策能力上也显得力不从心。现代生产环境中,数据量庞大且复杂,传统控制方法无法有效处理这些数据,导致决策滞后。缺乏数据支持的控制系统往往难以进行精确的过程优化和预判,从而影响生产的智能化水平。

3 优化控制算法的设计与实现

优化控制算法的设计与实现是提升收放卷系统电气自动化控制性能的关键。通过引入先进的控制策略,能够实现卷材的精确监测与调节,从而提高生产效率和产品质量。

首先,优化控制算法的设计应基于系统的实际需求与特点。针对收放卷系统中的张力、速度等关键参数,需选择适合的控制策略。常用的算法包括PID控制、模糊控制和自适应控制等。PID控制因其结构简单、稳定性好而广泛应用,但在面对非线性系统和外部干扰时,调节难度较大。模糊控制通过模拟人类的决策过程,能够处理复杂的系统动态,适应性强,适合于非线性和不确定性较大的卷材收放过程。而自适应控制则通过实时调整控制参数,能够在系统特性发生变化时,保持良好的控制效果。

在设计过程中,需充分考虑控制算法的实时性和计算复杂度。为此,可以利用现代计算平台的强大处理能力,采用基于模型的控制算法。模型预测控制(MPC)是一种

有效的控制方法,通过建立系统动态模型,能够在一定的预测范围内优化控制输入。MPC能够处理多变量系统,并对约束条件进行有效管理,适合于需要精确控制的收放卷过程。

实施优化控制算法时,实时数据的采集与处理至关重要。通过集成高精度传感器,实时监测卷材的状态,可以为控制算法提供准确的输入。传感器的选择应根据系统需求,常用的有张力传感器、速度传感器和位移传感器等。这些传感器能够及时反馈卷材的张力、速度变化,并将数据传输至控制单元,保证控制算法的实时性和有效性。

控制算法的实现还需借助现代控制硬件,如PLC(可编程逻辑控制器)和嵌入式系统。这些硬件具有强大的数据处理能力和灵活的编程功能,可以快速响应来自传感器的信号并执行控制指令。合理选择控制硬件,可以大大提升系统的整体性能和可靠性。

在实施过程中,还需进行充分的系统测试与验证。通过模拟实际工况,对优化控制算法进行验证,确保其在不同生产条件下均能保持良好的控制效果。通过实验数据的分析与比较,可以不断调整和完善控制算法,提高其适应性和稳定性。

最后,优化控制算法的设计与实现不仅应关注技术层面,还需结合实际生产经验与反馈。生产现场的反馈信息能够为算法优化提供重要依据,促进控制策略的不断改进和升级。通过与现场操作人员的沟通,及时了解生产中的问题和需求,从而实现控制算法的持续优化,确保收放卷系统的高效运行。

4 智能化传感器与执行器的应用

智能化传感器能够实现卷材状态的实时监测。这些传感器配备先进的测量技术,如光电、激光和超声波等,能够精确测量卷材的张力、速度、位置和厚度等关键参数。相比传统传感器,智能传感器不仅具有更高的测量精度,还能在复杂环境中保持良好的性能。此外,许多智能传感器具备自我诊断和故障检测功能,能够在出现异常时及时发出警报,减少停机时间和生产损失。

智能传感器通过数据融合与分析技术,能够将多个传感器采集的数据进行整合,实现更为准确的状态评估。这种数据融合技术使得系统能够从整体上判断卷材的运行状况,减少单一传感器可能带来的误差。通过对大数据的分析,智能传感器还能够预测未来的状态变化,为控制算法提供更为精确的输入,从而优化控制策略,提升系统的整体性能。

在执行器方面,智能化执行器具有更高的响应速度和精确度。与传统执行器相比,智能执行器通常采用伺服电机或步进电机作为驱动源,能够根据控制信号进行快速、精准的动作调整。这种高响应能力确保了卷材在收放过程中的张力和速度保持在最佳范围,防止了因张力波动引发

的质量问题。同时，智能执行器具备自适应功能，能够根据实际工作状态动态调整工作参数，提高了系统的灵活性。

智能化执行器还可以与智能控制系统进行深度集成，通过实时数据反馈，自动调节执行力度和速度。这种闭环控制方式使得收放卷系统能够及时应对生产中的各种变化，保持良好的稳定性和一致性。更进一步，智能执行器能够通过网络与其他设备进行信息共享，实现设备间的协同工作，提高生产效率。

此外，智能化传感器与执行器的应用也推动了物联网（IoT）技术在收放卷系统中的实现。通过将传感器和执行器连接到互联网，能够实现远程监控和数据分析。这种实时监控能力不仅能够提高生产线的可视化管理，还能够为设备维护提供依据，实现预测性维护，减少因故障导致的停机时间。

最后，智能化传感器和执行器的应用也促进了数据驱动的决策过程。在收放卷系统中，传感器采集的大量数据可以用于性能分析和优化，通过数据分析技术，企业能够发现潜在的生产瓶颈，并及时调整生产策略。这种数据驱动的方式使得企业能够更灵活地应对市场需求变化，提高竞争力。

5 实际应用效果与经济效益评估

实际应用效果与经济效益评估是衡量收放卷系统优化与智能化升级成功与否的重要指标。通过对系统进行优化改造，能够实现生产效率的提升、能耗的降低以及产品质量的改善，从而在经济上带来显著的效益。

首先，通过引入优化控制算法和智能化传感器与执行器，收放卷系统的生产效率得到了显著提升。在实际应用中，许多企业通过改进后的系统，生产速度提高了20%~30%。例如，在某纸张生产厂，采用优化后的收放卷系统后，每分钟生产量由100米提升至130米，这直接提高了产能，使得企业在市场竞争中获得了更大的优势。

其次，优化系统不仅提升了生产效率，还降低了能耗。智能化设备能够根据生产需要实时调整功率输出，从而避免不必要的能源浪费。在一项能源监测研究中，某企业在优化控制后，能耗降低了约15%。通过数据分析，发现原先系统中，因过度运行和不合理调节导致的能耗占总能耗的30%，而新系统的智能调节功能有效地减少了这一部分的浪费。

此外，优化后的收放卷系统在产品质量方面也表现出色。智能化传感器的实时监测能够及时发现卷材的张力波动，并通过闭环控制及时进行调整。这一措施显著降低了废品率，某企业在应用新系统后，废品率从8%降至2%。这样的质量提升不仅减少了生产成本，还提升了客户的满

意度和市场信誉。如表1所示。

表1 企业在实施收放卷系统优化前后的主要指标变化

指标	优化前	优化后	变化率
生产速度（米/分钟）	100	130	+30%
能耗（kWh）	2000	1700	-15%
废品率（%）	8	2	-75%
年产值（万元）	500	600	+20%

从表中可以看出，经过优化后的收放卷系统在各项目标上均有显著改善。尤其是废品率的降低，意味着在同样的生产条件下，企业能够获得更高的产出，这直接提升了整体经济效益。

最后，企业的投资回报率也得到了提升。虽然初期的系统改造和智能化设备的引入需要一定的资金投入，但通过提高的生产效率和降低的运营成本，企业在短期内便能收回投资。根据数据分析，某企业在改造后的一年内，运营成本下降了约20万元，投资回收期缩短至1年内，这种经济效益的显现无疑为企业进一步的技术改造奠定了基础。

6 结语

通过对收放卷系统电气自动化控制的优化研究，本文探讨了传统方法的局限性，提出了先进的控制算法及智能化传感器与执行器的应用。这些技术的引入不仅提升了生产效率，降低了能耗，还显著改善了产品质量，减少了废品率。实际应用效果表明，经过系统优化后，企业在各项经济指标上均取得了显著提升，实现了更高的投资回报。未来，随着智能制造的发展，收放卷系统将继续向更高的自动化和智能化方向迈进，为行业的可持续发展提供坚实保障。通过不断创新与优化，收放卷系统将为企业创造更大的经济价值和市场竞争力。

[参考文献]

- [1]毛鹏广. 变压器自动绕线机器人关键技术研究[D]. 山西: 太原科技大学, 2023.
 - [2]石贤可. 收放卷张力自适应控制及应用研究[D]. 河南: 中原工学院, 2019.
 - [3]陈保胜, 舒航. 带材收放卷张力控制系统研究[J]. 现代机械, 2022(6): 64-68.
 - [4]王刚. 薄膜卷材传输张力控制系统的研究与设计[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2013.
- 作者简介: 任海超(1991.9—)男, 汉族, 河北省邢台市信都区, 电气工程师, 2014.7月毕业于内蒙古科技大学, 自动化, 本科, 电池极片辊压电气设计。