

焦炉集气管压力自动化调节系统优化与实践

梅晓亮 曹明刚 吴强 李海明 刘星

内蒙古包钢庆华煤化工有限公司 内蒙古 包头 014010

【摘要】：焦炉集气管压力是焦化生产核心工艺参数，其稳定控制直接关系到焦炭质量、炉体寿命、化产品回收率及环保达标，现有自动化调节系统存在响应滞后、精度不足、反馈机制不完善及现场工况适配性差等问题。为提高系统的调节精度和响应速度，本文提出了一种基于智能算法的优化方案。通过引入神经网络和模糊控制算法，结合实时数据分析，优化了系统的控制策略，显著提高了调节精度和适应性。实验表明，优化后的系统在高负荷、多扰动的焦化生产工况下，压力调节精度提升、响应速度加快，设备故障率显著降低，有效杜绝焦炉冒烟冒火现象，减少能源浪费与环保考核损失，兼顾了控制性能与现场实用性，为焦炉集气管压力自动化控制提供了工程化的最优解决方案。

【关键词】：焦炉集气管；自动化调节；系统优化；智能算法；压力控制

DOI:10.12417/3041-0630.26.06.001

引言

焦炉集气管压力调节系统是煤化工生产中至关重要的环节，其运行效率直接影响到生产过程的安全性与稳定性。随着工业自动化水平的不断提高，传统的人工调节方法已难以适配现代焦化生产中焦炉换向、装煤盖炉、结焦周期变化等多扰动工况的精准控制需求。面对复杂多变的生产条件，如何实现自动化压力调节系统的优化，成为了提升生产效率和控制精度的关键。近年来，智能算法与现代控制技术的发展为解决这一问题提供了新的思路，现有PID控制方案难以适配煤化工行业焦炉负荷波动大、工况复杂的特点，智能算法的集成应用仍存在参数匹配不合理、与现场设备兼容性不足等问题。优化焦炉集气管压力自动化调节系统，不仅有助于提高生产过程的安全性，也能显著降低能源消耗，提升企业的整体经济效益。因此，探索适应性强、响应迅速的调节系统，成为当前工业自动化领域亟待解决的重要课题，本文旨在通过智能算法融合优化，解决现有系统响应滞后、精度不足等痛点，为工业现场提供可落地的自动化调节方案。

1 自动化调节系统的现状与问题

焦炉集气管压力自动化调节系统在煤化工生产中起着至关重要的作用，在实际应用中，许多自动化系统面临着各种挑战。传统的压力调节方法多依赖人工操作和经验判断，这不仅增加了人为干预的风险，也导致了系统响应的滞后性和控制精度的不足。随着生产环境的复杂性不断增加，传统调节方法的局限性逐渐暴露，特别是在高温高压条件下，手动调节难以做到实时和精确的控制，容易引发安全隐患和能源浪费。当前的自动化调节系统多采用PID控制等经典算法，这些方法在一定程度上能够保证压力的基本稳定，但在复杂工况下的调节效果不理想，PID参数多为固定值，无法根据负荷变化自适应调整，易出现超调、震荡等问题。当焦炉装煤、推焦等工序切换时，

集气管压力波动，传统PID系统调节时间滞后，无法快速抑制波动，且难以适应多变的生产条件^[1]。特别是当外界环境发生剧烈变化时，传统控制方法往往不能迅速做出调整，导致系统长期处于不稳定状态，进而影响生产效率和产品质量。

现有的监测和反馈机制存在一定的局限性，无法对焦炉集气管压力变化进行实时、精确的检测，导致系统对压力波动的响应迟缓。当压力变化较大或出现异常波动时，监测系统的反馈数据可能存在滞后或不完整的情况，无法及时传递给调节系统，从而影响其做出及时有效的调整。这种信息传递的不及时直接影响了调节系统的决策效率，使得系统难以根据生产工况进行适当的优化调整，进而增加了系统发生故障的风险，反馈不及时易导致集气管压力超标，引发荒煤气泄漏，不仅造成能源浪费，还存在安全环保风险。特别是在高负荷运行阶段，压力调节系统面临更大的工作压力和复杂的环境因素，如果反馈机制无法实时反应实际工况变化，将导致系统控制不精准，降低了系统的稳定性和可靠性。

2 基于智能算法的调节系统优化方案

为了应对现有自动化调节系统在焦炉集气管压力控制中的不足，基于智能算法的优化方案逐渐成为解决这一问题的有效途径。传统的PID控制算法虽能保证系统的基本稳定，但在面对高温、高压等复杂工况时，其调节性能往往无法满足生产需求。采用基于机器学习或深度学习等智能算法的调节方案，结合焦炉集气管压力变化的非线性、时变性特点，神经网络擅长趋势预测，模糊控制擅长处理不确定性问题，二者融合可兼顾预测精度和调节灵活性。将系统调节从单纯的数学模型转向能够根据实时数据自我学习和优化的自适应控制，成为提升压力控制精度的关键。

基于智能算法的调节系统优化方案的核心在于通过实时

数据的采集和分析,使控制系统具备自我调节的能力。通过引入模糊控制、神经网络等智能控制方法,可以有效地提高系统的响应速度和适应性。这些方法能够在较短时间内识别压力波动的趋势,并做出准确的调整。在处理复杂的非线性关系和多变量耦合问题时,智能算法的表现优于传统算法,能够通过自适应调整权重和阈值,使得系统在不同的生产条件下始终保持稳定^[2]。智能算法的引入不仅提升了调节精度,还有效减少了系统的响应滞后。以神经网络为例,通过训练模型,可以在大量历史数据的基础上识别出不同工况下的压力变化模式,并结合当前压力状态预测未来压力变化,从而提前采取措施进行调节。模糊控制方法则能够在无法精确建模的情况下,通过设定模糊规则对不确定性因素进行处理,使得系统在面对不规则波动时依然能够保持较高的控制精度。

智能算法还能改善反馈机制的滞后问题。与传统调节系统依赖于固定参数和设定值不同,基于智能算法的系统可以根据实时监测到的压力值动态调整控制策略,使得反馈信号能够更快地与实际状态对接。这种灵活的调节方式使得系统能够更快速地响应生产过程中的各种变化,减少因控制不及时而带来的生产事故风险。通过智能算法的优化,系统在长时间运行中的稳定性得到了显著提升。通过持续的学习和调整,智能调节系统能够自动优化控制参数,减轻人工干预的负担,减少人为操作失误的可能性,进一步增强了整个系统的安全性和可靠性。智能算法的持续优化也为后期系统的升级和维护提供了便利,使得系统能够在不断变化的生产环境中持续有效地运行。

3 优化方案的实施与效果分析

优化方案的实施过程中,首先需要将智能算法与现有自动化调节系统进行有效结合。在此过程中,技术团队对现有的控制系统进行深入分析,确定系统中的薄弱环节,尤其是压力调节响应滞后和反馈不准确的问题。具体实施具体步骤如下:1. 现场调研与数据采集:对现有系统的硬件设备、控制逻辑、历史运行数据进行全面排查,采集近6个月的压力数据、负荷数据等;2. 算法模型训练:基于BP神经网络,利用采集的历史数据进行模型训练,通过交叉验证优化模型参数,确保预测精度;3. 系统集成与调试:将训练好的智能算法模型集成到现有DCS控制系统中,与传感器、调节阀等硬件设备联动,进行离线调试和在线试运行;4. 参数优化:根据试运行数据,调整算法参数和模糊控制规则,确保系统适配现场工况。通过对历

史数据进行分析,挖掘出压力波动的规律性,为智能算法提供训练样本,从而为模型的优化提供基础。这一步骤至关重要,因为精确的训练数据是智能调节系统成功实现的关键。

在实施过程中,模糊控制和神经网络等智能算法被集成到现有系统中,以替代传统的PID控制。这些算法能够通过实时数据不断调整控制参数,达到对压力波动的精准调节^[3]。神经网络通过学习并识别压力变化的趋势,能够快速预测压力波动并提前做出反应,从而避免了传统系统中因反应滞后而造成的压力不稳定。模糊控制则通过设定动态的控制规则,在不确定或变化较大的环境下提供较为稳定的调节方案,解决了传统系统在面对复杂环境时难以精确控制的问题。

在方案实施后,整个系统的反馈机制得到了显著改进。智能算法通过实时数据反馈,能够对系统的运行状态进行即时调整,确保压力控制始终维持在一个最佳范围内。由于系统能够自主进行调节,人工干预的需求大大减少,从而降低了人为失误带来的风险。系统的实时响应能力显著提高,调节速度和精度大幅优化。即便在生产过程中的突发情况下,系统也能够及时做出反应,保持压力的稳定。

优化方案的效果不仅体现在压力控制的精度和稳定性上,也提高了整个生产线的运行效率。由于智能算法能够根据工况的变化自主调节压力系统,生产过程中的能源消耗得到了有效控制,避免了过度调节带来的能源浪费。系统在高负荷和复杂工况下表现出较好的适应性,能够保持长时间的稳定运行,减少了设备的维护和停机时间。优化后的系统在提高焦炉集气管压力调节精度、减少生产过程中的波动、提高生产效率以及降低能源消耗等方面都取得了明显成效,为煤化工生产的自动化控制提供了切实可行的解决方案。

4 结语

调节系统的优化方案有效解决了焦炉集气管压力调节中存在的问题,提升了系统的响应速度和调节精度,降低了人为干预和操作失误的风险。智能算法的引入使得压力控制更加精准和灵活,不仅优化了生产效率,还有效减少了能源浪费。实施后的系统在复杂工况下展现出较强的适应性和稳定性,具有较高的工业应用价值,为煤化工行业的自动化控制技术发展提供了有力支持。本方案针对煤化工行业焦炉集气管自动化调节提供了新的思路和方法,对推动行业自动化、智能化升级具有重要意义。

参考文献:

- [1] 曹建军,刘小雨,杨林,袁浚开,温思歆.焦炉集气管压力的多变量预测控制技术研究[J].燃料与化工,2025,56(5):38-43.
- [2] 谢文魁.热回收焦炉集气管高温阀断阀板在线抽取方法[J].福建冶金,2025,54(4):48-50.
- [3] 席桂芳.7m 顶装焦炉集气管压力调节技术优化与应用[J].煤化工,2024,52(3):60-62.