

# 磨煤机出口煤粉细度控制方法优化

郭晓宇

华能沁北发电有限责任公司 河南 济源 五龙口镇 459000

**【摘要】**：磨煤机作为煤炭燃烧的重要设备，煤粉细度的控制对燃烧效率及电力生产具有至关重要的作用。当前的煤粉细度控制方法存在响应速度慢、精度不足等问题，影响了系统的运行效率和经济性。本文分析了磨煤机煤粉细度控制的现状，并提出了一种基于优化算法的控制方法。该方法通过精确调节煤粉细度，减少了能量浪费，提高了系统的整体稳定性。实验结果表明，优化后的控制方法较传统方法具有更高的精度和更快的响应速度，为磨煤机的高效运行提供了可靠保障。

**【关键词】**：磨煤机；煤粉细度；控制方法；优化；响应速度

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.001

## 引言

磨煤机在火力发电厂中承担着至关重要的功能，其主要作用是将煤炭磨成煤粉，以便更高效地燃烧。煤粉的细度直接影响着燃烧过程的效率和稳定性，因此对其进行精确控制显得尤为重要。传统的煤粉细度控制方法大多依赖于经验调节或较为简单的自动化控制系统，这往往导致控制精度不足，不能快速适应煤质的变化。随着技术的进步，越来越多的优化控制策略逐步应用于煤粉细度调节中，然而，如何在实际操作中提高其精度与响应速度，仍然是提升系统效能的关键问题。本文通过对现有控制方法的评估，提出了一种基于先进算法优化的煤粉细度控制方法，旨在提升控制精度和系统稳定性。

## 1 煤粉细度控制现状分析

### 1.1 磨煤机煤粉细度的影响因素

煤炭本身的性质，如粒度分布、硬度和水分含量，会直接影响磨煤机的工作效率和煤粉的细度。磨煤机的运行参数，如转速、负荷、磨辊压力和风量等，也在调节煤粉细度方面起着关键作用。磨煤机的内外部环境变化，如磨煤机的磨损状态和供煤系统的稳定性，均可能导致细度控制的偏差。细度的稳定性对于煤粉燃烧过程的稳定性和效率具有决定性影响，因此，对这些影响因素的综合调控尤为重要。

### 1.2 传统控制方法的优缺点

传统的煤粉细度控制方法主要依赖于固定的操作参数和简易的反馈控制系统。通过调整磨煤机的转速、负荷和风量等基本参数，来粗略控制煤粉细度。这种控制方式简单易行，能够在大多数情况下保证煤粉的粗细度达到一定范围<sup>[1]</sup>。由于缺乏实时精确的监控和动态调整机制，传统方法往往难以适应煤质变化带来的波动，导致细度控制精度较低。传统方法的反应速

度较慢，无法快速适应系统负荷变化，容易造成能源浪费或燃烧不完全。

### 1.3 煤粉细度控制的挑战与问题

煤粉细度的控制面临多重挑战。首先煤质的差异性使得每批煤粉的细度要求各不相同，这对磨煤机的精确调节提出了较高要求。其次磨煤机的运行状态复杂，磨辊磨损、内部压力变化等因素会引起细度波动，传统的控制方法难以快速响应这些变化，导致细度调节滞后。再者煤粉细度不仅仅是一个单一的控制目标，还涉及到燃烧效率、煤粉分布等多个因素的综合优化，增加了控制的难度。如何在保证细度精度的同时，提升控制的响应速度和稳定性，成为了当前亟待解决的难题。

## 2 优化控制方法的提出

### 2.1 优化控制算法的基本原理

优化控制算法的基本原理是通过实时监测煤粉细度的变化，并结合系统的动态响应，通过反馈机制对操作参数进行调整，从而实现精确控制。这类算法依赖于精确的数学建模和过程控制理论，对磨煤机的各项参数进行分析和优化。常见的优化算法包括自适应控制算法、模糊控制算法、神经网络控制等，这些算法能够根据不同煤种、磨煤机磨损情况以及外部环境变化，动态调整控制策略。在实际应用中，优化控制算法会通过设置目标函数，综合考虑煤粉细度、能效、磨煤机负荷等因素，以达到全局最优状态。模糊控制系统能够根据煤粉细度的波动情况进行模糊推理，从而自动调节风量和磨辊压力，确保煤粉细度维持在预设范围内。优化控制算法的核心目标是提高系统响应速度，减少能耗并保证煤粉细度的精确性。

### 2.2 煤粉细度的优化目标设定

煤粉细度的优化目标不仅仅是调节到预定的粒度

范围，还涉及到多个生产和环境因素的平衡。在优化控制过程中，设定合理的目标是关键。煤粉细度需要满足燃烧效率的要求<sup>[2]</sup>。过粗的煤粉会导致燃烧不充分，浪费热能；而过细的煤粉则会造成颗粒过多，增加系统的风阻，降低燃烧的稳定性。优化目标需考虑细度的合适范围，通常在一定粒度区间内，达到既不浪费能源，又能保持燃烧效率的最佳状态。煤粉细度的优化目标还应包括系统的能效。控制方法的优化不仅要保证细度的精确控制，还要减少风量的过度使用，降低磨煤机的能耗。细度控制的目标还应考虑系统的稳定性和磨煤机的负荷平衡，防止由于不当的控制策略导致系统震荡或运行不稳定。因此，煤粉细度的优化目标应从多维度进行综合考虑，达到综合效益最优。

### 2.3 优化算法的实现途径

优化算法的实现途径主要依赖于先进的系统集成和算法的调试。必须通过建立准确的煤粉细度动态模型，识别影响细度的关键参数，包括磨煤机的风量、负荷、磨辊压力、煤质等。在此基础上，选择适合的优化控制算法。基于PID（比例-积分-微分）控制的改进型自适应控制算法，通过实时测量煤粉细度的偏差，自动调整各项运行参数，实现精确控制。与此同时，模糊控制算法通过模糊化的控制规则，使得系统能灵活应对不同煤种和磨煤机运行状态的变化。除此之外，机器学习与神经网络算法也在这一领域得到了广泛应用，这些算法通过训练历史数据和实时数据，形成自适应的控制机制，能够在复杂环境下快速调整控制策略，提高煤粉细度的稳定性。实施过程中，还需要将这些算法与磨煤机的自动化控制系统进行有效对接，实现在线监控和实时调节。优化算法的实现还需考虑到系统的硬件支持和数据传输效率，确保优化策略能够及时响应并在生产过程中稳定运行。

### 3 优化控制方法的实验研究

(1) 实验设计与设置：实验设计的核心目标是验证优化控制方法在煤粉细度调节中的有效性与实际应用可行性。研究通过在磨煤机控制系统中集成新型优化控制算法，模拟不同煤质和运行工况下的操作条件。实验通过选定具有代表性的煤种，设置不同的磨煤机负荷和风量条件，监测煤粉细度、风速、负荷等参数。为了确保实验的全面性，设置多个实验组，其中包括传统控制方法和优化控制方法进行对比。在实验设计中，针对系统的非线性特性，考虑了煤粉细度的动态响应，并通过多种传感器对煤粉粒度和系统运行状态进行实时监测。实验还设计了控制算法调试环节，通过精细调节控制参数，逐步优化算法的响应速度和精

度。实验设置确保了不同控制策略在多种运行条件下的可比性，为后续的数据分析提供了充分的实验基础。

(2) 优化控制与传统方法的对比：对比研究的目的是全面评估优化控制方法相较于传统方法在煤粉细度调节中的优势。传统控制方法主要依赖于粗略的参数设定和较慢的响应速度，而优化控制则通过精确建模和智能算法实时调节，使细度控制更加精细。在实验过程中，优化控制通过调整关键参数，如磨辊压力、风量和转速等，使得煤粉细度能够快速适应煤质变化和外部环境的波动<sup>[3]</sup>。优化算法具有自适应调节的功能，能够根据煤种和磨煤机的运行状态进行动态调整。而传统方法则多依赖于人为设定的固定参数，缺乏足够的灵活性，无法有效应对突发变化，导致煤粉细度难以稳定在理想范围。通过对比实验，优化控制方法展现出了更高的控制精度和响应速度，有效提高了磨煤机的运行稳定性和经济性。

(3) 实验结果与数据分析：实验结果表明，优化控制方法在煤粉细度的精度和稳定性上明显优于传统方法。在实验中，优化控制能够在煤质波动和外部环境变化的情况下，及时调整控制参数，确保细度维持在预设范围内。数据分析显示，优化控制组的煤粉细度波动幅度较小，系统响应时间显著缩短，且能效比传统方法更高。优化控制方法有效减少了煤粉的过度细化，避免了因过细煤粉造成的风阻增大和能耗浪费。在负荷变化较大的情况下，优化算法表现出更好的适应性，能够根据负荷波动及时调整磨煤机的各项运行参数，保持煤粉细度的稳定。通过详细的数据对比，可以看出，优化控制不仅在细度调节精度上更具优势，而且在减少能源消耗和提高系统稳定性方面也表现出了更好的效果。

### 4 优化控制方法的应用效果

(1) 煤粉细度控制精度分析：传统控制方法常因缺乏实时的动态调节，导致煤粉细度的波动较大，而优化控制方法通过精确的算法调节，确保了煤粉细度在较为狭窄的范围内波动。优化控制系统能够根据磨煤机的负荷、风量及煤质变化，自动调整风速、磨辊压力等关键参数，从而使煤粉细度稳定在预设值附近。通过系统的反馈机制，优化控制能够及时对煤粉细度进行微调，减少了因系统参数滞后导致的过度调节现象。优化控制方法考虑到磨煤机的非线性特性，通过细化调节策略，使得控制精度得到了全面提升，尤其在煤种变化较大时，精度保持稳定。

(2) 响应速度的提升：传统的煤粉细度控制系统

由于响应时间较长,无法快速适应煤质和负荷变化,常常导致燃烧不稳定或煤粉细度过大、过小,影响燃烧效率<sup>[4]</sup>。优化控制系统则通过实时数据采集和算法计算,能够快速识别细度变化趋势,并作出精准调整。特别是在负荷波动较大的情况下,优化控制方法能够在短时间内对磨煤机的运行参数进行自动调整,减少煤粉细度的波动范围。系统的动态响应能力得到了大幅度提升,不仅提升了磨煤机的稳定性,还改善了煤粉的燃烧效果。优化控制系统的响应速度还通过算法优化和硬件配置的升级,降低了控制延时,实现了煤粉细度在最短时间内达到最优状态。

(3) 节能效果与成本分析:传统控制方法常常因为参数设定不够精确,导致风量过大、磨煤机负荷过高,从而增加了不必要的能量消耗。优化控制通过精确的煤粉细度调节,避免了能源的浪费。该方法能够根据煤质变化及负荷波动自动调整各项运行参数,避免了过度风量供应或磨煤机过载运行,从而降低了整体能耗。通过减少能量浪费,系统的运行效率得到了提高,同时也有效延长了设备的使用寿命。成本分析表明,优化控制系统不仅通过提升煤粉细度控制精度和响应速度减少了能源浪费,还优化了磨煤机的工作负荷,降低了维护和修理的频率。因此,长期使用该优化控制方法能够为煤炭行业带来明显的经济效益,降低了运营成本并提高了整体系统的生产效率。

## 5 优化控制方法的实施与展望

(1) 优化方法的实际应用条件:优化控制方法的成功实施依赖于特定的运行环境和设备条件。磨煤机需要配备高精度的传感器和数据采集系统,以实时监测煤粉细度、负荷和风量等关键参数。优化控制系统需要具备强大的计算能力和实时处理能力,以确保算法能够快速响应系统变化并作出调整。优化控制方法还需要与现有的自动化控制系统兼容,能够在不干扰

现有操作的基础上进行集成。操作人员对优化系统的理解和应用能力也是实现该方法的重要因素。实施前,需要对系统进行充分调试,确保各项参数的最优配置。

(2) 优化方法在不同煤种下的适用性:优化控制方法在不同煤种下的适用性依赖于煤质的差异。不同的煤种具有不同的颗粒度、挥发分和水分含量,这些因素直接影响煤粉的细度要求<sup>[5]</sup>。优化方法通过实时监测煤质变化,能够动态调整控制策略,适应不同煤种的燃烧特性。高灰分煤和低灰分煤在磨煤机中的表现不同,优化控制系统可根据煤种的变化自适应调整风量和磨辊压力,确保细度控制的稳定性。煤种变化频繁的情况下,优化方法能够实现细度的精确调节,满足不同煤种对细度的要求,提高了燃烧效率。

(3) 未来研究方向与优化潜力:未来,优化控制方法的研究将朝着更高精度和智能化方向发展。当前优化控制主要依赖于传统算法,未来可能引入更加先进的人工智能算法,如深度学习和强化学习,以进一步提升煤粉细度控制的自适应能力和精度。随着数据采集技术的进步,优化方法可以利用更丰富的实时数据进行更精细的分析,提高响应速度和控制精度。优化算法的集成化和硬件优化也将成为未来研究的重点,以提升系统的可靠性和经济性。通过不断改进,优化控制方法有潜力在实际工业应用中实现更加高效、节能的煤粉细度控制。

## 6 结语

优化控制方法为磨煤机煤粉细度调节提供了一种更加高效、精确的解决方案。通过引入先进的算法和实时反馈机制,优化控制显著提升了煤粉细度的稳定性与响应速度,减少了能源浪费,提高了系统整体经济性。未来,随着技术的进一步发展,优化控制方法将在煤炭行业中发挥更大潜力,为提升燃烧效率和节能减排做出重要贡献。

## 参考文献:

- [1] 刘海峰,王义洪,张进,王朝盛,拱一,董建聪,钱耀如.ZGM113型磨煤机的煤粉细度控制方法[J].南京工程学院学报(自然科学版),2020,18(4):20-22.
- [2] 王文兰,白雄怀.电站锅炉磨煤机负荷控制方法的改进[J].中国电力,2011,44(9):34-36.
- [3] 张涛,邵毅,刘乐源,郝欣,胡绍宇.基于贝叶斯网络的非均衡数据下磨煤机故障诊断方法[J].热力发电,2025,54(11):117-125.
- [4] 谢彬琴.基于PLC与关联规则的高速磨煤机精准落煤控制方法[J].工业仪表与自动化装置,2022(4):122-126.
- [5] 何长虹,鱼艳玲.基于图像分析法的磨煤机出口煤粉细度测量[J].现代制造技术与装备,2024,60(12):90-92+101.