

Research on Intelligent Control Strategy for Electrical System of Electrostatic Precipitation Equipment

Haidong Li Jianpeng Li Bin Teng Hui Chen Xiaohua Wang

Huaneng Xindian Power Plant, Zibo, Shandong, 255414, China

Abstract

Electric dust removal equipment is a type of equipment used to treat particulate matter in industrial waste gas. The intelligent control strategy of its electrical system is of great significance for improving dust removal efficiency and reducing energy consumption. The paper will start with an overview of the electrical system of electrostatic precipitator equipment, introducing the definition, classification, and working principle of electrostatic precipitator equipment; Subsequently, the focus will be on exploring the key technologies of intelligent control strategies for the electrical system of electrostatic precipitator equipment, including sensor and data acquisition technology, control algorithms and strategies, as well as communication and network technology; Finally, we look forward to the application prospects of intelligent control strategies, including future development trends, possible research directions, and application fields.

Keywords

electric dust removal equipment; electrical system; intelligent control strategy; sensor

电除尘设备电气系统的智能化控制策略研究

李海东 李建鹏 滕彬 陈辉 王晓华

华能辛店电厂, 中国·山东 淄博 255414

摘要

电除尘设备是一种用于处理工业废气中颗粒物的设备, 其电气系统的智能化控制策略对于提高除尘效率和降低能耗具有重要意义。论文将从电除尘设备电气系统的概述开始, 介绍电除尘设备的定义、分类和工作原理; 随后, 将重点探讨电除尘设备电气系统智能化控制策略的关键技术, 包括传感器与数据采集技术、控制算法与策略以及通信与网络技术; 最后, 展望智能化控制策略的应用前景, 包括未来发展趋势、可能的研究方向和应用领域。

关键词

电除尘设备; 电气系统; 智能化控制策略; 传感器

1 引言

随着工业化进程的加快和环境污染问题的日益突出, 电除尘设备作为一种重要的工业废气处理设备, 受到了广泛关注。传统的电除尘设备主要依靠机械结构和传统的控制策略来实现除尘效果, 但存在除尘效率低、能耗高等问题。因此, 如何通过智能化控制策略来提高电除尘设备的性能成为研究的焦点。

2 除尘设备电气系统概述

2.1 电除尘设备的定义和分类

电除尘设备是一种利用电场作用原理对工业废气中的颗粒物进行除尘的设备, 根据不同的除尘原理和结构特点, 电除尘设备可以分为电除尘器、电静除尘器、电袋除尘器等多种类型。每种类型的电除尘设备都有其适用的场合和特点。

2.2 电除尘设备的工作原理

电除尘设备的工作原理是利用电场的力作用, 将工业废气中的颗粒物带电后, 通过电场力的作用使其从气流中分离出来。具体来说, 电除尘设备包括带电电极和除尘电极, 当高压电源施加一定的电压时, 带电电极和除尘电极之间形成强电场, 使颗粒物带电并在电场中受到力的作用, 最终落入除尘电极上^[1]。

3 电除尘设备电气系统智能化控制策略的关键技术

3.1 传感器与数据采集技术

传感器是电除尘设备电气系统智能化控制的基础。传感器的作用是将废气中的关键参数转化为电信号, 以便进行实时监测和控制。以下是几种在电除尘设备中常用的关键传感器。

【作者简介】李海东(1971-), 男, 中国山东威海人, 本科, 高级工程师, 从事热工自动化研究。

温度传感器：温度传感器用于监测电除尘设备中的温度变化，通过实时监测温度，调整设备的运行状态，以保证最佳的除尘效果。常用的温度传感器有热电阻和热电偶。

压力传感器：压力传感器用于监测电除尘设备中的气流压力，通过实时监测压力，调整风机的运行状态，以保证适当的气流速度和压力，从而提高除尘效率。

流量传感器：流量传感器用于监测电除尘设备中的气流量，通过实时监测气流量，调整风机的运行状态，以保证适当的气流速度和流量，从而提高除尘效率。

浓度传感器：浓度传感器用于监测电除尘设备中颗粒物的浓度，通过实时监测颗粒物浓度，调整设备的操作参数，以保证最佳的除尘效果。

氧含量传感器：氧含量传感器用于监测电除尘设备中氧气的含量，通过实时监测氧含量，调整设备的操作参数，以保证最佳的除尘效果。

除了传感器，数据采集技术也是电除尘设备电气系统智能化控制的关键，数据采集技术的作用是将传感器采集到的数据进行采集、处理和存储，以便进行后续的分析和控制。以下是几种常用的数据采集技术。

数据采集系统：数据采集系统用于将传感器采集到的数据进行采集和处理，数据采集系统通常由传感器、信号调理器、数据采集卡等组成，可以实现对多个传感器的数据采集和处理。

数据存储系统：数据存储系统用于将采集到的数据进行存储和管理，数据存储系统通常包括数据库和存储设备，实现对大量数据的存储和查询。

数据通信系统：数据通信系统用于将采集到的数据传输到远程监控中心或其他设备，数据通信系统通常包括网络设备和通信协议，实现数据的远程传输和共享。

数据分析系统：数据分析系统用于对采集到的数据进行分析和处理，数据分析系统通常包括数据挖掘和机器学习算法，实现对数据的模式识别和预测分析。

传感器和数据采集技术的应用可以实现电除尘设备电气系统的智能化控制。通过实时监测和控制关键参数，提高除尘效率，减少能源消耗，降低运维成本。同时，传感器和数据采集技术也为电除尘设备的远程监控和管理提供了可能，实现了设备的智能化运维和管理。

然而，电除尘设备电气系统智能化控制策略中的传感器和数据采集技术也面临一些挑战和限制。首先，传感器的选择和布置需要考虑到工作环境的特殊性，以确保传感器的可靠性和稳定性。其次，数据采集技术的应用需要考虑到数据的安全和隐私保护，以防止数据泄露和滥用。此外，传感器和数据采集技术的成本也是一个重要的考虑因素，需要在效益和成本之间进行合理的权衡。

3.2 控制算法与策略

在电除尘设备的电气系统智能化控制策略中，关键的

控制算法与策略技术包括：模糊控制、神经网络控制、遗传算法优化控制等。

模糊控制是一种基于模糊逻辑推理的控制方法，它通过建立模糊规则库，将输入变量与输出变量之间的关系进行模糊化描述，从而实现对系统的控制。在电除尘设备的电气系统智能化控制中，模糊控制根据实时的输入变量（如气体流量、电场强度等）和输出变量（如颗粒物去除效率、能耗等）进行模糊推理，从而调整电除尘设备的工作参数，使其在不同工况下能够自动调节，提高设备的运行效率和稳定性。

神经网络控制是一种模拟人脑神经网络的控制方法，它通过学习和训练神经网络模型，实现对系统的控制。在电除尘设备的电气系统智能化控制中^[2]，可以利用神经网络模型对电除尘设备的输入变量和输出变量之间的非线性关系进行建模和优化，从而实现对设备的自适应控制，提高设备的运行效率和稳定性。

遗传算法优化控制是一种基于生物进化原理的优化方法，它通过模拟自然界的进化过程，通过选择、交叉和变异等操作，逐步优化控制参数，以达到最优控制效果。在电除尘设备的电气系统智能化控制中，利用遗传算法对电除尘设备的工作参数进行优化，从而实现设备的自动控制和优化，提高设备的运行效率和稳定性。

除了上述的控制算法与策略技术，电除尘设备的电气系统智能化控制还结合其他技术，如模型预测控制、自适应控制等，以进一步提高设备的运行效率和稳定性。

3.3 通信与网络技术

首先，通信技术在电除尘设备的智能化控制策略中具有重要作用。在电除尘设备中，各个部件之间需要进行信息的传输和交换，以实现协同工作和优化控制。传统的电除尘设备控制系统主要采用有线通信方式，但是有线通信方式存在布线复杂、维护成本高等问题。而现代通信技术的发展，如无线通信技术和物联网技术的应用，为电除尘设备的智能化控制策略提供了更加便捷和高效的通信手段。无线通信技术实现设备之间的远程监控和控制，减少人工干预和维护成本。物联网技术实现设备之间的自动化协同工作，提高除尘效率和能源利用率。因此，通信技术在电除尘设备的智能化控制策略中具有重要的意义。

其次，网络技术在电除尘设备的智能化控制策略中也发挥着关键的作用，网络技术实现设备之间的远程监控和数据传输，为电除尘设备的智能化控制提供了更大的灵活性和便利性。通过网络技术，将分布在不同地点的电除尘设备连接起来，实现集中管理和控制。同时，网络技术还可以实现设备与上位机之间的数据传输和交互，为运维人员提供实时的数据监测和操作界面^[3]。通过网络技术，实现对电除尘设备的远程故障诊断和维护，减少设备故障造成的停机时间和损失。因此，网络技术在电除尘设备的智能化控制策略中起到了至关重要的作用。

最后,云计算技术在电除尘设备的智能化控制策略中也发挥着重要的作用。云计算技术实现对大量数据的存储和处理,为电除尘设备的智能化控制提供了更强大的计算能力和数据分析能力。通过云计算技术,可以对电除尘设备的运行数据进行实时监测和分析,提供准确的运行状态评估和故障预警。同时,云计算技术还可以实现对电除尘设备的远程优化控制和故障诊断,提高除尘效率和能源利用率。因此,云计算技术在电除尘设备的智能化控制策略中具有重要的意义,例如,某公司利用云计算技术搭建了一个电除尘设备的智能化控制平台,该平台通过与电除尘设备连接,实现对设备的实时监测和控制。首先,通过传感器和数据采集技术,采集电除尘设备中的关键参数,如温度、压力、流量、浓度等。然后,将采集到的数据传输到云端,通过云计算技术对数据进行存储、处理和分析。在云端,可以利用机器学习算法对数据进行模式识别和预测分析,提供准确的运行状态评估和故障预警。同时,还可以通过优化算法对设备的工作参数进行优化,实现设备的自动控制和优化。最后,将分析结果和控制指令传输到电除尘设备,实现对设备的远程控制和管理。

这个智能化控制平台不仅可以提高电除尘设备的运行效率和稳定性,还可以降低能源消耗和运维成本。通过实时监测和控制关键参数,可以及时调整设备的工作状态,保证最佳的除尘效果。同时,通过优化算法和自适应控制策略,可以实现设备的自动优化和自适应调节,提高能源利用率和运行稳定性。

4 电除尘设备电气系统智能化控制策略的应用前景展望

4.1 未来发展趋势

随着科技的进步和智能化技术的不断发展,电除尘设备的电气系统将越来越智能化。智能化控制策略将通过自动化控制、远程监控、智能诊断等手段,实现对电除尘设备的智能化管理和运行。这将大大提高电除尘设备的运行效率和治理效果。

除尘设备电气系统智能化控制策略将趋向于集成化。传统的电除尘设备电气系统通常由多个独立的控制单元组成,各个单元之间缺乏有效的信息交互和协同作业。未来,随着信息技术的发展,电除尘设备的电气系统将实现多个控制单元的集成,实现信息共享和协同控制,提高整个系统的运行效率和稳定性。

电除尘设备电气系统智能化控制策略将趋向于自适应和优化控制。通过采集和分析电除尘设备运行数据,结合先进的控制算法和模型,实现对电除尘设备运行状态的实时监

测和预测,从而实现自适应和优化控制。这将进一步提高电除尘设备的治理效果和能源利用效率。

电除尘设备电气系统智能化控制策略将趋向于可持续发展。随着能源和环境问题的日益突出,电除尘设备的可持续发展成为一个重要的方向。未来,电除尘设备电气系统智能化控制策略将更加注重节能减排、资源利用和环保要求,实现电除尘设备的可持续发展。

4.2 可能的研究方向

为了推动电除尘设备的智能化和高效化发展,未来的研究方向主要包括以下几个方面。

电场优化设计:电场是电除尘设备的核心组成部分,其结构和设计对除尘效果有重要影响,未来的研究可以通过数值模拟和实验研究,优化电场的结构和电场分布,提高除尘效率和能耗效益。

智能化控制算法:智能化控制是电除尘设备发展的重要方向,关键在于开发高效、稳定的智能化控制算法,未来的研究可以结合传感器数据和先进的控制算法,实现自动调节和故障诊断,提高设备的自动化水平和运行效率。

节能减排技术:电除尘设备的能耗和排放是亟待解决的问题,未来的研究通过改进设备结构、优化电场设计和引入新材料等手段,降低能耗和排放,提高设备的节能减排效果^[4]。

环保监测与数据分析:环保监测和数据分析对于电除尘设备的性能评估和故障诊断至关重要,未来的研究结合传感器技术和数据分析方法,开发高效、准确的环保监测与数据分析技术,实现对电除尘设备运行状态的实时监测和评估。

5 结语

电除尘设备电气系统的智能化控制策略是提高电除尘设备性能和效率的重要手段。通过合理选择和设计传感器、控制算法和通信网络,可以实现电除尘设备的智能化控制,提高除尘效率、降低能耗,并实现自动化运行和远程监控。未来的研究和应用将进一步推动电除尘设备的发展,促进环境保护和可持续发展。

参考文献

- [1] 翟晓宇.电除尘器增湿化学凝并脱除细颗粒物的实验研究[D].秦皇岛:燕山大学,2022.
- [2] 王健,于靖尚,米俊峰,等.静电除尘器除尘效率影响因素研究进展[J].辽宁石油化工大学学报,2021,41(6):36-41.
- [3] 侯铂,李勇,李振友,等.电除尘系统优化配置及智能化改造[J].吉林电力,2018,46(4):51-53.
- [4] 安连锁,王金平,酆建国,等.中国燃煤电厂电除尘技术发展及应用综述[J].中国电力,2018,51(4):115-123.