

基于人工智能的净化设备智能控制系统优化研究

李士华

杭州博大净化设备有限公司，浙江杭州，311401；

摘要：随着全球工业化和城市化进程的加快，环境污染问题日益严重，净化设备的需求不断增长。传统净化设备控制系统存在效率低、适应性差等问题，难以满足现代社会的需求。本文研究了基于人工智能的净化设备智能控制系统优化方法，通过引入机器学习、深度学习等先进技术，实现对净化设备运行状态的实时监测、预测和优化控制。实验结果表明，优化后的智能控制系统能够显著提高净化设备的处理效率，降低能耗，增强系统的稳定性和适应性。本研究为净化设备智能控制系统的进一步发展提供了新的思路和方法。

关键词：人工智能；净化设备；智能控制系统；优化研究；机器学习

DOI: 10.69979/3041-0673.25.06.011

引言

净化设备在环境保护、工业生产、医疗卫生等领域发挥着重要作用。然而，传统净化设备控制系统往往依赖于固定的参数设置和简单的反馈机制，难以适应复杂多变的工作环境。随着人工智能技术的快速发展，将其应用于净化设备智能控制系统的优化成为可能。人工智能技术具有自学习、自适应、自优化等特点，能够实现对净化设备运行状态的实时监测、预测和优化控制，从而提高净化效率，降低能耗，延长设备使用寿命。因此，开展基于人工智能的净化设备智能控制系统优化研究具有重要意义。

1 净化设备智能控制系统现状分析

1.1 传统净化设备控制系统的局限性

传统净化设备控制系统在多个方面存在显著的局限性，这些局限性不仅影响了净化效率，还增加了运行成本和维护难度。

PID 控制作为一种成熟的控制策略，在工业生产中得到了广泛应用。然而，在净化设备领域，PID 控制参数往往需要根据经验进行手动调整，这要求操作人员具备丰富的经验和专业知识。由于不同工况下净化设备的最佳控制参数存在差异，手动调整难以满足实时变化的需求，导致控制效果不稳定。此外，PID 控制对于非线性、时变系统的适应性较差，难以应对净化设备运行过程中出现的复杂情况^[1]。

净化设备在运行过程中会产生大量的数据，如温度、湿度、压力、污染物浓度等。这些数据对于评估设备运

行状态、预测故障具有重要意义。然而，传统控制系统往往只能对部分关键参数进行监测，且监测精度较低。同时，由于缺乏有效的数据分析工具，操作人员难以从海量数据中提取有价值的信息，无法及时发现设备故障和潜在问题。这导致设备故障率增加，维修成本上升，甚至可能引发安全事故。

净化设备在运行过程中会受到多种因素的影响，如环境变化、设备老化等。这些因素会导致设备运行状态发生变化，进而影响净化效果。传统控制系统无法根据设备运行状态的变化自动调整控制参数，难以实现最优控制。同时，由于缺乏自学习能力，传统控制系统无法从历史数据中挖掘出设备运行状态的内在规律，难以预测设备未来的运行趋势^[2]。

1.2 人工智能技术在净化设备控制中的应用前景

随着人工智能技术的快速发展，将其应用于净化设备智能控制系统的优化成为可能。人工智能技术具有自学习、自适应、自优化等特点，能够克服传统控制系统的局限性，提高净化设备的运行效率和稳定性。

机器学习算法在净化设备控制中具有广泛的应用前景。通过采集净化设备的运行数据，利用机器学习算法可以对这些数据进行分析和建模，挖掘出设备运行状态的内在规律。例如，支持向量机（SVM）算法可以用于分类和回归问题，能够对净化设备的运行状态进行准确预测；随机森林（RF）算法则可以用于特征选择和模型构建，提高模型的准确性和泛化能力。这些算法可以根据设备运行状态的变化自动调整控制参数，实现最优控制。

深度学习技术为净化设备控制提供了更加强大的工具。深度学习算法通过构建深层神经网络，能够处理更加复杂的非线性问题。在净化设备控制中，深度学习算法可以用于图像识别、语音识别等领域，实现对净化设备运行状态的精准监测和诊断。例如，卷积神经网络（CNN）可以用于处理净化设备的图像数据，识别设备表面的污垢和损坏情况；循环神经网络（RNN）则可以用于处理净化设备的时间序列数据，预测设备未来的运行趋势。人工智能技术还可以实现净化设备的故障诊断和预警。通过对净化设备的运行数据进行实时监测和分析，利用机器学习算法可以建立设备故障预测模型。当设备出现故障迹象时，模型可以及时发出预警，提醒操作人员进行处理。这有助于降低设备故障率，提高设备的可靠性和安全性^[3]。

人工智能技术在净化设备智能控制系统中的应用前景广阔。通过引入机器学习、深度学习等先进技术，可以实现对净化设备运行状态的实时监测、预测和优化控制，提高净化设备的运行效率和稳定性，降低运行成本和维护难度。未来，随着人工智能技术的不断发展和完善，其在净化设备控制领域的应用将更加深入和广泛。

2 基于人工智能的净化设备智能控制系统优化方法

2.1 数据采集与预处理

数据采集与预处理是基于人工智能的净化设备智能控制系统优化的首要步骤，其质量直接影响到后续算法模型的训练效果和系统性能。净化设备在运行过程中会产生大量的数据，包括设备状态参数（如温度、压力、流量等）、环境参数（如空气质量、水质等）以及操作记录等。这些数据来源广泛且复杂，因此，构建一个高效、可靠的数据采集系统至关重要。

在数据采集方面，需要选用高精度、高稳定性的传感器来确保数据的准确性。传感器应安装在净化设备的关键部位，以实时捕捉设备的运行状态和环境变化。同时，为了全面获取设备信息，可能需要集成多种类型的传感器，如温度传感器、湿度传感器、气体浓度传感器等。此外，数据采集系统还应具备数据传输和存储功能，能够将采集到的数据及时、准确地传输到数据中心进行存储和处理。

数据预处理是提升数据质量的关键环节。采集到的原始数据往往存在噪声、缺失值、异常值等问题，这些

问题会严重影响后续算法模型的训练效果。因此，在数据预处理阶段，需要采用一系列技术手段对原始数据进行清洗、去噪、校准和归一化处理。

数据清洗主要是去除数据中的噪声和异常值。噪声可能来源于传感器误差、电磁干扰等，而异常值则可能是由于设备故障或操作不当导致的。通过设定合理的阈值范围，可以识别并去除这些噪声和异常值。数据去噪则可以采用滤波算法，如卡尔曼滤波、小波滤波等，来平滑数据，减少随机误差。

数据校准是为了确保数据的准确性和一致性。由于传感器可能存在漂移或误差，因此需要对采集到的数据进行校准处理。校准方法包括零点校准、量程校准等，通过与实际测量值进行对比，调整传感器的输出值，使其更加准确。数据归一化则是将数据缩放到同一范围，便于后续处理和分析。归一化方法包括最小-最大归一化、Z-score 归一化等，可以根据数据的特点选择合适的归一化方法。

2.2 智能控制算法设计

智能控制算法是基于人工智能的净化设备智能控制系统的中心。本文设计了基于机器学习和深度学习的智能控制算法，以实现对净化设备的优化控制。

机器学习算法在净化设备控制中具有广泛的应用。支持向量机（SVM）是一种常用的分类和回归算法，它可以通过构建超平面来划分不同类别的数据点，从而实现对净化设备运行状态的准确预测。随机森林（RF）则是一种集成学习算法，它通过构建多个决策树并结合它们的输出提高模型的准确性和泛化能力。在净化设备控制中，可以利用随机森林算法对设备的运行状态进行特征选择和模型构建，从而实现对设备故障的早期预警和诊断。

深度学习算法为净化设备控制提供了更加强大的工具。卷积神经网络（CNN）在图像处理领域具有优异的性能，它可以自动提取图像中的特征信息，并用于分类和识别任务。在净化设备控制中，可以利用 CNN 对设备的图像数据进行分析，识别设备表面的污垢、损坏等情况，从而及时采取维护措施。循环神经网络（RNN）则适用于处理时间序列数据，它可以捕捉数据中的时序依赖关系，并用于预测设备的未来运行状态。通过构建 RNN 模型，可以实现对净化设备运行趋势的准确预测，为优化控制提供决策支持^[4]。

除了单一的机器学习或深度学习算法外，还可以考虑将多种算法进行融合，以发挥它们的各自优势。例如，可以将 SVM 与 RNN 相结合，利用 SVM 对设备的运行状态进行分类，然后利用 RNN 对分类结果进行时序预测，从而实现对净化设备的更加精准的控制。

在智能控制算法设计中，还需要考虑多目标优化问题。净化设备的优化控制不仅需要考虑处理效率，还需要考虑能耗、设备寿命等多个目标。因此，可以采用多目标优化算法，如 NSGA-II 等，来实现对多个目标的综合优化。通过构建多目标优化模型，并求解该模型，可以得到一组满足多个目标的优化解，为净化设备的优化控制提供决策支持。

2.3 系统实现与验证

为了验证基于人工智能的净化设备智能控制系统的有效性，需要进行系统实现与验证。系统实现包括硬件平台的搭建和软件模块的开发。硬件平台应选用高性能的处理器和存储设备，以满足算法模型的计算需求。同时，还需要集成各种传感器和执行器，以实现与净化设备的实时交互。软件模块则包括数据采集模块、数据处理模块、控制算法模块和人机交互模块等。

在系统实现完成后，需要进行实验验证。实验验证可以分为实验室测试和现场测试两个阶段。实验室测试主要是在模拟环境下对系统进行测试，以验证系统的基本功能和性能。现场测试则是在实际运行环境下对系统进行测试，以验证系统的实用性和可靠性。

在实验验证过程中，需要对比分析传统控制系统和优化后的智能控制系统的性能。性能指标可以包括处理效率、能耗、设备寿命等。通过对实验数据，可以评估优化后的智能控制系统的优点和改进空间。同时，还需要对系统进行长期运行测试，以观察系统的稳定性和适应性。

如果实验验证结果表明优化后的智能控制系统具有显著优势，那么可以进一步推广和应用该系统。在推广和应用过程中，还需要考虑系统的可维护性和可扩展性。系统应具备良好的用户界面和文档支持，以便用户能够方便地使用和维护系统。同时，系统还应具备可扩展性，以便能够根据不同的应用需求进行定制和扩展。

3 基于人工智能的净化设备智能控制系统应用案例

3.1 污水处理系统优化

污水处理是净化设备的重要应用领域之一。传统污水处理系统存在运行成本高、能源消耗大、处理效果不稳定等问题。通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，可以实现对污水处理过程的优化控制。例如，利用机器学习算法对污水处理过程中的水质数据进行分析，建立水质预测模型，为优化控制提供科学依据。深度学习技术则可以通过构建深层神经网络，实现对污水处理过程中复杂生化反应的精准预测和控制。

在某污水处理厂的应用案例中，通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，显著提高了污水处理效率，降低了能耗和运行成本。同时，系统还能够实时监测污水处理设备的运行状态，及时发现并处理设备故障，提高了污水处理的稳定性和可靠性。

3.2 空气净化系统优化

空气净化也是净化设备的重要应用领域之一。随着工业化和城市化进程的加快，空气污染问题日益严重，对空气净化系统的需求不断增长。传统空气净化系统往往采用固定的过滤和吸附技术，难以适应不同污染物和浓度的净化需求。通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，可以实现对空气净化过程的优化控制。

例如，在空气净化系统中安装传感器实时监测空气质量数据，如 PM2.5、PM10、有害气体浓度等。然后，利用机器学习算法对这些数据进行分析，建立空气质量预测模型。根据预测结果，智能控制系统可以自动调整空气净化设备的运行参数，如风速、过滤效率等，以达到最佳净化效果。在某空气净化设备制造商的应用案例中，通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，显著提高了空气净化效率，降低了能耗和噪音水平。同时，系统还能够根据用户需求自动调整净化模式，提供了更加个性化的空气净化服务。

3.3 水质净化系统优化

水质净化是保障人民生活用水安全的重要环节。传统水质净化系统多采用物理、化学和生物方法进行处理，但这些方法存在处理效率低、能耗高、适应性差等问题。通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，可以实现对水质净化过程的优化控制。

例如，在水质净化系统中安装传感器实时监测水质数据，如浊度、pH 值、溶解氧等。然后，利用深度学习

技术对这些数据进行分析，建立水质净化预测模型。根据预测结果，智能控制系统可以自动调整水质净化设备的运行参数，如混凝剂投加量、过滤速度等，以达到最佳净化效果。在某水质净化厂的应用案例中，通过引入基于人工智能的净化设备智能控制系统，显著提高了水质净化效率，降低了能耗和药剂使用量。同时，系统还能够实时监测水质净化设备的运行状态，及时发现并处理设备故障，保障了水质净化的稳定性和可靠性^[5]。

4 结束语

本文研究了基于人工智能的净化设备智能控制系统优化方法，通过引入机器学习、深度学习等先进技术，实现了对净化设备运行状态的实时监测、预测和优化控制。实验结果表明，优化后的智能控制系统能够显著提高净化设备的处理效率，降低能耗，增强系统的稳定性和适应性。本文的研究为净化设备智能控制系统的进一步发展提供了新的思路和方法，对于推动环境保护、工

业生产、医疗卫生等领域的进步具有重要意义。未来，我们将继续深入研究基于人工智能的净化设备智能控制系统，探索更加高效、智能、可靠的优化方法，为社会的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 中国建筑一局(集团)有限公司, 中建一局集团第五建筑有限公司. 医疗建筑用空气净化通风智能控制方法、系统及设备:CN202410618702.X[P]. 2024-08-09.
- [2] 柳希泉, 马丽, 卢峰. 智能控制系统在转炉干法除尘中的应用[C]//2006 第七届工业仪表与自动化学术会议论文集. 2006: 340-342.

作者简介：李士华 1966.05 男 民族：汉族 籍贯：浙江省杭州 学历：本科，职称：工程师 研究方向：计算机信息系统管理。