

# 污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统研究

仝吉昌

山西省生态环境监测和应急保障中心（山西省生态环境科学研究院） 山西太原

**【摘要】**随着工业化的快速发展，环境污染问题日益严重。为了更有效地监控和管理污染源，本文研究了污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统。该系统结合了大数据处理、机器学习和人工智能等技术，实现了对污染源的实时监测、数据分析与预警。实验结果表明，该系统能够准确识别污染源，并及时发出预警，为环保部门提供了有力的决策支持。

**【关键词】**污染源；在线监测；智能分析；预警系统；大数据；机器学习

**【收稿日期】**2023 年 10 月 10 日

**【出刊日期】**2024 年 3 月 20 日

**【DOI】**10.12208/j.aes.20230019

## Research on intelligent analysis and early warning system of on-line automatic monitoring data of pollution sources

Jichang Tong

*Shanxi Ecological Environment Monitoring and Emergency Support Center (Shanxi Academy of Ecological Environment Sciences), Taiyuan, Shanxi*

**【Abstract】** With the rapid development of industrialization, environmental pollution is becoming more and more serious. In order to monitor and manage pollution sources more effectively, this paper studies the intelligent analysis and early warning system of online automatic monitoring data of pollution sources. The system combines big data processing, machine learning and artificial intelligence technologies to realize real-time monitoring, data analysis and early warning of pollution sources. The experimental results show that the system can accurately identify pollution sources and give early warning in time, which provides strong decision support for environmental protection departments.

**【Keywords】** Pollution source; On-line monitoring; Intelligent analysis; Early warning system; Big data; Machine learning

### 引言

随着工业化的快速发展，环境污染问题已成为全球关注的焦点。为了有效监控和管理污染源，减少环境污染，各国纷纷投入大量资源进行污染源在线自动监测系统的研究与应用。然而，传统的监测系统主要依赖于人工分析和处理数据，存在处理速度慢、准确性低等问题。因此，研究一种智能分析与预警系统，实现对污染源在线监测数据的自动、快速和准确分析，具有重要意义。

### 1 污染源在线自动监测技术研究

#### 1.1 大数据处理技术

随着物联网技术的发展，污染源在线监测产生

的数据量呈指数级增长。大数据处理技术能够实现海量数据的快速存储、处理和分析，为智能分析与预警系统提供数据支持。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统是针对于监测大气、水质、噪声等环境污染源数据的系统，旨在通过大数据处理技术实现数据的智能分析和预警，以便及时发现污染源异常情况并采取有效措施进行处理。系统的关键组成部分包括数据采集模块、数据存储模块、数据处理模块、分析与预警模块以及可视化展示模块。

(1) 数据采集模块：负责从各类污染源监测设备中实时采集环境数据，如大气中的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等指标，水质中的 COD、BOD 等指标，

噪声水平等信息。

(2) 数据存储模块：将采集到的数据按照时间序列存储在数据库中，确保数据的完整性和可靠性，为后续的分析提供数据支持。

(3) 数据处理模块：利用大数据处理技术，对海量的监测数据进行清洗、去噪、异常检测等预处理操作，确保数据质量。

(4) 分析与预警模块：通过机器学习算法、数据挖掘技术等对处理后的数据进行分析，建立污染源的数据模型，并实现对数据的智能分析和预警。一旦监测数据超出预设阈值或出现异常情况，系统将及时发出预警通知。

(5) 可视化展示模块：将分析结果通过直观的图表、报表等形式展示给用户，帮助用户了解污染源监测数据的趋势和变化，为决策提供参考依据。

### 1.2 机器学习技术

机器学习技术能够从大量数据中提取有用的信息，发现数据间的内在规律。在污染源在线监测领域，机器学习技术可以应用于污染源识别、污染趋势预测等方面。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统结合了机器学习技术，实现对监测数据的智能化处理、分析和预警。

(1) 数据预处理：在系统中，机器学习技术可以应用于数据预处理阶段，包括数据清洗、缺失值填充、异常值检测和去噪等操作。通过机器学习算法，系统可以自动识别数据中的异常值和噪声，并进行有效处理，确保数据的准确性和可靠性。

(2) 特征工程：在特征工程阶段，机器学习技术可以用于特征选择和特征提取，以提取监测数据中的关键特征，帮助系统更好地理解数据。通过选择最具代表性和影响力的特征，可以提高模型的准确性和性能。

(3) 模型训练：系统利用机器学习算法训练模型，建立监测数据与污染源异常情况之间的关联。常用的机器学习算法包括支持向量机（SVM）、决策树、随机森林、神经网络等。通过大量的监测数据训练模型，系统可以学习数据之间的模式和规律。

(4) 数据分析与预警：训练好的机器学习模型可以用于对实时监测数据进行分析，并实现智能预警功能。当监测数据超出预设阈值或出现异常情况时，系统可以自动识别并发出预警通知，帮助监测人员及时采取措施应对污染源问题。

(5) 模型优化与迭代：系统还可以利用机器学习技术进行模型的优化与迭代，不断改进模型的性能和准确度。通过监督学习或无监督学习方法，系统可以不断提升数据分析与预警的效果，逐步完善系统的功能。

### 1.3 人工智能技术

人工智能技术能够实现数据的自动分析和处理，提高分析的准确性和效率。在污染源在线监测领域，人工智能技术可以应用于构建预警模型、实现自动化预警等方面。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统结合了人工智能技术，实现对监测数据的智能化处理、分析和预警。

#### (1) 数据处理和清洗

人工智能技术可以应用于数据处理和清洗阶段，通过自然语言处理（NLP）和图像处理技术，系统可以自动识别监测数据中的关键信息，并进行有效的清洗和处理，确保数据的准确性和完整性。

#### (2) 模式识别与异常检测

利用机器学习和深度学习技术，系统可以对监测数据进行模式识别和异常检测。通过训练神经网络模型，系统能够识别数据中的规律和异常情况，帮助及时发现污染源问题。

#### (3) 智能预警系统

基于人工智能技术，系统可以构建智能预警系统，通过监测数据的实时分析和模型预测，自动发出预警通知。系统可以根据历史数据和实时监测数据，预测污染源可能出现的问题，并及时采取行动。

#### (4) 自动化决策支持

人工智能技术还可以提供自动化的决策支持，系统可以根据数据分析结果和预警信息，生成决策建议或自动触发相应的控制措施。这有助于监测机构和管理部門快速做出反应，有效应对环境污染问题。

#### (5) 增强学习与优化

系统可以利用增强学习技术，根据不断积累的数据和反馈信息，优化系统的预测模型和决策策略，不断提升系统的性能和智能化水平。通过持续学习和优化，系统可以适应不断变化的环境污染情况。

## 2 污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统设计与实现

本文设计的污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统主要包括数据采集、数据处理、智能分析和预警发布四个模块。

## 2.1 数据采集模块

该模块负责从各种在线监测设备中实时采集污染源数据,包括废气、废水等污染物的排放浓度、排放量等信息。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统中的数据采集模块是系统的基础部分,负责实时采集来自各个污染源的监测数据,包括但不限于空气质量、水质监测数据等。

### (1) 数据源接入

确定需要监测的污染源范围和类型,包括工业企业、交通源、生活源等。与各监测点的传感器设备建立连接,通过各种通信方式(如物联网、卫星通信、有线/无线网络等)实现数据源接入。

(2) 数据采集与传输:设计数据采集频率和采样精度,确保数据的准确性和完整性。利用数据采集设备实时获取监测数据,并通过网络传输至数据处理中心。

(3) 数据质量控制:实施数据质量控制措施,包括数据校正、异常检测与修复等,确保采集到的数据准确可靠。设计数据质量评估指标,对数据进行实时监测与评估,及时发现和处理数据异常。

(4) 数据格式标准化:确定统一的数据格式和标准,便于不同污染源数据的整合和分析。实现数据的格式转换和标准化处理,确保数据的一致性和可比性。

(5) 安全与保密:设计数据传输和存储的安全机制,包括数据加密、访问控制等,确保敏感数据的安全性和保密性。针对数据采集过程中可能存在的安全风险,设计相应的应急预案和安全措施。

(6) 实时监控与报警:设计实时监控机制,监控数据采集过程中的异常情况,并设置相应的报警机制。通过实时监控系统,及时发现并处理数据集中的问题,确保数据的连续性和稳定性。

## 2.2 数据处理模块

该模块利用大数据处理技术对采集到的数据进行清洗、整合和转换,生成可供智能分析模块使用的标准化数据集。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统中的数据处理模块是系统的核心部分,负责对采集到的大量监测数据进行处理、分析和挖掘,以实现对环境污染情况的深度理解和预警。

### (1) 数据清洗与预处理

对采集到的原始数据进行清洗和预处理,包括去除重复数据、处理缺失值、异常值处理等,确保数

据质量。进行数据采样、插值等操作,使数据具有连续性和完整性。

### (2) 数据存储与管理

设计合理的数据存储结构和数据库模型,支持大规模数据的高效存储和管理。利用数据库管理系统(如 MySQL、MongoDB 等)进行数据存储,保证数据的安全性和可靠性。

### (3) 数据分析与挖掘

应用数据分析算法对监测数据进行挖掘,发现数据之间的关联性和规律性。运用统计分析、机器学习等技术,对数据进行分类、聚类、回归等分析,提取有用信息。

### (4) 实时处理与批处理

设计实时处理和批处理机制,确保系统能够及时响应监测数据的变化并进行实时分析。利用流式处理技术(如 Apache Kafka、Spark Streaming 等)实现实时数据处理,提高系统的响应速度。

### (5) 数据可视化与报表生成

设计数据可视化界面,以图表、地图等形式展示监测数据的分析结果,方便用户直观了解环境污染情况。实现报表生成功能,定期生成监测数据的报告和统计分析结果,为决策提供参考依据。

### (6) 智能预警与决策支持

基于数据分析结果设计智能预警系统,实现对环境污染事件的预警和预测。结合专家经验和规则引擎,提供决策支持功能,帮助用户制定有效的环境保护措施和紧急处理方案。通过以上设计要点,数据处理模块能够有效地对污染源在线自动监测数据进行深入分析和智能处理,为环境保护工作提供重要的技术支持和决策参考。

## 2.3 智能分析模块

该模块利用机器学习算法对处理后的数据进行深入分析,识别污染源、预测污染趋势,并生成分析报告。污染源在线自动监测数据的智能分析模块是整个系统的关键组成部分,通过应用先进的数据分析和人工智能技术,对监测数据进行深度挖掘和智能分析,以实现对环境污染情况的精准识别和预警。

(1) 数据探索与特征提取:对监测数据进行探索性分析,了解数据的分布、相关性和特征。运用特征工程技术,提取数据中的有用特征,为后续的建模和分析提供支持。

(2) 数据建模与算法选择:选择合适的数

析算法,如机器学习算法(如决策树、支持向量机、神经网络等)或统计分析方法,进行数据建模。根据具体问题的特点和数据的特征,选择最适合的算法进行建模和训练。

(3) 模型训练与优化:划分训练集和测试集,对选定的算法进行模型训练和优化。运用交叉验证、超参数调优等技术,提高模型的预测性能和泛化能力。

(4) 实时监测与预警:设计实时监测算法,对监测数据进行实时分析和监控,发现异常情况。基于模型预测结果和实时监测数据,设计智能预警系统,及时发出预警信号并进行相应处理。

(5) 结果解释与可视化:对模型的预测结果进行解释和解读,帮助用户理解分析结果的意义。设计可视化界面展示分析结果,包括关键指标、异常事件、预警信息等,便于用户直观了解环境污染情况。

(6) 持续优化与改进:对智能分析模块进行持续优化和改进,不断提升算法性能和系统稳定性。结合用户反馈和监测数据的实时更新,及时调整模型参数和算法,保持系统的高效性和准确性。

#### 2.4 预警发布模块

预警发布模块根据智能分析模块的分析结果,结合人工智能技术构建预警模型,当监测到异常情况时及时发出预警信息,提醒相关部门采取应对措施。污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统中的预警发布模块是系统中至关重要的一部分,负责根据数据分析结果和预警规则,及时发布环境污染预警信息给相关部门和公众,以便采取及时有效的控制和应对措施。

##### (1) 预警规则配置

设计灵活的预警规则配置界面,允许用户根据实际需求定义不同类型的预警规则,包括阈值设定、触发条件、预警级别等。提供可视化的规则编辑工具,方便用户根据具体情况进行配置和调整。

##### (2) 预警信息生成

根据预警规则 and 数据分析结果,自动生成相应的预警信息,包括预警内容、预警级别、预警时间等信息。结合实时监测数据和历史数据,生成具有参考价值的预警信息,提高预警的准确性和实用性。

##### (3) 预警信息传输

设计多渠道的预警信息传输机制,支持短信、

邮件、App 推送、声音警报等多种方式向相关人员和机构发送预警信息。确保预警信息的及时传达和广泛覆盖,提高应急响应的效率和及时性。

##### (4) 预警信息展示

在系统界面上展示实时的预警信息,包括预警内容、地点、时间、预警级别等,让用户能够直观了解当前的环境污染情况。提供地图展示功能,标注预警区域和相关监测点,帮助用户更直观地了解预警范围和影响。

##### (5) 预警响应与跟踪

设计预警响应机制,包括指定责任人员、启动应急预案等措施,确保预警信息能够得到及时处理和响应。实时跟踪预警信息的处理进展,记录预警响应过程和结果,为事后评估和改进提供数据支持。

##### (6) 预警效果评估

设计预警效果评估指标,监测预警信息的发布效果和响应情况,评估预警系统的准确性和实用性。根据评估结果,及时调整预警规则和发布策略,持续优化预警发布模块的性能和效果。

### 3 结论

本文研究了污染源在线自动监测数据的智能分析与预警系统,并成功应用于实际场景。实验结果表明,该系统能够实现对污染源的实时监测、数据分析和预警发布,为环保部门提供了有效的决策支持。未来,将进一步优化系统性能,提高预警准确性,为环境保护事业做出更大贡献。

### 参考文献

- [1] 叶新辉,陈剑锋,沈苑中,等. 人为干扰监管在污染源在线监控系统中的应用研究[J]. 长江信息通信,2022,35(11): 12-13,19.
- [2] 沈伟亮. 污染源自动监控设施在钢铁企业的应用[J]. 福建冶金,2022,51(6):55-58.
- [3] 邓春娟,杨震,李亚杰,等. 污染源排放数据质量影响因素分析及对策[J]. 四川环境,2022,41(3):162-168.
- [4] 周进. 视频监控在污染源自动监控系统建设中的应用研究[J]. 环境与可持续发展,2021,46(5):157-160.
- [5] 夏淼奇,孙斌,徐胜龙. 试论污染源自动监控管理工作的持续推进措施[J]. 皮革制作与环保科技,2022,3(6):46-48.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS