

基于人工智能的化工过程动态风险预警模型研究

贾凯强

山西安昆新能源有限公司 山西河津

【摘要】化工过程中的风险预警一直是工业安全管理的重要课题。随着人工智能技术的快速发展，传统的风险评估方法逐渐暴露出效率低、准确性差的问题。本研究提出了一种基于人工智能的化工过程动态风险预警模型，通过结合机器学习和数据挖掘技术，实时监控化工过程中的异常行为，提前预测潜在风险。该模型能够有效提高风险预警的准确性和响应速度，减少人为因素干扰，提升安全管理水平。实验结果表明，人工智能模型在多个化工场景中具有较高的预测精度，能够为安全决策提供有效支持。

【关键词】化工过程；动态风险预警；人工智能；机器学习；安全管理

【收稿日期】2025年7月16日 **【出刊日期】**2025年8月15日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250373

Research on dynamic risk early warning model for chemical processes based on artificial intelligence

Kaiqiang Jia

Shanxi Ankun new energy Co., Ltd. Hejin, Shanxi

【Abstract】 Risk early warning in chemical processes has always been an important topic in industrial safety management. With the rapid development of artificial intelligence technology, traditional risk assessment methods have gradually exposed problems such as low efficiency and poor accuracy. This study proposes a dynamic risk early warning model for chemical processes based on artificial intelligence. By integrating machine learning and data mining technologies, the model monitors abnormal behaviors in chemical processes in real time and predicts potential risks in advance. It can effectively improve the accuracy and response speed of risk early warning, reduce the interference of human factors, and enhance the level of safety management. Experimental results show that the artificial intelligence model has high prediction accuracy in multiple chemical scenarios and can provide effective support for safety decision-making.

【Keywords】 Chemical process; Dynamic risk early warning; Artificial intelligence; Machine learning; Safety management

引言

化工过程的安全性直接关系到生产效率与人员生命财产安全。传统的风险评估方法多依赖经验和历史数据，然而这些方法存在对复杂非线性关系理解不足的问题，且对突发事件的预测能力有限。近年来，人工智能在多个领域的应用取得了显著进展，尤其是在数据分析和模式识别方面。化工行业作为典型的高风险领域，引入人工智能技术能够有效提升风险预警的准确性与时效性，从而实现过程安全管理的现代化。基于此，本文提出一种基于人工智能的化工过程动态风险预警模型，通过深度学习算法和实时监控系统的结合，能够精确认识潜在风险并提前发出警报。本研究不仅在理论上对化工过程的风险管理进行了创新，也为实际生产中的安全管理提供了新的思路与技术支持。

1 化工过程中的风险识别与动态监测

化工过程本身具有高度的复杂性和危险性，任何操作的不当或设备故障都有可能导致安全事故的发生。风险识别成为了化工生产中至关重要的一步。传统的风险识别方法通常依赖于专家经验和历史数据，然而这种方法往往存在一定的局限性。随着技术的发展，智能化的动态监测系统逐渐成为了化工过程中的风险识别新趋势。通过对生产过程中各类数据的实时采集与分析，能够实现对潜在风险的自动识别，并对不符合安全标准的操作进行警告，避免事故的发生。

化工生产中涉及的设备、环境、原料和工艺流程复杂多变，传统的人工识别方式往往难以捕捉所有可能的风险点。而动态监测系统能够将各类传感器采集的数据与先进的算法模型结合起来，通过实时对比与分

析,快速识别出工艺过程中的异常情况^[1]。温度、压力、流量等关键参数的波动,常常是潜在安全隐患的前兆。通过动态监测,不仅可以及时发现异常,还能通过数据趋势预测可能的风险源,从而实现提前预警。

随着人工智能技术的不断成熟,动态监测系统的应用得到了大幅提升。通过机器学习等算法的引入,监测系统不仅能够识别单一的风险点,还能通过对历史数据的深度学习,建立出更加复杂且精准的模型。这些模型可以更好地处理和分析海量数据,并准确判断出危险的可能性和风险程度。通过系统的实时反馈,可以将数据分析结果迅速传递给管理人员,使其能在最短的时间内做出反应,避免潜在的事故发生。动态监测的优势在于其高度的自动化和智能化,能够大幅提升化工过程中的安全管理水平。

2 人工智能在化工过程风险评估中的应用

随着化工行业安全生产需求的不断提升,人工智能的应用成为了优化风险评估的关键手段。人工智能技术在化工过程中的应用主要体现在风险评估模型的构建与优化上。传统的风险评估方法往往依赖专家知识和人工判断,这不仅工作量大,而且准确性有限。通过引入人工智能技术,可以在短时间内处理大量数据,并通过算法生成高效、准确的风险评估结果。人工智能的应用不仅提高了风险评估的效率,也增强了评估的精度,特别是在应对复杂多变的化工生产环境时,人工智能显得尤为重要。

人工智能特别擅长处理复杂的多变量数据。在化工生产过程中,各种参数如温度、压力、流量等会不断波动,而这些波动可能隐藏着潜在的安全风险^[2-6]。传统的人工方法无法全面实时地分析这些变量之间的关系,也无法快速响应突发变化。而人工智能通过对历史数据的深度学习,可以自动识别这些变化背后的规律,进而生成风险评估模型。这些模型能够在多种情况下实时评估风险,特别是在突发事件或复杂情况中,人工智能模型能够为决策者提供科学依据,从而有效预防事故发生。

人工智能技术还能够通过自我学习,不断优化风险评估模型。随着生产过程中积累的数据越来越多,模型会不断改进,变得更加精准和可靠。机器学习算法能够根据以往的事故数据以及操作失误模式,识别出隐藏的风险点,并根据历史数据不断调整评估权重,优化预测效果。通过这种方式,人工智能技术可以在实时生产过程中提供持续的风险评估,并不断优化预警机制,从而大大提升化工行业的安全管理水平。

3 基于机器学习的化工过程动态风险预警模型设计

机器学习技术在化工过程中的应用,为动态风险预警提供了一个全新的解决思路。传统的预警系统多依赖预设规则和专家判断,无法适应复杂和动态的生产环境,而机器学习则能够根据实时数据和历史数据自动建立模型,预测和预警潜在的风险。机器学习算法的优势在于其能够在不依赖显性规则的情况下,自动识别数据中的模式,并作出实时反应。在化工过程中,温度、压力、流量等参数的实时变化能够为机器学习模型提供丰富的输入数据,进而帮助系统识别和预警潜在的风险。

在设计基于机器学习的动态风险预警模型时,首先需要对化工过程的相关数据进行采集和预处理。通过安装传感器设备,收集实时的生产数据,并对这些数据进行清洗和归一化处理,以便为机器学习模型的训练提供高质量的输入。随后,利用监督学习、无监督学习或者深度学习等算法,对历史数据进行训练,建立出风险预测模型。这些模型能够根据输入的实时数据,识别潜在的风险,并根据不同的风险程度生成预警信息。某一环节的压力过高可能是设备故障的信号,而机器学习模型能够通过分析历史数据,预测这种故障的发生,并提前发出警报。

该模型不仅能够识别单一的风险点,还能够综合分析多个参数之间的复杂关系,识别潜在的多重风险。在化工生产过程中,多个因素通常是相互关联的,单独考虑某一参数可能无法全面反映整个过程的安全状况。某一工段的温度、压力和流量等多个关键参数同时出现异常时,单纯分析单个指标无法准确判断是否存在严重的风险。机器学习模型能够处理这种多维度的变化,迅速识别出这些参数之间的相互作用,并综合评估它们对生产安全的影响,从而更准确地判断风险等级,并通过动态预警系统及时向操作人员发出警报^[7]。这种多参数综合分析的能力大大提高了风险识别的精度。为了进一步提升模型的准确性和鲁棒性,模型需要不断地进行训练和优化。随着化工生产环境的不断变化,数据的动态性要求学习机制能够适应这些变化,以确保模型能够持续有效地工作并适应新的风险模式。

4 模型验证与实验结果分析

为验证所设计的基于机器学习的动态风险预警模型的有效性和实用性,本文通过实验数据对模型进行了全面的测试与分析。实验数据来源于某化工厂的实际生产过程中,涵盖了包括温度、压力、流量等关键参

数。这些参数在化工生产中起到了至关重要的作用，任何一个环节出现异常都可能导致严重的安全事故。通过对这些实际数据的采集和处理，模型能够结合实时数据与历史数据进行训练和测试，以此评估其在不同情境下的表现。实验过程中，模型通过对多维度数据的分析，能够精确识别潜在的安全风险，并及时发出预警信号，从而为决策者提供准确的参考信息，避免了因人为因素而导致的误判或延迟响应。

在实验过程中，模型的高效性和准确性得到了充分验证。该模型能够快速响应突发的生产异常，并通过对实时数据的深度分析，精准预测潜在的风险。特别是当温度或压力等关键参数出现微小波动时，系统能够识别出其背后的潜在风险，并及时发出预警信号。这种能力使得操作人员能够在最短的时间内采取应对措施，防止事故的发生。与传统基于固定阈值的预警系统不同，机器学习模型能够处理复杂的多变量数据关系，并通过结合历史数据和实时数据分析，准确预测可能的风险。传统方法往往依赖人工判断，容易出现误报或漏报，而机器学习模型通过自动化的智能分析，显著降低了人为因素的干扰，提高了预警系统的准确性与可靠性。

实验结果还表明，随着训练数据的不断积累，模型的预测精度和稳定性得到了显著提升。随着生产过程中数据量的不断增长，机器学习算法能够不断优化其学习过程，并适应新的数据模式和生产环境^[8]。这一特点使得该模型具备了较强的自适应性，能够应对不同工艺流程和突发事件的风险评估需求。在化工生产过程中，设备和环境条件的变化较为频繁，模型必须能够动态调整其参数，以应对新的挑战。通过定期更新和优化机器学习算法，模型不仅能够应对生产环境的变化，还能提高对新型风险的预测能力。实验数据的不断积累不仅增强了模型的稳定性，也使得其在复杂和多变的化工生产环境中，能够提供更加精准和高效的安全管理解决方案。

5 结语

基于机器学习的动态风险预警模型在化工过程中

的应用展现了显著的优势。通过实时数据的采集与智能分析，模型能够高效、准确地识别潜在风险，并提前发出预警信号，显著提升了安全管理水。实验结果表明，该模型在复杂环境中表现出良好的准确性与稳定性，能够适应数据的变化并不断优化。未来，随着技术的不断进步和数据积累，基于机器学习的预警系统将在化工行业的安全管理中发挥更加重要的作用，为企业提供更加智能化、高效的安全保障。

参考文献

- [1] 杨成玮,陆新建,徐滨阳,等.基于大模型的化工安全风险智能识别研究[J].邮电设计技术,2025,(06):18-22.
- [2] 胡云洋.人工智能在化工生产过程自动化中的应用[J].塑料工业,2025,53(03):192.
- [3] 靳满满,吕志果,牛庆涛. 基于“Just-in-Time”动态精准对接产业需求的化工过程开发与设计课程改革与实例[J].大学化学,2024,39(11):108-116.
- [4] 曹寒齐,苏鹏,刘飞.一种线性逼近的化工过程迭代动态规划算法[C]//中国自动化学会过程控制专业委员会,中国自动化学会.第 35 届中国过程控制会议论文集.江南大学轻工过程先进控制教育部重点实验室;,2024:617.
- [5] 赵鹏,洪悦. 基于改进动态核主元分析算法的化工过程故障检测[J].化工自动化及仪表,2024,51(03):403-409.
- [6] 李松明.基于大数据驱动的化工园区企业动态风险分级管控系统的研究与实现[D].华南理工大学,2024.
- [7] 许锋,韩璐,罗雄麟. 化工过程裕量设计与裕量评价[J].化工自动化及仪表,2023,50(05):611-621.
- [8] 刘鹏,张成,邓成龙. 基于改进 KSFA 的非线性动态化工过程安全性研究[J].化工设计通讯,2023,49(06):80-82.

版权声明：©2025 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。

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

