

# AI技术在化学实验室管理中的应用研究

吕智文 蒋晓华\*

深圳职业技术大学

DOI:10.12238/acair.v3i1.11922

**[摘要]** 本研究旨在探索人工智能技术如何优化化学实验室的管理流程,提高实验室安全性,同时降低成本和风险。通过引入智能系统,实验室可以实现自动化的化学品管理、实时的安全监控以及设备资产管理,从而提升整体的工作效率和科研质量。此外,人工智能技术的应用还有助于解决实验室人员短缺、操作失误等问题,为化学实验室管理带来革命性的变革。

**[关键词]** AI技术; 化学实验室管理; 化学品管理; 设备资产管理; 安全监控

**中图分类号:** G64O6 **文献标识码:** A

## Research on the Application of AI Technology in Chemical Laboratory Management

Zhiwen Lv Xiaohua Jiang\*

Shenzhen Polytechnic University

**[Abstract]** This study aims to explore how artificial intelligence technology can optimize the management processes of chemical laboratories, enhance laboratory safety, and simultaneously reduce costs and risks. By introducing intelligent systems, laboratories can achieve automated chemical management, real-time safety monitoring, and asset management of equipment, thereby improving overall work efficiency and research quality. Moreover, the application of artificial intelligence technology also helps address issues like staff shortages and operational errors in laboratories, bringing revolutionary changes to chemical laboratory management.

**[Key words]** AI technology; Chemical laboratory management; Chemical management; Equipment asset management; Safety monitoring.

### 1 前言

AI技术,即人工智能技术<sup>[1]</sup>,是指通过计算机程序模拟、延伸和扩展人的智能,使计算机具有感知、推理、学习、规划和问题解决等能力。AI技术起源于20世纪50年代,经过几十年的发展,已经成为一门涉及计算机科学、认知科学、神经科学等多个学科的综合技术领域,在各行各业得到了广泛应用。

化学实验室作为化学类实验教学及科学研究的重要场所<sup>[2]</sup>,其管理面临着诸多挑战,包括试剂管理的复杂性<sup>[3]</sup>、设备资产管理的繁琐<sup>[4]</sup>,以及实验室安全监控的难度等<sup>[5]</sup>。随着实验规模的扩大和实验复杂性的增加,依赖人工操作的传统管理方法效率低下且容易出错,已经难以满足现代实验室的需求。人工智能技术的引入,以其强大的数据处理能力、自动化控制和智能决策支持,为化学实验室管理提供了新的解决方案<sup>[6]</sup>。AI技术能够优化试剂管理流程、延长设备使用寿命、降低安全风险、减少人为错误<sup>[7]</sup>,通过智能化手段提高管理效率和安全性,推动实验室管理向自动化、智能化发展。

### 2 AI技术在化学实验室管理中的应用

#### 2.1 化学品智能管理

化学品的管理是一项复杂且关键的任务,涉及到试剂的分类、订购、储存、使用、处置及全流程安全监控等多个环节。基于AI技术,开发化学品智能管理系统,可为这一流程带来革命性的改变。

##### 2.1.1 化学品的智能管家

对于某个已知化学品,通过输入化学品名称,或通过图像识别技术读取试剂瓶标签信息,可以在化学品数据库中查询并读取该化学品的所有信息,包括基本信息、理化性质、储存方法、检测方法、用途、安全措施等,并对化学品进行准确分类,如管控类易制毒易制爆化学品、一般性危险化学品、普通化学品等。同时,通过分析化学品成分和物理化学性质,结合该化学品曾引发的安全事故,AI系统可以预测其在特定条件下的反应活性和稳定性,从而评估潜在的安全风险,这有助于使用者做到心中有数,在储存和使用时提前采取预防措施,降低事故发生的概率。

对于未知化学品,通过高分辨率的图像识别技术捕捉化学品的外观特征,结合先进的图像处理和分析算法,可以对化学品进行非侵入式的高效识别和分类。这种技术尤其适用于固体化学品和混合物的识别,减少了传统实验室分析所需的时间和成

本。基于机器学习算法,尤其是深度学习技术,通过大量的数据训练,可以处理来自光谱分析、质谱分析等仪器的数据,以及图像和文本信息,识别特定化学品的光谱特征,快速匹配未知样本的光谱数据,实现精确的化学识别,从而提高识别的准确性和效率。

### 2.1.2 化学品的全流程管理

在化学品的订购环节,人工智能可以通过分析实验室的历史使用数据和当前库存情况,预测未来一段时间内试剂的需求情况,从而自动生成采购订单。同时,通过预测哪些化学品可能会过剩,实验室可以及时调整采购计划,避免库存积压和资金占用。这种基于数据驱动的订购方式,不仅提高了采购效率,还能减少因人为判断失误导致的库存积压或短缺问题。采购时,AI系统根据市场上该化学品的生产企业口碑、价格、出货量等数据,结合实验室实际需求,对生产商进行综合评价并排序,有助于实验室采购到满足要求的性价比高的化学品。

在储存管理方面,人工智能技术可以通过物联网技术实时监控和调整试剂的存储条件,如温度、湿度等,确保试剂在最佳状态下保存。同时,人工智能系统还能根据试剂的使用频率和有效期,智能调整存储位置,实现先进先出的库存管理,避免试剂过期浪费。在试剂使用环节,人工智能可以通过图像识别技术,辅助实验人员快速识别、取用试剂,减少因人为错误导致的试剂混淆和使用错误。

AI系统还可以辅助进行自动化的库存盘点。借助化学品管理系统,AI可以快速准确地识别和统计库存中的化学品,减少人工盘点的时间和成本。这种自动化盘点不仅提高了盘点的效率,还降低了因人为错误导致的库存数据不准确问题。

### 2.1.3 化学品的安全监控

借助智能监控系统,可以实现对化学品仓库的二十四小时监控。通过人脸识别技术及行为分析训练,AI系统可以自行判断在库人员是否有授权,是否按规定领取、归还试剂,是否有危险动作等;通过温度、湿度、气体浓度等传感器,实时监控化学品库的储存条件是否满足要求。一旦分析发现有安全隐患,就及时示警,避免安全事故的发生。

对于已领用试剂,根据试剂的不同分类,设置不同的归还期限,提醒领用人及时归还。对于管控类如剧毒试剂,系统将自动进行全程追踪,从领用至归还、使用到处理,确保试剂流向清晰,杜绝随意放置与滥用。

此外,人工智能还能随时监控在库试剂的有效期,对于超出有效期的失效试剂,提醒管理员及时处置。

### 2.2 设备资产管理

AI技术通过机器学习、大数据分析等手段,实现对设备状态的实时监控、故障预测和维护决策。这些技术的应用,使得设备管理更加智能化、自动化,提高了设备的运行效率和可靠性,降低维护成本,同时减少因设备故障导致的安全隐患。

#### 2.2.1 自动化监控

通过安装各种类型的传感器,如温度、压力、振动等传感器,

可以实时收集设备运行数据,并将设备的数据上传到云端,方便管理人员随时随地查看设备的运行状态。这些数据为AI系统提供了丰富的信息,使其能够准确监测设备的健康状况和性能指标,及时发现设备的异常情况,预测潜在的故障风险,提醒管理人员及时处理设备的问题,避免设备的非正常运行。通过这种远程管理方式不仅提高了设备的管理效率,还降低了管理人员的工作强度。

利用无线射频识别技术,AI系统可以实时收集和记录设备的位置信息,这为设备管理者提供了一种高效、准确的方式来追踪、监控和管理各类设备。无论是固定资产的盘点,还是设备的日常查找,AI都能实现数据的快速读取与实时更新,大大提高了设备管理的效率和精确性。此外,AI技术还能帮助实现设备的防盜与追溯,进一步增强了设备管理的安全性。

#### 2.2.2 智能预测维护

建立设备日常维护数据库,包括维护周期、配件更换方案、维护及维修记录等,及时提醒管理人员对设备易损配件进行更换,并进行常规维护,确保设备保持在正常状态。

通过收集和分析设备运行数据,包括正常运行及异常状态的数据,利用机器学习算法建立预测模型,可以实现对设备潜在故障的早期识别和预警(见图1)。把设备实时运行数据导入模型,可以识别出设备运行是否存在异常行为,并根据运行数据的变化趋势预测设备可能出现的故障,提前进行维护或更换零件,避免设备在关键实验中出现故障。预测模型的关键在于机器学习算法的选择和优化。常用的算法包括随机森林、支持向量机、神经网络等,它们能够处理高维数据,识别复杂的模式和关系。通过对算法进行训练和调优,可以提高预测的准确性和可靠性。模型不仅能够预测设备故障,还能够提供维护建议和优化方案。通过对故障原因的分析,可以确定最佳的维护时机和方法,避免不必要的过度维护,提高维护效率和成本效益。

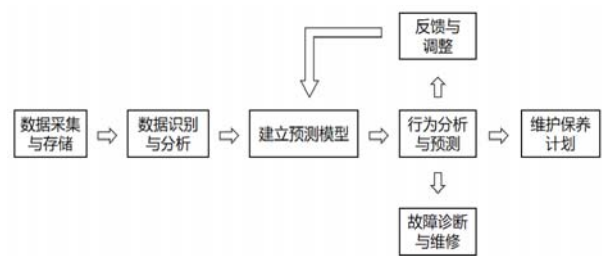


图1 智能预测系统流程

#### 2.2.3 设备生命周期管理

利用AI技术,可以根据各类设备在市场上的口碑表现,以及详尽的性能参数分析,再综合考虑使用者的实际需求和预算范围,智能地为用户推荐出最适合采购的设备品牌与型号,从而帮助消费者在众多选择中快速定位到性价比最高、满足个性化需求的产品。

人工智能可以帮助实验室跟踪设备的使用历史和维护记录,从而更准确地评估设备的剩余价值和更换时机。通过智能调度

系统,实验室可以更高效地分配设备使用时间,减少设备的闲置率,提高设备的利用率。同时,人工智能还可以帮助实验室管理人员追踪设备的使用情况,分析设备的使用频率和效果,为设备的采购和升级提供数据支持。

### 2.3 安全监控

AI技术除了可以对化学品及设备等进行全流程实时安全监控外,还可以在实验室管理、实验过程管理等方面发挥重要作用。

#### 2.3.1 环境监测与人员监控

通过集成先进的传感器、摄像头和数据分析系统,人工智能可以全天候实时监测实验室内的温度、湿度、压力等环境参数。通过建立数据模型,设置安全阈值,系统能够及时识别异常情况,比如温度、压力异常或气体浓度过高等,从而触发警报并采取相应的安全措施,如关闭特定的设备或启动紧急通风系统,从而预防潜在的安全事故,确保实验室人员和设备的安全。

通过图像识别技术,AI可以检测实验室中人员的异常行为,如未经授权的人员违规进入,或实验人员违规操作。人工智能技术还可以通过视频监控系统实时观察实验室内的操作流程。利用图像识别技术,系统能够识别出不符合安全规程的行为,比如未佩戴防护装备或不当操作危险化学品。一旦发现违规行为,系统会立即发出警告,提醒实验人员采取正确的安全措施。

#### 2.3.2 隐患识别与风险评估

AI技术在隐患识别与风险评估中的主要作用体现在以下几个方面:(1)数据收集与处理:AI系统能够处理和分析大量的实验室数据,包括历史事故记录、实验操作日志、环境监测数据等,通过这些数据的分析,AI可以识别出潜在的风险因素。(2)模式识别:AI技术擅长于识别数据中的模式和趋势,这在预测中尤为重要。通过机器学习和深度学习算法,AI可以预测哪些因素更可能导致安全事故,从而提前采取预防措施。(3)风险量化:AI技术可以对风险进行量化评估,通过概率模型和统计分析,为实验室管理者提供具体的风险等级和可能的后果,帮助他们做出更准确的决策。(4)实时监控与预警:AI系统可以实时监控实验室的运行状态,一旦发现异常情况,能够立即发出预警,减少事故发生的概率。(5)决策支持:AI技术可以辅助实验室管理者进行决策,通过模拟不同情况下的结果,为管理者提供多种应对方案,优化安全管理策略。

此外,AI技术还可以通过机器学习不断优化其识别能力。随着时间的推移和数据的积累,AI系统能够从每次事件中学习,提高其识别隐患的准确性和效率。这种自我学习和适应的能力使得AI在预测和评估方面具有传统方法无法比拟的优势。

#### 2.3.3 应急响应与事故处理

在安全事故发生后,AI技术能够快速分析事故现场的情况,提供最佳的方案。通过图像识别和自然语言处理技术,AI可以实时监控实验室环境,识别出事故现场的具体情况,如火源、泄漏物质等,并根据这些信息,自动生成计划。这种自动化的响应机

制大大缩短了反应时间,提高了事故处理的效率。

AI技术还可以辅助实验室人员进行应急决策。通过深度学习算法,AI可以对实验室人员的决策行为进行学习和模拟,提供更加合理的应急建议。这种智能辅助决策系统可以帮助实验室人员在紧急情况下做出更加科学和合理的决策,提高响应的准确性。

最后,AI技术还可以通过虚拟现实和增强现实技术,对实验室人员进行应急培训。通过模拟各种紧急情况,AI可以训练实验室人员在真实情况下的应急反应,提高他们的应急处理技能。这种培训方式不仅提高了实验室人员的应急能力,也增强了实验室整体的能力。

## 3 结语

在化学实验室管理中,传统方法往往依赖人工记录和经验判断,这不仅效率低下,而且容易出错。相比之下,人工智能管理方法通过自动化和智能化技术,显著提高了管理的准确性和效率。深度学习和机器学习技术的应用使实验室管理系统更加智能化,能够自动分析实验数据,预测实验结果,从而提高实验效率和准确性。物联网技术的发展将使实验室设备更加互联互通,实现远程监控和智能调度,降低设备故障率和维护成本。人工智能与大数据技术的结合将为实验室管理提供更强大的数据分析能力,帮助管理人员做出更科学的决策。未来,人工智能技术在实验室管理中的应用将更加广泛和深入,推动实验室管理向智能化、自动化和精细化方向发展。

### [基金项目]

25年质量工程本科联合教研室;校级一流课程-本科教育学院;深圳市计量质量检测研究院校外实践教学基地;深圳市计量质量检测研究院教师企业实践基地。

### [参考文献]

- [1]朱雅婷.基于大数据+AI的高校化学实验室绿色化管理模式创新与实践[J].电子元器件与信息技术,2024,8(7):102-104+107.
- [2]徐伟,张仰齐,魏永前.“双碳”目标下化学实验室本质化安全研究[J].实验技术与管理,2024,41(11):216-220.
- [3]王美容.高校化学实验室智能化管理系统的构建创新探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)教育科学,2023,(5):84-86.
- [4]胥刚,季金林,冯琦胜.人工智能技术在高校实验室与设备管理中的应用展望[J].高校实验室科学技术,2024,(1):124-130.
- [5]池招招.基于传感信息集成化智能终端的实验室安全管理模式设计[J].石河子科技,2024,(6):30-31,34.
- [6]井丽.人工智能在高校实验室智能化管理中的应用[J].实验室检测,2024,2(9):39-41.
- [7]杨玉华,谢桂芬.人工智能技术造纸化学品实验室人员安全行为识别方法分析[J].造纸科学与技术,2024,43(6):85-88.

### \*通讯作者:

蒋晓华(1978--),女,安徽淮北人,毕业于中国科技大学,理学博士,深圳职业技术大学副教授。