

人工智能在未来实验室管理中的应用

张艺¹ 叶佳红¹ 罗建民¹ 程琳^{1,2} 李灵聪¹ 刘彬^{1*}

1. 韶关学院 化学与土木工程学院

2. 乳源东阳光药业有限公司

DOI:10.32629/er.v9i7.7202

[摘要] 随着科技的快速发展，人工智能（AI）技术日益成熟，正逐步渗透至各行各业的实际应用场景。实验室作为科技创新的重要阵地，其运行效率对社会发展与建设意义深远，因此引入AI参与内部管理已成为必然趋势。本文聚焦于AI在未来实验室管理中的应用，具体分析了其在资源调度、自动化实验、数据采集与分析、人员培训及安全管理等环节的实际作用，旨在展现AI在实验室管理中的显著优势与应用潜力。此外，进一步探讨了AI在实验室管理过程中面临的关键挑战与发展方向，为相关实践提供一定参考。

[关键词] 人工智能（AI）；自动化；实验室管理

中图分类号：G482 文献标识码：A

The Application of Artificial Intelligence in Future Laboratory Management

Yi Zhang¹, Jiahong Ye¹, Jianmin Luo¹, Lin Cheng^{1,2}, Lingcong Li¹, Bin Liu^{1*}

1 College of Chemistry and Civil Engineering, Shaoguan University

2 Ruyuan HEC Pharm Co., Ltd.

Abstract: With the rapid advancement of science and technology, artificial intelligence (AI) has grown increasingly mature and is gradually being applied to practical scenarios across all industries. As an important front for scientific and technological innovation, the operational efficiency of laboratories is of far-reaching significance to social development and progress, making the integration of AI into internal laboratory management an inevitable development trend. This paper focuses on the application of AI in future laboratory management, and elaborates on its practical functions in resource scheduling, automated experiments, data collection and analysis, personnel training and safety management, with the aim of demonstrating the prominent advantages and application potential of AI in laboratory governance. In addition, this paper further examines the core challenges and development directions of AI application in laboratory management, offering references for relevant practical work.

Keywords: artificial intelligence (AI); automation; laboratory management

引言

实验室是科研创新的核心场所之一，不仅为科学技术发展提供了必要的环境条件，更是现代科技发展的基础性平台。然而，传统实验室管理模式主要依赖人工维持运转，往往灵活性与创新性不足^[1]。在实际运行中，还暴露出许多短板：如缺乏系统化信息管理，数据记录的真实性与有效性不足，导致实验偏差原因分析困难；资源配置不合理，造成资源浪费；安全管理和规范性监管重视不够，容易埋下安全隐患；人员培训与考核制度落实不到位，增加了人为失误的概率；设备使用时间安排不当，常出现人员排队等候同一台设备的拥堵现象^[2,3]。总之，传统管理方式缺乏灵活性，人员培训与仪器维护环节监管较弱，科研整体效率有待提升。

AI在机器学习、大数据分析 with 自动化控制等领域取得了快速发展，为实验室管理带来了全新机遇^[4]。通过引入AI，

实验室管理可以在资源配置、自动化监管、实验数据采集与分析 and 实验室安全管理等方面，有效提高实验效率和有效数据精准度，进而推动实验的有序开展，有利于课题的深入推进^[5]。同时，AI还能打破时间和空间的限制，让不同地域、不同时区的科研人员更顺畅地协作，进一步提升科研的效率。长远来看，随着数据的不断积累，它借由历史数据深度分析和自身的学习机制迭代，去持续优化实验管理流程，并最终做出更为准确的决策。

1 实验室资源管理

在实验室的日常运转中，实验室资源管理主要归结于实验设备、试剂材料以及实验人员这三大类。在传统管理模式中，基本依靠人工进行实验室资源的调度和监控，很难避免资源浪费，调配不及时，分配不合理等问题，这些都大大增加了实验管理工作的难度。AI的引入使得实验室资源管理变

得高效且有序，可以整体提高实验室资源的有效利用率和管理规范性。

1.1 实验设备管理

实验设备在科研活动中承担着核心工具的角色，发挥着重要的作用。AI技术与物联网（IoT）技术的结合，可以实现对设备运行状态进行实时监控，自主检测和排查设备故障，并自动执行维护任务，从而有效地延长设备使用寿命，同时确保科研任务高效运行。传统模式下，实验室管理人员常无法及时掌握设备状态和使用情况，不利于资源最优分配，增加了实验室管理工作负担。AI可以通过感知技术实现智能化的设备调度，如借助声音识别、人脸识别、动作识别等技术感知实验室人员情况，再结合人员实验需求和设备闲置情况，合理地安排设备的使用计划，避免出现多人排队等待使用同一台设备而其他设备闲置的情况，从而提高设备利用率。

1.2 试剂与材料的管理

AI可以对试剂和材料实时跟踪，保证其存储和使用的规范性，避免试剂过期和材料浪费。AI可以依据不同试剂的理化性质进行分门别类地存储放置，这样避免两种或几种化学物质间相互影响或发生化学反应导致变质。AI还可以自动对试剂余量进行预测以及发出补货提醒，避免因试剂不足，影响后续实验。

危险化学品管理在实验室管理中占据重中之重的地位。在许多实验中会使用到易燃易爆、有毒等危险化学品，一旦使用不当，往往会造成爆炸、中毒、火灾、腐蚀皮肤等事故，进而危害人身安全、造成生态破坏和严重的财产损失等后果，因此，危险化学品管理应该进行更加严格的监管。AI可以借助危险化学品试剂库的数据和借鉴化学安全事故数据进行学习，进而在实验过程中实时评估危险化学品的潜在风险，进而指导实验人员规避可能的潜在风险。在使用危险化学品时遇到紧急突发情况，AI可以根据现场的环境、人员数量、突发情况程度及时做出决策，给出最佳的处理方案。

1.3 实验人员管理

实验人员是科研活动的主体，然而，在实验室传统管理模式中，实验人员的培训和管理不到位，导致容易出现实验失误，同时，实验人员之间的协作意识也相对较为落后，容易影响工作氛围和造成重复的实验方案，导致资源的浪费。

AI的投入可以更好地管理实验人员，进而对实验人员的实验计划和团队合作进行整体优化。AI可以根据实验人员的技能特长和过往的实验经验，自动匹配合适的任务；还可以通过科研人员记录的工作日志，同步跟踪各个实验课题的推进情况，一旦发现实验环节出现了偏差，可以及时为实验人员提供针对性建议。在对实验人员进行培训时，AI可以结合实验人员的自身特点和实验需求，充分考虑到实验人员的知

识基础和技能短板，同时兼顾实验室仪器状况和材料储备，为其提供个性化的培训方案。

2 自动化实验

AI技术可以实现实验过程自动化操作，可以有效地减少人为偏差，提升实验精准度和灵活性。相对于实验室传统管理模式，这种模式可以提高实验的成功率，还能减少科研人员在简单但繁琐的重复性任务上的工作时间。

2.1 自动化实验平台

在AI技术发展的同时，自动化实验平台因其具有节约成本、提高效率、减少风险等特点，广泛地应用于科研与实验、制造与生产、医疗与卫生、农业养殖以及物流运输等领域。在实验室管理中，自动化实验平台能够自行执行实验操作，如实验方案的制定、实验样品的处理、实验流程自动推进、测试数据的采集与存储、实验报告的生成与分析等。以化学材料领域为例，利用AI的自动化实验平台能够执行对材料的检测，自动生成和分析材料的检测报告，智能筛选出性能最佳的材料等工作，可以为科研人员节省大量的实验时间。

2.2 实验设计自动优化

实验设计作为科研工作中的重要一环，设计的实验方案是否有效直接关系到实验的成功与否。AI可以结合有关课题的历史实验数据，在实验前智能地优化实验设计，还会在实验过程中根据实验的进展和需求提出建议。以在实验过程中为例，AI可以实时监控实验过程的条件和环境，自动调整反应温度、压力、电流、压强以及湿度等实验条件以达到实验参数的适配，确保实验顺利进行。这种自动化调整不仅提高了实验的精确度，也减少了实验失误和节约了人工时间。

3 实验数据采集与分析

在过去几十年里，实验数据的采集与分析主要是采用传统模式，为许多行业提供了许多数据支撑的成果，然而，传统的数据采集和分析模式也存在一些缺陷，例如存在人工干预过多，导致带有过多主观决策容易出现人为错误；数据的采集方式单一，采集范围覆盖受限；实验人员对数据分析的能力有限，无法处理大规模非结构化数据等问题。随着AI的发展，这些问题可以逐步得到缓解，推动着实验室数据采集与分析模式的进步。

3.1 实验数据采集与分析

实验数据是在实验过程中反映实验现象与变量之间的关系，一般是通过测量、记录以及计算获得的信息，常用于对科学理论、模型和假设的支持或验证。实验过程中产生的大量数据需要实时采集和处理，采用实验室传统模式对数据进行管理存在人工干预、耗时且速度慢、容易出现误差等不足，故AI技术在自身学习机制加持下，对于数据处理方面的优势显而易见。例如，AI可以结合IoT技术，通过自动化

实验平台实现智能地采集实验数据并进行初步处理，再通过感知技术，识别外界的环境，如湿度、温度、压强等环境因素，结合相关的公式或者算法进行后续分析处理，确保实验结果的精准性和客观性。

3.2 成果预测

AI 可以通过已有的实验数据，结合大数据进行分析，帮助预测实验课题某一方向的研究成果。以光催化产氢课题为例，AI 可以通过对材料合成的参数进行大数据对比，指导合成出合适可行的光催化材料。然后，在测试材料产氢性能时，可以实时跟踪实验产氢数据，帮助实验人员预测实验成果并提供后续实验有价值的方向性建议。通过 AI 预测实验成果，可以帮助实验人员提前识别出潜在的技术突破，提高研发成功的概率。

4 实验室安全管理

实验室安全关系着实验人员的人身安危，是科研活动中的重中之重。实验室安全管理涉及设备故障、危险化学品和火灾等，这些安全隐患需要得到及时管理和有效预防才不会干扰实验室运行的正常秩序。AI 技术引入，实验室能够及时预警安全隐患，从而降低风险的产生、提升实验室的安全性，为科研人员打造一个更为安全的实验环境。

4.1 事故预测与应急预警

在传统的实验室管理模式当中，实验室管理方面常常需要靠人工监督，容易因人员疏忽、经验不足难以觉察安全隐患，再加上人自身受限，不可能像机器一样可以敏感地感知外界异常，也容易忽视外界的不稳定因素。然而，AI 技术可以巧妙地打破这些局限。AI 可以通过对历史事故数据的分析，预测实验室中可能存在的风险，并指导实验人员做出相应的防范措施。

AI 可以结合传感器和 IoT 技术，可以实时地监测实验室环境的各项指标，如温度、湿度、气压等指标。当检测到指标异常时，AI 便会立即作出应急决策，自动发出警报并触动相应的紧急措施，避免潜在的危险。例如，在进行密闭反应器进行实验时，当内部气压大于反应器可承受的最大设定阈值，AI 会立即发出警报并触发紧急排气系统，然后在满足实验条件的情况下，将内部实验气压维持在一个安全的范围。

4.2 实验人员安全培训

实验人员的安全意识和规范操作，不仅关系到实验环境的安全和实验结果的可靠，更是对自身生命安全的重要保障。因此，开展系统的安全培训是至关重要的。在这个过程中，AI 有着明显的优势。传统培训模式下具有场景单一、覆盖面窄、代入感差等缺陷，受训人员在面对真实的突然状况时，容易出现因不熟练和过度紧张而导致操作出现重大失误。借助虚拟现实和增强现实技术，AI 能够构建高度仿真的实验环

境和应急情境，带来沉浸式学习体验。学员可以在虚拟环境中反复演练，熟练掌握各类紧急情况的应对方法。此外，AI 还可以分析每位学员的知识结构与前期基础，量身定制个性化培训方案，从而提升培训的针对性和学习效果。通过为每名学员建立长期独立的跟踪评估机制，系统不仅能及时测评学习成效，还能实时反馈每次训练的掌握程度，使培训过程更加高效、精准。

5 AI 在实验室管理中面临的挑战

5.1 数据隐私与安全

在实验室内，实验过程中产生的大量的核心数据是实验结果的有效性和真实性的根本保障，是科研成果最基础且最坚实的支撑。有了实验数据的加持，获得的科研结论和成果才能被信服。利用 AI 技术分析和总结海量的实验数据，从而迅速验证实验方向准确性并制定实验方案，这种做法已经呈现出常态化趋势。因此保障数据安全是引入 AI 技术时必须面临的现实挑战。时代始终在发展，AI 技术也应该持续推动自身的更新和迭代，在提供技术支持的同时保障数据安全，未来才能在实验室管理中发挥最大价值，并且才能把能力辐射至其他领域。

5.2 技术成本与人员培训

AI 技术的落地往往需要较大的前期投入，包括硬件设备采购与部署、软件系统和服务器的定制开发，以及实验人员的专项培训等。尤其是实验人员需要熟练掌握 AI 技术，才能发挥其最大优势。这要求在科研人员的前期培训上投入大量的先进资源，或者配置独立负责 AI 技术的专员，才能获得引入 AI 技术的最大回报。

6 结语

AI 技术在未来实验室管理中应用前景广阔，可以在实验室资源管理、自动化实验操作、实验数据采集和分析 and 实验室安全管理等方面大幅提升管理水平和整体层次。然而，AI 仍面临着数据隐私与安全、技术成本与人员培训等方面的挑战。随着科技的持续进步，AI 会自动触发自身的学习机制，通过不断学习，进行迭代更新，进而实现自我完善。越来越成熟的 AI 技术将助力实验室管理达到更高层次的智能化水平，推动其实现整体能力的跨越式提升。

[参考文献]

- [1]曹宇,胡金朝,方志荣,等.高校实验室课程实验管理模式探究[J].科技视界,2020(20):165-167.
- [2]徐建华.高校实验室管理现状、问题及对策[J].安徽教育科研,2019(18):9-10.
- [3]孙海英.高校实验室安全管理现状与优化对策研究[J].吉林广播电视大学学报,2024(2):46-48.
- [4]张慧,解智涵.人工智能在高校实验室智能化管理中

的应用研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(4):88-90.

[5]施峰,张瑾,王冰灿.人工智能技术在高校实验室建设与管理中的应用[J].信息与电脑(理论版),2023,35(23):147-149.

作者简介：

张艺（1981-），女，新疆乌鲁木齐人，讲师，主要从事无机及分析化学、光催化研究。

刘彬（1994-），男，广东韶关人，助教，主要从事分析化学、光催化研究。

基金项目：

韶关学院第二十六（2025年）批教育教学改革研究项目（SYJY20251037，SYJY20251004），2024年韶关学院质量工程建设项目（先进材料导论）。