

化实验室化学试剂和化验仪器管理要点分析

弓鹏飞, 熊滢*, 南海涛

(西安市排水管理中心, 西安 710000)

摘要: 随着现代实验室科学技术的不断发展, 化实验室中化学试剂和化验仪器是实验室工作的重要基础, 其管理水平直接影响到实验的准确性、效率与安全性。本文通过对化学试剂与化验仪器管理的具体措施进行深入分析, 探讨如何通过优化库存管理、引入信息化和智能化系统、完善实验室标准化管理、加强人员培训等方式, 提高化实验室管理水平, 确保实验室工作的规范性、安全性与高效性, 从而提升整体实验室管理的质量和水平。

关键词: 化实验室; 化学试剂; 化验仪器; 管理要点

0 引言

在现代科学研究与工业应用中, 化实验室的作用至关重要, 化学试剂与化验仪器作为化实验室核心资产的有效管理直接决定了实验数据的可靠性、实验过程的安全性以及科研成本的合理性。但由于化学试剂与仪器种类繁多、性能各异, 且往往具有一定的危险性和易损性, 因此它们的采购、存储、使用和废弃等管理活动必须严格遵循相关的安全规范与操作标准, 这不仅能防止财物损失和环境污染, 更是确保实验人员安全的基本保障。本文旨在探讨化实验室中化学试剂与化验仪器的管理问题, 提出优化管理策略, 以提高实验室的安全性、数据可靠性和经济性。通过分析现有管理中的问题, 尤其是在采购、存储、使用和废弃环节, 评估其对实验数据质量、人员安全和成本控制的影响, 提出改进措施。本文通过规范化管理, 以期防止安全事故、数据错误和环境污染, 保障实验室科研和人员安全; 同时提高资源利用效率, 减少设备和试剂浪费, 降低科研成本, 促进实验室的可持续发展。化实验室作为科研和工业应用的基出, 优化其管理对于提升整体研究效率和成果具有重要意义。

1 化实验室化学试剂的管理

化实验室化学试剂的管理是确保实验准确性与安全性的基础, 涉及试剂的采购、存储、使用和废弃各个环节, 其中特别强调试剂的质量控制、库存管理以及安全规范的遵守。有效管理化学试剂需建立全面的试剂信息数据库, 其中包括试剂的名称、性质、危险性分类、存储条件以及有效期等基本信息, 同时还需要记录试剂的入库、领用和废弃情况, 以保证信息的实时更新和准确追踪。库存管理方面, 采用先进先出的原则对化

学试剂进行轮换, 避免过期试剂的积压和浪费。同时, 根据试剂的危险性分类合理设计存储设施, 如易燃试剂和腐蚀性试剂需分别存放在防火、防爆或通风柜中, 确保存储安全。此外, 实施定期的库存盘点, 检查试剂的完好状态和标签信息, 及时处理泄漏、变质或标签不清的情况。

2 化实验室化验仪器的管理

化实验室化验仪器的管理是确保科研和诊断工作准确性的关键, 涵盖了仪器的采购、验收、日常使用、维护、校准以及报废处理各个阶段, 有效的管理策略应包括制订详细的仪器操作和维护手册, 确保每位操作者都能遵循标准操作程序(SOP)进行操作。仪器的定期维护和校准对于维持其性能至关重要, 这不仅包括物理清洁和软件更新, 还应包括关键部件的检查和更换, 确保仪器始终在最佳状态下运行。同时, 采用现代化的信息管理系统记录和监控仪器的使用和维护历史是提高管理效率的有效方法, 这种系统可以自动记录仪器的使用情况和维护周期, 及时提醒管理人员进行必要的维护和校准。为展示化实验室仪器管理的具体数据, 表1列出了本化实验室一年内各主要仪器的使用频率、维护次数、故障次数和维修成本。

表1 化实验室化验仪器的管理数据

仪器名称	使用频率 (次/月)	维护次数 (次/年)	故障次数 (次/年)	维修成本 (元/年)
高效液相色谱仪	120	4	2	5000
紫外可见分光光度计	90	3	1	3000
原子吸收光谱仪	100	4	3	7000
质谱仪	80	4	2	8000
离心机	150	2	5	2000

第一作者: 弓鹏飞, 技术人员, 研究方向为水质检测、水质监测、实验室安全管理。

* 通信作者: 熊滢, 技术人员, 研究方向为水质检测、水质监测、实验室安全管理。E-mail: 429370601@qq.com

通过这些数据, 管理人员可以监测到仪器的使用效率和维护成本, 例如质谱仪和原子吸收光谱仪的高维修成本提示可能需要额外的操作培训或更频繁的预防性维护以降低故障率。

3 化学试剂与化验仪器的综合管理措施

3.1 化学试剂与仪器的库存管理

化学试剂与化验仪器的库存管理是化实验室管理体系中至关重要的一环, 其科学性、规范性直接影响到实验工作的顺利进行和实验数据的准确性。第一, 化学试剂的库存管理应当依据试剂的物理化学特性、使用频率及储存条件进行分类与分级管理。对高危险性化学试剂, 如腐蚀性、易燃易爆、致毒性物质, 必须按照相关安全规范设置专门的储存区域, 并明确标识, 防止交叉污染或发生意外事故。库存量的管理需依据实验室历史数据和预测模型进行合理规划, 避免因储备过多导致过期失效或资源浪费, 亦应避免储备过少造成实验材料短缺。定期的库存检查是必不可少的, 建议每季度至少进行一次全面盘点, 及时更新试剂有效期、存储条件及使用情况, 确保实验室实际库存与系统记录一致, 避免因疏漏导致的库存管理失误。第二, 库存管理需结合数字化管理工具, 采用现代信息技术建立化学试剂的追溯系统和实时监控机制, 确保每批次试剂的来源、存储、使用和废弃过程都能得到有效追踪与记录。化学试剂的采购过程中, 应当根据实验室的实际需求量、消耗周期以及试剂的批次和生产商信誉, 选择合格供应商, 并确保采购的试剂符合标准要求, 防止因质量问题导致实验失败或安全隐患。第三, 化验仪器的库存管理则应侧重于仪器设备的维护保养和定期校准, 确保每一台仪器设备都处于良好的工作状态。仪器的使用应根据实际需要合理安排, 避免不必要的高频使用或过度闲置, 同时结合实验室的科研计划, 提前做好仪器的预定和调度管理。设备的采购与更新应遵循先进性与适用性的统一原则, 仪器的使用应按照相关技术规范进行, 确保实验过程中的数据准确性与仪器稳定性。在库存管理方面, 设备的检修记录、保养记录以及使用频率等数据应完整记录并及时更新, 为日后的设备更新与替换提供科学依据。第四, 化学试剂与仪器的库存管理必须严格落实责任制, 制订相应的管理制度, 确保管理人员、实验人员以及采购人员之间的沟通与协作流畅无阻, 以保障库存管理工作的高效与精确。在管理过程中, 人员的安全意识和责任感的培养至关重要, 特别是在涉及高危试剂和贵重仪器时, 相关操作规范的培训应当定期进行, 确保所有人都能熟练掌握库存管理的各项要求与操作流程^[1]。

3.2 信息化管理与智能化系统应用

在现代化实验室管理中, 信息化管理与智能化系统的应用通过引入基于云计算的实时数据监控和分析系统, 可以对化学试剂的消耗速率和仪器的使用状态进行精准管理, 这种系统可由式(1)所示的方法进行描述, 其中, C_i 表示第 i 种试剂的当前库存, R_i 表示日常消耗率, T 表示预测的补充时间间隔。

$$C_{i,\text{new}} = C_i - R_i \times T \quad (1)$$

式(1)用于计算在未来 T 天内, 每种试剂的预计剩余量。通过实时更新 C_i 和 R_i , 管理系统能够自动预测何时需要重新订购试剂, 以避免耗尽库存造成的实验延误。

同样, 对于化验仪器的管理, 系统可以通过类似的算法来预测设备的维护周期。如果 U_i 表示第 i 台仪器的累计使用时间, M_i 表示到达预定维护时间所需的使用时长, 那么系统可以使用式(2)来预测维护需求。

$$U_{i,\text{new}} = U_i + \Delta t \quad (2)$$

$$\text{MaintenanceAlert} = U_{i,\text{new}} \geq M_i \quad (3)$$

在这里, Δt 表示新的使用时间增量; 当 $U_{i,\text{new}}$ 达到或超过 M_i 时, 系统会发出维护警报。这使得实验室管理人员能够提前安排维护, 避免因设备故障导致的实验中断。

3.3 实验室标准化管理与质量控制

实验室标准化管理包括确立统一的操作标准、记录格式、设备校准方法和试剂处理程序。操作标准的制订需要根据相关行业规范, 结合实验室实际情况, 明确每项实验操作的具体步骤、操作要求及质量控制点, 确保所有操作符合实验设计要求并减少人为误差。实验室应统一记录格式, 确保所有实验数据的记录符合标准化要求, 且每一份数据均可追溯, 包括实验日期、操作人员、实验条件、试剂批次等信息, 避免数据遗漏或记录不规范带来的问题。设备校准方法应根据设备类型和使用频率, 制订定期校准与维护计划, 确保仪器设备始终处于最佳工作状态, 从而提高实验结果的准确性和可靠性。对于化学试剂的处理, 实验室应设定明确的试剂采购、存储、使用与废弃流程, 严格控制试剂的有效期和存放条件, 防止试剂失效或污染。实验室还应定期进行质量控制评估, 通过审查各项标准化管理措施的执行情况, 及时调整与改进, 确保实验过程中的每个环节都符合质量要求。为实现这一目标, 引入如下算法来实时监测试剂和仪器的使用状态及其对实验结果的影响, 该算法基于控制图和统计过程控制(SPC)理论, 其核心是计算每批次试验的控制限。

$$\bar{X} \pm A_2 \times R \quad (4)$$

其中, \bar{X} 是一组试验结果的平均值, R 是同组中的极差, A_2 是依赖于样本大小的常数。这一计算帮助确定数据是否在控制状态, 即所有试验结果是否在可接受的变异范围内。如果实验数据超出控制限, 那么将触发一系列预定的响应措施, 例如重新校准仪器或重新检验试剂批次。

进一步地, 为保持实验室操作的标准化, 还需定期进行如下计算, 以确保持续的质量监控:

$$UCL = \bar{X} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

$$LCL = \bar{X} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

这里, UCL (上控制限)和 LCL (下控制限)根据每批次试验的标准偏差 σ 和样本大小 n 计算得出, 这种方法可以实时识别过程中的任何非随机变异, 从而及时调整实验室的操作过程^[2]。

3.4 化学试剂与仪器管理的人员培训

化学试剂与化验仪器的管理不仅依赖于科学的制度和标准操作程序,更离不开高素质的专业人员进行日常管理与操作。因此,化学试剂与仪器管理的人员培训是保证实验室安全性、可靠性和高效性的关键环节^[3]。化学试剂管理人员应当掌握相关化学试剂的基本性质、分类、储存要求、废弃物处置标准及安全使用规范,特别是对于危险化学品,培训内容需覆盖其危害识别、应急处理措施以及泄漏防范措施等;对于化学试剂的采购、验收、储存、领用、消耗和废弃等环节,人员需具备严谨的操作能力,以确保各项流程的合规性与试剂的质量稳定性。在化验仪器管理方面,人员培训需针对不同类型仪器的结构原理、操作方法、日常维护保养、故障排除及校准调试等方面进行全面培训,确保操作人员能够熟练掌握仪器的使用规范,避免因操作不当导致仪器损坏或实验结果的误差。为了提高人员的专业素养,培训应结合先进的实验室管理理念和技术手段,例如,针对自动化设备和智能化系统的应用,培训内容应涉及设备的自动化控制、远程监控和故障诊断等技能。实验室人员还应具备一定的危险识别与应急处置能力,在面对化学试剂泄漏、仪器故障或其他突发事件时能够迅速作出反应并采取有效措施,避免事故的扩大和对实验室人员的伤害。针对不同层次的人员,培训方案应具有针对性,初级操作人员可侧重基础知识与基本操作技巧的培养,而高级管理人员则需深入掌握实验室综合管理系统、质量控制体系、实验室安全标准以及相关法规政策^[4-5]。随着科技的不断进步,培训内容还应包括新型仪器设备的使用方法、实验数据的处理分析以及实验室信息管理系统的应用,以确保人员能够适应现代化实验室环境下的工作需求。为了提高培训的效果,除了传统的课堂培训,还可以结合实际操作演示、模拟演练等,增强学员的实操能力,定期进行考核与评估,确保每一位工作人员都具备必备的专业知识和技能^[6-7]。化学试剂与仪器管理人员的培训是确保实验室高效、规范、安全运作的基础,只有通过持续的教育和培训,才能不断提升管理水平,保障实验结果的准确性和实验室的安全性。

4 案例分析

在化学试剂和化验仪器管理领域,以某国际认证的化学研究实验室为例,该实验室在实施全面的化学试剂和化验仪器管理系统后,取得了显著的管理和操作效益。在这种系统中,通过实施信息化库存管理系统和定期的质量审查程序,该实验室能够精确跟踪每种化学试剂的使用情况和化验仪器的运行状态,从而有效地减少了试剂浪费和维护成本,增强了实验数据的可靠性和实验过程的安全性。表2详细列出了实施前后的化学试剂消耗量、仪器维护频率、故障次数以及相关成本,展示了管理系统带来的具体成效。

此案例清楚地表明,通过引入先进的管理系统,实验室不仅在经济上节省了大量成本,同时也提高了操作的安全性和实验的精确性。试剂和仪器的优化管理减少了资源浪费,降低了

环境影响,提升了实验室的整体工作效率和科研质量。此外,通过减少故障和提高数据准确性,实验室能够更有效地支持高质量的科研项目,提高了其科研竞争力和市场声誉^[8-9]。

表2 实验数据

管理项目	实施前数据	实施后数据	改善百分比
试剂消耗量(千克)	5000	3500	-30%
仪器维护频率(次/年)	120	80	-33.3%
仪器故障次数(次/年)	50	20	-60%
管理成本(元/年)	200000	150000	-25%
数据准确率	90%	98%	+8.9%
实验室安全事故	5	1	-80%

5 结束语

化学试剂与化验仪器的管理优化不仅提升了实验效率,还保障了实验室的科研成果、产品质量和安全生产,成为实现实验室持续创新与可持续发展的基础。本文深入分析了库存管理、人员培训、标准化管理及质量控制等关键环节,提出了一系列行之有效的管理措施,旨在提升实验室操作规范性、资源利用率和安全性。此外,结合现代信息技术,推动了实验室管理的数字化与智能化。未来的研究方向应着重于利用大数据和人工智能优化库存管理、风险预测及实验室资源调度,提升管理效率。同时,绿色化管理和可持续发展也应成为重要研究领域,通过低碳环保的试剂使用与废弃物处理,进一步促进实验室管理的绿色转型和可持续发展。

参考文献

- [1] 管亮,杨庭栋,谷科城,等.微型油料化验实验探索及仪器研制——以馏程测定实验为例[J].实验技术与管理,2023,40(02):149-153.
- [2] 冯志敏,吕金华,闫立新,等.基于STM32的煤质化验仪器数据传输系统设计[J].计量与测试技术,2022,49(02):19-22.
- [3] 郭凌霄,谢丰鸣,王继文.化工企业化验室工作质量管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(16):69-70.
- [4] 宗营,王岸英,佟丽萍.浅谈油料化验室过期失效化学药品试剂及废液的处理[J].化工时刊,2020,34(11):23-24,48.
- [5] 曹智慧,管耀廷,杨海亭.煤化工企业化验室安全管理中存在的风险及其对策[J].化纤与纺织技术,2024,53(07):109-111.
- [6] 潘潇.油田井下作业大修侧钻施工技术应用[J].化学工程与装备,2023,(12):52-53.
- [7] 谷红敏,巨昭月.浅谈化工企业分析化验室安全管理[J].石化技术,2023,30(01):255-257.
- [8] 康永红.浅谈化工企业化验室的安全管理[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(17):68-70.
- [9] 王花邦.化工企业分析化验室安全管理制度的建立健全[J].化工管理,2021,(25):121-122.