

高校实验室危化品安全管理的建设与思考

张东霞^{1,2,*}, 郝思佳¹, 王嘉瑞¹, 王继伟^{1,2}, 董小刚^{1,2}, 焦亮^{1,2}

¹ 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

² 甘肃省绿洲资源环境与可持续发展重点实验室, 兰州 730070

摘要: 实验室安全是高校人才培养和科技创新的重要基础, 危险化学品的管理目前仍是高校实验室安全的重点薄弱环节。论文分析了目前高校实验室危险化学品管理现状, 从危险化学品安全教育和准入、实验室安全文化建设、危险化学品全生命周期可追溯管理等方面阐述了一些改善危险化学品管理的可行措施, 以进一步规范高校实验室危险化学品安全管理, 降低安全隐患, 为高校实验室良好运转做好保障。

关键词: 实验室安全; 危险化学品; 可追溯管理; 安全管理

中图分类号: G64; O6

Construction and Reflection on the Safety Management of Hazardous Chemicals in University Laboratories

Dongxia Zhang^{1,2,*}, Sijia Hao¹, Jiarui Wang¹, Jiwei Wang^{1,2}, Xiaogang Dong^{1,2}, Liang Jiao^{1,2}

¹ College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China.

² Key Laboratory of Resource Environment and Sustainable Development of Oasis, Lanzhou 730070, China.

Abstract: Laboratory safety is a crucial foundation for talent cultivation and scientific innovation in universities. However, the management of hazardous chemicals remains a significant weak point in university laboratory safety. This paper analyzes the current state of hazardous chemical management in university laboratories and proposes feasible measures to enhance this management. These measures include safety education and access control, the establishment of a robust laboratory safety culture, and the implementation of full life cycle traceability management for hazardous chemicals. The goal is to further standardize hazardous chemical safety management in university laboratories, mitigate safety risks, and ensure the smooth operation of these facilities.

Key Words: Laboratory safety; Hazardous chemicals; Traceability management; Safety management

随着高校科研、教学的不断发展, 实验室危险化学品(简称“危化品”)的品种和数量也日益增多, 危化品的管理也面临着新的要求^[1]。2023年高校实验室安全检查启动暨培训会上专家指出, 危化品的管理仍是高校实验室安全的重点薄弱环节。专家提出一定要强化安全红线意识, 严防实验室事故发生^[2]。因此, 强化危化品的科学管理仍是保证实验室安全稳定发展的基础, 也是高校可持续发展的有力保障。

收稿: 2024-03-23; 录用: 2024-05-30; 网络发表: 2024-06-17

*通讯作者, Email: zhangdongxia@nwnu.edu.cn

基金资助: 甘肃省绿洲资源环境与可持续发展重点实验室(GORS202301); 甘肃省自然科学基金(22JR5RA144); 西北师范大学青年教师科研能力提升计划(NWNU-LKQN2021-32)

1 实验室危化品管理的重要性

危化品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等特性的化学品^[3], 作为实验室重要危险源之一, 引发安全事故的概率非常高^[1]。自2001到2022年, 发生了100多起实验室安全事故, 其中, 有49起与危化品的不安全状态有关^[4,5], 受伤或死亡人数高达108人。因此只有真正重视和落实危化品的过程管理, 才能持续地保障高校实验室安全, 进而稳步推进科研、教学顺利进行^[1]。

2 实验室危化品管理现状

2.1 危化品安全意识薄弱

目前高校师生危化品安全意识薄弱的现象仍然普遍存在^[6]。体现在对危化品特性认识不足, 安全教育不足, 隐患排查整改不到位, 危化品的储存、使用不规范等^[1]。2015年4月5日, 中国矿业大学实验室发生爆燃事故, 造成1死4伤^[7]。据调查, 造成该事故的主要原因是实验人员在实验时操作不规范, 使用气瓶前没有经过相应培训, 且实验室安全管理制度不完善, 气瓶没有单独存放等等。由于频繁使用危化品, 师生存在侥幸和经验心理, 容易麻痹、图省事, 实验中不重视个人安全防护, 甚至随意、违规操作。总之, 没有从思想上真正重视, 久而久之, 导致安全管理浮于表面、流于形式。

2.2 危化品基础数据混乱、使用台账维护不及时

部分实验室对于危化品采购报备不及时, 到货入库不及时, 管制类药品领用、归还不及时, 导致库存不精准^[1]。2019年12月26日, 南京邮电大学材料学院实验室由于未将大量易燃溶剂及时报备入库, 而是私自屯放, 导致火灾发生^[8]。部分实验室在危化品的管理上并未给予足够重视, 缺乏定期盘点或校核台账与实物, 难以实现台账与药品的相对应^[1]。因此, 危化品的精细化管理水平有待提高。

2.3 危化品分类存放执行不到位

目前, 部分实验室对危化品的分类要求执行不到位, 忽略分类存放的基本要求是配伍禁忌, 从而带来许多安全隐患。例如某些实验室将强氧化物和可燃物放置在一个柜子中, 很有可能会发生爆炸。比如1·10北京化工大学实验室起火事件, 2016年1月10日, 北京化工大学一化学实验室内存有有机化学试剂的冰箱起火, 所幸未造成人员伤亡^[9]。因此需要实验室管理人员和参与实验的师生加强危化品专业知识的学习。

2.4 危化品使用缺乏有效的监管手段

尽管国家陆续出台了危化品安全监管相关的法律法规, 但是部分高校落实力度不够, 监管效果不理想, 比如不少实验室仍存在私购、私存、互借管制类药品的现象^[10-12]。2018年12月26日, 北京交通大学2号楼实验室内学生进行垃圾渗滤液污水处理科研试验时发生爆炸, 造成现场3名学生死亡^[13]。据事故调查组调查发现, 事故发生是由于有关人员违规私购、违法储存危化品并且违规开展试验、冒险作业。目前, 仍有很多学院存在检查专业性弱、检查覆盖面窄, 问题整改未形成闭环管理等问题^[1]。

3 改善高校危化品管理现状的措施

3.1 规范安全教育、严格准入

危化品的使用者是师生, 高校应严格规范安全教育, 提升师生的安全意识, 使师生掌握一定的安全技能, 以预防和减少安全事故发生^[14]。高校应开设实验室安全课程, 根据专业和实验性质不同, 师生接受不同等级的安全教育, 通过安全准入考试后方可进入实验室开展工作。目前我校地理与环境科学学院采用以基础试题加开放性试题的形式设置安全考试试卷, 考查师生的安全基础知识和对

危险事故的分析能力。比如，针对刚入学的23级新生，我院安排了实验室安全准入考试，试卷设置见图1。总共参与学生414人，有效率100%，包括本科生、研究生和博士生。其中，合格的学生有378人，占比91.30%。对于考试未合格的学生，需要重新接受培训后再次参加考试，直至通过。对于涉化类师生，危化品的使用、防护和处置是安全考察的重要部分。总之，需要将安全培训真正做到精准化。

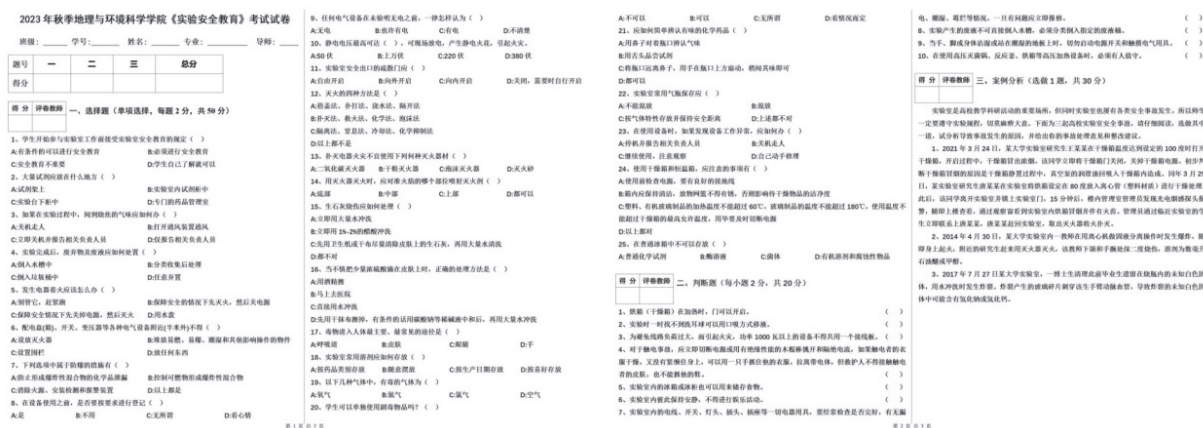


图1 实验室安全准入考试试卷

新生入学安全教育和实验课安全教育通常由于授课时间有限而导致讲授的内容有限，但实验室安全教育知识纷繁复杂，既涉及事故原理等理论知识，又涉及事故发生时的应急处理知识，学生在有限时间内，收效不够好，更谈不上深入掌握，如果能利用好线上资源收效会更好。目前的安全教育在线资源有慕课(MOOC)、智慧树在线教育、国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台^[12]。其中中国科技大学冯红艳负责的MOOC教学模式下危险化学品安全使用综合实验，使用人数较多，取得了良好的教学成果^[15]。线上、线下有机结合、互为补充，可以极大地提升安全教育的成效。而且安全教育应贯穿学生在校学习的全过程，做到常态化、全程化，帮助学生树立牢固的危化品安全意识，促进学生的思想从“要我安全”向“我要安全”进行转变^[16]，并将安全意识融入以后的学习和工作中，这不仅对个人的自身安全和家庭和睦有重要的意义，对社会稳定也同样具有重要的意义。

同时，在师生开展实验教学及科研项目前，均需进行安全风险评估(见图2a)，经所辖实验室安全员审查^[14]，导师和学生共同签订安全责任书和安全承诺书后方可进行实验(见图2b,c)。准入制度的严格落实，在我校已见成效，师生的安全意识和自我责任意识有了极大提升，加之非终身制的定期考核，督促所有相关人员养成良好的安全实验行为。

3.2 加强危化品全生命周期的可追溯管理

从购买、入库、领用暂存、使用、归还及处置六个环节加强危化品全生命周期管理^[2]，及时掌握危险化学品的流动轨迹。学校严格审核危化品供应商的资质，确保采购的危化品质量合格，控制采购数量和种类，落实“实验室-院系-学校”三级审批制度，严禁私自外购行为^[1]。纸质版、信息系统同步跟踪管理，动态台账及时更新，确保数据完整、可靠、可追溯，做到危化品“家底清晰、账物相符”。

存放时需根据危化品的属性进行分类存放^[17]，可查看危化品分类建议表及配伍禁忌表作为参照，见图3。例如，剧毒化学品“五双”管理，单独存放；易制爆、第一类易制毒、药品类易制毒化学品双人双锁保管等^[18]。在使用危险化学品前，师生应仔细阅读化学品安全技术说明书(SDS)，了解化学品的特性，并做好个人防护措施。

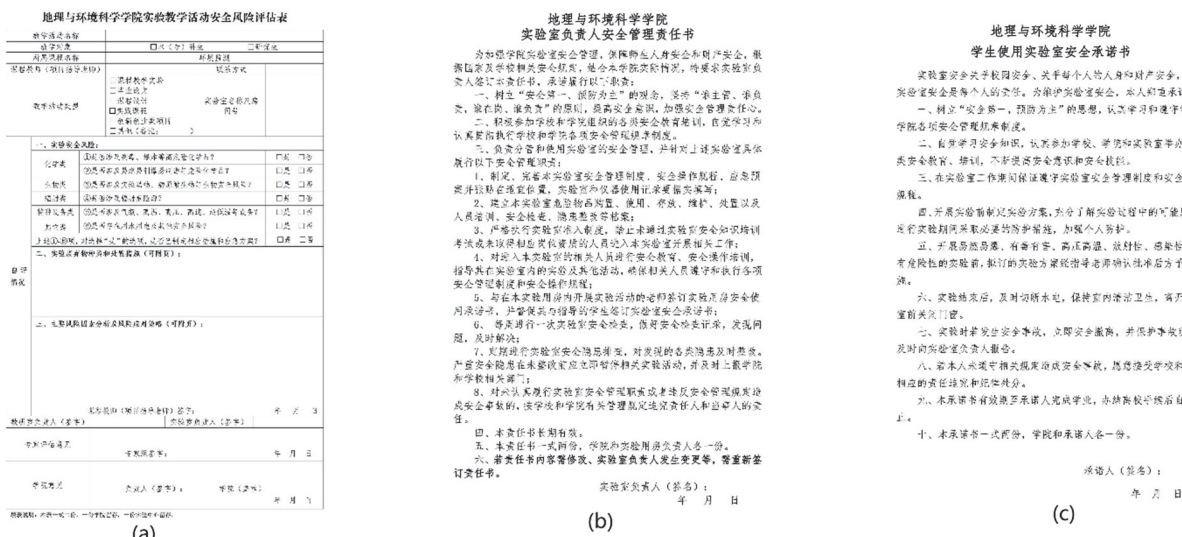


图2 实验教学活动安全风险评估表(a)、实验室负责人安全责任书(b)和学生使用安全承诺书(c)



图3 危化品分类存放建议表(a)和配伍禁忌表(b)

危化品使用完毕后及时归还并登记，空瓶送至院级管理员处进行审核并在固定地点集中存放，之后定期交给具备专业资质的企业进行专门的处理和处置。至此，实现了危化品从采购到处置的全生命周期管理。整个过程要有档可查、有踪可追，见图4。

我校目前运用信息化+技术，将二维码技术与危化品管理相结合，通过扫码登录数字化实验室安全管理系统，师生能实时、便捷地维护危化品库存，不仅实现了危化品的规范化、精细化、全生命周期管理，且管理效能极大提升，化学药品取用操作流程(以六氰合铁(III)酸钾为例)，见图5。

3.3 强化危化品安全检查与隐患排查

对照《高等学校实验室安全检查项目表》，深入开展危险化学品各环节安全检查与整治工作，匹配相应队伍，一一对照检查要点，进行专项检查、日常检查、综合检查、节假日安全排查，实现危

化学品安全全方位检查。对存在的问题及时反馈，督促整改，落实闭环管理。我校各实验室均安装了全方位的监控系统，实验室管理人员通过手机便能实时掌握实验室动态，可在第一时间对实验室的突发状况进行紧急处理，同时也能有效督促进行实验的师生。总之，综合利用危化品信息二维码、远程视频监控、自动监测报警系统等人工智能手段，可以进一步实现对危化品的数智化安全管理^[1]。



图4 危化品全生命周期管理机制

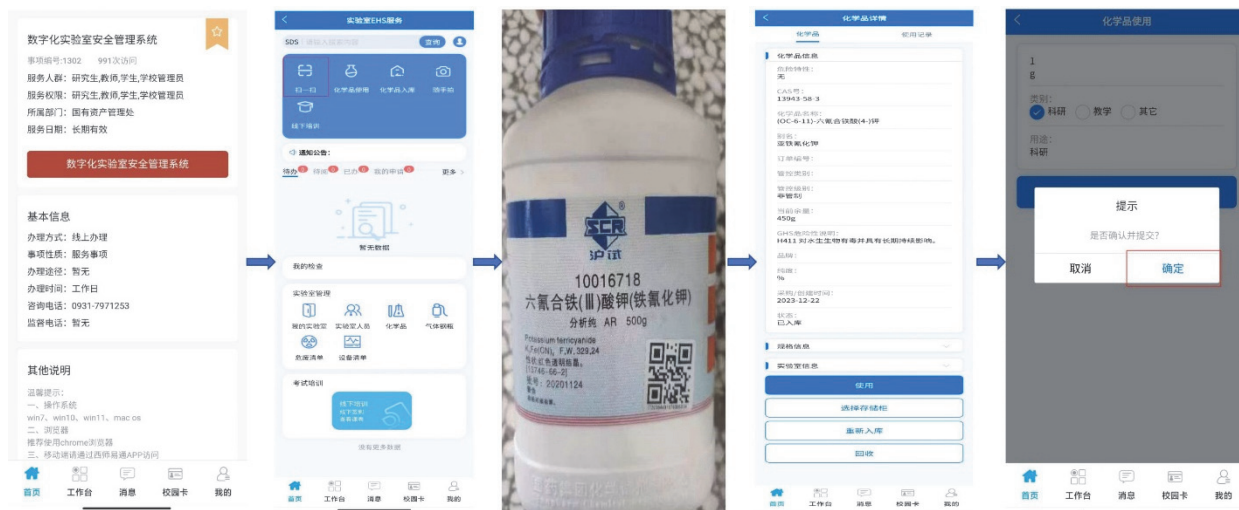


图5 化学药品取用操作流程

3.4 完善危化品安全防护设施，落实应急演练

定期检查、维护实验室防护用品，如护目镜、急救药箱、洗眼器等^[19]，完善危化品存储室相关设施设备，保证通风良好、泄漏防盗报警装置及防火防爆设施正常运行、重点部位实时无死角监控^[1]。定期对实验室的应急设备进行检查、维护及更新，形成危化品安全防护检查台账^[1]。

根据不同学科、不同实验课程等对师生定期组织危化品相关应急能力的培训，定期开展事故情景模拟演练，学习对事故的正确处置办法，见图6a。包括实验室失火、危化品泄漏等事故的应急处置演练，让同学们学到专业性、针对性的消防知识，培养习惯性的处理思维^[1,20]。同时，在演练结束后及时复盘，师生之间交流学习，学院对演练中遇到的突发情况进行总结，进一步完善、优化应急预案^[21]。

3.5 重视实验室安全文化建设

线上创建微信公众号或微信安全教育小程序，拍摄图文并茂的实验室安全科普视频^[22]，见图6b，发挥新媒体等手段的积极作用。线下开展“实验室安全文化月”活动，举办讲座、报告及培训等^[22]，见图6c,d，实现各种安全再教育。同时，我校鼓励以“奖”促改，对安全工作做得好的实

验室及师生进行奖励，正面激励，形成示范效应，营造浓郁的安全文化氛围，达到安全文化育人的目的。相较于以前的以惩为诫，加大惩罚力度来督促师生树立安全意识，我校实践后发现改革后的以“奖”促改反而更有成效。

综上，我校对危化品的管理，从制度上实现了全过程闭环，从源头上实现了全流程信息化，从建设上实现了全方面多元化，为危化品的科学、合理、实用和先进性管理提供了保证和支持。



图6 线下举办实验室安全消防演练、“实验室安全教育”系列微课及实验室安全教育培训讲座

4 提升管理人员专业素养

专业的管理队伍是保障实验室良好运行的重要因素^[20,23]，可是实验室管理队伍长期以来不被重视^[24]，缺乏岗位吸引力，无法留住专业人才，即使留下也很少能专注于实验室管理工作，这种情况在大部分高校依然存在。针对这种现象，学校到学院应当加大基层实验室管理的人力财力投入，多渠道提升管理人员的工作积极性与价值感，培养结构合理、专业过硬且背景互补的基层实验室管理队伍。同时督促鼓励实验室安全管理人员多参加实验室管理与技术交流活动或培训，进一步提升个人业务能力，为安全规范管理危化品提供强有力的技术支撑。

5 结语

未来高校危化品安全管理要求将会更加严格，落实管理要求任重道远。本文结合多年基层实验室管理经验，分析了目前高校实验室危化品管理现状，总结了一些改善危化品管理的可行措施。而措施执行到位，需要全体师生的高度重视，以及严谨可行的制度保障。实验室管理者亦需要不断地学习、探索，坚持不懈地积累管理经验，提升危化品管理效能，完善危化品安全管理长效机制，

为学院师生开展实验创造一个安全稳定的环境，有助于推动高校实验室可持续发展的稳步进行。

参 考 文 献

- [1] 周治萍, 冯静, 李丙东, 韩伟, 朱禹. 化工设计通讯, **2023**, 49 (1), 131.
- [2] 河北工业大学融媒网. 我校组织参加第二届高校实验室安全主题培训班开班式暨2023年高校实验室安全检查启动暨培训会启动仪式. [2023-04-07]. <https://xww.hebut.edu.cn/zhxw/8a6d1d07b5b04e9e919a9093fc1a2304.htm>
- [3] 姜文凤, 刘志广. 化学实验室安全基础. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [4] 王岩, 张志勇, 张迎颖, 周庆. 实验室科学, **2021**, No. 6, 221.
- [5] 安徽新闻出版职业技术学院. 近期大学实验室安全事故. [2023-05-25]. https://sxzx.ahcbxy.edu.cn/aqgl/202211/t20221106_6494085.html
- [6] 马旭, 刘萍. 化工管理, **2023**, No. 1, 113.
- [7] 刘在武. 中国安全生产, **2015**, No. 12, 56.
- [8] 澎湃新闻. 南京邮电大学通报: 一研究生意外死亡, 取消该生导师的资格. [2020-01-05]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_5437258
- [9] 中国化学品安全协会. 北京化工大学实验室着火冰箱电线短路引发. [2016-01-12]. <https://www.chemicalsafety.org.cn/index.php/article/kmjyol8x4v2w6g81>
- [10] 赵会静. 化工管理, **2021**, No. 4, 180.
- [11] 韩光宇, 何淼, 赵明, 杨金福. 实验室技术与管理, **2021**, 38 (6), 278.
- [12] 何淼, 赵明, 韩光宇, 杨金福. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (3), 297.
- [13] 李祁. 广东安全生产, **2019**, No. 3, 2.
- [14] 李冰洋, 黄开胜, 艾德生. 实验室研究与探索, **2022**, 41 (1), 299.
- [15] 王晓艳, 任笑红. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (10), 90.
- [16] 谭翼, 何柳, 樊云峰, 罗伟, 郑小林, 曹瑜, 金永东. 实验技术与管理, **2023**, 40 (6), 203.
- [17] 林森, 张银珠, 冯建跃, 俞欢军, 倪吾钟. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (8), 137.
- [18] 北京大学信息工程学院. 高等学校实验室安全检查项目表(2023年). [2024-04-09]. <https://www.ece.pku.edu.cn/info/1108/2755.htm>
- [19] 张贺, 贺爽, 姜惠惠, 梁龙琪. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (14), 143.
- [20] 韩光宇, 黄桂连, 赵明, 杨金福. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (9), 281.
- [21] 闫晓义, 谷月, 李霖, 马强, 魏士刚, 张志权, 郭玉鹏. 大学化学, **2023**, 38 (12), 200.
- [22] 李兆阳, 王羽, 方东红. 实验技术与管理, **2021**, 38 (2), 289.
- [23] 赖汉江, 郑俊杰, 陈志波, 吴仕帆, 崔明娟. 实验技术与管理, **2022**, 39 (5), 250.
- [24] 刘亚刚, 张启英, 王典. 实验技术与管理, **2020**, 39 (5), 244.