2004–2024 年高校与科研院所实验室安全事故发生规律的统计分析及对策

郭战胜[1]，丁　一[1]，刘莹莹[1]，高　腾[2]，李　霞[1*]

（1. 山东大学 海洋学院，山东 威海 264209；2. 山东大学资产与实验室管理处，山东 威海 264209）

摘要：本研究通过对 2004–2024 年实验室安全事故发生的时间、区域、类型和原因进行统计学分析，并提出对策和建议。结果表明：在 2004–2024 年共发生 137 起实验室安全事故，造成 177 人受伤和 19 人死亡；事故数量在 2004–2015 年处于较高水平，而在 2016 年之后呈现波动但下降的趋势；事故主要集中在 3–4 月、6 月、8 月和 10-12 月，伤亡数量大；事故的高峰时段为 8:01–16:00，占事故总数的 60.19%。北京、上海和江苏发生安全事故的数量最多。化学类实验室是事故发生率最高的实验室类型，其中火灾和爆炸事故的发生频率尤为显著，最多的事故原因是人为操作不当或违规操作。针对事故分析结果，从实验室安全管理体系构建、危化品管理、安全培训和应急预防体系构建 4 个角度提出降低实验室安全事故的对策建议。

关　键　词：实验室安全事故；统计分析；事故原因；管理对策

中图分类号：X928　　**文献标志码：**A　　DOI: 10.12179/1672-4550.20240693

Statistical Analysis and Countermeasures of Laboratory Accidents in Chinese Universities and Research Institutes from 2004 to 2024

GUO Zhansheng[1], DING Yi[1], LIU Yingying[1], GAO Teng[2], LI Xia[1*]

（1. Marine college, Shandong University, Weihai 264209, China; 2. Office of Asset and Laboratory Management, Shandong University, Weihai 264209, China）

Abstract: The laboratory safety accidents from 2004 to 2024 were collected and statistically analyzed from the aspects of the time, location, laboratory type, accident type, and accident cause. Additionally, we further put forward targeted countermeasures and recommendations for accident prevention. The results showed that a total of 137 laboratory safety accidents occurred from 2004 to 2024, causing 177 injuries and 19 fatalities. The number of accidents was at a high level from 2004 to 2015, and showed a fluctuating yet decreasing trend after 2016. March-April, June, August, and October-December were the months with the highest number of accidents, injuries and fatalities. The time periods with higher number of laboratory accidents were 8:01 to 16:00, accounting for 60.19% of the total number of accidents. Beijing, Shanghai, and Jiangsu had the most laboratory safety accidents. Chemistry laboratories were the type of laboratory with the highest number of accidents. The highest number of fire-related and explosive accidents occurred, human factors were the main direct cause of laboratory accidents. Based on the analysis, this study put forward countermeasures and suggestions for effective reducing laboratory accidents from four perspectives: building a laboratory safety management system, managing hazardous chemicals, providing safety training, and constructing an emergency prevention system.

Key words: laboratory safety accident; statistical analysis; accident cause; management countermeasure

实验室是高校和科研院所从事教学科研的重要场所，承担着培养人才和科学探索的使命。在“科技兴国，人才强国”的战略背景下，我国对人才培养和科学研究投入不断加大，高校与科研院所实验室总体规模和数量迅速增加。据统计，我国高校实验室总数从 2007 年的 2.47 万个增长到了 2021 年的 6.66 万个[1]。与此同时，拥有各种危险物质、具有复杂实验操作的大型仪器设施的实

收稿日期：2024–12–31

基金项目：山东大学实验室建设与管理研究项目资助(sy20233502, sy20233501, sy20243503)。

作者简介：郭战胜，博士，实验师，主要从事实验室管理方面研究。E-mail: guozhansheng@sdu.edu.cn

*** 通信作者：**李霞，博士，教授，主要从事实验室管理方面研究，E-mail: xiali@sdu.edu.cn

验室的数量也达到了前所未有的高度。

随着实验室建设工作的快速发展，实验室内存在的安全隐患也逐步暴露出来。尽管实验室安全管理体系不断的完善，但实验室安全事故仍时有发生。例如，2010 年东北某大学在进行羊活体解剖学实验时，由于实验动物未经检疫且实验过程中未采取适当的防护措施，导致该校 27 名学生和 1 名教师出现感染布鲁氏菌病的后果；2018 年，北京某大学研究生在化学实验室进行垃圾渗滤液污水处理科研实验时发生爆炸，造成 3 名学生死亡；2023 年，台湾大学化工系实验室发生了一起爆炸起火事故，造成 9 名学生受伤。这些事故不仅造成了人员伤亡和财产损失，也暴露了实验室安全管理中存在的问题，如安全意识淡薄、违规操作等。这些事故的发生，凸显了实验室安全管理的紧迫性和重要性。

目前，实验室安全管理已成为国内外高校关注和研究的重点，主要聚焦实验室安全体系建设[2–3]、事故原因分析[4]、危化品管理[5] 和学生安全培训[6–7] 等方面。然而，目前的研究主要对实验室安全事故的某些典型案例进行探讨和分析，鲜有对国内高校与科研院所实验室安全事故进行系统的梳理。而开展实验室安全事故发生规律的统计分析，对于揭示事故发生的内在规律特征、制定有效的预防措施具有重要意义。本文基于 2004–2024 年高校与科研院所实验室安全事故统计数据，系统分析事故发生的时间、空间、事故类型、实验室类型、事故原因，制定相应的预防对策，为实验室安全管理提供科学参考依据，降低事故发生率，提高实验室的安全水平。

1 数据收集和分析

高校与科研院所实验室安全事故数据来源于政府和行业网站(包括中华人民共和国应急管理部政府网站(https://www.mem.gov.cn/)、中国化学品安全协会网站(http://www.chemicalsafety.org.cn/)、化工安全人(https://www.ichemsafe.com/))、学术网站(CNKI、维普、万方和 Web of Science)、搜索引擎网站(百度、360、搜狗)等平台。在数据收集过程中，对每一件实验室安全事故进行多个网站核实，剔除重复、信息少和不隶属于安全事故(如安全检查中出现的实验室安全隐患)的数据。统计实验室安全事故的关键性指标，包括事故发生的具体年份(2004–2024)、月份(1–12 月)、时段(0:00–24:00)、省份、伤亡人数、实验室类型、事故类型和事故起因等信息。

本文基于收集到的数据，对 2004–2024 年高校与科研院所实验室安全事故的关键指标进行综合统计分析，并利用 SPSS 软件对不同实验室类型和事故类型引起的受伤、死亡人数差异进行单因素方差分析(One-way ANOVA)，揭示实验室安全事故的发生规律和发展趋势。

2 结果与讨论

2.1 事故发生时间的统计分析

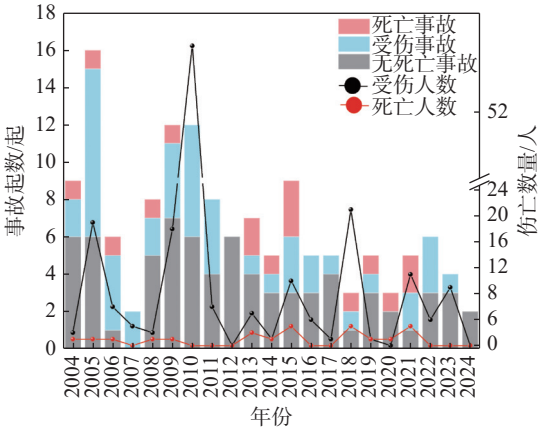
2.1.1 事故发生年份分析

通过对高校与科研院所实验室安全事故收集、整理和分析，发现在 2004–2024 年期间，共发生 137 起实验室安全事故，造成 177 人受伤、19 人死亡。如图 1 所示，随着年份的增加，安全事故数量呈现波动状态。在 2004–2015 年期间，实验室安全事故数量均处于较高的水平，除了 2007 年外，年事故数量范围为 5–16 起；而在 2016–2024 年期间事故数量呈现波动但下降的趋势。2004 年至 2015 年期间，高校与科研院所对实验室安全事故特点缺乏深入的剖析，以及对实验室安全关注不足，导致事故数量和伤亡人数处于较高水平。而从 2016 年至今，从国家、地方到高校科研院所更加重视实验室安全，出台一系列的标准和规章制度，使近年来事故数量和伤亡人数呈现整体下降的趋势。在 2005 年、2009 年、2010 年和 2015 年，事故发生数量高且造成伤亡人数比较多。此外，2020 年我国处于新冠疫情封控期间，高校与科研院所大部分实验室处于停摆状态，实验室事故数量较少[8]。而 2021 年开始疫情情况相对稳定，高校与科研院所实验室逐步开放，使用量增加，导致实验室事故数量激增。

2.1.2 事故发生月份分析

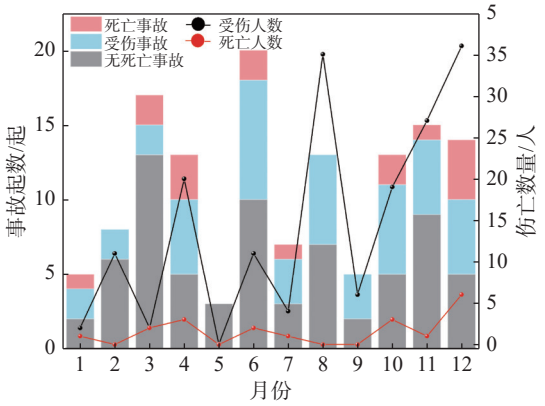
按照事故发生月份进行统计，高校与科研院所实验室安全事故数量和伤亡人数如图 2 所示。实验室事故的发生月份具有一定的规律性，3–4 月份、6 月份、8 月份、10–12 月份实验室事故数量较多，受伤和死亡人数也主要集中在这几个月份，占比分别达到 86.71% 和 89.47%。高校寒假(1–2 月份)和暑假(7–8 月份)期间实验室安全事故相对较少。3 月和 4 月期间，学生的心理状态尚未

完全从假期状态中调整过来，导致注意力不集中，增加了实验操作中出现错误的可能性。此外，实验室设备在寒假期间可能缺乏维护，从而影响其运行性能，为实验人员创造了不利的工作环境。6 月份面临学生毕业，实验操作、设备使用等工作交接不充分可能是导致实验室安全事故爆发的原因。8 月份存在的安全事故多与高温有关。一方面，高温很容易造成危化品泄露、挥发，进一步引发火灾和爆炸；另一方面，高温情况下学生易产生身体疲倦、心理倦怠，操作不当或违规操作等行为容易酿成事故[9−10]。10−12 月份期间，除了正常的教学科研之外，一些硕士、博士毕业生也会在这个时间段对毕业论文数据进行补充完善，高校和科研院所教师也抓紧时间频繁地使用实验室冲刺年底科研项目的结题。在实验过程中，师生的心态变的也比平时更急躁，这不仅不利于实验成功，还增加了事故发生的概率。



注：柱形图为事故数量，折线图为伤亡人数。

图 1　2004−2024 年我国高校与科研院所实验室安全事故总起数和伤亡人数

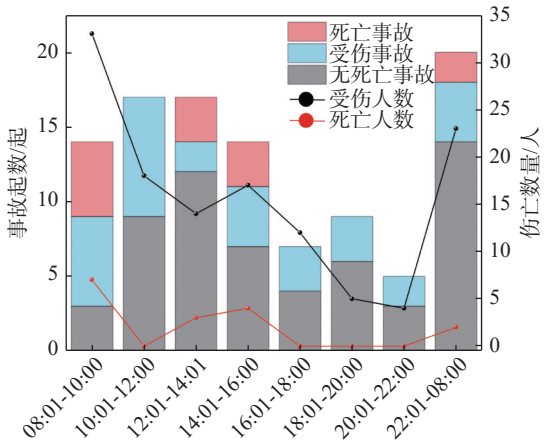


注：柱形图为事故数量，折线图为伤亡人数。

图 2　不同月份我国高校与科研院所实验室安全事故总起数和伤亡人数

2.1.3　事故发生时间段分析

本研究收集到的 137 起实验室安全事故中，部分事故在报道中缺少具体的发生时间，将其剔除，共获得有效事故统计数 103 起。在一天中的 8:01−22:00 按每两个小时为一个时间段，22:01−次日 8:00 为一个时间段。一天中不同时间段高校与科研院所实验室事故总起数和伤亡人数见图 3。实验室事故的高峰时段为 8:01−16:00，这也是学生和其他实验人员一天中做实验的主要时间段。从伤亡人数来看，8:01−10:00 期间受伤和死亡人数均为最多。8:01−10:00 期间学生刚刚开始实验室工作，注意力不集中，很容易操作失误，导致事故的可能性增加。在 10:01−12:00 和 12:01−14:00 期间，实验室事故均为 17 起。在此期间，实验人员虽然对实验流程越来越熟悉，但是长时间的工作可能会导致饥饿、精神疲惫和精神放松等情况，增加了实验室事故的风险，3 起死亡事故发生在 12:00−14:00 之间。22:01−次日 8:00 之间发生的事故总数最多，但大部分由实验仪器老化、线路短路等因素引起的，且主要发生在 2016 年之前。受伤人员(20 余人)主要是 2010 年 8 月 17 日零点左右北京某研究所发生爆炸造成。



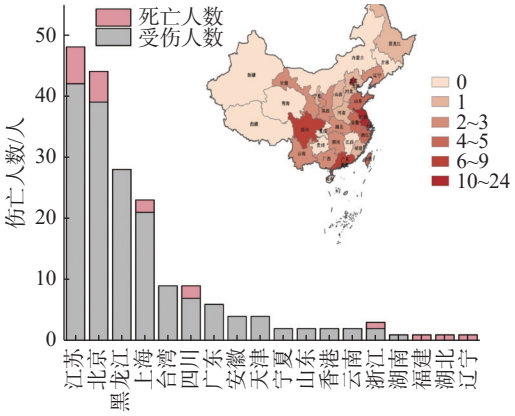
注：柱形图为事故数量，折线图为伤亡人数。

图 3　一天中不同时间段高校与科研院所实验室事故总起数和伤亡人数

2.2　事故发生区域的统计分析

按照事故发生省份进行统计，2004−2024 年我国高校与科研院所实验室安全事故数量和伤亡人数见图 4。如图 4 所示，2004−2024 年之间我国共 24 个省份的高校与科研院所发生过实验室安全事故。北京、上海和江苏 3 个省份发生的实验室安全事故数量最多，分别为 24 起、23 起和 18 起，

造成了严重的人员伤亡，受伤人数和死亡人数占比达到 59.65% 和 68.42%。从发生区域来看，不同省份和城市的实验室事故发生率存在显著差异，这与我国高校、科研院所空间分布特征密切相关[11]。东南部沿海省份的实验室事故数量显著高于西北部省份，尤其是北京、上海、江苏、广东、浙江等经济发达地区。主要原因是这些经济发达省份拥有众多数量的高校和科研院所，承担着繁重的科研任务，以及硕士、博士近年来的不断扩招，增加了实验室事故的概率。



注：热图为事故数量，柱形图为伤亡人数。

图 4　我国不同省份高校与科研院所实验室事故总起数和伤亡人数

2.3　实验室类型分析

根据实验室性质，将 2004−2024 年我国高校实验室安全事故所在实验室划分为化学类实验室、生物和医药类实验室、机电和材料类实验室和综合类实验室四个类型。不同类型实验室的安全事故占比见图 5，化学类实验室安全事故爆发数量最多，占比达到 67.52%，共造成 85 人受伤和 10 人死亡。生物和医药类实验室、机电和材料类实验室和综合类实验室发生的事故占比分别为 13.68%、11.97% 和 6.84%。化学类实验室经常使用危险化学品和高温高压设备，实验容错率低，一旦违规操作或操作不当，很容易引发爆炸、火灾等安全事故。通过比较不同类型实验室每起事故伤亡人数，发现生物与医药类实验室平均受伤人数高达 2.50 人/起，主要由于 2010 年东北某大学 28 人感染布鲁氏菌病升高了整体的平均受伤人数。机电和材料类实验室虽然事故数量较低(14 起)，但是事故平均死亡人数最高(0.29 人/起)。虽然不同类型实验室安全事故造成的伤亡人数差异较大，但是单因素方差分析表明不同类型实验室之间造成的伤亡人数差异并不显著(P>0.05)。

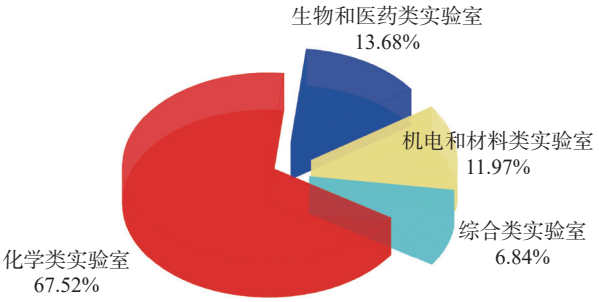


图 5　不同类型实验室安全事故占比

2.4　事故类型分析

高校与科研院所发生实验室安全事故主要类型有火灾、爆炸、气体泄漏、中毒、生物感染、机械伤害等，本文对 2004−2024 年期间 137 起实验室安全事故分类，结果见图 6。

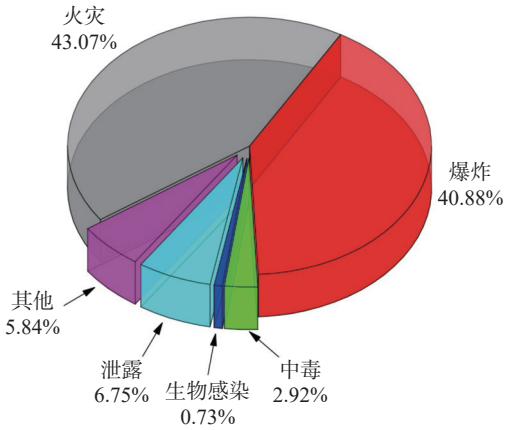


图 6　实验室安全事故类型分布

统计结果显示，实验室火灾和爆炸事故的发生率最高，占事故总数的 83.95%，分别有 59 起和 56 起。爆炸事故造成的受伤(102 人)和死亡(11 人)人数最多，远超火灾事故(分别为 34 人和 1 人)，这是爆炸和火灾的性质决定的[12]。火灾事故通常是在点燃后逐渐扩大并加剧，随着时间的推移，造成的损失会迅速增加。相反，爆炸的特点是突然且剧烈，造成严重的破坏性后果。爆炸过程是瞬间发生的，立即造成人员伤亡和财产损失。此外，生物感染和中毒事故分别有 1 起和 4 起，虽然数量少，但是造成的伤亡情况比较严重。生物感染事故平均受伤人数最高，为 28 人/起；中毒事故平均死亡人数最高，为 0.5 人/起。通过单因素方差分析表明，不同类型事故引起的受伤(F=18.722，P=0.00)和死亡(F=2.537，P=

0.032)情况有显著性差异(P<0.05)。由于生物感染事故只有 1 起，无法参与两两比较。删除生物感染事故之后，通过 Tamhane 两两比较发现，其他事故之间伤亡差异不显著(P>0.05)。

2.5　事故发生原因分析

对高校与科研院所实验室安全事故的原因进行统计分析，结果见表 1。7 种事故原因比例从高到低分别为操作不当或违规操作(62.04%)、仪器设备(13.87%)、实验室管理不完善(8.76%)、危险化学品存储或处置不规范(5.11%)、线路老化或短路(4.38%)、实验室环境(3.65%)和其他(2.19%)。操作不当或违规操作属于人为因素，造成的伤亡人数最多；仪器设备、线路老化或短路、危化品存储或处置不规范属于物的因素，共造成 8 人受伤；实验室环境属于环境因素，造成 2 人受伤；实验室管理不完善属于管理因素，造成 64 人受伤、4 人死亡。对比事故原因的四个因素，发现人是实验室安全事故的主要导火索，实验操作不当、违规操作、安全意识淡薄等均会可能导致实验室安全事故。实验物品是否处于良好状态在一定程度上决定了实验室安全事故发生的概率。不佳的实验室环境也是诱发安全事故不可忽视因素，如 2012 年华南理工大学实验室因为天气潮湿引起火灾和 2024 年台湾一大学地震后引发实验室火灾。实验室管理体系是否完善是影响实验室安全长效运行的关键因素，管理不完善可能会造成严重的后果。例如 2013 年南京理工大学爆炸事故，由于学校的监管不力，对化学品的不及时处理，酿成惨剧。通过比较 7 种实验室安全事故原因及伤亡人数，本研究也发现实验室管理不完善造成的事故平均受伤人数最多，高达 5.33 人/起。

表 1　2004−2024 年实验室安全事故原因及伤亡人数

事故起因	事故数/起	受伤人数/人	死亡人数/人	平均受伤人数(人/起)	平均死亡人数(人/起)
操作不当或违规操作	85	100	13	1.18	0.15
仪器设备	19	7	0	0.37	0.00
实验室环境	5	2	0	0.40	0.00
线路老化或短路	6	0	0	0.00	0.00
危险化学品存储或处置不规范	7	1	0	0.14	0.00
实验室管理不完善	12	64	4	5.33	0.33
其他	3	0	2	0.00	0.67

3　高校与科研院所实验室安全管理对策

本研究通过对 2004−2024 年我国高校与科研院所实验室安全事故统计分析，发现 8:01−16:00 为实验室事故爆发的高峰时段；实验室事故更为集中在高校与科研院所数量多的经济发达省份；实验室火灾和爆炸事故发生频率最高，且这些事故以化学类实验室为主。在造成事故的各种原因中，人为的操作不当或违规操作占比最大。综合上述分析结果，提出以下建议和措施。

3.1　构建系统化的实验室安全管理体系

1)健全实验室安全管理组织体系。实验室安全管理涉及多个部门、多个环节，高校、科研院所应结合实际情况，构建“学校/科研院所—学院/中心—实验室”三级联动的安全管理组织体系。2)完善实验室管理制度。基于教育部、高校及其二级单位先后颁布或制定的实验室安全规范、管理办法[13−14]。二级单位应根据学院/中心实验室具体情况、发展方向，制定相应的办理规定。3)落实安全责任，强化追责。基于构建的“三级联动”安全管理组织体系，层层签订安全责任书，使实验室安全责任落实到人。对实验室安全违规、违法等行为严重程度划分等级，探索安全违规积分管理制[15]，强化追责。

3.2　强化危险化学品安全管理

据统计，在实验室发生的各类安全事故中，危险化学品直接或间接造成的事故占比超过 70%。高校与科研院所应根据教育部发布的《高等学校实验室安全分级分类管理办法(试行)》，对危险化学品储存和使用实验室重点监管，实施分级分类管理，确保实验室安全。此外，依托信息化系统，完成危险化学品采购、进出库、使用、核销等环节，精准掌控实时动态台账，实现危险化学品全生命周期闭环管理[16]。

3.3　深入开展实验室安全教育

人是造成实验室安全事故的主要导火索，开

展实验室安全教育尤为重要。高校与科研院所应根据本科生专业和研究生研究方向特点，将实验室安全通识教育和专业教育相结合，通过开设实验室安全课程、线下讲座、线上虚拟仿真体验、安全知识竞赛、宣传教育、应急处置演练、实操训练和安全准入考核等多种安全培训教育方式并举，增强师生的安全技能和安全意识。

3.4 构建实验室安全风险应急预控体系

构建实验室安全风险应急预控体系能够及时发现实验室安全隐患，避免问题扩大和衍生。基于“三级联动”安全管理组织体系，不同层级对实验室风险行为进行排查、督导。根据风险因素数据，划分等级，制定相应的应急预案，覆盖“确认事故—处理安全事故—终结安全事故—事后反思”全流程，最大限度地减少事故损失。

4 结束语

本研究对 2004−2024 年高校与科研院所实验室安全事故系统梳理，发现近年来实验室安全事故数量呈现波动下降趋势，但仍有伤亡事故出现。化学类实验室安全事故爆发数量最多，火灾和爆炸在实验室事故类型中发生比例最大，人为因素是事故发生的主要导火索。考虑到数据来源的局限性，统计中可能遗漏部分实验室安全事故；由于无法精准掌握事故发生的全部细节，未对事故原因类型进一步细化。随着我国科研实力的不断增强和实验室建设工作的快速发展，实验室安全工作仍任重而道远，需要不断地完善、改革、创新、实践，建立实验室安全管理的长效机制，保障实验教学、科研工作的安全运行。

参 考 文 献

[1] 张晓华. 化学实验室安全事故统计分析[J]. 安全、健康和环境, 2022, 22(8): 7−11.

[2] 张威, 张海峰, 李昱颖, 等. 交叉学科背景下高校信息类实验室安全体系建设探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(4): 212−216.

[3] YANG J F, XUAN S Q, HU Y H, et al. The framework of safety management on university laboratory[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2022, 80: 104871.

[4] 高建村, 葛君, 张人友, 等. 高校及科研院所实验室事故人因因素影响分析[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(2): 205−209.

[5] 韩光宇, 何淼, 赵明, 等. 高校实验室危险化学品全周期信息化管理实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(6): 278−281.

[6] ZHANG C, HONG W H, BAE Y H. Fire safety knowledge of firefighting equipment among local and foreign university students[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(19): 12239.

[7] LIU Y, FENG W, ZHANG G R, et al. The influence of the university laboratory safety climate on students' safety behavior: the parallel mediating effects of ability and motivation[J]. Sustainability, 2023, 15(19): 14070.

[8] 姜琳琳, 曹水娟, 丁庭波, 等. 新冠疫情背景下混合式药学实验教学模式的探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(3): 227−230.

[9] 杜晓燕, 程五一, 吴建华, 等. 我国危险化学品事故发生规律的统计分析与对策[J]. 安全与环境工程, 2017, 24(5): 158−162.

[10] ZHOU K P, XIAO L W, LIN Y, et al. A statistical analysis of hazardous chemical fatalities (HCFs) in China between 2015 and 2021[J]. Sustainability, 2022, 14(4): 2435.

[11] 李红. 我国高校空间分布特征及其影响因素[J]. 高等教育研究, 2021, 42(4): 40−47.

[12] 付净, 刘虹, 刘文博. 高校实验室火灾爆炸事故原因分析及管理对策[J]. 吉林化工学院学报, 2018, 35(5): 87−92.

[13] 艾德生. 高校实验室安全形势与任务[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(1): 1−10.

[14] 孟子杰, 孙跃, 张存生, 等. 新形势下材料类科研实验室安全管理研究与实践[J/OL]. 实验科学与技术: 1-7. [2024-10-29]. https://link.cnki.net/urlid/51.1653.N.20241028.1713.004.

[15] 敖卫华, 朱国典, 张少刚, 等. 实验室安全违规积分管理实践与思考[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(7): 229−234.

[16] 李悦天, 刘雪蕾, 赵小娟, 等. 基于危险性类别分析的实验室危险化学品风险管控研究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(3): 260−264.