

实验与实践教学

基于“4R”理论的高校实验室应急管理研究*

阳富强, 黄玉杰, 施永乾, 余龙星

(福州大学 环境与安全工程学院, 福建 福州 350116)

[摘要] 实验室安全是保障高校各项教学和科研活动顺利开展的重要前提。文章从健全并完善高校实验室应急管理机制的角度, 分析了现有实验室应急管理过程中存在的主要问题, 并基于罗伯特·希斯的“4R”危机管理理论, 构建了一套实验室应急管理体系, 针对危机缩减、危机预备、危机反应、危机恢复四个阶段提出了高校实验室应急管理的策略。

[关键词] 高校实验室; 应急管理; 4R 理论; 应急预案

Research on University Laboratory Emergency Management
Based on 4R Theory

Yang Fuqiang, Huang Yujie, Shi Yongqian, Yu Longxing

(College of Environment and Safety Engineering, Fuzhou University,
Fuzhou 350116, Fujian, China)

Abstract: Laboratory safety is an important prerequisite for ensuring the smooth development of various teaching and scientific research activities in universities. In this paper, the main problems existing in the emergency management of laboratories were analyzed, from the view of improving and perfecting the emergency management mechanism of college laboratories. Based on Robert Heath's 4R crisis management theory, a set of laboratory emergency management system was constructed. The strategy of university laboratory emergency management was put forward from four stages of crisis reduction, crisis readiness, crisis response and crisis recovery.

Key words: University laboratory; Emergency management; 4R theory; Emergency plan

实验室是高校开展教学和科研活动的重要基地, 也是各大高校培养学生创新思维和实践能力、提高学生综合素质和专业素养的重要场所^[1]。高校实验室具有师生聚集、空间相对封闭、仪器设备

价格昂贵、实验药剂多样化等特点^[2], 因此一旦发生事故, 极可能造成人员伤亡与财产损失, 还会严重影响高校的社会声誉。鉴于高校实验室安全的重要性, 教育部近年来出台了一系列管理制度, 如

[作者简介] 阳富强(1982-), 男, 教授, 博士; 余龙星(1988-), 男, 副教授, 博士。

[通信作者] 余龙星, E-mail: longxing.yu@fzu.edu.cn。

* 基金项目: 福建省本科高校教育教学改革项目(FBJG20200189); 福州大学研究生教育教学改革项目(500101)。

2019年印发的《关于加强高校实验室安全工作的意见》要求“各地各校深刻吸取事故教训,切实增强高校实验室安全管理能力和水平”^[3]。因此,高校应重视实验室应急管理工作,积极防范或应对实验室各类突发事件,构建一套科学合理、切实可行的应急管理体系^[4-8]。

国内已有不少学者针对高校实验室安全与应急管理工作开展研究,阳富强等从安全组织、安全责任、安全规章制度、安全教育、安全保障5个方面构建了高校实验室安全管理体系^[9];亓文涛等探索了信息化技术在高校实验室应急管理中的应用^[10];王金贵等构建了学校、学院、实验室三级联动应急管理体系^[11];王杰等从人防、物防、技防3个方面建立了实验室安全管理保障体系^[12]。这些研究成果对改进和完善高校实验室应急管理工作具有一定的借鉴意义,但随着实验室建设规模的扩大和实验项目类型的多样化发展,实验室应急管理工作也需要与时俱进,发展新的理念和方法。

“4R”理论(Reduction、Readiness、Response、Recovery)由美国危机管理专家罗伯特·希斯提出,该理论强调减少危机情境的攻击力和影响力,

重在应对已发生的危机并从中恢复,同时侧重积极管理风险而非被动等待风险转化为危机。目前,“4R”理论已广泛运用到公共管理领域,尤其是政府和企业等单位的危机管理中^[13-14]。本文尝试将“4R”理论用于高校实验室应急管理,以期积极应对各类实验室突发事件提供理论指导。

一、高校实验室应急管理现状及存在的主要问题

随着高校实验室建设投入的不断加大,实验室安全工作也受到更多的重视,各高校根据国家政策和有关部门要求,积极探索实验室应急管理创新模式。尽管如此,高校实验室的安全运行依然面临严峻的挑战^[13]。表1统计了近年来国内高校部分实验室安全事故。结果表明,由违反操作规程、实验前期准备工作不足而导致的火灾爆炸事故最多,其次是实验室设备老化、电气故障、线路老化等原因造成的事故。随着国家“双一流”建设的推进,各高校更加重视师生创新能力提升,许多高校将实验室向本科生全面开放,同时扩大研究生培养规模,持续推进科学研究工作。因此,未来高校实验室应急管理工作必将面临更大的压力,高校需要探索更加有效的应对策略。

表1 近年来国内高校实验室安全事故

时间	地点	事故概况
2019年2月27日	江苏南京某大学实验室	实验室电路故障引发火灾,发生爆炸,无人员伤亡
2018年12月26日	北京某大学市政与环境工程实验室	镁粉和磷酸搅拌产生的火花点燃爆炸,继而引起镁粉粉尘云爆炸,造成现场3名学生死亡
2018年11月11日	江苏泰州某大学一实验室	师生正在进行萃取实验发生爆燃,导致多名师生受伤
2017年3月27日	上海某大学化学西楼一实验室	反应釜发生爆炸,一学生左手大面积创伤,右臂贯穿伤
2016年9月21日	上海某大学化学化工学院一实验室	进行氧化石墨烯实验发生爆炸,造成2名学生重伤,1名学生轻微擦伤
2016年1月10日	北京某大学一化学实验室	电路老化导致存放化学药剂的冰箱发生自燃,无人员伤亡
2015年12月18日	北京某大学化学系何添楼的一间实验室	使用氢气做化学实验时发生爆炸,造成1人死亡
2015年6月17日	江苏苏州某大学物理楼二楼实验室	处理锂块时发生爆炸,无人员伤亡
2015年4月5日	江苏某大学化工学院实验室	违规配置实验用气,造成4人受伤,1人抢救无效身亡

从上述事故不难发现,国内高校围绕实验室应急管理开展的研究并不充分,现有的实验室应急管理理论不能有效指导现场实践,而且大部分研究没有完整覆盖高校实验室各阶段面临的问题。如缩减阶段存在实验室风险评估欠缺、实验室安全知识储备不足、实验室基础设施不完备或存在隐患等问题;预备阶段存在实验室事故预警系统不完善、实验室安全管理机构不健全等问题;反应阶段存在实验室应急预案建设不规范、信息沟通不及时等问题;恢复阶段存在师生安全教育演练不到位、思考总结不全面等问题(见图1)。

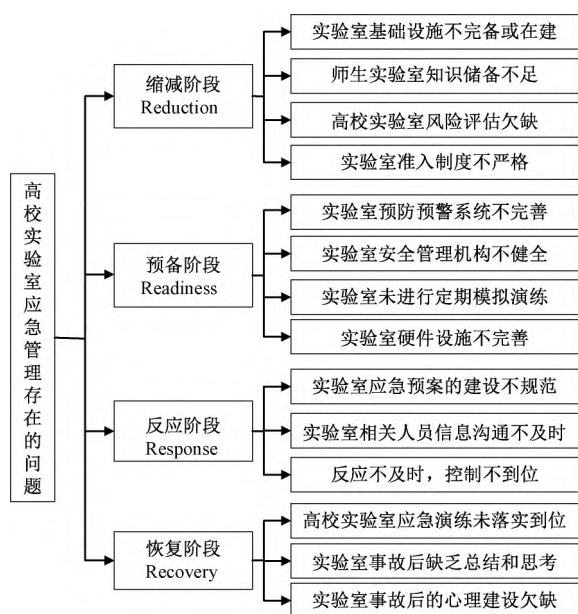


图1 高校实验室应急管理存在的主要问题

二、基于“4R”理论的高校实验室应急管理策略

高校实验室应急管理工作是一项系统工程^[15],必须常抓不放。大多数高校实验室安全事故的发生具有偶然性,这促使各责任主体必须坚守风险监控和风险评估第一防线^[16-18],构建一套科学、合理的高校实验室应急管理体系,只有这样才能在一定程度上降低危机事件的发生概率。

(一)缩减阶段的策略

1. 完善高校实验室基础设施建设。一方面,部分历史比较悠久的高校对于超过使用年限或者存在安全隐患的实验室设备、仪器以及基础设施,应及时报废或者检修,并加大投入,进行更新或升

级改造;另一方面,国家和地方政府应不断加大对高等教育的投入力度,利用许多院校建设新校区的契机,大力推动实验室硬件、软件等基础设施的建设和完善。

2. 强化高校师生实验室安全教育。高校师生应掌握实验室安全和应急知识,具备准确、合理地应对实验室突发事件的技能,从而减少实验室事故造成的损失。在一些高校,师生的实验室安全意识淡薄、安全素养不高是导致安全事故多发的重要因素。因此,高校可以面向师生开展实验室安全知识竞赛、实验室安全通识教育、实验室事故应急处置等系列专题讲座,提升广大师生的实验室安全与应急意识。

3. 开展高校实验室风险评估。风险评估工作主要包括风险辨识、风险分析和风险评价三个阶段。在风险辨识阶段,高校实验室的安全管理小组要排查实验室运行及操作流程有无风险,以及存在哪些风险,并通过实验室风险界定,明确相应的风险等级和风险管理阶段。分析实验室事故风险的可能性时,管理人员必须向上级提交完整的检查报告。同时,实验室管理者应采取各种措施将实验室风险降到最低或将事故损失控制在一定范围内。在风险评价阶段,高校实验室风险评估标准(见图2)应涵盖人为因素、物理因素、环境因素、管理因素四个方面。人为因素包括大学生安全教育、实验安全知识考核、实验室个人防护、实验室人员培训以及师生实验室知识储备等;物理因素包括压力容器、仪器设备、化学危险品、易燃易爆品、毒害气体、电气线路和安全标识等;环境因素包括实验室卫生、通风、空间规划以及霉菌病菌和放射性辐射等;管理因素包括实验室管理制度、学生实验守则、安全与环保制度、安全与环保文化、应急预案和安全管理组织等。依据评估标准对实验室风险进行评估时,可将评估结果分为符合、不符合、不适用三种情况,将风险等级划分为特大、重大、中等、一般和低安全风险5个等级。

(二)预备阶段的策略

1. 完善高校实验室预防预警系统。依托实

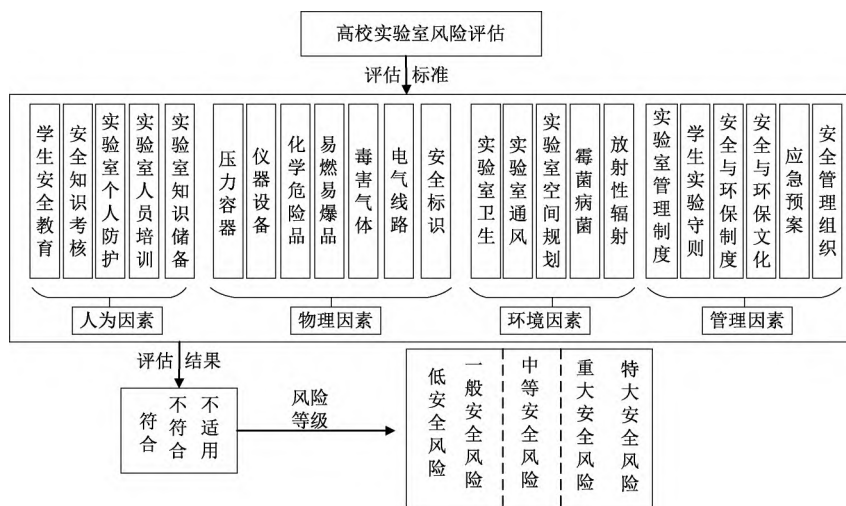


图2 高校实验室风险评估标准

实验室预防预警系统,可直观评估和模拟各类事故损失,警示实验室师生员工如何迅速做出应急响应。高校实验室的预防预警系统与应急管理密切相关,应具有三大功能:首先,可以在高校实验室各子系统出现不良信息时,立即将危险信号传递给正在实验室工作的师生员工,以便于快速做出反应和提出应对措施,降低事故发生的风险;其次,能够及时发布安全疏散信息,将人员伤亡、财产损失和设备损坏等尽可能降到最小;最后,可以在事故发生时激活高校实验室的积极反应系统,如火灾自动消防系统等。

2. 制定科学合理的应急预案。首先,高校应组建实验室应急管理组织,主要负责制定和定期评估高校实验室应急管理预案。其次,高校要结合实验室的特点,制定应对实验室可能发生各种事故情况的方案和程序,主要涵盖火灾、危险化学品污染、设备腐蚀、各种容器仪器爆炸、特种设备机械伤害等方面。最后,高校要针对之前制定的应急预案,配备相应的装备,定期开展实验室应急演练,并根据应急演练过程中发现的问题及时修订和完善应急预案。图3给出了高校实验室安全事故应急响应流程。当实验室安全事故发生时,高校第一时间启动实验室应急预案,立即展开应急救援,相关人员赶赴现场进行人员救助、人员疏散、医疗救治、信息传递和技术指导等工作;事态控制后,高校还应及时进行实验室事故现场清理、解除警戒、善后处理和事故调查。

警戒解除、善后处理和事故调查等。若事态不能得到有效控制,高校要迅速向上级请求增援,提高应急响应等级。应急工作结束后,高校要对相应事故案例进行总结评审与反思。

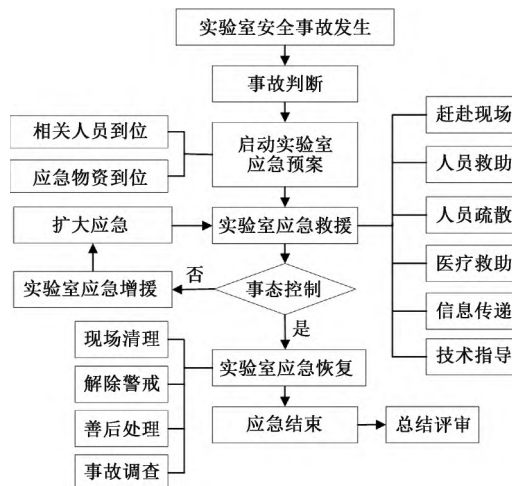


图3 高校实验室应急响应流程图

(三)反应阶段的策略

1. 建立科学的应急应对机制。高校实验室安全管理小组接收到实验室危险信号时,应迅速做出反应,第一时间报告上级主管领导,并采取应对措施控制危险源。上至高校实验室主管领导,下到师生个体成员,都要做到沉着冷静应对、科学合理解决问题。各部门、各小组在处置各类实验室安全事故时要做到反应迅速,生命第一;听从指挥,通力合作;分工明确,权责分明。

2. 健全有效的应急沟通机制。在高校实验室发生危险事件时,实验室安全处理小组应在第

一时间与学校分管领导、相关政府机构进行沟通;学校要及时主动发布信息,准确地向媒体公布事故状况及处理情况。只有信息透明,才能变被动为主动。有效的应急沟通机制,一来有助于及时上报真实信息,二来有助于以最快速度寻求到帮助与支持。

3. 设立合理的应急协调机制。高校实验室发生的事故有时不是学校能够独立解决的,需要其他救援力量的协助。因此,高校首先应针对实验室安全事故情况整合校内力量,争取校内专家团队与学校各级管理层的大力支持,专门配套相应的应急物资,确保资金投入;其次要积极寻求社会专业部门的协助,建立一套良好的社会支持系统。

(四)恢复阶段的策略

1. 做好实验室安全评估。评估工作是恢复阶段的首要任务,事故评估的主要指标包括是否有评估预防预警机制、应急预案是否进行过演练等,主要内容包括安全管理小组的处理方案是否合适、信息沟通是否及时以及危险事件造成的实际损失程度等。评估报告依据评估结果来撰写。

2. 及时修复和升级设施。在实验室发生事故之后,高校要及时对损坏的设施设备进行维修与升级,确保其能够尽快恢复正常运行状态;同时及时更换损坏严重的设备,避免出现二次事故;还要尽快恢复校内消防、通信设施,帮助实验室尽快恢复运行。

3. 做好总结与反思。实验室危险事件的平息并不意味着危险事件已得到彻底解决,学校分管领导及相关管理人员需要对此进行深刻反思,分析高校实验室管理各个环节的薄弱点,总结各类危险事件发生的原因、后果以及防治措施等,避免同类危险事件再次发生。此外,学校还需对在实验室事故中造成重大心理创伤的师生开展心理恢复活动,对损坏的设备、仪器等进行维修与升级。

三、结语

高校实验室安全是有序开展科研和教学工作的前提和基础。近年来,由于高校师生人数的增加和实验室规模的扩大,实验教学和科研任务日

益繁重,实验室安全问题日益突显。尽管高校实验室应急管理体系得到不断完善和发展,但仍然面临一系列挑战,需要各高校积极应对。高校只有在应急管理的各个阶段中寻找不足与薄弱点,提出科学、合理的解决对策,才能有效预防和避免实验室安全事故发生。

借助罗伯特·希斯的“4R”理论,本文构建了一套科学、合理的高校实验室应急管理体系,从缩减、预备、反应和恢复四个阶段探索实验室应急管理工作存在的问题并提出相应的应对策略。缩减阶段主要包括完善高校实验室的基础设施建设、加强高校师生实验室安全教育、开展高校实验室风险评估等;预备阶段主要包括完善高校实验室预防预警系统、制定应急预案等;反应阶段主要包括建立应急应对机制、健全应急沟通机制、设立应急协调机制等;恢复阶段主要包括实验室安全评估、修复及设施升级、总结与反思等。该体系有助于推进高校实验室应急管理工作的有效落实,实现建设平安校园的目标。(责任编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 王杰,刘晓鸿.高校实验室安全管理工作探讨与对策研究[J].实验技术与管理,2010,27(3):247-248,252.
- [2] 赵文武,李桂桃.高校实验室安全现状分析与管理对策研究[J].中国安全科学学报,2003(3):30-32,83.
- [3] 中华人民共和国教育部.关于加强高校实验室安全工作的意见[EB/OL].(2019-05-22)[2020-10-20].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3336/201905/t20190531_383962.html.
- [4] 任萌,段自超.高校实验室安全管理体系建设[J].教育教学论坛,2019(4):14-17.
- [5] 光翠娥,王世强,赵建新,等.制定高校实验室安全事故处理应急预案的原则探讨[J].实验室科学,2012,15(5):194-197.
- [6] 刘彦强,王益民,孟燕妮,等.高校实验室危机管理探讨[J].实验室研究与探索,2011,30(5):186-188.
- [7] 冯建跃,金海萍,阮俊,等.高校实验室安全检查指标体系的研究[J].实验技术与管理,2015,32(2):

- 1-10.
- [8] 罗民超,应得标,娄军,等.高校实验室安全事故应急管理体系研究[J].实验技术与管理,2012,29(7):193-197.
- [9] 阳富强,宋雨泽,蔡逸伦.“5S”法在高校实验室安全管理中应用[J].实验室研究与探索,2018,37(7):313-317.
- [10] 元文涛,靖杨萍,孙淑强,等.高校实验室安全信息化管理体系的构建[J].实验室研究与探索,2015,34(2):294-296.
- [11] 王金贵,罗飞云,张苏,等.基于多级联合响应的高校实验室应急预案体系[J].实验技术与管理,2020,37(7):262-264,277.
- [12] 王杰,王士国,任佳,等.新形势下高校实验室安全管理体系建设探索与实践[J].实验技术与管理,2019,36(7):235-238,252.
- [13] 周枫.新媒体时代政府公共危机管理研究——基于4R理论视角对于上海外滩踩踏事件的分析[J].管理观察,2017(24):45-49.
- [14] 朱春兰.4R理论在企业网络营销危机管理中的应用探讨[J].现代经济信息,2020(7):168-169.
- [15] 高昊宇,白慧,申小玲,等.高校实验室安全管理体系建设与分析[J].教育现代化,2019,6(77):221-225.
- [16] 张凝.基于4R理论的高校突发事件危机管理体系构建[D].天津:天津大学,2018.
- [17] 赵文武,李桂桃.高校实验室安全现状分析与管理对策研究[J].中国安全科学学报,2003(3):30-32,83.
- [18] 阳富强,朱伟方.基于WSR方法论的高校实验室安全管理[J].实验技术与管理,2017,34(3):249-252.
- [19] 肖源,张卯,吴照亮.高校实验室安全管理体系构建与实践[J].实验室研究与探索,2019,38(8):286-290.
- [20] Peng T, Li C, Zhou X B. Application of machine learning to laboratory safety management assessment[J].Safety Science,2019,120:263-267.
- [21] Lee H S, Lee S H, Lee J K. IoT Analysis and processing system using sensed data for laboratory safety management[J].IEIE Transactions on Smart Processing & Computing,2019,8(4):306-316.

(上接第69页)

- [6] 崔锦峰,郝大鹏,刘镇岐,等.高校实验室“五个一工程”安全文化体系构建模式的探索[J].实验技术与管理,2021(37):286-289.
- [7] 谭小平,师琳,李会芳.新形势下现代高校实验室安全文化体系构建[J].实验技术与管理,2021,38(2):269-272,284.
- [8] 牛焕双,张润杰,刘滨.以安全文化建设促进高校化学实验室安全管理[J].实验技术与管理,2013,9(30):199-201,205.
- [9] 金仁东,马庆,柯红岩.分级分层次实验室安全教育体系建设研究[J].实验科学与技术,2018,35(12):4-8.
- [10] 朱菁萍,刘红军,冯志力,等.探索实施“一三三管理模式”提升实验室安全管理成效[J].实验技术与管理,2016,33(10):3-6.
- [11] 贾贤龙.高等学校实验室安全现状分析与对策[J].实验室研究与探索,2011,30(12):193-195.
- [12] 高文红,孙欢,韩晓敏.加强实验室安全文化建设,提升实验室管理水平[J].实验室科学,2020,23(4):205-207,211.
- [13] 林荣锋,文惠玲,陈秀娟,等.浅谈高校实验室安全管理的问题与对策[J].实验室研究与探索,2011,30(8):429-431.
- [14] 元文涛,孙淑强,樊冰.基于信息化的高校实验室安全文化体系构建[J].实验室研究与探索,2016,35(2):295-299.
- [15] 李梅.高校实验室安全管理现状分析与对策[J].实验室研究与探索,2016,35(9):311-314.