

# 应用生命周期理论 构建高校实验室安全应急管理体系

王茂鑫<sup>a</sup>, 张平清<sup>a</sup>, 冉栋刚<sup>a</sup>, 刘健<sup>b</sup>, 胡蔓<sup>c</sup>, 占金华<sup>a</sup>  
(山东大学 a. 资产与实验室管理部; b. 环境科学与工程学院; c. 工程训练中心 济南 250100)

**摘要:** 实验室安全是校园安全的重要体现,一头连着高校事业发展,一头连着广大师生,是校园安全防线的重要基石。为预防和减少实验室安全事故,在调研了解我国应急管理工作的建设与发展过程,深刻剖析目前实验室应急管理工作存在短板的基础上,通过运用生命周期理论,经过不断的探索与实践,构建出一套基于“源头预防-事前准备-事中响应-事后恢复-持续改进”全过程的高校实验室安全应急管理体系,对应每个环节提出了相应工作举措与要求,强调源头预防、事前准备是加强实验室应急管理工作的重要努力方向。该体系的构建与实施旨在能够有效减少实验室安全事故的发生,对高校实验室安全应急管理工作的开展提供一定借鉴。

**关键词:** 高校; 实验室安全; 应急管理; 生命周期理论; 事故预防

中图分类号: X 925; G 647 文献标志码: A 文章编号: 1006-7167(2023)03-0319-05



## Applying the Life Cycle Theory to Construct the System of University Laboratory Safety Emergency Management

WANG Maoxin<sup>a</sup>, ZHANG Pingqing<sup>a</sup>, RAN Donggang<sup>a</sup>, LIU Jian<sup>b</sup>, HU Man<sup>c</sup>, ZHAN Jinhua<sup>a</sup>  
(a. Department of Assets and Laboratory Management; b. School of Environmental Science and Engineering; c. Engineering Training Center, Shandong University, Ji'nan 250100, China)

**Abstract:** Laboratory safety is an important embodiment of campus safety. It is connected to the development of universities and the teachers and students at the other end. It is an important cornerstone of campus security defense. In order to prevent and reduce laboratory safety accidents, on the basis of investigating and understanding the construction and development process of emergency management in China and deeply analyzing the shortcomings of current laboratory emergency management, through the application of life cycle theory and continuous exploration and practice, a set of university laboratory safety emergency management system based on “source prevention-pre preparation-in-process response-post recovery-continuous improvement” is constructed. It also puts forward corresponding work measures and requirements for each link, and emphasizes that source prevention and prior preparation are important efforts to strengthen laboratory emergency management. The construction and implementation of the system aims to effectively reduce the occurrence of laboratory safety accidents, and has a certain reference for the development of laboratory safety emergency management in universities.

**Key words:** university; laboratory safety; emergency management; life cycle theory; accident prevention

收稿日期: 2022-07-09

基金项目: 教育部高等教育司产学合作协同育人项目  
(2021021111027)

作者简介: 王茂鑫(1993-),男,山东济南人,硕士,工程师,主要研究方向为实验室技术安全、应急管理。

E-mail: maowinwang93@sdu.edu.cn

通信作者: 占金华(1974-),男,安徽安庆人,博士,教授,部长,主要研究方向为实验室建设与管理,纳米环境化学。

E-mail: jhzhhan@sdu.edu.cn

## 0 引言

安全是人类最重要的需求,校园安全是高校和谐稳定的重要因素,实验室安全是校园安全的重要体现。近年来,高校发展日新月异,安全观念深入人心,实验室安全管理体系逐步健全,软硬件设施水平也得到了

明显提升。但由于高校实验室数量众多,涉及风险源复杂、分布范围广,再加上创新性、探索性实验存在的未知性和不确定性,属于事故多发场所。多起事故教训惨痛,给学校、社会造成了消极影响。

事故的背后,一方面反映出实验人员在实验规范操作、设备安全使用等方面存在改进之处<sup>[1-2]</sup>,另一方面也映射出高校在应急管理体系建设还不够完善,事前没有做到足够预防,事故发生后应急措施不到位,未能有效、准确地遏制事故发展或减小事故损失,甚至因不恰当处置反而产生严重二次伤害,扩大事故影响<sup>[3-4]</sup>。国内高校关于实验室安全应急管理体系系统性的研究与实践较少,多倾向于应急预案、应急处置、应急能力等方面的研究<sup>[5-8]</sup>。为了防止事故的发生或者减少事故发生后人员伤亡与财产损失,构建一套比较完整的高校实验室安全应急管理体系具有重要实际意义。本文以我国应急管理工作的历程为切入点,分析高校实验室应急工作存在的问题,并提出构建涵盖预防、准备、响应、恢复、改进整个生命周期的高校实验室安全应急管理体系,旨在通过完善的体系构建,进一步预防和减少实验室安全事故的发生。

## 1 应急管理工作概述

### 1.1 我国应急管理体系发展

(1) 总体发展历程。作为一个有着5 000年悠久历史的国家,自古以来就有应急管理经验的体现,比如,“未雨绸缪,居安思危,思则有备,有备无患”“凡事预则立,不预则废”等。新中国成立以来,我国应急管理体系的发展大致经历了3个阶段:以单灾种应对为主的第一代应急管理体系(1949年新中国成立后~2003年“非典”事件)、以“一案三制”为核心的第二代应急管理体系(2003年“非典”事件~2012年党的十八大)、以总体国家安全观为统领的第三代应急管理体系(2012年党的十八大至今)<sup>[9]</sup>。特别是2003年,我国应急管理体系建设发展的转折点,采取了“五步走”的发展策略<sup>[10]</sup>,为我国应急管理体系的发展奠定了坚实基础。

(2) 新时代持续深化。2014年,习近平总书记提出“总体国家安全观”,应急管理工作进入一个新的发展时期。2018年应急管理部的正式成立,对我国应急管理发展具有跨时代意义<sup>[11]</sup>。2022年2月14日,国务院印发《“十四五”国家应急体系规划》,全面部署“十四五”时期应急工作,深入推进应急管理体系和能力现代化,目标至2025年形成统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的中国特色应急管理体制,建成统一领导、权责一致、权威高效的应急能力体系。

### 1.2 高校突发事件应急管理分析

高校突发事件主要涉及思想舆论、人身伤害、自然

灾害、安全生产、网络安全、公共卫生等方面<sup>[12]</sup>。国内众多学者对高校突发事件应急管理体系构建、应急预案建设、应急管理人才培养等方面开展了比较深入的研究<sup>[13-16]</sup>。如刘伟等<sup>[16]</sup>指出加强高校应急管理能力是应对突发事件的最有效手段,通过对高校应急管理能力内涵结构分析,得出预防与学习是薄弱环节,并提出相应的建设策略。实验室安全事故作为高校突发事件的一类,构建完善的实验室安全应急管理体系是遏制和减少高校突发事件的重要手段。

## 2 应急管理基础理论探讨

通过对应急管理的理论基础进行研究与探讨,可以透过表面现象解释深层次问题,从而更好地改进和完善工作。中国安全生产科学研究院李湖生<sup>[17]</sup>对风险管理理论、综合应急管理理论、分级响应理论、生命周期理论、现代管理理论等应急管理基础理论的作用及影响进行了分析评价,为应急工作的开展提供了借鉴和启示。其中,全生命周期理论以时间发展进程为主线,把应急管理划分为“预防、监测、响应、恢复、重建”5个阶段,通过对应急管理活动科学归类,使得不同阶段的工作任务变得清晰,更加符合且有利于高校实验室应急管理体系的构建与实施。

## 3 实验室安全应急管理工作反思

目前,高校实验室安全应急管理工作还不够系统、全面,主要体现在工作重心、预案编制、队伍建设、物资储备等方面<sup>[4,18-19]</sup>。

(1) 工作重心不合理。目前针对应急管理工作大多还处于被动应对阶段,“重应急、轻预防”的思想根深蒂固,往往发生事故后仓促应对甚至息事宁人,未能将应急管理纳入实验室日常安全管理,源头预防性不足。

(2) 应急预案编制不科学。国家对应急预案的编制有明确的执行标准,但是通过调研国内众多高校发现,现有实验室安全应急预案绝大多数以安全管理制度的形式出台,仅有管理要求,却没有明确的应急救援机构、应急响应程序、处置措施等基本要素。

(3) 应急救援队伍不专业。实验室涉及学科众多、专业性强,大多数高校未成立专业化的应急救援队伍,这就可能导致事故一旦发生,应急救援工作无法及时营救受伤人员,很难有效控制事态发展。

(4) 应急物资储备不足。急救药箱现在已成为每个实验室的标配,而除此之外高校缺少其他必要应急物资的保障,造成救援现场人员安全防护措施不到位、应急救援器材匮乏等问题出现。

(5) 应急技能培训和应急演练不足。教育培训不系统、不全面,实验室人员缺少必备的应急救援技能;

应急演练次数少,演练形式、内容单一,参演范围不够广泛,无法熟悉整个应急处置流程,导致事故发生后无法从容应对。

#### 4 “全生命”周期应急管理体系构建与实践

我校运用全生命周期理论<sup>[17]</sup>,经过不断的探索与实践,着力构建起以“预防-准备-响应-恢复-改进”为主线的全过程实验室安全应急管理体系(见图1)。



图1 实验室安全应急管理体系图

##### 4.1 源头预防,最大化实现本质安全

图之于未萌,虑之于未有。预防是做好应急管理最经济、最有效的办法。实验室应急管理工作应重点坚持关口前移,全面做好预防性工作。

(1) 实现本质安全。强调基于事物自身的特性和规律,通过安全技术手段,源头防止事故的发生。主要体现在:①坚持替代性原则,通过优化实验工艺,尽量用无毒无害化学品代替有毒有害化学品,用温和实验反应代替危险剧烈实验反应;②加强实验室建设规范化科学化水平,通过对实验室空间、消防、水电气、安全设施等方面的科学设计、布局、建设,源头上减少安全隐患的产生;③安装自动化智能化监测预警预报装置,加强对高温、高压、强电、辐射等危险性工艺设备和有毒有害气体的监控及联动控制,避免不可控事故的发生<sup>[20]</sup>。

(2) 采取预防措施。通过采取防范措施,在事故发生时能达到降低或减缓事故影响。主要体现在:①坚持最小化原则,即减少实验室内危险物质(化学品、危险气体等)的存量及实验过程中的使用量,尽可能控制在最小允许范围;②保持合理的安全距离,如设置防护墙,有毒有害实验区与生活学习区有效隔离,化学品存放于防爆阻燃试剂柜等;③做好个人防护,这是保障实验人员人身安全的最后一道防线,严格按照要求穿戴防护眼镜、防毒面罩、手套、防护服等劳保用品,防止意外事故造成伤害。

##### 4.2 事前准备,多措并举防患于未然

应急准备是为有效应对实验室安全事故而事先采

取的各种措施的总称。在做好源头预防的同时,重点在准备阶段下功夫,主要开展了包括应急预案编制、成立应急救援组织机构与救援队伍、储备应急物资、开展应急演练与技能培训等方面准备工作。

##### 4.2.1 建立科学编制应急预案

建立校、院、实验室三级应急预案体系。①学校严格按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639—2020),编制校级实验室安全事故应急预案,经专家评审后正式发布,预案包括综合应急预案以及火灾爆炸、危险化学品泄漏、辐射事故、生物安全、特种设备、机械伤害、触电伤害等7类专项应急预案。②一校三地各单位针对本单位实验室危险源种类及分布,完成院(所)级实验室安全应急预案编制工作,并报学校或校区主管部门备案,预案涵盖院(所)级应急预案以及危化品火灾爆炸、生物伤害、机械伤害、电气伤害、特种设备伤害、中毒伤害等15类现场处置方案。③实验室应针对自身危险源制定相应的应急处置流程和注意事项,建立起层次分明的实验室安全应急预案体系(见图2)。

##### 4.2.2 完善组织体系与运行机制

(1) 建立应急组织体系。学校成立实验室应急指挥部,由分管校领导担任总指挥,成员包括资实、科研、保卫、基建、后勤等相关职能部门及校区负责人。应急指挥部下设应急指挥办公室,负责开展日常应急管理工作。结合多校区办学实际,各校区分别成立了事故应急救援小组,建立应急救援队伍,主要包括通信联络组、事故救援组、医疗救护组、警戒疏散组、物资供应组、事故善后处理及调查组等,各组成员按照工作属性由所在校区相关部门专业人员组成,并明确各自职责分工与要求。各教学科研单位依据学校应急组织体系,结合单位实际情况,建立对应的院(所)级应急组织体系。

因机构调整、职务变动等因素导致应急救援机构及人员发生变动,及时进行相应信息的调整备案,确保信息的准确性、时效性。

(2) 明确运行机制。①按照安全事故发生的可能性,建立了I级(特别重大)、II级(重大)、III级(较大)和IV级(一般)四级预警机制,明确预警发布、调整与解除要求。②根据事故危害、影响范围和控制事态的能力,建立了三级(院所级)、二级(学校级)、一级(社会级)三级响应机制,明确不同响应等级的工作程序,事故发生后立即开展救援行动。

##### 4.2.3 立体化储备应急物资

(1) 制定应急物资配备标准。参考《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB 30077—2013)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1—2010),本着实用性、功能性、安全性、耐用性原则,在充分结合我校实验室

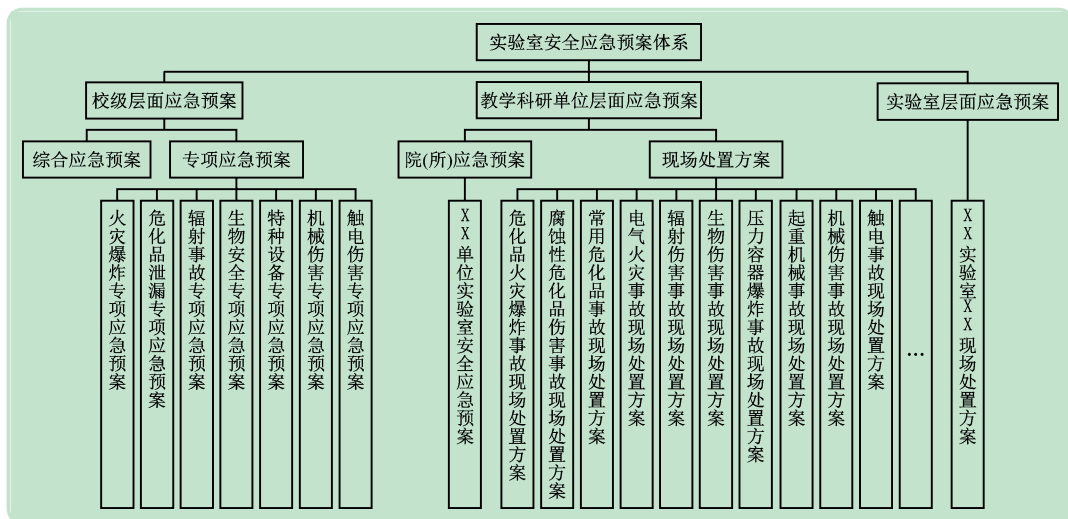


图2 实验室安全应急预案体系框架图

实际基础上,制定了实验室应急物资配备参考标准,应急物资包含个体防护装备、救援物品、急救药品等4大类,配置种类划分为化学类、生物类、机电类、通用类共4种类别。

(2)“构建立体化”应急物资储备模式。①学校层面,加大保障经费投入,将应急物资配备、更新、补充所需费用纳入年度实验室安全经费预算;为化学、药学、材料、生物等部分实验室安全重点单位配备一批应急物资。②教学科研单位,结合实验室分布、危险源类别和应急处置要求,在危险源相对集中楼宇的楼层合适位置配备应急存储设施、应急救援物资以及应急喷淋等安全设施。③危险性实验室配备有急救药箱、灭火毯、灭火器,涉化类实验室安装了洗眼装置。各类应急物资定期盘点补充、维护,满足救援任务需要。

#### 4.2.4 开展针对性演练培训

(1)广泛开展教育培训。开展应急知识教育与应急技能培训是做好实验室应急管理工作的的重要举措。①加强学生安全教育,推行应急知识进课堂,纳入实验室安全专业课程中进行系统性学习或者融入进具体的专业课程与教学环节一同讲授,例如,我校工程训练中心开设“日常急救基础与心肺复苏”“绳索技术基础和高楼逃生”安全课程,在大学生中推广普及急救知识与应急技能;举办应急培训专题讲座、知识沙龙等培训活动,增强应急技能。②安全管理人员和应急救援人员,根据职责与任务需要,分领导层、管理层和操作层开展差异化重点培训,使各类人员明确应急职责、掌握救援技能、熟悉救援程序<sup>[6]</sup>。

(2)精心组织应急演练。①学校定期(一般每年至少1次)组织实验室安全事故应急演练,检验和测试应急指挥机构的应急能力和应急预案的可靠性,通过机制磨合、队伍锻炼,增强应急技能和救援能力,提升整体应急反应能力。②丰富应急演练形式,开展综

合演练、桌面演练、实战演练、检验性演练、示范性演练等多种类型的演练活动,为实战积累经验。近年来,先后开展实验室危化品泄漏、消防火灾、人员疏散逃生、应急救援、新冠疫情防控等演练活动,师生实验室安全意识与应急技得到进一步提高。

#### 4.3 事中响应,及时有效妥善应对

应急响应是实验室安全事故发生以后所采取的各种应对措施,主要分为:事故上报、判断响应级别、应急启动、组织救援、应急恢复和应急结束等过程。

实验室突发安全事故后,现场人员或最先发现者在保证自身安全的前提下,有义务采取果断措施,抢占最佳时间控制事态发展,避免事故升级或发生次生危害,同时立即向实验室负责人和所在单位应急指挥办公室报告。应急指挥办公室接到报告后应立即向应急指挥部汇报,应急指挥部确认后根据事态情况启动不同级别的应急预案,调集应急救援人员、应急救援物资,迅速组织、指挥开展现场救援,营救受伤人员,疏散无关人员,迅速控制危险源并做好应急保障。事态得到有效控制,确认无安全风险后,由现场应急总指挥宣布应急结束,按规定开展事故调查工作。

#### 4.4 事后恢复,最大限度降低事故影响

应急恢复是实验室安全事故在得到有效控制后采取的处置工作。

(1)现场紧急恢复。一般伴随着响应活动随即展开。①应立即恢复向受伤实验人员提供食物、安全保障和医疗卫生等人道服务,保障其基本需求;②短期内尽快恢复被事故损坏的通信、应急照明、动力等现场救援保障措施,确保后续救援工作的顺利开展。

(2)事后长期恢复。一般是应急结束后展开,主要是指教学科研活动的恢复,包括重建损坏的实验室房屋,维修或更换损坏的仪器设备,开展教育培训,重新进行安全风险评估等,尽快恢复正常。

#### 4.5 持续改进 建立健全应急管理体系

后期改进是一种正向反馈机制,针对事故的应急处置工作进行评估,分析应急救援各环节不足,提出改进措施建议,进一步促进实验室应急管理体系的健全和完善。另外,应根据事故调查结果,深刻吸取事故教训,在源头预防、事前准备方面采取切实有效的应对措施,避免此类事故的再次发生。

### 5 实施成效

经过不断的探索实践,学校基本建立起基于全生命周期理论的实验室安全应急管理体系,取得了一定成效。预防阶段,通过采取优化工艺、监测预警等安全技术措施,源头性提升实验室本质化安全水平;准备阶段,编制完成校级综合应急预案、7类专项应急预案及院级15类现场处置方案,分级组建应急救援指挥机构,建立了4级预警机制和3级响应机制,制定了符合学校实际的实验室应急物资配备参考标准,从校、院、实验室三级配备充足的应急物资并针对性开展多样化的培训和演练;响应阶段,明确应急响应各环节,确保事故发生是能够妥善应对;恢复阶段,通过现场紧急恢复和事后长期恢复两个阶段,尽可能减少事故影响。该应急管理体系的建立,显著提高了学校应急管理工作的规范化、系统化、科学化水平,进一步提升了实验室师生安全应急技能和防范化解实验室安全风险的本领,大大预防和减少实验室安全事故的发生。

### 6 结 语

应用全生命周期理论,构建出了涵盖“预防-准备-响应-恢复-改进”全过程高校实验室安全应急管理体系,明确每一环节具体工作举措,结合工作实践对源头预防、事前准备工作进行重点阐述,强调应急管理工作应注重在预防和准备两个环节上下功夫,改变被动应急不利局面,建立起科学应急的工作新格局。

#### 参考文献(References):

- [1] 李倩. 科研院所实验室安全管理方法[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(S1): 62-67.
- [2] 李志红. 100起实验室安全事故统计分析及对策研究[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(4): 210-213.
- [3] 张羽. 高校实验室安全应急管理体系现状分析及优化策略[J]. 武汉冶金管理干部学院学报, 2021, 31(3): 20-22.
- [4] 金雪明, 黄小波, 谢庆平, 等. 新冠疫情下实验室安全应急防控体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7): 295-299.
- [5] 陈亮, 戴灵豪, 关畅, 等. 高校实验室安全教育体系构建与实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 286-290.
- [6] 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.
- [7] 汤营茂, 缪清清, 钱庆荣, 等. 高校实验室危险化学品安全事故应急处置能力提升的探讨[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(4): 277-279.
- [8] 张银珠, 金海萍, 阮俊, 等. 关于提高高校化学品突发事件应急能力的探讨[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(7): 226-228.
- [9] 闪淳昌, 薛澜. 应急管理概论——理论与实践[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [10] 闪淳昌, 周玲. 从SARS到大雪灾: 中国应急管理体系建设的发展脉络及经验反思[J]. 甘肃社会科学, 2008(5): 40-44.
- [11] 佟瑞鹏, 王露露, 李虹玮, 等. 安全管理、风险管理与应急管理的关系探讨: 基于大安全理念视角[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(5): 36-44.
- [12] 刘伟. 高校应急管理能力研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2009.
- [13] 姚朋君, 范强锐, 马涛, 等. 高校安全生产突发事件应急预案体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(4): 282-285.
- [14] 佟瑞鹏, 赵旭, 王露露, 等. 高校应急管理人才培养模式探究与展望[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(7): 1-8.
- [15] 杨健. 新形势下高校突发事件应急预案优化及管理研究[J]. 安全与健康, 2022(1): 46-50.
- [16] 刘伟, 张万红. 加强我国高校应急管理能力建设的策略分析[J]. 中国安全科学学报, 2009, 19(2): 133-139.
- [17] 李湖生. 应急预案体系建设的理论基础研究探讨及其启示[J]. 中国应急管理, 2012(5): 20-24.
- [18] 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.
- [19] 陈莹, 邱勇, 陈珊珊, 等. 高校开放实验室突发公共卫生事件应急管理机制与案例分析[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(1): 140-143.
- [20] 李志华, 吴阿清, 陈涛, 等. 应用本质安全原理加强化学类实验室安全预防管理[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(5): 283-286.

欢迎订阅中国高等教育学会实验室管理工作分会会刊、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE中国权威学术期刊《实验室研究与探索》杂志!

欢迎赐稿, 欢迎订阅!