

借鉴危化品企业管理经验提高实验室应急管理水平的研究

郝鹏飞*

(淄博市应急救援指挥保障服务中心, 淄博 255000)

摘要: 实验室在高校、科研院所及企业普遍设立, 所使用的实验物品和器材包括危化品、辐射源、生物样品、电气设备、机械设备、特种设备等。由于操作人员相对集中, 这些实验室面临着累加安全风险。通过分析近年来实验室事故的类型, 查找存在的问题及在实验室安全管理、法律依据、基础建设等方面存在的不足, 同时借鉴危化品企业管理的有效做法, 本文从完善法律法规、实施分类管理、开展知识培训等方面提出针对性的解决策略。

关键词: 危化品企业; 实验室; 应急管理

0 引言

危化品企业安全风险种类多, 潜在风险大。得益于较为完备的法律法规、制度规程、应急处置等管理体系, 企业安全水平近年来得到长足发展。应急管理部2021年2月份例行新闻发布会指出, 全国2021年共发生化工事故122起、死亡150人, 同比减少22起、28人, 分别下降15.3%和15.7%^[1]。同样, 理工科实验室也会用到危化品、特种设备等物品器材, 加之实验室兼顾科研创新和人才培养双重角色, 是实施素质教育、促进基础能力提升的重要手段, 在培养学生、员工创新精神, 提高操作实践能力方面起着不可替代的作用。近年来, 高校实验室安全事故频发, 造成科研人员伤亡和财产损失^[2], 如2015年, 北京市某大学实验室危险化学品燃烧导致氢气气瓶发生爆炸, 造成1人死亡^[3]。2018年12月, 北京一大学实验室发生爆炸燃烧, 事故造成3人死亡^[4]。如何查找工作漏洞、准确管控风险, 是新时代背景下抓好高危实验室安全工作的永恒课题。本文借鉴危化品企业管理的成功经验, 为提升实验室安全管理水平、预防事故的发生提出相关措施, 以期构建更加安全高效的实验室工作环境。

1 高危实验室特点及事故类型

1.1 特点

高危实验室具有人员密集、危险源种类多、体量大、安全隐患分布广等特点, 潜在安全风险极高^[5]。主要体现在以下

方面。

作业人员集中。实验室作业内容主要包括学生实验课培训和开展科研实验两大方面, 涉及人群主要包括: 随高校扩招逐年增多的本科生和研究生(高等教育毛入学率从2012年的30%, 提高至2021年的57.8%^[6])、科研人员、教学人员、实验人员等, 加之实验项目连续性和间断性相结合、自动化程度低, 需要经常性观察或研讨, 这就导致实验室内人员复杂、多变且流动性大。

危险源种类多。学科建设逐步发展壮大, 实验类型多, 危险源涉及范围广。高危实验室常见危险源包括: 有毒有害化学品(剧毒、易制爆、易制毒、爆炸品等)、危险气体(易燃、易爆、有毒、窒息)、动物及病原微生物、辐射源及射线装置、危险性机械加工装置、强电强磁与激光设备、特种设备等^[7]。

设备使用强度高。实验室既有培养新人的基础性操作, 又有科研拔高的探索性尝试, 实验室资源的稀缺、反复多次实验才能获取有效数据的客观现实, 倒逼实验人员“见缝插针”式地寻找实验设备, 部分设备仪器处于24小时高强度运行状态。

1.2 事故类型概况

据统计分析, 100起实验室安全事故的主要类型有爆炸、火灾、中毒、电击和其他安全事故, 分别占44%、42%、6%、1%、7%, 其中爆炸和火灾是实验室事故的主要类型^[8]。

从事故发生的环节来看, 试剂的使用环节事故最多、伤亡人数最多, 分别占总事故数和总人员伤亡数的42%和83%, 试剂储存环节引起的事故数和人员伤亡数分别占总事故数和总人

* 通信作者: 郝鹏飞, 高级安全工程师, 研究方向为企业、实验室等安全生产监督管理。E-mail: 474957001@qq.com

员伤亡数的 22% 和 10%，仪器设备使用环节引起的事故数和人员伤亡数分别占总事故数和总人员伤亡数的 21% 和 6%^[5]。

2 实验室管理存在的问题短板

2.1 安全管理体系不完善

机构设置方面，主要表现为：校级牵头抓总、压力传导作用发挥不明显，二级单位业务部门安全管理职责不清；未明确校级层面安全工作领导机构（小组、委员会）；没有配备相应的安全管理人员^[9]，或由负责保卫、业务等工作的人员兼职负责安全管理工作等。

制度建设方面，存在“宽松软”等问题。如某些高校在实验室安全隐患举报制度方面，只以通知形式公布了举报邮箱、电话、信箱等联系方式^[4]，却未明确责任人员、工作流程和要求，收到举报时难以尽快调查，隐患难以快速解决。

2.2 法律法规标准不健全

主要体现在最易导致高校实验室事故的危化品管理缺少特别法和强制标准约束，不具有强制性，不利于提高实验室的安全管理能力水平。

企业管理易燃、易爆、易制毒等危化品主要依据《安全生产法》《危险化学品安全管理条例》等法律法规，教育部 2023 年根据以上法律法规印发了《高等学校实验室安全规范》，但是从适用范围上来说，以上法律法规仅适用于生产经营性质的工业企业、个体工商户、自然人等，高校多为公益事业单位，并不适用前述法律法规。虽然可以参照法律法规规定下发要求和通知，但是只能作为一般管理手段，没有法律强制力约束，导致危化品的使用、储存、回收和管理等安全措施落实大打折扣，甚至流于形式。

2.3 基础设施建设滞后

现用的实验室多数是按照教室、办公室等设计的，后期为满足实验需求才改造用于实验用途，且有火灾爆炸危险的实验室，没有与主体建筑分开设置，或者分区域自成独立防护单元设置。因此，许多实验室存在电线负荷不能满足功率要求、未设置有毒有害气体检测装置、缺少自动喷淋等灭火装置、漏电保护装置不符合要求、污水管网缺失、未设置通风设施、空间狭小影响紧急疏散、无危化品专用储存区域等威胁实验室人员安全的问题。此外，高校连年扩招必然需求更多的实验室，但高校普遍缺少校级大型综合实验室建设项目，导致各院系既有通用实验室，又有专业实验室，造成资源浪费^[10]。

2.4 安全教育培训不到位

多数高校能够开设实验课程并向实验人员进行安全教育，但是仍存在以下具体问题：一是分级培训内容不细化，操作性不强。目前，学校、二级学院和实验室以开设课程、口头强调等形式开展培训，但是安全培训涵盖安全常识、操作规程、实

验涉及危险品等多方面内容，需要多层次、多频次培训方可见效，校级、院级、实验室级等培训却没有明确各级培训的侧重点，容易出现层层培训，却在内容上有重叠、有疏漏，达不到理想效果。二是安全文化氛围不浓厚，隐患易反复。从各高校通报的自查问题来看，大型设备缺少安全警示标识、室内堆置过多气瓶、化学品随意放置、实验台摆放生活用品等问题反复出现，侧面反映出实验室对风险宣传不到位，实验人员对身边的风险认识不足，事故案例也表明个别实验人员是“技术高手”，也是“安全小白”。三是培训形式单一，效果不好。受限于参训人员基数大、培训内容多、周期长等客观条件，高校理论教学多，动手实操、应急演练等与实际相结合的培训形式较少，人员参与程度也很难达到 100%。

2.5 日常管理检查有弱项

一是工作要求不具体，主要体现在个别高校制度要求虚化，只是要求定期检查，但没有明确校级、院级和实验室的检查频次。如山东某大学校级实验室安全检查与制度中仅规定，要经常组织定期或不定期检查和督查。二是检查人员不专业，主要是因为缺乏安全背景人员，受传统观念影响，高校科研成果考核导向明显，向安全要效益的意识较弱，实验室安全员作为辅助岗位，考录、晋升等处于弱势，消防工程或安全工程等专业背景人员少，检查往往表面化、程序化，难以深入查找问题，解决隐患；在检查活动中，成员主要由任课老师、实验员等组成，惯性思维致使对隐患“习以为常”“视而不见”等。三是检查标准不细致，教育部印发了《高校实验室安全检查表》，为查处共性问题隐患提供了检查依据。实验室包括化学类、生物类、辐射类、机电类等类型，危险因素千差万别、交织复杂，该检查表不能提供个性化、具体化的检查指导。如生物类实验室既涉及使用易燃易爆氢气作载气的气相色谱，又涉及分子生物学实验使用的有毒性 DMSO 等试剂、易挥发乙醇等。

3 建议采取的措施

危化品企业管理体系主要分为以下两方面。从外部管理看，制定实施了《安全生产法》《危险化学品安全管理条例》等法律法规，以及衍生的标准，有较为完备的规范体系；从内部管理看，政府部门的监管压力和经营创收动力倒逼企业落实安全生产主体责任，建立了较为严格的制度、规程，提高了教育培训、风险评估、隐患排查、应急处置等水平，降低了事故发生概率，这为规范实验室管理提供了良好思路。

3.1 制定完善实验室管理法律标准体系

一方面，尽快填补高校实验室监管的法律依据空白。建议教育主管部门提请，将高校实验室协调纳入《安全生产法》的调整或参照执行范围，或结合当前危化品管理、人员培训等方面的突

出问题，牵头制定针对高校实验室的法规或规章，明确高校的安全义务、监管执法部门及罚则，压实高校安全主体责任。

另一方面，尽快制定强制性标准规范，让法律执行更具有可操作性。既要结合科技发展更新老的实验室建设标准，又要及时更新，将规范高校实验室建设的可操作性强的团体标准提高标准发布等级，增强约束力。如团体标准《化学化工实验室安全管理规范》(T/CCSAS)试运行一段时间后，可以进一步补充完善并明确强制性条目，报国家市场监督管理总局颁发为国家标准。逐步制定中试性质和工业化放大性质的实验室或试验场所的标准，填补标准空白。

3.2 扎实推动实验室安全分级分类管理^[4]

一是扎实部署，认真学习宣传分级分类管理办法，切实掌握在危险源评分、等级确定等方面的新要求。二是尽快制定实施方案，明确具体牵头部门、实验室等工作职责和时间节点，对照厘清各实验室设备、器材、危化品数量等，补充完善参照表中未提及的同类危险源，做到认真评分，科学分级。三是注重结果运用，根据分级分类摸底评分情况，及时补充日常检查标准核查项目，重点关注高风险等级实验室，重点查验高风险源的管控措施落实情况，细化不同等级实验室的管理要求和检查频次，切实提高隐患排查治理水平。同时，校级安全牵头部门要加强对实验室安全分类分级运行的监管，及时纠正不正确分级做法；二级学院等责任单位要落实好分类定级动态调整机制，当实验室实验项目及危险源发生较大变动时，应提出安全分级变更申请。

3.3 认真组织系统化安全知识培训

培训不到位是最大的隐患，事故案例分析表明，多数事故都是由于人的不规范操作直接导致的^[6]。

一方面，明确不同层级培训内容。建议高校在落实《高等学校实验室安全规范》第十一条规定的前提下，参照企业培训员工的成熟做法开展“三级培训”，也就是开展校级培训、二级学院培训和实验室培训，不同级别培训在侧重点、频次和组织形式方面有所区别。校级培训主要面向全体教职工和学生，内容侧重实验室通用安全常识、环保教育、应急措施、事故案例启示等宏观内容。二级学院培训主要面向本院教职工、学生及其他学院在本院有实验项目的学生，以掌握实验室的管理制度、实验药品的安全风险、常见设备的操作流程、可能出现的应急情况处置等与实际操作相关的安全知识为主，培训频次可以高于校级培训，一年至少组织两次。实验室培训主要面向实验室管理及操作人员，重点掌握具体的药品器材管理及风险、操作工艺、劳动防护措施、自救互救方法、现场可能事故的应急措施等，培训频次最高，尽量做到实验开始有要求、实验结束有总结。

另一方面，采取多样化的培训组织形式。实验室教育存在

全程化、全员化、人员流动性强等特点，在组织不同层级培训方面可以灵活采取“线下+线上”等方式，校级、院级培训是进入实验室前提条件，要求留存记录，但耗费人力、物力多，应以计入学分的线下教育为主，采取初次教育必修课、后续教育选修课等形式；实验室级别培训频次最高，可以利用网络培训灵活、内容丰富等特点，以网上小实验、答题等形式开展实验前培训，到达实验室后再由安全员强调注意事项。此外，对实验室安全管理人员及使用新设备、新工艺、新药品的人员要开展专门的安全生产教育和培训。

3.4 积极构建安全管理高效模式

一是完善责任体系。以“党政同责，一岗双责，齐抓共管，失职追责”原则为指引^[11]，构建完善高校、二级学院、实验室三级责任体系^[3]，明确各级领导责任、牵头部门(科室)、安全责任人、直接责任人、第一责任人等，细化工作分工，构建“横到边、纵到底”的责任体系。

二是严密制度建设。吸取事故案例教训，优先强化易引发事故的危化品采购、储存、使用、废弃物管理等方面制度建设，参照国家法律法规标准对企业危化品管理的要求，高校主动开展一些针对双人双锁、危险品仓库建设标准、实验室临时储存量、危化品小包装产品采购等的研究，形成制度要求。同时，主动加强与属地应急管理、公安、消防等部门联系，以寻求管理支撑和业务交流。

三是强化校内监督。重视日常隐患排查，积极吸纳有化工、消防、安全管理等专业背景的人员担任安全管理人员，建立一支专业性强、稳定性好的安全核查队伍，切实提高从管理、技术等方面查找深层次问题隐患的水平。灵活采取通报、约谈等手段强化问题整改，将隐患自查、上级安全评分等纳入个人工资绩效考核，建立安全工作奖惩机制和问责追责机制^[3]，督促实验负责人、项目负责人等落实安全防控一线责任，确保问题早发现、早解决。

四是加大资金保障。高校以强科研为生命线，每年安排经费购买教学设备、维修仪器以确保科研实验顺利开展，但是很少主动安排购置紧急情况下才能用到的淋洗器、检测报警装置等。建议参照高危企业企业安全生产费用提取和使用模式，制定安全专项费用提取和使用办法，以高校为单位，依据二级学院科研资金设置提取比例，专户储存，每年度下拨专款形式用于安全防护设施、应急救援器材、安全培训、劳保护品等与安全管理直接相关的费用。

3.5 激发安全管理人员动力

“安全管理原理”作为一门学科，旨在研究不安全动作、不安全行为的产生原因及事故致因链原理，掌握预防事故采取的行为控制技术，通过安全技术和行为控制防止和减少安全事故，保障人身财产安全。安全管理人员，作为安全政策督

促者,在预防事故、保障实验顺利开展方面起着非常关键的作用。

一是提高工作积极性。参照德国的管理模式,将实验室的管理人员纳入科研队伍,属于支持人员,将个人利益和团队整体的发展挂钩,或适当增加安全管理人员聘任比例,以调动其工作积极性。

二是理顺管理体制。安全工作涉及设备、消防、安保、水电等多个部门,工作压力大、没人愿意分管,导致工作重视不够、说话分量轻、协调难度大。建议参照政府和企业安全管理架构,由二级学院第一副院长分管实验室安全工作,加大安全责任分解力度,增强工作协调效率,确保安全措施落实落地。

三是明确职能定位。安全管理机构及人员是负责牵头督促安全管理各项工作,并不是负责全部的安全工作,不能代替具体的业务科室安全工作。比如,安装喷淋设施、更换老旧电线等工作,需要设备科具体落实,安全人员负责督促和验收。

3.6 扎实完善事故应急预案并组织演练

一方面,优化预案编制。要参照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639—2020)要求,结合实验室项目开展情况,严格按照预案编制程序落实成立编制工作组、资料收集、风险评估、应急资源调查、应急预案编制、桌面推演、应急预案评审和批准实施等八个步骤^[12],结合实验室管理体系、可能发生的故事特点等,合理确定本单位的综合、专项应急预案和现场处置方案^[11]。若应急指挥机构及职责发生调整,实验项目涉及的危险因素、重要应急资源等发生重大变化,应及时对应急预案进行修订并做好记录和宣贯工作。

另一方面,定期开展应急预案演练,尤其是抓好现场处置方案的演练。按照(或参照《生产安全事故应急预案管理办法》(应急部2号令)要求制定应急预案演练计划,每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练,每半年至少组织一次现场处置方案演练,及时对演练情况进行总结评估,避免“次次组织演练,次次内容相同”的不利做法。

4 结束语

近年来,高校学生、实验室数量同步增加,高危实验室的安全管理压力也同步增加。本文参照较为成熟的企业安全管理措施,从完善法律标准体系、实施分级分类管理、开展系统化安全培训、构建管理高效模式、激发安全管理人员动力、完善应急预

案并组织演练等方面提出措施建议,有利于提高高危实验室安全管理标准化、规范化水平,最大程度避免事故发生,切实保障师生、高校的生命财产安全,全力维护整体稳定局面。

参考文献

- [1] 中华人民共和国应急管理部.[南方都市报]2021年我国较大化工事故首次降至个位数[EB/OL].[2022-02-18].
https://www.mem.gov.cn/xw/xwfbh/2022n2y15rxwfbh/mtbd_4262/202202/t20220218_408142.shtml[2024-12-06].
- [2] 张蕾.基于安全准入体系的高校实验室安全管理研究[D].北京:北京化工大学,2022.
- [3] 甘圣义,文方林,聂冬梅,等.2010—2019年国内高校及科研院所实验室涉化类消防安全事故原因分析及对策研究[J].科技与创新,2021,(07):32-36.
- [4] 曹振鹏.高校涉化类专业学生实验室安全意识和态度影响因素研究[D].天津:天津理工大学,2022.
- [5] 中华人民共和国教育部网站.教育部关于加强高校实验室安全工作的意见[EB/OL].[2019-05-24].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3336/201905/t20190531_383962.html[2024-11-20].
- [6] 中国网.我国高等教育毛入学率达到57.8%[EB/OL].[2022-05-17].
http://news.china.com.cn/2022-05/17/content_78222300.htm[2024-11-20].
- [7] 教育部办公厅.教育部办公厅关于印发《高等学校实验室安全规范》的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2023,(03):40-51.
- [8] 李志红.100起实验室安全事故统计分析及其对策研究[J].实验技术与管理,2014,31(04):210-213,216.
- [9] 黄柑童,陈芬,劳燕玲,等.地方高校科研实验室的安全管理问题与优化策略[J].科技视界,2021,(25):154-155.
- [10] 洪文昕,陈晓红,张胜.高校实验室管理对提高实验室利用率的探究[J].科技展望,2016,26(19):330-331.
- [11] 覃仙赞.新时代中小学校安全管理评价改革研究[D].桂林:广西师范大学,2023.
- [12] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则:GB/T 29639—2020[S].北京:中国标准出版社,2020.