

高校实验室安全事故行为原因分析及解决对策

董继业¹, 马参国¹, 傅贵², 杜昌昵¹

(1. 西安航天动力研究所, 陕西 西安 710100;

2. 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083)

摘要: 实验室安全事故频发给高校师生的安全带来极大威胁。该文对2010—2015年间46起高校实验室安全事故的类型、发生地点、事故引发人、实验操作人员不安全动作进行了统计,分析了安全事故引发的行为原因,并提出了预防实验室安全事故的解决对策。

关键词: 高校实验室; 实验室安全事故; 事故原因; 解决对策

中图分类号: X928.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2016)10-0258-04

Analysis and countermeasures for behavioral causes of university laboratory safety accidents

Dong Jiye¹, Ma Canguo¹, Fu Gui², Du Changni¹

(1. Xi'an Aerospace Propulsion Institute, Xi'an 710100, China;

2. Engineering College of Resources and Safety, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: Frequent laboratory safety accidents brought great threat to the safety of university teachers and students. This paper carries out the statistics on 46 university laboratory safety accidents from 2010 to 2015 for the details about the accident types, accident locations, accident causers, and unsafe behaviors of the experimental operators, analyzes the behavioral causes of these accidents and proposes the countermeasures to prevent the laboratory safety accidents.

Key words: university laboratory; laboratory safety accident; cause of accident; solving countermeasure

高校实验室是进行实验教学、开展科学研究、培养学生实践能力与综合素质的主要场所^[1]。随着中国高等教育的快速发展,实验室在高校中的作用和地位日益突出,高校实验室的教学、科研活动越来越频繁,实验室的安全问题日渐突显^[2]。2015年4月,某大学化工学院实验室发生一起爆炸事故,造成1人死亡,4人受伤。2015年12月,某大学化学系一实验室突发爆炸火灾事故,造成1人死亡。高校实验室安全事故的发生极大地影响了高校师生的安全。人的不安全行为和物的不安全状态是导致事故的直接原因,其中,人的不安全行为引起了88%的事故^[3]。因此,控制高校师生的不安全行为是防止高校实验室事故发生的重要

手段。

本文以46起高校实验室安全事故案例为样本,运用事故案例分析的方法,对高校实验操作人员的不安全动作进行了统计,进而对事故的行为原因进行了分析,据此提出了相应的控制对策。

1 实验室安全事故统计及分类

由于目前国内没有对全国高等院校实验室安全事故的系统统计,因此通过国家安全生产监督管理总局的事故查询系统^[4]、事故案例调查报告、百度搜索等途径,获取了2010—2015年间46起高校实验室安全事故,并以46起安全事故案例为样本,对高校实验室安全事故类型、发生地点、事故引发人进行统计分析。依据行为安全“2-4”模型^[5],对事故中人的不安全动作进行统计分类。

1.1 实验室安全事故宏观特性

从46个事故案例统计中可以看出,高校实验室安全事故的类型有火灾、爆炸、中毒、感染、腐蚀灼伤这5

收稿日期:2016-03-03 修改日期:2016-04-30

基金项目:国家自然科学基金项目(51074167);中央高校基本科研业务费专项资金(2010YZ04)

作者简介:董继业(1990—),男(满族),吉林通化,硕士,工程师,研究方向为科研生产实验工程管理、安全管理、行为安全。

E-mail: dongjiye2012@163.com

类事故,见图1。

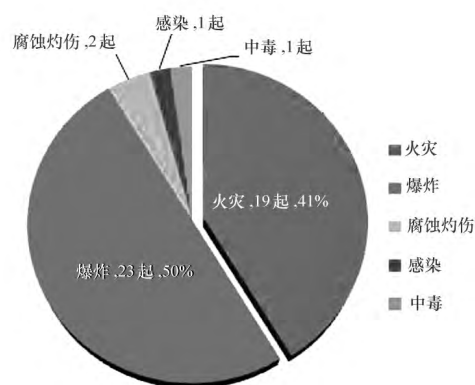


图1 各类事故数及比例

其中,火灾、爆炸事故共计42起,占事故总数的91%,是高校实验室安全事故的主要类型。事故发生地点集中在化学、生物、电气、医学实验室,以及危险化学品库房,见图2。

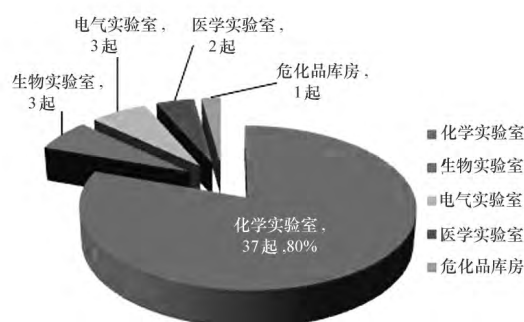


图2 各地点事故数及比例

其中,发生在化学实验室的安全事故共计37起,占事故总数的80%,可见,化学实验室是高校安全监管的重点。造成高校实验室安全事故发生的主要群体是学生、教师,以及外来人员(维修工人、小偷),其中,学生引起的事故共计41起,占事故总数的89%。值得注意的是,外来人员由于对实验室环境缺乏了解,更容易引发事故,应加强对外来人员的控制和安全告知。相比于教学实验,科研实验的危险性更大,发生在科研实验过程中的事故共计37起,占事故总数的80%。

1.2 实验操作人员不安全动作统计及分类

一起事故的发生是由操作者的多个不安全动作相互影响而导致的。本文所指的不安全动作是时间上距离事故发生最近的不安全动作^[6],不安全动作的产生直接触发了事故。对于外来人员产生的不安全动作,文章不予统计分析,将与外来人员(维修工、小偷)相关的2起事故的原因归结为在场学生未制止工人在易燃易爆场所进行焊接操作、实验操作人员实验后未彻底清理实验现场危化品这2种不安全动作。

对46起实验室安全事故中实验操作人员的不安全动作进行统计后,借鉴美国杜邦公司及美国职业安全与健康管理局对不安全行为的分类方式^[7]对实验操作人员的不安全动作进行归纳,得到8大类、25种不安全动作,见表1。

表1 高校实验室操作人员不安全动作及分类

序号	类别	相关不安全动作	次数
(1)	使用质量不合格的仪器设备、材料	气瓶超期未检、使用纯度达不到要求的化学品、使用破损仪器设备、使用未经检疫活体	12
(2)	未严格控制实验条件	加温过高、升温过快、供气过快、加药量过大	5
(3)	实验过程中长时间脱岗	夜间无人状态下运行烘干机、实验过程中操作者长时间离开	6
(4)	实验后未清理现场、断电、关设备	实验后未及时断电、实验后未关闭供气阀门、实验后未清理危化品	6
(5)	未及时更换老化电线	未及时更换老化电线	3
(6)	易燃易爆环境造成明火	清洗间使用明火、未制止工人在易燃易爆场所进行焊接操作、清洗间穿化纤衣服、清洗未穿防静电鞋	5
(7)	混合放置或处理性质相抵触危化品	混放性质相抵触化学品、混合处理性质相抵触化学品	4
(8)	仪器设备、材料使用不当	打翻酒精灯、误加化学品、将水加入浓硫酸、将浓硫酸器皿放入水池中冷却	5

表1显示在46起实验室安全事故中,实验操作人员的不安全动作多达8类,共发生了46次。其中,使用质量不合格的仪器设备、材料,实验过程中长时间脱岗,实验后未清理现场、断电、关设备这3类不安全动作发生最为频繁,占到了总数的52%,是预防的重点。以实验操作人员8大类、25种不安全动作为依据,分析这些不安全动作产生的原因,进而给出有针对性的预防对策,为高校进行有效的实验室安全管理提供借鉴。

2 实验室安全事故行为原因

根据行为安全“2-4”模型这一现代事故致因链可知,事故的原因分为个人行为和组织行为2个层面,有不安全动作、习惯性行为、安全管理体系和安全文化4阶段。其中,实验操作人员使用质量不合格的仪器设备、材料,未及时更换老化电线,易燃易爆环境造成明火等8大类、25种不安全动作是事故发生的直接原因。

2.1 习惯性原因

实验操作人员之所以发出不安全动作,可能是由

于实验操作人员不了解仪器设备及材料的使用方法,无法辨识实验环境中的危险源,不了解危险废物的正确处置方法等原因造成的,这表现为实验操作人员的安全知识不足;也可能是由于无视安全无小事、隐患等同于事故、事故出于大意等安全理念等造成的,这表现为安全意识不高;还可能是由于实验操作人员日常工作中不按操作规程操作,实验前未详细了解实验环境、为省力而更改实验条件等日常行为养成了不良作业习惯,这表现为安全习惯不佳。实验操作人员的不良安全知识、意识、习惯是导致实验室安全事故的间接原因。

2.2 管理体系原因

实验操作人员之所以安全知识不足、安全意识不佳,以及安全习惯不良,是由于事故发生高校的安全管理体系出现了问题,即体系文件缺失或不健全,规章制度执行或监管过程等出现问题。具体表现在缺少岗位安全责任制、缺少隐患排查与整改制度、实验室设备仪器安全操作规程可操作性不强、化学药品安全管理制度缺失、缺少对实验室管理制度执行情况的定期考核与奖惩等。由此可见,高校实验室安全管理体系不佳是导致高校实验室安全事故的重要原因。

2.3 安全文化原因

根据“组织行为为组织文化所导向”^[8]这一组织行为学原理,高校师生未理解、未接受高校安全文化导致实验室的安全管理体系出现了问题。安全文化就是安全理念^[9],具体由安全的重要程度、事故可预防程度、安全创造经济效益等 32 条安全文化要素及理念条目组成^[10]。每一条安全文化要素都是影响高校实验室安全管理效果的关键要素,高校师生能否理解并接受全员参与实验室安全管理的重要性、高校实验室建设中安全设施相关投入的必要性、领导应关注并组织开展实验室安全管理工作等安全文化要素,决定了高校能否成功建立健全安全管理体系并持续有效运行。高校实验室安全文化建设及推广中出现了问题是高校实验室安全事故的根源。

3 实验室安全事故解决对策

针对实验室安全管理中出现的薄弱环节,结合高校实验室安全事故发生的原因分析,可以制定出有针对性的解决对策,达到系统有效地加强高校实验室安全管理,从而有效预防事故的目的。

3.1 应用行为安全事故预防系统

通过高校实验室安全事故行为原因分析,事故的发生是由于高校师生未充分理解并接受安全文化要素,导致高校安全文化未充分发挥其指导作用,进而高校实验室的安全制度以及体系文件编制不够完善、执

行不到位,致使实验操作人员缺乏安全知识和意识、养成不良操作习惯,最终发生不安全动作,导致高校实验室安全事故的发生。因此,预防高校实验室安全事故的发生需要建立一套与安全行为相关的解决对策。

行为安全事故预防培训系统^[11]以大量的事故案例为基础数据,通过事故经过、事故原因、事故对策、事故图片、事故视频 5 个功能模块系统地介绍事故案例,引导学员从实际案例中学习、理解和了解事故发生的原因,掌握其一般规律、原则、方法及操作实验,从而有效地将理论知识与实验技能相互结合起来,运用到日常工作中。

3.2 危险实验安全评审

新实验的启动,新设备、新材料的投入使用,实验参数的变更等都会带来新的风险。高校可以建立安全评审专家库,专家库成员包括化工、压力容器、电气、应急救援等方面的专家,由危险实验课题组组织实验前安全评审会,由安全评审专家组全面识别危险源并给出改进措施,课题组只有在采取改进措施并验收合格后方可开始实验。

3.3 实验室危险程度分级管理

据教育部 2008—2009 学年普通高等学校实验室信息数据统计,教育部直属高校共拥有 4 029 个实验室,进行 400 多万小时、近 14 万个实验,平均每所高校实验室多达 54 个^[12]。高校实验室数量大、种类多、分布不集中的特点给实验室监督检查带来了困难。每个实验室实验内容不同,用到的设备仪器、化学品,以及人员参与数量等也存在差异。高校实验室管理人员可以根据实验室使用危险化学品的种类及数量、使用压力容器的数量及最高压力、是否使用放射性或高温加热设备、是否处在易燃易爆或有毒实验环境、实验过程中人员数量、实验的操作时长及频繁程度等因素综合考虑,将实验室进行危险程度分级,针对不同危险级别的实验室设定差异化安全管理要求。对于危险性高的实验室,除了采取日常的设备维护保养、定期安全检查等常规管理措施外,还应通过安装监控设备、严格控制实验室内人员数量、实验前需要开展安全评审、提高日常安全检查次数等措施加强管理。

4 结语

以行为安全“2-4”模型为理论基础,通过对 2010—2015 年间全国高校实验室安全事故的统计分析,可得出以下结论:

(1) 高校实验室安全事故中火灾、爆炸事故较多,事故主要发生在化学实验室,引起事故的主体为学生,相对于教学实验,科研实验的危险性更大。

(2) 实验操作人员常见的不安全动作有 8 大类、

25种,按出现次数由高到低依次为:使用质量不合格的仪器设备和材料、实验过程中长时间脱岗、实验后未清理断电和关设备、未严格控制实验条件、易燃易爆环境造成明火、混合放置或处理性质相抵触危化品、仪器设备或材料使用不当、未及时更换老化电线。

(3)事故的发生是由于高校师生未能充分理解和接受系统的安全文化,导致高校安全文化未充分发挥其指导作用,另外,高校实验室的体系文件编制不够完善、执行不到位,致使实验操作人员缺乏安全知识和意识,养成不良操作习惯,最终做出不安全动作,导致高校实验室安全事故的发生。

(4)预防高校实验室安全事故可以从应用行为安全事故预防系统、危险实验安全评审、实验室危险程度分级管理3个方面来采取措施。

参考文献(References)

- [1] 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): 210-215.
- [2] 鲍敏秦, 张原, 张双才. 高校化学实验室安全问题及管理对策研究[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(1): 188-191.
- [3] Heinrich W H, Peterson D, Roos N. Industrial accident prevention

[M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980: 22.

- [4] 国家安全生产监督管理总局事故查询系统. [EB/OL]. [2016-02-28]. <http://media.chinasafety.gov.cn:8090/iSystem/shigumain.jsp>.
- [5] 傅贵, 殷文韬, 董继业. 行为安全“2-4模型”及其在煤矿安全管理中的应用[J]. 煤炭学报, 2013, 38(7): 1194-1200.
- [6] 傅贵, 杨春, 殷文韬. 煤矿水灾事故动作原因研究[J]. 中国安全科学学报, 2014(5): 58-61.
- [7] 傅贵. 中美2001-2011年11年煤炭工业指标(含安全)对比[EB/OL]. <http://blog.Sciencenet.Cn/blog-603730-624719.html>.
- [8] Ricky W Griffin, 唐宁玉, Gregory mootthead. 组织行为学[M]. 北京: 中国市场出版社, 2010.
- [9] 傅贵, 李志伟, 扈天保, 等. 改善企业安全文化技术手段的应用研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 2(5): 121-124.
- [10] 安全管理研究中心. 狭义安全文化的关键元素及其测量工具[EB/OL]. (2010-06-10). <http://www.safetyscience.cn/page/aqwhcl/122.php#11>.
- [11] 傅贵, 殷文韬. 基于行为安全的事故预防方法和培训工具[C]//第二届行为安全与安全管理国际学术会议论文集. 北京: 安全科学出版社, 2015: 1-6.
- [12] 教育部高等教育司. 关于印发《2008/2009学年普通本科高等学校实验室信息统计概况》的通知[EB/OL]. (2010-03-25) [2016-02-28]. <http://www.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moc/s5662/201106/120878.html>.

(上接第251页)

初级及以下职称的人才储备能力不足、队伍兼任化现象明显、人员发展空间受限等方面的问题。因此,有必要进行深入的队伍体制改革,激发队伍发展的内在动力,并同时完善外部发展环境与培训机制。首先,明确实验队伍在高校中的性质与定位,有针对性地调整队伍组成结构。其次,畅通人员晋升发展渠道,从职务、职级、收入等多方面牵引队伍的发展。最后,建立健全实验技术人员的培训制度,形成“点、线、面”相结合的立体培训体系,不断提升实验技术队伍的支撑能力。

5 结语

高校实验室的规划与建设,事关实验教学的水平和质量,是在新时期培养创新人才的重要环节之一。依据《纲要》精神,高校应当进一步重视实验室的建设与发展,提高实验教学支撑能力。此项工作涉及“人、财、物、场地”等方面,问题复杂,根源深远。因此,实验室的下一步发展应当建立在合理的趋势分析基础之上,“有理有据、稳步发展”。本文在客观分析2010年至2015年湖北省高校实验室建设现状的基础上,从实验室场地、实验室仪器设备、实验技术队伍3个角度评估了高校实验室建设现状及过程中存在的主要问题,并有针对性地探讨了下一步高校实验室建设与发展的趋势与思路,以期能够为高校建设高水平、高效益的实验室

提供一些参考和思路。

参考文献(References)

- [1] 中共中央, 中华人民共和国国务院. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[Z]. 2010.
- [2] 中华人民共和国国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)[Z]. 2006.
- [3] 马楠. 构建高校创新实验体系 全面培养创新创业人才[J]. 科技创业月刊, 2014(3): 3-5.
- [4] 顾伟宏, 何大凯, 杨正宏. 强化实验室建设提高教学质量[J]. 实验室研究与探索, 25(3): 393-396.
- [5] 贾贤龙, 许正荣. 谈实验技术人员队伍建设[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(5): 171-174.
- [6] 李振键, 张继霞. 加强实验技术队伍建设大力实施人才强校战略[J]. 实验技术与管理, 2004, 21(3): 112-115.
- [7] 钟杰, 仇念文. 加强实验教学队伍建设, 促进学校又好又快发展[J]. 中国现代教育装备, 2010(3): 134-136.
- [8] 张远方, 郑琦. 加强高校大型仪器设备管理的讨论[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(7): 200-202.
- [9] 王敏, 郑旭. 提高高校大型仪器设备利用率的探索[J]. 经济师, 2012(5): 87-89.
- [10] 蔡兵, 刘姝伶, 尹玲娜, 等. 高校大型仪器设备开放共享的实践与探索[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(2): 259-263.
- [11] 黄刚, 尹婵娟, 郭盛, 等. 整合实验室资源 构建多层次实验平台[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(5): 235-238.
- [12] 李东, 黎登攀. 促进实验室资源整合完善实验室功能[J]. 高校实验室工作研究, 2006(3): 45-50.