

学科与专业建设

高校实验室“五位一体,多元融合” 安全文化体系的构建^{*}

叶美玲,邵文尧,陈翠雪,张秋根,陈晓兰,宋毅

(厦门大学 化学化工学院,福建 厦门 361005)

[摘要]实验室安全是高校教学和科研活动正常进行的重要保障。文章以化学化工实验室为例,在阐述安全文化建设意义的基础上,介绍了借助新思维、新手段构建的以观念文化、管理文化、制度文化、行为文化、物态文化为基础的“五位一体,多元融合”的安全文化体系,为有效提升实验室安全管理水平提供参考。

[关键词]实验室安全;安全文化;五位一体

Construction of Five-in-one and Multi-integration Safety Culture System in University Laboratory

Ye Meiling, Shao Wenyao, Chen Cuixue, Zhang Qiugen, Chen Xiaolan, Song Yi

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University,

Xiamen 361005, Fujian, China)

Abstract: Laboratory safety is the important guarantee for the normal operation of teaching and scientific research activities in universities. Taking the chemistry and chemical engineering laboratory as the representative, this paper elaborates the significance of safety culture construction. Through new thinking and new means, a five-in-one and multi-integration safety culture system based on conceptual culture, management culture, system culture, behavior culture and material culture is constructed, which is introduced to provide reference for effectively improving the safety management of the laboratory.

Key words: Laboratory safety; Safety culture; Five-in-one

高校实验室是教学和科研的重要场所,其能否安全运行关系到师生的人身安全,关系到教学和科研的顺利进行,甚至关系到高校乃至社会的

安全稳定发展。随着高校规模的持续扩大以及学科的不断发 展,实验室的建设有了长足的进步,仪器设备数量迅速增加,硬件设施不断改善,与此同

[作者简介] 叶美玲(1979-),女,工程师,硕士。

[通信作者] 叶美玲, E-mail: mlye@xmu.edu.cn。

^{*} 基金项目:2017年福建省本科高校教育教学改革项目(FBJG20170277)。

时,高校实验室规模扩大与安全保障的矛盾越来越突出,中毒、火灾、爆炸等安全事故时有发生。因而,新形势下加强实验室安全建设,保障教学科研的正常运行,已成为高校发展的重要环节^[1-3]。如何科学有效地保障实验室安全,尽最大可能预防和减少安全事故的发生,也成为安全管理工作积极探索的课题。但我们发现,很多研究聚焦于实验室的硬件设施建设、制度建设和人员管理,对如何形成一套完善和高效的实验室管理体系、如何改变实验室被动式安全管理等问题却少有研究。为此,本文结合厦门大学化学化工学院积极推进实验室安全文化建设,探索构建较为完善的安全管理体系的实践,力图从更深的文化层面来激发师生“我要安全”的自发意识,为实现实验室的高效管理提供一些建议。

一、实验室安全文化

(一)安全文化的内涵

高校实验室安全文化属于校园文化的范畴,是安全管理发展的产物,对于保护师生的身心健康不可或缺,其中蕴含着人们广泛认同的文化观念、价值观念和生活观念。安全文化能够从理念、行为、制度、环境等方面,促使师生树立“以人为本、安全第一”的意识和责任,使安全成为自主需求,让被动式管理转变为主动式管理,最终形成统一的价值观和行为准则^[4]。安全文化的内涵在于从人文的角度思考安全管理的新模式,以期从根本上预防和解决安全问题。

(二)加强安全文化建设的意义

在数学计算中,“ $100-1=99$ ”;但是在安全管理中,少了“安全”的“1”,“ $100-1$ ”就等于“0”。这表明了安全管理的系统性、复杂性与重要性。因此,在高校的实验室建设中,安全文化建设具有重要意义,不容忽视。

1.提高安全意识,促进安全管理。随着实验室规模的扩大,实验条件趋于繁杂。化学化工类实验具有特殊性和复杂性,涉及危险化学品和危险设备,以及高温高压、剧烈反应等实验过程,因此实验室运行过程中存在较大的安全隐患。在这种情境下,推进安全文化建设,加强师生的安全教

育,提高安全意识,就显得尤为迫切和必要。

2.提升安全素养,传承安全文化。化学化工学科培养的专业人才毕业后大多进入化工、石化类相关企业工作,按照安全规程进行生产和管理。因此,将安全文化融入实践教学的各个环节,特别是实验教学和科研实验中,让学生养成良好的安全行为习惯,可以为其今后安全开展工作奠定基础^[5]。

二、构建“五位一体,多元融合”的安全文化体系

新形势下,我们根据化学化工实验室的特点,对安全文化建设进行了一系列的探索与实践,借助新思维、新手段,逐步构建了以观念文化、管理文化、制度文化、行为文化、物态文化为基础的“五位一体,多元融合”的实验室安全文化体系(见图1),希望通过规范化、常态化、长效化的管理,从根本上预防和解决实验室的安全问题。



图1 “五位一体,多元融合”的安全文化体系

(一)观念文化的建设

1.转变安全理念。传统的安全理念以服从和管理为主,被动且缺乏预见性,对安全事故的反应存在滞后性。新的安全理念应该从更深的文化层面来激发师生的安全意识,营造自我约束、自主管理的文化氛围,将安全管理推进到一个新阶段。在实验室安全文化建设中,高校一方面要以培养、提升师生的安全素质为主要目标,通过安全知识和安全技能的传授,强化安全意识,提升安全素养,促使他们树立“以人为本,安全第一,预防为主”的理念;另一方面要调动师生的积极性和主动性,从“要我安全”转变为“我要安全”“我会安全”,进而推动安全事故的处理由“事后型”转向“预防型”,尽可能地预防和减少事故的发生。

2.融合多元化宣传。高校应充分利用信息技术及多媒体技术,通过微信、模拟动画、真实视频等途径,广泛开展安全宣传,大力倡导安全文化。如我们通过图文并茂的实验室安全手册、活泼生动的安全视频进行安全宣传,同时还通过校园刊物、安全简报、安全文化月、安全知识竞赛等途径在校内普及消防和安全知识,以培养学生的安全防护意识和责任意识,提升学生的安全意识和安全素养,使安全教育真正融入学生的生活和学习。

(二)管理文化的建设

1.建立三级安全责任体系。新形势下,高校管理部门应更新安全管理理念,切实充当安全责任主体的角色,统领全局,将安全建设与学校发展规划、教学、科研、思政工作融合。我们建立了学校、学院、实验室三级联动安全管理体系,涵盖教学、科研等全部工作,层层落实责任,确保安全管理无缝衔接。三级联动安全管理体系将管理与执行融合,学校负责进行顶层规划与管理,制定校级规章制度;学院负责执行学校规章制度,并根据学科特点细化管理,制定学院层面的规章制度;实验室负责落实执行具体的安全任务^[5-8]。在学院内部,我们建立了以研究所、教学实验中心、课题组、实验室的负责人为主,以教工安全员、研究生安全员为辅的安全管理责任体系(见图2)。学院安全管理委员会与各级机构、师生签订安全管理责任书,将安全管理责任逐层分解,明确各岗位的安全职责,通过对实验室进行全要素、全过程和全方位的管理,使安全管理制度化、标准化、全覆盖^[8]。

2.形成安全管理考核机制。随着安全管理向着精细化发展,建立科学合理的考核机制是大势所趋。为此,我们将安全管理工作与教师的考核、职称评定和学生的奖学金评定挂钩。学院对认真负责安全工作的师生给予奖励和鼓励,对安全事故责任者追究相应的责任。制定合理的奖惩措施能提高师生对安全工作的重视程度,增强执行力度,降低管理过程中的道德风险,从根本上杜绝安全隐患^[9]。针对实验室的安全管理,学院专门增设了面向教工的安全管理奖和面向学生的优秀安

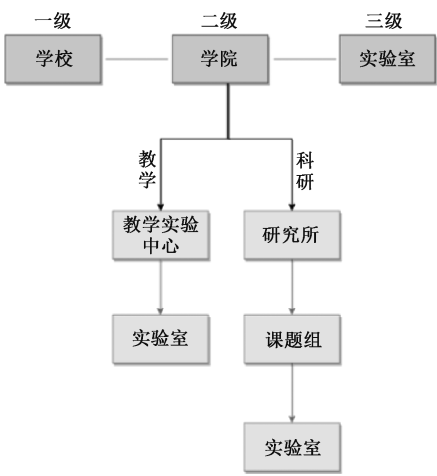


图2 安全管理责任体系

全员奖,以激励师生重视实验室的安全管理。对于违反安全规程的行为,学院给予严厉处分,并张贴警示公告。

(三)制度文化的建设

安全制度是规范组织和个人行为的规章制度的总和,是实验室安全工作的重要依据。制度文化的建设,要求建立科学合理的安全标准体系,制定一系列有针对性、可操作的规章制度^[10]。为此,我们将科学化、系统化、规范化、可持续化的规章制度建设,作为保障实验室安全的一项重要工作。

1.分类制定规章制度。学校的安全管理制度较为宏观,学院的安全管理规章则更具体,学科实验室的安全管理规程针对性更强。我们根据化学化工学科的特点细化安全管理工作,分类制定规章制度,提升安全事故的防范能力。针对实验室日常管理、重要危险源、突发事件和事故、违规操作等方面,我们制定了一系列规章制度,明确具体的操作规程与工作要求,如制定了《安全卫生检查办法》《实验室安全手册》《实验室化学试剂管理的规定》《过夜实验的管理规定》《实验室安全守则》《学生实验制度》等。针对重要危险源,在评估风险并建立应急方案的基础上,学院制定了相关的规章制度,如《关于严控易燃易爆试剂采购和存储的通知》《关于实验室安全使用金属钠等活泼金属试剂的通知》等。在可能出现的突发事件和事故方面的管理制度有《突发疫情应急处理方案》《防

洪防台风应急预案》《危险化学品事故紧急预案》《剧毒化学品易制毒化学品防盗抢系统故障应急预案》等。针对实验室安全工作违规行为,学院出台了《教工安全员职责、考核与奖惩实施办法》《实验室安全事故认定及处罚办法》《违规违章行为的处罚办法》等规章制度。这是安全工作的切入点,解决了安全管理工作中存在的“宽松软”、处罚随意等问题,对违规行为起到了很好的遏制作用。

2.建立持续改进机制。近年来,学院已逐步建立了较规范的安全管理制度,涵盖实验室安全的各个方面,切实推动了实验室的安全建设。但是制度文化的建设,还要与持续改进机制相配套,

做到与时俱进、不断完善。只有将制度文化建设与持续改进机制融合,不断完善标准和规则,才能更好地规范师生的行为,尽最大可能避免安全事故^[11]。

(四)行为文化的建设

为了强化安全文化建设,高校需要建立一套全面的育人体系,既要重视观念文化的建设,也要加强行为文化的建设。依托现代化技术,我们从安全教育、考核、准入、巡查、演练等方面对行为文化进行建设,并通过一系列培训与准入制度的结合,将教育、考核、危险识别、安全防护和责任承诺有机连接在一起^[12],使安全教育贯穿学生整个学习过程(见图3)。

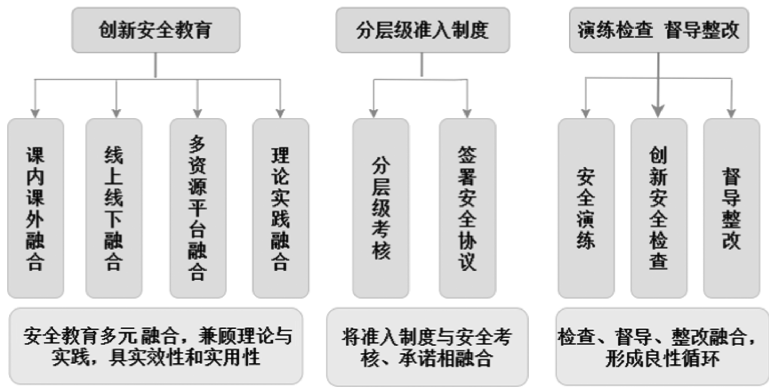


图3 行为文化建设途径

1. 多元融合,创新安全教育。一方面,从事实验教学的专业教师将安全知识、安全文化与教学相结合,引导学生注意安全隐患,养成良好的安全习惯。例如,在“电解回收含铜废水”实验中,教师将安全使用药品试剂、易燃气体、原子吸收分光光度计的知识融入教学中,让学生留意实验过程中的各个危险因素及安全细节,在实验操作过程中逐渐养成良好的安全习惯,为今后从事化工类相关工作奠定基础。另一方面,我们利用现代信息技术,开展内容丰富、形式多样的安全知识和技能培训,并建立安全教育平台,实现教材、课件、考试题库、微课、慕课、视频等资源的共享。实现课内课外知识资源、线上线下教学方式的融合,配套开展一系列分阶段、分层次的培训,不仅能使学生的理论知识与实践技能得到强化,还能提升学生的安全素养和安全意识,进而促使师生将“安全第一,预防为主”的原则贯彻在日常生活和学习中。

2. 推行分层级准入制度。依托现代信息技术,建立分层级实验室准入制度,严把考核关,也是安全行为文化建设的重要内容。我们针对新生、大四毕业生、硕士和博士研究生等不同群体,开展不同层级的安全考核,确保进入实验室的人员都具备必需的安全技能和安全素养。同时,我们将准入制度与安全考核、承诺相融合。学生需完成安全学习任务,在指定系统进行安全知识测试,通过考核并签署安全协议后方可进入实验室。安全协议规定了学生必须遵守的各项具体要求,若违反规定则关闭门禁;同时提醒同学要始终把实验室安全放在首位。

3. 演练检查和督导整改。我们定期组织各种安全演练,包括火灾、疫情防控演练等。如模拟火灾发生时,实验室楼道烟雾探测器自动发出警报,学院安全工作小组接到警报迅速做出响应,联合课题组老师、教工安全员、学生安全员等力量应

对紧急情况。一支队伍分析处理灾情,另一支队伍引导师生从各个安全出口迅速疏散。突发事件的演练活动能有效提高师生的应变能力和防护能力,也有助于我们根据演练的情况及时调整应急预案,提升应急能力。此外,我们还通过开展日常检查、定期检查、突击检查、专项检查,通过自查、互查、抽查等方式,落实检查工作,排查安全隐患。学院成立了一批由教工安全员和学生安全员组成的安全督导队,分组轮流对实验室进行安全巡查;依托信息化技术建立了安全巡查系统,及时录入检查结果,促进安全监督、交流与整改,从源头上预防安全事故的发生。如学院安全督导员曾在巡查中发现一处安全隐患:某实验室的通风橱内放置正在进行加热反应的油浴锅,面板显示温度为 186°C ,油浴锅里的硅油正在冒烟,实验室却无人值守。安全督导员根据实验室房门上的信息牌,马上联系相关责任人,及时对实验进行安全处理;同时对相关学生进行教育,告诉学生高温反应需有人值守,且在通风橱内进行高温油浴反应时需将通风橱玻璃门拉下,以免发生溅射事故。学院安全工作小组还张贴警示公告,提醒师生吸取教训,留意并杜绝此类安全隐患。学院通过一次次的巡查、督导和整改,形成闭环检查的良性循环,切实加强了实验室安全管理^[13]。

(五) 物态文化的建设

实验室的文化建设依赖一定的物质基础,因此高校需要不断加强物态文化建设。实验室的完整系统是由人、物和环境三大要素组成。化学化工实验室的物包括药品试剂、玻璃仪器、实验设备等;环境包括物理空间、实验条件等。物与环境的合理配置和有效管理,是物态文化建设的内容,也是实验室安全运行的前提和保障。针对物与环境,我们融合现代管理思维与信息化技术,建设了软硬件系统,以提升实验室安全管理水平。

1. 软件支撑系统

(1)建设电子门禁和云监控系统。电子门禁管理系统能将门禁管理与准入制度匹配,实现智能识别和联网管理。云监控系统能够对实验

室进行全覆盖的监控,支持通过手机 App 和电脑同步监控。一旦出现异常情况,师生可在第一时间做出响应,这大大降低了事故发生和扩大的可能性。云监控系统提高了安全预警水平,促进了监测信息的分析和利用,对实验室安全建设起到了重要的作用。

(2)建立实验室信息数据系统。化学化工学院拓展了大数据库,广泛采集信息,全面整合资源,建立了实验室信息管理系统。系统信息涵盖实验室类别、面积、危险类别、防护措施、消防要点、安全设备、仪器数量、安全责任人等。

(3)建立大型仪器管理系统。该系统具备在线预约、统计时间、测试收费等功能,利用二维码技术实现信息共享,既方便师生了解仪器功能、性能参数、使用状态和操作规程等信息,又促进仪器的共享开放,提高使用效率。

(4)建立药品和气体管理系统。依托药品和气体管理系统,可以实现使用药品和气体的全过程管理。系统信息涵盖药品和气体的名称、规格、厂家、数量、存放地等,方便师生监控药品和气体的使用,尤其是危化品和易燃易爆气体的使用。同时,我们也可以监控过期使用的药品和气体,消除潜在的安全隐患。

在建立各类管理系统的基础上,我们还探索建立了各系统间的联通方式,使之相互融合,实现安全管理数据的共享,提高管理效率^[14]。

2. 硬件支撑系统

(1)实验室环境。学院逐步改善实验室水电气及通风系统,使之符合安全标准。实验室房门张贴安全信息牌,包括危险级别、防护措施、灭火要点、应急电话等信息。室内张贴安全管理、安全操作、事故应急处理等规章制度,张贴具有警示作用的禁止标志和提示标志,营造安全文化氛围,促进师生养成良好的安全习惯(见图4)。同时,实验室推行6S管理方法,保证实验室的干净整洁,保持安全卫生的实验室环境^[15]。

(2)消防设施和防护用品。实验室楼道张贴消防分布图,配置紧急淋洗装置、洗眼装置等设施。室内配置灭火器、灭火毯等消防器材,备有护



图 4 实验室环境建设

目镜、耳塞、口罩、急救箱等防护用品,为师生建立了安全屏障。

(3)仪器设备、药品试剂和气瓶。实验室尽可能选用先进、安全的仪器设备,并提高仪器报废的频率,进行分类管理。针对高温、高速、高压、强磁等设备的使用,实验室建立了运行维护档案;烘箱、电阻炉等加热设备的使用要求有人值守或远程监控;易燃易爆气瓶需放置于防爆气瓶柜,并安装气体报警装置。针对易制毒、易制爆和剧毒化学品,学院购置了专用试剂柜,以便安全存储和管理,并对特殊药品实行“双锁双人”管理;同时还加强废

弃、过期药品试剂的收集处理,减少环境污染。

三、结语

加强安全文化建设,是高校实验室健康可持续发展的必由之路,也是一项不能懈怠、不断完善的持久性工程。厦门大学化学化工学院从观念文化、管理文化、制度文化、行为文化、物态文化出发,依托新思维、新手段,构建了“五位一体,多元融合”的安全文化体系(见图 5),五个层面既相互独立、自成一体,又相互融合、相互促进。只有积极开展安全教育,健全管理体系,完善规章制度,提升实验室软硬件系统,才能为实验室安全保驾护航。

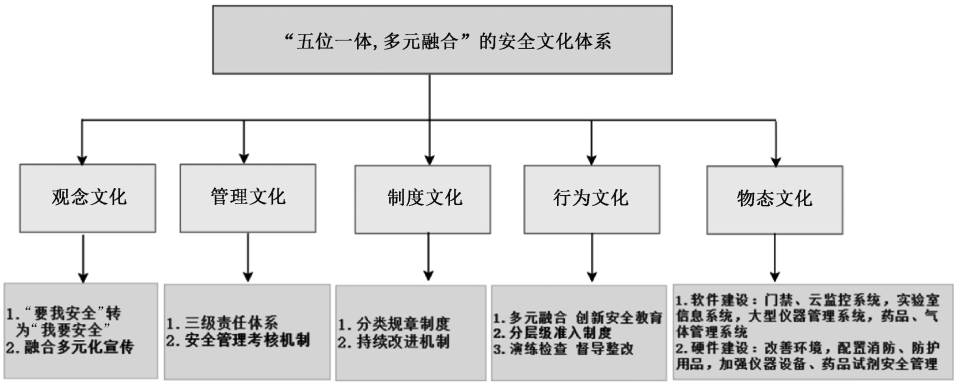


图 5 “五位一体,多元融合”的安全文化体系

致谢:厦门大学化学化工学院的实验室安全管理体系由学院党委进行顶层设计,由实验室安全委员会进行指导,并由实验室安全工作组推进实施,谨以此文致敬为我院安全工作辛苦付出的教师和学生,包括张昌胜、罗平、赖注治、黄木河、林景琦、荣蓉、陈聪、王少强、涂晓荣、傅辉杰等老师!

(责任编辑:袁倩)

参考文献:

[1] 宋军.高等院校安全体系的建设[J].实验技术与管理,2013,30(11):4-8.

[2] 修景海,张艳.通过专业认证促进化工实验室安全文化建设[J].实验室科学,2017(20):212-215.

[3] 王赢利,何优选,朱芹.构建高校安全文化管理体系的实践与探索[J].实验室研究与探索,2009(28):307-309.

[4] 陈浪城,严文锋,刘贻新.“以人为本”建设高校实验室安全文化[J].实验室研究与探索,2015,34(7):285-288.

[5] 郑娟,陈英,石一民,等.基于 HSE 的油气类工程实验室安全文化建设[J].实验室研究与探索,2013,32(7):241-244.

(下转第 120 页)

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] 亓文涛,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.