

# 以人为本的化学实验室安全教育模式建设

马 荔, 张 卫, 陈虹锦, 韩 莉, 张 利  
(上海交通大学 化学化工学院 基础化学实验中心, 上海 200240)

**摘 要:** 讨论了大学一年级的安全教育问题。从目前化学实验室分析, 墙上有制度, 教育声音大, 但实验人员的主体自我约束管理方面尚不足。对于人数众多的基础实验课的安全教育问题, 首先是进入实验室之前安全讲座采用醒目的标题“安全, 人生必修课!!!”, 之后在学生进入实验室做实验之前签订“安全承诺”, 旨在能够提醒和警示学生注意安全, 另外将安全问题贯穿于整个实验课程的考核中, 实施安全问题一票否决制。最终的目的是提醒大一学生认识到实验室安全与否是需要做很多准备。只有时刻绷紧安全这根弦, 才能防患于未然。

**关键词:** 化学实验课程; 实验室安全管理; 安全教育; 信息化

中图分类号: X 925, G 482 文献标志码: A

文章编号: 1006 - 7167(2019) 07 - 0285 - 05



## Construction of People-oriented Safety Education Model of Chemical Laboratory

MA Li, ZHANG Wei, CHEN Hongjin, HAN Li, ZHANG Li

(Basic Chemistry Experiment Center of School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** In this paper, the safety education of freshmen is discussed. By the analysis of the existing problems in chemical laboratories, there are rulers on the walls and loud voice for safety education, but the self-restraint management of laboratory staffs is still not enough. For the safety education of the basic experimental courses elected by a large number of students, firstly, we gave the students a safety lecture by the title “Safety, required subject in life!!!” before they entered the laboratory. And then, the students needed to sign “safety commitment” before they entered the laboratory to do experiments. The purpose was to remind and warn the students to pay attention to safety. In addition, safety issues were run through the whole experimental course, and a one-vote veto system for safety issues was implemented. The ultimate goal is to remind freshmen that a lot of preparation is needed for laboratory safety. Only tightening the safety as the required subject at all times, we can prevent it from happening in the near future.

**Key words:** chemistry experiment course; safety management of laboratory; safety education; informatization

### 0 引 言

实验室的安全管理及其维护是一个系统工程。实验室是教与学、理论与实践相结合的重要场所, 实验室

的安全问题不仅关系到国家财产安全, 还关系到参与实验者的健康安全和身家性命。

高校最根本的任务是引导学生、教育学生、培养和发展学生, 重视对大学生综合素质和科研能力的培养, 因此实验室需要面向学生开放, 这也为实验室的安全管理提出了新的、更高的要求, 如何构建实验室安全管理体系已经成为实验室能否有效培养创新人才、加强学科建设和对外服务的关键<sup>[1-4]</sup>。

收稿日期: 2018-09-22

作者简介: 马 荔(1964 -), 女, 吉林镇赉人, 副教授, 研究方向: 基础化学及基础化学实验教学及其教学研究, 无机与分析化学实验课程负责人。Tel.: 13564436092; E-mail: mali@sjtu.edu.cn

## 1 概述

高校实验室,尤其是面向本科生的化学实验室,具有学生人数多、化学试剂种类多、用量多、各种仪器多等特点,而参与实验的学生大多在高中阶段几乎未做过化学实验,基本实验常识欠缺,同时安全意识差、依赖性强,因此实验室的安全管理面临着诸多问题。

近年来,全国高校实验室发生的若干起安全事故都与指导教师和学生在安全管理和安全技术上的认识不够有密切关系,从根本上来说是缺乏实验室安全知识、安全保护重视程度不够,也包括没有建立完善的规章制度或规章制度执行不到位等。因此,制定出严格、有效、规范、科学、操作性强的实验室安全管理制度,形成科学有效的管理制度体系,使实验室安全管理工作做到有法可依、有章可循<sup>[5]</sup>是非常必要的。

目前,各高校对实验室安全管理十分重视,有针对性地制定了不同的规章制度和管理办法,也十分重视安全管理和安全教育培训。如北京大学建立了“学校—院系—实验室”三级管理体系,自上而下的管理体系,最大限度地涵盖了实验室管理工作的相关责任人,形成了层层落实管理责任的格局,有力保障了学校相关制度的落实和实验室安全管理工作的开展<sup>[6-7]</sup>。厦门大学于2015年5月起在全校教学实验室率先推行6S管理,以提升各教学实验室的建设和管理水平,提高管理效率,从而更好地为实验教学服务。6S管理包括“整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全”6个要素,其中“安全”强调人员的安全化作业,渗透于整个6S活动的全过程<sup>[8]</sup>。中国科学技术大学化学实验教学中心在常规的安全教育和安全管理基础上,进一步完善硬件环境,为教学实验室的安全有序使用提供有效保障。最有特色的是设置了大型开放式在线课程MOOC“化学实验安全知识”,形成了“线上”与“线下”相结合的安全教育模式,更大程度地提高了学生和实验室工作人员的安全意识和防护意识<sup>[9-10]</sup>。

相对于国内高校对实验室安全的做法,国外大学对安全的管理更加严格和系统化,如美国的大学不仅有完善的EHS管理部门,并且建立了EHS(或相关内容)网站,网站内容非常丰富,信息量大,全面展现了EHS管理的组织架构和管理方式<sup>[11]</sup>。

## 2 研究内容

### 2.1 学校的实验室安全管理

学校制定了一系列规章制度,如上海交通大学危险化学品安全管理实施细则、上海交通大学安全教育与培训实施办法、上海交通大学实验室安全与环保督导工作办法等。但任何事故都需要防患于未然,对于安全的事情,制度和设施固然重要,但比这些硬件

更重要的是安全教育。安全教育是强化师生员工的安全意识,提升安全防护技能的重要途径,是制造“平安校园、平安实验室”的基本保证,我校的安全教育是在校安全保障委员会的指导下实践的,具体包括:

(1) 全体师生员工,学校相关部门联动机制;

(2) 学校的安全教育采用3+X培训模式。“3”指进行3h通识安全知识培训,“X”为不指定时的专业安全知识培训。通识安全知识的培训包括财物与消防安全、用电安全、初级救护等内容。专业安全知识的培训分为化学类、生物类、辐射类及特种设备类,学生根据专业需求学习。

(3) 每年举办一次安全知识竞赛,旨在提高全校师生员工的安全意识。

(4) 学校年终考核中,安全作为重要的考核指标,实行一票否决制。

### 2.2 大面积上课本科生的实验室安全教育模式

基础化学实验中心承担着全校的化学实验课,仅仅面向大一学生开设的实验课,每年就有近8万人时,因此,化学实验室的安全教育是培养人才的重要要求和环节。

根据多年的教学管理经验,必须重视教师和学生,在实验室安全教育上存在的误区,即安全是管理者的事情,与己无关;硬件配齐,万事大吉;规章制度墙上挂,安全事故可避免。

实验室的安全工作不仅仅是实验室工作人员的责任,进入实验活动的每一个人应该都肩负着维护实验室安全的责任<sup>[12]</sup>。

安全专家在对各种事故分析调查研究后提出了控制事故发生的3E措施,即安全技术、安全教育、安全管理<sup>[13]</sup>。3E的核心是人,安全的主体也是人,因此必须让学生意识到自己才是安全的主体,同时也希望通过安全教育,学生在毕业后将完整的安全理念带到社会和企业中去,形成良性循环。

基础化学实验中心的安全教育模式从安全讲座开始课程学习,并将安全纳入到成绩的评定中,让学生时时刻刻绷紧安全这根弦。所有大一的学生在进入化学实验室开始课程学习前,必须接受4学时的安全教育讲座,“安全,人生必选题!”以引起学生的重视,如图1所示。



图1 学生的安全教育讲座 ppt 封面

讲座从生活中是否有不安全因素入手,让学生意识到,不仅在化学实验室中存在诸多不安全的因素,在工作生活中同样存在不安全因素,只有了解,才能找到化解危险的方法;只有重视,才能有效预防安全隐患。安全教育讲座分为4个部分:

(1) 介绍化学实验室的安全设施及其注意事项。包括实验室要有前、后门并向外开,消防用沙桶在实验室的前、后部分各放置一个,灭火器置于走廊里最容易找到的地方,洗眼器安装在实验台的水槽旁,以及喷淋装置、烟雾报警器、监控探头、湿毛巾、防护眼镜、急救箱等安全设施在实验室中的位置,学生在进入实验室开始实验之前,通过了解化学实验室配备的安全设施及其使用方法,给学生建立基本的安全防护理念。

(2) 分析化学实验室内潜在的不安全因素。从常用的化学试剂、玻璃仪器、电路到钢瓶等特殊设备的分析与讲解,强调在使用过程中需要注意事项,引导学生规范操作是实验室安全的基本要求。

(3) 讲解实验室中的废物处理及其基本处理方法。化学实验室的三废包括废气、废液、废渣。产生废气的实验需要在通风橱中进行,在可能的情况下要对实验产生的尾气进行吸收,针对气体的性质选择针对性的吸收物质,如产生 $H_2S$ 气体的实验可以用 $CuSO_4$ 溶液回收。

在学生实验中,产生更多的是废液,废液需要收集起来进行统一处理。针对不同种类的废液需要分开并采用合适容器进行回收,如酸或碱性废液的回收可采用塑料桶,有机溶剂采用金属桶,含卤素的有机溶剂最好使用备有塑料内衬的金属桶(见图2)。



图2 化学废液回收的示例

在安全教育讲座中重点强调在化学废液的集中回收过程中需要特别注意的问题:

(1) 检查回收桶液面高度,控制加入后的废液不能超过容器75%。

(2) 加新废液前应做相溶性实验。

(3) 为防止溢出烟和蒸汽,每次倾倒废液之后应盖紧容器。

(4) 填写包括废物名称、每种化学品的量、主要有

害特征等有关信息的化学废物记录卡。

在废液回收过程中也必须要有防护意识,讲座选用大量相关错误示范的图片引导学生找错,一方面能让学生在设置的情境中感同身受,最重要的是强化学生的安全意识,如图2所示的废液回收操作中,至少有两个地方不合理,即学生没有佩戴防护眼镜,且将脸部直接面对废液桶口。

(5) 讲解化学实验的基本程序。完整的大学化学实验包括预习实验、完成实验、撰写实验报告3个环节,其中最重要的是要求学生预习实验,写出预习报告。预习可以保证学生在实验前熟悉实验内容、实验步骤,了解实验中使用的仪器、设备和化学试剂,掌握发生事故时的紧急救治措施和处理方法,这是保证实验正常进行和预防实验中可能发生的安全问题而进行的十分重要的环节。在学生进入实验室时要检查预习情况,关注其对实验内容的理解和对实验中有可能出现的安全隐患是否有预判,没有完成实验预习报告的同学不得进入实验室。实验过程中的安全操作技术则穿插在实验教学中由授课教师详细讲解。

### 2.3 化学实验室的安全管理与文化建设

化学实验室的安全管理是实验课教师时刻关注的问题,是重中之重,但安全管理的主体依旧是学生,因此基础化学实验中心设计了很多环节时刻提醒学生自己是安全管理的主体,具体包括:

(1) 第一次实验课要求全体学生签一份“安全承诺”,如图3所示。在教师大声宣读前面的文字部分后,学生当场签下自己的名字。签一份承诺,并非为了推脱责任,而是起到提醒和警示作用。

(2) 将安全问题体现在在整个实验课程的考核中,从准备实验、实验操作到实验结束打扫卫生,每一个环节都强调安全的重要性,实施安全问题一票否决制,只要出现不按实验规程操作、不注意安全问题的,实验成绩一律不及格。

实验室的安全管理除了制定一系列的规章制度外,实验室的安全文化建设也是必不可少的环节。实验室的各项安全制度上墙、落实实验室安全责任人、实验室安全检查和结果通报等实验室安全制度落实措施,也是对师生安全理念的提醒。除此之外,全方位利用标语、宣传画、网络、录像等各种手段加大宣传力度,做到安全观念深入人心。同时,在实验室中张贴必要的常用电话和简单的急救提醒<sup>[14]</sup>,以便急需之用。如图4所示为基础化学中心在实验室设置的与安全相关的各种宣传、制度和应急信息。

另外,还需要加强实验室的安全评估工作和检查。定期对实验室的安全管理体系进行评估和检查,也是安全管理工作中的重中之重,是构建安全管理体系的重要任务。

	上海交通大学化学化工学院		文件编号	S112
	化学实验课安全承诺书		颁布日期	2008年9月
			修订版本	V1.2.201509

为保障学生和实验室的安全,进行化学实验课学习的学生在进入实验室之前,须仔细阅读本承诺书,树立牢固的安全意识,签名认可,然后才能取得做实验的资格。

- 初次进入化学实验室时自觉自愿接受安全教育,了解使用水、电、气以及化学试剂的基本知识,熟悉实验室及其周边的安全出口通道、安全装置的位置与使用方法(包括紧急冲淋器、洗眼器、灭火器、报警装置等)。
- 实验开始前,根据所做实验的安全要求做必要和充分的准备,制订实验方案,在得到教师允许的情况下进入实验环节,严格遵守操作规程进行实验。
- 进入实验室穿好防护工作服,实验操作时佩戴防护眼镜。实验时思想集中,按照实验步骤认真操作,未经允许不得随意改动实验操作前后次序。
- 严格按照要求取用各种化学试剂,不随意混合试剂或将试剂倒入水槽,按规定回收或倒入指定废液缸;危险品按照学校有关规定进行管理和使用,不得随意将化学试剂带出实验室。
- 不穿短裤、短袖衬衫、裙子、高跟鞋、拖鞋、凉鞋等进入实验室,谨防化学品洒溅和滑倒。做实验时应束起长发,谨防机械损伤。
- 在实验室内不使用手机等电子设备、不大声喧哗打闹,不吸烟、不饮食,并自觉维持实验室卫生。
- 实验结束后收拾实验室,关电、关水、关气、关灯、关窗、关门后,再离开实验室。
- 学生应持有在校学习期间的医疗保险和人身意外伤害保险。
- 本承诺书作为学生进实验室进行实验课学习的安全准入凭据,有效期仅限于本实验课教学期间。
- 本承诺书一式两份,由学生和指导教师分别保管。

本人认真阅读了以上条款,对化学实验的各项安全管理制度已经知晓,并同意履行。若因违背上述承诺或化学实验基本安全规则造成意外安全事故,本人愿意接受处罚,并承担相应的责任。

课程名称					
实验时间	至	学年第	学期	周星期	上午/下午/晚上
班 级					
学生签名					
签名时间	年	月	日		

图3 实验安全承诺书范本



图4 安全宣传和安全急用信息示意

## 2.4 开发绿色化学实验

针对有些实验中使用的化学试剂存在安全隐患或产生的废弃物对环境可能造成影响,不间断地进行实验内容的更新或实验药品的绿色化也是实验室安全管理的一个很重要的组成部分。例如,在“ $Pb^{2+}$ 、 $Bi^{3+}$ 混合离子连续测定”的实验中,考虑到 $Pb^{2+}$ 的毒性,根据分析化学中的酸效应曲线<sup>[15]</sup>,采用 $Zn^{2+}$ 代替 $Pb^{2+}$ ,新实验“ $Zn^{2+}$ 、 $Bi^{3+}$ 混合离子连续测定”既能够让学生通过实验,充分理解用EDTA溶液采用控制酸度方式

连续滴定金属离子方法中的化学原理,又将化学实验无害化了。

## 3 结论与展望

通过制定相关的实验室安全规章制度、为学生开设安全教育讲座、深化化学实验室的安全管理与文化建设等,可以多方面多维度地为学生的化学实验课程安全顺利地完 成,实现课程的教学目标提供安全保证。基础化学实验中心实施以人为本的实验室安全教育模

式,保障了所开设的量大面广的实验课多年来未出现任何教学安全事故。

在目前各高校积极参与 MOOC 建设的大环境下,充分利用“好大学在线”等网络资源,如中国科技大学“化学实验安全知识”课程<sup>[9-10]</sup>以及我校安全教育微课视频已上传网上,让学生在网自主学习安全知识,也是共享课程资源、培养学生自主学习能力的新型教学方法。

学校正在完善“安全教育”考试系统,该系统拟在移动终端实施,大一学生进入化学实验室必须进行安全知识考试。对在该系统中考试合格的学生,其可以直接进入实验室,对考试不合格的学生则要求继续进行考试,连续3次考试不合格的学生则要重新在学习系统中进行学习。通过网上实验室安全考试系统学习,不但提高了学生的学习效率,更为重要的是提高了学生的安全意识,为今后的实验室工作提供了一定的安全保障。

总之,实验课安全管理的目的是要让学生意识到自身的责任,从化学实验课的安全教育中让学生对安全问题有一个全新、深刻的理解。

#### 参考文献(References):

- [1] 陈容容,魏东盛,等.实验室安全教育保障[J].实验技术与管理,2016,33(3):232-234.  
[2] 元文涛,孙淑强,樊冰.基于信息化的高校实验室安全文化体

(上接第279页)

录。要定期经常检查,进行功能检测与性能检测,了解仪器设备的技术状态与运行情况,并定期找厂家进行性能维护,保证仪器设备处于良好的工作状态。

#### 4 结 语

在新时代的背景下,在“放管服”工作的要求下,对高校仪器设备管理工作提出了新要求。特别是当前的高校仪器设备管理工作中特别重视对“用”的管理,注重考核仪器设备的使用效益。经过多年的发展与不断改进,学校已建立起了较为完善的教学仪器设备维修运行机制。在新形势下,仍要继续抓好管理制度与管理体制建设,继续提升工作能力、优化服务质量,更要加快信息化平台建设,通过借助信息化手段,构建服务便利化体系,力争为学校的人才培养、科学创新提供坚实保障。

#### 参考文献(References):

- [1] 徐亚峰,徐玮玮.高校仪器设备维修维护科学管理探索[J].实验室科学与技术,2013,11(2):179-181.  
[2] 唐丽云,席力.高校大型仪器设备的维护与维修模式研究[J].实验技术与管理,2017,34(12):290-292.  
[3] 贾振元.建设“双一流”实验室支撑至关重要[J].实验室研究与

系构建[J].实验室研究与探索,2016,35(2):295-299.

- [3] 左铁镛.高等学校实验室建设的作用与思考[J].实验室研究与探索,2011,30(4):1-5.  
[4] 邓晓菲.高校实验室安全管理浅析[J].山西青年,2017,(10):211.  
[5] 武向侠,王欣,田鹏.高校实验室安全管理工作体系的构建与探索[J].实验室研究与探索,2017,36(12):286-289.  
[6] 张志强,刘雪蕾,李恩敬,何平.北京大学实验室安全管理的探索与实践[J].实验技术与管理,2017,34(10):244-248.  
[7] 董国永,吴苏江,吴庆善.加强安全基础工作,建立完善管理体系,实现安全生产[J].劳动保护科学技术,1999,19(6):3-6.  
[8] 张春艳,翁玉华,董志强,等.“6S”在高校基础化学教学实验室精细化管理中的灵活应用[J].大学化学,2017,32(4):40-45.  
[9] 朱平平,冯红艳,金谷,等.大学化学实验安全教育和管理的创新与实践[J].大学化学,2017,32(12):48-52.  
[10] 冯红艳,高明丽,郝媛,等.大学化学实验安全教育模式的创新与MOOC制作心得.《高校化学化工课程教学系列报告会(2016)》[M].北京:高等教育出版社,2016.  
[11] 黎莹,胡谷平,蔡涛,等.借鉴美国主流高校EHS体系,建设我国的实验室安全文化[J].大学化学,2015,30(2):15-19.  
[12] 王冰,周围.高校实验室安全管理工作的思考[J].实验室研究与探索,2012,31(8):187-189.  
[13] 陈虹锦,马荔,黄梦娇.实验化学(上册)[M].北京:科学出版社,2003.  
[14] 姜周曙,林海旦,元文涛.实验室安全管理创新与实践[J].实验技术与管理,2016,33(11):1-5.  
[15] 陈虹锦,谢少艾,张卫,等.无机与分析化学[M].2版.北京:科学出版社,2008.  
探索,2016,35(11):1-3.  
[4] 田太福.高校仪器设备维护与维修的探讨[J].实验室研究与探索,2011,30(6):404-405,413.  
[5] 王树良.基于生命周期的高校实验室仪器设备管理研究与实践[J].实验科学与技术,2017,15(5):318-323.  
[6] 刘长宏,朱再明,吕剑波.试论高校仪器设备的购置后管理[J].实验技术与管理,2008,25(1):158-159.  
[7] 严继红.高校仪器设备维修与维护管理研究[J].中国现代教育装备,2017(5):1-4.  
[8] 胡芳,汪正力.高校仪器设备维修管理的思考[J].中国现代教育装备,2007(8):106-107,113.  
[9] 邓嫻.高校仪器设备维修方法初探[J].实验科学与技术,2007,5(2):132-133.  
[10] 卜斌.浅探高等学校教学仪器设备的管理[J].教育观察,2016,5(12):41-42.  
[11] 赵挺,刘书静.实验教学仪器设备管理模式的探讨与实践[J].高校实验室工作研究,2015(3):74-75.  
[12] 王松堂.高校仪器设备维修管理的理论与实践[J].实验技术与管理,2014,31(12):253-256.  
[13] 王鹏程,张灵枝,张亚莉,等.高校仪器设备维修管理现状的调查与思考[J].实验室研究与探索,2017,36(5):271-274.  
[14] 刘爱民,倪光峰,王伏玲.高校实验仪器设备维护维修管理机制[J].实验室研究与探索,2011,30(9):376-378.  
[15] 曹永正,刘洋,张海江.浅谈高校大型仪器设备的维修与维护[J].实验室科学,2012,15(4):190-192,196.