

本科生化学实验室安全课程教学探索

朱莉娜^{1,*}, 邵松雪¹, 弓保津², 沈海云¹, 商闯¹

¹ 天津大学理学院化学化工实验教学中心, 天津 300072

² 天津大学保卫处, 天津 300072

摘要: 近年来我国高校对实验室安全问题日益重视, 但多数高校并未为本科生设置专门的实验室安全教育课程。从“以人为本”角度讨论了为本科生开设专业的实验室安全课程的必要性; 针对本科新生的认知特点和当前高等教育出现的教学新方法, 对本科生化学实验室安全课程的教学内容、教学方式与方法、课程考核方式等方面进行了探索。

关键词: 实验室安全; 化学实验室安全课程; 本科生; 教学探索

中图分类号: G64; O6

Teaching Exploration of the Chemical Laboratory Safety Course for Undergraduates

ZHU Lina^{1,*}, SHAO Songxue¹, GONG Baojin², SHEN Haiyun¹, SHANG Chuang¹

¹ National Demonstration Center for Experimental Chemistry & Chemical Engineering Education, College of Science, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China.

² Security Department, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China.

Abstract: More and more attention is focused on the safety and security of the campus laboratory recently, but safety education is absent in undergraduate chemistry curriculum in most colleges and universities. Herein, the necessity of adding laboratory safety course into the undergraduates' curriculum was discussed from the perspective of humanism. The explorations on the chemical laboratory safety course for undergraduates were carried out by way of patterns, artifice, contents, and evaluation of teaching.

Key Words: Laboratory safety; Chemical laboratory safety course; Undergraduate; Teaching exploration

近几年我国高校对实验室安全问题日益重视, 国内高校的实验室安全工作无论在硬件设施、规章制度方面, 还是在管理培训和安全文化培育上都有很大提升^[1-3]。但较之于对研究生实验室安全教育的重视程度和实施的措施而言, 高校对本科生的实验室安全教育缺乏足够的重视和专业性。本文从“以人为本”的角度, 分析了为本科生开设专业的实验室安全课程的必要性。同时, 根据几年来为本科生开设化学实验室安全课程的教学实践, 探索出适合化学专业本科新生的课程教学内容、考核方式、教学方式和方法等, 并在教学实践中收到了良好的效果。

收稿: 2018-02-04; 录用: 2018-03-08; 网络发表: 2018-03-22

*通讯作者, Email: linazhu@tju.edu.cn

基金资助: 天津大学研究生创新人才培养项目(YCX16020); 天津大学本科实验教学改革与研究项目(2016-16)

1 为本科生开设专业的实验室安全课程的必要性

尽管高校对本科生和研究生的实验室安全非常重视,但在实验室安全教育方面,更侧重对研究生的教育。其原因在于,研究生从事的探索性实验本身危险因素较多,客观上高校发生的实验安全事故主要集中在研究生群体。而对于本科生,由于通过多年来教师的不断努力,本科实验中有毒物的使用已降低到最少,实验过程已基本可控,极大地降低了本科实验的安全风险,简单的实验室安全教育似乎就可以保证本科生顺利安全地进行实验。目前高校保障本科生实验室安全的措施主要集中在实验安全管理、实验内容改进以及硬件设施的提升方面,而在安全教育方面相对薄弱,很少针对本科生群体开设专门的实验室安全教育课程,实验室安全教育往往是简短的安全通识性教育,或是相关实验室的安全注意事项提醒,既缺乏专业性又缺乏系统性,流于形式。这种现象不仅存在于国内高校,在美国高校中也普遍存在^[4]。

根据《国家中长期教育改革和发展纲要(2010–2020 年)》,我国高校已由规模扩张转入提高质量的内涵式发展阶段,“把促进学生健康成长作为学校一切工作的出发点和落脚点”,“以人为本”治学、办学在新时期高校发展中被提升到新的高度^[5]。尽管本科实验课程内容和实验室现有的安全设施可以在很大程度上保证学生在学期间不出实验安全事故,但专业的实验室安全教育的缺失则可能会在他们毕业后产生深远的负面影响。以与化学相关的各类专业的本科生为例,学生本科毕业后多进入化学、化工等涉化企业,或从事中学化学教学工作,或继续攻读化学学科各专业方向及其边缘学科的研究生学位,在没有足够的专业安全知识、技能及安全观念的情况下,无论走向哪种与化学相关的岗位,都会使自身、他人和单位面临风险。对于其他的以实验、实践为重要组成的理工科专业,如生物、医学、物理、机械、电子等,亦是如此。因此,从“以人为本”的人本精神和“立德树人”的社会责任出发,从大学生身心健康的长远影响出发,高校将实验室安全课程纳入以实验、实践为重要组成的理工科相关专业的本科教学体系非常必要。

2 本科生化学实验室安全课程教学实践与探索

从 2011 年起,天津大学理学院为应用化学专业本科一年级新生开设 16 学时的化学实验室安全技术专业必修课程,要求学生通过课程学习,了解化学实验室安全相关的基础理论知识,掌握识别化学实验室各种危险源及危险隐患的基本方法 and 专业有效的安全防护技术,在提高学生实验室安全意识的同时,获得终身受益的化学实验室安全防护知识及技能。通过几年来的教学实践与探索,在充分考查教学反馈和教学效果的基础上,我们学习吸收国内外最新的化学实验室安全教育教学经验与理念,在教学中不断完善和改进课程内容,选择出适用于应用化学系本科新生的教学方式和方法,在教学实践中收到了良好的效果。

2.1 教学内容及教学安排

在课程教学内容的确立上,我们参照了在本科教学中开设化学实验室安全课程的国内外大学的教学内容设置及教学安排,如北京大学化学与分子工程学院、美国德州州立技术学院等^[6,7],并根据应用化学专业本科一年级新生的特点,以及国内高校安全工作的形势制定了教学大纲,具体教学内容和教学安排如表 1 所示。在课程教学内容的设计上,我们既注重讲授理工科实验室普适的安全基础理论知识和技术,又强调化学学科专业的安全理论知识和技术,还注重对学生安全意识、安全技能的培养,授人以渔。

2.2 教材建设

以课程教学内容为蓝本,进一步添加化工过程安全、生物实验室安全、辐射危害与防护、特种设备安全、实验室信息安全、实验室安全管理等内容,天津大学多个院处合作,于 2014 年出版了普适于高校理工科实验室安全的教材《高校实验室安全基础》^[8]。该书作为高等学校实验室安全教育课程的配套教材,内容涵盖高等学校实验室安全的普适知识与技术、理工科专业实验室的专业安全知识、实验者安全意识培养及实验室安全管理等方面,具有内容全面、专业突出、理工兼备的特点。

表1 本科化学实验室安全技术课程教学内容及安排

教学题目	学时	教学内容
绪论	1	实验室安全的重要性；化学实验室常见安全事故类型及原因分析；课程教学目的、内容及要求
化学危险品基础知识	3	危险化学品概念、分类；危险化学品安全防护信息获得方法与途径；化学品的科学购买、储存及管理
消防安全技术	2	消防基础知识和技术；化类实验室消防灭火知识
电气安全理论与技术	1	电气事故的类型与特点；实验室触电、电气火灾与爆炸事故的安全与防护；化学实验室电气使用安全
化学实验室常用仪器设备使用安全	2	玻璃仪器使用安全注意事项；化学实验室常用仪器设备的使用安全；化学实验室大型仪器使用安全注意事项
化学实验操作安全	3	实验室个人安全防护知识；药品的取用安全；常用化学实验操作单元的正确方法及安全注意事项；典型反应的危险性分析及防护措施；反应过程突发情况的处置
化学实验室事故应急处理	1	实验安全事故的应急处理程序；心肺复苏术；化学品中毒的应急处理；实验室常见烧伤、冻伤、非化学腐蚀外伤的应急处理
化学实验室废弃物的处理	1	化学实验室废弃物的处理原则、注意事项，以及科学规范的收集、存储方法；实验室常见化学废弃物的减害处理方法
教学实践	2	消防实践演习和化学教学、科研实验室的参观

在教材编写中，我们不仅借鉴了国内有关实验室安全的教材和资料，还大量借鉴国外的实验室安全教材内容和当前最新的实验室安全知识信息^[9,10]，因此教材具有良好的实用性和一定的先进性，出版后得到较好的社会反响，厦门大学、西南科技大学、河北工业大学等都在新开设的实验室安全课程中采用本教材，目前已经第3次再版。

2.3 教学方式与方法探索

我们在教学中发现，对多数大一新生来说，他们的化学专业知识面相对较窄，知识深度不够；他们在中学的化学实验经历较少，对实验仪器和操作陌生。另一方面，随着多媒体技术和信息技术的发展，高等教育教学涌现了许多新的方式方法，如，基于多媒体技术的发展把视频、动画、虚拟仿真元素引入教学，基于互联网技术的发展运用翻转课堂的MOOC (Massive open online course, 即大型网络开放课程)方式教学等。我们根据学生认知特点，结合当前高等教育教学中的最新方法和手段，对本课程采取了理论与实践结合、多手段联合的教学方法，使教学内容生动、形象起来，显著提升了教学效果和学生学习兴趣，让学生在兴趣盎然中学习，主动、快乐地掌握终身受益的安全技能。

2.3.1 实践教学与课堂教学结合

本课程的一个重要教学环节是安全教学实践，通常安排在教学中期讲授完“化学实验室常用仪器设备使用安全”部分后进行。在这一环节中，学生首先进行消防演习实践；然后参观化学基础实验室和科研实验室，了解实验楼的构造、消防设施和应急设施的位置、不同种类化学实验室中的防护措施等；在参观大型仪器室时，还将学习气体钢瓶的正确打开和关闭方法。在教学中我们发现，学生在实践课堂中表现得特别积极、兴奋，会主动将理论课堂中学习到的内容与实物、实践相联系，并参与各种实践尝试，这种兴奋度甚至会对后面的课堂教学发挥持续的积极作用。除了专门的实践课，在PPT课件中我们大量引用真实的实验室照片进行教学，很容易引起学生的共鸣与亲切感，提升了学生的课堂注意力。

2.3.2 课堂演示与学生的教学参与

我们还非常注意运用课堂演示和让学生参与体验的教学方法，如在讲授实验室的个人安全防护

用品时,我们会在课堂上展示各种防护用品实物,如白大褂,防喷溅、耐酸碱防化型的实验防护服,乳胶、一次性乳胶、一次性聚乙烯薄膜手套(PE 手套)、丁腈橡胶、氯丁橡胶、氟橡胶类型的防护手套,活性碳、颗粒物防护(主要是防霾型)、一次性无纺布、棉纱类型的口罩,防护眼镜、眼罩和面罩,此外,还对防毒面罩的组装进行了演示,等等;在讲授事故应急措施中的心肺复苏术时,让学生亲自参与、操作体验。学生对教学的参与极大地激发和提高了他们的学习热情和学习效果^[1]。

2.3.3 案例教学的运用

根据课程特点,在教学过程中采用了大量中外实验室事故案例,这些案例不仅提升了学生的学习兴趣,加深了学生对安全知识的认识,还对学生起到有效的警醒作用。

2.3.4 教学微视频与课堂教学结合

近年来,在教育部教育信息化发展规划的导向下,各种课程的 MOOC 制作如火如荼。MOOC 不仅是一种新兴的教学模式,也是一种先进的教学技术和方法。而我们借鉴 MOOC 课例片段的制作特点以及国际同行对实验操作安全拍摄的先进方式^[12],将难于用语言精确表述的实验安全操作和实验室安全技术等教学内容制作成教学微视频。如,本科基础化学实验中容易出事故的萃取、蒸馏、减压蒸馏等操作,离心机、马弗炉、高压钢瓶等仪器的使用,还有包括喷淋洗眼器的使用、活性炭解毒液的配制、轻微化学灼伤的处理等实验事故应急方法,以及化学实验废弃物的正规处置和规范处理程序等。针对本科新生实验经历匮乏和动手能力欠缺的特点,利用当前快捷的信息媒介,如云盘或微信,将微视频发给学生,让他们课前观看微视频,再进行课堂讲解,教学效果显著。而这些微视频本身作为化学实验室安全课程课例片段的一部分未来将以 MOOC 形式通过天津大学 E-Learning 平台让更多的学生通过在线学习受益。

2.4 考核方式探索

考核方式对本课程教学效果起到重要的引导作用。我们分别尝试了阶段测试 + 学期论文撰写、期末开卷考试、期末闭卷测试、随堂测试 + 期末闭卷测试等考核方式,结果发现:论文撰写模式对没有经过专业训练的本科新生发挥不了有效的考核作用;开卷考试给学生的课程压力较小,由此使得学生掌握知识欠缺主动性,成绩普遍不理想;期末闭卷测试比较客观,但对学习主动性差的学生,不能发挥有效的督促作用,他们往往仅在期末突击复习,成绩不理想;随堂测试 + 期末闭卷测试是本课程效果最好的考核方式。对于大一学生而言,考核方式越严格,学生对课程越重视;阶段测试越频繁,学生课堂听讲越认真,期末复习压力越小,成绩越好。这种考评方式既促进了学生出勤,又提升了学生的听课主动性,还促进了学生对知识内容的复习和巩固,显示出良好的实践效果。另外,学生通过本课程学习可轻松通过天津大学资产处网上实验室安全准入考试,将准入考试时间由大三年级提至大一,为学生进入科研实验室从事创新实践提供了便利与安全保障。

3 结语

通过几年来的教学实践,我们惊喜地发现,无论在做基础实验,还是进入科研实验室做创新实验,或是在进行专业实践和本科毕业设计中,应用化学专业的本科生在实验室中的实验操作更加规范,他们在实验中采取个人防护措施更加主动、专业,对待化学药品和反应更加科学、谨慎,表现出了良好的实验室安全意识和安全素质,同时还对周围其他人也发挥了正面的实验室安全教育和影响作用。考虑到我们那些走入工厂、科研机构和教育行业的学生,他们同样能够对周围的人和环境影响这种积极、正面的影响作用,我们深切地感到,为化学及其相关专业的本科生开设专业的实验室安全课程,不仅是“以人为本”教育宗旨的体现,更是一个具有社会效益的事情!

参 考 文 献

[1] 叶秉良,汪进前,李五一. 实验室研究与探索, 2011, 30 (8), 419.

-
- [2] 王运, 杨兵, 陈冬梅, 付裕贵. 实验技术与管理, **2015**, 32 (12), 231.
- [3] 侯德俊, 张社荣, 张磊, 孙晓志. 实验技术与管理, **2014**, 31 (6), 9.
- [4] Hill, R. H., Jr. *J. Chem. Educ.* **2016**, 93, 1495.
- [5] 刘民, 田娟. 高教探索, **2015**, No. 8, 36.
- [6] 杨玲, 吕明泉, 杨德胜. 大学化学, **2010**, 25 (6), 23.
- [7] Texas State Technical College. Course Syllabus for CTEC 1345 (CHEMICAL LABORATORY SAFETY). [2011-12-07].
<http://www.chemtech.org/syllabus/ctec1345.htm>.
- [8] 朱莉娜, 孙晓志, 弓保津, 李振花, 唐向阳, 杨柳, 侯德俊, 余莉萍. 高校实验室安全基础. 天津: 天津大学出版社, 2014.
- [9] Moran, L.; Masciangioli, T. *Chemical Laboratory Safety and Security: A Guide to Prudent Chemical Management*; The National Academies Press: Washington, DC, America, 2010.
- [10] Hill, R. H., Jr.; Finster, D. C. *Laboratory Safety for Chemistry Students*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, America, 2010.
- [11] McGarry, K. A.; Hurley, K. R.; Volp, K. A.; Hill, I. M.; Merritt, B. A.; Peterson, K. L.; Rudd, P. A.; Erickson, N. C.; Seiler, L. A.; Gupta, P.; Baters, F. S.; Tolman, W. B. *J. Chem. Educ.* **2013**, 90, 1414.
- [12] Fung, F. M. *J. Chem. Educ.* **2015**, 92, 1518.