

# 新工科背景下高校实验室安全教育的问题及对策

彭华松<sup>a</sup>, 许歆瑶<sup>a</sup>, 刘闯<sup>a</sup>, 蒋兴浩<sup>a, b</sup>

(上海交通大学 a. 实验室安全与环保中心; b. 资产管理与实验室处, 上海 200240)

**摘要:** 在新工科背景下, 学科交叉成为新常态。实验室使用频率和共享、开放程度越来越高, 实验室安全风险和管理难度不断增加。实验室安全教育是落实实验室安全源头管理的关键措施, 为了解当前国内高校实验室安全教育存在的难点, 以问卷形式对 98 所高校实验室安全教育整体情况、安全教育责任体系和准入制度建设、师资队伍力量、课程体系建设、实践教学与演练、考核与奖惩等方面进行了调查, 剖析了当前实验室安全教育薄弱的根本原因, 并提出了从系统性、专业化、定制化、体验式和准入制等方面加强实验室安全教育的对策和建议, 为新工科建设夯实实验室安全的基本保障。

**关键词:** 安全教育; 实验室安全管理; 新工科; 问卷调查

中图分类号: X 931.0; G 482

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2021)10-0295-05



## Problems and Countermeasures of Laboratory Safety Education in Universities under the Background of Emerging Engineering

PENG Huasong<sup>a</sup>, XU Xinyao<sup>a</sup>, LIU Chuang<sup>a</sup>, JIANG Xinghao<sup>a, b</sup>

(a. Center of Laboratory Safety and Environment Protection; b. Office of Assets Management and Laboratory, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** In the context of emerging engineering construction, interdisciplinary has been the new normal. The safety risks and management difficulties of laboratories continue to increase with the rising frequency, sharing and opening of laboratories. Safety education is a key measure to implement the source management of laboratory safety. In order to explore the current difficulties in laboratory safety education in domestic universities, a questionnaire was carried out to assess the overall safety education efficiency in 98 universities. The construction of responsibility system and the curriculum system, strength of the qualified faculty, practical teaching and drills, efficiency assessment, rewards and punishments were investigated, and the current root causes of the weak laboratory safety education were analyzed. The countermeasures and suggestions for improving laboratory safety education by systematization, specialization, customization, experiential learning and access system are proposed. The strategies are advantageous to further strengthen the laboratory safety management of domestic universities and consolidate the basic guarantee of laboratory safety for the construction of emerging engineering.

**Key words:** safety education; laboratory safety management; emerging engineering; questionnaire investigation

收稿日期: 2021-07-10

基金项目: 中国高等教育学会高等教育科学研究“十三五”规划课题 2019 年度实验室管理专项重大课题(2019SYSZG02); 上海交通大学决策咨询课题(JCXZG2019-018)

作者简介: 彭华松(1974-), 男, 湖北应城人, 博士, 副教授, 主要从事生物安全研究、实验室安全管理。

Tel.: 021-34206083; E-mail: hspeng@sjtu.edu.cn

## 0 引言

为适应全球对创新发展人才的需求, 世界高等工程教育正在发生革命性变化, 从注重科学研究的“科学范式”向注重实践的“工程范式”转变<sup>[1]</sup>。2017 年以来, 教育部在全国范围内大力推动新工科建设, 先后

形成了“复旦共识”<sup>[2]</sup>“天大行动”<sup>[3]</sup>和“北京指南”<sup>[4]</sup>,旨在培养未来多元化、创新型的卓越工程人才<sup>[5-6]</sup>。

在新工科背景下,学科交叉、产学研融合已成为新常态,实验室的使用越来越频繁,共享、开放程度不断提高<sup>[7]</sup>。由于高校实验室人员密集,危险源量大面广,而且科学研究中探索性实验越来越多,具有高安全风险的实验操作不断增加,实验室安全管理面临的压力和挑战前所未有<sup>[8]</sup>。2018年12月26日,北京某高校市政环境工程系发生实验室爆燃事故,造成3名研究生死亡;实验室安全事故不仅对师生员工的生命安全和健康造成了伤害,而且严重影响了高校正常的教学、科研秩序,也在社会上造成了不良影响。

虽然近年来各级政府和高校不断加强实验室安全工作,但是为何实验室安全事故仍然频繁发生?国内有学者对高校100起典型实验室事故的类型、发生原因、危险物质类别等进行了统计分析,发现因违反操作规程和操作不当造成的人员伤亡接近80%<sup>[9]</sup>。由此可见,无知者无畏,实验室安全教育不足是当前实验室安全事故发生的根本原因,已成为当前高校实验室安全管理的瓶颈。

为深入了解新工科背景下高校实验室安全教育情况,课题组设计了一份调查问卷,在《实验室研究与探索》期刊举办“新工科背景下高校实验室建设专题研讨会”上,对国内98所高校实验室安全管理人员进行问卷调查,探讨当前高校实验室安全教育的关键环节及突出问题,提出加强实验室安全教育的对策和建议,以实现创新型高安全素质人才的培养目标。

## 1 研究方法

(1) 数据来源。本次调查采用纸质问卷以线下填写方式收集数据,面向国内98所高校实验室安全管理人员,以匿名方式对受访者所在高校实验室安全教育情况进行调查。共发放问卷98份,回收有效问卷74份。

(2) 样本分布。被调研对象中,32.43%为双一流高校,22.97%为一流学科高校,29.73%为教育部直属高校,59.46%为部省共建高校/地方高校,2.7%为高职院校,1.35%为其他高校。其中双一流高校近1/3,教育部直属高校近1/3,被调研高校整体办学质量和水平较高。

(3) 问卷结构。本次调研使用的问卷由课题组开发设计,共40个问题,调研内容包括实验室安全教育整体情况、实验室安全教育责任体系和准入制度建设、师资队伍力量、课程体系建设、实践教学与演练、考核与奖惩等方面情况。

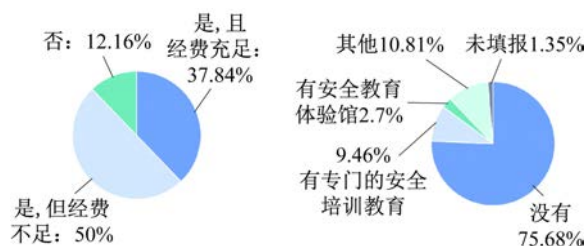
## 2 研究结果

为加强实验室安全管理要求并落实三全育人的培养目标,各高校积极开展多方面的努力与尝试,实验室安全教育工作取得了一定的进展。例如举办实验室安全讲座、开设化学实验室安全课程、组织消防演练等,安全教育内容与形式日益丰富。但是,当前国内高校在实验室安全教育责任体系建设、教育体系构建及运行管理、安全理论与实践教学相结合、教育保障机制等方面仍存在较突出问题。

### 2.1 安全教育重视度不够,整体成效有待提升

#### 2.1.1 教学条件保障不足

统计数据表明,50.00%的受访者所在高校有专项资金支持实验室安全教育工作,但经费不足,12.16%的受访者表示完全没有专项资金支持[见图1(a)];75.68%的受访高校没有安全培训的专用场所,仅9.46%的有专门安全培训教室[见图1(b)]。可见国内高校对于实验室安全教育的重视程度不够,对安全教育工作的投入明显不足。

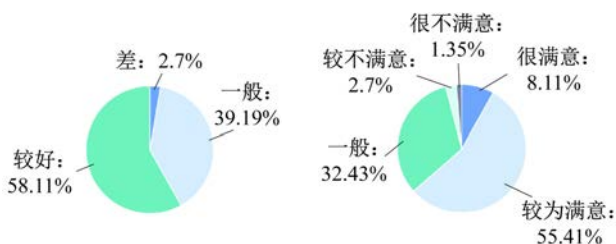


(a) 安全教育专项资金支持 (b) 安全教育专用场所配置

图1 高校实验室安全教育保障情况

#### 2.1.2 整体教学效果不理想

对本校实验室安全教育总体情况的评价,有58.11%的受访者认为本校安全教育工作总体情况良好,39.19%认为一般[见图2(a)];而对本校实验室整体安全状况的评价,有55.41%受访者认为较为满意,32.43%认为一般,仅有8.11%认为很满意[见图2(b)]。调研数据表明,安全教育情况与实验室整体安全状况有一定的关联性,安全教育工作较好的高校,受访者对实验室安全状况评价也较高。可见,被调研的大部分高校安全教育宣传工作方面取得了一定的成效,但实验室安全整体状况还有待提升。



(a) 实验室安全教育成效的评价 (b) 实验室整体安全状况的评价

图2 高校实验室安全教育整体情况

## 2.2 师资力量不强,专业安全培训不足

### 2.2.1 专业安全培训师资质缺乏

据调研,当前高校实验室安全教育培训师资质包括校外安全专家和校级安全管理人员、学院安全管理负责人及安全人员、实验室导师、课题组负责人及安全学科的专业教师等,培训人员跨越校-院-实验室三级(见图3)。邀请校外专家来校开展安全讲座培训的情况最多,其次为校级安全管理人员开展的培训,具备安全学科专业知识的培训师比例最低。

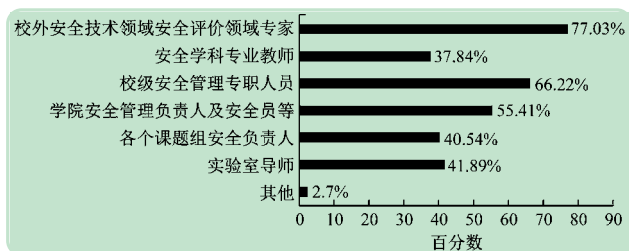


图3 实验室安全培训师资质的构成情况

### 2.2.2 专业安全课程开设不足

在专业安全课程开设方面,仅有 18.92% 的高校将安全课程列入培养方案并设置学分,79.72% 的受访者所在高校仅要求学生参加培训讲座即可获得实验室准入资格[见图4(a)]。问卷对化学化工类专业开设实验室安全相关课程的情况进行了调查,35.14% 的受访高校表示未开设相关课程,24.32% 的高校开设相关课程小于 6 学时,仅有 6.76% 的高校能够开设 12~18 学时的实验室安全课程[见图4(b)]。在实验室安全教育课程内容中,涉及实验室安全理论知识讲解的占 54.05%,涉及事故案例及安全隐患分析的占 28.38%,涉及风险评估体验和模拟演练等实践环节教学仅占 8.11% [见图4(c)]。在已开设的专业安全课程中,37.84% 没有专门的课程教材,由老师自行备课或按照课程大纲直接授课,24.32% 使用学校编写的专门教材,13.51% 使用国家的标准教材,2.7% 使用企

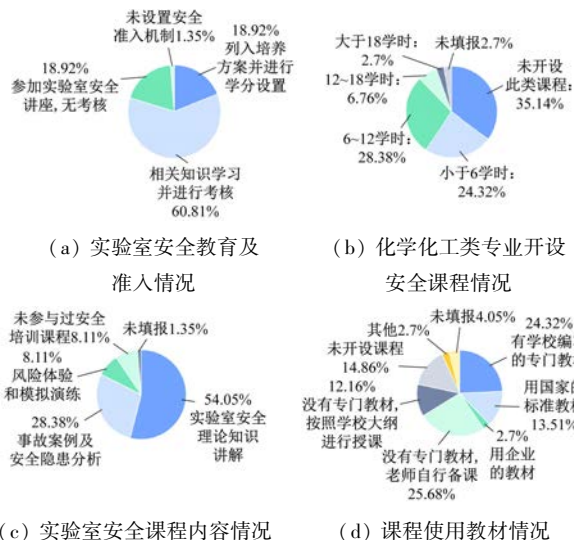


图4 实验室安全课程体系情况

业教材[见图4(d)]。

### 2.3 安全教育频率低,全员全面全程教育未落实

问卷对理工专业本科生与研究生参加安全教育的频率进行了调查。针对本科生的安全培训[见图5(a)],48.65% 的高校仅在入学时对新生进行 1 次安全教育培训,24.32% 的高校每年进行 1 次,22.97% 的高校每年进行 2~4 次,不存在未进行安全培训的情况。针对研究生的培训频率与本科生相似[见图5(b)],有 50% 的高校仅在入学时对新生进行 1 次安全教育培训,但是存在 1.35% 的高校未对研究生进行安全教育培训。可见,大部分高校主要对入学新生进行实验室安全培训,未达到“全员、全面、全程”的安全教育要求。

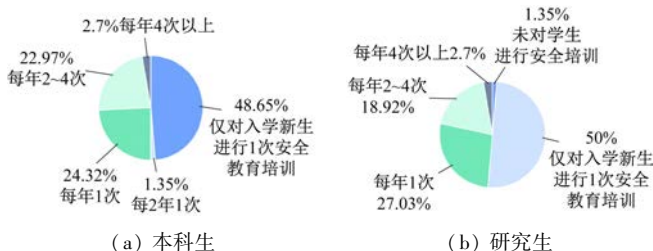


图5 理工专业本科生及研究生接受安全教育的频率

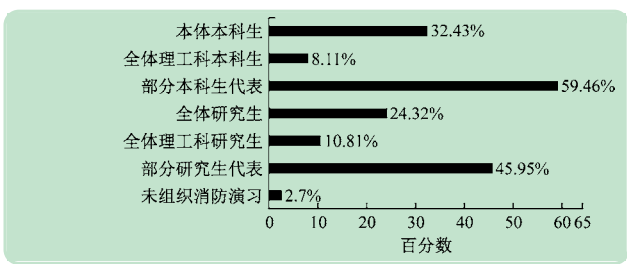
### 2.4 实践与演练环节缺乏,教学效果不理想

问卷针对高校实验室安全演练与实践教学情况进行了调查。对于参与消防演习的人员包括学生[见图6(a)],教职工[见图6(b)],大多数高校参与消防演习的均仅为部分代表师生,59.46% 为部分本科生代表,45.95% 为部分研究生代表,64.86% 为小部分教职工代表。在组织学生开展的安全演练或演习中,59.46% 的高校由部分参与人员自愿进行实际演练操作,21.62% 的高校要求所有参与人员进行演练操作,17.57% 的高校仅由专业人员示范操作,师生观摩为主[见图7(a)]。对于所在高校安全演练活动实际效果的评价[见图7(b)],17.57% 认为效果很好,参与演练的师生能够熟练操作;但是 71.62% 的受访者认为效果一般,仅有部分人员进行演练活动,发挥了一定作用。可见国内高校实验室安全实践或演习的实际覆盖率较低。

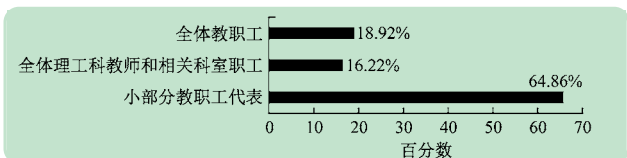
### 2.5 安全教育考核不严,准入制未落实

对于安全教育的考核方式,70.27% 的高校采取线上方式自行进行安全知识考核,仅有 10.81% 采取线下集中开卷考试,9.46% 采取线下集中闭卷考试[见图8(a)]。在考核结果的运用方面,仅有 17.57% 的高校表示本校安全教育考试合格情况与门禁系统的关联可覆盖 90% 以上的实验楼宇,47.3% 的高校并未实现两者的关联[见图8(b)]。



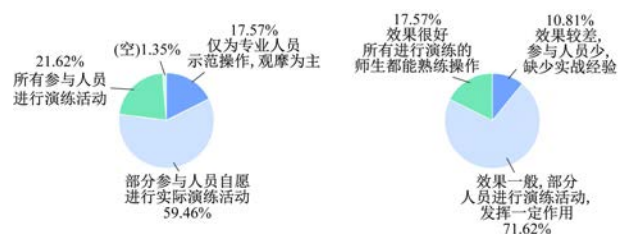


(a) 学生参与情况



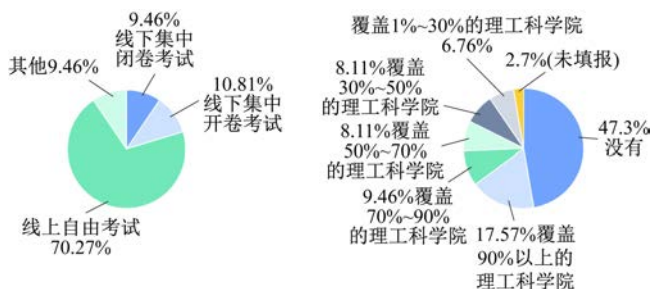
(b) 教职工参与情况

图6 实验室师生参与消防演练的情况



(a) 安全演练与演习参与形式 (b) 实际效果评价情况

图7 实验室师生参与消防演练的形式及效果



(a) 实施考核准入的方式 (b) 考试结果与门禁系统的关联情况

图8 安全教育考核及准入情况

### 3 新工科背景下高校实验室安全教育问题的剖析

根据以上问卷调查,目前高校实验室安全教育培训仍存在较多薄弱环节,安全意识淡薄,专业安全教育不足,是实验室安全管理的薄弱环节,已经成为高校安全治理的瓶颈问题。

#### 3.1 社会安全文化尚未形成,师生整体安全意识薄弱

安全文化不仅涉及到安全价值观、安全理念、安全伦理,也包括安全法规、安全管理体系、安全生产规范化和标准化,是安全管理的灵魂<sup>[10]</sup>。改革开放以来,国家的首要任务是解决贫困和发展问题,长期以来对安全生产重视不足,社会安全生产形势复杂严峻。据国家应急管理局数据,2020年全国各类安全生产事故共死亡27 412人<sup>[11]</sup>。虽然各级政府制订了各行业安

全生产法规,但是社会层面对生命敬畏的安全文化尚未形成,公民的安全素质仍然处于较低水平。

作为校园文化的组成部分,高校实验室安全文化仍比较欠缺<sup>[12]</sup>。许多实验室负责人和安全员,在其自身学习阶段就未曾接受必要的实验室安全教育,安全意识淡薄。虽然所在实验室存在许多安全隐患,但是他们认为实验室安全状况良好,因为没有发生安全事故。相应地,实验室学生也普遍缺乏安全培训,实验操作不规范,个人防护不足,安全事故随时可能发生。

#### 3.2 学科交叉融合越深入,实验室安全教育难度大

清华大学林健<sup>[13]</sup>认为新工科建设必须突破现有工科类和专业的划分,不仅应重视不同工程学科专业之间的交叉和融合,而且要重视理科、管理、医学等非工科类学科对工科的介入渗透。高校工科类实验室大量使用物理类、化学类、生物类危险源,实验室师生除了需要掌握用水、用电、消防、逃生、自救与急救方面的通识安全知识,还需要掌握所在学科的专业安全知识。对于从事交叉学科或者交叉研究项目的师生,还应学习交叉学科的相关安全知识,如机械学科燃烧学实验室使用了大量易燃易爆化学品,师生必须掌握化学品安全知识和实验操作技能;材料学科功能材料实验室从事抗菌材料研究需要使用病原微生物,必须掌握生物安全知识和实验操作技能。更为复杂的是非工科类学科如管理学科、艺术学科也启动实验室建设,开展一些交叉领域的科学研究,但是师生普遍对实验材料和实验操作的危险性了解不足。

#### 3.3 实验室教学科研任务繁重,安全教育无暇顾及

随着我国科技创新和高等教育的高速发展,高校招生人数不断增加,实验室承担的教学和科研任务越来越重。为进入“双一流”行列,许多高校实施了严格的绩效考核,科研经费和科研论文数量为主要考核指标,实验室负责人只注重实验工作速度和实验成果产出,忽视实验室的安全管理,无暇顾及实验室安全教育,实验操作培训主要由高年级学生指导低年级学生来完成,成为实验室安全教育及文化建设长期被忽视的主要原因。

### 4 加强实验室安全教育体系建设的对策与建议

在新工科背景下,高校应深刻认识到更加复杂的实验室环境所带来的更加艰巨的实验室安全管理挑战,要让师生的实验室安全理念从“要我安全”向“我要安全”转变,对校园安全的认识从在感性层面到完全形成“安全第一,生命至上”转变。

#### 4.1 以系统化视角开展安全教育体系建设

实验室安全管理是通过管理学方法与技术手段相结合,以实现对实验室各类安全风险进行有效管控。

因此,高校必须充分理解实验室安全问题的复杂性和安全教育工作的艰巨性,不能简单地认为组织学生参加安全讲座就能获得足够的实验室安全知识和操作技能。

高校应强化实验室安全管理体系建设,明确实验室与设备处、保卫处、资产处、基建处等职能部门及各二级单位实验室安全管理责任,逐级压实安全教育责任;建立学校、学院和实验室的三级安全教育制度及相应的考核、奖惩制度,实施系统性的实验室安全教育;投入必要的资金和设施,构建实验室安全教育体系,着力解决当前实验室安全教育碎片化、安全教育效果差等问题,真正达到全员、全面、全程的实验室安全教育要求。

#### 4.2 加强安全技术队伍建设,组建专业化师资队伍

随着高等教育改革的深入,传统工科专业如机械工程、电气工程、化学化工、土木工程等不断更新与发展,典型的新工科专业如新能源科学与工程、机器人科学与工程、资源循环科学与工程、纳米材料技术、物联网工程也不断涌现。目前,许多高校和院系的实验室安全教育通常由行政岗位的实验室管理人员负责,且大多数为兼职,缺乏安全技术知识,安全教育经验不足,部分人员自身安全意识、安全知识及能力、综合素质均无法满足专业安全教育的要求。为适应新型交叉学科的实验室安全教育需求,高校应聘任一批具备安全专业知识水平的教师及丰富的实验室安全管理经验的人员,组建安全教育师资队伍,促进高校实验室安全教育工作的开展。

#### 4.3 设置安全教育必修学分,完善课程体系建设

目前大部分高校未能在化学、生物等高风险专业设置实验室安全教育必修或选修课程。在调查中有半数受访者认为开设实验室安全课程最大的难点是缺乏专业授课教师,三分之一以上受访者认为安全课程建设的难点在于当前各专业的学分太多,安全教育课程无法顺利进入培养方案且无合适的安全课程教材,可见高校实验室安全教育一直存在着缺学分、缺教材、缺教师等困难。但是,对于有效增强安全意识和安全技能的方法的调查,有55.14%的受访者认为开设必修课、设置学分并进行线下考试是有效的途径。因此,高校应重视安全教育课程体系建设,尽快将安全课程纳入人才培养方案,并同时推进安全教育相关教材、课程、教育基地等配套资源的建设。

#### 4.4 开展具有针对性的安全教育培训

当前国内高校的实验室安全教育大多为校级层面的通识型安全教育,不论是理论教学还是实践教学,均缺乏针对性的专业安全内容。学院应高度重视专业安全教育,结合日常安全隐患检查情况,以面授或者研讨会方式进行安全教育活动,不仅可提高师生参与度和学习兴趣,而且有利于提高实际的应用性及教学效果。

各课题组应根据本实验室的研究方向、危险源、设备仪器、常见安全隐患等具体情况制订安全管理制度,并结合实验研究计划、风险评估活动,以小班教学或者小组活动的方式开展更加具体和有针对性的安全教育培训,才能真正做好实验室安全风险管控。

#### 4.5 打破传统平面模式,加强安全教育实践性

为吸引学生对安全的关注与兴趣,许多高校的安全教育培训形式与途径不断丰富与拓展,逐步告别传统、单一的讲座方式。但培训讲座、宣传栏或新媒体宣传、知识竞赛、发放安全手册等形式依然趋于平面化,理论与实践脱节的问题比较突出,难以让学生拥有身临其境的体验。高校应充分利用信息化手段,例如结合VR、AR等技术,对实验室安全问题进行体验式教学,对事故发生的应急处置进行模拟演练。北京航空航天大学利用信息技术、虚拟现实技术等建设了安全教育体验馆,以游戏、3D动画等替代传统展板,使学生在逼真场景中真实感受与实操<sup>[14]</sup>。国内高校可尝试通过建设实验室安全教育体验馆,根据实验室安全教育内容设计体验活动与教育主题,让学生切实感受到安全教育的“难忘”“有趣”,从而使安全教育真正做到入脑入心。此外,由于疏散演练的投入不大,对实验工作的影响很小,国外高校实验楼宇经常性组织疏散演练,不仅有助于师生紧急情况下正确逃生,而且还时常提醒师生注意安全操作,值得国内高校学习和借鉴。

#### 4.6 强化安全考核及许可资格,严格落实准入制度

准入制度的建设是高校实验室安全教育体系中的关键环节。很多国外知名高校很早就建立了完善的实验室准入制度,建立了实验室人员安全培训与考核的制度规定和准入程序<sup>[15]</sup>。经过培训和考核合格的师生,才能逐级获得进入实验楼宇和各实验室的许可,其中门禁管理和安全信息化系统发挥了重要的支撑作用。国内许多高校虽然建立了实验室准入制度,但是安全教育培训工作不成体系,实验室安全教育未实现全覆盖,也未建成合格的门禁系统,准入制并未能有效执行。为加强学生实验室安全考核与准入管理,可将实验室安全教育考试系统与选课系统、开题报告、奖学金评定、研究生保送等工作联动,未通过考试不能获得相应的资格。

## 5 结 语

随着新工科的建设与发展,高校实验室建设在为国家培养创新型科技人才和高水平科学研究方面发挥更大的支撑作用。面对不断变化的实践教学新形式和实验室体量增加、危险源种类增多,高校实验室安全管理面临着更加艰巨的挑战。在此背景下,高校实验室人员必须快速适应新的环境与挑战,从教育源头抓起,

(下转第304页)



## 4 结 语

理科实验室作为安全风险及隐患较高的实验场所,必须提升实验室师生的安全意识结合安全技能,实验室安全教育的专业性和强制性要求较高。通过在理科实验室安全教育工作中引入管理决策系统模型 GROW 模型,从树立目标、评判现状、选择方案、实施行动四个步骤进行理科实验室安全教育体系的研究,进行理科实验室安全教育体系的创新与实践,提升理科实验室安全教育成效,保障理科实验室安全稳定运行。

### 参考文献(References):

- [1] 金雪明,魏永前.关于推行高校实验室安全教育标准化管理模式的探索[J].价值工程,2015,34(30):245-247.
- [2] 李 丁,曹 沛,王 萍,等.高校实验室安全管理体系构建的探索与实践[J].实验室研究与探索,2014,33(3):274-277.
- [3] 安山龙,吴 勃.高校实验室安全教育体系建设探讨[J].高校实验室科学技术,2019(2):125-127.
- [4] 杨洋昶.基于 GROW 模型的国有施工企业人力资源培训管理研究[J].商讯,2019(5):107-108.

### (上接第 299 页)

加快人力、财力、物力的投入支持,构建一个科学、长效的实验室安全教育体系,提升对实验室安全管理水平与教育能效,进一步强化师生的安全意识,保障实验室安全,着力培养具有家国情怀、全球视野、创新精神和实践能力的卓越人才,让中国的新工科教育走向世界舞台。

### 参考文献(References):

- [1] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2] “新工科”建设复旦共识[J].复旦教育论坛,2017,15(2):27-28.
- [3] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017(2):24-25.
- [4] 新工科建设指南(“北京指南”)[J].高等工程教育研究,2017(4):20-21.
- [5] 马占华,杜跃展,李 军,等.新工科背景下高等分离工程教学改革与实践[J].大学化学,2020,35(10):134-140.
- [6] 陈 伟,易芬云,吴世勇.新工科人才培养的目标逻辑和过程逻辑[J].高教探索,2020(10):42-48.

- [5] 高 艳,王瑞敏.教练技术 GROW 模型在高校辅导员谈心谈话工作中的应用[J].社科纵横,2019(10):137-140.
- [6] 郑 军.小组讨论对本科生创新力培养:基于 GROW 模型[J].北京化工大学学报(社会科学版),2020,19(3):88-94.
- [7] 白 舸.基于 GROW 教练模型构建内蒙古某三甲医院护士分层培训体系的研究[D].呼和浩特:内蒙古医科大学,2019.
- [8] 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].实验技术与管理,2018,35(12):4-8.
- [9] 顾 昊,曹 群,孙智杰,等.实验室安全教育体系的构建及实践[J].实验室研究与探索,2016,35(4):281-283,292.
- [10] 吴 浩,何艳峰,张佳瑾,等.GROW 模型在高校化工类实验室安全教育中的应用[J].实验技术与管理,2020,37(11):297-300.
- [11] 屈 泳,赵 洋,阮小军.理科实验室安全风险排查与监控体系的研究[J].实验技术与管理,2020,37(11):290-293.
- [12] 刘邢宇,汤 军,景鸿博,等.高校实验室安全教育与管理体的研究与实践[J].现代管理,2020,10(4):680-686.
- [13] 李冰洋,黄开胜,艾德生.高校实验室安全教育要素与体系构建探究[J].实验技术与管理,2019,36(11):248-253.
- [14] 黄 萍,程希伦.基于 STAMP 模型的高校实验室安全教育工作探讨[J].安全与环境工程,2019,26(2):135-139.
- [15] 阳富强,李 伟.基于事故模型与过程的高校实验室安全管理[J].实验室研究与探索,2020,39(10):285-290.

- [7] 邵明辉,张嘉鹭,侯秀杰.新工科背景下高校机械类实验室安全管理机制探究[J].实验室研究与探索,2021,40(1):300-304.
- [8] 张海峰,张 帆,刘 一.高校实验室安全教育存在的问题与对策[J].实验技术与管理,2017,34(9):243-247.
- [9] 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):210-213,216.
- [10] 冯昊青.安全伦理观念是安全文化的灵魂——以核安全文化为例[J].武汉理工大学学报(社会科学版),2010,23(2):150-155.
- [11] 应急管理部:2020 年全国生产安全事故死亡人数降至 2.74 万余人[EB/OL]. [2021-01-29]. [https://www.mem.gov.cn/xw/mtxx/202101/t20210129\\_377963.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/mtxx/202101/t20210129_377963.shtml)
- [12] 彭华松,谢亚萍,刘 闯,等.基于安全文化建设的实验室安全管理探索[J].实验室研究与探索,2018,37(9):335-338,342.
- [13] 林 健.多学科交叉融合的新生工科专业建设[J].高等工程教育研究,2018(1):32-45.
- [14] 查国清,孙铭涛,赵宪铎,等.基于体验式的“三位一体”高校公共安全教育体系——以北京航空航天大学为例[J].思想教育研究,2018(12):120-123.
- [15] 严 珺,杨 慧,赵 强.中外高校实验室安全管理现状分析与对策[J].实验技术与管理,2019,36(9):240-243.

### · 名人名言 ·

我之所以能在科学上成功,最重要的一点就是对科学的热爱,坚持长期探索。

——达尔文