化工与材料专业实验教学闭环安全管理模式构建

王大伟[1]，贺 斌[2*]，吴晓丽[1]，李惠娟[1]

[1]西南林业大学材料与化学工程学院 云南昆明
[2]云南交通职业技术大学马克思主义学院 云南昆明

【摘要】化工与材料专业是实验教学安全事故的高发领域，当前高校实验室安全管理尚缺乏适配化工与材料学科特点的闭环管控方案。为构建精准化、全过程的实验安全防控体系，本文从安全要素与主体责任、人员准入培训、实验过程管控、仪器试剂及废液管理等方面展开分析，提出强化实验教学安全管理的对策。文章以化工与材料专业实验教学各要素的内在逻辑为主线，剖析实验教学各环节存在的安全隐患。构建科学的化工与材料类实验教学安全管理模式，需要从提升人员安全责任素养、强化课堂过程管理、严格仪器试剂管理三个维度协同推进：建立实验人员准入与常态化安全教育机制，合理设置师生比，降低课堂监管压力；任课教师在实验过程中落实动态巡查要求，并具备相应应急处置能力；规范实验仪器入库和出库，严格管理化学试剂与实验废液。本文提出一套适配化工与材料专业实验教学的闭环安全管理模式，为精准防范实验教学安全事故提供新思路。

【关键词】化工与材料；实验教学；实验室；安全管理
【收稿日期】2026 年 10 月 5 日 【出刊日期】2026 年 11 月 4 日 【DOI】10.12208/j.sdr.20260081

Construction of a closed-loop safety management model for experimental teaching in chemical engineering and materials specialties

Dawei Wang[1], Bin He[2], Xiaoli Wu[1], Huijuan Li[1]*

[1]School of Materials and Chemical Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan
[2]School of Marxism, Yunnan Jiaotong Polytechnic University, Kunming, Yunnan

【**Abstract**】Chemical engineering and materials majors witness a high incidence of safety accidents in experimental teaching. At present, the laboratory safety management in universities still lacks a closed-loop control scheme tailored to the disciplinary characteristics of chemical engineering and materials. To establish a precise and whole-process safety prevention and control system for experiments, this paper conducts an analysis from the perspectives of safety factors and subject responsibilities, personnel access and training, experimental process control, as well as the management of instruments, reagents and waste liquids, and puts forward countermeasures for strengthening safety management in experimental teaching. Taking the internal logic among various elements of experimental teaching for chemical engineering and materials majors as the main line, this paper analyzes potential safety hazards in each link of experimental teaching. The development of a scientific safety management model for experimental teaching in chemical engineering and materials disciplines requires coordinated promotion in three dimensions: improving personnel safety awareness and responsibility, strengthening in-class process management, and standardizing the management of instruments and reagents. Specifically, it is necessary to establish an access mechanism for experimental participants and regular safety education, set a reasonable teacher-student ratio to ease on-site supervision burden. Instructors shall implement dynamic on-site inspection during experiments and master corresponding emergency response capabilities. Standardize the storage and retrieval of laboratory equipment, and

第一作者简介：王大伟（1982-）男，山东日照人，西南林业大学教师，博士，研究方向为林业资源应用；
*通讯作者：贺斌（1981-）男，四川苍溪人，云南交通职业技术大学教师，硕士，研究方向为教育管理、林业生态。

strictly manage chemical reagents and experimental waste liquids. This paper proposes a closed-loop safety management model suitable for experimental teaching of chemical engineering and materials majors, which provides new ideas for the targeted prevention of safety accidents in experimental teaching.

【**Keywords**】Chemical engineering and materials; Experimental teaching; Laboratory; Safety management

1 引言

化工与材料专业在教学过程中需要开设多门实验课程，这些实验课程对培养本科生的实验动手能力起着重要作用。以化学工程与工艺专业为例，低年级开设无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验等化学基础实验课程，高年级开设化工原理实验、流体力学实验、轻化工程专业实验、化工工艺实验、化工安全仿真等实验课程。随着高校实验教学任务持续增加，近年来高校实验室安全事故时有发生，造成师生人身伤害与重大财产损失[1,2]。因此安全风险防控是实验教学过程中必须时刻关注的问题。化工与材料类实验教学常涉及易燃易爆、有毒腐蚀性化学品，经常使用高温、高压、高速设备。化工与材料类实验操作环节多、变量复杂、学生实验经验不足，操作疏漏可能引发试剂泄漏、火灾、爆炸、中毒、受伤等安全事故。同时，实验教学具有群体性、重复性特点，同一时段多名学生并行开展操作，风险点分散且不易实时全覆盖监管，传统以事后处置为主的管理方式难以从源头消除隐患。因此，构建科学完善的实验教学安全管理模式，落实全过程风险识别、预警与管控，既是保障实验教学有序开展的前提，也是培育学生工程安全素养、树立责任意识的内在要求[3]。

频发的实验室安全事故，不仅暴露了部分高校安全管理制度落实不到位，也对构建系统化、可落地的实验室安全管理体系提出了迫切需求[4]。从全国层面来看，现阶段实验室安全管理尚未形成统一完备、普适可行的标准化管理模式。目前，各高校大多以教育主管部门的实验室安全检查规范作为依据，结合自身情况制定了实验室安全管理方案，仍然缺乏统一的闭环管控思路。再者，不同学科类型的实验室风险特征差异显著，化工与材料类实验教学涉及特殊风险，通用化的管理方案难以精准适配。构建科学的化工与材料类实验教学安全管理模式需要从多方面协同推进，即管理模式不能局限于单一制度约束，还应兼顾硬件条件、人员素养与管理机制的同步建设。

2 实验教学的安全管理要素和安全主体责任

2.1 安全管理要素分析

化工与材料专业在开展科研与实验教学过程中，火灾、爆炸、危险化学品泄漏、仪器设备操作伤害等各类事故屡见不鲜，实验室安全风险防控压力日益加剧。实验室安全问题已引起教育主管部门、应急管理部门以及各高校管理层的高度关注。实验室作为高校开展实践教学、推进科技创新的核心载体，其安全稳定运行是校园安全治理工作的重中之重。探索构建科学完善的实验室安全管理体系，是现阶段高校教学、科研和安全管理工作的重点任务。分析整个实验教学过程中涉及的要素能够为提出安全管理方案提供依据，有助于形成统一的闭环管控思路。

首先，人员是实验室安全管理的第一要素，该要素涵盖任课教师、实验技术人员和参与实验的学生群体。教师与实验技术人员作为安全责任主体，需提前开展实验风险辨识评估，落实现场安全监督，及时排查安全隐患，指导学生规范操作。学生是实验的直接操作者，其安全意识水平、操作规范性直接决定现场风险高低，因此常态化安全教育必不可少。其次，教学过程中的安全管理是实验教学的核心要素。从实验方案论证到实验过程巡查，再到课后场地清理，需建立全过程管控机制，防范突发安全事故。再者，实验仪器与化学试剂的管理是重要的物质要素。实验用仪器设备要定期维护并建立使用登记台账；试剂需分类分区存放，做好出入库台账，并强化危化品和废液处置管理。参与实验的师生、教学过程和仪器试剂三个要素相互支撑，共同构成实验室安全管理框架。

2.2 落实安全主体责任

部分高校安全管理仍停留在定期安全检查、事后整改的被动模式，风险前置识别与常态化预警机制相对缺失。实验教学需要任课教师、实验员、教务管理人员有效协调共同完成各教学环节，并落实整个实验教学的安全责任。教务管理部门从源头把控实验室安全标准，避免在教学使用过程中出现重大

安全隐患。教务管理部门要把关实验室的规划建设、器材配套、水电安装等事项，负责实验室硬件设施的验收，即硬件安全把关。此外，教务管理部门要组织定期安全检查，形成常态化的实验室安全督导。

在化工与材料类实验室安装监控设备对于跟踪实验课全过程非常重要，这是发现安全隐患、划分主体责任的重要依据。监控系统能够实时记录实验教学场景，完整留存实验操作、试剂取用、设备使用以及学生行为等全过程影像资料，便于管理人员远程或事后复盘实验开展情况。借助监控，实验教学中心可以及时发现学生不规范穿戴防护用品、违规操作仪器、乱放化学品等潜在安全风险，做到早预警、早干预。同时，监控的存在也能督促师生自觉遵守实验室安全操作规程，强化安全自律意识。

实验教学中心日常管理主要包括实验课排课、实验室常用仪器设备安全管理、危险化学品安全管理和特种设备的定期校验，这些都是保障实验教学正常进行的重要工作。为及时发现并化解各类安全风险，实验教学中心应开展日常巡查、定期专项排查，对隐患建立台账并上报管理部门。与此同时，任课教师作为课堂实验安全的直接责任人，应当全面落实课堂安全主体责任，初步具备突发安全事件应急处置的能力。任课教师应重点做好课中过程监管，严格把控上课期间的实验安全，及时制止违规操作，妥善处置现场突发状况，守住实验课堂的安全底线。

3 实验教学相关人员管理

3.1 实验人员准入机制与安全教育

师生安全素养参差不齐，安全教育培训的针对性与持续性不足，进一步增大了实验室安全管控难度[5]。化工与材料专业实验室开放时间和使用频率高，每学期承担多个班级的实验课程，进入实验室的学生多，使得实验室的安全管理面临考验。通过培训强化教师和学生的安全意识，树立安全优先的实验教学理念，从源头降低实验教学环节安全隐患，避免因主观认识不到位引发实验安全事故[6]。很多高校的新进实验教师安全培训由教务管理部门或实验中心负责组织实施。首次承担实验课的教师、助教需要在上课前接受专项安全培训，目的是让教师掌握化工与材料类实验的安全管理制度、风险特点、操作规范与应急处置能力，提高防范实验安全事故的意识，保障师生人身与公共财产安全。

学生的实验安全教育同样重要。建议任课教师在第一节实验课时集中开展 1 学时的实验室安全教育课。从基础安全角度出发详细讲解本门实验课相关的安全注意事项。例如，所用仪器设备的操作规范与潜在的危险，实验涉及到的危险化学品及其使用注意事项。从更高的安全角度来说，开课学院要规范实验课个人防护要求，如学生上课须穿实验服、佩戴护目镜，根据实验特点选配防腐蚀手套、防尘口罩、防护面罩等。还应该禁止学生在实验室内饮食，严禁穿拖鞋、高跟鞋、短裤进实验室做实验。

3.2 合理控制师生比

实验课与理论课的授课模式完全不同。一般来说，理论课只要教室足够大，多媒体效果良好，可以满足上百名学生一起听课。实验课需要严格控制师生比才能达到良好的上课效果。实验课注重训练学生的动手操作能力，学生人数控制在合理范围内，教师就能关注到每位学生的操作情况，及时纠正学生不标准的实验操作和违规操作。实验课的教学质量不只是教师讲课的质量，更看重教师的课堂组织能力和手把手教学生实验操作的能力。然而，再优秀的老师面对超负荷的课堂人数也是捉襟见肘。根据课程实验内容和性质的不同，师生比的设定也会有所变化。参照《高等学校实验室安全规范》及本校化工实验中心近三年运行数据，将师生比控制在 1：20～1：25，可保证教师对每组学生的有效巡视。学生人数过多时教师顾此失彼，隐患容易被忽视。此外，实验室的面积和仪器数量也是限制实验课人数和分组的重要因素。

4 实验过程管理

在实验教学实施阶段，教师需引导学生树立流程化、规范化的实验思维，严格遵循完整的实验操作链条：实验前期完成装置搭建、试剂精准称量、运行参数调试与前置安全检查；实验进行中做好控温、控压等工况调控，同步开展现象观察与原始数据记录；实验结束后按规范关停设备、分类收集处置废液，有序拆解、整理实验装置。教师要在现场巡查中及时纠正各类不规范操作，结合案例向学生讲解操作疏漏、顺序颠倒、参数失控等失误可能诱发的安全风险。化工与材料类实验潜在风险复杂，易引发中毒、化学腐蚀、机械伤害、高温烧伤、触电等事故。因此，每次实验正式开始前教师须开展安全交底，清晰告知学生本次实验涉及的腐蚀、易燃、易爆、有毒危化品，以及高温、高压、强电等风险源，同步讲

解泄漏、起火、灼伤等突发事件的应急处置流程。

学生独立开展实验期间，授课教师应全程值守、动态巡查，密切跟踪每位学生的操作行为，对潜在的安全隐患第一时间干预处置。实验过程中仪器拆装、试剂取用、水电操作较多，学生走动频次高，需要充足的安全操作空间。授课教师应组织学生有序开展实验，避免通道拥堵等风险。

5 实验仪器与试剂管理

5.1 仪器管理

在实验教学过程中规范实验仪器入库、出库管理，是保障实验教学有序开展、防范仪器损坏丢失的基础环节[7]。仪器入库管理重点在于严格核验与建档分类，检查设备性能是否正常、配件是否齐全。出库管理的核心是规范领用流程，师生领用仪器必须实名登记，明确领用用途与责任人，确保每一台仪器的流转都有据可查。规范仪器出入库管理对实验安全有着至关重要的意义。完善的入库核验流程，能够提前排查破损、故障仪器，避免问题设备投入实验，从源头规避设备故障引发的安全事故。常态化的出入库台账核对，也便于及时掌握设备状态，精准排查安全隐患，为实验教学筑牢安全防线。对于大型实验仪器要有专人管理，确保仪器良好运行。本科生使用大型仪器要在教师的指导下操作，以免发生安全事故。

5.2 试剂管理

化学试剂的安全管理是实验教学顺利开展的重要保障。化工与材料类实验室常规化学试剂种类繁多、性质复杂，须实行严格管理，其中危险化学品的存放与使用更应从严要求[8]。首先，对实验室内的化学试剂要做到分类存放、专人管理。例如，要将氧化剂与还原剂分开存放，固体试剂和液体试剂分开存放，易燃易爆试剂专柜防爆储存。化学试剂由专职实验员管理，负责建立试剂台账，做好试剂领用、使用和回收登记。其次，实验试剂合理存放，实验台只保留本次实验所需用量，杜绝大量化学品堆放在台面。最后，严禁学生将实验室的化学试剂带出实验室。私自带出化学试剂不仅违反实验室管理规定，还可能对自身、他人人身安全造成严重危害。

实验室废液规范管理是化学品安全管理的关键一环，直接关系到实验人员人身安全、实验室环境及生态环境安全。实验过程产生的废液成分复杂，常含有重金属、有机溶剂、酸碱、有毒试剂及残留反应产物，若随意倾倒至下水道，不仅会腐蚀管道，还会造成污染物迁移。因此，必须坚持分类收集、合规处置的原则，严禁直接倒入下水道。废液应按照理化性质分类存放，将酸性废液、碱性废液、有机废液、含重金属废液等分开收集，严禁相互混装，避免有毒气体产生和引起爆炸风险。收集容器需选用耐腐材质，保持密封完好，容器外壁粘贴清晰标签，注明废液名称、主要成分。废液存放区域要通风避光，远离火源，并设置防渗托盘，防止泄漏扩散。材料实验室产生的粉体、重金属残渣也要单独收集，粘贴清晰标签并保持密封存放。实验室废液积累到一定量后，须委托具备危险废物经营资质的单位统一转运处置，同步完善危险废物台账。如实记录废液产生量、种类、转移时间与处置单位信息，做到来源可追溯。同时定期开展人员培训，规范废液投放操作，强化风险意识。通过全流程管控，从源头降低废液安全与环境风险，保障实验室化学品安全体系稳定运行。

6 结语

化工与材料专业实验教学安全管理是一项系统性工作，它覆盖人员准入、教学过程、仪器试剂、责任落实等多个核心要素。要健全人员准入与安全教育机制，合理管控师生比与设备配比，强化实验全流程安全监管，严格落实仪器设备、化学试剂及危险废液的规范化管控。同时，明确教务部门、实验教学中心、任课教师各方安全职责，构建常态化巡查、全过程可追溯的管理体系。还要持续完善安全管理体系，压实各级安全主体责任，不断提升师生安全素养与应急处置能力，方可为化工与材料类实验教学平稳有序开展筑牢坚实安全屏障。

参考文献

[1] 李芳,刘阳,韩杰.高校化学实验教学的安全管理与实践探索[J].大学化学, 2024,39(4):48-53.

[2] 王建芳,梅莉芳,覃露.高校实验教学安全管理体系的建构内容研究[J].实验室科学, 2022,25(4): 182-184.

[3] 李冰洋,黄开胜,艾德生.世界一流大学实验室安全管理理念及清华大学实践[J].实验室研究与探索, 2022,41(1): 290-305.

[4] 朱莺莺.地方高校实验室安全管理的思考与实践探索[J].实验室检测, 2026,4(9):141-143.

[5] 龙丽霞,胡慧林,马晓晖.数字化背景下高校院级平台实验室安全管理探索[J].中国现代教育装备, 2024(19):13-15.

[6] 金鑫,叶明晖,姬文晋.科教融合背景下化学类专业实验室安全管理策略探究[J].化工安全与环境, 2026,39(3):113-116.

[7] 丁元琪,姚雪亮,葛晨晨,郭君渊.材料专业实验教学设备数智化开放管理机制的实践[J].实验室研究与探索, 2026,45(4):233-238.

[8] 赵显梅,买里克扎提·买合木提,林江丽.高校化工类实验室危险化学品安全管理与实践[J].科教导刊(电子版), 2026,16:260-262.

版权声明：©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

OPEN ACCESS