

产教融合驱动高校危险化学品安全管理与人才培养研究

魏恒伟², 赵立秋³, 耿继强³, 徐学波³, 马英鹏³, 刘宇昊¹, 韩明哲¹, 焦桓¹, 魏灵灵^{1,*}

¹ 陕西师范大学化学化工学院, 西安 710119

² 陕西师范大学基础实验教学中心, 西安 710119

³ 山东京博控股集团有限公司, 山东 滨州 256500

摘要: 高校实验室是开展实验教学、科学研究和实践育人的重要基地, 承载着人才培养和科技强国的重任。由于实验环境存在复杂性、特殊性和高危性等, 尤其是危险化学品的使用, 已成为实验安全事故的高发诱因和重大隐患, 是目前高校实验室安全建设和管理工作的核心。本文结合学校和学院实际情况, 基于产教融合, 围绕高校危险化学品的安全管理与应用实践, 立足于实验安全类专业应用型人才, 从构筑危化品安全管理系统、优化危化品安全防范机制和探寻产教融合人才培养路径三个方面进行了探讨, 分享了一套集安全教育、责任体系、信息化资源库与管理平台、存储使用, 以及应急方案于一体的危化品管理与安全保障实践策略。同时, 通过与企业进行校企联合与实训合作, 形成了能够有效提高学生社会实践服务能力和促进专业应用型人才的教育路径, 以期高校实验室危化品安全管理和实验安全类创新型人才培养改革提供参考。

关键词: 安全教育; 化学化工; 信息化; 应用型人才

中图分类号: G64; O6

Research on Safety Management of Hazardous Chemicals and Talent Cultivation in Universities Driven by Production-Education Integration

Hengwei Wei², Liqiu Zhao³, Jiqiang Geng³, Xuebo Xu³, Yingpeng Ma³, Yuhao Liu¹, Mingzhe Han¹, Huan Jiao¹, Lingling Wei^{1,*}

¹ School of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China.

² Basic Experimental Teaching Center, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China.

³ Shandong Jingbo Holdings Group Co., Ltd., Binzhou 256500, Shandong Province, China.

Abstract: University laboratories serve as crucial platforms for experimental teaching, scientific research, and practical education, tasked with the dual responsibilities of talent cultivation and contributing to national advancements in science and technology. The complexities, unique characteristics, and inherent risks of experimental environments, particularly regarding the use of hazardous chemicals, have emerged as significant contributors to experimental safety incidents and pose major hidden dangers. Consequently, the management and safety of laboratory environments have become central to university safety initiatives. This article examines the safety management and practical application of hazardous chemicals in universities, emphasizing the cultivation of applied talents in experimental safety disciplines, while taking into account the specific contexts of schools and colleges. It explores three key areas: the establishment of a hazardous chemical safety management system, optimization of safety prevention mechanisms, and the

收稿: 2024-03-04; 录用: 2024-05-06; 网络发表: 2024-07-29

*通讯作者, Email: weill@snnu.edu.cn

基金资助: 2023 年度陕西本科和高等继续教育教学改革研究项目(23ZZ021); 2023 年陕西省学位与研究生教育研究项目(SXGER2023049); 陕西师范大学 2023 年校级综合教改项目(23JG06); 教育部产学合作协同育人项目(221004650114435, 221004650113758)

exploration of talent cultivation models that integrate industry and education. The study presents a comprehensive strategy for hazardous chemical management that encompasses safety education, a responsibility framework, an information resource library and management platform, as well as protocols for storage, usage, and emergency response. Additionally, through collaboration with enterprises in school-enterprise partnerships and practical training, we propose an educational model designed to enhance students' practical innovation capabilities and foster the development of applied professionals in chemistry and chemical engineering. This research aims to provide insights for the reform of hazardous chemical safety management and the cultivation of innovative talent in university laboratories.

Key Words: Safety education; Chemistry and chemical engineering; Informatization; Practical talent

当前,我国高等教育正处于内涵发展、质量提升、改革攻坚的关键时期和全面提高人才培养质量、建设高等教育强国的关键阶段。作为高等教育主力军,高校要紧紧围绕核心使命任务,为党育人,为国育才。高校实验室是化学化工类人才培养的重要基地,为开展各学科实验教学与科学研究、实施本科生实验技能训练与相关竞赛,以及设计综合型或交叉型创新实验等活动提供必备场所^[1]。实验室安全管理与安防防控已成为高校教学科研工作顺利运行的基本前提。其中,危险化学品(简称“危化品”)作为开展实验的重要材料,对其进行科学合理的管控,在保障师生人身安全的同时,有助于推进学科建设和人才培养的高质量发展。依据《危险化学品安全管理条例》(国务院第59号),危化品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧等性质,对人体、设施、环境具有危害的化学品。实验安全事故的发生主要与危化品不规范存储和使用、反应器材品质不过关,以及高压高温环境等因素有关^[1-3]。因此,如何消除不利影响,发挥危险化学品在教学科研和人才培养中的正向作用是高校安全重中之重之重的任务。

近年来,与高校实验室安全工作相关的法律法规愈加完善,社会和高校对于安全工作也倍加重视,各高校和化工企业通过加强安全管理和科学指导,安全事故逐渐得到有效控制^[4-6]。安全是教育事业不断发展、学生成长成才的基本保障。国内部分高校的教育与安全管理工作已尝试将环境、健康、安全(EHS)管理体系^[7],计划、实施、检查、处理(PDCA)闭环管理模式^[8],成果导向教育(OBE)理念^[9]等用来构建高校的实验室安全管理和安全教育体系,并取得了积极成效。以上研究在确保实验安全的同时,可为开展长期性安全研究提供重要参考。鉴于实验室安全事故主要与危化品的不合理使用或不规范处理有关,为了尽可能减少安全隐患,在目前高校实验室安全工作中,需要健全危化品的管理体系,加强危化品的安全教育,提高化学化工类人才在安全方面的专业性等。“产教融合”是新工科背景下培养多元化、创新型卓越工程人才的主要模式^[10-13]。为了提升化学化工专业学生的实践能力和应用能力,高校化学实验室在强化安全管理以保障教学科研顺利实施的同时,还需要加强专业类人才培养的优化与创新。因此,本文通过分析高校实验室危险化学品使用情况与安全特性,优化安全事故防范机制,探寻实验安全教育模式,在构筑实验室危化品安全管理体系的基础上,结合山东京博控股集团有限公司在危险化学品生产和运输方面的人才培养需求,通过构建校企联合探索实验安全类应用型人才培养路径,为高校教学科研、学科建设和长效育人保驾护航。

1 构筑危化品安全管理系统

1.1 建立实验安全教育体系

安全教育与培训是高校实验室危险化学品安防防控机制中最重要的一环,安全教育流于形式和缺乏专业指导是高校安全管理工作最容易出现的问题^[14]。因此,设计全面、系统、精准、科学的安全教育体系有助于将安全文化和安全意识“入脑入心”,促使师生在思想深处牢固树立安全第一的理念。基于我校的安全教育实际情况,我们建立了“学校-公安处-学院”三方联动机制,学校实验室建设与管理处设置校级安全教育委员会和安全监督委员会进行顶层设计和落实监管;公安处围绕消

防安全进行相关教育和安全巡查，协助职能部门进行安全文化建设；各学院结合学院实际情况提出细化方案并要求各实验室严格执行，逐步完善安全教育体系，如图1所示。

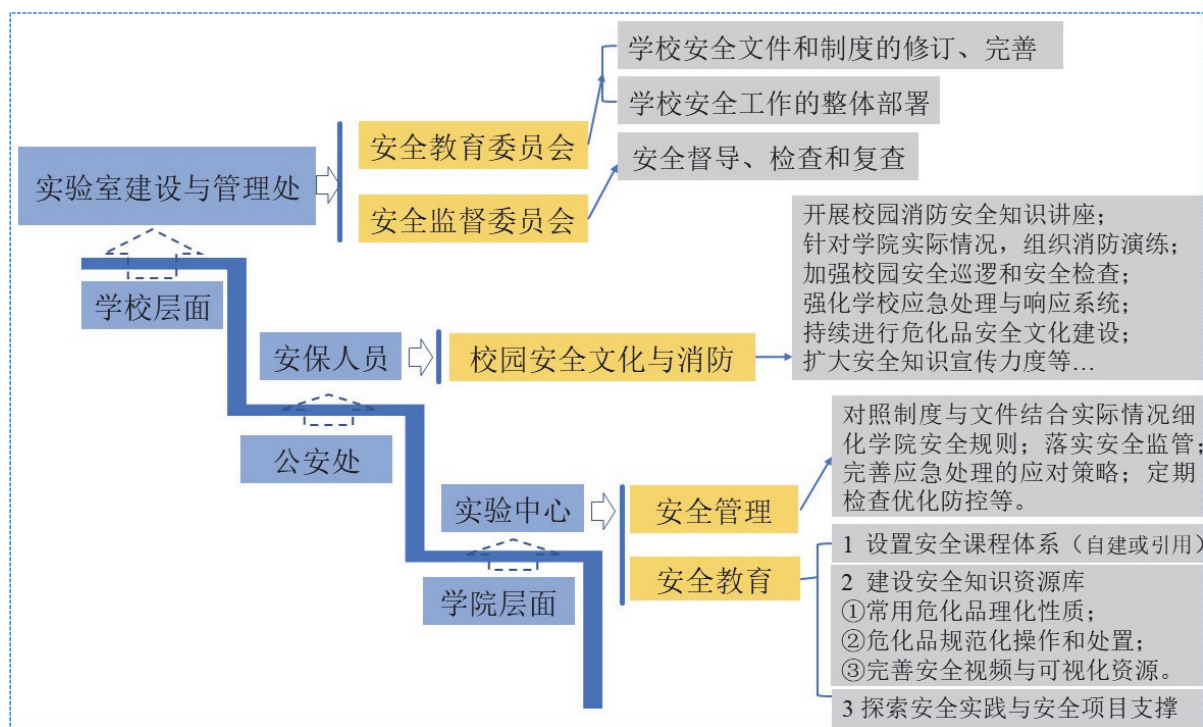


图1 建立“学校-公安处-学院”三方联动实验安全教育体系

实验安全教育体系包含安全教育类课程、安全讲座与培训、安全技能训练以及实验室安全准入考试等环节，有助于学生掌握必备的安全知识，在一定程度上降低人为因素导致安全事故发生的概率。在安全教育类课程方面，学院组织专家学者自建专门的实验安全课程，也可以引用在线教育平台中的线上实验安全课程，以形成系统的实验安全课程群。比如：实验安全理论课程可参考中国大学MOOC平台中南京工业大学潘勇等的“危险化学品安全”、武汉理工大学冯小平的“实验室安全学”，以及智慧树平台中华北科技学院张曼等的“危险化学品安全技术”等，将安全教育纳入到必修课程体系；实验安全实践课程可开展国家虚拟仿真实验教学课程共享平台(ilab实验空间)里中国科学技术大学冯红艳等的“MOOC教学模式下的危险化学品安全使用综合实验”、武汉理工大学陈先锋等的“易燃易爆危险化学品车载运输系统安全虚拟仿真实验项目”等，强化学生的危化品实践安全学习与体验。在化工专业的课程教学体系中设置“化工安全工程”必修课程，以及“化工安全技术”和“化工安全管理”选修课程，增加安全实践实训与安全方面的项目申报与研究。在开展教学实验或科研项目之前，学校、学院和相关实验室需要对师生进行专业的安全培训与技能训练，促使操作者对危化品的理化性能、使用规则和处理措施等进行全面充分的认识，掌握正确操作和科学应急处理方法。比如：本科生研究型综合实验“ $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 荧光粉的合成和表征”中会使用到具有强腐蚀性的危化品氢氟酸(HF)，需要提前进行HF酸领取、规范使用和回收方面的安全培训，严格要求实验人员佩戴自吸过滤式防毒面具和橡胶耐酸碱手套，操作过程必须在通风橱中进行，所有废液回收至装有消石灰的专用塑料收集瓶中进行预处理。科研项目中还会遇到一些高温高压类危险性设备，需要师生熟知高温炉的基本性能、操作流程、气流管路的密闭性以及安全注意事项等。在实验室安全准入考试方面，我校现阶段实施的考试内容涵盖实验通识类、化学专业类、危化品类、电气类和消防安全类部分，安全知识面广，但仍需要结合学科特点和人才培养需求在一些与实验安全直接相关

的专业性知识方面进行强化, 加强专业技能训练, 提升学生安全实践能力。由此可知, 形成系统全面的安全教育体系是实现危化品安全管理的基本前提, 也是化学化工类安全管理人才培养的重要支撑。

1.2 落实“校-院-室”三级责任制度

依据国家和教育部各项法律法规, 参考兄弟院校先进经验, 基于我校实验室实际情况, 我们建立了“校-院-室”三级责任体系: 以安全制度建设与落实为中心, 狠抓安全教育培训, 加强硬件软件综合保障和做实日常督导检查, 实施学校分管领导、主管部门与学院负责人、实验室安全责任人、实验操作人员明确分工和共同协作的工作思路, 以确保实验安全。学校在修订、完善和细化各项安全规章制度与实施规则方案的基础上, 定期更新升级安全硬件设施(比如建设废弃物暂存柜系统、配发警示标识和应急消防设施等), 每年分拨专款专项用于实验室安全建设与管理; 针对危化品建立专门的管控系统, 规范购买、管理和领用流程, 重点关注危化品的台账、存储方式和使用处理过程等, 落实“问题排查-登记报告-反馈整改-优化复查”的闭环管理, 避免发生由危化品引发的潜在安全事故。学院依据学科特点组织学术专家和专业技术人员细化与完善规章制度, 制定实验安全管理与防控方案, 安排部署实验安全工作, 进一步补充购置专用安全设施和监控系统等; 组建安全教育教师团队建设宣传实验室安全文化, 设立安全专员和督查委员落实安全检查与防控工作。实验室设有具体的安全责任人, 定期进行全面系统的实验安全教育工作, 在开展实验前能够预判实验中的潜在安全隐患并进行科学防范, 强化学生之间的“传帮带”, 促使每一位操作人员熟练掌握实验安全常识, 防微杜渐以确保实验工作顺利和安全开展。此外, 学校和学院安排有专职的危化品管理和实验技术人员, 除了要求具备专业扎实的危化品安全知识、操作技术和处理应急能力, 还需要参与安全管理文件制定和安全检查与评估工作, 不定期参加各种校外实践与培训, 切实提高安全技能, 从而做到能够在实验现场对操作人员给予专业性指导和规范性培训, 以确保操作人员正确认识和使用危化品, 提高危化品安全意识, 将规范化操作技术精确掌握。

2 优化危化品安全管理与防范机制

2.1 完善危化品安全知识资源库

为了提高学生在实验过程中的安全警惕性, 对危化品理化性质进行充分学习是非常必要的。根据国家标准《化学品分类和危险性公示通则》(GB13690), 将危险化学品划分为物理危险16类、健康危害10类和环境危害3类(表1)。师生在开展实验之前, 需要认真研读化学安全数据说明书MSDS (Material Safety Data Sheet), 了解不同实验项目中危化品的理化特性以及对健康可能造成的危害。在实验过程中准确识别危化品, 并对其进行规范化操作。另外, 需要对实验室放置的危险性标识(表2)有清楚的认知, 了解实验室可能存在的危险源, 贯彻落实“预防为主、安全第一”的准则。实验室各类药品配有安全标识, 同一类型的进行统一存放, 比如易燃气体、易燃液体和易燃固体需要按大类存放于专业试剂柜中, 并由专业工作人员严格执行“五双制度”(双人验收、双人保管、双人收发、双把锁、双本账)。按大类存放药品时还需要考虑化学品的相容性原则, 互相抵触的物品严格分开储存, 比如氧化性与还原性化学品分开放置、易燃易挥发有机试剂存放处不得有电开关、强氧化剂不得与易燃有机试剂混放、互相抵触的物品严格分开储存等。灭火方法不同的危化品也不能同储存柜储存, 比如金属钠和硝化棉、丙酮和电石、红磷和电石等。此外, 实验用常规气体的储存, 需要使用符合国家标准规范的气瓶, 用铁架进行固定, 定期进行气瓶的安全检查以消除安全隐患。




在安全知识资源库方面, 学院危化品信息化平台设有专门的危化品安全知识系统, 包含危化品的安全标识、理化性质、健康危害、存储与使用要求、处理建议, 以及防护与急救措施。在此基础上每个实验室还需要建立各自的危化品信息库(尤其是常用危化品), 师生在申报使用和领用之前充分学习具体的理化性质、储存要求、使用规范和处理要求。同时, 安全责任人在实验之前和整个操作过程中落实检查与核对工作, 严格执行实验室内部的“五双细则”(双人收领、双人保管、双人使

用、双人记录、双人核查), 以确保实验安全。考虑到实验的多样性和复杂性, 具体实验操作人员还需要充分学习MSDS以降低实验安全风险。在消防安全方面, 安全教育委员会组织对全校所有实验类工作人员进行安全理论培训, 通过每年一度的实验安全月举办各种安全技能知识竞赛、学院消防安全和应急演练等活动, 提高安全防护和安全应急工作的实践性, 提升全校师生的安全意识和安全防范与处理能力。此外, 学校、学院和公安处各宣传部门进一步加强安全知识的推广和普及, 比如开展危化品实验安全类讲座, 展播安全标语, 制作安全宣传展板、安全海报、安全漫画等, 营造形式多样且方法活泼的校园安全文化氛围, 从而起到明显的警示作用。

表1 化学品危险性鉴定与品种的汇总表

危险和危害特性类别	危险化学品的品种
物理危险(16类)	爆炸物、易燃气(液或固)体、气溶胶、氧化性气体、加压气体、自反应物质和混和物、自燃液(固)体、自热物质和混合物、遇水放出易燃气体的物质和混合物、氧化性液(固)体、有机过氧化物、金属腐蚀物
健康危害(10类)	急性毒性、皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/刺激、呼吸道或皮肤致敏、生殖细胞致突变性、致癌性、生殖毒性、特异性靶器官毒性(一次和反复)接触、吸入危害
环境危害(3类)	危害水生环境(急性和长期)、危害臭氧层

表2 危险性符号对照表

危险性符号	中文解释	标志	危险性符号	中文解释	标志
E	爆炸品		Xn	有害	
O	氧化剂		Xi	刺激物	
F++	极度易燃		C	腐蚀品	
F+	高度易燃品		N	对环境有害	
F	易燃品		U+2623	生物毒害品	
T+	剧毒品		U+2622	具放射性	
T	有毒				

2.2 创建危化品信息化监管平台

参照国家《危化品目录》, 学校建立了实验试剂管理平台, 从危化品的申报、审核、采购、出入库、储存、使用、处理和回收等方面严格把控, 实行全过程、全方位、闭环化管理。目前学校所有实验室用到的常规试剂和耗材都需要在实验试剂管理平台办理入库登记手续。药品使用者在管理平

台进行电子实验柜设置,包括编号、类别名称、实验室门牌号、实验柜位置、药品存放具体位置、储存量等准确信息,而且必须与实际情况完全一致,入库登记手续完成且由学院和学校审核通过后,方可在财务系统进行购买与报销。危险化学品、易制毒和易制爆化学品实行二级学院单位统一采购和按需分配,按照图2所示分类进行申报,其中一般性危险化学品可由使用人在平台直接申报和领用,提供明确的实验项目、药品用量和药品使用人信息,上传导师同意书并在平台中做好使用量、剩余量、存储位置和处理回收细节的电子台账记录,确保平台管理人员能够实时查看和跟踪到具体危化品的行迹,以实现流程清晰、位置明确、过程可查、可溯源,方便安全管理人员随时进行风险评控和预防。第二类11种和第三类8种易制毒化学品使用人在平台提出申请后,需要实验室负责人和学院审核。而对于剧毒、易制爆和第一类19种易制毒化学品,除了实验室负责人和学院审核外,还需要经过保卫处和实验室建设与管理处双重审批备案,并严格执行“五双制度”。此外,由于危化品试剂的使用量很难做到精准控制,实验管理人员对其进行调控是非常必要的。尤其是剧毒、易制毒和易爆类化学品,即便只有1 mg的残余量也必须严格纳入到实验安全管控,而电子台账的建立确保危化品信息准确可控的同时,有助于实现危化品高效流转和共享,从而科学管控余量和减少库存。

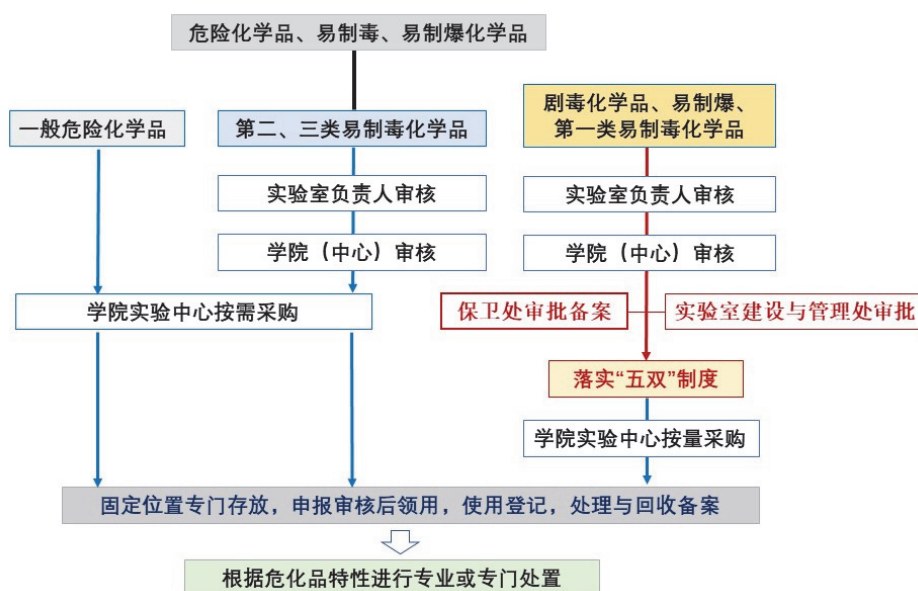


图2 实验室危险化学品、易制毒、易制爆化学品管理流程

2.3 规范危化品存储、使用和处理

基于对危化品性能的充分认识,结合国家相关部门关于危化品库存分配和保管的文件规定,需要科学规范危化品的存储,尤其是剧毒和易爆类化学品。近年来,学院在校内和校外管理部门审核批准下专门设立危化品存储室,严格进行分类、分区和分库储存,配套有明确标识、必要性通风、防爆防火、防泄漏、实时监控、报警、防护和紧急处置等安全设施;在各实验室明确划分各类实验试剂存储区域,完全淘汰掉老旧木质和铁皮实验试剂柜,配备了耐强酸强碱通风柜和不同类型的危险品安全柜,用于存放常规化学品和危化品,并根据危险程度进行颜色标识以起到警示作用(白色:耐强酸、强碱通风柜;红色:可燃、易燃的危化品;蓝色:弱腐蚀性危化品;黄色:易燃、易爆危化品)。通过颜色可帮助实验人员大致判断危化品性质和危险性,有效提高安全管理和防护效率,降低风险。由于危化品在存储时需要特别注意存放位置、存放环境以及存储配伍禁忌等,我们要求危化品管理人员和实验技术人员在工作中务必细化危化品存储细则:

(1) 整理出具体的危化品安全隐患,做好充分的安全评估与完备的安全防控预案,定期检查理

化性质不是很稳定的危化品：

(2) 制定危险化学品混存性能互抵表，明确具体的分离储存、隔离储存和分开储存情况，既要考虑到不同危化品因接触混存时可能引起化学反应的互相抵触情况，也要考虑到化学品性能并不互相抵触但消防处理措施方法不同的情况；

(3) 易燃、易爆类化学品依据理化性质和危险性，明确具体的存储条件，比如阴凉低温且通风、惰性溶剂、控制湿度等；

(4) 做到实时管理、维护、跟踪和检查危化品台账，明确使用明细、余量和存储位置、废弃物去向，必要的时候可协调统筹不同实验室进行危化品共享，实现余量回转和物尽其用。

此外，实验反应液中剩余的危化品以及实验过程产生的危化品相对剂量较小，但种类繁多，性质复杂，一旦将易反应废弃物混合可能会引起爆炸和中毒等安全事故，随意排放也会带来生态危害等问题。因此，实验操作人员在使用危化品之后还需要特别重视危化品废弃物的规范化处置，处理过程应当实行分类收集、统一处理，对于不同类型危化品废弃物要进行区分对待，一般性实验室危化品废弃物处理方法可参考图3。特别要注意放射性和剧毒性废弃物处理，其中剧毒类试剂属于管制品，配有专器专柜，对应的废弃物需要放置于贴有剧毒标识和试剂具体信息的特定储存容器，由专职实验员双人跟踪实行实时实量实录实态监管，并交由专业技术人员回收和妥善处置。然而，从源头上控制危化品废弃物是降低安全隐患和减少环境污染的关键策略。对于使用或产生危化品的教学类实验来说，可以通过改进实验方案寻求危化品替代试剂或者尽可能减少危化品的使用量。对于一些存在高风险或需要在极端条件下开展的实验，可以选择实验原理和实验技能训练接近的其他类似实验代替，也可以使用虚拟仿真实验进行辅助性教学。科研类实验需要从实验方案规划审核、实验流程设计、实验药品选取、药品用量限定等方面进行综合分析，在开展研究之前对实验所涉及的安全风险、安全防控和安全应急等进行预判和提前部署，未雨绸缪，降低安全隐患。

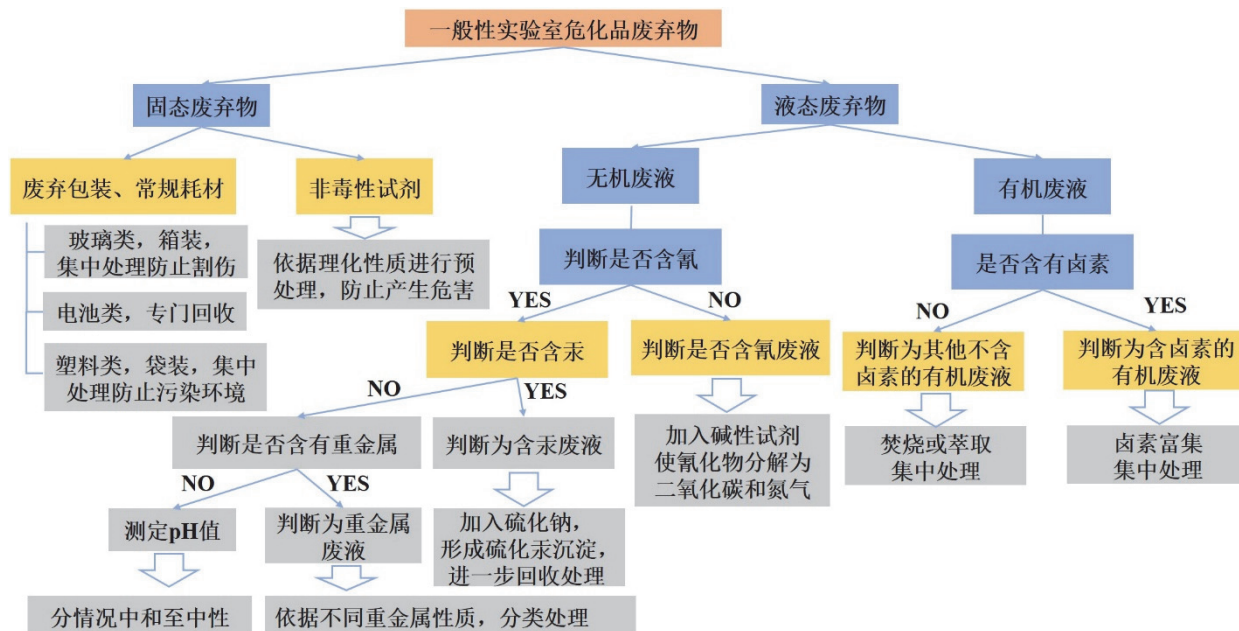


图3 一般性危化品废弃物类处理建议

2.4 健全危化品安全防护与应急预案

危化品是实验室和化工企业安全隐患存在的重要原因，但我们不能因噎废食，对其进行安全防护和应急预案是安全事故防范机制的重要保障措施。学院首先确保各实验室配备必要的安全设备和

防护措施, 比如通风设备、防爆柜、防护服与护目镜等, 通过定期培训工作要求实验操作人员熟练掌握不同类型的消防器材、喷淋冲洗装置、急救包和逃生防护等安全应急方法。实验楼道内设置明显的消防疏散指示箭头, 为突发性事件的应对做好重要支撑。此外, 制定健全的安全事故应急和救援工作预案对于有效控制事故范围和降低危害程度至关重要。各级部门和各类人员明晰在响应方案中所承担的具体角色与职责, 通过定期进行应急培训和演练, 提高其应对突发事件时的现场响应、高效协作、应急处置和紧急救援能力。为了减少危化品的安全隐患, 还需要加强安全检查。学院专设安全工作小组, 由实验安全分管领导、实验管理人员、专职实验技术人员和各科研团队指定的安全工作联络员组成, 每周开展全面的实验室安全检查工作, 建立安全隐患清单, 通报责改并进行复查, 形成闭环式管理, 防隐患于未然。

3 产教融合助力危化品安全人才培养

现阶段各高校实验室危化品的安全建设模式大同小异, 但是普遍存在着课程体系不健全、细节管理不到位、实践训练缺乏等问题^[12], 导致学生实际应用能力不足, 社会适应性差, 不利于高校进行创新创业改革。为了探索需求导向的学科专业人才培养, 提高应用型人才的创新能力, 需要转变思维模式, 放眼高校之外。“产教融合”为创新优化实验安全类人才培养指明了方向。

3.1 加强校企合作, 提升学生安全实践能力

为了强化学校实验安全实训与育人工作, 2019年, 山东京博控股集团有限公司与我校化学化工学院教师团队签署了实验安全协同育人项目, 旨在共建具有京博特点、科学系统的企业危化品安全管理体系, 减少生产和管理危化品的风险和隐患, 保证企业稳定运行。校企双方共建组织结构, 校内筛选技术力量深厚的专家针对企业要求制定实践计划, 选取综合能力突出的优秀学生进入企业进行“学习调研-熟悉实景-发现问题-解决需求-总结汇报-反思改进”实践模式。育人项目实施过程中, 师生深入企业进行“实景化”教学, 让学生在“做中学”, 让教学由“掌握知识”转变为“应用知识”, 切实提高学生的技能水平。另外, 学生从专业知识角度结合企业危化品数据库信息, 具体分析、归纳和制定了企业危险化学品混存性能互抵表、危险化学品存储安全表、危险化学品储存安排表和危险性描述代码表等10多个表格, 为学校和学院管理危化品提供了参考性数据。学生通过安全实践实训与实习, 在参与解决处理化工企业危化品实际风险问题和学习先进管理方法经验的同时, 校企联合促进师生开展实验安全研究和毕业实践课题、申报安全项目, 进一步推进学校的实验安全建设与管理, 优化安全类应用型人才培养。

与此同时, 学院设置一定的学生安全实践课程学分, 将实践表现纳入到评优环节, 鼓励学生以助教身份参与到实验安全检查和辅助实验安全操作培训等过程, 充分发挥学生的自主能动性, 切实提高学生的安全素养与社会服务能力; 并通过实验安全课题或项目驱动, 引导学生科学创新, 以提高应用型化学化工人才培养质量和促进全面发展。

在校企双方协作和努力下, 指导学生辅助企业完成了以下具体的实践项目(图4):

(1) 基于企业发展, 构建了危险化学品安全信息资源库, 提高了企业安全人员对于危险化学品信息的获取能力、分析能力和利用能力, 有效预防安全事故的发生;

(2) 建设了企业危险化学品安全多层次动态化循环保障体系, 针对性地补充和完善了各类各级危险化学品的安全防控手段和处理措施, 对安全隐患进行识别并提供相应的技术解决方案, 找到企业危险化学品管控的关键环节, 提出对其进行重点监管和制定全面的安全保障措施;

(3) 协助制定企业危险化学品安全文化制度, 修订员工岗位培训方案, 规范员工安全行为, 强化员工的自我保护意识, 编制企业应急救援预案, 制定防范细则, 确立安全隐患排查整改机制, 降低安全隐患;

(4) 依托校企联合进一步优化人才培养方案, 形成涵盖基础课程、专业课程、实训实践方案和安安全类实验设计与项目课题的实验安全类专业人才培养路径。

以上具体实践过程在检验学生安全教育成效和完善安全教育培养体系的同时，寓安全管理训练于企业生产实践，切实强化了学生服务社会的能力。



图4 校企联合培养应用型实验安全类专业人才

3.2 引入双导师制，助力实验安全人才培养

在产教融合背景下，紧跟企业发展需求，不断更新和优化人才培养目标与培养体系，加强现阶段对实验专业技术人员的培养力度，革新“重理论轻实践”的传统模式，同时提升改进化学实验室的建设与管理水平，为化学化工实验安全类人才培养保驾护航。在学校和企业之间开展实行“双导师”机制。筛选安全方面的专业教师走出学校进入企业，了解企业的发展动态、行业实况以及企业岗位对于人才的具体需求，从而有效调整理论和实践教学内容，设计以专业学识为基、能力技术为重、创新应用为强的课程体系。同时，邀请企业中的专业实验技术人员开展案例性专题讲座和实战性技能培训，深挖专业特色，引入市场需求，在双方的共同努力下，提升高校化学实验室人才后备队伍的整体质量。对于我校的部分非师范专业，比如化工类本科生和专业工程类硕士，从产业对人才的需求角度出发，基于校企联合创新课程教学机制，加强实践学习，让学生从一开始就重视专业知识的应用性，强调融会贯通和解决实际问题。在“双导师制”机制下，引入实践类竞赛或项目驱动模式，鼓励和组织学生参加实验技能竞赛、创新创业大赛等，弥补学生实践能力欠缺、创新应用不足的问题。针对产业界或社会热点需求，结合企业实际，在学校导师和企业高级工程师同时指导下，学生可选择合适的题目申报并开展实践型或设计型项目，训练学生理论实践结合的能力，增强应用思维，提高创新意识，从而探索构建“边学习、边研究、边实践”的人才培养路径。

3.3 建立长期合作，促进产教双赢

校企合作过程中往往存在目的差异性大的问题，难以建立持久稳定的人才联合培养关系。基于国家战略部署与社会经济发展需求，以学院现有科研和教学团队作为基础，围绕应用型人才培养目标选择合适的企业搭建实践训练和就业与发展平台，有助于实现校企合作的高效性、稳定性和长期性。山东京博控股集团有限公司主要聚焦于高性能材料和高端化学品以及与之配套发展的特殊高端装备和核心工业服务领域，目前包含4个大型生产基地、7个研发基地和13个科创中心。近年来，随

随着企业规模的扩大和高速发展,对于化学化工安全实践和管理类人才的需求愈加明显。鉴于此,我们借助校企合作模式,结合学院应用化学及化学工程团队的师资配置,在学院化工专业人才培养方案中融入实验安全管理特色,聚焦危险化学品企业专业人才培养,助力解决企业实际问题。与此同时,企业提供的实训平台既可以加强学生的实践和应用能力,也为高校的科研和课程设计、大创项目、毕业论文等提供源于企业生产实践和促进企业发展的具体研究课题。此外,高校在以解决企业实际问题为导向的同时,充分利用产教融合校企合作平台,将行业发展最新前沿成果融入到教学体系,双方共同参与课程建设与教材编写,切实推进化学化工类高等教育的理论知识和工业实践的深度融合,有助于提高人才培养质量。因此,产教融合的深化实施,在形成教育链、人才链和产业链有机衔接的基础上,通过科研学术与行业企业的高效互动,可为社会培养出专业功底厚、实践能力强、研究素养高的实验安全类专业应用型人才。

4 结语

实验室危化品管理是高校、企业和社会长期关注的一项重要任务,不仅服务于人才培养,还关系到社会稳定和企业创造,因此必须与时俱进、不断更新完善相关制度与管理方法。本文就构筑危化品安全管理系统、优化危化品安全防范机制和探寻产教融合人才培养路径三个方面进行了初步探讨,分享了学校关于危险化学品的管理体系建设与防控措施部署规划,丰富了国内高等院校和化工企业对于危险化学品的管理实践研究,通过交流分享和相互借鉴经验,一起致力于高校安全稳定工作的落实与保障。通过对实验室安全工作的多角度分析,以期构建高效的实验室危化品安全管理模式和专业人才培养提供思路和方法。在强化师生安全意识和可持续发展理念的同时,为了提升化学化工专业人才的实践性与应用性,我们与企业进行校企联合与实训合作,探索了一条能够有效提高学生实践创新能力和促进专业应用型人才培养的教育路径,可为化学类多元化教育与创新人才培养改革提供参考。

参 考 文 献

- [1] 李冰洋, 毕大强, 艾德生, 于歆杰, 吴文传, 朱桂萍, 李晖, 王玉军. 实验技术与管理, **2023**, 40 (11), 7.
- [2] 朱敏, 王耿, 白艳红. 实验室科学, **2023**, 26 (5), 183.
- [3] 梁吉霖. 化工管理, **2023**, 30 (26), 120.
- [4] 韩光宇, 何淼, 赵明, 杨金福. 实验技术与管理, **2021**, 38 (6), 278.
- [5] 余孟玲. 实验室研究与探索, **2022**, 41 (5), 164.
- [6] 刘露, 聂艳, 裴梦琛, 王怡. 山东化工, **2023**, 52 (10), 220.
- [7] 林德力. 山东化工, **2023**, 52 (12), 219.
- [8] 聂百胜, 吴若宇, 柳先锋, 张豪, 凌明照. 实验室研究与探索, **2022**, 41 (12), 309.
- [9] 金星龙, 王娟, 王晓艳. 天津化工, **2023**, 37 (6), 138.
- [10] 周静, 刘全菊, 张青. 实验技术与管理, **2018**, 35 (3), 165.
- [11] 宋照风, 谭杰安, 王春燕, 赖悦腾, 陆冠尧. 化工管理, **2023**, 30 (31), 20.
- [12] 任聪静, 王靖岱, 孙婧元. 化学高等教育, **2022**, 39 (5), 24.
- [13] 王兆伦, 王舜, 陈锡安, 周敬业, 杨植, 金辉乐, 毕佳捷. 大学化学, **2023**, 38 (3), 22.
- [14] 路艳. 化学工程与装备, **2023**, 20 (7), 265.