

高等学校化学类专业化学实验安全教育教学内容与教学要求建议

杨玲^{1,*}, 郭玉鹏², 计景成³, 齐向娟⁴, 秦川丽⁵, 朱平平^{6,*}, 张树永^{7,*}

¹ 北京大学化学与分子工程学院, 化学基础国家级实验教学示范中心(北京大学), 北京 100871

² 吉林大学化学学院, 长春 130012

³ 南开大学化学学院, 天津 300071

⁴ 天津大学化工学院化工技术实验中心, 天津 300350

⁵ 黑龙江大学化学化工与材料学院, 哈尔滨 150080

⁶ 中国科学技术大学化学与材料科学学院, 合肥 230026

⁷ 山东大学化学与化工学院, 济南 250100

摘要: 实验室安全是化学类专业知识体系的基本内容。本建议明确了化学类专业实验室安全教育课程的教学目标, 给出了具体的教学内容和教学要求建议, 明确了应达到的知识、能力与素质目标。各高校可参考本建议, 进一步优化化学实验室安全教育教学内容, 为实验教学和科研夯实安全基础。

关键词: 化学类专业; 化学实验室安全; 教学内容; 教学要求; 建议

中图分类号: G64; O6

Suggestions on Teaching Contents and Requirements of Chemistry Laboratory Safety for Chemistry Majors in Higher Education

Ling Yang^{1,*}, Yupeng Guo², Jingcheng Ji³, Xiangjuan Qi⁴, Chuanli Qin⁵, Pingping Zhu^{6,*}, Shuyong Zhang^{7,*}

¹ National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Peking University), College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, China.

² College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130012, China.

³ College of Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071, China.

⁴ Chemical Engineering and Technology Experimental Center, School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300350, China.

⁵ School of Chemistry, Chemical Engineering and Materials, Heilongjiang University, Harbin 150080, China.

⁶ School of Chemistry and Materials Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China.

⁷ School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

Abstract: Laboratory safety is the basic content of chemical professional knowledge system. The suggestions clarify teaching objectives of laboratory safety course for chemistry majors. Specific teaching content and teaching requirements including knowledge, ability and quality that should be achieved are suggested. Colleges and universities can refer to the suggestions to further optimize chemical laboratory safety teaching, and consolidate laboratory safety foundation for experimental teaching and scientific research.

收稿: 2024-12-20; 录用: 2025-01-02; 网络发表: 2025-03-06

*通讯作者, Emails: yangling07@pku.edu.cn (杨玲); syzhang@sdu.edu.cn (张树永); zhupp@ustc.edu.cn (朱平平)

基金资助: 教育部高校教师教学组织和教学发展体系建设研究项目“利用虚拟教研室优势, 推进化学实验系列标准研制”

Key Words: Chemistry major; Chemical laboratory safety; Teaching content; Teaching requirement; Suggestion

化学是以实验为基础的中心学科。化学实验一方面用到各类易燃易爆、有毒有害、腐蚀性等危险化学品, 还需使用各种电气设备以及各式各样易碎的玻璃器皿, 并涉及高温、高压、真空、强(激)光、辐射、磁场等危险因素, 容易引发安全事故, 造成人身伤害和财产损失; 另一方面, 化学实验也会产生一定量的气态、液态或固态的危险废物, 随意倾倒或排放会对环境产生危害, 混合或处理不当也可能发生着火、爆炸等事故。因此, 保障实验室安全(包括环境安全)是化学实验教学和科研的前提和底线, 开展实验室安全教育教学则是保障实验室安全的必要环节和关键措施。

近年来, 伴随着我国化学学科的迅猛发展, 高校和科研院所从事化学及相关研究的实验室出现人员伤亡的情况时有发生。面对实验室安全形势, 教育部对化学实验室安全教育教学的要求日益严格。中国化学会也高度重视实验室安全工作, 于2024年6月成立首届化学实验室安全工作委员会^[1]。

1 建议制订和使用说明

2018年教育部发布的《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》将“实验室安全与环保”作为首要内容纳入强制性国家标准。2017年, 教育部高等学校化学类专业教学指导委员会发布的“化学类专业化学实验教学建议内容”也将“实验室安全与防护”作为第一项内容。2019年, 教育部办公厅在《关于进一步加强高校教学实验室安全检查工作的通知》^[2]中要求“严查教学实验室师生安全教育”“严格教学实验室安全准入制度”。2023年, 教育部发布的《高等学校实验室安全规范》^[3]规定“涉及重要危险源的高校应设置有学分的实验室安全课程或将安全准入教育培训纳入培养环节”。对在化学类专业人才培养中大力加强化学实验室安全类课程建设提出了明确要求^[4]。

受教育部高等学校化学类专业教学指导委员会、中国化学会化学实验室安全工作委员会和教育部化学实验教学改革研究虚拟教研室的委托, 由北京大学牵头, 联合中国科学技术大学、山东大学、南开大学、吉林大学、天津大学等高校教师开展了“化学实验室安全教育教学内容与教学要求建议”的研制。

在本建议研制过程中, 我们以《普通高等学校专业类教学质量国家标准》^[5]和教育部高等学校化学类专业教学指导委员会制订的“化学类专业化学实验教学建议内容”的“实验室安全与防护”为基础^[6], 同时参考了美国化学会有关实验室安全教育教学的文件资料^[7,8], 研究了国外一些知名高校化学实验室安全相关教学及培训内容^[9-13], 以及国内开设化学实验安全必修课的配套教材和教学内容^[14-20]。

本建议只是列出了化学实验室安全教学的主要内容和教学要求, 它既非化学实验室安全类课程教学内容的最高要求, 也非最低要求。各高校可在本建议的基础上, 根据学时安排和课程教学目标, 结合实际情况以及所在地域实验室安全法规标准执行要求和各高校安全管理的具体规定, 制订符合自身人才培养要求的内容体系和教学要求。

2 化学实验室安全教育教学目标

开展化学实验室安全教育教学, 主要培养学生以下几个方面的能力和素质:

(1) 能够说明并遵守实验室安全和环保相关法规标准和当地管理要求, 具有对待生命、健康和环境的正确态度、专业的实验室安全素养和严守法规的高度责任感;

(2) 能够按照环保要求落实实验室危险废物处理, 践行环保、低碳、节能的理念, 树立可持续发展观;

(3) 能够系统阐述化学实验必备的基础安全知识, 利用相关知识和安全原理, 辨识化学实验室常见的各类安全隐患和可能造成的危害;

(4) 能够根据实验内容、实验环境和暴露几率进行风险评估, 并能根据评估结果提出降低风险的措施;

(5) 能够采取恰当有效的防护措施, 尽可能降低实验风险; 能够根据有效的风险控制手段形成实验操作规范, 并严格遵守;

(6) 积极参加实验室安全实践演练, 养成扎实的实验室安全技能, 能够对常见事故进行简单的应急处理并具有逃生自救能力;

(7) 能够建立安全思维, 具备良好的实验安全意识, 养成安全习惯, 并能够在科研训练中保持良好作风;

(8) 能够进行批判性思考, 理性辩证地看待化学实验安全, 做到既不掉以轻心, 也不过度恐慌。

3 化学实验室安全教育教学内容与教学要求建议^[14-20]

3.1 化学实验室基础安全设施

(I) 教学内容

认知常见的消防设施与器材: 火灾探测器; 手动报警按钮; 室内消火栓; 自动灭火系统如自动喷水、干粉或气体灭火系统; 防火卷帘; 防火门; 疏散指示标志; 消防应急照明; 安全出口及疏散通道; 室外消火栓以及各种常见灭火器材等。

紧急洗眼器、紧急喷淋器、急救药箱、通风橱等。

(II) 教学要求

(1) 能够说明各类安全设施的原理和功能; (2) 能够正确选择和使用相关设施, 能够保障自身和他人的实验安全; (3) 养成进入场所后, 自觉观察安全设施和安全出口, 知晓撤离路线和撤离时应注意的事项等意识。

3.2 危险化学品的安全使用和合规管理

(I) 教学内容

(1) 危险化学品概念及危险性分类;

(2) 常见危险化学品的具体分类: 爆炸品、易燃液体、易燃固体、易于自燃物质、遇水放出易燃气体的物质、有机过氧化物、毒性物质、腐蚀品等;

(3) 化学品安全信息获取途径: 各类化学品的安全标签、化学品安全技术说明书(Safety Data Sheet, SDS)、其他可供查询的安全信息网站和数据库资源;

(4) 管控类化学品合规合法管理: 剧毒化学品、易制爆危险化学品、易制毒化学品相关安全管理法规标准和管理要求。

(II) 教学要求

(1) 能够知晓危险化学品相关法规标准, 能够详细说明管控类化学品具体管理要求并严格执行; (2) 能够说明危险化学品危险种类; (3) 能够正确识别、分类、管理和使用实验室常用危险化学品; (4) 能够通过多种渠道获取化学品安全信息并养成实验前查询不熟悉化学品安全信息的习惯; (5) 能够针对实验室常见危险化学品选择正确的事故预防和应急处理方法。

3.3 消防安全

(I) 教学内容

(1) 燃烧与爆炸的基础知识: 燃烧的条件、燃烧的类型和燃烧产物及危害等, 爆炸的定义、爆炸极限、影响爆炸极限的因素、防爆的基本措施;

(2) 火灾的特点及分类、火灾预防与扑救、火灾发生后的逃生自救。

(II) 教学要求

(1) 能够说明燃烧和爆炸产生的条件和类型; (2) 能够运用爆炸极限数据, 分析和确定避免发生燃烧和爆炸的安全操作条件; (3) 能够说明火灾的具体分类; (4) 能够运用燃烧产生的条件反向分析,

掌握预防和扑救火灾的相应措施和方法；(5) 能够熟练操作实验室常见灭火器材，如干粉和二氧化碳灭火器、灭火毯等；(6) 能够主动参加消防演练；(7) 能够根据预案，针对不同火灾现场情况制订正确的逃生和自救方法，具备逃生自救能力和组织他人撤离的能力；(8) 具有生命第一意识，在指挥和参与灭火等行动时，将生命安全置于首位。

3.4 用电安全

(I) 教学内容

(1) 人身安全：电流对人体的伤害类型、影响电流对人体伤害程度的因素、防止人体触电的基本措施等；

(2) 电气线路安全：实验室线路敷设、导线选择、空气开关、漏电保护、保护接地、配电容量、防爆灯和防爆开关、插线板使用、电路标识等内容；

(3) 用电设备安全：设备安装使用前、使用过程中和使用完毕后的安全要求；

(4) 用电环境安全：环境温度和湿度、通风和散热良好等要求；

(5) 引起电气火灾的主要因素：短路、过载、接触电阻过大、产生电火花和电弧、控制器件失灵、散热不好等；

(6) 电气火灾的扑救要点：首先切断电源，灭火器材的正确选择和使用。

(7) 实验室常用电气设备的安全使用：烘箱、马弗炉、管式炉、电热板、水浴锅、真空泵、离心机、旋转蒸发仪等；

(8) 静电的危害与防护：产生静电的原因、静电可能的伤害、消除静电的方法；

(9) 触电急救方法：强调先断电再救人。

(II) 教学要求

(1) 能够从保护人身安全、电气线路安全、用电设备安全和用电环境安全等角度阐述用电安全常识；(2) 能够归纳引起电气火灾的主要因素，说明扑救电气火灾的方法及其原理；(3) 能够说明实验室常见电气设备安全使用要点；(4) 能够说明在化学实验室静电可能引发的危害以及消除方法；(5) 能够说明人员发生触电后如何急救并进行模拟演练，具备常见触电事故的基本急救能力。

3.5 压力容器安全

(I) 教学内容

(1) 压力容器的定义与分类、设计要求、使用注意事项；

(2) 气瓶的基础知识：气瓶分类、使用年限、钢印标记、颜色标记、充装与检验、气瓶附件和配件等；

气瓶安全使用规则：气瓶存放、搬运，减压阀选择和安全使用、漏气应急处理、气瓶相关火灾扑救等。

(II) 教学要求

(1) 能够说明压力容器定义范畴，并能鉴别实验室常见的压力容器；(2) 能够总结压力容器安全使用的共性要求；(3) 能够说明气瓶分类及使用年限，能够识读高压气瓶钢印信息，能够辨认常见气瓶颜色标记并说明检验周期，能够识别和正确使用气瓶附件和配件；(4) 能够说明气瓶存放、搬运的具体要求并正确操作；(5) 能够正确选择减压阀，能够安全使用气瓶；(6) 能够在气瓶发生漏气和火灾时正确进行处理。

3.6 辐射安全

(I) 教学内容

(1) 电离辐射安全

电离辐射相关基础知识：电离辐射的种类、计量单位、放射性物质及其来源。

电离辐射的生物效应及危害：外辐照、内辐照、电离辐射的生物效应(随机性效应和确定性效应)。

电离辐射防护准则：防护标准、防护原则、计量检测。

放射化学实验室的安全措施：放射化学实验室设计、安全管理和辐射监测、放射性物质的安全操作；不同等级放射性事故应急处理；放射防护设备及其使用。

(2) 非电离辐射安全

非电离辐射的具体种类，重点介绍激光辐射，包括对人体的危害、防护标准、防护措施等。

(II) 教学要求

(1) 能够概述电离辐射的种类、计量单位、放射性物质及其来源；(2) 能够说明电离辐射的生物效应及其危害、防护准则，能够正确选择并使用防护设备；(3) 能够说明放射化学实验室安全措施的具体内容，并能够正确操作；(4) 能够针对不同等级放射性事故，选择不同的应急处理方法，保障人身安全；(5) 能够概述非电离辐射种类，能够说明激光辐射对人体的危害、防护标准，并正确选择和使用防护措施。

3.7 实验室安全风险评估

(I) 教学内容

风险评估类型：定性评估、半定量评估、定量评估。

安全风险评估方法：

(1) 美国化学会实验室安全委员会方法^[21]：1) 化学安全等级法；2) 工作危害分析法；3) 假设分析法；4) 检查清单法；5) 标准操作程序法。

教育部《高等学校实验室安全分级分类管理办法(试行)》^[22]：高校实验室安全分级表、高校实验室安全风险评价表。

(II) 教学要求

(1) 能够概述风险评估的主要方法和标准，并依据这些方法和标准正确开展实验风险评估；(2) 养成在实验前进行风险评估的安全习惯，能够制订合适的风险评估方案，对将要开展的实验进行风险评估，明确关键点和个人应承担的义务。

3.8 个体防护装备

(I) 教学内容

(1) 眼部防护：安全眼镜、防护眼罩；

(2) 面部防护：防护面罩、面屏；

(3) 呼吸防护：防护口罩、半面罩呼吸器、全面罩呼吸器、电动送风长管呼吸器、正压式空气呼吸器；

(4) 手部防护：化学防护手套、高温防护手套、低温防护手套、防切割手套等。

化学防护手套常见材质有天然橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、聚氯乙烯、聚乙烯醇和丁基橡胶等^[23]。应根据所接触的化学品选择正确恰当的防护手套。

(5) 身体防护：普通实验服、各种不同防护等级和类型的化学防护服以及其他类型防护服。

(II) 教学要求

(1) 能够说明化学实验室最基本的防护要求；(2) 能够阐述实验室常用的各类防护器具的适用范围，并根据风险等级，选择并正确使用防护器具；(3) 能够按照实验室安全规定，正确着装。

3.9 化学实验基础安全操作规程

(I) 教学内容

主要涉及试剂的安全使用、玻璃仪器的安全使用、铬酸洗液的配制和安全使用、汞及含汞仪器的安全使用、明火加热(酒精灯、酒精喷灯等)的安全操作、红外灯的安全使用、油浴的安全使用、冷浴的安全使用、反应釜的安全使用、离心机的安全使用、高温设备的安全使用等。

(II) 教学要求

(1) 能够对常见化学实验操作可能存在的安全风险进行评估；(2) 能够严格遵守操作规范，保证实验安全。

3.10 实验事故应急处理

(I) 教学内容

(1) 实验事故应急处理方法: 1) 危险化学品急性中毒(包括吸入、误食、皮肤接触和眼睛接触); 2) 烧伤、烫伤; 3) 割伤; 4) 人身着火; 5) 触电; 6) 冻伤; 7) 心脏骤停等应急处理方法。

(2) 实验室紧急处置程序: 火警、跑水、爆炸、人身受伤、危险化学品泄漏(或溢出)、可燃或有毒气体泄漏等常见突发事件的应急处理程序。

(3) 实验室配备的常见应急物资: 灭火器、灭火毯、灭火沙、洗眼器、紧急淋浴器、急救药箱、化学吸附棉等的正确选择和使用。

(II) 教学要求

(1) 能够分析、识别实验过程中产生紧急情况的可能性; (2) 能够说明应急处置和应急处理方法、程序和注意事项; (3) 能够熟练、冷静地处理化学实验室常见应急情况, 并具有一定的组织和处置能力; (4) 能够说明实验室应急物资存放地点, 能够及时找到并正确使用。 (5) 能够积极参加知识竞赛和应急演练, 形成应急处理能力; (6) 能够在保障人身安全的前提下, 组织人员撤离和协助开展应急救援。

3.11 实验室危险废物处理

(I) 教学内容

(1) 实验室危险废物界定: 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《国家危险废物名录》及相关地方标准, 如北京市地方标准《实验室危险废物污染防治技术规范》。

(2) 危险废物的危害: 危险废物对人体和环境的污染方式和可能造成的危害; 相关典型事件事故及其警示。

(3) (化学)实验室危险废物分类收集和处理处置:

1) 实验室危险废物处理原则

2) (化学)实验室危险废物分类收集

化学实验室危险废物一般包括有毒有害化学废液、剧毒化学废液、废旧化学试剂、瓶装化学气体、空化学试剂瓶、碎玻璃、利器、实验室危险沾染物等。

3) 实验室危险废物暂存区的具体要求: 各类实验室危险废物需按照环保部门的法规标准和管理要求规范暂存。

(4) 实验室危险废物无害化处理、循环利用。

(5) 绿色化学: 绿色化学的12条原则; 绿色化学的实践案例。

(II) 教学要求

(1) 能够说明危险废物的可能危害; (2) 能够对实验室危险废物进行界定和分类收集; (3) 能够遵守环保法规要求, 正确暂存实验室危险废物, 避免造成污染和伤害; (4) 能够在实验过程中树立绿色环保理念, 努力减少三废。

3.12 实验室安全的RAMP方法

(I) 教学内容

“RAMP”方法是由Robert H. Hill和David C. Finster教授在他们编著的经典化学实验室安全教材《Laboratory Safety for Chemistry Students》^[9]中提出的, 将实验室安全教育主线概括为以下四个部分:

(1) “R”——“Recognize hazards”, 识别危险。即识别化学品、设备和实验操作过程中可能存在的危险。

(2) “A”——“Assess risks of hazards”, 评估风险。建立对风险的正确认知, 了解风险评估是对后果和发生概率的综合考量。通过对后果严重程度和暴露途径的判断, 评价实验风险的等级, 得到是否应马上采取措施的结论。

(3) “M”——“Minimize risks”。在风险评估的基础上, 通过实验设计消除替代、工程控制、

管理控制和个人防护等几种手段将风险降低到可以接受的水平以下。

(4) “P”——“Prepare for emergencies”，做好应急准备。即提前做好应急预案并准备相关的器材等。

(II) 教学要求

(1) 能够说明“RAMP”方法的内容；(2) 能够参考“RAMP”方法，说明实验室安全内容的大体框架体系；(3) 能够根据“RAMP”方法对实验室安全进行系统的分析，并做出相应准备。

4 相关说明

3.2–3.6小节所涉及的内容均为实验室安全涵盖的独立分支领域，考虑到每个领域教学内容的系统完整性，保留了应急处理的相关内容，这些内容中对应的事故应急处理也应纳入3.10小节范畴。

化学实验室安全教育教学内容涉及领域广泛、知识点繁多、琐碎又不免枯燥。教学过程中应重视教学设计，避免单一的知识传授，建议采用灵活多样的教学形式，激发学生学习兴趣，增加实践和实操演练比重；也应注重开展教学效果评价，通过评价和反馈及时优化教学，使课程为学生安全顺利地进行化学实验打下坚实基础。

5 结语

本建议明确了化学类专业实验室安全课程的教学目标，重点梳理了教学内容并给出了教学要求建议，供各高校结合自身情况参考借鉴^[24,25]。

致谢：感谢中国化学会化学实验室安全工作委员会对该建议编写工作的大力支持和高度重视；感谢原教育部高校实验室安全检查组专家清华大学杜奕老师和天津大学郭红宇老师提出的宝贵修改建议；感谢教育部化学实验教学研究中心虚拟教研室实验安全教研组老师们在意见征集过程中的宝贵反馈。

参 考 文 献

- [1] 中国化学会成立化学实验室安全工作委员会，冯小明任首届主任. [2025-03-02]. <http://www.chemsoc.org.cn/news/internal/a5924.html>
- [2] 教育部要求进一步加强高校教学实验室安全检查工作. [2025-03-02]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201901/t20190125_368104.html
- [3] 教育部办公厅关于印发《高等学校实验室安全规范》的通知. [2025-03-02]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/202302/t20230220_1045998.html
- [4] 张树永, 朱亚先, 张剑荣. 大学化学, **2018**, *33* (10), 1.
- [5] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(上). 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [6] 2013–2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 大学化学, **2017**, *32* (8), 1.
- [7] Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Academic Institutions. [2025-03-02]. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/acs-safety-guidelines-academic.pdf>
- [8] Safety in Academic Chemistry Laboratories. [2025-03-02]. <https://www.acs.org/content/dam/pldp/center/lab-safety/publications/safety-in-academic-chemistry-laboratories-students.pdf>
- [9] Hill, R. H.; Finster, D. C. *Laboratory Safety for Chemistry Students*, 2nd ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2016.
- [10] Huston, E. M.; Milligan, J. A.; Powell, J. R.; Smith, A. M.; Neal, D.; Duval, K. M.; DiNardo, M. A.; Stoddard, C.; Bell, P. A.; Berning, A. W.; *et al.* *J. Chem. Educ.* **2018**, *95*, 577.
- [11] Hill, D. J.; Williams, O. F.; Mizzy, D. P.; Triumph, T. F.; Brennan, C. R.; Mason, D. C.; Lawrence, D. S. *J. Chem. Educ.* **2019**, *96*, 652.
- [12] Chemical Hygiene Plan. [2025-03-02]. <http://ehs.mit.edu/chemical-safety-program/chemical-hygiene/>
- [13] Laboratory Safety Manual. [2025-03-02]. <https://ehs.princeton.edu/laboratory-research/laboratory-safety/laboratory-safety-manual>

- [14] 杨玲, 吕明泉, 杨德胜. 大学化学, **2010**, *25* (6), 23.
- [15] 杨玲, 李维红, 吕明泉, 朱涛. 实验室研究与探索, **2015**, *34* (6), 176.
- [16] 北京大学化学与分子工程学院实验室安全技术教学组. 化学实验室安全知识教程. 第1版. 北京: 北京大学出版社, 2012.
- [17] 赵华绒, 方文军, 王国平. 化学实验室安全与环保手册. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [18] 朱莉娜, 孙晓志, 弓保津, 李振花. 高校实验室安全基础. 第1版. 天津: 天津大学出版社, 2014.
- [19] 徐继有. 有机合成安全学. 第1版. 北京: 科学出版社, 2015.
- [20] 许峰, 赵艳, 刘松. 化学实验室安全原理: RAMP原则的运用. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 2023.
- [21] Identifying and Evaluating Hazards in Research Laboratories. [2025-03-02].
<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/identifying-andevaluating-hazards-in-research-laboratories.pdf>
- [22] 教育部关于印发《高等学校实验室安全分级分类管理办法(试行)》的通知. [2025-03-02].
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202404/content_6946788.htm
- [23] 郑媛, 兰泉, 冯红艳, 吴炜鹏, 朱平平. 大学化学, **2021**, *36* (2), 2003052.
- [24] 章文伟, 任艳平, 李维红, 邱晓航, 石梅, 刘欲文, 王志林. 大学化学, **2025**, *40* (5), 23.
- [25] 张树永, 范楼珍, 淳远, 刘永梅, 田福平, 白云山, 宋淑娥. 大学化学, **2022**, *37* (6), 2108061.