

环境类研究生实验室危废安全管理模式建设实践

李艳红*, 李炜轩, 朱宗强

桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林

收稿日期: 2023年9月12日; 录用日期: 2023年11月15日; 发布日期: 2023年11月24日

摘要

危废管理是高校环境类研究生实验室安全工作的重点任务, 实验室危废种类多、数量大、管理体系不完善等问题成为限制实验室发展的重要因素。文章通过对危废处置体系的调研, 提出危废管理面临的问题, 依据实验室危废安全管理模式建设实践, 剖析实验室危废安全管理的关键, 提出适用于环境类研究生实验室危废安全管理的基本模式, 提高了实验室危废的管理水平, 保证了实验室教学与科研的安全运行。

关键词

实验室, 危废管理, 安全管理模式, 建设实践

Construction Practice of Hazardous Waste Safety Management Mode in Environmental Graduate Laboratory

Yanhong Li*, Weixuan Li, Zongqiang Zhu

College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: Sep. 12th, 2023; accepted: Nov. 15th, 2023; published: Nov. 24th, 2023

Abstract

Hazardous waste management is the key task of laboratory safety work for environmental graduate students in universities. Various types, large quantities and imperfect management systems of hazardous waste in laboratories have become important factors limiting the development of labora-

*第一作者。

tories. In this paper, through the investigation of hazardous waste disposal systems, the problems faced by hazardous waste management are put forward. According to the construction practice of hazardous waste safety management mode in laboratory, the key of hazardous waste safety management in laboratory was analyzed. The basic mode of hazardous waste safety management for environmental graduate laboratory is proposed, which improves the management level of hazardous waste in laboratory and ensures the safe operation of laboratory teaching and scientific research.

Keywords

Laboratory, Hazardous Waste Management, Safety Management Mode, Construction Practice

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

根据《国家危险废物名录(2021年版)》规定,具有下列情形之一的固体废物(包括液态废物)列入国家危险废物名录:具有毒性、腐蚀性、易燃性、反应性或者感染性一种或者几种危险特性的;不排除具有危险特性,可能对生态环境或者人体健康造成有害影响,需要按照危险废物进行管理的。随着社会经济的发展,大型企业、高校、科研单位的危废种类及数量不断增加,其安全管理及处置工作面临着一系列的问题和挑战[1]。生态环境部针对危废监管与处置工作陆续出台了一系列的政策法规,不断将责任分配和工作方法细化,使危废的管理与处置不断趋于规范化和安全化。

随着高校环境类专业科研需求的变化,研究生实验室产出的危废种类日趋繁杂,以化学、生物类危险废物为主,具有危险性高、实验来源分散的特点[2]。高校环境类研究生实验室人员活动性大、实验类型多,若危废管理及处置不当,可能危害人体健康及周边环境,严重时甚至带来重大安全事故[3][4]。我国高等教育事业的快速发展需要匹配扎实的实验室安全管理制度,因此,环境类实验室危废规范管理及安全处置模式已成为各高校安全管理研究的重点方向。环境类研究生实验室危废安全管理模式建设需要理清问题所在,建立健全的安全处置机制,在管理实践过程中不断创新改进,为高校环境类研究生实验室危废管理模式建设提供安全化、系统化模板。

2. 环境类研究生实验室危废管理面临的问题

1) 实验室危废管理体系不完善

通过以往危废处置体系调研发现,高等学校实验室危废管理工作一般由学院教学管理部门或者实验管理中心承担,基本形式为“分管领导-专项管理员”两级或多级的安全责任体制,共同承担危废管理、处置工作[5]。单线的管理模式具有响应速度快、责任划分明确的优势,但在长期的管理实践过程中,也展现了部分问题。首先,校一级的管理人员主要负责规范化建设、监督与检查、危废处置手续办理等统筹工作,受高校人员编制数量的限制,在面对整个学校的危废管理统筹工作时,校一级的管理人员数量略显不足,导致行政效率不高。在二级学院一级,院系的危废安全管理员主要负责危废的包装、收集、分类、贮存等具体的工作,一般由实验中心的实验教师兼职担任,部分高校实验室是由课题组学生担任。常规的危废管理体系在人员结构、专业程度上存在问题,容易导致管理与处置过程中安全性的缺失。此外,在客观上,以往的实验室危废管理体系存在操作流程不规范的问题,例如危废分类贮存不符合标准,

包装不密封、标签不清晰,且存在反应物混放的现象。因此,完善实验室危废管理体系是环境类研究生实验室危废安全管理模式构建过程中重要的一环。

2) 实验室危废贮存与处置衔接不当

以桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理实践为例,环境类研究生实验室产废种类一般包括有机废液/物、无机废液/物、重金属废液/物,具体分类见表1。高校环境类研究生实验室对危险废物的分类和贮存应严格按照标准规范中的相关要求进行,通常需要划出一个独立区域作为存储区,同时配套防漏隔层、防溢洒托盘、通风系统等装置,在区域5米范围内建立醒目的安全警示标识。高校实验室危废贮存区多为临时存放,受到贮存环境、安全条件等多方面的限制,清理周期应为6个月以内。然而,相对于大型企业单位,高校实验室产废体量较小(以桂林理工大学环境学院实验室为例,年产废量仅为某小型企业的五分之一),频繁的处置运输不仅增加了处置成本,也带来了更高的安全风险。目前大多高校的环境类研究生实验室危废贮存与处置时间没有很好的衔接,导致许多危废贮存时间达到6个月以上甚至更久,为高校安全科研环境的建设带来了巨大的挑战。

Table 1. Common hazardous waste classification of environmental graduate laboratories

表 1. 环境类研究生实验室常见的危险废物分类

种类	代表物质	危害性	主要产废来源
有机废液/物	乙醚废液、正己烷废液、丙酮废液等有机废液/物	毒性、易腐蚀、易爆炸	溶质萃取实验、污染运移实验等
无机废液/物	硫酸废液、氢氧化钠废液、氯化钾废液等无机废液/物	易腐蚀	酸缸、实验标曲配置等
重金属废液/物	氯化汞废液、重铬酸钾废液、氯化镉水合物、硝酸铅废液等重金属废液/物	毒性	植物吸附重金属实验、微生物灭菌操作等

3) 安全防护设施不足

环境类研究生实验室危废明显区别于普通实验废物,应统一收集、贮存,向环保部门报备后,由有资质的环保公司进行处置,在贮存、运输过程中对安全防护设施的要求更高[6]。实验室危废安全防护设施要求一般包括防火、防腐蚀、通风、防爆、防潮、警示作用,同时兼顾防盗、监控等功能。部分高校实验用房数量紧张,缺少符合危废贮存要求的场所,超过安全贮存密度存放的现象较为普遍。部分高校甚至使用无防护设施的实验用房、用地贮存危废,不仅无法满足通风、防漏等基本安全要求,甚至没有配套监控设备,存在较大的安全隐患。

安全防护设施更新与运用是环境类研究生实验室危废安全管理的基本保障。从教学实验室和科研实验室产废阶段开始,危废的分类、运移和存放都离不开防护设施的支持。安全防护设施与危废管理间的不匹配现象成为高校环境类研究生实验室亟待解决的关键问题。

4) 管理人员缺乏相关专业知识

近年来,由于中央生态环保建设的不断推进,高校环境类专业实验室危废管理与处置备受关注[7]。部分实验室开始注重相关人员的结构、数量等方面的配置安排,以期达到危废管理与处置间的良好衔接[8]。目前,高校环境类实验室危废专项管理员多由实验教师兼职,在转移、贮存过程中还会有实验室研究生参与。然而,专项管理人员与参与学生基本没有系统参加新规范和要求的相关培训,在安全操作方面不能与标准规范要求相匹配,加上危废管理处置过程中多个环节涉及到分类、贮存、应急处理等方面的专业知识,导致安全隐患的出现,对高校实验室人员的人身安全及健康造成威胁。这些现象的存在表明危废管理与人员培训方面存在脱节的现象。

3. 实验室危废安全管理模式构建的关键

1) 坚持安全至上的原则

环境类研究生实验室危废安全管理模式建设应坚持以安全为统领, 构建“安全至上”的危废管理体系, 把安全理念贯穿实验室运行的各环节和全过程中。实验室危废安全管理是环境类研究生实验室运行的关键组成部分, 安全管理模式承担着防范、化解重大安全风险和事故的重要职责。推动环境类研究生实验室安全管理模式转型必须坚持“安全至上”的原则和理念, 将危废管理的职能有机融入实验室安全体系中。当前, 高校环境类研究生实验室发展迅速, 进入到机遇与风险挑战并存、安全影响因素增加的阶段, 只有保持高度的警惕, 坚持把危废安全管理工作作为保障实验室公共安全的重要任务, 提高危废安全事件处置保障能力, 才能以高水平的安全管理服务实验室高质量发展。以桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理实践为例, 定期开展有关实验室危废安全教育培训会, 同时加强日常检查及安全通报工作, 将“安全至上”的原则及理念深入到一线实验人员意识中, 不断强化环境类研究生实验室危废的安全管理。

高校环境类实验室危废安全管理要坚持“安全至上”的原则, 不断改革创新模式, 理顺工作职责, 完善工作机制, 加强应急管理力量, 统筹建立应对各种突发事件的预案, 建立多部门协同联动的应急管理体系, 切实保障实验室安全运行。

2) 坚持预防为主的原则

环境类研究生实验室危废安全管理关乎实验室师生的切身利益, 是实现高校高质量发展的基础。我们正迈上全面建设社会主义现代化国家的新征程, 高校实验室必须扎实做好各项工作, 推动安全管理模式的转型, 不断完善实验室危废应急预案体系的建设, 建立实验室危废风险判别、应急预案、救援工作流程等机制, 实现危废管理从预防与应急、监管与预警, 到贮存与处置的全过程管理。桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理从领取危废安全贮存桶开始入手, 集安全收集、贮存、处置多环节为一体, 建立适用于学院现状的应急预案体系的建设, 安全预防机制的应用有助于降低危废安全风险, 充分保障实验室安全。

在环境类研究生实验室危废安全管理模式的构建过程中, 我们应该把预防与应急放在第一位, 这是实验室安全管理的重要前提和根本原则, 也是推动环境类研究生实验室危废安全管理模式转型的动力所在。坚持预防为主, 维护环境类研究生实验室危废安全必须防患于未然, 做好事故预防、事故处置方案, 实现安全风险的前瞻处理。要坚持预防为主的原则, 通过安全风险评估机制、综合风险调研工作机制的建设, 进一步推动危废安全管理体系的完善, 压实各级管理阶层的事故预防责任, 成就最稳固、最有效的安全管理模式。坚持预防为主的原则, 能够有效防范化解环境类研究生实验室危废安全风险[9]。

3) 坚持技术支撑

坚持危废安全技术为支撑, 有利于提升环境类研究生实验室危废安全监测预警能力。创新型安全技术的应用是保障实验室安全的重要基础, 是推动环境类研究生实验室危废安全管理模式构建的重要条件。环境类研究生实验室危废安全隐患多存在于贮存、运输环节, 先进的监测预警技术能够在复杂环境中通过智能化、无人化装备对危废进行监测和监控, 实现实时监测、精准预警。近年来, 部分环境类研究生实验室综合运用传感技术、材料科学、智能检测技术建立了安全综合保障平台, 最大限度地保障了实验室安全[10]。处置技术的不断进步使得高校层面对危废的生态环境风险管控范围更加全面、管控措施更加精细化和规范化。桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理过程严格遵守“技术支撑”的要求, 积极建立监控、防护、预警等相关安全技术体系, 将技术手段应用于危废处理的全过程中, 切实提高了整体的危废管理水平, 有利于加强实验室安全体系的建设。

要进一步提高危废安全管理水平, 必须加强相关技术应用, 构建基于危废安全管理的技术平台, 实现事故前的监测和预防。高校环境类实验室要将技术应用与实验室安全场景深度融合, 着力提升环境类研究生实验室危废安全保障水平。

4) 持续完善危废管理责任体系

危废管理责任体系是危险废物污染防治工作的根本和关键[11]。学校层面应掌握各学院实验室产废的基本情况, 熟悉环保部门有关危废处置的最新法律法规, 积极执行上级领导部门的管理要求, 制定学校实验室危险废物管理的规章制度。桂林理工大学环境类研究生实验室在危废处理过程中建立了严格的责任管理体系, 从学校层面到学院实验室层面明确了每个环节的具体工作及责任人, 保障整体处理过程的效率与安全。

学校层面在危废管理责任体系构建过程中应将管理要点整合到管理制度及实施细则中, 落实主体责任, 提高相关人员的安全责任意识, 同时开展实验室危废安全处置流程的相关研究, 与学院及处置公司共同发挥联动作用, 搭建实验室危险废物标准化管理体系框架[12]。在高校层面上, 实行部门主导责任制, 建立的责任部门应积极构建高校整体实验室危废的收集、贮存、转运和处置流程, 组织高校各产废单位向环保部门申请办理数量报备、转运处置的审批, 同时兼顾日常监督、检查的职责, 协调处理实验室危废管理过程中出现的问题; 在学院层面上, 贯彻上级部门和高校的相关规定, 在详细调研的基础上制定适应于学院的实验室危废管理规章制度及相关工作细则, 落实实验室危废收集、贮存场地和相应设施建设要求, 同时组织危废安全管理教育培训及应急演练, 监督本学院实验室危废的收集、存放和处理流程; 在实验室层面上, 应贯彻执行各上级部门的有关规定, 制定本实验室的危废收集存放与处理规程、事故预防措施、事故应急预案等管理制度, 安排专人负责本单位危废的管理工作, 组织相关人员进行危废收集、存贮、应急处理等相关知识的培训, 同时监督、检查实验室危废的收集、存放和处理情况, 发现问题及时通报整改。

4. 实验室危废安全管理模式建设实践

1) 细化实验室危废处理类别

以桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理实践为例, 产废类型主要为实验过程中产生的各种强酸、强碱、有机溶液等, 包括清洗各种实验用具和设备(各种玻璃容器、进样瓶、制样设备等)时产生的废液, 以及设备冷却装置(如各种蒸馏冷却装置、仪器设备冷却装置等)产生的废液。这些废液应按其性质、成分等进行细化分类, 采取不同的处理方式。有的废液可以回收利用其中有用的物质, 有的可以直接排至生活污水排放管网, 有的则采用适当方法处理, 然后再排入排放管网。例如, 一般实验设备冷却水经使用后仅水温有所升高, 这类废液不含有实验污染物, 在检测后可不经处理排入生活污水排放管网, 部分经冷却处理还可重复使用, 或用于实验用具的清洗等过程; 有的废液含有毒有害物质, 需经絮凝、过滤处理后, 使上清液符合国家规定的排放标准后排放, 下沉固体废物由专业危废处置公司集中处置。高浓度废酸、废碱液要经稀释后中和至中性, 经检测合格后排放。高浓度有机溶剂、含重金属废液应根据废液性质确定储存容器和储存条件, 不同类别废液一般不允许混合, 储存场所要避光、远离热源, 以免发生不良化学反应。此外, 废液储存容器必须贴上标签, 同时写明种类、储存时间、应急处置方式等信息。细化实验室危废处理类别不仅使危废管理更加安全化、系统化, 同时提高了危废处置的综合利用水平, 降低了危废带来的整体风险, 为环境类实验室高效科研提供坚实的保障。

2) 开展管理人员专业培训

实验室危废安全管理模式建设的最终目标是使环保意识和安全意识深入到每位实验师生心中, 切实保障高校实验室安全。高校危废安全管理责任部门的人员应不断提高自身的安全意识和管理水平, 定期

参加上级组织的培训会议,认真学习相关法律、法规和有关规范性文件;每年参加教育部、社会机构组织的安全培训,如参加全国教科研单位实验室危化品安全管理、实验废弃物环保处置与应急培训等,交流实验室危废安全管理经验。

学院一线危废管理人员需要定期参加安全设备操作培训,包括消防设备使用、通风设施维护、应急喷淋装置检查和危化品泄露应急处理方法等。管理人员在加强自身业务能力提升的同时,也要加强对实验室其他相关人员的培训指导,及时有效地向相关单位传达上级部门的相关管理政策,包括危废管理处置的法律法规、规章制度、工作流程要求等。桂林理工大学环境类研究生实验室每年定期对实验室教师、学生进行安全教育培训,内容包括:至少组织师生开展一次实验室安全应急演练;邀请环保、消防部门相关工作人员到校为师生开展培训、讲座等活动;制作实验室安全手册、实验室危废处置规范等宣传材料,利用微信平台、学院网站等网络手段进行安全教育宣传。

3) 规范危废识别标志

新修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定,生态环境主管部门应当规定统一的危险废物识别标志,同时对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的设施、场所按照规定设置危险废物识别标志。2023年7月1日起,生态环境部印发的《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)、《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)场》(GB 15562.2-1995)修改单开始实施,标志着高校环境类研究生实验室危废相关设施、场所等识别标志有了明确的规范化技术要求。根据危险废物收集、贮存、利用、处置不同环境管理环节中对危险废物识别标志信息的需求,以及不同场景下危废识别标志设置的需求,标准体系将危废识别标志分为三大类:危废标签、危废贮存分区标志和危废贮存、利用、处置设施标志。

多年来,我国高校环境类研究生实验室危废的种类和数量及其生态环境风险属性发生了很大变化,以桂林理工大学环境类研究生实验室危废处理实践为例,危险废物具有毒性、腐蚀性、易燃性、反应性、感染性等五种危险特性,危废收集、贮存警告标识的使用使危废处置全过程监管得到全面加强,学院层面的监管能力得到提升。

5. 结语

随着高校环境类专业教学、科研需求的变化,环境类研究生实验室危废管理工作面临着管理体系不完善、贮存与处置衔接不当、安全防护设施不足、管理人员缺乏相关专业知 识等一系列问题,构建实验室危废安全管理模式成为解决问题的关键。在实践中,环境类研究生实验室应坚持安全至上、预防为主、技术支撑的原则,持续完善危废管理责任体系,从学校和学院层面弥补管理制度、工作机制、危废监管等方面的不足,加强与其它高校和科研机构的交流,构建高校环境类研究生实验室危废安全管理模式,严格落实危废的收集、贮存、处置等工作流程,切实提高实验室综合管理水平,降低危废带来的安全隐患,为环境类研究生实验室营造高效、安全的教学和科研环境。

基金项目

2022年广西研究生教育创新计划项目(学位与研究生教育改革课题)，“环境类研究生实验室安全管理模式研究与实践”(编号:JGY2022137);2022年广西高等教育本科教学改革工程项目，“环境类现代产业学院的‘三链融合’育人模式改革与实践”(编号:2022JGA206);2022年中国高校产学研创新基金,“现代教育信息化背景下的环保工艺虚拟仿真实验教学模式的构建与应用研究”(编号:2022BL049)。

参考文献

- [1] 苗豪梅,黄开胜,艾德生,等.高校实验室危险废物管理研究与实践[J].实验技术与管理,2022,39(10):208-212.

-
- [2] 赵晟博, 王振兴, 吕宝刚. 高校实验室危险废弃物安全管理研究[J]. 实验室科学, 2022, 25(3): 217-220.
- [3] 詹悦. 省属本科高校实验室安全管理问题研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2023.
- [4] 王崇晓, 汪夕芳, 陈旻, 等. 关于高校实验室化学废物的处置现状及其改进的思考[J]. 大学化学, 2023, 38(8): 268-274.
- [5] 汤莒茂, 曾令兴, 钱庆荣, 等. 高校实验室危险废弃物精细化管理[J]. 实验室科学, 2020, 23(6): 199-201+205.
- [6] 何浏, 陈艳, 李良锋. 化学类实验室废物科学管理模式探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(11): 61-64.
- [7] 仇念文, 孙建迎, 钟杰, 等. 加强危险废弃物管理 创建“绿色”环保实验室[J]. 实验室科学, 2009(4): 161-163.
- [8] 夏会玲. 高校实验室危险废弃物科学收集与管理的探索与思考[J]. 广州化工, 2022, 50(11): 237-239.
- [9] 于志海, 李向东, 刘晓柱, 等. 新建本科高校实验室危化品安全管理的研究[J]. 广州化工, 2022, 50(7): 265-267.
- [10] 余孟玲. 高校实验室危险化学品信息化管理系统构建[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(5): 164-168+201.
- [11] 罗菊香, 罗力辉, 秦道米. 高校化学实验室废物处置存在的问题和对策[J]. 才智, 2019(31): 208-209.
- [12] 梁勇, 任佳, 朱国典, 等. 高校实验室危险废弃物全环节精细化管理[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(8): 227-232.