

doi:10.3969/j.issn.1004-275X.2025.06.28

高校实验室危险废物环境管理研究

金海

(长沙市生态环境局,湖南长沙 410000)

摘要:高校实验室是科研和教学的重要阵地,其产生的危险废物种类繁多,危害性强,若管理不当,可能会引发重大安全事故或对环境和人体健康造成严重影响。从高校实验室的危险废物种类、管理现状、管理体系以及面临的挑战出发,探讨了高校实验室危险废物的环境管理措施,并提出了改进管理的建议,以期为提高实验室废物管理水平、保护环境提供参考。

关键词:高校实验室;危险废物;环境管理;废物分类

中图分类号:X32 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-275X(2025)06-0120-05

Study on Environmental Management of Hazardous Waste in University Laboratories

JIN Hai

(Changsha Municipal Bureau of Ecology and Environment, Changsha 410000, China)

Abstract: University laboratories are important sites for scientific research and teaching. They produce a wide variety of hazardous wastes that are highly harmful. If not managed properly, they may cause major safety accidents or have a serious impact on the environment and human health. This article discusses the environmental management measures for hazardous wastes in university laboratories based on the types of hazardous wastes in university laboratories, the current management status, the management system, and the challenges they face. It also puts forward suggestions for improving management, in order to provide a reference for improving the level of laboratory waste management and protecting the environment.

Keywords: University Laboratories; Hazardous Waste; Environmental Management; Waste Sorting

随着我国科学研究和大学教学活动的快速发展,高校实验室产生的危险废物数量增长快速^[1],高校危险废物环境管理工作压力日趋增大。实验过程中产生的危险废物,如化学试剂、实验废液、废过滤材料等,含有高浓度的有毒、有害物质,不当处置不仅会对环境造成污染,还可能引发安全事故^[2]。因此各级政府和部门均高度重视。早在2004年,原国家环保总局就发布了《关于加强实验室类污染环境监管的通知》^[3]。最近发布的《关于开展小微企业危险废物收集试点的通知》明确提出将科研机构和学校等单位纳入收集管理体系^[4],多个省份也根据国家文件制定、颁布了相应的管理办法、规范或指南^[1],对实验室危险废物管理提出了更严格的要求。但由于高校实验室危险废物存在种类

繁杂^[5-6]、产生源分散^[7]、实验人员变动大^[7-8]、权责关系与多层次管理体系交织^[9]等问题,在实际工作中仍然存在不少管理盲点和执行难题。针对上述情况,基于实验室危险废物管理工作实践,现对我国高校实验室危险废物环境管理发展历程做简要回顾,对现存的问题进行分析,并提出相应的对策以供参考。

1 高校实验室危险废物的种类与特性

高校实验室产生的常见危险废物可分为三个大类,包括实验室废液、废化学试剂和沾染性废物。另外,生物和医学专业实验还产生具有感染性的废物。《国家危险废物名录》中高校实验室产生的相关废物汇总见表1。

表1 高校实验室危险废物汇总表^[10]

废物类别	废物代码	危险废物	危险特性
HW01 医疗废物	841-001-01	感染性废物	In
	841-002-01	损伤性废物	In
	841-003-01	病理性废物	In
	841-004-01	化学性废物	T/C/L/R
	841-005-01	药物性废物	T

收稿日期:2025-03-07

作者简介:金海(1987-),男,安徽池州人,本科,中级职称,主要从事固体废物管理工作。E-mail:827389841@qq.com

表1(续)

废物类别	废物代码	危险废物	危险特性
HW08 废矿物油与含矿物油废物	900-249-08	设备维护产生的废矿物油、抹布等	T,I
HW29 含汞废物	900-023-29	含汞荧光灯管	T
	900-024-29	含汞温度计	T
HW31 含铅废物	900-052-31	废铅蓄电池	T,C
	772-006-49	废水处理污泥/残渣(液)	T/In
HW49 其他废物	900-039-49	烟气、VOCs 治理产生的废活性炭	T
	900-041-49	含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃的包装物、容器、过滤吸附介质	T/In
	900-045-49	废电路板	T
	900-047-49	实验室废液	T/C/L/R
	900-999-49	废弃的危险化学品	T/C/L/R

1.1 实验室废液

实验室废液为实验研究、开发、教学、检测(监测)过程中产生的废液或废渣液混合物等,是三种危险废物中产量最大的废物类别,属于 HW49(900-047-49)类危险废物。根据含有的主要化学成分可细分为有机废液、废酸液、废碱液、含酚/氰废液、含汞废液、重金属废液(不含汞)和其他实验室废液等类别^[11]。

1.2 废化学试剂

废化学试剂是指因过期或失效而无法使用的废弃药剂,具有数量多、种类杂、浓度高和危险性大的特点,是实验室污染治理的一大难题^[12],属于 HW49(900-999-49)类危险废物。根据化学性质可分为有机试剂、无机试剂和特殊性质试剂三大类。有机试剂细分为有机液体试剂和有机固体试剂;无机试剂细分为废酸、废碱和其他废无机试剂;特殊性质试剂细分为氧化性试剂、还原性试剂、剧毒性试剂和爆炸性试剂等。

1.3 沾染性废物

沾染性废物包括废试剂空瓶、其他废危化品包装物、废过滤介质以及其他沾染性废实验用品等,如手套、滤纸、试管和破碎玻璃器皿等,属于 HW49(900-041-49)类危险废物。

1.4 感染性废物

生物学和医学相关专业实验产生的感染性废物(如微生物培养基、沾染病原菌的个人防护用品等)、损伤性废物(如注射器针头、金属刀片等)、病理性废物(如人体或动物的组织、器官和体液等)、药物性废物(如废弃的疫苗和血液制品)和化学性废物(如福尔马林、含汞血压计等)通属于 HW01 类医疗废物,主要具有感染性或毒性^[13]。

1.5 其他废物

高校实验室产生的其他危险废物还包括试验装置和设备运行或维护产生的废矿物油、废铅酸蓄电池、线

路板等废物,以及实验室污染处置过程中产生的二次污染物,如废气吸附用活性炭、废水处理污泥等。另外,还包括极少量的放射性废物以及爆炸性危险废物。

2 相关政策与法规要求

实验室污染控制问题很早就引起了相关主管部门的关注。1998年,由原国家环保局等多部委发布的《国家危险废物名录》^[14]中已经开始收录实验相关的废弃物,但并未有专门的代码对应实验室产生的废物,多根据废物性质归类于其他类别。2004年,原国家环保总局发布了《关于加强实验室类污染环境监管的通知》^[3],是首个专门针对实验室污染物的文件,要求对实验室污染情况进行摸底调查,强调禁止将废弃药品以及已受污染的场地、建筑物、设备、器皿等转移给不具备污染治理条件的企业、单位或个人使用,不得随意丢弃有毒有害的固体废物、废液。次年,教育部牵头发布了《关于加强高等学校实验室排污管理的通知》^[15],它是首个针对高校实验室污染物排放的指导文件,要求地方各级教育行政部门要建立健全高校实验室排污管理制度,将实验室污染防治工作纳入学校日常工作计划,相关费用纳入学校年度预算;明确指出危险废物的暂存、交换、运送和处置,应严格执行转移联单制度;高校无法自行处理的废弃物,须交由环境保护行政主管部门认可、持有危险废物经营许可证的单位处置。该通知为高校实验室危险废物环境管理构建了基本框架。专门的,对于具有感染性风险的实验室,原国家环保总局于2006年发布了《病原微生物实验室生物安全管理办法》^[16],明确由实验室的设立单位对实验活动产生的危险废物承担污染防治责任,并对危险废物的收集、贮存和处置提出了要求。《实验室生物安全通用要求》^[17]也对生物实验室危险废物处置提出了要求,但主要是针对实验室自行消杀处置过程。

2008年,新修订的《国家危险废物名录》^[18]发布,首次为实验室废物指定了专门的代码;研究、开发和教学活动中,化学和生物实验室产生的废物(900-047-49),明确了实验室废物的属性,实验室危险废物可以更好的被纳入危险废物管理体系中,参考和执行危险废物适用的技术规范。随着管理的深入,针对实验室废物繁杂、分散的特点,国家质量监督检验检疫总局牵头于2014年发布了《实验室废弃化学品收集技术规范》^[19],填补了实验室内部废弃化学品分类、收集、贮存等日常管理的指导空白。受天津港爆炸事故影响,教育部于2016年发布了《关于集中开展教育系统危险化学品安全专项整治的通知》^[20],要求高校逐步建立和危废处置企业的长期合作、定向处理机制,避免实验室废弃危化品积压。针对小规模危险废物管理链条中收集转运难的薄弱环节,国务院办公厅在2021年发布的《强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案的通知》^[21]指出,要开展小微企业、科研机构、学校等产生的危险废物有偿收集转运服务,鼓励有条件的高校集中区域开展实验室危险废物分类收集和预处理示范项目建设。2022年,由生态环境部发布的《关于开展小微企业危险废物收集试点的通知》^[22]中再次强调了解决小规模危险废物收集难的问题,要求将小微企业作为收集服务工作的重点,兼顾科研机构和学校等单位。同年,国家市场监督管理总局牵头发布了《实验室废弃物存储装置技术规范》^[23],对实验室危险废物暂存设施提出了技术要求。2023年,教育部发布了《高等学校实验室安全规范》^[24],再次从安全角度出发对高校实验室危险废物管理提出了要求,指出高校应建立化学实验废物贮存站,对化学实验废物集中定点存放,建立化学实验危废管理制度,制定实验危废管理计划并报生态环境部门备案,委托有资质的单位对危废进行清运、处置。

3 高校实验室危险废物管理现状

在当前的高校实验室危险废物管理中,存在一些亟待解决的问题,尤其是在管理体系、废物分类、员工培训和废物处置渠道等方面,制约了危险废物的有效管理。这些问题不仅影响实验室环境的安全,也对周围的生态环境和公共健康构成潜在威胁。

3.1 管理体系不完善

随着环保安全管理要求的提高,无论是从应对检查还是规范要求的角度出发,多数高校都初步建立了实验室废物的管理制度,但整体上存在制度内容宽泛、标准不统一、难以落实指导实际工作等问题。例如,对于实验室废物的分类、储存和转移工作,缺乏关联到人

的流程细节和明确的责任分配^[25],存在分类靠自觉、储存不集中、转移临时动员的情况。部分高校没有专门的废物管理部门或负责人,多数由教师或行政人员兼任,导致规范管理执行力度不足,常常沦为形式。此外,多数高校目前还未建立起废物管理数据台账,无法追踪废物的数量和去向,存在监管盲区。

3.2 废物分类不清晰

废物分类不清晰是高校实验室危险废物管理中的一个突出问题^[26]。许多实验室在废物处理过程中未严格按照危险废物的种类进行细致的分类,而是采取了混合存储的方式。不正确的混合存储可能引发火灾、爆炸或有害气体泄漏等安全事故。此外,由于学生毕业和高校试验平台的公共属性,人员变动叠加废物分类不清晰还使得不同工作人员无法明确现有实验室废物的风险特性,增加后续分类的困难和安全隐患。另一方面,由于废物分类不清,缺乏准确的标记标识,会增加废物处置单位负担,甚至出现因处理不当引发安全事故的问题。

3.3 员工培训不足

高校实验室大都设有专职管理人员,主要负责实验室仪器设备的运维管理和面向学生的教学与使用,但对于实验室危险废物管理的认识和技能储备略显不足,而作为实验工作主体的学生更是缺乏相关知识的培训,这往往是导致废物处理不规范的重要原因之一^[27]。与其他产废单位不同的是,高校实验室人员对于废物性质往往有较科学的认识,但缺乏性质与对应分类管理的意识和规范指导。此外,多数工作人员并未接受过应急处理和安全操作的培训,缺乏废物泄漏、溢出等突发情况的应对措施,难以及时发现危险废物的异常状态,甚至由于不当处置增加了事故发生的风险。

3.4 废物处置渠道不畅通

由于前端分类混乱、小微收集难度大、委托处置费用高等原因^[28],部分高校并未与专业的废物处置公司建立长期稳定的合作关系,导致废物处置时滞、难以及时处理。某些学校的废物处理体系不完善,废物的收集、储存和最终处置之间缺乏高效衔接。一些实验室存在废物积压现象^[29],部分危险废物在储存区滞留时间过长,不仅占用实验室空间,而且增加了废物泄漏的风险。部分高校还存在废物储存设施和管理条件较为简陋的问题,无法满足危险废物储存的安全要求。

4 高校实验室危险废物环境管理的挑战

尽管高校在实验室危险废物管理方面已取得了一定的成效,但水平参差不齐,仍然存在管理死角。在管

理工作细化深入的过程中,还面临一些挑战,具体表现为:

1) 管理意识薄弱

由于思维惯性和工作习惯,对于实验室废物的管理,部分高校仍存在在思想上认识不足或行动上难以落实的现象,这与实验室危险废物产生分散且量少的客观情况有关。导致在废物管理方面采取的是应付式的管理模式,仅仅依靠有限的管理制度进行表面性的治理^[27]。许多高校并未在全校范围内形成废物管理的共同认知和全员参与的良好氛围。在实际操作中,管理者往往过于注重科研任务和教学工作的推进,忽视了废物管理的细节,导致实验室人员对废物管理不够重视。尽管许多实验室都制定了废物管理制度,但由于管理责任不明确、执行不到位,废物的分类、储存和处置等方面依然存在不少漏洞。

2) 技术支持不足

高校实验室在危险废物管理中面临技术支持不足的问题主要体现在设备设施和专业人员两个方面。首先部分高校实验室的废物储存和自行处置设备陈旧或不完善,无法满足现代化废物管理的需求。例如,废物储存区域缺乏严格的安全隔离措施,未按照危险废物的分类标准配备专用的储存设施^[30],导致废物储存不规范,甚至发生泄漏或交叉污染等安全事故。其次,专业人员的匮乏也是技术支持不足的一个重要表现^[31]。尽管一些高校设有废物管理岗位,但往往由普通实验室工作人员或行政人员担任,缺乏必要的专业背景和系统的废物管理知识。

3) 法律监管缺乏

尽管我国已有较成体系的危险废物管理法规,但多数更侧重于工业和企业等大规模废物产生源,对于高校实验室这种废物种类复杂、数量少而分散的场景,缺少具体的管理细则^[1]。虽然一些地方和高校出台了相应的管理规定,但这些规定的执行力度普遍不足。许多高校未能将危险废物管理落实到具体的操作细节上,管理体系往往只是纸上谈兵。现有法律对不合规高校的处罚力度较弱,缺乏有效的威慑力,这使得一些高校在废物管理方面执行不力,甚至存在忽视废物管理的现象。

5 高校实验室危险废物管理的改进措施

针对前文提出的高校实验室危险废物管理中存在的问题与面临的挑战,从以下四个方面提出改进措施:

1) 建立健全管理制度

虽然已经发布了多项危险废物管理相关的政策,但对于实验室危险废物管理这一细分领域的制度建设

仍不足。需要制定涵盖实验室危险废物分类、储存、转移、运输和处置等全流程的规范或指南。高校应在此基础上,以统一规范管理结果为导向,结合自身组织架构和现有设施的实际情况,因地制宜的制定管理细则。考虑到实验研究的多变性,管理制度应具有一定的灵活性和可操作性,确保满足新的科研需求和废物类型的变化。有需要的,高校可以设置专职的废物管理部门或引入有偿的环保管理服务,确保管理责任落实到人,通过建立奖惩机制增加实验室人员主动参与废物管理的积极性,增强全员环保安全意识。

2) 加强人员培训与教育

实验室工作人员,特别是学生群体,是实验室危险废物管理制度的主要执行人,提升工作人员的安全环保意识与废物科学管理知识储备是落实管理要求的先决条件。高校可以建立实验室考核准入制度,通过培训和考试对相关人员进行必要的知识和操作技能教育,考核内容应包括分类标准、储存要求、标识规范、应急处置措施等。另外,高校和各学院还可以定期举办安全环保知识竞赛以及有针对性的模拟应急演练,在丰富多样的活动中提高师生的规范管理意识和实操技能,营造全员参与实验室废物管理的氛围。

3) 完善设施建设

实验室危险废物管理的政策和要求的提升往往是高于和先于现有管理水平和条件的,硬件设施建设的滞后也是制约规范化管理的重要因素。各高校应根据各自的管理需要和现状条件,适当增加对废物处理设施的投资,特别是在废物分类储存和自行处理设备方面。比如对于化学类废物,配备便于统一收运、耐腐蚀、密闭的储存容器,对于生物类废物,设立专门的安全隔离区或冷藏室。

4) 强化法规执行与监督

我国已基本建立了危险废物全流程管理的法律体系,但对于高校实验室废物,因其极度分散和复杂的特点,在废物集中收集之前,难以从产生源头进行监管。高校应主动自觉严格遵守国家及地方的危险废物管理法规,制定符合自身情况的实施细则,并确保各项规定能够在实验室层面落地执行。各学院可成立监管小组,不定期深入实验室进行检查和考核,公开检查情况,建立奖惩机制;政府层面,应加大对高校废物管理的监管力度,建立健全处罚机制,对违反规定的高校进行严厉处罚并向社会公示。

6 结语

高校实验室危险废物的环境管理是一个复杂且持续的系统工程,涉及废物的产生、分类、存储、转移和处

理等多个环节。需要通过建立健全管理制度、加强人员培训、完善设施建设和加强法规执行等措施,从多个层面出发提高高校实验室危险废物管理的水平,减少其对环境的负面影响,消除废物处置不当带来的安全隐患,保障师生的生命安全与健康。随着技术的进步和管理理念的更新,高校应不断优化实验室废物管理策略,建设绿色安全校园。

参考文献:

- [1] 李丹阳,董庆银,谭全银.北京市实验室危险废物产生量预测及管理机制建设建议[J].环境工程学报,2022(11):3835-3844.
- [2] 叶元兴,马静,赵玉泽,等.基于150起实验室事故的统计分析及安全对策研究[J].实验技术与管理,2020(12):317-322.
- [3] 国家环保总局.关于加强实验室类污染环境监管的通知[EB/OL].(2004-02-26)[2024-12-06].https://www.mee.gov.cn/gkml/zj/bgt/200910/t20091022_173872.htm.
- [4] 中华人民共和国生态环境部.关于开展小微企业危险废物收集试点的通知[EB/OL].(2022-02-23)[2024-12-06].https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202202/t20220223_969775.html.
- [5] 李若愚,曲丹,齐飞,等.高校实验室危险废物管理的探讨——以北京林业大学为例[J].中国林业教育,2023(4):13-16.
- [6] 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(10):208-212.
- [7] 张静,胡晓娇,张生萍,等.高等学校实验室危险废弃物处置研究进展[J].广东化工,2022(22):140-141.
- [8] 梁勇,任佳,朱国典,等.高校实验室危险废物全环节精细化管理[J].实验技术与管理,2023(8):227-232.
- [9] 王琼,肖康,王义成,等.高校实验室危险废物全过程管理体系建设与实践[J].实验室科学,2023(2):182-186.
- [10] 生态环境部等.国家危险废物名录(2025年版)[EB/OL].(2024-11-26)[2024-12-09].<https://www.mee.gov.cn/gzk/gz/202411/W020241129561744030900.pdf>.
- [11] 宋良刚,王秋艳.环境检测实验室危险废物的产生及处理分析[J].绿色环保建材,2021(2):15-16.
- [12] 周菲,彭军,刘春,等.高校实验室废弃化学药品分类及处理处置方法[J].实验室科学,2019(1):214-217.
- [13] 生态环境部,国家卫生健康委员会.医疗废物分类目录(2021年版)[EB/OL].(2021-11-25)[2024-12-09].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/02/content_5655394.htm.
- [14] 国家环保总局.国家危险废物名录(1998年版)[EB/OL].(1998-07-01)[2024-12-11].https://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172480.htm.
- [15] 中华人民共和国教育部,国家环保总局.关于加强高等学校实验室排污管理的通知[EB/OL].(2005-07-26)[2024-12-11].http://www.moe.gov.cn/s78/A16/s7062/201410/t20141021_178178.html.
- [16] 国家环保总局.病原微生物实验室生物安全环境管理办法[EB/OL].(2006-03-02)[2024-12-11].https://www.gov.cn/gongbao/content/2007/content_588180.htm.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.实验室生物安全通用要求:GB 19489-2008[S].北京:中国标准出版社,2008:20.
- [18] 中华人民共和国环境保护部,中华人民共和国国家发展和改革委员会.国家危险废物名录(2008版)[EB/OL].(2008-06-06)[2024-12-11].https://www.gov.cn/gongbao/content/2008/content_1171362.htm.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.实验室废弃化学品收集技术规范:GB/T 31190-2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [20] 中华人民共和国教育部.关于集中开展教育系统危险化学品安全专项整治的通知[EB/OL].(2016-05-13)[2024-12-11].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A03/s3013/201606/t20160601_247313.html.
- [21] 国务院办公厅.关于印发强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案的通知[EB/OL].(2021-05-11)[2024-12-11].https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-05/25/content_5611696.htm.
- [22] 中华人民共和国生态环境部.关于开展小微企业危险废物收集试点的通知[EB/OL].(2022-02-23)[2024-12-11].https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202202/t20220223_969775.html.
- [23] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.实验室废弃物存储装置技术规范:GB/T 41962-2022[S].北京:中国标准出版社,2022.
- [24] 中华人民共和国教育部.高等学校实验室安全规范[EB/OL].(2023-02-14)[2024-12-11].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/202302/W020230220303827581190.pdf.
- [25] 李雪梅,魏彦庆,马彦琪.新形势下实验室安全管理体系的研究与实践[J].实验室研究与探索,2023(9):275-279.
- [26] 荆维.实验室危险废物精准管控对策研究[J].当代化工研究,2023(10):74-76.
- [27] 徐伟,蒋芸.高校实验室危险废弃物安全管理的研究[J].实验室科学,2023(5):191-193.
- [28] 夏光辉,蔡珺,梅双喜.高校实验室危险废弃物规范化管理探析[J].化工设计通讯,2023(7):129-131.
- [29] 侯作贤,汪波,向本琼,等.破解高校实验室危险废物管理难题的思考与实践[J].实验室科学,2023(5):188-190.
- [30] 赵宏亮,卢凡.高校实验室危险废物管理问题与对策[J].实验技术与管理,2018(7):255-258.
- [31] 李博,黄中雨,石磊,等.高校实验室危险废物规范化管理模式构建的探索及分析[J].当代化工研究,2021(14):187-188.