

实验室危险废物的科学管理

魏珊*

(中航勘察设计研究院有限公司, 北京 100098)

摘要: 实验室危险废物具有毒性、腐蚀性、易燃性、感染性、反应性等危险特性, 若处理不当会对人体健康及生态环境造成威胁。本文对实验室危废管理存在的问题进行分析, 提出有针对性的管理要点, 以便实验室规避潜在风险, 对实验室危废的科学管理具有重要意义。

关键词: 实验室; 危险废物; 科学管理

Scientific management of hazardous wastes in laboratories

WEI Shan*

(Avic Institute of Geotechnical Engineering Co., Ltd., Beijing 100098, China)

ABSTRACT: Hazardous waste from laboratories possesses dangerous characteristics such as toxicity, corrosiveness, flammability, infectiousness, and reactivity. Improper handling of such waste can pose threats to human health and the ecological environment. This article analyzes the problems existing in the management of laboratory hazardous waste and proposes targeted management points to help laboratories avoid potential risks, which is of great significance for the scientific management of laboratory hazardous waste.

KEY WORDS: laboratory; hazardous waste; scientific management

0 引言

随着社会快速发展, 高校、科研院所、各类工业化企业逐渐增多, 这些单位实验室每年产生的危险废物也在日益增多。危险废物具有毒性、腐蚀性、易燃性、感染性、反应性等危险特性, 直接暴露(接触、摄入、吸收等)或处置不当都会对人体健康及生态环境造成严重危害。近年来, 由实验室危险废物引发的人身财产安全事故频发, 造成的环境污染问题也不容小觑^[1-3]。确保实验室产生的危险废物得到妥善处理, 做好实验室危险废物的科学与规范管理, 是实现可持续发展、保护环境和人体健康、提升资源利用效率的重要环节。本文结合实验室危废现有管理上存在的问题, 对应提出一系列有针对性的管理要点, 对做好危废管理工作具有重要指导意义。

1 实验室危险废物的来源

实验室危险废物来源广泛^[4], 化学类废物是实验室中最常见的危险废物类型, 包括超量购买、到期未用完的化学试

剂, 生产、研究、教学、检测后剩余的试剂以及产生的无机废液、残渣、有机溶剂、有机废液、废酸、废碱、具有危险特性的残留样品等。生物类废物主要来自于生物学实验, 包括微生物培养物、遗传物质、动植物标本、血液样本以及与之相关的培养基和其他生物材料。在使用放射性同位素或放射性化学品进行研究的实验室中, 会产生放射性废物, 包括放射性污染的工具、试剂和防护材料。实验室内的电子设备如旧电脑、仪器、电池和电子仪器等, 使用寿命结束后会成为电子废物。实验室危险废物需要根据其危害特性进行分类管理, 并且按照相应的规定和程序进行安全处理或处置。

2 危险废物的分类

2.1 危险废物分类的必要性

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》, 危险废物是指列入国家危险废物名录或国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物^[5]。

将危险废物进行分类管理是十分必要的, 主要体现在以

*通讯作者: 魏珊, 工程师, 专业工程师, 从事实验技术与管理工作。E-mail: weishan1111@126.com

*Corresponding author: WEI Shan, Engineer, Professional Engineer, No. 56 Zhichun Road, Haidian District, Beijing 100098, China. E-mail: weishan1111@126.com

下几个方面：

环境保护：不同类型的危险废物对环境的污染程度和方式不同，通过分类，可以采取更加针对性的措施来防止废物对水体、土壤、空气等造成污染；资源回收：一些危险废物中含有可以回收的有价值成分，如重金属、有机溶剂等，分类可以提高这些资源的回收效率和经济价值；安全管理：不同的危险废物可能具有易燃、易爆、腐蚀性等不同特性，分类有助于制定合适的贮存、运输和处理措施，防止事故发生；法律法规遵守：许多国家和地区都有关于危险废物管理的法律法规，要求必须对危险废物进行分类处理，这有助于企业和个人遵守相关法律，避免法律风险；经济效益：通过分类，可以将危险废物中的有用物质有效回收，减少处理成本，同时降低对原材料的依赖，具有一定的经济效益。

2.2 国内废物类别的判定

《实验室危险废物污染防治技术规范》(DB11/T 1368-2016)中，将实验室危险废物分为液态废物和固体废物两类^[6]，包括无机废液、有机废液、废弃化学试剂、含有或直接沾染危险废物的实验室检测样品、废弃包装物、废弃容器、清洗杂物和过滤介质等，见图1。

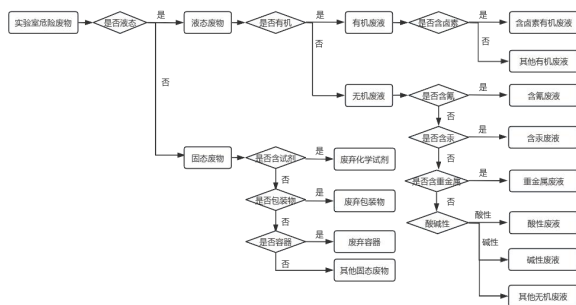


图1 实验室危险废物分类流程

Fig.1 Laboratory Hazardous Waste Classification Process

3 危险废物管理的必要性

危险废物涉及范围广、数量多、且成分复杂，产生、收集、贮存、运输转移和处置任一环节处理不当，都会污染土壤、水源和空气，对生态系统造成长期的负面影响，进而影响人类的可持续发展；当中含有的化学物质和生物污染物可以危害人类健康，引起各种疾病和健康问题。

3.1 由危险废物引发的各类事故

2019年3月21日，江苏省盐城市响水县生态化工园区

的天嘉宜化工有限公司发生特别重大爆炸事故^[7]，造成78人死亡、76人重伤，640人住院治疗，直接经济损失198635.07万元。事故直接原因是公司旧固废库内长期违法贮存的确化废料持续积热升温导致自燃，引发硝化废料爆炸。

2020年9月14日，位于甘肃省张掖市高台县盐池工业园区的张掖耀邦化工科技有限公司污水处理厂发生硫化氢气体中毒事故，造成3人死亡，直接经济损失450万元。发生原因是企业污水处理厂擅自改变生产废水处理工艺和方式，将盐酸快速加入含有大量硫化物的废水池内进行中和，致使大量硫化氢气体短时间内快速溢出，当班人员在未穿戴安全防护用品的情况下冒险进入危险场所，吸入高浓度的硫化氢等有毒混合气体，导致人员中毒。

2019至2020年间，浙江省台州市三门县某地共49人利用网络平台跨省非法转运处置炼铝加工厂铝灰，非法倾倒入、填埋于江苏扬州、淮安、镇江、宿迁、山东郯城以及浙江台州椒江等地，造成土壤严重污染，造成包括清运、规范处置、修复费用等经济损失3000余万元。

3.2 政策法规及技术规范要求

处理危险废物是一个全球性的问题，各国都有自己的政策法规及技术规范来确保这些物质得到安全处理，以防对环境和人类健康造成损害。例如，欧盟有《废物框架指令》(WFD)(2008/98/EC)^[8]，美国有《资源保护和恢复法案》(RCRA)^[9]等。这些法律会详细规定如何处理危险废物，包括许可、运输、处理和处置的具体要求。

国内，危险废物的管理主要受到《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物污染防治技术政策》、《国家危险废物名录》等法律法规以及各地方条例管理规定的规定。相关的标准和技术规范涵盖了危险废物的识别、分类、贮存、运输转移、处理和处置等方面，并要求实验室采取有效措施防止污染和保护环境。

4 实验室危废管理存在的问题

4.1 管理组织体系不健全

在很多情况下，危险废物的产生、收集、贮存、运输转移、处置等环节会涉及多个组织和部门，如产废部门、管理部门、运输部门等。由于管理组织体系不健全，缺乏明确的废物管理政策、程序和责任分配，往往会导致责任主体不明确，容易出现推诿扯皮、管理混乱的现象。管理组织体系不健全也会导致监管能力不足，缺乏专业的监管队伍和有效的监管手段，就很难对危险废物的全过程进行有效的监管。

4.2 人员专业化水平不高

危险废物管理涉及化学、环境科学等多个领域的知识,要求具备较高的专业素质。然而,现实中许多从事危险废物管理的人员缺乏相关领域的专业知识^[10],对危险废物的潜在风险和正确处理方法了解不足,这就会导致他们在危险废物的收集、贮存、处理处置等环节容易出现不熟练、操作失误的情况,面对各类突发情况时,如泄漏、火灾等,也无法迅速做出正确、科学、合理的决策,增加了安全事故或环境污染扩大的风险。

4.3 环保意识薄弱

实验室中,从管理者到实验者,许多人员本身环保意识淡薄,加上缺乏足够的环保教育和培训,往往更多关注的是实验研究和成果产出,而忽略了随之产生的环保问题及其重要性。环保意识薄弱会导致人员从根本上对实验室危险废物的认识不足,不能充分认识到危废对环境、人体健康以及生态平衡的威胁,处置时可能会出现随意倾倒、掩埋或焚烧的情况,增加环境风险。环保意识不足会导致对危废的管理意识不够强烈,缺乏主动性和积极性,不能将危废管理纳入实验室日常工作的重要议程中,导致危废管理不到位,存在漏洞。

4.4 危废种类复杂,收集不规范

实验室危险废物种类复杂多样化^[11],不同的废物往往需要不同的收集和贮存条件,而废物的产生者和处理者可能缺乏必要的专业知识和技术,使得对其进行准确的识别和分类变得非常困难,导致混放和收集不规范的现象时有发生,增加处置成本。收集方式不规范会导致收集到的废物的种类、数量、来源等信息的不准确,使得后续的处置工作难以进行,甚至可能导致危险废物泄漏,这不仅会对环境造成污染,还可能对人们的生命财产安全构成威胁。

4.5 危废处置成本高

危险废物具有毒性、腐蚀性、易燃性、感染性、反应性等危险特性,不同特性对应的处理方法和要求都不尽相同。因此,收集、贮存、处置过程需要更加专业的操作,投入更多的资金和技术,这就增加了相应的成本。高昂的成本加上人员环保意识本就薄弱,更会降低实验室处理危险废物的积极性^[12]。一些实验室没有足够的资金投入危险废物的安全处置中,为了节约成本,可能会将危险废物私自倾倒或填埋,这种行为不仅违法,而且极易引发环境污染和安全事故。

5 实验室危险废物的科学管理要点

5.1 细化责任管理体系、提升管理意识

为了有效进行危险废物管理,细化责任管理体系是关键。明确各环节的责任主体,制定详细的责任清单,建立健全涵盖全过程的责任制度,制定危险废物管理计划及意外事故的防范措施和应急预案,建立危险废物管理台账,定期对责任主体进行培训,使每个责任主体都清楚其职责和义务,明确需要遵守的法律法规、技术规范等。各责任主体之间要及时沟通、共享资源,提升管理意识、提高管理效率,减少不必要的浪费。建立考核评估机制,对责任主体的执行情况进行定期考核,确保其按照要求进行管理。对于违反规定的行为,要依规进行问责,确保责任得到落实。

5.2 深化教育培训渠道和手段

加强危险废物管理方面的教育培训,可以为危废管理工作的高效进行提供有力保障。根据培训目标和实验室特点,邀请专业处置公司、行业专家、监管部门等进行线上线下多形式培训讲座,既可以提供灵活的参与形式,又可以有面对面的互动交流。还可以通过案例分析、图片展示、播放影像资料等形式^[13],向实验室人员展示因危险废物管理不当造成的环境污染、安全事故等,达到警示作用。教育培训不仅要注意理论知识的传授,更需要强化实践操作。可以在培训过程中增加实践操作环节,如应急演练等,让实验室人员在实际操作中更好地理解 and 掌握危险废物管理的技能和方法。要建立培训效果评估机制,通过考试、问卷调查、实操考核等方式对培训效果进行评估,根据评估结果对后续的培训进行调整和优化。

5.3 完善贮存设施建设、规范收集

根据实验室产生的危险废物的种类、数量和特性,使用专用容器分类收集、贮存。建设满足标准、规范要求的贮存设施,设置相应分区,对设施设备定期维护。严格控制贮存设施内废物的存放量,不得超过设计容量和贮存规定期限。做好防泄漏、防火、防爆等防治措施,如贮存易产生有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的,还应设置气体收集装置和净化设施。按要求对危险废物的贮存设施、容器和包装物进行明确标识,信息填写真实、完整。配备必要的安全设施,如灭火器、紧急洗眼器等,以应对突发情况。建立完善的管理台账,对危险废物的产生、入库、出库环节如实记录^[14],保证内容准确,可追溯。

5.4 控制源头、减少排放, 促进危废综合利用

从源头上控制实验室危险废物的产生需要综合考虑多方面因素影响: 改进实验方法, 使用低毒性、低危害性的试剂作为替代品; 优化实验设计, 减少不必要的操作步骤和试剂消耗; 采用替代方法, 如微波、超声波等物理方法^[15]。减量化既是减少产生的数量, 也是减低危废对环境的危害性质。推动技术创新和研发, 通过引入新工艺、新技术、新设备, 提取危险废物中的有用成分, 实现危险废物的减量化和资源化, 促进危废综合利用。

5.5 整合危废处置单位资源

针对危险废物产生量小、处置成本高的痛点, 可以寻求其他企业单位的合作, 共享资源和技术, 整合危废处置单位资源, 降低成本。没有自行利用、处置能力的, 可以通过第三方专业化服务, 在危险废物转移环节采用小箱进大箱的模式, 也可有效降低运输成本。

5.6 加强与监管部门的常态化联系

危险废物的管理涉及到环境保护、公共安全和法规遵守等多个方面。为了确保危险废物得到妥善处理, 减少其对环境和人体健康的影响, 建立与监管部门的常态化联系显得尤为重要。危险废物管理领域的法规和政策可能会随着生态环境状况、技术进步和社会需求的变化而不断调整, 通过与监管部门保持紧密沟通, 有助于及时了解并掌握最新的法规, 加强政策引导和扶持, 确保运营合规。定期参加监管部门组织的培训, 主动向监管部门报告危险废物管理情况, 提供所需的资料, 积极配合监管部门的工作, 有助于实验室树立良好形象。

6 结束语

实验室的危险废物管理是一个综合性的过程, 涉及到废物的分类、收集、贮存、转移和处置等多个环节, 关乎着环境保护、人体健康。科学管理, 持续改进, 确保实验室危险废物得到妥善的处理, 提高实验室的社会责任感, 最大限度地减少危险废物对人员和环境的潜在危害, 有助于保护自然生态平衡, 保障生物多样性, 为社会和经济带来多方面的节约和效益, 实现可持续发展。做好实验室危险废物的科学管理工作, 才能在推动社会发展的同时, 切实履行我们对环境、社会和人类的责任, 为下一代留下一个更美好、宜居的家园。

参考文献

- [1] 魏国, 杨志峰, 李玉红. 城市危险化学品事故统计分析与对策[J]. 环境污染与防治, 2006, (09): 711-714.
- [2] 赵来军, 吴萍, 许科. 我国危险化学品事故统计分析及对策研究[J]. 中国安全科学学报, 2009, 19(07): 165-170.
- [3] 肖晓琴, 肖云. 我国近年重大环境污染事故归因分析[J]. 江西化工, 2008, (02): 43-46.
- [4] 丁多霖. 危险废物信息化管理的设计与实践研究[J]. 当代化工研究, 2023, (10): 142-144.
- [5] 中华人民共和国固体废物污染环境防治法[J]. 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会公报, 2020, (02): 414-430.
- [6] 陈森, 李靖, 刘疏, 等. 我国实验室危险废物处置存在问题及对策建议[J]. 科学技术创新, 2018, (28): 42-43.
- [7] 张春艳, 于学珍. 关于危险废物安全管理问题分析及对策探讨[J]. 工业安全与环保, 2020, 46(12): 57-60.
- [8] 李宜瑾, 高丽莉, 王建柱, 等. 欧盟及英国医疗废物管理与处理处置经验[J]. 世界环境, 2023, (03): 80-83.
- [9] 刘晓华. 美国土壤保护的立法与司法实践[J]. 人民司法(应用), 2018, (01): 105-111.
- [10] 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, 40(08): 227-232.
- [11] 郭鹏. 危险废物安全管理难点分析及管控措施[J]. 化工安全与环境, 2022, 35(37): 12-14.
- [12] 高红梅, 高增安, 刘义全. 高校实验室危险废弃物管理研究与思考[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 293-296.
- [13] 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, 49(07): 129-131.
- [14] 郝素华. 化学实验室危险废物规范化管理初探[J]. 云南化工, 2021, 48(08): 171-173.
- [15] 赵素瑞, 樊娟, 郭峰. 有机化学实验室危险废物“减量化”[J]. 天水师范学院学报, 2010, 30(02): 74-76.

作者简介



魏珊, 工程师, 从事实验技术与管理工作。