

地质实验室危险废物处置的多种策略探究

冯慧林¹ 王 魁² 刘金龙¹

1. 中化地质矿山总局地质研究院 北京 100101

2. 内蒙古地矿科技有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010030

摘要: 随着经济社会的发展,地质勘查的工作繁杂多样,地质实验室活动日渐频繁,其产生的危险废物对环境 and 公众健康构成严重威胁。实验室在进行岩石、矿物、土壤和水质样品分析检测时,会不可避免地产生潜在风险的废物副产品,错误处理可能导致环境严重受损,同时对实验室人员及公众健康构成潜在的重大威胁,因此,设计并严格执行有效的危险废物管理方案至关重要。此研究的核心目标是详尽探讨地质实验室危险废物管理的多元策略,通过对既有文献的广泛回顾和精心挑选的案例深度解析,成功构建出一套系统的危险废物管理方案。该框架的核心目标是提升地质实验室废弃物的高效管理,以环保为强大后盾。

关键词: 地质实验室; 危险废物; 处置策略

地质实验室在开展岩石、矿物、土壤和水质样品分析检测时,会遇到处理潜在风险废弃物的挑战,包括放射性废料、有毒化学残留以及生物性废物等,而实验室废弃物质普遍具有潜在的危害性,包括毒性、腐蚀性、化学或生物活性^[1],处理不当将导致环境污染严重,对公众健康构成重大风险。在科技日新月异的背景下,对地质实验室危险废物的有效管理及创新处理方法的研究至关重要,这不仅关乎环境保护,也直接关系公众健康,其价值不容小觑。

1 危险废物定义与分类

危险废物特指那些因其特有的化学特性(如高度毒性、腐蚀性、生物活跃性或可能的放射性),对人类健康构成直接风险,且能造成严重环境污染的废弃物。其迅速进步源于工业生产的技术革新、实验室的深入研究以及医疗健康领域的广泛采纳。根据全球普遍接受的准则,危险废弃物通常根据其特有的性质和来源进行精确的分类与管控。

化学性质: 处理的废弃物类型广泛,具有高度腐蚀性、毒性、易燃性及潜在爆炸风险的危险物料。特别是废弃酸、碱溶液以及各种溶剂,具有化学风险特性,被列为关键废物管理范畴。

毒性: 废弃物普遍含有可能对生物体产生即时或长期健康风险的有害化学物质,它们会对人体健康构成威胁。如废弃的农药、有机溶剂、各类高度有毒化学废料及其容器包装等,皆属环境风险极高的危险废物。

放射性: 废弃物中隐藏的放射性物质有可能释放辐射,对人体健康构成直接威胁。在实验环境中,放射性同位素及含放射性的介质明确属于特殊类别的放射性废物。

2 地质实验室危险废物处置的重要性

妥善管理地质实验室的危险废物处理,是保障环境安全的重要一环。危险废物往往具有毒性、腐蚀性和易燃性物质若处理不当或随意排放,会直击土壤、水质和空气,引发长期且难以逆转的生态损害^[2]。有害废物可通过生物链的传递途径,直接或间接危害人体健康,构成严峻挑战。因此,对地质实验室产生的危险废物进行严格且科学的管控和处置是不可或缺的,它直接影响环保目标的实现和生态系统的稳定。

确保地质实验室危险废物的妥善管理,对实验人员和周边社区的健康安全具有关键性作用。在实验室内,科研人员在知识探索过程中频繁接触潜在危险的实验废弃物。任何操作失误都可能直接危及操作员安全,而且未经妥善处理的废弃物潜在风险不容忽视,会悄然威胁周边社区乃至公众健康。因此,实验室废弃物管理至关重要。

安全处置地质实验室的有害废弃物排放,对于实现绿色可持续发展至关重要。全球环境问题的紧迫性推动了可持续发展观念的深度普及和全球范围内的广泛接纳。通过执行严格危险废物管理方案,有效防止环境破坏,促进资源的绿色循环,进而实现经济效益、社会效益与生态效益的同步提升^[3]。

3 地质实验室危险废物产生源分析

3.1 实验活动过程中的危险废物

为了准确检测岩石、矿物、土壤和水质样品中成分含量,实验过程中,频繁使用化学品产生了大量潜在风险的废弃物,这是一个关键步骤,常见的强酸如盐酸和硝酸,以及强碱如氢氧化钠。此外,有机溶剂如甲醇和

乙醚也是常规操作中的关键试剂。实验室中大量化学品及其产物,常具腐蚀性、易燃性或毒性,直接构成危险废物的基本组成部分^[4]。放射性同位素在地质年代学关键应用,如铀、钍、钾-40的测年技术,放射性追踪实验中普遍使用,导致产生大量放射性废弃物。这类废物包括废弃的放射性溶液、受污染的设备 and 物品,对生态环境的长期安全和人类健康构成潜在威胁。在重金属筛查中,特别关注铅、镉和汞等有害金属离子的转化产物,毒性及其生态累积风险,被严格监管。

3.2 设备设施维护过程中的危险废物

在设备设施的维护和更新进程中,通常会产生大量潜在危险的废弃物,如饱和的水处理过滤器和吸附过废气的活性炭这类一次性耗材,在其效能耗损或使用寿命结束后,会积累可观的有害残留物,废弃的试剂瓶、即使玻璃器具如滴定管和离心管清洗过后,由于曾接触可能的有害化学物质,残留物通常难以完全消除,因此须视作有害废物进行严谨处理。在维护高效液相色谱(HPLC)等设备过程中,产生的废水含重金属污染物,废旧零部件带有有机溶剂残留和电子垃圾,处理要求严格。在实验室环境下,被废弃的不间断电源(UPS)及内置电池等电子设备,因其含有的有毒重金属和可能的有害化学物质,被明确定义为电子废物中的危险废物类别。

3.3 废弃样品处理

废弃样品处理环节在废物管理中潜藏着重大的危险废物产生风险。这些杂质中蕴含的有害化学成分需谨慎对待。在微生物检测过程中,废弃的培养基和生物组织样本潜在风险不容忽视,它们可能蕴藏致病菌或有害物质,处理不当将导致严峻的生物安全隐患,必须给予高度关注并实施恰当管理^[5]。实验室在运行的每个环节,如实验操作、精密设备维护及废弃样品的环保处置,均需严谨对待,严格按照危险废物管理规定执行,确保过程的有效控制和废弃物的安全无害化处理。

4 地质实验室危险废物处置原则与法规依据

4.1 国内外相关法律法规

在国内,《中华人民共和国环境保护法》作为核心法律,为危险废物管理提供了坚实法制保障。该法明确强调预防危险废物产生、扩散及环境污染的重要性,对违法者设有严格的法律责任,以维护生态环境安全。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》详尽规定了危险废物管理的全程,从产生源头至后续的收集、储存、运输、处置等各步骤,均设定了严谨的标准。一系列重要法规,如《危险废物经营许可证管理办法》和《危险废物鉴别标准》,为危险废物的确切辨识、细分分类及标准化治理提

供了强力支撑,详细规定了实施步骤。

全球公认的《巴塞尔公约》关键聚焦于危险废物的源头管理与跨国转移的标准化,强调了废物安全处置的强制性,从而搭建了一套全球性的危险废物合作框架。国际法规如欧盟的《废物指令》和美国的《资源保护与回收法》等,为我们管理危险废物提供了重要的参考案例和实用操作方法。在地质实验室活动中,务必严格遵守国内外环保法律法规,全面评估,确保危险废弃物的合法、安全及高效管理与处置。

4.2 危险废物处置基本原则

危险废物管理需推进三化处置:减量化、资源化和无害化。

减量化的核心宗旨在于初期最大程度地减少危险废物的产生量。优化实验流程以节省资源,最大化物料利用率,并积极采用种类少、用量小、无毒害试剂的标准方法开展检测活动,从源头上减少危险废物的产生。

资源化策略的核心在于最大化危险废弃物的转化价值,将其转变为宝贵的资源。有机溶剂通过蒸馏和离心等精密处理得以高效回收再利用,而重金属废液则运用化学沉淀和离子交换等技术提取重金属,助力循环经济的实施。

要遵循无害化方针,对无法再资源化的危险废物实施严格而高效的处置,比如运用焚烧、化学中和或生物降解等技术,确保处理过程中能完全消除其对环境 and 人类健康的潜在威胁。

在执行基本原则时,地质实验室严守详细操作指南:对所有潜在危险废物进行明确标识并按类别安全储存,避免无意的混合,防止可能触发的化学反应,坚决防止重大安全隐患。危险废物的转移必须由持有合法资格的专业物流公司执行,严格遵照国家对危险品运输的严格规定,确保全程安全无忧。地质实验室必须持续进行环境监控,以保障安全,有效评估废物管理措施,并预先制定详尽的应急预案,以便于迅速且妥善应对任何废物泄露或其他突发事件。

5 地质实验室危险废物处置策略与方法

5.1 源头控制与减量化

地质实验室在进行危险废物处置时,应着眼于源头控制和减量化。这一策略的核心在于通过改进实验流程和材料选择,减少危险废物的生成。地质实验室应积极倡导、实施绿色化学和环保理念,推广使用环保型、可回收和可再利用的材料,减少一次性用品和有害物质的使用。优化实验设计,采用合理的实验方法和流程,避免不必要的材料消耗和废物产生。

地质实验室还应加强设备维护和管理,确保设备的高效运行,减少设备故障和维护过程中产生的废物。建立完善的资源管理体系,通过回收、再利用等方式,实现资源的最大化利用。此外,加强科研人员的培训和教育,提高他们的环保意识和废物管理能力,也是减少废物产生的重要手段。

在实施源头控制和减量化策略的地质实验室还务必寻求并采用环保的替代原料和先进技术,目标是显著减少乃至消除特定废物的产生。在科研中,优先选用低毒或无害的替代化学品,并优化实验流程以减少高毒性试剂的依赖,是当下的重要趋势。在实验室环境下,引入革新技术如闭环循环系统至关重要,它能高效地回收和再利用溶剂及珍贵资源,实现资源的可持续管理。

5.2 分类收集与暂存管理

分类收集与暂存管理是确保危险废物得到妥善处置的重要环节。为了有效地进行分类收集,地质实验室需要制定详细的分类收集标准和方法,确保废物被准确分类。在收集过程中,应使用专用的容器和包装材料,防止废物的泄漏和溢出。

暂存管理是指在危险废物最终处置前,对其进行临时存储。地质实验室应设立专门的暂存区域,确保废物在暂存期间得到妥善管理。暂存区域应具备良好的通风、防火、防爆等安全设施,并设置明显的警示标志。实验室应建立严格的暂存管理制度,对暂存区域进行定期检查和维护,确保存储条件符合规定的环境要求。

为了有效地进行暂存管理,地质实验室需要对危险废物进行明确的标记和记录。所有危险废物容器需标明废物类型、危险性级别、产生日期等信息,并附带安全数据表(SDS)。这些信息能够为后续的处理和处置提供重要的参考依据。实验室应设置专人负责监督暂存区域的管理,确保废物得到妥善管理,防止对环境和人体健康造成危害。

5.3 合规运输与专业化处理

合规运输与专业化处理是确保危险废物得到安全、高效和环保处置的关键环节。在运输过程中,地质实验室应遵守国家关于危险货物运输的法律、法规以及国际规则

和惯例。选择具有专业资质的运输公司,确保废物在运输过程中得到适当的包装和固定,实验室应制定应急响应计划,以应对运输过程中可能出现的各种紧急情况。

在选择专业化处理单位时,地质实验室应进行充分的市场调研,选择那些拥有良好信誉、先进技术设备和严格管理制度的处理企业。这些企业应具备相应的处理资质和经验,能够确保废物得到安全、高效和环保的处理。实验室应与处理单位保持密切沟通,了解处理过程中的各种情况,确保废物处理的效果和安全性。

为了进一步提高危险废物处置的效率和安全性,地质实验室还可以引入先进的处理技术和设备。如,可以采用高温焚烧、化学处理、物理分离等技术对废物进行处理,以降低废物的毒性和危害性。实验室还可以探索资源化利用的途径,将废物转化为有价值的资源,实现废物的资源化利用。

结束语

危险废物的管理是地质实验室不可推卸的责任。通过采取适当的减量措施、确保废物分类的准确性、加强暂存管理、实行合规的运输操作以及选择可靠的专业处理机构,地质实验室能够最大限度地降低环境和人体健康风险。此外,不断的技术创新和改进将进一步推动危险废物处置工作的效率和环保性。在未来的实践中,我们将继续深化研究,不断优化技术和管理手段,为建设更加环保、安全的地质实验室作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 王鹏,代伟.地质实验室危险废物处置的多种路径[J].劳动保护,2023(7):76-78.
- [2] 刘霖,古彬,刘东玲.危险废物处置项目环境影响评价工作的策略研究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(3):166-168.
- [3] 姚倩雯.城乡危险废物处理与利用策略[J].科技创新与应用,2023(33):153-156.
- [4] 张灿灿.危险废物处置项目的环境影响评价研究[J].生态环境与保护,2023,6(4):81-83.
- [5] 马永刚.煤化工危险废物处置场地下水污染地质勘探模型研究[J].环境科学与管理,2020,45(6):5.