

自来水公司实验室危险废弃物的管理与优化

张 潮*

(上海浦东威立雅自来水有限公司, 上海 200127)

摘 要: 本文通过对《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)等标准的解读, 结合自来水公司中心实验室的现状, 对上海浦东威立雅自来水公司水质中心实验室危险废弃物(以下简称“危废”)提出新的管理思路与优化方式。对实验室各类危废进行定义与分类, 并从制度管理及培训、废液的细分、人员与环境的安全措施、简便的流程化操作和未来展望等五个方面, 提出了具体的操作和简便的模式, 使实验室危废的产生、贮存和转运, 得到了全流程的监管。本论文为供水行业实验室危废管理提供了有益的参考和指导, 为上海市推进绿色生态发展提供安全、可靠的保障。

关键词: 实验室; 危险废弃物; 管理优化; 安全措施; 贮存

0 引 言

随着《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年修订)^[1]的出台, 我国固体废物的管理和利用进入了一个全新的阶段。自2023年7月1日起实施的新标准《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)^[2], 更是加强了对危废贮存设施的监管。随着科研活动的深入发展, 实验室危险废弃物的产生和管理成为了一个日益突出的问题。自来水公司中心实验室作为产生危险废弃物的重要场所, 必须严格遵守新法的规定, 加强实验室危险废弃物的分类、贮存、转运等方面的管理, 利用上海市危险废物管理信息系统, 使危废全流程信息透明化, 提高危废回收效率。本文从制度管理及培训、废液的成分、安全措施升级、简便流程化操作和未来展望等五个方面讨论自来水公司实验室危险废弃物的管理与优化。

1 危险废弃物的定义与分类

符合下列特点的固体废物(包括液态废物), 被定义为危险废物: 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。根据国家危险废物名录(2025年版)对自来水公司可能会产生的实验室危废进行分类^[3-5], 见表1。

表1 实验室危险废弃物的分类

废物名称	成分	形态	危险特性
废活性炭	废气处理装置中吸附酸、挥发性有机物(VOCs)等有害气体的废弃活性炭	固态	毒性
实验室沾染固废	含有或沾染毒性、感染性危险品的包装物、容器和过滤吸附介质	固态	毒性, 感染性
实验室废液	含氰、氟及重金属的无机废液, 含矿物油、甲醛等有机溶剂的有机废液, 废酸和废碱等具有危险特性的残留样品等 ^[6]	液态	腐蚀性, 易燃性, 反应性, 毒性
废培养基等耗材	未经过高压灭菌处理或者经过高压灭菌处理仍具有危险特性的废培养基	半固态	腐蚀性, 感染性
报废试剂	过期失效、污染变质、有安全隐患或包装损坏无法用于实验分析的试剂	固态/液态	腐蚀性, 易燃性, 反应性, 毒性

2 概 况

上海浦东威立雅自来水有限公司水质中心实验室于2004年组建, 2006年开始试运行CNAS质量管理体系, 2009年获得中国合格评定国家认可委员会(CNAS)认可。迄今为止认可检测能力范围超111项, 覆盖饮用水和地表水两个样品类型, 涉及微生物和化学两个检测领域。其中, 检测科室有理化室、微生物室、有机室和重金属室。每年检测水样约3500个, 检测数据约90000个, 检测样品种类: 原水、过程水、出厂水、管网水、管网末梢水、

* 通信作者: 张潮, 研究方向为水厂净水工艺管理、水质管理等。E-mail: 404024802@qq.com

回用水、排放水、投诉样品、排管冲洗样品、二次供水样品等。每年参与市供水调度监测中心、城投水务(集团)和威立雅全球实验室间比对等质量控制活动各一次,每3年完成国际实验室能力验证,覆盖全项目。

3 危险废弃物管理的难点

上海浦东威立雅自来水有限公司一年预计产生10吨的实验室危险废弃物,包括水厂、泵站和水质中心实验室产生的危废。其中,水质中心实验室产生的危险废弃物约占总量的26%,现公司暂无危险废弃物处理资质,产生的危险废弃物将进行外运,委托有资质的专业单位进行运输、利用和处置^[7]。按照在上海市危险废弃物管理系统中进行危险废弃物管理计划的备案登记,现水质中心实验室将当年产生的危险废弃物100%进行清运,即每年年底危险废弃物贮存设施中的存量为0吨。在近期数次相关管理部门及区、镇环保管家的检查下,发现几处危险废弃物管理中存在的共性问题,有待解决和改善。

3.1 标识标签不统一

在检查中发现,不同部门对危险废弃物的标识标签使用不规范,存在标签样式、颜色、内容不统一的现象。例如,部分标签缺少危险类别代码、成分描述,部分标签图标不符合国家标准,有些标签二维码模糊不清等情况。这种不统一的现象将导致危险废弃物的识别不清,增加了混淆和误处理的风险。

3.2 手写标签效率低

目前许多单位仍采用手写方式填写危险废弃物标签。手写标签不仅耗时,而且容易出现字迹不清、信息遗漏或错误等问题。此外,手写标签难以满足大批量废弃物的管理需求,尤其是在废弃物种类繁多、数量较大的情况下,并且根据管理要求,还需打印二维码贴于标签上,纸质二维码不防水、易丢失,所以手写标签的效率低下问题有待解决。

3.3 废液分类不完善

在废液管理方面,存在分类不清晰、不完善的问题。部分区域未严格按照废液的化学性质、危险特性进行分类,导致不同种类的废液混放。例如,酸性废液与碱性废液未分开存放,有机废液与无机废液混合等。这种分类不完善的现象不仅增加了废液处理的难度,还可能引发化学反应,造成安全隐患。

3.4 环境保护措施不全

在危险废弃物的存储和转运过程中,环境保护措施存在不足。例如,部分存储区域未设置防泄漏设施,废液桶未配备放溢漏托盘,区域无围堰,导致泄漏风险较高;此

外,应急处理设施(如灭火器、吸收棉等)缺失或不完善,一旦发生泄漏或污染事件,难以快速有效应对。

4 管理与优化

4.1 规范流程及培训

自来水公司实验室需要根据最新出台的法律法规和行政文件,如《危险废弃物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)^[2]、《危险废弃物识别标志设置技术规范》(HJ 1276—2022)^[8]、《危险废弃物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025—2012)^[9]等,制定并不断完善关于危险废弃物的制度规范。这些规范应明确危险废弃物的定义、分类、产生、收集、储存、运输、处理和处置等各个环节的具体要求。一般情况下,自来水公司实验室的危险废弃物需要委外运输、处理和处置,所以将制度重点放在收集与储存。

(1)收集:通过已经定义分类的危险废弃物,我们要在容器和包装物上设置危险废弃物标签。在理化、微生物、有机、金属等各个科室中,划分危险废弃物储存区域,将日常检测产生的危废暂存在该区域内。当区域内的危废产生到一定量,如25L的废液桶中的废液到刻度线,由科室负责人或危废负责人转移至危废仓库。

(2)贮存:每个贮存设施或场所、按要求设置危废贮存设施或场所标志、危险废弃物贮存分区标志。分清储存和贮存的区别,储存是指保护、储藏物品,贮存则要求更高,需要把物品指定放在某个地点,并加以管理。将危废转移至危废仓库后,需要进行称重,将质量记录在每个包装物上的危废标签上,由危废负责人填写危废产生转移记录台账,每种危废按照贮存分区标志贮存。

(3)转运:当危废仓库中的贮存量占仓库设计容量的三分之二时,可联系转运单位,对该仓库中的危废进行清运并处置。在转移时,做好安全防护措施,清点并确认每种危废的种类和数量,开始转移操作。危废负责人应登入“上海市危险废弃物管理信息系统”,进行危废转移联单的填报,经由运输处置方确认便可开具“危险废弃物转移联单”并签字后,即可开始运输。当处置单位称重确认危废种类、数量和质量无误后便开始处置。

除了流程规范的完善外,提高实验室人员的环保意识也是确保危险废弃物得到妥善处理的关键。为此,自来水公司应定期组织针对实验室人员的危险废弃物培训^[10-11]。培训内容应包括以下几个方面。

了解危险废弃物的危害:介绍实验室危废的成分、性质及其对环境和人体健康的危害,使实验室人员充分认识到危险废弃物处理和环境保护的重要性。

制度规范的学习:详细解读实验室危险废弃物处

理的制度规范和各类化学品 MSDS (material safety data sheet), 确保实验室人员了解并遵守相关规定。

处理技能和应急能力的培养: 通过实际操作演练或案例分析等方式, 培养实验室人员正确处理危废的技能和应对突发状况时的应急能力^[11-12]。

4.2 细化废液分类

危险废物回收分类是确保废物得到正确处理的首要步骤。对固体危废分类相对容易, 而对废液分类有一定难度。为提高管理危废的管理水平, 提高废液收集时的安全性, 对废液分类细化是有必要的, 在避免多种废液产生反应发热或是散发有害气体的同时, 还能确保废液得到相对应的精准处理。将自来水实验室可能会产生的废液进行细分。

(1)有毒废液: 氰化物、氟化物、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、铋、铍、钡、硼、钼、镍、银、铊、硒、高氯酸盐、微囊藻毒素-LR 等。

(2)有机废液: 梯度甲醇、二氯甲烷、异丙醇、乙酸乙酯、无水乙醇、三氯甲烷(氯仿)、正己烷、环己烷、丙酮、甲基叔丁基醚、乙腈、多聚甲醛, 有机物指标废液、农药指标废液、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、聚丙烯酰胺等。

(3)酸性废液: 聚硫氯化铝、硫酸铵、硝酸、硫酸、盐酸、磷酸、乙酸、重铬酸钾、铬酸钾、硝酸银、磺胺、盐酸羟胺、邻菲罗啉、乙酸铵、过硫酸铵、过硫酸钾、硫酸锰、硫酸锌、巴比妥酸、抗坏血酸等。

(4)碱性废液: 次氯酸钠、氨溶液、氢氧化钠、氢氧化钾、纳氏试剂等。

(5)其他废液: 便携式仪器测定废液、氯化钠、碘化钾、碳酸钠、氯化铵、乙二胺四乙酸二钠、异烟酸、钼酸铵、磷酸二氢钾、4-氨基安替比林、亚铁氰化钾、锰试剂、感官性状和一般化学指标(高锰酸盐指数、硬度等)废液、各类培养基(营养琼脂、品红亚硫酸钠等)、各类指示剂(铬黑 T、酚酞、甲基橙等)、2-甲基异莰醇、土臭素等。

自来水实验室中的废液数量众多无法一一列举, 在废液分类收集的过程中, 确保不相容的废液不得混合存放, 废液桶中加入的废液量不能超过桶容量的 75%, 以防止压力增大而溢出; 毒性大或有放射性的高危险废液, 确保其用专用废液桶单独收集; 浓度高的废液一定要进行稀释, 从而减少废液桶中混合废液产生的反应。实验室人员通过进行废液分类细化, 熟悉了实验室的药品与试剂的特性; 在管理方面, 提高了自身专业技能; 在实践方面, 实验室人员在危废收集操作中的安全得到了更好保障。

4.3 加强安全防护措施

在危险废弃物的收集、贮存、转运过程中, 必须遵循

自来水公司实验室的安全管理规定, 做好安全防护措施, 以确保人员安全和环境保护。实验人员或危废转运人员根据工作需要配备必要的个人防护装备, 如手套、防护镜、防护服、防毒面具或口罩等。

(1)收集: 在收集前, 了解危险废物的性质, 包括其毒性、腐蚀性、易燃性等, 确保按废物的化学性质和类别进行分类收集, 在容器上张贴合规的危废标签标识。使用工具或容器来收集废物, 避免直接用手接触, 必要时应佩戴防护眼镜、防毒面具等安全。在工作区域暂存时, 应划分危废暂存区域; 收集废液时, 确保有防漏措施, 如使用托盘收集可能的泄漏液体等。

(2)贮存: 使用专用的、符合安全标准的危废贮存仓库, 根据危废的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径, 采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施, 不应露天堆放危险废物。废液的防渗漏托盘应确保托盘容量大于置于其上废液的容量, 贮存时应根据危废的类别、形态等要求设置必要的贮存分区, 避免不相容的危险废物接触、混合, 定期检查储存容器和区域的完整性, 确保无泄漏和损坏。建立危险废物台账, 按实际收集、贮存、转运记录危废日期、类别、数量、质量等并签字^[13]。

(3)转运: 确保转运的危废的包装完好且密封, 使用适当工具进行装卸, 避免操作不当导致包装破损。在运输工具上妥善固定废物包装, 防止运输过程中的移动或倾倒。转运人员应携带必要的应急设备和材料, 如吸附材料、急救包等, 以应对可能的泄漏或事故。

通过这些措施, 不仅保护了环境, 更是保障了工作人员的健康和安全, 体现了以人为本的安全管理理念。安全管理核心是人, 所有的措施和规定都是为了确保人员的安全, 从而实现可持续发展。

4.4 优化流程, 利用信息化系统

在危险废弃物的收集、贮存、转运过程中, 采用信息化系统和设备可以显著提高效率、减少人为错误、增强安全性, 并降低劳动强度。以下是一些实验室危废收集、转运时流程优化的体现。

(1)危废标签: 设置在危险废物容器或包装物上, 由文字、编码和图形符号等组合而成, 用于向相关人群传递危险废物特定信息, 以警示危险废物潜在环境危害的标志。危废标签作为危废管理的第一步, 根据《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276—2022)要求, 危废标签需具备物质信息与二维码。原先使用的为空白纸质标签, 员工需重复手动填写危废名称、类别、防护措施、收集单位等重复信息, 其手动填写的内容易受潮导致字迹不清, 其二

二维码需单独打印，录入信息再张贴至标签右下角，耗时费力；故采购便携式危废标签打印机，利用手机应用 App 填写信息，避免重复劳动；采用热敏纸打印，不用油墨；二维码自动生成，节约信息录入；充电便携，可带到贮存仓库现场直接打印；原人工填写 1 张需要 1 分钟，现录入信息并打印只需 10 秒，在大量危废需要收集贮存时，省下的人力和时间是非常可观的。

(2)上海市危险废物管理系统：上海市危险废物管理系统是一个综合性的信息化平台，旨在提升危险废物的规范化环境管理水平，确保危险废物的收集、贮存、转运等环节符合法律法规和环境保护要求。该系统通过以下几个方面帮助进行危险废物的管理。电子标签和二维码：系统支持生成危险废物电子标签标志二维码，危废重点监管单位可通过该系统生成并领取电子标签二维码，便于危废管理，上文中提到的危废标签打印机便是优化了从网站上复制二维码打印的步骤。电子管理台账和电子联单：系统推进危险废物转移轨迹与国家固废管理系统实时对接，当危废入库及转运时，须经过系统填写危废信息，填写完后上报国家，由危废处置单位确认危废信息，确保转移活动可追踪、可核查，提高转移过程的透明度和安全性。信息申报与备案：产废单位通过系统在每年 3 月前申报危险废物管理计划，上传相关资料并完成备案。在自来水公司的实验室危废管理中，每年根据检测内容估算产生的危废量，与处置单位签订转运和处置协议，产生的危废量应等于转运处置量，于年末清空危废仓库，使整个实验室管理从化学品入库到运出形成闭环管理。

5 未来展望和结论

有了信息化系统的帮助，国家监控企业危废产生、转运信息的及时性与有效性将得到强化。目前部分重点危废产生企业使用危废信息终端、手机 App 等物联网技术，危废产生后，被置于危废信息终端装置，此装置可称重并直接打印带二维码的电子标签，并将该批次危废第一时间上传至上海市危险废物管理系统。将原来线下操作线上填报的步骤，转化为线下操作同时关联线上，节省了人力成本，其难点是信息终端的联网接入及安全管理。故自来水公司实验室可根据人力资源和管理水平的综合考量，对危废的高要求管理配置相应的设备，以面对未来严格的环保监管所带来的挑战。

综上所述，自来水公司实验室的危废管理，从定义与

分类开始，提高了对各类危废的认知，再从制度管理及培训、废液的成分细分、安全措施升级、简便流程化操作和未来展望等五个方面入手，提出了具体的操作要求和管理方式，能有效提高危废管理中的人员的安全和环境的保护。在严格遵守新法的今天，环保的处罚力度尤为严格，在平时管理上的滴水不漏，提高了工作效率，也推进了自来水公司在绿色生态发展上的可持续发展，使公司脚踏实地完成生态文明建设。

参考文献

- [1] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国固体废物污染环境防治法(2020年修订)[EB/OL]. (2020-04-29)[2025-1-20]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202004/t20200430_777580.shtml.
- [2] 中华人民共和国生态环境部. 危险废物贮存污染控制标准: GB 18597—2023[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2023.
- [3] 王敏俐. 危险废物鉴别监测的现状分析及相关建议[J]. 资源节约与环保, 2020, (4): 65.
- [4] 徐子尧. 关于危险废弃物鉴定监测的现状, 问题及建议研究[J]. 科技创新与应用, 2021, (11): 124-126.
- [5] 杨二辉, 刘莎莎. 危险废弃物处理市场前景分析[J]. 中国锰业, 2022, 40(6): 1-9.
- [6] 韩梦国. 环境检测实验室危险废物的产生及处理分析[J]. 缔客世界, 2021, (5): 351-351.
- [7] 苏欣, 陈海军, 梁曦彤. 高校化学实验废弃物规范化管理与处置的思考与探究[J]. 科技风, 2024, (1): 157-159.
- [8] 中华人民共和国生态环境部. 危险废物识别标志设置技术规范: HJ 1276—2022[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2022.
- [9] 中华人民共和国环境保护部. 危险废物收集、贮存、运输技术规范: HJ 2025—2012[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [10] 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, 26(5): 191-193.
- [11] 张宇晟. 危险废弃物管理与处理措施研究[J]. 农家参谋, 2019, (17): 122.
- [12] 张旭光. 我国危险固体废弃物处理处置现状分析[J]. 绿色科技, 2014, (12): 190-193.
- [13] 雷震, 张耀武, 刘欣, 等. 检验检测机构危险废弃物标准化管理的研究[J]. 中国标准化, 2021, (19): 210-213.