

# 浅谈地方高校实验室废弃物的处置与思考

冯云珠<sup>1</sup>, 高滢<sup>2</sup>, 林清强<sup>3\*</sup>

(1.福建师范大学 科学技术处, 福建 福州 350117; 2.福建师范大学 实验室与设备管理处, 福建 福州 350117;  
3.福建师范大学 生命科学学院, 福建 福州 350117)

**摘要:**针对地方高校实验室废弃物处置存在的问题,对其处置管理的现状进行了深入分析,从地方高校实验室废弃物的安全处置和落实实践出发,提出了一系列改进建议,包括优化管理体系、加强处置人员队伍的建设、确保处置经费的投入、优化处置流程以及加强硬件设施的投入。这些建议旨在为提高地方高校实验室废弃物管理水平提供有力的支持和有价值的参考。

**关键词:**高校实验室;废弃物管理;安全处置;地方高校

**中图分类号:**G647 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2024)12-0089-07

**DOI:**10.14155/j.cnki.35-1293/g4.2024.12.001

高等学校实验室不仅是进行实验教学、科研活动的关键场所,也是培育学生实际操作技能和创新思维的核心场地,更是实践教育的不可或缺的部分。近年来,随着我国持续推进科教兴国和人才强国的策略,国家对高等教育的资金支持逐渐增强。因此,高校实验室作为开展各种教学实践、培养学生的创新思维 and 进行科学研究的关键场所,得到了迅速的发展。但这也导致了实验室内废弃物的数量急剧上升<sup>[1-2]</sup>。这些废弃物种类繁多,有些可能含有有害物质,如果储存和处置不当,将对学校环境和学生健康造成威胁。调查和研究发现高校在处置实验室中的废弃物时,面临着众多的挑战和问题<sup>[3-4]</sup>,包括缺乏完善的管理制度来规范废弃物的分类、收集、储存和处置流程;处理技术和设施相对滞后,难以满足高效、安全的处理需求;师生对废弃物处理的重要性和正确方法缺乏足够认识;监

督力度不够;以及资金和资源投入不足等问题,导致废弃物处置工作难以有效开展。因此,在高等学校实验室管理中,如何以合理、安全和高效的方式回收和处置实验室产生的废弃物,已经变成了一个亟待解决的关键问题。

## 1 废弃物管理的相关国家政策

1995年发布《固体废物污染环境防治法》,并在2002年推出了《国家环境保护“十五”计划》,这两项文件的实施标志着我国废弃物管理步入了全面执行的新阶段<sup>[5]</sup>。随后,教育部和环保总局联合发布了《关于加强高等学校实验室排污管理的通知》(教技[2005]3号),其中强调了校园和实验室的安全管理是高等教育机构的核心任务<sup>[6]</sup>。此外,相关职能部门还陆续发布了如《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》(教技[2019]36号)等一系列的指导性文件和制度,详细规定了废弃物的分类、搬运、储存和处置等各个方面(见表1),以最大程度地确保实验室废弃物得到科学和合理的处置,从而维护环境和人类健康的安全。

收稿日期:2024-04-07

作者简介:冯云珠(1981-),女,汉族,助理研究员,主要从事科研管理、实验室建设与管理。

通讯作者:林清强(1971-),男,汉族,正高级实验师,从事实验教学与管理工

在“最严政策”的大背景之下,对高校实验室产生的废弃物进行严格的管理和处置变得尤为紧迫<sup>[5]</sup>。因此,许多地方高校也相继出台了相关实验室废弃物管理文件,部分地方高校管理文件如表 2 所示。

表 1 国家废弃物管理的相关政策

Tab.1 Relevant Policies on national waste management

文件用途	代表性文件
指导性文件	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国固体废物污染环境防治法 3.关于加强高等学校实验室排污管理的通知 4.教育部关于加强高校实验室安全工作的意见 5.高等学校实验室安全规范
废弃物分类	1. 实验室危险废物污染防治技术规范 (DB11T 1368—2016) 2.危险废物鉴别方法标准 3.国家危险废物名录(2021 年版)
废弃物运输	1. 实验室危险废物污染防治技术规范 (DB11T 1368—2016) 2.危险废物转移管理办法(2021 年)
废弃物贮存	1. 实验室危险废物污染防治技术规范 (DB11T 1368—2016) 2.危险废物贮存污染控制标准( GB 18597—2023)
废弃物处置	1. 实验室危险废物污染防治技术规范 (DB11T 1368—2016) 2. 强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案的通知(2021 年) 3.固体废物污染控制标准(生态环境部) 4.福建省实验室环境污染防治管理办法(暂行)

表 2 地方高校实验室废弃物的管理文件

Tab.2 Management documents for waste from local university laboratories

序号	文件名称
1	福建师范大学实验室危险废物处置费用管理办法(试行)
2	福建农林大学危险废物管理办法
3	福建农林大学实验室废弃物中转系统运行管理细则
4	福建中医药大学实验室废弃物管理办法
5	福建工程学院实验室危险废物管理办法
6	厦门理工学院实验室废弃物分类收集及处置工作指南

## 2 地方高校实验室废弃物处置的现状

### 2.1 常见废弃物的分类

实验室废弃物是指在实验室环境中进行教学、科学研究或其他实验活动时产生的,已经不再具有实际应用价值的气态、固态、半固态和液态物质的统称<sup>[7]</sup>。根据其特性、形状和来源,废物可以被分类为气体、液体、固体、放射性和生物性废弃物这五大类<sup>[8]</sup>。关于其来源和潜在危害,参见表 3<sup>[8-9]</sup>。

表 3 实验室废弃物的类型和危害性

Tab.3 Types and hazards of laboratory waste

类型	来源	危害性
废气	包括挥发性试剂、样品中的挥发性、实验分析中的中间生成物,以及可能泄露或排放的标准气体等。	长时间的暴露可能会对呼吸系统造成刺激和伤害,从而引发呼吸道相关疾病和其他健康隐患。
废液	化学性实验废液和一般废水,包括多余的样品、失效的贮藏液和洗液、大量洗涤水等。	对水体和土壤的污染,对生态系统产生破坏。
固体废弃物	残留的固体试剂、沉淀残渣、消耗和破损的实验用品等。	可能包含有重金属、有害的化学成分和病原微生物等。会对环境和人体健康造成潜在危害
放射性废弃物	指那些含有或被放射性元素污染的物品,这些物品的辐射量超过了国家的管理标准,并且不允许再次使用。	不仅在人体外部引发外部辐射伤害,还可能通过食物摄入或呼吸进入人体,导致内部辐射损伤。
生物性废弃物	主要包括动植物的组织、器官、微生物及其培养基等。	生物性废弃物中可能含有病原体,如细菌、病毒、寄生虫等,可能通过空气、水源等途径传播给人类和动物,导致疾病的发生和蔓延。

### 2.2 废弃物回收转运处置流程

地方高校在学科特点上存在差异,因此实验室废弃物的状况也表现出明显的不同<sup>[5]</sup>。据文献[10]分析由废物处置不当引起的危险化学品事故占 4.67%。为避免这一问题的发生,福建省某高校在长期实践过程中形成了实验室废弃物回收转运处置流程:这一流程由

学院定期统一收集、分类存储和定期转运,同时还加强了相关制度的建设和安全教育培训,以确保该处置模式能够有效地运行(图1)。

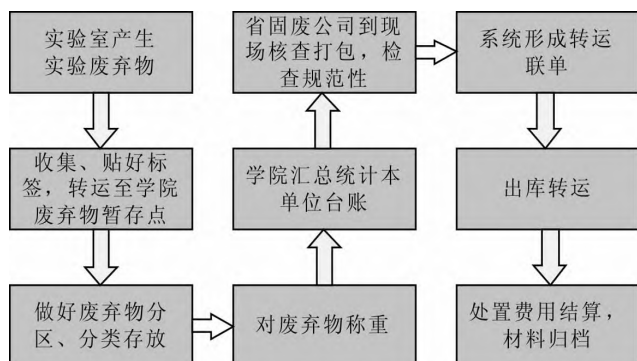


图1 某高校实验室废弃物回收转运处置流程

Fig.1 Recycling transportation and disposal process of laboratory waste in a certain university

### 2.3 处置过程中出现的一些问题

随着我国法律和法规的日益严格,以及社会大众对环保的日益关注,地方高校对实验室的安全管理给予了更多的重视。然而,师生在处置废弃物时,不能100%按照流程规范处置,会出现一些不足之处,具体有以下几种。

#### 2.3.1 废弃物处置意识不强

在福建省某高校对部分理工科学院200多师生进行“您觉得实验室废弃物回收处置不当是由谁的原因引起的?”问卷调查后发现(图2),调查对象中,认为指导教师因素占7%,学生因素41%,废弃物管理员因素占33%,第三方转运处置公司因素占19%。以上调查可以看出,第一,学生对于正确处置废弃物的规范和意识不足,比例最高,说明学校还要加强学生的培训和教育;第二,说明废弃物管理员作为学校的废弃物收集、管理的主体力量,还需加强专业性的指导,并且稳固队伍的建设,以防人才的流失;第三,说明要严格筛选核定第三方公司的资质,委托有资质的转运处置公司,避免在运输和处置过程中发生事故的风险;最后,我们发现指导教师常常忽视对实验室的监管和管理,他们的主要关注点是科研任务的提交和完成,而对于实验室的废弃物管理和指导则显得不足。虽然不同的实验室和实验人员在废弃物分类处置的认识、

理解和操作方面存在一些差异,导致了初步处置的不完善<sup>[11]</sup>。但学校还是要根据各学科的特点,从自身的实际出发加强师生对废弃物处置意识的培训和教育。

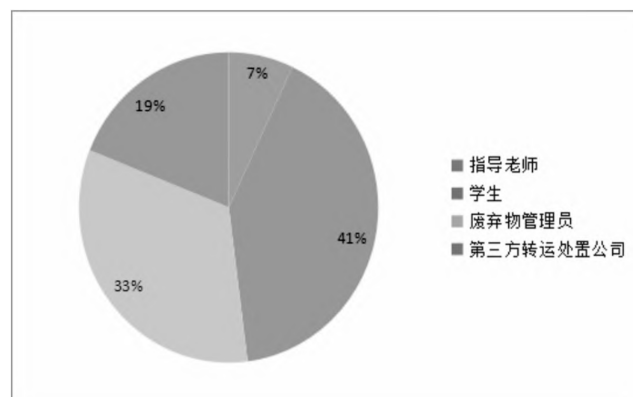


图2 实验室废弃物回收处置不当原因统计表

Fig.2 Statistical table of reasons for improper recycling and disposal of laboratory waste

#### 2.3.2 废弃物规范性回收专业知识不足

实验室废物的分类存在模糊性,部分实验室在废弃物分类上的理解并不充分,没有遵循既定的分类准则,将导致废弃物混放、混运,增加了处置难度和成本,存在配伍禁忌隐患,可能造成安全事故。据文献[12]的调查表明,仅有36%的被调研单位在实验室内对废弃物进行了详细、具体的分类,也仅有28%的单位设立了专门的废弃物分类管理仓库,对各种类型的废弃物实施了持续的监控和管理。另外,废弃物的编号、名称、成分、危险类别等标签信息填写不规范,可能会使转运人员无法准确了解废弃物的信息,导致采用错误的处置方式,例如误将危险废弃物当作普通废物处置,或者将不同危险类别的废弃物混合处置,从而产生环境污染、生态破坏等问题。

#### 2.3.3 废弃物管理人员流动性强,缺少传帮带

首先,生物、化学等专业的实验室往往在实验中产生大量有机废液、无机废液、针头针筒等包装物,具有一定的安全风险。这类废弃物的产生和收集工作通常由实验室内的在读学生负责,而学生两到三年面临毕业,再由新的学生负责,这种缺少长期、专职人员管理废弃物的日常收集、转运的现状,加剧了工作人员的流动性。其次,实验室废弃物管理需要一定的专业

知识和技能,如果操作人员没有得到充分的培训和指导,仅凭经验和习惯处置废弃物,也会增加末端转运公司处置风险。如将剧毒品与普通化学品混放,仅凭经验和习惯处置造成需重新分类打包,增加前处置时间。最后,实验室废弃物管理员需要高度的责任心和耐心,实验室内实验人员的队伍庞大,涉及本科、硕士和博士,以及临时作业人员素质和专业水平参差不齐,需要管理人员付出大量时间和精力,指导规范收集和打包过程。

### 2.3.4 第三方出库转运时间不准时

为提高废弃物转运的成效,高校往往根据废弃物的产生量及类别委托第三方转运公司进行不同频率的转运,但一些地方高校实验室废弃物的转运并没有得到有效的监管,导致需要出库转运的废弃物没有得到及时的处置。福建省某高校是根据每个学院日常产生的废液总量来分批次和时段进行定时定量的转运,据统计该校化学与材料学院每半个月产生的液体废弃物约 1-1.5 吨,使用的存储的容器(塑料桶)约 160 个左右,需半个月转运一次,如果转运不及时,会存在废弃物堆积渗漏等问题,从而导致废弃物无法得到有效处置产生事故的风险。再者,实验室垃圾挥发性气味浓烈,长期堆放,对师生日常工作学习环境造成不良影响。

### 2.3.5 地方高校废弃物处置硬件设施投入不足

与 985、211 高校相比,地方高校在实验室废弃物处置方面投入相对较少,导致废弃物处置硬件设施不足。一些规模小的地方院校都没有专门的废弃物中转站,缺乏专门的实验室废弃物收集容器、处置设备等,特别是废弃物产量大的实验室,未及时转运时,存在超量、堆放的安全风险,给学校环境和师生健康带来潜在风险。

## 3 废弃物的安全处置和落实实践

### 3.1 优化管理体系

地方高校应当根据自己的学科特色和实验室废

弃物管理的实际情况,参照国家和地区的相关管理规定,对其管理体系进行优化和完善,确立明确的学校、学院和实验室三级管理结构,并进一步明确各级管理机构和工作人员的职责与任务。制定详细的废弃物分类收集、运输、贮存和处置规范,确保各项措施落实到位。与此同时,我们需要建立合适的监督体系,加大对实验室废物处置的监控和管理力度,并在发现问题时迅速进行整改。

#### 3.1.1 建立学校、学院和实验室废弃物安全处置机制

以福建省某高校为例,分为三级管理模式,如图 3 所示,第一级管理单位明确实验室危险废弃物的处置要求,制定管理制度,委托有资质的清运处置公司;第二级学院根据自身学科特点制定具体的实验室废弃物管理制度;最后落实到各实验室,根据废弃物处置的流程及注意事项,确保实验室废弃物的收集、分类、储存、管理以及登记等各个环节都得到妥善处置。这种管理模式明确了学校、学院、实验室的职责承担的任务,确保管理职责和工作标准得到严格执行。

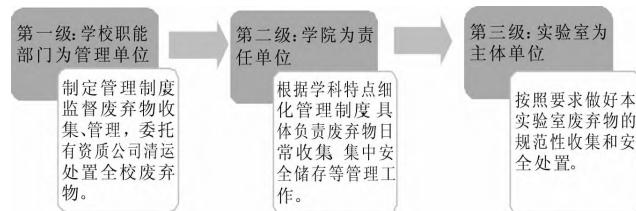


图 3 三级管理体系架构图

Fig.3 Architecture diagram of the three-level management system

#### 3.1.2 加强分类和管理

科学地对实验室产生的废弃物进行分类和收集,是确保废弃物得到规范处置的关键步骤。首先,各类废弃物应按照其性质和危害程度进行分类收集和处置,加强实验室工作人员的环保意识和技能培训,以确保他们对各种废弃物的收集和处置有充分的了解,从而实现废物的分类收集和处置。在实际工作中福建省某高校规定了学院暂存库应按照有机废液、无机废液、包装物、过期药品划分相应的危险废物放置区域,做好分区储存标识,在一定程度上限制了学院废弃物必须要按类收集。其次,建立实验室废弃物的登记检查和暂存设施安全自查管理机制,详细记录实验人员

使用的试剂和具体用量,以及实验废弃物的处置情况。最终,应当定时进行必要的检验,确保实验室的废物得到规范的存储。

### 3.1.3 加强监督力度

地方高校应当增强对实验室废物处置的监控和管理力度,并构建完善的监管体系。通过组建实验室安全督导队伍,在学校、学院和实验室开展多维度的检查,减少不规范行为的产生,落实对违反废物管理制度的行为进行严肃处置,确保各项措施落到实处,及时发现问题并进行有解决<sup>[13]</sup>。各级部门、人员应协同合作,以确保工作流程的顺畅和有效的监督<sup>[1]</sup>。

### 3.2 加强处置人员队伍建设

为了强化实验室废物处置的层次化管理并确保责任明确,各地方高校应根据自己的实际工作状况,积极推动实验室废物的识别、记录、回收、转移和处置等流程,从而进一步减少实验室的安全隐患。某高校根据自身的具体情况,出台了《实验室安全管理实施办法》和《实验室危险废物管理办法》,明确规定了各个级别的部门以及教师和学生的职责(图4)。在实际工作中,各级联动,各司其职,充分发挥各级管理和实际操作人员的效力<sup>[14]</sup>。

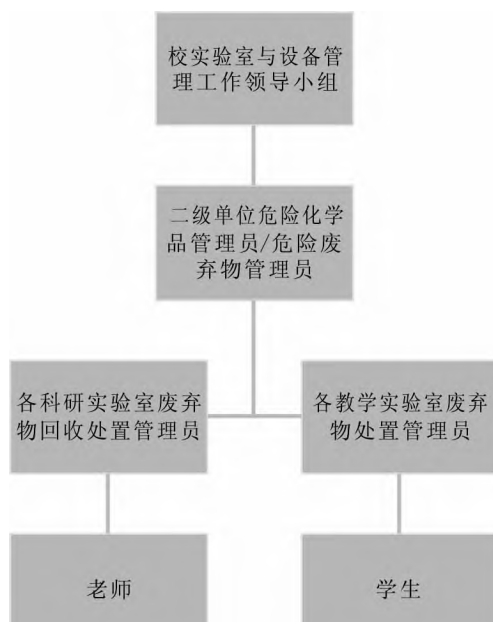


图4 实验室废弃物处置人员队伍建设架构图

Fig.4 Construction structure of laboratory waste disposal personnel team

校实验室与设备管理工作领导小组统筹协调全校各单位实验室危险废物的处置及监督检查;二级单位危险化学品管理员或危险废物管理员负责通知、指导、监督和汇总各科研和教学实验室收集的危险废物并定期开展入库登记;废弃物回收处置管理员负责本实验室废弃物的规范的回收和处置;实验人员(老师和学生)在废弃物回收处置管理员的指导下进行实验室废弃物的规范性回收。

### 3.3 保障处置经费投入

为依法依规处置实验室危险废物,切实做好实验室环境保护工作,促进教学科研工作可持续发展。为了确保废物能够顺利地被收集、转移和处置,学校级别需要持续增加经费支持<sup>[15]</sup>,以确保资金的有效使用。某高校出台了《实验室危险废物处置费用管理办法》,明确规定了由本科教学实验室产生的危险废物的处置费用应由学校自行承担;科研实验室产生的危险废物,处置费用按照学校承担80%、二级单位承担20%。同时也要求二级单位可根据本办法以及本单位实际情况,制定本单位处置经费分担机制管理实施细则,根据实际情况将本单位危险废物处置费用列入年度实验室安全经费预算,并报校职能部门备案。2019年到2023年6月期间,该高校实验室废弃物处置总量249.24吨,处置经费达280.29万元,给学校带来的财政负担日益增大,但学校仍坚持支付并将其作为专项经费进行预算。

### 3.4 优化具体处置流程

实验室的废弃物中最常见的莫过于有机废液,比如化学合成常用的药品乙腈,具有优良的溶剂性能,能够进行典型的腈类反应,并被应用于制备多种典型的含氮化合物,因此在化学研究实验中得到了广泛的应用。乙腈是一种容易燃烧的物质,它的蒸气和空气可以混合成具有爆炸性质的物质。在使用和收集时需采取必要的预防措施,以防止其潜在的危险特性造成危害。学校在对此类有机废液的回收有着非常严格的程序,如图5所示。



图5 有机废液的回收程序

Fig.5 Recovery procedure for organic waste liquid

### 3.5 加强硬件设施投入

实验室废弃物处置和暂放需要相应的设施和设备,但由于投入不足或缺乏合理的规划,导致一些地方高校的实验室废弃物处置暂放设施不完善,无法满足实际需求。为了满足各学院废弃物的分类暂放需求,目前某高校共建有一个校级废弃物暂存点,另外根据各学院废弃物暂放的需求,建立了9个院级废弃物中转站。每个中转站平均投入10~40万元不等,严格按照危险废弃物中转站的建设要求,配备完善的消防设施和应急救援设备,如灭火器、消防栓等,防爆摄影头、灯、开关和插座,防静电装置等;建有充足的通风设施,如排风机等,以保证空气流通和防止废气积聚;为避免废物渗透污染地下水或土壤,配齐渗漏废液托盘;使用可分类收集和废弃物的贮存柜、货架等,以防止不同种类的废物混合存放或产生二次污染。

### 3.6 监督与责任追究

在地方高校实验室废弃物的管理中,确保监督与责任追究的严格执行,对于维护校园环境安全、防止环境污染及保障师生健康至关重要。某高校已构建实验室安全督导机制,通过《实验室安全督导工作实施办法(试行)》明确督导团职责,全面监督实验室废弃物的回收、存放、处理等环节,确保安全管理工作的有

效执行。同时,学校还通过《实验室安全管理实施办法(试行)》《实验室危险废物管理办法》及《实验室危险废物处置费用管理办法(试行)》等文件,强化了责任追究机制。对于安全责任落实到位、造成事故损失的责任人,将依规给予纪律处分并赔偿损失;对于乱排、乱倒、私自处理危险废物的行为,学校将严肃处理,直至追究法律责任;对于二级单位产生的危险废物处置不当行为,相关单位或个人不仅要承担责任,还需自行承担全部处置费用。这些措施共同构成了学校实验室废弃物管理的严密防线。

## 4 结语

在高等学校中,实验室废弃物的妥善处置是确保校园环境安全和可持续运营的关键环节。废弃物的回收与处置,既是国家法律规范的要求,也是维护校园安全的重要环节。通过合理的废弃物规范收集、分类、安全处置和教育培训,地方高校可以最大程度地减少废物对环境的不良影响,并为师生提供安全的实验环境。因此,各地方高校必须加强对环境保护的社会责任意识,根据各自的实际情况,建立规范化的废弃物管理体系,加强专业人员队伍的建设,投入专项的治理资金,有效地提升废弃物处置的硬件和软件设施,将实验室废弃物处置与学校的教学科研实验室建设有机地结合在一起,以促进两者的良性发展。

## 参考文献:

- [1] 莎日娜,叶剑新,唐俊峰.校院两级管理体制下加强高校实验室废弃物处置管理的思考[J].实验技术与管理,2018,35(5):267-269.
- [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] 杜骁,蒋如宏.西藏地区高校实验室危险废弃物管理现状及对策[J].实验室研究与探索,2021,40(5):305-308.
- [4] 徐烜峰,王能东,吕明泉,等.化学实验室废物处理的意识调研和对策[J].实验室研究与探索,2018,37(1):284-288.

- [5] 傅志刚,潘蕾,王峥,等.浙江省高校实验室危险废弃物处置现状与对策研究[J].实验技术与管理,2022,39(9):241-245.
- [6] 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.
- [7] 金雪明,蒋芸.高校化学实验室废弃物安全管理研究[J].实验教学与仪器,2018,35(10):72-73,80.
- [8] 金诚,任青青,陈继东.实验室废弃物分类收集和管理[J].上海化工,2023,48(3):37-39.
- [9] 熊顺子,秦敏君,徐毅,等.高校生物实验室废弃物分类处置研究与实践[J].实验技术与管理,2019,36(2):171-174.
- [10] 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管理对策研究[J].实验技术与管理,2020,37(12):317-322.
- [11] 邹品相,钟浩然,郑郅浩,等.地方高校实验室化学废弃物的处置与思考[J].当代化工研究,2020(5):106-107.
- [12] 陈璐,冯倩倩,靳娇,等.部分高校生物废弃物处置现状分析与建议[J].实验技术与管理,2017,34(11):268-271.
- [13] 杜骁,张青青.新的安全形势下“五位一体”实验室安全管理体系的构建[J].实验室研究与探索,2017,36(5):290-294.
- [14] 台红祥,陈彦军.高等医学院校实验室废弃物安全体系的构建[J].实验室科学,2022,25(4):185-187,190.
- [15] 尚翠,彭亮,周细红,等.高校实验室危险废弃物管理机制探索[J].教育教学论坛,2020(32):37-38.

## Discussion on the Disposal and Reflection of Laboratory Waste in Local Universities

FENG Yunzhu<sup>1</sup>, GAO Ying<sup>2</sup>, LIN Qingqiang<sup>3\*</sup>

(1.Science and Technology Department, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350117;

2.Laboratory and Equipment Management Division, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350117;

3. College of Life Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350117)

**Abstract:** In response to the problem of waste disposal in local university laboratories, an in-depth analysis was conducted on the current situation of disposal management. Starting from the safe disposal and implementation practice of waste in local university laboratories, a series of improvement suggestions were proposed, including optimizing the management system, strengthening the construction of disposal personnel team, ensuring investment in disposal funds, optimizing disposal processes, and strengthening investment in hardware facilities. These suggestions aim to provide strong support and valuable references for improving the level of waste management in local university laboratories.

**Key words:** universities laboratory; waste management; safe disposal; local university

(责任编辑:叶丽娜)