

高校实验室环境安全与污染防治



扬州大学实验室与设备管理处 周骥平教授

2016年12月23日 常州

报告提纲

- 一、高校实验室环境安全与污染现状分析
- 二、实验室环境污染防治的硬件建设
- 三、实验室环境污染防治的软件建设
- 四、结束语

一、高校实验室环境安全与污染现状分析

1.1 环境安全的定义

系统所在环境的安全

1.2 环境安全的分类

- ☑ 生产技术性的环境安全
- ☑ 社会政治性的环境安全



广义的环境安全是指人类赖以生存发展的环境处于一种不受污染和破坏的安全状态，或者说人类和世界处于一种不受环境污染和环境破坏危害的良好状态。它表示自然生态环境和人类生态意义上的生存和发展的风险大小。

一、高校实验室环境安全与污染现状分析

1.3 实验室环境安全

- ☑设施布局：设备间距、操作空间、护罩护栏等；
- ☑物品摆放：原材料、半成品、成品及工具等的摆放整齐、平衡、牢固、限量等；
- ☑地面状态：通道畅通、人行道及空地应平坦无绊脚物、各类标志醒目等；
- ☑设备防护：防护设施及操作者防护用品应完好，符合标准；
- ☑废弃物处置：废液、废气、固体废弃物等实行有效处理，达标排放。

实验室的环境安全是高校教学、科研工作正常开展的重要保证，也直接关系到教师和学生的人身安全与健康。

一、高校实验室环境安全与污染现状分析

1.4 实验室环境安全现状

- ☑空间狭小，设备间距不符合规范；
- ☑物品摆放杂乱；
- ☑安全通道不畅通，缺少相应标识；
- ☑安全防护设施不到位；
- ☑缺乏实验废弃物处理设施，对实验室内外环境造成污染，影响师生身心健康。



一、高校实验室环境安全与污染现状分析

影响实验室环境最大且过去大多不被重视的是**实验产生的污染物**

回废液：包括多余的液体样品、制作标本清洗及样品分析残液、失效的储藏液和洗液，大量洗涤水以及有机萃取液、有机试剂、废油等

回废气：包括挥发性试剂和样品的挥发物、分析过程中间产物、泄漏和排空的标准气和载气等。

回固体废弃物：包括废弃的固体样品、分析产物、消耗或破损的实验用品（如玻璃器皿、纱布等）、残留或失效的化学试剂等。



实验过程废液



实验过程废气



废弃试剂瓶



废弃实验动物

一、高校实验室环境安全与污染现状分析

1.5 实验室环境污染的特点

- ➡ **污染物种类复杂** 实验室涉及物理、化学、分析化学、辐射学等多门学科，实验项目众多、所用化学品千差万别。
- ➡ **污染数量少** 单个实验项目产生量小（相对于工业生产）。
- ➡ **污染危害大** 实验室排放的废液、废气、固废不但污染周围环境，也对大气、河道、地下水或土壤产生严重。
- ➡ **污染治理设施少，管理不善** 我国实验室的污染长期以来未受到足够的重视，绝大多数实验室没有详尽和完善的管理措施。
- ➡ **污染呈隐性及间断特征** 高校实验室污染往往是隐性的，间断的，不连续的，不易被察觉，不易引起重视。

一、高校实验室环境安全与污染现状分析

1.6 高校实验室环境安全与污染问题的主要原因

- ➡ 法律、法规的不完善
- ➡ 对实验室环境安全与污染问题认识及研究不够
- ➡ 环保设施建设投入不足
- ➡ 管理职责不明，监督不力



二、实验室环境污染防治的硬件建设

应对实验室环境安全与污染的措施，首要的是积极构建实验室环境安全尤其是实验污染物的治理体系，通过硬件条件的建设来保障实验室的环境安全。

实验室环境安全与污染防治的硬件条件建设主要包括：**实验废液处理系统、实验废气净化处理系统、实验动物尸体处理系统、实验试剂瓶处理系统等。**

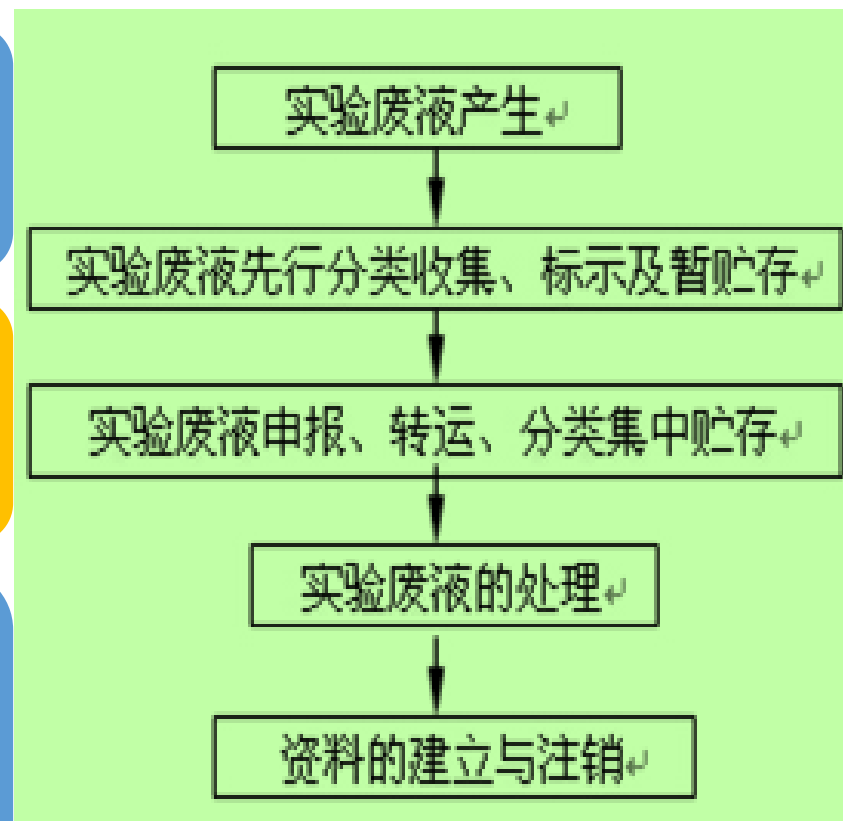
二、实验室环境污染防治的硬件建设

2.1 实验废液处理系统

主要是对由实验产生的废液及其它污水进行有效、系统的管理和处置。

实验室废液处理系统由分类收集、包装、标签、运输、贮存、转运、处理部分组成。

通过分类氧化还原反应预处理后混合+微电解反应+混凝沉淀+生化反应组合工艺处理实验室废液。处理达到《污水排入城市下水道水质标准》(CJ343-2010)后排入城市下水道。



实验室废液处置体系架构图



二、实验室环境污染防治的硬件建设

医学实验室废水处理

高校动物医学、动物检验与检疫以及生命科学类实验室等在教学实验过程中产生的废水中含有大量病原微生物，是各种动物传染病和人畜共患传染病的传播源头，其危害性不亚于医疗废水，如果未经无害化处理或者处理不达标排放，将严重污染环境，容易导致公共卫生事件的发生。

医学实验室废水处理执行《动物诊疗机构管理办法》（中华人民共和国农业部令 第19号）、《江苏省宠物诊疗机构规范化建设标准(试行)》及《实验室生物安全通用要求》（GB19489-2004）以及《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）。



二、实验室环境污染防治的硬件建设

2.2 实验室废气处理系统

实验室设置通风橱进行通风换气是排出实验室废气、改善实验室空气质量的最有效措施之一。但对周边环境的污染并未消除，特别是酸雾以及甲醛、苯系物等挥发有机废气，并不满足环保部门的排放要求。



实验室废气处理系统需通过净化工艺对废气进行分类和综合处理，有效消除有害污染物对实验室人员以及周边环境的污染。同时在条件许可的情况下，借鉴垃圾分类思路，指导各实验室对通风橱集中分类使用，以降低净化装置购置费用和运行成本。

实验室废气处理系统应适合于连续和间歇排放废气的治理；通过PLC技术自动控制和调整运行过程中的流量、PH值、温度、湿度、液位、风速、风量等参数来确保达标排放；应根据废气的种类采用相适应的净化组合(水淋、中和、生物、紫外、吸附、催化等)来同时净化多种污染废气，满足国家的相关排放标准。

二、实验室环境污染防治的硬件建设

1. 酸雾废气净化处理装置

由扬州大学环境科学与工程学院与扬州天辉实验室装备环保工程有限公司联合研制的FQ-S 酸雾废气净化处理装置是一种高效、节能实用的酸雾净化塔，属两相逆向流填料吸收塔，适用于酸煮预处理实验室，对实验过程中产生的酸雾净化率达95%以上。

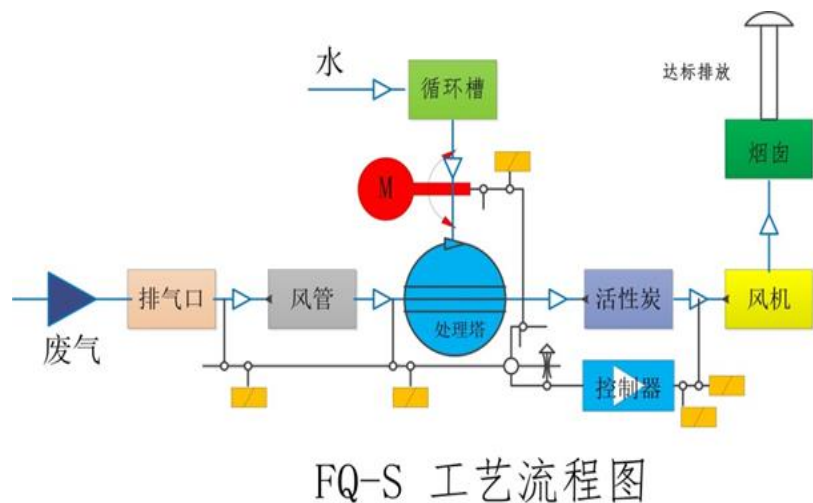


二、实验室环境污染防治的硬件建设

2. 实验室恶臭废气净化处理装置

实验室恶臭废气净化处理装置针对各类恶臭废气如动物房排出的恶臭废气，实验动物尸体处理产生的恶臭废气、污水处理产生的恶臭废气以及各类实验中产生的恶臭废气等，采用生物填料塔等对连续和间歇排放废气进行净化。

实验室恶臭废气净化处理装置应能实现自动化运行操作，通过PLC控制和调整运行过程中的流量、PH值、温度、湿度、液位、风速、风量等参数来确保达标排放。



二、实验室环境污染防治的硬件建设

3. 实验室活性炭再生废气净化处理装置

该装置适用于风机无法接驳到屋顶和地面有大风量、浓度变化大、多组份有机废气治理需求的实验室，其特点是：利用活性炭的强吸附性，对各类有机废气进行吸附，使排放气体达标。经过特殊的工艺处理后活性炭，能产生丰富的微孔结构，这些人眼看不到的微孔能够依靠分子力，吸附各种有害的气体分子和液体分子，从而达到净化的目的。

该装置具有反复活化活性炭功能、延长活性炭的使用寿命、达到环保节能的目的、且自动化程度高通过数显PLC控制、活性炭自动活化、操作方便。

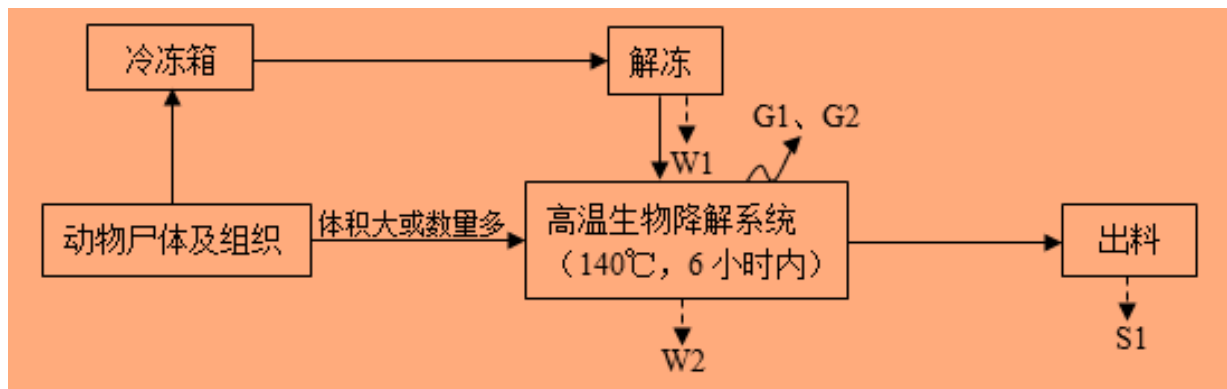


二、实验室环境污染防治的硬件建设

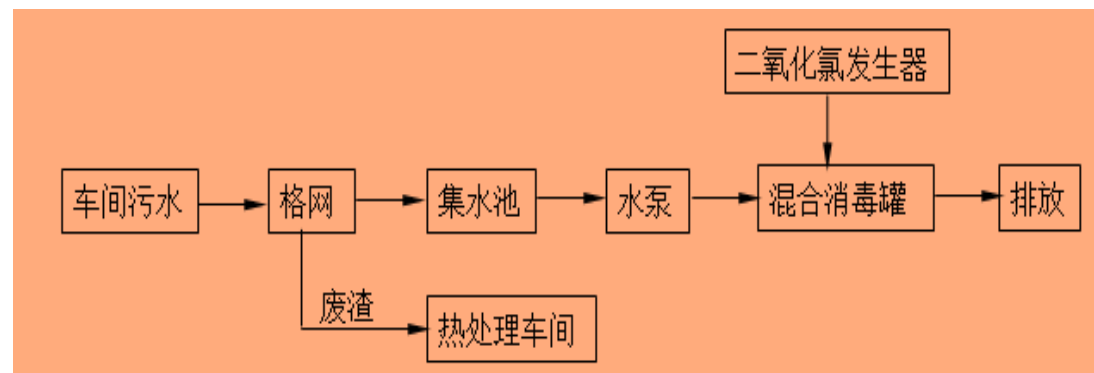
2.3 实验动物尸体处理系统

实验动物尸体处理系统的建立，可防止因实验动物尸体处理不当而污染教学环境与室外环境的事件发生。目前较先进的技术方法是通过高温灭菌技术和生物降解技术的有机结合来处理实验动物尸体组织，达到无害化处理要求。

该装置需配套污水处理及废气净化处理系统。



高温降解处理实验动物尸体工艺流程图



实验动物尸体降解中污水处理工艺流程图

二、实验室环境污染防治的硬件建设



实验动物尸体处理中心



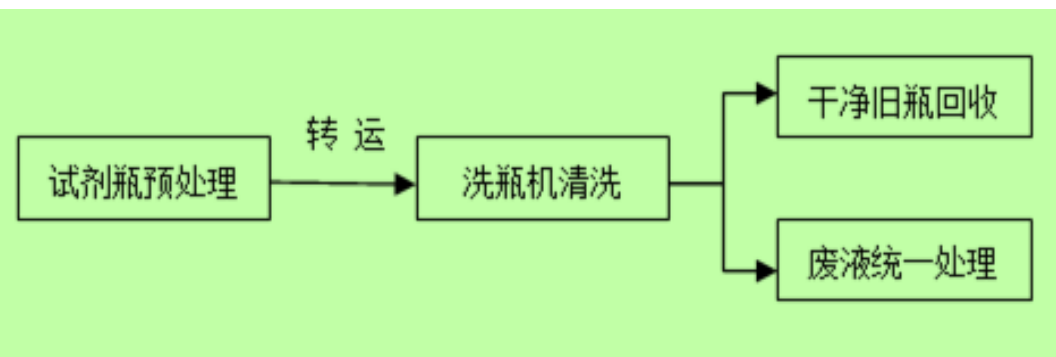
实验动物尸体生物降解处理装置

二、实验室环境污染防治的硬件建设

2.4 实验试剂瓶清洗回收处理系统

该系统针对高校内各实验室存在的因废弃试剂瓶无法处理乱堆乱放以及由于个别学生乱扔试剂瓶而发生的意外建立的。

该系统将实验室的废弃试剂瓶统一收集，运送至指定的洗瓶机房进行清洗、晾晒、存储后交由有资质的资源回收公司回收利用；洗瓶废水排入实验室废液处理装置进行处理。



实验试剂瓶处理流程图

二、实验室环境污染防治的硬件建设



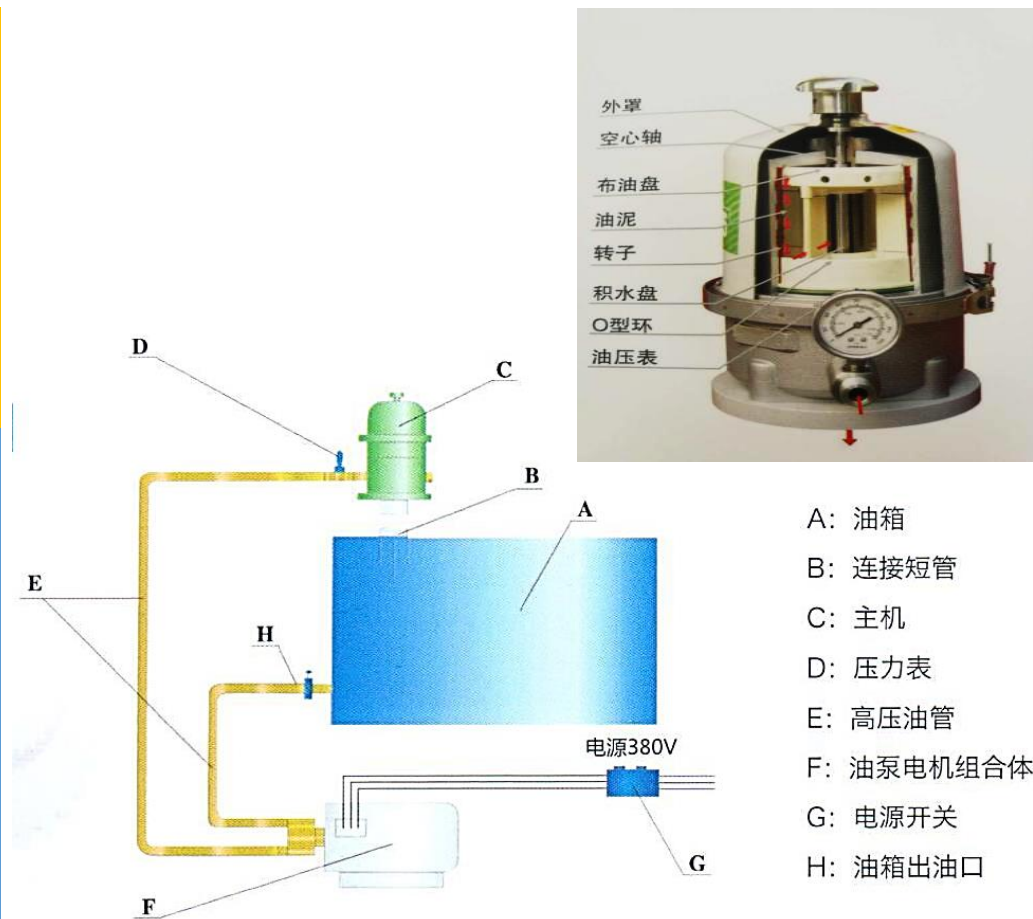
扬州大学实验试剂瓶处理系统

二、实验室环境污染防治的硬件建设

2.5 实验设备油品净化处理系统

该系统针对高校内各实验室尤其是工科类实验设备存在的润滑油、液压油、齿轮油、冷却油等工业油品定期更换而造成的处理与使用成本高的问题。

该系统以离心力的原理直接驱使实验设备油液中的杂质分离出来。这些杂质包括坚硬而锋利的磨损性金属物质以及会使零件磨损或使机油变质的残留沉积物，即使 $1\mu\text{m}$ 那样大小的颗粒亦能被分离出来。过滤后的油液通过自然重力直接流回油箱中重复使用。



实验设备油品净化处理系统

三、实验室环境污染防治的软件建设

实验室环境安全与污染防治的硬件条件建设只是解决了实验室环境安全保障的手段问题。还需要通过对各环境安全与污染防治处理过程的规范管理，才能真正发挥硬件条件的作用，取得实效。

3.1. 积极做好实验室环境安全的源头管理

从实验内容上进行优化，以便减少废弃物的产生

要善于采用先进的仪器，减少环境危害

采用多媒体系统模拟仿真手段进行实验

积极推进实验室准入制度，让每一个走进实验室的教师和学生知晓实验室环境安全的处理规定，引导师生养成正确处理废弃物的良好习惯。

三、实验室环境污染防治的软件建设

3.2 重视实验室环境安全与污染防治问题研究

近年来，我国高校实验室建设无论从数量和质量上都达到了前所未有的高度，而同时实验室环境安全工作也面临着巨大的压力和挑战。

高校实验室环境安全与污染防治是一个应该重视但尚未引起高度重视的领域。

- ✅ 设立实验室环境安全与污染防治研究机构
- ✅ 立项实验室环境安全研究课题
- ✅ 建立高校实验室环境安全评估机制



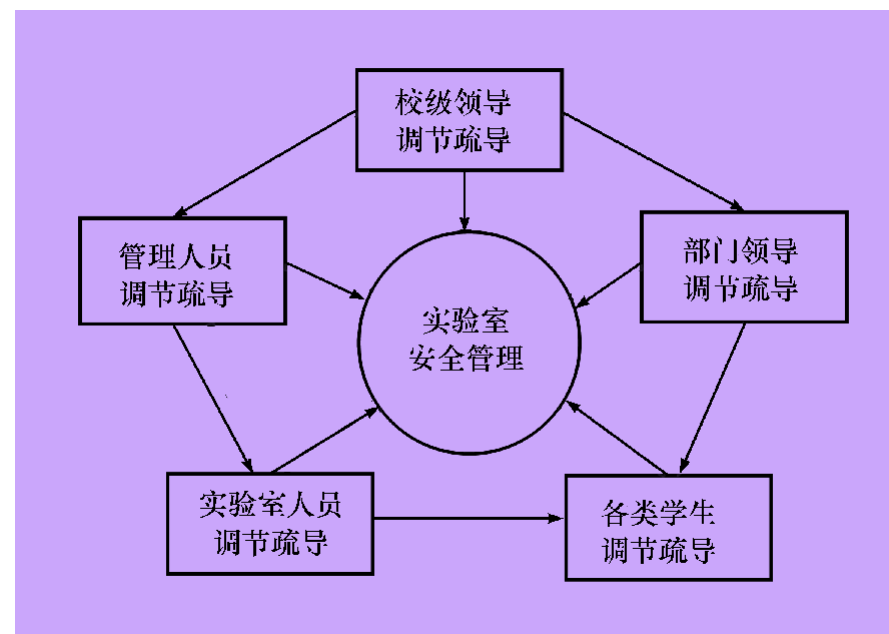
三、实验室环境污染防治的软件建设

3.3 加强实验室环境安全与污染防治的心理疏导

人的行为是在心理支配下完成的。人的认知、情绪、态度、气质、能力、性格等心理特征决定着人们的行为及结果，也就影响和制约着行为的安全性。

在高校实验室环境安全管理中存在：（1）麻痹心理，（2）侥幸心理，（3）逆反心理，（4）好奇冒险心理，（5）从众心理，（6）厌倦敷衍心理，（7）情绪紧张心理等常见的不安全心理状态。

人的心理和行为之间是存有一定的规律，是可以预测并加以引导的。因此，在高校实验室环境安全管理中主动激发人的内在动力就显得非常重要。



“五位一体”的心理疏导体系结构

三、实验室环境污染防治的软件建设

3.4 制度建立

建立行之有效的管理制度。包括环境管理制度和管理原则。

一般包括：化学药品安全管理规定、相关人员培训制度、化学实验整体优化原则、化学药品及仪器使用程序化原则、实验操作指导、废弃物回收处理操作指导、环境监测制度、评估与考核制度等。

编制成守则，放置在实验室醒目位置，使实验室工作人员和学生都有章可循，而不是处于“盲目无知”的状态。

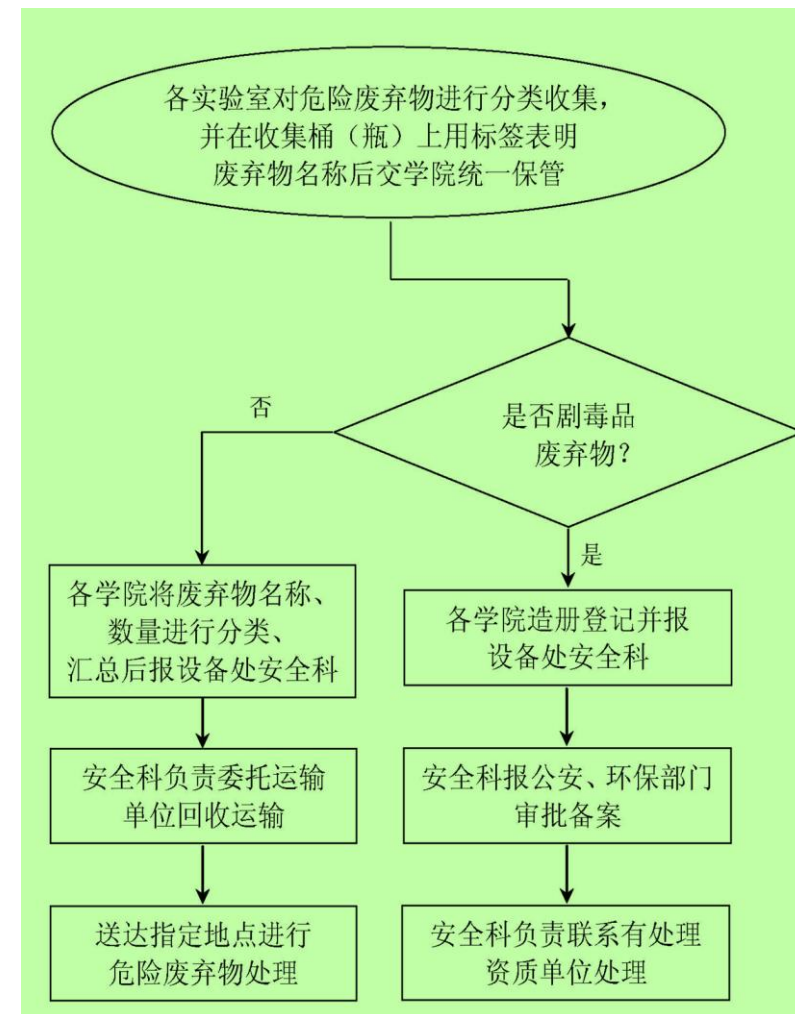


三、实验室环境污染防治的软件建设

3.5 规范环境安全与污染防治处理系统的工作流程

落实和保证环境安全与污染防治处理过程中的四“专”，即“专门地点集中、专门房间、专门容器存放、专门人员管理”。

管理机构主要职责是贯彻落实管理制度，监督实验室人员对环境安全与污染防治的处理，检查收集的实验室废弃物是否分类存放于特定的地点和容器，定期开展实验室环保安全教育和培训，使对环境安全与污染防治的管理人人重视、个个参与，对于违规操作的学院和个人要按照责任追究制度的管理规定，进行责任追究。



扬州大学实验废弃物回收处理流程

三、实验室环境污染防治的软件建设

3.6 加强实验室环境污染治理过程的监督与检查

实验室环境污染治理是一项长期而复杂的系统工程，因涉及人员、实验室废弃物较多，管理稍不到位就会导致安全危害的产生。所以，必须要加强治理过程的监督与检查才能促进环境污染治理的效果，才能有利于实验室管理水平的提高，维护实验室安全和周边环境。

通过制定工作规范、常规督促与不定期抽查相结合，通过聘请实验室安全督导督促检查，认真治理实验废弃物处理不规范、乱作为等行为。健全投诉受理机制，加大责任追究力度，对有令不行，有禁不止的失职、违纪等行为依据有效的规章制度，加大处理力度甚至追究相关领导的责任。



四、结束语

高校实验室环境安全与污染防治是高校可持续发展及在国内是否具有竞争力的重要因素之一。

☑21世纪，环境问题是人类面临的主要问题之一。随着人们对环境安全与污染防治问题的关注，作为建设创新型国家重要载体的高校实验室，环境安全与污染防治问题显得越来越重要。

☑完善的政策法规、技术标准和社会实践是实验室环境安全与污染防治体系构建的法律和实践基础。

☑将高校实验室纳入环境监管范围，并**全面推行实验室环境管理体系**，规范实验室的各种行为，是必然的要求。



谢谢您的聆听

敬请提出宝贵的意见和建议!

