高校院系生物类实验室安全管理体系建设*

席 超[1)†] 翟 宇[2)] 靳 溪[1)] 李雪生[1)] 徐 冰[1)] 佟 丽[1)]

(1)北京师范大学生命科学学院, 100875, 北京; 2)北京师范大学实验室安全与设备管理处, 100875, 北京)

摘要 实验室是高校人才培养和科学研究的重要平台,实验室安全管理体系建设是实验室工作的重点. 以北京师范大学生命科学学院为例,对实验室安全责任体系、安全管理制度、安全教育和准入、安全检查和整改机制、实验场所和安全设施管理、设备安全和共享管理、化学品安全和生物安全管理、废弃物管理等工作进行梳理,总结了高校生物类实验室安全管理体系的建设工作,旨在杜绝实验室安全事故,保障实验室安全运行.

关键词 高校;生物类实验室;实验室安全;管理体系

中图分类号 X921 **DOI:** 10.12202/j.0476-0301.2023131

0 引言

实验室是高校教学和科研的重要场所,承担着人才培养、学科建设、科学研究和社会服务等重要功能. 近些年来,随着高等教育的发展,高校办学规模迅速扩大,科研项目不断增加,各级各类实验室也进入发展快车道,特别是国家一流大学和一流学科建设的提出和开展,对高校实验室的建设和安全运行提出了新的、更高的要求[1−2]. 安全是实验室建设的首要工作,关系着师生的人身和国家的资产安全,一旦发生事故将造成很大的损失[3−4].

北京师范大学生命科学学院(以下简称“学院”)拥有生态学和生物学2个一级学科,内设生态系和生物系2个系,1个国家级实验教学示范中心和1个大型仪器共享实验技术中心. 学院现有东北虎豹生物多样性国家野外科学观测研究站、生物多样性与生态工程教育部重点实验室、细胞增殖及调控生物学教育部重点实验室、抗性基因资源与分子发育北京市重点实验室、基因工程药物及生物技术北京市重点实验室、生态服务产业规划与设计北京高等学校工程研究中心、东北虎豹国家公园保护生态学国家林业和草原局重点实验室、国家林业和草原局东北虎豹监测与研究中心等8个专门性研究中心等科技创新及高层次人才培养机构. 学院拥有科研实验室、教学实验室和共享实验室等,实验室数量大、种类多,涉及的安全问题多样和复杂. 依据冯建跃等[5]提出的高校实验室安全检查指标体系,以及教育部科技司开展的高校科研实验室安全检查中使用的《高校实验室安全检查表》,根据生物类实验室常见安全隐患和问题[6−10],结合学院实验室建设的实际情况和具体做法,学院建立了一套以实验室安全责任体系和各类管理制度为总体框架和依据,涵盖实验室安全教育和准入、安全检查和整改、场所和安全设施、设备安全和共享管理、化学品安全、生物安全以及实验室废弃物等7个部分内容的实验室安全管理体系(图1). 经过实践检验,该体系起到了不错的效果,学院未发生过严重的实验室安全事故. 本文对学院实验室安全管理体系建设的各个方面做了梳理总结,旨在从根源上杜绝实验室安全事故,保障实验室安全顺利地开展各项实验工作,也为其他高校同类实验室的安全保障提供参考.

图1 学院实验室安全管理体系

* 横向课题-生命科学创新人才孵育研究资助项目

† 通信作者:席超(1980—),博士,高级工程师. 研究方向:实验室安全、大型科研设备共享平台建设等. E-mail: xichao@bnu.edu.cn

收稿日期:2023-04-27

1　实验室安全责任体系和安全管理制度

1.1　实验室安全责任体系　根据学院实验室管理的实际情况, 学院建立了学院–系/中心–实验室三级实验室安全责任体系(图 2). 体系由学院实验室安全管理领导小组(以下简称“领导小组”)、系/中心负责人、实验室负责人、实验室建设与管理专业委员会、教室安全员和学院办公室等组成.

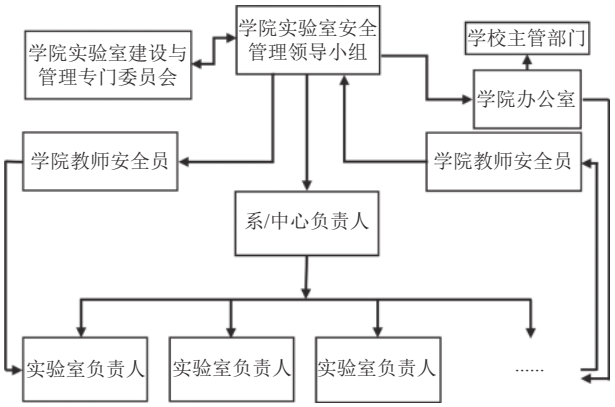

图 2　学院实验室安全责任体系

领导小组全面负责学院实验室安全管理工作, 党政正职领导为第一责任人; 分管科研的领导为主要责任人, 负责学院实验室安全工作的具体开展; 系/中心负责人为院内各单位实验室安全工作的主要责任人, 统筹各单位的实验室安全管理工作; 实验室负责人(导师、教学和公共实验室安全管理员)是其负责实验室安全工作的直接责任人, 直接负责本实验室的安全工作. 三级体系层层签订《安全责任书》, 明确各方责任, 确保安全工作得到落实.

实验室建设与管理专业委员会是领导小组组建的, 是由学院各学科方向的教授或具有高级职称的工程技术人员组成的专家委员会, 为领导小组提供实验室整体规划、设计、建设和安全管理方面的专业顾问指导. 学院教师安全员是体系内非常重要的环节, 受领导小组直接管理, 对各自分管区域内的实验室安全工作起到监督检查和督促整改的作用. 安全员定期对实验室安全情况进行检查, 及时找出安全隐患, 督促和指导实验室负责人对隐患进行限期整改, 对整改结果进行验收并及时上报管理领导小组. 管理领导小组根据整改情况, 及时对系/中心负责人进行督导, 系/中心负责人负责落实. 学院办公室一方面负责与学校实验室安全主管部门进行对接, 及时传达上级部门通知和反馈学院情况; 另一方面负责学院实验室的基础安全保障工作, 如定期更换急救药箱、定期检查更新消防设施、定期检查维护应急喷淋设施和水电应急维修等.

1.2　实验室安全管理制度　制度是工作顺利开展的保障, 以国家、部委和学校的相关法律、法规和规章为依据, 充分考虑 2 个一级学科特色、实验室现状和实验室安全工作. 学院制订并不断完善各类安全管理制度, 如: 针对学院各类型实验室的《实验室安全管理办法》《实验室安全自查月报制度》《学院实验室事故应急方案》《实验室废弃物分类办法》; 针对安全教育的《学院实验室安全教育制度》; 针对公共实验室管理的《学院大型仪器共享使用管理办法》; 针对实验动物安全的《实验动物中心管理制度》和《动物伦理审查管理办法》等. 同时, 系、中心和各重点实验室还根据各自实验室的不同需求制订了相应的管理制度和规范, 如《实验教学中心学生实验规范对照记录表》《生态学系实验室和学习室规定》和《实验技术中心大型仪器共享管理规定》等, 以确保制度能够更加准确、灵活地保障实验室安全运行.

2　实验室安全教育和准入

李志红[11] 对实验室安全事故统计分析表明, 由操作失误等人为因素造成的事故超过 60%. 因此, 实验室安全教育和准入制度是学院实验室安全管理体系建设中最应该重视的部分[12–13]. 学院建立了入学安全教育、课堂安全教育、实践安全教育相结合的贯穿于人才培养全过程的实验室安全教育体系和实验室准入制度(图 3).

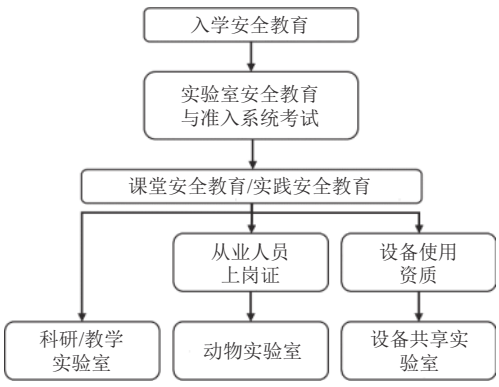

图 3　学院实验室安全教育和准入

2.1　入学安全教育　“道路千万条、安全第一条”. 为了使学生在进入实验室之前, 就树立起良好的安全意识, 了解实验室安全的基本知识, 养成良好的安全习惯, 学院针对全体新生, 在入学后第一周内开展实验室安全入学教育讲座. 讲座以典型实验室安全事故案例和事故原因分析为切入口, 以实验室常见安全隐患和安全检查中出现的问题为例, 概述实验室基础安

全、化学品安全、生物安全、辐射安全、设备安全、信息安全、安全设施和应急处理等基础知识. 此外, 学院为新入校研究生提供实验室安全礼包, 其中包括实验服、护目镜、计时器、标记笔和实验记录本等, 向他们传递实验室安全意识, 引导他们从“要我安全”向“我要安全”的观念转变.

2.2 课堂安全教育 在入学安全教育的基础上, 学院还设立了课堂安全教育环节. 实验类课程都将实验室安全作为第 1 章节的教学重点, 任课教师针对不同实验课程内容和不同教学实验室对安全的要求开展安全教育. 课堂安全教育是入学安全教育的延伸和细化, 更加具有针对性. 针对不同实验室和实验内容可能涉及的安全问题进行详细讲解, 重点关注化学品安全、设备安全、生物安全和废弃物处理等, 确保学生全面了解实验过程中的安全隐患, 正确进行实验操作, 开展实验工作.

此外, 学院不断丰富课堂教育内容和形式, 在 2022 年研究生培养方案修订过程中, 增加了“生物实验室安全和科研伦理”课程, 课程共 1 学分, 16 学时, 面向一年级全体研究生, 课程内容在涵盖实验室安全基本知识基础上, 强化了对生物安全和科研伦理的教育.

2.3 实践安全教育 实践安全由于难以实施, 往往是学校安全教育的薄弱环节, 甚至被忽略. 学院积极开展灭火器使用和灭火演练、高压和高温容器使用、洗眼器和应急喷淋使用以及大型仪器设备上机培训等多种形式的实践安全教育; 针对实验动物使用环节, 学院设置了实验动物操作和饲养设施使用方面的实操培训. 同时, 学院还通过将实验室安全检查结果和研究生奖学金评定挂钩, 教师安全员参与奖学金答辩环节等举措, 督促学生在日常实验室工作中时刻遵守实验室安全规定, 也起到了安全教育的作用.

2.4 虚拟仿真实验课程教育 学院国家级实验教学示范中心建立了虚拟仿真实验课程“实验室安全事故应急处理”, 学生可以通过鼠标和键盘控制虚拟的实验人员在实验室场景中开展实验工作, 工作过程中会依次出现不同的安全问题, 学生只有回答正确后才能继续学习. 同时还设立了突发事故情节, 如酒精灯着火、电气着火、设备着火、危险化学品溢洒、微生物材料遗撒、玻璃制品破碎、实验动物咬伤以及紧急疏散等, 配合虚拟场景给学生以身临其境的体验.

2.5 实验室准入 考试和考核是评估学生实验室安全知识掌握程度, 进一步增强学生安全意识和重视程度的有效方法, 关于实验室准入制度已有很多很好的研究和尝试[14−16]. 根据学院实际情况, 综合考虑不同实验室的特点和不同实验内容对安全工作的要求, 学院设立了 3 类实验室准入考试和考核环节: 1)充分挖掘和利用“实验室安全教育与准入系统”的考试功能, 根据学科特点, 有针对性地设立生命科学实验室安全相关考试试题, 试题以实验室安全基础知识为主, 涵盖危险化学品安全、生物安全、辐射安全、用电安全、消防安全等相关内容, 所有新入校本科生和研究生在入学后第一个学期均须参加考试, 总分为 100 分, 考试成绩达到 90 分为合格, 合格的人员才具有进入实验室参加教学和科研活动的基本资格; 2)所有开展实验动物研究的人员必须取得北京市实验动物行业协会颁发的“实验动物从业人员上岗证”后, 才能进入动物实验室开展工作; 3)使用学院大型仪器设备共享平台的人员, 学习“生命科学实验技术原理与方法”课程后, 经过设备管理员组织的上机培训和操作考核, 获得使用资质后才能独立上机操作.

3 安全检查和整改机制

海因法则提示, 每个重大事故背后必定有很多小的潜在隐患[17]. 所以建立完善、合理的实验室安全检查制度, 及时发现并消除小的安全隐患是避免重大事故出现的最有效方法之一. 缺少专职安全员、安全检查不彻底、实验室负责人不重视和隐患整改不及时等, 是多数高校遇到的问题. 结合多年的实践经验, 学院建立了一套“安全检查—提出建议—实验室整改—安全检查”的闭环机制(图 4), 将安全员自查月报和领导小组集中检查相结合, 实践证明这项措施是行之有效的, 产生了不错的效果.

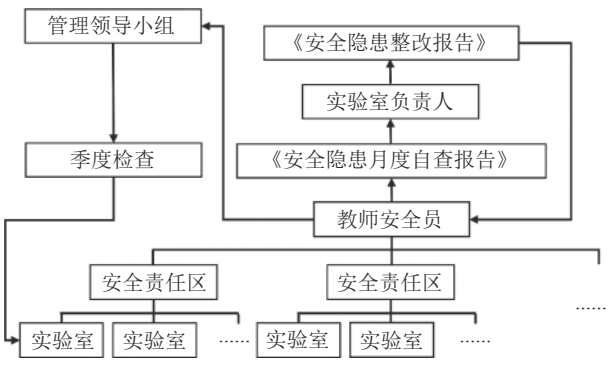

图 4 学院实验室安全检查和整改机制

学院按照楼宇分布将实验室划分为 7 个安全责任区, 每个安全责任区均安排专门的安全员负责. 安全员都由有丰富的实践经验且有充足的工作时间保障、工作在实验室一线的工程实验岗位教师兼任. 学院建立了实验室安全检查月报制度, 每位安全员对自己安全责任区内的实验室负责. 每月安全员不定期对实验室进行安全检查, 向相关实验室出具《实验室

安全隐患月度自查报告》, 报告中明确了检查日期、实验室编号、实验室安全负责人、隐患情况和现场照片. 实验室负责人组织相关人员对安全员提出的安全隐患及时整改, 并提交《安全隐患整改报告》, 安全员现场验收后上报领导小组. 同时, 学院每季度安排至少一次由领导小组带队、教师安全员跨区域互查的全院实验室安全大检查, 确保检查无死角, 排除潜在隐患.

4　实验场所和安全设施管理

学院实验楼内均设置了符合要求的紧急疏散出口, 实验室门配备了安全观察窗, 张贴安全信息牌. 信息牌明确标明了安全责任人、涉及危险类别、防护措施和紧急联系电话等. 教学实验室和大型仪器设备共享实验室均使用门禁刷卡管理, 无权限人员无法进入. 实验楼内配备了应急喷淋装置, 实验室内配备了洗眼器, 条件不允许的也配备了简易洗眼瓶. 存放高压气瓶的实验室按照要求安装氧气浓度报警器. 实验楼楼道内每隔一定距离设置应急药箱, 药品以止血、酸碱中和和冷敷功能为主, 均定期更换. 消防通道内严禁放置设备和杂物, 每层固定位置放置干粉灭火器, 有精密设备的实验室还同时配备了二氧化碳灭火器. 此外, 实验室均安装了烟感报警器, 与学校保卫处联动.

5　设备安全和共享管理

生命科学教学和科研工作非常依赖仪器设备, 如何在确保设备和使用者安全的同时, 使设备能够充分发挥效能、提高使用效率就成了必须要解决好的问题. 针对普通设备和大型设备安全, 学院建立了不同的管理办法.

5.1　普通设备安全管理　普通小型设备和常用低值设备, 由设备所在实验室负责人指定高年级研究生进行管理, 设备旁须张贴使用说明, 使用人须经过培训后方可上机使用, 使用后及时登记使用情况.

5.2　大型设备安全管理　针对传统情况下, 由于大型设备都分散在各个科研实验室, 缺少专人管理, 设备使用效率低、故障率高等原因而可能存在的安全隐患问题, 学院从 2006 年便开始尝试大型设备共享管理模式, 将学院大型设备按照功能划分为核酸检测平台、蛋白质研究平台、细胞研究平台、生物显微成像平台、光谱和色谱平台、组织和病理学平台、大型计算平台和辅助平台等, 设备集中放置在公共实验室中, 专人专管, 开放共享. 经过十几年的建设, 目前学院已经建立起了完善的大型仪器设备共享管理平台和教育培训体系.

学院面向全体一年级研究生开设了专门针对大型仪器设备使用的“生命科学实验技术原理与方法”课程, 课程采用理论讲解和上机操作 2 个连续的环节, 内容涵盖学院全部主要大型设备. 课程按照 2 个一级学科宏观和微观科研的不同特点和需求分为 4 个班级, 课程内容既覆盖室内设备也覆盖野外设备, 学生根据自身情况自由选择[18−19]. 通过课程的学习, 学生能够了解设备的基本原理和应用领域, 能够大致掌握设备上机的流程和操作规范, 再结合上机测试前设备管理员培训和考核, 学生就基本具有了独立操作的能力. 大型设备使用“仪器设备预约管理系统”管理, 学生在完成账户注册、导师激活、申请培训和考核等环节后, 参加设备管理员组织的培训和考核, 合格的学生可以在线上预约设备、线下刷卡进入实验室, 刷卡上、下机, 下机后线上反馈设备状态(图 5), 这样就实现了随时掌握设备运行的情况, 及时发现和解决问题, 极大地减少了设备故障. 目前共享设备达到 135 台, 预约平台注册用户 1 200 人, 服务院内 41 个课题组, 年均使用机时>5 万 h, 1.7 万人次, 且未出现安全事故. 证明这项措施在提高设备开放和共享、成果产出效率的同时也确保了实验室安全, 做到了防患于未然.

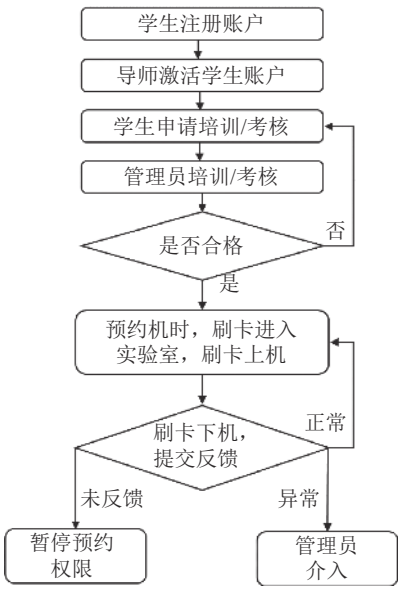

图 5　大型仪器设备管理流程

6　化学品安全和生物安全管理

6.1　化学品安全管理　生物实验室中的化学品种类复杂, 使用广泛, 往往具有易燃易爆性、腐蚀性和毒性, 在实验室安全管理方面是风险最高和最难于防控的一类安全因素, 日常管理主要包括危化品的采购、

储存、使用和废弃物处置等环节.

对于化学品的采购环节,学院按照化学品的种类实行分类分级管理. 实验室常用的一般危化品由学生提出采购申请,实验室负责人审批后,从有相关生产经营许可资质的单位按需、限量购买,并向学校管理部门备案. 管制类危化品(易制毒、易制爆和爆炸品)必须在学校试剂采购与管理系统上提交申请,依次经过实验室负责人、学院实验室安全主管领导审批,再经过学校主管部门审批、报公安部门批准或备案后,通过学校采购系统从有资质的单位购买.

针对化学品的存放,学院按照不同化学品的理化性质,采购了专用的试剂柜,如 PP 强酸强碱存储柜、易燃易爆品存储柜、毒麻品存储柜和净气型通风柜等. 试剂存放要求固液分开、互为禁忌品分开、远离热源和火源等. 实验室建立了《化学品动态使用台账》,每种化学品独立记录成页,要求登记化学品的使用日期、生产商、包装规格、入库数量、出库数量、存余数量、使用去向和使用人等信息(表 1). 同时,实验室还配备 MSDS(material safety data sheet)或安全周知卡. MSDS 或安全周知卡包含所有危险程度高的、已经入库的化学品,且放置于明显地方,使用者使用危化品之前均应仔细阅读. 管制类药品均存放于学校化学品库中,实验室按需登记取用,按照双人双锁管理,使用完毕后及时送回学校化学品库中存放.

表 1 化学品动态使用台账

化学品动态使用台账

实验室名称:_____

楼宇及房间号:_____

实验室负责人:_____

试剂名称:_____ 紧急联系电话:_____

日期	生产商	包装规格	纯度规格	入库数量	出库数量	存余数量	来源/使用去向	使用人 1/采购人	使用人 2(易制毒、易制爆)	备注

6.2 生物安全管理 我国对生物安全的认知和相关实验室管理的研究虽然起步较晚,但近些年来随着国家政府部门的重视和社会公众关注,相关工作得到了迅速发展. 生物安全实验室实行分级和分类管理,我国《实验室 生物安全通用要求》(GB 19489—2008)、美国《微生物和生物医学实验室生物安全指南》(第 5 版)以及世界卫生组织《实验室生物安全指南》(第 3 版)均将生物安全实验室分为 4 级,一级生物安全实验室防护等级最低,四级生物安全实验室防护等级最高,国际通用表达方式为 BSL-1、BSL-2、BSL-3 和 BSL-4;涉及动物实验工作的实验室为 ABSL-1、ABSL-2、ABSL-3 和 ABSL-4.

学院实验室目前尚未涉及致病性病原微生物的教学与科研工作,也没有二级及以上高等级生物安全实验室,但为了确保安全,在借鉴国内其他高校管理经验的基础上[20−21],以生物安全一级实验室基本要求为依据,建立了适合学院实际情况的管理要求. 如:涉及微生物相关工作的实验室均须建立《微生物使用台账》;涉及组织培养相关工作的实验室均须建立《细胞系使用台账》和相关操作的标准操作程序,同时须配备完善的安全设备和设施,如高压灭菌锅、生物安全柜、微生物专用培养箱、洗眼器或应急喷淋,以及其他必需的个人防护用品.

实验动物安全管理方面,学院建立了较完善的管理体系. 设立实验动物伦理委员会和实验动物管理委员会. 实验动物伦理委员会负责制订《动物福利与伦理审查制度》,负责开展所有计划开展的涉及实验动物的科研项目立项的伦理审查工作,未通过审查的项目不能立项;实验动物管理委员会负责制订各种管理制度,如《实验动物中心管理制度》《生物安全与实验动物应急管理制度》和《实验动物中心标准操作规程》等文件,负责动物实验设施的运行、人员配置和日常管理工作. 学院实验动物中心 2021 年 12 月获得了《实验动物使用许可证》,可以满足 SPF 级(specific pathogen free,无特定病原体)大、小鼠的饲养要求;所有进入动物房的实验动物须从有资质的生产单位购买,具有合格证明;开展实验动物操作的人员必须有从业人员资格,且经过设施培训、熟悉实验动物设施

管理制度和实验操作标准流程后才能进入设施开展实验.

7　实验室废弃物管理

虽然国家尚未出台关于生物实验室废弃物管理的法规及条例, 但是部分国内高校已经在相关工作上进行了尝试[22]. 根据实际情况, 学院制订了详细的废弃物分类管理办法.

7.1　废弃化学品　生物实验常用的化学试剂中部分具有毒性、腐蚀性、氧化性或致癌作用, 直接排放会对环境造成很大的危害. 学院废弃化学品的处置按照分类收集、实验室暂存和学校统一回收的办法. 实验中无法重复使用的化学试剂回收到废液桶中, 回收时须重点考虑化学试剂配伍禁忌, 明确登记化学试剂种类. 实验室设立实验废弃物暂存处, 明显张贴警告标识, 配备防止溢洒托盘的废液桶放置在暂存处, 定期交由学校统一处理. 过期的固体药品放置于原包装瓶中, 灭菌干燥后的废弃固体培养基放置于防渗漏容器中, 统一放置于实验室废物暂存处, 集中交由学校处理.

7.2　废弃实验耗材　生物实验会产生大量耗材: 一次性塑料制品, 如滴管、小指管、接菌环、摇菌管、离心管、移液器吸头、手套、培养皿等; 一次性非塑料制品, 如口罩、吸水纸、纱布、棉花、封口膜和锡纸等; 可能造成使用人割伤、刺伤的利器, 如注射器、刀片、玻片和破碎的玻璃制品等. 沾染过生物活性物质的废弃实验耗材按照生物废弃物处理. 未沾染过生物活性物质的一次性塑料制品和非塑料制品废弃后, 直接暂存在普通废物垃圾袋中, 交由学校统一处理; 未沾染过生物活性物质的废弃利器须暂存在利器盒或利器箱中, 交由学校统一处理.

7.3　生物废弃物管理　学院实验室目前虽然没有涉及致病性病原微生物的教学与科研工作, 但也对生物实验室废弃物处理制订了详细的管理办法(图 6). 常见的生物废弃物包括沾染过生物活性物质的实验耗材、沾染过生物活性物质的化学试剂、生物活性材料和实验动物等. 沾染过生物活性物质的实验耗材, 使用高压灭菌器灭菌后按照普通废弃耗材处理; 沾染过生物活性物质的化学试剂, 使用消毒剂消毒后按照废弃化学品处理; 体外培养的细胞、液体培养基、菌液、动物体液、动物排泄物、核酸和蛋白溶液等生物活性材料灭菌后可以直接倾倒; 动物实验结束后, 废弃的动物尸体、器官和组织等须密封于黄色生物废弃物垃圾袋中, 冻存于固定的冰柜, 集中交由学校处理.

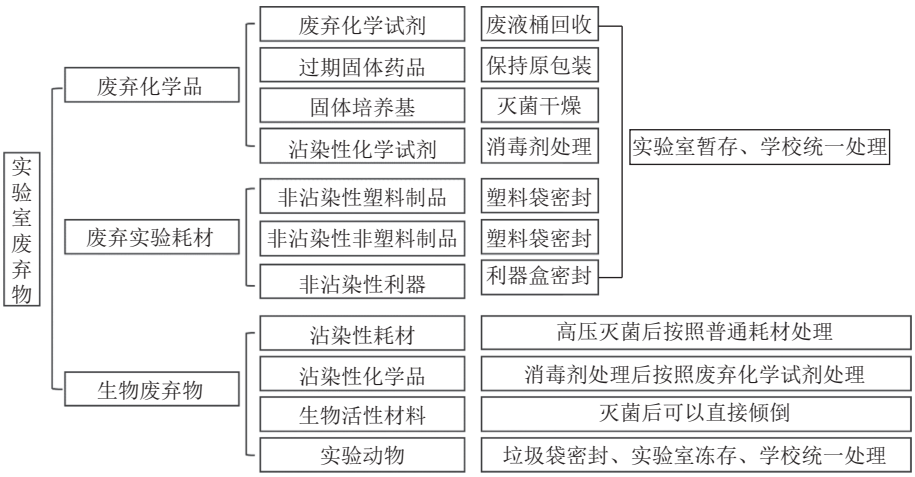

图 6　实验室废弃物处置流程

8　结语

北京师范大学生命科学学院历经百余年的发展与壮大, 建立了科学研究和高层次人才培养的卓越地位, 已成为我国生命科学科技创新和高层次人才培养的重要基地之一. 学院学科发展和人才培养需要高水平的实验室作为支撑, 实验室的安全运行是一切工作的首要条件, 合理、完善、科学的实验室安全管理体系是实验室高效、平稳运行的重要保障. 学院生物类实验室的仪器设备、药品耗材、废弃物等可能存在安全问题, 针对性地建立了安全管理制度体系, 经过顶层设计和不断完善, 逐步建立了适合学院自身实际需要的安全管理体系, 近些年来学院没有发生任何实验室安全事故, 在上级主管部门的年度检查工作中也获得了好评, 证明这套实验室安全管理体系是科学合理和行之有效的. 当然, 管理中还有可以继续提高和完善的部分问题, 如: 配备专职的安全员, 提高科研实验室负责人的参与度, 增加紧急疏散演练频次, 补充

安全评估环节等,这些是我们未来工作的重点内容.实验室安全工作永远在路上,希望学院的这些工作方法能为其他理工科院系实验室管理提供有益的参考.

9 参考文献

[1] 吴浩,崔荣,张佳瑾,等.“双一流”战略下高校化工类实验室安全体系建设 [J]. 实验室科学,2021,24(6):210

[2] 孙书洪,李华,亓树艳,等.“双一流”建设背景下高校生物实验室安全管理现状与对策 [J]. 实验室研究与探索,2018,37(11):298

[3] 陈立君,顾凤岐. 高等学校实验室安全管理体系的研究与探索 [J]. 实验室研究与探索,2010,29(7):339

[4] 武向侠,王欣,田鹏. 高校实验室安全管理工作体系的构建与探索 [J]. 实验室研究与探索,2017,36(12):286

[5] 冯建跃,金海萍,阮俊,等. 高校实验室安全检查指标体系的研究 [J]. 实验技术与管理,2015,32(2):1

[6] 李娟,詹卉,李艳梅,等. 高校生物实验室安全高效管理现状与对策 [J]. 产业与科技论坛,2022,21(4):188

[7] 林相友,孟令军,闫国栋,等. 生命科学实验室安全防范措施探索与实践 [J]. 实验技术与管理,2016,33(7):224

[8] 王岩,陶清源,任浩,等. 浅谈高校实验室生物安全管理 [J]. 实验室研究与探索,2014,33(9):301

[9] 聂祥,李烨,徐欣欣,等. 高校生物实验教学中心安全管理探究 [J]. 实验室科学,2022,25(1):230

[10] 汤海峰,刘艳,郑艳茹,等. 高校化学实验室生物安全事故的紧急处置策略 [J]. 广东化工,2021,48(23):228

[11] 李志红. 100起实验室安全事故统计分析及对策研究 [J]. 实验技术与管理,2014,31(4):210

[12] 孟令军,张洋,刘艳,等. 实验室安全教育课的设计与思考 [J]. 实验技术与管理,2015,32(8):12

[13] 骆晶晶,叶义成,曹楷,等. 高校实验室安全教育及实训管理系统构建 [J]. 实验室研究与探索,2017,36(11):297

[14] 杨蕊,付丽娜,吕健. 基于EH&S理念的高校实验室安全准入对策研究 [J]. 教育教学论坛,2021(16):17

[15] 韩晓磊,杨志刚. 实验室安全教育及准入体系的构建 [J]. 学周刊,2021(26):3

[16] 张洪杰,向文姝,韩军,等. 高校实验室安全准入与准出系统设计 [J]. 实验技术与管理,2022,39(7):232

[17] 阳辉. 基于海因里希法则的高校学生安全工作研究 [J]. 产业与科技论坛,2021,20(7):281

[18] 席超,刘进,刘恺,等. 生命科学大型设备教学新模式的建立 [J]. 生物学通报,2016,51(8):44

[19] 席超,刘进. 高校生命科学大型设备实验教学体系的改革 [J]. 生物工程学报,2020,36(6):1241

[20] 温光浩,张微,陈敬德,等. 高校实验室生物安全存在的问题及应对策略 [J]. 实验技术与管理,2013,30(7):1

[21] 赵珏,刘雪蕾,李恩敬. 普通高校实验室生物废弃物管理实践与探索 [J]. 实验技术与管理,2019,36(5):246

[22] 刘硕,赵珏,刘德英. 高校实验室生物废弃物分类管理支撑“双一流”建设 [J]. 实验技术与管理,2021,38(8):252

Safety management system for biological laboratories at colleges and universities

XI Chao[1)] ZHAI Yu[2)] JIN Xi[1)] LI Xuesheng[1)] XU Bing[1)] TONG Li[1)]

(1)College of life sciences, Beijing normal university, 100875, Beijing, China;

2)Laboratory safety and equipment management division, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China)

Abstract Laboratory platforms are important for both teaching and research in colleges and universities. Ensured safety is a prerequisite for all laboratories. A laboratory safety management system, including safety responsibilities system, safety education and admission examination, safety check/rectification, experimental sites and safety facilities, instrumentation management, chemical safety and biosafety, waste management, at College of Life Sciences BNU, is discussed. Key points in laboratory safety management system at life science departments in colleges and universities are summarized. The purpose of such systems is to avoid laboratory safety accidents and to guarantee safe operation of laboratories.

Keywords colleges and universities; biological laboratories; laboratory safety; management system

【责任编辑:刘先勤】