



实验动物设施运行中“三废”管理

卢 静 孟 霞 陈柏安

(首都医科大学实验动物部,北京 100069)

摘要:实验动物设施是指用于实验动物生产和实验的建筑物及设备的总和。实验动物设施运行过程中产生的废物、废水和废气(简称“三废”)等会污染环境,然而目前对“三废”进行合理有效管理的机制尚不完善。本文将对实验动物设施“三废”管理中涉及的问题进行探讨,以期能为建立合理的“三废”管理机制提供可行方案。

关键词:实验动物设施;“三废”;管理

中图分类号: Q95-331 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6179(2019)04-0077-04

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2019.04.018

实验动物设施是开展实验动物饲养和动物实验的建筑物及设备的总和。随着人民对美好环境的更高期待及国家对环保工作的高度重视,实验动物行业工作者应深入思考实验动物设施的建设规范及环保管理措施。实验动物设施运行过程中产生的废物、废水和废气(简称“三废”)以及噪声等会造成环境污染,然而如何对实验动物设施运行中产生的“三废”进行有效管理尚不完善。本文就实验动物设施运行管理过程中的“三废”管理进行初步探讨。

1 实验动物设施运行中“三废”处理现状

在实验动物设施建设和运行过程中已经注意到了环境保护的重要性,尤其是对于实验动物尸体的处理各单位都非常重视,基本能够做到统一收集并进行无害化处理。然而在其它方面虽然也有措施,但是处理方法和效果仍不理想。实验动物饲养过程产生大量的污垫料,一些设施能够做到像管理动物尸体一样交由专业机构进行无害化处理,但是由于需要较大的花费,因此有些设施采取掩埋等方式进行处理。对于废水,主要是排放到化粪池中,利用沉淀和厌氧发酵的原理去除污水中悬浮性有机物,然后排放到城市排污系统。对于废气,前些年有相当一批设施安装了活性炭吸附装置解决废气污染的问题,然而通过实践发现由于实验动物设施是全新风,

且换气次数多,排气量大,因此活性炭需要频繁更换,导致这种废气处理装置不能持续运行,很多都成为摆设。近几年有个别单位关注到废气排放对周围居民的影响,因而采用了生物除味技术等更有效和实用的设备。实验动物设施运行尽管考虑了“三废”处理,也已有一些经验和教训,但仍不能系统、标准和科学地解决实验动物设施运行的环保问题。

2 实验动物设施运行中“三废”分析及管理措施

2.1 固体废物

2.1.1 污染源分析:实验动物设施运行中固体废弃物主要有污垫料、粪便和动物尸体,还包括使用过的注射器针头、刀片等利器。

2.1.2 标准及内容:《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》^[1]规定:产生固体废物的单位和个人,应当采取措施,防止或者减少固体废物对环境的污染。收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人,必须采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施;不得擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。禁止任何单位或者个人向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。从事畜禽规模养殖应当按照国

家有关规定收集、贮存、利用或者处置养殖过程中产生的畜禽粪便,防止污染环境。国家实行工业固体废物申报登记制度。产生工业固体废物的单位必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定,向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门提供工业固体废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

2.1.3 管理措施: 固体废物应分类收集,动物尸体包装后放置在冰柜中贮存,动物尸体应有专用且便于使用的包装袋。尤其要注意两个重要的特性,一是包装袋应坚固耐用,避免搬运处理过程中袋体开裂;二是有隔水性,防止动物体液的渗漏。污垫料用医疗废物专用袋包装后放入废物运输箱,存放在远离动物饲养室的贮存室。口罩、帽子等一次性物品使用后装入垃圾袋。大动物室实验区的所有垃圾均属医疗废弃物范畴,采用统一的医疗废弃物垃圾袋装填。使用过的注射器针头、刀片等利器放入一次性利器盒。一并暂存在污物贮存室。贮存室中的所有固体废物交由专业机构处理,并将处理类别和数量登记备案。

感染动物实验室固体废物按生物安全实验室管理相关规定进行无害化处理后按上述方法管理。

2.2 废水

2.2.1 污染源分析: 主要是实验动物饲养的清洗废水,以及动物实验设施还有一些试剂或药物的废液。

2.2.2 标准及内容: 主要包括有北京市地方标准《水污染物排放标准》DB 11/ 307—2005、《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466—2005^[2];针对畜禽养殖污染,我国先后发布了《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596—2001)、《畜禽养殖业污染防治技术规范》(HJ/T 81—2001)、《畜禽养殖污染防治管理办法》(国家环境保护总局令第 9 号)等文件。国家颁布的《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596—2001)文件中 针对养殖废水排放标准要求:畜禽养殖废水不得排入敏感水域和有特殊功能的水域。排放去向应符合国家和地方的有关规定。北京市污水排放的三类标准即:COD_{Cr} ≤ 100 mg/L、BOD₅ ≤ 30 mg/L、pH:6~9、SS ≤ 80 mg/L、NH₃-N ≤ 15 mg/L。

2.2.3 管理措施: 废水主要由洗刷污水、尿液、饲料残渣、夹杂粪便及圈舍冲流水,含有大量的污染物(包括微生物、悬浮物、有机物),直接排放到化粪池,

处理后集中排入城市排污管网。实验室废液分为一般化学废液、剧毒化学废液、废旧化学试剂、废旧剧毒化学试剂,由专职的管理人员按要求分类将废液收集统一存放管理,交由北京市指定的机构运走处理^[3]。大动物实验室产生的废液包括实验过程中通过负压吸引器从动物体内吸取的血液、体液等废液,在冰柜内经过长期的尸体存储过程积存下的大量已冻结的尸体废液。这些废液可通过稀释倾倒至普通污水管道中。

生物安全二级感染动物实验室污水先加入 84 消毒液处理 24 h,排入集水坑池,集水坑池定期加入二氧化氯进行消毒处理,处理后的废液排入化粪池。

2.3 废气

2.3.1 污染源分析: 实验动物设施是饲养实验动物的场所,实验动物时刻都会向周围环境排放废气。这些废气不仅包括动物呼出的二氧化碳,也包括动物正常代谢所产生的氨、硫化氢等多种臭味气体。如果处理不当,这些废气就会给周围环境带来污染,轻者刺激人的嗅觉器官引起不悦,重者则可引发人的头痛、恶心、眼角膜和呼吸道炎症等,影响人的身心健康。

2.3.2 标准及内容:《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)

表 1 《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)		
Table 1 Emission standards for odor pollutants		
单位:mg/m ³		
序号	控制项目	一级
1	氨	1.0
2	三甲胺	0.05
3	硫化氢	0.03
4	甲硫醇	0.004
5	甲硫醚	0.03

2.3.3 管理措施: 按照实验动物国家标准合理安排实验动物饲养密度,室内排风口安装初效过滤,并定期清洁和更换。如果使用 IVC 饲养设备,需注意定期清洗更换机器所带滤材,在设施总排风口安装除味装置。

感染动物实验室负压饲养设备排风口和设施排风口安装高效过滤设施进行除菌^[4]。

3 “三废”处理相关技术

3.1 活性炭吸附法

吸附是物质(主要是固体物质)表面吸住周围

介质(液体或气体)中的分子或离子现象。利用多孔性固体吸附剂处理气态污染物,使其中的一种或几种组分,在分子引力或化学键力的作用下,被吸附在固体表面,从而达到排除的目的。利用吸附原理最简单方便的材料是活性炭。活性炭具有较高的效率,但活性炭吸附到一定量时会达到饱和,就必须再生或更换,因此对于排气量大的实验动物设施,运行管理较繁琐。这种方法常用于低浓度废气和脱臭的后处理。

3.2 低温等离子体技术

等离子体是继固态、液态、气态之后的物质第四态,当外加电压达到气体的放电电压时,气体被击穿,产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合物。低温等离子体降解污染物是利用这些高能电子、自由基等活性粒子对废气中的污染物作用,使污染物分子在短时间内发生分解而去除污染物。该方法处理效果好,运行费用低、无二次污染。

3.3 紫外光催化氧化法

废气的紫外光解催化氧化机理包括两个过程:一是在产生高能离子群体的过程中,一定数量的有害气体分子受高能作用,本身分解成单质或转化为无害物质。二是含有大量高能粒子和高活性的自由基的离子群体,与分子气体(如 H_2S 、甲苯等)作用,打开了其分子内部的化学键,转化为无害物质。紫外光催化是常温深度反应技术。光催化氧化可在室温下将水、空气和土壤中有机污染物氧化成无毒无害的产物^[5]。

3.4 混凝法

混凝法是化学沉淀法中最重要的一种方法,常用的混凝剂有硫酸铝、氯化铁和聚合氯化铝。混凝法是借助于混凝剂对胶体离子的静电中和、吸附、架桥等作用使胶体离子脱稳,在絮凝剂的作用下,发生絮凝沉淀以去除污水中的悬浮物和可溶性物质。混凝法具有工艺可靠、处理效率高、设备简单、运行稳定易管理等优点。混凝过程沉降受 pH 值影响较大,而且过程中产生大量的沉淀,需要定期处理污泥^[6]。

3.5 复合紫外光催化氧化法

医药废水具有组成复杂、水量和水质变化大、色度高、需降解物质浓度高等特点。通过吸附—混凝—紫外光催化氧化相结合的方法处理医药废水,效果显著,其 COD (Chemical Oxygen Demand, 化学

需氧量)、色度去除率分别为 99.1%、100%,出水水质达到医药行业废水二级排放标准^[7]。

3.6 生物除臭法

生物除臭法是通过微生物的生理代谢将具有臭味的物质加以转化,达到除臭的目的。目前国内外生物法处理废气的方法有很多,主要有土壤脱臭法、生物滤池法和生物滴滤塔等,治理效果较好。生物处理法包括三个步骤:第一, VOC (volatile organic compounds, 挥发性有机化合物) 废气中的污染物溶于水,迅速得到溶解;第二,当液态浓度较低时,液膜中的有机物会逐渐进行扩散,最终扩散到生物膜中,从而被生物膜中吸附的微生物吸收;第三, VOC 废气中的有机废气被微生物吸收后,通过微生物自身的生理过程,就会逐渐被降解与转化,最后转化为简单的无机物^[8]。

3.7 厌氧-好氧生化法

针对规模化养殖设施,废水可以处理与利用相结合。废水处理的技术为:固液分离—水解酸化—厌氧消化—好氧生化—生化过滤四级处理过程,废水经过处理后,符合《畜禽养殖业污染物排放标准》GB18596—2001 标准,实现达标排放。从回收利用的角度,按此技术处理后的水也可以浇灌附近农田(满足《农田灌溉水质标准》GB5084—92);厌氧产生的沼气作燃料使用及综合利用,固液分离出的物质可以加工成颗粒肥料和液体肥料;亦可作景观水、冲洗水等综合利用,整个过程既解决废水治理问题,又综合利用有用资源,具有良好的环境效益和经济效益^[9]。

3.8 二氧化氯发生器

二氧化氯 (ClO_2) 是目前国际上公认的新一代广谱强力杀菌剂、高效氧化剂和优良漂白剂,为世界各国所广泛采用。世界卫生组织 (WHO) 将其定为 1A 级安全消毒剂。我国国家环保总局及原化工部等部门先后制定了《化学法二氧化氯发生器认定技术条件》、《稳定态二氧化氯溶液化工行业标准》、《食品添加剂稳定态二氧化氯溶液化工行业标准》。二氧化氯发生器反应原理:将一定浓度或饱和盐液加入电解槽阳极室,同时将清水加入电解槽阴极室,接通 12 V 直流电源开始电解,即可产生二氧化氯、氯气、双氧水等混合消毒剂,经水射器负压管将气体吸入水中消毒。

3.9 实验动物垫料回收系统

实验动物垫料回收系统是通过负压吸管将污

垫料通过密闭管道输送到设施外,在垫料回收容器内可安装消毒设备,防止污垫料中的微生物污染。

国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》,进一步明确了生态文明建设的总体要求、目标愿景,指出“绿色”一词的理解,大力推进绿色发展,倡导绿色生活,推进绿色城镇化,发展绿色产业,实现生活方式绿色化等,与新型工业化、城镇化、信息化、农业现代化“四化”并提,形成“新五化”^[10]。实验动物科学是生命科学研究不可或缺的组成之一,实验动物设施的建设与管理既是实验动物科学的重要内容,也是保障科学研究的必要条件,实验动物设施的管理应与时俱进,树立生态文明价值观和科学发展观,在保障生命科学发展的同时保障绿色环境。“三废”的科学管理不仅是为了实现“绿色化”,也是安全管理的范畴,是安全管理的重要内容之一。随着实验动物设施规模的扩大和对设施建设的投入不断增长,对实验动物设施运行的安全管理工作也提出了更高的要求。

参 考 文 献

- [1] 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第四次修订,2016年11月7日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过
- [2] 《水污染物排放标准》DB11/307—2005.
- [3] 郭卫,王磊,赵志强,等.医学院校实验室危险有害废弃物的精细化管理实践[J].中国医疗设备,2015,**30**(12):160-162.
- [4] 薛康宁,李晓燕,荣蓉,等.动物生物安全二级实验室实验活动管理要点探讨[J].实验动物科学,2014,**31**(5):42-45.
- [5] 李佳,缪伟.医药车间废气的净化处理[J].化工与医药工程,2016,**37**(3):58-62.
- [6] 赵玉军,污水处理工艺方法的研究现状与进展[J].山东化工,2010,**39**(9):24-27
- [7] 黄新文,石建敏,何志桥,等.吸附—混凝—紫外光催化氧化法处理医药废水的研究[J].化工环保,2003,**23**(2):66-70.
- [8] 叶冬竹,对VOC废气处理技术的相关探讨[J].广东化工,2016,**43**(14):185-186.
- [9] 周立平,高程达,刘克锋.畜禽养殖废水处理技术的研究探讨[J].湖南饲料,2017,(2):28-30.
- [10] 周骥平,张键,何朝龙,等.综合性大学实验室“三废”治理探讨[J].实验技术与管理,2016,**33**(6):216-220.

Discussion of the Management for “three Wastes” Generated by Laboratory Animal Facility

LU Jing, MENG Xia, CHEN Baian

(Laboratory Animal Resource Center, Capital Medical University, Beijing 100069, China)

Abstract: The laboratory animal facility is the sum of the buildings and equipment used for the production and research experiments of laboratory animals. The waste materials, waste water and waste gas (called “three wastes”) generated during the process of laboratory animal facility will pollute the environment, however, the mechanism of reasonable and effective management for the “three wastes” is still not developed yet. In this paper, we will discuss the problems involved in the management for “three wastes” of the laboratory animal facility, in order to provide a feasible plan for establishing a reasonable “three wastes” management mechanism.

Key words: laboratory animal facility; “three wastes”; management