



生物安全高级别实验室动物尸体处理 炼制工艺技术浅谈

陈咏¹, 齐伟伟²

(1. 中国医学科学院医学生物学研究所, 昆明 650118; 2. 北京瑞事达科技发展中心有限责任公司, 北京 100029)

【摘要】 动物尸体的安全处理是涉及动物尸体处理的生物安全高级别实验室工作中保证实验室安全的重要环节。国际上对该级别实验室中动物尸体处理的主要工艺包括焚化、碱水解、逆聚合和炼制。文章重点介绍了较适合我国国情的生物安全高级别实验室动物尸体处理工艺, 并对我国现阶段自主实验室动物尸体处理系统研究的关注点进行了讨论。

【关键词】 生物安全; 动物尸体处理; 炼制; 碱水解

【中图分类号】 R-332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2013)07-0075-04

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2013.007.017

Discussion about high level bio-safety laboratory animal carcasses processing rendering technology

CHEN Yong¹, QI Wei-wei²

(1. Chinese Academy of Medical Sciences Peking Union Medical College Institute of Medical Biology, Kunming 650118, China;
2. Richstar Science & Technology Development Center Co., Ltd. Beijing 100029, China)

【Abstract】 Safe handling of animal carcasses is an important part of ensuring laboratory safety during work in the high level of bio-safety laboratory. International methods to handled laboratory animal carcasses include incineration, basic hydrolysis, reverse polymerization and rendering. Detailed description of animal carcasses processing technology which is more suited to China's national conditions are introduced in the article. Discussions are also focused on issues should be noted during domestic research of laboratory animal carcasses treatment process recently.

【Key words】 Bio-safety; Animal Carcasses Processing; Rendering; Alkaline Hydrolysis

引言

实验动物尸体是指实验动物的完整或部份躯体, 包括动物内脏及其报废肉类。生物安全高级别实验室中实验动物尸体存在着极大的危险, 烈性传染病、毒物极有可能潜在于这些尸体中, 不予处理或处理不当都会引发扩散、传播。这些危害可能是直接的, 也可能是间接的。直接接触被感染或二次中毒、三次中毒, 间接接触被尸体污染的车辆、工

具、水源、场地、衣物、空气等都可以受到伤害。

近年来, 我国许多地方和单位的实验室生物安全硬件得到较大改善, 建立了一批二级和三级、四级生物安全实验室。随着实验室生物安全各项法律法规的贯彻执行, 对实验室硬件的要求也相应提高。实验室生物安全已逐渐成为一个专门的学科, 但我国生物安全的研究工作相当滞后, 没有专门的研究机构和队伍, 许多生物安全理论、标准、做法基本还是引用国外的经验。高等级生物安全实验室

[作者简介] 陈咏(1975-) 男, 工程师。E-mail: kknd2000@imbcams.com.cn.

的多数硬件产品包括动物尸体处理系统,都是引进国外的设备。另外,国家已计划未来市级及以上单位的卫生系统 CDC,动植物研究部门均要建设二级、三级生物安全实验室,还有各省市的疫苗生产单位,传染病医院,在这些正在使用或准备建设的项目中,均要有大量动物尸体需要处理,均需要用到动物尸体处理系统。因此,研究国际上先进的生物安全高级别实验室动物尸体处理工艺,并创寻适合我国国情的实验室动物尸体处理技术及实现该技术的国产化是我国生物安全领域的迫切需求。

1 动物尸体处理工艺

大型动物防护设施的尸体处理方法要通过生物灭菌效果测试。这一过程要符合地区和国家制定的环境方面的规定,因此,尸体处理系统也就成为设计中最重要的一个方面^[2]。

目前欧美等国多采用焚化、碱解、逆聚合、炼制等技术手段处理实验室动物尸体。

焚化(Incineration)一直是处理生化废物及动物尸体的首选方法。是一种能够将感染动物尸体完全彻底地灭活的有效方法,并且焚烧设施生产厂家多采用高效过滤等工艺对焚烧过程中排出的气体进行处理,能够安全排放。焚烧产物为灰烬状,可同生活垃圾一同处理。但是焚烧设施多远离实验区,而感染性动物尸体从防护实验室运出存在安全隐患,并且设施的运行和维护费用较昂贵。

碱水解(Basic Hydrolysis)是一项湿处理技术,在高温条件下(常用温度 121℃)是最有效的。这种技术,能够以加热和化学的方法将液体和固体废物废弃材料进行消毒,并利用碱金属化合物(如 KOH、NaOH 等)将蛋白质(包括朊病毒)、脂肪和核酸进行消解。该法虽然能够通过化学药剂浸泡和加热的方式将动物尸体有效地灭活,但是处理产物比原处理量扩容 2 倍以上,并且 BOD(Biochemical Oxygen Demand 生化需氧量)非常高,即使大量水稀释也无法直接排入污水处理站,并且碱水解处理后的物质,只能在高温下排放冲洗,温度低于 60℃ 时,容易结块,类似牛油状,不容易从容器内排出。

逆聚合(Reverse Polymerization)废弃物处理技术系采用高能量微波在富氮缺氧的密闭舱进行消毒灭菌的动物尸体废弃物处理方式。它能非常迅速且有效地将感染性医疗及生化废弃物分解并处理成无毒无菌且无法识别的碳化残渣能在操作温度 150~250℃ 将处理的废弃物消毒并达到 LOG₆ 的灭菌效果,其产物是无菌无毒碳化小球状颗粒。逆聚合技术缺点在于处理量不大,不适于医疗及实验室废弃物的大规模集中处理。并且逆聚合设施购置、运行和维护的费用非常昂贵。

炼制(Rendering)是利用高温高压安全处理实验动物的技术,是多年来使用的一种处理动物尸体的成熟工艺,一直为实验室所使用。该方法通过在高压及热的条件下将动物组织、血液、骨骼等转化处理为无菌液体及颗粒状固体物质。整个炼制过程包括加热、在灭菌设定点进行热炼、去除潮湿组织并冷却至环境温度。处理产物为无菌液体及颗粒状固体物质,能够达到废物的安全、减量化、低温排放。由于炼制法处理实验室动物尸体具有明显的技术优势,已经成为目前处理感染性动物尸体最主要的方法。加拿大人类及动物健康科学中心对动物残体等固体废弃物采用 125℃,30 min 高温高压加搅拌的处理方式。据介绍经高温高压处理后的动物残体(包括骨头)很容易被搅碎^[3]。

目前我国尚无成熟的实验室动物尸体处理系统技术,对此领域的研究也较少。通常对实验动物的处理多采用直接将尸体焚烧或掩埋(1m 以下),或固定后投入粪池,腐烂发酵后作肥料的方式。近年来,我国农业部已在某些研究所的生物安全实验室建设中引入国外炼制工艺设备,文章对该工艺进行简介。

2 炼制动物尸体处理工艺技术简介

炼制动物残体处理设备利用高温高压安全处理实验动物的技术,调节范围≥120~160℃,可用于灭活包括细菌、病毒、原生动物与寄生物在内的微生物,设备通过加热、水分提取与脂肪分离方式达到减量化排放,是符合生物安全要求并节能减排的有效动物残体处理设备。

2.1 炼制动物尸体处理工艺构造

炼制动物尸体处理设备主要构成包括:

投料装置:投料口设置在污染区,残体可直接由投料口投放到不锈钢压力容器内,内壁采用 316L 不锈钢。投料口标准尺寸为 Φ500。投料口装载装置耐高温高压,保证关闭后不发生任何泄露。

主体处理单元:动物残体处理设备的主体单元为压力容器,采用卧式设计,耐高温高压,且耐强酸碱、抗腐蚀。压力容器内壁采用 10mm 厚 316L 不锈钢,蒸汽夹套为 6mm 碳钢锅炉板。压力容器腔体极限压力≥0.7Mpa,夹套设计压力 0.6 Mpa,搅拌器设计压力为 0.7 Mpa。主体处理单元还包括压力容器夹套、保温层、保护装置及废液排放装置。

搅拌装置:搅拌装置带有多个搅拌浆,可实时搅拌动物尸体,粉碎尸体并保证颗粒均匀,加热均匀、灭菌均匀。同时搅拌装置还配有用于混合装卸的高扭矩、低转速驱动器,浆面设置双面机械轴封、自动控制搅拌机动作,保证灭菌无死角,设备运行稳定安全。

冷凝系统: 主要包括真空罐、离心泵、管壳式冷凝器、HEPA 过滤器、阀门、管件等组成部分。可以对高温灭菌后的高温蒸汽进行冷却, 也可对压力容器内部进行冷却。

炼制动物尸体处理设备还包括化学处理单元、控制系统及泵阀组合单元和管路系统等配件。

2.2 炼制动物尸体处理工艺流程

炼制动物尸体处理系统技术在系统工作期间, 一个完整的工作周期分为五个阶段:

第一阶段: 动物尸体投放

投料口开启, 投料阀门开启, 污染的动物尸体废弃物通过投料口, 投放至炼制主压力容器内。

第二阶段: 加热

投料口关闭, 投料阀门关闭, 蒸汽通入至压力容器夹层内开始加热, 同时罐体内搅拌桨开始运转。运行过程中, 控制面板触摸屏中时时显示压力容器内温度状态, 压力状态。

第三阶段: 保温

当加热至设定的灭活温度后, 系统开始保持恒温, 并开始计时。压力容器内搅拌桨不停的搅拌, 保证将组织完全搅碎。达到灭活时间后, 废物中的病毒和病菌完全灭活, 进入到下一阶段。

第四阶段: 脱水

排气阀门打开, 将罐体内温度控制在 100℃ 左右, 保证压力容器内的水分可充分蒸发。

第五阶段: 冷却

压力容器的固体废物通过蒸发过程降温至 90℃ 左右。

第六阶段: 排放

冷凝水可直接排至生活污水处理站, 气体通过排放口经过高效过滤器后排至室外。灭活后的固体废物通过压力容器的废物排放口经传送带送至废料槽内, 可由小推车运送至垃圾点或打包后处理。

2.3 炼制动物尸体处理工艺特点

(1) 工艺安全性: 系统产生的所有气体都经过滤后安全排放, 对于粒径为 0.3 μm 的颗粒的过滤效率 ≥ 99.9%。与处理物料接触的部件材质不低于 316 L 不锈钢; 系统设置有安全爆破装置; 系统备有清洗消毒装置, 可定期对设备进行清洗并在特殊情况下消毒。

(2) 高温灭菌无害化: 灭菌温度 120 ~ 160℃, 可根据处理物料的情况进行调节; 灭菌时间可调; 固体和液体排放物中病原微生物为 0。

(3) 固液分离和减量化: 系统具有搅拌装置, 保证受热均匀。

(4) 系统运行自动化: 系统从高温灭菌到冷却均采用自动化操作方式。

(5) 冷却排放科学化: 干燥脱水后产生的固体和液体均通过冷却单元降温至 45℃ 以下, 可直接排放。

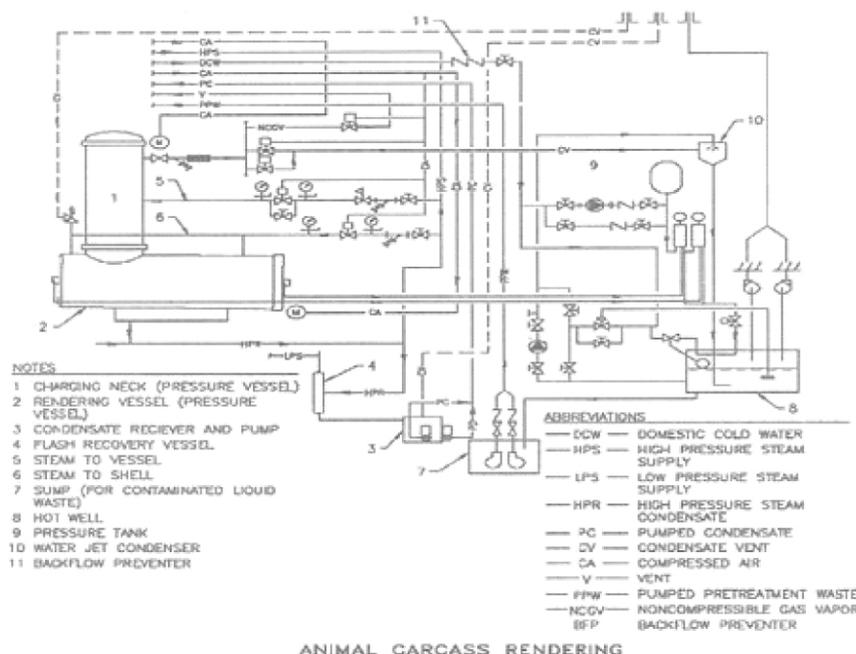


图 1 炼制动物尸体处理设备工艺图^[2]

Fig. 1 Rendering animal carcasses processing equipment process diagram

① 涉及保密项目, 用户等信息用 ***** 代替。

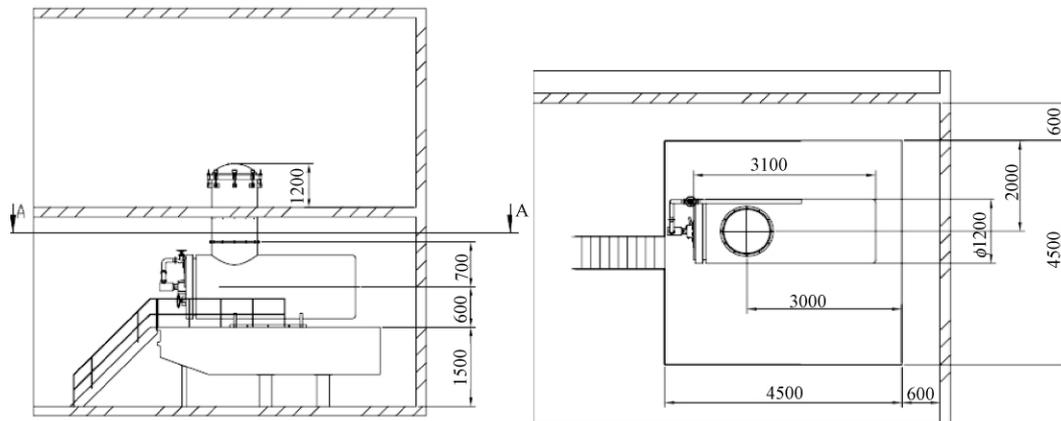


图 2 农业部某研究所炼制动物尸体处理设备平面布局图

Fig. 2 Rendering animal carcasses processing equipment layout diagram of Ministry of Agriculture * * In stitution

3 工程应用案例

我国农业部已经引进炼制动物尸体处理设备,其中农业部在兰州、北京等地的科研院所已经开始引进该种动物尸体处理的工艺设备。现以北京某研究所为例进行介绍。

该所炼制动物尸体处理设备间位于***^①,容积为1 500 L,处理量约1 000 kg/批,数量为2套。需处理的动物尸体为猴、兔等中小型动物。排放要求:排水温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$,脱水后的固体废弃物无任何病菌,对人员和环境无污染,可安全排放,达到中国环保废物直接排放要求。罐体设有废料排放装置,灭菌脱水过程结束后,可开启废料排放装置,废物进入到收集槽内,收集槽下设有垃圾袋和推车,直接将废物打包运至指定垃圾点。炼制设备工艺技术参数如下及能耗如表1、表2。

表1 炼制动物尸体处理设备工艺参数

Tab. 1 Rendering animal carcasses processing equipment parameters

加热方式	蒸汽加热
加热温度	120 ~ 160 $^{\circ}\text{C}$ 可调
处理周期	3 h
处理量	1 000 kg/批
工作压力	0.7 MPa
废物组成	灭菌后的固体废弃物和废水
排水温度	$\leq 60^{\circ}\text{C}$
PH 值	≤ 9
BOD 含量	≤ 450 mg/L
COD 含量	≤ 600 mg/L

表2 单位处理量能耗计算

Tab. 2 Amount of energy consumption calculation

单位处理量(1 kg)	
耗电量	0.12 KWh
蒸汽用量	1.2 kg
用水量	0.1 L
耗热	700 kJ

目前,该设备尚未开始安装使用,投入使用后的运行状况有待研究。

4 讨论

文章介绍的炼制工艺设备对比焚化、碱水解、逆聚合具有无污染、维护费用低、节约用水等优点,亦满足我国环保标准。搅拌桨在主体内旋转的同时又要保持主体耐受高温高压是本工艺的重难点。该工艺设备应用在我国高级生物安全实验室应特别注意其安装的气密性需符合我国《实验室生物安全通用要求》GB19489-2008、《生物安全实验室建筑技术规范》GB50346-2011要求。如:实验室防护区内维护结构的所有缝隙和贯穿处的接缝都应可靠密封^[4]。空气压力维持在 -250Pa 时,房间内每小时泄露的空气量应不超过受测房间净容积的10%^[5]。我国生物安全的研究工作处于起步发展阶段。应当特别重视对各硬件设备的国产化,包括生物安全高级别实验室动物尸体处理的工艺技术设备的开发。这对我国该领域的发展将有重要的意义。一是生产成本降低,国内产业化后,在保证技术性能的前提下,所需费用是国外同类设备的40%~60%的费用。二是形成配套体系,提高实验室生物安全的整体性能。

参考文献:

- [1] Peter Mani P. L., International Veterinary Biosafety Working Group. Veterinary Containment Facilities: Design & Construction Handbook. 2006, International Veterinary Biosafety Working Group. p. 456.
- [2] 吴东来. 高级别生物安全实验室设计要点. 2007. 首届生物安全与防护装备学术研讨会论文集. p. 161.
- [3] 《实验室生物安全通用要求》GB19489-2008, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2008.
- [4] 《生物安全实验室建筑技术规范》GB50346-2011, 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2011.

(修回日期)2012-05-09