

附件三：

病原微生物实验室污染物排放标准
编制说明
(征求意见稿)

《病原微生物实验室污染物排放标准》编制组

2006年7月4日

目 录

一、任务来源.....	1
二、制定的必要性.....	1
三、制定原则和依据.....	2
四、方法和技术路线.....	3
五、标准的框架结构.....	4
六、关于标准控制项目和标准值的说明.....	5
6.1 病原微生物实验室简介.....	5
6.2 污水排放要求.....	11
6.3 废气排放要求.....	23
6.4 固体废物和污泥排放要求.....	25
七、取样与监测.....	26
八、实施本标准在经济、技术、管理措施的可行性分析.....	27
九、环境、社会、经济效益和实施成本分析.....	27
十、关于实施方案的建议.....	28
参考文献.....	29

一、任务来源

本标准由国家环保总局 2005 年（环办函〔2005〕86 号）下达编制任务，由北京市环境保护科学研究院、军事医学科学院微生物流行病学研究所、中国疾病预防控制中心传染病预防控制所、中国动物疫病预防控制中心等单位负责起草。本标准为首次制定。

二、制定的必要性

为贯彻落实《病原微生物实验室生物安全管理条例》，加强对病原微生物实验室的环境管理，国家环保总局（2004.12.7.局长专题会纪要）要求尽快组织制定病原微生物实验室生物安全的环境标准、环境影响评价技术导则、监测技术规定和管理办法，做到规范管理。本标准的制定是贯彻这一指示的重要内容之一。

病原微生物实验室因为实验对象的特殊性，其生物安全问题越来越引起人们的重视。病原微生物实验室的实验对象为细菌、真菌、病毒和寄生虫等生物因子。其中的大部分实验因子能引起人或动物的发病，有的还具有较强的传染性。实验室因实验活动所产生的污水、废气和固体废物，如果不通过严格的处理或处置，可能引起传染病的发生，对环境和人体健康造成严重危害。随着 SARS 疫情的暴发，以及禽流感、0157:H7 大肠杆菌感染、猪链球菌感染等人畜共

患病的不断出现，各国对病原微生物的监测越来越重视，对病原微生物实验室的需求越来越高。我国在国家和地方疾控中心、军事医学研究院所、农业部、中科院等部门和单位相继建设了病原微生物实验室，预计将建设三级、四级病原微生物实验室近 100 个。我国尚未制定病原微生物实验室的排放标准及环境管理监督要求，因此，缺少对病原微生物实验室建设项目的环评、三同时审批、设计、建设、验收和环境监督管理的标准依据，现行的污水综合排放标准由于缺乏针对性，显然不能适应病原微生物实验室污水、废气和固废的排放管理。因此，为了加强对病原微生物实验室污染物排放的控制，减少污染物危害，保护人体健康和环境安全，制定病原微生物实验室的污染物排放标准是必要的和及时的。

三、制定原则和依据

1. 本标准制定依据是：《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国噪声污染防治法》、《中华人民共和国传染病防治法》、《中华人民共和国动物防疫法》、《病原微生物实验室生物安全管理条例》等有关法律法规。本标准是国家环境标准体系的组成部分，与国家水、气和固体环境标准和污染物排放标准相协调。

2. 充分考虑病原微生物实验室的特点，严格控制生物性污染，确保环境安全。

3. 对理化指标的控制既要考虑环境的要求，又要考虑其对消毒效果的影响。

4. 参照国内外有关病原微生物实验室建设的规范与标准。标准值的制定以保护人体健康和生态环境为依据，以先进的治理技术为依托。

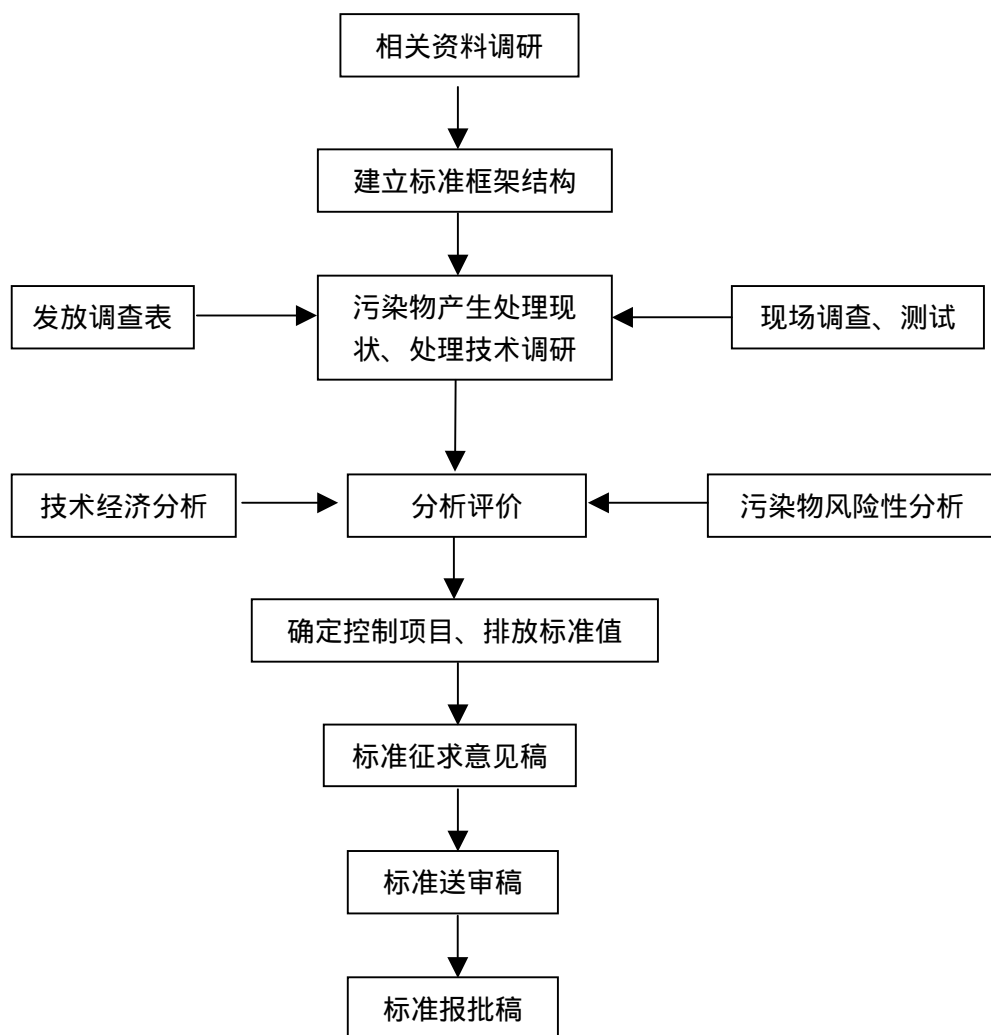
5. 提出相应的设计管理要求，保证标准的实施。

6. 配套相应的分析监测方法。

四、方法和技术路线

本标准的制定主要是通过资料文献调研和实地考察，充分了解病原微生物实验室的现状、污染治理情况、治理设施、监测水平和监测方法等，按排放标准制定要求，确定标准的技术内容、控制项目和标准值、监测方法和标准的实施与监督规定。提出标准文本和编制说明征求意见稿，在广泛征求意见的基础上提出送审稿。

本标准的制定程序如下：



五、标准的框架结构

根据国家环保总局和国家质量监督检验检疫总局对标准制定的要求，本标准内容包括：前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、排放要求、取样与监测、标准的实施与监督共 6 章和附录。其中：

排放要求包括：污水排放要求、废气排放要求、固体废物和污泥排放要求三部分内容。每部分除规定了相应的控制项目及其限值

外，还提出了相应的处理、处置与消毒要求。

水污染物主要控制因子：生物学指标为：指示微生物（枯草芽胞杆菌黑色变种(*Bacillus subtilis* ATCC. 9372)芽孢）、目标微生物、粪大肠菌群；理化指标为重金属、COD等。根据排放去向分为排放标准 and 预处理标准。

实验室排气污染控制因子：指示微生物（粘质沙雷氏菌(*Serratia marcescens* ATCC. 8039)）、目标微生物、恶臭等。焚烧炉烟气按《危险废物焚烧污染控制标准》指标控制。

固体废物控制污染因子：指示微生物（枯草芽胞杆菌黑色变种(*Bacillus subtilis* ATCC. 9372)芽孢）、目标微生物；污泥控制污染因子：粪大肠菌群数。

取样与监测包括：污水取样与监测、废气取样与监测、固体废物和污泥取样与监测。

标准的实施与监督主要明确标准实施监督单位。

附录内容包括部分目标微生物消毒灭菌条件与参数和指示微生物监测分析方法。

六、关于标准控制项目和标准值的说明

6.1 病原微生物实验室简介

病原微生物实验室是指从事与病原微生物菌（毒）种、样本有关的研究、教学、检测、诊断等活动的实验室。这里所指的病原微

生物，是指能够使人或者动物致病的微生物。



图1 生物危险符号

根据病原微生物的传染性、感染后对个体或者群体的危害程度将病原微生物分为四类：

危害等级 I （低个体危害，低群体危害）

不会导致健康工作者和动物致病的细菌、真菌、病毒和寄生虫等。

危害等级 II （中等个体危害，有限群体危害）

能引起人或动物发病，但一般情况下对健康工作者、群体、家畜或环境不会引起严重危害的病原微生物。实验室感染不导致严重疾病，具备有效治疗和预防措施，并且传播风险有限。

危害等级 III （高个体危害，低群体危害）

能引起人类或动物严重疾病，或造成严重经济损失，但通常不能因偶然接触而在个体间传播，或能使用抗生素、抗寄生虫药治疗的病原微生物。

危害等级 （高个体危害，高群体危害）

能引起人类或动物非常严重的疾病，一般不能治愈，容易直接或间接或因偶然接触在人与人，或动物与人，或人与动物，或动物与动物间传播的病原微生物。

病原微生物实验室由主实验室、其他实验室和辅助用房组成。

主实验室：生物安全柜或动物隔离器所在的房间，或穿正压防护服工作的实验室，是污染风险最严重的区域。

其他实验室：进行辅助实验，但没有安全柜或动物隔离器的一般实验室。

辅助用房：如缓冲室，更衣室，浴室等。

国家根据实验室对病原微生物的生物安全防护水平，并依照实验室生物安全国家标准的规定，将实验室分为一级、二级、三级、四级。各级别病原微生物（动物）实验室的基本要求见表 1：

表 1 病原微生物实验室的分级

实验室级别	实验材料生物危害等级	设备内容
一级	I	· 普通微生物学实验室
二级		· 实验材料要在 级或 级生物安全柜内操作 · 污物须经高压灭菌 · 限制人员进出
三级	III	· 实验材料要在 级或 级生物安全柜内操作，安全柜送风可选用循环式 · 实验室通过缓冲门与外界隔离，不能同时打开两道门 · 实验室内保持负压，以保证气流方向从外向内 · 排风需经 HEPA 高效过滤器过滤除菌 · 取出实验室的物品需经高压灭菌或化学消毒剂进行消毒
四级		· 实验室操作要在 级或 级生物安全柜内进行 · 实验室应为独立的建筑，或在同一建筑内与其它区域严格隔离 · 实验室内的建筑材料要具有防水和气密性 · 形成逐级的压差设计，保证气流方向从外部 半污染区 主实验室 生物安全柜内流动 · 不得同时开启两道门，实验室门要采取气密性结构 · 进入实验室要完全更衣 · 实验室送风要经一级 HEPA 高效过滤器；排风要经两级 HEPA 高效过滤器；送、排风均为独立系统 · 主实验室和半污染区之间，半污染区和清洁区之间各设 一防污型双扉高压锅 · 排水要经 121 （实验对象涉及 Pri on 时需 134 ）加热灭菌

其中，四级病原微生物实验室又分为安全柜型、正压服型和混合型三类。

表 2 四级生物安全实验室的分类

类 型	特 点
安全柜型	使用 级生物安全柜
正压服型	使用 级生物安全柜和具有生命支持供气系统的正压防护服
混合型	使用 级生物安全柜和具有生命支持供气系统的正压防护服

下面是各级实验室的的简单介绍。

一级：适用于非常熟悉的病原，该病原不会经常引发健康成人疾病，对实验人员和环境潜在危险小。实验室没有必要和建筑物中的一般区域分开，一般按照标准的微生物操作程序，在开放的实验台面上开展工作。不要求、一般也不使用特殊的遏制设备和设施。实验人员在实验程序方面受过特殊训练，由受过微生物学或相关科学训练的科学工作者监督实验。

实验室有可上锁的门。有洗手池、室内要便于清洗，台面应能耐水、耐热、耐腐蚀。

二级：二级实验室与一级实验室类似，适用于对人和环境有中度潜在危险的病原，区别在于：

(1) 实验人员均受过病原处理方面的特殊培训，并由有资格的科学工作者指导。

(2) 进行实验时，限制人员进入实验室；

(3) 某些可能产生传染性气溶胶或飞溅物的过程，应在生物安全柜中或其他物理遏制设备中进行。

(4) 实验室出口处需设洗手装置，还应有冲眼设施。

安装安全柜时要考虑到房间通风和排风，应远离门，远离行走区，远离气流的涡流区。

三级：应用于临床、诊断、教学、研究或者生产设施，在该级别中开展有关内源性和外源性病原的工作，若因暴露而吸入该病原，会引发严重的、可能致死的疾病。实验人员应在处理致病性的和可能使人致死的病原方面受过专业训练，并由对该病原工作有经验的、有资格的科学工作者监督。

实验室应在建筑物一端或一侧，并且设在人员走动少的区域。为了防止随便进入实验室，应经有两边门的缓冲室进入实验室。应有隔离走廊。洗手池龙头应是免接触型的。所有表面除同二级外，缝隙均应密封。应是无外窗房间，内窗均为密封。实验室内有消毒设施，废物应密封后不通过公共渠道运出。还应有冲眼设施。

四级：四级实验室比三级实验室要求更严。有些危险的外源性病原，具备因气溶胶传播而致实验室感染和导致生命危险疾病的高度个体风险，有关工作应在四级实验室中开展。工作人员应受过特殊和全面的训练。应设在独立建筑物中。宜有环形隔离走廊。实验应在 级生物安全柜中进行，或穿防护服在 级柜中进行。还应有冲眼和紧急冲洗设施。

下面是三级安全实验室的人、物流程路线。

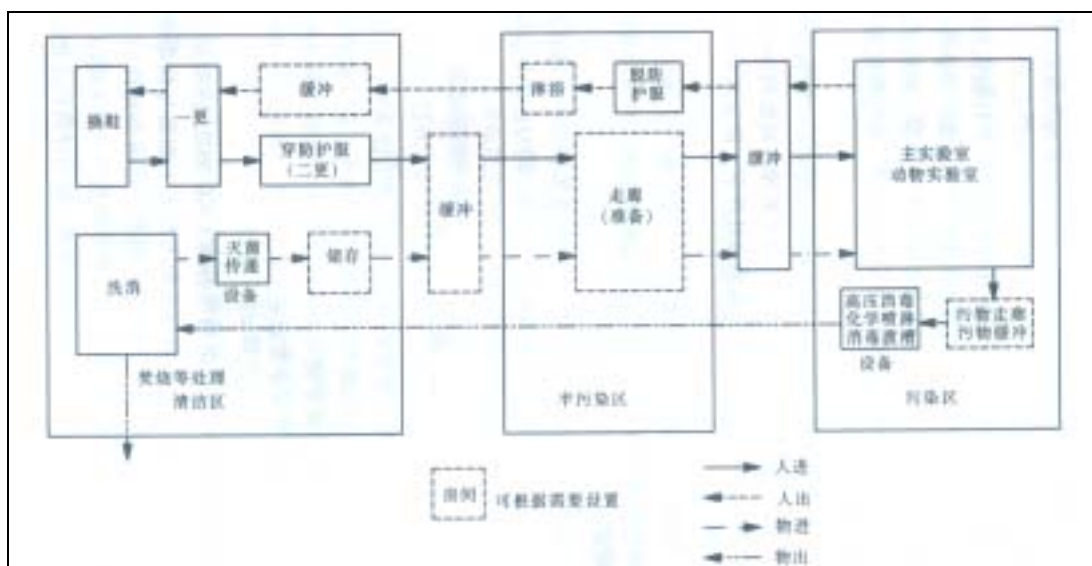


图 2 三级病原微生物实验室的人、物流程示意图

从图 2 中可以看出污水、废气和固废的主要产生环节。

6.2 污水排放要求

6.2.1 污水来源与分类

根据污水的性质可将病原微生物实验室污水分为三类：含病原微生物的污水、含重金属的污水和其他污水。

(1) 含病原微生物的污水。包括三、四级实验室污染区和半污染区污水、二级实验室主实验室的污水。三、四级实验室污染区和半污染区污水主要有实验操作中产生的污水、洗手池的污水、清洗地面产生的污水和人员退出淋浴产生的污水等。二级实验室主实验室的污水主要是病原微生物实验操作中产生的污水和洗手池的污水。这些污水根据实验检验的内容可能含有一、二、三、四类病原微生物。农业部和卫生部分别对动物病原微生物和人间传染的病原微生物进行了分类，见表 3，其中一、二类病原微生物为高致病性病原微生物。

表 3 病原微生物分类

分类	动物病原微生物	人间传染的病原微生物
一类	<p>口蹄疫病毒、高致病性禽流感病毒、猪水泡病病毒、非洲猪瘟病毒、非洲马瘟病毒、牛瘟病毒、小反刍兽疫病毒、牛传染性胸膜肺炎丝状支原体、牛海绵状脑病病原、痒病病原。</p>	<p>类天花病毒、克里米亚—刚果出血热病毒（新疆出血热病毒）、东方马脑炎病毒、埃博拉病毒、Flexal 病毒、瓜纳瑞托病毒、Hanzalova 病毒、亨德拉病毒、猴疱疹病毒、Hypr 病毒、Kumlinge 病毒、卡萨诺尔森林病病毒、拉沙热病毒、跳跃病病毒、马秋波病毒、马尔堡病毒、猴痘病毒、Mopeia 病毒(和其他 Tacaribe 病毒)、尼巴病毒、鄂木斯克出血热病毒、Sabi a 病毒、圣路易斯脑炎病毒、Tacaribe 病毒、天花病毒、委内瑞拉马脑炎病毒、西方马脑炎病毒、黄热病毒、蜱传脑炎病毒。</p>
二类	<p>猪瘟病毒、鸡新城疫病毒、狂犬病病毒、绵羊痘 / 山羊痘病毒、蓝舌病病毒、兔病毒性出血症病毒、炭疽芽孢杆菌、布氏杆菌。</p>	<p>布尼亚维拉病毒、加利福尼亚脑炎病毒、基孔肯尼雅病毒、多里病毒、Everglades 病毒、口蹄疫病毒、Garba 病毒、Germiston 病毒、Getah 病毒、Gordil 病毒、其它汉坦病毒、引起肺综合症的汉坦病毒、引起肾综合症出血热的汉坦病毒、松鼠猴疱疹病毒、高致病性禽流感病毒、艾滋病毒（I 型和 II 型）、Inhangapi 病毒、Inini 病毒、Issyk-Kul 病毒、Itai tuba 病毒、乙型脑炎病毒、Khasan 病毒、Kyz 病毒、淋巴细胞性脉络丛脑膜炎(嗜神经性的)病毒、Mayaro 病毒、米德尔堡病毒、挤奶工结节病毒、Murcambo 病毒、墨累谷脑炎病毒（澳大利亚脑炎病毒）、内罗毕绵羊病病毒、恩杜姆病毒、Negishi 病毒、新城疫病毒、口疮病毒、Oropouche 病毒、不属于危害程度第一或三、四类的其他正痘病毒属病毒、Paramushir 病毒、脊髓灰质炎病毒^h、Powassan 病毒、兔痘病毒（痘苗病毒变种）、狂犬病毒(街毒)、Razdan 病毒、立夫特谷热病毒、Rochambeau 病毒、罗西奥病毒、Sagi yama 病毒、SARS 冠状病毒、塞皮克病毒、猴免疫缺陷病毒、Tandy 病毒、西尼罗病毒、Prion。</p>

分类	动物病原微生物	人间传染的病原微生物
三类	<p>多种动物共患病病原微生物：低致病性流感病毒、伪狂犬病病毒、破伤风梭菌、气肿疽梭菌、结核分支杆菌、副结核分支杆菌、致病性大肠杆菌、沙门氏菌、巴氏杆菌、致病性链球菌、李氏杆菌、产气荚膜梭菌、嗜水气单胞菌、肉毒梭状芽孢杆菌、腐败梭菌和其他致病性梭菌、鹦鹉热衣原体、放线菌、钩端螺旋体。</p> <p>牛病病原微生物：牛恶性卡他热病毒、牛白血病病毒、牛流行热病毒、牛传染性鼻气管炎病毒、牛病毒腹泻 / 粘膜病病毒、牛生殖器弯曲杆菌、日本血吸虫。</p> <p>绵羊和山羊病病原微生物：山羊关节炎 / 脑脊髓炎病毒、梅迪 / 维斯纳病毒、传染性脓疱皮炎病毒。</p> <p>猪病病原微生物：日本脑炎病毒、猪繁殖与呼吸综合症病毒、猪细小病毒、猪圆环病毒、猪流行性腹泻病毒、猪传染性胃肠炎病毒、猪丹毒杆菌、猪支气管败血波氏杆菌、猪胸膜肺炎放线杆菌、副猪嗜血杆菌、猪肺炎支原体、猪密螺旋体。</p> <p>马病病原微生物：马传染性贫血病毒、马动脉炎病毒、马病毒性流产病毒、马鼻炎病毒、鼻疽假单胞菌、类鼻疽假单胞菌、假皮疽组织胞浆菌、溃疡性淋巴管炎假结核棒状杆菌。</p> <p>禽病病原微生物：鸭瘟病毒、鸭病毒性肝炎病毒、小鹅瘟病毒、鸡传染性法氏囊病病毒、鸡马立克氏病病毒、禽白血病 / 肉瘤病毒、禽网状内皮组织增殖病病毒、鸡传染性贫血病毒、鸡传染性喉气管炎病毒、鸡传染性支气管炎病毒、鸡减蛋综合症病毒、禽痘病毒、鸡病毒性关节炎病毒、禽传染性脑脊髓炎病毒、副鸡嗜血杆菌、鸡毒支原体、鸡球虫。</p> <p>兔病病原微生物：兔粘液瘤病病毒、野兔热土拉杆菌、兔支气管败血波氏杆菌、兔球虫。</p> <p>水生动物病病原微生物：流行性造血器官坏死病毒、传染性造血器官坏死</p>	<p>急性出血性结膜炎病毒、腺病毒、腺病毒伴随病毒、其他已知的甲病毒、星状病毒、Barmah 森林病毒、Bebaru 病毒、水牛正痘病毒：2 种(1 种是牛痘变种)、布尼亚病毒、杯状病毒、Colti 病毒、冠状病毒、牛痘病毒、柯萨奇病毒、巨细胞病毒、登革病毒、埃可病毒、肠道病毒、肠道病毒-71 型、EB 病毒、费兰杜病毒、其他的致病性黄病毒、瓜纳图巴病毒、Hart Park 病毒、Hazara 病毒、甲型肝炎病毒、乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、丁型肝炎病毒、戊型肝炎病毒、单纯疱疹病毒、人疱疹病毒 6 型、人疱疹病毒 7 型、人疱疹病毒 8 型、人 T 细胞白血病毒、流行性感冒病毒(非 H2N2 亚型)、甲型流行性感冒病毒 H2N2 亚型、Kunjin 病毒、La Crosse 病毒、Langat 病毒、慢病毒(除 HIV 外)、淋巴细胞性脉络丛脑膜炎病毒、麻疹病毒、Meta 肺炎病毒、传染性软疣病毒、流行性腮腺炎病毒、阿尼昂-尼昂病毒、致癌 RNA 病毒 B、除 HTLV I 和 II 外的致癌 RNA 病毒 C、其他已知致病的布尼亚病毒科病毒、人乳头瘤病毒、副流感病毒、副牛痘病毒、细小病毒 B19、多瘤病毒、BK 和 JC 病毒、狂犬病毒(固定毒)、呼吸道合胞病毒、鼻病毒、罗斯河病毒、轮状病毒、风疹病毒、Sammarez Reef 病毒、白蛉热病毒、塞姆利基森林病毒、仙台病毒(鼠副流感病毒 1 型)、猴病毒 40、辛德毕斯病毒、塔那痘病毒、Tensaw 病毒、Turlock 病毒、痘苗病毒、水痘 - 带状疱疹病毒、水泡性口炎病毒、黄热病毒(疫苗株, 17D)。</p>

分类	动物病原微生物	人间传染的病原微生物
	<p>病毒、马苏大麻哈鱼病毒、病毒性出血性败血症病毒、锦鲤疱疹病毒、斑点叉尾(编者注:此字左边为鱼,右边为回)病毒、病毒性脑病和视网膜病毒、传染性胰脏坏死病毒、真鲷虹彩病毒、白鲟虹彩病毒、中肠腺坏死杆状病毒、传染性皮下和造血器官坏死病毒、核多角体杆状病毒、虾产卵死亡综合症病毒、鳖鳃腺炎病毒、Taura 综合症病毒、对虾白斑综合症病毒、黄头病病毒、草鱼出血病毒、鲤春病毒血症病毒、鲍球形病毒、鲑鱼传染性贫血病毒。</p> <p>蜜蜂病病原微生物:美洲幼虫腐臭病幼虫杆菌、欧洲幼虫腐臭病蜂房蜜蜂球菌、白垩病蜂球囊菌、蜜蜂微孢子虫、跗腺螨、雅氏大蜂螨。</p> <p>其他动物病病原微生物:犬瘟热病毒、犬细小病毒、犬腺病毒、犬冠状病毒、犬副流感病毒、猫泛白细胞减少综合症病毒、水貂阿留申病病毒、水貂病毒性肠炎病毒。</p>	
四类	是指危险性小、低致病力、实验室感染机会少的兽用生物制品、疫苗生产用的各种弱毒病原微生物以及不属于第一、二、三类的各种低毒力的病原微生物。	豚鼠疱疹病毒、金黄地鼠白血病病毒、松鼠猴疱疹病毒,猴病毒属、小鼠白血病病毒、小鼠乳腺癌病毒、大鼠白血病病毒。

(2) 含重金属污染物(六价铬、汞、铅、砷、镉等)的实验室污水。来自细菌、病毒检验诊断等实验室。

(3) 其他污水。包括:一级病原微生物实验室污水、二级病原微生物实验室辅助实验室污水、三、四级病原微生物实验室清洁区和辅助实验室污水、生活污水等。一级病原微生物实验室污水主要有实验室的试验、检验污水、清洗实验器皿产生的污水等。二级病原微生物实验室辅助实验室污水主要有清洗实验器皿产生的污水。三、四级病原微生物实验室清洁区污水为洗消间清洗试验物品产生,

三、四级主实验室所有的试验物品都经过高温高压灭活，因此，洗消间清洗污水不含病原微生物。三、四级病原微生物实验室辅助实验室污水主要有辅助实验污水和清洗实验器皿产生的污水等。生活污水主要为盥洗和冲厕污水。其污水中主要污染物是 COD、悬浮物、氨氮、石油类、阴离子表面活性剂、挥发酚、总氰化物等。

6.2.2 国内外病原微生物实验室污水处理技术及处理现状

国内外对病原微生物实验室污水的处理一般采用分类收集处理的方法。

(1) 含病原微生物污水的处理。此类污水在实验室内先进行化学或物理消毒，然后排至专用的特种灭菌罐再进行消毒灭菌，灭菌后再排至室外污水管网至本单位专设的综合污水处理站进一步处理。消毒罐一般采用高压高温物理法灭菌。部分目标微生物消毒灭菌条件见表 4。

表 4 部分目标微生物消毒灭菌条件

消毒灭菌条件	病原微生物名称
134 、30 分钟，138 、20 分钟高温灭菌	疯牛病毒 (Prion)
121 、20 分钟高温灭菌	炭疽杆菌芽孢、枯草杆菌芽孢、结核分枝杆菌、龟分枝杆菌、甲型肝炎病毒、脊髓灰质炎病毒、真菌、乙型肝炎病毒、流感病毒

高温灭菌装置有间歇式和连续式两种类型。如法国阿克蒂尼 (Actini) 公司开发的连续式电热灭菌工艺和设备，用于含病原微生物的实验污水和医院污水的消毒灭菌处理，该工艺由于采

用了特殊的热交换设备和防腐材料，具有热利用效率高、能耗低、消毒彻底、无化学药剂二次污染等优点，近 10 年被欧洲、美洲、韩国的多家生物安全实验室采用，法国 85% 的三级实验室采用该污水处理系统，尤其是动物饲养室。消毒工艺流程如下：

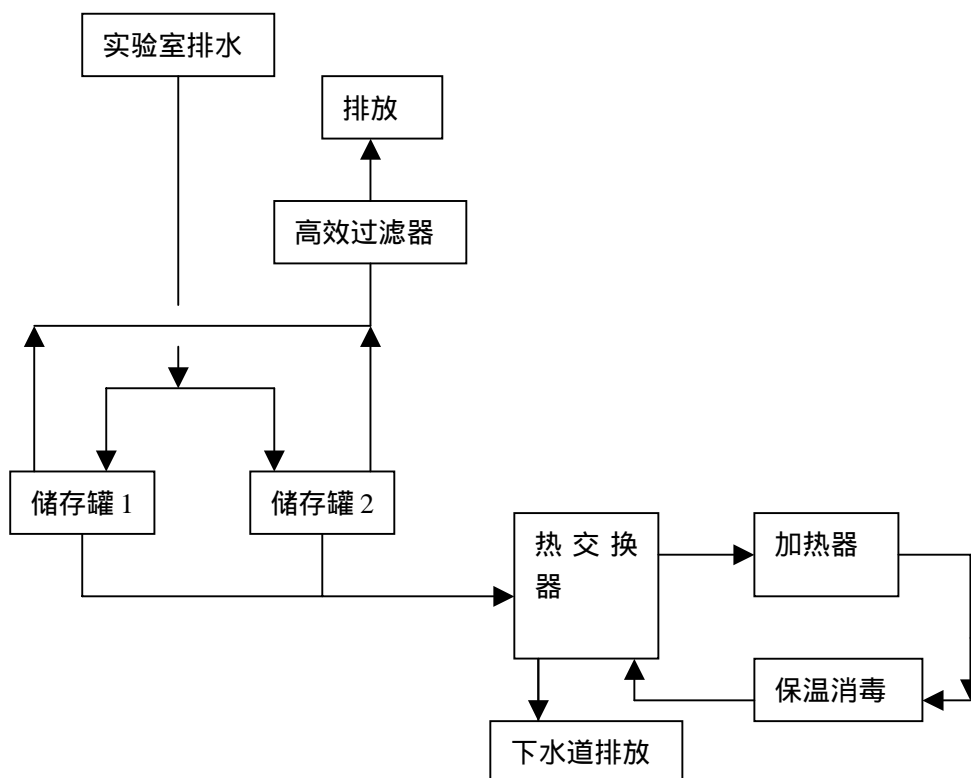


图 3 阿克蒂尼 (Actini) 公司开发的以加热消毒为主的消毒工艺流程图

(2) 含重金属污染物的污水的处理。目前我国现有的病原微生物实验室对这类污水还没有进行单独收集和处理。本标准应分别收集处理和监测，达标后排出，以避免将含有重金属污染物的废液直接排入下水系统。

(3) 其他污水的处理。这类污水直接排入综合污水处理站处理。经消毒灭菌的含病原微生物污水，处理达标的含重金属污染物的实

实验室污水也排入综合污水处理站，统称为综合污水。综合污水经集中处理达标合格后排入城市下水道或水体。综合污水采用的处理工艺主要是：生物处理加消毒工艺。通常采用的消毒剂有：液氯、NaClO发生器、商品 NaClO、ClO₂、臭氧和漂粉精、漂白粉、氯片等。其工艺流程为：



根据对全国 20 个三级病原微生物实验室的水污染物处理情况调查表明：三级病原微生物实验室均将清洁区污水同污染区和半污染区污水分别收集处理；三级实验室的污染区和半污染区均设有专用灭菌器，污水均经单独收集，灭菌后排入综合污水系统；半数以上单位设有综合污水处理站，处理工艺主要为二级生物处理和消毒，执行的排放标准主要有 GB8978 和 GB18466。三级实验室污水排放及处理调查结果如表 5 所列。

表 5 三级病原微生物实验室污水排放及处理调查汇总

项 目	清洁区污水同污染区和半污染区污水分别收集处理	灭 菌		设有综合污水处理站
		采用高温高压灭菌	备有备用灭菌设备	
三级实验室个数	20	20	13	11
所占百分比	100%	100%	65%	55%

6.2.3 控制项目选择

(1) 含病原微生物的污水。病原微生物实验室污水的病原微生物污染情况与实验室操作的病原微生物种类有关，操作或实验何种病原微生物就可能受到此种微生物的污染。为了控制污水的消毒灭菌效果，通常是采用指示微生物作为检验指标。指示微生物应选择耐受性强、易于检测的微生物做指标。由于枯草芽胞杆菌黑色变种芽孢耐消毒剂和物理消毒的条件强于一般的病原微生物，易于获得和检测，无致病性，因此本标准选择其作为指示微生物指标。对目标微生物在可能检测的情况下也应检测，各个病原微生物实验室可根据实验特点，选择一定时期内操作的特定微生物作为目标微生物，以监测其灭菌效果。另外对其灭菌条件作为消毒灭菌工艺条件应进行实时监控（物理消毒的温度压力，化学消毒的消毒剂浓度和接触时间）。

(2) 含重金属污染物的污水。主要来自化验室、检验室等附属实验室的污水。据调查使用的化学品有：酸、碱、重铬酸钾、汞、铅、砷、镉等试剂，所含的重金属污染物主要有：六价铬、汞、铅、砷、镉等，因此将其列为控制项目。禁止将含有这类污染物的污水废液倒入下水道。

(3) 综合污水。包括：一级病原微生物实验室污水、二级病原微生物实验室辅助实验室污水、三、四级病原微生物实验室清洁区和辅助实验室污水、生活污水等。其主要污染物是：COD、悬浮物、氨氮、石油类、阴离子表面活性剂、挥发酚、总氰化物和粪大肠菌。

综合污水主要控制其理化指标达到环保要求和保障对病原微生物的消毒要求。选择控制指标为：pH、悬浮物、生化需氧量、化学需氧量、悬浮物、氨氮、石油类、阴离子表面活性剂、色度、挥发酚、总氰化物、粪大肠菌群数、消毒工艺控制指标（总余氯量）等。

6.2.4 标准分级

本标准不与受纳水体挂钩，根据排放去向分为排放标准和预处理标准，排入水体执行排放标准，排入有二级污水处理设施的城市下水道的执行预处理标准。

6.2.5 标准值

（1）三、四级实验室的污染区和半污染区污水，二级病原微生物主实验室污水需经消毒灭菌处理。按规定，三级、四级实验室的主实验室内不设地漏，污染区和半污染区的排水应通过专门的管道收集至独立的装置中进行消毒灭菌处理。因此，为了保障安全、降低风险，指示微生物和目标微生物这两项指标都定为不得检出。其灭菌方法为化学法和物理法，推荐采用高温灭菌法。

（2）排放含有重金属污染物的实验室污水，重金属具有长期毒性和积累性，所以必须在实验室排出口严格控制，根据其毒性和控制技术确定其指标值。

（3）综合污水。综合污水排放标准分为预处理标准和排放标准，预处理标准是指排入终端已建有正常运行的城镇污水处理厂的下水道时的标准。其水质必须满足城市下水道的接管要求，同时为了去除生物性污染，还应对污水进行消毒处理，为保障污水消毒的效果

和减少消毒剂的用量，需对污水进行必要的预处理，通常采用一级或一级强化再消毒的处理工艺。因此，对预处理标准的制定是根据污水经一级或一级强化处理并消毒后可达到的水质指标制定的。

排放标准是指污水直接或间接排入水体的标准，污水应经二级处理或深度处理再加消毒处理后方可排放。其排放标准是根据污水经二级以上处理并消毒可达到的水质指标制定的。主要指标的制定依据简述如下：

(1) COD 和 BOD：是表示污水有机物含量的综合指标，COD 和 BOD 消耗水体中溶解氧，而引起水质恶化。在消毒过程中，消耗消毒剂，影响消毒效果。对部分实验室污水调查结果表明，其综合污水 COD、BOD 含量接近或低于生活污水。

通过二级处理，COD 和 BOD 平均可分别去除 70%和 80%，则出水的 COD 和 BOD 可达到 60mg/L 和 20mg/L，所以排放标准定为 COD 60mg/L 和 BOD 20mg/L。通过一级或一级强化处理，COD 和 BOD 去除率分别为 30—50%，所以预处理标准定为 COD 250mg/L 和 BOD100mg/L。

(2) 悬浮物。污水中存在大量的悬浮固体，细菌和病毒可以附着或包裹在悬浮絮体中，不易被消毒剂杀死。另外，污水中的大量悬浮物消耗消毒剂，从而降低灭菌的效果。含悬浮物高的污水直接消毒在灭菌方面是不彻底的，躲过消毒的病原菌在排入水体后还会大量繁殖。因此为保证消毒效果必须控制污水中的悬浮物。本标准 SS 浓度标准值的确定依据为：预处理标准以一级处理或一级强化处理工艺为依据，定为 60mg/L，排放标准以二级处理工艺为依据定为，

20mg/L。

(3) 氨氮、石油类、阴离子表面活性剂、挥发酚、pH、总氰化物等污染物采用 GB8978-1996 一级标准，色度定为 30 mg/L，考虑通过一级强化处理、二级处理和消毒可以达到本标准。

(4) 粪大肠菌群数和消毒工艺控制指标。

病原微生物实验室的综合污水的生物学控制指标选择常用的粪大肠菌群数和消毒工艺控制指标，研究和实践表明，污水中的粪大肠菌群数和致病微生物有很好的相关性，所以本标准综合污水的生物学指标也选择粪大肠菌群数作为控制指标，以检验污水的消毒效果，同时，制定了消毒的工艺控制指标，以利于日常的监测和管理。目前病原微生物实验室综合污水排放是按 GB8978 中医疗机构污水的排放要求控制的，均能达到标准要求。本标准预处理标准和排放标准均定为 500MPN/L，其指标值与新发布的《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 的标准值相同。消毒工艺控制指标为接触时间和总余氯。

6.2.6 与相关标准的比较

本标准与相关标准的比较如表 6 所列：

表 6 本标准控制项目及标准值与相关标准比较

单位：mg/L

序号	控制项目	本标准		GB8978-1996	GB18466-2005
		排 放	预处理		
1	粪大肠菌群数 (MPN/L)	500	5000	100/500/5000	100/500/5000
2	总余氯	0.5	-	0.5/6.5/5	0.5/-
3	COD	60	250	100/150/500	60/250
4	BOD	20	100	20/30/300	20/100
5	SS	20	60	60/150-400	20/60
6	氨氮	15	-	15/25/-	15/-
7	石油类	5	20	5/10/20	5/20
8	阴离子表面活性剂	5	10	5/10/20	5/10
9	色度 (稀释倍数)	30	-	50/80/-	30/-
10	挥发酚	0.5	1.0	0.5/0.5/2	0.5/1.0
11	pH	6-9	6-9	6-9	6-9
12	总氰化物	0.5	0.5	0.5/0.5/1.0	0.5/0.5
13	总汞	0.05		0.05	0.05/0.05
14	总镉	0.1		0.1	0.1/0.1
15	总铬	1.5		1.5	1.5/1.5
16	六价铬	0.5		0.5	0.5/0.5
17	总砷	0.5		0.5	0.5/0.5
18	总铅	1.0		1.0	1.0/1.0
19	指示微生物 (枯草芽胞杆菌黑色变种芽孢)	不得检出		-	-
20	目标微生物	不得检出		-	-

6.2.7 污水处理与消毒要求

本标准针对病原微生物实验室特点增加了污水处理与消毒要求

(标准 4.1.4 条), 目的是有利于标准的实施、工程设计、环评和监督管理。根据资料和调查数据提出了病原微生物实验室污水(三级、四级和部分二级)污水收集处理系统的设计和建造应符合 GB50346 第 6 章要求。三级、四级病原微生物实验室污染区和半污染区的污水应通过专门的管道收集至独立的装置中进行消毒灭菌处理。灭菌装置应设置两套以供备用。污水灭菌处理应按目标微生物的灭菌条件进行, 对灭菌的工艺条件应实施在线实时监测, 采用高温高压处理工艺的部分目标微生物灭菌条件与参数。含有特定感染因子(如疯牛病(prion))的污水应使用化学和物理消毒灭活方式联用处理。实验室产生的低放射性污水应采用衰变池处理, 其他含有毒重金属和化学品的污水可分别采用有效的物理化学处理后, 再与其他污水混合进一步处理。对混合后的综合污水提出宜采用的处理工艺: 二级处理+消毒工艺或深度处理+消毒工艺。根据消毒剂的效率 and 安全性提出消毒剂可采用二氧化氯、次氯酸钠、臭氧, 物理消毒可采用高温热消毒和紫外线消毒, 其投加量或工艺应根据水质情况和处理要求及相关规范资料确定或通过试验确定。高温消毒后排放时应将水温降至室温等。

6.3 废气排放要求

6.3.1 废气来源

病原微生物实验室排放的废气主要来自实验室排风口、直排式生物安全柜排风口、动物负压隔离设备排风口等。在主实验室排气中的主要污染物是受到生物污染的气溶胶、化学熏蒸消毒挥发的消

毒剂等。气溶胶是重要的感染途径。生物安全措施的主要防御对象是气溶胶，其危险性主要是它的感染性，取决于气溶胶微生物的生存数、气溶胶浓度和微粒的大小。防止这些微生物排放的主要措施是生物安全柜和实验室的通风过滤灭菌系统，通过高效过滤器对气溶胶的截留作用降低感染风险。

6.3.2 废气处理现状

根据对全国 20 个三级病原微生物实验室的废气排放及处理情况调查表明：三级实验室排气和生物安全柜排气都经过高效过滤器过滤后排放；过滤效率要求大于 99.99%，理化指标执行的排放标准主要为《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。

6.3.3 控制指标及其限值

三级、四级病原微生物实验室和直排式生物安全柜、动物负压隔离设备的废气排放应达到微生物指标零排放(指示微生物和目标微生物均不得检出，本标准所选的指示微生物为粘质沙雷氏菌)。

动物安全实验室和动物负压隔离设备的废气中化学污染物主要为恶臭，包括氨、三甲氨、硫化氢等，执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)，不再另定。

焚烧炉产生废气应符合《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2001)的规定。

6.3.4 废气处理与消毒要求

标准 4.2.3 条对废气处理和消毒提出以下要求：病原微生物实验室气体排放系统的设计和建造应符合 GB50346 第 5 章要求。三级

病原微生物实验室排风应设置一道或两道 B 类以上高效过滤器；四级病原微生物实验室在排风口处应设置两道 B 类以上高效过滤器。三级、四级病原微生物实验室排风系统应设置过滤器检漏口，定期由具备检测资质机构对高效过滤器和活性炭吸附装置进行现场检测。更换的高效过滤器和活性炭吸附装置应按照危险废物处理方式妥善收集，并做灭活处理。三级、四级病原微生物室外排风口的位置应高于所在建筑屋顶 2m 以上。三级、四级病原微生物实验室污染区和半污染区排水管的放气口应安装高效过滤器。动物负压隔离设备排风管道应在高效过滤器的外侧安装有效的活性炭吸附装置。

6.4 固体废物和污泥排放要求

6.4.1 处理现状

根据对全国 20 个三级病原微生物实验室的固废处理情况调查表明：三级实验室产生的固废为废实验器材及试剂、更换的高效过滤器等，三级动物实验室还产生试验动物垫料及排泄、动物尸体及组织等。产生量较少，一般每天约为几千克。固废都经过高压灭菌后再交给具备处置资质的单位进行处置或送往本单位焚烧炉进行焚烧。目前仅有 2 家单位建有焚烧炉，自行焚烧处理。

6.4.2 排放要求

三级、四级病原微生物实验室污染区和半污染区产生的固体废物和二级病原微生物实验室产生的含病原微生物的固体废物应在实验室内进行彻底消毒灭菌处理，并经检测达到微生物指标零排放后（指示微生物和目标微生物不得检出，本标准所选的指示微生物

为枯草芽胞杆菌黑色变种芽孢)，方可移出实验室进行彻底焚烧，或根据就近集中处置的原则交具备医疗废物集中处置资质的单位处置。

本标准的污泥控制标准采用通用的粪大肠菌群数作为控制指标，要求污泥在清掏前进行消毒处理，粪大肠菌群数应达到 100MNP/g。根据污泥中各种病原微生物致死条件，病原微生物实验室污泥应采用物理消毒法、化学消毒法，例如采用巴士消毒法、石灰消毒法等。石灰的投加量每升污泥约 15g，使 pH 值达 11—12，充分搅拌均匀接触后达到本标准要求的，再送至专门的处置场所。

若本单位对灭菌后的固体废物自行进行焚烧处理时，应符合 GB18484《危险废物焚烧污染控制标准》的规定。

七、取样与监测

本标准规定了取样监测点、监测频率和监测方法。包括对工艺控制指标的在线监测要求和生物学指标、理化学指标的监测要求。确保实验室排出的污水、废气和固体废物的消毒灭菌安全，在排出时不含有病原微生物。重点监测部位应设置采样口和监测点。要求对消毒灭菌的工艺控制指标实施在线实时监测。

针对病原微生物实验室的特点，对其指示微生物的监测方法进行了研究，并在附录中列出。对目标微生物的监测可根据实验室各自研究的病原微生物种类自行制定。

八、实施本标准的经济、技术、 管理措施的可行性分析

本标准主要是保证病原微生物实验室对环境的安全，保证病原微生物不会通过污水、废气和固废污染环境，做到所操作研究的病原微生物的零排放。现有的和先进的污染治理和消毒技术是完全可以做到的，主要是高效过滤器除菌技术、高压高温灭菌技术，化学灭菌技术等，灭菌均有专用的设备和相应的监测方法和操作规程，具有可操作性。

九、环境、社会、经济效益和实施成本分析

实施本标准的费用主要是污染治理设施的建设投资及运行维护、监测成本。

病原微生物实验室污水一般为 $0.1—0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，最高可达 $8\text{m}^3/\text{d}$ 。高压灭菌，投资 $8—100$ 万元，最高可为 200 万元。运行费用 $2—30$ 万元/年。

实验室废气，排放量为 $2000—18000\text{m}^3/\text{h}$ ，采用高效过滤器，投资 $6—50$ 万元。年运行费 $2—10$ 万元。

固体废物，采用辐照，投资 $2—50$ 万元，运行费 $0.8—4.6$ 万元/年。

采用高温高压，投资 $8—60$ 万元，运行费 2 万元/年。

综合污水采用一级或二级处理加消毒，投资 1 万元/ m^3/d 污水，

运行费约 2 元/m³污水。

通过标准的实施 ,可减少病原微生物实验室 SS 排放 50% ,COD60% , BOD70% , 完全杜绝病原微生物的排放 , 保障人体、动物和环境安全。

十、关于实施方案的建议

实施本标准应对病原微生物实验室加强管理 , 按规定采取各种有效的技术措施和制定具体的实施方案。

参 考 文 献

1. GB8978-1996 《污水综合排放标准》
2. GB16297-1996 《大气污染物综合排放标准》
3. 国家环境保护总局. 《水环境标准手册》
4. 《病原微生物实验室生物安全管理条例》
5. 《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》
6. 《兽医实验室生物安全管理规范》
7. 《动物病原微生物分类名录》
8. 《人间传染的病原微生物名录》
9. GB19489-2004 《实验室生物安全通用要求》
10. ISO15190: 2003(E) 《医学实验室-安全要求》
11. WHO 《Laboratory Biosafety Manual》 Second Edition(Revised).
Geneva 2003
12. GB50346-2004 《生物安全实验室建筑技术规范》
13. GB14925-1994 《实验动物 环境与设施》
14. WS233-2002 《微生物生物医学实验室生物安全通用准则》
15. GB13554-1992 《高效空气过滤器》
16. GB18466-2005 《医疗机构水污染物排放标准》
17. GB18484-2001 《危险废物焚烧污染控制标准》
18. GB14554-1993 《恶臭污染物排放标准》

19. 中华人民共和国卫生部《消毒技术规范》
20. 许钟麟, 王清勤 生物安全实验室与生物安全柜 中国建筑工业出版社 2004. 8. 北京
21. 北京市环境保护科学研究所等 遗传所负压实验室污水处理设计实验总结 981. 3
22. 祁国明 主编 病原微生物实验室生物安全 北京人民卫生出版社 2005 北京
23. 李劲松 主编 生物安全柜应用指南 化学工业出版社 2005 北京