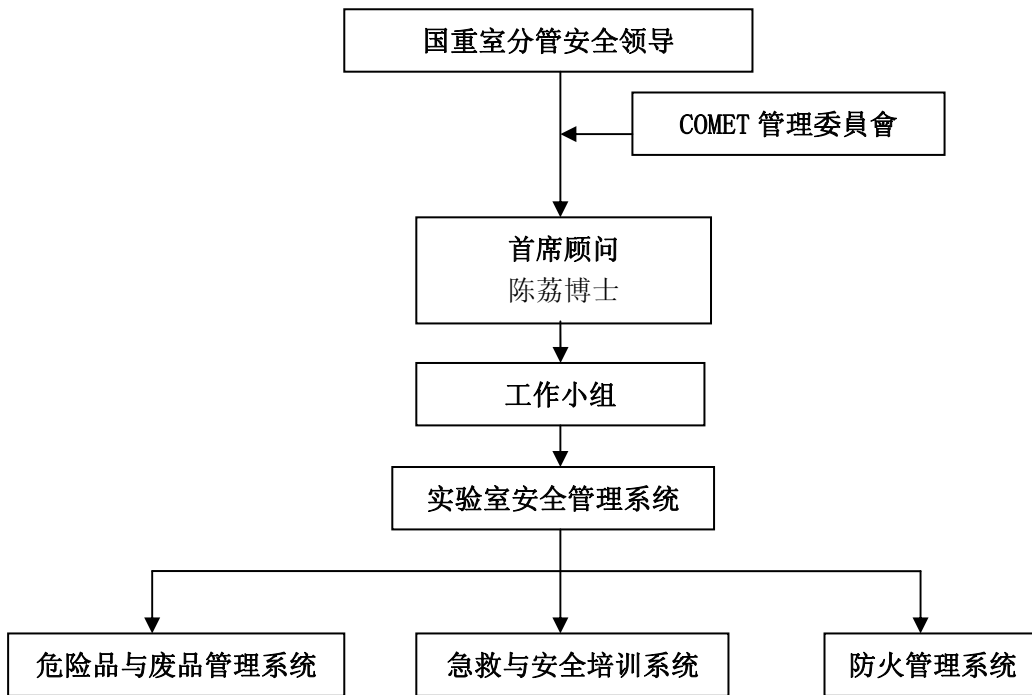


# 近海海洋环境科学国家重点实验室（厦门大学） 实验室安全管理手册/制度

实验室安全管理工作是确保实验室教学、科研工作正常进行的前提保证，为了加强实验室安全管理工作，确保全体教职工的人身和财产安全，根据《高等学校实验室工作规程》、《厦门大学实验室安全工作制度》等相关规定，特制定本办法。本手册由海洋与环境大型仪器和技术服务中心 (COMET) 草拟，并由实验室安全委员会通过。实验室安全管理框架如下：

## 安全管理架构



## 目 录

第一章 实验室安全管理通则.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 政策和责任概况.....	1
1.3 风险评估和风险类别.....	1
1.3.1 风险与评估.....	1
1.3.2 风险评估的五个步骤.....	2
1.3.3 风险的类型.....	2
1.3.4 危险清单.....	3
1.4 安全/消防管理制度.....	4
1.4.1 安全/消防教育、培训制度.....	4
1.4.2 安全/疏散设施管理制度.....	4
1.4.3 安全/消防巡查、检查制度.....	4
1.4.4 安全/消防隐患整改制度.....	5
1.4.5 安全/消防工作考评和奖惩制度.....	5
1.5 实验室安全一般守则.....	5
1.6 无人在场的实验.....	6
1.7 在办公时间以外或单独使用实验室须知.....	7
1.8 安全应急处理预案.....	7
1.8.1 明火操作安全应急预案.....	7
1.8.2 带电操作安全应急预案.....	8
1.8.3 药品操作安全应急预案.....	8
1.9 事故/事件报告.....	9
第二章 生物安全.....	11
2.1 概述.....	11
2.2 生物危害评估及实验室生物安全保障.....	11
2.2.1 危害程度分级.....	11
2.2.2 危害程度分级.....	11
2.2.3 实验室生物安全设备.....	12
2.2.4 与危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备.....	13
2.2.5 不同生物安全水平对设施的要求.....	14
2.3 处理不同生物剂的安全级别建议.....	14
2.3.1 生物安全级别 1.....	14
2.3.2 生物安全级别 2.....	15
2.3.3 生物安全级别 3.....	15
2.3.4 生物安全级别 4.....	15
2.4 动物实验室的生物安全.....	15
2.5 生物安全工作实践.....	16
2.5.1 接触生物源性材料的安全工作行为.....	16
2.5.2 处理动物的方法.....	17
2.5.3 实验室中标本的安全操作.....	17
2.5.4 移液管和移液辅助器的使用.....	18
2.5.5 打开带有传染性物质的安瓿.....	18

2.5.6 装有感染性物质安瓿的储存	18
2.5.7 避免感染性物质的扩散	19
2.5.8 避免感染性物质的食入以及与皮肤和眼睛的接触	19
2.5.9 避免感染性物质的注入	19
2.5.10 血清的分离	20
2.5.11 样品和被感染物质的处理处置	20
2.5.12 个人卫生	21
2.5.13 实验室后勤	21
2.6 意外事故应对方案和应急程序	21
2.6.1 意外事故应对方案	21
2.6.2 生物实验室应急程序	22
第三章 化学品安全	24
3.1 概述	24
3.2 化学品的正确卷标方法	24
3.3 化学品的一般处理方法	24
3.4 常用化学危险品贮存	24
3.4.1 排风柜的使用细则	25
3.4.2 化学危险品贮存细则	25
3.5 化学品溢漏	25
3.6 剧毒化学药品管理	26
3.7 易制毒化学品管理	26
3.8 致癌物质使用准则	27
3.8.1 管理控制	27
3.8.2 备存记录	27
3.8.3 使用致癌物基本规则	27
3.8.4 控制措施	28
3.8.5 高于平均风险的操作行为	29
第四章 物理辐射/照射安全	30
4.1 概述	30
4.2 辐射源/射线装置的危害性分类	30
4.2.1 放射源的分类	30
4.2.2 射线装置的分类	32
4.2.3 激光的分类	33
4.3 辐射源/射线安全防护	34
4.3.1 辐射源安全防护	34
4.3.2 激光安全防护	34
4.3 放射性物质的贮存及处理设备	35
第五章 出海/船上作业安全	36
第六章 特殊潜在危险	37
6.1 概述	37
6.2 电力安全	37
6.2.1 电力的危害	37
6.2.2 触电的防护措施	37
6.3 压缩气体安全	38

---

6.4 低温物料使用安全 .....	39
6.5 压力锅（锅炉、压力锅、蒸汽锅）的使用安全 .....	40
6.6 离心机的使用安全 .....	40
6.7 办公室安全 .....	41
6.7.1 对工作环境的建议 .....	41
6.7.2 对工作台的建议 .....	41
6.7.3 设备的相关建议 .....	42
6.7.4 对姿势和工作模式的建议 .....	42
6.8 无烟政策及其执行 .....	43
第七章 废物回收及处置 .....	44
7.1 概述 .....	44
7.2 生物废料处理 .....	44
7.2.1 生物废料的类型 .....	44
7.2.2 收集&容器标识 .....	45
7.2.3 生物危害遏制 .....	45
7.2.4 生物溢漏清洁守则 .....	47
7.3 化学废品管理 .....	48
7.3.1 化学废物的分类 .....	48
7.3.2 化学废物的包装 .....	48
7.3.3 化学废物的标注 .....	49
7.3.4 废物的储存与隔离 .....	50
7.3.5 化学废物处理 .....	51
7.4 放射性废物处置 .....	51
7.5 致癌废物处置 .....	51
7.5.1 设备 .....	51
7.5.2 清洗 .....	51
7.5.3 处置的一般要求 .....	51

# 第一章 实验室安全管理通则

## 1.1 概述

本节提供实验室基本的安全知识及守则，以确保实验室安全。实验室主管必须自行设立具体守则，而实验室使用者有责任明白所有规则后方可进行实验。

## 1.2 政策和责任概况

(1) 本实验室管理委员会将致力确保其所有教职工、学生和访客的健康和安全。

为达此目标，实验室将在合理可行的、适用的范围内，提供和促进国际公认标准的职业和环境健康，安全和防火措施。

(2) 实验室将在其权力范围内采取一切合理措施，坚守这一责任。要特别注意：

①提供安全的工作、学习和居住的场所及其安全的进出口。

②安全地安排、使用、处理、储存和运输实验物品和药品。

③为教职工和学生提供信息、指导、训练及监督，以减少危害的发生。

(3) 实现健康和安全的工作环境需要所有教职工的积极承诺。

每一个人都有责任为了自己或他人确保他/她的活动或行为不构成风险，并采取一切合理的步骤保护其本人和他人免受任何与其活动有关可预见的风险。

(4) 该条例将提醒教职工和学生的注意。相关部门将定期检查，并可能在适当的领域对条例加以补充，制定进一步的详细条例。

## 1.3 风险评估和风险类别

### 1.3.1 风险与评估

风险是实际上导致伤害的危险的可能性。

评估是一个关于在工作场所使用或潜在使用危险的物质/设备/操作的调查。以此了解和尽量减少使用这种物质/设备或执行这种操作的工人的健康和安全风险。

相关的风险与危害必须加以评估，以确定其严重（或危险）性。风险评估，决定了什么程度的危害或风险需要加以控制，并为实施管制制定优先次序。

### 1.3.2 风险评估的五个步骤

步骤一：寻找危险。

步骤二：确定谁可能受到危险以及怎样受到危险。

步骤三：评估危害所带来的风险，并确定现有的预防措施是否足够应对或还有更多应该做的事。

步骤四：记录您的调查结果。

步骤五：不时地审查您的评估，如有必要则进行修改。

### 1.3.3 风险的类型

每个部门都应评估发生在其职权范围内的活动的风险。应考虑以下定性的风险评级制度，来帮助其选择与活动符合的风险类别：

(1) 低风险活动，指参与这一活动没有潜在的危险。

例如：阅读、写作、为会议的目的使用房间、定期使用电脑等。

监督：不需要有第二人在呼叫距离内。部门可能会使用日志记录一般办公室的那些正常工作时间以外的工作。建议在现场设置可用的电话。

(2) 中度风险活动，指活动涉及的危险，有导致严重伤害/疾病或导致临时残疾的可能性。

例如：在一个湿滑的区域工作、某些体育活动、中度到高功率激光的操作、在实验室/工作坊/工作室等地方工作。以上这些都不涉及危险的化学品、设备和机器的使用。

监督：需要有第二人在场，并采取合理的切实可行的紧急行动。使用闭路电视系统或由指定的工作人员进行例行检查可能是有效的。

(3) 高风险活动，指如果没有适当的控制措施，活动所涉及的危险导致永久伤残、损失生命或身体的一部分的可能性很高。

例如：在危险电压的暴露的电气设备上工作；使用非常高功率的激光；使用危险化学品；使用危险的机床和设备；在一个密闭空间内工作等。

监督：每当这一类工作进行时，每当这些急性危害都存在时，必须与第二个人保持通话。应准备好使用其他紧急材料。

### 1.3.4 危险清单

(1) 机械的移动部件

击碎、切割、卷入、缠绕、弹射、流动、摩擦/磨损、剪切、穿刺

(2) 危险设备

起重机械及装置、操作易爆物的工具、砂轮、吊笼、叉车

(3) 高空作业

梯子、吊舱、高塔、活动脚手架、平台

(4) 进入

滑动、绊倒、跌倒、下落或移动的物体、阻塞或投掷、密闭空间、冷库

(5) 人机工程

人力装卸、视频显示装置

(6) 电力

(7) 化学制品

致癌物、腐蚀物、易爆物、易燃物、有害物、刺激性物、致敏物、有毒物

(8) 火灾及爆炸

(9) 微粒和尘埃

可吸入物、易吸收物、擦伤皮肤或眼睛

(10) 放射性物质

电离的、非电离的

(11) 生物制品

细菌、病毒、真菌

(12) 环境

噪音、震动、光、湿度、通风、温度、气候、压力/真空

(13) 组织

保养不善、缺乏监督、缺乏培训、缺乏信息、不充分的指示、不安全的系统、不合适的设备的供应、不完善的监督安排、粗劣的人/机（操作员/机械）界面

(14) 个人

个人不适合的工作、工作时间过长、过高频率工作、对职工的暴力、个人的不安全行为

## 1.4 安全/消防管理制度

### 1.4.1 安全/消防教育、培训制度

对新员工进行岗前安全/消防培训，经考试合格后方可上岗。针对岗位特点应进行特别的安全/消防教育培训，并定期组织员工学习安全/消防法规和各项规章制度。

### 1.4.2 安全/疏散设施管理制度

- (1) 严禁拥堵、损害紧急喷淋设施。
- (2) 严禁损坏电梯紧急报警系统。
- (3) 各实验室应保持疏散通道、安全出口畅通，严禁占用疏散通道，严禁在安全出口或疏散通道上安装栅栏等影响疏散的障碍物。
- (4) 应按规范设置符合国家规定的消防安全疏散指示标志和应急照明设施。
- (5) 应保持防火门、消防安全疏散指示标志、应急照明、机械排烟送风、火灾事故广播的设施处于正常状态。
- (6) 严禁在工作期间将安全出口上锁。
- (7) 严禁工作期间将安全疏散指示标志关闭、遮挡或覆盖。

### 1.4.3 安全/消防巡查、检查制度

- (1) 逐级落实安全/消防责任制和岗位消防安全责任制，落实巡查、检查制度。
- (2) 安全/消防巡查，不定期进行。巡查的内容应当包括：
  - ①所有实验室涉及安全的设备如抽风机、离心机、真空泵，灭菌锅等均需定期检查维修，并予以记录。
  - ②实验室内的仪器设备、材料、工具等物品要摆放整齐，布局合理。
  - ③各实验室应及时清理废旧物品，不堆放与实验室工作无关的物品，保证安全通道畅通，严格做到四防、四关、一查（防火、防盗、防破坏、防灾害事故；关门、窗、水、气；查仪器设备）。
  - ④实验室入口须张贴警告牌，列明该实验室内各种潜在危险，以及实验时应佩带那些安全设备。警告牌亦须列出紧急联络人员名单。
  - ⑤安全出口、疏散通道是否畅通，安全疏散指示标志、应急照明是否完好。
  - ⑥消防设施、器材和消防安全标志是否在位、完整。



- ⑦其他安全/消防情况。如紧急喷淋设施、电梯紧急报警系统的完好情况。
  - ⑧巡查情况应当填写记录，巡查人员及其主管人员应当在巡查记录上签名。
- (3) 安全/消防检查，至少每季度进行一次。检查的内容应当包括：
- ①安全隐患的整改情况以及防范措施的落实情况。
  - ②安全疏散通道、疏散指示标志、应急照明和安全出口情况。
  - ③紧急喷淋设施的使用及有效情况。
  - ④消防车通道、消防水源情况；灭火器材配置及有效情况。
  - ⑤重点人员以及其他员工安全知识的掌握情况；
  - ⑥安全/消防巡查、记录情况；
  - ⑦检查中发现的隐患，检查人员应填写检查记录，并按照规定，要求有关人员  
人员在记录上签名。

#### 1.4.4 安全/消防隐患整改制度

- (1) 各实验室对存在的隐患应及时予以消除。
- (2) 在安全/消防检查中，应对所发现的火灾隐患进行逐项登记，并将隐患情况书面下发各实验室限期整改，同时要  
做好隐患整改情况记录。
- (3) 在安全/消防隐患未消除前，各部门应当落实防范措施，确保隐患整改期间的安全，对确无能力解决的重大隐患应当提出解决方案，及时向安全责任人报告，并报实验室主管部门备案。

#### 1.4.5 安全/消防工作考评和奖惩制度

- (1) 对安全/消防工作作出成绩的，予以通报表扬或物质奖励。
- (2) 对造成安全/消防事故的责任人，将依据所造成后果的严重性予以不同程度的处理，除已达到依照国家《治安管理处罚条例》或已够追究刑事责任  
的事故责任人将依法移送国家有关部门处理外，根据厦门大学消防安全管理制度的规定，对其进行相应处罚。

### 1.5 实验室安全一般守则

- (1) 实验室内不得乱拉电线，所有设备的电线、插头及插座和接线板必须符合用电要求。若有损坏，及时修好。在添置大型仪器设备时，要考虑电源线路负载程度，必要时需做好线路改造，禁止超负荷用电，确保安全用电。

(2) 需熟习紧急应变措施、警钟讯号及安全通道。认识紧急电话、紧急洗眼机及个人冲淋设备，了解灭火器的位置及其正当操作程序。认识实验室内各类个人防护设备的用法。

(3) 凡开始任何新的或更改过的操作程序前，要先了解所有物理、化学、生物方面潜在危险及其安全措施。使用化学品前应先阅读相关安全使用手册。

(4) 实验室内禁止吸烟、涂化妆品或饮食。冷藏柜严禁储放食物饮品。

(5) 在实验室内，应把长发或宽松衣服束起。切勿脱鞋、穿著凉鞋进入实验室。

(6) 穿上适当的防护衣服及手套，以免身体接触化学品。在实验室使用危险化学品、危险机器、激光设备及生物剂，必须戴上适当的护眼镜。

(7) 各种仪器应根据其指定用途操作，切勿使用不熟悉的仪器。

(8) 尽量避免接触气体、烟雾及气雾，预料会有上述情况时应使用适当的设备及排风柜。

(9) 所有盛载化学品的容器都需要贴上正确清晰的卷标。卷标上应写上化学品的危险警告字句以供其它实验室使用者参阅。

(10) 所有化学废料应适当弃置于相应的废料容器内，并应正确填写记录。

(11) 切勿使用嘴巴吸吮化学品，应使用化学品专用的移液管抽吸器。

(12) 应对不安全环境及行为提高警觉，并把不安全情况向实验室负责人报告。

(13) 离开实验室前，应使用肥皂及水彻底洗净双手。下班离开实验室之前，应先切断或关闭水、气瓶及不使用的仪器设备的电源，并关好门窗。

(14) 实验室和办公室钥匙必须妥善保管，不得转借，不准私配。工作调动时，应立即交回，若有遗失必须及时汇报。

(15) 实验室内应保持安静、整洁，不得大声喧闹，不得举行舞会等娱乐活动。非实验室有关人员不得随意进入实验室，外来参观人员进入实验室要经主管负责人同意，由专人陪同，参观时不要妨碍实验室工作的正常进行。

## 1.6 无人在场的实验

(1) 若实验过程涉及危险化学品，并需在无人在场的情况下持续甚至通宵进行，负责人必须做好预防措施，特别是当公用设施如电力、煤气及冷却水中断时作何应变控制。

(2) 小心存放化学品及仪器，以防止火警、爆炸以及其它突发事故发生。

(3) 实验室内的照明系统必须保持开启；实验室大门外应张贴告示，列明其内使用那些危险品、紧急事故电话及联系人。

(4) 若有需要，应安排保安员进行定时巡查。

## 1.7 在办公时间以外或单独使用实验室须知

(1) 一般说，实验室并不鼓励学生于正常办公时间外在实验室进行实验。

(2) 教职工或学生如需要在办公时间以外使用实验室，必须事先获得负责人批准。

(3) 为了保障安全，所有教职工和学生均禁止于办公时间外单独在实验室内进行实验，需要使用危险化学品的实验尤其如此。

(4) 如需要在办公时间外使用实验室，使用者必须事先填写相关申请表，并需要得到负责人批准，方可使用。使用时亦必须将已获批的申请表张贴于实验室大门上，并需递交申请表副本于办公室作为记录。

(5) 如需要通宵（晚上 11:00 至凌晨 8:00）使用实验室，使用者须填写《通宵使用实验室申请表》，并需要同时获得导师及物业批准，方可使用。

## 1.8 安全应急处理预案

为进一步加强实验室的安全管理和安全教育工作，有效提高科研人员安全防范意识和安全应急处置能力；及时、准确报告和认真调查处理实验室各类安全事故及突发性事件，有效调动各类人员的力量投入实验室各类事故抢险救助工作，将事故损失控制在最低限度，现根据有关安全工作文件精神要求，结合实际情况，特制定本预案。

### 1.8.1 明火操作安全应急预案

(1) 实验室内严禁吸烟，使用一切加热工具均应严格遵守操作规程，离开实验室时应检查是否关上自来水和切断电源。

(2) 转移、分装或使用易燃性液体，溶解其他物质时，附近不能有明火。若需点火，应先进行排风，使可燃性蒸汽排出。

(3) 一旦发生火灾，一定要迅速而冷静地首先切断火源和电源，并尽快采取有效的灭火措施。水和沙土是最常用的灭火材料。

(4) 发生火灾报警程序：

①在场人员迅速报告实验室工作人员，携带消防器具赶赴现场进行扑救。

②根据火势如需报警立即就近用电话或手机报告消防中心（电话 119）。

③在向院室领导汇报的同时，派出人员到主要路口等待引导消防车辆。

(5) 明确分工：

①参加人员：在消防车到来之前，所有在场人员均有义务参加扑救。

②消防车到来之后，实验室人员配合消防专业人员扑救或做好辅助工作。

③使用器具：灭火器、水桶、脸盆、水浸的棉被等。

④迅速安排在场人员逃生，原则是“先救人，后救物”。

⑤学生及无关人员要远离火场和周边的固定消防栓，以便于消防车辆驶入。

(6) 注意事项：

①保护人员安全，扑救要在确保人员不受伤害的前提下进行。

②火灾第一发现人应查明原因，如是电源引起，应立即切断电源。

③火灾后应掌握的原则是边救火，边报警。

④不得组织学生参加灭火。

## 1.8.2 带电操作安全应急预案

(1) 操作时不能用湿手接触电器，也不能把电器淋湿，若不小心淋湿，应等干燥后使用。

(2) 若出现触电事故，应先切断电源或拔下电源插头。若来不及切断电源，可用绝缘物挑开电线，在未切断电源之前，切不可用金属或潮湿的东西挑电线，更不能用手去拉触电者。分析漏电的程度，如果较为严重，在切断电源后，马上通知学校电工处置，并指挥学生离开现场。

(3) 遇到人员触电，应及时实施救护，若触电者出现休克现象，要立即进行人工呼吸，并拨打急救电话 120，请医生治疗，同时报告安全领导小组。

## 1.8.3 药品操作安全应急预案

(1) 禁止尝任何药品的味道，闻气体应“招气入鼻”。即用手轻拂气体，把气体扇向鼻孔（少量），不可把鼻子凑到容器上。

(2) 实验室内应装有换气设备，并设有通风橱，有毒气产生或有烟雾产生的实验应在通风橱内进行，尾气应用适当试剂吸收，防止污染空气，造成中毒。拆卸有毒气的实验装置时，也应在通风橱内进行。

(3) 仪器中的反应物倾倒出来后再清洗。有毒物质不准倒入水槽，要倒在废液缸中，统一处理。剩余的有毒物质不可随意乱扔。

(4) 皮肤破损后不能接触有毒物质，以免有毒物质经伤口侵入人体造成中毒。

(5) 每次实验完毕应用冷水洗净手、脸后再离开实验室。不宜用热水洗，因热水会使皮肤毛孔扩张，有毒物质容易渗入。

(6) 一旦发生化学药品伤人刑事案件和灾害性事故，应马上打开窗户，通风，及时派人送往就近医院救治。并向主管领导汇报，发生严重事故报警 110、119、120。

(7) 采取正确、有效的方法，疏散无关人员，避免对人员造成更大伤害。

(8) 采取有效措施，保护现场，配合公安部门进行勘察，着手对所获得材料、物证进行具体分析，研究，判明事故性质。

## 1.9 事故/事件报告

意外可能会出现在实验室内的固定的场所，也会出现在一些特定或移动场所（如外出采样及出海采样等场所）。这些损伤包括人身伤害（工作人员、学生及访客等）及财产损失等。

当发生严重损伤时，采取的初步行动有时是至关重要的，这决定着是否会进一步伤害，某些情况下甚至决定生命或死亡。所有各有关部门因采取适当的行动，以确保受伤者能够得到及时的医疗关注和防止局势进一步恶化。

从预防的观点来看，事故/事件的报告和调查的目的是确定的原因，并建议采取纠正行动，以防止事件再次发生。

所有事故和事件都必须进行报告并进行调查，以确定其原因。还要提出纠正行动，以防止其再次发生。

事件发生后，伤者监督人员的或在事故/事件发生区域的负责人，应填写事故/事件报告表，并由部门领导在事故/事件发生 72 小时内将其发送到安全办公室。事故查清后，要写出定性结案处理报告，就事故发生的时间、地点、部位和人员伤亡情况，造成的经济损失、调查经过、对调查的证据材料的分析、对事故性质的认定和结论，以及对事故制造者或责任者的处理意见。并根据事故的情况，由校办报上级有关单位。

鼓励教职工和学生报告那些险些发生的事件，使潜在的危險可被查明并在更严重的意外

发生之前消除隐患。

## 第二章 生物安全

### 2.1 概述

本节主要参考 WHO《实验室生物安全手册》[第三版, 2004]、国家标准《实验室生物安全通用性要求》、环保总局《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》《香港大学实验室安全健康手册》、《浸会大学实验室安全手册(中文)》等相关性法规手册。

本节规定了实验室生物安全管理和实验室的建设原则, 同时, 还规定了生物安全分级、实验室设施设备的配置、个人防护和实验室安全行为的要求。

### 2.2 生物危害评估及实验室生物安全保障

#### 2.2.1 危害程度分级

当实验室活动涉及传染或潜在传染性生物因子时, 应进行危害程度评估。危害程度评估应至少包括下列内容: 生物因子的种类(已知的、未知的、基因修饰的或未知传染性的生物材料)、来源、传染性、致病性、传播途径、在环境中的稳定性、感染剂量、浓度、动物实验数据、预防和治疗。

危害程度评估应由适当的有经验的专业人员进行。

#### 2.2.2 危害程度分级

(1) 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、病毒和寄生虫等生物因子。

(2) 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体。

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。

(3) 危害等级 III (高个体危害, 低群体危害)

能引起人或动物严重疾病, 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, 或能用抗生素抗寄生虫药治疗的病原体。

(4) 危害等级 IV (高个体危害, 高群体危害)

能引起人或动物非常严重的疾病，一般不能治愈，容易直接、间接或因偶然接触在人与人，或动物与人，或人与动物，或动物与动物之间传播的病原体。

### 2.2.3 实验室生物安全设备

#### (1) 生物安全柜

生物安全柜（Biological safety cabinets, BSCs）是为操作原代培养物、菌毒株以及诊断性标本等具有感染性的实验材料时，用来保护操作者本人、实验室环境以及实验材料，使其避免暴露于上述操作过程中可能产生的感染性气溶胶和溅出物而设计的。当操作液体或半流体，例如摇动、倾注、搅拌，或将液体滴加到固体表面上或另一种液体中时，均有可能产生气溶胶。在对琼脂板划线接种、用吸管接种细胞培养瓶、采用多道加样器将感染性试剂的混悬液转移到微量培养板中、对感染性物质进行匀浆及涡旋振荡、对感染性液体进行离心以及进行动物操作时，这些实验室操作都可能产生感染性气溶胶。由于肉眼无法看到直径小于 5  $\mu\text{m}$  的气溶胶以及直径为 5~100  $\mu\text{m}$  的微小液滴，因此实验室工作人员通常意识不到有这样大小的颗粒在生成，并可能吸入或交叉污染工作台面的其他材料。已经表明，正确使用生物安全柜可以有效减少由于气溶胶暴露所造成的实验室感染以及培养物交叉污染。同时，生物安全柜也能保护环境。

多年以来，生物安全柜的基本设计已经历了多次改进。主要的变化是在排风系统增加了 HEPA 过滤器。目前，生物安全柜共分四个级别。特别说明的是，水平和垂直方向流出气流的工作柜（超净工作台）不属于生物安全柜，也不能应用于生物安全操作。

#### (2) 安全设备

这些设备主要包括负压柔性薄膜隔离装置，移液辅助器，个体防护装备和防护服，实验服、隔离衣、连体衣、围裙，护目镜、安全眼镜和面罩，防毒面具，手套，一次性或橡胶靴子等。



## 2.2.4 与危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备

表 2.1 与微生物危险度等级相对应的生物安全水平、操作和设备

危险度等级	生物安全水平	实验室类型	实验室操作	安全设施
1 级	基础实验室—— 一级安全水平	基础的教学、 研究	GMT	不需要；开放实验台
2 级	基础实验室—— 二级安全水平	初级卫生服 务；诊断、研 究	GMT 加防护服、 生物危害标志	开放实验台，此外需 BSC 用于防护可能生成的气 溶胶
3 级	防护实验室—— 三级安全水平	特殊的诊断、 研究	在二级生物安全 防护水平上增加 特殊防护服、进入 制度、定向气流	BSC 和/或其他所有实验 室工作所需要的基本设 备
4 级	最高防护实验室 ——四级安全水平	危险病原体 研究	在三级生物安全 防护水平上增加 气锁入口、出口淋 浴、污染物品的特 殊处理	III级 BSC 或 II级 BSC 并 穿着正压服、双开门高压 灭菌器（穿过墙体）、经 过滤的空气 BSC；生物安 全柜；GMT：微生物学操 作技术规范。

BSC：生物安全柜；GMT：微生物学操作技术规范

## 2.2.5 不同生物安全水平对设施的要求

表 2.2 不同生物安全水平对设施的要求

设施	生物安全水平			
	一级	二级	三级	四级
实验室隔离 <sup>a</sup>	不需要	不需要	需要	需要
房间能够密闭消毒	不需要	不需要	需要	需要
通风				
——向内的气流	不需要	最好有	需要	需要
——通过建筑系统	不需要	最好有	需要	需要
的通风设备				
——HEPA 过滤排风	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>b</sup>	需要
双门入口	不需要	不需要	需要	需要
气锁	不需要	不需要	不需要	需要
带淋浴设施的气锁	不需要	不需要	不需要	需要
通过间	不需要	不需要	需要	——
带淋浴设施的通过间	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>c</sup>	不需要
污水处理	不需要	不需要	需要/不需要 <sup>c</sup>	需要
高压灭菌器				
——现场	不需要	最好有	需要	需要
——实验室内	不需要	不需要	最好有	需要
——双门	不需要	不需要	最好有	需要
生物安全柜	不需要	最好有	需要	需要
人员安全监控条件 <sup>d</sup>	不需要	不需要	最好有	需要

a 在环境与功能上与普通流动环境隔离；b 取决于排风位置；

c 取决于实验室中所使用的微生物因子；d 例如：观察窗、闭路电视、双向通讯设备

## 2.3 处理不同生物剂的安全级别建议

### 2.3.1 生物安全级别 1

(1) 凡属生物安全级别 1 的实验，必须根据微生物学的方法去进行消毒，并

符合良好的实验室操作水平。

(2) 此类实验无须配备特定设备。

(3) 在实验台进行实验时，必须遵循标准实验室操作水平，配备初级密封功能的基本设施。

### 2.3.2 生物安全级别 2

(1) 凡属生物安全级别 2 的实验，除遵守生物安全级别 1 的指引外，工作人员须穿戴实验工作服、防护手套；实验室亦须加上适当的有害生物警告标志，限制参与人数，所有具传染性的废料必须消毒。

(2) 在进行会产生烟雾的机械或人手操作的实验时，若有可能会增加人员暴露于生物剂中的危险，必须使用局部密封设备(即第一级或第二级生物安全柜)。

### 2.3.3 生物安全级别 3

(1) 凡属生物安全级别 3 的实验，除遵守生物安全级别 2 的指引外，工作人员还须再穿上特殊的实验室工作服及限制出入人数。

(2) 处理带有病菌或传染性病毒的物质，必须使用生物安全级别 2 的局部密封设备。

### 2.3.4 生物安全级别 4

(1) 凡属生物安全级别 4 的实验，除遵守生物安全级别 3 的指引外，工作人员进入之前还须在更衣室换上实验室工作服，离开时立即淋浴并清除所有污染物。

(2) 所有程序和实验，必须使用最大程度的密封设备(即第三级生物安全柜，或局部密封设备，另加全身供气正压服装)。

## 2.4 动物实验室的生物安全

动物实验室的生物安全防护设施应参照相应要求，还应考虑对动物呼吸、排泄、毛发、抓咬、挣扎、逃逸、动物实验(如染毒、医学检查、取样、解剖、检验等人动物饲养、动物尸体及排泄物的处置等过程产生的潜在生物危害的防护。应特别注意对动物源性气溶胶的防护,例如对感染动物的剖检应在负压剖检台上进行。

应根据动物的种类、身体大小、生活习性、实验目的等选择具适当防护水平专用于动物并符合国家相关标准的生物安全柜、动物饲养设施、动物实验设施、

消毒设施和清洗设施等。

实验室建筑应确保实验动物不能逃逸,非实验室动物(如野鼠、昆虫等)不能进入。实验室设计(如空间、进出通道等)应符合所用动物的需要。

动物实验室空气不应循环。动物源气溶胶应经适当的高效过滤和(或)消毒后排出,不能进入室内循环。

如动物需要饮用无菌水,供水系统应可安全消毒。

动物实验室内的温度、湿度、照度、噪声、洁净度等饲养环境应符合国家相关标准的要求。

## 2.5 生物安全工作实践

实验室伤害以及与工作有关的感染主要是由于人为失误、不良实验技术及仪器使用不当造成的。本节介绍了避免或尽量减少这类常见问题的技术和方法。

### 2.5.1 接触生物源性材料的安全工作行为

- (1) 处理、检验和处置生物源性材料的规定和程序应利用良好微生物行为标准。
- (2) 工作行为可降低污染的风险。执行污染区内的工作行为应可预防个人暴露。
- (3) 如果样本在收到时有损坏或泄漏,应由穿着个人防护装备的受过培训的人员开启样本以防止漏出或产生气溶胶。应在生物安全柜内开启此类容器。如果污染过量或认为样本有不可接受的损坏,则应将样本安全地废弃而勿开启。
- (4) 禁止口吸移液。
- (5) 应培训实验室工作人员安全操作尖利器具及装置。
- (6) 禁止用手对任何利器剪、弯、折断、重新戴套或从注射器上移去针头。安全工作行为应尽可能减少使用利器和尽量使用替代品。
- (7) 包括针头、玻璃、一次性手术刀在内的利器应在使用后立即放在耐扎容器中。尖利物容器应在内容物达到三分之二前置换。
- (8) 所有样本、培养物和废弃物应被假定含有传染性生物因子,应以安全方式处理和处置。
- (9) 所有有潜在传染性或毒性的质量控制和参考物质在存放、处理和使用时应按未知风险的样本对待。
- (10) 操作样本、血清或培养物的全过程应穿戴适当的且符合风险级别的个人防

护装备。

(11) 操作实验动物应穿戴耐抓咬、防水个人防护服和手套；应戴适当的面部、眼部防护装置，必要时，增加呼吸防护；应在生物安全柜内操作。

(12) 摘除手套后一定要彻底洗手。

(13) 应最好采用电子灼烧灭菌装置对微生物接种环灭菌。

## 2.5.2 处理动物的方法

(1) 喂饲动物、清理籠子和鱼缸及进行实验时，必须戴上防护手套。

(2) 所有动物必须在尺寸适中而卫生的籠子或鱼缸内饲养，并定期用消毒剂清洁。垫料亦须每天更换，使用过的垫料须适当处置。

(3) 工作人员应避免长时间暴露于过敏物质中，例如动物的毛皮、羽毛、昆虫的粪便和毛发等。

(4) 患病和受感染的动物应与其它动物隔离。

(5) 处理动物的实验工作台在使用后应彻底消毒，且不可作其它用途。

(6) 处理动物后应用消毒皂或清洁剂彻底洗手。

## 2.5.3 实验室中标本的安全操作

实验室标本的收集、运输和处理不当，会带来使相关人员感染的危险。

### (1) 标本容器

标本容器可以是玻璃的，但最好使用塑料制品。标本容器应当坚固，正确地用盖子或塞子盖好后应无泄漏。在容器外部不能有残留物。容器上应当正确地粘贴标签以便于识别。标本的要求或说明书不能够卷在容器外面，而是要分开放置，最好放置在防水的袋子里。

### (2) 标本在设施内的传递

为了避免意外泄漏或溢出，应当使用盒子等二级容器，并将其固定在架子上使装有标本的容器保持直立。二级容器可以是金属或塑料制品，应该可以耐高压灭菌或耐受化学消毒剂的作用。密封口最好有一个垫圈，要定期清除污染。

### (3) 标本接收

需要接收大量标本的实验室应当安排专门的房间或空间。

### (4) 打开包装

接收和打开标本的人员应当了解标本对身体健康的潜在危害，并接受过如何

采用标准防护方法的培训，尤其是处理破碎或泄漏的容器时更应如此。标本的内层容器要在生物安全柜内打开，并准备好消毒剂。

#### 2.5.4 移液管和移液辅助器的使用

- (1) 应使用移液辅助器，严禁用口吸取。
- (2) 所有移液管应带有棉塞以减少移液器具的污染。
- (3) 不能向含有感染性物质的溶液中吹入气体。
- (4) 感染性物质不能使用移液管反复吹吸混合。
- (5) 不能将液体从移液管内用力吹出。
- (6) 刻度对应（Mark-to-mark）移液管不需要排出最后一滴液体，因此最好使用这种移液管。
- (7) 污染的移液管应该完全浸泡在盛有适当消毒液的防碎容器中。移液管应当在消毒剂中浸泡适当时间后再进行处理。
- (8) 盛放废弃移液管的容器不能放在外面，应当放在生物安全柜内。
- (9) 有固定皮下注射针头的注射器不能够用于移液。
- (10) 在打开隔膜封口的瓶子时，应使用可以使用移液管的工具，而避免使用皮下注射针头和注射器。
- (11) 为了避免感染性物质从移液管中滴出而扩散，在工作台面应当放置一块浸有消毒液的布或吸有消毒液的纸，使用后将其按感染性废弃物处理。

#### 2.5.5 打开带有传染性物质的安瓿

- (1) 开启安瓿的工作应该在合适的带有萃取设备的生物实验安全柜内进行。
- (2) 在开启之前，需要戴上合适的手套，并用消毒液浸泡过的布将安瓿包裹。
- (3) 在棉花塞内部的玻璃管中间位置上贴上标签。
- (4) 在标签处要用一根红热了的玻璃管将其断裂开。
- (5) 要缓慢仔细的将安瓿顶层部分取掉，并将其作为危险废物处理。
- (6) 慢慢将重悬浮的液体加入到安瓿之中以防气泡。

#### 2.5.6 装有感染性物质安瓿的储存

装有感染性物质的安瓿不能浸入液氮中，因为这样会造成有裂痕或密封不严

的安瓿在取出时破碎或爆炸。如果需要低温保存，安瓿应当储存在液氮上面的气相中。此外，感染性物质应储存在低温冰箱或干冰中。当从冷藏处取出安瓿时，实验室工作人员应当进行眼睛和手的防护。

以这种方式储存的安瓿在取出时应对外表面进行消毒。

### 2.5.7 避免感染性物质的扩散

(1) 为了避免被接种物洒落，微生物接种环的直径应为 2~3 mm 并完全封闭，柄的长度应小于 6 cm 以减小抖动。

(2) 使用封闭式微型电加热器消毒接种环，能够避免在本生灯的明火上加热所引起的感染性物质爆溅。最好使用不需要再进行消毒的一次性接种环。

(3) 干燥痰液标本时要注意避免生成气溶胶。

(4) 准备高压灭菌和/或将被处理的废弃标本和培养物应当放置在防漏的容器内（如实验室废弃物袋）。在丢弃到废弃物盛器中以前，顶部要固定好（如采用高压灭菌胶带）。

(5) 在每一阶段工作结束后，必须采用适当的消毒剂清除工作区的污染。

### 2.5.8 避免感染性物质的食入以及与皮肤和眼睛的接触

(1) 微生物操作中释放的较大粒子和液滴（直径大于 5  $\mu\text{m}$ ）会迅速沉降到工作台面和操作者的手上。实验室人员在操作时应戴一次性手套，并避免触摸口、眼及面部。

(2) 不能在实验室内饮食和储存食品。

(3) 在实验室里时，嘴里不应有东西——钢笔、铅笔、口香糖。

(4) 不应在实验室化妆。

(5) 在所有可能产生潜在感染性物质喷溅的操作过程中，操作人员应将面部、口和眼遮住或采取其他防护措施。

### 2.5.9 避免感染性物质的注入

(1) 通过认真练习和仔细操作，可以避免破损玻璃器皿的刺伤所引起的接种感染。应尽可能用塑料制品代替玻璃制品。

(2) 锐器损伤（如通过皮下注射针头、巴斯德玻璃吸管以及破碎的玻璃）可能引起意外注入感染性物质。

(3) 以下两点可以减少针刺损伤：(a) 减少使用注射器和针头（可用一些简单的工具来打开瓶塞，然后使用吸管取样而不用注射器和针头）；(b) 在必须使用注射器和针头时，采用锐器安全装置。

(4) 不要重新给用过的注射器针头戴护套。一次性物品应丢弃在防 / 耐穿透的带盖容器中。

(5) 应当用巴斯德塑料吸管代替玻璃吸管。

### 2.5.10 血清的分离

(1) 只有经过严格培训的人员才能进行这项工作。

(2) 操作时应戴手套以及眼睛和黏膜的保护装置。

(3) 规范的实验操作技术可以避免或尽量减少喷溅和气溶胶的产生。血液和血清应当小心吸取，而不能倾倒。严禁用口吸液。

(4) 移液管使用后应完全浸入适当的消毒液中。移液管应在消毒液中浸泡适当的时间，然后再丢弃或灭菌清洗后重复使用。

(5) 带有血凝块等的废弃标本管，在加盖后应当放在适当的防漏容器内高压灭菌和/或焚烧。

(6) 应备有适当的消毒剂来清洗喷溅和溢出标本。

### 2.5.11 样品和被感染物质的处理处置

(1) 所有样品都应该被视为具有高度感染性的物质，必须谨慎处理。

(2) 必须戴一次性手套，避免用手直接接触样品。

(3) 穿戴过的手套应妥善的丢弃，在完成之后应立即仔细的洗手。

(4) 在处理完样品或受感染物质后，认真的洗手是非常必要的，使用手套并不能替代洗手的作用。

(5) 身体的任何部分沾上样品都必须立即彻底清洗。

(6) 所有样品在被储存或处置前均需标上标签并封口。

(7) 所有洒漏的样品必须马上清理干净并进行严格的消毒。

(8) 如果存放样品的容器外部被样品污染，则应用消毒液擦拭。

(9) 工作完成后应对实验场所进行清理。

(10) 所有样品、细菌培养基和污染物质在处置前均需通过高压蒸汽处理。

(11) 把被污染的移液管和巴斯德移液管放入一个移液管罐中，并在清洗之前，



用 1% 的消毒液进行一个晚上以上的完全浸泡。

(12) 受感染致死的实验动物应放置在双层密封的塑料袋中后焚毁处理。

### 2.5.12 个人卫生

(1) 在实验完成之前, 应保持手与嘴巴、鼻子、眼睛、嘴唇和脸的距离, 脱去手套后应用消毒液洗手。

(2) 在实验室内, 严禁吸烟、喝酒或饮料、吃东西、戴隐形眼睛、化妆等行为。

(3) 禁止将食物和饮料带入实验室。

### 2.5.13 实验室后勤

(1) 不在实验室留放任何传染性物质, 包括那些不再需要的设备和没用的物质。

(2) 处置污染物之前要先消毒。

(3) 将培养菌从破损的安瓿或容器中移走时, 要将容器中深度结冰的碎块清理干净, 在操作该过程中必须佩戴合适的手套和口罩。

(4) 所有物质都必须贴上正确的标签。

(5) 禁止将易燃物品在无防爆装置的情况下存放在冰箱里。

## 2.6 意外事故应对方案和应急程序

### 2.6.1 意外事故应对方案

在制定意外事故应对方案时应考虑以下几方面问题:

(1) 高危险度等级微生物的鉴定。

(2) 高危险区域的地点, 如实验室、储藏室和动物房。

(3) 明确处于危险的个体和人群。

(4) 明确责任人员及其责任, 如生物安全官员、安全人员、地方卫生部门、临床医生、微生物学家、兽医学家、流行病学家以及消防和警务部门。

(5) 列出能接受暴露或感染人员进行治疗和隔离的单位。

(6) 暴露或感染人员的转移。

(7) 列出免疫血清、疫苗、药品、特殊仪器和物资的来源。

(8) 应急装备的供应, 如防护服、消毒剂、化学和生物学的溢出处理盒、清除污染的器材物品。

## 2.6.2 生物实验室应急程序

### (1) 刺伤、切割伤或擦伤

受伤人员应当脱下防护服，清洗双手和受伤部位，使用适当的皮肤消毒剂，必要时进行医学处理。要记录受伤原因和相关的微生物，并应保留完整适当的医疗记录。

### (2) 潜在感染性物质的食入

应脱下受害人的防护服并进行医学处理。要报告食入材料的鉴定和事故发生的细节，并保留完整适当的医疗记录。

### (3) 潜在危害性气溶胶的释放（在生物安全柜以外）

所有人员必须立即撤离相关区域，任何暴露人员都应接受医学咨询。应当立即通知实验室负责人和生物安全官员。为了使气溶胶排出和使较大的粒子沉降，在一定时间内（例如 1 h 内）严禁人员入内。如果实验室没有中央通风系统，则应推迟进入实验室（例如 24 h）。

应张贴“禁止进入”的标志。过相应时间后，在相关人员的指导下来清除污染。应穿戴适当的防护服和呼吸保护装备。

### (4) 容器破碎及感染性物质的溢出

应当立即用布或纸巾覆盖受感染性物质污染或受感染性物质溢洒的破碎物品。然后上面倒上消毒剂，并使其作用适当时间。然后将布、纸巾以及破碎物品清理掉；玻璃碎片应用镊子清理。然后再用消毒剂擦拭污染区域。如果用簸箕清理破碎物，应当对他们进行高压灭菌或放在有效的消毒液内浸泡。用于清理的布、纸巾和抹布等应当放在盛放污染性废弃物的容器内。在所有这些操作过程中都应戴手套。

如果实验表格或其他打印或手写材料被污染，应将这些信息复制，并将原件置于盛放污染性废弃物的容器内。

### (5) 未装可封闭离心桶的离心机内盛有潜在感染性物质的离心管发生破裂

如果机器正在运行时发生破裂或怀疑发生破裂，应关闭机器电源，让机器密闭（例如 30 min）使气溶胶沉积。如果机器停止后发现破裂，应立即将盖子盖上，并密闭（例如 30 min）。发生这两种情况时都应通知相关人员。

随后的所有操作都应戴结实的手套（如厚橡胶手套），必要时可在外面戴适当的一次性手套。当清理玻璃碎片时应当使用镊子，或用镊子夹着的棉花来进行。

所有破碎的离心管、玻璃碎片、离心桶、十字轴和转子都应放在无腐蚀性的、已知对相关微生物具有杀灭活性的消毒剂内。未破损的带盖离心管应放在另一个有消毒剂的容器中，然后回收。

离心机内腔应用适当浓度的同种消毒剂擦拭，并再次擦拭，然后用水冲洗并干燥。清理时所使用的全部材料都应按感染性废弃物处理。

#### （6）在可封闭的离心桶（安全杯）内离心管发生破裂

所有密封离心桶都应在生物安全柜内装卸。如果怀疑在安全杯内发生破损，应该松开安全杯盖子并将离心桶高压灭菌。另一种方法是，安全杯可以采用化学消毒。

## 第三章 化学品安全

### 3.1 概述

本节详列出实验室内贮存、使用及弃置化学品的安全守则，供使用者参考。不少化学品都具毒性、刺激性、腐蚀性、致癌性、易燃性或爆炸性。有些化学品单独使用时较为安全，但是在实验中按预计安排或意外跟其它化学品混合，亦可能有危险。故此，处理化学品的人士必须清楚知道：化学品单独使用或其化合效应可能引起的危险情况，并采取适当的控制和预防措施。

这部分主要参考《危险化学品安全管理条例（国务院第 344 号令）》、《易制毒化学品管理条例》、《香港大学实验室安全健康手册》、《浸会大学实验室安全手册（中文）》等内容完成。

### 3.2 化学品的正确卷标方法

所有化学剂或化学品的容器，必须贴有卷标，标示其所载化学品的名称、浓度、潜在危险性及制造日期。

### 3.3 化学品的一般处理方法

(1) 实验室内的化学剂及化学品用后必需盖好，并应实时放回适当的位置。放置时要注意将卷标向外，以资识别。

(2) 实验室内的贮存柜及冷藏柜必须定时检查，并将不适用的化学品安全弃置。

(3) 使用化学品时必须使用安全设备，个人基本安全设备至少应包括实验袍、护眼镜以及安全手套。

(4) 搬移化学品时，必须使用托盘或手推车辅助，以免容器爆裂引致化学品泄漏。

(5) 所有实验室的化学废料均需安全弃置于指定的废料收集容器内。

### 3.4 常用化学危险品贮存

### 3.4.1 排风柜的使用细则

(1) 排风柜用以保护操作人员，以免他们接触到由化学品释放的有毒烟雾，并防止烟雾于实验室内扩散。

(2) 排风柜不应用作存放化学品。

(3) 凡涉及有毒化学品的实验，尽可能在排风柜内进行。紧记戴上防护镜及穿上保护手套，每次使用完毕，必须彻底清理工作台和仪器。

(4) 凡涉及有机溶剂的蒸馏过程及消解过程的操作程序，必须在排风柜内进行。蒸馏过程不得于无人看管下进行。

(5) 定期检查排风柜的性能，包括表面风速。

### 3.4.2 化学危险品贮存细则

(1) 根据危险品条例，大量的危险品应贮存在危险品仓库内。只有少量实验用的化学品可以存放在实验室内。

(2) 化学品贮存容器必须清楚卷标并标明化学品的名称、危险类别、特别预防措施及紧急应变资料。

(3) 易燃溶剂应存放在化学品安全贮存柜或通风位置远离燃烧器、加热板及电源。

(4) 用电冰箱贮存的液体样本须以密封容器盛载，再置于防漏托盘上。

(5) 致癌及剧毒物质须存放于装有双重防漏装置的容器内。

(6) 化学品应标明首天存放日期，随时间分解的物质尤其如此。

(7) 不兼容的化学品切勿存放在一起，应使用遮挡物料隔离。

## 3.5 化学品溢漏

少量（少于 1000 mL）的化学品溢漏可利用实验室内处理溢漏的工具自行清理。不少实验室人员都接受过此种训练，懂得处理溢漏事故。如果大量溢漏且不受控制，员工受伤或实验室环境受污染，请立即通知实验室安全负责人，并采取一切必要措施。如果遇到化学品泄漏，应采取的紧急应变措施有：

(1) 通知附近所有人。

(2) 在安全情况下，使用合适的工具控制泄漏的范围。如泄漏易燃气体，要在安全距离内，关闭所有热能来源或点火装置。

(3) 疏散所有受影响区域的人员并并把门关上，激活在实验室入口的紧急排风警报抽出有害气体。

(4) 到安全地方通知保安组。

(5) 如情况许可，与事发现场保持距离，并尽量阻止其它人进入。

(6) 若情况许可，应向紧急应变人员提供协助。

### 3.6 剧毒化学药品管理

剧毒化学药品（附录：另外 excel 文件）由于其危害性大，对这些药品的使用和储存应特别小心，应采取严格的管理措施：

(1) 剧毒化学药品购入后，验收必须有三人参加，查验数量、查看封口、有无残损破漏水湿，合格后方能办理入库手续。

(2) 剧毒化学药品、有毒有害物品，要设置专库、专柜、专人管理。严格按“五双”（双门、双锁、双人保管、双人发放、双人领料）规定办理。

(3) 氰化物、砷及砷化物、金属铊、巨毒农药，鼠药及其他剧毒化学物品，领料单除领料人、课题组长、室主任签字外，还须经保卫处及主管所长同意后，才能领用。

(4) 各室、组及所内各部门，不得以任何理由存放剧毒、有害化学物品。领用单位需用剧毒化学药品时，用多少，领多少，如确有剩余须立即退回库房，并办理退库手续。

(5) 领用剧毒有害物品，确有剩余不退回库房者，如遇失盗而引起的一切后果应有领用人及部门负责人负责。严重者、应追究部门领导责任。

(6) 严格库房管理制度，加强安全意识，把防火、防盗工作落实到实处，经常检查水、电、门窗，杜绝跑、冒、滴漏现象，消除一切安全隐患。

### 3.7 易制毒化学品管理

易制毒化学品分为三类。第一类是可以用于制毒的主要原料，第二类、第三类是可以用于制毒的化学配剂。易制毒化学品的具体分类和品种，由本条例附表列示。

实验室在购买易制毒化学品后应严格按照申请目的使用，不得用于非法生产，也不得转借/转移为他人所用。并且，对使用情况应详细记录，记录本应妥

善保存。

表 3.1 易制毒化学品的分类和品种目录

种类	化合物
第一类	1-苯基-2-丙酮, 3,4-亚甲基二氧苯基-2-丙酮, 胡椒醛, 黄樟素, 黄樟油, 异黄樟素, N-乙酰邻氨基苯酸, 邻氨基苯甲酸, 麦角酸*, 麦角胺*, 麦角新碱*, 麻黄素、伪麻黄素、消旋麻黄素、去甲麻黄素、甲基麻黄素、麻黄浸膏、麻黄浸膏粉等麻黄素类物质*
第二类	苯乙酸, 醋酸酐, 三氯甲烷, 乙醚, 哌啶
第三类	甲苯, 丙酮, 甲基乙基酮, 高锰酸钾, 硫酸, 盐酸

说明: 1 第一类、第二类所列物质可能存在的盐类也纳入管制。

2 带有\*标记包括原料药及其单方制剂。

## 3.8 致癌物质使用准则

### 3.8.1 管理控制

安全负责人员应清晰明确该部涉及致癌物质使用的所有工作。并确保参与这些工作每个人都是经过充分的训练, 并熟练掌握了相关技能和知识。

### 3.8.2 备存记录

致癌物质的使用应严格备存记录, 并在一个合适地方封存。记录应包括:

- (1) 注册用户列表。包括每名登记人的姓名、学生证号、导师姓名、联系电话等。
- (2) 登记的所有致癌物质的存储和增加量, 同时反映储存的相关问题。
- (3) 详情记录每个使用这些化合物人员的姓名, 人数和使用量。只有获取批准方可使用致癌物质。
- (4) 备份安全评估和任何书面部门规章等。
- (5) 记录任何调查事故。记录应每年进行回顾并将副本发送到安全办公室保管。

### 3.8.3 使用致癌物基本规则

(1) 致癌化学品不应被用于非致癌物品的替代品。替代品成本较高不是持续使用致癌物质正当理由。

(2) 所有有关致癌物质都应该是在重要实验等过程中合理地使用，然后使用的规模也应是合理的。任何与人类致癌物质相关的典型的或类似分子结构化合物，应该经过相应处理；但暂时还缺少对这些致癌物的处理信息。

(3) 只有以下人员才能够从事致癌物的相关工作：

- ①深知此类物质危险特性。
- ②有相关工作经验人员。
- ③已接受相应知道，掌握此项技能和知识。
- ④了解预警的必要性。

(4) 对于新技术或不熟悉的相关技能，在开展正式致癌物质相关性工作之前，应使用非致癌物质进行模拟操作，并适当考虑相关规则。

(5) 应避免使用致癌物作教学用途。如果是不可避免的，必须每年向部门领导说明所需和使用情况。

(6) 致癌物质应妥善处理，即在合适的目的前提下，在指定地点，指定的仪器设备下进行使用。可以持有大量致癌物的合适的指定地点有：

- ①一个拥有相应配备的指定作此用途的实验室。
- ②通风设备是指定配备，并且需要作适当标签，指定地区可能会被标记为“控制区”或“监视区”。

(7) 小样本致癌物质则为非指定地区，这是无可避免的。但对于特殊分析，需采取同样严格预防措施，应遵守在指定区域进行严格的标识，处理，遏制，净化和废物处置。

(8) 与致癌物质相关的工作，包括弃置废物，必须根据书面程序，符合安全性评价的基础上进行。

(9) 致癌的化学品必须与其他化学品隔开，并且存放于有“化学致癌物”明确标识的上锁橱柜。钥匙也只能由被指定人员管理。

(10) 与实验室动物相关的工作，需在了解整个污染状况下进行操作。

### 3.8.4 控制措施

致癌物质可以通过吸入、食入、皮肤渗透、粘膜表面或受到污染的眼睛等方式进入人体。这种时有发生低剂量水平接触，也是相当严重，因为低水平的暴露可能导致癌症的发生。可以采取以下措施有效避免：



### (1) 防护衣物

①合适而足够的防护衣物，应在任何时候都是特制并有相应的警告。防护服必须用完即弃。那些受污染和未丢弃的衣物，必须获取工作人员的同意移出指定区域进行净化处理。受污染的衣服决不能送往普通洗衣房。

②任何导致污染防护服的途径必须查明并必须加以改善。

③那些指定区域已被磨损防护衣物，由于可能被沾污，除了丢弃以外，绝不能离开指定的地区。

### (2) 个人卫生

①不允许在任何实验室进行饮食、吸烟或化妆等活动。

②严格禁止使用口腔操作设备。

③任何暴露于环境下磨损皮肤比进行适当外科手术治疗后才能够执行相关工作和穿戴防护衣物。

④在结束工作后，应选用不冷不热的水洗手，而不是热水。然后用用完即弃的毛巾擦干。

## 3.8.5 高于平均风险的操作行为

以下说明是根据个人经验和知识，而并非视为权威。

(1) 任何过程可能产生含有致癌物质气溶胶或蒸气。

(2) 使用致癌物质进行蒸馏、结晶、过滤、电泳、色谱等程序及合成过程。

(3) 操作处理固体致癌物质可能会由于粉尘造成风险，如制备含有致癌物质动物饲料。

(4) 存储和操作处理致癌物质气体、挥发性致癌物质和化合物分解自发产生的致癌物质。

(5) 称量致癌物，准备溶解致癌物的溶液。

(6) 静电，特别在配药过程。

(7) 从薄层色谱板上析出致癌物。

(8) 不断变化的及排气过滤器。

(9) 畜牧业的动物治疗过程中使用致癌物质。

注：鉴于致癌物质的危险，决不允许将注意力从预防措施转向即时危险和急性毒性等等。

## 第四章 物理辐射/照射安全

### 4.1 概述

本节主要参考《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第 449 号令）》《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（国家环境保护总局令第 31 号）》、《香港大学实验室安全健康手册》、《浸会大学实验室安全手册（中文）》等相关性法规手册。

这部分涉及放射性同位素、射线装置、激光等的危害性分类及其个人防护与实验室安全行为的要求等。

### 4.2 辐射源/射线装置的危害性分类

国家对辐射源（放射源和非密封源）和射线装置实行分类管理。根据放射源、射线装置对人体健康和环境的潜在危害程度，从高到低将放射源分为 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类；将射线装置分为 I 类、II 类、III 类。任何生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位均应遵照相应的法规取得许可证。实验室严格监管放射性同位素和辐照仪器的添置、运送、贮存、使用和弃置，而涉及此事的工作人员都必须遵守法规细则。

#### 4.2.1 放射源的分类

(1) I 类放射源为极高危险源。

没有防护情况下，接触这类源几分钟到 1 小时就可致人死亡。

(2) II 类放射源为高危险源。

没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可致人死亡。

(3) III 类放射源为危险源。

没有防护情况下，接触这类源几小时就可对人造成永久性损伤，接触几天至几周也可致人死亡。

(4) IV 类放射源为低危险源。

基本不会对人造成永久性损伤，但对长时间、近距离接触这些放射源的人可能造成可恢复的临时性损伤。

(5) V类放射源为极低危险源。

不会对人造成永久性损伤。

表 4.1 放射源分类表

核素名称	I类源 (Bq)	II类源 (Bq)	III类源 (Bq)	IV类源 (Bq)	V类源 (Bq)
Am-241	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Am-241/Be	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Au-198	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Ba-133	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
C-14	$\geq 5 \times 10^{16}$	$\geq 5 \times 10^{14}$	$\geq 5 \times 10^{13}$	$\geq 5 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^7$
Cd-109	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^6$
Ce-141	$\geq 1 \times 10^{15}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^7$
Ce-144	$\geq 9 \times 10^{14}$	$\geq 9 \times 10^{12}$	$\geq 9 \times 10^{11}$	$\geq 9 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^5$
Cf-252	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^{10}$	$\geq 2 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Cl-36	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^6$
Cm-242	$\geq 4 \times 10^{13}$	$\geq 4 \times 10^{11}$	$\geq 4 \times 10^{10}$	$\geq 4 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^5$
Cm-244	$\geq 5 \times 10^{13}$	$\geq 5 \times 10^{11}$	$\geq 5 \times 10^{10}$	$\geq 5 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Co-57	$\geq 7 \times 10^{14}$	$\geq 7 \times 10^{12}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Co-60	$\geq 3 \times 10^{13}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^{10}$	$\geq 3 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^5$
Cr-51	$\geq 2 \times 10^{15}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^7$
Cs-134	$\geq 4 \times 10^{13}$	$\geq 4 \times 10^{11}$	$\geq 4 \times 10^{10}$	$\geq 4 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Cs-137	$\geq 1 \times 10^{14}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^4$
Eu-152	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^6$
Eu-154	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^6$
Fe-55	$\geq 8 \times 10^{17}$	$\geq 8 \times 10^{15}$	$\geq 8 \times 10^{14}$	$\geq 8 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^6$
Gd-153	$\geq 1 \times 10^{15}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^7$
Ge-68	$\geq 7 \times 10^{14}$	$\geq 7 \times 10^{12}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^5$
H-3	$\geq 2 \times 10^{18}$	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{15}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^9$
Hg-203	$\geq 3 \times 10^{14}$	$\geq 3 \times 10^{12}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^5$
I-125	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
I-131	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Ir-192	$\geq 8 \times 10^{13}$	$\geq 8 \times 10^{11}$	$\geq 8 \times 10^{10}$	$\geq 8 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Kr-85	$\geq 3 \times 10^{16}$	$\geq 3 \times 10^{14}$	$\geq 3 \times 10^{13}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^4$
Mo-99	$\geq 3 \times 10^{14}$	$\geq 3 \times 10^{12}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Nb-95	$\geq 9 \times 10^{13}$	$\geq 9 \times 10^{11}$	$\geq 9 \times 10^{10}$	$\geq 9 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^6$
Ni-63	$\geq 6 \times 10^{16}$	$\geq 6 \times 10^{14}$	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^8$
Np-237(Pa-233)	$\geq 7 \times 10^{13}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^{10}$	$\geq 7 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^3$
P-32	$\geq 1 \times 10^{16}$	$\geq 1 \times 10^{14}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^5$
Pd-103	$\geq 9 \times 10^{16}$	$\geq 9 \times 10^{14}$	$\geq 9 \times 10^{13}$	$\geq 9 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^8$
Pm-147	$\geq 4 \times 10^{16}$	$\geq 4 \times 10^{14}$	$\geq 4 \times 10^{13}$	$\geq 4 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^7$
Po-210	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Pu-238	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Pu-239/Be	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Pu-239	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Pu-240	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 6 \times 10^{10}$	$\geq 6 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^3$
Pu-242	$\geq 7 \times 10^{13}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^{10}$	$\geq 7 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$

核素名称	I类源 (Bq)	II类源 (Bq)	III类源 (Bq)	IV类源 (Bq)	V类源 (Bq)
Ra-226	$\geq 4 \times 10^{13}$	$\geq 4 \times 10^{11}$	$\geq 4 \times 10^{10}$	$\geq 4 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Re-188	$\geq 1 \times 10^{15}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^5$
Ru-103 (Rh-103m)	$\geq 1 \times 10^{14}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Ru-106 (Rh-106)	$\geq 3 \times 10^{14}$	$\geq 3 \times 10^{12}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^5$
S-35	$\geq 6 \times 10^{16}$	$\geq 6 \times 10^{14}$	$\geq 6 \times 10^{13}$	$\geq 6 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^8$
Se-75	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{12}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Sr-89	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^6$
Sr-90 (Y-90)	$\geq 1 \times 10^{15}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^4$
Tc-99 <sup>m</sup>	$\geq 7 \times 10^{14}$	$\geq 7 \times 10^{12}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^7$
Te-132 (I-132)	$\geq 3 \times 10^{13}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^{10}$	$\geq 3 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^7$
Th-230	$\geq 7 \times 10^{13}$	$\geq 7 \times 10^{11}$	$\geq 7 \times 10^{10}$	$\geq 7 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^4$
Tl-204	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^4$
Tm-170	$\geq 2 \times 10^{16}$	$\geq 2 \times 10^{14}$	$\geq 2 \times 10^{13}$	$\geq 2 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^6$
Y-90	$\geq 5 \times 10^{15}$	$\geq 5 \times 10^{13}$	$\geq 5 \times 10^{12}$	$\geq 5 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^5$
Y-91	$\geq 8 \times 10^{15}$	$\geq 8 \times 10^{13}$	$\geq 8 \times 10^{12}$	$\geq 8 \times 10^{10}$	$\geq 1 \times 10^6$
Yb-169	$\geq 3 \times 10^{14}$	$\geq 3 \times 10^{12}$	$\geq 3 \times 10^{11}$	$\geq 3 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^7$
Zn-65	$\geq 1 \times 10^{14}$	$\geq 1 \times 10^{12}$	$\geq 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^9$	$\geq 1 \times 10^6$
Zr-95	$\geq 4 \times 10^{13}$	$\geq 4 \times 10^{11}$	$\geq 4 \times 10^{10}$	$\geq 4 \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^6$

注：1. Am-241 用于固定式烟雾报警器时的豁免值为  $1 \times 10^5 \text{Bq}$ 。

2. 核素份额不明的混合源，按其危险度最大的核素分类，其总活度视为该核素的活度。

## 4.2.2 射线装置的分类

根据射线装置对人体健康和环境可能造成危害的程度，从高到低将射线装置分为 I 类、II 类、III 类。按照使用用途分医用射线装置和非医用射线装置。

(1) I 类为高危险射线装置，事故时可以使短时间受照射人员产生严重放射损伤，甚至死亡，或对环境造成严重影响。

(2) II 类为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡。

(3) III 类为低危险射线装置，事故时一般不会造成受照人员的放射损伤。辐射安全。

表 4.2 射线装置分类表

装置类别	医用射线装置	非医用射线装置
I 射线装置	能量大于 100 兆电子伏的	生产放射性同位素的加速器（不含制备 PET 用放射性药物的加速器）
	医用加速器	能量大于 100 兆电子伏的加速器
II 类射线装置	放射治疗用 X 射线、电子束加速器	工业探伤加速器
	重离子治疗加速器	安全检查用加速器
	质子治疗装置	辐照装置用加速器
	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）用放射性药物的加速器	其它非医用加速器
	其他医用加速器	中子发生器
	X 射线深部治疗机	工业用 X 射线 CT 机
	数字减影血管造影装置	X 射线探伤机
III 类射线装置	医用 X 射线 CT 机	X 射线行李包检查装置
	放射诊断用普通 X 射线机	X 射线衍射仪
	X 射线摄影装置	兽医用 X 射线机
	牙科 X 射线机	
	乳腺 X 射线机	
	放射治疗模拟定位机	
	其它高于豁免水平的 X 射线机	

### 4.2.3 激光的分类

根据输出能量、波长以及对人体造成的伤害，激光和激光系统可分为四个级别。使用者应就激光的级别，采取相应的措施。

（1）第一类激光的输出功率低（0.4 微瓦特以下），故不会产生有害的辐射，因此只须采取一般的预防措施。

（2）第二类激光是于可见光谱（0.4–0.7 微米）输出低功率（0.4 微瓦特–1 毫瓦特）。人类的灰光反应可起到保护眼睛的功用。但如长时间直视光束，亦可能对双眼造成损害。

（3）第三类激光（中功率）如直视或从镜面反射接触到第三类激光，有可

能会造成伤害。

第三类激光分为第三类甲和第三类乙。第三类甲激光是于可见光谱输出中功率（1-5 毫瓦特）。如使用光学仪器聚焦这类激光，便会造成伤害。第三类乙激光的输出功率和第三类甲的差不多，但前者是于不可见的光谱输出，因此使用者会不自觉暴露在激光光束中而受创。

（4）第四类激光（高功率）：所有输出功率高于第三类的激光都列为第四类别。无论直接反射或漫反射第四类激光，都会伤害眼睛和皮肤，甚至引起火灾。使用第四类激光时，必须极度谨慎。

## 4.3 辐射源/射线安全防护

### 4.3.1 辐射源安全防护

（1）所有使用者（包括教职工及学生）在处理放射性物质和使用辐照仪器前，须先向放射防护主任登记。

（2）所有使用者在可能受到辐射影响的情况下，应穿戴经辐射管理部门核准的工作人员辐射监测器具。

（3）所有使用者在处理放射性物质和使用辐照仪器前，必须接受一定的健康检查，包括血液测试和相关的医疗及工作记录。有关检查亦须在其后每十四个月进行一次。

（4）所有使用者必须遵守由相关部门颁布的条例细则。

（5）如放射性物质溅溢或遗失，应立刻向放射防护主任报告。

（6）若女性使用者怀孕，应尽快向放射防护主任报告，以便安排特别监察措施。

### 4.3.2 激光安全防护

激光应用范围包括校准技术、光谱分析、非线性光学分析、光纤通讯技术等。使用者如直视激光光束或镜面反射，激光的强烈光度足以造成暂时性或永久性的眼睛损害。此外，即使是漫反射，高功率的激光亦会灼伤皮肤，引起火灾和损害视力。大多数意外是在较准激光系统或保养激光仪器时发生。使用激光器时，如涉及高电压、高气压和有毒化学物质，亦可能导致其它意外。因此，使用激光时必须采用特别的措施，减低潜在危险。一般的安全措施有以下几点：

（1）所有使用者在使用激光仪器前及此后每十二个月，必须接受眼部检查。

- (2) 所有警告语应张贴在激光箱及控制台上, 让使用者可在操作期间清楚看到。
- (3) 激光仪器只供授权者使用。操作期间, 不可无人看管。
- (4) 必须在光线充足的情况下进行激光实验, 让瞳孔收细。
- (5) 进行激光实验前, 应除去身上所有反光的物品, 如手表、指环、手镯, 以免令激光光束意外折射。
- (6) 使用特定的激光时, 应戴上防护镜。
- (7) 切勿直视激光光束或折射光。
- (8) 避免身体直接暴露于激光光束之中。
- (9) 做激光实验时, 尤其于校准实验期间, 应减少工作范围的人数。

### 4.3 放射性物质的贮存及处理设备

- (1) 所有放射性同位素必须于特定的辐射实验室贮存及处理
- (2) 为方便清洗, 放射实验室内所有地板、墙壁、工作台、台桌及椅子须由平滑不透水物料制造, 而所有空隙均须有效地密封。
- (3) 每个工作日结束后, 必须清洗所有地板、工作台、台桌及椅子。每星期须至少清洗墙壁一次。
- (4) 所有非密封的粉状、糊状、气状或蒸汽状放射性物质, 均须在获认可的排风柜中处理。
- (5) 实验室内应有适当的承架和容器来存放工具及处理非密封的放射性物质, 这些承架及工具在每个工作天结束后必须清洗。
- (6) 清洁工序须以湿法进行, 并且妥善记录。所有清洁用具使用后必须妥善清洗, 禁止用作其它用途。
- (7) 放射实验室内所有可及范围, 辐射剂量不可以超逾每小时 10 微希; 放射实验室外, 不可超越每小时 1 微希。
- (8) 只有已登记的使用者方可使用辐射实验室。
- (9) 实验室添置的物品应妥善记录, 并且每三个月向放射防护主任呈交记录。

## 第五章 出海/船上作业安全

由于学科需要，实验室工作人员经常出海。由于其工作场所的特殊性及危险性，本章内容的详细事项由负责航次的教师或船员详细讲解。



## 第六章 特殊潜在危险

### 6.1 概述

实验室里一些常用物品如电器、压缩气体瓶、低温物料、排风柜，均有机会引起危险。同时，长时间的办公也会对健康带来已经危害。本节为教职工和学生提供避免危害的一般守则。

### 6.2 电力安全

#### 6.2.1 电力的危害

导体接触或暴露造成的电力伤害：

(1) 触电；

当电流超过“放弃电流”，人由于非自愿性肌肉收缩不能离开导体。人体的典型“放弃阈值”：直流电-75mA；50Hz 交流电-15mA；10000Hz 交流电-75mA

(2) 间接损害；如被强大的肌肉收缩扔飞等

(3) 电气烧伤；主要是接触带来的烧伤及电弧辐射带来的烧伤等。

(4) 电力引起的火灾；

(5) 爆炸。

#### 6.2.2 触电的防护措施

主要有三种基本的防护方法：

(1) 防止直接接触电

①用绝缘物质防止直接接触电；

②使用屏障防触电，选取具有一定防护性能的电器以防止固体或液体物质的导电；

③用阻碍物防止触电；

④用剩余电流装置防护触电。

(2) 防止间接触电

接触电器中的某个部分一般是不会通电，但是在某些情况下会导致通电。通过接地能够迅速切断以及双重绝缘保护的方式能够很好防止触电。

### (3) 关掉或隔离电源。

粗心大意是导致意外发生的最主要因素。一旦发生触电事故，最有效的方式就是关闭或隔离电源。因此，不要单独工作，至少要和一个人具备电力事故应急能力或懂得人工呼吸技术和在意外发生时懂得求救能力的人一起工作。

## 6.3 压缩气体安全

在实验室内通常会有压缩气钢瓶，在一定的条件下，高压气泄漏会释放出巨大的能量，有些气体属于易燃或者有毒气体，若发生意外气体外泄，将会造成严重的后果。遵照以下法则可以大大降低该风险：

(1) 每个钢瓶都必须贴上标签，标明钢瓶内物质和有效日期，确保在使用前熟悉该瓶内所装气体及其性质。

(2) 必须在气体瓶的使用和贮存地点张贴警告标示，并存放在阴凉和通风良好的地方稳固直立摆放压缩气体瓶。钢瓶不宜装在温度高于 5℃ 的地方，更不宜靠近火源。

(3) 氧气钢瓶应远离易燃气体或大量的易燃液体。禁止油、油脂或其他易燃物质接触到含有氧气的气瓶阀门。

(4) 在实验室内，钢瓶必须固定于墙壁、台阶顶部或其他坚实的支撑物上。

(5) 移动钢瓶要使用合适的手推车作为工具，禁止直接推动或拖动。禁止用气瓶的盖子或防护罩将气瓶提起，除非是供应商将其设计用于这一目的。并且，禁止在调节气阀还连在钢瓶上时对其进行搬运。

(6) 只可使用合适认可的气阀和调节器，并且不沾染油性物质。禁止对钢瓶、主阀门、调节阀等处的安全设施进行篡改。

(7) 将调节器安装在钢瓶气阀时，必须清理接口上的尘埃。并且，应使用合适的工具固定紧气阀和打开钢瓶主阀门。

(8) 在钢瓶与气阀等连接完毕后，使用肥皂水检查所有连接处的泄漏情况。如果是腐蚀性气体，则要经常使用主阀门以防止阀门被气体腐蚀破坏；主阀门和调节气阀在使用完毕后应该干燥的空气或者氮气吹洗，而不是将其留在钢瓶上。

(9) 使用后，必须关闭钢瓶上的主气阀和释放调节器内的多余气压。定期检查接口，以防气体泄漏。

## 6.4 低温物料使用安全

低温液体有一定的危险，使用前必须熟悉相关的操作须知。一般的注意事项有：

(1) 处理液化气体，应该使用开口的或合规格的容器；若把注有液化气体的容器密封，会引起爆炸。不要试图阻止液化气或低温气体从钢瓶中逃逸，因为它们并不处于热平衡中，蒸汽是以气泡形式产生，如果不散发到空气之中，将会导致过高的气压。

(2) 使用液化气体时需要使用特殊材质的管道（通常是金属），不能使用塑料或橡胶管。

(3) 小心贮存载有液态氮的小玻璃瓶。若把液态氮贮存在密封不妥当的玻璃瓶内，提取氮时可能会引起爆炸，故必须使用棉花或布围着玻璃瓶，以减低爆裂的危险。

(4) 液化气具有很强的挥发性而且扩散迅速，应在通风条件好的场所工作。

(5) 倾注液化气体时，应远离火焰，并保持室内空气流通。

(6) 当需要把液氮转移如一个较暖的容器或者需要在液氮中加入一些物质，要认真仔细的操作，尽量减少液氮沸腾和飞溅。

(7) 要特别注意液氮钢瓶（沸点为 $-196^{\circ}\text{C}$ ）的输送管道将会液化凝结空气中的氧气（沸点为 $-183^{\circ}\text{C}$ ），从而会导致该区域富氧易导致火灾风险。

(8) 如果使用真空绝热瓶来储存少量的液氮，暴露在外的这一小部分玻璃应尽可能包裹起来，以减少搬运过程中发生裂开或者爆炸的风险；如果用玻璃杜瓦瓶作为少量的液氮的容器，那么应该将瓶子最易受损的那一部分玻璃用胶布粘牢，以尽量减少破损或爆炸情况下玻璃飞溅的危害；如果用家用保温瓶作为少量的液氮的容器，那么应定期检查保温瓶的塑料密封圈的完整性，以确保没有液氮可以进入保温瓶和其外的容器直接的空隙。

(9) 如果使用国产保温真空瓶储存少量的液氮，应定期检查其塑料密封圈的完整性，确保液氮不能从保温内胆泄漏到外层容器内。确保在容器底部钻一个小孔让气体能够逃逸。

(10) 穿宽松的保暖手套、带两边防护效果的护目镜和面罩，以及较封闭的鞋子，避免直接接触低温气体或液体以防冻伤，不要触碰未装好的管道。

(11) 如果皮肤沾到了液化低温气体，不要擦脱掉所有可能会限制血液循环的衣物，将冻伤部位放在冷水中。

## 6.5 压力锅（锅炉、压力锅、蒸汽锅）的使用安全

根据锅炉和压力锅容器条例操作，锅炉、压力锅、蒸气锅应具备有效的证书。

(1) 只要压力锅不使用管道蒸汽工作，则在开启压力锅前应在锅内或储水容器内应保持足量体积的水；

(2) 压力溢流阀的压力必须设置在设备设计承受压力的限制之内；

(3) 任何时候压力锅最大工作压力都应清除的标在设备上；

(4) 禁止在压力锅内超载或放入例如纸张或其它会堵塞安全阀门口的物质；

(5) 在容器内的气压增高之前，关紧锅炉盖以防蒸汽外泄，蒸汽外泄可能具有一定的危险性，同时也是对蒸汽的一种浪费；

(6) 灭菌之后，等到在锅内压强与外界气压相同时才能打开锅盖，要充足的时间让锅炉散热，使其温度低于 80℃；

(7) 在卸下内胆时，应戴绝缘手套，不推荐使用石棉手套；

(8) 消毒的瓶子和容器要等到锅炉内的温度低于 80℃ 以后方可取出；

(9) 不要蒸煮硝化纤维制品，因为其可能会发生爆炸；

(10) 不要蒸煮有机溶剂例如苯、丙酮、氯仿等。

## 6.6 离心机的使用安全

离心机属于高速旋转设备，如果操作不当，使用离心机是非常危险的，尤其是超速离心机。错误的操作可能会对实验及人员都造成危害。因此，应该注意：

(1) 使用之前应仔细阅读制造商附在商品内的使用手册，并要按照该手册中的相关要求进行操作。

(2) 在开始离心之前，要注意使仪器负载平衡，特别是头部要对称分配。

(3) 不要超过旋转轴的最高转速。

(4) 只有在离心物质密度小于 1.2mg/mL 时，可能够使用离心机推荐的最高转速。

(5) 停止离心机时，要通过将转速慢慢下调到零为止，而不是直接将主开关关掉而停止离心。

- (6) 禁止用手试图去停住转轴。
- (7) 直到离心机完全停止之前，不允许开启离心机的盖子。
- (8) 每次使用完之后，应该对其上部、装样内胆进行清洗、干燥和检查，如果有必要，要进行去污处理。
- (9) 要妥善合理的将离心管在放入离心机转头内。
- (10) 禁止在离心管中过载传染性的物质，离心管中物质至少要与管口保持 2cm 以上的距离。
- (11) 离心传染性物质时推荐使用厚壁离心管或塑料离心管，而且在使用之前应检查其是否完好无损。
- (12) 离心传染性物质时要防止产生气态颗粒和飞沫。

## 6.7 办公室安全

鉴于对健康影响越来越关注，它涉及可视显示器的使用。根据辐射源发射相关信息，为人体工学设计、工作环境和格局作下面的简要说明。

### 6.7.1 对工作环境的建议

- (1) 办公室的照明应该足够并适当，集中在源文件或屏幕时不会造成眩光。桌台表面照明度在 300 至 500 勒克斯（光强度单位）范围。
- (2) 从窗户透过的眩光可以通过贴膜，窗帘或百叶窗等方式加以消除。
- (3) 屏幕应垂直于灯光或窗口透过光。即可视显示器的光方向应该与灯光方向平行。

### 6.7.2 对工作台的建议

- (1) 在设计过程中需应用人机工程学原理，以便手指、手腕、手臂、肩膀和其他身体部位的舒适放置，实现工作的高效率和安全性。
- (2) 工作台的合适特点：
  - ①单独的垂直可调整的键盘、屏幕和源材料。
  - ②可移动键盘放在桌上。
  - ③有足够的空间来支持双手和前臂。
  - ④可调整高度的座位，并带有可调整高度和倾角的靠背。
  - ⑤文件允许的视觉距离 300 至 700 毫米。

### 6.7.3 设备的相关建议

(1) 购买之前检查产品信息和标准。如果这些产品满足某些标准, 如 MRPII, 制造商通常会在他们的产品目录作出这些细节。

(2) 值得考虑的屏幕的一些特点。

- ① 有足够的大小, 观看起来比较舒适;
- ② 屏幕亮度和图像对比度可以调整, 以满足用户的偏好。
- ③ 倾斜和旋转可以调整, 以满足用户的偏好。
- ④ 没有闪烁显示情况。
- ⑤ 非反射表面。
- ⑥ 节能功能。

(3) 值得考虑的键盘特点:

- ① 无泽表面
- ② 可分离
- ③ 稳定
- ④ 有单独的数字键
- ⑤ 有一定的倾斜角度 (约 10 至 15 度)

### 6.7.4 对姿势和工作模式的建议

(1) 用户应保持正确的姿势, 以减少肌肉疲劳。相关建议包括:

- ① 观看距离为 35-60 厘米
- ② 头部倾斜下降 15 至 20 度
- ③ 上臂和下臂角度为直角
- ④ 上臂大约在水平方向
- ⑤ 手腕倾斜于不超过 10 度
- ⑥ 大腿保持水平

(2) 岗位轮换和工作间休息是有效的手段, 可以减少疲劳和眼睛疲劳。用户可以在有/无可视显示器两种工作中进行轮换选择。如果工作与可视显示器是不可分开的, 那应该采取适当的休息制度。这有助于放松眼睛肌肉和减少职业紧张。

## 6.8 无烟政策及其执行

海洋与环境学院《实验室安全工作规定》实验室内严禁吸烟。无烟政策清楚地表明，实验室将致力于为教职工和学生创造一个健康安全的环境。

根据这一政策，应采取下列措施：

(1) 安全办公室已向各部门提供有关“严禁吸烟”粘性标志，并张贴于各部门显要地方。

(2) 鼓励所有教职工和学生自律，不要在实验室指定地区外吸烟。

(3) 鼓励所有工作人员和学生，提醒他们没有遵守无烟政策的同事/朋友。

## 第七章 废物回收及处置

### 7.1 概述

实验室废物主要包括生物废料、化学废物、放射性废物等。本节分别就这几类废物的回收、储藏及处置进行一般性说明。对不同类型的废物还应遵照详细的法律法规。

这部分主要参考《中国危险废物管理制度与政策》、《高等学校实验室排污管理与废弃物处理处置标准及实验室教育评估工作》、《香港大学实验室安全健康手册》、《浸会大学实验室安全手册（中文）》等内容完成。

### 7.2 生物废料处理

#### 7.2.1 生物废料的类型

##### (1) 尖利物品种

包括注射器及针头、手术刀片，巴斯德移液器、破碎的玻璃和其它常见尖利物品种。它们可以通过一些意外事件而造成受伤和感染。这些使用后的尖利物品种在任何相关处理之前，应放置在于刚性并有穿刺证明的货柜中。货柜必须贴有生物危害警告标签。

##### (2) 大型液体培养物

需通过高压杀菌或化学消毒等手段将大型液体培养物杀死在它们所成长或隔离的容器中。

##### (3) 放射性物质

放射性物质是不能进行高压杀菌处理，因而具有放射性生物样品应采用化学消毒剂进行消毒处理，并放置在预留在屏蔽区，直到其放射性水平达到可以接受的处理标准。这些放射性物质存放容器必须清楚注明放射性物质和生物危害的警告标志。

##### (4) 仪器与玻璃器皿

循环利用仪器装置和玻璃器皿应首先进行适当消毒处理，并根据材质的差异分开丢弃。



### (5) 其它具有传染性材料

其它具有传染性材料最容易根据他们使用目的而积累，通常是采用高压杀菌和焚化方式进行处理。其中具有易燃，易挥发，有放射性，及次氯酸钠等材料不能通过高压消毒。实验室主管在这些材料在处理之前，需要对这些可以进行高压消毒的物质和化学有害物质进行有效区分。

### (6) 非感染性材料

非感染性材料，如塑胶制品和纸质材料应收集于相应的容器中，并作明确标识。

## 7.2.2 收集&容器标识

为了遏制和保证生物废料的安全性，容器的正确标识是一个优先注意事项。标准的生物危害标识容器上作明确的显示，以便所有材料在收集、包装、处置或运输过程加以区分。

培养物的相关器皿和玻璃制品，应存放在指定地点，绝不能在没有该实验室负责人的批准下，随意搬运。合适盖子可以在任何时候对集装箱有个很好的保护作用。

用完即弃的传染性材料应收集在一个坚固的双层消毒塑料袋中，并密封盖口以确保其安全性。

动物尸体焚化前应密封在特制的带有标识的塑胶袋。

## 7.2.3 生物危害遏制

### (1) 尖利物品种

尖利物品种最好在存放它们的注有带刺标识的容器内直接进行焚烧处理，无需其他处理。

可重复使用的尖利物品种应进行高压杀菌处理，而不添加消毒剂。

### (2) 高压杀菌

对于大多数的生物废料，高压杀菌处理是首选的处理方法。

### (4) 需进行特别处理材料

除了高压杀菌处理以外，培养生物中可能含有大量的遗传物质，需谨慎处理。例如有毒的基因和癌基因激活，需添加足够的 5M 盐酸进行处理，以降低 pH 值为 2，酸性条件下核酸变性而失去活性。

### (5) 化学消毒

在化学消毒时，消毒剂的浓度和接触时间是影响消毒剂效率的最重要的因素。传染控制专家意见，应对特殊的实验和一般的工作区别对待，分别以适当方法进行消毒。消毒处理应遵循优先于材料清洗和循环利用系统。常用的化学消毒办法有：

①次氯酸钠：该化学物质能有效杀灭艾滋病病毒和乙型肝炎病毒

0.5%的溶液浓度（5000 ppm 的有效氯）在消毒被血液或体液污染的表面时应该是有效的。接触时间应不少于 10 分钟。使用这种消毒剂可能会在实验室内产生氯气的气味。虽然这样的氯气浓度应不会影响健康，但是在消毒过程中建议开启实验室的换空气装置，以防止实验室长时间处在氯气之中。怀疑被污染的表面（工作台，地板，墙壁等）和设备，应该采用浓度 0.05 % 的次氯酸钠溶液进行消毒。在大多数情况下，在这种浓度的次氯酸钠溶液的使用中是不需要打开实验室里的换气设备的。

设备中和次氯酸钠溶液会产生化学反应的金属零件，则使用乙醇或 habitan 进行消毒处理。

应每天准备新鲜的次氯酸钠溶液，来保持消毒时的氯浓度。溶液必须在通风厨内配制。在配制溶液的过程中负责这项工作的人员必须穿着适当的个人防护装备并按照安全规范执行操作。

②戊二醛溶液：12%的戊二醛溶液可用于在封闭容器内对设备进行消毒。因为其蒸汽的危险的性质，戊二醛溶液不被用来消毒开放的工作台和工作表面，除非实验室具有良好的自然通风条件。

实验人员在使用戊二醛溶液是必须配备适当的个人防护装备，包括氯丁橡胶手套、口罩、围裙及溅落防护罩。

③乙醇：95%的乙醇可用于消毒。由于它对于消灭肝炎病毒不是很有效，所以它需要较长的接触时间。

此外，乙醇具有挥发性，遇到明火极易燃烧。因此，在使用乙醇时必须拆切断电源。

④碘：碘溶于 70%的乙醇中，可用于消毒。上述的乙醇的限制和预防措施，亦适用于碘。

⑤甲醛：甲醛溶液，也称为福尔马林。除非绝对必要一般不将甲醛溶液，作为消毒剂使用。因为它对人员的健康构成重大的潜在威胁。

#### 7.2.4 生物溢漏清洁守则

溢漏可以导致从不到 1 毫升到 100 毫升或以上等不同程度的物质释放。其溢漏数额，物质物理特性和如何发生泄漏，都会影响以后的处理方式。

在所有情况下，实验室工作人员应确保他们有适当的个人防护设备和消毒剂，在他们调查研究之前，充分准备并保存在方便的地点。

##### (1) 轻微溢漏

溢漏量少于 500 毫升，或生物体列为生物危险性类别 2 或以下，被视为轻微溢漏。在发生这类溢漏，实验室工作人员可按如下程序加以处理：

①立即向附近工作人员发出警告，并通知实验室负责人。在轻微溢漏案件中，没有必要疏散实验室人员。

②穿戴适当的个人防护装备，如手套、喷雾警卫和呼吸器。

③在整个清理过程中，始终保持团队共同合作。确保至少有一名实验员在靠近观察正在作清理工作的实验人员。

④在溢漏点附近小心喷洒消毒剂，如 0.5% 次氯酸钠或 0.8% 碘溶液，并让消毒剂流入溢漏物质。然后在溢漏处铺盖用消毒剂湿润的纸巾。

⑤等待 20-30 分钟，让消毒剂充分作用。

⑥将湿透的材料纳入有生物危害标志的双层垃圾袋，以待进一步处置。必要时，设备在进行高压杀菌消毒处理之前，应进行彻底清洗，以去除次氯酸。塑胶物品需在清洗后用新鲜的次氯酸浸泡。

⑦须对溢漏点及附近区域采用新鲜消毒液进行清洗并擦抹干净。

⑧除污小组需要将手靴和手套清洗后，方能够脱掉它们并离开离开泄露区域。

⑨其他任何防护设备也应彻底消毒。

##### (2) 主要溢漏

溢漏量在超过 500 毫升，或涉及生物体的生物危害等级达 3 级或以上应被视为一项重大溢漏。以下方法仅作参考推荐程序，各实验室可以根据不同需要，通过修改优化将其纳入自己的程序。

①发生溢漏后，工作人员必须屏住呼吸并立即离开实验室。

②关闭该实验室大门，并安放带有“不要进入”标示牌。警告其他人该泄漏事件，并告知他们远离该地区。如实验室大门没有“生物危害”标志，也将需要设法布设。

③丢弃所有可能被污染的生物危害袋、实验室袍、鞋和任何其他服装。

④注意要洗手和洗脸。如果皮肤有接触到任何生物毒性材料泄漏物质，建议进行全身淋浴。

⑤由于泄露区附近空气还有可能有生物危害材料，不要尝试立即清理泄漏，等待至少 30 分钟，直到这些生物危害已沉淀，再开始清理行动。

⑥遵循轻微溢漏的所有程序。

## 7.3 化学废品管理

### 7.3.1 化学废物的分类

实验室产生的化学废物一般数量较少，而且容易被自然界稀释。不过，有几个常见的废物种类特别危险，归类为化学废物。他们包括：

- (1) 强酸和强碱
- (2) 有机溶剂
- (3) 盈余或过期的化学品

任何实验室所产生上述的废物都必须遵守有关规范中的包装，标签和存储要求，以及服从交通运输和处置的安排。

### 7.3.2 化学废物的包装

#### (1) 容器的标准

化学废物应当储存在设计合理的容器内，从而防止废物泄漏，溢出或以便逃生，储存和运输。

#### (2) 容器的数量与容积

化学废物产生者应正确估计化学废物的产生量以及储存容器的数目，以便提供足够容纳所有的化学废物的空间，在此之前，废物由安全办公室统一收集。

#### (3) 密闭容器并具有清洁外表面

化学废物的容器应得到适当的封闭或密封，并放置在正确位置。化学废物不应粘附在容器表面。

(4) 容器储备的良好条件

容器应当储藏在良好的环境内，避免其受到腐蚀，污染，损坏或任何其他缺陷。废物产生者在使用前必须做相应的检查，以确保容器处于良好的储藏环境中。

(5) 针对不同废物的容器分类

化学废物产生者应使用单独的容器承装不同种类的废物。无机废物和有机废物、以及酸碱废物都必须分开储藏。

(6) 无不相容的废物

化学废物产生者不能把混合不相容的废物放置于一个容器内，其中包括那些互相会起反应的物质：

- ①反应剧烈的废物。
- ②产生大量热量的废物。
- ③产生有毒或有害气体的废物。
- ④产生易燃产品的废物。
- ⑤产生有毒产品的废物。

(7) 进行容器的填装时不能装太满

当填装液态化学废物时，容积不能填装太满，必须预留一部分空气，用来预防在运输及储存过程中，因温度变化或者物理条件变化所引起的液体膨胀，通常应预留 10 cm 高度的空气。

(8) 容器的材料不能与废物起反应

容器的材质必须稳定，容器本身不能与所承装的废物起反应，以免造成危险。

如有需要，为了确保容器的安全性，容器内部需具有一个内衬或涂层，以确保兼容性与化学废物（如承装酸液的钢制容器内有保护塑胶衬垫）。

### 7.3.3 化学废物的标注

贮存化学废物的容器，都应提供一个适当的标签，用中英文进行详细标注。

标签包括以下内容：

- (1) 化学废物特性。
- (2) 废物生产者的姓名，地址及联络电话号码。
- (3) 废物化学名字（或名称），通用名称或废物类型。

- (4) 适当的危险警告标志。
- (5) 标签尺寸不应该少于 90 毫米×100 毫米。

化学废物生产者应确保标签信息的准确性，以便对储存和运输的化学废物进行适当和安全处理。

标签上应放置于容器合适的位置，使标签上的信息能够方便地阅读，并经常保持清洁，使标签不受损坏。

### 7.3.4 废物的储存与隔离

#### (1) 储存

为了防止化学废物的泄露，可以在下部放置一个托盘或者在承装废物时预留 20% 的空间，这两种方法都能够防止泄露。例如：不锈钢托盘可用于承装有机废弃物；重型塑料托盘可用于承装无机废物（包括强酸和强碱）。

当承装不相容的化学废物时，两者接触可能会产生危险，因此，必须将两者分开贮存或者在内阁提供隔间及不透水的分区。

应提供足够的通风方式，以防止形成任何危险或有害气体的浓度。

#### (2) 隔离

由于不同实验室所产生的化学废物性质各不相同，因此，废物产生者应分隔他们的废物按照下列分类：

**A:** 酸，包括加废物兼容酸。

**B:** 碱，包括加废物兼容碱。

**O:** 有机溶剂。

**S:** 需要特殊处理的废物。这些废物包括氨、过氧化氢、次氯酸的解决方案和强氧化性酸类（如硝酸和高氯酸）。属于这一类的化学废物必须分开贮存，并进行分开个别包装和标签。

实验室的化学废物包含易起反应的反应物质或化学品（包括强的氧化和还原物质），同一种类型的废物应在稳定下来之前，存储在相同的橱柜。

处置剩余或过期的化学药品，也要遵守这些规定对这些化学废料进行包装，标签和贮存。通常盈余或过期的化学品，应当进行隔离，单独包装及标签存储。

### 7.3.5 化学废物处理

根据废危险废物管理制度与政策规定，只有从环保部门取得经营许可证的企业才能够处理此类废物。

## 7.4 放射性废物处置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第 449 号令）》规定，产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。因此，所有放射性废物应收集经批准和标识的容器内，并制定明确的可行性处理方案。放射性废物不得排入下水道或丢弃于普通的垃圾箱。

## 7.5 致癌废物处置

### 7.5.1 设备

很有可能遭受致癌物质污染的设备应贴上适当标签只限于特定使用，有关其清洗和消毒方式应备有书面说明，设备的净化必须由改设备使用人责任。

### 7.5.2 清洗

必须作好清洗行动遵守程序完善的书面指示。只需要指派那些已经接受该设备可能的污染情况相关培训人员即可，培训必须确保他们获取确切的信息和理解相关指示。雇用用户以外的清理人员是完全不需要的。

### 7.5.3 处置的一般要求

- (1) 废物处置和去污方法必须工作前就被最终确定。
- (2) 用于实验的残留及玻璃器皿去污方法，应确保彻底的化学变化，使其转化为非致癌物质。
- (3) 受污染的可燃材料应放置在密封的胶袋，贴上合适的标识，采用高温焚化或其他经批准的方法进行处理。