

ESCO®



生物安全和生物安全柜指南

BIOHAZARD WARNING
PELIGRO
This collector is for
To avoid injury

引言

作为生物安全柜使用指南，本手册提供有关生物安全和生物安全柜的基本知识。同时，本手册由具有多年工作经验的微生物学家，工程师以及生物安全柜用户共同协作编制而成，其内容准确，可被广泛使用。

I. 生物危害和生物安全等级

生物危害一词是由“生物学的”和“危害”两个词的缩写构成。其定义为：“一个或其中部分具有直接或潜在危害的传染因子，通过直接传染或者破坏周围环境间接危害人，动物以及植物的正常发育过程”。

生物安全水平(1-4级)是由美国疾病预防控制中心(CDC)和国家健康研究院(NIH)共同颁布，涉及实验室操作规范与技术，安全设备与设施的综合规章制度。本手册涉及的所有生物安全等级均对应于相应的由传染性生物因子或实验室活动引起的生物危害。

一级生物安全水平

实验室结构和设施、安全操作规程、安全设备适用于对健康成年人已知无致病作用的微生物，如用于教学的普通微生物实验室等。实验室一般不需要进行防污染设计，而且无需与建筑物的一般通道隔离。实验室工作人员经过特殊培训，并且由微生物或相关科学领域受过专业训练的科学家领导下进行工作。一般不需要使用生物安全柜。

二级生物安全水平

实验室结构和设施，安全操作规程，安全设备适用于对人或环境具有中等潜在危害的微生物。与一级生物安全水平相比，二级生物安全水平的不同之处在于：

- a) 实验室工作人员必须在处理致病因子方面受过特殊训练，而且要有科研人员直接领导
- b) 必须经过管理人员的批准才能进入实验室
- c) 对极易污染的物品要高度警惕
- d) 对容易产生气溶胶的操作要在生物安全柜或是其他防感染设备内进行，并且要严格按照正确的操作步骤进行操作。强烈推荐在此类实验室中使用一级和二级生物安全柜。

三级生物安全水平

实验室结构和设施，安全操作规程，安全设备适用于主要通过呼吸途径使人感染上严重的甚至是致死疾病的致病微生物及其毒素，通常已有预防传染的疫

苗。实验室设计的重心在保护工作人员在受感染区域，人群或是暴露在气溶胶范围内免受细菌的侵害。此类实验室必须使用一级或二级生物安全柜。

四级生物安全水平

实验室结构和设施、安全操作规程、安全设备适用于对人体具有高度的危险性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，目前尚无有效的疫苗或治疗方法的致病微生物及其毒素。实验室工作人员都是经过精心挑选，能够处理极为有害的传染因子。他们熟知标准和一般的操作，防感染设备以及实验室设计特征。实验室工作人员在受过专业训练的资深科学家指导下进行工作。工作人员必须经过实验室管理人员的同意进入实验室。实验室的建立要么与一般建筑物完全分开，要么建在一般建筑物内部的一个控制区域。实验室必须配备专业设施操作手册并且使用三级生物安全柜。

摘自: ***Biosafety in Microbiology and Biomedical Laboratories***, U.S. Department of Health and Human Services, HHS publication (CDC) 99-8395, 4th ed. April 1999. p 11-14.

图表1: 生物安全水平与易感物质

生物安全水平	易感因子	举例	操作和技术	安全设备 (初级防护)	安全设施 (二级防护)
1	不会导致健康工作者或动物致病的细菌, 真菌, 病毒以及寄生虫等生物因子	枯草芽孢杆菌, 狂犬病毒, 大肠杆菌	标准微生物实验	不需要	需要安装开放式水槽
2	能引起人或动物发病的生物因子。主要通过肌肉注射, 食物摄取以及粘膜接触进行传染	麻疹病毒, 沙门氏菌, 弓形虫, 乙型肝炎病毒	1级生物安全水平的相关内容再加上: - 限制无关人员进入实验室 - 生物危险警告标示 - “锐器”警告 - 生物安全手册 (定义所有需要处理的污染物和化学品监测政策) - 必要的呼吸防护	初级防护: 一级, 二级或是其他物理防污染设备用于可能导向外泄或者产生可感染性气溶胶的生物因子操作	BSL-1相关安全设施以及高压灭菌器
3	本土的或外来的可能导致气溶胶的传播, 致病甚至致命的生物因子	结核分枝杆菌, 脊髓灰质炎病毒, 伯氏考克斯体, 炭疽芽孢杆菌 (生成阶段)	BSL-2的所有操作和技术以及: - 非相关人员不得进入实验室 - 对废弃物进行去污处理 - 对实验室防护服进行去污处理 - 抽取实验室操作人员的血清样本	初级防护: 一级, 二级生物安全柜或其他物理防污染器材用于所有开放式生物因子操作 个人防护设备: 实验室防护服, 手套, 必要的呼吸防护	BSL-2安全设施以及: - 与公共走廊分隔 - 自动连锁装置, 双门结构设计 - 外排气体不能循环负压实验室
4	高风险/外来的对生命造成严重威胁的生物因子。 以雾状传导的污染物或者其他以不可知的传染方式传播生物因子	伊波拉萨伊病毒, 辛诺柏病毒, 裂谷热病毒	BSL-3的相关操作和技术再加上: - 进入实验室前穿戴防护服 - 离开实验室时沐浴 - 将所有的物品进行去污处理后离开实验室	初级防护: 所有的操作步骤必须包括3级, 1级或者2级生物安全柜操作步骤, 工作人员个人防护, 供气以及正压防护服的要求	BSL-3相关安全设施以及: - 与一般建筑物分开/或者建筑物内单独区域 - 专用供气/排气及去污系统 - 微生物和生物化学实验室制定的其他要求

摘自: **Biosafety in Microbiology and Biomedical Laboratories**, U.S. Department of Health and Human Services, HHS publication (CDC) 99-8395, 4th ed. p 52-53.

II. 生物安全柜

“biological safety cabinet”与“biosafety cabinet”被广泛用来描述一系列配备HEPA过滤器，用于个体防护或是个体与产品防护相结合的抗感染设备。上述两个术语只适用于那些设计结构，气流速度和方式以及风机排气系统都同时满足1级，2级和3级生物安全标准的设备。

生物安全柜的主要国际标准：

- ◆ 美国标准 NSF 49:2002
- ◆ 欧洲标准 EN 12469:2000
- ◆ 澳大利亚标准 AS 2252
- ◆ 日本标准 JIS K 3800:2000

表2：生物安全柜级别

安全柜类型	进气流速度 V (m/s)	循环气体 (%)	外排气体 (%)	周围压力控制	排风选择	生物安全水平
I	US:0.38 EN:0.70	0	100	外界空气	室内/安全管	1, 2 & 3
II A1	US:0.38 EN:0.40	70	30	外界空气	室内/套管	1, 2 & 3
II A2	US:0.50 EN:0.40	70	30	负压	室内/套管	1, 2 & 3
II B1	US:0.50 EN:0.40	30	70	负压	安全管	1, 2 & 3
II B2	US:0.50 EN:NA	0	100	负压	安全管	1, 2 & 3

摘自：**Laboratory Biosafety Manual. Second Edition (revised). Interim guidelines. World Health Organization. p32.**

一级生物安全柜

一级生物安全柜是市面上所见的设计最简单，最基本的一类生物安全柜。微生物操作时产生的气溶胶混合外界空气进入安全柜，经过滤系统将粉尘颗粒或是感染因子过滤，最后将干净无污染的气体排到外界环境中。过滤系统通常包含预过滤器和HEPA(高效空气过滤)过滤器。

虽然一级安全生物柜能够确保操作人员和环境免受危害，但是它不能确保实验中使用的样品不会被实验室内的空气所污染。当然，也不能完全排除交叉感染的可能性。因此，一级生物柜的使用范围极为有限，而且此类生物安全柜已经落后于现代生物安全水平的防护需要。

所有一级生物安全柜都可以对达到生物安全水平一，二，三级的微生物因子操作中使用。

二级生物安全柜

同一级生物安全柜一样，气体也是从外部流入二级生物安全柜，通常称为进流。进流能够防止微生物操作时产生的气溶胶从安全柜前面操作窗口逃逸到实验室内。然而，它们不同于一级生物安全柜之处为，只让经HEPA过滤的(无菌的)空气流过工作台面。内置风机将空气经前面的开口引入安全柜内并进入前面的进风格栅。因此没有经过过滤器过滤的空气不会直接进入工作区，从而保护安全柜内部存放的样品和仪器不被外界空气所污染。

二级生物安全柜的一个独有特征就是由垂直层状薄片的(无定向的)HEPA过滤器过滤后，再安全柜内部形成向下流动的气流。气流不断地冲能可产生空气传播感染的安全柜内部，从而避面存放在柜体内的样品受到感染。这样的气流被称作下沉气流。

不同型号的二级生物安全柜的主要区别在于：排气的比例以及气体经过空气高压再循环的比例不同。另外，不同的二级生物安全柜具有不同的排气方式：有的安全柜将空气过滤后直接排到室内，有的是通过连接到专用通风管道上的套管或通过建筑物的排风系统排到建筑物外面。

除了以上所提及的不同之外，所有的二级生物安全柜同1级生物安全柜一样，能够保护操作人员和实验室环境免受危害。另外，二级安全柜也能够保护产品样本在微生物操作过程中免受污染。二级生物安全柜可以在一，二，三级生物安全水平的生物因子操作中使用。

二级A型 (A1/A2) 生物安全柜

二级A型生物安全柜是使用最为普遍的2级生物安全柜。同时，它也是各类型生物安全柜中最受欢迎的生物安全柜。30%的空气经过一般空气压力排到房间或是外面，70%的空气在将经过供风HEPA过滤器重新返回到生物安全柜内的操作区域。

A型安全柜排出的气体重新排入实验室，它们可能含有正气压形成的污染源。当在微生物操作过程中需要添加有毒化学品的时候，此类生物安全柜不能被使用。排气HEPA高效过滤器只能消除空气气溶胶的危害，而不能过滤掉化学毒雾。

二级A1型安全柜周边的压强高于周围环境的压强，这与二级A2型负压相比，安全性相对较低。一旦正压区域出现泄漏，泄漏的气溶胶将被负压再次吸进负压区域，不会造成外界空气污染。为了安全，A1型生物安全柜的设计已经过时。就A2级生物安全柜而言，大约70%的空气经正向压力重新回到生物柜内的操作区域，而剩余的30%则经过排风过滤器进入房间内或被排到外面。



Fig 2. 二级A2型安全柜
Class II Type A2

二级B型生物安全柜

A型和B型生物安全柜的主要区别在于：B型安全柜必须安装外接风机，并且气体通过导管建筑物的排风系统直接排到室外。如果没有外接风机，安全柜的内部风机会将工作区内的空气（和微生物因子）经过前台操作人员，吹向操作人员的脸上，从而导致极为危险的状况。此类安全柜不能算作性能平衡的安全柜，因为内置的风机只能产生下沉气流，安全柜的工作还依赖外接风机产生进流。

对于所有B型生物安全柜，可以考虑在风机的排气出口端和建筑物排气端口之间安装空气净化系统，用以中和稀释排气中的化学毒雾，从而加强安全柜的环保性能。

虽然B型生物安全柜在对进行化学物品操作时被广泛使用，但是从理论上说，它的安全水平相对于A型安全柜已经大大提高。通过将空气直接排到外界环境，它们提供更为妥善的安全防护，尤其是当HEPA高效过滤器出现故障时。

二级B1型生物安全柜

二级B1型生物安全柜最早由美国国家癌症研究中心指定。70%的空气经普通高压外排，而剩余的30%的空气在安全柜操作区域内循环使用。

B1型安全柜具有独特的排气性能，即在安全柜操作内靠近后墙位置工作时，它可以停止气体的再循环。当空气循环时，如果要在微生物操作过程中添加有毒化学品，这些有毒化学品必须是在不干扰实验的情况下被使用。

二级B2型生物安全柜

二级B2型生物安全柜，所有流入和下沉气流都经过HEPA过滤器过滤后直接排到外界环境，在安全柜内部没有再循环的气体。因为没有循环气体，所以B2型生物安全柜适用于任何需要有毒化学品作为添加剂加入微生物操作的试验。理论上，即使HEPA过滤系统停止正常运作，因为气体完全排出，所以B2型生物安全柜可以被看作是2级生物安全柜中最安全的一类安全柜。



Fig 3. 二级B2型安全柜
Class II Type B2

三级生物安全柜

三级生物安全柜提供一级，二级安全柜无法提供的绝对安全保障。所有三级生物安全柜都是焊接金属构造，并且采用完全密闭设计。实验操作完全通过前窗的手套进行。在日常操作过程中，安全柜内部将一直保持负压状态。即使在物理防污染系统出现故障的情况下，它也能提供安全保障。

所有三级生物安全柜经HEPA过滤器过滤后的洁净空气提供产品保护，并且防止样品交叉污染的情况出现。废气通常经由HEPA过滤。或者将两个HEPA过滤器并排使用。实验所需的物品同过安置在安全柜侧面的隔离通道送进柜内。三级安全柜通常直接将废气排到实验室。然而，空气也可以通过外接的排气管道直接排到外界环境。当使用排气管道系统的时候，三级安全柜也适用于在试验中需要添加有毒化学品的微生物操作。

所有三级生物安全柜都可在涉及一，二，三，四级生物安全水平的微生物因子实验中使用。尤其适用于产生致命因子的生物试验。



Fig 4. 三级生物安全柜
Class III BSC

HEPA & ULPA 过滤器

HEPA过滤器是生物安全柜的核心部分。HEPA过滤器是可处理的干型过滤器，是由叠片状硼硅微纤维制成的，像纸一样。

- ◆ HEPA：高效空气净化：现代美国惯例
HEPA：对直径为0.3微米微粒99.99%的过滤效率
- ◆ ULPA：超低空气泄漏：现代美国惯例
ULPA：对直径为0.12微米微粒99.999%的过滤效率

HEPA & ULPA 过滤器的构造

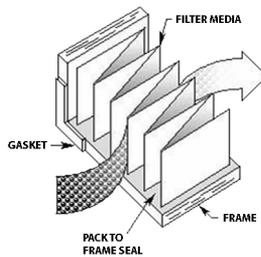


Fig 5. 包装物粘合成过滤网外框——外框与气密垫片组装成最终过滤箱体
Pack is glued into a frame - Frame is gasketed to form final assembly

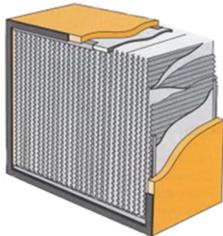


Fig 6. 分离式过滤器
Separator Type

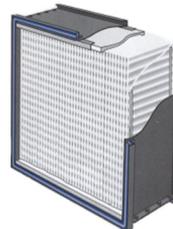


Fig 7. 一体式过滤器
Separatorless Type

HEPA/ULPA 过滤器是专门为去除多种空气中的污染成分而设计的，可以去除的成分包括：

- ◆ 标准粉尘
- ◆ 卷烟烟气
- ◆ 细菌（细菌大小：500到0.3微米）
- ◆ 煤灰
- ◆ 花粉
- ◆ 放射性微粒
- ◆ 杂质离子 - 会影响到集成电路的速度

III. 正确选择，安装和使用生物安全柜

A. 生物安全柜的挑选

选择生物安全柜主要是根据防护类型的需要：产品防护；针对危害度1到4级微生物因子的个体防护；针对放射性元素和挥发性有毒化学品的个体防护；或者包括上述所有的产品和个体防护。表3列出了适合于不同生物安全水平的生物安全柜类型。

表3. 生物安全柜的选择

保护类型	生物安全柜的选择
个体防护，针对危险度1-3级微生物	I, II, III级生物安全柜
3级生物安全柜	III级生物安全柜
个体防护，针对危险度4级微生物，防护服型 实验室实验对象保护	I, II级生物安全柜
实验对象保护	II级生物安全柜，柜内气流是层流的 III级生物安全柜
少量挥发性放射性核素/化学品的防护	II级B型生物安全柜，外排风式II级A2型 生物安全柜
挥发性放射性核素/化学品的防护	I级, II级B2型, III级生物安全柜

摘自: **Laboratory Biosafety Manual**. Second Edition (revised). Interim guidelines. World Health Organization. p29.

将循环气体排到室内的生物安全柜内不能使用放射性或有毒的化学品。例如，一级安全生物柜没有安装气体外排系统，二级A1/A2型生物安全柜内也不可以使用放射性或有毒的化学品。二级B1型生物安全柜内只可使用少量放射性和挥发性的化学品。如果需要大量挥发性和放射性化学品时，可以使用二级B2型生物安全柜，或称全排生物安全柜。

B. 在实验室中使用生物安全柜

1. 位置

空气通过前面开口进入生物安全柜的速度大约为0.45m/s。这样速度的定向气流是极易受到干扰的，包括人员走近生物安全柜所形成的气流，打开窗户，送风系统调整以及开关门等都可能造成影响。

因此，最为理想的是，生物安全柜应位于人员活动，物品流动以及可能会扰乱气流的地方。在安全柜的后方以及每一个侧面要尽可能留有30cm的空间，以利用对安全柜的维护。在安全柜的上面应留有30-35cm的空间，以便准确测量空气通过排风过滤器的速度，并便于排风过滤器的更换。

2. 操作人员

生物安全柜如果使用不当，其防护作用就可能大大地受到影响。操作人员在移动双臂进出安全柜时，需要小心维持前面开口处气流的完整性，双臂应该垂直地缓慢进出前面的开口。

手和双臂伸入到生物安全柜中等待大约一分钟，以便安全柜调整完毕并且让里面的空气“扫过”手和双臂的表面以后，才可以开始对物品进行处理。要在开始实验之前将所有必须的物品置于安全柜内，以尽可能减少双臂进出前面开口的次数。

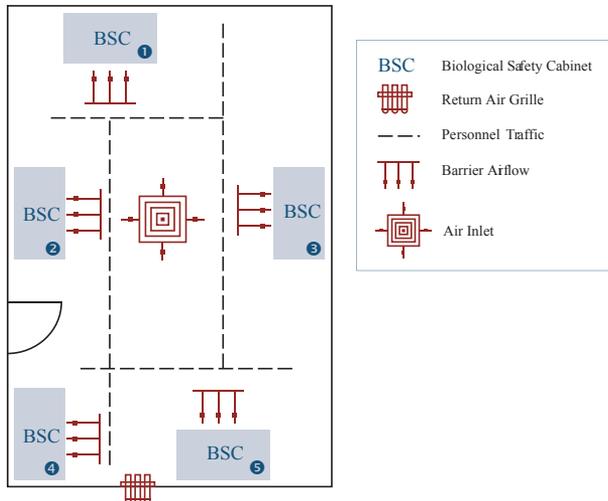


Fig 8. 典型II级生物安全柜的安装
A typical Class II Cabinet Installation

3. 物品放置

二级生物安全柜前面的进气格栅不能被纸，仪器设备或其他物品阻挡。放入安全柜内的物品应采用70%酒精来消除表面污染。可以在消毒剂浸湿的毛巾上进行实验，以吸收可能溅出的液滴。

所有物品应尽可能地放在工作台后部靠近工作台边缘的位置，并使其在操作中不会阻挡候补格栅。可产生气溶胶的设备(例如混匀器，离心机)应靠近安全柜的后部放置。像有生物危害性的废弃物袋，盛放废弃吸管的盘子以及吸滤瓶等体积较大的物品，应该放在安全柜内的某一侧。在工作台面上的实验操作应该按照从清洁区到污染区的方向进行。

耐高压灭菌的生物危害性废弃物袋以及吸管盛放盘不应放在安全柜的外面，否则在使用这些物品时双臂就必须频繁进出安全柜，这样会干扰安全柜空气屏障的完整性，从而影响对人员和物品的防护。

4. 操作和维护

大多数生物安全柜的设计允许全天24小时工作。研究人员还发现，连续工作有助于控制实验室中灰尘和颗粒的水平。向房间中排风或通过套管接口与专门的排风管相连接的一级A1和A2型生物安全柜，在不使用时是可以关闭的。其他如二级B1和二级B2型生物安全柜，是通过硬管安装的，就必须始终保持空气流动以维持房间空气的平衡。

在开始工作以前以及完成工作以后，应至少让安全柜工作5分钟来完成“净化”的过程，应即应留在将污染的空气派出安全柜的时间。

生物安全柜的所有维修工作应该由有资质的专业人员进行。在生物安全柜操作中出现任何故障都应该报告，并应在再次使用之前进行维修。

5. 紫外灯

生物安全柜中不需要紫外灯。如果使用紫外灯的话，应该每周进行清洁，以除去可能影响其杀菌效果的灰尘和污垢。在安全柜重新认证时，要检查紫外线的强度，以确保有适当的光发射量。房间中有人时一定要关闭紫外灯，以保护眼睛和皮肤，避免因不慎暴露而造成伤害。

6. 明火

在生物安全柜内所形成的几乎没有微生物的环境中，应避免使用明火。使用明火会对气流产生影响，并且在处理挥发性物品和易燃物品时，也易造成危险。在对接种环进行灭菌时，可以使用微型燃烧器或电炉，而不应使用明火。

7. 溢出

实验室中要张贴如何处理溢出物的实验室操作规则，每一位使用实验室的成员都要阅读并理解这些规程。一旦在生物安全柜中发生由生物学危害的物品溢出时，应在安全柜出于工作状态下立即进行清理。要使用有效的消毒剂，并在处理过程中尽可能减少气溶胶的生成。所有接触溢出物品的材料都要进行消毒/或高压灭菌。

8. 认证

在安装是一季每隔一定时间以后，应由有资质的专业人员按照生产商的说明对每一台生物安全柜的运行性能以及完整性进行认证，以检查其是否符合国家及国际的性能标准。安全柜防护效果的评估应该包括对安全柜的完整性，HEPA过滤器的泄漏，向下气流的速度，正面气流的速度，负压/换气次数，气流的烟雾模式以及警报和互锁系统进行测试。

还可以选择进行漏电，光照度，紫外线强度，噪声水平以及震动性的测试。在进行这些测试时，检测人员要经过专门的培训，采用专门的技术和仪器设备。强烈建议由有资质的专业人员来进行测试。

9. 清洁和消毒

由于剩余的培养基可能会使微生物生长繁殖，因此在实验结束时，包括仪器设备在内的生物安全柜里的所有物品都应清楚表面污染，并移出安全柜。

在每次使用前，要清除生物安全柜内表面的污染。工作台面和内壁要用消毒剂进行擦拭，所用的消毒剂要能够杀死安全柜里可能发现的任何微生物。在每天试验结束时，应擦拭生物安全柜的工作台面，四周以及玻璃的内外侧等部位来清除表面的污染。在对目标生物体有效时，可以采用漂白剂溶液或70%酒精来消毒。在使用如漂白剂等腐蚀性消毒剂后，还必须用无菌水再次进行擦拭。

推荐将安全柜一直维持运行状态。如果要关闭的话，则应在关机前运行5分钟以净化内部的气体。

10. 清除污染

生物安全柜在移动以及更换过滤器之前，必须清除污染。最常用的方法是采用甲醛蒸汽熏蒸。应该由有资质的专业人员来清除生物安全柜的污染。

11. 个体防护装备

在使用生物安全柜时应穿着个体防护服。在进行一级和二级生物安全水平的操作时，可穿着普通试验服。前面加固处理的反背式试验隔离衣具有更好的防护效果，应在进行三级和四级生物安全水平（防护服型实验室除外）的操作时使用。手套应套在隔离衣的外面，可以戴加有松紧带的袖套来保护研究人员的手腕。有些操作可能还需要戴口罩和安全眼镜。

12. 警报器

可以在两种警报器中选择一种来装备生物安全柜。窗式警报器只能装在带有滑动窗的安全柜上。发出警报时表明操作者将滑动窗移到了不当的位置。处理这种警报时，只要将滑动窗移到适宜的位置就可以了。气流警报器报警时，表明安全柜的正常气流模式受到了干扰，操作者或物品当即处于危险状态。当气流警报响起时，应立刻停止工作，并通知实验室主管。生产商的说明手册中将提供更详细的资料，在生物安全柜的使用培训中也应包括这一方面的内容。

13. 补充资料

选择正确类型的生物安全柜，进行安装并正确使用，同时每年进行认证，这是一个复杂的程序。强烈推荐在经过良好培训并具有丰富生物安全操作经验的专家监督下来进行上述工作。该专家应非常熟悉“参考文献”部分中所列出的相关文献，并且经过了有关生物安全柜各方面的培训。操作者应接受生物安全柜操作和使用的正规培训。

C. 安全使用生物安全柜

1. 使用生物安全柜:开始

- ◆ 戴手套防止手部被污染
- ◆ 在开始工作以前，将实验所必需的物品全部放进安全柜内，并对表面进行消毒处理
- ◆ 对生物安全柜工作台面，侧壁表面以及后壁内侧进行消毒处理
- ◆ 让生物安全柜工作区排气几分钟之后再开始工作
- ◆ 不要在工作区内排放过多的物品
- ◆ 在操作开始前关闭排水阀

2. 使用生物安全柜:操作

- ◆ 不要阻塞前台或后墙附近的进气格栅
- ◆ 实验操作尽可能靠近安全柜内部进行
- ◆ 尽量减少手臂的移动。移动时要缓慢，防止干扰柜内气流
- ◆ 从安全柜内移出手臂之前，一定要进行表面消毒处理，然后缓慢移出（移动方向垂直于工作区开口）
- ◆ 降低外部气流震荡
- ◆ 拿放物品一定要遵守从洁净区到污染区的顺序
- ◆ 生物废弃物袋应放在安全柜内不能拿出安全柜
- ◆ 一旦实验过程中产生溢出物，用消毒纸巾置于其表面吸附清理
- ◆ 从安全柜内部拿取可能产生污染的物品时，一定要进行表面消毒处理
- ◆ 将产生气溶胶的器皿尽可能摆放在安全柜工作区靠里的位置
- ◆ 洁净的物品应放置在距离产生气溶胶器皿至少150mm外，降低交叉污染的可能性
- ◆ 将盛有样品的试管或试盘的表面密封以防止下沉气流侵袭样品
- ◆ 禁止使用气体火焰，以防影响安全柜内部气流
- ◆ 将会产生气流震荡的仪器，如混匀器，离心机或是定位器等放置在靠近柜内后壁1/3处

3. 本生灯

加热器可能引起由内向外的气流威胁到实验操作人员的安全。并且降低二级生物安全柜的抗交叉污染性能。当二级生物安全柜完全关闭时，如果安全柜内的加热器持续工作，其产生的热量会损坏过滤器。

本生灯的安全：

1. 当在操作中不使用电子加热器时，此类型的加热器可通过自动降低供气量来保持较小的火焰
2. 紧急关闭阀门应该安置在安全柜附近，以应付紧急状况的发生

3. 加热器应该尽可能地放置在离工作前台较远的地方，防止其影响安全柜工作
4. 电磁阀同供气管互锁以自动关闭加热器

4. 使用生物安全柜:关闭

注意事项：尽量使处于安全柜持续工作状态，并对所有物品进行表面消毒处理，提供最大程度的人员保护。

- ◆ 系紧用过的生物废物袋
- ◆ 对安全柜内壁，后壁，工作台面，去水盘表面和前窗内侧进行消毒处理
- ◆ 使安全柜进行一段时间的气体空排
- ◆ 如果情况允许:安装前窗挡物板或关闭前操作窗口并开启紫外灯(如有需要)

5. 用户维护

- ◆ 每三个月更换一次预过滤器
- ◆ 每年更换一次紫外灯
- ◆ 进行性能检验和认证（比如警报检查，基本气流测试等）

IV. 生物危害溢出和清理步骤

A. 生物安全柜内：

- ◆ 等待至少5分钟，让安全柜充满气溶胶
- ◆ 在清理时穿戴实验服，安全眼镜和手套
- ◆ 清理时让安全柜继续工作
- ◆ 进行消毒处理并保证至少20分钟的接触时间
- ◆ 使用浸泡消毒剂的消毒纸巾吸附溢出物
- ◆ 使用浸泡消毒剂的消毒纸巾擦拭安全柜内壁，工作台表面和柜内所有设备
- ◆ 按照正确的生物废弃物处理步骤处理被污染的物质（比如高压灭菌器或BFI）
- ◆ 将可回收的被污染物品放入生物危害物回收袋或高压灭菌盘并且用报纸包起来，然后进行消毒或清理
- ◆ 用消毒剂对无法进行高压灭菌的物品进行至少20分钟的消毒处理后再拿出安全柜
- ◆ 脱下个人防护服并放进污染物收集袋中进行高压灭菌处理
- ◆ 在进行新的实验或者关闭安全柜之前，让安全柜运行10分钟

B. 实验室内，安全柜外：

- ◆ 如果所要清理的物品达到2级生物安全水平或者更高，联系生物安全办公室负责人
- ◆ 先疏散实验室工作人员。至少15分钟以后，等气溶胶消散后再进入溢出区
- ◆ 将生物危害物袋内的污染服和其他任何物品进行高压灭菌处理
- ◆ 穿戴一次性实验大褂，安全眼镜和手套。

使用消毒剂进行清洁的具体步骤如下：

1. 用干纸巾覆盖溢出物(用来吸附液体)，然后再放上浸泡消毒液的纸巾
2. 使用消毒剂包围溢出物，确保消毒剂与污染溢出物充分接触，尽可能减少气溶胶的形成
3. 对溢出物附近的所有物品进行消毒处理
4. 等待20分钟，使消毒剂的消毒作用得到充分发挥
5. 使用正确的消毒剂擦拭设备
6. 按照正确的生物危害物处理程序处理被污染的物质(比如高压灭菌器或BFI)
7. 对可回收利用的物品进行消毒处理

C. 离心机内部

- ◆ 疏散所有无关人员
- ◆ 30分钟后，待气溶胶完全沉淀后开始清理溢出物
- ◆ 进行清理时穿戴实验室服装，安全眼镜以及手套
- ◆ 将离心转子和离心桶移到离生物安全柜最近地方进行清洁
- ◆ 对离心机内部进行彻底的消毒
- ◆ 按照正确的生物危害物处理程序处理被污染的物质(比如高压灭菌器或BFI)

D. 实验室外部，运输过程中

- ◆ 将标有生物危害警告标示的生物危害物装入一个不易破碎，密闭完好的容器中，然后在放入外层标有生物危害警告标示并且牢固的容器（制冷机，塑料盘或桶）内运送
- ◆ 如果在公共场所出现溢出物，不能在没有正确防护设备的情况下直接进行清洁处理
- ◆ 确保发生溢出物的区域安全，妥善安置无关人员远离溢出物
- ◆ 联系专业人员帮助进行清洁处理
- ◆ 在专业人员进行溢出物清理时随时待命，并在必要时给予协助

摘自: **UCSD Biosafety handbook, UCSD EH&S Biosafety Team 1996.**
THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA, USA. p95-97.

V. 参考资料:

1. **User & Service Manual.** *Labculture® Class II Type A2 Biohazard Safety Cabinet: Esco Micro Pte Ltd.*
2. **Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL).** *4th Edition. Office of Health and Safety (OHS), Centers for Disease Control and Prevention (CDC). US Department of Health.*
3. **Laboratory Biosafety Manual.** *Second Edition (revised). Interim guidelines. World Health Organization.*
4. **UCSD Biosafety handbook,** *UCSD EH&S Research Community for Biosafety. 1996.*
5. **UCSD Biosafety handbook,** *UCSD EH&S Biosafety Team 1996. THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.*



ESCO®艺思高生物科技部主要产品：

垂直超净台
水平超净台
PCR垂直超净台

二级生物安全柜
三级生物安全柜

细胞毒素安全柜
IVF安全柜
称重柜
动物试验台

定做洁净操作台

您的本地经销商：

Esco Micro Pte. Ltd.
Biotechnology Equipment Division

21 Changi South Street 1
Singapore 486777
tel: +65 6542 0833 fax: +65 6542 6920
email: biotech@escoglobal.com

