

第一章 实验室安全守则

1.1 一般守则

- (1) 实验室要根据本实验室的特点制定本实验室的安全和环保管理制度,并在醒目的位置张贴、悬挂。
- (2) 实验室要详细制定紧急事故处理的应急预案并张贴、悬挂于显眼位置。
- (3) 实验室门口应张贴安全信息牌,有危险的场所、设施、设备物品及技术操作等要有警示标志,并及时更新相关信息。
- (4) 实验室要指定工作人员对本实验室安全工作进行监督和检查。
- (5) 实验室管理者应该根据需要选择合适的防护用具,并负责对防护用具进行维护和更新,确保其适用范围、有效性及完好性。
- (6) 实验室合理规划,物品堆放整齐,保持室内通风、地面干燥,及时清理废旧物品,保持消防通道通畅,便于取用防护用品、消防器材和关闭总电源。
- (7) 实验室产生的废弃物要按照有关要求进行分类并且按照规定进行处理。
- (8) 实验室须定期排查电路、水路以及设备仪器的使用情况,及时清除安全隐患,报废老化设备。
- (9) 进入实验室工作的学生和工作人员必须参加实验室安全培训和相关仪器设备的使用培训,新人员必须考核合格后方可进入实验室工作。
- (10) 进入实验室必须遵守实验室的各项规定,严格执行操作规程,做好各类记录,了解实验室潜在的实验风险和应急方式,采取必要的安全防护措施。
- (11) 禁止在实验室内吸烟、饮食、睡觉、使用燃烧型蚊香等,禁止放置与实验室无关的物品。严禁打闹、追逐,严禁穿露趾鞋、短裤进入实验室。

- (12) 危险品(包括放射性同位素及其废物、剧毒品、麻醉药品、精神药品、易燃易爆品、高致病性病原微生物菌(毒)种等)须严格按照国家和学校的规定进行管理,领取、保管、使用以及废弃物的处理环节要有完整的、规范的记录,要定期对危险品进行全面的核对和盘查,做到帐物相符。
- (13) 放置危险品的场所要加强安全防卫工作,要根据危险品的性质采取适当的安全防护措施,实验室安全人员要按规范操作,并做好个人防护。
- (14) 一旦发生火灾、爆炸以及危险品被盗、丢失、泄露、严重污染和超剂量辐照等安全事故,须立即根据情况启动事故应急处理方案,并采取有效的应急措施,同时向学校主管部门、保卫处报告,必要时向当地的公安、环保、卫生等行政主管部门报告,事故经过和处理情况应详细记录并存档。

1.2 个人工作守则

1.2.1 应做事项

- (1) 接受安全教育和环保知识的培训,遵守规章制度。
- (2) 实验前查阅药品的性质、潜在危险。
- (3) 使用适当的安全设施及个人防护装备。
- (4) 保持整齐干净,及时清理并分类收集处理实验废弃物。
- (5) 实验结束后,检查各项设施并做好自身清洁。
- (6) 如有意外应立即向老师报告。

1.2.2 禁止事项

- (1) 切勿在实验室饮食、奔跑、嬉戏等实验操作无关的活动。
- (2) 实验进行时,切忌擅自离开岗位。

(3) 切勿未经培训使用不熟悉的仪器或开展未经老师允许的实验。

(4) 严禁堆放杂物堵塞消防通道及安全出口。

1.3 非办公时间实验安全须知

- (1) 一般情况下, 不鼓励学生在非正常办公时间或者单独在实验室进行实验。禁止在非办公时间单独进行需要使用危险化学品的实验。
- (2) 如确实需要在非办公时间进行实验, 须至少 2 人同时在场, 并向实验室负责人报备, 获得批准方可进行。
- (3) 对于实验时间跨度长必须过夜的实验, 须向实验室负责人报告, 并根据实验药品种类、反应量、反应温度、反应压力等实验条件确定合适的人员值守, 值守人员必须至少 2 人; 如确定试验比较安全, 可无人值守, 但须将实验装置周围清理干净, 实验室不得放置易燃易爆品, 并在门口张贴由实验室负责人签字确认的过夜试验单, 列明适用的危险品、危险联系人和联系电话, 必要时安排人员定时巡查。

1.4 实验室常见安全标志

禁止标志: 不准或者禁止人们的某些行为



禁止吸烟



禁止烟火



禁止用水灭火



禁止放置易燃物



禁止堆放



禁止饮用



禁止携带金属物
或手表



禁止启动

警告标志: 警告人们可能发生的危险



注意安全



当心火灾



当心爆炸



当心腐蚀



当心中毒



当心感染



当心触电



当心机械伤人



当心低温



当心磁场



当心电离辐射



当心激光

1.5 实验室安全管理法律法规

1.5.1 国家法律

表 1-1 实验室安全涉及的国家法律

| 名 称 | 首法实施日期 | 备注 |
|--------------------|------------|-------------|
| 中华人民共和国安全生产法 | 2002-11-01 | 2014 年第二次修正 |
| 中华人民共和国劳动法 | 1995-01-01 | |
| 中华人民共和国职业病防治法 | 2002-05-01 | 2011 年修正 |
| 中华人民共和国环境保护法 | 1989-12-26 | 2014 年修订 |
| 中华人民共和国水污染防治法 | 2000-09-01 | 2008 年修订 |
| 中华人民共和国大气污染防治法 | 2000-09-01 | 2015 年第二次修订 |
| 中华人民共和国环境噪声污染防治法 | 1997-03-01 | |
| 中华人民共和国固体废物污染环境防治法 | 2005-04-01 | 2015 年第二次修正 |
| 中华人民共和国放射性污染防治法 | 2003-10-01 | |
| 中华人民共和国特种设备安全法 | 2014-01-01 | |

1.5.2 相关法规

表 1-2 实验室安全涉及的各项法规

| 法规名称 | 首次实施日期 | 备注 |
|--------------------|------------|----------|
| 危险化学品安全管理条例 | 2002-03-15 | 2011 年修订 |
| 医疗废物管理条例 | 2003-06-16 | |
| 病原微生物实验室生物安全管理条例 | 2004-11-12 | |
| 易制毒化学品管理条例 | 2005-11-01 | |
| 放射性同位素与射线装置安全和防护条例 | 2005-12-01 | |
| 放射性废物安全管理条例 | 2012-03-01 | |
| 民用爆炸物品安全管理条例 | 2006-09-01 | |
| 使用有毒物品作业场所劳动保护条例 | 2002-05-12 | |
| 特种设备安全监察条例 | 2003-06-01 | 2009 年修订 |
| 实验动物管理条例 | 1988-11-14 | 2011 年修订 |

1.5.3 国家有关部委规章制度

表 1-3 实验室安全涉及的国家有关部委规章制度

| 环境保护部 | 国家质量监督检验检疫总局 | 卫生部 |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|
| 国家危险废物名录 (2016 版) | 特种设备质量监督与安全监察规定 | 药品类易制毒化学品管理办法 |
| 企业事业单位环境信息公开办法 | 气瓶安全监察规定 | 放射事故管理规定 |
| 废弃危险化学品污染环境防治办法 | 起重机械安全监察规定 | 医疗卫生机构医疗废物管理办法 |
| 电磁辐射环境保护管理办法 | 压力管道安全监察与监察规定 | 可感染人类的高致病性病原微生物菌(毒)种或样本运输管理规定 |
| 病原微生物实验室生物安全环境管理办法 | 特种设备作业人员监督管理办法 | 医学实验动物管理实施细则 |

| 教育部 | 国家安全生产监督管理总局 | 科技部 |
|----------------------|--------------------|--------------------------|
| 高等学校实验室工作规程 | 危险化学品目录 (2015 版) | 基因工程安全管理办法 |
| 高等学校消防安全管理规定 | 生产经营单位安全培训规定 | 关于善待实验动物的指导性意见 |
| 学生伤害事故处理办法 | 作业场所职业危害申报管理办法 | 实验动物质量管理办法 |
| 关于加强高等学校实验室排污管理的通知 | 特种作业人员安全技术培训考核管理规定 | 实验动物许可证管理办法 (试行) |
| 公安部 | 交通运输部 | 农业部 |
| 剧毒化学品购买和公路运输许可证件管理办法 | 道路危险货物运输管理规定 | 高致病性动物病原微生物实验室生物安全管理审批办法 |
| | | 动物病原微生物菌(毒)种保藏管理办法 |
| | | |

1.6 实验室个体防护

在大多数人看来在实验室开展实验是一种科学实验,但同时也是一种危险(艺术)实验。实验室安全事故频发有其存在的隐患根源,虽然了解实验室个体防护器材及正确使用的办法固然不能根除危害,但是却可帮助我们构筑最后一道防线,只有正确佩戴使用,才能保障自己的健康平安。

1.6.1 个体防护佩戴的重要性

实验室存在着各类的危险,有物理性的如各种机械卷入点以及锋利部位、热、冷、辐射、噪声等危险,有化学性的如各类毒性等级不一的化学品、粉尘等危险,有生物性的各类致病菌或者病毒等;如果不采取有效的防护,将会导致实验操作者的受伤、

中毒,严重者会导致职业病甚至死亡。

(1) 个体防护用品是实验室安全防护的有效补充

虽然实验室配备了各类安全防护设施,但在实验操作过程中,操作者仍不可避免的会接触到(触碰到、吸入、食入、经皮肤/眼睛渗入等)各类危险源,继而导致伤害、甚至职业病的发生。个体防护用品此时充当了操作者与危险源之间的最后一道防线,当实验室安全防护装置失效或者不能满足其设定的目的时,可以将危险源阻挡在身体之外,保护操作者的人身安全。

(2) 个体防护用品设置和佩戴是国家法律法规要求

国家法律法规(如《职业病防治法》等)对可能接触到危险源的作业提出了个体防护用品配备和佩戴的要求,要求用人单位根据作业场所所能接触到的职业危害因素,选择并提供合适的个体防护用品,培训并监督作业者使用。作业者应按照规定正确佩戴个体防护用品。对于违反相关法律法规要求的行为,责任方需承担相关法律责任。

1.6.2 个体防护的选取原则和考虑因素

个体防护选择时应遵循以下原则:

- 根据工作场所的职业危害因素及其危害特性进行风险分析;
- 根据国家相关法规标准的要求选择;
- 根据所接触的化学品安全技术说明书(MSDS)建议;
- 根据工作特性和作业环境等,同时应综合考虑如下因素:

- (1) 用具的保护力度;
- (2) 应无妨碍工作上的活动;
- (3) 配合使用环境之特殊要求;
- (4) 是否配合其他的防护用具;

(5) 一次性和重复使用性(耐用性);

(6) 使用者舒适性与接受性;

(7) 体能和训练的需要;

(8) 符合国际标准或有关法例认可。

1.6.3 防护用具的种类及使用

常见的防护用具包括:1)头部保护;2)眼和面部保护器;3)听力保护;4)呼吸防护;5)手部防护;6)身体防护;7)足部防护;8)坠落防护设施等。下面主要介绍身体、手部及眼睛防护用具。

(1) 头部防护

当在有可能发生高处坠物或者作业者进入容易碰头的场所作业时,需要佩戴头部保护用具,如安全帽等。使用前应检查安全帽有效期、外壳是否有破损/裂痕或凹痕等,帽带、内衬等附件是否完好。

(2) 眼部防护用具(如图 1-1)

- ① 机械性伤害: 硬物飞入—尖锐物体, 金属碎片, 沙石和玻璃碎片;
- ② 液体溅泼伤害;

辐射强光: 弧光气焊和电焊产生的强光和紫外线, 溶炉产生的红外线弧光, 实验用激光, 杀菌、消毒用紫外线等。



图 1-1 各类眼部防护用具

(3) 听力防护

根据工作场所职业危害因素接触限制的要求, 加权值超过 85 分贝的作业场所应配备听力防护用具。常用的听力防护用具一般分为耳塞和耳罩两种, 根据使用场所和减噪能力的不同选择不同类型的听力防护用具。

① 耳塞: 又可分为可丢弃式和可重复使用的两种, 形式上有子弹头型、圣诞树型等多种款式。

关于耳塞的佩戴方式, 可分为以下三个步骤:



图 1-2 耳塞的佩戴方法

② 耳罩: 耳罩是压在耳廓周围包围耳廓具有降低噪声伤害能力的一种听力防护用品, 相比耳塞而言, 它具有更高的防护等级, 降噪率更好。耳罩可单独使用, 也可以跟耳塞结合使用。

(4) 呼吸防护

呼吸防护用品是防御缺氧空气和空气污染物进入呼吸道的装备, 其主要作用是防止操作者过量吸入有害物质, 如烟雾、粉尘、有害气体、纤维等。

呼吸防护用品选择需考虑的因素有: 污染物的类别、污染物的浓度、暴露极限、舒适性、使用者的健康要求、使用周期等。

呼吸防护用品一般分为空气过滤式(包括防护口罩、半面/全面/电动送风式呼吸防护器)和供气式(包括连续供气型和自负式)两种类型。

① 防护口罩的佩戴方法



图 1-3 口罩的佩戴方法

- 面向口罩无鼻夹的一面, 两手各拉住一边耳带, 使鼻夹位于口罩上方;
- 用口罩抵住下巴;
- 将耳带拉至耳后, 调整耳带至感觉尽可能舒适;
- 将双手手指置于金属鼻夹中部, 一边向内按压一边顺着鼻夹向两侧移动指尖, 直至将鼻夹完全按压成鼻梁形状为止。仅用单手捏口罩鼻夹可能会影响口罩的密合性。

② 半面罩呼吸保护器佩戴方法

正确佩戴防毒面具的方法:



1. 解开头带底部搭扣, 将面具盖住口鼻;
2. 拉起上端头带, 使头箍舒适的置于头顶位置;
3. 双手在颈后将头带底部搭扣扣好;
4. 调整头带松紧, 使面具与脸部密合良好。先调整颈后头带, 如果头带拉得过紧, 可用手指向外推塑料片, 将头带放松。

对防毒面具进行密闭性检查的方法:



1. 正压密闭性检测: 将手掌盖住呼吸阀并向外慢慢呼气, 面具应向外轻轻膨胀。如果气体从面部及面具间泄漏, 重新调整面具位置并调节头带的松紧度, 达到密合良好。



2. 负压密闭性检测: 用手掌抵住虑盒或虑棉中心部位并轻轻吸气, 面具应轻微的塌陷, 并向脸部靠拢。如果感觉气体从面部和面具间漏进, 重新调整面具位置并调节头带的松紧度, 达到密合良好。

图 1-4 半面罩的佩戴方法

(5) 手部防护

防护手套的选择应根据工作的需要和不同类型手套不同的防护功效, 没有一种类型的手套适合所有的工作。

防护手套根据防护目的可分为不同类型的手套, 如一般工作手套(如面纱手套)、防静电、绝缘、防化学品、防酸碱、防割、防烫等手套。

选择防护手套的应考虑的因素如下: 接触化学品的类型、化学品的浓度、工作(接触)的时间、使用频率、灵活性、产品保护、使用者是否对橡胶过敏等。

① 实验室常用手套: 丁腈、乳胶手套、隔热手套、防割手套、棉纱手套

考虑因素: 1) 拉伸能力; 2) 一次性或者重复使用; 3) 手套材质: 耐化学性, 热、冷冻保护, 机械性伤害的保护; 4) 长度: 手肘、手腕、前臂长度。

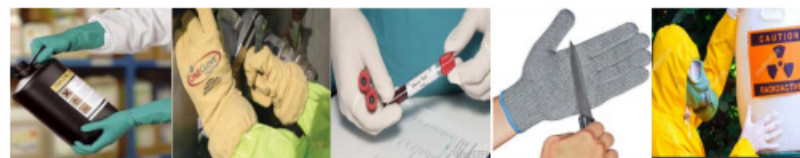


图 1-5 各类实验室常用手套

(6) 身体防护用具

身体防护用具主要指防护服, 包括一般防护服、化学品防护服、防放射性服、浸水工作服、防寒/热防护服、带电作业屏蔽服、防静电服、无尘服、阻燃服等。

① 实验服有效阻挡化学药剂直接接触到皮肤;

② 操作发火物质时穿阻燃实验服;

其他防护服: 防渗围裙、特卫强罩衫、化学防护服 (CPC)。



图 1-6 各类用途的防护服

(7) 足部防护

足部防护主要是保护穿用者的小腿及脚部免受物理、化学和生物等外界因素的伤害。实验室等作业场所可能遇到的足部危害的种类有：被落下的重物砸伤、接触化学品、被过热的物体表面烫伤、被尖锐物品扎伤、电击、在易燃区域释放静电导致火灾或爆炸等。

根据所防护的危险因素，足部防护用具又可分为：防化学品鞋、耐酸碱鞋（靴）、耐油鞋（靴）、防水胶靴、防砸鞋（靴）、防护鞋、安全鞋、防刺穿鞋、防静电鞋、导电鞋、绝缘鞋（靴）、防护鞋（靴）等类型。实际应用中，很多产品都将多种功能集中起来，达到多种用途的目的。

(8) 坠落防护设施

坠落防护设施是防止高处作业者（距离坠落平面 2 米以上）坠落或高处落物伤害的防护用品。按照防护目的不同，坠落防护设施可分为安全带、安全网（分为平网和立网）两种。

第二章 危险化学品安全

目前世界上大约存在数百万种化学物质，常用的约 7 万种，每年有大约上千种新化学物质问世。可以说现代社会中的每一个人都生活在化学物质的包围中，这其中有相当部分的化学物质具有反应性、爆燃性、毒性、腐蚀性、致畸性、致癌性等。若对化学品缺乏安全使用知识，在化学品的生产、储存、操作、运输、废弃物处置中防护不当，则可能发生损害健康、威胁生命、破坏环境和损害财产的事故。高等学校实验室中常常会涉及各种危险化学品的使用。学习、掌握危险化学品的知识对预防与化学品相关的实验室事故至关重要。

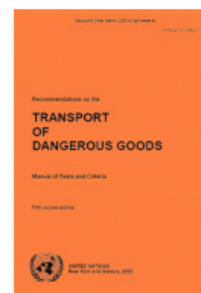
2.1 危险化学品的概念和分类

2.1.1 危险化学品的概念

危险化学品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。（《危险化学品安全管理条例》中华人民共和国国务院令 591 号，2011 年）

2.1.2 危险化学品的分类

我国现行的危险化学品的分类标准是《化学品分类和危险性公示通则》（GB 13690-2009）和《危险货物分类和品名编号》（GB 6944-2012），这两个标准在技术内容方面分别与联合国推荐的危险化学品或危险货物分类标准“紫皮书”和“橙皮书”一致。“紫皮书”指《全球化学品统一分类和标签制度》，“橙皮书”指《联合国关于危险货物运输的建议书规章范本》。



《危险货物分类和品名编号》将化学品按其危险性或最主要的危险性划分为 9 个类别的 21 项。这 9 个类别分别为: 1) 爆炸品; 2) 压缩气体和液化气体; 3) 易燃液体; 4) 易燃固体、易于自燃的物质和遇水放出易燃气体的物质; 5) 氧化性物质与有机过氧化物; 6) 毒性物质和感染性物质; 7) 放射性物质; 8) 腐蚀性物质; 9) 杂项危险物质和物品。本小节主要对各类危险化学品的定义、危险特性和实验室主要的危险化学品举例进行介绍。

《化学品分类和危险性公示通则》按理化危险、健康危险和环境危险将化学物质和混合物分为 28 个危险性类别, 具体见表 2-1。

表 2-1 《化学品分类和危险性公示通则》对危险化学品的分类

| 理化危险 | 健康危险 | 环境危险 |
|---------------------|----------------------|------------|
| 爆炸物 | 急性毒性 | 危害水生环境 |
| 易燃气体 | 皮肤腐蚀 / 刺激 | (1) 急性水生毒性 |
| 易燃气凝胶 | 严重眼损伤 / 眼刺激 | (2) 慢性水生毒性 |
| 氧化性气体 | 呼吸或皮肤致敏 | |
| 压力下气体 | 生殖细胞致突变性 | |
| 易燃液体 | 致癌性 | |
| 易燃固体 | 生殖毒性 | |
| 自反应物质或混合物 | 特异性靶器官系统毒性 (一次接触) | |
| 自燃液体 | 特定靶器官系统毒性 (反复接触) | |
| 自燃固体 | 吸入危险 | |
| 自热物质和混合物 | | |
| 遇水放出易燃气体的物质 或混合物 | | |
| 氧化性液体 | | |
| 氧化性固体 | | |
| 有机过氧化物 | | |
| 金属腐蚀剂 | | |

(一) 爆炸物 (警示标识图 2-1)

(1) 定义: 能够通过化学反应产生气体, 其温度和速度高到能对周围造成破坏的固体或液体物质 (或这些物质的混合物), 也包括不放出气体的烟火物质。爆炸性物质按组成可分为爆炸化合物和爆炸混合物。



图 2-1 爆炸品警示标识

(2) 危险特性

- ① 爆炸性强: 爆炸性物质都具有化学不稳定性, 在一定外界因素作用下, 会进行快速、猛烈的化学反应, 一般在万分之一秒内完成化学反应, 并放出爆炸能量。
- ② 敏感度高: 热、火花、撞击、摩擦、冲击波、光、静电、特定的催化剂或杂质等都可能引发爆炸品发生爆炸反应。爆炸品的爆炸需要外界供给一定的能量, 即起爆能。一些化合物的起爆能非常低、十分敏感, 稍有不慎即可引发爆炸。例如雷酸银, 稍经触动即能发生爆炸。
- ③ 破坏性大: 爆炸产生的大量热量由于来不及释放, 会产生很高的温度, 有时甚至高达数千度; 同时产生的大量气体, 形成高压, 高温高压气体做功会对周围环境产生巨大的破坏力和冲击波。且绝大多数爆炸品爆炸时产生的 CO、HCN、CO₂、NO₂、NO、N₂ 等气体具有毒性或窒息性。另外爆炸还容易引发次生灾害, 如大面积火灾, 导致有毒有害化学品泄漏等。

(3) 实验室常见爆炸品: 高氯酸盐或者有机高氯酸化合物; 硝酸酯类或者含硝基的有机物; 叠氮化合物; 重氮化合物

(二) 压缩气体和液化气体

(1) 定义: 属于危险化学品的的气体符合下面两种情况之一:

- ① 在 50℃时, 其蒸汽压力大于 300kPa 的物质;
- ② 20℃时在 101.3kPa 压力下完全是气体的物质;