

第九章 实验室事故应急处置

9.1 实验室应急设施与事故应急预案

9.1.1 实验室应急设施

实验室应急设施包括个人防护器具和安全应急设备。

个人防护器具包括护目镜、口罩、实验服、防护手套等，具体已在第一章“1.6 实验室个体防护”做了详细介绍，实验应急设施包括表 9-1 所列器具和设施。在个人进入实验室工作前，务必检查这些器具和设施是否完备。

表 9-1 实验室安全应急设施

洗眼器	紧急冲淋装置	防护墙或防护掩体
烟雾报警器	灭火沙箱	防火毯
应急灯	警示信号和标示	火灾报警系统
急救药箱	防溢吸收棉	阻燃防爆箱
MSDS 表	通风橱	事故应急预案说明
用于运送化学药品的专用提篮		盛放碎玻璃或尖锐物的容器



图 9-1 紧急冲淋装置



图 9-2 化学品泄漏应急吸附棉

9.1.2 实验事故应急预案

应急预案又称应急计划，是针对可能的重大事故或灾害，为保证迅速、有序、有效地开展应急与救援行动、降低事故损失而预先制定的有关计划和方案。它是在辨识和评估的重大危险、事故类型、发生的可能性、发生过程、事故后果及影响严重程度的基础上，对应急机构与职责、人员、技术、装备、设施（备）、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先作出的具体安排。它明确了在突发事件发生之前、发生过程中以及刚刚结束之后，谁负责做什么、何时做以及相应的策略和资源准备等。每个实验室中都张贴有事故应急预案，在进入实验室时要首先阅读应急预案，了解事故发生后的应急程序，包括如何报警、控制灾害、疏散、急救等。

9.2 实验室应急准备

9.2.1 为火警准备

- (1) 熟悉实验室周围的安全逃生通道；
- (2) 了解火警警报及灭火器的位置，确保可以迅速使用学习使用灭火器具；
- (3) 切勿乱动任何火警侦查或者灭火装置；
- (4) 保持所有防火门关闭。

9.2.2 为实验室紧急事件准备

- (1) 使用化学品前，须详细查阅化学品的安全技术说明书（MSDS）；
- (2) 相关安全知识可以登陆实验室与设备管理处实验室安全管理平台学习；
- (3) 熟知实验室内安全设施所在位置；
- (4) 准备恰当且充足的急救物资；
- (5) 了解所用物品的潜在危险性，严格按照实验室操作规程实验；

- (6) 进入实验室前须接受实验操作培训和实验室安全教育;
- (7) 若对某种做法是否安全有怀疑或保留, 最好采取保守做法 (响起警报, 离开实验室, 把处置工作留给专业人员)。

9.2.3 为损伤准备

- (1) 学习简单的急救方法;
- (2) 熟知紧急喷淋和洗眼器位置;
- (3) 确保急救药物器具充足有效, 必要时准备特殊解毒剂;
- (4) 如需要使用氢氟酸或者氰化物等有毒物时, 须先学习如何使用解毒剂。

9.3 实验室事故报告程序

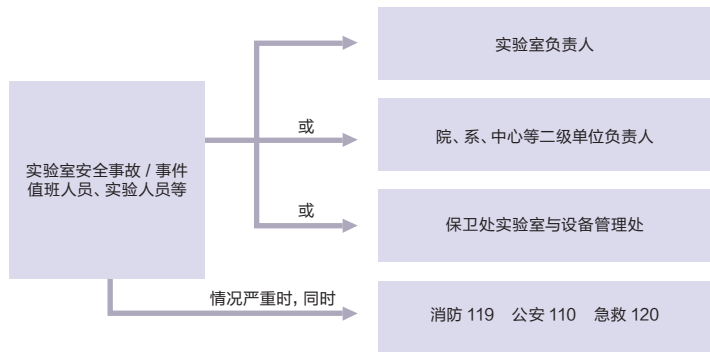


图 9-3 华南理工大学事故报告程序

9.4 实验室常见事故发生原因分析

9.4.1 火灾

火灾性事故的发生具有普遍性, 几乎所有的实验室都可能发生:

- (1) 忘记关电源, 致使设备或用电器具通电时间过长, 温度过高, 引起着火;
- (2) 操作不慎或使用不当, 使火源接触易燃物质, 引起着火;
- (3) 供电线路老化、超负荷运行, 导致线路发热, 引起着火;
- (4) 乱扔烟头, 接触易燃物质, 引起着火。

9.4.2 爆炸

爆炸性事故多发生在具有易燃易爆物品和压力容器的实验室:

- (1) 违反操作规程, 引燃易燃物品, 进而导致爆炸
- (2) 设备老化, 存在故障或缺陷, 造成易燃易爆物品泄漏, 遇火花而引起爆炸
- (3) 粉尘爆炸、气体爆炸

9.4.3 触电

- (1) 违反操作规程, 乱拉电线等;
- (2) 因设备设施老化而存在故障和缺陷, 造成漏电触电;
- (3) 漏水、渗水。

9.5 实验室各类事故应急处置

9.5.1 火灾应急处置

- (1) 发现火情, 现场工作人员立即采取措施处理, 防止火势蔓延并迅速报告;

- (2) 确定火灾发生的位置,判断出火灾发生的原因,如压缩气体、液化气体、易燃液体、易燃物品、自燃物品等;
- (3) 明确火灾周围环境,判断出是否有重大危险源分布及是否会带来次生灾难发生;
- (4) 明确救灾的基本方法,并采取相应措施,按照应急处置程序采用适当的消防器材进行扑救;
- (5) 依据可能发生的危险化学品事故类别、危害程度级别,划定危险区,对事故现场周边区域进行隔离和疏导;
- (6) 视火情拨打“119”报警求救,并到明显位置引导消防车。

9.5.2 爆炸应急处置

- (1) 实验室爆炸发生时,实验室负责人或安全员在其认为安全的情况下必需及时切断电源和管道阀门;
- (2) 所有人员应听从临时召集人的安排,有组织的通过安全出口或用其他方法迅速撤离爆炸现场;
- (3) 应急预案领导小组负责安排抢救工作和人员安置工作。

9.5.3 触电应急处置

触电急救的原则是:在现场采取积极措施保护伤员生命。

- (1) 首先要使触电者迅速脱离电源,越快越好,触电者未脱离电源前,救护人员不准用手直接接触及伤员;
- (2) 使伤者脱离电源方法: (1)切断电源开关; (2)若电源开关较远,可用干燥的木棒、竹竿等挑开触电者身上的电线或带电设备; (3)可用几层干燥的衣服将手包住,或者站在干燥的木板上,拉触电者的衣服,使其脱离电源;
- (3) 触电者脱离电源后,应视其神志是否清醒,神志清醒者,应使其就地躺平,

严密观察,暂时不要站立或走动;如神志不清,应就地仰面躺平,且确保气道通畅,并于5秒时间间隔呼叫伤员或轻拍其肩膀,以判定伤员是否意识丧失。禁止摇动伤员头部呼叫伤员(图9-4);

- (4) 抢救的伤员应立即就地坚持用人工肺复苏法正确抢救,并设法联系校医务室接替救治。



图9-4 触电急救示意图

9.5.4 中毒应急处置

实验中若感觉咽喉灼痛、嘴唇脱色或发绀,胃部痉挛或恶心呕吐等症状时,则可能是中毒所致。视中毒原因施以下述急救后,立即送院,不得延误:

- (1) 首先将中毒者转移到安全地带,解开领扣,使其呼吸通畅,让中毒者呼吸到新鲜空气,并尽可能了解导致中毒的物质;
- (2) 误服毒物中毒者,须立即引吐、洗胃及导泻,患者清醒而又合作,宜饮大量清水引吐,亦可用药物引吐。对引吐效果不好或昏迷者,应立即送医院用胃管洗胃。孕妇应慎用催吐救援;
- (3) 重金属盐中毒者,喝一杯含有几克 $MgSO_4$ 的水溶液,立即就医。不要服催吐药,以免引起危险或使病情复杂化。砷和汞化物中毒者,必须紧急就医;
- (4) 吸入刺激性气体中毒者,应立即将患者转移离开中毒现场,给予2%~5%

碳酸氢钠溶液雾化吸入、吸氧。气管痉挛者应酌情给解痉药雾化吸入。
应急人员一般应配置过滤式防毒面罩、防毒服装、防毒手套、防毒靴等。

9.5.5 机械性损伤事故应急处置

实验室常发生的机械性损伤包括割伤、刺伤、挫伤、撕裂伤、撞伤、砸伤、扭伤等。对于轻伤,处理的关键是清创、止血、防感染。当伤势较重,出现呼吸骤停、窒息、大出血、开放性或张力性气胸、休克等危及生命的紧急情况时,应临时施心肺复苏、控制出血、包扎伤口、骨折固定等。

(一) 轻伤处置

- (1) 立即关闭运转机械,保护现场,向应急小组汇报;
- (2) 对伤者同时消毒、止血、包扎、止痛等临时措施;
- (3) 尽快将伤者送医院进行防感染和防破伤风处理,或根据医嘱作进一步检查。

(二) 重伤处置

- (1) 立即关闭运转机械,保护现场,及时向现场应急指挥小组及有关部门汇报,应急指挥部门接到事故报告后,迅速赶赴事故现场,组织事故抢救;
- (2) 立即对伤者进行包扎、止血、止痛、消毒、固定等临时措施,防止伤情恶化。如有断肢等情况,及时用干净毛巾、手绢、布片包好,放在无裂纹的塑料袋或胶皮袋内,袋口扎紧,在口袋周围放置冰块、雪糕等降温物品,不得在断肢处涂酒精、碘酒及其他消毒液;
- (3) 迅速拨打 120 求救或送附近医院急救,断肢随伤员一起运送。

9.5.6 化学灼伤应急处置

化学灼伤常有强酸、强碱、黄磷、液溴、酚类等腐蚀性物质引起。伤处剧烈灼痛,轻者发红或起疱,重者溃烂。创面不易愈合,某些化学品可被皮肤、粘膜吸收,出现合并中毒现象。紧急处置办法为:

- (1) 迅速移离现场,脱去受污染的衣物,立即用大量流动清水冲洗 20~30 min。碱性物质污染后冲洗时间应该延长,特别要注意眼睛及其他特殊部位如头、面、手的冲洗;
- (2) 对有些化学物灼伤,如氰化物、酚类、氯化钡、氢氟酸等在冲洗时应进行适当解毒救急处理;
- (3) 化学灼伤创面应彻底清创、减水疱、清除坏死组织。深度创面应立即或早期进行削(切)痂植皮及延迟植皮。
- (4) 灼伤创面经水冲洗后,必要时进行合理的中和治疗,例如氢氟酸灼伤,经水冲洗后需及时用钙、镁试剂局部中和治疗,必要时用葡萄糖钙动、静脉注射;
- (5) 烧伤面积较大,应令伤员躺下,等待医生到来。头、胸应略低于身体其他部位,腿部若无骨折,应将其抬起;
- (6) 化学灼伤并休克时,冲洗从速从简,积极进行抗休克治疗;
- (7) 如患者神志清醒,并能饮食,给以大量饮料;
- (8) 及时就医,解毒、抗感染,进行进一步治疗。

表 9-2 为常见化学灼伤、创伤的处置措施举例,如在实验过程中遇到这类事件可以参照表格所列出的方法进行初步处理。

表 9-2 化学灼伤、创伤急救措施举例

种类	急救措施
一、灼伤	一般用大量自来水冲洗,再用高锰酸钾润伤处;;或用苏打水洗,再擦烫伤膏或凡士林。
酸灼伤	先用大量水冲洗然后用 5% 的磷酸氢钠或 10% 的氨水清洗伤口;若溅入眼睛内,应先用清水冲洗,然后用 3% 的碳酸氢钠冲洗,随即去医院治疗。氢氟酸灼伤立即用水冲洗伤口至苍白色并涂以甘油与氧化镁 (2:1) 或用冷的饱和碳酸镁溶液清洗伤口后包扎好,要严防氢氟酸进入皮下和骨骼中。
碱灼伤	用大量水冲洗,然后用 2% 的硼酸或 2% 的醋酸冲洗,严重者去医院治疗。

种类	急救措施
氰化物灼伤	先用高锰酸钾溶液冲洗伤处, 然后再用硫化铵溶液漂洗。
钠灼伤	可见的金属钠小块用银子移去, 其余与碱灼伤处理相同。
溴灼伤	立即用大量水冲洗, 再用乙醇擦至无溴液存在为止, 然后涂上甘油或烫伤油膏, 用 3% 硫酸铜的酒精溶液润湿纱布包扎。
黄磷灼伤	立即用 1% 硫酸铜溶液洗净残余的磷, 或用镊子除去磷屑, 或用湿棉花擦去, 再用 0.01% 高锰酸钾溶液湿敷, 外涂保护剂, 用绷带包扎。眼粘膜损害时, 用 2% 小苏打水冲洗多次。
铬酸灼伤	先用大量流动清水冲洗, 再用氯化铵稀溶液漂洗。创面治疗: 1)5% 硫代硫酸钠溶液湿敷; 2) 涂以 5% 硫代硫酸钠软膏; 3)CaNa ₂ -EDTA 软膏或溶液湿敷; 4)10% 维生素 C 溶液湿敷, 使 Cr ⁶⁺ 还原成 Cr ³⁺ , 并与其结合, 使其失去活性; 5) 深度创面以早期切痂植皮。
酚灼伤	先用大量水冲洗, 然后用 (4+1)70% 乙醇 - 氧化铁 (1mol/L) 混合溶液冲洗。
氧化锌灼伤	若只是浅表受伤, 用生理盐水清洗创面, 周围用 75% 的酒精清洗, 然后包扎。若伤口较深或有异物, 应立即到医院去清创缝合处理。
硝化银灼伤	先用水冲洗, 再用 5% 碳酸氢钠溶液漂洗, 涂油膏及磺胺粉
二、创伤	若受伤重, 大量出血, 应先让伤者躺下, 抬高受伤部位, 让伤者保暖用垫子稍用力压住伤口, 用止血带来止血, 同时拨打急救电话。
三、烧伤	轻度烧伤可用冷水冲洗 15-30min, 再以生理盐水擦拭, 勿用膏药、牙膏涂抹, 切勿刺破水泡。重度烧伤为应送医院。
四、烫伤	勿用水冲洗, 若皮肤未破, 可用碳酸氢钠粉调成浆状敷于伤处, 或伤处抹些黄色苦味酸溶液、烫伤药膏、万花油等。若伤处已破, 可涂些紫药水或 0.1% 高锰酸钾溶液。
五、冻伤	应迅速脱离低温环境和冰冻物体, 用 40℃ 左右温水将冰冻融化后将衣物脱下或剪开, 然后在对冻伤部位进行复温的同时, 尽快就医, 对于心跳呼吸骤停者要施行心脏按压和人工呼吸。严禁用火烤、雪搓、冷水浸泡或猛力捶打等方式作用冻伤部位。
六、吸入性化学中毒	采取果断措施切断毒源 (如关闭管道阀门、堵塞泄漏的设备等); 并通过开启门窗等措施降低毒物浓度, 救护者在进入毒区抢救之前, 应佩戴好防护面具和防护服。尽快转移病人阻止毒物继续侵入人体采取相应的措施进行现场应急救援, 同时拨打 120 求救。

9.5.7 化学品泄漏污染皮肤应急处置

- (1) 立刻用水冲洗至少 15 分钟 (浓硫酸也要冲);
- (2) 如果没有明显的灼伤, 可以用温水和肥皂水清洗, 也可以用“中和剂”(弱酸、弱碱溶液) 清洗。当灼伤面积较大时, 可用冷水浸湿的干净的衣物敷在创面上 (图 9-5), 然后就医;
- (3) 检查实验记录, 看是否还有潜在的危害继续;
- (4) 对于黏在衣服上的泄露物, 不要试图去擦, 应迅速脱去污染的衣服、鞋子和饰物;
- (5) 时间紧迫时, 迅速除去或剪开衣服, 不要犹豫;
- (6) 迅速送医院, 拨打 120, 说清楚引起伤害的化学品名称, 受伤过程及受伤程度。自己送医院也是可以的。



图 9-5 化学品沾染皮肤处置办法

9.5.8 常见试剂泄溢应急处置

- (1) 氯化钠、氯化钾的污染: 将硫代硫酸钠 (高锰酸钾、次氯酸钠、硫酸亚铁) 溶液浇在污染处后碱液透湿污染处, 然后用热水及冷水冲洗干净。
- (2) 硫酸二甲酯撒漏后, 先用氨水洒在污染处, 使其起中和作用; 也可用漂白粉加五倍水后浸湿污染处, 用热水冲, 再用冷水冲。
- (3) 对硫磷及其他有机磷剧毒农药, 如苯硫磷、敌死通污染, 可先用石灰将撒泼的药液吸去, 继而用, 再用碱水浸湿, 最后用热水和冷水各冲一遍。
- (4) 甲醛撒漏后, 可用漂白粉加五倍水后浸湿污染处, 使甲醛与漂白粉氧化成甲酸, 再用水冲洗干净。
- (5) 汞撒漏后, 可先行收集, 尽可能不使其泄入地下缝隙, 并用硫磺粉盖在洒落的地方, 并碾磨使硫磺粉与汞充分混合, 使汞转变成不挥发的硫化汞。
- (6) 苯胺撒漏后, 可用稀盐酸溶液浸湿污染处, 再用水冲洗。因为苯胺呈碱性, 能与盐酸反应生成盐酸盐, 如用硫酸溶液, 可生成硫酸盐。
- (7) 盛磷容器破裂, 一旦脱水将产生自燃, 故切勿直接接触, 应用工具将磷迅速移入盛水容器中。污染处先用石灰乳浸湿, 再用水冲。被黄磷污染过的工具可用 5% 硫酸铜溶液冲洗。

(8) 砷撒漏, 可用碱水和氢氧化铁解毒, 再用水冲洗。

(9) 溴撒漏, 可用氨水使之生成按盐, 再用水冲洗干净。

9.5.9 中毒应急处置

各类中毒事件的处理办法见表 9-3, 气体中毒注意事项:

- (1) 迅速将伤员救离现场, 移至空气流通、新鲜的地方;
- (2) 松开衣领、紧身衣物和腰带;
- (3) 有条件可以接氧气 (流速不要太大);
- (4) 要保暖, 静卧, 并观察伤者病情变化;
- (5) 搞清楚什么气体中毒, 以便对症下药;
- (6) 经紧急处理后, 立即送院治疗;
- (7) 存放有毒气体的实验室应标有警示标志 (图 9-6)。



图 9-6 当心有毒气体

表 9-3 常见中毒事件急救措施汇总

毒品	解毒急救措施
有毒气体	应将中毒者移至空气清新且流通的地方进行人工呼吸, 嗅闻解毒剂蒸气输氧; 二氧化硫、氯气刺激眼部, 用 2%~3% 的 NaHCO_3 水溶液充分洗涤; 咽喉中毒用 2%~3% 的 NaHCO_3 水溶液漱口, 或吸入 NaHCO_3 水溶液的热蒸汽, 并热牛奶或 1.5% 的氧化镁悬浮液。(硫化氢中毒者禁止口对口人工呼吸)。
酸	立即服用氢氧化铝膏、牛奶、豆浆、鸡蛋清、花生油等食用油洗胃, 忌用小苏打(因产生二氧化碳气体可增加胃穿孔的危险)。
碱	立即服用柠檬汁、桔汁或 1% 的硫酸铜溶液以引起呕吐; 生物碱中毒, 可灌入活性炭水溶液以催吐。
汞化合物	急性中毒早期时用饱和碳酸氢钠溶液洗胃, 或立即饮用浓茶、牛奶、吃生蛋白、喝麻油。立即送医院救治。
苯	误入消化系统者, 内服催吐剂引起呕吐, 洗胃, 对吸入者进行人工呼吸、输氧。
酚	口服者给服植物油 15~30mL, 催吐, 后温水洗胃至呕吐物无酚气味为止, 再给硫酸钠 15~30m。消化道已有严重腐蚀时勿给上述处理。
氟化物	早期给服 2% 的氧化钙催吐。
氰化物	1、一般处理: 催吐, 洗胃可用 1: 2000 高锰酸钾、5% 硫代硫酸钠或 1%~3% 过氧化氢。口服拮抗剂, 保持体温, 尽快给氧, 镇惊止痉, 给呼吸兴奋剂以及在必要时保持人工呼吸直至呼吸恢复为止, 同时进行静脉输液, 维持血压等对症治疗。一旦确证应该尽快应用特效解毒药; 2、特殊疗法: 特效解药有: 1) 硫代硫酸钠; 2) 亚硝酸盐类; 3) 美兰; 4) 含钴的化合物。
磷化物	磷化物毒品有磷化氢、三氯化磷、五氯化磷等。误吸入时速用 0.1% 的硫酸铜溶液催吐, 洗胃后用缓泻剂如硫酸镁。严禁饮食脂肪。在操作磷的工作场所, 应戴用 5% 的硫酸铜润湿口罩。
砷化合物	砷化物毒性特别强, 如 As_2O_3 、 As_2S_3 、 AsCl_3 、 H_3AsO_3 等。勿吸入时用炭粉及 25% 的磷酸铁和 0.6% 的氧化镁混合洗胃, 再服用食糖。
钡化合物	误入时, 用炭粉及 25% 硫酸钠溶液洗胃。

第十章 学校实验室安全管理办法

实验室安全是校园文化的重要组成部分, 不仅涉及到实验操作者本人的健康安全, 还包括实验室其他人员、周边人员和环境的安全。为加强实验室的管理, 保证全校师生的生命财产安全, 学校出台了一系列的相关管理办法和应急处置方案, 为广大师生的提供必要的安全知识, 以供学习, 同时也为应对突发的各类危险事故提供指导和指引。

- 1.《华南理工大学实验室剧毒化学品事件应急处置方案》(华南工设 [2015]3 号)
- 2.《华南理工大学实验室危险化学品事件应急处置方案》(华南工设 [2015]4 号)
- 3.《华南理工大学实验室技术安全管理办法》(华南工设 [2014]5 号)
- 4.《华南理工大学化学危险物品、易燃易爆化学物品消防安全管理规定》华南工保 [2003]11 号
- 5.《华南理工大学辐射安全与防护管理办法》(华南工设 [2016]1 号)
- 6.《华南理工大学辐射事故应急处置方案》(华南工设 [2016]1 号)

希望广大师生员工能够在进入实验室工作前, 认真阅读学习以上管理办法和应急处置方案, 在开展实验工作时严格遵守实验室安全管理制度和有关仪器设备、化学品、辐射、生物、实验废弃物等方面的安全管理规定, 科学实验, 规范操作, 做好自我防护, 避免事故发生。若事故发生, 也能做到冷静对待, 采取正确的应急策略应对突发事件, 将危险和损失降到最低。

10.1 华南理工大学实验室技术安全管理办法

第一条 为保障师生员工人身安全, 维护教学、科研等工作的正常秩序, 创建“平