



MIANYANG
POLYTECHNIC

实验室安全手册

LABORATORY SAFETY MANUAL

材料与建造学院

2021年9月

目 录

一、 实验室安全守则	1
1. 一般安全守则	1
2. 实验室安全个人须知	2
3. 实验室防火防爆安全	2
4. 实验室用电安全	5
5. 常见警示标识	6
6. 实验室个体防护	7
二、 危险化学品安全	11
1. 危险化学品的分类	11
2. 易制爆化学品	15
3. 易制毒化学品	16
4. 危险化学品的存储、使用管理安全	17
三、 实验室废弃物处置	19
1. 常见处理方式	20
2. 实验室废液的危害以及处理原则	20
3. 废渣的处理	24
4. 贵金属的回收	24
四、 仪器设备使用安全	25
1. 冰箱的管理	26
2. 加热设备的管理	27
3. 高速离心机的管理	27
4. 机械加工设备的管理	28
5. 通风橱的管理	28
6. 特种设备的管理	29
五、 实验室事故应急处置	33
1. 常见事故处理	33
2. 急救	34

一、实验室安全守则

1. 一般安全守则

实验室要指定工作人员负责对本实验室日常安全管理进行监督和检查，凡是进入实验室工作的学生和工作人员均要参加实验室安全知识培训。

实验室必须严格遵守国家和学校有关规定，并根据本实验室特点制订具体的安全管理制度，张贴或悬挂在醒目处。

实验室要有仪器设备使用的管理制度、操作规程及注意事项等，仪器设备操作人员要先经过培训并按要求进行操作和使用仪器设备。

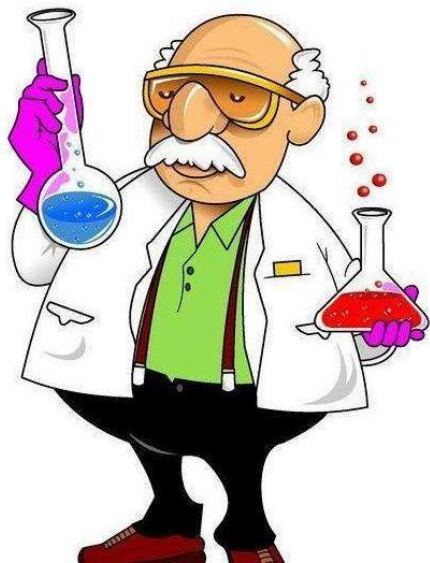
有危险性的场所、设备、设施、物品及技术操作等要有警示标识。

剧毒（易制毒）危险化学品和放射性同位素及射线装置须严格按国家和学校的有关规定管理，在领取、保管、使用以及废弃物处理等环节要有完整规范的记录，并定期核对信息，做到账物相符。

放置危险品的场所要加强安全保卫工作，要根据危险品的性质采取适当的安全防护措施，实验室工作人员要按规范操作并做好个人防护。

实验室产生的废弃物要按有关要求进行分类并分别按规定进行处理。

实验室要保持通风，要保持消防通道的通畅以及安全防护设施、设备的正常使用，实验楼内走廊，除灭火器外，不准放置其他物品。



实验室要制订紧急事故处理的应急预案并张贴或悬挂在醒目处，要有逃生线路指示图，一旦发生火灾、爆炸以及危险品被盗、丢失、泄漏、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预案，并采取有效的应急措施，同时向学校主管部门和保卫部报告，必要时应通过学校主管部门向当地公安、环保、卫生等行政主管部门报告，事故的经过和处理情况应详细记录并存档备查。

2. 实验室安全个人须知

严格遵守实验室各项规章制度和仪器设备操作规程。

参加实验时，不能穿拖鞋、短裤。女士不能穿裙子，并应把长发束好。操作感染性、有毒物质或炙热物品时，必须戴上保护手套。

不准在实验室、库房、资料室内抽烟。

实验室内不允许用电炉烧水、做饭等，生活用品不能带入实验室。严格执行电气安装维修规程，严禁私拉线。

实验过程必须保持桌面和地板的清洁和整齐，与正在进行实验无关的药品、仪器和杂物不要放在实验桌面上。实验室里的一切物品务必分类整齐摆放。

熟悉在紧急情况下的逃离路线和紧急疏散方法，清楚灭火器材、安全淋浴间、眼睛冲洗器的位置。铭记急救电话。禁止往水槽内倾倒杂物和强酸、强碱及有毒的有机溶剂。

在不危及自身和他人重大人身安全的情况下，采取措施保护国家财产少受损失，措施包括自己采取行动，报警、呼叫他人及专业人员协助采取行动。在可能危及自身和他人重

大人身安全的情况下，以采取保护自身和他人安全为重点，措施包括撤离危险现场，自救、互救、报警等。

实验、科研工作完成或工作人员下班时，必须做好安全检查工作，切断电、气源和关好门窗，收藏好贵重物品，有报警装置的必须接通电源，注意防盗。离开实验室前关好水龙头及检查可能引起水患的地方，预防水患及雨淋对仪器设备造成损坏。



3. 实验室防火防爆安全

(1) 实验室防火安全须知

- ❖ 实验室内必须存放一定数量的消防器材，消防器材必须放置在便于取用的明显位置，指定专人管理，全体人员要爱护消防器材，并且按要求定期检查更换。
- ❖ 实验室内存放的一切易燃、易爆物品（如氢气、氧气等）必须与火源、电源保持一定距离，不得随意堆放、使用和储存。易燃、易爆物品的实验室，严禁烟火。
- ❖ 操作、倾倒易燃液体时，应远离火源。加热易燃液体必须在水浴上或密封电加热板上进行，严禁用火焰或火炉直接加热。
- ❖ 使用酒精灯时，酒精切勿装满，应不超过其容量的三分之一，灯内酒精不足四分之一容量时，应灭火后添加酒精。燃着的酒精灯应用灯帽盖灭，不可用嘴吹，以防引起灯内酒精起燃。
- ❖ 易燃液体的废液体，应设置专门容器收集，不得倒入下水道，以免引起爆炸事故。
- ❖ 可燃性气体钢瓶与助燃气体钢瓶不得混合放置，各种钢瓶不得靠近热源、明火，禁止碰撞与敲击。
- ❖ 实验室内未经批准、备案，不得使用大功率用电设备，以免超出用电负荷。
- ❖ 禁止在楼内走廊上堆放物品，保证消防通道通畅。

(2) 灭火基础知识

冷却灭火

对一般可燃物火灾，将可燃物冷却到其燃点或闪点以下，燃烧反应就会中止，水的灭火机理主要是冷却作用。

窒息灭火

通过降低燃烧物周围的氧气浓度可以起到灭火作用。通常使用二氧化碳、氮气、水蒸气等，灭火机理主要是窒息作用。

隔离灭火

把可燃物与引火源或氧气隔离开来，燃烧反应就会自动中止。

化学抑制灭火

使用灭火器与链式反应的中间体自由基反应，从而使燃烧的链式反应中断，使燃烧不能持续进行。就是化学抑制作用。

(3) 几种常用灭火器

灭火器是由筒体、器头、喷嘴等部件组成，借助驱动压力将所充装的灭火剂喷出，达到灭火目的。灭火器按所充装的灭火剂可分为泡沫、干粉、二氧化碳、清水等几类。



◎ 二氧化碳灭火器

利用其内部充装的液态二氧化碳的蒸气压将二氧化碳喷出灭火。

◎ 干粉灭火器

以液态二氧化碳或氮气作动力，将灭火器内干粉灭火剂喷出进行灭火。

◎ 泡沫灭火器

灭火时，能喷射出大量二氧化碳及泡沫，它们能粘附在可燃物上，使可燃物与空气隔绝，达到灭火的目的。

◎ 清水灭火器

清水灭火器中的灭火剂为清水。主要依靠冷却和窒息作用进行灭火。

(4) 如何进行灭火

❖ 煤气泄漏怎么办？

- ◇ 迅速关闭燃气总开关或阀门，阻止气体泄漏。
- ◇ 打开门窗，流通空气。使泄漏的燃气浓度降低，防止发生爆炸。
- ◇ 如液化石油气漏气，在可能情况下，搬到空旷场所，防止液化石油气泄漏达到可能引发爆炸的程度。
- ◇ 迅速疏散附近人员，防止爆炸事故构成人员伤亡。



❖ 人身上着火怎么办？

- ◇ 切勿奔跑。

- ◇ 最好脱下着火的衣服，俯伏及滚动身体灭火。
- ◇ 旁人应以厚重衣物或被子覆盖着火部位，拍打熄灭火焰。

❖ 电器着火怎么办？

要先切断电源，再用干粉或气体灭火器灭火，以防触电或电器爆炸伤人。



❖ 如何使用室内消火栓灭火？

- ◇ 打开消火栓门，取出水带和水枪。
- ◇ 甩开水带，水带一头插入消火栓接口，另一头接好水枪。
- ◇ 一人持水枪靠近着火区域，一人转开止水阀。



(5) 如何逃生？

- ❖ 用湿毛巾等捂严口、鼻，弯腰走或匍匐前进。最好沿墙面逃生。



- ❖ 逃生过程中经过火焰区，用湿衣被等包裹头部和身体后再冲出火场。



❖ 受到火势威胁时，要当机立断披上浸湿的衣物或被褥等向安全出口方向冲出去。



❖ 千万不要盲目跳楼，可利用疏散楼梯、阳台、落水管等逃生自救。也可用绳子（可把床单、被套撕成条状，连成绳索）紧拴在窗框、暖气管、铁栏杆等固定物上，用毛巾、布条等保护手心，顺绳滑下，或下到未着火的楼层脱离险境。



❖ 遇火灾时切记不可乘坐电梯，要向安全出口方向迅速逃生。一旦火灾发生往往容易因断电而造成电梯"卡壳",将乘坐电梯逃生的人员困在电梯厢内;其次,电梯井直通楼房各层,火场烟气。



❖ 若在逃生线路被大火封顶，要立即退回室内，用打手电筒、挥舞衣物、

呼叫等方式向窗外发送求救信号，等待救援。



(6) 化学实验室火灾、爆炸预防

❖ 严禁在开口容器或密闭体系中用明火加热有机溶剂。

注意：若用明火加热易燃有机溶剂时，须有蒸气冷凝装置或合适的尾气排放装置。

❖ 废溶剂严禁倒入污物缸，应收集于指定的回收瓶内，再集中处理。

❖ 金属钠严禁与水接触，废钠通常用乙醇销毁。

❖ 不得在烘箱内存放、干燥、烘焙有机物。

❖ 使用氧气钢瓶时，不得让氧气大量溢入室内。

❖ 经常检查煤气开关，并保持完好。

❖ 开启贮有易挥发液体的瓶盖时，须先充分冷却，然后开启，开启时瓶口应指向无人处。

❖ 操作大量可燃性气体时，应防止气体逸出，保持室内通风良好，严禁使用明火。

❖ 特别注意某些有机物遇氧化剂时会剧烈燃烧或爆炸。存放药品，应将有机药品和强氧化剂（如氯酸钾、浓硝酸、过氧化物等）分开存放。

(7) 实验室防爆常识

有些化学品在外界作用下（如受热、受压、撞击等），能发生剧烈化学反应，瞬间产生大量的气体和热量，使周围压力急剧上升，发生爆炸。

主要物质	互相作用的物质	产生结果
浓硝酸、硫酸	松节油、乙醇	燃烧
过氧化氢	乙酸、甲醇、丙酮	燃烧

高氯酸钾	乙醇、有机物；硫磺、有机物	爆炸
钾、钠	水	爆炸
乙炔	银、铜、汞化合物	爆炸
硝酸盐	酯类、乙酸钠、氯化亚锡	爆炸
过氧化物	镁、锌、铝	爆炸

(8) 可燃气体、蒸气与空气混合时的爆炸极限

物品名称	爆炸下限	爆炸上限
氢气	4.1	75
甲烷	5.0	15.0
乙炔	2.5	80.0
丙酮	2.6	12.8
乙烯	2.8	28.6
苯	1.4	7.6
氨气	15.5	27.0
松节油	0.80	—
甲醇	6.7	69.5
高炉煤气	40~50	60~70

(9) 如何安全疏散？

- ❖ 电梯不能作疏散楼梯，火警时严禁使用电梯
- ❖ 实验室安全出口数不得少于两个
- ❖ 消防通道不能堆放杂物和易燃易爆品
- ❖ 疏散门不得设置门槛，门应向疏散方向开启
- ❖ 人员密集场所、地下建筑等疏散走道和楼梯上应设置事故照明和安全疏散标志



(10) 疏散注意事项

- ❖ 首先疏散能使火势扩大、有爆炸危险的物资
- ❖ 重要物资疏散
- ❖ 消防人员进出通道及时清理
- ❖ 屋内有遇水燃烧的物品，须先疏散出来方可用水救火
- ❖ 疏散物质放在火场的上风方向

4. 实验室用电安全

(1) 用电常识



- ❖ 经常检查电线、插座和插头，一旦发现损坏，要立即更换；
- ❖ 切勿带电插、接电源及电器线路；
- ❖ 实验室内禁止私拉电线；
- ❖ 没有掌握电器安全操作的人员不得擅自变动电器设施或随意拆修电气设备；
- ❖ 启动或关闭电器设备时，必须将开关扣严或拉妥；
- ❖ 实验时，应先接好线路，再插电源，实验结束时，必须先切断电源，再拆线路；

- ❖ 不要在一个电源插座上通过转接头连接过多的电器；
- ❖ 仪器设备开机前要先通过阅读熟悉该仪器设备的操作规程；
- ❖ 在用电炉、高压灭菌锅等用电设备过程中，使用人员不得离开；
- ❖ 人员若较长时间离开房间或电源中断时，要切断电源开关；
- ❖ 保持电线和电器设备的干燥，防止线路和设备受潮漏电；
- ❖ 清洁电器用具前要先切断电源；
- ❖ 当手、脚或身体沾湿或站在潮湿的地上时，切勿启动电源开关或触摸电器用具；
- ❖ 有人触电时，应立即切断电源，或用绝缘物体将电线与人体分离后，再实施抢救。

















(2) 触电事故预防

- ❖ 绝缘：用绝缘层把带电导体隔离，使人体不可能直接接触导体，以达到安全目的。
- ❖ 绝缘电阻：不低于导体电阻的 1000 倍。
- ❖ 屏蔽：应醒目牢固，以防止无意触及带电体。
- ❖ 间隔：保持一定空间距离。
- ❖ 定期检查：检查线路、电器设备接地情况，注意负荷大的电器用粗电线。
- ❖ 安全电压：国际 C85805-85 安全电压标准中规定有五个等级，即 6V，12V，24V，42V，56V.....
- ❖ 安全漏电保护装置：动作电流低于 30mA。动作切断电源时间短于 0.1 秒。



5. 常见警示标识

实验室安全警示标识列表如下：

编号	01	02	03	04
标识内容				
编号	05	06	07	08
标识内容				
编号	9	10	11	12
标识内容				
编号	13	14	15	16
标识内容				

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) 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。

❖ 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。

❖ 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。

(2) 防护用具的种类及使用

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

❖ 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。

❖ 眼部防护用具

机械性伤害：硬物飞入- 尖锐物体，金属碎片，沙石和玻璃碎片；液体溅泼伤害；

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



❖ 呼吸防护

呼吸防护用具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。

呼吸防护用具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。

呼吸防护用具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给式）两种类型。

◇ 防护口罩的佩戴方法



- 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。

◇ 半面罩呼吸保护器佩戴方法

正确佩戴防毒面具的方法：



- a. 解开头带底部搭扣，将面具盖住口鼻；
- b. 拉起上端头带，使头箍舒适的置于头顶位置；
- c. 双手在颈后将头带底部搭扣扣好；
- d. 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：



- a. 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。



- b. 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。

❖ **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。

- ◇ 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



❖ 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。

其他防护服：防渗围裙、特卫强罩衫、化学防护服 (CPC)。

◇ 实验服有效阻挡化学药剂直接接触到皮肤；操作发火物质时穿阻燃实验服；



二、危险化学品安全

危险化学品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，且对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

1. 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：爆炸品；压缩气体和液化气体；易燃液体；易燃固体、易于自燃的物质和遇水放出易燃气体的物质；氧化性物质与有机过氧化物；毒性物质和感染性物质；放射性物质；腐蚀性物质；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，具体见下表。

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
易燃气体凝胶	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	生殖细胞至突变性	
易燃液体	致癌性	
易燃固体	生殖毒性	
自反应物质或凝合物	特殊性靶器官系统毒性 (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		
氧化性液体		
氧化性固体		
有机过氧化物		
金属腐蚀剂		

(1) 爆炸物

能够通过化学反应产生气体，其温度压力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。



(2) 压缩气体和液化气体

属于危险化学品的的气体符合下面两种情况之一：

在 50°C时，其蒸汽压力大于 300kPa 的物质；

20°C时在 101.3kPa 压力下完全是气体的物质；

本类危险化学品包括压缩、液化或加压溶解的气体和冷冻液化气体，一种或多种气体与一种或多种其他类别物质的蒸气的混合物，充有气体的物品和烟雾剂。按危险特性可将本类化学品分为易燃气体（警示标志如右图）、有毒气体（警示标志如右图）和非易燃



无毒气体三类。易燃气体：极易燃烧，与空气混合形成爆炸性混合物；有毒气体：具有毒性或腐蚀性，对人体健康造成危害；非易燃无毒气体：包括窒息性气体或氧化性气体，氧化性气体比空气更容易引起或促进气体材料燃烧，为助燃气体，与油脂能发生燃烧或者爆炸，窒息性气体会稀释或取代空气中的氧气，在高浓度时对人具有窒息作用。

(3) 易燃液体

闪点小于或者等于 60°C 时放出易燃蒸气的液体或者液体混合物，或是在溶液或者悬浮液中含有固体的液体。

实验室常见易燃液体：乙醚、丙酮、甲苯。



(4) 易燃固体、易于自然的物质和遇水放出易燃气体的物质

❖ 易燃固体

燃点低，对热、撞击、摩擦、高能辐射等敏感，易被外部火源点燃，燃烧迅速，发出有毒烟雾或者有毒气体

实验室常见易燃固体：硫磺、氨基化钠、红磷、三硫化磷、铝粉



❖ 易于自燃的物质

燃点低，在空气中易发生氧化反应，放出热量，而自行燃烧的物质，包括发火物质和自热物质。发火物质是指与空气接触不足 5min 便可自行燃烧的液体、固体或液体混合物。自热物质是指与孔琪琪接触不需要外部热源便自行发热而燃烧的物质。

实验室常见自燃物质：黄磷、还原铁、还原镍、金属有机化合物三异丁基铝、三丁基硼。



❖ 遇水放出易燃气体的物质

遇水放出易燃气体的物质又称为遇湿易燃物质，指遇水或者受潮时，发生剧烈化学反应，易变成自燃物质或放出危险数量的易燃气体和热量的物质。有的甚至不需要明火，即能燃烧或者爆炸。



(5) 氧化性物质和有机氧化物

氧化性物质：本身不一定燃烧，但通常能分解放出氧或起氧化反应而可能引起或促进其他物质燃烧的物质。

有机过氧化物：有机过氧化物是含有二价 -O-O- 结构的液态或者固态有机物质，可以看

作是一个或者两个氢原子被有机基替代的过氧化氢衍生物，该类物质为热不稳定物质，可能发生放热的自加速分解。

实验室常见的氧化剂及有机过氧化物

氧化剂有：高氯酸盐、高锰酸盐、重铬酸盐、过氧化物。此外，碱土金属和碱土金属的氯酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、高氧化态金属氧化物以及含有过氧基（—O—O—）的无机化合物也属于此类物质。

有机过氧化剂有：过氧化二苯甲酰、过氧化二异丙苯、叔丁基过氧化物、过氧化苯甲酰、过甲酸、过氧化环丙酮。

(6) 毒性物质和感染性物质

毒性物质（警示标识如右图）：经吞食、吸入、或皮肤接触后可能造成死亡、严重受伤或健康损害的物质。如氰化钾、氯化汞、氢氟酸等。



感染性物质：含有病原体的物质，如生物制品、诊断样品、基因突变的微生物、生物体和其他媒介，如病毒蛋白、病毒株、病理样品、使用过的针头等。

实验室常见毒害品

- ❖ 无机毒性物质：有毒气体，如卤素、卤化氢、氢氟酸、二氧化硫、硫化氢、氨、一氧化碳等；
- ❖ 氰化物，如 KCN、NaCN 等；砷及其化合物，如 As₂O₃；
- ❖ 硒及其化合物，如 SeO₂；其他，如汞、铊、氟、铯、铅、钡、磷、铊、碲、及其化合物。
- ❖ 有机毒性物质：卤代烃及其卤化物类，如氯乙醇、二氯甲烷、光气等；
- ❖ 有机金属化合物类，如二乙基汞、四乙基铅、硫酸三乙基锡等；
- ❖ 有机磷、硫、砷及腈、胺等化合物类，如对硫磷、丁腈等；某些芳香环、稠环及杂环化合物类，如硝基苯、糠醛等；
- ❖ 天然有机毒品类，如鸦片、尼古丁等；其他有毒物质，如硫酸二甲酯、正硅酸甲酯等。

(7) 放射性物质

放射性物质（一级放射性物品警示标识如右图）是指



那些能自然向外辐射能量，发出射线（ α 射线、 β 射线、 γ 射线及中子流）的物质。一般放射性物质都是原子质量很高的金属，如铀，而其辐射放出的射线对人体的危害很大。有关放射性物质的安全知识详见第五章。

(8) 腐蚀性物质

通过化学作用使生物组织接触时会造成严重损伤，或在渗漏时会严重损害甚至会破坏其他物质或运输工具的物质。腐蚀性物质（腐蚀品警示标识如右图）按化学性质分为三类：酸性腐蚀品、碱性腐蚀品、和其他腐蚀品。



实验室常见腐蚀品

- ❖ 酸性腐蚀品有：硝酸、硫酸、氢氟酸、氢溴酸、高氯酸、王水、乙酸酐、氯磺酸、三氧化硫、五氧化二磷、酰氯等；
- ❖ 碱性腐蚀品有：氢氧化钠、氢氧化钙、氢氧化钾、硫化钙、硫化钠、烷基醇钠、水合肼、有机胺类及有机铵盐类等；
- ❖ 其他腐蚀品：苯基二氯化磷、氯甲酸苄酯、二氯乙醛、氟化氢钾、氟化氢铵、氟化铬等。

2. 易制爆化学品

易制爆是指化学品可以作为原料或辅料而制成爆炸品的性质。易制爆化学品通常包括：强氧化剂，可/易燃物，强还原剂，部分有机物。

常见易制爆化学品及分类：

- (1) **高氯酸、高氯酸盐及氯酸盐**，如：高氯酸（含酸50%-72%），氯酸钾，氯酸钠，高氯酸钾，高氯酸锂，高氯酸铵，高氯酸钠；
- (2) **硝酸及硝酸盐类**，如：硝酸（含硝酸 $\geq 70\%$ ），硝酸钾，硝酸钡，硝酸铯，硝酸钠，硝酸银，硝酸铅，硝酸镍，硝酸镁，硝酸钙，硝酸锌，硝酸铯；
- (3) **硝基类化合物**，如：硝基甲烷，硝基乙烷，硝化纤维素，硝基萘类化合物，硝基苯类化合物，硝基苯酚（邻、间、对）类化合物，硝基苯胺类化合物，2,4-二硝基甲苯，2,6-二硝基甲苯，二硝基（苯）酚（干的或含水 $< 15\%$ ），二硝基（苯）酚碱金属盐（干的或含水 $< 15\%$ ），二硝基间苯二酚（干的或含水 $< 15\%$ ）；
- (4) **过氧化物与超氧化物**，如：过氧化氢溶液，过氧乙酸，过氧化钾，过氧化钠，

过氧化锂，过氧化钙，过氧化镁，过氧化锌，过氧化钡，过氧化锶，过氧化氢尿素，过氧化二异丙苯（工业纯），超氧化钾，超氧化钠；

(5) **燃料还原剂类**，如：环六亚甲基四胺（乌洛托品），甲胺（无水），乙二胺，硫磺，铝粉（未涂层的），金属锂，金属钠，金属钾，金属锆粉（干燥的），锑粉，镁粉（发火的），镁合金粉，锌粉或锌尘（发火的），硅铝粉，硼氢化钠，硼氢化锂，硼氢化钾；

(6) **其他**，如：苦氨酸钠（含水 $\geq 20\%$ ），高锰酸钠，高锰酸钾。

3. 易制毒化学品

易制毒化学品是指国家规定管制的可用于制造毒品的前体、原料和化学助剂等物质。简单来说，易制毒化学品就是指国家规定管制的可用于制造麻醉药品和精神药品的原料和配剂，既广泛应用于工农业生产和群众日常生活，流入非法渠道又可用于制造毒品。

(1) 常见易制毒化学品及分类

序号	第一类	序号	第二类
1	1-苯基-2-丙酮	1	苯乙酸
2	3, 4-亚甲基二氧苯基-2-丙酮	2	醋酸酐
3	胡椒醛	3	三氯甲烷
4	黄樟素	4	乙醚
5	黄樟油	5	派啉
6	异黄樟素	序号	第三类
7	N-乙酰邻氨基苯酸	1	甲苯
8	邻氨基苯甲酸	2	丙酮
9	麦角酸*	3	甲基乙基酮
10	麦角胺*	4	高酸钾
11	麦角新碱*	5	硫酸
12	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	6	盐酸
13	邻氯苯基环成酮		

(2) 管制易制毒药品的重要性

易制毒化学品，是指国家规定管制的可用于制造麻醉药品和精神药物的化学

原料及配剂，具有合法用途和非法用途的双重性质。我国是一个化工大国，1988年联合国制定的《禁止非法贩运麻醉药品和精神药物公约》中列管的 23 种易制毒化学品在我国均有生产。自上个世纪九十年代以来，随着冰毒、摇头丸等合成毒品滥用问题的不断发展蔓延，我国易制毒化学品流入非法渠道用于制毒问题也日益严重。

- ❖ 易制毒化学品流入国内地下毒品加工厂问题严重。流入地下毒品加工厂的苯基丙酮、麻黄素、丙酮、甲苯、盐酸、硫酸等易制毒化学品多数来自国内。
- ❖ 流入“金三角”地区的易制毒化学品不断增加。国内外毒贩聚集中国边境地区将醋酸酐、三氯甲烷、乙醚、盐酸等制造海洛因的易制毒化学品走私出境。
- ❖ 胡椒基甲基酮、苯基丙酮从广东走私到荷兰、比利时、波兰等欧洲国家的大案时有发生。
- ❖ 用于制造冰毒的易制毒化学品走私到东南亚地区成为新的趋势。随着中国打击制贩冰毒犯罪力度的加大，毒贩开始将地下毒品加工厂转移到东南亚地区。

4. 危险化学品的存储、使用管理安全

(1) 危险化学品存储注意事项

❖ 一般原则

- ◇ 建立试剂台账：清点存量、避免浪费、合理使用；
- ◇ 做好标识工作：化学试剂、溶液的标签（如右图）
需有信息，比如名称、性质、责任人、时间；
- ◇ 合理存放化学品：存放点必须通风、隔热、安全；
分类摆放，避免混放，摆放整齐、清洁；实验室不存放大桶试剂和大量试剂；不得无盖放置（污染空气）；
- ◇ 及时清理：及时清理销毁过期和废弃的化学品。

试剂（溶液）标签	
名 称：	_____
浓 度：	_____
责 任 人：	_____
启用日期：	_____
贮存条件：	_____

❖ 不同危险化学品的存放原则

- ◇ 易燃液体：远离火源，阴凉干燥处避光保存，通风良好，不装满瓶，最好保存于防爆冰箱内；
- ◇ 腐蚀液体：选用耐腐蚀材料的药品柜存放试剂，并将腐蚀性液体置于药品柜下方；
- ◇ 剧毒品：放置于保险柜中，双人双锁；

- ◇ 易燃易爆类固体：与易燃物、氧化剂隔离存放，以低温存储，选用防爆材料架；
- ◇ 需低温储存的化学药品：易存于10℃以下，如苯乙烯、丙烯腈、乙炔基乙炔、甲基丙烯酸甲酯、氢氧化铵；
- ◇ 特殊存放的化学药品：钾、钠等碱性金属（储存于煤油中），黄磷（储存于水中），苦味酸（保湿存），镁和铝（防潮保存），易潮物和易水解物（储存于干燥处，封口应严密），双氧水（储存于塑胶瓶中，外包黑纸）。

序号	化学药品	存放禁忌物
1	硫酸	铬，高氯酸，高酸盐
2	乙酸	苯胺，铬酸，氢氰酸，硫化氢，易燃性液体，易燃性气体等易燃硝酸物质和可硝化物质（其中浓硝酸不能与丙酮，乙醇共存，会发生反应）
3	草酸	银、汞
4	高氯酸	乙酸酐，铅和它的合金，乙醇，纸，木材，润滑脂，油
5	氢氟酸	酸类，碱类，氧化剂
6	醋酸	铬酸，硝酸，含羟基化合物，乙烯，甘醇，高氯酸，过氧化物，高锰酸钾
7	铬酸	乙酸，茶，樟脑，甘油，松节油，乙醇和其他易燃物质
8	碱和碱土金属	水、二氧化碳，四氯化碳和其他氯代烃
9	硝酸铵	各类酸，金属粉末，易燃性液体，氯酸盐，亚硝酸盐，硫磺，有机物或易燃性细小颗粒
10	氯酸盐	铵类，各类酸，金属粉末、硫磺以及细碎的有机物、易燃性化合物
11	高氯酸钾	酸(也可参考高氯酸)
12	高锰酸钾	甘油，乙二醇，苯甲醛，硫酸
13	过氧化钠	任何可氧化物质，如乙醇、甲醇、冰醋酸、乙酸酐、苯甲醛、二硫化碳、甘油、乙二醇、乙酸乙酯、乙酸甲酯
14	大部分有机过氧化物	各类酸(有机或矿物)，避免摩擦，冷贮存
15	活性炭	次氯酸钙、所有氧化剂
16	二氧化氯	氨，甲烷，磷化氢，硫化氢
17	过氧化氢	铜，铬，铁，大多数金属及其盐，任何易燃性液体，易燃材料和硝基甲烷
18	硫化氢	发烟硝酸，氧化性气体
19	氧气	各类油，润滑脂，氢气，易燃性液体、固体、气体
20	氯气	氨，乙炔，丁二烯，丁烷和其它石油气，氯气，乙炔钠，松节油，苯和细小粒状金属
21	氟气	所有化学药品都要隔离，需要单独存放

22	丙酮	浓硝酸和浓硫酸的混合物
23	乙炔	氯气, 溴气, 氟气, 铜(管), 银, 汞
24	苯胺	硝酸, 过氧化氢
25	银	乙炔, 酒石酸, 胺类化合物
26	铜	乙炔, 过氧化氢, 叠氮化合物
27	汞	乙炔, 雷汞酸(HONC)和氨
28	碘	乙炔, 氨(无水或者含水)
29	磷	苛性碱或者还原剂
30	溴	氨, 乙炔, 丁二烯, 丁烷和其他石油气, 乙炔钠, 松节油, 苯, 细小粒状金属
31	氨(无水)	卤素, 汞, 次氯酸钙和氟化氢
32	炔	卤素, 铬酸, 过氧化物
33	胂	过氧化氢, 硝酸, 大部分氧化剂

(2) 危险化学品使用管理

- ❖ 严格管理实验室危险化学品, 健全危化品管理制度。
- ❖ 严格分库、分类存放, 严禁混放、混装, 规范操作、相互监督。
- ❖ 剧毒品管理: 落实“五双”即“双人保管、双人领取、双人使用、双把锁、双本帐”的管理制度, 剧毒品必须使用专用保险柜。
- ❖ 提倡绿色化学、建设环境友好型的化学实验室。
- ❖ 使用前: 识别危险, 研读 MSDS, 实验内容做好风险评估, 做好防护准备、实验室准备、安全防护培训。
- ❖ 使用中: 个人防护装备、严格按规程操作, 认真观察记录, 不擅离岗。
- ❖ 实验结束: 废弃物按规定分类收集、记录相关信息, 移交资质公司处理。做好自身清洁, 不带污染物离开。

三、实验室废弃物处置

实验室废弃物处理的一般原则根据实验室废弃物的特点, 应做到分类收集、存放, 集中处理。处理方法应简单易操作, 处理效率高, 不需要很多投资。

少量的有毒气可通过通风设备排出室外, 通风管道应有一定高度, 使排出的气体空气稀释。产生的毒气量大时必须经过吸收处理, 然后才能排出, 如氮、硫、磷等酸性氧化物气体, 可用导管通入碱液中, 使其被吸收后排出。

对于某些数量较少, 浓度较高的有毒有机物可于燃烧炉中供给充分的氧气使其完全燃烧, 生成二氧化碳和水。对高浓度废酸、废碱液要经中和至近中性时排放。对于含有少量被测物和其它试剂的高浓度有机溶剂废液应回收再用。用于回收的废液应分别用洁净的容器盛装, 同类废液中浓度高的应集中贮存, 以便于回收某些组分, 浓度低的经适当处理达标即可排出。根据废弃物的性质选择合适的

容器和存放点。废液应用密闭容器贮存，禁止混合贮存，以免发生剧烈化学反应而造成事故。容器应防渗漏，防止挥发性气体逸出而污染实验室环境。剧毒、易燃、易爆药品的废液，其贮存应按相应规定执行。废液应避光，远离热源，以免加速废液的化学反应。贮存容器必须贴上标签，标明种类，贮存时间等，贮存时间不宜太长。

1. 常见处理方式：

- (1) **溶解法**:在水或其它溶剂中溶解度特别大或比较小的气体,用合适的溶剂把它们完全或大部分溶解掉。
- (2) **燃烧法**:部分有害的可燃性气体,在排放口点火燃烧,消除污染。例如,一氧化碳等。化学实验中废弃的有机溶剂,大部分可回收利用,少部分可以燃烧处理掉,有些在燃烧时可能产生有害气体的废物,必须用配有洗涤有害废气的装置燃烧。
- (3) **中和法**:对于酸性或碱性较强的气体,用适当的碱或酸进行吸收。对于含酸或碱类物质的废液,如浓度较大时,可利用废酸或废碱相互中和,再用pH试纸检验,若废液的pH值在5.8~8.6之间,如此废液中不含其它有害物质,则可加水稀释至含盐浓度在5%以下排出。
- (4) **吸附法**:选用适当的吸附剂,消除一些有害气体的外逸和释放。对于毒害不大的气体或剂量小的气体,用木炭粉或脱脂棉。对于难以燃烧的或可燃性的低浓度有机废液,用吸附性能良好的物质,让废液充分吸收后,与吸附剂一起焚烧。
- (5) **稀释法**:对于实验中产生的大量废液,其中无毒无害的,采用稀释的方法处理。
- (6) **沉淀法**:对于含有害金属离子的无机类废液,加入合适的试剂,使金属离子转化为难溶性的沉淀物,然后进行过滤,将滤出的沉淀物妥善保存,检查滤液,确证其中不含有毒物质后,可排放。

尽管实验室废物数量不大,但种类较多且很复杂,仍须经过必要的处理方能排放。目前我国仅有少数实验有“三废”处理设施。随着人们环境意识的增强,今后实验室必须加强对实验室“三废”的处理。

实验过程中产生的废气、废液和废渣统称“三废”本校实验室废弃物主要为:废液。

2. 实验室废液的危害以及处理原则

(1) 实验室废液所带来的危害

如果实验室的废液不经过处理直接排放到生活污水管道或者垃圾场中,最后进入地下水或者河流里面,甚至会灌溉农田。这种现象的后果就是极大的危害到附近人群以及饮用生活用水的居民。不仅会对环境造成不可恢复的污染,而且还

会危害到人们的身体健康，造成慢性、恶性疾病的多发间。例如：腐蚀性强的酸碱对管道进行腐蚀，造成经济上的损失；废液灌溉庄稼对农作物的生长造成了影响；实验室排放的亚硝酸盐的废液如果进入人体以后会导致癌症的病发率增高；有机废液的排放会对水质，动植物的生长产生影响。引起生物在种类和数量上的变化以及水生生物的生长、繁殖，甚至导致水生生物死亡及物种的灭绝。这样就会对生态平衡造成了极大的危害。多氯代烃会通过食物链传播，且在生物体内不易降解，并且还会通过母体传给下一代，毒性极高；含有吡啶、氯仿的饮用水会导致人体的神经系统紊乱，造成人体的免疫系统的下降，如果严重的话还有可能引发人体机能下降，最后死亡；还有酚酞酯类、六六六、苯并呋喃类等都是一些常见的激素类药物，它们通过食物链进入人体和动物体内，干扰雄性激素的分泌，对生殖与遗传产生毒性。含有重金属的废液在自然界中很难被降解，含有汞、铅等重金属一旦进入到人体或动物体内就会对人体、动物造成不可挽回的危害。氰化物的毒性非常剧烈，人体一旦侵入氰化物便会气喘、恶心，严重者可导致死亡。

(2) 实验室废液的处理原则

在化学实验室中针对废液处理有如下原则：分类收集、集中处理、定期检查、定点贮存、安全排放等原则。化学实验室对于收集废液这一环节必须根据废液的性质来进行回收。并且做到有专人管理这些收集来的废液，并且把每一种废液都用专门的容器来盛放，尽量避开热源、光源，远离火种，放到人们一般接触不到的地方，并且贴上标签表明这种废液的详细情况以便后来的人进行确认。

储存的废液必须要有专人定期对其进行检查，等到贮存达到一定排放量后统一进行化学操作对其进行处理，达到标准的排放指标后在进行排放。在此过程中如果有一些有价值回收的废液要单独进行处理。还有一些实验室没有能力进行处理的废液就必须统一送到相关部门进行处理。

废液处理时一定要按照实验室实验操作来进行，过程尽量要简单、经济、实用。还要防止有害气体的生成，所以必须在通风厨中进行。有时还要防止爆炸，比如将浓硫酸假如含有高锰酸钾的废液中就会有可能发生爆炸。

(3) 常见的废液以及具体处理方法

❖ 无机类废液的处理

实验所产生的无机废液种类有很多，这里就几种常见的并且有危害的典型废液的处理方

法进行介绍。

❖ 酸碱废液的处理

强酸强碱性溶液排放到水中既不能用作生活用水也会对水质产生影响。正常水质的 PH 一般都会在 6.5-8.5 这个区间范围之内，一旦超过这个范围的话，水中生物的生长就会收到抑制，整个水体的自净能力也会减弱。排入农田中会对植物的生长造成影响。

一般对于酸碱废液的处理方法有二种。一、尽量采用回收利用的方法。根据实验室中所做试验的具体用量的要求，对废液进行提纯，并调节 PH，尽量重复使用。如果废液中酸碱浓度比较低的，可以进行浓缩提纯，然后再回收利用。二、可采用中和反应处理的方法。中和反应是酸性试剂与碱性试剂的典型反应。把实验室废气的废酸与废碱碱性中和后统一排入下水管道。

❖ 含重金属离子类废液的处理

一般实验室废水中常见的重金属离子有铜离子、汞离子、镉离子、银离子、铅离子、铬离子这几种离子。重金属会进入土壤水质的动植物体内，最后通过食物链传入人体内。重金属离子对人体危害相当大，会引发各种难治的病，严重时会导致死亡。现如今国家也非常重视这个问题，已经采取了非常多的措施解决相关问题。一般都会采用沉淀法”或者电化学法。实验室中具体处理方法见下表

废液中所含的离子	各种废液中离子的解决方法
铜离子	<p>方法一、利用还原法进行回收利用。可以将铜离子废液转换成 CuSO_4 或者直接还原成 Cu 单质。</p> <p>方法二、把含铜的废液中加入弱碱将其转化成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，然后在进行排放。</p> <p>铜的允许排放量应该在 1mg/L 以下。</p>
汞离子	<p>用碱液将含汞废液调节成 PH 为 8~10 然后再加入硫化钠并使其过量，待所有汞离子生成硫化汞沉淀“旧后加入 FeSO_4 生成硫化亚铁沉淀，硫化亚铁沉淀就会把溶液中悬浮的硫化汞吸附后共沉淀，然后对其进行沉淀分离，然后过滤。最后检验滤出液，如果汞离子含量在 0.05mg/L 范围内即可排放。分离下来的沉淀可进行贮存。</p>

银离子	银离子废液在实验室中的来源主要是银量分析法，对于银离子的废液处理基本上都采用回收再利用的方法。具体步骤是在废液中加入足量的盐酸溶液，待完全反应后，将洗涤的氯化银沉淀用过量的氨水溶解，最后用锌粉进行置换。
镉离子	实验室一般含有镉离子的废液很少。一般方法就是加入石灰粉使其生成 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 沉淀然后过滤，最后对滤液进行检测，检测方法为分光光度法。如果滤液中镉离子含量在 0.1mg/L 以下便可排放。
铅离子	铅离子废液的处理方法为沉淀处理。首先加入过量强碱溶液，使得废液的 PH 大约为 9,生成氢氧化铅沉淀与加入的硫酸铝共沉淀，，静置后过滤并检测滤液中铅含量，如果含量在 1.0mg/L 以下就可以实施排放。
铬离子	一般六价铬离子的毒性最大，可采用还原法对其进行处理。在溶液中亚硫酸钠使其还原成正三价，再加入石灰粉使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀”，然后过滤，检测滤液中铬六价正离子含量如果在 0.5mg/L 以下便可排放。

❖ 氰化物废液的处理

氰化物废液的处理通常采用氰碱处理法。具体步骤为

- ◇ 先用氢氧化钠溶液调节成 PH 为 11-13;
- ◇ 加入漂白粉至 PH 为 8--9;氰化物被氧化分解为 CO_2 和 N_2 ，然后静置;
- ◇ 再加入 Na_2SO_3 ,以便还原溶液中的 NaClO ,最后检测溶液中的氰含量，如果达标即可排放。

❖ 有机类废液的处理方法

一般有机实验所产生的废液处理方法有焚烧法、溶剂萃取法、吸附法、氧化分解法、水解法、生物化学处理法。对于一些具有回收价值的有机废液要尽量对其回收叫，比如:酯类、醇类、含氧有机物、有机酸等。实验所产生的有机废液种类有很多，这里就几种常见的典型废液的处理方法进行介绍。

❖ 卤代烃类废液的处理

这类有机物中由于含有卤元素如果采用便捷快速的焚烧法会产生二次污染,所以应该采

取其他方法。

❖ 四氯化碳废液的处理

一般对于含有四氯化碳废液用水洗涤两次,但如果四氯化碳中含有双硫脲则事先应用硫酸洗涤一次,然后再用无水 CaCl_2 做干燥剂,进行蒸馏,最后收集 75°C 到 80°C 的馏分。

❖ 氯仿(三氯甲烷)废液的处理

对于含有三氯甲烷的废液应一次用水、浓硫酸、蒸馏水、盐酸羟胺洗涤,然后用 CaCl_2 干燥,过滤并蒸馏。收集 60°C 的馏分。

❖ 芳香类废液的处理

对于芳香类废液的处理应看废液中的含量的多少。如果含量较少,回收价值较少,则采用活性炭吸附的方法处理。如果含量较多则用蒸馏法将其回收。

❖ 醚类废液的处理

对于含有醚的废液的处理方法是用蒸馏水冲洗后对其进行中和,然后再用高锰酸钾溶液冲洗至紫色不再褪去。然后再用蒸馏水冲洗,用硫酸亚铁铵溶液(浓度为 $0.5\% \sim 1\%$ 范围内)洗涤,再水洗后用无水 CaCl_2 干燥,最后过滤蒸馏收集馏分。

3. 废渣的处理

分析检验产生的一般废渣(如纸屑、木片、碎玻璃、废塑料等)直接排往工业垃圾桶。

4. 贵重金属的回收

(1) 汞的回收

将极谱分析后的汞和收集的散落之汞 5kg 置于 1000ml 烧杯中,用水漂洗几次,用四层医用纱布将汞过滤于 800ml 烧杯中(除去机械杂质),再用水漂洗几次。加入 500ml 2mol/L 硫酸,控制电压 $280 \sim 300\text{V}$,输出电流 $150 \sim 200\text{mA}$ 。在不断剧烈搅拌下电解至汞盐析出(一般约需 2 小时)。反复电解三次,即能得到阴极所需之纯汞。经电解之汞,仍有少量残存的汞齐,宜用抽洗法进一步除去。将经过抽洗的汞再经汞洗涤装置,用 5% 硝酸洗涤,再用纯水洗涤 2 次,除去汞表面的酸,放入汞真空蒸馏器中蒸馏,即得到可满足高纯极谱分析和气体分析要求的纯汞。

(2) 银的回收

含银废液在搅拌下加入浓盐酸,直到不再析出白色的乳状氯化银沉淀为止,在沉淀沉降后倾泻出母液。用纯水以倾泻法洗涤沉淀至完全除去 Fe^{3+} 和 Cl^- 。在适当的容器内用 $1+4$ 的硫酸或 $10 \sim 15\%$ 氯化钠溶液中和金属锌棒处理,还原氯

化银沉淀。“直到沉淀内不再有白色的粒子时，还原便已完全。析出的暗灰色细金属银沉淀，仔细用纯水以倾泻法洗涤，除去游离酸和锌粒子，将洗涤过的银沉淀烘干，在石墨坩埚中熔融，即得到金属银。也可将银沉淀直接溶于硝酸或硫酸中，制成硝酸银和硫酸银溶液或试剂。

(3) 铂的回收

把含铂的废弃物加热溶于王水，一次溶解不完，需反复二、三次。过滤，水洗滤渣，滤液与洗液合并，在蒸发器中蒸干，加水及等体积的盐酸再蒸干。在残渣中，加极少量的盐酸湿润后，加适量水溶解、过滤；用热水洗涤滤渣，洗液与滤液合并备用。

含乙醇氯铂酸钠，氯铂酸钾废液蒸发至剩余少量溶液(避免蒸干，防止形成爆炸性的乙烯氯化亚铂)。在残渣上加以含8—10%甘油的6mol/L氢氧化钠溶液，煮沸。当溶液褪色时将其过滤，用100ml中含1g氯化铵和1ml盐酸的溶液洗涤铂沉淀。干燥、灼烧铂沉淀以分解有机化合物。在不沸腾的水浴上微微加热溶解于1份硝酸和4份盐酸组成的混合液中，用等体积的水稀释并蒸发到呈糖浆状，重新加水溶解，加入等体积的盐酸并重新蒸发。残渣用适量水溶解。使上述溶液的浓度接近于Pt5e/100ml，加热至沸腾。按100ml溶液加入50ml20%氯化铵溶液。生成氯铂酸铵沉淀，为使沉淀完全，加等体积乙醇并放置数小时，然后过滤，滤出氯铂酸铵沉淀(带残渣的溶液应充分冷却)，先用20%氯化铵溶液，然后用95%乙醇或冰水洗涤。干燥沉淀，在瓷坩埚将制成之金属铂溶液溶解于王水中，在水浴上蒸发到糖浆状，加水，放置一会，然后小心地加入等体积的盐酸，重新蒸发，这样反复处理3—4次(使亚硝基氯化铂分解)，残渣加水溶解。通氯气至饱和(氧化四氯络铂酸中的2价铂)，蒸干，加水溶解，过滤，再蒸干，一直到不再放出亚硝酸蒸气为止。最后收集铂酸结晶，存于棕色磨口塞试剂瓶中或配制成溶液。

四、仪器设备使用安全

高校实验室常用的仪器设备有玻璃仪器、高压设备、高温、低温设备、高能设备、机械加工设备以及一些分析测试仪器等。在使用这些仪器设备时必须做好充分的预防措施并且谨慎地按照操作规程操作。所以这一章节中主要是介绍实验室常备设备及特种设备的使用安全。

装置类型	事故种类	装置示例
玻璃器具	割伤、烫伤	烧瓶、玻璃棒

高压装置	由气体、液体的压力所造成的伤害，继而发生火灾、爆炸等事故	高压钢瓶、高压反应釜
高温装置	烧伤、烫伤	高温炉、烘炉
低温装置	冻伤	冷冻机
高能装置	触电、辐射	激光器、微波设备
高速装置	绞伤	离心机
机械装置	绞伤	机床、车床
大型仪器设备	损坏、火灾、爆炸	气相色谱仪、核磁共振仪

使用实验室仪器设备的一般注意事项如下：

- ❖ 建立设备台帐，详细做好使用记录作作；
- ❖ 电路容量必须与设备匹配，注意接地要求；
- ❖ 做好危险性设备的安全警示标识，操作时不离人；
- ❖ 需按照仪器设备操作规程和使用说明使用；
- ❖ 使用的能量越高，其装置的危险性就越大。使用高温高压及高速装置时，必须做好充分的防护措施，谨慎进行操作；
- ❖ 危险性就越大。使用高温高压及高速装置时，必须做好充分的防护措施，谨慎进行操作；
- ❖ 对于不了解其性能的装置，使用前要认真地进行准备，尽可能逐个核对装置的各个部分的功能和操作要领，在掌握其基本操作后，才能进行操作；
- ❖ 装置使用后要收拾妥当。如果有发现不妥当的地方，必须马上进行检查和修理，或者把情况报告给管理者；
- ❖ 及时做好废旧、破损仪器的报废工作（对含放射源的设备报废时，需告知、特殊处置）。

1. 冰箱的管理

储存化学试剂应使用防爆冰箱，见右图(至少用电子温控有霜型冰箱，须拆除照明灯)

- (1) 实验室原则上不得超期使用冰箱（一般规定 10 年）；
- (2) 机械温控有霜冰箱未经防爆改造不得储存化学试剂；
- (3) 机械温控无霜冰箱不能改造，也不准储存化学试剂；



- (4) 易挥发有机溶剂；
- (5) 实验室冰箱内不得存放食物；
- (6) 储存的物品应标识明确 (品名、姓名、时间等)；
- (7) 经常性进行清理 (特别是学生毕业离校时)；
- (8) 不得在冰箱附近、上面堆放影响散热的杂物。

2. 加热设备的管理

加热设备包括：明火电炉、电阻炉、恒温箱、干燥箱、水浴锅、电热枪等。

- (1) 使用加热设备必须采取必要的防护措施，严格按照操作规程进行操作。使用时人员不得离岗；使用完毕，必须关掉电源；
- (2) 加热产热仪器设备需放置在阻燃的稳固的实验台或者地面上进行操作，不得在其周围堆放易燃易爆物或者杂物；
- (3) 禁止用电热设备烘烤溶剂、油品、塑料筐等易燃、可挥发物。若加热时会产生有毒有害气体，应在通风处内进行；
- (4) 应在断电的情况下，采取安全的方式取放被加热物品；
- (5) 使用管式电阻炉时，应确保导线与加热棒接触良好；含有水分的气体需要经过干燥后，方能进入炉内；
- (6) 使用恒温水浴锅时，应避免干烧，注意不要将水溅到电器盒里；
- (7) 使用电热枪时，不可对着人身体的任何部位；
- (8) 使用电吹风和电热枪后，需进行自然冷却，不得阻塞或者覆盖出风口或者入风口；
- (9) 明火电炉的管理：
 - ❖ 明火电炉需经设备室处审批 (不可替代性有效的安全防护措施) ；
 - ❖ 不得用明火电炉加热易燃易爆品；
 - ❖ 不得加热塑料容器；
 - ❖ 明火电炉周围不得放置易燃易爆化学试剂或纸板箱等物品。

3. 高速离心机的管理

目前实验室常用的是电动离心机。电动离心机转动速度快，要注意安全，特别要防止在离心机转动期间因不平衡或吸垫



老化，而使离心机工作边移动，以致从实验台上掉下来，或因盖子未盖，离心管因振动而破裂后，玻璃随便旋转飞出，造成事故。因此使用离心机时，必须注意以下操作。

- (1) 离心机套管底部要垫棉花；
- (2) 电动离心机如有噪声或机身振动时，应立即切断电源，及时排除障碍；
- (3) 离心管必须对称放入套管中，防止机身振动，若只有一支样品管，另外一支要用等质量的水替代；
- (4) 启动离心机时，应盖上离心机顶盖后，方可慢慢启动；
- (5) 分离结束后，先关闭离心机，在离心机停止转动后，方可打开离心机盖，再取出样品，不可用外力强制其停止运动；
- (6) 离心时间一般 1~2min，在此期间，实验者不准离开。

4. 机械加工设备的管理

机械加工设备在运行过程中，易造成切割、被夹、被卷等意外事故。

- (1) 对于冲剪机械、刨床、圆盘锯、堆高机、研磨机、高压机等机械设备，应有护罩、套筒等安全防护设备；
- (2) 对车床、滚齿机械等高度超过作业人员身高的机械，应设置适当高度的工作台；
- (3) 佩戴必要的防护器具（工作服和工作手套），束缚好宽松的衣服和头发，不得佩戴长项链，穿拖鞋，严格按照操作规程进行操作。

5. 通风橱的管理

- (1) 通风橱内及下方的柜子不能存放化学品。
- (2) 使用前检查通风橱内的抽风系统和其他功能是否正常运转。
- (3) 应在距离通风橱至少 15cm 处进行操作；操作时应尽量减少在通风橱以及调节门前进行大幅度动作，减少实验室人员流动。
- (4) 切勿储存会伸出橱外或玻璃视窗开合或者妨碍导流板下方开口处的物品或设备。
- (5) 切勿用物件阻挡通风橱口和橱内后方的排气槽，确需要在橱内储放必要物品时，应将其垫高至于左右侧边上，同通风柜台面隔空，以使气流能从其下方通过，且远离污染产生源。

- (6) 切勿把纸张或者较轻的物件塞于排气出口处。
- (7) 进行实验时，人员切勿将头部及上半身伸进通风柜内；操作人员应将玻璃视窗调节至手肘处，使胸部以上受到玻璃视窗屏护。
- (8) 人员不操作时，应确保玻璃视窗处于关闭状态。
- (9) 若发现故障切勿进行试验，应立即关闭柜门并联系维修人员检修。定期检查通风橱的抽风能力，保持其通风效果。

6. 特种设备的管理

特种设备广泛地应用于学校教学科研的各个领域中，涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、场内机动车辆等，都是学校和实验室内常用设备。随着特种设备数量的增加和应用范围的扩大，随之而来的安全问题也越来越突出。

(1) 压力设备

压力设备的用途非常广泛，它在石油化学工业、能源工业、科研和军工等国民经济各个部门都起重要的作用。实验室用到的压力容器主要有高压灭菌锅、高压反应釜、反应罐、反应器和各种压力储罐等。



高压灭菌锅



高压反应釜



压力储罐

❖ 压力设备的界定条件

- ◇ 盛装液体或者气体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa（表压）的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于 30L 且内径（非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸）大于或者等于 150mm 的固定式容器和移动式容器；
- ◇ 盛装公称工作压力大于或者等于 0.2MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 1.0MPa·L 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60°C 液体的气瓶；
- ◇ 氧舱。

❖ 压力装置使用与校验

◇ 压力容器的使用要求

正确合理地使用压力容器，才能保证其安全运行。即使是容器的设计完全符合要求，制造、安装质量优良，如果操作不当，同样会造成事故。对压力容器使用要注意以下事项：

- a. 压力容器的操作人员在取得质量技术监督部门统一颁发的“压力容器操作人员证”后，方可上岗工作。操作人员一定要熟悉本岗位的工艺流程、容器的结构、类别、主要技术参数和技术技能，严格按照操作规程操作。掌握处理一般事故的方法，认真填写有关记录；
- b. 压力容器严禁超温、超压运行。压力容器的使用压力不能超过压力容器的最高工作压力，以保证压力容器的正常运行。实行压力容器安全操作挂牌制度或采用机械连锁机制防止误操作。检查减压阀失灵与否。装料时避免过急过量，液化气体严禁超量装载，并防止意外受热等；
- c. 压力容器要平稳操作。压力容器开始加载时，速度不宜过快，要防止压力突然上升。高温容器或工作温度低于 0℃的容器，加热或者冷却都应缓慢进行。尽量避免操作中压力的频繁和大幅度波动；
- d. 严禁带压拆卸压紧螺栓。压力容器内部有压力时，不得进行任何修理。对压力容器的受压部件进行重大修理和改造，应符合《压力容器安全技术监察规程》和有关标准的要求，并将修理和改造方案报质量技术监督部门审查通过后，方可施工；
- e. 经常检查安全附件运行情况。检查安全阀、压力表是否有效，有无按规定送检验。安全阀每年至少校验一次，压力表每半年校验一次。新安全阀在安装之前，应根据压力容器的使用情况，送校验后，才准安全使用。必须保证安全报警装置灵敏可靠。

◇ 压力容器的检验

亦称压力容器运行中的检查，检查的主要内容有：压力容器外表面有无裂纹、变形、泄漏、局部过热等不正常现象；安全附件是否齐全、灵敏、可靠，紧固螺栓是否完好、全部旋紧以及防腐层有无损坏等异常现象。

压力容器除日常定点检查外，还应进行定检验，以便及时发现缺陷并采取相应措施防止重大事故发生。定期检验分为外部检查和内外部检验及耐压试验。压力容器的定期检验由专业人员完成。

(2) 气体钢瓶

气瓶属于移动式压力容器，但在充装和使用方面有其特殊性，所以在安全方面还有一些特殊的规定和要求。

❖ 气体钢瓶分类

气瓶按充装气体的物理性质可分为压缩气体气瓶、液化气体气瓶（高压液化气体、低压液化气体）；按充装气体的化学性质分为惰性气体气瓶、助燃气体气瓶、易燃气体气瓶和有毒气体气瓶。这些气瓶常见的充装气体见下表

分类	存放气体
压缩气体钢瓶	空气、氧气、氢气、氮气、氩气、氦气、氟气、氖气、甲烷、煤气、三氟化硼、四氟甲烷
高压液化气体钢瓶	二氧化碳、乙烷、乙烯、氧化亚氮、氯化氢、三氟氯甲烷、六氟化硫、氟乙烯、偏二氟乙烯、六氟乙烷
低压液化气体钢瓶	溴化氢、硫化氢、氨、丙烷、丙烯、甲醚、四氧化二氮、正丁烷、异丁烷、光气、溴甲烷、甲胺、乙胺
易燃性气体钢瓶	氢气、甲烷、液化石油气等
助燃性气体钢瓶	氧气、压缩空气等
毒害性气体钢瓶	氰化氢、二氧化硫、氯气
窒息性气体钢瓶	二氧化碳、氮气

❖ 气瓶的使用要求

- ◇ 需要使用气体的单位应当购买已取得《气瓶充装许可证》的供应商充装的瓶装气体，并向其索取证书复印件备查。确保采购的气体钢瓶质量可靠，同时检查瓶体上的各种标识是否准确、清晰、完好，气瓶是否在有效的检验周期内，不得擅自更改气体钢瓶的钢印和颜色标记：（见下表）

气瓶颜色	气体种类
黑色	空气、氮气
银灰色	氩、氦、二氧化硫、一氧化二氮、一氧化碳、六氟化氢
白色	乙炔、一氧化氮、二氧化氮
铝白色	二氧化碳、四氟甲烷
淡黄色	氦气
棕色	乙烯、丙烯、甲烷、丙烷、环丙烷
淡蓝色	氧气
淡绿色	氢气
深绿色	氯气

- ◇ 气体钢瓶须根据国家《TSGR0006-2014 气瓶安全技术监察规程》要求定期进行技术检验：盛装腐蚀性气体的气瓶每两年检验一次、盛装一般气体的每三年检验一次、盛装惰性气体的气瓶每五年检验一次、溶解乙炔气瓶每三年检验一次、液化石油气钢瓶和液化二甲醚钢瓶每四年检验一次。使用过程中若发现严重腐蚀、鼓包、裂纹等情况，应提前检验。超过检验有效期或无有效检验钢印标识的气瓶不得使用。
- ◇ 气体钢瓶存放地点应严禁明火、保持通风、干燥，避免阳光直射，配备应急救援设施、气体检测和报警装置；
- ◇ 气体钢瓶必须远离热源、放射源、易燃易爆和腐蚀物品，实行分类隔离存放，不得混放，不得存放在走廊和公共场所。空瓶内必须保留一定剩余压力，与实瓶应分开放置，并有明显标识；
- ◇ 气体钢瓶须直立放置，妥善固定，并做好气体钢瓶和气体管路标识，有多种气体或多条管路时需指定详细的供气管路图；
- ◇ 供气管路需选用合适的管材。易燃、易爆、有毒的危险气体（乙炔除外）连接管路必须是合适的情性管线；乙炔的连接管路不得使用铜管；
- ◇ 使用前应检查气体管道、接头、开关及器具是否有泄漏，确认盛装气体类型并做好应对可能造成的突发事件的应急准备；
- ◇ 使用后，必须关闭气体钢瓶上的主气阀和释放调节器内的多余气压；
- ◇ 移动气体钢瓶应使用手推车，切勿拖拉、滚动和滑动气体钢瓶，气体钢瓶规范使用见下图



- ◇ 严禁敲击、碰撞气体钢瓶；严禁使用温度超过 40°C 的热源对气瓶加热。实验室内

应保持良好的通风；若发现气体泄漏，应立即采取关闭气源、开窗通风、疏散人员等应急措施。切忌在易燃易爆气体泄漏时开关电源。对于气体钢瓶有缺陷、安全附件不全或已损坏、不能保证安全使用的，需退回供气商或请有资质的单位进行及时处置；

- ◇ 氧气瓶以及与氧气接触的附件（如减压阀、输气胶管等）不得接触油脂，氧气存放处张贴严禁油脂的标识；
- ◇ 各相关单位应当定期做好气瓶压力表的检定工作，根据《化学工业计量器具分级管理办法》（试行）规定，每半年检定一次；或按照检定证书规定的检定周期及时送检。检定单据存档备查；
- ◇ 各相关单位必须制订相应的安全管理制度和事故应急处理措施；要有专人负责统计与跟踪本单位气瓶的数量和使用状态，建立气瓶使用台账；加强对气瓶使用人员进行安全技术教育。发生意外事故时，要采取相应的应急处理措施，并立即向相关部门报告。

五、实验室事故应急处置

1. 常见事故处理

酸（或碱）洒在桌子上	先用 NaHCO_3 溶液（或稀醋酸）中和，然后用水冲洗，再用抹布擦干。
浓硫酸（或其他强酸）	沾在皮肤上---用干布把浓硫酸擦去后，即用大量水冲洗，再 3%-5% NaHCO_3 溶液冲洗。
酸（或碱）溅入眼睛	立即用大量的流水冲洗，边洗边眨眼睛。
金属钠失火	立即用砂子将燃烧的金属钠盖灭。
酒精洒在桌子上燃烧	立即用湿布将燃烧的酒精盖灭。
误服重金属盐	立即吞服大量的鸡蛋清或豆浆。
温度计打破，水银撒落在桌面	在水银上撒上硫粉。
氰化钠、氰化钾的污染	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，用热水冲，再用冷水冲。

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，继而用碱液浸湿污染处，然后用热水及冷水冲洗干净。

硫酸二甲酯撒漏

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，再用碱水浸湿，最后用热水和冷水各冲一遍。

甲醛撒漏

可用漂白粉加五倍水后浸湿污染处，使甲醛遇漂白粉氧化成甲酸，再用水冲洗干净。

汞撒漏

可先行收集，尽可能不使其泻入地下缝隙，并用硫磺粉盖在洒落的地方，使汞转变成不挥发的硫化汞。

苯胺撒漏

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。

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。

砷撒漏

可用碱水和氢氧化铁解毒，再用水冲洗。

溴撒漏

可用氨水使之生成铵盐，再用水冲洗干净

2. 急救

起火：有机物着火应立即用湿布或砂扑灭，火势太大则用泡沫灭火器扑灭。电器设备起火，首先切断电源，再用四氯化碳或二氧化碳灭火器扑灭，不能用泡沫灭火器。

触电：首先拉开电闸切断电源，或尽快地用绝缘物（干燥的木棒，竹竿等）将触电者与电源隔开，必要时再进行人



工呼吸。

割伤：先将在伤口中的异物取出，伤势不重者用生理盐水或硼砂液洗伤处，再涂上紫药水，必要时再撒上消炎粉，用绷带包扎。伤势较重先用酒精洗消毒，再用纱布按住伤口，压迫止血，立即送医院。

烫伤：被火、高温物体或开水灼烫后，立即用冷水冲洗或浸泡，洗灼伤处，涂上凡士林或烫伤药膏。

酸、碱腐蚀：首先用多量水冲洗，然后，酸腐蚀用碳酸氢钠饱和溶液冲洗，碱腐蚀用1%柠檬酸或硼酸溶液冲洗，再用清水冲洗，涂上凡士林。若受氢氟酸腐蚀，应用水冲洗后再以稀苏打溶液冲洗，然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时，最后再敷以20%硫酸镁、18%甘油、1.2%盐酸普鲁卡因和水配成的药膏。若酸、碱液溅入眼内，应立即用多量水冲洗（或用自来水），然后再分别用稀的碳酸氢钠溶液或硼酸饱和溶液冲洗，最后滴入蓖麻油。

吸入有毒气体：吸入 Br_2 、 Cl_2 或 HCl 气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气，使之解毒。吸入 H_2S 气体而头昏痛者，应立即到室外呼吸新鲜空气。

毒物进入口内：将510 cm^3 稀硫酸铜溶液加入一杯温开水中，内服，然后用手指伸入咽喉部，促使呕吐，再立即送医院治疗。