

实验室安全手册

(第一版)

实验应注意的基本事项

危险物质的处理

危险装置的使用

实验室废弃物的处理

实验安全防范和事故应急处理

合肥工业大学 功能纳米材料与器件研究所

有色金属与加工技术国家地方联合工程研究中心

2015年9月

前 言

材料科学是材料、物理、化学、电子、生物等多学科交叉与结合的结晶，是一门与工程技术密不可分的应用科学。材料科学实验室是进行教学和科研工作的重要场所，是培养学生科研动手能力的重要基地，涉及到各种试剂、仪器、设备的使用与管理。实验室的安全问题直接关系到研究人员的生命财产安全和科研工作的进度，因此加强对科研第一线的安全教育十分紧要和迫切。

随着本课题组科研方向的不断扩展与深入，化学试剂、仪器和设备的多样性和复杂性不断增加，研究队伍也不断发展壮大。在实验室会接触到各类化学药品、各种易燃易爆有毒物质，有的实验还需要在高温、高压、真空、微波、高转速条件下进行。由于实验室功能及其本身的特殊性，涉及水电气的安全使用，各种仪器设备的管理和使用，化学药品的安全使用和管理，实验产生的“三废”物质处理等，关系到师生人身安全及校园环境保护等诸多问题，稍有不慎就可能引起人身伤亡事故，从而给家庭与社会造成不幸后果。

安全基本常识和安全意识是每一名研究人员应该具有的基本素质之一，是教学和科研工作顺利开展的先决保障。为保证教学科研实验，学生实习实训等实践教学过程的安全，提高本课题组研究人员应对实验室突发安全事故的应急处理能力，预防和减少实验室安全事故，保障大家的生命财产安全，特制定本安全知识学习手册，希望大家认真对待，对自己、对家庭、对学校、对社会承担起应有的责任。

《实验室安全手册》第一版将作为课题组研究生入学安全教育的内容之一，由张勇老师、闫健老师、舒霞老师编写，在几位研究生协助校对、编辑下完成，由于时间仓促，还有许多待完善的地方。比如考虑到课题组各个不同的研究方向，收录的内容较多，相对庞杂，显得针对性不强。编者希望以第一版抛砖引玉，恳请课题组老师、同学多提宝贵意见，不断地将在实验室遇到的具体的、有针对性的、可操作性的解决安全问题的内容充实到手册中，在此表示诚挚的感谢！

目 录

总则 实验应注意的基本事项.....	1
第一章 危险物质的处理	4
1.1 前言.....	4
1.2 着火性物质.....	5
1.2.1 强氧化性物质.....	5
1.2.2 强酸性物质.....	6
1.2.3 低温着火性物质.....	6
1.2.4 自燃物质.....	7
1.2.5 禁水性物质.....	7
1.3 易燃性物质.....	8
1.3.1 特别易燃物质.....	9
1.3.2 一般易燃性物质.....	9
1.4 爆炸性物质.....	11
1.4.1 可燃性气体.....	11
1.4.2 分解爆炸性物质.....	12
1.4.3 爆炸品.....	14
1.5 有毒物质.....	14
1.5.1 毒气.....	15
1.5.2 毒物、剧毒物及其它有害物质.....	16
第二章 危险装置的使用	23
2.1 前言.....	23
2.2 电气装置.....	23
2.3 机械设备.....	25
2.4 高压装置.....	26
2.4.1 高压釜.....	27
2.4.2 高压气体容器.....	27
2.5 高温、低温装置.....	30
2.5.1 高温装置.....	30
2.5.2 低温装置.....	31
2.6 玻璃器具.....	32
第三章 实验室废弃物的处理	33
3.1 前言.....	33
3.2 收集、贮存一般应注意的事项.....	33
3.3 处理时一般应注意的事项.....	35
3.4 无机类实验废液的处理方法.....	36
3.4.1 含六价铬的废液.....	36
3.4.2 含氰化物的废液.....	36
3.4.3 含镉及铅的废液.....	37
3.4.4 含砷废液.....	37
3.4.5 含汞废液.....	37
3.4.6 含有机汞的废液.....	38

3.4.7 含重金属的废液.....	38
3.4.8 含重金属的有机类废液.....	38
3.4.9 含钡废液.....	38
3.4.10 含硼废液.....	38
3.4.11 含氟废液.....	38
3.4.12 含氧化剂、还原剂的废液.....	38
3.4.13 含酸、碱、盐类物质的废液.....	39
3.4.14 含无机卤化物的废液.....	39
3.5 有机类实验废液的处理方法.....	39
3.5.1 含一般有机溶剂的废液.....	39
3.5.2 含石油、动植物性油脂的废液.....	40
3.5.3 含 N、S 及卤素类的有机废液.....	40
3.5.4 含酚类物质的废液.....	40
3.5.5 含有酸、碱、氧化剂、还原剂及无机盐类的有机类废液.....	40
3.5.6 含有机磷的废液.....	40
3.5.7 含有天然及合成高分子化合物的废液.....	41
第四章 实验室安全防范和事故应急处理.....	42
4.1 着火防范.....	42
4.2 爆炸防范.....	44
4.3 中毒和外伤防范.....	45
4.4 安全用电知识.....	49

总则 实验应注意的基本事项

化学实验常常伴随着潜在危险，无论如何简单的实验，都不能粗心大意。如果发生事故，不仅使设备或人身受到伤害，同时精神上亦会受到很大打击。若考虑到不仅会使自身受伤，而且还会危及他人，那么，应该竭尽全力防止事故的发生。为此，必须认真注意吸取前人的经验、教训，避免重犯同样的错误。

1、实验前必须作好周密的准备

实验前，不仅要对所用的实验装置及药品等进行认真的检查，还必须按照实验的要求作好充分的准备工作。衣着必须尽量做得合适，使之既不露出皮肤，又能灵活地进行操作以避免万一发生火灾时尼龙或化纤等衣料熔化加重身体伤害。同时，实验时需按照实验要求佩戴防护眼镜、手套或防护面具。

2、严格照导师的指导进行实验，决不可随意蛮干。

采用不合适的操作方法或使用不安全的装置进行实验，常是发生实验事故的根源。因此，实验时千万不可蛮干。并且，绝对不要在晚上独自进行实验。

3、必须经常估计到实验的危险性

实验事故虽不可预测，但其危险性的大小是可以估计到的。即使对不大了解的实验，也必须推测其危险程度而制订相应的预防措施。下列这类实验，必须十分注意，使之万无一失。

- ①不了解的反应及操作；
- ②存在多种危险性的实验（如发生火灾、毒气等）；
- ③在极端的反应条件（如高温、高压等）下进行的实验。

4、必须充分作好发生事故时的预防措施并加以检查之后，才能开始实验。

实验前，要先了解清楚需要关闭的主要龙头、电气开关，灭火器或急救用的喷水器的位置及操作方法，以及清理好万一发生事故时退避的道路，明确急救方法和联络信号等事项，才能开始进行实验。

5、不可忽视实验结束后的收拾处理事宜

实验后的收拾工作，亦属实验过程的组成部份。特别不可忽略回收溶剂和废液、废弃物等的处理。

实验室管理制度（化学实验室-简版）

紧急报警电话：**62901110**

一、安全第一

实验人员必须认真阅读实验安全手册，严格遵守实验操作流程，并进行实验登记，加强四防（防火、防盗、防水、防事故）。如果对情况不确定，须及时询问管理员或指导教师。

二、实验室一般防护措施及急救设施

实验人员进行实验操作时原则上要求穿实验服，戴防护目镜，手套及有保护性的鞋子。处理危险化学品药品还需穿戴特殊护具，如防毒面具，特殊防护服等。

了解实验室急救设施及物品，如遇小伤等情形可及时处理，随后送医。

三、水电使用

如打开水龙头未见水流出应随手关闭，防止重新来水时发生可能的水灾事故。如果停电，将所有设备设置为关闭状态。

四、防火

实验室配有灭火器，须学会正确使用。如遇起火且火势较小，可尝试将其扑灭，但如火势扩大，立即撤离并拨打报警电话，同时向上级报告并尽可能通知他人撤离，前往集合点集合。

五、化学品安全

每种试剂药品在使用前，都需要阅读说明书，掌握药品试剂的毒性及防护等信息，采取必要的保护措施，防止发生人身危险和损伤仪器。

实验室物品需全部分类放置，有机试剂如易爆，剧毒等请妥善储存，无机药品试剂一般分为酸，碱，盐和强氧化剂，请分开放置。配制的溶液须贴上标签，注明溶液种类、浓度和配制时间，配置人的姓名，不可敞口放置。实验完毕须将药品放回原处。

配制挥发性、腐蚀性、有毒性溶液或者研磨粉末试样时须穿工作服、佩戴防护手套、口罩和防护眼镜、并在通风橱中进行(实验结束后在离开实验室前应关闭通风橱电源)。

实验废液不可倒入水池，要分类放置，由管理员交给学校统一处理。实验后须做好清理工作保持地板、桌面、仪器表面的整洁。

万一发生实验室试剂泄露或倾倒情况，切勿轻易进入。条件若允许，配备好防毒面具等措施再查看情况，否则立即报警，并向负责人报告，并尽可能通知他人撤离。

六、仪器设备使用

所有实验人员在使用设备前都需经过相关负责人或实验室负责人的培训并合格后才能使用。常用设备可配备记录本，用于预约并记录实验。

仪器设备在使用前，请检查仪器的状况，如电压、温度、指示仪表等是否正常。特别是对气氛管式炉的使用，尤其注意气路的安全性。

如果对设备使用时间超过 6 小时，须注明实验的起止时间，操作人，联系方式，相应的操作条件，如有危险或特殊要求请表明。为提高设备利用效率，对于超过规定时间并且无指示说明的试样及器皿，其他实验人员可以将其放置于待处理区域，放置于待处理区域 48 小时仍无人认领的试样，将作废样处理。

七、紧急情况处理

如果实验室有意外情况发生（个人不能处理，或者不清楚状况的），请立即拨打报警电话，并向上级报告，到楼下指定地点集合，并尽可能通知他人撤离。

如果在使用中，水，电，气及仪器设备出现故障，立即向负责人报告，如可以，则采取相应的保护措施，如关闭相应的仪器开关等，并做好故障记录。

八、其他注意事项

未经允许禁止非本实验室人员进行实验操作及拿取实验室物品。

非工作时间，针对一些有危险性的实验，新生切勿单独做实验，请高年级同学的指导。

禁止在实验室内抽烟、吃东西、喝饮料及从事与实验无关的活动，禁止穿拖鞋和背心做实验。

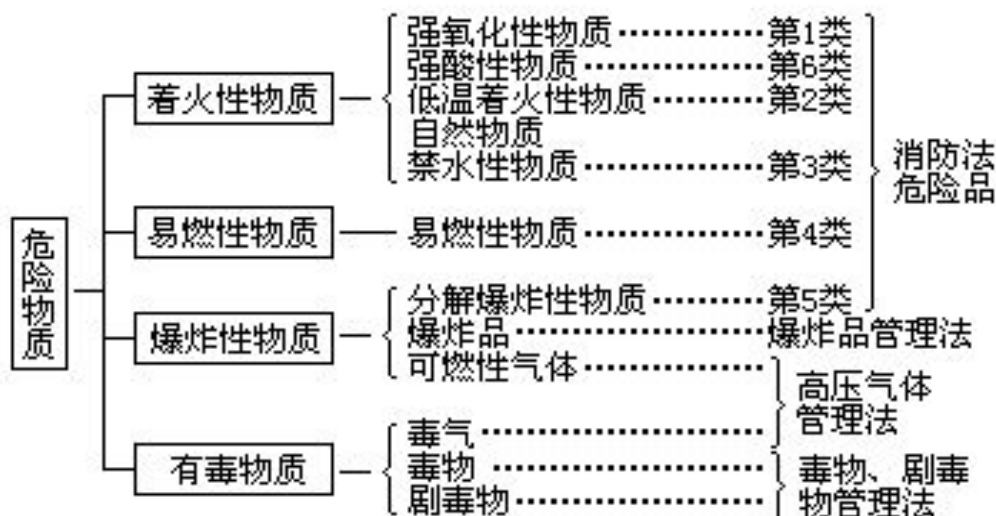
空调开启时，应关闭实验室门窗；实验结束离开时，确保灯、空调、电扇、门、窗全部关闭。实验完毕应先将手洗干净后方可离开实验室。

第一章 危险物质的处理

1.1 前言

所谓危险物质，是指具有着火、爆炸或中毒危险的物质。其主要的危险物质由政府的法令所规定。这些法令虽不是针对教育或研究机关的使用而制订的，但是，贮藏或使用这些危险物质，都要遵守有关法令的规定，所以也必须对它有所了解。主要的法令与危险物质的关系列于表 1。

表1. 危险物质与法令的关系



【表注】：除了这些法令之外，还有与公害有关的法令（如防止大气污染法、防止水质污染法、防止海洋污染法、下水道管理法、关于废弃物的处理及清扫的法令）及劳动安全卫生法、农药管理法、药物管理法、食品卫生法等有关的法令。

一般应注意的事项

- 1) 若不事先充分了解所使用物质的性状，特别是着火、爆炸及中毒的危险性，不得使用危险物质。
- 2) 通常，危险物质要避免阳光照射，把它贮藏于阴凉的地方。注意不要混入异物。并且必须与火源或热源隔开。
- 3) 贮藏大量危险物质时，必须按照有关法令的规定，分类保存于贮藏库内。并且，毒物及剧毒物需放于专用药品架上保管。
- 4) 使用危险物质时，要尽可能少量使用。并且，对不了解的物质，必须进行预备试验。
- 5) 在使用危险物质之前，必须预先考虑到发生灾害事故时的防护手段，并做好周密的准备。对有火灾或爆炸危险的实验，要准备好防护面具、耐热防护衣及灭火器材等；而有中毒危险时，则要准备橡皮手套、防毒面具及防毒衣之类用具。处理有毒药品及含有毒物的废弃物时，必须考虑避免引起污染水质和大气。
- 7) 特别是当危险药品丢失或被盗时，由于有发生事故的危險，必须及时报告导师。

1.2 着火性物质

具有着火危险的物质非常之多。通常有因加热、撞击而着火的物质，以及由于相互接触、混合而着火的物质。下面按照表 2 的分类，叙述其处理方法。

表 2 着火性物质的分类

分 类	特 点	示例的物质
强氧化性物质(消防法第 1 类物质)	因加热、撞击而分解，放出的氧气与可燃性物质发生剧烈燃烧，有时会发生爆炸。	氯酸盐类、过氧化物等。
强酸性物质(消防法第 6 类物质)	若与有机物或还原性之物质混合，即会发生作用而发热。有时会着火。	无机酸类、氯磺酸等。
低温着火性物质(消防法第 2 类物质)	在较低温度下着火而燃烧迅猛的可燃性物质。	黄磷、金属粉末等。
自燃物质(不属消防法)	在室温下，一接触空气即着火燃烧。主要为研究用的特殊物质。	有机金属化合物、金属催化剂等。
禁水性物质(消防法第 3 类物质)	与水反应而着火，有时还由于产生的气体而发生爆炸的物质。	金属钠、碳化钙等。

1.2.1 强氧化性物质

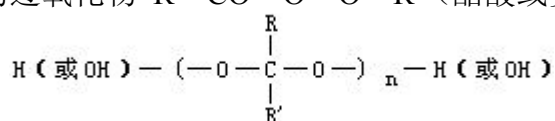
强氧化性物质包括：

[氯酸盐]：MClO₃ (M=Na、K、NH₄、Ag、Hg(II)、Pb、Zn、Ba)。

[高氯酸盐]：MClO₄ (M=Na、K、NH₄、Sr)。

[无机过氧化物]：Na₂O₂、K₂O₂、MgO₂、CaO₂、BaO₂、H₂O₂。

[有机过氧化物]：烷基氢过氧化物 R—O—O—H (特丁基—，异丙苯基—)、二烷基过氧化物 R—O—O—R' (二特丁基—，二异丙苯基—)、二酰基过氧化物 R—CO—O—O—COR' (二乙酰基—，二丙酰基—，二月桂酰基—，苯甲酰基—)、酯的过氧化物 R—CO—O—O—R' (醋酸或安息香酸特丁基—)、酮的过氧化物



(甲基乙基酮—，甲基异丁基酮—，环己酮—)。

[硝酸盐]：MNO₃ (M=Na、K、NH₄、Mg、Ca、Pb、Ba、Ni、Co、Fe)。

[高锰酸盐]: MMnO_4 (M=K、 NH_4)。

注意事项

- 1) 此类物质因加热、撞击而发生爆炸，故要远离烟火和热源。要保存于阴凉的地方，并避免撞击。
- 2) 若与还原性物质或有机物混合，即会氧化发热而着火。
- 3) 氯酸盐类物质与强酸作用，产生 ClO_2 (二氧化氯)，而高锰酸盐与强酸作用，则产生 O_3 (臭氧)，有时会发生爆炸。
- 4) 过氧化物与水作用产生 O_2 ，与稀酸作用，则产生 H_2O_2 并发热，有时会着火。
- 5) 碱金属过氧化物能与水起反应，因此，必须注意此类物质的防潮。
- 6) 有机过氧化物，在化学反应中能作为副产物生成，并且，在有机物贮藏的过程中也会生成。因此，必须予以注意。

防护方法

有爆炸危险时，要戴防护面具。若处理量大时，要穿耐热防护衣。

灭火方法

由此类物质引起的火灾，一般用水灭火。但由碱金属过氧化物引起着火时，不宜用水，要用二氧化碳灭火器或砂子灭火。

事故例子

踩到跌落地上的氯酸钾而着火。◆用有机质匙子将二乙酰过氧送去称量的过程中发生着火。◆将过氧化氢浓溶液密封贮存的过程中塞子飞出，过氧化氢溢出而着火(用透气的塞子塞着较好)。◆用硅胶精制二特丁基过氧化物，于布氏漏斗过滤时，发生爆炸(因在过滤板上析出过氧化物之故)。◆用过氧化氢制氧气时，一加入二氧化锰即急剧的起反应而使烧瓶破裂。

1.2.2 强酸性物质

此类物质包括： HNO_3 (发烟硝酸、浓硝酸)、 H_2SO_4 (无水硫酸、发烟硫酸、浓硫酸)、 HSO_3Cl (氯磺酸)、 CrO_3 (铬酐) 等。

注意事项

- 1) 强酸性物质若与有机物或还原性等物质混合，往往会发热而着火。注意不要用破裂的容器盛载。要把它保存于阴凉的地方。
- 2) 如果加热温度超过铬酐的熔点时， CrO_3 即分解放出 O_2 而着火。
- 3) 洒出此类物质时，要用碳酸氢钠或纯碱将其覆盖，然后用大量水冲洗。

防护方法

加热处理此类物质时，要戴橡皮手套。

灭火方法

对由强酸性物质引起的火灾，可大量喷水进行灭火。

事故例子

热的浓硝酸沾到衣服而引起着火。◆将渗透浓硫酸的破布与沾有废油的破布丢弃在一起而着火。◆装有热的浓硫酸的熔点测定管发生破裂，浓硫酸沾到手上而烧伤。

1.2.3 低温着火性物质

此类物质有： P (黄磷、红磷)、 P_4S_3 、 P_2S_5 、 P_4S_7 (硫化磷)、 S (硫黄)、金属粉 (Mg 、 Al 等)、金属条 (Mg) 等。

注意事项

1) 因为此类物质一受热就会着火, 所以, 要远离热源或火源。要把它保存于阴凉的地方。

2) 此类物质若与氧化性物质混合, 即会着火。

3) 黄磷在空气中会着火, 故要把它放入 PH 值 7~9 的水中保存, 并避免阳光照射。

4) 硫黄粉末吸潮会发热而引起着火。

5) 金属粉末若在空气中加热, 即会剧烈燃烧。并且, 当与酸、碱物质作用时产生氢气而有着火的危险。

防护方法

处理量大时, 要戴防护面具和手套。

灭火方法

由此类物质引起火灾时, 一般用水灭火较好, 也可以用二氧化碳灭火器。但由大量金属粉末引起着火时, 最好用砂子或粉末灭火器灭火。

事故例子

装有黄磷的瓶子, 从药品架上跌落, 洒出黄磷而着火。◆铝粉着火时, 用水灭火, 火势反而更猛烈。◆将熔融的黄磷倒入水中制成小颗粒时, 烧杯倾歪了, 洒出黄磷而引起着火, 并烧着衣服, 致使烧伤。

1.2.4 自燃物质

这类物质有: 有机金属化合物 R_nM (R =烷基或烯丙基, $M=Li, Na, K, Rb, Se, B, Al, Ga, Tl, P, As, Sb, Bi, Ag, Zn$) 及还原性金属催化剂 ($Pt, Pd, Ni, Cu-Cr$) 等。

注意事项

1) 这类物质一接触空气就会着火, 因此, 初次使用时, 必须请有经验者进行指导。

2) 将有机金属化合物在溶剂中稀释而成的东西, 若其溶剂一飞溅出来就会着火。因此, 要把其密封保管。并且, 不要将可燃性物质置于其附近。

防护方法

处理毒性大的自燃物质时, 要戴防毒面具和橡皮手套。

灭火方法

由这类物质引起的火灾, 通常用干燥砂子或粉末灭火器灭火。但数量很少时, 则可以大量喷水灭火。

事故例子

将盛有经溶剂稀释的三乙基铝的瓶子, 放入纸箱搬运的过程中, 瓶子破裂发生泄漏而引起着火。◆在滤纸上洗涤还原性镍催化剂, 其后把滤纸丢入垃圾箱中而引起着火。◆在通风橱内, 用 $LiAlH_4$ 进行还原反应, 于放有 $LiAlH_4$ 的烧瓶中加入乙醚时发生着火。

1.2.5 禁水性物质

禁水性物质包括: Na, K, CaC_2 (碳化钙)、 Ca_3P_2 (磷化钙)、 CaO (生石灰)、 $NaNH_2$ (氨基钠)、 $LiAlH_4$ (氢化锂铝) 等。

注意事项

1) 金属钠或钾等物质与水反应, 会放出氢气而引起着火、燃烧或爆炸。因此, 要把金属钠、钾切成小块, 置于煤油中密封保存。其碎屑也贮存于煤油中。要分解

金属钠时，可把它放入乙醇中使之反应，但要注意防止产生的氢气着火。分解金属钾时，则在氮气保护下，按同样的操作进行处理。

2) 金属钠或钾等物质与卤化物反应，往往会发生爆炸。

3) 碳化钙与水反应产生乙炔，会引起着火、爆炸。

4) 磷化钙与水反应放出磷化氢（PH₃为剧毒气体），由于伴随着放出自燃性的P₂H₄而着火，从而导致燃烧爆炸。

5) 金属氢化物之类物质，与水（或水蒸汽）作用也会着火。若把它丢弃时，可将其分次少量投入乙酸乙酯中（不可进行相反的操作）。

6) 生石灰与水作用虽不能着火，但能产生大量的热，往往使其它物质着火。

防护方法

使用这类物质时，要戴橡皮手套或用镊子操作，不可直接用手拿。

灭火方法

由这类物质引起火灾时，可用干燥的砂子、食盐或纯碱把它覆盖。不可用水或潮湿的东西或者用二氧化碳灭火器灭火。

事故例子

将经甲醇分解的金属钠丢入水中时，由于金属钠尚未分解完全而引起着火、燃烧（因为当用甲醇进行分解时，在金属钠的表面，生成粘稠的醇盐膜，使其难于分解）。

1.3 易燃性物质

可燃物的危险性，大致可根据其燃点加以判断。燃点越低，危险性就越大。但是，即使燃点较高的物质，当加热到其燃点以上的温度时，也是危险的。据报道，由此种情况发生的事故特别多。因此，必须加以注意。下面按照表3的分类叙述其处理方法。

所谓燃点，即在液面上，液体的蒸气与空气混合，构成能着火的蒸气浓度时的最低温度，称为该液体物质的燃点。而所谓着火点（着火温度），系可燃物在空气中加热而能自行着火的最低温度。物质的燃点或着火点，在相同的测定条件下，其所测得的结果产生微小的偏差，故很难说得上是物质的固有常数，但是，二者均为物质的重要物理性质。

表 3 易燃物质的分类

分 类	特 点	根据消防法分类
特别易燃物质	在 20 ℃时为液体，或 20 ~ 40 ℃时成为液体的物质；以及着火温度在 100 ℃以下，或者燃点在 -20 ℃以下和沸点在 40 ℃以下的物质。	特别易燃物质。
高度易燃性物质	在室温下易燃性高的物质（燃点约在 20 ℃以下）。	第 1 类石油产品。
中等易燃性物质	加热时易燃性高的物质（燃点约在 20 ~ 70 ℃）。	第 2 及第 8 类石油产品。
低易燃性物质	高温加热时，由于分解出气体而着火的物质（燃点在 70 ℃以上的物质）。	第 4 类石油产品、动植物油。

1.3.1 特别易燃物质

此类物质有：乙醚、二硫化碳、乙醛、戊烷、异戊烷、氧化丙烯、二乙烯醚、羰基镍、烷基铝等。

注意事项

- 1) 由于着火温度及燃点极低而很易着火，所以使用时，必须熄灭附近的火源。
- 2) 因为沸点低，爆炸浓度范围较宽，因此，要保持室内通风良好，以免其蒸气滞留在使用场所。
- 3) 此类物质一旦着火，爆炸范围很宽，由此引起的火灾很难扑灭。
- 4) 容器中贮存的易燃物减少了时，往往容易着火爆炸，要加以注意。

防护方法

对有毒性的物质，要戴防毒面具和橡皮手套进行处理。

灭火方法

由这类物质引起火灾时，用二氧化碳或粉末灭火器灭火。但对其周围的可燃物着火时，则用水灭火较好。

事故例子

乙醚从贮瓶中渗出，由远离两米以外的燃烧器的火焰引起着火。◆正在洗涤剩有少量乙醚的烧瓶时，突然由热水器的火焰燃着而引起着火。◆将盛有乙醚溶液的烧瓶放入冰箱保存时，漏出乙醚蒸气，由箱内电器开关产生的火花引起着火爆炸，箱门被炸飞（乙醚之类物质要放入有防爆装置的冰箱内保存）。◆焚烧二硫化碳废液时，在点火的瞬间，产生爆炸性的火焰飞散而烧伤（焚烧这类物质时，应在开阔的地方，于远处投入燃着的木片进行点火）。

1.3.2 一般易燃性物质

高度易燃性物质（闪点在 20℃以下）

它包括：（第一类石油产品）石油醚、汽油、轻质汽油、挥发油、己烷、庚烷、辛烷、戊烯、邻二甲苯、醇类（甲基—～戊基—）、二甲醚、二氧杂环己烷、乙缩醛、丙酮、甲乙酮、三聚乙醛等。

甲酸酯类（甲基—～戊基—）、乙酸酯类（甲基—～戊基—）、乙腈（CH₃CN）、吡啶、氯苯等。

中等易燃性物质（闪点在 20～70℃之间）

它包括：（第 2 类石油产品）煤油、轻油、松节油、樟脑油、二甲苯、苯乙烯、烯丙醇、环己醇、2—乙氧基乙醇、苯甲醛、甲酸、乙酸等。

（第 3 类石油产品）重油、杂酚油、锭子油、透平油、变压器油、1, 2, 3, 4—四氢化萘、乙二醇、二甘醇、乙酰乙酸乙酯、乙醇胺、硝基苯、苯胺、邻甲苯胺等。

低易燃性物质（闪点在 70℃以上）

它包括：（第 4 类石油产品）齿轮油、马达油之类重质润滑油，及邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯之类增塑剂。

（动植物油类产品）亚麻仁油、豆油、椰子油、沙丁鱼油、鲸鱼油、蚕蛹油等。

注意事项

1) 高度易燃性物质虽不象特别易燃物质那样易燃，但它的易燃性仍很高。由电开关及静电产生的火花、赤热物体及烟头残火等，都会引起着火燃烧。因而，注意不要把它靠近火源，或用明火直接加热。

2) 中等易燃性物质，加热时容易着火。用敞口容器将其加热时，必须注意防止其蒸气滞留不散。

3) 低易燃性物质，高温加热时分解放出气体，容易引起着火。并且，如果混入水之类杂物，即会产生爆沸，致使引起热溶液飞溅而着火。

4) 通常，物质的蒸气比重大的，则其蒸气容易滞留。因此，必须保持使用地点通风良好。

5) 闪点高的物质，一旦着火，因其溶液温度很高，一般难于扑灭。

防护方法：加热或处理量很大时，要准备好或戴上防护面具及棉纱手套。

灭火方法：此类物质着火，当其燃烧范围较小时，用二氧化碳灭火器灭火。火势扩大时，最好用大量水灭火。

事故例子

蒸馏甲苯的过程中，忘记加入沸石，发生爆沸而引起着火。◆将还剩有有机溶剂的容器进行玻璃加工时，引起着火爆炸而受伤。◆把沾有废汽油的东西投入火中焚烧时，产生意想不到的猛烈火焰而烧伤。◆用丙酮洗涤烧瓶，然后置于干燥箱中进行干燥时，残留的丙酮气化而引起爆炸。干燥箱的门被炸坏飞至远处。◆将经过加热的溶液，于分液漏斗中用二甲苯进行萃取，当打开分液漏斗的旋塞时，喷出二甲苯而引起着火。◆将润滑油进行减压蒸馏时，用气体火焰直接加热。蒸完后，立刻打开减压旋塞，于烧瓶中放入空气时发生爆炸。◆将油浴加热到高温的过程中，当熄灭气体火焰而关闭空气开关时，突然伸出很长的摇曳火焰而使油浴着火（熄灭气体火焰时，要先关闭其主要气源的旋塞）。◆对着火的油浴覆盖四氯化碳进行灭火时，结果它在油中沸腾，致使着火的油飞溅反而使火势扩大。

1.4 爆炸性物质

爆炸有两种情况：一是可燃性气体与空气混合，达到其爆炸界限浓度时着火而发生燃烧爆炸；一是易于分解的物质，由于加热或撞击而分解，产生突然气化的分解爆炸。下面按照表 4 的分类，叙述其处理方法。

表 4 爆炸性物质的分类

分 类	特 点	示例的物质
可燃性气体（属高压气体管理法的物质）	其爆炸界限的浓度：下限为 10 % 以下，或者上下限之差在 20 % 以上的气体。	如氢气、乙炔等。
分解爆炸性物质（消防法第 5 类物质）	由于加热或撞击而引起着火、爆炸的可燃性物质。	如硝酸酯、硝基化合物等。
爆炸品之类物质（属爆炸品管理法的物质）	以其产生爆炸作用为目的的物质。	如火药、炸药、起爆器材等。

1.4.1 可燃性气体

〔由 C、H 元素组成的可燃性气体〕：氢气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、乙炔、环丙烷、丁二烯。

〔由 C、H、O 元素组成的可燃性气体〕：一氧化碳、甲醚、环氧乙烷、氧化丙烯、乙醛、丙烯醛。

〔由 C、H、N 元素组成的可燃性气体〕：氨、甲胺、二甲胺、三甲胺、乙胺、氰化氢、丙烯腈。

〔由 C、H、X（卤素）元素组成的可燃性气体〕：氯甲烷、氯乙烷、氯乙烯、溴甲烷。

〔由 C、H、S 元素组成的可燃性气体〕：硫化氢、二硫化碳。

注意事项

1) 如果漏出可燃性气体并滞留不散，当达到一定浓度时，即会着火爆炸。填充有此类气体的高压筒形钢瓶，要放在室外通风良好的地方。保存时，要避免阳光直接照射。

2) 使用可燃性气体时，要打开窗户，保持使用地点通风良好。

3) 乙炔和环氧乙烷，由于会发生分解爆炸，故不可将其加热或对其进行撞击。

防护方法

根据需要准备好或戴上防护面具、耐热防护衣或防毒面具。

灭火方法

当此类物质着火时，可采用通常的灭火方法进行灭火。泄漏气体量大时，如果情况允许，可关掉气源，扑灭火焰，并打开窗户，立即离开现场；若情况紧急，则要立刻离开现场。

事故例子

搬运装有乙炔的钢瓶时，不慎跌落而发生爆炸。

1.4.2 分解爆炸性物质

分解爆炸性物质的危险程度，分别用下列符号表示：A=灵敏度大、威力大；B=灵敏度大、威力中等；C=灵敏度大、威力小；A'=灵敏度中等、威力大；B'=灵敏度中等、威力中等；C'=灵敏度中等、威力小。见附表。

注意事项

1) 此类物质常因烟火、撞击或摩擦等作用而引起爆炸。因此，必须充分了解其危险程度。

2) 由于这些物质能作为各类反应的副产物生成，所以实验时，往往会发生意外的爆炸事故。

3) 因为此类物质一接触酸、碱、金属及还原性物质等，往往会发生爆炸。因此，不可随便将其混合。防护方法根据需要准备好或戴上防护面具、耐热防护衣或防毒面具。

灭火方法

可根据由此类物质爆炸而引起延续燃烧的可燃物的性质，采取相应的灭火措施。

事故例子

在蒸馏硝化反应物的过程中，当蒸至剩下很少残液时，突然发生爆炸（因在蒸馏残液中，有多硝基化合物存在，故不能将其过分蒸馏出来）。◆用旧的乙醚进行萃取操作，然后把由萃取液蒸去乙醚而得到的物质，放在烘箱里加热干燥时发生爆炸，烘箱的门被炸碎。◆将四氢呋喃进行蒸馏回收时，用剩下残液的同一烧瓶蒸馏数次，即发生爆炸（因生成乙醚和四氢呋喃的过氧化物之故）。◆当拔出30%浓度的过氧化氢试剂瓶的塞子时，常会发生爆炸。◆用过氧化氢制氧气的过程中，当加入二氧化锰时，剧烈地发生反应，致使烧瓶破裂。

附表：

键合形式	物质名称	危险程度
N—O		
C—O—NO ₂	硝酸酯化合物	A
C—NO ₂	硝基化合物	A'
$\begin{array}{c} \\ \text{C}-\text{N}-\text{NO}_2 \end{array}$	硝胺化合物	A'
N · HNO ₃	硝酸铵盐	B'
C—NO	亚硝基化合物	C'
M—ONC	雷酸盐	B
N—N		
(Ar—N≡) ⁺ × ⁻	重氮盐	C
N≡N=C·····C=O	重氮含氧化合物	C
N≡N=C·····C=NH	重氮亚胺化合物	C'
$\begin{array}{c} \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{Ar}-\text{N}-\text{O}-\text{N}-\text{Ar} \end{array}$	重氮酸酐化物	C
Ar—N=N—C≡N	重氮氰化物	C
(ArN ₂) ₂ S	重氮硫化物	C
Ar—N ₂ —S—Ar	重氮硫醚化合物	C
HN ₃	叠氮酸	B
MN ₃	金属叠氮化合物	B
XN ₃	卤素叠氮化合物	B
—CN ₃	有机叠氮化物	B
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}-\text{C}-\text{N}_3 \end{array}$	有机酸叠氮化合物	C'
N—X		
NX ₃	卤化氮	C
N _n Sm	硫化氮	C
M ₃ N	金属氮化物	C
M ₂ NH	金属亚胺化合物	C
MNH ₂	金属氨基化物	C

键合形式	物质名称	危险程度
O—O		
R—O—O—H	烷基氢过氧化物	B
R—O—O—R	二烷基过氧化物	C
RCO—O—O—H	有机过氧酸	C
RCO—O—O—R	酯的过氧化物	C
RCO—O—O—COR	二酰基过氧化物	C
$\begin{array}{c} \text{O—O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ >\text{C—O—C}< \end{array}$	臭氧化物	B
O—X		
X _n O _m	卤素氧化物	C
N · HClO ₄	高氯酸铵盐	B
C · OC10 ₃	高氯酸酯化合物	B
C · ClO ₃	烷基氯酸化合物	B
N · HClO ₃	氯酸铵盐	B'
C—OC10 ₂	亚氯酸酯化合物	B'
MC10 ₂	亚氯酸盐	C'

1.4.3 爆炸品

爆炸品包括：

[火药]黑色火药、无烟火药、推进火药（以高氯酸盐及氧化铅等为主要药剂）。

[炸药]雷汞、叠氮化铅、硝铵炸药、氯酸钾炸药、高氯酸铵炸药、硝化甘油、乙二醇二硝酸酯、黄色炸药、液态氧炸药、芳香族硝基化合物类炸药。

[起爆器材]雷管、实弹、空弹、信管、引爆线、导火线、信号管、焰火。

爆炸品是将分解爆炸性物质，经适当调配而制成的成品。关于这类物质的使用，必须遵守政府有关法令的规定，并按照导师的嘱咐进行处理。

1.5 有毒物质

实验室中大多数化学药品都是有毒物质，这种说法并不算夸张。通常，进行实验时，因为用量很少，除非严重违反使用规则，否则不会由于一般性的药品而引起中毒事故。但是，对毒性大的物质，倘若一旦用错就会发生事故，甚至会有生命危

险。因此，在经常使用的药品中，对其危险程度大的物质，必须遵照有关法令的规定进行使用。

然而，通常在实验室中，经常使用不受法令限制的有毒物质。因此，必须从下面示例的物质中，推断其危险程度的大小而采取相应的预防措施。下面按照表 5 的分类，叙述其处理方法。但是，这个分类是基于各自独立确定的法令而划分的，因此，有时一种物质可能会在两个分类中重复出现。

表 5 有毒物质的分类

分 类	特 点	示 例 的 物 质
毒气(高压气体管理法)	容许浓度在 200 毫克/米 ³ (空气) 以下的气体	如光气、氯化氢等。
剧毒物(毒物、剧毒物管理法)	口服致命剂量为每公斤体重 30 毫克以下的物质	如氰化钠、汞等。
毒物(毒物、剧毒物管理法)	口服致命剂量为每公斤体重 30~300 毫克的物质	如砷酸、苯胺等。

[表注]由法令所规定的毒物，除上述这些以外，还有由劳动安全卫生法预防有机溶剂中毒规则及预防特定化学物质伤害规则所规定的特别有害物质以及与公害有关的法令所规定的有害物质等等。

1.5.1 毒气

毒气包括下列气体：

[容许浓度在 0.1 毫克/米³(空气) 以下的毒气]氟气、光气、臭氧、砷化氢、磷化氢。

[容许浓度在 1.0 毫克/米³(空气) 以下的毒气]氯气、肼、丙烯醛、溴气。

[容许浓度在 5.0 毫克/米³(空气) 以下的毒气]氟化氢、二氧化硫、氯化氢、甲醛。

[容许浓度在 10 毫克/米³(空气) 以下的毒气]氰化氢、硫化氢、二硫化碳。

[容许浓度在 50 毫克/米³(空气) 以下的毒气]一氧化碳、氨、环氧乙烷、溴甲烷、二氧化氮、氯丁二烯。

[容许浓度在 200 毫克/米³(空气) 以下的毒气]氯甲烷。

注意事项

- 1) 当被上述毒气中毒时，通常发生窒息性症状。毒性大的毒气还会腐蚀皮肤和粘膜。
- 2) 一吸入浓度大的毒气，瞬间即失去知觉，因而往往不能跑离现场。
- 3) 容许浓度低的毒气，要特别注意。即使很微量的泄漏也不允许。要经常用气体检验器检测空气中毒气的浓度。

防护方法

处理毒气时，要准备好或戴上防毒面具。

事故例子

误认为充有氯气的钢瓶空了，但当打开阀门时，喷出大量氯气而中毒。◆将丙烯与氨的混合气体进行加压反应的过程中，发现阀门有少量漏气。在修理过程中，泄漏增大，以致不能进行修理并中毒（在加压情况下进行修理很危险）。◆于自制的容器中填充氨气，用帆布包裹，在搬运过程中，由于容器的焊缝破裂，冲出氨气而冻伤。并且，呼吸器官也受到损害。◆直接闻到溶解在反应生成物中未起反应的氨的臭味而摔倒、受伤。◆长时间吸入氯气、硫化氢及二氧化硫等的低浓度气体后，心情烦躁，并感到头痛、恶心。

1.5.2 毒物、剧毒物及其它有害物质

用下列符号分别表示各种物质的毒性：

●：剧毒物；⊙：毒物；○：一般毒性物质；△：腐蚀性物质*；■：特别有害物

质。

无 机 化 合 物			
亚硝酸盐类物质	⊙△	氯酸钾	△
亚硝酸盐类物质	○	氯化液	○
亚硝酸盐类物质	○	高氯酸	△
亚硝酸盐类物质	○	高氯酸酐	△
砒	⊙	过氧化钙	△
氨水	△	过氧化氢	⊙
油	○	过氧化锂	△
氯化铯	△	过氧化钠	⊙
氯化钡	○	溴	○■
氯化铊	○△	高锰酸钾	△
氯化汞	○	钾	⊙△
氯化镉	△	钙	△
氯化钪	○△	硝酸盐	○■
亚硝酸盐	△	氟硅酸	⊙
亚硝酸盐	△	五氯化磷	○△
氯化钡	△	五氧化二磷	○

(续上表)

五氧化二磷	△	硝酸格	○
三氯化硼	○	硝酸汞	○
三氯化磷	○△	硝酸铊	○
铍的氟化物	○	硝酸铋	○
硼的氟化物	○	汞	●
铈的氟化物	△	氢氧化钾	⊙△
氯化钙	△	氢氧化铊	△
三氧化二铬	△	氢氧化钠	⊙△
氯化汞	○	氢氧化钡	△
二氧化硒	○	氢氧化铍	○
氯化铊	○	氢氧化镧	△
三氧化二砷	●	氢氧化钙	△
三氧化二碲	○	氯化钠	△
三溴化硼	○	砷化氢	○
金属类氟化物	⊙	砷化氮	○
氯化钾	●△■	氯化锂	△
氯化氢	●	磷化氢	○
氯化钠	●△■	硒	●
硝酸盐	⊙	硒化氢	○
亚硝酸盐	⊙	硒酸钠	○
双氧水	○	碲酸铋	○
溴化汞	○	碲酸铊	○
亚溴酸	⊙△	四氧碲酸钾	○
重铬酸盐	■	四氧碲酸铊	○
硝酸盐	⊙△	碲酸盐	○
硝酸双氧水	○	铊	⊙△
硝酸铊	△	氨基钠	△
		氨基铊	●■

(续上表)

八氧化三抽	○	锂	△
发烟硝酸	⊙△	硫化钾	△
发烟硫酸	⊙△	硫化磷	●
砷酸	●	砷酸	⊙△
砷酸盐	●	砷酸铜	△
砷酸一氢盐	●	砷酸镍	△
砷酸二氢盐	●	砷酸钴	△
油的氟化物	○	砷酸钒	⊙
氢氟酸	○△	砷酸铜	△
铂的化合物	○■	砷酸铍	○
铂屑	⊙	铷	○
硫化铟	△	铷酸	△
硫化汞	○	硫化钾	⊙
氢碘酸	△	硫化铜	○
碘	⊙	硫化钙	⊙

有 机 化 合 物			
丙烯酸酯	○	烯丙醇	○△
丙烯酸	⊙■	氨基甲酸酯	⊙
丙烯腈	⊙	氨基甲苯酯	⊙
乙醛	△	异丙醇	○
乙醇	○	异佛尔酮	○
左旋肾上腺素	○	肌氨酸	○
果糖	⊙	吡唑	○
2-氨基乙醇	○	乙胺	○△
氨基甲苯	■	二乙基汞	■

(续上表)

乙苯	○	氯丁二烯	○
乙萘酚	○	氯仿	⊙△■
氯丙烷	■	乙烯酮	○
乙二肟丁基醚	○	秋水仙碱	○
乙二肟甲基醚	○	乙酸	△
2-氯乙醇	○	乙酸苄基酯	○
乙二胺-[1,2]	○	乙酸苯基酯	○
3-氯-1,2-环		乙酸汞	○
氯丙烷	⊙	乙酸铜	△
烯丙基氯	○	乙酸乙基酯	△
氯乙烯	⊙	乙酸己酯	○
二氯乙烷	○	2-甲氧基乙酸乙酯	○
氯乙烯	○	水杨酸	△
氯代联苯	■	乙酸三氯化硼	○
氯苯	○	乙酸三氯化铝	○
异狄氏剂	○	乙酸三氯化铀	○
过氧化苯	⊙	二丙酮醇	○
过氧化苯酰	△	二乙胺	○
邻啡碱	○	二甘肟乙基醚	○
甲酸	△	四氯化碳	⊙△■
甲酸铵	○	环己醇	○
二甲基苯胺	○	环己酮	○
莠宁	○	秋精碱酮	○
甲酚	⊙	2,2'-二氯乙醚	○
氯乙酸	△	二氯乙胺	⊙
1-氯-1-硝基丙烷	○	二氯丁烷	⊙
三氯硝基甲烷	⊙	二氯代联苯胺	■
		邻二氯苯	○

(续上表)

双烯酮	○	三氯丙烷	○
四溴乙烷	○	三硝基甲苯	△
4, 6-二硝基邻甲酚	●	三硝基苯	△
二溴乙烷	◎	三丁胺	△
二溴氧丙烷	◎	三丙胺	△
二甲基乙酰胺	○	三甲胺	△
二甲胺	◎	二异氰酸甲苯酯	○■
二甲苯胺	○	邻甲苯胺	◎
二甲基吡啶	●	甲苯	■
二甲基甲酰胺	○	萘	○
二甲基吡啶盐	◎■	β-萘胺	■
溴化乙烷	◎	α-萘胺	○
溴甲烷	◎	β-萘胺	◎△
草酸	△	左旋-尼古丁	●
八甲氧基鱼肝油	○	对硝基苯胺	○
马钱子碱	○	邻硝基苯胺	■
氨基磺酸	●	硝基甲苯	○
硫丹	○	硝基苯胺	■
四乙基铅	●■	对硝基砒代苯胺	
四乙基鱼肝油盐	●	砒乙酯	○
四基乙烷	◎■	硝基丙烷	○
四基乙烷	■	硝基苯	◎△
四硝基甲烷	○	三聚乙胺	△
四甲基铅	●■	一六〇五(农药)	●
三乙胺	○	对甲苯二胺	◎
三氯乙烷	■	对苯二胺	◎
三氯乙烷	■	吡啶	○△
三氯乙醚	◎△	鱼肝油四乙酯	○

(续上表)

苯乙腈	○	四氢萘	○
苯腈	○	邻苯二甲腈	△
苯二胺	△	异丙叉丙酮	○
苯胺	○△■	甲胺	◎■
芬胺类	○	甲苯胺	○
邻苯二甲腈	■	甲胺	○
丁胺	○	甲基汞	■
对-特丁基甲苯	○	甲基汞佛那	◎
特丁基胺	○	甲基汞氨基甲酸酯	◎
氮乙腈	●	甲基一六〇五	○
氮乙腈衍	○	甲脒	○
二甲马钱子碱	○	甲磺酸	○
腈	○	一氯代乙腈	◎
丙腈	○	一氯代乙腈	●
三溴甲烷	○	一氯代乙腈胺	●
正己烷	■	1,4-二氧杂环己烷	○
联苯胺	■	硝甲烷	■
苯甲胺	△	硝基二乙胺	△
苯	○△■	硝基二甲胺	○△■
对苯醌	○	硝基氯苯	○
五氢苯胺	◎△■	硝基乙腈乙胺	◎
马拉松(农药)	○	叠氮酮	◎
丙二腈	○		

※注：所谓腐蚀性物质，即会刺激皮肤和粘膜、侵蚀肌体组织的物质。

注意事项

1) 因为有毒物质能以蒸汽或微粒状态从呼吸道被吸入，或以水溶液状态从消化道进入人体，并且，当直接接触时，还可从皮肤或粘膜等部位被吸收。因此，使用有毒物质时，必须采取相应的预防措施。

2) 毒物、剧毒物要装入密封容器，贴好标签，放在专用的药品架上保管，并做好出纳登记。万一被盗窃时，必须立刻报告导师。

3) 在一般毒性物质中，也有毒性大的物质，要加以注意。

4) 使用腐蚀性物质后，要严格实行漱口、洗脸等措施。

5) 特别有害物质，通常多为积累毒性的物质，连续长时间使用时必须十分注意。

防护方法

使用有毒物质时，要准备好或戴上防毒面具及橡皮手套，有时要穿防毒衣。

事故例子

使用氰化钾后，在拿茶碗喝茶时，不知不觉的把沾到手上的氰化钾吞食了。约经过半分钟，眼睛眩晕发黑，叫做“氰酸钾”中毒症状，同时很快失去知觉。附近的同事发现后，立刻把他送到医院进行洗胃才得救。

第二章 危险装置的使用

2.1 前言

实验室中，对于具有危险的装置，如果操作错误，那么可以说全部装置均为危险装置。特别对那些可能会引起大事故的装置，使用时必须具备充分的知识，并细心地进行操作。下面按照表 2-1 的分类，分别叙述与大事故有关的危险器械的使用方法。

表 2-1 危险装置

装置类型	事故种类	装置示例
电气装置	由电而引起的触电、火灾及爆炸等事故。	如各种测定器械、配电盘等。
机械装置	由机械力而造成的伤害事故。	如车床、砂轮机等。
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。	如高压釜、各种高压气体钢瓶等。
高温、低温装置	由温度而引起的烧伤、冻伤，以及火灾、爆炸等事故。	如电炉、深度冷冻装置等。
高能装置	发生触电、烧伤、眼睛失明及放射线伤害等事故。	如激光、X 射线装置等。
玻璃器具	由玻璃造成的割伤、烧伤。	

一般应注意的事项

- 1) 使用的能量越高，其装置的危险性就越大。使用高温、高压、高压电、高速度及高负荷之类装置时，必须做好充分的防护措施，谨慎地进行操作。
- 2) 对不了解其性能的装置，使用时要认真进行仔细的准备，尽可能逐个核对装置的各个部份。并且，在使用前必须经过导师检查。
- 3) 要求熟练地进行操作的装置，应在掌握其基本操作之后，才能进行操作。随随便便地进行操作，容易引起大事故。
- 4) 装置使用后要收拾妥善。如果发现有不妥当的地方，必须马上进行修理或者把情况告知下次的使用者。

2.2 电气装置

注意事项

1) 不要接触或靠近电压高、电流大的带电或通电部位。对这些部位，要用绝缘物把它遮盖起来。并且，在其周围划定危险区域、设置栏栅等，以防进入安全距离以内。

2) 电气设备要全部安装地线。对电压高、电流大的设备，要使其接地电阻在几个欧姆以下。

3) 直接接触带电或通电部位时，要穿上绝缘胶靴及戴橡皮手套等防护用具。不过，通常除非妨碍操作，否则要切断电源，用验电工具或接地棒检查设备，证实确不带电后，才进行作业。对电容器之类装置，虽然切断了电源，有时还会存留静电荷，因而要加以注意。

4) 对使用高电压、大电流的实验，不要由一个人单独进行，至少要有 2~3 人以上进行操作。并要明确操作场合的安全信号系统。

5) 为了防止电气设备漏电，要经常清除沾在设备上的脏物或油污，设备的周围也要保持清洁。

6) 要经常整理实验室，以防即使因触电跌倒了，也能确保人身安全。

7) 发生触电事故时的应急措施参阅第四章

电气灾害

由电所引起的灾害，有火灾和爆炸。其主要起因，可举出如表 2-2 所列的各种因素。

表 2-2 引起电气灾害的主要原因

发热	1). 由于漏电而产生焦耳热。 2). 设备或电线因超过负荷而发热。 3). 电线的连接部位，因接触不良而发热。
火花	1). 闭合或拉开带负荷的电开关时，产生火花或电弧等。 2). 电线之间短路时产生火花。 3). 由于带电物的静电作用而产生火花。

发生上述情况时，如果在其周围附近放有可燃性、易燃性物质，或者有可燃性气体及粉尘等东西存在时，即会发生火灾或爆炸。

关于防止火灾、爆炸事故应注意的一下事项：

1) 定期检查设备的绝缘情况，力争及早发现漏电并予以消除。同时，认真进行设备的安全检查。

2) 在开关或发热设备的附近，不要放置易燃性或可燃性的物质。

3) 要注意防止室内充满可燃性气体或粉尘之类物质。不得已在充满上述气体或粉尘的情况下进行实验时，必须安装防爆装置或危险警报器。

4) 绝缘性能高的塑料之类物质，由于会产生静电作用，容易发生放电火花。故应考虑将其导体化或接上地线，以减少带电量。

5) 在实验之前，要预先考虑到停电、停水时的相应措施。

发生火灾时应注意的事项

1) 由于发生电气事故而引起火灾时，除非有特殊情况，否则要立即切断电源，然后才开始灭火。

2) 因特殊情况，需要在通电的情况下直接灭火时，由于用水灭火有发生触电的危险，故应用粉末灭火器或二氧化碳之类灭火器进行灭火。

3) 对于若发生灾害时不能切断电源进行灭火的场合，为了防备事故的发生，必须预先制订相应的特别对策。

2.3 机械设备

使用机械、工具的作业，常常给初学者带来意外的事故。因此，必须在熟练操作者的指导下，熟悉其准确的操作方法。千万不可一知半解就勉强进行操作。

1) 操纵机床时，要用标准的工具。损坏机械或丢失工具时，必须由当事人说明情况并负责配备。

2) 常因加工材料的种类、形状等的变化而引起意外事故，故要很好加以注意。

3) 对机械的传动部份（如旋转轴、齿轮、皮带轮、传动带等），要安装保护罩，以防直接用手去摸。对大型机械，要注意，即使切断了电源开关，还需经过一定时间，才能停止转动。

4) 当起动机器时，要严格实行检查、发信号、起动三个步骤。而停机时，也要实行发信号、停止、检查三个步骤。

5) 即便是停着的机械，也可能有其它不明情况的人合上电源开关。因此，对其进行检查、维修、给油或清扫等作业时，要把起动装置锁上或挂上标志牌。同时，还要熟悉并正确使用安全装置的操作方法。

6) 停电时，一定要切断电源开关和拉开离合器等装置，以防再送电时发生事故。

7) 指示机械的构造或运转等情况，要用木棒之类东西指明，决不可使用手指。

8) 焊接（电焊或气焊）时，要由熟练人员进行操作。

9) 工作服必须做得合适，使其既不会被机械卡着，又能轻便灵活的进行操作。
工作服：把袖口、底襟收小较好。

靴：着安全靴较好。决不可穿木板鞋、拖鞋或皮鞋。

手套：一般不戴。

其它：最好戴帽子、防护面罩及防护眼镜。

2.4. 高压装置

高压装置是由下表所列的各种单元器械组合而成的聚合体。

表 2-3 构成高压装置的器械种类

高压发生器	气体压缩机、高压气体容器等。
高压反应器	高压釜、各种合成反应管及催化剂填充管等。
高压液体输送器	循环泵、管道及流量计等。
高压器械类	压力计、各种高压阀门等。
安全器械类	安全阀、逆火防止阀、逆止阀等。

高压装置一旦发生破裂，碎片即以高速度飞出，同时急剧地冲出气体而形成冲击波，使人身、实验装置及设备受到重大损伤。同时往往还会使所用的煤气或放置在其周围的药品，引起火灾或爆炸等严重的二次灾害。因此，使用高压装置时，必须遵守《高压气体管理法》的有关规定。

1) 充分明确实验的目的，熟悉实验操作的条件。要选用适合于实验目的及操作条件要求的装置、器械种类及设备材料。

2) 购买或加工制作上述器械、设备时，要选择质量合格的产品，并要标明使用的压力、温度及使用化学药品的性状等各种条件。

3) 一定要安装安全器械，设置安全设施。估计实验特别危险时，要采用遥测、遥控仪器进行操作。同时，要经常的定期检查安全器械。

4) 要预先采取措施，即使由于停电等原因而使器械失去功能，亦不致发生事故。

5) 高压装置使用的压力，要在其实验压力的 2/3 以内的压力下使用（但试压时，则在其使用压力的 1.5 倍的压力下进行耐压试验）。

6) 用厚的防护墙把实验室的三面围起来，而另一面则用通风的薄墙围起。屋梁也要用轻质材料制作。

7) 要确认高压装置在超过其常用压力下使用也不漏气，而且，倘若漏气了，也要防止其滞留不散，要注意室内经常换气。

8) 实验室内的电气设备，要根据使用气体的不同性质，选用防爆型之类的合适设备。

9) 实验室内仪器、装置的布局，要预先充分考虑到倘若发生事故，也要使其所造成的损害限制在最小范围内。

10) 在实验室的门外及其周围，要挂出标志，以便局外人也清楚地知道实验内容及使用的气体等情况。

11) 由于高压实验危险性大，所以必须在熟悉各种装置、器械的构造及其使用方法的基础上，然后才谨慎地进行操作。如果有不明白的地方，可参阅有关专著或向专家请教。

2.4.1 高压釜

在实验室进行高压实验时，最广泛使用的是高压釜。高压釜除高压容器主体外，往往还与压力计、高压阀、安全阀、电热器及搅拌器等附属器械构成一个整体。

1) 高压釜要在指定的地点使用，并按照使用说明进行操作。

2) 查明刻于主体容器上的试验压力、使用压力及最高使用温度等条件，要在其容许的条件范围内进行使用。

3) 压力计所使用的压力，最好在其标明压力的 1/2 以内使用。并经常把压力计与标准压力计进行比较，加以校正。

4) 氧气用的压力计，要避免与其它气体用的压力计混用。

5) 安全阀及其它的安全装置，要使用经过定期检查符合规定要求的器械。

6) 操作时必须注意，温度计要准确的插到反应溶液中。

7) 放入高压釜的原料，不可超过其有效容积的 1/3 以上。

8) 高压釜内部及衬垫部位要保持清洁。

9) 盖上盘式法兰盖时，要将位于对角线上的螺栓，一对对的依次同样拧紧。

10) 测量仪表破裂时，多数情况在其玻璃面的前后两侧碎裂。因此，操作时不要站在这些有危险的地方。预计将会出现危险时，要把玻璃卸下，换上新的。

事故例子

①在高压釜里，每次投入少量原料使其进行反应，自认为效率太低，于是放入占容器有效容积 8 成左右的原料，结果发生爆炸。螺栓扭曲，盖子炸歪，致使喷出其中的物料而引起着火，加热器也被炸飞。

②在高压釜中，通入大量氧气进行氧化反应时，发生剧烈爆炸，致使螺栓折断，盖子被炸飞。

2.4.2 高压气体容器

高压气体包括（根据《高压气体管理法》的规定）：

气态物质：在常温下，压力在 10 公斤/厘米²以上的压缩气体；以及在 35℃ 的温度时，压力在 10 公斤/厘米²以上的压缩气体。

液态物质：在常温下，压力在 2 公斤/厘米²以上的液化气体；以及温度在 25℃ 以下，压力在 2 公斤/厘米²的液化气体。

表 2-4 处理高气体钢瓶一般应注意的事项

检查确认的事项	<p>容器证明书，再次检验的时间以及容器上的标记等。</p>
搬运	<p>检查钢瓶的阀门，一定要戴上保护帽。搬运时，使用专运钢瓶的手推车。为防止钢瓶在搬运中跌落，要把它加以固定。装卸钢瓶要轻快稳重，不要只由一个人装卸。</p>
贮存	<p>按气体的不同种类分别加以存放。不能把氧气与氢气或可燃性气体放在一个地方。要把氧气钢瓶垫起固定。液化气及乙炔气的钢瓶，必须垫起存放。在氧气瓶及可燃性气体钢瓶的附近，不要放置易燃或易感性的化学药品。贮瓶室内要严禁烟火。并且，要注意室内经常换气，以防钢瓶漏出气体，也不致滞留不散。钢瓶常保存于 40℃ 以下，-15℃ 以上的地点。不要把它置于阳光直射、风吹雨淋的潮湿地方，或者放在腐蚀性药品的附近。同时，也不要把它置于电线或地线的附近。要选择没有重物铁屑的地点放置。</p>
使用	<p>使用时，要把钢瓶牢牢固定，以免活动或翻倒。开关气阀时要慢慢地操作，切不可过急地或强行用力把它拧开。安全阀禁止用手摸。调节器及导管要使用各种高压气体专用的器材，连接导管一定要用新接头管件。要检查连接部位是否漏气，可用肥皂液进行检查，调整至确实不漏气后才进行实验。气阀漏气时，要把钢瓶移到室外，以防在室内引起中毒或爆炸。绝对禁止将这一钢瓶的气体，置换另一钢瓶的气体。需要加热钢瓶中的气体时，可用 40℃ 以下的水喷淋，或用热的湿布等东西包裹，使之升温，决不可用明火直接加热。暂时停止使用气体时，只关闭调节器并不保险，必须关闭气阀，并卸下实验装置与调节器的连接管。钢瓶用后要完全关闭气阀并旋上瓶帽。</p>
其它	<p>用完气体并归还容器或重新填充气体时，必须关上气阀，并应离存有若干气体的钢瓶交给主管人员。若把气体全部用完，则在再次填充时，有混入空气的危险。对长时间放置未经检查的钢瓶，以及虽经检查但不合格的钢瓶，不要随便丢弃，应交给有关处理高压气体的工厂进行处理。</p>

表 2-5 处理各种高压气体应注意的事项

<p>氧气</p>	<p>氧气只要接触油脂类物质,就会氧化发热,甚至有燃烧、爆炸的危险。因此,必须十分注意,不要把氧气装入盛过油类物质之类的容器里,亦把它置于这类容器的附近。调节器之类器械,要用氧气专用的装置。压力计则要用标明《禁油》的氧气专用的压力计。连接部位,不可使用可燃性的衬垫。不要以为氧气与空气是同一种东西。在器械、器具及管道中,常常积有油份。因此,若不把它清除掉,接触氧气时是很危险的。此外,将氧气排放到大气中时,要查明在其附近不会引起火灾等危险后,才可排放。保存时,要与氢气等可燃性气体的钢瓶隔开。</p>
<p>氢气</p>	<p>使用氢气时,若从钢瓶急剧地放出氢气,即便没有火源存在,有时也会着火。氢气与空气混合物的爆炸范围很宽,当含氢气 4.0 ~ 75.6 (体积)%时,遇火即会爆炸。氢气要在通风良好的地方使用,或者可考虑用导管尽量把室内气体排到大气中。试验时,可用肥皂水之类东西进行检查。不可使氢气靠近火源,操作地点要严禁烟火。使用氢气的设备,用后要用氮气等不活泼气体进行置换,然后才可接管。注意不可与氧气瓶一起存放。</p>
<p>氯气</p>	<p>氯气即使微量甚微,也会刺激眼、鼻、咽喉等器官。因而,使用氯气要在通风良好的地点或通风橱内进行。调节器等要用专用的器械。如果氯气中混入水份,就会使设备产生严重腐蚀性。因此,每次使用都要除去水份。即使这样,仍会有腐蚀现象。故氯气六个月以上的氯气钢瓶,不宜再继续存放。</p>
<p>氟气</p>	<p>氟气也会刺激眼、鼻、咽喉。使用时要注意防止冻结。如能被水充分吸收,故可在允许洒水的地方使用及贮藏。</p>
<p>乙炔</p>	<p>乙炔非常易燃,且燃烧温度很高,有时还会发生分解爆炸。要把贮存乙炔的容器置于通风良好的地方,在使用、贮存过程中,一定要竖放。要严禁烟火,注意漏气。在调节器出口,其使用压力不得超过 1 公斤/厘米²;因而适当打开气门阀即可(一般旋开气门不超过一圈半)。调节器等要用专用的器械。乙炔与空气混合时的爆炸范围是,含乙炔 2.5 ~ 80.5 (体积)%。</p>
<p>可燃性气体</p>	<p>使用场所要严禁烟火,并设置灭火装置。在通风良好的室内使用,要预先充分考虑和发生火灾或爆炸事故时的措施。使用时必须查明确实没有漏气。为了防止因火花等而引起着火爆炸,操作地点要使用防爆型的电气设备,并设法除去其静电荷。在使用可燃性气体之前及用后,都要用不活泼气体置换装置内的气体。可燃性气体与空气混合的爆炸范围很宽,要加以充分注意。同时,考虑到气体对空气的比重关系,要注意室内换气。</p>

毒气	使用毒气，要具备足够的知识。要准备好防毒面具，对于防毒设备或装置之类措施，也要考虑周全。要在通风良好的地方使用，并经常检测有无毒气浓度滞留。把毒气排入大气中时，要使它转化成完全无毒物质，然后才可排放。毒气会腐蚀铝瓶，使其容易生锈。降低机械强度，故必须十分注意加挂钢瓶的保存。毒气钢瓶长期贮存会发生破裂，此时要把它交给管理人员处理。
不活泼气体	不活泼气体有时也填充成高压的，因而要遵守使用高压气体一般应注意的事项，谨慎地进行处理。用量大时，要注意室内通风，避免在密闭的室内使用。

2.5. 高温、低温装置

在化学实验中，使用高温或低温装置的机会很多，并且还常常与高压、低压等严酷的操作条件组合。在这样的条件下进行实验，如果操作错误，除发生烧伤、冻伤等事故外，还会引起火灾或爆炸之类危险。因此，操作时必须十分谨慎。

2.5.1 高温装置

1、一般应注意的事项

- 1) 注意防护高温对人体的辐射。
- 2) 熟悉高温装置的使用方法，并细心地进行操作。
- 3) 使用高温装置的实验，要求在防火建筑内或配备有防火设施的室内进行，并保持室内通风良好。
- 4) 按照实验性质，配备最合适的灭火设备——如粉末、泡沫或二氧化碳灭火器等。
- 5) 不得已非将高温炉之类高温装置，置于耐热性差的实验台上进行实验时，装置与台面之间要保留一厘米以上的间隙，以防台面着火。
- 6) 按照操作温度的不同，选用合适的容器材料和耐火材料。但是，选定时亦要考虑到所要求的操作气氛及接触的物质之性质。
- 7) 高温实验禁止接触水。如果在高温物体中一混入水，水即急剧汽化，发生所谓水蒸汽爆炸。高温物质落入水中时，也同样产生大量爆炸性的水蒸汽而四处飞溅。

2、人体的防护

- 1) 使用高温装置时，常要预计到衣服有被烧着的可能。因而，要选用能简便脱除的服装。

2) 要使用干燥的手套。如果手套潮湿，导热性即增大。同时，手套中的水分汽化变成水蒸汽而有烫伤手的危险。故最好用难于吸水的材料做手套。

3) 需要长时间注视赤热物质或高温火焰时，要戴防护眼镜。所用眼镜，使用视野清晰的绿色眼镜比用深色的好。

4) 对发出很强紫外线的等离子流焰及乙炔焰的热源，除使用防护面具保护眼睛外，还要注意保护皮肤。

5) 处理熔融金属或熔融盐等高温流体时，还要穿上皮靴之类防护鞋。

3、使用电炉应注意的事项

1) 对电线、配电盘及开关等电气装置，要充分考虑其安全措施。要遵守上述使用电气装置的注意事项。

2) 有些耐火材料，在高温情况下其导电性往往增强。遇到此种情况时，注意不要拿金属棒之类东西去接触电炉材料，以免触电。

4、使用燃烧炉应注意的事项

1) 燃烧炉点火时，要先使其喷出燃料，才进行点火，接着送入空气或氧气。如果违反点火顺序，往往会发生爆炸。

2) 从高压钢瓶供给氧气时，如上所述，注意管道系统不要残留有油类等可燃性物质。

3) 注意采用合理的炉子结构，以防产生局部过热现象。

2.5.2 低温装置

由于低温液化气体能得到极低的温度及超高真空度，所以在实验室里也经常使用。

1) 使用液化气体及处理使用液化气体的装置时，操作必须熟练，一般要由二人以上进行实验。初次使用时，必须在有经验人员的指导下一起进行操作。

2) 一定要穿防护衣，戴防护面具或防护眼镜，并戴皮手套等防护用具，以免液化气体直接接触皮肤、眼睛或手脚等部位。

3) 使用液化气体的实验室，要保持通风良好。实验的附属用品要固定起来。

4) 液化气体的容器要放在没有阳光照射、通风良好的地点。

5) 处理液化气体容器时，要轻快稳重。

6) 液化气体不能放入密闭容器中。装液化气体的容器必须开设排气口，用玻璃棉等作塞子，以防着火和爆炸。

7) 装冷冻剂的容器，特别是真空玻璃瓶，新的时候容易破裂。故要注意，不要把脸靠近容器的正上方。

8) 如果液化气体沾到皮肤上, 要立刻用水洗去, 而沾到衣服时, 要马上脱去衣服。

9) 严重冻伤时, 要请专业医生治疗, 并参照第四章有关部分进行处理。

10) 如果实验人员被窒息了, 要立刻把他移到空气新鲜的地方进行人工呼吸, 并速找医生抢救。

11) 由于发生事故而引起液化气体大量气化时, 要采取与相应的高压气体场合的相同措施进行处理。

2.6 玻璃器具

1) 玻璃器具在使用前要仔细检查, 避免使用有裂痕的仪器。特别用于减压、加压或加热操作的场合, 更要认真进行检查。

2) 烧杯、烧瓶及试管之类仪器, 因其壁薄, 机械强度很低, 用于加热时, 必须小心操作。

3) 吸滤瓶及洗瓶之类厚壁容器, 往往因急剧加热而破裂。

4) 把玻璃管或温度计插入橡皮塞或软木塞时, 常常会折断而使人受伤。为此, 操作时可在玻璃管上沾些水或涂上碱液、甘油等作润滑剂。然后, 左手拿着塞子, 右手拿着玻璃管, 边旋转边慢慢地把玻璃管插入塞子中。此时, 右手拇指与左手拇指之间的距离不要超过 5 厘米。并且, 最好用毛巾保护着手较为安全。橡皮塞等钻孔时, 打出的孔要比管径略小, 然后用圆锉把孔锉一下, 适当扩大孔径即行。

5) 加热玻璃时可能发生的大事故, 是加热内有可燃性气体的容器而引起爆炸事故。为此, 操作前, 必须将容器中的可燃性气体清除干净。同时, 经过加热的玻璃, 乍一看难以觉察, 而一接触即往往被烧伤。

6) 打开封闭管或紧密塞着的容器时, 因其有内压, 往往发生喷液或爆炸事故。

第三章 实验室废弃物的处理

3.1 前言

从实验室排出的废弃物，主要为列于表 3-1 中的物质。排放这些废弃物时，受到政府颁布的各项法令的限制。特别是化学物质，由于考虑到它会以某种形式危及人们的健康，所以从防止污染环境的立场出发，即使数量甚微，也要避免把它排放到自然水域或大气中去，必须加以适当的处理。

通常从实验室排出的废液，虽然与工业废液相比在数量上是很少的，但是，由于其种类多，加上组成经常变化，因而最好不要把它集中处理，而由各个实验室根据废弃物的性质，分别加以处理。为此，废液的回收及处理自然就需依赖实验室中每一个工作人员。所以，实验人员应予以足够的重视。同时，实验人员还必须加深对防止公害的认识，自觉采取措施，防止污染，以免危害自身或者危及他人。

3.2 收集、贮存一般应注意的事项

1) 废液的浓度超过表 3-1 所列的浓度时，必须进行处理。但处理设施比较齐全时，往往把废液的处理浓度限制放宽。

2) 最好先将废液分别处理，如果是贮存后一并处理时，其处理方法将有所不同，但原则上仍如表 3-1 所列的方法，将可以统一处理的各种化合物收集后进行处理。

3) 处理含有络离子、螯合物之类的废液时，如果有干扰成份存在，要把含有这些成份的废液另外收集。

4) 下面所列的废液不能互相混合：

①过氧化物与有机物；②氰化物、硫化物、次氯酸盐与酸；③盐酸、氢氟酸等挥发性酸与不挥发性酸；④浓硫酸、磺酸、羧基酸、聚磷酸等酸类与其它的酸；⑤铵盐、挥发性胺与碱。

5) 要选择没有破损及不会被废液腐蚀的容器进行收集。将所收集的废液的成份及含量，贴上明显的标签，并置于安全的地点保存。特别是毒性大的废液，尤要十分注意。

6) 对硫醇、胺等会发出臭味的废液和会发生氰、磷化氢等有毒气体的废液，以及易燃性大的二硫化碳、乙醚之类废液，要把它加以适当的处理，防止泄漏，并应尽快进行处理。

7) 含有过氧化物、硝化甘油之类爆炸性物质的废液，要谨慎地操作，并应尽快处理。

8) 含有放射性物质的废弃物,用另外的方法收集,并必须严格按照有关的规定,严防泄漏,谨慎地进行处理。

表 3-1 必须加以处理的废液的最低浓度、收集分类及处理方法

分类	对象物质	浓度 (Ppm)	收集分类	处理方法
无 机 类	Hg (包括有机 Hg)	0.005	I	硫化物共沉淀法、吸附法。
	Cd	0.1	II	氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法、吸附法。
	Cr (VI)	0.5	III	还原、中和法,吸附法。
	As	0.5	IV	氢氧化物共沉淀法。
	CN	1	V(难于分解的 另行分类)	氯碱法、电解氧化法、臭氧氧化法、普鲁士兰法。
	Pb	1	VI	氢氧化物共沉淀法、硫化物沉淀法、碳酸盐沉淀法、吸附法。
污 染 物 质 类 废 液	重金属类		VII	氢氧化物共沉淀法、硫化物共沉淀法、碳酸盐法、吸附法。
	Ni	1		
	Co	1		
	Ag	1		
	Sn	1		
	Cr (III)	2		
	Cu	3		
	Zn	5		
	Fe	10		
	Mn	10		
其它 (Se、W、 V、Mo、Bi、 Sb 等)	1			
B	2	VIII	吸附法。	
F	15	IX	吸附法、沉淀法。	
氧化剂、还原剂	1%	X	氧化、还原法。	

(续上表)

		酸、碱类物质	若不含其它有害物质时,中和稀释后即可排放。	XI	中和法。
		有关照相的废液	只排放洗净液	XII	氧化分解法。
有机类废液	有害物质	多氯联苯	0.003	X III	碱分解法、焚烧法。
		有机磷化合物(农药)	1	X IV	
	污染物	酚类物质	5	X V	} 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。
		石油类物质	5	X VI	
		油脂类物质	30	X VII	
		一般有机溶剂	100	X VIII	
		(由C、H、O元素组成的物质)			
		除上项以外的有机溶剂(含S、N、卤素等成份的物质)	100	X IX	
含有重金属的溶剂	100	X X			
其它难于分解的有机物质	100	X XI			

[注] ①上表所列的浓度为金属或所标明的化合物的浓度。

②虽然是有机类废液,但也含有列于无机类废液物质,如果无机物质的浓度超过列于无机类该项浓度时,该废液应另行收集。

③有机类废液的浓度系指含水废液的浓度。

3.3 处理时一般应注意的事项

1) 随着废液的组成不同,在处理过程中,往往伴随着有毒气体以及发热、爆炸等危险。因此,处理前必须充分了解废液的性质,然后分别加入少量所需添加的药品。同时,必须边观察边进行操作。

2) 含有络离子、螯合物之类物质的废液,只加入一种消除药品有时不能把它处理完全。因此,要采取适当的措施,注意防止一部份还未处理的有害物质直接排放出去。

3) 对于为了分解氰基而加入次氯酸钠,以致产生游离氯,以及由于用硫化物沉淀法处理废液而生成水溶性的硫化物等情况,其处理后的废水往往有害。因此,必须把它们加以再处理。

4) 沾附有有害物质的滤纸、包药纸、棉纸、废活性炭及塑料容器等东西,不要丢入垃圾箱内。要分类收集,加以焚烧或其它适当的处理,然后保管好残渣。

5) 处理废液时,为了节约处理所用的药品,积极考虑废液的利用,可将废铬酸混合液用于分解有机物,以及将废酸、废碱互相中和。

6) 尽量利用无害或易于处理的代用品,代替铬酸混合液之类会排出有害废液的药品。

7) 对甲醇、乙醇、丙酮及苯之类用量较大的溶剂,原则上要把它回收利用,而将其残渣加以处理。

3.4 无机类实验废液的处理方法

3.4.1 含六价铬的废液

1) 要戴防护眼镜、橡皮手套,在通风橱内进行操作。

2) 把 Cr(VI) 还原成 Cr(III) 后,也可以将其与其它的重金属废液一起处理。

3) 铬酸混合液系强酸性物质,故要把它稀释到约 1% 的浓度之后才进行还原。

处理方法有还原、中和法(亚硫酸氢钠法),强碱性阴离子交换树脂吸附法等,用作还原 Cr(VI) 的还原剂,有表 3-2 所列的物质。而作为中和剂,也可以用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。不过,其泥浆沉淀物较多。

表 3-2 可用作还原铬化合物的还原剂

还原剂	还原 1 克 CrO_3 理论上需要的药品量(克)	
	还原剂	H_2SO_4
Fe	0.56	2.94
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.43	2.94
Na_2SO_3	1.89	1.47
NaHSO_3	1.56	0.74
SO_2	0.96	—

3.4.2 含氰化物的废液

1) 因有放出毒性气体的危险,故处理时要慎重,在通风橱内进行。

2) 废液要制成碱性,不要在酸性情况下直接放置。

3) 对难于分解的氰化物（如 Zn、Cu、Cd、Ni、Co、Fe 等的氰的络合物）以及有机氰化物的废液，必须另行收集处理。

4) 对其含有重金属的废液，在分解氰基后，必须进行相应的重金属的处理。

5) 对有机氰化物，分别施行上述无机类废液的处理后，作为有机类废液处理。对难溶于水的有机氰化物，用氢氧化钾酒精溶液使之转变成氰酸盐，然后才进行处理。

处理方法有氯碱法、电解氧化法、普鲁士蓝法、臭氧氧化法等等。可用作氰化物氧化剂的如表 3-3 所列。

表 3-3 能作氧化氰化物的氧化剂

氧化剂	理论上分解 1 克 CN 需要的药品重量 (克)	
	氧化剂 K_2OCl (反应 1)	氧化剂 CO_2, H_2 (反应 2)
Cl_2	2.73	6.83
HOCl	2.00	5.00
H_2OCl	2.65	7.15
$\text{Ca}(\text{OCl})_2$	2.75	6.90

[注]: 如果有 Cu^+ 、 Ni^+ 等离子存在，必须加入过量的氧化剂。

3.4.3 含镉及铅的废液

1) 含重金属两种以上时，由于其处理的最适宜 pH 值各不相同，因而，对处理后的废液必须加以注意。

2) 含大量有机物或氰化物的废液，以及含有络离子的时候，必须预先把它分解除去（参照含有重金属的有机类废液的处理方法）。

处理方法有氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法、碳酸盐沉淀法、吸附法

3.4.4 含砷废液

1) As_2O_3 是剧毒物质，其致命剂量为 0.1 克。因此，处理时必须十分谨慎。

2) 含有机砷化合物时，先将其氧化分解，然后才进行处理（参照含重金属有机类废液的处理方法）。

处理方法有氢氧化物共沉淀法、硫化物沉淀法（用盐酸酸化，然后用 H_2S 或 NaHS 等试剂使之沉淀）、吸附法（用活性炭、活性矾土作吸附剂）。

3.4.5 含汞废液

1) 废液毒性大，经微生物等的作用后，会变成毒性更大的有机汞。因此，处理时必须做到充分安全。

2) 含烷基汞之类的有机汞废液，要先把它分解转变为无机汞，然后才进行处理（参照有机汞的处理方法）。

3) 不能含有金属汞。

处理方法有硫化物共沉淀法、活性炭吸附法、离子交换树脂法

3.4.6 含有机汞的废液

含烷基汞之类废液，毒性特别大，处理时必须十分注意。

处理方法有氧化分解法（用 NaOCl 和 NaOH 或 KMnO₄ 和 H₂SO₄ 进行氧化），活性炭吸附法等。

3.4.7 含重金属的废液

1) 对含有机物、络离子及螯合物量大的废液，要先把它们分解除去（参照含重金属的有机类废液的处理方法）。

2) 含 Cr(III)、CN 等物质时，也要预先进行上述处理。

3) 废液中含有两种以上的重金属时，因其处理的最适宜的 pH 值各不相同，必须加以注意。

处理方法有氢氧化物共沉淀法、硫化物共沉淀法、碳酸盐法、离子交换树脂法及吸附法（用活性炭）等。

3.4.8 含重金属的有机类废液

处理方法是先将妨碍处理重金属的有机物质，用氧化、吸附等适当的处理方法把它除去。然后才把它作无机类废液处理。有焚烧法、氧化分解法、活性炭吸附法。

3.4.9 含钡废液

在废液中加入 Na₂SO₄ 溶液，过滤生成的沉淀后，即可排放。

3.4.10 含硼废液

把废液浓缩，或者用阴离子交换树脂吸附。对含有重金属的废液，按含重金属废液的处理方法进行处理。

3.4.11 含氟废液

于废液中加入消化石灰乳，至废液充分呈碱性为止，并加以充分搅拌，放置一夜后进行过滤。滤液作含碱废液处理。此法不能把氟含量降到 8ppm 以下。要进一步降低氟的浓度时，需用阴离子交换树脂进行处理。

3.4.12 含氧化剂、还原剂的废液

1) 原则上将含氧化剂、还原剂的废液分别收集。但当把它们混合没有危险性时，也可以把它们收集在一起。

- 2) 含铬酸盐时可作为含 Cr (VI) 的废液处理。
- 3) 含重金属物质时, 可作为含重金属的废液处理。
- 4) 不含有害物质而其浓度在 1% 以下的废液, 把它中和 pH 为 7 后才可排放。

3.4.13 含酸、碱、盐类物质的废液

- 1) 原则上将酸、碱、盐类废液分别收集。但如果没有妨碍, 可将其互相中和, 或用其处理其它的废液。
- 2) 对含重金属及含氟的废液, 要另外收集处理。
- 3) 对黄磷、磷化氢、卤氧化磷、卤化磷、硫化磷等的废液, 在碱性情况下, 用 H₂O₂ 将其氧化后, 作为磷酸盐废液处理。对缩聚磷酸盐的废液, 用硫酸酸化, 然后将其煮沸 2~3 小时进行水解处理。
- 4) 对其稀溶液, 用大量水把它稀释到 1% 以下的浓度后, 即可排放。

3.4.14 含无机卤化物的废液

- 1) 将含 AlBr₃、AlCl₃、ClSO₃H、SnCl₄ 及 TiCl₄ 等无机类卤化物的废液, 放入大号蒸发皿中, 撒上高岭土——碳酸钠 (1:1) 的干燥混合物。
- 2) 把它充分混合后, 喷洒 1:1 的氨水, 至没有 NH₄Cl 白烟放出为止。
- 3) 把它中和后放置, 过滤沉淀物。检查滤液有无重金属离子。若无, 则用大量水稀释后, 即可排放。

3.5 有机类实验废液的处理方法

- 1) 尽量回收溶剂, 在对实验没有妨碍的情况下, 把它反复使用。
- 2) 为了方便处理, 其收集分类往往分为: a) 可燃性物质; b) 难燃性物质; c) 含水废液; d) 固体物质等。
- 3) 可溶于水的物质, 容易成为水溶液流失。因此, 回收时要加以注意。但是, 对甲醇、乙醇及醋酸之类溶剂, 能被细菌作用而易于分解。故对这类溶剂的稀溶液, 经用大量水稀释后, 即可排放。
- 4) 含重金属等的废液, 将其有机质分解后, 作无机类废液进行处理。
处理方法有焚烧法、溶剂萃取法、吸附法、氧化分解法、水解法、生物化学处理法等。

3.5.1 含一般有机溶剂的废液

一般有机溶剂是指醇类、酯类、有机酸、酮及醚等由 C、H、O 元素构成的物质。对此类物质的废液中的可燃性物质, 用焚烧法处理。对难于燃烧的物质及可燃性物质的低浓度废液, 则用溶剂萃取法、吸附法及氧化分解法处理。再者, 废液中

含有重金属时，要保管好焚烧残渣。但是，对其易被生物分解的物质（即通过微生物的作用而容易分解的物质），其稀溶液经用水稀释后，即可排放。

3.5.2 含石油、动植物性油脂的废液

此类废液包括苯、己烷、二甲苯、甲苯、煤油、轻油、重油、润滑油、切削油、机器油、动植物性油脂及液体和固体脂肪酸等物质的废液。

对其可燃性物质，用焚烧法处理。对其难于燃烧的物质及低浓度的废液，则用溶剂萃取法或吸附法处理。对含机油之类的废液，含有重金属时，要保管好焚烧残渣。

3.5.3 含 N、S 及卤素类的有机废液

此类废液包含的物质有吡啶、喹啉、甲基吡啶、氨基酸、酰胺、二甲基甲酰胺、二硫化碳、硫醇、烷基硫、硫脲、硫酰胺、噻吩、二甲亚砷、氯仿、四氯化碳、氯乙烯类、氯苯类、酰卤化物和含 N、S、卤素的染料、农药、颜料及其中间体等等。

对其可燃性物质，用焚烧法处理。但必须采取措施除去由燃烧而产生的有害气体（如 SO_2 、 HCl 、 NO_2 等）。对多氯联苯之类物质，因难以燃烧而有一部分直接被排出，要加以注意。

对难于燃烧的物质及低浓度的废液，用溶剂萃取法、吸附法及水解法进行处理。但对氨基酸等易被微生物分解的物质，经用水稀释后，即可排放。

3.5.4 含酚类物质的废液

此类废液包含的物质：苯酚、甲酚、萘酚等。对其浓度大的可燃性物质，可用焚烧法处理。而浓度低的废液，则用吸附法、溶剂萃取法或氧化分解法处理。

3.5.5 含有酸、碱、氧化剂、还原剂及无机盐类的有机类废液

此类废液包括含有硫酸、盐酸、硝酸等酸类和氢氧化钠、碳酸钠、氨等碱类，以及过氧化氢、过氧化物等氧化剂与硫化物、联氨等还原剂的有机类废液。

首先，按无机类废液的处理方法，把它分别加以中和。然后，若有机类物质浓度大时，用焚烧法处理（保管好残渣）。能分离出有机层和水层时，将有机层焚烧，对水层或其浓度低的废液，则用吸附法、溶剂萃取法或氧化分解法进行处理。但是，对其易被微生物分解的物质，用水稀释后，即可排放。

3.5.6 含有机磷的废液

此类废液包括含磷酸、亚磷酸、硫代磷酸及膦酸酯类，磷化氢类以及磷系农药等物质的废液。

对其浓度高的废液进行焚烧处理（因含难于燃烧的物质多，故可与可燃性物质混合进行焚烧）。对浓度低的废液，经水解或溶剂萃取后，用吸附法进行处理。

3.5.7 含有天然及合成高分子化合物的废液

此类废液包括含有聚乙烯、聚乙烯醇、聚苯乙烯、聚二醇等合成高分子化合物，以及蛋白质、木质素、纤维素、淀粉、橡胶等天然高分子化合物的废液。

对其含有可燃性物质的废液，用焚烧法处理。而对难以焚烧的物质及含水的低浓度废液，经浓缩后，将其焚烧。但对蛋白质、淀粉等易被微生物分解的物质，其稀溶液可不经处理即可排放。

第四章 实验室安全防范和事故应急处理

本章主要叙述在实验过程中的安全防范总体原则及发生人身事故的应急处理方法，也简单涉及专门的医疗处理。

4.1 着火防范

着火是化学实验室，特别是有机实验室里最容易发生的事故。多数着火事故是由于加热或处理低沸点有机溶剂时操作不当引起的。

表 1 常见有机液体的易燃性

名 称	沸 点 (°C)	闪 点(°C)	自燃点 (°C)
石 油 醚	40-60	-45	240
乙 醚	34.5	-40	180
丙 酮	56	-17	538
甲 醇	65	10	430
乙醇(95%)	78	12	400
二硫化碳	46	-30	100
苯	80	-11	—
甲 苯	111	4.5	550
乙 酸	118	43	425

二硫化碳，乙醚、石油醚、苯和丙酮等的闪点都比较低，即使存放在普通电冰箱内(冰室最低温—18°C，无电火花消除器)，也能形成可以着火的气氛，故这类液体不得贮于普通冰箱内。另外，低闪点液体的蒸气只需接触红热物体的表面便会着火。其中，二硫化碳尤其危险，即使与暖气散热器或热灯泡接触，其蒸气也会着火，应该特别小心。

一、火灾的预防

有效的防范才是对待事故最积极的态度。为预防火灾，应切实遵守以下各点：

① 严禁在开口容器或密闭体系中用明火加热有机溶剂，当用明火加热易燃有机溶剂时，必须要有蒸气冷凝装置或合适的尾气排放装置。

② 废溶剂严禁倒入污物缸，量少时可用水冲入下水道，量大时应倒入回收瓶内再集中处理。燃着的或阴燃的火柴梗不得乱丢，应放在表面皿中，实验结束后一并投入废物缸。

③ 金属钠严禁与水接触，废钠通常用乙醇销毁。

④ 不得在烘箱内存放、干燥、烘焙有机物。

⑤ 使用氧气钢瓶时，不得让氧气大量溢入室内。在含氧量约 25%的大气中，物质燃烧所需的温度要比在空气中低得多，且燃烧剧烈，不易扑灭。

二、消防灭火

万一不慎失火，切莫惊慌失措，应冷静，沉着处理。只要掌握必要的消防知识，一般可以迅速灭火。

1、常用消防器材

化学实验室一般不用水灭火！这是因为水能和一些药品(如钠)发生剧烈反应，用水灭火时会引起更大的火灾甚至爆炸，并且大多数有机溶剂不溶于水且比水轻，用水灭火时有机溶剂会浮在水上面，反而扩大火场。下面介绍化学实验室必备的几种灭火器材。

(a) 沙箱 将干燥沙子贮于容器中备用，灭火时，将沙子撒在着火处。干沙对扑灭金属起火特别安全有效。平时经常保持沙箱干燥，切勿将火柴梗、玻管、纸屑等杂物随手丢入其中。

(b) 灭火毯 通常用大块石棉布作为灭火毯，灭火时包盖住火焰即成。近年来已确证石棉有致癌性，故应改用玻璃纤维布。沙子和灭火毯经常用来扑灭局部小火，必须妥善安放在固定位置，不得随意挪作他用，使用后必须归还原处。

(c) 二氧化碳灭火器 是化学实验室最常使用、也是最安全的一种灭火器。其钢瓶内贮有 CO_2 气体。使用时，一手提灭火器，一手握在喷 CO_2 的喇叭筒的把手上，打开开关，即有 CO_2 喷出。应注意，喇叭筒上的温度会随着喷出的 CO_2 气压的骤降而骤降，故手不能握在喇叭筒上，否则手会严重冻伤。 CO_2 无毒害，使用后干净无污染。特别适用于油脂和电器起火，但不能用于扑灭金属着火。

(d) 泡沫灭火器 由 NaHCO_3 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液作用产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 泡沫，灭火时泡沫把燃烧物质包住，与空气隔绝而灭火。因泡沫能导电，不能用于扑灭电器着火。且灭火后的污染严重，使火场清理工作麻烦，故一般非大火时不用它。

2、灭火方法

一旦失火，首先采取措施防止火势蔓延，应立即熄灭附近所有火源(如煤气灯)，切断电源，移开易燃易爆物品。并视火势大小，采取不同的扑灭方法。

(a) 对在容器中(如烧杯、烧瓶，热水漏斗等)发生的局部小火，可用石棉网、表面皿或木块等盖灭。

(b) 有机溶剂在桌面或地面上蔓延燃烧时，不得用水冲，可撒上细沙或用灭火毯扑灭。

(c) 对钠、钾等金属着火，通常用干燥的细沙覆盖。严禁用水和 CCl_4 灭火器，否则会导致猛烈的爆炸，也不能用 CO_2 灭火器。

(d) 若衣服着火，切勿慌张奔跑，以免风助火势。化纤织物最好立即脱除。一般小火可用湿抹布，灭火毯等包裹使火熄灭。若火势较大，可就近用水龙头浇灭。

必要时可就地卧倒打滚，一方面防止火焰烧向头部，另外在地上压住着火处，使其熄火。

(e) 在反应过程中，若因冲料、渗漏、油浴着火等引起反应体系着火时，情况比较危险，处理不当会加重火势。扑救时必须谨防冷水溅在着火处的玻璃仪器上，必须谨防灭火器材击破玻璃仪器，造成严重的泄漏而扩大火势。有效的扑灭方法是用几层灭火毯包住着火部位，隔绝空气使其熄灭，必要时在灭火毯上撒些细沙。若仍不奏效，必须使用灭火器，由火场的周围逐渐向中心处扑灭。

4.2 爆炸防范

实验室发生爆炸事故的原因大致如下：

(1) 随便混合化学药品。氧化剂和还原剂的混合物在受热、摩擦或撞击时会发生爆炸。表 2 中列出的混合物都发生过意外的爆炸事故。

表 2 加热时发生爆炸的混合示例

A	B	备注
镁粉	重铬酸铵, 有机化合物	
镁粉	硝酸银	
还原剂	硝酸铅	
氯化亚锡	硝酸铋	
镁粉	硫磺	遇水强烈爆炸
浓硫酸	高锰酸钾	遇水强烈爆炸
锌粉	硫磺	遇水强烈爆炸
三氯甲烷	丙酮	遇水强烈爆炸
铝粉	氧化铅	遇水强烈爆炸
铝粉	氧化铜	遇水强烈爆炸

(2) 在密闭体系中进行蒸馏、回流等加热操作。

(3) 在加压或减压实验中使用不耐压的玻璃仪器，气体钢瓶减压阀失灵。

(4) 反应过于激烈而失去控制。

(5) 易燃易爆气体如氢气，乙炔等气体烃类、煤气和有机蒸气等大量逸入空气，引起爆燃。

(6) 一些本身容易爆炸的化合物，如硝酸盐类，硝酸酯类，三碘化氮、芳香族多硝基化合物、乙炔及其重金属盐、重氮盐、叠氮化物、有机过氧化物(如过氧乙醚和过氧酸)等，受热或被敲击时会爆炸。强氧化剂与一些有机化合物接触，如乙醇和浓硝酸混合时会发生猛烈的爆炸反应。

爆炸的毁坏力极大，必须严格加以防范。。凡有爆炸危险的实验，在教材中必有具体的安全指导，应严格执行。此外，平时应该遵守以下各点：

① 取出的试剂药品不得随便倒回贮备瓶中，也不能随手倾入污物缸，应征求教师意见后再加以处理。

② 在做高压或减压实验时，应使用防护屏或戴防护面罩。

③ 不得让气体钢瓶在地上滚动，不得撞击钢瓶表头，更不得随意调换表头。搬运钢瓶时应使用钢瓶车。

④ 在使用和制备易燃、易爆气体时，如氢气、乙炔等，必须在通风橱内进行，并不得在其附近点火。

⑤ 煤气灯用完后或中途煤气供应中断时，应立即关闭煤气龙头。若遇煤气泄漏，必须停止实验，立即报告教师检修。

4.3 中毒和外伤防范

一、化学药品的毒性

化学药品的危险性除了易燃易爆外，还在于它们具有腐蚀性、刺激性、对人体的毒性，特别是致癌性。使用不慎会造成中毒或化学灼伤事故。特别应该指出的是，实验室中常用的有机化合物，其中绝大多数对人体都有不同程度的毒害。

二、化学中毒和外伤事故的预防

化学中毒主要是由下列原因引起的：

① 由呼吸道吸入有毒物质的蒸气。

② 有毒药品通过皮肤吸收进入人体。

③ 吃进被有毒物质污染的食物或饮料，品尝或误食有毒药品。

化学灼伤 是因为皮肤直接接触强腐蚀性物质、强氧化剂、强还原剂，如浓酸、浓碱、氢氟酸、钠、溴等引起的局部外伤。预防措施如下：

① 最重要的是保护好眼睛！在化学实验室里应该一直配戴护目镜(平光玻璃或有机玻璃眼镜)，防止眼睛受刺激性气体熏染，防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物进入眼内。

② 禁止用手直接取用任何化学药品，使用毒品时除用药匙、量器外必须配戴橡皮手套，实验后马上清洗仪器用具，立即用肥皂洗手。

③ 尽量避免吸入任何药品和溶剂蒸气。处理具有刺激性的，恶臭的和有毒的化学药品时，如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 CO 、 SO_2 、 SO_3 、 HCl 、 HF 、浓硝酸、发烟硫酸、浓盐酸，乙酰氯等，必须在通风橱中进行。通风橱开启后，不要把头伸入橱内，并保持实验室通风良好。

④ 严禁在酸性介质中使用氰化物。

⑤ 禁止口吸吸管移取浓酸、浓碱，有毒液体，应该用洗耳球吸取。禁止冒险

品尝药品试剂，不得用鼻子直接嗅气体，而是用手向鼻孔扇入少量气体。

⑥ 不要用乙醇等有机溶剂擦洗溅在皮肤上的药品，这种做法反而增加皮肤对药品的吸收速度。

⑦ 实验室里禁止吸烟进食，禁止赤膊穿拖鞋。

烫伤、割伤等外伤 在烧熔和加工玻璃物品时最容易被烫伤，在切割玻管或向木塞、橡皮塞中插入温度计、玻管等物品时最容易发生割伤。玻璃质脆易碎，对任何玻璃制品都不得用力挤压或造成张力。在将玻管、温度计插入塞中时，塞上的孔径与玻管的粗细要吻合。玻管的锋利切口必须在火中烧圆，管壁上用几滴水或甘油润湿后，用布包住用力部位轻轻旋入，切不可用猛力强行连接。

三、中毒和事故的急救

1.1 一般的应急处理方法

1.1.1 吞食时的应急处理方法

患者因吞食药品中毒而发生痉挛或昏迷时，非专业医务人员不可随便进行处理。除此以外的其它情形，则可采取下述方法应急处理，同时要立刻找医生治疗，并告知其引起中毒的化学药品的种类、数量、中毒情况（包括吞食、吸入或沾到皮肤等）以及发生时间等有关情况。

1) 固体或液体毒物中毒 有毒物质尚在嘴里的立即吐掉，用大量水漱口。为了降低胃中药品的浓度，延缓毒物被人体吸收的速度并保护胃粘膜，可饮食下述任一种东西：如牛奶、打溶的蛋、面粉、淀粉或土豆泥的悬浮液以及水等。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。

在“The Merck Index, 9th Edition”p. MISG21-28 中载有各种解毒方法，必要时应查阅提供给医生，以便及时对症下药。

2) 用手指或匙子的柄摩擦患者的喉头或舌根，使其呕吐。绝大部份毒物于四小时内，即从胃转移到肠。

3) 用毛巾之类东西，盖上患者身体进行保温，避免从外部升温取暖。

1.1.2 吸入时的应急处理方法

1) 立刻将患者转移到空气新鲜的地方，解开衣服，放松身体。

2) 呼吸能力减弱时，要马上进行人工呼吸。

1.1.3 沾着皮肤时的应急处理方法

- 1) 用自来水不断淋湿皮肤。
- 2) 一边脱去衣服，一边在皮肤上浇水。
- 3) 不要使用化学解毒剂。

1.1.4 进入眼睛时的应急处理方法

- 1) 撑开眼睑，用水洗涤 5 分钟以上。
- 2) 不要使用化学解毒剂。

1.2 一些化学药品中毒的应急处理方法

1.2.1 强酸

- 1) 不能吞服（致命剂量 1 毫升）；

2) 沾着皮肤时用大量水冲洗 15 分钟。如果立刻进行中和，因会产生中和热，而有进一步扩大伤害的危险。因此，经充分水洗后，再用碳酸氢钠之类稀碱液或肥皂液进行洗涤。但是，当沾着草酸时，若用碳酸氢钠中和，因为由碱而产生很强的刺激物，故不宜使用。此外，也可以用镁盐和钙盐中和。氢氟酸能腐烂指甲、骨头，滴在皮肤上，会形成痛苦的，难以治愈的烧伤。皮肤若被灼烧后，应先用大量水冲洗 20 分钟以上，再用冰冷的饱和硫酸镁溶液或 70% 酒精浸洗 30 分钟以上，或用大量水冲洗后，用肥皂水或 2~5% NaHCO_3 溶液冲洗，用 5% NaHCO_3 溶液湿敷。局部外用可的松软膏或紫草油软膏及硫酸镁糊剂。

- 3) 进入眼睛时，要撑开眼睑，用水洗涤 15 分钟。

1.2.2 强碱

- 1) 不能吞食，致命剂量 1 克；

2) 沾着皮肤时，立刻脱去衣服，尽快用水冲洗至皮肤不滑止。接着用经水稀释的醋酸或柠檬汁等进行中和。但是，若沾着生石灰时，则用油之类东西，先除去生石灰。

- 3) 进入眼睛时，撑开眼睑，用水连续洗涤 15 分钟。

1.2.3 氨气

立刻将患者转移到空气新鲜的地方，然后，给其输氧。进入眼睛时，将患者躺下，用水洗涤角膜至少 5 分钟。其后，再用稀醋酸或稀硼酸溶液洗涤。

1.2.4 卤素气

溴灼伤 这是很危险的。被溴灼伤后的伤口一般不易愈合，必须严加防范。凡用溴时都必须预先配制好适量的 20% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液备用。一旦有溴沾到皮肤上，立即用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液冲洗，再用大量水冲洗干净，包上消毒纱布后就医。把患者转移到空气新鲜的地方，保持安静。吸入氯气时，给患者嗅 1:1 的乙醚与乙醇的混合蒸气；若吸入溴气时，则给其嗅稀氨水。

1.2.5 氰（致命剂量 0.05 克）

不管怎样要立刻处理。每隔两分钟，给患者吸入亚硝酸异戊酯 15~30 秒钟。这样氰基与高铁血红蛋白结合，生成无毒的氰络高铁血红蛋白。接着给其饮服硫代硫酸盐溶液。使其与氰络高铁血红蛋白解离的氰化物相结合，生成硫氰酸盐。

1.2.6 二氧化硫、二氧化氮、硫化氢气体

把患者移到空气新鲜的地方，保持安静。进入眼睛时，用大量水洗涤，并要洗漱咽喉。

1.2.7 硝酸银

将 3~4 茶匙食盐溶解于一酒杯水中饮服。然后，服用催吐剂，或者进行洗胃或饮牛奶。接着用大量水吞服 30 克硫酸镁泻药。

1.2.8 硫酸铜

将 0.3~1.0 克亚铁氰化钾溶解于一酒杯水中，后饮服。也可饮服适量肥皂水或碳酸钠溶液。

1.3 外伤及事故应急处理方法

(a) 割伤：作为紧急处理，首先要止血。大量流血时，有发生休克的危险。

由玻璃碎片造成的外伤，先取出伤口处的玻璃碎屑等异物，用水洗净伤口，挤出一点血，涂上红汞水后用消毒纱布包扎。也可在洗净的伤口上贴上“创口贴”，可立即止血，且易愈合。止血时，原则上可直接压迫损伤部位进行止血。即使损伤动脉，也可用手指或纱布直接压迫损伤部位，即可止血。损伤四肢的血管时，可用手巾等东西将其捆扎止血，要把它用力捆扎靠近损伤部位关键的地方。但长时间压迫，未稍部位产生非常疼痛时，可平均 5 分钟放松毛巾一次，约经过一分钟再捆扎起来。

若严重割伤大量出血时，应先止血，让伤者平卧，抬高出血部位，压住附近动脉，或用绷带盖住伤口直接施压，若绷带被血浸透，不要换掉，再盖上一块施压，即送医院治疗。

(b) 冻伤：冷冻剂如液氮等，轻度冻伤时，虽然皮肤发红并有不舒服感觉，但经数小时后即会恢复正常。中等程度冻伤时，产生水疱；严重冻伤时，则会溃烂。

把冻伤部位放入 40℃（不要超过此温度）的热水中浸 20~30 分钟。即便恢复到正常温度后，仍需把冻伤部位抬高，在常温下，不包扎任何东西，也不要绷带，保持安静。没有热水或者冻伤部位不便浸水，如耳朵等部位，可用体温（手、腋下）将其暖和。要脱去湿衣服。也可饮适量酒精饮料暖和身体。

(c) 烫伤：一旦被火焰、蒸气、红热的玻璃、铁器等烫伤时，立即将伤处用大量水冲淋或浸泡，以迅速降温避免深度烧伤。若起水泡不宜挑破，用纱布包扎后送医院治疗。对轻微烫伤，可在伤处涂些鱼肝油或烫伤油膏或万花油后包扎。

(d) 触电: 1) 迅速切断电源。如果不能切断电源时, 要用干木条或戴上绝缘橡皮手套等东西, 把触电者拉离电源。

2) 把触电者迅速转移到附近适当的地方, 解开衣服, 使其全身舒展。

3) 不管有无外伤或烧伤, 都要立刻找医生处理。

4) 如果触电者处于休克状态, 并且心脏停跳或停止呼吸时, 要毫不迟疑地立即施行人工呼吸或心脏按摩。即使乍一看认为不可能救活了, 也要送往医疗部门至少继续抢救数小时, 不要轻易做出不可救活的结论。

(e) 被放射线照射: 由于现在全无适当的治疗方法, 因此, 对于放射线必须以预防为主, 高度注意为好。

(f) 苏生法: 所谓苏生法, 是对处于假死状态的患者施行人工操作, 以抢救将要失去的生命为目的的急救方法之一。人工呼吸法, 心脏按摩法, 不仅与医疗工作者有关, 对一般人也是应予普及。

实验室医药箱

医药箱内一般有下列急救药品和器具。

医用酒精、碘酒、红药水、紫药水、止血粉, 创口贴、烫伤油膏(或万花油)、鱼肝油, 1%硼酸溶液或2%醋酸溶液, 1%碳酸氢钠溶液、20%硫代硫酸钠溶液等。

4.4 安全用电知识

在化学实验室, 经常使用电学仪表、仪器, 应用交流电源进行实验。本节简单介绍使用交流电源的基本常识, 以利安全用电。

一、 保险丝

在实验室中, 经常使用单相 220V、50Hz 的交流电, 有时也用到三相电。任何导线或电器设备都有规定的额定电流值(即允许长期通过而不致过度发热的最大电流值), 当负荷过大或发生短路时, 通过电流超过了额定电流, 则会发热过度, 致使电器设备绝缘损坏和设备烧坏, 甚至引起电着火。为了安全用电, 从外电路引入电源时, 必须先经过能耐一定电流的适当型号的保险丝。

保险丝是一种自动熔断器, 串联在电路中, 当通过电流过大时, 则会发热过度而烧断, 自动切断电路, 达到保护电线、电器设备的目的。普通保险丝是指铅(75%)锡(25%)合金丝, 各种直径不同的保险丝额定电流值不同。

保险丝应接在相线引入处, 在接保险丝时应把电闸拉开。更换保险丝时应换上同型号的, 不能用型号比其小的代替(型号小的保险丝粗, 额定电流值大), 更不能用电丝代替, 否则就失去了保险丝的作用, 容易造成严重事故。

二、安全用电

人体若通过 50Hz 25mA 以上的交流电时会发生呼吸困难，100mA 以上则会致死。因此，安全用电非常重要，在实验室用电过程中必须严格遵守以下的操作规程。

① 防止触电

- (a) 不能用潮湿的手接触电器。
- (b) 所有电源的裸露部分都应有绝缘装置。
- (c) 已损坏的接头、插座、插头或绝缘不良的电线应及时更换。
- (d) 必须先接好线路再插上电源，实验结束时，必须先切断电源再拆线路。
- (e) 如遇人触电，应切断电源后再行处理。

② 防止着火

- (a) 保险丝型号与实验室允许的电流流量必须相配。
- (b) 负荷大的电器应接较粗的电线。
- (c) 生锈的仪器或接触不良处，应及时处理，以免产生电火花。
- (d) 如遇电线走火，切勿用水或导电的酸碱泡沫灭火器灭火。应立即切断电源，用沙或二氧化碳灭火器灭火。

③ 防止短路 电路中各接点要牢固，电路元件二端接头不能直接接触，以免烧坏仪器或产生触电、着火等事故。

④ 实验开始以前，应先检查线路，确定无异常后，方可插上电源。

⑤ 若仪器有漏电现象，则可将仪器外壳接上地线，仪器即可安全使用。但应注意，若仪器内部和外壳形成短路而造成严重漏电者(可以用万用电表测量仪器外壳的对地电压)，应立即检查修理。此时如接上地线使用仪器，则会产生很大的电流而烧坏保险丝或出现更为严重的事故。