

上海鑫睿实验室设备系为您提供从实验室建设咨询、技术研发、工艺设计、智造生产、EPC（工程总承包）、项目管理及后期运维服务为一体的“一站式”实验室全流程解决方案！自创品牌“Sinrise”

“鑫睿”，20年实验室设备系统供应商，实验室设计改造,家具定制,实验仪器设备,耗材一体化服务商。

如果您想新建、改建、扩建实验室，以更好地适应您团队或研究的需求，请访问我们的网站或致电服务热线 18621564269

一、实验室常见危害及安全

1. 密闭空间危害

密闭空间是指任何被围封的地方，而基于其被围封的性质，会产生可合理预见的指明危险。

被围封的情况包括：

1. 完全被密封而限于只可以经由一入口出入的空间。例如储物槽箱、槽箱车、锅炉、压力容器及器皿。
2. 顶部露天，但其深度须用特别方法才能进入及须设紧急出路的场地。例如密室、水箱、大缸、坑穴、沙井、沉箱、地窖、密仓等。

3. 缺乏足够对流空气的场地。例如隧道、道管、烟道、通道及沟渠。

指明危险包含：

1. 因发生火警或爆炸而引致任何正在工作的人严重损伤的危险；
2. 因体温上升而引致任何正在工作的人丧失知觉的危险；
3. 因气体、烟气、蒸气或空气缺氧而引致任何正在工作的人丧失知觉或窒息的危险；
4. 因任何液体水平升高引致任何正在工作的人遇溺的危险；
5. 因自由流动的固体而引致任何正在工作的人窒息的危险；或指因陷入自由流动的固体而引致任何正在工作的人无力达至呼吸空气的环境的危险。

常见的密闭空间危害

一般与密闭空间有关的危害有缺氧、空气污染或存在易燃气体。其它危害可能由工序、产品或副产品、废料、贮存物品或工作活动引起的。

1. 1 危害物质

接触危害物质的主要途径是经呼吸道吸入；此外，也可经皮肤吸收及食物进入人体。接触危害物质对身体能造成慢性或急性影响，这主要视乎接触时间的长短、物质的浓度及对健康的影响（物质的毒性），例如物质的腐蚀、有毒或有害等性质。

污水沙井内会出现「硫化氢」的危险，硫化氢是一种有毒及可燃的气体。高浓度的硫化氢可以致命，它带有浓



烈的臭蛋味，但并无颜色。由于硫化氢重于空气，常积聚于密闭空间的底部，甚至藏于淤泥中。在许多情况下，触动密闭空间底部的淤泥会散发硫化氢。

一氧化碳是一种无色、无味的有毒气体，它略轻于空气。工人吸入一氧化碳后，它会与红血球形成一个牢固的组合，令氧气不能溶入血液内，导致工人昏迷及死亡。由于一氧化碳气体难于被察觉，通常工人难以及时逃离现场。燃烧含有碳化合物的物料会产生一氧化碳气体，所以避免在密闭空间内使用以燃油作燃料的机械。

密闭空间如缸或储槽等大型容器可能存在曾经储存的有害物质，如化学品的残余物质或沉积物。此等物质可经皮肤吸收进入工人的身体，或可能挥发成有害的气体，经呼吸系统进入体内。

密闭空间如沉箱在挖掘过程中亦可能产生硅尘引至硅肺病。

1. 2 易燃性空间

密闭空间有易燃气体（如沙井中的甲烷—即沼气）可引起爆炸及火警，易燃性空间是由空气中的氧气与易燃性的气体、烟雾或尘埃混合而成。混合后若易燃气体的浓度高于可爆炸上限，但由于浓度过高而不会引致爆炸；相反，若易燃气体的浓度低于可爆炸下限，浓度过低亦不会引起爆炸。易燃气体的浓度介乎可爆炸上限及可爆炸下限之间会引致爆炸。一般来说，在密闭空间内，如果易燃气体的浓度高于可爆炸下限的10%，则可被视为危险的浓度，不适宜进入。

易燃性空间也可能来自含有易燃物质的残余部份，或使用的易燃物质，或化学作用如沼气的产生，或可燃烧的尘埃等形成。当遇到火种：例如烧焊火花，手提电器的火花便会引起爆炸。常见的易燃气体的重量是重于空气，常积聚于密闭空间的底部。可产生易燃气体的工序也是危害的来源，例如：泄漏风煤焊接用的乙炔气体、使用易燃液体等。因此，不可携带烧焊用的气樽进入密闭空间。

值得注意的是，在工作过程中产生热力或持续高温的密闭空间内，高闪点的液体亦会出现爆炸的危险。

1.3 不安全氧气水平

要维持生命，氧气是不可缺少的，在空气中氧气约占21%，当空气中的氧气含量低于18%（体积计）会产生危险。空气中安全氧气浓度为19.5-23.5%。当氧气成份过高时，所有可燃烧对象如衣服、头发，容易引起猛烈燃烧。由于泄漏风煤焊接用的氧气会引致氧气成份过高，所以不可携带风煤焊接用的气樽进入密闭空间。当氧气成份过低时，工作人员会感觉疲倦、头痛、头晕、呕吐及昏迷。

一些常见引致氧气成份不足的情况有：

1. 慢性氧化反应，例如密闭空间内的铁钢物料遭氧化和污水渠内的有机或无机物产生化学作用等
2. 燃烧用去大量氧气（如进行风煤焊接引致）；
3. 氧气被其它气体（如甲烷）取代。甲烷（沼气）是一种无色、无味的有爆炸危险的气体，它的重量比空气轻。因此，它会积聚在密闭空间的顶部。地下污水渠及垃圾堆填区的密闭空间都有积聚甲烷气体的危险；
4. 氧气被物料、化学品或泥土吸收。



1.4 机械性的危害

接触各类设备时被其危险部份如皮带、转轴及齿轮伤害。因此，机器的危险部份应设置适当的安全护罩，不需使用的机器应切断电源及锁上电掣。

1.5 电力的危害



在密闭空间内接触到电缆、电线、变压器，在潮湿的空间使用电器都容易遇到电力危害，会有被电 殛、灼伤及地震的危险。因此，尽量降低电压或使用蓄电池，电器接驳『地线』、及设置漏电断路器。

1.6 遇溺的危险

工人进行清洗大型水箱或在大型输水管道内工作会有遇溺的危险。因此，工作开始之前必须确保输水的掣阀上锁。在接近海面的沙井内工作，会因为潮水上涨而出现遇溺的危险。注意潮水上涨的时间，而工人应穿着救生衣及配备适当的拯救设备。

1.7 流动固体的危害

工人进入沉箱或竖井工作可能会遭突然涌出的泥浆活埋。如果进入储存物或藏有沙粒的地方亦有可能遇到流动固体的危险。应采取隔离措施防止流动固体进入密闭空间及安排紧急撤离装置如爬梯等。工人应穿着系上救生绳的安全带以方便出事时拯救之用。

1.8 噪音的危害

密闭空间内的环境会令使用的设备较容易产生过量噪音，使员工听觉受损及失聪。如果未能选用噪音较低的机械，应该妥善安排工作时间以减低噪音剂量或确保工人使用适当的护耳罩。

1.9 体力处理操作的危害

密闭空间内的工作环境一般都狭窄及须要大量体力操作。在使用个人防护设备时会增加体力操作的困难。如果未能以机械设备取代体力处理操作，应该向工人提供适当的体力处理操作训练。

1.10 辐射性物质的危害

在密闭空间内存在电离辐射性物质（例如岩石层及建筑材料）或使用非电离辐射性的设备如激光及烧焊所产生的光。应该加强通风及监察，并采取措施减少辐射的剂量。

1.11 环境的危害

密闭空间内的环境会导致危险，例如：过热或过冷；潮湿；湿滑的地面

事实上，在酷热及潮湿的环境中工作，会较易使工友中暑。工人应注意在工作时间、穿着适当的衣服及多喝水。

1.12 生物性的危害

密闭空间内工作可能会感染到各类细菌和病毒，甚至由昆虫、蛇等引起的生物性危害。老鼠的尿液中可能藏有『端螺旋体病毒』（leptospirosis），它会由皮肤进入体内并引致黄疸病。在地下污水渠工作的工人应该穿着覆盖全身的保护衣物。

1.13 交通的危害

如密闭空间（沙井）的进出点位于行人道或马路上时，工作人员会有被车轮撞倒的可能，其它人士也会有跌下密闭空间的危险。沙井的附近需设置适当的围栏。

1.14 一般密闭空间工作的安全措施

工人及管理人員的训练



1. 在工作之前，所有参与工作的工人及管理人员必需接受安全训练，提醒他们可能遇到的危险或潜在危险；指导他们正确的操作程序；需要的安全设备及执行适当的紧急救援程序。

2. 如身体感觉不适，例如头痛、晕眩、刺激或身体不适或操作反常，必须停止工作，立即离开密闭空间。

通风

1. 在存有危险的气体、蒸气、雾、烟、尘、氧气不足或温度极高的地方，必须装置机械方式通风设备，因为以自然通风的方法并不可靠。

2. 进入较热的密闭空间前，必须以足够的时间冷却，避免中暑或灼伤。

3. 工作进行时，必须保持通风，一旦泄漏化学物品，应立刻把工作间的有毒物质清除或稀释。

4. 为确保输入密闭空间内的空气保持清新及不受污染，空气输入口及排气地点必须分隔，以免使废气透过通风设备进入密闭空间。

气体检验

1. 进入密闭空间前，必须由合格人员进行氧气、易燃气体及有毒气体测试，以确保密闭空间内之气体成份低于危险浓度。

2. 气体探测器读数只是显示探测器附近气体的浓度，并非表示密闭空间内所有位置的气体浓度，为确保安全，应在密闭空间内多处地方采取样本。

3. 如密闭空间内可能有辐射存在，必须由曾受过训练的人士进行测试。

防火

如密闭空间内存有火灾或爆炸危险，则须：

1. 消除一切火源。所有电器必须是防火或设有防爆式设备。

2. 氧气筒及其它压缩气筒不可带入密闭空间。自供式呼吸器则不在此列。不应将毋须使用的焊接及割切用具放在密闭场所。

3. 设置足够的灭火设备以备随时使用。如在密闭空间内进行烧电焊工序，必须带备干粉剂灭火筒。出入口

1. 密闭空间的进出口必须有足够的直径，以容许配备安全设备的救援小组进入，一般来说不应少于 18 寸或 450 厘米。

2. 如进出口的盖或门，有可能被关上，令密闭空间的工人被困，此等的盖或门必须附上装置使门保持开启。

3. 应设有梯子或其它类似设备以便出入，梯子应安全可靠及系牢。

4. 在进出有人体下堕危害的密闭空间时，工作人员必须佩戴安全带、救生绳及防堕器，以防止产生下堕危险。

实验室环境污染治理探讨

实验室实际上是一类典型的小型污染源，建设的越多，污染的越大。这些实验室，尤其是在城区和居民区的实验室对环境的危害特别大，因为很多实验室的下水道与居民的下水道相通，污染物通过下水道形成交叉污染，最后流



入河中或渗入地下，其危害不可估量。实验人员成了环境的污染者，令人十分遗憾。环境保护是事关可持续发展的在战略，在环保面前人人平等必须本着“谁污染，谁治理”的原则进行。实验室的成本核算和对外收费都应包括实验室的环保费用在内。实验室的污染源种类复杂，品种多，毒害大，应根据具体情况分别制订治理方案。

1. 实验室环境污染种类及危害

1. 1 按污染性质划分

1. 1. 1 化学污染

化学污染包括有机物污染和无机物污染。有机物污染主要是有机试剂并不直接参与化学瓜而仅仅起到溶剂作用，因此消耗的有机试剂以各种形式拜谢到环境中，拜谢总量大致就相当于试剂的消耗量。有机样品污染包括一些剧毒的有机样品，如农药、苯并芘、黄曲霉毒素、恶耗亚硝酸胺等。无机物污染有强酸、强碱的污染，重金属的毒性不仅强，且在人体中具有芒种性。

1. 1. 2 生物污染

生物污染包括生物废弃物污染和生物细菌毒素污染。生物刻度物有进入实验室的标本，如血液、尿、粪便、痰液和呕吐物等；检验用品，如实验器材、细菌培养基和细菌阳性标本等。开展生物性实验的实验室会产生大量高浓度含有害微生物的培养液、培养基，如未经适当的灭菌处理而直接处排，会造成严重后果。生物实验室的通风设备设计不完善或实验过程个人安全保护存在漏洞会使生物细菌毒素扩散传播，带来污染，甚至带来严重不良后果。

1. 1. 3 放射性污染物

施设性物质废弃物有施设性标记物、施设性标准溶液等。

1. 2 按污染物形态划分

1. 2. 1 废水

实验室产生的永包括多余的样品、校准曲线及样品分析残液、失效的贮藏液和洗液、大量洗涤水等。几乎所有的常规分析项目都不同程度存在着废水污染问题。这些废水中成分十分复杂，包括最常见的有机物、重金属离子和有害自由微生物等及相对少见的氰化物、细菌毒素、各种农药残留、药物残留等。

1. 2. 2 废气

实验室产生的废气包括试剂和样品的挥发物、分析过程中间产物、泄漏和排空的标准气和载气等。通常实验室中直接产生有毒、有害气体的实验都要求在通风橱内进行，这固然是保证室内空气质量、保护分析人员健康安全的有效办法，但也直接污染了环境空气。实验室废气包括酸雾、甲醛、苯系物、各种有机溶剂等常见污染物和汞蒸气、光气等较少遇到的污染物。

1. 2. 3 固体废物

实验室产生的固体废物包括取样后的多余样品、分析产物、消耗或破损的实验用品（如玻璃器皿纱布）、残留或失效的化学试剂等。这些固体废物成分复杂，涵盖种类化学、生物污染物，尤其是不少过期失效的化学剂，处



理稍有不慎，很容易导致严重的污染事故。

2. 实验室污染称治理方法

为防止实验室的污染扩散，应遵循的污染物一般处理原则为：分类收集、存放，分别集中处理。尽可能采用废物回收以及固化、焚烧处理在实际工作中选择合适的方法进行检测，尽可能减少废物量、养活污染。废弃排放应符合国家有关排放标准的要求。

2. 1 化学类废物

一般的有毒气体可通过通风橱或通风管道，经空气稀释排出。大量的有毒气体必须通过与氧充分燃烧或吸收处理后才能排放。

废液应根据其化学特性选择合适的容器和存放地点，通过密闭容器存放，不可混合贮存，容器标签必须标明废物种类、贮存时间，定期处理。一般让废液可通过酸碱中和、混凝沉淀、次氯酸钠氧化处理后排放，有机溶剂废液应根据性质进行回收。

2. 1. 1 含汞废液的处理

拜谢标准废液中汞的最高容许拜谢浓度为 0. 05mg/L（以 Hg 计）。

处理方法：①硫化物共沉淀法——先将含汞盐的废液的 pH 值调至 8-10, 然后加入过量的 Na₂S, 使其生成 HgS 沉淀, 将悬浮在水中难以沉淀的 HgS 微粒吸附共沉淀。然后静置、分离, 再经离心、过滤滤液的含汞量可降至 0. 05mg/L 以下。

②还原法——用铜屑、铁屑、锌粒、硼氢化钠等作还原亮剂，可以直接回收金属汞。

2. 1. 2 含镉废液的处理

①氢氧化物沉淀法——在含镉的废液中投加石灰，调节 pH 值至 10.5 以上，充分搅拌后放置，使镉离子变为难溶的 Cd(OH)₂ 沉淀，用双硫脲分光光度法检测滤液中的 Cd 离子后（降到 0. 1mg/L 以下），将滤液中和到 pH 值约为 7，然后排放。

②离子交换法——利用 Cd²⁺ 离子比水中其它离子与阳离子交换树脂有更强的结合力，优先交换。

2. 1. 3 含铅废液的处理

在废液中加入消石灰，调节至 pH 值大于 11, 使废液中的铅生成 Pb(OH)₂ 沉淀。然后加入 Al₂(SO₄)₃ (凝聚剂)，将 pH 值降到 7-8, 则 Pb(OH)₃ 共沉淀，分离沉淀，达标后，排放废液。

2. 1. 4 含砷废液的处理

在含砷废液中加入 FeCl₃, 使 Fe/As 达到 50, 然后用消石灰将废液的 pH 值控制在 8-10。利用新生氢氧化物和砷的化合物共沉淀的吸附作用，除去废液中的砷。放置一夜，内分离沉淀，达标后，排放废液。

2. 1. 5 含酚废液的处理

酚属剧毒类细胞原浆毒物，处理方法：低浓度的含酚废液可加入次氯酸钠或漂白粉煮一下，使酚分解为二氧



化碳和水。如果是高浓度的含酚废液，可通过醛酸丁酯萃取经调节 Ph 值后进行蒸馏回收，处理后的废液排放。

2. 1. 6 综合废液处理

用酸、碱调节废液 PH 为 3-4、加入铁粉，搅拌 30min，然后用碱调节 PH 为 9 左右，继续搅拌 10min，加入硫酸铝或碱式氯化铝混凝剂、进行混凝沉淀，上清液可直接排放，沉淀于废渣方式处理。

2. 2 生物类废物

生物类废物应根据其病源特性、物理特性选择和合的容器和地点，专人分类收集进行消毒、烧毁处理，做到日产日清。

液体废物一般可加漂白粉进行氯化消毒处理。固体可燃性废物分类收集、处理、一律及时焚烧。固体非可燃性废物分类收集，可加漂白粉进行氯化消毒处理。满足消毒条件后作最终处置。

2.2.1 一次性使用的制品如手套、帽子、工作物、口罩等使用后放入污物袋内集中烧毁。

2.2.2 可重复利用的玻璃器材如玻片、吸管、玻璃等可以用 1000-3000mg/L 有效氯溶液浸泡 2-6h。然后清洗重新使用，或者废弃。

2.2.3 盛标本的玻璃、塑料、搪瓷容器可煮沸 15min 或者用 1000mg/L 有效氯漂白粉澄清液浸泡 2-6h，消毒后用洗涤剂及流水刷洗、沥干；用于微生物培养的，用压力蒸汽灭菌后使用。

2.2.5 尿、唾液、血液等生物样品，加漂白粉搅拌后作用 2-4h，倒入厕所化粪池；或者进行焚烧处理

2. 3 放射性废弃物

一般实验室的放射性废弃物为中低水平放射性废弃物，将实验过程中产生的放射性废物收集在专门的污物桶内，桶的外部标明醒目的标志，根据放射性同位素的半衰期长短，分别采用贮存一定时间使其衰变和化学沉淀浓缩或焚烧后掩埋处理。

2.3.1 放射性同位素的冷半衰期短（如：碘 131、磷 32 等）的废弃物，用专门的容器密闭后，放置于专门的贮存室，放置十个半衰期后拜谢或者焚烧处理。

2.3.2 放射性同位素的半衰期较长（如：铁 59、钴 60 等）的废弃物，液体可用蒸发、离子交换、混凝剂共沉淀等方法浓缩，装入窗口集中埋于放射性废物坑内。

3. 防治实验室污染的对策与建议

3. 1 提高认识，制定技术规范

实验室应提高对实验室环境污染问题的认识，不能回避，听之任之；而是应该根据本实验室工作的特点、重点、积极探索，想方设法减少实验室污染。国家有关部门应认真研究实验室的污染特点和防治途径，提出操作性强、简便实用的技术规范，并出台相应的考核要求及办法。实验室环境污染应融入实验室的建设和验收中去，使之成为能力建设的一部分，从而有利贯彻落实各项实验室环境污染的防治措施。

3. 2 建立实验室环境管理体系



实验室在能力建设、质量管理的同时，还要建立完备的实验室环境管理体系。按照 ISO14001 环境管理体系的理念和要求，全面考察实验分析的各个方面，制定相应的程序文件，规范实验室环境行为，充分贯彻 ISO14001 一贯强调的污染预防和持续改进的基本要求，力争减小每一个过程的环境影响，从而不断提升实验室管理水平。

3. 3 全面推行绿色化学清洁

3. 3. 1 选择污染少的分析方法

在保证实验效果的前提下，用无毒害、无污染或低毒害、低污染的试剂替代毒性较强的试剂，尽量用无毒、低毒试剂替代高毒试剂。在一些特定实验要用到高毒性药品时，一定要用封闭的收集桶收集废液。

3. 3. 2 改进实验条件，开展推广微型实验

改善实验装置，是有效防止有毒气体逸散、有毒液体外溢的重要举措。一些商品化实验装置的产生可以大大减少实验中化学试剂的用量。

微型实验是指在微型化的仪器装置中进行的实验，其试剂用量是常规实验的数十分之一至千分之一。因此，开设微型实验，是节约药品，减少开支，降低实验污染的简便方法。

改进实验方法可以节约试剂使用量。在农残检测中利用固相萃取取代传统的液液萃取，可以大大减少乙月青等有毒试剂的使用，减少污染。

OSHA 储存易燃易爆化学品的标准简介 (29 CFR1910)

易燃与可燃液体

沸点是指在绝对压强为每平方英寸 14.7 磅的压力下 (760mm) 液体的沸点。由于材料原因或由于是混合物没有一个恒定的沸点，就不能获得一个精确的沸点，对于本章节中，按照汽油产品蒸馏测试方法 ASTM D-86-62 进行的蒸馏的 10 个百分点可以用作液体的沸点。

防火区是指一个建筑中一个区域，该区域与建筑的其他区域隔离，隔离建筑应至少具有 1 小时耐火性其中的通信口也应通过至少具有 1 小时耐火性的装置进行保护。

“闪点”是指容器内的液体释放出足够的蒸气和液体表面附近的空气形成可燃混合物的最低温度。由下列因素的决定：对于 100°F (37.8°C) 下粘性小于 45 SUS 的液体，不含有悬浮固体，在测试下没有形成表面膜的趋势，将采用泰格密闭式闪点实验器的标准测试方法 (ASTM D-56-70) 规定步骤，对于 100°F (37.8°C) 下粘性小于 45 SUS 的液体，或含有悬浮固体，在测试下有形成表面膜的趋势，将采用彭斯马丁密闭式闪点实验器的标准测试方法 (ASTM D-93-71)。除了 ASTM D-93-71 的 1.1 部分的注 1 规定的方法是用于注意规定的相关物质。对于有不同挥发性的闪点的混合物液体，闪点应将通过在液体上以其运输的方式利用泰格密闭式闪点实验器的标准测试方法 (ASTM D-56-70) 规定步骤或彭斯丁密闭式闪点实验器的标准方法 (ASTM D-93-71) 测定。如果通过这个实验测试的闪点不低于 100°F (37.8°C)，将在已



蒸发成原有量的 90% 的液体样品上进行一个另外的闪点测定，两个实验中得出的较小值将被视为物质的闪点。经受热促进热分解的有机氧化物不能使用本节规定的任何闪点测定方法。

“可燃液体”是指任何闪点不低于 100oF (37.8D) 的液体。可燃液体可以分成下面两

类：

“II 类液体”包括闪点为或高于 100oF (37.8D) 但低于 140oF (60° C) 的液体，

而含

有闪点不低于 200oF (93.3D) 的成分且该成分的量不低于总量 99% 的混合物除外。

“III 类液体”包括闪点不低于 140oF (60° C) 的液体。

III 类液体可以分为两个小类：

“IIIA 类液体”包括闪点为或高于 140oF (60D) 但低于 200oF (93.3° C) 的液体，而含有闪点不低于 200oF (93.3D) 的成分且该成分的量不低于总量的 99% 的混合物除外。

“IIIB 类液体”包括闪点不低于 200oF (93.3D) 的液体。本部分不包括 IIIB 类液体，本部分出现的 III 类液体只指 IIIA 类液体。在对可燃液体进行加热到其闪点 30oF (16.7D) 范围内，



鑫睿实验设备

应按照低类液体的要求对其进行处理。

“易燃液体”是指任何闪点不低于 100oF (37. 8° C) 的液体。而含有闪点不低于 100oF (37. 8° C) 的成分且该成分的量不低于总量的 99% 的混合物除外。易燃液体称为 I 类液体。

I 类液体可分成下列三类：

IA 类包括闪点低于 73oF (22. 8° C) 且沸点低于 100oF (37. 8° C) 的液体。

IB 类包括闪点低于 73oF (22. 8° C) 且沸点为或高于 100oF (37. 8° C) 的液体。

IC 类包括闪点低于 73oF (22. 8° C) 但低于 100oF (37. 8° C) 的液体。

安全罐是指一种许可的容器，容量不超过 5 加仑并带有一个弹簧关闭和喷口盖，这样设计它便能安全释放由于暴露于火造成的内部压强。

如果没有另外的说明，许可的是指至少被下列美国国家承认的实验所认可或列入：保险商实验所、工厂相互组织。移动或移动箱存储。该段只适用于易燃液体储存不超过 60 加仑单位重量的油桶或其他容器(包括易燃烟雾剂)以及不超过 660 加仑单位重量的移动箱内的存放。

例外：本段不适用于：

油库、加油站、炼油厂和蒸馏长内容器的存放；机动车辆、飞机、船或轻便或固定发动机

的燃油箱内的 I 类或 II 类液体；保存期没有超过 30 天的易燃或可燃油漆、油、清漆或用于着漆或维护的类似混合物；包装在容量不超过 1 加仑的单个容器中的饮料。

容器设计、构造和容量：只能使用许可的容器或移动式存储箱。满足联邦条例规定 (交通

部危险材料规定委员会指定) 的标题 49 第 I 章要求的金属容器和移动式存储箱被视为合格。

存储柜的设计、构造和容量-最大容量：存储柜中不得存放超过 60 加仑的 I 类或 II 类液

体，也不能存放超过 120 加仑 III 类液体。

防火安全柜防火性能：在利用建筑物的材料燃烧测试标准方法，NFPA251-1969，规定

的标准时间-温度曲线进行的 10 分钟燃烧测试中，存储柜的设计的构造应能将内部温度限制在 325oF 内。在燃烧测试过程中，所有的接送和接缝应保持闭合，并且门也应紧闭，柜上应以醒目的文字标上“易燃品-严禁烟火”。

以下列方式构造的金属柜将视为符合标准：柜子的底部、顶部、门和侧面应至

规格的钢板并有 1-1/2 英寸空隙的双层结构。接着应铆接、焊接可通过其他一样有效的方法紧

鑫睿实验设备

Sinrise Equipment Systems

固。门将配备有三点锁，门槛应至少高出柜底 2 英寸。

以下列方式构造的木柜将视为符合标准：底部、顶部和侧面应至少为 1 英寸厚 的许可级胶合板制成，这种胶合板在燃烧情况下不会崩塌或层裂。所有接着都应在两头以平头木螺丝嵌接和 钉牢。如使用不止一个门的话，应有一个不少于 1 英寸厚的嵌接的搭接。安装的铰链在燃烧测试 中螺丝松开或螺丝周围材质的燃烧的情况下，仍不、丧失其支持能力。

内部贮藏室内的存储：在每个内部存储室内，应保持一条至少 3 英尺宽的干 净走道。超过 30 加仑容量的安全柜不应该层叠堆放。液体的分配只能通过认可的泵或自闭式龙头。

办公用房禁止存放液体，除非是建筑维护和运行以及设备运行的需要。此类液 体的存储柜中的密闭金属容器或安全罐或没有通向建筑公共场所的门的内部贮藏室。

本章不适用于这些工厂：

偶尔使用易燃或可燃液体：只在物理单元操作如混合、干燥、蒸发、蒸馏或不涉 及到化学反应的类似操作中需要使用或处理易燃或可燃液体。本章不适用于化工厂、炼油厂或蒸馏厂。 偶尔存储或使用

用易燃和可燃液体：

应用：本节适合工厂中那些偶尔使用或处理易燃或可燃液体的部分，如汽车组装、电子产品的制 造、家具生产或其他类似活动。

容器：易燃或可燃液体将存储在箱内可密闭容器中。

不放在建筑的内部储藏室或存储柜或建筑物防火区中的液体的量不能超过：

以容器装的 25 加仑的 I A 类液体。

以容器装的 120 加仑的 IB、IC、II 或 III 液体。

以单个可移动式存储柜装的 660 加仑的 IB、IC、II 或 III 液体。

使用完毕后液体的处理。在不使用液体时，应将液体保存在盖住的容器中。

在使用或处理易燃或可燃液体时，除了是在密闭的容器中，应采取措施以立即并 安全地处理掉漏出或溅出液体。

只有在蒸气可能散发到的地方没有任何的明火或其他火源的情况下，才能使用 I 类液体。

将易燃或可燃液体从建筑内的器皿、容器或移动式柜抽出或灌入这些容器 时，只能通过一密闭的管道系统、从安全罐或使用一个装置利用比重通过认可的稳步自闭式阀门从顶部或从容 器或式柜中抽取液体。禁止通过容器或移动式柜上的压力传输液体。

接地：I 类液体不能分配进容器，除非喷嘴和容器互相进行了电连接。当容器 下的金属底板在罐装体电连接或灌装体在罐装操作过程中通过一根连线和容器进行连接时，将视为符合 本章的规定。

1910. 144 用于标注物质危险的安全色码

危险：闪点为或低城 80oF（开杯试验器）的安全罐或其他便捷容器都应涂成红 色并带有清晰可辩的标识，标识可以通过罐周围的黄色带子或用黄色在罐上标上，或漆上明显的物质名称 的方式作出。

有机溶剂生产使用场所火灾爆炸危险性分析及其预防

有机溶剂在工业生产中应用十分普遍，在塑料、染料、橡胶、油漆、香料、印刷、油墨，电影胶片、医药、纺织、机械、选矿等各个领域均有应用。由于溶剂本身具有易燃易爆的特性，决定了溶剂生产使用场所具有较大的火灾爆炸危险性，并且灾后燃烧猛烈，蔓延迅速，扑救困难。溶剂生产使用场所火灾爆炸事故时有发生。本文就有机溶剂生产使用场所的火险特点与预防对策进行分析研究。

1 有机溶剂的类型

有机溶剂种类十分繁多，常见的溶剂有 800 多种，按其化学性质可分为 9 大类：烃类，如苯、甲苯、汽油、石油醚、环戊烷等；氯代烃类，如二氯乙烷、四氯化碳等；醇类如甲醇、乙醇、丁醇等；醚类，如乙醚、甲乙醚等；酮类，如丙酮、环己酮等；酯类，如乙酸乙酯、乙酸丁酯等；醇醚类，如乙二醇-乙醚、乙二醇-丁醚等；醛类，如甲醛、乙醛等；杂环类，如吡啶等。

2 有机溶剂在生产中的应用

有机溶剂在备料、投料、化学反应、出料、分离等生产的各个工艺过程都有存在。有机溶剂在生产中应用大致可以归纳如下几个方面。

2.1 溶解物料

应用溶剂溶解物料，以提取生产所需的有效成分。如中药雷公藤片的生产，采用乙醇和醋酸乙酯提取雷公藤片中的雷公藤甲素和乙素。

2.2 稀释物料

采用溶剂稀释物料，经满足工艺要求。如乙醇和醚类溶剂混合可以提高对硝基纤维的溶解能力，在硝基纤维涂料中用作稀释剂可以降低溶液黏度。橡胶制品生产中，在生胶或混炼胶中加入大量溶剂汽油进行打浆，制成粘合用的胶浆。油漆生产中，直接将高温树脂打到溶剂况稀罐中制成油漆。

2.3 处理物料

利用溶剂对物料进行脱水、沉淀、结晶和洗涤等处理。如赛璐珞生产中，采用乙醇将含水硝脂棉中的水分除去；塑料生产中，用有机溶剂洗涤固体聚合物表面的杂质。

2.4 分离混合物

利用有机溶剂分离混合物在生产中应用广泛，如在合成橡胶生产过程中，采用乙月青或二甲基甲酰胺萃取二丁烯。以糖醛作为萃取剂进行萃取精馏，分离环己烷与苯的混合物。

2.5 化学反应

有机溶剂常作为化学反应的介质，生产新的化工产品。如染料 N, N-二甲基苯胺的合成，由甲醇、苯胺与硫酸混合，经过甲基化反应，中和、分层、减压蒸馏而得的产品。

2.6 作为移除反应热的载体

溶剂作为移除热的载体，蒸发回流，是较好的移出反应热的方法，例如，在溶液聚合中，常采用

此法以控制聚合温度。

2.7 在特种工艺中起特殊作用

溶剂在特殊工艺中具有特殊作用，如静电喷涂时，可用来调整防火涂料的导电率，以改进雾化和上漆率；在分散聚合物中用来控制聚合物的粒度；在溶液聚合中用作链转移剂来控制分子量及其分布等。

3 溶剂生产使用场所火灾爆炸危险性分析

3.1 有机溶剂的危险性质

3.1.1 燃烧爆炸性

有机溶剂绝大部分属于易燃危险化学品，它们的闪点一般在 $-4 \sim 46^{\circ}\text{C}$ 之间，沸点一般在 $30 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 之间，密度较小，一般在0.8（水=1）左右，爆炸浓度下限一般小于10%。溶剂所需点火能量微小，一般在 $0.2 \sim 0.3\text{mJ}$ ，如苯为 0.2mJ 、丙烷为 0.29mJ 。因而，只要遇火，都可能引起爆炸燃烧。

3. 1. 2 挥发性

有机溶剂具有易挥发特性。如汽油，即使在较低的气温下都能蒸发，挥发的蒸气能迅速与空气混合，形成爆炸性混合气体。

3. 1. 3 流动扩散性

溶剂具有流动扩散性的特性，其流动性的强弱取决于本身的黏度。一般黏度低的液体，流动扩散性强。如果管路、溶器破损或闸门关闭不严，罐装超出溶器容量，就容易造成跑、冒、滴、漏。流动的可燃物就是流动火源，增加了对周围的建、构筑物的威胁和危害。可燃性流动物越好，扩散速度越快，其火灾扩大的危险性越大。

溶剂蒸气若比空气轻，逸散在空气中扩散，顺风向移动，可成为气体火焰迅速蔓延的条件。溶剂空气若比空气重，往往漂流于地表、沟渠建筑的死角，不易被空气吹散，一旦遇引火源就可能发生燃烧爆炸。

3. 1. 4 静电危害性

溶剂类物质大多属于绝缘物质，其导电性比较差，如汽油、甲苯等，电阻率为 $10^{10}\sim 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ ，在生产、使用、输送、装卸过程中，与容器、管道、机泵、过滤介质，以及水、杂质、空气等发生碰撞、磨擦，都会产生静电，由于物料本身不导电性，所产生的静电极难散失，容易产生静电火花。

3. 1. 5 毒害性

溶剂是由各种碳氢化合物组成的，大多具有毒害性，其中芳香烃毒性最大，环烷烃次之，烷烃最小。如油漆涂料，特别是作为溶剂和稀释剂的各种液体材料，会挥发出刺激、毒害人摇动的毒气，经常吸入这种气体，就会破坏人的生理机能，并引艳情某些器官发生病变。

3.2 有机溶剂生产使用场所的火灾特点

3.2.1 易发生燃烧

溶剂生产使用场所，一般多种原料、暗体、产品同时存在，工艺过程中，既有大量、多种易燃危险品，又有引起火源产生的可能性。如果控制不当，易发生燃烧。常见的引起火源有：明火、电气火花、静电火花、摩擦撞击火花、高热、自燃物等。

3.2.2 易发生爆炸

在生产设备的外部空间，由于溶剂以液态可气态的形式跑、冒、滴、漏，易与空气形成爆炸性混合物，遇火源引起着火爆炸。

一些生产设备为负压操作，出现容易渗漏或误操作等异常情况，会使空气进入容器内，因氧化高温引起可燃蒸气着火爆炸。

溶剂在应用到生产过程中时，其操作条件大多要通过加温、加压来实现。当温度失去控制，达到某一溶剂的过热温度极限时，就会由液相突变为气相，体积迅速扩大数十甚至数百倍，压力猛增导致容器超压爆炸；或反复使用的溶剂中，过氧化物含量增多，发生异常反应，导致温度压力升高。当容器发生物理性爆炸后，其内部物料（溶剂）则大量地迅速扩散，物理爆炸的高温和遇外部火源又会引起扩散蒸气的化学性爆炸和燃烧。

3. 2. 3 易形成大面积立体火灾

有机溶剂从罐、桶、槽、锅等容器中大量溢出，形成流淌火，流量越多，燃烧面积就越大。溶剂随着罐、桶、槽、锅的爆炸而喷射到各个角落，瞬间形成大面积燃烧。长期使用溶剂的设备、建筑，在可燃蒸气的熏蒸下，其表面常积有一定的数量污垢，火灾通过这些可燃污垢迅速将设备的建筑引燃。

起火后溶剂、物料由上层流至下层，爆炸时溶剂、物料上、下喷溅，均会形成上下一起的立体火灾。

3. 2. 4 发生事故易引起连锁反应

溶剂生产使用工艺各生产工序相互衔接，设备之间相互串通，溶剂往往经过几道工序后回收反复使用，一旦某个工序发生火灾爆炸事故，易出现连锁反应，火灾爆炸事故沿着生产管道、污水管网、可燃物料、建筑物孔洞蔓延。

4 防火措施

4. 1 建筑和布局符合防火要求

溶剂生产使用场所的建筑和布局，应按《建筑设计防火规范》、《炼油化工企业设计防火规范》、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》等相关要求和规定进行设计、施工、安装。工厂投产前，要经过消防、安全监督管理部门的验收批准才能投产；设备的布局一定要考虑安全防火的需要。

4. 2 用难燃或不燃的溶剂代替可燃溶剂

在生产中，用燃烧性能差的溶剂代替易燃溶剂，以改善操作的安全性。选择危险性较小的液体作为溶剂时，沸点和蒸气压是很重要的2个参数。沸点在110°C以上的液体，常温下（18~20°C）不可能过到爆炸浓度。醋酸戊脂、丁醇、戊烷、乙二醇、氯苯、二甲苯等都是危险性较小的液体。代替可燃溶剂的不燃液体（或难燃液体）有甲烷的氯衍生物（二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳）及乙烯的氯衍生物（三氯乙烯）等。例如，溶解脂肪、油、树脂、沥青、橡胶以及油漆，可以用四氯化碳代替危险性大的液体溶剂。可以用不燃（或难燃）清洗剂代替汽油或其他易燃溶剂，清洗粘有油污的机件和零件。

4. 3 严格安全操作

尽量减少敞口操作，采用密闭操作，容器要加盖减少溶剂挥发。车间内各种化学原料和溶剂的储存量要严加控制，以不超过当天用量为宜，多用储罐式静态装料，而少使用桶式动态装料。

在使用易燃易爆挥发性有机溶剂时，应控制使用温度要其沸点30°C以下。如果操作温度高时，应采取冷凝、冷却措施。如油漆生产中，高温树脂（200~240°C）直接加入兑稀溶剂（溶剂汽油、甲苯、二甲苯等）的兑稀罐中，会使溶剂温度升高，溶剂蒸气大量排出。因此，要在罐上安装冷凝、冷却装置，减少有机溶剂的反复使用次数。溶剂初次使用前进行化验检测。清除杂质和水分。定期取样分析反复使用的溶剂中的过氧化物含量，防止出

志现异常反应。

4.4 控制和消除引火源

溶剂生产使用场所严禁随意使用明火或其他易于生产火源的用具及装置，如必须动火、使用喷灯、焊接时，必须在安全规范的区域里进行。禁止一切能产生火花的行为，如用铁棒敲开封盖的金属桶、穿带钉的鞋和使用易产生火花的工具等。

选用符合防爆等级要求的防爆电气设备，采用耐火电缆或防火塑料管套敷设电气线路。采用控制有机溶剂流速和搅拌速度、空间增湿，工艺设备、管线接地，投入抗静电添加等措施消除静电火花。

揩过溶剂的棉纱、破布等必须存放在专用的有水的金属桶内，定期予以清理烧毁。防止自燃。

4.5 保证设备完好不漏

为了防止溶剂蒸气逸出，与空气形成爆炸性混合物，设备应该密闭，对于有压设备更需要保持其密闭性。正确选择设备之间的连接方法，如设备与管理之间的连接应尽量采用焊接方法，输送易燃溶剂的管道应采用无缝钢管等。

由于生产过程中的高温、腐蚀性，各种设备、容器、管线壁厚逐渐变薄，易发生泄漏的火灾事故。因此，对重点设备应定期进行保养、维修、更换，严格检漏、试漏。

溶剂储罐应尽可能埋在地下，防止高温、日晒使之温度升高，发生泄漏。

4.6 设置安全装置和灭火设施

承压设备及其他有爆炸危险的工艺设备上安装独立、合适的防爆泄压装置，如安全阀、防爆膜等。在相互连通的生产工艺管线上安装单向阀等阻火防爆装置，以截断事故扩展途径。排汗管沟上设置隔油池、水封装置。

在溶剂生产使用场所，设置浓度自检测报警与通风装置联动系统。当发生泄漏时，泄漏液体蒸气达到危险浓度时，报警系统动作，同时通风系统自动开启，驱散泄漏蒸气。

溶剂用量较大、发生事故后果严重的场所，增设蒸气幕或水喷淋系统。一旦溶剂或蒸气大量泄漏，通风不足以排除危险时，则启动蒸气幕或水喷淋系统，以稀释溶剂、蒸气，消除起火爆炸的危险。

根据生产使用溶剂工艺的不同特点和生产规模，设置相应的固定式或移动式灭火装置。

4.7 加强消防安全管理

溶剂生产使用企业应建立健全消防安全管理制度，消防安全组织除按一般要求明确防火责任人，建立与生产相适应的义务消防队外，还要配备熟悉工艺流程，具有专业防火知识的专职防火安全员。加强对企业员工的消防安全培训，做好切实可行的应急预案，定期组织灭火演练。

化学试验安全手册

译者说明

实验应注意的基本事项

第一章危险物质的处理

1. 前言

2. 着火性物质

- 2. 1 强氧化性物质
- 2. 2 强酸性物质
- 2. 3 低温着火性物质
- 2. 4 自燃物质
- 2. 5 禁水性物质
- 3. 易燃性物质
 - 3. 1 特别易燃物质
 - 3. 2 一般易燃性物质
- 4. 爆炸性物质
 - 4. 1 可燃性气体
 - 4. 2 分解爆炸性物质
 - 4. 3 爆炸品
- 5. 有毒物质
 - 5. 1 毒气
 - 5. 2 毒物、剧毒物及其它有害物质

第二章危险装置的使用

- 1. 前言
- 2. 电气装置
 - 2. 1 触电
 - 2. 2 电气灾害
- 3. 机械设备
- 4. 高压装置
 - 4. 1 高压釜
 - 4. 2 高压气体容器
- 5. 高温、低温装置
 - 5. 1 高温装置
 - 5. 2 低温装置
- 6. 高能装置
 - 6. 1 激光器
 - 6. 2 X 射线发射装置
- 7. 玻璃器具

第三章实验事故的应急处理方法

1. 化学药品中毒时的应急处理方法
 1. 1 一般的应急处理方法
 1. 1. 1 吞食时的应急处理方法
 1. 1. 2 吸入时的应急处理方法
 1. 1. 3 沾着皮肤时的应急处理方法
 1. 1. 4 进入眼睛时的应急处理方法
 1. 2 无机化学药品中毒的应急处理方法
 1. 2. 1 强酸（致命剂量 1 毫升）
 1. 2. 2 强碱（致命剂量 1 克）
 1. 2. 3 氨气
 1. 2. 4 卤素气
 1. 2. 5 氰（致命剂量 0. 05 克）
 1. 2. 6 二氧化硫、二氧化氮、硫化氢气体
 1. 2. 7 碑（致命剂量 0. 1 克）
 1. 2. 8 汞（致命剂量 70 毫克（HgCl₂））
 1. 2. 9 铅（致命剂量 0. 5 克）
 1. 2. 10 镉（致命剂量 10 毫克）、铊（致命剂量 100 毫克）
 1. 2. 11 钡（致命剂量 1 克）
 1. 2. 12 硝酸银
 1. 2. 13 硫酸铜
 1. 2. 14 利用重金属螯合化而解毒
 1. 3 有机化学药品中毒的应急处理方法
 1. 3. 1 烃类化合物（致命剂量 10~50 毫升）
 1. 3. 2 甲醇（致命剂量 30~60 毫升）
 1. 3. 3 乙醇（致命剂量 300 毫升）
 1. 3. 4 酚类化合物（致命剂量 2 克）
 1. 3. 5 乙二醇
 1. 3. 6 乙醛（致命剂量 5 克）、丙酮
 1. 3. 7 草酸（致命剂量 4 克）
 1. 3. 8 氯代烃（致命剂量 CCl₄: 3 毫升;C₁₂HCl₁₁: 1 克;

1. 3.9 苯胺（致命剂量 1 克）
1. 3. 10 三硝基甲苯（致命剂量 1 克）
1. 3. 11 有机磷（致命剂量 0.02~1 克）
- 1.3. 12 甲醛（致命剂量 60 毫升）
1. 3. 13 二硫化碳
1. 3. 14 一氧化碳（致命剂量 1 克）
2. 烧伤
 2. 1 烧伤程度的判断
 2. 1. 1 轻度烧伤
 2. 1.2 中度烧伤
 2. 1. 3 严重烧伤
 2. 1.4 休克症状
 2. 2 烧伤应急处理方法
 2. 2. 1 冷却
 - 2.2.2 治疗烧伤应注意的事项
3. 由冷冻剂等引起的冻伤
 3. 1 应急处理方法
4. 由玻璃等东西造成的外伤
 4. 1 紧急止血法
 4. 2 特殊的外伤部位
 4. 2. 1 头部
 - 4.2.2 脸部
 4. 2. 3 颈部
 4. 3 刺入异物
5. 电击
 5. 1 应急处理方法
6. 被放射线照射
 6. 1 应急处理方法
7. 苏生法
 7. 1 确保呼吸道畅通的方法

7. 2 人工呼吸法

7.2. 1 口一鼻法

7.2.2 口一口 法

7. 3 心脏按摩

第四章实验室废弃物的处理

1. 前言

2. 收集、贮存一般应注意的事项

3. 处理时一般应注意的事项

4. 无机类实验废液的处理方法

4. 1 含六价铬的废液

4. 2 含氰化物的废液

4. 3 含镉及铅的废液

4. 4 含砷废液

4. 5 含汞废液

4. 6 含有机汞的废液

4. 7 含重金属的废液

4. 8 含重金属的有机类废液



- 4. 11 含氟废液
- 4. 12 含氧化剂、还原剂的废液
- 4. 13 含酸、碱、盐类物质的废液
- 4. 14 含无机卤化物的废液
- 5. 有机类实验废液的处理方法
 - 5. 1 含一般有机溶剂的废液
 - 5.2 含石油、动植物性油脂的废液
 - 5.3 含 N、S 及卤素类的有机废液
 - 5. 4 含酚类物质的废液
 - 5.5 含有酸、碱、氧化剂、还原剂及无机盐类的有机类废液
 - 5. 6 含有机磷的废液
 - 5. 7 含有天然及合成高分子化合物的废液

译者说明

本书系根据日本《化学》杂志一九七五年第一期至第十期连载的《实验室安全记行 d（化学同人编辑部编）》一书译出。全书分四章（另有附录）。本书比较系统地详细叙述了化学实验通常接触到的危险性物质及装置的安全处理与使用，以及实验过程中发生人身事故时的应急处理措施。同时，对实验室排放的废弃物，也提供了各种处理方法。其内容是从事化学专业工作的人员所必备的基本知识，亦是一本内容比较丰富、简明扼要的实验室安全手册。本书在日本出版后，得到教育、科技界广大读者的一致好评，认为本书使读者“重新认识实验的危险性”，“是处理实验室废弃物的好指南”，并且是一本“集中了实验安全初步知识的重要手册”。

鉴于当前我国关于上述内容的参考书籍较少，故特将本书译出。本书对于正确、安全使用化学药品及实验器械，避免事故的发生，或者万一发生人身事故时，能及时采取有效的紧急措施，以及加强对实验废弃物的妥善处理，防止污染环境，保护人民的健康等均有一定参考价值。它适合大专院校化学专业的师生、化工及环保科技工作者、中学化学教师以及工厂化验员等从事化学专业工作的人员阅读参考。

本书承蒙我院化学系主任郑显通教授详细审定，万仲文教授帮助校对，并得到薛万川、黄文榜、张金海等同志协助校阅，何伟平同志帮助绘图，在此一并衷心致谢。但由于译者水平所限，书中难免存在缺点或错误，衷心欢迎读者批评指正。

译者

一九七九、九

于广西师范学院

实验应注意的基本事项

化学实验常常伴随着危险，无论怎样简单的实验，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，而且，还必须按照实验的要求作好充分的准备工作。为了避免在着火时，防止尼龙或的确凉等衣料熔化，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。同时，实验时常常需要戴防护眼镜，必要时，还应戴手套或防护面具。

2. 要遵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。象下面这类实验，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 在严酷的反应条件（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。

第一章危险物质的处理

1. 前言

2. 着火性物质

2. 1 强氧化性物质

2. 2 强酸性物质

2. 3 低温着火性物质

2. 4 自燃物质

2. 5 禁水性物质

3. 易燃性物质

3. 1 特别易燃物质

3. 2 一般易燃性物质

4. 爆炸性物质

4. 1 可燃性气体

4. 2 分解爆炸性物质

4. 3 爆炸品

5. 有毒物质

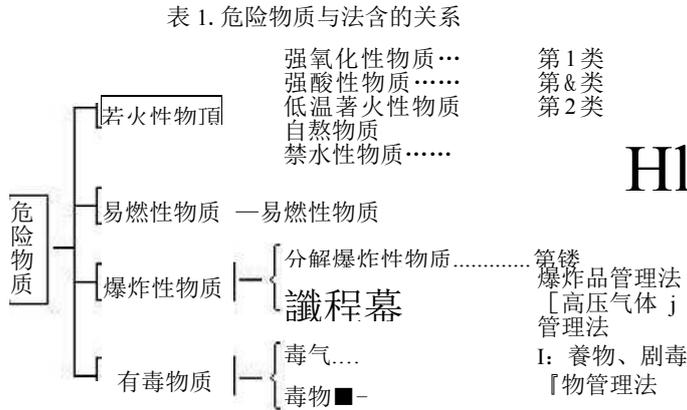
5. 1 毒气

5. 2 毒物、剧毒物及其它有害物质

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。兹将主要的法令与危险物质的关系列于表 1。



【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(灭火器及防护用具，请参阅附录)。
- 6) .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。

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。

类别	特点	示例的物质
强氧化性物质 (消防法第1类物质)	因加温, 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)	若与有机物或在原性物质混合, 即会发生作用而发热『有时会着火』	无机酸类、氯磺酸
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易燃性物质	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)	与水反应而生成可燃性气体而发生爆炸的物质	金属钠、碳化钙 等

表 2 着火性物质的分类

2. 1 强氧化性物质

强氧化性物质包括:

[氯酸盐]: MC103 (M=Na、K、NH₄、Ag、Hg(II)、Pb、Zn、Ba)。

[高氯酸盐]: MC104 (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

H (或如) —O—C—O—R' —H (新 H)

R'

(甲基乙基酮-, 甲基异丁基酮-, 环己酮-)。

[硝酸盐]: MN03 (M=Na、K、NH₄、Mg、Ca、Pb、Ba、Ni、Co、Fe)。

[高锰酸盐]: MMn04 (M=K、NH₄)。

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 ClO₂ (二氧化氯), 而高锰酸盐与强酸作用, 则产生 O₃ (臭氧), 有时会发生爆炸。
- 4) . 过氧化物与水作用产生 H₂O₂, 与稀酸作用, 则产生 H₂O₂ 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。

2. 2 强酸性物质

此类物质包括: HN0_3 (发烟硝酸、浓硝酸)、 $\text{H}_2\text{S0}_4$ (无水硫酸、发烟硫酸、浓硫酸)、 $\text{HS0}_3\text{Cl}$ (氯磺酸)、 Cr0_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, Cr0_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。

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。

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。

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)。

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。

淤 淤 淤 淤 淤 淤

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称之。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。

淤 淤 淤 淤 淤 淤

类别	特点	根据消防法殆
特别易燃物质	在即起时为液体; 冷却时成为液体的物质; 以及着火温度在 100 度以下或燃点包 -20 度以下和沸点在 40.7 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 30 度以下)。	第 1 类石油产品。
中等易燃性物质	加热时易燃性高的物质: 燃点大 (在 30-100 度)。	第 2 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 100 度以上)。	第 4 类石油产品、动植物油。

表 3 易燃物质的分类

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）。

3. 2 一般易燃性物质

高度易燃性物质（闪点在 20° C 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（甲基一～戊基一）、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（甲基一～戊基一）、乙酸酯类（甲基一～戊基一）、乙月青（CH₃CN）、吡啶、氯苯等。

中等易燃性物质（闪点在 20～70° C 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° C 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。

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。

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 X 以下，上限者上下限之差在典] X 以上的气体。	如氢气、己烷等。
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。
保炸品参尊物质(催堤炸品管理法的物质)	以其产生爆炸作用为目的的物頂-	鄒戏药、炸药、起爆器材等。

表 4 爆炸性物质的分类

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、丙烯月青。

[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，因此，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，即离开现场（隐蔽起来）；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。

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。

结合形式	物质名称	危险程度
N—O		
C—O—iO ₂	硝酸酯化合物	A
c—NO ₂	硝基化合物	
C—N—H ₀₂	硝胺化合物	妃
N · H1TL ₃	硝酸铵盐	
C—NO	亚硝基化合物	
M—OHC	雷酸盐	B
N—N		
(Ar—耳三) +X~	重氮盐	C
W = g C.....C = 0	重氮含氧化合物	C
N = H = C.....C = NH	重氮亚胺化合物	
III III	重氮酸酐化物	C
Ai—N=H—C=N	重氮氰化物	C
M 蚱) ₂ S	重氮硫化物	C
Ai---ff ₂ — S — Ar	重氮硫醚化合物	C
TM ₃	叠氮酸	B
Mil.	金属叠氮化合物	B
理.	卤素叠氮化合物	B
-CIT ₃	有机叠氮化物	B
0		
C—C—Ng	有机;酸叠氮化合物	
N—X		
职 3	卤化氮:	C
NnSm	硫化氮,	C
M ₃ N	金属氮化物	C
M _E NH	金属亚胺化合物	C

MHH ₂	金属氨基化物	C
------------------	--------	---


鑫睿实验设备

结合形式	物质名称	危险程度
0—0		
R—0—0—H	烷基氢过氧化物	B
R—0—0—R	二烷基过氧化物	C
RC0—0—0—H	有机过氧酸	C
RC0—0—0—R	酯的过氧化物	C
RC0—0—0—COR	二酰基过氧化物	C
0—0		
>c—0—C<	臭氧化物	B
0—X		
XnDm	卤素氧化物	C
N · HClq	高氯酸铵盐	B
C - ocio ₃	高钼酸酯化合物	B
c · cio ₃	烷基氯酸化合物	B
N - HC10 ₃	氯酸铵盐:	B'
c—ocio ₂	亚钼酸酯化合物	B'
MC1O ₂	亚氯酸盐」	C,

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（因在蒸馏残物中，有多硝基化合物存在，故不能将其过份蒸馏出来）。◆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。

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、硝酸炸药、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。

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

会 类	特 点	示例的物质
毒气 I (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、氰化氢等。
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	如硝酸、苯腈等。

[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。

5. 1 毒气

毒气包括下列气体：

[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 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 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。

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; 0: 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	®A	氯酸机	A
亚硝酸盐类物质	0	氯化钡	0
亚硝酸盐类物质	0	高氯酸	A
亚硝酸盐类物质	0	高氯酸镁	A
	®	过氧化钙	A
氨水	A	过氧化氢	®
铀	0	过氧化钡	△
氯俯	A	过氧化钠	®
氯化铷	0	镉	OH
氯化铬酐	0A	高信酸钾	A
氯化汞	0	钾	®A
氯化锡	A	钙	A
硫酰虱	0A	铬酸盐	
亚硫酸氯	A	氯硅酸	®
四四化钛	A	五氧化磷	0A
氯化机	A	五氧化二碑	0

(续上表)

五氧化二磷	A	硝酸铬	O
三氯化硼	O	硝酸汞	O
三氯化磷	OA	硝酸锆	O
铀的氧化物	O	硝酸铊	O
氯的氧化物	O	汞	.
铈的氧化物	A	氢氧化钾	⊗A
氧化钙	A	氢氧化铷	A
三氧化二铬	A	氢氧化钠	⊗A
氧化汞	O	氢氧化铊	A
二氧化 50	O	氢氧化铊	O
氧化铊	O	氢氧化铯	A
三氧化二砷	.	氢氧化钙	A
三氧化二硼	O	氯化钠	A
三氯化硼	o	耐化氢	O
金尾类互化物	⊗	硼化氢	O
氯化钾	• AB	氯化铯	A
氯化氢	.	磷化氢	O
氯化钠		硒	.
硝酸盐		硒化氢	O
氯金酸盐		硒酸钠	O
双氧银酸盐		碳酸铊	O
直氮化合物	O	硫氰酸汞	O
溴化汞	o	四互铜酸钾	O
氢溴酸	⊗A	四氧箱酸钾	O
重铬酸盐	■	璜酸盐	O
硝酸	⊗A	钠	⊗A
硝酸豆氧铀	O	氨基钠	A
硝酸银	A	掩基镓	

(续上表)

三氧化铀	0	锂	A
发烟硝酸	ⓐ	硫化锌	A
发烟硫酸	ⓐ	硫化磷	.
砷酸	•	硫酸	ⓐ
砷酸盐	.	硫酸镉	A
砷酸一氢盐	.	硫酸银	A
砷酸二氧盐	.	硫酸锯	A
铀的氯化物	0	硫酸铈	ⓐ
氢氟酸	0A	硫酸铜	A
铍的化合物		硫酸铍	0
络 WF	ⓐ	磷	0
碘化银	A	磷酸	A
碘化汞	0	磷化锌	ⓐ
氢碘酸	A	磷化铝	o
嶼		磷化钙	

	w 机	化 合 物	
丙烯酸酯	0	烯丙醇	0A
丙烯腊	ⓐ■	烷基苯胺	
丙烯醛	0	烷基甲苯胺	
	A	异丙胺	o
乙腊	0	异佛尔酮	o
左旋肾上腺素	0	胰岛素	Q
苯胰	ⓐ	n 引噪	0
2-氨基乙醇	o	苜胺	0A
氨基联苯	■	二己基汞	■

(续上表)

乙苯	0	氛丁二烯	0
乙硫醇	0	氛仿	
氮丙环	■	乙烯酮	0
乙二醇丁基醚	0	秋水仙碱	0
乙二醇甲基醚	0	乙酸	△
ε-氯己醇	0	乙酸双氧铀	0
乙二醇—[1,2]	0	乙酸双氧铀锌	0
3-氯-1,2-环		己酸汞	0
氧丙烷	⊗	乙酸钷	A
烯丙基氯	0	乙酸乙烯酯	△
氯乙烷		己酸己酯	o
二氯乙烷	o	2-甲氧基乙酸乙酯	o
氯乙烯	o	水杨酸	△
虱代联苯	■	己脛三氯化硼	o
苯基氯	o	乙醮三浪化硼	o
氯甲烷	o	乙醮三氯化硼	o
异秋氏剂	o	二丙酮醇	o
过氧化膈	⊗	二乙胺	o
过氧化苯酰	A	二甘醇己基酯	o
咖啡碱	0	四氯化碳	
甲酸	A	环己醇	o
甲酸正	0	环己酮	o
二甲基苯胺	0	放线菌酮	o
奎宁	0	2, ε'-二氯乙醮	o
甲酚		二虱己酸	
氯乙酸	A	二氯丁烷	
1-氯-1-硝基丙烷	0	二氯代联苯胺	■
三氯硝基甲烷	⊗	部二氛苯	o

(续上表)

双烯酮	O	三氯丙烷	O
四禛乙烷	O	三硝基甲苯	A
4,4-二硝基部甲酚	.	三硝基苯	A
二混乙烷	.	三丁聆	A
二浪氯丙烷	.	三丙胺	A
二甲基己酰胺	o	三甲胺	A
二甲胺	®	二异互酸甲苯酯	OB
二甲苯胺	o	邻甲苯胺	®
二甲基磷酸酯	.	甲苯	■
二甲基甲酰胺	o	萘	o
二甲基硫酸盐	©■	0-萘胺	■
溴化乙烯	.	a-萘硫, 脈	o
溴甲烷	®	0-萘酚	®A
草酸	A	左旋-尼古丁	.
K 甲四氨焦磷酸	O	对硝基苯聆	o
马轎子碱	O	邹硝基氛代苯	■
氨基硫脲	.	硝基甲苯	o
硫丹	o	硝基联苯	■
四四基铅	.	对硝基硫代苯麟	.
四己基佳磷酸盐	.	酸乙酯	o
四氛乙烷	©■	硝基丙烷	o
四四己烯	■	硝基苯	®A
四硝基甲烷	o	三聚乙醛	A
四甲基铅	.	一六。五 (农药)	.
三己胺	o	对甲苯二胺	.
三氛乙烷	■	对苯二胺	®
三氯己烯	■	毗喘	OA
三氯乙酸	®A	佳磷酸四己酯	O

(续上表)

苯乙酸汞	0	醋酸 If	0
苯腈	0	邹苯二甲酸酐	A
苯二胺	A	异丙叉丙酮	0
苯酚	OAB	甲醇	◎■
芬硫磷	0	甲苯胺	0
部苯二甲腈	■	甲胺	0
丁胺	0	甲基汞	■
对一特丁基甲苯	0	甲基索佛那	
特丁基硫醇	0	甲基蔡氨基甲酸酯	
氯苦酰胺	.	甲基一六。五	o
氟己酸钠	0	甲脐	o
二甲马羲子碱	0	甲硫醇	o
糠醛	0	一氯代己酸	
丙释亚腈	0	一氟代乙酸	.
三浪甲烷	0	一氟代乙酰胺	.
正己烷	■	1, 4 氧氮杂环己烷	o
联苯胺	■	碘甲烷	■
苯甲醇	A	硫酸二己酯	A
苯	OAB	硫酸二甲酯	OAB
对苯醌	o	硫酸菸碱	o
五氟苯酚		硫氧己酸己酯	
马拉松(农药)	o	鱼藤酮	
丙二酸铝	o		

※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气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

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、配电箱等。
机械装置	由机械力而造成的伤害事故。	如车床、砂轮机。
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。
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. 电气装置

2.1 触电

所谓触电，即是电流流过人体某一部份的现象。这是最直接的电气事故，常常使人致命。触电是由于接近或接触电线或电气设备的通电或带电部位，或者电流通过人体流到大地或线间而发生。触电的危险程度，随通过人体的电流的大小和触电时间的长短而定，但也与当时的电路情况有关。同时，还随触电者的体质、年龄、性别的不同而异。即便是同一个人，也随其当时的状态不同而有不同的影响。对于50~60赫兹的交流电，触电时对人的影响情况，大致如表2—2所示。

表 2—2 电流量对人体的影响 (50~60 赫兹的交流电)



电流量	对人体的影响
1 毫安	略有感觉.
5 毫安	相当痛苦.
10 毫安	难以忍受的痛苦.
20 毫安	肌肉收缩, 无法自行脱离触电电源。
50 毫安	呼吸困难, 相当危险。
100 毫安	几乎大参数致命.

例如, 被 60 赫兹一定强度的电流触电时, 心脏肌肉每秒钟颤动 60 次, 因而发生痉挛。产生痉挛而 受损的心脏, 要自行复原是很罕见的, 以致大多数在数分钟内即死亡。一秒钟对人类来说, 虽然是短暂 的一瞬, 但是对电却是很长的时间。因此, 必须牢记, 触电时即使通电时间为 1、2 秒, 也是很危险的。

再从电压方面看, 人体的电阻分为皮肤电阻 (潮湿时约 2000 欧姆, 干燥时为 5000 欧姆) 和体内电 阻 (150~500 欧姆), 随着电压的升高, 人体的电阻则相应降低。若接触高压电而发生触电时, 则因 皮肤破裂而使人体的电阻大为降低, 此时, 通过人体的电流即随之增大。此外, 接近高压电时, 还有感 应电流的影响, 因而是很危险的。电压高低 对人体的影响情况如表 2—3 所示。

表 2—3 电压对人体的影响

接触时的情况		接近时的情况	
电 压	对人体的影响	电 压	可接近的最小安 全 距离 (厘米)
100 伏	全身在水中时, 跨步电压 界限为 10 伏/米-	3 千伏	15
200 伏	为湿手的安全界限.	4 千伏	15
300 伏	为干燥手的安全界限。	10 千伏	20
500 伏	为对生命没有危险的界 限.	20 千伏	30
1000—2000 伏	危险性为剧增大。	30 千伏	45
2000 伏以上	对生命发生危险.	60 千伏	75
3000 伏左右	被带电体吸引.	100 千伏	115
10 千伏以上	有被弹开而脱险的可能。	140 千伏	160
		270 千伏	300

关于触电一般应注意的事项

防止触电

- 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,至少要由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。同时,在高空进行作业时,要配戴安全带之类用具。

发生触电事故时的应急措施

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,不要轻易作出不可救活的结论(关于人工呼吸法及心脏按摩法,可参阅第三章)。

[事故例子]用干燥的手接触电压较低的通电设备没有什么感觉,而用湿手摸时,受到猛烈的电击(因湿皮肤与干燥皮肤的电阻不同之故)。◆因设备发生故障,切断电源开关进行修理时,其它人不了解情况,合上开关致使触电。

2.2 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—4所列的各种因素。

表2—4 引起电气灾害的主要原因

1) .由于漏电而产生佳耳热. 发热 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。

1) .闭合或拉开带负荷的电开关时,产生火花或电弧等.

火花 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、爆炸事故一般应注意的事项

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。

表 2—5 使用电气装置应注意的事项

电源 (配电盘)	使用机器的电流总是，不能大于装在电源上的保险丝所标明的电流 量。全部安装室内主要开美的配电盘，要放在走廊里。但是，有关电 灯的布 线要另成系统。
开美	电源开美绝对不允许使用超过其所标明的电流星的保险丝。各个设备 要 分别安装保险丝。
电戏 (软线)	要仔细查明电气设备的额定电流，并要使用其允许的电流星比设备所 用 的电流星及保险丝的容许电流是都大的电线。不可使用包皮破裂 或老化 的软线=对电热器之类设备，要用耐热软线连接，而不可用聚 乙烯软线= 在地上及面湿的地方布线时，要使用电缆。
布线 (电气施工)	电线连接电源或设备时，要仔细操作，防止接触不良。电线彼此相连接 时，要先进行软线焊接，然后用绝缘胶布将其完全包裹。布线时， 注意 不要把电线捆束、被脚踩着或者钩接起来。同时，亦要注意避免 电线敷 在潮湿或有药品及煤气的地方。对进户线及配电设备，必须由 工程专业 人员施工。

(续上表)

① 鑫睿实验设备

使用电气设备，不可超过其规定容量的负荷。例如，变压器或马达等 设备，如果超过其负荷，常常发热而引起若火燃烧。同时，要注意直 标明的功率与实际使用功率有差异的设备。某些设备（包括旋转机械 电气设备 之类设备），停电后，一通电，承受过大的负荷而发热，常成为火灾

的原因。对于昼夜连续使用的电炉、恒温槽或排气泵等设备，最好安 装保护继电器之类的安全电路。对排 风扇、电冰箱或烘箱等设备，因 为经常处理溶剂之类蒸气或煤气，故最好使用防爆型的设备。

实验结束离开实验室时，必须切断电源开美。特别夜里停电不能进行 实验而离开实验室时，往往忘记切 断电源，这点尤要注意。对于粗心 停电及其它 因停电而引起事故的某些装置及安全系统（如维持生命的装置，以 夏为了防爆而装有冷却装置之类设备），必须采取提高电源的稳定性 及准备好预备电源等周密的措施。

[事故例子] 在实验桌上，把刚加热完的电热器的电源开关断开，检查时没有发现异常现象。但回 宿舍后不久，即发生火灾（因木质实验桌，由于电热器加热时积蓄热量，表面炭化而里层却着火，其后， 火从裂缝慢慢扩大所致）。

◆打扫配电盘时，剥落了油漆，其后合上开关，引起有机溶剂着火及爆炸。

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，熟习其准确的操作方法。千万不可一知半解就勉强进行操作。

一般应注意的事项

- 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。

表 2—6 使用机床应注意的事项

钻床	用老虎钳或夹具，把加工材料夹持固定，加工小件物品时，如果用手压住是很危险的。要待钻床停止转动后，才可取下钻头及加工材料。同时，要用卡紧夹头用的把手，将夹头卡紧，使其不能旋转。切削下来的金属粉末，温度很高，不可接触身体。
车床	用卡盘、最好用夹具把加工材料牢固固定。材料要求匀称，以便旋转均衡。车力要牢固装于正确的位置。操作时，进刀量、物料进给量及切削速度要合适。加工过程中，要进行检测或活理车刀时，一定要停车进行。如果机械和刀口发生异常振动或发出噪音等暗况时，要立刻停止作业，进行检查。
铣床	用夹具等工具牢固地夹住加工材料。在运转过程中，铣刀被材料卡住而使机器停止转动时，要立刻切断电源开盖，然后请熟练操作人员指导，排除故障。切不可强行进力或加快切削速度。
磨床	因切削粉末飞扬，故操作时要戴防护眼镜或防护面具。安装或调整磨石，要由熟练人员进行。使用前，一定要先试车，检查磨石是否破裂及固定螺柱有无松动。支承台与磨石之间要保括 2~3 毫米的间隙。若间隙过宽，材料及手指等易被卷入。此外，因磨石高速旋转若，操作时，注意防止身体靠近磨石的前面。不能使用磨石的侧面进行加工。加工小件物品时，可用钳子之类工具，把直钳着固定。
电钻	要按照钻床的使用方法及注意事项进行操作。且因钻孔时，以腕力成身体重量压钻，故在钻穿或钻头碎裂的瞬间，往往身体失去平衡而发歪。
锯床	锯床危险性多的机械因此，在便用前要特别仔细检查。要正确的固定加工材料。中途发现加工不合规格要求时，一定要先切断电源开盖，然后才进行调整。在操作过程中，不要离开现场。

[事故例子] 用磨床加工材料的过程中，磨石碎裂，飞出碎片而受伤。

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—7 构成高压装置的器械种类

高压发生源	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。
高压流体输送器	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。

一般应注意的事项

- 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，要在其试验压力的：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) .不消说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。

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。

一般应注意的事项

- 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。

鑫睿实验设备

- 3).压力计所使用的压力，最好在其标明压力的!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: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] 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。◆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。

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° C 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° C 以下，压力在 2 公斤/厘米² 的液化气体。

[例外] 压力在 2 公斤/厘米² 以上的压缩乙炔气；一个。大气压以上的液化氰化氢、液化溴甲烷及环氧乙烷的高压气体。此外，还有在政府法令中所确定的其它液化气体。

一般应注意的事项

表 2—8 处理高压气体钢瓶一般应注意的事项

检查确认的爭项	容器证明书, 再次检验的时间以及容器上的镌刻等.
撮运	检查钢瓶的阀门. 一定要旋上保护帽. 搬运时, 使用专运钢瓶的手推车. 为防止钢瓶在撮运中滚落, 要把它加以固定. 装卸钢瓶要轻快稳重, 不要只由一个 K 装卸.
贮存	按照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. 要把储气钢瓶竖起固定. 襪化气及己焕气的钢瓶, 必须竖起存放, 在氧气瓶或可燃性气体钢瓶的附近, 不要放置自燃或易燃性高的化学药品. 藏室内要 严禁烟火. 并且, 要注意室内经常换气, 以防即使漏出气体, 也不致滞留不散. 钢瓶常保存于加色以下, T5 笆以上的地 . 点. 不要把它置于被 F 日光照射、风吹雨淋的面湿地方, 或者 放在腐蚀性药品的附近. 同时, 也不要把它置于电戏或地线的附近. 要选择没有重物跌落的地点放置.

(续上表)

使用时, 要把钢瓶牢牢固定, 以免摇动或翻倒. 开美气门阀 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查种高压气体专用的器 材, 连接导管一定要用活接头管件. 要检查连接部位是否漏 气, 可除上肥皂液进行检查, 调整至确实不漏气后才进行实

使用	验. 气门阀漏气时, 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, 可用如笆以下的水喷淋, 或用热的湿布等东西包惠, 使之升温, 决不司用明火直接加 热. 暂时停止使用气体时, 只关闭调节器并不保险, 必须关 闭气门阀, 并卸下实验装置与调节器的连接管. 钢瓶用后要 完全关闭气门阀并旋上瓶帽.
其它	用完气体活还容器或重新填充气体时, 必须关上气门阀. 并 应尚存有若干气体时即交给主管人员. 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.

表 2—9 处理各种高压气体应注意的事项

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，必须十普注意，不要把氧气装入盛过油类物质之类的容器里，或把它置甲这类容器的幽近。调节器之类器械，要用氧气专用的装置。压力计则要使用标明农禁油》的氧气专用的压方计。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，常常积有油价。因此，若不把它清除掉，接触氧气时是很危险的。此外，将氧气排放到火气中时，要查明在其幽近不登引起火灾等危险后，才可排放。保存氧气时，要与氢气等司燃性气体的钢瓶隔开。

(续上表)

氢气	<p>便用氢气时，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) X 时，遇火即登爆炸。氢气要在通风良好的地方便用，或者可考虑用导管尽量把室内气体排到太气中。试漏时，可用肥皂水之类东西进行检查，不可便氢气靠近火源，操作地点要严禁便用氢气的设备，用后要用氮气等不活泼气体进行置换，然后才可保管。注意不可与氧气瓶一起存放。</p>
钼气	<p>氯气即使数星甚微，也会刺激眼、鼻、咽喉等器官。因而，使用氛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。如果氯气中混入水价，就会便设备产生严重腐蚀。因此，每次使用都要除去水份。即使这样，仍会有腐蚀现象。故充气六个月以上的氯气钢瓶，不宜照样继续存放。</p>
氨气	<p>氨气也会刺激眼、鼻、咽喉。便用时要注意防止冻伤。氨能被水充分吸成，敌司在允许洒水的地方使用及砂藏。</p>
乙快	<p>己焕非常易燃，且燃烧温度很高，有时还登发生分解爆炸。要把贮存己焕的容器置于通风良好的地方，在便用、ST存过程中，一定要竖起。要严禁烟火，注意漏气。在调节器出口，其使用压力不可超过 1 公斤/厘米¹；因而适当打开气门阀即可（一般旋开阀门不超过一圈半）。调节器等要便用专用的器械。乙快与空气混合时的爆作范围是，含乙焕 2.5—80.5 (体积) X -</p>
可燃性气体	<p>便用场所要严禁烟火，并设置灭火装置。在通风良好的室内便用，要预先充分考虑到发生火灾或爆炸争敌时的措施。便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，并设法除去苴静电荷。在便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，要加以充始注意。同时，考虑到气体对空气的比重关系，要注意室内换气。</p>

(续上表)

毒气	使用毒气,要具备足够的知识。要准备好防毒面具,对于防毒设备或躲避之类措施,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泄漏滞留。把毒气排入大气中时,要将其转化成完全无毒物质,然后才可排放。毒气登腐蚀钢瓶,使其容易生锈、降低机械强度,故必须十分注意加强钢瓶的保养,毒气钢瓶长期贮存会发生破裂,此时要把它交给管理人员姓理。
不活泼气体	不活馥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,谨填地进行姓理。用星大时,要注意室内通风,避免在密闭的室内使用。

[事故例子] 在搬运氯气钢瓶过程中,钢瓶翻倒,气门阀破裂漏气,致使室内的金属设备被腐蚀。◆使用放置六个月以上的氯气钢瓶时,发生漏气事故。◆把氢气与空气或氧气混合时,常常发生爆炸事故。◆实验时,不注意到液化石油气渗漏,气体通过地下的通风孔进入隔壁室内,遇到室内的火源而引起着火、爆炸。

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。

5. 1 高温装置

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。

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,手套中的水份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。

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。

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。

5. 2 低温装置

在低温操作的实验中，作为获得低温的手段，有采用冷冻机和使用适当的冷冻剂两种方法。但是，实验室中，因后一种方法较为简便，故经常被使用。例如，将冰与食盐或氯化钙等混合构成的冷冻剂，大约可以冷却到 -20°C 的低温，且没有大的危险性。但是，采用 -70°C — -80°C 的干冰冷冻剂，以及 -180°C ~ -200°C 的低温液化气体时，则有相当大的危险性。因此，操作时必须十分注意。

使用冷冻机应注意的事项

- 1). 使用大型冷冻机要按照《高压气体管理法》的有关规定进行操作。若不是经过国家考试合格的《冷冻机作业人员》，不能进行运转及维修。
- 2). 小型冷冻机虽然不受管理法的限制，但是，也必须遵照管理法的主要要求进行运转及维修。
- 3) .因冷冻机在相当高的压力下工作，故应购买保证质量的制造厂的合格产品。并且，也要安装安全装置。
- 4) .冷冻机通常用氨、氟里昂、甲烷、乙烷及乙烯等作冷冻剂。但是，这些冷冻剂必须经过适当的处理。

使用干冰冷冻剂应注意的事项

① 鑫睿实验设备

干冰与某些物质混合，即能得到 -60°C — -80°C 的低温。但是，与其混合的大多数物质为丙酮、乙醇之类有机溶剂，因而要求有防火的安全措施。并且，使用时若不小心，用手摸到用干冰冷冻剂冷却的容器时，往往皮肤被粘冻于容器上而不能脱落，致使引起冻伤。因此，要加以充分注意。

低温液化气体

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。但是，因它具有如表2—10所列的危险性，因此，操作必须熟练并要小心谨慎。

表 2—10 低温液化气体的危险性

因为温度极低，容易发生冻性，严重时则登便肌肉坏死。同时，实验
 装置用的材料，由于低温变脆而容易破裂成二次灾害。固态氧、
 液态氧、油脂类或怪类燃料等，象炸药一样，会发生激烈的
 爆炸反应（凝聚爆炸）。

液化气体一旦气化，体积即增加 800~900 倍而压缩空气；并且由于
 过热的作用而产生爆炸性的气化（蒸气爆炸）。此外，一氧化碳、
 二氧化碳影响呼吸机能，氢气及不活泼气体属窒息剂，氯及臭氧有毒
 性且腐蚀性大，而可燃性液化气体气化时，则引起火灾、爆炸的危

一般应注意的事项

- 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，并参照第三章有关部份进行处理。
- 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。

① 鑫睿实验设备

- 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。

使用各种低温液化气体应注意的事项

表 2—11 使用低温液化气体应注意的事项

固态氧	固态氧具有可燃性，要产禁烟火。如果与空气接触，则在液面上形成对撞击很敏感的爆炸性混合物。因而，与空气的接触要限制在最小限度内。要注意室内通风，特别是实验室上部的通风。要注意防止与液态氧或空气混合。
液态氧	液态氧无论是液体还是气体状态都是很强的氧化剂，液态氧与可燃性物质混合，即形成对撞击很敏感的爆炸性混合物。注意不要使液态氧接触覆盖物。液氧气化后，不但可使可燃性物质剧烈燃烧，而且与通常的不可燃物质接触，也剧烈的进行反应。固态氧会伤害皮肤、眼睛和粘膜。注意不要与氢气或可燃性气体混合。室内要严禁烟火，并保持通风良好。

瘦化空气	稠化空气的使用注意事项与液态氧相同. 新制楊的稠化空气含氧约 48 X. 但是, 在使用其贮存过程中, 沸点较低的稠氮迅速蒸发, 而 便氧含量逐渐增大.
稠态氮	稠态氮为不活泼、无毒性的物质, 因而是比较安全的冷冻剂. 但是, 它与其它的液化气体一样, 也有冻伤或发生蒸气爆炸的危险性. 当它 置换了空气时, 则是一种纯粹的窒息剂, 要加以注意.

[事故例子] 曾经发生过这样的事例: 在使用液化空气过程中, 不慎洒出沾到衣服上, 当其蒸发气 化后, 靠近火源时即着火而引起严重烧伤. 这是由于液氧残留在衣服里之故. ◆将液氮注入真空玻璃瓶 时, 真空瓶发生破裂.

6. 高能装置

近年来, 使用高能装置的机会不断增加. 由于这些装置使用直流高压电或高频高压电, 因此, 使用 这些装置时, 不消说必须注意防止触电和电气灾害, 同时, 随着使用的能量增高, 其发生事故的 危险性 也就愈大. 例如, 激光或雷达等能放出强大电磁波的高频装置, 由它们放出的微波或光波, 瞬间即会使 人严重烧伤. 并且往往还会使眼睛失明, 甚至发生生命危险. 此外, 使用能放出放射线的装置时, 实验 人员及在其周围工作的同事, 也会因被放射线照射而受到伤害. 因此, 必须予以足够的重视.

关于各种高能装置, 由于制订有相应的《使用规则》, 并写明有《操作注意事项》, 同时, 大多数 情况是在适当的管理人员的指导下分小组进行实验, 因此, 下面只叙述其一般的注意事项. 至于, 在化 学实验中使用的高频率的激光及 X 射线装置的操作, 则另项叙述.

一般应注意的事项

① 鑫睿实验设备

1) . 设置有这类装置的地方, 要标明为危险区域, 并在特别危险的地点(如高压电、放出 X 射线及 电磁波等部位), 要设置栏栅, 以免误入。

2) . 这类装置的装配、布线及修理等, 均要由专家进行。

3) . 注意经常整理实验室并保持整洁。

4) . 要由二人以上进行实验。

5) . 装置必须安装地线, 并配备接地棒。

6) . 变压器虽然属小型的, 也要十分注意安全操作。

7) . 虽然是干电池, 但是, 当连接多个时, 其所产生的高压电, 也有危险。

8) . 在真空系统中安装高压电带电部件时, 往往由于不小心, 一泄漏真空即会通电, 因此要加以注 意、0

9) . 电解电容器有时也会爆炸, 要加以注意。

10) . 15 千伏以上的高压电, 有放出 X 射线的危险, 要加以注意。

11) . 盖斯勒真空管也会放出 X 射线, 长时间使用时, 要予以注意。

12) . 其它方面, 要遵守上述《2. 电气装置》部份所述的注意事项。

13) . 关于高压电场对人体的危害, 尚有很多未弄清楚的地方. 因此, 尽量避免靠近这类区域为好。

6. 1 激光器

激光器因能放出强大的激光光线(可干涉性光线), 所以, 若用眼睛直接观看, 即会烧坏视网膜, 甚至还会失明。

同时，还有被烧伤的危险。

一般应注意的事项

1) .使用激光器时，必须戴防护眼镜。

2) .往往会有意料不到的反射光射入眼睛。因而，要十分注意射出光线的方向，并同时查明确实没有反射壁面之类东西存在。

3) .最好把整个激光装置都覆盖起来。

4) .对放出强大激光光线的装置，要配备捕集光线的捕集器。

5) .因为激光装置使用高压电源，故操作时，必须加以注意。

6. 2 X 射线发射装置

发出放射线的装置

1) .加速电荷粒子的装置有：回旋加速器、电磁感应加速器以及各种加速装置等。

2) .发射 X 射线的装置有：X 射线发生装置、X 射线衍射仪、X 射线荧光分析仪等。

3) .盛载放射性物质的装置

关于上述装置的处理,在政府颁布的法令或政令中,规定有相应的义务和限制。通常进行上述实验时,必须进行周密的准备和细心的操作。

在上述装置中,由于X射线装置加速电压既低,装置又小型,而且运转也简单,所以最广泛使用。

但是,进行实验时,不仅实验者本人,而且在其周围的人都要倍加注意,防止被X射线照射;并且,要遵照管理装置的负责人或管理人员的指示进行使用,决不可随随便便进行操作。

淤 淤 淤 淤 淤

放射线

1. α 射线、氦核射线及质子射线。
2. P射线及电子射线。
3. 中子射线。
4. Y射线及X射线。

淤 淤 淤 淤 淤

X射线室的标志

- 1) .在X射线室入口的门上,必须标明安置的机器名称及其额定输出功率。
- 2) .对每周超出30毫雷姆照射剂量的危险区域(管理区域),必须作出明确的标志。
- 3) .在X射线室外的走廊里,安装表明X射线装置正在使用的红灯标志。当使用X射线装置时,即把红灯拨亮。

一般应注意的事项

- 1) .实验者及进入实验室的人员,必须配带X射线室专用的证件,证件定期调换,将其被照射的剂量,记入放射线同位素使用者的记录簿中。
- 2) .从X射线装置出口射出的X射线很强(通常为105伦琴/分钟),因此,要注意防止在那里直接被照射。并且,确定X射线射出口的方向时,要选择向着没有人居住或出入的区域。
- 3) .尽管对X射线装置充分加以屏蔽,但要完全防止X射线泄漏或散射是很困难的。必须经常检测工作地点X射线的剂量,发现泄漏时,要及时加以遮盖。
- 4) .需要调整X射线束的方向或试样的位置以及进行其它的特殊实验时,必须取得X射线装置负责人的许可,并遵照其指示进行操作。
- 5) .按照实验的要求,穿上防护衣及戴上防护眼镜等适当的防护用具。
- 6) .装置出现异常或发生事故时,要立刻停止发射X射线,并向装置的负责人报告并接受指示。
- 7) .自感受到X射线照射时,也与前项同样处理。
- 8) .实验前,要认真研究实验步骤,并作好充分的准备,注意尽量缩短发射X射线的时间。

9) .经常测定进入区域的 X 射线的照射剂量。要考虑在 X 射线工作场所的允许剂量 (30 毫伦琴/每 周) 以内, 安排实验时间。

10) .使用 X 射线的人员, 要定期进行健康检查。

从事 X 射线工作的人员被照射的允许剂量

1) .据人事院规则 (指日本一译注) 10-5 第 4 条规定:

(1) 每年度除手、脚及皮肤以外的部位, 接受的剂量限度, 为由下式算出的数值, 扣除该工作人员 至前一年度受到照射的累积剂量所得的数值 (单位: 雷姆):

$$D=5 (N-18)$$

式中: D——累积剂量 (单位: 雷姆);

N——年龄数 (但年龄为 18 时, 以 19 计)。

(2) 连续三个月接受剂量的限度: 3 雷姆 (若仅对皮肤, 其接受的剂量限度为 8 雷姆; 对手及脚等 部位, 接受剂量的限度为 20 雷姆; 对妇女腹部接受剂量的限度为 1.3 雷姆)。

(3) 妊娠妇女, 从被诊断妊娠时起到临产期间, 其腹部接受剂量的限度为: 1 雷姆。

2) .国际放射线防护委员会推荐 (1965 年) 的允许剂量标准:

生殖器、红骨髓 (以均匀照射全身计): 5 雷姆/年。

皮肤、甲状腺、骨骼: 30 雷姆/年。

手、前臂、足、踝: 75 雷姆/年。

内脏器官: 15 雷姆/年。

1 对一般人的剂量限度为上述数值的土)。

放射线的防护措施

防止体外被照射	时间: 尽可能缩短被照射的时间。 距离: 采用适当便器, 增大从射线发生源至操作者之间的距离。
防止体内被照射	经口: 使用安全的吸液管等仪器进行操作。 经呼吸道: 除去空气中射性物质的蒸气、尘埃及飞散物, 采用湿 法 实验. 经皮肤、 伤口 : 戴上防护手套、面具及眼镜等防护用具。

防止体内被照、射: 使用不密封的放射性物质时, 要特别注意

表 2—12 瞬时照射剂量与放射线的危害

N ~25r	没有明显危害.
25-7 50r	血液有些变化, 但没有大的危害.
50 -100r	血液、细胞发生变化, 出现危害。
100 J 2001-	有危害, 开始感到无力气.
200 -■ 400x	有危害, 无力气, 有死亡的危险.
400r 以上	50 品死亡-
600r 以上	死亡

(1) r (伦琴): 为电离 0° C、760 毫米水银柱的干燥空气 1 厘米³ (0.001293 克) 所产生正或负电荷一静电单位的 X 射线 (Y 线) 的剂量。

(2) 雷姆: 当被人体吸收的放射线所显示出的效果, 与吸收 1r 射线时的生物学效果相等时, 就把这个剂量叫做 1 雷姆。它与受到 1r 的照射剂量大致相等。

淤 淤 淤 淤 淤

放射任物质

种 类	数 fi
如*或放出 a 射賤的同位素 (除去 Th 和 U) .	0.1 微居里
放出放射线而其物理半衰期超过 30 天的同位素 (除去、 ⁷ Be、 的、吨、5 耻、嗜八 厶及放出 a 射统的物质八	1 微居里
放出放射线而其物理半衰期在 30 天以内的同位素除去 ¹⁹ F、曲如、 70、洒口及能放出 4 射賤的物质) 及新 5 虱或唯八	10 微居里
³ H, ⁷ Be, ¹⁴ C、诟 F、 ⁵¹ Cr ■, ⁷¹ Ge ■, ²⁰¹ Tl ■, Th 或 U-	100 澈居里

7. 玻璃器具

由玻璃器具造成的事故很多, 其中大多数为割伤和烧伤。为了防止这类事故的发生, 必须充分了解玻璃的性质。

表 2—13 玻璃的性质

硬度……玻璃硬度为 6-7=但质地脆弱, 断口成贝壳状, 犹如锋利的与财。因而, 操作时很危险。
 强度……虽然抗压力强 (抗压强度为 9000 公斤/■厘米²), 但张力弱 (400-600 公斤/厘米= 一稍为插入受压, 即很易折断。
 耐热性……导热、导电性差。如果给直造成局部温差, 则变脆而容易碎裂. 因而, 厚壁 玻璃不能加热-
 耐久性……经长时间存放的玻璃, 登失去一部分碱除一经受热即失去透明, 变成白色 浑浊且变脆。

一般应注意的事项

- 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) .加工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。

表 2—14 主要玻璃器具使用时应注意的事项

玻璃管	内壁有裂痕的玻璃管，加工时容易破裂(因苴外部受热时，而内部被拉张).应避免使用.
烧杯、烧瓶	于烧杯、烧瓶内放入固体物时，要防止固体物撞破容器底部.操作时，要把容器略为倾斜，然后将固体物慢慢滑入.
三角烧瓶	平底的薄壁三角烧瓶，绝不可用于减压操作，因其破裂的可能性很+0
真空玻璃瓶	此类玻璃瓶稍有损仍，则往往发生爆炸性的破裂.因此，不要把手放入瓶里，或将脸靠近真空瓶口.
安甜	启开安甜时，要先将苴充分冷却，然后用毛巾等把它紧紧裹着，瓶口向前，再用铤与铤出凹痕，即可把它打开.
试剂瓶	对装有象氨水之类溶癖有气体的液体试剂瓶，冷却后用毛巾包着塞子，然后才把它拔出.

[事故例子] 将玻璃管插入橡皮塞、或者把橡皮管套入玻璃管，以及于试管上塞橡皮塞时，强行操作而受伤的例子很多。◆将三角烧瓶作吸滤瓶使用的过程中，发生破裂而受



鑫睿实验设备
Sinrise Equipment Systems

本章主要叙述在实验过程中因不幸发生人身事故时，在紧急情况下，必须先实验室立刻进行的应急处理方法。同时，有些地方，也简单涉及专门的医疗处理。此外，对化学工作者必须懂得的苏生法，也略为详细说明。

1. 化学药品中毒时的应急处理方法

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，则可采取下述方法处理。毫无疑问，进行应急处理的同时，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) .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。

2) .如果一时弄不到上述东西，可于 500 毫升蒸馏水中，加入约 50 克活性炭。用前再添加 400 毫升蒸馏水，并把它充分摇动润湿，然后，给患者分次少量吞服。一般 10~15 克活性炭，大约可吸收 1 克毒物。

3) .用手指或匙子的柄摩擦患者的喉头或舌根，使其呕吐。若用这个方法还不能催吐时，可于半酒杯水中，加入 15 毫升吐根糖浆（催吐剂之一），或在 80 毫升热水中，溶解一茶匙食盐，给予饮服（但吞食酸、碱之类腐蚀性药品或烃类液体时，因有胃穿孔或胃中的食物一旦吐出而进入气管的危险，因而，遇到此类情况不可催吐）。绝大部份毒物于四小时内，即从胃转移到肠。

4) .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。

（注：把二份活性炭、一份氧化镁和一份丹宁酸混合均匀而成的东西，称为万能解毒剂。用时可将 2~3 茶匙此药剂，加入一酒杯水做成糊状，即可服用）。

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（关于人工呼吸法，见本章 7.1 与 7.2 项）。

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) .一面脱去衣服，一面在皮肤上浇水。

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。

2) .不要使用化学解毒剂。

1. 2 无机化学药品中毒的应急处理方法

1. 2. 1 强酸(致命剂量 1 毫升)

1) . 吞服时 立刻饮服 200 毫升氧化镁悬浮液，或者氢氧化铝凝胶、牛奶及水等东西，迅速把毒物 稀释。然后，至少再食 10 多个打溶的蛋作缓和剂。因碳酸钠或碳酸氢钠会产生二氧化碳气体，故不要 使用。

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。

3) . 进入眼睛时 撑开眼睑，用水洗涤 15 分钟。

1.2.2 强碱(致命剂量 1 克)

1). 吞食时 立刻用食道镜观察，直接用 1%的醋酸水溶液将患部洗至中性。然后，迅速饮服 500 毫升稀的食用醋(1 份食用醋加 4 份水)或鲜橘子汁将其稀释。

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

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). 吸入时把患者移到空气新鲜的地方，使其横卧着。然后，脱去沾有氰化物的衣服，马上进行人 工呼

① 吸。

鑫睿实验设备

2) . 吞食时用手指摩擦患者的喉头，使之立刻呕吐。决不要等待洗胃用具到来才处理。因为患者在 数分钟内，即有死亡的危险。

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 碑(致命剂量 0.1 克)

吞食时，使患者立刻呕吐，然后饮食 500 毫升牛奶。再用 2~4 升温水洗胃，每次用 200 毫升。

1.2.8 汞(致命剂量 70 毫克(HgCl₂))

饮食打溶的蛋白，用水及脱脂奶粉作沉淀剂。立刻饮服二巯基丙醇溶液及于 200 毫升水中溶解 30 克硫酸钠制成的溶液作泻剂。

1.2.9 铅（致命剂量 0.5 克）

保持患者每分钟排尿量 0.5~1 毫升，至连续 1~2 小时以上。饮服 10% 的右旋糖酐水溶液（按每公斤体重 10~20 毫升计）。或者，以每分钟 1 毫升的速度，静脉注射 20% 的甘露醇水溶液，至每公斤体重达 10 毫升为止。

1.2.10 镉（致命剂量 10 毫克）、铊（致命剂量 100 毫克）

吞食时，使患者呕吐。

1.2.11 钡（致命剂量 1 克）

将 30 克硫酸钠溶解于 200 毫升水中，然后从口饮服，或用洗胃导管加入胃中。

1.2.12 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。

1.2.13 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。

1.2.14 利用重金属螯合化而解毒

如上各项所述，当吞食重金属时，可饮服牛奶、蛋白或丹宁酸等，使其吸附胃中的重金属。但是，用螯合物除去重金属也很有效。

重金属的毒性，主要由于它与人体内酶的 SH 基结合而产生。因而，加入的螯合剂争先与重金属—SH 中的重金属相结合，故能有效的消除由重金属而引起的中毒。重金属与螯合剂形成的络合物，易溶于水，所以容易从肾脏完全排出。再者，服用螯合物的同时，还可利用输液（10% 的右旋糖酐溶液，或 20% 的甘露醇溶液）的方法，促使其利尿。

医疗上医生常用的螯合剂有以下这些物质：CaNa₂·EDTA（乙二胺四乙酸钙二钠）—Pb, Cd, Mn; BAL（2,3—二巯基丙醇）—Hg, As, Cr; B—二甲基半胱氨酸—pb, Hg; 二乙基二硫代氨基甲

鑫睿实验设备

酸钠三水合物等。但是，镉中毒时，用螯合剂会使肾的损害加剧，因此，遇此情况时，尽量不用螯合剂为好。对有机铅之类物质中毒，用螯合剂解毒则无能为力。此外，螯合剂对生物体所必需的重金属也起螯合作用，因而，使用时需加以注意。

淤 淤 淤 淤 淤

洗胃方法

将患者躺下，使其头和肩比腰略低。在粗的柔软胃导管上，装上大漏斗。把涂上甘油的胃导管，从口或鼻慢慢地插入胃里，注意不要插入气管。查明在离牙齿约 50 厘米的地方，导管尖端确实落到胃中。其后，降低漏斗，尽量把胃中的物质排出。接着提高漏斗，装入 250 毫升水或洗胃液，再排出胃中物质。如此反复操作几次。最后，在胃里留下泻药（即于 120 毫升水中，溶解 30 克硫酸镁制成的溶液），拔出导管。各种化学药品中毒时，其相应的洗胃液列在表 3—1 上。

最好在实验室里常备有洗胃导管。

淤 淤 淤 淤 淤

表 3—1 特殊洗胃液

毒物种类	洗胃液
生物碱	0.02% 的高锰酸钾水溶液—
i 漂白剂 (次氯酸盐)	5 X 的硫代硫酸钠水溶液。
铜	1 X 的亚铁互化钾水溶液。
铁	在加有碳酸氢钠的 10 X 的生理食盐水 100 毫升中加入 5-10 克去铁敏制成的溶液。
氧化物	5 X 的乳酸或氧化钙水溶液、牛奶等。
甲醛	1 X 的碳酸银水溶液。
碘	淀粉的水液。
苯酚、甲酚	植物油 (不能用矿物油) =
磷	100 毫升 1 X 的硫酸铜水溶液。但洗后必须把它排出。
水杨酸盐	1% 的碳酸氢钠水溶液。

此外, 活性炭加水, 充分摇动制成润湿的活性炭, 或者温水, 对任何毒物中毒, 均可使用。

1.3 有机化学药品中毒的应急处理方法

1.3.1 烃类化合物 (致命剂量 10~50 毫升)

把患者转移到空气新鲜的地方。因为如果呕吐物一进入呼吸道, 则会发生严重的危险事故, 所以, 除非平均每公斤体重吞食超过 1 毫升的烃类物质, 否则, 应尽量避免洗胃或用催吐剂催吐。

1.3.2 甲醇 (致命剂量 30~60 毫升)

① 鑫睿实验设备

用 1~2% 的碳酸氢钠溶液充分洗胃。然后, 把患者转移到暗房, 以抑制二氧化碳的结合能力。为了防止酸中毒, 每隔 2~3 小时, 经口每次吞服 5-15 克碳酸氢钠。同时为了阻止甲醇的代谢, 在 3~4 日内, 每隔 2 小时, 以平均每公斤体重 0.5 毫升的数量, 从口饮服 50% 的乙醇溶液。

1.3.3 乙醇 (致命剂量 300 毫升)

用自来水洗胃, 除去未吸收的乙醇。然后, 一点点地吞服 4 克碳酸氢钠。

1.3.4 酚类化合物 (致命剂量 2 克)

1). 吞食的情况马上给患者饮自来水、牛奶或吞食活性炭, 以减缓毒物被吸收的程度。接着反复洗胃或催吐。然后, 再饮服 60 毫升蓖麻油及于 200 毫升水中溶解 30 克硫酸钠制成的溶液。不可饮服矿物油或用乙醇洗胃。

2). 烧伤皮肤的情况先用乙醇擦去酚类物质, 然后用肥皂水及水洗涤。脱去沾有酚类物质的衣服。

1.3.5 乙二醇

用洗胃、服催吐剂或泻药等方法, 除去吞食的乙二醇。然后, 静脉注射 10 毫升 10% 的葡萄糖酸钙, 使其生成草酸钙沉淀。同时, 对患者进行人工呼吸。聚乙二醇及丙二醇均为无害物质。

1.3.6 乙醛 (致命剂量 5 克)、丙酮

用洗胃或服催吐剂等方法, 除去吞食的药品。随后服下泻药。呼吸困难时要输氧。丙酮不会引起严重中毒。

1.3.7 草酸 (致命剂量 4 克)

立刻饮服下列溶液, 使其生成草酸钙沉淀: i). 在 200 毫升水中, 溶解 30 克丁酸钙或其它钙盐制成的溶液; ii).

大量牛奶。可饮食用牛奶打溶的蛋白作镇痛剂。

1. 3. 8 氯代姪 (致命剂量 CCl_4 : 3 毫升; $C_2H_5CCl_2$: 1 克; $C_2Cl_6 = CCl_4$: 5 毫升)

把患者转移, 远离药品处, 并使其躺下、保暖。若吞食时, 用自来水充分洗胃, 然后饮服于 200 毫升水中溶解 30 克硫酸钠制成的溶液。不要喝咖啡之类兴奋剂。吸入氯仿时, 把患者的头降低, 使其伸出舌头, 以确保呼吸道畅通, (关于确保呼吸道畅通的方法, 见下面 7.1 项)。

1. 3. 9 苯胺 (致命剂量 1 克)

如果苯胺沾到皮肤时, 用肥皂和水把其洗擦除净。若吞食时, 用催吐剂、洗胃及服泻药等方法把它除去。

1. 3. 10 三硝基甲苯 (致命剂量 1 克)

沾到皮肤时, 用肥皂和水, 尽量把它彻底洗去。若吞食时, 可进行洗胃或用催吐剂催吐, 将其大部份排除之后, 才服泻药。

1. 3. 11 有机磷 (致命剂量 0. 02~1 克)

① 鑫睿实验设备

使患者确保呼吸道畅通, 并进行人工呼吸。万一吞食时, 用催吐剂催吐, 或用自来水洗胃等方法将其除去。沾在皮肤、头发或指甲等地方的有机磷, 要彻底把它洗去。

1. 3. 12 甲醛 (致命剂量 60 毫升)

吞食时, 立刻饮食大量牛奶, 接着用洗胃或催吐等方法, 使吞食的甲醛排出体外, 然后服下泻药。有可能的话, 可服用 1% 的碳酸铵水溶液。

1. 3. 13 二硫化碳

吞食时, 给患者洗胃或用催吐剂催吐。将患者躺下并加保暖, 保持通风良好。

1. 3. 14 一氧化碳 (致命剂量 1 克)

清除火源。将患者转移到空气新鲜的地方, 使其躺下并加保暖。为了使其减少氧气的消耗量, 要保持安静。若呕吐时, 要及时清除呕吐物, 以确保呼吸道畅通, 同时充分的进行输氧。

关于以上所述的由化学药品引起中毒时, 所进行的应急处理的有关资料, 主要参照: M. A. Krupp, M. J. Chatton, CURRENT MEDICAL DIAGNOSIS & TREATMENT (1974, Lange Med. Publ.) 及《治疗》(1974 年, 10 月号)。

2. 烧伤

造成烧伤的原因虽然多种多样, 但其处理原则基本相同。

2. 1 烧伤程度的判断

为了确定处理方法, 必须首先判断烧伤程度。其判断方法, 可根据烧伤面积及烧伤深度两项以及有无并发症等, 综合的加以判断。

a). 烧伤面积

烧伤面积, 用其占人体全部体面积的百分数表示。为了简便的计算人体各部份的表面积, 归纳有《9 的规律》的算法 (见图 3—1)。

b). 烧伤深度

从热的强度及被烧的时间来确定其烧伤深度，并从皮肤的症状及有无疼痛加以判断（见表 3—2）。实际上，烧伤深度的判断相当困难。因为随着时间的推移，烧伤程度往往逐渐加深。

表 3—2 烧伤深度与症状的关系

深 度	症 状	疼 痛
I 度	红 斑	(*)
II 度	红斑+水疱	(+)
III 度	灰白色 i 黑色	(-)

2. 1. 1 轻度烧伤

II 度烧伤 15%以下，III 度烧伤在 2%以下。很少发生休克。

2. 1. 2 中度烧伤

II 度烧伤占 15~30%，III 度烧伤在 10%以下。据以往的病例，全都有休克的危险性。必须送入医院治疗。

2. 1. 3 严重烧伤

II 度烧伤占 30%以上，III 度烧伤在 10%以上。或者，脸、手及脚均 III 度烧伤，而呼吸道有烧伤的可疑。常常伴有电击、严重药品伤害、软组织损伤及骨折等症状。必须在受伤后 2~3 小时之内，将患者送入医院治疗。患者 III 度烧伤在 50%以上时，常常死亡。

2. 1. 4 休克症状

1). 手、脚变冷；2). 脸色苍白；3). 出冷汗；4). 想吐，呕吐；5). 脉搏次数增加；6). 情绪不安、心情烦躁。

i) 一次性休克

在受伤后 1~2 小时内发生。多数情况，由于得到安静，于受伤后约 2 小时即复原，很少死亡。一般认为是由于副交感神经处于兴奋状态所致。

ii) 二次性休克

在受伤后，早则于 6~8 小时内发生，通常经过 2~3 天才发生。一般认为是由于从大面积烧伤部位失去大量液体所致。此时，若不立刻施行适当的治疗，则往往发生死亡。

淤 淤 淤 淤 淤 淤

呼吸道烧伤的判断

高大建筑物发生火灾时，常可看到呼吸道烧伤的情况。在封闭的空间受伤，其后，吸入火焰及高温气体而使呼吸道被烧伤。此时，由于氧气不能及时到达肺部，以致多数发生死亡。如果患者受伤后 1~2 日内症状恶化，脸或头等部位受伤并烧去鼻孔毛时，可怀疑其呼吸道被烧伤。若看到鼻腔和口腔粘膜红肿，声音嘶哑，发出“沙——沙——”的呼吸声，并诉说呼吸困难、痰多，特别痰中混有黑色煤灰时，则烧伤就涉及到呼吸道了。

淤 淤 淤 淤 淤 淤

2. 2 烧伤应急处理方法

2. 2. 1 冷却

烧伤时，作为急救处理措施，将其进行冷却是最为重要的。此一措施要在受伤现场立刻进行。烧着衣服时，立即浇水灭火，然后用自来水洗去烧坏的衣服，并慢慢切除或脱去没有烧坏的部分，注意避免碰伤烧伤面。至少连续冷却 30 分钟至 2 小时左右。冷却水的温度在 10~15° C 为合适，最好不要低于这

个温度。为了防止发生疼痛和损伤细胞，受伤后采用迅速冷却的方法，在6小时内有较好的效果。对不便洗涤冷却的脸及身躯等部位，可用经自来水润湿的2~3条毛巾包上冰片，把它敷于烧伤面上。要十分注意经常移动毛巾，以防同一部位过冷。若患者口腔疼痛时，可给其含冰块。即使是小面积烧伤，如果只冷却5-10分钟，则效果甚微。因此，烧伤时，必须进行长时间的冷却。

但是，大面积烧伤时，要将其进行冷却在技术上较难处理。同时，还应考虑到有发生休克的危险以及“尽快入医院”这一原则。因此，严重烧伤时，应用清洁的毛巾或被单盖上烧伤面，如果可能则一面冷却，一面立刻送医院治疗。

2.2.2 治疗烧伤应注意的事项

如果在烧伤面上涂油或硫酸锌油之类东西，则容易被细菌感染，因而决不可使用。用酱油涂擦是荒谬的。消毒时要用洗必泰或硫柳汞溶液，不可用红汞溶液，因涂红汞后，很难观察伤面。

3. 由冷冻剂等引起的冻伤

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。

3.1 应急处理方法

把冻伤部位放入40°C（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。但香烟会使血管收缩，故要严禁吸烟。

[注意]：不可做运动或用雪、冰水等进行摩擦取暖。

4. 由玻璃等东西造成的外伤

作为紧急处理，首先要止血。大量流血时，有发生休克危险。

4.1 紧急止血法

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。

由玻璃碎片造成的外伤，必须先除去碎片。若不除去，当压迫止血时，即会把它压深。

损伤四肢的血管时，可用手巾等东西将其捆扎止血，以前有用止血带止血。但其操作麻烦，仅在不不得已的情况下，例如残留有玻璃碎片时，才使用它。一般情况下，手巾完全可以代用。

用手巾止血，要把它用力捆扎靠近损伤部位关键的地方。但长时间压迫，末梢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。

4.2 特殊的外伤部位

4.2.1 头部

头部受伤时，虽然因其血管多而容易出血，但同时不易化脓。其头部皮下血管，纵然被切断也不能收缩，因此，即使小伤也会引起大出血。

头部受伤出血时，最好用手指压迫靠近耳朵附近触及脉搏的地方。其后，用包头布把头部周围紧紧包扎起来。

4. 2. 2 脸部

同头部一样，血管很多，容易出血，但也容易痊愈。此部位因有鼻、嘴等器官，因此当脸部外伤出血时，有堵塞呼吸道的危险。

要使患者俯伏着，这样容易排出分泌物或流出的血，也可防止舌头下坠堵塞气管。

4. 2. 3 颈部

此部位因密布着重要的内脏器官、血管和神经，故颈部受伤时，必须进行恰当的处理。大量出血时，可压迫颈部稍后的颈总动脉。但要注意防止窒息。

出现休克症状时（参阅烧伤部分 2.1.4 项），要把下肢抬高。

4. 3 刺入异物

摘除刺入的异物，虽然容易认为是件很简单的事情，但实际上，常是一项相当麻烦的手术。

不疼或不妨碍运动时，完全没有什么危害，可以不摘除。

5. 电击

直流电比交流电的危险性小，而高频率的高压交流电比低频率的低压交流电的危险程度要小。但是，即使是 3 伏特的低压直流电，也曾发生过烧伤的事例。

5. 1 应急处理方法

救护人员一面注意防止自身触电，一面迅速将触电者拉离电源。其方法是：切断电源；用木柄斧头切断电线；使电流流向别的回路；或者用干燥的布带、皮带，把触电者从电线上拉开。如果触电者停止呼吸或脉搏停跳时，要立刻进行人工呼吸或心脏按摩（关于心脏按摩方法，见下 7.3 项）。

6. 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。

6. 1 应急处理方法

全身被放射线照射时，要避免再被照射，让其保持安静并增加营养。皮肤上沾有放射性物质时，要立刻把它洗去。若吞食时，要设法尽可能把它排出体外。

7. 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

鑫睿实验设备

吹入呼出气的人工呼吸法，比历来用手进行的人工呼吸法效果更好，且操作容易。再者从体外进行压迫心脏的心脏按摩法，现在也重新推广使用。

这里所叙述的苏生法，不仅与医疗工作者有关，而且，对一般人也是应予普及的知识。

7. 1 确保呼吸道畅通的方法

患者失去知觉时，舌头往往向后下坠而堵塞呼吸道。开通呼吸道，确保输送空气的道路畅通，是极为重要的急救措施。

其操作方法是，首先将患者仰卧着。若口中有异物或呕吐物，要把它除去。然后，将头部尽量往后弯，则呼吸道就畅通了。为此，用两手将患者的下腭用力拉着即可达到目的（见图 3—2 所示）。

7. 2 人工呼吸法

7.2. 1 口—鼻法

这是用于患者停止呼吸时进行的人工呼吸法。据说，用此法 1. 岁的小孩也能够使摔跤选手复苏。

其方法是，首先按照上述的要领确保呼吸道畅通。然后救护者充分吸气，把嘴张开，从患者的鼻孔吹气。此时要用拇指闭合患者的嘴（见图 3—3 所示）。待患者的胸部涨起，即停止吹气。其后，放开患者的嘴，这样患者即自行呼气。若患者不吸气，救护者可用游自由泳时的要领，横着脸进行吸气。救护时，开始的头 1. 次要快速地用力吹，如果有脉搏后，可每 5 秒钟吹一次。

7.2.2 口—口法

从患者的嘴吹气。此时，要用一只手闭合患者的鼻子，也可以用手帕盖着患者的嘴和鼻。其它的操作要领与口—鼻法相同。

7.3 心脏按摩

当患者突然失去知觉、停止呼吸或者呼吸急速、发生痉挛的场合，以及摸不到脉搏、瞳孔散大，怀疑心脏停止搏动时，可立即施行心脏按摩。

如果在发生事故 3~4 分钟内即开始按摩，有救活的可能性。

其操作方法是，先将患者转移到地上或硬板上。若在床上进行，则要在患者背下垫上木板。救护者将手指自然伸开，重叠两手，放在患者胸骨下

的地方。手肘不要弯曲，在手指伸开的位置加上体重，压迫胸腔凹陷

4~5 厘米（见图 3—4 所示），然后放开。

心脏按摩以平均每秒钟一次连续进行。若心脏按摩与人工呼吸法同时使用时，其操作方法如图 3—5 所示。

图 3—4 心脏按摩法。图中黑点为压迫部位。

由一人救护时：

心脏按摩

1 懿 阌 形

人工呼吸會页.

由二人救护时：

心脏按摩

| 嘉 | II | | [| iiii! 成工呼吸 1 秋

图 3—5 :心脏按摩与人工呼做的关系

第四章实验室废弃物的处理

1. 前言

废弃物，包含的种类繁多。从实验室排出的废弃物，主要为列于附录中的物质。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,而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,实验人员应予足够的重视,疏忽大意

鑫睿实验设备

固然不对,而即使由于操作错误或发生事故,也应避免排出有害物质。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。

本章所叙述的,是对实验室的废弃物中,以列于防止水质污染法的有害物质为对象,提出一些处理方法示例。然而,这里所叙述的方法不是万能的,也可能由于废液的组成不同而不能充分发挥其应有的效果。并且,随着各地处理设施或所要求的条件的不同,也可有各自不同的处理方法。因此,对于各有关研究机构来说,若已有确定的处理标准,应按其进行;而若有新的更合理的处理方法,则应将其正确使用,进而自己也必须保持高度的热情,研究出更合理的处理方法。

2. 收集、贮存一般应注意的事项

1) . 废液的浓度超过表 4—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,虽然其处理方法将有所不同,但原则上仍如表 4—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 4—1 必须加以处理的废液的最低浓度、收集分类及处理方法

类别	对象物质	浓度 (PPm)	收集分类	处理溯去
无 有害 物 点 机	Hg (包括有机 Hg)	0.305	I	硫化物共沉云. 吸附法 “
	Cd	0.1	II	豆氧化初沉淀; 云、硫化物沉淀 湊吸附法。
	Cr (VI)	0.5	III	也原、中和法, 吸附任口
	As	0.5	IV	氢氧化物共沉正法.
	CB	1	v (难于分■癩的 另行強)	氧碱法、电解氧化法、臭氧氧 化隊晋鲁士兰技.
	Pb	1	VI	氢氧化物共沉淀法、硫化物沉 淀法、破響沉淀法、晴附法 n
污. 興 粗 质 废 被	重金属类			
	Hi	1	VE	氧化劫共沉淀法 (硫化物共 混淀法、碳酸盐法、吸附法.
	Co	1		
	Ag	1		
	Sn	1		
	Cr C HI)	?		
	Cu	3		
	Zn			
	Fe	加		
	Mn	10		
	卫它 t S-s Ws			
V、 Mos Bi. Sb 等)	1.			
B	7	細	辦法。	
F	15	IX	吸附法、沉淀芷.	
氧化剂*王原剂	1Z	X	氧化、逐原法.	



(续上表)

		酸、碱类物质	若含有其它有害物质时,中和稀释后排放。	XI	中和法。
		有关照相的废液	只排放洗净灌	xn	氧化分解法。
有机类废液	有害物	多氯联苯	0.003	I in	碱解法、焚烧法 “碱绿解法”:焚烧法。
		有机磷化合物(农药)	1	X IV	
	污、染、物、质	酚类物质	5	XV	焚烧法、溶剂萃取法; 吸附法、氧化分解法、生物化学处理法。
		石油类物质	5	X VI	
		油脂类物质	30	X w	
		一般有机溶剂(由 C、H、O 元素组成的物质)	100	X TM	
除上项以外的有机溶剂(含 C、N、卤素等成链的物质)	100	I IK			
含有重金属的溶剂 其它难于处理的有机物质	100	X X 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. 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,往往伴随着产生有毒气体以及发热、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,必须边注意观察边进行操作。

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。

鑫睿实验设备

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，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。要积极考虑废液的利用。

6) .尽量利用无害或易于处理的代用品(参照附录表6)，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。

4. 无机类实验废液的处理方法

4.1 含六价铬的废液

注意事项

1) .要戴防护眼镜、橡皮手套，在通风橱内进行操作。

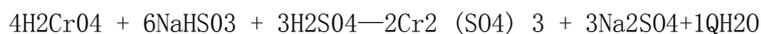
2) .把Cr(W)还原成Cr(III)后，也可以将其与其它的重金属废液一起处理。

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。并且，待全部溶液被还原变成绿色时，查明确实不含六价铬后，才按操作步骤中从第四点开始进行处理。

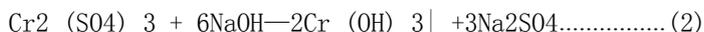
处理方法 [还原、中和法(亚硫酸氢钠法)]

[原理]

Cr(W)不管在酸性还是碱性条件下，总以稳定的铬酸根离子状态存在。因此，可按照下式将Cr(W)还原成Cr(III)后进行中和，使之生成难溶性的Cr(OH)₃沉淀而除去。



..... (1)



(1)式还原反应，若pH值在3以下，反应在短时间内即进行结束。如果使(2)式中和反应pH值在7.5~8.5范围内进行，则Cr(III)即以Cr(OH)₃

形式沉淀析出。但是，如果pH值升高，则会生成Cr(OH)₄⁻离子，沉淀会再溶解。

[操作步骤]

1) .于废液中加入H₂SO₄，充分搅拌，调整溶液pH值在3以下(采用pH试纸或pH计测定。对铬酸混合液之类废液，已是酸性物质，不必调整pH值)。



2) . 分次少量加入 NaHSO_3 结晶, 至溶液由黄色变成绿色为止, 要一面搅拌一面加入 (如果使用氧化 — 还原光电计测定, 则很方便)。

3) . 除 Cr 以外还含有其它金属时, 确证 Cr (W) 转化后, 作含重金属的废液处理。

鑫睿实验设备

4) . 废液只含 Cr 重金属时, 加入浓度为 5% 的 NaOH 溶液, 调节 pH 值至 7.5~8.5 (注意, pH 值过高沉淀会再溶解)。

5) . 放置一夜, 将沉淀滤出并妥善保存 (如果滤液为黄色时, 要再次进行还原)。

6) . 对滤液进行全铬检测, 确证滤液不含铬后才可排放。

[Cr (W) 的分析]

定性分析采用二苯基碳酰二肼试纸或检测箱进行检测; 定量分析则用二苯基碳酰二肼吸光光度法

[详见“日本工业标准规格”(以下简称 JIS) K 0102 51. 2. 1] 和原子吸收光谱分析法进行测定。但要注意 Cu、Cd、V、Mo、Hg、Fe 等离子的干扰。

[全 Cr 分析]

用高锰酸钾氧化 Cr (III) 使之变成 Cr (W), 然后进行分析。

[备注]

1) . 除上述处理方法外, 还有用强碱性阴离子交换树脂吸附 Cr (W) 的方法。此法即使废液含铬浓度较低也很有效。

2) . 用作还原 Cr (W) 的还原剂, 有表 4—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 4—2 可用作还原铬化合物的还原剂

还原剂	还原 1 克 CrCl_3 理论上需要的药品量(克)	
	还原剂	$\frac{\text{克}}{\text{克}}$
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	

4. 2 含氰化物的废液

注意事项

1) . 因有放出毒性气体的危险, 故处理时要慎重。操作时最好在通风橱内进行。



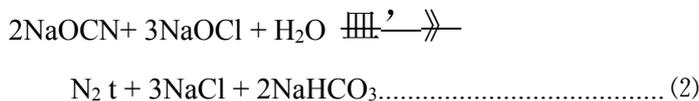
- 2) . 废液要制成碱性，不要在酸性情况下直接放置。
- 3) . 对难于分解的氰化物(如 Zn、Cu、Cd、Ni、Co、Fe 等的氰的络合物)以及有机氰化物的废液，必须另行收集处理。
- 4) . 对其含有重金属的废液，在分解氰基后，必须进行相应的重金属的处理。

处理方法(氯碱法)

[原理]

鑫睿实验设备

用含氮氧化剂将氰基分解为 N₂ 和 CO₂。反应按如下两个阶段进行：



(1)式反应在 pH 值大于 10 的条件下进行。若 pH 值在 10 以下就加入氧化剂，则会发生如下反应：



而产生刺激性很大的有害气体 CNCL 因而处理时必须特别注意。对(2)式反应，如果 pH 值过高，则反应时间过长，故调整 pH 在 8 左右进行较好。

[操作步骤]

- 1) . 于废液中加入 NaOH 溶液，调整 pH 至 10 以上。然后加入约 10%的 NaOCl 溶液，搅拌约 20 分钟，再加入 NaOCl 溶液，搅拌后，放置数小时(如果用氧化—还原光电计检测其反应终点，则较方便)。
- 2) . 加入 5—10%的 H₂SO₄ (或盐酸)，调节 pH 至 7.5~8.5, 然后放置一昼夜。
- 3) . 加入 Na₂SO₃ 溶液，还原剩余的氯(稍微过量时，可用空气氧化。每升含 1 克 Na₂SO₃ 的溶液 1 毫升，相当于 0.55 毫克 Cl)。
- 4) . 查明废液确实没有 CN⁻离子后，才可排放。
- 5) . 废液含有重金属时，再将其作含重金属的废液加以处理。

[分析方法]

定性分析采用氰离子试纸或检测箱进行检测；定量分析则蒸出全部氰后(见 JIS K 0102 29. 1.2)，用硫氰酸汞法(见 JIS K 0102 29. 3)进行分析。

[备注]

- 1). 除上述处理方法外，还有以下几种方法：电解氧化法(对含氰化物 2 克/升以上的高浓度废液较为有效，而处

理含有 C、Ni、Fe 络合物的废液，则较困难)；普鲁士蓝法(是以生成铁氰化物的形式使之沉淀的方法，此法处理含有大量重金属的废液，较为有利。但要彻底处理，则较为困难)；以及臭氧氧化法(用 Cu、Mn 离子加快反应，在 pH 为 11~12 下进行反应，即可把废液转变为无害)。

2). 其它可用作氰化物氧化剂的，有表 4—3 所列的物质。

3) . 对 Fe、Ni、C。等的含氰络合物，用上述方法难以分解。因而必须采用下述方法进行处理：

① 于废液中加入 NaOH 溶液，调整 pH 至 10 以上，接着加入 NaOCl 溶液，加热 2 小时左右，冷却后过滤沉淀。

② 在废液中加入 H₂SO₄，调整 pH 至 3 以下，加热约 2 小时，冷却后过滤沉淀。

③ 用阴离子交换树脂吸附。

C 鑫睿实验设备

4). 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。

表 4—3 能作氧化氰化物的氧化剂

氧化剂	理论上分解 1 克 CN 需要的药品数星(克)	
	氧化到 NaJOCl (反应 1)	氧化到 C 我、N “反应 Z)
	2. 73	6.83
HDC1	2.00	5. 00
NaJOCl	2.85	7. 15
Cal: : 0cl: : 1 _s	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。

4. 3 含镉及铅的废液

注意事项

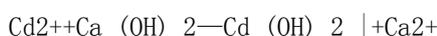
1) . 含重金属两种以上时，由于其处理的最适宜 pH 值各不相同，因而，对处理后的废液必须加以注意、0

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)。

镉的处理方法(氢氧化物沉淀法)

[原理]

用 Ca (OH) 2 将 Cd²⁺转化成难溶于水的 Cd (OH) 2 而分离。



当 pH 值在 11 附近时，Cd(OH) 2 的溶解度最小，因此调节 pH 值很重要。但是，若有金属离子共沉淀时，那么，



即使 pH 值较低也会产生沉淀。

[操作步骤]

- 1) . 在废液中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，调节 pH 至 10.6~11.2，充分搅拌后即放置。
- 2) . 先过滤上层澄清液，然后才过滤沉淀。保管好沉淀物。
- 3) . 检查滤液中确实不存在 Cd^{2+} 离子时，把它中和后即可排放。

[分析方法]

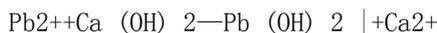
定性分析用镉试剂试纸法或检测箱进行检测；定量分析则用二苯基硫巴腓(即双硫腓)吸光光度法(见 JIS K 0102 40. 1)或原子吸收光谱分析法进行测定。

铅的处理方法(氢氧化物共沉淀法)

[原理]

© 鑫睿实验设备

用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 把 Pb^{2+} 转变成难溶性的 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ，然后使其与凝聚剂共沉淀而分离。



为此，首先把废液的 pH 值调整到 11 以上，使之生成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 。然后加入凝聚剂，继而将 pH 值降到 7~8，即产生 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 共沉淀。但如果 pH 值在 11 以上，则生成 HPbO_2^- 而沉淀会再溶解。

[操作步骤]

- 1) . 在废液中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，调整 pH 值至 11。
- 2) . 加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (凝聚剂)，用 H_2SO_4 慢慢调节 pH 值，使其降到 7~8。
- 3) . 把溶液放置，待其充分澄清后即过滤。检查滤液不含 Pb^{2+} 后，即可排放。

[分析方法]

定性分析用检测箱进行(注意干扰离子)。定量分析用二苯基硫巴腓(即双硫腓)吸光光度法(见 JIS K 0102 39. 1)或原子吸收光谱分析法。

[备注]

1) . 除上述处理方法外，还有硫化物沉淀法(其生成的硫化物溶解度较小，但因形成胶体微粒而难于分离)；碳酸盐沉淀法(生成的沉淀微粒细小，分离困难)；吸附法(使用强酸性阳离子交换树脂，几乎能把它们完全除去)。

2) . 碱性药剂也可以用 NaOH ，但是由于生成微粒状沉淀而难于过滤，故用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 较好。

4.4 含砷废液

注意事项

- 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



(氢氧化物共沉淀法)

[原理]

用中和法处理不能把 As 沉淀。通常使它与 Ca、Mg、Ba、Fe、Al 等的氢氧化物共沉淀而分离除去。用 Fe(OH)₃ 时，其最适宜的操作条件是：铁砷比(Fe/As)为 30~50；pH 为 7~10。

[操作步骤]

- 1) . 废液中含砷量大时，加入 Ca(OH)₂ 溶液，调节 pH 至 9.5 附近，充分搅拌，先沉淀分离一部份 砷。
- 2) . 在上述滤液中，加入 FeCl₃，使其铁砷比达到 50，然后用碱调整 pH 至 7~10 之间，并进行搅拌。
- 3) . 把上述溶液放置一夜，然后过滤，保管好沉淀物。检查滤液不含 As 后，加以中和即可排放。此 法可使砷的浓度降到 0.05ppm 以下。

[分析方法]

鑫睿实验设备

定量分析有铁共沉淀、浓缩——溶剂萃取——钼蓝法（见 JIS K 0102 48.1）；或铁共沉淀、浓缩 —— 分离砷化氢——二乙基氨基汞法进行测定（见 JIS K 0102 48.2）。

[备注]

除上述处理方法外，还有硫化物沉淀法（用盐酸酸化，然后用 H₂S 或 NaHS 等试剂使之沉淀）及吸 附法（用活性炭、活性矾土作吸附剂）。

4.5 含汞废液

注意事项

- 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。

处理方法之一（硫化物共沉淀法）

[原理]

用 Na₂S 或 NaHS 把 Hg²⁺转变为难溶于水的 HgS，然后使其与 Fe(OH)₃ 共沉淀而分离除去。如果使 其 pH 值在 10 以上进行反应，HgS 即变成胶体状态。此时，即使用滤纸过滤，也难以把它彻底清除。如 果添加的 Na₂S 过量时，则生成 [HgS₂]²⁻而沉淀容易发生溶解。同 a₂S 过量时，则生成 [HgS₂]²⁻而沉淀 容易发生溶解。

[操作步骤]

- 1) . 于废液中加入对于 FeSO₄（10ppm）及 Hg²⁺之浓度的 1: 1 当量的 Na₂S · 9H₂O，充分搅拌，并使 废液之 pH 值保持在 6~8 范围内。
- 2) . 上述溶液经放置后，过滤沉淀并妥善保管好滤渣（用此法处理，可使 Hg 浓度降到 0.05ppm 以下）。



3) . 再用活性炭吸附法或离子交换树脂等方法, 进一步处理滤液。

4) . 在处理后的废液中, 确证检不出 Hg 后, 才可排放。

处理方法之二 (活性炭吸附法)

先稀释废液, 使 Hg 浓度在 1ppm 以下。然后加入 NaCl, 再调整 pH 值至 6 附近, 加入过量的活性炭, 搅拌约 2 小时, 然后过滤, 保管好滤渣。此法也可以直接除去有机汞。

处理方法之三 (离子交换树脂法)

于含汞废液中加入 NaCl, 使之生成 $[HgCl_4]^{2-}$ 络离子而被阴离子交换树脂所吸附。但随着汞的形态不同, 有时此法效果不够理想。并且, 当有有机溶剂存在时, 此法也不适用。

[分析方法]

© 鑫睿实验设备

全汞的定量分析, 用高锰酸钾分解一二苯基硫巴脲吸光光度法 (见 JIS K 0102 44. 1. 1) 或用原子吸收光谱分析法。定性分析虽然也可以用检测箱进行, 但若从其检出限度考虑, 用它不能检测达到排放标准那样低浓度的废液。

[备注]

1) . 因为汞容易形成络离子, 故处理时必须考虑汞的存在形态。

2) . 若用 NaHS 和 $ZnCl_2$ 代替 $Na_2S+FeSO_4$, 可以把汞清除到极微量的程度。例如, 对含 Hg 10ppm 的废液 1 升, H 值在 10. 3, 加入 32 毫克 NaHS 及 80 毫克 $ZnCl_2$ 进行处理。处理后, Hg 的浓度降至 0. 003ppm。

4. 6 含有机汞的废液

注意事项

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 (氧化分解法)

用下述处理方法, 先将有机汞转变成无机汞, 然后再进行处理。

[操作步骤]

在 500 毫升废液 (含汞 0. 025 毫克以下) 中, 加入浓硝酸 60 毫升及 6% 的 $KMnO_4$ 水溶液 20 毫升, 加热回流二小时。待 $KMnO_4$ 溶液的颜色消失时, 把温度降到 $60^\circ C$ 以下, 然后加入 2 毫升 $KMnO_4$ 溶液, 再加热溶液。

[分析方法]

以烷基汞为对象的定量分析方法有: 气相色谱法 (见 JISK 0102 44. 2. 1) 和薄层色谱分离——二苯基硫巴脲吸光光度法 (见 JIS K 0102 44. 2. 2)。全汞的定量分析方法, 与上述 JIS K 0102 44. 1. 1 所述方法相同。

[备注]

除上述的处理方法外, 还有用 $NaOCl$ 和 $NaOH$ 或 $KMnO_4$ 和 H_2SO_4 进行氧化, 以及用活性炭吸附等方法。



4.7 含重金属的废液

注意事项

- 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

[原理]

鑫睿实验设备

把重金属离子转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物等的盐类, 然后进行共沉淀而除去。

1) . 氢氧化物共沉淀法

[操作步骤]

- ① 在废液中加入 FeCl_3 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 并加以充分搅拌。
- ② 将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制成石灰乳, 然后加入上述废液中, 调整 pH 至 9-11 (如果 pH 值过高, 沉淀会 再溶解)。
- ③ 溶液经放置后, 过滤沉淀物。检查滤液确实不含重金属离子后, 才把它中和排放。

[备注]

- ① 如果含有螯合物时, 往往不产生沉淀。但是, 本法可以除去少量的螯合物。
- ② 按照本法处理, 可使 Ca、Zn、Fe、Mn、Ni、Cr (III)、As、Sb、Al、Co、Ag、Sn、Bi、及其它 很多重金属生成氢氧化物沉淀而除去。
- ③ 共沉剂也可以用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 或 ZnCl_2 等物质。
- ④ 因在强碱性下, 两性金属的沉淀会发生溶解。故要注意其最适宜的 pH 值(两性金属沉淀溶解的 pH 值为: Al^{3+} : 8. 5; Cr^{3+} : 9. 2; Sn^{2+} : 10.6; Zn^{2+} : >11; Pb^{2+} : > 11)。但是, 用共沉淀法处理时, 由于产生沉淀的 pH 值范围相当宽, 因而, 在 pH 值为 9~11 的条件下, 全都能完全沉淀)。
- ⑤ 中和剂与其用 H_2O , 不如用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为好。因 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可防止两性金属的沉淀再溶解, 且 其沉降性能也较好。

- ⑥ 如果用碳酸钠作中和剂, 还可使 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 等离子生成难溶性的碳酸盐而除去(pH=10~ 11)。

2) . 硫化物共沉淀法

[操作步骤]

- ① 废液中重金属的浓度要用水稀释至 1%以下。
- ② 加入 Na_2S 或 NaHS 溶液, 并充分搅拌。
- ③ 加入 NaOH 溶液, 调整 pH 值至 9.0~9.5。



- ④ 加入 FeCl_3 溶液，调节 pH 值至 8.0 以上，然后放置一夜。
- ⑤ 用倾析法过滤沉淀，检查滤液确实不含重金属。
- ⑥ 再检查滤液有无 S^{2-} 离子。如果含有 S^{2-} 离子时，用 H_2O_2 将其氧化，中和后即可排放。

[分析方法]

定性分析用检测箱进行，或用二苯基硫巴脲(即双硫脲)溶液，检查有无产生颜色。定量分析则用二苯基硫巴脲吸光光度法或原子吸收光谱分析法(见 JIS K 0102)。

[备注]

鑫睿实验设备

除上述的处理方法外，还有碳酸盐法(可用含碳酸钠的碱灰浆)、离子交换树脂法及吸附法(用活性炭)等。

4.8 含重金属的有机类废液

处理方法

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。

1) . 焚烧法

将含大量有机溶剂废液及有机物的溶液，进行焚烧处理，保管好残渣。

2) . 氧化分解法

参照含有机汞废液的处理方法。

3) . 活性炭吸附法

调整 pH 值至 5 左右，加入活性炭粉末，经常加以搅拌，经 2~3 小时后进行过滤(此法适用于处理稀溶液)。

4.9 含钡废液

处理方法

在废液中加入 Na_2SO_4 溶液，过滤生成的沉淀后，即可排放。

4.10 含硼废液

处理方法

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。

4.11 含氟废液

处理方法

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。

4.12 含氧化剂、还原剂的废液



注意事项

- 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 (W) 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。

鑫睿实验设备

- 4) .不含有害物质而其浓度在 1 %以下的废液，把它中和后即可排放。

处理方法

[操作步骤]

- 1) .查明各氧化剂和还原剂，如果将其混合也没有危险性时，即可一面搅拌，一面将其中一种废液分次少量加入另一种废液中，使之反应。
- 2) .取出少量反应液，调成酸性，用碘化钾—淀粉试纸进行检验。
- 3) .试纸变蓝时(氧化剂过量)：调整 pH 值至 3, 加入 Na₂S₂O₃ (用 Na₂S₂O₃、FeSO₄ 也可以) 溶液，至试纸不变颜色为止。充分搅拌，然后把它放置一夜。
- 4) .试纸不变色时(还原剂过量)：调整 pH 值至 3, 加入 H₂O₂ 使试纸刚刚变色为止。然后加入少量 Na₂S₂O₃，把它放置一夜。
- 5) .不管哪一种情况，都要用碱将其中和至 pH 为 7, 并使其含盐浓度在 5%以下，才可排放。

4. 13 含酸、碱、盐类物质的废液

注意事项

- 1). 原则上将酸、碱、盐类废液分别收集。但如果没妨碍，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。

处理方法

[操作步骤]

- 1) 查明即使将酸、碱废液互相混合也没有危险时，可分次少量将其中一种废液，加入另一种废液中。
- 2). 用 pH 试纸(或 pH 计) 检验，使加入的酸或碱的废液至溶液的 pH 约等于 7。
- 3) .用水稀释，使溶液浓度降到 5%以下，然后把它排放。

4. 14 含无机卤化物的废液

处理方法



[操作步骤]

1). 将含 AlBr_3 、 AlCl_3 、 ClSO_3H 、 SnCl_4 及 TiCl_4 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 NH_4Cl 白烟放出为止。

 鑫睿实验设备

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。

5. 有机类实验废液的处理方法

注意事项

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

1). 焚烧法

① 将可燃性物质的废液，置于燃烧炉中燃烧。如果数量很少，可把它装入铁制或瓷制容器，选择室 外安全的地方把它燃烧。点火时，取一长棒，在其一端扎上沾有油类的破布，或用木片等东西，站在上 风方向进行点火燃烧。并且，必须监视至烧完为止。

② 对难于燃烧的物质，可把它与可燃性物质混合燃烧，或者把它喷入配备有助燃器的焚烧炉中燃烧。对多氯 联苯之类难于燃烧的物质，往往会排出一部份还未焚烧的物质，要加以注意。对含水的高浓度有 机类废液，此法亦能进行焚烧。

③ 对由于燃烧而产生 NO_2 、 SO_2 或 HCl 之类有害气体的废液，必须用配备有洗涤器的焚烧炉燃烧。此时，必须 用碱液洗涤燃烧废气，除去其中的有害气体。

④ 对固体物质，亦可将其溶解于可燃性溶剂中，然后使之燃烧。

2). 溶剂萃取法

①对含水的低浓度废液，用与水不相混合的正己烷之类挥发性溶剂进行萃取，分离出溶剂层后，把 它进行焚烧。再用吹入空气的方法，将水层中的溶剂吹出。

②对形成乳浊液之类的废液，不能用此法处理。要用焚烧法处理。

3) . 吸附法



用活性炭、硅藻土、矾土、层片状织物、聚丙烯、聚酯片、氨基甲酸乙酯泡沫塑料、稻草屑及锯末 之类能良好吸附溶剂的物质，使其充分吸附后，与吸附剂一起焚烧。

4) . 氧化分解法(参照含重金属有机类废液的处理方法)

鑫睿实验设备

在含水的低浓度有机类废液中,对其易氧化分解的废液,用 H_2O_2 、 $KMnO_4$ 、 $NaOCl$ 、 $H_2SO_4+HN0_3$ 、 $HN0_3+HC10_4$ 、 $H_2SO_4+HC10_4$ 及废铬酸混合液等物质,将其氧化分解。然后,按上述无机类实验废液的处理方法加以处理。

5). 水解法

对有机酸或无机酸的酯类,以及一部份有机磷化合物等容易发生水解的物质,可加入 $NaOH$ 或 $Ca(OH)_2$,在室温或加热下进行水解。水解后,若废液无毒害时,把它中和、稀释后,即可排放。如果含有有害物质时,用吸附等适当的方法加以处理。

6). 生物化学处理法

用活性污泥之类东西并吹入空气进行处理。例如,对含有乙醇、乙酸、动植物性油脂、蛋白质及淀粉等的稀溶液,可用此法进行处理。

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。

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。

5. 3 含 N、S 及卤素类的有机废液

此类废液包含的物质: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。

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。

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。

5.6 含有机磷的废液

此类废液包括：含磷酸、亚磷酸、硫代磷酸及磷酸酯类，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。

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。

本文档版权为上海鑫睿实验室设备系统有限公司所有，任何复制引用行为，请保留底部版权信息，感谢您对上海鑫睿实验室设备的支持与厚爱。

