

# 第 1 章 有机化学实验的基本常识

## 1.1 有机化学实验室的安全常识

有机化学实验室是一个潜在的危险场所，这绝非危言耸听。因为有机实验要经常使用易燃、易爆、有毒及腐蚀性化学药品。这些药品如果处置不当就有可能导致着火、爆炸、灼伤、中毒等事故。此外，实验中玻璃仪器、电器设备等操作不当，也可能造成事故。但是事故并不是不可避免的，只要树立安全第一的思想，严格执行操作规程，就一定能有效地维护人身和实验室的安全，确保实验的顺利完成。

### 1.1.1 一般注意事项

一、实验前必须做好预习，深入了解所用药品、仪器的特性和注意事项，细致分析、理解实验内容；充分估计可能出现的问题，准备解决的办法及应急措施等。

二、实验应从小量开始。无论是熟悉还是不熟悉的实验，第一次都必须从小量开始。从小量实验取得经验，在此基础上再进行大量的实验，就会比较有把握，就可以避免可能发生的各种问题。此外，因为量小，即使发生意外，也不至于造成严重的事故。

三、严格按照操作规程进行实验。实验开始前应仔细检查仪器是否完好无损，装配是否正确、稳妥。常压反应装置一定要和大气连通，切忌形成密闭体系，否则可能导致爆炸。加热要注意不同的热源及其相应的加热方式。蒸馏、回流时不要忘加沸石，冷凝管不要忘通冷凝水。低温操作要防止冻伤，高温操作要防止玻璃仪器炸裂等等。

四、实验过程中要经常检查仪器有无漏气、破损，各仪器连接处是否松动，反应进行得是否正常等。

五、有可能发生危险的实验，不要在人多的实验室内进行，实验装置应加装防护屏，实验人员应戴防护眼镜、面罩和手套等防护用品。

六、实验所用药品，不得随意散失、遗弃。对产生有害气体的实验，应安装相应的气体吸收装置，以免污染环境。

七、易燃、易挥发物品，不得在敞口容器中存放、加热。

八、实验结束后要及时洗手、洗脸。禁止在实验室内吸烟、喝水或吃零食。

## 1.1.2 事故的预防和处理

### 一、防着火

着火是有机实验中常见的事故。为防止着火，实验中要注意以下几点：

1. 实验室不得存放大量的易燃、易挥发化学药品，而应放在专设的危险药品橱内。
2. 切勿用敞口容器存放、加热或蒸除易燃、易挥发化学药品。
3. 操作和处理易燃、易挥发化学药品时应尽可能远离火源，最好在通风橱中进行。
4. 尽量不用明火直接加热，而应根据具体情况选用油浴、水浴或电热套等间接加热方式。
5. 回流或蒸馏液体时应加入几粒沸石，以防溶液因暴沸而冲出。若在加热后发现未加沸石，则应停止加热，待稍冷后再加。否则在过热溶液中加入沸石会导致液体突然沸腾，冲出瓶外而引起火灾。
6. 冷凝水要保持畅通，若冷凝管忘记通水，大量蒸气来不及冷凝而逸出，也易造成火灾。
7. 不得将易燃、易挥发废物倒入废物缸或垃圾桶中，应当专门回收处理。

### 二、防爆炸

有机化学实验中，有两种情况可能导致爆炸事故：一是某些化学药品本身就很容易爆炸。例如过氧化物、芳族多硝基化合物等在受热或受到碰撞时均会发生爆炸。乙醇和浓硝酸混在一起时，会产生极强烈的爆炸；许多低沸点易燃有机溶剂的蒸气和易燃气体在空气中的浓度达到某一极限（爆炸极限）时，一旦遇到明火即发生燃烧、爆炸。二是仪器安装不正确或操作不

表 1.1 常用的易燃有机溶剂蒸气爆炸极限

名 称	沸点/℃	闪燃点/℃	爆炸范围 (体积/%)
甲 醇	64.96	11	6.72~36.50
乙 醇	78.5	12	3.28~18.95
乙 醚	34.51	-45	1.85~36.5
丙 酮	56.2	-17.5	2.55~12.80
苯	80.1	-11	1.41~7.10

表 1.2 常见的易燃气体爆炸极限

气 体		空气中的含量(体积/%)
氢气	H <sub>2</sub>	4~74
一氧化碳	CO	12.50~74.20
氨	NH <sub>3</sub>	15~27
甲烷	CH <sub>4</sub>	4.5~13.1
乙炔	CH≡CH	2.5~80

当时也有可能引起爆炸。例如蒸馏时体系被密闭，减压蒸馏时使用不耐压玻璃仪器，如锥形瓶、箬等均可能发生爆炸。为防止爆炸事故的发生，要注意下列问题：

1. 使用易燃、易爆气体，如氢气、乙炔等时，要保持实验室内空气畅通，严禁明火，并应防

止由于敲击、静电磨擦或电器开关等所产生的火花。

2. 量取低沸点易燃溶剂 应远离火源 蒸馏低沸点易燃溶剂的装置 要防止漏气 接管支管应与橡皮管相连, 使余气通往水槽或室外。

3. 对于与空气以一定比例组成爆鸣气的低沸点易燃有机溶剂蒸气和易燃气体, 要防止它们泄露到空气中。

4. 常压操作时, 应使装置与大气连通, 切勿造成密闭体系。减压或加压操作时, 要用耐压仪器。

5. 有些有机药品遇到氧化剂时会发生猛烈燃烧或爆炸, 操作时要特别小心。存放药品时, 应将氯酸钾、过氧化物、浓硝酸等强氧化剂和有机药品分开存放。

6. 有些实验可能生成有爆炸性的有机物(如硝化甘油等), 操作时需要特别小心。有些有机物如叠氮化物、干燥的重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物等 具有爆炸性 使用时必须严格遵守操作规程 防止蒸干溶剂或震动。有些有机物(如醚、共轭烯烃等)久置后会生成易爆炸的过氧化物, 必须经特殊处理后才能使用。

### 三、防中毒

大多数化学药品都有一定的毒性。例如, 很多含氯有机物累积于人体内会引起肝硬化, 经常接触苯可能会造成白血病等。为预防中毒, 要注意做到以下几点:

1. 实验中所用的剧毒物品应有专人负责发放, 实行登记制度, 并向使用者提出必须遵守的操作规程。

2. 使用有毒药品时 应谨慎操作 妥善保管 不许乱放。尽量做到用多少 领多少。未用完的有毒药品应及时、如数地交回保管人员。

3. 在反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验, 应在通风橱内进行。实验过程中, 不要把头伸进通风橱内。

4. 有些有毒物品会渗入皮肤, 因此在接触有毒物品时, 必须戴橡皮手套, 操作后应立即洗手。切勿让有毒物品沾及五官或伤口。

5. 实验后的有毒残渣, 必须进行妥善而有效的处理, 不准乱丢。使用后的器皿应及时清洗干净。

### 四、防触电

使用电器时, 应检查线路连接是否正确。电器内外要保持干燥, 不能有水或其他溶剂。注意身体不要碰到电器的导电部位。电器设备的金属外壳都应接地。实验结束后应先切断电源, 再将连接电源的插头拔下。

## 1.1.3 急救常识

### 一、着火

一旦发生着火, 应保持沉着冷静, 不要惊慌失措。首先要立即熄灭附近所有火源, 切断电源, 并移走附近的易燃物品。然后根据火势的大小及易燃物品的性质采取适当的方法进行扑救。少量溶剂着火, 可任其烧完。火势较小时可用湿布或黄沙盖灭。火势较大时, 则应使用灭火器扑灭。

常用的灭火器有四氯化碳、二氧化碳、泡沫及干粉灭火器。

### 1. 四氯化碳灭火器

四氯化碳遇热挥发成比重较大的蒸气，隔绝空气以灭火。可用于扑灭电器内或电器附近的着火，但不能在狭小和通风不良的实验室中使用，因为四氯化碳在高温下能生成剧毒的光气。此外，四氯化碳和金属钠接触也会发生爆炸。故一般不用四氯化碳灭火器。

### 2. 二氧化碳灭火器

二氧化碳灭火器是有机化学实验室常用的一种灭火器。它的筒体内装有压缩的液态二氧化碳，使用时打开开关，即会喷出二氧化碳气体，可用于扑灭有机物品、电器设备及贵重仪器的着火。由于喷出的二氧化碳压力骤降会导致筒体温度骤降，如果手掌直接握在筒体上易被冻伤，因此使用时要小心。

### 3. 泡沫灭火器

筒体内分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液，使用时将筒体倒置，两种溶液即发生反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳。筒体内压力突然增大，即会喷出大量二氧化碳泡沫。因为喷出的大量泡沫会造成严重的污染，给善后工作带来较大麻烦，所以，除非大火（如储油罐起火）通常不用泡沫灭火器。

### 4. 干粉灭火器

干粉灭火器是有机化学实验室最常用的一种灭火器。筒体内装有碳酸氢钠、硬脂酸、云母粉、滑石粉混合配成的干粉，并装有液态二氧化碳作为喷射的动力。使用时，拔掉销钉，将出口对准着火点，喷出的干粉即覆盖在燃烧物上形成隔离层，同时受热发生部分分解，释放出不可燃性气体，冲稀燃烧区含氧量，以达到灭火的目的。干粉灭火器尤其适用于不宜用水浇灭的着火（如油浴和有机物品着火）。

无论使用何种灭火器，都应从火的四周开始向中心扑灭。

如果是衣服着火，可打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭或就近在地上打滚将火闷灭。切勿在实验室内乱跑，以免造成更大的火灾。烧伤严重者应立即送医院救治。

## 二、割伤

有机化学实验主要使用玻璃仪器，由于玻璃属于易碎品，在洗涤、装配及拆卸玻璃仪器时都有可能发生割伤事故。

发生割伤后，首先要取出伤口中的玻璃碎片，再用蒸馏水或生理盐水洗净伤口，最后涂上红药水，用绷带包扎或敷上创可贴药膏。若割破静脉血管，大量出血时，应先掐紧主血管止血，再送往医院治疗。

## 三、烫伤

被热水烫伤时，轻者在患处涂抹红花油，重者在患处涂抹烫伤膏后送医院治疗。

## 四、灼伤

皮肤接触强酸、强碱等腐蚀性化学药品后均有可能被灼伤，因此在实验时要多加小心。万一被灼伤，应立即用大量的水冲洗，然后依据不同情况分别作进一步处理：

1. 如果被酸灼伤，用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液冲洗，再用水冲洗。拭干后涂抹烫伤膏。
2. 如果被碱灼伤，用 1%~2% 的硼酸或醋酸溶液冲洗，再用水冲洗。拭干后涂抹烫伤膏。
3. 如果被溴灼伤，用酒精或 2% 的硫代硫酸钠溶液擦洗至无溴液存在为止，然后涂抹甘油或烫伤膏加以按摩。

## 五、中毒

万一发生中毒事故，应针对具体情况采取相应的措施：

如果毒物溅入口中但还未咽下，应立即吐出，再用大量的水漱口。如果已经咽下，则应根据毒物的性质不同采取不同的解毒方法，并立即送医院作进一步处理。

1. 如果咽下强酸 先大量饮水 再服用氢氧化铝膏、鸡蛋白、牛奶。

2. 如果咽下强碱 先大量饮水 再服用醋、酸果汁、鸡蛋白、牛奶。

无论是酸还是碱中毒都不要服用呕吐剂。

如果皮肤接触到毒物，先用酒精擦洗，再用肥皂和大量的水冲洗。

如果吸入气体中毒，应将中毒者移至室外通风良好的地方，解开衣领及纽扣。如果吸入少量氯、溴或氯化氢等气体 可用碳酸氢钠溶液漱口。

## 1.2 危险化学品药品的使用与保存

有机化学实验经常使用各种各样的化学药品。而许多化学药品具有易燃、易爆和有毒等危险性质。如果在使用和保存过程中稍不注意，就会发生燃烧、爆炸和中毒事故。因此，如何安全地使用和保存危险化学品药品，必须引起我们的高度重视。

危险化学品药品种类很多，现将有机化学实验室常见的易燃、易爆和有毒三类危险化学品药品分述如下：

### 1.2.1 易燃化学药品

易燃化学药品包括可燃气体、易燃液体、易燃固体和自燃固体等四种。

一、可燃气体

氨气、氢气、氧气、乙胺、氯乙烷、乙烯、硫化氢、甲烷、氯甲烷、二氧化硫等。

二、易燃液体

石油醚、苯、甲苯、氯苯、二甲苯、二硫化碳、苯胺、乙醚、乙醛、丙酮、乙酸乙酯、甲醇、乙醇等。

三、易燃固体

红磷、三硫化二磷、萘、镁、铝粉等。

四、自燃固体

黄磷等。

由上可见，大多数化学药品均为易燃物质，稍有不慎，即可酿成着火事故，故使用或保存时要特别注意下列各项：

1. 实验室内不应存放大量易燃化学药品。少量存放时必须密封，绝对不可放在敞口容器内。必须存放阴凉处 远离热源、火源。

2. 易燃化学药品不得用酒精灯等明火直接加热，而应用水浴、油浴或电热套等间接加热。

3. 加热易燃液体时，要防止出现暴沸及局部过热现象，容器内液体的体积不要超过容器容积的  $\frac{2}{3}$  但也不要少于  $\frac{1}{3}$ 。加热过程中不得加入沸石或活性炭，以免液体暴沸冲出，引起烫

伤或着火。

4. 蒸馏、回流易燃液体时，要注意检查冷凝管中的冷凝水是否充满夹套，干燥管是否阻塞不通 仪器连接处是否紧密 以防蒸气逸出着火。

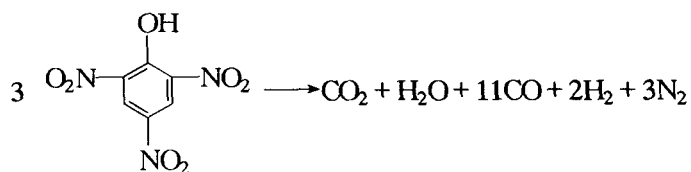
5. 易燃物蒸气大多比空气重，能在实验台面或地面流动，故虽然火源较远，也有可能引起着火。因此，处理大量易燃易挥发液体时，应在远离火源并通风良好的实验室内（最好在通风橱中 进行。

6. 使用过的易燃溶剂应当尽可能回收，不得倒入下水道或废液缸。

7. 某些自燃固体如黄磷等必须保存在盛水的玻璃瓶中，再放入金属筒内。但不能直接放在金属筒内，以免腐蚀。自水中取出后，应立即使用，不要过久暴露于空气中。

### 1.2.2 易爆化学药品

许多放热反应一旦发生后，就以极快速度进行，同时产生大量热量和气体，从而引起猛烈爆炸，有时伴随着发生燃烧，造成事故。例如苦味酸爆炸时的化学反应式如下：



1 kg 的苦味酸可产生 675 L 的气体 and 释放出 1000 kcal 的热量，爆炸时的分解温度可达 3230 ℃，在此温度下的气体体积能在极短的时间内膨胀近 10000 倍 爆速可达 7100 m/s。

某些气体混合物的混合比例达到一定范围时，遇到明火也会发生爆炸。如乙醚的蒸气与空气混合达到一定比例时，可因一小火花导致爆炸。乙炔与空气也可形成爆炸性混合物。

常用的易燃有机溶剂蒸气爆炸极限及常见的易燃气体爆炸极限分别见表 1.1 和表 1.2。常见的易爆化学药品大多具有如表 1.3 所示的结构特征。

表 1.3 常见易爆化学药品的结构特征

结构特征	化学药品
—O—O—	臭氧、过氧化物
—O—Cl	氯酸盐、高氯酸盐
=N—Cl	氮的氯化物
—N=O	亚硝基化合物
—N=N—	重氮及叠氮化合物
—N=C	雷酸盐
—NO <sub>2</sub>	硝基化合物(三硝基甲苯、苦味酸盐)
—C≡C—	乙炔化合物(乙炔金属盐)

单独自行爆炸的化学药品有 高氯酸铵、硝酸铵、浓高氯酸、雷酸汞、三硝基甲苯等。

混合发生爆炸的化学药品有：

高氯酸 + 酒精或其他有机物；

高锰酸钾 + 甘油或其他有机物；

高锰酸钾 + 硫酸或硫；

硝酸 + 镁或碘化氢；

硝酸铵 + 酯类或其他有机物；

⑥ 硝酸铵 + 锌粉 + 水滴；

⑦ 硝酸盐 + 氯化亚锡；

⑧ 过氧化物 + 铝 + 水；

⑨ 硫 + 氧化汞；

⑩ 金属钠或钾 + 水。

在不能确定一种化学药品的危险性，一时又查不到有关资料时，应做尽可能小量的燃烧、爆炸试验 以掌握它的特性 便于安全使用。

使用或保存易爆化学药品时必须注意以下几点：

1. 有可能发生爆炸的实验，必须在特殊设计的防爆实验室进行。使用易爆化学药品时，必须做好个人防护，戴面罩或防护眼镜，并设法减少药品的用量或浓度，进行小量实验。对不了解性能的实验 必须先设法了解清楚 然后动手实验 切忌蛮干。

2. 某些易爆化学药品可加水保存，以降低其爆炸敏感度。如含水苦味酸要比无水苦味酸稳定得多。

3. 金属钠或钾等遇水易燃烧、爆炸 应存放在液体石蜡或煤油中 以隔绝空气。

4. 易爆炸残渣必须妥善处理，不得随意丢弃。

### 1.2.3 有毒化学药品

有机化学实验接触的化学药品，或多或少都有一定的毒性。有的化学药品长期接触或接触过多，会引起急性或慢性中毒，影响健康，使用时必须十分小心；个别化学药品甚至有剧毒，使用时必须特别谨慎。但只要正确掌握使用有毒化学药品的规则和防护措施，中毒是完全可以避免的。

#### 一、有毒化学药品侵入人体的途径

有毒化学药品可通过三种途径侵入人体，实验时可针对性地采取不同的防护措施。

##### 1. 由呼吸道侵入

有毒化学药品经呼吸道侵入人体是最可能的途径。有毒气体或有毒药品蒸气通过人体的呼吸进入肺部，经血液循环而至全身，产生急性或慢性全身性中毒。故使用有毒化学药品的实验必须在通风橱内进行，并经常注意室内空气流畅。

##### 2. 由皮肤侵入

有毒化学药品如果污染了皮肤，会通过皮肤渗透侵入人体，再经血液循环而使人中毒。能渗透皮肤的有毒化学药品大多是脂溶性的，因为脂溶性有毒化学药品能溶解于皮肤表面的脂肪层而侵入体内。如硝基化合物、氨基化合物和有机磷等，均可透过皮肤而造成中毒。某些非

脂溶性的有毒化学药品（如氰化物）也能从皮肤破裂处侵入人体。氰化钾进入血液，往往能在瞬间导致死亡。所以进行有机化学实验时，注意不要使化学药品直接接触皮肤，皮肤有伤口时更须特别小心，必要时可戴手套。

### 3. 由消化道侵入

这种情况不多见。为防止中毒，任何化学药品不得用口尝味，不要用实验工具煮食，不要在实验室内用食，实验结束后必须洗手。

## 二、有毒化学药品种类

### 1. 有毒气体

溴、氯、氟、氰氢酸、氟化氢、溴化氢、氯化氢、二氧化硫、硫化氢、光气、氨、一氧化碳等均为窒息性或刺激性气体。使用上述气体或进行有上述气体产生的实验，必须在通风橱中进行，并设法吸收有毒气体以减少环境污染。如遇大量有毒气体逸至室内，应立即关闭气体发生装置，迅速停止实验，尽快离开现场。

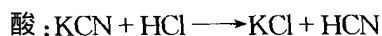
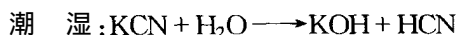
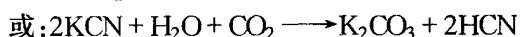
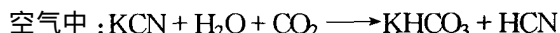
### 2. 强酸和强碱

硝酸、硫酸、盐酸、氢氧化钠、氢氧化钾、氨水等均刺激皮肤，有腐蚀作用，造成化学灼伤。吸入强酸烟雾，会刺激呼吸道，使用时要倍加小心。如遇皮肤或眼睛受灼伤，首先应立即用水冲洗。如果受酸损伤，可用 1% 碳酸氢钠溶液冲洗；如果受碱损伤，可用 1% 醋酸溶液冲洗。

### 3. 无机化学药品

氰化物及氰氢酸，毒性极强，致毒作用极快。空气中氰化氢含量达万分之三时，即可在数分钟内致人死亡。使用时必须特别注意以下几点：

(a) 氰化物必须密封保存，否则会发生下列反应产生剧毒的氰化氢：

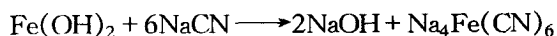
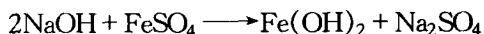


(b) 要有严格的领用保管制度，取用时必须戴口罩、防护眼镜及手套。手上有伤口时不得进行使用氰化物的实验。

(c) 研碎氰化物时，必须用有盖研钵，在通风橱内进行，不抽风。

(d) 使用过的仪器、桌面均应及时收拾，用水冲净，手及脸也要仔细洗净，实验服可能受污染，必须及时换洗。

(e) 氰化物可通过与亚铁盐在碱性介质中作用生成亚铁氰酸盐予以销毁：



汞：室温下即能蒸发，毒性极强，能导致急性中毒或慢性中毒。取用时必须在通风橱内进行，如果不慎泼洒，可用水泵减压收集，尽可能收集完全。无法收集的细粒，可用硫磺粉、锌粉或三氯化铁溶液清除。

溴：液溴可致皮肤灼伤，蒸气刺激粘膜，甚至可使眼睛失明。取用时必须在通风橱中进行；盛溴的玻璃瓶应密塞后放在金属罐中，放置在妥当的地方，以免撞倒或打破。如不慎泼洒或打破，应立即用细砂掩盖。如皮肤灼伤应立即用稀酒精冲洗或用多量甘油按摩，然后涂以硼酸凡士林。

金属钠、钾：遇水即发生燃烧爆炸，使用时必须小心。钠、钾应保存在液体石蜡或煤油中装入铁罐中盖好放在干燥处。不能放在纸上称取，必须放在液体石蜡或煤油中称取。

黄磷：极毒。千万不要用手直接取用，否则会引起严重持久烫伤。

#### 4. 有机化学药品

有机溶剂：有机溶剂均为脂溶性液体，对皮肤粘膜有刺激作用，对神经系统有损害作用。如苯，不但刺激皮肤，引起顽固湿疹，对造血系统及中枢神经系统也有严重损害。而甲醇对视觉神经特别有害。实验时应尽可能选用毒性较低的有机溶剂，如石油醚、醚、丙酮、甲苯、二甲苯，以代替二硫化碳、苯和卤代烷类。大多数有机溶剂蒸气易燃，使用时应注意防火。

苯胺及其衍生物：吸入或皮肤吸收均可导致中毒，进而引起贫血，且其影响持久。

芳硝基化合物：所含硝基越多毒性越大。在芳硝基化合物中氯原子增加，毒性也会增大。芳硝基化合物能迅速被皮肤吸收，中毒后引起顽固性贫血及黄疸病，刺激皮肤引起湿疹。

苯酚：能够灼伤皮肤，引起坏死或皮炎。皮肤被沾染后应立即用温水及稀酒精冲洗。

生物碱：大多数具有强烈毒性，皮肤也可吸收，少量即可导致中毒甚至死亡。

⑥致癌物：许多烷基化试剂，如硫酸二甲酯、对甲苯磺酸甲酯、N-甲基-N-亚硝基脲、亚硝基二甲胺、偶氮乙烷以及一些丙烯酯类等。某些芳胺类，如2-乙酰氨基苄、4-乙酰氨基联苯、2-乙酰氨基苯酚、 $\beta$ -萘胺、4-二甲氨基偶氮苯等。部分稠环芳烃，如3,4-苯并蒽、1,2,5,6-二苯并蒽和9-及10-甲基-1,2-苯并蒽等，都有致癌作用。而9,10-二甲基-1,2-苯并蒽则属于强致癌物。使用时应充分注意，并尽可能不用这些致癌物。

总之，有机化学实验经常接触易燃、易爆和有毒化学药品，使用时必须非常小心。只要充分了解其性质与使用方法，事故是完全可以避免的。

## 1.3 有机化学实验的常用仪器和设备

有机化学实验室常用的仪器、设备有玻璃仪器、金属工具、电器设备及其它设备。熟悉这些仪器、设备及使用方法对实验的顺利完成是十分必要的。现分别介绍如下：

### 1.3.1 玻璃仪器

有机化学实验常用的玻璃仪器，可分为普通仪器及标准磨口仪器两大类。普通玻璃仪器有烧杯、锥形瓶、吸滤瓶、玻璃漏斗、布氏漏斗、量筒等，如图 1.1 所示。

标准磨口仪器有圆底烧瓶、三口烧瓶、分液漏斗、滴液漏斗、冷凝管、蒸馏头、接引管等，如图 1.2 所示。常用玻璃仪器的适用范围见表 1.4。

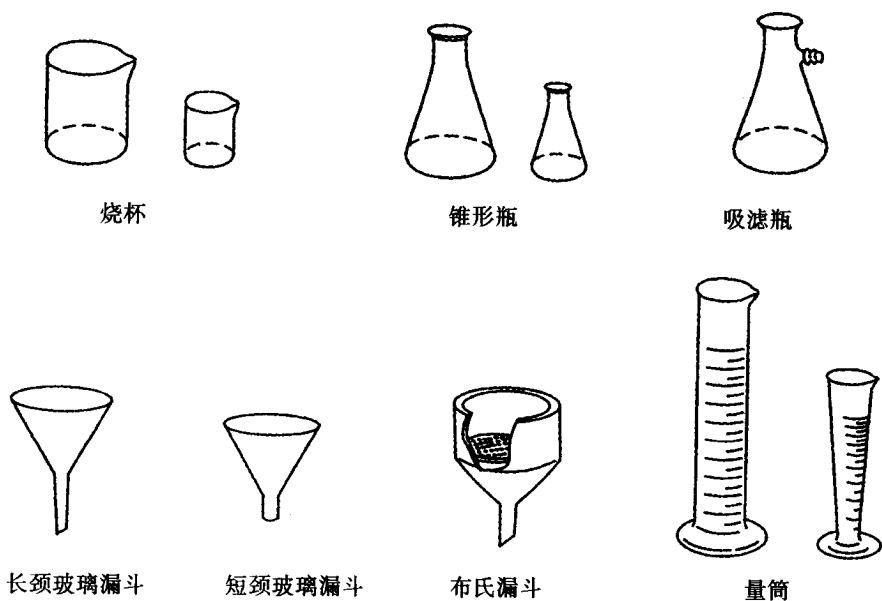
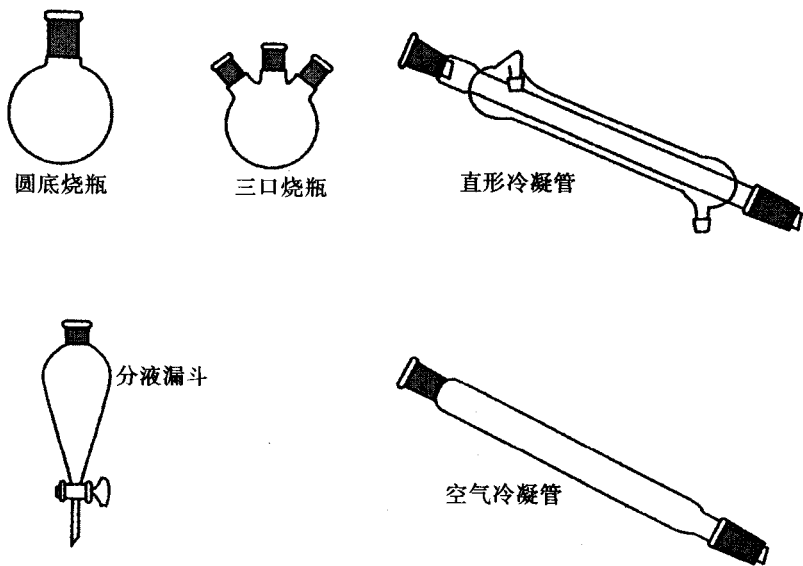
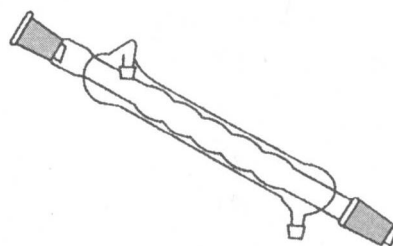


图 1.1 普通玻璃仪器





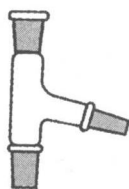
滴液漏斗



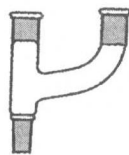
球形冷凝管



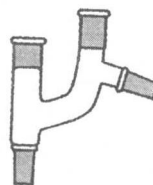
恒压滴液漏斗



蒸馏头



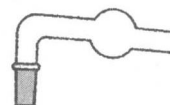
克氏蒸馏头



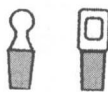
真空接引管



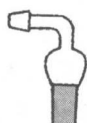
接引管



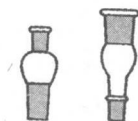
干燥管



玻璃塞



导气接头



变接头



温度计套管

图 1.2 标准磨口玻璃仪器

表 1.4 常用玻璃仪器的适用范围

仪器名称	适用范围	备注
圆底烧瓶	用于反应、回流、加热和蒸馏	
三口烧瓶	用于反应,三口可分别安装搅拌器、回流冷凝管、滴液漏斗或温度计等	
球形冷凝管	用于蒸馏或回流	
直形冷凝管	用于蒸馏或回流	140℃以下
空气冷凝管	用于蒸馏或回流	150℃以上
蒸馏头	用于蒸馏	
克氏蒸馏头	用于减压蒸馏	
接引管	用于蒸馏	
真空接引管	用于减压蒸馏	
分液漏斗	用于分液、萃取和洗涤	也可用于滴加液体
滴液漏斗	用于滴加反应液	
恒压滴液漏斗	用于有压力体系的滴加反应液	
干燥管	内装干燥剂,用于无水反应装置	
变接头	用于连接不同型号的磨口仪器	
导气接头	用于连接气体吸收装置	
布氏漏斗	用于减压抽滤	瓷质
吸滤瓶	用于减压抽滤	不能用明火加热
刺形分馏柱	用于分馏多组分混合物	
锥形瓶	用于储存液体、混合溶液及小量液体的加热	不能用于减压蒸馏
烧杯	用于液体的加热、混合、浓缩及中转等	
量筒	用于量取液体	不能用明火加热

标准磨口仪器是具有标准磨口或磨塞的玻璃仪器。由于按国际通用技术标准制造,具有标准化、系列化和通用化的特点。相同编号的标准磨口仪器之间可以互相连接,既可免去选配塞子及钻孔等麻烦,又能避免反应物或产物被软木塞(或橡皮塞)所污染,所以使用起来既省时方便又严密安全。

标准磨口玻璃仪器口径的大小,通常用数字编号来表示,常用的有 10、14、19、24、29、34、40、50 等多种。该数字是指磨口最大端直径的毫米整数。有时也用两个数字来表示,则另一个数字表示磨口的长度。例如 14/30 表示此磨口直径最大处为 14 mm 磨口长度为 30 mm。有机化学实验使用的一般是 19 号磨口玻璃仪器。相同编号的内外磨口可以紧密连接。有时两个磨口仪器,因编号不同无法直接连接时,则可借助变接头使之连接。

使用玻璃仪器时要注意以下事项:

- 1 使用过程应轻拿轻放。容易滑动的仪器(如圆底烧瓶),不要重叠堆放,以免打破。

2. 除试管等少数玻璃仪器外，一般都不要用明火直接加热玻璃仪器，以防炸裂。
3. 锥形瓶不耐压 不能作减压蒸馏用。厚壁玻璃仪器 如吸滤瓶 不耐热 故不能加热。广口容器 如烧杯 不能贮放易挥发的有机溶剂。
4. 磨口玻璃仪器的磨口必须保持洁净。若粘有固体杂物，会使磨口对接不严。若有硬质杂物 更会损坏磨口。
5. 具塞玻璃仪器用过洗净后，在玻塞与磨口间应夹放纸片，以防粘住。
6. 一般用途的磨口无需涂润滑剂，以免污染反应物或产物。但反应中使用强碱时，则要涂润滑剂，以免磨口连接处因碱腐蚀粘牢而无法拆开。减压蒸馏时，磨口连接处应涂真空脂，以保证装置密封良好。
7. 玻璃仪器用完后应及时拆卸洗净。特别是磨口仪器若放置时间太久，磨口连接处就会粘牢，很难拆开。如果发生这种情况，可用热水煮或用电吹风吹热磨口四周，再用木槌轻敲塞子 使之松开。
8. 安装玻璃仪器时 应注意安得正确、整齐、稳妥。
9. 不能将温度计作搅拌棒用，以免水银球破裂流出毒性极大的汞。也不能用来测量超过刻度范围的温度。温度计使用后，要先缓慢冷却至室温，再冲洗，不能用冷水冲洗热的温度计 以免炸裂。

### 1.3.2 金属工具

有机化学实验常用的金属工具有 铁架台 烧瓶夹 冷凝管夹 (又叫万能夹) 铁圈 三角架，水浴锅 镊子 剪刀 锉刀 打孔器 水蒸气发生器 酒精喷灯 不锈钢刮铲 升降台等。这些金属工具应该放在实验室规定的地方。要保持它们的清洁干燥，防潮防锈。

### 1.3.3 电器设备

实验室有很多电器设备，使用时要注意安全，并保持这些设备的清洁，不要把实验药品洒到电器设备上。

#### 一、电吹风

实验室使用的电吹风应能吹冷风和热风，主要用于玻璃仪器的快速干燥。平时应放置干燥处，注意防潮、防腐。

#### 二、气流烘干机

气流烘干机是一种快速烘干仪器的设备，如图 1.3 所示。使用时，将仪器洗干净后，甩掉多余的水分，然后将仪器套在烘干器的多孔金属管上。注意随时调节热空气的温度。气流烘干机不要长时间加热，以免烧坏电机和电热丝。

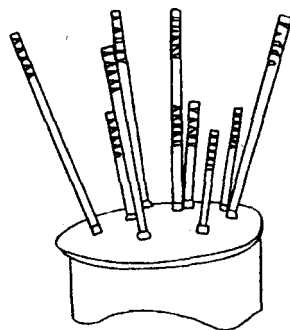


图 1.3 气流烘干机

#### 三、电热套

它是一种用玻璃纤维包裹着电热丝织成半圆形的内套，外加金属外壳，中间填有保温材料

的加热设备。根据内套直径的大小可分为 50 mL、100 mL、150 mL、200 mL、250 mL 等规格 最大可达 3000 mL。由于它不是明火加热 因此使用比较安全。又由于它的结构是半圆形的 在加热过程中烧瓶处于热气流包围中,故加热效率较高。此外加热温度可通过调压变压器控制,最高加热温度可达 400 左右 因此电热套是有机化学实验中一种简便、安全的加热设备 特别适用于加热和蒸馏易燃有机物。使用时要注意电热套的大小应与烧瓶的大小相匹配,还要注意不要将实验药品洒到电热套中,以免加热时药品挥发,污染环境或着火;同时应避免电热丝被腐蚀而过早熔断。实验结束后应将电热套放在干燥处,防止内部吸潮后降低绝缘性能。

#### 四、旋转蒸发仪

旋转蒸发仪是浓缩溶液、回收溶剂的理想装置。由于它使用方便,近年来在有机化学实验中被广泛使用。旋转蒸发仪由可旋转 由电机带动 的蒸发器(一般用圆底烧瓶)冷凝管和接受瓶组成(图 1.4)。可在常压或减压下操作,可一次或分批进料。由于蒸发器的不断旋转,可免加沸石而不会暴沸。同时蒸发器旋转时,会使料液的蒸发面积大大增加,从而加快蒸发速度。

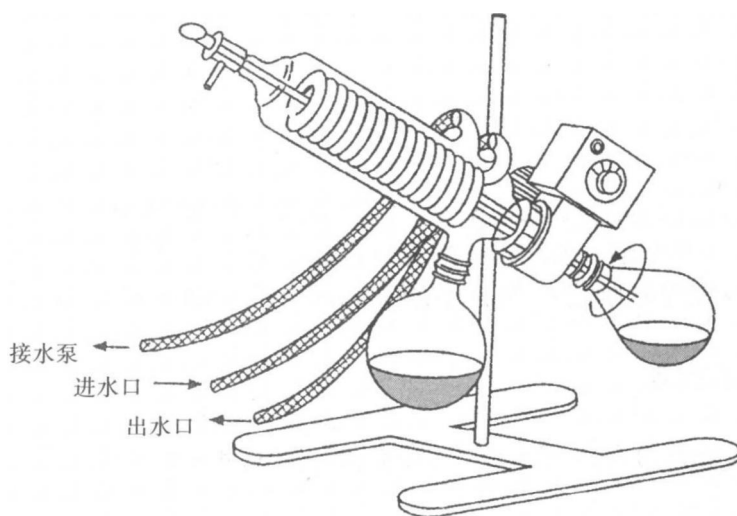


图 1.4 旋转蒸发仪

使用旋转蒸发仪时应注意以下两点:

1. 减压蒸发时 如果温度高、真空度低 蒸发器内液体有可能暴沸。此时应及时转动插管开关, 通入冷空气降低真空度。对于不同的料液 应找出合适的温度与真空度 以实现平稳的蒸发。
2. 停止蒸发时 应先停止加热 再切断电源 最后停止抽真空。如果烧瓶取不下来 可趁热用木槌轻轻敲打 以便取下。

#### 五、调压变压器

调压变压器是调节电源电压的一种装置,可分为两类。一类可与电热套等加热设备相连,用于调节加热温度;另一类可与电动搅拌器等搅拌设备相连,用于调节搅拌速度。也可将两种功能集中在一台仪器上,使用更加方便。使用调压变压器时应注意以下几点:

1. 先将调压变压器调至零位，再接通电源。
2. 切勿接错电源的输入端与输出端。调压变压器应有良好的接地，以防外壳带电。
3. 接通电源后根据加热温度或搅拌速度将旋钮调节到所需的位置，调节旋钮的过程应当缓慢均匀。
4. 不允许长期超负荷运行，以防烧毁或缩短使用期限。
5. 使用完毕后应将旋钮调至零位，并切断电源，放在干燥通风处。保持调压变压器的清洁以防腐蚀。

#### 六、电动搅拌器

电动搅拌器在有机化学实验中作搅拌用。一般适用于油 - 水等溶液或固 - 液反应中 不适用于过粘的胶状溶液。若超负荷使用，很易发热而烧毁。

使用电动搅拌器时，应先将搅拌棒与电动搅拌器连接好，再将搅拌棒通过聚四氟乙烯密封塞与反应容器连接固定好。在开动搅拌前，应当先用手转动搅拌棒看是否灵活，如果搅拌棒转动不够灵活 应当进行调整 直至转动灵活。使用完毕应放置清洁干燥处 防潮防锈。

#### 七、电磁加热搅拌器

由一个用聚四氟乙烯塑料密封的磁力搅拌子 简称磁子 和一个可旋转的磁体组成。将磁子投入盛有反应物的容器中 再将容器置于内有旋转磁体的电热板上 接通电源。由于内部磁体旋转，使磁场发生变化 容器内的磁子也随之旋转 从而达到搅拌的目的。一般的磁力搅拌器都带有控制磁体转速的旋钮及控制加热温度的旋钮。使用完毕应将旋钮调回至零位 并注意防潮防腐。

#### 八、烘箱

烘箱主要用于干燥玻璃仪器或烘干无腐蚀性、热稳定性好的物品。挥发性易燃物品或刚用酒精、丙酮淋洗过的玻璃仪器切勿放入烘箱内 以免发生爆炸。

有机化学实验室通常使用的烘箱是恒温鼓风干燥箱。接通电源后，即可开启加热开关，设定好所需工作温度，此时烘箱内电热丝即开始加热升温，红色指示灯发亮。若开启鼓风机开关，鼓风机即开始工作。当温度计上升到所需工作温度时，烘箱内电热丝即停止加热，绿色指示灯发亮。通过红绿指示灯控制电热丝的加热过程即可达到恒温的目的。

烘干刚洗好的玻璃仪器时一般应先将水控干，再放入烘箱。烘干温度一般控制在 100 ~ 110 左右。往烘箱里放玻璃仪器时应自上而下依次放入，以免湿仪器上残留的水滴到已烘热的玻璃仪器上造成炸裂。取出烘干后的热仪器时，应用干布衬手，防止烫伤。热玻璃仪器取出后不能马上碰冷水或冷的金属用具等。烘干后的热玻璃仪器，如果任其自然冷却，器壁上常会凝结水气。可用电吹风吹入冷风促其冷却，以减少器壁上凝结的水气。

### 1.3.4 其它设备

有机化学实验室还有一些辅助设备 如天平、水泵等。使用时也应注意正确操作 以保证设备的灵敏度和准确性。

#### 一、台秤

在有机化学实验室中，台秤是常用的称量设备。台秤的最大称量可为 1000 g 或 500 g 能够称准至 1 g。若用药物台秤（又称小台秤）最大称量为 100 g 则能够称准至 0.1 g。这些台秤的最大称量虽然不同 但原理是相同的。它们都有一根中间有支点的杠杆 杠杆两边各装有

一个秤盘。左边秤盘放置待称物体，右边秤盘放置砝码，杠杆支点处连有一指针，指针后有标尺。指针倾斜表示两盘质量不等。与杠杆平行有一根游码尺，尺上有一个活动的游码。在称量前，先观察两臂是否平衡，指针是否在标尺中央。如果不在中央，可以调节两端的平衡螺丝，使指针指向标尺中央，两臂即平衡。

称量时，将物体放在左盘上，在右盘上加砝码。用镊子先加较大的砝码，然后加较小的砝码。当加减到  $10\text{ g}$ （小台秤为  $5\text{ g}$ ）以下的质量时，可以移动游码，直至指针在标尺中央，表示两边质量相等。右盘上砝码的克数加上游码在游码尺上所指的克数便是物体的质量。台秤用完后，应将砝码放回砝码盒中，将游码复原至刻度  $0$ 。

台秤应保持清洁，所称物体不能直接放在秤盘上，而应放在清洁、干燥的表面皿、滤纸或烧杯中进行称量。

## 二、电子天平

在进行微量、半微量实验时，因普通台秤的灵敏度不够，可使用电子天平。电子天平是一种比较精密的称量仪器，其设计精良，可靠耐用。一般采用前面板控制，具有简单易懂的菜单，操作十分方便。电源可采用干电池或随机提供的交流适配器。电子天平价格较贵，使用电子天平时要倍加爱护并应注意以下几点：

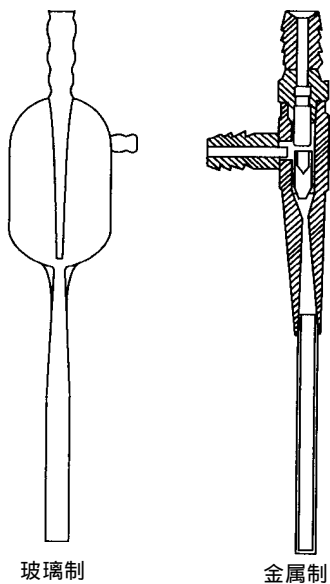


图 1.5 水泵

1. 电子天平不要放在有磁场或产生磁场的仪器附近，也不要放在温度变化大、通风、有震动或有腐蚀性气体的环境中，而应放在清洁、稳定的环境中使用，以保证称量的准确性。

2. 要保持机壳和称量台的清洁。若有灰尘，可用蘸有柔性洗涤剂的湿布擦洗。

3. 将校准砝码存放在安全干燥的场所。暂不使用时可拔掉适配器。长时间不用时应取出电池。

4. 称量过程中，不要超过电子天平的最大量程。

## 三、水泵

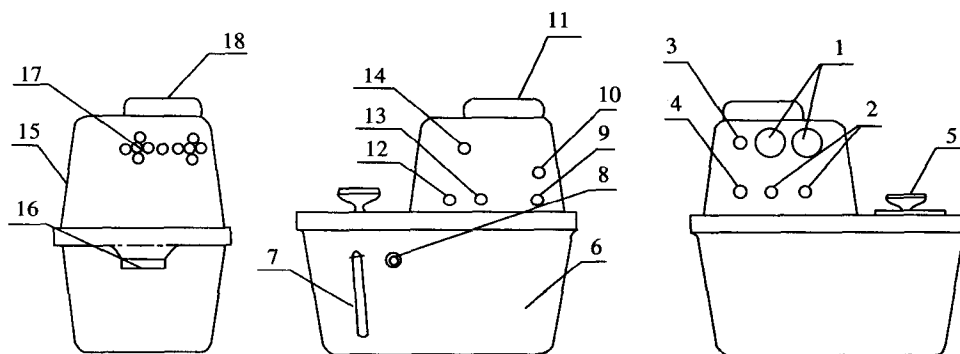
水泵（又叫水抽嘴）是有机化学实验室使用的简易减压设备，用于对真空度要求不太高的场合（如减压抽滤等）。水泵多由玻璃或金属制成（图 1.5），这种构造可让水快速地流过一个孔，这个小孔和一个支管相连。由于 Bernoulli 效应，在这一快速流动的水流边造成负压从而在支管处产生

部分真空。其减压效能与其构造、水压及水温有关。水泵所能达到的最小压力为当时室温下水的蒸气压。例如水温为  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  时水的蒸气压为  $1.07\text{ kPa}$ 。若水温为  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  则水的蒸气压为  $4.2\text{ kPa}$  左右。显然，水泵在夏天达不到冬天那样高的真空度。不同温度下水的饱和蒸气压见书后附录 4。

## 四、循环水多用真空泵

循环水真空泵是以循环水作为流体，利用射流产生负压的原理而设计的一种新型多用真空泵，可用于蒸发、蒸馏、结晶、过滤、减压、升华等各种操作中。由于水可以循环使用，克服了水泵直接排水的缺点，故能节约用水，且在临时停水时也可使用，加之价格适中，是实验室理想

的减压设备。图 1.6 是常见的循环水多用真空泵的外观示意图。



- 1-真空表;2-抽气嘴;3-电源指示灯;4-电源开关;5-水箱上盖手柄;6-水箱;7-放水软管;  
8-溢水管;9-电源线进线孔;10-保险座;11-电机风罩;12-循环水出水嘴;13-循环水进水嘴;  
14-循环水开关;15-上帽;16-水箱把手;17-散热孔;18-电机风罩

图 1.6 循环水多用真空泵

使用循环水多用真空泵时要注意以下问题：

1. 真空泵抽气口最好连接一个缓冲瓶，以免停泵时，水被倒吸进容器中。
2. 开泵前，要检查是否与系统连接好，然后打开缓冲瓶上的旋塞。开泵后，用旋塞调至所需要的真空度。停泵时先打开缓冲瓶上的旋塞，拆去与系统的接口，再停泵。
3. 要适时补充和更换水泵中的循环水，以保持水泵的清洁和真空度。

### 五、真空泵

真空泵（或叫油泵）也是有机化学实验室常用的减压设备，常用于对真空度要求较高的场合。真空泵的效能取决于它的机械构造以及真空泵油的好坏（真空泵油的蒸气压越低越好）。好的真空泵可获得 13.3 Pa 的真空度。一般使用真空泵时，系统的压力常控制在 0.67 ~ 1.33 kPa 之间，因为在沸腾的液体表面上要获得 0.67 kPa 以下的压力是比较困难的。如果要获得较低的压力，可选用短颈和支管粗的克氏蒸馏瓶，同时尽量减少接头连接点。真空泵的构造越精密，对工作条件的要求也越苛刻。使用真空泵时要注意做到：

1. 定期检查 定期更换真空泵油 防潮防锈。
2. 在真空泵的进口处放置保护材料。

### 六、真空泵的保护及测压装置

在用真空泵进行减压操作时，如果有挥发性的有机溶剂、水或酸性气体，会影响甚至损坏真空泵的减压效能。因为挥发性的有机溶剂蒸气被真空泵油吸收后，会增加真空泵油的蒸气压，降低真空度；而酸性气体会腐蚀真空泵的机件。水蒸气凝结后与真空泵油形成浓稠的乳浊液，会破坏真空泵的正常工作。为保护真空泵及真空泵油，必须在接受容器与真空泵之间依次安装冷却阱和几种吸收塔。

冷却阱用于冷凝杂质，其构造如图 1.7 所示。使用时将它

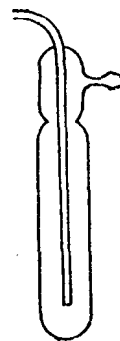


图 1.7 冷却阱