

第 1 章 有机化学实验的 基本知识

有机化学是药学专业学生必须具备的基础知识，而有机化学实验是有机化学教学的重要组成部分，其教学目的是培养学生掌握有机化学实验的基本技能和基础知识，验证有机化学中所学的基本理论，训练学生正确选择有机化合物的合成、分离与鉴定的方法，提高分析和解决问题的能力，在实践中培养学生正确的观察和思维方式，以及实事求是、严谨细致的学术作风和良好的工作习惯。

1.1 有机化学实验室守则

为了保证实验能安全、顺利地进行，学生必须遵守以下实验室守则：

1. 实验前，必须认真阅读第 1 章 1.2 内容。了解实验室的安全常识、注意事项及有关规定。认真预习有关实验内容，掌握有关有机化学知识，明确实验目的和要求，了解实验的基本原理、内容和方法，并写好实验预习报告。

2. 进入实验室应穿实验服，不能穿拖鞋、背心、短裤等不安全或不雅观的服装，不得将食物、饮品等带入实验室。

3. 进入实验室后，应了解实验室水、电、燃气等开关的位置及急救药箱、消防器材放置的位置和使用方法。严格遵守实验室安全规则和实验操作中的安全注意事项。

4. 实验前做好一切准备工作，检查仪器是否完好无缺，装置是否正确，并经指导老师检查合格后方可进行下一步操作。遵从指导老师和实验室工作人员的指导，严格按照操作规程和要求进行实验。如发生意外事故应及时采取应急措施并报告指导老师。

5. 实验进行时思想要集中，操作要认真，并保持安静，不得大声喧哗、打闹，不得擅自离开实验室，要科学安排好时间，按时完成实验。

6. 实验过程中，应细心观察实验现象，并养成及时做记录的良好习惯，如实记录观察到的现象和有关数据。记录本应顺序编号，不能撕页缺号。

7. 保持实验室整洁。实验时做到仪器、桌面、地面、水槽“四净”。实验台面应经常保持清洁和干燥，不需要和暂时不用的器材，不要放置台面上，以免碰撞损坏。固体废物应倒入废物桶，严禁丢入水槽或下水道，以免堵塞。废液（易燃液体除外）应倒入废液缸内。有异臭或挥发性毒物质的操作必须在通风橱内进行。

8. 爱护公物。实验过程中应爱护仪器设备，公用器材、药品用后立即整理好归还原处。节约水、电及消耗性药品，严格控制药品用量。

9. 实验结束后，将实验记录交指导老师签字和查核。实验仪器、个人实验台面打扫干净，检查水电开关，确认安全后请指导老师检查，经检查合格方可离开实验室。值日生负责整理公用器材，打扫实验室卫生，清倒废物桶，检查水电开关，关好门、窗，经指导老师同意后，方可离开。

1.2 有机化学实验室的安全常识

安全实验是化学实验的基本要求。有机化学实验经常使用易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的试剂和药品，若疏忽大意，就会产生着火、爆炸、中毒、烧伤等事故。此外，实验中常使用的玻璃仪器易碎、易裂，容易引发割伤、燃烧等事故。电器设备等若使用不当也易引起触电或火灾。因此，必须树立安全第一的观念，认真预习和了解实验中使用的药品和仪器的性能、用途、危害及有关注意事项、预防措施，并严格执行操作规程，有效维护人身和实验室的安全，确保实验的顺利进行。

1.2.1 着火与爆炸的预防及处理

1. 着火与爆炸的预防。着火和爆炸是有机实验中常见的事故，比如乙醚、乙醇、丙酮和苯等溶剂易于燃烧，氢气、乙炔、金属有机试剂和干燥的苦味酸等属易燃易爆气体或药品，若反应过于剧烈难以控制可能引起爆炸。因此，必须注意预防着火及爆炸，主要应注意以下几点：

(1) 防火的基本原则是使溶剂与火源尽可能远离，因此盛有易燃试剂的容器不能靠近火源，加热时要根据易燃试剂的性质选择热源（如使用水浴、油浴或电热帽等），避免用明火直接加热。

(2) 不能用烧杯或敞口容器盛装或加热易燃、易挥发的有机溶剂，数量较多的易燃试剂应放在危险药品橱内，而不能随意存放在实验室中。量取易燃试剂应远离火源，最好在通风橱中进行。

(3) 回流、蒸馏等装置以及加热用仪器不能密闭，回流或蒸馏液体时切记加助沸物（沸石），以防溶液因过热暴沸而冲出。若在加热后发现未加助沸物，则应停止加热，待稍冷后再补加，否则在过热溶液中加入助沸物会导致液体突然沸腾，冲出瓶外而引起着火或其他意外事故。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，也易发生着火。

(4) 在反应中添加或转移易燃有机溶剂时，应注意暂时熄火或远离火源。因故离开实验室时，一定要关闭热源和自来水。

(5) 易燃有机溶剂（特别是低沸点易燃溶剂）在室温时即具有较大的蒸气压。空气中混杂易燃有机溶剂的蒸气达到某一极限时，遇明火即发生燃烧爆炸。而且，有机溶剂蒸气一般都较空气密度大，会沿着桌面或地面飘移，或沉积在低洼处。因此，蒸馏乙醚等低沸点易燃溶剂时装置切勿漏气，周围不能有明火，余气应通下水道或室外。

不能将易燃物倒入废物桶中，量较大时需倒入指定容器进行回收处理，量少的可倒入水槽用水冲走（与水有剧烈反应者除外，如金属钠的残液要用乙醇处理）。

常用的易燃有机溶剂蒸气爆炸极限见表 1-1。

表 1-1 常用易燃有机溶剂蒸气爆炸极限

名称	沸点/℃	闪燃点/℃	爆炸范围/体积分数
甲醇	64.96	11	6.72~36.50
乙醚	34.51	-45	1.85~36.5
乙醇	78.4	12	3.28~18.95
丙酮	56.2	-17.5	2.55~12.80
乙酸乙酯	77.1	4.44	2.18~11.40
苯	80.1	-11	1.41~7.10

(6) 使用如氢气、乙炔等易燃、易爆气体时要注意保持室内空气畅通，严禁明火，严防一切火星的产生，如由敲击、静电摩擦、鞋钉摩擦、电动机炭刷或电器开关等所产生的火花。

常用的易燃气体爆炸极限见表 1-2。

表 1-2 易燃气体爆炸极限

气体	空气中的含量/体积分数
氢气	4~7.4
一氧化碳	12.50~74.20
氨	15~27
甲烷	4.5~13.1
乙炔	2.5~80

(7) 过氧化物、叠氮化合物、硝酸酯、多硝基化合物等具有爆炸性，使用时应特别小心，应严格按照操作规程操作。金属钾、钠、氢化铝锂等在使用时切勿遇水，否则会发生燃烧甚至爆炸。醚类化合物久置后会产生易爆炸的过氧化物，须经特殊处理后才能使用。

有些有机化合物遇氧化剂时会发生猛烈爆炸或燃烧。因此，应将氯酸钾、过氧化物、浓硝酸等强氧化剂与有机试剂分开存放。

(8) 实验时，确保仪器装置不发生堵塞也是防止产生爆炸的关键要素之一。因此常压操作时，应使整套装置与大气相通，并且经常检查仪器装置各部分有无堵塞现象，切勿造成密闭体系，否则内压过大，易发生危险。减压蒸馏时，不可使用不耐压的仪器（如平底烧瓶、锥形瓶、薄壁试管等），否则易发生炸裂。必要时，可戴上防护面罩或防护眼镜。

(9) 反应过程中如果反应过于猛烈，应根据情况采取冷却或控制添加反应物的速度等措施。

(10) 应经常检查电源、煤气开关是否完好，煤气橡皮管是否漏气。

2. 着火的处理。一旦发生了着火事故，应保持沉着镇静，及时采取相应措施，一方面防止火势扩展，另一方面立即灭火，根据起火的原因及周围的情况采取不同的方法灭火。

(1) 立即熄灭附近所有火源，拉下电闸并移去周围未着火的易燃物质。

(2) 有机物着火：少量溶剂（几毫升，且周围无其他易燃物）着火，可任其燃完。若在小器皿内着火可用石棉网或湿布盖灭；桌面或地面着火，如火势不大，也可用湿布或沙子扑灭。应注意油浴和有机溶剂着火时绝对不能用水浇，因为这样反而会使火焰蔓延。

(3) 电器着火：先切断电源，然后用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器等灭火。

(4) 衣服着火：切勿乱跑，轻者可迅速把着火衣服脱下用水淋熄，也可用湿布或厚的外衣包裹着火部位，使其熄灭。较严重者应躺在地上（以免火焰烧向头部）并打滚，其他人用防火毯或紧紧包住着火部位，使火焰隔绝空气而熄灭。若有人员烧伤，立即送医院治疗。

火势较大时，应根据具体情况采用下列灭火器材灭火：

(1) 二氧化碳灭火器：有机实验室中最常用的一种灭火器，它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳，使用时打开开关，二氧化碳气体即会喷出，用以扑灭有机物及电器设备的失火。使用时应注意，一手提灭火器，一手握喷二氧化碳喇叭筒的把手。因喷出的二氧化碳压力突然降低，温度也会骤降，手若握在喇叭筒上易被冻伤。

(2) 四氯化碳灭火器：用以扑灭电器内或电器附近之火或少量溶剂如汽油、丙酮等的失火，需要注意的是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时会生成剧毒的光气。

此外，还须注意四氯化碳和金属钠接触也会发生爆炸。

(3) 泡沫灭火器：泡沫灭火器内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液，使用时将筒身颠倒，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。灭火器筒内压力突然增大，将大量二氧化碳泡沫喷出。

使用灭火器时，应从火的四周向中心扑灭，并对准火焰的根部灭火。

实验室常用的灭火器及其适用范围见表 1-3。

表 1-3 实验室常用的灭火器及适用范围

灭火器	成分	适用范围
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围油类及忌水的化学药品的起火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备、小范围汽油、丙酮等的起火
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3 等	适用于油类失火
干粉灭火器		扑救油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾

1.2.2 中毒的预防及处理

化学药品大多具有不同程度的毒性。有机实验室中有种类繁多的强挥发性有机试剂和各种无机试剂，比其他化学实验更具危险性。若操作不当和缺少必要的防护措施，就可能引起中毒。

有毒化学药品中毒常分为急性和慢性中毒两种，急性中毒指一次性接触中突然引起的伤害（如氰化物）；慢性中毒是指在反复的接触中出现明显的中毒症状，例如人长时间吸入有机溶剂蒸气就会引起慢性中毒的现象。

一般有机溶剂对人体的危害有：对神经系统的破坏，如甲醇中毒会损伤视神经甚至导致眼睛失明；一般氯代烃类会引起肝脏中毒现象而对肝脏功能造成损害；此外有些溶剂会对肾脏功能造成影响、对造血系统的破坏以及对黏膜及皮肤的刺激等，此类溶剂除甲醇、氯代烃类（如二氯乙烷、二氯乙烯、三氯乙烯、氯仿、四氯化碳等）外，还有苯及其衍生物（如甲苯、二甲苯、异丙苯、氯化苯等）、丙酮、丁醇、甲酸戊酯、醋酸甲酯、醋酸戊酯、二元醇及醚类等。

产生中毒的主要原因是皮肤或呼吸道接触有毒药品所引起的。在实验中，为防止中毒，要切实做到以下几点：

(1) 使用有毒药品时，应妥善保管，不能乱放，做到用多少，领多少。实验后的有毒残渣，也必须妥善处理，不能乱丢。

(2) 有些有毒物质会渗入皮肤，因此药品不能沾在皮肤上，称量任何药品都应使用工具，不得用手直接接触。需要接触有毒物质时，必须戴橡皮手套。实验完毕后应立即洗手，切勿让毒品沾及五官及伤口，例如氰化物沾及伤口后就随血液循环全身，严重者会造成中毒死亡事故。

(3) 使用和处理有毒或腐蚀性物质时，应在通风柜中进行，并戴上防护品，尽可能避免有机物蒸气在实验室内扩散。

(4) 对沾染过有毒物质的仪器和用具，实验完毕应立即采取适当方法处理以破坏或消除其毒性。

(5) 防止水银等有毒物质流失。若水银温度计破损后水银洒落，应及时收集洒落的水银，并用硫黄或三氯化铁清除。



(6) 一般药品溅到手上,通常是用水和乙醇洗去。若溅入口中尚未咽下者立即吐出,再用大量水冲洗口腔。如已吞下,应根据毒物性质给予解毒剂。

如对于有腐蚀性的强酸应先饮大量水,然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白;若是强碱,先饮大量水后,服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒皆再灌注牛奶,不要吃呕吐剂。

如果是刺激剂及神经性毒物,先服牛奶或鸡蛋白使之立即冲淡和缓解,再将硫酸镁(约30g)溶于一杯水中服下催吐。有时也可用手指伸入喉部促使呕吐。

吸入气体中毒者,将中毒者移至室外,解开衣领及纽扣。吸入少量氯气或溴者,可用碳酸氢钠溶液漱口。

应该注意的是:不要在实验室进食、饮水,因为食物在实验室易沾染有毒的化学物质。

实验时若有中毒症状,应到空气新鲜的地方休息,最好平卧,出现其他较严重的症状,如斑点、头晕、呕吐、瞳孔放大时应及时送往医院。

1.2.3 灼伤的处理

皮肤接触了高温(如热的物体、火焰、蒸气)、低温(如固体二氧化碳、液氮)、腐蚀性物质(如强酸、强碱、溴、酚类等),会造成灼伤。因此,实验时,要避免皮肤与上述能引起灼伤的物质接触。取用有腐蚀性化学药品时,应戴上橡皮手套和防护眼镜。

若实验中发生了灼伤,应根据不同的灼伤情况采取不同的处理方法。

(1) 被酸液或碱液灼伤:均应立即用大量水冲洗(浓硫酸除外),然后相应地再用3%~5%碳酸钠溶液或1%~2%硼酸溶液冲洗。最后再用水洗。严重者要消毒灼伤面,拭干并涂上烫伤软膏,及时送往医院。

(2) 被溴灼伤:应立即用2%硫代硫酸钠溶液洗至伤处呈白色,然后涂上甘油或烫伤软膏。

(3) 被酚灼伤:先用大量水洗,再用酒精擦至无酚液存在为止,然后涂上甘油或烫伤软膏。

(4) 被钠灼伤:可见的小块用镊子移去,其余与碱灼伤处理相同。

(5) 被灼热的玻璃或铁器烫伤,轻者立即用冷自来水冲洗伤口数分钟或用冰块敷伤口至痛感减轻;较重者可在患处涂红花油,然后涂擦烫伤软膏。

除金属钠外的任何药品溅入眼内,都应立即用大量水冲洗。冲洗后,如果眼睛未恢复正常,应马上送医院就医。

1.2.4 防割伤

实验中若操作不当或不小心,也会造成割伤。易造成割伤的情况有:装配仪器时用力过猛或装配不当;仪器口径不适合而勉强连接;玻璃折断面未烧圆滑有棱角;装配仪器时用力处与连接部位距离太远而致使玻璃仪器、玻璃管(或温度计)折断割伤手等。因此应注意预防割伤。

(1) 应按规程操作,不强行扳、拆玻璃仪器,特别是比较紧的磨口处。尽量保证玻璃仪器的完整,装拆时不能硬性装拆,不宜用力过猛。最基本的原则是切忌对玻璃的任何部分施加过度的压力或扭歪。

(2) 将玻璃管(棒)或温度计插入塞子时,先检查塞孔大小是否合适,玻璃切口是否光滑,注意用力处(手指捏住玻璃管的位置)应尽量靠近塞子,且用力不能太大,以防因玻璃管(棒)折断而割伤皮肤,最好用布裹住并涂少许甘油等润滑剂后再缓缓旋转而入。插入或拔出弯曲管时,手指不能捏在弯曲处。

(3) 注意玻璃仪器的边缘是否碎裂,小心使用;玻璃管(棒)切割后,断面应在火上烧熔以

消除棱角。

如果不慎发生割伤事故要及时处理，先将伤口处的玻璃碎片取出。若伤口不大，用蒸馏水洗净伤口，用创可贴包扎，或涂上红药水，用纱布包扎。若伤口较大或割破了主血管，则应用力按紧主血管以防止大量出血，及时送医院治疗。

1.2.5 眼睛的保护

在实验室中为了防止眼睛受到伤害，应注意对眼睛的保护。

进行有一定危险性的操作，如减压蒸馏、加压操作及取用有腐蚀性（尤其是挥发性大）的化学药品时，有必要戴上防护眼镜以保护眼睛。

如试剂溅入眼内，切记任何情况下都要先用水冲洗，若是酸液或碱液，再相应用 1% 碳酸氢钠溶液或 1% 硼酸溶液冲洗，最后用水冲洗；若是溴，也需再用 1% 碳酸氢钠溶液冲洗，最后用水冲洗。以上方法只是紧急处理措施，处理后应马上送医院。

1.2.6 用电安全

使用电器时，切记任何时候都不允许带电操作。应防止人体与电器导电部分直接接触，不能用湿的手或手握湿物接触电插头。为了防止触电，装置和设备的金属外壳等都应连接地线。实验完毕先切断电源，再将连接电源的插头拔下。

1.2.7 实验室常用的急救药品

为处理事故需要，实验室应备有急救药箱，内置以下物品：

- (1) 医用酒精、碘酒、红药水、消炎粉、止血粉、硼酸溶液（1%）、碳酸氢钠溶液（1%）、甘油、龙胆紫等。
- (2) 创可贴、凡士林、烫伤软膏等。
- (3) 医用棉花、纱布、绷带、镊子、剪刀等。

1.3 有机化学实验预习、实验记录和实验报告

1.3.1 实验预习

有机化学实验课是一门带有综合性的理论联系实际的课程，同时，也是培养学生独立工作能力的重要环节，因此，要达到实验的预期效果，必须在实验前认真地预习好有关实验内容，做好实验前的准备工作。

实验前的预习，归结起来是看、查、写。

- (1) 看：仔细地阅读与本次实验有关的全部内容，不能有丝毫马虎和遗漏。
- (2) 查：通过查阅手册和有关资料来了解实验中要用到或可能出现的化合物的性质和物理常数。
- (3) 写：在看和查的基础上认真地写好预习笔记。每个学生都应准备一本实验预习和记录本。

预习笔记的主要内容应包括：

- (1) 实验目的和要求，实验原理和反应式（正反应、主要副反应），所用仪器和装置的名称及性能，溶液浓度和配制方法，主要试剂和产物的物理常数等。主要试剂的规格用量（g、mL、mol）都要一一写在预习笔记本上，合成实验要先计算出理论产量。

- (2) 阅读实验内容后，根据实验内容用自己的语言正确地写出简明的实验步骤，注意不是照



抄实验讲义上的各个步骤，实验步骤中的文字可用符号简化。例如化合物只写分子式；克用“g”，毫升用“mL”，加热用“ Δ ”，加用“+”，沉淀用“ $\downarrow$ ”，气体逸出用“ $\uparrow$ ”，仪器以示意图代替。这样在实验前已形成了一个工作提纲，实验时按此提纲进行。

(3) 对于合成实验，应列出粗产物纯化过程及原理。

(4) 对于将要做的实验中可能会出现的问题（包括安全和实验结果），要写出防范措施和解决办法。

1.3.2 实验记录

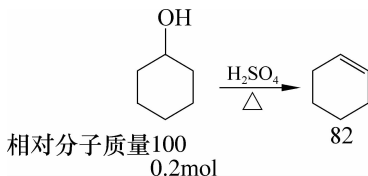
实验时应认真操作，仔细观察，积极思考，并且应不断地将观察到的实验现象及测得的各种数据及时如实地记录在记录本上。记录必须做到简明、扼要，字迹整洁。实验完毕后，将实验记录交指导老师审阅。

1.3.3 实验产率的计算

有机化学反应中，理论产量是根据反应方程式，按照原料全部转化为产物的理想情况计算出来的；而百分产率是指反应的实际产量和计算出的理论产量的比值。

$$\text{百分产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

例如：用 20g 环己醇和催化用的硫酸一起加热时，得到 12g 环己烯，试计算其百分产率。



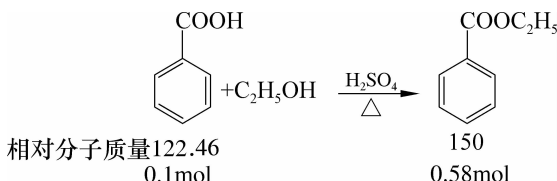
根据化学反应式，1mol 环己醇能产生 1mol 环己烯，今用 20g（即 $20/100=0.2\text{mol}$ ）环己醇，理论上应得到 0.2mol 环己烯，理论产量为 $0.2 \times 82 = 16.4\text{g}$ ，但实际产量为 12g，所得百分产率为 $\frac{12}{16.4} \times 100\% = 73\%$ 。

在有机化学实验中，产量通常不可能达到理论值，可能由以下因素所致：

- (1) 可逆反应。在一定的实验条件下化学反应建立了平衡，反应物不可能完全转化成产物。
- (2) 有机化学反应比较复杂，在发生主要反应的同时，一部分原料可能消耗在副反应中。
- (3) 产品分离和纯化过程中所引起的损失。

为了提高产率，常常增加某一反应物的用量。究竟选择哪一个试剂过量，要根据有机化学反应的实际情况、反应的特点、各试剂的相对价格、反应后是否易于除去，以及对减少副反应是否有利等因素来决定。以下是当反应物过量时计算产率的一个实例。

用 12.2g 苯甲酸、35mL 乙醇和 4mL 浓硫酸一起回流，制得苯甲酸乙酯 12g。



从反应方程式中各物料的摩尔比，可以看出乙醇是过量的，故理论产量应根据苯甲酸来计算。

0.1mol 苯甲酸理论上产生 0.1mol (即 $0.1 \times 150 = 15\text{g}$) 苯甲酸乙酯，百分产率为 $\frac{12}{15} \times 100\% = 80\%$ 。

收率一般用于化学及工业生产，是指在化学反应或相关的化学工业生产中，投入单位数量原料获得的实际生产的产品产量与理论计算的产品产量的比值。同样的一个化学反应在不同的气压、温度下会有不同的收率。在一些非化学反应条件下，比如重结晶后，就只能用收率而非产率来表示。

1.3.4 实验报告

实验报告是总结实验进行的情况，分析实验中出现的問題，整理归纳实验结果必不可少的基本环节，是把直接的感性认识提高到理性思维阶段的必要一步。因此必须认真地写好实验报告。常见的实验报告包括合成实验报告和性质实验报告，举例说明如下：

合成实验报告

实验名称

- 一、实验目的
- 二、实验原理
- 三、主要仪器及试剂
- 四、实验步骤及装置图
- 五、结果分析及数据处理
- 六、讨论

性质实验报告

实验名称

- 一、实验目的
- 二、实验原理
- 三、实验内容

实验步骤

实验现象

原理解释或方程式

1.4 有机化学实验文献检索简介

1.4.1 文献检索的一般知识

查阅文献是科学研究的一个重要组成部分，是培养动手能力的一个重要方面，是每个研究者应具备的基本功之一。

学生在进行文献查阅工作时，需要注意：



“尽信书，不如无书”，由于种种原因，有的文献把最关键的部分，或叙述得不甚详尽，或避实谈虚，这就要求在查阅和利用文献时必须结合已学的专业知识多方面分析、对比和判别。

尽管目前高校的计算机网络建设水平较高，有一些文献资源已经实现数字化并可在网上浏览下载，但对图书馆藏的印刷版文献必须重视，尤其是有大量的历史文献实际无法完成数字化工作。

1.4.2 常用工具书及手册

常用工具书及手册：*The Merk Index*（《默克索引》），*Handbook of Chemistry and Physics*（《化学物理手册》），*Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*（《沃格勒的实践有机化学》），《化工辞典》，*Beilstein Handbook of Organic Chemistry*（《贝尔斯坦有机化学手册》），*Gemlin Handbuch der Anorganischer Chemie*（《格墨林无机化学手册》）等。

(1) *The Merk Index*：该书是由美国默克公司 1889 年出版的一本辞典。它收集了近一万种化合物（主要是有机化合物和药物）的性质、制法和用途，4500 多个结构式及 42 000 条化学产品和药物的命名。一般是用方程式来表明反应的原料和产物及主要反应条件，并指出最初发表论文的著作者和出处，同时将有关这个反应的综述性文献资料的出处一并列出，便于进一步查阅。卷末有分子式索引和主题索引。

(2) *Handbook of Chemistry and Physics*：该书是 1913 年美国化学橡胶公司出版的一本化学与物理手册，该手册逐年修订，是每个实验室应该必备的基本工具书。此书内容分为六个大方面：数学用表、元素和无机化合物、有机化合物、普通化学、普通物理常数和其他。

(3) *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*：该书是一本较完备的实验教科书（4th Ed. Lonmn Group Limited, 1978）。内容主要包括实验操作技术、基本原理及实验步骤、有机分析。很多常用有机化合物的制备方法大都可以在这里找到，而且实验步骤比较成熟。

(4) 《化工辞典》：该书是一本综合性的化工工具书，收集了有关化学、化工名词 16 000 余条，列出了物质名称分子式、结构式、基本的物理化学性质和有关数据，并有简要的制备方法和用途说明。

1.4.3 常用的期刊文献

(1) 中文期刊：重要的有《中国科学》、《化学学报》、《化学通报》、《高等学校化学学报》、《有机化学》等。

(2) 英文期刊：重要的有 *Journal of the Chemical Society*、*Journal of the American Chemical Society*、*Journal of Organic Chemistry*、*Organic Letter Chemistry Reviews*、*Tetrahedron Letter* 等。

1.4.4 化学文摘

美国《化学文摘》(*Chemical Abstracts*，简称 CA) 是由美国化学会的“化学文摘服务部”编辑出版的化学化工专业文献刊物，创刊于 1907 年。CA 是查找化学化工文献的最重要工具，也是当今享有盛誉的文摘刊物之一。CA 现为周刊，每年出版 2 卷，每卷 26 期。CA 索引系统完备、检索途径众多，有期索引、卷索引、累积索引等。按索引内容分为“关键词索引”、“著者索引”、“专利索引”、“普通主题索引”、“化学物质索引”、“分子式索引”等。

1.4.5 一些常用的网络资源

随着互联网技术的迅速发展，从网上查找有关资料变得非常方便、迅速。从网上获取化学信

息的途径很多,这里只做简单介绍。

(1) 网上图书馆:网上的图书馆是获取图书、杂志资料的重要途径之一。例如:

中国国家图书馆: <http://www.nlc.gov.cn>;

清华大学图书馆: <http://www.lib.tsinghua.edu.cn>;

北京大学图书馆: <http://www.lib.pku.edu.cn> 等。

(2) 中国期刊网: <http://www.chinajournal.net.cn>。

(3) 专利文献:如

IBM Intellectual Property Network: <http://www.patents.ibm.com>;

中国专利: <http://www.beic.gov.cn/patent> 等。

(4) 数据库资源:有关化学信息数据库中,化学结构数据库占有很高的比例,但也不乏一些范围较小的专业数据库,例如:

有机化合物数据库: <http://www.colby.edu/chemistry/cmp/cmp.html>;

化合物基本性质数据库: <http://www.chemfinder.camsof.com> 等。

网络中有些资源可免费查阅,而有些资源的使用则需收费。

1.5 有机化学实验常用仪器和设备

为了顺利、有效地进行实验,有机化学实验室需要配备一些实验常用的仪器和设备,如玻璃仪器、金属用具、电器及一些其他设备。了解实验所用仪器的性能、正确的使用方法及如何保养,是实验者应具备的基本知识。下面分别介绍一些有机化学实验常用的仪器和设备。

1.5.1 玻璃仪器

玻璃仪器一般是由软质或硬质玻璃制作而成的。软质玻璃耐温、耐腐蚀性较差,但价格较便宜,因此,一般用它制作不需要加热的仪器,如普通漏斗、试剂瓶、玻璃管、量筒、吸滤瓶、干燥器等。硬质玻璃具有较好的耐温和耐腐蚀性,制成的仪器可在温度变化较大的情况下使用,如烧瓶、烧杯、试管、冷凝管等。

(1) 玻璃仪器分为普通和标准磨口两种。有机实验中通常使用标准磨口玻璃仪器(简称磨口仪器),它与相应的普通玻璃仪器的区别在于各连接口都加工成通用的磨口,即标准磨口。常用的标准磨口玻璃仪器见图 1-1。

由于磨口规格的标准化、系统化,磨砂密合,凡属于同类规格的接口,均可任意互换,各部件能装配成各种配套仪器。使用标准磨口玻璃仪器既可免去配塞子及钻孔等步骤,又能避免反应物或产物被橡皮塞(或软木塞)所玷污;而且装配和拆卸方便,口塞磨砂性能良好,使密合性达较高真空度,对减压等操作有利,对于毒物或挥发性液体的实验较为安全,大大提高了实验的安全性和工作效率。

标准磨口仪器的每个部件在其口塞的上或下显著部位均有烤印的标志,表明规格。常用的有 10、12、14、16、19、24、29、34、40、50 等,该数字表示标准磨口玻璃仪器口径的大小,即磨口最大端直径的毫米整数。其中 10 号是微量磨口仪器,14 号是半微量磨口仪器,19 号以上是常量磨口仪器。有时也用两个数字来表示磨口的规格,另一数字表示磨口的长度。例如 19/30,表示此磨口的口径为 19mm,磨口长度为 30mm。有时两个玻璃仪器,因磨口编号不同无法直接连接时,则可借助不同编号的磨口接头(或称转换接头)(图 1-1 (19))使之连接。

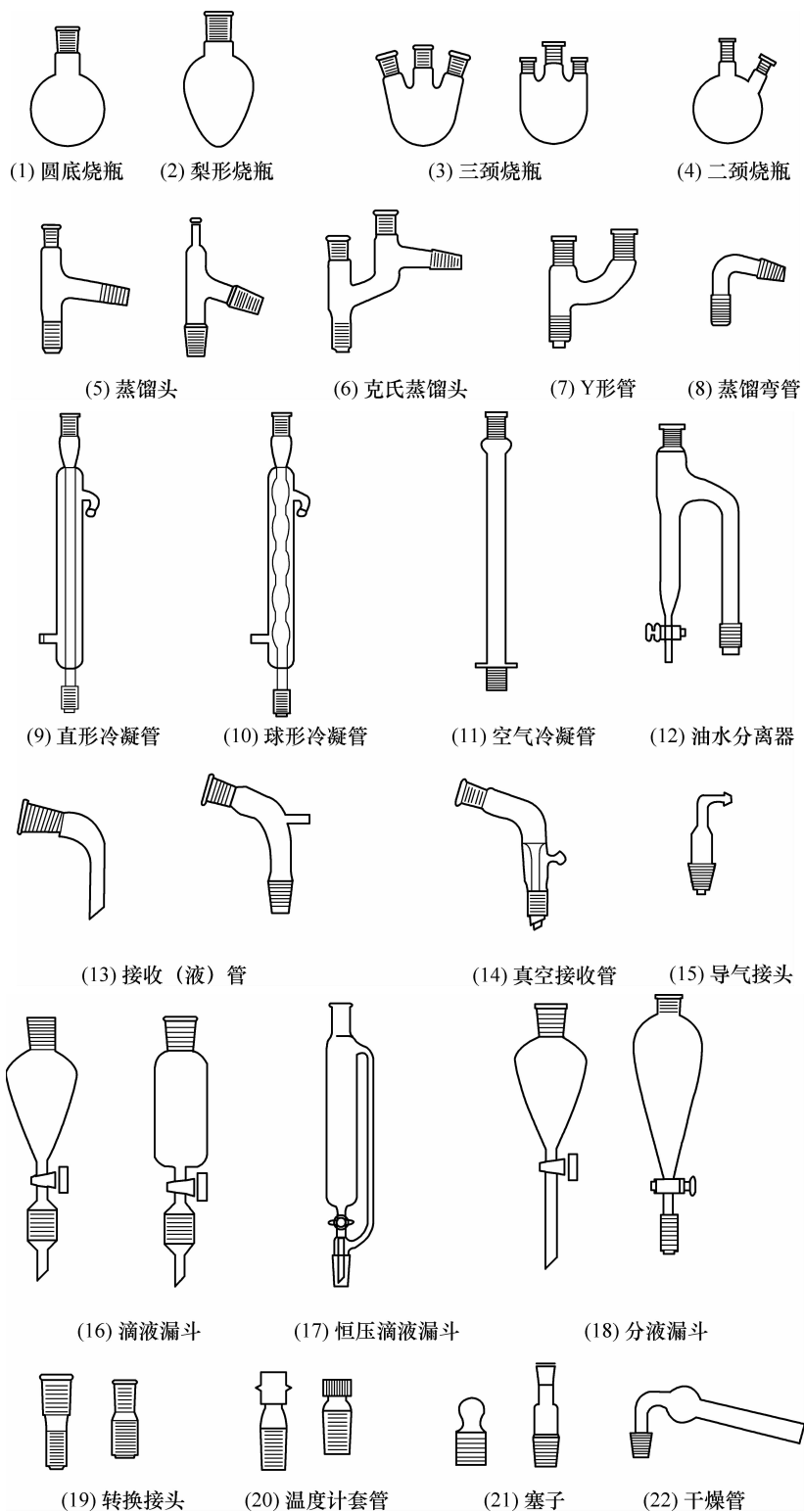


图 1-1 常用标准磨口玻璃仪器

微量有机化学实验仪器的大部分与常规仪器相似，只是规格较小，其组合装置的操作与常规实验一致，但也有些特殊仪器（图 1-2）。

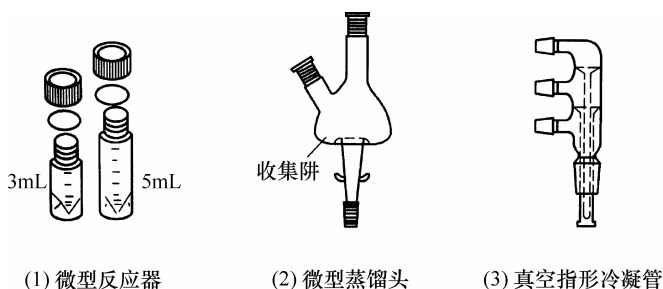


图 1-2 微量有机化学实验特殊仪器

有机化学实验中，尽管磨口玻璃仪器已普遍使用，但也不能完全取代普通玻璃仪器，一些在实验室中常用的普通玻璃仪器见图 1-3。

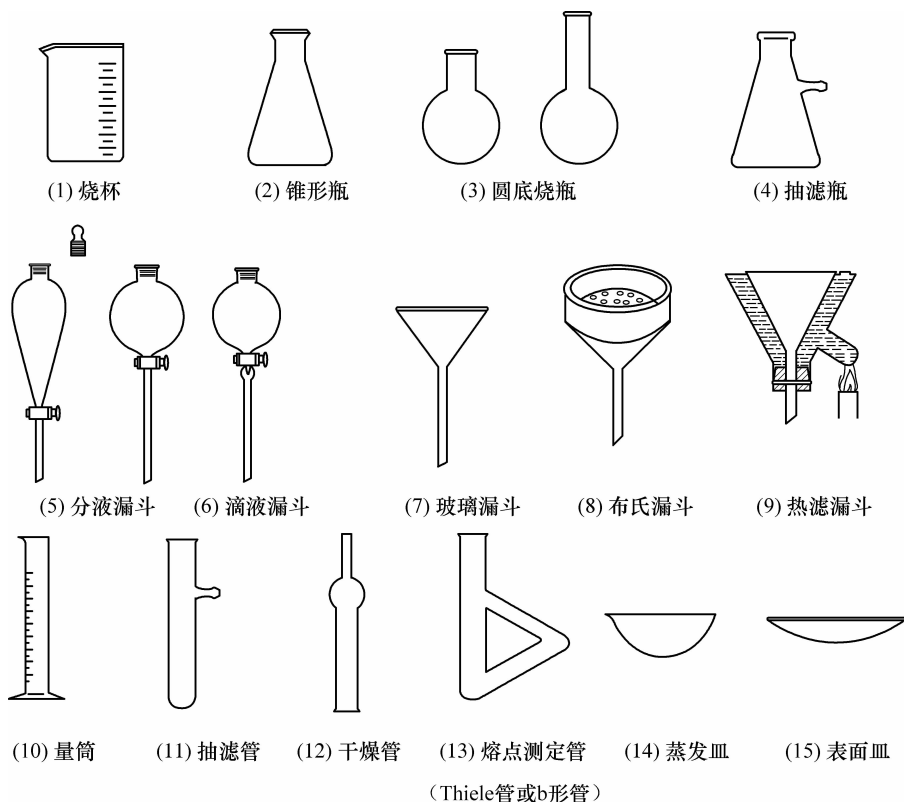


图 1-3 普通玻璃仪器

(2) 使用玻璃仪器须注意以下几点：

1) 玻璃仪器易破碎，皆应轻拿轻放，以免破损。

2) 使用标准磨口玻璃仪器时，一般用途的磨口无须涂润滑剂，以免玷污反应物或产物。若反应中有强碱，则须涂润滑剂，以免磨口连接处因碱腐蚀黏结而无法拆开。减压蒸馏时，则应在磨



口连接处涂上真空脂,以保证装置的密封性。

磨口仪器的磨口处必须洁净,若粘有固体杂物,会使磨口对接不严密,导致漏气,甚至会损坏磨口。使用后应拆卸洗净,否则若长时间放置,磨口的连接处易黏结在一起,难以拆开。如果遇到磨口黏结的情况,可在磨口周围涂上润滑剂或有机溶剂后用电吹风对着黏结口处加热,使外层膨胀并打开,或用水煮后再用木块轻轻敲黏结处,使之松开。

3) 除试管等少数玻璃仪器外,一般都不能直接用火加热。锥形瓶不耐压,不能用于减压蒸馏。厚壁玻璃器皿(如抽滤瓶)不耐热,故不能加热。带塞子的玻璃仪器用过洗净后,在塞子与磨口间应垫上纸片,以防黏结。

(3) 常用玻璃仪器的清洗、干燥和保养

1) 仪器的清洗:实验时,为了避免其他杂质的混入,所用仪器必须清洁干燥。实验用过的玻璃仪器应养成立即清洗的习惯。否则,当不洁净的仪器放置一段时间后,往往由于忘记污物的性质及挥发性溶剂的逸去,使洗涤工作变得非常困难。

有机化学实验中常用洗液有以下几种:① 铬酸洗液:铬酸洗液氧化性很强,对有机污垢破坏力极强。使用时应先倾去器皿内的水,慢慢倒入洗液,转动器皿,使洗液充分浸润不干净的器壁,数分钟后把洗液倒回洗液瓶中,再用自来水冲洗。若壁上粘有少量炭化残渣,可加入少量洗液,浸泡一段时间后在小火上加热,直至冒出气泡,炭化残渣可被除去。注意当洗液颜色变绿时表示已失效,应该弃去,不能倒回洗液瓶中。② 盐酸:用稀盐酸可以洗去附着在器壁上的二氧化锰或碳酸钙等残渣。③ 碱液和合成洗涤剂:配成浓溶液即可。用以洗涤油脂和一些有机物(如有机酸等)。④ 有机溶剂洗涤液:当胶状或焦油状的有机污垢如用上述方法不能洗去时,可选用丙酮、乙醚、苯等浸泡,应加盖以免溶剂挥发,或用氢氧化钠的乙醇溶液亦可。

当仪器倒置,水顺着器壁流下,内壁被水均匀润湿有一层既薄又均的水膜,不挂水珠时,即表明已清洗干净,可供一般实验使用。若用于精制产品,或供有机分析用的仪器,则尚需用蒸馏水摇洗,以除去自来水冲洗时带入的杂质。

必须注意的是,不能盲目使用各种化学试剂和有机溶剂来清洗仪器。这样不仅造成浪费,而且还可能带来危险。

2) 仪器的干燥:实验室干燥仪器最常用且简单的方法是将洗净的仪器倒置自然晾干,也可倒置在气流烘干器上烘干。一般将洗净的仪器倒置一段时间后,若没有水迹,便可使用。有些实验严格要求无水,仪器干燥与否甚至成为实验成败的关键,为此可将所用仪器洗净后放入烘箱内烘干。

比较大的仪器或者是洗涤后需立即使用的仪器,可将水尽量沥干后,加入少量乙醇或丙酮摇洗,再用电吹风吹干。先用冷风吹片刻,当大部分溶剂挥发后,再吹入热风完全干燥(有机溶剂蒸气易燃易爆,故不宜先用热风吹)。吹干后,再吹冷风使仪器逐渐冷却,否则,被吹热的仪器在自然冷却过程中会有一层水汽凝结在瓶壁上。

3) 常用仪器的保养:有机化学实验的各种玻璃仪器的性质不同,必须掌握它们的性能和保养方法,才能正确使用,避免不必要的损失。下面介绍几种常用玻璃仪器的保养。

① 温度计:温度计水银球部位的玻璃容易打破,使用时要特别留心。温度计不能作搅拌棒使用,不能用来测量超过刻度范围的温度。亦不能把温度计长时间放在高温的溶剂中,否则,会使水银球变形,乃至读数不准。

温度计用后要缓慢冷却,特别在测量高温之后,不能立即用冷水冲洗,以免炸裂或水银柱断裂开。应冷却至室温后再洗净抹干,放回温度计盒内,盒底垫上一小块棉花。

② 冷凝管:冷凝管通水后比较重,因此安装冷凝管时应将夹子夹在冷凝管的重心位置,以免

翻倒。刷洗冷凝管时要用长毛刷，用洗涤液或用有机溶液洗涤时，用橡皮塞塞住一端，不用时直立放置，既易于干燥，亦可避免接水口被碰折断。

③分液漏斗和滴液漏斗：其活塞和塞子都是磨砂的，若非原配就可能因不严密而产生漏液。因此使用时要注意保护，用绳子或橡皮筋将活塞和塞子与漏斗相连，以免丢失或打碎；各个漏斗之间的活塞不能互相调换，用后要在活塞与磨砂口之间垫上纸片，以防黏结。

1.5.2 金属用具

在有机化学实验中常用的金属用具：铁架、铁夹、铁圈、三脚架、水浴锅、热水漏斗、镊子、剪刀、三角锉刀、圆锉刀、打孔器、水蒸气发生器、煤气灯或酒精喷灯、不锈钢刮刀、升降台等。使用这些金属用具应注意防止锈蚀，最好存放在固定地方，不要乱拿乱放。

1.5.3 常用电器与设备

1. 气流烘干机 气流烘干机(也称气流干燥器)是一种用于快速烘干仪器的设备，如图 1-4 所示。使用时，将仪器清洗干净，甩掉多余的水分后倒置在烘干器的多孔金属管上。注意随时调节热空气的温度，仪器烘干后，再调冷气使仪器逐渐冷却。气流烘干机不宜长时间加热，以免烧坏电热丝和电机。

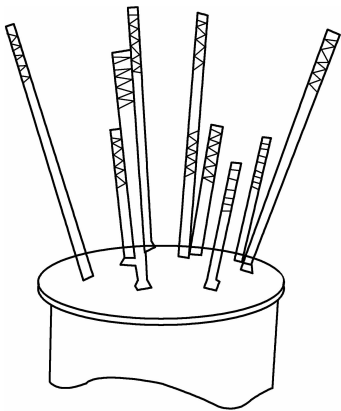


图 1-4 气流烘干机

2. 电吹风 电吹风可用于玻璃仪器的快速干燥及供薄层色谱和纸色谱挥干溶剂使用。一般实验室的电吹风应具有吹热风 and 冷风的功能。用后放干燥处，防潮、防腐蚀。

3. 烘箱 实验室一般使用的是带有自动温度控制的电热鼓风干燥箱，通常用于干燥玻璃仪器或烘干无腐蚀性、加热时不分解的药品。易挥发、易燃、易爆物切勿放入烘箱内烘烤，刚用乙醇、丙酮等有机溶剂淋洗过的玻璃仪器，应待有机溶剂挥发净后才能放进烘箱，以免发生爆炸。

注意带有刻度的计量仪器 and 厚壁仪器、橡皮塞、塑料制品等不宜在烘箱中烘干；带有磨砂口的玻璃仪器，应将其活塞取出再烘。用于烘干铺好的色谱板时应防止铁屑等杂质污染下层的色谱板。

4. 电热帽(或称电热加套) 电热帽是由玻璃纤维丝与电热丝织成半圆形的内套，外面包上金属壳，中间填上保温材料制成的一种加热器，如图 1-5 所示。电热帽的容积一般与烧瓶的容积相匹配，分为 50mL、100mL、150mL、200mL、250mL 等规格，最大可到 3000mL。电热帽没有明火，因此不易引起着火，使用安全，受热均匀，热效率高。加热温度可用调压变压器控制，最高温度可达 400℃左右，是有机实验中一种简便、安全的加热装置。使用电热套时，最好将电热套置于升降台或耐热垫板上，便于调节反应瓶与加热套内侧的距离，以防造成过热。

电热帽主要作为回流加热的热源。用它进行蒸馏或减压蒸馏时，随着蒸馏的进行，瓶内物质逐渐减少，会使瓶壁过热，造成蒸馏物炭化的现象。可选用大一号的电热帽，且在蒸馏过程中，不断降低垫电热帽的升降台的高度，就会减少炭化现象。不要将药品洒在电热帽中，以免加热时药品挥发造成污染，导致电热丝被腐蚀而断开。用完后放于干燥处，防止内部吸潮而降低绝缘性能。

5. 调压变压器 调压变压器(图 1-5)是调节电源电压的一种装置，常用来调节加热电炉、电热帽的温度，调整电动搅拌器的转速等，使用时应注意：

(1) 先将变压器调节旋钮调至零点，再接通电源。

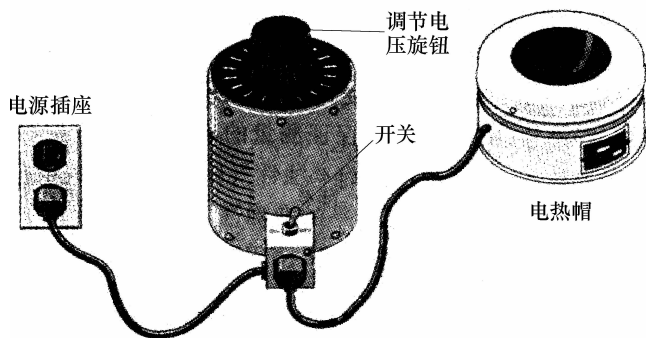


图 1-5 连接调压变压器的电热帽

(2) 电源应接到标明为“输入”端的接线柱上,“输出”端的接线柱与负载(电炉、电热帽或搅拌器等)的导线连接,切勿接错。

(3) 调节旋钮时应当缓慢均匀,防止因剧烈摩擦而引起火花及炭刷接触点受损。炭刷及绕组接触表面应保持清洁,经常用软布抹去灰尘。

(4) 使用变压器时,不能超负荷运行(一般最大使用量为满负荷的 $2/3$),尤其不允许长期过载,以防止烧毁或缩短使用期限。

(5) 使用完毕后将旋钮调回零点,切断电源,放于干燥通风处,防止有腐蚀。

6. 电动搅拌器 在有机化学实验中,电动搅拌器常用于非均相或有固体产物生成的反应中。不适用于过黏的胶状溶液。使用时应注意接地线,不能超负荷。轴承常加润滑油,注意保持清洁干燥,防潮防腐蚀。

1.5.4 其他设备

1. 台秤 在常量实验中常用台秤进行物质称量,实验室常用的台秤最大称量质量为 500g,可准确称量至 0.1g。称量时,将物体放在左盘上,在右盘上加砝码,应用镊子取砝码(不要直接用手),用完后将砝码放回盒中。注意保持台秤清洁,所称药品不能直接放在秤盘上,应置于干净的硫酸纸或干净的表面皿、烧杯中称量。

2. 电子天平 电子天平具有结构简单、方便实用、称量速度快等特点,根据使用目的不同,可选择不同精度规格的电子天平。图 1-6 所示为 Scout 天平,其设计精良,可靠耐用,采用前面板控制,具有简单易懂的菜单。

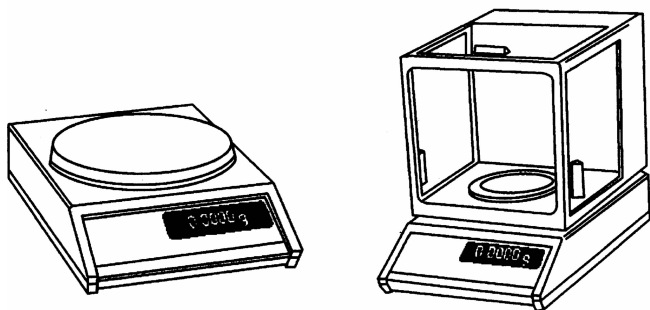


图 1-6 电子天平

使用电子天平时,应按说明书的要求、使用方法进行操作。同时天平室内应注意保持清洁、温湿度恒定,天平的机壳和称量台也要保持清洁,以保证测量的正确性。勿在通风、有振动、有磁场产生、存在腐蚀性气体等的环境中使用,称量易挥发和具有腐蚀性的物品时,要盛放在密闭的容器内,以免腐蚀和损坏天平。

3. 循环水多用真空泵 循环水多用真空泵是以循环水作流体,利用射流产生负压的原理而设计的一种真空泵,可用于过滤、蒸发、蒸馏、减压及升华等操作。由于水可以循环使用,避免了直接排水现象,大大节约了水资源。是实验室常用的减压设备,一般用于对真空度要求不高的减压系统中。使用时应注意:

(1) 真空泵抽气口最好连接一个缓冲瓶,避免泵停时,水被倒吸入盛物瓶或反应瓶中。

(2) 开泵前,检查是否与体系接好,然后打开缓冲瓶的旋塞,开泵后,用旋塞调至所需的真空度。关泵时,先打开缓冲瓶的旋塞,拆掉与体系的连接口,再关泵,切勿相反操作。

(3) 应保持水质清洁,必须经常补充和定期更换水泵中的水,清洗水箱。不能抽粉尘和固体物质,某些腐蚀性气体可导致水箱内水质变差,产生气泡,影响真空度,故应谨慎使用。

4. 油泵 油泵是实验室常用的减压设备,通常在真空度要求较高的情况下使用。其效能取决于泵的结构及油的好坏(油的蒸气压越低越好),油泵的结构越精密,对工作条件要求越高。为保证油泵正常工作,使用时应防止有机溶剂、酸气或水蒸气被抽进泵内以免污染油泵,腐蚀泵体。同时,在蒸馏系统与油泵之间必须安装合格的冷却阱、安全防护、污染防护和测压装置。

使用完毕,封好防护塔、测压和减压系统,放于干燥无腐蚀的地方。

5. 旋转蒸发仪 旋转蒸发仪主要用于连续蒸馏大量溶剂,尤其对萃取液的浓缩和色谱分离时的接收液的蒸馏。详细内容见第4章4.4.4。

1.6 有机化学实验常用装置

有机化学实验中常用的装置有回流、蒸馏、气体吸收、搅拌等,现分别简介与示图如下。

1.6.1 回流装置

若反应需要在反应体系的溶剂或液体反应物的沸点附近进行,这时就要使用回流装置;某些反应在室温下反应速率很小或难以进行,为了使反应尽快地进行,常常需要使反应物质较长时间保持沸腾,在这种情况下,也需要使用回流装置,使蒸气不断地在冷凝管内冷凝而返回反应器中,以防止反应瓶中的物质逃逸损失。有机化学实验中常用的回流装置如图1-7所示。

图1-7(1)为最简单的回流装置。图1-7(2)为可以防潮的回流装置,在冷凝管上端口连接氯化钙干燥管来防止空气中湿气侵入。图1-7(3)为带有吸收反应中生成气体的回流装置,适用于回流时有水溶性、有害气体(如氯化氢、溴化氢、二氧化硫等)产生的实验。图1-7(4)为可以同时滴加液体的回流装置。

回流时将反应物质置于圆底烧瓶中,在适当的热源上加热。直立的冷凝管夹套中自下至上通入冷水,使夹套充满水,水流速度不必很快,能保持蒸气充分冷凝即可。加热前应加入沸石,根据瓶内液体的沸腾温度,可选用不同的加热方式,如水浴、油浴或石棉网直接加热等。在条件允许下,一般不采用隔石棉网直接用明火加热的方式。回流的速度应控制在液体蒸气浸润不超过2个球为宜。

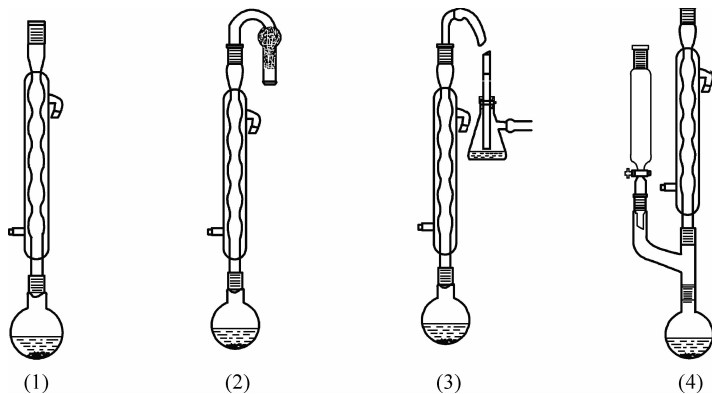


图 1-7 回流装置

1.6.2 蒸馏装置

蒸馏是分离两种以上沸点相差较大的液体和除去有机溶剂的常用方法。图 1-8 为有机化学实验中几种常用的蒸馏装置，可用于不同要求的场合。图 1-8 (1) 为最常用的普通蒸馏装置。由于这种装置接液处与大气相通，可能会逸出馏液蒸气，因此蒸馏易挥发的低沸点液体时，需在接液管的支管口连接橡皮管，通向水槽或室外。若在接液管的支管口接上干燥管，则可用作防潮的蒸馏。图 1-8 (2) 为应用空气冷凝管的蒸馏装置，常用于蒸馏沸点在 140°C 以上的液体。若使用直形水冷凝管，由于液体蒸气温度较高易导致温差过大，仪器受热不均匀而造成冷凝管炸裂。图 1-8 (3) 为蒸除较大量溶剂的装置，液体可自滴液漏斗中不断地加入，既可调节滴入和蒸出的速度，又可避免使用较大的蒸馏瓶。

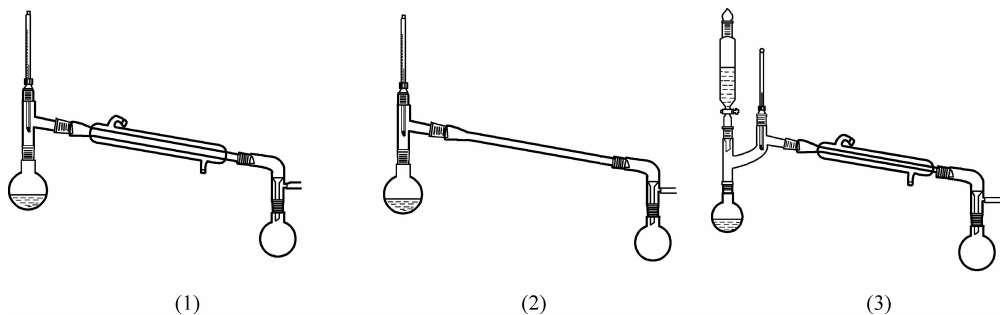


图 1-8 蒸馏装置

1.6.3 气体吸收装置

气体吸收装置用于吸收反应过程中生成的有刺激性和水溶性的气体（图 1-9）。其中图 1-9 (1) 和 (2) 可作少量气体的吸收装置。图 (1) 中的玻璃漏斗应略微倾斜，使漏斗口一半在水中，一半在水面上。这样，既能防止气体逸出，也可防止水被倒吸至反应瓶中。若反应过程中，有大量气体生成或气体逸出很快时，可使用图 1-9 (3) 的装置。水自上端流入（可利用冷凝管流出的水）抽滤瓶中，在恒定的平面上溢出。粗的玻管恰好伸入水面，被水封住，以防止气体逸入大气中。图中的粗玻管也可用 Y 形管代替。

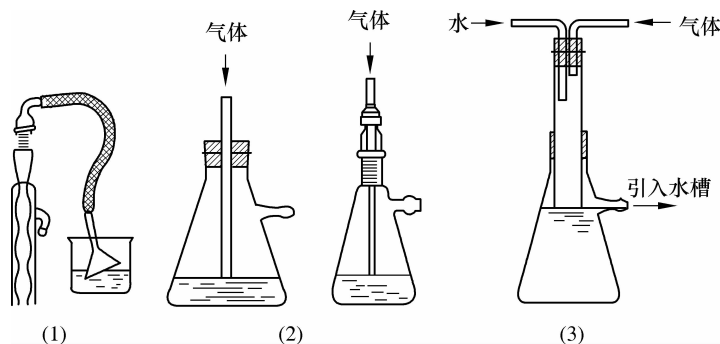


图 1-9 气体吸收装置

在微量反应中所产生的水溶性气体可用润湿的棉花团或玻璃棉来吸收。常将润湿的棉花团或玻璃棉置于小锥形瓶或小烧杯中，也可填充在连接冷凝管的干燥器中（图 1-10）。

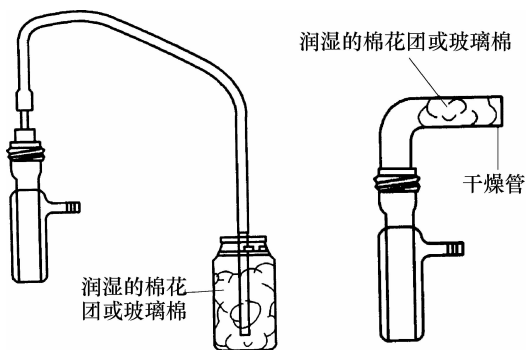


图 1-10 微量反应气体吸收装置

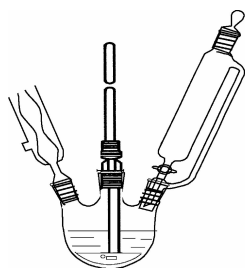
1.6.4 搅拌装置

在均相反应中一般不需要搅拌，因为加热时溶液存在一定程度的对流，保证了液体各部分均匀地受热。但在非均相反应中，为了使反应混合物能充分接触，缩短反应时间，应进行搅拌或振荡。在逐渐滴加反应物料的反应中，使用搅拌可使反应物快速均匀地混合。此外，搅拌还可使反应体系的热量更易传导和散发，以避免因局部浓度过大或过热而导致其他副反应发生或有机物的分解；有时反应产物是固体，如不搅拌将影响反应顺利进行。因此搅拌在合成反应中有广泛的应用。实验室常用的电动搅拌装置如图 1-11 所示。

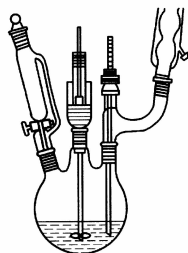
图 1-1 (1) 为简易密封的搅拌装置；图 1-11 (2) 为可同时进行回流、搅拌以及从滴液漏斗滴加反应物料的实验装置。

1.6.5 微量反应装置

图 1-12 所示为微量反应装置，与常量反应装置不同的是，用锥形反应器（微型反应器）代替了圆底烧瓶或三颈瓶，用磁力搅拌代替了电动搅拌。



(1)



(2)

图 1-11 电动搅拌装置

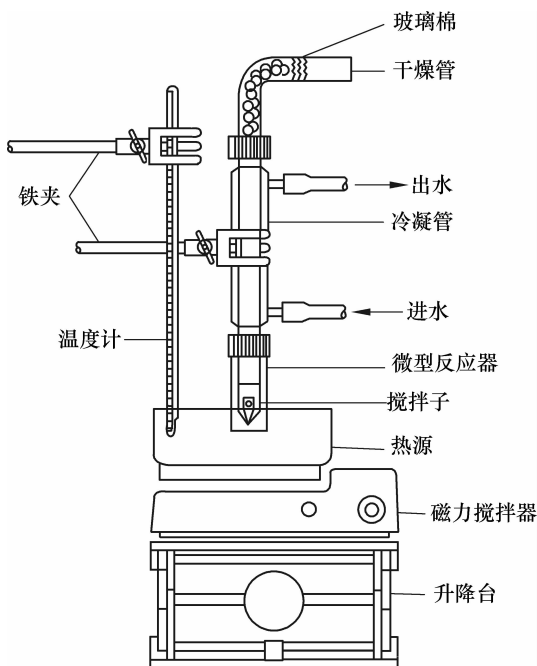


图 1-12 微量反应装置

1.6.6 仪器装置方法

仪器装置正确与否,对实验的成败及安全有很大关系。对于不同的实验,其实验装置的装配有所不同,将在有关内容中详细叙述。本节仅是指出装配各类仪器时应当遵循的一般原则。

1. 有机化学实验的各种装置 一般是由玻璃仪器组装而成的,实验中应根据实验要求选择合适的仪器。如选择烧瓶时,应根据液体的体积而定,一般液体的体积占容器体积的 $1/3 \sim 1/2$ 。进行水蒸气蒸馏和减压蒸馏时,液体体积不应超过烧瓶容积的 $1/3$ 。选择冷凝管时,一般情况下回流用球形冷凝管,蒸馏用直形冷凝管,但是当蒸馏温度超过 140°C 时应改用空气冷凝管。所用的玻璃仪器和配件都要洁净,否则,会影响产物的产量和质量。

2. 实验中常用的玻璃仪器装置 一般皆用铁夹将仪器依次固定于铁架上。铁夹不能与玻璃直接接触,双钳应套上橡皮、贴上石棉垫或绒布等软性物质,或缠上石棉绳、布条等,起缓冲作用。

3. 安装仪器时,应选好主要仪器的位置 顺序一般是从热源开始,从下到上,从左到右逐个装配其他仪器。以安装回流装置(图 1-7 (1))为例,首先根据热源高低位置用铁夹把圆底烧瓶垂直固定在铁架上,铁架应正对实验台外面(即重心向里),不要歪斜。若铁架歪斜,重心不一致,装置就不稳。然后将球形冷凝管的下端正对烧瓶口并用铁夹垂直固定于烧瓶上方,再放松铁夹,将冷凝管放下,使磨口塞塞紧后,再将铁夹稍旋紧,固定好冷凝管,使铁夹位于冷凝管中部偏上一些。用合适的橡皮管连接冷凝水,进水口在下方,出水口在上方。

拆卸装置的顺序则与安装顺序相反。拆卸前,应先停止加热,移走加热源,待稍微冷却后,先取下产物,然后再逐个拆卸。拆冷凝管时注意不要将水洒到热源上。

总之,仪器装置要求做到正确、严密、整齐和稳妥。全套仪器装置横平竖直(横看一平面,

纵看一直线)，无论从正面或侧面观察，其中心轴线应在同一平面内且与实验台边沿平行，端正好看，给人以美的享受。

1.7 化学试剂的取用和转移

1.7.1 化学试剂的规格

根据国家标准（GB）及部颁标准，化学试剂按其纯度和杂质含量的高低分为不同等级（表 1-4）。

表 1-4 化学试剂的规格

试剂级别	优级纯	分析纯	化学纯	实验试剂
分类符合	(GR)	(AR)	(CP)	(LR)
标签颜色	绿色	红色	蓝色	黄色

(1) 优级纯试剂，亦称保证试剂，为一级品，纯度高，杂质极少，主要用于精密分析和科学研究，常以 GR 表示。

(2) 分析纯试剂，亦称分析试剂，为二级品，纯度略低于优级纯，杂质含量略高于优级纯，适用于重要分析和一般性研究工作，常以 AR 表示。

(3) 化学纯试剂为三级品，纯度较分析纯差，但高于实验试剂，适用于工厂、学校一般性的分析工作，常以 CP 表示。

(4) 实验试剂为四级品，纯度比化学纯差，但比工业品纯度高，主要用于一般化学实验，不能用于分析工作，常以 LR 表示。

化学试剂除上述几个等级外，还有基准试剂、光谱纯试剂及超纯试剂等。基准试剂相当或高于优级纯试剂，专作滴定分析的基准物质，用以确定未知溶液的准确浓度或直接配制标准溶液，其主成分含量一般在 99.95%~100.00%，杂质总量不超过 0.05%。光谱纯试剂主要用于光谱分析中作标准物质，其杂质用光谱分析法测不出或杂质低于某一限度，纯度在 99.99% 以上。超纯试剂又称高纯试剂，是用一些特殊设备如石英、铂器皿生产的。

1.7.2 固体试剂的称量

根据称量精确度的要求，可分别选择台秤和电子天平称量固体试剂。需要称量的固体试剂，可放在称量纸上称量；对于具有腐蚀性、强氧化性、易潮解的固体试剂要用小烧杯、称量瓶、表面皿等装载后进行称量。少量粉末或细小颗粒固体可用洁净的药匙或条形纸槽加入反应瓶中。

1.7.3 液体试剂的量取

定量取用液体试剂，应用量筒。取用少量液体试剂可用胶头滴管。如要从试剂瓶取出较多溶液时，可直接倾倒。倾倒时瓶上的标签要朝向手心，以免瓶口残留的少量液体顺瓶壁流下而腐蚀标签。需要注意的是任何反应试剂一旦多取，不允许倒回原试剂瓶中，以防污染。

1.7.4 微量液体试剂的计量和转移

在试管实验中所谓的取“少量”溶液，是一种估计体积，对常量实验是指 0.5~1.0mL，对微型实验一般指 3~5 滴。要准确量取溶液，则根据准确度和量的要求，可选用量筒、移液管或滴定