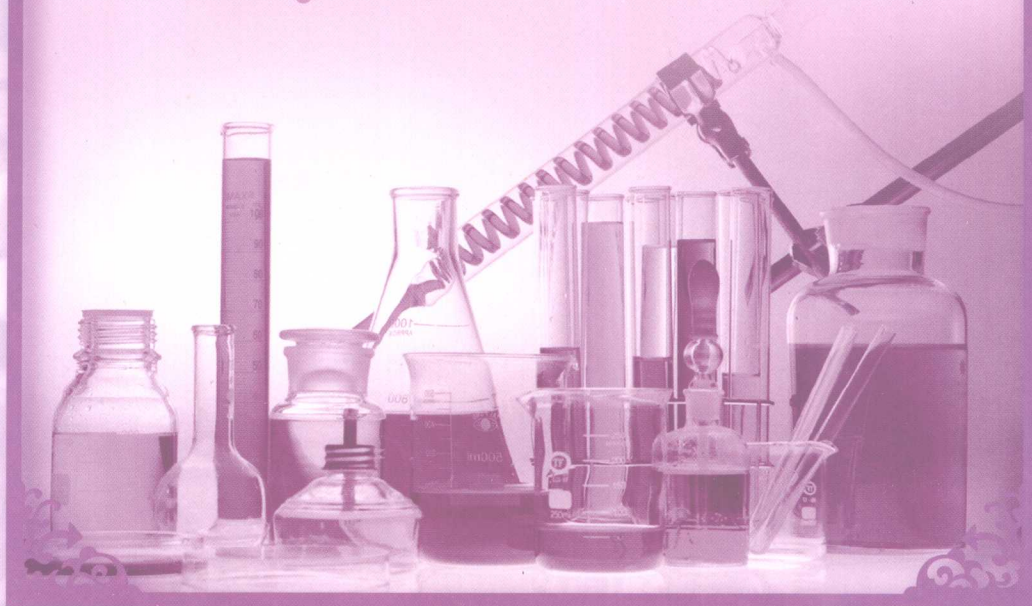




高等教育“十一五”规划教材
高职高专应用化工类专业教材系列

精细化工 实验与实训

Jingxi Huagong
Shiyan Yu Shixun



主编 龚盛昭 税永红



科学出版社
www.sciencep.com



教育部“十二五”规划教材
教育部“十二五”职业教育国家规划教材

精细化工 实验与实训

Shengli Huang and
Wenyan Gu Editors



中国石化出版社



中国石化出版社
CHINA PETROCHEMICAL PUBLISHING HOUSE

高等教育“十一五”规划教材

高职高专应用化工类专业教材系列

精细化工实验与实训

主 编	龚盛昭	税永红	
副主编	高瑞英	严义芳	王 芳
主 审	林 峰	汪 洋	

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书内容主要包括：精细化工实验基本知识，洗涤剂、香料与香精、化妆品、涂料、染料和颜料、胶黏剂、食品添加剂、药物、助剂、油墨和精细化工中间体等精细化工产品的实验操作技术，以及相关实训案例。

本书可作为精细有机合成技术、精细化学品生产技术、精细化工实验、新领域精细化工等课程的实验指导书使用，也可作为专业综合实验及毕业专题实验的指导书使用，还可供精细化学品开发人员作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

精细化工实验与实训/龚盛昭，税永红主编. —北京：科学出版社，2008

(高等教育“十一五”规划教材·高职高专应用化工类专业教材系列)

ISBN 978-7-03-022133-9

I. 精… II. ①龚…②税… III. 精细化工-化学实验-高等学校：技术学校-教材 IV. TQ062-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 075587 号

责任编辑：沈力匀/责任校对：耿 耘

责任印制：吕春珉/封面设计：李 亮

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 6 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2008 年 6 月第一次印刷 印张：11

印数：1—4 000 字数：260 000

定价：20.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话：010-62134988 编辑部电话：010-62135235 (VH04)

版权所有，侵权必究

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303

前 言

精细化工作为化学工业的一个重要领域,正以前所未有的速度发展着,并成为当前世界化学工业激烈竞争的焦点,引起了世界各国的高度重视和大力发展。现在,人们往往把精细化工的高低看作某个国家、某个地区化学工业发展水平的重要标志之一。近代精细化工归属于高科技范畴,其产品可分为精细化学品、专用化学品和定制化学品,涉及范围广、品种多、专用性强,几乎渗透到国民经济和人民生活的一切领域。因此,它已成为国民经济不可缺少的工业部门,是实现四个现代化的重要组成部分。改革开放以来,我国的精细化工已取得了巨大的进步,形成了科研、生产和应用基本配套的工业体系。2007年我国化学工业的精细化工率已经超过45%,精细化工销售收入约4500亿元。精细化学品品种有25个门类,近3万个品种。随着精细化工行业的快速发展,对精细化工专业人才的需求也日益增多。为了满足企业对精细化学品质量检验技术人才的需求,培养企业所需的专门人才,2007年2006~2010年教育部高等学校高职高专轻化类专业教学指导委员会年会提出编写《精细化工实验与实训》这本教材,为此,我们查阅了近年来国内外大量的科技文献资料,结合作者多年在教学、科研实践中的经验,在企业技术人员的支持和帮助下,编写了这本书。

本书注重理论联系实际,坚持“够用”为度的原则,主要介绍了精细化工实验基本知识,常用精细化学品(如表面活性剂与洗涤剂、香料与香精、化妆品、涂料、染料和颜料、胶黏剂、食品添加剂、药物、助剂、油墨和精细化工中间体)的实验操作技术,并以外墙乳胶漆的配制和检验实训、洗发香波的配制与检验实训为例介绍了精细化工实训的方法和实训过程的组织与实施,本书的大部分实验配方和实验方法由企业提供,具有很强的实用性和“工学结合”特色,非常适合职业技术教育应用化工类专业、精细化工类专业的学生使用,也可作为企业技术人员的参考书。

全书共分为10章,第1章由广东轻工职业技术学院龚盛昭与成都纺织高等专科学校税永红编写;第2章由广东食品药品职业学院高瑞英、成都纺织高等专科学校刘晓华和河北化工医药职业技术学院陈莹编写;第3、4、5章由山西综合职业技术学院轻工分院闫佳、三门峡职业技术学院仲惟和广东轻工职业技术学院龚盛昭编写;第6章由成都纺织高等专科学校税永红、李春编写;第7、8章由广西工业职业技术学院严义芳、开封大学王芳和广东轻工职业技术学院龚盛昭编写,第9章由河北化工医药职业技术学院陈莹和成都纺织高等专科学校税永红、李春编写,第10章和附录由广东轻工职业技术学院龚盛昭和广东食品药品职业学院高瑞英编写。佛山市科普新材料有限公司陈业忠高工和广东省香料香精化妆品协会朱杰连高工也参与了本书的编写工作。全书由龚盛昭、税永红担任主编,高瑞英、严义芳、王芳等担任副主编。

深圳职业技术学院精细化工系主任林峰教授和佛山市皇冠化工有限公司汪洋总工程师对本书进行了审阅,提出了许多宝贵意见。本书的编写过程中,佛山市科普新材料有限公司陈业忠高工等多个企业的技术人员提供了很多实用的实验配方和实验方法,并得

到了全国轻化工专业指导委员会、广东轻工职业技术学院和参编院校领导的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

限于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

前 言

随着科学技术的飞速发展,精细化工在国民经济中日益显示出其重要性。精细化工是化学工业的重要组成部分,它是以基础化工为原料,通过一系列化学反应和分离过程,生产出高附加值、高技术含量的化工产品。精细化工产品的种类繁多,广泛应用于医药、农药、染料、涂料、塑料、橡胶、电子、轻工等领域。随着人们生活水平的提高和工业生产的不断发展,精细化工产品的需求日益增长,对精细化工技术的要求也越来越高。因此,培养具有扎实理论基础和较强实践能力的精细化工专业人才,已成为我国高等教育的重要任务之一。本书是根据教育部颁布的《精细化工专业人才培养方案》,结合编者多年的教学经验和科研成果编写而成的。本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进,力求做到理论与实践相结合,力求做到知识性与应用性相结合。本书可作为高等院校精细化工专业及相关专业的教材,也可供从事精细化工工作的工程技术人员参考。

本书共分八章,第一章为绪论,主要介绍精细化工的发展概况、分类及特点;第二章至第七章分别介绍精细化工的主要生产方法,包括有机合成、无机合成、生物合成、材料合成、药物合成等;第八章为精细化工产品的分离与精制。本书在编写过程中,参考了国内外大量的文献资料,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进,力求做到理论与实践相结合,力求做到知识性与应用性相结合。本书可作为高等院校精细化工专业及相关专业的教材,也可供从事精细化工工作的工程技术人员参考。本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 精细化工实验课要求	1
1.2 实验室操作安全与环保知识	2
1.3 实验常用玻璃仪器	5
1.4 精细化工实验技术	9
第 2 章 洗涤剂	21
实验 1 十二烷基硫酸钠的制备	22
实验 2 月桂醇聚氧乙烯醚的制备	24
实验 3 净洗剂 6501 的制备	25
实验 4 新洁尔灭的制备	28
实验 5 十二烷基二甲基甜菜碱的合成	29
实验 6 洗洁精的配制	31
实验 7 洗衣液的配制	33
实验 8 洗涤剂发泡力的测定	35
第 3 章 香料与香精	39
实验 1 肉桂酸的合成	41
实验 2 肉桂酸甲酯的合成	43
实验 3 微波辅助乙酸异戊酯的合成	44
实验 4 β -萘甲醚的合成	45
实验 5 水蒸气蒸馏法提取橙皮精油	47
实验 6 微波辅助提取姜油	48
实验 7 食用菠萝香精的配制	49
实验 8 日用留兰香精的配制	52
实验 9 香料香气评价	53
第 4 章 化妆品	56
实验 1 沐浴液的配制	59
实验 2 洁面用品的配制	61
实验 3 润肤霜和乳液的配制	64
实验 4 防晒霜的配制	67
实验 5 香水的配制	70
实验 6 发用凝胶的配制	72

实验 7 面膜的配制	74
实验 8 染发膏的配制	76
第 5 章 涂料	80
实验 1 醇酸树脂漆的制备	82
实验 2 热固性丙烯酸酯烘漆的制备	85
实验 3 环氧酚醛清漆的制备	87
第 6 章 染料和颜料	90
实验 1 分散黄 RGFL 的制备	91
实验 2 活性染料艳红 X-5B 的制备	93
实验 3 颜料红 254 的制备	95
实验 4 阳离子染料染色色光和强度的测定	97
第 7 章 胶黏剂	101
实验 1 胶合板用脲醛树脂胶黏剂的制备	102
实验 2 环氧树脂胶黏剂的配制	105
实验 3 聚醋酸乙烯酯胶黏剂的制备	106
实验 4 氯丁橡胶胶黏剂的制备	108
实验 5 聚乙烯醇缩甲醛胶的制备	109
实验 6 热熔胶的制备	111
第 8 章 食品添加剂	114
实验 1 对羟基苯甲酸丙酯防腐剂的合成	116
实验 2 叶绿素铜钠盐的制备	117
实验 3 辣椒红色素的提取	119
实验 4 食品抗氧化剂 TBHQ 的合成	121
实验 5 罗汉果苷甜味剂的提取	122
实验 6 营养强化剂——牛磺酸的合成	123
第 9 章 其他精细化学品	126
实验 1 阿司匹林的制备	126
实验 2 槐米中芦丁的提取和分离	127
实验 3 聚丙烯酰胺絮凝剂的制备	128
实验 4 增塑剂 DBP 的制备	130
实验 5 阻燃剂十溴联苯醚的制备	132
实验 6 缓蚀剂苯并三氮唑的合成	133
实验 7 通用型喷墨打印用墨水的配制	134
实验 8 硝基苯的制备	136
实验 9 间硝基苯胺的制备	138
实验 10 甲苯氧化制苯甲酸	140
实验 11 苯磺酸钠的制备	142

第 10 章 精细化工实训实例	144
实训 1 外墙乳胶漆的配制和检验	145
实训 2 洗发香波的配制与检验	149
附录 1 合成树脂乳液外墙涂料 (GB/T 9755—2001)	154
附录 2 洗发液 (膏) (QB/T 1974—2004)	159
附录 3 实训报告格式与内容	165
主要参考文献	168

第1章 绪 论

1.1 精细化工实验课要求

高等职业教育的精细化学品生产技术专业是为精细化工行业培养生产、服务、管理第一线的高等技术应用型专门人才。掌握精细化工实验技术对于精细化学品生产专业的学生来说,是非常重要的和必要的。

1.1.1 精细化工实验课的目标

精细化工实验是精细化学品生产技术专业的学生的必修实验课程。本课程的培养目标是:通过实验的训练,提高学生的操作技能,培养学生的创新能力和解决实际问题的能力,加深对所学理论知识的理解和掌握,为将来从事精细化工产品的生产和精细化学品的开发奠定良好的基础。

1.1.2 精细化工实验注意事项

(1) 操作过程中注意分工配合,严守自己的岗位,精心操作。随时观察实验现象,保证操作过程在稳定条件下进行。产生不合规现象时要及时观察研究,分析其原因,不要轻易放过。

(2) 操作过程中设备发现问题应立即按步骤停止,报告指导教师。同时应自己分析原因供教师参考。未经教师同意不得自行处理。在教师处理问题时,学生应了解其过程,这是学习分析问题与处理问题的好机会。

(3) 实验结束时应将有关的热源、水源、气源、仪表的阀门或电源关闭。

(4) 化工实验要特别注意安全。实验前要搞清楚总电闸的位置和灭火器材的安放地点。

1.1.3 精细化工实验要求

为了保证实验的顺利进行,达到实验预期目的,要求学生必须做好如下几点。

1. 充分预习

实验前要充分预习教材,同时查阅有关手册和参考资料,掌握各种原料和产品的物性数据,熟悉实验原理和实验步骤,并写出预习报告。

2. 认真操作

实验时要集中注意力,认真操作,仔细观察各种实验现象,积极思考,注意安全,保持整洁,不得无故擅自离开实验岗位。

3. 做好记录

学生必须准备专用实验记录本,在实验过程中,要及时、准确地记录实验现象和数据,以便对实验现象做出分析和解释,切不可在实验结束后凭回忆补写实验记录。

4. 撰写实验报告

实验报告是进行实验总结的依据,所以实验结束后应撰写实验报告。实验报告应力求条理清楚、文字简练、结果明确、书写整洁。实验报告具体包括以下几个部分:

- (1) 实验题目。
- (2) 实验者。应写明专业、班级、实验者姓名和同组实验者姓名。
- (3) 实验日期和地点。
- (4) 实验目的。写出本实验要达到的教学目的。
- (5) 实验原理。写出实验的理论依据和采用的方法。
- (6) 实验内容。应写出实验用的材料、仪器和实验操作步骤。
- (7) 实验记录。以表格或其他方式记录实验的原始数据、现象等。
- (8) 实验结果与讨论。以表格或其他方式表达实验结果,并对结果及存在的问题进行分析讨论,提出改进意见等。

1.2 实验室操作安全与环保知识

精细化工实验与一般化学实验比较起来,有共同点,也有其本身的特殊性。为了安全成功地完成实验,除了每个实验的特殊要求外,在这里提出一些精细化工实验中必须遵守的注意事项和一些必须具备的安全知识。

1.2.1 实验室消防知识

实验操作人员必须了解消防知识。实验室内应准备一定数量的消防器材。工作人员应熟悉消防器材的存放位置和使用方法,绝不允许将消防器材移作他用。实验室常用的消防器材包括以下几种。

1. 火沙箱

易燃液体和其他不能用水灭火的危险品,着火时可用沙子来扑灭。它能隔断空气并起降温作用而灭火。但沙中不能混有可燃性杂物,并且要干燥些。潮湿的沙子遇火后因水分蒸发,致使燃着的液体飞溅。沙箱中存沙有限,实验室内又不能存放过多沙箱,故这种灭火工具只能扑灭局部小规模的火源。对于不能覆盖的大面积火源,因沙量太少而作用不大。此外还可用不燃性固体粉末灭火。

2. 石棉布、毛毡或湿布

这些器材适于迅速扑灭火源区域不大的火灾,也是扑灭衣服着火的常用方法。其作用是隔绝空气达到灭火目的。

3. 泡沫灭火器

实验室多用手提式泡沫灭火器。它的外壳用薄钢板制成。内有一个玻璃胆，其中盛有硫酸铝。胆外装有碳酸氢钠溶液和发泡剂（甘草精）。灭火液由 50 份硫酸铝和 50 份碳酸氢钠及 5 份甘草精组成。使用时将灭火器倒置，马上有化学反应生成含 CO_2 的泡沫。此泡沫黏附在燃烧物表面上，形成与空气隔绝的薄层而达到灭火目的。它适用于扑灭实验室的一般火灾。油类着火在开始时可使用，但不能用于扑灭电线和电器设备火灾。因为泡沫本身是导电的，这样会造成扑火人触电事故。

4. 四氯化碳灭火器

该灭火器是在钢筒内装有四氯化碳并压入 0.7MPa 的空气，使灭火器具有一定的压力。使用时将灭火器倒置，旋开手阀即喷出四氯化碳。它是不燃液体。其蒸气比空气重，能覆盖在燃烧物表面使之与空气隔绝而灭火。它适用于扑灭电器设备的火灾。但使用时要站在上风侧，因四氯化碳是有毒的。室内灭火后应打开门窗通风一段时间，以免中毒。

5. 二氧化碳灭火器

钢筒内装有压缩的二氧化碳。使用时，旋开手阀，二氧化碳就能急剧喷出，使燃烧物与空气隔绝，同时降低空气中含氧量。当空气中含有 12%~15% 的二氧化碳时，燃烧即停止。但使用时要注意防止现场人员窒息。

6. 其他灭火剂

干粉灭火剂可扑灭易燃液体、气体、带电设备引起的火灾。1211 灭火器适用于扑救油类、电器类、精密仪器等火灾，在一般实验室内使用不多，对大型及大量使用可燃物的实验场所应备用此类灭火剂。

1.2.2 实验室安全用电

化工实验中电器设备较多，某些设备的电负荷也较大。在接通电源之前，必须认真检查电器设备和电路是否符合规定要求，对于直流电设备应检查正负极是否接对。必须搞清楚整套实验装置的启动和停车操作顺序，以及紧急停车的方法。注意安全用电极为重要，对电器设备必须采取安全措施。操作者必须严格遵守下列操作规定：

- (1) 进行实验之前必须了解室内总电闸与分电闸的位置，以便出现用电事故时及时切断各电源。
- (2) 电器设备维修时必须停电作业。
- (3) 带金属外壳的电器设备都应该保护接零，定期检查是否联结良好。
- (4) 导线的接头应紧密牢固。接触电阻要小。裸露的接头部分必须用绝缘胶布包好，或者用绝缘管套好。
- (5) 所有的电器设备在带电时不能用湿布擦拭，更不能有水落于其上。电器设备要保持干燥清洁。

(6) 电源或电器设备上的保护熔断丝或保险管, 都应按规定电流标准使用。严禁私自加粗保险丝或用铜或铝丝代替。当保险丝熔断后, 一定要查找原因, 消除隐患, 而后再换上新的保险丝。

(7) 电热设备不能直接放在木制实验台上使用, 必须用隔热材料垫架, 以防引起火灾。

(8) 发生停电现象必须切断所有的电闸。防止操作人员离开现场后, 因突然供电而导致电器设备在无人监视下运行。

(9) 合闸动作要快, 要合得牢。合闸后若发现异常声音或气味, 应立即拉闸, 进行检查。如发现保险丝熔断, 应立刻检查带电设备上是否有问题, 切忌不经检查便换上熔断丝或保险管就再次合闸, 这样会造成设备损坏。

(10) 离开实验室前, 必须把分管本实验室的总电闸拉下。

1.2.3 实验室急救常识

在实验室中, 一旦发生意外, 不要着急, 要沉着冷静处理。下面介绍几种实验室内事故发生时的急救处理办法。

1. 玻璃割伤的急救

如果为一般的小伤口, 应及时挤出污血, 并用消毒过的镊子取出玻璃碎片, 用蒸馏水洗净伤口, 涂上碘酒或红汞水, 再用绷带包扎; 也可在洗净的伤口处贴上“创可贴”。如果是大伤口, 应立即用手指压住相应动脉或用绷带扎紧伤口上部, 使伤口停止流血, 并立即送医院。

2. 烫伤的急救

被火焰、蒸气、热的玻璃或铁器等烫伤时, 应立即将伤处用大量的水冲洗或浸泡, 以迅速降温避免深部烧伤。若起水泡, 不宜挑破。对轻伤者, 可在伤处涂擦万花油或烫伤油膏。如为重伤, 应立即送医院。

3. 酸液、碱液或溴液溅入眼中的急救

当酸液或碱液溅入眼中时, 应立即用大量水冲洗。若为酸液, 可再用质量分数为 1% 的碳酸氢钠溶液冲洗; 若为碱液, 则再用质量分数为 1% 的硼酸溶液冲洗; 最后用水洗。若为重伤者经初步处理后, 应立即送医院。

当溴液溅入眼中时, 应按酸液溅入眼中事故做急救处理后, 立即送医院。

4. 皮肤被酸、碱或溴液灼伤的急救

被酸、碱液灼伤时, 伤处首先用大量水冲洗。若为酸液灼伤, 再用饱和的碳酸氢钠溶液洗; 若为碱液, 则再用质量分数为 1% 的醋酸溶液洗。最后用水洗, 再涂上药品凡士林。

被溴灼伤时, 伤处立刻用石油醚冲洗, 再用质量分数为 2% 的硫代硫酸钠溶液洗, 然后用蘸有油的棉花擦, 再敷以油膏。

1.2.4 实验室环保知识

为了保护和改善实验环境,防止环境污染和中毒事件的发生,保障师生的身体健康,应对实验室废气、废液、废渣进行处理。要特别注意以下几点环保知识。

(1) 实验室中所有药品、溶液和中间产品,必须贴上标签,防止误用和因情况不明而处理不当,造成事故。

(2) 实验室配备专门临时存放废液、废渣的容器具,实验结束后,对达不到允许排放浓度的废液和废渣,应集中放入存放废液、废渣的容器具中。处理废物时,应戴上橡皮手套和防护眼镜。

(3) 过期失效、报废的试剂药品不得随意丢失,应退回实验管理人员或仓库统一处理。

(4) 产生有害气体的实验项目和处理有毒物品时应在消毒排气柜内进行,操作人员应增强安全、环保意识,采取必要的防范措施。

(5) 不得随意用鼻子去闻药品的气味。

(6) 不得用嘴去吸移液管液体以获取化学试剂和溶液,应采用洗耳球等方法吸取。

(7) 接触过有毒物质的容器、器皿和滤纸等要分类收集后集中处理。

(8) 一旦发生环境污染事故,应及时处理和上报有关部门。

1.3 实验常用玻璃仪器

1.3.1 精细化工实验常用玻璃仪器

1. 烧瓶 (图 1-1)

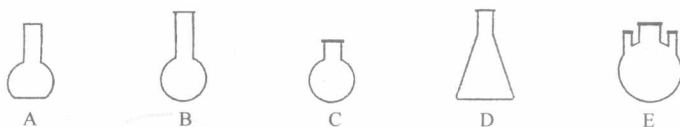


图 1-1 烧瓶

(1) 平底烧瓶 (图 1-1A) 适用于配制和贮存溶液,但不能用于减压实验。

(2) 圆底烧瓶 (图 1-1B、C) 能耐热和反应物 (或溶液) 沸腾以后所发生冲击震动。短颈圆底烧瓶 (图 1-1C), 瓶口结构坚实, 在精细有机化合物的合成实验中最为常用。水蒸气蒸馏实验通常使用长颈圆底烧瓶 (图 1-1B)。

(3) 锥形烧瓶 (简称锥形瓶) (图 1-1D) 常用于有机溶剂进行重结晶的操作, 因为生成的结晶物容易从锥形瓶中取出来, 锥形瓶通常也用作常压蒸馏实验的接受器, 但不能用作减压蒸馏实验的接受器。

(4) 三口烧瓶 (图 1-1E) 最常用于需要进行搅拌的实验中。中间瓶口装搅拌器, 两个侧口装回流冷凝管和滴液漏斗或温度计等。

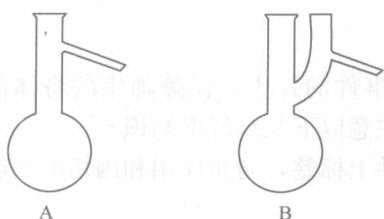


图 1-2 蒸馏烧瓶

2. 蒸馏烧瓶 (图 1-2)

(1) 蒸馏烧瓶 (图 1-2A) 是在蒸馏时最常使用的仪器。

(2) 克莱森 (Claisen) 蒸馏烧瓶 (简称克氏蒸馏烧瓶) (图 1-2B) 一般用于减压蒸馏实验, 正口安装毛细管, 带支管的瓶口插温度计。容易发生泡沫或暴沸的蒸馏, 也常使用这种蒸馏烧瓶。

3. 冷凝管 (图 1-3)

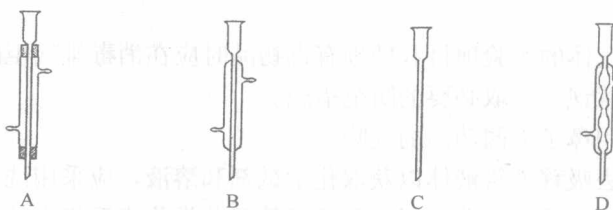


图 1-3 冷凝管

(1) 直形冷凝管: (图 1-3A) 冷凝管的内管和套管是用橡皮塞连接起来的, (图 1-3B) 的内管和套管是玻璃熔接的。蒸馏物质的沸点在 140°C 以下时, 要在套管内通水冷却; 但超过 140°C 时, (图 1-3B) 冷凝管往往会在内管和套管的接合处炸裂。

(2) 空气冷凝管 (图 1-3C): 当蒸馏物质的沸点在 140°C 以上时, 常用它代替通冷却水的直形冷凝管。

(3) 球形冷凝管 (图 1-3D): 其内管的冷却面积较大, 对蒸气的冷凝有较好的效果, 适用于加热回流的实验。

4. 漏斗 (图 1-4)

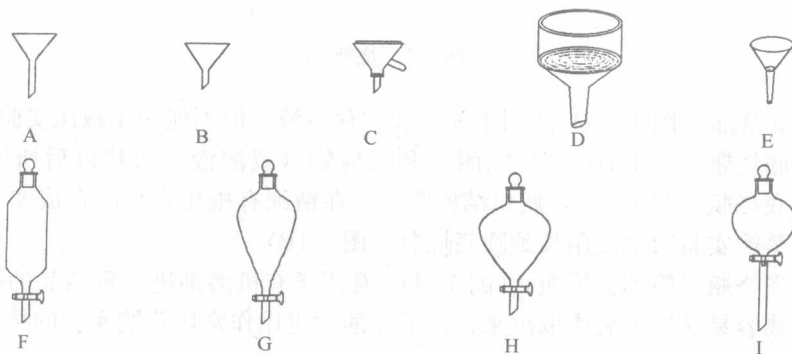


图 1-4 漏斗

(1) 长颈漏斗 (图 1-4A) 和短颈漏斗 (图 1-4B) 在普通过滤时使用。

(2) 保温漏斗 (图 1-4C), 也称热滤漏斗, 用于需要保温的过滤。它是在普通漏斗

的外面装上一个铜质外壳，外壳与漏斗之间装水，用酒精灯加热侧面的支管，以保持所需要的温度。

(3) 布氏 (Buchner) 漏斗 (图 1-4D) 是瓷质的多孔板漏斗，在减压过滤时使用。小型多孔板漏斗 (图 1-4E) 用于减压过滤少量物质。

(4) 分液漏斗 [筒形分液漏斗 (图 1-4F)、梨形分液漏斗 (图 1-4G)、圆形分液漏斗 (图 1-4H)]，用于液体的萃取、洗涤和分离，有时也可用于滴加试剂。

(5) 滴液漏斗 (图 1-4I) 能把液体一滴一滴地加入反应器中。即使漏斗的下端浸没在液面下，也能够明显地看到滴加速度。

5. 标准磨口仪器

精细化工实验中还常用带有标准磨口的玻璃仪器，通称标准磨口仪器。相同编号的标准磨口可以相互连接。这样，既可免去配塞子及钻孔等手续，又能避免反应物或产物被软木塞 (或橡皮塞) 所沾污。常用的一些标准磨口仪器如图 1-5 所示。



图 1-5 常用标准磨口仪器

使用标准磨口仪器时必须注意以下事宜：

(1) 磨口处必须洁净，若粘有固体物质，则使磨口对接不紧密导致漏气，甚至损坏磨口。

(2) 用后应拆卸、洗净，否则，长期放置后磨口的连接处常会粘牢，难以拆开。

(3) 一般使用时磨口无须涂润滑剂，以免沾污反应物或产物。若反应物中有强碱，则应涂润滑剂，以免磨口连接处因碱腐蚀而粘牢，无法拆开。

(4) 安装时，应注意正确、整齐，使磨口连接处不受应力，否则仪器易折断，特别在受热时，应力增大，更易折断。

6. 其他仪器 (图 1-6)



图 1-6 其他仪器

1.3.2 玻璃仪器的洗涤和干燥

1. 玻璃仪器的洗涤

仪器必须经常保持洁净。应该养成仪器用毕后随即洗涤的习惯。这样不但容易洗净，而且了解残渣的成因和性质，也便于找出处理残渣的方法。

仪器洗涤最简易的方法是用毛刷和去污粉擦洗，有碱性残渣或酸性残渣时分别用酸液和碱液处理，然后用清水把仪器冲洗干净。

当有焦油状物质和炭化残渣时，用上述办法不能洗掉，这时需用铬酸洗液洗涤。(铬酸洗液配制：5g 重铬酸钾溶于 5mL 水中，然后在搅拌下慢慢加入 100mL 浓硫酸)。铬酸洗液是强酸和强氧化剂，在使用铬酸洗液前应把仪器上的污物，特别是还原性物质尽量洗净。

2. 仪器的干燥

(1) 晾干：在精细化工实验中，应尽量采用晾干法使仪器干燥，应有计划地利用实验中的零星时间，把下次实验需用的干燥仪器洗净并晾干。

(2) 烘箱中烘干：保持烘箱温度在 100~120℃，仪器放入前要尽量倒净仪器中的水，仪器口向上进行烘干。厚壁仪器不宜在烘箱中烘干。

(3) 用热空气烘干：用吹风机吹干或将仪器放在两层隔开的石棉网的上层，用酒精灯加热下层石棉网，进行烘干。注意控制灯焰，勿让上层石棉铁丝网上的温度超过 120℃。

(4) 用有机溶剂干燥：体积小的急需干燥的仪器可采用此方法。仪器清洗时先用少量酒精洗一次，再用少量丙酮洗涤，最后吹干。用过的溶剂应回收。

1.3.3 玻璃仪器的装配

仪器装配是否正确，与实验成败有很大关系。

首先，选定主要仪器的位置，然后按照一定的顺序，逐个安装其他仪器。拆卸时要和安装时顺序相反，逐个拆除。

其次，在装配常压下进行反应的仪器时，仪器必须和大气相通，否则加热后，产生的气体或有机物蒸气在仪器内膨胀，会使压力增大，引起爆炸。