

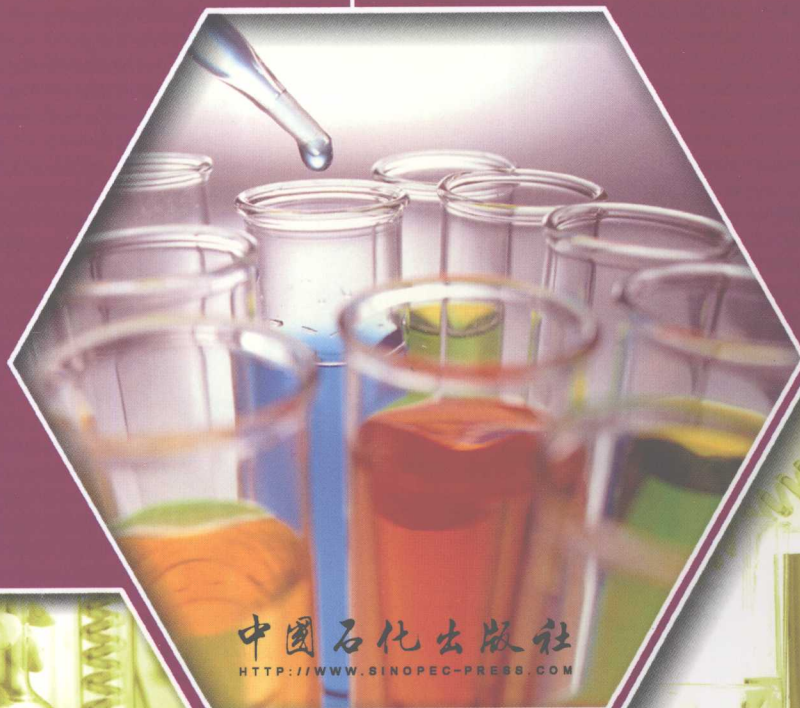
高职高专系列教材

H 化学实验技术

uaXue ShiYan JiShu

姜 璋 郭薇薇 主编

(上册)



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

要 點 要 內

高职高专系列教材

化学实验技术

（上册）

（上册）

姜 璋 郭薇薇 主编

中国石化出版社

中国石化出版社
地址：北京市东城区安民门大街28号
邮编：100011 电话：(010)84371820
发行部电话：(010)84371824
http://www.sinopec-books.com
E-mail: press@sinopec.com.cn
中国石化出版社有限公司
中国石化出版社

787×1095毫米16开本12.2印张302千字
2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷
定价：24.00元

内 容 提 要

本书主要以无机化学、有机化学实验的一般知识为主,内容包括无机化学、有机化学实验常识,基本操作,无机物制备和分析,化学实验基本操作,有机物基本分离技术,有机化合物的制备技术等。

本书适用于从事石油化工生产、石油化工科研工作的实验人员以及石油化工类大专院校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学实验技术.上册/姜璋,郭薇薇主编. —北京:
中国石化出版社,2008
(高职高专系列教材)
ISBN 978-7-80229-477-6

I. 化… II. ①姜… ②郭… III. 化学实验-高等学校:
技术学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 004293 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 295 千字
2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷
定价:24.00 元

前 言

为了适应我国经济和社会的发展,培养祖国的建设人才,教育战线也发生了深刻的变化,从过去的以学科体系为中心向职业技术培养为中心的转变,职业技术教育更加强调人的整体素质和增强动手能力。为此,兰州石化职业技术学院着手成立《化学实验技术》编写委员会,修订了教学计划,优化组合了无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等四门课的实验:综合形成一门具有更加重视实践技能的《化学实验技术》课。

化学历来具有理论与实验并重的好传统。过去“四大化学”在讲课的同时,都开设相应的实验课,大多为印证性实验,以增加学生的感性认识,这是很必要的,但由于实验课不是独立设置,学生对实验课不够重视,往往只注意照方抓药,忽视了科学思维与动手能力的培养,学生在化学实验室的独立工作能力不强。为了加强学生在实验室的动手能力,培养学生掌握较全面的化学实验知识和具备较强的独立工作能力,为学习后续课程及将来从事化工生产小试、质量检验、环境检测等工作打下基础。这门课程按化学实验基本操作技术、基本测量技术、物质的物理常数测定技术、混合物分离技术、物质的制备技术、定量分析技术、化学和物理变化参数测定技术等分类,删繁就简,避免不必要的重复,由易到难,循序渐进,增添一些新的实验内容,特别重视强调基本操作、基本技能及方法的训练。这样做无疑将使学生更重视化学实验,提高实验兴趣,并接受较系统的训练,将来更加适应化工生产第一线的需要。

《化学实验技术》编写委员会以汝宇林为主任委员,史文权、冯文成为副主任委员,姜璋、高兰玲、索龙宁、白小春、郭薇薇、甘黎明、陈淑芬、乔南宁、孙金禄、郭世华为委员。姜璋、郭薇薇编写《化学实验技术》(上册)无机化学部分,索龙宁、陈淑芬、郭世华编写有机化学部分;高兰玲、甘黎明、乔南宁编写《化学实验技术》(下册)分析化学部分,白小春、孙金禄编写物理化学部分。

本书也适用于化工企业化验室、化学化工类科研机构、矿产、冶金等行业作为参考书。

限于作者水平有限,书中还有不尽如人意的地方,在教学过程中还会发现一些错误和疏漏之处,希望广大师生在使用本书时,提出宝贵意见。

《化学实验技术》编写委员会

目 录

无机化学部分

第一章 化学实验室常识	(3)
第一节 化学实验常用器皿	(3)
一、常用玻璃仪器和其他器皿	(3)
二、常用仪器分类	(10)
第二节 化学试剂的一般知识	(11)
一、化学试剂的等级	(11)
二、试剂的取用	(11)
三、化学试剂的保管	(14)
第三节 化学实验用水	(16)
一、蒸馏水的制备	(16)
二、去离子水的制备	(17)
三、电渗析法制纯水	(17)
第四节 托盘天平及其使用	(18)
一、托盘天平构造	(18)
二、使用方法	(18)
三、称量注意事项	(19)
第五节 试纸	(19)
一、检验溶液酸碱性的试纸	(19)
二、特性试纸	(19)
三、试纸的使用	(20)
第六节 实验室安全和环保常识	(20)
一、化学实验室的安全守则	(20)
二、安全用电常识	(21)
三、易燃、强腐蚀性和有毒化学品的使用	(22)
四、实验室废物的处理	(25)
五、实验室中一般伤害的救护	(26)
六、灭火常识	(26)
第七节 实验室规则	(28)
第八节 实验记录 and 数据处理	(28)
一、原始记录	(28)
二、有效数字及其运算规则	(29)

三、实验报告	(31)
实验 1-1 参观和练习	(33)
第二章 化学实验基本操作技术	(35)
第一节 化学实验常用玻璃器皿的洗涤和干燥	(35)
一、常用玻璃仪器的洗涤	(35)
二、玻璃仪器的干燥	(37)
三、电热恒温干燥箱的使用	(38)
实验 2-1 化学实验仪器的认领和洗涤	(39)
第二节 加热和化学品的干燥技术	(40)
一、热源	(40)
二、实验室常用热源的最高温度	(45)
三、加热方法	(45)
四、干燥	(47)
第三节 溶解与搅拌技术	(51)
一、溶解	(51)
二、溶剂的选择	(51)
三、搅拌器的种类和使用	(51)
第四节 蒸发和结晶技术	(54)
一、溶液的蒸发	(54)
二、结晶	(54)
第五节 过滤与洗涤技术	(55)
一、过滤与过滤方法	(55)
二、洗涤	(59)
第六节 目视比色法简介	(61)
实验 2-2 溶液的配制及密度计的使用	(62)
实验 2-3 粗食盐的提纯	(64)
实验 2-4 粗硫酸铜的提纯	(66)
实验 2-5 粗硫酸铜和焦硫酸铜的制备	(68)
实验 2-6 防锈颜料磷酸锌的制备	(69)
实验 2-7 碳酸钠的制备	(71)
实验 2-8 明矾的制备	(73)
实验 2-9 硫酸亚铁铵的制备	(74)
实验 2-10 硝酸钾的制备	(76)
实验 2-11 从废电池回收锌皮制取七水硫酸锌	(77)
实验 2-12 硫代硫酸钠的制备	(79)
实验 2-13 高锰酸钾的制备	(81)
实验 2-14 锌钡白(立德粉)的制备	(83)
实验 2-15 亚硝酸根合钴(Ⅲ)酸钠的制备	(85)
实验 2-16 聚合硫酸铁的制备	(86)

附录	(94)
附录 I 化学试剂的部颁标准	(94)
附录 II 常见的危险品试剂	(94)
附录 III 无机实验中常见的毒物	(95)
附录 IV 常用的无机干燥剂	(96)
附录 V 一些试剂的配制方法	(97)
附录 VI 几种常用洗液的配制及使用	(98)
附录 VII 强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与密度(g/cm^3)、物质的量浓度 $c(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 的关系	(98)
附录 VIII 酸、碱和盐的溶解性表(293K)	(99)

有机化学部分

第一章 有机化学实验的一般知识	(103)
第一节 有机化学实验的任务	(103)
第二节 有机化学实验室规则	(103)
第三节 有机化学实验室的安全	(103)
一、实验室的安全守则	(104)
二、实验室事故的预防	(104)
三、事故的处理和急救	(105)
四、急救用具	(106)
第四节 有机化学实验常用仪器	(107)
一、有机化学实验常用仪器	(107)
二、标准磨口玻璃仪器简介	(108)
三、仪器的装配	(109)
第五节 搅拌和搅拌器	(109)
第六节 实验预习和实验报告的基本要求	(110)
第二章 有机化学实验基本操作技术	(111)
第一节 常用玻璃仪器的洗涤和保养	(111)
一、玻璃仪器的洗涤和保养	(111)
二、玻璃仪器的干燥	(111)
第二节 加热与冷却	(112)
第三节 干燥与干燥剂	(114)
实验 2-1 塞子的钻孔和简单玻璃工操作	(116)
实验 2-2 熔点的测定和温度计刻度的校正	(118)
第三章 有机化学实验基本分离技术	(124)
第一节 蒸馏	(124)
一、普通蒸馏	(124)
二、水蒸气蒸馏	(126)

三、减压蒸馏	(128)
第二节 分馏	(130)
实验 3-1 普通蒸馏	(132)
实验 3-2 八角茴香的水蒸气蒸馏	(133)
实验 3-3 苯乙酮的减压蒸馏	(134)
实验 3-4 丙酮和 1,2-二氯乙烷混合物的分馏	(135)
第三节 重结晶法	(136)
实验 3-5 乙酰苯胺的重结晶	(139)
实验 3-6 粗茶的提纯	(140)
实验 3-7 非水溶剂重结晶法提纯硫化钠	(141)
第四节 萃取	(142)
一、萃取的原理	(142)
二、液体中物质的萃取	(143)
三、固体物质的萃取	(145)
第五节 升华	(146)
实验 3-8 三组分混合物的分离	(146)
实验 3-9 从茶叶中提取咖啡因	(147)
第六节 色谱法	(148)
一、柱色谱	(149)
二、纸色谱	(150)
三、薄层色谱	(152)
实验 3-10 植物色素的提取及色谱分离	(154)
第四章 有机化合物的制备技术	(156)
第一节 概述	(156)
一、制备路线的选择	(156)
二、反应装置的选择	(156)
三、精制方法的选择	(157)
四、制备实验的准备	(157)
第二节 液体和固体物质的制备	(157)
一、回流装置	(157)
二、回流操作要点	(160)
三、粗产品的精制	(161)
第三节 转化率和产率的计算及讨论	(162)
一、转化率和产率的计算	(162)
二、影响产率的因素	(162)
三、提高产率的措施	(162)
实验 4-1 1-溴丁烷的制备	(163)
实验 4-2 乙酸丁酯的制备	(165)
实验 4-3 邻苯二甲酸二丁酯的制备	(166)

实验 4-4	乙酰水杨酸的制备	(168)
实验 4-5	肉桂酸的制备	(169)
实验 4-6	甲基橙的制备	(170)
实验 4-7	β -萘乙醚的制备	(172)
实验 4-8	聚乙烯醇缩甲醛(胶水)的制备	(173)
实验 4-9	三苯甲醇的制备	(174)
实验 4-10	4-苯基-2-丁酮的制备	(182)

无机化学部分

第一章 化学实验室常识

第一节 化学实验常用器皿

化学实验常用的仪器、器皿、用具种类繁多。成套成台的仪器设备将在今后实验使用时单独说明，本节仅介绍常用的玻璃仪器及其他常见简单器皿和用具。

一、常用玻璃仪器和其他器皿

1. 试管与试管架

(1) 规格及表示方法：

① 试管按质料分硬质、软质试管；又有普通试管和离心管之分。普通试管有平口、翻口；有刻度、无刻度、有支管、无支管、具塞、无塞等几种(离心试管也有具刻度和无刻度的)。无刻度试管以直径 $\times$ 长度(mm)表示其大小规格。有刻度的试管规格以容积(mL)表示。

② 试管架有木质和金属制品两类。

(2) 一般用途：

① 试管用作少量试剂的反应容器，便于操作和观察；也用于收集少量气体，离心试管用于沉淀分离。

② 试管架用于承放试管。

(3) 使用注意事项：

① 普通试管可直接用火加热，硬质的可加热至高温，但不能骤冷。

② 离心试管不能用火直接加热，只能用水浴加热。

③ 反应液体不超过容积的 $1/2$ ，加热液体不超过容积的 $1/3$ 。

④ 加热前试管外壁要擦干，要用试管夹。

加热时管口不要对着人，要不断振荡，使试管下部受热均匀。

⑤ 加热液体时，试管与桌面成 45° 角，加热固体时管口略向下倾斜。

2. 烧杯

(1) 规格及表示方法：

有一般型和高型，有刻度和无刻度等几种。

规格以容积(mL)表示，还有容积为1、5、10mL的微型烧杯。

(2) 一般用途：

用作反应物量较多的反应容器；配制溶液和溶解固体等，还可作简易水浴。

(3) 使用注意事项：

① 加热时先将外壁水擦干，放在石棉网上。



② 反应液体不超过容积 $2/3$ ，加热时不超过 $1/3$ 。

3. 具塞三角瓶、锥形瓶

(1) 规格及表示方法：

有具塞、无塞等种类。规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途：

用作反应容器，可避免液体大量蒸发，用于滴定的容器，方便振荡。

(3) 使用注意事项：

① 滴定时所盛溶液不超过容积的 $1/3$ 。

② 其他同烧杯。

4. 碘量瓶

(1) 规格及表示方法：

具有配套的磨口塞。规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途：

与锥形瓶相同，可用于防止液体挥发和固体升华的实验。

(3) 使用注意事项：同锥形瓶。

5. 量筒和量杯

(1) 规格及表示方法：

上口大下部小的叫量杯。量筒有具塞和无塞两种。

规格以所能量度的最大容积(mL)表示。

(2) 一般用途：量取一定体积的液体。

(3) 使用注意事项：

① 不能加热。

② 不能作反应容器，也不能用作混合液体或稀释的容器。

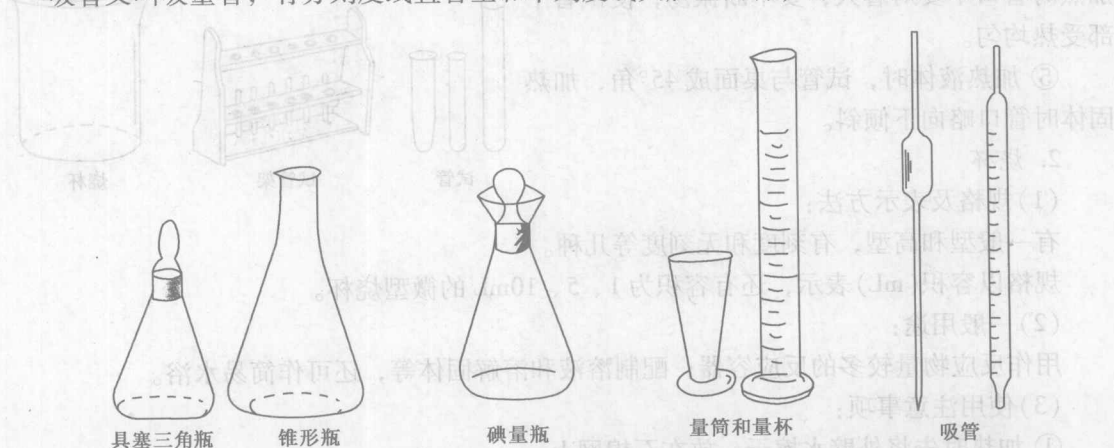
③ 不能量取热的液体。

④ 量度亲水溶液的浸润液体，视线与液面水平，读取与弯月面最低点相切刻度。

6. 吸管

(1) 规格及表示方法：

吸管又叫吸量管，有分刻度线直管型和单刻度线大肚型两种；还可分为完全流出式和不



完全流出式, 此外还有自动移液管。规格以所能量取的最大容积(mL)表示。

(2) 一般用途: 准确量取一定体积的液体或溶液。

(3) 使用注意事项:

① 用后立即洗净。

② 具有准确刻度线的量器不能放在烘箱中烘干, 更不能用火加热烘干。

③ 读数方法同量筒。

7. 容量瓶

(1) 规格及表示方法:

塞子是磨口塞, 也有用塑料塞的。

有量入式和量出式之分。规格以刻线所示的容积(mL)表示。

(2) 一般用途: 用于配制准确浓度的溶液。

(3) 使用注意事项:

① 塞子配套, 不能互换。

② 其他同吸管。

8. 滴定管

(1) 规格及表示方法:

具有玻璃活塞的为酸式管, 具有橡皮滴头的为碱滴定管。用聚四氟乙烯制的则无酸碱式之分。还有微量滴定管。

规格以刻度线所示最大容积(mL)表示。

(2) 一般用途:

用于准确测量液体或溶液的体积。容量分析中的滴定仪器。

(3) 使用注意事项:

① 酸式滴定管的活塞不能互换, 不能装碱性溶液。

② 其他同吸管。

9. 比色管

(1) 规格及表示方法:

用无色优质玻璃制成。规格以环线刻度指示容量(mL)表示。

(2) 一般用途: 盛装溶液来比较溶液颜色的深浅。

(3) 使用注意事项:

① 比色时必须选用质量、口径、厚薄、形状完全相同的。

② 不能用毛刷擦洗, 不能加热。

③ 比色时最好放在白色背景的平面上。

10. 试剂瓶

(1) 规格及表示方法:

有广口、细口、磨口、非磨口、无色、棕色等种类。

规格以容积(mL)表示。



(2) 一般用途：广口瓶盛放固体试剂，细口瓶盛放液体试剂。棕色瓶用于盛放见光易分解和不太稳定的试剂。

(3) 使用注意事项：

- ① 不能加热。
- ② 盛碱性溶液要用胶塞或软木塞。
- ③ 使用中不要弄乱、弄脏塞子。
- ④ 试剂瓶上必须保持标签完好，液体试剂瓶倾倒时标签要对着手心。

11. 滴瓶和滴管

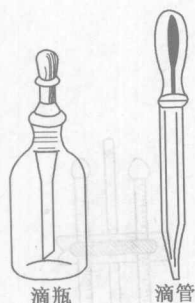
(1) 规格及表示方法：

有无色、棕色两种，滴管上配有橡皮胶帽。规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途：盛放液体或溶液。

(3) 使用注意事项：

- ① 滴管不能吸的太满，也不能倒置，保证液体不进入胶帽。
- ② 滴管专用，不得弄乱、弄脏。
- ③ 滴管要保持垂直，不能使管端接触受液容器内壁，更不能



插入其他试剂瓶中。

12. 称量瓶

(1) 规格及表示方法：

分低形和高形两种。规格以外径×高(cm)表示。

(2) 一般用途：用于称量、测定物质的水分。

(3) 使用注意事项：

- ① 不能加热。
- ② 盖子是磨口配套的，不能互换。
- ③ 不用时洗净，在磨口处垫上纸条。

13. 表面皿

(1) 规格及表示方法：

规格以直径(cm)表示。

(2) 一般用途：

用来盖在蒸发皿上或烧杯上，防止液体溅出或落入灰尘。也用作称取固体药品的容器。

(3) 使用注意事项：

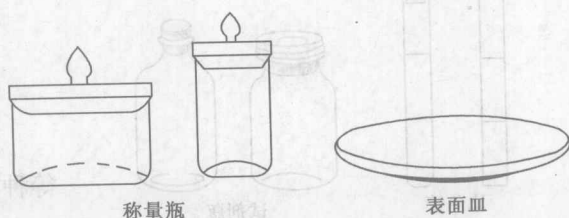
- ① 不能用火直接加热。
- ② 作盖用时直径要比容器口直径大些。
- ③ 用作称量试剂时要事先洗净、干燥。

14. 漏斗

(1) 规格及表示方法：

有短颈、长颈、粗颈、无颈等种类。

规格以斗径(mm)表示。



(2) 一般用途:

用于过滤;倾注液体导入小口容器中;粗颈漏斗可用来转移固体试剂。长颈漏斗常用于装配气体发生器,作加液用。

(3) 使用注意事项:

- ① 不能用火加热,过滤的液体也不能太热。
- ② 过滤时漏斗颈尖紧贴承接容器的内壁。
- ③ 长颈漏斗在气体发生器中作加液用时,颈尖端应插于液面之下。

15. 分液、滴液漏斗

(1) 有球形、梨形、筒形、锥形等。

规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途:

- ① 互不相溶的液-液分离。
- ② 在气体发生器中作加液用。
- ③ 对液体的洗涤和进行萃取。

(4) 作反应器的加液装置。

(3) 使用注意事项:

- ① 不能用火直接加热。
- ② 漏斗活塞不能互换。
- ③ 进行萃取时,振荡初期应放气数次。
- ④ 作滴液加料到反应器中时,下尖端应在反应液下面。

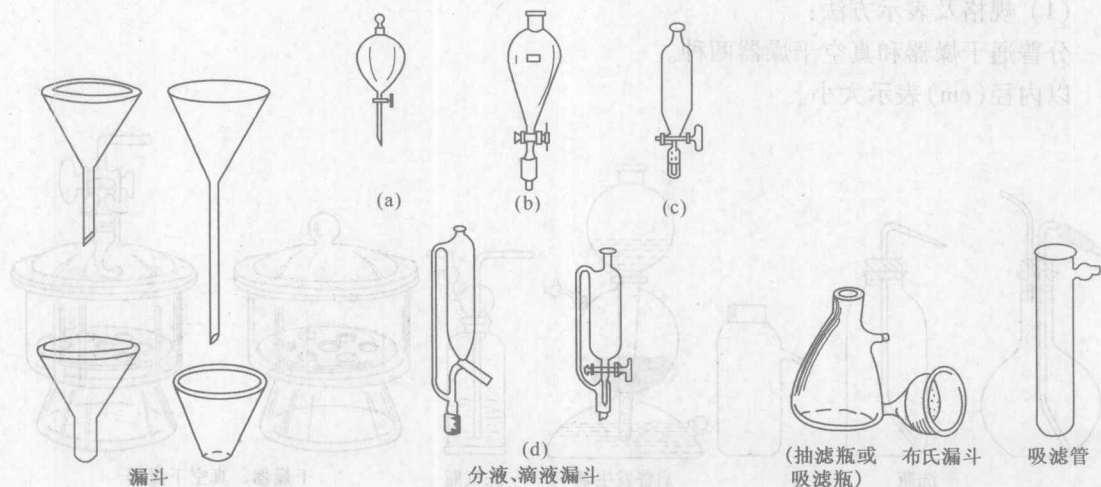
16. 抽滤瓶或吸滤瓶和布氏漏斗

(1) 规格及表示方法:

- ① 布氏漏斗有瓷制或玻璃制品,规格以直径(cm)表示。
- ② 吸滤瓶以容积(mL)表示大小。

(2) 一般用途:

连接到水冲泵或真空系统中进行晶体或沉淀的减压过滤。



(3) 使用注意事项:

- ① 不能直接用火加热。
- ② 漏斗和吸滤瓶大小要配套, 滤纸直径要略小于漏斗内径。
- ③ 过滤前, 先抽气, 结束时, 先断开抽气管与抽滤瓶连接处再停止抽气, 以防止液体倒吸。

17. 洗瓶

(1) 规格及表示方法:

有玻璃和塑料的两种, 大小以容积(mL)表示。

(2) 一般用途: 盛装蒸馏水, 用来洗涤沉淀和容器。

(3) 使用注意事项:

- ① 不能装自来水。
- ② 不能加热。

18. 启普发生器

(1) 规格及表示方法: 规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途:

用于常温下固体与液体反应制取气体。通常固体应是块状或颗粒, 且不溶于水, 生成的气体难溶于水。

(3) 使用注意事项:

- ① 不能用来加热或加入热的液体。
- ② 使用前必须检查气密性。

19. 洗气瓶

(1) 规格及表示方法: 规格以容积(mL)表示。

(2) 一般用途: 内装适当试剂, 用于除去气体中的杂质。

(3) 使用注意事项:

- ① 根据气体性质选择洗涤剂。洗涤剂应为容积的 1/2。
- ② 进气管和出气管不能接反。

20. 干燥器、真空干燥器

(1) 规格及表示方法:

分普通干燥器和真空干燥器两种。

以内径(cm)表示大小。

