



新世纪高等学校教材

环境科学与工程系列教材

水处理工程 实验与技术

裴元生 全向春 林常婧 编 著

SHUICHULI GONGCHENG SHIYAN YU JISHU



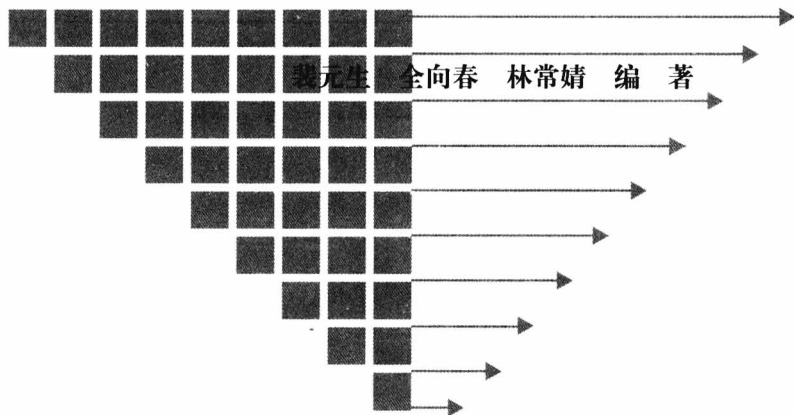
北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

新世纪高等学校教材

环境科学与工程系列教材

水处理工程实验与技术

SHUICHULI GONGCHENG SHIYAN YU JISHU



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水处理工程实验与技术 / 裴元生等编著. —北京: 北京师范大学出版社, 2012.2

(新世纪高等学校教材. 环境科学与工程系列教材)

ISBN 978-7-303-13712-1

I. ①水… II. ①裴… III. ①水处理—高等学校—教材 IV. ①TU991.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第220821号

营销中心电话 010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街19号

邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 170 mm × 230 mm

印张: 6.25

字数: 111千字

版次: 2012年2月第1版

印次: 2012年2月第1次印刷

定价: 12.00元

策划编辑: 胡廷兰

责任编辑: 胡廷兰

美术编辑: 毛佳

装帧设计: 毛佳

责任校对: 李菡

责任印制: 李啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

目 录

第一章	实验知识与操作技能 /1	
第一节	实验室规则及安全知识	1
第二节	常用仪器的使用和维护	4
第三节	常用玻璃仪器的使用和维护	11
第二章	实验数据分析处理 /17	
第一节	实验误差分析	17
第二节	实验数据处理	20
第三章	水处理实验 /26	
实验一	混凝实验	26
实验二	动态模型实验——脉冲澄清池	29
实验三	动态模型实验——水力循环 澄清池	32
实验四	动态模型实验——机械搅 拌澄清池	34
实验五	过滤与反冲洗实验	37
实验六	动态模型实验——重力式 无阀滤池	42

实验七	动态模型实验——虹吸滤池	44
实验八	强酸性阳离子交换树脂交换容量的测定	46
实验九	离子交换软化除碱实验	50
实验十	离子交换除盐实验	54
实验十一	水处理工程综合实验	59
实验十二	活性污泥生物量及沉降性指标测定	63
实验十三	活性污泥耗氧速率的测定	67
实验十四	曝气充氧实验	71
实验十五	活性污泥吸附性能测定	77
实验十六	活性污泥与颗粒污泥生物相观察	78
实验十七	完全混合式活性污泥系统处理废水实验	80
实验十八	生物转盘实验	83
实验十九	塔式生物滤池实验	85
实验二十	酸性污水升流式过滤中和及吹脱实验	88
实验二十一	升流式厌氧污泥床反应器处理高浓度 有机废水实验	91

参考文献 /95

第一章 实验知识与操作技能

第一节 实验室规则及安全知识

.....

一、实验室规则

(1) 实验室是教师和学生进行教学实验和科研实验的场所，进入实验室前应认真预习实验内容，明确实验目的，了解实验的基本原理、方法、步骤，以及有关的基本操作和注意事项。

(2) 进入实验室的一切人员，必须遵守实验室的各项规章制度，不迟到、早退，不在实验室大声喧哗，保持室内安静，同时还要注意安全。实验室内不准吸烟，不准吃食品，不准打闹。

(3) 实验前，应先清点所使用仪器，如发现破损，立即向指导教师声明补领。对玻璃器皿必须轻拿轻放、小心清洗，以防打碎；如在实验过程中损坏了仪器，应及时报告，并填写仪器破损报告单。

(4) 实验室内不存放与实验无关的物品，更不许放个人物品。

(5) 精密贵重仪器、设备要建立技术档案和使用记录，并指定专人负责。学生使用贵重仪器(设备)，必须先熟悉该仪器(设备)的性能和操作方法，得到老师许可后，方可使用。

(6) 实验室的仪器设备器材严禁随意搬动、拆卸改装，不准动用与实验无关的仪器设备和室内的其他设施，违反规定、造成事故者要追究责任。

(7) 实验水样、配制的溶液等应编号，在试剂瓶、比色管等上面贴好标签，以防弄错；取用的标准溶液(或化学试剂)使用后剩余部分不能倒回原来的瓶内。

(8) 实验时要听从教师的指导，严格按操作规程正确操作，仔细观察，积极思考，并随时将实验现象和数据如实记录在专用的记录本上。

(9) 在实验中，要认真细致地观察，同时做好实验记录，并结合理论，认真思考，按要求填写实验报告，不得马虎或抄袭别人的实验记录。

(10) 为了培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，提倡学生独立设计实验方案，但实验步骤、方法应经实验指导教师审核并同意后，方可实施。

(11)实验时要保持桌面和实验室清洁整齐。废液倒入废液缸,用过的试纸、滤纸等和废物一起投入废物篓,严禁投放在水槽中,以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

(12)实验时应注意节约水、电和试剂;实验中严格遵守水、电、煤气,以及易燃、易爆、有毒药品等的安全规则。

(13)实验完毕,应将实验桌面、仪器和药品架等整理干净,并及时切断水源、电源、气源等,将仪器、设备恢复原状态。实验室一切物品不得带离实验室。

(14)实验后,应根据原始记录,联系理论知识,认真分析问题、处理数据,按要求格式写出实验报告,并及时交给指导教师批阅。

二、实验室安全知识

水处理实验经常要使用水、电、煤气、各种仪器,以及易燃、易爆、具有腐蚀性以及有毒的药品等,故实验室安全极为重要。如不遵守安全规则而发生事故,不仅会导致实验失败,而且还会损害人的健康,并造成财产损失。因此,必须认真学习,熟悉各种仪器、设备、药品的性能,掌握实验中的安全注意事项,集中精力进行实验,严格遵守操作规程。此外,还必须了解实验室一般事故的处理等安全知识。

(一)实验室安全守则

(1)实验室要设立专职或兼职安全管理人员,对于不符合规定的操作或不利于安全的行为,应坚决制止,并做好必要记录。

(2)实验开始前应检查仪器是否完整无损,装置是否正确,熟悉实验室及周围环境,了解实验室安全用具放置的位置,熟悉使用各种安全用具(如灭火器、砂筒、急救箱等)的方法。

(3)实验进行时,不得随便离开岗位,要密切注意实验的进展情况,水、电、煤气等一经使用完毕应立即关闭。

(4)实验室内严禁会客、喧哗,严禁私配和外借实验室钥匙。

(5)使用易燃易爆化学试剂时,应远离火源,戴防护眼镜、防护手套等,切勿将浓酸、浓碱等具有强腐蚀性的药品溅在皮肤或衣服上,尤其不可溅入眼睛中。

(6)绝不允许任意混合各种化学药品,以免发生事故。

(7)实验室严禁乱拉乱接电源,电路应按规定布设,禁止超负荷用电,应定期检查线路及通风防风设备。

(8)实验室电气设备的功率不得超过电源负载能力,电气设备使用前应检查是否漏电,常用仪器外壳应接地。使用电器时,人体与电器导电部分不能直接接触,也不能用湿手接触电器插头。实验完毕,应将电器的电源切断。

(9)进行可能发生危险的实验时,要根据实验情况采取必要的安全措施,如戴防护眼镜、面罩或橡胶手套等。

(10)实验用化学试剂不得入口,严禁在实验室内吸烟或饮食。实验结束后要细心洗手后方可离开实验室。

(11)实验室内任何药品都不得进入口中或者接触伤口,有毒药品更应该特别注意。有毒废液不得倒入水槽,以免与水槽中的残酸作用而产生有毒气体,要防止污染环境,增强自身的环境保护意识。

(12)做实验时应打开门窗和/或换气设备,保持室内空气流通;加热易挥发有害液体,以及易产生严重异味、易污染环境的实验应在通风橱内进行。

(13)值日生或最后离开实验室的工作人员应检查水阀、电闸、煤气阀等,关闭门、窗、水、电、气后才能离开实验室。

(二)实验室意外事故的一般处理

(1)被玻璃割伤时,伤口内若有玻璃碎片,必须把碎片挑出,然后涂抹酒精、红药水或消炎粉后包扎伤口。严重时应先实验室内做简单处置,然后送医院急救。

(2)遇烫伤事故,切勿用水冲洗,可用稀高锰酸钾或苦味酸溶液清洗伤口,再擦黄色的苦味酸溶液、万花油或烫伤药膏。严重者应立即送医院急救。

(3)若眼睛溅上强酸或强碱,应立即用大量清水冲洗,然后再用碳酸氢钠溶液或硼酸溶液冲洗。

(4)若遇强碱触及皮肤,应先用大量水冲洗,再用约0.2%的醋酸溶液或者饱和硼酸溶液清洗,然后再用水冲洗;情形严重者,急救后须再转入医务室或医院治疗。

(5)若遇强酸腐蚀皮肤,先用大量水清洗,然后用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水洗,最后再用水清洗。

(6)吸入氯气、盐酸气体、溴蒸气时,可采用吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气的方法解毒。吸入硫化氢气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(7)遇毒物进入口中时,若毒物尚未咽下,应立即吐出,并用水冲洗口腔;如已吞下,应设法促使呕吐,并根据毒物的性质服用解毒剂。

(8)起火:若因乙醚、乙醇、苯等有机物引起着火,应立即用湿布、细砂

或泡沫灭火器等扑灭，严禁用水扑灭此类火灾。若遇电器设备着火，必须先切断电源，再用二氧化碳灭火器灭火，不能使用泡沫灭火器。若火势较大，则应立即报警。

(9)若发生了触电事故，应立即拉开电闸，截断电源，尽快地利用绝缘物(干木棒、竹竿)将触电者与电源隔离。以上事故如果严重，应立即将触电者送医院医治。

(10)在实验中发生意外，若伤势较严重，则应立即送医院救治。

第二节 常用仪器的使用和维护

一、电子天平

电子天平根据的是电磁力平衡原理，它可直接称量，全量程不需砝码。放上称量物后，电子天平可在几秒时间内达到平衡，并显示数据，称量速度快，精度高。电子天平的支撑点用弹性簧片取代机械天平的玛瑙刀口，用差动变压器取代升降枢装置，用电子显示代替指针刻度式显示。因而，电子天平具有使用寿命长、性能稳定、操作简便和灵敏度高的特点。此外，电子天平还具有自动校正、自动去皮、超载指示、故障报警以及质量电信号输出等功能，且可与打印机、计算机连用，从而进一步扩展其功能，如统计称量的最大值、最小值、平均值及标准偏差等。

(一)电子天平的类型

电子天平按结构可分为上皿式和下皿式两种。秤盘在支架上面为上皿式，秤盘吊挂在支架下面为下皿式。目前，广泛使用的是上皿式电子天平。尽管电子天平种类繁多，但其使用方法大同小异，具体操作可参看各仪器的使用说明书。

(二)电子天平的使用方法

下面以 Sartorius BS 124S 为例，简要介绍电子天平的使用方法。

(1)水平调节。调整地脚螺栓高度，使水平仪内气泡位于圆环中央。

(2)开机。接通电源，按开关键直至全屏自检。

(3)预热。天平在初次接通电源或长时间断电之后，至少需要预热 30 min。为取得理想的测量结果，天平应保持在待机状态。

(4)开启显示器。轻按“ON”键，显示器全亮，约 2 s 后，显示称量模式

“0.0000 g”。读数时应关上天平门。

(5)校正。首次使用天平必须进行校正。若长时间没有使用或移动过位置或环境有所变化,则天平在预热后、使用前也应进行校正操作。按校正键,天平将显示所需校正砝码质量,放上砝码直至出现“g”,校正结束。

(6)称量。使用去皮键,去皮清零。放置样品进行称量。

(7)关机。电子天平应一直保持通电状态,不使用时应将开关键调至待机状态,使天平处于保温状态,可延长天平的使用寿命。

(三)称量方法

常用的称量方法有直接称量法、固定质量称量法和递减称量法,现分别介绍如下。

1. 直接称量法

此法是将称量物放在天平盘上直接称量物体的质量。例如,称量小烧杯的质量、容量器皿校正中称量某容量瓶的质量、质量分析实验中称量某坩埚的质量等,都使用这种称量法。即用砝码直接与称物平衡,此时砝码的质量就是被称物的质量。

方法如下:用一条干净的纸条拿取被称物并将其放入天平的称量盘中,然后去掉纸条,在砝码盘上加砝码。此时,砝码所标示的质量就等于被称物的质量。

2. 固定质量称量法

此法又称增量法,此法用于称量某一固定质量的试剂(如基准物质)或试样。这种称量操作的速度很慢,适于称量不易吸潮、在空气中能稳定存在的粉末状或小颗粒(最小颗粒应小于0.1 mg,这样容易调节其质量)样品。

注意:若不慎加入的试剂超过指定质量,应先关闭升降旋钮,然后用牛角勺取出多余试剂。重复上述操作,直至试剂质量符合指定要求为止。严格来讲,取出的多余试剂应弃去,而不要放回原试剂瓶中。操作时不能将试剂散落于天平盘等容器以外的地方,称好的试剂必须定量地由表面皿等容器直接转入接受容器,此即所谓“定量转移”。

方法如下:将盛物容器放于天平的称量盘上,在砝码盘上加适当的砝码使之平衡,得到盛物容器重 W_0 ,然后在砝码盘上添加与所称试样同重的砝码,用牛角勺取试样加于盛物容器中,直至达到平衡。此时,砝码总重 W ,则称取的样品重为 $W - W_0$ 。

3. 减量法

此法一般用来连续称取几个试样,其量允许在一定范围内波动,也用于称

取易吸湿、易氧化或易与二氧化碳反应的试样。此称取固体试样的方法为：将适量试样装入称量瓶中，用纸条缠住称量瓶放于天平托盘上，称得称量瓶及试样重量为 W_1 ，然后用纸条缠住称量瓶，从天平盘上取出，举放于容器上方，瓶口向下稍倾，用纸捏住称量瓶盖，轻敲瓶口上部，使试样慢慢落入容器中，当倾出的试样已接近所需要的重量时，慢慢地将称量瓶竖起，再用称量瓶盖轻敲瓶口下部，使瓶口的试样集中到一起，盖好瓶盖，放回到天平盘上称量，得 W_2 ，两次称量之差就是试样的重量。如此继续进行，可称取多份试样。

$$\text{第一份试样的质量} = W_1 - W_2$$

$$\text{第二份试样的质量} = W_2 - W_3$$

二、HACH 2100P 型便携式浊度仪

(一) 方法原理

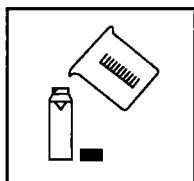
利用一束红外线穿过待测样品的样品池， 90° 检测器在与发射光线垂直的位置上测量由样品池中悬浮颗粒散射的光亮，光线方向上有检测器测其透射光，微电脑处理器将散光信号与透光信号之比转换为浊度值。

(二) 应用范围

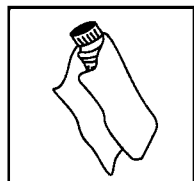
HACH 2100P 型便携式浊度仪在自动选择范围模式(自动选择小数点位置)下，测试浊度范围为 $0.01 \sim 1\,000$ NTU。手动选择范围时，可在三种范围下测试浊度： $0.01 \sim 9.99$ NTU、 $10 \sim 99.9$ NTU 和 $100 \sim 1\,000$ NTU。最低测量范围为 0.01 NTU。HACH 2100P 主要设计用于现场测试，也可用于实验室分析化验。

(三) 测定步骤

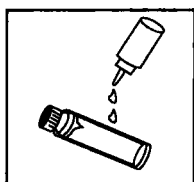
测试可以在信号平均功能处于开或关的状态下和手动或自动选择范围的情况下进行，一般建议在自动选择范围情况下进行浊度测试。当信号平均功能处于开的状态时，仪器消耗的电量较多，通常只有当样品的读数不稳定时，才使用信号平均功能。当显示间断式测量结果时，信号平均功能将测试并平均 10 次测试结果。大约 11 s 后显示第一个值，然后每隔 1.2 s 更新一次显示值，直到完成全部 10 次测试(约需 20 s)。完成后，仪器灯将关闭，但最后一次测试的浊度值将继续显示在显示屏上，直到按下别的键。当不使用信号平均模式时，大约 13 s 后显示最后一个值。准确的浊度测试依赖于分析人员的良好测试技术，比如在良好的环境使用干净的样品池和除去气泡(脱气)。



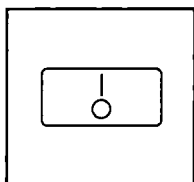
(1) 用一个清洁的小烧杯将水样加入样品池至刻度线(约 15 mL)。操作时小心拿住样品池的上部。然后盖上样品池盖。



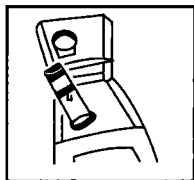
(2) 用不起毛的软布擦拭样品池, 以除去水滴和手指印。



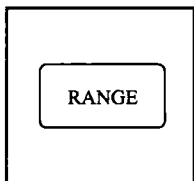
(3) 滴加一小滴硅油, 用油布擦拭, 使整个表面均匀分布一层硅油。



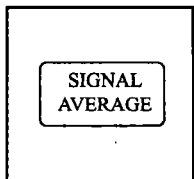
(4) 按“I/O”键, 打开仪器(请将仪器放在平坦稳定的板面上, 当测试时, 不要用手拿着仪器。注意: 如果 5.5 min 内没有按键, 仪器自动关闭, 要重新开启仪器, 须按“I/O”键)。



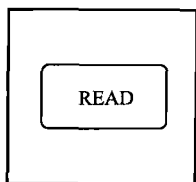
(5) 将样品池放入仪器的样品池盒中, 使菱形标记或方向标识对准样品池盒前面凸起的方向标识, 然后盖上盖板。



(6) 按“RANGE”键, 选择手动或自动范围选择模式。当仪器处于自动选择范围模式时, 显示屏将显示“AUTO RNG”。



(7) 按“SIGNAL AVERAGE”键, 选择合适的信号平均模式。当仪器使用信号平均模式时, 屏幕上将显示“SIGAVG”。如果样品引起了噪声信号(即显示值不断变化), 请使用信号平均模式。



(8)按“READ”键，屏幕上将显示“---NTU”，然后显示以 NTU 为单位的浊度数值。在灯信号关闭后请记录浊度值。

三、COD 快速测定仪

(一)工作原理

化学需氧量(COD 或 COD_{Cr})是指在一定的严格条件下，水中的还原性物质在外加的强氧化剂的作用下，被氧化分解时所消耗氧化剂的数量，单位用“mg/L”表示。化学需氧量反映了水中受还原性物质污染的程度，这些物质包括有机物、亚硝酸盐、亚铁盐、硫化物等。一般水及废水中无机还原性物质的数量相对不大，而被有机物污染是很普遍的，因此 COD 可作为有机物质相对含量的一项综合性指标。

QCOD-2E 型 COD 测定仪(化学需氧量速测仪)采用密封消解法消解样品，并采用先进的冷光源、窄带干涉技术及微电脑自动处理数据，直接显示样品的 COD 值。

(二)使用方法

(1)开机预热 30 min，消解器自动升温至 165℃。

(2)吸取 3 mL 待测样品置于清洗干净的消解管中(如样品氯离子含量过高，需加入 1 mL 硫酸汞溶液)，再加入 1 mL 相应浓度的氧化剂及 5 mL 催化剂，盖塞摇匀。

(3)吸取 3 mL 蒸馏水(空白样)置于清洗干净的消解管中(如上一步骤加入了 1 mL 硫酸汞溶液，则需加入 1 mL 硫酸汞溶液，否则不加)，再加入 1 mL 相应浓度的氧化剂及 5 mL 催化剂，盖塞摇匀。

(4)将消解管依次插入消解炉孔内，盖上防护罩，待温度降至低于设定值后按“消解”键，仪器自动定时消解，消解完毕后蜂鸣器报警。

(5)取出消解管至试管架，自然冷却 2 min 后，再水冷至室温。

(6)根据水样浓度向每支消解管内加入相应的蒸馏水(如测无氯水样，则 5~100 mg/L 量程加蒸馏水 1 mL，100~1 200 mg/L 量程加蒸馏水 3 mL，1 000~2 000 mg/L 量程加蒸馏水 8 mL；如测含氯水样，因此前已加入 1 mL 硫酸汞溶液，则 5~100 mg/L 量程不需加蒸馏水，100~1 200 mg/L 量程加蒸馏水 2 mL，1 000~2 000 mg/L 量程加蒸馏水 7 mL)，盖塞摇匀，待测。

(7)按“查询曲线”键，利用箭头键选择所需的标准曲线序号，按“确认”键确认。

(8)按“测试空白”键，将已消解好待测的空白样注入比色皿内(充满比色皿 $2/3$ 容积即可)，测定其吸光度，待吸光度值稳定后，按“确认”键，仪器自动调零。

(9)按“测试样品”键，将已消解好待测的样品注入比色皿内(充满比色皿 $2/3$ 容积即可)，仪器显示其吸光度及样品的COD值。

四、普通光学显微镜

(一)基本结构

普通光学显微镜由光学放大系统和机械装置两部分组成。这两部分很好地配合，才能发挥显微镜的作用。光学放大系统一般包括目镜、物镜、聚光器、光源等；机械装置一般包括镜筒、物镜转换器、聚焦器、镜台、镜臂和底座等。

标本的放大主要由物镜完成，物镜放大倍数越大，它的焦距越短。焦距越小，物镜的透镜和玻片间距离(工作距离)也小。放大倍数为 $90\sim 100\times$ 的物镜为油镜，油镜的工作距离很短，使用时须格外注意。目镜只起放大作用，不能提高分辨率，标准目镜的放大倍数是10倍。聚光器能使光线照射标本后进入物镜，形成一个大角度的锥形光柱，因而对提高物镜分辨率是很重要的。聚光器可以上下移动，以调节光的明暗，可变光圈可以调节入射光束的大小。

(二)工作原理

显微镜的放大效能(分辨率)是由所用光波波长长短和物镜的数值口径决定的，缩短使用的光波波长或增加数值口径可以提高分辨率。可见光的光波波长幅度比较窄，而紫外光波长短，可以提高分辨率，但不能用肉眼直接观察。利用减小光波波长来提高光学显微镜分辨率是有限的，提高分辨率的理想措施是提高物镜的数值口径。要增加数值口径，可以采用提高介质折射率的方法。例如，可用香柏油做介质。因为空气的折射率为1，而香柏油的折射率为1.51，和载片玻璃的折射率(1.52)相近，这样光线可以不发生折射而直接通过载片、香柏油进入物镜，从而提高分辨率。显微镜总的放大倍数是目镜和物镜放大倍数的乘积，物镜的放大倍数越高，分辨率越高。

(三)操作步骤

(1)将显微镜自显微镜柜子或木盒内取出时，要用右手握紧执手，轻轻拿

出。由于镜体较重，必须用左手托住镜座，才能做较远距离的搬动。

(2)将显微镜置于实验台上时，应放在身体的左前方，离桌子边缘约30 mm处。右侧可放记录本或绘图纸等。

(3)使用显微镜前，首先要调节好光源。在实验室中可利用灯光或自然光，但不能用直射的阳光，以免损伤眼睛。为了迅速而正确地对光，应先用10×物镜，把光圈放到最大位置，在用眼睛观察目镜中视野的同时，转动反光镜，使视野的光线最明亮、最均匀。如果距离光源较近，可用平面的反光镜；如果距离光源较远，可用凹面的反光镜。有的显微镜不具有聚光器，则应用凹面的反光镜。

(4)把制片放在显微镜的镜台上，将要观察的部位准确地移到物镜的下面，然后用压片夹压紧。

(5)观察时要睁开双眼，用左眼观察显微镜目镜视野中的像。

(6)进行观察时，应先用10×物镜。为了避免物镜压坏制片(在使用高倍物镜时最易发生)，必须用下面的方法聚焦：一方面从侧面注视物镜与制片间的距离；一方面转动粗聚焦器，使镜筒逐渐下降，直到接近盖玻片为止。然后用左眼观察目镜视野，慢慢转动粗聚焦器使镜筒逐渐上升，直到看清制片中的影像为止。

观察制片时，首先在低倍物镜下了解制片上切片的概况，如果所要观察部分位于视野的一侧，则应移动制片，使要观察的部位位于中央。注意：显微镜中所形成的像是倒像，因此要改变图像在视野中的位置，须向相反的方向移动制片。

有的显微镜带有4×物镜，使用时其焦距与10×和40×物镜不同，因此当由4×物镜转换为10×物镜观察制片时，需要重新聚焦。

(7)细聚焦器是显微镜上最易损坏的部件之一，要尽量保护，以免损坏。一般用低倍物镜观察时，用粗聚焦器就可以调好焦距，此时可以不用或尽量少用细聚焦器。如使用高倍物镜需要用细聚焦器聚焦时，其旋钮转动量最好不要大于半圈。

(8)当仔细观察制片中某一部分的细微结构时，可先在低倍物镜下找到最合适的地方，并移至视野中央，然后转动镜头转换器用高倍物镜(40×或44×)观察。当换到高倍物镜后，应该看到制片中的影像。如果影像不清楚，可顺时针或逆时针方向转动细聚焦器，直到影像清晰为止。如果转换高倍物镜后看不到影像，则可能所观察的对象没有在视野中央的位置，需要转换到低倍物镜，重新调整制片位置。当看到影像以后，还要用光圈调节光束的粗细。这一点很

重要,如果光束过于粗大,光线过强,将使一些较为透明的结构不易看清;如果光束过细,光量不足,将使影像灰暗不清。因此必须调节光圈,以达到最好的观察效果。在调节光圈时,不要触动反光镜,以免改变光线的折射方向。

(四)操作显微镜的注意事项

(1)任何旋钮转动有困难时,都绝不能用大力去转动它,而应查明原因,排除障碍。自己不能解决时,要向指导教师说明,请指导教师帮助解决。

(2)要保持显微镜的清洁,尽量避免灰尘落到镜头上,否则容易磨损镜头。必须尽量避免试剂或溶液沾污或滴到显微镜上损坏显微镜。高倍物镜很容易被染料或试剂沾污,如被沾污,应立即用擦镜纸擦拭干净。显微镜用过后,应用清洁棉布轻轻擦拭(不包括物镜和目镜镜头)。

(3)要保护物镜、目镜和聚光器中的透镜不被损伤。光学玻璃比一般玻璃的硬度小,容易损伤。擦拭光学透镜时,只能用专用的擦镜纸,不能用棉花,棉布或其他物品。擦拭时要先将擦镜纸折叠为几折(不少于4折),从一个方向轻轻擦拭镜头,每擦一次,擦镜纸就要折叠一次。然后绕着物镜或目镜的轴旋转,轻轻擦拭。如未按上述方式擦拭,落在镜头上的灰尘很易损伤透镜,出现一条条的划痕。

(4)每次实验结束时,应将物镜转成八字形垂于镜筒下,以免物镜镜头下落与聚光器相碰撞。也可用清洁的白纱布,垫在镜台与物镜之间。

第三节 常用玻璃仪器的使用和维护

一、常用玻璃仪器的分类及用途

水质分析中常用的玻璃仪器按性能可分为可加热的(如各类烧杯、烧瓶、试管等)和不宜加热的(如试剂瓶、量筒、滴定管等);按用途可分为容量类(如烧杯、试剂瓶等),量器类(如吸管、容量瓶等)和特殊用途类(如干燥器、漏斗等)。

二、玻璃仪器的使用

在水质分析中,滴定管、容量瓶、移液管和吸量管是可以准确测量溶液体积的量器。通常体积测量的相对误差比称量要大,而结果的准确度是由误差最大的那项因素决定的,因此,必须准确测量溶液的体积,以得到正确的分析结

果。溶液体积测量的准确度不仅取决于所用量器是否准确，更重要的是取决于准备和量器使用是否正确。

(一) 滴定管

1. 滴定管及其分类

滴定管是滴定时用来准确测量流出标准溶液体积的量器。它的主要部分管身由玻璃管制成，上面刻有均匀的分度线，下端的液流口为一尖嘴，中间通过玻璃旋塞或乳胶管连接以控制滴定速度。常量分析用的滴定管标称容量为 50 mL 和 25 mL，最小刻度是 0.1 mL，读数可估计到 0.01 mL。

滴定管一般分为两种：一种是酸式滴定管，另一种是碱式滴定管。酸式滴定管的下端有玻璃活塞，可盛放酸液及氧化剂，不宜盛放碱液。碱式滴定管的下端连接一胶皮管，内放一玻璃珠，以控制溶液的流出，下面再连一尖嘴玻璃管，这种滴定管可盛放碱液，不能盛放酸液或氧化剂等会腐蚀胶皮的溶液。

2. 滴定管的使用

滴定管的使用包括洗涤、检漏、装液、排气泡、读数等步骤。

(1) 洗涤。

干净的滴定管如无明显的油垢，可直接用自来水冲洗，或用滴定管刷蘸肥皂水或洗涤剂刷洗(但不能用去污粉)，而后再用自来水冲洗。刷洗时应注意勿用刷头露出铁丝的毛刷，以免划伤内壁。如有明显油垢，则需用洗液浸洗。

(2) 检漏。

滴定管在使用前必须检查是否漏水。碱式滴定管漏水可更换乳胶管或玻璃珠；酸式滴定管漏水或活塞转动不灵活应重新涂抹凡士林。

(3) 装液与排气泡。

装液前应先用操作溶液润洗滴定管，以免操作溶液被稀释。首先，注入操作溶液约 10 mL，然后两手平端滴定管，慢慢转动，使溶液流遍全管；再把滴定管竖起，打开滴定管的旋塞，使溶液从出口管的下端流出，如此润洗 2~3 遍，方可装入操作溶液。注意应将待装溶液直接从贮瓶装入滴定管，而不要依靠其他仪器(如漏斗、烧杯等)。

溶液装入操作滴定管后，应检查滴定管出口下端是否有气泡，如有气泡应及时排出。对酸式滴定管，可通过转动其旋塞，使液体急速流出，排出气泡；对碱式滴定管，可将橡皮管向上弯曲，并在稍高于玻璃珠所在处用两手指挤压，使溶液从尖嘴口喷出，同时气泡随之排出。检查橡皮管中气泡是否排出的方法是将橡皮管对光照着检查。

将滴定管装满操作溶液到刻度“0”处，或在“0”线以下，记录读数。然后将