



高等学校应用型环境专业实验教材

环境化学实验技术

主 编 李国东 刘 伟

副主编 李亚宁

南开大学出版社

高等学校应用型环境专业实验教材

环境化学实验技术

主 编 李国东 刘 伟

副主编 李亚宁

编 写 李国东 刘 伟
李亚宁 张 晨

南开大学出版社
天 津

图书在版编目(CIP)数据

环境化学实验技术 / 李国东, 刘伟主编. — 天津:
南开大学出版社, 2013. 11
高等学校应用型环境专业实验教材
ISBN 978-7-310-04345-3

I. ①环… II. ①李…②刘… III. ①环境化学—
化学实验—高等学校—教材 IV. ①X13—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 250347 号



南开大学出版社出版发行

出版人: 孙克强

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022)23508339 23500755

营销部传真: (022)23508542 邮购部电话: (022)23502200

*

天津泰宇印务有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

260×185 毫米 16 开本 8.125 印张 200 千字

定价: 22.00 元

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022)23507125

前 言

实验教学的目的是使学生通过学习,加深对基础理论、基本知识的理解;正确和较熟练地掌握实验技能和基本操作,提高观察、分析和解决问题的能力;培养学生理论与实际相结合的操作技能、严谨的工作作风和实事求是的科学态度,树立严格的“量”的概念,为学习后续课程和未来的实际工作打下良好的基础。

本书是按照普通高等学校本科专业规范,适应新形势下高等教育的人才培养模式,并结合南开大学滨海学院环境科学与工程系的教学现状,参考大气污染、水污染、土壤污染及生态修复等多种实验经典教材内容编写而成。实验内容包括污染物在大气、水、土壤以及生物介质中存在的浓度水平和形态,对生物和生态系统产生的效应和风险,并以环境介质为主线,涉及样品采集、处理、现代仪器分析等技术,在保证基本知识的前提下,引进最新研究内容和研究方法,力求实验内容的基础性、实用性和先进性。

本书既注重对学生在环境化学各领域基本实验技能的培养和锻炼,同时也在一定程度上反映了当前环境化学领域的一些新的研究动态和方法,在内容设计上特别注意与本院开设的环境化学实验、生态实验、固体废弃物处理与处置实验及大气污染监测与处理实验的衔接,又尽量避免与环境监测实验、环境仪器分析实验等其他相关实验课程的重复,具有很强的实用性和适应性。

本书由李国东策划组织编写并进行统稿工作。全书共分五章,李国东参与编写第一章,第二章实验六,第三章实验一至四、七、八、十,第四章实验五、七;张晨编写第二章实验一至五,参与编写第一章;刘伟编写第三章实验五、六、九、十一、十二,第四章实验一至四、六、八至十,参与编写第一章;李亚宁编写第五章,参与编写第一章。刘熙老师、温兴权、付焕等同学参与了部分书稿的撰写工作。

在书稿写作和出版过程中,得到了南开大学滨海学院院系两级领导和同事的大力支持和帮助;特别是刘庆余教授对写作大纲的拟定和文稿写作均提出了具体意见和建议。在写作过程,编者也参考了兄弟院校的相关书籍资料,在此一并表示感谢!

本书可作为高等院校环境专业实验教材,主要面向高等学校应用型环境科学与环境工程本科专业,也可供相关专业技术人员参考。

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。我们的联系方式:gd_liww@126.com。

编 者

2013年7月于南开大学滨海学院

目 录

第一章 环境化学实验基本操作	1
一、实验基本要求	1
二、实验基本操作	2
第二章 大气环境化学实验	12
实验一 大气中 SO_2 浓度的测定:	
四氯汞盐吸收——副玫瑰苯胺分光光度法	12
实验二 大气中氮氧化物的测定——盐酸萘乙二胺分光光度法	14
实验三 环境空气除尘设备——袋式除尘器性能评价	17
实验四 环境空气治理技术——碱液吸收烟气中的 SO_2	21
实验五 环境空气治理技术——吸附法净化烟气中的氮氧化物	24
实验六 环境空气中悬浮颗粒物浓度的测定	26
第三章 水环境化学实验	30
实验一 有机污染物亨利常数及挥发速率的测定	30
实验二 水体沉积物中腐殖物质的提取和分离	34
实验三 有机物标化分配系数 K_{oc} 的测定	38
实验四 湖泊富营养化程度的综合评价	41
A. 水系总磷含量的测定——钼酸铵分光光度法	41
B. 水系总氮含量的测定——碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	43
C. 叶绿素 a 含量的测定——分光光度法	45
实验五 活性污泥中挥发性脂肪酸 (VFA) 的测定	47
实验六 生物氧化处理污水工艺污泥中氮氨的测定	50
实验七 Freundlich 吸附等温线绘制	52
实验八 甲基橙光催化降解反应动力学	55
实验九 渗滤液中 TS、DS 和 SS 的测定	57
实验十 天然水系 Cr^{3+} 的沉积含量监测	60
实验十一 厌氧生物氧化法处理污水工艺污泥碱度的测定	63
实验十二 生化氧化法水处理工艺污泥含水率的测定	66
第四章 土壤环境化学实验	68
实验一 土壤有机质的测定	68
实验二 固体废物的采样和制样	71
实验三 固体废物化学性质的测定	74

实验四	固体废物热值测定	76
实验五	土壤的阳离子交换量	79
实验六	污泥堆肥腐熟度的测定	82
实验七	土壤脲酶活性监测	85
实验八	垃圾分类调查	87
实验九	城市污泥好氧堆肥化处理	89
实验十	有机垃圾厌氧消化实验	93
第五章	环境生态化学实验	96
实验一	新型污染物在植物体内积累的测定	96
实验二	SO ₂ 在植物叶片内积累的测定	99
实验三	重金属的遗传生物效应实验	102
实验四	环境污染的细菌学效应实验	104
实验五	环境污染的浮游植物群落效应实验	108
实验六	环境污染的底栖动物群落效应实验	111
实验七	草履虫的急性毒性效应实验	113
实验八	蚯蚓亚慢性毒性效应实验	117
参考文献		121

第一章 环境化学实验基本操作

一、实验基本要求

环境化学实验是环境学科重要的实践课，与环境化学理论课共同构成完整的课程体系。通过实验，使学生进一步理解和掌握化学污染控制理论的基本概念和原理，加深对该领域常用技术的认识；掌握常用仪器、设备的基本原理和性能，并能通过使用说明书正确操作；掌握常见污染物的分析方法、基本参数的测量方法；正确处理和分析实验数据、具备撰写实验报告的能力；基本掌握独立设计、研究环境化学控制技术的能力。同时，培养学生规范操作、实事求是、勇于创新的工作素质。

实验教学课程可分为演示、操作、综合、设计等实验类型。演示性实验，以教师演示学生观摩的形式，验证理论、熟悉操作方法而进行的实验；操作性实验，学生按实验步骤亲手操作，分析相关指标，进行数据处理的实验形式；综合性实验，学生运用多个课程知识、几种实验方法，按照要求进行的实验。以此提高学生的综合实验技能；设计性实验，以培养学生灵活运用课程知识，进行创新实践为目的。给定实验目的、要求和实验条件，学生独立完成查阅资料，选择仪器设备，制定实验方法和步骤，并加以实现的实验。

学习本课程不仅要求学生有严谨认真的实验态度，同时要求学生养成良好的学习习惯。

1. 实验预习

课前认真阅读实验教材，必要时查阅其他参考资料。要求做到：

- (1) 明确实验目的和要求；
- (2) 了解实验原理、熟悉实验操作步骤、有关仪器的使用和实验注意事项；
- (3) 了解数据记录、处理方法，拟出实验数据记录表格；
- (4) 认真写好预习报告。

2. 实验操作

(1) 实验前，认真听取教师讲解，掌握实验原理、操作规范和注意事项，必要时进行提问和讨论。实验小组进行分工，明确试验任务。检查所需实验设备、仪器是否安全、正常，药品是否完备。

(2) 实验小组严格按照拟定的实验步骤，依次进行分工操作，必要时进行轮流操作使每位学生得到完整的锻炼。实验中做到胆大、细心，认真观察实验现象，勤于思考。若操作出现问题，可及时向教师报告进行处理。

3. 实验数据的读取

(1) 在实验运行稳定后读取数据, 要注意精度, 估读至最小刻度的下一位, 至少进行两次数据读数, 以确认结果的可重复性。必要时重复实验以得到准确数据。数据记录在提前拟好的实验记录表格中, 并标明各项的名称、单位等。数据记录真实、清楚, 不得杜撰或随意删减原始数据。

(2) 对实验结果要勤于分析思考, 遇到问题, 可查阅资料或与教师讨论, 必要时可多次实验, 以获得解决。

(3) 若实验失败, 要耐心检查原因, 经教师同意后可以重做实验。

(4) 数据测定完, 经教师检查通过之后, 可结束实验。整理仪器、设备、药品等恢复原始状态。

4. 实验报告的撰写

实验结束后应独立完成实验报告的编写, 要求每位同学提交一份。在整理实验数据中, 注意有效数字和误差理论的应用。分析实验结果, 对实验现象以及出现的问题进行讨论, 勇敢提出自己的见解, 必要时对实验提出自己的结论。

实验报告要求字体工整, 数据齐全, 图表规范, 通常包括的内容有: (1) 实验名称; (2) 实验目的; (3) 实验原理; (4) 实验装置流程图, 仪器、设备规格说明; (5) 实验简要步骤; (6) 数据处理的主要步骤、图表, 及实验结果; (7) 实验结果讨论。

二、实验基本操作

1. 显微镜的使用

(1) 显微镜的取放: 从柜中取出显微镜时, 要右手紧握镜臂, 左手托住镜座, 将显微镜轻轻放置在自己左前方的实验台上, 并使其距桌边 3~4 cm, 便于操作。

(2) 对光: 用显微镜进行观察时, 要先在低倍镜下找到物像。用拇指和中指转动物镜转换器, 当听到碰叩声时, 说明物镜的低倍镜已对准镜台的通光孔。将反光镜转向光源, 并打开光圈, 上升聚光器, 用左眼在目镜上观察, 观察时要保证右眼睁开, 同时转动反光镜直到整个视野均匀明亮为止。

(3) 放置玻片标本: 将制作好的玻片标本放在载物台上, 用推进器弹簧夹固定, 然后将所要观察的标本调到通光孔的正中。

(4) 调节低倍镜焦距: 以左手转动粗调节螺旋, 使物镜距标本片约 5 mm, 在此过程中, 一定要从右侧进行观察, 避免造成镜头或标本片的损坏。然后, 一边用眼在目镜上进行观察, 一边缓慢向上转动粗调节螺旋, 直至能看清物像为止。

(5) 把需进行观察的部分调到视野中心, 并把物像调节到最清晰的程度。

(6) 转动物镜转换器, 调换上高倍镜, 转换时速度要慢, 并且要从侧面进行观察, 使物镜几乎与玻片相接, 但不能碰到玻片, 如发生物镜与玻片碰撞的情况, 则说明低倍镜的焦距没有调好, 应重新调节低倍镜下的焦距。

(7) 调节高倍镜焦距: 转换到高倍镜后, 一般都能见到一个不太清楚的物像, 此时切勿

使用粗调节螺旋,可转动细调节螺旋获得清晰的物像。

(8) 测微尺:测微尺分为目镜测微尺和镜台测微尺两种。

目镜测微尺系中央刻有一条 5 mm 或 10 mm 长标尺的圆形玻片,标尺等分为 50 个或 100 个小格,用时将目镜测微尺装入目镜中。

镜台测微尺是一片载玻片,中央刻有一条 1 mm 长的标尺,共分为 100 个小格,每小格的长度为 10 μm (0.01 mm)。用时,将镜台测微尺放置于载物台上。

目镜测微尺和镜台测微尺配合使用,先在低倍镜下找到镜台测微尺的刻度,然后调节显微镜至所需的放大倍数。在所需的放大倍数下,转动目镜使目镜测微尺的刻度与镜台测微尺的刻度平行。然后使两尺的部分刻度线重合,即可按下式计算出目镜测微尺上每一格的长度。目镜测微尺每一格的长度为已知,即可测定出显微镜视野中物体的大小。

$$\text{目镜测微尺每格长度 (mm)} = \frac{\text{部分重合时镜台测微尺的格数} \times 0.01}{\text{部分重合时目镜测微尺的格数}}$$

2. 人工气候箱的使用

人工气候箱由位于箱内的微电脑系统来控制加热、制冷以及雾化过程,从而达到所需湿度。并由光照度控制器来控制光照量,来达到所需光照度。并据此达到恒温、恒湿及所需光照的目的。

人工气候箱的使用步骤如下:

(1) 将超声雾化器取下,往水槽中加入纯净水,切不可用自来水,然后将超声雾化器安装在原位,并将气雾连接管插在超声雾化器的出口处。最后将超声雾化器的电源插在加湿器控制插座上,使其与主机连接。

(2) 打开电源开关,稳定一段时间后,进行温度、湿度以及光照时间的设定。

①温度设定:按 SET 键,进入 SV 设置状态,之后下面显示窗中的温度数字开始闪动,但其中的末位数字是不闪动的,然后按 < 或 > 键,将不闪动数字移至需要设定的位数上,再按 $\vee$ 或 $\wedge$ 键改变温度至所需温度,最后按 SET 键存储设定值。此时上面的显示窗显示实际的温度,而下面的显示窗则显示设定温度。

②湿度设定:按 SET 键,进入 SV 设置状态,之后下面显示窗中的湿度数字开始闪动,但其中的末位数字是不闪动的,然后按 < 或 > 键,将不闪动数字移至需要设定的位数上,再按 $\vee$ 或 $\wedge$ 键改变湿度至所需数值,最后按 SET 键存储设定值。此时上面显示窗显示实际湿度值,下面显示窗则显示设定的湿度值。

③光照定时设定:按 SET 键,即进入定时设置状态,此时上面显示窗中的时间数字开始闪动,然后按 < 或 > 键,将闪动数位移至所需的位置,再按 $\vee$ 或 $\wedge$ 键改变时间至所需数值,分别将开和关的时间设置好,最后按 SET 键存储设定值。仪表下面显示光照强度,按 $\vee$ 或 $\wedge$ 键对光照强度进行调节。

3. 低温高速冷冻离心机的使用

低温高速冷冻离心机属于实验室的大型仪器,每次使用前都需征得管理员同意,并对仪器的使用情况进行登记。如发现异常情况应及时停止操作,并向管理员报告。

(1) 接通仪器的电源开关,打开离心机顶盖,然后根据所用的离心管型号选择相匹配的转子,如需更换转子时,首先将原有的转子旋下,安全保存,然后将更换的转子用扳手固定

在离心机的正确位置上。

(2) 在控制面板上, 对一系列离心参数, 如转速、离心温度以及离心时间等进行设置, 并保存。

(3) 将离心管对称放入转子内, 要保证对称位置的离心管质量是相等的, 同时离心管内样品不能装的太满, 样品平面要与离心管管口有一定距离, 并保持离心管外壁清洁、干燥。

(4) 盖上转子盖, 并将其旋紧, 然后盖上离心机顶盖。最后查看一下参数设置, 确认无误后, 按 **START** 键开始离心。

(5) 离心机达到设定的转速后, 至少平稳运行 5 min, 使用者才可以离开。并且在离心过程中, 使用者需定期进行查看, 以确认仪器运转是否正常。

(6) 离心结束, 待转子停止运转后, 方可打开离心机顶盖, 然后旋松转子盖, 将离心管取出, 放入低温下保存备用。

(7) 关闭电源, 并对离心机的内、外部分别进行清理, 如离心过程中发生漏液情况, 必须仔细擦拭干净, 并擦净腔体内的冷凝水, 待腔体温度与室温相同时将离心机顶盖关闭, 并盖上专用的离心机遮布。

4. 分光光度计的使用

(1) 使用前先开机预热 30 min, 使仪器达到稳定状态。将选择开关置于“T”旋钮。

(2) 打开样品室盖, 调节透光率“0%T”旋钮至“00.0”。

(3) 对波长进行设置, 调节波长选择钮调至需要的波长。

(4) 将装有空白对照的比色杯插入比色槽的正确位置, 保证比色杯的透明面正对光路。空白对照应含有除待测物以外的所有其他成分。

(5) 盖上样品室盖, 调节透光率“100%T”旋钮至“100.0T”。

(6) 仪器调透光率 T 为“00.0”和“100.0”后, 即可对样品的吸光度 A 进行分析, 首先将选择开关置于“A”旋钮, 将吸光值调节至“.000”, 然后放入待测溶液, 此时仪器的显示值即为样品的吸光度值。

(7) 测定完毕后, 首先打开样品室盖, 将比色杯取出, 再关闭仪器电源开关, 最后切断电源。对比色杯要进行彻底的清洗, 并晾干后, 再进行保存。

5. 溶氧仪的使用

溶氧仪方便用户携带到现场进行操作。JPB-607 型便携式溶氧仪测定溶解氧的步骤如下:

(1) 首先将电极插头插入“电极插口”内, 并将仪器的“测量/调零电源开关”调至“测量”挡, “溶氧/温度测量选择开关”调至“溶氧”挡, “盐度校准旋钮”向左旋至最低(0 g/L)。

(2) 打开仪器, 并预热 5 min 后, 将电极放入新鲜配制的 5%亚硫酸钠溶液中浸泡 5 min, 等到读数稳定后, 调节“调零旋钮”使仪器显示为零。

(3) 将电极从溶液中取出, 用蒸馏水冲洗干净, 之后用滤纸吸干电极薄膜表面的水分, 然后在空气中待读数稳定后, 调节“跨度校准旋钮”, 将读数指示值调至纯水在此温度下的饱和溶解氧值。

(4) 重复上述步骤(2)~(3)的操作。

(5) 然后将电极浸入待测水样中, 此时仪器显示的读数即为待测水样的溶解氧值。

(6) 若待测水样含有一定盐度, 测量时应按上述步骤(2)~(3)的操作进行盐度校准。

校准后, 将待测水样的盐度换算成 g/L 单位, 将“盐度校准旋钮”旋至相应位置, 盐度校准完成后, 即可测量水样的溶解氧值。此时, 仪器的显示值即为水样在该盐度下的溶解氧值。

溶氧仪校准方法有空气校准法、化学标准法和空气饱和水校准法。

(1) 空气校准法

当水体中的溶解氧达到饱和时, 液相中的氧分压等于液相上面气体的氧分压, 也就是, 当达到平衡状态时, 由液面上空气进入水中氧的速率, 与水中逸回到空气中氧的速率是相等的。氧电极是氧分压敏感元件, 因此电极浸入水相或水相上面的空气中, 都会产生相等的电流, 此即空气校准技术的原理。

(2) 化学标准法

先用化学法取样分析水样的溶解氧含量, 然后将电极浸入水样中, 并以化学法测得的值为标准对仪器的读数进行校准。

(3) 空气饱和水校准法

当气压和温度一定时, 水体中的饱和溶解氧也为一定值, 据此, 可用经过空气饱和的水对仪器进行校准。用空气泵连续向盛有蒸馏水的容器中鼓气 1 h 以上, 在鼓气过程中将电极放入, 并不断用机械搅拌水体。测定水温, 按各温度下的饱和溶解氧值来校准仪器。

表 1-1 不同温度和氯化物浓度水中的饱和溶解氧含量值

$T (^{\circ}\text{C})$	$c_s (\text{mg/L})$	$\Delta c_s (\text{mg/L})$	$T (^{\circ}\text{C})$	$c_s (\text{mg/L})$	$\Delta c_s (\text{mg/L})$
0	14.64	0.092 5	20	9.08	0.048 1
1	14.22	0.089 0	21	8.90	0.046 7
2	13.82	0.085 7	22	8.73	0.045 3
3	13.44	0.082 7	23	8.57	0.044 0
4	13.09	0.079 8	24	8.41	0.042 7
5	12.74	0.077 1	25	8.25	0.041 5
6	12.42	0.074 5	26	8.11	0.040 4
7	12.11	0.072 0	27	7.96	0.039 3
8	11.81	0.069 7	28	7.82	0.038 2
9	11.53	0.067 5	29	7.69	0.037 2
10	11.26	0.065 3	30	7.56	0.030 2
11	11.01	0.063 3	31	7.43	
12	10.77	0.061 4	32	7.30	
13	10.53	0.059 5	33	7.18	
14	10.30	0.057 7	34	7.07	
15	10.08	0.055 9	35	6.95	
16	9.86	0.054 3	36	6.84	
17	9.66	0.052 7	37	6.73	
18	9.46	0.051 1	38	6.63	
19	9.27	0.049 6	39	6.53	

表中, T 为温度, $^{\circ}\text{C}$; c_s 为饱和溶解氧值, mg/L ; Δc_s 为进行校准时, 每升每克盐浓度要减去的数值, mg/L 。

6. pH 计的使用

用 PHSJ-3F 型 pH 计测定 pH 值的具体步骤如下:

(1) 在进行测量前, 应首先将待测溶液进行充分搅拌, 然后使溶液静置, 准备测定。

(2) 对 pH 计进行校准

① 一点校准法

一点校准法是只采用一种 pH 标准缓冲溶液对 pH 计进行校准, 此方法适用于测量精度要求不高的情况下, 来简化操作。具体步骤如下:

a. 将 pH 电极和温度传感器分别插入测量电极插座和温度传感器插座内, 然后将该电极用蒸馏水清洗干净, 吸干黏附的水, 并放入 pH 标准缓冲溶液 A 中 (规定的五种标准缓冲溶液中的任一种)。

b. 在仪器处于任何一种工作状态下, 按“校准”键, 仪器即进行校准工作状态, 此时仪器会显示当前的 pH 值和温度值。

c. 当显示屏上的 pH 读数稳定后, 按“确认”键, 仪器校准完毕。

② 两点校准法

两点校准法是为了保证 pH 测量的精度, 即选用两种 pH 标准缓冲溶液对 pH 计进行校准, 具体操作步骤如下:

a. 在完成一点校准后, 将电极取出, 然后用蒸馏水清洗干净, 吸干黏附的水, 放入 pH 标准缓冲溶液 B 中。

b. 再按“校准”键, 仪器进入两点校准工作状态, 仪器会显示当前的 pH 值和温度值。

c. 当显示屏上的 pH 读数稳定后, 按“确认”键, 仪器完成两点校准。

(3) pH 值测量

校准完成后, 按“pH”键, 使仪器进入测定 pH 的工作状态。然后将电极取出, 用蒸馏水清洗干净, 吸干黏附的水, 放入待测溶液中, 此时仪器会显示待测溶液的 pH 值和温度值。待读数稳定后, 读取 pH 值。

在每次 pH 值测定前、后, 都要对电极进行彻底清洗, 以防测定溶液中的物质黏附在电极上, 影响 pH 值测定的准确性。

(4) 测定完毕后, 先将电极冲洗干净, 然后套上电极保护套, 电极套内放入少量 3 mol/L 的 KCl 外参比补充液, 以保持电极球泡的湿润, 千万不能将其浸泡在蒸馏水中。

(5) pH 标准缓冲溶液的配制

① pH=1.68 的标准缓冲溶液: 准确称取 GR 草酸氢钾 12.61 g, 然后溶于 1000 mL 重蒸水中。

② pH=4.00 的标准缓冲溶液: 准确称取 GR 邻苯二甲酸氢钾 10.12 g, 然后溶于 1000 mL 重蒸水中。

③ pH=6.86 的标准缓冲溶液: 准确称取 GR 磷酸二氢钾 3.387 g、GR 磷酸氢二钠 3.533 g, 然后溶于 1000 mL 重蒸水中。

④ pH=9.18 的标准缓冲溶液: 准确称取 GR 四硼酸钠 3.80 g, 然后溶于 1000 mL 重蒸水中。

⑤ pH=12.46 的标准缓冲溶液: 将过量的氢氧化钙粉末 (大于 2 g) 加入盛有 (约 5~10 g/L)

重蒸水的聚乙烯瓶中，剧烈振荡 30 min，然后取上清液。

7. 电导仪的使用方法

(1) 电导池常数的测定

- ① 用 0.010 0 mol/L 标准氯化钾溶液冲洗电导池三次。
- ② 将此电导池注满标准溶液，放入恒温水浴中约 15 min。
- ③ 测定溶液电导度，更换标准溶液后再进行测定，重复数次，使电导度稳定在 $\pm 2\%$ 范围内，求其平均值。
- ④ 用公式 $S=1/R=K/Q$ 计算，则 $Q=K/S$ 。对于 0.010 0 mol/L 标准氯化钾溶液，在 25℃ 时 $K=141.3 \text{ mS/m}$ ，则 $Q=141.3 \text{ S}^{-1}$ 。

表 1-2 不同浓度氯化钾的电导率

浓度 (mol/L)	电导率 (mS/m)
0.000 1	1.494
0.000 5	7.390
0.001 0	14.700
0.005 0	71.780

(2) 样品的测定

- ① 插接电源线，打开电源开关，并预热 10 min。
- ② 用温度计测出被测液的温度后，将“温度”钮置于被测液的实际温度相应位置上。当“温度”钮置于 25℃ 位置时，则无补偿作用。
- ③ 将电极浸入被测溶液，电极插头插入电极插座（插头、插座上的定位销对准后，按下插头顶部可使插头插入插座。如欲拔出插头，则捏其外套往上拔即是）。
- ④ “校正—测量”开关扳向“校正”，调节“常数”钮使显示数（小数点位置不论）与所使用电极的常数标称值一致。
- ⑤ 例如，电极常数为 0.85，调“常数”钮使显示 850。常数为 1.1，则调“常数”钮使显示 1100（不必管小数点位置）。
- ⑥ 另外，当使用常数为 10 的电极时，若其常数为 9.6，此时，调“常数”钮使显示 960，若常数为 10.7，则调“常数”使显示 1070。
- ⑦ 将“校正—测量”开关置于“测量”位，将“量程”开关扳在合适的量程挡，待显示稳定后，仪器显示数值即为溶液在实际温度时的电导率。
- ⑧ 如果显示屏首位为 1，后三位数字熄灭，表明被测值超出量程范围，可扳在高一挡量程来测量。如读数很小，为提高测量精度，可扳在低一挡的量程挡。
- ⑨ 对高电导率测量可使用 DJS-10 电极，此时量程扩大 10 倍，即 20 mS/cm 挡可测至 200 mS/cm。2 mS/cm 挡可测至 20 mS/cm，但测量结果需乘以 10。

8. 电热恒温培养箱使用

电热恒温培养箱作为储藏菌种、生物培养以及恒温实验使用科学仪器，需要连续运行，为保证安全，外壳必须有效接地。应放置在具有良好通风条件的室内每隔两个月用酒精对 interior 进行消毒，并用清水擦干净。DNP-9162 型电热恒温培养箱使用方法如下：

①把电源开关拨至“I”处,此时电源指示灯亮,控温仪上有数字显示。

②温度设定

a. 当所需加热温度与设定温度相同进不需设定,反之则需重新设定。先按控温仪的功能键 SET 进入温度设定状态,SV 设定显示一闪一闪,再按移位键“◀”配合加键“▲”或减键“▼”设定结束需按功能键“SET”确认。

b. 如需设定温度 37.0℃,原设定温度 26.5℃,先按功能键“SET”,再按移位键“◀”,将光标移至显示器十位数字上,然后按加键“▲”,使十位数字从“2”升至“3”,十位数设定后,移动光标依次设定个位和分位数字,使设定温度显示为 37.0℃,按功能键“SET”确认,温度设定结束。

③上限跟踪报警设定:产品出厂前已设定高 10℃,一般不要进行设定,如需重新设定按功能键“SET”5 s,仪表进行上限跟踪报警设定状态“AL1”再按移位键“◀”配合加键“▲”或减键“▼”操作,最后按功能键“SET”确认,跟踪报警设定结束。

④温度显示值修正:由于产品出厂前都经过严格地测试,一般不要进行修正。如产品使用时的环境不佳,外界温度过低或过高,会引起温度显示值与箱内实际温度误差,如超出技术指标范围的,可以修正。具体步骤:按功能键“SET”5 s,仪表进入参数设定循环状态“AL1”,继续按动功能键“SET”,使 PV 显示“SC”修正,然后按动移位键“◀”配合加键“▲”或减键“▼”操作,就可以进行温度修正。最后按键“SET”确认,温度显示值修正结束。

⑤设定结束后,各项数据长期保存,此时培养箱进入升温状态,加热指示灯亮。当箱内温度接近设定温度时,加热指示灯忽亮忽熄,反复多次,控制进入恒温状态。

⑥打开内外门,把所需培养的物品放入培养箱,关好好内外门,如内外门开门时间过长,箱内温度有些波动,这是正常现象。

⑦根据需要选择培养时间,培养结束后,把电源开关拨“0”,如不马上取出物品,请不要打开箱门。

⑧如果你对控温精度和波动度有较高的要求,可采用 PID 自整定控制,当箱内温度第一次将达到设定温度时,先按功能键“SET”5 s,仪表进入设定循环状态“AL1”,继续按“SET”键使 PV 显示“ATU”,SV 显示“0000”,然后按加键“▲”使 SV 显示“0001”,最后按功能键“SET”确认,此时自整定指示灯亮,控温仪进入 PID 自整定控制。

9. 浮游生物网和采水器的使用

(1) 浮游生物网的使用

如需采集较浅水体的浮游生物时可用定量浮游生物网。定量浮游生物网由不同孔径的筛绢制成,呈圆锥形,口径为 20 cm,网长为 70 cm。网口用铜环或铝环支撑,网底套有玻璃或金属的盛水器,以用来采集浮游生物。网前端装有一帆布附加套,用以减少浮游生物于网口的损失。采样时间可根据浮游生物的量而定,通常为 10~30 min。采集完成后将网缓缓提起,使水滤出,当所采的浮游生物都聚集于盛水器时,可用玻璃瓶接好,然后打开活塞使采集的标本进入瓶中,备用。若采集水域的水层过浅而不能用网时,可使用容器舀水,然后倒入网中过滤。浮游生物网,在每次用完时都要用清水反复的进行冲洗,待清洗干净后悬挂于阴凉处晾干,然后保存以备下次使用。

(2) 采水器的使用

如需采集较深水体的浮游生物时, 可用采水器。最为简便的为瓶底附有铅块的广口瓶。广口瓶的体积是固定的, 可以为 1 000 mL、2 000 mL、3 000 mL、5 000 mL 等各种容量。以便于做定量分析。广口瓶瓶口加橡皮塞, 并用一细绳牢牢拴在橡皮塞中间。同时, 广口瓶瓶身上系有粗线绳, 线绳上有尺度标记。当采水器沉入水中采样时, 可将橡皮塞轻轻拉出, 水样即进行入瓶中, 当瓶中盛满水样后, 立即提起采样瓶, 然后将采集的水样倒入玻璃瓶中, 备用。

将采水器沉入水体哪一深度即可采集哪一水层的水样。具体采水深度及方法可视具体情况而定。

表 1-3 不同深度水体的采水方法

采样水体深度 (m)	采样方法
< 2	0.5 m 处采水
2~3	分别于 0.5 m 处、底层采水
> 3	据具体情况, 分层采水

10. 底栖生物的定量采集

定量采样可较为客观地反映水体底部底栖动物的种类组成及数量, 是以每平方米作为单位进行统计。

(1) 自然基质采样

直接从自然基质采集底栖动物样品可用多种采样器进行, 目前国内比较常用的为 1/16 彼得生采泥器。通常每个采样点采样 2~3 次, 以减少因采样点底质的不同, 而造成的生物种类和密度上的差异。每次采样的面积为 $1/16 \text{ m}^2$ 。采样时, 先打开采泥器, 并将提钩挂好, 将采泥器缓慢放入水底, 之后抖脱提钩, 先将采泥器缓缓上提约 20 cm, 待采泥器的两页闭合之后, 慢慢将其拉出。打开两页, 将其中的内容样品倾入桶中。然后过 40 目分样筛后, 将含标本的筛内剩余物装入干净塑料袋, 带回实验室进行标本的检出及固定。

(2) 人工基质采样

直接从自然基质采样会受到一定限制, 所以为了统一标准, 可采用人工基质法进行采样。将人工基质采样器放入水中, 为大型无脊椎动物群落提供栖息场所, 栖息于人工基质上的生物多为流水带来的甲壳类、软体动物、腔肠动物、水生昆虫幼虫以及苔藓虫类等。目前较为常用的人工基质采样器为篮式采样器。篮式采样器的结构和形状都是具有一定标准的, 最为常用的是直径 18 cm, 高 20 cm 的圆柱形铁笼, 铁笼用 8 和 14 号的铁丝编织而成, 小孔为 4~6 cm。采样时, 首先在笼底铺一层 40 目的尼龙筛绢, 然后装入 7~9 cm 长的卵石。通常每个采样点放两个铁笼, 并用棉腊绳固定。经过两周后取出, 将笼内卵石倒入装有少量水的桶内, 并用毛刷刷下所有的底栖动物, 过 40 目分样筛后, 倒入白磁盘中, 然后用肉眼检出可见的标本并进行固定。由于所用的卵石等人工基质也采自水体, 同水体天然的基质是相同的, 再加上较长时间的收集, 较能反映底栖动物的群落组成。

11. 水体采样方法

水质采样可选用聚乙烯塑料桶、单层采样器、泵式采水器、自动采样器或自制的其他采

样工具和设备。场合适宜时也可以用样品容器手工直接灌装。采样器可以使用硬质玻璃、聚乙烯、石英、聚四氟乙烯制的带磨口盖（或）塞瓶，原则上有机类监测项目选用玻璃材质，无机类监测项目可用聚乙烯容器。

（1）不同水体的采样方法

①从管道、水渠等落水口处取样：从管道、水渠等落水口处取样，直接用容器或聚乙烯桶，要注意悬浮物质分取均匀。

②从排污管道中取样：在排污管道中采样，由于管道壁的滞留作用，同一断面不同部位流速有差异，污染物分布不均匀，浓度相差颇大。因此当排污管道水深大于 1 m 时，可由表层起向下到 1/4 深度处采样，作为代表平均浓度的废水样。如果小于或等于 1 m 时，可只取 1/2 深度的废水样即可。

③从容器、贮罐、废水池等处取样：对盛有废液的小型容器，采样前先充分搅匀，然后取样。废液分三层以上，不能搅匀时，可按各层量的多少的比例分层取样。

④对污染物分布不均匀的大型贮罐或废水池，根据具体情况，可多点分层采样。可采用自制的负重架，架内固定聚乙烯塑料样品容器，沉入废水中采样。

⑤从地面水如河流、湖泊等水体取样：采集表层水样时，可直接用容器或聚乙烯桶进行；采集表层以下各层面的水样时，可用单层采样器采样。

（2）各种采样器的采样方法

采样器用水样冲洗三次后（不可先加固定剂），正式取样。

①用单层采样器采样：采样时在架底固定好铅坠，检查采样瓶是否牢靠，带软绳的瓶塞是否合适；一手抓软绳，一手将水瓶慢慢放入水中；到达预定水层时，提拉软绳，使瓶塞打开，待水灌满后迅速提出水面，倒掉上部一层水，便得到所需的水样。

②利用自动采样器采样：当利用自动采样器采样时，应把自动采样器的采水用配管沉到适当的深度（一般在中心部分），配管的尖端附近装上 2 mm 筛孔的耐腐蚀的筛网，以防止杂质进入配管及泵内。由于筛孔容易堵塞以及泵内易黏附油脂物质，所以要定期清洗。

③聚乙烯塑料桶采样：到达采样站位正式采样前，用水样冲洗桶体 2~3 次。当用桶采集的水样为离表层零至几十厘米深处混合水样时，应避免水面漂浮物体进入采样桶。采样时，使桶口迎着水流方向浸入水中，水充满桶后，应迅速提出水面。

12. 浸出液的制备

（1）土壤浸出液的制备

土壤中的速效养分氮、磷、钾主要以硝态氮、铵态氮、磷酸盐和钾盐等形式存在于土壤溶液里或被土壤胶粒吸附。要测定它们，首先要用一种溶液把它们浸提出来。当用电解质溶液作浸提液（如 NaHCO_3 ）处理土壤时，土壤胶粒吸附的离子就被电解质溶液里的离子（如 Na^+ ）替代，替代出来的离子和原来土壤溶液中的养分一起进入浸提液。操作步骤如下：

①从田间取回有代表性的土壤样品，在 105~115℃ 下烘干。

②称取 5 g 干燥的土壤样品，放入 50 mL 干燥的锥形瓶中，加入 25 mL 0.5 mol/L 的碳酸氢钠浸提液。用玻璃棒把土壤搅散。再加入半药匙活性炭，剧烈振荡 1~2 min 后静置 5~10 min，过滤后得到的滤液是土壤浸出液。

注意:

①浸提液有多种,如盐酸、柠檬酸、氢氧化钠、碳酸氢钠、氯化钠和醋酸—醋酸钠等溶液。选用哪种浸提液更好,应根据土壤的酸碱度及浸出效果来决定。

②加活性炭的目的是为了脱色。但加入前要检验活性炭中是否含有磷。如果含有磷,在使用前将磷除去。方法是用 0.5 mol/L 的碳酸氢钠溶液浸提,浸提 2 h 后过滤(吸滤法),活性炭还要用浸提液洗涤两次,最后用蒸馏水洗到中性,烘干备用。

(2) 污泥水浸提液的制备方法

取新鲜污泥与蒸馏水,按照新鲜污泥:蒸馏水=1:10(w/w)的比例混合,在 25°C 、 200 r/min 下,恒温振荡器中恒温振荡 2 h ,然后在 $5\,000\text{ r/min}$ 离心机中离心 30 min 后,取上清液置于磨塞瓶中储存备用。