

高等院校环境类专业教材

环境监测实验

汤红妍 编

H U A N J I N G J I A N C E S H I Y A N

第六版



化学工业出版社

高等院校环境类专业教材

环境监测实验

汤红妍 编



化学工业出版社

· 北京 ·

《环境监测实验》结合环境监管中的常规监测项目，并依据环保部最新的环境监测技术标准，列出了一系列实验项目及其监测技术方法。主要内容包括：环境监测实验基础，环境监测实验质量保证，水和废水监测，空气、土壤及其他监测，综合性和设计性实验五个章节，且在附录中列出了常用的环境质量标准。

《环境监测实验》可作为高校环境类专业本科和专科学生的教材，也可作为环境监测或其他环境污染治理技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测实验/汤红妍编. —北京：化学工业出版社，2017.12

高等院校环境类专业教材

ISBN 978-7-122-31028-6

I. ①环… II. ①汤… III. ①环境监测-实验-高等学校-教材 IV. ①X83-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 282949 号

责任编辑：徐雅妮 任睿婷

装帧设计：王晓宇

责任校对：王素芹

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印刷：北京市振南印刷有限责任公司

装订：北京国马装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 307 千字 2018 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

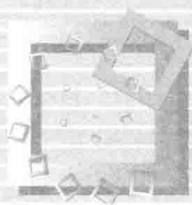
购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：39.00 元

版权所有 违者必究



前言

目前，环境监测在分析评价环境质量现状、污染治理实施的处理效果和竣工验收等方面发挥着关键作用，自从 2015 年我国推出环境污染第三方治理政策，逐步开放了环境检测市场，第三方环境检测机构进入环境监测领域后，环境监测人才的市场需求不断扩大。

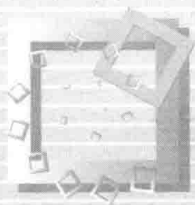
环境监测实验是掌握环境监测技术过程中一个非常重要的环节，通过不断的实验和实践，才能真正地掌握监测样品的科学分析技术。为了满足环境监测技术学习的需要，编者结合环境监测标准的更新和技术的发展编写了本书。

本书综合考虑环境质量监测和污染源监督性监测中的常规监测项目，并结合一般本科院校环境类实验室水平等方面的因素，设置了实验项目，包括水和废水监测实验 21 个，空气、土壤及其他监测实验 20 个，综合性和设计性实验 4 个，详细论述了各项目监测分析方法。此外，教材中涵盖了环境监测实验室安全守则、环境监测实验基本操作和常用仪器设备的使用方法等，这些是监测技术人员学习监测实验技术之前必须掌握的内容。学习这些内容有利于监测人员进一步巩固知识，规范操作。环境监测实验质量保证涵盖了监测人员监测分析过程中必须遵循的原则，以保证监测数据准确可靠。

本书历经了三年的编写和修改，但由于编者水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编者

2017 年 9 月



目录

第一章 环境监测实验基础

- 第一节 环境监测实验室安全守则 / 001
- 第二节 环境监测实验基本操作 / 003
- 第三节 环境监测实验常用的仪器设备 / 007

第二章 环境监测实验质量保证

- 第一节 基本概念 / 014
- 第二节 监测分析方法的分类 / 017
- 第三节 数据分析与处理 / 018
- 第四节 水样的采集与保存 / 021
- 第五节 大气样品的采集 / 025

第三章 水和废水监测

- 实验一 悬浮物的测定 / 029
- 实验二 浊度的测定 / 031
- 实验三 色度的测定 / 033
 - I 铂钴标准比色法 / 033
 - II 稀释倍数法 / 035
- 实验四 化学需氧量的测定 / 037
 - I 重铬酸钾法 / 037
 - II 快速消解分光光度法 / 041
- 实验五 五日生化需氧量 (BOD₅) 的测定 / 047
- 实验六 高锰酸盐指数的测定 / 054

- 实验七 溶解氧的测定 / 057
- I 碘量法 / 057
 - II 电化学探头法 / 060
- 实验八 氨氮的测定 / 064
- 实验九 总氮的测定 / 069
- I 气相分子吸收光谱法 / 069
 - II 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 / 072
- 实验十 总磷的测定 / 076
- 实验十一 酸度的测定 / 079
- 实验十二 碱度的测定 / 081
- 实验十三 氯化物的测定 / 085
- 实验十四 游离氯和总氯的测定 / 088
- 实验十五 氯化物的测定 / 092
- 实验十六 总铬的测定 / 095
- I 高锰酸钾氧化-二苯碳酰二肼分光光度法 / 095
 - II 硫酸亚铁铵滴定法 / 098
- 实验十七 挥发酚的测定 / 100
- I 4-氨基安替比林直接分光光度法 / 100
 - II 4-氨基安替比林萃取分光光度法 / 104
- 实验十八 总大肠菌群的测定 / 106
- 实验十九 粪大肠菌群的测定 / 112
- 实验二十 细菌菌落总数的测定 / 114
- 实验二十一 苯系物的测定 / 117

第四章 空气、土壤及其他监测

- 实验一 空气质量监测——TSP 的测定 / 123
- 实验二 空气质量监测——SO₂ 的测定 / 125
- 实验三 空气质量监测——NO_x 的测定 / 131
- 实验四 空气中 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 / 136
- 实验五 空气中一氧化碳的测定 / 138
- 实验六 空气中臭氧的测定 / 141
- 实验七 空气飘尘中苯并 [a] 芘的测定 / 145
- 实验八 室内空气质量监测——甲醛的测定 / 148
- 实验九 室内空气质量监测——苯系物的测定 / 151
- 实验十 室内空气质量监测——总挥发性有机物的测定 / 156
- 实验十一 土壤中有有机氯农药残留量的测定 / 159

- 实验十二 土壤中总铬的测定 / 162
- 实验十三 工业废渣渗滤模型实验 / 165
- 实验十四 头发中汞含量的测定 / 167
- 实验十五 茶叶中铜含量的测定 / 169
- 实验十六 金鱼毒性实验 / 171
- 实验十七 苹果中有机磷农药残留量的测定 / 174
- 实验十八 城市区域环境噪声测量 / 178
- 实验十九 城市道路交通噪声测量 / 181
- 实验二十 工业企业厂界噪声测量 / 182

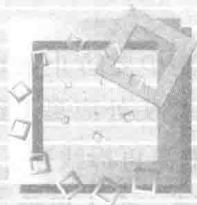
第五章 综合性和设计性实验

- 实验一 某河流水质监测与评价 / 186
- 实验二 城市污水处理效果监测与评价 / 188
- 实验三 校园空气质量监测与评价 / 190
- 实验四 室内空气质量监测与评价 / 192

附录

- 附录一 地表水环境质量标准 / 196
- 附录二 污水综合排放标准 / 199
- 附录三 环境空气质量标准 / 203
- 附录四 室内空气质量标准 / 205
- 附录五 水中氧的溶解度与温度、大气压和盐分的关系 / 206
- 附录六 大气采样器流量校准方法 / 209

参考文献



第一章 环境监测实验基础

第一节 环境监测实验室安全守则

一、实验室安全规则

在进行环境监测实验时,经常用到具有腐蚀性、易燃、易爆或有毒的化学试剂,易损的玻璃仪器和某些精密仪器,同时还会使用各种热电设备、高压或真空等器具和燃气、水电等。如果不按照规则操作,就有可能造成中毒、火灾、爆炸、触电等事故。因此,为确保实验的正常进行和实验人员的安全,必须严格遵守实验室的安全规则。

① 禁止携带食物或饮品进入实验室,以防止实验室的有毒、有害物质通过饮食进入人体内,离开实验室之前要用肥皂洗手。

② 实验前,应了解所用药品的毒性和防护措施。涉及有毒气体的操作(如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、浓 HCl 和 HF 等)应在通风橱内进行。苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等的蒸气会引起中毒,也应在通风良好的情况下使用。

③ 许多有机溶剂如乙醚、丙酮、乙醇、苯等非常容易燃烧,大量使用时室内不能有明火、电火花或静电放电。这类药品在实验室内不可存放过多,使用后还要及时回收处理,不可倒入下水道,以免聚集引起火灾。

④ 浓酸、浓碱具有很强的腐蚀性,使用时,切勿洒在桌面、地面、皮肤和衣服上,尤其不要溅入眼睛内。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能逆向操作。

⑤ 禁止用手直接取用任何化学药品,使用毒物时除用药匙、量器外,必须佩戴橡胶手套,原则上应避免药品与皮肤接触,实验后应立即清洗仪器,并用肥皂洗手。

⑥ 配制的试剂瓶要贴标签,注明药品名称、浓度、配制日期等。剧毒药品必须严格遵守保管和使用制度。倾倒试剂时,手掌要遮住标签,以保证标签的完整。试剂一经倒出,严禁倒回。

⑦ 实验中要防止触电，不要用湿手接触电器，电器的电源裸露部分应有绝缘装置（例如电线接头处应裹上绝缘胶布）。实验时，应先连接好电路再接通电源。实验结束后，应先切断电源再拆线路。

⑧ 不要一个人单独在实验室工作，同事（或同学）在场可以保证紧急情况下互相救助。一般不应把实验室的门关上。

⑨ 实验完毕，必须洗净双手。

二、意外事故处理

① 起火后，要立即组织灭火，同时，尽快移开可燃物并切断电源，以防火势扩大。一般的小火，可用湿布、石棉布或砂子覆盖燃烧物灭火。火势较大时可用灭火器灭火，但要注意电器设备所引起的火灾，不能使用泡沫灭火器，以免触电，可选用二氧化碳或四氯化碳灭火器。若实验室人员衣服着火时，应立即脱下衣服或用石棉布覆盖着火处，火势较大时，应立即卧地打滚。

② 强酸溅在皮肤上时，立即用大量水冲洗，然后用5%的碳酸氢钠溶液或10%的氨水清洗伤处。强酸溅入眼里时，要先用水冲洗，然后用3%的碳酸氢钠溶液冲洗，随即送往医院治疗。氢氟酸灼伤时，立即用水冲洗，再用冰冷的饱和硫酸镁清洗并包扎。要防止氢氟酸浸入皮下和骨骼中。

③ 强碱溅在皮肤上时，先用大量水冲洗，然后用2%的硼酸或2%的醋酸冲洗，严重灼伤需送往医院治疗。

④ 火伤：一度灼伤（皮肤发红），涂上95%的酒精并用浸湿纱布盖于伤处，或用冷水止痛；二度灼伤（皮肤发泡），除上述方法外，还可用3%~5%的高锰酸钾或5%的新制丹宁溶液，用纱布浸湿包扎；三度灼伤（皮肤焦破），用消毒棉包扎后送往医院治疗。

⑤ 割伤：玻璃割伤，先将碎玻璃从伤口中取出，然后擦上消炎灭菌药物，包扎好。如伤口较大，应送往医院包扎治疗。

⑥ 被氢氰酸灼伤后，先用高锰酸钾溶液洗，再用硫化氢溶液洗。

⑦ 被硝酸银、氯化锌灼伤后，先用水冲洗，再用碳酸氢钠溶液（50g/L）清洗，然后涂上油膏及磺胺粉。

⑧ 被磷（三氯化磷、三溴化磷、五氯化磷、五溴化磷）灼伤后，先用硫酸铜溶液（10g/L）洗去残余的磷，再用1:1000的高锰酸钾溶液湿敷，外面再涂以保护剂，禁用油质敷料，然后用绷带包扎。

⑨ 甲醛触及皮肤时，可先用水冲洗后，再用酒精擦洗，最后涂上甘油。

⑩ 碘触及皮肤时，可用淀粉（如米饭等）涂擦，这样可以减轻疼痛，也能褪色。

⑪ 被铬酸灼伤后，先用大量清水冲洗，再用硫化氢溶液洗。

⑫ 吸入刺激性或有毒气体，如氯气、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，应立即到户外呼吸新鲜空气。

⑬ 触电：首先切断电源，然后在必要时进行人工呼吸。

第二节 环境监测实验基本操作

环境监测实验操作之前,要先按照监测分析方法的要求制备纯水,清洗所使用的玻璃仪器,再配制相应的试剂溶液。

一、纯水的制备

1. 纯水的等级

实验室纯水应为无色透明的液体,其中不得有肉眼可辨的颜色与纤絮杂质。实验室纯水可分为以下三个等级。

(1) 一级水

一级水不含有溶解杂质或胶态有机物。它可用二级水经进一步处理制得。例如可将二级水经过再蒸馏、离子交换混合床、 $0.2\mu\text{m}$ 滤膜过滤等方法处理,或用石英蒸馏装置做进一步蒸馏制得。一级水用于制备标准水样或超痕量物质的分析。

(2) 二级水

二级水常含有微量的无机、有机或胶态物质。可用蒸馏、电渗析或离子交换法制得的水进行再蒸馏的方法制备。二级水用于精确分析和研究工作。

(3) 三级水

三级水适用于一般实验工作。可用蒸馏、电渗析或离子交换等方法制备。

实验室纯水的原料水应当是饮用水或比较干净的水,如有污染或空白达不到要求,必须进行纯化处理。实验室用水应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 实验室纯水的质量指标

指标名称	一级水	二级水	三级水
pH 值范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/($\mu\text{S}/\text{cm}$)	≤ 0.1	≤ 1.0	≤ 5.0
可氧化物的限度试验	—	符合	符合
吸光度(254nm,1cm 光程)	≤ 0.001	≤ 0.01	
二氧化硅/(mg/L)	≤ 0.02	≤ 0.05	

2. 纯水的制备方法

(1) 蒸馏法

蒸馏法是将原水加热蒸发,再冷凝下来,以除去水中离子,制得纯水的方法。这种方法利用杂质与水的沸点不同,不能与水蒸气一同蒸发而达到水与杂质分离的目的。水中杂质分为不挥发性和挥发性两类:不挥发性杂质,大多数是无机盐、碱和某些有机化合物,

用蒸馏法可除去这些不挥发性杂质；挥发性杂质，包括溶解在水中的气体、多种酸、有机物和完全或部分转入馏出液中的某些盐的分解产物。

用蒸馏法制备无离子纯水的优点是操作简单，可以除去非离子杂质和离子杂质。缺点是设备要求高，产量很低而成本又高。

制备纯水的蒸馏器将影响纯水的质量。利用铜或其他金属制成的蒸馏器，制得的蒸馏水中所含的金属杂质，例如铜、锡等常多于原水，不适用于痕量元素的分析。使用硬质玻璃制成的蒸馏器，全部磨口连接，所制得的蒸馏水比较纯净，适用于一般用途。石英蒸馏器所得到的蒸馏水更为纯净，适用于所有痕量元素的测定工作。

(2) 去离子水

利用离子交换树脂中可游离交换的离子与水中离子的相互交换作用，将水中各种离子除去或减少到一定程度，所获得的水为去离子水。

首先，使用自来水制备去离子水，先将原水充分曝气，夏季约 1d，冬季约 3d，待其中余氯除尽再流入树脂床。

其次，将潮湿的新树脂在空气中晾干，用 95% 乙醇浸泡 4h 并不断搅拌，用水漂洗至无乙醇气味后，再漂洗 1~2 次，然后进行以下处理：强酸性阳离子交换树脂，先用 5%~10% 盐酸浸泡 1d，并不时搅拌，用倾斜法以蒸馏水洗涤树脂至洗液不呈色，然后将树脂带水一起装入柱中；强碱性阴离子交换树脂，先用水浸泡 1d，将树脂带水一起装入柱中，用 5% 盐酸溶液淋洗，直至流出液检测不出 Fe^{3+} ，然后用水洗涤至中性，再用 4%~6% 氢氧化钠溶液淋洗，至流出液中检测不出 Cl^- ，最后用蒸馏水洗至 pH 约为 7 即可使用。

最后，将阳离子交换树脂和阴离子交换树脂分别装柱，按水流顺序，设前 3 支为阳离子交换树脂，后 3 支为阴离子交换树脂，然后调节进水量大小，使自来水依次进入离子交换树脂，即得去离子水。离子交换树脂使用一段时间后需要再生，再生方法和预处理相同。

(3) 亚沸蒸馏法制取超纯水

亚沸蒸馏以光为能源，照射液体表面，使水从液面汽化蒸发，可避免沸腾时机械携带或沿表面蠕升的弊病。所得水质极纯，若空气及容器清洁可靠，可供超痕量分析或更严格的分析使用。

亚沸蒸馏装置由透明石英制成，国内已有生产。最简单的亚沸蒸馏装置是双瓶连通的亚沸蒸馏器，可用石英或特氟隆材料制成，形同试剂瓶，A 瓶为原装瓶，B 瓶为接受瓶，两瓶中间连通，以灯光为热源，加热 A 瓶。B 瓶置于冰水中，以凝集蒸汽为纯水。此装置为封闭系统，不与外界接触，若用以纯化酸类，不用在通风橱内，既不受环境污染，也不污染环境，设备简单易行。

(4) 电渗析法

在电渗析器的阳极板和阴极板之间交替排列若干张阴离子交换膜和阳离子交换膜，膜间保持一定间距形成隔室，在通直流电后水中离子定向迁移，阳离子移向阴极，阴离子移向阳极，阳离子只能透过阳离子交换膜，阴离子只能透过阴离子交换膜，在电渗析过程中

能除去水中电解质杂质。电渗析法常与离子交换法联用，即先用电渗析法把水中大量离子除去，再用离子交换法除去剩余的少量离子，这样制得的纯水纯度很高。电渗析法的特点是设备可以自动化，仅消耗电能，不消耗酸碱，不产生废液等。

二、玻璃仪器的洗涤

1. 洗涤的要求和标准

环境监测实验中常用到各种玻璃仪器，如移液管、烧杯、量筒、容量瓶、锥形瓶等，实验时这些仪器干净与否直接影响到实验结果的准确性。玻璃仪器的洗涤不仅要求洗去污垢，还要求不能引入任何干扰离子。

玻璃仪器清洗干净的标准是用水冲洗后，仪器内壁能被水均匀润湿而不沾附水珠；晾干后，应不留水痕。如果仍有水珠沾附内壁，说明仪器还未被洗净，需要进一步清洗。已洗净的仪器不能再用布或纸擦，因为布或纸的纤维及其他杂质会污染器壁。

2. 洗涤的方法

洗涤仪器的方法很多，一般应根据实验的要求、污染物的性质、沾污的程度以及仪器的类型和形状来选择合适的洗涤方法。一般来说，玻璃仪器上的污染物既有可溶性物质，也有尘土和其他不溶性物质，还有油污和有机物质等。根据不同情况，分别采用下列洗涤方法。

(1) 用水刷洗

用自来水和毛刷刷洗，可以除去仪器上的尘土、可溶性物质及部分易刷落下来的不溶性物质。

(2) 用肥皂、合成洗涤剂或去污粉刷洗

对于有油污的仪器，可先用自来水冲洗掉可溶性物质，再用毛刷蘸取肥皂液或合成洗涤剂刷洗。去污粉由碳酸钠、白土和细砂等混合而成。使用时，首先将要洗的仪器用水润湿，洒上少许去污粉，然后用毛刷擦洗，这样利用砂子的摩擦作用、碱（碳酸钠）的去油污作用和白土的吸附作用即可将仪器上的大量油污或有机物质清洗干净。

(3) 用洗液刷洗

对于某些油污较多、用上述方法洗不干净的仪器，或是口小、管细不便于毛刷刷洗的仪器，可选用洗液浸洗。如铬酸洗液，它是一种强氧化剂，去油污和有机的能力特别强，但作用比较慢，因此须使器皿与洗液充分接触，浸泡数分钟至数小时。用铬酸洗液洗过的器皿，要用自来水充分清洗，一般要冲洗 7~10 次，最后用去离子水淋洗 3 次。用铬酸洗液洗过的器皿要特别注意吸附在器皿壁上的铬离子的干扰。铬酸洗液应贮存于磨口玻璃瓶中，以免吸收水分，用后仍倒入瓶中可继续使用。多次使用后洗液变为绿褐色，就不能再用。

铬酸洗液的配制方法：称取 100g 工业用重铬酸钾于烧杯中，加入约 100mL 水，微加热，使重铬酸钾溶解。放冷后慢慢加入工业用浓硫酸，边加边用玻璃棒搅拌，开始加入浓硫酸时有沉淀析出，继续加浓硫酸至沉淀刚好溶完为止。

(4) 用特殊试剂刷洗

对于某些已知组成的沾污物宜选用特殊试剂洗涤,效果更好。如测定金属离子时需用不同浓度〔常用浓度为(1+9)〕的硝酸溶液浸泡和洗涤玻璃仪器。如洗涤沾有氧化锰的容器,羟胺作用较快,其配方是:称取10g草酸或1g盐酸羟胺,溶于100mL(1+4)盐酸溶液中。

用上述方法洗去污染物的玻璃仪器,还必须用自来水冲洗数次,并用去离子水润洗2~3次后才能使用。

三、试剂的配制

实验中所用的试剂应根据要求选用规格,并按照规定浓度和需要量正确配制。

1. 化学试剂规格的选择

环境监测实验中所用试剂规格参照相关国家标准的要求进行选择,一般化学试剂分为三级,其规格见表1-2。

表 1-2 化学试剂的规格

级别	名称	代号	标志颜色
一级品	保证试剂、优级纯	GR	绿色
二级品	分析试剂、分析纯	AR	红色
三级品	化学纯	CP	蓝色

一级品用于精密的分析工作,在环境分析中用于配制标准溶液;二级品常用于配制定量分析中的普通试剂,如无注明,环境监测所用试剂均应为二级或二级以上;三级品只能用于配制半定量、定性分析中的试剂和清洁剂等。

化学试剂除上述几个等级外,还有基准试剂、光谱纯试剂和超纯试剂等。基准试剂相当或高于优级纯试剂,专用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%~100.0%,杂质总量不超过0.05%。光谱纯试剂主要用作光谱分析中的标准物质,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。

2. 试剂的配制

- ① 计算:根据所需要配制试剂的浓度和体积,计算所需要的试剂质量。
- ② 称量:用电子天平称量所需要的试剂。
- ③ 溶解:用少量去离子水将试剂溶解于小烧杯中,并用玻璃棒搅拌,注意不能在容量瓶中溶解,如果溶解完溶质后溶液发热,要放置一会,冷却到常温再转移。
- ④ 转移:把上述溶液转移至容量瓶中,由于容量瓶瓶口较细,为避免溶液洒出,同

时不要让溶液在刻度线上沿瓶壁流下，须用玻璃棒引流；为保证溶质尽可能地转移到容量瓶中，应该用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 2~3 次，并将每次洗涤后的溶液都注入到容量瓶中，轻轻振荡容量瓶，使溶液充分混合。

⑤ 定容：加水到接近刻度线 2~3cm 时，改用胶头滴管加蒸馏水到刻度线，定容时要注意溶液凹液面的最低处和刻度线相切，眼睛视线与刻度线呈水平，不能俯视或仰视，否则会造成误差。

⑥ 摇匀：定容后的溶液浓度不均匀，要把容量瓶瓶塞塞紧，用食指顶住瓶塞，用另一只手的手指托住瓶底，把容量瓶倒转和摇动多次，使溶液混合均匀。

⑦ 把配制好的溶液倒入试剂瓶中，盖上瓶塞，贴上标签。

3. 试剂的贮存

配制好的试剂首先需贴上标签，包括名称、浓度、配制日期和配制人员等信息，以备核查追溯，然后按照规定要求妥善贮存，注意空气、温度、光、杂质的影响，一般贮存于 0~4℃ 冰箱中。此外，要注意贮存时间，一般浓溶液稳定性较好，稀溶液稳定性较差。通常，较稳定的试剂，其 10^{-3} mol/L 溶液可贮存 1 个月以上，其 10^{-4} mol/L 溶液只能贮存一周，其 10^{-5} mol/L 溶液需当日配制，故许多试剂常配成浓的贮备液，临用时稀释成所需浓度。

◆ 第三节 环境监测实验常用的仪器设备 ◆

一、可见分光光度计

1. 简介

可见分光光度计是用于测量波长为 380~780nm 的范围内液体吸光度值的仪器，如上海佑科仪器仪表有限公司的 721 可见分光光度计（见图 1-1）。

2. 使用方法

① 准备：接通电源开关，打开样品室的箱盖，使光电管在无光照射的情况下预热 30min；旋转波长调节按钮，选择需要的波长。

② 调“0”和“100%”：打开样品室的箱盖，在样品架的第一格和第二格中分别放入黑体和蒸馏水样（溶液装入 4/5 高度），盖上箱盖；按“MODE A/T/C/F”键，调节至透光度挡，此时显示屏左侧“T”灯亮，按下“0%T ▼”键，调节零点，显示屏显示“0.000”；然后向外拉试样架拉手，使第二格的蒸馏水样置于光路上，按“100%T

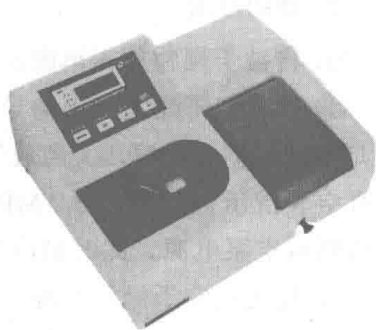


图 1-1 721 可见分光光度计

▲”键，调节100%，显示屏显示“100.0”。

③ 样品测定：打开样品室的箱盖，在样品架的第二格和第三格中分别放入蒸馏水样和空白样，盖上箱盖；按下“MODE A/T/C/F”键，调节至吸光度挡，此时显示屏左侧“A”灯亮，显示屏显示“0.000”，然后向外拉试样架拉手，使第三格的空白样置于光路上，待显示屏的数据稳定后，读出吸光度值 A_0 ；更换第三格为待测水样，用同上方法测出吸光度值为 A_1 ，读数后立即打开样品室的箱盖。

④ 计算： $A_{\text{样}} = A_1 - A_0$ ，然后将 $A_{\text{样}}$ 代入校准曲线方程，计算出待测样品的浓度。

3. 注意事项

① 比色皿一定要洗净，使用时也不要拿透光面，只能拿毛玻璃的两面，并且必须用擦镜纸擦干，以保护透光面不受损坏和产生斑痕。比色皿放在比色皿架上时一定要放正，不能倾斜，使用完毕及时洗净放回原处。

② 为了消除比色皿之间的差异，空白样和样品用同一个比色皿。

③ 需要大幅度改变波长时，先调节波长，再稍等片刻（因为钨丝灯在急剧改变亮度后，需要一段热平衡时间），待指针稳定后再调整T值为0和100%。

④ 在比色皿装液前，用所装溶液冲洗1~3次，以免改变溶液的浓度。比色皿在放入样品架时，应尽量使他们的前后位置一致，以减少测量误差。

⑤ 仪器使用半年左右或搬动后，要校正波长。

二、真空干燥箱

1. 简介

真空干燥箱是在真空条件下对各类物品进行热处理的仪器，是专为干燥热敏性、易分解和易氧化物质而设计的。如北京中兴伟业仪器有限公司生产的DZF-1020型真空干燥箱（见图1-2），温度范围是10~200℃，功率为300W，真空度<133Pa。

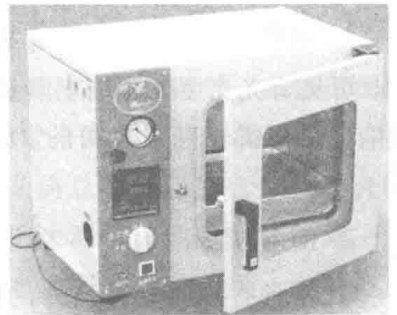


图1-2 DZF-1020型真空干燥箱

2. 使用方法

① 将被干燥物放入箱内，关上箱门并旋紧手柄。

② 将真空干燥箱后面的导气管用橡胶管与真空泵连接，接通真空泵电源，关闭放气阀，并开启真空阀抽气，当真空表指示值达到-0.1MPa时，先关闭真空阀，然后切断真空泵电源，此时箱内处于真空状态。

③ 接通真空干燥箱电源，打开电源开关，将温度控制仪设定至所需温度，当加热指示灯亮，真空干燥箱处于升温状态，当显示温度接近设定温度时，加热指示灯忽亮忽熄，控制进入恒温状态，真空干燥箱工作趋于正常。

④ 干燥结束后，应先关闭真空干燥箱电源，旋动放气阀，解除箱内真空，再打开箱门，取出物品。

3. 注意事项

① 真空干燥箱应放置在具有良好通风条件的室内，并经常保持箱内外清洁（切忌用化学溶液擦拭箱门玻璃），在其周围不可放置易燃易爆物品。

② 外壳须有效接地。

③ 真空干燥箱不需连续抽气使用时，应先关闭真空阀，再关闭真空泵电源，以免真空泵中的油倒灌至箱内。

④ 取出易氧化物品时，必须待温度冷却到室温后，才能放入空气。以免发生氧化反应。

三、马弗炉

1. 简介

马弗炉别名箱式电阻炉，是一种通用的加热设备。如北京中兴伟业仪器有限公司生产的 SRJX-8-13 型箱式电阻炉（见图 1-3），最高使用温度为 1300°C ，功率为 8.0kW ，电压为 380V 。包括控温器和炉体两部分，炉体加热温度通过控温器进行控制。

2. 使用方法

① 预热：接通电源，打开控制器开关通电后，上排显示测量值，下排显示设定值，进入标准显示模式；按“SEL”键，设定窗口字符闪动，按“ \wedge ”键或“ \vee ”键，使下排显示为所需要的温度值；再按“RUN”键，启动编码使马弗炉通电，此时电流表、电压表有读数产生，温控表实测温度值逐渐上升，表示马弗炉、控温器均在正常工作。

② 样品加热：温度达到设定值后，将样品放入坩埚中，轻轻打开炉门，放入炉体中间位置，注意不要挨着加热棒，以免损坏。

③ 样品取出：加热一定时间后，取出坩埚，观察样品颜色，如果呈黑色，需要继续加热至灰白色，有机质才完全被氧化。停止加热，关闭电源，轻轻打开炉门，用坩埚钳取出样品，置入干燥皿中干燥冷却。从炉膛内取出样品时，应先微开炉门，待样品稍冷却后再小心夹取样品，防止烫伤。

3. 注意事项

① 使用时炉门要轻关轻开，以防损坏机件。坩埚钳取放样品时要轻拿轻放，以保证安全和避免损坏炉膛。

② 温度超过 600°C 后不要打开炉门，等炉膛内温度自然冷却后再打开炉门。

③ 当马弗炉第一次使用或长期停用后再次使用时，必须进行烘炉。烘炉的时间应为室温至 200°C 保持 4h， $200\sim 600^{\circ}\text{C}$ 保持 4h。使用时，炉温最高不得超过额定温度，以免



图 1-3 SRJX-8-13 型箱式电阻炉

烧毁电热元件。禁止向炉内灌注各种液体和易溶解的金属，马弗炉最好在低于最高温度50℃以下工作，此时炉丝有较长的寿命。

四、离心机

1. 简介

离心机是利用离心机转子高速旋转产生的强大的离心力，将悬浮液中的固体颗粒与液体分开，或将乳浊液中两种密度不同又互不相溶的液体分开。上海安亭科学仪器厂制造的 TDL-50B 型台式离心机（见图 1-4），最大容量为 120mL，最高转速为 5000r/min。



图 1-4 TDL-50B 型台式离心机

2. 使用方法

① 离心前准备：离心机置于水平平台上，离心机套管底部要垫棉花或试管垫；样品数量要能够对称地放在转头中，以便使负载均匀地分布在转头的周围；用天平精密地平衡离心管及其内容物的质量，平衡时质量之差不得超过各离心机说明书上所规定的范围。

② 离心操作：接通电源，打开盖子，将平衡后的样品对称置于离心机转头中，通过“▲”键或“▼”键调节转速，设定离心时间，然后盖上离心机顶盖，按“运行”键，开始离心。离心时间一般为 1~2min，在此期间，实验者不得离开去做别的事。

③ 离心分离结束后，先关闭离心机，在离心机停止转动后，方可打开离心机顶盖，取出样品，不可用外力强制其停止运动。

3. 注意事项

① 装载溶液时，要根据待离心液体的性质和体积选用合适的离心管，有的离心管无盖，液体不得装得过多，以防离心时甩出，造成转头不平衡、生锈或被腐蚀。而超速离心机的离心管，则常常要求将液体装满，以免离心时塑料离心管的上部凹陷变形。

② 每次使用后，必须仔细检查转头；及时清洗、擦干，转头是离心机中须重点保护的部件，搬动时要小心，不能碰撞，避免造成伤痕，转头长时间不用时，要涂上一层上光蜡保护，严禁使用显著变形、损伤或老化的离心管。

五、pH 计

1. 简介

pH 计主要用来精密测量液体介质的酸碱度值，配上相应的离子选择电极也可以测量离子电极电位值（mV），如上海精密科学仪器有限公司生产的雷磁 PHS-3E 型 pH 计（见