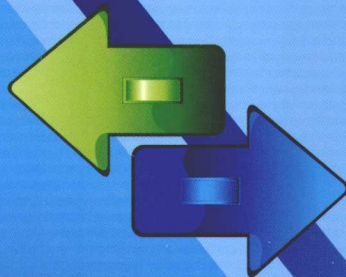


“十二五”上海重点图书



环境监测

主 编 © 汪 葵 吴 奇



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

013031398

X83
32

“十二五”上海重点图书

环 境 监 测

汪 葵 吴 奇 主 编



 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS
· 上海 ·

X83/32



北航

C1636849

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/汪葵,吴奇主编. —上海:华东理工大学出版社,
2013. 1

ISBN 978-7-5628-3410-6

I. ①环… II. ①汪…②吴… III. ①环境监测 IV. ①X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 276609 号

“十二五”上海重点图书

环境监测

主 编 / 汪 葵 吴 奇

责任编辑 / 李国平

责任校对 / 金慧娟

封面设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址: 上海市梅陇路 130 号, 2002137

电 话: (021)64250306(营销部)

(021)6425 (编辑室)

传 真: (021)64252707

网 址: press.ecust.edu.cn

印 刷 / 上海展强印刷有限公司

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 13.25

字 数 / 321 千字

版 次 / 2013 年 1 月第 1 版

印 次 / 2013 年 1 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-3410-6

定 价 / 29.80 元

联系我们: 电子邮箱: press@ecust.edu.cn

官方微博: e.weibo.com/ecustpress

前 言

环境监测是高职高专环境类专业的一门实践性很强的专业核心课程。按照高职高专环境类专业人才培养目标的要求,本教材以实际环境监测工作任务为引领,以工作过程为主线,以职业能力为基础设计课程,知识和技能以任务为载体,根据学生的认知特点,从易到难,从单项到综合,安排典型的环境监测任务,使学生在完成任务的同时,训练实际工作能力,并获取相关知识。

本教材选取水质监测、大气监测、噪声监测、土壤污染监测和生物监测等五个典型工作任务为学习情境,涉及的主要内容有环境监测基础知识,环境样品的采集、保存、制备及预处理,监测项目的测定,环境监测的质量保证,环境监测的新技术等。编写内容结合了我国环境监测现有的仪器、设备、技术水平及实验室条件,并一律采用法定计量单位。本教材充分体现科学性、先进性,重点突出,深浅适度,便于学生阅读和自学。

本教材由江西环境工程职业学院汪葵、西安航空学院吴奇主编。参加编写的还有江西环境工程职业学院胡方凡、刘青龙、周丽娜、欧阳献,西安航空学院李瑞娟。西安航空学院吴奇编写情境一,李瑞娟编写情境四,江西环境工程职业学院胡方凡编写情境二、江西环境工程职业学院刘青龙、周丽娜、欧阳献编写情境三,江西环境工程职业学院汪葵编写情境五并负责全书统稿。

本书邀请江西省环境监测中心部分专家对书稿进行审阅,提出了许多宝贵意见。在此一并表示感谢。本书配有电子课件,有需要的教师请联系。E-mail: 1241695379@qq.com 或 1443299158@qq.com

由于时间和编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正,并将使用中的意见反馈给我们,以便再版时修正。

编 者

2012年7月

目 录

情境一 水质监测	1
任务一 污水中悬浮物的测定	2
基础知识	2
一、水样的采集	2
二、水样的保存与预处理	9
三、残渣	11
工作步骤	12
知识拓展	12
一、水体监测项目	12
二、水质监测分析方法	16
任务二 浊度色度的测定	17
基础知识	17
一、色度	17
二、浊度	18
工作步骤	18
知识拓展	19
一、物理性质	19
二、水质应急监测	22
任务三 六价铬的测定	24
基础知识	24
六价铬的测定	24
工作步骤	25
知识拓展	26
金属污染物的测定	26
任务四 氨氮的测定	32
基础知识	32
氨氮的测定	32
工作步骤	37
知识拓展	38
非金属无机物的监测	38
任务五 生化需氧量的测定	43
基础知识	43
一、溶解氧	43

二、生化需氧量的测定	44
工作步骤	46
知识拓展	47
有机化合物的监测	47
任务六 化学需氧量 COD 的测定	51
基础知识	51
一、化学需氧量的测定	51
二、高锰酸盐指数的测定	52
工作步骤	53
知识拓展	54
监测数据的统计处理和结果表述	54
任务七 校园水环境监测	63
一、监测方案的制订	63
二、水环境监测方案案例	66
任务八 电镀厂废水监测	69
一、监测方案的制订	69
二、电镀厂废水监测方案案例	69
情境二 大气监测	71
任务一 空气中总悬浮颗粒物 TSP 的测定	72
基础知识	72
一、大气样品的采集	72
二、空气中 TSP 的测定	78
工作步骤	79
知识拓展	79
一、可吸入颗粒物的测定	79
二、国家环境空气质量监测网监测项目	80
任务二 二氧化硫(SO ₂)的测定	81
基础知识	81
二氧化硫(SO ₂)的测定	81
工作步骤	82
知识拓展	83
一、氮氧化物的测定	83
二、一氧化碳的测定	84
三、臭氧的测定	85
任务三 烟尘烟气的测定	87
基础知识	87
一、大气污染源	87
二、固定污染源监测	87

三、基本状态参数的测定	89
四、含湿量的测定	90
五、烟尘浓度的测定	91
六、烟气组分的测定	92
工作步骤	93
知识拓展	94
流动污染源监测	94
任务四 校园大气环境监测	96
一、监测方案的制订	96
二、大气环境监测方案案例	98
情境三 噪声监测	101
任务一 校园噪声监测	102
基础知识	102
一、噪声的评价量	102
二、监测仪器	109
工作步骤	112
知识拓展	113
一、城市交通噪声	113
二、道路声屏障插入损失的测量	114
情境四 土壤污染监测	117
任务一 土壤中有有机氯农药(PCB)的测定	118
基础知识	118
一、土壤与土壤污染	118
二、土壤样品的采集与制备	120
三、土壤样品的预处理	122
四、土壤成分的测定	124
工作步骤	126
知识拓展	127
固体废物监测	127
任务二 土壤镉的测定	132
基础知识	132
工作步骤	132
情境五 生物监测	134
任务一 总大肠菌群的测定	135
基础知识	135
一、水体污染生物监测原理	135

二、生物群落法	136
三、细菌学检验法	137
四、水生生物毒性试验	139
工作步骤	140
知识拓展	141
一、大气污染生物监测原理	141
二、植物在污染环境中的受害症状	142
三、大气污染指示植物的选择	143
四、大气污染生态监测方法	144
任务二 粮食中有机氯农药残留量的测定	146
基础知识	146
一、生物样品的采集和制备	146
二、生物样品的预处理	150
三、污染物的测定方法	152
四、有机氯农药残留量的测定	153
工作步骤	153
知识拓展	154
其他生物监测实例	154
附录	157
附录 1 环境空气质量监测规范	157
附录 2 土壤环境监测技术规范	166
附录 A	191
附录 B	192
附录 C	194
附录 D	197
参考文献	203



水质监测

● 教学目标

▶▶ 知识目标

1. 了解水质监测的对象和内容；
2. 掌握水样采集和保存的一般方法；
3. 重点掌握水中悬浮物、浊度、色度、六价铬、氨氮、生化需氧量、化学需氧量的测定方法。

▶▶ 能力目标

1. 具有水环境调查、监测计划设计、采样点布设、样品采集、选择保存、分析测试等能力；
2. 初步具有依据测试数据结果进行水环境现状评价的能力。

▶▶ 学习情境

1. 学习地点：实训室；
2. 主要仪器：分光光度计等；
3. 学习内容：水质监测是环境监测的重点。首先通过单个污染因子（悬浮物、浊度、色度、六价铬、氨氮、生化需氧量、化学需氧量）为载体带领学生学习，通过校园生活污水指导学生完成，最后以电镀废水让学生独立完成监测任务。通过学习使学生能够完成对各种水体的监测。



任务一 污水中悬浮物的测定

学习目标

1. 了解水样的类型；
2. 掌握水样采集和保存的一般方法；
3. 了解水质环境标准；
4. 掌握常见的水样预处理的方法；
5. 熟练使用分析天平和烘箱；
6. 巩固称量分析法的操作要点；
7. 掌握污水悬浮物的测定原理和操作。

任务分析

本任务是悬浮物(SS)的测定,烘干时间和温度对结果有重要的影响。悬浮物测定在实际中应用最多,在水和废水处理悬浮物中具有特定意义。



基础知识

一、水样的采集

(一) 水样的类型

1. 瞬时水样

瞬时水样是指在某一时间和地点从水体中随机采集的分散水样。

2. 混合水样

混合水样是指在同一采样点于不同时间所采集的瞬时水样的混合水样,有时称“时间混合水样”,以与其他混合水样相区别。

3. 综合水样

把不同采样点同时采集的各个瞬时水样混合后所得到的样品称综合水样。

(二) 水样的采集

从水体中取出的反映水体水质状况的水就是水样;将水样从水体中分离出来的过程就是采样;采样地点的选择和监测网点的建立就是布点。

1. 采样前的准备

采样前应提出采样计划,确定采样断面、垂线和采样点,采样时间和路线,人员分工,采

样器材、样品的保存和交通工具等。

(1) 容器的准备 通常使用的容器有聚乙烯塑料容器、硬质玻璃容器和惰性材料容器。塑料容器常用于金属和无机物的监测项目;玻璃容器常用于有机物和生物等的监测项目;惰性材料常用于特殊监测项目。目的是避免引入干扰组分,因为各类材质与水样可能发生如下作用:

① 容器材质可溶于水样。从塑料容器溶解下来的有机质和从玻璃容器溶解下来的钠、硅和硼。

② 容器材质可吸附水样中某些组分,如玻璃吸附痕量金属,塑料吸附有机质和痕量金属。

③ 水样与容器直接发生化学反应,如水样中的氟化物与玻璃容器间的反应等。

容器在使用前必须经过洗涤,盛装测金属类水样的容器,先用洗涤剂清洗、自来水冲洗,再用10%的盐酸或硝酸浸泡8 h,用自来水冲洗,最后用蒸馏水清洗干净;盛装测有机物水样的容器先用洗涤剂冲洗,再用自来水冲洗,最后用蒸馏水清洗干净。

(2) 采样器的准备 采样器与水样接触,材质常采用聚乙烯塑料、有机玻璃、硬质玻璃和金属铜、铁等。清洗时,先用自来水冲去灰尘等杂物,用洗涤剂去除油污,自来水冲洗后,再用10%的盐酸或硝酸洗涮,再用自来水冲洗干净备用。

(3) 交通工具的准备 最好有专用的监测船和采样船,或其他适合船只,根据交通条件准备合适的陆上交通工具。

2. 采样量

采样量与监测方法和水样组成、性质、污染物浓度有关。按监测项目计算后,再适当增加20%~30%作为实际采样量。供一般物理与化学监测用水样量约2~3 L,待测项目很多时采集5~10 L,充分混合后分装于1~2 L储样瓶中。采集的水样除一部分做监测,还有一部分保存备用。正常浓度水样的采样量(不包括平行样和质控样),见表1-1。

表 1-1 水样采集量

监测项目	水样采集量/mL	监测项目	水样采集量/mL	监测项目	水样采集量/mL
悬浮物	100	氯化物	50	溴化物	100
色度	50	金属	1 000	碘化物	100
嗅	200	铬	100	氰化物	500
浊度	100	硬度	100	硫酸盐	50
pH 值	50	酸度、碱度	100	硫化物	250
电导率	100	溶解氧	300	COD	100
凯氏氮	500	氨氮	400	苯胺类	200
硝酸盐氮	100	BOD ₅	1 000	硝基苯	100
亚硝酸盐氮	50	油	1 000	砷	100
磷酸盐	50	有机氯农药	2 000	显影剂类	100
氟化物	300	酚	1 000		

3. 采集水样注意事项

(1) 测定悬浮物、pH、溶解氧、生化需氧量、油类、硫化物、余氯、放射性、微生物等项目需要单独采样。其中,测定溶解氧、生化需氧量和有机污染物等项目的水样必须充满容器;pH、电导率、溶解氧等项目宜在现场测定。另外,采样时还需同步测量水文参数和气象参数。

(2) 采样时必须认真填写采样登记表;每个水样瓶都应贴上标签(填写采样点编号、采样日期和时间、测定项目等);要塞紧瓶塞,必要时还要密封。

(三) 地表水的采集

1. 基础资料的收集

(1) 水体的水文、气候、地质和地貌资料。如水位、水量、流速及流向的变化;降雨量、蒸发量及历史上的水情;河流的宽度、深度、河床结构及地质状况;湖泊沉积物的特性、间温层分布、等深线等。

(2) 水体沿岸城市分布、工业布局、污染源及其排污情况、城市给排水情况等。

(3) 水体沿岸的资源现状和水资源的用途;饮用水源分布和重点水源保护区;水体流域土地功能及近期使用计划等。

(4) 历年水质监测资料。

2. 监测断面和采样点的设置

(1) 监测断面的设置原则

断面在总体和宏观上应能反映水系或区域的水环境质量状况;各断面的具体位置应能反映所在区域环境的污染特征;尽可能以最少的断面获取有足够代表性的环境信息;应考虑实际采样时的可行性和方便性。根据上述总体原则,对水系可设背景断面、控制断面(若干)和入海断面。对行政区域可设背景断面(对水系源头)或入境断面(对过境河流)、控制断面(若干)和入海河口断面或出境断面。在各控制断面下游,如果河段有足够长度(至少10 km),还应设消减断面。

环境管理除需要上述断面外,还有许多特殊要求,如了解饮用水源地、水源丰富区、主要风景游览区、自然保护区、与水质有关的地方病发病区、严重水土流失区及地球化学异常区等水质的断面。

断面位置应避开死水区、回水区、排污口处,尽量选择顺直河段、河床稳定、水流平稳、水面宽阔、无急流、无浅滩处。

监测断面力求与水文测流断面一致,以便利用其水文参数,实现水质监测与水量监测的结合。

监测断面的布设应考虑社会经济发展,监测工作的实际状况和需要,要具有相对的长远性。

流域同步监测中,根据流域规划和污染源限期达标目标确定监测断面。

局部河道整治中,监视整治效果的监测断面,由所在地区环境保护行政主管部门确定。

入海河口断面要设置在能反映入海河水水质并临近入海的位置。

其他如突发性水环境污染事故,洪水期和退水期的水质监测,应根据现场情况,布设能反映污染物进入水环境和扩散、消减情况的采样。

(2) 监测断面和采样点的设置

监测断面可分为以下几种。

采样断面：指在河流采样时，实施水样采集的整个剖面。分背景断面、对照断面、控制断面和消减断面等。

背景断面：指为评价某一完整水系的污染程度，未受人类生活和生产活动影响，能够提供供水环境背景值的断面。

对照断面：指具体判断某一区域水环境污染程度时，位于该区域所有污染源上游处，能够提供这一区域水环境本底值的断面。

控制断面：指为了解水环境受污染程度及其变化情况的断面。

消减断面：指工业废水或生活污水在水体内流经一定距离而达到最大限度混合，污染物受到稀释、降解，其主要污染物浓度有明显降低的断面。

管理断面：为特定的环境管理需要而设置的断面。

(3) 采样点位的设置

设置监测断面后，应根据水面的宽度确定断面上的采样垂线，再根据采样垂线的深度确定采样点位置和数目。

• 采样垂线的布设

在确定采样断面后，应根据河水的缓急及河道的宽度来确定采样垂线。

表 1-2 采样垂线数的设置

河 宽	采 样 垂 线	说 明
≤ 50 m	一条(中泓)	1. 垂线布设要避免污染带，若没污染带应另加垂线； 2. 确能证明该断面水质均匀时，可仅设中泓线； 3. 凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置断面
50~100 m	二条(近左、右岸有明显水流处)	
> 100 m	三条(左、中、右)	

对于河流湍急的，其混合均匀，可少设垂线；河水流动缓慢，河心与两侧水质相差较大时，应考虑多设垂线。

• 采样点的布设

在一条垂线上，水深不同，设点不同：

表 1-3 采样垂线上采样点数的设置

水 深	采 样 点	
≤ 5 m	上层一点	1. 上层指水面下 0.5 m 处； 2. 中层指 1/2 水深处； 3. 下层指河底上 0.5 m 处； 4. 封冻时在冰下 0.5 m 处采样，水深不到 0.5 m 时，在 1/2 水深处采样； 5. 凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置采样点
5~10 m	上、下层两点	
> 10 m	上、中、下层三点	

总之,对于一条河流,布设采样点需遵循以下布设过程:

采样断面→采样垂线→采样点

(4) 采样时间和采样频率的确定

依据不同的水体功能、水文要素和污染源、污染物排放等实际情况,力求以最低的采样频次,取得最有时间代表性的样品,既能反映水质状况,又切实可行。

① 饮用水源地、省(自治区、直辖市)交界断面中需要重点控制的监测断面每月至少采样一次。

② 国控水系、河流、湖、库上的监测断面,逢单月采样一次,全年六次。

③ 水系的背景断面每年采样一次。

④ 受潮汐影响的监测断面的采样,分别在大潮期和小潮期进行。每次采集涨、退潮水样分别测定。涨潮水样应在断面处水面涨平时采样,退潮水样应在水面退平时采样。

⑤ 如某必测项目连续三年均未检出,且在断面附近确定无新增排放源,而现有污染源排污量未增的情况下,每年可采样一次进行测定。一旦检出,或在断面附近有新的排放源或现有污染源有新增排污量时,即恢复正常采样。

⑥ 国控监测断面(或垂线)每月采样一次,在每月5日—10日内进行采样。

⑦ 遇有特殊自然情况,或发生污染事故时,要随时增加采样频次。

⑧ 在流域污染源限期治理、限期达标排放的计划中和流域受纳污染物的总量削减规划中,以及为此所进行的同步监测。

⑨ 为配合局部水流域的河道整治,及时反映整治的效果,应在一定时期内增加采样频次,具体由整治工程所在地的环境保护行政主管部门制定。

(四) 水污染源的采集

1. 采样点的设置

(1) 工业废水

工业废水的采样必须考虑废水的性质和每个采样点所处的位置。通常,用管道或者明沟把工业废水排放到远而偏僻、人们很难接近或达到的地方。在厂区内,排放点虽容易接近,但有时需使用专门的采样工具,通过很深的人孔采样。为了安全起见,最好把人孔设计成无需人进入的采样点。从工厂排出的废水中可能含有生活污水,选择采样点时,应避开这类污水。

① 在车间或车间处理设施的废水排放口设置采样点,监测一类污染物。包括汞、镉、砷、铅、六价铬、有机氯和强致癌物质。

在工厂废水总排放口布设采样点,监测二类污染物。包括悬浮物、硫化物、挥发酚、氰化物、有机磷、石油类、铜、锌、氟及其它们的无机化合物、硝基苯类、苯胺类。

② 已有废水处理设施的工厂,在处理设施的总排放口布设采样点。如需了解废水处理效果,还要在处理设施进口设采样点。

(2) 城市污水

① 城市污水管网的采样点设在:非居民生活排水支管接入城市污水干管的检查井;城市污水干管的不同位置;污水进入水体的排放口等。

② 城市污水处理厂：在污水进口和处理后的总排口布设采样点。如需监测各污水处理单元处理效率,应在各处理设施单元的进、出口分别设采样点。另外,还需设污泥采样点。

2. 采样时间和采样频率

工业废水和城市污水的排放量和污染物浓度随工厂生产及居民生活情况发生变化,采样时间和频率应根据实际情况确定。

(五) 采样记录和水样标签

1. 水质采样记录

(1) 水质采样记录

在地表水和污水监测技术规范要求的水质采样现场数据表中(表 1-4),一般包括采样现场描述与现场测定项目两部分内容,均应认真填写。现场测定项目有以下几方面:

表 1-4 水质采样记录表

	编 号	
	河流(湖库)名称	
	采样月日	
	断面名称	
采样位置	断面号	
	垂线号	
	点位号	
	水深(m)	
气象参数	气温(℃)	
	气压(kPa)	
	风向	
	风速(m/s)	
	相对湿度(%)	
	流速(m/s)	
	流量(m ³ /s)	
现场测定记录	水温(℃)	
	pH	
	溶解氧(mg/L)	
	透明度(cm)	
	电导率(μS/cm)	
	感观指标描述	
备 注		

采样人: _____ 记录人员: _____

- ① 水温
- ② pH 值
- ③ DO
- ④ 透明度
- ⑤ 电导率
- ⑥ 氧化还原电位
- ⑦ 浊度
- ⑧ 水感观的描述 a. 颜色(用相同的比色管,分取等体积的水样和蒸馏水作比较,进行定性描述);b. 水的气味(嗅)、水面有无油膜等均应作现场记录。
- ⑨ 水文参数 水文测定应按《河流流量测量规范》(GB 50179—93)进行。潮汐河流各点仓位采样时,还应同时记录潮位。
- ⑩ 气象参数 气象参数有气温、气压、风向、风速、相对湿度等。
- (2) 污水采样记录表
- 污水采样记录表见表 1-5。

表 1-5 污水采样记录表

序号	企业名称	行业名称	采样口	采样口位置 车间或出厂口	采样口流量 (m ³ /s)	采样时间 (月、日)	颜色	嗅	备 注

现场情况描述:
治理设施运行状况:
采样人员: 企业接待人员: 记录人员:

- (3) 水样送检表
- 水样送检表见表 1-6。

表 1-6 水样送检表

样品编号	采样河流 (湖、库)	采样断面 及采样点	采样时间 (月、日)	添加剂 种类	数量	分析项目	备 注

送样人员: 接样人员: 送检时间:

(4) 污水送检表

污水送检表见表 1-7。

表 1-7 污水送检表

样品编号	企业名称	行业名称	采样口名称	采样时间(月、日)	备 注

送样人员：_____ 接样人员：_____ 送检时间：_____

2. 水样标签

每个水样瓶均需贴上标签，内容有采样点编号、采样日期和时间、测定项目、保存方法，并写明用何种保存剂。

(六) 水质采样的质量保证

- (1) 采样人员必须通过岗前培训，切实掌握采样技术，熟知水样固定、保存、运输条件。
- (2) 采样断面应有明显的标志物，采样人员不得擅自改动采样位置。
- (3) 用船只采样时，采样船应位于下游方向，逆流采样，避免搅动底部沉积物造成水样污染。采样人员应在船前部采样，尽量使采样器远离船体。在同一采样点上分层采样时，应自上而下进行，避免不同层次水体混扰。
- (4) 采样时，除细菌总数、大肠菌群、油类、DO、BOD₅、有机物、余氯等特殊要求的项目外，要先用采样水荡洗采样器与水样容器 2~3 次，然后再将水样采入容器中，并按要求立即加入相应的固定剂，贴好标签。应使用正规的不干胶标签。
- (5) 同批水样，应选择部分项目加采现场空白样，与样品一起送实验室分析。
- (6) 每次分析结束后，除必要的留存样品外，样品瓶应及时清洗。水环境例行监测水样容器和污染源监测水样容器应分架存放，不得混用。各类采样容器应按测定项目与采样点位，分类编号，固定专用。

二、水样的保存与预处理

(一) 水样的保存

微生物的新陈代谢活动和化学作用的影响，能引起水样组分的变化，如：

- (1) 生物引起 CO₂ 含量变化、从空气中吸收或放出 CO₂→pH、总碱度发生变化——生物、化学作用；
- (2) 某些物质聚合、分解→水样发生变化——化学作用；
- (3) 胶体絮凝、沉淀物吸附→水样发生变化——物理作用；
- (4) 容器吸附、溶出→水样发生变化——物理作用。