



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

水环境监测项目训练

SHUIHUANJING JIANCE XIANGMU XUNLIAN

刘艳霖 主编

中国环境出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

水环境监测项目训练

刘艳霖 主 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

水环境监测项目训练/刘艳霖主编. —北京: 中国环境出版社, 2015.8

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5111-2068-7

I. ①水… II. ①刘… III. ①水环境—环境监测—高等职业教育—教材 IV. ①X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 209670 号

出 版 人 王新程
责任编辑 黄晓燕 侯华华
文字编辑 安子莹
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112735 (环评与监察图书分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司印刷
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 8 月第 1 版
印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 23.5
字 数 570 千字
定 价 35.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编写人员

主 编 刘艳霖（深圳信息职业技术学院）

副主编 王国胜（深圳信息职业技术学院）

刘艳雯（新疆乌鲁木齐市天山区疾病预防控制中心）

成 员 蔡秀萍（江苏食品药品职业技术学院）

黄锐雄（广东环保工程职业学院）

朱 睿（深圳信息职业技术学院）

陈 辉（广东环保职业技术学校）

徐家颖（广东增城市环境保护局）

李谢玲（重庆工程职业技术学院）

王桂霞（深圳高迪科技有限公司）

前 言

保护环境是我国的基本国策,《国家环境保护“十二五”规划》中指出切实解决突出的环境问题首当其冲的是改善水环境质量。而水环境监测是水环境保护工作的重要基础。

为切实做好水环境监测人才培养,基于多年教学实践经验,我们编写了本书。书中内容几乎涉及水环境监测的各种方法,从样品采集到现代分析仪器使用,从常规环境监测到复杂环境样品中微量污染物的分析。力求实用性、简便性和先进性。

本书基于高职高专学生的特点,将水环境监测分为7个项目45个子项目,依据环境保护部的最新标准和方法,详细介绍了每一种监测因子的分析方法,并将实验步骤以流程图的形式直观表示,符合学生学习需求。每一个实验都附有详细的操作规范,力求学生操作技能的全面提高,毕业后能够迅速从事水环境监测一线工作。

本书由刘艳霖担任主编,负责本书的统稿定稿,王国胜、刘艳雯担任副主编,负责统稿校对。其中,认识水、子项目1、9、13、19、35、36、37、44、45由刘艳霖编写,子项目35、36、37由刘艳雯编写,子项目7、11、12、17、18、24、38、附录由王国胜编写,子项目8、14、15、16、33、34由蔡秀萍编写,子项目20、21、22、23、25、26、27、28由黄锐雄编写,子项目31、41、

42、43 由陈辉编写，子项目 2、3、4、5、6 由徐家颖和刘艳雯编写，子项目 10、39、40 由朱睿编写，子项目 29、30、32 由李谢玲和刘艳雯编写。在本书的编写过程中，身居环境监测一线人员徐家颖、刘艳雯和王桂霞给出了良好的建议和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于本书的涉及面广，编者的水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，敬请各位专家和读者指正，便于我们后期不断地修订完善。

编者

2014 年 2 月 1 日

目 录

认识水	1
一、水资源	1
二、水环境	2
 实训篇	 5
项目 1 水样的采集和保存	7
子项目 1 地表水样品的采集——以氨氮水样为例	7
项目 2 物理性质的监测	13
子项目 2 色度的测定——铂钴比色法	13
子项目 3 水样色度的测定——稀释倍数法	18
子项目 4 水样浊度的测定——分光光度法	21
子项目 5 水中悬浮物的测定——重量法	27
子项目 6 电导率的测定——实验室电导率仪法	31
项目 3 非金属无机物的监测	34
子项目 7 水样 pH 值的测定——玻璃电极法	34
子项目 8 溶解氧的测定——碘量法	40
子项目 9 氨氮的测定——纳氏试剂分光光度法	47
子项目 10 氨氮的测定——流动注射-水杨酸分光光度法	56
子项目 11 亚硝酸盐氮的测定——分光光度法	63
子项目 12 硝酸盐氮的测定——紫外分光光度法	71

子项目 13	氯化物的测定——硝酸银滴定法	78
子项目 14	硫化物的测定——碘量法	85
子项目 15	氰化物的测定——异烟酸-巴比妥酸分光光度法	92
子项目 16	氟化物的测定——离子选择电极法	103
子项目 17	硒的测定——石墨炉原子吸收分光光度法	110
子项目 18	砷的测定——硼氢化钾-硝酸银分光光度法	119
子项目 19	水中常见阴离子含量的测定——离子色谱法	127
项目 4	金属及金属化合物的监测	134
子项目 20	总汞的测定——冷原子吸收分光光度法	134
子项目 21	镉的测定——双硫腺分光光度法	142
子项目 22	六价铬的测定——二苯碳酰二肼分光光度法	150
子项目 23	铅的测定——双硫腺分光光度法	158
子项目 24	总硬度的测定——EDTA 滴定法	166
子项目 25	铜的测定——二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	172
子项目 26	锌的测定——双硫腺分光光度法	180
子项目 27	锰的测定——甲醛肟分光光度法	188
子项目 28	铁的测定——邻菲罗啉分光光度法	195
项目 5	有机化合物的监测	202
子项目 29	化学需氧量的测定——重铬酸盐法	202
子项目 30	高锰酸盐指数的测定	208
子项目 31	五日生化需氧量的测定——稀释与接种法	214
子项目 32	总有机碳的测定——燃烧氧化-非分散红外吸收法	223
子项目 33	总氮的测定——碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	231
子项目 34	总磷的测定——钼酸铵分光光度法	238
子项目 35	挥发性有机物的测定——吹扫捕集/气相色谱法	245
子项目 36	石油类和动植物油类的测定——红外分光光度法	258

子项目 37	多环芳烃的测定——液液萃取/高效液相色谱法	266
子项目 38	阴离子表面活性剂的测定——亚甲蓝分光光度法	277
子项目 39	酚类化合物的测定——液液萃取气相色谱法	285
子项目 40	肼和甲基肼的测定——对二甲氨基苯甲酸分光光度法	295
项目 6	生物监测	305
子项目 41	菌落总数的测定——平皿计数法	305
子项目 42	总大肠菌群的测定——多管发酵法	308
子项目 43	粪大肠菌群的测定——多管发酵法	311
项目 7	综合项目训练	316
子项目 44	校园水质分析及评价	316
子项目 45	河流富营养化监测及评价	318
附 录		321
附录 1	地表水环境质量标准 (GB 3838—2002) (节选)	321
附录 2	污水综合排放标准 (GB 8978—1996) (节选)	328
附录 3	水环境监测实验室安全技术导则 (SL/Z 390—2007) (节选)	335
附录 4	水环境监测原始记录表	351
参考文献		366

认识水

一、水资源

水是人类及其他生物繁衍生存的基本条件，是人们生活不可替代的重要资源，是生态环境中最活跃、影响最广泛的因素，具有许多其他资源所没有的、独特的性能和多重的使用功能，是工农业生产重要资源。

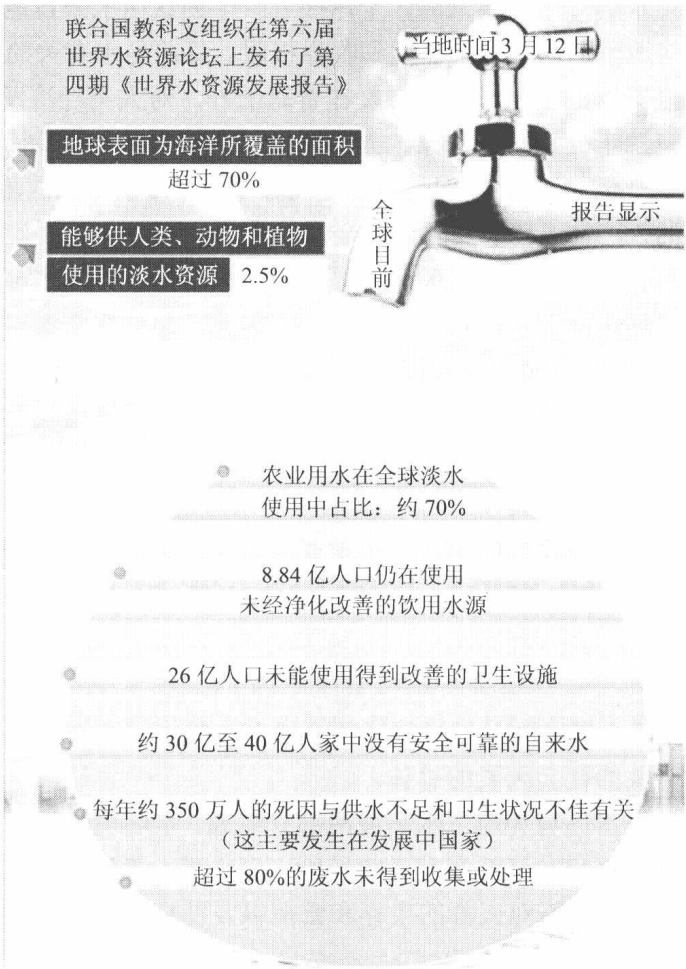


图 1 世界水资源现状

全球有水 139 万亿 m^3 ，其中 97.3% 是咸水。2.7% 的淡水中又有 69% 以冰雪形式存在或作为冰帽集中在南北极的高山上难以开发利用。地球上只有不到 1% 的淡水或约 0.007% 的水可为人类直接利用。水的数量虽在一定时期内是保持平衡的，但在一定的时间、一定的空间范围内又是非常有限的。目前，世界上早已出现了水危机的国家。联合国已发出

警告：“水将成为一种严重的社会危机。”水资源已成了一个国家、一个地区持续发展的非常稀缺的资源。现在世界上约 2/3 的国家都反映出不同程度的水的危机。

联合国教科文组织 2012 年 3 月 12 日在法国南部城市马赛举行的第六届世界水资源论坛上发布了第四期《世界水资源发展报告》，对全球水资源情况进行了综合分析。分析中称对淡水资源构成压力的主要方面之一是灌溉和粮食生产对水资源的需求。目前农业用水在全球淡水使用中约占 70%，预计到 2050 年农业用水量可能在此基础上再增加约 19%。

人类对水资源的需求主要来自于城市对饮用水、卫生和排水的需要。全球目前有 8.84 亿人口仍在使用未经净化改善的饮用水水源，26 亿人口未能使用得到改善的卫生设施，约有 30 亿~40 亿人家中没有安全可靠的自来水。每年约有 350 万人的死因与供水不足和卫生状况不佳有关，这主要发生在发展中国家。全球有超过 80% 的废水未得到收集或处理，城市居住区是点源污染的主要来源。

地下水是人类用水的一个主要来源，全球接近一半的饮用水来自地下水。但地下水是不可再生的，在一些地区，地下水源已达到临界极限。目前与水有关的灾害占有所有自然灾害的 90%，而且这些灾害的发生频率和强度在普遍上升，对人类经济发展造成严重影响。

我国是一个水资源十分短缺的国家，人均水资源量仅占世界平均水平的 1/4。尽管我国水资源总量为 28 000 亿 m^3 左右，但水资源地区分布很不平衡，长江流域及其以南地区，国土面积只占全国的 36.5%，其水资源量占全国的 81%；而以北地区，国土面积占全国的 63.5%，水资源量仅占全国的 19%。水土资源不相匹配，生态环境相对脆弱。我国地域广阔，南北跨度极大，远距离调水的难度可想而知。因此，总的水资源可利用量并不很大。我国人均水资源占有量为 2 300 m^3 ，到 2030 年人口高峰将达到 16 亿，人均水资源占有量为 1 700 m^3 ，将接近或达到世界公认的用水警戒线。缺水将越来越成为我国经济社会发展的严重制约因素。中国平均每年因旱受灾的耕地面积约 4 亿亩。正常年份全国灌区每年缺水 300 亿 m^3 ，城市缺水 60 亿 m^3 。全国年排放废污水总量近 600 亿 t，其中 80% 未经处理直接排入水域。在全国调查评价的 700 多条重要河流中，有近 50% 的河段、90% 以上的城市沿河水域遭到污染。

二、水环境

(1) 水环境。围绕人群空间及可直接或间接影响人类生活和发展的水体及其正常功能的各种自然因素和有关的社会因素的总体。

水环境主要由地表水环境和地下水环境两部分组成。水环境是构成环境的基本要素之一，是人类社会赖以生存和发展的最重要的场所，也是受人类影响和破坏最严重的地域。

(2) 水环境质量。水环境对人群的生存和繁衍以及社会经济发展的适宜程度，通常指水环境遭受污染的程度。

(3) 水环境保护标准。在一定时期和地区，根据一定水环境质量保护目标，由政府制定的对水环境管理的规定，包括水环境质量标准、污水排放标准、水环境保护基础标准和水环境保护方法标准等。

(4) 水环境质量标准。为保护人群健康和社会物质财富、维持生态平衡，由政府制定的限定水体中有害物质或因素的标准，包括生活饮用水卫生标准、工业用水水质标准、农田灌溉水质标准、渔业水质标准、地表水环境质量标准等。

(5) 水环境监测。按照水的循环规律(降水、地表水和地下水)对水的质和量以及水体中影响生态与环境质量的各种人为和天然因素所进行的统一的定时或随时检测。

(6) 水污染。由于人为或天然因素,污染物进入水体,引起水质下降,使水的使用价值降低或正常功能丧失的现象。

(7) 水环境容量。在人类生产、生存和自然生态不致受害的前提下,水体所能容纳污染物的最大负荷量。

(8) 水体的自净作用。当污染物进入水体后,随水稀释的同时发生挥发、絮凝、水解、配合、氧化还原及微生物降解等物理、化学变化和生物转化过程,使污染物的浓度降低或至无害化的过程称为水体的自净作用。自净能力决定着水体的环境容量。

实 训 篇

项目 1

水样的采集和保存

子项目 1 地表水样品的采集——以氨氮水样为例

项 目	水样的采集和保存
子项目	地表水样品的采集——以氨氮水样为例

学习目标

能力（技能）目标

- ①掌握水质样品的采样方法。
- ②掌握妥善运输和保存样品的方法。
- ③掌握正确填写采样记录表和采样标签。

认知（知识）目标

- ①掌握布设监测点的原则。
- ②掌握依检测项目而不同的样品保存方法。
- ③掌握采样过程中的注意事项。

其他（素质）目标

- ①良好的团队协作精神。
- ②良好的计划组织能力。
- ③良好的职业道德、工作态度和责任感。
- ④遵守环境保护规定。

能力训练任务

- ①采样前的准备工作。
- ②样品的采集。
- ③记录表和标签的填写。
- ④样品的运输。
- ⑤样品的保存。

教学资源

- ①教材。
- ②项目训练教材。

- ③多媒体教学设备。
- ④环境监测实验室。
- ⑤2 500 mL 有机玻璃采水器。
- ⑥50 mL 试剂瓶。
- ⑦pH 广泛试纸。
- ⑧其他防护用品。

1.1 预备知识

为了能够真实地反映水体的质量，水样的采集和保存是至关重要的。首先，采集的样品要代表水体的质量；其次，采样后易发生变化的成分应在现场测定，带回实验室的样品在测试前要进行妥善保存，确保在保存期间不发生变化。

采样的地点、时间和采样频率，应根据监测目的，所采用的分析方法，水质的均一性等因素综合考虑。断面垂线与采样点一般按表 1-1 中规定设置。

表 1-1 河流采样点位置设置规定

水面宽/m	垂线数	水深/m	采样点数
≤50	1 条（中泓）	≤5	1 点（水面下 0.5 m 处）
50~100	2 条（左右近岸 1/3 河宽处）	5~10	2 点（水面下 0.5 m 与水底上 0.5 m）
>100	3 条（左中右）	>10	3 点（水面下 0.5 m，1/2 水深处及水底上 0.5 m 处）

1.2 实训准备

序 号	名 称	方 法
1	采水器	洗涤剂洗 1 次，自来水洗 3 次，蒸馏水一次
2	盛样容器	1. 根据检测项目选择装样瓶材质； 2. 洗涤剂洗 1 次，自来水洗 3 次，蒸馏水 1 次； 3. 装样容器进行试漏
3	保护剂	1：1 硫酸
4	滴管	用于往水样里滴加保护剂
5	玻璃棒	蘸取水样测 pH
6	广泛 pH 试纸	
7	标签	项目完整，应包括实验室名称，样品编号，监测项目，以及样品状态（待检、在检、已检）
8	签字笔	
9	绳子	应带有刻度，或事先做好记号
10	空白试样	
11	废液桶	废液不能随意倾倒在采样点处
12	样品防护的材料	带泡沫塑料隔板可以避免容器间相互碰撞的防护材料