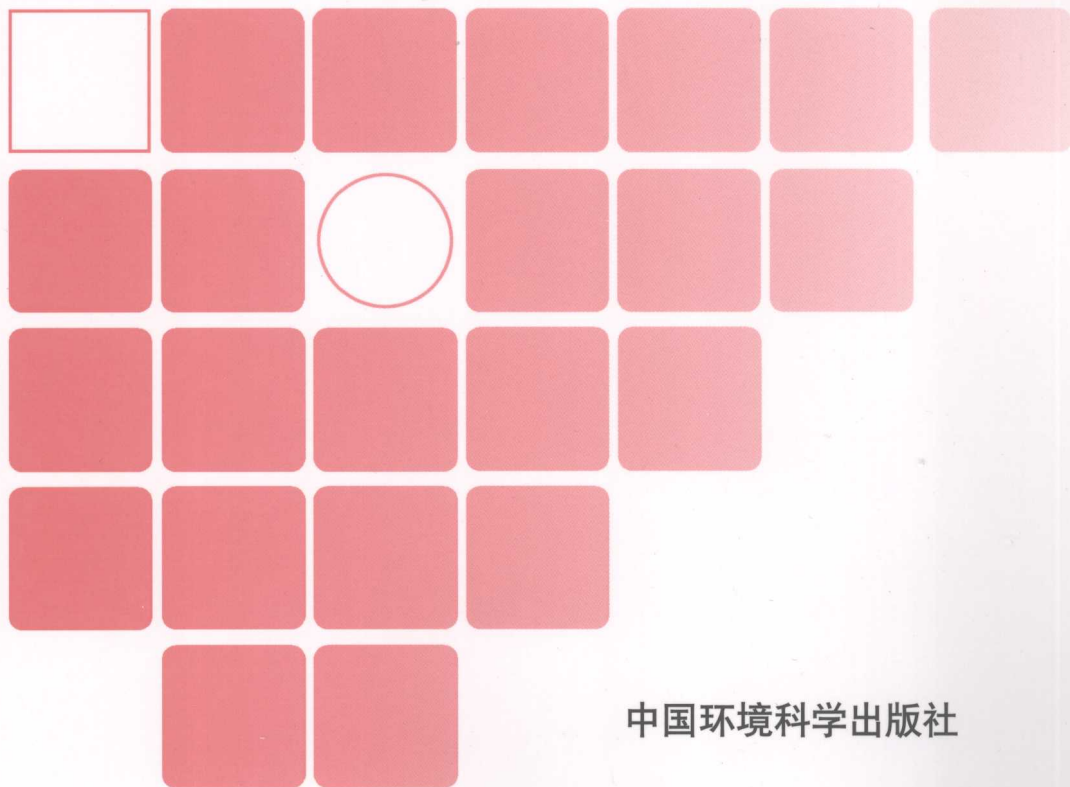


环境监测

崔树军 主编

教育部高等学校高职高专环保与
气象类专业教学指导委员会

推荐教材



中国环境科学出版社

高等专科学校高等职业技术学院环境类系列教材

环 境 监 测

主 编 崔树军
副主编 谢炜平
主 审 刘 娟

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/崔树军主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2008.2
(高职高专环境类系列教材)

ISBN 978-7-80209-553-3

I. 环… II. 崔… III. 环境监测—高等学校: 技术学校—教材 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055531 号

责任编辑 黄晓燕 孔 锦

责任校对 扣志红

封面设计 中通世奥

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 2 月第一版
印 次 2008 年 2 月第一次印刷
印 数 1—5 000
开 本 787×960 1/16
印 张 21.75
字 数 390 千字
定 价 29.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编 审 人 员

主 编 崔树军
河南工程学院

副主编 谢炜平
深圳职业技术学院

主 审 刘 娟
上海市环境监测中心

成 员 姚进一
南通农业职业技术学院

刘 舸
广东省环境保护职业技术学校

王 伟
河南工程学院

刘春梅
徐州建筑职业技术学院

贾劲松
长沙环境保护职业技术学院

苏 艳
洛阳理工学院

丛 书 编 委 会

主 任 林振山

副 主 任 李 元 王京浩 王国祥

委 员 (以姓氏拼音字母排序)

白建国 陈 文 湛永红 崔树军 傅 刚

高红武 高 翔 顾卫兵 关荐伊 郭 正

姜成春 蒋云霞 李党生 李树山 廉有轩

刘海春 刘建秋 刘晓冰 卢 莎 马 英

倪才英 苏少林 孙 成 孙即霖 王 强

汪 葵 相会强 谢炜平 薛巧英 姚运先

张宝军 张 弛 赵联朝 周长丽 周 清

丛书统筹 黄晓燕

前言

随着我国国民经济的发展对环境污染、生态破坏实施有效控制已变得越来越重要和迫切；落实科学发展观，走可持续发展之路正成为全社会的共识。而可持续发展战略的实施必须紧紧依靠科技创新和环境教育。为适应社会对环境保护和监测人才的需求，为了适应现代环境保护技术的要求，我们编写了本教材。

环境监测是环境保护工作的重要基础和有效手段。环境监测力求及时、准确、全面地反映环境质量现状与发展趋势，为环境规划、环境管理、环境影响评价、环境科学研究和污染控制提供必不可少的依据。掌握从事环境监测工作的基本技能，是环境保护第一线高素质劳动者必须具备的职业能力之一。本书是为高职高专环境类专业环境监测课程提供的配套适用教材。

编者在编写过程中按照高职高专学生培养目标及教学要求，强调实用性，突出技能性，力求内容全面，反映当前国内外环境监测的发展水平。重点介绍了涉及水和废水、大气和废气、固体废物和土壤生物污染、噪声、地质环境等监测方案的制订、样品采集、保存和预处理新技术，监测分析质量保证与控制技术等。

本书可作为高职高专环境监测专业及环境类其他各专业使用；同时，也可作为大中专院校、环境保护相关单位及职业资格考证的培训教材。

全书分十章，由崔树军（河南工程学院）担任主编，负责教材整体，构思、统稿工作及教材的第一章、第九章的编写工作。谢炜平（深圳职业技术学院）担任副主编，负责教材第八章的编写工作。姚进一（南通农业职业技术学院）负责第二章的编写工作，刘舸（广东省环境保护职业技术学校）负责第三章的编写工作，王伟（河南工程学院）负责第四章的编写工作，刘春梅（徐州建筑职业技术学院）负责第五章、第六章的编写工作，贾劲松（长沙环境保护职业技术学院）负责第七章的编写工作，苏艳（洛阳理工学院）负责第十章的编写工作。

教材在编写过程中，得到了教育部高等学校高职高专环保与气象专业教学指导委员会的关心与支持，中国环境科学出版社黄晓燕、孔锦编辑对本书编写和出版给予了大力支持和帮助。初稿完成后，经上海市环境监测中心刘娟教授审阅，提出了许多宝贵意见。在编写过程中，河南工程学院陈纳、张庆甫参加了部分文稿的校对工作。在此一并致以深深的谢意。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年1月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境监测的目的和分类	1
第二节 环境监测技术概述	7
第三节 环境标准	9
第四节 常用标准	11
复习与思考题	11
第二章 环境监测质量保证	12
第一节 概 述	12
第二节 数据处理的质量保证	14
第三节 监测实验室的质量保证	30
第四节 监测分析方法的质量控制	53
第五节 环境标准物质和环境质量图的绘制	60
复习与思考题	67
第三章 水和废水监测	69
第一节 概 述	69
第二节 水样的采集	78
第三节 水样的保存和预处理	91
第四节 水的物理性质的监测	95
第五节 营养盐及有机污染综合指标	99
第六节 无机阴离子	104
第七节 有机污染物	106
第八节 金属及其化合物	108
第九节 底质污染物的测定	112
第十节 水环境监测方案实例	115
复习与思考题	120

第四章 大气和废气监测	122
第一节 概 述	122
第二节 大气样品的采集	128
第三节 大气污染物的测定	138
第四节 大气降水监测	160
第五节 大气污染源监测	162
第六节 室内环境污染物监测	173
第七节 大气环境监测方案实例	185
复习与思考题	187
第五章 固体废物监测	189
第一节 概 述	189
第二节 固体废物样品的采集和制备	191
第三节 固体废物监测	195
复习与思考题	205
第六章 土壤质量监测	206
第一节 概 述	206
第二节 土壤样品的采集和预处理	210
第三节 土壤质量的监测	217
复习与思考题	222
第七章 生物污染监测	223
第一节 概 述	223
第二节 生物样品的采集、制备和预处理	229
第三节 生物污染监测方法	240
第四节 水和大气污染生物监测	245
复习与思考题	249
第八章 物理性污染监测	250
第一节 噪声监测	250
第二节 放射性污染监测	273
第三节 电磁辐射污染监测	288
复习与思考题	297

第九章 地质环境监测	299
第一节 环境地质问题	299
第二节 地质环境监测	303
复习与思考题	306
第十章 现代环境监测技术	307
第一节 自动监测系统	307
第二节 遥感监测技术	325
第三节 现场和在线监测	331
第四节 我国环境监测技术的现状和发展趋势	335
复习与思考题	337
参考文献	338

第一章

绪 论

【知识目标】

要求了解环境监测的目的和类型；明确环境监测的原则和要求，把握制定环境标准的原则；熟悉污染物的测试技术。

【能力目标】

通过对本章的学习，学生能明确环境监测在环境保护工作中的地位和作用，培养学生具有理论联系实际分析解决问题的能力；培养分析测试技能，具备快速查阅《环境标准手册》的能力。

论

1

第一节 环境监测的目的和分类

一、环境监测的概念

环境监测是环境科学和环境工程的一个重要组成部分，是在环境分析的基础上发展起来的一门学科。它是运用各种分析、测试手段，对影响环境质量的代表值进行测定，取得反映环境质量或环境污染程度的各种数据的过程。环境监测的目的是运用监测数据表示环境质量受损程度，探讨污染的起因和变化趋势。因此，可以将环境监测比喻为环境保护工作的“耳目”。环境监测在人类防治环境污染，解决现存的或潜在的环境问题，改善生活环境和生态环境，协调人类与环境的关系，最终在实现人类的可持续发展的活动中起着举足轻重的作用。

众所周知，人类赖以生存的环境随着现代化工业、农业和交通运输业的飞速发展，水资源和矿产资源的不合理开发利用，以及大型工程的兴建，跨大流域的调水等，使其自我调节能力被超过，生态平衡遭到破坏；生成的工业“三废”在环境中积累，土壤被化肥、农药及污水灌溉所污染；水资源特别是淡水资源枯竭；地面沉降，山体崩滑等现象发生，这些都影响了动植物的生长和繁殖，直接或间接地影响着人类的生活质量和健康。为了预防环境污染，治理已经被污染的环境，就必须探求环境质量恶化的根源和演化规律，就必须经过长时间、各方面的工作配合，寻找导致环境质量恶化的主要指标进行连续的、自动的检测和监视。这样人们就可以了解环境恶化的情况，预报恶化趋势，进而采取防治措施、评价治理效果等。由此可

见，环境监测是必不可少的一项重要工作。

环境监测技术的发展受两方面因素的影响：① 由于人类社会面临的环境问题日益复杂和严重，对环境监测不断提出新的要求；② 随着科学技术的进步，环境监测技术不断得到迅速发展。这两方面的因素导致环境监测的概念不断深化，监测范围不断扩大。目前，环境监测已从单一的环境分析发展到物理监测，生物监测，生态监测，地质环境监测，遥感、卫星监测；从间断性监测逐步过渡到连续的长期监测；从手动监测发展为在线自动监测；监测范围从一个点、一个面扩展到一个城市、一个区域乃至全球；监测项目也日益增多。环境监测技术已具备了实时性、连续性、完整性等特点，所涉及的学科范围遍及化学、物理、仪器仪表、自动化、传感、计算机、遥感遥测等。可以认为，现在环境监测技术是由多种学科和技术交汇渗透而形成的一门综合性监测技术。

二、环境监测的目的

环境监测是环境保护和环境科学研究的基础。其目的是准确、及时、全面地反映环境质量现状及发展趋势，为环境管理、污染源控制、环境规划提供科学依据，具体归纳为以下几个方面。

(1) 对污染物及其浓度(强度)作时间和空间方面的追踪，掌握污染物的来源、扩散、迁移、反应、转化，了解污染物对环境质量的影响程度，并在此基础上，对环境污染作出预测、预报和预防。

(2) 了解和评价环境质量的过去、现在和将来，掌握其变化规律。

(3) 收集环境背景数据、积累长期监测资料，为制定和修订各类环境标准、实施总量控制、目标管理提供依据。

(4) 实施准确可靠的污染监测，为环境执法部门提供执法依据。

(5) 在深入广泛开展环境监测的同时，结合环境状况的改变和监测理论及技术的发展，不断改革和更新监测方法与手段，为实现环境保护和可持续发展提供可靠的技术保障。

三、环境监测的分类

环境监测可按监测介质和监测目的进行分类。

(一) 按监测介质分类

环境监测以监测介质(环境要素)为对象，分为大气污染监测、水质污染监测、土壤和固体废物监测、生物污染监测、生态监测、噪声振动污染监测、放射性污染监测、电磁辐射监测和热污染控制监测等。

1. 大气污染监测

大气污染监测是监测和检测大气中的污染物及其含量,目前已认识的大气污染物 100 多种,这些污染物以分子和粒子两种形式存在于大气中。分子状污染物的监测项目主要有 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 O_3 、总氧化剂、卤化氢以及碳氢化合物等。粒子状污染物的监测项目有 TSP (总悬浮颗粒物)、 PM_{10} (可吸入颗粒物)、自然降尘量及尘粒的化学组成(如重金属和多环芳烃)等。此外,局部地区还可根据具体情况增加某些特有的监测项目(如酸雨和氯化物的监测)。

大气污染的浓度与气象条件有着密切的关系,在监测大气污染的同时还需要测定风向、风速、气温、气压等气象参数。

2. 水质污染监测

水质污染的监测对象包括未被污染和已受污染的天然水(江、河、湖、海、地下水)、各种各样的工业废水和生活污水等。主要监测项目大体可分为两类:一类是反映水质污染的综合指标,如温度、色度、浊度、pH 值、电导率、悬浮物、溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD)和生化需氧量(BOD_5)等;另一类是一些有毒物质,如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞、镍和有机农药、苯并芘等。除上述监测项目外,还应测定水体的流速和流量。

3. 土壤和固体废弃物监测

土壤污染主要是由两方面因素所引起的,一方面是工业废弃物,主要是废水和废渣浸出液污染;另一方面是化肥和农药污染。土壤污染的主要监测项目是对土壤、作物中有害的重金属如铬、铅、镉、汞及残留的有机农药等。固体废弃物包括工业、农业废物和生活垃圾,主要监测项目是固体废弃物的危险特性监测和生活垃圾特性监测。

4. 生物污染监测

地球上的生物,无论是动物或植物,都是从大气、水体、土壤、阳光中直接或间接地吸取各自所需的营养。在它们吸取营养的同时,某些有害的污染物也会进入生物体内,有些毒物在不同的生物体中还会被富集,从而使动植物生长和繁殖受到损害,甚至死亡。环境污染物通过生物的富集和食物链的传递,最终危害人体健康。生物污染监测是对生物体内环境污染物的监测,监测项目有重金属元素、有机农药、有毒的无机化合物和有机化合物等。

5. 生态监测

生态监测通过监测生物群落、生物种群的变化,观测与评价生态系统对自然变化及人为变化所作出的反应,是对各类生态系统结构和功能的时空格局的度量。生态监测是比生物监测更复杂、更综合的一种监测技术,是利用生命系统(无论哪一层次)为主进行环境监测的技术。

6. 物理污染监测

物理污染监测包括噪声、振动、电磁辐射、放射性、热辐射等物理能量的环境污染监测。噪声、振动、电磁辐射、放射性对人体的损害与化学污染物不同，当环境中的这些物理量超过其阈值时会直接危害人的身心健康，尤其是放射性物质所放射的 α 射线和 β 射线对人体损害更大。所以物理因素的污染监测也是环境监测的重要内容，其监测项目主要是环境中各种物理量的水平。

（二）按监测目的分类

按监测目的分类，可分为监视性监测、特定目的性监测、研究性监测和工程性监测。

1. 监视性监测

监视性监测又称常规监测或例行监测。监视性监测是对各环境要素的污染状况及污染物的变化趋势进行长期跟踪监测，从而为污染控制效果的评价、环境标准实施和环境改善情况的判断提供依据。所积累的环境质量监测数据，是确定一定区域内环境污染状况及发展趋势的重要基础。这是监测工作中量最大、面最广的，是纵向指令性任务，是监测站第一位的工作，其工作质量是环境监测水平的重要标志。监视性监测包括两方面的工作：一是对污染源的监督监测（污染物浓度、排放总量、污染趋势等）；二是环境质量监测（所在地区的空气、水质、噪声、固体废物等监督监测）。

2. 特定目的性监测

特定目的性监测又叫应急监测或特例监测，是不定期、不定点的监测。这类监测除一般的地面固定监测外，还有流动监测、低空航测、卫星遥感监测等形式。特定目的性监测是为完成某项特种任务而进行的应急性的监测，包括如下几方面：

（1）污染事故监测 对各种污染事故进行现场追踪监测，摸清其事故的污染程度和范围，造成危害的大小等。如油船石油溢事故造成的海洋污染，核动力厂泄漏事故引发放射性对周围空间的污染，工业污染源各类突发性的污染事故等均属此类。

（2）纠纷仲裁监测 主要是解决执行环境法规过程中所发生的矛盾和纠纷而必须进行的监测，如排污收费、数据仲裁监测、调解处理污染事故纠纷时向司法部门提供的仲裁监测等。

（3）考核验证监测 主要是为环境管理制度和措施实施考核验证方面的各种监测。如排污许可、目标责任制、企业等级的环保指标的考核。建设项目“三同时”竣工验收监测、治理项目竣工验收监测等。

（4）咨询服务监测 向社会各部门、各单位提供科研、生产、技术咨询，环境影响评价、资源开发保护等所需要进行的监测。

3. 研究性监测

研究性监测又叫科研监测,属于高层次、高水平、技术比较复杂的一种监测。通过监测了解污染机理、弄清污染物的迁移变化规律、研究环境受到污染的程度,例如,环境本底的监测及研究、有毒有害物质对从业人员的影响研究、为监测工作本身服务的科研工作的监测(如统一方法和标准分析方法的研究、标准物质研制、预防监测)等。这类研究往往要求多学科合作进行。

4. 工程性监测

在大型工程(水利工程、矿山工程、城市工程)设计时,为预防工程建设对环境的不良影响,如山体崩滑、矿坑塌陷、地面沉降、海岸侵蚀以及对整个生态系统的影响等,要按特定的工程环境和特定的环境要素进行监测,为工程设计中的环境影响评价和预防措施选择提供依据。

四、环境监测的原则和要求

(一) 环境监测的原则

1. 优先污染物

科技进步、工业发展使世界上化学品的数量已达几千万种之多,而且每年以一万多种的速度增加,而进入环境的化学品已达 10 万种以上。人们不可能也没必要对每一种化学品都进行监测,只能有重点地、针对性地对部分污染物进行监测和控制。这就需要对众多有毒污染物进行分级排队,从中筛选出潜在危害性大,在环境中出现频率高的污染物作为监测和控制对象。经过优先选择的污染物称为环境优先污染物,简称优先污染物。

优先污染物是指难以降解、在环境中有一定残留水平、出现频率较高、具有生物积累性、毒性较大以及现代已有检出方法的化学品。对优先污染物进行的监测称为优先监测。环境监测应遵循“优先污染,优先监测”的原则。美国是最早开展优先监测的国家,20 世纪 70 年代中期就规定了水和污水中 129 种优先监测污染物,其后又提出了 43 种空气优先监测污染物。中国环境优先监测研究也已完成并提出了“中国环境优先污染物黑名单”(表 1-1)。

表 1-1 中国环境优先污染物黑名单

化学类别	名 称
1. 卤代(烷烯)烃类	二氯甲烷、三氯甲烷 Δ 、四氯化碳 Δ 、1,2-二氯乙烷 Δ 、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-二氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、三氯乙烯 Δ 、四氯乙烯 Δ 、三溴甲烷 Δ
2. 苯系物	苯 Δ 、甲苯 Δ 、乙苯 Δ 、邻-二甲苯、间-二甲苯、对-二甲苯
3. 氯代苯类	氯苯 Δ 、邻-二氯苯 Δ 、对-二氯苯 Δ 、六氯苯
4. 多氯联苯类	多氯联苯 Δ

化学类别	名 称
5. 酚类	苯酚△、间-甲酚△、2,4-二氯酚△、2,4,6-三氯酚△、五氯酚△、对-硝基酚△
6. 硝基苯类	硝基苯△、对-硝基甲苯△、2,4-二硝基甲苯△、三硝基甲苯△、对-硝基氯苯△、2,4-二硝基氯苯△
7. 苯胺类	苯胺△、二硝基苯胺△、对-硝基苯胺△、2,6-二氯硝基苯胺
8. 多环芳烃	萘、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘△、茚并[1,2,3-c,d]芘、苯并[ghi]芘
9. 酞酸酯类	酞酸二甲酯、酞酸二丁酯△、酞酸二辛酯△
10. 农药	六六六△、滴滴涕△、滴滴畏△、乐果△、对硫磷△、甲基对硫磷△、除草醚△、敌百虫△
11. 丙烯腈	丙烯腈
12. 亚硝胺类	N-亚硝基二丙胺、N-亚硝基二正丙胺
13. 氰化物	氰化物△
14. 重金属及其化合物	砷及其化合物△、铍及其化合物△、镉及其化合物△、铬及其化合物△、铜及其化合物△、铅及其化合物△、汞及其化合物△、镍及其化合物△、铊及其化合物△

注：包括 14 种化学类别共 68 种有毒化学品，其中有机物占 58 种。△——推荐近期实施的优先污染物名单。

2. 优先监测原则

对优先污染物进行的监测称为优先监测，环境监测应遵循优先监测的原则。优先监测原则就是对下列污染物实行优先监测：

- ① 对环境影响大的污染物；
- ② 已有可靠监测方法并获得准确数据的污染物；
- ③ 已有环境标准或其他依据的污染物；
- ④ 在环境中的含量已接近或超过规定的标准浓度的污染物；
- ⑤ 环境样品有代表性的污染物。

环境监测要遵循符合国情、全面规划、合理布局的方针，其准确性往往取决于监测过程的最薄弱环节。

(二) 环境监测的要求

环境监测是为环境保护、评价环境质量，制定环境管理、规划措施，为建立各项环境保护法规、法令、条例提供资料、信息依据。为确保监测结果准确可靠、正确判断并能科学地反映实际，环境监测要满足下面几方面要求。

1. 代表性

代表性主要是指取得具有代表性的能够反映总体真实状况的样品，则样品必须按照有关规定的要求、方法采集。

2. 完整性

完整性主要是指监测过程中的每一细节，尤其是监测的整体设计方案及实施，监测数据相关信息无一缺漏地按预期计划及时获取。

3. 可比性

可比性主要是指在监测方法、环境条件、数据表达方式等相同的前提下, 实验室之间对同一样品的监测结果相互可比, 以及同一实验室对同一样品的监测结果数据可比, 相同项目没有特殊情况时, 历年同期的数据也是可比的。

4. 准确性

准确性主要指测定值与真实值的符合程度。

5. 精密性

精密性主要指多次测定值有良好的重复性和再现性。

准确性和精密性是监测分析结果的固有属性, 必须按照所用方法使之正确实现。

第二节 环境监测技术概述

环境监测技术包括采样技术、测试技术和数据处理技术等。本节着重概括一下化学组分的测试技术。

一、监测分析方法

在环境监测中既有物理量的测定, 也有污染组分的测试, 一般物理量的测定如温度、色度、浊度、噪声等都有比较简便、快速的测定方法, 这些方法很容易实现连续自动化测定。但是化学组分的测试则比较复杂。目前用于环境监测的测定方法一般认为可分为化学分析法、仪器分析法和生物监测技术三大类。

1. 化学分析法

化学分析法包括容量法(酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法和络合滴定法)和重量法。这种方法的主要特点是: ①准确度高, 其相对误差是 0.1%~0.2%; ②所需的仪器设备简单, 分析成本低, 设备保养维修方便; ③灵敏度较低, 一般仅适用于高浓度组分的测定, 对微量组分则不大适用; ④选择性较差, 有时候需要比较复杂的预处理。

2. 仪器分析法

仪器分析法种类较多, 大体上可以分为光学分析法、电化学分析法和色谱分析法三大类。光学分析法中有分光光度法、紫外分光光度法、红外分光光度法, 以及原子吸收分光光度法、荧光分析法、非色散红外吸收法、火焰光度法、化学发光法和发射光谱法; 电化学分析法中有电导法、极谱法、库仑滴定法、离子选择性电极法、电解溶出法等; 色谱分析法是以色谱分离为基础、配合各种方式测定化合物的方法。如气相色谱法、高效液相色谱法、离子色谱法、纸层析法和薄板层析法等, 此外还有质谱和中子活化分析法。