

21 世纪高等学校教材

环境监测

huan jing jian ce

刘 绮 潘伟斌 主编



华南理工大学出版社

X83
3

21 世纪高等学校教材

环 境 监 测

刘 绮 潘伟斌 主编

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

环境监测是环境工程专业的一门专业主干课。全书以监测理论、方法和技术为主线,各章密切结合环境监测应用,力求体现监测方法与监测对象相结合、理论与实践相结合。全书共九章,系统而详细地阐述了环境监测中使用的现代分析测试方法和仪器设备的原理与技术。同时也介绍了水和废水监测、空气和废气监测、固体废弃物监测、土壤污染监测、生态污染监测、噪声污染监测、放射性监测、监测实验室质量保证、自动连续监测和遥感遥测技术等内容。每章附有思考题与练习题,书末附有国产环境标准样品的分类目录与环境监测常用缩略语及其中英文对照。

本书可供环境工程、环境科学、环境化学、环境生物等专业本科生和研究生作为教学用书,也可供各地环境监测站和环境科学工作者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/刘绮,潘伟斌主编. —广州:华南理工大学出版社, 2005. 10
ISBN 7-5623-2289-9

I. 环… II. ①刘… ②潘… III. 环境监测-教材 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108612 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行部电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail:scut202@scut.edu.cn http://www.scutpress.com.cn

责任编辑:吴兆强

印刷者:广东省农垦总局印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:19.25 字数:469 千

版次:2005 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~2000 册

定 价:30.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

在高等学校环境工程、环境科学类专业中，“环境监测”是一门基础的必修课程。

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，为环境管理、环境规划、环境质量评价、环境科学研究和污染控制提供科学依据。为满足高等学校环境类专业对环境监测教材的要求，我们编写了《环境监测》一书。本书是在总结编者多年教学经验的基础上编写的。它具有如下特点：

(1) 全书以监测理论、方法和技术为主线，各章密切结合环境监测应用，力求体现监测方法与监测对象相结合，理论与实践相结合。

(2) 本书较全面地阐述了环境监测这门学科的概貌及其发展过程。

(3) 及时更新国内外相关环境标准，阐明了环境标准的发展趋势，并且增加了环境背景值（土壤、地下水等）调查方面的内容。

(4) 针对环境介质的复杂性和普遍存在的污染物浓度低的特点，详细阐述了环境样品的预处理技术，增加微量甚至痕量有机污染物的萃取、富集与分离方面的样品预处理内容。

(5) 对自动化连续监测仪器和设备的原理、操作程序、控制系统等方面的新知识与技术也在本书中突出地进行了阐明。

(6) 将省时、省力的多种便携式监测仪器编写进本教材，例如密封催化COD分光光度法快速测定仪。

全书共分九章：绪论、环境监测中常用的几种仪器分析方法、水和废水监测、空气和废气监测、固体废弃物与土壤污染监测、生态污染监测、噪声监测、放射性监测、环境监测质量保证、自动化监测技术与便携式现场监测仪器等。

本书可供环境工程、环境科学、环境化学、环境生物等专业本科生和研究生作为教学用书，亦可供各地环境监测站和环境科学工作者参考使用。

本书由华南理工大学刘绮、潘伟斌主编。秦玉洁、梁惠枫、赵虹、张佳扬、罗建明、李莉、吴英凡、梁丽梅、赵晓钢参加了编写工作。

限于编者水平，书中错误与不妥之处在所难免，敬希读者批评指正。

编 者

2005年8月于广州

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 环境监测的目的、内容与类型	(1)
一、环境监测的目的	(1)
二、环境监测的内容	(1)
三、环境监测的类型	(4)
第二节 环境监测的发展、特点和监测技术概述	(5)
一、环境监测的发展	(5)
二、环境监测对象的特点	(6)
三、环境监测的分析技术概述	(7)
四、环境优先污染物和优先监测	(9)
五、持久性、生物可累积有毒污染物	(11)
第三节 环境标准简述	(12)
一、环境标准的分类和分级	(12)
二、未列入标准的物质最高允许浓度的估算	(17)
思考题与习题	(17)
第二章 环境监测中常用的几种仪器分析法	(19)
第一节 分子吸收光谱分析	(19)
一、分光光度法的工作原理	(19)
二、分光光度计	(22)
第二节 原子吸收光谱法	(23)
一、原子吸收分光光度法的原理	(24)
二、原子吸收法仪器的分类、结构和部件	(25)
三、AAS 实验技术	(27)
第三节 气相色谱分析法	(29)
一、气相色谱仪及流程	(29)
二、应用范围与限制	(32)
三、气相色谱在环境监测中的应用	(32)
第四节 高效液相色谱分析	(34)
一、概述	(34)
二、液相色谱仪	(35)
三、高效液相色谱法在环境监测中的应用	(38)
思考题与习题	(39)
第三章 水和废水监测	(40)
第一节 水质监测方案的制定	(40)

一、地表水监测方案的制定	(40)
二、地下水水质监测方案的制定	(43)
三、水污染源监测方案的制定	(45)
四、给水管网中水质的监测	(46)
五、流量监测	(46)
第二节 水质监测项目与分析方法	(47)
一、水质监测项目	(47)
二、分析方法的选择	(47)
第三节 水样的采集和保存	(49)
一、水样的采集	(49)
二、样品的运输、保存和采样记录	(53)
三、水样的类型	(60)
第四节 水样的预处理	(61)
一、水样的消解	(61)
二、富集与分离	(63)
第五节 水的感观物理性质检验	(67)
一、温度	(67)
二、臭与味	(68)
三、颜色	(69)
四、残渣	(70)
五、电导率	(70)
六、矿化度	(72)
七、浊度	(72)
八、水的硬度	(72)
九、活性污泥中的固体相关指标	(74)
第六节 金属污染物的测定	(75)
一、金属污染物的危害	(75)
二、金属污染物的测定	(76)
第七节 非金属无机污染物的测定	(89)
一、非金属无机污染物的危害	(89)
二、非金属无机污染物的测定	(90)
第八节 有机污染物的测定	(105)
一、化学需氧量 (COD)	(105)
二、生化需氧量 (BOD)	(107)
三、总有机碳	(108)
四、总需氧量	(110)
五、有机物综合测试方法比较	(110)
六、矿物油的测定	(114)
七、酚的测定	(115)
第九节 底质监测	(117)
一、采样点的布设	(117)

二、底质柱状样品采集	(117)
三、采样时间和频次	(117)
四、测定与计算	(118)
第十节 活性污泥中微生物观测	(118)
实验一 废水中生化需氧量的测定	(121)
实验二 废水中化学需氧量的测定	(123)
实验三 纳氏试剂比色法对氨氮的测定	(125)
实验四 邻二氮菲分光光度法测定铁的条件研究	(127)
实验五 水中铬的测定	(130)
思考题与习题	(133)
第四章 空气和废气监测	(135)
第一节 大气污染概述	(135)
一、大气污染及污染物的存在状态	(135)
二、大气污染物的来源及危害	(136)
三、大气污染物的时空分布特点	(137)
第二节 大气监测项目与污染物浓度表示方法	(138)
一、大气监测的目的和作用	(138)
二、监测项目	(138)
三、大气监测中常用的定义术语	(138)
四、大气中污染物的浓度表示方法	(139)
第三节 大气污染监测方案的制定	(140)
一、调研及资料收集	(140)
二、监测点位的布设	(141)
第四节 采样方法和采样仪器	(143)
一、采样方法及原理	(143)
二、空气采样系统	(147)
三、采样效率	(150)
第五节 气态和蒸气态污染物质的测定	(151)
一、二氧化硫的测定	(151)
二、氮氧化物的测定	(154)
三、一氧化碳的测定	(155)
四、硫酸盐化速率的测定	(156)
五、光化学氧化剂和臭氧的测定	(158)
六、空气中总烃的测定	(159)
七、汞的测定	(160)
第六节 颗粒物的测定	(161)
一、降尘量的测定	(161)
二、总悬浮颗粒的测定	(162)
三、可吸入颗粒物(飘尘)的测定	(163)
第七节 降水监测	(164)

一、采样方法	(164)
二、水样的保存	(165)
三、降水组分的测定	(165)
第八节 固定污染源监测	(167)
一、监测目的和要求	(167)
二、采样位置与采样点	(167)
三、基本状态参数的测量	(169)
第九节 流动污染源之一——汽车尾气监测	(171)
一、汽车排气中气态污染物含量的测定	(171)
二、柴油机汽车烟度的测定	(172)
实验六 空气中一氧化碳的测定——非色散红外吸收法	(173)
实验七 高效液相色谱法测定环境样品中的多环芳烃	(174)
思考题与习题	(178)
第五章 固体废弃物与土壤污染监测	(179)
第一节 固体废弃物监测	(179)
一、固体废弃物的来源与分类	(179)
二、有毒有害固体废弃物	(180)
三、固体废弃物样品的采集、制备和保存	(183)
四、固体废弃物监测	(186)
第二节 土壤污染监测	(190)
一、土壤污染源	(190)
二、土壤中的主要污染物	(191)
三、土壤污染的特点和类型	(193)
四、土壤污染对环境的危害	(194)
五、土壤污染监测项目	(194)
六、土壤背景值	(195)
七、土壤标准	(195)
八、土壤样品的采集	(196)
九、土壤样品的前处理与保存	(198)
十、土壤样品测定试液的制备	(199)
十一、土壤监测实例	(200)
实验八 原子吸收分光光度法测定土壤和茶叶样品中铜和锌的含量	(201)
实验九 土壤中微量砷的测定——AgDDC 光度法	(203)
思考题与习题	(205)
第六章 生态监测	(206)
第一节 概述	(206)
一、生态监测 (Ecological monitoring) 的概念	(206)
二、生态监测的对象	(207)
三、生态监测的内容、目的和类型	(207)
四、生态监测的发展	(208)

第二节 生态监测的指标体系	(210)
一、非生物成分监测指标	(210)
二、生物成分监测指标	(211)
三、生态系统的监测指标	(211)
四、生物与环境间相互作用关系及其发展规律的监测指标	(211)
五、社会经济系统的监测指标	(211)
第三节 生态监测方案	(211)
一、明确监测对象和目的	(212)
二、确定监测区域	(212)
三、监测指标体系的确定原则	(212)
四、监测方法	(213)
五、监测时段与频率	(214)
思考题与习题	(214)
第七章 其他污染监测	(215)
第一节 噪声监测	(215)
一、噪声的来源	(215)
二、噪声的特点与危害	(216)
三、噪声的产生与传播	(216)
四、基本概念	(217)
五、多声压级的合成——噪声的相加	(219)
六、噪声的相减	(220)
七、噪声频谱及分析	(221)
八、噪声测量仪器	(222)
九、等效连续声级、噪声污染级	(224)
十、噪声测量技术	(225)
第二节 放射性污染监测	(230)
一、放射性基本知识	(230)
二、放射性核素的分布与危害	(233)
三、放射性监测方法	(234)
四、监测仪器	(236)
五、水中放射性监测	(238)
六、大气放射性监测	(239)
七、土壤中总 α 、 β 放射性比活度测定	(240)
思考题与习题	(240)
第八章 环境监测质量保证	(243)
第一节 环境监测质量保证概述	(243)
第二节 监测实验室质量保证	(244)
一、规模装备和管理	(244)
二、实验用水	(244)
三、试剂	(246)
四、实验室用气	(247)

五、实验室的环境条件	(249)
六、基本概念	(250)
七、分析方法的选择	(253)
八、质量控制图	(254)
第三节 分析数据的处理与结果表达	(256)
一、有效数字及数字修约规则	(256)
二、离群数据的统计检验	(257)
三、直线相关和回归	(259)
第四节 实验室间质量控制	(261)
一、实验室质量考核内容	(261)
二、实验室误差测验——双样法	(262)
第五节 环境标准参考物质	(263)
一、环境标准参考物质的特性	(263)
二、环境标准参考物质的作用	(264)
三、环境标准参考物质的制备	(264)
思考题与习题	(269)
第九章 环境监测的新进展	(271)
第一节 自动监测概述	(271)
一、自动监测技术分类	(271)
二、自动监测系统的主要结构	(271)
第二节 大气污染连续自动监测系统	(272)
一、大气采样系统	(273)
二、大气自动监测仪器	(274)
第三节 水污染连续自动监测	(279)
一、水污染连续自动监测系统	(279)
二、水质连续自动监测的仪器	(281)
三、清洗装置	(285)
四、水污染流动监测站——水质监测车(船)	(285)
第四节 便携式现场监测仪器	(286)
第五节 关于“3S”技术	(287)
一、3S 技术	(287)
二、感应遥测	(288)
三、激发遥测	(289)
思考题与习题	(290)
附录	(291)
附录 1 国产环境标准样品目录	(291)
附录 2 环境空气质量标准	(292)
附录 3 常用名词的缩写及中英文对照	(294)
参考文献	(296)

第一章 绪 论

环境监测技术 (Technique of Environment Monitoring) 是随着环境科学的形成和发展而产生的, 在环境分析的基础上发展起来的。它是用现代科学技术方法测取、运用环境质量数据资料的科学活动, 是用科学的方法监视和检测反映环境质量及其变化趋势的各种数据的过程。用监测数据表征环境质量的变化趋势及污染的来龙去脉为目的, 它是环境保护的基础工作。

环境监测的过程一般为: 现场调查→监测计划设计→优化布点→样品采集→运送保存→分析测试→数据处理→综合评价等。

从信息技术角度看, 环境监测是环境信息的捕获→传递→解析→综合的过程。只有在对监测信息进行解析、综合的基础上, 对各种有关污染因素、环境因素在一定范围、时间、空间内进行测定, 分析其综合测定数据, 才能全面、客观、准确地揭示监测数据的内涵, 对环境质量及其变化作出正确的评价。

环境监测的对象包括: 反映环境质量变化的各种自然因素; 对人类活动与环境有影响的各种人为因素; 对环境造成污染危害的各种成分。

第一节 环境监测的目的、内容与类型

一、环境监测的目的

环境监测的任务主要包括以下六项:

(1) 确定污染物质的浓度、分布现状、发展趋势和速度, 以追究污染物的污染途径和污染源, 并判断污染物在时间和空间上的分布、迁移、转化和发展规律。

(2) 确定污染源造成的污染影响, 掌握污染物作用于大气、水体、土壤和生态系统的规律性, 判断浓度最高和问题潜在最严重的区域所在, 以确定控制和防治的对策, 评价防治措施的效果。

(3) 为研究污染扩散模式, 做出新污染源对环境污染影响的预期评价及环境污染的预测预报, 提供数据资料。

(4) 判断环境质量是否合乎国家制定的环境质量标准, 定期提出环境质量报告。

(5) 收集环境本底数据, 积累长期监测资料, 为研究环境容量、实施总量控制和完善环境管理体系提供基础数据。

(6) 为保护人类健康、保护环境、合理使用资源、制定和修订各种环境法规与标准等提供依据。

二、环境监测的内容

人类生存在地球表面上, 地球可划分为不同物理化学性质的圈层, 即覆盖地球表面的

大气圈、以海洋为主的水圈、构成地壳的岩石圈及它们共同构成生物生存与活动的生物圈等总称人类生存与活动的环境。环境监测就是以这个环境的各个部分和局部为对象，监测影响环境的各种有害物质和因素。

物质从宏观上说是由元素组成的；从微观结构上说是由分子（多以共价键）、原子（以金属键）或离子（离子键）构成，依其组成和结构的不同，物质有两种形式：一种是无机物，一种是有有机物。

无机物：有单质（包括金属、非金属等）和化合物（包括氧化物、络合物及酸、碱、盐等）。

有机物是碳氢化合物：包括烃类（链烃和环烃）和烃的衍生物（包括卤代烃、酚、醛、酮、酯、胺、酰胺硝基化合物等）。自然界无机物有 10 余万种；有机化合物有 600 余万种，所以对影响环境的各种有害物质和因素的监测必然是：无机（包括金属和非金属）污染物监测、有机（包括农药化肥）污染物监测及物理能量（噪声、振动、电磁、热、放射性）污染监测。因而我们可以依据不同污染物的特性，针对性地选用不同的监测分析技术和方法。对于无机污染物、金属、非金属适用离子、原子分析技术，对于化合物有机污染物适用分子分析、色谱谱法等。物质的组成与分类如图 1-1、图 1-2 所示。

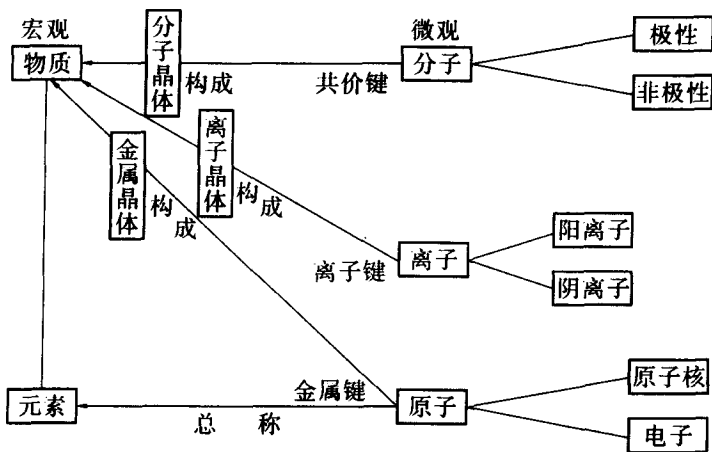


图 1-1 物质的组成

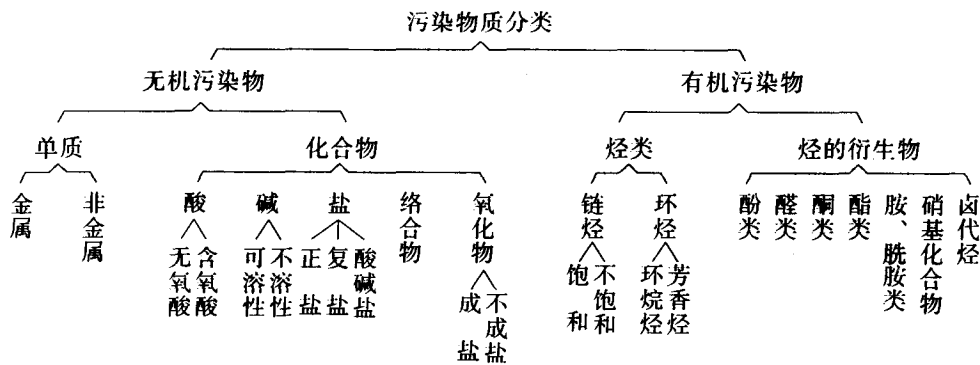


图 1-2 污染物质的分类

通常环境监测内容以其监测的介质（或环境要素）为对象分为：空气污染监测、水体污染监测、土壤污染监测、生物监测、生态监测、物理污染监测（包括噪声、振动污染监测，放射性污染监测，电磁辐射监测等）。

（1）空气污染监测：空气污染监测的主要任务之一是监测和检测空气中的污染物及其含量，目前已认识的空气污染物约 100 多种，这些污染物以分子和粒子状两种形式存在于空气中，分子状污染物的监测项目主要有 SO_2 、 NO_2 、 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主要有 TSP、IP、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，酸雨的监测，局部地区还可根据具体情况增加某些特有的监测项目。

因为空气污染的浓度与气象条件有密切关系，因此在监测空气污染的同时还要测定风向、风速、气温、气压等气象参数。

（2）水体污染监测：水体污染监测包括水质监测与底质（泥）监测，就水质来说有未被污染或已受污染的天然水（包括江、河、湖、海和地下水）、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、电导率、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）和生化需氧量（BOD）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，还要对水的流速和流量进行测定。

（3）土壤污染监测：土壤污染主要是由两方面因素引起的：一是工业废弃物，主要是废水和废渣；另一方面是使用化肥和农药所带来的有机物。其中工业废弃物是土壤污染的主要原因，土壤污染的主要监测任务是对土壤、作物、有害的重金属如铬、铅、镉、汞及残留的有机农药等进行监测。

（4）生物监测：与人类一样，地球上的生物也是以大气、水体、土壤以及其他生物为生存和生长的条件。无论是动物或植物，都是从大气、水体和土壤（植物还从阳光）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进入体内，其中有些毒物在某些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。受害的生物、作物，用于人的生活，也会危害人体健康。因此，生物体内有害物的监测、生物群落种群的变化监测也是环境监测的对象之一。具体监测项目依据具体状况而定。

（5）生态监测：生态监测就是观测与评价生态系统对自然变化及人为变化所做出的反应，是对各类生态系统结构和功能的时空格局的度量。它包括生物监测和地球物理化学监测。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：其包括噪声、振动、电磁辐射、放射性等物理能量的环境污染监测。物理污染虽然不同于化学污染物质引起人体中毒，但超过其阈值会直接危害人的身心健康，尤其是放射性物质所放射的 α 、 β 和 γ 射线对人体损坏更大，所以物理因素的污染监测也是环境监测的重要内容。

上述监测对象基本上都包括有环境监测和污染源监测。这里所谓的环境，可以是一个企业、矿区、城市地区、流域等。在任何一个监测对象中，都包括有许多项目，要适当地加以选择。因为环境监测是一项复杂而繁重的工作。在实际工作中，由于受人力、物力及

技术水平和环境条件的限制，不能也不可能对所涉及到的项目全部监测。因此，要根据监测目的、污染物的性质和危害程度，对监测项目进行必要的筛选，从中挑选出对解决问题最关键和最迫切的项目。选择监测项目应遵循如下原则：

第一，对污染物的性质如自然性、化学活性、毒性、扩散性、持久性、生物可分解性和积累性等进行全面分析，从中选出影响面广、持续时间长、不易或不能被微生物所分解而且能够使动植物发生病变的物质作为日常例行的监测项目。对某些有特殊目的或特殊情况的监测工作，则要根据具体情况和需要选择监测的项目。

第二，必须采取可靠的方法与技术。

第三，监测结果所获得的数据，要有可比较的标准或能作出正确的解释和判断，如果监测结果无标准可比，又不了解所获得的监测结果对人体和动植物的影响，则会使监测陷入盲目性。

三、环境监测的类型

1. 监视性监测

监视性监测又叫常规监测或例行监测，是纵向指令性任务，是监测站第一位的工作，是监测工作的主体。其工作质量是环境监测水平的主要标志。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监测，评价控制措施的效果，判断环境标准实施的情况和改善环境取得的进展，积累质评监测数据，确定一定区域内环境污染状况及发展趋势。

(1) 环境质量监测：

①空气环境质量监测。通常在县级以上城区进行。任务是对所辖区空气环境中的主要污染物进行定期或连续的监测，积累空气环境质量的基础数据。据此定期编报空气环境质量状况的评价报告，为研究空气质量的变化规律及发展趋势，为空气污染预测、预报提供依据。

②水环境质量监测。对所辖区的江河、湖泊、水库以及海域的水体（包括底泥、水生生物）进行定期定位的常年性监测，适时地对地表水（或海水）质量现状及其污染趋势作出评价，为水域环境管理提供可靠的数据和资料。

③环境噪声监测。对所辖城区的各功能区噪声、道路交通噪声、区域环境噪声进行经常性的定期监测，及时、准确地掌握城区噪声现状，分析其变化趋势和规律，为城镇噪声管理和治理提供系统的监测资料。

(2) 污染源监督监测：

污染源监督监测是为掌握污染源，监视和检测主要污染源在时间和空气的变化所采取的定期定点的常规性监督监测，包括主要生产、生活设施排放的各种废水的监测，生产工业废气、机动车辆尾气监测，各种锅炉、窑炉排放的烟气和粉尘的监测，噪声、热、电磁波、放射性污染的监督监测等。

污染源监督监测旨在掌握污染源排向环境的污染物种类、浓度、数量，分析和判断污染物在时间空间上散布、迁移、稀释、转化、自净规律，掌握污染物造成的影响和污染水平，确定污染控制和防治对策，为环境管理提供长期的、定期的技术支持和技术服务。

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，是横向服务性任务，是监测站第二位的工

作，是仅次于监视性监测的一项重要工作。但它不是定期的定点监测，这类监测的内容和形式很多，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。但都是为完成某项特种任务而进行的应急性的监测，包括以下几方面：

(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，造成的危害大小等。如油船石油溢出事故造成的海洋污染，核动力厂泄漏事故引起放射性对周围空间的污染危害。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改期进行的监测，如排污收费、数据仲裁监测、调解污染事故发生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、企业上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：除了为环境管理、工程治理等做好应急性的服务监测工作外，还可为社会各部门、各单位提供科研、生产、技术咨询，环境评价、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。可依监测站自身能力、水平承担，量力而行。可以充分利用监测站的技术力量，提高自身的监测科研水平，增加效益。

(1) 标准法研制监测：为研制监测环境标准物质（包括标准水样、标准气、土壤、尘、粉煤灰、植物等各种标准物质）制订和统一监测分析方法以及优化布点、采样的研究等。

(2) 污染规律研究监测：主要是研究确定污染物从污染源到受体的运动过程。监测研究环境中需要注意的污染物质及它们对人、生物和其他物体的影响。

(3) 背景调查监测：专项调查监测某环境的原始背景值，监测环境中污染物质的本底含量。如农药、放射性、重金属等本底调查监测及生态监测、全球环境变化遥感监测等。

(4) 综合研究监测：参加某个环境工程、建设项目的开发预测影响的综合性研究，如温室效应、臭氧层破坏、酸雨规律研究等。

这类监测需要化学分析、物理测量和生物生理检验技术和已积累的监测数据资料，运用大气化学、大气物理、水化学、水文学、气象学、生物学、流行病学、毒性学、病理学、地质学、地理学、生态学、遥感学等多种学科知识进行分析研究、科学实验等。进行这类监测事先必须制定周密的研究计划，并联合多个部门、多个学科协作共同完成。

第二节 环境监测的发展、特点和监测技术概述

一、环境监测的发展

环境科学作为一门学科是在 20 世纪 50 年代开始发展起来的。最初危害较大的环境污染事件主要是由于化学毒物所造成，因此，对环境样品进行化学分析以确定其组成、含量

的环境分析就产生了。由于环境污染物通常处于痕量级 (10^{-6} 、 10^{-9} 数量级) 甚至更低, 并且基体复杂, 流动性、变异性大, 又涉及空间分布及变化, 所以对分析的灵敏度、准确度、分辨率和分析速度等提出了很高的要求。因此, 环境分析实际上是分析化学的发展。这一阶段称之为污染监测阶段或被动监测阶段。

到了 20 世纪 70 年代, 随着科学的发展, 人们逐渐认识到影响环境质量的因素不仅是化学因素, 还有物理因素, 例如噪声、光、热、电磁辐射、放射性等。所以用生物 (动物、植物) 的生态、群落、受害症状等的变化作为判断环境质量的标准更为确切可靠。此外, 某一化学毒物的含量仅是影响环境质量的因素之一, 环境中各种污染物之间、污染物与其他物质及其他因素之间还存在着相加和拮抗作用。所以环境分析只是环境监测的一部分。环境监测的手段除了化学的, 还有物理的、生物的, 等等。同时, 从点污染的监测发展到面污染以及区域性污染的监测, 这一阶段称之为环境监测阶段, 也称为主动监测或目的监测阶段。

监测手段和监测范围的扩大, 虽然能够说明区域性的环境质量, 但由于受采样手段、采样频率、采样数量、分析速度、数据处理速度等的限制, 仍不能及时地监视环境质量变化, 预测变化趋势, 更不能根据监测结果发布采取应急措施的指令。20 世纪 80 年代初, 发达国家相继建立了自动连续监测系统, 并使用了遥感、遥测手段, 监测仪器用电子计算机遥控, 数据用有线或无线传输的方式送到监测中心控制室, 经电子计算机处理, 可自动打印成指定的表格, 画成污染态势、浓度分布图。可以在极短时间内观察到空气、水体污染浓度变化, 预测预报未来环境质量。当污染程度接近或超过环境标准时, 可发布指令, 通知并采取保护措施。这一阶段称之为污染防治监测阶段或自动监测阶段。

二、环境监测对象的特点

关于环境分析监测对象的特点可列举如下。

(一) 体系复杂且项目繁多

实际环境体系大多是流动的非热力学平衡体系, 样品中组分复杂而且可能随时发生变化。即使是样品中同一元素, 也可能有多种不同的赋存形态 (如物理结合形态、化学异构形态、化合态、价态), 要逐一地测定样品中每一组分及每一形态, 虽然不无可能, 但却是一个既繁杂又艰巨的任务, 实际上也是行不通的。针对这种情况, 监测工作者可按下述原则选定监测项目: ①本着主要与次要相分开、需要与可能相结合的原则来选定监测项目, 即对那些毒性大、数量多、环境影响恶劣的对象物作优先监测考虑。②以表征一组物质在环境中总数量水平的非专一性参数来代替该组物质的各单一性的监测项目, 由此减少监测工作量。在进行非专一性参数测定时, 特别需要严格控制实验条件, 并使之标准化。

(二) 被测对象微量低浓

由于实际环境体系非常宏大, 很多人污染物的排放又受到严格的规约控制, 所以滞留在环境中的污染物通常是微量低浓的, 试样中的量值经常为毫克、微克、纳克数量级, 浓度数量级相应地为 10^{-6} 、 10^{-9} 甚至 10^{-12} , 这样就大大提高了监测工作的难度。所以对环境样品一般都需要作预处理, 使其中对象组分经浓集后达到分析检出限以上的浓度或量值。

（三）被测对象的有害性

环境污染物、特别是那些化学性污染物大多是有毒物质。对人、生物或其他有价值物质会产生即时的或潜在的危险，其主要表现有毒性、致癌、致畸、致突变性、可燃性、腐蚀性、爆炸性、耗氧性、氧化性、富营养作用及破坏生态平衡等，这就要求环境监测工作人员具有高度责任感，同时还要求技术本身具有高度准确性。否则，错误的监测结果会直接贻误环境保护和环境治理工作。对监测数据持“宁缺毋滥”的方针是专业监测人员公认的准则。

（四）被测对象的易变性

由于环境因素十分复杂，致使大多数化学污染物的环境行为变化多端。研究性监测工作要求掌握污染物在环境介质中的即时行为，这就为监测工作者提出了特殊的更高要求，在很多场合下需要运用自动、在线等实时性监测技术。

三、环境监测的分析技术概述

对污染物分析监测技术可按其使用的方法分为化学法、物理法、物理化学法和生物法。

化学法（主要是滴定分析法）是以化学反应为其工作原理的一类方法，适用于样品中常量组分的分析，选择性较差，在测定前常需要对样品进行预处理；方法简便，操作快捷，所需器具简单，分析费用较低。

物理法和物理化学分析法都是使用仪器进行监测的方法，前者如温度、电导率、噪声、放射性、气溶胶粒度等项目的测定，需要具备专用的仪器和装置。后者又通称仪器分析法，适用于定性和定量分析绝大多数化学物质。

物理化学分析法种类繁多，大体上可分为光学分析法、电化学分析法和色谱分析法3类。光学分析法是利用光源照射试样，在试样中发生光的吸收、反射、透过、折射、散射、衍射等效应，或在外来能量激发下使试样中被测物发光，最终以仪器检测器接收到的光的强度与试样中待测组分含量间存在对应的定量关系而进行分析。环境分析中常用的有分光光度法、原子吸收分光光度法、化学发光法、非分散红外法等。特别是紫外-可见分光光度法是环境分析中最广泛应用的方法。原子吸收分光光度法则是对环境样品中痕量金属分析最常用的方法。电化学分析法（表1-1）是仪器分析法中的另一个类别，是通过测定试样溶液电化学性质而对其中被测定组分进行定量分析的方法。这些电化学性质是在原电池或电解池内显示出来，包括电导、电位、电流、电量等。环境分析中常用的电化学分析法有电导分析法、离子选择性电极法、阳极溶出伏安法（该方法应用范围在近期有缩减的趋势）等。在表1-1中列举的各种电化学分析法，大多可实施自动化分析，很多方法被国家标准所采纳而成为标准法。色谱分析法（图1-3）可用于分析多组分混合物试样。系利用混合物中各组分在两相中溶解-挥发、吸附-脱附或其他亲和作用性能的差异，当作为固定相和流动相的两相作相对运动时，使试样中各待测组分在两相中反复受上述作用而得以分离后进行分析。在环境分析中常用的有气相色谱法、高效液相色谱法（包括离子色谱法）、色谱-质谱联用法等。色谱分析法承担着对大多数有机污染物的分析任务，也是对环境试样中未知污染物作结构分析或形态分析的最有力的工具。在图1-3中所列示的各种色谱分析法还仅限于柱色谱，没有将属于简易分析法一类的纸层析和薄