



高等学校教材

环境 监测

吴忠标 主编
吴祖成 沈学优 官宝红 副主编



化学工业出版社
教材出版中心

高等学校教材

环境监测

吴忠标 主编

吴祖成 沈学优 官宝红 副主编

化学工业出版社

教材出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测/吴忠标主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 7

高等学校教材

ISBN 7-5025-4580-8

I. 环… II. 吴… III. 环境监测-高等学校-教材 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 059681 号

高等学校教材
环 境 监 测

吴忠标 主编

吴祖成 沈学优 官宝红 副主编

责任编辑: 王文峡

责任校对: 凌亚男

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 25 1/4 字数 642 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4580-8/G · 1249

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

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、全面地反映环境现状及发展趋势,为环境管理、环境规划、环境评价、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,考虑到环境监测标准的更新和技术的发展,结合编者所在单位的教学基础和经验,编写了本教材。

本教材在编写过程中力求在形式和内容上的新颖性,兼顾不同专业的特点,并考虑到有利于教学和自学。因此,在编排上与传统的同类教材有较大的不同,适合环境工程、环境科学以及其他相关专业的学生使用。

本教材分四篇共10章。第一篇为环境监测基础,共3章,分别为环境监测概述、环境监测样品的采集和保存、环境监测数据处理与质量保证。考虑采样方法和技术的共性,独立一章,试图强化相关内容的系统性。第二篇为监测分析方法,共2章,分别为化学分析法和仪器分析法。分析方法是环境监测的理论基础,本篇提供系统全面的基础理论知识。第三篇为环境质量和污染监测,共4章,分别为水质监测、大气和废气监测、固体废物监测、其他污染监测。各用一章重点介绍水质、大气及固体废物监测,较多介绍仪器分析技术和方法,并增加了室内空气质量监测内容,另用1章简要介绍了噪声、土壤、放射性、生物的污染监测及在线与自动监测。第四篇为实验教学,共1章,教师可根据不同专业特点,有重点地选择部分实验进行教学,通过实验,加深对本课程的理解和掌握,并让学生掌握基本的实验技能。

使用本教材时,可结合本专业的特点,选用周学时为2学时的课堂教学与周学时为3学时的实验教学。

本教材由吴忠标任主编,吴祖成、沈学优、官宝红任副主编。第一篇由吴忠标和官宝红编写;第二篇和第四篇由沈学优、罗晓璐编写;第三篇由吴祖成、马香娟、李非里编写;附录由官宝红和沈学优整理和编写。全书由吴祖成统稿,吴忠标审定。在编写过程中,得到编者所在单位诸多同事和研究生的支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于水平有限,书中存在的欠缺、错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年6月于浙江大学求是园

内 容 提 要

本书分四篇共 10 章。第一篇为环境监测基础,介绍了环境监测的基本情况、样品的采集与保存、数据处理与质量保证;第二篇为监测分析方法,介绍了化学分析法和仪器分析法;第三篇为环境质量和污染监测,介绍了水、大气、固体废物及其他污染,包括噪声、土壤、放射性、生物污染的监测,简单介绍了在线与自动监测。第四篇为实验,安排了 18 个教学实验。

本书为高等学校环境科学、环境工程专业的教材,也可供相关科研和技术人员参考。

目 录

第一篇 环境监测基础

1 环境监测概述	3	2.3 大气样品的采集	44
1.1 环境问题和环境监测	3	2.3.1 大气污染物的分类	44
1.2 环境监测的作用和意义	5	2.3.2 采样方法	45
1.3 环境监测的对象和内容	5	2.3.3 采样仪器	57
1.3.1 环境监测对象及其特点	5	2.3.4 采样效率	66
1.3.2 环境监测的内容	7	2.3.5 采样记录	68
1.3.3 环境优先污染物和环境内分泌干 扰物	9	2.4 固体废物样品的采集和保存	69
1.4 环境标准	10	2.4.1 固体废物概述	69
1.4.1 环境标准的分类和分级	10	2.4.2 固体废物样品的采集、制备和 保存	71
1.4.2 水质标准	11	习题	74
1.4.3 大气标准	13	3 环境监测数据处理与质量保证	76
1.4.4 噪声标准	15	3.1 概述	76
1.4.5 固体废物标准	15	3.1.1 质量保证的意义	76
1.5 监测分析技术及其发展动向	15	3.1.2 环境监测数据的质量要求	76
1.5.1 化学分析法	15	3.1.3 制定质量保证计划的原则	76
1.5.2 仪器分析法	16	3.1.4 质量控制与保证的内容	77
1.5.3 环境监测技术发展动向	20	3.1.5 监测数据质量保证的主要措施	78
1.6 监测方案的制定	24	3.2 数据与误差	80
1.6.1 水质监测方案的制定	24	3.2.1 总体、样本和平均数	80
1.6.2 大气监测方案的制定	26	3.2.2 数据的分布特征	80
习题	28	3.2.3 误差和偏差	82
2 环境监测样品的采集和保存	30	3.3 数据处理方法	86
2.1 采样基础	30	3.3.1 数据的修整	86
2.1.1 采样总体方案	30	3.3.2 方差分析	90
2.1.2 采样时间和频率	31	3.3.3 回归和相关	93
2.2 水样的采集和保存	32	3.4 监测质量控制和质量保证	97
2.2.1 水样类型	32	3.4.1 几个重要概念	97
2.2.2 采样布点	33	3.4.2 实验室的质量控制	98
2.2.3 采样的时间、频率和数量	35	3.5 方法的标准化和标准方法	105
2.2.4 采样的设备和方法	36	3.5.1 标准分析方法	105
2.2.5 样品的运输和保存	40	3.5.2 分析方法标准化	106
		3.5.3 环境标准物质	107
		习题	108

第二篇 监测分析方法

4 化学分析法	111	5 仪器分析法	141
4.1 滴定分析法概述	111	5.1 分光光度法	141
4.1.1 滴定分析法的特点和主要方法	111	5.1.1 概述	141
4.1.2 滴定分析法对化学反应的要求和滴 定方式	111	5.1.2 分光光度法的基本原理	141
4.1.3 标准溶液	112	5.1.3 分光光度计的基本部件	142
4.1.4 滴定分析计算	112	5.1.4 显色反应及其条件的选择	143
4.2 酸碱滴定法	115	5.1.5 测量条件的选择	144
4.2.1 概述	115	5.2 光谱分析法	144
4.2.2 分布分数 δ 的计算	116	5.2.1 概述	144
4.2.3 溶液 pH 值的计算	117	5.2.2 原子吸收光谱法	145
4.2.4 酸碱缓冲溶液	119	5.2.3 原子发射光谱法	146
4.2.5 酸碱指示剂	119	5.2.4 紫外吸收光谱分析	146
4.2.6 酸碱滴定基本原理	119	5.2.5 红外吸收光谱分析	147
4.2.7 终点误差	120	5.3 气相色谱法	147
4.2.8 酸碱滴定法的应用	121	5.3.1 概述	147
4.3 配位滴定法	123	5.3.2 气相色谱分析理论基础	148
4.3.1 概述	123	5.3.3 气相色谱分离条件的选择	148
4.3.2 EDTA 与金属离子的配合物及其稳 定性	124	5.3.4 气相色谱检测器	150
4.3.3 副反应系数和条件稳定常数	124	5.3.5 毛细管气相色谱	151
4.3.4 金属离子指示剂	126	5.3.6 气相色谱的定性、定量方法	152
4.3.5 配位滴定法的基本原理	126	5.3.7 气相色谱分析的特点及其应用 范围	154
4.3.6 配位滴定中酸度的控制	128	5.4 液相色谱和离子色谱	154
4.3.7 提高配位滴定选择性的途径	128	5.4.1 高效液相色谱法	154
4.3.8 配位滴定方式及其应用	129	5.4.2 离子色谱法	156
4.4 氧化还原滴定法	131	5.5 色谱-质谱法	158
4.4.1 氧化还原平衡概述	131	5.5.1 概述	158
4.4.2 氧化还原滴定原理	132	5.5.2 基本原理	159
4.4.3 终点误差	133	5.5.3 GC-MS 联用操作条件	160
4.4.4 氧化还原滴定法的应用	133	5.6 电位分析法	160
4.5 沉淀滴定法	135	5.6.1 概述	160
4.5.1 概述	135	5.6.2 电位法测定溶液的 pH 值	161
4.5.2 莫尔(Mohr)法	135	5.6.3 离子选择性电极	162
4.5.3 佛尔哈德(Volhard)法	136	5.6.4 电位滴定法	163
4.5.4 法扬司(Fajans)法	136	5.7 极谱分析法	164
4.6 其他化学分析法	137	5.7.1 极谱分析法的基本原理	164
4.7 化学分析新方法及发展趋势	137	5.7.2 极谱定量分析	164
习题	138	5.7.3 极谱分析的应用及发展	165
		习题	165

第三篇 环境质量和污染监测

6 水质监测	169	6.5 地面水质监测的应用实例	212
6.1 物理性质的测定	169	6.5.1 布点前实地考察	212
6.1.1 水温	169	6.5.2 设置采样断面和取样点	212
6.1.2 颜色	170	6.5.3 取样	212
6.1.3 残渣	170	6.5.4 水样测定	213
6.1.4 臭	171	6.5.5 结论	213
6.1.5 电导率	172	习题	213
6.1.6 浊度	172	7 大气和废气监测	216
6.1.7 透明度	173	7.1 采样方法和标准气配制	216
6.1.8 矿化度	173	7.1.1 大气环境监测	216
6.1.9 氧化还原电位	174	7.1.2 污染源监测	218
6.2 金属污染物的测定	174	7.1.3 室内空气监测	227
6.2.1 汞	174	7.1.4 标准气配制	229
6.2.2 镉	176	7.2 颗粒物的测定	235
6.2.3 铅	177	7.2.1 总悬浮颗粒物(TSP)的测定	235
6.2.4 铜	178	7.2.2 可吸入颗粒物(飘尘)的测定	236
6.2.5 锌	178	7.2.3 自然降尘的测定	237
6.2.6 铬	179	7.3 大气降水监测	238
6.2.7 砷	180	7.3.1 采样方法	238
6.2.8 其他金属化合物	181	7.3.2 降水中组分的测定	239
6.3 非金属污染物的测定	181	7.4 气态污染物的测定	240
6.3.1 酸度和碱度	181	7.4.1 二氧化硫的测定	240
6.3.2 pH 值	183	7.4.2 氮氧化物(NO _x)的测定	243
6.3.3 溶解氧(DO)	184	7.4.3 一氧化碳的测定	246
6.3.4 氰化物	186	7.4.4 光化学氧化剂和臭氧的测定	248
6.3.5 氟化物	189	7.4.5 硫酸盐化速率的测定	250
6.3.6 硫化物	191	7.4.6 总烃及非甲烷烃的测定	251
6.3.7 氨氮	193	7.4.7 苯及苯系物	252
6.3.8 亚硝酸盐氮	195	7.4.8 总挥发性有机物	253
6.3.9 硝酸盐氮	196	7.4.9 氟化物的测定	254
6.3.10 其他非金属污染物	198	7.4.10 汞的测定	255
6.4 有机污染物的测定	198	7.4.11 氨	257
6.4.1 化学需氧量(COD)	198	7.4.12 甲醛	259
6.4.2 生化需氧量(BOD)	201	7.4.13 氨气	261
6.4.3 总有机碳(TOC)的测定	203	7.5 应用实例	261
6.4.4 总需氧量(TOD)的测定	204	7.5.1 布点和采样	262
6.4.5 挥发酚类	205	7.5.2 计算	262
6.4.6 矿物油	207	习题	263
6.4.7 其他有机物测定	208	8 固体废物监测	264

8.1 固体废物样品的采集与制备	264	9.1.2 噪声测量仪器	279
8.1.1 样品的采集	264	9.1.3 噪声监测	280
8.1.2 样品的制备	265	9.2 土壤污染监测	286
8.1.3 样品水分的测定	266	9.2.1 土壤监测内容和特点	286
8.2 毒有害废物特性鉴别	266	9.2.2 土壤组成和土壤背景值	287
8.2.1 急性毒性的鉴别	266	9.2.3 土壤样品采集	287
8.2.2 易燃性的试验方法	266	9.2.4 污染物的测定	291
8.2.3 腐蚀性的试验方法	267	9.3 生物监测与生物污染监测	294
8.2.4 反应性的试验方法	267	9.3.1 水质污染的生物监测	294
8.2.5 遇水反应性	267	9.3.2 大气污染的生物监测	299
8.3 固体废物监测	268	9.3.3 生物污染监测	305
8.3.1 浸出液测定	268	9.4 放射性污染监测	312
8.3.2 生活垃圾特性测定	269	9.4.1 基本概念	312
8.3.3 渗滤液测定	270	9.4.2 放射性监测	315
8.3.4 有害物质的毒性试验	271	9.5 在线和自动监测	323
习题	272	9.5.1 水质自动监测	323
9 其他污染监测	273	9.5.2 大气自动监测	327
9.1 噪声监测	273	习题	332
9.1.1 噪声的物理量	273		

第四篇 教学实验

10 环境监测实验	337	10.16 土壤中汞的测定	373
10.1 废水物理指标的测定	337	10.17 环境噪声的监测	376
10.2 水中硬度的测定	340	10.18 水的细菌学检验	377
10.3 水中氯离子的测定	342	参考文献	385
10.4 水中溶解氧(DO)的测定	345	附录1 环境标准	387
10.5 废水化学需氧量的测定	347	附录2 数据分布和检验表	393
10.6 废水中生化需氧量的测定	350	附录3 离子的α值	396
10.7 水中氨氮的测定	352	附录4 离子的活度系数	396
10.8 硝酸盐氮的测定	355	附录5 弱酸及其共轭碱在水中的解离常数 (25℃, $I=0$)	397
10.9 废水中酚的测定	358	附录6 常用缓冲溶液	398
10.10 废水中铬的测定	360	附录7 酸碱指示剂	399
10.11 环境空气中挥发性有机污染物的 测定	362	附录8 羧酸配合剂类配合物的稳定常数 (18~25℃, $I=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	399
10.12 大气中总悬浮微粒的测定	365	附录9 标准电极电势(18~25℃)	400
10.13 大气中二氧化硫的测定	366	附录10 某些氧化还原电对的条件电势	401
10.14 大气中氮氧化物的测定	369		
10.15 土壤中砷的测定	371		



第一篇

环境监测基础

1 环境监测概述

1.1 环境问题和环境监测

环境是指围绕着人类所构成的空间中可以影响人类生存与发展的各种自然因素与社会因素的总体。人类的大多数活动都直接或间接地与环境发生着联系，这主要表现为人类同环境进行着物质和能量的交换。人类在其生存和发展的过程中，一方面不断地从环境获取物质和能量，另一方面又不断地向环境排放废弃物质和能量。

人类从环境中获取物质和能量，主要表现为人们开发利用各种自然资源。当这种开发活动过度，特别是当人们盲目掠夺式地开发使用自然资源，以致超过了自然资源再生的能力，从而引起生态平衡的失调，乃至破坏生态平衡，导致了生态环境结构和组成的变化以及生态功能的下降，其必然结果是环境质量的恶化。这些由于人类活动或自然因素引起环境质量下降、对人类及其他生物的正常生存与发展所造成种种影响和破坏的问题，统称为环境问题。

环境问题分为两大类：由自然因素引起的环境问题，称为第一环境问题，又称原生环境问题，主要有火山喷发、地震、旱涝等自然灾害；由人为因素引起的环境问题，称为第二环境问题，也称次生环境问题，包括环境污染和生态破坏两类。第一环境问题往往不是人类可以控制的，其影响范围一般较小，影响时间较短；第二环境问题是由人类活动引起的，是人类强加于自然环境的，和第一环境问题相比，影响因素较为复杂，往往影响范围更大，时间更长，对环境的破坏力更大。

20 世纪 50~60 年代出现了第一次环境破坏的浪潮，工业发达国家的环境污染达到了严重威胁人们的生命和安全的的地步，造成了一系列震惊世界的公害，使成千上万人罹难。70 年代中期以来，出现了第二次环境破坏的浪潮，温室效应、臭氧层破坏的趋势有增不减，酸雨、生态环境退化日益严重，这些全球性环境问题给人类生存和发展带来了空前的威胁。

面临环境问题的严重挑战，许多发达国家从 20 世纪 60 年代中期开始，采取了一系列措施来保护和改善环境。经过几十年的努力，在发达国家，第一代环境问题已基本解决，大气和水体的环境质量有了明显改善；但是在大多数发展中国家，第一代环境问题尚未解决，环境状况有恶化的趋势。此外，随着现代经济与科学技术的发展，又不断地出现新的环境问题。

为了寻求环境质量变化的原因，人们着手调查研究污染物质的性质、来源、含量及其分布状态，并以基本化学物质为单位进行定性、定量的分析，这就是环境分析。环境分析的主要对象是人类因生产活动而排放于环境中的各种污染物质，包括大气、水体、土壤和生物中的各种污染物质。分析既可以在现场直接进行，也可以采集样品在实验室中进行，通常后者居多。这种以不连续操作为特点的环境分析，往往只能分析测定局部的、短时间的、单个的



污染物质。

对单个污染物的分析研究是环境科学的重要基础之一。但评价环境质量的好坏，仅凭单个污染物短时间的样品分析是不够的，还需要有各种代表环境质量标志的数据。环境监测就是测定各种代表环境质量标志数据、确定环境质量（或污染程度）及其变化趋势的过程。环境监测的内容要比环境分析广泛得多，既包含化学物质的污染，也包含各种物理因素，如噪声、振动、热能、辐射和放射性等污染；既包含直接污染，也包含间接污染。同时要想取得具有代表性的数据就需要在一定区域范围内，对污染物进行长时间的连续测定，这单靠化学分析是难以完成的，还必须应用物理测定技术，测定那些与物理单位（时间、温度、长度、质量等）或物理量（热、光、电、磁等）有关的现象或状态。

由此可见，环境分析与环境监测是两个既有密切联系又互相区别的重要概念。环境分析是环境科学的重要先驱之一，环境监测是在环境分析的基础上发展起来的。环境监测比环境分析包括的范围更广泛、更深刻。

环境监测是环境科学的一个重要分支学科。“监测”一词的含义可理解为监视、测定、监控。广义上，是在一定时期内对污染因子进行重复测定，追踪污染物种类、浓度的变化；狭义上，是对污染物进行定期测定，判断是否达到环境标准或评价环境管理和控制环境系统的效果。

随着环境污染问题的不断出现，环境监测的内涵不断扩大。对环境质量进行判断，不仅要对该一污染物进行某一地点、某一时刻的分析测定，还必须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，才能对环境质量作出确切评价。环境监测除化学、物理的手段外，还有生物和生态等手段，因此环境监测可分为化学、物理、生物和生态监测。化学监测一般是对环境污染物的组分、结构、形态的监测；物理监测是对环境物理（或能量）因子，如热、声、光、电磁辐射、振动及放射性的强度、能量和状态的监测；生物和生态监测是对生物体、生物群落、生物种群的变化监测。这些监测都是为了得到因环境质量变化所反馈的环境信息。

环境监测的发展主要包括三个阶段：（1）20 世纪 50 年代的污染监测阶段或被动监测阶段；（2）20 世纪 70 年代的主动监测或目的监测阶段；（3）20 世纪 70 年代末期以来，连续自动监测技术进入了环境领域，形成了以连续自动监测系统为骨干的环境监测技术，该阶段

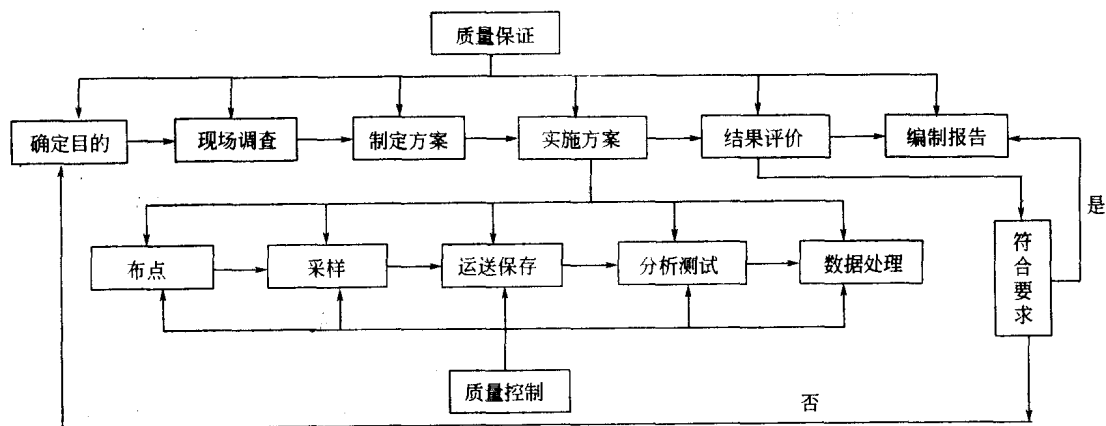


图 1-1 环境监测的一般工作顺序

也称为污染防治监测阶段或自动监测阶段。

随着环境保护科学技术的发展,对环境监测提出的要求越来越高。环境监测一方面向深度发展,通过采用更加先进的监测技术获得历史的、准确的、有代表性的、可比的、整体性的数据;另一方面向广度发展,涉及的范围日益扩大,采用的监测手段越来越多,监测范围可以从一个点发展到一个城市或一个地区,以至扩大到全国乃至全球。一些现代化的手段,如航测、卫星监测等,在环境监测中都得到了应用。

环境监测的过程一般分为以下几步(见图 1-1): (1) 确定目的; (2) 现场调查; (3) 制定监测方案; (4) 实施方案; (5) 结果评价; (6) 编制报告。

1.2 环境监测的作用和意义

(1) 通过环境监测,提供代表环境质量现状的数据,判断环境质量是否符合国家制定的环境质量标准,评价当前主要环境问题。

(2) 找出环境污染最严重的区域和区域上重要的污染因子,作为主要管理对象,评价该区域环境污染防治对策和措施的实际效果。

(3) 通过环境监测,评价环保设施的性能,为综合防治对策提供基础数据。

(4) 通过环境监测,追踪污染物质的污染路线和污染源,判断各类污染源所造成的环境影响,预测污染的发展趋势和当前环境问题的可能趋势。

(5) 通过环境监测,验证和建立环境污染模式,为新污染源对环境的影响进行预断评价。

(6) 积累长期监测资料,为研究环境容量、实施总量控制提供基础数据。

(7) 通过积累大量的不同地区的环境监测数据,并结合当前和今后一段时间中国科学技术和经济发展水平,制定切实可行的环境保护法规和环境质量标准。

(8) 通过环境监测,不断揭示新的污染因子和环境问题,研究污染原因、污染物迁移和转化,为环境保护科学研究提供可靠的数据。

总而言之,环境监测的作用和意义是及时、准确、全面地反映环境质量现状及发展趋势,为环境管理、环境规划、环境科学研究提供依据。

1.3 环境监测的对象和内容

1.3.1 环境监测对象及其特点

1.3.1.1 环境监测对象

环境监测对象主要包括大气、水、土壤、生物体的化学污染物,还有固体废物和物理环境要素的监测。

大气监测的主要对象是正常大气、污染大气和各种大气污染源。对正常大气、污染大气来说,一般在近地面进行监测。由污染源排入大气中的各种污染物因对流、扩散而可能到达距地面的最大高度为2~3km,所以这一高度区段也可能成为监测对象区。此外,在距地面约25km上下的臭氧层中,含有浓度水平很低的臭氧,虽不能将其视为污染物,但这里的臭氧对人类生存影响很大,也常视为监测对象。





水质监测的主要对象是各类天然水、工农业废水、饮用水和生活污水等。对于江湖河海等天然水体，一般分为三个层面，即上层（含油、漂浮物等）、中层（含悬浮颗粒和溶解性化学物质等）和下层（沉积物、底泥等）。对于很多污染物对象来说，需要对这三个断层分别进行监测，才有可能针对该水系的环境质量做出全面而又正确的评价。

土壤监测的主要对象是污水灌溉用地的土壤、工矿企业周围的土壤、施用大量化学农药（包括含有害物质的化肥和废渣肥料）地区的土壤、大量堆积有害工业废渣地区的土壤、城乡居民区的土壤和主要交通干线两侧的土壤等。

生物体监测的对象主要是植物的根、茎、叶、穗壳和种子以及动物的体液、脏器、粪便、毛发和指甲等。

固体废物监测的主要对象是工业有害固体废物和城市垃圾。

物理监测主要包括噪声、振动、电磁辐射和放射性。噪声的监测对象主要是城市环境、机械设备、车辆和船舶等；振动监测的对象主要是指那些长时间地重复影响或危害人们日常生活和工作的振动；电磁辐射监测的对象主要是一些通讯设施、广播电视发射装置以及雷达等；环境放射性监测主要包括核工业和核电站、医疗照射和其他来源的放射性污染。

1.3.1.2 环境监测对象的特点

（1）结构复杂、项目繁多 环境体系是动态的平衡体系，环境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和每一形态，是一个繁重的任务，实际上往往不可行。对此，环境监测中应该始终抓住主要矛盾，合理选定监测项目。如美国环境保护局曾在 1978 年确定了优先考虑的污染物计 129 种，其中有机物 114 种；中国于 1989 年 2 月选定第一批环境优先污染物共 14 类 68 种，其中有机毒物 56 种。

（2）待测物质的含量低 虽然实际环境体系庞大，但是很多污染物只要有少量排入环境就会对人类和其他生物造成危害，所以滞留在环境中的污染物通常是微量、低浓的，样品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} ，这样就对监测工作提出了更高的要求。所以对环境样品一般都需要做预处理，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。

（3）有害性 环境污染物，特别是那些化学污染物大多是有害物质，对人和生物会产生即时的或潜在的危险，表现为毒性、致癌性、致畸性、致突变性、腐蚀性等。剧毒的污染物，即使痕量存在，也会危及人或生物的生存，如汞、氰化物具有剧毒，苯、铅及其化合物具有强毒性。因此，在进行环境监测时要十分注意安全防护。

（4）不确定性 由于环境因素十分复杂，致使大多数污染物的环境行为变化多端。例如电磁波、核辐射、地下水污染，它们的来源和转化方式是难以把握的。

不确定性与污染物性质、状态、浓度及排放方式有关。如燃煤烟气中的二氧化硫、一氧化碳以及工业生产排放的铍尘、铅尘，当以分子状态或气溶胶状态高度分散在大气中，能够扩散到很远的地方，甚至在极地也可以找到它们的足迹。相反，汞蒸气因受重力作用，扩散能力较弱，影响范围也比较小。

不确定性和污染物迁移的载体有关。污染物的浓度是随时间、空间而变化的。例如，同





一大气污染源在不同的气象条件下,因大气扩散能力的变化,所造成的地区污染浓度,可相差几倍甚至几十倍;水体污染物的浓度同水流有关,相对分子质量小、溶解度大、不易被颗粒物吸附的污染物可以被流送到较远的距离;反之,能很快发生变化或被颗粒物吸附的污染物易从水中消失或沉入河底。

不确定性和污染物在环境中可能发生的物理、化学作用及生物分解有关。例如,硫化氢在有臭氧存在的空气中,能借助雾、烟微粒表面迅速变为二氧化硫,但土壤中 DDT 需经十年之久才减少到原含量的 $1/4$ 。

1.3.2 环境监测的内容

1.3.2.1 根据监测对象划分

从环境监测的对象考虑,环境监测内容可分为水污染监测、大气污染监测、固体废物监测、生物监测、生态监测、物理污染监测等。

(1) 水污染监测 水污染监测包括环境水体监测及废水监测两部分,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)、化学需氧量(COD)和生化需氧量(BOD)等;另一类是一些有毒害性的物质,如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞、镍、有机农药等。废水监测的具体项目和污染源的性质有关,一般同步测定基本水文特征。

(2) 大气污染监测 根据国家制定的环境空气质量标准,从监测目的和监测部门的监测能力出发,确定大气污染监测的内容即监测项目。广义上讲,大气污染监测内容包括大气中污染物的监测、大气降水中污染物的监测和气象条件的监测。

a. 大气污染物监测 大气污染物以分子状和粒子状两种形态存在于大气中。常见的分子状污染物主要有 SO_2 、 NO_x 、CO、HCN、 NH_3 、Hg、碳氢化合物、卤化氢、氧化剂、甲醛、挥发酚等。常规的粒子状污染物有总悬浮微粒(TSP)、灰尘自然沉降量、尘粒的化学组成(铬、铅、砷化物等)。特殊污染物的监测需结合监测的特殊目的而定,例如,为了评价硫酸厂排放的大气污染物对环境空气质量的影响,除了监测 SO_2 、 NO_x ,还有必要监测硫酸雾。

b. 大气降水监测 大气降水监测对象是以降雨(雪)形式从大气中沉降到地球表面的沉降物的主要成分和性质,监测项目如 pH 值、电导率、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_3 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 等。

c. 气象监测 测定影响污染物扩散的气象因素,如风向、风速、气温、气压、降雨量以及与光化学烟雾形成有关的太阳辐射、能见度等方面的情况。对不同地区可以根据当地大气污染的具体情况,增减监测项目。

(3) 固体废物监测 固体废物主要包括工业固体废物和城市垃圾。固体废物的污染主要是指固体废物的有害性质和有害成分对土壤、水体、空气和动植物的危害,比如固体废物中的铬、铅、镉、汞等重金属在自然条件下浸出,有机农药残留在农作物中。

固体废物监测是用物理、化学和生物的标准实验方法来测定废物具有的潜在危害性,包括急性毒性、易燃性、腐蚀性、反应性、放射性和浸出毒性等。

(4) 生物监测 污染物通过大气、水体和土壤进入动植物体内,从而抑制、损害其生长和繁殖,甚至导致死亡。对污染物导致动植物的这种变化的监测即为生物监测,例如水生生物监测、植物对大气污染物反应及指示作用的监测、生物体内有害物的监测、环境致突变物





的监测等。具体监测项目依据需要而定,如砷、镉、汞、有机农药等。

(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,着重于生物群落和种群的变化。

(6) 物理污染监测 物理污染监测是指对造成环境污染的噪声、振动、电磁辐射、放射性等物理能量进行监测。物理污染对人体的损害并非一蹴而就,且很多时候人体并无感觉,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 射线对人体损害更大。

1.3.2.2 根据环境污染来源和受体划分

从环境污染的来源和受体考虑,环境监测的内容可归纳为三个方面:污染源监测、环境质量监测、环境影响监测。

(1) 污染源监测 环境污染首先分为自然污染源和人为污染源。自然污染源是指导致环境受到破坏的自然力作用现象,如火山喷发、地震等;人为污染源是指由于人类的主观行为造成环境破坏的污染源,主要是人们在生产活动中对能源、资源的不合理利用而造成的。与此相应,有自然污染源监测和人为污染源监测。

(2) 环境质量监测 一般指环境空气质量监测和水环境质量监测,后者又包括海洋、河流和湖泊、水库等地表水和浅层及深层的地下水监测。环境质量的恶化主要是在人口密集的都市和工业区,所以监测的范围大多限于城市及其周围。环境空气质量监测除测定污染物外,因气象因素影响很大,所以还需同时进行气象参数如温度、湿度、风速、风向、逆温层高度、大气稳定度等的监测。水环境质量监测按照目前对环境水体的概念,应包含水中的悬浮物、溶解物质及沉积物,同时测定水文条件。

(3) 环境影响监测 环境污染受体(人、动植物、土壤、建筑物、设备等)可能受到大气污染物、水体污染物、固体废物、噪声等的危害,为此而进行的监测称为环境影响监测。环境影响监测可以是连续的,也可以是定期的定点监测。由于污染物对受体的影响有时是急性的,影响比较明显,容易识别;有时是慢性的,需要经过较长时间的作用才显示受害反应,特别在生态系统中产生这种慢性影响时,情况更为复杂。对于人体健康的影响,必须结合流行病学调查及各项生理指标的检验对于动植物影响,除表观监测外,也需要结合组织解剖检验,才足以判定。因此,这类监测往往带有研究性,就其性质而言,应归入研究性监测范畴。

1.3.2.3 根据监测目的划分

根据监测目的,环境监测可分为工程性监测、监视性监测、研究性监测和事故性监测。

(1) 工程性监测 为设计某环境工程,需对特定的环境和特定的项目进行监测,以取得原始资料和设计依据。

(2) 监视性监测 对环境中已知污染因素和污染物质定期监测,了解其污染现状及变化趋势、确定环境质量、评价控制措施的效果及环境标准的实施情况,这是监测工作中量大面广的工作。监视性监测包括对污染源的监督监测(污染物浓度、排放量、污染趋势等)和环境质量监测(所在地区的空气、水质、噪声、固体废物等监督监测)。

(3) 研究性监测 对某一特定环境或某类污染因素进行监测,研究污染因素的变化规律及其对环境、人体、生物体的危害性质和影响程度。研究性监测又叫科研监测,属于高层次、高水平、技术比较复杂的一类监测,包括标准方法研究监测、污染规律研究监测、背景

