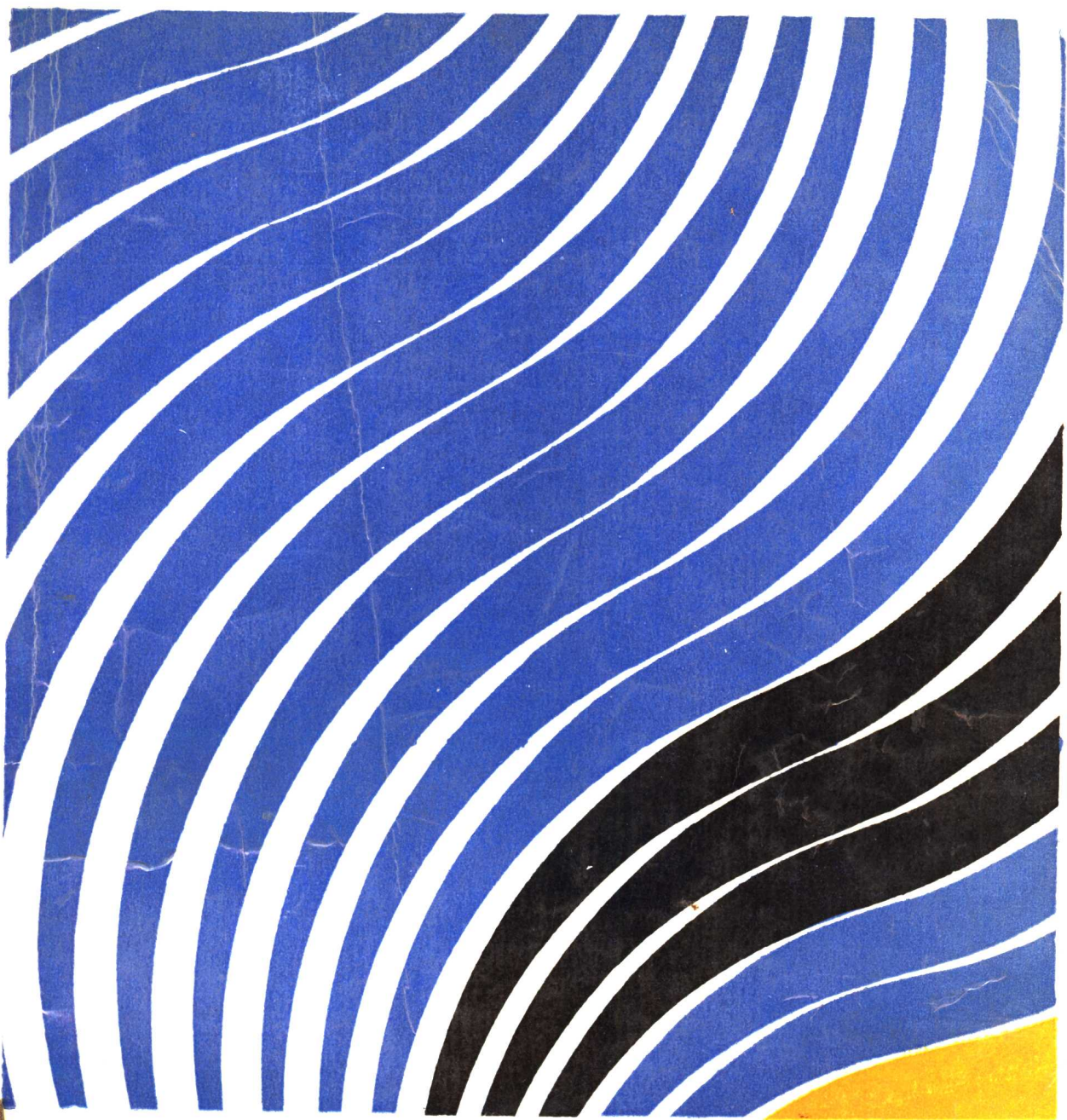


不  
竟  
盗  
则  
奚  
旦  
立  
刘  
秀  
英  
郭  
安  
然  
编



● 高等学校试用教材

# 环境监测

● 奚旦立 刘秀英 郭安然 编

高等教育出版社

● HUANJING JIANCE

## 内 容 提 要

环境监测是环境科学中的一门综合性的实用技术和应用科学。本书是根据环境工程专业教学计划的要求编写的,基本上符合国家教委有关教材委员会新近制订的基本要求(初稿)。全书共分十章,分别介绍水质、大气、固体废物、土壤、生物、噪声和放射性污染物监测,并较详细地说明了环境监测的基本原理和基础技术、监测过程的质量保证,以及简易监测方法和现代监测技术等内容。每章末附有思考题和习题,书末附有各类实验及有关监测标准供选择使用。

本书主要作为高等学校环境工程专业及监测专业的教学用书,也可供有关专业及环保科技人员使用和参考。

高等学校试用教材

### 环 境 监 测

吴旦立 刘秀英 郭安然 编

\*

高等教育出版社出版

新华书店重庆发行所发行

重庆新华印刷厂印装

\*

开本787×1092 1/16 印张22 字数500 000

1987年5月第1版 1986年4月第4次印刷

印数 14,871—23,210

ISBN 7-04-001917-5/K·72

定价 4.35 元

## 前 言

根据1983年环境工程专业教材委员会第一次会议精神,由高教出版社组织中国纺织大学奚旦立、北京工业大学刘秀英和西安冶金建筑工程学院郭安然合编《环境监测》教材。该教材是在各校多年使用的自编讲义基础上,根据环境工程专业教学计划,按照1984年4月制订的《环境监测》教学大纲编写的。全书共分十章:绪论、水质污染监测、大气污染监测、固体废物监测、土壤污染监测、生物污染监测、噪声污染监测、放射性污染监测、监测过程的质量保证、简易监测方法和现代监测技术等,还附有配合教材内容的实验和附录。

本书在内容上注重结合了我国环境监测的现状,力求反映当前国内外的发展趋势,并突出了环境监测的特点(采样、布点、测试方法、数据处理和质量保证等),所述内容较详细,理论与实践并重,并附有较多插图。本书可供高等院校环境工程专业及环境监测专业使用,学时数为80—120学时(包括实验),亦可作为环境工作者参考用书。由于全国各类学校的教学情况不尽相同,差异较大,因此,选用者在选用本教材时可按各自特点予以增删。

本书第三、六、十章和实验三(部分)、九、十一、十二、十三、十四、十五由郭安然执笔;第二、五、八章和实验四、五、六、七由刘秀英执笔;第一、四、七、九章和实验一、二、三(部分)、八、十、十六、十七、十八由奚旦立执笔,并负责全文润饰和附录选编。

本书经华东化工学院陆柱教授主审,中国纺织大学方柏容教授、上海环境科学研究所江研因副研究员、上海环境监测中心支克正副总工程师进行了认真地审阅。华东化工学院环境工程系张大年、何燧源和黄秀莲等老师对书稿的内容提出了许多宝贵意见。高等教育出版社张月娥及陈文同志,为本书的出版做了大量工作,付出了辛勤劳动,在此一并致谢。

由于编者水平有限,合编时间仓促,疏漏和错误在所难免,望同行和读者批评、指正。

编 者

一九八六年八月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1	一、酸度和碱度 .....	45
<b>第一节 环境监测的目的和分类</b> .....	1	二、pH值 .....	45
一、环境监测的目的 .....	1	三、氰化物 .....	46
二、环境监测的分类 .....	1	四、氟化物 .....	49
<b>第二节 环境监测的特点和监测技术概述</b> .....	2	五、硫化物 .....	51
一、环境分析和环境监测 .....	2	六、氨氮(NH <sub>3</sub> -N) .....	53
二、环境污染和环境监测的特点 .....	3	七、溶解氧(DO) .....	54
三、监测技术概述 .....	4	八、磷 .....	55
<b>第三节 环境保护标准</b> .....	5	<b>第六节 有机化合物的测定</b> .....	57
一、环保标准的分类和作用 .....	5	一、化学需氧量(COD) .....	57
二、制订环保标准的原则 .....	6	二、生化需氧量(BOD) .....	59
三、水质标准 .....	7	三、总需氧量和总有机碳 .....	62
四、大气标准 .....	12	四、挥发酚 .....	63
五、未列入标准的物质最高允许浓度的估算 .....	16	五、油类 .....	65
<b>复习题和习题</b> .....	16	<b>第七节 活性污泥性质的测定</b> .....	67
<b>第二章 水质污染监测</b> .....	17	一、活性污泥的性质 .....	67
<b>第一节 水质监测的对象和内容</b> .....	17	二、活性污泥性质的测定 .....	67
一、水质污染监测的目的和对象 .....	17	<b>第八节 水质污染的生物学评价</b> .....	68
二、水质污染监测项目 .....	18	一、水质污染的生物监测 .....	68
<b>第二节 水样的采集和保存</b> .....	18	二、河流污染的生物学评价 .....	69
一、采样断面和采样点的设置 .....	18	三、生物测试 .....	74
二、水样的采集 .....	20	四、细菌学检验 .....	75
三、水样保存的一般方法 .....	24	<b>复习题和习题</b> .....	77
四、水样的预处理 .....	25	<b>第三章 大气污染监测</b> .....	79
<b>第三节 物理性质的测定</b> .....	31	<b>第一节 大气及大气污染物</b> .....	79
一、温度 .....	31	一、大气的组成及大气污染 .....	79
二、颜色 .....	32	二、大气污染物的种类 .....	80
三、残渣 .....	35	三、大气污染物的时空分布 .....	81
四、电导率 .....	37	四、大气污染监测的目的和项目 .....	83
五、浊度 .....	38	<b>第二节 大气监测试样的采集</b> .....	84
<b>第四节 金属化合物的测定</b> .....	38	一、采样点的布置 .....	84
一、测定方法的选择 .....	39	二、采样时间和频率 .....	86
二、重金属的测定 .....	40	三、采样方法和仪器 .....	87
<b>第五节 非金属无机物的测定</b> .....	45	四、采样效率 .....	93
		五、气样体积的换算与测定结果的表示 .....	94

第三节  粒子状污染物的测定	95	一、实验动物的选择及毒性试验分类	150
一、自然降尘量的测定	96	二、吸入毒性试验	152
二、飘尘的测定	97	三、口服毒性试验	153
第四节  分子状污染物的测定	108	四、鱼类毒性试验	154
一、二氧化硫的测定	108	五、有害固体废物的水溶性试验和 渗漏模型试验	157
二、氮氧化物的测定	114	复习题和习题	157
三、一氧化碳的测定	116	<b>第五章  土壤污染监测</b>	158
四、总氧化剂和臭氧的测定	119	第一节  土壤的组成和本底值	158
第五节  烟道气的测定	121	一、土壤的组成	158
一、测定位置和测定数目的确定	121	二、土壤本底值	160
二、烟气基本状态参数的测定	122	第二节  土壤污染监测	160
三、烟气中水蒸气含量的测定	126	一、土壤监测项目	161
四、烟气含尘浓度的测定	127	二、土壤监测的特点	161
五、烟气组分的测定	130	三、土壤样品的采集	163
第六节  标准气样的配制	133	四、土壤样品的制备	165
一、标准气的产生	133	五、土壤污染测定	166
二、静态配气法	133	复习题和习题	169
三、动态配气法	136	<b>第六章  生物污染监测</b>	170
第七节  大气污染的生物监测	138	第一节  污染物在生物体内的分布	170
一、植物受害过程和植物监测依据	138	一、污染物在植物体内的分布	170
二、大气污染的指示植物	139	二、污染物在动物体内的分布	171
三、植物监测方法	140	第二节  生物样品的采集和制备	172
复习题和习题	141	一、植物样品的采集和制备	172
<b>第四章  固体废物监测</b>	143	二、动物样品的收集和制备	174
第一节  工业有害固体废物的定义 和分类	143	第三节  生物样品的预处理	174
第二节  固体废物样品的采集和 制备	143	一、消解和灰化	174
第三节  固体废物中有害物质的测定 方法	145	二、提取和分离	175
一、水分含量	145	三、浓缩	177
二、pH值	145	复习题和习题	177
三、总汞	146	<b>第七章  噪声污染监测</b>	178
四、镉	146	第一节  声音和噪声	178
五、铬	147	第二节  声音的物理特性和量度	178
六、铅	148	一、声音的产生、频率、波长和 声速	178
七、氰化物	148	二、声功率、声强和声压	179
八、砷	149	三、分贝、声功率级、声强级和声 压级	179
第四节  有害物质的毒理学研究 方法	150	四、噪声的叠加和相减	180
		第三节  噪声的物理量和主观听觉	

的关系 .....	182	果表述 .....	222
一、响度和响度级 .....	182	一、基本概念 .....	222
二、计权声级 .....	183	二、数据的处理和结果表述 .....	227
三、等效连续声级、噪声污染级和昼 夜等效声级 .....	184	三、测量结果的统计检验 .....	233
四、噪声的频谱分析 .....	186	四、直线相关和回归 .....	234
第四节 噪声测量仪器 .....	187	第四节 实验室质量保证 .....	237
第五节 噪声标准 .....	189	一、名词解释 .....	237
第六节 噪声监测 .....	192	二、实验室内质量控制 .....	239
一、城市环境噪声监测方法 .....	192	三、实验室间质量控制 .....	247
二、工业企业噪声监测方法 .....	197	第五节 标准分析方法和分析方法标 准化 .....	249
三、机动车辆噪声测量方法 .....	199	一、标准分析方法 .....	249
复习题和习题 .....	202	二、分析方法标准化 .....	250
<b>第八章 放射性污染监测</b> .....	204	三、监测实验室间的协作试验 .....	250
第一节 放射性和电离辐射的基本 概念 .....	204	第六节 环境标准物质 .....	252
一、放射性 .....	204	一、环境标准物质及其分类 .....	252
二、放射性核衰变形式 .....	204	二、标准物质和质量控制水样的 制备 .....	254
三、放射性的度量单位 .....	206	第七节 质量保证检查单和环境质 量图 .....	256
第二节 放射性的来源和对人体的 危害 .....	207	一、质量保证检查单 .....	256
一、放射性的来源 .....	207	二、环境质量图 .....	257
二、放射性对人体的危害 .....	210	复习题和习题 .....	261
第三节 电离辐射的防护标准 .....	211	<b>第十章 简易监测方法和现代监测技术</b> .....	263
一、我国环境放射性基本标准 .....	211	第一节 简易监测方法 .....	263
二、我国露天水源中限制浓度和放射 性工作场所空气中最大允许浓度 .....	212	一、检气管法 .....	263
三、一些国家和机构发布的有关环 境放射性基本标准 .....	212	二、试纸比色法与溶液快速法 .....	268
第四节 放射性监测 .....	213	三、固体电解质原电池型检测器 .....	269
一、放射性样品的采集 .....	213	四、气敏传感器检测器 .....	270
二、放射性监测 .....	214	第二节 自动监测系统 .....	271
复习题和习题 .....	216	一、自动监测系统的组成和功能 .....	272
<b>第九章 监测过程的质量保证</b> .....	217	二、水污染连续自动监测系统 .....	273
第一节 质量保证的意义和内容 .....	217	三、大气污染连续自动监测系统 .....	275
第二节 监测实验室基础 .....	218	第三节 遥感技术及应用 .....	276
一、实验用水 .....	218	一、相关光谱法及其应用 .....	276
二、试剂与试液 .....	220	二、红外遥感及应用 .....	277
三、实验室的环境条件 .....	221	复习题和习题 .....	278
第三节 监测数据的统计处理和结 果表述 .....	222	<b>实验部分</b> .....	279
一、基本概念 .....	222	实验一 废水悬浮物和浊度的 测定 .....	279
二、数据的处理和结果表述 .....	227		
三、测量结果的统计检验 .....	233		
四、直线相关和回归 .....	234		
第四节 实验室质量保证 .....	237		
一、名词解释 .....	237		
二、实验室内质量控制 .....	239		
三、实验室间质量控制 .....	247		
第五节 标准分析方法和分析方法标 准化 .....	249		
一、标准分析方法 .....	249		
二、分析方法标准化 .....	250		
三、监测实验室间的协作试验 .....	250		
第六节 环境标准物质 .....	252		
一、环境标准物质及其分类 .....	252		
二、标准物质和质量控制水样的 制备 .....	254		
第七节 质量保证检查单和环境质 量图 .....	256		
一、质量保证检查单 .....	256		
二、环境质量图 .....	257		
复习题和习题 .....	261		
<b>第十章 简易监测方法和现代监测技术</b> .....	263		
第一节 简易监测方法 .....	263		
一、检气管法 .....	263		
二、试纸比色法与溶液快速法 .....	268		
三、固体电解质原电池型检测器 .....	269		
四、气敏传感器检测器 .....	270		
第二节 自动监测系统 .....	271		
一、自动监测系统的组成和功能 .....	272		
二、水污染连续自动监测系统 .....	273		
三、大气污染连续自动监测系统 .....	275		
第三节 遥感技术及应用 .....	276		
一、相关光谱法及其应用 .....	276		
二、红外遥感及应用 .....	277		
复习题和习题 .....	278		
<b>实验部分</b> .....	279		
实验一 废水悬浮物和浊度的 测定 .....	279		

一、悬浮性固体的测定	279
二、浊度	280
实验二 色度的测定	281
一、铂钴比色法	281
二、有色废水颜色的测定及研究(三刺激值法)	282
实验三 氨氮的测定	284
一、纳氏试剂比色法	284
二、氨离子选择电极法	286
实验四 水中氯化物的测定	288
实验五 水中铬的测定	291
实验六 水中生化需氧量的测定	293
实验七 化学需氧量(COD <sub>Cr</sub> )的测定	297
实验八 废水中酚类的测定(气相色谱法)	299
实验九 大肠菌群的测定(发酵法)	301
实验十 污水中油的测定	307
实验十一 总悬浮微粒的测定	310
实验十二 二氧化硫的测定	312
一、盐酸副玫瑰苯胺比色法	312
二、钼试剂比色法	315
实验十三 氮氧化物的测定(盐酸萘乙二胺比色法)	317
实验十四 烟气中硫酸雾的测定(中和滴定法)	319
实验十五 土壤中镉的测定(原子吸收分光光度法)	321
实验十六 头发中含汞量的测定	323
实验十七 环境噪声监测	324
实验十八 工业废渣渗漏模型试验	326

附录	327
附录一 渔业水域水质标准(摘自TJ35-79)	327
附录二 农田灌溉用水水质标准(摘自TJ24-79)	328
附录三 医院污水排放标准(意见征求稿节录)	328
附录四 海水水质标准(摘自GB 3097-82)	329
附录五 居住区大气中有害物质的最高允许浓度(摘自TJ36-79)	330
附录六 十三类有害物质的排放标准(摘自GBJ4-73)	331
附录七 农用污泥中污染物控制标准(摘自GB4284-84)	333
附录八 世界卫生组织和一些国家的饮用水水质标准	334
附录九 日本环境水质标准(1971年12月28日)	336
附录十 日本排水标准(1971年7月21日)	338
附录十一 不同的噪声声级所允许暴露时间(美国)	338
附录十二 对生活饮用水和文化生活用水点水体中水的成分和水质总要求(苏联)	339
附录十三 常用名词的缩写及中英文对照	340
参考文献	343

# 第一章 绪 论

环境科学是研究环境问题的一门综合性学科。它是由许多分支学科所组成。这些分支学科可分为：环境基础科学(包括环境化学、环境物理学、环境生物学和环境地学等)、环境应用科学(包括环境工程学、环境医学和环境监测等)和环境社会学(包括环境管理学、环境经济学和环境法学等)等几类,但不管哪一门分支学科都和怎样描述和确定环境质量及其变化有关。例如,评价一项废水治理工程的优劣,首先要测定治理前的废水水质和经治理后的水质;环保法的执行要依据环境质量的确定结果,等等。因此,通过对环境质量因素代表值的测定以确定环境质量(或环境是否污染及其污染程度),是研究环境科学的基础和必要手段。这种研究测定环境质量的学科就是环境监测。

## 第一节 环境监测的目的和分类

### 一、环境监测的目的

环境污染主要是指由于人类的生产和生活活动引起了环境质量的下降,导致人类及其他生物难以正常生存和发展的现象。影响环境质量的因素有物质因素(如各种化学毒物),也有物理因素(也称能量因素),如噪声、热、光、振动、电磁辐射和放射性等。描述这些因素的定量数据称为代表值,如有害物质浓度、噪声声级、放射性强度等。环境监测是测定上述这些代表值,并与环境标准相比较,以确定环境的质量或污染情况的。因此,环境监测的目的是:

1. 判断环境质量是否符合国家制定的环境质量标准。
2. 根据污染物或其他影响环境质量因素的分布,追踪污染路线,寻找污染源。
3. 确定污染源所造成的污染影响,它在时间和空间上的分布规律以及其发展、迁移和转化情况。
4. 研究污染扩散模式和规律,为预测预报环境质量,控制环境污染和环境治理提供依据。
5. 收集环境本底及其变化趋势数据,积累长期监测资料。为保护人类健康和合理使用自然资源提出建议,为制订和修改环境标准提供数据。

### 二、环境监测的分类

#### (一) 按监测目的分类

1. 研究性监测:对某一特定环境的监测,首先要鉴定需要注意的污染因素,研究确定污染因素从污染源到受体的运动规律。如果监测结果表明存在环境污染问题时,还必须确定污染因素对人体、生物体和其他物体的危害性质和影响程度。这些都属于研究性监测。



2. 监视性监测：指监测环境中已知污染因素的现状和变化趋势，确定环境质量，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。其中包括污染源监控和污染趋势监控。

3. 事故性监测：指发生事故性污染时确定污染程度、危及范围，以便采取有效措施降低和消除危害。这类监测常采用流动监测（监测车、船等）、空中监测、遥感等手段。

## （二）按监测对象分类

环境监测按监测对象的不同，可分为水质污染监测、大气污染监测、土壤污染监测、生物污染监测、固体废物污染监测等。按污染物或污染因素的性质不同，可分为化学毒物监测、卫生（包括病源体、病毒、寄生虫等霉菌毒素等污染）监测、热污染监测、噪声和振动污染监测、光污染监测、电磁辐射污染监测、放射性污染监测和富营养化监测等。

## 第二节 环境监测的特点和监测技术概述

### 一、环境分析和环境监测

环境污染虽然自古就有，但环境科学作为一门学科只是在二十世纪五十年代才发展起来。最初影响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和含量的科学——环境分析就产生了。但环境分析不是环境科学和分析化学的简单结合，这是由于环境污染物通常处于痕量级（ppm和ppb甚至更低），基体复杂，流动性变异性大，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。所以，环境分析实际上是分析化学的发展。

环境科学的发展首先要求判断环境质量，或判断环境是否污染及其污染程度。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，污染物与其他物质以及其他因素之间还存在着相加和拮抗作用。因此，环境质量的确定，要把这些因素都考虑在内。这些内容就是环境监测的任务。

环境监测是一门综合性的实用技术和应用科学。它不止限于得到一批环境监测数据，更重要的是应用数据来描述和表征环境质量的现状，并预测环境质量的发展趋势。

环境分析和环境监测都属于环境科学中新兴的分支学科，两者既有密切的联系，又有区别。环境监测是确定某一区域的环境质量，环境分析则是测定某一样本的污染物含量。因为造成环境污染的因素除了物质因素外，还有物理因素，如噪声、振动、热、光、电磁辐射和放射性等。对这些物理因素的代表值的测定也属于环境监测的任务，而不属于环境分析的范围。

环境分析基本采用湿法化学分析手段，而进行环境监测的手段除了化学方法外，还可运用物理方法和生物方法等。例如，物理方法中的环境遥感技术，可以监测大范围的海面石油污染，或者监测整个海湾的潮流及其污染物的分布迁移状况。生物监测方法是利用生物个体、种群和群落对环境污染或变化所产生的反应来阐明其环境污染状况，如用牵牛花监测大气光化学污染。研究表明，牵牛花对造成光化学污染的氧化剂相当敏感，红色和紫色的牵牛花在臭氧浓度为1.5ppm环

境中,分别经过4小时和6小时以后,叶子上均出现明显的漂白斑和叶脉间的枯斑,正好与大气质量标准接近。利用指示生物和群落结构监测水体污染能方便地表明由多污染物所造成的综合污染情况,利用树木年轮成分变化可以追溯以前各年份的污染状况。只有将化学监测方法、物理监测方法和生物监测方法结合起来才能全面和完整地确定环境质量。

综上所述可以看出,环境分析仅是环境监测的一个部分。

## 二、环境污染和环境监测的特点

### (一) 环境污染的特点

环境污染是各种污染因素本身及其相互作用的结果。同时,环境污染还受社会评价的影响而具有社会性。因此,环境污染的特点可归纳如下。

1. 污染物的时间分布: 在研究环境污染时,需要了解污染物的排放量和污染因素的强度随时间变化的规律。一些工厂排放污染物的种类和浓度往往是随时间而变化的,如河流由于季节的变化而有丰水期和枯水期以及潮汐的变化,都使污染物浓度随时间而变化,大气污染随着气象条件的变化,往往会造成同一污染物对同一地点所造成的地面污染浓度相差数倍至数十倍;交通噪声的强度也是随着车辆流量的变化而变化的。

2. 污染物的空间分布: 污染物排放到环境后,随着水源和空气运动而被扩散稀释。不同污染物的稳定性和扩散速度与污染物性质有关。因此,不同地理位置上污染物的浓度分布是不相同的。

大气污染也是这样,如一个烟囱(点源)排放的污染物在不同距离和高度的分布,是受气象条件和环境条件影响的。

由上可见,环境监测是一个非常复杂的问题。为了正确表述一个地区的环境质量,首先要根据污染物的时间和空间分布的特点,考虑如何科学地设置采样点,确定适当的采样频率,这样才能使以后的测定结果具有代表性。

3. 环境污染与污染物含量(或污染因素强度)的关系: 有害物质引起毒害的量及其无害的自然本底值之间存在一界限,放射性和噪声的强度也有同样情况。所以,污染因素对环境的危害有一阈值,对阈值的研究是判断环境污染及污染程度的重要依据,也是制订环境标准的科学依据。

4. 污染因素的综合效应: 环境是一个复杂体系,必须考虑各种因素的综合效应。从传统毒理学观点看,多种污染物同时存在对人或生物体的影响有以下几种情况:(1)单独作用,即当机体中某些器官只是由于混合物中某一组分发生危害,没有因污染物的共同作用而加深危害的,称为污染物的单独作用;(2)相加作用,混合污染物各组分对机体的同一器官的毒害作用彼此相似,且偏向同一方向,当这种作用等于各污染物毒害作用的总和时,为污染的相加作用,如大气中二氧化硫和硫酸气溶胶之间、氯和氯化氢之间,当它们在低浓度时,其联合毒害作用即为相加作用,而在高浓度时则不具备相加作用;(3)相乘作用,当混合污染物各组分对机体的毒害作用超过个别毒害作用的总和时,称为相乘作用,如二氧化硫和颗粒物之间、氮氧化物与一氧化碳之间,就存在相

乘作用；(4)拮抗作用，当两种或两种以上污染物对机体的毒害作用彼此抵消一部分或大部分时，称为拮抗作用，如动物试验表明，当食物中喂以30ppm甲基汞时，如同时存在12.5ppm硒，就可能抑制甲基汞的毒性。

此外，污染还会使生态系统发生变化，不同程度地改变某些生态系统的结构和功能，进入大气的污染物之间互相作用，或与大气中正常组分发生反应以后，在太阳辐射参与下会引起光化学反应，形成的新污染物——二次污染物，其毒害作用更大。

5. 环境污染的社会评价：环境污染的社会评价是与社会制度、社会文明程度、技术经济发展水平、民族的风俗习惯、哲学、法律等问题有关。有些具有潜在危险的污染物因慢性危害往往不引起人们的注意。而某些现实的、直接感受到的因素容易受到社会重视，如城市居民长期使用已污染的河水往往不予注意，而因噪声、烟尘等引起的社会纠纷却很普遍。

### (二) 环境监测的特点

在环境监测中，由于影响环境质量的因素繁多（仅水中有害物质就有近千种），而人力、物力、财力、监测手段和时间都有限，因此，实际工作时应按情况确定优先监测原则，即优先监测那些危害大、出现频度高的因素。具体地讲，优先监测的污染物是：(1)对环境影响大的污染物；(2)已有可靠的监测方法并能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，其污染趋势还在上升的污染物；(5)样品有代表性的污染物。

由上分析可知，环境监测要求监测技术灵敏度高、准确度高、分辨率高；在野外，事故现场测定要求快速、简便。此外，为了能准确反应一些系统或地区的环境质量及其变化，环境监测还要求监测技术自动化、标准化、计算机化。

## 三、监测技术概述

### (一) 化学、物理监测

对污染物的监测，目前用得较多的是各种化学方法和物理方法，尤其是分析化学的方法和手段在环境监测中得到广泛应用。例如，容量分析、重量分析、光化学分析、电化学分析和色谱分析等。物理方法发展也很快，如遥感技术<sup>①</sup>在大气污染监测、水体污染监测以及植物生态调查等方面更显示出特殊的优越性，是地面逐点定期测定所无法比拟的。

污染物在环境中分布是排放量、时间和空间的函数，并受气象、季节和地形等因素的影响。因此，必须在一个地区内进行多点、同步连续地监测，才能正确地掌握这一地区的污染状况，这不仅需要分析测试技术，还需要其他各种新技术配合。例如，依靠电子计算机建立自动监测系统，用以收集、处理、分析和储存数据，不仅监测环境质量现状，而且能预测、预报变化趋向。

<sup>①</sup> 所谓遥感是指不直接接触物体本身，从远处通过探测仪接收来自目标物体的信息、信号，经数据处理分析后来识别目标物体。获取目标物体信息的探测仪器，称为“传感器”。根据传感器测得目标物体的信息数据（以图象或数字形式表示），通过一定的数据处理和分析判读来探测和识别目标物体及其现象的技术和方法的，称为环境遥感技术，以飞机为主要运载工具的，称为航空遥感；而以人造卫星和载人宇宙飞船为运载工具的，称为航天遥感。环境遥感技术可以从空中获取大面积的地面（几百公里到几千公里的范围内）信息。

## (二) 生物监测

1. 大气污染物中的生物监测:对大气污染进行生物监测的手段主要有:

- 1) 利用指示植物的伤害症状对大气污染作出定性、定量的判断;
- 2) 测定植物体内污染物的含量,估计大气污染状况;
- 3) 观察植物的生理生化反应,如酶系统的变化,发芽率的降低等,以对大气污染的长期效应作出判断;
- 4) 测定树木的生长量和年轮,估测大气污染的现状和历史;
- 5) 利用某些敏感植物,如地衣、苔藓等作为大气污染的植物监测器,进行定点观测。

2. 水体污染中的生物监测: 对水体污染的生物监测手段有:

- 1) 利用指示生物监测水体污染状况;
- 2) 利用水生生物群落结构变化进行监测,同时可引用生物指数和生物种的多样性指数等数学手段,简化监测方法;
- 3) 水污染的生物测试,即利用水生生物受到污染物的毒害作用所产生的生理机能变化,测定水质的污染状况。

此外,对土壤污染的生物监测也是一种可行途径。但目前进行得较少。

在发展大型、自动、连续监测系统的同时,小型便携式,简易、快速的监测手段也是必不可少的。这对于野外、现场、事故等监测特别有用。例如,检气管、溶液比色法、试纸比色法、环炉法、固体电解质原电池型分析法等。近年来新发展一种个体测量器(或称个体监测章<sup>①</sup>),是测定车间工人实际接受有害物质质量的有效手段。

## 第三节 环境保护标准

环保标准是为保护环境,维持生态平衡,对水、大气、土壤等环境质量,以及污染源监测方法等所制订的标准。

### 一、环保标准的分类和作用

#### (一) 环保标准的分类

我国的环保标准体系,初步确定为四类、两级。四类环保标准为:环保质量标准、污染物控制标准(简称排放标准)、环保基础标准和环保方法标准。两级标准是:国家环保标准和地方环保标准。其中环保基础标准和环保方法标准只有国家标准。

1. 环境质量标准: 是为了保护人类健康和维持生态平衡,而对有害物质或因素在环境中最大允许限量所作的规定。它是环境政策的目标、环境管理部门工作的依据,也是制订污染物控制

<sup>①</sup> 一种大小象徽章,表面多孔,内装渗透膜、活性炭或硅胶等,可以收集有害物质的剂量器。使用时挂在工人上衣口袋或帽子上(下班后进行测定)。由于车间中有害物质是随时间和地点而变化,同时工人的操作也往往不是固定在某一点上,因此个体剂量器是表征操作工人实际所接受到有害物质的累积剂量,这对于工人的劳动保护,制定排放标准等无疑是一种有效的方法。

标准的依据。

2. 污染物控制标准:为了实现环境质量目标,结合技术经济条件和环境特点,对排入环境的有害物质或有害因素所做的控制规定。

3. 环保基础标准:在环境保护工作范围内,对有指导意义的符号、指南、导则等的规定,是制订其他环保标准的基础。

4. 环保方法标准:在环境保护工作范围内以试验、检查、分析、抽样、统计、作业等方法为对象制订的标准。

由于我国幅员广大,各地自然条件和经济发展情况不同,环境容量也不同,加以国家标准中有些项目并未作规定,所以允许地方环保部门根据当地的环境特点,技术经济条件,制订地方环保标准。国家和地方两级标准是相互补充的。

## (二) 环保标准的作用

1. 环保标准是环境保护和有关工作的目标,又是环境保护的手段。因此,环保标准是制订环境保护规划、计划和有关工作的重要依据之一。

2. 环保标准是判断环境质量和衡量环境保护工作优劣的准绳。一个地区环境质量的优劣,只有与环境质量标准相比较才有意义。评价一个地区、一个工厂对环境的影响,以及编写环境质量报告书等,均需以环保标准为衡量准绳。

3. 环保标准是执法的依据。环保法明确规定污染物排放超标者要收取排污费或者限期治理。标准是执法的依据。

4. 环保标准是组织现代化生产的重要手段和条件。通过制定、实施标准可以制止只管生产、不顾环境污染的现象。直接促进企业加强管理、防治污染、技术改造、工艺改革、设备更新、资源和能源的综合利用等,使环境效益、经济效益和社会效益相统一。

## 二、制订环保标准的原则

环保标准体现国家技术经济政策。它的制订要充分反映科学性和现实性相统一,才能促进国家经济、技术的发展。

### (一) 标准要有充分的科学依据

标准中指标的确定,要以科学研究的结果为依据。如环境质量标准,要以经过科学试验的环境质量基准为基础。所谓环境质量基准,是指环境中污染物(或因素)对特定对象(人或其他生物等)不产生不良或有害影响的最大剂量或浓度。例如,经研究知道,大气中二氧化硫年平均浓度超过 $0.115\text{mg}/\text{m}^3$ 时对人体健康就会产生有害影响,这个浓度值就是大气中二氧化硫的基准。制订监测方法标准要对方法的准确度、精密度、干扰因素,以及各种方法的比较等进行试验。制订控制标准的技术措施和指标,要考虑它们的成熟程度、可行性、预期效果等。

### (二) 既要技术先进,又要经济合理

环境质量基准和环境质量标准是两个不同的概念,环境质量基准是由污染物(或因素)与特定对象之间的剂量——反应关系确定的,不考虑社会、经济、技术等人为因素,不具有法律效力。

而环境质量标准是以环境质量基准为依据,并考虑社会、经济、技术等因素而制定的。它由国家管理机关颁布,一般具有法律强制性。控制标准的制订中往往发生技术先进和经济合理的相互制约。因此,标准要定在最佳实用点上,既不能强调技术先进而使大多数企业难以达到,也不能强调可能,迁就现有的落后生产技术与工艺装备。要在大多数企业经过努力能够达到的技术基础和经济能力的水平上,才能使标准真正起到促进污染控制和发展生产的作用。随着生产技术的发展,可不断修改标准。

#### (三) 促使充分利用资源、能源,把污染消除在生产工艺过程中

环境污染从根本上讲是资源、能源的浪费。所谓废物是对某一过程和场合而言。因此,环境治理不仅要“治”,更应从生产工艺、资源、能源的“充分利用”角度着眼,才能从根本上解决问题。

#### (四) 根据实际情况区别对待

制订标准应按照环境功能、企业类型、污染物危害程度、生产技术水平等不同情况,区别对待,才能起到消除污染,促进生产的作用。例如,对自然保护区,生活饮用取水点等特殊功能环境,标准应订得严一些,而对一般功能的环境,则可宽一些;按企业类型不同,各项指标的宽严也应不同,新厂从严,老厂从宽;按污染物的危害不同,标准宽严也不同,对剧毒物从严,一般物质从宽;按治理污染技术成熟难易程度不同,对有最佳实用治理技术的污染物排放标准从严,反之则宽;对治理污染物的损益大小不同,标准宽严也应不一,对可能以小的代价获取大的环境、社会和经济效益的污染物的排放标准应严,反之,则应当宽一些,……这些都应在标准中明确规定或具体反映。

#### (五) 积极采用国际标准和国外先进标准

积极采用国际标准和国外先进标准是我国重要的技术经济政策,也是技术引进的重要组成部分。它能了解当前国际先进的生产技术水平和发展趋势,并把国外的科技成果用标准形式固定下来。

当然,环境质量标准、污染物控制标准等是根据国家实际情况、技术经济等条件而定,不必全部采用国际标准。但环保基础标准、环保方法标准的通用性很强。当前国际环保标准组织主要也是以统一各国的基础、方法标准为重要内容。

### 三、水质标准

水是人类赖以生存的基本物质之一,水的污染是环境污染中主要方面之一。目前我国已颁布的水质标准主要有:地面水环境质量标准(GB3838-83);生活饮用水卫生标准(TJ20-76);工业废水排放标准(GBJ4-73);农田灌溉用水水质标准(TJ24-79);渔业水质标准(TJ35-79);海水水质标准(GB3097-82);医院污水排放标准和一批行业的污染物排放标准。

#### (一) 地面水环境质量标准

标准适用于全国江河、湖泊、水库等水域。其目的是保障人体健康、维护生态平衡、保护水资源、控制水污染,以及改善地面水质量和促进生产。

地面水环境质量标准分为三级:

第一级——水质良好,相当于未受人类活动污染影响的河流源头水质,宜作各种用途的良好水源。

第二级——水质较好,大体相当于现行TJ20-76《生活饮用水卫生标准》中水源水质和TJ35-79《渔业水质标准》的水质。

第三级——水质尚可,是依据水质基准资料,为防止地面水污染而规定的最低水质要求。地面水环境质量标准见表1-1。

表1-1 地面水环境质量三级标准(摘自GB3838-83)

项 目	第 一 级	第 二 级	第 三 级
pH值	6.5—8.5		
水 温	地面水接纳废热后,水域混合区边缘的水温允许增高3℃,夏季水域水温最高不得超过35℃		
肉眼可见物	水中无明显的泡沫、油膜、杂物等		
色度(铂、钴法), 度	≤10	≤15	≤25
臭	无异臭	臭强度一级	臭强度二级
溶 解 氧	饱和度≥90%	≥6mg/l	≥4mg/l
生化需氧量(五天20℃), mg/l	≤1	≤3	≤5
化学需氧量(高锰酸钾法)mg/l	≤2	≤4	≤6
挥发酚类mg/l	≤0.001	≤0.005	≤0.01
氰化物, mg/l	≤0.01	≤0.05	≤0.1
砷, mg/l	≤0.01	≤0.04	≤0.08
总汞, mg/l	≤0.0001	≤0.0005	≤0.001
镉, mg/l	≤0.001	≤0.005	≤0.01
六价铬, mg/l	≤0.01	≤0.02	≤0.05
铅, mg/l	≤0.01	≤0.05	≤0.1
铜, mg/l	≤0.005	≤0.01	≤0.03
石油类, mg/l	≤0.05	≤0.3	≤0.5
大肠菌群, 个/升	≤500	≤10000	≤50000
总磷, mg/l	≤0.1		
总氮, mg/l	≤1.0		

表1-1中所列的肉眼可见物、色、臭、水温等属感官性状指标。pH值、生化需氧量、溶解氧和化学需氧量是保证水质自净的指标。总磷、总氮是参考指标,是防止封闭水域富营养化。其余属有害物质和病原体指标。

对生活污水和工业废水排入的地面水,根据不同情况要予以限制,对国家或当地主管部门明确划定为集中式生活饮用水取水点的水源水质,按生活饮用水卫生标准(TJ20—76)执行。对水产资源有害的工业废水和生活污水,严禁排入鱼、虾类的产卵场、越冬场和鱼虾贝藻类的养殖场。工业废水和生活污水经处理排入地面水后,必需保证最近渔业水域的水质符合TJ35-79的规定;专供农田灌溉用的地面水按TJ24-79规定执行;对国家或省级人民政府明确划定的自然保护区和重点名胜古迹游览地区的水域内,禁止排放工业废水,并限制生活污水排入。

## (二) 生活饮用水卫生标准

生活饮用水卫生标准为的是保证水质适于生活饮用,它与人体健康有直接的关系。饮用水包括自来水、井水和深井水等。标准制订的原则和方法基本上与地面水环境质量标准相同,所

表1-2 生活饮用水卫生标准(摘自TJ20-76)

编 号	项 目	标 准
	感官性状指标	
1	色	色度不超过15度,并不得呈现其它异色
2	混浊度	不超过5度
3	臭和味	不得含有异臭异味
4	肉眼可见物	不得含有
	化学指标	
5	pH 值	6.5—8.5
6	总硬度(以CaO计)	不超过250mg/l
7	铁	不超过0.3mg/l
8	锰	不超过0.1mg/l
9	铜	不超过1.0mg/l
10	锌	不超过1.0mg/l
11	挥发酚类	不超过0.002mg/l
12	阴离子合成洗涤剂	不超过0.3mg/l
	毒理学指标	
13	氟化物	不超过1.0mg/l,适宜浓度0.5—1.0mg/l
14	氰化物	不超过0.05mg/l
15	砷	不超过0.04mg/l
16	硒	不超过0.01mg/l
17	汞	不超过0.001mg/l
18	镉	不超过0.01mg/l
19	铬(六价)	不超过0.05mg/l
20	铅	不超过0.1mg/l
	细菌学指标	
21	细菌总数	不超过100个/ml水
22	大肠菌群数	不超过3个/l水
23	游离性余氯	在接触30分钟后应不低于0.3mg/l,集中式给水除出厂应符合上述要求外,管网末梢水不低于0.05mg/l



不同的是饮用水不存在自净问题。因此,无BOD、DO等指标。另外,饮用水中某些微量元素(如氟)要有适当的含量,过高过低都可能对人体产生有害影响,我国生活饮用水卫生标准见表1-2。

由表所列数据可以看出,我国生活饮用水卫生标准与地面水环境质量标准相比,有害物质指标基本与第三级标准相近(因为自来水厂目前处理方式对重金属等指标去除率较低),感官性状指标和细菌性指标具体化了。

细菌总数是指1毫升水样在营养琼脂培养基上,于37℃经24小时培养后生长的细菌菌落总数。细菌不一定有害,因此这一指标主要反映微生物情况。

对人体健康有害的病菌很多,如果在标准中一一列出,那么不仅在制订标准,并且在执行标准过程中会带来很多困难,因此在实用上只需选择一种在消毒过程中抗消毒剂的能力最强,在环境水域中最常见(即有代表性),监测方法最容易的为代表。大肠菌群是一群需氧及兼性厌氧在37℃生长时能使乳糖发酵,在24小时内产酸、产气的革兰氏阴性无芽孢杆菌,在粪便和有关水域中常见,它对消毒剂的抵抗能力大于伤寒、副伤寒、痢疾杆菌等,通常当它的浓度降低到13个/升时,其他病原菌均已被杀死,因此以它作为代表比较合适。标准中3个/升是很安全的,但对肝炎病毒不一定有效。

我国饮用水用氯气或漂白粉消毒,游离性余氯是表征消毒效果的指标。接触30分钟后游离氯不低于0.3毫克/升,可保证杀灭大肠杆菌和肠道致病菌。但也不应过高,首先它是强氧化剂,直接饮用对人体有害;其次,如果水中含有有机物,会生成氯胺、氯酚。前者有毒,后者有强烈臭味。故国外已普遍改用臭氧和二氧化氯为消毒剂,以避免这些弊病。

### (三) 工业废水排放标准

目前环境污染主要来自工业“三废”排放。为了保护环境,当然希望根本不排或少排放有害物质,但事实上完全不排放是不现实的。因此对污染物的排放需要加以控制,使之不破坏生态平衡。工业废水排放标准显然与地面水环境质量标准不同,但两者又有密切关系。因为通常工业废水排入地面水水域。因此,工业废水排放标准必须以地面水环境质量标准为基础,使废水排入后仍能符合地面水水质标准。

我国工业废水排放标准摘录于表1-3、表1-4。

第一类五种物质是指能在环境或动植物体内蓄积,对人体健康产生长远影响的有害物质。含此类物质的废水,在车间或车间处理设备排出口应符合上表规定,但不得用稀释方法代替必要的处理。

表1-3 工业废水最高允许排放浓度 (第一类)(摘自GBJ4-73)

序号	有害物质名称	最高允许排放浓度 mg/l	序号	有害物质名称	最高允许排放浓度 mg/l
1	汞及其无机化合物	0.05(按Hg计)	4	砷及其无机化合物	0.5(按As计)
2	镉及其无机化合物	0.1(按Cd计)	5	铅及其无机化合物	1.0(按Pb计)
3	六价铬化合物	0.5(按Cr <sup>6+</sup> 计)			