

HUANJING GONGCHENG SHOUCHE  
HUANJINGJIANCEJUAN

# 环境工程 手册

## 环境监测卷

主编 奚旦立

主审 蒋展鹏

陆雍森 蒋展鹏 合编  
张世森 奚旦立

高等教育出版社

# 环境工程手册

## ——环境监测卷

主编 奚旦立

主审 蒋展鹏

陆雍森 蒋展鹏 张世森 奚旦立 合编

高等教育出版社

(京) 112号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

环境工程手册: 环境监测卷/奚旦立主编; 陆雍森等编.  
北京: 高等教育出版社, 1998

ISBN 7-04-006201-1

I. 环… II. ①奚… ②陆… III. ①环境工程-手册②环  
境监测-手册 IV. X5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 05893 号

\*

高等教育出版社出版  
北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 64014048 电话: 64054588

高等教育出版社发行  
北京外文印刷厂印装

\*

开本 787×1092 1/16 印张 65.5 字数 2 210 000

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印数 0 001—1 725

定价 135.00 元

凡购买高等教育出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等  
质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换

**版权所有, 不得翻印**

# 《环境工程手册》

## 编辑委员会名单

**主任：**顾夏声 胡家骏

**副主任：**张坤民 井文涌 顾国维 王宝贞

**编委**(以姓氏笔划为序)：

马广大	井文涌	王宝贞	叶昌仁	龙腾锐	李国建	李献文	宋炳煊
朱联锡	任文堂	祁佩时	张月娥	张自杰	张世森	张忠祥	张坤民
张崇华	陈毓龄	郑长聚	林肇信	周思毅	胡家骏	陆雍森	姜安玺
俞珂	郝吉明	奚旦立	徐传宁	钱易	顾国维	顾夏声	高忠爱
章非娟	蒋展鹏	傅国伟	蔡不忒				

**常务编委**(以姓氏笔划为序)：

李国建	宋炳煊	祁佩时	张月娥	张世森	张忠祥	周思毅	郝吉明
徐传宁							

## 前 言

环境监测是环境科学中的一个重要分支学科。它是环境保护工作的基础，是贯彻执行环境保护法规的依据，是实现量化环境管理的标准，也是进行污染控制与治理以及开展环境保护科研、设计规划等不可缺少的重要手段。

近三十年来，我国的环境监测事业得到了迅速的发展。这不仅表现在我国已有了一支数量庞大、素质良好的环境监测队伍，从全国的环境监测总站到省、市、县各级监测站，从各工农业部级监测中心到所属局、公司、工厂企业的监测室，以及各水系、流域的水文测验站等，已形成了条、线、块纵横交叉，较为完整的环境监测网络；而且在监测技术、监测器材和监测管理等方面进行了深入的研究和开发，取得了相当的成绩。这一切，使我国的环境监测事业日臻完善，监测工作趋向规范化和制度化，整体水平有了很大的提高。环境监测的成果正在对我国实现可持续发展战略、促进经济建设、保护环境质量起着积极的、重要的作用。

但是，发展是不平衡的：除了在各地区之间技术水平上的差异之外，在环境监测新技术、新仪器的研制，特别是痕量三致（致癌、致畸、致突变）物质的监测、突发性环境污染事件的应急监测、生态监测和自动监测系统等方面的发展和进步，与高速增长的国民经济需求还不够适应。这也正是我国环境监测事业今后发展的努力方向。

为了促进环境监测事业的进一步发展；也为了方便于从事环境工程事业的人员能有相应所需的环境监测知识，我们编写了这本《环境工程手册——环境监测卷》。

本书的特点在于它既总结了我国多年来在环境监测方面的研究成果和技术发展，又纳入了世界各国的先进经验，特别是国际通用的标准方法。它所收编的内容除一般介绍环境监测的普遍规律和方法外，还略侧重于污染源的监测方法，以便于为环境工程的设计、运转和科研活动提供服务。

本书内容包括三个部分：第一部分介绍环境监测中常用的数理统计方法，监测系统和监测计划的设计，监测信息处理与数据库系统；第二部分介绍环境监测方法，包括水质监测、空气质量监测、固体废物监测、噪声监测、生物监测、自动监测、简易监测和事故应急监测等；第三部分介绍环境监测过程质量保证，监测实验室的基本仪器、设备以及环境监测中的常用资料。力求做到内容全面、材料先进、具有较广泛的适用性。

参加本书编写的有（以姓氏笔划为序，括号内为所编写的章、节）：张世森（§ 6.1—§ 6.7；§ 6.12），陆雍森（1—4章），陈季华（§ 13.1），余刚（§ 5.6），郑长聚（§ 8.1—8.4），姜佩华（§ 13.4），奚旦立（§ 7.1—§ 7.5；§ 8.1—§ 8.5；§ 9.1—§ 9.6；§ 10.1—§ 10.5；§ 11.1—§ 11.5；§ 12.1—§ 12.6；§ 13.2—§ 13.3），夏海萍（§ 5.4），蒋展鹏（§ 5.1—§ 5.3；§ 5.5—§ 5.8），曾晓岚（§ 6.8—§ 6.11）。另外丁珊行、张益储、李茵、陈亮和汪永辉等同志对本书的完成做了许多工作。

高教出版社的陈文、张月娥、朱新美等同志为本书的编辑、审阅和修改进行了艰巨、细致和认真的工作，付出了辛勤的劳动。《环境工程手册》编委会主任顾夏声、胡家骏以及编委会领导张坤民、郝吉明等同志在审稿过程中作了许多重要指示，提出了大量宝贵意见，为本书的完成奠定了基础。在此向他们致以诚挚的感谢。衷心希望本书对从事环境保护工作的技术人员、研究人

员和管理人员以及高等院校师生有所裨益。由于本书内容庞大，编者水平有限，加上编写时间紧迫，错误和疏漏之处在所难免，敬请读者不吝指正，以期今后得到修订和补充。

编 者

1996年12月于北京

# 序 言

1992年6月联合国环境与发展大会在巴西里约热内卢召开,100多个国家的元首、政府首脑和一万五千多名代表参加了这次规模空前的全球盛会,标志着全球环境保护已进入一个新的历史时期,这次大会通过了“里约环境与发展宣言”、“21世纪行动议程”和一些有关全球环境问题的重要公约,大会号召全世界人民“共同处理环境和发展问题,为全人类创造一条新的道路通向21世纪”,这就是“可持续发展”的道路,这要求全体人民不仅要关心自己,关心当今的环境问题,还应该关心社会经济的持续发展,为子孙后代留下一个清洁、美丽、舒适的生存环境。

环境问题之所以能成为当今世界的热点,主要是由于严重的环境问题已构成了对人类的现实威胁,人们已开始认识到,经济发展和环境保护是不可分割的整体,只有切实地保护环境,才能确保持续发展。从全球环境看,水体、大气和土壤环境的污染仍很严重,地球变暖和臭氧层破坏两大问题又引起了普遍的关注。

我国早在20世纪70年代就对环境问题的严重性和迫切性有所认识,政府把环境保护列为一项基本国策,作了大量工作努力防治环境污染。但应该清醒地看到,我国环境形势的现状是:局部有所改善,整体仍在恶化,前景令人担忧。随着改革开放政策的实施,我国经济正在腾飞,而发展却仍沿袭了大量消耗资源和不顾环境承受能力的传统模式,正在对环境产生更大的损害,也使自然资源受到破坏,必须引起警觉。例如,我国水环境污染十分严重,全国七大水系中有近一半的河段污染严重,流经城市的河段污染更加突出。我国大气污染日益加剧,大气质量符合国家一级标准的城市很少。我国城市垃圾尚未得到妥善处置,工业排放的有毒有害固体废弃物排放量逐年增长,大部分都未经安全处置,城市噪声也十分严重,成为城市一大公害。

上述情况说明,我国环境工程的任务还十分艰巨,环境工程是防治环境污染,提高环境质量的重要手段,其内容十分广泛,包括:水污染防治工程、大气污染防治工程、固体废弃物的安全处置、噪声污染防治工程、环境规划与管理以及环境监测等方面。为了总结国内外环境工程领域的新技术、新工艺、新设备和新材料,总结国内外环境工程成套设施的经验及成功的范例,促进我国环境工程的发展,高等教育出版社组织编辑了这套《环境工程手册》,以供从事环境工程事业的工程技术人员,有关高等学校的师生、科研人员和管理人员参考。这是一件极有意义的大事,必将对我国的环境保护及经济持续发展起积极的推动作用。参加本套手册编写工作的,多为在环境工程领域从事工作多年,既有理论修养,又有实践经验的教授,专家,也有一些脱颖而出的青年教师和科技人员。全书内容丰富,材料翔实,图文并茂,参考性强,既有对基本概念的阐述,又有对设计方法的介绍,希望能对各类读者都有帮助。

作为这套手册中的一卷——“环境监测卷”,现已编写完成出版。本卷内容共分三个部分,分别介绍了环境监测中常用的数理统计方法、环境监测系统和监测信息处理,各种环境监测方法,以及环境监测过程中的质量保证等。它的出版对于我国环境保护事业的发展将是极为有意义的。

顾夏声、胡家骏

96年12月

# I 内 容 目 录

## 第 一 章 概 述

§ 1.1 环境污染的特征 .....	1	二、监测对象 .....	5
一、污染与污染源 .....	1	三、监测的程序和技术 .....	5
二、环境污染的特征 .....	1	四、监测机构 .....	6
§ 1.2 环境监测 .....	3	主要参考文献 .....	6
一、监测目标 .....	5		

## 第 二 章 环境监测常用的数理统计方法

§ 2.1 随机变量的分布及数字特征 .....	7	三、双因素方差分析 .....	32
一、随机事件及其数字特征 .....	7	§ 2.5 回归分析 .....	35
二、随机变量的分布函数和特征值 .....	8	一、相关系数 .....	35
三、直方图和理论概率曲线的估算 .....	11	二、一元线性回归 .....	36
§ 2.2 环境参数的统计推断 .....	12	三、二元线性回归 .....	38
一、区间估计 .....	12	§ 2.6 聚类分析 .....	41
二、统计假设检验 .....	16	一、原始数据的均匀化和聚类统计量 .....	41
§ 2.3 误差运算和可疑数据取舍 .....	25	二、Q型聚类分析 .....	42
一、真值与误差 .....	25	三、非参数性聚类分析 .....	45
二、准确度与精密度 .....	26	四、模糊聚类法 .....	46
三、有效数字和数值修约 .....	26	五、主成分分析法 .....	49
四、误差的运算 .....	26	§ 2.7 时间序列分析 .....	54
五、可疑数据的取舍 .....	27	一、平稳时间序列与非平稳时间序列 .....	54
§ 2.4 方差分析 .....	29	二、时间序列的分析 .....	55
一、名词和条件 .....	29	主要参考文献 .....	71
二、单因素方差分析 .....	30		

## 第 三 章 监测系统和监测网的设计

§ 3.1 水质监测系统 .....	72	四、污染源采样技术 .....	152
一、污染源监测 .....	72	五、空气质量监测和采样技术 .....	161
二、用水水质的监测 .....	77	§ 3.3 固体废物监测 .....	167
三、水体水质监测 .....	77	一、监测目标、对象和项目 .....	167
四、水环境影响评价的监测 .....	97	二、监测网的设计 .....	168
五、水体沉积物监测 .....	105	三、采样的设备和质量控制 .....	172
六、测流和采样技术 .....	106	§ 3.4 噪声监测系统 .....	176
§ 3.2 空气质量监测系统 .....	129	一、噪声源及环境噪声的监测 .....	176
一、污染源监测 .....	129	二、环境影响评价的噪声监测 .....	179
二、空气质量监测 .....	133	主要参考文献 .....	181
三、空气环境影响评价的监测 .....	150		



### 第四章 监测信息处理与数据库系统

§ 4.1 监测数据的整编与分析	183	一、工作程序	226
一、监测数据的整编	183	二、基本内容	227
二、数据的分析和归纳	199	§ 4.5 环境监测数据库 (DB) 系统	228
§ 4.2 用监测数据解释环境状况	203	一、数据库的特点和结构	229
一、任务与方法	203	二、环境监测数据库设计的系统分析	230
二、分项对照法	203	三、数据库的软硬件条件设计	232
三、环境质量指数法	207	四、总控系统设计	233
四、环境质量的模糊评价法	209	五、数据库结构设计	237
§ 4.3 环境污染的预测与预报	212	六、监测数据库的模块结构	242
一、统计法	212	七、制图与文档编制	244
二、数学模型法	214	八、系统的运行和维护	247
§ 4.4 环境质量报告书	226	主要参考文献	249

### 第五章 水质监测

§ 5.1 水质标准	250	五、甲烷	329
一、饮用水水质标准和其他生活用水标准	252	六、污泥消化气体	331
二、工业用水水质标准和水质要求	253	§ 5.5 水中金属和类金属的测定	332
三、农业用水和渔业用水水质标准	260	一、银	332
四、水体污染控制标准	261	二、砷	334
五、污水排放标准	269	三、铍	337
§ 5.2 水的感官物理性状测定	281	四、钙	339
一、温度	281	五、镉	341
二、臭	282	六、铬	343
三、味	283	七、铜	346
四、肉眼可见物	283	八、铁	349
五、色	283	九、汞	350
六、浑浊度	286	十、钾	355
七、透明度	289	十一、镁	356
八、固体	290	十二、锰	358
九、电导率	294	十三、钠	359
§ 5.3 水的一般化学性能指标测定	295	十四、镍	360
一、pH	295	十五、铅	363
二、酸度	296	十六、铋	365
三、碱度	299	十七、硒	367
四、硬度	303	十八、锌	369
五、总含盐量 (矿化度)	308	§ 5.6 水中非金属无机物的测定	372
六、氧化还原电位	309	一、硫酸盐	372
§ 5.4 水中溶解气体的测定	310	二、硫化物	375
一、溶解氧	312	三、氯化物	378
二、臭氧	318	四、氟化物	379
三、二氧化碳	320	五、碘化物	381
四、硫化氢	327	六、氰化物	382

七、氨氮 .....	385	九、油 .....	416
八、非离子氨 .....	388	十、苯 .....	420
九、硝酸盐 .....	389	十一、酚类 .....	421
十、亚硝酸盐 .....	390	十二、有机氮和凯氏氮 .....	425
十一、余氯 .....	392	十三、总氮 .....	427
十二、需氧量 .....	395	十四、有机磷 .....	429
十三、磷酸盐和总磷 .....	396	十五、滴滴涕 .....	431
§ 5.7 水中有机物质的测定 .....	400	十六、六六六 .....	432
一、化学需氧量 (COD) .....	400	十七、苯并 (a) 芘 [B (a) P] .....	433
二、高锰酸盐指数 .....	404	十八、表面活性剂 .....	435
三、生物化学需氧量 (BOD) .....	407	十九、聚丙烯酰胺 (PAM) .....	439
四、有机物生物降解的耗氧速度常数 .....	411	§ 5.8 水中放射性的测定 .....	440
五、总有机碳 (TOC) .....	412	一、总 $\alpha$ 放射性 .....	442
六、总需氧量 (TOD) .....	414	二、总 $\beta$ 放射性 .....	444
七、活性炭氯仿萃取物 (CCE) .....	415	三、个别放射性核素的测量 .....	446
八、紫外吸收值 (UVA) .....	416	主要参考文献 .....	447

## 第六章 空气质量监测

§ 6.1 空气质量标准 .....	449	二、空气中铅的测定 .....	544
§ 6.2 空气中含硫化合物的测定 .....	471	三、空气中铍的测定 .....	549
一、空气中二氧化硫的测定 .....	471	四、空气中铬的测定 .....	553
二、空气中硫化氢的测定 .....	481	五、空气中铁的测定 .....	556
三、空气中二硫化碳的测定 .....	487	六、空气中砷的测定 .....	558
四、空气中硫酸雾的测定 .....	493	七、空气中硒的测定 .....	560
§ 6.3 空气中含氮化合物的测定 .....	498	八、空气中锑的测定 .....	563
一、空气中氮氧化物的测定 .....	498	九、空气中铜、锌、镉、锰及镍的测定 .....	565
二、空气中氨的测定 .....	504	§ 6.9 空气中有机物的测定 .....	568
§ 6.4 空气中含卤素化合物的测定 .....	507	一、空气中总烃及非甲烷烃的测定 .....	568
一、空气中氟化物的测定 .....	507	二、空气中甲醛的测定 .....	572
二、空气中氯的测定 .....	512	三、空气中甲醇的测定 .....	575
三、空气中氯化氢的测定 .....	515	四、空气中丙酮的测定 .....	576
§ 6.5 空气中其他非金属化合物的测定 .....	518	五、空气中氯乙烯的测定 .....	579
一、空气中一氧化碳的测定 .....	518	六、空气中丙烯醛的测定 .....	581
二、空气中氰化氢的测定 .....	522	七、空气中氯丁二烯的测定 .....	584
§ 6.6 空气中颗粒物的测定 .....	527	八、空气中丙烯腈的测定 .....	586
一、污染源排放烟尘的测定 .....	527	九、空气中吡啶的测定 .....	588
二、总悬浮颗粒物的测定 .....	529	十、空气中环氧氯丙烷的测定 .....	591
三、可吸入颗粒物的测定 .....	533	十一、空气中苯系物的测定 .....	595
四、灰尘自然沉降量的测定 .....	533	十二、空气中挥发酚的测定 .....	599
§ 6.7 空气中光化学氧化剂和臭氧的测定 .....	535	十三、空气中硝基苯的测定 .....	603
一、空气中光化学氧化剂的测定 .....	535	十四、空气中苯胺的测定 .....	604
二、空气中臭氧的测定 .....	537	十五、空气中苯乙烯的测定 .....	606
§ 6.8 空气中金属及类金属元素的测定 .....	540	十六、空气中苯并 (a) 芘的测定 .....	606
一、空气中汞的测定 .....	540	十七、废气中有机硫化物的测定 .....	609

§ 6.10 空气中农药的测定 .....	612	一、恶臭物质组分的测定 .....	622
一、空气中甲基对硫磷的测定 .....	612	二、官能实验 .....	631
二、空气中敌百虫的测定 .....	615	§ 6.14 空气中石棉的测定 .....	631
§ 6.11 废气中沥青烟的测定 .....	617	§ 6.15 空气中放射性核素的测定 .....	633
§ 6.12 空气中光气的测定 .....	619	一、长寿命 $\alpha$ 放射性的测定 .....	633
一、废气中光气的测定 .....	619	二、氡的测定 .....	633
二、环境空气中光气的测定 .....	621	主要参考文献 .....	635
§ 6.13 空气中恶臭的测定 .....	622		

## 第七章 固体废物监测

§ 7.1 固体废物的定义和分类 .....	636	六、浸出毒性试验方法 .....	643
一、固体废物的定义和分类 .....	636	§ 7.4 浸出液中有害物质测定 .....	644
二、危险废物的定义和鉴别 .....	636	一、重金属和类金属测定 .....	644
§ 7.2 固体废物样品的采集和制备 .....	638	二、无机非金属测定 .....	663
一、样品的采集 .....	638	三、有机化合物测定 .....	671
二、样品的制备 .....	641	§ 7.5 生活垃圾和卫生保健机构废弃物的监测 .....	675
三、样品的水分测定 .....	641	一、生活垃圾及其分类 .....	675
四、样品 pH 值的测定 .....	641	二、生活垃圾特性分析 .....	676
五、样品的保存和记录 .....	641	三、热值的测定方法 .....	677
§ 7.3 有害特性的监测方法 .....	642	四、渗沥水分析 .....	681
一、急性毒性初筛试验 .....	642	五、渗沥试验 .....	683
二、易燃性试验方法 .....	642	六、垃圾堆场蝇类孳生密度的测定 .....	684
三、腐蚀性试验方法 .....	642	七、卫生保健机构废弃物的定义、分类和处理 .....	686
四、反应性试验方法 .....	643	主要参考文献 .....	687
五、遇水反应性试验方法 .....	643		

## 第八章 噪声监测

§ 8.1 噪声及其物理量度 .....	688	六、机场周围飞机噪声环境标准 .....	699
一、声音和噪声 .....	688	七、建筑施工场界噪声限值 .....	700
二、声音的物理特性和量度 .....	688	§ 8.4 噪声测量方法 .....	700
三、噪声的物理量和主观听觉的关系 .....	690	一、城市环境噪声测量方法 .....	700
四、噪声的频谱分析 .....	693	二、工业企业噪声测量方法 .....	706
§ 8.2 噪声测量仪器 .....	695	三、内河航道及港口内船舶辐射噪声测量方法 .....	707
一、声级计 .....	695	四、水下噪声测量方法 .....	712
二、其他噪声测量仪器 .....	696	五、机动车辆噪声测量方法 .....	716
§ 8.3 噪声标准 .....	696	六、摩托车噪声测量方法 .....	719
一、城市区域环境噪声标准 .....	696	七、机场周围飞机噪声测量方法 .....	723
二、工业企业噪声标准 .....	697	§ 8.5 振动及测量方法 .....	729
三、机动车辆允许噪声标准 .....	698	一、城市区域环境振动标准 .....	729
四、海洋船舶噪声级规定 .....	698	二、城市区域环境振动测量方法 .....	730
五、内河船舶噪声级规定 .....	699	主要参考文献 .....	734

## 第九章 生物监测

§ 9.1 生物监测及监测方法 .....	735	§ 9.2 空气污染的生物监测 .....	736
-----------------------	-----	-----------------------	-----

一、敏感生物、耐污生物和指示生物·····	736	六、用 Ames 法检测环境中致癌物·····	761
二、空气污染的生物监测方法·····	739	§ 9.5 生物材料测定·····	764
三、室内空气中微生物测定·····	740	一、血中碳氧血红蛋白的测定·····	765
四、人体生物材料污染物含量的评价·····	745	二、血中铅的测定·····	767
§ 9.3 水体污染的生物监测·····	746	三、尿中铅的测定·····	769
一、生物指数和生物种的多样性指数·····	746	四、红细胞游离原卟啉 (EEP) 测定·····	770
二、污水生物系统·····	749	五、头发中总汞的测定·····	771
三、生物测试·····	750	六、头发中砷化物测定·····	773
四、微型生物群落监测——PFU 法·····	751	七、头发中铅的测定·····	774
§ 9.4 生物毒理试验·····	755	§ 9.6 生态监测·····	775
一、实验动物与毒性试验·····	755	一、地面监测·····	776
二、吸入毒性试验·····	756	二、航空监测·····	777
三、口服毒性试验·····	757	三、卫星监测·····	778
四、鱼类毒性试验·····	757	四、生态监测方案·····	779
五、利用发光细菌监测环境中有毒污染物·····	759	主要参考文献·····	779

## 第十章 自动监测

§ 10.1 自动监测系统·····	780	二、大气自动监测仪器·····	800
一、自动监测的特点及分类·····	780	§ 10.3 遥测技术及其在环境监测中的应用·····	800
二、自动监测系统的结构和组成·····	783	一、摄影遥测·····	800
三、水质自动监测系统·····	784	二、热红外扫描技术·····	802
四、空气自动监测系统·····	791	三、相关光谱技术·····	803
§ 10.2 自动监测仪器·····	795	四、激光雷达技术·····	804
一、水质自动监测仪器·····	795	主要参考文献·····	806

## 第十一章 简易监测和事故应急监测

§ 11.1 检气管·····	807	§ 11.5 突发性环境污染事故及应急监测·····	815
一、检气管的制备·····	807	一、突发性环境污染事故产生的原因与特征·····	815
二、检气管的标定及使用·····	809	二、突发性环境污染事故的预防和对策·····	816
§ 11.2 简易比色法·····	811	三、我国突发性环境污染事故应急监测网络·····	817
一、试纸比色法·····	811	四、化学毒品污染事故的应急监测和处置方法·····	817
二、溶液比色法·····	811	五、有毒气体污染事故的应急监测和处置方法·····	820
三、人工标准色阶的制备·····	812	六、爆炸性环境污染事故的应急监测和处置方法·····	822
§ 11.3 环炉技术·····	812	七、农药污染事故的应急监测和处置方法·····	826
一、环炉技术的原理·····	812	八、腐蚀性污染物质污染事故的应急监测及处置方法·····	827
二、环炉仪器·····	813	九、溢油污染事故的应急监测和处置方法·····	827
三、应用实例·····	814	主要参考文献·····	829
§ 11.4 固体监测器·····	814		

## 第十二章 环境监测过程的质量保证

§ 12.1 质量保证的意义和内容·····	830	三、监测实验室间的协作试验·····	835
§ 12.2 标准分析方法和分析方法标准化·····	832	四、环境标准物质·····	838
一、标准和标准分析方法·····	832	§ 12.3 水质监测质量保证·····	854
二、分析方法标准化·····	834	一、地面水采样·····	854

二、地下水采样 .....	862	五、污染源采样及采样点的布置 .....	902
三、废水和污水采样 .....	865	六、采样系统的组成 .....	904
四、特殊监测项目的采样 .....	867	七、颗粒物采样 .....	904
五、沉积物采样 .....	867	八、气体采样 .....	909
六、监测实验室基础 .....	869	九、监测结果表示方法 .....	912
七、数据处理及名词解释 .....	872	十、污染源监测数据的处理 .....	916
八、实验室质量保证 .....	879	十一、风向玫瑰图和污染玫瑰图 .....	920
九、方法验证的步骤和数据汇总格式 .....	893	十二、实验室质量控制 .....	927
§ 12.4 空气监测质量保证 .....	901	十三、环境监测机构的计量认证 .....	950
一、城市区域环境空气监测布点法 .....	901	§ 12.5 自动监测系统的质量保证 .....	951
二、污染源对环境影响监测的布点法 .....	901	§ 12.6 固体废物监测的质量保证 .....	952
三、环境空气监测采样的质量控制 .....	901	主要参考文献 .....	953
四、污染源监测的布点法 .....	902		

### 第十三章 监测实验室的基本知识及仪器、设备的配置

§ 13.1 监测实验室基本知识 .....	954	二、测试仪器 .....	978
一、监测实验室布置及基本仪器设备 .....	954	§ 13.3 化学试剂 .....	985
二、监测实验室基础知识 .....	962	一、试剂规格 .....	985
三、安全知识 .....	968	二、常用试剂配制 .....	986
§ 13.2 实验室的仪器及设备 .....	971	三、常用试剂及其性质 .....	989
一、玻璃仪器 .....	971	主要参考文献 .....	1004

附表 1 美国优先污染物“黑名单” .....	1005
附表 2 中国环境优先污染物“黑名单” .....	1007
汉英名词对照及索引 .....	1009

## II 表格目录

<p>表 2-1 常用的样本统计特征值 ..... 7</p> <p>表 2-2 随机变量的数字特征 ..... 9</p> <p>表 2-3 常用的分布函数及其数字特征 ..... 9</p> <p>表 2-4 某地空气中 TSP 实测频率与理论 频率比较 ..... 12</p> <p>表 2-5 氨氮浓度分布的正态性检验 ..... 22</p> <p>表 2-6 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的样本观测值 ..... 23</p> <p>表 2-7 狄克逊检验统计量 <math>D</math> 的计算公式 ..... 29</p> <p>表 2-8 单因素方差分析汇总表 ..... 31</p> <p>表 2-9 双因素方差分析汇总表 ..... 33</p> <p>表 2-10 相关系数检验临界值 (<math>r_c</math>) 表 ..... 35</p> <p>表 2-11 一元线性回归分析计算表格 ..... 37</p> <p>表 2-12 例 2-30 的原始数据及二元回归计算表 ..... 40</p> <p>表 2-13 原始数据表 ..... 43</p> <p>表 2-14 数据正规化表 ..... 43</p> <p>表 2-15 距离系数矩阵 ..... 43</p> <p>表 2-16 第一次刷新后的距离系数矩阵 ..... 44</p> <p>表 2-17 第二次刷新后的距离系数矩阵 ..... 44</p> <p>表 2-18 第三次刷新后的距离系数矩阵 ..... 44</p> <p>表 2-19 聚类综合表 ..... 45</p> <p>表 2-20 小城镇卫生基础设施状况调查结果 ..... 45</p> <p>表 2-21 用移动平均法求 NH<sub>3</sub>-N 变化趋势 ..... 56</p> <p>表 2-22 某水井年平均 Ca<sup>2+</sup> 浓度变化趋势 ..... 57</p> <p>表 2-23 标准正态分布表 ..... 62</p> <p>表 2-24 <math>t</math> 分布的双侧临界值表 ..... 64</p> <p>表 2-25 <math>\chi^2</math> 分布临界值表 ..... 65</p> <p>表 2-26 <math>F</math> 检验的临界值 (1) <math>\alpha=0.10</math> ..... 66</p> <p>表 2-27 <math>F</math> 检验的临界值 (2) <math>\alpha=0.05</math> ..... 67</p> <p>表 2-28 <math>F</math> 检验的临界值 (3) <math>\alpha=0.01</math> ..... 68</p> <p>表 2-29 柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫检验的 百分位点表 ..... 69</p> <p>表 2-30 格拉布斯检验的临界值 (双侧检验) ..... 70</p> <p>表 2-31 狄克逊检验的临界值 (双侧检验) ..... 70</p> <p>表 2-32 极差比值法方差齐次检验临界值表 ..... 71</p> <p>表 3-1 水污染源种类 ..... 72</p> <p>表 3-2 水污染物的类型 ..... 73</p> <p>表 3-3 水污染参数的层次及参数 ..... 73</p> <p>表 3-4 污染源监测的目标和对象 ..... 73</p> <p>表 3-5 城市污水监测的项目 ..... 73</p>	<p>表 3-6 工业废水监测的项目 ..... 74</p> <p>表 3-7 污染源监测的采样频率和水样种类 ..... 76</p> <p>表 3-8 各种类型水样的采样方式及其适用 情况 ..... 77</p> <p>表 3-9 用水水质监测的对象和采样要求 ..... 78</p> <p>表 3-10 地表水常规监测项目 ..... 80</p> <p>表 3-11 水质监测系统矩阵 ..... 81</p> <p>表 3-12 不同水体所需收集的水文资料 ..... 82</p> <p>表 3-13 <math>P_b</math> 值法确定的 7 大水系监测断面数 ..... 83</p> <p>表 3-14 一般河流、感潮河流和河口的监测断面 布置原则 ..... 83</p> <p>表 3-15 湖泊监测控制的采样垂线数目 ..... 84</p> <p>表 3-16 水库监测控制的采样垂线数目 ..... 84</p> <p>表 3-17 水面宽度和垂线数的规定 ..... 88</p> <p>表 3-18 垂线上采样站数目和水深的规定 ..... 88</p> <p>表 3-19 某水系 11 个监测站监测数据的统计 ..... 92</p> <p>表 3-20 按数据平均值大小分配采样次数 ..... 93</p> <p>表 3-21 按数据变异系数大小分配采样次数 ..... 93</p> <p>表 3-22 地面水环境影响评价的分级判据 ..... 99</p> <p>表 3-23 环境影响评价的地表水环境监测范围 ..... 100</p> <p>表 3-24 各类水体在不同评价等级时的水质 监测时期 ..... 100</p> <p>表 3-25 湖泊 (水库) 中每条垂线的控制面积和 评价等级 ..... 101</p> <p>表 3-26 分层采样位置 ..... 101</p> <p>表 3-27 海域环境影响评价的分级判据 ..... 103</p> <p>表 3-28 海湾环境监测的范围 ..... 103</p> <p>表 3-29 海湾采样点的布设与评价等级 ..... 104</p> <p>表 3-30 废水测流技术 ..... 106</p> <p>表 3-31 巴氏计量槽各部分尺寸 ..... 107</p> <p>表 3-32 咽喉式计量槽的喉宽与流量关系式 ..... 108</p> <p>表 3-33 一般咽喉式计量槽流量 ..... 109</p> <p>表 3-34 倒梯形 P-B 槽的各部分尺寸 ..... 111</p> <p>表 3-35 倒梯形 P-B 槽尺寸和最大流量 ..... 111</p> <p>表 3-36 常规测速垂线数目 ..... 115</p> <p>表 3-37 大断面的最少测深垂线数目 ..... 115</p> <p>表 3-38 流速测点的分布 ..... 116</p> <p>表 3-39 流速仪的型号和测速范围 ..... 116</p> <p>表 3-40 岸边流速系数 (<math>\alpha</math>) 值 ..... 117</p>
--	---

表 3-41 国内常用的采样器 .....	118	表 3-78 噪声的特征 .....	176
表 3-42 水样的容器和保存方法 .....	121	表 3-79 噪声监测的目标和对象 .....	177
表 3-43 水样标签 .....	126	表 3-80 我国已颁布的有关噪声测量的标准 .....	177
表 3-44 地表水采样记录表 .....	126	表 3-81 固定噪声源调查表 .....	177
表 3-45 地下水采样记录表 .....	126	表 3-82 流动噪声源调查表 .....	177
表 3-46 表层沉积物采样记录表 .....	128	表 3-83 噪声源监测的设计要求 .....	178
表 3-47 柱状样品采样记录表 .....	128	表 3-84 环境噪声监测的设计要求 .....	179
表 3-48 柱状样品送样单 .....	128	表 3-85 环境噪声影响评价工作等级及要求 .....	180
表 3-49 空气污染源种类 .....	129	表 3-86 不同等级评价项目监测调查工作的 要求 .....	180
表 3-50 天然污染源排放的主要污染物 .....	130	表 3-87 采样站的布设原则及测量时间 .....	180
表 3-51 人为污染源排放的主要污染物 .....	130	表 4-1 水质采样记录表 .....	184
表 3-52 空气污染物分类 .....	131	表 4-2 底部沉积物采样记录表 .....	184
表 3-53 颗粒物分类 .....	131	表 4-3 废水采样记录表 .....	184
表 3-54 监测目标、对象和项目 .....	131	表 4-4 气象数据记录表 .....	185
表 3-55 圆形烟道的分环数和各点距烟道内壁 的距离 .....	132	表 4-5 河流监测断面基本情况记录表 .....	185
表 3-56 矩形烟道的分块和测点数 .....	133	表 4-6 河流（湖泊）监测断面和垂线记录表 .....	185
表 3-57 空气污染常规监测项目 .....	134	表 4-7 河流水质送检表 .....	186
表 3-58 空气监测范围的尺度 .....	135	表 4-8 底部沉积物送检表 .....	186
表 3-59 监测目标和样品代表性范围之间的 关系 .....	135	表 4-9 空气监测数据汇总表 .....	186
表 3-60 不同污染物的监测目标与空间范围 特征 .....	135	表 4-10 降水酸度数据汇总表 .....	187
表 3-61 我国空气采样站设置数目的原则 .....	136	表 4-11 河流水质监测结果汇总表 .....	188
表 3-62 WHO 对设置空气质量趋势采样站 数目的建议 .....	137	表 4-12 湖泊（水库）水质监测结果表 .....	190
表 3-63 USEPA 按人口和污染物种类确定最少 站数的准则（1975） .....	137	表 4-13 空气监测日报表 .....	191
表 3-64 USEPA 确定指定污染源周围的最少 采样站数（1976） .....	138	表 4-14 空气监测日报统计表 .....	191
表 3-65 某监测网的 5 年监测数据 .....	139	表 4-15 降水监测值报表 .....	192
表 3-66 监测网调整后采样站的数目 .....	139	表 4-16 降水监测综合表 .....	192
表 3-67 最大地面浓度的位置与气象条件、烟囱 高度的关系 .....	141	表 4-17 空气日均值月报表 .....	193
表 3-68 频率聚类分析原始矩阵 .....	142	表 4-18 空气监测数据月报表 .....	193
表 3-69 各采样站空气污染物平均浓度数据 .....	143	表 4-19 降尘监测数据年统计表 .....	193
表 3-70 监测频率和时间 .....	149	表 4-20 硫酸盐化速率监测数据表 .....	194
表 3-71 空气质量影响评价的分级判据（一） .....	150	表 4-21 空气监测数据年报表 .....	194
表 3-72 空气质量影响评价的分级判据（二） .....	151	表 4-22 河流水质监测结果年度统计表 .....	195
表 3-73 有害气体使用的采样管道材料和滤料 .....	160	表 4-23 城市饮用水水源水质监测年度统计表 .....	196
表 3-74 常用冷冻剂 .....	163	表 4-24 湖泊（水库）水质监测结果年度 统计表 .....	197
表 3-75 监测目标和对象 .....	168	表 4-25 入河（湖）废水排放统计表 .....	198
表 3-76 城市垃圾的监测项目 .....	168	表 4-26 重点污染源废水排放统计表 .....	198
表 3-77 适用于不同废物的采样设备 .....	175	表 4-27 河流特征、水文参数年度统计表 .....	198
		表 4-28 湖泊特征及主要参数统计表 .....	199
		表 4-29 用监测数据解释环境状况的任务和 方法 .....	204
		表 4-30 河流各河段水质功能和超标倍数评价 .....	205
		表 4-31 河流各河段各类参数的水质类别统计 .....	206

表 4-32 某市大气污染物年平均浓度 .....	209	表 5-18 渔业水质标准 (GB 11607—89) .....	262
表 4-33 大气指数的评价标准及分级系统 .....	209	表 5-19 地面水环境质量标准 (GB 3838—88) .....	262
表 4-34 某市大气指数变化 .....	209	表 5-20 地面水水质卫生要求 .....	264
表 4-35 某河流水质分级标准 .....	210	表 5-21 地面水中有害物质的最高允许浓度 .....	264
表 4-36 DO 的隶属度 .....	211	表 5-22 地面水的用途分类和水质标准 (美国) .....	265
表 4-37 各因子的权值 .....	212	表 5-23 河水水质标准 (法国) .....	265
表 4-38 常用河流和湖泊的数学模型 .....	216	表 5-24 生活饮用水水源水质标准 .....	266
表 4-39 某些河流水质模型 $k_1$ 、 $k_2$ 和 $k_n$ 参考值 .....	220	表 5-25 用于制取饮用水的地面水水质要求 (欧洲 联盟) .....	267
表 4-40 空气中污染物扩散模型分类 .....	220	表 5-26 海水水质标准 (GB 3097—82) .....	269
表 4-41 污染物在空气中扩散的数学模型 .....	221	表 5-27 海水中有害物质最高允许浓度 .....	270
表 4-42 四种用户界面特点比较 .....	235	表 5-28 第一类污染物最高允许排放浓度 .....	271
表 4-43 监测数据库数据的主要来源 .....	237	表 5-29 第二类污染物最高允许排放浓度 .....	271
表 4-44 断面与垂线基本情况与监测数据混合 编码 .....	239	表 5-30 部分行业最高允许排水定额及污染物最高 允许排放浓度 .....	272
表 4-45 断面基本情况编码 .....	239	表 5-31 污水排入城市下水道水质标准 .....	278
表 4-46 垂线和采样点基本情况编码 .....	239	表 5-32 日本的废水排放标准 .....	278
表 4-47 采样点监测数据编码 .....	239	表 5-33 德国的废水排放标准 .....	279
表 4-48 空气监测布点编码与质量标准 .....	240	表 5-34 日本的下水道接纳污水的水质标准 .....	279
表 4-49 空气常规监测布点编码 .....	240	表 5-35 城市污水处理厂污水水质排放标准 .....	279
表 4-50 空气环境质量标准示例 .....	240	表 5-36 污水最终处理厂排放水标准 (日本) .....	280
表 4-51 数据字典的内容示例 .....	242	表 5-37 生物处理构筑物进水中有害物质 允许浓度 .....	280
表 4-52 模块名称示例 .....	243	表 5-38 医院污水氯化消毒要求 .....	281
表 4-53 系统管理员界面的功能 .....	248	表 5-39 臭气测定方法比较 .....	282
表 4-54 软件的维护工作 .....	249	表 5-40 臭和味强度等级 .....	282
表 5-1 有关水质的标准和规范 .....	250	表 5-41 四种味觉的代表物质 .....	283
表 5-2 生活饮用水卫生标准 (GB 5749—85) .....	253	表 5-42 各种色的测定方法比较 .....	284
表 5-3 几个国家和组织的生活饮用水 水质标准 .....	253	表 5-43 各种主波长范围的色调 .....	284
表 5-4 饮用天然矿泉水的水质标准 .....	255	表 5-44 浑浊度测定方法的比较 .....	287
表 5-5 生活杂用水水质标准 (CJ 25.1—89) .....	256	表 5-45 浑浊度读数精度 .....	288
表 5-6 人工游泳池给水排水设计规范 .....	256	表 5-46 透明度测定方法的比较 .....	289
表 5-7 锅壳锅炉水质标准 .....	256	表 5-47 不同浓度氯化钾的电导率 (25℃) .....	294
表 5-8 水管锅炉、水管组合锅炉水质标准 .....	257	表 5-48 不同温度下水的离子积 .....	295
表 5-9 热水锅炉水质标准 .....	257	表 5-49 pH 值测定方法的比较 .....	295
表 5-10 直流锅炉水质要求 .....	258	表 5-50 国产酸度计的性能 .....	295
表 5-11 冷却用水水质要求 .....	258	表 5-51 标准缓冲溶液的 pH 值 .....	296
表 5-12 冷却用水中碳酸盐硬度的最大 允许值 .....	258	表 5-52 六种标准缓冲溶液在不同温度时的 pH 值 .....	296
表 5-13 冷却用水水质要求 (美国) .....	258	表 5-53 酸度测定方法的比较 .....	297
表 5-14 一些工业用水的水质要求 .....	259	表 5-54 碱度测定方法的比较 .....	300
表 5-15 半导体集成电路生产用高纯水水质 要求 .....	259	表 5-55 水中碱度的组成 .....	301
表 5-16 实验室用水水质标准 (GB 6682—86) .....	260	表 5-56 硬度测定方法 .....	306
表 5-17 农田灌溉水质标准 (GB 5084—85) .....	260		



表 5-57 各种阳离子换算为硬度的系数 .....	306	表 5-100 水中氨氮测定方法的比较 .....	386
表 5-58 几种硬度单位及其换算 .....	308	表 5-101 氨的水溶液中非离子氨的摩尔 百分比 .....	388
表 5-59 不同温度下饱和甘汞电极电位表 .....	310	表 5-102 水中硝酸盐测定方法的比较 .....	389
表 5-60 溶解于水中普通气体的吸收系数 .....	311	表 5-103 水中亚硝酸盐测定方法的比较 .....	391
表 5-61 各种气体在水中的亨利定律常数 .....	311	表 5-104 水中余氯测定方法的比较 .....	392
表 5-62 不同温度下氧在水中的溶解度 .....	312	表 5-105 永久性余氯标准比色管配制表 .....	393
表 5-63 不同温度下的饱和水蒸汽压 .....	313	表 5-106 水中磷酸盐测定方法的比较 .....	397
表 5-64 溶解氧测定方法的比较 .....	314	表 5-107 常见有机化合物的化学需氧量 .....	401
表 5-65 臭氧测定方法的比较 .....	318	表 5-108 COD 测定方法比较 .....	402
表 5-66 游离二氧化碳的测定方法 .....	321	表 5-109 水样取用量和试剂用量表 .....	404
表 5-67 不同 pH 下总碳酸的浓度分布系数 .....	322	表 5-110 高锰酸盐指数测定方法的比较 .....	405
表 5-68 侵蚀性二氧化碳的测定方法 .....	324	表 5-111 生化需氧量测定方法的比较 .....	408
表 5-69 重碳酸盐二氧化碳所对应的游离 二氧化碳理论值 .....	325	表 5-112 BOD <sub>5</sub> 与试验稀释比 .....	410
表 5-70 侵蚀性二氧化碳计算表 .....	326	表 5-113 由高锰酸盐指数求 BOD <sub>5</sub> 测定的 稀释倍数 .....	410
表 5-71 硫化氢系数 .....	327	表 5-114 不同水样的 $k_1$ 值和 $L_0$ 值 (20℃) .....	411
表 5-72 H <sub>2</sub> S 的 pK <sub>1</sub> 值 .....	328	表 5-115 总有机碳测定方法的比较 .....	413
表 5-73 甲烷测定方法的比较 .....	329	表 5-116 水中油的测定方法的比较 .....	417
表 5-74 甲烷的亨利常数 .....	331	表 5-117 苯的测定方法比较 .....	420
表 5-75 污泥消化气体测定方法的比较 .....	331	表 5-118 酚类的测定方法比较 .....	422
表 5-76 银测定方法的比较 .....	333	表 5-119 水中各种氮素化合物组合的 可能状况 .....	425
表 5-77 砷测定方法的比较 .....	335	表 5-120 有机氮测定水样体积的选择 .....	426
表 5-78 铍测定方法的比较 .....	337	表 5-121 含氮量转换因子 .....	427
表 5-79 石墨炉加热程序 .....	339	表 5-122 总氮测定方法比较 .....	428
表 5-80 钙测定方法的比较 .....	339	表 5-123 有机磷测定方法的比较 .....	429
表 5-81 镉测定方法的比较 .....	341	表 5-124 滴滴涕测定方法的比较 .....	431
表 5-82 铬测定方法的比较 .....	344	表 5-125 DDT-六六六混合标准液 .....	433
表 5-83 铜测定方法的比较 .....	347	表 5-126 苯并 (a) 芘测定方法的比较 .....	434
表 5-84 铁测定方法的比较 .....	349	表 5-127 阴离子表面活性剂测定方法的比较 .....	435
表 5-85 汞测定方法的比较 .....	351	表 5-128 非离子表面活性剂测定方法的比较 .....	438
表 5-86 钾及钠测定方法的比较 .....	355	表 5-129 放射性检测器 .....	441
表 5-87 镁测定方法的比较 .....	357	表 5-130 总 $\alpha$ 放射性测定方法的比较 .....	442
表 5-88 锰测定方法的比较 .....	358	表 6-1 居民区大气中有害物质最高允许浓度 (TJ36—79) .....	450
表 5-89 镍测定方法的比较 .....	361	表 6-2 环境空气质量标准 (GB 3095—96) .....	451
表 5-90 铅测定方法的比较 .....	363	表 6-3 大气中十三类有害物质的排放标准 (GBJ4—73) .....	451
表 5-91 铈测定方法的比较 .....	365	表 6-4 同我国卫生标准相对应的居住区大气中 有害物质的理化性质和毒性一览表 .....	454
表 5-92 硒测定方法的比较 .....	367	表 6-5 同我国卫生标准相对应的车间空气中 有害物质的理化性质和毒性一览表 .....	459
表 5-93 锌测定方法的比较 .....	370		
表 5-94 水中硫酸盐的测定方法的比较 .....	373		
表 5-95 水中硫化物的测定方法的比较 .....	375		
表 5-96 水中氯化物的测定方法的比较 .....	378		
表 5-97 水中氟化物的测定方法的比较 .....	380		
表 5-98 水中碘化物的测定方法的比较 .....	382		
表 5-99 水中氰化物的测定方法的比较 .....	383		