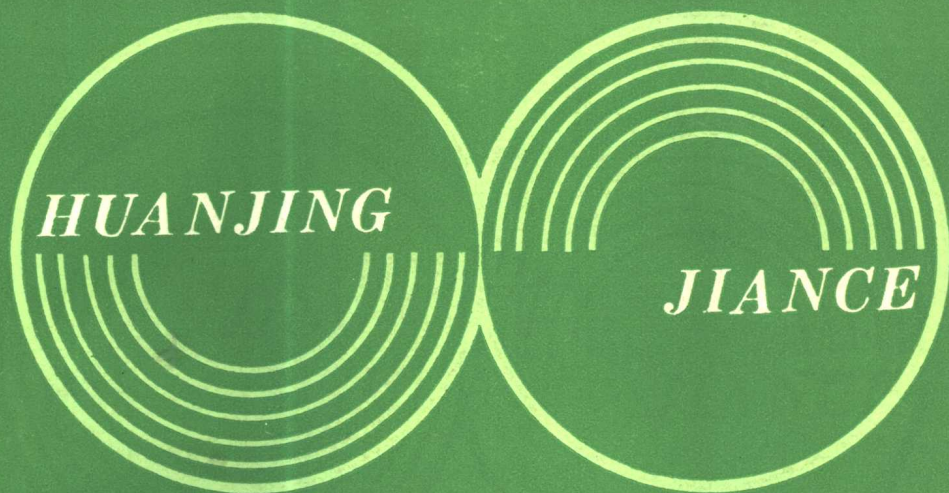


郭安然 唐森本 编



环 境
监 测

冶金工业出版社

环 境 监 测

郭安然 唐森本 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书以环境监测对象为体系,全面地叙述了环境监测的基本知识和基本原理。为了适应四个现代化建设的要求,书中介绍了自动监测的方法及有关原理,同时对连续自动监测系统也作了简要介绍。

本书内容包括导论、大气污染监测、水污染监测、土壤、生物污染监测以及能量污染监测五篇十八章。本书可供环境监测工程技术人员、技术管理干部以及有关专业的大专院校师生使用。

环 境 监 测

郭安然 唐森本 编

冶金工业出版社 出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

山西新华印刷厂排版

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 $10\frac{1}{2}$ 字数271千字

1988年9月第一版 1988年9月第一次印刷

印数00,001~5,200册

ISBN 7-5024-0153-9

X·2 定价: 3.10元

前 言

环境监测是环境保护工作和环境科学研究的基础，是掌握污染状况、评价环境质量、检验治理效果、进行环境管理和制订防治对策的依据。随着我国社会主义现代化建设的发展，环境监测的任务越来越重，监测队伍也在迅速扩大。编写这本书的意图是，想在环境监测的基本知识、基本原理方面，对我们的同行特别是初从事环境监测工作的同行，能够或多或少的有所帮助。

本书以环境监测对象为体系，对环境监测的基本知识和基本原理作了比较系统的介绍。为适应四个现代化建设的特点，书中尽可能介绍了一些自动监测方法及有关原理，并对连续自动监测系统作了简要的介绍。

由于我们水平有限，收集到的资料不多，对环境监测了解得还不全面，所以书中难免存在缺点，敬请读者批评指正。

本书第一、三~七、十四、十七章由郭安然执笔，第二、八~十三、十五、十六、十八章由唐森本执笔。

编 者

1986年4月

目 录

第一篇 导论	1
第一章 环境监测概述	1
第一节 环境监测的意义和作用.....	1
第二节 环境监测的对象和项目.....	2
一、环境监测的对象 (2) 二、选择监测项目的原则 (4)	
第三节 环境监测与污染物的时空分布关系.....	5
一、环境监测与污染物时间分布的关系 (5) 二、环境 监测与污染物空间分布的关系 (7)	
第四节 监测分析方法及选择.....	8
一、分析方法的特点 (8) 二、分析方法的选择 (9)	
第五节 环境标准.....	10
一、环境质量标准 (11) 二、污染物排放标准 (14)	
三、监测分析方法标准 (15)	
第二章 监测数据处理与质量保证	16
第一节 数据与误差的分布规律.....	16
一、监测结果的准确度与精密度 (16) 二、数据与误差 的统计分布规律 (17)	
第二节 监测数据的统计处理.....	18
一、总体和样本 (18) 二、基本统计量的计算 (19)	
三、测量结果的统计检验 (22)	
第三节 监测数据的回归处理与相关分析.....	28
一、直线回归方程 (28) 二、相关系数 (30)	
第四节 方差分析.....	32
第五节 监测分析质量控制.....	34

- 一、影响监测质量的因素 (34) 二、实验室内部质量控制 (35)
三、实验室间的质量控制 (37)

第二篇 大气污染监测.....39

第三章 大气试样的采集与标准气样的配制.....39

第一节 大气及大气污染物.....39

- 一、大气及大气污染 (39) 二、大气污染物及其存在状态 (40)

第二节 大气采样点的布设.....42

- 一、布点根据和原则 (42) 二、布点方法 (43)

第三节 采样方法和仪器.....46

- 一、直接采样法 (46) 二、浓缩采样法 (46)

- 三、采样仪器 (54)

第四节 采样时间和采样效率.....60

- 一、采样时间和采样频率 (60) 二、采样效率 (61)

第五节 气体体积换算和分析结果表示.....63

- 一、气体体积换算 (63) 二、气体分析结果的表示方法 (65)

第六节 标准气的配制.....67

- 一、标准气的产生 (67) 二、配气方法 (69)

第四章 分子状污染物的测定.....77

第一节 气态酸污染指数的测定.....77

第二节 二氧化硫的测定.....78

- 一、盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 (78) 二、钼试剂分光光度法 (81) 三、自动库仑滴定法 (82) 四、溶液电导率法 (85)

第三节 氮氧化物的测定.....89

- 一、盐酸萘乙二胺分光光度法 (89) 二、化学发光法 (90)

第四节 一氧化碳的测定.....92

- 一、非色散红外线吸收法 (92) 二、气相色谱法 (94)
三、汞置换法 (95)

第五节 光化学氧化剂的测定.....96

第六节 氟化物的测定.....98

- 一、滤膜采样、酸溶解氟离子电极法 (99) 二、离子电极法氟化

物测定仪 (101)	
第七节 汞的测定	102
一、汞蒸气的测定 (102)	
二、总汞的测定 (104)	
第八节 烃类化合物的测定	105
第五章 粒子状污染物的测定	109
第一节 自然降尘量的测定	109
一、降尘试样的采集 (109)	
二、降尘量的测定内容和流程 (110)	
第二节 飘尘浓度的测定	112
一、重量法 (112)	
二、压电晶体振荡法 (115)	
三、 β 射线吸收法 (117)	
第三节 粒度分布的测定	119
一、撞击法 (120)	
二、光散射法 (122)	
第四节 尘粒组分的测定	124
一、水溶性物质的测定 (125)	
二、金属元素的测定 (129)	
三、有机组分的测定 (132)	
第六章 大气污染的生物监测	140
第一节 植物的受害过程和抗性	140
一、受害过程和一般症状 (140)	
二、植物对有害气体的抗性 (141)	
第二节 大气污染的指示植物	142
一、二氧化硫的指示植物 (142)	
二、氟化物的指示植物 (143)	
三、氧化剂的指示植物 (144)	
第三节 监测方法和影响因素	144
一、植物监测的基本方法 (144)	
二、影响植物监测的因素 (146)	
第七章 大气污染自动监测系统	148
第一节 概述	148
第二节 总站的组成及功能	149
一、总站的组成 (149)	
二、总站的功能 (150)	
第三节 固定监测站	151
一、站址的选择 (151)	
二、监测项目和仪器仪表 (152)	
三、分站的功能 (152)	
第四节 大气污染流动监测站	154

一、流动监测站的组成和监测项目 (154) 二、流动监测站的作用 (155)

第三篇 水污染监测	156
第八章 水样的采集、保存和预处理	156
第一节 水体和水体污染.....	156
一、水和水体 (156) 二、水循环与水体污染 (156)	
三、水体污染的监测项目 (158)	
第二节 水样的采集.....	158
一、采样点的选择 (159) 二、采样仪器 (161) 三、采样方法 (162)	
第三节 水样的保存.....	164
一、冷藏法 (164) 二、化学试剂加入法 (165)	
第四节 水样的预处理.....	167
一、悬浮物的去除 (167) 二、水样的消解 (167) 三、微量组分的富集和分离 (169)	
第五节 水质分析结果的表示方法.....	175
一、用每升水样含被测物质的质量表示 (175) 二、用被测物与水样的质量比表示 (175) 三、用每升水样含被测物的毫摩尔数表示 (176)	
第六节 流速、流量的测定.....	176
一、流速仪法 (176) 二、浮标法 (177) 三、容积法 (177)	
四、三角堰法 (177)	
第九章 物理指标的测定	179
第一节 水温的测定.....	179
第二节 色度的测定.....	179
一、钴铂比色法 (180) 二、稀释倍数法 (181)	
第三节 浑浊度的测定.....	181
第四节 臭的检验.....	182
第五节 悬浮物的测定.....	183
第六节 电导率的测定.....	184

第十章 有机污染物的测定	187
第一节 溶解氧的测定.....	187
一、碘量法 (188) 二、隔膜电极法 (188)	
第二节 生化需氧量.....	190
一、标准稀释法 (190) 二、检压法 (191) 三、库仑法 (191)	
第三节 化学耗氧量的测定.....	193
一、酸性高锰酸钾法 (194) 二、碱性高锰酸钾法 (194)	
三、重铬酸钾法 (194) 四、COD 自动测定装置 (195)	
第四节 总有机碳的测定.....	196
第五节 酚类化合物的测定.....	197
一、溴化容量法 (197) 二、4-氨基安替比林比色法 (198)	
三、紫外吸收光度法 (199) 四、气相色谱法 (201)	
第六节 油类的测定.....	201
一、重量法 (202) 二、紫外分光光度法 (202) 三、非分散 红外光吸收法 (202)	
第七节 阴离子洗涤剂的测定.....	203
第八节 多氯联苯的测定.....	203
一、试样采集 (204) 二、分析流程 (204) 三、定性定量测 定 (205)	
第十一章 非金属无机污染物的测定	206
第一节 pH 值的测定.....	206
第二节 酸度和碱度的测定.....	208
一、酸度的测定 (208) 二、碱度的测定 (209)	
第三节 氯离子的测定.....	211
一、硝酸银滴定法 (211) 二、硝酸高汞滴定法 (212)	
三、硫氰酸汞比色法 (212) 四、氯离子选择电极法 (213)	
第四节 氟化物的测定.....	213
一、滴定法 (214) 二、比色法 (215) 三、氟离子选择电极 法 (215)	
第五节 砷的测定.....	216
一、砷斑法 (216) 二、二乙基二硫代氨基甲酸银比色法 (217)	

三、氢化物原子吸收法 (217)	四、非色散型原子荧光光度法 (218)	
第六节 氰化物的测定	219	
一、硝酸银容量法 (221)	二、比色法 (221)	三、氰离子选择电极法 (223)
第七节 硫化物的测定	224	
一、碘量法 (225)	二、对氨基二甲基苯胺比色法 (226)	
第十二章 金属污染物的测定	227	
第一节 硬度的测定	227	
第二节 铬的测定	228	
一、高锰酸钾容量法 (229)	二、二苯碳酰二肼比色法 (229)	
三、螯合萃取原子吸收分光光度法 (231)		
第三节 镉、铅、汞的双硫腙比色法测定	231	
一、双硫腙的性质 (232)	二、双硫腙萃取条件 (233)	三、测定方法 (235)
四、双硫腙比色法测定镉、铅、汞 (236)		
第四节 镉、铅的阳极溶出伏安法测定	237	
第五节 重金属的原子吸收分光光度法测定	239	
一、汞的冷原子吸收分析 (240)	二、重金属污染物的原子吸收分光光度分析 (241)	
第十三章 水质污染的生物监测	242	
第一节 微生物计数法	242	
一、细菌总数 (242)	二、大肠杆菌数 (243)	
第二节 生物测试	244	
一、毒性测量单位 (245)	二、测试装置 (246)	三、测试方法 (246)
第三节 生物体系法	247	
第十四章 水污染自动监测系统	249	
第一节 组成和功能	249	
第二节 水污染固定监测站	250	
一、站地的选择 (250)	二、水样的采集 (251)	三、监测项目和仪器 (252)

第三节 水污染流动监测站	254
第四篇 土壤、生物污染监测	256
第十五章 土壤污染监测	256
第一节 土壤污染与常见污染物	256
一、施肥引起的污染 (256) 二、污水灌溉引起的污染 (256)	
三、重金属污染 (257) 四、农药污染 (257) 五、其他原因造成的污染 (258)	
第二节 土壤样品的采集与制备	258
一、采样点布置 (258) 二、采样方法 (259) 三、土壤样品的制备 (260)	
第三节 土壤分析样品的预处理	261
一、熔融法 (261) 二、酸溶法 (262)	
第四节 土壤污染物测定的基本方法	263
第十六章 生物污染监测	265
第一节 污染物在生物体中的分布	265
一、污染物在植物体中的分布 (265) 二、污染物在动物体内的分布 (265)	
第二节 生物分析样品的采集与制备	266
一、植物样品的采集与制备 (266) 二、动物组织和材料的收集与制备 (268)	
第三节 生物分析样品的预处理	269
一、消化法 (269) 二、灰化法 (270) 三、抽提法 (271)	
四、分离法 (272) 五、浓缩法 (273)	
第五篇 能量污染监测	275
第十七章 噪声污染监测	275
第一节 噪声和噪声污染	275
一、噪声的概念 (275) 二、噪声污染的特点 (275) 三、噪声的危害 (276)	
第二节 噪声的物理量及其量度	276

一、噪声的物理量 (276)	二、声压的量度 (278)	
第三节 噪声频谱和频谱分析		280
一、声频谱及频程划分 (280)	二、频谱分析 (283)	
第四节 噪声测量仪器		283
一、声级计 (283)	二、频谱分析仪 (287)	三、自动记录仪 (287)
四、磁带录音机 (288)		
第五节 噪声测量技术		288
一、测量仪器的选择和使用 (288)	二、测点的选择 (289)	
三、测定时间和气候条件的选择 (290)	四、干扰因素的消除 (291)	五、数据处理与结果表示 (292)
第十八章 放射性污染监测		294
第一节 放射性污染		294
一、天然放射性的来源 (294)	二、人工放射性污染的来源 (295)	三、放射性污染对人体健康的危害 (298)
第二节 样品的采集与制备		299
一、放射性沉降物样品的采集和制备 (299)	二、放射性气溶胶样品的采集与制备 (300)	三、水样品的采集和制备 (300)
四、土壤样品的采集和制备 (301)	五、生物样品的采集和制备 (301)	
第三节 放射性的测量		302
一、探测仪器 (302)	二、放射性强度的测量 (306)	
附录		
一、大气环境质量标准 (GB3095—82)		308
二、城市区域环境噪声标准 (GB3096—82)		309
三、海水水质标准 (GB3097—82)		310
四、地面水环境质量标准 (GB3838—83)		312
五、工业“三废”排放标准 (GBJ4—73)		313
六、农田灌溉水质标准 (GB8084—85)		318
七、生活饮用水水质标准 (TJ20—76)		319
八、渔业水域水质标准 (TJ35—79)		320
参考文献		322

第一篇 导 论

第一章 环境监测概述

第一节 环境监测的意义和作用

随着现代工业、农业和交通运输业的发展,资源开发和利用的规模越来越大。与此同时,工业废弃物(废气、废水、废渣)的排放量和化肥、农药的使用量也迅速增多,超过了大自然的自净能力,使某些地区特别是人口和工业集中的城市和工矿区的大气、水体和土壤中某些物质的含量超过原有水平(本底值),引起环境质量的变化,使环境受到污染,其后果是:破坏了生态平衡,影响动植物的生长和繁殖,从而直接或间接地威胁人类的健康和生存。

为了控制污染保护环境,就要寻找环境质量恶化的原因和规律,这就促使人们首先从基本化学物质入手,对环境中的物质进行定性、定量分析,从中找出危害环境质量的有害物质及它们环境中的危害浓度。将分析化学技术应用在环境问题的研究上,形成了环境分析。环境分析的主要任务,是测定工业排放物质在大气、水体、土壤和动植物体内的含量。

对各种个体污染物的分析和研究,是环境科学的重要组成。然而,环境质量的破坏,既有化学物质的污染,也有物理因素(如热、噪声、电磁辐射等)的污染;既有直接因素,也有间接因素;既有短期危害,也有长期影响。因此,要把握和评定环境质量,就要从这些因素中,经长时间的各方面工作的配合,寻找并测定代表环境质量的各种指标和数据,而不能只靠某些化学物质的一

时、一地的分析结果，就评价环境的污染情况。也就是说，代表环境质量的指标和数据，单靠分析化学是难以完成的。在解决问题的过程中，逐渐列入了某些物理项目及其测定，并且越来越多地将某些物理测定技术和电子学方面的成就应用到有害物质的测定上，使检测技术和设备在系统化、连续化和自动化方面获得了迅速的发展。到目前为止，以微型计算机为核心的连续自动监测系统在大气污染和水质污染监测中越来越多地被采用，这项新技术的应用，为环境监测开辟了一个新的局面。

当环境受到污染时，某些生物会发生异常现象，例如鱼类的死亡，鸟类的成群迁移以及植物枝叶的枯黄或整株死亡等。生物的这些异常变化与污染物的种类及其在大气、水体和土壤中的含量有直接关系。因此利用某些生物（称为指示生物）对环境的异常反应，也可判断污染物的种类和含量，从而为环境监测增加了另一种手段——生物监测，使环境监测的内容更为丰富。

综上所述，我们可以认为：（1）作为一门科学，从发展来看，环境分析是环境监测的雏形，环境监测则是以分析化学、物理测定、生物指示以及某些新技术为基础，研究环境污染物（包括化学污染和能量污染）的检测技术的科学。（2）作为一项工作，环境监测则是为监视环境质量的变化，而检测代表环境质量指标数据的过程。

环境监测作为环境科学的一个组成部分，可以为环境科学和环境保护工作提供各种必要的监视和检测数据，作为环境科学研究和环境保护工作的依据。例如，从环境监测数据的分析中，人们就可以了解环境污染情况，预报污染趋势，决定防治对策，评价治理效果等。由此可见，环境监测是环境科学研究和环境保护工作的基础和“耳目”。

第二节 环境监测的对象和项目

一、环境监测的对象

人类生活在地球表面上，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、以海洋为主的水圈和构成地壳的岩石圈，它们共同构成生物生存与活动的生物圈，也是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。具体地说，环境监测包括以下几个方面。

（一）大气污染监测

大气污染监测是监视和测定大气中污染物及其含量。目前已认识的大气污染物约有100多种，这些污染物以分子状和粒子状两种形式存在于大气中。分子状污染物的监测项目主要有二氧化硫、氮氧化物、一氧化硫、臭氧、总氧化剂、卤化氢以及碳氢化合物等等。粒子状污染物的监测项目有自然降尘量、飘尘浓度（或总悬浮微粒）、尘粒的化学组分，如重金属和多环芳香烃等。除此以外，局部地区还可以根据具体情况增加某些特有的监测项目。

因为大气污染物的浓度与气象条件有密切的关系，因此在监测大气污染物的同时，还要测定风向、风速、气温、气压和相对湿度等气象参数。

（二）水质污染监测

水质污染的监测内容也是很广泛的，有未被污染或已受污染的天然水（包括江、河、湖、海和地下水），各种各样的工业排水等。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项，如温度、色度、浊度、pH值、电导率、悬浮物、溶解氧、化学需氧量和生化需氧量等；另一类是一些有毒物质，如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞和有机农药等。除上述监测项目外，对河水和江水，有时还要进行流速和流量的测定。

（三）土壤污染监测

土壤污染是两方面因素引起的，一是工业废弃物，主要是废水和废渣，另一个是使用化肥和农药所引起的副作用，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项目是对生物有害的重金属如铬、铅、镉、汞以及残留的有机农药等。

（四）生物污染监测

与人类一样，地球上的生物也是以大气、水体、土壤以及其它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(对于植物还有阳光)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，其中有些毒物在不同的生物体中还会被富集，从而使动植物的正常生长和繁殖受到损害，甚至死亡。这些受毒害的生物用于人的生活时，也会危害人体健康，因此生物体内有害物质的监测也是环境监测的对象之一，其监测项目视具体情况而定，例如砷、镉、汞及有机农药等。

(五) 噪声污染监测

随着现代工业和交通运输业的发展，在工矿区和交通密集的城市，噪声也是一种重要的污染项目。噪声虽然不象化学污染物那样能引起人体的中毒，但是强烈的噪声，不仅影响人的休息、睡眠和工作，而且会直接危害人的身心健康。因此，围绕噪声控制所进行的噪声监测，近年来也受到人们的普遍重视。

(六) 放射性污染监测

自核武器、核动力和核素应用发展以来，核爆炸、核工业生产废弃物的散失等，给自然界留下了一些放射性物质，其放射强度超过了天然放射性物质的原有强度，使环境受到放射性污染。放射性物质所放射的 α 、 β 和 γ 射线等，对人体有损伤作用。因此以测定射线强度为主的放射性监测也是环境监测的一部分。

在上述监测对象中，基本上都包括有相应的污染源监测和环境监测。这里所谓环境，可以是车间、厂区、矿区、城市或一个相当大的地区或流域。在任何一个监测对象中，都包括有许多项目。可见环境监测是一项复杂而繁重的工作，在实际工作中，要适当加以选择。

二、选择监测项目的原则

从以上所述可以看出，环境监测所涉及的项目是很多的。但在实际工作中，由于受人力、物力、技术水平和其它条件的限制，不能也不可能对所涉及到的项目全都进行监测，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，从中挑选出对解决现有问题最关键和最迫切的项目。这样做不仅能较快地解决实际问题，而且对人力、物力的使用也更为合理。关于选择监测项目的原则，难以作出统一的规定，以下三点可供参考。

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作全面分析，从中选择影响面较广、持续时间较长、不易或不能被微生物所分解而且能使动、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情况的监测工作，则要根据具体情况和需要选择所要监测的项目。

第二，需要进行的监测项目，必须有可靠的检测手段，并保证能获得有意义的监测结果。

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，将使监测结果陷入盲目性。

第三节 环境监测与污染物的时空分布关系

一、环境监测与污染物时间分布的关系

在大气污染监测中，会经常遇到在不同的时间、不同的气象条件下，同一污染源对同一地点所造成的污染物的地面浓度可相差数倍至数十倍。这是由于污染源的排放情况不同、大气对污染物的扩散和稀释随气象条件特别是风向、风速和大气湍流的变化而造成的。而污染源的排放规律和气象条件随生产过程的特点以及季节和昼夜的不同而不同。因此，同一污染源对同一地点所造成的地面浓度就随时间的不同而异。图 1—1 是我国北方某城市大气中二氧化硫的时间分布图。从该图可以看出，大气污染物浓度分布与时间有密切的关系。就一年的变化规律(图 1—1, a)来看，属于采暖期的 1、2、11、12 四个月内，二氧化硫的浓度比其它几个月高；在一天 24 小时内，早晨 6~10 时和晚间 5~10 时，都是供热高峰期，因此在这段时间内，二氧化硫的浓度也比其它