

普通高等教育规划教材

环境监测

第二版

李广超 主 编

袁兴程 副主编



化学工业出版社

普通高等教育规划教材

环境监测

第二版

李广超 主 编

袁兴程 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍了环境监测的基础理论和基本技术。内容包括绪论、环境监测质量保证、水和废水监测、环境空气和废气监测、土壤监测、固体废物监测、环境污染生物监测、噪声监测、辐射环境监测、突发环境事件应急监测等。此外,还介绍了环境监测的质量保证,并附了十五个环境监测实验。书中还精心编写了旨在扩大学生知识面、提高学生学习兴趣的阅读材料。为便于学生复习和巩固所学的内容,章后编写了一定量的填空题、选择题和计算题等不同类型的习题。

本书为高等学校环境工程、环境科学专业及其他专业开设环境监测或环境分析课程的教学用书,也可作为职业技术学院相关专业师生及从事环保技术工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/李广超主编. —2版. —北京:化学工业出版社, 2017.6

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-122-29389-3

I. ①环… II. ①李… III. ①环境监测-高等学校-教材 IV. ①X83

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第065406号

责任编辑:王文峡

装帧设计:韩飞

责任校对:边涛

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:北京国马装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数479千字 2017年7月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

前 言

随着国家标准的更新和新标准的发布,以及新技术的不断涌现,原教材中的部分内容已显得陈旧或不适宜,需对教材进行修订,以适用于教学的要求,满足广大读者的需要。

本次修订在保持第一版特点的基础上,对部分内容进行适当调整、补充和完善,从而使该书更具条理性、系统性和实用性。修订的具体内容有以下五个方面。

一是调整了部分章节。主要是将第一版中的第三章第十一节水污染生物监测、第四章第十一节空气污染生物监测、第七章生物污染监测合并为第七章环境污染生物监测;将第一版中的第三章第十二节水环境污染事故应急监测、第四章第十二节突发性空气污染事故应急监测设置为第十章突发环境事件应急监测。

二是根据新发布的国家标准补充了部分内容。如第三章补充了离子色谱法测定水中常见阴离子、流动注射-水杨酸分光光度法测定水中氨氮、流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法测定水中总氮、气相分子吸收光谱法测定水中亚硝酸盐氮等;第四章补充了颗粒物中金属元素、非金属元素和化合物、有机物的测定等;第五章补充了场地土壤采样、土壤中非金属化合物、有机物(多环芳烃和多氯联苯)的测定等;第六章补充了固体废物的消解、有机物的提取方法等;第九章补充了水和土壤样品中钼的测定、水中钋-210的测定;另外还补充了多个阅读材料。

三是根据国家标准的更新修改了部分内容。如环境标准样品、近岸海域环境监测点位设置、水样的类型、生物化学需氧量(BOD)的测定、总有机碳(TOC)的测定、酚类化合物的测定、红外分光光度法(三波数)测定水中油类、盐酸萘乙二胺分光光度法测定环境空气中二氧化氮等。

四是删除部分过时的内容。如第二章中“目前我国各级监测站基本仪器设备配置表、求线性回归方程”;第三章中阅读材料“洪水期与退水期水质监测”;第四章中“国家空气质量监测网”;第五章中“建设项目土壤环境评价监测采样”。

五是增加了部分习题。在原来习题的基础上增加部分选择题、填空题和计算题。

本书由李广超和袁兴程修订,在修订过程中得到了石枫、王香善、孟庆华、李亮、杨伟华、贾文林、王海营、赵爽等同行的帮助,化学工业出版社在本书的修订方面给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,再加上时间仓促,不妥之处在所难免,诚望广大读者批评指正。

编 者

2017年3月

第一版前言

本书以水、气、土壤、固体废物、生物、噪声、辐射等环境监测要素立“章”，以监测方案制订、试样采集和预处理、污染物分析或环境质量监测和污染源监测的内容成“节”，详细介绍了环境监测的基础理论和基本技术。内容包括：绪论、环境监测质量保证、水质和水污染源监测、空气质量和空气污染源监测、土壤质量监测、固体废物监测、生物污染监测、噪声监测、辐射环境监测以及环境监测的质量保证等。另外，书中还编写了十多个环境监测实验，便于实验教学时参考。

本书的编写思路是以最新的环境监测标准和技术规范为依据，以环境基本理论和基本方法为主线，将新项目、新技术、新方法、新仪器等融会在经典的环境监测内容中，注重理论与实践紧密结合，尽可能阐明环境质量监测和环境污染监测、手工监测和自动监测的区别和联系，既注重知识的系统性和科学性，又注重教材的实用性，从而形成了鲜明的特点。

随着人们对环境质量要求的不断提高，以及全球对环境保护工作的重视程度越来越高，环境监测技术特别是自动监测技术的发展越来越快，环境监测的对象越来越广，监测范围越来越大，监测项目越来越多。因此，环境监测知识和技术的更新也就越来越快。本书与同类书相比增加了近岸海域监测、环境空气质量中 $PM_{2.5}$ 的测定，强化了环境空气质量自动监测、烟气排放连续自动监测、水和水污染源在线自动监测的相关内容。不仅使编写的内容重点突出，而且也体现了环境监测技术的发展方向。

本书在阐述采样布点方法、采样器及其使用方法、测定仪器、自动监测系统和自动监测仪等内容时，尽可能配上示意图，如水温计、深水温度计、颠倒温度计、塞氏盘等都配有示意图。这样不仅使读者便于理解所述内容，而且使教材图文并茂，增加了教材的可读性和可视性。

书中还用小号字精心编写了旨在扩大知识面、提高学生兴趣的与环境保护和环境监测相关的知识、环境监测仪器、相关科学家的故事等阅读材料。特别是与环境监测有关的科学家的成长历程、发明创造等方面的介绍，会让读者从中受到启迪。

每章后编排了一定量的填空题或选择题或计算题等不同类型的习题，以便于学生复习和巩固所学的知识点。

本书由李广超编写，在编写过程中得到了徐州师范大学化学化工学院王兴汉、屠树江的大力支持，以及同行沐来龙、王锦化、吴宏、孟庆华、卢菊生、田久英、赵长春、陈喜红、郭正、顾玲、李耀中、田子贵、王爱民、刘德生、王红云、冷宝林、王金梅、周凤霞、吴国旭、吴忠标的热情帮助，化学工业出版社在本书的编写和出版方面给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和欠妥之处，敬请广大读者指正。

编 者

2009 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1	二、水质监测的分类、目的和程序	26
第一节 环境监测的目的、任务与分类	1	第二节 监测方案的制订	27
一、环境监测的目的	1	一、地表水监测方案的制订	27
二、环境监测的任务	1	二、地下水监测方案的制订	31
三、环境监测的分类	1	三、近岸海域水质监测方案的制订	32
第二节 环境监测的程序、特点和要求	3	四、污水监测方案的制订	34
一、环境监测的程序	3	第三节 水样的采集、运输、保存和预 处理	37
二、环境监测的要求	3	一、水样类型和质量控制样品	37
阅读材料 优先监测和优先污染物	3	二、地表水水样的采集	38
第三节 环境监测技术及发展	4	三、地下水水样的采集	41
一、常用的环境监测技术	4	四、近岸海域水样的采集	42
二、环境监测技术的发展	5	阅读材料 F. Nansen 的北极科学考察	44
阅读材料 环境监测与环境分析	6	五、污水水样的采集和排污总量监测	45
第四节 中国环境保护标准简介	6	阅读材料 WS700 型自动采样器和 WS750 型自动采样器	46
一、环境保护标准的作用	6	六、水样的运输	46
二、环境保护标准的体系和管理体制	7	七、水样的保存	46
三、环境保护标准的分类	7	八、水样的预处理	49
习题	9	第四节 一般指标的测定	50
第二章 环境监测质量保证	10	一、水温	50
第一节 环境监测实验室基础	10	二、pH	52
一、实验室用水	10	阅读材料 常用 pH 计简介	53
二、试剂与试液	11	三、电导率	54
阅读材料 基准试剂	12	四、溶解氧	54
三、仪器的检定与管理	12	阅读材料 溶解氧测定仪简介	55
四、实验室环境条件	13	五、浊度	56
第二节 环境监测实验室质量保证	14	阅读材料 便携式多参数水质测定仪	57
一、基本概念	14	六、色度	57
二、离群值的取舍	15	七、臭	58
三、线性相关和回归分析	15	八、透明度	58
四、实验室内质量控制	17	阅读材料 塞氏盘的历史	59
五、实验室间质量控制	20	九、悬浮物	60
第三节 监测方法的质量保证	21	十、溶解性总固体	60
一、标准分析方法	21	第五节 金属元素的测定	61
二、实验室间的协作试验	21	一、汞	61
第四节 环境标准样品	22	二、镉	63
一、标准样品和标准物质	22	三、铅	64
二、环境标准样品	23	四、铜	64
习题	24	五、锌	65
第三章 水和废水监测	26	六、铬	65
第一节 概述	26		
一、水质、水质指标和水质量标准	26		

七、其他金属	66	习题	112
阅读材料 离子色谱法测定水中 Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量	67	第四章 环境空气和废气监测	114
第六节 非金属无机物的测定	68	第一节 概述	114
一、氟化物	68	一、空气污染、空气污染物和空气污染源	114
二、硫化物	69	二、空气质量指数	115
三、氰化物	70	三、空气和废气监测分类和技术路线	117
四、氨氮	73	第二节 环境空气质量监测方案的制订	117
五、亚硝酸盐氮	75	一、环境空气质量监测点位布设	117
六、硝酸盐氮	75	二、调查及资料收集	118
七、总氮	77	三、环境空气质量监测项目	119
八、磷酸盐和总磷	77	四、采样点布设方法	119
九、含砷化合物	79	五、采样时间和采样频率	120
十、氯化物	80	第三节 环境空气样品的采集	120
十一、硫酸盐	81	一、采样方法	120
阅读材料 离子色谱法测定水中 F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 的含量	82	二、采样仪器	123
阅读材料 电感耦合等离子体质谱法测定水中 65 种元素	84	三、采样效率和评价方法	126
第七节 有机化合物综合指标的测定	85	第四节 环境空气中气态污染物的测定	127
一、化学需氧量	85	一、二氧化硫	127
阅读材料 H-45600 型 COD 分析仪简介	88	二、二氧化氮	128
二、高锰酸盐指数	89	三、一氧化碳	130
三、生化需氧量	89	四、臭氧	130
阅读材料 OxiTop 系列呼吸式 BOD 分析仪简介	93	五、硫酸盐化速率	131
四、总需氧量	94	六、总烃	132
五、总有机碳	94	第五节 环境空气中颗粒污染物的测定	133
第八节 特定有机化合物的测定	95	一、总悬浮颗粒物 (TSP)	133
一、酚类	95	二、 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$	134
二、油类	97	三、自然降尘	135
三、苯胺类	98	四、颗粒物中的金属元素	137
四、硝基苯类	99	五、颗粒物中的非金属元素及化合物	138
五、阴离子表面活性剂	99	六、颗粒物中的有机物	139
六、其他特定有机化合物	101	阅读材料 二噁英和 POPs	141
第九节 底质监测	101	第六节 环境空气质量自动监测	142
一、底质样品的采集	101	一、环境空气质量自动监测系统	142
阅读材料 几种常见的底泥采样器	103	二、监测子站	142
二、底质样品的处理	104	阅读材料 差分吸收光谱环境空气质量监测系统	147
三、底质样品的分析	104	第七节 室内环境空气质量监测	148
第十节 水质连续自动监测	104	一、布点和采样	148
一、水质自动监测系统	105	二、监测项目与分析方法	149
二、水质自动监测站	105	第八节 大气酸沉降监测	151
阅读材料 国家地表水环境监测网	111	一、湿沉降监测	151
		二、干沉降监测	153
		第九节 固定污染源监测	154
		一、采样点的布设	154
		二、排气参数的测定	156
		三、排气中水分含量的测定	158

四、排气中颗粒物的测定	159	一、反应性鉴别	198
五、排气中气态污染物的测定	162	二、易燃性鉴别	199
六、烟气排放连续监测	167	三、腐蚀性鉴别	199
七、监测结果表示及计算	171	四、浸出毒性鉴别	199
第十节 移动污染源监测	172	五、急性毒性鉴别	201
一、概述	172	六、危险固体废物检测结果判断	201
二、我国轻型汽车污染物排放限值及测量 方法	173	阅读材料 电感耦合等离子体发射光谱法 测定固体废物中 22 种金属 元素	202
阅读材料 便携式汽车排气分析仪	176	第四节 生活垃圾特性和渗沥水分析	202
阅读材料 汽车排气遥感监测系统	177	一、生活垃圾特性分析	202
习题	177	二、渗沥水分析	203
第五章 土壤监测	179	习题	203
第一节 概述	179	第七章 环境污染生物监测	205
一、土壤组成	179	第一节 水污染生物监测	205
二、土壤污染	180	一、生物群落法	205
三、土壤监测的类别及目的	181	二、细菌学检验法	207
四、我国土壤监测技术路线与监测 项目	182	三、生物测试法	208
第二节 土壤样品的采集	182	第二节 空气污染生物监测	208
一、采样准备	182	一、指示植物监测及受害症状	209
二、区域环境背景土壤采样	183	二、监测方法	209
三、农田土壤采样	184	第三节 生物污染监测	210
四、场地土壤采样	185	一、污染物在生物体内的分布	210
五、污染事故监测土壤采样	186	二、污染物在生物体内的转移、积累与 排泄	211
第三节 土壤样品的制备、保存和预 处理	187	三、植物样品的采集和制备	212
一、土壤样品的制备	187	四、动物样品的采集和制备	213
二、土壤样品的保存	187	五、生物样品的预处理	214
三、土壤样品的预处理	187	六、生物样品中污染物的测定	216
阅读材料 弗兰兹里特冯索氏	188	阅读材料 蕾切尔·卡逊和《寂静的 春天》	217
第四节 土壤污染物的测定	189	习题	218
一、金属元素	189	第八章 噪声监测	219
二、非金属化合物	190	第一节 概述	219
三、有机物	190	一、噪声的分类	219
习题	193	二、噪声的物理量	219
第六章 固体废物监测	194	三、噪声的叠加	221
第一节 概述	194	第二节 噪声评价量	222
一、固体废物的种类	194	一、计权声级	222
二、固体废物监测技术路线和内容	194	二、等效连续声级和累计百分声级	222
第二节 固体废物样品的采集、制备与预 处理	195	三、昼间等效声级、夜间等效声级、昼夜 等效声级	223
一、样品采集	195	四、噪声污染级	223
二、样品的制备和保存	196	第三节 噪声监测仪器	223
三、毒性的浸出	196	一、声级计	224
四、固体废物的消解	197	二、声级频谱仪	224
五、有机物的提取	198	三、噪声统计分析仪	224
第三节 危险废物鉴别	198		

阅读材料 AWA 6218B 型噪声统计分 析仪	225	第二节 应急监测布点和采样	245
第四节 噪声测量与评价方法	225	一、应急监测布点	245
一、环境噪声测量要求	225	二、应急监测采样	245
二、城市区域环境噪声监测	226	第三节 现场应急监测	246
三、城市交通噪声监测	227	一、现场应急监测方法	246
四、城市功能区声环境监测	228	二、现场应急监测方法的选择	248
五、工业企业噪声监测	228	三、现场应急监测平台	249
习题	229	四、现场监测记录	251
第九章 辐射环境监测	230	环境监测实验	252
第一节 概述	230	实验一 水质一般指标的现场测定	252
一、基本概念	230	实验二 水中总氮的测定（碱性过硫酸钾消 解紫外分光光度法）	252
二、辐射源	231	实验三 工业废水中铬的测定（二苯碳酰二 肼分光光度法）	253
三、辐射的危害	232	实验四 水中总磷的测定（钼锑抗分光光 度法）	255
四、辐射监测的分类	232	实验五 污水中化学需氧量（COD）的测定 （重铬酸钾法）	257
第二节 辐射环境监测方案的制订	232	实验六 污水中生化需氧量（BOD ₅ ）的 测定	259
一、辐射环境质量监测的目的和原则	232	实验七 工业废水中总有机碳（TOC）的 测定	260
二、辐射环境质量监测的对象和内容	233	实验八 环境空气中颗粒物（TSP 或 PM ₁₀ ） 的测定	262
三、辐射环境质量监测的项目和频次	233	实验九 环境空气中二氧化硫的测定（甲醛 吸收-副玫瑰苯胺分光光度法）	264
四、辐射环境质量监测点的布设原则	233	实验十 室内环境空气中甲醛的测定（酚试 剂分光光度法）	266
第三节 辐射检测仪器	234	实验十一 土壤中铜和锌的测定（火焰原子 吸收分光光度法）	268
一、电离型检测器	234	实验十二 粮食或蔬菜中六六六和滴滴涕的 测定（气相色谱法）	270
二、闪烁检测器	234	实验十三 粮食、水果和蔬菜中有机磷农药 的测定（气相色谱法）	272
三、半导体检测器	234	实验十四 头发中汞含量的测定	274
第四节 样品的采集和预处理	234	实验十五 校园环境噪声的测量	275
一、样品的采集	234	附录	276
二、样品的预处理	235	附录一 实验室常用酸碱的相对密度、质量 分数和物质的量浓度	276
第五节 环境中的辐射监测	236	附录二 实验室常用基准物质的干燥 方法	276
一、室内环境空气中氡的测定	236	附录三 常见化合物的相对分子质量	276
二、水样的总 α 、总 β 放射性活度的 测定	239	参考文献	279
三、土壤中总 α 、总 β 放射性活度的 测定	239		
四、水和土壤样品中钍的测定	240		
五、水中钋-210 的测定	240		
习题	240		
第十章 突发环境事件应急监测	241		
第一节 概述	241		
一、突发环境事件	241		
二、应急监测的特点和原则	242		
三、应急监测的任务和要求	242		
四、应急监测项目的确定	242		
阅读材料 突发环境事件应急响应 系统	243		

第一章 绪 论

环境监测 (environmental monitoring) 是指运用化学、生物学、物理学及公共卫生学等方法, 间断或连续地测定代表环境质量的指标数据, 研究环境污染物的检测技术, 监视环境质量变化的过程。

环境监测是环境科学的一个分支学科, 是随环境问题的日益突出及科学技术的进步而产生和发展起来的, 并逐步形成系统的、完整的环境监测体系。

随着工业和科学的发展, 环境监测的内容也由工业污染源监测, 逐步发展到对大环境的监测, 监测对象不仅是影响环境质量的污染因子, 还包括对生物、生态变化的监测。

为了全面、确切地表明环境污染对人群、生物的生存和生态平衡的影响程度, 作出正确的环境质量评价, 现代环境监测不仅要监测环境污染物的成分和含量, 往往还要对其形态、结构和分布规律进行监测。

第一节 环境监测的目的、任务与分类

一、环境监测的目的

环境监测的目的是准确、及时、全面地反映环境质量现状及发展趋势, 为环境管理、污染源控制、环境规划等提供科学依据。具体可归纳如下。

- (1) 根据环境质量标准, 评价环境质量。
- (2) 根据污染分布情况, 追踪寻找污染源, 为实现监督管理、控制污染提供依据。
- (3) 收集本底数据, 积累长期监测资料, 为研究环境容量, 实施总量控制、目标管理、预测预报环境质量提供数据。
- (4) 为保护人类健康, 保护环境, 合理使用自然资源, 制定环境法规、标准、规划等服务。

二、环境监测的任务

- (1) 评价环境质量, 预测、预报环境质量发展趋势。
- (2) 加强污染源监测, 揭示污染危害, 探明污染程度和趋势, 进行环境监控管理, 实现环境监测新突破。
- (3) 积累各类环境数据, 掌握环境容量, 为实现环境污染总量控制及实施目标管理提供依据。
- (4) 及时分析处理监测数据和资料, 建立监测数据及污染源分类技术档案, 为制定及执行环保法规、标准及环境污染防治对策提供科学依据。

三、环境监测的分类

环境监测可按其监测对象、监测性质、监测目的等进行分类。

(一) 按监测对象分类

按监测对象主要可分为水质监测、空气和废气监测、土壤监测、固体废物监测、生物污染监测、声环境监测和辐射监测等。

1. 水质监测

水质监测是指对水环境 (包括地表水、地下水和近海海水)、工农业生产废水和生活污

水等的水质状况进行监测。

2. 空气和废气监测

空气监测是指对环境空气质量（包括室外环境空气和室内环境空气）进行的监测。废气监测是指对大气污染源（包括固定污染源和移动污染源）排放废气进行的监测。

3. 土壤监测

土壤监测包括土壤质量现状监测、土壤污染事故监测、场地监测、土壤背景值调查等。

4. 固体废物监测

固体废物监测是指对工业有害固体废物、城市垃圾和农业废物中的有毒有害物质进行监测，内容包括危险废物的特性鉴别、毒性物质含量分析和固体废物处理处置过程中的污染控制分析。

5. 生物污染监测

生物污染监测主要是对生物体内的污染物质进行的监测。

6. 声环境监测

声环境监测是指对城市区域环境噪声、社会生活环境噪声、工业企业厂界环境噪声以及交通噪声的监测。

7. 辐射监测

辐射监测包括辐射环境质量监测、辐射污染源监测、放射性物质安全运输监测以及辐射设施退役、废物处理和辐射事故应急监测等。

（二）按监测性质分类

按监测性质可分为环境质量和污染源监测。

1. 环境质量监测

环境质量监测主要是监测环境中污染物的浓度大小和分布情况，以确定环境的质量状况，包括水质监测、环境空气质量监测、土壤质量监测和声环境质量监测等。

2. 污染源监测

污染源监测是指对各种污染源排放口的污染物种类和排放浓度进行的监测，包括各种污水和废水监测、固定污染源废气监测和移动污染源排气监测、固体废物的产生、贮存、处置、利用排放点监测以及防治污染设施运行效果监测等。

（三）按监测目的分类

1. 监视性监测

监视性监测又叫常规监测或例行监测，是对各环境要素进行定期的经常性的监测。主要目的是确定环境质量及污染状况，评价控制措施的效果，衡量环境标准实施情况，积累监测数据。一般包括环境质量监视性监测和污染源的监督监测，目前我国已建成了各级监视性监测网站。

2. 特定目的监测

特定目的监测又叫特例监测，具体可分为污染事故监测、仲裁监测、考核验证监测和咨询服务监测等。

（1）污染事故监测 污染事故发生时，及时进行现场追踪监测，确定污染程度、危害范围和大小、污染物种类、扩散方向和速度，查明污染发生的原因，为控制污染提供科学依据。

（2）仲裁监测 主要解决污染事故纠纷，对执行环境法规过程中产生矛盾进行裁定。纠纷仲裁监测由国家指定的具有权威的监测部门进行，以提供具有法律效力的数据作为仲裁凭据。

（3）考核验证监测 主要是为环境管理制度和措施实施考核。包括人员考核、方法验证、新建项目的环境考核评价、污染治理后的验收监测等。

(4) 咨询服务监测 主要为环境管理、工程治理等部门提供服务,以满足社会各部门、科研机构和生产单位的需要。

3. 研究性监测

研究性监测又称科研监测,属于高层次、高水平、技术比较复杂的一种监测,通常由多个部门、多个学科协作共同完成。其任务是研究污染物或新污染物自污染源排出后,其迁移变化的趋势和规律,以及污染物对人体和生物体的危害及影响程度,包括标准方法研制监测、污染规律研究监测、背景调查监测以及综合评价监测等。

此外,按监测方法的原理又可分为化学监测、物理监测、生态监测等;按监测技术的手段可以分为手工监测和自动监测等;按专业部门分类可以分为气象监测、卫生监测、资源监测等。

第二节 环境监测的程序、特点和要求

一、环境监测的程序

环境监测程序流程图如图 1-1 所示。

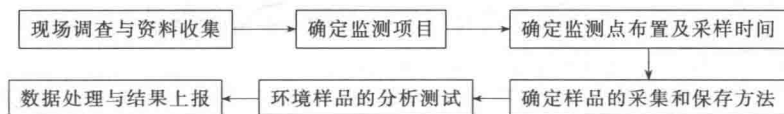


图 1-1 环境监测程序流程图

二、环境监测的要求

环境监测是为环境保护、评价环境质量,制定环境管理、规划措施,为建立各项环境保护法规、法令、条例提供资料和信息依据。为确保监测结果准确可靠、正确判断并能科学地反映实际,环境监测要满足下面的要求。

1. 代表性

代表性 (representation) 主要是指取得具有代表性的时间、地点,并按规定的采样要求采集有效样品。所采集的样品必须能够反映环境总体的真实状况,监测数据能真实代表某污染物在环境中的存在状态。

2. 完整性

完整性 (completeness) 主要是指保证按预期计划取得有系统性和连续性的有效样品,而且无缺漏地获得这些样品的监测结果及相关信息。

3. 可比性

可比性 (compatibility) 主要是指在监测方法、环境条件、数据表达方式等相同的前提下,实验室之间对同一样品的监测结果相互可比,以及同一实验室对同一样品的监测结果应该达到相关项目之间的数据可比,相同项目没有特殊情况时,历年同期的数据也是可比的。



阅读材料

优先监测和优先污染物

环境监测应遵循优先监测的原则。优先监测原则就是对符合下列条件的污染物实行优先监测: ①对环境影响大的污染物; ②已有可靠监测方法并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的污染物；⑤环境样品有代表性的污染物。

优先污染物（priority pollutants）是指难以降解、在环境中有一定残留水平、出现频率较高、具有生物积累性、毒性较大的化学品。美国等一些发达国家很早就提出了优先污染物名单，我国也提出了包括 14 类有毒化学物质的“中国环境优先污染物黑名单”（见表 1-1），其中有机物占 58 种。

表 1-1 中国环境优先污染物黑名单

类别	污染物名称
卤代(烷,烯)烃类	二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷
苯系物	苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯
氯代苯类	氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、六氯苯
多氯联苯类	多氯联苯
酚类	苯酚、间甲酚、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、五氯酚、对硝基酚
硝基苯类	硝基苯、对硝基甲苯、2,4-二硝基甲苯、三硝基甲苯、对硝基氯苯、2,4-二硝基氯苯
苯胺类	苯胺、二硝基苯胺、对硝基苯胺、2,6-二氯硝基苯胺
多环芳烃	萘、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-c,d]芘、苯并[ghi]芘
邻苯二甲酸酯类	邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯
农药	六六六、滴滴涕、敌敌畏、乐果、对硫磷、甲基对硫磷、除草醚、敌百虫
丙烯腈	丙烯腈
亚硝胺类	N-亚硝基二丙胺、N-亚硝基二正丙胺
氰化物	氰化物
重金属及其化合物	砷及其化合物、铍及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物、铜及其化合物、铅及其化合物、汞及其化合物、镍及其化合物、铊及其化合物

第三节 环境监测技术及发展

一、常用的环境监测技术

一般来说，环境监测技术包括采样技术、测试技术和数据处理技术。按照测试技术的不同，可将环境监测技术分为现场快速监测技术、采样后实验室分析监测技术、连续自动监测技术和遥测监测技术；按照采样技术的不同，可以将环境监测技术分为手工采样-实验室分析技术、自动采样-实验室分析技术和被动式采样-实验室分析技术；按照监测技术原理的不同，可以将环境监测技术分为物理监测、化学监测、生物监测和生态监测等。

1. 实验室分析技术

目前，实验室对污染物的成分、结构与形态分析主要采用化学分析法和仪器分析法。经典的化学分析法主要有容量法（volumetric method）和重量法（gravimetric method）两类，其中容量法包括酸碱滴定法、氧化还原滴定法、配位滴定法和沉淀滴定法。化学分析法因其准确度高、所需仪器设备简单、分析成本低，所以仍被广泛采用。仪器分析法是以物理和物理化学分析法为基础的分析方法，主要分为光谱分析（spectrometric analysis）、电化学分析（electrochemical analysis）、色谱分析（chromatographic analysis）、质谱法（mass spectrometry）、核磁共振波谱法（nuclear magnetic resonance spectroscopy）、流动注射分析

(flow injection analysis) 以及分析仪器联用技术。光谱分析法常见的有可见分光光度法、紫外分光光度法、红外分光光度法、原子吸收光谱法、原子发射光谱法、原子荧光光谱法、X射线荧光光谱法和化学发光法等；电化学分析法常见的有电导分析法、电位分析法、电解分析法、极谱法、库仑法等；色谱分析法包括气相色谱 (GC) 法、高效液相色谱 (HPLC) 法、离子色谱 (IC)、超临界流体色谱 (SFC) 法以及薄层色谱 (TLC) 法等；分析仪器联用技术常见的有气相色谱-质谱 (GC-MS) 联用技术、液相色谱-质谱 (LC-MS) 联用技术等。

2. 现场快速监测技术

现场快速监测技术主要有试纸法、速测管法、化学测试组件法及便携式分析仪器测试法等。现场快速监测技术主要用来进行污染事故应急监测。

3. 连续自动监测技术

连续自动监测技术是以在线自动分析仪器为核心, 运用自动采样、自动测量、自动控制、数据处理和传输等现代技术, 对环境质量或污染源进行 24h 连续监测。目前, 已应用于地表水水质连续自动监测、污水连续自动监测、环境空气质量连续自动监测、固定污染源烟气排放连续自动监测、大气酸沉降连续自动监测、沙尘暴连续自动监测等。

4. 生物监测技术

生物监测技术就是利用植物、动物在污染环境中产生的反应信息来判断环境质量的方法。常采用的手段包括: 生物体污染物含量的测定; 观察生物体在环境中的受害症状; 生物的生理生化反应; 生物群落结构和种类变化等。

5. “3S” 技术

环境遥感 (environmental remote sensing, ERS)、地理信息系统 (geographical information system, GIS) 和全球定位系统 (global positioning system, GPS) 称为 “3S” 技术。

环境遥感是利用遥感技术探测和研究环境污染的空间分布、时间尺度、性质、发展动态、影响和危害程度, 以便采取环境保护措施或制定生态环境规划的遥感活动。可以分为摄影遥感技术、红外扫描遥测技术、相关光谱遥测技术、激光雷达遥测技术。如通过 FTIR 遥测大气中 CO_2 浓度、VOC 的变化, 用车载差分吸收激光雷达遥测 SO_2 等。

采用卫星遥感技术可以连续、大范围对不同空间的环境变化及生态问题进行动态观测, 如海洋等大面积水体污染、大气中臭氧含量变化、环境灾害情况、城市生态及污染等。全球定位系统可提供高精度的地面定位方法, 用于野外采样点定位, 特别是海洋等大面积水体及沙漠地区的野外定点。地理信息系统是一种功能强大的对各种空间信息在计算机平台上进行装载运送、处理及综合分析的工具。三种技术相结合, 形成了对地球环境进行空间观测、空间定位及空间分析的完整技术体系, 为扩大环境监测范围和功能、提高其信息化水平以及对环境突发灾害事件的快速监测和评估等提供了有力的技术支持。

二、环境监测技术的发展

早期的环境监测技术主要是以化学分析为主要手段, 对测定对象进行间断、定时、定点、局部的分析。这种分析结果不可能适应及时、准确、全面地反映环境质量动态和污染源动态变化的要求。20 世纪 70 年代后期, 随着科学技术的进步, 环境监测技术迅速发展, 仪器分析、计算机控制等现代化手段在环境监测中得到了广泛应用。环境监测从单一的环境分析发展到物理监测、生物监测、生态监测、遥感及卫星监测; 从间断性监测逐步过渡到自动连续监测。监测范围从一个点或面发展到一个城市, 从一个城市发展到一个区域。一个以环境分析为基础, 以物理测定为主导, 以生物监测为补充的环境监测技术体系已初步形成。

进入 21 世纪以来,随着科技进步和环境监测的需要,环境监测在传统的化学分析技术基础上,发展高精度、高灵敏度、痕量、超痕量分析的新仪器、新设备,同时研发了适用于特定任务的专属分析仪器。计算机在监测系统中的普遍使用,使监测结果快速处理和传递,多机联用技术的广泛采用,扩大了仪器的使用效率和应用价值。

今后一段时间,在发展大型、连续自动监测系统的同时,发展小型便携式仪器和现场快速监测技术将是环境监测技术的重要发展方向。广泛采用遥测遥控技术,逐步实现监测技术的信息化、自动化和连续化。



阅读材料

环境监测与环境分析

环境监测 (environmental monitoring) 是在环境分析的基础上发展起来的,其目的不限于得到一批数据,更重要的是应用数据来描述和表征环境质量的现状,预测环境质量的发展趋势,采取必要的环保措施及治理方案,是环境科学研究和环境保护必备的耳目和手段。

环境分析 (environmental analysis) 是环境分析化学的简称,是研究如何运用现代科学理论和先进实验技术来鉴别和测定环境污染物及有关物质的种类、成分与含量以及化学形态的科学,是环境化学的一个重要分支学科,也是环境科学和环境保护的重要基础学科。人们为了认识、评价、改造和控制环境,必须及时地了解引起环境质量变化的原因和程度,因此要对环境 (包括原生环境和次生环境) 的各组成部分,特别是对某些危害大的污染物质的性质、来源、含量及其状态进行分析。人们应用了现代分析化学中的各项新理论、新方法、新技术,并且引进了近代化学、物理学、数学、生物学、地学和其他技术科学的最新成就,定性定量地研究环境问题,从而建立了环境分析化学。

环境分析化学研究的领域非常广,对象又相当复杂,包括大气圈、水圈、土壤、岩石圈和生物圈内污染物的分布、迁移、形态、反应和归宿,控制与治理环境污染,评价环境质量优劣,探索环境因素与人体的关系等方面。环境分析化学已渗透到环境科学的各个领域,对国民经济建设和生命科学的研究都起着重要作用,从某种意义上讲,环境科学的发展依赖于环境分析化学的发展。

环境分析是对环境样品中污染物的成分与形态进行分析,多采用化学分析法和仪器分析法。化学分析法主要是重量分析法和滴定分析法。仪器分析法主要包括光谱分析法、色谱分析法和电化学分析法等。

第四节 中国环境保护标准简介

一、环境保护标准的作用

1. 环境保护标准

环境保护标准是为防治环境污染,维护生态平衡,保护人体健康,国务院环境保护行政主管部门和省、自治区、直辖市人民政府依据国家有关法律规定,对环境保护工作中需要统一的各项技术规范和技术要求制定的标准。

2. 环境保护标准的作用

(1) 环境保护标准是环保法规的重要组成部分和具体体现,具有法律效力,是执法的

依据。

- (2) 环境保护标准是推动环境保护科学进步及清洁生产工艺的动力。
- (3) 环境保护标准是环境监测的基本依据。
- (4) 环境保护标准是环境保护规划目标的体现。
- (5) 环境保护标准具有环境投资导向作用。
- (6) 环境保护标准在提高全民环境意识、促进污染治理方面具有十分重要的作用。

二、环境保护标准的体系和管理体制

我国通过环境保护立法确立了国家环境保护标准体系,《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国环境噪声污染防治法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律对制定环境保护标准作出了规定。我国的环境保护标准包括国家标准和地方标准。环境保护行业标准是环保标准的一种发布形式,根据其制定主体、发布方式、适用范围等方面所具有的特征,应属于国家环境保护标准。

按法律规定,国家环境保护标准和地方环境保护标准分别由国务院环境保护部门和地方省级人民政府制定。

1. 国家环境保护标准

国家环境保护标准依据其性质和功能分为六类:环境质量标准,污染物排放标准,环境基础标准,环境监测方法标准,环境标准样品标准,环境保护的其他标准。它由政府部门制定,属于强制性标准,具有法律效力。

环境保护标准是依法制定和实施的规范性技术文件,环境保护标准体系的核心内容环境质量和污染物排放标准是环境保护技术法规,其他环境保护标准是为满足实施环保技术法规的需要和满足环保执法、管理工作的需要而制定的。

国家环境保护标准的编号一般由标准级别代号、标准序号和标准发布的年份组成。如 GB 3838—2002 地表水环境质量标准。其中

GB——表示标准级别代号;

3838——表示标准序号;

2002——表示标准发布的年份。

常见的标准代号有:GB——中华人民共和国强制性国家标准;GB/T——中华人民共和国推荐性国家标准;GB/Z——中华人民共和国国家标准化指导性技术文件;HJ——环境保护行业标准;HJ/T——环境保护行业推荐标准。

2. 地方环境保护标准

地方环境保护标准包括地方环境质量和地方污染物排放标准。地方环境质量标准是对国家环境质量的补充。地方污染物排放标准是对国家污染物排放标准的补充或提高,其效力高于国家污染物排放标准。

地方环境保护标准的编号一般由标准代号、省级行政区划代码前两位、标准序号和标准发布的年份组成。如《北京市锅炉大气污染物排放标准》的编号为 DB 11/139—2007。其中

DB——表示标准级别代号,“DB”表示强制性地方标准;

11——表示省级行政区划代码前两位,“11”指北京;

139——表示标准序号;

2007——表示标准发布的年份。

三、环境保护标准的分类

1. 环境质量标准

环境质量标准 (environmental quality standard) 是为保障人体健康、维护生态良性循

环并考虑政治、经济、技术条件而对环境中有害物质和因素所作的限制性规定。它是国家环境政策目标的体现,是制定污染物排放标准的依据,也是环境保护部门和有关部门对环境进行科学管理的重要手段。按照环境要素和污染要素分为水质、环境空气、土壤、噪声、放射性和辐射性质量标准等。如:

《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)

《地下水质量标准》(GB/T 14848—1993)

《海水水质标准》(GB 3097—1997)

《农田灌溉水质标准》(GB 5084—2005)

《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)

《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)

《土壤环境质量标准》(GB 15618—2008)

《声环境质量标准》(GB 3096—2008)

2. 污染物排放标准

污染物排放标准 (pollutants discharge standard) 是根据环境质量标准及污染治理的技术经济条件,对排入环境的有害物质和产生危害的各种因素所作的限制性规定。它是实现环境质量标准的主要保证,也是对污染进行强制性控制的主要手段。我国目前已经颁布执行的污染物排放标准分为水污染排放标准、大气污染排放标准、环境噪声排放标准等。如:

《污水综合排放标准》(GB 8978—2002)

《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)

《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB 3544—2008)

《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)

《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)

《水泥工业大气污染物排放标准》(GB 4915—2013)

《煤炭工业污染物排放标准》(GB 20426—2006)

《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337—2008)

3. 环境基础标准

环境基础标准 (environmental basic standard) 是对环境质量标准和污染物排放标准所涉及的技术术语、符号、代号 (含代码)、指南、程序、规范等所作的统一规定。它是制定其他环境保护标准的基础,处于指导地位。如:

《环境保护图形标志——排放口 (源)》(GB 15562.1—1995)

《环境污染类别代码》(GB/T 16705—1996)

《环境污染源类别代码》(GB/T 16706—1996)

《环境信息网络建设规范》(HJ 460—2009)

4. 环境监测方法标准、技术规范和技术要求

环境监测方法标准 (environmental monitoring method standard) 是指在环境保护工作范围内以抽样、分析、试验、统计、计算、测定等方法为对象制定的标准。由于污染环境因素繁杂,污染物的时、空变异性较大,因此对其测定的方法可能有多种。但从监测结果的准确性、可比性考虑,环境监测必须制定和执行国家或部门统一的环境方法标准。如:

《近岸海域水质自动监测技术规范》(HJ 231—2014)

《总铬水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》(HJ 798—2016)

《环境空气 颗粒物中水溶性阴离子 (F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}) 的测定 离子色谱法》(HJ 799—2016)