



环境监测

HUANJING JIANCE

王海芳 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

环境监测

主 编 王海芳
编写人员 柴艳芳 侯 彬 赵英虎
 贾 峰 高 莉 卢 静

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是在“环境监测”教学多年经验总结以及对教学讲义不断修改和完善的基础上,结合长期从事环境监测技术人员的实际经验,根据环境工程专业教学计划,按照“环境监测”教学大纲编写的。全书以系统的理论和详实完整的图表介绍了环境监测的完整知识体系,主要内容包水环境监测、大气和废气监测、固体废物监测、土壤质量监测、环境污染生物监测、生态监测、噪声监测和环境监测质量保证。为便于教学,本书还附有思考题和习题。本书所述内容详细,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相关专业使用,学时数为 80~120 学时(包括实验),亦可作为环境工作者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

环境监测 / 王海芳主编. —北京: 国防工业出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-118-09614-9

I. ①环... II. ①王... III. ①环境监测 IV. ①X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 179523 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京市李史山胶印厂

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 426 千字

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717



前 言

“环境监测”是环境保护工作的“眼睛”，是“环境科学与工程”学科的重要组成部分，同时也是环境污染治理、环境影响评价、环境科学研究的基础。环境监测力求及时、准确、全面、客观地反映环境质量现状与发展趋势，为环境管理、环境质量评价、环境规划、环境科学研究与污染控制提供科学依据。为满足高等学校环境及相关专业对相关教材的需求，我们编写了《环境监测》一书。本教材在内容上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。

(1) 以实际监测方案为主线，形成完整知识链。本教材在内容编排上对每个环境要素首先介绍监测方案的制定要求和主要内容，以监测方案为主线，把优化布点、采样、样品处理及监测方法等内容串联起来，以线带点形成完整的知识链条，有助于学生全面系统地掌握知识。本教材注重体现实际技能训练内容，侧重监测方法的应用，例如着重介绍了如何进行监测、如何处理实际问题等方面，从而增强本教材的实用性。

(2) 更新国内外相关环境标准，增加新方法及新理念。如我国监测工作者 2013 年发明的真空检测管 - 电子比色法，该法现已列入国家标准，在快速检测、应急监测中发挥了重要作用。

(3) 以标准方法为基础，适应不同层次需求，拓展学习材料。监测技术和分析手段多样，随着监测因子的不断增加，许多新的监测技术和分析方法也在不断建立、更新和完善。本教材以标准监测技术和分析方法为基础，为了满足不同层次学习对象的需求，针对每一章监测项目编写了“阅读材料”这一内容，此部分内容主要是详细介绍当前国内外较为先进的监测技术和分析手段，便于学生选择性学习和了解。通过拓展学习材料，可以扩大学生视野，拓宽学生知识面，培养学生创新意识，激发学生的学习兴趣。

(4) 体现十八大生态文明建设精神要求，将生态监测单独成章。十八大报告中，第一次将生态文明建设形成一个章节进行阐述，第一次响亮发出“建设美丽中国”的号召，使生态文明建设地位大大“升格”。这充分体现了党中央对生态文明建设更加重视，对生态发展规律认识更加深刻。为了强化生态监测，促进生态文明建设，本教材将生态监测单独成章，分析了生态监测的监测对象，阐述了如何建立完善的生态监测指标体系，详细介绍了生态监测的技术和手段。

本书由王海芳主编、统稿。第 1 章由王海芳编写，第 2 章由王海芳、柴艳芳编写，第 3 章由侯彬编写，第 4 章由赵英虎编写，第 5 章由柴艳芳编写，第 6 章由高莉编写，第 7 章由卢静编写，第 8 章、第 9 章由贾峰编写。

本书在编写过程中参考了奚旦立、孙裕生主编的环境监测(第 4 版)，王凯雄、童裳伦主编的《环境监测》等大量文献资料，在此表示衷心的感谢！本书的出版得到了国防工业出版社的大力支持，在此表示感谢。限于编者水平和知识面，书中不足和疏漏之处在所难免，敬请读者不吝批评指正。

编者

2014 年 5 月

目 录

第1章 绪论	1	2.2.7 水样的运输与保存	19
1.1 环境监测的发展	1	2.3 水样的预处理	22
1.2 环境监测的目的与分类	1	2.3.1 水样的消解	22
1.2.1 环境监测的目的	1	2.3.2 富集与分离	23
1.2.2 环境监测的分类	2	2.4 物理指标检验	29
1.3 环境监测技术	2	2.4.1 水温	29
1.3.1 化学分析法	2	2.4.2 臭和味	30
1.3.2 仪器分析法	3	2.4.3 色度	31
1.3.3 生物技术	3	2.4.4 浊度	31
1.4 环境标准	3	2.4.5 透明度	32
1.4.1 环境标准的分类和		2.4.6 悬浮物	33
分级	3	2.4.7 矿化度	33
1.4.2 我国的环境标准	4	2.4.8 电导率	33
思考题和习题	4	2.4.9 氧化还原电位	34
第2章 水污染监测	5	2.5 金属化合物的测定	35
2.1 水质监测方案的制定	5	2.5.1 铝	35
2.1.1 地表水水质监测方案的		2.5.2 汞	37
制定	5	2.5.3 镉	40
2.1.2 地下水水质监测方案的		2.5.4 铅	45
制定	12	2.5.5 铜	46
2.1.3 水污染源监测方案的		2.5.6 锌	46
制定	13	2.5.7 铬	47
2.2 水样的采集和保存	14	2.5.8 砷	48
2.2.1 水样的类型	14	2.5.9 其他金属化合物	50
2.2.2 地表水样的采集	15	2.6 非金属无机化合物的测定	51
2.2.3 地下水样的采集	16	2.6.1 酸度和碱度	51
2.2.4 废(污)水样的采集	17	2.6.2 pH值	52
2.2.5 采集水样中的注意		2.6.3 溶解氧	53
事项	17	2.6.4 氰化物	55
2.2.6 流量的测量	18	2.6.5 氟化物	58
		2.6.6 含氮化合物	60
		2.6.7 硫化物	66

2.6.8	含磷化合物	67	3.5.1	二氧化硫的测定	117
2.6.9	其他非金属无机化 合物	68	3.5.2	氮氧化物的测定	120
2.7	有机污染综合指标的测定	68	3.5.3	一氧化碳的测定	122
2.7.1	综合指标和类别指标	69	3.5.4	光化学氧化剂的 测定	125
2.7.2	特定有机污染物的 测定	79	3.5.5	臭氧的测定	126
2.8	底质和活性污泥的监测	87	3.5.6	氟化物的测定	127
2.8.1	底质	87	3.5.7	硫酸盐化速率的 测定	128
2.8.2	活性污泥性质的测定	89	3.5.8	汞的测定	129
	思考题和习题	90	3.5.9	总烃及非甲烷烃的 测定	130
第3章	大气和废气监测	92	3.5.10	挥发性有机物和甲醛的 测定	133
3.1	大气污染基本知识	92	3.5.11	其他有机污染物质的 测定	134
3.1.1	大气污染源	92	3.5.12	空气污染指数计算	135
3.1.2	空气中的污染物及其存 在状态	93	3.6	大气污染源监测	135
3.2	大气污染监测方案的制定	94	3.6.1	固定污染源	136
3.2.1	监测目的	95	3.6.2	流动污染源监测	142
3.2.2	调研及资料收集	95		思考题和习题	143
3.2.3	监测项目	96	第4章	固体废物监测	145
3.2.4	监测站(点)的布设	96	4.1	固体废物概述	145
3.2.5	采样频率和采样时间	99	4.1.1	固体废物的定义	145
3.2.6	采样方法	100	4.1.2	固体废物的分类	145
3.3	颗粒物的监测	105	4.2	固体废物样品的采集 和制备	148
3.3.1	采样系统	106	4.2.1	样品的采集	148
3.3.2	采样前准备	106	4.2.2	样品的制备	152
3.3.3	样品采集	107	4.2.3	样品的保存	153
3.3.4	样品分析与计算	108	4.3	固体废物常规监测 内容	153
3.3.5	样品保存	108	4.3.1	样品水分的测定	153
3.3.6	质量控制和质量 保证	108	4.3.2	样品 pH 值的测定	154
3.3.7	大气颗粒物来源解析 技术方法	109	4.3.3	有毒有害特性的 监测	154
3.4	气态污染物的监测	114	4.3.4	有害物质的毒理学研究	
3.4.1	连续采样	114			
3.4.2	间断采样	116			
3.5	气态污染物的测定方法	117			

方法.....	157	5.5.5 有机化合物.....	189
4.4 生活垃圾和医疗废物的		思考题与习题.....	190
监测.....	160	第6章 环境污染生物监测	191
4.4.1 生活垃圾及其分类.....	160	6.1 生物污染监测.....	191
4.4.2 生活垃圾特性分析.....	160	6.1.1 生物监测概述.....	191
4.4.3 卫生保健机构废弃物		6.1.2 生物对污染物的吸收及	
的定义、分类和处理 ...	168	在体内分布.....	193
4.4.4 固体的直接分析		6.1.3 生物样品的采集和	
技术.....	169	制备.....	195
思考题和习题.....	169	6.1.4 生物样品的预处理.....	200
第5章 土壤质量监测	170	6.1.5 污染物的测定.....	204
5.1 土壤的基础知识.....	170	6.2 水环境污染生物监测.....	204
5.1.1 土壤的概念.....	170	6.2.1 水环境污染生物监测	
5.1.2 土壤的组成.....	170	的目的、样品采集和监测	
5.1.3 土壤的基本性质.....	173	项目.....	204
5.1.4 土壤污染.....	174	6.2.2 生物群落监测方法.....	205
5.1.5 土壤背景值.....	175	6.2.3 生物测试法.....	211
5.1.6 土壤质量标准.....	176	6.2.4 细菌学检验法.....	214
5.2 土壤环境质量监测方案.....	178	6.3 空气污染的生物监测与	
5.2.1 监测目的.....	178	评价.....	216
5.2.2 资料的收集.....	178	6.3.1 利用植物监测空气	
5.2.3 监测项目.....	179	污染.....	216
5.2.4 监测方法.....	179	6.3.2 利用动物监测空气	
5.2.5 农田土壤环境质量		污染.....	218
评价.....	180	6.3.3 利用微生物监测空气	
5.3 土壤样品的采集与制备.....	181	污染.....	218
5.3.1 土壤样品的采集.....	181	6.4 土壤污染的生物监测与	
5.3.2 土壤样品的加工与		评价.....	219
管理.....	183	6.4.1 土壤污染的植物	
5.4 土壤样品的预处理.....	185	监测.....	219
5.4.1 土壤样品分解方法.....	185	6.4.2 土壤污染的动物监	
5.4.2 土壤样品提取方法.....	186	测法.....	221
5.5 土壤污染的监测内容.....	187	6.4.3 土壤污染的微生物监	
5.5.1 土壤水分.....	187	测法.....	222
5.5.2 pH 值.....	187	思考题和习题.....	225
5.5.3 可溶性盐分.....	187	第7章 生态监测	226
5.5.4 金属化合物.....	188	7.1 生态监测基本知识.....	226

7.1.1	生态监测的定义	226	8.2.1	声级计	247
7.1.2	生态监测的分类	226	8.2.2	其他噪声测量仪器	248
7.2	生态监测方案	227	8.3	噪声标准	249
7.2.1	生态监测方案的制定	227	8.4	噪声监测	252
7.2.2	生态监测平台和生态监测站的布设	228	8.4.1	城市环境噪声监测方法	252
7.2.3	生态监测频率	228	8.4.2	工业企业噪声监测方法	258
7.3	生态监测指标体系	229	思考题和习题		258
7.3.1	生态监测指标确定原则	229	第9章 环境监测质量保证		260
7.3.2	生态监测指标及其质量评价	229	9.1	质量保证的意义和内容	260
7.3.3	生态监测指标监测方法	231	9.2	监测实验室基础	260
7.3.4	我国优先监测的生态项目	231	9.3	监测数据的统计处理和结果表述	261
7.4	生态监测技术	232	9.3.1	基本概念	261
思考题和习题		239	9.3.2	数据的处理和结果表述	263
第8章 噪声监测		241	9.3.3	测定结果的统计检验	265
8.1	声音的基本概念	241	9.3.4	直线相关和回归	266
8.1.1	声音的发生、频率、波长和声速	241	9.4	实验室质量保证	267
8.1.2	声功率、声强和声压	242	9.4.1	基本概念	267
8.1.3	分贝、声功率级、声强级和声压级	242	9.4.2	实验室内质量控制	268
8.1.4	噪声的叠加和相减	243	9.4.3	实验室间质量控制	269
8.1.5	噪声的物理量与主观感觉的关系	244	9.5	标准分析方法和分析方法标准化	270
8.2	噪声测量仪器	247	9.6	环境监测管理	271
			思考题和习题		271
			参考文献		273

第1章 绪论

环境监测(environmental monitoring),指通过对影响环境质量因素的代表值的测定,确定环境质量(或污染程度)及其变化趋势。环境监测的过程一般为接受任务、现场调查和收集资料、监测计划设计、优化布点、样品采集、样品运输和保存、样品的预处理、分析测试、数据处理、综合评价等。随着科学及工业技术的发展,环境监测包含的内容也在不断扩展,从对工业污染的监测,逐步扩展到对环境整体的监测,包含了生物、生态等的监测。因此,环境监测的对象包括了自然因素、人为因素和污染组分。监测的方法也越来越全面,包括化学监测、物理监测、生物监测、生态监测等。

1.1 环境监测的发展

环境监测的发展经过了三个阶段:第一阶段为典型污染事故调查监测发展阶段或被动监测阶段;第二阶段为污染源监督性监测发展阶段或主动监测、目的监测阶段;第三阶段为以环境质量监测为主的发展阶段或自动监测阶段。就目前的发展来看,环境监测逐步由经典的化学分析向仪器分析发展;由手工操作向连续自动化迈进;由微量分析(0.01%~1%)向痕量(<0.01%)、超痕量发展;由污染物成分分析发展到化学形态分析;由单项技术监测发展为仪器的联合使用和电子计算机化。

因此,环境监测表现出以下特点。

(1) 综合性:监测手段包括化学、物理、生物、物理化学、生物化学及生物物理等一切可以表征环境质量的方法;监测对象包括空气、水体、土壤、固废、生物等客体;对监测数据进行统计处理、综合分析时,涉及该地区自然和社会各个方面的情况,必须综合考虑。

(2) 连续性:由于环境污染具有时空性等特点,判断环境质量仅对某一污染物、某一时刻的监测分析远远不够,只有坚持长期测定,才能从大量的数据中揭示其变化规律。

(3) 追踪性:为保证监测结果具有一定的准确性、可比性、代表性和完整性,需要有一个量值追踪体系予以监督。

1.2 环境监测的目的与分类

1.2.1 环境监测的目的

(1) 掌握污染物的来源、扩散、迁移、反应、转化,了解污染物对环境质量的影响程度,并在此基础上,对环境污染作出预测、预报和预防。

(2) 了解和评价环境质量的过去、现在和将来,掌握其变化规律。

(3) 收集环境背景数据、积累长期监测资料,为制定和修订各类环境标准、实施总量控制、目标管理提供依据。

(4) 实施准确可靠的污染监测,为环境执法部门提供执法依据。

(5) 不断改革和更新监测方法与手段,为实现环境保护和可持续发展提供可靠的技术保障。

1.2.2 环境监测的分类

按监测介质可分为大气污染监测、水质污染监测、土壤和固废监测、生物污染监测、生态监测、物理污染监测;按监测目的可分为监视性监测、特定目的监测、研究性监测。

1. 监视性监测

监视性监测是指按照预先布置好的网点对指定的有关项目进行定期的、长时间的监测,包括对污染源的监督监测和环境质量监测,以确定环境质量及污染源状况,评价控制措施的效果、衡量环境标准实施情况和环境保护工作的进展。这是监测工作中量最大面最广的工作,是纵向指令性任务,是监测站第一位的工作,其工作质量是环境监测水平的主要标志。

2. 特定目的监测(特例监测、应急监测)

(1) 污染事故监测:在发生污染事故时及时深入事故地点进行应急监测,确定污染物的种类、扩散方向、速度和污染程度及危害范围,查找污染发生的原因,为控制污染事故提供科学依据。这类监测常采用流动监测(车、船等)、简易监测、低空航测、遥感等手段。

(2) 纠纷仲裁监测:主要针对污染事故纠纷、环境执法过程中所产生的矛盾进行监测,提供公证数据。

(3) 考核验证监测:包括人员考核、方法验证、新建项目的环境考核评价、排污许可证制度考核监测、“三同时”项目验收监测、污染治理项目竣工时的验收监测。

(4) 咨询服务监测:为政府部门、科研机构、生产单位所提供的服务性监测。为国家政府部门制定环境保护法规、标准、规划提供基础数据和手段。如建设新企业应进行环境影响评价,需要按评价要求进行监测。

3. 科研监测

科研监测是针对特定目的科学研究而进行的高层次监测,是通过监测了解污染机理、弄清污染物的迁移变化规律、研究环境受到污染的程度,例如环境本底的监测及研究、有毒有害物质对从业人员的影响研究、为监测工作本身服务的科研工作的监测(如统一方法和标准分析方法的研究、标准物质研制、预防监测)等。这类研究往往要求多学科合作进行。

1.3 环境监测技术

1.3.1 化学分析法

化学分析法是以特定的化学反应为基础的分析方法,分重量分析法和容量分析法两类。重量法操作麻烦,对于污染物浓度低的,会产生较大误差,它主要用于大气中总悬浮颗粒、降尘量、烟尘、生产性粉尘及废水中悬浮固体、残渣、油类、硫酸盐、二氧化硅等的测定。随着称量工具的改进,重量法得到进一步发展。例如,近几年用微量测重法测定大气飘尘和空气中的汞蒸气等。容量法具有操作方便、快速、准确度高、应用范围广、费用低的特点,在环境监测中得到较多应用;但灵敏度不够高,对于测定浓度太低的污染物,也不能得到满意的结果。它主要用于水中的酸碱度、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、 COD 、 BOD 、 DO 、 Cr^{6+} 、硫离子、氰化物、氯化物、硬度、酚等的测定,

及废气中铅的测定。

1.3.2 仪器分析法

仪器分析法是以光的吸收、辐射、散射等性质为基础的分析方法,主要有以下几种。

光谱法:主要包括可见分光光度法、紫外分光光度法、红外光谱法、原子吸收光谱法、原子发射光谱法、X-荧光射线分析法、荧光分析法、化学发光分析法等。

电化学分析法:包括极谱法、溶出伏安法、电导分析法、电位分析法、离子选择电极法、库仑分析法等。

色谱分析法:包括气相色谱法、高效液相色谱法、薄层色谱法、离子色谱法、色谱-质谱联用技术等。

1.3.3 生物技术

生物技术是利用植物和动物在污染环境中所产生的各种反应信息来判断环境质量的方法,是一种最直接的方法。包括生物体内污染物含量测定,观察生物在环境中受伤害状况、生物的生理生化反应、生物种类和群落结构变化等。

1.4 环境标准

1.4.1 环境标准的分类和分级

环境标准 (environmental standards) 就是为了保护人群健康,防治环境污染,合理利用资源,促进经济发展,依据环境保护法和有关政策,对环境中有害成分含量及其排放源规定的限量阈值和技术规范。环境标准是我国环境保护法体系中一个独立的、特殊的、极重要的组成部分。

环境标准分为六大类:

(1) 环境质量标准:为了保护人类健康,维持生态良性平衡和保障社会物质财富,并考虑技术条件,对环境中有害物质和因素所作的限制性规定。它是制定环境政策的目标和环境管理工作的依据,也是制定污染物控制标准的依据,是评价我国各地环境质量的标尺和准绳。

(2) 污染物排放标准:为实现环境质量目标,结合经济技术条件和环境特点,对排入环境的有害物质或有害因素所作的控制规定。控制标准是实现环境质量目标的手段,作用在于直接控制污染源,以达到防止环境污染的目的。

(3) 环境基础标准: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,是制定其他环境标准的基础及技术依据。所以环境基础标准要积极采用国际标准和国外先进标准,逐步做到与国际标准基本一致。

(4) 环境方法标准:在环境保护工作范围内以全国普遍适用的试验、检查、分析、抽样、统计、作业等方法为对象而制定的标准。

(5) 环境标准物质标准:在环境保护工作中,用来标定仪器、验证测量方法,进行量值传递或质量控制的材料或物质,对这类材料或物质必须达到的要求所作的规定。它是检验方法标准是否准确的主要手段。

(6) 环保仪器、设备标准:为了保证污染治理设备的效率及环境监测数据的可靠性和可比

性,对环保仪器、设备的技术要求所作的规定。

我国的环境标准分为国家环境标准(包括行业标准)和地方环境标准二级。

1.4.2 我国的环境标准

(1) 我国的主要环境质量标准有:环境空气质量标准(GB3095 - 2012);地表水环境质量标准(GB3838 - 2002);地下水质量标准(GB/T14848 - 93);生活饮用水卫生标准(GB5749 - 2006),以及再生回用水相关标准等。

(2) 我国的污染物排放标准包括综合排放标准和行业排放标准。行业污染物排放标准是各类行业根据本行业的生产特点,及排放污染物的种类、强度、方式和污染控制技术水平等制定的污染物排放控制标准,在标准执行方面,综合排放标准适用于没有行业标准的所有领域,有行业标准的领域优先执行行业标准。

我国的污染物排放标准主要有大气污染物综合排放标准(GB16297 - 1996);锅炉大气污染物排放标准(GB13271 - 2001);污水综合排放标准(GB8978 - 1996);工业企业厂界环境噪声排放标准(GB12348 - 2008);固体废物控制标准,以及各类行业污染物排放标准等。

(3) 地方标准是地方政府根据当地的自然条件、经济基础、环境质量及保护要求,制定地方的环境质量标准和地方污染物排放标准。但应注意,拥有地方标准制定权限的是省、自治区、直辖市人民政府,而且地方标准通常增加国家标准中未作规定的污染物项目,或指定“严于”国家污染物排放标准中的污染物浓度限值,因此标准执行方面,地方环境保护标准优先于国家环境保护标准。

思考题和习题

1. 环境监测的主要任务指什么?
2. 环境监测有何特点?
3. 环境监测分为哪几类?
4. 目前环境监测的方法有哪些?
5. 分析我国环境标准体系的特点。

第2章 水污染监测

阅读材料:

水资源及其水质污染

水是人类社会的宝贵资源,分布于海洋、江、河、湖和地下水、大气水及冰川共同构成的地球水圈中。估计地球上存在的总水量约为 $1.37 \times 10^{18} \text{m}^3$,其中,海水约占 97.3%,淡水仅占 2.7%,并且大部分存在于地球南极、北极的冰川、冰盖及深层地下水中,可利用的淡水资源只有江、河、淡水湖和地下水的一部分,总计不到淡水总量的 1%。

水是人类赖以生存的主要物质之一,随着世界人口的增长和工农业生产的发展,以及城市人口膨胀导致的城市用水量快速增加,区域性缺水日益明显。再者,由于人类的生活和生产活动,造成水资源污染,水质恶化,使淡水资源更加短缺。我国属于贫水国家,人均占有淡水资源量仅 2300m^3 ,低于世界上多数国家,加强水资源保护的任务十分迫切。

水质污染分为化学型污染、物理型污染和生物型污染。化学型污染指随废水及其他废弃物排入水体的无机和有机污染物造成的水体污染。物理型污染指排入水体的有色物质、悬浮固体、放射性物质及高于常温的物质造成的污染。生物型污染指随生活污水、医院污水等排入水体的病原微生物造成的污染。

污染物质进入水体后,首先被稀释,随后进行一系列复杂的物理、化学变化和生物转化,如挥发、絮凝、水解、络合、氧化还原及微生物降解等,使污染物浓度降低,该过程称为水体自净。但是,当污染物排放量超过水体自净能力时,就会造成污染物积累,水质急剧恶化。水体是否被污染,污染程度如何,需要通过其所含污染物或相关参数的监测结果来判断。

2.1 水质监测方案的制定

水质监测是指为了掌握水环境质量状况和水系中污染物的动态变化,对水体中的各种特性指标取样、测定,并进行记录或发出信号的程序化过程。监测方案是完成一项监测任务的程序和技术方法的总体设计,制定时须首先明确监测对象与目的,然后在调查研究的基础上确定监测项目,布设监测网点,合理安排采样频率和采样时间,选定采样方法和分析测定方法与技术,提出监测报告要求,制定质量控制和保证措施及实施计划等。不同类型水质的监测目的、监测项目和选择监测分析方法的原则不同,以下根据不同水质监测对象逐一进行介绍。

2.1.1 地表水水质监测方案的制定

1. 水质监测的对象和目的

水质监测分为环境水体监测和水污染源监测。环境水体包括江、河、湖、水库、海水;水污染源包括工业废水、生活污水、医院污水等。其监测目的可概括为:

(1) 对江、河、水库、湖泊、海洋等地表水和地下水中的污染因子进行经常性的监测,以掌握水质现状及其变化趋势。

(2) 对生产、生活等废(污)水排放源排放的废(污)水进行监视性监测,掌握废(污)水排放量及其污染物浓度和排放总量,评价是否符合排放标准,为污染源管理提供依据。

(3) 对水环境污染事故进行应急监测,为分析判断事故原因、危害及制定对策提供依据。

(4) 为国家政府部门制定水环境保护标准、法规和规划提供有关数据和资料。

(5) 为开展水环境质量评价和预测、预报及进行环境科学研究提供基础数据和技术手段。

(6) 为环境污染经济纠纷进行仲裁监测,为判断纠纷原因提供科学依据。

2. 基础资料收集与实地调查

1) 基础资料收集

在制定监测方案之前,应尽可能完备地收集待监测水体及所在区域的有关资料,主要有:

(1) 水体的水文、气候、地质和地貌资料。如水位、水量、流速及流向的变化;降雨量、蒸发量及历史上的水情;河流的宽度、深度、河床结构及地质状况;湖泊沉积物的特性、间温层分布、等深线等。

(2) 水体沿岸城市分布、工业布局、污染源及其排污情况、城市给排水情况等。

(3) 水体沿岸的资源现状和水资源的用途;饮用水源分布和重点水源保护区;水体流域土地功能及近期使用计划等。

(4) 历年水质监测资料。

2) 实地调查

在收集基础资料的基础上,为了熟悉监测水域的环境,了解某些环境信息的变化情况,使制定监测方案和后续工作有的放矢地进行,实地调查是一项很重要的基础工作。

3. 监测断面和采样点布设

1) 布设原则

(1) 在对调查研究结果和有关资料进行综合分析的基础上,根据水域尺度范围,考虑代表性、可控性及经济性等因素,确定断面类型和采样点数量,并不断优化,以最少的断面获取足够的代表性环境信息。

(2) 有大量废(污)水排入江河的主要居民区、工业区的上游和下游,支流与干流汇合处,入海河流河口及受潮汐影响河段,国际河流出入境线出入口,湖泊、水库出入口,地表水生态补偿节点,应设置监测断面。

(3) 饮用水源地和流经主要风景游览区、自然保护区,以及与水质有关的地方病发病区、严重水土流失区及地球化学异常区的水域或河段,应设置监测断面。

(4) 监测断面的位置要避开死水区、回水区、排污口处,尽量选择水流平稳、水面宽阔、无浅滩的顺直河段。

(5) 监测断面应尽可能与水文测量断面一致,要求有明显的岸边标志。

2) 河流监测断面的布设

为评价完整江河水系的水质,需要设置背景断面、对照断面、控制断面和削减断面;对于一般河段,只需设置对照、控制和削减(或过境)三种断面,如图 2-1 所示。

(1) 背景断面:设在基本未受人类活动影响的河段,用于评价一个完整水系的污染程度。

(2) 对照断面:为了解流入监测河段前的水体水质状况而设置。这种断面应设在河流进入城市或工业区以前的地方,避开各种废水、污水流入或回流处。一个河段一般只设一个对照断面,有主要支流时可酌情增加。

(3) 控制断面:为评价监测河段两岸污染源对水体水质影响而设置。控制断面的数目应

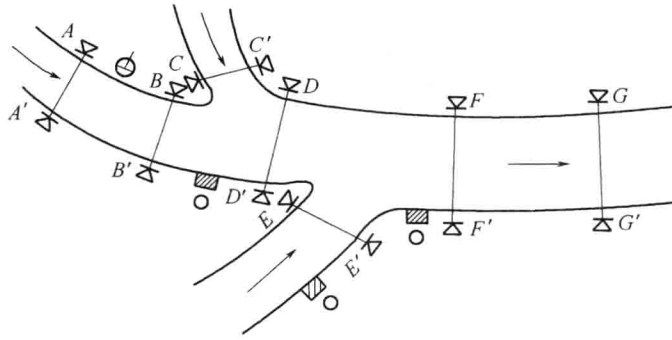


图 2-1 河流监测断面设置示意图

→水流方向; ⊕ 自来水厂取水点; ○ 污染源; ▨ 排污口; A—A'对照断面;
B—B'、C—C'、D—D'、E—E'、F—F'控制断面; G—G'消减断面。

根据城市的工业布局和排污口分布情况而定,设在排污区(口)下游污水与河水基本混匀处。在流经特殊要求地区(如饮用水源地、风景游览区等)的河段上也应设置控制断面。

(4) 削减断面:指河流接纳废水和污水后,经稀释扩散和自净作用,使污染物浓度显著降低的断面,通常设在城市或工业区最后一个排污口下游 1500m 以外。

另外,有时为特定的环境管理需要,如量化考核、区域生态补偿、饮用水源地保护和流域污染源限期达标排放等,需设管理断面。

3) 湖泊、水库监测垂线(或断面)的布设

湖泊、水库通常只设监测垂线,当水体复杂时,可参照河流的有关规定设置监测断面。

(1) 在湖(库)的不同水域,如进水区、出水区、深水区、湖心区、岸边区,按照水体类别和功能设置监测垂线。

(2) 湖(库)区若无明显功能区别,可用网格法均匀设置监测垂线,其垂线数根据湖(库)面积、湖内形成环流的水团数及入湖(库)河流数等因素酌情确定。

(3) 受污染影响较大的重要湖泊、水库,在污染物主要输送路线上设置控制断面。

4) 海洋

根据污染物在较大面积海域分布的不均匀性和局部海域相对均匀性的时空特征,在调查研究的基础上,运用统计方法将监测海域划分为污染区、过渡区和对照区,在三类区域分别设置适量监测断面和监测垂线。

5) 采样点位的确定

设置监测断面后,应根据水面的宽度确定断面上的采样垂线,再根据采样垂线处水深确定采样点的数目和位置。

对于江、河水系,当水面宽 $\leq 50\text{m}$ 时,只设一条中泓垂线;水面宽 $50 \sim 100\text{m}$ 时,在左、右近岸有明显水流处各设一条垂线;水面宽 $> 100\text{m}$ 时,设左、中、右 3 条垂线(中泓及左、右近岸有明显水流处),如证明断面水质均匀时,可仅设中泓垂线。

在一条垂线上,当水深不足 0.5m 时,在 $1/2$ 水深处设采样点;水深 $0.5 \sim 5\text{m}$ 时,只在水面下 0.5m 处设一个采样点;水深 $5 \sim 10\text{m}$ 时,在水面下 0.5m 处和河底以上 0.5m 处各设一个采样点;水深 $> 10\text{m}$ 时,在水面下 0.5m 处、河底以上 0.5m 处及 $1/2$ 水深处各设一个采样点。

湖泊、水库监测垂线上采样点的布设与河流相同,但如果存在温度分层现象,应先测定不

同水深处的水温、溶解氧等参数,确定分层情况后,再决定垂线上采样点位和数目。一般除在水面下 0.5m 处和水底以上 0.5m 处设采样点外,还要在每一斜温分层 1/2 处设采样点。

海域的采样点也根据水深分层设置,如水深 50 ~ 100m,在表层、10m 层、50m 层和底层设采样点。

监测断面和采样点位确定后,其所在位置应有固定的天然标志物;如果没有天然标志物,则应设置人工标志物,或采样时用 GPS 进行坐标定位,使每次采集的样品都取自同一位置,保证其代表性和可比性。

4. 采样时间和采样频率的确定

为使采集的水样能够反映水质在时间和空间上的变化规律,必须合理地安排采样时间和采样频率,以最低的采样频率取得最有时间代表性的样品。我国水质监测规范中相应要求如下:

(1) 饮用水源地、省(自治区、直辖市、特别行政区)交界断面中需要重点控制的监测断面,每月至少采样 1 次,采样时间根据具体情况选定。

(2) 较大水系、河流、湖、库监测断面,每逢单月采样监测 1 次,采样时间一般为单月上旬,全年监测 6 次。采样时间为丰水期、枯水期和平水期,每期采样 2 次。水体污染比较严重时,酌情增加采样监测次数。底质每年枯水期采样监测 1 次。

(3) 受潮汐影响的监测断面分别在大潮期、小潮期进行采样监测。每次采集涨、退潮水样分别测定。涨潮水样应在断面处水面涨平时采集,退潮水样应在水面退平时采集。

(4) 属于国家监控的断面(或垂线),每月采样监测 1 次,在每月 5 ~ 10 日进行。

(5) 如某必测项目连续 3 年均未检出,且在断面附近确无新增污染源,而现有污染源排污量未增加,在此情况下,可每年采样监测 1 次。一旦检出,或在断面附近有新增污染源,或现有污染源新增排污量时,即恢复正常采样。

(6) 水系背景断面每年采样监测 1 次,在污染可能较重的季节进行。

(7) 海水水质常规监测,每年按丰水期、平水期、枯水期或季度采样监测 2 ~ 4 次。

5. 监测项目

监测项目要根据水体被污染情况、水体功能和废(污)水中所含污染物及经济条件等因素确定。随着科学技术和社会经济的发展,生产、使用化学物质品种不断增加,导致进入水体的污染物质种类繁多,特别是一些持久性有毒有机污染物,如艾氏剂、狄氏剂、DDT、毒杀芬等农药,二噁英类、多氯联苯类、酞酸酯类等雌性激素,以及苯并芘等多环芳烃类等,含量虽然低,但具有致畸、致癌、致突变以及引起遗传变异等危害作用,受到世界各国的高度重视,被列为优先监测污染物。下面介绍各类水体中水质标准中的监测项目,这些项目影响范围广,危害大,已建立可靠的分析测定方法。

1) 江河、湖泊、渠道、水库监测

《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002)及地表水和污水监测技术规范(HJ/T91 - 2002)中,为满足地表水各类使用功能和生态环境质量要求,将监测项目分为基本项目和选测项目。

基本项目包括:水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铅、六价铬、氟化物、氰化物、硫化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群。集中式生活饮用水地表水源地增加硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰。

选测项目因地表水类型不同而有差别。河流、湖库为总有机碳、甲基汞、硝酸盐(湖、库),其他项目根据纳污情况由各级相关环保主管部门确定。集中式生活饮用水地表水源地选测项

目包括:三氯甲烷、四氯化碳、三溴甲烷、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、环氧氯丙烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、氯丁二烯、六氯丁二烯、苯乙烯、甲醛、乙醛、丙烯醛、三氯乙醛、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、异丙苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、三氯苯、四氯苯、六氯苯、硝基苯、二硝基苯、2,4-二硝基甲苯、2,4,6-三硝基甲苯、硝基氯苯、2,4-二硝基氯苯、2,4-二氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、五氯酚、苯胺、联苯胺、丙烯酰胺、丙烯腈、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、水合肼、四乙基铅、吡啶、松节油、苦味酸、丁基黄原酸、活性氯、滴滴涕、林丹、环氧七氯、对硫磷、甲基对硫磷、马拉硫磷、乐果、敌敌畏、敌百虫、内吸磷、百菌清、甲萘威、溴氰菊酯、阿特拉津、苯并芘、甲基汞、多氯联苯、微囊藻毒素-LR、黄磷、钼、钴、铍、硼、铋、镍、钡、钒、钛、铊。

为了全面评价地表水水质,还需进行生物学调查和监测(如水生生物群落调查、生产力测定、细菌学检验、毒性及致突变试验等),以及对底质中的污染物质进行监测。

另外,还需要测定污染物通量、水文参数和气象参数。

2) 海水监测项目

我国海水水质标准(GB3097-1997)按照海域的不同使用功能和保护目标,将水质分为四类,其监测项目为:水温、漂浮物质、悬浮物质、色、臭、味、pH值、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、汞、镉、铅、六价铬、总铬、铜、锌、硒、砷、镍、氰化物、硫化物、活性磷酸盐、无机氮、非离子氨、挥发性酚、石油类、六六六、滴滴涕、马拉硫磷、甲基对硫磷、苯并芘、阴离子表面活性剂、大肠菌群、粪大肠菌群、病原体、放射性核素(^{60}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Rn 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs)。

3) 生活饮用水监测项目

《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中的检测项目共106项,分为常规指标和非常规指标。常规指标为能反映生活饮用水水质基本状况的指标,非常规指标是根据地区、时间或特殊情况需要的生活饮用水水质指标。

常规指标为:总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数(以上4项为微生物指标);砷、镉、铬(六价)、铅、汞、硒、氰化物、氟化物、硝酸盐、三氯甲烷、四氯化碳、溴酸盐、甲醛(使用臭氧消毒)、亚氯酸盐(使用二氧化氯消毒)、氯酸盐(使用复合二氧化氯消毒)(以上15项为毒理指标);肉眼可见物、色度、臭和味、浑浊度、pH值、总硬度、铝、铁、锰、铜、锌、氯化物、硫酸盐、溶解固体物、耗氧量、挥发酚、阴离子合成洗涤剂(以上17项为感官性状和一般化学指标);总 α 放射性、总 β 放射性(以上2项为放射性指标)。

非常规指标为:贾第鞭毛虫、隐孢子虫(以上2项为微生物指标);铋、钡、铍、硼、钼、镍、银、铊、氯化氰、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、二氯乙酸、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、三卤甲烷(三氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷的总和)、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙酸、三氯乙醛、2,4,6-三氯酚、三溴甲烷、七氯、马拉硫磷、五氯酚、六六六、六氯苯、乐果、对硫磷、灭草松、甲基对硫磷、百菌清、呋喃丹、林丹、毒死蜱、草甘膦、敌敌畏、莠去津、溴氰菊酯、三氯乙烯、四氯乙烯、氯乙烯、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙烯、苯并芘、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、三氯苯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、丙烯酰胺、六氯丁二烯、滴滴涕、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、环氧氯丙烷、2,4-二氯苯氧基乙酸(2,4-D)、微囊藻毒素-LR(以上59项为毒理指标);氨氮、硫化物、钠(以上3项为感官性状和一般化学指标)。

4) 其他行业用水水质监测项目

农田灌溉用水:依据《农田灌溉水质标准》(GB5084-92),根据农作物的需求情况,将其划分为水作物类、旱作物类、蔬菜类三类用水水质标准,规定了29项监测指标。