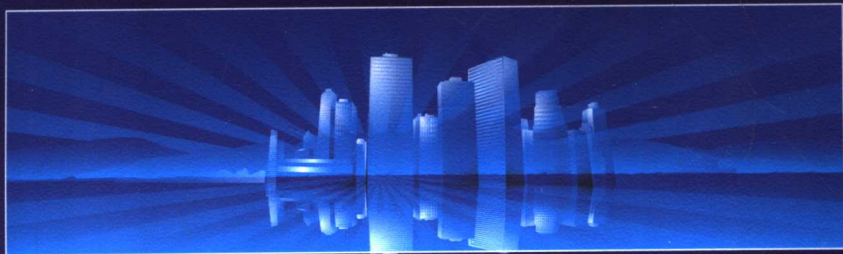


环境分析监测 理论与技术

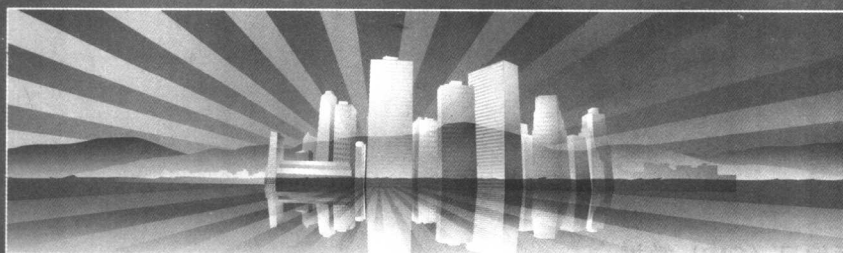
(第二版) 孙宝盛 单金林 邵青 编



化学工业出版社

环境分析监测 理论与技术

(第二版) 孙宝盛 单金林 邵青 编



化学工业出版社

· 北京 ·

环境分析监测是研究、分析、测定、评价环境质量的学科,本书在第一版的基础上,更加突出了环境分析的特点强调了现代技术在环境监测中的应用,调整了仪器分析方法和环境要素监测以及环境分析实验的部分内容和结构。全书共分五篇十八章。第一篇为环境分析监测概论和定量分析基础知识,第二篇为滴定分析法及其在环境分析监测中的应用,第三篇为仪器分析法及其在环境分析监测中的应用,第四篇为环境要素监测,第五篇为环境监测分析实验。

本书是作者总结了多年的教学和实践工作,并参考了许多资料整理而成。书中既讲授了环境化学中环境分析化学的基础知识,又按照现代分析化学的知识结构有针对性地研究环境监测中的具体项目。

本书适合环境工程与科学、化学等专业的技术和研究人员阅读参考,也可作为高等院校相关专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境分析监测理论与技术/孙宝盛,单金林,邵青编.

2版. —北京:化学工业出版社,2007.8

ISBN 978-7-122-00969-2

I. 环… II. ①孙…②单…③邵… III. 环境监测
IV. X83

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第122082号

责任编辑:徐娟

装帧设计:张辉

责任校对:郑捷

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)

印装:北京中科印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18 $\frac{3}{4}$ 字数473千字 2007年9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

第二版前言

在环境保护中，往往需要依照现代分析化学的理论和结构，有针对性地研究环境要素和变化趋势；并通过这些要素的分析，对环境总体质量进行评价。而这些都仰仗于环境分析监测的成果。自然环境科学和技术环境科学各个领域的研究都离不开环境分析监测的支持，所以环境分析监测体现了将基础理论、基本方法与实验技能最大程度的融合。

自本书第一版出版以来，得到众多专家学者和环保人士的关注。本版是在第一版的基础上修改整理而成的。与第一版的主要区别是：本版更加突出了环境分析的特点，强调了现代技术在环境监测中的应用，调整了仪器分析方法和环境要素监测以及环境分析实验的部分内容和结构。主要增加的内容包括：连续自动监测技术和基于计算机的环境分析监测、环境要素监测的质量保证、环境分析监测中新型萃取技术、分析结果的检验和异常值处理、提高分析测试准确度的方法、环境标准之间以及标准与功能区之间的关系等相关章节，并对第一版的内容侧重点进行了调整。其目的就是要在理论分析上强调现代分析化学的知识结构和特点；在环境要素监测中突出方案制定、样品制备与数据整理等环节；在具体实验和操作中紧密依靠标准，并逐步完成由验证实验向综合实验的转化。另外，针对第一版中存在的问题和不妥之处，本版也重点做了修正。本版在每章练习与思考题中还给出了计算题的参考答案。

全书共分五篇十八章，主要包括导论、误差与分析数据的处理、定量分析监测中常用的计算规则、痕量分析与常用的分离和富集方法、滴定分析法（酸碱滴定法、络合滴定法、沉淀滴定法和氧化还原滴定法）及其在环境分析监测中的应用、仪器分析法（光学分析法、电化学分析法和色谱分析法）及其在环境分析监测中的应用、连续自动监测技术和基于计算机的环境分析监测、环境要素监测及监测过程的质量保证、实验基础和環境分析监测实验等内容。本书第一章至第十二章和附表部分由天津大学孙宝盛整理编写，第十三章、第十七章和第十八章由天津大学单金林整理编写，第十四章至第十六章由河北工业大学邵青整理编写，全书由孙宝盛润笔并统一定稿。

天津大学的张书亭教授、赵新华教授、徐友浩教授、季民教授、徐正工程师、张海丰工程师等对本版的修改给予了极大的支持。叶浩、杜伟、李盈利、刘景允等同学为本书的资料收集和整理作出了很大的贡献。此外，在本版的编写过程中还参考了相关书籍（已在书后参考文献中列出），在此一并表示衷心的感谢！

由于编者的水平和能力有限，所以本书仍会存有不妥不足之处，恳请读者提出宝贵意见，特表谢意。

编 者

2007 年 8 月

第一版前言

进入新世纪以来,现代化的建设进入了一个空前蓬勃发展的阶段。科学技术不断进步,世界经济迅猛发展,人类社会发生了翻天覆地的变化。但随之而来的环境保护问题就成为一个首要的课题。在环境保护领域中,许多学科和研究课题都仰仗环境分析监测的助力。环境分析监测已经成为研究、分析、测定、评价、把握环境质量状况,检验、预测、判断环境污染发展趋势的重要手段,也是为各级政府管理部门和民众提供环境信息的主要依据。

环境分析监测历来是环境工程、环境监测、环境科学等专业的一门基础技术课。天津大学自1980年成立环境工程专业以来,一直将分析化学和环境监测的主要内容合在一起进行授课。实践证明,这样可以将现代分析化学的方法与环境监测项目合在一起考虑,既节省了授课学时,又使环境专业的学生在学习上有针对性,从而最大程度上体现了基本理论、基本方法与实验技能的融合。

该书是编者在近几年的教学、科研过程中,基本遵循课程的讲课实践,并在参考许多教材和资料、教学笔记的基础上整理而成的。之所以命名为《环境分析监测理论与技术》,是考虑到它既不像环境监测那样对项目简单的测定,又不同于环境分析化学那样单一的理论分析;而是按照现代分析化学的知识结构,应用环境化学和分析化学的理论基础,从理论上和技术上有针对性地研究环境监测的具体项目。所以,本书不是简单的对环境要素的化验指示书,也不完全雷同于环境分析化学。

全书共分五篇十七章,主要包括导论、环境分析监测中的误差和数据处理、定量分析监测中常用的计算规则、痕量分析基础、滴定分析法概述、酸碱滴定法及其在环境分析监测中的应用、络合滴定法及其在环境分析监测中的应用、沉淀滴定法及其在环境分析监测中的应用、氧化还原滴定法及其在环境分析监测中的应用、紫外-可见分光光度法及其在环境分析监测中的应用、原子光谱分析法及其在环境分析监测中的应用、电化学分析法及其在环境分析监测中的应用、色谱分析法及其在环境分析监测中的应用、环境问题与环境要素监测、主要环境要素的测定、环境分析监测实验基础和环境分析监测实验等内容。本书第一章至第十六章和附录部分由孙宝盛整理编写,第十七章由单金林整理编写。

本书可以作为环境工程专业、环境监测专业和环境科学专业的教学用书,适合理论教学为90~120学时的教学。主要适用对象是本科生,部分内容也适合相关专业的研究生。该书也可供有关专业技术人员参考使用。

天津大学的季民教授、赵新华教授、张书亭教授、朱文亭副教授、邢国平副教授、刘洪波老师、齐庚申老师、黄建军老师等在本书的编写过程中,曾从不同角度、不同环节上给予了极大的支持,并提出了中肯的建议;薛松宇、石玲、张海丰、郭东敏、梅朵等同学为本书的资料收集和整理做出了很大的贡献。作者在此一并表示深深的感谢!

由于作者的水平和能力有限,本书一定会存有疏漏或不足,恳请读者提出宝贵意见,特表谢意。

编者

2004年2月

目 录

第一篇 环境分析监测概论和定量分析基础知识

第一章 导论	1	三、有效数字在环境分析监测中的 应用	18
第一节 环境分析监测概述	1	第三节 分析结果的统计与评价	19
一、环境分析监测的特点及任务	1	一、分析结果的统计和表示	19
二、环境分析监测的分类	2	二、分析结果的检验和异常值处理	21
三、环境优先污染物和优先监测	2	三、分析结果准确度的评价	24
四、常用环境分析监测方法	2	练习与思考题	24
第二节 环境标准	3	第三章 定量分析监测中常用的计算 规则	26
一、环境标准的概念	3	第一节 溶液配制和浓度的表示 方法	26
二、环境标准的作用	3	一、化学试剂的规格	26
三、环境标准体系	4	二、基准物质和标准溶液的配制	26
四、制定环境标准应遵循的原则	4	三、溶液浓度的表示方法	28
五、标准之间以及标准与功能区之 间的关系	5	第二节 定量分析的计算依据和方法	30
六、主要环境标准	6	一、等物质的量定律	30
第三节 环境分析监测中常用的计量 单位	7	二、物质的量比关系及导出公式	33
一、法定计量单位概念	7	第三节 定量分析计算示例	33
二、环境分析监测中常用的物理量 和法定计量单位	7	练习与思考题	35
练习与思考题	9	第四章 痕量分析与常用的分离和富 集方法	37
第二章 误差与分析数据的处理	10	第一节 痕量分析基本概念	37
第一节 误差理论和应用	10	一、痕量分析中表示组分含量的常 用符号	37
一、准确度与误差	10	二、痕量分析方法的评价指标	37
二、精密度与偏差	12	三、痕量分析中的空白值	38
三、准确度与精密度的关系	14	第二节 常用的分离和富集方法	39
四、误差的传递与分配	14	一、分离与富集的必要性	39
五、提高分析测试准确度的方法	16	二、分离富集方法的评价	39
第二节 有效数字及其在环境分析监 测中的应用	17	三、常用的分离富集方法	39
一、有效数字及计位规则	17	练习与思考题	42
二、有效数字的修约和运算规则	18		

第二篇 滴定分析法及其在环境分析监测中的应用

第五章 滴定分析法概述	43	要求	45
一、方法简介	43	第六章 酸碱滴定法及其在环境分析 监测中的应用	46
二、滴定分析法的分类	43	第一节 质子理论与酸碱滴定的实质	46
三、滴定分析法对化学反应的			

一、质子理论	46	练习与思考题	87
二、共轭酸-碱的离解常数和酸碱的强度	47	第八章 沉淀滴定法及其在环境分析监测中的应用	88
第二节 环境分析监测中常见酸碱平衡体系的 pH 值计算	48	第一节 概述	88
一、物料平衡式、电荷平衡式和质子平衡式	48	一、分步沉淀和沉淀滴定法原理	88
二、各种常见的酸碱平衡体系的 pH 值计算	50	二、影响沉淀溶解平衡的因素	89
三、酸碱缓冲溶液	56	第二节 莫尔法在环境分析监测中的应用	89
第三节 酸碱指示剂	60	一、化学计量点和滴定终点的确定	90
一、指示剂的变色原因	60	二、滴定条件的确定	91
二、指示剂的变色范围	60	练习与思考题	92
三、影响指示剂使用的因素	63	第九章 氧化还原滴定法及其在环境分析监测中的应用	93
第四节 滴定曲线和指示剂的选择	64	第一节 条件电极电位和影响因素	93
一、强酸(碱)的滴定	64	一、条件电极电位	93
二、一元弱酸(碱)的滴定	67	二、影响电极电位的因素	94
三、多元酸(碱)的滴定	69	第二节 氧化还原反应程度及化学计量点电位	96
第五节 酸碱滴定法在环境分析监测中的应用	71	一、平衡常数计算	96
一、水的碱度及其测定	71	二、准确滴定的判定	98
二、水的酸度及其测定	74	三、化学计量点电位的计算	98
练习与思考题	74	第三节 影响氧化还原反应速度的因素	98
第七章 络合滴定法及其在环境分析监测中的应用	76	一、性质和历程对反应速度的影响	99
第一节 概述	76	二、外部因素对反应速度的影响	99
第二节 EDTA 及其络合物	76	第四节 氧化还原滴定基本原理	101
一、EDTA 在水中的离解平衡	76	一、氧化还原滴定曲线及滴定突跃的计算	101
二、EDTA 络合物的结构	77	二、氧化还原滴定中的指示剂	103
三、EDTA 络合物的特点	77	第五节 几种重要的氧化还原滴定法及其在环境分析监测中的应用	104
第三节 影响络合滴定的因素	78	一、高锰酸钾法及高锰酸盐指数的测定	105
一、酸度对络合滴定的影响	79	二、重铬酸钾法及化学需氧量的测定	107
二、共存离子的影响及其排除	81	三、碘量法及其在环境分析监测中的应用	108
第四节 络合滴定的基本原理	83	练习与思考题	112
一、滴定曲线	83		
二、络合滴定指示剂	84		
第五节 络合滴定法在环境分析监测中的应用(直接法测定水的硬度)	86		
一、测定硬度的意义	86		
二、硬度的分类	86		
三、硬度测定的原理	86		

第三篇 仪器分析法及其在环境分析监测中的应用

第十章 光学分析法	113	第一节 光学分析法概论	113
-----------------	-----	-------------------	-----

一、光的基本性质	113	六、定量分析中常见的干扰及减小 方法	160
二、光谱分析法	114	七、定量分析方法	160
三、吸收光谱	114	第五节 溶出伏安法	161
第二节 紫外-可见分光光度法	115	第六节 电化学分析法在环境分析监测 中的应用	162
一、概念和特点	115	一、离子选择性电极在环境分析监测 中的应用	162
二、基本原理	116	二、电位滴定法连续测定天然水中 pH 值、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+}	162
三、测定仪器和测定方法	118	三、吸附溶出伏安法测定苯胺	163
四、测定条件的选择	121	练习与思考题	163
五、紫外-可见分光光度法在环境 分析监测中的应用	126	第十二章 色谱分析法	165
第三节 原子吸收光谱法	129	第一节 色谱概述	165
一、基本原理	129	一、色谱法分类	165
二、原子吸收分光光度计	134	二、色谱法特点	165
三、分析方法和测定条件	138	三、色谱图及基本概念	166
四、原子吸收光谱法在环境分析监测 中的应用	141	四、色谱法基本理论	169
第四节 原子发射光谱法	142	第二节 气相色谱仪	172
一、基本原理	142	一、色谱流程	172
二、电感耦合等离子体发射光谱法	144	二、主要部件	172
三、原子发射光谱法在环境分析 监测中的应用	145	第三节 高效液相色谱法	174
练习与思考题	145	一、高效液相色谱法简介	174
第十一章 电化学分析法	147	二、工作流程和特点	175
第一节 电化学分析基本原理	147	三、主要部件	176
一、化学电池	147	四、高效液相色谱法的各种模式及分 离类型的选择	177
二、可逆电极和可逆电池	148	第四节 色谱分析法在环境分析监测中 的应用	177
三、电位分析法原理	148	练习与思考题	180
第二节 直接电位法	148	第十三章 连续自动监测技术和基于计 算机的环境分析监测	181
一、pH 值的测定	148	第一节 连续自动监测技术	181
二、直接电位法的定量测定依据	150	一、监测系统的构成	181
三、离子选择性电极简介	151	二、自动监测的关键技术	181
四、衡量离子选择性电极性能的 指标	152	第二节 环境分析监测中专用的自动监 测仪器	183
五、直接电位法的定量测定方法	153	一、水质连续自动监测仪器	183
第三节 电位滴定法	153	二、空气污染自动监测仪器	184
一、电位滴定法的应用方向	154	第三节 基于计算机的环境分析 监测	185
二、电位滴定法原理	154	一、滴定曲线的绘制和滴定误差 分析	185
三、终点的确定	154		
第四节 极谱分析法	156		
一、极谱分析的基本装置和过程	156		
二、极谱分析的特点	157		
三、极谱分析的原理	157		
四、半波电位	158		
五、扩散电流方程	159		

二、化学数据库的分析与应用	187	口技术	188
三、计算机与环境分析监测仪器的接		四、数据采集和数据处理	189

第四篇 环境要素监测

第十四章 环境要素监测理论与		三、标准气的配制	206
技术	191	四、空气中颗粒物的测定	208
第一节 环境要素监测分类	191	五、空气中分子态污染物的测定 ..	209
一、空气污染监测	191	六、空气污染指数	211
二、水体污染监测	192	第二节 水和废水监测	212
三、土壤污染监测	192	一、概述	212
四、生物污染监测	193	二、水和废水样品的采集与保存 ..	213
五、固体废物污染监测	193	三、主要物理性质指标的测定	215
六、噪声污染监测	194	四、主要化学性质指标的测定	217
第二节 环境监测与污染物的时空		五、底(泥)质监测	219
分布关系	194	第三节 生物污染监测	221
一、环境监测与污染物时间分布的		一、水环境生物监测	221
关系	194	二、活性污泥微生物及其测定	223
二、环境监测与污染物空间分布的		三、空气环境生物监测	224
关系	196	第四节 其他环境要素的测定	224
第三节 确定监测方案与监测方法的		一、固体废物监测	224
基本原则	197	二、土壤中主要污染物的测定	228
一、确定监测方案的基本原则	197	三、噪声污染与监测	231
二、确定监测项目的原则	197	练习与思考题	235
三、选择分析方法的原则	198	第十六章 环境要素监测的质量	
练习与思考题	199	保证	236
第十五章 主要环境要素的监测	200	一、监测质量保证和质量控	
第一节 空气监测	200	制图	236
一、概述	200	二、实验室间质量控制	239
二、空气分析监测采样技术	202	练习与思考题	239

第五篇 环境分析监测实验

第十七章 环境分析监测实验基础	241	第十八章 环境要素监测实验	253
第一节 环境分析监测一般操作		实验一 分析天平称量练习	253
守则	241	实验二 标准溶液的配制与	
一、环境分析监测实验规则	241	标定	254
二、环境分析监测的安全		实验三 水中碱度的测定	256
规则	241	实验四 水中硬度的测定	257
第二节 常用玻璃仪器	242	实验五 废水中氯离子的测定	260
一、环境分析监测常用的玻璃		实验六 高锰酸盐指数的测定	262
仪器	242	实验七 水中溶解氧的测定	263
二、玻璃仪器的洗涤	246	实验八 水中氮、磷的测定	266
三、玻璃仪器的干燥	247	实验九 废水中挥发酚的测定	268
四、主要玻璃仪器的使用方法	248	实验十 校园空气质量分析与	
五、玻璃仪器的保管	252	监测	271

附表	276	五、金属络合物的稳定常数	282
一、SI 基本单位	276	六、微溶化合物的溶度积	
二、环境分析监测中常用的量和		(18~25℃, $I=0$)	284
法定计量单位(GB)	276	七、标准电极电位 (18~25℃)	285
三、化合物的相对分子质量	279	八、某些氧化还原半反应的条件电极	
四、弱酸、弱碱在水中的离解常数		电位 ($\varphi^\ominus$)	287
(25℃, $I=0$)	281	参考文献	288

第一篇

环境分析监测概论 和定量分析基础知识

第一章 导 论

环境科学是介于社会科学、自然科学和技术科学之间的边缘学科，是一个多学科和跨学科的庞大科学体系。环境科学可分为环境社会科学、环境自然科学和环境工程科学三大分支。

环境分析监测贯穿于以上各个分支之中。它既不是对环境污染物的简单监测或检测，也不是纯粹的理论分析；它是在掌握环境分析化学知识的基础上，按照现代分析化学的结构，有针对性地研究环境要素中的具体项目，并通过分析、监测等方法，对环境质量进行评价。总之，环境分析监测是环境科学的重要组成部分。

由于影响环境质量的因素很多，对于描写这些因素的定量数据，一般称为代表值。而通过对这些代表值的测定、分析和评价，又可以确定环境质量。对于所有环境工程科学中的各个领域，全部都依靠这些代表值来得以支持和发展。所以，环境分析监测所涉及的内容是从事环境专业人员的必读部分，该课程也是相关专业的重要基础课。

第一节 环境分析监测概述

一、环境分析监测的特点及任务

1. 环境分析监测的特点

环境分析监测是通过对环境污染物的分析和监测，定性或定量描述出环境质量的状态。由于环境污染物具有毒性、扩散性、活性或持久性、生物可分解性和生物积累性、自然性等特点，所以环境分析监测也具有时间和空间的多变性、对象和手段的多样性、组分和变化的复杂性等。归纳起来有以下特点。

① 样品组分的组成复杂、种类繁多。任何一个环境污染物的样品，无论来自何种环境要素，大多数均是同时含有无机物、有机物、生物以及不同价态的组分复杂体系，所以在环境分析监测时很难遇到单一组分的环境样品。

② 样品组分的稳定性较差、变异性较大。由于环境污染物特有的物理、化学和生物性质，以及环境样品的组分复杂性，使得环境样品中各个组分的稳定性较差，变异性很大，所以要求尽量对环境样品实现快速测定。

③ 样品组分的含量通常较低。由于人类对环境质量要求的提高、各国环境标准中对各种污染物允许浓度的降低，所以环境样品的分析含量通常较低，这也为仪器分析和在线分析提供了广阔的前景。

④ 分析监测的工作量较大。由于环境污染具有时空性等特点，所以要求环境分析

监测同时满足连续性、追踪性和综合性的要求，这样就体现在分析监测的工作量是很大的。

2. 环境分析监测的任务

由于环境分析监测在一定程度上来讲是为环境科学的各个分支服务的，所以其任务也应满足各个分支的要求。环境分析监测的任务包括以下几个方面：①检验和判断环境现状是否合乎国家规定的环境质量标准；②判断污染源造成的污染影响；③确定污染物浓度的分布状态、发展趋势与发展速度；④为研究扩散模式提供依据；⑤定期提供环境质量报告书并积累环境本底资料。

二、环境分析监测的分类

通常环境分析监测有两种分类。

1. 按照监测的对象（即按照环境要素）分类

可以分为水和废水的污染监测、空气和废气的污染监测、固体废物的污染监测、土壤污染监测、生态污染监测、生物污染监测、放射性污染监测、光污染监测、噪声和振动污染监测、热污染监测等。

2. 按照监测的目的分类

可以分为工程性分析监测（为制定环境治理工程的方案进行监测，以取得相应的资料和依据）、监视性分析监测（了解污染状况和变化趋势、确定环境质量，以便制定对应标准和控制措施）、研究性分析监测（对特定环境和特定污染物的规律，对人体、生物体和环境的危害等监测）、事故性分析监测（对于已经或即将发生的事故进行监测，以便确定危害原因、程度、范围、采取有效措施等）。

三、环境优先污染物和优先监测

在众多的环境污染物之中，有毒污染物的污染控制和防治是最主要的。由于各国发展水平不同、国情不同、污染状况不同，所以防治污染的具体做法也不一致。有毒污染物为数众多（现在还有许多没有发现），不管出于何种控制目的，由于从人力、财力、物力以及污染物的危害程度和出现频率等实际情况考虑，都不可能对所有污染物制定标准、限制排放和实行控制，而只能优先筛选出一些重要的污染物予以监测和控制。这些优先筛选的有毒污染物称为（环境）优先污染物（priority pollutants）。对优先污染物进行监测称为优先（污染）监测。

一般有毒污染物具有以下特点：难降解；在环境中有一定的残留水平；具有生物积累性或“三致”（致癌、致畸、致突变）作用；对人体或环境构成潜在威胁等。其中许多痕量的有毒污染物对 BOD、COD、TOC 等综合指标的贡献很小，但对环境的危害极大，所以优先监测极为重要。进行优先监测选择对象时一般要考虑的原则是：①根据污染的程度，选择毒性大、扩散范围广、危害严重的污染物优先；②已有可靠的分析方法，并能保证获得准确数据的污染物优先。

当同时符合上述条件，但不能同时监测时，应按照下列顺序进行优先监测：①污染范围较大的优先监测；②污染问题严重的优先监测；③样品具有广泛代表性的优先监测。

四、常用环境分析监测方法

环境分析监测方法主要是在现代分析化学的测试技术和测试手段基础上发展起来

的。随着生物技术、遥感技术和地理信息系统技术的引入,环境分析监测方法种类繁多、日见完善。但每种方法都有一定的使用范围和适合的测定对象。

1. 成分分析监测

成分分析监测又分为化学分析监测和仪器分析监测。

(1) 化学分析监测

由于污染物特有的化学性质,所以可以采用化学方法进行分析监测。在化学分析监测中,包括称量分析和容量分析。而由于发生的化学反应不同,容量分析又分为酸碱、络合、沉淀和氧化还原四种方法。化学分析监测适用于含量为常量的污染物监测。

(2) 仪器分析监测

它是建立在被测组分的物理或物理化学性质基础上的一大类分析方法。主要包括光学分析、电化学分析、色谱分析、质谱分析、联用技术、遥感技术、专项仪器分析、自动连续监测技术等。该方法常用于微量或痕量污染样品的分析监测之中。

2. 结构分析监测

这是一类分析污染物的物理化学状态或结构的技术。它对于研究污染物的形成过程、反应机制、污染效应,制定环境保护标准、确定治理措施、监测污染状况均有一定的理论和实际意义。结构分析监测常采用红外光谱、紫外光谱、质谱、核磁共振等仪器分析手段。

3. 生物分析监测

它是利用生物体对环境中的某些污染物所具有的特定信息关系来对环境污染进行判断的一种比较经济、无污染或污染很小的方法。它通常能直接反映出污染物对生物体的急性和慢性作用结果,在环境分析监测中占有一定的地位。

第二节 环境标准

一、环境标准的概念

环境标准是控制污染、保护环境的各种标准的总称。制定环境标准就是为了保护人群健康、防止环境污染、促进生态良性循环,同时又能合理利用资源、促进经济发展。环境标准是政策、法规的具体体现,也是执行各项环境法规的基本依据。环境标准属于技术法规,具有强制性,必须执行。环境标准是随着环境问题的产生而出现的,随着科技进步和环境科学的发展,环境标准也随之发展,其种类和数量也越来越多。

二、环境标准的作用

环境标准的作用主要体现在以下几个方面:①环境标准是制定环境规划和环境计划的主要依据;②环境标准是环境保护工作的目标;③环境标准是判断环境质量和衡量环保工作优劣的准绳;④环境标准是环境管理的技术基础和执法依据;⑤环境标准是提高环境质量的重要手段;⑥环境标准是组织现代化生产的重要条件;⑦环境标准具有投资导向作用。

由此可见,环境标准的作用不仅表现在环境效益上,也体现在经济效益和社会效益上。

三、环境标准体系

各种不同的环境标准，依赖其性质功能及其之间客观的内在联系，相互依存、相互衔接、相互补充、相互制约地构成一个有机整体——环境标准体系。

我国环境标准可分为国家环境标准和地方环境标准。国家环境标准包括国家环境质量标准、国家污染物排放标准（或国家污染物控制标准）、国家环境监测方法标准、国家环境标准样品标准、国家环境基础标准和国家环境保护行业标准等。地方环境标准包括地方环境质量和地方污染物排放标准。地方环境标准是对国家环境标准的补充和完善，为了控制环境质量的恶化趋势，近两年来一些地方已将总量控制指标纳入地方环境标准。

国家环境标准是在全国范围内统一使用的标准，而地方环境标准则仅限于规定地区内使用。国家环境标准对战略性、普遍性事物做出规定，而地方环境标准是对战术性、特殊性事物进行限制。地方环境标准不得与国家环境标准相抵触，并且应严于国家环境标准。在执行上，地方环境标准优于国家环境标准执行。综合性排放标准与行业性排放标准不交叉执行，有行业性排放标准的执行行业排放标准，没有行业性排放标准的执行综合排放标准。

在上述标准中，环境监测方法标准、环境标准样品标准和环境基础标准只有国家标准，并尽可能与国际标准接轨。

环境标准体系结构见图 1-1。

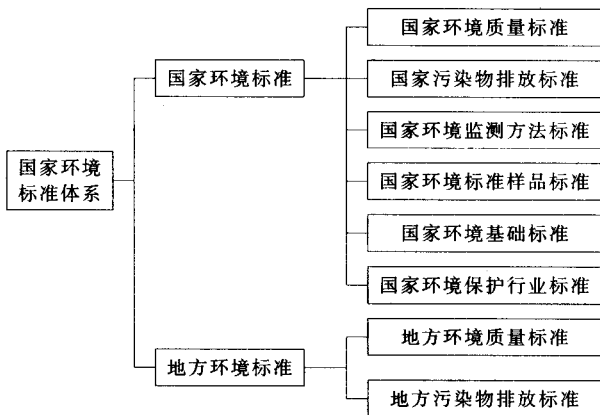


图 1-1 环境标准体系结构框图

四、制定环境标准应遵循的原则

一般环境标准是遵循调查研究、专门性实验、国际上同类标准三个主要途径进行制定的。环境标准体现国家技术经济政策。它的制定要充分体现科学性和现实性相统一，既保护环境质量的良好状况，又促进国家经济技术的发展。环境标准的制定一般应遵循以下原则。

① 要有充分的科学依据。标准中指标值的确定，要以科学研究的结果为依据，如环境质量标准，要以环境质量基准为基础。所谓环境质量基准，是指经科学实验所确定的污染物（或因素）对人或生物不产生不良或有害影响的最大剂量或浓度。

② 既要技术先进、又要经济合理。基准和标准是两个不同的概念。环境质量基准

是由污染物（或因素）与人或生物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，也不随时间而变化。而环境质量标准是以环境质量基准为依据，考虑社会、经济、技术等因素而制定，并具有法律强制性，它可以根据情况不断修改、补充。

③ 与有关标准、规范、制度协调配套。质量标准与排放标准、排放标准与收费标准、国内标准与国际标准之间应该相互协调才能贯彻执行。特别是应与当时的实际处理水平相结合，否则，盲目提高环境标准，只能适得其反。

④ 积极采用或等效采用国际标准。一个国家的标准反映了该国的技术、经济和管理水平。积极采用或等效采用国际标准，是国家重要的技术经济政策，也是技术引进的重要部分，它在一定程度上能够反映当前国际先进技术水平和发展趋势。

⑤ 充分利用资源、能源，把污染消除在生产工艺过程中。环境标准的制定应引导人们以积极的态度去防止资源和能源的浪费，绝不能仅仅用于污染的治理上。

五、标准之间以及标准与功能区之间的关系

在环境标准中主要体现的是各种污染物在环境中的允许含量（浓度）。通常某些污染物在不超过一定范围（或限量）时认为对人是安全的，对环境是可以接受的。此时政府将这种“范围”以法律的形式规定颁布，这就是最高层面上的环境标准——环境质量标准。它是环境质量的目标标准。

环境质量标准和污染物排放标准是环境标准体系的主体和核心内容，是实现环境标准体系目标的基本途径和表现；环境基础标准是环境标准体系的基础，是环境标准的“标准”，它对统一、规范环境标准的制定、执行具有指导的作用，是环境标准体系的基石；环境方法标准、环境标准样品标准构成环境标准体系的支持系统，它们直接服务于环境质量标准和污染物排放标准，是其内容上的配套补充和有效执行的技术保证。

环境质量一般分等级，与环境功能区类别相对应。高功能区环境质量要求严格、低功能区环境质量要求放宽。

1. 环境空气质量功能区的分类和标准分级

（1）功能区分类：三类

一类区为自然保护区、林区风景名胜区和其他需要特殊保护的地区；二类区为城镇规划中确定的居民区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区；三类区为特定工业区。

（2）标准分级：三级

一类区执行一级标准；二类区执行二级标准；三类区执行三级标准。

2. 地表水环境质量功能区的分类和标准值

（1）功能区分类：五类

I类主要适用于源头水、国家自然保护区；II类主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区、珍贵鱼类保护区、鱼虾产卵场等；III类主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区；IV类主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；V类主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。同一水域兼有多功能的，依最高功能划分类别。

（2）标准值：五类

对应地表水上述五类功能区，将地表水环境质量基本项目标准值分为五类，不同功能类别分别执行相应类别的标准值。水域功能类别高的区域执行的标准值严于水域功能

类别低的区域。

3. 城市区域环境噪声功能区的分类和标准值

(1) 功能区分类：五类

① 0类。疗养区、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静的区域执行该类标准。位于城郊和乡村的这一类区域分别按严于0类标准的5dB执行。

② 1类。以居住、文教机关为主的区域，乡村居住环境可参照执行该类标准。

③ 2类。居住、商业、工业混杂区执行该类标准。

④ 3类。工业区执行该类标准。

⑤ 4类。城市中的道路交通干线道路两侧区域，穿越城区的内河航道两侧区域，穿越城区的铁路主、次干线两侧区域的背景噪声（指不通过列车时的噪声水平）限制执行该类标准。

(2) 标准值：五类

对应区域噪声上述五类功能区，将区域噪声标准值分为五类，不同功能类别分别执行相应类别的标准值。

六、主要环境标准

1. 水环境标准

水环境质量标准主要包括：《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）；《海水水质标准》（GB 3097—1997）；《地下水质量标准》（GB/T 14848—93）；《农田灌溉水质标准》（GB 5084—92）；《渔业水质标准》（GB 11607—89）；《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2006）等。

水污染物排放标准主要包括：《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）；《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）；《污水海洋处置工程污染控制标准》（GB 18486—2001）；《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）；以及皂素、煤炭、啤酒、柠檬酸、味精、兵器、合成氨、造纸、畜禽养殖、磷肥、烧碱、聚氯乙烯、航天推进剂、钢铁、肉类加工、纺织染整、海洋石油开发、船舶等行业污水排放标准。

根据技术和经济的发展需要，标准通常几年修订一次，但一般标准号不变，仅改变发布年份。对于上述标准，一般都有配套的环境方法标准和环境标准样品标准给予支持。

2. 大气环境标准

大气环境质量标准主要包括：《环境空气质量标准》（GB 3095—1996）；《室内空气质量标准》（GB/T 18883—2002）；《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》（GB 9137—88）等。

大气污染物排放标准主要包括：《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271—2001）；《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）；《恶臭污染物排放标准》（GB 14554—93）；《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078—1996）；《炼焦炉大气污染物排放标准》（GB 16171—1996）；《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》（GB 18352.3—2005）；以及煤炭工业、水泥工业、火电厂、饮食业、轻型汽车、摩托车等行业的大气污染物排放标准。

3. 固体废物环境标准

固体废物环境标准包括固体废物污染控制标准、危险废物鉴别标准、固体废物鉴别

方法标准和其他相关标准等。例如：《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484—2001)；《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485—2001)；《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2001)；《危险废物填埋污染控制标准》(GB 18598—2001)；《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599—2001)；《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889—1997)；《城镇垃圾农用控制标准》(GB 8172—87)；《危险废物鉴别标准-腐蚀性鉴别》(GB 5085.1—1996)；《危险废物鉴别标准-急性毒性初筛》(GB 5085.2—1996)；《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》(GB 5085.3—1996)等。

4. 噪声与振动标准

噪声与振动标准包括声环境质量标准、环境噪声排放标准和监测方法规范三类。主要有：《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—93)；《城市区域环境振动标准》(GB 10070—88)；《建筑施工场界噪声限值》(GB 12523—90)；《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348—90)；《铁路边界噪声限值及其测量方法》(GB 12525—90)；《机场周围飞机噪声环境标准》(GB 9660—88)；《声屏障声学设计和测量规范》(HJ/T 90—2004)；《城市区域环境噪声测量方法》(GB/T 14623—93)等。

5. 其他环境标准

其他环境要素或行业也有相应的标准，如核辐射和电磁行业、土壤环境保护、生态环境保护、环境影响评价、清洁生产、环保验收、环境标志、环保产品和环保工程等都制定了标准或规范。

第三节 环境分析监测中常用的计量单位

一、法定计量单位概念

法定计量单位是指一个国家或政治实体以法令形式规定使用或强制使用的计量单位。我国国务院颁布的“中华人民共和国法定计量单位”是以国际单位制（简称 SI）为基础，并结合我国实际情况制定的。在此命令中规定，我国法定计量单位，由国际单位制（SI）单位和国家选定的非国际单位制单位（制外单位）两部分组成。我国法定计量单位的构成见图 1-2。SI 的基本单位见附表一。

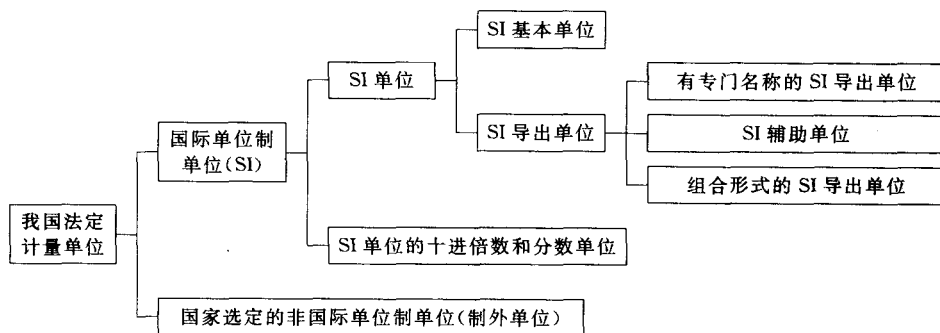


图 1-2 我国法定计量单位的构成

二、环境分析监测中常用的物理量和法定计量单位

环境分析监测中常用的物理量和法定计量单位见附表二。这其中最常见的是质量、