

孙宝盛 单金林 编

环境分析监测 理论与技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环境分析监测理论与技术

孙宝盛 单金林 编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境分析监测理论与技术/孙宝盛,单金林编. —北京:
化学工业出版社, 2004. 4
ISBN 7-5025-5284-7

I. 环… II. ①孙…②单… III. 环境质量-分析
(化学) IV. X8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 020365 号

环境分析监测理论与技术

孙宝盛 单金林 编

责任编辑: 管德存 徐 娟

责任校对: 陶燕华

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22 字数 547 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5284-7/X·401

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

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实验等。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

内 容 提 要

环境分析监测是研究、分析、测定、评价环境质量的学科，本书全面介绍了环境监测分析的理论和技术。全书共分五篇十七章。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，第四篇为环境要素的监测，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。

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	第三章 定量分析监测中常用的计算规则	27
一、环境分析监测的分类、任务及特点	1	第一节 溶液的配制和浓度的表示方法	27
二、常用环境分析监测方法	3	一、化学试剂的规格	27
三、环境标准	3	二、浓度的表示方法	27
四、环境分析监测中常用的法定计量单位	11	三、基准物质和标准溶液的配制	30
习题	12	第二节 定量分析的计算规则	31
第二章 环境分析监测中的误差和数据处理	13	一、等物质的量定律及其在定量分析中的应用	31
第一节 误差和偏差的基本概念	13	二、物质的量比定律及其在定量分析中的应用	34
一、误差与准确度的概念	13	第三节 定量分析计算示例	34
二、偏差与精密度的概念	14	习题	36
三、准确度与精密度的关系	14	第四章 痕量分析基础	37
四、误差的种类和减小的方法	15	第一节 痕量分析基本概念	37
五、误差的传递理论	17	一、痕量分析中表示组分含量的常用符号	37
第二节 有效数字及其在环境分析监测中的应用	19	二、痕量分析方法的评价指标	37
一、有效数字及其计位规则	19	三、痕量分析中的空白值	38
二、有效数字的修约和运算规则	20	第二节 环境分析监测中常用的分离和富集方法	39
三、有效数字在环境分析监测中的应用	21	一、痕量物质分离与富集的必要性	39
第三节 分析结果的表示方法和评价方法	22	二、分离富集方法的评价与选用	39
一、分析结果的表示方法	22	三、常用分离富集方法	39
二、分析结果准确度的评价	24		
习题	25		

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	42	第二节 环境分析监测中常见的酸碱平衡体系的 pH 值计算	46
一、滴定分析法简介	42	一、物料平衡式、电荷平衡式和质子平衡式	46
二、滴定分析法对化学反应的要求	42	二、各种常见的酸碱平衡体系的 pH 值计算	48
三、滴定分析法的分类	42	三、缓冲溶液	54
第六章 酸碱滴定法及其在环境分析监测中的应用	44	第三节 酸碱指示剂	58
第一节 质子理论与酸碱滴定的实质	44	一、指示剂的变色原因	58
一、质子理论介绍	44	二、指示剂的变色范围	58
二、共轭酸-碱的离解常数	45		

三、常用指示剂	59
四、影响指示剂使用的因素	61
第四节 滴定曲线和指示剂的选择	62
一、强碱强酸的滴定	62
二、一元弱酸(碱)的滴定	64
三、多元酸碱的滴定	67
第五节 酸碱滴定法在环境分析监测中的 应用	69
一、水的碱度及其测定	69
二、水的酸度及其测定	71
习题	72
第七章 络合滴定法及其在环境分析监 测中的应用	76
第一节 概述	76
第二节 EDTA 及其络合物	76
一、EDTA 在水中的离解平衡	77
二、EDTA 络合物的结构	77
三、EDTA 络合物的特点	77
第三节 影响络合滴定的因素	78
一、酸度对络合滴定的影响	79
二、共存离子的影响及其排除	81
第四节 络合滴定的基本原理	82
一、滴定曲线	82
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(直接法测定水中硬度)	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
习题	87
第八章 沉淀滴定法及其在环境分析监 测中的应用	88

第一节 概述	88
一、分步沉淀和沉淀滴定法原理	88
二、影响沉淀溶解平衡的因素	89
第二节 莫尔法在环境分析监测中的应用	89
一、化学计量点和滴定终点的确定	89
二、滴定条件的确定	91
习题	92
第九章 氧化还原滴定法及其在环境 分析监测中的应用	93
第一节 条件电极电位和影响因素	93
一、条件电极电位	93
二、影响电极电位的因素	94
第二节 氧化还原平衡常数及化学计量点 电位	97
一、平衡常数计算	97
二、准确滴定的判定	98
三、化学计量点电位的计算	98
第三节 影响氧化还原反应速度的因素	99
一、氧化还原半反应的性质和历程对反 应速度的影响	99
二、外部因素对反应速度的影响	100
第四节 氧化还原滴定基本原理	101
一、氧化还原滴定曲线及滴定突跃的 计算	101
二、氧化还原滴定中的指示剂	103
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	105
一、高锰酸钾法及高锰酸盐指数的测定	105
二、重铬酸钾法及化学需氧量的测定	107
三、碘量法及其在环境分析监测中的 应用	108
习题	113

第三篇 仪器分析方法及其在环境分析监测中的应用

第十章 紫外-可见分光光度法	114
第一节 紫外-可见分光光度法的基本 原理	115
一、物质的颜色和对光的选择性吸收	115
二、光的吸收定律	117
三、灵敏度的表示方法	118
第二节 测定仪器和测定方法	119
一、紫外-可见分光光度计	119
二、分光光度测定方法	122
第三节 测定条件的选择	123
一、影响准确度的因素	123
二、显色反应和显色条件的选择	125
第四节 紫外-可见分光光度法在环境 分析监测中的应用	128
一、大气中二氧化硫的测定	128
二、大气中臭氧、总氧化剂和光化学氧化 剂的测定	129
三、水中含氮化合物的测定	130

四、废水中挥发酚类的测定	133
习题	134
第十一章 原子光谱分析法	136
第一节 电感耦合等离子体发射光谱法	136
一、ICP-OES的产生、发展和应用	136
二、ICP-OES的性能和特点	137
三、ICP-OES的一般分析步骤	138
四、ICP-OES在环境分析监测中的应用	139
第二节 原子吸收光谱法	140
一、原子吸收光谱法的原理和特点	140
二、基态原子数与原子吸收定量基础	144
三、原子吸收分光光度计性能与结构	145
四、定量分析方法	150
五、原子吸收分析条件的确定	151
六、原子吸收光谱法在环境分析监测中的 应用	152
习题	157
第十二章 电化学分析法	159
第一节 电化学分析原理	159
第二节 pH值的电位分析法	159
一、电位分析法概述	159
二、溶液pH值的测定	160
第三节 离子选择性电极及其对环境污染 物的监测	162
一、离子选择性电极概述	162
二、衡量离子选择性电极的性能指标	164
三、定量测定方法	165
第四节 电位滴定法	166
第五节 极谱分析法	167
一、极谱分析的基本原理	167
二、半波电位——定性分析依据	169
三、扩散电流方程——定量分析基础	171
四、定量分析方法	172
第六节 溶出伏安法	173
第七节 电化学分析法在环境分析监测中的 应用	173
一、离子选择性电极在环境分析监测中的 应用	173
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⁺	174
三、吸附溶出伏安法测定苯胺	176
习题	178
第十三章 色谱分析法	180
第一节 气相色谱法	180
一、概述	180
二、色谱法基本理论	184
三、气相色谱仪	187
第二节 高效液相色谱法	189
一、液相色谱的发展历史和现状	189
二、高效液相色谱仪	190
三、高效液相色谱法的各种模式及分离类 型的选择	192
第三节 色谱分析法在环境分析监测中的 应用	192
习题	195

第四篇 环境要素的监测

第十四章 环境问题与环境要素监测	196
第一节 环境问题和环境要素监测的必 要性	196
一、环境问题与环境公害概述	196
二、环境要素监测的必要性	199
第二节 环境要素监测分类	201
一、大气污染监测	202
二、水体污染监测	203
三、土壤污染监测	203
四、生物污染监测	203
五、固体废物监测	203
六、噪声污染监测	204
七、放射性污染监测	204
第三节 环境监测与污染物时空分布的 关系	205
一、环境监测与污染物时间分布的 关系	205
二、环境监测与污染物空间分布的关系	206
第四节 监测方案的制定	207
一、确定监测项目的原则	208
二、划分监测范围的原则	208
三、选择分析方法的原则	209
第五节 试样的采集和保存	211
一、大气样品的采集	212
二、水和废水样品的采集和保存	219
三、固体废物样品的采集和制备	223

四、土壤样品的采集与制备	224	二、主要物理性质指标的测定	241
第十五章 主要环境要素的测定	227	三、主要化学性质指标的测定	246
第一节 大气和废气的测定	227	四、主要生物性质指标和活性污泥的测定	252
一、大气中污染物浓度的表示方法	228	第三节 其他环境要素的测定	259
二、标准气的配制	229	一、固体废物的特性鉴别	259
三、大气中污染物的监测项目和检测方法	232	二、土壤中主要污染物的测定	266
第二节 水和废水的测定	238	三、噪声污染与监测	268
一、水和废水的主要测定项目	238	习题	272

第五篇 环境分析监测实验

第十六章 环境分析监测实验基础	273	实验七 废水中化学需氧量的测定	300
第一节 环境分析监测一般操作规则	273	A. 重铬酸钾法	300
一、环境分析监测实验规则	273	B. 库仑滴定法	303
二、环境分析监测实验的安全守则	273	实验八 水中溶解氧的测定(碘量法)	305
第二节 常用玻璃仪器	276	实验九 废水中生化需氧量的测定(标准稀释法)	306
一、环境分析监测中常用的玻璃仪器	276	实验十 废水中挥发酚的测定(4-氨基安替比林氯仿萃取分光光度法)	310
二、玻璃仪器的洗涤	280	实验十一 悬浮物的测定(称重法, GB 11901—89)	313
三、玻璃仪器的干燥	282	实验十二 浊度的测定(GB 13200—91)	314
四、主要玻璃仪器的使用方法	283	A. 分光光度法	314
五、玻璃仪器的保管	286	B. 目视比浊法	315
第三节 称量仪器的使用	287	实验十三 色度的测定(GB 11903—89)	316
一、托盘天平	287	A. 铂钴比色法	316
二、全机械加码电光天平	287	B. 稀释倍数法	318
三、电子天平	289	实验十四 大气中总悬浮微粒的测定(称重法)	319
第十七章 环境分析监测实验	290	实验十五 大气中二氧化硫的测定(盐酸副玫瑰苯胺比色法)	320
实验一 分析天平称量练习	290	实验十六 大气中氮氧化物的测定(盐酸萘乙二胺分光光度法)	324
实验二 水中碱度的测定(酸碱滴定法)	291	实验十七 土壤中镉、铜、铅、锌的测定(原子吸收分光光度法)	326
实验三 水中硬度的测定	292		
实验四 水中氯离子的测定	294		
A. 莫尔(Mohr)法	294		
B. 电位测定法	296		
实验五 水的pH值测定	298		
实验六 水的高锰酸盐指数测定(耗氧量)	299		
附表	329		
参考文献	342		

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

环境分析监测理论与技术在内容上应包括环境分析理论与技术和环境监测理论与技术两部分。虽然二者在理论水平、技术水平上有高低之分，但在环境保护功能的重要性方面却不相上下。由于它们在许多方面互为关联，且许多理论和技术又互为引用，所以本书将其放在一起讨论，称之为环境分析监测理论与技术。

众所周知，环境科学是一门有特定研究对象的综合性新兴学科。它是介于社会科学、自然科学和技术科学之间的边缘科学，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类，见图 1-1。

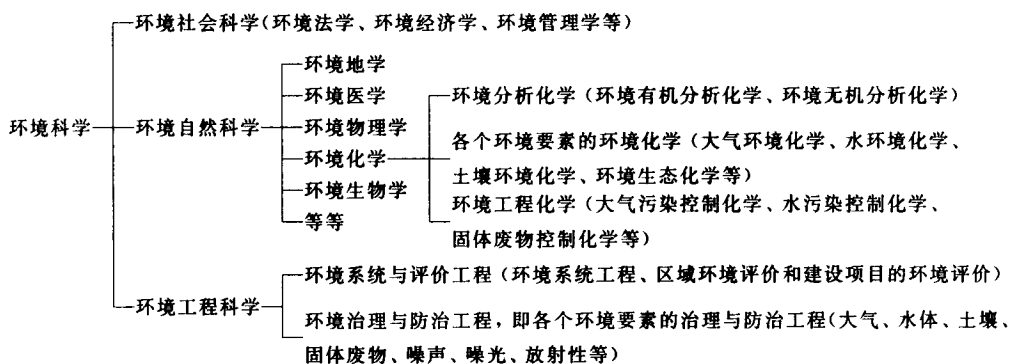


图 1-1 环境科学分类

环境分析监测是贯穿于以上各个分支的重要环节。它实际上既不是对环境污染物的简单监测，也不是像环境化学那样纯粹的理论分析；而是在了解环境分析化学基本知识的同时，按照现代分析化学的结构，有针对性地研究环境监测中的具体项目。

总之，环境分析监测是研究、分析、测定、评价环境质量的学科，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，而描写这些因素的定量数据称为代表值。所以通过对环境质量因素代表值的测定、分析和评价，可以确定环境质量。对于所有环境工程科学中的各种“工程”，所有环境社会科学中的各个分支，全部依靠环境分析监测所提供的“代表值”来得以支持。所以，它是环境工程专业和环境科学专业的重要基础技术课。通过本课程的学习，要掌握基本理论和方法，基本技术和技能，培养分析和解决问题的能力。

一、环境分析监测的分类、任务及特点

1. 环境分析监测的分类

按照不同的监测目的，可以有不同类型的分类。

① 按照分析的对象（即按照环境要素），环境分析监测应包括：水和废水的污染监测、大气和废气的污染监测、固体废物的污染监测、土壤污染监测、生物污染监测、放射性污染

监测、光污染监测、噪声污染监测、热污染监测等。

② 按照监测的目的，环境分析监测应包括：工程性分析监测（为制定环境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的监测）、事故性分析监测（对于已经或即将发生的故事进行监测，以便确定危害原因、程度、范围等，以便采取有效措施）。

2. 环境分析监测的任务

环境分析监测是为控制污染、保护环境服务的，它对于人类生存和社会文明都有着重要意义。其主要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。

3. 环境污染物的性质

① 毒性 它是指毒物侵入机体后与机体的组织或体液发生物理、化学或生物化学等作用，在达到一定程度时产生的功能障碍或病理变化。一般在研究环境污染物的毒性及其危害时，还要考虑多种污染物共同存在时的综合效应。

② 扩散性 环境污染物的扩散性是指污染物在环境中迁移速度的大小和迁移规律。例如二氧化硫的扩散性很好，所以北极冰层上空的“北极雾”就是以硫酸和硫酸铵等化合物组成的气溶胶。再如格陵兰岛的铅含量在1965~1966年比过去200年增加了4倍，说明铅的扩散性很大；而毒性更大的汞扩散性则很小，一般烟囱中排出的汞，百米外的浓度成几十倍的递减。

③ 活性或持久性 它是指污染物在环境中的稳定程度和持续时间。如硫化氢几小时内被氧化成二氧化硫从空气中消失；而半衰期较长的放射性尘埃可以随地球的转动长期保留在大气中，称为“死灰”。再例如水体底泥的汞约10~100年才会变成对生命有威胁的甲基汞等，这些从不同角度都说明污染物具有活性或持久性。

④ 生物可分解性和生物积累性 有的污染物可以被生物分解成为无害的稳定化合物（如粪便的无害化处理、水的生物分解等），而有的污染物则依靠食物链的作用呈现生物积累（如美国密执安湖底泥中的DDT含量为：泥中 $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，贝壳动物中 $0.41 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，各种鱼类中 $3 \sim 6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，海鸥体脂肪中 $72\ 400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ）。

⑤ 自然性 由于不同的环境要素中，各种污染物的自然背景浓度是不一样的，所以，人类不能脱离自然界独立生存，也不能孤立地看待、分析环境的污染问题。如许多化学元素在人体中的丰度同在地壳中的丰度很接近，从而证明人对自然环境的适应力极强，也说明人与自然界有着十分密切的内在联系。

4. 环境分析监测的特点

简单地讲，环境分析监测具有以下特点：①样品组分的组成复杂、种类繁多；②样品组分的稳定性较差、变异性较大；③样品组分的含量通常较低；④分析监测的工作量较大。

5. 优先污染物和优先（污染）监测的概念

就污染物而言，有毒化合物的污染控制和防治是最主要的。而各国发展水平不同、国

情不同、污染状况不同，防治污染的具体做法也不同。但有一共同点是：由于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，都不可能对所有污染物制定标准、限制排放和实行控制，而只能优先选出一些重要的污染物予以控制。而把优先选择的有毒污染物称为（环境）优先污染物。对优先污染物进行监测称为优先（污染）监测。

一般有毒污染物的特点是：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。

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；
- ② 已有可靠的分析方法，并能保证获得准确数据的污染物。

当符合上述条件，但不能同时监测时，应按照下列原则进行优先监测：

- 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。

二、常用环境分析监测方法

环境分析监测是在现代分析化学的知识结构基础上，根据分析化学各个领域的测试技术和手段发展起来的。其分析监测的方法种类很多，而每一种方法都有一定的使用浓度范围和所适合的测定对象。

1. 成分分析监测

成分分析监测分为化学分析监测（包括称量分析和容量分析）和仪器分析监测（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、专项仪器分析法、自动连续监测技术等）。两种分析方法往往相辅相成，一般在常量范围内（含量在1%以上）或半微量范围内用化学分析法，而在微量和痕量分析中则常用仪器分析法。

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。

3. 生物分析监测

它是利用植物等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。该方法通常能够反映出污染物对生物体的急性和慢性作用。有时应用酶作为生物化学催化剂来测定污染物的含量。

三、环境标准

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。一般环境标准是遵循调查研究、专门性试验、国际上同类标准三个主要途径进行制定的。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）时认为对人体是安全的，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。而其他环境标准全是在此基础上制定的。我国常用的环境标准类型见表 1-1。

表 1-1 我国常用的环境标准类型

种 类	目 的	作 用	依 据	分 类	形 式
环境质量标准	保护人体健康和正常生活环境	为环保管理部门工作和监督提供依据	环境质量基准及技术经济条件	空气、水、土壤等	环境中污染物浓度
污染物排放标准	保证环境质量标准的实现,控制排放	直接控制污染源,便于设计规划	环境质量基准及技术经济条件	废气、废水、废渣等	污染物排放浓度或质量排放率
污染控制技术标准	促进排放标准的实施,控制排放	直接控制污染源,便于设计规划	污染物排放标准或环境质量标准	燃料、原料、净化设备、排气、卫生防护带等	含硫量、净化效率、烟囱高度、防护带、距离等
污染警报标准	防止污染事故的发生,减少损害	便于环保部门和社会公众采取必要行动	环境质量标准	警戒、警告、危险、紧急	环境中污染物浓度

1. 制定环境标准应遵循的原则

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。任何环境标准的制定都要遵循以下原则。

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,是指经科学试验所确定的污染物(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,盲目提高环境质量标准,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,是我国重要的技术经济政策,也是技术引进的重要部分,它能了解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从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。

2. 几种常用的环境标准

针对不同的环境要素,国家首先制定了相应的环境质量和污染物排放标准,并以国家标准的形式向社会发布。同时,对于正在使用的标准进行修改完善。下面简单介绍几种重要的环境标准。

(1) 地表水环境质量标准(参照 GB 3838—2002)

本标准按照地表水功能分类和保护目标,规定了水质项目及标准值、水质评价、水质项目的分析方法以及标准的实施与监督。本标准适用于中华人民共和国领域内江河、湖泊、运河、渠道、水库等具有使用功能的地表水水域。表 1-2 是地表水环境质量标准基本项目标准限值。

依据地表水水域环境功能和保护目标将其划分为五类:

- I 主要适用于源头水、国家自然保护区；
- II 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 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 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 主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。
- 同一水域兼有多类别的，依最高类别功能划分。

表 1-2 地表水环境质量标准基本项目标准限值

单位： $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

分类标准值项目	I	II	III	IV	V
水温/ $^{\circ}\text{C}$	人为造成的环境水温变化应限制在： 周平均最大温升 ≤ 1 ； 周平均最大温降 ≤ 2				
pH 值(无量纲)	6~9				
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计) \leq	250	250	250	250	250
氯化物(以 Cl^- 计) \leq	250	250	250	250	250
铁 \leq	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0
锰 \leq	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0
铜 \leq	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
锌 \leq	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
硝酸盐(以 N 计) \leq	10	10	10	20	25
总氮(湖、库,以 N 计) \leq	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷(以 P 计) \leq	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
高锰酸盐指数 \leq	2	4	6	10	15
溶解氧 \geq	饱和率 90%	6	5	3	2
化学需氧量(COD_{Cr}) \leq	15	15	20	30	40
生化需氧量(BOD_5) \leq	3	3	4	6	10
氟化物(以 F^- 计) \leq	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
硒 \leq	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
砷 \leq	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
汞 \leq	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
镉 \leq	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
铬(六价) \leq	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
铅 \leq	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
氰化物 \leq	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
挥发酚 \leq	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
石油类 \leq	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
阴离子表面活性剂 \leq	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
粪大肠菌群/(个 $\cdot\text{L}^{-1}$) \leq	200	2000	10 000	20 000	40 000
氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$) \leq	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
硫化物 \leq	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0

该标准的基本要求是：所有水体不应有非自然原因导致的下述物质。(1) 能形成令人感官不快的沉淀物的物质；(2) 令人感官不快的漂浮物，诸如碎片、浮渣、油类等；(3) 产生

令人不快的色、臭、味或浑浊度的物质；(4) 对人类、动植物有毒、有害或带来不良生理反应的物质；(5) 易滋生令人不快的水生生物的物质。

(2) 生活饮用水卫生标准 (GB 5749—85)

生活饮用水包括自来水、井水和深井水等。制定标准的原则和方法基本上与地表水环境质量标准相同，所不同的是饮用水不存在自净问题，因此无 BOD、DO 等指标。另外饮用水中某些微量元素（如氟）要有适当的含量，过高或过低都可能对人体产生有害影响。

本标准中规定了执行、监督、水源选择、水质鉴定、卫生防疫、经常管理等内容，标准适用于城乡供生活饮用的集中式给水（包括各单位自备的生活饮用水）和分散式给水。生活饮用水水质不应超过表 1-3 所规定的限量。

表 1-3 生活饮用水水质标准

项 目	标 准	
感官性状和 一般化学指标	色	色度不超过 15 度并不得呈现其他异色
	浑浊度	不超过 3 度,特殊情况不超过 5 度
	臭和味	不得有异臭、异味
	肉眼可见	不得含有
	pH 值	6.5~8.5
	总硬度(以碳酸钙计)	450mg · L ⁻¹
	铁	0.3mg · L ⁻¹
	锰	0.1mg · L ⁻¹
	铜	1.0mg · L ⁻¹
	锌	1.0mg · L ⁻¹
	挥发酚类(以苯酚计)	0.002mg · L ⁻¹
	阴离子合成洗涤剂	0.3mg · L ⁻¹
	硫酸盐	250mg · L ⁻¹
	氯化物	250mg · L ⁻¹
	溶解性总固体	1000mg · L ⁻¹
毒理学指标	氟化物	1.0mg · L ⁻¹
	氰化物	0.05mg · L ⁻¹
	砷	0.05mg · L ⁻¹
	硒	0.01mg · L ⁻¹
	汞	0.001mg · L ⁻¹
	镉	0.01mg · L ⁻¹
	铬(六价)	0.05mg · L ⁻¹
	铅	0.05mg · L ⁻¹
	银	0.05mg · L ⁻¹
	硝酸盐(以氮计)	20mg · L ⁻¹
	氯仿	60μg · L ⁻¹
	四氯化碳	3μg · L ⁻¹
	苯并[a]芘	0.01μg · L ⁻¹
	滴滴涕	1μg · L ⁻¹
	六六六	5μg · L ⁻¹
细菌学指标	细菌总数	100 个 · ml ⁻¹
	总细菌总数	3 个 · L ⁻¹
	游离余氯	在与水接触 300 min 后应不低于 0.3 mg · L ⁻¹ ；集中式给水除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水不应低于 0.05 mg · L ⁻¹
放射性指标	总 α 放射性	0.1Bq · L ⁻¹
	总 β 放射性	1Bq · L ⁻¹

(3) 污水综合排放标准 (GB 8978—1996)

该标准按照污水排放去向,分年限规定了69种水污染物最高允许排放浓度及部分行业最高允许排水量。标准适用于现有单位水污染物的排放管理,以及建设项目的环境影响评价、建设项目环境保护设施设计、竣工验收及其投产后的排放管理。

在该标准中,特别对以下名词进行定义。

污水:指在生产与生活活动中排放的水的总称。

排水量:指在生产过程中直接用于工艺生产的水的排放量。不包括间接冷却水、厂区锅炉、电站排水。

一切排污单位:指本标准适用范围所包括的一切排污单位。

其他排污单位:指在某一控制项目中,除所列行业外的一切排污单位。

本标准将排放的污染物按其性质及控制方式分为两类。第一类污染物,不分行业和污水排放方式,也不分受纳水体的功能类别,一律在车间或车间处理设施排放口采样,其最高允许排放浓度必须达到本标准要求(采矿行业的尾矿坝出水口不得视为车间排放口)。第二类污染物,在排污单位排放口采样,其最高允许排放浓度必须达到本标准要求。本标准按年限规定了第一类污染物和第二类污染物最高允许排放浓度及部分行业最高允许排水量,并分别按1997年12月31日之前建设(包括改、扩建)的单位和1998年1月1日起建设(包括改、扩建)的单位进行了规定。第一类和第二类污染物最高允许排放浓度分别见表1-4和表1-5。

(4) 环境空气质量标准 (GB 3095—1996)

标准规定了环境空气质量功能区划分、标准分级、污染物项目、取值时间及浓度限值,采样与分析方法及数据统计的有效性规定。

表 1-4 第一类污染物最高允许排放浓度

单位: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

污染物	最高允许排放浓度	污染物	最高允许排放浓度	污染物	最高允许排放浓度
总汞	0.05	总砷	0.5	总银	0.5
烷基汞	不得检出	总铅	1.0	总 α 放射性	$1\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$
总镉	0.1	总镍	1.0	总 β 放射性	$10\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$
总铬	1.5	苯并[a]芘	0.000 03		
六价铬	0.5	总铍	0.005		

表 1-5 第二类污染物最高允许排放浓度 (1997年12月31日前建设的单位)

单位: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

污染物	适用范围	一级标准	二级标准	三级标准
pH值	一切排污单位	6~9	6~9	6~9
色度(稀释倍数)	染料工业	50	180	—
	其他排污单位	50	80	—
悬浮物(SS)	采矿、选矿、选煤工业	100	300	—
	脉金选矿	100	500	—
	边远地区砂金选矿	100	800	—
	城镇二级污水处理厂	20	30	—
	其他排污单位	70	200	400

续表

污染物	适用范围	一级标准	二级标准	三级标准
悬浮物(SS)	甘蔗制糖、苧麻脱胶、湿法纤维板工业	30	100	600
五日生化需氧量(BOD ₅)	甜菜制糖、酒精、味精、皮革、化纤浆粕工业	30	150	600
	城镇二级污水处理厂	20	30	—
	其他排污单位	30	60	300
化学需氧量(COD)	甜菜制糖、焦化、合成脂肪酸、湿法纤维板、染料、洗毛、有机磷农药工业	100	200	1000
	味精、酒精、医药原料药、生物制药、苧麻脱胶、皮革、化纤浆粕工业	100	300	1000
	石油化工工业(包括石油炼制)	100	150	500
	城镇二级污水处理厂	60	120	—
	其他排污单位	100	150	500
石油类	一切排污单位	10	10	30
动植物油	一切排污单位	20	20	100
挥发酚	一切排污单位	0.5	0.5	2.0
总氰化合物	电影洗片(铁氰化合物)	0.5	5.0	5.0
	其他排污单位	0.5	0.5	1.0
硫化物	一切排污单位	1.0	1.0	2.0
氨氮	医药原料药、染料、石油化工工业	15	50	—
	其他排污单位	15	25	—
氟化物	黄磷工业	10	20	20
	低氟地区(水体含氟量<0.5)	10	20	30
	其他排污单位	10	10	20
磷酸盐(以P计)	一切排污单位	0.5	1.0	—
甲醛	一切排污单位	1.0	2.0	5.0
苯胺类	一切排污单位	1.0	2.0	5.0
硝基苯类	一切排污单位	2.0	3.0	5.0
阴离子表面活性剂(LAS)	合成洗涤剂工业	5.0	15	20
	其他排污单位	5.0	10	20
总铜	一切排污单位	0.5	1.0	2.0
总锌	一切排污单位	2.0	5.0	5.0
总锰	合成脂肪酸工业	2.0	5.0	5.0
	其他排污单位	2.0	2.0	5.0
彩色显影剂	电影洗片	2.0	3.0	5.0