

环境监测技术方法概论

环境监测基础知识

HUAN JING JIANCE JICHUZHISHI

吴振德 李大虎 主编



AWA5671A



AWA5722

西安地图出版社

环境空气质量标准

环境空气质量标准

GB 3095-2012 环境空气质量标准



环境空气质量标准

环境监测技术方法概论

——环境监测基础知识

吴振德 李大虎 主编

西安地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测技术方法概论: 环境监测基础知识/吴振德 李大虎

主编—西安:西安地图出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-80748-315-1

I. 环… II. 李… III. 环境监测 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 124870 号

环境监测技术方法概论

—环境监测基础知识

吴振德 李大虎 主编

出版发行: 西安地图出版社出版 (西安市友谊东路 334 号 710054)

责任编辑: 冉志刚

印 刷: 中共陕西省委机关第二印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 850 毫米×1168 毫米 1/16

印 张: 24.5

字 数: 515 千字

版 次: 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-80748-315-1

印 数: 0001—1000

定 价: 78 元

序 言

环境监测是指连续或者间断地测定环境中污染物的性质、浓度，观察、分析其变化以及对环境影响的过程。环境监测的基本目的是全面、及时、准确地掌握人类活动对环境影响的水平、效应及趋势。环境监测制度是实施环境保护法律的重要手段，是环境保护执法体系的基本组成部分。

由于环境监测是环境保护的基础性工作，具有涉及面广、专业性强和耗资大等特点，环境保护法规定，国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，加强对环境监测的管理。

国务院环境保护行政主管部门设置污染监测机构，制定统一的监测原则、程序和方法，组织监测网络，以开展环境监测工作，掌握和评价环境状况，为防治环境污染提供可靠的监测数据和科学的测试技术。组织监测网络是为了把各有关部门的环境监测力量组织起来，充分发挥各方面技术装备和人才的优势，调动各方面环境监测力量的积极性，密切配合，分工协作，共同做好环境监测工作。随着各项环境保护法律的实施，我国环境监测工作得到了逐步的开展和加强，在环境保护工作中发挥了重要的作用。

在我国环境保护事业开创 30 年的历程中，环境监测在推进排污收费、环境影响评价、建设项目环境保护“三同时”等老三项环境管理制度和环境保护目标责任制、城市环境综合整治定量考核、排污许可证、限期治理、污染集中控制等新五项制度中都发挥了重要作用，为环境保护和可持续发展提供了可靠的保证。

二十世纪 90 年代以来，在着力改善重点流域和区域环境质量、实施污染总量控制、重点城市环境功能区达标和工业污染源达标、取缔关停“十五小”等跨世纪工程中，环境监测在环境管理工作中发挥了更为突出的作用。新的历史时期，又在污染减排工作中起着判断、分析、核算等重要作用。随着民主法制建设历程的不断推进，环境监测的重要作用将日益凸显，未来的环境决策和管理无不以科学的环境监测数据为依据。

从我省环境队伍的情况看，从事环境监测工作的人员占到近 50%，但历经环

保部门分设和县级环保机构上划两次机构改革，环境监测、监察人员素质不高、业务不精的问题表现较为突出，难以承担新时期繁重的环保工作任务，成为全省环保事业发展中的一个重要问题。特别是环境监测作为环境管理的“眼睛”，其专业属性要求有一支更为专业的监测队伍。为积极响应国家环保总局加强环保系统“五大建设”的号召，扎实推进环保队伍素质和能力建设，用三到五年时间，打造一支业务精、装备良的环保队伍，在加大三大体系建设，提高环境监测、执法能力的同时，组织编印这样一本书，非常及时和必要。细览这本《环境监测技术方法概论—环境监测基础知识》七章之内容，不仅包含了环境监测技术基础理论，还录入了标准、规范等基本知识，不仅可以作为环境监测人员学习的培训教材，还可作为环境管理人员及环境执法人员的工作手册，不失为广大环保工作者的一本好工具书。衷心希望本书的出版，能在加强全省环保系统业务素质建设中发挥重要作用，使全省环保系统在挺进建设西部强省的主战场，构建生态和谐新陕西的新征途中作出积极的贡献！

陕西省环境保护局局长

何发理

2008年7月6日

目 录

第一章 绪论	1
第一节 监测的定义及对象.....	1
第二节 环境监测的目的和分类.....	2
第三节 环境监测的主要方法.....	4
第四节 环境分析监测的基础知识.....	13
1、分析天平.....	13
2、玻璃器皿.....	14
3、实验室用水.....	15
4、化学试剂.....	17
5、国际单位制.....	17
第二章 实验室资质认定和质量管理	21
第一节 计量认证、审查认可.....	22
※第二节 环境监测机构资质认定的评审内容与考核要求.....	26
※第三节 实验室质量管理.....	35
第三章 环境监测中的环境标准	45
第一节 我国的环境标准体系.....	45
※第二节 验收监测标准的选用.....	49
※第三节 应用标准考核时(标准使用过程中)应注意的问题.....	55
※第四节 常用标准应用实例.....	57
第四章 水和废水监测	62
第一节 概述.....	62
第二节 地表水和污水监测技术规范.....	64
第三节 水样的预处理.....	123
第四节 物理性质的检验.....	129
1、水温.....	129
2、颜色.....	129
3、臭.....	130
4、残渣.....	130
5、电导率.....	131
6、浊度.....	131
7、透明度.....	132
8、pH 值.....	132
第五节 金属化合物的测定.....	133
一、水质 总汞的测定.....	133
二、水质 铜、锌、铅、镉的测定.....	141
三、铬的测定.....	150

四、砷的测定·····	160
第六节 非金属无机化合物的测定·····	165
一、水质 总氰化物的测定·····	165
二、水质 铵的测定（纳氏试剂比色法）·····	174
第七节 有机污染物的测定·····	179
一、水质 化学需氧量的测定（重铬酸盐法）·····	179
二、水质 高锰酸盐指数的测定·····	183
三、水质 五日生化需氧量的测定（稀释与接种法）·····	186
四、水质 石油类和动植物油油的测定（红外光度法）·····	192
五、水质 阴离子表面活性剂的测定（亚甲蓝分光光度法）·····	200
第五章 大气和废气监测·····	207
第一节 大气污染的基本知识·····	207
第二节 大气污染监测方案的制定·····	210
第三节 环境空气（手工）采样细则·····	211
第四节 环境空气中常见污染物的监测方法·····	217
一、环境空气 二氧化硫的测定·····	217
二、环境空气 二氧化氮的测定（Saltzman 法）·····	223
三、可吸入颗粒物浓度测定方法（PM ₁₀ ）·····	228
四、环境空气 铅的测定（火焰原子吸收分光光度法）·····	229
第五节 固定污染源监测细则·····	233
第六节 影响大气污染的气象要素及其测定方法·····	244
※第七节 流动污染源监测·····	247
※第八节 大气降水的测定·····	255
※第九节 大气污染生物监测法·····	263
※第六章 土壤污染监测·····	266
第一节 土壤组成·····	266
第二节 土壤环境监测技术规范·····	268
第七章 噪声（振动）监测·····	309
第一节 噪声及其危害·····	309
第二节 噪声的评价·····	314
第三节 噪声允许标准·····	321
第四节 常用噪声测量仪器·····	324
一、声级计·····	324
二、积分平均声级计和积分声级计（噪声暴露计）·····	326
三、噪声统计分析仪·····	327
四、滤波器和频谱分析仪·····	327
五、实时分析和数字信号处理·····	327
六、环境噪声自动监测系统和噪声显示屏·····	328
七、声校准器·····	330
※第五节 噪声测量方法·····	331
一、作业场所噪声测量·····	331

二、城市区域环境噪声测量方法.....	331
三、工业企业厂界噪声测量方法.....	333
四、铁路边界噪声测量方法.....	334
五、建筑施工场界噪声测量方法.....	334
六、机场周围飞机噪声测量方法.....	334
七、噪声的频谱分析.....	335
八、内燃机噪声测定办法.....	335
第六节 环境振动标准和城市区域环境振动测量方法.....	336
一、环境振动标准.....	336
二、环境振动测量方法.....	338
※第七节 噪声控制.....	339
一、吸声.....	339
二、隔声.....	351
三、消声.....	362

第一章 绪 论

第一节 监测的定义及对象

1 定义

监测的含义可理解为监视、测定、监控等。

环境监测：就是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。也可表示为用科学的方法监测和测定代表环境质量及发展变化趋势的各种数据的全过程。

2 监测过程

2.1 监测方案制定：基础资料收集（水文、气候、地质、地貌、气象、地形、污染源排放情况、城市人口分布等历年资料）、采样点设置、采样时间与频率、采样及监测技术的选择、结果表达。

2.2 过程：发现问题→按标准制定监测方案→样品采集→样品运送保存（处理样品）→按标准分析方法进行分析测试→数据处理→综合评价→编写报告→三级审核→签发报告。

3 监测对象

3.1 反映环境质量变化的各种自然因素（地表水、地下水、大气）或称**环境质量状况**（包括水体、大气、噪声、土壤、作物、水产品、畜产品、放射性物质、电磁波、地面下沉、土壤盐碱化、沙漠化、森林植被、自然保护区等）。

3.2 人类活动与环境有影响的各种人为因素（三废）或称**污染源**（包括工业、农业、交通、医院、城市第三产业、污水灌溉污染源等）。

3.3 对环境造成污染危害的各种成分。

第二节 环境监测的目的和分类

1 目的

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。

具体归纳为：

1.1 根据环境质量标准，通过监测来检验和判别工业排放物浓度或排放量是否超标，检验和评价环境质量；

1.2 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；

1.3 收集本底数据，积累长期监测资料，为研究环境容量、实施总量控制和目标管理、预测预报环境质量提供数据；

1.4 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；

1.5 通过监测确定环保设施运行效果，以便采取措施和管理对策，达到减少污染、保护环境的目的；

1.6 为环境科学研究提供科学依据。

2 环境监测的分类

2.1 按监测目的或监测任务划分

可分为**政府授权的公益型环境监测**和**非政府组织的公共事务环境监测**。

其中，政府授权的公益型环境监测是目前环境保护系统各级监测站的主要职责，具体可分为监视性监测、特定目的性监测以及研究性监测。非政府组织的公共事务环境监测主要包括咨询性监测，为科研机构、生产单位等提供服务性监测，例如室内环境空气监测、生产性研究监测等。

2.1.1 监视性监测（例行监测、常规监测）

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。

2.1.2 目的监测（特例监测、应急监测）

2.1.2.1 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。

2.1.2.2 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。

2.1.2.3 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等。

2.1.2.4 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。

2.1.3 研究性监测（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。

2.2 按监测介质或对象分类

可分为水质监测、空气监测、土壤监测、固体废物监测、生物监测、噪声和振动监测、电磁辐射监测、放射性监测、热监测、光监测、卫生（病原体、病毒、寄生虫等）监测等。

2.3 按专业部门分类

可分为：气象监测、卫生监测、资源监测等。

此外，又可分为：化学监测、物理监测、生物监测等。

2.4 按监测区域分类

可分为：厂区监测和区域监测。

厂区监测是指企业、事业单位对本单位内部污染源及总排放口的监测，各单位自设的监测站主要从事这部分工作。

区域监测指全国或某地区环保部门对水体、大气、流域、风景区、游览区等环境的监测。

第三节 环境监测的主要方法

环境样品的测试方法是在现代分析化学各个领域的测试技术和手段的基础上发展起来的,用于研究环境污染物的性质、来源、含量、分布状态和环境背景值。随科学技术的不断发展,除经典的化学分析、各种仪器分析为环境分析监测服务外,一些新的测试手段和技术,如色谱-质谱联用、激光、中子活化法、遥感遥测技术也很快被广泛应用于环境污染的监测中,为了及时反映监测对象和取样时的真实情况,确切掌握环境污染连续变化的状况,许多小型现场监测仪器和大型自动监测系统也获得迅速的发展。

1 化学分析法

1.1 容量分析

1.1.1 定义:是将一种已知准确浓度的试剂溶液即标准溶液,滴加到待测物质的溶液中,直到所加的试剂与被测物质按化学计量定量反应为止,然后根据标准溶液的浓度和所消耗的体积,计算出待测组分的含量。这种以测量标准溶液体积为基础的分析方法,也叫容量分析。

1.1.2 滴定:将标准溶液从滴定管加到待测物质溶液中的过程叫“滴定”。

1.1.3 滴定终点:在等当点时,反应往往不易为人觉察到任何外部特征。因此,通常都是在待测溶液中加入指示剂,利用指示剂颜色的突变来判断等当点的到达。在指示剂变色时停止滴定,这一点称为滴定终点。

1.1.4 滴定误差:滴定终点与等当点不一定恰好符合,由此而造成的分析误差称为“滴定误差”。

1.1.5 滴定分析的条件

1.1.5.1 反应必须定量地完成,即反应按一定的反应方程式进行,没有副反应,而且进行完全,这是定量计算的基础。

1.1.5.2 反应速度要快,对于速度慢的反应,应采取适当的措施提高其反应速度。

1.1.5.3 用比较简便的方法确定其滴定的终点。

1.1.6 标准溶液和基准物质

1.1.6.1 基准物质的要求:纯度 99.9%,组成应与化学式完全相符。稳定,有较大摩尔质量。试剂参加反应时,应按反应方程式定量进行,没有副反应。

1.1.6.2 标准溶液：可用直接法、间接法两种方法进行配制（间接配制标准溶液要进行“标定”）

1.1.7 标准溶液浓度表示法

1.1.7.1 物质的量浓度： $C = n/v$;

1.1.7.2 物质的量、质量、摩尔质量的浓度间的关系： $n_m = m/M$;

1.1.8 滴定分析的计算

1.1.8.1 常用溶液浓度表示法

① **质量—质量百分浓度** (m/m), 以 100g 溶液中所含溶质的克数表示;

比如 37% 的盐酸是指 100 克浓盐酸中含有 HCl 37g 和 H₂O 63g ;

② **质量—体积百分浓度**

指 100ml 溶液中所含溶质的质量 (单位为 g)。比如 0.1% 甲基橙是指 100ml 溶液中含有 0.1g 甲基橙。

③ **体积—体积百分浓度 (V/V)**

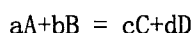
指 100ml 溶液中所含溶质的体积 (ml 数)。例 70% 乙醇, 是指 100ml 溶液中含 70ml 乙醇。

④ **体积比浓度**: 指 1 体积的浓溶液。加入 X 体积水后稀释而成溶液, 常以符号 “1: X” 或 “1+X” 表示。

例: (1+4) H₂SO₄ 是指 1 体积浓 H₂SO₄ 和 4 体积水配成的稀 H₂SO₄。

1.1.8.2 滴定分析的计算

① 按化学反应计量关系计算, 若被测物 A 与滴定剂 B 间的反应为



② 当滴定到达等当点时, A 与 B 的物质的量之比, 应等于反应方程式中二者计量数之比即:

$$N_A : N_B = a : b$$

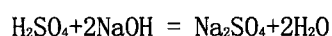
滴定到达等当点时:

$$N_B = b/a \times N_A \quad N_A = a/b \times N_B$$

$$N_A = C_A \times V_A \quad N_B = C_B \times V_B$$

$$C_A \times V_A = a/b \times C_B \times V_B$$

例如: 用已知浓度 NaOH 标准液测定 H₂SO₄ 溶液浓度, 其反应式为:



$$C_{(H_2SO_4)} \times V_{(H_2SO_4)} = 1/2 \times C_{(NaOH)} \times V_{(NaOH)}$$

$$C_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = C_{(\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})} / 2V_{(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

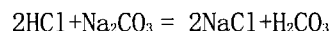
若用固体试剂配溶液，用基准溶液标定溶液或求测溶液中溶质的质量等类型的计算时：

$$C_A \times V_A = a/b \times m_B / M_B$$

m_B : 物质 B 的量

M_B : 物质 B 的摩尔量

例如：用 Na_2CO_3 基准物质标定 HCl 的浓度时反应为：



$$C_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}} = 2/1 \times m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$C_{\text{HCl}} = 2 m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / (M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V_{\text{HCl}})$$

1.1.9 缓冲溶液

定义：具有一定抵御外来酸碱影响的能力，而保持 pH 值无显著变化的溶液叫酸碱缓冲溶液。

缓冲溶液组成：弱酸与弱酸盐 ($\text{HAC}—\text{NaAC}$)，弱碱与弱碱盐 ($\text{NHOH}—\text{NH}_4\text{Cl}$) 组成。两个具有不同酸度的酸式盐（如 $\text{NaH}_2\text{PO}_4—\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ）组成。

1.1.10 各种指示剂的认识

酸碱指示剂：在酸碱滴定过程中，随着滴定剂的加入，溶液的 pH 不断变化，这种变化在等当点附近十分迅速。但溶液没有任何外观的变化，因此，常借助一些随溶液 pH 改变其特征（如颜色变化等）的化学物质来指示等当点的到达，这种化学物质就叫酸碱指示剂。

例：酚酞 (pH8.0~9.6)，甲基橙 (pH3.1~4.4)，甲基红 (pH4.4~6.2)，中性红 (pH6.8~8.0)。

1.2 重量分析

1.2.1 分类：沉淀法、气化法

1.2.2 重量分析对沉淀的要求

1.2.2.1 重量分析对沉淀形式的要求：沉淀物的溶解度必须要小，这样才能保证被测组分沉淀完全；沉淀物应易于过滤和洗涤，要求晶形粗大，沉淀物力求纯净，应避免其他杂质污染，易干燥，便于称量。

1.2.2.2 重量分析对称量形式的要求：沉淀必须有确定化学组成，以便计算结果，必须十分稳定，不受空气中水份、 CO_2 、 O_2 等影响，必须有大的分子量，沉淀量较大，减少称量误差提高灵敏度。

1.2.2.3 重量分析对沉淀剂的选择(略)

沉淀的过滤、洗涤、烘干、基本要求(略)

1.2.2.4 重量分析的计算, 根据沉淀物化学分子式中待测物质的组份的比例来计算。

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大类。

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、硫离子、氰化物、氯化物、硬度等的测定。

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、 PM_{10} 、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汽等。

2 光学分析方法

光学分析包括: 发射光谱、原子吸收、原子荧光、红外吸收、可见和紫外吸收以及分子荧光、化学发光法、非分(色)散红外法等。

2.1 分光光度比色法

2.1.1 郎伯一比耳定律

比色法及分光光度法的定量依据是郎伯一比耳定律。其表达式为:

$$A = K L C$$

A —为吸光度

L —为光程长度(也是比色皿厚度)

C —为有色溶液浓度

K —为吸光物质在特定波长和溶剂的情况下的特征常数。

这个数学表达式, 其含义为一束平行的单色光通过均匀溶液时, 溶液的吸光度与溶液浓度和液层厚度的乘积成正比。

2.1.2 分光光度计的仪器基本结构及其化学分析的原理

光源、 比色皿、 分光系统、 检测系统、 显示系统

根据郎伯一比耳定律, 当波长和强度一定的入射光, 通过光程长度固定的吸光物质时, 吸光度与吸光物质的浓度成正比。在比色和分光光度法分析中, 需要绘制标准曲线(工作曲线)。根据吸光度大小就可以从工作曲线上查得试液浓度的大小。

2.2 原子吸收分光光度法

2.2.1 原理：原子吸收光谱分析法又名原子吸收分光光度法，从光源辐射出具有待测元素特征谱线的光，通过试样原子蒸汽，被蒸汽中基态原子吸收，根据吸收程度的大小，测定试样中待测元素的含量。

2.2.2 特点：

2.2.2.1 准确度高，干扰少。

2.2.2.2 灵敏度高，火焰原子吸收光谱可测到 10^{-9} g/ml 数量级，无火焰原子吸收光谱可测到 10^{-13} g/ml 数量级。

2.2.2.3 测定范围广，可测定 70 多种元素。

2.2.2.4 操作简便，分析速度快。

2.2.3 仪器基本结构

2.2.3.1 仪器基本结构：

光源、 原子化系统、 分光系统、 检测系统 显示系统。

2.2.3.2 光源：空心阴极灯，无极放电灯为常用的两种原子吸收光谱的光源。

2.2.4 原子吸收光谱分析中的干扰

2.2.4.1 光谱干扰：由于光源，试样或仪器使某些不需要的辐射被检测器测量所引起的干扰，叫光谱干扰。

2.2.4.2 物理干扰：试样在转移，蒸发过程中，任何物理因素变化而引起的干扰效应。

2.2.4.3 化学干扰：待测元素与其它组分之间的化学作用引起的干扰效应，主要影响待测元素的原子化效率。

2.2.4.4 电离干扰：部分基态原子电离成离子，不产生吸收，使吸收强度减弱，这种干扰叫电离干扰。

2.3 发射光谱分析法

是在高压火花或电弧激发下，使原子发射特征光谱，根据各元素特征性的光谱线可作定性分析，而谱线强度可用作定量测定。

本法样品用量少、选择性好、不需化学分离便可同时测定多种元素，可用于无机有害物质铬、铅、镉、硒、汞、砷等 20 多种元素的测定，但不宜分析个别试样，且设备复杂，定量条件要求高，故在环境监测的日常工作中，使用发射光谱分析法较少。但自电感耦合高频等离子体光源（简称 ICP 光源）研究成功以来，由于它具有灵敏度高、准确度和再现性好，