



何 少 先 编 著

环境监测

成都科技大学出版社

环 境 测

何少先 编著

成都科技大学出版社

环 境 监 测

何少先 编著

成都科技大学出版社出版、发行

四川省新华书店经销

冶金地质勘探公司印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：14.25

1987年12月第1版 1988年12月第1次印刷

字数：329千字 印数：1—1600册

ISBN7—5616—0260—X/X·1（课）

定价：2.85元

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 环境监测的基本概念	(1)
第二节 环境污染和环境监测的特点	(3)
第三节 环境监测技术和分析方法	(4)
第四节 环境标准	(5)
第五节 污染物浓度表示方法	(9)
思考题及习题	(10)
第二章 大气污染监测	(11)
第一节 大气污染物质的种类和污染源	(11)
第二节 大气监测的布点	(17)
第三节 采样方法	(26)
第四节 大气中粒子状物质的测定	(38)
第五节 污染源烟尘及烟气的采样	(45)
第六节 二氧化硫的分析方法	(55)
第七节 氮的氧化物分析方法	(63)
第八节 一氧化碳的分析方法	(66)
第九节 硫化氢的分析方法	(70)
第十节 光化学氧化剂分析方法	(71)
第十一节 氟化物的分析方法	(71)
第十二节 粉尘成分的分析	(73)
第十三节 标准气体的配制方法	(77)
第十四节 大气的生物监测法	(85)
第十五节 大气监测数据的初步整理	(86)
思考题及习题	(89)
第三章 水质污染监测	(91)
第一节 概述	(91)
第二节 水质测定项目及选择原则	(98)
第三节 分析方法概述	(102)
第四节 水样的采取和现场的测定	(104)
第五节 水样的保存和预处理	(112)
第六节 水的物理性质测定	(125)
第七节 有机污染物的测定	(130)

第八节 非金属无机物的测定	(140)
第九节 金属化合物的测定	(151)
第十节 排水量的测定	(158)
第十一节 水体污染物的生物学监测	(161)
思考题及习题	(163)
第四章 土壤污染监测	(164)
第一节 概述	(164)
第二节 土壤样品的采集	(165)
第三节 土壤样品的制备	(167)
第四节 土壤含水量的测定	(168)
第五节 金属化合物的测定	(168)
第六节 非金属无机物的测定	(169)
第七节 有机化合物的测定	(170)
思考题及习题	(171)
第五章 放射性监测	(172)
第一节 放射性的度量	(172)
第二节 放射性探测仪	(173)
第三节 放射性监测方法	(174)
思考题及习题	(176)
第六章 噪声监测	(177)
第一节 噪声的物理量和物理量度	(177)
第二节 噪声测量仪器	(181)
第三节 噪声监测方法	(184)
思考题及习题	(187)
第七章 环境监测数据整理和常用统计方法	(188)
第一节 数理统计基础	(188)
第二节 监测数据的显著性检验	(192)
第三节 区间估计	(200)
第四节 样本容量的确定	(202)
思考题及习题	(205)
附表	(207)
参考书目	(224)

第一章 绪 论

随着现代化工业、交通运输业的发展,大量排放的废气、废水、废渣,合成品种繁多的化学物质,不断产生的噪声、振动、辐射等,对环境的冲击达到了空前的程度。这种冲击使空气、水体、土壤受到严重的污染,破坏了生态平衡,动植物的生长、繁殖和遗传受到了影响,人类的健康和生存受到极大的威胁。这给人类环境带来的损害是普遍的、长期的、潜在的、严重的。因此,保护和改善环境已成为当代最突出的一个问题。

保护环境是一个十分复杂的问题,它不仅涉及到自然因素,也与一定的社会因素相关,与政府各部门的工作和人民生活的各个方面有着十分密切的联系,既是行政管理问题,又是科学技术问题,内容丰富、领域宽广。目前,对自然环境和社会环境的研究已形成一门新兴学科、即环境科学,它由环境基础科学、环境应用科学、环境社会学等分支学科所组成。

从科学技术的领域来看,环境科学是一门综合性很强的新兴科学,它是以生态学为基础理论,充分利用生物学、化学、物理、数学、地学、医学、工程学、经济学和法学等领域的知识和技术,对因人类活动所引起的空气、水体、生物、土壤环境的问题,进行系统的研究。本书仅涉及环境科学的一个重要组成部分,即环境监测,它是研究在人类活动影响下,环境质量变化规律的科学,它与其他环境分支学科有着密切的联系,是环境保护工作和环境科学研究的基础和“耳目”。

第一节 环境监测的基本概念

一、环境监测和环境分析

引起环境污染的主要因素有化学因素、物理因素和生物因素,其中化学物质是环境污染的最重要因素。最初人们在研究环境污染问题时,把注意力集中在引起污染的化学成分上,先从污染物质的毒性、含量水平及其分布状态的分析开始。因此,环境分析是以大气、水体、土壤、生物中的各种基本化学物质(主要是污染物质)为对象,用化学的或物理的测定方法,对其进行定性、定量分析,从而对影响环境质量变化的物质原因进行分析研究的一门学科。

但是,描述环境质量仅以污染物的化学成分的浓度值来表述是不够的,引起环境质量变化的还有诸如热量、光量、电流、磁量、放射能量等物理量以及生物指标等有关的现象和状态。因此,在研究环境质量问题时,就必须有描述环境质量的各种标志的定量数据,称之为代表值。所谓环境监测就是利用物理测量、化学分析和生物方法,有目的地对环境质量的某些代表值进行较长时间的监视、测定的过程。换句话说,环境监测是在一段时间内,间断地或连续地测定影响环境质量的某些因素的代表值,跟踪其变化情况和对环境产生影响的过程。环境监测同时又受到社会科学的制约,例如,受到立法的限制,环境监测是依法进行的。

环境监测是测定环境中代表值的过程，如何取得代表值是一个很复杂的问题，它涉及到预先周密进行社会调查研究、测定点的选择、监测项目的选择、采样时间、频率、采样方法、分析测定方法以及数据处理等问题。这些问题将在下面的章节里详细讨论。

二、环境监测的任务、目的和分类

1. 环境监测的任务 环境监测是对环境质量进行系统和必要的监测，通过测定各种环境要素的代表值来研究污染物排放规律，污染物的种类、性质、浓度等，研究污染物在时间、空间上分布以及污染物的迁移、转化、影响的规律。它是环境质量评价、环境管理、环境规划的基础。

2. 环境监测的目的

(1) 检验和判断环境质量是否符合国家制订的有关标准。

(2) 根据污染物在各种环境要素中的分布情况，追踪污染路线，研究污染物扩散模式和规律，为预报污染趋势，决定控制环境污染的对策提供依据。

(3) 在长期监测的基础上，对积累的监测数据进行动态分析，为全面规划，合理布局，正确开发和合理利用资源，改善人民生活环境等提供科学资料。

3. 环境监测的分类 对于环境监测的分类，尚无明确的分类方法，过去多数学者曾按监测的目的，将环境监测分为：研究性监测、监视性监测、特定目的监测。也有一些环境保护工作者按环境要素或监测的对象来分类。本书则从环境监测的任务和性质，将其分为三类：

(1) 污染源监测。污染源是向环境排放污染物，或对环境产生有害影响的场所、设备和装置的统称。若按人类社会活动方式分类，可分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源。对污染源进行监测，就是在污染物排出口，设置自动监测仪器，或定期定点采集样品，分析排出物中有害物质的瞬间浓度、单位时间排放量、污染物的性状等，建立监测台帐及污染源分类技术档案，编制报表和报告，以便更好地开展污染防治、环保科研和环境管理工作。通过工艺改革和综合利用，控制污染物的排放量，使其所含污染物的浓度符合国家规定的排放标准，以减少对周围环境的污染。

(2) 区域环境监测。是在受污染地区定期、定点采集大气、水体、土壤等样品，或在固定地点设置自动监测仪，对大气、水体等进行分析、测定。监测受污染地区内污染物的组成及其状态结构的变化；污染物浓度在时间和空间上的分布变化；发展形势和速度，以判地浓度最高和潜在问题最严重的区域所在。同时，还包括影响环境污染变化的气象、水文、地质、地理、区域经济、社会变化等的测定。

(3) 对受害对象产生影响的测定。这种监测是以污染物的受体为对象，用以确认人体、动植物、财物等是否受到污染物质的影响，调查、测定受害主体的变化，弄清污染在大区域和小区域影响的关系，解析污染的机理。由于影响的程度是各种各样的，因此，在讨论是否受影响的时候，要十分注意测定方法的选定和精度等。特别是在分析、判断受害对象处于正常或异常状态时，最好选用生物指标。

以上各类监测是相互联系的，对于正确评价环境质量，制定防治对策，都是不可缺少的组成部分。

第二节 环境污染和环境监测的特点

一、环境污染的特点

环境污染与污染物的浓度、作用时间、污染物的受体、各种污染物之间的互相作用以及污染物的载体间，有着密切的关系，同时还受到社会评价的影响。其特点是：

(1) 污染物的分布随时间变化。在研究环境污染时，污染物的作用时间是一个重要的因素。污染物的种类和浓度（或强度）往往是随时间变化的，这主要是由于污染源排放量和污染物在环境中的载体（例如：水体、大气等）两方面随时间变化的结果。水体的流速、流量、水温变化；大气的风向、风速、稳定度等的变化，都直接影响到污染物与载体的混合、稀释。即使同一种污染物，对同一地点造成的污染浓度随着时间的变化也有较大的差别。因此，应当按照污染物的时间变化来确定适当的采样时间和频率。

(2) 污染物的分布随空间变化。不同污染物排放到环境中以后，由于污染物性质上的差异，同时受气象条件、地形和其他环境条件的影响，因而在不同地理位置上污染物的浓度分布是不相同的，所产生的环境影响也有差别。在设置监测点的位置时，就要充分考虑污染物在空间分布情况。

(3) 环境污染与污染物含量之间存在着一定关系，只有当污染物在各种环境要素中的浓度值（或强度）超过某一阈值时，才有可能引起环境污染。不同污染物在不同环境要素中的阈值不同，这是判断环境污染及污染程度的重要依据。

(4) 环境污染是各种污染因子作用于环境，对环境产生的综合效应。从毒理学的观点来看，若同时存在着多种污染物，它们对人体或生物体的影响可能有下列情况：分别作用于不同器官；同时作用于同一器官，毒害作用是各种污染物毒害作用的总和或大于总和；各种污染物的毒害作用互相抵消一部分。因此，在判断环境质量时，仅以单个污染物质在环境中的浓度值与环境标准值比较而得出结论，显然是不够的。

此外，就是污染物质本身之间，在环境中相互作用而产生毒害更大的物质或毒性更小的物质，对环境会产生新的影响。

(5) 环境污染同时受社会评价的影响。它与社会制度、社会文明、技术经济发展水平、民族的风俗习惯、哲学、法律等问题有关。

二、环境监测的特点

(1) 环境监测是按有关环境法规进行的，并按有关环境标准作出判断和解释。

(2) 环境监测是数目众多的监测站共同开展的一项长期性、系统性的科学研究工作。它要求采用统一的测定方法、标准物质、标样等，使获得的数据有可比性。

(3) 环境监测是取得描述环境质量的各种代表值的过程，要得到有代表性的数据就必须先对环境进行调查，弄清污染物的时空分布和变化，以便选择合适的测定位置、采样时间、频率等。

(4) 影响环境质量的因素繁多，污染源对环境的影响有大有小，因此，应从实际出发，优先监测对环境影响大、有可靠测定方法、有可供比较的标准、污染趋势还在上升、污染源

子具有良好代表性的主要污染物和污染源。

第三节 环境监测技术和分析方法

环境污染物的分析，一般不能简单地进行，因为污染物在大气、水体、土壤中含量极微，分析时干扰因素多，加之污染物本身的状态、价态变化大等特点，对分析测试技术提出了很高的要求。

对于含量极微的环境污染物，直接用少量样品进行分析是困难的，往往不得不作大量的试样分析。例如，大气中二氧化硫、氮氧化物、飘尘等的测定，都需要采集几十升甚至几百立方米的气样。另外，存在于大气、水体、土壤里的污染物是许多污染物的混合物，需要根据分析目的，将所需分析的对象从中分离出来，分离的技术是相当烦琐的，而且不容易确定。这样一来，分析对象以外的成分就常常对测定值发生影响。再者，污染物的毒害作用与它的价态、状态有很大的关系，分析时要保持它的初始状态不变，就必须对试样做预处理，否则会影响测定值的正确性。

选择分析方法时，应根据测定目的，尽可能应用可靠性高的分析方法，同时也要考虑到采样效率、测定的界限、共存成分的影响、操作的难易以及价格消耗等因素。不一定非要选用昂贵的精密分析仪器和高超技术的测定方法，只要经过鉴定是完全科学的测定方法，即使有一定允许范围的误差，也可以应用于环境污染物的分析。为了便于测定数据的比较，应使用国内规定的标准分析方法或统一分析方法。

分析方法可大致分为手工分析法和连续分析法。手工分析方法是使用采样装置捕集某一时刻或某一期间的污染物质。用化学分析或仪器分析测定的方法，一般用在短期或若干测点的测定。化学分析法有容量法（中和滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定、络合滴定）、重量法、比浊法、检气管法等；仪器分析法有分光光度法、色谱法、电化学方法、原子吸收光度法、质谱分析法、红外线吸收分析法、发光分析、X射线分析、中子活化分析等。

连续分析法一般用在经常监测上，以了解污染物短期或长期内的变化。它是由程序设计的指令自动采样、分析、记录的。例如用离子选择电极、红外线吸收法、化学发光法、库仑滴定法、高压液相色谱法等测定原理制成的自动测定仪器已投入使用。

过去对各种污染物的分析监测工作都是用间断的测定方法进行，在不同的条件下，孤立地进行测定，不能很好地、及时地反映出环境质量的变化情况。近来，国内外在环境监测方面已建立起大气和水质的自动连续监测系统。例如，在大气污染自动监测系统中，将自动测量大气污染的仪器，组装成自动监测站，分设在城市的不同区域，由监测中心的电子计算机通过无线或有线电进行控制，形成自动化监测网。各个自动化监测站测得的监测数据由监测中心随时调用、处理、储存和显示。这样的监测系统能把整个城市（地区）大气污染的瞬时值报出来。

这样，就可以在长期连续监测的基础上，综合分析累积的资料，掌握污染途径和规律，摸清影响环境质量的诸因素间的关系，从而建立污染数学模型，以便今后对环境污染作出预测和预报，同时为工业的合理布局及城市建设规划提供科学的依据。

环境科学的蓬勃发展，推动了痕量（ $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 克）和超痕量（ $10^{-11} \sim 10^{-12}$ 克）分析技术的发展（包括精密仪器和自动分析测试技术深入发展）。当代分析技术领域正向着三高

(高灵敏度、高准确度、高分辨率)、三化(分析测试方法标准化、监测技术连续自动化、数据处理计算机化)方面发展,并大量采用大型仪器联用、激光、遥测遥感等新技术。仪器联用中,最常见的是色谱和质谱联用。此外,色谱—红外光谱、色谱—紫外光谱、色谱—原子吸收测录仪联用,发射光谱仪与等离子体源直接偶联,以及由质谱仪与离子显微镜技术组合而成的直接成像离子分析仪等也日益受到重视。遥测遥感技术方面,用于地面的传感器包括烃蒸气传感器、红外探测器、浮标荧光探测器、扫描荧光探测器、紫外传感器、侧视雷达、被动微波成像仪等。

此外,测定噪音强度的声级计,测定核辐射的盖革—弥勒计数管、半导体探测器、闪烁探测器等应用相当广泛。

同时,适用于野外、现场以及污染事故监测的小型便携式、简易、快速的监测手段,也有很快的发展。例如,检气管、比色袋、试纸比色法、环炉等应用也很普遍。为了研究工作人员在所处的污染环境下暴露的时间和污染浓度,最近还开发了多种个体测量器。

在大气、水体、土壤、生物等污染的监测中,除了使用物理的和化学的方法外,还可以利用不同植物对有毒气体有不同的敏感反应来判断大气污染情况,评价大气质量;利用水生生物(鱼类、浮游生物、细菌等)的种类和数量变化以判定水质情况。这种方法谓之生物监测,是进行大气监测和水质监测的重要辅助手段。

第四节 环境标准

一、环境标准的分类

环境标准是由政府制定的强制性法规,是进行环境管理的重要手段,为管理部门提供工作的指南和监督的依据。环境标准又是环境规划的组成部分,是环境质量评价的基础。

许许多多的标准构成了一个环境标准体系。所谓环境标准体系是指为保护和改善环境质量,有效控制污染源排放,从而获得最佳的经济和环境效益,由环境保护权力机构全面规划,统一协调、分工、组织制定的一系列标准的总称。目前,环境标准尚无统一分类方法,现按标准的用途,适用范围等分别说明于下。

按标准的用途可分为:环境质量标准、污染物排放标准、污染控制技术标准、污染警报标准及基础方法标准。

按标准的级别可分为:国家标准、地方标准(或行业标准)。

按污染介质和被污染对象可分为:水质控制标准、大气控制标准、噪声控制标准、废渣控制标准、土壤控制标准。

按标准的颁布形式可分为:法律性标准、参用标准(或内部标准)。

二、环境标准的作用

现按环境标准的用途,简述各种环境标准的作用。

1. 环境质量标准 一般指以保障人类的健康和生活条件为目标,以环境基准为依据,考虑总的社会效益,按照不同的目的和要求,而确定的各种污染物质在环境中的允许浓度。其所规定的水平是期望保持或在不久的将来能达到的。建立这种标准的目的是为环

境管理工作提供指南和依据。环境质量标准与其他标准相比是起主导、制约的作用，其他标准要以它为依据来制定。标准的分级是根据环境基准来确定的，根据对环境质量的要求不同，可分为一级、二级、三级环境质量标准。按其适用范围的不同又有国家环境质量标准和地方环境质量标准。

制定我国大气环境质量标准，考虑到煤烟型的污染特征，影响普遍的广域污染物为总悬浮微粒（SPM）、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、总氧化剂（O₃），以及属局部污染物的降尘。其分级标准见表1—1。大气环境质量标准分为三级：

表1—1 大气环境质量标准

污 染 物 名 称	浓 度 限 值 (毫克/标准立方米)			
	取 值 时 间	一 级 标 准	二 级 标 准	三 级 标 准
总 悬 浮 微 粒	日 平 均①	0.15	0.30	0.50
	任 何 一 次②	0.30	1.00	1.50
飘 尘	日 平 均	0.05	0.15	0.25
	任 何 一 次	0.15	0.50	0.70
二 氧 化 硫	年日平均③	0.02	0.06	0.10
	日 平 均	0.05	0.15	0.25
	任 何 一 次	0.15	0.50	0.70
氮 氧 化 物	日 平 均	0.05	0.10	0.15
	任 何 一 次	0.10	0.15	0.30
一 氧 化 碳	日 平 均	4.00	4.00	6.00
	任 何 一 次	10.00	10.00	20.00
光化学氧化剂(O ₃)	一小时平均	0.12	0.16	0.20

注：①“日平均”为任何一日的平均浓度不许超过的限值。

②“任何一次”为任何一次采样测定不许超过的浓度限值。不同污染物“任何一次”采样时间见有关规定。

③“年日平均”为任何一年的日平均浓度均值不许超过的限值。

一级标准 为保护自然生态和人群健康。在长期接触情况下，不发生任何危害影响的空气质量要求。

二级标准 为保护人群健康和城市、乡村的动、植物，在长期和短期接触情况下，不发生伤害的空气质量要求。

三级标准 为保护人群不发生急、慢性中毒和城市一般动、植物（敏感者除外）正常生长的空气质量要求。

地面水环境质量标准分为三级，见表1—2。

第一级 水质良好，相当于未受人类活动污染影响的河流源头水质，宜作各种用途的良好水源。

第二级 水质较好，大体相当于现行《生活饮用水卫生标准》中水源水质和《渔业水质标准》的水质。

第三级 水质尚可，是依据水质基准资料，为防止地面水污染而规定的最低水质要求。

表1—2 地面水环境质量三级标准

标准值	分 级	第 一 级	第 二 级	第 三 级
项 目				
PH值		6.5—8.5		
水 温		地面水受纳废热后，水域混合区边缘的水温允许增高3℃，夏季，水域水温最高不得超过35℃		
肉眼可见物		水中无明显的泡沫、油膜、杂物等		
色(铂钴法、度)		≤10	≤15	≤25
嗅		无异嗅	臭强度一级	臭强度二级
溶 解 氧		饱和度≥90%	≥6	≥4
生化需氧量(五天20℃)		≤1	≤3	≤5
化学需氧量(高锰酸钾法)		≤2	≤4	≤6
挥 发 酚 类		≤0.001	≤0.005	≤0.01
氰 化 物		≤0.01	≤0.05	≤0.1
砷		≤0.01	≤0.04	≤0.08
总 汞		≤0.0001	≤0.0005	≤0.001
镉		≤0.001	≤0.005	≤0.01
六 价 铬		≤0.01	≤0.02	≤0.05
铅		≤0.01	≤0.05	≤0.1
铜		≤0.005	≤0.01	≤0.03
石 油 类		≤0.05	≤0.3	≤0.5
大 肠 菌 群		≤500个/升	≤10000个/升	≤50000个/升
总 磷*		≤0.1		
总 氮*		≤1.0		

(标准值的单位除注明者外，均为毫克/升)

*为参考标准，专对湖泊、水库等封闭性水域的水质要求，以防止水质富营养化。

2. 污染物排放标准 是以实现环境质量标准为目标，为防止污染、保护环境而对污染源排放污染物的量和浓度所作的限制规定。建立这种标准的目的在于直接控制污染源。可分为国家排放标准和地方排放标准。标准的制订方法有二：其一，按环境质量标准推导排放标准，以污染物在环境中的迁移扩散理论及其数学模式为依据；其二，按实际工程控制水平制订标准，它取决于生产工艺、污染治理技术和国家的经济能力。

3. 污染控制技术标准 是由排放标准引伸出来的，对燃料、原料、生产工艺、治理技术及排污设施等各环节，从满足环境质量标准和排放标准要求出发，作出的某些具体规定。例如烟囱高度标准、燃料使用标准、废气净化设备和废水处理设备的选用标准、卫生防护带标准等。有了这些设计标准便于设计人员掌握执行，又便于有关部门检查考核。是实行“三同时”的重要手段之一。

4. 警报标准 是保护环境不致严重恶化或预防发生事故而规定的极限值。超过极限值时，发出警报，以便采取必要的措施。例如遇到逆温层出现，尽管排放污染物符合规定标准，但因不易扩散而累积到使人受害的浓度，这时就应发出警报，限制污染物的排放。它是

一种直接保护人体健康的应急手段。

5. 基础方法标准 是为制订、修订和执行各项环境标准而提出的基本原则、监测分析方法以及名词、术语和符号等有关规定。

三、我国环境标准概况

我国环境标准工作受到政府的极大重视，组织有关学科的科技人员，开展了环境标准的研究和修订工作，已制订了一批有关标准，作为环境保护的执法依据。

当前，我国常用的大气环境标准有：十三类有害物质的排放标准（GBJ1—73），放射性同位素在放射性工作场所空气中的最大允许浓度（GBJ8—74），车间空气中有害物质的最高容许浓度（TJ36—79），居住区大气中有害物质最高容许浓度（TJ36—79），大气环境质量标准（GBH2.1—82）。

常用的水环境标准有：生活饮用水水质标准（TJ20—76），渔业水质标准（TJ35—79），农田灌溉用水水质标准（TJ24—79），地面水水质卫生要求和地面水中有害物质的最高容许浓度（TJ36—79），放射性物质在露天水质中的最大容许浓度（GBJ8—74），工业废水最高允许排放浓度（GBJ4—73），地面水环境质量标准（GB3838—83）。

常用的噪声标准有：城市各类区域环境噪声标准（国务院环境保护领导小组1982—04—06发布），工业企业噪声卫生标准，机动车辆允许噪声标准（GB1495—79），运输船舶舱室噪声标准（TJ4517—82）。

现将部分环境标准列于附表1—1至附表1—7中。

以上所提到的这些标准，在保护环境工作中起到了积极的作用，但是也暴露了不少问题和缺点，特别是1973年颁发的《工业“三废”排放试行标准》有关废气、废水部分，对环境条件、环境容量、工业的结构和规模、人口的密度等缺乏考虑。例如废气中十三类有害物质的排放标准，是应用污染物在环境中输送扩散规律的计算模式，以满足环境质量标准为前提推算出来的。其中， SO_2 排放标准是按平原地区、大气稳定状态为中性、点源连续排放、冬季微风条件下的参数代入计算模式而推算出来的。国内普遍认为该标准偏严，不能适应工业发展的情况。又如废水排放标准的制订，由于污染物在江、河、湖、海中的扩散、稀释规律比在气体中的更为复杂，难以掌握。所以，排放标准往往是以水源环境质量标准为依据，考虑到河水的稀释、净化能力，以及污染物本身可能产生的影响大小和影响时间的长短，对污染物的排放浓度作出规定。工业废水中有害物质最高容许排放浓度分为两类：第一类，汞、镉、铬、砷、铅，能在环境中或动植物体内蓄积，对人体健康产生长远影响，其浓度水平为水源环境质量的5—10倍。第二类，是长远影响小，或者易分解净化的污染项目，它们的浓度水平一般是水源环境质量的10—50倍。这种标准因为没有限定排放量，所以不能阻止水环境质量的恶化。

为了解决排放标准中存在的问题，我国环保工作者针对对环境影响大的二氧化硫烟气和烟尘的排放标准进行了长期的研究，提出了P值法的排放标准。它虽然也属于扩散模式法，但是，它充分考虑了各地区的工业结构和规模、人口密集情况、政治经济因素等特点，来确定特定污染源的污染物允许排放量。因此，对不同地区的要求不同，对不同的对象要求不同，可按具体情况执行。目前已列出了35个城市远郊区的排放指标P值（单位：吨/小时·米²），只要算出烟囱的有效高度，就可以求得二氧化硫等污染物的允许排放量。

要真正有效地控制污染物的排放，最终需要按“总量控制”法制定污染物排放标准。总量控制法是控制和调整一个地区的污染源排放的污染物总量不超过该地区的“环境容量”。所谓环境容量是指人类生存以及自然生态中生物能忍受、适应，而不致受害的某一环境所能容纳的污染物质的最大负荷量。这种容量的大小与环境空间的大小，时间的长短，各种环境要素的特性，有害物质本身的物理化学性质都有密切的关系。总量控制法的特点是直接把目标排放总量当作控制标准，来对污染物释放量进行限制，对污染源多、浓度高、影响面广的污染物比较有效。

要实现总量控制，首先需要确定控制地区的环境目标值，计算该地区允许排放总量。除了明显地能被自然界净化的物质外，要定量其他污染物质的“环境容量”是十分困难的，为此，可以确定环境目标值来代替环境容量。一般把满足环境目标值的污染物允许排放量称为“容许排放总量”。然后根据所计算地区污染物的允许排放总量，确定责任分担率。对于大气污染物，例如二氧化硫，则可根据含硫的燃料和原料的使用情况来决定各排放单位的允许排放量。也可以根据控制若干排放单位对同一地点作用而产生最大复合着地浓度的方式，来控制各污染源的排放量。我国的丘陵、山区废气排放标准就是采用总量控制法规定的，其计算公式为：

$$q = \alpha \frac{c}{c_0} q_0$$

式中 q —允许排放量，公斤/小时； q_0 —本企业当前排放量，公斤/小时； c_0 —当地实测平均着地浓度； c —当地环保机构确定的大气质量标准； α —取值 $0.7 \sim \frac{c_0}{c}$ 之间，由地区工业性质、工业规模、燃料结构等因素决定。

而在水体污染的总量控制方面，较为关心的是有机污染物和重金属污染物。对于前者实行BOD₅的总量控制，通常把控制的水体临界点溶解氧控制在3毫克/升，以此来确定环境目标值，然后以“可行技术”治理为前提，确定各污染源对BOD₅的分担率。

第五节 污染物浓度表示方法

污染物浓度通常用重量和体积混合法，如毫·升⁻¹，毫克·立方米⁻¹；也有用重量（或体积）相对比来表示的，如百万分之一，十万分之一；也有用重量（或体积）和时间混合表示的，如公斤·时⁻¹，公斤·日⁻¹，米³·时⁻¹等。

1. 大气污染物浓度表示方法

(1) 对于气态和总悬浮微粒，常用毫克·立方米⁻¹，微克·立方米⁻¹。但要注意，体积是指在温度0℃，气压为 1013×10^2 帕时的气体体积。

(2) 对于气体污染源的排放，常用毫克/标·干·米³，公斤·时⁻¹。

(3) 对于大气降尘量，用每月每平方公里多少吨表示，即吨/平方公里/月。

(4) 对于硫酸盐速率化法，用SO₃毫克/100平方厘米·pbO₂/日（大气中SO₂、硫酸盐、H₂S等均换算为SO₃计）。

(5) 大气中苯并（a）芘常用微克/100立方米，微克/1000立方米表示。

2. 水体污染物常用毫克/升, 微克/升; 医院含病菌废水则用个/升, 个/毫升。
3. 生物、土壤、食品中污染物浓度的表示法常用毫克/公斤, 要注意样品是湿重还是干重。

4. 相对比表示法及换算

(1) 相对比常用PPm (百万分之一), PPb (十亿分之一), PPt (万亿分之一)。

(2) 与重量浓度的换算

水体中污染物相对比浓度: $1\text{PPm} = 1\text{毫克/升}$, $1\text{PPb} = 1\text{微克/升}$ 。

食品、土壤、生物中污染物相对比浓度: $1\text{PPm} = 1\text{毫克/公斤}$, $1\text{PPb} = 1\text{微克/公斤}$ 。

大气污染物的相对比浓度: 若气体体积是标态时, 则

$$X\text{PPm} = \frac{22.4}{M} \cdot y \cdot \text{mg/m}^3$$

若气体体积是参比态时 (25°C , 1013×10^2 帕时), 则

$$X\text{PPm} = \frac{24.45}{M} \cdot y \cdot \text{mg/m}^3$$

式中: M—气态污染物的分子量。

思考题及习题

1. 什么是环境监测? 如何取得各种标志环境质量的代表值?
2. 环境标准的作用是什么?
3. 试比较制订污染物排放标准的浓度法、扩散模式法、总量控制法, 说明其优缺点。
4. 什么是环境容量?
5. 环境对所有污染物都有自净能力吗?
6. 对污染源、环境污染、污染受体的监测有何意义?
7. 什么是相对比浓度? 如何与重量浓度进行换算?

第二章 大气污染监测

第一节 大气污染物质的种类和污染源

一、大气的组成

大气的全部质量约为 6×10^{15} 吨,这一数量中约有78.09% (体积) 是氮(N_2), 20.95% 是氧气(O_2), 0.93%是氩气(Ar), 三者几乎占100%。这里, 没有把水蒸气算在内, 所指为除去水蒸气的“干空气”。水蒸汽浓度随地区、季度的变化很大, 在热带有时竟达4%, 而在南北极则不到0.1%。“干空气”中除 N_2 、 O_2 、Ar三种主要成分外, 还含有表2-1中所列的微量气体成分。

表2-1 自然大气中微量气体浓度

气 体	浓度 (ppm)	气 体	浓度 (ppm)
氦 (He)	5.2	甲醛 (CH_2O)	<0.01
氖 (Ne)	18	一氧化二氮 (N_2O)	0.25~0.6
氪 (Kr)	1.1	二氧化氮 (NO_2)	<0.003
氙 (Xe)	0.086	氨 (NH_3)	<0.02
臭氧 (O_3)	0.05	硫化氢 (H_2S)	0.002~0.02
氢 (H_2)	0.4~1.0	二氧化硫 (SO_2)	<0.02
二氧化碳 (CO_2)	200~400	碘 (I_2)	$(0.4 \sim 4) \times 10^{-5}$
一氧化碳 (CO)	0.01~0.2	氡 (Rn)	6×10^{-14}
甲烷 (CH_4)	1.2~1.5		

二、空气中有害物质存在状态

由于生产活动和消费活动的不断增长, 以及自然的变化, 使空气混入了异类物质, 导致空气标准化学成分的比例发生变化, 从而使空气受到污染。所谓空气污染, 是指室外空气中出现一种或几种污染物, 其含量和存在时间达到了一定程度, 以致对人体、动植物和物品所造成的损害或对安宁的破坏以及对物品使用的影响达到可测的程度。所谓可测程度是极其微量的, 往往是百万分之几, 甚至十亿分之几的浓度就会引起人类的不适。例如, 浮游粒状物质的年平均值为 $100 \mu g/m^3$ 的地区的慢性气管炎发病率, 比在其值以下的地区要高。又如,

24小时都在CO浓度为10ppm的污染空气中生活，会使血液中CO血红蛋白达到2%，使时间识别能力下降。再如：SO₂年平均值超过0.05ppm的地区，慢性支气管炎症状发病率比未污染地区高2倍。

空气污染物质大致可以分为两大类，即粒子状物质和气体状物质。气体或蒸汽是大小为数Å（1Å = 10⁻⁸cm）的分子，它在大气中的行动由分子的化学性质所决定。粒子状物质又可分为降尘和气溶胶。降尘是指粗大粒子，它们以自身的重量降到地球表面；而气溶胶是指大小几十Å（10⁻⁷cm）到100μm（10⁻²cm）的粒子，它们由游动在大气中的极小的固体或液状体粒子，包括粉尘、各种重金属的氧化物、各种烃类及其他成份组成。因而按气溶胶存在的形式又可分为雾、烟、尘。液态分散性气溶胶和凝集性气溶胶统称为雾。分散性气溶胶在常温下为液态物质，因加热逸散到空气中成蒸汽，遇冷后以尘埃为核心，凝集成液体小滴。如金属处理车间产生的酸雾就是分散性气溶胶。烟是固态凝集性气溶胶，同时含有固体和液体两种粒子的凝集性气溶胶也称为烟，它在常温下是固体物质，因加热产生的蒸汽逸散到空气中，遇冷以空气中原有分散性气溶胶为核心而凝集成烟。尘是固态分散性气溶胶，是固体物质被粉碎时所产生的悬浮于空气中的固体颗粒。例如耐火材料厂、烧结厂、锅炉用的粉碎煤的球磨机等均排出大量粉尘。

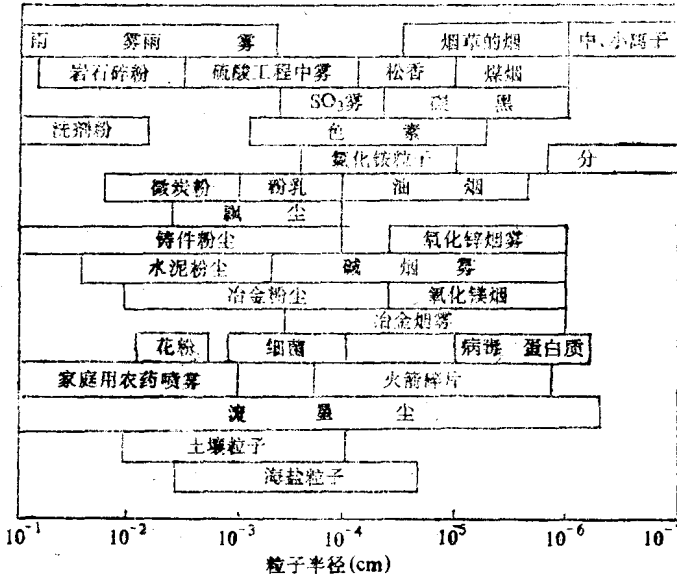


图2-1 各种气溶胶粒径

气溶胶的粒度因发生源而异，由气化的物质凝结得到的物质粒径很小，而由粉碎生成的粒子一般较大。图2-1中表示各种气溶胶的粒径。烟雾的作用因粒径而异，图2-2中列出各自的作用。大气中的离子有大小约10⁻⁷cm的小离子和10⁻⁶的大中离子，由于放射线等原因，气体分子被电离，它的电量可使其他气体分子附着，其电荷如果被中和就将消失。另外，大中离子是带电的微小粒子，伴随着燃烧生成具有强电荷的粒子。

气溶胶粒子还散射并吸收光，这种情形因粒子的粒径、形状、折射率、吸收率等有很大的不同。一般光的散射强度和粒子半径的二次方成正比。气溶胶增加，对光产生散射，可见度恶化；太阳光被散射后到达地球的能量减少，将导致地球寒冷化。

气溶胶对人体也产生很大影响，按其粒径大小不同，能达到呼吸器官不同深度。10微米以上的粒状物质大部分残留在鼻腔和咽头，而小于10微米的粒子就可通过呼吸道进入气管和肺泡并且在肺泡上沉积。不同粒径的飘尘粒子在肺泡上的沉积率不一样。粒径为0.5微米的沉积率为30%左右；1微米左右的粒子沉积率最大，可达60%以上，从1微米到5微米的沉积率又依次减少。