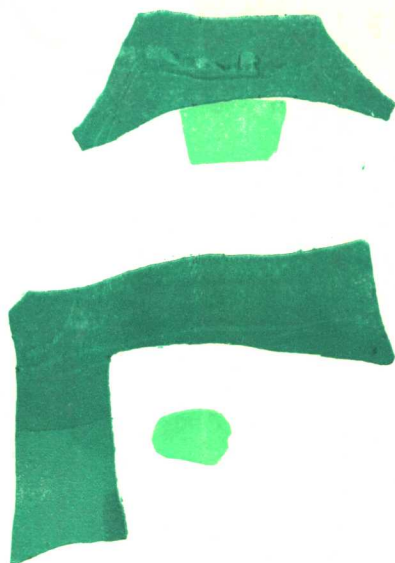


谭福元

李文林

冯葆华

编



环境自动监测



冶金工业出版社

环境自动监测

谭福元 李文林 冯葆华 编

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍环境自动监测系统，共分九章。内容主要阐述环境监测的作用、任务以及影响环境污染的自然因素，监测站、监测网的设计，自动监测系统及其功能，自动监测原理和方法，各种污染源监测和环境监测的常用仪器，气体预处理技术，以及工矿企业环境自动监测系统及其实施。最后，简述了国外环境自动监测状况和环境自动监测的发展动向。

本书可供从事环境监测、环境保护技术和环境管理的有关人员以及大专院校有关专业师生使用和参考。

环 境 自 动 监 测

谭福元 李文林 冯葆华 编

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 5 1/2 字数 142 千字

1990年2月第一版 1990年2月第一次印刷

印数00,001~2,400册

ISBN 7-5024-0572-0

X·19 定价4.05元

目 录

概 述	1
第一章 环境污染和环境监测	5
第一节 环 境 污 染 物	5
第二节 影响环境污染的自然因素	6
第三节 环境污染物的时空分布	8
第四节 环境监测	10
第二章 监测站、监测网的设计	14
第一节 设计的原始资料	14
第二节 监测站、监测网的设计方法	17
第三节 数据的收集与处理	24
第三章 自动监测系统及其功能	26
第一节 测定装置	26
第二节 遥测仪	27
第三节 数据处理	32
第四章 自动监测原理和方法	41
第一节 自动监测原理	41
第二节 监测方法	46
第五章 大气污染源监测方法和仪器	53
第一节 监测类型及方法	53
第二节 测量仪器	54
第六章 常用的环境监测仪	62
第一节 大气污染监测仪	62
第二节 气象观测仪	77
第三节 水质监测仪	79
第四节 噪声监测仪	82
第七章 气体预处理及其部件	84

第一节	气体预处理·····	84
第二节	气体预处理部件·····	84
第八章	工矿企业环境自动监测系统·····	93
第一节	监测项目·····	93
第二节	系统流程·····	95
第三节	系统实施·····	114
第九章	国外环境自动监测状况及环境自动监测的 发展动向·····	156
第一节	国外环境监测状况·····	156
第二节	环境自动监测的发展动向·····	163

概 述

环境是人类赖以生存和发展的基本条件，也是人类社会生产发展的物质来源。随着社会生产规模的日益扩大，环境问题也逐渐严重起来。近几十年来，由于人口增长、人们生活水平的提高和工农业生产高速度发展以及都市化倾向等原因，环境不断受到损害，环境问题也日益突出。《中华人民共和国环境保护法》（试行）中规定的环境保护任务是保证在社会主义现代化建设中，合理地利用自然环境，防止环境污染和生态破坏，为人民创造清洁适宜的生活和劳动环境，保护人民健康，促进经济发展。因此我们要认识环境对经济发展的制约作用，协调两者的关系，做到既要发展经济满足人类的需要，又要不超出环境的容许极限使经济持续发展。

环境科学的中心问题是研究人与环境之间在进行物质和能量交换活动中所产生的影响，而这些研究都是在定性、定量化的基础上进行的。为了社会的发展和美好生存环境的实现，人类从环境调查着手，通过环境监测积累大量的、长期的监测数据，查出污染的来源，摸清污染物在传输过程中迁移、扩散、分布和变化的规律，从而开展模拟研究，建立模式。这样不仅可及时掌握环境污染情况，而且能够对环境污染的趋势作出预测预报。并在准确评价环境质量的基础上提出或确定控制环境污染的对策，以逐步地改善环境。

显然，环境监测不仅是环境污染治理的根据，而且成为环境管理的“耳”和“目”，它在环境保护工作中日显重要。它不仅可作为制定标准，控制排放的依据而且能掌握环境质量变化和趋势，从而采取对策，达到保护环境维持生态平衡的目的。

由上可知，环境监测就是在调查研究的基础上，监视、监测代表环境质量的各种数据的全过程，它是在环境分析的基础上发展

起来的。它有以下作用：

- 1) 提供代表环境质量现状的数据；
 - 2) 确定污染物的分布(时空分布)，追溯污染物污染途径，预测污染的发展趋势；
 - 3) 判断污染源造成的影响，判断污染浓度最高值和潜在问题以及最严重污染的区域；
 - 4) 提供环境污染和环境破坏对生态和人群影响的信息等。
- 为此，通过环境监测可以达到：
- 1) 评价环境质量，预测环境质量发展的趋势；
 - 2) 为制定环境法规、标准、环境规划、环境污染综合防治对策提供科学依据，并可监视全面环境管理的效果；
 - 3) 积累环境本底值资料，为确切掌握环境容量提供数据；
 - 4) 揭示新污染问题，并查明原因。

一些发达资本主义国家环境监测的发展经历过被动监测、有目的监测和区域环境自动监测三个阶段。

50年代，污染事件不断发生，比较典型的有伦敦烟雾事件(1952年)、日本熊本县水俣病事件(1953年~1956年)、日本富山县痛痛病事件(1955年~1972年)，到60年代又有日本四日市哮喘事件(1961年)等。当时由于缺乏对环境污染的全面认识，同时也受到技术条件的限制，基本上是哪里发生污染，就到哪里去调查，此时属于被动监测阶段。在此期间监测采用的办法是定点、定时采样，在实验室或在现场进行分析。当时的环境污染监测，无论从项目上，还是从时间分辨率和空间分辨率上都很难反映污染的短期变化，也不能反映连续的动态变化。

70年代前随着工业的发展，先进国家饱尝了污染的危害，采取了一些限制排污的措施，使与此相适应的环境监测得到了发展，也就是进行有目的的监测。

但是由于采样手段的限制，有目的地进行定时、定点的测定是间断性的，它不能及时测定出因排污量增加或环境因素急剧的变化而引起污染物浓度的骤变，不能做到随时、随地监测环境质

量的变化。

到70年代中期，随着监测技术的发展，美国、日本、西德、瑞典、荷兰等国先后建立了自动连续监测系统，因而环境监测也随之进入了区域环境自动监测时期。另一方面，由于连续监测仪器长期运行的可靠性大大提高，以及较普遍采用干法仪器（即无需更换药剂），一般可以做到无人操作，自动运行，只需定期维护，至此环境监测提高到新阶段。

这个时期，这些国家应用了电子计算机技术，监测仪器用电子计算机遥控，监测数据用有线或无线传输的方法送控制室，数据用电子计算机处理，自动打印成指定的表格。有的可以用电子计算机进行潮汐流的分析，预测未来几小时污染趋势，绘出浓度分布图。因此，可以在很短时间内或随时观察到大气、水体污染物浓度的变化。

这个阶段的监测范围从一个点发展到一个地区，而且注意了所测数据的准确性、代表性和可比性，协调并保证了环境监测的一系列活动（布点、采样、数据传递和贮存、数据的处理和报表）。

由于种种原因，我国环境监测现在还落后于世界先进国家。50年代随着国家第一个五年计划的大规模展开，开始对环境中的某些污染物质进行分析。此时属于分散、零星的监测。

1973年国家发布《工业“三废”排放标准》后，进一步开展了对大气、水体、污染源等方面的监测。但监测项目、布点、采样频率、采样方法、分析方法、数据处理和上报制度等方面是在没有统一组织规划的情况下进行的，因此，所得资料是零星、分散的，可靠性和可比性较差，因而不可能全面反映环境污染的真实面貌，环保部门也很难利用这些数据及时地指导环境管理工作。

1979年通过的《中华人民共和国环境保护法》（试行）第26条中要求环保部门组织环境监测，掌握本地区环境状况和发展趋势。上海市、北京市已开始建立环境监测中心，山东淄博市环境

监测中心也已建成并投入使用。宝钢引进成套环境自动监测装置，随生产而投入使用。鞍钢、武钢、太钢也都在建立企业自己的环境自动监测系统。这些设施大都引进欧美和日本的先进技术，采用先进的仪表就地测定，数据传输到环境管理中心的表盘和电子计算机中，使环境监测工作可以离开化验室到现场进行，改进了人工操作的繁杂过程，实现了对环境的连续自动监测。同时，可以进行数据贮存、整理和打印报表，以利环境的科学管理。

我国环境监测工作发展很快，到1983年各种监测站已发展到650多个。北京等15个城市已初步建成了地面大气自动监测站。有关部门以及一部分大、中型企业也建立一批环境监测机构。以大、中城市为中心的大气监测网络和以水系、海域为中心的水质监测网络也在我国逐渐形成。我国实行开放政策后，引进了国外先进技术和设备，从而缩小了我国在环境监测方面与世界先进各国的差距。随着我国四化建设的发展，环境自动监测必然会迈开更大的步伐。

第一章 环境污染和环境监测

第一节 环 境 污 染 物

人类活动所产生的环境污染物主要是生产和生活排放的，一般可分为化学性、物理性、生物性以及多种属性复合的污染物。化学性污染物主要有无机物和有机物，例如汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、氟化物和有机磷、有机氯、多氯联苯、酚、多环芳烃等；物理性污染物主要包括噪声、振动、放射性、非电离电磁波、热污染等；生物性污染物主要有细菌、病毒、原虫等病原微生物。当前影响环境的污染物主要是化学性污染物。

一种物质成为污染物必须在特定的环境中，达到一定的数量和浓度，并且持续一定时间。有的污染物进入环境后，通过化学或物理反应或在生物作用下降解成无害的物质，或转变成新的危害更大的物质。

按存在形态可将污染分为气体污染、水污染和固体废物污染以及噪声污染、辐射污染等等。

大气污染物一般是以分子或微粒的形式存在的，能随气流运动，扩散性强。如大气中的二氧化硫和飘尘等，它们以分子状态或以气溶胶状态分散在大气中，随风飘流，能扩散到很远的地方，而大气中降尘却因重力作用扩散能力较弱，影响范围也较小。

水污染种类有：需氧物质污染，有毒化学物质污染、酸、碱、盐等无机化合物污染，放射性污染和热污染等。由于河水是流动的，随径流量变化影响大，故污染物扩散快。

固体废物主要来源于人类的生产和消费活动。它主要是被丢弃固体和泥状物质，包括从废水、废气中分离出来的固体颗粒。由于固体废物含有有毒物质和病原体，所以它对环境的污染是多

方面的，固体废物进入水体或者经雨水浸淋后，随水的渗入而污染土地、河川、湖泊和地下水系。固体废物堆中的尾矿，粉状物质，尘粒还会随风飘扬。另一方面固体废物本身或将其焚化时也会散发毒气和臭气。

噪声污染有自然界引起的，也有人为造成的。我们的研究对象主要是后者。人为噪声源主要来自工厂、交通道上、施工工地以及社会生活等方面。噪声污染的一个特点是影响范围大，噪声源停止活动后污染立即消失。

辐射污染是人类活动排出的放射性污染物，使环境的放射性水平高于天然本底或超过一定标准。放射性核素排入环境中后，造成大气、水体和土壤的污染。每一种放射性核素都有一定的半衰期，在其有效期内能放射具有一定能量的射线，除了在核反应条件下，任何化学、物理或生化处理都不能改变放射性核素这一特点。

了解污染物这些属性，有助于监测中选用合理的方式，防止盲目性。

第二节 影响环境污染的自然因素

一、影响大气污染的因素

1. 风向和风速

污染物排入大气以后，除了部分大颗粒物沉降 到 地 面以外，整个烟流会随风飘移，一方面向下风向迁移、输送，一方面也向四周扩散、稀释。风向决定着烟气传输方向，风向 稳 定 少 变，烟气长时间向某一固定方向输送，会引起下游地区污染物的蓄积。风速增加，单位时间内从污染源排出的污染物 被 很 快 拉 长，这时混入外界空气越多，污染物浓度减小得越多，同时，风速大有利于顺风向的污染物迅速传输、扩散，也促使地面层内湍流增强，增加横向与垂直方向的扩散稀释能力。在同样的排放情况下，风速与地面污染物的浓度成反比。

2. 湍流

湍流是流体的不规则运动。大气运动也具有十分明显的湍流特性。直观的感觉是风时大时小，具有阵性，并在主导风向的上、下、左、右出现无规则的摆动。湍流的结果使气体各部分得到充分的混合。因此进入大气的污染物，在湍流的混合作用下，逐渐扩散、稀释。

大气湍流的强弱能直接影响大气对污染物的扩散能力。

大气湍流也受下垫面的影响，即与地形、地貌、海陆位置、城镇分布等地理因素有密切关系。下垫面粗糙起伏，湍流增强，这是由于当气流沿地表通过时，必然要同各种地形地物发生摩擦作用，使风向、风速同时发生变化。高层建筑、体形大的构筑物的阻挡作用能造成气流在小范围内产生涡流，这样将会阻碍污染物的扩散。下垫面光滑平坦，例如广大农村平原、海面，对湍流影响较小。

二、影响水体污染的因素

当人类活动排放的污染物进入水体，使水和水体底泥的物理、化学性质或生物群落组成发生变化，从而降低了水体使用价值时，水体就受到污染。

作为环境介质的水通常是不纯的，含有各种物理的、化学的和生物的成分。水受到自然环境和本身具有的自净能力的影响。

水受到自然环境影响现象是很多的，例如：大气中能溶于水的气体以及悬浮于大气中的物质受风或随降雨落到地表或直接卷入地面水中；水温升高和水的蒸发会使水的盐分增高；溶解于水的某些物质也会由于水流时的冲刷从岩石、土壤进入水体，这些都影响着水的成分。

由上述可知，由于污染物所处的地理条件、气象因素等的不同，会发生由于物理的、化学的、生物的因素所引起的变化，而造成污染范围和影响有所不同。因此，在拟定环境污染监测项目和系统时，必须了解污染物在环境中的这些变化和迁移转化的机理。从而在配合环境监测时，同时测定环境中风向、风速和大气温度等。

第三节 环境污染物的时空分布

一、污染物的时间分布

在大气污染中，经常遇到在不同气象条件下，同一污染源对同一地点所造成的地面浓度相差数倍或数十倍的情况。这是由大气对污染物的扩散和稀释能力随气象条件而变化引起的。由上节可知，风和湍流是决定污染物在大气中扩散、稀释的最直接、最本质的因素。此外，大气稳定度与温度层结、云量与辐射的昼夜变化以及天气等因素也有影响。气象随时都有变化，因此，同一污染源因气象因素的差别，污染浓度可以有很大变化。

图1-1和图1-2是某地二氧化硫浓度的日变化和年变化曲线。从曲线中可以看出不同时间内浓度的差异。

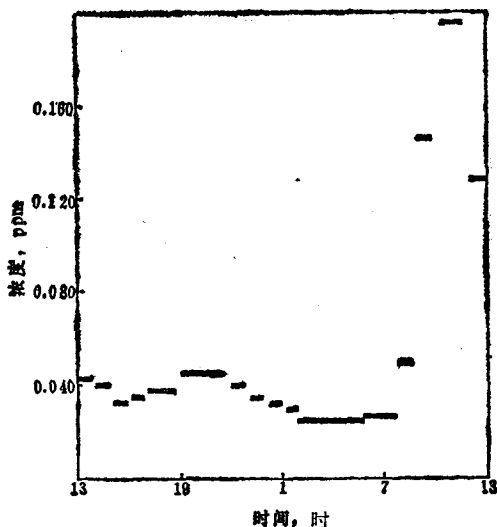


图 1-1 某地24h二氧化硫浓度日变化图

水体污染也同样受季节变化的影响。如污染较小的天然河流，丰水期和枯水期水量的不同，稀释和自净能力不一致会引起水质污染的不同，而工业污染的河流，水质随时受工艺过程中排

放源变化的影响。

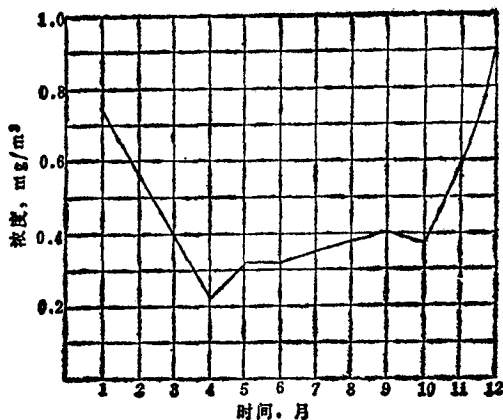


图 1-2 某地二氧化硫浓度年变化曲线

为了掌握污染情况，必须知道污染物随时间变化的规律，即根据不同污染物的各种监测目的，要求在规定时间内反映出污染物浓度的变化情况。了解了污染物的时间分布特征后，环境监测系统可根据需要，设定采样周期，进行连续监测，从而得到污染物浓度随时间变化的规律。

二、污染物的空间分布

污染物随大气和水流的运动而稀释扩散，不同污染物的稳定性和扩散速度与污染物的性质有关，因此不同地理位置上的污染物的浓度分布也不相同。

大气污染物中的一个点源或线源排放的污染物可以形成一个较小的污染气团，它能使地面污染浓度分布产生较大的变化。受影响的范围主要取决于污染气团扩散的具体过程，这种情况生成的是一个小尺度的空间污染，又称本地污染。大量的地面小污染源，如分散供热型的居民生活用炉和商业炉灶或工业区的锅炉烟囱构成的面源，给一个城市或一个地区造成地面的污染，其污染浓度总的说来比较均匀，同时随气象条件的变化，污染区浓度的变化有较强的规律性。这样的污染形成的是一个中尺度的空间污

染，也称区域污染。

污染物在水体中的浓度随污物的扩散能力和水流运动而变化。一般是分子量小、溶解性好、不易分解、不易被有机或无机颗粒吸附的污染物可随水流被输送到较远的地方。反之，则很快发生变化或被颗粒吸附而沉入河底，使污染物在水中浓度迅速降低或消失。因此，在空间因素上需要掌握河流的不同河段，上游与下游区段间质量、流量的变化。

环境污染物的时间、空间分布是环境污染物的重要特征之一，是监测工作中的一项重要而又复杂的任务。它的研究对选择适当的取样周期和代表性的监测点，从而获得足以代表一个地区的污染状况资料具有重大的意义。

除此以外，还必须考虑污染物的综合效应，因为环境污染造成的危害，由单一污染物作用的结果较少，往往是多种污染物联合作用的结果。因此，在进行环境监测的同时，还需要密切注视环境污染影响的动态变化，并将监测数据与周围自然界的生态系统紧密地联系在一起。

第四节 环 境 监 测

一、环境监测的特点

环境监测是指测定代表环境质量的各種标志数据的过程。

在当前连续化的工业生产中，污染物种类多，排放量大而且变化，用手工分析方法已愈来愈不能适应要求，所以分析手段必须要灵敏、准确、简便、选择性好、速度快及自动化程度高。这样便于掌握各种污染物在一定范围内长期的污染数据。然而这项任务仅用化学分析手段是难以完成的，而必须结合近代化学、物理、数学、电子学、生物学和其他技术科学的最新成就来解决环境污染分析问题。

目前已采用的有比色分析、离子选择性电极、X射线荧光光谱、原子吸收光谱、极谱、气相色谱和液相色谱等。由经典的化学分析过渡到仪器分析，由单一的化学分析过渡到结合物理测定

的多种方法和仪器的联合使用，有效地发挥了各种技术特长，解决了一些复杂的难题测定。这样多种技术相结合的环境监测使监测的范围更广，应用更为实际。另外，电子计算技术在环境监测中的应用，使得监测更加完善，水平大大提高，实现了对污染物进行长期、连续、自动的监测，并能及时处理监测数据和进行科学管理。

二、环境监测的内容

从监测技术内容分，环境监测可分为大气污染监测，水质污染监测以及噪声监测等。

1. 大气监测

大气污染物大致可分为气态物质和粒状物质，这些物质的组成非常复杂。

大气污染主要来自于燃料燃烧，及各种工业生产过程。

通常，大气污染的监测项目，除粉尘（降尘形式）外主要有二氧化硫、飘尘、一氧化碳、氮氧化物、臭氧、总烃等。除此以外还要监测影响大气污染物扩散的有关气象参数。例如，风向、风速、温度、湿度、日照等。

2. 水质监测

工业废水中污染物成份复杂、量大，且随生产工艺过程不同而变化。

目前的水质评价中，评价项目多达30多项，其中一般水质参数有：水温、色度、透明度、悬浮固体、电导率、pH值、硬度、碱度、总矿化度、总盐度等；氧平衡参数有：溶解氧（DO）、化学耗氧量（COD）、生化需氧量（BOD）等；重金属参数有：毒性较大的汞、铬、镉、铅和毒性较小的铁、锰、铜、锌等；有机污染物参数有：酚、油类等；无机污染物参数有：氨氮、硫酸盐、磷酸盐、硝酸盐、氰化物、氯化物、氟化物等；生物参数有：细菌、大肠杆菌等。在水质评定中依据不同评定目的，不同水体选用不同水质参数。

通常反映水污染综合指标有：pH值、电导率、溶解氧量、油

度、化学耗氧量等。

3. 噪声监测

生活和工作环境中所产生的使人厌烦的声音都称为环境噪声。由于工业发展,机动车辆的大量使用和生产设备机械化的不断提高,噪声污染已成为越来越严重的公害。

同大气污染、水体污染不同,噪声污染是一种物理性污染,它的特点是局部性和没有后效。噪声在环境中只造成空气物理性质的暂时变化,噪声源的声输出停止后、污染立即消失。

噪声监测主要是测量现场噪声级和噪声频谱。对于环境噪声的监测,一般是在影响周围人们生活和劳动的工厂厂界上,选择靠近主要噪声源之处进行,用声级计测得,或按特定计权修正值对频带声压级修正后叠加而得。

三、环境监测的性质

环境监测按工作性质的不同可分为三类:

1. 研究性监测

环境监测首先要确定污染物,然后通过监测弄清污染物从排放源排出后,其迁移、变化的规律。当收集到的数据表明存在环境污染时,还必须确定污染物对人体、生物体及各种物体的危害程度。

这类监测系统比较复杂,需要有一定技术专长的人员参加操作,对监测结果作系统周密的分析,因此,必须有多学科的技术人员密切配合,相互协作才能完成。

2. 常规监测

这类监测包括污染源控制排放监测和污染趋势监测。污染趋势监测基本上是采用各种监测网(如大气监测网、水质监测网等)在设置的测点上长年累月,年复一年连续地采样监测,收取数据,用以评定环境污染现状,污染超标程度,污染变化趋势,以及采取污染治理措施后,环境质量得以改善和取得的进展,从而确定一个企业,一个区域或一个城市的污染状况。

3. 特定目的监测