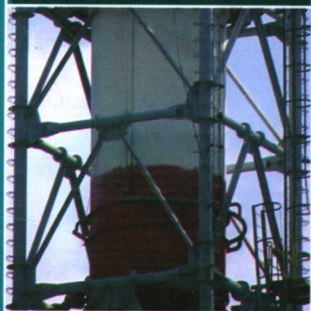
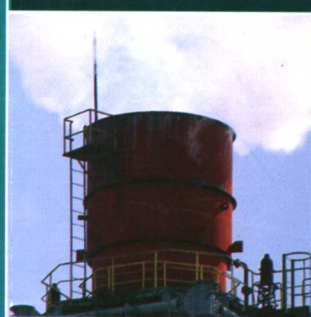


环境监测

主 编 矫彩山
副主编 温 青
夏淑梅



HUANJIANG JIANCE

哈尔滨工程大学出版社

环 境 监 测

主 编 矫彩山
副主编 温 青 夏淑梅
主 审 王鹏

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/矫彩山主编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2005

ISBN 7-81073-772-4

I.环… II.矫… III.环境监测 IV.X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 124684 号

内 容 简 介

本书基本涵盖了环境监测的各项内容包括大气和蒸汽监测、水和废水监测、土壤与固体废物的监测、生物污染监测、噪声污染及监测、环境放射性监测、现代环境监测技术及环境监测的质量控制与保证。既可作为大专院校化工专业教材,也可供其他专业人士参考学习。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市东大直街 124 号
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001
新华书店经销
黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 20.75 字数 505 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—1 000 册

定价:26.00 元

前 言

环境监测实质上就是测定各种代表环境质量标志数据、确定环境质量及其变化趋势的过程,所以从内容上讲它要比以往单纯的环境物质的分析广泛得多。作为环境科学的一个重要分支学科,环境监测的作用与意义是相当明显的,可以及时、准确、全面地为环境管理、污染源控制、环境规划、环境评价和环境科学研究等提供依据。编者结合多年教学实践经验,并参考国家最新环境监测标准与技术等,编写了本教材。

本教材共分为九章,基本涵盖了环境监测所涉及的全部内容。第1章环境监测概论主要包括环境监测技术与环境标准,第2章、第3章、第4章分别为大气、水、土壤等环境要素的监测,第5章、第6章、第7章分别为生物污染、噪声污染及放射性污染的监测,第8章简要介绍了现代环境监测技术,第九章较系统地介绍了环境监测中的质量控制与保证等内容。

本教材由矫彩山任主编,温青、夏淑梅任副主编。其中第1、2、5、6、7、8章由矫彩山执笔,第3章由温青执笔,第4、9章由夏淑梅执笔,全书最终由矫彩山统稿。

本教材经哈尔滨工业大学王鹏教授主审,他给本书的最终定稿提出了许多宝贵意见;此外,在本书的编写过程中曾得到教研室其它同事与研究生的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者经验与水平有限,书中难免存在一些错误与欠缺,敬请广大读者提出宝贵意见,我们将不胜感激。

编 者
2006年1月

目 录

第1章 环境监测概论	1
1.1 环境监测的目的和分类	1
1.2 环境监测技术	3
1.3 环境标准	5
习题	7
第2章 大气和废气监测	9
2.1 大气及大气污染	9
2.2 大气监测方案的确定	14
2.3 大气污染物的采样方法和采样仪器	18
2.4 大气中气态和蒸汽态污染物的测定	30
2.5 大气中颗粒物浓度及其组成的测定	57
2.6 污染源的监测	66
2.7 标准气体的配制	84
习题	90
第3章 水和废水监测	92
3.1 概述	92
3.2 水质监测方案的制定	99
3.3 水样的采集和保存	105
3.4 水样的预处理	121
3.5 水的物理性质的测定	125
3.6 金属化合物的测定	131
3.7 非金属无机物的测定	146
3.8 有机污染物的测定	168
3.9 水质污染生物监测	184
3.10 底质监测	194
3.11 活性污泥性质的测定	197
习题	200
第4章 土壤与固体废物的监测	202
4.1 土壤组成及土壤污染	202
4.2 土壤样品的采集与预处理	206
4.3 土壤污染物的测定	211
4.4 固体废物的来源	214
4.5 固体废物样品的采集与制备	216
4.6 固体废物样品的测定	220
习题	225

第 5 章 生物污染监测	227
5.1 生物体受污染的途径	227
5.2 污染物在生物体内的转变、积累和排泄	229
5.3 生物样品的采集和制备	232
5.4 生物监测的方法	238
习题	243
第 6 章 噪声污染及监测	244
6.1 噪声及其来源	244
6.2 噪声的物理特性和物理量度	245
6.3 环境噪声的评价	250
6.4 噪声的测量	254
习题	260
第 7 章 环境放射性监测	262
7.1 基础知识	262
7.2 监测方法	267
习题	272
第 8 章 现代环境监测技术	274
8.1 自动监测系统	274
8.2 遥感监测系统	278
8.3 简易监测方法	279
习题	282
第 9 章 环境监测的质量控制与保证	283
9.1 质量控制与保证的意义和内容	283
9.2 环境监测中的质量控制(实验室质量控制)	284
9.3 环境标准物质	290
9.4 监测数据的统计处理和结果表述	293
习题	314
附录	316
附录 1 环境空气质量标准	316
附录 2 地面水环境质量标准/(mg/L)	318
附录 3 污水综合排放标准	320
参考文献	323

第 1 章 环境监测概论

1.1 环境监测的目的和分类

环境监测是环境科学中一门十分重要的分支学科。环境科学中所有其它分支学科如环境化学、环境物理学、环境地学、环境工程学、环境医学、环境管理学、环境经济学以及环境法学等都离不开环境监测这一项基础工作。只有适时、准确地对污染物等进行监测才能够掌握环境质量状况及其发展变化趋势等,为其它环境科学分支提供准确的基础数据。

1.1.1 环境监测的概念

从广义上讲,环境监测就是为了追踪污染物种类、浓度的变化而在一定时期内对污染所进行的重复测定;从狭义上讲,环境监测则是为了判断污染物是否达到环境标准或评价环境管理和控制系统的效果,而进行的定期测定。所以,环境监测是间断或连续地测定环境中污染物的种类、浓度、观察分析其变化和对环境影响的过程。

随着工农业的发展,各类环境问题日趋复杂,人们对环境质量的要求与理解也不断提高,环境监测的内涵不断地扩大,由最初的工业污染源和污染物的监测逐步发展到包括污染因子、生物及生态等在内的所有能够代表环境质量的因素的监测,所以环境监测可以概括为用科学的方法监测和测定代表环境质量及其发展变化趋势的数据的全过程。

1.1.2 环境监测的目的

环境监测的目的是通过监测来及时、准确、全面地反映环境质量现状及其发展趋势,以便为环境管理、污染源控制、环境规划及环境评价等提供科学依据。具体可归纳为:

1. 根据环境质量标准,评价环境质量。
2. 根据污染物或其它影响环境质量因素的分布,追踪污染路线,寻找污染源,建立污染物空间分布模型,为实现环境监督管理、控制环境污染等提供科学依据。
3. 长期积累的大量环境监测资料,可为研究环境容量,实施污染物总量控制、目标管理、预测预报环境质量提供科学依据。
4. 为制定环境法规、环境标准及环境规划等提供基础资料。
5. 为环境科学研究提供依据。

1.1.3 环境监测的种类

根据监测目的和监测对象等的不同,环境监测可以分为不同种类。

1.1.3.1 按监测目的分类

1. 监视性监测

监视性监测也称例行监测或常规监测,是环境监测的主体工作,是指按照国家有关技术规定,对环境中已知污染物和污染因素定期进行监测,以确定环境质量及污染状况,评价控

制措施的效果,衡量环境标准实施的情况和改善环境取得的进展,建立各种监测网络,积累监测数据,据此确定一定区域内环境污染状况及其发展趋势。这类监测主要包括环境质量监测和污染源监测两种。

(1) 环境质量监测

① 大气环境质量监测:是指定期或连续地对大气环境中主要污染物进行的监测,积累大气环境质量的基础数据,定期编制大气环境质量状况的评价报告,研究大气环境质量的变化规律和发展趋势,为大气污染预测预报提供依据。目前我国的这类监测一般在城市或县级城镇进行。

② 水环境质量监测:主要是指对江河、湖泊、水库等地表水体及其底泥、水生生物等进行的定期定点的常年性监测,并适时地对地表水质量现状及其发展趋势作出评价,为开展水环境管理提供可靠的数据和资料。

③ 环境噪声监测:是指对城镇各功能区的噪声、道路交通噪声、区域环境噪声进行经常性监测,及时、准确地掌握城镇噪声现状,分析其变化趋势和规律,为城镇噪声的管理提供数据。

(2) 污染源监测

这类监测其目的是掌握各类污染源向环境所排放的污染物的种类、浓度、数量等基本数据,分析和判断污染物在时间空间上的分布、迁移、转化和稀释、自净规律,掌握污染物造成的污染影响和污染水平,确定控制和防治的对策,为环境管理提供依据。

2. 特定目的的监测

这类监测也称特例监测或应急监测,根据监测目的的不同可分为如下四种。

(1) 污染事故监测:在发生污染事故时,及时深入事故现场或采用低空航测、遥感测试等手段进行监测,以确定污染物的种类、扩散方向、扩散速度、污染程度及危害范围等,为控制污染和查找事故原因等提供依据。

(2) 仲裁监测:为解决污染事故纠纷、环境执法过程中所发生的矛盾而进行的监测。这类监测应由国家指定的具有权威的监督部门进行,所提供的数据具有法律效力。

(3) 考核验证监测:包括人员考核、方法验证以及削减负面影响的治理措施竣工验收时的验收监测等。

(4) 咨询服务监测:为政府部门、科研机构、生产单位所提供的各类服务性监测,如为科研、生产、技术咨询和环境评价等所进行的监测。

3. 研究性监测

这类监测又称科研监测,是针对特定目的科学研究而进行的高层次的监测。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、标准分析方法的研究、标准物质的研制等。

1.1.3.2 按监测对象分类

按监测对象的不同,环境监测又可分为水质监测、大气监测、土壤监测、生物监测、噪声监测及放射性监测等不同类型的监测。

1.2 环境监测技术

1.2.1 环境监测的发展

环境监测这门环境分支学科从产生发展到现在大体上可分为三个阶段。

第一阶段为污染监测阶段或称被动监测阶段。20世纪50年代到60年代世界许多国家为弥补战争所造成的损失、快速恢复国力而大力发展生产,因此也造成了许多的污染事故,这些事故主要是由有毒有害的化学物质所造成的,由此产生了针对环境样品进行化学分析以确定其组成和含量的环境分析。

第二阶段为环境监测阶段,也称主动监测或目的监测阶段。进入20世纪70年代人们逐步认识到不仅仅是化学因素,诸如噪声、光、热、电磁辐射及放射性等物理因素也同样能够影响环境的质量,而化学因素中某一化学毒物的含量仅是影响环境质量的因素之一,环境中各种污染物之间、污染物与其它物质、其它因素之间还存在着相加和拮抗作用,所以简单的环境分析是不能够综合反映环境质量状况的。为此环境监测手段从单一的化学监测发展到包括化学、物理及生物等在内的综合监测,同时监测范围也从点污染的监测发展到面污染以及区域性的监测。

第三阶段称为污染防治监测阶段或自动监测阶段。20世纪80年代计算机和程控技术的利用使得环境监测技术得以飞速发展,许多发达国家相继建立了自动连续监测系统,数据的传输、处理等更加迅速准确。可在极短时间内了解到大气、水体污染浓度的变化,预测预报未来环境质量等。

1.2.2 现代环境监测的内容

环境监测的内容很多,但对有毒有害化学物质的监测和控制依然是环境监测的重点。目前世界上已知的化学物质已达2400万种之多,其中有10余万种的化学物质进入了环境。因此,无论是从人力、物力、财力还是从化学物质的危害程度以及出现频率的实际情况看,人们不可能也没必要对每一种化学物质进行监测和控制,只能有重点和针对性地对部分污染物进行监测和控制。这就要求对这些污染物进行分类,筛选出危害性大、在环境中出现频率高的污染物作为监测和控制的对象。这些经过选择的污染物称为环境优先污染物,简称优先污染物,而对优先污染物进行的监测称为优先监测。

原则上讲,凡是在环境中难以降解、出现频率较高、具有生物积累性且毒性较大的化学物质都应列为环境优先污染物,但是确定优先污染物还应考虑是否具有相对可靠的测试手段和分析方法以及是否已有环境标准或评价标准等技术因素。

美国和前苏联是世界上最早开展优先监测的国家。如美国早在20世纪70年代中期,就在“清洁水法”中明确规定了129种优先污染物,其后又提出了43种空气优先污染物名单。

中国也提出了“中国环境优先污染物黑名单”,包括卤代烃类、苯系物、氯代苯类、多氯联苯类、酚类、硝基苯类、苯胺类、多环芳烃类、酞酸酯类、农药、丙烯腈、亚硝胺类、氰化物、重金属及其化合物等共14种化学类别,所包括的污染物共有68种,其中有机物58种,无机物10种。

在实际监测工作中要视具体情况有所增减和选择,如对饮用水源进行监测时应优先监测主要影响健康的项目,对农田灌溉和渔业用水进行监测时则应优先安排毒物的监测,对交通干线的监测则应优先对一氧化碳、总烃及氮氧化物等进行监测。目前我国环境监测中实际监测的项目大体上包括大气监测 12 项,水监测 35 项,生物监测 4 项,噪声监测 4 项,其它污染监测 5 项。

1.2.3 现代环境监测的技术概述及发展

环境监测技术包括采样技术、测试技术和数据处理技术等内容,其中尤以测试技术最为重要,目前应用较多的测试技术有化学分析法、仪器分析法和生物监测技术等。

1.2.3.1 化学分析法

化学分析法是以化学反应为基础的一种分析方法,分为质量法和滴定法两种。

1. 质量分析法

该法是通过滤膜(滤纸)过滤、恒重、用天平称量的一种分析方法,结果准确度较高,但操作较繁琐、费时,它主要用于空气中的悬浮物、水中悬浮物及残渣等的测定。

2. 滴定分析法

包括酸碱滴定法、络合滴定法、沉淀滴定法和氧化还原滴定法等,具有方法简便,准确度高,不需贵重的仪器设备等特点,是一种十分重要的分析方法,主要用于水中化学需氧量、生化需氧量、溶解氧、硫化物、氰化物、氨氮等的测定。

1.2.3.2 仪器分析法

仪器分析是以物理和物理化学方法为基础的分析方法。该法具有快速、灵敏、准确等特点,在环境监测中占有重要的地位。常用的方法有光谱分析法、色谱分析法、电化学分析法、放射分析法和流动注射分析法等。

目前,仪器分析法被广泛用于对环境中污染物的定性和定量分析中。如分光光度法常用于测定金属、无机非金属等污染物;气相色谱法常用于有机污染物的测定;而紫外光谱、红外光谱、质谱及核磁共振等技术则主要用于污染物的状态和结构的分析中。

此外,还有一些专项的环境分析仪器,如浊度计、溶解氧测定仪、COD 测定仪、BOD 测定仪、TOC 测定仪等。

1.2.3.3 生物监测技术

这是利用植物和动物在污染的环境中产生的各种反映信息来判断环境质量的方法,是一种最直接的综合方法。

生物监测包括生物体内污染物含量的测定;观察生物在环境中受伤害症状;生物的生理生化反应;生物群落结构和种类变化等手段来判断环境质量。例如,利用某些对特定污染物敏感的植物或动物(指示生物)在环境中受伤害的症状,可以对环境污染作出定性和定量的判断。

1.2.3.4 监测技术的发展

目前环境监测技术发展很快,日新月异,各国的环境监测及化学分析工作者都在努力利用新的仪器开发一系列新的监测技术和方法。如 GC - AAS(气相色谱 - 原子吸收光谱)联用仪、GC - MS(气相色谱 - 质谱)联用仪、GC - FTIR(气相色谱 - 傅里叶红外光谱)联用仪等使两项原本独立的技术互促互补,扬长避短,在环境监测中发挥更大的作用。

遥感技术、连续自动监测技术、数据处理与传输的计算机化技术等大型化、连续化和自

动化的监测技术的发展也十分迅速。

与此同时,小型便携式、简易快速的监测仪器的研究也十分重要,发展较快。如在污染突发事故的现场,瞬时造成很大的伤害,但由于空气扩散和水体流动,污染物浓度的变化十分迅速,这时大型仪器无法使用,而便携式和快速测定仪就显得十分重要。同样在野外的监测中,这种便携、快速测定仪也是十分必要的。

1.2.4 环境监测的程序

环境监测是一项复杂而严肃的工作,要想保证监测数据的准确、可比、可靠,必须进行周密计划,精心设计,科学安排,严格按照一定的程序组织实施。

环境监测的程序一般包括如下几个工作过程,即现场调查、监测计划设计、样品采集、样品运输与保存、分析测试、数据处理和综合评价等。

1.2.4.1 现场调查

根据监测目的要求进行调查,内容包括主要污染物的来源、性质及排放规律,污染受体(居民、机关、学校、农田、水体、森林等)的性质,受体与污染源的相对位置(方位与距离),水文、地理、气象等环境条件和有关历史情况等。

1.2.4.2 监测计划设计

根据监测目的要求和现场调查材料,确定监测的范围和项目、采样点的数目及位置、采样时间和频率、样品如何运输与保存、监测人员、测试方法等。

1.2.4.3 样品采集

按规定的操作程序和确定的采样时间、频率采集样品,并如实记录采样实况,将采集的样品和记录及时送往实验室。

1.2.4.4 样品运输与保持

为尽可能降低样品的变化,在采样后针对样品的不同情况和待测物特性实施保护措施,并力求缩短运输时间,尽快将样品送到实验室进行分析。

1.2.4.5 分析测试

按照国家规定的分析方法和技术规范进行。

1.2.4.6 数据处理

根据分析记录将测得的数据进行处理和统计,检验计算污染物浓度等,然后整理出报告表。

1.2.4.7 综合评价

依据国家规定的有关标准,进行单项或综合评价,并结合现场的调查资料对数据做出合理解释,写出综合研究报告。

1.3 环境标准

现代环境问题不仅仅是某一局部的问题,而是区域性和全球性的问题,区域与区域间或国家与国家之间的环境合作十分普遍,这就要求环境监测数据共享,所以在环境监测的过程中从样品的采集、分析测试到综合评价等要尽可能使用统一的环境标准,即各国的环境标准应尽量与国际接轨。

1.3.1 环境标准的分类与分级

我国环境标准共分为六类、两级。六类标准是：环境质量标准、污染物控制标准(或称为污染物排放标准)、环境基础标准、环境方法标准、环境标准物质标准和环保仪器、设备标准。这些标准是由政府部门制定的强制性的技术规范,是环境保护法的一部分,具有法律效应。两级标准是：国家标准和地方标准。其中环境基础标准、环境方法标准和环境标准物质标准只有国家标准,地方必须执行,属强制性标准。

1.3.2 环境标准简介

1.3.2.1 大气标准

到目前为止,我国颁布并正在执行的大气标准有：环境空气质量标准(GB 3095 - 1996);保护农作物的大气污染物最高允许浓度(GB 9137 - 88);大气污染物综合排放标准(GB 16297 - 1996);工业炉窑大气污染物排放标准(GB 9078 - 1996);火电厂大气污染物排放标准(GB 13223 - 1996);炼焦炉大气污染物排放标准(GB 16171 - 1996);锅炉大气污染物排放标准(GB 13271 - 1999)等。其中 GB 3095 - 1996 和 GB 16297 - 1996 是两个最主要的大气标准。

1. 环境空气质量标准(GB 3095 - 1996)

该标准从 1996 年 10 月 1 日起实施,同时代替 GB 3095 - 82 标准。制定该标准的目的是为了控制和改善大气质量,为人民生活和生产创造清洁适宜的环境,防止生态破坏,保护人民健康,促进经济发展。

标准将环境质量功能区分为三类：一类区为自然保护区,风景名胜区和其它需要特殊保护的地区;二类区为城镇规划中确定的居住区,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。同时将环境质量标准分为三级,并规定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。标准中对各项污染物不允许超过的浓度限值、监测采样和鉴定分析方法、取值时间、数据统计的有效性等都作了详尽的规定。详见附录 1。

2. 大气污染物综合排放标准(GB 16297 - 1996)

该标准自 1997 年 1 月 1 日起实施。同时替代 GB 3548 - 83、GB 4276 - 84、GB 4277 - 84、GB 4282 - 84、GB 4912 - 85、GB 4916 - 85、GB 4917 - 85、GBJ 4 - 73 等各标准中的废气部分。标准共设了三项指标。

(1) 通过排气筒排放的污染物最高允许排放浓度;

(2) 通过排气筒排放的污染物,按排气筒高度规定的最高允许排放速率,任何一个排气筒必须同时遵守上述两项指标,超过其中任何一项均为超标排放;

(3) 以无组织方式排放的污染物,规定无组织排放的监控点及相应的浓度限值。

标准还对排放速率进行了分组,现有污染源分为一、二、三级(新污染源为二、三级),按污染源所在环境空气质量功能区类别,执行相应级别的排放速率标准,即:

位于一类区的污染源执行一级标准(一类区禁止新、扩建污染源,现有污染源改建时执行现有污染源的一级标准);位于二类区的污染源执行二级标准;位于三类区的污染源执行三级标准。

标准中还规定了监测布点、采样时间和频次、采样方法和分析方法等。

1.3.2.2 水质标准

目前,我国颁布并正在执行的水质标准有:地面水环境质量标准(GHJB 1 - 1999);海水水质标准(GB 3097 - 1997);农田灌溉水质标准(GB 5084 - 1992);渔业水质标准(GB 11607 - 1989);景观娱乐用水水质标准(GB 12941 - 1991);地下水质量标准(GB/T 14848 - 1993);污水综合排放标准(GB 8978 - 1996);生活饮用水卫生标准(GB 5749 - 1985);此外还有一些行业污水排放标准等。

1. 地面水环境质量标准(GHJB 1 - 1999)

按照地面水域使用目的和保护目标把水域功能分为五类:

- 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,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。

同一水域兼有多种功能的,依最高功能划分类别。有季节性功能的,可分季划分类别。

标准规定,不同功能水域执行不同标准值,但不得用瞬时一次监测值使用本标准。有一项指标超过标准值,即表明使用功能不能保证,危害程度应参考背景值及水生生物调查数据。标准中还规定了水质监测取样点和监测分析方法等。详见附录 2。

2. 污水综合排放标准(GB 8978 - 1996)

本标准共分为三级。同时将污染物按其性质分为两类,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,其最高允许浓度必须达到该标准要求;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。详见附录 3。

1.3.2.3 噪声标准

我国已颁布并执行的噪声标准有:城市区域环境噪声标准(GB 3099 - 1993);工业企业厂界噪声标准(GB 12348 - 1990);建筑施工场界噪声限值(GB 12523 - 1990);铁路边界噪声限值及其测量方法(GB 12525 - 1990);汽车定置噪声限值(GB 16170 - 1996)等。

其中,城市区域环境噪声标准将城市划分为五类区域(0,1,2,3,4类),并规定了各类区域的环境噪声的最高限值:

0类标准 适用于疗养区、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静的区域,位于城郊和乡村的这一类区域分别按严于0类标准5dB执行;

- 1类标准 适用于以居住、文教机关为主的区域,乡村居住环境可参照执行该类标准;
- 2类标准 适用于居住、商业工业混杂区;
- 3类标准 适用于工业区;

4类标准 适用于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)。

习 题

1. 简述环境监测的意义和作用。
2. 环境监测主要有哪些分类?

- 3.什么是环境优先污染物?为什么要优先监测?
- 4.环境监测技术中主要的测试技术有哪些?
- 5.简述我国环境标准的分类和分级。

第2章 大气和废气监测

2.1 大气及大气污染

2.1.1 大气及其组成

2.1.1.1 大气及大气圈的结构

大气(Atmospheric air)是指包围在地球周围的气体。由于地心引力和气体的可压缩性,地球大气圈的大气质量从垂直地球方向看,其分布是不均匀的。世界气象组织按大气层温度的垂直分布将大气分为对流层、平流层、中间层、热成层和散逸层。具体见图2-1。

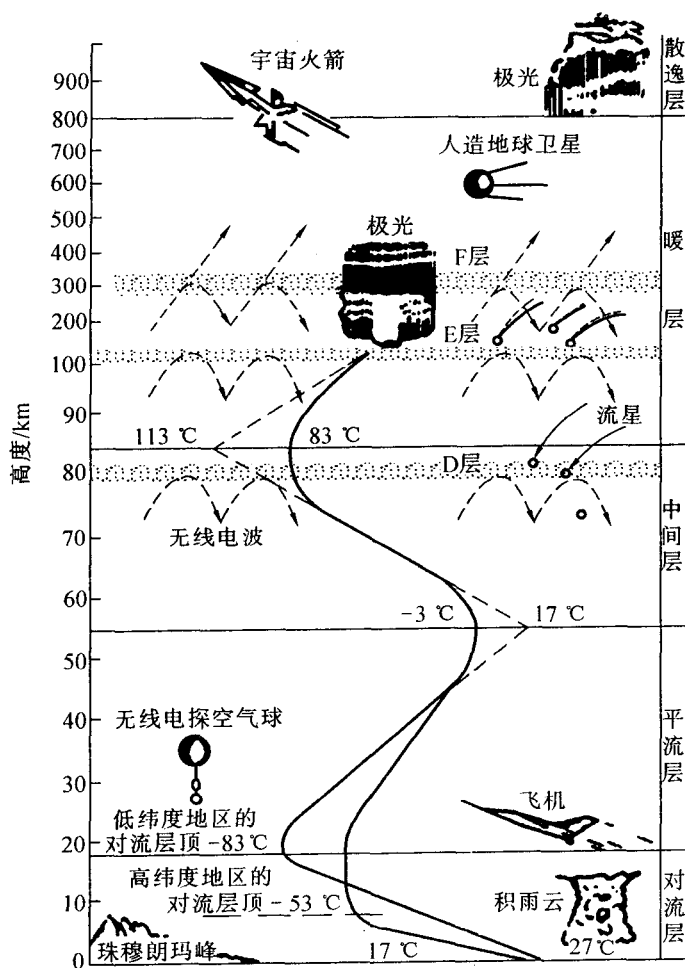


图2-1 大气的垂直分层图

对流层(troposphere):大气层最下面靠地球表面的部分。该层大气的厚度虽然只有10 km ~ 18 km,却集中了80% ~ 95% 的空气和几乎全部的水汽。对流层与一切生物关系最为密切,通常所发生的大气污染主要在这一层,特别是靠近地面的1 km ~ 2 km 范围内。对流层气体也常称为空气。

平流层(stratosphere):该层也称为同温层,层内温度非常平衡,其高度是从对流层顶以上55km左右。臭氧就含于此层内,它能吸收来自太阳的绝大部分紫外线,同时自身也分解为氧分子和氧原子,而当它们重新组合成臭氧时,又放出大量的热,影响着平流层温度的变化。由于该层内气温垂直变化很小,所以层内气流运动相当平稳,并以水平运动为主,平流层即由此得名。

中间层(mesosphere):平流层顶的上面是温度再度随高度上升而下降的中间层,其高度是从平流层顶以上35 km 左右。该层内仍有气体的垂直对流运动,故又称此层为高空对流层或上对流层。

热成层(thermosphere):从中间层顶至800 km 的高空为热成层,又称暖层,其温度随高度上升而迅速上升。据人造卫星观测,在300 km 高空上,气温可达到1 000 ℃ 以上。该层内大气中的氧和氢在宇宙射线和太阳紫外线的作用下分解为离子,使大气处于高度电离状态故又称为电离层。电离层能反射电磁波,对地球上的无线电通讯具有重要意义。

逸散层:800 km 以上的大气层称为逸散层。它是大气圈与星际空间的过渡地带,其气温随高度的增高而升高。由于空气十分稀薄,受地球引力作用较少,一些高速运动的大气质点就能逸散到星际空间。

通常,大气和空气在习惯用语上没有区别,甚至是同义词,而在环境科学中大气和空气是稍有不同的。用于小范围的如居室、车间或厂区的常称为空气;用于大范围的如一个地区、一个城市的称为大气。

2.1.1.2 大气的组成

自然状态的大气是由无色、无味、无臭的空气,水蒸气和尘埃三部分组成的混合物。干燥清洁的空气组成是基本不变的,具体见表2-1。

表2-1 海平面上干燥清洁空气的组成

成 分	相对分子质量	体积分数 / %	成 分	相对分子质量	体积分数 / %
氮(N ₂)	28.01	78.09	氪(Kr)	83.80	1×10^{-4}
氧(O ₂)	32.00	20.94	氢(H ₂)	2.02	0.5×10^{-4}
氩(Ar)	39.94	0.934	一氧化二氮(N ₂ O)	44.02	0.25×10^{-4}
二氧化碳(CO ₂)	44.01	0.032	一氧化碳(CO)	28.01	0.1×10^{-4}
氖(Ne)	20.18	18×10^{-4}	氙(Xe)	131.30	0.08×10^{-4}
氦(He)	4.003	5.2×10^{-4}	臭氧(O ₃)	48.00	0.02×10^{-4}
甲烷(CH ₄)	16.04	1.5×10^{-4}	氨(NH ₃)	17.03	0.01×10^{-4}

水蒸气的含量是因时因地而变化的,在干旱地区可低至0.02%,而在温暖湿润气候下可达6%。各种杂质(如粉尘、烟、有害气体等),则因自然过程或人类活动的影响,无论种类

还是含量,变动都很大,甚至导致空气污染。

2.1.2 大气污染源

大气是人类赖以生存的重要环境要素之一,它为人类及其它生物提供生存所必须的物质——空气。而人类的生产、生活过程中又和空气进行物质和能量的交换,影响着整个大气;同时,自然界的物理、化学等许多过程也同样影响着大气质量。当大气中污染物达到一定程度,致使大气质量发生变化,自然的物理、化学和生态平衡体系遭到破坏,对人类生活、工作、健康造成了急性和慢性危害并对财产和器物造成损害,这就是大气污染。而所有大气污染物质的发生源即为大气污染源。所以,大气污染源可分为自然污染源和人为污染源两大类。

2.1.2.1 自然污染源

是指造成大气污染的自然发生源,如火山爆发排出的火山灰、二氧化硫、硫化氢等,森林火灾、海啸、植物腐烂、天然气、土壤和岩石的风化,以及大气圈中空气运动等自然现象所产生的大量二氧化碳、碳氢化合物及热辐射等。一般来说,自然污染源能造成的大气污染只占大气污染的很小部分。因此,我们主要研究人为因素所引起的大气污染问题。

2.1.2.2 人为污染源

是指造成大气污染的人为发生源,如资源和能源的开发利用(包括核工业)、燃料的燃烧以及向大气释放出污染物的各种生产装置等。这类污染源包括工业污染源、农业污染源、交通运输污染源及生活污染源等。

2.1.3 大气污染物及其存在状态

2.1.3.1 大气污染物及其分类

大气污染物是指对人类生存环境能够产生威胁的物质,目前已知的种类不下数千种,其中已发现有危害作用而被人们注意到的有一百多种,其中大部分为有机物。大气污染物的分类方法较多。

1. 依据大气污染物的产生源分为自然污染物和人为污染物。

2. 按污染物性质分为化学污染物、物理污染物和生物污染物。化学污染物可分为无机污染物、有机污染物;物理污染物可分为噪声、微波辐射和放射性污染物;生物污染物又可分为微生物和病毒等。

3. 按污染物在环境中物理、化学性质变化又可分为一次污染物和二次污染物。

一次污染物是直接从各种污染源排放到大气中的有害物质。常见的主要有二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、碳氢化合物、颗粒性物质等。颗粒性物质中又包含有苯并[α] 芘等强致癌性物质、有毒重金属、多种有机和无机化合物等。

二次污染物是一次污染物在大气中相互作用或它们与大气中的正常组分发生反应所产生的新污染物。这些新污染物与一次污染物的化学、物理性质完全不同,多为气溶胶,具有颗粒小、毒性一般比一次污染物大等特点。常见的二次污染物有硫酸及硫酸盐气溶胶、硝酸及硝酸盐气溶胶、臭氧、醛类(乙醛和丙烯醛等)、过氧乙酰硝酸酯(PAN) 以及一些活性中间产物,如过氧化氢基(HO_2)、氢氧基(OH)、过氧化氮(NO_2) 和氧原子等。

4. 按受污染物影响的环境要素可分为大气污染物、水体污染物和土壤污染物等。

5. 强调污染物对人体的危害,可分为一般有毒污染物、“三致”(致畸物、致突变物、致癌