



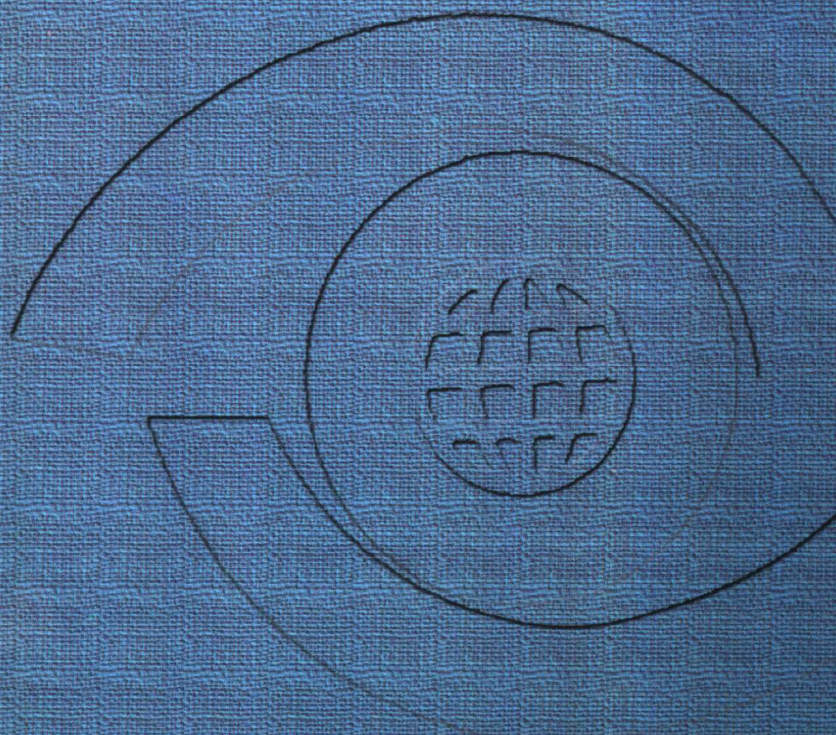
21世纪环境工程类高职教材
教育部高等学校环境工程专业
教学指导委员会推荐教材

高等专科学
高等职业技术学院

环境工程专业新编系列教材

环境监测

梁红 主编



武汉理工大学出版社

高等专科学校
高等职业技术学院
环境工程专业新编系列教材

环境监测

主 编 梁 红
副主编 吴风林

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内容提要

本书以现行的国家环境监测标准为依据,详细介绍了水、大气、固体废物、土壤、生物、居室环境中含有的主要污染物的监测原理、监测方法和监测过程中的质量控制。本书注重介绍环境监测中使用的新方法、新技术,力求反映当前环境监测学科的发展水平。

本书可作为高等专科学校、高等职业技术学院环境工程、环境管理、环境监测以及相关专业的教材,也可作为在职环境保护人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境监测/梁红主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2003.7

ISBN 7-5629-1966-6

I. 环… II. 梁… III. 环境监测-高等学校:技术学校-教材 IV. X83
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 107056 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://cbs.whut.edu.cn>

E-mail: wutp@public.wh.hb.cn

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×960 1/16

印 张:25.75

字 数:494 千字

版 次:2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5629-1966-6/X·15

印 数:1~3000 册

定 价:33.00 元

(本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书
热线电话:027-87397097 87394412)

高等专科学校
环境工程专业新编系列教材
高等职业技术学院
编审委员会

顾问: 孙俊逸 宫学栋 宋振东 彭长琪
黄东峰 黎松强 王宜明

名誉主任: 张晓健

主任: 胡亨魁 雷绍锋

副主任: 王红云 吕小明 周国强 李连山
高红武 蔡德明

委员: (按姓氏笔划排列)

王红云	田子贵	吕小明	冯雁
刘晓冰	刘永坚	李连山	陈剑虹
宋振东	林锦基	张晓健	张明顺
陈湘筑	吴国旭	吴晓琴	邱梅
赵建国	周国强	胡亨魁	宫学栋
徐扬	高红武	曾育才	梁红
彭长琪	黎松强	雷绍锋	蔡德明

总责任编辑: 刘永坚 吴晓琴

秘书长: 徐扬

出版说明

由于人类面临的环境问题日益严重,大量影响人类生存和发展的环境问题亟待解决,“环境科学”也就应运而生。当然,与其他发展历史久远的成熟学科相比,环境科学及其分支学科环境工程学都很年轻,又属于多学科交叉融会的横断学科,因此至今尚未成熟。反映到教育领域,国内大专院校的环境工程专业大都是近年才陆续创设、开办,也是一个非常年轻的专业。随着人们对环境问题的深刻关注和了解,环境科学的重要性日益突显,社会对环境工程专业人才的需求大大增加,环境工程专业得到了迅速发展。然而,正因为环境工程专业的年轻和多学科交叉的特点及其突出的实用性特色,使得教材建设的难度很大,以致专业教材严重匮乏。教材成了制约学科和专业发展的重要因素。

为解决教学急需,武汉理工大学出版社在教育部高等学校环境工程专业教学指导分委员会的大力支持和直接指导下,经过广泛深入地调研,决定组织编写、出版一套高等专科学校、高等职业技术学院环境工程专业新编系列教材。此举得到了众多相关院校的热烈响应。全国十多所大专院校积极参加编写;教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学张晓健教授担任系列教材编审委员会名誉主任,教学指导委员会大专组组长胡亨魁教授担任编审委员会主任;全套教材各门课程的编写大纲、具体内容均由教学指导委员会审订,并将此系列教材确定为教学指导委员会向全国推荐的重点教材。

高等专科和高等职业教育的培养目标是培养在第一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才,其教学模式和教学方法有其自身特定的规律,不能套用或简单压缩本科教学的模式和方法。本套教材的编写主要满足三个方向的培养要求:一是从事一线环境污染控制工艺设计、设备生产、设施运行管理与维护的专门人才;二是从事一线生态保护的专门人才;三是一线环境管理的专门人才。为此,教材编写特别强调应用性和实践性,各门课程的理论教学把握以够用为度的原则。全套教材对原有课程体系和教学内容进行了优化整合,精简了理

论教学时数,增加和强化了实践性教学环节。编写内容上特别注重吸取近年来国内外环境治理工程的新技术、新方法,力求与世界先进的环境保护理论和环境工程技术的发展保持同步。

由于本套教材的实用性特色,所以它不仅是一套全日制高等专科、高等职业技术学院的专业教材,也可以用于环境保护行业的管理干部和技术干部的职业培训,还可供环境保护的工程技术人员参考。

本套教材是迄今为止全国的第一套专科环境工程专业系列教材,环境工程学科又处在不断发展的过程中,因此,尽管我们的编审者殚精竭虑、尽心尽力,新教材的不足之处也在所难免。我们诚挚地期望使用教材的师生在教学实践中对教材提出批评和建议,以便我们不断修订、完善,精益求精!

武汉理工大学出版社

2003年7月

前 言

《环境监测》是应教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会、大专指导组要求编写的“环境工程专业系列教材”之一。按照高职高专实用型技术人才的培养要求,教材编写中突出了环境监测的实践性和操作性的特点,力求实现理论教学与实践教学的有机结合,提高理论教学与实践教学的互动效果。为了便于读者在学习中文查阅对照,将全书分为理论教学和实践教学两部分,两者可相辅相成配套使用。

教材紧密结合我国环境监测的现状,反映了当前国内外的水平。所涉及的标准均为最新颁布实施的国家标准,具有较强的实用性。本教材适用于高等专科学校、高等职业技术学院环境专业学生,也可用作环境监测和相关领域技术人员的参考书。

教材的理论教学部分共分 10 章,分别介绍绪论、水质、大气、固体废物、土壤、噪声、生物、放射性、居室污染监测以及监测过程中的质量保证等内容;实验教学部分包括水质、大气、土壤等章节的典型教学实验 22 个。

本教材的建议教学学时为 100 学时,其中理论教学 60 学时,实验教学 40 学时。

本书由梁红任主编,吴风林任副主编。章节编写分配如下:第 1、3、9 章由梁红执笔,第 2、5、7、8 章由吴风林执笔,第 6、10 章由王红云执笔,第 4 章、实验部分由高辉执笔。梁红负责全书统稿。本书部分内容由王宜民教授、曾祥镇教授审稿,并提出宝贵的修改意见,在此深表谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中内容难免存在疏漏和错误,恳切希望读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 环境监测的目的与分类	(2)
1.1.1 环境监测的目的	(2)
1.1.2 环境监测的分类	(2)
1.2 环境监测对象的特点与选择	(5)
1.2.1 环境监测对象的特点	(5)
1.2.2 监测对象的选择	(6)
1.3 环境监测技术	(8)
1.3.1 化学分析法	(8)
1.3.2 仪器分析法	(8)
1.3.3 生物技术	(10)
1.4 环境监测网络与环境自动监测	(11)
1.4.1 环境监测网络	(11)
1.4.2 环境自动监测	(13)
1.5 环境标准	(14)
1.5.1 环境标准的分类和分级	(14)
1.5.2 环境质量标准	(18)
1.5.3 污染物排放标准	(21)
1.5.4 环境标准体系	(27)
1.6 环境监测课程的学习导航	(28)
1.6.1 明确环境监测的内容	(28)
1.6.2 坚持环境标准	(28)
1.6.3 熟练掌握实验操作技能	(29)
1.6.4 重视环境监测的质量控制	(29)
习题	(30)
2 水和废水监测	(31)
2.1 概述	(31)
2.1.1 水和水体污染	(31)

2.1.2	水质监测的对象和目的	(33)
2.1.3	监测项目	(34)
2.1.4	水质监测分析方法	(37)
2.1.5	水质监测方案的制订	(39)
2.2	水样的采集、保存和预处理	(47)
2.2.1	地表水样的采集	(47)
2.2.2	废水样品的采集	(50)
2.2.3	地下水样的采集	(51)
2.2.4	底质(沉积物)样品的采集	(51)
2.2.5	流量的测定	(52)
2.2.6	水样的运输和保存	(53)
2.2.7	水样的预处理	(59)
2.3	物理性质的检验	(63)
2.3.1	水温	(63)
2.3.2	颜色	(64)
2.3.3	臭	(64)
2.3.4	残渣	(65)
2.3.5	电导率	(66)
2.3.6	浊度	(67)
2.3.7	透明度	(67)
2.4	无机物的测定	(68)
2.4.1	金属化合物的测定	(68)
2.4.2	非金属无机物的测定	(81)
2.5	有机化合物的测定	(94)
2.5.1	化学需氧量(COD)的测定	(94)
2.5.2	高锰酸盐指数的测定	(96)
2.5.3	生化需氧量(BOD)的测定	(97)
2.5.4	总有机碳(TOC)的测定	(101)
2.5.5	总需氧量(TOD)的测定	(101)
2.5.6	挥发酚的测定	(102)
2.5.7	矿物油的测定	(104)
2.5.8	其他有机污染物的测定	(105)
2.6	水质污染生物监测	(105)
2.6.1	生物群落法	(106)
2.6.2	细菌学检验法	(109)

2.7	底质监测	(111)
2.7.1	底质监测的意义及采样方法	(111)
2.7.2	底质(沉淀物)样品的采集	(111)
2.7.3	污染物质的测定	(112)
2.8	我国地表水水质监测网络	(112)
2.8.1	水污染连续自动监测	(112)
2.8.2	我国地表水水质监测网络简介	(121)
	习题	(123)
3	大气和废气监测	(125)
3.1	概述	(125)
3.1.1	大气及其组成	(125)
3.1.2	大气污染物及其存在状态	(126)
3.1.3	大气污染源	(127)
3.1.4	大气污染物的时空分布	(128)
3.1.5	大气污染监测和监测项目	(129)
3.2	大气采样点的布设和采样频率	(130)
3.2.1	大气监测采样点的布设	(130)
3.2.2	采样时间和采样频率	(133)
3.3	大气样品的采样方法和采样仪器	(133)
3.3.1	直接采样法	(133)
3.3.2	富集(浓缩)采样法	(134)
3.3.3	采样仪器	(138)
3.3.4	采样记录	(142)
3.4	大气采样效率和气体换算	(142)
3.4.1	采样效率及评价	(142)
3.4.2	大气中污染物浓度表示方法与气体体积换算	(143)
3.5	颗粒物的测定	(144)
3.5.1	自然沉降量的测定	(144)
3.5.2	总悬浮颗粒物(TSP)的测定	(146)
3.5.3	可吸入颗粒物	(147)
3.6	气态和蒸气态污染物质的测定	(148)
3.6.1	二氧化硫的测定	(148)
3.6.2	氮氧化物的测定	(154)
3.6.3	一氧化碳的测定	(159)
3.6.4	臭氧的测定	(161)

3.6.5	总烃的测定	(165)
3.6.6	氯化物的测定	(166)
3.7	污染源监测	(169)
3.7.1	概述	(169)
3.7.2	固定污染源监测	(170)
3.7.3	流动污染源监测	(187)
3.8	大气污染连续自动监测系统	(191)
3.8.1	概述	(191)
3.8.2	大气污染连续自动监测系统的组成	(192)
3.8.3	空气污染指数(API)	(198)
	习题	(200)
4	固体废物监测	(202)
4.1	概述	(202)
4.1.1	危险废物的定义和鉴别	(202)
4.1.2	城市生活垃圾的来源和组成	(204)
4.2	固体废物样品的采集和制备	(205)
4.2.1	样品的采集	(205)
4.2.2	样品的制备	(208)
4.2.3	样品水分的测定	(210)
4.2.4	样品的运送和保存	(210)
4.3	危险特性监测	(211)
4.3.1	急性毒性	(211)
4.3.2	易燃性	(211)
4.3.3	腐蚀性	(212)
4.3.4	反应性	(212)
4.3.5	浸出毒性	(214)
4.4	生活垃圾特性分析	(215)
4.4.1	垃圾的粒度分级	(215)
4.4.2	淀粉的测定	(215)
4.4.3	生物降解度的测定	(216)
4.4.4	热值的测定	(217)
4.4.5	渗沥水分析	(217)
4.4.6	渗沥试验	(218)
	习题	(219)
5	土壤污染监测	(220)

5.1	概述	(220)
5.1.1	土壤的组成	(220)
5.1.2	土壤的特性	(223)
5.1.3	土壤污染源	(223)
5.1.4	土壤污染的特点	(224)
5.2	土壤污染物的测定	(225)
5.2.1	监测项目	(225)
5.2.2	土壤样品采集	(225)
5.2.3	土壤样品的制备与保存	(227)
5.2.4	土壤样品测定	(228)
	习题	(232)
6	生物污染监测	(233)
6.1	概述	(233)
6.2	污染物在生物体内的分布	(234)
6.2.1	污染物在植物体内的分布	(234)
6.2.2	污染物在动物体内的分布	(235)
6.3	生物样品的采集制备和预处理	(237)
6.3.1	生物样品采集	(237)
6.3.2	生物样品的制备	(239)
6.3.3	生物样品的预处理	(240)
6.4	生物污染监测方法	(242)
6.4.1	光谱分析法	(242)
6.4.2	色谱分析法	(242)
6.4.3	测定实例	(243)
	习题	(244)
7	噪声监测	(245)
7.1	概述	(245)
7.1.1	噪声的概念	(245)
7.1.2	噪声的分类	(245)
7.1.3	环境噪声的主要特征	(246)
7.1.4	噪声的危害	(246)
7.1.5	噪声监测参数及其分析	(247)
7.2	噪声监测	(255)
7.2.1	噪声测量仪器	(255)
7.2.2	噪声监测	(257)

习题.....	(259)
8 放射性污染监测	(260)
8.1 概述	(260)
8.1.1 放射性	(260)
8.1.2 放射性的来源	(260)
8.1.3 放射性核素对人体的危害	(261)
8.2 放射性监测方法	(261)
8.2.1 监测对象及内容	(261)
8.2.2 放射性测量实验室	(262)
8.2.3 放射性检测仪器	(262)
8.2.4 放射性监测方法	(264)
8.3 电磁辐射污染监测	(268)
8.3.1 电磁辐射	(268)
8.3.2 电磁辐射污染的危害	(269)
8.3.3 电磁辐射监测	(270)
习题.....	(271)
9 室内污染物监测	(272)
9.1 概述	(272)
9.1.1 室内污染的来源	(273)
9.1.2 室内污染的特征	(276)
9.1.3 室内空气质量标准	(277)
9.2 室内空气监测采样条件	(278)
9.2.1 采样点布置	(278)
9.2.2 采样时间和频率	(279)
9.2.3 采样条件	(279)
9.2.4 采样方法和采样仪器	(279)
9.2.5 采样体积换算	(279)
9.2.6 采样记录	(280)
9.3 室内环境有害物质监测方法	(280)
9.3.1 甲醛	(281)
9.3.2 苯、甲苯和二甲苯.....	(286)
9.3.3 氨	(289)
9.3.4 苯并[a]芘.....	(291)
9.3.5 总挥发性有机物(TVOC)	(295)
9.3.6 新风量	(297)

9.3.7 室内空气中细菌总数	(299)
习题	(300)
10 环境监测质量保证	(301)
10.1 概述	(301)
10.2 监测实验室技术要求	(302)
10.2.1 实验用水	(302)
10.2.2 化学试剂	(303)
10.2.3 分析仪器	(304)
10.2.4 实验室管理制度	(305)
10.3 监测数据统计处理	(305)
10.3.1 基本概念	(305)
10.3.2 可疑数据的取舍—— Q 检验法	(306)
10.3.3 监测结果统计检验—— t 检验法	(307)
10.3.4 监测数据的回归处理与相关分析	(309)
10.4 实验室质量控制	(311)
10.4.1 全程序空白试验值控制	(311)
10.4.2 平行双样	(312)
10.4.3 加标回收	(312)
10.4.4 标准参考物的使用	(313)
10.4.5 方法对照	(313)
10.4.6 质量控制图的应用	(314)
10.4.7 实验室间质量控制	(318)
10.5 环境标准物质	(319)
10.5.1 环境标准物质	(319)
10.5.2 环境监测质量控制样品	(320)
习题	(321)
实验	(322)
实验一 废水悬浮固体和浊度的测定	(322)
一、悬浮固体的测定	(322)
二、浊度	(323)
实验二 颜色的测定	(324)
一、铂钴比色法	(324)
二、稀释倍数法	(326)
实验三 水中氨氮的测定	(326)
一、水样的预处理	(326)

二、纳氏试剂比色法	(328)
三、电极法	(330)
实验四 水中铬测定	(332)
一、六价铬的测定(二苯碳酰二肼分光光度法)	(332)
二、总铬测定(高锰酸钾氧化二苯碳酰二肼分光光度法)	(334)
实验五 废水中总砷的测定(二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法)	(336)
实验六 水中溶解氧的测定	(339)
一、碘量法	(339)
二、叠氮化钠修正法	(341)
三、膜电极法	(342)
实验七 水中总磷的测定(钼酸铵分光光度法)	(344)
实验八 水中化学需氧量的测定	(346)
一、重铬酸钾法(COD_{Cr})	(346)
二、库仑法	(349)
实验九 五日生化需氧量的测定	(352)
实验十 废水中酚的测定(4-氨基安替比林分光光度法)	(357)
实验十一 水中油的测定	(361)
一、重量法	(361)
二、非色散红外分光光度法	(362)
实验十二 大气中总悬浮颗粒物的测定(重量法)	(363)
实验十三 大气中可吸入颗粒物浓度的测定(大流量采样法)	(367)
实验十四 污染源排放烟尘的测定(重量法)	(368)
实验十五 大气中二氧化硫的测定(甲醛吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法)	(371)
实验十六 大气中氮氧化物的测定(Saltzman 法)	(377)
实验十七 室内空气中甲醛含量测定(酚试剂分光光度法)	(380)
实验十八 室内空气中放射性核素氡的测定(双滤膜法)	(383)
实验十九 土壤中铜、锌、铅、镉的测定(原子吸收分光光度法)	(384)
一、火焰原子吸收分光光度法测定铜、锌	(384)
二、KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法测定铅、镉	(387)
实验二十 头发中汞的测定(冷原子分光光度法)	(390)
实验二十一 植物中六六六和滴滴涕(DDT)的测定(气相色谱法) ..	(391)
实验二十二 工业废渣渗漏模型试验	(394)
参考文献	(395)

1 绪 论

环境监测是环境科学的一个重要分支,是在环境分析的基础上发展起来的一门学科。环境监测是运用各种分析、测试手段,对影响环境质量的代表值进行测定,取得反映环境质量或环境污染程度的各种数据的过程。环境监测的目的是运用监测数据表示环境质量受损程度,探讨污染的起因和变化趋势。因此,可以将环境监测比喻为环境保护工作的“耳目”。环境监测在人类防治环境污染,解决现存的或潜在的环境问题,改善生活环境和生态环境,协调人类和环境的关系,最终实现人类的可持续发展的活动中起着举足轻重的作用。

环境监测的过程一般为:现场调查→监测计划设计→优化布点→样品采集→运送保存→分析测试→数据处理→综合评价等。环境监测的一般工作程序如图 1.1 所示。

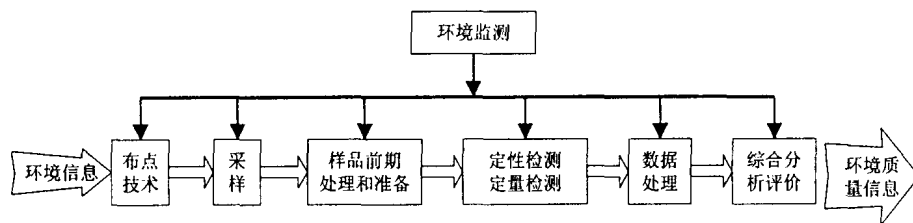


图 1.1 环境监测过程示意图

环境监测技术的发展受两方面因素的影响:(1)由于人类社会面临的环境问题日益复杂和严重,对环境监测不断提出新的要求。(2)随着科学技术的进步,环境监测技术不断得到迅速发展。这两方面的因素导致环境监测的概念不断深化,监测范围不断扩大。目前,环境监测已从单一的环境分析发展到物理监测、生物监测、生态监测、遥感、卫星监测;从间断性监测逐步过渡到连续的长期监测;从手动监测发展为在线自动监测;监测范围从一个点、一个面扩展到一个城市、一个区域乃至全球;监测项目也日益增多。环境监测技术已具备了实时性、连续性、完整性等特点,所涉及的学科范围遍及化学、物理、仪器仪表、自动化、传感、计算

机、遥感遥测等。可以认为,现在环境监测技术是由多种学科和技术交汇渗透而形成的一门综合性监测技术。

1.1 环境监测的目的与分类

1.1.1 环境监测的目的

环境监测的目的是准确、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、环境规划提供科学依据。具体归纳为:

(1)对污染物及其浓度(强度)作时间和空间方面的追踪,掌握污染物的来源、扩散、迁移、反应、转化,了解污染物对环境质量的影响程度,并在此基础上,对环境污染作出预测、预报和预防。

(2)了解和评价环境质量的过去、现在和将来,掌握其变化规律。

(3)收集环境背景数据、积累长期监测资料,为制订和修订各类环境标准、实施总量控制、目标管理提供依据。

(4)实施准确可靠的污染监测,为环境执法部门提供执法依据。

(5)在深入广泛开展环境监测的同时,结合环境状况的改变和监测理论及技术的发展,不断改革和更新监测方法与手段,为实现环境保护和可持续发展提供可靠的技术保障。

1.1.2 环境监测的分类

环境监测可按监测介质和监测目的进行分类。

1.1.2.1 按监测介质分类

环境监测以监测介质(环境要素)为对象,分为大气污染监测、水质污染监测、土壤和固体废弃物监测、生物污染监测、生态监测、噪声振动污染监测、放射性污染监测、电磁辐射监测、热污染控制监测等。

(1)大气污染监测

大气污染监测是监测和检测大气中的污染物及其含量,目前已认识的大气污染物约 100 多种,这些污染物以分子和粒子两种形式存在于大气中。分子状污染物的监测项目主要有 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 ,总氧化剂,卤化氢以及碳氢化合物等。粒子状污染物的监测项目有 TSP(总悬浮颗粒物)、 PM_{10} (可吸入颗粒物)、自然降尘量及尘粒的化学组成(如重金属和多环芳烃)等。此外,局部地区还可根据具体情况增加某些特有的监测项目(如酸雨和氟化物的监测)。