



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等学校环境类专业
教学指导委员会推荐教材

高等专科学校
高等职业技术学院

环境类专业新编系列教材

环境监测

(第2版)

梁红 主编

武汉理工大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等专科学校
高等职业技术学院
环境类专业新编系列教材

环境监测

(第2版)

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、固体废弃物、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、环境管理及环境类相关专业的教材,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. —2版—武汉:武汉理工大学出版社,2009,12
ISBN 978-7-5629-3029-7

I. 环… II. 梁… III. 环境监测 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 173094 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:荆州市鸿盛印务有限公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×960 1/16

印 张:26

字 数:510 千字

版 次:2009 年 12 月第 2 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:36.00 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
环境类专业新编系列教材
高等职业技术学院

编审委员会

(第2版)

名誉主任:张晓健

主任:胡亨魁 高红武

副主任:李倦生 吕小明 周国强 李连山

蔡德明 梁红 张明顺

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

王红云 吕小明 冯雁 刘晓冰

刘永坚 李连山 陈剑虹 林锦基

张晓健 张明顺 陈湘筑 吴国旭

邱梅 赵建国 周国强 胡亨魁

徐扬 高红武 梁红 蔡德明

总责任编辑:刘永坚

秘书长:徐扬

出版说明

(第2版)

2002年我社组织了全国十多所院校参加编写了本套教材,时任教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学教授张晓健担任系列教材编审委员会名誉主任,时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教学大纲、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。

本套系列教材(11种)正式出版后,已被众多学校选用,同时也得到了广大师生的好评。其中有6种教材被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它们是:《大气污染控制工程》、《环境工程微生物学》、《环境工程基础》、《噪声控制工程》、《环境监测》、《水污染控制工程》;其中多种教材荣获教育部全国高等学校优秀教材奖或优秀畅销书奖。这充分说明了教材编审委员会关于教材的定位、内容、结构、特色和编写宗旨符合专业教学需要和专业建设的需要,但它仍然存在缺点和不足。随着科技的进步和教学发展的改变,教材编审委员会于2008年及时对本套教材进行了第二次修订。

本次修订更加强调了人才规格的培养要求,依据培养目标,培养第一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才,依据教学模式和教学方法的内在规律,本套教材在原来基础之上,更加强调应用,更加强调实践,更加把握理论够用为度的原则,更加精减,同时吸收近年来国内外环境治理工程的新技术、新方法。

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

2009年4月

第 2 版前言

《环境监测》教材经过遴选,被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,目前是教育部高等学校环境类专业教学指导委员会推荐教材。

“十一五”期间,为了维护中华民族长远利益,建设资源节约型、环境友好型社会,国务院发布了加强节能工作,促进节能减排的决定。与之相适应,环境保护总局增加和修订了许多环境质量标准、污染物排放标准和环境监测方法标准。由于教材《环境监测》是以原来的环境标准为依据,故教材的修订势在必行。

此次修订,原教材的章节没有变化,其内容紧扣目前最新颁布实施的国家标准进行修订,同时对本书第 1 版存在的文字错误进行了更正。本次修订的参与人员:梁红,第 1、3、9 章;吴风林,第 2、5、7、8 章;王红云,第 6、10 章。另外,第 4 章由周国强进行了改编。实验部分由张青修订。特此说明。

编 者

2009 年 6 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	(98)
2.5.4	总有机碳(TOC)的测定	(101)
2.5.5	总需氧量(TOD)的测定	(102)
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	底质样品的制备和分解	(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	(162)
3.6.5	总烃的测定	(165)

3.6.6	氯化物的测定	(167)
3.7	污染源监测	(170)
3.7.1	概述	(170)
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	(192)
3.8.1	概述	(192)
3.8.2	大气污染连续自动监测系统的组成	(193)
3.8.3	空气污染指数(API)	(199)
	习题	(201)
4	固体废物监测	(203)
4.1	概述	(203)
4.2	固体废物样品的采集和制备	(204)
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	(209)
4.2.4	样品的运送和保存	(210)
4.3	危险废物的定义和鉴别	(210)
4.3.1	腐蚀性(Corrosivity, C)	(210)
4.3.2	急性毒性(Toxicity, T)	(211)
4.3.3	浸出毒性	(214)
4.3.4	易燃性(Ignitability, I)	(217)
4.3.5	反应性(Reactivity, R)	(217)
4.3.6	感染性(Infectivity, In)	(220)
4.4	生活垃圾特性分析	(220)
4.4.1	垃圾的粒度分级	(220)
4.4.2	淀粉的测定	(220)
4.4.3	生物降解度的测定	(221)
4.4.4	热值的测定	(222)
4.4.5	渗沥水分析	(222)
4.4.6	渗沥试验	(223)
	习题	(224)
5	土壤污染监测	(225)
5.1	概述	(225)
5.1.1	土壤的组成	(225)

5.1.2	土壤的特性	(228)
5.1.3	土壤污染源	(228)
5.1.4	土壤污染的特点	(229)
5.2	土壤污染物的测定	(230)
5.2.1	监测项目	(230)
5.2.2	土壤样品采集	(230)
5.2.3	土壤样品的制备与保存	(232)
5.2.4	土壤样品测定	(233)
	习题.....	(237)
6	生物污染监测	(238)
6.1	概述	(238)
6.2	污染物在生物体内的分布	(239)
6.2.1	污染物在植物体内的分布	(239)
6.2.2	污染物在动物体内的分布	(240)
6.3	生物样品的采集制备和预处理	(242)
6.3.1	生物样品采集	(242)
6.3.2	生物样品的制备	(244)
6.3.3	生物样品的预处理	(245)
6.4	生物污染监测方法	(247)
6.4.1	光谱分析法	(247)
6.4.2	色谱分析法	(247)
6.4.3	测定实例	(248)
	习题.....	(249)
7	噪声监测	(250)
7.1	概述	(250)
7.1.1	噪声的概念	(250)
7.1.2	噪声的分类	(251)
7.1.3	环境噪声的主要特征	(251)
7.1.4	噪声的危害	(251)
7.1.5	噪声监测参数及其分析	(253)
7.2	噪声监测	(260)
7.2.1	噪声测量仪器	(260)
7.2.2	噪声监测	(262)
	习题.....	(264)
8	放射性污染监测	(265)

8.1	概述	(265)
8.1.1	放射性	(265)
8.1.2	放射性的来源	(265)
8.1.3	放射性核素对人体的危害	(266)
8.2	放射性监测方法	(266)
8.2.1	监测对象及内容	(266)
8.2.2	放射性测量实验室	(267)
8.2.3	放射性检测仪器	(267)
8.2.4	放射性监测方法	(269)
8.3	电磁辐射污染监测	(273)
8.3.1	电磁辐射	(273)
8.3.2	电磁辐射污染的危害	(274)
8.3.3	电磁辐射监测	(275)
	习题	(276)
9	室内污染物监测	(277)
9.1	概述	(277)
9.1.1	室内污染的来源	(278)
9.1.2	室内污染的特征	(281)
9.1.3	室内空气质量标准	(282)
9.2	室内空气监测采样条件	(283)
9.2.1	采样点布置	(283)
9.2.2	采样时间和频次	(283)
9.2.3	采样条件	(283)
9.2.4	采样方法	(283)
9.2.5	监测项目	(284)
9.2.6	采样体积换算	(284)
9.2.7	采样记录	(284)
9.3	室内环境有害物质监测分析方法	(285)
9.3.1	选择监测分析方法的原则	(285)
9.3.2	甲醛	(288)
9.3.3	苯、甲苯和二甲苯	(293)
9.3.4	氨	(295)
9.3.5	苯并[a]芘	(297)
9.3.6	总挥发性有机物(TVOC)	(301)
9.3.7	新风量	(303)

9.3.8 室内空气中细菌总数	(305)
习题	(306)
10 环境监测质量保证	(307)
10.1 概述	(307)
10.2 监测实验室技术要求	(308)
10.2.1 实验用水	(308)
10.2.2 化学试剂	(310)
10.2.3 分析仪器	(310)
10.2.4 实验室管理制度	(311)
10.3 监测数据统计处理	(311)
10.3.1 基本概念	(311)
10.3.2 可疑数据的取舍—— Q 检验法	(312)
10.3.3 监测结果统计检验—— t 检验法	(314)
10.3.4 监测数据的回归处理与相关分析	(315)
10.4 实验室质量控制	(317)
10.4.1 全程序空白试验值控制	(317)
10.4.2 平行双样	(318)
10.4.3 加标回收	(318)
10.4.4 标准参考物的使用	(319)
10.4.5 方法对照	(319)
10.4.6 质量控制图的应用	(320)
10.4.7 实验室间质量控制	(324)
10.5 环境标准物质	(325)
10.5.1 环境标准物质	(325)
10.5.2 环境监测质量控制样品	(326)
习题	(327)
实验	(328)
实验一 废水悬浮固体和浊度的测定	(328)
一、悬浮固体的测定	(328)
二、浊度	(329)
实验二 颜色的测定	(330)
一、铂钴比色法	(330)
二、稀释倍数法	(332)
实验三 水中氨氮的测定	(332)
一、水样的预处理	(332)

二、纳氏试剂比色法	(334)
三、电极法	(336)
实验四 水中铬测定	(338)
一、六价铬的测定(二苯碳酰二肼分光光度法)	(338)
二、总铬测定(高锰酸钾氧化二苯碳酰二肼分光光度法)	(340)
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)	(342)
实验六 水中溶解氧的测定	(345)
一、碘量法	(345)
二、叠氮化钠修正法	(347)
三、膜电极法	(348)
实验七 水中总磷的测定(钼酸铵分光光度法)	(350)
实验八 水中化学需氧量的测定	(352)
一、重铬酸钾法(COD_{Cr})	(352)
二、库仑法	(355)
实验九 五日生化需氧量的测定	(358)
实验十 废水中酚的测定(4-氨基安替比林分光光度法)	(363)
实验十一 水中油的测定	(367)
一、重量法	(367)
二、非色散红外分光光度法	(368)
实验十二 大气中总悬浮颗粒物的测定(重量法)	(369)
实验十三 大气中可吸入颗粒物浓度的测定(大流量采样法)	(373)
实验十四 污染源排放烟尘的测定(重量法)	(374)
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)	(377)
实验十六 大气中氮氧化物的测定(Saltzman 法)	(383)
实验十七 室内空气中甲醛含量测定(酚试剂分光光度法)	(386)
实验十八 室内空气中放射性核素氡的测定(双滤膜法)	(389)
实验十九 土壤中铜、锌、铅、镉的测定(原子吸收分光光度法)	(390)
一、火焰原子吸收分光光度法测定铜、锌	(390)
二、KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法测定铅、镉	(393)
实验二十 头发中汞的测定(冷原子分光光度法)	(396)
实验二十一 植物中六六六和滴滴涕(DDT)的测定(气相色谱法)	(397)
实验二十二 工业废渣渗漏模型试验	(400)
参考文献	(401)

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。

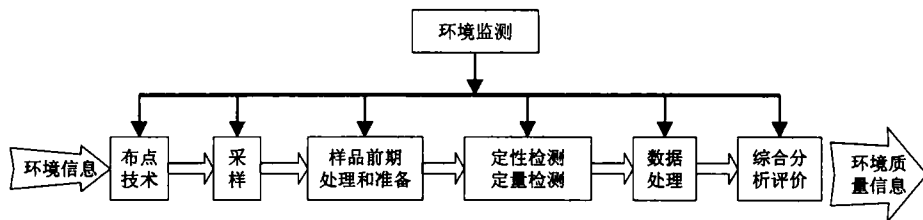


图 1.1 环境监测过程示意图

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)。

大气污染的浓度与气象条件有着密切的关系,在监测大气污染的同时还需测定风向、风速、气温、气压等气象参数。

(2)水质污染监测

水质污染的监测对象包括未被污染和已受污染的天然水(江、河、湖、海、地下水)、各种各样的工业废水和生活污水等。主要监测项目大体可分为两类,一类是反映水质污染的综合指标,如温度、色度、浊度、pH 值、电导率、悬浮物、溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD)和生化需氧量(BOD₅)等。另一类是一些有毒物质,如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞、镍和有机农药、苯并芘等。除上述监测项目外,还应测定水体的流速和流量。

(3)土壤和固体废弃物监测

土壤污染主要是由两方面因素所引起,一是工业废弃物,主要是废水和废渣浸出液污染;另一方面是化肥和农药污染。土壤污染的主要监测项目是对土壤、作物中有害的重金属如铬、铅、镉、汞及残留的有机农药等进行监测。固体废弃物包括工业、农业废弃物和生活垃圾,主要监测项目是固体废弃物的危险特性监测和生活垃圾特性监测。

(4)生物污染监测

地球上的生物,无论是动物或植物,都是从大气、水体、土壤、阳光中直接或间接地吸取各自所需的营养。在它们吸取营养的同时,某些有害的污染物也会进入生物体内,有些毒物在不同的生物体中还会被富集,从而使动植物生长和繁殖受到损害,甚至死亡。环境污染物通过生物的富集和食物链的传递,最终危害人体健康。生物污染监测是对生物体内环境污染物的监测,监测项目有重金属元素、有机农药、有毒的无机和有机化合物等。

(5)生态监测

生态监测通过监测生物群落、生物种群的变化,观测与评价生态系统对自然变化及人为变化所作出的反应,是对各类生态系统结构和功能的时空格局的度量。生态监测是比生物监测更复杂、更综合的一种监测技术,是利用生命系统(无论哪一层次)为主进行环境监测的技术。

(6)物理污染监测

包括噪声、振动、电磁辐射、放射性、热辐射等物理能量的环境污染监测。噪声、振动、电磁辐射、放射性对人体的损害与化学污染物质不同,当环境中的这些物理量超过其阈值时会直接危害人的身心健康,尤其是放射性物质所放射的 α 、 β 和 γ 射线对人体损坏更大。所以物理因素的污染监测也是环境监测的重要内容,其监测项目主要是环境中各种物理量的水平。

1.1.2.2 按监测目的分类

按监测目的分类,可分为监视性监测、特定目的性监测和研究性监测。