

# 环境监测

HUANJING JIANCE  
DE QUANMIAN ZHILIANG GUANLI

## 的全面质量管理

薛念涛 主编  
冯学岭 于辉 副主编

中国建筑工业出版社

# 环境监测的全面质量管理

薛念涛 主编

冯学岭 于 辉 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测的全面质量管理/薛念涛主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

ISBN 978-7-112-10375-1

I. 环… II. 薛… III. 环境监测-全面质量管理  
IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 140592 号

本书从全面质量管理的组织工作、基础工作、质量数据、质量管理的工具、现场质量管理、质量控制、全过程的质量管理、质量改进、质量管理小组几个方面论述了环境监测的质量管理。

本书将全面质量管理的思想引入环境监测领域, 对于提高我国环境监测的质量水平, 更好地为环境保护工作服务具有重要意义。本书可供环境保护行政管理部、环境监测部门的人员, 企业环境保护工作人员, 大专院校、科研院所相关领域的人员及实验室有关人员学习参考。

\* \* \*

责任编辑: 石枫华  
责任设计: 赵明霞  
责任校对: 刘 钰 王金珠

环境监测的全面质量管理

薛念涛 主编

冯学岭 于 辉 副主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

世界知识印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 字数: 397 千字

2008 年 12 月第一版 2008 年 12 月第一次印刷

印数: 1—3000 定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-10375-1

(17178)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 前 言

环境监测是运用物理、化学、生物等现代科学技术方法，定性或定量地监视和检测环境污染因子及其他有害于人体健康的环境变化，分析其对环境影响过程与程度的科学活动。简单地说，是测取、解释并运用环境质量数据、资料的科学活动过程。

我国环境监督管理工作日趋法制化、定量化和科学化，这对环境监测工作提出了更高的要求。环境监测是各级政府部门强化环境规划、协调、监督和服务职能的重要阵地，是应用监测技术手段对一切违反环境法律、行政法规和管理制度的行为进行监督，为环境执法提供科学依据的过程。环境监测在我国环境保护工作中居于基础性地位，在环境管理、环境科学、监测科研和环境外交等工作中都有重要作用。

环境监测的对象和监测工作本身都十分复杂，保证和提高环境监测质量是一项复杂的工作，有一套完整的理论作指导是做好监测工作的重要方法之一。

质量管理发展到全面质量管理，逐步形成完整的理论、方法体系，使质量管理这一学科发生了质的飞跃。它是一种卓有成效的、系统地管理质量问题的现代理论体系。与以往的质量管理相比，全面质量管理不仅是业务方法、具体工作内容、管理职能范围的变化，而且是质量管理的思想、目的乃至整个管理组织方面的变化，是质量管理向科学化、合理化、群众化的深入发展。在怎样从组织和管理技术方法、手段上保证监测目标的实现方面，它的组织管理方法、管理技术方法都自成体系。在这种意义上，全面质量管理是一种新的、以质量为中心的现代管理思想。

环境监测站好比一座工厂，只不过其产品比较特殊，是各类数据、资料、报告，像企业一样，也存在质量和质量管理。可以说，监测质量是监测工作的生命线，在监测工作中占有非常重要的地位。

我们将全面质量管理引入环境监测领域，在环境监测系统推行环境监测的全面质量管理是克服目前质量管理中的不足之处，提高我国科学监测水平的强有力工具，这项工作具有重要意义。

本书由薛念涛主编。各章编写人的具体分工是：于辉（第3章、第5章），冯学岭（第1章、第4章），薛念涛（第2章、第6章、第7章、第8章、第9章）。

中国建筑工业出版社特别重视书稿的质量，为本书的出版提供了多方面的支持。本书的责任编辑石枫华副编审对工作高度负责，严谨认真，提出了许多宝贵的修改意见。在此，我们表示诚挚的谢意。

向本书所引文献的作者表示感谢。

因编者水平所限，本书错误和不妥之处在所难免，欢迎广大同行批评和指正。

# 目 录

第 1 章 环境监测全面质量管理概论 .....	1
1.1 环境监测概述 .....	1
1.1.1 环境监测的基本概念 .....	1
1.1.2 环境监测的分类 .....	2
1.1.3 环境监测的复杂性 .....	4
1.1.4 环境监测的作用 .....	8
1.1.5 环境监测的重要性 .....	11
1.1.6 环境监测的发展历程 .....	12
1.1.7 我国目前的环境监测制度是依法建立起来的 .....	13
1.2 环境监测管理 .....	14
1.2.1 环境监测管理的基本特点 .....	14
1.2.2 环境监测管理的基本内容 .....	15
1.2.3 环境监测管理制度 .....	16
1.2.4 现代管理在环境监测管理中的作用 .....	16
1.3 环境监测质量保证和质量控制的发展概况 .....	17
1.3.1 国外环境监测质量保证和质量控制开展情况 .....	17
1.3.2 我国环境监测质量保证工作开展情况 .....	21
1.4 目前环境监测质量管理工作中需要改进的地方 .....	23
1.4.1 现行环境监测管理体制存在的问题 .....	23
1.4.2 监测站内部质量管理存在的问题 .....	24
1.4.3 监测工作中的不足之处 .....	25
1.4.4 坚持“质量第一”的意义 .....	26
1.5 环境监测全面质量管理简述 .....	27
1.5.1 质量问题的重要性和质量管理 .....	27
1.5.2 环境监测全面质量管理的几个概念 .....	28
1.5.3 环境监测全面质量管理的任务和基本内容 .....	33
1.5.4 环境监测全面质量管理的目标 .....	33
1.5.5 环境监测全面质量管理的基本要求 .....	33
1.5.6 推行环境监测全面质量管理要树立的几个观点 .....	35
1.5.7 全面质量管理是监测管理的中心环节 .....	36
1.5.8 环境监测全面质量管理和传统的质量控制的区别 .....	37
1.6 推行环境监测全面质量管理的意义和方法 .....	37
1.6.1 目前影响质量管理的几个因素 .....	38
1.6.2 推行环境监测全面质量管理需要的变革 .....	39

1.6.3	把普遍推行环境监测全面质量管理的任务落到实处	39
1.6.4	必须善于学习, 勇于开拓	42
<b>第2章 环境监测全面质量管理的组织工作</b>		<b>44</b>
2.1	质量体系的基本概念	44
2.1.1	质量控制	44
2.1.2	质量保证	44
2.1.3	质量体系	45
2.1.4	质量管理、质量保证、质量控制、质量体系之间的关系	45
2.1.5	“两个反馈”	46
2.1.6	质量体系的作用	47
2.2	质量体系的建立	47
2.2.1	总体设计	48
2.2.2	质量体系文件的编制	57
2.2.3	质量体系框图	59
2.2.4	质量体系的实施	60
2.2.5	建立质量体系要注意的两个问题	61
2.3	质量责任制	62
2.3.1	质量责任制的重要意义	62
2.3.2	质量责任制的建立	63
2.3.3	质量责任制的贯彻和执行	63
2.4	各科室职责	64
2.4.1	办公室职责	64
2.4.2	财务室职责	64
2.4.3	质量管理室职责	64
2.4.4	监测室职责	65
2.4.5	综合资料室职责	65
2.4.6	技术条件室职责	66
2.5	各级各类人员岗位职责	66
2.5.1	站长岗位职责	66
2.5.2	副站长岗位职责	67
2.5.3	技术负责人岗位职责	67
2.5.4	质量保证负责人岗位职责	67
2.5.5	总工程师职责	68
2.5.6	室主任职责	68
2.5.7	质量管理人员职责(含各室质量管理员)	68
2.5.8	监测分析人员岗位职责	69
2.5.9	仪器设备管理人员职责	70
2.5.10	试剂、器材管理人员职责	70
2.5.11	计量检定人员职责	70
2.5.12	综合分析人员职责	71
2.5.13	图书资料管理人员职责	71
2.5.14	档案管理人员职责	71

2.5.15	驾驶员岗位职责	72
2.6	质量审核	72
2.6.1	质量审核的概念	72
2.6.2	质量审核的特点	73
2.6.3	审核员的资格	73
2.6.4	质量审核程序	74
2.7	管理评审	75
<b>第3章 环境监测全面质量管理的基础工作</b>		76
3.1	质量教育工作	76
3.1.1	质量教育的重要性	76
3.1.2	质量教育的目的	76
3.1.3	质量教育的内容	77
3.1.4	质量教育的形式和要求	78
3.2	标准化工作	79
3.2.1	环境标准的意义与作用	80
3.2.2	环境标准的种类和分级	80
3.2.3	环境标准的作用	81
3.2.4	标准化与环境监测全面质量管理	83
3.2.5	标准的管理工作	83
3.3	计量工作	84
3.3.1	计量	84
3.3.2	环境计量	85
3.3.3	环境监测的计量管理	85
3.3.4	如何加强计量工作	95
3.4	质量信息工作	96
3.4.1	质量信息的基本要求	97
3.4.2	质量信息的流动过程	97
3.4.3	质量信息的管理	99
<b>第4章 质量数据</b>		100
4.1	数理统计方法的应用	100
4.1.1	概论	100
4.1.2	环境监测全面质量管理中常用数理统计方法	101
4.1.3	统计的思想方法及其在质量管理中的应用	101
4.1.4	质量数据的搜集方法	104
4.1.5	应用数理统计方法时应注意的问题	104
4.2	误差	105
4.2.1	真值	105
4.2.2	误差	106
4.2.3	误差的分类	106
4.2.4	误差的表示方法	108
4.3	误差的传递	110
4.3.1	系统误差的传递	110

4.3.2	随机误差的传递	110
4.4	衡量数据质量的指标	111
4.4.1	准确度	111
4.4.2	精密度	112
4.4.3	灵敏度	113
4.4.4	检出限	114
4.4.5	方法的适用范围	115
4.4.6	测定限	115
4.4.7	最佳测定范围	115
<b>第5章</b>	<b>质量管理的工具</b>	<b>116</b>
5.1	因果分析图	116
5.1.1	什么是因果分析图	116
5.1.2	作图步骤	116
5.1.3	做因果分析图的注意事项	117
5.1.4	运用实例	117
5.2	排列图	118
5.2.1	什么是排列图	118
5.2.2	排列图的作图步骤	119
5.2.3	如何分析排列图	120
5.2.4	作排列图的注意事项	120
5.2.5	排列图的应用实例	120
5.3	分层法	121
5.3.1	什么是分层法	121
5.3.2	分层的标志	121
5.3.3	应用实例	122
5.4	调查表法	122
5.5	回归分析法	123
5.6	直方图法	124
5.6.1	什么是直方图	124
5.6.2	直方图的作法	124
5.6.3	直方图的观察分析	127
5.7	质量控制图	129
5.7.1	什么是质量控制图	129
5.7.2	质控图原理	129
5.7.3	质控图的绘制	131
5.7.4	质控图的类型	134
5.7.5	使用质控图的注意事项	139
5.8	PDCA 循环	139
5.8.1	质量管理的四个阶段	139
5.8.2	质量管理的八个步骤	141
<b>第6章</b>	<b>质量控制</b>	<b>142</b>
6.1	质量控制概述	142

6.1.1	什么是质控	142
6.1.2	质控工作的职能	142
6.1.3	质控的重要性	143
6.2	影响分析测试质量的因素	143
6.2.1	人员的因素	144
6.2.2	仪器设备的因素	148
6.2.3	实验材料的因素	157
6.2.4	方法的因素	167
6.2.5	环境的因素	176
6.3	操作者参与控制工作(自控)	182
6.3.1	“三控制度”	182
6.3.2	“三自控制度”	183
6.3.3	操作者和质控人员的关系	183
6.4	质控人员的配备和考核	183
6.4.1	质控人员的条件	183
6.4.2	质控人员的工作质量考核办法	184
6.4.3	努力提高质控人员的工作水平	184
6.5	质控室的任务和要求	184
6.5.1	质控室的任务和要求	184
6.5.2	质控计划	185
6.6	质控的方法	185
6.6.1	选择合适的分析方法	185
6.6.2	减小测量误差	185
6.6.3	消除测定过程中的系统误差——准确度控制	186
6.6.4	平行样测定	192
6.6.5	几个分析项目的质控	193
6.6.6	报告数据的质控	193
6.6.7	常用数理统计方法的应用	194
6.6.8	质控程序	194
6.6.9	其他	194
6.7	实验室间质控	194
6.7.1	实验室间质控的意义	194
6.7.2	实验室间质控内容	195
<b>第7章</b>	<b>实行全过程的质量管理</b>	<b>199</b>
7.1	计划过程的质量管理	199
7.1.1	监测计划的主要内容	199
7.1.2	监测计划管理的主要内容	200
7.1.3	监测计划管理的主要方法	200
7.2	实施准备过程的质量管理	200
7.2.1	采购质量	201
7.2.2	仪器设备维修的质量管理	202
7.3	具体实施过程的质量管理	202

7.3.1	优化布点的质量管理 .....	202
7.3.2	采样过程的质量管理 .....	204
7.3.3	实验室分析质控是质量管理的重要环节 .....	207
7.3.4	数据处理的质量管理 .....	208
7.3.5	综合分析工作在环境监测中具有特殊的地位 .....	208
7.3.6	具体实施过程质量管理的目标 .....	216
7.3.7	具体实施过程质量管理的任务 .....	216
7.3.8	具体实施过程质量管理工作的具体内容 .....	217
7.4	全过程控制方法 .....	222
7.4.1	监测控制策划 .....	222
7.4.2	过程能力分析 .....	222
7.4.3	现场保障能力研究 .....	222
7.5	控制影响过程质量的重要因素 .....	222
7.5.1	物资控制 .....	223
7.5.2	仪器设备(计量器具)的控制和维护 .....	223
7.5.3	过程控制管理 .....	224
7.5.4	过程更改控制 .....	224
7.5.5	验证状态的控制 .....	224
7.5.6	不合格数据控制 .....	224
7.5.7	纠正措施 .....	225
<b>第8章</b>	<b>质量改进</b> .....	<b>226</b>
8.1	质量改进的基本概念 .....	226
8.1.1	改进质量和保持质量 .....	226
8.1.2	监测质量事故 .....	226
8.1.3	质量改进的意义 .....	227
8.2	质量改进的程序和方法 .....	227
8.2.1	质量改进的一般程序 .....	227
8.2.2	组织质量改进的基本方法——坚持“PDCA”循环 .....	228
8.2.3	质量改进的工具和技术 .....	229
8.2.4	要有解决质量问题的一套有效办法 .....	229
8.2.5	改进活动中数理统计方法的应用 .....	230
8.3	操作人员要积极参加质量改进 .....	231
8.3.1	增强质量意识,决心改革 .....	231
8.3.2	具有问题意识和迫切感 .....	231
8.3.3	正确处理国家、监测站和个人三方面的利益 .....	232
8.3.4	实事求是选择课题 .....	232
8.3.5	成立现场改进的质量管理小组 .....	232
8.3.6	尊重客观规律,进行艰苦细致的调查研究 .....	233
<b>第9章</b>	<b>质量管理小组</b> .....	<b>234</b>
9.1	质量管理小组概述 .....	234
9.1.1	质量管理小组的含义 .....	234
9.1.2	小组活动的特点 .....	234



# 第 1 章 环境监测全面质量管理概论

“环境”一词应用广泛，含义和内容极为丰富，又随各种具体状况而不同。对于环境科学而言，环境的含义应是：“以人类社会为主体的外部世界的总体。”这里所说的外部世界主要指人类已经认识到的，直接或间接影响人类生存与发展的周围事物。

目前，还有一种为适应某些方面工作的需要而给“环境”下的定义。《中华人民共和国环境保护法》（简称《环境保护法》，以下法律法规皆用简称）明确规定：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”

人类与环境是辩证统一的关系。人类是环境的产物，也是环境的改造者，但是，由于人类的认识能力和科学技术水平的限制，在改造环境的过程中往往造成了对环境的污染和破坏，这便是人们长期以来普遍关注的环境问题。环境问题是当前人类面临的战略性威胁之一，它的出现促进了环境科学的迅速发展。环境科学就是研究环境（结构与状态）的运动变化规律及其与人类社会活动之间的关系，研究人类社会与环境之间协同演化、持续发展的规律和具体途径。那么，什么是环境科学和环境保护工作的基础和必要手段呢？是环境监测。

## 1.1 环境监测概述

### 1.1.1 环境监测的基本概念

#### 1.1.1.1 环境监测的定义

人们为了认识、评价、改造和控制环境，必须了解引起环境质量变化的原因，这就要对环境的各组成部分，特别是对某些危害大的污染物的来源、性质、含量及其分布状态进行监测分析，这就是环境监测（environmental monitoring）的任务。

国内外对它的定义有多种表述，目前“环境监测”的比较完整的定义是：运用物理、化学、生物等现代科学技术方法，定性或定量地监视和检测环境污染因子及其他有害于人体健康的环境变化，分析其对环境影响过程与程度的科学活动。简单地说，是测取、解释并运用环境质量数据、资料的科学活动过程。有的从执法监督的意义上说，它是用科学的方法监视和监测代表环境质量和变化趋势的各种数据的全过程。环境监测是一门综合性的实用技术和应用科学。它不只限于得到监测数据，更重要的是应用数据来描述和表征环境质量的现状，并预测其发展趋势，为经济、社会和环境的综合决策提供依据。

#### 1.1.1.2 环境监测项目

影响环境的污染物种类繁多，一般根据下列原则确定优先监测的污染物：

- (1) 对环境影响大的污染物；
- (2) 已有可靠的监测方法可能获得准确的数据；
- (3) 已有环境标准或其他规定；
- (4) 在环境中的含量正接近或超过规定的标准浓度，其污染趋势还在上升；
- (5) 样品有广泛的代表性，如采集河流底泥作为水体在一段时间内的重金属含量样品，比经常监测个别水样更为经济有效；又如监测树干上的地衣群落的组成和数量来了解某一区域硫氧化物和光化学烟雾的情况，比监测个别空气样品更具有代表性等。

应该说，监测的项目越多，领域越广，人们对环境问题的认识和了解就会越全面和深刻。但是监测项目的选择和对它进行的监测，在很大程度上又受到经济技术条件、监测能力和水平的限制。发达国家可以在广阔的领域，众多的项目进行监测；而我国经济技术条件还比较落后，目前还只能在几个主要领域对有限的项目进行监测。

### 1.1.1.3 环境监测网络

为了科学准确地掌握环境质量状况和变化，必须设置足够数量的监测站点，建立环境监测网络。环境监测网络可以看做是大范围、大尺度的优化布点，如全球环境监测系统(GEMS)在全球建立的生态监测网(包括对全球土壤和植被的监测，水资源监测，生物圈监测，海洋生物资源监测和污染物监测网)，包括有关卫生监测，有关气候的监测和海洋监测等。我国在现有监测组织机构的基础上，通过优化布点纵横与区域结合，分别建立了国家和省市环境监测网，环境水质、空气、生物、酸雨、噪声和生态监测网。监测网是环境监测的重要组织形式，随着它的健全和完善，将发挥越来越大的作用。

## 1.1.2 环境监测的分类

由于环境监测的领域非常广阔，对象十分复杂，监测形式、手段多种多样，区分起来比较繁琐。常见的分类有：

(1) 按监测对象的不同，可分为水质监测、空气监测、土壤监测、生物监测、噪声监测、电磁波监测、放射性监测等。

(2) 按采样方式和频次的不同，可分为定点监测(在固定点位进行监测)，流动监测(用监测车船等工具进行流动性监测)，间断性监测(现场间歇或连续采样，送实验室分析测定)和连续自动监测(采样、分析测定、数据传输、数据处理等连续自动进行)。

(3) 按监测目的不同，可分为：

### 1) 监视性监测

又叫常规监测或例行监测，是监测工作的主体，监测站第一位的工作，其工作质量是环境监测水平的主要标志。其目的是对各环境要素的污染状况及污染物的变化趋势进行监测，评价治理和控制措施的效果，判断环境法规、政策和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发展趋势。这类监测包括如下两个方面：

① 环境质量监测：通过国家、省、城市等建立的区域监测网和各种专业监测网，对环境要素(包括水质、空气、土壤、生物、降水、噪声等)的常年连续监视性监测，以掌握环境质量状况和变化趋势，评价环境质量，判断是否符合规定的环境标准并编报各类环境质量报告书。

② 污染源监督监测：为掌握企事业单位排向环境的污染物种类、浓度、数量进行定期或随机取样监测，监督检查和控制污染物的排放，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，掌握污染物造成的影响和污染水平，确定控制和防治对策，为环境监督和管理提供执法依据。

污染源监测包括生产、生活设施排放的各种废水监测；生产工艺废气、机动车尾气监测；各种锅炉、窑炉排放的烟气、粉尘监测；噪声、热、电磁波、放射性监测等。

### 2) 特定目的监测

又叫事故性监测、应急监测，内容和形式很多，除一般地面固定监测外，还有流动监测、航测、遥感监测。

① 污染事故监测：对各种事故性污染进行现场和追踪监测，以确定污染程度、范围和趋势。如工业污染源突发性事故造成的有害影响，油船石油溢出造成的海洋污染范围等。

② 仲裁监测：解决执行环境法过程中发生的矛盾和污染纠纷。如排污收费仲裁监测，调处污染事故纠纷时向司法部门提供的仲裁监测等。

③ 考核验证监测：如应急性的考核监督监测，治理项目竣工验收监测等。

④ 咨询服务监测：为其他部门提供科研、生产的各类监测数据，为社会提供一些科技咨询工作等。

⑤ 可再生资源监测：如土壤和植被的监测，监测土壤退化的趋势，热带雨林的变化，牧场、沙漠的变化等。

### 3) 研究性监测

又叫科研监测，属于高层次、高水平、技术比较复杂的一种监测工作。它可以充分利用监测站的技术力量，提高自身的科研水平，增加效益。它的主要研究内容包括：

① 确定污染物从污染源到受体的迁移、转化的规律和范围，鉴定环境中需要注意的污染物以及对人体、生物和其他物体的危害性质和影响程度。

② 寻求企业排污与生产的内在联系。

③ 调查监测某环境的原始背景值，监测环境中污染物质的本底含量，如农药、放射性、重金属等本底调查及生态监测、全球环境变化遥感监测等。

④ 研究环境标准、监测新方法和优化布点、采样方法等，改进现有环境监测中不完善的地方，以理论为指导加深对环境问题的认识。

⑤ 参加环境工程、建设项目的环境影响评价。

⑥ 开展综合性研究，如温室效应、臭氧层破坏、酸雨规律研究等。

这类监测需要化学分析、物理测量、生物和生理生化检验技术和已积累的监测数据资料，并运用大气化学、大气物理、水化学、水文学、气象学、生物学、环境医学、地质学、地理学、生态学等多种学科的知识进行分析研究、科学实验等。进行这类监测，事先必须制定周密的计划，并联合多个部门、多个学科协作共同完成。

环境监测和监测科研的目标是一致的，都是为环境管理服务，它们是相互依赖、相辅相成的关系。一方面，前者是后者的基础，依靠后者来完善，没有前者，后者就无从谈起；另一方面，监测科研对环境监测具有指导作用，解决监测中出现的问题，使后者合理

化、科学化、系统化。二者各有侧重。

随着工农业的发展,污染源、污染物质不断变化,人们对环境质量的要求越来越高,对周围的生存环境越来越关注,监测科研越来越受到重视,这一切都离不开具有代表性、完整性、准确性、精密性、可比性(简称为“五性”)的数据以及由此得出的感性认识。

### 1.1.3 环境监测的复杂性

对环境监测不了解的人,往往认为监测工作很简单,有现成的仪器,有规定的方法,要监测的就是那一些项目,似乎没有什么困难,也没有什么复杂的技术,更没有什么技术发展的问題。其实,这是因为缺乏了解而形成的错误观点。实际上,目前我国已开展的监测项目还很少,在用的监测手段和方法也都比较落后,环境监测工作还远不能满足各方面的需要,必须有一个大的发展。

#### 1.1.3.1 监测对象的复杂性

传统的监测对象如空气、水、固体废物等的样品具有如下特性:

(1) 存在种类和形态多种多样,总体来看有“三态”及“一波”:

- 1) 气态——空气、尾气、毒气、恶臭等;
- 2) 液态——地表水、地下水、雨水、污水等;
- 3) 固态——岩石、矿物、土壤、底质、工业废渣、生活垃圾、农业废弃物等;
- 4) 波——热、声、振动、电磁辐射、放射性等。

(2) 在环境样品中,各种污染物的含量一般比较低,大量存在的其他物质则称为基体。目前环境监测中所用的测定方法绝大多数是相对分析方法,即将基准试剂或标准溶液与待测样品在相同条件下进行比较测定的一种方法。这种用“纯物质”配成的标准溶液与实际环境样品间的基体差异很大。由于基体组成不同,因物理、化学性质差异而给实际测定中带来的误差,叫做基体效应。因为基体组成和时间、空间的分布极其复杂,随样品的种类、来源、采样地点和采样时间不同,其组成也大不相同,而且干扰因素多,所以往往需要经过复杂的预处理方可测量。

(3) 污染物质变异性大,其浓度随时间、空间和自然条件而变化,污染物变化同排放的污染物性质、状态、浓度及排放情况有关。

(4) 待测组分的浓度范围很广,可能跨越几个、十几个数量级,其中大多数物质在环境中的含量(浓度)极低,属于微量级甚至痕量级、超痕量级,很多环境污染物即使在极低浓度下仍具有很强的毒性,且污染物之间还有相互作用。

(5) 容易受物理、化学、生物等因素的影响而变质,不易保存。

(6) 分析的时效性强,要求尽快进行分析,或难以重复进行测定。

随着经济和社会的快速发展,环境监测的深度和广度也不断拓展。环境保护部门已提出污染防治与生态保护并重的方针,对监测领域来说,这意味着生态环境的监测日益重要。它主要指监测由于人类的生产和生活活动引起的生态系统的变化,如滥伐森林或草原、过度放牧引起的水土流失和土地沙漠化,污染物质在食物链中的作用引起生物品质变化和生物群落的改变,二氧化碳和氯氟烃的过量排放引起的温室效应和臭氧层破坏等,再如对湿地、生物多样性、海域赤潮等的监测。这些方面还有大量的问題需要解决。

### 1.1.3.2 环境监测本身的复杂性

监测对象的复杂性决定了监测本身的复杂性。

#### 1. 从横向来看

环境监测的社会关联和制约之广泛也是一般科技事业单位所不具有的。监测站作为社会中一个具有法人地位的独立组织单元而与有关部门有关系，除与主管部门及监测网单位密切联系外，还需要与卫生部门、市政部门、地质水文部门、气象部门、公安交通部门、新闻出版部门等保持协作关系，与企业保持业务服务和横向网络关系，与一定数量的科研、教学部门建立技术交流、协作关系，与必要的生产厂家建立仪器设备、药品试剂的供求服务关系；在作环境质量鉴定时，必须考虑一定的社会评价因素；为了能更好地为环境管理服务并向政府提供可靠的决策依据，还必须分析经济发展、城市建设和产业结构方面的变化。

随着世界经济一体化的日益加强，全球经济、社会、环境与资源的可持续发展已成为全人类的共识，人类面临着一些共同的环境问题。经济社会的发展使得中国与世界的联系愈益紧密，我国的环境监测也要努力追踪、赶超国际先进水平。

#### 2. 从纵向来看

环境监测包括监测管理、环境标准、监测点位的优化布设、样品的采集、保存与贮运、分析测试、数据的统计处理与运用、环境质量评价、质量保证等诸多环节，每一环节都涉及复杂的管理和技术问题。从微观上有时需要从分子、原子的水平上去研究，从宏观上可以扩大到一个区域、一个国家、整个地球以至宇宙环境。

仅从分析测试来讨论。目前较常采用的是化学分析法。以物质的物理和物理化学性质为基础，采用各种不同仪器进行分析测定的方法，称为仪器分析法。根据分析原理和仪器的不同，包括光谱分析法（分光光度法、紫外分光光度法、红外光谱法、原子发射光谱法、X—荧光射线分析法、荧光分析法、化学发光分析法）；色谱分析法（气相、高效液相色谱法、薄层色谱法、离子色谱法、色谱—质谱联用技术）；电化学分析法（极谱法、溶出伏安法、电导分析法、电位分析法、离子选择电极法、库仑分析法）；放射分析法（同位素稀释法、中子活化分析法）和流动注射分析法等。它们具有灵敏度高、选择性强、操作简便快速，可以进行多组分分析，容易实现连续自动分析等优点。化学分析与仪器分析的作用相辅相成。

环境监测工作者一般认为掌握好分析化学就可以了，其实，分析化学方法如化学分析、光学分析、电化学分析、色谱、质谱分析等，仅是环境分析化学的理论基础。环境污染物通常处于痕量级（ppm 和 ppb 甚至更低），基体复杂，流动变异性大，对分析的灵敏度、准确度、分辨率和分析速度提出了很高的要求。监测对象的多样性又决定了仅靠化学分析手段难以胜任，还必须和先进的物理、物理化学或生物的各种监测手段相结合。例如，物理监测方法中的环境遥感技术，在大气、水体污染监测以及植物生态调查等方面更显示出特殊的优越性。生物监测方法是利用生物个体、种群和群落对环境污染或变化所产生的反应来阐明环境状况。特别是近年来，随着不少近代物理、数学、电子学的新技术，如激光、中子活化等的引进，以及各种分析手段的联合使用及电子计算机联用，过去间断的、孤立的测试正发展为快速、自动连续的监测系统。

环境监测的传统方法主要是采用化学分析方法和物理分析方法直接测定环境介质中的

污染物含量和强度，从而迅速精确地了解环境是否受污染及污染的水平。这类方法在掌握环境污染状况上无疑具有重要意义，但在了解对人群健康或生物可能造成的近期和远期影响方面只能间接判断，不能直接给出污染引起的生物学效应（生物学效应恰恰是环境科学最关切的问题），这是因为污染物的形态和状态十分复杂，难以用单一的理化指标表示其污染的程度。它们往往同时存在于空气、水、食物等中，因而可通过多种途径进入生物体内。即使是单一途径进入体内，污染物的摄入量也不一定等于吸收量。生物体对环境化学物的吸收剂量除取决于该物质的理化性质（如脂/水分配系数等）外，还与其在生物体内的分布、转化、排泄等动力学过程有关，而这些过程又与生物体的多方面因素有关。因而近年来，一些生物监测方法（如毒理学）的研究成果和方法受到人们的重视，成为环境监测的重要方法。

所以，对于环境污染的检测，仅仅采用化学分析和物理分析的方法是不够的，因为它们仅能测出污染物的成分、数量，反映不出对生物危害的效应和程度。近年来生物监测方法得到了一定发展，尽管它不能对污染物给予充分明确的定性，然而它能够迅速反映出污染物是否已对生物体造成了影响，特别是能够反映出对生物体中最重要的遗传物质——基因和染色体所造成的损害及其程度。将化学、物理和生物学的方法兼而用之，将是今后世界环境监测的一个发展方向。

事实表明，化学污染物的状态、结构决定它在环境中的特性，不同状态和结构的污染物对动植物和人体毒性也不同。分析污染物的物理化学状态或结构的方法称为结构分析。污染物的状态有物理状态和化学状态（原子的结合状态、原子的电子状态、分子的激发状态、聚集状态和分子的不同结构）之分。结构分析对监测污染状况，研究污染物的形成过程、反应机制、污染效应，确定治理措施，制定环保标准，均有重要的理论和实际意义。常用的结构分析方法有：紫外光谱、红外光谱、激光拉曼光谱、质谱、核磁共振、顺磁共振、X—射线衍射法、莫斯包尔谱等。

污染物在环境中的分布是排放量、时间和空间的函数，并受气象、季节和地形等因素的影响。因此，在一个地区内进行多点、连续监测才能准确地掌握该地区的污染状况，这就不仅需要分析测试技术，还需要其他各种新技术配合。例如，用电子计算机建立自动监测系统。

总之，环境监测涉及的知识面、专业面宽，它还需要有足够的数学、物理学、生物学、生态学、气象学、地学、工程学等多方面的知识。

### 3. 环境监测技术的发展

随着科学技术的发展与仪器的更新，各国环境监测工作者都在利用新的仪器开发一系列新的监测技术和方法。

(1) 环境科学和宇宙科学的兴起，引起了痕量和超痕量分析技术的蓬勃发展。环境科学研究向纵深发展，对环境监测提出的新要求之一就是经常需要检测含量低达  $10^{-9} \sim 10^{-12} \text{g}$ （超痕量级）的污染物，以及研究制订出一套能适用于测定存在于空气、水体、土壤、生物体和食品中的痕量和超痕量污染物的分析方法。例如，已测定太平洋中心上空空气中铅的含量为  $1 \text{ng/L}$ ，南北极则低达  $0.5 \text{ng/L}$ ；南极洲冰块中滴滴涕的含量为  $0.04 \text{ng/L}$ ；雨水中汞的含量为  $0.2 \text{ng/L}$ 。这些成果是依靠痕量和超痕量分析技术取得的。

(2) 研究污染物的起源、迁移分布、相互反应、转化机制、最终归宿和污染效应，制