

全国环境监测培训
系列教材

环境监测 质量管理技术

中国环境监测总站 / 编

HUANJING JIANCE ZHILIANG GUANLI JISHU

中国环境出版社

全国环境监测培训系列教材

环境监测质量管理技术

中国环境监测总站 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测质量管理技术 / 中国环境监测总站编. —北京:
中国环境出版社, 2014.3

全国环境监测培训系列教材

ISBN 978-7-5111-1770-0

I. ①环… II. ①中… III. ①环境监测—质量管理—
技术培训—教材 IV. ①X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 047438 号

出版人 王新程
责任编辑 曲 婷
责任校对 尹 芳
封面设计 陈 莹

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 9.75
字 数 228 千字
定 价 30.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

《全国环境监测培训系列教材》

编写指导委员会

主 任：万本太

副 主 任：罗 毅 陈 斌 吴国增

技术顾问：魏复盛

委 员：（以姓氏笔画为序）

于红霞	山祖慈	王业耀	王 桥	王瑞斌	厉 青
付 强	邢 核	华 蕾	多克辛	刘 方	刘廷良
刘砚华	庄世坚	孙宗光	孙 韧	杨 凯	杨 坪
李国刚	李健军	连 兵	肖建军	何立环	汪小泉
张远航	张丽华	张建辉	张京麒	张 峰	陈传忠
曹 勤	钟流举	洪少贤	宫正宇	秦保平	徐 琳
唐静亮	海 颖	黄业茹	敬 红	蒋火华	景立新
傅德黔	谢剑锋	翟崇治	滕恩江		

《全国环境监测培训系列教材》

编审委员会

主任：罗毅 陈斌 吴国增

副主任：张京麒 李国刚 王业耀 傅德黔 王桥

委员：（以姓氏笔画为序）

王瑞斌 田一平 付强 邢核 吕怡兵 刘方
刘廷良 刘京 刘砚华 孙宗光 孙韧 杨凯
李健军 肖建军 何立环 张建辉 张颖 陈传忠
罗海江 赵晓军 钟流举 宫正宇 袁懋 夏新
徐琳 唐桂刚 唐静亮 海颖 敬红 蒋火华
景立新 谢剑锋 翟崇治 滕恩江 魏恩棋

编写统筹：徐琳 张霞 李林楠 马莉娟 高国伟 牛航宇

《环境监测质量管理技术》

编写委员会

主 编：夏 新 付 强

副主编：冯 丹 吴晓凤 史 箴

编 委：（以姓氏笔画为序）

王 琳 王向明 王福伟 卞吉玮 付 强 冯 丹
史 箴 龙 湘 刘 娟 孙宜权 池 靖 米方卓
吴 丹 吴东海 吴忠祥 吴晓凤 张 健 张家铭
李旭冉 居小秋 金致凡 姚雅伟 夏 新 袁 敏
黄伟民 魏 毅

序

党的十八大把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业总体布局，提出建设美丽中国的宏伟目标。环境保护作为生态文明建设的主阵地和根本措施，迎来了难得的发展机遇。环境监测是环保事业发展的基础性工作，“基础不牢，地动山摇”。环境监测要成为探索环保新路的先锋队和排头兵，必须建设一支业务素质强、技术水平高、工作作风硬的环境监测队伍。

我国各级环境监测队伍现有人员近6万人，肩负着“三个说清”的重任，奋战在环保工作的最前沿。我部高度重视监测队伍建设和人员培训工作，先后印发了《关于加强环境监测培训工作的意见》、《国家环境监测培训三年规划（2013—2015年）》，并启动实施了环境监测大培训。

为进一步提升环境监测培训教材的水平，环境监测司会同中国环境监测总站组织全国环境监测系统的部分专家，编写了全国环境监测培训系列教材。这套教材深入总结了30多年来全国环境监测工作的理论与实践经验，紧密结合当前环境监测工作实际需要，对环境监测各业务领域的基础知识、基本技能进行了全面阐述，对法律法规、规章制度和标准规范做了系统论述，对在监测管理和技术工作中遇到的重点和难点问题进行了详细解答，具有很强的科学性、针对性和指导性。

相信这套教材的编辑出版，将会更好地指导全国环境监测培训工作，进一步提高环境监测人员的管理和业务技术能力，促进全国环境监测工作整体水平的提升。希望全国环境监测战线的同志们认真学习，刻苦钻研，不断提高自身能力素质，为推进环境监测事业科学发展、建设生态文明做出新的更大的贡献！

吴晓青

2013年9月9日

前 言

《环境监测质量管理技术》分册是全国环境监测培训系列教材之一。环境监测质量管理是环境监测数据具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性的重要保证之一，是环境监测工作的重要组成部分。

我国在环境监测工作开展的初期，就开始有组织地开展环境监测质量保证和质量控制工作。随着监测技术、质量管理技术和质量管理体系的发展，我国环境监测的质量管理工作开始步入制度化和规范化发展轨道，已从单一的、简单的制定规章制度，逐步发展到全面的、系统的质量管理体系建设；从单一的环节程序控制，发展到环境监测全过程的质量保证和控制，有效地推动了我国环境监测质量管理水平的全面提升。

经过三十多年的发展，我国的环境监测事业已经取得了长足的进步，环境监测质量管理工作也取得了显著的成绩，质量管理体系进一步健全和完善。但是，由于全国各地经济和技术发展不平衡，人员基础能力和管理经验存在差异，需要对与质量管理相关的基础性知识进行系统性介绍，对全国环境监测质量管理的基本框架进行完善，也需要对多年的工作经验进行总结和分析，逐步形成相对系统化和标准化的培训目标。

本书立足当前环境监测质量管理现状和发展需求，注重对计量单位、标准样品、量值溯源和监测方法等基础知识及其应用进行概述，并系统总结和梳理人员资格考核和监测能力认定两方面的工作程序、技术要求和常见问题等，可作为环境监测质量管理的学习资料和基础性教材。

本书由付强和夏新主持编写，第一章由王向明编写，第二章由吴晓凤、姚雅伟、米方卓和夏新编写，第三章由夏新和王琳编写，第四章由吴晓凤和池靖编写，第五章由吴忠祥编写，第六章由米方卓编写，第七章由冯丹、龙湘、

吴丹、袁敏和池靖编写，第八章由卞吉玮、张健、刘娟、黄伟民、张家铭、孙宜权和夏新编写。

本书编写过程中，资料收集、筛选和整编等方面难免有失偏颇，加之时间仓促、水平有限，书中难免有不足和疏漏之处，恳请读者批评指正。同时对本书的编写人员以及无私提供相关资料的人员表示诚挚的谢意！

编 者

2013年10月于北京

目 录

第一章 环境监测与法定计量单位	1
第一节 法定计量单位概述	1
第二节 环境监测中的计量单位及使用方法	11
第二章 环境监测质量控制指标体系框架	17
第一节 环境监测质量控制体系现状	17
第二节 环境监测质量控制指标体系框架	24
第三章 环境监测方法与质量控制	42
第一节 环境监测方法现状分析	42
第二节 方法验证	47
第三节 环境监测质量控制及其指标	50
第四章 环境监测仪器的量值溯源	53
第一节 我国计量仪器量值溯源体系的基本框架	53
第二节 量值溯源的概念和要求	59
第三节 量值溯源的途径与方法	61
第四节 环境监测仪器量值溯源的方法	63
第五节 量值溯源中应注意的问题	65
第五章 标准物质及其在环境监测中的应用	66
第一节 标准物质基础知识	66
第二节 标准物质期间核查	69
第三节 标准物质在环境监测中的应用	71
第四节 环境监测标准物质的选择与使用	76
第六章 环境监测人员持证上岗考核	80
第一节 持证上岗考核工作的组织管理	80
第二节 考核内容、方式和考核流程	82
第三节 考核准备及注意事项	84
第四节 环境监测人员持证上岗考核的技术保障	86

第七章 环境监测质量体系运行中常见问题/重点内容介绍	88
第一节 文件控制	88
第二节 服务和供应品采购	91
第三节 合同评审	92
第四节 记录	93
第五节 内部审核	95
第六节 管理评审	99
第七节 质量监督	101
第八节 监测方法确认	103
第九节 仪器设备和标准物质的期间核查	106
第十节 样品	109
第十一节 质量控制	110
第十二节 监测报告	112
第八章 加油站油气回收监测技术和质量管理	114
第一节 油气回收技术简介	114
第二节 油气回收监测技术要求	119
第三节 油气回收监测的安全要求	123
第四节 油气回收监测质量管理	125
附表 环境监测质量控制指标体系框架	131
附 件	132
参考文献	142

第一章 环境监测与法定计量单位

第一节 法定计量单位概述

一、法定计量单位的基本概念

1. 量

量是阐述物质世界运动规律的一个最重要的基本概念。在国际计量局（BIPM）、国际电工委员会（IEC）、国际标准化组织（ISO）和国际法制计量组织联合制定的《国际通用计量学基本名词》中，“量”被定义为：“现象、物体和物质的可以定性区别和定量确定的一种属性。”由此可知，被研究对象可以是自然现象，也可以是物质本身。世界上每一种物质都有大小、多少、远近、长短、高低、深浅、宽窄、轻重、软硬、冷热、强弱、快慢、明暗等程度上的区别，因此，所谓“量”，就是运动着的事物所呈现的、在程度上可以区别并能定量确定的性质，每一种性质就是一个量。

计量学所研究的量绝大部分是物理量和化学量，物理量都是可以计量的，但也有少数可计量的量并不是物理量，如硬度、表面粗糙度和感光度等，它们是约定可计量的量，这类量的定义和量值与计量方法有关，相互之间不存在确定的换算关系，例如钢板的硬度，用洛氏硬度计和布氏硬度计得到的硬度值不同，计量学也包含对这类非物理量的计量研究。

2. 量的种类

根据量在计量学中所处的地位和作用，有不同的分类方法，简要介绍如下。

（1）基本量和导出量

在量制中，约定地认为是彼此独立的量称为“基本量”，而另一些在量制中，为该量制基本量的函数所定义的量称为“导出量”，基本量和相应的导出量的特定组合构成整个科学领域或某个专业领域的“量制”。例如，基本量，在力学领域有三个：长度、质量和时间；在电磁学中又增加了电流；在热学中增加了温度；而在整个科学领域里，还有物质的量和发光强度。

由此可见，基本量的数目不可能很多，而导出量是根据它的物理公式，由几个基本量推导出来的，数量比较多。例如，由长度、质量和时间三个基本量，可导出速度、压力、密度、功和功率等。

（2）被测量的量和影响量

按照量在计量学中所处的地位，又可分为“被计量的量”和“影响量”。被计量的量

就是“受到计量的量”，它可以理解为已经计量所获得的量，也可指待计量的量。影响量“不是计量对象但却影响被计量的量值或计量仪器示值的量”。虽然影响量不直接反映被计量对象的量值，但对计量结果有重大影响。

影响量来源于环境条件和计量器具本身，如环境温度、气压、湿度、地磁场、重力场、振动、电源电压和电源频率计等计量器具安装位置和本身结构变化等。一般情况下，测量时往往满足于获得直接的测量结果，容易忽视影响量的作用，从而得出不准确甚至错误的结果。因此，在进行任何测量时，必须考虑这类因素的影响，对提高测量结果准确度具有重要意义。

(3) 有源量和无源量

有些测量对象本身具有一定的能量，如温度、力和照度等。观察者无需为测量中的信号提供外加能源，对于这类量称为“有源量”。在进行精密测量时，应力求从测量对象获取的能量不导致测量对象原有状态的变化。

有些测量对象本身没有能量，如长度和角度等空间位置及硬度等材料特性，为了能够进行计量，必须从外界获取能量，这类量称为“无源量”。

(4) 物理量的种类

物理量是量度物理属性或描述物体运动状态及其变化过程的量。而物理量的单位是用来衡量物理量的标准。物理量的描述要同时用数字和单位来描述，否则不能产生任何物理意义。按照国际标准化组织的建议（ISO31）和我国 GB 3100~3102—93 标准，物理量按其学科可划分为 11 类。

- a) 空间和时间的量，如长度、角度、时间、速度、加速度等；
- b) 周期及有关现象的量，如频率、波长、振幅、阻尼系数等；
- c) 力学的量，如质量、密度、力、功、能、流量等；
- d) 热力学的量，如热力学温度、热量、热容、热导率等；
- e) 电磁学的量，如电流、电势、电容、磁通、磁导等；
- f) 光及有关电磁辐射的量，如发光强度、光通量、照度、辐射强度、辐射通量、辐射照度等；
- g) 声学的量，如声压、声速、声功率、声强等；
- h) 物理化学及分子物理学的量，如物质的量、阿伏加德罗常数、摩尔质量、渗透压、玻尔兹曼常数等；
- i) 原子和核子物理学的量，如原子质量、电子质量、普朗克常数、里德伯常数等；
- j) 核反应和电离辐射的量，如粒子通量密度，能通量密度、活度、吸收剂量等；
- k) 固体物理学的量，如霍尔系数、汤姆逊系数、里查逊常数等。

3. 计量单位

用以定量表示同类量值而约定采用的那个已知的特定量，就是计量单位。量总是由数值和计量单位组合表示的，用没有计量单位的纯数值表示量的大小是没有意义的，或者说，量的表示都必须在其数值后面注明所用的计量单位。在一般情况下，量的大小并不随所用计量单位而有所变化，即可变的只是单位和数值，这是量的基本特性，也是各种单位制单位相互换算的基础。

计量单位一般应具有如下条件:

(1) 单位本身是一个固定的量, 即具体可以比较的“量”, 而不是一个量“值”;

(2) 命这个固定量的数值为 1, 且这个命其数值为 1 的固定量应有具体的名称符号和定义, 如千克、米或秒等;

(3) 单位量的测量必须建立在科学、准确的基础上, 要能定量地表示并可以复现, 并具备现代科学技术所能达到的最高准确度和稳定性。

由此可知, 计量单位的定义是: 有明确定义和名称并命其数值为 1 的一个固定的量, 或者是用以度量同类量大小的一个标准量。

4. 计量单位制

由于计量单位是人为选定的, 带有主观随意性, 因而造成了历史上有关计量单位的混乱: 一是对同一个量选用了许多不同的计量单位; 二是对每个单位的倍数和分数单位采用不同进制, 如 10 进位、12 进位、16 进位和 60 进位等; 三是很少考虑由于量与量之间的联系所决定的单位与单位之间的联系, 使得由全部单位构成的总体变成缺乏逻辑联系的一个庞杂混合体, 对于商品经济发达、科学文化交流日趋频繁的现代社会而言是无法适应的。为了消除这种混乱状况所带来的不良后果, 计量单位制应运而生。统一规定每一个单位的名称、符号, 倍数和分数单位采用相同的进制, 由一组选定的基本单位和由定义公式与比例因数确定的导出单位组合, 构成全部单位的总体及一套完善的规则, 就称为计量单位制。

任何量与所选用的计量单位无关, 单纯的数值不能表达量的属性。在多种单位制并存的情况下, 同一个量的两种计量单位之比 K 称为“单位换算系数”。

5. 量纲

在基本量确定之后, 任何其他导出量都可以根据一定的物理规律或量之间的相互关系(如相乘或相除)表示出来, 这样就把在某一量制中基本量的幂的乘积表示该量制中一个量的表达式称为“量纲”。

在国际单位制中, 规定长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度七个量为基本量, 它们的量纲分别用正体大写字母表示为 L、M、T、I、 H 、N、J。

量纲的实际意义在于能定性确定量与量之间的关系, 特别是导出量与基本量之间的关系。任何量的表达式, 其等号两边必须具有相同的量纲式, 该规则称为“量纲法则”。

在给定量制中, 其表达式内基本量的指数为零的量称为“无量纲量”, 如线性应变、摩擦系数和相对密度等都是无量纲量。

6. 法定计量单位

法定计量单位是指国家以法令的形式, 明确规定并且允许在全国范围内统一实行的计量单位。凡属于一个国家的法定计量单位, 在该国家的任何地区、任何领域及所有人员都应按规定要求严格采用。我国的法定计量单位是以国际单位制为基础, 结合我国的实际情况, 适当增加了一些其他单位构成的, 其主要特点是: 完整、具体、简单、科学、方便, 同时与国际上广泛采用的计量单位更加协调统一。1984 年 2 月 27 日, 国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》, 公布了《中华人民共和国法定计量单位》, 以法规的形式统一了我国的计量单位, 目前在全国范围内实施的法定计量单位标准是《量和单

位》(GB 3100~3102—93)。

7. 量值

“由一个数和合适的计量单位表示的量”称为“量值”，即量由数值和计量单位两部分组成。所谓“量值统一”的确切表述应该是量值准确、一致，可以理解为：在单位量值的传递中，所用的各级标准计量器具以及由它们检定或校准的计量器具的量值，都可以溯源到国家计量基准，它们的量值在规定的误差范围内保持一致。

为在全国范围内实现量值一致，保证一切计量结果准确可靠，必须做到：

- (1) 用国家法律形式或行政命令发布国家法定计量单位，统一全国计量单位制度；
- (2) 建立复现计量单位的国家计量基准和传递所需的各级计量标准；
- (3) 制定相应的计量检定系统和检定规程等技术法规，以确定被认可的被检项目、设备、方法和环境条件等。

此外，计量人员必须经过严格的培训和考核，有良好的技术素质，能正确完成计量过程，这也是保证量值准确一致的根本条件。

二、我国法定计量单位的构成

我国的法定计量单位主要由三部分构成：① 国际单位制单位；② 国家选定的非国际单位制单位；③ 上述单位构成的组合形式单位。

1. 国际单位制单位

国际单位制是由 SI 单位（包括 SI 基本单位、SI 导出单位）、十进制倍数单位和分数单位构成，其相互关系见图 1.1。



图 1.1 国际单位制的构成

SI 单位和国际单位制单位需有所区别。SI 单位是指国际单位制中构成一贯制的单位，均不带 SI 词头，是国际单位制中有特定含义的名词；而国际单位制单位不仅包括 SI 单位，还包括它们的十进倍数单位和分数单位（即由 SI 词头和 SI 单位构成的新单位）。在此需要指出的是：质量基本单位千克 (kg) 中的千 (k) 不作词头用，而将千克 (kg) 视作一个整体，所以千克 (kg) 属于 SI 单位。由此可见，长度单位中的 km, m, cm, mm, μm , …；力单位中的 MN, kN, N, mN, μN , …，都是国际单位制单位，其中只有 m 和 N 才是 SI 单位。

(1) SI 基本单位及其定义

国际单位制中的 SI 基本单位为米、千克、秒、安培、开尔文、摩尔和坎德拉，其对应量的名称、单位名称、单位符号和定义见表 1.1。

表 1.1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	定义
长度	米	m	米是光在真空中于 1/299 792 458 s 时间间隔内所经路径的长度
质量	千克(公斤)	kg	千克等于国际千克原器的质量
时间	秒	s	秒是铯 133 原子基态的两个超精细能级间跃迁所对应的辐射的 9,192,631,770 个周期的持续时间
电流	安[培]	A	安培是在真空中, 截面积可忽略的两根相距 1m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时, 若导线间相互作用力在每米长度上为 $2 \times 10^{-7} \text{N}$, 则每根导线中的电流为 1A
热力学温度	开[尔文]	K	1 开尔文等于水的三相点热力学温度的 1/273.15
物质的量	摩[尔]	mol	摩尔是一系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 碳 12 的原子数目相等; 使用摩尔时, 基本单元应予指明, 可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或是这些粒子的特定组合
发光强度	坎[德拉]	cd	坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度, 该光源发出频率为 $540 \times 10^{12} \text{Hz}$ 的单色辐射, 且在此方向上的辐射强度为 1/683W/sr

注: ① 圆括号中的名称是它前面名称的同义词, 下表同。

② 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。方括号中的字, 在不致引起混淆、误解的情况下, 可以省略。去掉方括号中的字即为其名称的简称, 下表同。

③ 本表中所称的符号, 除特殊指明外, 均指我国法定计量单位中规定的符号以及国际符号, 下表同。

④ 日常生活和贸易中, 质量习惯称为重量。

(2) 具有专门名称的 SI 导出单位

SI 导出单位是由 SI 基本单位按定义方程式导出的, 具有专门名称的 SI 导出单位有 21 个, 其中 17 个是以杰出科学家的名字命名的, 如牛顿、帕斯卡、焦耳等。为使用方便, 这些导出单位还可以与其他单位组合表示另一些更为复杂的导出单位。SI 导出单位见表 1.2。

(3) SI 词头

SI 词头的功能就是与 SI 单位组合, 构成十进制的倍数单位和分数单位。在国际单位制中, 共有 20 个 SI 词头, 见表 1.3。这些词头所代表的因数, 是由国际计量大会通过决议规定, 它们本身不是数, 也不是词, 其原文来自希腊、拉丁、西班牙、丹麦等语中的偏僻名词, 无精确含义, 其中文名称一部分来自数词, 如十、百、千、厘、毫等, 一部分取自音译, 如吉、太、拍、纳、皮、飞等。

表 1.2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	1 rad=1 m/m=1
立体角	球面度	sr	1 sr=1 m ² /m ² =1
频率	赫[兹]	Hz	1 Hz=1 s ⁻¹
力	牛[顿]	N	1 N=1 kg·m/s ²
压力, 压强, 应力	帕[斯卡]	Pa	1 Pa=1 N/m ²
能[量], 功, 热量	焦[耳]	J	1 J=1 N·m
功率, 辐[射能]通量	瓦[特]	W	1 W=1 J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1 C=1 A·s
电压, 电动势, 电位, (电势)	伏[特]	V	1 V=1 W/A
电容	法[拉]	F	1 F=1 C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1 Ω=1 V/A
电导	西[门子]	S	1 S=1 Ω ⁻¹
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1 Wb=1 V·s
磁通[量]密度, 磁感应强度	特[斯拉]	T	1 T=1 Wb/m ²
电感	亨[利]	H	1 H=1 Wb/A
摄氏温度	摄氏度	°C	1°C=1 K (表示温度差和温度间隔时)
光通量	流[明]	lm	1 lm=1 cd·sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	1 lx=1 lm/m ²
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	1 Bq=1 s ⁻¹
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	1 Gy=1 J/kg
比授[予]能			
比释动能			
剂量当量	希[沃特]	Sv	1 Sv=1 J/kg

表 1.3 SI 词头

因 数	词头名称		符 号
	英文	中文	
10 ²⁴	yotta	尧[它]	Y
10 ²¹	zetta	泽[它]	Z
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P
10 ¹²	tera	太[拉]	T
10 ⁹	giga	吉[咖]	G
10 ⁶	mega	兆	M
10 ³	kilo	千	k
10 ²	hecto	百	h
10 ¹	deca	十	da
10 ⁻¹	deci	分	d
10 ⁻²	centi	厘	c
10 ⁻³	milli	毫	m
10 ⁻⁶	micro	微	μ