

计量测试技术手册

第13卷 化学

《计量测试技术手册》编辑委员会



中国计量出版社

71.4073

369

-13

计量测试技术手册

第13卷 化学

《计量测试技术手册》编辑委员会

3k507/04

中国计量出版社

(京)新登字 024 号

内 容 提 要

《计量测试技术手册》包括计量测试技术基础、几何量、温度、力学、电磁学、电子学、声学、光学、时间频率、电离辐射、化学等计量测试技术,全套共 13 卷。

本卷内容包括:化学计量测试概论、基础知识、物理化学计量、无机分析测试技术、有机分析测试技术和气体成分计量及其测试方法等;突出了标准物质的特性与应用、高精密度高准确度分析测试方法的发展、分析测量仪器的校准技术和分析测试的质量保证技术;提供了化学计量测试中常用的数据资料。

读者对象:分析测试、质量检验、计量校准和科研、生产及技术开发人员及管理人员;有关专业的师生。

Abstract

This handbook consists of the basic principle of measurement and measurement technology for geometrical quantities, temperature, mechanical quantities, electronics, electromagnetic quantities, acoustics, optics time and frequency, ionizing radiation, and chemistry etc. The whole set contains 13 volumes.

This volume includes: The outline of chemical measurements and basic knowledge of physico-chemistry metrology, inorganic analysis technology, organic analysis technology and gas composition metrology etc. The emphases are placed on the properties and applications of reference materials, the development of high precise and high accurate measuring methods, the technology of calibration on analytical measuring instrument or process, and the quality assurance in chemical measurements. some reference data in chemical measurements are also provided.

Reader: Technicians and administrators in the field of chemical measurements, quality inspection, calibration of chemical measuring instruments, research and development of reference materials and analytical instruments, As well as faculty members, students and postgraduates of universities in the related field.

图书在版编目(CIP)数据

计量测试技术手册 第 13 卷:化学/《计量测试技术手册》编辑委员会编著:—北京:中国计量出版社,1996.12

ISBN 7-5026-0758-7/TB·473

I. 计… II. 计… III. ①计量-测试技术-手册 ②化学-计量-测试技术 IV. ①TB9-62 ②TB99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 10423 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787×1092 毫米 16 开本 印张 47.25 字数 1570 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

*

印数 1—1800 定价: 110.00 元

序

当人类文明的曙光照耀着历史长河的源头时,伴随着生产和社会活动的需求,计量就萌发了。我国古时秦始皇施行了度量衡制度,被看作是一项重要政绩,标志着社会的进步。本世纪欧洲各国也制定了计量单位,如英国的英尺、磅等。直至 1898 年,国际米制公约公布,号召各国采用统一的米制公斤计量标准,可说是顺应社会发展,时代进步的必然产物。随着科学技术和贸易的发展,大概始于本世纪与上世纪之交,计量又从传统的度量衡扩展到众多的新兴领域。各种计量要求的精确程度及实施的复杂性与日俱增,计量已成为一门独立的学科。特别是在今天高新技术迅速发展的时代,计量更是无所不在和不可缺少的科学手段。今天计量测试技术广泛应用于工农业生产、国防建设、科学研究、国内外贸易、医疗卫生,以及人民生活的各个领域。在现代社会中,人们把人、管理、原材料、工艺装备、计量测试技术列为工业生产的五大支柱。计量测试技术也是整个科学技术和国民经济的一项重要技术基础。

在原国家计量局和现国家技术监督局的支持下,由中国计量出版社组织编写的《计量测试技术手册》即将出版。这套手册由 100 多位长期从事计量测试工作的专家、教授,历经 7 年编纂而成。该套手册总结了我国 40 多年来计量科学研究和实践的经验,吸取了国外先进技术,内容丰富,实用性强。并保持了从事计量工作一向遵循的科学上的严谨性,是适用于各个领域科技人员的工具书。

可以指出,编写的手册是一项组织繁杂,集体辛勤劳动的果实,是对我国计量事业做出了一个卓有贡献。为此,谨向所有付出心血的编者们表示敬意。



1995 年 10 月 18 日

王大珩教授为中国科学院院士、中国工程院院士、中国高科技产业化研究会理事长、何梁何利基金优秀奖获得者。

《计量测试技术手册》编辑委员会

主任委员：陈宽基
副主任委员：倪伟清 徐孝恩 李绍贵 房景富 王东宝
委员：(按姓氏笔划顺序排列)
于 渤 王朋植 王晓莹 史元明 孙维民
师克宽 刘宝兰 刘瑞清 陈小林 陈艳春
何 贡 何伟仁 林宗虎 林鸿初 金士杰
施昌彦 席德熊 徐 鹤 马凤鸣 窦绪昕
谢 英 潘君骅 潘秀荣

本卷编辑委员会

主 编：潘秀荣 贺锡衡
委 员：王庚辰 孙守威 赵 敏 王林珍 张焯煌
撰 稿 人：潘秀荣 贺锡衡 侯传嘉 陈惠钊 王庚辰
曾一钉 张焯煌 田光慧 杨瑞康 茅祖兴
赵墨田 孙守威 赵 敏 王林珍 李畅开
本卷责任编辑：何伟仁
本卷责任编辑：谢 英
版式设计：席秀莲
插图设计：孙丽英

前 言

我国的现代计量测试工作,始于本世纪 50 年代初,经过 40 多年的积累和发展,已建成具有门类较为齐全,覆盖全国的计量测试技术网络,在生产、科研和经贸中发挥着生产力的作用。计量测试队伍也从计量行业扩展到各技术领域的计量、测试人员,形成宏大的专业大军。作为这一专业领域的知识积累——编写《计量测试技术手册》,既是广大计量测试人员的要求,也为推进计量测试技术转化为生产力所需要。

《手册》旨在成为计量测试人员和技术科研、设计人员案头技术咨询的必备工具书,力求以技术科学性、数据准确性、资料实用性、查阅方便性来组织书稿内容。全书按计量测试技术各专业立卷,共 13 卷,覆盖了这一技术领域的全貌。各卷按各自专业特点,要求做到既独立完整,又相互协调统一。

《手册》是在原国家计量局和现国家技术监督局的支持和帮助下,由中国计量出版社组织编写的,并成立了各卷的编审委员会,得到了中国计量科学研究院和一些科研单位、大专院校的大力支持,有上百名计量测试技术专家、学者参与了编写工作,历经 7 个多寒暑,为此付出了艰辛的劳动。值此《手册》面世之际,我们谨向支持和参与《手册》编写、编辑出版的所有人员致以敬意!

编写如此浩大又涉及众多学科的《手册》,是一项系统而又细致的工程实践,要做到全面、完整、准确、统一是十分困难的,虽经共同努力,层层把关,也难免存在术语上的不统一,内容上有一定交叉重复,符号不太一致等问题。还会有错漏和不足,诚请广大读者批评指正,以便在《手册》再版和修订中改正。

《计量测试技术手册》编辑委员会

1995 年 9 月

编者的话

现代科技、生产、贸易和社会生活的维系与发展,对化学测量方法的可靠性、化学测量仪器和测量过程的校准、标准物质的研制与应用、分析检测质量保证等方面的要求日益迫切。化学测量结果的可比性、一致性和有效性,直接关系到经济、技术和法律法规决策的正确性。因此,从计量学角度介绍各种化学测量技术,使化学测试人员了解和掌握可靠的化学测试方法、测量仪器和测量过程的校准技术、标准物质的技术特性及使用方法和化学测量质量保证技术,以提高化学测量结果的准确度。

本卷分为五篇,即化学测量概论篇、物理化学计量篇、无机分析测试技术篇、有机分析测试技术篇和气体成分计量篇,共39章。包含了化学测量原理、测量仪器和测量方法、仪器及使用过程中的校准技术、标准物质的使用、分析检测过程的质量控制和测量结果的质量评价等。同时书中还介绍了有关的标准装置与传递系统等。

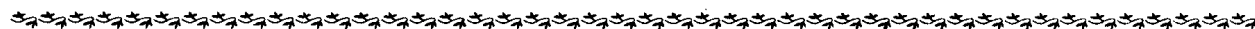
本书在选材上既重视实践经验,又注意吸收国内外有关的新概念、新方法和新技术,在撰编中注重科学性,力求引用数据可靠,表达简明扼要,便于读者查用。

本书化学测量概论篇(第1~4章)由潘秀荣编写;物理化学计量篇由贺锡蘅(第5~7章,第9章)、侯传嘉(第8章)、陈惠钊(第10章)、王庚辰(第11~12章)和曾一钉(第13章)编写;无机分析测量篇由张焯煌(第14章,第17~20章)、田光慧(第14~16章)、杨瑞康(第21章)、茅祖兴(第22章)和赵墨田(第23章)编写;有机分析测试篇由孙守威(第24~27章)和赵敏(第28~34章)编写;气体成分计量篇由王林珍(第35~37章)和李畅开(第38~39章)编写。

撰写手册是一项繁复而细致的工作,我们虽尽了很大努力,但缺点及疏漏在所难免,我们诚恳地希望读者提出批评意见,以便改正。

本卷编委会

第 1 篇 化学测量概论



目 录

第1篇 化学测量概论

第1章 化学计量及其任务

- 1 化学计量的定义 (1)
- 2 化学计量的特点 (1)
- 3 准确一致的测量系统 (1)
- 4 化学计量的任务 (2)
- 5 化学计量与标准物质 (3)

第2章 化学计量的基准与标准

- 1 物质的量的单位——摩尔的定义
与复现 (4)
 - 1.1 摩尔的定义 (4)
 - 1.2 化学计量常用单位及基本常数 (4)
 - 1.3 摩尔的复现 (5)
- 2 物理化学特性量的基标准 (6)
 - 2.1 常用物理化学基标准概况 (6)
 - 2.2 物理化学特性量值传递模式 (8)
- 3 化学成分量的基准与标准 (8)
 - 3.1 化学成分量的基础 (8)
 - 3.2 化学成分量的基准 (10)
 - 3.3 化学成分量的标准 (11)
 - 3.4 化学成分量的溯源性 (12)

第3章 标准物质

- 1 标准物质的基本概念 (13)
 - 1.1 标准物质的名称 (13)
 - 1.2 标准物质的定义与分级 (13)
 - 1.3 标准物质的分类 (14)
 - 1.4 标准物质的基本功能 (15)
- 2 标准物质发展概况 (16)
 - 2.1 中国标准物质发展概况 (16)
 - 2.2 国际标准物质发展动态 (20)
 - 2.3 标准物质的发展方向 (25)
- 3 标准物质研究工作要点 (26)
 - 3.1 研究标准物质的工作程序及主要内容 (26)

- 3.2 物质的均匀性与稳定性 (27)
- 3.3 标准物质特性量的定值原则 (34)
- 3.4 用权威法定值 (34)
- 3.5 用两种以上不同原理的准确法定值 (36)
- 3.6 多个实验室合作定值 (38)
- 3.7 标准物质特性量的保证值及不确定度 (38)
- 4 标准物质的应用 (39)
 - 4.1 标准物质的作用 (39)
 - 4.2 正确选择与使用标准物质 (42)
 - 4.3 标准物质的使用方法 (42)

第4章 化学测量的质量保证

- 1 取样的质量保证 (54)
 - 1.1 样品及取样误差 (54)
 - 1.2 制定取样方案的一般原则 (54)
 - 1.3 取样方式 (55)
 - 1.4 取样方案类型与错误判断 (55)
 - 1.5 根据给定的误差限确定取样方案 (58)
 - 1.6 用总体特性平均值衡量产品质量的
取样验收方案 (58)
- 2 化学测量过程的质量控制 (60)
 - 2.1 样品处理与回收率 (60)
 - 2.2 分析空白的控制与校正 (61)
 - 2.3 测量方法的适用性 (62)
 - 2.4 测量方法校准 (65)
- 3 质量控制图 (66)
 - 3.1 质量控制图的基本原理 (66)
 - 3.2 质量控制图的类型 (66)
 - 3.3 质量控制图的作用 (66)
 - 3.4 质量控制图的构成与制作原则 (67)
 - 3.5 控制限的选择与计算 (68)
 - 3.6 质量控制图应用实例 (70)
- 4 化学测量的质量评价 (73)
 - 4.1 质量评价的目的与方法 (73)
 - 4.2 质量评价标准 (73)

4.3 熟练实验(Proficiency Testing)	(75)
4.4 实验室认证(Laboratory Accreditation)	(76)

参考文献	(78)
------------	------

第2篇 物理化学计量

第5章 燃烧热计量

1 一般概念	(79)
1.1 定义和单位	(79)
1.2 燃烧热测量原理	(80)
1.3 燃烧热测定在实际中的应用	(81)
2 燃烧热计量基准和标准	(82)
2.1 燃烧热基准装置	(82)
2.2 燃烧热标准装置	(82)
2.3 燃烧热标准物质	(83)
2.4 燃烧热计量器具检定系统	(84)
2.5 燃烧热量计的检定	(84)
3 燃烧热量计	(85)
3.1 燃烧热量计的种类及技术特性	(85)
3.2 几种典型的燃烧热量计	(87)
4 燃烧热的常规测定方法	(89)
4.1 燃烧热的精密测定	(89)
4.2 固体燃料热值测定	(89)
4.3 液体燃料热值测定	(90)
4.4 气体燃料热值测定	(91)

第6章 热容及焓计量

1 一般概念	(95)
1.1 热容及焓的定义	(95)
1.2 有关热容的定律和理论	(95)
1.3 热容和焓的测量原理	(96)
1.4 热容和焓测量在实际中的应用	(98)
2 热容和焓的基准和标准	(98)
2.1 热容和焓的基准	(98)
2.2 热容和焓标准物质	(100)
2.3 热容计量器具检定系统	(102)
3 热容和焓测量仪器	(103)
3.1 热容和焓测量仪器的种类	(103)
3.2 几种典型的热容和焓测量仪器	(104)
4 比热容和焓的常规测量方法	(108)
4.1 固体比热容的测定	(108)
4.2 液体比热容的测定	(110)
4.3 聚合物熔化焓和结晶焓的测定	(111)

第7章 pH 计量

1 一般概念	(113)
--------------	-------

1.1 pH的定义	(113)
1.2 pH标度	(113)
1.3 pH的电测量法原理	(115)
1.4 pH测量在实际中的应用	(115)
2 pH基准和标准	(115)
2.1 pH基准装置	(115)
2.2 pH标准测量装置	(117)
2.3 pH标准物质	(117)
2.4 pH计量器具检定系统	(118)
3 pH计	(118)
3.1 pH计的分类及技术特性	(118)
3.2 pH计工作原理	(121)
3.3 pH测量电极	(121)
3.4 参比电极	(121)
3.5 复合电极	(125)
3.6 几种典型的pH计	(125)
3.7 pH计的检定	(126)
4 pH测量技术	(128)
4.1 水溶液pH测量	(128)
4.2 工业上pH测量与控制	(129)
4.3 难测样品pH的测量	(130)

第8章 水溶液电导率计量

1 基本概念及测量原理	(131)
1.1 电导和电导率	(131)
1.2 电导率测量原理	(132)
2 电导率基准和标准	(134)
2.1 电导率绝对测量装置和测量方法	(134)
2.2 电导率标准溶液	(137)
3 电导仪的原理和结构	(137)
3.1 电子单元	(137)
3.2 电导池	(140)
3.3 无电极测量方法	(140)
4 准确测量电解质溶液电导率的要素	(141)
4.1 电导池两端的最佳电阻范围	(141)
4.2 选择合适常数值电导池	(141)
4.3 多个频率下电导率的测量方法	(141)
4.4 交流信号频率的范围	(141)
4.5 溶液电导率的温度系数	(141)
4.6 各电导率量程所对应的适宜测量条件	(142)

5	电导(率)仪的检定和电导率 量值的传递	(142)
5.1	电导(率)仪的检定方法	(142)
5.2	电导计量器具检定系统	(144)
6	电导率测量的应用	(145)
6.1	溶解性固体(总)量计和盐度计	(145)
6.2	海水盐度和 1978 年实用盐标	(145)

第 9 章 聚合物分子量计量

1	一般概念	(147)
1.1	聚合物分子量及其分布的定义和 表示方法	(147)
1.2	聚合物分子量测定的实际意义	(148)
1.3	聚合物分子量的测量原理	(148)
2	聚合物分子量标准物质	(152)
3	聚合物分子量测量仪器	(153)
3.1	沸点升高仪	(154)
3.2	蒸气压渗透仪	(154)
3.3	膜渗透计	(154)
3.4	光散射仪	(155)
3.5	超离心机	(156)
3.6	毛细管粘度计	(156)
3.7	体积排斥色谱仪	(157)
4	聚合物分子量及分子量分布的 常规测量方法	(157)
4.1	数均分子量的测定	(157)
4.2	重均分子量的测定	(159)
4.3	平均分子量及分子量分布的测定	(160)

第 10 章 粘度计量

1	粘度及其测量原理	(162)
1.1	粘性与粘度	(162)
1.2	粘度的定义及单位	(162)
1.3	非牛顿流体与非牛顿粘度	(163)
1.4	粘度测量原理	(164)
2	粘度基准与标准	(167)
2.1	纯水的粘度	(167)
2.2	基准与标准毛细管粘度计	(167)
2.3	主要配套设备	(167)
2.4	粘度基、标准的建立方法	(167)
2.5	粘度标准液	(169)
3	粘度量值传递及粘度计检定	(172)
3.1	粘度计量器具检定系统	(172)
3.2	毛细管粘度计的检定方法	(173)

3.3	旋转粘度计的检定方法	(174)
3.4	落球粘度计的检定方法	(175)
3.5	恩式粘度计的检定方法	(175)
3.6	流动杯检定方法	(175)
4	高温粘度测试方法与高温粘度标准 ..	(176)
4.1	旋转法	(176)
4.2	升球法	(176)
4.3	陷入法	(177)
4.4	梁弯法	(178)
4.5	纤维伸长法	(178)
4.6	平行板法	(179)
4.7	高温粘度标准物质及高温粘度计的标定	(180)

第 11 章 浊度计量

1	浊度定义及量的表示方式	(182)
1.1	浊度测量的原理及定义	(182)
1.2	浊度测量单位及表示方式	(182)
2	常用浊度测量方法和装置	(183)
2.1	目视测量方法	(183)
2.2	光学仪器测量方法	(184)
3	浊度计的检定与校准	(187)
3.1	浊度标准测量装置	(187)
3.2	浊度标准物质	(190)
3.3	浊度计的检定	(193)

第 12 章 粒度计量

1	颗粒的主要特性及量的表示方式	(195)
1.1	粒度及粒度分布	(195)
1.2	颗粒形状因子	(197)
1.3	颗粒密度	(198)
1.4	颗粒比表面积	(203)
1.5	介质中悬浮颗粒的浓度	(204)
2	粒度与粒度分布测量	(204)
2.1	显微镜测量方法	(206)
2.2	筛分析方法	(208)
2.3	沉降分析方法	(217)
2.4	电导法	(229)
2.5	光学测量方法	(240)
3	颗粒物浓度测量	(251)
3.1	血球计数器的检定	(251)
3.2	粉尘浓度计的检定与校准	(252)
3.3	标准粉尘和粉尘标准发生装置	(257)

第 13 章 湿度计量

1	湿度的表示方法及其换算	(262)
---	-------------------	-------

1.1 湿度的表示方法	(262)	3.2 重量湿度计	(280)
1.2 湿度表示方法之间的换算	(263)	3.3 双压湿度发生器	(280)
2 水、干空气和湿空气的热力学性质	(266)	3.4 双温湿度发生器	(281)
2.1 水的热力学性质	(266)	3.5 分流湿度发生器	(281)
2.2 干空气的热力学性质	(274)	3.6 固定点湿度发生器	(282)
2.3 饱和湿空气的热力学性质	(276)	3.7 渗透式湿度发生器	(286)
2.4 湿空气的增值系数	(277)	3.8 精密露点仪	(287)
3 湿度计量器具检定系统及		3.9 标准干湿表	(288)
湿度基、标准	(278)	4 常用测湿仪表	(291)
3.1 湿度计量器具检定系统	(278)	参考文献	(292)

第3篇 无机分析测试技术

第14章 无机分析的定量基础

1 绝对分析法	(295)	2.1 选择容器	(319)
1.1 库仑滴定法	(295)	2.2 分解方法	(319)
1.2 称量分析法	(295)	3 分离与富集	(327)
1.3 同位素稀释质谱法	(296)	3.1 溶剂萃取分离法	(327)
2 标准溶液	(296)	3.2 离子交换分离法	(332)
2.1 滴定分析用标准溶液	(296)		
2.2 元素和离子的标准溶液	(302)		
3 配制稀标准溶液的规则	(305)		
3.1 分级稀释	(305)		
3.2 选择合适的容器	(305)		
3.3 适当酸化	(305)		
3.4 降低环境、试剂与水的污染	(305)		
4 衡量与容量器具的校准	(306)		
4.1 分析天平	(306)		
4.2 分析砝码	(306)		
4.3 称量方法	(308)		
4.4 玻璃量器的校准	(308)		
5 实验室用水和常用试剂的纯化	(312)		
5.1 纯水的制备及规格	(312)		
5.2 纯水的质量检验	(313)		
5.3 常用试剂的纯化	(314)		
6 溶液的浓度	(314)		
6.1 溶液浓度表示法	(314)		
6.2 有关浓度的基本计算	(316)		

第15章 试样的采集与处理

1 试样的采集和制备	(317)
1.1 采样原则	(317)
1.2 水样的采集与保存	(317)
2 试样的分解	(318)

第16章 化学分析法

1 称量分析	(338)
1.1 沉淀称量法	(338)
1.2 称量分析实例	(339)
2 滴定分析	(340)
2.1 滴定终点的确定	(340)
2.2 滴定方式	(342)
2.3 酸碱滴定	(343)
2.4 氧化还原滴定	(345)
2.5 络合滴定	(346)
2.6 沉淀滴定	(349)

第17章 紫外可见分光光度法

1 紫外可见分光光度法	(350)
1.1 分子光谱	(350)
1.2 光的吸收定律	(350)
1.3 光吸收定律的局限性和影响因素	(351)
1.4 紫外可见分光光度分析方法	(353)
2 紫外可见分光光度计	(355)
2.1 分类	(355)
2.2 分光光度计的组件	(355)
3 分光光度计的性能评价	(358)
3.1 波长准确度	(358)
3.2 透射比准确度	(359)
3.3 波长分辨率	(365)
3.4 杂散光	(365)

第 18 章 原子吸收分光光度法

1 概 述	(367)
1.1 基本原理	(367)
1.2 原子吸收谱线宽度	(367)
1.3 原子吸收定量分析法	(368)
1.4 干扰及其消除	(369)
2 影响因素及其控制	(370)
2.1 火焰原子吸收法	(370)
2.2 石墨炉原子吸收法	(371)
3 原子吸收法的改进	(372)
3.1 原子化器的改进	(372)
3.2 化学改进剂	(373)
4 原子吸收分光光度计	(374)
4.1 原子吸收分析用的锐线光源	(375)
4.2 火焰原子化器	(376)
4.3 电热原子化器	(376)
4.4 背景校正装置	(377)
5 原子吸收分光光度计的性能评价	(378)
5.1 波长准确度	(378)
5.2 波长分辨率	(378)
5.3 基线稳定性	(379)
5.4 边缘能量	(379)
5.5 仪器灵敏度和检出限	(380)
5.6 精密度	(380)
5.7 背景校正能力	(380)
6 检定用标准物质	(381)
6.1 检定用空心阴极灯	(381)
6.2 标准溶液	(381)
6.3 光衰减器	(381)

第 19 章 原子发射光谱法

1 基本原理	(383)
2 分析仪器	(384)
2.1 光源	(384)
2.2 分光仪	(387)
2.3 光谱投影仪	(388)
2.4 测微光度计	(388)
3 发射光谱仪的性能	(388)
3.1 光谱仪的光学性能	(389)
3.2 光谱仪的分析性能	(391)
4 发射光谱分析方法	(392)
4.1 光谱定性分析法	(392)
4.2 光谱定量分析法	(392)

4.3 不同形态样品的激发方法	(393)
-----------------------	-------

第 20 章 电化学分析法

1 概 述	(395)
2 库仑分析法	(395)
2.1 控制电位库仑法	(396)
2.2 金属标准溶液浓度的测定	(397)
2.3 恒电流库仑滴定法	(398)
2.4 化学试剂纯度基准装置	(400)
3 伏安分析法	(401)
3.1 极谱分析法基本原理	(401)
3.2 极谱定量分析法	(402)
3.3 极谱分析技术	(405)
3.4 极谱仪的性能评价	(406)
4 离子选择电极法	(408)
4.1 离子选择电极的分类	(408)
4.2 离子计及其性能评价	(410)
4.3 离子选择电极测量方法	(411)
4.4 影响离子选择电极法准确度的因素	(413)

第 21 章 离子色谱法

1 典型离子色谱仪的结构原理	(415)
1.1 洗脱液	(417)
1.2 离子色谱柱	(417)
1.3 电导检测器	(418)
1.4 数据处理系统	(418)
2 离子色谱仪检定项目和技术指标	(418)
3 离子色谱法的常规测试步骤	(420)
3.1 样品的预处理	(420)
3.2 洗脱液的配制	(420)
3.3 色谱条件的选择	(421)
3.4 离子含量的测定	(421)
3.5 测定结果可靠性的确认	(422)
4 高效离子色谱法的应用实例	(422)

第 22 章 X 射线荧光光谱分析

1 X 射线物理学基础	(425)
1.1 X 射线的产生和 X 射线谱	(425)
1.2 荧光 X 射线和背景	(426)
2 X 射线荧光光谱仪	(427)
2.1 X 射线管	(428)
2.2 晶体分光器	(428)
2.3 检测器	(429)
3 仪器的性能评价	(430)

3.1 仪器的稳定性	(430)
3.2 操作误差	(430)
4 定量分析	(431)
4.1 定量公式	(431)
4.2 定量分析方法	(432)
4.3 样品制备	(432)
4.4 分析的误差	(433)
5 标准物质研制中的应用	(433)
5.1 作为定值方法	(434)
5.2 作为均匀性检验方法	(434)

第 23 章 无机质谱分析法

1 质谱仪器	(435)
1.1 仪器结构及其基本功能	(435)
1.2 仪器性能指标	(436)
2 同位素丰度测定	(437)
2.1 样品化学形式的选择	(437)
2.2 离化方式	(437)
2.3 离子的分离和测量	(438)
2.4 分析实例	(438)

3 同位素稀释质谱法	(441)
3.1 原理	(441)
3.2 实验步骤	(441)
3.3 影响分析结果准确度的因素	(441)
3.4 方法特点	(442)
4 同位素稀释质谱法的应用	(443)
4.1 生物样品中痕量元素的测定	(443)
4.2 稳定同位素 ⁶⁷ Zn 示踪技术研究	(446)

附 录

附录 1 化学试剂的规格	(448)
附录 2 常用酸碱的一般性质	(448)
附录 3 常用化学试剂	(449)
附录 4 常用有机溶剂的一般性质	(453)
附录 5 国内外树脂牌号对照表	(454)
附录 6 发射线和吸收波长	(458)
附录 7 化学元素的质量衰减系数	(463)
参考文献	(466)

第 4 篇 有机分析技术

第 24 章 有机定性分析——红外分光光度法

1 基本原理	(470)
1.1 分子振动的方式和数目	(470)
1.2 实际观察到的振动方式	(470)
1.3 红外光谱的表示方法	(471)
2 红外光谱仪和实验技术	(471)
2.1 红外光谱仪	(471)
2.2 实验技术	(473)
2.3 谱图质量的判别	(477)
3 有机化合物的特征基团频率	(477)
4 激光喇曼光谱	(485)
4.1 基本原理	(485)
4.2 仪器装置	(486)
4.3 激光喇曼光谱法在有机分析中的应用	(486)

第 25 章 有机定性分析——核磁共振波谱法

1 基本原理和应用	(488)
1.1 核磁共振原理简介	(488)
1.2 核磁共振波谱的用途	(488)
2 仪器和实验技术	(489)
2.1 仪器概况	(489)

2.2 测定用材料	(489)
2.3 样品	(491)
2.4 谱图优劣的判断	(491)
3 化学位移和化学位移表	(491)
3.1 化学位移	(491)
3.2 质子化学位移表	(491)
4 多重性和自旋偶合常数	(493)
5 谱图解析程序	(494)
5.1 已知结构的化合物	(494)
5.2 未知结构的化合物	(494)
6 ¹³ C 核磁共振波谱法	(494)
6.1 ¹³ C 核磁共振中的质子去偶	(495)
6.2 ¹³ C 核磁共振谱的化学位移	(495)
6.3 ¹³ C 核磁共振谱的解析	(496)

第 26 章 有机定性分析——质谱法

1 基本原理	(498)
2 仪器的实验技术	(498)
2.1 仪器	(498)
2.2 化合物分子量和分子式的测定	(500)
2.3 色谱/质谱联用技术	(503)
3 裂解过程	(504)

3.1 亚稳离子	(504)
3.2 联动扫描技术	(505)
3.3 符号	(505)
3.4 简单开裂	(505)
3.5 消除和重排反应	(505)

第 27 章 有机定性分析—— 可见-紫外吸收光谱法

1 引言	(510)
2 光谱与化学结构	(510)
2.1 吸收带与电子跃迁的类型	(510)
2.2 单官能团化合物的吸收	(511)
2.3 加和性原理	(512)
2.4 结构与紫外光谱的定量关系	(512)

第 28 章 有机定量分析中样品的处理

1 混合物的分离	(514)
1.1 过滤和离心	(514)
1.2 蒸馏和精馏	(515)
1.3 提取	(519)
1.4 色谱分离	(521)
2 样品的干燥	(525)
2.1 气体的干燥	(525)
2.2 液体的干燥	(525)
2.3 固体的干燥	(525)
2.4 冷冻干燥	(525)
3 样品的称量	(527)
3.1 固体样品的称量	(527)
3.2 液体样品的称量	(527)
3.3 极易吸水样品的称量	(528)

第 29 章 高纯有机物的制备和纯度分析

1 高纯有机物的制备方法	(529)
1.1 重结晶	(529)
1.2 升华	(530)
1.3 区域熔融	(530)
1.4 制备色谱	(532)
2 高纯有机物的纯度分析方法	(534)
2.1 相溶解度法	(535)
2.2 热分析法	(536)

第 30 章 有机定量分析——气相色谱法

1 气相色谱仪	(540)
1.1 气路系统	(540)

1.2 注样系统	(540)
1.3 控温系统	(541)
1.4 色谱柱	(541)
1.5 检测器	(541)
1.6 讯号放大记录系统	(543)
2 气相色谱固定相	(544)
2.1 吸附剂	(544)
2.2 固定液	(545)
2.3 载体	(547)
2.4 新型合成固定相	(548)
3 定量分析实践	(549)
3.1 色谱操作条件的选择	(549)
3.2 定量校正因子	(555)
3.3 定量分析方法	(564)
3.4 色谱峰面积测量	(568)
3.5 定量分析准确度的计量保证	(569)
3.6 色谱联用技术	(570)

第 31 章 有机定量分析——液相色谱法

1 高效液相色谱法	(572)
1.1 分类及特点	(572)
1.2 高效液相色谱仪器	(577)
1.3 高效液相色谱的流动相	(581)
1.4 高效液相色谱分析方法	(584)
1.5 气相/液相色谱联用技术	(587)
2 薄层色谱法	(588)
2.1 色谱条件的选择	(588)
2.2 薄层色谱定量分析方法	(594)
2.3 薄层色谱扫描仪	(594)
2.4 薄层色谱法的应用	(596)

第 32 章 有机定量分析——电化学法

1 极谱分析法	(597)
1.1 有机化合物的极谱分析	(597)
1.2 影响定量分析的因素	(597)
1.3 定量分析方法	(598)
2 库仑分析法	(608)

第 33 章 有机定量分析——分子光谱法

1 紫外-可见吸收光谱法	(624)
2 红外光谱法	(629)
3 荧光光谱法	(633)
3.1 荧光光谱仪器	(634)
3.2 有机化合物的荧光分析	(634)

第34章 有机定量分析 ——同位素稀释质谱法(IDMS)

- 1 同位素稀释质谱法原理 (646)

第5篇 气体成分计量

第35章 气体成分计量基础

- 1 气体的状态参数 (651)
 - 1.1 气体的体积 (651)
 - 1.2 气体的压力 (651)
 - 1.3 气体的温度 (651)
- 2 重要的气体定律 (652)
- 3 理想气体与实际气体 (652)
- 4 气体的物理常数 (654)
 - 4.1 一般物理常数 (654)
 - 4.2 气体的蒸气压 (655)
 - 4.3 气体的扩散系数 (656)
 - 4.4 气体的热导率 (657)
 - 4.5 气体的压缩率 (658)
 - 4.6 气体的磁化率 (660)
 - 4.7 气体的粘度 (661)
 - 4.8 空气的某些物理数据 (661)
- 5 气体含量的表示方法 (663)
 - 5.1 气体的质量分数 (663)
 - 5.2 气体的质量摩尔浓度 (663)
 - 5.3 气体的量浓度 (663)
 - 5.4 气体的摩尔分数 (663)
 - 5.5 气体的体积分数 (663)

第36章 气体成分量值国家基准 和检定系统

- 1 气体成分含量国家基准 (664)
 - 1.1 复现气体成分量值的单位 (664)
 - 1.2 复现气体摩尔分数单位的方法——
称量法 (664)
 - 1.3 国家基准的组成 (665)
 - 1.4 国家基准装置的技术指标 (666)
- 2 气体成分含量标准——标准气体 (666)
 - 2.1 标准气体的分类 (666)
 - 2.2 量值及其不确定度 (667)
 - 2.3 标准气体的制备方法 (667)
 - 2.4 标准气体的正确使用 (670)
 - 2.5 已颁发的一级标准气体 (671)

- 2 质谱仪器和分析技术 (647)
- 3 同位素稀释质谱法的精度和准确度 (647)
- 4 同位素稀释质谱法的应用 (648)
- 参考文献 (649)

- 3 工作计量器具 (673)

第37章 气体分析测试仪器与技术

- 1 气相色谱法 (674)
 - 1.1 气体分析中的色谱柱操作技术 (674)
 - 1.2 气相色谱分析的计量学保证 (676)
 - 1.3 气体成分的定量分析 (676)
 - 1.4 气相色谱分析气体的不确定度 (678)
- 2 气体分析用质谱计 (679)
 - 2.1 四极质谱计 (679)
 - 2.2 大气压离子质谱 (680)
 - 2.3 质谱法在气体分析中的应用 (682)
- 3 长光路红外分光光度计 (683)
 - 3.1 长光路气体池 (683)
 - 3.2 进样系统 (683)
 - 3.3 气体定性鉴定用红外光谱图集 (684)
 - 3.4 气体样品的红外定量分析 (684)
 - 3.5 长光路红外在标准气体研究中的应用 (685)
- 4 紫外-可见分光光度计 (686)
 - 4.1 溶液吸收法 (686)
 - 4.2 高导数分光光度法 (688)

第38章 专用气体分析器的检定与测试

- 1 化学发光法 (692)
 - 1.1 原理 (692)
 - 1.2 气相化学发光分析 (692)
 - 1.3 化学发光 NO_x 分析仪的结构 (692)
 - 1.4 NO_x 化学发光仪的性能 (693)
 - 1.5 化学发光 NO_x 浓度的定量分析 (693)
- 2 非色散红外线气体分析器 (694)
 - 2.1 测量原理 (694)
 - 2.2 结构 (695)
 - 2.3 仪器的主要性能 (695)
 - 2.4 保证测量可靠性应注意的有关问题 (696)
- 3 总碳氢分析仪 (697)
 - 3.1 氢焰离子化总烃分析仪 (697)
 - 3.2 非甲烷烃分析仪 (697)
 - 3.3 仪器校准的有关问题 (698)

4	溶液电导率式气体分析器	(698)
4.1	原理	(698)
4.2	仪器实例	(698)
4.3	部分溶液电导率气体分析器的技术特性	(699)
4.4	影响量值准确度的因素	(700)
5	臭氧分析仪	(700)
5.1	吸光光度分析仪的原理及结构	(700)
5.2	库仑法的原理及结构	(700)
5.3	化学发光法仪器的原理及结构	(701)
5.4	紫外臭氧分析仪	(701)
5.5	影响 O ₃ 测量的一些因素	(703)
6	测氧仪	(703)
6.1	原电池电流法电化学微量氧分析仪	(703)
6.2	极谱电池法测氧仪	(705)
7	血液气体分析仪	(706)
7.1	血液 pH 测量	(706)
7.2	血液 pCO ₂	(706)
7.3	血液 pO ₂	(706)
7.4	成套血液气体分析仪和特性	(707)
7.5	电极的校准	(708)
8	专用气体分析器的检定	(709)
8.1	基本误差	(709)
8.2	重复性	(709)
8.3	响应时间	(709)
8.4	零点漂移	(709)
8.5	量程漂移	(709)

第 39 章 气体检测报警仪和流程 气体分析器的检定与测试

1	气体检测报警仪的类型、原理和 适用范围	(711)
---	------------------------	-------

1.1	分类	(711)
1.2	测量原理及结构	(711)
2	气体检测报警仪的主要技术性能	(712)
3	气体检测报警仪的检定与测试	(714)
3.1	基本误差	(714)
3.2	响应时间	(714)
3.3	精密度	(714)
3.4	报警误差	(714)
3.5	零点漂移	(714)
3.6	跨度漂移	(715)
3.7	电源电压的影响	(715)
3.8	对检定用气体及设备的要求	(715)
4	常见可燃性气体爆炸限	(715)
5	流程控制用气体分析器	(719)
5.1	分类	(720)
5.2	流程气体分析器的组成	(720)
5.3	流程气体分析器的计量问题	(721)
5.4	操作条件对流程气体分析器测量值 的影响	(722)

附 录

附录 1	国家大气环境质量标准	(723)
附录 2	国家工业三废排放试行标准	(723)
附录 3	国家汽油车怠速污染物排放 标准	(725)
附录 4	居住区大气中有害物质的最 高容许浓度	(726)
	参考文献	(727)