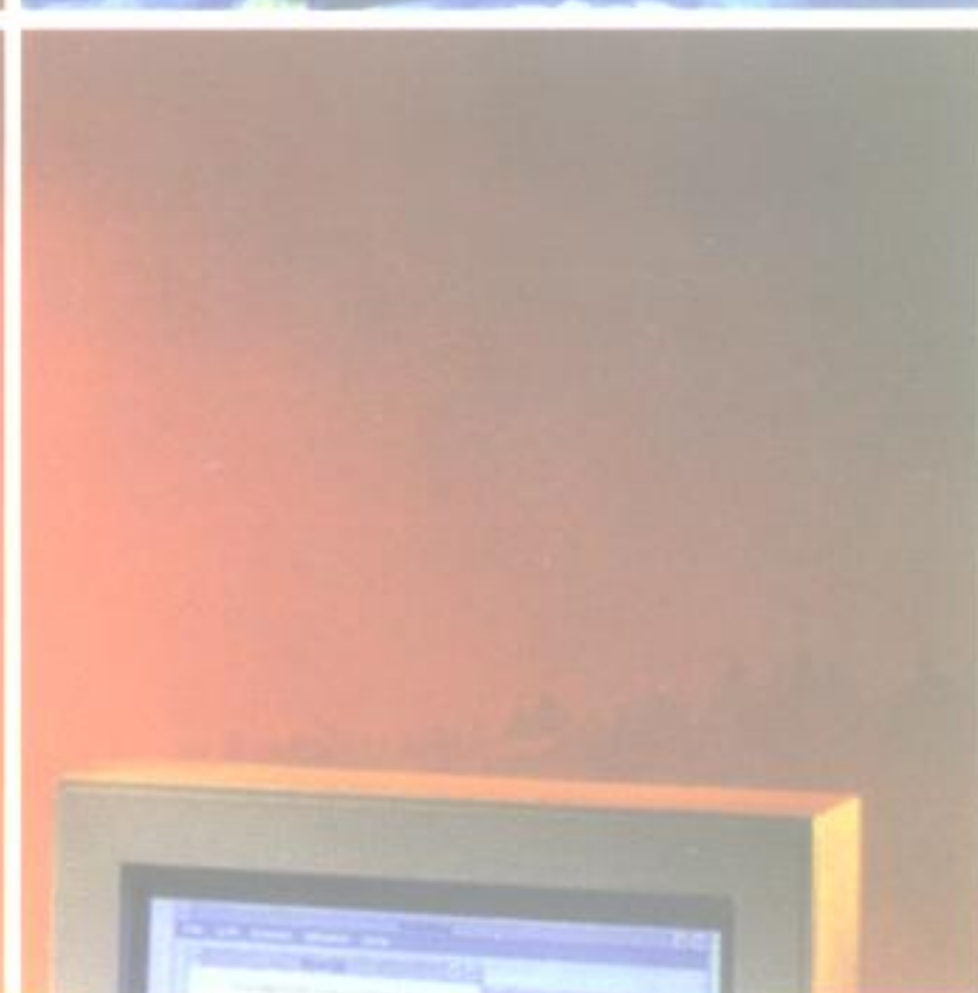
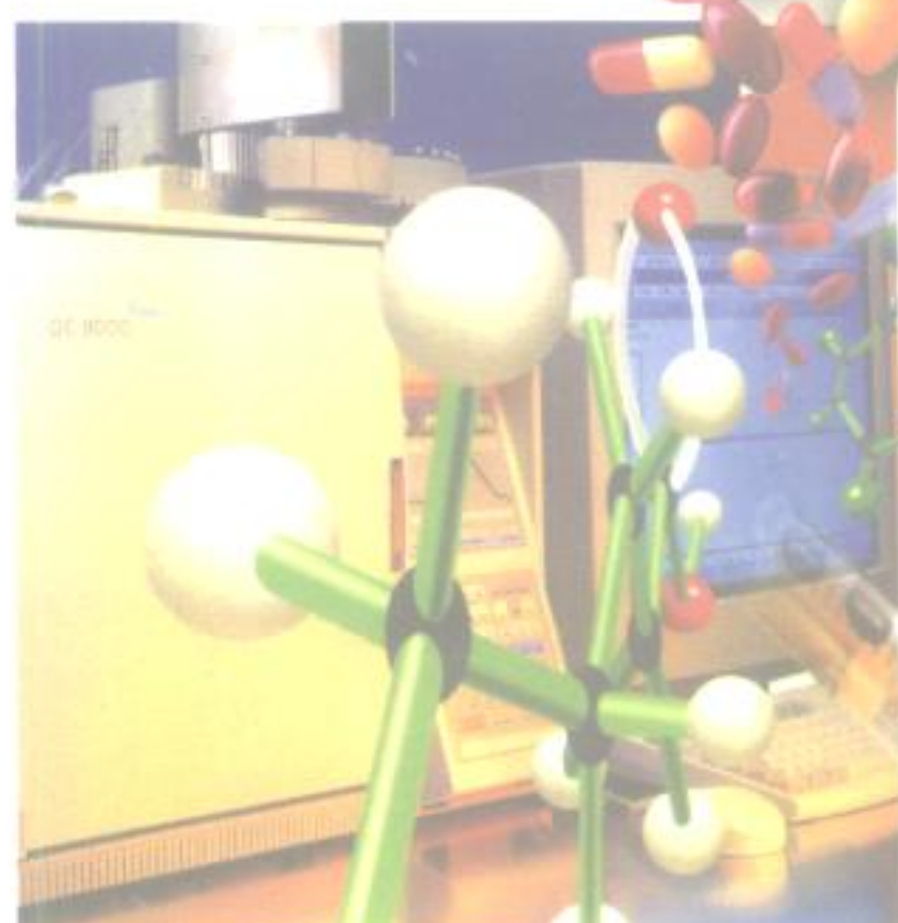


F E N X I Y I Q I S H O U C E

分析仪器手册

主 编：朱良漪 副主编：孙亦梁 陈耕燕



化学工业出版社

分 析 仪 器 手 册

主编 朱良漪
副主编 孙亦梁 陈耕燕

化 学 工 业 出 版 社
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

分析仪器手册/朱良漪主编. —北京: 化学工业出版社,
1997
ISBN 7-5025-1437-6

I. 分… II. 朱… III. 分析仪器-手册 IV. TH83-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 00029 号

分 析 仪 器 手 册

朱良漪 主编

责任编辑: 王仁杰

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市顺义板桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 86 $\frac{3}{4}$ 插页 1 字数 2186 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—6000

ISBN 7-5025-1437-6/TQ·788

定 价: 140.00 元

京工商广临字 317 号

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

序 言

借此《分析仪器手册》即将与读者见面的机会，对本书的编写指导思想和梗概向读者做一说明。

本书的编写目的旨在给广大操作和使用分析仪器人员提供一本参考书籍。在科技书籍里，手册大多由大量表格所组成，便于查阅。本书与常见的手册略有不同。从形式上看，本书不能算是典型手册，它所包含的表格比一般手册为少，文字叙述部分所占的比重较大；从内容上看，本书既有分门别类的仪器介绍，具有查阅价值，又有涉及大家共同感兴趣的问题，具有很强的可读性。

有关仪器分析的著作虽多，但侧重介绍分析仪器的书籍则很少。我们力求本书能写出自己的特色。一是要有更宽的涵盖面，介绍更多的仪器。二是除介绍仪器外，还要编写一些总论性的章节。三是要请在第一线工作的专家执笔。为此，我们联络了国内众多同仁，为本书撰稿。他们的专业背景很不同，有属化学或物理领域的，也有属电子学、计算机或机械领域的，恰好反映分析仪器这一专业的多学科交叉性特点。

我们认为，不应当把视野局限在孤立的一个个仪器上，而有必要首先把分析仪器作为一个整体来介绍，这体现在本书前五章总论部分。分析仪器的作用、发展、其科学与技术基础和类系，这是本书第一章的内容。没有物理学和化学的发展无法产生现代仪器分析，同样，没有电子学和计算机科学技术的发展以及作为应用数学与化学的交叉产物的化学计量学的发展也无法产生现代仪器分析，这些将在第二章里介绍。分析过程通常包括采样、样品预处理、仪器校正、测量或表征（一般要利用敏感元件、检测器或分析元件）和分析信号与数据处理等五个环节。尽管本书的中心在于介绍测量和表征，然而，对其它几个环节作扼要介绍不仅不悖于本书的宗旨，而且更有助于发挥这一中心环节作用。采样原理和样品预处理，标准物质及其概念和分析信号与数据处理分别在本书第三、四、五章介绍。

本书第二部分仪器分论自第六章起直到第十八章，形成全书的主体部分。所涉及的仪器包括紫外、可见、红外、拉曼、X射线等光学分析仪；各种电化学分析仪；色谱与电泳等分离分析仪；核磁与顺磁共振波谱仪；质谱仪及有关联用分析仪；热分析仪；核分析仪；表面和微区分析仪等。这些大体属于通用性仪器。另外，还包括环境保护、临床医学、工业流程方面的专用性分析、测试仪器。对于每类仪器，我们将从原理、结构、生产厂家、操作要点和应用实例等多方面依次介绍，其内容以实用为主，力求品种全、内容新、概念与引用资料准。我们还收集、整理了一批国内分析仪器的行业标准和有关分析仪器及分析方法的期刊杂志等列于附录中。参加撰写的同行总共有90多人，其中有几位是在国外工作或在海外收集资料撰写的。这样的巨著在编写过程中很难尽善尽美，个别列入计划的内容未能最终落实。尽管如此，本书所涉及的内容其涵盖面之广，似乎超过国内外现有的同类书籍。

本书在编写过程中，得到了于世林、吴佩强、马林等同志的大力协助，特别是于世林同志校阅和加工了大部分稿件，为保证与提高本书质量起了较大作用。本书的出版，得到了化学工业出版社的大力支持，特别是王仁杰和刘敦贵两位同志自始至终参与策划、组稿、编辑

和文字加工全过程，为本书问世做出了宝贵贡献。此外，一些国内外著名仪器厂家为支持本书出版而刊登了广告。在此，我们谨对广大撰稿人和支持我们的所有朋友们的辛劳和贡献表示由衷的谢意。由于时间仓促，书中谬误之处尚祈读者不吝指正。

朱良漪 孙亦梁
1996年9月

内 容 提 要

本手册共分十八章。第一章到第五章是总论性部分，介绍分析仪器的作用、发展、它的科学与技术基础和类系；电子学、计算机和化学统计学在分析仪器中的应用；采样原理和样品预处理，标准物质及其有关概念，分析信号和数据处理。第六章到第十八章介绍各种分析仪器，包括紫外、可见、红外、拉曼、X射线等光学分析仪；各种电化学分析仪；色谱与电泳等分离分析仪；核磁与顺磁共振波谱仪；质谱仪及有关联用分析仪；热分析仪；核分析仪；表面和微区分析仪，以及生物化学，临床医学，环境保护，工业流程在线分析方面的专用性分析测试仪器。第十八章后专列展望——概述分析仪器的未来。

本手册的主编、副主编、编委和作者们都是国内分析仪器（或科学仪器）和分析化学方面的专家、教授。本手册是众多专家、学者的技术成就和经验的总结。

目 录

第一章 概 论

第一节 分析仪器的作用与发展史	1
第二节 分析仪器的基础	4
1.2.1 分析仪器的基本构成	4
1.2.2 样品采样处理	4
1.2.3 分析技术的“前沿”在于分离手段的发展	5
1.2.4 物质成分信息的获得	6
1.2.5 灵敏度与分辨率	8
1.2.6 气路和液路系统	10
1.2.7 仪器的重复性及稳定性	10
1.2.8 自动化、智能化与 PC 机技术的介入	12
基本参考文献	12
第三节 分析仪器类系	13
1.3.1 概述	13
1.3.2 分析方法的选择	13
1.3.3 分析仪器的选购	14
1.3.4 可以鉴定分子的分析仪器	15
1.3.5 可以鉴定原子的分析仪器	15
1.3.6 分离分析仪器和多维分离分析仪器	16
1.3.7 联用分析仪器	18
参考文献	19

第二章 电子学、计算机和化学统计学在分析仪器中的应用

第一节 电子学在分析仪器中的应用	20
2.1.1 概述	20
2.1.2 常用分立半导体器件	21
2.1.3 集成电路	27
2.1.4 模拟集成电路	28
2.1.5 常用数字集成电路	36
2.1.6 应用举例	45
基本参考文献	49
第二节 计算机在分析仪器中的应用	49
2.2.1 概述	49

2.2.2 分析仪器的结构及性能与计算机化	53
2.2.3 分析仪器与计算机接口的一般知识	56
2.2.4 计算机在分析仪器中的应用举例	60
参考文献	64
第三节 化学统计学在分析仪器中的应用	65
2.3.1 信号与噪声	66
2.3.2 信号的处理	69
2.3.3 校准	72
2.3.4 最优化方法	75
2.3.5 计算机辅助光谱解析	77
2.3.6 分析仪器的信息评价	80
参考文献	82

第三章 采样原理与样品预处理

第一节 采样原理	84
3.1.1 概述	84
3.1.2 统计抽样	85
3.1.3 化学分析采样	86
3.1.4 采样理论	92
3.1.5 采样技术	101
参考文献	102
第二节 样品制备及前处理技术	102
3.2.1 前言	102
3.2.2 经典的样品前处理方法	103
3.2.3 样品前处理的新方法和技术	110
参考文献	125

第四章 标准物质

第一节 标准物质的基本概念	128
4.1.1 标准物质的名称及定义	128
4.1.2 几个主要概念	129
4.1.3 标准物质的等级与分类	129
第二节 标准物质的作用	130
4.2.1 标准物质在计量学中的作用	130

4.2.2	标准物质在发展痕量分析技术中的作用	130
4.2.3	标准物质在产品质量保证工作中的作用	131
4.2.4	标准物质在工程特性量测试中的作用	132
第三节	标准物质研究工作要点	132
4.3.1	研究标准物质的工作程序及主要内容	132
4.3.2	标准物质的均匀性	133
4.3.3	标准物质的稳定性及研究方法	134
4.3.4	标准物质特性量的定值原则	135
4.3.5	用权威方法定值	135
4.3.6	用两种以上不同原理的准确方法定值	135
4.3.7	多个实验室合作定值	136
第四节	正确选用标准物质	136
4.4.1	标准物质的信息来源	136
4.4.2	选择标准物质的原则	136
4.4.3	正确使用标准物质的基本要求	137
第五节	标准物质的应用方法	137
4.5.1	标准物质用作校准标准	137
4.5.2	标准物质用作工作标准	140
4.5.3	标准物质用于评价测量过程	140
4.5.4	标准物质用于质量保证计划	144
4.5.5	标准物质用于计量仲裁	145
第六节	标准物质的发展	145
4.6.1	标准物质的发展历程	145
4.6.2	中国发展标准物质概况	145
4.6.3	标准物质的发展趋势	146
	基本参考文献	147

第五章 分析数据的处理

第一节	分析数据的特性与分布	148
5.1.1	概述	148
5.1.2	分析测试数据与误差的分布特性	150
第二节	测试数据的统计检验	155
5.2.1	异常值检验	155
5.2.2	方差检验	158
5.2.3	平均值检验	163
第三节	一元线性回归	165

5.3.1	一元线性回归方程的建立	165
5.3.2	回归方程的显著性检验	166
5.3.3	回归方程的精度与置信区间	167
5.3.4	最佳标准工作曲线的建立	169
第四节	质量控制	170
5.4.1	质量控制图	170
5.4.2	质量控制图应用示例	172
第五节	分析方法的评价与分析结果的表示	174
5.5.1	误差的综合评定	174
5.5.2	分析方法的评价	175
	基本参考文献(第一节至第五节)	176
第六节	分析仪器常用分析信号处理方法	176
5.6.1	信号分类及处理目的	176
5.6.2	信号的平滑与噪声的滤除	178
5.6.3	信号的积分	184
5.6.4	分峰技术——提高信号的分辨能力	186
	参考文献	190

第六章 光学分析仪器

第一节	概述	191
6.1.1	电磁辐射及其与物质的相互作用	191
6.1.2	光学分析方法的分类	192
6.1.3	光学分析仪器的基本组成	192
6.1.4	光学分析方法与仪器的进展	193
	参考文献	194
第二节	分子吸收分光光度计	195
6.2.1	分光光度分析的基本原理	195
6.2.2	分光光度计的基本结构	195
6.2.3	分光光度计的发展	197
6.2.4	分光光度计生产厂家和型号	197
6.2.5	分光光度计在现代分析仪器中的地位	200
6.2.6	分光光度计的应用范围	201
6.2.7	分光光度计的安装、性能测试和保养维护	201
	参考文献	203
第三节	荧光计与磷光计	203
6.3.1	荧(磷)光分析法的基本原理	204
6.3.2	荧光分光光度计的结构	205

6.3.3 荧光分光光度计的发展	207	6.9.1 光声光谱仪的发展	256
6.3.4 荧光测量技术及应用	210	6.9.2 光声光谱仪的原理	256
参考文献	213	6.9.3 光声光谱仪	258
第四节 红外光谱仪	213	6.9.4 光声光谱的实验技术及应用	260
6.4.1 概述	213	参考文献	261
6.4.2 红外光谱仪器的原理及结构	215	第十节 光热光谱仪	261
6.4.3 红外光谱仪器的联机技术及附件	221	6.10.1 光热光谱仪的基本特点	261
6.4.4 红外光谱仪器中的计算机技术及应用	223	6.10.2 光热光谱仪工作原理及分类	261
参考文献	224	6.10.3 光热光谱仪的基本结构与性能	262
第五节 傅里叶变换红外光谱仪的新进展	224	6.10.4 光热光谱仪的部件	266
6.5.1 高分辨 FT-IR	224	6.10.5 光热光谱仪的应用	267
6.5.2 步进扫描傅里叶变换红外光谱	224	参考文献	269
6.5.3 傅里叶变换近红外光谱	226	第十一节 原子吸收分光光度计	269
6.5.4 傅里叶变换拉曼光谱	227	6.11.1 概述	269
第六节 拉曼光谱仪	229	6.11.2 原子吸收光谱分析法的原理	270
6.6.1 概述	229	6.11.3 原子吸收分光光度计	270
6.6.2 拉曼光谱仪的结构	232	6.11.4 生产原子吸收分析仪器的主要厂商	276
6.6.3 拉曼光谱仪的性能与检定方法	234	6.11.5 原子吸收光谱分析仪器的的发展	277
6.6.4 特殊附件	235	基本参考文献	278
6.6.5 拉曼光谱仪的新进展	237	第十二节 原子发射光谱仪	279
6.6.6 激光拉曼光谱仪的生产厂家	239	6.12.1 概述	279
6.6.7 拉曼光谱技术的应用	239	6.12.2 激发光源	279
参考文献	240	6.12.3 进样装置	286
第七节 旋光分析仪	240	6.12.4 分光系统	288
6.7.1 概述	240	6.12.5 光谱记录及检测系统	290
6.7.2 仪器主要部件及原理	242	6.12.6 摄谱仪	291
6.7.3 旋光仪的结构与性能	244	6.12.7 感耦等离子体光谱仪	292
6.7.4 旋光仪的性能比较	245	6.12.8 微波等离子体光谱仪	297
6.7.5 应用实例	245	参考文献	297
参考文献	247	第十三节 光量计	298
第八节 圆二色光谱仪	247	6.13.1 光量计原理	298
6.8.1 基本概念	247	6.13.2 激发光源	298
6.8.2 谱仪工作的基本原理	249	6.13.3 分光系统及测光系统	298
6.8.3 现代商品仪器介绍	249	6.13.4 典型光亮计简介	299
6.8.4 谱仪结构	250	6.13.5 光亮计的选用	299
6.8.5 谱仪使用要点	252	第十四节 散射(漫射)法分析仪	299
6.8.6 应用举例	253	6.14.1 散射法分析仪的分类	299
参考文献	256	6.14.2 色差计	300
第九节 光声光谱仪	256	6.14.3 白度计	310

6.14.4 浊度计	316
基本参考文献	318
第十五节 原子荧光光谱仪	318
6.15.1 概述	318
6.15.2 原子荧光光谱法的基本原理	319
6.15.3 原子荧光的仪器装置	320
6.15.4 原子荧光光谱商品化仪器	323
6.15.5 原子荧光分析仪器的发展方向	327
参考文献	328
第十六节 激光光谱	329
6.16.1 激光痕量分析	329
6.16.2 微柱分离激光检测器	331
6.16.3 激光微探针	332
6.16.4 生命科学中的激光分析	333
6.16.5 激光动力学分析	334
参考文献	335

第七章 X 射线分析仪器

第一节 概述	337
7.1.1 X 射线衍射分析技术	337
7.1.2 单晶衍射分析方法、仪器及其应用	339
7.1.3 多晶衍射分析方法、仪器及其应用	341
7.1.4 X 射线发生器	345
7.1.5 X 射线的检测技术	349
7.1.6 X 射线的安全防护	354
参考文献	355
第二节 单晶 X 射线衍射仪	355
7.2.1 单晶 X 射线四圆衍射仪的分析对象和应用范围	355
7.2.2 单晶 X 射线四圆衍射仪的基本结构	356
7.2.3 单晶 X 射线四圆衍射仪的基本原理	358
7.2.4 单晶 X 射线四圆衍射仪收集衍射数据步骤	361
7.2.5 影响数据精度的若干因素	363
7.2.6 低温系统装置	365
7.2.7 生产厂家和仪器技术指标	365
参考文献	366
第三节 多晶(粉末)X 射线衍射仪	366

7.3.1 历史与发展现状	366
7.3.2 多晶 X 射线衍射仪的构成、规格	367
7.3.3 测角仪	368
7.3.4 粉末衍射仪的误差	370
7.3.5 粉末衍射仪的检定	373
7.3.6 粉末衍射仪的计算机系统	373
7.3.7 粉末衍射仪的附加装置	374
7.3.8 几种常用粉末 X 射线衍射实验技术的比较	374
参考文献	376
第四节 能量色散 X 射线荧光分析仪	376
7.4.1 概述	376
7.4.2 管激发能量色散 X 射线荧光分析仪	376
7.4.3 同位素源激发 X 射线荧光分析仪	383
参考文献	396

第八章 磁共振波谱仪

第一节 顺磁共振波谱仪	397
8.1.1 顺磁共振	397
8.1.2 顺磁共振波谱仪	398
8.1.3 计算机在 ESR 波谱仪上的应用	402
8.1.4 顺磁共振波谱仪的应用技术	403
参考文献	405
第二节 核磁共振波谱仪	406
8.2.1 核磁共振基本概念	406
8.2.2 核磁共振波谱仪	412
8.2.3 核磁共振波谱仪的主要指标及其影响因素	415
8.2.4 核磁共振波谱仪的主要部件	421
8.2.5 一些重要的核磁共振实验技术	436
8.2.6 核磁共振技术及其应用的进展	450
8.2.7 主要 NMR 厂商及其产品	451
基本参考文献	453
参考文献	453
第三节 脉冲电子顺磁共振波谱仪	453
8.3.1 概述	453
8.3.2 电子自旋回波包络调制	454
8.3.3 饱和恢复实验	460

8.3.4 二维电子顺磁共振	463
参考文献	465
第四节 核磁共振在固体研究中的 新进展	466
8.4.1 样品经重新取向达到谱线 窄化	466
8.4.2 多孔固体里的客体原子与 分子	467
8.4.3 化学交换和自旋扩散	468
8.4.4 核磁共振成像在材料科学研究 中的应用	469
参考文献	470

第九章 色谱分析仪与电泳仪

第一节 前言	471
9.1.1 色谱学和色谱仪的定义与 分类	471
9.1.2 色谱仪的原理与结构	472
9.1.3 色谱仪的优点	473
9.1.4 色谱仪的选用与使用	473
9.1.5 色谱仪的现状和发展趋势	474
第二节 气相色谱仪	474
9.2.1 概述	474
9.2.2 气相色谱仪的部件及工作 原理	477
9.2.3 气相色谱仪的主要部件的结构和 性能	479
9.2.4 气相色谱仪的应用实例	490
基本参考文献	494
参考文献	494
第三节 高效液相色谱仪	494
9.3.1 概述	494
9.3.2 高效液相色谱仪的组成	495
9.3.3 制备液相色谱仪	517
参考文献	518
第四节 凝胶色谱仪	518
9.4.1 概述	518
9.4.2 凝胶色谱的分离机理	519
9.4.3 凝胶色谱仪的基本结构	520
9.4.4 凝胶色谱的实验技术	528
9.4.5 凝胶色谱图的分析 and 数据 处理	529
9.4.6 凝胶色谱技术的应用	531
参考文献	533

第五节 薄层色谱扫描仪	534
9.5.1 概述	534
9.5.2 薄层色谱扫描仪的组成及主要 功能	537
9.5.3 几种常用薄层色谱扫描仪的 结构	544
9.5.4 与薄层色谱扫描仪配套的一些 主要设备	550
9.5.5 应用	552
参考文献	552
第六节 超临界流体色谱仪	553
9.6.1 概述	553
9.6.2 超临界流体色谱仪的工作原理 和特点	553
9.6.3 超临界流体色谱仪的基本流程 和重要部件	553
9.6.4 超临界流体萃取	560
9.6.5 超临界流体色谱仪的应用	561
9.6.6 商品化 SFC、SFE 仪器	561
参考文献	562
第七节 离子色谱仪	563
9.7.1 概述	563
9.7.2 离子色谱仪的结构及工作 原理	564
9.7.3 离子色谱仪的主要部件的结构 和性能	570
9.7.4 离子色谱仪的应用	572
参考文献	575
第八节 氨基酸分析仪	575
9.8.1 离子交换色谱氨基酸分析仪	576
9.8.2 反相分配色谱氨基酸分析仪	582
9.8.3 氨基酸分析仪的应用	585
参考文献	585
第九节 逆流色谱仪	585
9.9.1 概述	585
9.9.2 Craig 逆流分溶装置	586
9.9.3 液滴逆流色谱仪	586
9.9.4 流通型螺旋管行星式离心逆流 色谱仪	588
9.9.5 高速逆流色谱仪	589
参考文献	591
第十节 电泳仪	592
9.10.1 概述	592
9.10.2 聚丙烯酰胺凝胶电泳仪	593

9.10.3	等电聚焦电泳仪	597
9.10.4	等速电泳仪	601
9.10.5	其它电泳技术及其装置	606
	基本参考文献	610
	参考文献	611
第十一节	毛细管电泳仪	611
9.11.1	概述	611
9.11.2	基本概念	612
9.11.3	基本操作与分离条件选择	615
9.11.4	毛细管电泳的主要问题	619
9.11.5	毛细管电泳的发展方向	619
	参考文献	620
第十二节	场流分离仪	621
9.12.1	概述	621
9.12.2	场流分离仪的组成和工作 原理	621
9.12.3	场流分离仪的种类、性能和 应用	624
	参考文献	629
第十三节	多维色谱仪	629
9.13.1	概述	629
9.13.2	使用同类型流动相的多维色 谱仪	630
9.13.3	使用不同类型流动相的多维 色谱系统	635
9.13.4	用于气相色谱、超临界流体 色谱和微柱高效液相色谱的 统一的色谱仪	640
	参考文献	643
第十四节	联用技术 (有机分析)	644
9.14.1	概述	644
9.14.2	气相色谱-质谱联用	644
9.14.3	高效液相色谱-质谱联用	644
9.14.4	气相色谱-傅里叶变换红外光 谱联用	645
9.14.5	高效液相色谱-傅里叶变换红 外光谱联用	647
9.14.6	超临界流体色谱-傅里叶变换 红外光谱联用	648
9.14.7	气相色谱-傅里叶变换红 外光谱-质谱联用	648
	参考文献	651
第十五节	色谱与毛细管电泳	651
9.15.1	气相色谱	651

9.15.2	液相色谱	653
9.15.3	超临界流体色谱	655
9.15.4	毛细管电泳	656
	参考文献	656

第十章 电子束、粒子束微区分析仪

第一节	概述	657
第二节	电子显微镜	659
10.2.1	概述	659
10.2.2	透射式电子显微镜	660
10.2.3	扫描电子显微镜	668
	参考文献	677
第三节	扫描隧道显微镜	677
10.3.1	概述	677
10.3.2	扫描隧道显微镜的工作原理	678
10.3.3	仪器的组成及其关键技术	679
10.3.4	仪器的性能指标和验收	682
10.3.5	仪器的选购	682
10.3.6	扫描隧道显微镜的应用	684
10.3.7	仪器进展	685
	参考文献	686
第四节	电子探针	686
10.4.1	电子探针和微区分析仪	686
10.4.2	特征 X 射线	687
10.4.3	X 射线波谱仪	688
10.4.4	X 射线能谱仪	690
10.4.5	波谱分析和能谱分析的比较	692
10.4.6	微区分析的应用	693
10.4.7	电子探针、扫描电子显微镜 和能谱仪的现状	694
	参考文献	694
第五节	俄歇能谱仪	695
10.5.1	概述	695
10.5.2	俄歇能谱仪的部件和工作 原理	697
10.5.3	主要生产厂家及产品发展 趋势	701
10.5.4	俄歇能谱仪应用实例	701
	参考文献	703
第六节	X 射线光子能谱仪	703
10.6.1	概述	703
10.6.2	仪器的结构及工作原理	705
10.6.3	仪器的性能指标	710
10.6.4	仪器的进展	712

10.6.5 光电子能谱的应用	713
参考文献	715
第七节 二次离子质谱仪	715
10.7.1 概述	715
10.7.2 离子-固体间的相互作用	716
10.7.3 二次离子质谱仪	720
10.7.4 实验技术	727
10.7.5 定量分析	730
10.7.6 二次离子质谱仪的应用	731
10.7.7 二次离子质谱术的发展 趋势	732
参考文献	734
第八节 离子散射谱仪	734
10.8.1 低能离子散射谱仪	734
10.8.2 中能和高能离子散射谱仪	737
参考文献	739
第九节 离子探针	739
10.9.1 仪器的结构	740
10.9.2 测量技术	742
10.9.3 损伤率和对比度	744
10.9.4 三维成像	744
10.9.5 离子探针的应用	744
参考文献	745

第十一章 质谱仪

第一节 概述	746
11.1.1 质谱仪器的用途	746
11.1.2 质谱仪器的特点	746
11.1.3 质谱仪器的发展沿革	747
11.1.4 质谱仪器组成框图	748
11.1.5 质谱仪器的分类	748
11.1.6 质谱仪器的关键部件	749
11.1.7 质谱仪的主要技术指标	754
11.1.8 典型产品	754
参考文献	757
第二节 同位素质谱仪	758
11.2.1 样品制备系统	758
11.2.2 进样系统	758
11.2.3 离子源	759
11.2.4 质量分析器	761
11.2.5 离子流检测系统	761
11.2.6 产品介绍	761
11.2.7 应用实例	764
参考文献	765

第三节 无机质谱仪	766
11.3.1 气体分析器	766
11.3.2 质谱检漏仪	768
11.3.3 火花源质谱仪	768
11.3.4 离子探针质谱仪	769
11.3.5 激光探针质谱仪	769
11.3.6 辉光放电质谱仪	769
11.3.7 电感耦合等离子体质谱仪	770
11.3.8 其它无机质谱仪	771
11.3.9 应用实例	771
参考文献	773
第四节 有机质谱仪	774
11.4.1 概述	774
11.4.2 真空系统	774
11.4.3 进样装置	774
11.4.4 离子源	775
11.4.5 质量分析器	779
11.4.6 检测器	780
11.4.7 计算机系统	780
11.4.8 常见有机质谱仪	781
11.4.9 有机质谱仪的应用	784
参考文献	792
第五节 气相色谱-质谱联用仪	793
11.5.1 概述	793
11.5.2 GC-MS 联用仪的组成和工作 原理	798
11.5.3 GC-MS 联用仪主要性能 指标	815
11.5.4 GC-MS 法与 GC 法的比较及 联用仪操作要点	816
11.5.5 GC-MC 联用仪的应用	819
参考文献	824
第六节 质谱-质谱联用仪	826
11.6.1 MS-MS 法的定义和仪器的 分类	826
11.6.2 MS-MS 仪的工作原理与 结构	832
11.6.3 MS-MS 仪及其性能	836
11.6.4 MS-MS 仪的应用实例	839
参考文献	841
第七节 液相色谱-质谱联用仪	841
11.7.1 有关名词	842
11.7.2 移动带接口	843
11.7.3 直接液体引入接口	844

11.7.4	热喷雾接口	845
11.7.5	粒子束接口	850
11.7.6	电喷雾接口	853
11.7.7	大气压化学电离接口	860
11.7.8	连续流动快原子轰击接口	863
11.7.9	液相色谱仪与不同类型的 质谱仪联用	865
11.7.10	不同类型的液相色谱仪与 质谱仪联用	870
11.7.11	常见的 LC-MS 商品化仪器	873
参考文献		875
第八节	电感耦合等离子体质谱计	875
11.8.1	ICP-MS 的结构及基本原理	875
11.8.2	ICP-MS 的特点	877
参考文献		877
第九节	三维四极离子阱	878
参考文献		880
第十节	傅里叶变换回旋共振 质谱计	880
11.10.1	概述	880
11.10.2	回旋质谱计的基本工作 原理	880
11.10.3	回旋质谱计的优缺点	881
参考文献		882
第十一节	氮质谱检漏仪	883
11.11.1	概述	883
11.11.2	氮质谱检漏仪的工作原理 与组成	883
11.11.3	氮质谱检漏仪的主要性 能参数	885
11.11.4	产品介绍	885
11.11.5	应用	890
参考文献		892
第十二节	残余气体分析器	892
11.12.1	概述	892
11.12.2	工作原理	893
11.12.3	主要性能指标和部件	893
11.12.4	应用	897
参考文献		898

第十二章 电化学仪器

第一节	概述	899
第二节	电化学滴定法分析仪	900
12.2.1	电位滴定仪器	900

12.2.2	电流滴定仪器	901
12.2.3	示波滴定仪器	901
12.2.4	电导分析仪器	903
第三节	极谱及伏安法	905
12.3.1	经典极谱	905
12.3.2	伏安法及仪器	906
12.3.3	方波、脉冲、导数、半微 积分法	906
12.3.4	示波极谱	911
12.3.5	微电极伏安法	912
第四节	电解分析仪	915
第五节	库仑分析仪	916
12.5.1	概况	916
12.5.2	控制电位库仑分析法及其 装置	917
12.5.3	控制电流库仑分析法及其 装置	917
12.5.4	库仑滴定的终点指示及其 装置	918
12.5.5	精密库仑滴定及其装置	918
12.5.6	库仑分析仪器	919
12.5.7	库仑分析的应用	919
第六节	恒电位分析仪	920
12.6.1	恒电位仪的基本工作原理	920
12.6.2	主要性能指标	921
12.6.3	恒电位仪的配套仪器设备	922
第七节	电位分析仪器与离子选择 电极	922
12.7.1	直接电位法	922
12.7.2	离子选择电极	923
12.7.3	电位分析仪表	926
第八节	液-液界面电化学用仪器	928
12.8.1	液-液界面电化学用电解池	928
12.8.2	四电极恒电位仪	928
12.8.3	各种极谱法研究液-液界面 电化学	929
12.8.4	液-液界面电化学方法的 应用	930
第九节	微机化电分析仪器	930
第十节	扫描电化学显微镜	932
参考文献		934

第十三章 热分析仪

第一节	概述	935
-----	----------	-----

13.1.1	热分析及其研究对象	935
13.1.2	热分析发展概况	935
13.1.3	热分析仪组成	936
第二节	热重分析仪	939
13.2.1	热重分析仪的构造和原理	939
13.2.2	热重分析的影响因素	942
13.2.3	热重分析仪的温度校核	943
13.2.4	热重法的应用	944
第三节	差热分析仪和差示扫描量热仪	949
13.3.1	差热分析仪和差示扫描量热仪的构造和原理	949
13.3.2	差热分析和差示扫描量热法的影响因素	954
13.3.3	差热分析仪和差示扫描量热仪的温度校核	955
13.3.4	差热分析和差示扫描量热法的应用	956
参考文献		961

第十四章 核分析仪器

第一节	概述	962
第二节	γ -射线能谱分析仪	962
14.2.1	单道 γ -射线能谱分析仪	963
14.2.2	多道分析器 (多道 γ -射线能谱分析仪)	966
第三节	γ -射线灰分分析仪	979
14.3.1	工作原理	979
14.3.2	仪器安装方式	980
14.3.3	仪器的标定	981
14.3.4	主要技术指标及主要功能	981
第四节	中子水分分析仪	982
14.4.1	中子水分计的工作原理	982
14.4.2	中子水分计的组成	982
14.4.3	中子水分计的刻度	985
14.4.4	湿度密度联合计	985
第五节	γ -射线免疫计数器	987
14.5.1	基本原理	988
14.5.2	γ -射线免疫计数器系列	989
14.5.3	FJ2011 型全功能 γ -射线免疫计数器	990
第六节	β 、 γ -放射性薄层色谱自动扫描仪	995
14.6.1	β 、 γ -放射性薄层色谱自动	

扫描仪的组成	995
14.6.2 β 、 γ -放射性薄层色谱自动 扫描仪的主要性能指标	997
基本参考文献 (第一节至第六节)	998
第七节 液体闪烁计数仪	998
14.7.1 液体闪烁计数仪的原理及 组成	1001
14.7.2 液体闪烁计数仪主要部件的 结构及性能	1002
14.7.3 液体闪烁测量中的技术 问题	1004
14.7.4 液体闪烁计数仪的性能检验 和调整	1006
14.7.5 液体闪烁计数仪的应用	1008
参考文献	1009
第八节 穆斯堡尔谱仪	1009
14.8.1 穆斯堡尔谱仪的由来	1009
14.8.2 穆斯堡尔谱学的原理及主要 参量	1010
14.8.3 穆斯堡尔效应的实验装置	1013
14.8.4 穆斯堡尔效应的应用实例	1015
14.8.5 穆斯堡尔谱仪的主要生产 厂家	1017
基本参考文献	1018
参考文献	1018

第十五章 生物化学与医学专用分析仪器

第一节	概述	1019
第二节	动态心电图仪的工作原理与 临床应用	1020
15.2.1	概述	1020
15.2.2	动态心电图仪的工作原理	1021
15.2.3	动态心电图的心电图基础	1022
15.2.4	动态心电图仪的使用技术	1023
15.2.5	动态心电图的临床应用与 评价	1026
基本参考文献		1028
第三节	超声诊断仪器	1028
15.3.1	概述	1028
15.3.2	超声诊断仪的工作原理与 结构	1028
15.3.3	超声诊断仪的分类与临床 应用	1029

基本参考文献	1031
第四节 磁共振成像系统	1031
15.4.1 概述	1031
15.4.2 磁共振成像的原理	1031
15.4.3 磁共振成像系统	1032
15.4.4 磁共振成像扫描技术	1033
15.4.5 磁共振成像的临床应用范围	1033
基本参考文献	1034
第五节 血气和酸碱分析仪	1034
15.5.1 概述	1034
15.5.2 血气分析仪的结构和工作 原理	1035
15.5.3 血气分析仪系统规格	1039
15.5.4 血标本的采取与处理	1042
15.5.5 血气分析仪的临床应用	1042
基本参考文献	1043
参考文献	1044
第六节 生化分析仪	1044
15.6.1 概述	1044
15.6.2 生化分析过程的主要部分	1044
15.6.3 生化分析仪的分类	1049
基本参考文献	1053
第七节 血细胞分析仪	1054
15.7.1 概述	1054
15.7.2 血细胞分析仪的工作原理	1055
15.7.3 仪器种类及性能简介	1059
参考文献	1060
第八节 临床微生物分析仪器	1061
15.8.1 概述	1061
15.8.2 血液培养分析系统	1061
15.8.3 VITAL 血液分析系统	1064
15.8.4 自动微生物鉴定及统计 系统	1065
15.8.5 半自动细菌鉴定系统	1068
15.8.6 全自动免疫诊断系统	1070
基本参考文献	1073
参考文献	1073
第九节 免疫分析仪器	1073
15.9.1 概述	1073
15.9.2 免疫分析的基本原理	1073
15.9.3 免疫分析方法	1074
15.9.4 免疫分析仪器的沿革	1074
15.9.5 自动酶联免疫分析仪	1075
15.9.6 免疫化学分析仪	1078

15.9.7 发光免疫分析仪	1081
基本参考文献	1082

第十六章 环境监测用分析 测试仪器

第一节 概述	1083
第二节 空气和废气监测仪器	1083
16.2.1 概述	1083
16.2.2 气体专用采样装置	1085
16.2.3 颗粒物专用采样装置	1093
16.2.4 气体专用分析仪器	1096
16.2.5 汽车排气专用分析仪器	1099
基本参考文献	1101
第三节 水和废水监测仪器	1101
16.3.1 概述	1101
16.3.2 监测项目、控制标准、分析 方法及仪器	1101
16.3.3 水和废水物理指标的监测 仪器	1103
16.3.4 测定废水中重金属的分析 仪器	1106
16.3.5 测定水或废水中非金属无机物 的分析仪器	1116
16.3.6 测定水和废水中有机物的 分析仪器	1121
16.3.7 气相色谱在环境水质监测 中的应用	1129
16.3.8 多功能水质分析仪	1135
16.3.9 水质自动监测系统	1135
16.3.10 连续流动分析仪和流动注射 分析仪	1138
16.3.11 环境中放射性物质的检验 仪器	1140
16.3.12 水和废水中生物的检测 仪器	1141
16.3.13 样品前处理装置	1143
16.3.14 水质采样与测流装置	1147
参考文献	1150
第四节 噪声与振动的测量仪器	1151
16.4.1 噪声与振动的测量系统	1151
16.4.2 声级计	1155
16.4.3 近代噪声测量技术的发展	1156
基本参考文献	1156
第五节 环境污染连续自动监测系统	1156

16.5.1 环境空气质量连续自动监测系统	1156
16.5.2 污染源烟气排放连续自动监测系统	1162
16.5.3 水质连续自动监测系统	1166
基本参考文献	1170

第十七章 其它实验室分析仪器

第一节 流动注射分析仪	1171
17.1.1 概述	1171
17.1.2 商品化的流动注射分析仪	1175
17.1.3 流动注射分析仪的结构和性能	1177
17.1.4 流动注射分析仪的应用实例	1182
参考文献	1186
第二节 化学传感器	1187
17.2.1 光学传感器	1187
17.2.2 电化学传感器	1191
17.2.3 磁学传感器	1196
17.2.4 热学传感器	1196
17.2.5 声学传感器	1197
17.2.6 核辐射及离子流传感器	1198
17.2.7 质量传感器	1200
17.2.8 气体成分及湿敏传感器	1200
基本参考文献	1204
第三节 生物传感器	1205
17.3.1 酶传感器	1205
17.3.2 微生物传感器	1211
17.3.3 生物组织(膜)传感器	1212
17.3.4 免疫传感器	1213
基本参考文献	1215
第四节 生化分析离心机	1216
17.4.1 概述	1216
17.4.2 离心分离原理	1218
17.4.3 基本参数	1218
17.4.4 离心机的结构及其设计要点	1223
17.4.5 离心机的使用、维修和安全要求	1236
基本参考文献	1237
第五节 有机物元素分析仪	1237
17.5.1 概述	1237
17.5.2 几种主要的有机物元素分析仪	1238

参考文献	1245
第六节 天平	1245
17.6.1 天平的定义与分类	1245
17.6.2 天平的结构	1248
17.6.3 天平的使用	1252
基本参考文献	1254

第十八章 过程分析仪器

第一节 概述	1255
18.1.1 过程分析仪器的兴起	1255
18.1.2 过程分析仪器系统的基本构成	1258
18.1.3 过程分析仪器的功能与发展前景	1259
18.1.4 过程分析仪器的选用与系统组态原则	1261
基本参考文献	1263
第二节 过程分析仪器的取样与预处理	1264
18.2.1 概述	1264
18.2.2 取样装置	1264
18.2.3 除尘装置	1268
18.2.4 除湿装置	1273
18.2.5 除有害物质的过滤装置	1273
18.2.6 稳压及流量调节	1275
18.2.7 流路、管线及气体分配	1275
18.2.8 液体流程取样	1277
18.2.9 取样与预处理系统	1278
基本参考文献	1281
第三节 常用工业过程分析仪器	1281
18.3.1 热导式气体分析器	1282
18.3.2 电导式分析器	1283
18.3.3 磁导式氧气分析器	1283
18.3.4 光学式分析器	1285
18.3.5 电化学式分析器	1287
18.3.6 工业用气相色谱仪	1291
18.3.7 工业用质谱仪	1292
18.3.8 物性测定仪器	1292
18.3.9 环保安全检测仪	1294
参考文献	1295
第四节 工业用色谱仪	1296
18.4.1 工业用气相色谱仪的基本组成	1296
18.4.2 工业用气相色谱仪的安装和调试	1306
18.4.3 工业用气相色谱仪的主要	