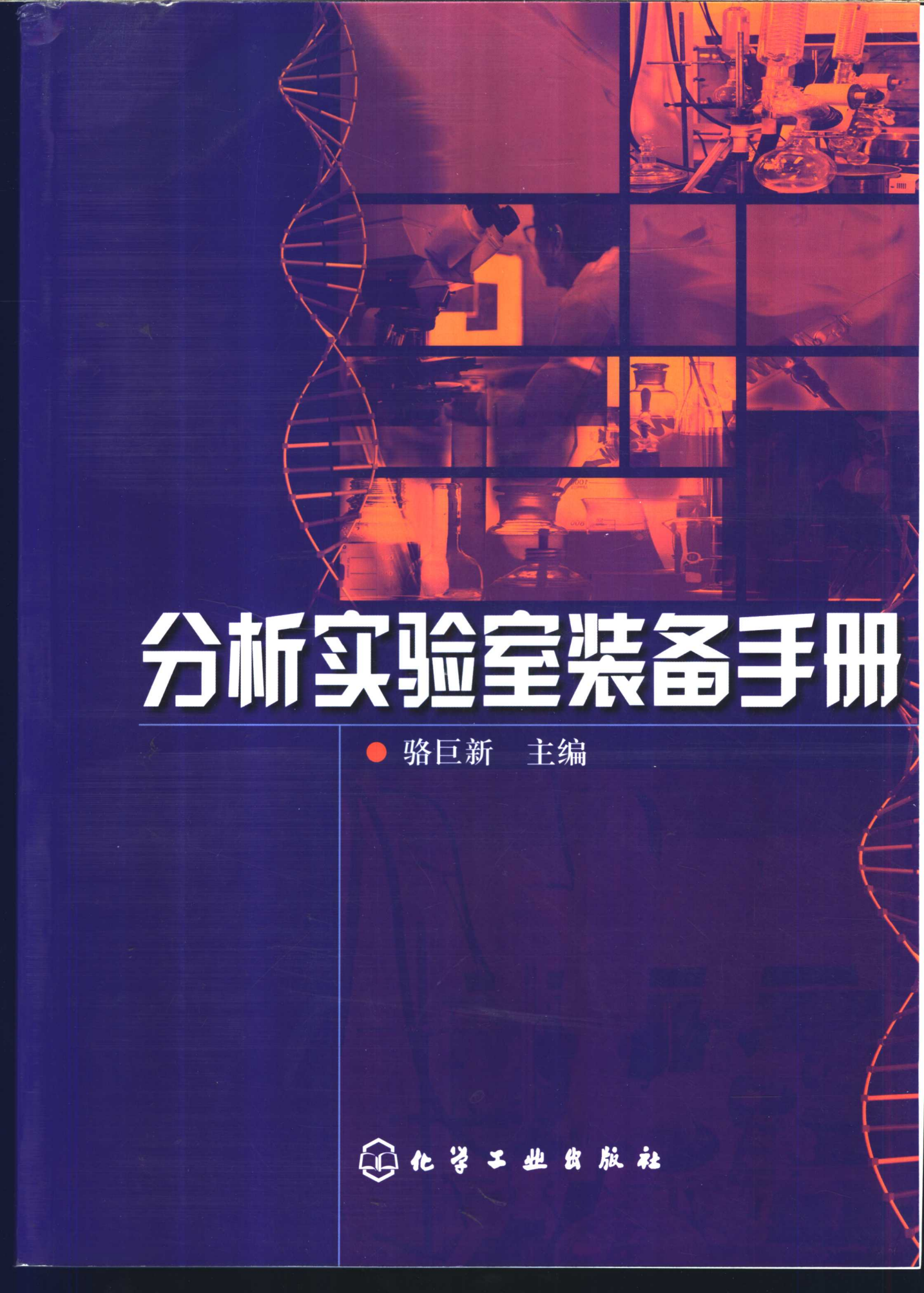




分析实验室装备手册

● 骆巨新 主编



化学工业出版社

分析实验室装备手册

骆巨新 主 编

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

分析实验室装备手册/骆巨新主编. —北京: 化学工业出版社, 2003.3

ISBN 7-5025-3456-3

I. 分… II. 骆… III. 分析(化学)-化学实验-实验室仪器-技术手册 IV. 0652.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 015023 号

分析实验室装备手册

骆巨新 主编

责任编辑: 龚浏澄

文字编辑: 刘志茹 林 媛

责任校对: 顾淑云

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)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 36 字数 891 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3456-3/TQ·1433

定 价: 80.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京商广临字 2003—013 号

前 言

近年来,随着电子技术和计算机技术的高速发展,分析化学的各种分析技术均有不同程度的进步。而且分析仪器普遍实现微机化,导致自动化程度高,功能丰富。此外,在新世纪之初,我国进入了世界贸易组织,分析化学所涉及的领域更加广宽。广大分析工作者面临着更加严峻的挑战和考验。为了适应分析化学新时代的要求,分析实验室需要新的装备,包括正规的建设和改造、分析仪器和常规设备的更新。于是我们编写了《分析实验室装备手册》。

《分析实验室装备手册》的内容共三篇:分析实验室建设篇,分析仪器与分析方法篇,分析实验室常规设备篇。其特点是重视实用性、基础理论知识与先进技术相结合。

《分析实验室装备手册》编写工作的分工如下:第一篇分析实验室建设篇,由吴辛友、吴徽、吴巍、钟世英编写;第二篇分析仪器与分析方法篇,由骆巨新、黄瑞喜、高世勤和骆琨编写(骆琨编写红外光谱仪与红外光谱分析法、核磁共振波谱仪与核磁共振波谱分析法、气相色谱仪与气相色谱法、高效液相色谱仪与高效液相色谱法、薄层色谱扫描仪与薄层色谱扫描法);第三篇分析实验室常规设备篇,主要由陈先安和陈炜编写,该篇中的第20章天平和第21章微波消解系统由骆瑛编写。

作为执笔者,我们分析化学界从业多年,为了体现与时俱进,反映时代面貌,我们努力进行了提炼和总结,对传统科学新的发展一面,殚精竭虑作了补充和完善,力求体现新意;而在新技术的武装上,则尽可能做了收集和反映。但愿望与效果总是有出入的,所以诚恳切望同行、专家在使用本书过程中不吝指正、赐教,将不胜感激。

编写组

2002年8月20日

内 容 提 要

近年来,电子技术和计算机技术的加速发展,推动分析化学的各种分析技术的进步。分析仪器向着微机化和集约化方向发展,同时对分析实验室的各项装备也提出新的要求。本书正是为了适应分析化学新时代的要求而编写的。全书内容共分3篇,第一篇为分析实验室建设篇,包括分析实验室建设的总体规划和基本要求、分析实验室的基本设施和基本条件,并对各类分析实验室作了分别论述。第二篇为分析仪器与分析方法篇,分别对电化学器、原子发射光谱、原子吸收光谱、原子荧光、X射线荧光、分子吸收、红外光谱、质谱、核磁共振波谱和各种色谱等分析仪器和分析方法作了详细介绍。第三篇为分析实验室常规设备篇,分别对常用的玻璃、石英、金属、石墨和有机玻璃等器皿的型号,及各种天平,电动设备等作了详细介绍。本书内容丰富,既有理论也有各种先进技术的介绍,实用性很强。

本书可作为从事分析化学工作的技术人员参考用书,也可作为高等院校有分析化学相关专业广大师生参阅用书。

目 录

第一篇 分析实验室建设篇

第 1 章 分析实验室建设的总体规划与基本要求	1
1.1 实验室的建设规划和基本程序	1
1.1.1 实验室的建设规划	1
1.1.2 实验室建筑设计的准备工作	2
1.1.3 实验室建筑设计的基本程序	3
1.2 实验室建筑设计的基本要求	3
1.2.1 实验室名称	3
1.2.2 建筑要求	4
1.2.3 结构要求	5
1.2.4 采暖通风	6
1.2.5 气体管道	6
1.2.6 给排水	6
1.2.7 电气	6
1.2.8 实验室公害	7
1.3 实验室建筑的组成及总体布局	7
1.3.1 建筑规划要求	7
1.3.2 实验室建筑的组成	9
1.3.3 实验室建筑总体布局	9
1.4 实验室的结构与楼面荷载	9
1.5 实验室的造价	10
第 2 章 分析实验室建筑设计	11
2.1 实验室建筑平面设计原则	11
2.2 实验室建筑平面类型	11
2.2.1 单走廊平面	11
2.2.2 双走廊平面	11
2.2.3 单元组合平面	11
2.3 实验室空间尺度	11
2.3.1 开间	12
2.3.2 进深	12
2.3.3 层高	12
2.3.4 走廊宽度	13
2.4 实验室与研究室平面布局	13
2.4.1 实验室与研究室的平面布局原则	13

2.4.2 实验室与研究室的平面布局形式	13
2.5 实验室的朝向	15
2.6 实验室的平面系数	16
2.7 实验室的防振	17
2.7.1 实验室总体设计中的防振问题	17
2.7.2 振源及其对实验室的影响	18
2.7.3 实验室总体设计中的防振间距	18
2.7.4 实验室建筑物和实验室内的防振措施	19
2.8 实验室的接地	20
2.9 建筑实例	20
2.9.1 上海某大学化学实验室	20
2.9.2 上海某科学研究院理化实验室	21
2.9.3 日本某中心技术研究所	21
2.9.4 日本某公司综合研究所	23
2.9.5 国家某分析测试中心	24
第3章 分析实验室的基础设施和基本条件	26
3.1 水	26
3.1.1 水的用途和分类	26
3.1.2 水中杂质和水的预处理	26
3.1.3 给水系统	29
3.1.4 实验室污水的排放与初步净化	31
3.2 纯水	33
3.2.1 纯水的质量和标准	33
3.2.2 纯水制备技术	34
3.2.3 高纯水净化系统	49
3.2.4 纯水制备技术的选择及应用	51
3.2.5 水质纯度检验方法	54
3.3 实验室用电与照明	55
3.3.1 实验室的供电	55
3.3.2 实验室的照明	59
3.3.3 自然采光	60
3.4 实验室用气	62
3.4.1 燃气	62
3.4.2 实验室工艺用气	62
3.5 实验室通风排风系统	68
3.5.1 通风柜	68
3.5.2 实验室内通风柜的平面布置	76
3.5.3 排风系统	78
3.5.4 通风柜的风速和风机的选用	78
3.5.5 通风柜的使用与保养	79

3.5.6	排气罩	79
3.5.7	全室通风	81
3.6	实验室的通风空调系统	82
3.6.1	空调的布置方式	82
3.6.2	通风空调工程常用术语	82
3.6.3	通风空调系统设备与器件	84
3.6.4	通风系统部件	88
3.6.5	空气净化系统设计	89
3.6.6	采暖系统	93
3.7	实验室家具	93
3.7.1	实验室家具的要求	93
3.7.2	实验台的类别	93
3.7.3	化学实验台	94
3.7.4	实验室家具实用示例	98
3.8	实验室工程管网综合设计	108
3.8.1	实验室工程管网类型	109
3.8.2	实验室工程管网的布置原则	109
3.8.3	实验室工程管网布置方式	109
3.8.4	工程管网在建筑空间的位置	110
3.8.5	工程管网结构的配合	110
3.8.6	工程管网安装方式及特点	111
3.8.7	实验室工程管网综合设计示意图	111
3.9	实验室的安全防护设施	115
3.9.1	防火	115
3.9.2	防爆	122
3.9.3	避雷防护	130
3.9.4	防静电	133
3.9.5	电磁屏蔽	139
第4章	各类分析实验室	144
4.1	化学实验室	144
4.1.1	化学实验室的形式	145
4.1.2	基本实验室的室内布置	145
4.1.3	化学实验台的设计	153
4.1.4	化学实验室的其他条件	153
4.1.5	化学实验室的室内装饰	154
4.2	仪器分析实验室	154
4.2.1	仪器分析实验室的要求	155
4.2.2	仪器分析实验室的组成	156
4.2.3	仪器分析实验室的平面布置	156
4.2.4	仪器分析室的室内装修	157

4.3 洁净实验室	161
4.3.1 实验室环境	161
4.3.2 洁净室的标准与等级	162
4.3.3 洁净室的种类和气流组织	164
4.3.4 洁净室的建筑设计	167
4.3.5 洁净室的平面、剖面设计	173
4.3.6 洁净室常用设备	176
4.3.7 洁净室示例	178
4.4 电子计算机室	179
4.4.1 电子计算机的应用及电子计算机房设计的重要性	179
4.4.2 中小型电子计算机的工艺流程	180
4.4.3 电子计算机房的组成和设计原则	181
4.4.4 计算机房的设计	183
4.4.5 计算机房的空调系统	185
4.4.6 计算机室的安全防护设施	189
4.5 研究室	191
4.5.1 研究室设置的意义	191
4.5.2 研究室平面布局与配置原则	191
4.6 辅助实验室	192
4.6.1 天平室	192
4.6.2 暗室	193
4.6.3 高温室和低温室	196
4.6.4 防火室、离心机室与滴定室	196
4.6.5 水银处理室、纯水室与溶液配制室	197
4.6.6 气瓶贮藏室与制样室	198
4.6.7 贮藏室与仪器修理室	198
4.7 服务供应部分	199
4.7.1 中心(器皿)洗涤室与高压锅室	199
4.7.2 机械加工与玻璃车间	200
4.7.3 水电气辅助房	200
参考文献	201

第二篇 分析仪器与分析方法篇

第5章 电化学分析仪器与电化学分析法	202
5.1 概述	202
5.2 经典极谱仪与经典极谱分析方法	203
5.2.1 经典极谱仪	203
5.2.2 经典极谱仪的应用与经典极谱分析法	204
5.3 方波极谱仪	207
5.3.1 方波极谱仪的结构原理	207

5.3.2	方波极谱仪的工作原理	207
5.4	脉冲极谱仪	207
5.4.1	脉冲极谱仪的结构原理	207
5.4.2	脉冲极谱仪的工作原理	208
5.4.3	脉冲极谱法的特点	208
5.5	单扫描示波极谱仪	209
5.5.1	单扫描示波极谱仪的结构原理	209
5.5.2	单扫描示波极谱仪的工作原理	209
5.5.3	单扫描示波极谱仪的应用与示波极谱法	209
5.6	新极谱仪	210
5.6.1	新极谱仪的结构原理与工作原理	210
5.6.2	新极谱仪的安装环境、性能测试与维护	214
5.6.3	新极谱仪的应用与新极谱分析法	214
5.7	极谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	217
5.8	电位分析仪	218
5.8.1	酸度计 (pH 计) 和离子活度计 (pX 计)	218
5.8.2	电位滴定分析仪	221
5.8.3	微机化电位分析仪	223
5.8.4	电位分析仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	224
5.9	微机化溶出分析仪	228
5.9.1	MP-2 型溶出分析仪的结构原理	228
5.9.2	MP-2 型溶出分析仪的工作原理	228
5.9.3	电化学溶出分析仪器的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	231
5.10	库仑滴定分析仪	231
5.10.1	恒电流库仑滴定装置	231
5.10.2	微机微库仑分析仪	232
5.11	电泳仪	240
5.11.1	概述	240
5.11.2	电泳的理论依据	240
5.11.3	电泳仪的分类	241
5.11.4	电泳仪的结构原理与工作原理	241
5.11.5	电泳仪的维护与安全操作	243
5.11.6	电泳仪、电泳槽的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	243
第 6 章	光学分析仪器与光学分析方法	246
6.1	概述	246
6.2	原子发射光谱仪	246
6.2.1	摄谱仪	246
6.2.2	电感耦合等离子体 (ICP) 光谱仪	252
6.2.3	光电直读光谱仪	258
6.2.4	原子发射光谱仪的安装、维护与检修、性能测试	260

6.2.5	原子发射光谱仪的应用与原子发射光谱分析法	261
6.2.6	原子发射光谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	262
6.3	原子吸收分光光度计	264
6.3.1	单光束原子吸收分光光度计	265
6.3.2	双光束原子吸收分光光度计	265
6.3.3	原子吸收分光光度计的主要部件	266
6.3.4	原子吸收分光光度计的应用与原子吸收光谱法	272
6.3.5	原子吸收分光光度计的安装与性能测试	274
6.3.6	原子吸收分光光度计的使用、维护与检修	274
6.3.7	原子吸收分光光度计的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	276
6.4	原子荧光光谱仪	278
6.4.1	概述	278
6.4.2	原子荧光光谱仪的结构原理	278
6.4.3	原子荧光光谱仪的工作原理	279
6.4.4	原子荧光光谱仪的主要部件	279
6.4.5	原子荧光光谱仪的安装与性能测试	281
6.4.6	原子荧光光谱仪的维护与检修	282
6.4.7	原子荧光光谱仪的应用与原子荧光光谱分析法	282
6.4.8	原子荧光光谱仪的主要特点	284
6.4.9	原子荧光光谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	284
6.5	X 射线荧光光谱仪	285
6.5.1	概述	285
6.5.2	波长色散 X 射线荧光光谱仪	285
6.5.3	能量色散 X 射线荧光光谱仪	286
6.5.4	波长色散 X 射线荧光光谱仪与能量色散 X 射线荧光光谱仪的比较	288
6.5.5	非色散型 X 射线荧光光谱仪	288
6.5.6	X 射线荧光光谱仪的主要部件	288
6.5.7	波长色散 X 射线荧光光谱仪的应用与 X 射线荧光光谱分析法	294
6.5.8	X 射线荧光光谱仪的性能测试、维护与检修	298
6.5.9	X 射线荧光光谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	300
6.6	分子荧光分光光度计	301
6.6.1	概述	301
6.6.2	分子荧光分光光度计的结构原理	302
6.6.3	分子荧光分光光度计的工作原理	302
6.6.4	分子荧光分光光度计的主要部件	302
6.6.5	分子荧光分光光度计的安装环境与校正	306
6.6.6	分子荧光分光光度计的维护	307
6.6.7	分子荧光分光光度计的应用与分子荧光分光光度分析法	307
6.6.8	分子荧光光谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	309
6.7	分子吸收分光光度计	310

6.7.1	概述	310
6.7.2	单光束分光光度计	311
6.7.3	双光束分光光度计	315
6.7.4	双波长分光光度计	316
6.7.5	分子吸收分光光度计的主要部件	316
6.7.6	分子吸收分光光度计的安装与性能测试	320
6.7.7	分子吸收分光光度计的维护与检修	323
6.7.8	分子吸收分光光度计的应用与分光光度分析法	324
6.7.9	分子吸收分光光度计的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	329
6.8	红外光谱仪	335
6.8.1	概述	335
6.8.2	红外光谱仪的结构原理与工作原理	335
6.8.3	红外光谱仪的应用与红外光谱分析法	341
第7章	质谱仪与质谱分析法	349
7.1	概述	349
7.2	质谱仪的基本结构与其主要部件	350
7.2.1	质谱仪的基本结构	350
7.2.2	质谱仪的主要部件	350
7.3	质谱仪的主要技术指标	362
7.4	同位素质谱仪的结构	363
7.4.1	同位素质谱仪的结构	363
7.4.2	同位素质谱仪的应用与同位素丰度的测定方法	363
7.4.3	同位素质谱仪的生产厂家与仪器型号	364
7.5	无机质谱仪	364
7.5.1	无机质谱仪的结构	364
7.5.2	无机质谱仪的类型	364
7.5.3	无机质谱仪的应用	365
7.5.4	无机质谱仪的生产厂家、仪器型号	365
7.6	有机质谱仪	365
7.6.1	有机质谱仪的结构	365
7.6.2	有机质谱仪的类型	366
7.6.3	有机质谱仪的应用与有机质谱定性分析法	367
7.6.4	有机质谱仪的生产厂家与仪器型号	367
7.7	质谱仪的安置场所、性能测试、维护与检修	367
7.7.1	质谱仪的安置场所与性能测试	367
7.7.2	质谱仪的维护与检修	368
7.8	质谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	368
第8章	核磁共振波谱仪	375
8.1	概述	375
8.2	核磁共振现象的产生	375

8.3 核磁共振波谱仪的结构原理与工作原理	376
8.3.1 连续波核磁共振波谱仪 (CW-NMR 波谱仪) 的结构原理与 工作原理	376
8.3.2 CW-NMR 波谱仪的主要部件	376
8.3.3 脉冲傅里叶变换核磁共振波谱仪 (PFT-NMR 波谱仪) 的结构原理与 工作原理	378
8.3.4 PFT-NMR 波谱仪的主要部件	379
8.4 核磁共振波谱仪的主要技术指标	380
8.5 核磁共振波谱仪的应用与核磁共振波谱分析法	380
8.5.1 核磁共振参数	380
8.5.2 核磁共振波谱仪的应用与核磁共振波谱法	381
8.6 核磁共振波谱仪的安装、性能测试与维护	382
8.6.1 核磁共振波谱仪的安装与性能测试	382
8.6.2 核磁共振波谱仪的维护	382
8.7 核磁共振波谱仪的生产厂家、型号与主要特点	382
第 9 章 色谱分析仪与色谱分析法	385
9.1 概述	385
9.2 气相色谱仪	386
9.2.1 气相色谱仪的结构原理与工作原理	386
9.2.2 气相色谱仪的主要部件	387
9.2.3 气相色谱仪的应用与气相色谱分析法	395
9.2.4 气相色谱仪的安装与常规测试	397
9.2.5 气相色谱仪的维护与检修	398
9.2.6 气相色谱仪的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	403
9.3 高效液相色谱仪	406
9.3.1 高效液相色谱仪的结构原理与工作原理	406
9.3.2 高效液相色谱仪的主要部件	406
9.4 薄层色谱扫描仪	415
9.4.1 薄层色谱扫描仪的结构原理与工作原理	415
9.4.2 薄层色谱扫描仪的应用与薄层色谱扫描法	418
9.4.3 薄层色谱扫描仪的安装、测试与维护	422
参考文献	422

第三篇 分析实验室常规设备篇

第 10 章 玻璃仪器与石英器皿	423
10.1 仪器玻璃的特性及化学组成	423
10.1.1 仪器玻璃的特性	423
10.1.2 对仪器玻璃的要求	423
10.1.3 仪器玻璃的原料	424
10.1.4 常用仪器玻璃的化学成分	424

10.2 玻璃仪器的分类及生产流程	426
10.2.1 玻璃仪器的分类	426
10.2.2 玻璃仪器的生产流程	427
10.3 常用玻璃仪器的规格和用途	427
10.3.1 烧器类	427
10.3.2 量器类	432
10.3.3 瓶类	438
10.3.4 管、棒类	442
10.3.5 用于气体操作的玻璃仪器	449
10.3.6 加液器和过滤器	454
10.3.7 标准磨口玻璃仪器	458
10.3.8 其他类玻璃仪器和器具	463
10.4 玻璃仪器的洗涤干燥及保管	467
10.4.1 玻璃仪器的洗涤	467
10.4.2 玻璃仪器的干燥与保管	470
10.5 玻璃量器的校正	471
10.5.1 玻璃量器的允许误差	471
10.5.2 玻璃量器的校正方法	472
10.6 玻璃仪器的简单加工	474
10.6.1 加工仪器玻璃用的热源	474
10.6.2 玻璃管、棒的截断方法	474
10.7 石英玻璃仪器	476
10.7.1 石英烧杯与石英蒸馏器	477
10.7.2 石英坩埚、石英蒸发皿	477
10.7.3 石英加热器与石英光学仪器部件	477
第 11 章 瓷器皿和非金属材料器皿	478
11.1 瓷器皿	478
11.1.1 瓷坩埚	478
11.1.2 瓷蒸发皿	478
11.1.3 瓷研钵	478
11.1.4 瓷漏斗	479
11.1.5 瓷管	479
11.1.6 瓷舟	479
11.1.7 瓷点滴板	480
11.2 非金属材料器皿	480
11.2.1 玛瑙制品	480
11.2.2 高铝坩埚	480
第 12 章 金属器皿	481
12.1 铂器皿	481
12.1.1 铂坩埚与铂蒸发皿	482

12.1.2	铂头钳与其他铂器皿	482
12.2	其他金属器皿	482
12.2.1	金器皿与银器皿	482
12.2.2	镍坩埚与铁坩埚	482
第 13 章	石墨器皿与石墨制品	484
13.1	石墨制品的特点和用途	484
13.2	石墨制品	484
13.2.1	石墨坩埚	484
13.2.2	石墨电极与石墨管	484
13.2.3	其他石墨制品	484
第 14 章	有机玻璃制品与塑料制品	486
14.1	有机玻璃制品	486
14.2	塑料制品	486
14.2.1	热塑性塑料制品	486
14.2.2	热固性塑料制品	486
14.2.3	聚四氟乙烯制品	487
第 15 章	滤纸、滤膜及试纸	488
15.1	滤纸	488
15.1.1	定量分析滤纸	488
15.1.2	定性分析滤纸	488
15.1.3	层析定性分析滤纸	488
15.1.4	滤纸浆的制备	489
15.2	滤膜	489
15.2.1	玻璃纤维滤膜	489
15.2.2	合成纤维滤膜	489
15.2.3	微孔滤膜	490
15.3	试纸	490
15.3.1	pH 试纸	490
15.3.2	指示剂试纸和试剂试纸	491
第 16 章	电热设备	493
16.1	电炉	493
16.1.1	圆盘式电炉	493
16.1.2	矩形电炉	493
16.1.3	万用电炉	493
16.1.4	封闭式电炉	494
16.2	高温电炉	494
16.2.1	加热元件	494
16.2.2	炉膛	495
16.2.3	保温层与温度控制器	496
16.2.4	高温电炉使用注意事项	496

16.3	电热套与电炉	497
16.3.1	电热套	497
16.3.2	管式电阻炉	498
16.3.3	高频感应加热炉	498
16.4	电热干燥箱和红外干燥箱	499
16.4.1	电热干燥箱	499
16.4.2	红外线干燥箱	500
16.5	电热恒温水浴锅和恒温槽	502
16.5.1	电热恒温水浴锅	503
16.5.2	恒温油槽	503
第 17 章	制冷设备	506
17.1	电冰箱	506
17.1.1	电冰箱的结构和工作系统	506
17.1.2	电冰箱使用注意事项	507
17.2	空气调节器	507
17.2.1	制冷系统	508
17.2.2	通风系统	508
17.2.3	电气系统	508
第 18 章	清洗设备与空气过滤器	509
18.1	超声波清洗设备	509
18.1.1	超声波清洗的原理	509
18.1.2	超声波清洗器的结构原理	509
18.1.3	超声波清洗器的维护	510
18.2	空气过滤器	511
18.2.1	空气过滤器的分类	511
18.2.2	空气过滤器的结构	512
18.2.3	空气过滤器使用注意事项	512
第 19 章	电动设备	514
19.1	台钻	514
19.2	粉碎机	515
19.2.1	粉碎机的粉碎原理及分类	516
19.2.2	实验室常用的粉碎机	516
19.3	筛分机	519
19.3.1	试验筛	519
19.3.2	筛分机	519
19.4	电动离心机	520
19.4.1	电动离心机的工作原理	520
19.4.2	电动离心机的类型和规格	520
19.4.3	电动离心机的维护	520
19.4.4	电动离心机的生产厂家、设备型号、性能与主要技术指标	520

19.5	电动搅拌机	521
19.5.1	电动搅拌机的结构与功能	521
19.5.2	电动搅拌机的安装与维护	522
19.5.3	电动搅拌机的生产厂家、设备型号、性能与主要技术指标	522
19.6	电磁搅拌器	524
19.7	电动振荡器	525
19.8	泵类	529
19.8.1	旋片式真空泵	529
19.8.2	离心泵	530
19.8.3	磁力驱动泵	531
19.8.4	蠕动泵	533
19.9	空气压缩机	535
第 20 章	天平	538
20.1	概述	538
20.2	分析天平	538
20.2.1	机械杠杆式天平	539
20.2.2	电子分析天平	541
20.2.3	天平的安装与性能测试	543
20.2.4	天平的使用与维护	543
20.2.5	分析天平的生产厂家、型号、性能与主要技术指标	543
第 21 章	微波消解系统	550
21.1	概述	550
21.2	微波消解系统的主要部件	550
21.2.1	微波消解炉的结构原理与工作原理	550
21.2.2	微波消解罐的结构原理与工作原理	551
21.3	微波消解系统的安装	552
21.4	微波消解系统的维护	552
21.5	微波消解系统的常见故障与检修	552
21.6	微波消解系统的应用	553
21.7	微波消解系统的溶样特点	554
21.8	微波消解系统的生产厂家、设备型号、性能与主要技术指标	554
	参考文献	557