

21

世纪高等院校教材

分析化学

(第二版)

主编 梁 冰
李 晖 章 洁
副主编 李永生



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

分 析 化 学

(第二版)

主 编 梁 冰

副主编 李永生 李 晖 章 洁

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是编者在第一版的基础上,结合多年教学实践经验,并充分考虑当前高等学校课程学时逐渐减少的发展趋势与现有教科书普遍偏厚的矛盾,修改编写而成。全书共 17 章,包括:误差和数据处理、试样的采取和处理、滴定分析法、电化学分析法、原子发射光谱法、原子吸收光谱法、紫外-可见分光光度法、分子发光分析法、红外光谱法、核磁共振波谱法、质谱法、色谱法基础、气相色谱法、高效液相色谱法、超临界流体色谱与毛细管电泳、电子能谱分析、热分析,系统介绍了上述各类方法的基本原理、方法特点、仪器结构、应用范围。

本书可作为高等理工院校应用化学、化工、材料、环境、皮革、食品、纺织化学等专业本科生的分析化学(含仪器分析)课程教材,也可供从事分析工作的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学 / 梁冰主编. —2 版. —北京: 科学出版社, 2009

21 世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-025091-9

I. 分… II. 梁… III. 分析化学-高等学校-教材 IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 128279 号

责任编辑:陈雅娴 胡华强 卢秀娟 / 责任校对:刘小梅

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 7 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009 年 8 月第 二 版 印张: 27

2009 年 8 月第五次印刷 字数: 515 000

印数: 11 501—15 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

第二版前言

本书是编者在第一版的基础上,结合多年的教学实践经验,并充分考虑当前高等学校课程学时逐渐减少的发展趋势与现有教科书普遍偏厚的矛盾,修改编写而成。本书有如下特点:

(1) 将化学分析与仪器分析合二为一。既有误差和数据处理,也有试样的采取和处理;既有滴定分析,也有各种仪器分析。体现了分析化学的整体性、系统性。

(2) 适应仪器分析方法应用越来越普及的发展趋势,保留第一版精简的化学分析法,加强仪器分析部分。

(3) 分析技术与方法较齐全,包括主要仪器分析方法:电化学分析、原子光谱、分子光谱(紫外、红外、荧光、化学发光)、核磁共振波谱、质谱、色谱、热分析、电子能谱等。覆盖面广,能够满足不同专业选学需要。

(4) 删简陈旧内容,增加新内容、新进展。

(5) 表述简洁、精练。

(6) 物理化学常数表格较丰富,方便实际应用。

参加本书编写工作的有四川大学的庞国伟(第1、2章)、谭光群(第3、11章)、李晖(第4章)、余洛汀(第5、6章)、梁冰(第7、8章)、王春玲(第9章)、章洁(第10章)、李永生(第12~15章)、朱晓帆(第16章)和吕莉(第17章)。最后由梁冰、李永生、章洁统稿。湖南大学王玉枝教授、清华大学丁明玉副教授审阅了本书修订稿,并提出了许多宝贵意见,在此谨致以衷心感谢。

由于编者的业务水平和教学经验的局限,书中难免有不妥甚至错误之处,恳请专家和读者批评指正,编者不胜感谢。

编 者

2009年4月于四川大学

第一版前言

分析化学(工科类)是四川大学参加“面向 21 世纪工科(化工类)化学系列课程改革的研究与实践”项目、承担“国家工科基础化学课程教学基地”建设任务,进行工科基础化学课程教学新体系的改革研究与实践而编写的一套教改教材之一。

分析化学的任务和发展方向

分析化学是研究分析方法的科学,是人们获得物质化学组成和结构信息的科学。

分析化学的发展历程可划分为三个阶段,学科间的相互渗透是分析化学发展的基本规律。

第一个阶段是 20 世纪初,建立了溶液中四大平衡理论,使分析化学从一门技术发展成一门学科,可以说这一时期为分析化学与物理化学相结合的时代,分析化学是化学的一个分支。

第二阶段是 30 年代至 60 年代,分析化学突破了以经典化学分析为主的局面,开创了仪器分析的新时代,物理学、电子学、半导体材料科学、数学、生物学等的一些新发现、新方法、新概念大量向分析化学渗透,各种物理分析方法得到长足发展。可以说这一阶段是分析化学与物理学、电子学结合的时代,其特点表现在广泛采用各种现代分析手段,对物质作尽可能的纵深分析,推出很多新的分析测试装置,为科学研究和生产实践提供更多、更新和更全面的信息。

第三阶段是 70 年代末到现在,以计算机应用为主要标志的信息时代的来临,给科学技术的发展带来巨大活力,分析化学又进一步与计算机科学紧密结合。21 世纪将是生命科学和信息科学的世纪、建立可持续发展的世纪,在发展中要求保护绿色环境和生态平衡。人们能否达到此要求,分析化学起着重要的作用。可以说现代分析化学已经远远超出化学学科领域,正与数学、物理学、计算机科学、生物学相互渗透,发展成一门多学科性的综合性科学。

展望 21 世纪,分析化学的目标就是要求消耗材料少,分析测试时间短,成本低,获得更多更准确的化学信息。因此要求提高方法灵敏度(达原子、分子级水平)和选择性,向快速、自动、简便、经济、仪器自动化、数字化和计算机化,并向智能化、信息化纵深发展。

分析化学应用范围十分广泛,包括国民经济、科学研究、资源开发、环境保

护、国防建设等方面。人们常常把分析化学比喻为生产与科研的“眼睛”，因此分析化学将在我国实现工业、农业、国防和科学技术现代化的宏伟目标中，发挥重要的作用。

本教材的特点

在高等学校工科化工类有关专业中，分析化学是一门基础课程，无论单独设课或与其他课程融合重新组合，它都担负着培养学生严格、认真、实事求是的科学态度，精密、细致地进行科学实验的技能和从事科学实验必备素质的任务。但是现有的分析化学教材从内容、体系、重点安排上都不适应当前人才培养的要求，因此，我们组织力量编写了这本教改教材，其特点如下：

1. 20 世纪末，不少化学分析方法逐渐被仪器分析方法所代替，为了培养适应社会需求的工程技术人才，特将分析化学内容作较大的调整，精简了化学分析法，加强了仪器分析部分，拓宽了仪器分析内容。

2. 化学分析法中主要介绍滴定分析法，讲述滴定分析的共性及特点，有利于学生系统掌握基本知识。

3. 实验数据的统计处理及数据评价、回归方程等是必须掌握的基本内容，本教材对此部分作了适当的扩充。

4. 由于仪器分析内容较多，而教学计划中，一般安排学时较少，不可能全面介绍各种仪器分析方法。因此，可配合使用仪器分析多媒体教学软件，解决知识信息量大、学时少的矛盾，或针对不同专业选学部分内容，以达到重点突出，学以致用的目的。

分析方法的分类

分析方法按照分析任务的不同、方法原理的不同、对分析准确度和速度要求的不同和试样含量范围的不同等多种分类法。下面简要介绍化学分析法及仪器分析法（又称物理或物理化学分析法）。

1. 化学分析法

化学分析是以化学反应为基础的一类方法，包括化学定性分析和化学定量分析，如重量分析法和滴定分析法，此类方法历史悠久，化学分析法通常用于待测组分含量在 1% 以上的样品，分析准确度较高，所用仪器设备简单，在生产实践及科学研究工作中起着一定的作用。但有些方法近年来已逐渐被其他仪器分析法所替代。

2. 仪器分析法

根据测试物质的物理性质或物理化学性质而建立起来的一类方法，称为物理

或物理化学分析法,由于测试时常使用仪器来完成,故又称仪器分析法。根据测定的物理参数性质的不同,仪器分析法可分为四类。

(1) 电化学分析法:基于物质的电学或电化学性质而建立的一类方法,如电位分析法、电解和库仑分析法、极谱分析法以及方法联用如色谱电化学法、毛细管电泳电化学法等。

(2) 光学分析法:基于物质对光的吸收或激发后光的发射所建立起来的一类方法,比如紫外-可见分光光度法、红外及拉曼光谱法、原子发射与原子吸收光谱法、原子和分子荧光光谱法、核磁共振波谱法、质谱法等。

(3) 色谱分析法:基于各组分在不同相中分配的不同而达到分离的一类方法,如气相色谱法、薄层色谱法和液相色谱法等。

(4) 其他,比如电子能谱法、热分析等。

仪器分析法具有分析速度快、灵敏度高许多优点,适用于微量组分的测定,易于实施实时、在线监测手段,目前已经成为分析化学的主要方法。当然化学分析法在常量分析中仍有一定作用,也可以说是仪器分析法的基础。

本书是在教改使用的讲义的基础上,经修改而成。参加本书编写的人员是四川大学工科基础化学教学中心和分析测试中心的黄文辉(前言)、罗崇建(第一、二、十三、十四、十五、十八章)、李晖(第三、四、五章)、余洛汀(第六、七章)、梁冰(第八、九章)、刘玉鑫(第十、十一、十二章)、朱晓帆(第十六章)和吕莉(第十七章)。初稿完成后,由罗崇建、刘玉鑫和朱晓帆共同进行统稿,提出修改意见,最后由各位编者修改定稿。在编写过程中得到了分析测试中心赵修贤的支持和帮助以及章洁、谭光群的协助,在此一并感谢。

限于编者对教改的认识和理解,以及业务水平和教学经验的局限,书中难免有不妥和错误之处,欢迎读者批评指正。

编 者
2000 年 11 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 误差和数据处理	(1)
1.1 系统误差和随机误差	(1)
1.1.1 准确度和误差	(1)
1.1.2 系统误差	(2)
1.1.3 随机误差和随机误差的正态分布	(3)
1.2 分析数据的统计处理	(4)
1.2.1 精密度和偏差	(4)
1.2.2 区间估计和分析结果的表达	(6)
1.2.3 显著性检验	(9)
1.3 误差的传递和有效数字	(13)
1.3.1 误差的传递	(13)
1.3.2 有效数字及其运算规则	(16)
1.4 分析测试中的标准曲线	(19)
1.4.1 函数关系和相关关系	(19)
1.4.2 确定回归直线的方法	(20)
1.4.3 相关性检验	(22)
1.5 常规分析的质量管理和控制	(24)
1.5.1 质量保证体系和质量控制图	(24)
1.5.2 平均值质量控制图	(25)
习题	(27)
第 2 章 试样的采取和处理	(29)
2.1 试样的采取	(29)
2.1.1 采样的一般原则	(29)
2.1.2 几种试样的采取	(30)
2.2 试样的处理	(33)
2.2.1 固体试样的调制	(33)
2.2.2 试样的分解	(36)
2.2.3 分离、提纯方法简介	(40)

2.3 分析方法对测试样品的要求	(53)
习题	(53)
第3章 滴定分析法	(55)
3.1 方法要点	(55)
3.1.1 滴定分析法以化学反应为基础	(56)
3.1.2 基准物质是定量的基准	(57)
3.1.3 终点误差是主要的方法误差	(58)
3.2 滴定反应和滴定曲线	(59)
3.2.1 常见的滴定反应	(59)
3.2.2 滴定曲线和滴定突跃	(61)
3.2.3 几种滴定反应的特点	(65)
3.3 指示剂	(68)
3.3.1 指示剂的作用原理	(68)
3.3.2 使用指示剂应当注意的问题	(69)
3.3.3 指示剂的选择	(71)
3.4 滴定分析法的应用	(71)
3.4.1 滴定分析可行性讨论	(71)
3.4.2 配位滴定的条件选择	(72)
3.4.3 酸碱滴定法	(75)
3.4.4 氧化还原滴定法	(79)
3.4.5 沉淀滴定法	(81)
习题	(82)
第4章 电化学分析法	(85)
4.1 化学电池	(85)
4.1.1 化学电池的组成	(85)
4.1.2 电极电位和电池电动势	(86)
4.1.3 金属基电极	(86)
4.2 离子选择性电极	(89)
4.2.1 离子选择性电极的分类及其响应机理	(89)
4.2.2 离子选择性电极的性能指标	(94)
4.2.3 直接电位法	(96)
4.2.4 电位滴定法	(100)
4.3 电解分析和库仑分析	(103)
4.3.1 电解分析	(104)
4.3.2 库仑分析	(108)

4.4 极谱分析法	(111)
4.4.1 经典极谱分析	(112)
4.4.2 近代极谱(伏安)法简介	(115)
4.5 化学修饰电极	(121)
4.5.1 化学修饰电极的分类	(121)
4.5.2 化学修饰电极在电分析化学中的应用	(124)
习题	(124)
第5章 原子发射光谱法	(127)
5.1 基本原理	(128)
5.2 分析仪器	(129)
5.2.1 光源	(129)
5.2.2 光谱仪的类型	(132)
5.3 定性和半定量以及定量分析	(136)
5.3.1 光谱定性分析	(136)
5.3.2 光谱半定量分析	(137)
5.3.3 光谱定量分析	(138)
习题	(139)
第6章 原子吸收光谱法	(141)
6.1 原子吸收光谱法原理	(141)
6.1.1 共振线和特征谱线	(141)
6.1.2 热激发时基态原子数和激发态原子数的关系	(142)
6.1.3 原子吸收谱线的宽度	(142)
6.1.4 原子吸收的测量	(143)
6.2 分析仪器	(144)
6.2.1 光源	(144)
6.2.2 原子化系统	(145)
6.2.3 分光系统	(146)
6.2.4 检测系统	(147)
6.3 定量分析方法	(147)
6.3.1 直接测定法	(147)
6.3.2 间接测定法	(148)
6.4 原子吸收光谱法中的干扰及控制	(149)
6.4.1 化学干扰	(149)
6.4.2 物理干扰	(149)
6.4.3 光谱干扰	(150)

6.4.4 基体效应和散射影响	(150)
6.5 灵敏度、检出极限和测定条件的选择	(150)
6.5.1 灵敏度	(150)
6.5.2 检出极限	(151)
6.5.3 测定条件的选择	(152)
习题	(152)
第7章 紫外-可见分光光度法	(154)
7.1 紫外-可见吸收光谱	(154)
7.1.1 紫外-可见吸收光谱的形成	(154)
7.1.2 电子跃迁类型和物质的特征吸收	(156)
7.1.3 影响紫外-可见吸收光谱的因素	(163)
7.2 紫外-可见分光光度法定量原理	(164)
7.2.1 朗伯-比尔定律	(164)
7.2.2 偏离朗伯-比尔定律的原因	(165)
7.3 光度分析条件选择	(167)
7.3.1 显色反应及显色条件的选择	(167)
7.3.2 吸光度测量条件选择	(169)
7.4 紫外-可见分光光度计	(171)
7.5 紫外可见分光光度法的应用	(175)
7.5.1 定性分析、结构分析、纯度检查	(175)
7.5.2 多组分分析	(177)
7.5.3 酸碱离解常数测定	(177)
7.5.4 配合物组成及不稳定常数的测定	(178)
7.5.5 双波长分光光度法	(181)
7.5.6 导数分光光度法	(182)
7.5.7 流动注射光度分析法	(183)
习题	(186)
第8章 分子发光分析法	(189)
8.1 分子荧光光谱法	(189)
8.1.1 分子的激发与失活	(189)
8.1.2 荧光强度及影响荧光的因素	(191)
8.1.3 激发光谱和荧光发射光谱	(194)
8.1.4 荧光分析仪器	(195)
8.1.5 荧光分析法的应用	(196)
8.2 化学发光分析法	(197)

8.2.1 化学发光分析的基本原理	(198)
8.2.2 化学发光分析仪器	(199)
8.2.3 化学发光反应的类型及其应用	(200)
8.2.4 化学发光新技术	(202)
习题	(203)
第9章 红外光谱法	(204)
9.1 红外光谱的基本原理	(204)
9.1.1 红外吸收产生的条件	(204)
9.1.2 分子振动及其光谱	(206)
9.2 基团与吸收频率的关系	(208)
9.2.1 基团特征频率区和指纹区	(208)
9.2.2 影响基团频率的因素	(209)
9.2.3 常见基团的特征吸收谱带	(212)
9.3 红外光谱法的定量分析	(216)
9.3.1 吸光度的测量法	(216)
9.3.2 定量分析方法	(216)
9.4 红外光谱法的定性分析	(216)
9.4.1 已知物的定性分析	(216)
9.4.2 未知物的结构测定	(217)
9.4.3 红外光谱例解	(219)
9.5 其他典型光谱	(220)
9.5.1 高分子化合物的红外光谱	(220)
9.5.2 无机化合物的红外光谱	(221)
9.6 红外光谱仪	(223)
9.6.1 双光束红外光谱仪	(223)
9.6.2 傅里叶变换红外光谱仪	(223)
9.7 样品制备	(224)
9.7.1 固体样品制样方法	(224)
9.7.2 液体样品制样方法	(225)
9.7.3 气体样品制样方法	(225)
9.8 红外光谱的进展	(226)
习题	(226)
第10章 核磁共振波谱法	(230)
10.1 核磁共振的基本原理	(230)
10.1.1 原子核的自旋	(230)

10.1.2	原子核的磁性	(231)
10.1.3	自旋核在外磁场中的能级裂分	(231)
10.1.4	产生核磁共振的条件	(232)
10.1.5	核的自旋弛豫	(233)
10.2	核磁共振波谱仪及试样的制备	(234)
10.2.1	核磁共振波谱仪	(234)
10.2.2	试样的制备	(235)
10.3	核磁共振波谱中的结构信息	(236)
10.3.1	化学位移	(236)
10.3.2	自旋偶合、自旋裂分与偶合常数	(241)
10.3.3	信号强度	(244)
10.4	氢谱的应用	(244)
10.4.1	结构分析	(244)
10.4.2	定量分析	(246)
10.5	碳谱	(247)
10.5.1	碳谱的特点	(247)
10.5.2	碳谱的重要去偶照射技术	(248)
10.5.3	碳谱的波谱参数	(249)
10.5.4	碳谱的解析	(251)
10.6	核磁共振新进展简介	(252)
10.6.1	非质子核的应用	(252)
10.6.2	固体高分辨核磁共振	(252)
10.6.3	多维核磁共振谱	(253)
习题		(253)
第 11 章	质谱法	(256)
11.1	质谱的基本原理及仪器简介	(256)
11.1.1	基本原理	(256)
11.1.2	仪器及性能指标简介	(258)
11.2	离子的主要类型	(262)
11.2.1	分子离子及相对分子质量的测定	(262)
11.2.2	同位素离子及分子式的确定	(263)
11.2.3	碎片离子	(264)
11.2.4	重排离子	(265)
11.3	质谱解析	(266)
11.3.1	解析质谱的一般程序	(266)

11.3.2 质谱解析	(269)
11.4 质谱技术发展简介	(270)
11.5 波谱综合解析	(272)
11.5.1 解析程序	(272)
11.5.2 综合解析实例	(274)
习题	(277)
第 12 章 色谱法基础	(280)
12.1 概述	(280)
12.1.1 色谱法	(280)
12.1.2 色谱法的分类	(281)
12.1.3 色谱法的特点	(281)
12.2 色谱图和有关术语	(282)
12.2.1 色谱图	(282)
12.2.2 保留值	(282)
12.2.3 色谱峰的宽度	(283)
12.2.4 分配系数和分配比	(283)
12.3 色谱基础理论	(284)
12.3.1 塔板理论	(284)
12.3.2 影响谱带展宽的因素	(285)
12.3.3 速率理论方程简介	(287)
12.3.4 分离度	(289)
12.4 色谱法的定性和定量分析	(290)
12.4.1 色谱定性分析	(290)
12.4.2 色谱定量分析	(292)
习题	(294)
第 13 章 气相色谱法	(297)
13.1 气相色谱仪	(297)
13.1.1 气相色谱分析流程	(297)
13.1.2 气相色谱仪的组成	(298)
13.2 气相色谱的分离柱和固定相	(300)
13.2.1 填充柱和空心柱	(300)
13.2.2 吸附剂和载体	(301)
13.2.3 固定液	(303)
13.2.4 键合固定相和手性固定相	(305)

13.3 气相色谱检测器	(306)
13.3.1 检测器的性能	(307)
13.3.2 几种常见的检测器	(308)
13.4 GC 分析条件的选择	(313)
13.4.1 载气种类及其流速	(313)
13.4.2 载体粒度	(313)
13.4.3 固定液用量	(314)
13.4.4 柱温	(314)
13.4.5 进样时间和进样量	(314)
习题	(316)
第 14 章 高效液相色谱法	(318)
14.1 概述	(318)
14.1.1 经典液相色谱法和高效液相色谱法	(318)
14.1.2 HPLC 法和 GC 法	(318)
14.1.3 HPLC 法的分离类型	(319)
14.1.4 HPLC 中影响谱带展宽的主要因素	(319)
14.2 高效液相色谱仪	(320)
14.2.1 液流动力装置	(320)
14.2.2 进样系统	(322)
14.2.3 色谱分离柱及固定相	(322)
14.2.4 检测器	(322)
14.3 液固吸附色谱法	(323)
14.3.1 分离原理	(323)
14.3.2 应用示例	(325)
14.4 分配色谱法	(326)
14.4.1 正相液相色谱法	(327)
14.4.2 反相液相色谱法	(327)
14.5 离子交换色谱法	(330)
14.5.1 离子交换剂	(330)
14.5.2 分离机理	(331)
14.5.3 应用示例	(332)
14.6 体积排除色谱法	(334)
14.6.1 SEC 的分离机理	(334)
14.6.2 SEC 的流动相和固定相	(336)

14.6.3 高聚物相对分子质量分布测定方法简介	(336)
习题	(336)
第 15 章 超临界流体色谱与毛细管电泳	(338)
15.1 超临界流体色谱	(338)
15.1.1 概述	(338)
15.1.2 SCFC 的发展	(338)
15.1.3 超临界流体性质	(339)
15.1.4 超临界流体色谱仪	(339)
15.1.5 应用实例	(340)
15.2 毛细管电泳	(341)
15.2.1 概述	(341)
15.2.2 毛细管电泳基本原理	(342)
15.2.3 毛细管电泳仪的基本组成	(343)
15.2.4 毛细管电泳的其他分离模式	(345)
15.2.5 毛细管电泳的应用实例	(346)
习题	(347)
第 16 章 电子能谱分析	(348)
16.1 光电子能谱	(348)
16.1.1 X 射线光电子能谱	(348)
16.1.2 紫外光电子能谱	(350)
16.1.3 光电子能谱图分析	(351)
16.1.4 化学位移	(353)
16.2 俄歇电子能谱	(354)
16.2.1 俄歇过程	(354)
16.2.2 俄歇电子的产额	(356)
16.2.3 俄歇电子的能谱分布	(357)
16.2.4 俄歇电子逸出深度	(358)
16.2.5 化学效应	(358)
16.2.6 XPS、UPS、AES 分析技术比较	(359)
16.3 电子能谱仪	(359)
16.3.1 光源	(359)
16.3.2 样品室	(362)
16.3.3 能量分析器	(362)
16.3.4 检测器	(363)

16.3.5 真空系统	(364)
16.3.6 电子能谱仪的分辨率和灵敏度	(364)
16.4 XPS、UPS 和 AES 的应用	(365)
16.4.1 XPS 在化合物结构鉴定方面的应用	(366)
16.4.2 UPS 在固体表面吸附中的应用	(366)
16.4.3 AES 在分析晶粒间界杂质方面的应用	(367)
16.5 样品制备与处理	(368)
16.5.1 一般要求	(368)
16.5.2 样品的制备	(368)
16.5.3 污染的主要来源	(369)
16.5.4 清洁表面的获得	(369)
习题	(370)
第 17 章 热分析	(371)
17.1 热重法	(372)
17.1.1 热重法基本原理	(372)
17.1.2 热重曲线	(372)
17.1.3 热重曲线的影响因素	(374)
17.1.4 热重法的应用	(377)
17.2 差热分析	(378)
17.2.1 差热分析基本原理	(378)
17.2.2 差热曲线	(379)
17.2.3 差热分析的定量量热	(380)
17.2.4 差热曲线的影响因素	(380)
17.2.5 差热分析的应用	(382)
17.3 差示扫描量热法	(383)
17.3.1 差示扫描量热法的基本原理	(383)
17.3.2 DSC 曲线	(383)
17.3.3 差示扫描量热法和差热分析的比较	(384)
17.3.4 DTA 与 DSC 的应用	(384)
习题	(389)
参考文献	(390)
附录	(392)
I. 常用基准物质的干燥条件和应用	(392)
II. 氧化还原滴定预处理时常用的试剂	(393)