

PEARSON

分析化学 和定量分析

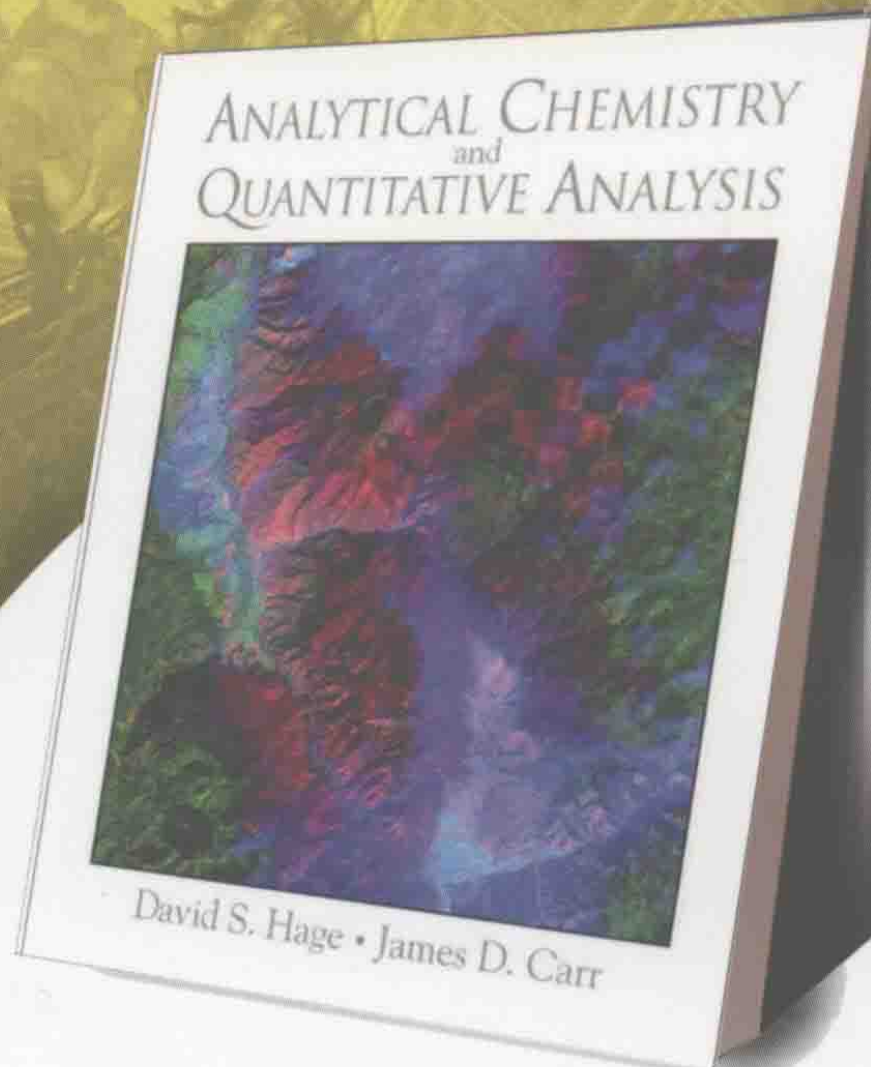
(中文改编版)

上册

**ANALYTICAL CHEMISTRY
and QUANTITATIVE ANALYSIS**

[美] 戴维 S.哈格 (David S.Hage) 著
詹姆斯 D.卡尔 (James D.Carr)
王莹 于湛 朱永春 刘丽艳 编译

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



时代教育·国外高校优秀教材精选

分析化学和定量分析 上册

(中文改编版)

[美] 戴维 S. 哈格 (David S.Hage) 著
詹姆斯 D. 卡尔 (James D.Carr)
王莹 于湛 朱永春 刘丽艳 编译



机械工业出版社

本书是在《分析化学和定量分析》英文版基础上编译而成的。全书 14 章包括, 分析化学概述、良好的实验室规范、质量和体积的测量、分析结果的数据处理、分析方法的表征和选择、化学反应和化学平衡、酸碱反应、酸碱滴定法、络合物的形成、化学溶解和沉淀、络合滴定法和沉淀滴定法、氧化还原反应、氧化还原滴定法、重量分析。每章末都附有习题, 最后还附有参考答案。

本书可作为高等理工院校和师范院校化学、应用化学等专业的分析化学教材, 也可供其他有关专业, 如化工、食品、生物、医药等专业的师生及分析测试工作者和自学者参考使用。

Authorized translation from the English language edition, entitled Analytical Chemistry and Quantitative Analysis, 9780321596949 by David S. Hage, James D. Carr, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright © 2011 by Pearson Education.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by Pearson Education Asia Ltd, and China Machine Press. Copyright ©2015.

本书中文简体字版由培生教育出版公司授权机械工业出版社合作出版, 未经出版者书面许可, 不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签。无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2014-1602 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学和定量分析 上册 (中文改编版) / (美) 哈格 (Hage, D. S.), (美) 卡尔 (Carr, J. D.) 著; 王莹等编译. — 北京: 机械工业出版社, 2015.9

书名原文: Analytical Chemistry and Quantitative Analysis

时代教育·国外高校优秀教材精选

ISBN 978-7-111-50646-1

I. ①分… II. ①哈… ②卡… ③王… III. ①分析化学—高等学校—教材
②定量分析—高等学校—教材 IV. ①065

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第173733号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 汤 嘉 责任编辑: 汤 嘉 程足芬 陈 洁 任正一

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 鞠 杨

责任印制: 乔 宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

214mm × 274mm · 27 印张 · 7 插页 · 837 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-50646-1

定价: 98.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金 书 网: www.golden-book.com

国外高校优秀教材审定委员会

主任委员：

杨叔子

委 员（按姓氏笔画为序）：

丁丽娟	王先逵	王大康	白峰衫	石德珂
史荣昌	孙洪祥	朱孝禄	陆启韶	张润琦
张 策	张三慧	张福润	张延华	吴宗泽
吴 麒	宋心琦	李俊峰	余远斌	陈文楷
陈立周	单辉祖	杨芑原	俞正光	赵汝嘉
郭可谦	翁海珊	龚光鲁	章栋恩	黄永畅
黄培强	谭泽光	郭鸿志		

中译本序言

进入 21 世纪以来,分析化学尤其是仪器分析的进步促进了化学学科的整体发展,加强了化学作为中心科学的地位以及同材料科学、生命科学、环境科学、医学、物理学等学科的交融与联系,促进了一大批“朝阳学科”的兴起与发展。现在的分析仪器种类繁多,基于不同的工作原理,并无一例外地在某些方面功能强大。但从分析化学的角度来看,人们使用这些仪器的目的都是为了解决分析化学的四个主要过程(即样品处理、试样分析、信号检测以及数据采集与处理)中出现的问题,而这四个分析化学的主要过程自分析化学出现至今,一直贯穿着分析化学的研究与发展。对于化学及相关专业学生、从业者以及爱好者来说,学习分析化学的基本原理、掌握现代仪器分析技术发展现状是专业基础的最核心的内容之一。

近年来,国内外相继出版了多部关于分析化学与仪器分析的教材与学习指南,但是真正的力作尚属凤毛麟角。机械工业出版社于 2012 年引进并出版了影印版《分析化学和定量分析》(英文版)一书。这是一部内容丰富、编排格式新颖、文笔流畅的教材,以图文并茂的形式,通过一些生动的实例循循善诱地将分析化学与仪器分析的绝大部分知识要点展现在读者面前,内容深浅适中,读后让人不忍释卷。书中既有对传统分析化学内容的讲解,又有对分析化学新方法、新发展的介绍,还涉及了分析化学在材料科学、生命科学等学科的应用与进展,无论在内容还是体例上都可谓是代表学科的国际潮流,在分析化学教材方面为国内读者带来一缕清新的“国际风”。但是由于语言的原因,许多人不愿意去读英文原著而与这部佳作失之交臂,不免让人感到遗憾。

为了更好地将这部书介绍给国内的读者,以王莹教授为首的译者团队勇敢承担了本书的翻译工作,并且在英文原书的基础上进行了适量地改编,使之更适应国内读者的阅读习惯和分析化学与仪器分析的内容最新要求。译者们在分析化学与仪器分析方面有多年的教学经验,他们在很短时间就完成了本书的翻译与改编工作,使之可以尽早与读者见面。他山之石,可以攻玉!热切希望本书的顺利出版发行可以助力我国正在隆隆兴起的教材国际化大潮。

赵震

2015 年 12 月 28 日

作者简介



戴维 S. 哈格 (David S. Hage) 是内布拉斯加大学林肯分校 (University of Nebraska, Lincoln) 化学系分析化学和生物分析化学教授。他在拉克罗斯的威斯康辛大学获化学和生物学学士学位；在艾奥瓦州立大学 (Iowa State University) 获分析化学博士学位；在梅奥诊所 (Mayo Clinic) 做过临床化学博士后。哈格博士是内布拉斯加大学林肯分校的全职教授。

哈格博士发表科研论文、综述和图书章节 145 余篇。他最近编写了《亲和层析法手册》(《Handbook of Affinity Chromatography》, Taylor Francis) 一书，作为合著人编写了教科书《化学：工业化学简介》(《Chemistry: An Industry-Based Introduction》, CRC Press)。哈格博士于 1995 年获得了美国临床化学协会青年研究员奖，于 2005 年获得了内布拉斯加大学林肯分校的研究生教育卓越奖。2006 年，被授予内布拉斯加大学化学贝西教授 (Bessey Professor of Chemistry) 的荣誉。



詹姆斯 D. 卡尔 (James D. Carr) 是内布拉斯加大学林肯分校化学系分析化学教授。他在艾奥瓦州立大学获化学学士学位，在普渡大学 (Purdue University) 获化学博士学位。之后，在教堂山的北卡罗来纳大学 (University of North Carolina) 做博士后。卡尔博士是内布拉斯加大学林肯分校的全职教授。

卡尔博士发表科学文章和综述 50 余篇，合著了文科普通化学教科书《化学：一个选择的世界》(《Chemistry: A World of Choices》, McGraw-Hill)。他也是关于化学和定量分析实验室手册和学习指南 (仅医药中间体) 的作者或合著者。在 1981 年他获得了内布拉斯加大学的卓越教学奖；在 1992、1993、1994、1995 和 2000 年，获得了内布拉斯加大学的对学生贡献奖；在 1996 年获得了内布拉斯加大学的优秀教学和教学创意奖。卡尔博士是内布拉斯加大学林肯分校杰出的教师。在 2001 年获得了内布拉斯加州教师委员会授予的杰出教师奖。

译者的话

美国内布拉斯加大学的 David S. Hage 与 James D. Carr 是著名的分析化学家，他们合著的《Analytical Chemistry and Quantitative Analysis》一书（本书英文版）是他们在分析化学与仪器分析上多年教学经验全面而系统的总结。目前，国外很多大学的分析化学与仪器分析课程均采用这本教材，国内也有部分大学采用此书作为教材或教学参考书。

与同类著作相比，这本书所具有的最大特点就是可读性好，此外，本书还具有系统性强、结构清晰完整、内容新颖的特点。与国内一些分析化学及仪器分析教材相比，本书在讲解分析化学以及各种仪器方法的基本概念和基本理论上不遗余力，花费大量篇幅并通过具体实例与应用深入浅出地介绍包括实验操作、习惯养成在内的分析化学的许多内容，而这一点恰恰是一些国内教材的薄弱环节，这是值得我们借鉴和将其翻译成中文的主要原因。

本书英文版的仪器分析部分并不含核磁共振波谱分析与质谱分析内容，只是在某些章节中作为引申内容将其简介给读者。考虑到当前国际上核磁共振波谱法与质谱法的迅猛发展以及在生物大分子分析方面的广泛应用，我们在本书的翻译过程中加入了这两部分内容，力图给读者一个较为完整的仪器分析基本知识结构框架。

为了更加适应国内高校分析化学课程教学大纲的需要，我们将本书英文版编译后分成上、下册出版。上册为分析化学基础部分，共 14 章；下册为仪器分析部分，共 11 章。同时，根据内容对部分章节做了调整。具体如下：英文版的第 1 ~ 6 章为上册的第 1 ~ 6 章，第 8 章为上册的第 7 章，第 12 章为上册的第 8 章，第 9 章为上册的第 9 章，第 7 章为上册的第 10 章，第 13 章为上册的第 11 章，第 10 章为上册的第 12 章，第 15 章为上册的第 13 章，第 11 章为上册的第 14 章；英文版的第 14 章为下册的第 1 章，第 16 章为下册的第 2 章，第 17 章为下册的第 3 章，第 18 章为下册的第 4 章，第 19 章为下册的第 5 章，第 20 章为下册的第 6 章，第 21 章为下册的第 7 章，第 22 章为下册的第 8 章，第 23 章为下册的第 9 章，下册的第 10、11 章为译者增加的内容。

作为一本能使读者在较短时间内全面了解、熟悉和掌握当代分析化学与仪器分析基本理论与主要应用的优秀教材和专业参考书，本书中译本的问世必将对我国分析化学与仪器分析教育工作带来新的思路和素材。感谢机械工业出版社对本书中译本出版的支持，感谢沈阳师范大学化学系许多同学在翻译和校对过程中所付出的辛勤努力。由于时间仓促、译者水平有限，文中定有不当或欠妥之处，还望读者批评指正。

原版前言

本书编写的目的是让学生了解化学分析的基本实验方法，并且适当地选择和使用这些方法，包括物品的正确使用和维护，如天平、实验室玻璃器皿的使用与维护和相关记录本，以及评估和比较实验结果的数学工具。本书综述了化学平衡的基本主题、基本原理，以及对重量分析法和滴定分析法等传统分析方法的正确使用，介绍了常见的仪器分析方法，如光谱学、色谱法和电化学方法等。本书与其他教材的一个重要区别是试图组织和衡量材料，以使它们能够更好地反映这些方法在现今分析实验室中的相对重要性。

本书在章节安排上分成几组常见的主题，这个安排可以使学生以各种方式轻松地从一个主题过渡到另一个主题。例如，学生可以在第 6 ~ 10 章中，学习需要的化学平衡知识，并进行相关计算的训练，这样可使学生在这个领域有一个坚实的基础来学习后面的章节；以便掌握重量分析法和滴定分析法等技术。教师希望学生在学习讨论仪器方法之前，首先通过第一组各章学习一些传统的常用的化学分析方法，然后再讨论电化学、光谱或色谱法等仪器分析方法。我们相信在教材中使用这种格式会给教师的教学带来最大的灵活性。本书既可以作为介绍分析化学的一个学期用教材，也可以作为介绍常见的定量分析和仪器分析方法的两个学期用教材。这种方式使本书成为灵活且更实用的工具，可以作为分析化学基础课程的教材，符合美国化学学会（American Chemical Society, ACS）2008 年的报告：“化学本科专业教育：ACS 学士学位项目指南和评价过程”（Undergraduate Professional Education in Chemistry : ACS Guidelines and Evaluation Procedures for Bachelor's Degree Programs）。

本书编写的一个潜在目标就是让学生了解分析化学在科学发展中扮演的角色和在日常生活中的作用。为了做到这一点，我们在每一章节都使用真实的例子来说明所讨论的原理。这种方式也符合最近的指导方针——鼓励带着问题学习或研究性学习。本书的特殊部分包括用专栏来介绍化学分析的重要发展历史和常见的分析化学在实际问题中的应用。本书已经超越了许多常见的标准的无机分析和有机分析教材，包括环境科学、污染监测和药物科学的工业生产过程、食品检测和临床分析等领域。这样做是希望阅读本书的学生认识到分析化学是一门重要的、不断变化的学科，也使学生具有在科学探索过程中创建和使用分析化学方法的能力。

本书和其他教科书相比，一个关键的区别就是学生学习每个主题的方法不同。例如，许多章节以开放的场景开头，在该场景中，学生需要使用一个特定的分析方法来提出一个问题或一组问题，然后通过他们需要的和要使用的方法做一系列主题来介绍这个方法，从而指导学生。这种风格是将其他定量分析的文章进行总结和创新，采用比传统的话题方法更利于学生学习的风格。这种风格的另一个优点是帮助学生更容易地了解主题的价值和作用。学生可以通过分散在整个章节和每章末尾的相关问题进行强化训练，其中的大多数问题可以通过初等代数来解决；但在每章的结尾也有“挑战问题”，其中部分涉及电子表格的使用和一些更深层次研究的材料。每章的结尾还有一个“讨论专题和报告”，为教师和学生提供了去探索本章中相关材料和方法的机会，但这通常不会在传统的定量分析课程中出现。“挑战问题”和“讨论专题和报告”旨在提高学生在分析化学领域进行探究和开放式调查的能力。这些部分有很多论文写作，以及关于批判性思维和与化学分析相关专题的讨论。

致谢

本书不仅仅是我们工作的结晶，还包括许多人的支持、建议和思考。首先要感谢我们的家人对这个项目的支持和帮助。Jill、Ben、Brian 和 Bethany 在许多方面的帮助，Rosalind 给予 J. D. Carr 的支持。整理本书花了很长一段时间。所有家庭成员对撰写书稿提供的时间和支持是至关重要的，他们在校对、绘制图表和获取照片方面也提供了很多帮助，在此表示感谢。特别感谢 Jill 在编辑和校对本书期间给予的帮助。

许多学生为本书的撰写提供了资料、评论和帮助。这些学生包括（按姓氏的字母顺序排列）：Jeanethe Anguizola、John Austin、Omar Barnaby、Sara Basiaga、Raychelle Burks、Jianzhong Chen、Sike Chen、Mandi Conrad、Abby Jackson、Jiang Jang、Krina Joseph、Liz Karle、Ankit Mathur、Annette Moser、Mary Anne Nelson、Corey Ohnmacht、Efthimia Papastavros、Erika Pfaunmiller、Shen Qin、John Schiel、Matt Sobansky、Sony Soman、Stacy Stoll、David Stoos、Zenghan Tong、Michelle Yoo 和 Hai Xuan。对这些现在和未来的教师和领导者们在分析化学的投入非常感谢，因为我们试图创作一本在课堂教学中能够有效利用的教材。

也有许多现任和前任的同事为本书的编写给予了不同方式的贡献。对 Carlos Castro-Acuna, Paul Kelter 和 Jody 在早期工作中的投入和努力表示感谢。我们也感谢 Richard Stratton 在这个项目早期阶段给予的鼓励和支持。感谢 Daniel Armstrong、Chad Briscoe、Ronald Cerny、Carrie Chapman、Barry Cheung、William Clarke、Patrick Dussault、Don Johnson、Rebecca Lai、Robert Powers、Peggy Ruhn、Ed Schmidt 和 John Stezowski 对特定专题的有价值的评论。

在此也感谢培生出版社专业人员帮助我们想法和手稿变成了作品。特别感谢出版商 Dan Kaveney、助理编辑 Laurie Hoffman 和生产项目经理 Maureen Pancza，以及 Micah Petillo 和 GEX 出版服务的工作人员。我们感谢 William C. Wetzel 博士（托马斯·莫尔学院，Thomas More College）在审查本书准确性时给予的宝贵投入和努力。我们也感谢 Bill McLaughlin 博士在这个项目中提供的优秀的自主开发的补充材料，我们相信，这将大大增加这本书对学生学习分析化学的影响。

最后，我们要感谢所有汇编部分的评论者。我们感谢以下审查全部或部分手稿的化学家：Lawrence A. Bottomley（佐治亚理工学院，Georgia Institute of Technology），Heather A. Bullen（北肯塔基大学，Northern Kentucky University），James Cizdziel（密西西比大学，University of Mississippi），Darlene Gandolfi（曼哈顿维尔学院，Manhattanville College），James G. Goll（埃奇伍德学院，Edgewood College），Harvey Hou [麻省大学（University of Massachusetts），达特茅斯]，Elizabeth Jensen（阿奎那斯学院，Aquinas College），Mark Jensen [康考迪亚大学（Concordia College），穆尔黑德]，Irene Kimaru（圣约翰菲社学院，St. John Fisher College），Abdul Malik（南佛罗里达大学，University of South Florida），Stephanie Myers（奥古斯塔州立大学，Augusta State University），Niina J. Ronkainen-Matsuno（班尼迪克大学，Benedictine University），Brian E. Rood（莫瑟尔大学，Mercer University），Clayton Spencer（伊利诺伊学院，Illinois College），Cynthia Strong（康奈尔大学，Cornell College），Matthew A. Tarr（新奥尔良大学，University of New Orleans），Jason R. Taylor（罗伯茨卫斯理学院，Roberts Wesleyan College），Lindell Ward（印第安纳波利斯大学，University of Indianapolis），William C. Wetzel（托马斯莫尔学院，Thomas More College）和 Xiaohong Nancy Xu（欧道明大学，Old Dominion University）。

戴维 S. 哈格
詹姆斯 D. 卡尔

目录

中译本序言

作者简介

译者的话

原版前言

致谢

第 1 章 分析化学概述	1
1.1 引言：神秘的化学家	1
1.2 化学分析的历史	2
1.2A 化学分析的起源	2
1.2B 现代世界的化学分析	3
1.3 化学分析中使用的一般术语	5
1.3A 相关样品的术语	5
1.3B 相关方法的术语	5
1.4 化学分析提供的信息	7
1.5 本文概述	8
习题	9
参考文献	10
第 2 章 良好的实验室规范	12
2.1 引言：质量问题	12
2.1A 良好的实验室规范的概述	14
2.1B 建立良好的实验室规范	14
2.2 实验室安全	16
2.2A 常见的实验室安全问题	16
2.2B 识别化学危险品	17
2.2C 化学品的信息来源	21
2.2D 化学品的妥善处理	21
2.3 实验室记录本	22
2.3A 推荐的实验室记录本使用规范	22
2.3B 电子记录本和电子表格	25
2.4 实验数据报告	26
2.4A 计量的 SI 体系	26
2.4B 有效数字	29
习题	31
参考文献	36
第 3 章 质量和体积的测量	38
3.1 引言：J. J. Berzelius	38

3.2 质量的测量	39
3.2A 质量的测定	39
3.2B 实验室天平的种类	41
3.2C 质量测量的推荐方法	43
3.3 体积的测量	45
3.3A 体积的测定	45
3.3B 测量体积容器的类型	46
3.3C 体积测量的推荐方法	49
3.4 样品、试剂和溶液	51
3.4A 样品和试剂的组成	51
3.4B 溶液的制备	55
习题	58
参考文献	63

第4章 分析结果的数据处理 65

4.1 引言：带我出去看球赛吗	65
4.1A 实验误差的种类	66
4.1B 准确度和精密度	66
4.2 描述实验结果	67
4.2A 确定最有代表性的数据	67
4.2B 报告一组结果的变化	68
4.3 误差的传递	69
4.3A 加法和减法	69
4.3B 乘法和除法	70
4.3C 对数、反对数和指数	71
4.3D 混合计算	72
4.4 样本分布和置信区间	72
4.4A 描述大数据集的变化	72
4.4B 描述小数据集的变化	73
4.5 实验结果比较	76
4.5A 数据比较的一般要求	76
4.5B 实验结果与参考值的比较	77
4.5C 两个或更多的实验结果的比较	78
4.5D 实验结果的变化比较	80
4.6 检测离群值	81
4.6A 处理离群值的一般方法	81
4.6B 离群值的统计检验	81
4.7 确定实验结果	83
4.7A 线性回归	83
4.7B 拟合度	84

习题	88
参考文献	95

第 5 章 分析方法的表征和选择 96

5.1 引言：文兰地图	96
5.2 方法的表征与检验	98
5.2A 准确度与精密度	98
5.2B 分析响应	100
5.2C 分析方法的其他性质	103
5.3 质量控制	104
5.3A 质量控制的一般要求	104
5.3B 制作与使用控制图	104
5.4 样品采集与制备	105
5.4A 样品采集	105
5.4B 样品制备	106
习题	109
参考文献	113

第 6 章 化学反应和化学平衡 115

6.1 引言：长期预测是... ..	115
6.1A 化学反应和转换的类型	115
6.1B 化学反应	117
6.2 化学活度	117
6.2A 什么是化学活度	117
6.2B 分析方法中的化学活度	121
6.3 化学平衡	125
6.3A 什么是化学平衡	125
6.3B 解决化学平衡问题	128
习题	134
参考文献	137

第 7 章 酸碱反应 139

7.1 引言：雨，雨停了	139
7.1A 什么是酸或碱	141
7.1B 为什么酸和碱在化学分析中很重要	142
7.2 酸和碱简介	142
7.2A 强酸和弱酸	142
7.2B 强碱和弱碱	144
7.2C 水的酸碱性	144
7.3 溶液的酸碱性	147
7.3A 什么是 pH	147

7.3B 影响 pH 的因素	149
7.4 估计简单的酸碱溶液的 pH 值	149
7.4A 一元强酸和强碱	149
7.4B 一元弱酸和弱碱	151
7.5 缓冲溶液和多元酸碱体系	154
7.5A 缓冲溶液	154
7.5B 多元酸碱体系	157
7.5C 两性离子	162
习题	167
参考文献	174

第 8 章 酸碱滴定法 176

8.1 引言：滴定分析法的发展	176
8.1A 什么是酸碱滴定法	176
8.1B 酸碱滴定法在分析化学中怎样应用	178
8.2 酸碱滴定法	181
8.2A 配制标准滴定剂和样品溶液	181
8.2B 滴定	184
8.2C 确定滴定终点	185
8.3 预测和优化酸碱滴定法	188
8.3A 酸碱滴定法的描述	188
8.3B 强酸和强碱的滴定曲线	189
8.3C 弱酸和弱碱的滴定曲线	192
8.3D 进一步了解酸碱滴定法	196
习题	201
参考文献	207

第 9 章 络合物的形成 209

9.1 引言：蛋黄酱里含有什么	209
9.1A 什么是络合物	210
9.1B 络合物在分析方面有哪些应用	210
9.2 简单的金属 - 配体络合物	210
9.2A 什么是金属 - 配体络合物	211
9.2B 金属 - 配体络合物的形成常数	213
9.2C 金属 - 配体络合物分布的预测	215
9.3 螯合剂与金属形成的螯合物	218
9.3A 什么是螯合剂	218
9.3B 螯合效应	218
9.3C 乙二胺四乙酸	219
9.3D 副反应的处理	221
9.4 其他类型的络合物	223

9.4A 络合物形成的一般性描述	223
9.4B 其他络合物的举例	224
习题	226
参考文献	232
第 10 章 化学溶解和沉淀	235
10.1 引言：与胃癌抗争	235
10.1A 什么是溶解度	235
10.1B 什么是沉淀	236
10.1C 在分析化学中溶解度和沉淀为什么那么重要	237
10.2 化学溶解度	238
10.2A 化学溶解度由什么决定	238
10.2B 如何描述化学溶解度	240
10.2C 如何测定化合物的溶解度	245
10.3 化学沉淀	246
10.3A 沉淀过程	246
10.3B 利用溶度积来检测沉淀	247
10.3C 其他物质和反应对沉淀的影响	248
习题	250
参考文献	256
第 11 章 络合滴定法和沉淀滴定法	257
11.1 引言：水的硬度是多少	257
11.1A 什么是络合滴定法和沉淀滴定法	257
11.1B 络合滴定法和沉淀滴定法在分析化学中的应用	259
11.2 络合滴定法	260
11.2A 滴定剂和标准溶液	260
11.2B 辅助络合剂和掩蔽剂的使用	263
11.2C 滴定终点的确定	264
11.2D 络合滴定的预测和优化	267
11.3 沉淀滴定法	270
11.3A 滴定剂和标准溶液	270
11.3B 滴定终点的确定	271
11.3C 沉淀滴定的预测和优化	274
习题	278
参考文献	283
第 12 章 氧化还原反应	285
12.1 引言：拯救亚利桑那号战舰	285
12.1A 什么是氧化还原反应	285
12.1B 氧化还原反应在分析化学中的应用	287

12.2 氧化还原反应的一般原理	287
12.2A 氧化还原反应的描述	287
12.2B 氧化还原反应的鉴别	287
12.2C 氧化还原反应程度的预测	289
12.3 电化学电池	292
12.3A 电化学电池的描述	292
12.3B 电化学电池行为的描述	294
12.4 能斯特方程	296
12.4A 能斯特方程的使用	296
12.4B 氧化还原反应的电势计算	299
12.4C 样品基质和副反应的影响	301
习题	305
参考文献	311

第 13 章 氧化还原滴定法 313

13.1 引言：化学需氧量	313
13.1A 什么是氧化还原滴定法	313
13.1B 氧化还原滴定在化学分析中的应用	315
13.2 氧化还原滴定操作	316
13.2A 滴定剂和样品的制备	316
13.2B 确定滴定终点	318
13.3 氧化还原滴定的预测与优化	321
13.3A 氧化还原滴定计算的一般步骤	321
13.3B 氧化还原滴定曲线形状的估计	321
13.3C 滴定分数的使用	325
13.4 氧化还原滴定的实例	328
13.4A 使用铈盐的滴定	328
13.4B 使用高锰酸盐的滴定	328
13.4C 使用重铬酸盐的滴定	329
13.4D 使用碘的滴定	331
习题	333
参考文献	338

第 14 章 重量分析 339

14.1 引言：元素周期表	339
14.1A 什么是重量分析	339
14.1B 重量分析在分析化学中如何应用	340
14.2 传统的重量分析法	341
14.2A 一般方法	341
14.2B 沉淀的过滤	342
14.2C 沉淀的烘干和称量	345

14.2D 获得高质量沉淀的方法	345
14.3 重量分析的实例	348
14.3A 银与氯化物的沉淀	348
14.3B 铁与氢氧化物的沉淀	349
14.3C 镍与丁二酮肟的沉淀	350
14.3D 燃烧分析	351
14.3E 热重分析	353
习题	356
参考文献	360

附录..... 362

附录 A	362
附录 A.1 材料安全数据表示例	362
附录 A.2 评估结果的有效数字	369
附录 A.3 当量浓度	371
附录 A.4 误差传递公式的推导	372
附录 A.5 最小二乘法分析	376
附录 A.6 项目摘要和测试描述及比较数据	378
附录 A.7 平衡的氧化还原反应	379
附录 A.8 比尔定律的推导	382
附录 A.9 分离度方程的推导	384
附录 B	385
附录 B.1 估计在水温为 25℃时有机离子个体的活度系数 ^①	385
附录 B.2 不同种类的盐在水中的溶度积 ^①	386
附录 B.3 酸在水中的离解常数	389
附录 B4.1 各种螯合剂和金属离子的形成常数	394
附录 B4.2 金属离子与不同的配体的累积形成常数 (β)	395
附录 B.5 还原半反应的标准电位 ^①	397
附录 C	401
参考文献	405
部分习题答案	406

第1章

分析化学概述

本章目录

- 1.1 引言：神秘的化学家
- 1.2 化学分析的历史
 - 1.2A 化学分析的起源
 - 1.2B 现代世界的化学分析
- 1.3 化学分析中使用的一般术语
 - 1.3A 相关样品的术语
 - 1.3B 相关方法的术语
- 1.4 化学分析提供的信息
- 1.5 本文概述

1.1 引言：神秘的化学家

我们沿着一个狭窄的小巷向下并穿过一个小的侧门便进入了一个大医院的侧厅。这里对于我来说是熟悉的不需要向导的地方。这时，我们登上黯淡的石梯，并且沿着长长的走廊向下走，路过粉饰过的墙壁和暗褐色的门，走到路的尽头，一个低矮的、拱形的走廊分支从这里开始，通向化学实验室。这是一个举架很高的大厅，周边散落着无数乱七八糟的瓶子。低而宽阔的桌面散落着很多曲颈瓶、试管和小的、带蓝色火焰的本生灯。

屋子里只有一个学生，正俯在桌子上专注地工作。听到我们的脚步声，他扫视了一圈，并且一下子跳了起来高兴地叫了一声：“我找到了！我找到了！”他喊我的同伴，手里拿着个试管跑向我们，“我发现了一种沉淀血红蛋白的试剂。”这比他发现一座金矿还要喜悦。

“这位是沃森博士，这位是福尔摩斯先生。”斯坦福向我们介绍^[1]。

在1887年的故事《血字的研究》的片段中，柯南·道尔（Conan Doyle）先生描述了约翰H·沃森（John H. Watson）博士和伟大的侦探福尔摩斯（Sherlock

Holmes）之间的第一次见面。福尔摩斯以他的仔细观察和严谨推理解决犯罪而闻名。但他在一些案件中也十分依赖化学分析为他提供重要线索。在前面的摘录中，福尔摩斯正在研究一种确认血迹的新方法（见图1.1）。在故事论述的时代中，这是法官们经常遇到的一个问题，因为没有可靠的方法证明犯罪嫌疑人的衣服上的斑点是血渍还是其他污渍，如泥浆、铁锈或食物。福尔摩斯建立的方法是通过专门寻找红细胞中使其产生颜色的血红蛋白来克服这一问题的^[2]。在现代实验室中，化学测试不仅能确认污垢是否是血液，而且可以判断血液来自于人还是动物，并且还可以确定其来自哪一个特定的受害人或嫌疑人^[3-5]。

血迹分析仅仅是利用化学分析解决日常问题的众多例子之一，其他例子还包括监测空气或水中污染物和检测我们食物中细菌或污染物等。化学测量在确定产品的质量或纯度的各个行业中也很重要，涉及食品、纺织、制药、塑料和金属等的生产企业。此外，化学分析在法医学和临床试验中起到重要作用，并且是生物学、生物化学、医学和材料科学研究的一个重要组成部分。事实上，几乎每一天，你的生活都可能在某种程度上受到化学分析的影响。