

THEMEXXIIHTVAVTTFSHIODICE

分析化学手册

(第一分册)

基础知识及无机元素

第三版

 化学工业出版社
CHEMICAL INDUSTRY PRESS

分析化学手册

(第二版)

第一分册

基础知识与安全知识

杭州大学化学系分析化学教研室

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学手册 第一分册: 基础知识与安全知识/杭州
大学化学系分析化学教研室编. -2 版. -北京: 化学工业
出版社, 1997 年

ISBN 7-5025-1741-3

I. 分… II. 杭… III. 分析化学-手册 K.065-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 10738 号

分析化学手册

(第二版)

第一分册

杭州大学化学系分析化学教研室 编

责任编辑: 任惠敏

责任校对: 李

封面设计: 于

化学工业出版社出版

(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

北京市燕山联营印刷厂印刷

三河前程装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 46 幅 字数 1168 千字

1997 年 1 月第 2 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1 3000

ISBN 7-5025-1741-3/TQ·915

定 价: 75.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

《分析化学手册（第二版）》编辑委员会

主任：周同惠

副主任：汪尔康 陆婉珍

委员：

- | | |
|---------|-------------------------------|
| 周同惠 | 中国科学院院士
中国医学科学院药物研究所 |
| 汪尔康 | 中国科学院院士
中国科学院长春应用化学研究所 |
| 陆婉珍 | 中国科学院院士
中国石油化工总公司石油化工科学研究院 |
| 高 鸿 | 中国科学院院士
西北大学 |
| 高小霞 | 中国科学院院士
北京大学 |
| 梁晓天 | 中国科学院院士
中国医学科学院药物研究所 |
| 卢佩章 | 中国科学院院士
中国科学院大连化学物理研究所 |
| 陈耀祖 | 中国科学院院士
浙江大学 兰州大学 |
| 王 夔 | 中国科学院院士
北京医科大学 |
| 黄本立 | 中国科学院院士
厦门大学 |
| 俞汝勤 | 中国科学院院士
湖南大学 |
| 畠山立子(日) | 日本国工业技院物质工学工业技术研究所 |
| 孙亦樑 | 北京大学 |
| 慈云祥 | 北京大学 |
| 李浩春 | 中国科学院大连化学物理研究所 |
| 邓家祺 | 复旦大学 |
| 邓 勃 | 清华大学 |
| 王敬尊 | 北京微量化学所 |
| 程介克 | 武汉大学 |
| 陈洪渊 | 南京大学 |

于德泉 中国医学科学院药物研究所
张玉奎 中国科学院大连应用化学研究所
刘振海 中国科学院长春应用化学研究所
丛浦珠 中国医学科学院药物研究所
彭图治 杭州大学
杨峻山 中国医学科学院药用植物研究所
柯以侃 北京化工大学
王国顺 杭州大学
任惠敏 化学工业出版社

第二版前言

分析化学是人们获得物质化学组成和结构信息的科学。由于多学科的交叉渗透，现代分析化学已发展成为一个庞大的学科体系，建立起了比较成熟的多种分析方法，包括色谱分析、电化学分析、光谱分析、波谱分析、质谱分析、化学分析、热分析、放射分析、生化分析等。它一方面在科学研究中起着至关重要的作用，极大地推动着其他学科的发展；另一方面还直接服务于国民经济和生产建设的需要。同时，当代科学技术和人类生产活动的飞速发展也向分析化学学科提出了严峻的挑战，并带来了前所未有的发展机会。

我国的分析化学学科在新中国建立以来，特别是改革开放以后，取得了长足的发展。到目前为止，在全国范围内已形成了一支以中国科学院和高等院校及各部委研究所为核心的分析化学科研队伍，和一个涉及生物、环境、材料、临床、医药、地质、冶金、石化、宇航、商检、法医、侦破和考古等领域的庞大分析检验队伍，共同构成了我国分析化学学科研究发展的源泉和推广应用的基地。在多年的发展过程中，无论是分析化学的基础理论，还是实际应用方面，都已形成了丰富的知识和经验的积累，需要进一步的总结和推广。

《分析化学手册》是一部比较全面的反映现代分析技术，供化学工作者使用的专业工具套书。手册第一版自1979年出版以来，在读者中形成了一定的影响，已成为许多分析化验室的必备图书。但由于受组稿时的历史条件所限，加上近20年来是世界和我国的科学技术，包括分析化学学科飞速发展的时期，原手册第一版在内容和编排上已不能全面反映当我国分析化学的发展现状。因此，根据广大读者的要求，我们组织了这套《分析化学手册》的修订工作。

在第一版原有6个分册的基础上，这次经扩充和修订为以下10个分册：

第一分册 基础知识与安全知识

第二分册 化学分析

第三分册 光谱分析

第四分册 电分析化学

第五分册 气相色谱分析

第六分册 液相色谱分析

第七分册 核磁共振波谱分析

第八分册 热分析

第九分册 质谱分析

第十分册 化学计量学

其中第一分册为基础内容，收集了分析工作中常用的基础数据，分析实验室的安全知识及分析数据的常规处理、计算机应用的基础知识。第十分册所涉及的

化学计量学是近些年来发展非常迅速的化学学科的一个分支，与分析化学有着特殊密切的关系，它应用数学和统计学的方法，并引入计算机科学的发展成果，其研究对象几乎涉及分析化学的所有过程，对于设计或选择最优的分析方法，解析大量的化学分析数据以最大限度地获取化学信息等具有普遍的指导意义，因此修订时增加这一部分内容。其他各分册均是按分析方法及所采用的主要仪器类型来划分，大体包括两方面的内容：基础原理、基础数据部分和实际应用部分。

本次修订，在内容上我们着重收录了基础性的理论和发展较为成熟的方法及应用，注意推陈出新，更新有关数据，增补各自领域近些年的新发展新成果，特别是计算机应用、多种分析手段联用技术的发展，以及分析技术应用于生命科学等的內容。

在编排方式上，进一步突出了手册的可查性。各册均编排主题词索引，与目录相互补充。手册中所涉及的名词术语统一采用国家自然科学名词审定委员会发布的标准，计量单位参照国家标准《GB 3100~3102—93·量和单位》的有关规定贯彻执行。其他凡有国家标准的也一律采用相关最新标准。

第二版的重编修订工作得到了我国分析化学界的大力支持，包括11位中国科学院院士在内的近30位知名专家、学者应邀担任了手册修订的编委会成员，全套书的修订出版凝聚着他们大量的心血和期望，在此谨向他们，以及在编写过程中曾给予我们热情支持与帮助的有关院校、科研单位及厂矿企业的专家和同行们，致以衷心的感谢。同时我们也真诚地期待着广大读者的热情关注和批评指正。

《分析化学手册》编委会

1996年6月

本分册修订说明

本书第二版的宗旨和结构基本与第一版相同。第一版出版至今已有16年，在这16年中，科学技术和生产技术有了巨大的进展。因此，有必要进行修订和充实。修订后的本分册内容分基础知识、安全知识和实验准备工作三部分。

新版本，从原来的二篇八章扩增至五篇二十章。书中：采用最新的国际原子量表，名称也改为国际相对原子质量表；对国际单位制（SI）做了系统的介绍，同时本书内容也按SI单位制进行了修改，其中有少数表格为保持原有数据的特性未做修订，但列出换算公式，读者可以方便地进行换算；很多表格虽然保持原有名称，由于新增内容使原来表格焕然一新。如列出了2000多种有机酸碱的离解常数，并把氨基酸的离解常数单独列出；温度计的校正中采用1990年国际温标（ITS-90）；原第二分册的“准备工作及试剂”修订后，新增各类分析试样的采集、保存与制备，作为本书的第二篇；“数据处理及分析中的误差”原来只是一节，现增加至六章，其中一章是微机处理分析测试数据的BASIC程序；新增加有关实验室标准化管理的基础知识一篇。此外各篇章中都列出数据表格的出处及有关参考文献。

本分册由杭州大学化学系分析化学教研室编，参加第一版编写工作的有周志瑞、吕荣山、朱有喻、王国顺、傅克庭、施清照等，本次修订工作分别由郭伟强（第一、五、十三、十四章）、吴东亮（第二章、第七章的第一至五节、第九章、第十章）、傅克庭（第三章、第四章的第一节、第六章、第七章的第一节）、王国顺（第四章的第三节、第八章、第十五至二十章）、施清照（第四章的第二节）承担。全部书稿由王国顺通阅及整序。中国科学院院士、长春应用化学研究所汪尔康教授审阅了全部书稿。清华大学邓勃教授审阅并修改了第五篇书稿。

本分册自初版面世以来得到了广大读者的热情关注，10多年来我们收到很多来自全国各地厂矿、科研单位及大专院校中分析化学工作者的电函及信件。这其中有宝贵的意见和要求，有热情的支持和鼓励。为了使新版本的内容更适应各方面读者的需要，我们曾于1994年10月在南京召开第五届分析化学年会期间广泛听取专家们的意见，并召开了座谈会。在本分册的修订过程中还得到了我国分析化学界著名专家：高鸿教授、高小霞教授、王夔教授、周同惠教授、汪尔康教授、俞汝勤教授、邓勃教授、王敬尊教授、邓家祺教授、陈洪渊教授等多位专家的指导与帮助。在此一并致以衷心地感谢。

在本次修订中，我们认真地考虑了各方面的意见和要求，竭尽所能，力求新版本以新的面貌回报读者，但由于知识面及水平有限，书中存在这样那样的缺点与不足乃至错误在所难免。我们诚恳地期望、热忱地期待着分析化学界的专家及广大读者的批评指正。

编者

1996年3月于杭州

目 录

第一篇 基础知识

第一章 分析化学中常用数据及表解	1
第一节 国际单位制 (SI) 及其相关单位间的换算	1
一、国际单位制	1
二、常用单位的换算	4
第二节 分析工作中常用的符号及缩写字	9
第三节 化学元素的基本参数	14
第四节 离子的基本参数	28
一、离子半径	28
二、各种离子的活度系数	30
第五节 溶液的基本参数	35
一、化合物在溶剂中的溶解度	35
二、常用溶剂的基本特性	53
三、常用酸、碱、盐溶液的浓度和密度	90
第六节 生成常数和离解常数	99
一、难溶化合物的溶度积	99
二、水的离子积常数	105
三、酸和碱的离解常数	105
第七节 金属离子配位络合物的基本参数	153
一、金属络合物形成常数	153
二、配位体的基本参数	173
三、金属离子和配位体的络合效应系数	175
主要参考文献	185
第二章 分析化学基础知识	186
第一节 分析用纯水的制备及检定	186
一、分析用纯水的制备	186
二、水质的检定	189
第二节 器皿的洗涤	190
一、分析器皿的洗涤	190
二、常用洗涤液	190
第三节 化验室常用器皿和用具	191
一、常用玻璃器皿和一般用具	191
二、玻璃滤器	201
第四节 滤纸、滤膜的规格及滤纸浆、石棉浆的制备	207
一、滤纸	207
二、滤膜	208
三、滤纸浆的制备	208

四、石棉浆的制备	208
第五节 玛瑙研钵和坩埚	209
第六节 常用干燥剂	212
第七节 常用致冷剂	214
一、实验室用致冷剂	214
二、使用液态气体做致冷剂的注意事项	216
第八节 常用加热浴物质	216
一、常用浴的加热温度	216
二、用于液体浴的介质	217
第九节 无机试剂和有机试剂的提纯及制备方法	218
一、无机试剂的提纯与制备	218
二、有机试剂的提纯与制备	227
第十节 气体的获得与纯化	241
一、制备气体的实验装置	241
二、常用气体的制备与纯化	242
第十一节 贵重试剂(汞、银、铂、铀)及某些有机溶剂的回收与净化	248
一、贵重试剂(汞、银、铂、铀)的回收与净化	248
二、有机溶剂的回收	252
第十二节 化合物重要物理化学常数的测定方法	254
一、熔点的测定	254
二、沸程的测定	255
三、沸点的测定	261
四、密度的测定(比重瓶法)	262
五、密度的测定(韦氏天平法)	263
六、凝固点的测定	264
七、结晶点的测定	265
八、色度的测定	266
九、粘度的测定	266
十、比旋光度的测定	273
十一、折光率的测定	274
十二、软化点的测定	275
十三、闪点与燃点的测定	277
十四、玻璃化温度的测定	281
十五、辛烷值的测定(马达法)	284
主要参考文献	303

第二篇 准备工作及试剂

第三章 试剂和溶液	304
第一节 一般问题	304
一、化学试剂分类	304
二、化学试剂规格	304
三、溶液浓度表示方法	305
第二节 普通酸、碱及盐类溶液的配制	305
一、酸溶液的配制	305

二、碱溶液的配制	306
三、盐溶液的配制	306
第三节 元素和离子的标准溶液	308
一、元素和离子的标准溶液的配制	308
二、测定化学试剂杂质用标准溶液	311
第四节 滴定分析用标准物质和标准溶液	319
一、滴定分析用标准物质	319
二、滴定分析用标准溶液	320
第五节 缓冲溶液	335
主要参考文献	349
第四章 普通分析仪器的校正	350
第一节 天平及砝码	350
一、天平的类型和准确度级别	350
二、天平的计量性能	350
三、天平计量性能的检查	352
四、砝码的分类与性能	353
五、砝码的检定	356
六、砝码的使用与维护	356
第二节 容量器皿的校正	357
一、容量器皿的校准	357
二、玻璃量器的最大允许公差	364
第三节 温度计的校正	364
一、1990 年国际温标 (ITS-90)	364
二、实验室玻璃温度计的校正	367
第五章 各类分析试样的采集、保存与制备	371
第一节 水样的采集与保存	371
一、取样注意事项	371
二、各类水样采集的一般方法	371
三、采样和分析的间隔时间	374
四、分析项目的确定	376
第二节 食物样品的采集与制备	377
一、采样方法	377
二、食品的采样量及注意事项	377
三、样品的保存	377
四、样品的制备	378
五、食品样品的前处理	378
第三节 土壤样品的采集与制备	380
一、土壤样品的采集	380
二、土壤样品的制备	381
第四节 植物样品的采集与制备	381
一、采样的一般原则	381
二、样品采集量	381
三、样品的采集方法	381
四、植物样品的制备	382

五、含水量的测定	382
第五节 大气样品的采集	383
一、直接采样法	383
二、富集采样法	383
三、无动力采样	386
四、采样效率的评价方法	386
主要参考文献	387
第六章 分析样品的准备与处理	388
第一节 分析样品的准备	388
第二节 试样的分解	391
一、溶剂或熔剂的性质	391
二、溶解法分解试样	391
三、熔融法分解试样	392
四、增压溶样法	393
五、有机试样分解方法	395
六、试样的蒸馏处理	397
七、金属在酸、碱中的溶解性质	397
八、无机试样分解方法	398
主要参考文献	413

第三篇 安全知识

第七章 分析实验室一般安全操作守则	414
第一节 一般安全操作	414
一、防止中毒	414
二、防止燃烧和爆炸	414
三、防止腐蚀、化学灼烧、烫伤、割伤	415
四、其他方面	416
第二节 使用煤气设备的安全守则	416
第三节 使用电器设备的安全守则	417
第四节 防火与灭火	417
第五节 现场采样安全注意事项	418
第六节 化学危险品安全知识	419
一、化学危险品安全知识一览表	419
二、化学物质环境标准	462
三、化学致癌物质	463
主要参考文献	467
第八章 安全分析	468
第一节 动火分析	469
一、燃烧法测定可燃性气体总量	469
二、爆炸法试验气体爆炸燃烧情况	469
三、几种可燃可爆气体的动火分析方法	469
第二节 有毒气体分析	472
一、有毒气体和有害物质的测定方法	472

二、几种常见有害气体的快速检气管	472
三、气相色谱法测定气样中的有毒气体物质	484
第九章 强氧化剂、爆炸性物质的处理与防爆	486
第一节 一般概念	486
第二节 遇强氧化剂可能引起燃烧或爆炸的危险物质及其他危险物质	489
一、能引起燃烧的物质	489
二、能形成爆炸混合物的物质	489
三、其他危险性混合物或物质	490
第三节 醚中过氧化物的爆炸与控制	490
一、乙醚的爆炸	490
二、乙醚及其他醚中过氧化物的检查与测定	492
三、乙醚及其他醚中过氧化物的阻化与抑制	492
四、乙醚及其他醚中过氧化物的除去	492
第四节 三氯化氮爆炸的预防及三氯化氮的测定	493
一、氯液排污中三氯化氮的测定	494
二、原料氯中三氯化氮的测定	494
三、液氯中三氯化氮的测定	495
四、盐水（或自来水）含铵量的测定	495
第五节 高氯酸和高氯酸盐的处理	496
一、高氯酸的性质	496
二、对分析实验室中蒸发高氯酸用的通风橱和管道的要求	497
三、高氯酸的安全处理简则	498
四、高氯酸盐对热和震动的敏感性	498
第六节 实验室内发生爆炸的原因、爆炸情况与防爆措施	499
一、爆炸原因和爆炸情况	499
二、防爆措施	500
主要参考文献	501
第十章 气瓶（钢瓶）及高压气体的使用	502
第一节 气瓶的结构与减压器	502
一、气瓶的结构	502
二、减压器的结构和作用原理	502
三、在装卸和使用减压器时的注意事项	503
四、减压器的故障及一般修理	504
第二节 高压气瓶使用规程	504
第三节 高压气体钢瓶的漆色及标志	505
第四节 气体钢瓶的搬运、存放和充装	508
第五节 几种压缩可燃气和助燃气的特殊性质和安全处理	508
一、乙炔	508
二、氢气	509
三、氧气	509
四、氧化亚氮	510
主要参考文献	510
第十一章 防毒和防放射性措施	511
第一节 防毒措施	511

一、毒物与中毒的一般概念	511
二、毒物侵入人体的途径和被吸收的情况	511
三、预防原则	512
四、防毒口罩与防毒面具	513
五、汞中毒的预防	515
第二节 防放射性措施	517
一、有关名词的解释、特有的单位系统和换算	517
二、射线对人体的影响及其防护	520
三、对放射性污染的处理	523
四、对开放型放射性实验室的主要防护要求	528
主要参考文献	529
第十二章 不幸事故的急救与处理	530
第一节 烧伤的急救	530
一、一般处置	530
二、化学灼伤的急救	530
三、眼睛灼伤的处理	531
第二节 创伤与中毒的急救	531
一、创伤的急救	531
二、中毒的急救	531
主要参考文献	541

第四篇 实验室标准化管理

第十三章 计量检测与质量检验	542
第一节 计量、测量、测试和质量检验	542
第二节 计量器具及其检定	542
一、计量器具	542
二、计量器具的强制检定	543
三、计量器具的非强制检定	545
四、计量器具的校验	546
五、对计量器具检定的法规要求	547
第三节 标准物质	549
主要参考文献	550
第十四章 实验室的规范化管理	551
第一节 实验室组织系统	551
第二节 实验室各岗位责任制度	553
第三节 实验室计量检测仪器、设备的质量监控	555
第四节 实验室分析人员的素质	556
第五节 实验室检测工作质量监控	557
第六节 分析数据记录和检测报告的规范要求	562
第七节 实验室日常工作制度	563
第八节 实验室环境要求	567
主要参考文献	567

第五篇 分析测试数据的统计处理

第十五章 数理统计基础	568
第一节 基础知识	568
一、总体和样本	568
二、真值	568
三、均值	568
四、中位数 (M)	569
五、精密度和准确度	569
六、方差及标准偏差	569
七、标准偏差的计算方法	570
第二节 正态分布	572
一、正态分布的概率密度函数	572
二、随机误差的分布	573
三、标准正态分布	574
四、对数正态分布	575
第三节 t 分布	575
第四节 χ^2 分布	578
一、 χ^2 分布概率密度函数	578
二、估计总体方差 σ^2 的置信区间	579
第五节 F 分布	580
第十六章 分析测试数据的统计检验	586
第一节 测试数据分布类型的检验	586
一、直方图	586
二、正态概率图示检验法	586
三、 χ^2 分布类型检验法	588
四、夏皮罗-威尔克检验法	588
五、偏度-峰度检验法	590
第二节 离群值的检验	591
一、3 倍标准偏差准则	591
二、狄克松检验法	591
三、格鲁布斯检验法	592
四、 t 检验法	593
五、 t_R 极差检验法	593
六、实验室间离群值的检验	594
第三节 均值的检验	595
一、 u 检验法	595
二、 t 检验法	595
第四节 方差的检验	596
一、一个总体方差的检验	596
二、两个总体方差的检验	597
三、多个方差的检验	597
第十七章 方差分析	600

第一节 单因素方差分析	600
第二节 双因素方差分析	601
一、无交互效应时的双因素方差分析	601
二、有交互效应时的双因素方差分析	603
三、双因素系统分组方差分析	604
第三节 多因素方差分析	606
一、三因素交叉分组全面试验的方差分析	606
二、三因素系统分组方差分析	608
第十八章 回归分析法	611
第一节 一元线性回归分析	611
一、回归方程的建立	611
二、回归方程的检验	612
三、回归线的精密度与置信区间	614
四、两条回归线的比较	615
第二节 一元非线性回归分析	617
第三节 多元线性回归分析	619
一、回归方程的建立	619
二、回归方程显著性检验	621
第十九章 试验设计方法	623
第一节 正交试验设计	623
一、正交表	623
二、正交试验设计步骤	629
三、正交试验结果分析	630
四、有交互效应的正交试验设计	631
第二节 单纯形优化法	631
一、基本单纯形调优法原理	631
二、改进单纯形调优法	633
第三节 均匀设计试验法	633
一、均匀设计表	634
二、均匀设计法试验安排	636
三、数据处理、优化试验条件	636
第二十章 测试数据统计处理计算机程序	637
第一节 数据整理	637
一、数据排序	637
二、样本均值、标准偏差和相对标准偏差	638
第二节 常用分布函数和分位数的计算机程序	638
一、正态分布	638
二、 χ^2 分布	640
三、 t 分布	644
四、 F 分布	648
第三节 分析测试数据的统计检验程序	652
一、平均值的检验	652
二、方差检验程序	661
三、分析测试数据分布类型的检验	666

第四节 方差分析	671
一、单因素方差分析	672
二、双因素交叉分组方差分析	675
三、多因素系统分组方差分析	680
第五节 回归分析法	684
一、一元线性回归分析	684
二、多元线性回归分析	689
第六节 正交试验设计及数据处理	694
主要参考文献（第五篇）	706
索引	707
元素周期表	