



普通高等教育“十一·五”精品课程建设教材

分析 FENXIHUAXUE 化学

吕海涛 主编



中国农业大学出版社

普通高等教育“十一五”精品课程建设教材

分析化学

吕海涛 主 编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/吕海涛主编. —北京:中国农业大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-81117-627-8

I. 分… II. 吕… III. 分析化学 IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 181836 号

书 名 分析化学

作 者 吕海涛 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 冯雪梅

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

.e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 20.75 印张 378 千字

印 数 1~3 000

定 价 29.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 吕海涛

副主编 孔祥平 代 辉 赵艳芳 马传利

编 者(以姓氏笔画为序排列)

马传利 于专妮 孔祥平 王进平 王秀霞

王修中 白玉兰 代 辉 吕海涛 任春艳

孙新枝 李 琳 宋祖伟 杨登峰 张 钊

赵艳芳 梁爱琴 惠 妮 蓝 靖 薛长晖

主 审 曲宝涵

前 言

本书是根据 21 世纪农、牧、林院校对本科生分析化学知识和技能的要求以及为适应近几年农、牧、林院校高等教育迅猛的发展态势和办学特点而编写的,它体现了规范、必需、简练的原则,具有先进性和较好的教学适用性。本书可作为农、牧、林院校分析化学课程的教材,也可作为科研、生产部门有关科技人员的参考用书。

全书共分为 13 章,介绍了定量分析误差及分析数据的统计处理、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法、吸光光度分析法、电位分析法、定量分析的分离方法、现代仪器分析方法等内容。该书反映了分析化学的基本教学规律和最新研究成果,体现了农牧林高校的特点。

本教材在编写过程中,查阅了大量的相关资料,吸取了近年来国内外出版的同类教材的优点。注重对基本概念的讲解,理论知识以实际够用和必需为度,简明实用,编排上纲目清晰、条理分明。注重知识间的相互联系,在理论讲解中提出一些与前面所学知识相关的问题,同时每章配适量的思考题和习题,有针对性,有利于理解和消化本章内容。大多数章节都设有与本章相关的阅读材料,可以提高读者的学习效率和乐趣。在内容上增加了新的信息,增加了目前常用的现代仪器分析技术,扩大了学生的知识面。在能力培养上,坚持“能力本位”及“素质、知识、能力三统一”的原则,注重务实。

本书由吕海涛教授主编,孔祥平、代辉、赵艳芳、马传利副主编。参加编写的有吕海涛、孔祥平、代辉、赵艳芳、马传利、宋祖伟、王修中、任春艳、惠妮、于专妮、薛长晖、孙新枝、杨登峰、王秀霞、蓝靖、白玉兰、李琳、梁爱琴、张钊、王进平等。

全书由主编提出编写大纲和要求,并对书稿通读、修改,最后定稿,由青岛农业大学曲宝涵教授主审。

由于编写时间仓促以及编者水平有限,难免存在错误和不当之处,恳请读者在使用本教材的过程中将改进意见及时反馈给我们,以便在下次修订时完善。

编 者

2008 年 9 月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 分析化学的任务和作用	1
1.2 分析方法的分类	1
1.3 分析化学的发展趋势	5
第 2 章 误差与分析数据的统计处理	8
2.1 定量分析的误差	8
2.2 有效数字及运算法则	14
2.3 有限数据的统计处理	18
2.4 可疑值的取舍	25
2.5 显著性检验	27
2.6 提高测定准确度的方法	30
阅读材料 生物统计学在畜禽、水产研究中的作用	33
思考题与习题	34
第 3 章 滴定分析法	37
3.1 滴定分析法概述	37
3.2 滴定分析的标准溶液	40
3.3 滴定分析计算	43
3.4 化学试剂的一般知识	48
阅读材料 化学试剂的分类	51
思考题与习题	53
第 4 章 酸碱滴定法	54
4.1 酸碱滴定法概述	54
4.2 酸度对弱酸(碱)各种型体分布的影响	54
4.3 质子条件及溶液 pH 的计算	59
4.4 酸碱指示剂	68



4.5 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	73
4.6 酸碱滴定的应用	87
阅读材料 酸碱指示剂的发现者波义耳	91
思考题与习题	91
第5章 配位滴定法	94
5.1 配位滴定法概述	94
5.2 影响金属 EDTA 配合物稳定性的主要因素	98
5.3 配位滴定法的基本原理	105
5.4 金属离子指示剂	112
5.5 提高配位滴定选择性的方法	117
5.6 配位滴定分析法的应用	121
阅读材料 许伐辰巴赫与配位滴定	126
思考题与习题	127
第6章 氧化还原滴定法	129
6.1 条件电极电势	129
6.2 氧化还原反应进行的方向、程度和速度	131
6.3 氧化还原滴定原理	135
6.4 常用的氧化还原滴定法及应用	142
6.5 氧化还原滴定的预处理	155
阅读材料 氧化还原滴定法的产生	157
思考题与习题	157
第7章 重量分析法	160
7.1 重量分析法概述	160
7.2 沉淀的溶解度及其影响因素	162
7.3 沉淀的类型和形成过程	166
7.4 影响沉淀纯度的主要因素	168
7.5 沉淀条件的选择	171
7.6 重量分析法的计算和应用示例	175
7.7 挥发重量法	178
阅读材料 间接重量法测定花生壳中菲丁含量	179
思考题与习题	180
第8章 沉淀滴定法	182
8.1 沉淀滴定法概述	182



8.2 沉淀滴定曲线	183
8.3 银量法	185
8.4 沉淀滴定法的应用	191
阅读材料 盖吕萨克的银量法(Gay-Lussac 法)	193
思考题与习题	193
第9章 电位分析法	196
9.1 电位分析法概述	196
9.2 电位分析法的基本原理	197
9.3 直接电位法	200
9.4 电位滴定法	204
9.5 离子选择性电极	207
阅读材料 离子选择性电极在生命科学中的应用	212
思考题与习题	213
第10章 吸光光度分析法	215
10.1 吸光光度分析法概述	215
10.2 吸光光度分析的基本原理	216
10.3 显色反应及其条件的选择	221
10.4 吸光分析方法及其仪器	224
10.5 测量误差及测量条件的选择	227
10.6 吸光光度分析法的应用	232
阅读材料 紫外/可见分光光度法在食品分析中的应用进展	236
思考题与习题	238
第11章 定量分析的分离方法	240
11.1 概述	240
11.2 沉淀分离法	241
11.3 萃取分离法	244
11.4 离子交换分离法	248
11.5 色谱分离法	254
思考题与习题	255
第12章 现代仪器分析方法简介	257
12.1 色谱分析法	257
12.2 原子吸收光谱法	270
12.3 原子发射光谱法	275



12.4 分子发光分析法	278
阅读材料 农药残留的现代仪器分析方法	283
思考题与习题	284
第13章 定量分析的一般步骤	286
13.1 试样的采集和制备	286
13.2 试样的分解	290
13.3 干扰组分的分离与测定方法的选择	296
阅读材料 植物样品的采集与制备	298
思考题与习题	299
附录	300
表1 元素的相对原子质量	300
表2 常见化合物的相对分子质量	301
表3 弱酸在水中的电离常数(25℃)	303
表4 弱碱在水中的电离常数(25℃)	305
表5 常用标准缓冲溶液的 pH(0~95℃)	306
表6 配位滴定有关常数	306
表7 一些金属离子的 $\lg\alpha_{M(OH)}$ 值	308
表8 氨羧配合剂类配合物的形成常数(18~25℃)	309
表9 微溶化合物的溶度积(25℃)	310
表10 标准电极电势(25℃)	313
表11 一些氧化还原电对的条件电极电势 $\varphi^{\ominus'}$	318
参考文献	320



第 1 章

绪 论

1.1 分析化学的任务和作用

分析化学是研究物质化学组成和结构信息的分析方法及相关理论的科学。分析化学是化学的重要分支。它的主要任务是确定物质的化学组成、测定物质中各组分的相对含量以及表征物质的化学结构,分别隶属于定性分析、定量分析和结构分析的研究范畴。由此可见,分析化学是一门人们赖以获得物质组成和结构信息的科学,而这些信息对于生命科学、材料科学、环境科学和能源科学都是必不可少的。因此,分析化学被称为科学技术的眼睛,是进行科学研究的基础。

人类赖以生存的环境(大气、水质和土壤)需要监测;对三废(废气、废液、废渣)需要治理;工业生产中工艺条件的选择、生产过程的质量控制是保证产品质量的关键;在农业上土壤的普查、农作物营养诊断、配方施肥、优良品种的选育、农副产品的质量检验和深加工、化肥与农药的检验及残留量检测、水质分析、动物营养及饲料添加剂的分析等;对食品的营养价值、农药残留和污染状况的了解,是攸关人们生活和生存的大事;在人类与疾病的斗争中,临床诊断、病理研究、药物筛选,以至进一步研究基因缺陷;登陆月球后的岩样分析,火星、土星的临近探测;所有这些人类活动的每一步都离不开分析化学。

据统计,在已经颁布的所有诺贝尔物理、化学奖中,有 1/4 的项目与分析化学直接有关。20 世纪 90 年代以来,世界上的科技强国纷纷把人类基因组研究列为国家重大研究项目,这将对人类的生命和生存产生重要而深远的影响,其中作为基础研究的大规模脱氧核糖核酸(DNA)测序、定位工作,取得很大进展,并于 2000 年提前完成“人类基因组工作草图”的绘制,这在很大程度上得益于分析化学中阵列毛细管电泳技术的突破。总之,在化学学科本身的发展上,以及相当广泛的学科门类的研究领域,分析化学都起着显著的作用。

1.2 分析方法的分类

根据分析任务、分析对象、测定原理、试样用量、操作方法和具体要求的不同,



分析方法可分为以下几种。

1.2.1 定性分析、定量分析和结构分析

定性分析是鉴定物质由哪些元素、原子团、官能团或化合物所组成的,给出分析对象的化学成分。定量分析是测定分析样品中各组分的含量。结构分析是研究物质的分子结构或晶体结构,通过测定物质分子中原子的空间排布和连接方式或晶体结构参数,揭示物质的内在结构与其物理、化学性质的本质联系。

在试样的成分已知时,可以直接进行定量分析。否则,需先进行定性分析,弄清试样是什么,而后进行定量分析。对于新发现的化合物,需首先进行结构分析,以确定分子结构。对于复杂体系则需先分离,而后进行定性分析及定量分析。

1.2.2 无机分析和有机分析

无机分析的对象是无机物,有机分析的对象是有机物。

在无机分析中,组成无机物的元素种类较多,通常要求鉴定物质的组成和测定各成分的百分含量。这些内容分别属于无机定性分析和无机定量分析。在有机分析中,组成有机物的元素种类不多(主要为碳、氢、氧、氮、硫等),但结构却相当复杂,分析的重点是官能团分析和结构分析。

1.2.3 化学分析和仪器分析

1. 化学分析

化学分析是以物质发生的化学反应为基础的分析方法。根据反应的类型和操作方法的不同,化学分析又分为滴定分析法和重量分析法。

(1)滴定分析法:根据被测定物质与标准溶液发生化学反应的计量关系和滴定所消耗已知准确浓度的标准溶液的体积求得被测组分含量的方法,也称为容量分析法。依据不同的反应类型,滴定分析法又可分为酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法和沉淀滴定法等。滴定分析法的特点是操作简便,准确度较高,所用仪器设备简单,广泛应用于生产和科学研究之中。

(2)重量分析法:通过化学反应及一系列操作步骤使试样中待测组分转化为另一种纯净且组成固定的沉淀,借助分析天平称量并计算出该组分含量的分析方法叫重量分析法。重量分析法的准确度可达到0.1%~0.2%,但操作繁杂,分析速度较慢。

化学分析历史悠久,常用于测定含量大于1%的高含量和中等含量的组分,是分析化学的基础,又称为经典分析。这是本课程的主要学习内容,以后各章将分别



详细讲述。

2. 仪器分析

仪器分析是以物质的物理或物理化学性质为基础,使用特殊的仪器进行分析测定的方法。仪器分析主要包括光学分析法、电化学分析法和色谱分析法等。

(1)光学分析法:光学分析法是利用物质的光学性质进行测定的方法。通常包括:

①吸光光度法:根据物质对光的选择性吸收而进行测定的分析方法。如紫外-可见分光光度法、红外光谱法等。

②发射光谱法:根据物质受到势能或电能激发后所发射的特征光谱来进行定性和定量分析的方法。如原子发射光谱法等。

③原子吸收光谱法:根据被测物质产生的原子蒸气对其特征谱线的吸收作用来进行分析的方法。

④荧光分析法:根据在辐射照射下某些物质产生荧光的强度大小来测定待测物质含量的分析方法。

此外,还有激光拉曼光谱法、光声光谱法、化学发光分析法等。

(2)电化学分析法:利用物质的电学或电化学性质来测定物质组分含量的方法,称为电化学分析法。通常包括:

①电重量分析法:通过电解,称量待测组分在已知质量的电极上以游离态或氧化物状态析出的量而求算含量的方法。

②电容量分析法:根据被测组分与标准滴定剂发生的化学反应而导致溶液的电导、电流、电位发生变化而建立的分析方法。如电导滴定法、电流滴定法和电位滴定法。

③电位分析法:通过测定无电流情况下两电极间的电位差而确定被测物含量的分析方法。随着离子选择性电极的研制成功,该法迅速发展,应用前景广阔。

④极谱分析法:在极谱仪上通过对试液电解得到的电流—电压曲线而确定待测组分及含量的分析方法。

(3)色谱分析法:利用物质物理化学性质(吸附、分配等)的差异而进行分离测定的方法。如薄层分析法、气相色谱法、高效液相色谱法和毛细管电泳分析法等。

近年来,随着科学技术的快速发展,仪器分析的新方法、新技术层出不穷,发展日新月异。如质谱法、核磁共振波谱法、电子和离子探针微区分析法、色谱-库仑联用分析法、色谱-质谱-计算机联用分析法等。



仪器分析的特点是简单、灵敏、快速、准确及自动化程度高,特别适用于微量和痕量组分的测定。但仪器价格昂贵,操作及维修费用较高,维护及检修比较困难,且在使用时环境条件(如恒温、恒湿、防震等)要求苛刻。另外,在仪器测定前,被测样品一般需要预处理(如溶解、富集、分离等),在对未知物测试时,常用已知的标准溶液作比较,而标准溶液又需化学分析法确定。因此,化学分析法和仪器分析法密切相关,互为补充,前者是后者的基础。本书重点介绍化学分析法,并简单介绍几种常用的现代仪器分析方法。

1.2.4 常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

根据分析试样的用量及操作规模不同,可分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析,如表 1-1 所示。

表 1-1 各种分析方法的试样用量

方法	试样用量/g	试液体积/mL
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	$0.01\sim0.1$	$1\sim10$
微量分析	$0.0001\sim0.01$	$0.01\sim1$
超微量分析	<0.0001	<0.01

一般情况下,无机定性分析采用半微量分析,定量分析多采用常量分析,仪器分析多采用微量分析和超微量分析。

根据试样中被测组分的相对含量,可粗略地分为常量组分($>1\%$)、微量组分($0.01\%\sim1\%$)及痕量组分($<0.01\%$)。这些组分的分析又分别称为常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析。需要说明的是,这种分类方法完全是人为划分的,随着科技水平的提高及测试手段的现代化而对微量和痕量组分的概念不断更新。当前,人们普遍认为组分的含量在 $10^{-7}\%\sim1\%$ 之间的分析为微量组分分析,而含量小于 $10^{-7}\%$ 的分析为痕量组分分析。

这种分类法与按取样量分类法的角度不同,两种概念不要混淆。采用哪种取样量的分析方法,应考虑组分的含量,但两者并不存在直接对应关系。例如,常量组分分析可用常量分析方法,也可用半微量或微量分析方法,主要取决于取样量;痕量组分的分析不一定是微量分析,为了测定痕量组分,有时取样千克以上。

1.2.5 常规分析和仲裁分析

根据分析目的的不同又可划分为常规分析和仲裁分析。常规分析是指一般化验室进行的日常生产分析,又叫例行分析。仲裁分析又称为裁判分析,往往是指不



同单位对某一产品的分析结果产生争议时,要求权威部门采用公认标准的方法进行准确的分析,以判断原分析结果是否准确。

1.3 分析化学的发展趋势

1.3.1 分析化学的发展简史

分析化学有着悠久的历史,在科学史上,分析化学曾经是研究化学的开路先锋,它对元素的发现、原子量的测定、定比定律、倍比定律等化学基本定律的确立,矿产资源的勘察利用等,都曾做出重要贡献。但是,直至19世纪末,人们还认为分析化学尚无独立的理论体系,只能算是“分析技术”,不算是一门科学。

进入20世纪后,分析化学学科的发展经历了三次巨大的变革。第一次变革在20世纪初,由于物理化学中溶液理论的发展,为分析化学提供了理论基础,建立了溶液中四大平衡理论(酸碱、配位、沉淀、氧化还原平衡),使分析化学由一门技术发展为一门科学。第二次变革发生在第二次世界大战前后,物理学和电子学的发展促进了各种仪器分析方法的发展,改变了经典分析化学以化学分析为主的局面。

自20世纪70年代以来,以计算机应用为主要标志的信息时代的到来,促进了分析化学进入第三次变革时期。由于生命科学、环境科学、新材料科学发展的需要,基础理论及测试手段的完善,现代分析化学完全可能为各种物质提供组成、含量、结构、分布等全面的信息,使得微区分析、薄层分析、无损分析、瞬时追踪、在线检测及过程控制等过去的难题都迎刃而解。分析化学广泛吸取了当代科学技术的最新成就,成为当代最富活力的学科之一。

1.3.2 分析化学的发展趋势

1. 分析化学应用领域的发展趋势

随着科学技术的快速发展,人们对健康、环境和社会安全的日益关心,分析化学面临问题的数量不断增加,并且越来越复杂。分析化学应用领域的发展趋势主要表现在以下几个方面。

(1) 分析化学的主要应用领域明显向生命科学和生物医药领域转移。这个领域的许多学者认为21世纪是生物科学的世纪,生物科学的发展绝对离不开分析化学的帮助,人类基因组计划的提前完成就是一个最突出的例子。在这方面,人们关心的已不单单是一般影响人类健康长寿的有害有毒物质的测定或直接的病理或生理变化,而是深入到细胞内部,在分子水平开展生命过程的研究,所用的方法已不



再仅仅依靠取样分析,而更多的是通过分析化学进行在线的、非侵入式的检测。

(2)环境分析仍然是分析化学的一个重要领域。尽管国际上分析化学对环境问题的关注越来越向个人的工作环境转移。但是就我国的国情来说,分析化学对大气污染、水环境、土壤环境等大环境的关注仍不能有丝毫放松。同样,当前我国社会生活中蔬菜、水果和牛奶中的农药残留,肉类、鱼类等食品中的有害物质,建筑物和装潢材料中的甲醛等仍是污染公共环境和工业环境的严重问题。因此,对于个人生活和工作环境的分析方法研究也是一个重要课题。

(3)分析化学已成为与各种犯罪活动作斗争的重要工具。随着国际恐怖活动的加剧,国际毒品走私、吸毒和其他犯罪活动成为许多国家的主要安全问题。因此,与各种犯罪活动作斗争的分析技术的研究也就成了分析化学的一个重要领域。

2. 分析技术的发展趋势

随着分析化学向应用领域的转移,各种新的分析方法、分析技术及其研究领域也发生了相应的变化。除了传统的分析方法与技术继续快速发展之外,新的分析技术和方法正显示出不可替代的作用。

(1)纳米技术。纳米材料具有许多独特的电子光学和传输性质,近年来,纳米晶体(量子点)在分析化学中的应用得到越来越广泛的重视。量子点易于与一些生物活性物质结合,而又不影响后者的生物活性,特别适宜于生物反应动力学的研究。利用其激光诱导荧光的极高灵敏度,可观测细胞内单分子的行为。同样,利用纳米粒子对拉曼光谱的极大增强作用,可对溶液中的单分子进行观测。此外,纳米粒子在表面等离子共振(SPR)、液相色谱高灵敏度检测方面也有成功的应用。

(2)分子技术。例如,分子印迹技术已用于制作各种芯片,用于药物筛选和研究分子间相互作用。金属离子印迹聚合物可用于金属离子的高选择性分离。光敏的笼状分子可用于按需要在选定的时刻添加所需的痕量试剂,乃至通过选用不同波长的光线以添加不同的试剂等。

(3)芯片技术。各种芯片器件的发展为实验装置的微型化创造了条件。各种DNA芯片、蛋白质组芯片大大改变了临床化学分析的面貌。

(4)传感器技术。各种化学传感器的出现大大地推动了各种仿生器件的发展,以各种化学传感器阵列为基础的电子鼻已日趋成熟。以电化学方法和化学计量学为基础的电子舌也有报道,可用于品尝各种酒类、果汁、牛奶和咖啡等。

(5)成像技术。为了解决生命科学的有关问题,需要进行综合形态分析,要求实现人体的医学化学成像,能够看到人体各部分的化学成分的形象,如人脑的化学成像、癌的化学成像等。

(6)化学发光和电生物活性发光技术。今天各种荧光技术已经在分子生物学



研究中得到广泛的应用。为了得到更高的检测灵敏度,化学发光技术日益受到重视。化学发光离子效率高,背景噪声小。不仅检测灵敏度高,而且装置简单,在发展芯片实验室上具有很大的应用潜力。

3. 分析仪器的发展趋势

化学分析方法和实验室仪器变化的如此之快,甚至很难预测几年之后的变化。随着分析领域的拓宽和上述各种新分析技术的出现,分析仪器近年来也出现了一系列新的趋势。

(1)微型化、全分析和芯片实验室的发展。如质谱仪的微型化,目前已有芯片上的离子阱,飞行距离只有4 cm的飞行时间质谱仪和只有鞋盒大小的四级质谱仪问世,可用于战场上化学和生物武器的检测或空间站空气质量的监控;还有用于核酸分析的芯片实验室,全部样品制备、分离、检测都在一个芯片上进行。用于单细胞分析的芯片实验室也已有报道。未来的发展也许会像个人电脑一样,出现“个人分析仪器”,并导致分析信息“民主化”趋势。

(2)能够进行在线、实时和原位分析的仪器。如近红外光谱辐射穿透深度大而背景干扰小,样品可不必制备,是一种无试剂、非破坏、非侵入式的快速分析方法。由于二极管激光器、阵列检测器、声光可调滤光片和液晶可调滤光片等技术的配合,仪器已实现完全无可动部件,适宜于作现场实时或在线检测,如病人血糖和药品质量的检测与监控。

(3)多种分析技术联用的分析仪器方兴未艾。各种进行分离分析的色谱技术与进行结构分析的波谱技术的联用已流行多年。液相色谱与质谱和核磁共振波谱的三联用就是其中最突出的例子。当前联用技术有向其他分析仪器扩展的趋势,如CD光谱与各种其他分析方法的联用,表面等离子共振与质谱的联用等。这些联用技术的发展不仅大大扩展了仪器的功能和应用领域,提高了分析的速度和效率,而且能够提供许多以往无法得到的信息。

(4)计算机技术、网络和信息技术的运用。计算机和信息技术的广泛应用可使仪器高度智能化,而互联网的利用可使分析仪器的远程诊断和维修成为可能。互联网与光谱学的结合则正在形成一种新的光谱学研究模式。

综上所述,现代分析化学已经突破了纯化学领域,它将化学与数学、物理学、计算机学及生物学紧密地结合起来,发展成为一门多科性的综合科学。著名分析化学家 Kowalski 认为“分析化学已由单纯提供数据,上升到从分析数据中获取有用的信息和知识,成为生产和科研中实际问题的解决者”。



误差与分析数据的统计处理

在科学测量与生产实践的过程中,为了获取被研究对象的定量信息,必须进行测量。而为了准确地测量某个参数的大小,首先要选用合适的仪器设备,并借助一定的测量方法,以获取必要的测量数据;其次是对这些测量数据进行误差分析与数据处理。但人们往往重视前者而忽视后者。

事实证明,在测量过程中,即使采用最可靠的分析方法、使用最精密的仪器、由技术最熟练的分析人员测定也不可能得到绝对准确的结果。由同一个人,在同样条件下对同一个试样进行多次测定,所得结果也不可能完全一致,分析结果在一定范围内波动。这说明,在分析测定过程中,误差是客观存在的。

因此,要了解分析过程中误差产生的原因及出现的规律,以便采取相应措施减小误差,并进行科学的归纳、取舍、处理,使测定结果尽量接近客观真实值。

2.1 定量分析的误差

2.1.1 误差的分类

根据误差的性质和产生的原因,可分为系统误差和偶然误差两类。

1. 系统误差

系统误差是指测定过程中某些经常性的、重复出现的原因所造成的误差。根据系统误差产生的具体原因,又可把系统误差分为以下几种。

(1)方法误差:由于使用的测量方法本身不完善、理论依据不严密、对某些经典测量方法做了不适当的修改简化所产生的误差。例如,滴定分析中所选用的指示剂的变色点和化学计量点不相符、分析中干扰离子的影响未消除、重量分析中沉淀的溶解损失而产生的误差。

(2)仪器误差:仪器误差指由仪器本身不够精确或未调到最佳状态导致的误差,例如测量仪器刻度不准、仪表零点未校正等。

(3)试剂误差:试剂误差是由试剂不纯引起的误差。例如试剂中含有被测离子