



# 分析化学

高 岐 主编



教育科学“十五”国家规划课题研究成果



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

# 分析化学

高 岐 主编

高等教育出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

分析化学 / 高岐主编. —北京: 高等教育出版社,  
2006. 4

ISBN 07-04-018462-1

I. 分... II. 高... 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(2006)第 008415 号

策划编辑 郭新华 责任编辑 绝浩波 封面设计 李卫青 责任绘图 黄建英  
版式设计 王莹 责任校对 杨雪莲 责任印制 朱学忠

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	肥城新华印刷有限公司		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×960 1/16	版 次	2006 年 4 月第 1 版
印 张	20	印 次	2006 年 4 月第 1 次印刷
字 数	370 000	定 价	21.10 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18462-00

## 内 容 提 要

本书是全国高等学校教学研究中心“21 世纪中国高等学校农林类专业数理化基础课程的创新与实践”课题成果,是根据 21 世纪农林院校对本科生分析化学知识和技能的要求而编写的。

全书共分十二章,介绍了定量分析误差及分析数据的处理、滴定分析概论、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、电化学分析法、定量分析的分离方法、几种现代仪器分析方法及计算机在分析化学中的应用等内容。

本书注重基本理论和基本概念的阐述,注重本科生的化学素质、知识结构和创新能力的培养以及学生个性发展的需要。全书内容充实、体系完整、语言精炼、通俗易懂、重点突出、注重基础。根据学科的发展和实际应用的需要,适当增加了仪器分析和计算机在分析化学中的应用等内容。本书反映了分析化学的基本教学规律和最新研究成果,体现了农林高校的特点。每章均附有精选的思考题和习题。为便于教学、自学和自我检测,该书有与之配套的《分析化学同步学习指要》,介绍了各章节的重点、难点,遴选了大量的习题和综合性模拟试题,并附有参考答案。

本书可作为农林高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。

## 编写委员会成员

主 编 高 岐  
副主编 李建颖 杨远才 葛 兴  
编 委 (按姓氏笔画排序)  
华旭峰 刘金龙 张海燕 严赞开 张 霞  
呼世斌 范彩玲 苑嗣纯 郑燕英 胡琳莉

# 前 言

本书是全国高等学校教学研究中心“21世纪中国高等学校农林类专业数理化基础课程的创新与实践”课题成果。作为推进高等农林教育的教材建设与改革的重要举措,参加本书编写的作者均是长期从事分析化学教学和科研的一线教师,并具有丰富的教学实践经验和较高的学术水平。

随着经济和科技的飞速发展以及教育改革的不断深化,对高等学校的教学内容和体系改革提出了更高的要求。21世纪,我国高等教育以培养具有综合素质的人才为主要目标。作为农林院校基础教育的组成部分——分析化学,是对学生进行素质和能力培养的重要内容。通过学习,使学生在分析化学的基本知识、基本理论、基本技能方面受到良好的培训,并能将其很好地运用到今后的学习和工作中去。

本教材面向新世纪对本科生人才化学素质、知识结构和创新能力的要求以及我国经济、科技发展的需要。在编写过程中,我们除了注意分析化学知识的覆盖面外,还特别注意密切联系农林实际,使学生能体会所蕴涵的奥妙和涵义,对基本原理有更深一步的认识,拓宽学生的解题思路,对学生学习能力和科学素质的培养有所帮助,使学生能够很好地掌握分析化学的基本理论、基本知识和基本技能及其在农林科技中的实际应用,培养学生严谨的科学态度,提高学生分析问题、解决问题的能力,为其后继课程的学习及将来的工作奠定基础。

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,使之具有以下特点:

1. 注重理论联系实际,重视基本原理、基本知识和基本实验技能。文字叙述简明扼要,注意启发性。力求削枝强杆、精选内容、突出重点、加强基础,以符合学生的认知规律。联系当前普遍关注的农业资源、能源、环境、材料、生物技术、生命科学等实际问题,强化应用的意识,利于学生分析问题、解决问题能力的培养。

2. 立足于本课程的基本要求,充分考虑农业院校学生的特点。为适应分析化学学科的发展和21世纪教学改革的要求,反映最新科技进步与发展动态,增加新的科技信息并扩大学生的知识面,教材中编写了仪器分析、计算机在分析化学中的应用等内容。根据农业研究的实际需要,增加有关分离方法等内容,重点讨论农业试样的采集、分离及提纯。

3. 贯彻我国法定计量单位。

4. 该教材有配套的《分析化学同步学习指要》一书,教学中起到同步训练的作用。每章都有详尽的例题解析和自我检测题并附有参考答案,具有教与学的实用性。

参加本教材编写的有河南农业大学高岐(前言、绪论、第十一章的前五节),张海燕(第一章),范彩玲(第二章);福建农林大学杨远才(第三章);北京农学院葛兴,郑燕英,苑嗣纯(第四章、第十章);天津农学院李建颖(第五章),华旭峰(第十二章);长江大学胡琳莉(第六章),严赞开(第七章);宁夏大学张霞(第八章);山西农业大学刘金龙(第九章);西北农林科技大学呼世斌(第十一章的第六节)。

本书旨在为高等农林院校提供一本内容新颖、适用于教与学的分析化学教材。在编写过程中,我们努力做到内容深入浅出、循序渐进、重点突出,文字简洁易懂,概念清晰准确。但限于编者水平,书中不妥之处在所难免,敬请读者指正。

编 者

2004年10月

# 目 录

绪论	1
第一节 分析化学的任务和作用	1
第二节 分析方法的分类	2
第三节 分析化学的发展趋势	5
第四节 定量分析的一般过程	7
思考题与习题	13
第一章 定量分析的误差及分析数据的处理	15
第一节 定量分析的误差	15
第二节 提高分析结果准确度的方法	22
第三节 有限次分析数据的处理	24
第四节 有效数字	32
思考题与习题	35
第二章 滴定分析概论	37
第一节 滴定分析概述	37
第二节 滴定分析的标准溶液	40
第三节 滴定分析法的计算	44
第四节 化学试剂的一般知识	53
思考题与习题	55
第三章 酸碱滴定法	57
第一节 酸碱平衡	57
第二节 酸碱指示剂	68
第三节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	72
第四节 酸碱滴定分析的应用	81
思考题与习题	85
第四章 配位滴定法	88
第一节 配位滴定法概述	88
第二节 EDTA 及其配合物的特点	89
第三节 配位平衡	92
第四节 配位滴定的基本原理	98
第五节 金属离子指示剂	104
第六节 提高配位滴定选择性的方法	108
第七节 配位滴定分析的应用	110



思考题与习题 .....	113
<b>第五章 氧化还原滴定法 .....</b>	<b>115</b>
第一节 条件电极电势 .....	115
第二节 氧化还原反应进行的方向和程度 .....	118
第三节 氧化还原滴定的基本原理 .....	122
第四节 氧化还原滴定方法及应用 .....	129
第五节 氧化还原滴定的预处理 .....	141
思考题与习题 .....	142
<b>第六章 沉淀滴定法 .....</b>	<b>145</b>
第一节 莫尔法——利用生成有色沉淀指示终点 .....	145
第二节 佛尔哈特法——利用生成有色配合物指示终点 .....	147
第三节 法扬司法——利用吸附指示剂指示终点 .....	149
第四节 沉淀滴定分析的应用 .....	151
思考题与习题 .....	154
<b>第七章 重量分析法 .....</b>	<b>156</b>
第一节 沉淀法概述 .....	156
第二节 沉淀的溶解度及其影响因素 .....	158
第三节 沉淀的形成及影响沉淀纯度的因素 .....	162
第四节 沉淀条件的选择及有机沉淀剂的应用 .....	166
第五节 沉淀析出后的处理 .....	169
第六节 重量分析的计算和应用实例 .....	170
第七节 挥发法 .....	172
思考题与习题 .....	173
<b>第八章 吸光光度分析法 .....</b>	<b>174</b>
第一节 吸光光度分析概述 .....	174
第二节 吸光光度分析的基本原理 .....	174
第三节 显色反应及其条件的选择 .....	179
第四节 吸光光度分析方法及仪器 .....	183
第五节 光度分析误差及测量条件的选择 .....	189
第六节 吸光光度分析的应用 .....	191
思考题与习题 .....	196
<b>第九章 电化学分析法 .....</b>	<b>197</b>
第一节 电势分析法 .....	197
第二节 离子选择性电极 .....	206
第三节 电导分析法 .....	212
第四节 库仑分析法 .....	214
第五节 极谱分析法 .....	216
思考题与习题 .....	220

第十章 定量分析的分离方法 .....	222
第一节 概述 .....	222
第二节 沉淀分离法 .....	222
第三节 萃取分离法 .....	225
第四节 离子交换分离法 .....	228
第五节 色谱分离法 .....	232
思考题与习题 .....	235
第十一章 几种现代仪器分析方法 .....	237
第一节 原子吸收光谱分析法 .....	237
第二节 原子发射光谱分析法 .....	242
第三节 荧光分析和化学发光分析法 .....	249
第四节 红外光谱分析法 .....	255
第五节 气相色谱分析法 .....	261
第六节 流动注射分析法 .....	269
思考题与习题 .....	272
第十二章 计算机在分析化学中的应用 .....	275
第一节 概述 .....	275
第二节 应用实例 .....	276
思考题与习题 .....	287
附录 .....	288
一 中华人民共和国法定计量单位 .....	288
二 相对原子质量表(2001年国际原子量) .....	291
三 化合物的相对分子质量表 .....	292
四 弱酸在水中的解离常数(25℃) .....	295
五 弱碱在水中的解离常数(25℃) .....	297
六 金属离子与EDTA配合物的 $\lg K_p^{\ominus}$ (25℃) .....	298
七 标准电极电势表(25℃) .....	299
八 部分氧化还原电对的条件电极电势表(25℃) .....	301
九 难溶化合物的溶度积常数(25℃) .....	303
主要参考文献 .....	305

# 绪 论

## 第一节 分析化学的任务和作用

分析化学(analytical chemistry)是研究获取物质化学组成和结构信息的分析方法及相关理论的科学,是化学学科的一个重要分支。分析化学的主要任务是鉴定物质的化学组成(元素、离子、官能团或化合物)、测定物质中有关组分的含量、确定物质的结构(化学结构、晶体结构、空间分布)和存在形态(价态、配位态、结晶态)及其与物质性质之间的关系等。在对物质进行分析时,通常要先确定物质的组成——定性分析,然后再选择合适的分析方法,进行各成分含量的测定——定量分析。如果成分已知或仅对体系中已知的某一成分进行测定,则只需进行定量、结构或形态分析。

分析化学在科学研究和人类各项活动中都发挥着重要的作用。在国民经济、国防建设、资源开发以及人们的衣、食、住、行、用等各个方面,在现代科学的四大领域(生命科学、信息科学、材料科学和环境科学)中及人们当前所面临的资源、能源、人口、粮食、环境这“五大危机”中,所有问题的发现和解决,都与分析化学密切相关。

在化学学科中,许多化学理论和基本定律诸如相对原子质量、相对分子质量的测定,原子、分子论,元素周期律,质量守恒定律,催化机理,化学平衡,溶液理论的建立等,都是用分析化学的方法进行确证的。在新物质发现、合成的研究中,分析化学更是起到“排头兵”的作用。总之,只要涉及到物质及其变化的研究,都要应用到分析化学的有关理论和技术。

在环境保护、维持生态平衡的研究中,对污染源、污染物及其转化规律、危害性和消除方法的确定,分析化学发挥着关键的作用。

在新材料的研究中,其物理和化学性质、形态及空间分布的表征、应用范围、应用前景的预测,都需要用分析化学来进行解决。

在资源、能源的研究中,分析化学是获取地质组成、结构、性能及其变化过程信息的主要手段;在核材料、煤炭、石油、天然气及金属资源的探测、开采、冶炼、应用等方面,都要靠分析化学来提供多种信息。

在生命科学的研究中,对于揭示生命的起源、变异、遗传等方面,分析化学更是具有重要的作用。例如,对于确定糖类、蛋白质、各种抗原、抗体、激素及受体

的组成、结构、生物活性、免疫功能等的测定；对于医药分析、药物机理、代谢分解、疾病的诊断、预防、治疗；食品营养与安全等方面，都离不开分析化学的作用。

分析化学在工业生产中的重要性，主要表现在原材料的选择、加工，半成品、产品质量的检查，工艺流程的控制，新产品的研制，新工艺及技术的革新，进出口商品的检验等方面，均需分析化学提供的信息为依据。

在农业生产方面，水、土、气、农药、肥料成分的分析，农产品品质的检验和深加工，农作物疾病的诊断，肥料的合理配方，优良品种的选育，化肥、农药、激素残留量的检测，动物营养及饲料添加剂的分析，分析化学都占据着重要的地位。

在国防建设中，分析化学在化学毒剂、武器材料、人造卫星、环境气氛的研究中，都有着广泛的应用。

由于分析化学在诸多领域中都起着十分重要的作用，直接影响着科学技术的发展，影响着人们物质文明和社会财富的创造，影响着人类生存和政治决策的重大问题。所以，一个国家分析化学学科的发展状况，标志着其科学技术研究水平的高低。

## 第二节 分析方法的分类

根据分析的任务、对象、测定原理、试样用量、被测组分含量和具体要求等方面的不同，可将分析化学划分为不同的类别。

### 一、定性分析、定量分析和结构分析

根据分析的目的和要求的不同，分析化学可分为定性分析(qualitative analysis)、定量分析(quantitative analysis)和结构分析(structural analysis)。定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素、原子团或化合物所组成，给出物质的化学成分；定量分析的任务是测定物质中各有关成分的含量；结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构，通过测定物质的空间构型、排布方式，从其微观结构进一步研究其物理、化学等方面的性质。

### 二、无机分析和有机分析

根据分析的对象不同，可将分析化学分为无机分析(analysis of inorganic substance)和有机分析(analysis of organic substance)。无机分析的对象是无机物，由于无机物的组成元素种类繁多，无机分析的任务主要是鉴定物质的组成和各组分的含量。有机分析的对象是有机物，虽然组成有机物的元素种类不多，但其结构复杂，同分异构的性质也会有较大的差别。所以，有机分析不仅要进行定性、定量分析，更主要的是要进行官能团和分子结构分析。

### 三、化学分析和仪器分析

根据分析的原理和使用仪器的不同,可将分析化学分为化学分析(chemical analysis)和仪器分析(instrumental analysis)。

#### 1. 化学分析法

以物质的化学反应为基础的分析方法,称为化学分析法。化学分析法历史悠久,是分析化学的基础,又称为经典分析法,是本课程的主要学习内容。根据其反应类型、操作方法的不同,又可将其分为:

(1) 滴定分析法 根据滴定所消耗标准溶液的浓度和体积以及被测物质与标准溶液所进行的化学反应计量关系,求出被测物质的含量,这种方法称为滴定分析法。根据反应类型、操作方法的不同,又可将其分为:酸碱滴定分析法、配位滴定分析法、氧化还原滴定分析法、沉淀滴定分析法等。滴定分析法所用仪器设备简单,操作简便,分析速度快,准确度高,一般相对误差为0.1%左右,所以被广泛地应用于科学研究和工农业生产之中。

(2) 重量分析法 根据物质的化学性质,选择合适的化学反应,将被测组分转化为一种组成固定的沉淀或气体形式,通过纯化、干燥、灼烧或吸收剂的吸收等一系列处理后,精确称量,求出被测组分的含量,这种方法称为重量分析法。重量分析法所用仪器设备简单,不需要标准试样进行比较,并且有较高的准确度,其相对误差一般小于0.1%,常作为国家或行业颁布的标准分析方法。但其操作繁琐,分析速度较慢。

#### 2. 仪器分析法

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称为仪器分析法。根据分析原理和使用仪器的不同可将其分为光学分析法、电化学分析法、色谱分析法等。

(1) 光学分析法 以物质的光学性质为基础的分析方法,称为光学分析法。主要包括:

① 吸光光度分析法 根据物质对光选择性的吸收而建立起来的定性、定量或结构分析的方法,称为吸光光度分析法。如可见、紫外、红外吸光光度分析法。

② 原子发射光谱分析法 根据物质吸收能量(原子化)激发后,原子所产生的特征辐射进行的定性、定量分析方法,称为原子发射光谱分析法。

③ 原子吸收光谱分析法 根据物质吸收能量而原子化后,基态原子对特征谱线的吸收来进行分析的方法,称为原子吸收光谱分析法。

④ 分子发射光谱分析法 依据物质对特征谱线或化学能或其他能量的吸收而发光建立起来的分析方法,称为分子发射光谱分析法。如分子荧光分析、磷光分析和化学发光分析等。

此外,光学分析法还有 X 射线分析、光声光谱分析、光导纤维传感分析、激光拉曼光谱分析等。

(2) 电化学分析法 以物质的电学或电化学性质为基础的分析方法,称为电化学分析法。主要包括:

① 电导分析法 以测量溶液电导为基础确定物质含量的分析方法,称为电导分析法。包括直接电导法和电导滴定法。

② 电势分析法 通过测定无电流通过时溶液的电势差而确定物质含量的分析方法,称为电势分析法。包括直接电势法和电势滴定法。

③ 电解及库仑分析法 应用外加直流电源电解试液后,直接称量电极上析出的被测物质的质量的分析方法,称为电解(电重量)分析法。根据电解过程中消耗的电量求得被测物质含量的方法,称为库仑分析法。

④ 极谱分析与伏安分析法 通过对试液电解得到的电流-电压关系曲线而进行定性、定量分析的方法。凡使用滴汞电极或其他表面周期性更新的液体电极,称为极谱分析法;凡使用固体电极或表面静止的电极,称为伏安分析法。

(3) 色谱分析法 利用物质物理化学性质(如吸附、分配、分子体积、极性强弱、电化学等)的差异进行分离分析的方法,称为色谱分析法。如气相色谱分析法、高效液相色谱分析法、薄层色谱分析法、毛细管电泳分析法等。

(4) 热分析法 利用温度与物质的性质(如体积、质量、反应热等)之间的关系而建立起来的分析方法,称为热分析法。如测温滴定法、热重量法、差示热分析法等。

(5) 放射分析法 依据物质的放射性辐射性质进行分析的方法,称为放射分析法。如同位素稀释法、中子活化分析法等。

随着科学技术的快速发展,学科之间的相互渗透,许多新兴的分析技术不断的引入,尤其是物理学和电子学的发展,使得仪器分析的新方法、新技术不断问世。如色谱-质谱联用分析,色谱-红外联用分析,色谱-核磁共振波谱联用分析,电化学扫描探针显微技术分析等等。

化学分析和仪器分析都是分析化学的重要组成部分。仪器分析方法的优点是快速、灵敏、操作简便、自动化程度高、易于实现在线分析等,是分析化学的发展方向。但一般不适用于高含量组分的测定,并且其仪器设备较为复杂、价格比较昂贵、维护及检修较为费事,使用、保存的环境条件要求较为苛刻,这是影响仪器分析普及推广的主要因素。化学分析一般适用于常量组分分析,其准确度较高。另外,试样在用仪器分析之前,一般都要先用化学分析的方法进行预处理,如试样的溶解、干扰物质的分离、被测组分的富集、标样的合成或标定等,均需用化学分析的方法。所以,化学分析是基础,两种方法相辅相成,使用时,可根据情况相互配合。

#### 四、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

根据分析试样时所用试样量的多少,可分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析。

方法	试样用量/g	试液体积/mL
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	0.01~0.1	1~10
微量分析	0.0001~0.01	0.01~1
超微量分析	<0.0001	<0.01

#### 五、常量组分、微量组分和痕量组分分析

根据被测组分在试样中相对含量的多少,可分为常量组分、微量组分和痕量组分分析。

方法	常量组分分析	微量组分分析	痕量组分分析
相对含量/%	>1	0.01~1	<0.01

随着新的分析测试方法的出现、分析技术的提高和分析手段的现代化,人们对微量组分和痕量组分分析的划分界限也在不断的发生着变化。

一般情况下,常量组分分析取样量较多,大都采用化学分析法;而微量组分和痕量组分分析,则采用仪器分析法。

#### 六、常规分析、快速分析和仲裁分析

常规分析是指厂矿企业实验室配合生产所进行的日常分析,也称之为例行分析。快速分析则是要求在很短的时间内快速给出分析结果,例如,炼钢过程的炉前分析。当不同单位对同一试样给出的分析结果有较大差异而产生争议时,则要求具有一定权威的部门,采用指定的标准分析方法进行分析,以确定原分析结果的可靠性,这种分析称为仲裁分析或裁判分析。

### 第三节 分析化学的发展趋势

分析化学历史悠久,在人类发展的长河中做出了巨大的贡献。随着科学的进步和发展,分析化学的内容和任务不断地扩大和复杂,对分析化学的要求和期望也在不断地增加和提高。由于学科之间的相互促进,物理学、生物学、电子学、

信息学、计算机技术、芯片技术等学科的进展,使得分析化学的新理论、新技术、新方法、新仪器不断的发现和产生。分析化学已经成为人们获取物质全面信息、进一步认识自然、改造自然的重要科学。

分析化学已经发展成为分析科学。“未来的世界是光明还是黑暗,取决于人类在信息、能源、资源(材料)、环境和健康领域中科学和技术上的进步,而解决这些领域中的关键问题是分析化学。”这些论点已经得到了证实。现代的分析化学已不再仅局限于测定物质的组成和含量,而还要对物质的形态、结构、微区、薄层、化学和生物活性等方面进行分析以及瞬时追踪、无损和在线检测等。其主要的发展趋势是:

### 一、进一步提高分析方法的灵敏度和选择性

激光技术的引入,促进了激光共振电离光谱、激光拉曼光谱、激光诱导荧光光谱、激光光热光谱、激光质谱等分析方法的开展;多元配合物、有机显色剂、增效试剂的研制等,大幅度提高了分析方法的灵敏度和分析性能,检测单个原子或分子已经成为现实。各种选择性试剂,传感器,液相、气相色谱,超临界流体色谱,毛细管电泳及多种技术的联用等现代的分离和分析方法得到了快速的发展。

### 二、拓宽研究时空,获得多维信息

随着人们对客观世界认识的深入,多维、不稳态和边界条件等已经提到了研究日程。大的有机分子的精细结构、空间排列及瞬时变化信息,使人们对反应历程及生命过程有了更深刻的认识。生物分子及其活性的表征与测定,使人们在分子和细胞的水平上揭示了生物物质的化学和生物学性质。同一元素、不同价态,生成的化合物及化合物的不同形态,其性质都会有很大的不同;物质的晶态、结合态也直接影响着材料的性能。所以,通过对物质形态、状态的分析与表征,人们能够认识这其中根本的内在原因。

### 三、非破坏性的检测及遥测、分析过程的自动化和智能化

在生产流程的控制中,对于难于取样的试样分析,需采用非破坏性的检测及遥测。分析过程的自动化和智能化,不但大大节省了人力、物力和时间,还提高了分析结果的精密度和准确度。

总之,不论是常量,微量,痕量;组成、形态;表面、内部;静态、动态;还是离线、在线等方面的分析,其分析方法是越来越灵敏、准确、简便和自动化,而获得的信息也是更多、更全面。



## 第四节 定量分析的一般过程

定量分析的过程,一般由取样、试样的制备、分解、干扰组分的分离、分析测定、结果的计算及评价等几个环节所组成。

### 一、取样

在实际分析工作过程中,首先要保证采集的试样均匀并具有代表性,否则,无论分析工作做的多么认真、准确,都毫无意义。因为这样的分析结果,仅能代表被分析部分的组成。有时由于提供了无代表性试样的分析结果而带来难以估计的后果。例如,取几块含金量很高的矿石做分析,然后根据这个结果,去开采一个实际含金量很低、根本没有开采价值的矿山,必定导致人力、物力的浪费。通常,分析的对象是大量的、很不均匀的(如矿石、土壤等),而分析所取的试样量很少(一般不足1g)。另外,分析的对象也是多种多样的,有气体、液体、固体等。因此,在进行分析测定之前,必须根据具体情况,做好试样的采集和处理,然后再进行分析。

#### 1. 气体、液体试样的采集

由于气体和液体大都是均匀的,因此在采集试样时,主要考虑的是试样的流动以及在贮存和预处理时可能发生的性质变化。对于气体样品,一般常采用减压法、真空法、流入换气法等,将气体试样直接导入适当的容器;也可用适当的液体溶剂吸收或固体吸附剂吸附富集气体等。对于液体试样,例如管道中、河流中、湖泊中的液体试样,采用在不同出水点、不同深度、不同位置,多点取样,以便得到具有充分代表性的试样。

#### 2. 固体试样的采集

经常遇到的固体试样有矿石、土壤、合金、化工产品、粮食、饲料等。对于组成较为均匀的,如化工产品、面粉、盐类等,可在不同部位取样,混匀,即可作为分析试样。可根据试样量的多少、包装及存放方式的不同等,采用不同的取样方式并确定取样量。

对于组成均匀的试样,可在试样的堆垛中,用“多点取样法”。随意从上、中、下层和堆垛的四边、四角各取一定量试样,取样点的布设应尽量均匀。取样点的数目按下式计算:

$$S = \sqrt{\frac{N}{2}}$$

式中, $S$ 为取样点数目; $N$ 为被测定试样的总数目,其单位可以是袋、桶、包等。