

《《 示范性职业教育重点规划教材

仪器分^析技术

YIQI FENXI JISHU

主 编 ● 周 立 刘裕红 贾 俊
副主编 ● 毛午佳 陈湘霞 卢晓兰

示范性职业教育重点规划教材

仪器分析技术

主 编 周 立 刘裕红 贾 俊
副主编 毛午佳 陈湘霞 卢晓兰

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

仪器分析技术 / 周立, 刘裕红, 贾俊主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2018.11
示范性职业教育重点规划教材
ISBN 978-7-5643-6524-0

I. ①仪… II. ①周… ②刘… ③贾… III. ①仪器分
析—高等教育—教材 IV. ①O657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 242229 号

示范性职业教育重点规划教材

仪器分析技术

主编 周 立 刘裕红 贾 俊

责任编辑 牛 君

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 13.25

字数 328 千

版次 2018 年 11 月第 1 版

印次 2018 年 11 月第 1 次

定价 29.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-6524-0

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

编委会 (以姓氏笔画为序)

毛午佳 (贵阳职业技术学院)
邓军琳 (贵阳职业技术学院)
卢晓兰 (成都中医药大学附属医院针灸学校)
刘春叶 (贵阳职业技术学院)
刘裕红 (贵阳职业技术学院)
李安桂 (贵阳职业技术学院)
李启泉 (西南医科大学附属医院中医医院·中西医结合医院)
李德鑫 (贵阳职业技术学院)
吴 颖 (贵阳护理职业学院)
吴 敏 (贵阳职业技术学院)
余 洋 (成都中医药大学附属医院针灸学校)
张 雪 (贵阳职业技术学院)
陈 琴 (贵阳职业技术学院)
陈湘霞 (贵阳职业技术学院)
周 立 (贵阳职业技术学院)
贾 俊 (贵阳护理职业学院)
涂 鸿 (贵阳职业技术学院)
谢 琳 (广东岭南职业技术学院)
彭镰心 (成都大学)
谭红琴 (贵阳职业技术学院)

前 言

为了适应我国高职院校医药教育事业的发展，结合当前职业院校仪器分析实际教学工作的需要，贵阳职业技术学院根据药物质量检验、仪器分析和分析化学的基本理论和方法，结合我国药品检验机构、药企的药品检验需求，在调查常用仪器分析技术的基础上，组织全国 6 所高等医药院校的有关人员共同编写完成本书。

本书力求反映我国常见仪器分析工作的实际，体现各种仪器分析教学内容与工作场景的紧密结合，力争做到内容丰富、重点突出、切合实际、操作性强。因此，本书可作为高职、中职院校的教材，具有很强的实用价值。

本书共有八个模块。

模块一着重介绍仪器分析的岗位常识，包括仪器分析技术简介、样品前处理、误差与数据处理等。

模块二至模块八主要介绍各种常用仪器分析技术的原理、使用方法、注意事项等，包括电位分析法、紫外-可见分光光度法、原子吸收光谱法、红外吸收光谱法、气相色谱法、高效液相色谱法、离子色谱法等。

本书的编写得到了贵阳护理职业学院、成都中医药大学附属医院针灸学校、西南医科大学附属中医医院·中西医结合医院、广东岭南职业技术学院等学校的大力支持，在此表以衷心感谢。

本书在编写过程中，由于参编单位和人员较多，书中难免有不足之处，欢迎使用单位和读者指正，以便再版时加以修改完善。

编 者

2018 年 5 月

目 录

模块一 岗位常识

项目一 仪器分析技术简介	1
任务一 仪器分析技术的特点	1
任务二 仪器分析技术的分类	2
任务三 仪器分析技术的主要性能指标	3
项目二 样品前处理	5
任务一 有机物破坏法	5
任务二 样品的分离和提纯	7
项目三 误差与数据处理	9
任务一 仪器分析的误差	9
任务二 产生误差的原因	12
任务三 有效数字及其运算规则	15
任务四 平均值的置信区间	16
任务五 可疑值的取舍	18
项目实战	19

模块二 电位分析法

项目一 电位分析法的基本任务	21
任务一 电化学分析法	21
任务二 电位分析法	25
项目二 常用的离子选择性电极	26
任务一 离子选择性电极的分类	27
任务二 离子选择性电极的基本结构	28
任务三 玻璃电极	29
任务四 氟离子电极	31
项目三 直接电位法	32
任务一 pH 值的电位法测定	32
任务二 离子选择性电极直接电位法测定离子活度（浓度）	35

项目四 电位滴定法	38
任务一 电位滴定装置及基本原理	38
任务二 电位滴定终点的确定方法	39
任务三 电位滴定法的应用	41
任务四 自动电位滴定法	43
项目实战 电位分析法滴定水中氟离子的含量	43

模块三 紫外-可见分光光度法

项目一 基本原理	45
任务一 紫外-可见分光光度法概述	45
任务二 紫外-可见光谱的产生	46
任务三 光吸收定律	48
任务四 偏离朗伯-比尔定律的因素	48
项目二 紫外-可见光谱和分子结构的关系	51
任务一 跃迁类型	51
任务二 光谱特征及有关术语	52
任务三 光谱带及其与分子结构的关系	53
项目三 紫外-可见分光光度计	55
任务一 仪器构成	55
任务二 紫外-可见分光光度计的类型	56
项目四 测量条件的选择	58
任务一 入射光波长的选择	58
任务二 参比溶液的选择	59
任务三 吸光度读数范围的选择	59
项目五 定性与定量分析方法	59
任务一 定性分析方法	59
任务二 定量分析	60
项目实战一 维生素 B ₁₂ 注射液的紫外分光光度法定性鉴别	64
项目实战二 紫外分光光度法测定槐米中总黄酮含量	66

模块四 原子吸收光谱法

项目一 重金属的基本任务	68
--------------	----

任务一	重金属的定义	68
任务二	重金属的污染来源	69
任务三	国内外对重金属污染的限量	71
任务四	重金属的检测技术及其进展	73
项目二	原子吸收光谱法概述	75
任务一	原子吸收光谱的产生	75
任务二	原子吸收分光光度计的基本结构	75
任务三	干扰效应及其消除方法	79
项目三	测定条件的选择和分析方法	82
任务一	测定条件的选择	82
任务二	分析方法	83
项目实战	原子吸收光谱法测定胶囊壳中的铬	86

模块五 红外吸收光谱法

项目一	红外吸收光谱法的基本原理	88
任务一	双原子分子的振动	89
任务二	多原子分子的振动	90
任务三	红外光谱产生的条件	92
任务四	红外光谱的表示方法	93
项目二	基团频率和特征吸收峰	94
任务一	红外光谱区域的划分	94
任务二	常见官能团的特征吸收频率	97
任务三	基团频率的影响因素	99
项目三	红外光谱仪	101
任务一	色散型红外分光光度计	101
任务二	傅里叶变换红外光谱仪	104
项目四	红外光谱分析的实验技术	106
任务一	试样制备技术	106
任务二	定性鉴别	109
任务三	定量分析	112
项目实战	苯甲酸的红外光谱定性鉴别	114

模块六 气相色谱法

项目一 气相色谱的基础任务	116
任务一 色谱法概述	116
任务二 气相色谱法	119
任务三 气相色谱的基本理论	122
任务四 色谱分离条件的选择	125
项目二 气相色谱检测器的分类及原理	126
任务一 检测器的分类	126
任务二 几种常用的气相色谱检测器	127
项目三 毛细管柱气相色谱法	130
任务一 毛细管柱概述	130
任务二 毛细管柱的色谱系统	131
项目四 气相色谱法定性及定量	133
任务一 气相色谱法的应用范围及局限性	133
任务二 气相色谱法定性及定量基本任务	135
任务三 定性分析	136
任务四 定量分析	138
项目实战一 气相色谱定性分析酚类化合物	141
项目实战二 气相色谱法测定藿香正气水中乙醇的含量	143

模块七 高效液相色谱法

项目一 高效液相色谱仪的基本结构	145
任务一 高效液相色谱法概述	145
任务二 高效液相色谱仪的结构	147
项目二 高效液相色谱定性及定量方法	149
任务一 高效液相色谱法的基本概念和术语	149
任务二 高效液相色谱定性方法	150
任务三 高效液相色谱定量方法	151
项目三 高效液相色谱法的分离原理	155
任务一 液-固吸附色谱法 (LSC)	156
任务二 液-液分配色谱法 (LLPC)	156
任务三 化学键合相色谱法 (BPC)	157

任务四	离子交换色谱法 (IEC)	158
任务五	离子色谱法 (IC)	159
任务六	流离子对色谱法 (IPC)	159
任务七	尺寸排阻色谱法 (SEC)	160
项目四	高效液相色谱流动相	160
任务一	流动相选择的一般方法	161
任务二	液-液分配色谱流动相	161
任务三	液-固吸附色谱流动相	163
任务四	离子交换色谱流动相	164
任务五	空间排阻色谱流动相	165
项目五	高效液相色谱仪的维护	165
任务一	流动相	165
任务二	检测器的维护和保养	166
任务三	高压恒流泵的维护和保养	167
任务四	色谱柱的维护和保养	167
任务五	常见故障及日常维护	168
项目实战	高效液相色谱法测定醋酸地塞米松片含量	170

模块八 离子色谱法

项目一	离子色谱法概述	173
任务一	离子色谱法的分类	173
任务二	离子色谱法的特点	180
任务三	离子色谱仪的基本结构	181
项目二	离子色谱实验技术	182
任务一	流动相的选择	182
任务二	离子色谱样品的预处理技术	184
任务三	分离方式和检测方式的选择	192
任务四	色谱参数的优化	193
项目实战	离子色谱法测定水中阴离子	196
参考文献		198

模块一 岗位常识

学习目标

◇ 知识目标

- ※ 熟悉仪器分析的特点及分类。
- ※ 熟悉仪器分析技术的主要性能指标。
- ※ 了解仪器分析技术的发展沿革与趋势。
- ※ 了解平均值的置信区间和意义。
- ※ 熟悉误差的种类、产生的原因，可疑值检验方法；系统误差的校正方法和偶然误差的减免措施。
- ※ 掌握准确度与精密度的概念和表示方法；有效数字的概念及其运算规则。

◇ 技能目标

- ※ 能够区分不同的分析仪器；
- ※ 熟悉仪器分析一般检测的步骤。

项目一 仪器分析技术简介

分析化学是研究物质的化学组成、含量和结构的分析方法及有关理论和技术的一门学科，它包括化学分析和仪器分析两大部分。其中化学分析是以化学反应为基础的分析方法，包括定性、定量和结构分析。仪器分析法是通过测量物质的物理或物理化学性质、参数及其变化来确定物质的组成、含量及化学结构的分析方法。由于这类分析方法在测定中通常需要使用各种精密、特殊仪器，故名“仪器分析”。

任务一 仪器分析技术的特点

一、仪器分析的优点

在化学分析的基础上，近些年迅速发展起来的仪器分析法，具有如下的优点：

1. 灵敏度高

仪器分析比化学分析的灵敏度高得多，多数仪器分析适用于微量、半微量，甚至超微量组分的分析。其相对灵敏度由化学分析的毫升 (mL)、毫克 (mg) 级降到微升 (μL)、微克 (μg) 级，甚至到纳克 (ng) 级，其绝对灵敏度发展到 $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{-15} \text{ g}$ 级。

2. 选择性好

仪器分析法大多可以通过选择或者调整测定条件，使共存的组分在测定时相互不受干扰，因此它适用于复杂组分的试样分析，有时也可同时对多组分进行测定。

3. 分析速度快

由于现代仪器分析使用了先进的电子仪器、自动化的操作流程，使仪器自动记录试验结果并对数据进行自动处理，使分析更为迅速。自动进样、上机测定后，很短的时间即可得到分析结果，并可完成批量同种试样的分析。

4. 应用范围广

仪器分析方法多，功能各不相同，因此，仪器分析可以适用于多种分析，如定性和定量分析，结构分析、物相分析、价态分析、微区分析、遥测分析，甚至在不损害试样的情况下进行分析等。

二、仪器分析的不足

仪器分析虽有以上众多优点，但也有不足之处：

1. 相对误差较大

仪器分析的准确度较差，一般相对误差为百分之几，有的甚至更高。这样的准确度仅可用于低含量组分的分析，并不适用于常量分析。

2. 仪器复杂，价格贵

仪器分析使用精密仪器，结构复杂，价格贵，有的仪器甚至需要恒温、恒湿才能正常工作，因此，仪器分析的普遍推广受到了一定的限制。因此，化学分析法和仪器分析法是相辅相成的，在使用时可以根据样品、仪器、条件等具体情况，两者结合使用，相互取长补短。

任务二 仪器分析技术的分类

到目前为止，仪器分析已有多种方法，它们虽然都是分析化学的测量和表征方法，但因其方法原理、仪器结构、适用范围等各不相同，习惯上将其归纳为：电化学分析、光学分析、色谱分析及其他仪器分析法。

一、电化学分析法

电化学分析是根据物质的电学和电化学性质及其变化规律进行分析的方法。该方法通常

需要使用化学电池，并将被检测试液作为化学电池的一个组成成分，通过测量该电池的各种参数，如电位、电流、电量、电荷、电导等电学参数，以及研究它们与其他化学参数间的相互作用关系来进行分析。

二、光学分析法

光学分析法是基于分析物发射的电磁辐射或物质与电磁辐射相互作用产生辐射信号变化而建立起来的一类分析方法。可分为光谱法和非光谱法。

1. 光谱法

当电磁辐射作用于物质，使物质的分子或原子内部发生能级之间的跃迁，产生光的发射、吸收，根据发射光或吸收光的波长与强度进行定性分析、定量分析、结构分析和各种数据的确定。

2. 非光谱法

非光谱法是基于物质与辐射相互作用时，测量辐射的某些性质，如折射、衍射和旋转等变化的分析方法。它不涉及物质内部能级的跃迁，是电磁辐射的基本性质的变化。

三、色谱分析法

色谱分析法是一种物理或物理化学分离分析方法，它利用被分离组分在固定相和流动相之间分配系数的不同，使混合物中各组分达到分离，最终再进行定性、定量测定的分析方法，是分析混合物的有力手段。主要有液相色谱法、气相色谱法。

四、其他仪器分析方法

除上述三大类外，仪器分析还有质谱法、放射化学分析法、热分析法、核磁共振波谱法。

1. 质谱法

质谱法是利用试样在离子源中电离后，形成各种带电离子，在加速电场作用下，形成离子束，经质量分析器的作用后，按各种离子质荷比（ m/z ）的大小分离后进行检测的方法。

2. 放射化学分析法

放射化学分析法是利用放射性同位素对元素进行微量和痕量分析的方法。

3. 热分析法

热分析法是基于热学原理建立的分析方法，通过控温程序控制样品的加热过程，并检测加热过程中产生的各种物理、化学成分的变化方法，对物质的物理性能或成分进行分析的总称。

任务三 仪器分析技术的主要性能指针

定量分析是仪器分析的主要任务之一。对于一种定量分析方法，使用相应的仪器分析方

法是否得当，常用一些分析方法的性能指标来评价。这些指标包括精密度、灵敏度、检出限、标准曲线的线性范围、准确度、选择性等。因此，在进行分析前既需要了解试样的基本情况和对分析的相关要求，更需要了解所选用分析方法的基本性能指标。

一、精密度

分析数据的精密度是指使用同一方法，对同一试样进行多次测量所得测量结果的一致程度。同一分析人员在同一条件下测量结果的精密度称为重复性；不同实验室所得测量结果的精密度称为再现性。精密度常用测定结果的标准偏差 S 或相对标准偏差 (S_r) 量度。精密度是表征随机误差大小的一个指标。一个好的方法应有比较好的精密度。

二、准确度

试样含量测量的测试值与试样含量的真实值（或标准值）相符合的程度称为准确度。准确度是分析方法最重要的性能指标。准确度常用相对误差 E_r 来表示。准确度是分析过程中系统测量误差和随机误差的综合反映，它决定分析结果的可靠程度。方法有较好的精密度并且消除了系统误差后，才有较好的准确度。

$$E_r = \frac{\bar{c}}{\mu} \quad (1-1)$$

式中 $\bar{c}$ ——测量得到的被测物浓度的平均值；

μ ——待测物试液浓度（或真值）。

分析方法的准确度常用以下方法来考察。

1. 用标准样品评价

标准样品（或称标准参考样品）是一种或多种所含物的含量已确定，用于校准测量器具、评价测量方法或确定材料特性量值的物质。用标准样品来评价分析方法的准确度是最理想的方法。用所建立的方法分析标准样品，如果所得结果与标准样品中给定物质的含量一致，说明所建立的方法具有很好的准确度。

2. 与其他方法对照

将分析结果与其他分析方法所得结果进行对照，对所选用分析方法进行评价。在这里，所选用的方法最好是公认的、可靠的方法或者是较为成熟的方法。

3. 进行加标回收实验

在对所建立的一个分析方法进行阐述和论证时，通常要求进行加标回收实验。即首先测定样品中被测物的含量，然后在样品中加入一定量的被测物纯品，然后再测量加标样品中被测物的含量，将加标前后所得被测物的量之差与实际的加标量进行比较，即可得到回收率。回收率在 95% ~ 105%，可以认为所建立的分析方法是准确的。

三、灵敏度

分析方法的灵敏度通常指待测组分单位浓度或单位质量的变化所引起测定信号值的变化

程度，即

$$\text{灵敏度} = \frac{\text{信号变化量}}{\text{浓度(质量)变化量}} = \frac{dx}{dc(dm)}$$

(1-2)

根据国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)的规定，灵敏度是指在浓度线性范围内校正曲线的斜率。斜率越大，灵敏度越高。分析方法发生改变，灵敏度也随之发生改变。

值得注意的是，在仪器分析中，各种仪器分析方法通常有自己习惯使用的灵敏度概念，如在原子吸收光谱中，常用“特征浓度”，即1%的净吸收来表示方法的灵敏度；在原子发射光谱中常采用相对灵敏度来表示不同元素的分析灵敏度。

四、标准曲线的线性范围

标准曲线是待测物质的浓度或含量与仪器响应信号之间的关系曲线。由于是用标准溶液测定绘制的，故称为标准曲线。线性范围是指定量测定的最低浓度扩展到标准曲线偏离线性范围的浓度。各种仪器线性范围相差很大，适用分析方法的线性范围至少应有两个数量级，有些方法适用浓度范围则有5~6个数量级。

五、检出限

某一方法在给定的置信水平上可以检出被测物质的最小浓度或最小质量，称为这种方法对该物质的检出限，以浓度表示的称为相对检出限，以质量表示的称为绝对检出限。检出限表明被测物质的最小浓度或最小质量的响应信号可以与空白信号相区别。方法的灵敏度越高，精密度越好，检出限就越低。具体方法的检出限可参照本教材中各种仪器分析方法的具体计算和测定方法进行确定。检出限是方法灵敏度和精密度的综合指针，它是评价仪器性能及分析方法的主要技术指标。

项目二 样品前处理

理想的分析方法应能直接从试样中定性鉴别或定量测定某一待测组分，即所选择的方法应该具有高度的专一性，不受到其他组分的干扰。但在仪器分析工作中除少数样品可以不经过处理直接测定外，绝大多数的样品都具有比较复杂的体系，测定试样中某一组分时常受到其他组分的干扰，因此分析试样在进行测定前必须选择适当的方法消除干扰。样品前处理总的原则是：消除试样中的干扰因素，保留完整的被测组分，以获得可靠的分析结果。常用的样品前处理方法有以下几种。

任务一 有机物破坏法

有机物破坏法主要用于试样中无机元素的测定。药物分子中的无机元素，常与芳环等有

机物质结合，成为难溶、难离解的化合物。这些化合物用水解或氧化还原后，测定方法难以将有机结合的金属原子及卤素转变为无机的金属化合物及卤素化合物。要测定这些无机成分的含量，需要在测定前将有机物在强氧化剂的作用下，经长时间的高温处理，破坏有机结合体，使有机结合状态的金属及卤素转变为可测定的无机形式，方可选用合适的分析方法进行测定。该法被称为有机破坏法，一般包括湿法破坏、干法破坏两种。

一、湿法破坏

湿法破坏是常用的样品无机化方法，主要测定有机物中金属元素、硫、卤素等元素的含量。所用的仪器，一般为硅玻璃或硼玻璃制成的凯氏烧瓶。常在样品中加入强氧化剂，并进行加热，在一定温度下使样品中的有机物质完全分解、氧化，呈气态逸出，待测成分转化为无机物状态存在于消化液中，供测试用。常用的强氧化剂有浓硝酸、浓硫酸、高氯酸等。湿法消化有机物的优点是快速、简便。但在消化过程中，常产生大量有害气体，因此操作过程需在通风橱内进行；由于整个操作过程所用无机酸量数倍于样品，所以必须按相同条件进行空白试验校正；消化初期，易产生大量泡沫外溢，故需操作人员随时照管。

常用消化方法有如下几种：

1. 硝酸-高氯酸法

本法破坏能力强，反应比较激烈。故进行破坏时，必须严密注意切勿将容器中的内容物蒸干，以免发生爆炸。

2. 硫酸-硝酸法

本法适用于大多数有机物质的破坏，如染料、中间体或药物等。

3. 硫酸-硫酸盐法

本法所用硫酸盐为硫酸钾或硫酸钠，因硫酸钠为含水化合物，不利于有机物的破坏，故一般多采用硫酸钾。加入硫酸盐的目的是提高硫酸的沸点，以使样品破坏完全。该法统称凯氏定氮法。

二、干法破坏

1. 高温炽灼法

本法是将有机物灼烧灰化以达分解的目的。将适量样品置于坩埚中，常加无水碳酸钠或轻质氧化镁等以助灰化，混合均匀后，先小火加热，使样品完全炭化，然后放入高温炉中灼烧，使其灰化完全。所得残渣即为无机成分，可供测定用。除汞外大多数金属元素和部分非金属元素的测定都可用此法处理样品。

2. 氧瓶燃烧法

本法是将试样药物包在定量滤纸内，将其用铂金片夹稳，放入充满氧气的燃烧瓶中进行充分燃烧，待燃烧产物被吸入吸收液后，再采用适宜的分析方法来检查或测定各元素的含量。本法能简便、快速、彻底地分解破坏有机物，不需要复杂特殊的设备，就能使有机化合物中的待测元素定量分解成无机形式。

任务二 样品的分离和提纯

在对试样进行分析时,有些试样中的多种组分会互相干扰,使分析结果出现较大误差。因此,在测定试样中某一组分之前,需采取一定的措施对干扰组分进行掩蔽。但有时加掩蔽剂也不能完全消除多组分的干扰,这就需要对干扰组分进行分离,才能进行准确的分析测定。分离,即让试样中的组分相互分开的过程。在试样的处理过程中,分离是至关重要的一步。通过分离得到高纯度的被测化合物,分离操作也称为纯化或提纯。定量分析中分离主要有两方面的作用:一是提高方法的选择性;二是将微量或痕量的组分富集,使之达到测定方法的检测限以上,即提高方法的灵敏度。常用的分离方法有沉淀法、萃取法、挥发法以及色谱法等。

一、分离方法简介

(一) 沉淀法

沉淀分离法是根据溶度积原理,利用沉淀反应将待测组分从分析的样品体系中沉淀分离出来,或者将干扰组分析出沉淀,以达到除去干扰目的的方法。分离出来的沉淀经过滤、洗涤、干燥或灼烧后,可进行待测组分的定量分析。常用的沉淀分离法有无机沉淀分离法、有机沉淀分离法、共沉淀分离法等。

(二) 萃取法

萃取法是利用待测组分在两种互不相溶(或微溶)的溶剂中溶解度或分配系数的不同,使待测组分从一种溶剂内转移到另外一种溶剂中。使用溶剂直接从固体样品中萃取被测组分的方法称为液-固萃取;将样品制成水溶液,用与之不互溶的有机溶剂进行萃取的方法称为液-液萃取,当被测组分全部萃取到有机相中后,使水相和有机相分离,蒸去有机溶剂,称出干燥萃取物的重量^①,即可确定被测组分含量。

(三) 挥发法

挥发指液体或固体分子转化为气体分子的过程。挥发法一般是通过加热或常温下通惰性气体等方法使试样中被测组分挥发逸出,然后根据试样减轻的重量计算该组分的含量;或者该组分逸出时,用相应的吸收剂将其吸收,并根据吸收剂增加的重量来计算该组分的含量。根据称量的对象不同,挥发法分为直接法和间接法。被测组分被分离出后,如果称量的是被测组分或其衍生物,通常称为直接法。被测组分与其他组分分离后,如果通过称量其他组分,测定样品减少的重量来求得被测组分的含量,则称为间接法。

(四) 色谱法

注:① 实为质量,包括后文的称重、恒重、减重、增重等。但由于现阶段我国农林、食品等领域的生产和科研实践中一直沿用,为使学生了解、熟悉行业实际,本书予以保留。——编者注