



职业技能培训教材

食品检验工

(初级、中级、高级、技师)

农业部行业职业技能培训教材编审委员会

中国农业出版社

内 容 简 介

食品是人类生命活动赖以生存的物质,食品质量与人民健康关系极为密切。随着我国食品工业的迅猛发展以及加入世贸组织,消费者对食品质量监测的要求也越来越高。根据《中华人民共和国食品卫生法》的规定,食品生产经营企业应当健全本单位的食品卫生管理制度,设有专职食品检验人员,加强对本企业所生产的食品检验工作和产品质量评价。目前,我国食品企业很大一部分为中小型企业,这部分企业技术人员严重匮乏,尤其是缺少食品质量检验人员,很多企业仅凭传统经验或简单的检测手段进行食品的检测工作。这不仅严重影响企业自身发展,而且也不能适应当前形势的需要。《食品检验工》就是一本贯彻执行食品卫生法,确保食品质量和安全的实用工具书。

《食品检验工》根据目前企业现状有针对性地分为初级工、中级工、高级工和技师等四个级别。内容包括:学习要点、工作内容、技能要求和知识水平。每个部分均附有练习题,便于不同级别的人员总结学习成果,进行专业考核。

本书可作为食品企业不同级别检验工的培训教材,也可作为质量技术监督部门和大专院校的参考教材。

农业部乡镇企业系统职业技能培训教材

编审领导小组

组 长 甘士明
副 组 长 王秀忠 夏学禹
成 员 杨泽钊 姜 倩 吴 月 邹桂金
 刘纪昌 王 宏 戴贺兰

《食品检验工》编审人员名单

主 编 孟宪军 李新华 张春红
编写人员 陈 彬 胡 睿 纪淑娟 李亮亮
 刘 玲 刘文娥 路 飞 马荣山
 皮钰珍 吴朝霞 谢 宏 席联敏
 颜廷才 岳喜庆 赵春燕 赵英博
 郑 艳 郑煜焱
主 审 周艳明

前言

食品是人类生命活动赖以生存的物质，食品质量与人民健康关系极为密切。随着我国食品工业的迅猛发展以及加入世贸组织，消费者对食品质量监测的要求越来越高。1995年我国正式颁布了《中华人民共和国食品卫生法》，从此，翻开了我国食品卫生新的一页，为搞好食品卫生监督、提高产品质量提供了法律依据。根据《中华人民共和国食品卫生法》规定，食品生产经营企业应当健全本单位的食品卫生管理制度，设有专职食品检验人员，加强对本企业所生产的食品检验工作和产品质量评价。《食品检验工》一书是贯彻执行食品卫生法，确保食品质量和安全的一本实用工具书。

目前，我国食品行业方兴未艾，有非常好的发展势头。随着人民生活水平的不断提高，人们对食品安全和食品的品质要求越来越高，加之近年来对食品卫生法制化管理不断深入，食品卫生标准及内容逐年增加，检测方法和手段不断出新，给食品企业和技术监督部门的质量检测带来了一定的压力。为了适应形势的发展，我们受农业部乡镇企业局的委托组织编写了这本培训教材，旨在培训食品企业从业人员和质量监督管理部门食品卫生管理人员。

目前，我国食品企业很大一部分为中小型企业，这部分企业技术人员严重匮乏，尤其是缺少食品质量检验人员，很多企业仅凭传统经验或简单的检测手段进行食品的检测工

前言

作,这不仅严重影响企业自身发展,而且也不能适应当前形势的需要。本培训教材根据目前企业现状有针对性地分初级工、中级工、高级工和技师等四个级别。每个级别要求掌握和考核指标体系均不同,便于对不同级别人员的考核。

本书可作为食品企业不同级别检验工的培训教材,也可作为质量技术监督部门、大专院校的参考教材。本书在编写过程中得到了农业部和辽宁省有关部门及中国农业出版社等单位的关心和支持。沈阳农业大学食品学院、分析测试中心部分教师参加了本书的编写工作。沈阳农业大学分析测试中心主任周艳明教授担任本书主审。在此对本书编辑过程付出辛苦劳动的同仁一并致以诚挚的谢意。

本书在编写过程中由于时间紧任务重,内容覆盖面广,疏漏和错误在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2005年3月

目 录

第一部分 检验基本要求.....	1
学习要点.....	1
第一章 基础知识	2
第一节 计量单位	2
第二节 溶液浓度的表示及其配制	3
第三节 实验误差及数据处理	9
第四节 实验室用水	16
第五节 实验室安全及防护	18
第二章 职业道德	22
第一节 什么是职业	22
第二节 什么是职业道德	22
第三节 职业守则	23
第二部分 初级工技能要求	25
学习要点	25
第三章 检验的前期准备及仪器的维护	26
第一节 样品采集和制备	26
第二节 常用玻璃器皿及仪器的使用	27
第三节 百分浓度溶液的配制	27
第四章 检验	29
第一节 粮油及制品检验	29
第二节 糕点糖果检验	55
第三节 乳及乳制品检验	58
第四节 白酒、果酒、黄酒检验	67
第五节 啤酒检验	73
第六节 饮料检验	80
第七节 罐头食品检验	83
第八节 肉蛋及制品检验	89
第九节 调味品、酱腌制品检验	92
第十节 茶叶检验	96

目 录

第五章 检验结果分析	102
练习题	102
第三部分 中级工技能要求	103
学习要点	103
第六章 检验的前期准备及仪器设备的维护	104
第一节 常用玻璃器皿及仪器的使用	104
第二节 溶液的配制	105
第三节 培养液的配制	105
第四节 无菌操作方法	105
第七章 检验	106
第一节 粮油及制品检验	106
第二节 糕点糖果检验	123
第三节 乳及乳制品检验	140
第四节 白酒、果酒、黄酒检验	142
第五节 啤酒检验	149
第六节 饮料检验	153
第七节 罐头食品检验	156
第八节 肉蛋及制品检验	165
第九节 调味品、酱腌制品检验	172
第十节 茶叶检验	178
附录	182
第八章 检验结果分析	188
练习题	190
第四部分 高级工技能要求	191
学习要点	191
第九章 检验的前期准备及仪器设备的维护	192
第一节 常用玻璃器皿及仪器的准备	192
第二节 标准溶液的配制和标定	192
第十章 检验	193
第一节 粮油及制品检验	193
第二节 糕点糖果检验	208
第三节 乳及乳制品检验	220
第四节 白酒、果酒、黄酒检验	222
第五节 啤酒检验	226
第六节 饮料检验	229
第七节 罐头食品检验	245

第八节 肉蛋及制品检验	249
第九节 调味品、酱腌制品检验	249
第十节 茶叶检验	250
第十一章 检验结果分析	254
练习题	257
第五部分 技师技能要求	259
学习要点	259
第十二章 仪器的维护	260
第一节 高效液相色谱仪的维护	260
第二节 原子吸收仪的安装调试与鉴定维修	265
第十三章 检验	271
第一节 粮油及制品检验	271
第二节 糕点糖果检验	296
第三节 乳及乳制品检验	307
第四节 白酒、果酒、黄酒检验	315
第五节 啤酒的检验	329
第六节 饮料检验	331
第七节 罐头食品检验	331
第八节 肉蛋及制品检验	339
第九节 调味品、酱腌制品检验	348
第十节 茶叶检验	348
第十四章 检验结果分析	350
练习题	351
主要参考文献	352

1

第一部分

检验基本要求

学习要点

重点掌握食品检验的基础知识和职业道德。基础知识部分包括：计量单位；溶液浓度的表示方法、溶液的配制与计算；实验误差及数据处理；实验室用水；实验室安全及防护。

第一章 基础知识

第一节 计量单位

法定计量单位是由国家以法令形式规定或允许使用的计量单位。我国的法定计量单位是以国际单位制单位为基础，结合我国的实际情况制定的。

一、国际单位制的基本单位

国际单位制的基本单位见表 1-1。

表 1-1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克（公斤）	kg
时间	秒	s
电流	安〔培〕	A
热力学温度	开〔尔文〕	K
物质的量	摩〔尔〕	mol
发光强度	坎〔德拉〕	cd

二、常用单位及换算

（一）长度单位（表 1-2）

表 1-2 长度单位

单位名称	单位符号	换算法
米	m	1
分米	dm	10^{-1}
厘米	cm	10^{-2}
毫米	mm	10^{-3}
微米	μm	10^{-6}
纳米	nm	10^{-9}

（二）容积单位（表 1-3）

表 1-3 容积单位

单位名称	单位符号	换算法
升	L	1
毫升	mL	10^{-3}
微升	μL	10^{-6}

(三) 重量单位 (表 1-4)

表 1-4 重量单位

单位名称	单位符号	换算法
千克 (公斤)	kg	1 000
克	g	1
毫克	mg	10^{-3}
微克	μg	10^{-6}

(四) 摩尔数与摩尔浓度 (表 1-5)

表 1-5 摩尔数与摩尔浓度单位

单 位	单位符号	浓度符号	换算
摩 尔	mol	mol/L	1
毫摩尔	mmol	mmol/L	10^{-3}
微摩尔	μmol	$\mu\text{mol/L}$	10^{-6}
纳摩尔	nmol	nmol/L	10^{-9}

第二节 溶液浓度的表示及其配制

一、浓度的表示方法

在分析工作中, 随时都要用到各种浓度的溶液, 溶液的浓度通常指在一定量的溶液中所含溶质的量, 溶剂用 A 代表, 溶质用 B 代表, 常用的溶液的浓度表示方法有以下几种。

(一) B 物质的量浓度

B 物质的量浓度, 常简称为 B 的浓度, 是指 B 物质的量除以混合物的体积, 以 c_B 表示, 单位为 mol/L, 即

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

式中: c_B ——B 物质的量浓度, mol/L;

n_B ——B 物质的量, mol;

V——混合物 (溶液) 的体积, L。

(二) B 物质的质量分数

B 物质的质量分数是指 B 物质的质量与混合物的质量之比。以 w_B 表示。如 $w_{\text{HCl}} = 38\%$ 。如果分子、分母两个质量单位不同, 则质量分数应写上单位, 如 mg/g、 $\mu\text{g/g}$ 等。

质量分数还常用来表示被测组分在试样中的含量, 如某食品中钙的含量为 $15.0\mu\text{g/g}$, 应写成 $w_{\text{Ca}} = 15.0 \times 10^{-6}$, 或 $15.0\mu\text{g/g}$, 或 15.0 mg/kg 。

(三) B 物质的质量浓度

B 物质的质量浓度是指 B 物质的质量除以混合物的体积, 以 ρ_B 表示, 单位为 g/L, 即

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

式中: ρ_B ——物质 B 质量浓度, g/L;

m_B ——物质 B 质量, g;

V ——混合物(溶液)的体积, L。

例: $\rho_{\text{NaOH}} = 10 \text{ g/L}$, 表示 1L NaOH 溶液中含有 10 g NaOH。

当浓度很稀时, 可用 mg/L、 $\mu\text{g/L}$ 、ng/L 表示。

(四) B 物质的体积分数

混合前 B 物质的体积除以混合物的体积为体积分数(适用于 B 为液体), 以 φ_B 表示。将原装液体试剂稀释时, 多采用这种浓度表示, 如 $\varphi_{\text{乙醇}} = 0.70$, 也可以写成 $\varphi_{\text{乙醇}} = 70\%$, 可量取无水乙醇 70 mL, 加水稀释至 100 mL。

体积分数也常用于气体分析中表示某一组分的含量。如空气中含氧 $\varphi_{\text{O}_2} = 0.20$, 表示氧气的体积占空气体积的 20%。

(五) 比例浓度

包括容量比浓度和质量比浓度, 容量比浓度是指液体试剂相互混合或用溶剂(大多为水)稀释时的表示方法。如 (1+5) HCl 溶液, 或 1:5 HCl 溶液, 表示 1 体积市售浓盐酸与 5 体积蒸馏水相混而成的溶液。

二、溶液的配制和计算

一般溶液指非标准溶液, 常用于溶解样品、调节 pH、分离或掩蔽、显色等。一般要求不高, 试剂用百分天平称取, 用容量瓶定容即可。

(一) 物质的量浓度溶液的配制和计算

1. 溶质是固体

例: 欲配制 $c_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.5 \text{ mol/L}$ 溶液 500 mL, 如何配制?

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = c_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V \times (M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 1000)$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.5 \times 500 \times (106 / 1000) = 26.50 \text{ (g)}$$

配法: 称取 26.50 g Na_2CO_3 溶于水, 并用水稀释至 500 mL, 混匀。

2. 溶质是浓溶液

例: 欲配制 $c_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0.5 \text{ mol/L}$ 溶液 500 mL, 如何配制?(浓磷酸密度为 1.69, 浓度为 85%, 浓度为 15 mol/L)

$$c_{\text{浓}} \times V_{\text{浓}} = c_{\text{稀}} \times V_{\text{稀}}$$

$$V_{\text{稀}} = c_{\text{浓}} \times V_{\text{浓}} / c_{\text{稀}} = 0.5 \times 500 / 15 = 17 \text{ (mL)}$$

配法：量取 17 mL 浓磷酸，用水稀释至 500 mL，混匀。

(二) 质量分数溶液的配制和计算

1. 溶质是固体

$$m_1 = m \times w$$

$$m_2 = m - m_1$$

式中： m_1 ——固体溶质的质量，g；

m_2 ——溶剂的质量，g；

m ——欲配制溶液的质量，g；

w ——欲配制溶液的质量分数。

例：欲配制 $w_{\text{NaCl}} = 10\%$ 溶液 500 g，如何配制？

$$m_1 = 500 \times 10\% = 50 \text{ (g)}$$

$$m_2 = 500 - 50 = 450 \text{ (g)}$$

配法：称取 50 g NaCl 加水 450 mL，混匀。

2. 溶质是浓溶液

计算依据是溶质的总量在稀释前后不变。

$$V_0 \times \rho_0 \times w_0 = V \times \rho \times w$$

式中： V_0 、 V ——溶液稀释前后的体积，mL；

ρ_0 、 ρ ——溶液稀释前后的密度，g/mL；

w_0 、 w ——溶液稀释前后的质量分数。

例：欲配制 $w_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 30\%$ 溶液 ($\rho = 1.22$) 500 mL，如何配制？(市售 H_2SO_4 ， $\rho_0 = 1.84$ ， $w_0 = 96\%$)

$$V_0 = (V \times \rho \times w) / V_0 \times \rho_0 = (500 \times 1.22 \times 30\%) / 1.84 \times 96\% = 103.6 \text{ mL}$$

配法：量取 103.6 mL 浓硫酸，在不断搅拌下慢慢加入适量水中，冷却，用水稀释至 500 mL，混匀。

(三) 质量浓度溶液的配制和计算

例：欲配制 20 g/L 亚硫酸钠溶液 100 mL，如何配制？

$$\rho_B = m_B \times 1000 / V$$

式中： ρ_B ——物质 B 质量浓度，g/L；

m_B ——物质 B 质量，g；

V ——混合物(溶液)的体积，mL。

$$m_B = \rho_B \times V / 1000 = 20 \times 100 / 1000 = 2.0 \text{ (g)}$$

配法：称取 2.0 g 亚硫酸钠溶于水，加水稀释至 100 mL，混匀。

1. 体积分数溶液的配制和计算

例：欲配制 $\varphi_{\text{乙醇}} = 50\%$ 的乙醇溶液 1000 mL，如何配制？

$$V_B = 1000 \times 50\% = 500 \text{ (mL)}$$

配法：量取无水乙醇 500 mL，用水稀释至 1000 mL，混匀。

2. 比例浓度溶液的配制和计算

例：欲配制（2+3）乙酸溶液 1 000 mL，如何配制？

$$V_A = V \times A / (A + B)$$

式中：A ——溶质的比例分数；

B ——溶剂的体积，mL；

V_A ——溶质的体积，mL；

V ——欲配置溶液的总体积，mL。

$$V_A = V \times A / (A + B) = 1\,000 \times 2 / (2 + 3) = 400 \text{ (mL)}$$

配法：量取冰乙酸 400 mL，用水稀释至 600 mL，混匀。

三、标准溶液的配制和计算

（一）一般规定

已知准确浓度的溶液叫做标准溶液。标准溶液浓度的准确度直接影响分析结果的准确度。因此，配制标准溶液在方法、使用仪器、量具和试剂方面都有严格的要求。一般按照国标 GB 601—88 要求制备标准溶液，有以下一些规定：

（1）制备标准溶液用水，在未注明其他要求时，应符合 GB 6682—1992 二级水的规格。

（2）所用试剂的纯度应在分析纯以上。

（3）所用分析天平的砝码、滴定管、容量瓶及移液管均需定期校正。

（4）标定标准溶液所用的基准试剂应为容量分析工作基准试剂，制备标准溶液所用试剂为分析纯级以上试剂。

（5）制备标准溶液的浓度系指 20℃ 时的浓度，在标定和使用时，如温度有差异，应补正。

（6）“标定”或“比较”标准溶液浓度时，平行试验不得少于 8 次，两人各作 4 次平行测定，每人 4 次平行测定结果的极差（即最大值和最小值之差）与平均值之比不得大于 0.1%。结果取平均值。浓度值取四位有效数字。

（7）对凡规定用“标定”和“比较”两种方法测定浓度时，不得略去其中任何一种，且两种方法测得的浓度值之差不得大于 0.2%，以标定结果为准。

（8）制备的标准溶液浓度与规定浓度相对误差不得大于 5%。

（9）配制浓度等于或低于 0.02 mol/L 的标准溶液时，应于临用前将浓度高的标准溶液用煮沸并冷却的水稀释，必要时重新标定。

（10）碘量法反应时，溶液的温度不能过高，一般在 15~20℃ 之间进行。

（11）滴定分析用标准溶液在常温（15~25℃）下，保存时间一般不得超过 2 个月。

（二）配制方法

标准溶液配制有直接配制法和标定法两种。

1. 直接配制法

在分析天平上准确称取一定量已干燥的“基准物”溶于水后，转入已校正的容量瓶中

用水稀释至刻度，摇匀，即可算出其准确浓度。

作为“基准物”，应具备下列条件：

- (1) 纯度高。含量一般要求在 99.9% 以上，杂质总含量小于 0.1%。
- (2) 组成与化学式相符，包括结晶水。
- (3) 性质稳定。在空气中不吸湿，加热干燥时不分解，不与空气中氧气、二氧化碳等作用。
- (4) 使用时易溶解。
- (5) 最好是摩尔质量较大。这样，称样量较多，可以减少称量误差。

2. 标定法

很多物质不符合基准物的条件。例如，浓盐酸中氯化氢很易挥发，固体氢氧化钠易吸收水分和 CO_2 、 KMnO_4 不易提纯等。它们都不能直接配制标准溶液。一般是先将这些物质配成近似所需浓度溶液，再用基准物测定其准确浓度。这一操作叫做“标定”。标定的方法有如下两种：

(1) 直接标定。准确称取一定量的基准物，溶于水后用待标定溶液滴定，至反应完全。根据所消耗待标定溶液的体积和基准物的质量，计算出待标定溶液的准确浓度。

例如，标定 HCl 或 H_2SO_4 ，可用基准物无水碳酸钠，在 $270\sim 300^\circ\text{C}$ 烘干至质量恒定，用不含 CO_2 的水溶解，选用溴甲酚绿-甲基红混合指示剂指示终点。

(2) 间接标定。有一部分标准溶液，没有合适的用以标定的基准试剂，只能用另一已知浓度的标准溶液来标定。如乙酸溶液用 NaOH 标准溶液来标定，草酸溶液用 KMnO_4 、标准溶液来标定等。当然，间接标定的系统误差比直接标定要大些。

在实际生产中，除了上述两种标定方法之外，还有用“标准物表”来标定标准溶液的。这样做的目的，是使标定与测定的条件基本相同，可以消除共存元素的影响，更符合实际情况。

(3) 比较。用基准物直接标定标准溶液的浓度后，为了更准确地保证其浓度，采用比较法进行验证。例如， HCl 标准溶液用 Na_2CO_3 基准物标定后，再用 NaOH 标准溶液进行标定。国标规定两种标定结果之差不得大于 0.2%， “比较”既可检验 HCl 标准溶液的浓度是否准确，也可考查 NaOH 标准溶液的浓度是否可靠，最后以直接标定结果为准。

另外，在有条件的工厂，标准溶液在中心试验室或标准溶液室由专人负责配制、标定，然后分发各车间使用，更能确保标准溶液浓度的准确性。

标准溶液要定期标定，它的有效期要根据溶液的性质、存放条件和使用情况来确定。

3. 标准溶液浓度的调整

化验工作中为了计算方便，常需使用某一指定浓度的标准溶液，如 $C(\text{HCl}=0.1000\text{ mol/L})$ HCl 溶液，配制时浓度可能略高或略低于此浓度，待标定结束后，可加水或加较浓 HCl 溶液进行调整。

(1) 标定后浓度较指定浓度略高。此时可按下式加水稀释，并重新标定。

$$\begin{aligned} C_1 V_1 &= C_2 (V_1 + V_{\text{H}_2\text{O}}) \\ V_{\text{H}_2\text{O}} &= V_1 (C_1 - C_2) / C_2 \end{aligned}$$

式中: C_1 —— 标定后的浓度, mol/L;

C_2 —— 指定的浓度, mol/L;

V_1 —— 标定后的体积, mL;

V_{H_2O} —— 稀释至指定浓度需加水的体积, mL。

(2) 标定后浓度较指定浓度略低。此时可按式补加较高浓度溶液进行调整, 并重新标定。

$$C_1 V_1 = C_{\text{浓}} V_{\text{浓}} C_2 (C_1 + V_{\text{浓}})$$

$$V_{\text{浓}} = V_1 (C_2 - C_1)$$

式中: C_1 —— 标定后的浓度, mol/L;

C_2 —— 指定的浓度, mol/L;

$C_{\text{浓}}$ —— 需加浓溶液的浓度, mol/L;

V_1 —— 标定后的体积, mL;

$V_{\text{浓}}$ —— 需加浓溶液的体积, mL。

4. 物质的量浓度 (C_B) 与滴定度 ($T_{S/x}$) 的相互换算

$$T_{S/x} = C_B \times M_X / 1000$$

式中: M_X —— 被测物的摩尔质量, g/mol。

例: 0.1016 mol/L HCl 溶液, 换算成 $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ 应为多少?

[解] $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

$$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.1016 \times 53.00 / 1000 = 0.005385 \text{ (g/mL)}$$

(三) 试剂配制的一般注意事项

(1) 称量要精确, 特别是在配制标准溶液、缓冲液时, 更应注意严格称量。有特殊要求的, 要按规定进行干燥、恒重、提纯等。

(2) 一般溶液都应用蒸馏水或无离子水 (即离子交换水) 配制, 有特殊要求的除外。

(3) 化学试剂根据其质量分为各种规格 (品级), 一般化学试剂的分级见表 1-6。还有一些规格, 如: 纯度很高的光谱纯、层析纯。纯度较低的工业用、药典纯 (相当于四级) 等等。配制溶液时, 应根据实验要求选择不同规格的试剂。

表 1-6 试剂的分级

标准用途	一级试剂	二级试剂	三级试剂	四级试剂	生物试剂
保证试剂	分析纯	化学纯	实验试剂		
标志	G.R	A.R	C.P	L.R	B.R
绿色标签	红色标签	蓝色标签	化学用		
用途	最精确分析及研究	微量分析, 最常用	一般分析, 快速分析	定性检验	根据说明使用

(4) 试剂应根据需要量配制。一般不宜过多, 以免积压浪费, 过期失效。

(5) 试剂 (特别是液体) 一经取出, 不得放回原瓶, 以免因量器或药勺不清洁而沾污整瓶试剂。取固体试剂时, 必须使用洁净干燥的药勺。

(6) 配制试剂所用的玻璃器皿, 都要清洁干净。存放试剂的试剂瓶应清洁干燥。

(7) 试剂瓶上应贴上标签。写明试剂名称、浓度、配制日期及配制人。

- (8) 试剂用后要用原瓶塞塞紧, 瓶塞不得沾染其他污物或沾污桌面。
 (9) 有些化学试剂极易变质, 变质后不能继续使用。

第三节 实验误差及数据处理

在任何一项分析工作中, 我们用同一个分析方法, 测定同一个样品, 虽然经过多次测定, 测定结果总不会完全相同。这说明在测量中有误差。为此, 我们必须了解误差产生的原因及其表示方法, 尽可能减小误差, 以提高分析的准确度。

一、误差

准确度是指测定值与真实值之间相符合的程度。准确度的高低常以误差的大小来衡量。即, 误差越小, 准确度越高; 误差越大, 准确度越低。最理想的测量就是能够测得真值, 但由于测量是利用仪器, 在一定条件下通过人来完成的, 受仪器的灵敏度和分辨能力的局限性、环境的不稳定性和人的精神状态等因素的影响, 使得待测量的真值是不可测得的。

$$\text{误差} = \text{测量值} - \text{真值}$$

误差有两种表示方法: 绝对误差和相对误差:

$$\text{绝对误差 (E)} = \text{测定平均值 (x)} - \text{真实值 (T)}$$

$$\text{相对误差 (RE)} = [\text{测定值 (X)} - \text{真实值 (T)}] / \text{真实值 (T)} \times 100\%$$

由于测定值可能大于真实值, 也可能小于真实值, 所以绝对误差和相对误差都有正、负之分。

例如, 若测定值为 57.30, 真实值为 57.34, 则

$$\text{绝对误差 (E)} = \text{测定值 (X)} - \text{真实值 (T)}$$

$$\text{相对误差 (RE)} = E/T \times 100\% = (0.04/57.34) \times 100\% = -0.07\%$$

对于多次测量的数值, 其准确度可按下式计算:

$$\text{绝对误差 (E)} = X - T$$

$$\text{相对误差 (RE)} = (X - T) / T \times 100\%$$

例: 若测定 3 次结果为: 0.120 1g/L, 0.119 3 g/L 和 0.118 5 g/L, 标准含量为: 0.123 4g/L, 求绝对误差和相对误差。

$$\text{平均值 (x)} = (0.120\ 1\text{g} + 0.119\ 3 + 0.118\ 5) / 3 = 0.119\ 3\ (\text{g/L})$$

$$\text{绝对误差 (E)} = X - T = 0.119\ 3 - 0.123\ 4 = -0.004\ 1\ (\text{g/L})$$

$$\text{相对误差 (RE)} = (X - T) / T \times 100\% = (-0.004\ 1 / 0.234) \times 100\% = -3.3\%$$

但应注意有时为了说明一些仪器测量的准确度, 用绝对误差更清楚。例如, 分析天平的称量误差是 $\pm 0.000\ 2\ \text{g}$, 常量滴定管的读数误差是 $\pm 0.01\ \text{mL}$ 等等。这些都是用绝对误差来说明的。

误差可以分为系统误差和偶然误差。

(一) 系统误差

系统误差的特点是: 在相同条件下, 对同一物理量进行多次测量时, 误差的大小和正