



食品感官与理化检验



高职高专食品类专业规划教材



食品理化检验技术

SHIPIN LIHUA JIANYAN JISHU

..... (第2版)

- 主编 林继元
- 主审 黎移新



绪论

一、食品理化检验的概念及任务

（一）食品理化检验的概念

食品理化检验是依据物理、化学、生物化学的基本原理，运用各种**科学技术**，按照制定的**技术标准**，对食品的原料、辅料、半成品及成品相关成分进行检验的科学活动。

（二）食品理化检验的主要任务

判断、避免、指导



(三) 食品理化检验解决三个主要问题

- ✓ 体系中存在哪些物质? → 定性分析
- ✓ 体系中物质的量是多少? → 定量分析
- ✓ 这些物质的结构和存在的形态是什么?



二、食品理化检验的内容

- (一) 营养成分的分析检验
- (二) 食品添加剂的分析检验
- (三) 毒害物质的测定



三、食品理化检验的方法

(一) 物理分析法：相对密度法、折光法、旋光法等

(二) 化学分析法

(三) 仪器分析法



四、食品理化检验依据和过程

1、国内标准

- (1) 国家标准。强制性标准用“GB”表示，推荐性国家标准代号为“GB/T”。
- (2) 行业标准。QB、QB/T 分别为强制性行业标准和推荐性行业标准的标准代号。
- (3) 地方标准。DB、DB/T
- (4) 企业标准。



四、食品理化检验依据和过程

2、国际标准

(1) CAC 标准。

CAC 全称：**国际食品法典委员会。**

CAC 标准已经成为进入国际市场的通行证。

(2) AOAC 标准。

AOAC 全称：**国际官方分析化学家协会。**

五、误差和分析数据处理



(一) 检验结果的表示方法

- (1) 毫克百分含量： $\text{mg}/100\text{g}$ 或 $\text{mg}/100\text{mL}$ 。
- (2) 百分含量（%）： $\text{g}/100\text{g}$ 或 $\text{g}/100\text{mL}$ 。
- (3) 千分含量（‰）： g/kg 或 g/L 。
- (4) 百万分含量（ppm）： mg/kg 或 mg/L 。
- (5) 十亿分含量（ppb）： $\mu\text{g}/\text{kg}$ 或 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。

(二) 有效数字及其运算规则

有效数字就是能实际能测量到的数字，它由全部准确数字和最后一位不确定数字组成，最后一位不确定数字又称存疑数字。它表示了数字的有效意义及准确程度。

有效位数修约规则



四舍六入五留双

4 要舍，6 要入
5 后有数进一位
5 后无数看单双
单数在前进一位
偶数在前全舍光
数字修约要记牢
分次修约不应该

例：将下列测量值修约为3位数

修约前

4.135

4.125

4.105

4.1251

4.1349

修约后

4.14

4.12

4.10

4.13

4.13

有效位数修约规则



四舍六入五留双

例如：把下列数字修约到保留两位小数

1.23412 1.2567 0.1303 0.2554

0.37501 0.7750 0.7850

运算规则



1. 加减法：以小数点后位数最少的数为准。

(即以绝对误差最大的数为准)

例： $0.0121 + 25.64 + 1.05782 = ?$

$$\begin{array}{r} 0.01 \\ 25.64 \\ +) 1.06 \\ \hline 26.71 \end{array}$$

运算规则



1、加减法：

先按小数点后位数最少的数据保留其它各数的位数，再进行加减计算，计算结果也使小数点后保留相同的位数。

例：计算 $50.1+1.45+0.5812=?$

修约为： $50.1+1.4+0.6=52.1$

先修约，结果相同而计算简捷。

例：计算 $12.43+5.765+132.812=?$

修约为： $12.43+5.76+132.81=151.00$

运算规则



2. 乘除法：以有效数字位数最少的数为准。
(即以相对误差最大的数为准)

$$\text{例： } 0.0121 \times 25.64 \times 1.057823$$

$$= 0.0121 \times 25.6 \times 1.06$$

$$= 0.328$$

食品检验操作中的有效数字应用



- 精密称定：指称取重量应准确至所取重量的千分之一。
- 称定：指称取重量应准确至所取重量的百分之一。

实操：

- 若精密称定样品的质量为2g，用千分之一天平即可。
- 若精密称定样品的质量为0.2g，用万分之一天平。
- 若精密称定样品的质量为0.02g，用十万分之一天平。

食品检验操作中的有效数字应用



- 精密量取：指量取体积的准确度应符合国家标准中对该体积移液管的精度要求。
- 量取：指可用量筒或按照量取体积的有效数位选用量具。

实操：

- 量取5 mL，应选用5~10mL量筒。
- 精密量取5.00mL，应选用5mL移液管。

(三) 分析结果的准确度和精密度



• 一、定量分析误差的产生

真实值（真值） X_T

真实存在的值

分析测定值 X

由实验过程中采用某一方法测得的值

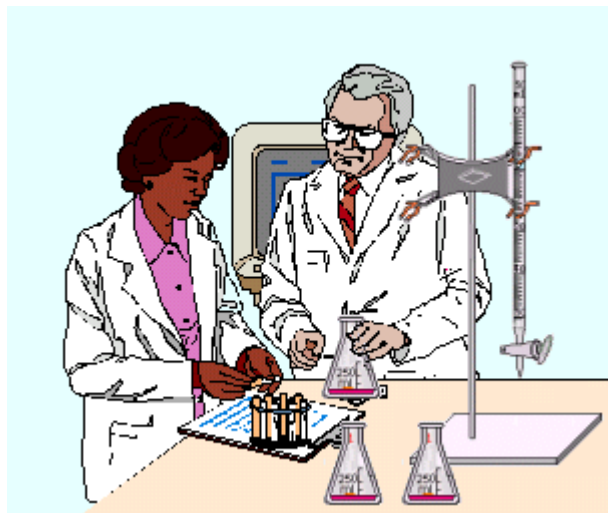
误差 E

$$E = X - X_T$$



请阅读教材 P4~5 ，完成练习 P14~15 ：

- 1、什么叫误差，误差有哪些种类？
- 2、误差产生的原因是什么？



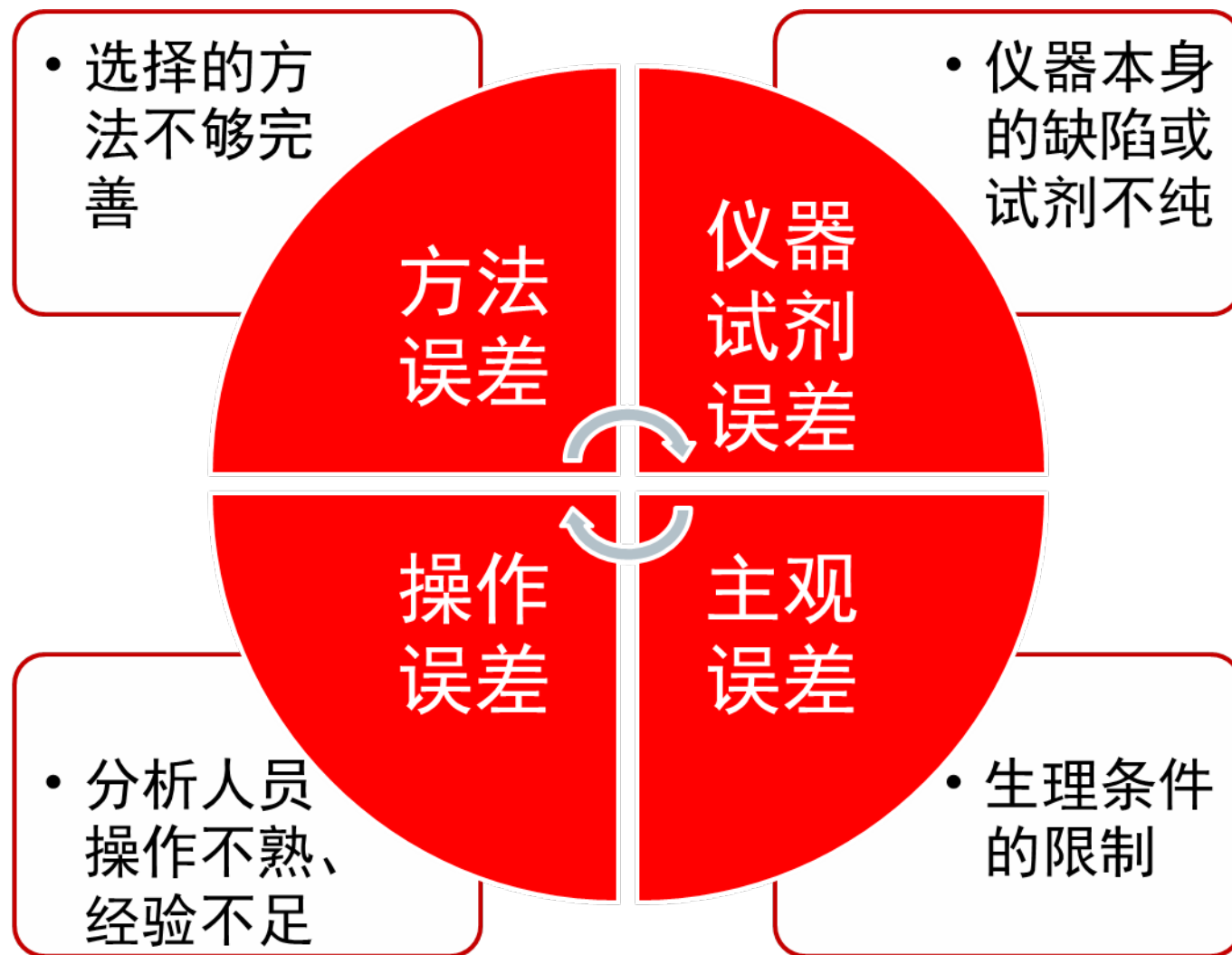


(一) 误差的分类

系统误差（可测误差）

偶然误差（随机误差）

1、产生系统误差的原因



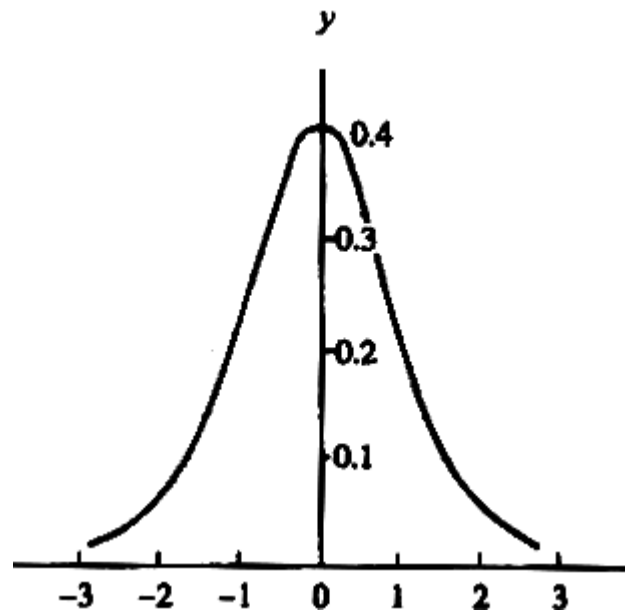
2、产生偶然误差的原因



偶然因素：如室温，气压，温度，湿度，分析仪器的轻微波动，个人辨别能力等。

特点：

- a. 不恒定
- b. 难以校正
- c. 服从正态分布（统计规律）



偶然误差的正态分布

3、系统误差与偶然误差的比较



项目	系统误差	偶然误差
产生原因	固定的因素	不定的因素
分类	方法误差、仪器与试剂误差、主观误差	
性质	重现性、单向性（或周期性）、可测性	服从概率统计规律性、不可测性（可变性）
影响	准确度	精密度
消除或减小的方法	校正	增加测定的次数

课堂练习



1、因称量速度慢使试样吸潮而造成的误差为：

A. 偶然误差

B. 试剂误差

C. 方法

D. 操作误差



2、在分析测定中，论述偶然误差正确的是

A. 大小误差出现的几率相等

B. 正误差出现的几率大于负误差

C. 负误差出现的几率大于正误差

D. 正负误差出现的几率相等



同步测试——填空题



根据误差产生的原因，可将误差分为
系统误差 和 偶然误差。

系统误差产生的原因类型有：
方法误差、仪器和试剂误差、操作误差、主观误差
。

同步测试——判断题



1. 定量分析中产生的误差是不可避免的，但可以采用适当的措施减小误差，提高分析结果的准确度（ ）
2. 系统误差[✓]是由不确定的原因或某些难以控制的偶然因素所造成的误差（ × ）
3. 偶然误差和系统误差可能在一次测量中同时存在，不能截然分开。（ ）
4. 可以通过增加平行测定[✓]次数，减小测量中的系统误差。（ × ）
5. 仪器误差可以通过校准仪器加以减小。（ ）



二、误差的表示方法



—— 准确度、精密度、误差和偏差

1、准确度

测定结果与“真值”接近的程度（用**误差**表示）

误差愈小，测定值的准确度愈高。通常用**绝对误差**或**相对误差**来表示。



- 对单次测定值:

$$\text{绝对误差} = X - X_T \quad (0-1)$$

$$\text{相对误差} = \frac{X - X_T}{X} \times 100\% \quad (0-2)$$

- 对一组测定值:

$$\text{绝对误差} = \bar{X} - X_T$$

$$\text{相对误差} = \frac{\bar{X} - X_T}{X} \times 100\% \quad (0-3)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (0-4)$$

例题



用万分之一的分析天平称量某试样两份，其质量分别为 2.1753g 和 0.2174，假定两份试样的真实质量各位 2.1752 和 0.2175，分别计算两份试样称量的绝对误差和相对误差。

$$E1 = 2.1753 - 2.1752 = +0.0001(g) \quad E2 = 0.2174 - 0.2175 = -0.0001(g)$$

$$RE1 = \frac{+0.0001}{\cancel{2.1752}} \times 100\% = +0.005\% \quad RE2 = \frac{-0.0001}{\cancel{0.2175}} \times 100\% = -0.05\%$$

Handwritten notes:
For RE1: $\frac{0.0001}{2.1753} \times 100\%$
For RE2: $\frac{0.0001}{0.2174} \times 100\%$

结论：相对误差表示测定结果的准确度更确切，准确度常用相对误差表示。

课堂练习



某一物体质量称量为 1.6380g, 其真实质量为 1.6381g, 计算绝对误差和相对误差。

$$\text{绝对误差} = 1.6380 - 1.6381 = -0.0001\text{g}$$

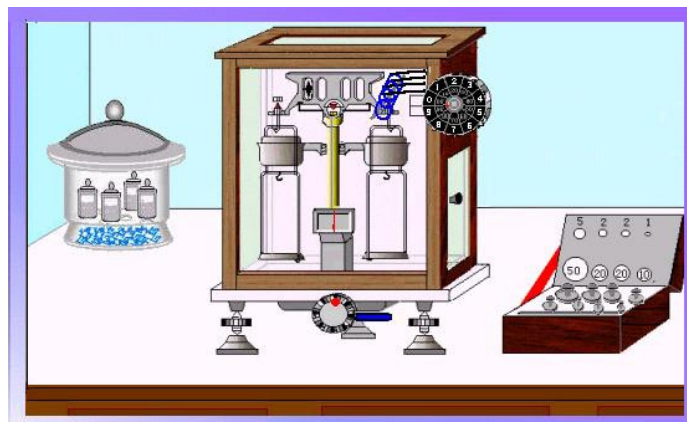
$$E_r = E / \mu \times 100\% = -0.0001 / 1.6381 = -0.006\%$$



2、精密度

- 精密度是指在相同条件下进行几次测定，结果相互接近的程度，是对同一样品的多次测定结果的重现性指标。它表示了各次测定值与平均值的偏离程度，是由偶然误差所造成的。

精密度一般用绝对偏差、相对偏差、算术平均偏差、校准偏差、变异系数等来表示。





$$\text{绝对偏差} = X - \bar{X} \quad (0-5)$$

$$\text{相对偏差} = \frac{|X - \bar{X}|}{\bar{X}} \times 100\% \quad (0-6)$$

算术平均偏差

$$d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}| \quad (0-7)$$

标准偏差

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (0-8)$$

变异系数

$$C_r = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (0-9)$$



分析以下两组数据，哪一组数据比较分散？

组1

+0.3, -0.2, -0.4, +0.2, +0.1, +0.4, 0.0, -0.3, +0.2, -0.3

组2

0.0, +0.1, -0.7, +0.1, -0.1, -0.2, +0.9, 0.0, +0.1, -0.2



3、准确度与精密度的关系

准确度和精密度是是两个不同的概念，但两者之间有一定的关系。

前者说明测定结果准确与否，后者说明测定结果稳定与否。精密度高，不一定准确度高，而准确度高一定需要精密度高。精密度是保证准确度的先决条件，精密度低说明所测结果不可靠，在这种情况下，自然失去了衡量准确度的前提。

同步练习 - 填空题



准确度体现测量值的 **正确** 性，大小用 **误差** 来衡量，它是测定值与 **真实值** 之间的差异。精密度体现测量值的 **重现** 性，大小用 **偏差** 来衡量，它是测定结果与 **平均值** 之间的差异。一般 **系统** 误差影响分析结果的 **准确度**，而 **偶然** 误差影响分析结果的精密度。

(四) 结果分析和数据处理



1、置信度与平均值的置信区间

对有限次测定的一组数据,根据几率可推导出有限测定次数时的标准偏差 S [式(0-8)]。而当测定次数 $n \rightarrow \infty$ 时, $\lim_{n \rightarrow \infty} X = \mu$, 得 $S = \delta$, 则

标准偏差

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{n}} \quad (0-10)$$

由统计学可以推导出有限测定次数的平均值 \bar{X} 与总体平均值(真值) μ 的关系。

$$\mu = \bar{X} \pm \frac{tS}{\sqrt{n}} \quad (0-11)$$

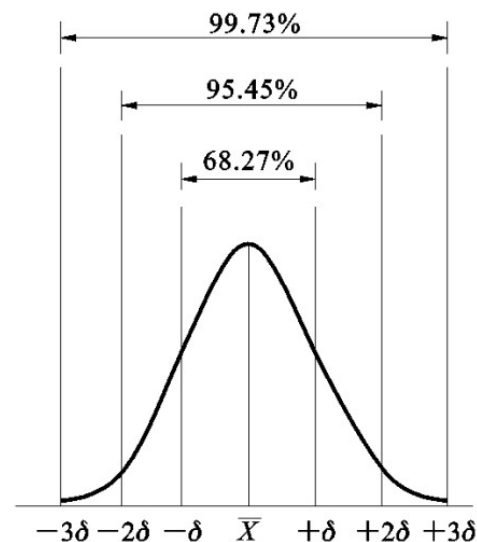


图 0-1 误差的正态分布曲线



2、可疑数据的取舍

在一系列的分析数据中，常有个别数据特大或特小，偏离其他数值较远。处理这类数据应慎重，不可为单纯追求分析结果一致性而随便舍弃。

处理这类数据的规则—— **Q 检验法**。

请阅读 P7~8

(五) 提高分析结果准确度和精密度的方法



- 1、选择合适的分析方法
- 2、正确选取样品量
- 3、对各种试剂、仪器、器皿进行鉴定或校正
- 4、增加测定次数
- 5、作空白试验
- 6、作对照试验
- 7、作回收试验
- 8、标准曲线的回归



- **方法一** 用最小二乘法求回归方程

$$y = ax + b \quad (0-14)$$

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (0-15)$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (0-16)$$

- **方法二** 使用 Excel 绘制标准曲线和求回归方程（见教材）

(六) 食品理化检验报告的撰写



1、实验的记录

表 0-4 原始记录示例表

项目 日期 样品 方法	编号		
	批号		
滴定次数	1	2	3
样品质量/g			
滴定管初读数/mL			
滴定管终读数/mL			
消耗滴定剂的体积/mL			
滴定剂的浓度/(mol/L)			
计算公式			
被测成分质量分数/%			
平均值			



2、检验报告

表 0-5 检验报告单式样

×××(检验单位名称)

检验报告单

编号：

送检单位		样品名称			
生产单位		检验依据			
生产日期及批号		送检日期		检验日期	
检验项目					
检验结果：					
结论：					
技术负责人：		复核人：		检验人：	

附注：

年 月 日

复习思考题



- P14-15

