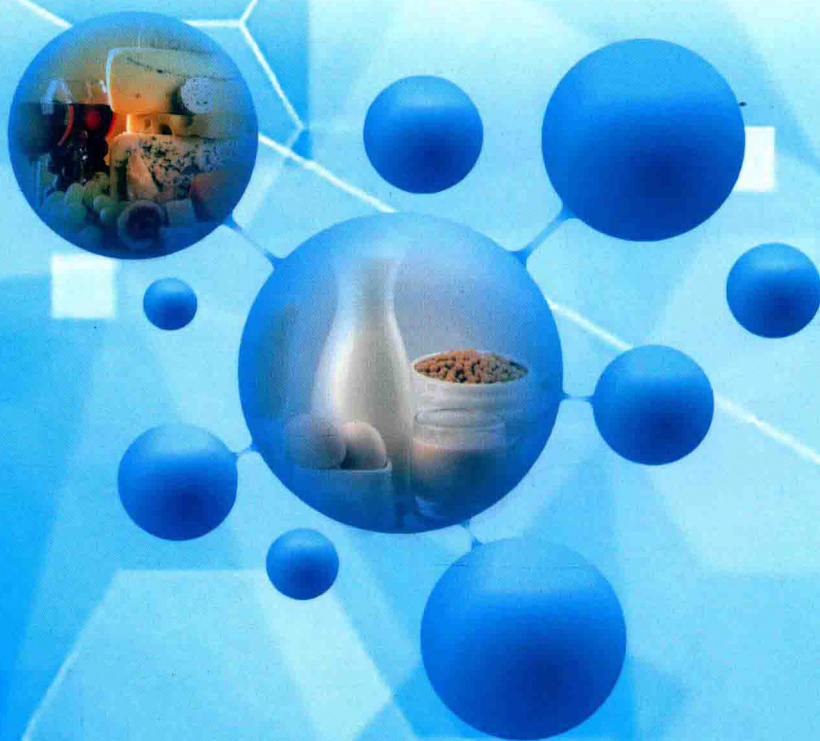


食品分析

SHIPIN FENXI

● 李秀霞 主编 ● 孙协军 蔡路昀 副主编



化学工业出版社

食品分析

SHIPIN FENXI

• 李秀霞 主编 • 孙协军 蔡路昀 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书内容包括食品分析的基础知识和基本方法、食品中一般成分的测定、食品添加剂的测定、食品中有害物质的测定,详细介绍了各类分析指标的应用范围、基本原理和操作方法及注意事项等。本书根据国家食品安全标准的新发展编写而成,内容新、系统性强,可供食品、商检、应用化学等相关专业大专院校师生与企业、科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品分析/李秀霞主编. —北京:化学工业出版社,
2018.12

ISBN 978-7-122-33399-5

I. ①食… II. ①李… III. ①食品分析 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第283173号

责任编辑:曾照华
责任校对:宋 玮

文字编辑:李 玥
装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数304千字 2019年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究



食品是人们生活所必不可少的物质,食品营养和安全是关系到每个家庭、每个人的基本民生问题。随着社会的进步和科技的发展,在基本的温饱问题解决以后,人们对于食品有了更高的要求,食品质量和安全问题得到了越来越多的关注,人们需要高质量、安全、富有营养且有益健康的食品。因此,食品中营养成分的高低、是否存在有害成分等都成为了人们普遍关心的问题,而对这些指标的分析 and 检测正是食品分析解决的主要问题。

食品分析是食品专业学生在分析化学、有机化学和仪器分析等学科基础上建立起来的一门技术性学科。本教材共分五章,主要内容包括食品分析的一些基础知识和基本方法、食品一般成分的分析方法、食品添加剂的测定、食品中有害成分的测定等,其中以食品一般成分的分析为全书的重点。食品分析是一门技术性很强的应用学科,随着科技的进步和社会的发展,人们对食品质量安全问题越来越重视,食品分析的内容和方法也在不断地更新,作者根据多年食品分析及实验教学的体会,编写了这本食品分析教材,教材中增加了食品分析实验室的一些基本知识,选用了最新的国家标准分析方法,以满足学生学习和工作的需要。

本书参考了国内外众多高校和国家标准的相关资料,结合当前教学实际,在学生学习了分析化学、有机化学及仪器分析等课程的基础上,注重学生应用知识能力的培养,教材定位于食品类专业应用型本科食品分析及实验的教学,坚持适用性和先进性的原则。

书后附有常用指示剂的配制方法和常用标准溶液的配制和标定方法,供读者需要时查询。本书可作为高等院校食品类专业的教学用书,也可供相关科研、技术人员参考。

在本书编写和整理过程中,李颖畅、刘雪飞、吕艳芳、冯彦博等付出了辛苦的劳动,在此一并表示感谢。

由于工作繁忙和时间仓促,加之我们的水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,请各位同仁和读者批评指正。

编 者

2018 年 10 月



第一章 绪论

001

第一节 食品分析的概念和作用	001
一、食品分析的定义	001
二、食品分析的作用	001
第二节 食品分析的内容	001
一、食品一般成分分析	002
二、食品添加剂的分析	002
三、食品有害成分的分析	002
第三节 食品分析方法的选择与采用的标准	002
一、食品分析方法的选择	002
二、国内外食品分析标准简介	002
第四节 食品分析方法及发展方向	003
一、食品分析方法	003
二、食品分析的发展方向	004

第二章 食品分析的基础知识和基本方法

005

第一节 水	005
一、分析实验室用水的分类及其制备方法	005
二、分析实验室用水的质量检验方法	007
第二节 食品分析常用试剂和仪器	008
一、试剂的规格和分类	008
二、溶液的配制及浓度表示方法	009
三、食品分析常用的化学试剂的一般性质	009
四、食品分析实验室的仪器设备	010
第三节 食品分析实验室的安全管理	012
一、食品分析实验室防火、防爆、灭火常识	012
二、有害化学物质的处理方法	013
三、高压气瓶安全知识及安全用电常识	014
第四节 样品的采集和预处理方法	015
一、样品的采集	015
二、样品的预处理方法	018

第五节 食品分析数据处理及评价方法	022
一、食品分析方法的评价	022
二、食品分析的误差与数据处理	024

第三章 食品中一般成分的测定

026

第一节 酸味物质的测定	026
一、概述	026
二、总酸度的测定	027
三、挥发酸的测定	029
四、有效酸度的测定	031
第二节 水分的测定	033
一、食品中水分的存在形式	033
二、水分的测定方法	033
第三节 灰分的测定	044
一、概述	044
二、总灰分的测定	045
三、水溶性灰分和水不溶性灰分的测定	048
四、酸不溶性灰分的测定	048
第四节 蛋白质的测定	049
一、概述	049
二、蛋白质的测定方法	050
三、凯氏定氮法	051
四、氨基酸态氮的测定	054
五、挥发性盐基氮的测定	057
第五节 脂肪及油脂理化指标的测定	062
一、概述	062
二、脂肪含量的测定方法	063
三、油脂理化性质的测定	072
第六节 碳水化合物的测定	087
一、概述	087
二、还原糖的测定	087
三、蔗糖和总糖的测定	093
四、淀粉的测定	094
五、粗纤维的测定	100
第七节 维生素的测定	101
一、概述	101
二、脂溶性维生素的测定	102
三、水溶性维生素的测定	114

第四章 食品添加剂的测定

134

第一节 概述	134
第二节 甜味剂——糖精钠的测定	134
一、高效液相色谱法	135
二、其他方法	138
第三节 护色剂——硝酸盐和亚硝酸盐的测定	139
一、概述	139
二、亚硝酸盐和硝酸盐的测定	139
第四节 防腐剂——山梨酸和苯甲酸的测定	149
一、概述	149
二、气相色谱法测定苯甲酸、山梨酸和糖精钠	150
第五节 漂白剂——亚硫酸盐的测定	152

第五章 食品中有害物质的测定

154

第一节 有害物质的定义与分类	154
一、有害物质的定义	154
二、食品中有害物质的种类和来源	154
第二节 食品中部分限量元素的检测	154
一、概述	154
二、铅(Pb)的测定	155
三、砷(As)的测定	162
四、汞(Hg)的测定	169
第三节 苯并(a)芘的检测	174
一、概述	174
二、检测方法	175
第四节 反式脂肪酸的检测	178
一、概述	178
二、测定方法	178

附录一 常用指示剂的配制方法

184

附录二 常用标准溶液的配制和标定方法

185

参考文献

194

· 第一章 ·

绪 论

食品是指原料不经加工或经过加工或改变性状、具有一定营养价值、对人体无害、可供人类食用的物质。食品品质包含两方面内容：一是食品的营养、口感、外观颜色及形状等；二是食品的安全卫生。食品品质的优劣直接关系到人们的身体健康，而评价食品营养及其安全性是食品分析的主要任务。人们需要高质量、安全、有营养、美味可口、有益健康的食品，而为了保证食品的营养和安全性，食品分析是必不可少的手段。

第一节 食品分析的概念和作用

一、食品分析的定义

食品分析是专门研究各种食品组成成分的检测方法及有关理论，进而评定食品品质的一门技术性学科。

二、食品分析的作用

食品分析的任务是运用物理、化学、生物化学等学科的基本理论及各种科学技术，对食品工业生产中的物料（原料、辅料、半成品、成品、副产品等）的主要成分及其含量和有关工艺参数进行检测。

其主要作用为：

- ① 控制和管理生产；
- ② 保证和监督食品的质量；
- ③ 为科研与开发提供可靠的依据。

第二节 食品分析的内容

食品分析内容既包括食品中的天然成分，也包括食品中的非天然成分，食品中蛋白质、碳水化合物、脂肪等主要营养素的分析是食品分析的基本内容，而食品中限量添加的食品添加剂及污染成分等的分析是现代食品分析重点要解决的问题。

一、食品一般成分分析

食品中主要的营养成分分析包括常见的几大营养素,以及食品标签所要有的所有项目的检测。按照食品标签法规要求,所有食品商品标签上都应注明该食品的主要配料、营养要素和热量。对于保健食品和功能食品,还须有特殊成分的含量及介绍。食品中主要的营养成分有:水分、有机酸、矿物质、脂肪、碳水化合物、蛋白质与氨基酸、维生素等。

二、食品添加剂的分析

食品添加剂是指食品在生产、加工或保存过程中,为增强食品色、香、味或为防止食品腐败变质而添加的物质。食品添加剂本身不具备食品的性质,也不一定具有营养价值,加入后能起到防止食品腐败、增强风味、提香、护色、乳化或保水等效果,因此,食品添加剂应用非常广泛。但是,如果使用的品种或数量不当,将会影响食品质量,甚至危害食用者的健康。因此,对食品添加剂的鉴定和检测也具有十分重要的意义。

三、食品有害成分的分析

食品中有害成分有些是食品中原有的,在超出需要量使用后造成有害后果,例如食品原料中固有的天然有毒物质,还有一些有害成分是食品在加工、储藏过程中污染导致的,例如:不当使用农药、兽药;加工、储藏、运输过程中的污染;来自特定食品加工工艺,如肉类熏烤;来自包装材料中的有害物质;来自环境污染等。加强对食品有害成分的监控,是食品安全检测的重要任务。

第三节 食品分析方法的选择与采用的标准

一、食品分析方法的选择

- (1) 感官评定 最简单、成本最低的分析方法。
- (2) 化学分析法 常规分析中大量使用的重量法和容量法等分析方法。
- (3) 仪器分析 以物质的物理或化学性质为基础,例如光谱分析、色谱分析及电位分析等检测方法。

二、国内外食品分析标准简介

制定标准的必要性:使分析结果具有权威性。

标准的分类:按使用范围分国际、国家、行业、地方、企业五种。

1. 国际标准

由国际标准化组织制定的,在国际间通用的标准。每年10月14日为国际标准日。

ISO(国际标准化组织),成立于1947年2月23日,总部在日内瓦,是世界上最大的标准化组织,目前,已有90多个成员国,我国是1978年恢复加入的。

ISO下设27个国际组织,与食品有关的是FAO(联合国粮农组织)、WHO(世界卫生组织)、CAC(食品法典联合委员会)、CCPR(国际农药残留法典委员会)。

ISO 下设 200 多个技术委员会,与食品有关的如:TC34——农产食品,TC54——香精油,TC122——包装,TC166——接触食品的陶瓷器皿、玻璃器皿。

ISO 的标准每隔 5 年重审一次。

检索 ISO 标准的主要工具是:

①《国际标准题内关键词索引》(KWIC Index);

②《国际标准目录》设有委员会序号目录、主题索引目录、标准号目录、作废标准目录。

2. 国家标准

一般由国家标准局颁布,各个国家标准有自己的代号。

如中国 GB、意大利 UNI、美国 ANS、西班牙 UNE、英国 BS、日本 JIS、德国 DIN、法国 NF。

例如:GB 31629—2014《食品安全国家标准 食品添加剂 聚丙烯酰胺》、GB 10133—2014《食品安全国家标准 水产调味品》、GB 31635—2014《食品安全国家标准 食品添加剂 聚苯乙烯》等。

3. 行业标准

对国家标准没有在全国某个行业范围内统一的技术要求,由国内各行业颁布的标准。例如:化工标准 HG,石油标准 SY,轻工业标准 QB,商业标准 SB。

4. 地方标准

对没有国家标准和行业标准的產品,需要在省市范围内统一的,可由省市标准局制定、审批,报国家标准局备案,当相应的国家标准与行业标准实施后,自行废止。

5. 企业标准

当企业生产一种新产品,无国家标准、行业标准、地方标准,就要制定企业标准,作为组织生产的依据。如果企业产品质量特别好,即便有国家标准、行业标准,也可再制定高于它们的企业标准。国家质检部门根据企业标准测试产品,发“生产许可证”。

企业标准制定程序:

① 反复测定产品的主要指标。

② 按 GBT 1.1—2000《标准化工作导则第 1 部分:标准的结构和编写规则》要求写出标准草案,要取检测指标数据的下限。

③ 请专家(本行业的)及省、市标准局的负责人一起审定,提出修改意见。

④ 修改。

⑤ 报标准局备案,给批准号后生效,执行。

第四节 食品分析方法及发展方向

一、食品分析方法

食品分析是运用物理、化学、生物等学科的基本理论及各种科学技术对食品工业生产中物料的状态和主要成分含量及微生物状况进行分析检测。由于分析的目的不同,分析对象的

性质和状态的差异，或被测组分和干扰成分的性质以及它们在食品中存在的数量的差异，所选择的食品分析方法也各不相同。传统的食品检测方法有感官检验法、化学分析法、仪器分析法、微生物分析法。

二、食品分析的发展方向

随着科学技术的发展，食品检测技术的发展十分迅速，其他学科的先进技术不断应用到食品检测领域中来。由于新技术的引入，食品行业开发出许多自动化程度和精度都很高的食品检测仪器。这不仅缩短了分析时间，减少了人为误差，也大大提高了食品分析检测的速度、灵敏度和准确度。



思考题

1. 什么是食品分析？有哪些食品分析方法？
2. 食品分析有何作用？
3. 食品分析包括哪些内容？各有什么特点。
4. 简述食品分析的发展趋势。

· 第二章 ·

食品分析的基础知识和基本方法

第一节 水

天然水和自然水中有很多杂质,包括金属离子、有机物质以及泥沙、细菌和微生物等,不能直接用于实验工作。在食品分析实验室中,常用的水有两种,一是自来水,二是分析实验室用水。自来水是将天然水经过初步净化处理制得的,仍然含有盐类、微生物、某些有机物及颗粒物等多种杂质。因此,自来水只能用于仪器的初步洗涤、冷却水或水浴用水等。为了配制溶液及进行分析工作,需要进一步将自来水进行蒸馏、离子交换、超滤等处理,制备成满足化验分析所需要的水,这种可用于配制溶液等用途的水称为“分析实验室用水”。

一、分析实验室用水的分类及其制备方法

1. 分析实验室用水的规格和级别

根据中华人民共和国国家标准 GB/T 6682—2008《分析实验室用水规格和试验方法》的规定,分析化学实验室用水分为三个级别:一级水、二级水和三级水(表 2-1)。

一级水用于有严格要求的分析实验,包括对颗粒有要求的实验,如高效液相色谱实验用水。一级水可用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后,再用 $0.2\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤来制取。

二级水用于无机痕量分析等实验,如原子吸收光谱实验用水。二级水可用多次蒸馏或离子交换等制得。

三级水用于一般的化学分析实验。三级水可用蒸馏或离子交换的方法制得。

表 2-1 分析实验室用水分级及规格

名称	一级	二级	三级
pH 范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/(mS/m)	≤ 0.01	0.10	0.50
可氧化物质[以 $\rho(\text{O})$ 计]/(mg/L)	—	0.08	0.40
吸光度(254nm, 1cm 光程)	≤ 0.001	0.01	—
蒸发残渣(105℃ ± 2℃)/(mg/L)	—	1.0	2.0

续表

名称	一级	二级	三级
可溶性硅[以(SiO ₂)计]/(mg/L)	≤ 0.01	0.02	—

注：“—”为不作规定。

实验室使用的蒸馏水,为保持纯净,蒸馏水瓶要随时加塞,专用虹吸管内、外应保持干净。蒸馏水附近不要放浓盐酸等易挥发的试剂,以防污染。通常用洗瓶取蒸馏水。用洗瓶取水时,不要取出其塞子和玻璃管,也不要将蒸馏水瓶上的虹吸管插入洗瓶内。

通常,普通蒸馏水保存在玻璃容器中,去离子水保存在乙烯塑料容器内,用于痕量分析的高纯水,如二次煮沸石英蒸馏水,则需要保存在石英或聚乙烯塑料容器中。

2. 食品分析实验室常用水的种类及制备方法

(1) 食品分析实验室常用水

① 蒸馏水 利用水与杂质沸点不同,通过蒸馏方法制得的水。分为一次蒸馏水和多次蒸馏水。蒸馏水中仍旧含有一些微量杂质,原因有二:

- 二氧化碳及某些低沸点易挥发物,随水蒸气进入蒸馏水中;
- 冷凝管、蒸馏器和容器的材料成分微量地进入蒸馏水中。

② 去离子水 利用离子交换的方法除去原水中大部分盐、碱和游离酸,但不能完全除去有机物和非电解质。要获得既无电解质也无微生物杂质的水,需要将去离子水蒸馏。

③ 超纯水 既将水中的导电介质几乎完全去除,又将水中不解离的胶体物质、气体及有机物均去除至很低程度的水。超纯水的电阻率通常大于 $18\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$,或接近 $18.3\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 极限值 (25°C)。

④ 特殊要求的实验室用水的制备

a. 无氯水 用亚硫酸钠等还原剂中和氯气、氯离子,指示剂(*N*-二乙基对苯二胺,偶氮染料中间体,有氧化剂变色)检查不显色,继而蒸馏。

b. 无氨水 无氨水用于含氮量及相关测定。蒸馏法,在水中加入几滴浓硫酸至 $\text{pH}<2$,使得各种形态的氨氮转化为不挥发性的铵盐,再进行蒸馏,收集蒸馏液,这时候的蒸馏液就是严格的无氨水。向蒸馏水中加入几毫升阳离子交换树脂,也可以除去余氨。

c. 无二氧化碳水 煮沸法:将蒸馏水或去离子水煮沸至少 10min (水多加些),或使水量蒸发 10% 以上 (水少时),加盖放冷即可制得无二氧化碳水。曝气法:将惰性气体或纯氮通入蒸馏水或去离子水至饱和,即得无二氧化碳水。制得的无二氧化碳水应储存于一个附有碱石灰管的橡皮塞盖严的瓶中。

(2) 常用水的制备方法

① 蒸馏水 将自来水在蒸发装置上加热汽化,然后将蒸汽冷凝即得到蒸馏水。由于杂质离子一般不挥发,所以蒸馏水中所含杂质比自来水少得多,比较纯净,可达到三级水的标准,但还是有少量的金属离子、二氧化碳等杂质。

② 二次亚沸石英蒸馏水 为了获得比较纯净的蒸馏水,可以进行重蒸馏,并在准备重蒸馏的蒸馏水中加入适当的试剂以抑制某些杂质的挥发。加入甘露醇能抑制硼的挥发,加入碱性高锰酸钾可破坏有机物并防止二氧化碳蒸出。二次蒸馏水一般可达到二级标准。第二次蒸馏通常采用石英亚沸蒸馏器,其特点是在液面上方加热,使液面始终处于亚沸状态,可使水蒸气带出的杂质减至最低。

③ 去离子水 去离子水是使自来水或普通蒸馏水通过离子交换树脂柱后所得到的水。一般将水一次通过阳离子交换树脂柱（常用的为苯乙烯型强酸性阳离子交换树脂），水中的阴离子被树脂所吸收，树脂上的阳离子氢离子被置换到水中，并和水中的阴离子组成相应的无机酸；含此种无机酸的水再通过阴离子交换树脂柱（常用的为苯乙烯型强碱性阴离子交换树脂），则阴离子交换树脂氢氧根离子被置换到水中，并和水中的氢离子结合成水，此即去离子水。将水通过阴、阳离子交换树脂后，水中的阴、阳离子结合于树脂上，树脂变色，要进行活化，第一次使用阴、阳离子交换树脂前要进行预处理再装柱。这样得到的水纯度高，质量可达到二级水或一级水指标，但对非电解质及交替物质无效，同时会有微量的有机物从树脂中溶出，因此，根据需要可将去离子水进行重蒸馏以得到高纯度水。

④ 超纯水 超纯水是一般工艺很难达到的程度，采用预处理、反渗透技术、超纯化处理以及后续处理四大步骤，经多级过滤、高性能离子交换单元、超滤过滤器、紫外灯、除TOC装置等多种处理方法，电阻率方可达到 $18.25\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ (25°C)。

二、分析实验室用水的质量检验方法

为保证实验室用水的质量能符合分析工作的要求，对于所制备的每一批水（各等级），都必须进行质量检测。

一般应达到以下标准。

1. 电导率

用电导仪测定的电导率小于或等于 $530\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)。

2. pH 值

酸度呈中性或弱酸性， $\text{pH}=5.0\sim 7.5$ (25°C)。可用精密 pH 试纸、酸度计测定，也可用如下指示剂法测定：在 10mL 水中加入 2~3 滴 1g/L 甲基红指示剂，摇匀呈黄色不带红色，则说明水的酸度合格，呈中性；或在 10mL 水中加入 4~5 滴 1g/L 溴百里酚蓝指示剂，摇匀不呈蓝色，则说明水的酸度合格，呈中性。

3. 有机物和微生物污染（可氧化物质）

在 100mL 水中加入 2 滴 0.1g/L 高锰酸钾溶液煮沸后仍为粉红色。

4. 吸光度

254nm 吸光度低于 0.01。

5. 蒸发残渣

旋蒸后烘干，基本为 0。

6. 钙、镁等金属离子含量

在 10mL 水样中加入 2mL 氨-氯化铵缓冲溶液 ($\text{pH}=10$)，2 滴 5g/L 铬黑 T 指示剂，摇匀。溶液呈蓝色表示水合格，如呈紫红色则表示水不合格。

7. 氯离子含量

在 10mL 水样中加入数滴硝酸，再加入 4 滴 10g/L 的 AgNO_3 溶液，摇匀。溶液中无白色浑浊物表示水合格，如有白色浑浊物则表示水不合格。



思考题

1. 分析实验室用水分为几级？食品分析实验室用来配制溶液的水为哪级水？有何要求？
2. 如何对实验室用水进行质量检测？
3. 蒸馏水和去离子水在组成上有哪些差异？各适用于哪些实验？
4. 何为超纯水？并简述超纯水主要应用在哪些分析实验中。

第二节 食品分析常用试剂和仪器

一、试剂的规格和分类

1. 国产试剂的规格

一般按纯度分为以下四级：

① 一级品称为优级纯或保证试剂，英文名称为 guarantee reagent，简称 GR，以绿色标签作为标志。试剂纯度高，杂质含量低，适用于精密的分析工作和科研工作。

② 二级品称为分析纯或分析试剂，英文名称为 analytical reagent，简称 AR，以红色标签作为标志。试剂纯度较高，杂质含量较低，适用于多数分析工作和科研工作。

③ 三级品称为化学纯，英文名称为 chemical pure，简称 CP，以蓝色标签作为标志。纯度较低，适用于日常化验工作和教学实验用试剂。

④ 四级品称为实验试剂，英文名称为 laboratory reagent，简称 LR，杂质含量较高，仅适用于一般化学实验及作为辅助试剂。

以上四种规格的试剂中，前三种为分析实验室常用试剂，分级和规格见表 2-2。

此外，还有光谱纯试剂、色谱纯试剂、基准试剂等，可根据需要选用。分析检验中，有时还使用指示剂和生物染色剂，如甲基橙、酚酞、茜素红 S 等，这两类试剂都不分规格。

表 2-2 实验室用试剂分级及规格

等级	名称	符号	适用范围	标志
一级	优级纯 (保证试剂)	GR	精密分析、科研用，也可作基准物质	绿色
二级	分析纯 (分析试剂)	AR	常用分析试剂、科研用试剂	红色
三级	化学纯	CR/CP	要求较低的分析用试剂	蓝色

2. 说明

① 实验指导书中使用的水，在没有注明其他要求时，系指其纯度能满足分析要求的蒸馏水或离子交换水，水浴除外。

② 一般文章中使用的乙醇（酒精），在没有注明其他要求时，系指体积分数为 95% 的乙醇。

③ 一般实验所用试剂,除特别注明外,均为分析纯。

④ 实验室所用盐酸、硫酸、硝酸、磷酸、氨水等液体化学试剂,如没指明浓度即为原装的浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、浓氨水等。

二、溶液的配制及浓度表示方法

1. 配制溶液的试剂的要求

配制溶液的试剂必须符合分析项目要求,遵循以下规则:

- ① 配制标准溶液或一般提取用溶剂,可用化学纯。
- ② 配制微量物质的标准溶液时,所用的试剂纯度应在分析纯以上。
- ③ 作为标定当量标准溶液或标准摩尔浓度溶液用的试剂纯度应为基准级或优级纯。
- ④ 一般试剂可用化学纯。如遇试剂空白较高时,则需用更纯的试剂。
- ⑤ 溶液未指定用何种溶剂配制时,均指水溶液。

2. 溶液的浓度表示方法

GB 中溶液浓度的表示方法主要如下。

(1) 溶液的比例浓度,系指液体溶质体积与溶剂体积的比。例如,1:4 硫酸是指 1 体积硫酸与 4 体积水相混合而成的溶液。如溶质为固体,系指溶质质量与溶剂体积之比。

(2) 物质的量浓度,系指每升溶液中含某溶质若干摩尔。例如,硫酸的浓度 $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.1 \text{ mol/L}$,是指在 1L 溶液中含 $0.1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 溶质。

(3) 硫酸、盐酸、硝酸系指浓硫酸、浓盐酸、浓硝酸。

三、食品分析常用的化学试剂的一般性质

1. 常用化学试剂的一般性质

食品分析实验室常用酸、碱的性质见表 2-3。

表 2-3 食品分析实验室常用酸、碱的性质

名称 (分子量)	沸点/℃	密度/(g/mL)	浓度 (质量分数)/%	浓度 c (mol/L)	性质
盐酸(36.5)	110	1.18~1.19	36~38	12	无色发烟,与水互溶,强酸,大多数氯化物易溶于水
硝酸(63)	122	1.39~1.40	68	15	无色,与水互溶,受热、光照分解产生 NO_2 ,强酸,所有盐易溶于水
硫酸(98)	338	1.83~1.84	95~98	18	无色,透明,油状强酸,氧化性强,强脱水,碱土金属盐和硫酸铅不溶于水
氢氧化钠(40)		1.53	50.5	19.3	白色固体,溶于水放热,对玻璃有一定的腐蚀性
氨水(35)		0.9~0.91	25~28	15	无色,易挥发,沸腾时氨气可全逸出,空气中氨气达到 0.5% 时中毒,室温较高打开瓶塞时需要用湿毛巾盖着

2. 常用试剂的毒性

(1) 无毒

① 基本无毒 长时间使用对健康没有影响的, 包括石油醚、烷烃、乙醇、乙酸和乙酸乙酯。

② 稍有毒 使用条件下无危害的, 包括乙二醇、丁二醇和酯等。

③ 低毒 一定程度上有害或稍有害, 短时间内无重大危害, 甲苯、二甲苯、环己烷、乙酸丙酯、戊醇、环氧乙烷、硝基乙烷。

(2) 有毒 除低浓度外短时间内接触有害, 苯、二硫化碳、四氯化碳、甲醇、苯酚、硝基苯、氯仿、氯苯。有毒试剂用后必须回收。

四、食品分析实验室的仪器设备

1. 玻璃仪器

玻璃仪器是食品分析实验室最常用的仪器耗材, 按照不同玻璃仪器的化学组成和性质分为四类, 具体见表 2-4。

表 2-4 玻璃仪器的化学组成、性质和用途

玻璃种类	通称	化学组成			线膨胀系数/ K^{-1}	耐热急变温差/ $^{\circ}C$	软化点/ $^{\circ}C$	用途
		SiO_2	Al_2O_3	B_2O_3				
特硬玻璃	特硬料					>270	820	制作耐热烧器
硬质玻璃	九五料	V	=	V	大一倍以上	>220	770	制作烧器产品
硬质玻璃	管料	V	$\wedge$	V	大三倍以上	>140	750	制作滴管、吸管、培养皿
一般仪器玻璃	白料	V	$\wedge$	V	大三倍以上	>120	740	制作量器

注: “V”和“ $\wedge$ ”为大于号和小于号。

2. 实验室常用非玻璃仪器及其他器皿

(1) 塑料和氟塑料制品

① 塑料器皿 聚乙烯和聚丙烯: 能耐一般酸碱腐蚀, 不溶于一般有机溶剂, 但能被氧化性酸慢慢侵蚀, 与脂肪烃、芳香烃、卤代烷烃长时间接触溶胀。聚丙烯比聚乙烯硬, 常用这两种容器储存蒸馏水、标准溶液和某些试剂溶液, 多用于微量元素分析。

② 氟塑料制品 氟树脂挤出吹塑加工成型, 广泛应用于超纯化学分析, 不能明火或电加热。例如: 坩埚、搅拌子和搅拌桨。

(2) 滤纸、滤膜与试纸

① 滤纸。

定性滤纸: 供一般定性分析和分离使用。

定量滤纸: 经盐酸和氢氟酸处理, 灰分很少, 适用于定量分析。

② 滤膜 由乙酸纤维、聚乙烯、聚酰胺、聚四氟乙烯等高分子材料制作, 耐酸碱和有机溶剂, 国际通用 $0.45\mu m$ 滤膜用于分离可滤态和颗粒态的介质。

③ 试纸。

pH 试纸: 分为广域 ($pH=1\sim14$) 和精密 (可将 pH 值精确到小数点后一位) 滤纸。

指示剂试纸: 酚酞试纸。