



国家示范性高等职业院校
重点专业建设系列教材

农产品质量检测技术

唐三定 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

国家示范性高等职业院校
重点专业建设系列教材

农产品质量检测技术

唐三定 主编

中国农业大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

农产品质量检测技术/唐三定主编. —北京:中国农业大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5655-0034-3

I. ①农… II. ①唐… III. ①农产品-质量检验-教材 IV. ①S37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 116762 号

书 名 农产品质量检测技术

作 者 唐三定 主编

策划编辑 董 田

责任编辑 王艳欣

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 12.25 印张 222 千字

定 价 18.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

内 容 提 要

本教材共分6章,以农产品质量检测基本技能为基础,以检测样品的采集与处理、农产品分级与感官检测、农产品物理检测、农产品营养成分检测、农产品中单宁物质检测为主线,分别介绍了农产品质量检测的基础知识、检测样品的采集与处理方法、农产品分级的标准与方法、感官检测技术、物理检测技术、营养成分检测技术、单宁物质检测技术,在每一章都安排了相应的学习型工作任务(综合训练)。在内容的编排上将知识讲解与综合训练、自测训练相配套,适合于工学结合的边讲边做边练的教学形式。

本教材可作为高等职业院校农产品质量检测、食品营养与检验、农产品加工及相关专业的教学用书,也可供农产品生产、收购、加工相关企业培训农产品(食品)检验工使用。

前 言

“农产品质量检测技术”是农产品质量检测专业的一门重要专业课程。为适应以就业为导向的高等职业教育的要求,培养学生对农产品质量检测岗位(群)的适应性,我们依据工学结合的教改要求,本着以能力为本位,以技术为主线,以理论够用为度的原则,以工学结合的形式编写了本教材。编写过程中,按照食品检验相关标准和国家职业技能鉴定食品检验工的考核标准,将涉及的相关课程内容进行综合提炼,既具有系统性,又使各检测内容保持相对独立性。

本教材参考了食品分析与检验的相关资料,结合企业对检测岗位的要求,而且企业一线检测技术人员参与了编写,使之更切合企业的用工需求。

本教材以检测技术为主线,按检测技术分类将教学内容项目化。教材内容分为农产品质量检测基础、检测样品的采集与处理、农产品分级与感官检测、农产品物理检测、农产品营养成分检测、农产品中单宁物质检测等6个项目。在内容编排上围绕学习型工作任务(综合训练)进行知识讲解,适合于工学结合的教学形式,在教学中教师可根据课程标准的要求,选择相关内容对学生进行训练,可根据学校具体情况和实训内容的不同,采用综合实训室现场操作、企业检测实训、参观等各种方式进行。

本书由唐三定与企业一线技术人员刘伟、廖家艳合作编写,初稿完成后由唐三定统稿,朱旗博士、教授审稿。

本书可作为高等职业院校农产品质量检测、食品营养与检验、农产品加工及相关专业的教材,同时可供农产品生产、收购、加工相关企业培训农产品(食品)检验工使用。

谨对为本教材编写提供各种支持和帮助的所有人员表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中谬误在所难免,敬请使用本教材的教师、学生和读者批评指正,以便改正。

编 者
2010年2月

目 录

第一章 农产品质量检测基础	(1)
第一节 农产品质量与检测	(1)
一、农产品的分类	(1)
二、农产品的营养	(2)
三、农产品的质量及其评价	(2)
四、农产品质量的检测	(2)
第二节 检测仪器的准备与使用	(4)
一、分析天平的使用	(4)
二、玻璃器皿的准备	(7)
三、容量器皿的使用	(8)
四、滴定管的使用	(9)
第三节 检测试剂的配制	(12)
一、饱和溶液的配制	(12)
二、近似溶液的配制	(12)
三、标准溶液的配制	(12)
四、溶液浓度的表示方法	(16)
第四节 检测数据的处理与结果表示	(16)
一、检测数据的处理	(16)
二、检测结果的表示	(17)
第五节 检验报告的编制	(17)
一、原始记录	(17)
二、检验报告	(18)
第六节 国家食品检验工职业鉴定	(20)
一、食品检验工的职业定义	(20)
二、食品检验工的基本要求	(20)
三、食品检验工的职业技能鉴定	(21)
四、食品检验工的工作要求	(21)

第七节 学习型工作任务(综合训练).....	(29)
任务(训练项目)1 玻璃器皿的准备与使用	(29)
任务(训练项目)2 盐酸标准溶液[$c(\text{HCl})=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$]的配制与 标定	(30)
任务(训练项目)3 检验报告的设计与填写	(30)
复习思考题.....	(30)
第二章 检测样品的采集与处理	(32)
第一节 检测样品的采集	(32)
一、样品的种类	(32)
二、正确采样的意义	(33)
三、采样方法	(33)
四、采样的要求	(34)
第二节 检测样品的预处理与保存	(35)
一、检测样品的制备与预处理	(35)
二、检测样品的保存	(38)
第三节 学习型工作任务(综合训练)	(38)
任务(训练项目)1 谷物类检测样品的采集	(38)
复习思考题.....	(39)
第三章 农产品分级与感官检测	(40)
第一节 农产品分级	(40)
一、分级的目的和意义	(40)
二、分级方法与分级机械	(41)
三、分级标准	(41)
第二节 农产品感官检测	(43)
一、概述	(43)
二、感受器官的感觉	(43)
三、感官检测应遵循的原则	(44)
四、对感官鉴评人员的要求	(44)
五、感官检测应具备的条件	(45)
六、感官检测的方法	(47)
七、感官检测技术	(60)
第三节 学习型工作任务(综合训练)	(63)
任务(训练项目)1 味觉检测训练	(63)

任务(训练项目)2 嗅觉检测训练	(65)
复习思考题	(66)
第四章 农产品物理检测	(67)
第一节 液态农产品相对密度的检测	(67)
一、概念	(67)
二、相对密度检测与农产品质量的关系	(68)
三、相对密度的检测方法	(68)
第二节 农产品中可溶性固形物含量的检测	(72)
一、概述	(72)
二、测定折射率的仪器	(73)
三、测定方法	(74)
四、折射仪器使用注意事项	(75)
第三节 农产品中水分的检测	(76)
一、概述	(76)
二、检测目的	(78)
三、水分的检测方法	(78)
第四节 学习型工作任务(综合训练)	(80)
任务(训练项目)1 蜂蜜相对密度检测	(80)
自测训练1 牛乳相对密度的测定(乳稠计法)	(81)
任务(训练项目)2 果蔬中可溶性固形物含量检测	(82)
任务(训练项目)3 玉米籽粒中水分含量测定	(84)
复习思考题	(85)
第五章 农产品营养成分检测	(86)
第一节 农产品中有机酸的检测	(86)
一、概述	(86)
二、测定农产品酸度的意义	(88)
三、农产品酸度的测定方法	(89)
第二节 农产品中糖类的检测	(91)
一、概述	(91)
二、检测糖类的提取与澄清	(91)
三、糖类的测定方法	(92)
第三节 农产品中脂肪的检测	(98)
一、概述	(98)

二、脂肪的检测方法	(100)
三、油脂酸价的测定(热乙醇测定法)	(105)
四、油脂碘价的测定(滴定法)	(107)
五、油脂皂化价的测定(滴定法)	(109)
六、油脂过氧化值的测定(滴定法)	(111)
七、油脂羰基价的测定(比色法)	(113)
第四节 农产品中蛋白质的检测	(114)
一、蛋白质的一般特性	(114)
二、蛋白质检测的意义	(115)
三、常见农产品中蛋白质的含量	(115)
四、蛋白质含量的测定方法	(116)
第五节 农产品中维生素的检测	(124)
一、概述	(124)
二、维生素检测样品的处理	(125)
三、农产品中维生素的检测方法	(125)
第六节 农产品中矿物元素的检测	(131)
一、概述	(131)
二、农产品中常量矿物元素与测定	(132)
三、农产品中微量矿物元素与测定	(135)
第七节 学习型工作任务(综合训练)	(140)
任务(训练项目)1 柑橘果实中有机酸含量测定	(140)
自测训练 1 牛乳中酸度($^{\circ}\text{T}$)的测定	(141)
任务(训练项目)2 葡萄果实中还原糖含量测定	(142)
自测训练 1 稻米中淀粉含量的测定	(144)
自测训练 2 蔬菜中不溶性膳食纤维的检测	(147)
任务(训练项目)3 油茶籽中含油率的测定	(149)
自测训练 1 油脂酸价的检测	(150)
任务(训练项目)4 原料牛乳中蛋白质含量的检测	(152)
自测训练 1 乳粉中蛋白质氮和非蛋白质氮的检测	(155)
任务(训练项目)5 鲜枣中维生素C的检测(2,6-二氯酚滴定法)	(156)
任务(训练项目)6 牛乳中钙含量的检测(原子吸收分光光度法)	(158)
自测训练 1 茶叶中铜含量的测定(比色法)	(160)
自测训练 2 稻米中硒含量的测定(荧光法)	(162)

复习思考题	(164)
第六章 农产品中单宁物质检测	(166)
第一节 单宁的性质与检测意义	(166)
一、植物中单宁物质的一般特性	(166)
二、茶叶中单宁物质的特性	(167)
三、单宁物质检测意义	(168)
第二节 单宁物质检测技术	(168)
一、比色法	(168)
二、EDTA 络合滴定法	(170)
三、高锰酸钾滴定法	(171)
第三节 学习型工作任务(综合训练)	(172)
任务(训练项目)1 茶叶鲜叶中单宁物质含量的测定(高锰酸钾 滴定法)	(172)
自测训练 1 茶叶鲜叶中单宁物质含量的测定(比色法)	(174)
复习思考题	(175)
附录	(176)
附录 1 农产品质量检测中普通酸碱溶液的配制方法	(176)
附录 2 农产品质量检测中常用指示剂及配制方法	(176)
附录 3 农产品质量检测中部分标准溶液的配制与标定	(177)
附录 4 乳稠计读数换算表	(181)
参考文献	(183)

第一章 农产品质量检测基础

技能目标

- 能够按要求清洗、使用玻璃器皿;能按要求使用计量器具。
- 会配制近似溶液和标准溶液;会对标准溶液进行标定;会计算检测结果;会填写检验报告单。
- 熟练操作分析天平、滴定管等检测设备。

知识目标

- 理解农产品质量检测的意义,明确农产品质量检测的主要内容。
- 掌握近似溶液、标准溶液的配制和标定方法;掌握检测结果的计算、检验报告的编制方法。

第一节 农产品质量与检测

一、农产品的分类

《中华人民共和国农产品质量安全法》明确了农产品是指来源于农业的初级产品,即在农业活动中获得的植物、动物、微生物及其产品。根据这一定义,农产品可分为食品原料类(如谷类农作物的种子、果蔬产品、畜禽及其产品、水产品等)和非食品原料类(如棉、麻、丝、草等)。食品原料类农产品可直接作为食品(如果蔬),或经加工成为食品。非食品原料类农产品主要作为工业原料。

食品原料类农产品质量的好坏,尤其是安全因素是直接关系到消费者的食物质量和健康状况的重要条件,只有好的农产品原料,才能给消费者提供合格的、安全的食物;只有用合格的农产品原料,食品加工企业才能加工出符合标准的食品。

二、农产品的营养

食品原料类农产品的营养成分通常分为碳水化合物、蛋白质和氨基酸、脂肪、维生素、有机酸、水分及矿物元素。这些成分在农产品中的含量和比例,决定了农产品的品质,也是检测的主要对象。

三、农产品的质量及其评价

农产品的质量直接影响它的经济价值、加工利用、人体健康、畜禽生长乃至工业生产。其质量就是产品的优劣程度,通常包括营养价值、风味、加工特性、外观、卫生等方面。农产品质量的形成,受制于品种的遗传特性和农艺条件。遗传特性是种质决定的,与农艺条件和生产的外界环境温度、水分、光照、施肥和土壤等诸多因素有关。在农业生产中,相同的种质,人为改变农作物生长的环境条件,必然能影响农作物的品质,因此,通过协调和改善植物营养结构组成、创造优良的植物生长环境、控制植物营养代谢水平,可以有效地促进农产品优良品质的形成。

农产品质量的评价项目,视其特性而定,通常分为以下几类:

(1)外观品质 例如粒型、果型、大小、整齐度、色泽、香气、硬度、密度(容重)、果皮(种皮)厚薄等。

(2)营养品质 例如蛋白质的含量及其氨基酸的组成,特别是人体不能合成的8种氨基酸(亦称营养必需氨基酸);脂肪含量及必需脂肪酸组成,特别是亚油酸的含量;总碳水化合物的含量;常量元素如钙、磷、钠、硫的含量,微量元素如铁、锌、铜、锰、碘、氟、硒等的含量;维生素如维生素E、维生素C和B族维生素的含量。

(3)贮藏品质 与品种的耐贮性能有关,也与原料的含水量有关,如籽粒的水分含量或水分活度等。

(4)有害化学成分 如油菜籽中的芥酸,棉籽中的棉酚,马铃薯中的龙葵素,生大豆中的胰蛋白酶抑制剂,高粱中的单宁类物质等。

(5)安全性因素 环境污染也可能造成某些元素(汞、镉、铬、铅、镉、砷、氟、氰化物等)在农产品中含量过高而对人、畜产生毒害。

农产品质量是一个综合概念,通常要从产品的外观品质、营养品质、适宜加工性和市场认可度等方面进行综合考量,做出实事求是的评价。

四、农产品质量的检测

1. 检测的作用

①原料生产企业(个人)通过检测,可以了解其品质和成熟度,获得销售的主动权和确定合理的销售价格。

②食品加工企业通过检测,可为企业按质论价收购、制定生产工艺、开发新产品提供依据。

③为农产品质量纠纷的解决提供技术依据。当发生农产品质量纠纷时,有资质的检测机构根据委托方的委托,对有争议的农产品做出质量检测,为有关机构解决农产品质量纠纷提供技术依据。

2. 检测的内容

(1)营养成分分析 农产品中含有人体需要的各种营养成分,如水分、碳水化合物、蛋白质和氨基酸、脂肪、维生素、有机酸和矿物元素等,对这些成分的检测是农产品分析的主要内容,检测的对象包括植物性产品、动物性产品和微生物产品。

(2)农产品中污染物质的分析 农产品中的污染物质可分为两类:一类是生物性污染,如霉菌毒素,其中危害最大的是黄曲霉毒素;另一类是化学性污染,这类污染主要来源于环境污染和生产中使用的农兽药、化学除草剂和化学激素等。

3. 检测的方法

(1)感官分析法 农产品的感官品质包括外观形态、色泽、香气、滋味、黏稠度等,是农产品质量最敏感的部分。因为每个消费者面对一个产品时,首先接触的是这些感官品质,只有认可了这些感官品质后,才有购买的欲望,所以农产品的感官质量直接关系到市场的销售情况。好的农产品不仅要符合营养和卫生的要求,而且要有良好的可接受性。为保证产品质量,农产品生产企业(个人)所生产的产品、食品生产企业收购的原料,都必须通过训练有素的质控人员经过感官检验合格后方能进入市场,或进入原料贮备仓库。农产品的感官特征历来都是农产品质量检测的主要内容,它不仅能对产品的嗜好性做出评价,对其他品质也可做出判断。国家标准对各类农产品一般都制定有相应的感官指标,感官检测往往是农产品质量检测内容中的第一项,如果感官检测不合格,即可判定该产品不合格,不需要再进行理化检测了。感官检测因其具有简单、方便、快速的优势,而被农产品加工企业普遍采用。

(2)理化分析法 农产品的理化检测是利用物理、化学和仪器等分析方法和手段对农产品中的营养成分(如水分、碳水化合物、蛋白质和氨基酸、脂肪、维生素、有机酸、矿物元素等)、单宁物质进行检测。有资质的检测单位依据国家标准规定的方法而得到的检测结果,具有法律效力。

(3)微生物分析法 此法是基于某些微生物的生长需要特定的物质而进行相应组分测定的方法。例如乳酪乳酸杆菌在特定的培养液中生长繁殖,能产生乳酸,在一定的条件下,产生的乳酸量与维生素 B₂ 的加入量呈相应的比例关系。利用这一特性,可在一系列培养液中加入不同量的维生素 B₂ 标准溶液或样品提取液,接入菌种培养一定时间后,用标准氢氧化钠溶液滴定培养液中的乳酸含量,通过绘制

标准曲线比较,即可得出待检样品中维生素 B₂ 的含量。微生物分析法测定条件温和,方法选择性较高,已广泛用于维生素、抗生素残留量和激素等成分的分析。

4. 检测工作的一般规定

①检测中所用试剂,除特别注明的外,均为分析纯。

②检测中所使用的水,在没有注明其他要求时,系指其纯度能满足要求的蒸馏水或离子水。水浴除外。

③溶液未指明用何种溶剂配制时,均指水溶液。

④盐酸、硫酸、硝酸、氨水等,未指明具体浓度时,均指市售试剂规格的浓度。

⑤液体的滴的含义。液体的滴系指蒸馏水自滴定管流下的一滴的量,在 20℃ 时 20 滴相当于 1.0 mL。

⑥称取和准确称取的概念。称取是指用天平进行的称量操作,其精度要求用有效数字位数表示,如“称取 10.00 g……”,系指称量的精度为 ±0.01 g。准确称取是指用精密天平进行的称量操作,其精度为 ±0.000 1 g。如果给出了准确数值,必须按所列数值称取,如果给出的是称量范围,或“准确称取约”则称取量可接近所列数值(不超过规定量的 ±10%),但必须准确称至 0.000 1 g。

⑦吸取和量取的概念。吸取是指用移液管或吸量管取液体物质的操作,而量取则是指用量筒或量杯取液体物质的操作,其精度要求均用数值的有效位数表示。

⑧空白试验。空白试验是化学分析操作中比较常用的分析方法。当进行某一试样分析时,同时做一空白试验(即操作条件和所用试剂均相同,但无试样存在),以校正有关因素对分析结果的影响。

⑨恒重的概念。恒重是指在规定的条件下,连续两次干燥或灼烧后的质量之差不超过规定的范围(一般在 0.2~0.5 mg)。

⑩有效数字的概念。数据中的末位数字为可疑数字,准确数字加可疑数字构成有效数字。有效数字位数越多,误差越小,准确度越高。“0”在有效数字中的作用:在数字之间和之后的“0”,是有效数字,如数据 3.20 是 3 位有效数字;在数字之前的“0”,不是有效数字,如数据 0.003 2 是 2 位有效数字。

第二节 检测仪器的准备与使用

一、分析天平的使用

1. 普通标牌天平(空气阻尼天平)的使用

(1) 预备和检查

①称量前取下天平箱上的布罩,叠好后放在天平箱右后方的台面上。

②操作人员应面对天平端坐,记录本放在胸前的台面上,砝码盒放在天平箱的右侧,接受和存放称量物的器皿放在天平箱的左侧。

③检查砝码是否齐全,放置的位置是否正确。检查砝码盒内是否有移取砝码的镊子。检查圈码是否齐全,是否挂在相应的圈码钩上,圈码读数盘的读数是否在零位。

④检查天平梁和吊耳的位置是否正常,检查天平是否处于休止状态,检查天平是否处于水平位置。如不在水平位置,可调节天平箱前下角的两个螺丝,使水准器中的气泡位于正中。

⑤察看天平秤盘上是否有粉尘或其他落入的物质,若有,则可用软毛刷轻轻扫净。

(2)天平零点调节 零点是指未载重的天平处于平衡状态时,指针所指的标尺刻度。检查天平后,端坐于天平前面,沿顺时针方向轻轻转动旋钮(即打开天平),使天平梁放下,待指针稳定后,看微分标牌的“0”刻度与投影屏上的标线是否重合。若不重合,当位差较小时,可拨动天平箱底板下的拨杆,使其重合;若位差较大,先调节天平梁上的平衡螺丝,再调节拨杆使其重合,然后沿逆时针方向轻轻旋旋旋钮,将天平梁托起(即关上天平)。此时,天平的零点已调节为“0”。

(3)称量 打开左侧橱门,把在台秤上粗称过的被称量物放在左盘中央,关闭左侧橱门,在右盘上按粗称的质量加上砝码,关闭右侧橱门,再分别旋转圈码转盘外圈和内圈,加上粗称质量的圈码。缓慢开启天平升降旋钮,根据指针或缩微标尺偏转的方向,决定加减砝码或圈码。当砝码比物体重时,关闭升降旋钮,减少砝码或圈码后再称;反之,则应增加砝码或圈码。反复调整直至开启升降旋钮后,投影屏上的刻度线与缩微标尺上的刻度线在0.00~10.00 mg之间为止。

(4)读数 缩微标尺稳定后即可读数,其中缩微标尺上一大格为1 mg,一小格为0.1 mg,若刻度线在两小格之间,则按四舍五入的原则取舍,不要估读。读取读数后应立即关闭升降旋钮,不能长时间让天平处于工作状态,以保护玛瑙刀口,保证天平的灵敏性和稳定性。称量结果应立即如实记在记录本上,不可记在手上或碎纸片上。

天平的读数方法:砝码 + 圈码 + 微分标尺,即小数点前读砝码,小数点后第一位、第二位读圈码(转盘前两位),小数点后第三位、第四位读微分标尺。

(5)复原 称量完毕,取出被称量物,砝码放回到砝码盒内,圈码指数盘回复到“0.00”位置,拔下电源插头,罩好天平布罩。

(6)注意事项

①处于承重工作状态的天平不允许进行任何加减砝码、圈码的操作。开启升

降旋钮和加减砝码、圈码时应做到“轻、缓、慢”，以免损坏机械加码装置或圈码掉落。

②不能用手直接接触砝码，应该用镊子夹取。

③不能在天平上称量热的或具有腐蚀性的物品，也不能在金属托盘上直接称量药品。

④加减砝码的原则是由大到小，减半加码，不可超过天平所允许的最大载重量（200 g）。

⑤每次称量结束后，认真检查天平是否休止，砝码是否齐全地放入盒内，机械加码旋钮是否回复到零的位置。全部称量完毕后关好天平橱门，切断电源，罩上布罩，整理好台面，填写好使用记录本。

⑥不得任意移动天平位置。

2. 电子天平的使用

(1)特点 电子天平结构上没有刀口，仅有支点弹簧片；具有去皮装置，直接显示称重物质量；具有高智能化的特点，可在全量程范围内实现去皮、累加、超载显示、故障报警等。

(2)操作步骤

①检查水平。操作前检查天平是否水平，否则可调节支架螺丝使水准器中的气泡处于正中央。

②接通电源。接通电源预热，预热时间按仪器说明书进行。

③校准。首次使用天平必须校准，将天平移动或使用一段时间（30 d左右）后，应对天平重新校准。

④称量。按下显示屏的开关键，待显示稳定在零点后，将物品放到秤盘上，关上防风门，显示稳定后即可读取称量值。使用相应的键可以实现“去皮”、“增重”、“减重”等功能。

(3)注意事项

①电子天平的重力电磁传感器簧片（一般共有6~8片）细而薄，极易受损，且天平的精度越高，其重力传感簧片也越薄，所以在使用中应特别注意加以保护，不要向天平上加载质量超过其称量范围的物体，绝不能用手压秤盘或使天平跌落地下，以免损坏天平或使重力传感器的性能发生变化。另外，称量一个物体（特别是较重的物体）一般不要超过30 s，搬动和运输时应将秤盘及其托盘取下来。

②电子天平实际上是测量地球对放在秤盘上的物体的引力（即重力）的仪器，因此具有误差，这并不表示天平有任何故障，请按各型号电子天平说明书上介绍的方法用计量部门认可的标准砝码进行校正，即可进行准确称量。

③电子天平的校正机构一般分三大类,即全自动校正、半自动校正和手动校正。

a. 全自动校正,内含标准砝码和电机伺服机构,只需按一个功能键即可在数十秒钟内完成校正,一般新型的 10^{-4} g 精度以上的电子天平均采用全自动校正机构。

b. 半自动校正,内装标准砝码但无电机伺服机构,在进入校正程序后,需要手动加载和卸下校正码。

c. 手动校正,天平内没有标准砝码和电机伺服机构,需要手动进入校正程序并外加标准砝码进行校正,一般精度较低的天平采用手动校正。

④电子天平是对环境高度敏感的精密电子测量仪器,使用时应小心操作,安装台面应无明显震动,不要放在空调口,若这些条件不能满足,应采取一些改进措施,如变更使用地点、装上防风罩等,同时要注意调整底角螺丝,使水准器的气泡居中。天平未调好水平也是产生称量误差的原因之一。

二、玻璃器皿的准备

1. 玻璃器皿洗液的配制(铬酸洗液)

铬酸洗液是实验室中最常用的玻璃仪器洗涤剂。铬酸洗液的配制方法是:取 100 mL 工业硫酸置于烧杯中,小心加热,而后缓慢加入 5 g 重铬酸钾粉末,边搅拌边加入,待重铬酸钾完全溶解后冷却至室温备用。也可称取 5 g 重铬酸钾粉末,置于 250 mL 烧杯中,加水 5 mL,尽量使其溶解,而后缓慢地加入 100 mL 浓硫酸,边搅拌边加入,冷却至室温备用。

通常情况下,铬酸洗液可以反复使用,而且主要以去除应用常规方法很难去除的污垢为目的。为了确保洗涤效果,使用时应当注意如下事项:

①使用前必须先将待洗涤的玻璃器皿用清水清洗干净,去除肥皂液、去污粉或各种废液,然后再使用洗液清洗玻璃器皿。

②如果玻璃器皿上粘有凡士林等,应当先用软纸擦拭,再用乙醇、乙醚等有机溶剂溶解,最后再使用洗液洗涤。

③使用时应当尽量避免稀释,如果需要加快洗涤速度,可以将洗液加热至 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

④将待洗涤玻璃器皿先按有无油污或洗涤难易程度等进行分类,而后分别进行相应处理和洗涤。

2. 玻璃器皿的清洗

实验室所用玻璃仪器应当保持清洁,否则会造成实验结果较大的误差,甚至导