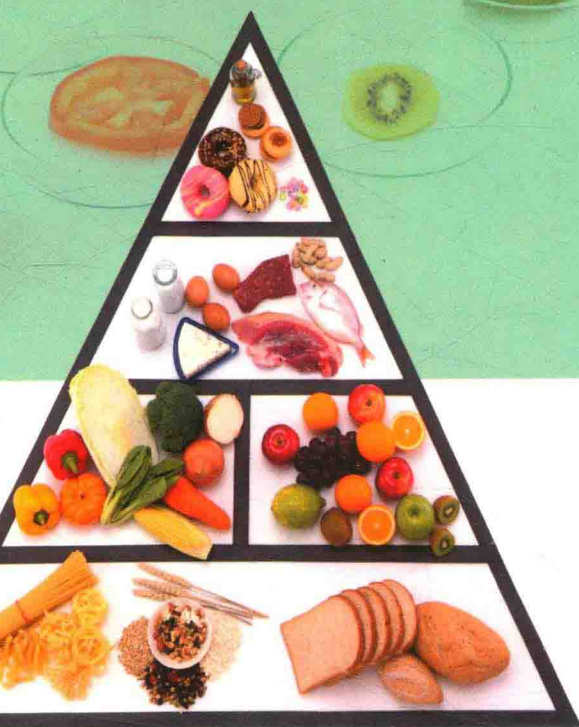




“十三五”江苏省高等学校重点教材

# 现代食品安全分析综合实训指导

主 编 陈昌云



南京大学出版社



“十三五”江苏省高等学校重点教材  
编号2018-2-072

# 现代食品安全分析综合实训指导

陈洪渊题 

主 编	陈昌云				
副主编	王 颖	杨 慧	李周敏	何风云	
编 委	陈昌云	王 颖	张长丽	何风云	
	黄 芳	胡耀娟	杨 慧	薛蒙伟	
	李周敏	李钟卉			
主 审	许丹科				



食品安全分析实训线上资源

## 图书在版编目(CIP)数据

现代食品安全分析综合实训指导 / 陈昌云主编.

— 南京 : 南京大学出版社, 2019. 6

ISBN 978 - 7 - 305 - 22384 - 6

I. ①现… II. ①陈… III. ①食品安全—食品分析  
IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 119132 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

出 版 人 金鑫荣

书 名 现代食品安全分析综合实训指导

主 编 陈昌云

责任编辑 甄海龙 蔡文彬 编辑热线 025 - 83592146

照 排 南京南琳图文制作有限公司

印 刷 南京人民印刷厂有限责任公司

开 本 787×960 1/16 印张 9.25 字数 170 千

版 次 2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 22384 - 6

定 价 28.00 元

网址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025) 83594756

---

\* 版权所有, 侵权必究

\* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购  
图书销售部门联系调换

# 前 言

随着食品全球化的发展,面对更高和更复杂的食品分析要求,食品安全越来越受到行业 and 全社会的重视,成为食品分析的重要组成部分和研究热点。食品安全的检测企业蓬勃发展,检测产品不断更新换代。

食品安全分析检测是一门和实践息息相关的课程,一方面实验室检测中对仪器分析的依赖性越来越高,一方面现场快速检测已经成为食品相关企业的重要方法。现有的相关教材中,绝大多数都侧重于经典传统的方法和一般实验室检测。为了满足不断发展的实践教学需要,有力地实现产教融合,我们和企业专家联合编写了这本教材。该书对于应用型本科高校食品安全领域的创新型人才培养和相关企业的员工培训都具有重要意义。

本教材选取食品安全检测相关高科技企业和高校专业教学在该领域的成熟研究成果集合而成具有代表性的综合性和设计性实验。针对现有的食品安全技术进行了革新,可以很好地解决传统教材中专业实训和实际生产以及技术发展不能紧密联系的问题,使读者更好地了解食品安全领域的发展现状和应用。

本教材包括两篇共六章内容,第一篇是实验技术指导;第二篇是食品安全分析综合实训。由南京晓庄学院、南京大学和南京祥中生物科技有限公司联合编写。参加编写的人员有南京晓庄学院陈昌云、王颖、杨慧、何风云、胡耀娟、黄芳、张长丽和薛蒙伟;南京祥中生物科技有限公司李钟卉;南京大学李周敏。全书由南京大学许丹科教授审定。

由于时间比较仓促,编者水平有限,在教材中难免出现一些疏漏,恳请读者批评指正。

编 者

2018年10月于南京方山

# 目 录

<b>第一篇 实验技术指导</b> .....	1
<b>第一章 食品分析实验室的要求和管理</b> .....	3
第一节 食品分析实验室的基本要求 .....	3
第二节 食品分析实验室的安全管理 .....	5
第三节 实验室废弃物的处理 .....	6
第四节 食品安全行业实验室检测标准与规范 .....	8
<b>第二章 食品安全分析中的样品前处理技术</b> .....	13
第一节 溶剂萃取 .....	13
第二节 固相萃取 .....	18
第三节 固相微萃取 .....	26
第四节 分散液液微萃取 .....	32
第五节 离子液体萃取 .....	35
<b>第三章 食品快速检测技术</b> .....	39
第一节 胶体金免疫层析试纸条技术介绍 .....	39
第二节 酶联免疫检测技术 .....	43
第三节 可视化微阵列芯片检测技术 .....	46
第四节 微分电位溶出法快检技术 .....	50
<b>第二篇 食品安全分析综合实训</b> .....	59
<b>第四章 现场快速分析检测实验</b> .....	61
实验一 可视化微阵列芯片试剂盒检测猪肉中的瘦肉精 .....	61

实验二	可视化微阵列芯片试剂盒同时检测蜂蜜中的喹诺酮类和四环素族 .....	66
实验三	酶联免疫试剂盒检测鸡肉中的氟苯尼考残留量 .....	71
实验四	酶联免疫试剂盒检测牛奶中的磺胺残留量 .....	75
实验五	微分电位溶出法快速检测食品中的重金属残留 .....	80
<b>第五章</b>	<b>实验室现代分析仪器检测实验 .....</b>	<b>86</b>
实验一	毛细管气相色谱法测定酒样中的甲醇 .....	86
实验二	高效液相色谱法检测生鲜食品中的硝基呋喃残留 .....	92
实验三	高效液相色谱法检测饮品中的塑化剂残留 .....	96
实验四	固相萃取-高效液相色谱法测定奶粉中三聚氰胺的含量 ..	100
实验五	分散液液微萃取-气相色谱法测定食品中的防腐剂含量 ..	104
实验六	离子液体超声萃取-原子荧光光谱法测定蔬菜中的汞含量 .....	109
实验七	荧光光谱法检测饮料中的食用色素含量 .....	114
实验八	超声波-固相萃取净化荧光光谱法测定咸鸭蛋中的苏丹红 .....	118
实验九	分光光度法检测食用油中的 SDBS 含量 .....	124
实验十	电分析化学法检测食品中的亚硝酸盐含量 .....	127
<b>第六章</b>	<b>设计性与外文文献实验 .....</b>	<b>132</b>
实验一	食品中黄曲霉素的测定(设计性实验) .....	132
实验二	气相色谱法测定食品中农药残留(设计性实验) .....	134
实验三	Multiple Square Wave Voltammetry for Analytical Determination of Paraquat in Natural Water(外文文献实验) .....	136
实验四	Assessment on Dioxin-Like Compounds Intake from Various Marine Fish(外文文献实验) .....	139

---

第一篇

**实验技术指导**

---



# 第一章 食品分析实验室的要求和管理

## 第一节 食品分析实验室的基本要求

食品分析实验室的整体设计要符合 CNAS、CMA、ISO9001 标准,建设规划要合理,运行使用要科学,应充分考虑实验室供电、供水、供气、通风、排污、安全措施、环境保护等基础设施和基础条件的应急与保障,提高实验室的效率和检测质量,确保实验人员和实验室的安全。

根据实验室工作的特性,应配备办公室、档案室、收样及样品储藏室、天平室、样品前处理室、高温室、洗涤室、实验用水制备室、小型仪器室、大型仪器室、暗房、试剂储藏室和特殊气体储藏室。

实验室基本要求是防止意外事故、保证正常实验环境和工作秩序的重要前提,是必须严格遵守的实验室工作规范。具体如下:

(1) 实验前必须明确实验内容,了解实验原理、实验方法和实验步骤,同时要注意食品检测的相关规定,并检查仪器是否完备,试剂是否齐全,方可进行实验。

(2) 实验时严格遵守操作规程,不得擅自改变实验内容和操作步骤,以保证实验安全。

(3) 实验时保持安静,集中精力,认真操作,仔细观察,详细记录实验现象和实验数据,实验记录不得随意涂改。

(4) 注意安全操作,遵守安全规则,并爱护实验室内各类仪器,按照规则使用并保持设备清洁。实验中的昂贵设备,未经许可不得擅自开关。精密仪器需经专门培训方能操作,未经许可不得改变设备仪器的预设参数。设备仪器出现故障或发生事故,应及时向实验室负责人报告,安排专业人员进行检修。

(5) 应按规定的量取用试剂。试剂自瓶中取出后,不应倒回原试剂瓶。取完试剂后,及时盖上盖子并放回原处,以免污染试剂。不同溶液取用应固定滴管或移液管,防止交叉污染。公用试剂不得挪动位置或取走。节约使用试剂、水等实验材料,避免浪费。

(6) 注意用电安全,保持实验室及台面的整洁。实验废弃物应按要求处理好后放入指定的容器中,需回收的试剂应倒入指定的回收瓶中,不得随意丢弃。同时,实验室内的仪器、药品以及其他用品不得带出实验室。

(7) 实验产生的废水、废气、废渣应及时处理,以防污染环境。

(8) 实验结束后,需认真清洗玻璃仪器,整理实验台面,清扫实验室,关好水、电、气及门窗,经许可后方可离开。

## 第二节 食品分析实验室的安全管理

食品分析类实验主要用于食品安全性检测、营养组分的检测等,属于化学分析实验,实验材料多为易燃、易爆、剧毒、强腐蚀性化学药品和试剂,实验中常使用氧气、氢气、氮气、乙炔气、石油气等易燃、易爆的气体,且在实验过程中多要进行高温加热操作,实验人员如不了解实验中所用化学药品的性质,容易造成化学药品配制、使用不当,从而引起液体飞溅,甚至爆炸等严重灾害事故。因此,必须根据化学药品的特点有针对性地开展相关安全知识培训,并采取预防处置方案,在事故发生前合理地去除各种隐患,包括常用化学危险品的安全标志及识别、对化学危险品的正确防护及罐装气体使用安全等。在实验室布局方面,必须配备通风橱、吸顶式排风罩进行局部排风,并配备紧急洗眼器、紧急淋浴器等急救设施。实验人员切不可麻痹大意,要严格遵守实验操作规范。

(1) 了解实验室布局,室内水、电、气的管线分布及消防器材的放置地点,熟悉各类灭火、逃生装置的使用方法。

(2) 注意不能用湿手接触电源,仪器使用完毕后应及时拔掉电源插头。

(3) 严禁在实验室内吸烟、饮食。

(4) 严禁任意混合各种化学试剂,以免发生意外事故。

(5) 不能用手直接取用固体药品,对一些有毒药品,如铬(VI)的化合物、汞的化合物、砷的化合物、可溶性钡盐、铅盐、镉盐,特别是氰化物,不得接触伤口与口腔,其废液必须倒入指定的回收瓶统一回收处理。

(6) 取用浓酸、浓碱和能产生有刺激性或有毒气体的实验操作必须在通风橱中进行,带上护目镜与手套,做好防护措施。

(7) 使用酒精灯应随用随点,不用时盖上灯罩,不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而失火。

(8) 万一发生火灾,不要惊慌,应尽快切断电源或燃气源,用石棉布或湿抹布熄灭(盖住)火焰。密度小于水的非水溶性有机溶剂着火时,不可用水浇,以防止火势蔓延。电器着火时,不可用水冲,以防触电,应使用干粉灭火器或干冰进行灭火。着火范围较大时,应立即用灭火器灭火,并根据火情决定是否要报告消防部门。

## 第三节 实验室废弃物的处理

### 一、实验室废弃物收集的一般办法

#### 1. 分类收集法

按废弃物的类别性质和状态不同,分门别类收集。

#### 2. 按量收集法

根据实验过程中排出的废弃物的量的多少或浓度高低予以收集。

#### 3. 相似归类收集法

性质或处理方式、方法等相似的废弃物收集在一起。

#### 4. 单独收集法

危险废弃物应予以单独收集处理。

### 二、实验室废弃物回收具体实施细则

1. 各实验室明确废弃物存放位置,并有明显提示标识。

2. 使用套袋有盖垃圾桶盛装无污染的固体废弃物。

3. 破损玻璃制品如试管、量筒等,实验用完后的滤纸、称量纸等需用自来水冲净沾有的化学试剂于废液中方可丢弃。

4. 废弃的试剂瓶必须统一回收、存放并交由有资质的环保单位进行处理,不可随意丢弃。

### 三、实验室“三废”的处理

#### 1. 实验室的废气

所有产生废气的实验必须在通风橱中进行,并备有吸收或处理装置,用吸附、吸收、氧化、分解等方法处理完后达到国家排放标准的气体方可通过排风装置排至室外,排气管必须高于附近房顶 3 m 以上。

常用的吸收剂及处理方法如下:

(1) 氢氧化钠稀溶液:处理卤素、酸性气、甲醛、酰氯等。

(2) 稀酸溶液( $H_2SO_4$  或  $HCl$ ):处理氨气、胺类等。

(3) 浓硫酸:吸收有机物。

(4) 活性炭、分子筛等吸附剂:吸收气体、有机物气体。

(5) 水:吸收水溶性气体,如氯化氢、氨气等。

(6) 氢气、一氧化碳、甲烷气:如果排出量大,应点火燃烧处理。但要注意,反应体系空气排净以后,再点火。最好,事先用氮气将空气赶走再反应。

(7) 较重的不溶于水的挥发物:导入水底,使之下沉。用吸收瓶吸入后再处理。

## 2. 实验室的废渣

实验室产生的有害固体废渣量虽然不多,但绝不能将其与生活垃圾混倒,必须分类收集,存放并交由有资质的环保单位进行处理。

## 3. 实验室的废液

实验室废液的成分及数量稳定度低,种类繁多且浓度高。所以,实验室废液处理的危险性也相对增高。在处理时,应注意如下事项:

(1) 根据废液的性质分别收集。如毒性大的 Hg、Cd、Pb 等的盐溶液与重金属盐溶液应单独回收。而乙醇、甲醇、石油醚、甲醛等有机溶剂,应回收至指定的回收瓶中,然后由实验老师进行提纯,以供进一步使用。如若试剂已无法重复使用,再存放于专门容器中,交由环保单位进行统一处理。

(2) 对废酸、废碱,采取能重复利用的,尽量重复回收利用,不能回收利用的,装到回收瓶中进行回收,以其他试剂进行酸碱中和, pH 呈中性后方可排放到下水道中。

(3) 大部分的实验室废液触及皮肤仅有轻微的不适,少部分腐蚀性废液会伤害皮肤,有一部分废液则会经由皮肤吸收而致毒,所以在收集、搬运或处理时需要特别注意,不可接触皮肤。

(4) 不可任意混合其他废液,以避免产生爆炸的危险。

## 第四节 食品安全行业实验室检测标准与规范

现阶段,我国食品安全行业实验室检测标准与规范主要有 CMA 标准、CNAS 标准和 ISO9001 标准,以及《食品安全检测移动实验室通用技术规范》(GB/T 29471—2012)。

### 一、CMA 标准简介

CMA 是“China Metrology Accreditation”的缩写,中文含义为“中国计量认证”。它是根据中华人民共和国计量法的规定,由省级以上人民政府计量行政部门对检测机构的检测能力及可靠性进行的一种全面的认证及评价。这种认证对象是所有对社会出具公正数据的产品质量监督检验机构及其他各类实验室,如各种产品质量监督检验站、环境检测站、疾病预防控制中心等等。取得计量认证合格证书的检测机构,允许其在检验报告上使用 CMA 标记,有 CMA 标记的检验报告可用于产品质量评价、成果及司法鉴定,具有法律效力。

CMA 是我国第三方检验检测实验室的强制性市场准入制度。对于加强质量监管及支撑自主创新发挥着制度性保障作用,是对实验室管理水平和技术能力的评定。通过参与 CMA 资质认定,可有效促进高校实验室技术能力和管理水平的提高。

### 二、CNAS 标准简介

CNAS 是“China National Accreditation Service for Conformity Assessment”的缩写,中文含义为“中国合格评定国家认可委员会”,是根据《中华人民共和国认证认可条例》的规定,由国家认证认可监督管理委员会批准设立并授权的国家认可机构,统一负责对认证机构、实验室和检查机构等相关机构的认可工作。

CNAS 由原中国认证机构国家认可委员会(英文简称为 CNAB)和原中国实验室国家认可委员会(英文简称为 CNAL)合并而成。CNAS 通过评价、监督合格评定机构(如认证机构、实验室、检查机构)的管理和活动,确认其是否有能力开展相应的合格评定活动(如认证、检测和校准、检查等)、确认其合格评定活动的权威性,发挥认可约束作用。

其中,实验室认可一般包括以下 8 个过程:

1. 实验室建立质量管理体系,并有效运行。
2. 实验室按要求提交认可申请书及相关资料。
3. 中国合格评定国家认可委员会(CNAS)秘书处审查申请资料,做出受理决定。必要时,安排初访。
4. 评审组审查申请资料,确定是否安排现场评审。必要时,安排预评审。
5. 根据现场评审计划通知书,评审组实施现场评审。
6. 需要时,实验室根据评审组提出的不符合项实施纠正/或纠正措施。评审组对不符合项实施整改验收。
7. CNAS 秘书长根据评定委员会的评定结论做出认可决定,向获准认可实验室颁发认可证书以及认可决定通知书。
8. 后续工作。获得 CNAS 认可后的监督、复评审、扩大或缩小领域范围及认可变更。

为便于实验室管理人员和技术人员以及合格评定的从业人员查阅和使用 CNAS 的公开文件,现将实验室认可相关公开文件清单整理如下:

**实验室认可公开文件清单(共 49 份)**

序号	文件名称
机构规则文件	
1	CNAS—J01:2006《中国合格评定国家认可委员会章程》
2	CNAS—J02:2006《中国合格评定国家认可委员会认证机构技术委员会工作规则》
3	CNAS—J03:2006《中国合格评定国家认可委员会实验室技术委员会工作规则》
4	CNAS—J04:2006《中国合格评定国家认可委员会检查机构技术委员会工作规则》
5	CNAS—J05:2006《中国合格评定国家认可委员会评定委员会工作规则》
6	CNAS—J06:2006《中国合格评定国家认可委员会申诉委员会工作规则》
认可规范文件	
通用认可规则	
7	CNAS—R01:2006《认可标识和认可状态声明管理规则》
8	CNAS—R02:2006《公正性和保密规则》
9	CNAS—R03:2006《申诉、投诉和争议处理规则》
专用认可规则	
10	CNAS—RL01:2006《实验室和检查机构认可规则》
11	CNAS—RL02:2006《能力验证规则》

(续表)

序号	文件名称
12	CNAS—RL03:2006《实验室和检查机构认可收费管理规则》
13	CNAS—RL04:2006《境外实验室和检查机构受理规则》
14	CNAS—RL05:2006《实验室生物安全认可规则》
基本认可准则	
15	CNAS—CL01:2006《检测和校准实验室能力认可准则》(ISO/IEC17025:2005)
16	CNAS—CL02:2006《医学实验室质量和能力认可准则》(ISO15189:2003)
17	CNAS—CL03:2006《能力验证计划提供者认可准则》(ILAC—G13)
18	CNAS—CL04:2006《标准物质/标准样品生产者能力认可准则》(ISO 导则 34:2000)
19	CNAS—CL05:2006《实验室生物安全认可准则》(GB19489:2004)
专门要求和应用认可准则	
20	CNAS—CL06:2006《量值溯源要求》
21	CNAS—CL07:2006《测量不确定度评估和报告通用要求》
22	CNAS—CL08:2006《评价和报告测试结果与规定限量符合性的要求》
23	CNAS—CL09:2006《实验室能力认可准则在微生物检测领域的应用说明》
24	CNAS—CL10:2006《实验室能力认可准则在化学检测领域的应用说明》
25	CNAS—CL11:2006《实验室能力认可准则在电子和电气检测领域的应用说明》
26	CNAS—CL12:2006《实验室能力认可准则在医疗器械检测领域的应用说明》
27	CNAS—CL13:2006《实验室能力认可准则在汽车和摩托车检测领域的应用说明》
28	CNAS—CL14:2006《实验室能力认可准则在无损检测领域的应用说明》
29	CNAS—CL15:2006《实验室能力认可准则在电声检测领域的应用说明》
30	CNAS—CL16:2006《实验室能力认可准则在电磁兼容检测领域的应用说明》
31	CNAS—CL17:2006《实验室能力认可准则在玩具检测领域的应用说明》
32	CNAS—CL18:2006《实验室能力认可准则在纺织检测领域的应用说明》
33	CNAS—CL19:2006《实验室能力认可准则在金属材料检测领域的应用说明》
34	CNAS—CL20:2006《实验室能力认可准则在信息技术软件产品检测领域的应用说明》
35	CNAS—CL21:2006《实验室能力认可准则在卫生检疫领域的应用说明》

(续表)

序号	文件名称
36	CNAS—CL22:2006《实验室能力认可准则在动物检疫领域的应用说明》
37	CNAS—CL23:2006《实验室能力认可准则在植物检疫领域的应用说明》
38	CNAS—CL24:2006《实验室能力认可准则在黄金、珠宝检测领域的应用说明》
39	CNAS—CL25:2006《实验室能力认可准则在校准领域的应用说明》
认可指南	
40	CNAS—GL01:2006《实验室认可指南》
41	CNAS—GL02:2006《能力验证结果的统计处理和评价指南》
42	CNAS—GL03:2006《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》
43	CNAS—GL04:2006《量值溯源要求的实施指南》
44	CNAS—GL05:2006《测量不确定度要求的实施指南》
认可申请书	
45	CNAS—AL01:2006《实验室认可申请书》
46	CNAS—AL02:2006《医学实验室认可申请书》
47	CNAS—AL03:2006《能力验证计划提供者认可申请书》
48	CNAS—AL04:2006《标准物质生产者认可申请书》
49	CNAS—AL05:2006《实验室生物安全认可申请书》

### 三、ISO9001 标准介绍

ISO9001 标准是国际标准化组织(ISO)总结了世界全面质量管理实践经验,高度概括了质量管理的一般性规律,从而制订出的一套具有通用性和指导性的质量管理体系国际标准。

其中,ISO17025 是实验室认可服务的国际标准,目前最新版本是 2005 年 5 月发布的,全称是 ISO/IEC17025:2005 - 5 - 15《检测和校准实验室能力的通用要求》,是由国际标准化组织 ISO/CASCO(国际标准化组织/合格评定委员会)制定的实验室管理标准,该标准的前身是 ISO/IEC 导则 25:1990《校准和检测实验室能力的要求》。国际上对实验室认可进行管理的组织是“国际实验室认可合作组织(ILAC)”,由包括中国实验室国家认可委员会(CNACL)在内的 44 个实验室认可机构构成。