



刘清珺 张经华 刘 艳 主编

食品安全检测 实验室建设实用手册

SHIPIN ANQUAN JIANCE
SHIYANSHI JIANSHE
SHIYONG SHOUC

 北京科学技术出版社

食品安全检测实验室建设实用手册

刘清珺 张经华 刘 艳 主编

 北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品安全检测实验室建设实用手册/刘清珺, 张经华, 刘艳主编. —北京: 北京科学技术出版社, 2013. 10

ISBN 978 - 7 - 5304 - 6728 - 2

I. ①食… II. ①刘… ②张… ③刘… III. ①食品卫生 - 食品 - 检验 - 实验室管理 - 手册 IV. ①R155.5 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 162309 号

食品安全检测实验室建设实用手册

主 编: 刘清珺 张经华 刘 艳

策 划: 曾庆宇

责任编辑: 王云飞

封面设计: 桑 聪

出 版 人: 张敬德

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086 - 10 - 66161951 (总编室)

0086 - 10 - 66113227 (发行部)

0086 - 10 - 66161952 (发行部传真)

电子邮箱: bjkjpress@163.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市国新印装有限公司

开 本: 720mm × 1020mm 1/16

印 张: 19

版 次: 2013 年 10 月第 1 版

印 次: 2013 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5304 - 6728 - 2/R · 1630

定 价: 60.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

编 委 会

主 编 刘清琚 张经华 刘 艳

编 委 (以姓氏拼音为序)

陈舜琮 范筱京 高 峡 刘 清

刘 艳 刘清琚 汪 雨 王 文

武会娟 张经华

序

工欲善其事 必先利其器

《中华人民共和国食品安全法》（以下简称《食品安全法》）的颁布实施，使食品安全被提高到了前所未有的高度。近年来，我国接连发生多起重大食品安全事故，三鹿奶粉事件、塑化剂风波给人民群众健康造成严重伤害，给国家声誉和政府形象带来了恶劣影响。做好食品安全工作，提高食品安全水平已经成为广大人民群众的要求。食品安全直接关系人民群众切身利益，是重大的民生问题。同时，食品安全又是重大的经济和贸易问题。一些国家的食品安全监管制度，不仅是维护其居民安全与健康的手段，也是构建贸易壁垒、保护自身农业和食品产业的重要举措。因此，我国的食品安全工作面临着双重压力：一方面，要对消费者负责，保障中国居民和国产食品的消费者能够购买和消费健康营养的食品；另一方面，要维护企业正当利益，保护农业和食品产业的健康发展，特别是在参与国际竞争时不因质量问题或不良形象而丧失市场竞争力。

事实上，食品安全随着时代的进步而变化。在靠天吃饭的年代，一切农产品和食品均属天然品，没有可知的安全威胁进入食品产业，仅遵循诸如变质食品不能吃、毒蘑菇不能吃等几个简单的要求即可。工业技术进入食品生产后，农产品供应处于紧缺状态，即使有环境污染和农药残留等不良因素存在，也没有引起人们的重视。在后工业化时代，进入食品供应环节的威胁因素不断增加，人们对食品卫生与健康的要求也不断增加，食品安全才变

为人们越来越关切的问题。

社会对食品安全检测的要求越来越高。越来越多的有害物质被确定为“不得检出”。以出口动物源性产品为例，要求兽药残留氯霉素、硝基呋喃不得检出，要求方法检出限 $0.3\mu\text{g/kg}$ 和 $0.5\mu\text{g/kg}$ 。食品安全检测的领域越来越广泛，检测项目、种类越来越多。据有关报道，日本政府发布公告，于 2006 年 5 月正式实施新食品卫生法“肯定列表”（positive list）制度。该制度中对 714 种农药、兽药及饲料添加剂设定了 1 万多个最大允许限量标准，一旦食品中残留物超标，将被禁止进口和流通。食品安全检测已成为构成技术壁垒的重要手段，甚至是国家间贸易限制与反限制的重要依据和谈判筹码。2002 年，欧盟曾以进口中国动物源性产品氯霉素检测超标为由，宣布欧盟全面禁止从中国进口动物源性产品，直到 2004 年才部分解禁。食品安全检测的结果对国家经济运行安全的影响越来越大。现实的情况是，发达国家总是不断地领先采用先进的食品安全分析技术和仪器装备，不断地降低食品安全限量，扩大食品安全检验的种类。而发展中国家为了扩大食品出口，总是紧跟发达国家的先进分析技术，力图突破技术壁垒，为此付出很大的代价。

食品安全的概念有两个侧重点：一是针对具体危害指标和抽象食品，二是针对具体食品的具体危害指标。在技术层面上，针对抽象食品的食品安全工作侧重于食品安全风险评估，就是针对一个食品类别当中可能含有的对人体有危害的指标进行安全性评估，比如对蔬菜中某种农药残留的危害性评估。这需要毒理学、病理学实验和有经验的专家共同做出结论。针对具体食品的食品安全工作侧重于食品安全的风险监测，如某种品牌、批次的牛奶中三聚氰胺含量是否超标。食品安全的风险监测需要质量监管、分析测试方法和实际的数据检测分析工作，确保食品的安全性。

《食品安全法》将这两部分工作内容明确规定为食品安全的风险评估和风险监测。

《食品安全法》的另一个突出特色是明确了食品生产经营活动和政府职能部门以及检验机构之间对食品安全的职责。特别是对食品安全检验机构做出了明确界定，更明确规定“食品检验实行食品检验机构与检验人负责制。食品检验报告应当加盖食品检验机构公章，并有检验人的签名或者盖章。食品检验机构和检验人对出具的食品检验报告负责”。

食品检验机构要出具科学、合法、有效的检验报告，必须具备相应的能力和资质。古语说“工欲善其事，必先利其器”，食品检验机构要达到需要的能力和资质，首要问题是建立合格规范的检测实验室。《食品安全法》从标准的角度枚举了影响食品安全的物质，它包括食品、食品相关产品中的致病性微生物、农药残留、兽药残留、重金属、污染物质以及其他危害人体健康的物质。这些物质都是在食品安全风险评估和风险监测工作中需要关注的物质，也是食品安全检测实验室根据实际情况需要建立检验能力的主要技术要求。根据《食品安全法》，食品检测实验室的检测能力还应该包括检验食品添加剂是否超过限量值标准，包括具备检验食品中非法添加的非食用物质的技术能力。归纳起来，食品检测实验室需要具备技术能力的检测对象是：致病性微生物、农药残留、兽药残留、重金属、污染物质、食品添加剂和非法添加的非食用物质。食品检验机构要承担好食品安全检验任务，首要工作是建立具备这六大类物质检测能力的实验室。

实验室建设问题可以归结为实验室技术集成问题，重点是做好五个方面的工作：其一，实验室整体规划要和需要承担的检验任务匹配。因此首先是明确实验室的检验检测目标，明确是完整覆盖各项检测参数的实验室，还是只承担部分检测内容的实验

室。例如，一个仅针对蔬菜检验的实验室就没有必要具备检测兽药残留的能力；反之，一个以检验肉类食品为主的实验室也不必具备农药残留的检测能力。因此，实验室建设的首要问题是明确检验目标和细化具体检测内容，并根据这些内容制定出整体规划，这是实验室建设的基础。其二，要根据实验室目标和相应规划选择技术和标准。每一项检测内容都需要依托一定的技术手段，需要符合特定的技术标准。根据检测内容选择技术、规范和标准是实验室建设的核心，离开了技术和标准依据，实验室建设就失去了它的存在价值。其三，根据技术标准选择仪器装备和试验条件，包括仪器选型、实验室改造、试剂选择、前处理和其他辅助性设备的选择等。在实际工作中，大部分技术标准都规定了所依托的仪器手段，对前处理和相关辅助设备一般也给出了参考甚至明确界定。可以说，实验室装备的选择是在实验室技术选择的基础上实施的。实验室检测能力的建立，实验室装备发挥着关键作用，实验室装备是实验室建设的硬件组成。当然，在进行装备选择时，除了考虑试验装备的功能性外，还要重点考虑它的经济性，就是以最小的投入满足最大的需求。其四，实验室的人才队伍建设，包括实验室运行管理人员、任务推进和管理人员、试验技术人员、技术和质量控制人员、仪器维护人员以及技术开发人员等。不同类型的实验室可能还需要其他类型的工作人员，比如以第三方委托检验机构运行的实验室为了更好地发挥对外服务功能，还应该考虑客户服务人员等。实验室人才队伍的实力是随着实验室发展而不断提高的，因此实验室人才队伍建设除了配备必需的技术和管理人员外，还应该重视人员培训，促进其技术能力的提升。其五，要有明确的实验室管理机制和运行策略。一个实验室一定要有它的运行机制，它涉及的人员、财务、分工、职责等要素，需要有机地结合起来，才能发挥实验室的综合效用。

特别是对食品安全检测实验室来说,《食品安全法》明确了它的责任,这些责任要通过内部责权机制加以落实,才能承担起法律赋予实验室的责任。

在现实工作中,食品检验实验室构建还存在着很多问题。要承担起《食品安全法》所赋予的职责,还需要为实验室建设注入更多科学的因素。

首先,实验室仪器装备的现状与食品检测面对的检验专业范围不完全匹配。食品检测专业范围广泛,涉及多种学科和技术领域,不同等级的实验室,仪器装备应有不同水平,但至今仍无规范,造成不同实验室的检验业务的范围与技术装备条件脱节。实验室仪器装备技术水平不均衡,且与发达国家相比有较大差距。由于食品安全技术壁垒等原因,对于出口食品检验,要求我国食品检验实验室的仪器装备和技术能力,必须达到或接近发达国家的水平,否则出口企业面临遭受经济损失的可能,同时也增加了国家遭受贸易制裁的风险。但目前我国的现状是没有对食品安全检测实验室的仪器装备水平有一个统一的规范性要求,各实验室对仪器装备先进性、前瞻性的把握不准,加上经济条件不同,东部和西部地区的实验室间存在较大差距。

其次,仪器装备各自为政,决策水平参差不齐。食品安全检验的新标准、新方法越来越依靠高新技术和大型分析仪器。如新颁布的国家标准《水果和蔬菜中 446 种农药多残留测定方法》,采用“气相色谱—质谱”和“液相色谱—串联质谱”分析法,所需投资额超过 400 万元,对设备购置的技术调研要求越显得重要。长期以来,实验室仪器的装备一直各自为政,各个单位自行计划,行政审批,个人或局部决策的因素很大,极易造成购置失当,且各地、各单位都重复着同样的调研工作,耗时、耗力。特别是部门利益和广泛存在的本位主义思想,很多部门不注重利用

社会资源，往往立足于“麻雀虽小、五脏俱全”的小而全的实验室建设。政府职能部门在开展食品安全的风险评估和风险监测时，把大量的人力物力投入隶属自己的检验机构建设，形成了多头并进的重复建设，造成了很多高、精、尖仪器的闲置和浪费。而在具体执行检验任务过程中，也是把任务下达给自己的下属单位，在检验机构不能胜任或出现技术失误时，因其直接隶属关系，又帮助这些机构文过饰非，形成一个恶性循环。应该看到，相对于食品安全的检测指标，职能部门和检验机构同属“裁判员”，一个是行政裁判，一个是技术裁判。但相对于检验机构和被检验食品的责任者来说，职能部门是裁判员，检验机构和食品生产经营者是运动员。在这一背景下，应该提倡政府职能部门直属的检验机构应该从涉及处罚、准入等直接利益判断的检验领域退出。职能部门直属的技术机构仅应该对不涉及具体利益冲突的风险评估和检测技术开展工作。因此，在食品安全工作中，“第三方检验机构”应该得到大力提倡。

第三，食品安全实验室的大部分仪器装备严重依赖进口，国产仪器所占的比例非常小。一方面，对食品安全的关注程度和食品安全检测技术的发展方面，西方发达国家都走在了我国的前面，我们确实需要加大技术引进，尽快使我国的食品安全检测技术水平达到国际一流水平。另一方面，国产的部分仪器装备的技术水平已经完全能够满足实际检验工作，但很多用户还是缺乏信任，盲目崇尚国外的技术和装备。造成的现实情况是，每一次国际上的食品安全相关行动和每一个国内食品安全事件，都大大促进了国外仪器生产厂家在中国的销量。特别是在2008—2009年，很多国外厂家因为经济危机的缘故在世界其他区域的销售利润都大幅度下滑，但因为中国对食品安全关注程度的提高，使中国成为这些厂商主要的利润来源。

上述问题对食品安全检测实验室建设影响很大，在实施实验室建设时，应予以关注。同时，食品安全已经成为国际贸易壁垒的一个常用手段，食品安全检验成为构建技术壁垒的关键环节。一般的，发达国家制定食品安全指标、实施保护措施（技术壁垒），一般需要经过四个环节。第一，毒理学研究；第二，分析技术实用化；第三，一批政府和民间实验室参与；第四，食品安全监控检验实际中确认超标严重。经过这四个环节后，被关注的指标才会正式成为进口食品中设置壁垒的指标。食品安全实验室的建设要关注这一形势，使食品安全检测实验室不仅成为国内食品消费者的守护神，也成为食品出口企业突破国际食品技术壁垒的助推器。

食品安全的风险监测和质量监控需要具备足够能力的实验室作为技术支撑。在食品安全工作得到空前重视的今天，食品安全实验室建设在全国范围内都得到了加强。有关政府部门、技术机构和食品相关企业都涉及食品安全实验室建设。食品安全实验室建设是一个技术关联性很强的工作，需要规范的技术模型和具体的技术指标。《食品安全检测实验室建设实用手册》一书综合汇总了食品安全检测所涉及的各类技术指标所需要的装备基础和建设要点。本书的出版将为相关实验室建设提供一个实用的技术参考。

刘清琚

2013年2月于北京

前 言

“民以食为天，食以安为先”。食品安全已经成为重要的民生问题，并得到了社会的广泛关注。在我国，食品生产企业数量大并且技术水平参差不齐，要实现完善的全面过程管理还需要很长时间，在此之前，检测将在食品质量与安全控制中发挥巨大的作用。《食品安全法》《食品安全法实施条例》和《食品检验机构资质认定评审准则》等相关法律法规的出台实施对全国的食品检验机构提出了高标准、新要求。食品检验机构要达到需要的检测能力和获取相应的检测资质，首要问题是建立合格规范的检测实验室。目前影响食品安全的物质主要有食品 and 食品相关产品中的微生物、农药残留、兽药残留、重金属以及其他危害人体健康物质，这些都是在食品安全风险评估和风险监测工作中高度关注的物质。此外，还有食品添加剂的滥用和一些违法添加的非食用物质也会影响食品安全。食品检验机构要承担食品安全检验任务，首要工作是建立具备这些物质检测能力的实验室。

本书在食品检测实验室通用技术要求的基础上，针对食品安全重点监测技术指标的检测特点，从检测实验室的设计要求、样品的采集、制备和保存，相关的检测方法以及检测中所需的试剂、耗材和仪器设备等方面详细阐述了化学分析、食品添加剂、农药残留、兽药残留、重金属、微生物等检测实验室建设的相关要求，力求做到科学性、系统性、可操作性，尽可能在有限的篇幅内介绍较多的实用性内容，同时，通过图表等编排形式突出手册的查询功能。

本书由刘清琚研究员负责总策划、张经华博士、刘艳博士负责组稿、修订。全书共十二章，第一章由刘清琚、陈婷编写，第二章由夏敏、张经华编写，第三章由刘艳、胡光辉、汪雨编写，第四章由田艳玲编写，第五章由刘蕊、田艳玲编写，第六章由胡光辉、郎爽编写，第七章由贾丽、王颖编写，第八章由钱春燕、汪雨编写，第九章由高丽娟、陈尔凝编写，第十章由刘艳编写，第十一章由武会娟、高峡、刘伟丽、王覃编写，第十二章由刘清、范悦、刘艳编写。附录部分介绍了食品安全与实验室建设相关网站以及部分国产分析仪器设备，由汪雨、陈婷、刘艳整理。

本书是北京市理化分析测试中心科技人员长期在一线从事食品安全检测工作经验的结晶，实用性较强，可作为食品检验机构建设的参考资料，也可作为食品检测技术人员的工具书，还可供相关专业高等院校师生阅读与参考。

由于作者水平有限，时间仓促，本书遗漏和不足之处在所难免，恳请同行和广大读者批评指正。

编 者
2013 年 2 月

目 录

■ 第一章 绪 论	1
第一节 食品安全技术体系	1
第二节 食品安全检测实验室功能结构概述	10
第三节 食品安全检测实验室分析检测一般流程	12
第四节 食品安全检测实验室运行要素	14
第五节 小 结	20
■ 第二章 食品安全检测实验室建设通则	21
第一节 食品安全检测实验室建设的基本规划和程序	21
第二节 食品安全检测实验室设计的基本要求	24
第三节 食品安全检测实验室对建筑、设施及环境的要求	25
■ 第三章 食品安全检测实验室理化检测通用设备	33
第一节 食品安全检测前处理设备	33
第二节 食品安全检测分析仪器设备	38
■ 第四章 化学分析实验室建设	56
第一节 化学分析实验室的设计要求	56
第二节 样品的制备和保存	57
第三节 实验室仪器设备	60
第四节 实验器具和材料	64
第五节 检测方法	64
■ 第五章 食品添加剂检测实验室建设	75
第一节 食品添加剂检测实验室的设计要求	75
第二节 样品的保存和制备	76

第三节	食品添加剂检测实验室仪器设备	79
第四节	食品添加剂检测方法	81
第五节	食品中非法添加的非食用物质检测方法	91
■ 第六章	农药残留检测实验室建设	98
第一节	农药残留检测实验室设计要求	99
第二节	检测农药残留的样品制备	103
第三节	实验室所需试剂耗材	104
第四节	实验室仪器设备	106
第五节	农药残留检测方法	109
■ 第七章	兽药残留检测实验室建设	148
第一节	兽药残留检测实验室的设计要求	149
第二节	样品的采集、制备和保存	151
第三节	试剂和耗材	153
第四节	仪器设备	156
第五节	检测方法	157
■ 第八章	重金属检测实验室建设	163
第一节	重金属检测实验室的设计要求	163
第二节	样品的保存和制备	168
第三节	试剂和耗材	169
第四节	仪器设备	170
第五节	重金属检测方法	174
■ 第九章	微生物检测实验室建设	180
第一节	微生物实验室的设计要求	182
第二节	样品的采集、保存和制备	187
第三节	微生物实验器具和材料	189
第四节	微生物实验室仪器设备	192
第五节	微生物检验方法	199

■ 第十章 持久性有机污染物检测实验室建设	217
第一节 持久性有机污染物检测实验室的设计要求	218
第二节 样品的采集和保存	219
第三节 实验器具和材料	220
第四节 仪器设备	221
第五节 检测方法	222
■ 第十一章 其他类检测实验室的建设	230
第一节 生物毒素检测实验室建设	230
第二节 食品接触材料安全检测实验室的建设	238
第三节 农贸市场检测实验室建设	244
■ 第十二章 食品安全检测实验室管理与质量控制	249
第一节 食品安全检测实验室的流程管理	250
第二节 食品安全检测实验室人员管理	253
第三节 食品安全检测实验室设施和环境条件的管理	254
第四节 食品安全检测实验室设备和标准物质管理	256
第五节 食品安全检测实验室试剂管理	257
第六节 食品安全检测实验室检测样品管理	259
第七节 食品安全检测实验室文件、记录管理	260
第八节 食品安全检测实验室结果质量控制	261
第九节 食品安全检测实验室安全管理	263
■ 参考文献	265
■ 附录一 食品安全与实验室建设相关网站	271
■ 附录二 部分分析仪器设备推荐一览表	272

第一章 绪 论

食品安全，从广义上来说包含两个方面的内容：一是食品的充足供应，解除贫困、饥饿、实现人类温饱；二是食品的卫生与营养，摄入的食物应无毒无害，无食源性污染物，提供人体所需的基本营养物质。而狭义（通常意义）上的食品安全主要针对食品质量而言，世界卫生组织（WHO）对其定义为：食物中有毒、有害物质对人体健康影响的公共卫生问题。通俗地说，食品安全是指在相关规则指导和控制下，保证食品处于一种不含对消费者产生疾病伤害的有害、有毒物质或使这些有害、有毒物质含量在人体可承受范围内的状态。从这一概念可以引申出：食品安全强调指导和监管，是一个动态控制过程；食品安全涉及食品来源追溯、危害识别、危害程度定性和限量标定；食品安全是一个相对概念，随着时间、环境条件不同，状态可能会发生改变；食品安全强调最终状态，也就是说在消费者食用时的安全状态。要保证食品安全，必须从食品生产到食用全过程建立起完善的技术保障体系。食品安全检测实验室作为提供食品安全检测技术服务的第三方认证实验室，在食品安全技术体系中发挥着极其重要的作用。

第一节 食品安全技术体系

近年来国际上有关食品安全恶性事件不断发生，如欧洲的疯牛病、二噁英污染事件、苏丹红 I 号事件、亚洲的禽流感等。而国内问题食品违规事件也屡次曝光，如添加三聚氰胺的乳制品、粉丝中添加“吊白块”、涉嫌苏丹红 IV 号的“红心鸭蛋”、添加“孔雀石绿”养殖的多宝鱼、广州管圆线虫病、有害 PVC 保鲜膜、北京福寿螺事件等。如何才能“吃得安全”越来越成为老百姓关注的焦点。同时，随着全球经济一体化，食品安全已