

现代毒理学丛书

农药毒理学

PESTICIDE TOXICOLOGY

夏世钧 主 编
孙金秀 白喜耕
黄幸纾 主 审

彭良斌 副主编



化学工业出版社

现代毒理学丛书

农药毒理学

PESTICIDE TOXICOLOGY

	夏世钧	主 编	
孙金秀	白喜耕	彭良斌	副主编
	黄幸纾	主 审	



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书旨在阐述农药毒理学是一门关于农药与健康关系的科学。在紧密结合理论与实践的基础上,系统地介绍和总结了农药对机体可能诱发的毒性(急性、慢性、致突变、致畸变、致癌变等),在空气、水、土壤、食物、职业和居住生活环境中农药对人群健康的影响,目前常用的农药品种(12大类)对试验动物和人的毒性,农药进入机体的途径、代谢过程、引发毒性的机制、风险评价以及农药中毒的诊断、治疗及预防的原则和措施等。

可供从事农药研发、生产、使用人员及毒理、药理、卫生、医学等相关学科的科技人员参考,也可供高等院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

农药毒理学/夏世钧主编. —北京:化学工业出版社, 2008.3

(现代毒理学丛书)

ISBN 978-7-122-02178-6

I. 农… II. 夏… III. 农药毒理学 IV. S481

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第024032号

责任编辑:杨立新 刘 军
责任校对:李 林

装帧设计:史利平

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 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张35 字数837千字 2008年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 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:88.00元

版权所有 违者必究

《现代毒理学丛书》编审委员会

名誉主任 吕伯钦 周炯亮

主 任 吴中亮

副 主 任 夏世钧 顾祖维

委 员 (按汉语拼音排序)

陈成章 陈家埜 顾祖维

黄幸纾 李来玉 李 龙

孙祖越 唐小江 王 茵

吴逸明 吴中亮 夏世钧

夏昭林 张天宝 仲伟鉴

庄志雄

《现代毒理学丛书》序

猴年春节前夕，广州医学院吴中亮教授寄来快件，委托叶常青教授让我为《现代毒理学丛书》写个序。近年来因健康原因，一般的事情都不再处理，但这件事情我答应下来。一是因为这套丛书编审委员会成员都是我国毒理学专家，其中有好几位都是我的学长、老朋友，如吕伯钦教授、周炯亮教授等；二是因为这套丛书内容颇为丰富，涉及现代毒理学的广泛领域，而且是连续出版物，它将弥补我国的空白，促进我国毒理学的发展。以我微薄之力能为其做些摇旗呐喊之事也算尽了一名老毒理学工作者之心。事情总要通过比较才能认清，我愿将此丛书与20世纪末以国际毒理学联合会前主席 Glenn Sipes 为首席主编而出版的一套题为《毒理学全集》(Comprehensive Toxicology) 的丛书相比较。Sipes 的全集共14卷。本丛书第一批专著在内容上已基本覆盖了 Sipes 全集的内容。以本丛书的《现代毒理学概念》而言，它的第四部分有些内容，如生态毒理学、比较毒理学、时间毒理学等均为 Sipes 全集未涉及；以本丛书的《现代毒理学实验技术——原理与方法》而言，除了介绍传统的急性慢性毒性试验、致突变、致癌、致畸试验方法外，更多的是介绍现代分子生物学方法，如细胞凋亡、蛋白质芯片、基因芯片等，它反映了当今毒理学研究充分吸收了生命科学研究方法的最新成就；本丛书还专门编写了《临床毒理学》，这是国内第一本临床毒理学方面的专著，在 Sipes 全集的目录中也未见到。它反映了中国当今社会更应从毒理学基础上重视中毒及如何正确使用药物的客观需求；本丛书在靶器官毒理学方面单独编写了一本，增加了皮肤、眼、耳、软骨、肌肉等内容。所有这些说明，本丛书第一批专著与 Sipes 全集相比，总体上各有千秋，都反映了当代毒理学进展。

作为读者，应从更大的范围来获取毒理学领域的各种分支信息。在2003年11月第五届发展中国家毒理学会议期间获悉，国际上毒理学的发展非常快。在国内，虽然近年来毒理学专著出版的形势也颇喜人，相继出版了《细胞毒理学》(刘国廉主编，2001年)，《动物毒理学》(史志诚主编，2001年)，《实用生物毒素学》(陈率庆主编，2001年)，《分子毒理学基础》(夏世钧、吴中亮主编，2001年)，《遗传毒理学》(印木泉主编，2002年)，《环境毒理学》(孟紫强主编，2003年)以及《英汉毒理学词汇》(黄吉武主编，2003年)等。当然还会有不少书名不直接冠以“毒”字而与毒理学有关的专著，但与学科的发展相比还远远不够。毫无疑问，本丛书编审委员会发起组织我国毒理学专家编写《现代毒理学丛书》将为我我国毒理学事业增辉，为我国毒理学这片知识园地带来繁荣，这正是我们大家应该高兴的一件大事。我相信中国毒理学会理事会和我国的毒理学家一定会积极支持和参与。

中国工程院院士，中国毒理学会名誉理事长
军事医学科学院放射医学研究所研究员

吴德昌

2005年3月4日

编写者的话

毒理学是生命科学的重要组成部分，也是生物学和预防医学的重要分支学科。近五十多年来，我国毒理学与世界同步有了突飞猛进的发展，毒理学已延伸到了保护人类健康、环境保护和国民经济发展有关的各个领域。我国的毒理学文献已成为国际毒理学文献不可缺少的一部分。为了总结和介绍国内外毒理学的新理论、新方法和新成果，由我国一批毒理学专家教授提议组织编写一套大型毒理学专著——《现代毒理学丛书》，同时承担编写重任。本丛书的第一批专著都是通过丛书编审委员会成员担任主编和副主编，组织了一批我国的毒理学专家教授和青年科学工作者共同编写的。它们包括《分子毒理学基础》、《毒理学辞典》、《现代毒理学概论》、《现代毒理学实验技术——原理与方法》、《临床毒理学》、《靶器官毒理学》、《农药毒理学》和《生态毒理学》。《现代毒理学丛书》是一套连续的毒理学专著，成熟一本出版一本。编审委员会已提出新的选题，如《生殖与发育毒理学》、《免疫毒理学》、《食品与营养毒理学》等，正在组织有关毒理学专家教授编写，同时也欢迎同行专家教授推荐选题，出任主编，只要编写出提纲，内容具有先进性、科学性和实用性，经编审委员会同意，可入选本丛书，订立出版合同即可进行编写，为丰富我国毒理学文库做出贡献。

本丛书的编写是一项繁重的任务，是我国一批毒理学家无私奉献、通力合作、辛勤劳动的结晶。编写者都尽可能地加以完善，希望在推动我国毒理学发展和应用中起到促进作用。然而由于毒理学发展十分迅速，涉及面很广，疏漏仍不可避免，恳请读者批评指正，以便我们在再版或续编的书中加以弥补。在编写和出版丛书过程中，我们得到了化学工业出版社的大力支持、编写者所在单位领导的支持，并承蒙中国毒理学会名誉理事长吴德昌院士为丛书赐序，这对我们是莫大的鼓舞，在此我们表示衷心的感谢。

《现代毒理学丛书》编审委员会

2004年春节于广州

《现代毒理学丛书》

农药毒理学

编辑委员会人员名单

主 编 夏世钧
副 主 编 孙金秀 白喜耕 彭良斌
编 委 (按姓名汉语拼音字顺排列)

白喜耕	沈阳化工研究院安全评价中心
陈 丹	华中科技大学同济医学院
陈建锋	南京医科大学
陈 江	浙江省疾病预防控制中心
陈品三	中国农业科学院植物保护研究所
丁明武	华中师范大学农药研究所
樊德方	浙江农业大学纽约环境毒理研究所
何 进	华中农业大学生命科学院
贺红武	华中师范大学农药研究所
侯粉霞	中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所
黄金祥	中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所
江珍玉	武汉科技大学医学院
蒋义国	广州医学院化学致癌研究所
李凤珍	沈阳化工研究院安全评价中心
李 龙	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
李增刚	沈阳化工研究院安全评价中心
廖 雪	沈阳化工研究院安全评价中心
刘家发	湖北省疾病预防控制中心
刘全科	湖北省农药管理检定所
鲁文清	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
欧晓明	湖南化工研究院国家农药创制工程技术研究中心
彭良斌	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
石 年	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
孙金秀	中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所
谭效松	华中师范大学农药研究所
唐 韵	中国农业生产资料上海公司
王 莹	沈阳化工研究院安全评价中心

王智琴	沈阳化工研究院安全评价中心
魏亚欣	河北威远生物化工股份有限公司
吴南翔	浙江省医学科学院
夏世钧	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
谢 明	沈阳化工研究院安全评价中心
邢立国	沈阳化工研究院安全评价中心
徐国淦	中国检验检疫科学研究院
徐汉虹	华南农业大学
徐莉春	徐州医学院
徐 颖	河北省疾病预防控制中心
严 红	华中科技大学同济医学院公共卫生学院
杨海荣	沈阳化工研究院安全评价中心
由宇润	沈阳化工研究院安全评价中心
于仲波	浙江省医学科学院
喻子牛	华中农业大学生命科学院
张 弘	沈阳化工研究院生物测试中心
张吉斌	华中农业大学生命科学院
张丽英	农业部农药检定所
张敏恒	沈阳化工研究院农药信息中心
张振玲	山东省职业卫生与职业病防治研究院
周华仕	浙江省医学科学院
朱丽瑾	浙江省医学科学院

主 审 黄幸纾 浙江大学医学院

序

农药是现代农业不可缺少的生产资料。无论是杀虫剂、杀菌剂，还是除草剂，对于保障农业发展，满足人们生活需要，都有着不可替代的重要作用。当然，与其他人们生活中接触的化学品一样，农药在一定剂量条件下是有毒性的，无论是经皮，还是经口，都可能对人体健康造成危害。为了在充分发挥农药对国民经济发展和人们生活改善方面的正面作用，同时防止农药在生产、使用和环境（土壤、食物、水）中残留对动物和人体健康的潜在危害。于是，农药毒理学这门学科就应运而生了。

西方工业化国家使用农药早于我国数十年，因此农药毒理学在西方的兴起和发展也早于我国。我国由于地少人多，农业发展的压力很大，农药的生产和使用，无论是品种还是用量，在近二十年间都得到了快速发展。随着市场经济的发展，农药与健康的问题日益突出。农药生产企业从计划经济下的少数规模较大的企业发展到一个包括众多中小型企业在内的大行业。农药生产与劳动卫生和职业安全的矛盾发生了质与量的变化。农药的使用从人民公社生产队的严格控制（储存、配制、喷洒）发展到家家有农药，家家用农药。加上农民文化水平不高、守法意识淡薄和市场经济的利益驱动，非法及不科学使用农药的情况比较普遍。部分农产品的农药残留超标，从某种意义上讲在当前是难以避免的。所有这些都给农药与健康这个重要的公共卫生课题，提出了严峻的挑战。这对于我国农药毒理学的发展，既是机遇，又是挑战。因此，夏世钧教授等所编写的这本《农药毒理学》十分适合于当前农药与健康领域中研究和实践的需要，是一部及时的著作。

本书内容全面，理论和实践并重；不但覆盖了毒理学的方方面面，而且包括了数百种常用农药的各论。既引用了大量国外文献，又尽可能地纳入中国的调查研究结果。对于我国的科研工作者、公共卫生管理者、第一线的公共卫生工作者，都是一本极有价值的参考书。这与本书编者们长期从事农药毒理学和农药卫生的研究和实践工作所积累的宝贵经验是分不开的。

我衷心祝贺本书的出版，并相信本书会得到各方面读者的欢迎。



中国工程院院士

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所研究员

2007年12月31日

前 言

早在 20 世纪 90 年代初,我邀请美国农药毒理学权威 Wayland 教授来我国访问,他将他的新书《Pesticide Studied in Man》送给我,并授权翻译为中文出版。当时已 80 高龄的陈延磐教授和我主译了这本书,后来化学工业出版社出版了这本书。这次该社邀请我主编一本《农药毒理学》,我知道任务重大,但依然欣然地接受了。其原因有三。

第一,在 1972 年联合国人类环境会议后,我国广泛开展了毒理学研究工作,当时集中于农药的“三致”(致突变、致畸变化、致癌变)试验。我院在刘毓谷教授的领导下积极地从事有关试验,我有幸也参与其间。20 多年来,我国积累了大量的研究成果,为编写一本《农药毒理学》提供了坚实的基础。

第二,这些年来,在老一辈农药毒理学家的教导下,培养了大批中青年农药毒理学专才,他们都具有广博的理论基础和丰富的实践经验,有充分的能力承担有关专题的写作。

第三,我曾几度到美国从事访问研究,接触到美国农药毒理学的许多新资料,例如 Handbook of Pesticide Toxicology, 1st editions (1991) 和 2nd editions (2001),这些著作集中了近年来世界各国农药毒理学的新成果,可供作参考。

经过协商、由夏世钧、孙金秀、白喜耕和彭良斌等组成编辑委员会,并邀请浙江大学医学院的黄幸纾教授主审。

编委会认为,新编的书应当是一本以我国的研究成果为基础,充分吸收国外的先进成就,密切结合我国工农业实践的《农药毒理学》,该书旨在阐述农药毒理学是一门关于农药与健康关系的科学。全书的内容要本着不断革新的精神,着眼于一个“新”字,既要保留传统内容的精华,又要充分反映有关的新论点、新趋向、新方法和新问题。要从有实际工作经验的人员中,不拘一格地邀请老、中、青专家执笔撰写。

经过反复研究讨论,决定全书由 43 章组成,内容包括:(1) 农药对机体可能诱发的毒性(急性、慢性、致突变、致畸变、致癌变等);(2) 在空气、水、土壤、食物、职业和居住生活环境中农药对人群健康的影响;(3) 目前常用的农药品种(12 大类)及其对试验动物和人的毒性,这些毒性资料基本符合农药登记的要求;(4) 农药进入机体的途径、代谢过程、引发毒性的机制及风险评价;(5) 农药中毒的诊断、治疗及预防的原则和措施。

大家经过三年多的竭诚努力,数易其稿,到现在终于完成了全部的编写工作,不久就要出版问世了。在此,谨向支持和帮助本书出版的各单位的领导和同事们表示由衷的谢意,特别是农业部农药检定所和湖北省农药检定管理所,是他们不仅给我们以极大的支持和鼓励,还派员撰写农药的登记和监督专章,这些专章只有他们写才最具有权威性。

由于本书涉及的面很广,我们的经验和知识有限,疏漏和不当之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。我们将本着孔夫子的教导“朝闻道夕死可矣”那种追求真理的精神,来吸取营养,来提升自己,以便为我国今后蓬勃发展的农药毒理事业恪尽绵薄之力。



2007 年 12 月于武汉

目 录

第1章 农药与健康概论	1
1.1 农药的定义、演变与类别	1
1.1.1 农药的定义	1
1.1.2 农药的演变与类别	1
1.2 农药的利与害	2
1.2.1 农药使用可减少农产品的损失	2
1.2.2 防治多种严重危害人类健康的疾病	2
1.2.3 农药污染引发全球环境保护运动	2
1.2.4 农药的负面影响	3
1.3 农药原药、制剂及杂质的毒性	3
1.3.1 农药原药	3
1.3.2 农药制剂	4
1.3.3 农药的杂质、惰性物质和降解产物	4
1.4 农药毒理学与农药环境毒理学	5
1.5 农药的立法与管理	5
1.6 农药毒理学面临的任务	6
1.6.1 为开发环境友好的农药作贡献	6
1.6.2 开展农药健康风险评估工作	6
1.6.3 以健康风险评估为导向修改农药毒性试验的策略与方法	6
1.6.4 试验策略	7
参考文献	8
第2章 农药的代谢	9
2.1 吸收与分布	9
2.1.1 生物转运	9
2.1.2 吸收	10
2.1.3 分布	12
2.2 生物转化与有关酶类	15
2.2.1 农药的Ⅰ相代谢	16
2.2.2 农药的Ⅱ相代谢	17
2.2.3 生物转化相关酶类	18
2.2.4 肝外组织代谢	21
2.2.5 代谢产物的毒性	21
2.2.6 代谢酶的诱导与抑制	22
2.2.7 影响酶活性的因素	25

2.2.8 耐受性与抗性	26
2.3 排泄	27
2.3.1 经肾脏排泄	28
2.3.2 经胆汁排泄	28
2.3.3 经肺排泄	29
2.3.4 经粪便排泄	29
2.3.5 经其他途径排泄	29
2.3.6 农药或其代谢产物的排泄作为暴露标志物	30
2.4 农药的毒物代谢动力学	30
2.4.1 非房室模型	31
2.4.2 传统房室模型概述	32
2.4.3 一室模型	32
2.4.4 多室模型	34
2.4.5 生理模型	35
参考文献	36
第3章 农药的急性暴露效应	37
3.1 急性毒性	37
3.1.1 实验动物的选择	37
3.1.2 染毒方法的选择	38
3.1.3 急性毒性试验常用试验方法	38
3.1.4 急性毒性分级	41
3.2 刺激性、腐蚀性毒性	42
3.2.1 刺激性、腐蚀性毒性的定义	42
3.2.2 刺激性、腐蚀性毒性的发生机制	42
3.2.3 评价农药刺激性、腐蚀性毒性的意义	43
3.2.4 农药刺激性、腐蚀性试验	43
3.2.5 农药刺激性、腐蚀性试验新方法	44
参考文献	49
第4章 长期暴露效应	50
4.1 蓄积毒性	50
4.1.1 基本概念	50
4.1.2 蓄积性试验	51
4.1.3 评价方法	52
4.2 亚急性、亚慢性毒性	53
4.2.1 概述	53
4.2.2 亚急(慢)性试验的设计	53
4.3 农药的慢性毒性	55
4.3.1 概述	55
4.3.2 影响农药慢性毒性的主要因素	55
4.3.3 农药慢性毒性的评价	57

4.3.4 慢性毒性试验方法	57
参考文献	60
第5章 农药的遗传毒性	62
5.1 常用遗传毒性检测方法	62
5.1.1 基因突变的检测	62
5.1.2 染色体畸变的检测	64
5.1.3 DNA 损伤的检测	65
5.2 农药的遗传毒理学评价	66
5.2.1 我国农药遗传毒性试验程序	66
5.2.2 农药遗传毒性试验的主要内容	67
5.3 农药遗传毒性和致癌性的关系	69
参考文献	72
第6章 生殖毒性与发育毒性	73
6.1 概述	73
6.1.1 发育毒性	73
6.1.2 生殖毒性	73
6.1.3 流行病学	74
6.2 作用机制	74
6.2.1 直接作用	74
6.2.2 间接作用	74
6.2.3 接触时间	75
6.3 毒理学试验方法与评价原则	75
6.3.1 试验动物种系的选择	76
6.3.2 剂量的选择	77
6.3.3 毒性效应的解释	77
6.3.4 数据的统计学评价	77
6.3.5 暴露 (exposure) 评价	78
6.4 农药的发育和生殖毒性与食品卫生法规	78
6.5 农药发育和生殖毒性研究举例	78
6.5.1 除草剂	78
6.5.2 杀虫剂	80
6.5.3 昆虫生长调节剂	83
6.5.4 杀真菌剂	83
6.5.5 灭鼠剂	85
6.5.6 其他农药	85
6.6 结论	86
参考文献	87
第7章 农药致癌毒性	89
7.1 概述	89
7.2 农药致癌毒性鉴定方法的评价	89

7.3 动物致癌试验	90
7.3.1 目的和意义	90
7.3.2 选择致癌试验的原则	90
7.3.3 试验前准备	90
7.3.4 试验方法	91
7.3.5 资料整理与统计学方法	94
7.3.6 结果评价	95
参考文献	96
第8章 农药的免疫毒性与变态反应	97
8.1 农药的免疫毒性	97
8.1.1 概述	97
8.1.2 有机氯农药的免疫毒性	100
8.1.3 抗胆碱酯酶类农药的免疫毒性	101
8.1.4 拟除虫菊类农药的免疫毒性	106
8.1.5 除草剂	106
8.1.6 总结	107
8.2 变态反应	107
8.2.1 变态反应基本概念	107
8.2.2 农药及化学品的变态免疫毒理学评价的重要性	107
8.2.3 变态反应的类型	108
8.2.4 变态反应的发病机理	108
8.2.5 农药化学品变态反应毒理学的测试	109
8.2.6 豚鼠皮肤致敏试验	109
参考文献	111
第9章 农药的神经毒性和评价	112
9.1 概述	112
9.2 神经毒性的生物学基础	112
9.2.1 神经元和神经胶质细胞的结构和功能	112
9.2.2 血脑屏障	113
9.2.3 神经组织能量代谢	113
9.2.4 神经系统的发育	113
9.3 农药对神经系统的毒作用	114
9.3.1 神经元病	114
9.3.2 轴突病	115
9.3.3 髓鞘病	115
9.3.4 神经传递受损	116
9.3.5 影响神经系统信号转导	116
9.3.6 发育神经毒性	117
9.4 农药的神经毒作用机制	117
9.4.1 有机氯农药	117

9.4.2 有机磷农药	118
9.4.3 氨基甲酸酯类农药	118
9.4.4 拟除虫菊酯类农药	118
9.5 神经毒性评价程序和方法	119
9.5.1 神经毒性筛选试验	119
9.5.2 迟发性神经毒性测定	120
参考文献	121
第10章 影响农药毒性的因素	122
10.1 农药因素	122
10.1.1 农药的化学结构	122
10.1.2 理化性质	123
10.1.3 农药的纯度与稳定性	124
10.1.4 农药的使用方式	124
10.1.5 联合作用	126
10.1.6 联合作用的评定	127
10.2 机体因素	128
10.2.1 种属、品系的差异	128
10.2.2 个体差异	129
10.2.3 年龄	129
10.2.4 性别	130
10.2.5 营养状况	130
10.2.6 健康状况	131
10.2.7 生活习惯	131
10.3 环境因素	132
10.3.1 气温	132
10.3.2 湿度	133
10.3.3 气压与高度	133
10.3.4 季节或昼夜节律	133
10.3.5 动物笼养形式与群栖	133
参考文献	134
第11章 环境中的农药污染	135
11.1 农药在环境中的残留与污染	135
11.1.1 农药的性质与残留	135
11.1.2 土壤中农药的来源与污染	135
11.1.3 水体中农药的来源与污染	136
11.1.4 大气中农药的来源与污染	137
11.2 农药在环境中的迁移、转化与归宿	138
11.2.1 农药在土壤中的吸附	138
11.2.2 农药在环境中的水化学降解	141
11.2.3 农药在环境中的光化学降解	143

11.2.4 农药在土壤中的微生物降解	144
参考文献	148
第12章 环境农药污染与健康	150
12.1 概述	150
12.1.1 急性中毒	150
12.1.2 确实的长期临床效应	150
12.1.3 可能具有的长期临床效应	150
12.2 大气环境农药污染与健康	151
12.2.1 生产用毒气泄漏的污染	151
12.2.2 施用过程的污染	153
12.3 水环境农药污染与健康	154
12.3.1 污染来源	154
12.3.2 污染效应	155
12.4 土壤环境农药污染与健康	156
参考文献	158
第13章 环境内分泌干扰物效应	160
13.1 类固醇激素受体配体	160
13.1.1 雌激素	160
13.1.2 抗雄激素	162
13.2 类固醇合成抑制剂	163
13.3 下丘脑-垂体反馈通路	164
13.3.1 雌性神经内分泌调节	164
13.3.2 下丘脑-垂体-睾丸轴	165
13.3.3 下丘脑-垂体-甲状腺轴	165
13.4 其他未知的作用机制	165
13.5 内分泌干扰效应的筛选和评价	166
参考文献	167
第14章 食品农药残留毒理学	169
14.1 食品的农药污染	169
14.2 人体化学物负荷	170
14.2.1 人体化学物的负荷	170
14.2.2 儿童化学物的负荷	170
14.2.3 饮用水中的农药	171
14.3 食品质量与水质法规	172
14.4 市售食品农药残留监测	172
14.4.1 最高残留限量	173
14.4.2 农药残留监测计划	173
14.4.3 采样食品品种的选定	173
14.4.4 采样点的选定	173
14.4.5 残留监测结果报告	174

14.4.6 农药残留超标的处理措施	174
14.4.7 农残超标后进行风险评估	174
14.5 膳食农药残留的风险评估	175
14.5.1 急性参考剂量的由来	175
14.5.2 急性参考剂量的定义	175
14.5.3 膳食中农药残留的风险评估	175
14.6 食品中兽药残留的安全性	176
14.6.1 名词与概念	176
14.6.2 动物源食品中农药、兽药残留的来源	177
14.6.3 动物源食品中兽药残留产生的特点	177
14.6.4 制定食品中兽药 MRLs 过程中风险评估的若干问题	177
14.7 奶牛等允许使用的兽药	179
14.7.1 我国允许用于奶牛的药物	179
14.7.2 FAO、WHO 对兽药的安全评价	181
14.7.3 动物源食品中氯霉素残留的问题	185
14.7.4 食品、动物中抗微生物药残留、耐药菌及其对人类健康的潜在危害	185
14.7.5 我国目前对食品兽药残留的监控	186
14.8 食品中水产养殖用药物(渔药)残留	186
参考文献	187
第 15 章 农药中毒的流行病学	188
15.1 农药的发展状况	188
15.1.1 世界农药的发展状况	188
15.1.2 我国农药生产概况	189
15.2 职业环境中农药接触的机会	189
15.3 不同职业环境农药中毒概况	190
15.3.1 职业性农药中毒	190
15.3.2 使用环节中的农村农药中毒	191
15.3.3 农药中毒的危害	195
15.3.4 经济损失	196
15.4 农药中毒的诊断与治疗原则	196
15.4.1 诊断原则	196
15.4.2 治疗原则	197
参考文献	198
第 16 章 居住环境中农药对儿童健康的危害	201
16.1 儿童对农药敏感性概述	201
16.2 暴露评价原则	202
16.2.1 暴露和剂量	202
16.2.2 暴露评价的范围	203
16.2.3 暴露评价方法	204
16.3 儿童居住环境杀虫剂暴露的来源和途径	206