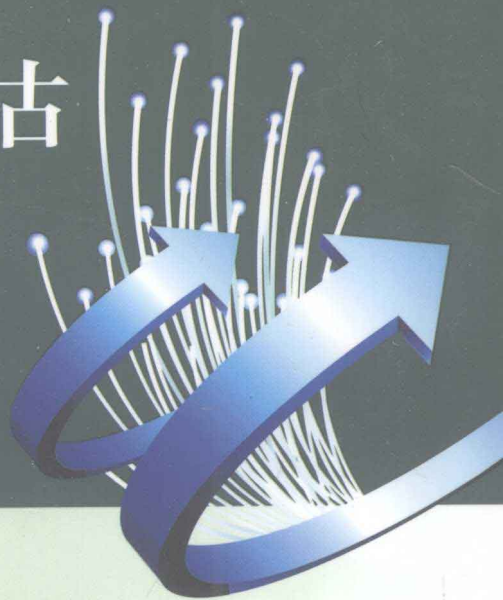




HEALTH RISK ASSESSMENT
AND MANAGEMENT TECHNIQUES
OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

环境污染的 健康风险评估 与管理技术

于云江 主编



中国环境科学出版社



MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION
OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

环境污染的 健康风险评估 与管理技术

王德明 主编



中国环境出版社

环境污染的健康风险 评估与管理技术

于云江 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

环境污染的健康风险评估与管理技术/于云江主编.
—北京:中国环境科学出版社,2011.2
ISBN 978-7-5111-0469-4

I. ①环… II. ①于… III. ①环境污染—影响—
健康—风险评价 IV. ①X503.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第006503号

责任编辑 沈建 贾卫列
责任校对 扣志红
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011年2月第1版
印 次 2011年2月第1次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 14.5
字 数 270千字
定 价 42.00元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载,侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换

《环境污染的健康风险评估与管理技术》

编委会

主 编 于云江

副主编 徐顺清 谢满廷 潘小川 郭新彪 高增林

胡 成 于宏兵 李宇斌

编 委 车 飞 孙 朋 王进军 杨小南 王佳佳

宋晓明 武晓燕 贾晓峰 王先良 展思辉

李 琴 林海鹏 向明灯 王 琼 张艳平

李 屹 赵秀阁

前 言

环境保护的根本目的是保护人类自身的生存条件和身体健康。随着我国经济的快速发展,由环境污染而引发的健康问题日益显现,因此不断加强我国环境健康领域的调查与研究,成为当前迫切需要解决的问题。在该领域中,首要解决的是建立合理的环境污染健康损害调查技术规范 and 区域环境污染风险评估技术体系,以便为实现科学高效的风险管理提供依据。

美国、欧盟、澳大利亚、日本等发达国家对环境污染导致健康损害的调查与风险评估高度重视,颁布了大量有针对性的技术规范,并构建了一系列方法学体系。这些健康风险评价体系中,美国较为完善,其国家科学院(NAS)提出的“四步法”,被荷兰、法国、日本等许多国家和国际组织所借鉴。在环境健康风险管理体系上,发达国家业已建立了适合本国特点的、较为完善高效的风险管理体系。

我国健康风险评价研究始于20世纪90年代,目前还缺乏成熟的适合我国国情的环境污染调查技术和区域环境污染风险评估技术体系。针对已经发生的环境污染健康危害进行的调查、评估,所用方法不尽合理,进而影响到健康危害的风险评估和预警能力,制约了我国环境污染健康风险管理水平。

本书注重“理论结合实践”,在广泛调研国内外关于环境污染所致健康危害的调查方法技术、风险评估技术、风险管理体系等方面研究成果的基础上,结合我国污染特点与案例,通过分析我国环境污染所致健康危害的类型和特征,较为全面、系统地提出了我国环境污染的健康损害调查方法技术规范、风险评估技术导则以及风险管理技术,构建了我国环境污染与健康风险管理技术框架。我们衷心希望这些成果能为我国环境与健康的调查、评估和管理提供一定的方法依据。

本书分为四部分。第一部分主要介绍了环境污染的健康损害调查方法与技术规范的发展现状、技术内容、技术要点、各因子调查技术等内容,同时结合案例对调查方法与技术规范进行了应用;第二部分主要介绍了区域环境污染对人体健康损害风险评估技术的发展现状、关键技术、评估流程,并在案例分析的基础上

提出了我国区域环境污染的健康风险评估技术规范；第三部分主要介绍了环境污染的健康风险管理技术发展现状、数据库、信息系统的开发、发展和应用；第四部分在上述研究的基础上提出了我国风险管理框架及应用说明。

本书是“十一五”国家科技支撑计划的研究成果，适合从事环境健康管理与研究的人员阅读，对在校大学生和研究生也具有一定的参考价值。

我们在研究与编写过程中虽然力求完美，但由于环境健康领域涉及知识广泛、学科体系庞大，加之水平所限，书中难免存有错误和不足，衷心希望各位读者批评指正，以便在今后的研究中进一步完善和提高。

作 者

2010 年 11 月

目 录

第一篇 环境污染的健康损害调查方法与技术规范研究

第 1 章	国内外研究现状.....	3
1.1	国外发展现状	3
1.2	国内发展现状	6
1.3	现有相关规范的优缺点分析.....	7
1.4	规范制定的必要性分析.....	8
第 2 章	规范主要技术内容.....	9
2.1	调查内容	9
2.2	调查程序	9
第 3 章	主要技术要点说明.....	11
3.1	调查准备	11
3.2	确定调查范围和制订调查方案.....	12
3.3	环境污染调查	13
3.4	健康效应调查	22
3.5	暴露调查	25
3.6	确定关键污染因子.....	27
3.7	因果关系判定	28
3.8	健康损害的量化	34
第 4 章	案例研究	36
4.1	西南某市调查	36
4.2	华北某区调查	56

4.3 东北某污灌区调查.....	76
第5章 调查问题分析与规范应用.....	85
5.1 调查问题分析与建议.....	85
5.2 规范应用对策与建议.....	86

第二篇 重点区域环境污染物对人体健康损害的风险评估技术研究

第6章 国内外研究现状.....	91
6.1 健康风险评价发展历程.....	91
6.2 健康风险评价模式.....	94
6.3 健康风险评价研究方法研究进展.....	97
6.4 健康风险评价应用现状.....	106
第7章 健康风险评估技术流程和区域环境污染健康风险评估 技术框架的构建.....	110
7.1 健康风险评估技术流程.....	110
7.2 国外环境健康风险评估技术框架.....	111
7.3 区域环境人体健康风险评估框架的构建.....	114
第8章 案例研究	117
8.1 西南某市	117
8.2 华北某区	123
8.3 东北某污灌区	131
第9章 区域环境污染的健康风险评估 技术导则研究.....	141
9.1 技术导则的建立过程.....	141
9.2 技术导则主要内容及关键创新点.....	146
9.3 应用展望与分析讨论.....	153

第三篇 环境污染的健康风险管理技术研究

第 10 章	研究现状与技术流程.....	157
10.1	国内外研究现状.....	157
10.2	健康风险管理技术流程.....	157
第 11 章	环境污染与健康损害基础信息数据库.....	159
11.1	数据库概况及开发平台.....	159
11.2	数据库的结构设计.....	159
11.3	数据库基本功能简介.....	162
11.4	数据库的基本信息.....	164
11.5	数据库的数据存储以及入库要求.....	172
第 12 章	环境污染与健康数据库的健康风险计算.....	173
12.1	暴露评价模块.....	173
12.2	风险计算模块.....	175
第 13 章	环境污染与健康损害信息管理平台.....	176
13.1	信息管理平台的设计及开发.....	176
13.2	信息管理平台主要功能.....	177
第 14 章	环境污染与健康数据库、信息系统应用前景及管理技术分析.....	180
14.1	案例应用.....	180
14.2	应用前景分析.....	181
14.3	分析与建议.....	181

第四篇 风险管理框架

第 15 章	区域环境污染与健康的风险管理框架.....	185
15.1	区域环境污染与健康的风险管理技术框架.....	185

15.2 风险管理的技术流程.....	186
第 16 章 框架说明	187
16.1 问题提出	187
16.2 调查程序	187
16.3 风险评估	191
16.4 环境污染与健康信息管理系统.....	193
16.5 风险管理	194
参考文献	195
附录一 大气污染指标分析方法.....	204
附录二 水污染物监测分析方法.....	207
附录三 土壤环境污染物监测分析方法.....	212
附录四 健康风险评价中的暴露模型.....	214
附录五 数据库标准表.....	218

第一篇

环境污染的健康损害调查方法 与技术规范研究

第 1 章 国内外研究现状

1.1 国外发展现状

1.1.1 美国

与中国的监测系统尚不完善且处于环境污染健康损害事件高发阶段有所不同，美国有较为强大的监测系统，涵盖了环境、疾病和生物监测三个方面。因此，美国并没有专门的环境污染健康损害调查技术规范。然而，美国环境保护局（USEPA）和美国卫生与公共服务部（HHS）等对环境污染及其健康损害调查和评估所涉及的一些关键技术进行了整理、总结，并颁布了不少有针对性的技术规范。USEPA 在环境调查方面有系统深入的规范，并且对于暴露评价方法有详细的指导原则；HHS 在医院出生死亡、门诊登记方面也有一些管理规定。虽然这些规范都是针对某种具体的环境因子和不良健康效应，比较零散，但都为美国的环境健康监测网络提供了强大的技术支撑。

美国疾病预防控制中心建立了国家环境健康跟踪网络（National Environmental Public Health Tracking Network），该网络将健康影响数据、环境损害数据、暴露数据和其他相关数据进行整合，定期进行分析和报告。①健康影响数据：调查确定研究对象的健康状况，并不断更新，根据所处的县或邮政编码定位，出生和死亡资料参考医院记录；②环境损害数据：环境损害数据的收集来源于许多机构，含监测空气、水、土壤的环境保护机构和部门；③暴露数据：暴露数据也被称为生物监测数据，通过分析收集的人体血液或（和）尿液有关化学品的数据了解污染程度，结合疾病状况研究哪些污染物在何种水平是安全的；④其他数据：收集人口相关数据，如收入、种族、职业等信息，为探索疾病或其他健康结果的风险因素提供相关资料。该网络包括了美国人口普查局提供的 2000 年的人口普查数据。

USEPA 在 1980 年就根据调查人员的经验和相关制度，制定过环境调查方面的标准作业程序和质量保证手册《Engineering Support Branch Standard Operating

Procedures and Quality Assurance Manual》，并在 1986 年、1991 年、1996 年和 2001 年对其内容做了修订。USEPA 公布修订的这一系列手册，不仅规定了环境介质（大气、土壤和水体）样品的抽样设计、采集、保存、记录及质量控制的标准程序，同时还对如何制订调查研究计划、调查报告等也做了规定。近期，USEPA 又出台了新的质量体系和技术程序《The Field Branches Quality System and Technical Procedures》，该体系和程序取代了《Environmental Investigations Standard Operating Procedures and Quality Assurance Manual》（EISOPQAM, 2001）和《Ecological Assessment Standard Operating Procedures and Quality Assurance Manual》（EASOPQAM, 2002）而成为生态评价部门、执法和调查部门开展实地调查工作的新依据，它共包含 63 个文件，分为“Field Measurement”、“Field Sampling”、“Quality System”和“Guidance Documents”四部分，对具体的现场取样（大气、水、土壤和部分生物）和现场测量程序（包括 pH、电导、温度、浊度、X 射线荧光/X 荧光、全球定位系统、地下水位和井深度测量、原位水质监测、溶解氧、总余氯、污水流量的实地测量）及质量控制（包括仪器校正、取样质控、记录管理等各方面）等都做了详细规定。

USEPA 在 1992 年公布了《Guidelines for Exposure Assessment》，对于样品的采集、分析方法、质量控制和不确定性分析等方面都做了详细的规定。此外，还公布了《Environmental Risk: Your Guide to Analyzing And Reducing Risk》、《Generic Ecological Assessment Endpoints (GEAEs) for Ecological Risk Assessment》及《Guidelines for Carcinogen Risk Assessment》等一系列与风险评价相关的技术导则，这些技术导则对实施环境污染健康损害调查也有极大帮助。

不仅 USEPA 制定了一系列环境调查技术规范，美国各州也根据自己的实际情况制定了本州的一些调查技术规范，如作为世界上最大的研究中心之一，隶属美国能源部、位于新墨西哥州的美国洛斯阿拉莫斯国家实验室应新墨西哥州环境保护局（NMED）的要求制定了现场调查的标准作业程序《Environment & Remediation Support Services Standard Operating Procedure for General Instructions for Field Investigations》，该手册对于现场调查、采样、评估和质量控制等提出了具体要求。地下水是美国宾夕法尼亚州居民的重要饮用水水源和工农业用水水源，该州环保局单独出台了地下水监测导则《Groundwater Monitoring Guidance Manual》，该导则对监测井的类型和结构、监测井的位点和深度、分析方法和监测频率等做了具体的规定。

1.1.2 欧盟及澳大利亚

欧洲一些国家根据本国情况制定了一些调查技术规范,如英国伯明翰环境健康部门制定了食品和水样采样规程《Food and Water Sampling Protocol》,该规程对样品的采集和分析都做出了详细规定,以保证样品检验结果的可信性。爱尔兰的国立大学编写的《Soil Sampling and Analysis Procedures Used for the National Soil Database (NSDB)》以实例的形式详细叙述了土壤采样、样品制备及分析过程。荷兰制定了适用于欧洲河流的深海硅藻属的取样和分类规程《Sampling Protocol and Audit Benthic Diatoms》,通过查看样品中硅藻属的丰富度来评价水的质量。2000年12月,欧盟为保护水资源,促进水资源的可持续利用,发布了水框架指令《The Water Framework Directive (WFD)》,该指令不仅是一项立法,还对水环境的调查、监测及质量控制方面做了大量的技术性规定。

澳大利亚资源与环境部(Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts),由于职责范围的限制,主要在环境调查方面有一些相关规定,但澳大利亚的卫生部对于环境健康工作也较为重视,先后出版了《Health Impact Assessment Guidelines (2001)》、《Environmental Health Risk Assessment》、《Guidelines for Economic Evaluation of Environmental Health Planning and Assessment》等导则。其中《Environmental Health Risk Assessment》是进行环境污染对人体健康影响的风险评价的技术导则,共包括12个部分,分别对风险评价框架及其各要素组成和环境健康标准等进行了详述,尤其是暴露评价部分规定了直接和间接的方法,直接法包含个体监测、生物标志物测量,间接法包含环境监测、模型估算、问卷调查和日常行为记录,综合直接法和间接法的结果,得出暴露评价的模型,这些规定为环境健康调查提供了一定的方法。

1.1.3 其他

开展环境污染健康损害的调查,建议参照环境流行病学方法,国际上较为权威的环境流行病学教材 Ray M. Merrill 主编的《Environmental epidemiology: principles and methods》中提到环境流行病学通常采用描述性研究、分析性研究和实验性流行病学的研究方法,主要包含四个方面的内容:

①调查不同地区人群的特异性疾病的地区分布、人群分布和时间分布、发病率和死亡率,并连续观察其发展变化规律。

②调查并检测环境中有害因素,包括污染物和自然环境中某些固有的微量元素在大气(室内外)、水体(地表水、地下水、饮用水)、土壤以及食物中的分布、

负荷水平、时空波动、理化形态、转化规律和人群暴露水平，以及引起损害和疾病的条件。

③分析调查资料，确定污染的范围和程度，以及对人体健康的影响，即确定暴露—效应关系和剂量—反应曲线。

④综合分析调查资料，为公害病或环境病的病因提供线索或建立假说，进而查明因果关系（如果可能的话）。

1.2 国内发展现状

我国环境污染及其健康损害调查和评估技术多来自于对发达国家类似技术的直接引用，并沿用多年而少有改进，鲜有原创性技术。相关调查和评估技术有限，形成技术规范的则更少。面对频繁发生的突发性环境事故，环境保护部颁布了《国家突发环境事件应急预案》，但该预案对于环境污染的健康风险管理缺乏专业性指导。2001 年卫生部以卫法监发[2001]168 号文发布了《环境污染健康影响评价规范（试行）》，对于环境污染的健康影响评价主要步骤做了说明，但对环境污染历史和健康状况历史的调查有所忽视，缺少配套的具体技术规范。我国在环境技术规范、卫生技术规范、相关农产品技术规范上都做了许多规定，只是这些资料不太系统，许多工作者不知如何运用。我国开展过多次环境流行病学调查，如云南某市肺癌调查、辽宁污灌区调查、26 个城市大气污染与居民死亡情况调查、松花江流域居民健康状况调查、渤海黄海污染对人体健康影响的调查、部分地区重金属镉砷的健康影响调查等，在环境与健康调查方面积累了经验。

环境调查相关技术规范 我国环境保护标准历经几十年的发展，已具有一定基础和经验，拥有国家、行业、地方和企业四级标准，先后公布了一系列环境质量标准、监测技术规范和调查方法等，这些标准及规范对于污染防控、保护生态环境起到了巨大作用。标准涵盖空气、水（地表水、地下水、水源地等）、土壤、固体废弃物、环境噪声与振动、辐射等各个方面。截至 2010 年，涉及水的相关监测规范、方法标准多达 158 个，包括水质采样技术要求及监测方法，地表水、地下水等的监测技术规范以及各种物质的测定标准方法；涉及空气相关监测规范多达 126 个，规定了许多污染物的采样、保存、分析方法等；涉及土壤的有 12 个，含镉、汞、砷等 8 种重金属和六六六、滴滴涕两种有机物在内的监测方法。

健康调查相关技术规范 在环境卫生方面，出台了居住区大气、生活饮用水中各种指标的样品采集及检验方法；在食品卫生方面，规定了粮食、部分动物性食品及植物性食品的农药含量的测定方法及标准；在人体生物材料方面，规定