

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

镉毒猛于虎

我国镉污染损害人体健康初探

Gedu Mengyuhu Woguo Gewuran Sunhairentijian kang Chutan

柯岫 乔实◎编著



华夏出版社

HUAXIA PUBLISHING HOUSE

环保公益性行业科研专项经费项目 (201009049) 资助

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

镉毒猛于虎

我国镉污染损害人体健康初探

Gedu Mengyuhu Woguo Gewuran Sunhairentijian kang Chutan

柯岫 乔实◎编著



华夏出版社
HUAXIA PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

镉毒猛于虎:我国镉污染损害人体健康初探/柯岫,乔实编著. —北京:华夏出版社,2013.9

ISBN 978 - 7 - 5080 - 7799 - 4

I. ①镉… II. ①柯… ②乔… III. ①镉 - 重金属污染 - 金属中毒 - 影响 - 健康 - 研究 - 中国 IV. ①R595.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 211863 号

镉毒猛于虎——我国镉污染损害人体健康初探

编 著 柯 岫 乔 实

责任编辑 覃晓莉

出版发行 华夏出版社

经 销 新华书店

印 刷 三河市李旗庄少明印装厂

装 订 三河市李旗庄少明印装厂

版 次 2013 年 9 月北京第 1 版
2013 年 9 月北京第 1 次印刷

开 本 670 × 970 1/16 开

印 张 14.5

字 数 230 千字

定 价 36.00 元

华夏出版社 地址:北京市东直门外香河园北里 4 号 邮编:100028

网址:www.hxph.com.cn 电话:(010)64663331(转)

若发现本版图书有印装质量问题,请与我社营销中心联系调换。

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

编著委员会

顾 问 吴晓青

组 长 赵英民

副组长 刘志全

成 员 禹 军 陈 胜 刘海波

本书编著委员会名单

- 主 编：柯 岫 北京交通大学理学院
乔 实 原中国环境文化促进会
- 副 主 编：胡红刚 北京交通大学理学院
钱 玲 国家环保部环境发展中心
- 编 委：李永华 中科院地理科学与资源研究所
王红梅 中国环境科学研究院
晏 琼 北京交通大学理学院
张 琼 甘肃省白银市环境监测站
张晓雯 甘肃省嘉峪关市环境监测站
纪丰民 北京交通大学理学院
丁克俭 北京交通大学理学院
侯玲玲 北京交通大学理学院
尚 琪 中国疾病预防控制中心环境所
成喜雨 北京交通大学理学院
缪 茜 北京工业职业技术学院
田 甜 北京交通大学理学院
张 妮 北京交通大学理学院
李 浩 北京交通大学理学院
贾闻婧 北京交通大学理学院
张洁莹 北京交通大学理学院
罗惠方 北京服装学院

序言一

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境这一难题，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006年~2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境

技术管理体系。环境科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目234项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

二〇一一年十月

序言二

日益减少的江河湖泊，频繁发生的强旱水涝，与日俱增的风沙酸雨，逐渐消失的草原森林，土壤侵蚀，生态退化，资源短缺，环境污染……如果再不能遏制生态破坏和环境恶化的势头，我们将面临一场亘古未有的生态灾难！

垃圾围城、有水皆污，雾霾天、沙尘暴、毒大米，癌症高发、怪病频现，我国的环境污染正严重威胁着广大人民群众的身心健康！其中，重金属镉污染的形势尤为严峻：北江污染、湘江污染、龙江污染，坝上村、乐安河、电池厂疾病高发，一个个镉污染事件触目惊心！有的地方土壤镉含量最高达到 58.42mg/kg （超标 290 倍），大米最高达到 7.51mg/kg （超标 37 倍），一些受害人群的尿样检验竟最高达到 $181.07\mu\text{g/g} \cdot \text{Cr}$ （超标 89 倍），这些指标甚至超过了当年日本爆发“痛痛病”时期的水平！

我国的环境保护工作面临严峻的挑战和巨大的压力，任重而道远，需要公众参与；需要提高各级领导干部和全民的环保意识；需要更多的有识之士投入到环保事业中来。

柯岫博士 2004 年从解放军总医院转业，到中国环境文化促进会工作，开展了一系列环保公益活动，他任《绿叶》杂志社副社长期间，多次组织专家、记者进行环保调研：淮河癌症高发、土壤重金属污染、中国水污染地图，都倾注了他的大量心血。

在借调到科技司环境健康与监测处工作期间，参与了我国有关环境与健康方面的启动工作：参与组织专家调研和确定了《我国环境与健康工作思路》，参与启动了《国家环境与健康行动计划》，参与制定了一系列标准、规范，并且参与了 2005 年底发生的“松花江特大环境污染事件”的环境损害调查工作。

2009 年，柯岫博士来到了北京交通大学生命科学研究院，潜心从事环境污染损害人体健康方面的科研、教学工作。

这本书就是他的研究成果之一。本书详细介绍了镉的生态迁移规

律、对人体健康的危害、我国曾经发生的主要镉污染事件，并对我国几十年来有关镉的大量现场调查进行了总结；在此基础上，提出要建立镉污染损害人体健康的监测预警体系；并根据研究成果建议调整相应的接触限值、诊断标准和技术规范，力图遏制镉污染导致的“痛痛病”在我国爆发！

这本书是近年对重金属镉的研究较为广泛、深入的一本书，对其他重金属污染的研究具有一定的参考价值，对我国重金属污染防控体系的完善具有一定的现实意义。

重视环境，就是重视我们自己的存亡！

保护环境，就是保护我们自己的健康！

中国环境科学学会副理事长 环境保护部原总工程师

杨朝飞

2013年7月26日

前 言

我本是一名医生，从事医学教学、临床、科研、管理工作 18 年。2004 年，从 301 医院转业，投身于环境保护工作，主要关注环境污染对人体健康的影响：发表了《我国环境与健康现状的文献调研报告》，提出了《我国环境与健康工作的目标、内容与建议》，并呼吁《应尽快启动国家层面的环境健康调查工作》。

后来，逐渐把视线集中到重金属污染上，其中，镉是最有可能在我国引起大范围疾病爆发的重金属；臭名昭著的日本“痛痛病”，就是由镉污染引起的。

通过了解日本“痛痛病”的一些情况，收集镉污染的来源、途径和进入人体后的代谢、毒理作用，整理我国发生的一些镉污染事件，综述土壤和食品中镉污染调查文献、以及镉污染对人体健康损害状况的现场调查，形成了本书的上篇：镉污染及其对人体健康的影响。

2009 年，我调入北京交通大学生命科学研究院，承担了国家环保公益性行业科研专项——《镉污染损害人体健康的生物监测与应急处置研究》，其中，关于镉污染损害人体健康生物指标的筛选、实施方案的制定与现场验证，以及监测指标（尿镉）与健康效应之间的关系研究，形成了本书的下篇：镉污染损害人体健康的生物监测与健康效应。

该研究主要有两个成果：一是确定尿镉作为日常生物监测指标，希望能够在此基础上进行试点示范，逐步建立起覆盖全国的监测预警体系，遏制“痛痛病”在我国爆发；二是提出尿镉的基准剂量为 $2\mu\text{g/g} \cdot \text{Cr}$ ，希望通过大家的努力，将我国镉污染损害人体健康的相应限值、标准、规范，逐步从现在的 $5\mu\text{g/g} \cdot \text{Cr}$ ，调整为更为严格的 $2\mu\text{g/g} \cdot \text{Cr}$ 。

我希望读者能够更多地了解镉污染的相关知识，更多的人及早行动起来、勇敢地承担起我们的社会责任、支持环境保护工作，为构建和谐社会、为国家的可持续发展贡献力量。

著 者

2013 年 8 月

目 录

上 篇

镉污染及其对人体健康的影响

第1章 日本“痛痛病”简介	3
1.1 “痛痛病”的起源	3
1.2 “痛痛病”的起因调查及证据链的形成	4
1.3 镉中毒致“痛痛病”的认定及诉讼过程	6
1.4 病患的赔偿与被污染土壤的修复	8
1.5 回顾与反思	11
第2章 镉的来源、迁移与危害	14
2.1 镉的发现	14
2.2 镉的特征	14
2.3 镉的来源	15
2.4 镉的资源储量分布	15
2.5 镉的冶炼、提取方法	16
2.6 镉的主要用途	18
2.7 镉是如何进入环境的	21
2.8 镉是如何进入人体的	22
第3章 镉的体内代谢与健康危害	25
3.1 镉在人体内的代谢	25
3.2 镉对人体必需元素的影响	28
3.3 镉的急性毒性	30

3.4	镉的慢性毒性	30
3.5	心血管系统毒性	34
3.6	生殖系统毒性	35
3.7	致突变	37
3.8	致癌	38
第4章	我国发生的主要镉污染事件	40
4.1	广东上坝村——癌症村	40
4.2	江西乐安河癌症村	42
4.3	广东北江流域污染事故	44
4.4	湘江污染问题	45
4.5	广西壮族自治区河池市龙江污染	46
4.6	湖南省浏阳镉污染事件	47
4.7	三家电池公司镉污染事件	49
4.8	广州镉米事件	56
第5章	我国土壤镉污染调查	63
5.1	土壤镉污染简介	64
5.2	土壤镉污染调查情况	65
5.3	土壤镉污染调查情况列表	70
第6章	我国食品镉污染调查	79
6.1	大米等主食镉含量调查	79
6.2	蔬菜镉含量调查	82
6.3	畜禽镉含量调查	84
6.4	水产品镉含量调查	86
6.5	食品镉含量的现场调查列表	88
第7章	我国镉污染损害人体健康的现场调查	102
7.1	华东冶炼厂附近地区	102
7.2	赫章地区	106
7.3	其他地区	109
7.4	人体镉污染调查情况	112

下 篇

镉污染损害人体健康的生物监测与健康效应

第 8 章	7 个地区 7 种典型动植物镉含量分析	121
8.1	总体情况	121
8.2	均值与超标率分析	125
8.3	各物种超标情况分析	128
8.4	综合分析	133
第 9 章	人体内与镉代谢相关的 49 个指标研究	135
9.1	人体内镉代谢相关指标简述	135
9.2	以往镉污染现场调查所用指标	146
9.3	卫生部相关标准、规范中所用的生物指标	147
9.4	生物监测指标汇总	148
第 10 章	尿镉含量的几种检测方法比较	149
10.1	理化分析方法	149
10.2	免疫学分析方法	153
10.3	小结	155
第 11 章	《镉污染损害人体健康的生物监测实施方案》研究	159
11.1	制定《镉污染损害人体健康的生物监测实施方案》 ...	159
11.2	《镉污染损害人体健康的生物监测实施方案》的现场 验证	161
第 12 章	人体尿镉含量与健康效应指标的相关性研究	163
12.1	总体情况	163
12.2	相关性分析	167
12.3	七个地区人群尿样品数据折线图	168
12.4	七个地区人群尿样品数据散点图	174

第 13 章 尿镉基准剂量研究	180
13.1 基准剂量计算方法及 BMDS 软件简介	180
13.2 实验分组及参数设置	180
13.3 模型选择	181
13.4 不同地区计算结果	181
13.5 总体数据分析	183
13.6 基准剂量反应曲线	184
13.7 基准剂量反应的计算结果	185
13.8 基准剂量结果分析与建议	186
后 记	189
附 录	190
我国环境与健康现状的文献调研报告	190
我国环境与健康工作的目标、内容与建议	196
应尽快启动国家层面的环境健康调查工作	203
重点环境健康调查区域的筛选与调查方案研究	208
该怎样对重金属污染损害说“不”?	213

上 篇

镉污染及其对人体健康的影响

第1章 日本“痛痛病”简介

20 世纪初到六七十年代，日本经济快速增长、工业发展生机勃勃。而与此同时，重金属的污染也非常严重，其中被称为四大公害病之首的“痛痛病”（其余三种为：水俣病、第二水俣病、四日市病）其影响程度之深、范围之广、持续时间之久，也如其名字一样，痛在日本人民乃至世界人民的心里。

“痛痛病”到底从何而来呢？

1.1 “痛痛病”的起源

神通川横贯日本中部富饶的富山平原，滋养着两岸的世代人民，这一带也成为日本的主要粮食产地。



图 1-1 痛痛病发病地区

20 世纪初，神通川里的鱼开始大量死亡，两岸稻田也开始大面积减产。