

国际科联环境问题委员会中国委员会系列丛书



中国污染物 有毒危险性评价

SCOPE CHINA I

徐厚恩 主编

北京医科大学
中国协和医科大学 联合出版社

国际科联环境问题委员会中国委员会系列丛书

中国污染物有毒危险性评价

(SCOPE CHINA I)

徐厚恩 主编

北京医科大学
中国协和医科大学联合出版社

(京)新登字 147 号

图书在版编目 (CIP) 数据

中国污染物有毒危险性评价/徐厚恩主编. —北京: 北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1997. 5

(国际科联环境问题委员会中国委员会系列丛书)

ISBN 7-81034-666-0

I. 中… II. 徐… III. 污染物-有毒物质-健康-危害-评价-中国 IV. R994. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 22035 号

北京医科大学
中国协和医科大学联合出版社出版发行

(100083 北京学院路 38 号 北京医科大学院内)

山东莱芜市印刷厂印刷 新华书店经销

※ ※ ※

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 260 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月山东第 1 次印刷 印数 1—1100 册

定价: 29.00 元

50.855/2
2

感谢华晨天赐福集团有限公司
对本书出版的资助

SCOPE Editor's Foreword

I welcome the publication of a series of environmental monographs sponsored by SCOPE CHINA/CAST. The first volumes will appear in the years 1994—1996 and will include the following titles:

- * *An Assessment of the Toxicity and Hazards of Pollutants in CHina*
- * *The Sources and Sinks of Trace Gases in Mainland China*
- * *The Ecological Effects of Major Trace Gases in China*
- * *The Sources, Transport and Impact of Pollutants in the Coastal and Estuarine Environment of China*

The publication of these monographs in English will provide valuable syntheses on the current status of environmental research in China. This will be particularly useful to international environmental institutions involved in global and regional studies.

SCOPE CHINA/CAST is the representative of the Chinese Association of Science and Technology (CAST) participating in the work of SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment), an international body with headquarters at 51 Blvd. de Montmorency in Paris, France. The mandate of SCOPE CHINA/CAST is: (1) to assemble, review and assess available information on anthropogenic environmental changes and the impact of these changes on humans; (2) to evaluate the methodologies of environmental studies employed in China; (3) to write, compile and publish a series of SCOPE CHINA/CAST monographs on recent achievements of environmental research for the better implementation of environmental protection.

RE Munn
Editor, SCOPE, ICSU
University of Toronto

序

提高人们的环境意识，扩大国际学术交流和加强国际科技协作，有助于解决当今世界日益突出的环境问题，国际科联环境问题委员会（Scientific Committee on Problems of the Environment, SCOPE）为此组织科学家编辑了有关环境问题的系列丛书，已出版了 52 卷，其中有些是关于环境化学污染物对健康影响的评价。中国作为国际科联环境问题委员会的成员，积极参加了该委员会的有关活动。北京医科大学徐厚恩教授是环境问题中国委员会（SCOPE China）的委员，也担任中国环境科学学会副理事长及环境医学专业委员会主任委员职务，他主编的这本《中国污染物有毒危险性评价》，有 15 位教授参加撰写，试图分批地向国际介绍一些有关环境对健康影响的研究情况，用英文分专题介绍也是一种尝试。盼能得到国际社会和同行专家的协助和指正，收到互相了解、取长补短、共同进步的效果。

此书英文版出版后，应国内读者需要，在原书基础上修订为中文版。

国际科联环境问题委员会中国委员会名誉主席

曲格平 教授

序

环境与发展是当今世界人们关心的重大问题。过去的 20 年，北京医科大学环境医学研究所一直致力于环境污染与人体健康的研究和提高环境意识的教育。我们现在又面临着共同保护全球环境的责任，应加强学术交流和国际协作，希望这次由我校徐厚恩教授主编和全国 15 位知名教授协作编写的这本书，能在环境问题上起到互相了解，取长补短和促进国际协作的作用。

北京医科大学校长
王德炳 教授

序

当代毒理学已迅速发展成为一门既有深邃的理论，又是应用性很强的综合性学科。“社会的需要是学科发展的最重要动力”，我国毒理学的发展正说明这一真理。中国的毒理学迅速发展开始于新中国建立之初，当时由于工业建设开始发展，在生产和生活环境中的化学物污染已构成了主要危害问题，因而我国的毒理学和世界上多数发达国家同样是发轫于工业毒理学的。这在我主编的我国第一本《劳动卫生学》教科书（1961年）内可以窥知。在该书的有关章节内，除总结了我国50年代防、治职业中毒的实际经验和应采取的必要措施外，还介绍了有关毒理学的理论和进行实验的方法；不过当时的工作尚多局限于急性或亚慢性的实验和较为简单的毒理学研究。我国现在知名的毒理学家，大多是在这个时期前后开始从事这项研究工作的；本书的主编徐厚恩教授，也是从50年代中期起就在我所在的教研室内从事毒理学的研究工作。40多年来，我国毒理学已发展成为一门分支较为齐全的一级学科。目前除工业毒理外，在环境毒理、生态毒理、军事毒理、食品毒理与药品毒理等方面，都已有了专门人员与机构；应用方法也已较为先进，诸如膜生物学和分子生物学方法，已被广泛用于毒理学研究领域；出版的书籍刊物也正在逐年增多。目前我国至少已出版了3种毒理学教科书，3部参考书与几本专著，专门刊登毒理学论文的刊物有2种，另外还有9种杂志经常刊登毒理学论文。以上这些均表明与国外的差距正在逐渐缩小；同时我国每年还有一定数量的毒理学论文，以英文或其它国家文字发表于国际性杂志上。

我国毒理学虽然发展较晚，但它也有如下的特点：①动物实验与流行病学调查并重。即我们往往在同一课题里既有动物实验、也有流行病学调查内容，从而使动物实验的结论更与实际密切联系。②以应用带动理论研究。我国已先后制订了统一的环境化学污染物、工业毒物、食品添加剂、农药、化妆品与药品的安全评价程序和标准的检测方法；目前有的部门正在制订GLP要求，以便与国外同类工作接轨。从应用研究向理论研究方向发展的工作已经开始。如我们教研室在70年代末、80年代初，就已开展了膜毒理学试验与中毒机理的研究，并已在国内推广。③整体实验与体外试验并重。我国很多研究课题都同时进行这两类实验，使实验结果相互验证，具有更好的说服力。

虽然我国已有少数毒理学论文发表于国际性杂志,但由于种种原因,论文数量既不够多,所介绍的范围也有一定的局限性。这次徐厚恩教授主编的《中国污染物有毒危险性评价》一书,是我国建国以来第一本向国外介绍我国毒理学成就的专门著作;本书作者都是我国本学科领域里的著名毒理学家,因此本书的内容是具有较高水平的;这对国外同行们了解我们的工作将会是有所帮助的。

但也不容讳言,我们的工作还存在不少缺点与问题。象生态毒理研究还仅仅是个开始,遗传毒理学中有些试验方法在我国还是空白;长期动物致癌实验工作开展得还较少;有毒危险性评定还未成为管理部门的日常工作内容等。

我国是化学物生产与应用的大国,特别是近年来在我国发展迅速的乡镇工业,造成化学物的环境污染相当严重,这就要求我们必须大力开展毒理学的研究工作。我相信在不远的将来,我们是能在某些毒理学的分支方面,和一些先进国家的成就并驾齐驱的。希望国外的同行们能和我们一起进行有益的合作,为保障全人类的健康、提高人们的生活质量,共同携手作出应有的贡献。

在此谨祝本书的出版并希今后不断完善,使国外同行们能真正了解我国的毒理学发展现状。

北京医科大学公共卫生学院名誉院长
中 华 预 防 医 学 会 副 会 长
中国劳动保护科学技术学会名誉理事长
中华劳动卫生与职业病学会名誉主任委员
教授 医学博士 刘世杰

1994 年 3 月

序

对化学污染物进行有毒危险性评价，是环境医学一个正在发展的研究领域。毒理学家正面临的挑战，至少有以下几个重要领域：

1. 低浓度污染对人体健康影响有毒危险性评价的方法学研究更为迫切。

2. 化学混合物的毒理学评价需要改进。

3. 毒理学试验的最终目的，是评价污染物对人的有毒危险性，存在动物实验数据外推到人的安全性问题，同时人群毒理学有待发展。

本书涉及以上内容还不多，我们希望通过毒理学研究与实践并加强国际学术交流，以促进以上领域的研究与发展。

这本书的英文版是国际科联环境问题委员会中国委员会(SCOPE China)系列丛书的第一部，我作为该委员会的委员担任此部书的主编，原试图让国际同行了解在中国我们所进行的一些工作，促进国际学术交流与合作，达到共同提高的目的。英文版出版后，应国内读者和在校学生的要求，又修订出此中文版。

此书的出版受到一些著名人士的鼓励和支持，国际科联环境问题委员会中国委员会名誉主席曲格平教授、国际科联环境问题丛书主编多伦多大学 RE Munn 博士、北京医科大学王德炳校长和我的老师刘世杰教授均为此书写序；国际科联环境问题委员会中国委员会秘书长刘静宜教授和已故的胡汉升教授都曾指导了此书的出版；刘毓谷教授、黄孝楷教授（已故）、陈吉棣教授对本书英文版一些章节的文字进行过审校，在此表示致谢！

主编 徐厚恩教授
北京医科大学

目 录

第一部分 化学污染物的危害

第一章	煤烟污染	(3)
第二章	汞	(14)
第三章	镉	(29)
第四章	铅	(47)
第五章	砷	(59)
第六章	农药	(72)

第二部分 化学污染物对健康影响评价的方法学

第七章	遗传毒性评价	(81)
第八章	预测和鉴定致癌物的序贯试验方案	(100)
第九章	生物化学毒性评价	(109)
第十章	免疫功能影响评价	(146)
第十一章	神经行为功能影响评价	(161)
第十二章	神经化学的应用	(175)
第十三章	男(雄)性生殖功能影响评价	(195)
第十四章	女(雌)性生殖功能影响评价	(205)
第十五章	人群检测	(214)

第一部分

化学污染物的危害

1 煤烟污染

徐厚恩

(北京医科大学毒理学教研室, 北京 100083)

1.1 序言

我国的空气污染属煤烟型污染, 这和能源结构有关。我国煤贮量占可燃矿产贮量的 95.5%, 煤炭占能源消耗构成的 70% 以上 (表 1.1), 煤炭是我国的主要能源。

表 1.1 全国能源消耗和组成

年 份	总能源 (折合煤, 百万吨)	占总耗能 (%)			
		煤	石油	天然气	水力发电
1980	602.75	71.81	21.05	3.14	4.00
1982	626.45	73.91	18.74	2.53	4.82
1984	709.04	75.27	17.45	2.37	4.91
1986	808.88	76.03	17.03	2.26	4.65

我国大气主要污染物是总悬浮微粒 (total suspended particles, TSP) 和 SO_2 。北方城市 TSP 污染明显重于南方城市, 而南方大气颗粒物偏酸性, 生态对酸雨比较敏感, 加上一些城市地理环境和气象条件不利于污染的扩散, 酸雨的危害比较突出, 如重庆、贵州、长沙、南昌等。

从高于大气控制质量标准的污染区接触人群数分析, TSP 危害占大气污染影响面的 70%, 仍是我国需要控制的主要污染物; 近年来氮氧化合物和酸雨的影响面呈扩展趋势, 已提到重要防治日程上来。随着汽车工业的发展和室内装饰业的兴起, 汽车尾气的污染和室内空气污染已不容忽视。

1981~1992 年, 我国城市大气污染的防治有显著成效, TSP 污染下降的城市占 50%。1981 年有 19 个城市 TSP 年平均值在 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以上, 1991 年仅有 5 个城市 TSP 年平均值超过 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ (图 1.1)。室内燃料的改善, 供应煤气或液化气以后, 室内 TSP、 SO_2 和 CO 的污染均明显降低 (表 1.2)。

1107541

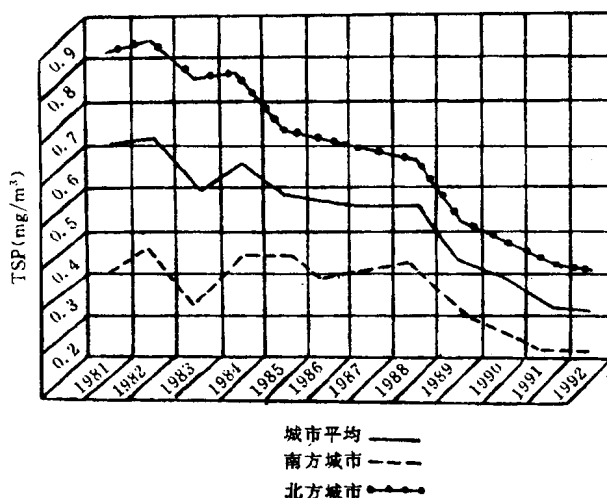


图 1.1 城市大气污染年变化趋势 (1981~1992 年)

表 1.2 使用不同燃料冬季室内 (厨房) 空气中污染物的浓度 (mg/m³)

污染物	城 市	燃煤	供应煤气或液化气
TSP	承 德	0.665	0.209
	沈 阳	0.651	0.355
	上 海	0.384	0.148
	武 汉	0.291	0.204
SO ₂	承 德	0.482	0.163
	上 海	0.860	0.065
	武 汉	0.173	0.070
CO	承 德	7.39	5.20
	沈 阳	7.46	4.69
	上 海	14.07	3.45
	武 汉	13.46	4.83
NO ₂	承 德	0.068	0.084
	上 海	0.100	0.046
	武 汉	0.094	0.115

可以预测,在能源结构暂时难以有很大改变的情况下,管道化煤气设施、地区集中采暖以及固硫剂型煤,脱硫和燃烧技术的推广应用等措施的付诸实行,将有助于把我国城市的大气污染控制到国家大气质量的二级标准 (表 1.3)。

表 1.3 我国大气质量标准

污染物	时间	浓度 (mg/m ³)		
		一级	二级	三级
TSP	日平均	0.15	0.30	0.50
	一次	0.30	1.00	1.50
飘尘	日平均	0.05	0.15	0.25
	一次	0.15	0.50	0.70
SO ₂	日平均	0.02	0.06	0.10
	一次	0.05	0.15	0.25
NO _x	日平均	0.05	0.10	0.15
	一次	0.10	0.15	0.30
CO	日平均	4.00	4.00	6.00
	一次	10.00	10.00	20.00
氧化剂 (O ₃)	一小时平均	0.12	0.16	0.20

对质量标准的制定和实施需考虑国情,对健康保护的等级需要根据经济和技术的可行性逐步提高。在我国进入 21 世纪,城市的大气污染可望控制在国家环境质量二级标准,保护健康的等级,可以减少大气污染带来的有关疾病,特别是呼吸系疾病;同时根据投资与健康效益关系(图 1.2)的进一步研究,有助于提高健康水平的环境质量标准。混合污染物有毒危险性和致癌物低浓度污染的致癌危险性评定的研究需要加强。

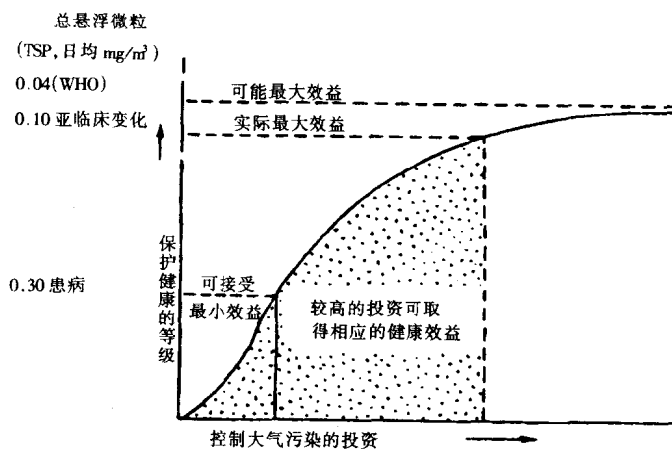


图 1.2 控制大气污染的投资与健康效益的横式图解

1.2 危害评价

在我国已观察到的煤烟污染对健康的危害,主要是在污染重的地区,呼吸道炎症检出率高于轻污染区,肺心病、慢性支气管炎、慢性阻塞性肺部疾病和心血管疾病病人死亡危险性增大;在吸烟因素的联合作用下,肺癌死亡率增高。

1.2.1 上呼吸道慢性炎症和慢性支气管炎

儿童、少年是接触 TSP 和 SO_2 的易感人群,1974 年我们在北京西郊重污染区的调查显示:在 TSP 超过 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$, SO_2 超过 $0.137\text{mg}/\text{m}^3$ 的污染情况下,1400 名中学生慢性支气管炎的检出率达 4.2%,轻污染的对照组 1200 名中学生慢性支气管炎的检出率为 2.2% (表 1.4);中小学生慢性鼻炎、慢性咽炎的检出率,重污染区也均高于轻污染区 (表 1.5)。全国城市接触 TSP 超过 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 污染水平的人群,推算在 1981 年至少有 50 万人,到 1991 年减少为 14 万人。

表 1.4 污染区中学生慢性支气管炎患病率

地 区	受检人数	患病率 (%)	P
重污染区	1400	4.2	<0.005
轻污染区	1200	2.2	

表 1.5 污染区中小学生上呼吸道慢性炎症患病率 (%)

地 区	受检人数	慢性鼻炎	慢性咽炎
重污染区	1563	55.3	30.7
轻污染区	1871	38.6	11.2

1.2.2 肺心病、慢性支气管炎、心血管疾病、慢性阻塞性肺部疾病死亡危险性分析

在大气质量未达二级标准的城市进行居民肺心病、慢性支气管炎、慢性阻塞性肺部疾病病人死亡原因分析显示, SO_2 对肺心病、慢性支气管炎及心血管疾病所引起的死亡有显著增加作用;TSP 对慢性支气管炎和慢性阻塞性肺部疾病死亡有显著的增加作用。