

环境毒理学

ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY

孟紫强 主编

中国环境科学出版社

环境毒理学

ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY

中国环境科学出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

环境毒理学 / 孟紫强主编. -北京: 中国环境科学出版社, 2000.8

ISBN 7-80135-004-1

I. 环… II. 孟… III. 环境科学: 毒理学
IV. R994.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 40165 号

环境毒理学

中国环境科学出版社出版发行
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)
化学工业出版社印刷厂印刷
各地新华书店经售

2000 年 8 月第一版	开本	787×1092	1/16
2000 年 8 月第一次印刷	印张	36.75	
印数 1—2,000	字数	823 千字	

定价: 52.00 元

内 容 提 要

本书计四篇二十四章，力求在环境毒理学的各个领域从理论和实践方面进行论述。第一篇（1~4 章）主要介绍环境毒理学基础理论，对环境化学物的吸收、分布、转化、排泄及化学物致突变、致畸变、致癌变的基础理论进行了论述；第二篇（5~13 章）阐述了环境中不同污染物（因子）的毒性作用，包括重金属、石油、溶剂、农药、电离和电磁辐射、天然毒素及常见致癌物等；第三篇（14~19 章）提出并论述了 6 个主要的环境毒理学分支科学，如大气污染毒理学、土壤毒理学、水环境毒理学、职业毒理学、河口生态毒理学、野生生物毒理学等，以期拓宽和加深本学科的研究领域；第四篇（20~24 章）主要介绍了环境毒理学常用的基本研究方法，如环境流行病学方法、环境化学和毒理学研究技术、人体健康危险度及生态风险评价等。

本书可供从事环境毒理和环境保护工作专业人员以及教学、科研、管理人员阅读参考，也可作为环境科学各专业本科生的参考教材，也可供环境医学与毒理学研究生阅读参考。

前 言

日益加剧的环境污染,是当代人类面临的最严峻的问题。环境污染对各类生物包括对人类正在产生着日益严重的毒害作用。地球生物界,特别是人类的生存和发展正受到严重威胁。环境毒理工作面临着空前艰巨的使命,同时也展现着广阔的发展空间和前景。

自20世纪70年代以来,我国环境毒理学研究和实践一直在迅猛发展,许多高等院校有关环境科学的系和专业把环境毒理学作为本科生和研究生的主要课程。然而,国内尚缺乏一部内容比较全面、系统的专著或参考书。本书就是在这种情况下,为了适应我国环境保护事业的发展和环境毒理科研、教学工作的需要而问世的。编著者既对毒理学基础理论和方法予以高度重视,又注意吸收和总结近年来国内外环境毒理的科研成果,除了介绍新理论、新方法之外,还提出并论述了一些新的环境毒理分支科学,以期对我国环境毒理学理论和实践有所裨益。

本书计四篇二十四章,力求在环境毒理学的各个领域从理论和实践方面进行论述。第一篇(1~4章)主要介绍环境毒理学基础理论,对环境化学物的吸收、分布、转化、排泄及化学物致突变、致畸变、致癌变的基础理论进行了论述;第二篇(5~13章)阐述了环境中不同污染物(因子)的毒性作用,包括重金属、石油、溶剂、杀虫剂、电离和电磁辐射、天然毒素及常见致癌物等;第三篇(14~19章)提出并论述了6个主要的环境毒理学分支科学,如大气污染毒理学、河口生态毒理学、野生生物毒理学等,以期拓宽和加深本学科的研究领域;第四篇(20~24章)主要介绍了环境毒理学常用的基本研究方法,如环境流行病学方法、环境化学和毒理学研究技术、人体健康危险度及生态风险评价等。

本书可供从事环境毒理和环境保护工作专业人员以及教学、科研、管理人员阅读参考,可作为环境科学各专业本科生的参考教材,也可供环境医学与毒理学研究生阅读参考。

参加编写本书的作者不仅有有关领域的专家、学者和教授,还有年轻有为的中青年博士、副教授。他们以认真、严谨的态度完成了本书的编写。同时,在编写出版过程中,还得到中国环境科学出版社朱祖希编审的支持与指导。在此,一并向各位作者、编审致以真诚的感谢。

ii 环境毒理学

由于编著者各有专长，难免有所遗漏；加之行文风格有别，各章的写作风格会有一定差异，在此请读者见谅。诚恳欢迎读者对本书中存在的缺点甚至错误之处批评指正。

孟紫强

2000年1月1日

目 录

第一篇 环境毒理学基础理论

第一章 绪 论	2
一、概论	2
二、环境毒理学的研究对象、任务和方法.....	3
三、环境、环境污染、环境污染与健康.....	5
四、生物圈、生态系统、生态平衡与食物链.....	7
第二章 环境化学物的生物转运和生物转化	10
第一节 生物转运	10
一、生物膜的结构与功能.....	10
二、化学物质通过生物膜的方式.....	11
三、吸收	13
四、分布与贮存	16
五、化学物的排泄.....	19
第二节 生物转化	21
一、生物转化的反应类型.....	21
二、影响生物转化的因素.....	33
第三章 环境化学物的毒性作用及其影响因素	38
第一节 毒性作用	38
一、基本概念	38
二、毒性作用的类型.....	42
三、环境化学物的联合毒性作用.....	44
四、毒性作用的机理.....	46
第二节 影响毒性作用的因素	51
一、环境化学物的结构与性质.....	51

二、机体(宿主)状况.....	53
三、接触条件.....	56
四、环境因素.....	57
第四章 化学致突变、致癌变及致畸变作用.....	59
第一节 化学物致突变作用.....	59
一、诱发突变的类型.....	59
二、化学诱变的分子机理.....	64
三、DNA 损伤的修复.....	67
四、突变的不良后果.....	69
五、化学致突变物的检测.....	70
第二节 化学物的致癌作用.....	75
一、化学致癌物及其分类.....	75
二、化学致癌机理.....	80
三、外源化学物致癌性的判别.....	84
第三节 化学物对机体生殖和发育过程的影响.....	91
一、雄性生殖毒性.....	91
二、对雌性生殖系统的损害作用.....	93
三、生殖毒性及其评定.....	95
第二篇 不同环境因素的毒性	
第五章 环境中重金属的毒性.....	110
第一节 概 述.....	110
一、金属与人体的关系.....	110
二、环境中金属污染的来源.....	112
三、环境中金属的迁移与转化.....	112
四、金属的代谢.....	113
五、金属的联合作用.....	119
六、金属对健康的危害.....	120
第二节 汞 Hg.....	121
一、汞的理化性质.....	121
二、汞污染的来源.....	122
三、汞的代谢.....	123
四、汞的毒理作用.....	124
五、汞的卫生标准和经验教训.....	126
第三节 铅 Pb.....	128

一、铅的理化性质.....	128
二、铅污染的来源.....	128
三、铅的代谢	128
四、铅的毒理作用.....	129
五、铅在环境中的卫生标准.....	134
第四节 镉 Cd	135
一、镉的理化性质.....	135
二、镉污染的来源.....	135
三、镉的代谢	136
四、镉的毒理作用.....	137
五、镉在环境和食品中的卫生标准.....	139
第五节 铬 Cr	140
一、铬的理化性质.....	140
二、铬污染的来源.....	141
三、铬的代谢	141
四、铬的毒理作用.....	142
五、铬在环境中的卫生标准.....	145
第六节 砷 As	146
一、砷的理化性质.....	146
二、砷污染的来源.....	146
三、砷的代谢	147
四、砷的毒理作用.....	148
五、砷在环境和食品、化妆品中的卫生标准.....	154
第六章 石油的毒性	158
第一节 石油的组成及主要理化特征	158
一、烃类化合物	158
二、非烃类化合物.....	159
第二节 石油在环境中的运转	160
一、扩散	160
二、蒸发	160
三、溶解	161
四、生物降解	161
五、乳化作用	161
六、生物吸收	161
第三节 石油污染对环境的危害	162
一、水环境	162
二、土壤环境	163

三、大气环境	163
第四节 原油及含硫化合物的毒性	164
一、原油毒性概述	164
二、含硫化合物概述	165
三、硫化氢的毒性	165
四、硫醇类	166
五、硫醚类	167
六、硫杂环化合物类	167
第五节 石油馏分及其毒性	168
一、液化石油气	168
二、汽油	169
三、柴油	171
四、石蜡	172
五、沥青	172
第六节 石油及其燃料馏分的燃烧产物毒性	173
一、一氧化碳 (CO)	173
二、二氧化氮 (NO ₂)	173
三、二氧化硫 (SO ₂)	173
四、石油燃烧的颗粒物	174
五、硝基多环芳烃 (NO ₂ -PAHs)	176
第七节 油田及炼油企业环境质量对人群健康影响	176
第八节 防治措施原则	176
第七章 溶剂的毒性	179
第一节 概 述	179
一、溶剂的一般性质	179
二、溶剂的一般毒性	179
第二节 链烷的毒性	181
一、链烷 (Alkanes) 的理化性质及毒理学特性	181
二、正己烷 (n-Hexane) 应用及毒性	182
第三节 芳香族碳氢化合物的毒性	183
一、芳香族碳氢化合物的一般性质	183
二、苯、烷基苯的毒性	184
第四节 乙二醇醚类的毒性	188
一、乙二醇醚类的一般性质	188
二、乙二醇单烷基醚的特性及其毒性	188
第五节 酮的毒性	189
一、酮的一般性质	189

二、二甲基酮和甲基乙基酮的作用和毒性.....	190
第六节 醇的毒性	191
一、醇的一般性质.....	191
二、甲醇和乙醇的性质和毒性.....	191
第七节 含氯碳氢化合物的毒性	193
一、含氯碳氢化合物的一般性质.....	193
二、几种含氯碳氢化合物的性质及毒性.....	193
第八章 农药的毒性.....	199
第一节 概 论	199
一、农药在环境中的迁移与分布.....	201
二、农药的环境污染及对人体健康的影响.....	204
第二节 几种重要的农药及其毒理	207
一、有机氯农药	207
二、有机磷农药	210
三、氨基甲酸酯类农药.....	213
四、除草剂	215
第三节 预防农药公害的措施	216
一、农药的更新换代.....	216
二、化学农药的安全生产和施用.....	217
三、农药残留的消除.....	217
四、积极发展生物防治, 控制化学农药的施用.....	217
第九章 卤代芳烃的毒性.....	220
第一节 卤代有机化合物	221
一、卤代作用	221
二、卤代有机化合物的环境行为.....	221
三、卤代脂肪烃和脂环化合物.....	224
四、卤代芳香族化合物.....	224
五、卤代芳烃的生物转化.....	227
第二节 毒性作用	229
一、与受体有关的毒性作用.....	229
二、致癌作用、生殖毒性及其它.....	233
第三节 化学分析	235
第十章 多环芳烃及其它常见化学致癌物.....	239
第一节 多环芳烃	239
一、概述	239

二、多环芳烃的性质及种类.....	240
三、多环芳烃的吸收和代谢.....	244
四、多环芳烃的致癌作用及其机理.....	245
五、影响多环芳烃致癌性的因素.....	246
第二节 其他化学致癌物.....	247
一、芳香族氨基和硝基化合物.....	247
二、亚硝胺类化合物.....	249
三、生物烷化剂.....	251
四、氯乙烯.....	252
五、多氯联苯.....	253
六、黄曲霉毒素.....	254
七、农药.....	256
八、微量元素.....	257
九、石棉.....	259
十、植物中的致癌物.....	261
第十一章 环境电离辐射.....	264
第一节 概 论.....	264
一、天然本底辐射.....	264
二、氡.....	267
三、因技术发展而产生的辐射.....	269
第二节 基本概念.....	270
第三节 电离辐射的生物效应.....	273
一、概述.....	273
二、电离辐射对植物的效应.....	275
三、电离辐射对动物的效应.....	276
第十二章 环境电磁辐射.....	281
第一节 电磁辐射概述.....	281
一、交流电.....	281
二、电场与磁场.....	282
三、电磁波的传播.....	283
四、电磁辐射污染源.....	284
五、电磁辐射的测定.....	284
第二节 电磁辐射的应用.....	286
一、高频辐射的应用.....	286
二、超高频波段的应用.....	287
三、特高频波段（微波）的应用.....	287

四、在军事上的应用.....	288
第三节 电磁辐射污染	289
一、国民经济中五大系统电磁辐射设备及其污染.....	290
二、广大城乡环境电磁污染状况.....	292
三、电磁辐射干扰与污染事件.....	293
第四节 电磁辐射对机体作用	293
一、机体吸收电磁能量.....	294
二、电磁波与生物体的相互作用.....	295
三、热效应和非热效应.....	296
第五节 电磁辐射对人体健康的影响	297
一、对眼睛的影响.....	298
二、对睾丸、雌性生殖系统及怀孕影响.....	298
三、对神经系统的影响.....	299
四、对心血管的影响.....	299
五、对内分泌及代谢的影响.....	300
六、对消化系统的影响.....	300
七、对血液与造血系统的影响.....	301
八、对免疫功能的影响.....	301
九、其他影响	302
第六节 电磁辐射致畸、致突、致癌作用	302
一、微波致畸作用.....	302
二、微波的致突变作用.....	303
三、电磁辐射对植物的致诱变作用.....	304
四、电磁辐射对人染色体的作用.....	305
五、电磁辐射致癌作用.....	305
第七节 电磁辐射防护	306
一、加强对环境电磁辐射知识宣传.....	307
二、加强环境电磁辐射管理.....	307
三、加强制订并贯彻执行电磁辐射各种管理条例, 标准和法规.....	307
四、加强技术性防护措施.....	309
五、加强个人防护措施.....	310
第十三章 动物和植物毒素.....	312
第一节 动物毒素	312
一、动物毒素的特性.....	312
二、毒蛇及蛇毒的有毒成分.....	313
三、蜥蜴	314
四、两栖动物	315

五、海洋动物	315
六、节肢动物门/蛛形纲	318
七、昆虫	319
八、哺乳动物	320
第二节 植物毒素	320
一、植物毒素的化学成分及毒理作用	321
二、引发胃肠炎的植物	323
三、含洋地黄的植物	324
四、含尼古丁和毒芹碱的植物	324
五、含阿托品的植物	325
六、引起痉挛的植物	325
七、含氰化物的植物	326
八、积累硝酸盐的植物	326
九、引起皮肤病的植物	326
第三节 有毒蘑菇	327
一、肝损害型中毒	327
二、神经精神型中毒	328
三、胃肠炎型中毒	328
四、溶血型中毒	329
第四节 真菌毒素	329
一、真菌毒素产生的条件	330
二、真菌毒素的生物学效应	330
三、具代表性的几种真菌毒素简介	332

第三篇 环境毒理学的分支科学

第十四章 大气污染毒理学	338
第一节 概述	338
一、大气污染毒理学概念	338
二、大气污染来源	338
三、一次污染物与二次污染物	339
四、影响大气污染物浓度的因素	340
五、室内空气污染	343
六、大气污染毒理学研究存在的困难和问题	343
第二节 大气污染物致病、致癌、致突变作用	345
一、大气污染对健康影响的特征	345
二、大气污染对健康的影响	346

三、大气污染与肺癌.....	349
第三节 有害气体的作用及其机理	353
一、二氧化硫 (SO ₂)	353
二、氮氧化物 (NO _x)	359
三、一氧化碳 (CO)	363
四、臭氧和光化学烟雾.....	366
五、氯气 (Cl ₂)	370
第四节 大气颗粒物的作用及机理	372
一、大气颗粒物的来源.....	372
二、颗粒物的形态和化学组成.....	372
三、颗粒物的一般毒性.....	373
四、颗粒物致突变、致癌变作用.....	375
五、其它危害	377
第十五章 土壤毒理学	381
第一节 土壤环境及其在生态系统中的重要性.....	381
第二节 土壤中有有机污染物质的环境行为	382
一、有机污染物在环境介质中的分配.....	383
二、土壤表面挥发.....	384
三、地表径流和水土流失.....	385
四、植物吸收	385
五、有机污染物在土壤中的降解和转化.....	386
六、环境中常见的有机污染物种类及其行为特点.....	386
第三节 土壤环境中的无机污染物质	388
一、金属	389
二、植物营养元素.....	390
三、酸和碱	391
四、盐类	391
五、卤素	391
第四节 土壤污染物对生态系统的影响	392
一、土壤污染物对生态系统影响的严重性.....	392
二、土壤污染物毒理学特性的生物测定.....	393
三、各种土壤中污染物毒性的持续性及其影响因子.....	393
四、土壤中污染物相互作用对其毒性的影响.....	395
第五节 土壤毒理学与土壤环境质量评价和土壤污染治理.....	396
第十六章 水环境毒理学	400
第一节 概述	400

第二节 污染物进入水体的途径及其分布.....	401
一、污染源	401
二、污染物进入水体的途径.....	401
三、污染物在水环境中的分布.....	402
第三节 污染物的吸收、代谢和蓄积.....	405
一、污染物的吸收.....	405
二、污染物的代谢.....	406
三、污染物的蓄积.....	407
四、水环境温度对污染物吸收和代谢的影响.....	407
第四节 水体污染对人及水生生物的影响.....	408
一、对人体健康的影响.....	408
二、对水生生物的影响.....	409
第十七章 野生生物毒理学.....	414
第一节 野生生物毒理学的基本概念.....	415
一、野生生物毒理学的产生.....	415
二、野生生物毒理学的基本概念.....	415
三、限制因子	416
四、野生生物毒理学研究的复杂性.....	416
第二节 研究实例	417
一、对二氯二苯基三氯乙烷 (DDT) 的研究.....	417
二、胆碱酯酶抑制剂.....	418
三、农田排水污染和野生生物.....	419
第十八章 河口生态毒理学.....	422
第一节 河口与河口生态毒理学.....	422
一、河口(estuary)及其环境特点	422
二、河口生态毒理学 (ecotoxicology of estuary)	423
第二节 河口毒物的来源.....	423
一、重金属污染	424
二、农药污染	425
三、放射性物质污染.....	425
四、化学需氧量 (COD)	425
第三节 污染和生物积累	426
一、背景值分析	426
二、含量系数	426
三、生物可利用性.....	426
第四节 毒物的降解、转化和吸收	427

第五节 毒性指标	428
第六节 毒物的生物效应	430
一、DNA 损伤和生化效应	430
二、个体效应	430
三、种群效应	431
四、群落效应	432
五、生态系统效应	433
第七节 小 结	434
第十九章 职业毒理学	438
第一节 概述	438
第二节 生产性毒物与职业中毒	439
一、生产性毒物的形态与接触机会	439
二、职业人群接触生产性毒物的途径	441
三、影响毒物对机体作用的因素	442
四、毒物在体内的过程	443
五、职业中毒	444
第三节 职业卫生标准	447
一、意义	447
二、车间空气中有害物质接触限值	447
第四节 毒物监测	450
一、空气中化学因素的监测	450
二、皮肤化学物污染量的测定	451
三、生物学监测	451
第五节 危险度评定	452
一、危害因素潜在作用的评价	453
二、人群健康损害的评价	454
第四篇 环境毒理学基本方法	
第二十章 环境流行病学	458
第一节 环境接触水平的评价	459
一、接触与剂量	459
二、接触-效应关系和接触-反应关系	461
第二节 人群健康效应的评价	462
第三节 疾病发生频率的测量和比较	463
一、疾病频率的测量	463