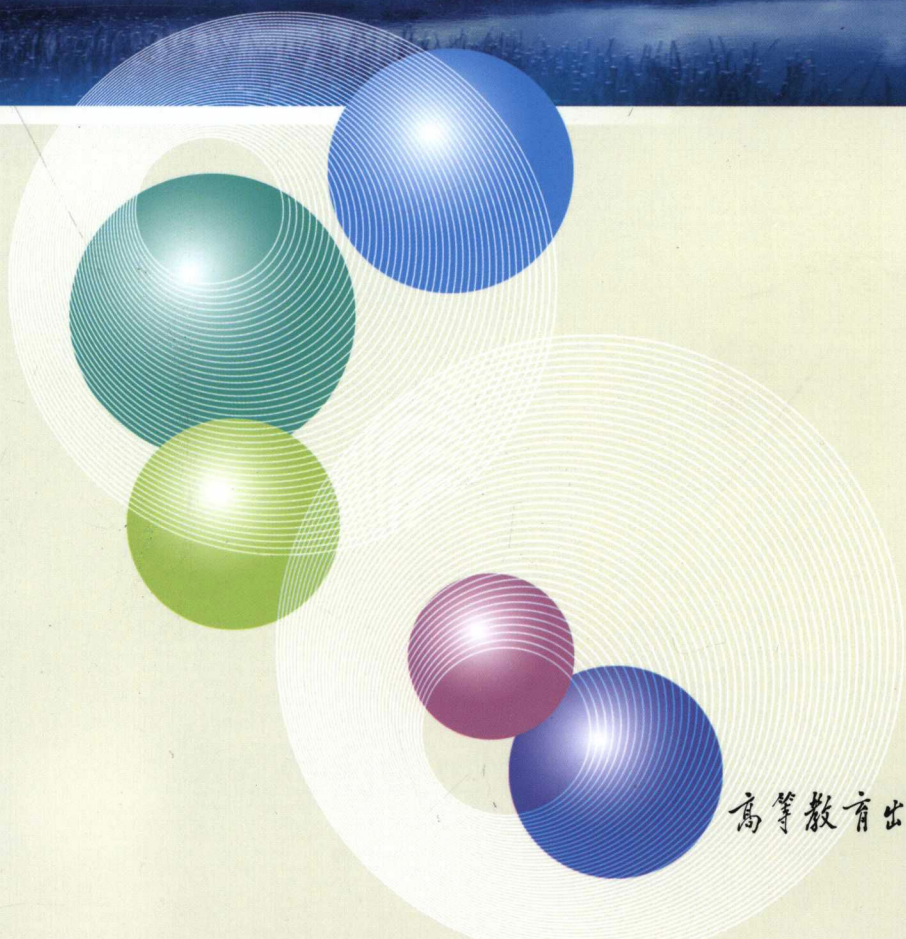


● 高等学校教材

# 环境毒理学

(第三版)

孟紫强 主编



高等教育出版社

高等学校教材

# 环境毒理学

Huanjing Dulixue

(第三版)

孟紫强 主编

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。根据环境类专业教学、科研的需要和特点,修订后的第三版以实际应用为出发点,除了新增应用性较强的章节内容外,全书各章均以环境污染物的毒性及其对健康的危害作为主线进行论述。

全书共十七章,第一至三章,主要介绍环境毒理学基础知识及其应用,包括人体对环境化学污染物的吸收、体内分布、代谢转化及排泄,环境化学污染物的毒性作用和特殊毒性作用(致癌、致畸及致突变作用)等。第四至七章,阐述环境毒理学的主要分支学科——大气环境毒理学、水环境毒理学、土壤环境毒理学及工业环境毒理学(新增)的内容。第八至十六章,论述各种主要环境污染物的毒性。第十七章详细介绍环境健康风险评价方法。

本书可供普通高等学校环境类专业本科生学习,也可供相关专业的学生和环境科学与工程领域科研工作者及管理人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

环境毒理学 / 孟紫强主编. --3版. --北京:高等教育出版社,2018.11

ISBN 978-7-04-050623-5

I. ①环… II. ①孟… III. ①环境毒理学-高等学校-教材 IV. ①R994.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第215984号

策划编辑 陈正雄 责任编辑 张梅杰 陈正雄 封面设计 于文燕 版式设计 徐艳妮  
插图绘制 于博 责任校对 刘丽娟 责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印 刷 中国农业出版社印刷厂  
开 本 850mm×1168mm 1/16  
印 张 20.75  
字 数 530千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2003年12月第1版  
2018年11月第3版  
印 次 2018年11月第1次印刷  
定 价 48.80元

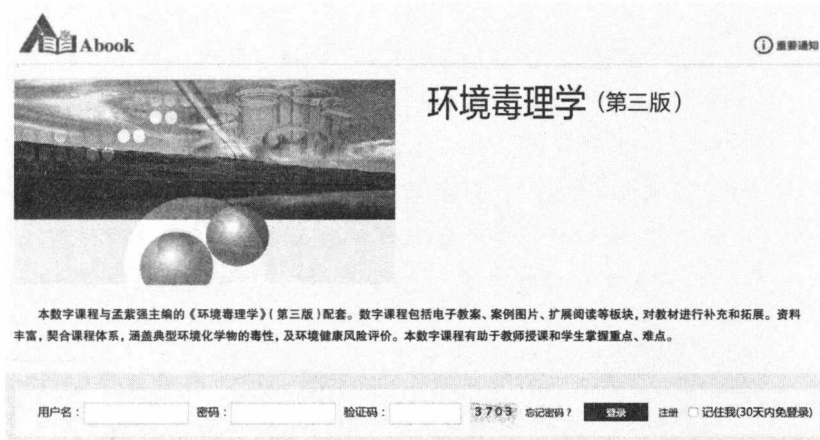
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物 料 号 50623-00

# 环境毒理学

(第三版)

孟紫强 主编

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1222616>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 [abook@hep.com.cn](mailto:abook@hep.com.cn)。



扫描二维码  
下载 Abook 应用



课程撷英



电子教案



实施案例



图文详解

<http://abook.hep.com.cn/1222616>

# 本书编委会成员

(以姓氏笔画为序)

马爱国 白剑英 刘汝涛 安 艳 李瑞金 张全喜  
张志红 孟紫强 郝卫东 郭掌珍 郭新彪

# 第三版前言

---

本书第一版是普通高等教育“十五”国家级规划教材,2003年出版以后,于2010年进行了第二版修订。至今又经历了8年的快速发展,这期间,有关环境污染对人类健康的影响及其毒理学作用与防护的研究取得了很多新的进展,环境毒理学教学也取得了许多新的经验。为了适应新的教学和科研形势,本书进行了再次修订。本次修订不仅吸收了新的研究成果和教学经验,而且根据环境保护事业对人才需要的特点,新增了应用性较强的工业环境毒理学和环境健康风险评价两章内容,对其他章节也进行了完善并增加了环境与健康的内容,力求学以致用。同时,对第二版中不宜课堂讲授的内容,如一些毒性试验或评价方法,则不再保留。

为了使本书更好地为教学和自学服务,各位编者竭尽所能致力于打造一种立体化教材,将有关扩展阅读、图片、文献资料等以二维码的形式设置在相关页边,以便于学习者扩充知识和拓展视野。此外,在每章之后还以二维码的形式将该章电子教案和参考文献列出,以便于教学和进一步学习。与此同时,主编还组织和邀请北京大学尚静、北京林业大学洪喻、大连理工大学刘薇,以及山西大学张全喜、杨振华等老师一起以本书为主要脚本录制了环境毒理学慕课,即将上线,供大家通过视频进行学习和讨论,期待大家积极参与。

本书共有17章,实际教学中并不要求全部讲授。可以采用“7+X”教学法,即本书的第一章至第七章必讲(因为这七章基本涵盖了环境毒理学的基础知识);而对第八章至第十七章来说,主讲教师可以根据本校的实际情况和特点选择部分章节进行讲授。

参加本书编写的有(以章节出现先后为序):山西大学孟紫强(第一、二、四、八、九、十章,第三章第一、二、三节)、北京大学郝卫东(第三章第四节、第十五章第一节)、山西医科大学张志红(第五章)、山东大学刘汝涛(第六章)、山西大学张全喜(第七章)、北京大学郭新彪(第十一、十四章)、青岛大学马爱国和山西农业大学郭掌珍(第十二章)、苏州大学安艳(第十三章)、包头医学院贾玉巧(第十五章第二节)、山西大学李瑞金(第十六章)、山西医科大学白剑英(第十七章)。此外,李睿、尚静、张慧珍和洪喻分别撰写了一篇短文,均以电子资料二维码的形式分别设置在第四章第一、四节及第五章、第十一章正文相关页边。最后由主编统稿。

本书在编写出版过程中,教育部高等学校环境科学与工程类专业教学指导委员会和有关高校领导予以很大关心与支持,特别是高等教育出版社陈正雄副编审给予了热情鼓励和支持,全体编著人员

对此表示衷心感谢。

限于我们的业务水平和编著经验,本书可能存在疏漏和不足之处,欢迎有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见,不胜感谢。

孟紫强

2018.3.25 于太原

## 第二版前言

---

本书第一版是普通高等教育“十五”国家级规划教材,自出版以来,环境毒理学的科研和教学又有了较大发展,尤其是生态毒理学的迅速兴起,促使人们对这两门学科的定义、研究范畴、教学目的和内容等科学问题进行深入研究和重新审度。通过研究和实践,近年来学科领域对于这些问题的认识更为科学、更为确切,更易于操作。以往认为,环境毒理学是研究环境污染物对生物有机体的损害作用及其规律的科学;而目前则认为,环境毒理学是研究环境污染物对人体和人群及相关生物的损害作用及其规律的科学,生态毒理学是研究物理、化学及生物因素特别是环境污染物对非人类生物及其生态系统的损害作用及其规律的科学。根据当前对环境毒理学概念、研究目标和任务的最新理解,本书以环境污染对人体健康的危害为主线,对第一版进行了较大的修改,力求全书内容均符合现代环境毒理学的新概念、新范畴。

环境毒理学是运用物理学、化学、医学和生命科学等多种学科的理论和方法,研究各种环境因素,特别是化学污染物对人体和人群及相关生物的损害作用及其规律的一门新兴学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态平衡、环境与生物多样性等重要问题的工具和手段。因此,学习和掌握环境毒理学的基本理论和方法,对于认识环境问题的实质并寻求解决环境问题的途径是必不可少的。

本书主要介绍现代环境毒理学的基本概念、理论基础和研究方法,全书内容在第一版的基础上新增三章一节;对水环境毒理学和土壤环境毒理学两章作了重新编写;根据当前物理和生物污染日益严重的实际情况,本书除增加环境化学致癌物、肥料的毒性新章节之外,还新增环境光污染、环境噪声污染、环境生物污染等章节,对农药的毒性进行了重新编写,从而使本书的教学适用范围比第一版更为广泛。为了满足读者对环境毒理学和生态毒理学试验方法和技术的需求,我们建议另外编写专门的实验教材,为此在本书中不再设实验课程内容。

近年来,随着生态毒理学及其课程的出现,有人会提到这样的问题:在什么情况下选择开设“环境毒理学”课程或“生态毒理学”课程?我们认为,一般来说,“环境毒理学”课程适合在环境类专业开设,而“生态毒理学”更适合在生态类专业和资源类专业设置;然而也应根据每个学校的专业特色或侧重点、教学基础、实验条件、师资力量等具体情况来定。生态毒理学和环境毒理学有各自不同的目标、任务和内容,对于当前人类面临的严重的环境和生态问题的理解和寻求解决方法都是必不可少的,如果条件允许,两门课程都开设应是更佳选择。

本书由孟紫强(第一、二、三、七、十、十一章)、郝卫东(第四章、第五章第一、二节、第十八章第一节)、马爱国(第五章第三节、第十四、十五章)、郭新彪(第六、十三、十七章)、张志红(第八、九章)、张



波与孟紫强(第十二章)、朱茂祥(第十六章)、贾玉巧(第十八章第二节)及李瑞金(第十九章)等教授编写。最后由孟紫强教授修改定稿。对于各位教授的友情支持和在编著过程中付出的辛劳,作为主编深表谢意。

本书在编写出版过程中,得到教育部高等学校环境科学与工程教学指导委员会和有关学校领导的关心,特别是高等教育出版社陈文编辑给予了热情的鼓励和支持,责任编辑谭燕提出了宝贵的修改意见。为此,全体编著人员表示衷心感谢。

限于我们的业务水平和编写经验,本教材可能存在疏漏和不足之处,希望有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见,使之更臻完善。

孟紫强

2009. 3. 25

# 第一版前言

---

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是环境类专业的专业基础课教材。

环境毒理学是运用物理学、化学、医学和生命科学等多种学科的理论和方法,研究各种环境因素,特别是化学污染物对生物有机体的损害作用及其规律的一门新兴边缘学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态平衡、环境与生物多样性等重要问题的工具和手段。因此,学习和掌握环境毒理学的基本理论和方法,对于认识环境问题的实质并寻求解决环境问题的途径是必不可少的。

本书主要介绍环境毒理学的理论基础和实验方法。它是各位编者在长期教学实践中所用讲义的基础上,参考了近几年来国内外出版的有关环境毒理学、卫生毒理学及毒理学教材和专著,结合近年来环境毒理学的发展和环境保护工作对毒理学知识的需求编写的。全书共十六章,介绍了环境毒理学的理论基础和基本实验技术,论述了它的主要分支学科——大气环境毒理学、水环境毒理学及土壤环境毒理学的主要内容,并对不同环境因子的毒性进行了阐述。此外,还介绍了环境类激素的毒性、环境基因组计划等前沿内容。收录了十六个重要的实验研究方法供教学实习和科研选用。

本书由孟紫强(第一、二、三、七、十章)、郝卫东(第四章和第五章的第一、二节)、马爱国(第五章第三节、第十一、十二章)、郭新彪(第六、十四、十六章)、刘静玲(第八章)、花日茂(第九、十三章)等教授编写。此外,还请耿红博士编写了第十五章并收集整理实验一至实验十一,刘静玲教授收集整理实验十二至实验十六。最后由孟紫强教授统稿。

由于编者业务水平和编写经验有限,书中难免存在疏漏和不足之处,希望有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见,使之更臻完善。

孟紫强

2003. 6. 16

# 目录

---

第一章 绪论 .....	1
一、环境毒理学概念及其与生态毒理学的关系 .....	1
二、环境毒理学的研究对象、任务和内容 .....	3
三、环境毒理学的应用 .....	4
四、环境毒理学的分支学科 .....	5
五、环境毒理学研究的基本方法 .....	6
思考题 .....	8
第二章 环境化学物的人体吸收与体内生物转化 .....	9
第一节 人体吸收、分布及排泄 .....	9
一、生物膜的结构与功能 .....	9
二、生物膜的转运方式 .....	10
三、吸收 .....	12
四、分布与贮存 .....	15
五、排泄 .....	17
第二节 生物转化 .....	19
一、反应类型 .....	20
二、影响因素 .....	32
思考题 .....	35
第三章 环境化学物的毒性作用及其机理 .....	37
第一节 毒性作用及类型 .....	37
一、基本概念 .....	37
二、毒性作用的类型 .....	42
三、联合毒性作用 .....	45
四、环境健康效应谱 .....	46

第二节 毒性作用机理 .....	49
一、对生物分子结构与功能的作用 .....	50
二、对细胞基因表达调控的作用 .....	55
三、对细胞结构与功能的作用 .....	57
四、修复与修复障碍 .....	60
第三节 毒性作用的影响因素 .....	61
一、环境化学物的结构与性质 .....	61
二、机体状况 .....	64
三、接触条件 .....	65
四、环境因素 .....	66
第四节 特殊毒性及其作用机理 .....	67
一、遗传毒性 .....	67
二、致癌作用 .....	73
三、生殖发育毒性 .....	77
思考题 .....	82
第四章 大气环境毒理学 .....	84
第一节 概述 .....	84
一、大气环境毒理学概念 .....	84
二、大气环境污染的来源与类型 .....	84
三、一次污染物与二次污染物 .....	85
四、室内环境空气污染 .....	85
第二节 大气环境污染对健康的影响 .....	86
一、大气污染物的毒性特征 .....	86
二、对健康的影响 .....	87
第三节 大气环境气态污染物的毒性作用 .....	90
一、二氧化硫 .....	90
二、氮氧化物 .....	95
三、光化学烟雾 .....	99
第四节 大气颗粒物的毒性作用 .....	102
一、来源、类别及其在呼吸系统的转归 .....	102
二、化学组成与生物成分 .....	104
三、对健康的影响 .....	104
四、毒性作用及影响因素 .....	106
五、致癌作用与机理 .....	108
思考题 .....	109
第五章 水环境毒理学 .....	110
第一节 概述 .....	110

一、水圈与水体 .....	110
二、水体污染物的类型 .....	110
三、水体污染物的迁移转化与生物富集 .....	111
第二节 水环境污染对健康的影响 .....	111
一、急性和慢性中毒 .....	112
二、致突变、致癌和致畸作用 .....	112
三、公害病 .....	112
四、生物地球化学性疾病 .....	113
第三节 水环境污染物的毒性作用及其机理 .....	113
一、藻毒素 .....	113
二、氯化消毒副产物 .....	117
三、氰化物 .....	119
四、酚类 .....	120
五、氟化物 .....	121
思考题 .....	122
第六章 土壤环境毒理学 .....	123
第一节 土壤的组成和性状 .....	123
一、土壤的组成 .....	123
二、土壤的一般性状 .....	123
第二节 土壤的污染和自净 .....	124
一、我国土壤环境质量现状 .....	124
二、土壤污染物的来源、类型和特点 .....	124
三、土壤污染的自净 .....	127
第三节 土壤污染对健康的影响 .....	127
一、土壤污染物进入人体的途径 .....	127
二、土壤无机物污染 .....	128
三、土壤有机物污染 .....	129
思考题 .....	129
第七章 工业环境毒理学 .....	130
第一节 概述 .....	130
第二节 工业环境有毒污染物的种类及来源 .....	130
一、按工业行业划分 .....	131
二、按有毒污染物的理化特性划分 .....	133
第三节 工业环境有毒污染物的毒性 .....	133
一、金属与类金属 .....	133
二、有毒气体 .....	136

三、工业性粉尘 .....	138
思考题 .....	141
第八章 金属的毒性 .....	142
第一节 概述 .....	142
第二节 汞 .....	143
一、汞污染的来源与行为 .....	143
二、汞的理化性质 .....	144
三、汞的代谢 .....	144
四、汞的毒性作用及其机理 .....	145
第三节 铅 .....	148
一、铅污染的来源 .....	148
二、铅的理化性质 .....	148
三、铅的代谢 .....	148
四、铅的毒性作用及其机理 .....	149
第四节 镉 .....	155
一、镉污染的来源与生物富集 .....	155
二、镉的理化性质 .....	156
三、镉的代谢 .....	156
四、镉的毒性作用及其机理 .....	157
思考题 .....	161
第九章 农药与肥料的毒性 .....	162
第一节 农药概述 .....	162
一、农药的概念 .....	162
二、农药的分类 .....	162
三、农药的发展 .....	163
四、农药的效益与危害 .....	163
第二节 农药的毒性作用 .....	164
一、农药中毒途径 .....	164
二、农药急性中毒 .....	165
三、农药慢性中毒 .....	166
第三节 几种重要农药的毒性作用 .....	167
一、有机氯农药 .....	167
二、有机磷农药 .....	171
三、氨基甲酸酯类农药 .....	177
四、拟除虫菊酯类农药 .....	179
五、除草剂 .....	181

第四节 肥料的毒性 .....	184
一、概述 .....	184
二、肥料污染及其毒害 .....	185
思考题 .....	186
第十章 环境化学致癌物 .....	188
第一节 多环芳烃 .....	188
一、多环芳烃的性质、种类与生成 .....	189
二、对多环芳烃的吸收 .....	190
三、多环芳烃的致癌作用及其机理 .....	190
四、影响多环芳烃致癌性的因素 .....	194
五、对多环芳烃的预防控制 .....	196
第二节 其他环境有机致癌物 .....	196
一、芳香族氨基和硝基化合物 .....	196
二、N-亚硝胺类化合物 .....	197
三、多氯联苯 .....	200
四、生物烷化剂 .....	201
五、氯乙烯 .....	201
第三节 环境无机致癌物 .....	202
一、重金属和类金属 .....	202
二、石棉 .....	207
第四节 生物源化学致癌物 .....	208
一、黄曲霉毒素 .....	208
二、植物中的致癌物 .....	211
思考题 .....	212
第十一章 环境内分泌干扰物 .....	213
第一节 概述 .....	213
一、环境内分泌干扰物的分类 .....	213
二、环境内分泌干扰物的污染 .....	214
三、环境内分泌干扰物的常见毒性 .....	215
第二节 典型环境内分泌干扰物的毒性 .....	217
一、二噁英类 .....	217
二、多溴联苯醚 .....	218
三、双酚 A .....	219
四、邻苯二甲酸酯类 .....	219
思考题 .....	220

第十二章 石油的毒性 .....	221
第一节 概述 .....	221
一、石油对环境的污染 .....	221
二、石油的主要化学成分 .....	222
第二节 原油及其含硫化合物的毒性 .....	223
一、原油的毒性 .....	223
二、含硫化合物的毒性 .....	224
第三节 石油馏分的毒性 .....	225
一、液化石油气 .....	225
二、汽油 .....	225
三、柴油 .....	226
四、石蜡 .....	227
五、沥青 .....	227
第四节 石油燃烧产物的毒性 .....	227
一、一氧化碳 .....	228
二、颗粒物 .....	228
三、硝基多环芳烃 .....	229
第五节 炼油环境污染对健康的影响 .....	229
思考题 .....	229
第十三章 环境电离辐射 .....	231
第一节 电离辐射的基本概念 .....	231
一、放射性 .....	231
二、电离辐射的剂量单位 .....	231
三、传能线密度和相对生物学效率 .....	232
四、电离辐射的种类 .....	233
第二节 电离辐射的生物学效应 .....	234
一、概述 .....	234
二、辐射生物效应的分类及主要影响因素 .....	235
三、电离辐射对生物分子的作用 .....	236
四、电离辐射对细胞的作用 .....	238
五、电离辐射对机体组织器官和系统的作用 .....	239
六、电离辐射的致癌效应与遗传效应 .....	241
七、放射性核素内照射生物学效应 .....	241
八、小剂量外照射生物学效应 .....	243
第三节 环境电离辐射的健康毒理效应 .....	244
一、环境电离辐射的来源 .....	244



二、天然辐射高本底地区流行病学研究 .....	245
三、居室氡及其子体的健康效应 .....	246
四、切尔诺贝利核电站事故流行病学研究 .....	246
五、日本福岛核电站事故风险 .....	248
第四节 环境电离辐射的安全与防护 .....	248
一、放射卫生防护标准 .....	248
二、电离辐射的卫生防护 .....	250
三、核辐射事故医学应急处理 .....	251
思考题 .....	252
<b>第十四章 环境电磁辐射 .....</b>	<b>253</b>
第一节 环境电磁辐射的概念 .....	253
第二节 环境电磁辐射源和污染状况 .....	254
一、环境电磁辐射源的类型 .....	254
二、环境电磁辐射污染状况 .....	255
第三节 电磁辐射对健康的影响 .....	255
一、对神经系统的影响 .....	256
二、对心血管系统的影响 .....	256
三、对内分泌功能及代谢的影响 .....	256
四、对免疫功能的影响 .....	256
五、对生殖系统和胎儿发育的影响 .....	256
六、电磁辐射的致癌作用 .....	257
七、电磁过敏症 .....	259
第四节 环境电磁辐射的防护和管理 .....	259
思考题 .....	262
<b>第十五章 环境光和噪声污染 .....</b>	<b>263</b>
第一节 环境光污染 .....	263
一、可见光 .....	263
二、紫外线 .....	265
三、红外线 .....	267
四、激光 .....	269
第二节 环境噪声污染 .....	270
一、声的基本概念 .....	271
二、环境噪声的来源及特点 .....	272
三、环境噪声对健康的影响 .....	273
四、环境噪声危害的防治措施 .....	276
思考题 .....	278