

裘著革 主编 李君文 王福玉 副主编

环境卫生 纳米应用技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环境卫生纳米应用技术

裘著革 主 编

李君文 王福玉 副主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境卫生纳米应用技术/裘著革主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 3
ISBN 7-5025-5398-3

I. 环… II. 裘… III. 纳米材料-应用-大气卫生-卫生检测 IV. R122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 035004 号

环境卫生纳米应用技术

裘著革 主编

李君文 王福玉 副主编

责任编辑: 董琳

责任校对: 顾淑云 宋玮

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 6 字数 124 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5398-3/X·428

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《环境卫生纳米应用技术》编写委员会

主 编 袁著革

副主编 李君文 王福玉

委 员 (以姓氏笔画为序)

王福玉 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

尹 静 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

杨丹凤 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

李君文 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

吴铭权 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

段惠莉 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

袁著革 军事医学科学院卫生学环境医学研究所

序

环境卫生学是一门研究环境与人群健康的科学。通过对环境因素的监测与评价,深入研究环境各种有利因素对人群健康的作用与使用范围,不利环境因素对机体健康的危害,以及危害因素的控制措施,构成了环境卫生学研究的核心内容和重点。因此,环境卫生学的本质是一门与人群健康息息相关的学科。

近年来环境卫生学的研究不断深入,在大气卫生、给水卫生、室内空气等诸多领域取得了许多重要的研究成果。这些成果的取得一方面得益于社会对环境的需求和人们环境意识的提高,另一个重要的方面则与一些相关学科新技术的飞速发展和新方法的不断涌现密切相关。例如,分子生物学技术的引入使得环境污染物对机体的影响研究深入到细胞与分子水平,一些污染物近期和远期的影响正逐步阐明。而对许多学科具有极大推动作用的新技术——纳米技术的应用,则给环境卫生学的发展带来了新的契机。值得关注的科学问题有,纳米新材料应用于环境致病微生物的检测与消毒,环境化学污染物的痕量和在线分析,室内空气与饮用水的净化新技术与新材料等,都是具有广阔应用前景的研究课题,对于推动技术进步,保护人群健康具有重要意义。

本书围绕纳米技术在环境卫生学中的应用这一主题,

探讨了纳米技术应用于环境监测、环境保护以及健康效应研究等方面的进展和发展前景，有很好的先进性和实用性，它的出版将对纳米技术在环境卫生学中的研究起到一定的推动作用。

中华预防医学会副会长
中华预防医学会环境卫生学分会主任委员
军事医学科学院研究员
晁福寰

前 言

环境卫生学是研究自然环境和生活居住环境与人群健康的关系，阐明环境对人群健康影响的发生和发展规律，为制定环境卫生标准提供卫生学依据，并研究利用有利环境因素和控制不利环境因素的预防对策的科学。环境卫生学是预防医学的重要分支学科，也是环境科学的一个重要组成部分。其研究对象是以人为中心的环境，包括人类赖以生存的自然环境和生活居住环境。这些环境不仅为人类生活所必需，且其组成和质量与人群健康的关系至为密切。因此，发展这些环境有害因素检测、生物效应和污染控制措施的相关技术是非常重要的。

纳米技术在环境科学特别是其分支学科环境卫生领域的应用，在 20 世纪 90 年代得以飞速发展。主要研究方向包括三个方面，一是环境监测技术，主要应用于环境致病微生物以及环境化学污染物的检测，其优点简便、快速，在提高灵敏度和特异性的同时，还可实现定量、半定量检测及多元检测。二是污染控制技术，应用于环境化学污染物的净化与去除，如净化室内空气中挥发性有机物的纳米光催化技术、纳米涂料，饮用水纳米过滤技术等。三是应用于环境致病微生物的消毒技术，开发针对高致病性病原微生物的快速、高效、二次污染少的消毒方法和消毒剂，满足生物反恐、医院、牲畜和家禽饲养厂以及各类公共场

所消毒需要。

本书就是在这样一个“纳米与环境”研究备受重视的背景和基础上产生的。主要编写人员大多是活跃在国内环境卫生学领域的年轻专家，他们都在承担着国家科技部、国家自然科学基金委员会、天津市科学技术委员会、总后勤部卫生部、军事医学科学院等部门资助的一些纳米环境卫生学相关科研项目。因此，本书既是他们对国内外纳米技术在环境卫生学中应用文献的调研，也是他们科研工作的总结和体会。全书共分八章，内容包括环境纳米技术概论、纳米颗粒在环境卫生检测中的应用、纳米免疫胶体金技术检测环境致病微生物、纳米环保涂料、纳米技术在室内空气净化中的应用、纳米技术在污水处理中的应用、纳滤技术在饮用水处理中的应用、纳米消毒技术与纳米消毒剂等。应该说这些内容基本上反映了我国在纳米环境卫生学研究中的最新成就。

参加本书编写的有裘著革（博士后）副研究员（第一章、第七章），李君文（博士）研究员（第三章），王福玉副研究员（第六章、第八章），杨丹凤（博士研究生）助理研究员（第四章），尹静（博士研究生）助理研究员（第五章），段惠莉（博士研究生）（第二章）。最后由裘著革副研究员对全书进行了统稿和审校。本书的编著中，得到国家科技部“十五”社会公益基金“居住环境监测及其对人体健康影响的作用机理”（项目批准号：2001DIA10001）、国家科技部“十五”科技攻关项目“室内空气重要污染物健康危害评价关键技术”（项目批准号：2001BA704B01）、天津市自然科学基金“室内空气纳米光催化净化新技术研究”

(项目批准号: 033607111) 的资助。本书的第一章概论部分的第二节“纳米粒子的理化特性”, 着重参考了和引用了张立德、牟季美先生编著的《纳米材料和纳米结构》, 施周、张文辉先生编著的《环境纳米技术》的有关内容。在此向所有参加和支持本书编写和出版的同志表示衷心的感谢。

由于时间仓促, 加之编者水平所限, 不足之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月

内 容 提 要

本书共分8章,内容包括环境卫生纳米应用技术概论、纳米颗粒在环境卫生检测中的应用、纳米免疫胶体金技术检测环境致病微生物、纳米环保涂料、纳米技术在室内空气净化中的应用、纳米技术在污水处理中的应用、纳滤技术在饮用水处理中的应用、纳米消毒技术与纳米消毒剂等。

本书基本反映了国内外纳米技术在环境卫生学领域应用研究的最新水平,具有较强的实用性,可供大专院校、科研机构相关专业的师生和研究工作者参阅。

目 录

第一章 环境卫生纳米应用技术概论	1
第一节 纳米科技简介	1
一、纳米与纳米科技	1
二、纳米科技的分类	2
三、纳米科技的主要应用技术	2
第二节 纳米微粒的理化特性	3
一、一般效应	3
二、纳米微粒的物理特性	4
三、纳米微粒的化学特性	5
第三节 纳米科技在环境卫生中的应用	6
一、环境监测中的纳米技术	6
二、污染控制技术	6
三、环境致病微生物的消毒技术	7
参考文献	8
第二章 纳米颗粒在环境卫生检测中的应用	9
第一节 核酸检测	9
一、寡核苷酸纳米颗粒探针	9
二、CdS 纳米颗粒荧光探针	10
三、遗传学变异检测——BEAMing 法	10
四、DNA 分子分类检测	11
第二节 蛋白质检测	12
一、“生物条码”检测蛋白质	12

二、量子点探针检测蛋白质	12
第三节 在细胞检测中的应用	13
一、细胞凋亡的检测	13
二、细胞生长发育的观察	14
第四节 在微生物检测中的应用	14
一、与特异性抗体连接, 进行精确定位	14
二、在基因芯片中作为显色剂	14
第五节 在体内组织检测中的应用	15
一、纳米颗粒在磁共振成像检测中的应用	15
二、纳米颗粒在肿瘤靶向治疗中的作用	15
第六节 其他检测方法	16
一、生物传感器	16
二、超导量子干涉装置高分辨测量技术	17
三、共振光散射颗粒	18
四、纳米点	19
第七节 展望	19
参考文献	21
第三章 纳米免疫胶体金技术检测环境致病微生物	24
第一节 斑点免疫金渗滤法	24
一、原理	24
二、斑点免疫金渗滤法在检测中的应用	25
第二节 免疫层析法	31
一、免疫层析技术原理及各种标记方法	32
二、免疫层析技术的应用	36
第三节 展望	38
一、定量、半定量检测	38
二、多元检测	39

参考文献	40
第四章 纳米环保涂料研究	45
第一节 引言	45
一、涂料在国民经济中的重要作用	45
二、涂料中的挥发性有机物	45
三、环保涂料	47
第二节 纳米环保涂料的发展历程	50
一、涂料的产生	50
二、纳米环保涂料的提出	51
第三节 纳米涂料的基本概念和术语	51
一、纳米的概念	51
二、纳米材料	51
三、纳米材料的基本特点	52
四、纳米技术	54
五、纳米涂料	54
第四节 纳米涂料的分类及其性能	55
一、耐老化型涂料	55
二、隐身型涂料	56
三、导电型涂料	57
四、抗菌型涂料	58
第五节 纳米 TiO_2 在涂料中的应用	60
一、纳米 TiO_2 的特性	60
二、纳米 TiO_2 晶型选择	60
三、纳米 TiO_2 在涂料中的应用	61
第六节 纳米复合涂料的制备	62
第七节 纳米环保涂料的性能测定	64
第八节 国内外纳米环保涂料的研究开发和	

产业化现状	65
一、国外纳米涂料的研究与开发	66
二、我国纳米涂料的研究开发机遇和挑战	66
参考文献	71
第五章 纳米光催化技术在工业废水深度	
处理中的应用	73
第一节 纳米技术概述	73
一、纳米技术的基本概念	73
二、纳米材料的特性	74
第二节 半导体光催化技术介绍	75
一、多相催化技术	75
二、半导体光催化技术	75
三、纳米 TiO_2 光催化技术机理	76
第三节 纳米 TiO_2 的制备	77
一、物理法	78
二、化学法	78
第四节 纳米 TiO_2 固定化技术研究进展	85
一、溶胶-凝胶法	86
二、活化反应蒸汽技术	87
三、纳米 TiO_2 粉末制膜	87
第五节 影响纳米 TiO_2 光催化活性的因素	89
一、晶型的影响	89
二、粒子尺寸的影响	90
三、缺陷的影响	90
四、反应温度的影响	91
五、pH 值的影响	91
六、光源与光强的影响	92

七、纳米 TiO_2 光催化剂投加量的影响	93
八、反应物浓度的影响	93
九、盐的影响	94
第六节 纳米 TiO_2 光催化技术在工业废水	
深度处理中的应用	95
一、水体中有机化合物降解方面的研究	95
二、水体中无机物的光催化降解研究	105
第七节 其他纳米光催化材料在工业废水深度	
处理中的应用	108
第八节 结束语	109
参考文献	110
第六章 纳滤技术在饮用水处理中的应用	118
第一节 饮水卫生与健康	118
一、生物地球化学性疾病	118
二、急慢性中毒	119
三、致突变、致癌和致畸作用	120
四、公害病	121
五、介水传染病	121
第二节 饮用水的卫生要求	121
一、细菌学指标	121
二、化学性指标	121
三、感官指标	121
四、生活饮用水卫生规范	122
第三节 传统饮用水处理方法的缺陷	125
一、饮用水中的农药及对人体的危害	126
二、饮用水中含有的无机有毒物及其对	
人体的危害	127

三、饮用水中的致病微生物	127
第四节 饮用水处理中的纳滤膜	128
一、膜过滤技术	128
二、膜过滤技术处理饮用水的效果	128
三、纳滤膜的特点	130
四、纳滤膜的分离机理	131
五、纳滤膜的分类	133
六、纳滤膜的有关特性	136
七、膜的污染与控制	137
八、纳滤膜组器	139
第五节 纳滤技术在饮用水处理中的效果	140
一、饮用水处理中纳滤膜的选择	140
二、膜软化	141
三、纳滤膜其他应用	142
第六节 饮用水处理中纳滤技术的发展	144
参考文献	145

第七章 纳米光催化技术在室内空气污染

净化中的应用	147
第一节 影响室内空气质量的主要污染因素	147
一、化学污染因素	147
二、物理污染因素	148
三、生物污染因素	148
第二节 室内空气污染健康效应	149
一、室内空气污染暴露相关的呼吸系统健康效应	149
二、室内空气污染暴露相关的过敏疾病	149
三、室内空气污染的致癌作用	149
四、室内空气污染相关的神经系统毒性作用	150

五、室内空气污染相关的心血管系统效应	150
第三节 室内空气净化方法	150
一、吸附过滤净化技术	150
二、低温等离子体技术	151
三、臭氧净化技术	151
四、光催化技术	151
第四节 纳米光催化技术	152
一、 TiO_2 光催化降解空气污染物作用原理	152
二、光催化剂的制备	153
三、纳米光催化技术在室内空气净化中的应用	153
参考文献	156
第八章 纳米消毒技术	157
第一节 常见的消毒方法及其特点	157
一、物理消毒	157
二、化学消毒	162
三、生物消毒	162
第二节 纳米消毒剂及其特点	163
一、概念	163
二、种类	163
三、性质	163
四、杀菌机制	164
第三节 纳米消毒产品及其用途	165
一、纳米超高效杀菌消毒净水剂	165
二、皮肤黏膜纳米抗菌剂	166
三、抗菌纤维与纺织品	166
四、抗菌喷涂剂	167
五、纳米技术在水产消毒中应用	167
参考文献	171