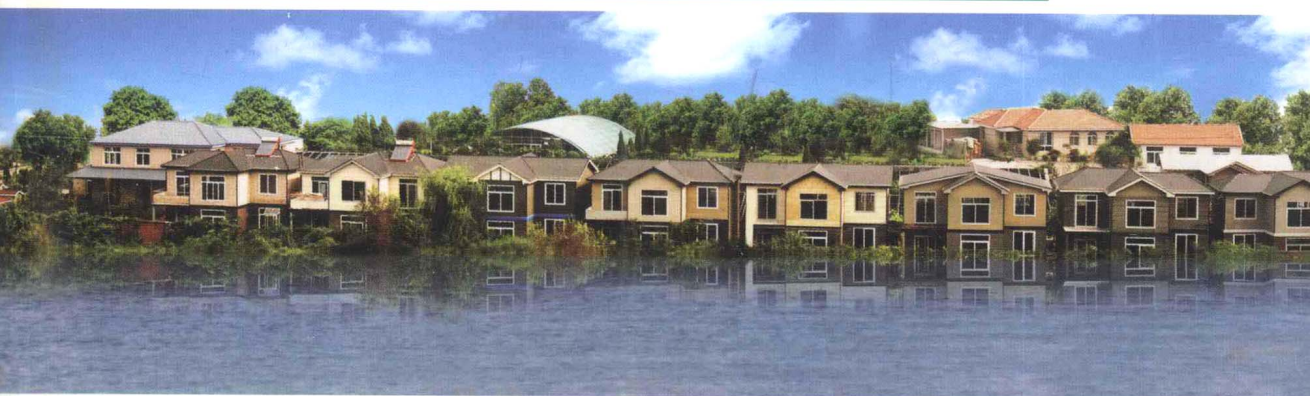


Environmental Pollution Control Technology
and its Application in New Rural Construction

新农村建设

环境污染治理 技术与应用



主 编 周家正

副主编 魏俊峰 阎振元 张卓然



科学出版社
www.sciencep.com

新农村建设 环境污染治理技术与应用

**Environmental Pollution Control Technology and its
Application in New Rural Construction**

周家正 主 编
魏俊峰 阎振元 张卓然 副主编

科 学 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

新农村建设环境污染治理技术与应用 / 周家正主编. —北京: 科学出版社, 2010. 10

ISBN 978-7-03-029078-6

I. ①新… II. ①周… III. ①农业环境—环境污染—污染防治—中国
IV. ①X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 187949 号

责任编辑: 牛 玲 刘希胜 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 10 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2010 年 10 月第一次印刷 印张: 39 插页: 4

印数: 1—3 000

字数: 745 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

《新农村建设环境污染治理技术与应用》

编委名单

主 编 周家正
副主编 魏俊峰 阎振元 张卓然
编 委 (按姓氏笔画排序)
于淑萍 大连大学
吕福荣 大连大学
朱志祥 国家环境保护农业废弃物综合利用工程技术中心
朱新宇 大连市环境保护局
严良政 国家环境保护农业废弃物综合利用工程技术中心
李 慧 大连市环境科学设计研究院
张 晶 大连大学
张 令 大连市环境科学设计研究院
张卓然 大连医科大学
陈丽荣 大连大学
杨玉锁 大连大学
周家正 大连金水微生物工程研究所
郑国侠 大连大学
侯关运 大连金水微生物工程研究所
阎振元 国家环境保护农业废弃物综合利用工程技术中心
魏俊峰 大连大学

序

党的十六届五中全会提出了推进社会主义新农村建设的历史任务，这是在当前社会主义建设关键时期我们必须承担和完成的一项重要使命。在努力做到生产发展、生活富裕的同时，治理污染、节约资源、改善农村生态环境是实现乡风文明、村容整洁、全面建设小康社会的重要任务，也是实现人与环境和谐发展的必然要求。

目前，农业资源日趋减少和退化，农村基础生活设施建设和环境管理滞后造成生活污染加剧、水土流失严重、水资源紧缺，农村环境污染带来生态环境质量不断恶化。在这种情况下，如何进行新农村建设，如何在发展农业经济的同时保护农村的生态环境，如何保障农民的生活和身体健康，这涉及农业、农村和农民的“三农”问题，是摆在环保工作者面前的一个难题，但是专门介绍农村环境建设的书籍却寥寥无几。

周家正从事农村环保及清洁设备的研发工作有 20 余年，积累了丰富的工作经验和科研成果，具有较高的学术水平和创新思路。他主编的《新农村建设环境污染治理技术与应用》一书，全面阐述新农村建设中的环保设计与治理，包括农村污水、垃圾废物、人畜粪便等污染物的治理技术与应用，并根据农村居住分散、污染源复杂、污染严重和治理的投资力度不大等特点，提出关于农村急需的、切实可行的治理技术与措施，主张农村污染要从源头进行治理，推荐了单元式和移动式的设计、生物与膜技术有机结合等新技术和新理念；并对某些前沿问题进行了有益的探索和尝试。该书是环保学科的基础理论与应用实践相结合的范本，既新颖又实用，使读者能获得新的启迪和灵感，特别是在新农村建设中具有重要的参考价值和指导意义，将促进农村环境污染治理工作的健康发展，加快新农村建设的步伐。

对有志投身于社会主义新农村建设的环保工作者和工程技术人员来说，《新农村建设环境污染治理技术与应用》一书不仅是案头的工具，也应该是工作的伴侣。

于越峰

中国环境保护产业协会副会长

2010 年于北京

前 言

中国是一个发展中的农业大国，农业是中国的第一产业，作为能解决穿衣吃饭问题的农业发展举足轻重。在 2010 年的中央一号文件中提到“夯实打牢农业农村发展基础，协调推进工业化、城镇化和农业现代化，努力形成城乡经济社会发展一体化新格局”。但在新农村建设的道路上，在农村城镇化的进程中，仍然看到农村经济发展滞后的影子。目前，我国农村仍有 3.6 亿人的饮用水不安全，即占 40% 的农村人口尚未解决饮水问题；乡镇企业和畜禽养殖场的点源污染，现代农业生产带来的面源污染；农村每年产生 1.2 亿 t 生活垃圾几乎是露天堆放，农村生活污水日排放量达 2320.5 万 t，而且几乎全部直排；城市垃圾及工业污水等逐渐向农村蔓延。面对这些问题我们该怎么做？我们能否为新农村的建设提点建议，能否为农村的环保事业提供一些方法与技术？我们想用多年来在农村环境污染治理方面的一些科研成果为新农村建设出点主意，这就是我们编写此书的初衷。作为从事农村环保工作的人员应以科学发展观为指导，以改善农村环境质量为目标，以清洁家园、清洁水源、清洁田园、清洁能源为己任。我们期待着阳光明媚、蓝天碧水的新农村的出现。

本书共三篇 22 章。第一篇论述新农村建设与环境保护，介绍关于农村环境污染治理的法规；第二篇为农村环境污染治理基本技术；第三篇论述农村环境污染治理应用技术，针对新农村建设环境污染中最急需解决的技术问题，介绍对农村生活垃圾、人与畜禽粪便、生活污水等的规范处理模式和治理技术，还有农村饮用水、畜禽粪便治理的综合利用，以及具有特色的单元式农村污水处理站等成功的应用实例。本书的特点是从中国农村的实际出发，坚持以基础理论和应用实践相结合；内容向实际应用倾斜，向成熟技术倾斜；做到内容深入浅出、通俗易懂、图文并茂。

本书在编写过程中得到大连市环境科学设计研究院、大连大学、大连金水微生物工程研究所等单位的支持，金水微生物工程研究所的曲新、李岩、田雪等为本书收集资料和录入，王沥漉为本书绘制了全部新添的插图，在此一并表示感谢。

本书由于编写时间仓促，加之作者的技术水平和编写能力有限，不足之处在所难免，恳请广大读者与同仁批评指正。

周家正
2010 年 5 月

本书常用术语缩写

英文缩写	英文全文	中文
AF	anaerobic filter	厌氧滤池
AOB	ammonium oxidizing bacteria	氨氧化菌
ASC	activated sludge culture	活性污泥培养
ASP	activated sludge process	活性污泥法
BABE	bioaugmentation batch enhanced	生物强化 / 间接富集
BATOW	biological aerobic treatment of wastewater	废水好氧生物处理
BOD	biological oxygen demand	生物需氧量
BRD	biological rotating disk	生物转盘
BTOW	biological treatment of wastewater	废水生物处理
COD	chemical oxygen demand	化学需氧量
DO	dissolved oxygen	溶解氧
ED	electrodialyzer、electrodialysis	电渗析器、电渗析法
EM	eubiosis microbiota	生态菌群
HRT	hydraulic retention time	水力停留时间
MBR	membrane bioreactor	膜生物反应器
MF	microfiltration	微滤
MLSS	mixed liquor suspended solids	混合液悬浮固体浓度
MLVSS	mixed liquor volatile suspended solids	混合液挥发性悬浮固体浓度
MST	membrane separation technique	膜分离技术
NF	nanofiltration	纳滤
NH ₃ -N	ammonia-nitrogen	氨态氮

续表

英文缩写	英文全文	中文
NOB	nitrite oxidizing bacteria	亚硝酸氧化菌
N-organ	organic- nitrogen	有机氮
NTU	nephelometric turbidity unit	散射浊度单位
PCP	pentachlorophenol	五氯酚
Poly-P	phosphorus polymer	聚合磷
P-organ	organic phosphorus	有机磷
PST	primary sedimentation tank	初次沉淀池
RO	reverse osmosis	反渗透
ROP	reverse osmosis process	反渗透法
SBR	sequence batch reactor	序批式活性污泥法
SRT	biological solids retention	生物固体停留时间
SRT	sludge retention time	固体污泥停留时间
SS	suspended solid	悬浮固体浓度
SST	secondary sedimentation tank	二次沉淀池
SVI	sludge volume index	污泥容积系数 (污泥指数)
THOD	theoretical oxygen demand	理论需氧量
TKN	total Kjeldahl nitrogen	总凯氏氮
TN	total nitrogen	总氮
TOC	total organic carbon	总有机碳
TOD	total oxygen demand	总需氧量
TP	total phosphorus	总磷
TS	total solids	总固体
UASB	upflow anaerobic sludge blanket	升流式厌氧污泥
UF	ultra filtration	超滤

目 录

序

前言

本书常用术语缩写

第一篇 新农村建设与环境保护

第一章 农村环境污染现状与新农村建设	3
第一节 农村生态环境及环境的污染	3
第二节 新农村建设现状	8
第三节 新农村环境污染治理的特点及前景展望	11
第二章 新农村环境污染治理的相关法律及环保政策和措施	16
第一节 农村饮用水安全相关的法律法规及环保政策	16
第二节 农村生活污水及垃圾治理相关政策	20
第三节 农药、化肥使用相关的法律法规及要求	22
第四节 畜禽粪便处理的相关法律法规和规章	23
第五节 加强法制建设、规划农村发展	25

第二篇 农村环境污染治理基本技术

第三章 污染治理技术简介	31
第一节 饮用水安全与污水污染控制技术	31
第二节 固体废物污染防治技术	57
第四章 水的物理处理	62
第一节 格栅和筛网	62
第二节 沉淀的基础理论	66
第三节 沉砂池	71
第四节 沉淀池	75
第五节 隔油和破乳	84

第六节 浮上法	87
第五章 水的化学处理	97
第一节 混凝	97
第二节 深层过滤	103
第三节 吸附法	109
第四节 离子交换	118
第五节 萃取	126
第六节 消毒	130
第六章 废水生物处理的基本原理	138
第一节 废水生物处理的微生物学基础	139
第二节 废水生物处理的微生物学原理	171
第三节 废水的好氧生物处理	183
第四节 废水的厌氧生物处理	193
第七章 废水好氧生物处理 (1) ——活性污泥	199
第一节 基本概念	199
第二节 活性污泥法的运行方式	205
第三节 气体传递原理和曝气系统	215
第四节 活性污泥系统的工艺设计	222
第五节 活性污泥法的运行管理	225
第八章 废水好氧生物处理工艺 (2) ——生物膜法	230
第一节 生物膜法的基本原理	230
第二节 生物滤池	233
第三节 生物转盘	238
第四节 生物接触氧化法	241
第五节 生物流化床	243
第九章 厌氧生物处理工艺	247
第一节 厌氧生物处理法的基本原理	248
第二节 厌氧生物处理法的工艺	253
第十章 天然生物处理工艺	266
第一节 稳定塘	266
第二节 污水土地处理系统	272

第三节 人工湿地	277
第十一章 生物脱氮除磷系统	283
第一节 废水中氮的来源及危害	283
第二节 微生物脱氮	286
第三节 微生物除磷	300
第四节 废水同步除磷脱氮工艺	309
第十二章 水处理新技术的发展和前景	312
第一节 生物强化技术	312
第二节 膜-生物反应器处理工艺	333
第三节 生物处理技术的发展和展望	349
第十三章 固体废物的管理系统	359
第一节 固体废物的概念、来源及分类	359
第二节 固体废物的管理系统	361
第三节 固体废物对人类环境的危害	372
第四节 小城镇垃圾的收集、运输	374
第十四章 固体废物处理技术	378
第一节 固体废物的压实技术	378
第二节 固体废物的破碎技术	380
第三节 固体废物的分选技术	389
第四节 固体废物的脱水与干燥	401
第五节 危险废物的化学处理和固化	404
第十五章 小城镇生活垃圾处理	407
第一节 垃圾堆肥处理	407
第二节 垃圾的热解处理	415
第三节 垃圾的焚烧处理	420
第四节 垃圾填埋	425
第十六章 污泥与放射性固体废物的处理	428
第一节 污泥处理技术	428
第二节 放射性固体废物的处理	437
第十七章 固体废物资源化和最终处置	442
第一节 材料回收系统	442

第二节 生物转化产品的回收	444
第三节 固体废物的最终处置	449

第三篇 农村环境污染治理应用技术

第十八章 农村垃圾的处理	461
第一节 农村的垃圾问题	461
第二节 农村垃圾的处理模式	463
第三节 农村垃圾处理的建议	468
第十九章 农村生活污水处理工艺	471
第一节 农村生活污水污染现状	471
第二节 农村生活污水的水质特征和排放特点	471
第三节 适合农村生活污水处理的工艺	473
第四节 农村生活污水处理工艺的发展前景	478
第二十章 农村人粪便的处理及生态厕所	481
第一节 农村的粪便处理现状	481
第二节 生态卫生厕所	497
第二十一章 畜禽粪便的处理与资源化	504
第一节 畜禽粪便的污染特性、治理目标及管理体系	504
第二节 畜禽粪便的收运和预处理	513
第三节 畜禽粪便臭气的控制技术	517
第四节 畜禽粪便污水处理模式与技术	521
第五节 畜禽粪便的资源化技术	537
第二十二章 新农村建设环境污染治理技术推荐	545
第一节 农村饮用水现状和实用处理技术	545
第二节 膜生物反应器在污水处理方面的应用	557
第三节 畜禽粪便处理设备与有机肥生产	566
第四节 农村沼气发酵及综合利用技术	577
第五节 高效复合生物反应器	592
第六节 生物反应器与膜技术相结合的单元式农村污水处理站	599
索引	606

第一篇 新农村建设与环境保护



第一章 农村环境污染现状与新农村建设

第一节 农村生态环境及环境的污染

一、我国农村的生态环境

生态环境是人类赖以生存和发展的基本条件，是农业生产和农村经济发展的基础。我国长期以来，地域和人口的重点都在农村。改革开放以后，农村经济的不断发展、农业综合开发规模和乡镇工业对资源的利用强度在日益扩大，使农村本来就短缺的资源和脆弱的生态环境面临着越来越大的压力。保护和建设好生态环境、建设良性循环的生态农业、实现农业可持续发展，是我国现代化农业建设的一项基本方针。近年来，我国政府在环境保护方面做出了巨大的努力。生态农业建设、环境保护和绿色食品生产得到了重视和加强，促使我国农业经济继续保持稳定增长的良好态势。但是，不能不看到，我国农村所面临的生态环境形势还相当严峻，水源污染、水土流失、荒漠化、森林和草地功能衰退等生态问题比较突出。

1. 农业资源日趋减少和退化

农业资源在日趋减少和退化，主要原因是：①工业化、城镇化进程使耕地减少。自1998年以来，工业化、城镇化以及其他各种原因的非农业使用土地等使耕地面积大幅度减少，年均减少超过66.7万 hm^2 ，部分沿海省（直辖市）的人均耕地面积已经低于联合国粮食及农业组织提出的0.8亩（1亩=1/15 hm^2 ）警戒线。②环境污染造成耕地减少。我国酸雨面积已占国土面积的40%以上；重金属污染面积至少有2000万 hm^2 ，农药污染面积1300万~1600万 hm^2 ；我国因固体废物堆放而被占用和毁损的农田面积达13.3万 hm^2 以上。③农田退化：我国目前土地质量差、退化严重的区域也就是我国生态环境恶化严重的区域，我国农田退化面积占农田总面积的20%。

2. 水土流失日趋严重

由于森林、草地被严重破坏，水域、湿地的不适当开垦，我国目前水土流失

面积达 3.67 亿 hm^2 ，占国土总面积的 38%，而且还在以每年 100 万 hm^2 的速度递增，全国每年因水土流失而损失的土壤为 50 亿 t，带走的 N、P、K 营养元素超过了全国年产生化肥的总量；因水土流失而毁掉的耕地达 27 亿 hm^2 ，年均损失约 600 万 hm^2 。我国水土流失的特点是：流失面积大，波及范围广，发展速度快，侵蚀模数高，泥沙流失量大，危害严重。

3. 草原退化、土地荒漠化加速发展

由于持续干旱和超载放牧，加之牧区水利建设长期滞后等原因，我国草原退化、沙化严重。全国牧区饲草料灌溉面积仅占可利用草原面积的 0.4%，与 20 世纪 80 年代初相比，天然草原载畜能力下降了约 30%，而载畜量却增加了 46%。目前全国牧区 2.248 亿 hm^2 ，可利用草原近 90% 出现不同程度的退化、沙化。一些生态严重恶化的地区，河流断流、湖泊干涸、湿地萎缩、绿洲消失，生物多样性减少，有的地方丧失了人类基本居住条件。近 5 年来，牧区已有 26 万人不得不搬迁移居。同时，我国土地荒漠化正在加速发展。全国荒漠化面积 26 220 万 hm^2 ，占国土总面积的 27.3%。目前沙漠化土地以每年 24.6 万 hm^2 的速度发展，因此而造成的草场退化达 84.188 亿 hm^2 ，耕地退化达 2.838 亿 hm^2 ，造成了巨大的经济损失和严重的生态后果。

4. 淡水资源严重紧缺

我国是世界公认的贫水国。目前农村水资源的特点是：① 缺水严重，全国农田平均受旱面积由 20 世纪 70 年代的 170 亿 hm^2 ，增加到 1997 年的 500 亿 hm^2 。每年因缺水造成的粮食减产 750 亿 ~ 1000 亿 kg；每年有 1400 亿 hm^2 草场缺水；有约 8000 万农村人口和 4000 多万头牲畜饮水困难。② 水利用效率低，水资源浪费严重。目前我国农业灌溉水的利用系数仅为 0.3 ~ 0.4，水的粮食生产效率为 $0.8\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，不及发达国家的一半。③ 开采利用不合理，加上河流的上、下游用水缺乏科学规划和统筹调度，近年来，在缺水地区争水、断流经常发生，导致环境退化严重、旱化加剧、生物多样性受损。对地下水的掠夺性开采，引起了一系列的生态退化问题。

5. 内源性环境污染带来的生态问题

由农药、化肥、农膜、兽药、粪便及秸秆引起的污染为内源性环境污染 (endogenous environment pollution)。农村经济的发展，使这些内源性污染物的使用量大大增加，已对农村环境造成了严重的面源污染，许多河道发黑，河岸杂草丛生，垃圾成堆；不少农田土壤层有害元素含量超标、板结硬化，农村水环境的

恶化不仅危及农民的身体健康,也影响了农产品的安全。许多乡村特别是乡镇企业发达地区和开发项目比较多的地区,很难找到“一块净土”、“一方净水”。现在很多地方大力开展农村旅游业,从某种程度上,农村旅游业是推动了农村经济的发展,增加了当地人民的人均收入,提高了当地人民的生活水平,但同时也给环境带了严重的污染。要发展旅游业,首先就要解决交通、餐饮、住宿、娱乐、购物等方面的问题,但环境污染也随之产生,比如对大气的影晌、对水体环境的影响、噪声污染、对动植物的破坏和干扰、对景观环境的破坏等方面。

6. 人口增长给生态环境带来的压力

人口的增长始终是我国农村生态环境改善和农村经济发展的一大制约因素。我国的许多生态问题、环境问题,无不与人口重负这个问题直接相关。例如,在生态环境十分脆弱的贵州,人口增长过快,毁林毁草开荒严重。有的地区将地平 35° 以上的陡坡加以开垦,造成水土流失、水灾、旱灾越来越严重。在素有“北大荒”之称的三江平原,为解决人口增长过快对粮食的需求,经过45年的大面积开发,垦殖率已由1949年的7.22%增至2004年的18.21%,但是森林覆盖率也由1949年的30.41%降到2004年的18.21%,湿地面积减少386万 hm^2 之多。滥垦乱伐的结果使得该地区的生物、淡水、土地等资源衰退,生态环境恶化。农村生态环境的保护,是关系农村经济和社会发展的火事,不仅直接影响当代人民的生活环境,而且将影响子孙后代的健康。因此农村生态环境的保护应该成为发展社会主义新农村建设的战略重点。

二、我国农村环境污染现状

农村环境是指以农村居民为中心的乡村区域范围内,各种天然的和人工改造的自然因素的总体。农村环境包括该区域内的土地、大气、水、动植物、交通道路、设施、构筑物等。随着我国现代化进程速度的加快,在城市环境日益改善的同时,农村环境污染问题越来越突出。尤其是在工业化和城镇化程度较高的东部发达地区,农村环境质量下降与经济社会发展已形成了强烈的反差。农村环境污染问题对农村社会发展和农民福利改善的阻碍也将日趋明显。

根据污染物产生来源和性质,可将农村环境污染分为点源污染、面源污染和生活污染三类。点源污染是由乡镇企业和集约化畜禽养殖场等布局不当、治理不够而产生企业与养殖场周围的工业污染和畜禽粪便的污染;面源污染是在现代农业生产中使用化肥、农药、地膜等造成的各类污染;生活污染是由小城镇和农村聚居点的基础设施建设和环境管理滞后而产生的各种垃圾与污水的污染。