

建设社会主义新农村系列

# 农村生态环境保护 与综合治理

席北斗 魏自民 夏训峰 主编



新时代出版社  
New Times Press

建设社会主义新农村系列

# 农村生态环境保护 与综合治理

席北斗 魏自民 夏训峰 主编

新时代出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书结合我国社会主义新农村建设特点和环境科技特色,在作者相关课题研究与实践的基础上,综合集成近年来农村生态环境保护的关键技术,阐述了新农村建设所面临的环境问题及其解决的技术方法,把环保科技与新农村建设有机结合在一起。全书共分8章,包括农村环境问题分析与对策;农业和农村循环经济;农业和农村面源污染控制技术;农田氮、磷流失控制技术;村镇垃圾和农业废弃物资源化综合利用技术;农村污水处理及饮用水安全保障技术;农村环境空气污染防治措施;环境保护工程实例与示范等。本书理论性与实用性并重,内容新颖、实用性强。

本书可供从事社会主义新农村建设,农村环境问题研究和管理的科研设计者、生产人员、管理人员阅读;同时适宜从事环保、农业、生物、食品等研究领域的科研院所相关专业师生参考,具有较为广泛的读者群体。

### 图书在版编目(CIP)数据

农村生态环境保护与综合治理/席北斗,魏自民,夏  
峰主编.—北京:新时代出版社,2008.4

建设社会主义新农村系列

ISBN 978-7-5042-1073-9

I. 农... II. ①席...②魏...③夏... III. ①农  
村—生态环境—环境保护—中国②农村—生态环境—综  
合治理—中国 IV. X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015109 号

※

新 时 代 出 版 社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 710×960 1/16 印张 18½ 字数 329 千字

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

## 前 言

建设社会主义新农村是我国现代化进程中的重大历史任务,是全面建设小康社会的重要组成部分,是落实党的十七大提出的生态文明的重要内涵。良好的生态环境是实施新农村战略的基础和保障,它不仅关系到占我国人口四分之三之多的广大农民的根本利益,而且关系到国家经济社会的可持续发展,甚至关系到国家的生态和环境安全、民族兴衰存亡和子孙后代幸福。因此,农村生态环境保护与综合管理已成为我国环境保护的重点领域之一。

我国农村生态环境恶化趋势依然比较严重:城市垃圾“入侵”和大量工业污水灌溉带来的土壤污染,柴薪、秸秆、垃圾焚烧导致的大气污染,农药、化肥、农膜的不合理使用和大量人、畜、禽粪便的直接排放,都给农村的生活和生产环境造成了严重的危害,饮用水源和农产品的安全状况不容乐观,农村生态环境保护缺乏相应的监督和管理体系。这些生态环境问题严重制约着我国建设社会主义新农村、全面建设小康社会奋斗目标的实现。环境污染与生态破坏制约农业可持续发展、威胁农民生命财产安全、扰乱农村稳定,农村环境问题是“三农”问题的重要内涵。

社会主义新农村建设既是宏伟的奋斗目标,更是生动的社会实践,其中有众多内容与环境保护相关。中国环境科学研究院关注国家的重大政策方针,关注农村环境保护问题及环境科技需求,结合我国“三农”特点,把环境保护与新农村建设有机结合在一起,既符合农村经济社会发展趋势,也为正在开展的“农村小康环保行动计划”、建设环境优美乡镇和生态文明村创建工作提供科学的指导。

本书以社会主义新农村环境保护理论与实践为主线,结合课题组近年所承担的国家重点基础研究发展规划(973)项目课题(No. 2005CB724203、No. 2002CB412302、No. 2002CB410800 - 07)、国家科技支撑计划课题(No. 2006BAC06B04)、农业科技成果转化资金项目(No. 2006BAC06B04、No. 2007GB24420459)等研究成果,在编写工作上注重学科交叉,力求深入浅出。

参加本书编写工作的人员有:第一章:席北斗、王世平、苏婧、张蕾、李鸣晓;第二章:夏训峰、席北斗;第三章:许其功、霍守亮;第四章:席北斗、霍守亮、翟丽华;第五章:魏自民;第六章:何连生、陈月、许其功;第七章:李红;第八章:席北斗、姜永海、魏自民。在本书编写的过程中,霍守亮、席北斗承担了书稿的统稿工作。

由于时间紧迫,并限于编者水平,书中难免有不妥之处,恳请广大读者赐教。

席 北 斗

2008 年 1 月于中国环境科学研究院

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第一章 农村环境问题分析与对策 .....           | 1  |
| 1.1 农村生态环境现状 .....              | 1  |
| 1.1.1 农村环境概略 .....              | 1  |
| 1.1.2 农村环境污染问题 .....            | 2  |
| 1.2 农村废弃物的特性、环境效应及资源化利用潜力 ..... | 9  |
| 1.2.1 畜禽养殖废弃物 .....             | 10 |
| 1.2.2 农作物秸秆 .....               | 13 |
| 1.2.3 农用塑料 .....                | 16 |
| 1.2.4 农村生活垃圾 .....              | 19 |
| 1.2.5 乡镇工业固体废物 .....            | 20 |
| 1.3 农村环境问题产生的原因及分析 .....        | 23 |
| 1.3.1 我国农村环境空气污染的原因 .....       | 23 |
| 1.3.2 畜禽养殖业产生污染的原因 .....        | 24 |
| 1.3.3 我国农村乡镇企业污染严重的原因 .....     | 25 |
| 1.3.4 农村生态破坏问题 .....            | 28 |
| 1.4 基本策略 .....                  | 30 |
| 1.4.1 资源综合管理 .....              | 30 |
| 1.4.2 进行小城镇环境规划 .....           | 31 |
| 1.4.3 加快农业和农村经济结构的调整 .....      | 32 |
| 1.4.4 乡镇工业企业固体废物的污染控制策略 .....   | 32 |
| 1.4.5 农村水污染治理对策 .....           | 35 |
| 1.4.6 调整产业结构 .....              | 37 |
| 1.4.7 加强环境教育和宣传,鼓励公众参与 .....    | 38 |
| 1.4.8 充分发挥环保科技的支撑作用 .....       | 38 |
| 1.4.9 大力推进农村循环经济 .....          | 38 |
| 1.4.10 强化农村环境管理能力建设 .....       | 39 |
| 1.4.11 认真搞好农村环境保护宣传教育 .....     | 39 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第二章 农业和农村循环经济</b>             | 40  |
| 2.1 引言                           | 40  |
| 2.1.1 基本概念                       | 40  |
| 2.1.2 与生态农业、绿色农业、有机农业和持续农业的异同    | 41  |
| 2.2 推行农业和农村循环经济的必要性              | 44  |
| 2.2.1 农业发展面临的问题                  | 44  |
| 2.2.2 必要性分析                      | 45  |
| 2.3 发展农业循环经济的可行性分析               | 52  |
| 2.3.1 循环型经济在运行机制上的可行性            | 52  |
| 2.3.2 发展农业循环经济在技术上的可行性           | 53  |
| 2.3.3 发展农业循环经济在成本效益上的可行性         | 55  |
| 2.4 循环型农业评价指标体系                  | 57  |
| 2.4.1 农业循环经济发展评价的基本内容            | 57  |
| 2.4.2 评价指标的标准化                   | 60  |
| 2.4.3 农业循环经济发展的障碍因素诊断            | 61  |
| 2.4.4 混合指标层次模糊决策法及其在农村循环经济建设中的应用 | 61  |
| 2.5 循环型农业发展模式及示范                 | 64  |
| 2.5.1 循环型农业发展模式                  | 64  |
| 2.5.2 循环型农业示范                    | 68  |
| 2.5.3 生态农业建设是发展循环农业的最佳实践模式       | 76  |
| 2.6 农业清洁生产                       | 79  |
| 2.6.1 清洁生产与循环经济的关系               | 79  |
| 2.6.2 农业清洁生产                     | 80  |
| 2.6.3 农业清洁生产与我国畜牧业的发展            | 83  |
| 2.6.4 食用菌产业与农业清洁生产               | 84  |
| <b>第三章 农业和农村面源污染控制技术</b>         | 86  |
| 3.1 农业面源污染控制技术                   | 86  |
| 3.1.1 农业面源污染的概况                  | 86  |
| 3.1.2 农业面源污染的定量化研究               | 93  |
| 3.1.3 防治技术与对策                    | 98  |
| 3.2 农村水土流失生态保护、修复与重建             | 102 |
| 3.2.1 我国水土流失的现状                  | 102 |
| 3.2.2 水土流失成因                     | 103 |
| 3.2.3 水土流失类型及危害                  | 104 |

|            |                                  |            |
|------------|----------------------------------|------------|
| 3.2.4      | 水土流失的治理措施 .....                  | 106        |
| 3.3        | 农村面源污染来源和控制技术 .....              | 107        |
| 3.3.1      | 农村面源污染来源及其危害 .....               | 107        |
| 3.3.2      | 农村面源污染控制技术 .....                 | 110        |
| 3.3.3      | 秸秆综合利用技术 .....                   | 116        |
| 3.4        | 农村规模化畜禽养殖业污染防治技术 .....           | 117        |
| 3.4.1      | 我国畜禽养殖业现状及特点 .....               | 117        |
| 3.4.2      | 我国畜禽养殖业污染物排放 .....               | 118        |
| 3.4.3      | 畜禽养殖场废物排放对环境的影响 .....            | 118        |
| 3.4.4      | 畜禽养殖业污染防治技术 .....                | 120        |
| <b>第四章</b> | <b>农田氮、磷流失控制技术 .....</b>         | <b>125</b> |
| 4.1        | 农田氮、磷的迁移转化规律 .....               | 125        |
| 4.1.1      | 地表径流 .....                       | 125        |
| 4.1.2      | 淋溶流失 .....                       | 125        |
| 4.2        | 氮、磷主要截留机制 .....                  | 126        |
| 4.2.1      | 基质 .....                         | 126        |
| 4.2.2      | 水生植物 .....                       | 127        |
| 4.2.3      | 微生物 .....                        | 127        |
| 4.3        | 氮、磷截留技术 .....                    | 128        |
| 4.3.1      | 人工湿地系统 .....                     | 128        |
| 4.3.2      | 人工水塘技术 .....                     | 129        |
| 4.3.3      | 植被缓冲带技术 .....                    | 129        |
| 4.4        | 农田排水系统中氮、磷的迁移转化过程 .....          | 130        |
| 4.4.1      | 水生植物对氮、磷的截留、降解作用 .....           | 131        |
| 4.4.2      | 微生物对湿地中氮、磷去除的作用 .....            | 132        |
| 4.4.3      | 沟渠沉积物(底泥)对氮、磷的截留、降解作用 .....      | 132        |
| 4.5        | 生态沟渠截留技术及其产生的二次污染防治措施 .....      | 133        |
| 4.5.1      | 生态沟渠截留技术 .....                   | 133        |
| 4.5.2      | 植物残体分解对水环境的影响 .....              | 134        |
| 4.5.3      | 以经济植物取代野生植物,防治二次污染的措施 .....      | 134        |
| <b>第五章</b> | <b>村镇垃圾和农业废弃物资源化综合利用技术 .....</b> | <b>136</b> |
| 5.1        | 村镇垃圾和农业废弃物来源性质 .....             | 136        |
| 5.1.1      | 村镇垃圾和农业废弃物的来源 .....              | 137        |
| 5.1.2      | 村镇垃圾和农业废弃物性质 .....               | 139        |

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 5.2   | 村镇垃圾和农业废弃物资源化技术体系 .....              | 140 |
| 5.2.1 | 村镇垃圾和农业废弃物资源化利用理论基础 .....            | 140 |
| 5.2.2 | 村镇垃圾和农业废弃物资源化利用技术综合体系 .....          | 140 |
| 5.3   | 村镇垃圾和农业废弃物堆肥技术 .....                 | 145 |
| 5.3.1 | 堆肥工艺设备系统 .....                       | 145 |
| 5.3.2 | 堆肥设备工艺选择 .....                       | 156 |
| 5.3.3 | 堆肥过程及控制 .....                        | 157 |
| 5.4   | 蚯蚓处理村镇垃圾和农业废弃物技术 .....               | 169 |
| 5.4.1 | 蚯蚓处理农业废弃物的原理 .....                   | 170 |
| 5.4.2 | 蚯蚓处理农业废弃物的两个主要方法 .....               | 170 |
| 5.4.3 | 处理村镇垃圾和农业废弃物后产生的蚓粪和蚯蚓的<br>主要用途 ..... | 172 |
| 5.5   | 农业废弃物制糖技术 .....                      | 174 |
| 5.5.1 | 农业废弃物制糖种类 .....                      | 174 |
| 5.5.2 | 农业废弃物制糖工艺 .....                      | 175 |
| 5.6   | 农村固体废弃物生产蛋白技术 .....                  | 180 |
| 5.6.1 | 农村废弃物生产单细胞蛋白技术 .....                 | 181 |
| 5.6.2 | 农业废弃物生产蛋白技术实例 .....                  | 187 |
| 第六章   | 农村污水处理及饮用水安全保障技术 .....               | 191 |
| 6.1   | 农村水污染现状及危害 .....                     | 192 |
| 6.1.1 | 农村和农村污水 .....                        | 192 |
| 6.1.2 | 农村水污染的现状 .....                       | 192 |
| 6.1.3 | 农村水污染特征分析 .....                      | 195 |
| 6.1.4 | 目前农村饮用水管理中存在的问题 .....                | 195 |
| 6.1.5 | 农村污水污染的危害 .....                      | 196 |
| 6.2   | 经济实用的农村污水收集系统 .....                  | 198 |
| 6.2.1 | “雨污分流”污水收集系统 .....                   | 199 |
| 6.2.2 | 合流制污水收集系统 .....                      | 200 |
| 6.3   | 农村污水处理工艺及关键技术 .....                  | 200 |
| 6.3.1 | 农村污水处理技术的分类 .....                    | 201 |
| 6.3.2 | 农村污水处理技术选择原则 .....                   | 204 |
| 6.3.3 | 农村污水处理工艺及关键技术 .....                  | 206 |
| 6.4   | 农村污水资源化回用技术 .....                    | 212 |
| 6.4.1 | 一级强化处理技术 .....                       | 214 |

|            |                              |            |
|------------|------------------------------|------------|
| 6.4.2      | 土地处理技术 .....                 | 214        |
| 6.4.3      | 污水生态处理技术 .....               | 216        |
| 6.4.4      | 深度处理技术 .....                 | 217        |
| 6.4.5      | 微污染原水的给水预处理 .....            | 218        |
| 6.4.6      | 小型装置处理技术 .....               | 218        |
| 6.4.7      | 生物滤球技术 .....                 | 219        |
| 6.5        | 农村饮用水安全保障技术 .....            | 219        |
| 6.5.1      | 农村饮用水安全现状 .....              | 220        |
| 6.5.2      | 影响我国农村饮用水安全的主要因素 .....       | 220        |
| 6.5.3      | 农村饮用水安全管理中存在的问题 .....        | 222        |
| 6.5.4      | 农村饮用水安全保障措施 .....            | 223        |
| 6.5.5      | 农村饮用水安全保障技术 .....            | 224        |
| <b>第七章</b> | <b>农村环境大气污染防治措施 .....</b>    | <b>230</b> |
| 7.1        | 农村大气污染及其主要来源 .....           | 230        |
| 7.1.1      | 大气污染对农业生产的主要影响 .....         | 230        |
| 7.1.2      | 大气污染对农民身体健康的主要影响 .....       | 232        |
| 7.1.3      | 农村室外环境空气污染的主要来源 .....        | 234        |
| 7.1.4      | 农村室内环境空气污染的主要来源 .....        | 237        |
| 7.2        | 农村生物质燃烧造成的室内外空气污染及控制技术 ..... | 239        |
| 7.2.1      | 生物质燃烧造成的室内外空气污染 .....        | 239        |
| 7.2.2      | 生物质燃烧造成的农村室内外空气污染控制技术 .....  | 240        |
| 7.3        | 农村臭气污染控制技术 .....             | 250        |
| 7.3.1      | 农村臭气污染 .....                 | 250        |
| 7.3.2      | 农村臭气污染控制 .....               | 251        |
| 7.4        | 农村耕作引起的扬尘污染及控制技术 .....       | 256        |
| 7.4.1      | 农村耕作引起的扬尘和沙尘暴污染 .....        | 256        |
| 7.4.2      | 农村耕作引起的扬尘和沙尘暴污染的控制技术 .....   | 257        |
| <b>第八章</b> | <b>环境保护工程实例与示范 .....</b>     | <b>262</b> |
| 8.1        | 南岗生态功能示范区规划与建设 .....         | 262        |
| 8.1.1      | 项目简介 .....                   | 262        |
| 8.1.2      | 指导思想和建设框架 .....              | 262        |
| 8.1.3      | 南岗生态功能区域的划分和经济分析 .....       | 263        |
| 8.1.4      | 南岗生态功能区建设 .....              | 266        |
| 8.1.5      | 生态功能区建设政策管理措施 .....          | 268        |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 8.2 杭州浮山养殖场畜禽粪便综合利用工程 ..... | 269 |
| 8.2.1 项目简介 .....            | 269 |
| 8.2.2 工艺流程 .....            | 269 |
| 8.2.3 工艺适用条件 .....          | 270 |
| 8.2.4 工艺特点及关键技术 .....       | 270 |
| 8.2.5 农村畜牧业的生态工程技术 .....    | 271 |
| 8.3 大溪河流域生态示范区建设规划 .....    | 271 |
| 8.3.1 生态示范区概述 .....         | 271 |
| 8.3.2 生态示范区确立的原则 .....      | 272 |
| 8.3.3 生态示范区建设规划 .....       | 272 |
| 8.3.4 污染负荷削减 .....          | 273 |
| 8.4 长宁河流域农村污染防治规划与建设 .....  | 273 |
| 8.4.1 农村小集镇污染防治措施 .....     | 273 |
| 8.4.2 农村面源污染防治措施 .....      | 274 |
| 8.4.3 集约化养殖污染防治措施 .....     | 276 |
| <b>参考文献</b> .....           | 278 |

# 第一章 农村环境问题分析与对策

## 1.1 农村生态环境现状

我国是世界上人口最多的国家,也是最大的农业国,农业生产活动历史悠久,资源开发利用强度大,人地矛盾突出,农业是国民经济的基础,农业及农村的可持续发展,直接关系到改革开放和建设社会主义新农村事业的成败。农村环境保护是农业赖以生存与发展的必要条件,也是关系国计民生的一件大事。中国的环境保护事业在过去的 20 多年中有了长足的发展,取得了可喜的成绩。但是农村的环境保护工作相对滞后,在农村污染综合防治和科学管理等方面存在许多薄弱环节和亟待解决的问题。中国生活在农村的人口已远远超过 8 亿,如何保障如此众多人口的生存环境和环境质量已经越来越成为环境保护工作中的一个焦点,引起了有关各界的极大关注。

### 1.1.1 农村环境概略

#### 1.1.1.1 水环境

目前,中国农业的水环境状况十分严峻,灌溉水污染严重,地下水超采、污染严重,地表水呈不断恶化趋势,逐渐丧失其生态环境功能,且呈逐渐加剧趋势,水资源短缺,总量严重不足。

我国水体污染较严重的地区主要处于农业产区和经济较发达地区,水污染必将对该类区域的农业生产和农产品质量形成潜在威胁。另一方面,我国农田有效灌溉面积仅  $5.59 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,即只有约 43% 的耕地依靠灌溉水,而 57% 的耕地仍主要依靠降水。灌溉水质量对产地环境的影响是一个渐变的过程,如果从产地环境角度分析,目前真正受水污染影响的区域估计在 20% 左右,其中影响较严重的区域约占 5%。

#### 1.1.1.2 土壤环境

根据土地利用变更调查,2005 年全国主要地类面积为:耕地 12208.27 万  $\text{hm}^2$ 、园地 1154.90 万  $\text{hm}^2$ 、林地 23574.11 万  $\text{hm}^2$ 、牧草地 26214.38 万  $\text{hm}^2$ 、其他农用地 2553.09 万  $\text{hm}^2$ 、居民点及独立工矿用地 2601.51 万  $\text{hm}^2$ 、交通运输用

地 230.85 万  $\text{hm}^2$ 、水利设施用地 359.87 万  $\text{hm}^2$ ,其余为未利用地。2005 年,全国耕地净减少 36.16 万  $\text{hm}^2$ 。此外,查出往年已经建设但未变更上报的建设占用耕地面积 7.34 万  $\text{hm}^2$ 。2006 年,全年建设占用耕地 16.73 万  $\text{hm}^2$ ,实际占用农用地 28.88 万  $\text{hm}^2$ ,略高于年度 26.67 万  $\text{hm}^2$  的用地计划,综合各种因素,2006 年全国耕地面积净减少数量为 30.68 万  $\text{hm}^2$ 。

### 1.1.1.3 农村大气环境

随着近年来城市大气环境质量问题的凸显,城近郊区以及广大农村的大气质量面临严重威胁。农村的大气质量问题主要来源于能源燃烧、农村农药化肥的大量使用散发、畜禽养殖产生的臭气、城镇工业污染排放、农村机动车排放尾气以及扬尘等。

随着能源消费由利用生物能向燃煤过渡,农村大气质量面临严重的威胁。农村生活能源 61% 仍靠传统生物质资源,如秸秆和薪柴,近年来农村煤的用量有所增加,一些地方开始使用了煤气(如张家港市农村),但占全国农户总能源使用的比例不高。由于秸秆自身的原因,如火力不足,以及一些地区外出务工人员增加,秸秆使用量减少,越来越多的秸秆在田地里就被烧掉了。农村能源主要是用来做饭,北方地区农村还会用来取暖。秸秆、木柴等原料收获后一般不经过任何处理直接用来烧饭或取暖。用煤也比较简单,有些地方自己买煤灰做成块状或团状煤,有的直接买蜂窝煤,但质量一般较差。北方农村用煤时间长、面积大、排放方式简单,对空气造成比较大的污染。

### 1.1.2 农村环境污染问题

农村污染种类繁多、产生量大、分布面广、治理难度较大。农村环境污染综合整治是一项系统工程,其中包括农村垃圾、人畜粪便、作物秸秆等固体废弃物及生活污水、生产废水的处理,化肥的减量合理使用,农药和有机物的控制,水土流失的有效治理等方面。农村环境污染,已不是农民自己能够解决的问题。如不及早重视和防范,将会造成比现在城市环境污染更复杂、更有害、更难治理和恢复的被动局面。农村环境污染,各种有害物质残留进入食物链,既影响了农产品质量,又危害了人体健康,尤其容易滋生各种有害病毒,引发各种流行疾病,给人们生活带来诸多安全隐患。

#### 1.1.2.1 乡镇企业污染

广泛分布在我国农村的小城镇是我国农村的政治、经济和文化的中心,也是乡镇工业比较集中的地区。近几年来,随着国家和地方鼓励小城镇发展的一系列政策措施的实施,小城镇建设进入了一个快速发展时期。随着经济的快速发展,城镇成为联结城市与农村的桥梁和纽带,而且越来越显示出它的重要地位和

作用。相对城市而言,城镇社会经济与环境的特点表现在产业结构以非农业为主,但又与农业地区有直接而密切的联系;随着乡镇企业的发展,产业结构逐渐复杂化;城镇与乡镇企业直接处于农业环境与自然生态环境之中,相对于城市有广阔的空间,环境容量相对较大,但一经破坏则难以恢复,直接威胁到农业正常的生产活动和农村自然环境,污染物进入食物链,危及食品安全和农民身体健康。

乡镇企业的迅速发展,使得乡镇企业污染越来越严重(见表 1-1),加重了农村环境的压力。2000 年全国环境状况公报显示,当年乡镇工业废水排放量为 41.1 亿 t,占全国工业废水排放量的 21.16%。废水中化学需氧量排放量为 254.3 万 t,占工业化学需氧量排放量的 36.09%。废气中二氧化硫、烟尘、粉尘排放量分别为 463.3 万 t、436.2 万 t、687.8 万 t,分别占全国同类工业废气排放总量的 28.73%、45.76%、62.99%。乡镇企业工业固体废弃物产生量、排放量分别为 15008.8 万 t、2143.4 万 t,分别占全国工业固体废弃物产生量、排放量的 18.39%、67.34%。

表 1-1 乡镇工业污染物排放量及占工业污染物排放量的比重

| 年份<br>污染物                        | 1997  | 1998  | 1999   | 2000   |
|----------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| 工业废水排放量/亿 t                      | 226.7 | 200.5 | 197.3  | 194.2  |
| 其中乡镇工业排放量/亿 t                    | 38.4  | 29.2  | 36.5   | 41.1   |
| 比重/%                             | 16.9  | 14.6  | 18.5   | 21.2   |
| 工业 SO <sub>2</sub> 排放量/万 t       | 1852  | 1593  | 1460.1 | 1612.5 |
| 其中乡镇工业排放量/万 t                    | 489   | 383   | 382.3  | 463.3  |
| 比重/%                             | 26.4  | 24    | 26.2   | 28.7   |
| 工业烟尘排放量/万 t                      | 1565  | 1175  | 953.4  | 953.3  |
| 其中乡镇工业排放量/万 t                    | 880   | 495   | 396.9  | 436.2  |
| 比重/%                             | 56.2  | 42.1  | 41.6   | 45.8   |
| 工业粉尘排放量/万 t                      | 1505  | 1322  | 1175.3 | 1092   |
| 其中乡镇工业排放量/万 t                    | 957   | 816   | 717.4  | 687.8  |
| 比重/%                             | 63.6  | 61.7  | 61     | 63     |
| 工业固体废物排放量/万 t                    | 18412 | 7048  | 3880.5 | 3183.1 |
| 其中乡镇工业排放量/万 t                    | 16863 | 5227  | 2726.1 | 2143.4 |
| 比重/%                             | 91.6  | 74.1  | 70.2   | 67.3   |
| 资料来源:根据全面环境统计公报(1997 年—2000 年)整理 |       |       |        |        |

### 1.1.2.2 不合理使用农用化学物质造成的污染

合理科学地使用农药可提高农作物的产量,但过量使用或使用不当甚至滥用,则会对人类生活和农村生态环境造成不利的影响和严重破坏。由于长期不合理大量施用农药、化肥、除草剂、生长调节剂等化学合成物质,造成我国农业污染不断积累、生态环境不断退化,严重制约农村经济社会的可持续发展。

#### 1. 化肥污染

我国的化肥施用量增长速度快,呈现逐年递增的趋势。1985年全国化肥施用总量为1775.8万t,2002年达4339.5万t,比1985年增长1.4倍,年平均增长率为8%(见图1-1)。与此同时,单位面积化肥施用量也呈逐年递增趋势,2002年达到了 $333.7\text{kg}/\text{hm}^2$ ,远远高于世界平均水平。2004年,我国化肥施用量达到4412万t,且施肥比例失调,氮、磷、钾肥的施用比例为1:0.39:0.22,而世界平均为1:0.6:0.4。有机肥施用量仅占肥料施用总量的25%,而合理比例应占40%左右。微量元素肥料施用面积仅占应施用面积的15%左右。截止2007年我国化肥平均用量达 $434.3\text{kg}/\text{hm}^2$ ,是国际化肥安全上限的1.93倍,但利用率仅为40%左右,其余60%给了土壤和地下水。

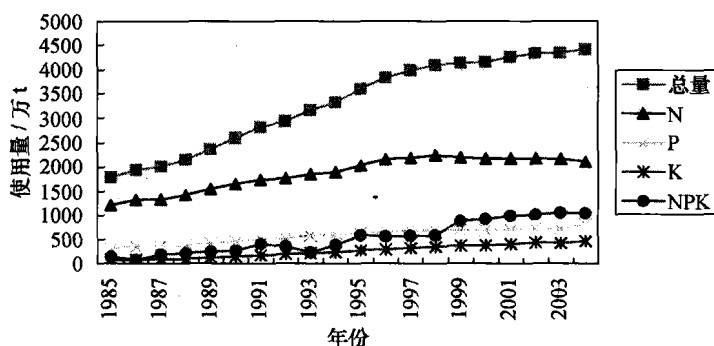


图1-1 1985年—2004年我国化肥施用总量

一般来说,各种作物对肥料的平均利用率,氮为40%~50%、磷为10%~20%、钾为30%~40%。化肥用量并非越大越好。通常化肥施用量越高流失到环境中的数量也就越大,对生态环境的污染程度也就越高。根据相关损失比例的估算表明,除氮外,化肥氮的损失中对生态环境质量有影响的各种形态的氮素总量约为其施用量的19.1%(见图1-2)。

化肥在过量使用过程中,大部分残留于环境中造成污染,主要表现为以下几个方面:①破坏水环境。是水体富营养化生源要素氮、磷的主要来源之一,氮素淋溶污染地下水,造成江河湖海及地下水的污染,引起水体富营养化,各

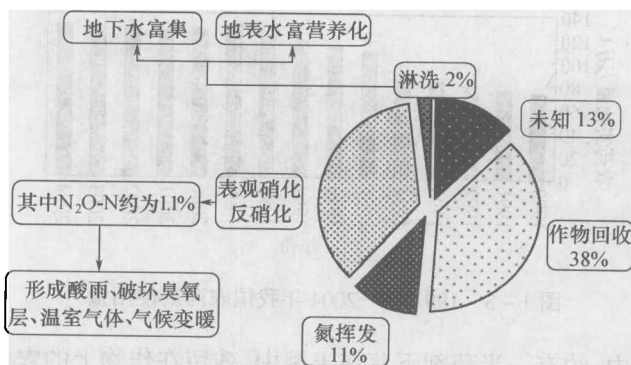


图 1-2 我国农田化肥氮在当季作物收获时的去向及其对环境的影响

种藻类大量繁殖，水体中的溶解氧急剧变化，使水体严重缺氧，造成鱼类的大量死亡。据有关资料表明，农田径流带入地表水体的氮占人类活动排入水体氮的 51%，施氮肥地区这种氮流失比不施地区高 3 倍 ~ 10 倍。据调查，全国 532 条河流中，82% 受到不同程度的氮污染。②破坏土壤环境。引起土壤酸化和板结导致土壤肥力下降，减少土壤生物多样性，加速营养元素的流失；化肥中的有害物质对土壤的污染，造成土壤生境退化和次生盐渍化。③破坏大气环境。氮挥发、 $N_2O$  与  $NO_2$  的排放以及  $CH_4$  与  $CO_2$  的排放等破坏大气环境。④影响人类健康。因施肥在土壤残存的硝酸盐易转化成亚硝酸盐，容易产生毒性很强的亚硝胺类致癌物，硝酸盐、亚硝酸盐对人体健康具有致癌、致畸、致突变的严重危害。

## 2. 农药污染

我国是世界上农药生产和使用大国。1990 年以来农药生产量一直位于世界第 2 位，仅次于美国，农药使用量每年基本稳定在 23 万 t 左右(有效成分)，各种制剂(实物量)约 120 万 t(见图 1-3)。2004 年，我国农药施用量 132 万 t，其利用率低于 30%，70% 以上的农药散失于环境之中，造成严重的污染。截止 2006 年 9 月份，农药总产量已达到 97.53 万吨(按有效成分计)，同比增长 24.3%。其中杀虫剂增长 17.9%、杀菌剂增长 13.9%、除草剂增长 30.7%。到 2007 年农药平均施用量为  $13.4\text{kg}/\text{hm}^2$ ，其中高毒农药占 70%，有 60% ~ 70% 残留在土壤中。畜禽养殖废弃物为工业固体废弃物的 2 倍多，部分地区如河南、湖南、江西甚至超过 4 倍。

农药污染的主要表现形式：①大多数农药以喷雾剂的形式喷洒于农作物上，其中只有 10% 易附于作物上，而相当一部分农药微粒散发空中，随风飘移；②在

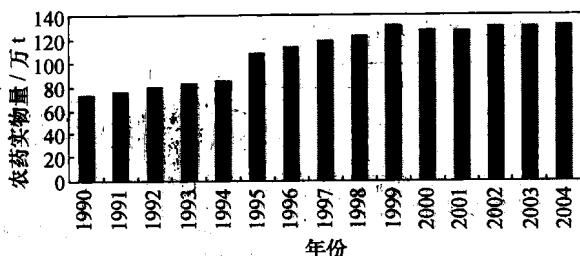


图 1-3 1991 年—2004 年我国农药的使用量

农药使用过程中,约有一半药剂下落在土壤中,残留在作物上的农药也因风吹雨打和作物的腐烂而进入土壤,大气中的农药沉降,严重污染土壤和水体;③富含在土壤中的农药被灌溉水、雨水冲刷到江河湖海中,污染了水源;④农产品遭遇“绿色贸易壁垒”,农药的残留进入农产品,农产品因受污染质量得不到保证,影响食品安全和出口创汇;⑤农药通过食物链进入人体,在脂肪和肝脏中积累,对人体健康造成严重危害。

1983 年以前,六六六、DDT 等高残留有机氯农药在我国大面积广泛使用,建国以来总使用量分别达到 400 多万吨与 50 多万吨,导致了許多地区土壤、水体、粮食作物与生态环境的严重污染,即使禁用后的十多年,个别地区仍然出现残留超标的情况。有机氯农药禁用后,替代品种甲胺磷、氨基甲酸酯类杀虫剂和磺酯胺类除草剂的使用又造成了新的环境污染问题。

据农业部对 6 省 29 个基地县调查,粮食中农药的总检出率为 60.1%,粮食中农药残留量超过国家食品卫生标准的 1.12%。农药的广泛使用还影响到有益生物与生物多样性的保护。据初步调查,由于长期使用农药,我国主要农田内蛇、蚯蚓和青蛙的数量已明显减少,许多农村地区甚至部分丘陵山区,已很少见到飞鸟类活动的踪影。

### 3. 残留农膜污染

据农业部统计,截止 2004 年,我国每年地膜覆盖面积已达 1.8 亿亩以上,地膜的年需求量 45 万 t 以上;棚膜覆盖面积 2250 万亩,年需 65 万 t 棚膜,农用膜实际消费量超过 110 万 t,农膜使用量居世界第一,到 2007 年,土壤中农膜残留量已达到年约 50 万 t。农膜材料的主要成分是高分子化合物,在自然条件下,这些高聚物难以分解,可残存 20 年以上,若长期滞留地里,会影响土壤的透气性,阻碍土壤水肥的运转,影响农作物根系的生长发育,导致作物减产。然而,由于农膜质量不过关,回收手段落后,加之没有相关的法律法规和政策,大量农膜污染着农田,给农业生产带来严重的“白色污染”问题。