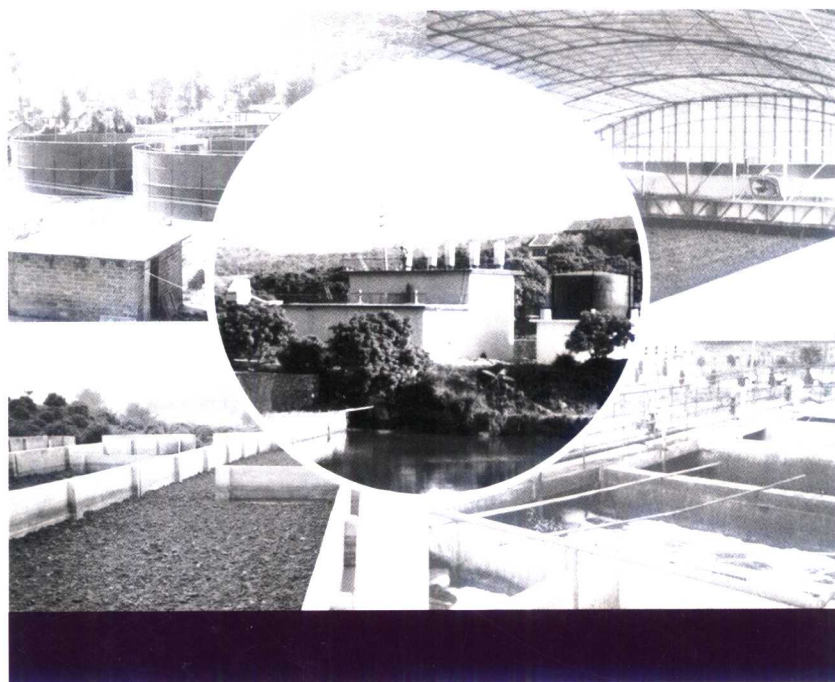


王凯军 主编  
金冬霞 赵淑霞 曹从荣 副主编

# 畜禽养殖污染防治 技术与政策



Chemical Industry Press

 化学工业出版社  
环境科学与工程出版中心

# 畜禽养殖污染防治技术与政策

王凯军 主编

金冬霞 赵淑霞 曹从荣 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**

畜禽养殖污染防治技术与政策/王凯军主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 8  
ISBN 7-5025-5839-X

I. 畜… II. 王… III. 畜禽-养殖-污染防治 IV. S81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 074118 号

---

**畜禽养殖污染防治技术与政策**

王凯军 主编

金冬霞 赵淑霞 曹从荣 副主编

责任编辑: 郎红旗 邵桂林 孟嘉

责任校对: 顾淑云 边涛

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

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 414 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5839-X/X·499

定 价: 36.00 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

## 前 言

20世纪90年代末期,我国加大了对工业废水和城市污水的点源污染治理,使点源污染基本得到了缓解和遏制。但河流和湖泊的污染目前已由局部发展到整体,由城市发展到农村,湖泊、水库富营养化加剧,农村面源污染的治理已提到议事日程。随着化肥、农药使用量的不断提高,畜禽及水产养殖业的持续发展,面源污染将在未来较长一段时间内制约我国水环境质量的改善。

畜禽养殖业的迅猛发展虽然为发展我国经济、提高城乡居民生活水平做出了巨大的贡献,但也带来了一系列新的环境污染问题。据国家环境保护总局(简称国家环保总局)2000年对全国23个省、自治区、直辖市规模化畜禽养殖业的调查:1999年我国畜禽粪便产生量约为19亿吨,是当年工业固体废弃物的2.4倍,其中畜禽粪便COD的排放量已达7118万吨,大大超过工业废水与生活废水排放量之和。这些禽畜粪便绝大部分未经任何处理就地排放。在2004年初,中国部分地区发生了禽流感,大量家禽病死,这更加引起了政府对畜禽粪便污染的重视。畜禽粪便污染不仅影响畜禽养殖业自身发展,甚至还会对人类健康构成威胁。因此无论从社会经济的发展,还是从环境污染的控制方面,畜禽污染防治已成为当务之急。为此,在我国环境保护工作的“一控双达标”初见成效后,包括畜禽养殖污染在内的农村面源污染防治已成为环保工作的重点。

目前,国家环保总局已将畜禽污染防治作为当前乃至今后几年内的重点工作之一,加大了对畜禽污染的治理力度。国家环保总局于2001年5月和2002年1月先后颁布了《畜禽养殖污染防治管理办法》、《畜禽养殖业污染物排放标准》和《畜禽养殖业污染防治技术规范》,要求所有规模化畜禽养殖场和养殖区应于2004年7月1日起按照《畜禽养殖业污染物排放标准》中的要求,其污染物必须做到达标排放。近期,国家环保总局又组织有关人员起草《畜禽养殖污染防治条例》。

畜禽养殖环境污染问题是发达国家和发展中国家共同关心的问题。早在20世纪60~70年代,世界上许多畜牧业发达的国家和地区,就出现了畜禽粪便污染问题。在畜禽高度密集的地区,畜禽废弃物已成为主要的环境污染源,但在我国畜禽养殖业迅猛发展及其污染加剧只是近几年的事。一些专家、学者虽在畜禽废水处理、固体废弃物处置等某一方面有较为深入的研究,但由于畜禽污染防治涉及政策、管理和技术诸多方面,显然不能简单地依靠单一的末端治理手段解决畜禽环境污染问题。国家环保总局在颁布的《畜禽养殖污染防治管理办法》中明确提出了“畜禽养殖污染防治实行综合利用优先,资源化、无害化和减量化的原则”。

我国的畜禽养殖业由于利润低、风险大,其污染防治绝对不能走工业污染防治和城市污水污染防治的路子。发展畜禽养殖业对于提高我国农业比较优势,提高农民收入具有重要的带动作用,是实施农业结构战略性调整的关键所在。我国畜禽养殖污染防治应结合国内外先进经验和最新的环境保护理念,以改善环境质量为宗旨,以畜禽粪便资源化和循环利用为基本立足点,以环境容量为基准,从实际出发,合理规划、防治结合、综合管理,建立与现代化畜禽养殖业相适应的符合国情的畜禽污染防治体系。

本书就是基于这种形势,为满足广大读者对畜禽污染防治政策以及先进、适用、有效的

畜禽废物处理、处置技术的迫切需求，根据作者近年来在这一领域的理论探索以及具体工程实践，从我国畜禽养殖污染现状、污染对周围环境的影响以及产生污染问题的原因等全面系统地分析入手；从畜禽养殖场建设和清洁生产管理、实现区域种养平衡、控制畜禽粪便施用负荷出发；提出借鉴发达国家和地区畜禽污染防治管理思路，在我国畜禽养殖污染物控制方面形成完整的法律、法规和技术规范体系的综合防治体系。这一畜禽养殖污染防治体系，从畜禽养殖场科学选址、合理布局、清洁生产、综合利用、制定政策、强化管理等方面出发，形成了从源头控制到生产过程综合利用以及末端治理等全过程的污染防治思路。本书结合这一思路详细介绍各个环节的相关政策、技术路线、技术示范和工程实例。

本书特别强调技术政策与工程实施之间的有机结合，对清洁生产、厌氧和好氧处理工艺、土地处理和利用、堆肥综合利用和粪污生态利用模式等常用的污染控制技术，从处理工艺、利用方式及设计参数等方面进行了详细介绍。同时，给出了在国内外比较成功的示范工程。为避免读者对本书涉及的大量理论和工程实践缺乏全面和完整的了解，本书对国内几种比较成功的处理模式，进行了技术分析和经济效益比较，以便读者根据需要对不同类型的畜禽粪污处理技术进行合理的选择；同时推荐国内国际上经济可行的资源利用处理技术，使我国畜禽养殖业污染物资源利用处理技术逐步与国际接轨。

本书力求在涉及畜禽养殖污染防治政策和技术等方面能够较为综合、系统、全面，从而为我国农业、环境保护行政管理部门、畜禽养殖企业及环境工程设计等不同领域的人员，在畜禽粪便污染防治政策、法规和标准方面的合理制定，污染防治技术和综合利用技术的正确应用，以及畜禽养殖场和广大农民发展畜禽养殖并实施农业可持续发展等方面起到借鉴作用。

全书共分十章，其中第一、二、三、四、九章由金冬霞、王凯军完成；第五章由赵淑霞、王凯军、金冬霞完成；第六、七、八章由赵淑霞、王凯军、曹从荣完成；第十章由曹从荣、王凯军完成。本书由王凯军统一策划和审校。

畜禽污染防治涉及众多学科、行业、领域，甚至是跨国界的，本书的编写得益于这些学科和行业的国内外专家、学者卓有成效的工作，在此谨向我们直接引用或间接引用资料的作者表示衷心的感谢。由于本书涉及内容较多，而作者水平有限，书中难免存在不妥或遗漏之处，敬请批评指正。

作者

于 2004 年 4 月

## 内 容 提 要

本书是一部关于畜禽养殖污染防治与利用的综合性著作，融相关政策、技术路线、技术示范和先进适用的工程实例于一体。不仅阐述了畜禽养殖场污染的产生来源、种类、危害影响、防治方法和资源化利用技术，而且还介绍了我国目前畜禽养殖业污染的总体现状，国外防治污染的方法、利用技术和经验；本书的最后还附有我国在畜禽养殖污染方面相关的法规和标准。

作为一本技术性指导书，本书特别强调技术政策与工程实施之间的有机结合，不仅全面介绍了畜禽污染防治的相关知识，而且更着力于对畜禽养殖污染防治技术的处理步骤、处理设备和工艺、处理工程参数的设计、资源化利用技术及经济效益指标综合评价进行详尽的阐述，而且辅以大量的图片、数据和实例进行说明。

本书可作为从事畜禽养殖污染防治技术及工程的研究、设计、规划和管理人员的技术用书，同时也可供环境保护行政管理部门、畜禽养殖业生产技术人员阅读参考。

# 目 录

第一章 规模化畜禽养殖业污染现状	1
第一节 我国农业环境污染问题	1
一、化肥不合理施用污染环境	1
二、农药的大量使用影响农产品质量	1
三、规模化畜禽养殖场成为新的污染大户	2
四、农村面源污染将长期制约水环境质量的根本改善	2
第二节 畜禽养殖业发展及其环境污染问题	3
一、我国畜禽养殖业发展	3
二、畜禽养殖业环境污染问题	6
第三节 畜禽养殖粪污排放对环境的影响	7
一、对地表水的影响	8
二、对地下水的影响	10
三、对土壤和农作物的影响	11
四、对大气环境的影响	12
五、对人体健康和畜牧业发展的影响	13
第四节 规模化畜禽养殖场产生污染的原因	14
一、种植业与养殖业严重脱节	14
二、相应环境政策和环境管理严重滞后	15
三、缺乏实用的畜禽粪便处理技术	17
主要参考文献	18
第二章 畜禽养殖生产及污染物排放	19
第一节 养猪场生产及清粪方式	19
一、猪的生物学特性	19
二、养猪场生产工艺	20
三、猪粪污产生量	21
四、养猪场清粪方式	23
五、猪舍建设标准	25
第二节 养牛场生产及清粪设施	27
一、牛的生物学特性	27
二、养牛场生产工艺	27
三、牛粪污产生量及其收集	29
四、牛舍建设标准	30
第三节 养鸡场生产及排污	31
一、养鸡场生产工艺	31
二、鸡粪尿及其污水的产生量	34

三、鸡舍建设标准 .....	34
第四节 畜禽养殖场对环境的要求 .....	35
一、热环境 .....	35
二、空气环境 .....	36
第五节 畜禽养殖场污染物的产生和排放 .....	38
一、畜禽粪尿产生量和污染物含量 .....	38
二、畜禽养殖场产生的污水量及其水质 .....	39
三、畜禽养殖场臭气的产生和排放 .....	42
主要参考文献 .....	43
<b>第三章 畜禽养殖污染防治政策与环境管理</b> .....	<b>44</b>
第一节 全球性的畜禽养殖环境问题 .....	44
第二节 发达国家和地区养殖粪便的管理与立法 .....	45
一、加拿大 .....	45
二、美国 .....	47
三、英国 .....	50
四、荷兰 .....	51
五、欧洲一些国家对畜禽粪便贮存和施用的相关规定 .....	53
六、发达国家和地区畜禽污染防治管理经验 .....	53
第三节 我国畜禽养殖业环境管理政策 .....	55
一、国家层次上的畜禽养殖环境管理政策 .....	55
二、地方性的畜禽养殖环境管理政策 .....	56
三、我国与发达国家和地区畜禽污染防治有关法规方面的比较 .....	61
第四节 加强畜禽养殖业环境监督管理 .....	62
一、畜禽养殖业环境管理思路 .....	62
二、畜禽养殖环境监管内容 .....	63
主要参考文献 .....	65
<b>第四章 畜禽养殖污染防治原则与途径</b> .....	<b>66</b>
第一节 畜禽养殖污染防治基本原则 .....	66
一、减量化原则 .....	66
二、资源化原则 .....	66
三、无害化原则 .....	67
四、生态化原则 .....	67
五、产业化原则 .....	67
第二节 养殖场的正确选址与合理布局 .....	67
一、畜禽养殖场场址选择 .....	68
二、场区合理布局及绿化 .....	70
第三节 开展清洁生产，减少粪污产生和排放 .....	72
一、清洁生产的概念 .....	72
二、积极推行干清粪工艺 .....	72
三、合理设计畜舍结构及设施 .....	74



四、加强畜舍环境管理 .....	76
五、改进饲料配方 .....	76
第四节 强化畜禽废物资源化利用 .....	78
一、农业废弃物资源化利用的理论基础 .....	78
二、畜禽粪便肥料化 .....	79
三、畜禽粪便饲料化 .....	82
四、畜禽粪便能源化 .....	83
第五节 选择畜禽粪便处理技术和模式 .....	85
一、固体粪污处理技术 .....	85
二、畜禽养殖污水处理技术 .....	88
三、畜禽粪污处理模式 .....	90
第六节 农牧结合生态化处理利用技术 .....	92
一、农牧结合是实现循环经济的基础 .....	93
二、农牧结合是解决畜禽污染的有效途径 .....	93
三、留民营生态农场实例 .....	94
第七节 畜禽粪污处理产业化 .....	97
一、大型畜禽养殖场粪污处理产业化的基础 .....	97
二、畜禽粪便处理设备化、标准化、系列化、产业化 .....	99
三、堆肥和沼气发电产业化 .....	104
四、猪场粪便废水处理商业化运作实例 .....	105
主要参考文献 .....	107
<b>第五章 畜禽粪便堆肥技术</b> .....	109
第一节 堆肥技术 .....	110
一、概述 .....	110
二、堆肥的质量标准 .....	112
第二节 堆肥基本原理 .....	113
一、堆肥机理 .....	113
二、堆肥过程的划分 .....	116
三、堆肥的影响因素 .....	116
第三节 堆肥基本工艺及分类 .....	117
一、好氧堆肥工艺流程 .....	117
二、好氧静态堆肥方式 .....	119
三、动态堆肥发酵方法 .....	120
第四节 参数设计及注意事项 .....	121
一、参数设计 .....	121
二、堆肥操作注意事项 .....	122
第五节 死畜禽尸体堆肥 .....	123
一、死畜堆肥的特殊注意事项 .....	123
二、死畜尸体堆肥设施的选型 .....	123
三、混合要求 .....	124

四、操作要求·····	125
第六节 畜禽固体粪污堆肥和制肥设备·····	125
一、前处理相关设备·····	126
二、堆肥设备·····	127
三、造粒设备·····	129
四、筛分和包装设备·····	131
主要参考文献·····	132
第六章 厌氧生物处理工艺·····	133
第一节 畜禽粪污厌氧处理技术的应用进展·····	133
一、厌氧生物处理工艺的历史·····	133
二、厌氧生物处理工艺的特点·····	134
三、新型高效猪粪处理系统·····	139
第二节 厌氧消化工艺·····	140
一、普通消化池的工作原理·····	140
二、消化池分类·····	141
三、消化池有关设备·····	142
第三节 厌氧接触工艺·····	143
一、厌氧接触工艺的原理·····	143
二、厌氧接触工艺的应用·····	143
三、传统消化池及厌氧接触工艺特点及设计参数·····	145
第四节 升流固体床反应器·····	147
一、升流固体床反应器概念·····	147
二、升流固体床反应器处理畜禽废水实际工程·····	149
第五节 UASB 处理技术和综合利用示范工程·····	150
一、UASB 反应器原理·····	150
二、UASB 反应器的构造·····	151
三、UASB 反应器设备·····	152
四、UASB 反应器处理猪粪废水实验研究和应用·····	155
第六节 畜禽养殖场厌氧生物处理工程的综合利用·····	157
一、沼气综合利用·····	157
二、沼液综合利用·····	157
三、沼渣综合利用·····	158
四、畜禽污水处理综合应用实例——杭州浮山养殖场沼气综合利用工程·····	158
第七节 厌氧处理工艺的附属设备·····	160
一、沼气的收集及处理·····	160
二、沼气处置设备·····	162
三、除臭和防腐设备·····	162
四、监控设备·····	163
主要参考文献·····	163
第七章 畜禽养殖粪液自然处理及好氧处理技术·····	164

第一节 概述	164
第二节 氧化塘处理工艺类型及原理	165
一、氧化塘工艺原理及特点	165
二、氧化塘工艺类型	166
第三节 人工好氧处理工艺类型及原理	171
一、完全混合活性污泥法	171
二、序批活性污泥法	172
三、氧化沟工艺	173
四、曝气生物滤池	174
五、接触氧化工艺	175
第四节 设计参数及注意事项	176
一、预处理系统设计	176
二、自然生化处理系统及好氧生化处理系统设计	179
第五节 氧化塘及人工好氧工艺常用设备	183
一、固液分离设备	183
二、氧化塘常用设备	184
三、好氧工艺专用设备	184
主要参考文献	186
<b>第八章 畜禽粪便土地处理利用技术</b>	187
第一节 畜禽粪便土地利用概论	187
一、土地利用各种方法	187
二、土地利用计划和保护规划	187
三、土地利用效益	187
第二节 土地利用原理及方法	188
一、土地利用原理	188
二、土地利用方法及步骤	191
三、土地处理技术	193
第三节 土地利用的设计	195
一、贮存池设计参数	195
二、土地承载力	196
三、我国对土地承载力的研究	198
四、施用率	201
五、土地处理利用注意事项	203
第四节 畜禽粪便土地处理和利用的主要设备	203
一、半固体和固体粪便利用设备	203
二、浆液和液体粪便利用设备	204
主要参考文献	206
<b>第九章 畜禽养殖场恶臭控制技术</b>	207
第一节 恶臭的产生及其危害	207
一、恶臭的产生及恶臭物质的评定	207

二、恶臭及有害气体的特点和危害	210
三、影响恶臭产生及扩散的因素	212
第二节 饲料改进技术	213
一、提高饲料的利用率	213
二、科学设计日粮配方	214
三、饲料中添加臭气吸附剂	215
四、饲料中添加环保添加剂及微生物制剂	215
第三节 臭气治理技术和方法	216
一、吸附与吸收法	216
二、化学与生物除臭剂法	219
三、生物过滤与生物洗涤法	220
主要参考文献	221
<b>第十章 畜禽污染控制工程及技术经济评价</b>	<b>222</b>
第一节 上海星火农场粪污处理工程	222
一、概况	222
二、粪污处理工艺	222
三、技术经济指标	224
四、社会及环境影响评价	226
第二节 杭州灯塔养殖总场沼气与废水处理工程	226
一、概况	226
二、养殖规模与废弃物排放量	226
三、粪污处理工艺	227
四、工程调试及运行结果	228
五、项目技术经济指标	230
第三节 北京市顺义区良山畜牧场猪粪发酵和制肥示范工程	231
一、概况	231
二、粪污处理工艺	232
三、土建工程及设备一览表	234
四、工程实施	235
第四节 畜禽粪污处理不同模式及成本效益分析	238
一、畜禽粪污处理模式	238
二、三种处理模式的投资及适用条件比较	242
三、实际案例技术经济评价	244
主要参考文献	247
<b>附录</b>	<b>248</b>
附录 1 《畜禽养殖污染防治管理办法》	248
附录 2 《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596—2001)	250
附录 3 《畜禽养殖业污染防治技术规范》(HJ/T 81—2001)	252
附录 4 《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93 代替 GB J4—73)	255

# 第一章 规模化畜禽养殖业污染现状

随着我国畜牧业的迅猛发展，畜禽养殖特别是规模化畜禽养殖已成为我国农村面源污染的主要来源。在许多地区，畜禽粪尿污染物排放量已超过居民生活、乡镇工业等污染物排放总量，成为许多重要水源地、江河、湖泊严重污染和富营养化的主要原因。

## 第一节 我国农业环境污染问题

所谓农业环境，是客观物质世界中和农业生物发生相互影响的各种环境因素的总和。它通常指农作物、畜禽、鱼类和其他经济水生生物生长繁殖所需要的土壤、水体、空气和阳光等自然条件。农业环境是经农业生产活动改造自然生态系统而形成的半人工、半自然的生态系统，是人类生存环境的重要组成部分。

随着我国农业经济的高速发展，农业环境污染已引起人们的广泛重视。农药、化肥和农用地膜等农用化学品的大量使用，在促进农业增产、推进我国农业现代化建设的同时，给农村生态环境带来了严重的负面影响。畜禽养殖业的迅猛发展在促进农业产业结构调整，满足人们对肉、蛋、奶需求的同时，也带来了一系列环境污染问题。

### 一、化肥不合理施用污染环境

化肥对农业的贡献是无可争议的。合理施用化肥对提高农作物单位面积产量和不断提高土壤肥力起着重要作用。据统计，1939年全世界化肥消费量仅0.9亿吨，到1975年已达到9亿吨，1985年达18.4亿吨。国内外研究结果表明，化肥的增产作用在40%~60%，平均0.07公顷（1亩）增施1t化肥时世界粮食增产总量为6.44亿吨。由于化肥在农作物增产中的重要作用，几十年来，我国化肥的生产量和使用量发生了惊人的增长，从建国初期的0.6万吨提高到1995年的35945万吨。

据有关部门统计，我国每公顷耕地年均化肥使用量达400kg以上，而利用率仅35%左右，低于美国等发达国家5~10个百分点。盲目地过量使用化肥以及施用不合理造成我国土壤酸化、土地板结、肥力下降，如我国土壤中有机的含量已由建国初期的7%下降到了3%~4%，有的地方甚至低于2%。同时，我国化肥利用率不高，氮肥利用率仅为30%~35%，磷肥仅为10%~20%，钾肥为35%~50%。即使按最高利用率计，仅1995年我国氮、磷、钾化肥损失就分别达到1315万吨、506万吨和1343万吨。未被利用的养分通过径流、淋溶、反硝化、吸附和侵蚀等方式进入环境，污染水体、土壤和大气。

### 二、农药的大量使用影响农产品质量

在农业生产中，每年由于病虫害造成的粮食损失量相当大，使用农药可以挽回总产量的15%以上。因此，农药的发明、生产和广泛使用曾被认为是农业发展史上三大技术革命之一。然而，农药的长期大量使用使土壤中的农药残留量不断累计，影响了农作物的产量和质量。我国是世界第二大农药生产国和消费国，从1990年到1999年我国的农药消费量增长了

近1倍，目前农药污染面积已达0.09亿公顷。1995~1996年期间，黑龙江、江苏、广东等19个省区发生农药危害事件2000多起，药害面积超过13.3万公顷，经济损失近5亿元。更为严重的是，作物中残留的农药通过食物链污染动物产品，直接威胁人体健康。而且农产品污染已影响到对外贸易。据口岸城市出入境检验检疫局反映，20世纪90年代以来，我国对欧洲、美国、日本等国家和地区出口的大批鸡肉、猪肉、蜂蜜、茶叶和蔬菜等农畜产品，由于农药、兽药残留以及重金属等有害物质的含量超过国际通行的食品标准而被拒收、退货、索赔、中止合同的现象屡屡发生。仅1998~2000年3年间，在口岸检出农药、兽药残留超标的茶叶就有600多批、2万多吨，不仅造成了重大的经济损失，在政治上也产生了很大的负面影响。

### 三、规模化畜禽养殖场成为新的污染大户

随着“菜篮子工程”的推广，以集约化规模饲养方式为主的畜禽养殖业得到迅猛发展，畜禽养殖占农业产值的比例已经从1970年的14%增加到1999年的30%左右。与此同时，畜禽养殖也成为我国农村污染的主要来源。据资料表明，一个千头奶牛场可日产粪尿50t；一个千头肉牛场，日产粪尿20t；一个万头猪场，年产粪尿约3万吨，全年可向周围排放约100~160t氮和20~33t磷。根据2000年对全国23个省、自治区、直辖市规模化畜禽养殖业的调查：1999年我国畜禽粪便产生量约为19亿吨，是当年工业固体废弃物的2.4倍，其中畜禽粪便COD的排放量已达7118万吨，大大超过工业废水与生活废水排放量之和。这些畜禽粪便绝大部分未经处理随意堆放，直接排入江河、湖泊，致使水体污染、空气污浊。目前全国大中型畜禽养殖场80%分布在人口比较集中、水系较发达的东南部水网地区、沿海地区和诸多大中城市周围。

### 四、农村面源污染将长期制约水环境质量的根本改善

在工业废水和城市污水得到初步治理之后，农村面源污染问题已成为导致我国水质恶化的主要原因之一。

当前，水体富营养化在我国已成为突出的环境问题。从全国范围来看，城市湖泊都已经处于重富营养或异常营养状态，绝大部分大中型湖泊都已经具备发生富营养化条件或处于富营养化状态。而农村大量化肥、畜禽粪便的流失是造成湖泊等水体氮、磷元素增多的主要原因。

20世纪90年代初，杭州湾的污染引起了各级政府的高度重视。国家环境保护总局在世界银行的资助下，聘请了几家国际著名的环保研究机构，对杭州湾污染问题进行了深入的研究。这项研究得出了两条惊人的结论：一是杭州湾的污染是长江整个流域性污染的结果，浙江、上海两省市所占污染比例不过9%，而91%的污染来自于长江全流域；二是造成杭州湾污染的主要来源不是工矿企业污染，也不是城镇生活污染，而是农业的生产污染，其中农药污染、化肥污染和畜禽粪便污染尤为突出。研究结果表明，农业化肥施用及畜禽粪便已经成为杭州湾污染的主要来源（无机氮、总磷、BOD），严重超标的重要原因（见表1-1）。这项研究结果第一次向人们敲响了畜禽粪便污染的警钟。同时，研究结果预测认为，畜禽粪便的污染比例将呈现加重的发展态势。

1986~1990年间，我国污染湖泊中农村面源污染负荷占总负荷的比例均在50%以上。如在滇池所有入湖污染物中，来自面源污染的总氮占57%、总磷占58%、悬浮固体占

表 1-1 1994 年杭州湾主要污染来源及其比例/%

污染来源	畜禽粪便	农业化肥	工业污染	生活污染	其他污染
无机氮	35	40	5	10	10
总磷	21	6	0	14	59
BOD	18	0	17	22	43

94%、COD 则占 16%。面源污染控制已经成为滇池水环境综合整治的主要内容。1998 年江苏省太湖流域污染物排放统计数据也显示, 工业和生活污染源排放的 COD 占全部入湖总量的 88%, 但总磷和总氮仅占 30.3% 和 29.6%, 其他总磷和总氮污染物都来源于农田流失、农业生活、畜禽养殖、水产养殖等面源污染源。

现阶段, 我国河流污染已由局部发展到整体, 由城市发展到农村; 地下水污染由点到面, 由浅层到深层; 湖泊、水库富营养化加剧。预计未来一定时间内, 化肥、农药的使用量还将提高, 畜禽及水产养殖业还要发展, 面源污染将在较长一段时间内制约我国水环境质量的改善。为此, 在我国“一控双达标”初见成效后, 包括畜禽污染在内的农村面源污染防治将成为下一步环保工作的重点。

## 第二节 畜禽养殖业发展及其环境污染问题

### 一、我国畜禽养殖业发展

#### 1. 畜禽养殖业总体发展

改革开放以来我国农村采取了一系列改革的政策和措施, 特别是进行了畜禽养殖业经济体制的改革, 极大地推动了畜禽养殖业生产的快速发展。如表 1-2 所示, 我国的畜禽养殖业实现了连续 20 多年突飞猛进的发展, 肉类、禽蛋、奶类产量均以每年 10% 以上的速度递增, 取得的成绩令世人瞩目。

表 1-2 1980~1999 年我国畜禽养殖业的发展

年份	牛年末 存栏数/万头	猪年末 存栏数/万头	羊年末 存栏数/万头	肉类 总产/万吨	猪肉 总产/万吨	牛肉 总产/万吨	羊肉 总产/万吨	禽肉 总产/万吨	禽蛋 总产/万吨
1980	7 168	30 543	18 731	1 205	1 134	27	44	—	257
1985	8 682	33 140	15 588	1 927	1 655	47	59	160	535
1990	10 288	36 241	21 002	2 857	2 281	126	107	323	795
1995	13 206	44 169	27 865	5 260	3 648	415	202	935	1 677
1996	13 981	45 736	30 337	5 915	4 038	495	240	1 075	1 854
1997	12 176	40 035	25 576	5 269	3 596	441	213	979	1 895
1998	12 435	42 256	26 904	5 724	3 884	480	235	1 056	2 019
1999	12 698	43 020	27 926	5 949	4 006	505	251	—	2 135

① 1985 年和 1990 年禽蛋和肉类产量分别跃居世界第一位。

② 从 1991 年开始, 我国肉类产量和禽蛋总产量连续几年保持世界第一。

③ 1997 年, 人均畜产品占有水平: 肉类 41.9kg, 超过世界平均水平; 蛋 17.3kg, 超

过发达国家平均水平。

畜禽养殖业目前已经成为我国农业经济中一个独立的、重要的产业。20世纪50~60年代,全国畜禽养殖业产值占农业总产值的比例,低年份不到10%,高年份也只有14%~15%左右。改革开放以来,畜禽养殖业产值及其在农业总产值中的比例持续上升,产值比例年均增长0.7%。到1999年,随着畜牧业商品生产的发展,全国畜牧业产值为6997.58亿元,占农业总产值的28.5%。在不少地区甚至有的省,畜牧业经济在其农村经济中已是“三分天下有其一”;很多饲养业比较发达的地方,已成为农村经济的“半壁江山”;甚至在相当一部分地方已成为支柱产业,畜禽养殖在发展农村经济中的作用日益显著。

## 2. 规模化畜禽养殖业发展

随着畜禽养殖业的发展,畜禽饲养规模不断扩大。根据农业部(2000年)的统计,从全国来看,生猪的规模养殖(年出栏50头以上)已经占当年总出栏数的23.2%,其中常年存栏在200头以上的规模化养猪场(相当于年出栏500头)的饲养总量已占总出栏量的7.7%;禽类的规模化饲养水平则更高,仅规模饲养肉鸡(年均存栏2000只及以上)的出栏量就占全国肉鸡出栏总量的48%;而蛋鸡的规模化饲养(年均存栏2000只及以上)则占蛋鸡出栏总量44.2%。综合起来看,北京、上海、广东的总体规模化程度比较高(见表1-3)。

表 1-3 同品种规模化饲养程度前五位的区域

序 号	生 猪 饲 养		肉 鸡 饲 养		蛋 鸡 饲 养	
	区 域	规 模 化 比 例 / %	区 域	规 模 化 比 例 / %	区 域	规 模 化 比 例 / %
1	北京	70.66	云南	78.04	贵州	98.36
2	上海	60.63	山东	76.06	广东	96.83
3	广东	22.93	北京	64.23	上海	94.89
4	宁夏	21.97	辽宁	60.42	海南	89.09
5	浙江	21.44	上海	59.31	福建	88.87
	全国平均	7.66	全国平均	48.00	全国平均	44.2

国家环境保护总局(简称国家环保总局)于2000年对全国规模化养殖业集中的23个省、直辖市、自治区的1999年养殖情况进行了调查。调查对象是年平均存栏数为200头及以上的养猪场、40头及以上的奶牛场、80头及以上的肉牛场、2000只及以上的养鸡场、1000只及以上的养鸭和养鹅场(见表1-4)。调查结果表明,全国规模化畜禽养殖场数量为35814个,其中养猪场9653个,占27%;养鸡场20160个,占56%;养牛场1367个,占4%;养鸭场和养鹅场4634个,占13%。从规模化养殖场的地区分布来看,畜禽养殖主要集中在河南、浙江、山东、广东、辽宁、福建、河北、广西、吉林、上海等地区,各地区的数量均超过了1000个,其中河南和浙江两省超过了5000个,上述地区规模化养殖场总量占总调查数量的83.5%。

## 3. 中国养猪产业的发展

在我国肉品消费结构中,猪肉一直占有相当大的比例。1981年前,猪肉占全部肉类消费的95%以上;以后,由于养禽业的迅速发展,猪肉的比例有所下降,但猪肉产量占肉类总产量的比例仍保持在70%以上,占主要的地位。有专家认为,“猪肉价格”在中国的商品中一直具有特殊的“价格信号”意义,它的价格涨跌往往也意味着农副产品价格乃至整个物价水平的涨跌。



表 1-4 全国部分省市规模化畜禽养殖场数量及分布<sup>①</sup>

地区	猪养殖场		肉鸡养殖场		蛋鸡养殖场		肉牛养殖场		奶牛养殖场		鸭养殖场		鹅养殖场	
	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个	存栏量 /头	数量 /个
合计	13 180 151	9 653	103 938 689	9 119	136 318 439	11 041	151 329	384	313 039	983	34 490 829	4 388	662 382	246
上海	2 281 081	683	3 130 000	7	41 521 445	274	0	0	47 854	170	—	—	—	—
广东	1 930 994	1 417	22 337 595	1 169	3 582 311	83	941	7	20 697	46	2 588 925	423	206 760	63
浙江	1 436 829	1 373	5 654 180	1 081	2 083 350	252	399	4	14 533	48	6 927 450	2 334	196 245	112
福建	1 044 983	1 230	4 500 950	135	2 082 930	178	1 020	4	7 464	24	1 356 910	360	—	—
河南	1 022 218	966	7 217 441	968	19 134 864	3 513	6 570	39	5 896	40	1 877 100	91	6 000	3
北京	934 137	439	6 156 552	88	2 361 434	95	16 489	29	41 552	125	810 460	39	—	—
辽宁	685 319	356	8 053 905	941	12 783 005	750	25 574	65	16 645	49	10 437 100	76	52 500	12
广西	525 718	225	3 606 984	988	528 000	15	860	3	4 261	15	530 424	130	7 460	4
山东	477 230	427	13 585 160	1 420	16 213 680	1 614	21 691	24	11 132	75	430 080	70	25 397	6
湖南	445 095	497	1 547 350	101	505 000	30	199	2	35 773	8	278 450	74	—	—
湖北	397 394	181	700 200	67	769 262	83	1 780	5	4 291	14	150 900	33	4 200	3
江苏	370 853	386	3 817 495	712	6 517 903	1 226	510	3	15 836	64	2 282 740	305	—	—
黑龙江	345 337	252	2 716 187	124	2 794 527	485	3 005	30	11 801	51	15 550	6	77 270	20
河北	314 272	259	2 643 350	132	14 920 633	1 100	20 176	40	24 695	59	153 850	23	26 000	2
江西	272 200	183	338 160	43	245 450	18	338	2	3 509	12	671 250	51	1 050	1
安徽	170 550	103	4 654 184	165	853 368	135	27 704	4	7 915	15	389 610	109	16 200	5
吉林	163 043	215	10 797 206	719	1 940 161	183	13 222	70	7 613	11	36 510	9	37 300	13
四川	86 081	80	1 283 800	122	1 190 196	209	2 140	7	3 555	27	1 444 050	187	—	—
山西	73 190	133	183 780	20	2 631 550	339	2 145	17	5 141	26	8 800	3	3 000	1
天津	68 231	98	449 200	56	1 995 850	187	300	1	13 538	46	18 500	8	—	—
甘肃	48 518	60	112 000	5	470 950	53	3 211	13	4 407	35	8 000	1	—	—
陕西	43 524	56	143 500	18	898 132	163	3 055	15	4 409	20	7 700	5	3 000	1
重庆	43 354	34	309 510	38	294 438	56	0	0	522	3	195 750	51	—	—

① 表中数据为国家环保总局调查结果。湖南、福建、江苏、四川省鸭一项数据是鸭和鹅的合计数据。

我国是养猪大国，1997年末生猪存栏数468 055千头，占全世界养猪数936 886千头的49.9%（见表1-5）；出栏肉猪566 700千头，占全世界出栏肉猪数1 146 410千头的49.4%；猪肉产量4 328.2万吨，占全世界猪肉产量8 882.9万吨的48.7%。

表 1-5 1986~1998 年生猪存栏量/千头

年份	全世界	中国 <sup>①</sup>	美国	加拿大	日本	德国
1986	822 433	338 074(41.11%)	52 313	10 721	11 061	37 228
1987	839 852	344 248(40.99%)	53 795	10 476	11 354	37 343
1988	823 403	334 862(40.67%)	42 845	10 847	11 725	36 173
1989	846 174	348 954(41.24%)	55 499	10 635	11 866	35 053
1990	856 762	360 594(42.09%)	53 852	105 332	11 816	34 178