



集约化畜禽规模养殖 污染防治技术与政策研究进展

Jiyuehua Xuqin Guimo Yangzhi
Wuran Fangzhi Jishu yu Zhengce Yanjiu Jinzhan

张克强 王风◎主编



国家科技支撑计划“华北集约化农区农业面源污染防控技术集成与示范”资助

集约化畜禽规模养殖 污染防治技术与政策研究进展

张克强 王 风 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

集约化畜禽规模养殖污染防治技术与政策研究进展 /
张克强, 王风主编. —北京: 中国农业出版社, 2016. 10
ISBN 978-7-109-22026-3

I. ①集… II. ①张… ②王… III. ①畜禽-养殖-
污染防治 IV. ①X713

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 198265 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 闫保荣

文字编辑 陈睿曈

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 32.5

字数: 800 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 委 会

主 编 张克强 王 风

副主编 杜连柱 社会英

编 委 (以姓名笔画为序)

于 丹 王 婷 王小非 王甜甜

支苏丽 孔德旺 石亚楠 田雪力

白丽静 冯 洁 乔 斌 李佳佳

李爱秀 杨 军 杨 鹏 杨厚花

沈丰菊 沈仕洲 宋香玉 张 月

张 爱 张 蕾 赵 润 赵君怡

姚 虎 高文萱 郭海刚 渠清博

梁军锋 程 波 翟中葳

前 言 QIANYAN

党中央、国务院对治理农业面源污染问题高度重视，习近平总书记指出要打好农业面源污染治理攻坚战。李克强总理在政府工作报告中谈到整治农业面源污染，并坚决向污染宣战。连续几年中央1号文件均涉及农业生态和农业面源污染治理。国家发改委发布《农业环境突出问题治理总体规划（2014—2018年）》，农业部发布《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》，力争到2020年农业面源污染加剧的趋势得到有效遏制。

第一次全国污染源普查公报表明农业源主要污染物如化学需氧量、总氮和总磷分别达到1324.09万t、270.46万t和28.47万t，分别占到全国排放量的43.7%、57.2%和67.3%，污染排放已占到全国总量半壁江山。畜禽养殖污染是农业面源污染最为重要的来源之一。自1978年以来，我国畜牧业得到快速发展，总产值由1978年的209.3亿元增加到2013年的28435.5亿元。畜牧业的绝对产值在农业总产值中的比重从1978年的14.98%增长到2013年的29.32%。畜禽养殖业逐渐向标准化、规模化、集约化发展。畜禽粪污的化学需氧量、总氮和总磷3个主要指标分别占到了农业源（种植业、畜禽养殖业、水产养殖业）总排放量的95.8%、37.9%、56.7%。畜禽养殖业环境问题导致的纠纷严重影响了产业的健康和可持续发展。

农业部环境保护科研监测所是最早从事畜禽养殖污染防治技术和政策研究与示范的单位之一。早在1997年受环保部（原国家环境保护总局）委托，牵头组织编写《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596—2001），并于2001年起颁布实施，该标准对我国规模化养殖场废弃物管理起到规范和约束的作用；受农业部委托，牵头组织编写了《畜禽粪便安全使用准则》（NY/T 1334—2007）和《畜禽粪便还田技术规范》（GB/T 25246—2010），对鼓励通过种养有效结合方式控制养殖污染起到指导作用；2006—2010年主持承担了“十一五”国家科技支撑

计划课题“养殖废水资源化与安全回灌关键技术研究”；2012—2016年主持承担了“十二五”国家科技支撑计划课题“华北集约化农区农业面源污染防控技术集成与示范”；2013年，在原来研究组的基础上，组建了中国农业科学院养殖污染防治创新团队，围绕养殖全过程开展一系列科学技术研究与示范，依托该团队承建了中-瑞农业环境技术联合实验室、中-芬农业环境技术联合实验室、天津市规模养殖污染防治工程中心、农业面源污染防治技术外国专家局引智基地等，获得农业部科研杰出人才及团队、天津市“131”人才及创新团队等命名和称号。

本书重点整理了近期研究成果，同时遴选了部分“十一五”期间的成果。文集内容分三个部分。第一部分，综合论述，介绍了国内外养殖业污染防治领域的研究现状。第二部分，综合防治技术研究进展内含四个专题：①规模化养殖场规划布局和环境承载力的研究进展；②养殖业环境监测和畜禽粪便处理技术研究进展；③养殖废水和痕量污染物处理技术研究进展；④养殖废弃物农田回用利用技术研究进展。第三部分，养殖废弃物管理及生态补偿政策研究进展。

本书是农业部环境保护科研监测所的科研人员在养殖污染防治领域的努力探索科研成果，有较强的理论意义，同时也兼具广泛的应用价值。但也需要指出的是，养殖业污染防治研究工作在我国还处于起步阶段，文章中的一些观点、结论还需要进一步在实践中检验和完善，还有很多科学和现实问题需要继续深入研究，因此本书内容仅供读者参考。

在本书出版之际，我们特别感谢国家科学技术部、农业部、天津市科委、农委等给予养殖业污染防治创新团队的项目支持，感谢一直关心帮助本团队发展的专家同行。

本文集在较短的时间内完成了论文征文、编审和出版，尽管我们做出了很大的努力，但限于编者水平，仍有很多地方有待完善和提高，文集中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2016年5月

前言

第一部分 综合论述	1
我国畜牧业发展态势与环境污染防治对策研究	3
废水灌溉农田研究进展与展望	15
施用有机肥对农田温室气体排放影响研究进展	21
畜禽养殖废水灌溉对地下水影响的研究进展	33
厌氧消化过程氨抑制研究进展	39
厌氧消化数学模型 ADM1 的研究及应用进展	46
兽用抗生素污染特点与控制技术	53
规模化畜禽养殖粪便主要污染物产生量预测方法研究进展	65
第二部分 综合防治技术研究进展	79
专题一 规模化养殖场规划布局和环境承载力研究进展	81
我国畜禽养殖规划现状分析及对策探讨	81
畜禽养殖业规划环境影响评价关键指标体系的研究	86
基于灰色理论的畜禽养殖规划环境承载力研究	91
华北地区典型区域畜禽养殖环境承载力综合评价研究——以滨州市为例	99
专题二 养殖业环境监测和畜禽粪便处理技术研究进展	106
规模化奶牛场泌乳牛粪便氮磷含量预测模型研究	106
规模化生猪养殖场后备母猪氮磷污染物排放特征	117
Anaerobic Co - digestion of Pig Manure with Dried Maize Straw	127
规模化秸秆沼气发酵反应器中微生物群落特征	142
低强度空气搅拌对猪粪秸秆固体产酸发酵效果影响	154
猪粪秸秆不同物料比对固体产酸发酵效果的影响	161
氨胁迫对猪粪厌氧消化性能影响	170
猪粪固体含量对厌氧消化产气性能影响及动力学分析	181
Influence of Inoculum to Substrate Ratio on Solid Acidogenic Digestion with Pig Manure and Maize Straw	191
Influence of Temperature and pH on Methanogenic Digestion in Two - phase Anaerobic Co - digestion of Pig Manure with Maize Straw	201

控制畜禽粪便磷流失措施探讨	211
四种畜禽粪便的易溶性磷含量研究	215
专题三 养殖废水和痕量污染物处理技术研究进展	222
厌氧消化-仿生态塘-藻网滤床组合工艺处理猪场废水	222
三级净化塘生态修复技术用于处理农业种养废水	230
臭氧曝气对厌氧猪场废水磷素形态的影响	236
臭氧曝气对厌氧猪场废水氮素形态的影响	244
专题四 养殖废弃物农田回用利用技术研究进展	253
Simulation of Intensive Swine Wastewater Irrigation Wheat - Maize with RZWQM in North China Plain	253
牛场肥水灌溉对冬小麦产量与氮利用效率及土壤硝态氮的影响	265
麦季牛场肥水灌溉对冬小麦-夏玉米轮作体系土壤氮素平衡的影响	272
麦季牛场肥水灌溉对冬小麦-夏玉米产量与磷吸收利用及土壤剖面分布的影响	283
规模化牛场废水灌溉对土壤水分和冬小麦产量的影响	294
牛场废水与化肥配施对冬小麦和夏玉米产量和土壤氮素的影响	301
牛场废水灌溉冬小麦土壤速效氮迁移规律研究	312
沼液灌溉麦地土壤 CO ₂ 和 N ₂ O 排放通量变化特征	318
牛场肥水灌溉对土壤反硝化细菌 <i>nosZ</i> 基因组成结构和多样性研究	326
牛场肥水灌溉对土壤氨氧化微生物的影响	334
牛场肥水灌溉对土壤 <i>nirK</i> 、 <i>nirS</i> 型反硝化微生物群落结构的影响	349
猪场废水灌溉对潮土交换性盐基离子含量的影响	362
猪场废水灌溉对夏玉米产量及植株吸氮量的影响	369
猪场废水灌溉对冬小麦光合特性和产量的影响	375
猪场废水灌溉对潮土酶活性的影响	382
猪场废水灌溉对冬小麦耗水和水分利用效率的影响	389
猪场废水灌溉对潮土硝态氮含量变化的影响	397
猪场废水灌溉对潮土磷素肥力的影响	405
应用猪场废水灌溉对地下水中钾、钙、钠、镁的影响	414
猪场废水灌溉对地下水中氮素的影响	421
猪场肥水灌溉对设施油麦菜产量及土壤养分淋失的影响	428
猪场肥水配制营养液对油菜苗期生长的影响	437
猪场厌氧肥水灌溉对设施油麦菜产量及品质的影响	445
第三部分 养殖废弃物管理及生态补偿政策研究进展	455
欧盟畜禽养殖废弃物先进管理经验对我国的启示	457
我国畜禽废弃物管理的生态补偿研究	465
欧盟农村生态补偿政策研究——以苏格兰农村优先支持计划为例	478
咸宁市农业清洁生产技术实践与生态补偿政策案例分析	487
农业生态补偿标准核算——以洱海流域环境友好型肥料应用为例	496
西南地区农业废弃物污染现状及其综合利用工程技术模式研究	501

第一部分
综合论述



我国畜牧业发展态势与环境污染防治对策研究

赵润, 渠清博, 冯洁, 支苏丽, 社会英, 李爱秀, 张克强*

(农业部环境保护科研监测所, 天津)

摘要: 从区域、畜种、生产方式三种不同情景入手, 系统阐述我国畜牧业发展态势和环境污染特点; 分析了导致污染的两个主要成因, 即缺少科学规划布局, 农牧脱节、种养失衡及经营管理方式简单粗放; 从命令控制和经济激励两种政策类型概述了不同尺度污染防治措施及存在的四点问题, 包括缺少以综合养分管理为依据的环境承载标准, 污染物基础底数不清, 现行标准规范执行力和可操作性不强, 长效全程评价机制不完善; 最后提出了产业科学规划布局, 建立畜牧业环境信息化管理与污染监测预警体系, 加大政策扶持力度、健全经济激励机制, 完善畜牧业环境污染综合防治技术体系四点建议。

关键词: 畜牧业; 环境污染; 命令控制; 经济激励; 综合养分管理; 环境承载; 监测预警

Abstract: Started from three different scenes of region, species, yielding approach, developing state and environmental contamination characteristics in national animal husbandry were systematically elaborated. Two main causes led to the pollution, namely lacking of scientific formulation and layout, separation and out of balance between planting and breeding together with simple and rough operation and management ways were analyzed. In line with 2 policy varieties, order control and economic motivation, different scales of pollution precaution and control measures in combination with 4 issues were overviewed, which involved of shortage on environmental load criteria in terms of comprehensive nutrient management, unclear basic data of pollutant, weak implementing force and unavailability in normalization, incomplete long-term evaluation mechanism. Four proposals including scientific industrial formulation and layout, setting up the system integrated informative administration in animal husbandry environment with contamination monitoring and warning, increasing policy support and sound economic motivation mechanism, improving the comprehensive technical system of precaution and control over the environmental contamination were put forward in the finally.

Key words: animal husbandry; environmental contamination; order control; economic motivation; comprehensive nutrient management; environmental load; monitoring and warning

伴随我国社会经济发展新常态化, 在市场拉动和政策引导下, 畜牧业综合生产能力持续上升, 生产方式加快转变, 产业地位不断提升, 整体趋向规模化、集约化、标准化稳步推

进。然而,受养殖数量快速增长、养殖结构调整、劳动力成本提升等因素的影响,环境问题也日益凸显,特别是在人口密集、经济发达、耕地有限的东部沿海养殖密集区的粪便污染问题十分严峻。一些学者指出区域布局不合理、种养脱节、生产方式落后、废弃物综合利用率低是造成环境污染问题的主要成因^[1-4],但鲜见从全国畜牧产业发展层面针对环境污染特点及国家污染防治政策体系的系统性梳理剖析。鉴此,文章尝试从区域布局、主要畜种、生产方式三种不同情况进行剖析,概述畜牧业发展态势,比对分析环境污染特点,阐明造成污染的主要成因、防治政策及存在问题,并结合多年研究实践提出对策建议,为下一步我国畜牧污染防治政策实践研究方向提供参考。

1 我国畜牧业发展态势

1.1 区域养殖分布密集

从全国畜禽养殖分布情况不难看出(图1-1),由北向南以辽宁、河北、山东、河南、湖北、湖南、四川、云南这8个省份的主要畜种(猪、牛、禽)的养殖数量居多,这些养殖大省规模总和均占到全国总量的50%以上。其中,生猪养殖集中在四川、河南、湖南、山东、云南、湖北等省份,其中四川省2014年生猪年存栏量占全国总量的10.73%,位居首位;奶牛养殖主要集中在内蒙古、河北、黑龙江、山东、河南等省份,其中内蒙古2014年奶牛年末存栏量占全国总量的15.42%,位居第一;肉牛养殖主要集中在云南、河南、四川、湖南、辽宁等省份,其中云南省2014年肉牛年末存栏量占全国总量的9.68%,成为肉

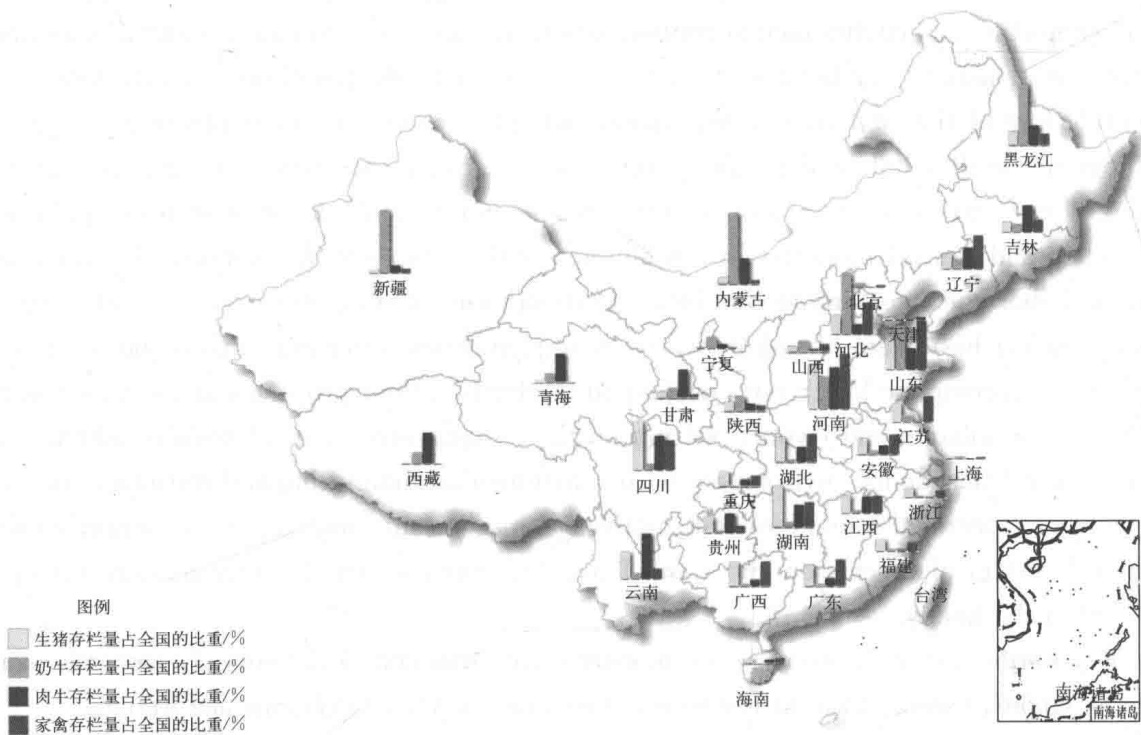


图1-1 2014年各省份主要畜禽养殖量占全国总量比重分布

(资料来源:2015年《中国畜牧兽医年鉴》)

牛养殖第一大省；家禽养殖主要集中在河南、山东、辽宁、河北、四川、湖北等省份，其中河南省 2014 年家禽年末存栏量占全国总量的 11.85%，成为我国家禽养殖第一大省。

1.2 产业发展趋势规模化

十多年来，伴随养殖结构调整和养殖方式的转变，规模化养殖已成为我国畜牧业的主要生产主体^[5]。主要体现在：一是畜禽规模养殖户数显著增加。2014 年，生猪年出栏 500 头以上，奶牛年存栏 100 头以上，肉牛年出栏 50 头以上，蛋鸡年存栏 2 000 羽以上，肉鸡年出栏 10 000 羽以上的规模养殖户数分别相比 2002 年突增（图 1-2）。二是规模化养殖程度明显提升。2014 年，生猪、奶牛、肉牛、蛋鸡、肉鸡规模养殖比重分别达到 42%、45%、28%、69%、73%，比 2002 年各增加了 32%、33%、10%、41%、36%。

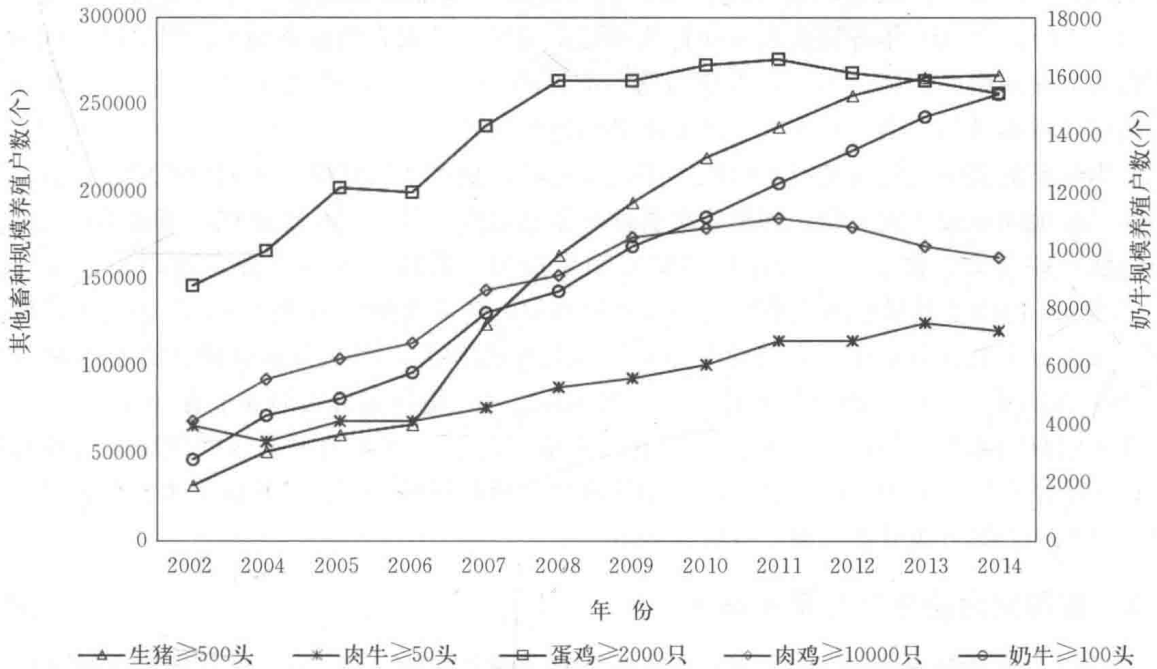


图 1-2 主要畜种规模养殖户数变化趋势

(数据来源: 2003—2013 年《中国畜牧业年鉴》, 2014 年、2015 年《中国畜牧兽医年鉴》)

1.3 生产方式加速转型

规模养殖的快速发展也推动了生产方式的加速转型，主要体现在饲喂和清粪系统自动化程度的提高，特别是粪便收集方式也逐渐向机械化和环保化发展。祝其丽等（2011）对全国 144 家规模化猪场清粪方式的调查结果显示，干清粪方式占比最高，为 63.0%；其次是水冲粪，占 23.6%；水泡粪方式仅占 3.4%，而且在小型猪场一例未见^[6]。朱宁等（2014）对我国 5 个蛋鸡主产省份（河北、辽宁、山东、湖北及四川）402 个规模化蛋鸡场清粪方式的调查结果表明，人工清粪方式占 50.50%，刮板方式占 49.50%，两种方式比例相当^[7]。董晓霞等（2014）对我国奶牛优势产区 65 家规模化奶牛场的调研结果表明，48.4% 的奶牛场采用机械清粪方式，43.8% 的奶牛场仍采用人工清粪的方式，7.8% 的奶牛场同时采用人工和机械清粪方式^[4]。生产方式的不断改进，对提高生产效率，改善养殖环境，推动畜牧业可持续发展具有重要意义。

2 畜牧业环境污染特点

2.1 污染物产生量地区分布不均衡

许多学者围绕畜禽养殖粪便产生量、污染物负荷与环境承载力之间关系统计概算。据林源(2012)统计,2009年河南、山东、四川、内蒙古、河北和云南6省份畜禽粪便产生量均超过1.10亿t猪粪当量,占全国总量的42.33%,以河北、河南、山东等为代表的中东部地区已经成为我国最大的养殖密集区和污染源产生地^[8]。杨飞等(2013)统计了2009年各省畜禽养殖氮污染物负荷,结果显示华北、华中、华南、西南地区畜禽氮污染产生量较大,特别是河南、四川、山东3省最为突出,明显高于其他省份;华中、华南、西南各省区单位耕地面积氮污染负荷最重,这些地区农田和水源地环境都面临着较大污染威胁^[9]。仇焕广(2013)统计了2010年各省畜禽粪便排放和污染情况,结果表明畜禽粪便污染最严重的3个省份分别是河南、四川、山东,占全国总污染量的28%^[10]。张绪美(2008)统计结果也表明畜禽规模养殖与污染中心仍在东部和南部沿海地区^[11]。

当然畜禽粪便的污染情况不仅取决于污染总量,更重要的是单位耕地面积的畜禽粪便污染量,耕地面积较小的省份,即使畜禽粪便产生总量少,其单位耕地面积的畜禽粪便污染负荷仍然可能很大。仇焕广(2013)的研究结果指出,浙江省虽然畜禽粪便污染总量仅为0.05亿t,但由于其耕地面积小,其单位耕地面积的畜禽粪便污染量高达2.72t/hm²;而西藏、青海、宁夏、新疆由于畜牧业欠发达,且耕地面积大,因此畜禽粪便污染程度相对较轻^[10]。张旭美(2008)研究得出北京、广东和福建是环境压力最大的3个省(市)^[11]。以上研究表明我国畜禽粪污产生总量大,尤其在东部沿海、中部养殖密集区的规模化养殖程度高;污染物产生量突出的省份亦即养殖密集区域;单位耕地面积污染负荷量大,粪污产生范围广但地区之间分布并不均衡,有较大差异。

2.2 畜种间污染物产生量差异大

根据《第一次全国污染源普查畜牧业源产排污系数手册》和2015年《中国畜牧兽医年鉴》,估算出2014年全国生猪、肉牛、奶牛和家禽的粪、尿、化学需氧量(COD_{Cr})、全氮(TN)、全磷(TP)等主要污染物的产生量(图2-1)。2014年我国生猪、肉牛、奶牛、家

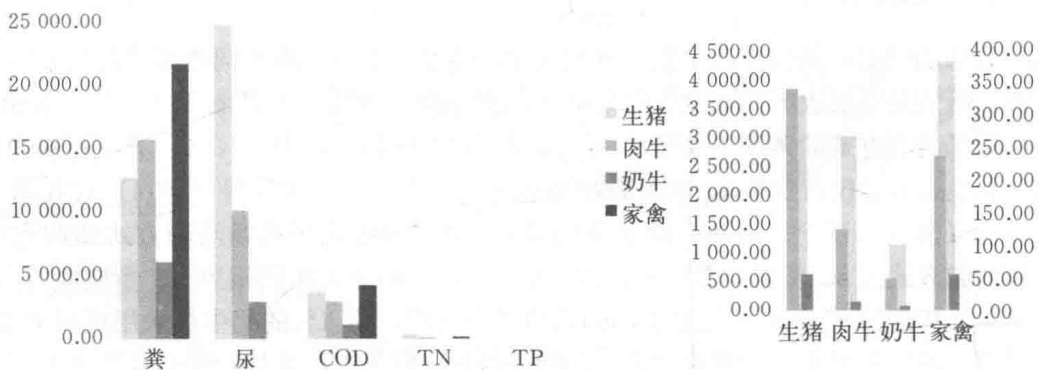


图 2-1 2014 年全国主要畜种污染物产生情况

禽的粪尿产生量分别为 3.75 亿 t、2.59 亿 t、0.81 亿 t、2.18 亿 t，所占比重如图 2-2 所示。相比其他畜种，家禽的粪便产生量最大，但是肉牛和奶牛的粪便产生量之和大于其他畜种；生猪的尿液产生量最大，将近 2.5 亿 t。这与林源（2012）对 2009 年我国各类畜禽粪尿产生量的统计结果相仿^[8]。

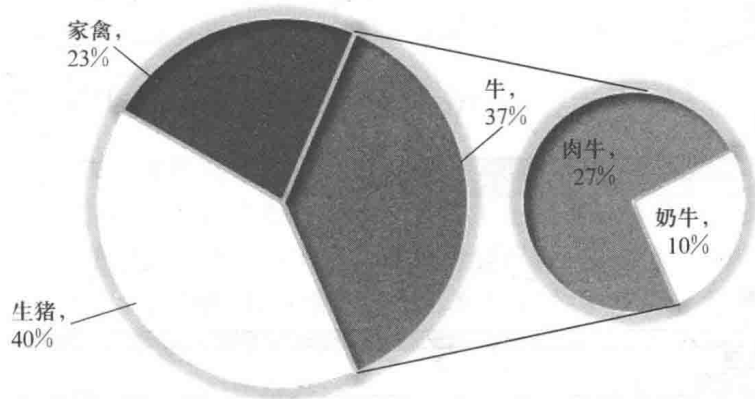


图 2-2 2014 年各畜禽粪尿产生量所占比例

同时以奶牛和生猪两个产污量最突出的畜种为例，统计了 2014 年全国各省份的粪便、尿液、COD、TN、TP 的产生量测算得出以下结果。如图 2-3 所示，四川省生猪养殖污染物产生量最高，占全国的近 1/10，其次是河南和湖南；如图 2-4 所示，内蒙古、河北和黑龙江奶牛养殖污染物产生量较大，三个省份奶牛粪尿产生总量占全国的 45%；其次是山东、新疆和河南，奶牛粪尿产生量占全国总量的 28%。结果与先前统计的各省份养殖分布情况相一致。

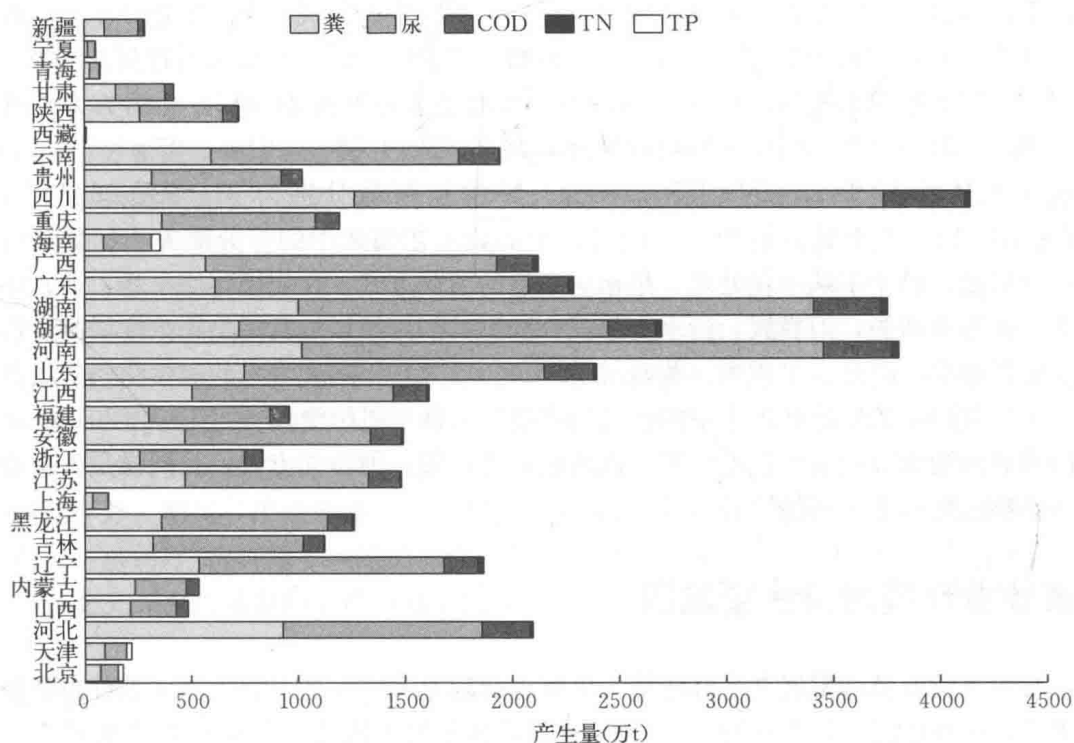


图 2-3 2014 年各省份生猪污染物产生情况

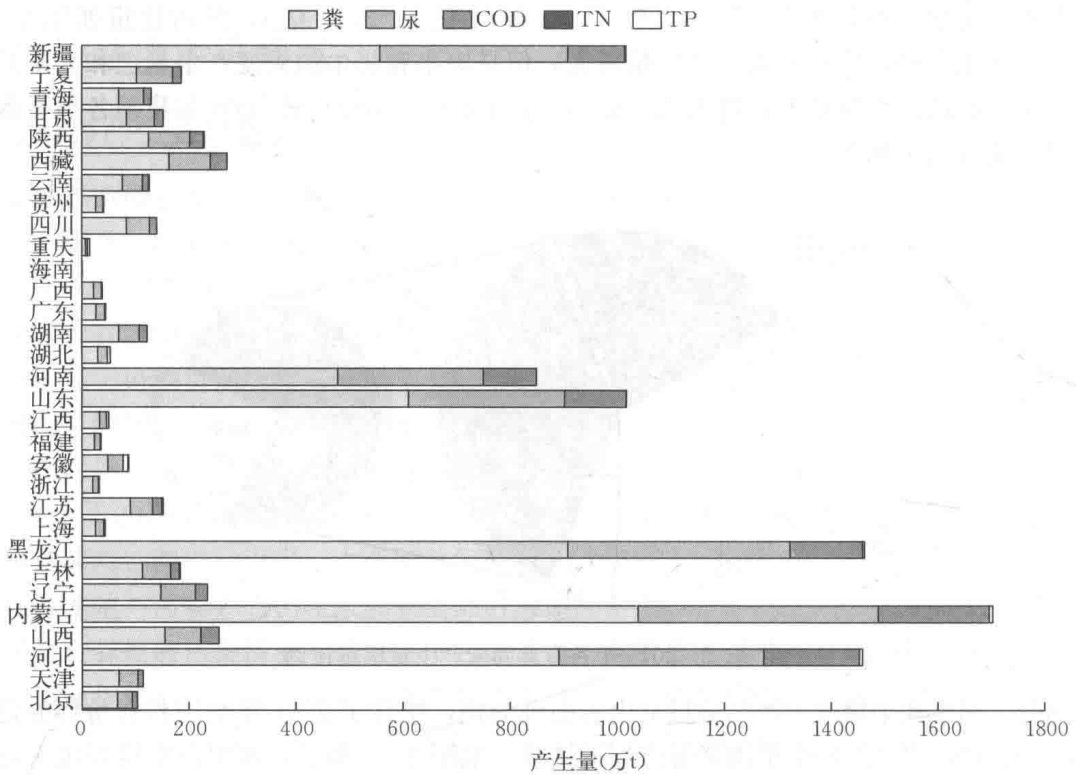


图 2-4 2014 年各省份奶牛污染物产生情况

2.3 不同生产方式污染物产量差异明显

除不同地区、不同畜种产污量有较大差异外，不同生产方式对于污染物产生、产排路径及粪便的末端处理与利用都有着不同程度的影响。郭卫广（2015）对四川省调查发现，2013年四川省采用干清粪方式的养猪场占 71.1%，其次是水冲粪占 27.6%。干清粪方式进入水体的 COD_{Cr} 、TN、TP、 NH_3-N 负荷量分别为 20.28、4.58、0.81、1.07 g/(d·h)；而水冲粪进入水体的 COD_{Cr} 、TN、TP、 NH_3-N 的负荷量分别为 314.60、26.29、7.67、12.27 g/(d·h)，差距显而易见^[12]。而且，干清粪工艺粪尿中的养分损失小、肥效高，且污染物含量低，易于末端净化处理，是相对理想的清粪方式。在规模化奶牛场，通常采用机械刮板或铲车来清粪，但粪尿、污水全部混合清出，产污量增加且污染物浓度增高，但相应可减少清粪频次，降低人工成本。董晓霞（2014）通过对伊利和宜昌的规模化奶牛场调查得出，人工清粪产生的尿液和污水中的污染物含量远远低于机械清粪^[4]。朱宁（2013）调查发现我国蛋鸡场清粪方式主要包括人工、刮粪板及传送带三种清粪方式，且同样是人工清粪方式的污染物浓度远小于其他清粪方式^[7]。

3 畜牧业环境污染主要成因

从我国畜牧业总体发展态势及环境污染特点梳理中不难发现，首先从地域分布和环境容量上来看，东部沿海经济发达地区与中部毗邻大城市周边的地区是畜禽养殖场密集分布区域，显然也是污染物产生量最突出的区域；二是从养殖畜种上来看，以相对养殖量比较规模

化程度从大到小排列依次是牛、猪、家禽，测算结果显示产污量也与之相对应；三是大中型畜禽场大多偏好机械干清粪工艺以节省人工成本，但由于粪尿、污水混合且需要定期冲洗粪沟，对后期固液分离技术要求相应提高，而小规模养殖场人工干清粪的做法实现源头控污和减量化处理，且经济适用，值得提倡，但仍有少数仍沿用传统的水冲、水泡粪方式的养殖场污水产生量大且污染物浓度极高，可能对环境更易造成影响，不容忽视。结合上述几点，分析造成畜牧业环境污染的成因主要归结于以下两方面。

3.1 缺少科学规划布局，农牧脱节、种养失衡

实地走访中不难发现，养殖场主仅根据市场情形与地方政策自主决定养殖何种畜禽、养殖规模、畜舍结构空间、设施建设位点等事项，且由于土地承包经营，大部分规模化养殖场没有配套可消纳畜禽粪便的耕地，只养不种；而种植经营者大多也是只种不养，同一地区种植的作物品种、耕作时间、施肥时期和施肥量与养殖生产各不统一，导致种养业“各自为政”，农牧脱节现象严重，粪便资源化利用途径受阻。在这种各自独立进行成本核算的方式下，种植户为降低劳动成本大量施用化肥，导致土壤贫瘠、结构破坏、逐渐失去可持续生产的能力，畜禽粪便无法得到利用而依法必须进行处理，同样为降低治污成本，养殖户倾向于就近堆放或排放附近的沟渠坑塘，造成资源浪费、环境污染、恶性循环。而欧盟某些国家值得借鉴的做法，一是根据农场耕地面积折算出施肥量，同时根据拟养殖畜种、规模、方式折算出粪便产生量，让农场主明确养殖规模上限和作物轮作类型及方式；二是通过大数据分析模型，预测5~10年间粪肥施用可能带来的环境变化情况，给出农场主不同生产经营方式的选项，以帮助自行选择可改善环境条件同时保障生产率的途径。由此可见，小到一个园区、大到一片地域，对种养业及延伸产业链条整齐划一十分重要。

3.2 经营管理方式简单粗放，生产水平不高

饲喂是决定畜产品数量大小与品质好坏乃至畜牧业稳定长效发展的关键因素，但长期以来我国畜牧养殖饲料利用率较低，同西方发达国家的精准饲喂水平相比有不小差距。在西方国家，生猪养殖先进水平的料肉比为2.4:1，我国目前只有少数能够达到3.5:1；肉鸡养殖世界先进水平的料肉比为1.6:1，我国只有(2~2.2):1；蛋鸡养殖世界先进水平的料蛋比为2.4:1，而我国是(2.6~3):1。畜禽粪便中含有大量未消化的蛋白质、B族维生素、矿物质元素、粗脂肪和一定数量的碳水化合物，特别是粗蛋白质含量较高。^[13]

实地调研中不难发现，许多传统的规模化畜禽养殖场基础设施条件仍然落后，畜禽采食、饮水、产排粪尿等空间集中狭小，养殖密度高；缺少专门的粪水收储设施，简易的铲车与手推车式的人工清粪方式，容易将粪便到处散落，粪尿多与垫料掺混难以清理，畜舍内养殖环境条件差；通风、采光条件有限，圈舍内屋顶、栏杆等处腐蚀严重，工作环境恶劣；猪圈、鸡舍、挤奶厅/待挤间等区域的冲洗水使用无度，使得后续处理难度大大提升；场区内脏、净道交叉等粗放简单的生产经营方式给场区内外环境造成严重影响。

4 环境污染防治政策及存在问题

源于庇古理论学说，一直以来我国政府针对畜牧环境污染防治运用的政策工具主要是命