



奶牛

◎ 李孟娇 著

养殖场粪污处理模式选择及 影响因素分析

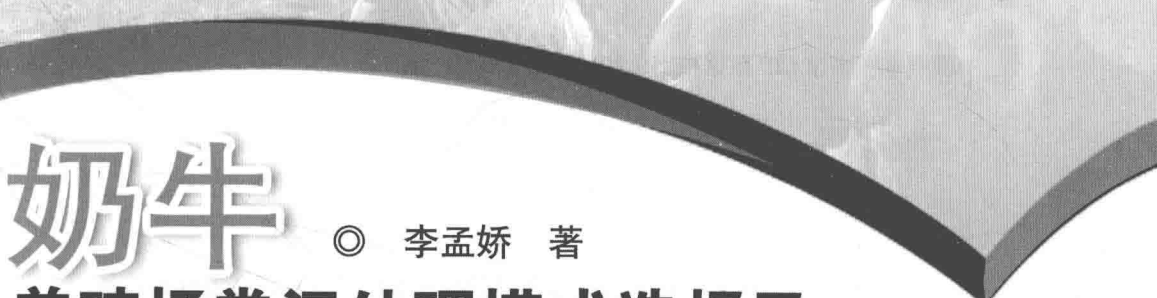
——以京津沪奶牛优势区为例

ANALYSIS OF DAIRY FARM WASTE TREATMENT MODE SELECTION AND INFLUENCING FACTORS

——A CASE STUDY OF BEIJING-TIANJIN-SHANGHAI DOMINANT REGION



中国农业科学技术出版社



奶牛

◎ 李孟娇 著

养殖场粪污处理模式选择及 影响因素分析

——以京津沪奶牛优势区为例

ANALYSIS OF DAIRY FARM WASTE TREATMENT MODE SELECTION AND INFLUENCING FACTORS

——A CASE STUDY OF BEIJING-TIANJIN-SHANGHAI DOMINANT REGION



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

奶牛养殖场粪污处理模式选择及影响因素研究:以京津沪奶牛优势区为例 / 李孟娇著. —北京:中国农业科学技术出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5116-2802-2

I. ①奶… II. ①李… III. ①乳牛场-生产管理-研究
IV. ①S823.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 253571 号

责任编辑 范 潇

责任校对 贾海霞

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106625 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1 000mm 1 / 16

印 张 5.25

字 数 83 千字

版 次 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价 29.80 元

— 版权所有 · 侵权必究 —

前言

Preface

随着畜禽养殖的规模化、集约化程度不断加深,畜禽养殖过程中产生的大量畜禽粪便及污水对环境造成严重污染,引起世界各国的广泛关注。在各类畜禽粪污中,个体奶牛粪便日排放量为 20 488.7kg/头,是生猪的 13.47 倍、羊的 25.06 倍,且氮、磷含量较高,是名副其实的“排污大户”。因此,对奶牛粪污的治理显得尤为必要。京津沪奶牛优势区作为四大奶牛养殖优势区中唯一的大城市郊区代表,具有规模化程度高、土地资源紧张、环境保护压力大的特点,随着规模化畜禽养殖的不断发展,畜禽污染成为其养殖业发展面临的重要制约。

本研究根据排泄系数法计算了 21 世纪以来北京、天津、上海三个地区的畜禽从及奶牛粪便、养分及污染物产生量,并在此基础上估算了京津沪奶牛优势区三个市的畜禽粪便耕地负荷量及警戒值。结果表明,京津沪奶牛优势区整体的负荷量较高,对环境造成威胁。分地区来看,北京地区的畜禽粪便污染程度高于上海、天津两市。

为了解影响京津沪奶牛优势区养殖场粪污处理模式选择的因素,本研究进一步基于 66 家奶牛养殖场的的数据,运用 Logit 模型对影响京津沪奶牛优势区的奶牛养殖场粪污处理模式选择及因素进行计量分析。结果表明,养殖区域、牛场法人文化程度、养殖场土地资源的丰富程度和是否得到补贴等政策因素,影响了养殖场是否选择工业化的粪污处理的模式。

本书出版得到了现代奶牛产业技术体系北京市创新团队和农业部软课题

“发展规模养殖与环境保护问题研究”(Z201335)资助,在课题研究中得到了国内许多领导、专家学者的帮助与指导,特别是我的指导老师中国农业科学院农业信息研究所董晓霞研究员、中国农业大学人文与发展学院于乐荣副教授、中国社会科学院胡冰川副研究员等给予的指教,在此一并感谢。

奶牛养殖场废弃物处理模式是一个复杂的命题,涉及人文、社会、经济、管理、环境、计算机等若干学科和领域。由于本书涉及内容较多,作者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,恳请同行和读者批评指正,以便今后进行改正和完善。

目 录

Contents

第一章 绪 论	1
一、研究背景和意义	1
二、国内外研究现状	2
三、研究内容和方法	10
四、本章小结	14
第二章 京津沪奶牛优势区畜禽污染计算方法	15
一、数据来源和计算方法	15
二、京津沪奶牛优势区畜禽粪便负荷量计算	16
第三章 北京市畜禽养殖和污染现状研究	21
一、北京市畜禽粪便产生量计算	21
二、北京市畜禽粪便养分产生量计算	22
三、北京市畜禽粪便污染物产生量计算	23
四、北京市畜禽粪便耕地负荷量计算	24
五、本章小结	25
第四章 天津市畜禽养殖和污染现状研究	26
一、天津市畜禽粪便产生量计算	26
二、天津市畜禽粪便养分产生量计算	27

三、天津市畜禽粪便污染物产生量计算	28
四、天津市畜禽粪便耕地负荷量计算	29
五、本章小结	29
第五章 上海市畜禽养殖和污染现状研究.....	30
一、上海市畜禽粪便产生量计算	30
二、上海市畜禽粪便养分产生量计算	31
三、上海市畜禽粪便污染物产生量计算	32
四、上海市畜禽粪便耕地负荷量计算	33
五、本章小结	34
第六章 影响京津沪奶牛优势区畜禽粪污处理模式的 因素分析	35
一、调研样本和变量选取	35
二、模型估计结果	37
三、本章小结	44
第七章 促进养殖业合理发展的对策建议.....	45
一、研究结论	45
二、对策建议	46
三、本章小结	47
畜禽污染防治政策列表.....	48
一、畜禽规模养殖污染防治条例	48

二、农业部关于加快推进畜禽标准化规模养殖的意见	51
三、畜禽养殖业污染物排放标准	54
“养殖场健康养殖与环境控制设施设备” 状况调查问卷	58
参考文献.....	67

第一章

绪 论

一、研究背景和意义

畜禽养殖带来的环境污染问题是发达国家和发展中国家共同关心的问题。20 世纪 50 年代,发达国家开始进行大规模集约化畜禽养殖,由此产生的大量畜禽粪便及污水对环境造成严重污染。1948 年,美国《联邦水污染控制法案》中就明确将集约化畜禽养殖定义为点源污染的一种。20 世纪 60—70 年代,芬兰、挪威、日本等畜牧业发达的国家和地区也出现了畜禽粪便污染问题(董晓霞等,2013),日本更用“畜禽公害”的概念高度概括了这一问题的严重性(刘培芳等,2002)。奶牛养殖业是畜禽养殖业中的重工业,粪水排污量远远高于其他畜禽的养殖。据中国奶业协会 2004 年(存栏 1 100 万头)的统计结果显示,我国奶牛养殖每年产生约 18 亿吨粪污、垫料、饲料残渣等废弃物(《人民日报》,2005),点源和面源污染同时存在。随着近年来奶牛存栏数量(2012 年存栏 1 494 万头)的不断增加,初步估计我国奶牛养殖每年产生约 25 亿吨粪污、垫料、饲料残渣等废弃物。目前,奶牛集聚养殖已经成为大中城市郊区的主要污染源,奶牛场环境污染问题已经成为制约奶牛养殖业健康稳定发展的

奶牛养殖场粪污处理模式选择及影响因素研究

——以京津沪奶牛优势区为例

主要因素之一（董晓霞等，2014）。为了控制环境污染，我国大中城市的规模化奶牛养殖场的外迁工作在全国范围内展开，粪便收集、处理和加工等奶牛废弃物管理系统优化项目正在进行（刘旭等，2004）。

20 世纪以来，中国奶牛养殖业快速发展，规模化发展成为趋势。其中，奶牛存栏数量、奶产量迅速提升，2013 年我国奶牛存栏 1 443 万头，较 2000 年增加 195.1%；牛奶产量为 3 531 万吨，较 2000 年增加 327.0%。农业部第二轮《全国奶牛优势区域布局规划（2008—2015）》，京津沪奶牛优势区被定为我国四大奶牛优势区（东北内蒙古自治区奶牛优势区、华北奶牛优势区、西北奶牛优势区）之一。其代表了大城市郊区的奶牛养殖业发展现状，2013 年，包括北京、上海、天津三市的 17 个县（场）的年末存栏为 37.07 万头，占全国奶牛年末存栏总数的 2.6%；牛奶产量为 156.24 万吨，占全国牛奶总产量的 4.4%；100 头以上的规模养殖场共 565 家，占全国的 4.59%。该区域乳品消费市场大，加工能力强，牛群良种化程度高，部分农场的奶牛单产水平达到 10 吨以上。同时，面临土地资源极为紧张，环境保护压力大的困境，随着规模化畜禽养殖的不断发展，畜禽污染成为其养殖业发展面临的重要制约。

本研究以京津沪奶牛优势区为例，畜禽粪便农田负荷量及粪污处理模式研究为主题，具有理论和实践的双重研究意义。其一，就理论意义而言，本研究将研究区域定义为大城市郊区的京津沪奶牛优势区，丰富了关于畜禽粪污处理模式方面的研究。其二，就实践意义而言，京津沪地区开展“十二五”主要污染物减排监测活动、重点对纳入年度减排计划的规模化畜禽养殖场（小区）开展监督检查，监督其污染物排放状况、排放去向、污染治理设施运行情况、废弃物综合利用情况等，在此背景下，研究具有一定的实践意义。

二、国内外研究现状

（一）国外研究现状

对奶牛粪便污染现状的研究。国外众多学者的研究表明：奶牛等畜禽养殖业环境污染问题的原因是由于农场配套耕地不足或盲目施用饲料带来的土地负荷过大。如 Lanyon and Thompson（1996）认为，畜禽养殖业环境污染问题

的根本原因是畜禽养殖与饲料供给地的分离。Bannon and Klausner (1996) 研究证明, 畜禽养殖场配套一定数量的饲料地(玉米)对畜禽粪便中养分的再循环利用以及生态环境保护至关重要。Wu and Satter (2000a, 2000b), Morse et al. (1992), Van Horn et al. (1994) 的研究表明, 含磷饲料的过量施用导致了畜禽粪便中 P 的含量超标。Powell et al. (2001) 的研究也证实了过量施用养分含量较高的饲料将会导致需要更多的土地来消纳畜禽粪污。

随着新一轮针对畜禽养殖业养分管理计划的实施, 奶牛粪便中 P 的含量已被作为评价水体质量的关键指标 (USDA/USBPA 1999; NRCS 2001) (Powell J M, Douglas B, Jackson-Smith, et al. 2002)。Combs and Peters (2000) 测量了 1995—1999 年 Wisconsin 州土壤中 P 的含量, 结果显示, 被测土壤的 75% P 含量呈现出较高的水平 (24 mg/kg), 50% 的被测土壤的 P 含量水平甚至高于 38 mg/kg。Proost (1999) 的研究表明, Wisconsin 州许多奶牛养殖场的土地 P 含量非常高, 甚至已经超标。对土地承载力的测算已引起国外学者的关注。Basnet (2002) 等以澳大利亚 Queensland 州东南部的 Murray Darling 盆地中的 Westbrook 子流域为研究区, 对畜禽粪便处理的土地适宜性级别进行了分析, 其实际目标是确定区域内土地对畜禽粪便的承载力。Provolo (2005) 等以单位面积的氮元素负荷作为指标, 即每公顷土地的氮施用量/作物需氮量, 并与 GIS 结合实现粪肥管理实施进行评价分析, 但其不足以进行农场尺度的污染风险评估。Jordan (2007) 等将土壤类型水文学分类与地形坡度、砾石度、洪灾和土壤湿度不足分类等结合构成风险矩阵, 制作 50m 格网的动物液态粪便承载图。

对奶牛场粪污防治法律法规的研究。目前, 奶牛场环境控制已引起各国政府关注, 欧美许多国家已出台了防治畜禽污染的相关法律法规 (李孟娇等, 2014)。法国关于牛场环境控制的法律法规包括:《土壤保护法》规定: 排放于土地中的农场污水, 每公顷氮的含量在 140~150kg。农业污染控制计划 (PMPOA) 规定: 通过对养殖企业生产废物的处理和储存来保护水质, 由专业人员对奶业生产者环境保护措施进行帮助和指导。荷兰关于牛场环境控制的法律法规包括: 1971 年荷兰立法直接规定: 不经任何处理直接将粪便排入土壤、

地表水属违法行为。从 1984 年起,规定每公顷土地超过 2.5 个畜单位,农场主必须缴纳一定数量的粪便费。荷兰《环境管理法》规定:任何可能对环境造成破坏和污染的活动都必须经过相关政府机关的批准,在此批准过程中,必须进行环境影响评价和环境污染预防审计。美国关于牛场环境控制的法律法规较为完善,建立起一个以联邦环境保护法规为核心,以州级法规政策为补充,以地方管理措施为落脚点的三位一体的奶业环境污染综合防治体系。如《联邦水污染控制法案》中,即明确将集约化畜禽养殖定义为点源污染的一种。《清洁水法案》规定,畜禽养殖场为污染物排放源,限制畜禽养殖生产规模;对饲养牲畜头数在 1 000 个牲畜单位以上的养殖场需领取排污许可证。

对粪污处理模式的研究。在欧洲、美洲的发达国家,奶牛粪污常规的处理方法是囤积较长时间后还田(一般来说为半年以上),即自然处理。但近年来调查发现,奶牛粪污污染问题并没得到很好地解决(C N Mulligan, 2004)。除去自然处理模式,欧美发达国家奶牛粪污处理模式还有环保模式、能源—环保模式、生态工程模式等(李孟娇等, 2014)。但其主流模式为沼气发酵模式,包括推流式发酵、全混合发酵和厌氧过滤器发酵三种工艺(胡启春, 宋立, 2005)。

目前,国外关于沼气模式的研究集中在技术层面。如 Ami Smith et al. (2004) 研究了美国北方寒冷地区(纽约州、明尼苏达州,冬季平均气温低于零摄氏度)运行良好的 6 座奶牛场沼气工程,发现有 5 座采用的是推流式发酵工艺,处理规模分别是 1 000~2 400 头牛,采用热电联技术,发电机的规模在 130~200 kW,发电余热用于发酵装置增温;纽约的 Matlink 奶牛场则在 2001 年建设了一座全混合沼气发酵装置,采用中温发酵,发酵后出水的后处理方法与推流式发酵装置相似。C N Mulligan (2004), D Hodgkinson, G Liu, M Kubines (2004) 研究了加拿大处理牛场粪污的大型全混合沼气发酵装置。

另外,关于奶牛养殖污水处理的生物工艺及其处理效果也引起了相关学者的注意。如 WJ Oswald (1980) 研究发现,水藻可增加畜禽养殖废水生物处理的有效性。Craggset et al. (2004) 研究发现,在新西兰和澳大利亚,超过 1 000 个奶牛和猪养殖场采用生物利用两池系统处理污水,该系统可有效去除悬浮物

和碳,达到较理想的效果。Bolan et al. (2004) 对新西兰牧场进行的试点试验也发现,两池处理系统中辐射松的树皮能有效去除污水中的营养物。有些学者则关注其他一些新型处理工艺,Burton C H, Turner C. (2003), Hahne J (2001) 研究了德国联邦农业研究中心 (FAL) 开发的年生产能力为 1.5 万吨奶牛粪尿的多级处理工艺,即好气性嗜热技术结合氮再生和利用化学添加剂降低可溶性磷含量技术处理奶牛粪尿工艺,FAL 具有多级处理工艺,其中,好气性嗜热工艺用于消毒、氮分离、减少异味。Rodriquez J (2001) 研究了西班牙养猪业高度密集的卡塔卢尼亚西部地区,采用 VALPUREN 工艺在当地处理过剩的动物粪尿 (包括奶牛粪尿),处理后的动物粪尿制成高效有机肥,然后销售到其他地区,同时用该工艺生产的沼气来发电。Ogink NWM, et al. (1998) 研究了由荷兰 3 家研究机构和 6 家公司联合,开发的一种小型的处理猪和奶牛粪尿的工艺:HERCULES 工艺,这种工艺的核心是直接在圈内对粪便和尿液分别进行处理,固体粪便与 5% 的麦秸混合后进行生物处理,可输出高效有机肥,而液体部分用硝酸溶液酸化后,在具有蒸发和气体洗涤功能的反应器中进一步处理,气体中的氨被酸液吸收,溶液被蒸发浓缩成液体氮肥。

(二) 国内研究现状

国内对奶牛粪污处理模式的研究起因于奶牛粪污处理不当引起的环境污染问题 (曹从荣、张漫等, 2004)。20 世纪 80 年代,随着我国奶牛养殖规模化发展,传统的还田模式已不能满足粪污处理的无害化要求。学术界就粪污处理模式展开了广泛研究。

对奶牛粪便污染现状的研究。许多学者从畜禽 (包括牛) 粪便总量及其中养分含量出发分析其污染风险。如彭里和王定勇 (2004) 利用调研数据并结合国内外研究,确定了重庆市畜禽粪便年排放量估算方法和各种估算参数,在此基础上估算出了重庆市主要畜禽的粪便年排放量和粪尿中氮、磷、钾等物质的含量。汪开英等 (2009)、张玲玲等 (2011)、周凯等 (2010) 等、郭东升等 (2012)、陈斌玺等 (2012) 人利用类似的畜禽粪便年排放量估算方法和估算参数分别估算了浙江省、武汉城市圈、河南省、湖南省以及海南省的畜禽粪便排

放量及其中的有机物含量,并比较了不同种类和不同地区畜禽粪尿排放量及当地的畜禽粪便农田负荷量。进一步地,陈微等(2009)研究了中国畜禽粪便资源总量及其能源潜力,并分别以单位耕地面积猪粪当量负荷和氮磷负荷为标准对中国畜禽养殖的环境容量和污染风险进行了初步评估,结果表明2003年我国畜禽粪便产生量为26.6亿吨猪粪当量,全国24个农区中有4个区的猪粪当量负荷超过 $30\text{t}/\text{hm}^2$ 的环境限量,有9个区的猪粪当量负荷超过20吨/公顷的全国平均值。基于我国畜禽污染现状,有些学者试图探索通过改变畜禽承载力的方法,减轻我国畜禽污染水平。刘忠等(2010)通过比较大田作物地、蔬菜、园地每季所能承载的畜禽数量,提出可以根据区域需要,通过提高作物对肥料的利用率、调整化肥与粪肥用量、调整种植结构等方式改变畜禽承载力的大小的方法。

畜禽(包括奶牛)粪便中不仅含有氮磷等营养物质,同时含有重金属、可溶性盐、激素等污染物,处理不当将对土壤、地下水造成严重污染。一些研究从畜禽(包括奶牛)粪便污染物含量出发分析其污染风险。李帆等(2012)通过调查采样及测试分析的方法,分析了安徽省主要畜禽养殖品种粪便中的重金属含量,结果表明畜禽粪便长期大量施用于农田存在着一定的重金属累积超标风险。王成贤等(2011)针对规模化畜禽养殖业发达地区畜禽粪便引发的重金属和可溶性盐污染负荷重等问题,以杭州市为例,通过空间分析与基于土壤盐分和重金属累积模型的模拟预警分析,评估了畜禽粪便农用过程中对温室土壤次生盐渍化和重金属累积的潜在影响。刘姝芳等(2013)、王辉等(2007)、李慕菡等(2013)分别关注了黑龙江省、吉林省和辽宁省畜禽养殖类固醇激素排放量,江苏省150家养殖场(户)的180个畜禽粪便样品中的盐分含量以及出口畜禽产品的碳排放总量。

还有学者通过经济模型分析预测表明,若不进行适当干预,我国未来的畜禽污染有进一步加重的趋势。仇焕广等(2013)利用中国农业可持续发展决策支持系统(CHINAGRO)对2020年我国总体和各省畜禽粪便排放和污染的发展趋势进行了预测分析,结果表明如不进行适当政策干预,全国畜禽粪便总污染量将在2020年达到2.98亿吨。朱宁和马骥(2014)根据一定的测算系数估

算出中国畜禽粪便产生量将在 2020 年和 2030 年分别达到 28.75 亿吨和 37.43 亿吨。

对奶牛粪污处理模式的研究。早期对奶牛等畜禽粪污处理模式的研究主要是论述不同处理模式流程及其优缺点。董克虞（1998）认为畜禽粪便水分、COD、BOD、SS 等含量较高，用常规方法很难处置，提出资源化和综合利用是处理畜禽粪尿污水的最佳途径，论述了烘干膨化、猪乐菌、沼气、生态养殖和人工生态工程等各种处理方法的优缺点。曹从荣、张漫（2004）、王凯军（2004）则总结了国内外的粪污处理技术、设备和模式的优缺点，例如还田模式、厌氧发酵—自然处理模式、达标排放处理模式、能源环保模式、生态工程模式等。郭娜等（2010）分别就目前常用的物理化学法、生物处理法、自然处理法以及综合处理法等处理方法对养殖废水的处理效果和应用前景进行了评述。费新东、冉奇严（2009）概括了我国集约化养殖粪便污水处理主要的三种方式：自然堆沤处理、好氧生物处理以及厌氧生物处理（大中型厌氧沼气工程），着重介绍了沼气工程的主要工艺及我国沼气工程存在的问题。

20 世纪 90 年代以来，随着我国对沼气工程的大力支持（林斌等，2009），学术界也对奶牛粪污处理的沼气工程模式展开大量研究，主要关注其技术工艺和经济、环境效益。胡启春，宋立（2005）综述了国内外奶牛养殖场沼气工程技术应用现状，分析了奶牛粪沼气发酵潜力和三种主要沼气发酵工艺的技术特点。韩芳等（2011）以三座沼气工程为基础，对其厌氧消化工艺、工程运行管理和投入产出情况进行分析探讨，并在此基础上，提出中国畜禽养殖场沼气工程建设厌氧消化技术的优化运行方案：完全混合式厌氧反应器、升流式固体反应器和高浓度推流式反应器适用于高悬浮固体浓度、高固体发酵原料的“能源生态型”沼气工程。孙家宾（2011）以规模化猪场为例，介绍了地理式常温 CSTR 工艺在崇州市卫世养殖场的应用及运行情况，全面分析了沼气工程的直接经济效益和综合社会效益。梁亚娟、樊京春（2004）以实际运行的养殖场沼气示范工程为例，利用财务评价的方法对工程的规模效益及发展潜力进行了定量的分析，指出了制约沼气工程发展的技术障碍是项目的技术水平较低。为提高沼气工程的经济效益，需要在提高技术水平的同时，其规模应向大型化方

向发展,使沼气工程尽快实现真正的商业化运行。王玉法(2007)研究了官溪村以利用沼气为纽带的“猪—沼—果(粮)”生态农业模式和“一池三改”建设,取得了显著的经济效益、生态效益和社会效益,这在农村具有示范推广应用价值。彭新宇(2007)对养殖专业户采纳沼气技术防治污染进行技术经济评价和行为研究,进而提出基于专业户畜禽污染防治的绿色补贴政策,具有重要的理论补充以及实践指导意义。刘雪珍、施玉书、牛文科(2007)介绍了浙江省建德市新安江万秋生态养殖场配建沼气工程,运用厌氧消化技术和“三沼”综合利用技术,对该场年排放量约9 000吨养殖污水进行无害化处理和资源化综合利用,实现污水零排放,不仅治理了养殖污染问题,而且使有机废弃物化害为利、变废为宝。张全国,范振山,杨群发(2005)设计了一种新型厌氧发酵系统——辅热集箱式畜禽粪便沼气系统,该系统采用太阳能和生物质能辅助加热方式,由若干个集箱式发酵单元组成,可根据养殖规模集成50立方米、100立方米、200立方米、300立方米、500立方米等不同规模的沼气工程。

由于技术落后、产气量少、北方冬季温度低等因素,沼气模式在我国奶牛粪污处理中显现出一定的局限性。因此,部分学者转而关注粪污处理的其他模式,研究重点围绕技术工艺展开。肖冬生(2002)提出了一种经济、高效、节能和多层次综合利用粪污水处理工艺,并使污水排放达到国家三级水标准。王浚峰等(2011)则主要阐述了国内目前粪污处理的常用工艺,着重介绍了固液分离工艺。黄华等(2013)着重探讨了奶牛场的粪污收集、发酵腐熟以及有机肥料的精细加工工艺。吴丽丽等(2010)详细分析了目前常用的畜禽粪污固液分离方法、设备、原理、应用及优缺点,并指出了固液分离设备未来发展方向。张勤等(2005)重点研究了厌氧消化处理高浓度有机废水的特点和影响厌氧处理效果的主要因素,同时提出了厌氧处理后的沼液、沼渣等综合利用途径和应用中应注意的事项。

对影响粪污处理模式选择因素的研究。目前,国内研究粪污处理模式主要从技术层面展开(仇焕广等,2013),对影响畜禽粪污处理模式选择因素的研究则刚刚起步,主要采用宏观政策分析的方法,从管理和政策层面进行分析。

如吕文魁等（2013）在对沼气系统、“堆肥+废水处理”、生物发酵床三类畜禽养殖废弃物综合利用主要技术模式的应用可行性进行评价研究时，主要关注指标为综合减排效益、COD去除率、氮磷去除率、施工操作难度、技术风险、设施建设费用、运管费用 and 经济效益等因素。曹从荣、张漫（2004）从三种模式的优缺点出发，具体分析了不同模式的投资及经济参数，并分别列举了在模式选择过程中政府、养殖行业需要考虑的因素。分析结果表明，从养殖行业角度讲，投资节省和运行费用低是最重要的考虑因素；从政府角度讲，则需要综合考虑众多因素，如管理成本、补贴压力、环境风险等。

一些研究在实地调查数据的支持下，分析了养殖户畜禽粪便处理方式因素的研究。如莫晓霞等（2011）运用描述性统计分析的方法，分析了当地环境治理政策、家庭非农收入水平和播种面积等因素对畜禽粪便的处理方式的影响。仇焕广等（2013）采用 Probit 和 OLS 方法分析了影响养殖户（包括散户与专业户）畜禽粪污废弃的因素，研究结果显示，大多数已有的畜禽污染治理政策仅对散户有效，而对专业户作用不大。回归结果表明，制定垃圾管理规章制度、专人监管垃圾投放和建立沼气池等措施能有效减少散户的畜禽粪便污染，但对于专业户只有专人监督垃圾投放才能发挥作用。

（三）文献评述

从国内外研究动态看，对畜禽粪污处理模式的研究呈现出以下特征：第一，在研究对象方面，对生猪养殖场畜禽粪污处理模式研究较多，对肉鸡、蛋鸡、奶牛养殖场粪污处理模式的研究鲜见。第二，在研究内容方面，主要关注沼气模式，对有机肥等工业化处理模式关注较少。第三，在研究视角方面，主要从粪污处理技术层面展开，如分析某些具体的粪污处理模式的优缺点、工艺改进措施、产生的经济、环境效益分析等内容（Ami Smith et al., 2004；Burton C H, Turner C. 2003；Hahne J 2001；张全国、范振山、杨群发，2005；肖冬生，2002）从宏观影响因素视角研究较少。第四，在研究方法方面，多采用简单描述性统计方法，缺乏大规模实证研究和经济建模方法。第五，关于粪污处理模式影响因素的研究刚刚起步，近年来专家学者关注度在不断提高。