

生物质能源沼气工程发展的 理论与实践

◎ 林 斌 著

中国农业科学技术出版社

生物质能源沼气工程发展的 理论与实践

◎ 林 斌 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物质能源沼气工程发展的理论与实践/林斌著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0250 - 3

I. ①生… II. ①林… III. ①养猪场 - 甲烷 - 综合利用 - 研究 IV. ①S828②S216. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 140902 号

责任编辑 王海东

责任校对 贾晓红

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) 82106626 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106626

网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经销者 全国各地新华书店

印刷者 北京华忠兴业印刷有限公司

开 本 880 mm × 1 230 mm 1/32

印 张 9.75 彩插 2

字 数 270 千字

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

——● 版权所有 · 翻印必究 ●——

目 录

第一章 导言	(1)
1.1 问题的提出	(1)
1.2 研究目标、研究内容与研究意义	(4)
1.2.1 研究目标	(4)
1.2.2 研究内容	(4)
1.2.3 研究意义	(7)
1.3 研究方法	(7)
1.4 相关概念的界定	(8)
1.4.1 规模化养猪场	(8)
1.4.2 沼气工程	(9)
1.4.3 养猪场的养殖污染	(9)
1.5 研究特色与可能的创新	(9)
1.5.1 研究视角上的特色与创新	(9)
1.5.2 研究内容上的特色与创新	(10)
1.5.3 研究方法上的特色与创新	(10)
1.6 本章小结	(10)
第二章 中国养猪业发展沼气工程的必要性和 可行性分析	(11)
2.1 中国养猪产业的发展概况	(12)
2.1.1 养猪产业的总体概况	(12)
2.1.2 全国规模生猪的单位平均成本收益情况	(13)
2.2 养猪场污染的现状分析	(15)
2.2.1 养猪场污染的特点	(15)
2.2.2 养猪场的污染解析	(16)
2.2.3 养猪业污染物产生量的测算	(18)
2.2.4 养猪场污染的治理模式解析	(19)



2.3	养猪场沼气工程发展的潜在价值分析	(22)
2.3.1	沼气资源的开发潜力	(22)
2.3.2	沼液的综合利用价值分析	(24)
2.4	加快发展养猪场沼气工程的必要性	(28)
2.4.1	规模养猪业可持续发展的必然要求	(28)
2.4.2	缓解国家日益严峻的能源压力	(29)
2.4.3	有助于新农村建设目标的实现	(30)
2.5	本章小结	(32)
第三章	规模化养猪场沼气工程的发展概况	(34)
3.1	规模化养猪场沼气工程的发展历程	(34)
3.1.1	试验和起步阶段	(34)
3.1.2	稳步发展阶段	(35)
3.1.3	快速发展阶段	(36)
3.2	规模化养猪场沼气工艺技术的发展概况	(37)
3.2.1	国外发展概况	(37)
3.2.2	国内发展概况	(38)
3.3	沼气工程建设与管理模式的发展现状	(42)
3.4	规模化养殖场沼气产业化发展现状分析	(45)
3.4.1	沼气产业化发展的供需市场基本形成	(46)
3.4.2	沼气的推广和规范管理呼唤产业化	(47)
3.4.3	发展规模化养殖场沼气工程的科技 支撑基本形成	(47)
3.4.4	政府对沼气工程产业化的高度重视为其 提供了政策保障	(47)
3.5	规模化禽畜养殖场沼气工程发展的障碍分析	(49)
3.5.1	认识不到位,对沼气工程建设重视不够	(49)
3.5.2	执法不力,约束机制不强	(49)
3.5.3	沼气工程建设的比较收益相对低下	(50)
3.5.4	沼气配套技术和市场化服务体系不完善	(50)
3.6	本章小结	(51)



第四章 规模化养猪场沼气工程发展的技术经济分析	(52)
4.1 规模化养猪场沼气工程的工艺模式	(52)
4.1.1 国家制定的规模化养猪场沼气工程工艺 模式规范	(52)
4.1.2 规模化养猪场沼气工程的工艺模式	(55)
4.2 规模化养猪场发展沼气工程的经济评价	(59)
4.2.1 评价方法介绍	(59)
4.2.2 成本和收入内容的界定	(60)
4.3 建瓯市健华猪业有限公司青州养殖场的 案例研究	(61)
4.3.1 建瓯市健华猪业有限公司青州养殖场的 概况	(61)
4.3.2 沼气池的技术模式	(61)
4.3.3 玻璃钢沼气工程经济效益分析	(62)
4.3.4 技术经济评价	(64)
4.3.5 敏感性分析	(65)
4.3.6 玻璃钢沼气池与砖混沼气池系统工程经济 效益比较	(67)
4.3.7 环境与社会效益分析	(68)
4.4 本章小结	(69)
第五章 规模化养猪场沼气工程发展影响因素的 理论分析	(70)
5.1 规模化养猪场沼气工程投资决策行为的 经济学思考	(70)
5.1.1 经济人假设	(70)
5.1.2 外部性理论	(71)
5.1.3 信息不对称理论	(73)
5.1.4 行为决策理论	(74)
5.2 沼气工程发展影响因素的文献回顾	(75)
5.2.1 规则因素	(75)



5.2.2 社会公众因素	(76)
5.2.3 企业特征	(77)
5.3 变量指标的设计	(78)
5.3.1 因变量的确定	(78)
5.3.2 影响因素变量的确定	(79)
5.4 数据来源	(84)
5.4.1 调查问卷设计	(84)
5.4.2 样本收集方法介绍	(84)
5.4.3 问卷的发放与回收	(85)
5.5 研究方法的选择	(86)
5.6 本章小结	(86)
第六章 规模化养猪场沼气工程发展影响因素的实证分析	
——以福建省为例	(88)
6.1 福建省规模化养猪场沼气工程的发展概况	(88)
6.1.1 福建省养猪产业的总体概况	(88)
6.1.2 福建省养猪场的规模分布	(90)
6.1.3 福建省发展规模化养猪场沼气工程的 必要性	(91)
6.1.4 福建省发展规模化养猪场沼气工程的 可行性分析	(92)
6.1.5 福建省规模化养猪场沼气工程的发展 概况	(93)
6.2 变量的描述性统计分析	(94)
6.2.1 沼气工程发展程度	(94)
6.2.2 政府补贴情况	(95)
6.2.3 环保局检查次数	(96)
6.2.4 养猪场附近沼气服务站建设情况	(97)
6.2.5 调查样本所在县市的人均 GDP	(97)
6.2.6 社会公众压力	(98)
6.2.7 规模化养猪场的养殖规模	(98)



6.2.8	环保态度	(99)
6.2.9	规模化养猪场场长的受教育特征	(99)
6.2.10	规模化养猪场的成立年限	(100)
6.2.11	规模化养猪场的地理位置特征	(101)
6.2.12	沼气沼液综合利用程度	(102)
6.3	单因素方差分析结果	(103)
6.4	多元线性回归分析	(106)
6.4.1	回归模型的构建	(106)
6.4.2	自变量指标的相关性分析结果	(107)
6.4.3	回归模型的检验	(107)
6.5	讨论	(109)
6.6	本章小结	(112)
第七章 规模化养猪场沼气工程发展政策的		
	作用机制研究	(113)
7.1	法律政策的作用机制	(114)
7.1.1	法律政策的告示作用	(114)
7.1.2	法律政策的强制作用	(115)
7.1.3	法律政策的引导作用	(115)
7.2	金融政策的作用机制	(116)
7.3	财政政策的作用机制	(117)
7.4	税收政策的作用机制	(119)
7.5	科技政策的导向作用	(120)
7.6	本章小结	(122)
第八章 规模化养猪场沼气工程发展的政策现状		
(123)		
8.1	法律政策	(123)
8.1.1	政策内容	(123)
8.1.2	调研情况	(126)
8.2	金融政策	(127)
8.2.1	政策内容	(127)
8.2.2	调研情况	(129)



8.3	财政政策	(131)
8.3.1	政策内容	(131)
8.3.2	调研情况	(132)
8.4	税收政策	(135)
8.5	科技政策	(136)
8.5.1	政策内容	(136)
8.5.2	调研情况	(137)
8.6	本章小结	(139)
第九章	国外沼气工程发展政策概述	(141)
9.1	法律政策	(141)
9.1.1	政策内容	(141)
9.1.2	借鉴作用	(144)
9.2	金融政策	(144)
9.2.1	政策内容	(144)
9.2.2	借鉴作用	(145)
9.3	财政政策	(146)
9.3.1	政策内容	(146)
9.3.2	借鉴作用	(148)
9.4	税收政策	(149)
9.4.1	政策内容	(149)
9.4.2	借鉴作用	(151)
9.5	科技政策	(152)
9.5.1	政策内容	(152)
9.5.2	科技政策的借鉴作用	(154)
9.6	本章小结	(155)
第十章	规模化养猪场沼气工程发展的政策建议	(156)
10.1	加大财政扶持力度, 调整财政补贴政策	(156)
10.2	继续完善沼气服务体系建设	(157)
10.3	提高沼气相关技术创新能力	(158)
10.4	强化环保部门的执法力度	(159)



10.5	完善相关法律法规	(160)
10.6	构建多元化融资机制	(160)
10.7	本章小结	(161)
第十一章	研究结论、不足与展望	(162)
11.1	研究结论	(162)
11.2	研究不足	(163)
11.3	研究展望	(164)
附录1	沼气工程规模分类行业标准 (NY/T 667—2003)	(165)
附录2	规模化养猪场沼气工程调查问卷	(167)
附录3	中国各省和直辖市肉猪年出栏数 (2003~2008)	(171)
附录4	中国各省和直辖市生猪存栏数 (2003~2008)	(173)
附录5	2008年部分地区规模生猪成本收益情况	(176)
附录6	沼气工程发展的相关政策法规	(177)
附录7	沼气工程相关的技术标准	(183)
附录8	规模化养猪场主要污染物介绍	(185)
附录9	国内外大中型沼气工程主要工艺 技术介绍(一)	(194)
附录10	国内外大中型沼气工程主要工艺 技术介绍(二)	(211)
附录11	国内外大中型沼气工程主要工艺 技术介绍(三)	(216)
附录12	规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范	(218)
附录13	可供参考的相关期刊论文与图书	(238)
参考文献		(277)



第一章 导 言

1.1 问题的提出

养猪业是我国农业中传统的优势产业，是城乡居民肉食品的重要来源，在农业和农村经济中占有重要地位。养猪业的发展不仅满足了人们对猪肉及其产品的消费需求，而且为农民增收、农村劳动力就业、粮食转化、带动相关产业的发展等作出了重大贡献。2008年，全国生猪年末存栏为46 291.3万头，肉猪出栏数为61 016.6万头；猪肉产量为4 620.5万t，猪肉占全国肉类总产量的63.48%。我国是猪肉消费大国，2008年，全国人均猪牛羊肉占有量为40.3kg，人均猪肉占有量为34.79kg，占86.36%。

养猪业是中国农村经济的优势产业，近年来发展速度很快，其中，能够创造集约经济优势的规模化养猪场更是呈现出加速发展的态势，规模化养猪场已成为生猪主产区养猪的主体。2007年全国出栏50头以上的规模养猪专业户和商品猪场共224.4万个，出栏肉猪占全国出栏总量的比例达到48.4%，其中，年出栏万头以上的规模猪场有1 800多个（农业部，2009年）。中央政府也鼓励和支持规模化养猪。十七届三中全会《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》指出：“加快发展畜牧业，支持规模化饲养。”2009年中央1号文件《中共中央国务院关于促进农业稳定发展农民持续增收的若干意见》也明确指出：“加快发展畜牧水产规模化标准化健康养殖。”我国规模养猪发展迅速，这主要是由于规模化的集中饲养方式，有利于提高生猪的饲养技术、防疫能力和管理水平，与传统农户分散饲养相比，规模化饲养能够大大提高生产效率和饲料转换率，降低生产成本，从而增加经济效益。





然而,规模化养猪在实现集约经济优势的同时,也带来了严重的环境污染问题。生猪的集中饲养生产方式造成了粪尿过度集中和冲洗水大量增加,给环境带来了极大压力。规模化养猪场快速发展所伴生的大量粪污不但严重地影响了自身的可持续发展,而且还加重了对农村生态环境的污染。养猪业污染问题已经受到广泛关注,环保压力日益增大。中央政府和地方政府为此都纷纷加大规模化养猪场的污染治理的力度,要求规模化养猪场必须处理好粪污废弃物,甚至有些地区还强制关停部分污染治理不合格的养猪场。2001年环保总局制定了《畜禽养殖污染防治管理办法》,要求畜禽养殖场必须进行畜禽养殖污染防治。2007年环保总局又制定了《全国农村环境污染防治规划纲要(2007~2020年)》,强调要大力推广健康养殖,全面推进畜禽养殖污染整治。2009年2月,针对九龙江北溪流域养殖业污染问题,福建省政府专门对九龙江流域综合整治工作进行部署,龙岩市政府也专门制定了《龙岩市九龙江流域水环境综合整治工作方案》,全力开展生猪养殖业污染整治,截止到3月5日,全市已关闭或拆除生猪养殖场2774户,其中,新罗区关闭或拆除生猪养殖场1398户,清栏生猪13.4万头;漳平市关闭或拆除生猪养殖场1376户,清栏生猪2.84万头(范波和阙国豪,2009)。在这种背景下,规模化养猪场必须加大污染治理投资,解决猪粪废弃物的污染问题。常见的养猪场废弃物污染治理解决办法是发展沼气工程。通过发展沼气工程,养猪场不但可以很好地解决污染问题,还可以取得一定的经济效益,沼气工程所产生的副产品,沼气、沼液和沼渣都具有很好的经济用途。

沼气的主要成分甲烷,是一种理想的气体燃料,发热量高,抗爆性能较好,是一种清洁的可再生能源。沼气除直接燃烧用于炊事、供暖、照明和冬季猪仔的保温,还具有沼气发电等用途。经沼气装置发酵后排出的沼液和沼渣,含有较丰富的营养物质,可用做肥料和饲料。因而,从政府的角度来看,以养猪场废弃物为基础所发展的沼气工程由于具有生态效益、能源效益和经济效益等较好综合效益,使之成为我国政府加强农村环境治理的重要措施,也成为



推进社会主义新农村建设的重要手段，对于优化农村能源结构、保障国家能源安全、保持经济社会可持续发展具有重要意义。为此，党中央和国务院多次在重要文件中明确指出，要大力支持和加快推进规模化养猪场沼气工程的发展。《国务院关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》（国发〔2005〕21号）文件要求“在农村大力发展户用沼气池和大中型畜禽养殖场沼气工程”；2006年中央1号文件《中共中央国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见》明确提出：“要加快农村能源建设步伐，在适宜地区积极推广沼气等清洁能源技术。从2006年起，大幅度增加农村沼气建设投资规模，有条件的地方，要加快普及户用沼气，支持养殖场建设大中型沼气。”2007年中央1号文件《中共中央国务院关于积极发展现代农业扎实推进社会主义新农村建设的若干意见》也明确指出：“加快发展农村清洁能源。继续增加农村沼气建设投入，支持有条件的地方开展养殖场大中型沼气建设。”2008年中央1号文件《中共中央国务院关于切实加强农业基础设施建设进一步促进农业发展农民增收的若干意见》也明确指出：“增加农村沼气投入，积极发展户用沼气，组织实施大中型沼气工程，加强沼气服务体系建设。”农业部《全国农村沼气工程建设规划（2006~2010年）》提出，到2010年，全国规模化养殖场大中型沼气工程总数达4700处左右，达到适宜畜禽养殖场总数的39%左右。

按照我国有关环境管理法律和政策的要求，规模化养猪场必须进行沼气工程的建设，进行治理养猪场废弃物污染。同时，由于沼气工程具有能源效益和生态效益，各级政府又在积极鼓励和推动规模化养猪场进行沼气工程建设。此外，规模化养猪场发展沼气工程还可以获得一定的经济效益。因而，规模化养猪场沼气工程的建设既有压力，又有推力和动力，在这种情况下，规模化养猪场沼气工程的发展原本应该非常迅速，且养猪场废弃物的污染问题也应该得到很好的解决。然而现实的情况并非如此，小部分的规模化养猪场依然没有建造沼气池，大部分的规模化养猪场虽然都建造了沼气池，但是，沼气池的实际建造容积并未达到沼气工程的标准，因



此, 养猪场造成的污染问题仍然很严重, 仍然在威胁和破坏着农村的生态环境。那么, 到底是什么原因导致了这种现象的发生呢? 为什么规模化养猪场依然不建造沼气池或没有积极性建造达标的沼气工程呢? 影响规模化养猪场建造沼气工程的关键因素是什么呢? 沼气发展政策是否进行调整以及如何进行调整呢? 等等。为推进我国规模化养猪场沼气工程的快速发展, 保护农村生态环境, 上述这些问题都需要进行深入研究。

1.2 研究目标、研究内容与研究意义

1.2.1 研究目标

本书的研究目标是以福建省为案例, 通过问卷调查和案例研究对规模化养猪场沼气工程发展进行大量的实际研究和深入的理论分析, 并运用单因素方差分析法和多元线性回归分析法对规模化养猪场沼气工程发展的影响因素进行实证研究, 找出推进规模化养猪场沼气工程发展的关键因子, 并在国内政策制定现状极其执行情况和国外政策借鉴的基础上, 提出一套科学可行的推进规模化养猪场沼气工程发展的政策保障体系, 从而为实现我国农村沼气和养猪业的可持续发展, 同时, 也为同类研究奠定坚实的理论基础。

1.2.2 研究内容

全书的研究内容从逻辑上分为九大部分, 从形式上分为十一章。

第一部分是总体概论, 即第一章导论, 主要阐述论文的研究背景、研究意义、研究的技术路线、研究方法、研究的基本内容、研究特色及可能的创新之处。

第二部分即第二章, 主要是中国养猪业发展沼气工程的必要性和可行性分析。本部分首先对全国养猪业发展的总体概况进行分析; 其次, 对养猪场环境污染的特点、对养猪场污染物进行解析, 计算



养猪业的粪、尿和主要污染物（BOD、COD、 $\text{NH}_3\text{—N}$ 、TP、TN）的排放量，接着介绍现行的规模化养猪场污染治理的几种模式；再次，对规模化养猪场发展沼气工程进行潜在价值分析，主要是分析沼气工程的副产品的开发利用价值；第四，从规模养猪场的可持续发展角度、可再生能源开发利用角度、新农村建设目标角度等 3 个角度分析加快发展规模化养猪场沼气工程的必要性和可行性。

第三部分即第三章，主要是对当前我国规模化养猪场沼气工程的发展概况进行分析。本部分首先通过文献回顾，分析我国规模化养猪场沼气工程的发展历程；其次，介绍了规模化养猪场沼气技术工艺的发展概况，包括：技术工艺的发展模式、发展路径和发展现状；再次，介绍当前我国沼气工程建设与管理模式的发展现状；第四，从市场需求、规范化管理趋势、科技支撑、政府重视等 4 个方面分析规模化养殖场沼气产业化发展现状；第五，对规模化禽畜养殖场沼气工程发展的障碍进行分析。

第四部分即第四章，本部分以建瓯市健华猪业有限公司青州养殖场为案例，在对养猪场发展沼气工程的各种好处进行了理论论述的基础上，分析规模化养猪场沼气工程发展的技术可行性和经济可行性，对沼气工程的经济效益、环境效益和社会效益进行实证分析。

第五部分包括第五章和第六章，主要是规模化养猪场沼气工程发展影响因素的理论研究与实证研究。文章第五章根据经济学分析和文献回顾结果，设计最终的因变量指标和自变量指标，因变量指标为沼气工程发展程度，自变量指标为政府补贴、环保部门的监督力度、沼气服务体系的完善程度等 13 项指标，并对自变量指标提出相应的研究假设，接着对问卷的设计与发放、数据的收集与整理、研究方法的选择等进行阐述，为下文的实证研究奠定良好的基础；其次，利用福建省 406 家已建设沼气工程养猪场的调研数据，运用单因素方差分析法和多元线性回归分析法对研究假设进行检验，确定最终的影响因素，为下文进行政策建议的制定提供准确的实践依据。





第六部分是文章的第七章、第八章和第九章。本部分主要是国内外规模化养猪场沼气工程发展的政策研究,为制定或完善早期发展政策提供实践依据和理论支撑。本书第七章对规模化养猪场沼气工程发展的法律政策、金融政策、财政政策、税收政策和科技政策等5类政策的作用机制进行理论阐述分析;第八章对当前国内在规模化养猪场发展沼气工程的相关政策现状进行详细地论述,并根据福建省406家规模养猪场的调研数据,对法律政策、金融政策、财政政策、税收政策和科技政策的执行现状进行定量分析,以发现当前各种政策存在的优点和劣处;第九章是对国外沼气工程发展较为成熟国家为促进沼气工程发展的相关政策内容进行归纳和总结,为我国政府在制定沼气工程发展政策方面提供充分的成功经验和良好的借鉴作用。

第七部分是文章的第十章,提出促进规模化养猪场沼气工程发展的政策建议,实现本书的最终研究目标。第五章对规模养猪场进行沼气工程投资决策的影响因素进行理论分析,第六章为影响因素的实证研究,第八章国内规模化养猪场沼气工程发展政策的制定现状和执行现状分析,第九章国外沼气发展成熟国家的沼气工程发展政策研究,即在以上理论分析与实证分析、定性分析与定量分析的基础上,本书提出6条政策建议,主要包括:加大财政扶持力度,调整财政补贴方式;完善沼气服务体系;提高沼气相关技术创新能力;完善相关法律法规;强化环保部门的执法力度;构建多元化融资机制等。

第八部分即第十一章,主要阐述研究结论、研究不足与展望。

本书拟解决的关键问题是:①运用计量经济模型和方法,准确地找出影响规模化养猪场沼气工程发展的关键因素,找出推进我国养猪场大中型沼气工程发展的关键环节,这是本课题所要预计突破的难题之一。②如何根据我国国情和建设社会主义新农村和创建资源节约型、环境友好型社会的要求,提出科学可行的规模化养猪场沼气的政策保障体系,来促进我国规模化养猪场沼气的持续快速发展,这也是本研究的拟突破的难题之二。

第九部分为附录。



1.2.3 研究意义

研究规模化养猪场沼气工程发展的影响因素及保障政策问题具有很强的必要性和重要的理论与实践意义,具体来说主要包括:

1.2.3.1 实际意义

本书通过对影响规模化养猪场沼气工程发展的因素进行深入实证研究,找出规模化养猪场沼气发展的关键因素,可以为政府部门制定规模化养猪场沼气工程发展政策和寻找养猪污染治理策略提供决策依据,这对社会主义新农村建设和养猪业健康持续发展具有重要的现实意义。

1.2.3.2 理论意义

本书以外部性理论和信息不对称理论等理论为指导,借助计量经济学和统计学工具,通过建立多元回归模型,对规模化养猪场沼气工程发展的影响因素进行实证分析,并找出推进我国规模化养猪场沼气工程发展的关键因素,研究结果可为全面理解规模化养猪场沼气工程发展影响因素提供理论和实证基础,进一步推进沼气产业化发展的理论研究。

1.3 研究方法

论文采用的研究方法主要包括以下4种方法。

第一,案例研究法。论文以建瓯市健华猪业有限公司青州养殖场为案例,对规模化养猪场沼气工程项目进行财务评价和敏感性分析,从技术经济角度分析规模化养猪场沼气工程项目的可行性。

第二,调查研究法。论文运用问卷调查法(采用电话访谈和实地访谈),对福建省11个县(县级市或设区)的450家规模化养猪场的沼气工程发展状况进行大规模调查,摸清福建省规模化养猪场沼气工程的发展概况。

第三,比较研究法。论文以美国、欧盟、日本等沼气发展发达国家和地区为比较对象,从法律政策、财政政策、税收政策、金融