

适应生猪优势区域的沼气工程发展分析

胡启春, 李 谦, 潘 科, 祝其丽, 何明雄, 邓良伟

(农业部沼气科学研究所 农业部能源微生物与利用重点开放实验室, 四川 成都 610041)

摘 要: 本文依据农业部新发布的“生猪优势区域布局规划(2008–2015)”, 结合我国沿海地区、东北地区、中部地区和西南地区四个生猪优势区域未来大型猪场发展趋势分析了相关沼气工程发展的潜力, 同时讨论了我国猪场沼气工程的发展模式和适宜性。

关键词: 生猪; 优势区域; 沼气工程

中图分类号: S216.4 文献标识码: B 文章编号: 1000-1166(2009)04-0016-04

Analysis on Development of Large Scale Biogas Plants for Pig-breeding Advantageous Area / HU Qi-chun, LI Qian, PAN Ke, ZHU Qi-li, HE Ming-xiong / (Biogas Institute of Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Energy Microbiology & Application of Ministry of Agriculture, Chengdu 610041, China)

Abstract Based on "the Construction Plan of Pig Production Advantageous Area(2008–2015)", the potential of large scale biogas plants in pig-breeding were analyzed depending on development trend of large swine farms of four advantageous areas including the coastal areas, the northeast, southwest areas and the central region of China. Meanwhile the development modes of anaerobic system for pig farms and suitability were discussed.

Key words pig farms; pig-producing advantage areas; biogas plants; analysis

以沼气发酵技术为核心的农村能源—生态技术模式已经成为猪场粪污处理主要的技术模式。在新农村建设中, 沼气工程是我国农村畜牧业发展的重要配套基础设施。同时要看到, 近年来政府政策主导和资金扶持对于推动农村沼气工程建设起了非常积极的作用, 也成为拉动内需的重要手段。到2007年底, 我国农村畜禽养殖场沼气工程已经达到约266万处, 其中大型养殖场沼气工程1646处^[1]。

为了进一步深化畜牧业结构调整, 提高我国生猪生产的市场竞争力, 保障猪肉供给, 确保我国养猪业持续与健康发展, 农业部2009年2月发布了《全国生猪优势区域布局规划(2008年~2015年)》^[2], 计划到2015年, 规模养殖的比重达到65%以上。这次生猪产业布局的重大调整, 将非常有利于发挥生猪生产优势区域的比较优势, 同时, 对于今后沼气工程的发展方向和实施重点也将产生深远影响。

1 我国生猪规模养殖业现状与建设生猪优势区域

1.1 生猪生产概况

2007年, 我国生猪存栏4.4亿头, 出栏5.65亿头。

生猪产值6443.5亿元, 占畜牧总产值的48.4%^[3]。

依据农业统计的通常分级, 按年出栏数(Q)将生猪规模化养殖分为养殖专业户($50 \leq Q \leq 499$ 头)、小型养殖场($500 \leq Q \leq 2999$ 头)、中型养殖场($3000 \leq Q \leq 9999$ 头)、大型养殖场($10000 \leq Q \leq 49999$ 头)和超大型养殖场($Q \geq 50000$ 万头)五类。到2007年全国出栏50头以上的规模化猪场共224.4万个, 出栏肉猪占全国出栏总量的比例达到48.8%, 其中出栏万头以上规模猪场1800多个。

从1998年到2007年十年中, 我国生猪年出栏量基本稳定在6亿头左右, 2006年达到出栏量最高点, 6.61亿头, 之后有所下降。但是这十年, 生猪规模化养殖场有了快速发展, 规模化猪场年出栏量占总出栏量比例从1998年的23.2%提高到2007年的48.8%, 翻了一番多。存栏3000头以上猪场的数量从1998年的3093处发展到2007年的10857处, 提高了两倍。但是从统计分析看增加最多的是中小型猪场(存栏50~500头), 十年从85.4万处增加到212.0万处^[3]。一些分析报告阐明, 鉴于我国农业人口多、劳动力转移缓慢、农村土地紧缺粪污

收稿日期: 2009-06-18

项目来源: 2009年农业部软科学课题(z200905); 现代化农业产业技术体系建设专项资金(NYCYTX-009)

作者简介: 胡启春(1957—), 男, 研究员, 主要从事沼气及生物质能源技术研究, E-mail: qichun2004@163.com

Copyright © 2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

消纳能力有限等等因素, 适度规模养殖是目前和今后一段时间发展的主流, 我国生猪规模化发展的模式将更多地参考欧洲和日本模式^[4-5]。

1.2 生猪区域布局变化趋势

我国传统生猪生产主要集中在西南地区、黄淮流域玉米、小麦生产区和长江中下游水稻生产区。2007年出栏生猪 4000万头以上的省份, 三个区域都有代表, 即四川、河南和湖南。

近年来我国生猪区域发展有如下特点: 1 生猪

生产向粮食主产区转移; 2 经济发达地区向贫困地区转移; 3 四川等传统主产区保持平稳发展^[6]。

根据农业部《全国生猪优势区域布局规划 (2008年~2015年)》我国将重点发展四个生猪优势区域: 沿海地区的江苏、浙江、广东和福建 4省; 东北地区的辽宁、吉林、黑龙江 3省; 中部地区的河北、山东、安徽、江西、河南、湖北和湖南 7省; 西南地区的广西、四川、重庆、云南、贵州 5省(区)。四个区域养殖优势、规模化程度、制约因数等分析见表 1。

表 1 我国四个生猪优势区域特点分析

养殖区域	养殖优势和规模化程度	制约因素
沿海地区	商品猪出口集散地, 产业基础设施较好, 集约化水平较高, 投资能力强。	猪病和防疫问题突出; 饲料和生产费用较高; 粪污农田消纳难。
东北地区	饲料玉米产地生产成本低, 生猪加工工业发达, 中小型规模猪场发展较快。	气温低, 增加生产和环保处置费用。
中部地区	气候温和适宜, 交通方便有利于生猪输出, 大宗饲料充足, 饲养管理水平较高, 规模化程度较高。	猪只发病率高; 南方中部地区需要输入部分饲料增加成本。
西南地区	温度、湿度适宜, 本地消费需求旺盛, 饲料种类丰富供应充足, 山区疾病传播不易, 散养比例高, 规模化程度低。	生猪外销输出成本高; 饲养管理水平较低。

2 猪场沼气工程技术与发展模式。

适应不同生猪养殖规模的沼气工程技术模式(见表 2), 在工艺控制条件、沼气和沼液处置与利用、投资概算和应用区域上有不同的特点和要求。

(1)发酵工艺控制条件 猪场粪污处理主要的沼气发酵工艺都是塞流式或全混合工艺, 但是按照发酵温度和进料浓度不同, 在控制参数上有很大区别, 进而反映在沼气池容产气率上有十倍以上的差别, 从低于 $0.25 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, 到大于 $2.0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(2)沼气利用 养殖专业户和中小型猪场沼气工程所产沼气主要作为民用生活燃料。如果采用中高温发酵, 将有部分所产沼气用于沼气发酵装置的升温。沼气热电联用是欧洲发展沼气的成功经验之一, 大大提升了沼气的经济效益。热电联用机组的发电效率能够达到 $2.0 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-3}$ 以上, 同时余热利用的效果也很好, 在冬季仅利用发电余热就能够满足沼气装置增温保温需要, 2007年建设的山东民和牧业公司超大型鸡场粪污处理沼气工程已经采用了这项热电联用技术^[7]。

(3)沼渣及沼液利用和后处理 能源-生态型模式指沼渣和沼液处置利用方式是农灌还田, 这是最经济适用的方式, 但是在猪场周围必须有足够的农田消纳沼渣和沼液。一般来讲一个出栏万头的猪场

沼气工程, 周边至少要有 1000 亩土地来消纳沼液^[8]。同时, 考虑到季节性施用肥问题, 沼气工程要建设沼液储存池。对于大型和超大型猪场, 部分干清粪和沼渣可以用于生产有机肥。能源环保模式中沼液后处理目的是达标排放, 处理方式包括生态处理(氧化塘、人工湿地等)和好氧生物处理。在土地资源非常紧缺的沿海地区, 将好氧生物处理作为沼液后处理的主要方式是不得以而为之的选择, 高昂的电费大大增加了其运行费用^[8-9]。

(4)投资概算 沼气的投资构成主要包括装置费用(土建等)、机械设备、沼气利用与发电三部分, 表 2所列是依据我们多年的工程经验数据, 仅供参考。地理小沼气工程装置费用最低, 但是效率也最低。

表 2中, 一处存栏万头猪场的沼气工程投资费用在 300 万元左右, 已经占到猪场总投资费用的 20% 以上, 这是一般业主自身难以承受的, 由此政府的财政补贴非常必要。“十一五”期间农业部规划预期建设约 5000处畜禽养殖场大中型沼气工程项目, 仅仅 2008年中央财政补贴就达到 1.8 亿元^[10]。

3 中大型猪场沼气工程发展预测分析

据统计, 到 2007年末, 四个生猪优势区域有中大型猪场 9929处, 占全国总数的 91.43%, 中大型猪场平均规模为 6655头^[3]。

表 2 适应不同养猪规模的沼气工程技术模式

项 目	养殖专业户 ($Q \leq 449$ 头)	小型猪场 ($500 \leq Q \leq 2999$ 头)	中型猪场 ($3000 \leq Q \leq 9999$ 头)	大型和超大型猪场 ($Q \geq 10000$ 头)	
工艺及参数	地埋 \常温 \塞流式, 池容产气率 $\approx 0.25\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	地上 \常温 \全混合 或 USTR, 池容产气率 $\approx 0.50\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$,	地上 \中温 \全混合 或 USTR, 池容产气率 $\approx 1.0\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	地上 \高温 \全混合 或 USTR, 池容产气率 $\approx 2.0\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	地上 \中温 UASB 或 USTR 有干粪肥料生产 装置
技术模式	能源生态型	能源生态型	能源生态型	能源生态型	能源环保型
典型猪场投资概算	$Q = 240$ 头 工程概算: 4万元	$Q = 1500$ 头 工程概算: 25万元	$Q = 5000$ 头 工程概算: 80万元	$Q = 10000$ 头 工程概算: 150万元	$Q = 20000$ 头 工程概算: 300万元
主要适用区域	西南地区和部分中 部及沿海地区	中部、西部及沿海地 区	东北和沿海地区	全国	全国

注: Q 为年生猪出栏量,换算为存栏量乘以 0.6

依据农业部《全国生猪优势区域布局规划 (2008年~2015年)》,到2015年四个优势区域的生猪出栏量将从3.2亿头发展到4.0亿头。新增0.8亿头出栏量,将主要通过建设规模化猪场来实现。

目前我国生猪养殖业正处于区域调整和向规模化快速发展的阶段。同时由于环保和生态平衡的多种原因,适度规模化正在成为我国生猪养殖的发展方向,大型特别是超大型猪场数量增长将趋缓。综合分析,到2015年,四个生猪优势区域的中大型猪场数量将达到2.0万处左右,比2007年翻一番。

影响猪场中大型沼气工程发展的因素主要包括 1 相应规模猪场发展情况; 2 技术的适宜性; 3 投资能力、财政补贴等。参考国家和相关区域地方政府的沼气工程建设规划和目前的发展速度,预计到“十二五”末期,我国中大型猪场沼气工程的覆盖率将达到60%以上,各个区域的预测数量和覆盖率见表3。目前中大型猪场沼气工程约占全国同类型沼气工程的90%左右,其原因是: 1 猪场用冲洗水较多,产生污水量较大,更需要采用沼气工程技术来处理; 2 牛粪和鸡粪容易干清粪用作堆肥。

表 3 四个生猪优势区域沼气工程发展现状和趋势分析

养殖区域	2007年*			2015年		
	中大型猪场 数量 /处	相关沼气工程现状		中大型猪场 数量 /处	相关沼气工程发展预测	
		数量 /处	覆盖率 /%		数量 /处	覆盖率 /%
沿海地区	2824	800	28	5800	4300	74
东北地区	620	200	32	1240	600	48
中部地区	5331	300	6	10660	5300	50
西南地区	1154	100	9	2300	2000	90
合计	9929	1400	14	20000	12200	61

* 本表中 2007 年相关沼气工程数量为根据 2006 年度全国农村可再生能源统计汇总表和 2008 年农业年鉴数据综合分析估算值。

(1)西南地区

西南地区是我国传统的生猪养殖优势区域,但是规模化程度落后于全国平均水平,以四川省为例,到2008年出栏头数大于50头以上的规模化猪场生猪出栏量占总出栏量的35%。有分析认为,四川、云南和重庆等西南省份,在今后较长的时间内,传统的分散养殖和中小规模养殖将继续保持其独特的优势,原因在于: 1 有利于充分利用本地丰富的各种农副产品作为非常规饲料; 2 有利于粪污还田; 3 充分利用本地农村劳动力; 4 投资小^[6]。由此预计在今后5~10年内西南地区大型和超大型规模化猪场

的发展速度不会很快。

目前西南地区沼气工程以中小型居多,现有装置90%以上为地埋塞流式池型。“十一五”期间将建设一些示范性的大型猪场沼气工程,如邛崃市金利公司猪场沼气工程等。

(2)中部地区

借助粮食原料充足,中部规模化生猪养殖业发展很快,湖南和河南的年生猪产量名列全国二、三名。与之相适应,湖南和河南的沼气工程发展迅速。

(3)沿海地区

目前沿海地区的规模化猪场生产的生猪比例已

经超过 65%, 远远高于全国平均水平 (约 50%)。在规模化生猪养殖快速发展的同时, 沿海地区的沼气工程发展速度也非常快。根据 2006 年农业部统计, 福建和浙江的沼气工程总数 (3982 处和 3636 处) 和大型沼气工程数量 (400 处和 154 处) 均位列全国前三甲。

浙江省是全国发展沼气工程较好的区域之一, 各种沼气工程技术模式, 在这里都有典型案例。近年来在政府财政的大力扶持下浙江省发展沼气工程速度非常快, 两年翻了一倍。截止 2008 年底, 全省已经建设各种规模沼气工程 7295 处 (平均规模约 100 m^3), 年出栏规模 300 头以上的猪场 90% 建设了沼气工程^[11]。

根据我们 2006 年的调查, 该省 $50\sim 500\text{ m}^3$ 沼气工程占全部数的约 88%, 500 m^3 以上沼气工程占全部的约 12%, 沼气工程普遍采用常温发酵, 装置综合效益不高, 平均装置产气率在 $0.25\text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$ 以下。对于浙江这类沼气工程的覆盖面已经非常高的地区, 如何提升沼气的发酵产气水平和综合效益将是工作的重点。

到 2007 年末, 沿海四省中大型猪场已经建设有沼气工程约 800 处, 覆盖率约 28%, 其中浙江实现了全覆盖。预计今后在福建、浙江和江苏等省, 新建规模化猪场将同时建设沼气工程作为粪污处理的配套基础设施。广东省发展沼气工程有很好的气候条件, 但是目前沼气的数量并不多。在广东省农村种植和养殖脱节严重, 沼渣沼液无法还田, 如何处置成为问题, 也阻碍了沼气工程技术的推广应用。

(4) 东北地区

东北是全国饲料原料最丰富的地区, 过去生猪产业并不发达, 长期需要从外地调进猪肉。近几年东三省加快了“粮变肉”的步伐, 成为生猪产量增长最快的区域之一。到 2007 年, 东北三省的中大型规模化猪场已经达到 620 处, 相应沼气工程有约 200 余处, 主要建设在辽宁省。欧洲丹麦和德国发展沼气工程非常成功, 其气候条件与东三省相似。“十一五”期间国家在东北安排有大型沼气工程示范项目, 将促进这一区域沼气工程进一步发展。

沼气工程技术在实现农村废弃物资源循环利用, 改善农村能源、环境、卫生条件和有利于温室气

体减排方面正在发挥越来越积极的作用。沼气工程已经成为我国农村生态能源基础设施的投资热点之一, 多年发展已经有了技术和产业支撑的基础。各个生猪养殖区域情况和适宜性差别很大, 今后如何进一步发展沼气工程除了受到技术、经济条件的制约外, 还受到当地自然气候条件的限制, 因此要因地制宜, 统筹发展。沼气工程作为猪场粪污处理的配套设施, 一次性投入一般超过业主的投资承受能力, 由此政府的补贴非常必要。沼气工程产业的发展将有效地解决规模化猪场粪污处置这一瓶颈问题, 进而保障我国生猪优势区域建设的顺利实施。

参考文献:

- [1] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴 [M]. 北京: 中国农业年鉴编辑部. 2008.
- [2] 农业部. 全国生猪优势区域布局规划 (2008–2015) [EB/OL]. http://www.agri.gov.cn/govpublic/XMYS/200902/20090204_26594.html 2009-02-04
- [3] 中国畜牧业年鉴编辑委员会. 中国畜牧业年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社. 1999–2008
- [4] 李桦. 生猪饲养规模及其成本效益分析 [M]. 北京: 中国农业出版社. 2009
- [5] 刘玉满. 发达国家畜牧业发展趋势及启示 [J]. 中国牧业通讯. 2007, 14: 11–14
- [6] 冯永辉. 我国生猪规模化养殖及区域布局变化趋势. 中国畜牧杂志 [J]. 2006, 42(4): 22–26
- [7] 邓良伟, 李中轩, 陈子爱. 规模化猪场废水处理模式选择. 猪业科学 [J]. 2007(9): 23–26
- [8] 李倩, 蔡磊, 蔡昌达. 3MW 集中式热电联产沼气工程设计与建设. 可再生能源 [J]. 2009, 27(1): 97–100
- [9] 刘银秀, 赵光桦, 王志荣, 等. 能源生态环保型猪场粪污处理模式的应用 [J]. 中国沼气. 2008, 26(4): 30–34
- [10] 寇建平. 2008 年农村能源工作重点. 农业工程学报 (新能源专刊) [J]. 2008(1): 5–6
- [11] 黄武. 浙江省有机农业面源污染情况介绍. 环保部农村 (村镇) 环境污染防治技术研讨会 [G] / 北京: 环保部科技标准司. 2009: 117–120