

# 烟台地区调整农村能源结构推广沼气技术初探

王建亮, 刘庆军, 王玉梅\* (鲁东大学地理与规划学院, 山东烟台 264025)

**摘要** 分析了烟台市农村能源利用现状以及存在的问题, 并对烟台市沼气利用进行了适宜性分级, 最后提出了集中利用沼气能源的对策建议。

**关键词** 新农村建设; 能源结构; 沼气技术

中图分类号 S210.7 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2008) 16 - 06875 - 02

## Preliminary Exploration in Adjusting Rural Energy Structure by Expanding Biogas Technology in Yantai Area

WANG Jianliang et al (Institute of Geography and Planning, Ludong University, Yantai, Shandong 264025)

**Abstract** The present situation and problems of energy utilization in the countryside of Yantai city were analyzed, then the distribution suitability of biogas utilization in Yantai city was studied and finally the countermeasures and suggestions were put forward for centralized utilization of biogas energy.

**Key words** New rural construction; Energy structure; Biogas technology

通过燃烧秸秆、薪柴等生物质获取能源的做法在我国农村经历了数千年。烟台市农村的主要能源以煤和作物秸秆为主。作物秸秆未能充分合理利用, 且污染环境, 农村的生活垃圾和人畜粪便缺乏合理的处置, 对地下水、土地和人体健康构成威胁, 不利于社会主义新农村的建设。因此, 推广沼气技术对改善烟台市农村能源结构有着现实的必要性。

### 1 国内外沼气能源研究现状

**1.1 国外研究状况** 国外在沼气利用上已向集中供气方向发展, 而且沼气在能源中所占的比重逐渐增大。德国于1992年成立沼气专业协会, 该协会至今已发展1 100多个会员, 是沼气专业最大的组织, 沼气协会致力于联邦和各州政策的制定, 积极参与加强沼气的利用, 促进沼气技术方面的经验和信息交流<sup>[1]</sup>。

印度于1975年启动了国家沼气开发技术(NPBD)计划, 迄今已建立约200万个沼气池, 这些沼气池的利用为印度农村无电区的2万个家庭提供了炊事与照明, 使广大农村妇女摆脱了烟熏火燎的日子。印度的沼气开发计划集中在100个地区, 确定了1974年到1981年“六五计划”建立40万个沼气装置的适度目标, 在非政府公司(组织)的参与与帮助下, 在指定时间内建立了313.93万个水压式沼气装置, 平均成功率达到85%<sup>[2]</sup>。

另外, 英国“清洁燃烧”和以色列“沼气发电”技术的发展为沼气技术未来的发展提供了另外的经验。

**1.2 国内研究状况** 我国沼气建设的推广、管理和服 务几乎都是政府行为, 并且各级政府对农村能源公司(组织)的重视程度不一, 对农村能源建设工作产生的效果不同。有些地方由于没有根据自身条件合理发展沼气利用, 反而阻碍了沼气的推广与发展。

近年来我国的沼气利用倾向于多元利用和整体利用。从利用模式来看, 主要包括: “猪-沼-果”模式、“四位一体”模式、“一池三改”模式、“生态家园”模式。这些模式使得资源利用更加合理, 拓宽了农民的收入渠道<sup>[3]</sup>。

在一些条件允许的地方(中心村人口较多且第二、三产

业有一定发展)可以采用“公司+农户”的方式, 农户成为资源的供应者, 公司成为生产者、消费者中介。这样能充分放大沼气利用带来的经济和环境效应。

### 2 沼气能源利用的效益

沼气能源对改善农村能源利用结构和改善环境起着举足轻重的作用。农村沼气的普及利用不仅能解决农民的生活用能, 清洁农村卫生, 保护生态环境, 同时还是农业节能减排的重要平台, 是建设社会主义新农村、发展循环农业一个必不可少的环节, 有广阔的发展前景。沼气(含甲烷约60%)是一种良好的生物质燃料, 它无色、无味, 完全燃烧能释放大量的热量, 温度可达1 400~2 000℃, 燃烧后的产物是二氧化碳和水蒸汽, 基本不会产生严重污染环境的气体。研究表明, 甲烷-空气的混合气体在燃烧装置中具有优异的排放性和抗爆性, 因此, 沼气的安全性能够得到保障<sup>[4]</sup>。

**2.1 节能效益** 据测算, 1个8 m<sup>3</sup>的沼气池1年产沼气约370~440 m<sup>3</sup>, 能解决3~5口人的农户1年的生活燃料, 每年可节约薪柴1.5 t或节煤1 t, 节电100 kW·h左右, 节约燃料费300元左右<sup>[5]</sup>。

**2.2 经济效益** 1个8 m<sup>3</sup>的沼气池每年可为1.3 hm<sup>2</sup>耕地提供肥料, 每公顷节约农药、化肥支出1 500多元。施用沼肥后的农产品产量增加, 品质也得到提升。在南方推广的“猪-沼-果”能源生态模式中, 户均年增收3 000元; 北方推广“四位一体”能源生态模式, 户均年增收4 000元以上。此外, 沼气利用技术对资金要求相对较低, 在农村可以1家1池, 或附近几家1池可以避免远距离输送带来的成本增加。

**2.3 节能减排效益** 1口沼气池平均能省出1.5 t薪柴, 相当于封育了0.23 hm<sup>2</sup>山林, 在保护森林植被的同时还可减少15 kg二氧化硫和2 700 kg二氧化碳排放。沼气的使用还可以减少空气中悬浮颗粒的含量。由此带来的巨大环境效益有助于减排目标的实现<sup>[5]</sup>。

### 3 烟台市农村能源利用现状以及存在的问题

**3.1 烟台市农村能源利用现状** 据调查, 烟台市农村地区每年产生秸秆约400万t, 果枝100万t, 但秸秆却未能充分利用, 约30%的秸秆被直接燃烧用于做饭。加之当地多为低山丘陵, 人均耕地不足, 没有土地用来堆放秸秆。因此, 每到粮食收获季节, 田间燃烧秸秆的现象随处可见, 这样不仅浪费资源、污染环境, 而且还影响交通运输。

基金项目 鲁东大学大学生科技创新基金项目(07L045)。

作者简介 王建亮(1983-), 男, 山东潍坊人, 本科生, 专业: 地理科学。\* 通讯作者。

收稿日期 2008-04-10

栖霞市是我国著名的水果生产基地,农村沼气建设起步于20世纪80年代,但前期发展缓慢。近几年,该市政府通过宣传发动、政策引导、资金扶持等手段,栖霞市农村能源建设逐步走向成熟,拥有一支完善的建设管理队伍,先后争取国家、省、市农村能源建设项目6个。该市从试点、示范到大面积推广沼气池,探索出2个循环模式:一是以庭院饲养业与沼气生产所构成的食物链生态循环模式,即粮-鸡-猪-沼气(肥)-粮,其做法是在猪窝上建鸡舍,用粮食喂鸡,鸡粪、猪尿入沼气池发酵后产生沼气和沼肥,沼气用于生活用能,沼肥用于粮食生产,整个循环过程的主要环节是在庭院内完成;二是农牧业生产与沼气生产构成的生态循环模式,即粮、果-猪-沼气-粮、果生态循环模式,其做法是以粮果及其副产品喂猪,猪粪尿排入沼气池,生产出的沼气用于做饭、烧水、照明,沼气肥用于粮果生产,构成了以农业生态体系为主体的循环模式,沼气建设已逐渐为农民所接受。

截至目前,栖霞市共建有“3连通”(猪圈、厕所、沼气池)沼气池12183个,沼气示范村10余个,主要分布在桃村、杨础、官道、观里、两城、开发区等乡镇。如杨础镇的解家沟村现有沼气池108个,使用沼气的农户占总农户的45%;官道镇的丁家庄村现有沼气池74个,使用沼气的农户占总农户的95%以上;开发区的吕家庄村现有沼气池200多个,使用沼气的农户占农户总数的90%以上,该村还开展了沼液浸种、沼液果树叶面喷施。据测算,栖霞市沼气池年产沼气约900万 $m^3$ ,节约能源折煤6420t,年经济效益达1218.3万元。沼气建设已成为栖霞市实施生态农业、促进农民增收、建设社会主义新农村的一个亮点<sup>[6]</sup>。

### 3.2 烟台市发展沼气存在的问题

**3.2.1 制约沼气利用的因素。**沼气是通过微生物对有机物质,如农作物秸秆、人畜禽粪便、生活垃圾以及有机废弃物等,厌氧发酵产生清洁的气体燃料,对自然条件具有一定的要求。沼气发酵生产过程中受气候温度条件影响大,冬季比夏季产气量小,一般在10~55℃,温度越高产气速度越快。但在1天之内温度变化过大也会影响反应器的运行。沼气池的温度与地热的关系密切,在烟台地区较深的沼气池可使气温年较差和日较差稳定在一个较小的范围,有利于沼气生成的速度和纯度的提高。在烟台地区,冬季沼气集中供气设施要采取保温措施,可在沼气池上铺设秸秆、干草保温,也可使用骡马、牛粪等热性原料,或每天往沼气池内加入一定量的温水来保温增湿<sup>[7]</sup>。

**3.2.2 宣传不到位,农民认识不足。**随着世界能源价格上涨和危机以及全球环境保护的重视,寻求能缓解能源紧张状况、改善人居环境的有效途径已引起人们的普遍关注。然而,烟台市的广大农民还没有认识到沼气建设作为发展能源建设、消除污染源和加强环境保护的重要意义。同时,政府在宣传提高群众认识方面做的工作还不够。

**3.2.3 资金投入不足。**国家和省、市在政策上大力扶持农村能源建设,但资金上投入不足。各县(市)经济发展水平也不同,有的地方在沼气建设上投入不足,很大程度上制约了该市农村能源建设的发展。

**3.2.4 管理体系不健全。**多年来,该市能源建设主要是以

市农业科学院为龙头,缺少乡镇、村一级的组织和领导,而且由于工作经费不足,工程技术人员不能正常下乡实施技术指导。镇、村级技术员也缺乏统一的培训和管理,影响了该市发展沼气发展的进度。

**3.2.5 数量少,规模小。**烟台市是农业大市,人口647.78万,农业人口350.97万,占54%,相对于167.97万户农民来讲,沼气池的建设数量远远不足,沼气能源没有得到充分利用。从对比效果可知,越是规模大的沼气池其经济效益越显著。从长远利益看,全市大规模沼气池建设的相对较少,规模效益没有得到充分发挥<sup>[8]</sup>。

### 4 烟台市沼气利用适宜性分析

基于GIS适宜性分析模型制作沼气开发利用适宜性分级图。评价方法和过程如下:

(1) 评价对象。沼气开发利用的适宜性评价是通过评价将研究区分出不同的适宜性等级: $S_1$ (适和)、 $S_2$ (较适和)、 $S_3$ (一般适和)、 $N$ (无研究)。

(2) 评价方法。采用基于GIS的适宜性评价方法,将沼气发酵有关的生态条件与环境条件相比照,从而评定适宜性等级。

(3) 评价过程和操作。评价对象生态条件调查。沼气发酵需要严格的厌氧环境、接种菌种的选择与富集培养、合理配料、适宜PH值及适宜温度和副产物的综合利用等。确定评价对象的影响因素和因子。利用GIS生成影响因素数据。烟台农村地区在原料供给和副产物的综合利用方面有较大的地域差别,其他条件略同。通过对烟台土地利用类型图和居民点分布图进行数字化、缓冲带操作、栅格化、叠合操作等形成不同的数据文件。计算各因素的权重和贡献函数值。权重利用 $W_i = U_i / \sum U_i$ 计算,得到 $W_1 = 0.67$ , $W_2 = 0.17$ , $W_3 = 0.08$ , $W_4 = 0.08$ 。贡献函数值按照影响因素的级别来确定。当影响因素为4级时可定为 $P_{11} = 100$ , $P_{21} = 67$ , $P_{31} = 33$ , $P_{41} = 0$ 。计算机适宜性评级。

(4) 输出评价结果,见图1。

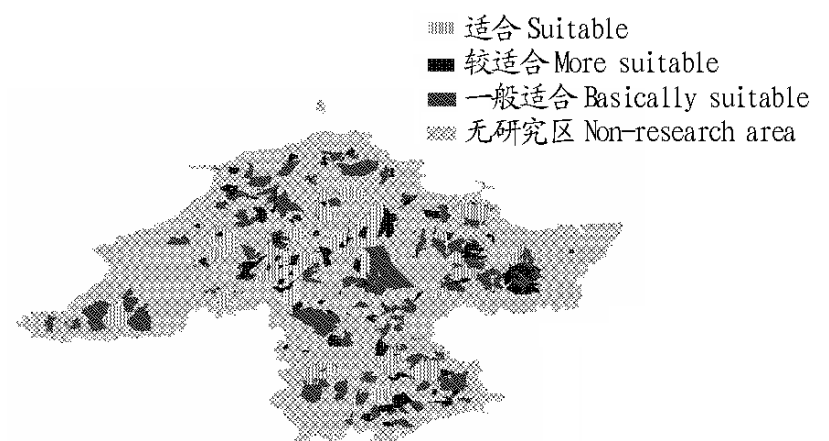


图1 烟台市沼气利用的适宜性分级

#### Fig.1 Suitability grading of biogas utilization in Yantai City

研究发现,尽管烟台市从大的范围来看属于大陆性的海洋性气候,但全市下属各个县市区及各个乡镇自然条件(温度、土壤、地形)存在着差异,这使得不同地区在农作物的种类,沼气池的建设成本存在一定差异。要从各地区的经济发展水平、政府的态度、农村群众的接受程度等方面进行考虑,从而根据各个乡镇的具体情况推进沼气的推广工作。

(下转第6879页)

表5 江西省2004 年生态容量(资源产量法)

Table 5 Ecological capacity of Jiangxi Province in 2004

土地类型 Land type	总面积 Total area hm <sup>2</sup>	人均面积 Area per capita hm <sup>2</sup> / 人	产量调整因子 Yield adjustment factor	均衡因子 Equilibrium factor	总均衡面积 Total equilibrium area hm <sup>2</sup>	人均均衡面积 Equilibrium area per capita hm <sup>2</sup> / 人
耕地 Farmland	7 595 685.0	0.177 320	1.99	2.82	2 340.298	0.546 339
林地 Woodland	2 623 135.2	0.061 236	0.77	1.14	1 102.673	0.257 417
草地 Grassland	3 554 227.0	0.082 973	0.50	0.54	0.044	1.0443E05
水域 Water area	14 093 778.0	0.329 017	2.47	0.22	264.212	0.061 680
化石能源地 Fossil energy land	1 062.9	0.248 137	1.00	1.14	1 211.728	0.282 876
水电 Water and electricity	84.7		1.99	2.80	16.988	0.003 966
建成地 Built-up land	48 772.0	0.001 139	1.99	2.82	27.368	0.006 389
总供给面积 Total supply land					4 963.312	1.158 678
生物多样性保护面积(12%) Area of biodiversity protection					595.598	0.139 041
总生态容量 Total ecological capacity					4 367.715	1.019 637

注:水电总面积的单位为亿 kWh。

Nte: The unit of total hydropower area is a hundred million kWh.

表6 2 种方法计算江西省2004 年人均生态容量的结果比较

Table 6 Result comparison of ecological capacity per capita in Jiangxi Province in 2004 by two methods

土地类型 Land type	人均生态容量 hm <sup>2</sup> / 人	
	土地面积法 Land area method	资源产量法 Resource yield method
耕地 Farmland	0.048 408	0.546 339
林地 Woodland	0.248 137	0.257 417
草地 Grassland	0.000 102	1.044 3E05
水域 Water area	0.008 493	0.061 680
化石能源地 Fossil energy land	0	0.282 876
建设用地 Construction land	0.001 139	0.010 355
总供给面积 Total supply area	0.878 297	1.158 678
生物多样性 Biodiversity	0.105 396	0.139 041
总生态容量 Total ecological capacity	0.772 902	1.019 637

2.2.2 资源产量法计算。由计算结果可知,江西省的生态容量最大的为耕地和化石地,最小容量的为草地和水域。

### 3 结果与分析

将运用生态容量两种方法所计算得出的结果进行比较。由表6 可知,通过资源产量法计算的生态容量比以土地面积法计量的要大,而以江西省为例其主要的差距在于耕地、水

(上接第6876 页)

### 6 集中利用沼气能源的对策建议

烟台市发展的一家一户的沼气利用模式大都以牲畜和人粪尿为原料,而当前,农村除了规模养殖的专业户外,从事家庭牛、羊养殖的越来越少,原料收集困难从而增加了推广难度。对于农村大量堆积的秸秆,小的沼气池难以完成较好的气化。造酒厂、豆制品厂、屠宰场的下脚料等原料基本上是企业生产过程中的废料,用作沼气发酵原料是废物利用,变废为宝,不但可产沼气,而且副产物还是优质无污染的农家肥。沼气集中供气工程是今后大力提倡的循环经济项目。沼气的集中大规模利用有利于产生规模经济效益,有助于产业链的延伸,因此,沼气的集中利用有广阔的发展空间。据农业部规划,到2010 年,我国农村户用沼力气力争突破4 000 万户,适宜农户普及率达到30%,到2020

域和化石能源地3 个方面。通过相关统计资料的计算分析可知,江西省主要农产品和水产品的产量远大于其消费量。耕地和水域产生的偏差主要源于面积法对产量因素的考虑不够全面,而化石能源地产生的偏差则主要是由于生态足迹法在计算方法上的明显缺陷造成的。

### 4 结论

从江西省现实的生态环境和经济发展来看,其满足自身生态需求的能力较强。因此,江西省的生态赤字不应太大,从生态容量的两种计算结果来看,资源产量法的结果更合理,故应在计算江西省生态赤字时采用这一方法的计算结果。

### 参考文献

- [1] 王家曝,姚小红.黑河流域生态承载力估测[J].环境科学研究,2000(2): 44-48.
- [2] 邓波,洪绽曾.草原区域可持续发展研究的新方向——生态承载力[J].吉林农业大学学报,2003(5):91-97.
- [3] 李文.资源承载力与可持续发展[J].财经论丛,2003(4):1-4.
- [4] 赵振华,匡耀求.珠江三角洲资源环境与可持续发展[M].广州:广东科技出版社,2003.
- [5] 黄青,任志远.论生态承载力与生态安全[J].干旱区资源与环境,2004(2):11-17.
- [6] 邓波.区域生态承载力量化方法研究述评[J].甘肃农业大学学报,2003(3):281-289.
- [7] 刘年丰.生态容量及环境价值损失评估[M].北京:化学工业出版社,2005.

年,适宜农户普及率达到70%,基本普及农村沼气工程。与此同时,在集约化养殖场和养殖小区建设大中型沼气工程。把沼气发展成为一项产业的同时,还要充分发挥沼气在缓解能源压力、减少污染和排放方面不可替代的作用,为真正实现国家节能减排目标作出贡献。

### 参考文献

- [1] 张全国等.农业废弃物汽化技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [2] 杨小宣.加强生态家园建设[J].中国沼气,2000(1):18-20.
- [3] 张全国.沼气技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [4] 张全国.燃烧理论及其应用[M].郑州:河南科学技术出版社,1993.
- [5] 万仁新.生物质能工程[M].北京:中国农业出版社,1992.
- [6] 杜典国.栖霞市发展沼气效益分析与探索[J].循环农业,2007(6):29-30.
- [7] 方行明,屈锋,尹勇.农村建设中的农村能源问题[J].中国农村经济,2006(9):56.
- [8] 烟台市统计局编.烟台统计年鉴[M].2002-2006.