

# 畜禽养殖场能源环保工程的发展及其商业化运作模式的探讨

姚向君<sup>1</sup>, 郝先荣<sup>2</sup>, 郭宪章<sup>1</sup>

(1. 农业部规划设计院; 2. 农业部科教司农村可再生能源处)

**摘要:** 从中国规模化畜禽场大中型沼气工程的发展历程, 引发出了能源环保工程的概念, 提出畜禽场粪污的防治必须使治理和利用相结合, 养殖业与种植业相结合, 并以畜禽粪便的厌氧消化为主要技术环节。在分析目前规模化、商业化开展能环工程所存在的障碍基础上, 以海南省罗牛山地区猪场能环工程可行性研究为案例, 分析了能环工程商业化发展的可能模式。

**关键词:** 畜禽养殖场; 能源环保工程; 商业化运作

**中图分类号:** S216.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 100226819(2002)0120181204

## 1 当前开展能源环保工程的重要性

### 1.1 能源环保工程的概念

我国畜禽养殖业的迅猛发展带来的环境污染问题已引起越来越多的关注和重视。为防治畜禽养殖污染, 保护环境, 保障人体健康, 国家制定了相关的管理办法。在国家加强畜禽养殖业环境管理的同时, 提供必要的技术和信息服务, 以推动管理办法的实施, 协调环境保护与经济发展的关系, 引导畜禽养殖业走可持续发展道路, 也是政府和相关科技单位关注的内容。因此, 为了适应新形势的需要, 农业部在总结多年开展大中型沼气工程成就和经验的基础上, 提出了开展能源环保工程项目(以下简称为能环工程), 它以禽畜粪便的污染治理为主要目的, 以畜禽粪便的厌氧消化为主要技术, 以粪便的资源化综合利用为效益保障, 集环保、能源、资源再利用为一体的生态农业良性循环的系统工程。

能环工程的概念有别于以沼气能源生产为主要目的的“沼气工程”, 也不同于单纯的、把最终目标定位于排除污染物的环保工程, 而是着重强调工程的开展要实现环境保护、能源生产、资源全效利用等几个方面的综合效益。

### 1.2 我国能环工程的形成与发展

能环工程是在沼气技术的开发利用和不断完善的基础上发展起来的。我国的沼气技术发展始于 20 世纪 20、30 年代, 50 年代、70 年代有两次发展高潮, 其目的主要是为了解决农村生活燃料严重短缺问

题, 但因技术问题和管不善而受到严重挫折。1978 年以来, 由于党中央、国务院的重视, 在国家有关部委的支持下, 提出了“因地制宜、坚持质量、建管并重、综合利用、讲求实效、积极稳步发展”的方针, 使沼气建设逐步走上了稳步健康的发展轨道, 对缓解当时农村能源的短缺状况、改善农民的生活质量作用显著。

70 年代以后, 由于畜禽养殖业饲养规模的不断扩大, 加上当时农村能源的短缺, 上海虹桥养殖场率先将农村的户用小型沼气池技术移植和放大到 50 m<sup>3</sup>, 对养殖场的鸡粪进行沼气发酵, 将所生产的沼气用做能源, 发酵后的沼液和沼渣用作肥料。此后, 沼气技术从家庭规模发展为具有一定规模的工程技术; 工艺水平逐步提高, 从小型水压式沼气池开始, 经历了由小到大(单池数千立方米), 由效能低的传统池到高效的厌氧装置系统(升流式厌氧污泥床、升流式固体反应器、厌氧滤器等)的发展过程。

厌氧消化技术是大中型沼气工程中的关键技术, 虽具有消化高浓度有机废弃物(如畜禽粪便)的突出效能, 但主要是将其作为产生沼气的关键环节, 未能达到完全分解污染物的要求, 其出水 COD 的浓度仍不符合环保对废水排放标准的要求。

90 年代以来, 随着畜牧业的迅猛发展, 畜禽粪便和污水造成的环境污染越来越引起人们的重视。由于有机农业的发展, 增施有机肥料的呼声越来越高, 加之全国大部分地区, 特别是经济较发达地区、大中城市近郊的农民生活水平的提高, 生活用能的短缺状况有明显的缓解, 北京、上海、江苏、四川等地开始把大中型沼气工程技术用于处理畜禽粪便, 以治理环境污染。沼气工程的建设开始从单纯获取能源转向了以治理环境为主, 沼气、沼渣和沼液的有效综合利用, 逐步形成较为系统、综合的“能环工程”模

收稿日期: 2001207225 修订日期: 2001210222

作者简介: 姚向君, 副所长, 高级工程师, 北京东三环北路 16 号  
农业部规划设计院能源环保所, 100026

式。与此同时,厌氧消化技术也有较大的提高,目前较为常见的几种厌氧消化器类型包括:全混式厌氧沼气池、塞流式消化器、升流式厌氧污泥床(UASB)、升流式固体反应器(USR)和厌氧滤器(AF)等。

### 1.3 能环工程建设的迫切性

#### 1.3.1 畜禽场所造成的环境污染日趋严重

联合国粮农组织1998年的统计数据显示,当年我国的肉类总产量占世界肉类总产量的26%,居世界首位。随着人民生活水平的提高和人口的增长,在未来相当长的时期内,我国养殖业仍会保持持续增长的态势,为了取得规模效益,畜禽养殖业趋于向现代化、集约化发展。据统计,1996年全国出栏50头以上商品猪的猪场和专业户有47.7万个,出栏肉猪7162.06万头,占全国肉猪出栏总数的13.6%。其中年出栏50~2999头占规模猪场数的97%,但出栏猪只占60.4%;年出栏3000头以上的猪场占3%,但出栏猪却占39.6%,全国最大的猪场年出栏猪近20万头。京、津、沪建有规模化猪场2623个,出栏猪590.9万头,约占三市出栏猪总量的61%,其中北京市规模生产出栏猪占其出栏猪总数的80%。饲养规模的扩大和养殖、种植业的分离是造成粪便污染的根源。

按照目前我国规模化养殖场对环境污染的管理状况和正常水冲粪的流失率计算,一个3万羽鸡场每年产生粪便750t,百头奶牛场年粪便排放量为1100t,如果管理不善,有25%的畜禽粪便流失到水体中,则每年流失到水体中的COD和BOD分别为8.7t和6.2t,已相当于具有一定规模的工业企业的污染物排放量。未经任何处理的排放,对地表水和地下水都会造成较大的危害。

#### 1.3.2 国家对畜禽养殖的治污要求日趋严格

2001年3月20日国家环境保护总局正式通过了《畜禽养殖污染防治管理办法》(简称《办法》),并于2001年5月8日正式颁布实施。《办法》共二十一条,明确规定了适用范围、畜禽场建设的审批和环境影响评价、畜禽场污染物的防治、畜禽场污染物的管理以及相关的处罚等。

《办法》指出“本办法中的畜禽养殖场,是指常年存栏量为500头以上的猪、3万羽以上的鸡和100头以上的牛的畜禽养殖场,以及达到规定规模标准的其他类型的畜禽养殖场。其他类型的畜禽养殖场的规模标准,由省级环境保护行政主管部门根据本地区实际,参照上述标准作出规定。”明确了需要对粪污进行处理的畜禽场的类型和规模。

此外,《办法》中还规定“畜禽养殖场排放污染

物,不得超过国家或地方规定的排放标准。在依法实施污染物排放总量控制的区域内,畜禽养殖场必须按照规定取得《排污许可证》,并按照《排污许可证》的规定排放污染物。”除排污费外,向水体排放的污染物若超过国家或地方规定的排放标准的,应按规定缴纳超标排污费。《办法》还指出“畜禽养殖场应采取将畜禽废渣还田、生产沼气、制造有机肥料、制造再生饲料等方法进行综合利用。”因此可以看出,本《办法》再次强调了畜禽养殖污染防治的严肃性。

总之,由于畜禽业继续发展和国家对畜禽养殖污染防治管理日益严格,开展处理与利用相结合的能源环保工程势在必行,也是机遇所在。

## 2 发展能环工程面临的障碍

多年来,我国在沼气技术——能环工程技术的研究开发和示范、推广方面已取得了一定的成就,为能环工程的规模化发展奠定了一定的基础。农业部的最新统计数据显示,到2000年底,我国已建成处理农业废弃物的大中型沼气工程855处,总池容为22.11万 $m^3$ ,年可处理废弃物1219万t,年产沼气3373万 $m^3$ ,可供4.8万户的炊事等生活用气;在有些工程中,沼气用来发电,总发电装机容量为2251kW;部分工程还开展了综合利用,生产商品肥料或饲料。但与目前我国所拥有的1.5万个规模化畜禽场的数量相比,采取工程手段处理畜禽粪便的仅占畜禽场总量的5.7%。

为了进一步推动能环工程的发展,农业部组织制定了《大中型畜禽养殖场能源环保工程建设规划》,“十五”期间将建设300个工程,开展能源生态模式和能源环保模式的工程建设。这些能环工程的实施,单靠国家的财政投入是不现实的,应在政府政策的支持下向商业化、产业化发展。目前,能环工程的商业化发展还存在着一定的障碍和困难。主要表现在以下几个方面。

### 2.1 有机肥在肥料市场占的份额少,市场潜力巨大

施用沼肥能增产增收,改善土壤结构,是农作物的无公害长效有机肥。但由于化肥施用简便、省工省时,对农作物的增产效果明显,并且价格相对便宜,销售网络健全,因此大田作物种植者多采用化肥。有机肥多用于花卉、草皮养殖或温室的部分用肥等,因此在肥料市场中所占的份额不大。随着无公害农业的发展,有机肥将会进一步向商品化发展。

### 2.2 沼气供应要应对农村逐步普及的液化气竞争

近年来,随着农村生活水平和农民经济收入的提高,液化气以其简便、易操作,不受气源变化的影响,非常灵活,加之近几年天然气的开采利用和城市

人工煤气的改扩建, 液化气向居住分散的农村敞开供应, 液化气在发达地区的农村逐渐普及起来。与液化气相比, 沼气以甲烷为主, 也具有使用方便、安全、高效、优质等优点, 其热值还高于液化石油气, 但沼气的稳定供应受能环工程运行状况的影响, 因此, 提高能环工程的管理水平、保障工程的正常运行是提高沼气竞争能力的关键。同时, 由于前几年沼气工程建设的福利化性质, 未按沼气的市场价格收费, 使沼气价格偏低, 这既影响能环工程的效益, 又易使人们误认为沼气是低值燃气。沼气实行商业化运作, 就应按其实际热值进行定价, 但要使用户接受市场定价, 还要加大宣传力度。

### 2.3 一次性投资较大, 养殖企业缺少承建的积极性

能环工程初始投资较大。一个万头猪场的能环工程约需投资近百万元, 单位污水排放量的初始投资高于工业有机废水处理工程, 但其运行费用相对较低。在目前养殖企业盈利能力相对较低, 受市场影响较大, 环保部门强制干预较少的情况下, 养殖场很难主动开展能环工程建设。

### 2.4 能环工程的综合效益难以体现

一是沼液沼渣的开发利用需要和种植业紧密结合。如果沼液沼渣由分散的种植农户来利用, 养殖场不易收费; 二是能环工程是为养殖业的“菜篮子工程”服务, 而菜篮子工程的优惠政策(优惠电价、优惠燃料、亏损补贴等)都没有在能环工程中实现; 三是能环工程为农村环保作出了重大贡献, 但目前尚无给能环工程一定形式的补贴; 四是能环工程中的沼气供应给居民使用时, 常作为集体的福利事业, 没有实行实价折算, 造成工程不必要的亏损。

### 2.5 能环工程商业化发展缺少政策引导和推动

1) 投资政策 能环工程属于废弃物资源化综合利用工程, 这类项目的社会环境效益较之其经济效益更为明显。目前还没有明确的投资鼓励政策, 国家经贸委从“七五”后对可再生能源技术项目虽有专项贴息贷款, 但由于贷款的投放是由银行执行, 往往从经济效益方面进行评估, 很难通过论证立项。

2) 价格政策 目前的沼气价格多数是一种福利性价格。国家或大部分地方政府没有统一的定价, 没有达到按质论价。

3) 税收政策 对于能环工程这类有突出社会和环境效益的项目, 对能环工程按 13% 的优惠税率征收难以起到激励的作用。

4) 环境政策 环保部门对养殖场的排污要求应当逐步严格, 利用环境政策推动能环工程的发展, 并应利用排污费收入支持能环工程的建设。

## 3 海南省罗牛山地区猪场能环工程商业化发展模式的探讨

自 2000 年初起, 农业部规划设计院和英国铜橡树公司合作, 对海南省罗牛山地区猪场开展能环工程商业化建设进行了可行性研究。

项目通过对罗牛山地区 7 个猪场的实地调查、技术工艺路线的选择、投资估算、效益分析和运行管理模式的探讨等, 得出以下主要的结论:

1) 为了尽可能的达到清洁化生产, 工程要尽量采取清污分离、粪尿干湿分离等措施, 以减低项目中需处理的粪污总量, 从而减低初始投资, 取得更好的经济效益。据介绍, 英国 10 000 头猪场的每天粪污排放量为 50~ 70 m<sup>3</sup>, 而目前海南猪场的平均粪污排放量为 160 m<sup>3</sup>öd。虽增设雨污分离设施, 改善冲淋系统和工人的操作方法, 但因受到当地特殊的气候条件和猪舍的建造结构等方面的限制, 粪污排放量目前也只能减少到 100~ 120 m<sup>3</sup>öd 的水平。

2) 通过对 4 种不同的工艺路线进行投资估算和效益分析, 技术方案必须以厌氧发酵技术为核心, 综合考虑粪污处理- 能源生产- 生态农业的发展, 建成粪污处理、沼气发电和有机肥利用为一体的能源环保工程示范区。实现示范区内能源、环境与养殖业、种植业的协调持续发展。在追求产气量最大化、以沼气发电为主要目的工艺路线中, 虽然考虑了对可再生能源上网电价的政策, 由于其较高的初始固定资产投资, 影响了项目的整体效益。

3) 把项目的各个组份作为单一经济体进行了效益分析, 即: 猪场的粪污处理工程、有机肥生产工程、沼气发电工程、精养鱼塘工程和无公害热带花果菜生产灌溉工程。若猪场以每吨鲜粪 40 元的价格出售给有机肥生产厂, 以沼气 0.4 元öm<sup>3</sup> 的价格销售给沼气发电站, 无偿提供精养鱼塘工程和无公害热带花果菜生产灌溉工程的条件下, 除猪场的粪污处理工程外, 其它工程均有可能达到商业化运作。这就意味着政府从治理环境的角度出发, 需要对猪场的粪污处理工程的建设进行一次性补贴投入, 猪场以出售粪污处理工程所产生的沼气和鲜粪所获得的收益维持工程的运行。其它工程部分, 如沼气发电部分可做到商业化独立运行。

4) 把所有的项目组份作为一个整体来测算其经济效益, 结果表明: 内部收益率达 10.57%~ 14.39% (所得税后~ 所得税前, 下同)。财务净现值为 29.33~ 244.06 万元, 投资回收期为 8.33~ 7.20 年。从效益分析来看, 认为项目是可行的。但在实际实施时, 由于目前罗牛山地区的 7 个养猪场分别属

于不同的业主,且所有制各不相同,很难统一成为一个整体;猪场和周边的农业、渔业等生产的所有制关系也是分离的,因此,所有的项目组份作为一个整体来考虑,虽然经济上可行,但从管理和生产协调上有相当的难度。

综合考虑各方面的因素,现阶段开展能环工程商业化运作较为可行的方案是,由一个能够对项目从投资和设计建造到管理进行全方位介入的开发商,负责项目的前期筹资到项目的后期运行等整个环节,而养殖场则只负责畜禽的养殖,其粪污则全部无偿交由该开发商负责。视具体情况养殖场或地方政府适当补贴开发商一定的处理费,开发商主要是通过出售沼气或沼气电力、固体有机肥等获取效益。

更重要的是,地方政府在整个的能环工程项目

实施过程中应积极发挥作用,协助协调能环工程开发商、畜禽场业主、沼气、沼渣和沼液用户等之间的关系。如果工程中利用沼气发电上网,在必要的情况下政府要协助制定相关的鼓励政策,并在上网电量和电价等方面参与与地方电力公司的协调。此外,建议能环工程原料(畜禽场粪污)的供应及产品的销售采取合同制管理,以保证能环工程持续健康的发展。

#### [参 考 文 献]

- [1] 曾邦龙 中国沼气发展与展望[M]. 农村能源展望 北京: 中国农业出版社, 1999. 166~ 168
- [2] 戴 林 我国畜禽场沼气工程技术商业化面临的障碍简析[M]. 农村能源展望 北京: 中国农业出版社, 1999. 198~ 201.

## Calculation Method of the Optimum Planned-Elevation for Bulk Wide-Area Earthwork in land Consolidation ..... (173)

Deng Shouchang (*Department of Architecture and engineering, Xiang Tan University, Xiangtan 411105, China*)

**Abstract:** In different conditions, there are different planned elevations for the bulk wide-area earthwork. On the basis of theory presented by professor Leiboumils (Bulgarian), with respect to calculation of the optimum planned elevation which is not subject to any condition, five theoretical formulae for calculating the optimum planned elevation in different special conditions are suggested: first, the distance of each point is equal in the ground of square; second, the planned area without retaining a height of given point (P); third, the planned area must retain a inclined angle in one direction; fourth, the planned area must retain the height  $h_1$  and  $h_2$  for two given points; fifth, the planned area must retain horizontal. In this way, the volume of earthwork can be the least and the calculation can also be simpler if calculation is made in accordance with the formulae under the original condition.

**Key words:** earthwork; optimum planned elevation; least square principle

### · Review and Forum ·

## Relationship Between Increasing Grain Output and Utilization Potential of Agricultural Water Resources in Severe-arid Northwestern Ecological Zones ..... (177)

Ju Zhengshan<sup>1</sup>, Zhang Fengrong<sup>2</sup>, Liu Xiaoxia<sup>3</sup> (*1. Center for Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China; 2. China Agricultural University, Beijing 100083, China; 3. Xiaoxia Costume Ltd. Co Shandong Province, Xiaoxia 265300, China*)

**Abstract:** Based on the study of status quo of agricultural water resources utilization in Northwestern Ecological Zones, this paper analyzed the water utilization potential and increasing production potential at the theoretical level by the method of AEZ. The results are: the whole Northwestern Ecological Zone is suffered from the shortage of water resources; Its current water use efficiency is low and the waste is as serious as shortage; Water is key to exert the biomass and maximum potential yield of crops. If the water use efficiency rises up 10% ~ 20%, the land production potential will be sumounted greatly.

**Key words:** northwestern ecological zone; water use efficiency; potential analysis

## Commercialized Operation Model and Development of Integrated Energy-Environment Engineering on Scaled Livestock Farms ..... (181)

Yao Xiangjun<sup>1</sup>, Hao Xianrong<sup>2</sup>, Guo Xianzhang<sup>1</sup> (*1. Energy & Environmental Protection Institute, Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100026, China; 2. Rural Renewable Energy Office, Department of Science, Technology and Education, Ministry of Agriculture, Beijing 100026, China*)

**Abstract:** This paper defines the concept of energy (biogas) environmental protection engineering on scaled livestock farms, which differs from large-medium scale biogas plants widely developed in China at previous time. Driven by pressure from environmental sector and demand for non-polluted agricultural products, it stresses that the integration of waste treatment with its utilization and the integration of livestock & poultry breeding with planting. The paper states that anaerobic digestion as the key technology in the system is significant for effluent control of livestock farms. Barriers to widely extend this technology are analyzed in its commercial development. Finally a case of feasibility study on swine farms in Luoniushan District of Hainan Province is presented.

**Key words:** livestock farm; energy environmental protection engineering; commercialized operation

## Research Advances of Postharvest Physiology, Postharvest Pathology and Storage and Transport Technologies for Longan Fruits ..... (185)

Lin Hengtong<sup>1,2</sup>, Xi Yufang<sup>1</sup>, Chen Shaojun<sup>2</sup>, Chen Jinquan<sup>2</sup>, Hong Qizheng<sup>2</sup> (*1. Department of Food Science and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 2. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China*)

**Abstract:** The advances in the studies of postharvest physiology, postharvest pathology, differing storage and transport characteristics of cultivars, storage and transport technologies for longan fruits under