

关于农村沼气集中供气工程沼气价格分析

熊飞龙, 朱洪光, 石惠娴, 吴军辉

(同济大学 现代农业科学与工程研究院生物质能源研究中心, 上海 200092)

摘要: 与传统的户用沼气池相比, 沼气集中供气工程是一种较好的沼气利用方式。然而, 沼气价格的确定却是个难点, 这关系到沼气工程的后续运行的连续性。本文试图从沼气的热值和项目的财务评价法分别分析沼气集中供气工程三种不同的沼气价格, 从而得出按热值对比的价格范围、整个工程的沼气价格和仅后续管理的沼气价格。结果表明, 按常规能源(天然气、煤气、LPG和电)的热值和价格换算, 沼气(其中甲烷含量为60%)价格范围从每立方1.81元到3.89元不等。而包括初始投资在内的沼气价格则根据产气量的不同(即发酵池的利用率不同), 沼气的价格从每立方2.4元到12元不等; 不包括初始投资在内的沼气价格则根据产气量的不同, 沼气的价格从每立方0.75元到3.6元不等才能保证后续管理的经济性。

关键词: 沼气集中供气工程; 价格; 热值; 财务评价法

中图分类号: S216.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-1166(2011)04-0016-04

Analysis on the Price of the Biogas for Rural Centralized Biogas Plant / XIONG Fei-long, ZHU Hong-guang, SHI Hui-xian, Wu Jun-hui / (Bio-Energy Research Center, Modern Agricultural Science & Engineering Institute, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Centralized biogas plant is a good way to use the biogas compared with household biogas. However, the price decision of biogas is a difficulty, which relates to the sustainable development of the biogas project. This paper attempts to analyze three kinds of price of the biogas based on the calorific value of the biogas and financial investment. It shows that the biogas (methane content 60%) price range from $\text{¥}1.81 \cdot \text{m}^{-3}$ to $\text{¥}3.89 \cdot \text{m}^{-3}$ according to the calorific value comparing with the conventional energy such as natural gas, coal gas, LPG and electricity. If the investment is included, then the biogas price range from $\text{¥}2.4 \cdot \text{m}^{-3}$ to $\text{¥}12 \cdot \text{m}^{-3}$ according to different production scale. If not including the investment, the biogas price from $\text{¥}0.75 \cdot \text{m}^{-3}$ to $\text{¥}3.6 \cdot \text{m}^{-3}$ can ensure the management of the project according to different biogas production.

Key words: centralized biogas plant; biogas price; calorific value; financial evaluation method

1 引言

沼气在我国的发展经过了“两落三起”之后, 在国家的大力支持下, “十五”期间有了飞速的发展。除了传统的户用沼气池外, 沼气的集中供气工程是沼气的又一个新的发展方向。在国家大力提倡并实施“建设社会主义新农村”的过程中, 解决农村能源一直是核心问题之一, 要实现社会主义新农村的建设目标, 发展农村沼气是一条必经之路^[1]。沼气的集中方式在欧洲用来发电上网、热电联产(CHP)和作为解决农业和环境问题的方法之一, 有较好的经济效益^[2]。

然而, 沼气集中供气工程由于初始建设成本较

高和后续委托管理等问题一直是沼气集中供气工程发展中的难点。初始投资一般由国家、当地政府和个人共同解决, 而沼气的价格一直是后续管理中的关键所在^[3]。已有相关研究指出了以前带有公益性的沼气价格的不合理性, 并提出以沼气的热值作为其价格的基础^[4]。在沼气工程的经济性分析方面, 梁亚娟、樊京春等提出制约沼气工程发展的障碍在于技术性和规模经济方面^[5]。沼气池的产气率和温度有很大的关系, 温度越高产气率越高, 石惠娴等提出的地源热泵式沼气池加温系统有助于降低后续管理的运营费用^[6]。随着我国经济发展对新能源的需求, 以热值为基础的沼气价格已有相应的提高, 沼气工程技术方面也有了很大进步。

收稿日期: 2011-02-21

项目来源: 国家科技支撑计划项目(2008BAD4B0X); 上海市市科委项目(07DZ12050)

作者简介: 熊飞龙(1982-)男, 硕士, 主要从事沼气的后续管理研究, E-mail: wacoser@163.com

本文在对比其他农村用能的基础上重新确定沼气价格,同时利用项目的财务评价法对沼气集中供气工程的整体市场化和后续管理市场化进行了分析。从而为国家提倡的沼气工程的“市场化、专业化和物业化”的后续管理提供了经济上的可行性分析,这将有效地促进沼气产业的发展。

2 研究对象和方法

2.1 研究对象

本文的项目实例为上海市崇明县港沿镇合兴村沼气集中供气工程,总投资 50 万元,发酵池有效容积为 69.3 立方米,发酵池容积产气率 0.6 ~ 1 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$,日产气 55.2 立方米左右,沼渣沼液供应周围农田使用,项目使用寿命为 10 年,固定资产残值按 10% 计算。工程的投入产出如下表 1。

表 1 项目投入产出表

投入	金额/元	产出	产量/ m^3
建筑安装费	500000	沼气	20148
流动资金	10000	沼液	0
年营运成本	25075	沼渣	0

注:1. 年营运成本按人工费每天 50 元,水电费每天 5 元,维修费等每年 5000 元,一年按 12 个月 365 天计算;2. 沼气产量按每天产气量 55.2 m^3 ,一年按 365 天计算;3. 考虑到工程本身产生的沼渣较少,同时沼液作为补偿免费提供给供应猪粪的用户使用,故本工程产生的唯一产品为沼气。

2.2 研究方法

由于沼气与其他能源(如人工煤气、液化石油气、天然气等)的热值可比性,可运用竞争导向定价法对沼气的价格进行分析。从消费者的角度来说,与其他燃料的比较能更好的让消费者明白其中按热值计算价格的道理。在选择对比商品能源上,经过实地调查选取了电、液化石油气作为对比,同时选取上海市的人工煤气、民用天然气为对比。由于蜂窝煤在本工程周边的农村基本没有使用,而秸秆不具备商品能源的比较性质,故不选取。另外,沼气工程又有公共基础设施的性质,沼气项目目前基本上都是国债资金建设,在后续管理上国家不提供资金支持,故本文把整个项目和后续管理的经济性分开讨论。分别使用财务评价法分析净现值、内部收益率和动态投资回收期三个指标。最后集中沼气的比较价格、整个项目成本上的价格和后续管理成本上的价格对沼气的定价讨论说明。

2.2.1 竞争导向定价法

竞争导向定价是产品营销中重要的定价方法之一,是指企业根据竞争者可能采取的对策而实行的

不同类型的富有竞争性的定价。它是以竞争者的价格为基础,根据自身产品与竞争产品的差异条件和经营目标,制定与竞争者价格或低、或高或相同的价格。竞争导向定价有高价陷阱定价法、低价排斥定价法和通行定价法。本文采取通行价格定价法,同时以产品的热值作为修正因素对结果进行修正,公式如下:

$$P = P_i \times A \quad (1)$$

P 为待估商品价格,本文中待估商品为沼气; P_i 为比较实例价格,本文中如煤气、天然气和石油液化气(LPG)等; A 为比较实例与沼气热值系数比 = 沼气热值/比较商品热值

2.2.2 财务评价法

财务评价法主要是采用三个指标来对项目进行评价,包括投资回收期、财务净现值和内部收益率。投资回收期是企业用投资项目所得的净现金流量来回收项目初始投资所需的年限,它们又可以分为静态投资回收期、动态投资回收期和差额投资回收期。动态投资回收期是考虑资金的时间价值时收回初始投资所需的时间。财务净现值是指按照一定的折现率,将项目计算期内各年现金流量折算到建设期初的现值之和。内部收益率(IRR)是指项目在计算期内各年净现金流量现值累计等于零时的折现率。在此基础上,再通过敏感性分析对项目作进一步研究。敏感性分析是通过测定一个或多个不确定因素的变化导致的结果评价指标的变化幅度,了解各种因素的变化对实现预期目标的影响程度。3 个财务指标的计算公式如下:

动态投资回收期:

$$\sum_{t=1}^{p_t} (CI - CO)_t (P/F, i_c, t) - CF_0 = 0 \quad (2)$$

$$\text{财务净现值: } NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(CI - CO)_t}{(1 + i_c)^t} \quad (3)$$

$$\text{内部收益率: } \sum_{t=1}^n \frac{(CI - CO)_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (4)$$

式中: CI 为现金流入量(Cash In Flow); CO 为现金流出量(Cash Out Flow); $(CI - CO)_t$ 为第 t 年的净现金流量(Net Cash Flow); CF_0 为初始投资; $(P/F, i_c, t)$ 为现值系数; i_c 为行业基准收益率或设定的折现率; p_t 为动态投资回收期; n 为计算期; IRR 为内部收益率(Internal Rate of Return)。

计算出的项目动态投资回收期应与项目的寿命期 n 进行比较,动态投资回收期小于或等于项目的寿命期时,则认为项目是可以接受的,否则不可接受。净现值为正值时可接受项目投资,否则不可接受,净现值指标越大越好。财务内部收益率是反映项目实际收益率的

一个动态指标,该指标越大越好。一般情况下,财务内部收益率大于等于折现率,项目经济可行;当财务内部收益率小于等于折现率时,项目不经济。

3 研究结果和分析

3.1 沼气价格

表2 各种不同能源热值和价格与沼气的对比

能源种类	热 值	热值系数	市场价	折算价格
民用天然气	31.40 MJ · m ⁻³	0.72	2.50 元 · m ⁻³	1.81 元 · m ⁻³
人工煤气	10.00 MJ · m ⁻³	2.27	1.25 元 · m ⁻³	2.84 元 · m ⁻³
液化石油气	46.00 MJ · kg ⁻¹	0.49	6.00 元 · kg ⁻¹	2.96 元 · m ⁻³
电	3.60 MJ · kWh ⁻¹	6.31	0.62 元 · kWh ⁻¹	3.89 元 · m ⁻³
沼气	22.70 MJ · m ⁻³	1.00	-	-

注:1. 价格取上海现行市场价格,见备注,热值取标准状态下的平均值。2. 民用天然气、人工煤气的热值按 GB/T 13611-2006 城镇燃气分类取值,液化石油气按 GB 11174-1997 液化石油气取值^[7]。3. 沼气中甲烷含量 55%~70%,甲烷在标准状态下热值为 37.84 MJ · m⁻³,则沼气的热值为 20.8 MJ · m⁻³到 26.49 MJ · m⁻³之间,此表中取甲烷含量为 60%的热值。

从以上分析可知按照单位发热量来计算,各种能源折算成沼气后的价格之间有很大差别,其中以电的热值折算价格最贵,而以管道天然气的折算价格最低。

表3 项目财务评价指标和沼气价格

产气量 m ³ · d ⁻¹	包括 50 万初始投资的 沼气价格/元 · m ⁻³	不包括初始投资的 沼气价格/元 · m ⁻³
20	12.00	3.60
30	8.00	2.40
40	6.00	1.80
50	4.80	1.45
60	4.00	1.20
70	3.40	1.05
80	3.00	0.90
90	2.65	0.80
100	2.40	0.75

注:计算的基础是投资、产量和劳动费用均不变,调整价格使得项目在经济上可行,折现率取 6%。

表4 敏感性分析

调整项目		初始投资		价格		营运成本	
		+ 10%	- 10%	+ 10%	- 10%	+ 10%	- 10%
有初始投资 50 万	财务净现值	-37.6	37.6	51.3	-51.3	-14.7	14.7
	动态投资回收期	1.2	-0.7	-0.9	1.2	1.2	-0.3
	财务内部收益率	-3.4	4.0	4.9	-4.9	-1.4	1.4
无初始投资 50 万	财务净现值	—	—	5.7	-5.7	-5.4	5.4
	动态投资回收期	—	—	-7.1	0.6	0.6	-0.7
	财务内部收益率	—	—	12.2	-5.5	-5.3	11.2

4 讨 论

由以上计算可知,固定资产的初始投资一般都

市面上有现成的人工煤气、天然气、液化石油气等多种燃气产品,也有电力,民用型煤等其他产品,但对于可获得性来说,农村目前不具备普遍使用人工煤气和天然气的条件,液化石油气、电力和民用型煤虽然可以包装运输,但相对单位热值来说,其价格并不便宜。通过查得相关资料并计算得出的结果如表 2。

3.2 项目的内部收益率和动态投资回收期

以产品价格(本文主要考虑沼气的价格,沼液和沼渣因为作为原料的使用补偿,所以不考虑其收益)变动来判断项目的财务内部收益率和动态投资回收期,折现率取 6%,计算出产品价格以及项目动态投资回收期,具体操作可采用 EXCEL 表进行^[8]。

3.2.1 项目财务评价指标

按照工程项目的使用寿命为 10 年,在保证净现值大于零和内部收益率大于 6%的条件下,分别计算了包括 50 万初始投资和不包括 50 万初始投资的沼气价格,结果如下表 3。

3.2.2 敏感性分析

对于工程项目再进行初始投资变动、沼气价格和后续管理的营运成本等因素的敏感性分析,以工程产气量在每天 50 m³时,分别取初始投资、沼气价格和营运成本 10% 的变动,其财务净现值、投资回收期 and 内部收益率变化结果见表 4。

较大,对个人和村集体来说都不太可能,只能是由国家、集体和个人共同出资。在本文中,和其他能源价格相比,沼气价格目前只能采取竞争价格才有市场

空间。按热值计算来看,只能以替代商品中的最低价格销售。天然气价格目前偏低,近期,国家发改委已经上报了天然气价格改革方案,市场预期新机制拟以国际原油价格为基础,同时考虑附加条件来为天然气定价。就目前上海市的天然气价格来看,当发酵池的产气在每天 50 立方米时,沼气价格为每立方米 1.45 元,沼气的后续管理价格比按天然气热值来折算的价格每立方米还要低 0.36 元,这十分有利于后续管理的持续性。液化石油气的价格大约在每千克 6 元,按照石油液化气与沼气的热值比较,沼气价格每立方米可以定到约 3 元。这是一个十分有利整个项目实行市场化运作的价格,但目前这个价格在农村是难以接受的。

在敏感性分析中,可以看出沼气价格是所有因素中影响最大的,其次是初始投资,最后才是运营成本。沼气集中供气工程成败的关键在于居民对沼气价格的接受程度以及他们的消费行为。在现行的沼气价格每立方米 1.5 元和工程满负荷运行时,仅沼气出售就能维持工程的后续管理运行,具有良好的经济性。沼气价格的提高有利于整个项目的建设和后续管理,随着相关替代产品(主要是化石能源)的价格上涨,沼气集中供气工程将在农村有较大的发展空间。

5 结论

经过以上分析,可以得出如下结论:

(1) 沼气价格应与当地能源价格为参考进行定价。在能源价格较高的地区,沼气的发展潜力较大,在能源价格相对较低的地区,沼气的发展在经济上并不可行。由于其他可替代能源的价格受市场影响,故沼气价格也会产生不同程度的波动。

(2) 若考虑工程的初始投资成本,则在项目的有效运行期内很难收回。目前,沼气整体工程只能

作为公益型项目来对待,但在后续管理上可以按效益型项目来对待,以实现后续管理的市场化。

(3) 沼气的国家投资和市场化的后续管理,能使沼气集中供气工程实现可持续的发展。一方面,专业的管理可以让沼气工程保持较高的利用率和稳定性,另一方面也使得国家投资真正发挥作用。

(4) 沼气是可再生能源,同时具有良好的环境和社会效益,发展沼气的关键在于技术的创新和后续管理的优化。目前政府在作为投资主体的同时,要做好工程竣工后的管理工作,保证其稳定运行;随着能源价格的提高和人们保护环境意识的增强,商业投资将在沼气工程上逐步具备经济可行性。

参考文献:

- [1] 邓光联,李克伦,等. 沼气与社会新农村建设 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(1): 61-64.
- [2] Sotirios Karellas, Ioannis Boukis, Georgios Kontopoulos, Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14: 1273-1282.
- [3] Yu Chen, Gaihe Yang, Sandra Sweeney, Yongzhong Feng. Household biogas use in rural China: A study of opportunities and constraints [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14: 545-549.
- [4] 施骏. 农村沼气价格的重新确定 [J]. 江西农业学报, 2001, 13(4): 55-57.
- [5] 梁亚娟,樊京春. 养殖场沼气工程经济分析 [J]. 可再生能源, 2004, 03(115): 49-51.
- [6] 石惠娴,等. 地源热泵式沼气池加温系统 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 268-273.
- [7] 谭洪艳. 燃气输配工程 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009: 1-4.
- [8] 尤利团,刘宝华. 基于 Excel 的投资项目财务动态指标计算 [J]. 绿色财会, 2009, 4: 37-39.

(上接第 12 页)

- [6] 杨浩,邓良伟,孔垂雪,等. 低维持厌氧消化系统及其出水后处理利用技术 [J]. 中国沼气, 2010, 28(2): 17-22.
- [7] 李淑兰,吴晓英,邓良伟,等. 猪场废水处理技术 [J]. 中南林学院学报, 2005, 25(5): 132-138.
- [8] 李思敏,时真勇,许吉现,等. 生物砂滤池处理微污染原水的试验研究 [J]. 中国给水排水, 2006, 22(9): 65-68.
- [9] 李思敏,唐锋兵,杨旭东. 生物砂滤池对城市二级出水中氨氮的去除效果研究 [J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(4): 45-48.
- [10] 李思敏,张胜,孙广垠,等. 生物砂滤池除氨氮效果及

影响因素分析 [J]. 中国给水排水, 2006, 22(1): 74-76.

- [11] 方平,陆少鸣,刘娇. 生物砂滤池对有机物和氨氮的去除 [J]. 环境科学与技术, 2006, 29(12): 73-79.
- [12] 水和废水监测分析方法编委会. 水和废水分析方法(第四版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [13] Jan Vymazal. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands [J]. Science of the Total Environment, 2007, (380): 48-65.
- [14] 李穗中. 氧化塘污水处理技术 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991. 141-143, 151-152, 163-167.