

联户沼气的经济与环境效益评价

匡静,张恩和,陈秉谱

(甘肃农业大学经济管理学院,兰州 730070)

摘要:联户沼气实施时间较短,对其经济及环境效益进行定量评价涉及甚少,为其大面积推广提供理论依据,笔者以河南省南阳市的联户沼气工程为例,从建设投资成本、运行维护成本、效益及净现值4个方面与单户沼气进行对比分析,并以卧龙区1个行政村的联户沼气的调查数据为样本,选取11个环境影响综合评价指标,运用层次分析法,借助SPSS13.0软件,对联户沼气工程进行环境效益综合评估。结果表明:联户沼气与单户沼气相比,建设成本户均减少支出507元;服务费用每年每户多分摊54.76元;净现值前者为54720.41元,后者为4332.11元,规模经济效益显著,其指数为115%,有更广阔的发展前景。2007—2009各年的环境效益综合分值分别为6.126、6.156、5.816,联户沼气工程对环境的影响介于“比较大”和“非常大”之间。

关键词:层次分析法;联户沼气工程;环境影响评价;净现值;规模经济效益

中图分类号:S216.4

文献标志码:A

论文编号:2010-2759

Evaluation of Economic and Environmental Benefits of Joint Household Biogas Project

Kuang Jing, Zhang Enhe, Chen Bingpu

(College of Economics and Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Abstract: Because joint household biogas project was carried out not long ago, its profits qualitative assessment research remained little. In order to provide theoretical foundation for its widespread, this paper was based on the data of joint household biogas project of nanyang city in henan province, the comparative analysis was made from 4 aspects, including construction costs, operation and maintenance costs, profits and net present value. Then the author selected the 11 indicators of environmental impact evaluation, the environmental profits was assessed with the help of AHP and SPSS13.0 software. The results showed that the construction cost of each household was less 507 yuan than household biogas digester and service cost per year was more 54.76 yuan. The net present value of the former was 54720.41 yuan and the latter was 4332.11 yuan, the index of scale economy was 115%. So the joint household project had better bright prospects. From 2007 to 2009, the comprehensive scores of environmental profits in wolong district were 6.126, 6.156, 5.816 respectively, the environmental impact of joint household biogas project lay between 'bigger' and 'very'.

Key words: analytic hierarchy process (AHP); joint household biogas project; environmental impact assessment; net present value; economic profits of scale

0 引言

随着农村经济结构的深入调整,中国的畜禽养殖结构发生了根本变化,主要表现为由传统的家庭式散养向养殖大户、养殖小区集中。这种集约养殖业在拉动经济增长的同时,对环境的污染问题也日益凸显。

为适应新农村建设的新要求,2007年农业部、国家发改委颁发了《关于印发养殖小区和联户沼气工程试点项目建设方案的通知》,支持试点建设养殖小区和联户沼气工程。养殖小区和联户沼气工程不仅能有效解决畜禽规模养殖粪便污染现象,实现养殖业粪便的资源

第一作者简介:匡静,女,1974年出生,山东临沂人,硕士,研究方向:人口、资源与环境协调发展。E-mail: qslc2000@126.com。

通讯作者:张恩和,男,1966年出生,甘肃永登人,教授,博士生导师,博士,研究方向:农作制度、资源与环境问题。通信地址:730070 甘肃农业大学学院, Tel: 0931-8816658, E-mail: zhangeh@gsau.edu.cn。

收稿日期:2010-09-21, **修回日期:**2010-11-01。

化、无害化、生态化,使非养殖农户、不便建设沼气池的农户用上清洁廉价的沼气能源,容积的增大也提高了效益和管理成本,对减少农民生活支出、提高生活水平有重要意义。

由于联户沼气实施的时间较短,相关的研究比较少:黄海松、袁森、赵丽梅^[1-2]对贵州省农村小型沼气工程联户供气模式和标准户用沼气池的回流问题进行了探讨,朱军平等^[3]对江西吉安县联户沼气模式进行了研究,潘科等^[4]及陶卫平等^[5]对农村联户型沼气利用技术进行了分析。现有的研究还缺乏深入的案例分析,对于农村联户沼气经济及环境效益进行定量评价涉及甚少。为此,笔者选择河南省南阳市的联户沼气工程为研究对象,通过典型调查和归纳分析对其经济与环境效益进行综合评价,旨在为联户沼气工程的大面积推广提供理论依据。

1 联户沼气工程概况

南阳市位于河南省西南部,地处亚热带、暖温带过渡带,气候温和,四季分明,年均气温 14.8~15.5℃,发展沼气的条件优越;同时,南阳市发展农村沼气的原料非常充足。以 2008 年为例,全市各类畜禽存栏和产出量较大,如生猪 526.58 万头、羊 338.24 万只、肉牛 65.27 万头、奶牛 4.29 万头、蛋鸡和肉鸡约 4731.31 万只^[6]。养殖集中的养殖场和养殖小区适宜建大中型沼气,平原区和城市周边适宜发展“联户沼气”。南阳市现有各类集中供气工程 523 座,沼气消化能力为 50 万 t 左右,供气农户达 6888 户,经济、社会、生态效益显著。在联户集中供气沼气池建设中,有政府与群众共同出资形式、群众集资政府补贴形式、个人全部投资形式等;使用模式则采取商业化运作、协议使用等方式。

2 联户沼气工程的经济效益评价

2.1 联户和单户沼气工程的成本对比分析

南阳市各地沼气建设工作大都依托当地自然条件、社会特点,特别是农民居住等因素而分类实施,如粪源是否充足、农户是否集中等,依据不同情况或建单户或建联户,笔者对 4 个县 6 个行政村单户(池容 8 m³)和联户(15 户,池容 50 m³)调查统计数据显示,新建 1 个 8 m³的单户用沼气池,平均投资为 1878 元(见表 1),运行维护成本年总支出为 150 元(见表 1)。

南阳市联户沼气集中供应所建沼气池容积大小不等,基本是根据当地自然条件,分别建设 30、50、80、100 m³等,甚至还有 200、300 m³的大池。以建设 1 口 50 m³的集中供气池为例,其建设总投资平均为 20559 元(表 1),满负荷产气的情况下可满足 15 户使用,户均成本支出 1371 元(与单户建设成本 1878 元相比,户均减

少成本支出 507 元);每年每户日常运行维护费用为 204.76 元(表 1)。由此可见,联户比单户服务费用稍多,每户每年多分摊 54.76 元。

表 1 联户和户用沼气的成本对比 元/年

| 项目 | 单户 | 联户 | |
|-------------------|------|--------|--------|
| | | 15 户 | 户均 |
| 一、建设成本 | 1878 | 20559 | 1371 |
| 1.水泥 | 440 | 2390 | 159 |
| 2.沙石 | 313 | 2718 | 181 |
| 3.钢筋 | 105 | 1600 | 107 |
| 4.砖 | 45 | 1716 | 114 |
| 5.管道及仪表设备 | 265 | 7785 | 519 |
| 6.模具租赁 | 100 | 1000 | 67 |
| 7.建设人工费 | 610 | 3350 | 223 |
| 二、运行维护成本 | 150 | 3500 | 204.76 |
| 1.原料费 | 30 | 285.71 | 19.05 |
| 2.清池、维护维修及管理服务等费用 | 120 | 2500 | 185.71 |

2.2 联户沼气和单户沼气的效益对比分析

沼气工程收益包括直接经济效益和间接环境生态效益。直接经济效益主要是指有关使用者通过用沼气替代薪柴或煤碳等带来的成本节约。1 口 8 m³的沼气池产气年平均产气量约 358 m³,可替代 3.6 t 薪柴或煤 900 kg,薪柴和煤的价格按 0.24、1 元/kg 计算,则每年可节省 550.08、586.08 元。取两者的平均值 568.08 元/户·年作为 8 m³户用沼气的经济效益。根据调研,分散辐射供气模式在南阳市联户沼气中较为普遍,其中 50 m³联户式沼气平均供应 15 户(1 养殖大户+14 非养殖户),则经济效益约为 8521.2 元/(户·年)。意愿调查法(CVM)^[7]能够评估与环境物品有关的全部使用价值和非使用价值,间接环境生态效益可通过此法进行货币化收益核算。通过发放调查问卷并进行总体估计,养殖大户的环境效益支付意愿约为 1000 元、非养殖户为 200 元,则 50 m³联户沼气的环境生态效益为 3800 元。

2.3 联户沼气和户用沼气的净现值对比分析

2.3.1 50 m³联户沼气池 根据表 1 可知,联户沼气的建设成本和运行维护成本分别为 20559 元和 2785.71 元,经济效益为 8521.2 元/户·年,环境效益为 3800 元。根据调研得知,南阳沼气池平均寿命为 20 年,另设折现率为 5%,设 CF_t 为第 t 年的现金流,则:

$$CF_0 = -20559 + 3800 = -16759$$

$$CF_1 \sim CF_{20} = 8521.2 - 2785.71 = 5735.49$$

$$\begin{aligned}
 NPV &= CF_0 + \sum_{t=1}^{20} [CF_t \times (1+i)^{-t}] \\
 &= -16759 + 5735.79 \times 12.462 \\
 &= 54720.41
 \end{aligned}$$

从 NPV 值可以看出, 50 m³ 联户沼气的净现值为 54720.41 元, 数值较大, 说明联户沼气工程发展前景广阔, 推广价值较大。

2.3.2 8 m³ 单户沼气池 8 m³ 联户沼气池建池成本约为 1878 元, 运行维护成本以饲养业发达地区为标准, 即 150 元/年, 经济效益为 568.08 元/户·年, 环境效益为 1000 元, 净现值计算:

$$\begin{aligned}
 CF_0 &= -1878 + 1000 = -878 \\
 CF_1 \sim CF_{20} &= 568.08 - 150 = 418.08 \\
 NPV &= CF_0 + \sum_{t=1}^{20} [CF \times (1+i)^{-t}] = \\
 &= -878 + 418.08 \times 12.462 = 4332.11
 \end{aligned}$$

从上述结果可以看出, 联户和户用沼气的净现值均大于 0, 经济上具有可行性。且联户沼气的净现值远大于户用沼气, 以建设成本作为基数, 其规模经济效益指数为 115%。差异的主要原因是联户沼气在供给上具有规模经济效益, 因此从规模经济的角度考虑, 并针对农村庭院面积大小、农户养殖状况各异的情况, 应进一步探索饲养大户建大池为周边群众联户供气的“一户建池、多户用气”新模式, 降低“一户一池”建设高费用, 推广联户沼气, 提高综合效益。

3 基于层次分析法的联户沼气工程的环境效益评价

3.1 样本的选取及指标体系建立

南阳市现有 14118 个规模养殖场, 年产粪便 891 万 t^[9]。由于各养殖场和广大养殖散户普遍没有建设环保治污设施, 全市养殖污染十分严重, 畜禽粪污已成为影响农村环境的主要污染源。根据目前的统计资料, 1 个万头猪场每年有 40.7 t、30.3 t 的 COD、BOD 流失到水体中^[9]。在养殖集中的养殖场和养殖小区建大中型联户沼气工程, 可达到粪污资源化、无害化和减量化。

平原农区的特点之一是农村人口聚居度高, 便于集中连片发展沼气。联户沼气以养殖小区或大型养殖户为依托建设, 辐射周围农户集中使用, 克服单户沼气点多、面广、规模小的现象, 有利于进行集中管理和专业维护。笔者以南阳市平原地区卧龙区的 1 个行政村的联户沼气工程的调查数据为样本, 选取 4 个层次的环境指标^[10], 构建环境影响综合评价指标体系(如图 1)。

3.2 层次分析法的过程及分析结果

3.2.1 构建初始判断矩阵 4 个大类指标 B₁、B₂、B₃、B₄ 对总目标层 A 的判断矩阵(A-B)取值为:

$$\begin{bmatrix}
 1 & 2 & 4 & 4 \\
 1/2 & 1 & 2 & 2 \\
 1/4 & 1/2 & 1 & 1 \\
 1/4 & 1/2 & 1 & 1
 \end{bmatrix}$$

对于 C 层, 11 个单项指标 C₁~C₁₁ 对各自对应的分

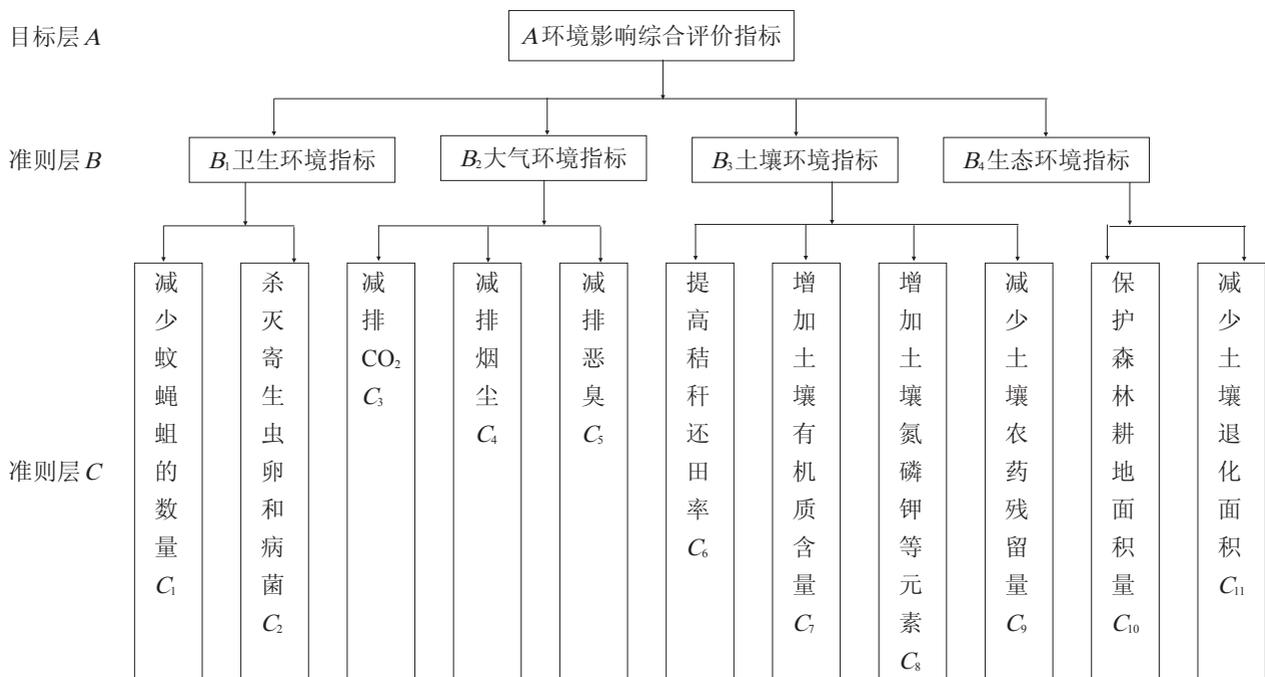


图 1 联户沼气池建设项目环境影响评价指标体系

类指标 B_i 的判断矩阵有:

$$B_1-C: \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_2-C: \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3-C: \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 & 4 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_4-C: \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

3.2.2 判断矩阵的一致性检验 判断矩阵具有完全的一致性... 层次总排序结果见表2。

从表2各指标排序的结果可以看出, C_1 指标对环境的影响程度最大(0.4000), 其次是 C_3 指标(0.1461), 贡献值第3的是 C_2 指标(0.1000)。

3.3 环境影响评价

3.3.1 评价方法 综合评价指数 $W^{(2)}$ 的计算公式。

$$I_i = w_i x_i$$

$$W = \sum (w_i x_i)$$

其中: I_i 为某一指标的评价指数, x_i 为该指标的评分值, w_i 为该指标的权重, W 为该组评价指标的综合评价指数。

3.3.2 评价标准的确定 为了更形象地说明联户沼气工程对环境的影响程度, 参照各种综合指数的分级方法^[3], 现给出1个多级综合评价标准, 见表3。

表2 B-C层层次总排序结果

| 准则层 B | B_1 | B_2 | B_3 | B_4 | 层次 C 总排序权值 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| 准则层 B 权值 | 0.5 | 0.25 | 0.125 | 0.125 | |
| C_1 | 0.8000 | - | - | - | 0.4000 |
| C_2 | 0.2000 | - | - | - | 0.1000 |
| C_3 | - | 0.1260 | - | - | 0.0315 |
| C_4 | - | 0.2895 | - | - | 0.0724 |
| C_5 | - | 0.5845 | - | - | 0.1461 |
| 准则层 C 单排序权值 | | | | | |
| C_6 | - | - | 0.4896 | - | 0.0612 |
| C_7 | - | - | 0.3055 | - | 0.0382 |
| C_8 | - | - | 0.1264 | - | 0.0158 |
| C_9 | - | - | 0.0786 | - | 0.0098 |
| C_{10} | - | - | - | 0.6667 | 0.0833 |
| C_{11} | - | - | - | 0.333 | 0.0217 |

表3 沼气池建设项目环境环境影响综合指数评价标准

| 评分标准 | ≥90% | ≥70% | ≥50% | ≥30% | ≥10% |
|------|------|------|------|------|------|
| W | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 |
| 标准 | 极大 | 非常大 | 比较大 | 大 | 一般 |

3.3.3 确定各项指标的分值 利用河南省南阳市卧龙区2007—2009年调查数据, 计算可得户沼气池建设对环境影响的各项指标的分值, 结果如表4所示, 得出3个分析结果。

(1)2007—2009连续3年中, 卧龙地区减排温室气体 CO_2 的综合评价分值分别为0.19、0.16、0.12, 数量在逐年减少。减排烟尘和减少使用薪柴的量这2个指标的变化趋势也是逐年降低, 连续3年分别为0.44、0.37、0.28和0.51、0.42、0.36。造成这种现象的主要原因是

沼气的使用部分替代煤炭或薪柴, 改变了农户的家庭能源消费结构, 从而减少了煤炭和森林开发所造成的生态环境损失。

(2)联户沼气工程在改善环境卫生而减少医药费开支和减排恶臭2方面的作用较其他方面显著, 其连续3年的均值分别为3.31、1.10, 约占综合评价分值的55%和18%。这也证实了表2总排序结果的合理性: 农村联户沼气工程减少蚊蝇的数量及杀灭寄生虫和病菌对农村环境改善贡献最大, 其次是减排恶臭。

(3)将3年的环境影响评价各指标的分值加权相加后, 可得卧龙地区2007—2009年各年的环境效益综合分值分别是: 6.126、6.156、5.816。由此可见, 联户沼气工程对环境的影响介于“比较大”至“非常大”。

表4 河南省南阳市卧龙地区环评指标分值

| 指标 | 权重 | 评价分值 | | | W _i X _i | | |
|-------------------------|--------|------|------|------|-------------------------------|-------|-------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2007 | 2008 | 2009 |
| 1.因沼气池改善环境卫生而减少的医药费 | 0.5000 | 6.41 | 6.66 | 6.8 | 3.21 | 3.33 | 3.4 |
| 2.减排温室气体CO ₂ | 0.0315 | 6.09 | 5.08 | 5.06 | 0.19 | 0.16 | 0.12 |
| 3.减排烟尘 | 0.0724 | 6.10 | 5.10 | 5.06 | 0.44 | 0.37 | 0.28 |
| 4.减排恶臭 | 0.1461 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| 5.提高秸秆还田率 | 0.0612 | 8.32 | 9.00 | 3.17 | 0.51 | 0.55 | 0.19 |
| 6.因建设沼气池而减少的化肥开支 | 0.0540 | 2.44 | 3.75 | 5.96 | 0.13 | 0.20 | 0.32 |
| 7.因建设沼气池而减少的农药开支 | 0.0098 | 2.71 | 2.48 | 3.71 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| 8.因使用沼气池而减少使用薪柴的量 | 0.0833 | 6.09 | 5.08 | 5.06 | 0.51 | 0.42 | 0.36 |
| 9.建沼气池对减少土壤退化的影响力 | 0.0217 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| 综合评价分值 | | | | | 6.126 | 6.156 | 5.816 |

4 结论

(1)通过对联户沼气工程项目的分析和研究,提出了一套环境评价指标体系和方法,该评价指标体系包括卫生环境、大气环境、土壤环境和生态环境4类指标及其所属的11个下级指标构成,基本上能全面反映联户沼气工程的环境效益。实证研究表明,本研究的评价方法与评价模型科学合理且操作简便,便于评价各地区联户沼气项目实施后环境改善状况。

(2)联户沼气建设项目环境效益具有潜在性、累积性和政策性,项目实施后的不同阶段和时期,环境效益会表现出一定的差异性。但在同一地区一定时间内,其变化不大。只要评价指标合理,且符合当地的实际情况,评价结果就能较客观地反映项目建设的环境效益。

5 讨论

(1)在AHP使用的过程中,无论是建立层次结构,还是构造判断矩阵,主观判断、选择、偏好对结果的影响极大,采用规划论比较严格的数学计算,可把人的主观判断降低到最低程度,采用群组判断方式可以克服主观偏见。

(2)联户沼气建设项目可能产生的不利影响因素,包括沼气使用操作不当可能引起甲烷中毒或爆炸,禽畜粪便厌氧发酵处理后若达不到无害化标准,施入农田会污染环境,这些是否作为评价内容还需进一步探讨。

推广沼气要因地制宜,着眼长远,从农村的实际出发,充分考虑农村畜牧养殖水平、农户宅院形态、农民生活习惯等各方面的因素。从科学发展的眼光看,在基本解决散户建用沼气之后,还是要按照“减量化、再利用、集约化”的循环经济理念,把实施联户沼气集中

供应工程作为今后沼气建设发展的重点,积极探索大户养殖、大户建池、集中供气的新路子和新模式。同时,对有养殖意愿、养殖条件和积极性的农户,实行养殖与沼气项目建设配套扶持,实现一条龙发展,综合利用,相得益彰,实现共赢。

参考文献

- [1] 黄海松,袁森,赵丽梅.贵州省农村小型沼气工程联户供气模式探讨[J].中国农机化,2010(2):52-54,59.
- [2] 袁森,黄海松,赵丽梅.8~12 m³标准户用联户沼气池改造设计中解决回流问题的探讨[J].农技服务,2009,26(3):147-148.
- [3] 朱军平,黄振侠,蒋英华,等.吉安县农村小型沼气工程集中(联户)供气模式[J].中国沼气,2008,26(1):34-36.
- [4] 潘科,祝其丽,胡启春,等.农村联户型沼气装置特点与技术分析[J].中国沼气,2010,28(3):28-30,49.
- [5] 陶卫平,蒋正明,张安来,等.浅谈农村联户沼气利用技术[J].中国沼气,2010,28(3):34-37,56.
- [6] 兰书林.论南阳新时期农村沼气发展[J].现代农业与科技,2010(2):321-323.
- [7] 杨开忠,白墨,李莹,等.关于意愿调查价值评估法在我国环境领域应用的可行性探讨——以北京市居民支付意愿研究为例[J].地球科学进展,2002,17(3):420-425.
- [8] 中国注册会计师协会.财务成本管理[M].北京:经济科学出版社,2009:143-144.
- [9] 张从.大中型猪场沼气工程的环境影响评价——以湖北省武穴市吴文村猪场为例[J].农业环境保护,2002,16(1):43-44.
- [10] 李萍.农村户用沼气吃建设的能源、经济、环境效益研究[D].南京:南京农业大学,2007:52-55.
- [11] 刘东生.农村可再生能源建设项目环境影响评价方法及案例研究[D].北京:中国农业大学,2004:46-49.
- [12] 许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1985:41-51.
- [13] Rurbab S., Kandpal T.C. A Methodology for Financial Evaluation of Biogas Technology in India Using Cost Functions[J].Biomass and Bioenergy,1996,10(1):11-23.