养殖场沼气工程商业化集中供气补贴分析

吴 进[1]，闵师界[2]，朱立志[3]，程静思[1]，李 谦[1]，邓良伟[1]，雷云辉[1]，张 敏[1※]

（1.农业部沼气科学研究所，成都 610041； 2.四川省成都市龙泉驿区人力资源与社会保障局，成都 610199；
3.中国农业科学院农业经济与发展研究所，北京 100081）

摘 要：中国养殖场沼气工程建设成本高、直接经济效益低等问题严重阻碍了沼气集中供气商业化发展。该文采用成本定价法，通过对不同供气规模养殖场沼气工程的建设成本、运营成本以及投资机会成本进行分析，集中供气工程建设规模为 100 户时，户均投资达到 1.79 万元/户，当供气户数规模提升到 1 500 户时，户均投资仅为 0.41 万元/户，根据平均成本 U 型曲线，供气户数达到 800 户以上后，沼气集中供气工程规模逐渐接近于沼气工程最优规模点。按照供气成本计算出供气 100 户，补贴价格为 4.73 元/m^3；供气 200 户，补贴价格为 2.98 元/m^3；供气 800 户，补贴价格为 1.63 元/m^3；供气 1 000 户，补贴价格为 1.51 元/m^3；供气 1 500 户，补贴价格为 1.42 元/m^3。分析出不同规模养殖场沼气集中供气工程，供气规模小，补贴成本就越高，供气规模大，补贴就越低，集中供气工程供气达到 1000 户以上规模时，基本接近于最优供气规模点，补贴价格趋于平衡能实现盈利。建议政府应加大力度建设前端补助与终端用气补贴相结合补贴方式，并提出集中供气补贴标准。

关键词：沼气; 工程；成本效益分析；商业化；管护；供气补贴
doi：10.11975/j.issn.1002-6819.2015.24.041
中图分类号：S216.4 **文献标志码：**A **文章编号：**1002-6819(2015)-24-0269-05

吴 进，闵师界，朱立志，程静思，李 谦，邓良伟，雷云辉，张 敏. 养殖场沼气工程商业化集中供气补贴分析[J]. 农业工程学报，2015，31(24)：269－273. doi：10.11975/j.issn.1002-6819.2015.24.041 http://www.tcsae.org
Wu Jin, Min Shijie, Zhu Lizhi, Cheng Jingsi, Li Qian, Deng Liangwei, Lei Yunhui, Zhang Min. Analysis of subsidy for biogas plants' commercialized concentrated biogas supply on breeding farms[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(24): 269－273. (in Chinese with English abstract)
doi：10.11975/j.issn.1002-6819.2015.24.041 http://www.tcsae.org

0 引 言

养殖场沼气工程集中供气模式，既解决了农村用能，又缓解养殖场畜禽粪便污染问题，成为推动城乡一体化建设、打造美丽乡村和生态文明的重要抓手。中国长期重视养殖场沼气工程建设，但是当前养殖场沼气工程商业化发展依然不足，部分工程出现“停歇”或“废弃”的现象，严重地阻碍了广大沼气工程运营者的生产积极性。如田芯等采用基本模型与模糊分析模型对北京四处大中型沼气工程进行实证分析，认为沼气工程存在不同程度的工程规模浪费和沼渣沼液不能实现经济效益现象[1]；张艳丽等基于 LCA 原理分析，认为沼气工程以生活用能供应为主要目的，公益性特点鲜明，加上初始投资成本高，投资回收期长，商业化程度低，因而经济效益较差[2]。但在欧洲，沼气的集中利用方式用来发电上网、热电联产（co-generation of heat and power，CHP）和作为解决农业和环境问题的方法之一，产生了良好的经济效益[3]；党锋等认为政策扶持是欧洲沼气工程快速发展的主要动力[4]。欧盟国家通过法律政策制定发展规则，以产品价格补贴为主，建设补贴为辅助，建立沼气工程自身赢利模式，吸引更多社会投资商主动进入沼气工程领域，推动沼气产业的发展与技术进步。

针对中国沼气工程商业化程度不高的问题，众多学者提出改变现有的补贴方式和增加补贴内容等观点，李爱香认为要对政府补贴进行效果评估[5]。借鉴德国沼气产品价格补贴政策建立沼气终端产品价格补贴可有效提高其经济效益。如李颖等认为中国是以建设补贴为主，产品补贴力度小，导致了部分工程闲置，产品在市场上缺乏竞争力[6]；熊飞龙等研究认为沼气工程的国家投资和市场化的后续服务管护，促进沼气集中供气工程实现可持续的发展[7]；林斌等研究建议调整现有沼气工程补贴方式为后补助方式，根据规模化养猪场沼气工程的建设完成后的实际运行情况进行补贴[8]；闵师界等从经济学角度比较中国基建成本补贴与德国发电上网价格补贴对沼气产业发展的影响，认为沼气工程的补贴政策最佳选择是建立沼气终端产品价格补贴[9]；刘刈等也认为前端补贴与后端补贴相结合可吸引投资者，市场化推动沼气工程发展[10]。王飞等认为完善相关政策法规是促进中国沼气健康发展的重要因素[11]。但是沼气工程终端产品价格补贴标准测

收稿日期：2015-06-05 修订日期：2015-11-23
基金项目：中国农业科学院 2015 年科技创新工程“农村生物能源发展战略与技术模式团队”，2014 四川省科技支撑计划公益民生重大专项项目“乡村生产生活废弃物能源化利用技术体系研究与示范”（2014NZ0045）。
作者简介：吴 进，男（苗族），贵州凯里人，副研究员，主要从事农村可再生能源政策和循环经济研究。成都 农业部沼气科学研究所，610041。Email：wujin@caas.cn
※通信作者：张 敏，男，四川绵阳人，研究员，主要从事沼气工程技术研究。成都 农业部沼气科学研究所，610041。Email：zhangmin@caas.cn

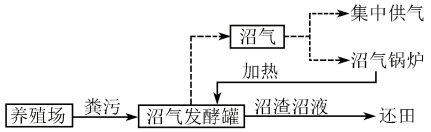
?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

算研究较少。其中刘文昊等依据调查发展中国畜禽养殖场沼气工程存在运行成本高和直接经济效益差等问题，并提出以外部效益性收益对沼气工程进行补贴，可以显著提高沼气工程的经济效益[12]，但沼气工程的外部性收益计算困难，沼气工程的社会效益和环境效益量化较困难，且现阶段在工程核查方面不具有操作性。

因此本文从商业视角上，依据 2015 年中央 1 号文件《关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见》提出的“要完善农村沼气建管机制”的要求，结合当前农村沼气转型升级建设实行先建后补的补贴方式等政策投资的导向，采用成本导向定价法以养殖场沼气工程集中供气为例进行分析，测算养殖场沼气工程集中供气终端产品补贴标准。采用成本导向定价法的优点是按照工程清单计量，设计成本数据便于收集，具有可操作性。通过测算不同供气规模沼气工程的建设成本、运营成本进行，并考虑工程最低利润率（投资机会成本）测算沼气工程供气成本价格，扣除沼气市场售价估算沼气工程供气补贴标准，有助于构建农村沼气后端补贴体系，弥补前端建设补贴方式的不足，调动养殖场业主和社会资本投入沼气工程的积极性，对政府建设新型管护机制，完善现有的补贴政策提供参考，对促进适度规模化沼气工程建设转型升级具有重要的意义。

1 不同供气户数沼气工程规模需求

根据中国农村居住集中程度与目前养殖场规模情况，将沼气工程按照集中供气户数划分为 8 个规模，分别是集中供气 100、200、300、500、800、1 000、1 200 和 1 500 户。沼气发酵装置采用完全混合式（continuously stirred tank reactor，CSTR）厌氧消化工艺（工艺流程图详见图 1），中温（35℃）发酵，进料总固体含量（feed total solids content，TS）约 8%，水力停留时间（hydraulic residence time，HRT）约 20 d，发酵原料以畜禽粪便原料为主，兼顾其他有机废弃物。为了保证冬季稳定产气，30%左右沼气用于料液和沼气发酵升温保温，70%的沼气用于集中供气，每户日均需供气 1.3 m^3。8 种不同规模供气户数技术指标详见表 1，数据主要来源于农业部成都能源环境工程设计所历年沼气工程设计数据。



注：该模式是农业部沼气科学研究所在沼气集中供气工程设计中主推工艺之一。
Note: This mode is one of the main generalized technology in central biogas supply program designed by Biogas Institute of Ministry of Agriculture.

图 1 工艺流程图

Fig.1 Technique process chart

表 1 不同规模工程技术指标表

Table 1 Technology indicators of biogas plants of variousscales

供气规模 Supply scale/户	需要原料量/(以 TS 25%的猪粪计) Need amount of raw material (TS 25% pig manure meter)/(t·d^{-1})	日均进料量 Average daily feed quantity/(t·d^{-1})	原料 TS 含量 TS content of raw material/%	日均沼气产量 Daily biogas production/(m^3·d^{-1})	日均供气量 Average daily gas supply/(m^3·d^{-1})	日均加热气量 Daily average heating capacity/(m^3·d^{-1})	容积产气率 Volumetric gas production rate/(m^3·m^{-3}·d^{-1})	沼气发酵装置容积 Biogas fermentation unit volume/m^3	储气柜容积 Volume of gas storage tank/m^3
100	2.53	8	8	190	130	60	0.95	200	100
200	5.1	16	8	380	260	120	0.95	400	200
300	7.33	23	8	550	390	160	1.1	500	300
500	11.7	36.7	8	880	650	230	1.1	800	450
800	19.2	60	8	1440	1040	400	1.11	1300	800
1000	24	75	8	1800	1300	500	1.13	1600	1000
1200	28.8	90	8	2160	1560	600	1.2	1800	1200
1500	38.4	120	8	2880	2000	880	1.2	2400	1500

注：数据来源成都能源环境工程设计所历年沼气工程设计参数整理。
Note: Data source Chengdu energy environmental engineering design of the calendar year of biogas engineering design parameters.

2 不同规模沼气工程投资成本分析

2.1 建设成本分析

2.1.1 建设成本估算

工程建设质量标准严格遵守中国现行沼气工程建设质量标准。供气规模为 300 户以下的（含 300 户），储气柜按钢制湿式储气柜估算，500 户以上的（含 500 户）储气柜按双膜储气柜估算；沼气发酵罐投资含罐体、保温增温设备、爬梯；沼气锅炉含自动点火器；消防设备含水泵、水枪、水袋、灭火器、消防栓；入户设施含户用流量表、灶具、入户管道；设备安装费按设备购置费（除沼气发酵罐、储气柜和沼液运输车）的 10%估算；依据国家可研报告和项目申请报告收费标准，可研报告编制费按基本建设费的 1.0%估算；设计费按基本建设费的 3%估算；勘察费按基本建设费的 1%估算；招标费按国家发展计划委员会《招标代理服务收费管理暂行办法》估算；建设单位管理费按基本建设费的 1.2%估算；监理费按基本建设费的 1.2%估算。不同供气规模沼气工程建设成本估算详见表 2。

2.1.2 不同规模建设成本变化

将各个规模的户均投资与日均产气投资形成投资趋势图，如图 2 所示。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　不同规模建设投资表

Table 2　Investments on various scales of construction

供气规模 Supply scale/户	建设投资 Construction investment/万元	建设工程费 Construction project cost	工程建设其他费用 Other construction costs	预备费用 Preparatory cost	户均建设投资 Average construction investment/(万元·户$^{-1}$)	日均产气投资 Daily gas production investment/(万元·m^{-3}·d^{-1})	日均供气投资 Daily gas supply investment/(万元·m^{-3}·d^{-1})
100	179.13	159.06	13.18	6.89	1.79	0.94	1.38
200	233.33	206.38	17.02	8.94	1.17	0.61	0.9
300	313.56	278.63	22.87	12.06	1.05	0.57	0.8
500	463.42	425.31	33.79	17.82	0.93	0.53	0.71
800	661.43	588.18	47.81	25.44	0.83	0.46	0.64
1000	785.39	698.6	56.59	30.21	0.79	0.44	0.61
1200	953.86	848.37	68.8	36.69	0.79	0.44	0.61
1500	1181.96	1051.93	84.57		0.79	0.41	0.59

注：表中数据来至农业部成都能源环境工程设计所历年沼气工程设计数据整理。

Note: Data source Chengdu energy environmental engineering design of the calendar year of biogas engineering design parameters.

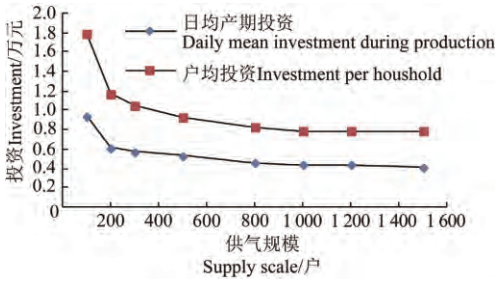


图 2　不同规模养殖场沼气工程初次投资

Fig.2　Initial investment on biogas plants of various scale

随着投资规模的不断增大，单位投资成本不断下降，表明集中供气沼气工程建设符合规模成本递减规律。当集中供气为 100 户时，户均投资达到 1.79 万元/户，当供气户数规模提升到 1500 户时，户均投资仅为 0.41 万元/户，户均投资降低 1.38 万元/户，下降幅度达到 77.1%，平均成本降低较大。同时趋势图反映出 3 个不同趋势阶段：供气户数低于 200 户数时，单位投资随着沼气工程规模的扩大下降趋势十分明显；当供气户数 200～800 户之间时，单位投资随着沼气工程规模的扩大下降趋势明显减缓；当供气户数达到 800 户以上后，随着工程规模的扩大，单位投资趋势图接近于一条直线，成本下降趋势十分缓慢。根据平均成本 U 型曲线，表明当供气户数达到 800 户以上后，沼气集中供气工程规模逐渐接近于沼气工程最优规模点。

2.2　运营与供气成本分析

2.2.1　运营成本分析

工程以养殖场畜禽粪污为主要发酵原料，不考虑原料费；水费按照 2 元/t，电费按照 0.6 元/(kW·h)标准估算；人工费用按照 2 000 元/(月·人)（14%福利费和 1.5%职工教育经费及 2%工会经费均包含在内）估算；脱硫剂按照每 m^3 沼气脱硫 0.1 元估算；维修折旧费，维理费按工程投资款中设备部分的 1%估算。建(构)筑物折旧年限为 25 a，净残值率为 3%；设备折旧年限为 15 a，净残值率为 3%；销售费、管理费和财务费，各按照以上 4 项日常运营费用的 2%计算。资金机会成本按照 7%计算（2014 年 11 月人行公布的长期贷款利率 6.15%，考虑融资成本适当上浮至 7%），原因企业将资金投资于沼气工程，即放弃了投资其他项目的机会，则假定 7%为投资沼气集中供气工程的机会成本，也可认为该资金成本率是沼气工程业主维持持续经营的最小利润率。不同规模养殖场沼气工程运行成本测算详见表 3。

表 3　不同规模养殖场沼气工程运营成本估算表

Table 3　Operation cost estimates of biogas plants of various scale on farms　　万元

供气规模 Supply scale/户	水费 Charge for water	电费 Electricity fees	脱硫剂 Desulfurization agent	人工费 Labor cost	年折旧费 Annual depreciation expense	财务费 Financial expense	管理费 Management expense	销售费 Sales charge	运行费合计 Total operating expenses	资金机会成本 Opportunity cost of capital	总成本 Total cost
100	0.11	1.1	0.69	2.4	9.41	0.29	0.29	0.29	15.54	12.62	28.16
200	0.11	1.31	1.39	4.8	12.84	0.44	0.44	0.44	23.24	16.43	39.67
300	0.15	1.53	2.01	4.8	17.5	0.56	0.56	0.56	29.69	22.28	51.97
500	0.18	1.75	3.21	7.2	25.94	0.83	0.83	0.83	43.84	32.64	76.48
800	0.18	2.63	5.26	7.2	37.31	1.14	1.14	1.14	60.43	46.95	107.38
1000	0.22	2.85	6.57	9.6	44.35	1.38	1.38	1.38	72.99	55.77	128.76
1200	0.22	3.07	7.88	9.6	54.21	1.63	1.63	1.63	86.44	67.33	153.77
1500	0.26	3.72	10.51	12	67.12	2.04	2.04	2.04	107.9	83.47	191.37

注：表中数据来至农业部成都能源环境工程设计所历年沼气工程设计数据整理，及国内养殖场沼气工程日常运营数据整理估算。

Note: Data source Chengdu energy environmental engineering design of the calendar year of biogas engineering design parameters. And estimation of daily operation data of domestic farm biogas project.

2.2.2　供气成本分析

对表 4 进行分析可以得出：一是不同供气规模的单位供气成本是随着工程规模扩大呈现下降趋势，当供气规模为 100 户时，单位供气成本为 5.93 元/m^3；当供气户数达到 1 500 户时，单位供气成本下降为 2.62 元/m^3，这符合工程规模递增报酬递减规律；二是单位供气成本变化趋势与工程单位固

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

定成本变化趋势十分接近，与单位变动成本趋势相差较大。因此，可以认为单位供气成本受单位固定成本影响较大。分析其原因主要是沼气工程初始建设较高，这在一定程度上也表明现阶段中国将财政补贴于建设阶段的合理性；三是单位供气成本变化趋势呈现 3 个不同阶段，当供气户数在 200 户以下时，随着供气规模扩大单位供气成本下降示范明显；当供气户数在 200～800 户之间时，随着供气规模扩大单位供气成本下降趋势明显降缓；当供气规模达到 800 户以上时，随着供气规模的扩大，单位供气成本变化不明显，特备是 1 000 户以上时接近于一条直线。根据平均成本 U 型曲线，可以认为当供气规模达到 1 000 户以上时，基本接近于集中供气沼气工程最优供气规模点。

表 4 不同规模单位供气成本表

Table 4 Cost of biogas supply of various scales of plants per unit

供气规模 Supply scale/户	变动成本 Variable cost/万元	固定成本 Fixed cost/万元	总成本 Total cost/万元	单位变动成本 Unit variable cost/(元·m^{-3})	单位固定成本 Unit fixed cost/(元·m^{-3})	单位成本 Unit cost/(元·m^{-3})
100	6.13	22.03	28.16	1.29	4.64	5.93
200	10.4	29.27	39.67	1.1	3.08	4.18
300	12.19	39.78	51.97	0.86	2.79	3.65
500	17.9	58.58	76.48	0.75	2.47	3.22
800	23.12	84.26	107.38	0.61	2.22	2.83
1000	28.64	100.12	128.76	0.6	2.11	2.71
1200	32.23	121.54	153.77	0.57	2.13	2.7
1500	40.78	150.59	191.37	0.56	2.06	2.62

3 不同规模供气补贴估算

根据成本导向定价法，以沼气工程建设成本、运行成本以及资金机会成本为基础计算单位供气生产成本，再扣减沼气产品售价，从而估算单位沼气供气补贴价格。考虑目前沼气产品商业化程度，沼气利用商业化程度较高，这里沼气售价按 1.2 元/m^3（目前农村沼气售价普遍维持在 1.2 元/m^3 左右，或者按照沼气甲烷含量测算，以成都市居民燃气售价为 1.89 元/m^3 为例，天然气甲烷体积分数量为 95%，沼气甲烷体积分数为 50%～70%，按比例折算沼气价格为 1.89÷0.95%×60%=1.194 元/m^3，说明 1.2 元/m^3 售价较真实反映了沼气的市场均衡价格）。养殖场沼气工程主要产品沼渣、沼液目前商品化程度较低，目前是免费提供给周边农户还田，难以实现商业化经济收益，因此本文只考虑沼气销售收入，不考虑沼渣沼液销售收入、沼气工程的环境和社会效益收入。

按照上述计算的单位供气成本扣减沼气售价及测算出不同供气户数的供气补贴额度，由此测算结果为：供气 100 户，补贴价格为 4.73 元/m^3；供气 200 户，补贴价格为 2.98 元/m^3；供气 800 户，补贴价格为 1.63 元/m^3；供气 1 000 户，补贴价格为 1.51 元/m^3；供气 1 500 户，补贴价格为 1.42 元/m^3。详见表 5。

表 5 不同供气户数沼气工程补贴额度

Table 5 Subsidy prices of biogas plants supplying biogas for different number of houses

供气规模 Supply scale/户	供气成本价 Supply cost price/(元·m^{-3})	沼气售价 Biogas price/(元·m^{-3})	补贴价格 Subsidy price/(元·m^{-3})
100	5.93	1.2	4.73
200	4.18	1.2	2.98
300	3.65	1.2	2.45
500	3.22	1.2	2.02
800	2.83	1.2	1.63
1000	2.71	1.2	1.51
1200	2.7	1.2	1.5
1500	2.62	1.2	1.42

4 结论与建议

1）从经营者角度看，养殖场沼气集中供气工程初始建设成本较高，当集中供气为 100 户时，户均投资达到 1.79 万元/户，当供气户数规模提升到 1 500 户时，户均投资仅为 0.41 万元/户，工程规模达到 800 户时，工程规模接近于最优投资规模。在考虑 7%的利润率的情况下，供气成本远远高于沼气售价，工程建设规模化才能体现效益，若完全依靠企业主自主投资建设运营，很难实现持续经营，需要政府对养殖场沼气集中工程供气进行价格补贴；

2）养殖场沼气工程集中供气规模效益显著，供气规模越大，商业化运作需求的价格补贴越小。因此在对养殖场沼气集中供气工程进行供气价格补贴时，依据工程最优供气规模点 1000 户，按照工程规模制定不同等级的补贴标准。建议 100～300 户的补贴标准为 2.45 元/m^3，500～800 户的补贴标准为 1.63 元/m^3，1 000 户以上的补贴标准为 1.50 元/m^3。

养殖场沼气集中供气工程带有较强的正外部效益，要坚持以政府引导、市场运作的方针，政府应增强扶持力度，转变财政补贴模式，逐步推广前端建设补助和终端用气补贴相结合的补贴方式，建立长效激励机制。在养殖场沼气集中供气工程建设前期，应重点关注工程规模，选择最优化的规模进行建设，降低沼气集中供气工程的平均建设成本。同时，相关政府部门需要制定相应的沼气工程环境效益补贴和沼肥补贴政策，以市场机制促进企业提高沼气工程产品的直接经济效益，提升养殖场沼气集中供气工程商业运行的可持续性。

[参 考 文 献]

[1] 田芯，丁春玲. 北京 4 处大中型沼气工程的经济效益评价分析[J]. 经营管理者，2010(17)：68－69.

[2] 张艳丽，任昌山，郝先荣，等.基于 LCA 原理的国内典型沼气工程能效和经济评价[J].可再生能源，2011，29(2)：119－124. Zhang Yanli, Ren Changshan, Xianrong, et al. Energy efficiency and economic assessment based on life-cyclemethodology for China's large-medium biogas project[J]. Renewable Energy, 2011, 29(2): 119－124. (in Chinese with English abstract)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[3] 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.
[4] 党锋，毕于运，刘研萍，等. 欧洲大中型沼气工程现状分析及对我国的启示[J]. 中国沼气，2014，32(1)：79－83.
Dang Feng, Bi Yuyun, Liu Yanping, et al. Analysis of the Large-and-medium-sized Biogas Projects in Europe and Comparisons with Our Country[J]. Chinese biogas, 2014, 32(1): 79－83. (in Chinese with English abstract)
[5] 李爱香. 浙江新能源产业系统评价及补贴政策建议[J]. 价值工程，2014，32：23－27.
Li Aixiang. Z Recommendation of system evaluation and subsidy policy on Zhejiang new energy industry[J]. The Value Engineering, 2014, 32: 23－27. (in Chinese with English abstract)
[6] 李颖，孙永明，李东等. 中外沼气产业政策浅析[J]. 新能源进展，2014(2)：413－422.
Li Ying, Sun Yongming, Li Dong, et al. Analysis of biogas industrial policy in China and foreign countries[J]. Advance in New and Renewable Energy, 2014(2): 413－422. (in Chinese with English abstract)
[7] 熊飞龙，朱洪光，吴军辉，等. 关于农村沼气集中供气工程沼气价格分析[J]. 中国沼气，2011，29(4)：16－19.
Xiong Feilong, Zhu Hongguang, Wu Junhui, et al. Analysis on the price of the biogas for rural centralized biogas plant[J]. Chinese Biogas, 2011, 29(4): 16－19. (in Chinese with English abstract)
[8] 林斌，洪燕真，林伟明，等. 规模化养猪场沼气工程发展的财政政策研究[J]. 福建农业学报，2009，24(5)：478－483.
Lin Bin, Hong Yanzhen, Lin Weiming, et al. Financial policy for large-scale pig farm biogas projects under development[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2009, 24(5): 478－483. (in Chinese with English abstract)
[9] 闵师界，黄叙，邓良伟，等. 养殖场沼气工程补贴政策的经济学解析[J]. 中国沼气，2013，31(1)：33－37.
Min Shijie, Huang Xu, Deng Liangwei, et al. Economic analysis on subsidy policy for farm biogas engineering[J]. Chinese Biogas, 2013, 31(1): 33－37. (in Chinese with English abstract)
[10] 刘刈，郑丹，邓良伟，等. 畜禽粪污处理沼气工程现状调研及问题分析[C]// 第十二届（2014）中国猪业发展大会论文集，2014.
[11] 王飞，蔡亚庆，仇焕广. 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析[J]. 农业工程学报，2012，28(1)：184－189.
Wang Fei, Cai Yaqing, Chou Huanguang. Current status, incentives and constraints for future development of biogas industry in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(1): 184－189. (in Chinese with English abstract)
[12] 刘文昊，张宝贵，董仁杰，等. 基于外部性收益的畜禽养殖场沼气工程补贴模式分析[J]. 可再生能源，2012，30(8)：118－122.
Liu Wenhao, Zhang Baogui, Dong Renjie, et al. Analysis on subsidies mode of livestock farms biogas project based on the externality income[J]. Renewable Energy Resources, 2012, 30(8): 118－122. (in Chinese with English abstract)

Analysis of subsidy for biogas plants' commercialized concentrated biogas supply on breeding farms

Wu Jin[1], Min Shijie[2], Zhu Lizhi[3], Cheng Jingsi[1], Li Qian[1], Deng Liangwei[1], Lei Yunhui[1], Zhang Min[1※]

(1. *Biogas Institute of Ministry of Agriculture, Chengdu* 610041, *China*;　2. *Long QuanYi District Adiministration of Human Resources and Social Security, Chengdu* 610199, *China*;　3. *Institute of Agricultural Economics and Development, CAAS, Beijing* 100081)

Abstract: The high construction cost of biogas project on China's breeding farms and the low direct economic effect severely impede the commercialization of concentrated biogas supply. At present, there are no feasible subsidy policies such as subsidy for raw materials and end product or tax reduction despite the fact that subsidy is the effective way for biogas project investment and operation. A number of Chinese scholars study the successful experience of German biogas product subsidy which can improve profit, and propose changing the existing subsidy method and adding the subsidy content. Yet there are few researches focusing on calculating the price subsidy standard for biogas project end product. Some scholars propose the subsidy from the perspective of external effectiveness of biogas projects, which is however infeasible because of the difficulty of quantifying social and environmental effect of applying biogas projects. By the method of cost pricing, this article analyzes construction cost, operation cost, and opportunity cost of biogas projects of various sizes. The advantage of this analysis is the convenience of collecting cost data and the feasibility. When the biogas project supplies for 100 households, per capita investment is 17900 yuan/household, and when the biogas project supplies for 1 500 households, per capita investment reaches 4 100 yuan/household. According to the U-shaped curve of average cost, when supplying for more than 800 households, the concentrated biogas supply project is the optimum. This indicates that the concentrated biogas supply projects comply with the rule that the cost decreases when the project size goes up. By analyzing biogas supply cost, it is found that the change range falls into 3 different stages. When supplying for less than 200 households, the cost decreases at a sharp rate with the expansion of size. When supplying for 200-800 households, the cost goes down at a slower rate. And when supplying for more than 800 households, especially 1 000 households, the biogas supply cost curve approaches a line, demonstrating that it reaches the optimum point of biogas supply size. Thus, a subsidy price is calculated based on supply cost: subsidy price is 4.73 yuan/m^3 when supplying for 100 households; 2.98 yuan/m^3 for 200 households; 1.63 yuan/m^3 for 800 households; 1.51 yuan/m^3 for 1000 households; and 1.42 yuan/m^3 for 1 500 households. By this way, this article estimates the supply cost of biogas projects with various supply scales, and calculates a subsidy criterion for biogas projects with varied biogas supply scales on breeding farms. Small supply capacity requires high subsidy cost, whereas large supply capacity requires low subsidy. Consequently, a subsidy criterion is put forward and a subsidy method is suggested: A combination of enhancing the government subsidy before the project and the subsidy for the users. This subsidy criterion provides the advice for the government, which is beneficial to motivating enterprises to establish the profit earning model of concentrated supply of biogas project and improving the commercial and sustainable operation of concentrated biogas supply projects. Therefore, it has important meaning for the appropriate upgrading of biogas projects of breeding farms.

Keywords: biogas; engineering; cost benefit analysis; commercialization; management and maintenance; biogas supply subsidy

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net