

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

张 从

(中国农业大学生态与环境科学系, 北京 100094)

摘 要: 以湖北省武穴市吴文村猪场为例, 对大中型猪场沼气工程进行了案例分析和环境影响评价, 表明这一工程是治理污染、生产可再生能源的有效途径, 具有良好的经济效益和环境效益。

关键词: 猪场; 沼气; 环境影响评价

中图分类号: X820. 3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2002)01 – 0033 – 04

Environmental Impact Assessment of Biogas Engineering in Large and Medium – sized Pig Farms ——A Case Study from Wuwen Village of Hubei Province

ZHANG Cong

(China Agricultural University, Beijing 100094, P. R. China)

Abstract: Impact from dejection and sewage of large and medium – sized pig farms to environment is very serious. Biogas engineering is an availability way of control pollution and product the regenerate energies. This paper carried out a case study and Environmental impact assessment for example of Wuwen pig farm in Wuxue City of Hubei Province, showed this project has favorable economic and environmental benefit.

Keywords: pig farm; biogas; environmental impact assessment

为了提高人民的生活水平, 满足广大居民的食物需求, 近年来养猪业迅速发展, 各地建设了大量的大中型猪场。但是, 猪场产生的粪便和污水一直是困扰着经营者的难题。在大中型猪场发展沼气工程, 是治理污染、生产可再生能源的有效途径。

1 项目所在地的环境状况

项目设在余川镇吴文村, 位于湖北省武穴市东部, 坐落在大别山南麓余脉, 属丘陵地貌, 北高南低, 地势平缓, 为亚热带季风气候, 四季分明, 雨水充足。全村面积 3. 2 km², 其中水田 1 091 hm², 水面 15. 52 hm², 山林、旱地 55. 6 hm²。该村辖 8 个村民小组, 351 户, 1 002 人。1999 年, 该村工农业总产值 1 500 万元, 其中养殖业收入 800 万元, 人均纯收入 2 068 元。近年来, 该村粮食总产量稳定在 1 500 t · 年⁻¹, 油菜籽

总产量在 400 t · 年⁻¹ 左右。1998 年开发 8. 85 hm² 高效鱼池, 平均每公顷年产鱼 4 500 kg。1997 年建成第一座优质猪养殖场, 1999 年建成第二座优质猪养殖场, 生产能力为年存栏 5 000 头, 年出栏 12 000 头。由于猪粪未经处理, 臭味污染空气, 猪粪直接施用于田地, 造成水体污染、病菌传播, 不利于人体健康。当地农民使用的燃料主要是柴草, 对植被造成破坏, 不利于水土保持。该村无村办工业, 周围无文物古迹和其他重点保护对象。

2 沼气工程选择方案

2. 1 方案 A

该方案是将猪场排放的粪便和废水先进行固液分离, 固体部分和秸秆等农业废弃物一起进行高温堆肥, 生产有机肥料; 液体部分进入沼气池进行厌氧发酵, 产生沼气一部分供 120 户农户作为炊事燃料, 一部分供该猪场内部作为补充能源, 包括职工做饭、洗浴, 冬季猪舍供暖和沼气池加温等。厌氧发酵产生的沼液、沼渣可作为饲料供附近鱼塘养鱼, 也可作为肥

收稿日期: 2001 – 01 – 20

作者简介: 张 从, 55 岁, 男, 中国农业大学生态环境系副主任, 副教授, 主要从事环境评价、环境工程、生态农业建设等方面的教学、科研工作。

料供附近稻田、果园使用;经厌氧处理过的污水再进入好氧反应器处理,达标后的清水可回用作为冲栏水,也可排入农田或鱼池。此方案的工艺流程图见图1。

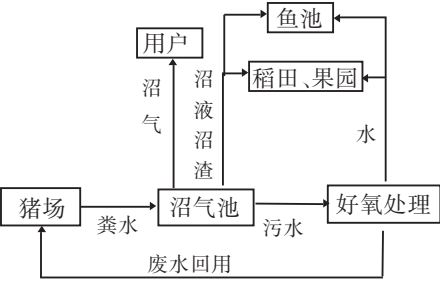


图1 方案A的工艺流程图
Figure 1 Flow diagram of draft A

2.2 方案B

该方案前半部分与方案A相同,不同之处在于:经厌氧处理过的污水不进入好氧反应器,而进入氧化塘,氧化塘可以是一个,也可由2—3个小型氧化塘连接组成。污水在氧化塘滞留一段时间,达标后再进入鱼池或用于灌溉。该方案的工艺流程见图2。

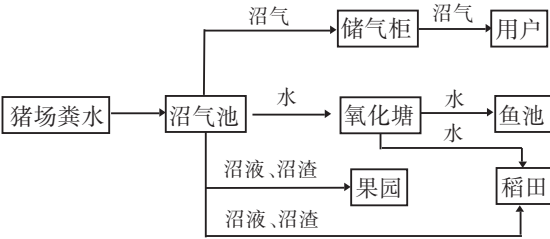


图2 方案B工艺流程图
Figure 2 Flow diagram of draft B

2.3 方案A和方案B的比较

方案A和方案B的比较见表1。可见,两个方案各有优缺点,应根据当地实际情况选择。

表1 方案A与方案B的比较

Table 1 Comparison of the plan A and plan B

方案	基本原理	投资	占地面积	动力消耗	COD去除率
A	厌氧-好氧	287.76万元	较小	较多	97.5%
B	厌氧-氧化塘	246.91万元	较大	较少	97.5%

3 环境影响与减缓措施

3.1 项目完成后对大气环境的影响

3.1.1 沼气使用对空气环境质量的影响

项目完成后,项目区的农户和猪场使用沼气作为能源,将对当地空气环境质量产生有利的影响,一方面,由于猪场排放的粪便得到了处理,大大减轻了

空气中的恶臭;另一方面,沼气用户使用沼气代替了煤或柴,减少了向大气中排放烟尘和二氧化硫。该猪场正常运行时,年产沼气18万m³,沼气可代替360t煤,当地使用煤的含硫量平均0.94%,灰分平均21%,可推算出能减少二氧化硫排放5270kg,减少烟尘排放317kg,有利于改善当地的空气环境质量。

3.1.2 沼气的使用减少了温室气体的排放

用沼气替代煤或柴草,减少了二氧化碳的排放。据对当地的调查,农户每天做饭烧水等需用煤4kg或柴草15kg,如果使用沼气,最多只需2m³。沼气中甲烷含量65%,1m³沼气完全燃烧可产生二氧化碳1.28kg;2kg煤(按含碳量70%,氧化比例80%)完全燃烧可产生二氧化碳4.10kg,15kg柴草(按水分30%,含碳40%,氧化比例80%)可产生二氧化碳12.32kg,则使用沼气做燃料,每立方米比用煤减排二氧化碳2.82kg,比用柴草减排二氧化碳11.04kg。该项目年产沼气18万m³,比使用煤或柴草作燃料分别减少二氧化碳排放507.6t和1987.2t,为减少温室气体的排放作出了贡献。

3.2 项目完成后对水环境的影响

该项目对猪场排放的粪便和污水进行了治理,经过固液分离及厌氧-好氧处理,使污水中的各种污染物浓度降低到有关标准允许的范围内,大大改善了水环境的质量。同时,污水经过处理后作为冲洗水循环使用,节约了宝贵的水资源,减少了向外环境的排放,也符合清洁生产的要求。

从表2可见,采用方案A,由于经过处理的污水作为冲洗水重复使用,每年可节约用水20000t,减少污水排放16000t,COD、BOD、SS等污染物的去除率都在97.5%左右,粪大肠菌群和蛔虫卵数也都降低到对人体和畜禽无害的水平。采用方案B除没有节水效果外,对污染物的处理效果与方案A相同。无论采用哪一方案,项目实施后对当地水环境都会产生有利的影响。

表2 项目前后水量水质

Table 2 Balance of the water quantity and quality

指标	项目前	项目后(方案A)	项目后(方案B)
用水量/t·年 ⁻¹	50200	30200	50200
排水量/t·年 ⁻¹	40150	24150	40150
COD/mg·L ⁻¹	10000	250	250
BOD/mg·L ⁻¹	6000	150	150
SS/mg·L ⁻¹	8000	200	200
粪大肠菌群/个·L ⁻¹	10 ⁵ ~10 ⁷	<10000	<10000
蛔虫卵/个·L ⁻¹	20~30	<2.0	<2.0

3.3 项目完成后对土壤－植物生态系统的影响

3.3.1 对土壤环境质量的影响

项目实施前,由于猪粪和污水未经处理直接施于农田,对土壤造成污染。项目完成后,使用经过厌氧处理的沼液沼渣施于土壤和达到标准后排放的水灌溉,去除了有害的病菌和虫卵,增加了土壤的有机质含量,改善了土壤的环境质量;此外,沼液和沼渣还替代了部分化肥和农药,减轻了土壤的硝酸盐污染和农药残留。

3.3.2 对农作物品质的影响

使用沼液沼渣后,由于土壤污染的减轻,有机质的增加,化肥和化学农药使用量的减少,农作物抗病能力的增强,使得作物的品质改善,为发展无公害食品、绿色食品创造了有利的条件。

3.3.3 减少植被破坏,有利于水土保持

该项目实施后,所生产的沼气可供 120 户农户作为燃料,节省柴草 657 t,据测算,这些柴草相当于 87 hm² 林草的年生长量。使用沼气后,农民不用上山砍柴或买柴,减少了植被的破坏,有利于水土保持,有利于保护当地的生态环境。

3.4 项目对人体健康的影响

项目实施后,由于猪粪和污水得到了处理,有利于猪场职工和周围农民的健康。使用沼气代替了柴草或煤炭,减少了烟尘和二氧化硫的排放,减轻了妇女的家务劳动,改善了家庭的卫生条件。使用沼液沼渣作为肥料和饵料,发展绿色食品,有利于消费者的身体健康。

3.5 项目施工期对环境的影响及减缓措施

在项目的施工期间,由于土建等施工活动的进行,可能对环境产生局部的轻微的影响,包括:占用土地、可能产生扬尘、噪声和少量废水及地貌的暂时破坏,对于这些影响,只要采取有效的措施,文明施工,并在施工后采取恢复措施,都可以减少到最低程度。

4 项目经济评价

4.1 使用沼气替代煤和柴草的成本和效益

根据对吴文村农户的典型调查和当地民用燃料的价格,将沼气用户使用沼气的成本与效益计算列于表 3。

由表 3 可见,120 户农民使用沼气后,比烧柴草节省 131 400 元,比燃煤节省 21 700 元,至于由于使用清洁能源后改善了家庭卫生条件,减少了疾病,节约了医疗费,尚未计算在内。

表 3 吴文村沼气用户使用沼气的成本与效益

Table 3 Costing and benefit of biogas users in Wuwen collage			
燃料	沼气	柴草	蜂窝煤
单价	1.0 元·m ⁻³	0.30 元·kg ⁻¹	0.25 元·块 ⁻¹
1 户日用量	1.5 m ³	15 kg	8 块
120 户日用量	180 m ³	1 800 kg	960 块
120 户年用量	65 700 m ³	657 t	350 400 块
120 户年消费/元	65 700	197 100	87 600

4.2 沼液沼渣综合利用的成本和效益

沼液沼渣作为饲料养鱼,可增产 15%—20%,并可替代部分化肥和农药用于稻田和果园。该项目建成后,每年可产生沼渣 2 160 t,沼液 18 000 t,除可供该村 9 hm² 鱼池养鱼,供 9.3 hm² 果园和 66.7 hm² 稻田使用外,多余部分还可制成有机肥料销售。使用沼液沼渣的农田和果园,可节约化肥 25% 和农药 20%,使粮食和水果增产 10%—20%。沼液沼渣综合利用的成本和效益见表 4。

表 4 沼液沼渣综合利用的成本和效益(元)

Table 4 Costing and benefit of the biogas remains			
项目	沼渣	沼液	合计
成本	64 800	90 000	154 800
节约饲料	10 640		10 640
鱼增产	42 000		42 000
节约化肥		16 000 + 7 560	23 560
节约农药	11 400 + 2 800		14 200
稻田增产		39 000	39 000
果园增产	35 840		35 840
有机肥销售	60 000	100 000	160 000
累计效益	97 880	74 560	170 440

注:效益 = 增产 + 节约 - 成本

4.3 减排排污费的效益

据我国的排污收费标准,该猪场的污水如果不进行治理,按每吨水收费 0.90 元计,每年应交纳排污费 36 135 元;项目实施后,如按照方案 A,污水量减少为 21 050 t,每吨只需交纳 0.05 元排水费,共需交纳 1 052.5 元;如按照方案 B,需交纳排水费 2 052.5 元。方案 A 与方案 B 分别比项目实施前减少交纳 35 082.5 元和 34 082.5 元。

5 结论与建议

5.1 结论

(1)在地处中国中南部的湖北省年出栏 1 万头左右的养猪场,为了充分利用猪粪的生物质能资源和对污水进行治理,采用建设大中型沼气池和好氧处理相结合的方法,是符合当地实际情况的有效途径。

(2)武穴市余川镇吴文村猪场设在该镇农业科技

园内,猪场周围有稻田、果园和鱼池,与沼气用户距离适当,猪场经营管理情况良好,在该猪场建设沼气池和进行沼气、沼液、沼渣的综合利用,具有十分有利的条件。

(3)项目实施后,将对当地的环境产生有利的影响,主要表现在:

①沼气的利用,为 120 户农民和猪场内部提供了新的清洁能源,改变了原有的能源结构,替代对生态环境有破坏作用的薪柴和对大气环境产生污染的煤炭,减少温室气体的产生量,有利于改善大气环境质量和保护农村生态环境,防止水土流失。

②猪场污水的有效治理,使对水环境产生严重污染的污水中主要污染物达标排放,大大改善猪场周围的水环境质量,处理过的污水作为冲洗水重复利用,可节约大量清水,符合中国目前推行的节水政策。

③猪粪经过厌氧处理,杀灭了有害的病菌和虫卵,有利于人体和畜禽健康;沼液、沼渣用于养鱼和水稻、水果的种植,可减少化肥和农药的用量,改善土壤和作物的质量,并有一定的增产作用。

5.2 建议

(1)在对猪场排放的污水进行处理时,应根据当地的实际情况,采用厌氧-好氧相结合的方法,或选

择厌氧与氧化塘相结合的方法,并尽量使污水资源化。

(2)当地农业部门和环境保护部门应加强对项目的环境管理和环境监测工作,对大中型沼气工程从设计、施工到竣工验收都要进行监督管理,项目完成后,还要对运行情况进行定期检查和监测,保证项目正常运行,污染物达标排放。

(3)项目管理部门应重视和加强对猪场和沼气站的管理人员、工人及沼气用户和使用沼液沼渣的农民等进行培训,提高他们的生态环境保护意识,并使他们掌握猪场清洁生产、沼气生产管理及沼气、沼液、沼渣的使用技术,充分发挥项目的经济、环境和社会效益。

参考文献:

- [1]王华,等.农村能源信息收集与分析[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [2]中国农业环境保护技术政策编写组.中国农业环境保护技术政策[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [3]全国生态农业县建设领导小组办公室.中国生态农业[M].北京:中国农业科技出版社,1996.

致谢:农业部能源环境中心王华先生、王孟杰先生、姚向君女士和湖北省农业厅能源办公室、武穴市农业局给予支持和帮助,谨致谢意。

(上接第 25 页)

中积累的影响与离子的种类、数目及组织的类型有关。在鳃中的积累主要受表面位点竞争作用主导,使 Pb 离子的积累降低;而在肝脏中的积累主要与 MT 的诱导作用有关,使 Pb 离子的积累增加。本研究首次把表面位点竞争和 MT 诱导理论统一起来,成功地解释了重金属离子相互作用影响其在鱼组织中吸收和积累的机制。

(2)长期亚致死浓度的重金属离子相互作用不会改变 Pb 在鲫鱼组织中的分布规律,Pb 在鲫鱼组织中的积累顺序为肝脏> 鱼鳃> 肌肉。

参考文献:

- [1] Shu Tao, Tao Liang, Jun Cao, et al. Synergistic Effect of Copper and Lead Uptake by Fish[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1999, 44: 190 - 195.
- [2] Anderson S, Sadinski W, Shugart. Genetic and molecular toxicology: A research framework[J]. *Environ Health Perspec*, 1994, 102: 3 - 8.
- [3] Rajan M R, Balasubramanian S, Raj S P. Accumulation of heavy metals

in sewage grown fishes. *Bioresour - technol*[J]. Oxford, U. K. : Elsevier Science Limited. 1995, **52**(1): 41 - 43.

- [4] Kargin F, Cogun H Y. Metal interactions during accumulation and elimination of zinc and cadmium in tissues of the freshwater fish *Tilapia nilotica*[J]. *Bull environ contam toxicol*, 1999, **63**(4): 511 - 519.
- [5] Casine S, Depledge M H. Influence of Copper, Zinc and Iron on Cadmium Accumulation in the Talitrid Amphipod, *Platorchestia Platensis*[J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 1997, 59: 500 - 506.
- [6] Mu Jiapeng (穆家鹏). Analysis Handbook of Atom Adsorption (原子吸收分析方法手册)[M]. Beijing: Nuclear Energy Press (原子能出版社), 1989. 117 - 118.
- [7] Liu Qing, Ma Mei, Tong Zhonghua, et al. (刘清, 马梅, 童中华等). Combined toxicity of Cu, Zn, Cd, Hg to *Vibrio Qinghaiensis* Sp. Nov. (strain Q67)[J]. *China Environmental Science* (中国环境科学), 1997, **17**(4): 303.
- [8] WANG Hai - li, TAO Shu (王海黎, 陶澍). Application of biomarkers in aquatic environmental research[J]. *China Environmental Science* (中国环境科学), 1999, **19**(5): 421 - 426.