

生物质能源——沼气工程效益分析

贾晓菁¹赵铁柏¹李燕芬²

(1中央财经大学MBA教育中心北京100081; 2北京林业大学人文学院北京100083)

摘要：通过建立以沼气工程为纽带，以“猪-沼-果”模式为代表的循环经济发展模式，发展畜牧业，同时，保护良好的生态环境，调整林业种植结构，加强农村能源建设。江西实践证明，以“猪-沼-果”为模式的生态林业在经济欠发达地区具有广阔的发展前景。

江西是我国南方重点林业省份，森林覆盖面积达到60.5%，仅次于福建省，位居全国第二；同时，江西是中国的农业大省，是国家重要的粮食生产基地和畜牧业基地，发展农业，对于江西省乃至全国的粮食安全均具有重要意义。为了在保护良好的生态环境的同时发展农业，江西省委省政府提出了“山上办绿色银行，山下建优质粮仓”的战略方针。

近年来，江西的畜牧业得到了稳定的发展，畜禽产品产量成倍增长，2006年，全省大畜牧业产值591亿元，家畜养殖产值391亿元，畜牧业为全省农民人均增收16元。

随着养殖规模的扩大，规模效应将呈现上升，养殖收益同步提高，而养殖收益的提高又将进一步促进规模养殖，进而得到规模养殖效应增长环路。

但是，伴随着养殖规模的扩大，对环境的压力也日益增加，对环境造成的污染程度增大，进而污染损失（包括畜禽产品的品质下降，由于环境恶化造成畜禽病害上升，产品数量下降，对环境污染造成他人损失的赔付和罚款等，即系统中存在增长上限基模）上升，进而抑制规律养殖的发展。即在上述规模养殖效应增长反馈环中存在抑制环路。

据测定：一头猪日排泄粪尿5kg，一个千头猪场日排放的猪粪尿5t，加之日需用于冲洗产生的污水30t，其一年的污染物水排放高达13000t。这些废弃物的直接污染主要包括对大气的污染，在高温下由于畜禽粪便发酵和含硫蛋白质分解产生的大量氨、硫化物、甲烷等有害有毒气体和各种恶臭气体对大气的污染；还有水体污染，畜禽粪便及生产污水的任意排放，极易造成水体的富营养化。

根据目前江西畜牧业的现状和畜牧业对环境污染的现状，近年来江西畜牧业发展中规模养殖以年平均增长5.6%的速度将养殖散户淘汰，规模养殖已经成为江西畜牧业的主要发展趋势。而从污染的角度，规模养殖已经成为农村污染的主要来源之一。

1建设生物质能源——沼气为主的循环经济

规模养殖对环境的污染不仅对生态环境产生巨大的压力，而且对养殖业本身也将起到抑制作用。从对江西部分地区的调研发现，有部分畜禽养殖场由于对环境造成污染，致使与当地居民关系紧张，赔款严重，影响企业的发展；一些养殖专业户由于环境恶化，造成畜禽疾病上升，养殖效率低下，甚至出现破产。相反许多畜禽养殖场和养殖专业户注重环境污染问题，采取生态养殖，取得了良好的效益。

要有效解决规模养殖场的粪便污染问题，发展生态林牧业是其必然趋势，而其核心就是要通过人为增加物质循环环节，增加系统内部能量的利用层次，减少系统对外部环境的排放，达到保护环境的目的。而畜禽类粪便中含有大量的有机质，经过高温厌氧可生成沼气和二氧化碳，通过沼气发酵，杀死粪便中大部分病原微生物，减少人畜共患疾病的发生和传播，沼气作为环保能源，即可以减轻能源危机的压力，又可以降低成本。沼液、沼渣作为有机肥，不仅可以作肥料使用，而且也是优质的饲料。沼液和沼渣的使用可以杀菌和抑制有害病菌，防治病虫害，减少农药的使用量60%以上，从整体上降低污染，同时具有增加土壤肥力，改良环境，防止土壤板结的作用。

在规模养殖场中，生物质能源——沼气工程不仅仅是解决畜禽粪便污染的工程。而且是连接林业与养殖业的纽带工程，通过沼气工程的建设，建立以养殖业为中心的，集林业、养鱼、加工业为一体的生态农业系统，达到系统内部物质和能量的等级利用和循环。

2效益分析

江西省在发展农业的同时为了保护良好的生态环境，江西省委省政府提出了“山上办绿色银行，山下建优质粮仓”的战略方针。

以“猪-沼-果”为主要模式的生态林业，在江西具有广阔的发展前景。2006年江西省畜牧业产值591亿元，家畜养殖产值391亿元，畜牧业为全省农民人均增收16元。但伴随生态农林发展模式的扩大，尤其是规模养殖的发展，其造成的环境污染问题不容忽视。

为了研究开展沼气工程带来的生态和经济效益，假设从2005年以后不再进行新的沼气工程建设，与目前的方案进行对比，测算污染量和沼气的量。（k为沼气工程建设调控参数，k=1表示建设沼气工程，k=0表示不建设沼气工程）见表1。

表1 仿真对比方案参数

仿真年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
递推方案 k	1	1	1	1	1	1	1	1	1
对照方案 k	1	1	1	0	0	0	0	0	0

2.1 沼气工程的生态效益分析

沼气工程带来的生态效益主要体现在：通过沼气工程建设直接减少生猪养殖系统给环境造成的污染；沼气工程为种植业提供优质有机肥——沼肥，进而改良土壤，避免过量施用化肥带来的土壤污染；沼气工程可以为生产和生活提供清洁能源——沼气，减少了对山地薪柴的需求和对煤炭的需求，进而减少人们在生产和生活过程中使用其他能源带来的对环境的污染。

(1) 沼气工程减少水污染作用分析。通过系统模型的仿真（VENSIM5.0版本），递推方案和对照方案相比，至2010年递推方案向环境排放的污染物在数量上减少了41.33万t，包括氨氮5.26万t，化学需氧量36.07万t。假设污染物中的50%将流入江河湖水域，依据中华人民共和国相关用水水质标准，用于农田灌溉的水质对化学需氧量含量的允许上限为300mg/l，据此可以得到通过沼气工程的建设减少污染水体的数量，依据相关标准还可以计算出其他标准的污染水的数量。

假设50%的化学含氧量流入水域，以化学需氧量CODcr为指标的沼气工程减少水体污染的分析结果见表2。

表2 江西省沼气工程减少水污染数据

用水类型	农田灌溉用水			生活杂用水	
	水稻	棉花玉米	蔬菜	城市绿化	洗车
标准上限 (mg/l)	200	300	150	50	50
污染水数量 (万 t)	9017.50	6011.67	12023.33	36070.00	36070

从表2数据可见，通过沼气工程的建设，仅以CODcr为例，如果以水稻灌溉用水衡量，至2010年可以累计减少污染9017.5万t用水，以生活杂用水衡量，可以累计减少污染36070万t用水。因此，沼气工程的建设对于减少水污染具有重大意义。

(2) 沼气工程减少大气污染作用分析。通过仿真计算，开展沼气工程建设，递推方案与对照方案相比，至2010年可以生产的沼气数量对照见表3。

$$ZQNI=10204\times 90\%\times RSR\times 0.02092$$

其中 $RSR=0.55$ (无量纲) 为目前沼具的燃烧效率。 $(徐南孙、贾仁安、任福明等, 1998)0.02092$ (GJ/ m^3) 为每 m^3 沼气燃烧释放的能量。

经计算得

$$ZQNI=1056.67 \text{ (千焦耳)}$$

沼气能源折合的薪柴数量为

$$ZQZHC=1056\div XCRSR\div 0.0167$$

其中 $XCRSR=0.35$ (无量纲) 为目前薪柴灶具的燃烧效率 0.0167 (焦耳/千克) 为 1kg 薪柴燃烧释放的热量

经计算得

$$ZQZHC=180781.86 \text{ (t)}$$

按每 hm^2 薪炭林年产薪柴 15t 计算, 每 hm^2 林地年产薪柴 8.4t 计算, 相当于封育 $11709.9hm^2$ 的薪柴林或者 $20074.17hm^2$ 的林地。

如果使用煤炭为能源, 开展沼气工程多生产的沼气, 至 2010 年相当于减少使用标准煤 7.2828 万吨。根据国家标准煤燃烧污染排放标准和相关计算方法(天津市环保局, 2004)。可得相应的减少 SO_2 的排放数据为

$$GSO_2=2\times W\times S\times P\times (1-H)$$

其中 GSO_2 (t) 为 SO_2 排放总量

$W=72828$ (t) 为使用标准煤数量

S (无量纲) 为标准煤的含硫率, 我国生活煤炭含硫率平均为 1.14% 。由于沼气主要用于农村的生活和生产, 取 $S=0.0114$ 。

P (无量纲) 为燃料中硫转化为 SO_2 的转化率, 在此, 燃煤的 SO_2 转化率为 80% (贾仁安, 2005)。

H (无量纲) 为治理设施的脱硫效率, 在此 $H=0$ 。

据此, 可以计算出, 通过开展沼气工程建设, 至 2010 年系统减少向大气排放的 SO_2 数量为

$$GSO_2=1328.38 \text{ (t)}$$

通过对沼气能源利用的分析, 可以看到沼气工程的建设对于减少大气污染具有重要作用。

由仿真计算结果，至2010年开展沼气工程建设可以累计多生产沼气10204万m³。从实际调查得知，目前沼气的用途主要是提供生产和生活用能，假设其中的90%作为能源使用，则开展沼气工程至2010年累计多生产的沼气可提供的能量（用ZQNL表示）为

表 3 递推方案与对照方案全省沼气的量数据差 万 m³

仿真年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	合计
递推方案	2473	2804	3162	3624	4162	4718	5334	6007	6683	
对照方案	2473	2804	3162	3386	3386	3386	3386	3386	3386	
两者之差	0	0	0	230	776	1332	1948	2621	3297	10204

2.2 沼气工程的经济效益分析

开展沼气工程产生的经济效益包括沼气工程带来的养殖业增效和种植业增效。现以前文中沼气产量为准，选择生猪出栏数（t），水果产量（t）和稻谷产量（t）作为研究变量，进行模型的定量分析。

仿真计算结果，从2005~2010年累计增产水果175.33万t、稻谷587t。

同时，沼气工程对于养殖业本身具有促进作用。利用模型仿真，得到不同方案下生猪养殖的产量模拟相应的数据，见表4和表5：

表 4 江西省水果和稻谷产量对照

仿真年份		2005	2006	2007	2008	2009	2010
水果产量 (万 t)	递推方案	100.55	123.56	153.79	193.92	250.98	331.53
	对照方案	98.13	116.13	138.53	166.91	204.98	254.35
稻谷产量 (万 t)	递推方案	1744	1805	1870	1959	2084	2241
	对照方案	1730	1767	1804	1857	1933	2025

表 5 江西省生猪养殖经济效益对照

仿真年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010
递推方案(万头)	2373	2392	2392	2481	2532	2537
对照方案(万头)	2370	2382	2372	2447	2482	2465

3 循环经济模式的推广

在转变畜牧业生产方式中，各地延伸“猪-沼-果”生态农业种养模式，把猪拓展到牛、禽，果拓展到蔬菜，花卉、粮食、珍珠、鱼类等，鸭珠共养、稻鸭共栖等生态养殖模式在全省得到大面积推广。全省初步形成了赣南、赣东以牧沼果、赣中以牧沼菜、牧沼粮为主的格局。2006年，全省建设大中型畜禽养殖沼气工程354处，与沼气果业结合的畜禽养殖户达31.5万户。

围绕推进畜禽养殖小区和规模化养殖场建设，江西省政府安排了1000万元专项资金用于畜禽养殖小区沼气工程建设。一年来，全省畜禽养殖小区新增138个，有43个5000头以上的大型养猪场相继建成投产，全省规模养猪比重达到53%，规模养畜比重达到54%，规模饲养已经成为畜牧业生产的主导。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/91276.html>