

秦安县智能化沼气工程技术应用研究

魏宗旺

(甘肃省秦安县生产力促进中心, 甘肃 秦安 741600)

摘要: 文章以甘肃省秦安县水泉养殖专业合作社生猪标准化养殖场为例, 阐述了智能化沼气工程系统的工艺流程及技术要点, 包括酸化池和沼气池的 pH 值监测系统、智能化进料系统、玻璃钢沼气池加热系统、沼气自动搅拌系统、沼气流量监测系统和互联网远程控制系统。智能化沼气工程技术系统能为沼气发酵创造最佳发酵环境, 获得了高效的产气率。

关键词: 沼气工程; 智能化控制系统; 远程控制系统

中图分类号: S216.4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-1166(2013)01-0041-03

近年来, 甘肃省秦安县沼气工程得到快速的发展, 沼气工程技术创新成果也逐渐增多。截至目前, 涉及全县 30 个沼气示范村、150 个沼气示范户, 有农村户用沼气池 19816 口, 年产沼液 40 多万吨、沼渣 15 多万吨。但智能化沼气工程工艺技术在该县的应用还处于初级阶段, 有待进一步加强适应性研究开发与推广。为此, 笔者所在的课题组与秦安县水泉养殖专业合作社生猪标准化养殖场(简称“水泉养殖场”)合作, 自主设计开发了智能化沼气工程, 本文详述该智能化沼气工程系统的工艺流程与技术要点, 为智能化沼气工程技术系统应用推广提供依据。

1 研究对象

智能化沼气工程技术系统以水泉养殖场智能化沼气工程为研究对象。水泉养殖场的沼气池为玻璃

钢沼气池, 沼气工程采用上流式工艺, 采用太阳能真空面板加热循环水为沼气池发酵液加温, 并安装了 pH 值监测计、气压报警、沼气搅拌系统等智能化控制与管理设备。

2 智能化沼气工程的工艺流程

水泉养殖场智能化沼气工程与普通沼气工程的工艺流程一致, 包括进料前处理、进料、发酵、储存和净化、输送、沼液沼渣处理等, 但在运行过程中的技术装备有较大改进, 沼气工程管护从手工操作转变为智能化操作。智能化沼气工程技术系统具有显著的先进性: 安装了酸化池和沼气池的 pH 监测计、酸化池液位监测计、分批进料流量计、温度自动控制系统、太阳能加热系统、沼气搅拌系统、沼气流量监测计、互联网远程控制系统(电脑、PLC 控制柜、宽带、数据储存系统等), 从而实现了智能化自动分批进

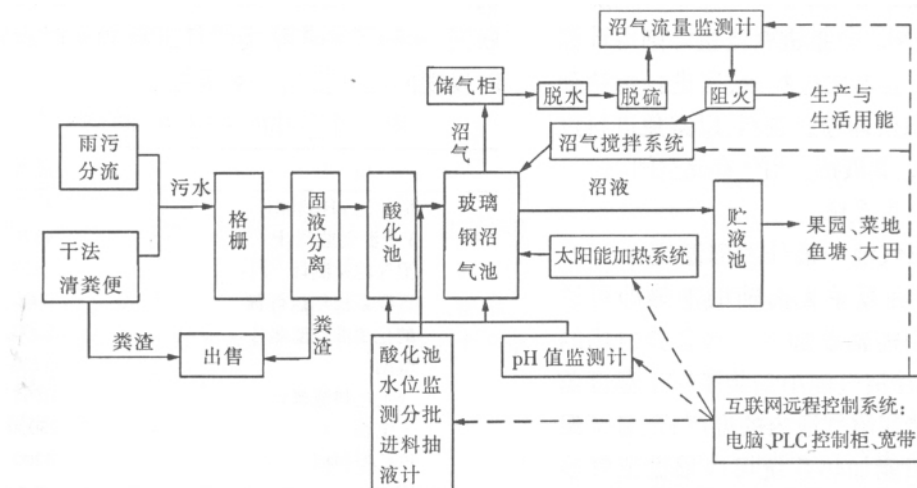


图1 智能化沼气工程的工艺运行流程

收稿日期: 2012-08-07 修回日期: 2012-08-16

作者简介: 魏宗旺(1982-), 男, 工程师, 主要从事网络管理、中小企业服务、农技推广等工作。

料,自动控制沼气池沼气搅拌工作,自动为沼气池发酵液加热,电脑实时记录酸化池水位、沼气池温度、酸化池和沼气池的 pH 值、沼气池和储气柜气压值,同时养猪场管理人员和技术服务机构可远程实时监控上述数据,通过智能系统自动调整运行状态,提高产气率。智能化沼气工程的工艺运行流程如图 1 所示。

3 智能化沼气工程系统的技术要点

3.1 酸化池和沼气池的 pH 值监测系统

在沼气工程运行中,酸化池发酵液的 pH 值应控制在 6.4~7.6 范围内,以避免在酸化池中提前发酵。而沼气池沼气发酵则适宜在中性至微碱性环境中进行,最适合厌氧发酵的 pH 值为 6.8~7.4,以保证厌氧发酵效率,提高产气率;低于 6.4 或高于 7.6 都会影响沼气池内微生物的活性,对产气有抑制作用。水泉养殖场沼气工程安装的酸化池和沼气池 pH 监测计,可实时监测酸化池和沼气池的 pH 值,并结合智能化进料系统做出相应的管理决策,夏天温度高、发酵快时就缩短进料时间周期,冬天就放慢进料时间周期,以保证沼气池的发酵效率。

3.2 智能化进料系统

在酸化池向沼气池送料的过程中,水泉养殖场的智能化沼气工程安装了酸化池液位监测计和分批进料流量计两个智能化设备。酸化池液位监测计主要用于实时监测和记录酸化池的水位,当酸化池水位达到 PLC 控制柜设定的最高水位时,智能化系统将根据智能指令自动执行进料工作,提高产气效率;当酸化池水位低于最低水位时,管护人员即可增加粪水投入量,保证及时进料。分批进料流量计则可计算每次抽液量、控制沼气池单次进料量,当进料量达到 PLC 控制柜预设的上限值即停止进料,以避免进料过多造成池温的波动过大、粪液挤占沼气存储空间。

3.3 玻璃钢沼气池加热系统

在中温条件下,沼气池的最佳发酵温度在 35℃ 左右。这个温度一般在夏季无需辅助加热即可达到,但在春、秋、冬季则需辅助加热。水泉养殖场的智能化沼气工程系统在沼气池中安装了三个温度监测计,可实时记录和储存沼气池内的温度;配备了温度自动控制系统,太阳能加热系统可以根据沼气池温度自动调节热水输送,当池温达到 PLC 控制柜设定值时不输送,温度低于设定值时输送;同时,可根据池体温度自动调节进料量,保证池温不出现太大

的波动,既能达到发酵要求又可保护池体安全。夏季高温环境下,智能化沼气池温度能较好地维持在 28℃~36℃,保证合理的发酵温度。

3.4 沼气自动搅拌系统

普通沼气池搅拌方式主要以机械搅拌。水泉养殖场智能化沼气工程采用沼气回流搅拌运行模式,在沼气压强增强器和沼气池底部预埋一条管道,通过 PLC 控制柜设定固定的搅拌间隔周期,进行循环性、自动化的沼气回流搅拌作业,提高了沼气池的发酵效率。

3.5 沼气流量监测计

沼气经脱水、脱硫和阻火后,进入后续利用环节。水泉养殖场安装的沼气流量监测计可以实时监测及记录集气主管道的沼气流量数据信息,储存累计流量,方便了解各用途沼气体量占总消耗量的比例,并实时监测沼气输送的气压变化,采取相应的改善措施,避免因气压不足而影响沼气生活用能的供气稳定。

3.6 远程控制系统

在水泉养殖场智能化沼气工程技术系统中,pH 值监测计、酸化池液位监测计、沼气池温度监测计和沼气流量监测计监测和记录的实时数据将显示并记录在所联机的电脑上,用于后续的跟踪与分析。通过远程控制系统和智能化系统,工程管理者或技术人员在办公室就能实时了解沼气工程各环节的运行情况,包括进料前处理、进料、厌氧发酵、沼气利用等方面的具体情况,出现问题时可通过调节自动化系统来解决;异地技术服务机构专业人员也可通过互联网,远程了解养猪场沼气工程的实时运行情况,及时发现问题并提出应对措施。

表 1 智能化沼气工程增加的项目及成本 (元)

项 目	成本
酸化池 pH 监测计	4200
3 个温度监测计	4870
沼气池监测计	5800
远程系统年运行费	2000
酸化池液位监测计	2700
电脑	3100
分批进料流量计	3565
人工费	25000
PLC 控制柜	4200
网络费	1000
安装费	11765
合计	75000

表2 沼气工程项目的成本比较

养殖场	沼气池容积 m^3	初始建设投资 万元	智能化设备购置费 万元	每 m^3 建设投资 万元	工程运行费用 万元 $\cdot \text{a}^{-1}$	单位年运行成本 元 $\cdot \text{m}^{-3}$
传统沼气养殖场	500	61.7	0	0.123	9.38	187.60
水泉养殖场	670	107.52	7.5	0.160	8.8	131.34

注: 单位年运行成本 = 工程运行费用 / 沼气池面积。

4 智能化沼气工程运行情况

4.1 运行成本比较

水泉养殖场建设智能化沼气技术系统, 相比传统沼气工程项目建设, 增加了 7.5 万元的智能化相关设备购置及安装费(见表1)。水泉养殖场智能化沼气与传统沼气的成本比较结果显示(见表2), 水泉养殖场与传统养殖场的单位年运行成本分别为 $131.34 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$, $187.6 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$, 智能化沼气每年要节省 $56.26 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$, 说明智能化沼气工程降低了设备及配件的维修费用, 减少了技术服务人员往返的管理费用。假设在同等沼气池容积的情况下, 智能化沼气工程因节省了运行成本, 可在运行两年后即可弥补所增加的智能化设备购置成本, 从沼气工程长期可持续运行的角度看, 更符合项目建设的成本效益原则。

4.2 产气率比较

产气率和产气稳定性是保证沼气工程经济效益的基础。由表3可知, 传统沼气工程全年产气率均低于智能化沼气工程。水泉养殖场智能化沼气的产气率在冬春季略低, 主要原因是北方的气候影响, 但在夏秋季, 安装智能化沼气工程系统的水泉养殖场产气率明显很高, 说明智能化沼气工程系统在运行过程中具有明显的优势。

表3 2011年沼气池的产气率 (%)

月份	传统沼气池	水泉养殖场
1月	0.16	0.25
2月	0.26	0.31
3月	0.31	0.39
4月	0.34	0.95
5月	0.51	1.06
6月	0.62	1.26
7月	0.91	1.65
8月	0.94	1.67
9月	0.96	1.67
10月	0.48	1.09
11月	0.35	0.54
12月	0.23	0.28

注: 沼气池温度为中午 12:00 的温度。

5 结论

智能化沼气工程技术系统具有较高的推广价值。通过电脑监控界面和远程控制系统, 进行日常的看护与管理, 提高技术服务机构或技术人员的管理效率, 减轻沼气工程设备及配件损耗, 降低工程运行过程中的维修费用、管理费用与其他人工费用, 同时保证了沼气池的产气效率和产气稳定性, 并能产生良好的经济效益, 因而智能化沼气工程工艺模式具有重要的推广价值, 可在泰安县及同类地区推广应用。

(上接第28页)

- [27] 杨明珍, 包震宇, 师晓春, 汪德生. 鸟粪石沉淀法处理沼液实验研究 [J]. 工业安全与环保, 2011, 37(3): 31-32.
- [28] 何绍江, 冯新梅, 龚小平, 刘建福. 奶牛粪沼气池中三株产甲烷菌的分离和基本特征 [J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(1): 59-63.
- [29] 王彦伟, 徐凤花, 阮志勇, 宋金龙, 王庆, 赵斌. 用 DGGE 和 Real-Time PCR 对低温沼气池中产甲烷古菌群落的研究 [J]. 中国沼气, 2012, 30(1): 8-12.
- [30] 王庆, 阮志勇, 高立洪, 王彦伟, 吴进, 胡国全, 宋金龙, 赵斌. 基于 mcrA 克隆文库和 PCR-DGGE 技术对牛

粪为原料的农村户用沼气池产甲烷古菌的多样性研究 [J]. 中国沼气, 2012, 30(3): 3-13.

- [31] 宋金龙, 阮志勇, 胡国全, 姜瑞波, 刘小飞, 徐凤花. 沼泥及其富集物中微生物多样性和区系变化的分析 [J]. 中国沼气, 2010, 28(2): 3-11.
- [32] 游银伟, 迟晓峰, 岳寿松, 张昌爱, 王梅, 王艳芹, 刘英. 沼气发酵液中一株酵母菌菌株的鉴定与系统发育分析 [J]. 中国沼气, 2008, 26(4): 7-10.
- [33] 陈超, 徐凤花, 高立洪, 吴进, 韦秀丽, 宋金龙, 王彦伟, 阮志勇. 规模化沼气工程沼液中细菌种群分析与功能初探 [J]. 中国沼气, 2012, 30(6): 66-71.