

文献著录格式: 聂新军, 姚光伟, 董越勇, 等. 浙江省沼气整村集中供气技术模式简析 [J]. 浙江农业科学, 2020, 61 (1): 1-4.

DOI 10.16178/j.issn.0528-9017.20200101

浙江省沼气整村集中供气技术模式简析

聂新军¹, 姚光伟², 董越勇^{1*}, 叶波¹, 金娟¹, 刘银秀¹, 徐来源², 范志斌¹

(1. 浙江省农业生态与能源办公室, 浙江 杭州 310012; 2. 开化县新农村建设的中心, 浙江 开化 324300)

摘 要: 沼气整村集中供气技术是以畜禽养殖粪污、农作物秸秆等农业农村有机废弃物为原料进行厌氧发酵, 进而为农户提供可再生能源——沼气的技术。浙江省是全国较早开展沼气整村集中供气技术与示范的省份, 该技术在全省的推广利用有效调整了农村用能结构, 提高了农村清洁能源利用率, 改善了农村人居环境质量。本文通过实例举证该技术模式的优点, 并总结浙江省沼气整村集中供气技术模式, 对该模式的原理、工艺流程、技术要点及适用范围等进行介绍, 同时, 对该技术模式的后续推广提出意见和建议。

关键词: 沼气; 整村集中供气技术; 厌氧发酵; 浙江

中图分类号: S216.4

文献标志码: A

文章编号: 0528-9017(2020)01-0001-04

沼气发酵是厌氧微生物在厌氧条件下将发酵底物中的有机物转化为以甲烷和二氧化碳为主要成分的沼气产品, 同时生成液体副产品(沼液)和固体残渣(沼渣)的生物化学过程。由于该过程可以产生数量可观的沼气产品, 故该过程也被称为沼气发酵, 相应的工程称为沼气工程。沼气工程将畜禽粪便、秸秆等农业农村废弃物经过厌氧发酵产生沼气用于供能、发电或者提纯利用, 既消除了环境污染问题, 又获得了宝贵的可再生能源, 减少了农业生产生活对化石能源的消耗和依赖, 因此, 世界各国对沼气工程建设高度重视^[1]。沼气工程最初以解决用能需求为主要目标, 随着社会经济的不断发展, 人们对生态环境的关注度越来越高, 沼气工程逐步在畜禽养殖污染、农村生活污水、餐厨垃圾和农产品加工废弃物治理等方面发挥重要作用。浙江省作为“绿水青山就是金山银山”重要思想的萌发地和先行地、全国生态循环农业试点省、全国整省创建农业可持续发展试验示范区, 历来重视沼气的建设与发展, 沼气工程已成为农业绿色发展的重要枢纽。追溯历史, 浙江省在 20 世纪 30 年代就开始利用人畜粪便制取沼气^[2], 是全国人工制取沼气最早的省份之一。20 世纪 70、80 年代, 浙江省结合农户畜禽散养实际, 大力推广户用沼气池, 解决农村用能需求, 减少薪柴的砍伐和使用。

随着农村生产方式改变和劳动力转移, 纯农家庭逐渐减少, 加之畜禽养殖向规模化、集中化发展, 分散养殖农户比例逐年降低, 缺原料、缺场地、缺管理的农户逐步增多, 户用沼气推广遇到了瓶颈^[3], 农村沼气逐渐向规模化方向发展。据统计, 浙江省现有沼气工程数量为 5 880 处, 总池容 83.68 万 m³, 年产气量 8 049.55 万 m³, 沼气工程配备沼气发电机组总装机容量为 13 337 kW, 年发电量 4 648.86 万 kW·h; 全省农村生活污水净化沼气池达 6.7 万处, 总容积 268.04 万 m³。

随着社会发展, 电力及其他能源的获取越来越便捷, 农村沼气的发展速度逐步放缓。但是, 在一些畜禽养殖量较多且农村人口集聚的地区, 群众对沼气仍有一定需求。因此, 为满足这部分群众的用气需求, 浙江省在全国率先开展沼气整村集中供气工程的探索和推广, 充分利用当地丰富的畜禽养殖粪污和农作物秸秆等有机废弃物, 以规模化沼气工程为依托, 通过铺设管网统一集中供气, 既满足了群众用气需求, 又缓解了农业面源污染问题, 并在改善提升农村人居环境、打造生态宜居新农村方面发挥了重要作用。本文以开化县沼气整村集中供气模式为实例进行分析, 并对浙江省沼气整村集中供气技术模式进行总结归纳, 详述该技术的优缺点, 并对该技术的未来发展进行展望。

收稿日期: 2019-11-18

基金项目: 2018 年度“三农六方”科技协作项目(2018SNLF026)

作者简介: 聂新军(1987—), 男, 山东泰安人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事农村能源技术推广工作, E-mail: 493285645@qq.com。

通信作者: 董越勇(1963—), 男, 浙江嵊州人, 推广研究员, 本科, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: zjhzdy@126.com。

1 开化县村级沼气集中供气模式

1.1 发展背景

自 20 世纪 70 年代起,开化县开始推广农村沼气,经历了 70 年代萌芽发展、80 年代稳步发展、90 年代末至 2008 年全面铺开 3 个阶段,在这期间以推广户用沼气为主。随着农村生产方式的改变和劳动力的转移,纯务农家庭逐渐减少,加之新农村建设和畜禽养殖治理,户用沼气的推广越来越受限制。面对这些问题,开化县农村能源部门积极探索、大胆实践、及时改变工作思路,改建户用沼气为沼气集中供气工程,并于 2008 年在桐村镇黄石村成功建成第一座沼气集中供气示范工程^[3-4]。在此基础上,开化县在全县范围内大力推广沼气整村集中供气工程,逐渐形成了“畜禽粪便、农作物秸秆等农业废弃物—沼气工程—村级集中供气—种植业”的开化县村级沼气集中供气及沼液综合利用模式。现全县建有集中供气沼气工程 66 处,供气农户近万户,全县有 10 个行政村整村供应沼气。

1.2 实例介绍

旭日村距开化县县城 32 km,拥有 7 个自然村,482 户,1 536 人,是该县第一个实现整村集中供气的行政村。自 2009 年以来,该村陆续建成沼气集中供气工程 6 处,并于 2014 年实现全行政村供气。沼气集中供气工程总池容 1 100 m³,贮气柜总容积 400 m³,每处厌氧池容积 150~250 m³,设计供气户数 80~100 户,均采用地埋式全混合厌氧发酵工艺。沼气集中供气工程以畜禽粪便为主要发酵原料(采用异地配送),适当加入部分农作物秸秆和有机生活垃圾,进料浓度保持 6%~10%,发酵温度为 20~28 ℃,每月沼液回流 1~2 次,每次 3 t。

1.3 运维保障

为确保沼气集中供气工程长效稳定运行,开化县政府每年安排 30 万~45 万元农村能源专项经费,用于沼气后续服务。县农村能源部门挑选责任心强、工作认真负责的技工作为管理人员,对管理人员实行先培训后上岗,并且每年至少对在岗管理人员进行 2 次技术培训。每个管理人员分管 1~14 个沼气集中供气工程,并与沼气供气村委签订管理协议,强化服务意识,做到农户有求必应。同时,县农村能源部门在 5 个沼气集中供气工程点开展沼气物联网监控示范,实时查看工程产气量、甲烷浓度,为工程科学管理运行提供依据。

1.4 效益分析

从工程运行的角度分析,为保障沼气集中供气工程正常运行,须设专人负责沼气工程发酵原料的运输及日常维护等工作,政府对沼气集中供气工程按 0.4 万元·a⁻¹·个⁻¹的标准对管理人员进行资金补助,同时按 1.0~1.5 元·m⁻³的标准向农户收取沼气使用费用,基本可达到收支平衡。以旭日村为例,该村沼气集中供气工程承包给专业技工管理,由其负责发酵原料的购置和运输、沼气工程设施的日常运维,以及输气管网的维护等工作,该部分成本为 9 万元·a⁻¹;全村常年使用沼气户数为 337 户,户均用气量为 220 m³·a⁻¹,沼气收费标准 1 元·m⁻³,则沼气收费收入 7.4 万元·a⁻¹;政府对该村 6 个沼气集中供气工程进行补助,补助 2.4 万元·a⁻¹。据此测算,该村沼气集中供气工程管理人员每年有 1 万元的纯收益。管理人员负责的工程数量越多、供气户数越多、年用气量越大,其纯收益也会随之增加。

从农户的角度分析,与使用罐装液化石油气相比,每户每年可节省燃料支出 600 余元。此外,沼气集中供气工程产生的沼液免费供农户使用,用沼液浇灌农田,既减少了购置肥料的费用,又改良了土壤。据测算,全县沼气集中供气工程每年可创造经济效益 500 余万元。

1.5 技术创新

沼气整村集中供气工程的长效运行离不开技术的创新和应用。一是扩建规模、合理设计池体构造。将厌氧池容积由小变大,将大型沼气工程由地下改地上,如将 50 m³ 的厌氧池容积增加到 150~1 000 m³,供气户数由 12 户增加到 70~750 户。二是增设搅拌系统。将原有厌氧池的水封口改为密封口,在密封口上增设搅拌系统,每天定时搅拌 15 min,有效防止了结壳和沉渣的发生,提高产气率。三是增设厌氧池增温保温设施。在厌氧池池壁上安装热交换导管,利用太阳能、空气源热泵技术对厌氧池进行增温保温,提高冬季厌氧池发酵液温度,确保冬季正常产气供气。四是科学设计输气管网。通过输气管道变径设计,实现沼气远距离稳压输气,同时缓解、解决管道积水问题。如 2016 年桐村沼气集中供气工程采用始端大末端小的布管设计,使沼气在输送过程中压力保持稳定,输送距离达 4.5 km,可供气 750 余户。

2 沼气整村集中供气技术概述

沼气整村集中供气技术是指利用农村规模化沼

气工程将高浓度农业有机废弃物(如畜禽养殖粪污、农作物秸秆、餐厨垃圾、农产品加工废弃物等)进行厌氧发酵,产生的沼气经输气管网就近向自然村或行政村集中供气,满足农村集聚人群用气需要。该技术全程在密闭环境中进行,可有效控制臭气外泄,该技术可以按用气需求来确定发酵原料的投入量与投入时间,可极大提高沼气利用率和产气稳定性,调整农村用能结构,提高清洁能源利用率,减少大气污染及商品能源消费支出。

沼气整村集中供气技术适用于畜禽粪便等农业废弃物资源丰富、获取便利,村民居住较为集中且沼气使用意愿较强,产生的沼液可实现资源化利用、不产生二次污染的地区。沼气整村集中供气工程建设可与垃圾分类处置及新农村建设整合推进,有利于实现资源整合和技术融合,助力农村人居环境整治提升与改善,对生态宜居美丽乡村建设起到强有力的推动作用。

3 沼气整村集中供气技术工艺流程

沼气整村集中供气技术是以规模化沼气工程为枢纽的以实现农林有机废弃物资源化循环利用为目的的技术。该技术依托养殖场或通过专用车辆或设施收集村域范围内畜禽粪污、农作物秸秆、尾菜、餐厨垃圾、农产品加工有机剩余物等作为发酵原料,经简单分类及预处理后,直接投入沼气池内进行厌氧发酵,产生的沼气经气水分离器、脱硫塔等设备设施净化后贮存于贮气柜中,然后通过沼气输配管网供给农户作为生活生产用能。厌氧发酵产生的沼液部分回流至沼气池内以调节产气速率、进料浓度与pH,其余沼液则作为肥料施用于土壤或通过其他方式进行综合利用。

4 沼气整村集中供气技术要点

沼气整村集中供气技术的一个关键环节在于产气稳定性,这就需要合理设置工艺参数。一是保证合适的发酵原料浓度。沼气整村集中供气技术通常采用高浓度(进料浓度>6%)厌氧发酵,通过提高发酵料液浓度可在一定程度上缓解沼气工程冬季产气不足的问题。发酵原料以外运方式获得时一般只采用干粪,除工程第一次启动外,一般不需要单独加水调节料液浓度。二是确定适当的水力停留时间。水力停留时间太短,发酵原料无法充分发酵;水力停留时间太长,厌氧池容积无法高效利用。因此,沼气整村集中供气技术通常根据农户沼气用量

需求(按 $0.1\sim 0.15\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$)灵活调节沼气池水力停留时间,一般不小于30 d。三是做好增温保温措施。沼气整村集中供气技术通常采用常温发酵,冬季低温会影响产气效率,因此,须做好增温保温措施,可通过太阳能热水器或空气源热泵等装置给沼气工程增温,确保发酵料液冬季温度不低于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。四是合理回流沼液。为保证发酵料液维持在合适的浓度,确保其pH保持在 $6.8\sim 7.6$,可根据用气需求调节沼液回流量与频次,以调节产气速率,实现料液高效利用。五是确保有效的贮气容积。为满足农村集聚人群不同时间段的用气需求,需要设有单独的贮气装置。贮气装置容积不少于日产气量的 $1/3$,一般为日产气量的 $1/2$ 。五是合理布设输气管网。部分地区农户相对分散,沼气输送距离较长,通常采用逐级变径的方式布设管网,管网铺设应有一定坡度,避免管道积水。如常压输气无法满足农户用气需求,可配备具有防爆功能的沼气增压设备,使沼气压力符合用气设备的额定压力要求。

沼气整村集中供气技术的另一个关键环节在于供气安全性。一是合理选址。沼气整村集中供气工程选址应相对独立且交通便利,在确保安全的同时便于物料进出与沼液综合利用。为缩短沼气输送距离,在符合消防防火规范的前提下,工程可就近布置。二是严把质量关。沼气整村集中供气工程应该选择具有专业资质的队伍进行施工建设,农村能源部门技术人员应协助业主做好建设过程的管理和进度控制,确保工程质量过硬。三是做好工程日常安全运维。沼气整村集中供气工程应有专人管理,管理人员须持证上岗。工程应建立日常保养、定期维护和大修等检修制度,一旦发生故障,须立即通知专业人员进行检修。工程内应张贴防火防爆警示标志并配备相应的消防设备,存在沼气泄漏风险的区域应配备沼气浓度检测报警仪。沼气用户应遵守沼气安全使用规范,户内应张贴沼气安全使用的规定与注意事项。

5 存在问题

5.1 基础技术研究不够

近些年,随着浙江省“千万工程”、“五水共治”、畜禽养殖污染整治工作的深入开展,省内畜禽养殖总量减少,畜禽粪污资源逐渐减少,农作物秸秆以及农村生活垃圾特别是厨余垃圾等逐渐成为厌氧发酵原料的主要来源。目前,针对农作物秸

秆、农村厨余垃圾、农产品加工废弃物等厌氧发酵技术的研究较少,尚未形成规范化、标准化的技术体系,无法适应当前沼气整村集中供气工程的实际需求。

5.2 成本收益不平衡

沼气整村集中供气工程是一个由原料收集、预处理、厌氧发酵、沼气利用和沼肥利用组成的系统工程,工程前期建设资金投入较大,对基层的经济负担较大。工程运行后需要投入一定资金进行日常维护管理,以确保工程长效稳定运行。工程的收入来源主要依靠财政补助和沼气使用收费,但是受财政资金补助有限制要求、沼气收费标准偏低(一般 $1.0\sim 1.5$ 元 $\cdot\text{m}^{-3}$)、农户用气量不均衡等因素制约,工程投入使用后一般难以实现收支平衡。这些因素很大程度上影响了沼气整村集中供气的发展。

5.3 设备先进性有待提高

由于受到建设成本和管理人员素质等因素的限制,沼气整村集中供气工程在建设时期就存在设备先进性不足的问题。如沼气输送管网材质较差,管网破损、漏气现象时有发生,无法保证输气系统稳定运行;工程运行管理中的计量设备、抽渣设备、脱硫技术,以及管理系统等往往比较落后,设备自动化信息化水平不高,需进一步提升;沼气用户灶具只能以沼气为燃料,对其他燃料的适应性不足。

6 措施建议

6.1 加强技术研究

开展多种原料高效混合发酵技术研究,特别是加强农村生活垃圾、农作物秸秆厌氧发酵技术研究,以适应农村厌氧发酵原料多类型的实际情况;加强沼气工程各单元技术工艺优化合成和新材料、新设备的研究;制定沼气整村集中供气工程建设及运行技术指导手册,确保工程稳定运行;对沼气集

中供气工程设备进行更新,借助物联网技术建设沼气信息化管理系统,提升工程科技水平。

6.2 加大政策扶持力度

沼气整村集中供气工程从根本上讲更偏向公益性,需要政府在资金和政策方面大力扶持。政府应加大资金扶持力度,在工程建设时提供资金补助,对偏远贫困地区适当提高补助比例,还应在工程运行后适当补贴运维管理费用,以保障工程的稳定运行,确保农户持续受益。此外,政府应制定优惠政策,积极引导社会企业参与沼气整村集中供气工程建设和运行管理,推动工程良性发展。

6.3 创新运行管理机制

充分利用沼气后续服务组织对沼气整村集中供气工程进行管理,由村委或农村能源部门与其签订协议,委托其负责沼气工程运维、户用沼气设施管理维护、沼气收费等工作,让专业的人做专业的事;采取以奖代补激励机制,由农村能源部门对沼气整村集中供气工程进行定期考核,对管理到位、全年稳定供气且农户反映较好的工程予以奖励;参照城市天然气供给收费制度,由农村能源部门会同物价部门确定沼气收费指导价,向用户定期计量、阶梯收费,保障沼气高效、有序供给。

参考文献:

- [1] 刘畅,王俊,浦绍瑞,等.中德万头猪场沼气工程经济性对比分析[J].化工学报,2014(5):1835-1839.
- [2] 陈松宝.浙江省沼气发展探讨[J].能源工程,1999(6):18-19.
- [3] 徐来源,邹志明,方金华,等.开化县整村推进集中供气的做法及建议[C]//2013农业科技创新与农村生态文明建设论坛暨华东地区农学会年会论文集.2013:326-329.
- [4] 蔡金国.浙江省村级沼气集中供气现状调查及发展探讨[J].中国沼气,2014,32(5):58-60.

(责任编辑:吴益伟)

欢迎订阅《浙江农业科学》杂志

订阅处:全国各地邮局 邮发代号:32-33

漏订者可向《浙江农业科学》编辑部订阅

编辑部地址:杭州市石桥路198号 邮编:310021 电话:0571-86404055