

山东莒县“沼改厕”技术模式及效益分析

陈兰鹏

(莒县农业农村局, 山东 莒县 276500)

摘 要: 在农村厕所革命中, 山东莒县通过清理维修沼气池、修建隔离墙、安装排气管、检查密封性、封口活动盖等操作, 将废弃、闲置的沼气池改建为三格式化粪池, 探索了一套完整的“沼改厕”技术, 丰富了改厕模式, 盘活了闲置资源, 取得了较高的经济效益、生态效益和社会效益。

关键词: 户用沼气池; 三格式化粪池; 技术模式; 效益

中图分类号: S216.4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-1166(2022)05-0055-04

DOI: 10.20022/j.cnki.1000-1166.2022050055

Technical Mode and Benefit of “Biogas Digester to Toilet” in Juxian County of Shandong Province / CHEN Lan-peng / (Shandong Juxian Agriculture and Rural Bureau, Juxian 276500, China)

Abstract: In the rural toilet revolution, Ju County explores “biogas digester to toilet” technology by cleaning and maintenance of biogas digester, construction of isolation wall, installation of exhaust pipe and check the sealing cover and other operations. By this method, abandoned domestic biogas digester could be reused as three-compartment septic tank. This technology not only enrich the toilet mode, invigorate idle resources, but also achieve high economic, ecological and social benefits.

Key words: household biogas digester; three-compartment septic tank; technical model; benefit

2001 年到 2014 年,我国农村沼气进入了快速发展阶段和建管并重阶段,政府投入了大量资金进行农村户用沼气建设,这对缓解农村能源紧张,保护农村生态环境,提高农民生活质量,增加农民收入起到了重要作用^[1]。期间,莒县先后承担了 2002 年生态家园富民工程项目、2003 年省农村户用沼气项目、2006 年农村沼气国债项目、2008 年省农村户用沼气项目、2010 年国家农村户用沼气项目等多个户用沼气项目,在推进项目建设的同时,示范带动了一大批农户自发建设沼气池。据 2014 年莒县农村能源统计年报,莒县农村户用沼气数量达到 15470 户,但随着农村劳动力的转移,农业产业结构调整,农村畜禽散养户越来越少,发酵原料短缺等原因,大量的沼气池被闲置、废弃。2016 年莒县实施农村厕所改造以来,基层农技推广人员经过不断探索、不断完善,将废弃、闲置的沼气池改建为三格式化粪池,总结了一套完整的“沼改厕”技术模式,取得了较高的经济效益、生态效益和社会效益。

1 莒县“沼改厕”技术模式

该技术模式中,厕屋及卫生洁具与常规三格式

卫生厕所建设相同,不同之处是将户用沼气池改建为三格式化粪池(以下简称沼气池式化粪池),其主要技术如下。

1.1 清理维修沼气池

打开沼气池活动盖,清理池内残液残渣,对破损的沼气池进行修复。

1.2 修建隔离墙

1.2.1 确定三池位置

将清理维修后的沼气池按 2:1:3 的比列分为三池,第一池建在靠近沼气池进料管位置,第三池靠近出料口位置,沼气池水压间作为第三池的一部分。

1.2.2 修建隔离墙

确定三池位置后开始放线,垒建隔离墙。为确保沼气池与隔离墙连接牢固,隔离墙每隔 3 层砖在沼气池池墙内植入两根 $\phi 6$ mm,长度与墙体等长的钢筋;隔离墙交接处留好马牙槌;在进粪口对面的隔离墙表面挂上铁丝网。隔离墙顶部距沼气池天窗口垂直距离为 30 cm。

1.2.3 安装过粪管

过粪管为 $\phi 110$ mm 的倒 L 型 PVC 管,第一池至第二池的过粪管距池底高度为有效高度的 1/3,

收稿日期: 2022-02-07 修回日期: 2022-04-29

作者简介: 陈兰鹏(1974-),男,汉族,高级农艺师,主要从事农业及农村环保等工作, E-mail: jxnyhb@126.com

第二池至第三池的过粪管距池底高度为有效高度的 $1/2$, 过粪管上沿距隔离墙顶端距离为 25 cm。安装过粪管时注意不要让粪液形成短路。

1.3 安装排气管

在进粪管上方安装排气管。排气管为长度 2.2 m, $\phi 110$ mm 的 PVC 管, 排气管顶端加伞状防雨帽。

1.4 检查密封性

按沼气池密封要求检查池体密封性。首先向第二池内注水至过粪管溢流口下沿, 检查其密封性。第二池合格后, 继续向池内注水至沼气池活动盖口下沿, 检查整池密封性。对达不到密封要求的池体, 将水排出后重新进行密封, 直至合格为止。

1.5 密封活动盖

将活动盖平放到沼气池天窗口密封好后向水封圈内注水, 注意不能缺水。日常出料时从沼气池水压间抽排, 清理第二池及第三池时揭开沼气池活动盖, 从沼气池天窗口进行出料。

“沼改厕”建造模式见图 1 “沼改厕”建设平面图及图 2 “沼改厕”建设剖面图。

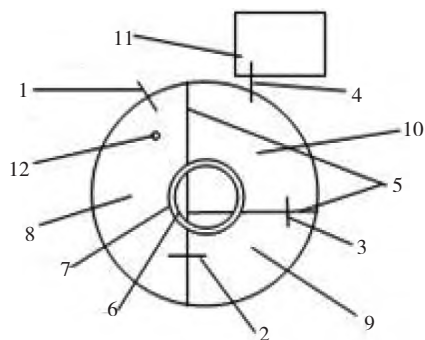
2 “沼改厕”取得的效益

改厕具有多方面的效益, 相关文章已阐述较多, 本文仅就沼气池式化粪池与常规三格式化粪池进行效益对比。

2.1 经济效益

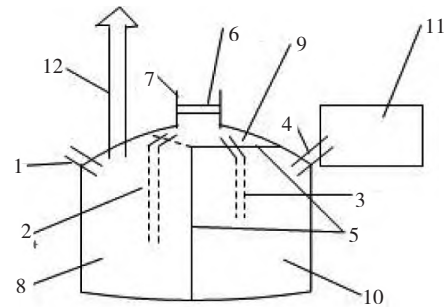
2.1.1 减少建设成本

借助原先闲置或者废弃的沼气池改造成三格式化粪池, 无需开挖池坑, 砌筑池壁, 仅需对沼气池清理并砌筑隔墙, 减少了用工量及材料用量, 借鉴周琨^[4]等测算单户式“沼改厕”与三格式化粪池建设



1. 进粪管; 2. 过粪管; 3. 过粪管; 4. 连通管; 5. 隔离墙; 6. 水封圈; 7. 天窗口; 8. 第一池; 9. 第二池; 10. 第三池; 11. 原沼气池水压间(第三池的一部分); 12. 排气管

图 1 “沼改厕”技术模式平面图



1. 进粪管; 2. 过粪管; 3. 过粪管; 4. 连通管; 5. 隔离墙; 6. 水封圈; 7. 天窗口; 8. 第一池; 9. 第二池; 10. 第三池; 11. 原沼气池水压间(第三池的一部分); 12. 排气管

图 2 “沼改厕”技术模式剖面图

成本分析, 一个沼气池改建成化粪池比新建一个三格式化粪池节约支出 1325.81 元。

2.1.2 运行费用低

莒县有沼气服务中心(厕改服务中心) 81 处, 每处配备数量不等的沼气出料车, 抽取粪液后就近运送至粪污处理中心、家庭农场或者种植大户, 每处服务中心服务半径不超过 6 km, 根据服务距离远近及出料车规格大小收费, 罐体 2 m^3 的出料车 1 km 以内收费 40 元, 1 km ~ 4 km 收费 50 元, 4 ~ 6 km 收费 60 元, 罐体 $4 \text{ m}^3 \sim 8 \text{ m}^3$ 的出料车双倍收费。莒县隶属于日照市, 日照市农林牧渔从业者 2020 年年工资 48026 元, 平均每天 131.58 元^[5]。

据走访调查, 常规三格式化粪池一般年出料 5 次, 用工 0.5 天, 因沼气池容积较大, 是常规三格式化粪池容积的 5 倍左右, 1 年约需出料 1 次, 用工 1 天。两种模式年运行费用如表 1 所示。

由表 1 可知, 1 个沼气池式化粪池比 1 个常规三格式化粪池年运行费用少支出 347.37 元。按使用寿命 20 年计算, 减少运行费用 6974.4 元。

因此, 改建 1 个沼气池式化粪池比新建 1 个三格式化粪池, 减少支出资金合计 8300.21 元。

2.2 生态效益

2.2.1 发酵效果好

2020 年 ~ 2021 年, 在 2 月份、8 月份对 20 座沼气池式化粪池和 20 座三格式化粪池粪水发酵效果进行了调研, 同时针对两种不同模式粪液的发酵情况, 调研询问了 12 处沼气服务中心(改厕服务中心)工作人员, 两种模式粪水发酵情况如表 2 所示。

由表 2 可知, 在 2 月份, 沼气池式化粪池第一池粪液黑色, 有微臭气味, 第三池液体淡黑色, 没有气味; 三格式化粪池第一池粪液呈土黄色, 臭味较浓,

表 1 沼气池式化粪池与常规三格式化粪池年运行费用表

模式	单次抽排费用 (元·次 ⁻¹)	抽排次数 次	抽排费用 元	日均工资 (元·d ⁻¹)	工 日 d	用工费用 元	合 计 元
沼气池式化粪池	100	1	100	131.58	1	131.58	231.58
常规三格式化粪池	50	5	250	131.58	2.5	328.95	578.95

注: 单次抽排费按中间数计算, 常规三格式化粪池抽排费用 50 元·次⁻¹, 沼气池式化粪池抽排费用 100 元·次⁻¹。

表 2 沼气池式化粪池及三格式化粪池粪水发酵情况表

模 式	第一池(2月)		第三池(2月)		第一池(8月)		第三池(8月)	
	颜色	气味	颜色	气味	颜色	气味	颜色	气味
沼气池式化粪池	黑色	微臭	淡黑色	无	灰黑色	微臭	黑绿	无
三格式化粪池	土黄色	臭味	淡黄色	微臭	黑色	微臭	黑色	无

第三池液体淡黄色,有臭味;可以明显看出,2月份沼气池式化粪池粪液发酵效果远好于三格式化粪池。在8月份,沼气池式化粪池第一池粪液灰黑色,有微臭气味,第三池液体黑绿色,没有气味;三格式化粪池第一池粪液黑色,略带臭气味,第三池液体黑色,没有气味。可以看出,在8月份,两种模式化粪池粪液都进行了发酵,但三格式化粪池不如沼气池式化粪池发酵充分。之所以出现这种现象,分析是以下原因造成的: 1) 沼气池式化粪池密封性好。沼气池式化粪池只有1个排气孔,池体密封采用“三灰四浆”抹面法^[4]; 常规三格式化粪池在第一格和第三格有排气孔,化粪池池体与盖板、盖板与盖板之间的密封带易脱落,密封性差; 2) 沼气池式化粪池发酵时间长。沼气池式化粪池容积大多数为 8 m³~10 m³,三格式化粪池容积仅为 1.5 m³~2 m³,沼气池式化粪池发酵时间是三格式化粪池发酵时间的5倍左右; 3) 莒县地温在1~2月份较低,1月份年均5 cm地温是-1.1℃,2月份年均5 cm地温是0.5℃^[4]。莒县的三格式化粪池大多修建在农户房前巷道内,受地温影响发酵效果较差; 沼气池仅水压间建在农户房前巷道内,而沼气池池体修建在农户房屋地下且池体较深,因而温度较高,同时沼气池式化粪池发酵周期长,池内含有大量发酵菌,因此在2月份沼气池式化粪池发酵效果仍较为理想; 4) 农户每天排便,因此两种模式的化粪池第一池粪液都有臭味。

2.2.2 无害化程度高

据王玉华^[4]等研究,沼气化粪池能去除污水中

大部分的 COD_{Cr}、TN、TP,三格式化粪池只能去除很少部分,沼化粪池对污水的处理效果明显优于三格式化粪池; 据马洪儒^[4]等研究,沼气池常温厌氧发酵100天。对蛔虫卵的杀灭率为53.0%,沼气池式化粪池发酵时间在12个月左右,三格式化粪池发酵时间在2~3个月左右且粪液发酵效果不及沼气池式化粪池,据此推断,沼气池式化粪池对蛔虫卵的杀灭率应远高于三格式化粪池。

2.3 社会效益

对于废弃闲置的沼气池,农户基本不再进行管理,存在很大的安全隐患。废弃闲置的沼气池仍可能产生沼气,沼气是易燃易爆气体,遇明火易爆炸; 沼气池年久失修,破损的水压间盖板与沼气池天窗口对过往行人与动物产生威胁; 沼气池内容物如粪便等产生的毒素沿池壁裂缝渗入地下,污染土壤和地下水源; 县乡农村能源管理部门人员短缺,难以摸清废弃闲置的沼气池底数,在农村能源统计年报上表现为数据的“虚胖”,不能真实反映沼气池的运转情况,难以为政府提供准确的决策信息。废弃闲置的沼气池,浪费了国家资源,背离了沼气池建设的初衷。

将沼气池改建成卫生厕所,有效盘活闲置资产,改善沼气池闲置和废弃的现象,降低了安全隐患,同时丰富改厕模式,提高了农民生活质量,提升了农村人居环境整治水平。

3 结论

国家《农村人居环境整治提升五年行动方案

(2021~2025年)》要求农村卫生厕所普及率稳步提高,厕所粪污基本得到有效处理。“沼改厕”一方面将废弃、闲置的沼气池充分利用起来,丰富了改厕模式,另一方面,厌氧发酵处理的粪便无害化程度与肥效高,对农户、农业合作社及农业企业有较强的吸引力,具有较高的经济效益、生态效益和社会效益,是农村人居环境整治提升五年行动推进农村厕所革命的一种较好模式。

参考文献:

- [1] 中国沼气学会,历史回顾:中国沼气行业发展的几个过程 [Z/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1650533797&ver=3752&signature=z-c5mnRlajV*R4auDhUR6M849xVCv-o*TRQYAaUD-KOeUD37jplotuGO1147JvAS54OB4BDPNvfsquYzz9UqDJ1ixrWmBKSOhza5I9Iu5dSzlZujpkmcg*KgMMt*OZPBw&new=1,2021-04-26.
- [2] 周琨,冉毅,吴进,等.“沼改厕”推广模式的实现及其在四川省的应用 [J]. 农业工程学报,2021(18):273-278.
- [3] 日照市人力资源和社会保障局. 关于发表日照市2020年度人力资源市场企业人工成本和部分职位(工种)工资价位的通知 [Z/OL]. <http://rznews.rzw.com.cn/rizhao/2021/1019/527845.shtml>,2021-10-19.
- [4] 卢绪敏,陈兰鹏,严庆德,等. 农村生物质资源沼气化利用技术与开发 [J]. 山东省日照市科技成果,JB2008-2-19-2,2009-4-26.
- [5] 莒县农业志编纂委员会. 莒县农业志 [M]. 长春:吉林人民出版社,2017.
- [6] 王玉华,方颖,焦隼. 江苏农村“三格式”化粪池污水处理效果评价 [J]. 生态与农村环境学报,2008,24(2):80-83.
- [7] 马洪儒,林聪. 常温厌氧消化及环境效应研究 [J]. 安阳工学院学报,2005,6:10-12.