

中国北方满城县农村“六位一体” 沼气户厕的设计建造和卫生效果研究

刘义 张富斌 常凤启

河北省疾病预防控制中心(保定 071000)

摘要 在河北省满城县中佃庄村设计创建了 300 多户新型“六位一体”沼气户厕,由厕所、沐浴、猪圈、鸡舍、沼气池、生活污水相结合的六位一体沼气厕所,其中 100 余户不仅安装上瓷盆漏斗便池盆,而且在厕所顶上安装了太阳能热水器,从而使户厕与淋浴合二为一。据两年的观察,运转使用正常。卫生指标的检测结果表明:沼气池出口蛔虫卵去除率达 99.9%,COD(化学耗氧量)及 BOD(生化需氧量)二者分别去除 87.3%及 90.4%,冬季气温-12 ~ 10 时,池温为 10 ~ 12 ,仍能产气和维持处理效果,冬日产沼气 1.5 ~ 2m³,夏日产沼气 2 ~ 4 m³,只要池完好,永远不用换料,取得了较大的社会效益和可观的经济效益。受到当地农民的欢迎,并认为是解决农家庭院生活污水和粪便无害化处理的有效途径。

关键词 农村 六位一体沼气户厕 厌氧发酵 卫生效果

厕所是广大农村住宅院落中不可缺少的卫生设施^[1]。在河北省满城县中佃庄村把发展沼气与处理人畜粪便垃圾及生活污水结合起来,建造成“六位一体”沼气户厕 300 多个,通过对其效果进行了多方面调查和检测,沼气池粪便处理的卫生效果明显。

1 “六位一体”沼气户厕的设计建造

1.1 沼气池农户厕所构造 “六位一体”沼气池户厕建在猪圈底部,呈长方形,占地 6m,宽 3m,总占地面积 18m²,池深 3.1m,出水池 1.4m,自动掏渣池 70cm,总容积 6 ~ 8m³,沼气池厚度 60cm,圈梁 60cm,用水泥 1 吨,沙子 2.5m³。猪圈顶部设鸡舍,长 25m,宽 1.5m,猪圈与厕所相连。厕所高 1.8m,宽 1.7m,顶部安有太阳能热水器、厕所安装淋浴器和便瓷盆,下有二格化粪池,长 66cm,池宽 50cm,池深 1.3 ~ 1.5m。

1.2 工艺流程 厕所 太阳能洗浴 猪圈 鸡舍 生活污水沟 沼气池 出水池 沼气 用户。

“六位一体”沼气池户厕在夏季池温 25 ~ 35 时,平均日产沼气 4m³;冬季池温在 10 ~ 12 ,平均日产沼气 1.5 ~ 2m³。该池即不耗电,也不用生活饮用水,而用生活污水及洗澡水即可。

2 卫生检测项目及方法[2]

检测项目有: 颜色(目计法); 臭味(分级描述); pH(pH25 型酸度计法); 粪大肠菌值《粪便无害化卫生标准》(GB7957--87)附录 A 法; 蛔虫卵数(司徒氏稀释接种法); COD 高锰酸钾法; BOD 稀释与接种法(GB7488—87); 浊度:硅藻土标准管比浊法。

3 卫生效果

“六位一体”沼气户厕建成后对颜色、臭味、pH、蛔虫卵及大肠菌值，COD 与 BOD、浊度进行了检测。

3.1 颜色和臭味 进口液为黄褐色浓稠液带有粪块，臭味 3~4 级；出口水为稍黄褐色比较稀，无粪块，稍臭，可达 0~1 级。

3.2 pH 进口 6.7~7.4，出口 7~8，粪便经厌氧发酵后 pH 值有所提高，如有机酸浓度（主要是乙酸）达 $2000 \sim 3000 \times 10^{-6}$ 时发酵受到很大影响，甚至中止。

3.3 蛔虫卵和粪大肠菌值 进口样含蛔虫卵数量较多，平均为 20000 个/100ml，最高可达 288000 个/100ml，经沼气池处理后减少至平均 2 个/100ml，即减少了 99.9%，效果极为显著。粪大肠菌值进口样均在 $10^{-7} \sim 10^{-6}$ 范围，经沼气池处理后，粪大肠菌值提高 2~3 个数量级。以上均达到粪便无害化卫生标准。结果见表 1。

表 1 进出口蛔虫卵数及粪大肠菌值

样品数	蛔虫卵数 (个/100ml)			去除率 (%)	样品数	粪大肠菌值 (ml)	
	R	G	G			R	G
进口	6	400~288000	2000	99.9	6	$4 \times 10^{-7} \sim 4 \times 10^{-6}$	4.67×10^{-7}
出口	6	0~10	0		6	$4 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-2}$	2.14×10^{-4}

3.4 COD 及 BOD 测定结果 COD 及 BOD 是指有机物污染物以及还原性物质含量的指标，也是评价污水处理效果的主要指标。粪便污水经沼气池处理后，二者分别去除 87.3%及 90.4%，见表 2，与过去对照厕所出水比较，两指标均低于对照厕所 ($P < 0.01$)。

表 2 进出口 COD 及 BOD 测定结果

样品数	COD			去除率 (%)	样品数	BOD		去除率 (%)
	S	G	G			S	G	
进口	11	4680.0~5822.8	5299.9	87.3	11	2800.7~3602.4	3219.9	90.4
出口	12	609.4~782.4	675.51		12	251.11~386.34	308.98	

3.5 浊度 见表3

表3 进出口浊度

样品	样品数	S	G	去除率(%)
进口	11	3500 ~ 4800	4093.75	86.2
出口	12	400 ~ 750	564.2	

4 社会效益

由于人畜家禽粪便，有机物废弃物，生活污水经过沼气池厌氧细菌分解、消化得到了妥善收集和处理，一是可以得到优质能源，减轻了厕所臭气对周围环境的污染、有效地控制蚊蝇孳生，改善了农村卫生面貌，有益于肠道传染病的预防；二是解决了农民洗澡难、燃煤难、厕所脏臭，彻底铲除“连茅圈”；三是厌氧消化液和沼渣的残余物中含有大量的氮、磷、钾、多种氨基酸和消化酶等，是高质量的肥料和饲料，种植粮棉、蔬菜、瓜果可降低病虫害，而且能100%的杀死蚜虫（腻虫）等，使蔬菜无害化，有利于绿色食品的开发、大大降低慢性病，从而确保人体健康；四是秸秆不再做燃料、减少了地面堆积杂物，净化了环境，又增加了秸秆还田率、养畜过腹还田，农田增加了有机肥来源，减少化肥和农药的用量；五是农民可用沼气烧水、做饭、照明、可节煤节电，不污染环境与空气，结束了几千年农家妇女用秸秆和柴草做饭、烟熏火燎的历史；六是建一个“四位、五位、六位一体”沼气卫生户厕，既节约用水，又使农民脱贫致富奔小康，增产增收过半，变害为宝、利国利民；七是减少对水源的污染，在发生水灾时更能体现其作用。

5 经济效益

建成一个新型“六位一体”沼气池户厕仅支出500~800元。而投料后可供9~12个月用沼气做饭和烧开水，夏季火力旺，冬季弱些，7分钟烧开一壶水，20分钟左右做一顿饭，与液化气和煤炭相比，每年可节约600~700元燃料费。一个沼气厕所年产厌氧消化液3~5吨内含大量的氮、磷、钾每升0.96g、62mg、800mg和多种氨基酸，可作优质肥料，替代化肥，每亩可节约化肥款120元，还可使作物早熟4~6天，高产过半，亩增收效益达千元。扣除建厕开支一年可收入资金2500多元[4]。

参考文献

1. 刘丽珊主编. 中国沼气卫生与环保. 南京大学出版社, 1990.
2. 赵锡惠, 等. 沼气化粪池和标准化粪技术经济对比. 中国沼气与环保. 南京大学出版社, 1990: 95~99.
3. 陈敬章. 北方地区防寒卫生厕所建设研讨会上的讲话(单行本). 1991年1月15日.
4. 全国爱国卫生运动委员会办公室. 全国农村爱国卫生工作现场经验交流会资料汇编, 1990年.