

ZWD 型沼气池研究与应用

黄勤楼 陈金波

钱午巧 林斌 钱蕾

(福建省农业科学院畜牧兽医研究所 福州 350013) (福建省农业科学院地热农业利用研究所 福州 350003)

摘要 根据山区农村生产和生活特点,研究并推广设计新颖、施工和运行管理安全方便且产气率高的 ZWD 型沼气池,在福建省建阳市建成以村为单元、以推广应用 ZWD 型沼气池为纽带的 25 个生态能源村,明显改善了农村生态环境和能源状况,保护了森林资源,促进种养业和农业可持续发展。

关键词 ZWD 型沼气池 生态能源 可持续农业

Study on the biogas pool of ZWD type and its application. HUANG Qin-Lou, CHEN Jin-Bo (Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013), QIAN Wu-Qiao, LIN Bin, QIAN Lei (Institute of Geothermal Agricultural Utilization, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003), *CJEA*, 2001, 9(4): 117~119

Abstract The biogas pool of ZWD type is studied and popularized on the basis of characteristics of production and living in mountainous countryside. It has new design, safe and convenient construction and work, and high biogas-generating rate. 25 eco-energy villages are constructed in Jianyang city by making one village as a unit and making application of the biogas pool of ZWD type as a link. It can improve markedly the environment appearance and energy situation of countryside, protect forest resources, and promote development of plant-breed industry and sustainable agriculture after being made.

Key words Biogas pool of ZWD type, Eco-energy, Sustainable agriculture

随着农村经济的发展,农民生活水平的提高,人们对环境质量的要求越来越高,目前农村传统的生产和生活方式无甚改进,特别是养殖业的发展导致山区农村环境脏、乱、差现象严重。据农业部统计资料表明,全国畜粪年排放量达 18.8 亿 t,相当于工业废弃物排放量的 3.4 倍,对环境卫生直接产生危害,且不利于畜禽饲养。为此研究和推广了结构新颖、产气率高的 ZWD 型沼气池,并在福建省建阳市建成 25 个以村为单元、以 ZWD 型沼气池为纽带的生态能源村,明显改善了农村生态环境和能源状况,促进了农村种养业、庭院经济的可持续发展。

1 ZWD 型沼气池参数选择与设计

参数选择,池容产气率即每 m^3 沼气池日产沼气体积设计为 $\eta = 0.2 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \cdot \text{d}$,日人均生活燃料耗气量 0.3 m^3 ,沼气池设计贮气量为日产沼气体积的 1/2,根据输送距离和应用要求,小型沼气池设计沼气压强为 5880 N/m^2 ;设计与计算,以 10 m^3 ZWD 型沼气池为例,从沼气发酵装置特殊条件要求和受力、造价、管理、应用等综合考虑,发酵池设计为圆柱体,半径 $r = 1.25 \text{ m}$,深度 $h = 2.05 \text{ m}$, d (直径): $h = 2.5 : 2.05 > 1$,日产沼气体积 $Q = V \times \eta = 10 \times 0.2 = 2 \text{ m}^3 / \text{d}$,可供日常生活燃料用气的家庭人口数 $n =$

$2 \text{ m}^3 \div 0.3 \text{ m}^3 \approx 6.7$,即应用宽裕些可满足 6 口人家庭日常用沼气。日贮气量 $Q_1 = \frac{1}{2} Q = 1 \text{ m}^3$,在 5880 N/m^2 沼气压强对沼气体积影响略去不计下,回水池回水体积等于贮气间贮气体积。沼气设计压力为日贮气极限时的沼气压强,沼气设计压力时贮气间高度 $h_1 = Q_1(\text{日贮气量}) \div S(\text{沼气池圆柱面积}) \approx 0.2 \text{ m}$,此时贮气间液面与回水柱差压力为沼气池设计压力,回水池液面上升高度 $h_2 = 0.6 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 0.4 \text{ m}$,回水池体积为

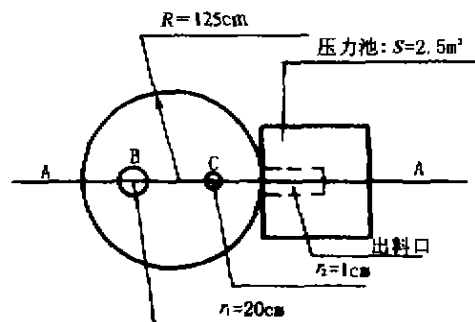


图 1 ZWD 型沼气池平面示意图 *

Fig. 1 The plane diagrammatic sketch of biogas pool of ZWD type

* B 为进料口, C 为导气管, $V = 10 \text{ m}^3$ (下同)。

1m³、面积为2.5m²,其4边长为1.58m。ZWD型沼气池具体结构及设计尺寸见图1、2,沼气池进料口安放在沼气池顶盖下,直径 $d_1=40\text{cm}$,贮气和一次性提取肥料量由进出料口水封高度决定。

2 ZWD型沼气池优点与应用效益分析

2.1 ZWD型沼气池优点

ZWD型沼气池优点一是占地面积小,结构简单。同是10m³沼气池,ZWD型沼气池长度缩短1/5左右,有利于沼气池功能组合和空间利用立体设计,且该池结构简单,建造施工和运行管理等安全方便,投入成本较低;二是解决了进出料难题,ZWD型沼气池采用顶部直管垂直进料,料液重力和流速冲击力可起到很好的搅拌作用,避免存在污泥浮渣结块梗塞,且采用侧面大出料口设计,避免沼气池底部污泥沉积,实现了自动排渣,无需1年1季度清池大换料;三是加大沼气发酵原料,由于ZWD型沼气池具有连续自流和批量2种发酵工艺优势,加大了沼气发酵原料来源;四是发酵池料液分布更均匀,由于料液重力和流速冲击力起到很好的搅拌作用,使料液分布更均匀,分层不明显,原料与活性微生物更充分混和接触,加速了消化降解速度;五是提高产气率,由于扩大沼气池最大有效发酵容量,减少无效空间,缩短进料流程,减少无效发酵,提高了沼气产气率,如莆田县忠门镇选择3个农户设3组同体积ZWD型与标准图集沼气池同期定量采用同样新鲜猪粪进行周年产气测定结果表明,3组标准图集沼气池年产沼气体积、池容产气率I_A组为546.70m³、0.154m³/m³·d, I_B组为532.50m³、0.150m³/m³·d, I_C组为514.75m³、0.145m³/m³·d,而相应的ZWD型沼气池年产沼气体积、池容产气率I组为646.10m³、0.182m³/m³·d, II组为628.35m³、0.177m³/m³·d, III组为621.25m³、0.175m³/m³·d,ZWD型沼气池比标准图集沼气池产气率分别提高18.0%、18.2%和20.7%,平均提高19.0%,且由于标准图集沼气池批量进料难,而ZWD型沼气池批量进料优势尚未充分发挥,还具有一定产气潜力;六是卫生环境保护效果好,经建阳市卫生和环境检测部门对正常使用2年以上的5口10m³ZWD型沼气池进出料口进行抽样检测分析,进料口沙门氏菌检出率60%,出料口全部未检出致病菌,总大肠杆菌出料口为246个/L,进料口为2180个/L,出料口比进料口平均降低88.7%,进料口寄生虫卵检测全部为阳性,出料口检测全部为阴性,同时人畜粪便和其他废弃物经单级ZWD型沼气池发酵后出料口的COD为594mg/L,进料口为1520mg/L,出料口比进料口降低60.9%,出料口的BOD₅为105.50mg/L,进料口为260.49mg/L,出料口比进料口降低59.5%,出料口的氨氮为116mg/L,进料口为204mg/L,出料口比进料口降低43.1%,进料口pH值为4.30,出料口pH达7.12。ZWD型沼气池出料卫生检测结果达到了GB7959-87《粪便无害化卫生标准》,生态环境大为改善。

2.2 ZWD型沼气池推广应用效益分析

ZWD型沼气池推广应用效益显著,一是变废为宝,发展农村新能源。山区农村发展种养业后其废弃物给发展沼气新能源提供了丰富原料,1口10m³ZWD型沼气池可年产631.9m³沼气,而1户5口人家每天生活需1.5m³沼气,年需沼气547.5m³,故建造1口10m³ZWD型沼气池足够5口人家生活用气。目前福建省山区农村建造10m³ZWD型沼气池达1.3万口,解决了农村10万多人生活燃料问题。二是变害为利,改善农村新面貌。发展沼气是改善农村环境卫生的最有效措施,人畜粪便和有机废弃物入池发酵既改善农村脏、乱、差环境,又减轻农民樵柴劳动强度和做饭时间,如建阳市回龙乡西欧浦村主要以养猪为副业,建造沼气池前猪圈内、道路两旁、水沟等地到处是猪粪,臭气熏天,苍蝇满天飞,自1995年开始发展沼气以来全村95%农户建造了沼气池,明显改变了生活环境,减少了各种疾病传播。三是保护森林资源,促进农业可持续发展。目前农村生活用薪炭柴占生活用能源总量的92.14%,如福建省建阳市5.7万农户年至少燃耗30万m³木材,导致过量采伐,严重破坏森林资源和生态环境。据统计,建造1口10m³ZWD型沼气池年可节省5.85m³左右薪炭材,1.3万农户使用ZWD型沼气池年可节省木材7.61万m³,有效保护了森林资源。同时沼液沼渣(沼肥)可提高土壤N、P、K含量,是改良土壤和促进农作物生长的优质肥料,农作物秸秆和人畜粪便经沼气发酵后除C素损失(50%)较大外,所含其他作物营养约90%仍保留在沼肥中,N素较同质量堆沤肥增加40%~60%,P素和K素回收率高达80%~90%,沼肥中有机质、全N、全P、全K含量均高于人粪和猪粪,大量施用沼肥可使土壤疏松,色泽加深,保水保肥能力增强,显著提高土壤肥力。四是良性循环利用,促进种养业发展。根据生态系统食物链网络流动和传递的关系,沼气是发展种养业的纽带,可起到优势互补、互相促进作

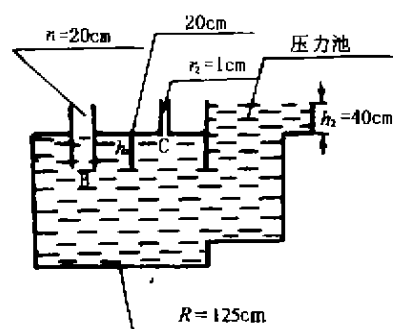


图2 ZWD型沼气池剖面示意图

Fig. 2 The sectional diagrammatic sketch of biogas pool of ZWD type

用,实现了猪-沼-果蔬良性循环,一方面促进了养殖业发展,建造1口 10m^3 ZWD沼气池至少需3头以上存栏猪(或发展其他养殖业)粪便才能满足沼气池原料所需,这促使农户发展养殖业进而得到生活能源。据统计建阳市回龙乡西欧浦村普及沼气后户均养猪比上年同期增加32.2%,且比无沼气池户年均多养猪3头。另一方面促进了果蔬等种植业发展,沼肥含植物所需多种营养成分,可促进植物生长,降低成本,提高产量,如1997年在莒口进行水稻施用沼肥试验结果表明,沼肥可提高水稻产量2.5%,降低成本43.6%。果树和蔬菜施用沼肥既提高产量,又防虫治病减少农药用量,提高水果品质,是发展无公害种植业的优质肥料。因此发展沼气是实现猪-沼-果蔬良性循环模式的纽带,具有显著的生态、社会和经济效益。

参考文献

- 1 翁伯奇等.建阳市生态农业区域建设与发展对策.生态农业研究,1997,5(2):84~88
- 2 黄勤楼等.建阳市以沼气为纽带的生态农业建设实践与思考.福建农业学报,1999,14(4):57~61

我国山区农业经济发展对策

我国是一个多山的国家,山区面积 630万 km^2 ,占国土面积的69%,山区人口占全国总人口的56%,全国592个贫困县中有496个县分布在山区,目前有6000万人口尚未脱贫。我国山区农业经济发展面临的主要问题一是森林破坏和水土流失严重,我国目前森林资源总面积 1.337万 hm^2 ,人均林地 0.167hm^2 ,覆盖率13.92%,全国每年因建设和毁林开荒损失林地 44万 hm^2 ,全国水土流失面积由1957年的 153万 km^2 发展到1998年的 367万 km^2 ,占国土总面积的38%,40年来因水土流失减少耕地 267万 hm^2 ,每年流失土壤50亿t,相当于4000万t化肥养分,致使塘库泥沙淤塞,河床升高,土壤贫瘠,土地生产力下降,同时因森林被伐使山区绿色水库遭到破坏,溪河断流,水资源枯竭,从70年代起黄河每年发生断流17d,1997年利津站断流13次226d,全国有300多个城市日缺水 $1500\sim 1600\text{万 t}$,给我国工业生产和人民生活带来困难;二是生态环境恶化,山区灾害频繁,由于山区生态系统被破坏,造成山洪、滑坡、泥石流、崩塌、病虫、田鼠等山地灾害频发;三是人口素质差,科技水平低,制约了山区农业经济发展;四是资源未能合理开发,商品经济不发达,我国山区除自然条件恶劣外,更主要是山区资源优势未得到合理开发和利用,商品经济不发达,特别是南方山区虽山羊、油桐、蚕桑、茶叶、柑桔、中药材等资源极为丰富,但因交通闭塞,资金困难,高科技人才缺乏以及“小而全”的生产格局,致使资源优势不能转化为经济优势,更不能与国际经济接轨,农民生活的恩格尔系数仍在60%,部分农民温饱问题尚未解决,此外国家经济政策不配套,产业政策不稳定,表现在价格、投资、信贷等项政策不利于山区农业经济的发展,粮食、毛猪价格大起大落,农产品比较利益低,农民增产不增收;五是人地矛盾突出,土地退化石漠化严重,如西南高原区(即滇中、滇北、黔桂西北、湘西、鄂北西南、川南地区)耕地面积 999.17hm^2 ,土壤贫P化 505.59万 hm^2 ,占耕地面积的50.6%,土壤贫K化 285.46万 hm^2 ,占耕地面积的28.6%,土壤瘠薄化 256.24万 hm^2 ,占耕地面积的25.6%,由于植被破坏,土地失去了生态保护屏障,石灰岩地区石漠化逐年扩大,广西壮族自治区侵蚀造成石化面积 4.73万 km^2 ,占该区山区总面积的47%,土壤退化和石漠化吞噬了大量草场和耕地,使土地生产力下降,阻滞了山区农业经济的发展。因此,必须在宏观战略上树立生态经济学的观点,坚持可持续发展战略,走生态农业之路,采取强有力的措施持续快速发展山区农业经济与保护生态环境,消除贫困,我国山区农业经济持续发展的对策一是发展林业,改善生态环境。根据山区山高坡陡、垂直分异明显,植被破坏和水土流失严重的特点,恢复与重建山区生态系统,在发挥江河上游森林生态功能的前提下,从改善生态环境入手,种树植草,封山育林,绿化荒山,把林业建设置于山区农业经济的核心地位。国家除加大山区生产的扶持外,还应放宽政策,拍卖“四荒”土地,让承包者自主经营,自负盈亏,自我积累,此乃发展山区农业经济重要途径之一。二是加强农田水利基本建设,必须贯彻决不放松粮食生产及发展多种经营的方针,把粮食生产放在首位,多渠道筹措资金,增加农业投入,推行“新的绿色革命”,实施生物与工程措施相结合,加强农田水利基本建设和耕地保护,改造低产田,提高耕地质量,改善生产条件,控制水土流失,建成高产稳产农田,特别要加快西水北调工程的规划与实施,以解决农业缺水问题,在农艺上要加强生物工程技术的研究,培育优质高产良种,推广适用增产配套技术,改地膜覆盖栽培为秸秆覆盖免耕栽培,以提高单产,增加总产量。树立大农业观点,因地制宜调整山区土地利用结构,在丘陵山区大力发展木本粮油和经果林,如在南方山区发展板栗、核桃、柑桔、茶叶、蚕桑、油桐、槭树、银杏等,北方山区开发大枣、苹果、水晶梨等,并推行混农林业生产。利用三峡库区江湖塘库水资源发展渔业,改善山区生态环境。三是开发荒山草资源,发展畜牧业。我国南方山区有 6666.67万 hm^2 草山,北方山区也有许多草山,应发展节粮型草食牲畜,发展牛、羊、兔、鹅禽养殖,多层次利用物质能量,提高农业整体经济效益。四是加速农业产业化进程,以市场为导向,以经济效益为中心,按市场率龙头,龙头带基地,基地带农户的形式适当规模经营,优化组合各种生产要素,以根据当地资源优势为主导产业,招商引资,联合经营,实行专业化生产,企业化管理,一体化经营,社会化服务,种养加、科工贸、产供销相结合,走“公司+农户+市场”新型之路。五是严格控制人口增长,提高科学种田水平。“治穷先治愚”,目前山区人口增长速度已超过农业增长速度,因此必须把人口增长与经济发展、环境保护协调起来,严格控制人口增长,提高劳动者思想文化素质,强化生态意识,加强信息交流和科技兴农力度,增加农产品科技含量,开展科技扶贫,大力普及民众的中小学文化教育、职业教育和干群生态经济教育,使山区农业经济向智力、体力双密集型方向发展。六是发展庭院经济,村镇庭院是生态系统的重要组成部分,我国有2亿多农户,应充分利用 666万 hm^2 村宅占地,采取“养殖-沼气-种植”三位一体模式发展畜禽、花卉、果园,以增强山区农民自身经济积累。

(唐治诚 重庆市云阳县农业局 云阳 404500)