纯秸秆沼气自动连续高效发生装置的研究与应用

课题组简介：陈墨（总工程师，硕士）申云（组长，高级工程师）刘知华（副组长，博士后）

摘 要:

本文简述了我国现存的农作物秸秆资源化利用技术及存在的问题,介绍了一种纯秸秆高浓度连续发酵装置的研究与应用概况、工艺条件、产气效果。

前言：

我国目前推行的沼气类型主要有户用小型沼气和大中型畜禽规模化养殖场沼气工程，虽然解决了一些问题，但弊端日渐显现。在户用小型沼气方面，由于粪源短缺、农村劳动力外流以及管理经验不足，已经造成60%的已建沼气池废弃。在规模化养殖场沼气工程方面，由于能耗高、产气率低、沼液沼渣销售渠道不完善等因素，仅靠出售沼气难以维持沼气工程的运转，造成养殖企业沼气工程负收益。

在当前状态下，我们急需一种解决上述问题的新装置。它应该有以下功能：1，发酵原料广泛：各种农作物秸秆、生活垃圾、人畜粪污均可使用；2，管理方便：以村镇为单位实现集中供气的发酵装置，管理人员不超过3人；3，以出售沼气为收入方式的状态下，要有足够的盈利，即每立方沼气的生产成本不超过0.6元；4，投资小，市场能接受。

在以上述功能为研究方向的指导下，河南焦作华中能源科技有限公司自筹研发经费450余万元，自2007年开始成立课题组进行秸秆沼气工程的科研工作，对发酵工艺的各个环节进行创新和优化。2008年5月完成50m ^{3} 全秸秆连续干发酵工艺初试，2009年9月年完成200m ^{3} 纯秸秆秸秆连续干发酵沼气工程中试。设计优化出一套投资小、自动化程度高、适合中国国情的全秸秆沼气工程解决方案.

1、 材料和方法

1.1发酵原料

(1)玉米秸秆、麦秸、稻草、玉米芯、棉杆、油菜杆、锯末、中药废渣、玉米废渣、生活垃圾等

(2)接种物

通常原料预处理阶段使用降解菌和复合菌;沼气发酵启动时使用含有大量沼气发酵微生物的各种厌氧活性甲烷菌;牛粪和污水处理厂污泥。

1.2设备与仪器

(1)试验装置

试验装置为课题组自行设计制作的厌氧发酵装置。主发酵池、储气柜、净化装置采用钢板焊接，预处理池、操作间采用砖混结构。

1.2试验仪器

试验仪器包括恒温干燥箱(意大利产),马弗炉(S-12箱式电阻炉,沈阳市节能电炉厂制造), 分析天平(意大利产),pH计(PHS-3c型,上海精密科学仪器有限公司),恒温水浴锅(北京永光明仪器厂制造),气相色谱仪(varian-3800)等。

1.3试验方法

1）进料方式：主发酵池建好以后，课题组首先选用不同进料装置和进料方式对各种秸秆原料的不同粒度和浓度进行了实验和优化。

通过采用铰龙装置、活塞挤压装置、泵送装置、液压装置、真空吸附、高压气动装置的对比实验，发现高压气动进

料装置效果最好，最大粒度达60mm，TS20%以上。

2)发酵浓度

通过对玉米秸秆、麦秸、稻草等原料分别采用TS6%-30%进行不同发酵试验，最终得出浓度在13-18时产气最高，可达0.46-0.52m ^{3} /kg.

3)发酵温度 分别选取20°、25°、30°、35°、45°、54°进行实验，得出：25°下能效比最高，冬季（池外温度-12°）无需加温措施；35°下能耗和产气率对比最优；

增温措施经锅炉增温和太阳能集热器增温对比，得出太阳能集热器增温效果最优。

4）C/N

分别选取不同碳氮比进行发酵试验，发现影响因素不大，C/N比1：1-70：1均可正常产气；

5）原料预处理

分别用物理、化学、生物方法对原材料进行了预处理，粉碎、揉搓、气爆、堆沤、各种菌群、酸碱、氨化、固化酶等方式中，优化出的最佳预处理方法是：粉碎+气爆+固化酶；

6）滞留期

分别采取20天、30天、40天、50天、60天、90天进行对比，优化出如下最佳滞留期为：常温56D，中温45D，高温28D。

7）防结壳处理方法

通过采用喷淋、机械破壳、气动搅拌等多种方法对比优化，最终得出最佳方法为：沼液回流+机械搅拌；

2、结果与讨论

经过3年上千次的试验与优化，中试情况如下

1）以秸秆为主原料，原料来源广泛。本课题以秸秆为主，经实践麦秸秆、稻秆、麦糠、杂草等各种生物质均可，解决了养殖业欠发达的地区沼气发酵原料缺乏的问题；除用秸秆外，还可以和畜禽粪便、有机垃圾组成混合型原料；

2）可实现连续进料、均匀产气。每日顶部均匀布料，克服批量沼气发酵产气不均匀的问题。实现每日出料、进料。还可控制产气量，按一周左右产气高峰来计算，控制秸秆量来控制产气量，资源得到有效利用；

3）采用PLC(Programmable Logic Controller可编程逻辑控制器)系统。发酵罐温度、压力、产气量、贮气压力等自动监控、报警、过压保护控制，安全高效，节省人力；

4）占地面积小，自动化程度高。500m ^{3} 沼气工程占地仅3.5亩，采用机械联动控制，产气、贮气过程自动化；

5）分解快、池容产气率高。地上立式消化器，秸秆滞留期长，反应彻底，原料产期率高达0.5m ^{3} /kg，池容产气率达1-1.5m ^{3} /m ^{3} ·D，比传统粪污大近十倍。

6）高效、稳定四季产气连续均匀。普通沼气池存在“夏季用不完，冬季不够用”的现象。而该发生装置有节能型的增温（太阳能）、保温措施，发酵温度35度以上，达到常年高效、稳定产气，即使在高寒地区仍可稳定运行。

7）消除结壳现象的发生。以往的秸秆沼气容易有结壳现象的发生，此装置采用沼液循环使用，实现快速接种和保持罐体内料的湿度，消除结壳现象，提高发酵速率和产期率。

8）沼液全部回流，沼渣直接做有机肥使用，真正实现零排。

3、结束语：

通过课题组成员几年的努力，纯秸秆连续高浓发酵装置取得了很大突破,能够保证农作物秸秆在干物质浓度较高的情况下正常发酵,产生清洁能源(沼气)和优质有机肥,基本上达到零排放,符合我国广大农村地区对优良环境、清洁能源和优质有机肥的需求。目前已申报多项专利和成果鉴定，在实现村镇集中供气及农作物秸秆综合利用方面，,大型秸秆沼气工程将成为重要选择。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/103061.html