

河北青县秸秆沼气工程运行模式与管理经验

李砚飞

青县新能源办公室

摘要：本文重点探讨利用纯秸秆采取中高温高浓度发酵工艺制取沼气技术的发展，对工程技术进行了详细的说明，通过青县秸秆沼气的运行模式及管理经验分析了秸秆沼气的运行成本、经济、社会、生态和环境效益。同时对秸秆气化、户用沼气以及秸秆沼气进行了对比分析，进一步给出了发展秸秆沼气的优势所在，同时给出了存在问题和改进意见。这一结论对在全国发展秸秆沼气工程建设具有一定的指导意义。

植物生物质能是一个巨大的太阳能仓库，开发利用生物质能源就是开发利用太阳能，且取之不尽，用之不竭！地球每年经光合作用产生的干物质有1730亿吨，能量相当于全世界总消耗量的10倍以上。目前只利用了1%~3%。

我国是一个能源短缺的国家，也是生物质资源大国。据统计，中国每年年产农作物秸秆总量约7亿吨，除去用于造纸、饲料或饲料原料以及还田外，还有约3.7亿吨秸秆可作为能源物质加以利用。农作物秸秆是一种重要的富含有机质(80%~90%)的生物质能源。因此，利用现代技术将作物秸秆转化为高效、洁净、方便的高品位能源——沼气，对缓解我国常规能源紧张状况，促进社会经济的可持续发展和生态环境的改善都具有重要意义。秸秆中含有大量的纤维素、木质素，这是导致发酵速率低的主要因素。若将秸秆直接入沼气池进行发酵产气慢、产气量少、不经济、无法大面积推广应用。

自上个世纪七八十年代以来，专家教授们就采取各种各样的方法研究秸秆前处理、发酵菌剂、C/N比、PH等，在秸秆制取沼气中发挥的重要作用。如何才能顺利产生沼气，利用纯秸秆不添加氮素却很难制取沼气，河北省青县农民沼气技术员姚旭华在县委县政府的支持下，经过几十年的研究、试验和实践，克服了种种困难攻克了纯秸秆制取沼气技术难题，并成功建成大型秸秆沼气工程，并投入实际运行。2006年2月，“回流发纯秸秆连续发酵沼气新工艺”获得国家专利证书。有专家考察过姚旭华的第二处沼气罐后认为，这项科研成果在纯秸秆发酵工艺上填补了国内的空白，能源转化全部用农作物下脚料，符合目前国家的新能源规划。2007年7月15日到8月31日农业部沼气科学研究所对青县第二处钢板焊接的400m³秸秆沼气工程运行情况进行了为期33天的工程运行现场监测。

9月3日，农业部沼气科学研究所组成了以颜丽研究员为组长，李景明处长为副组长的专家组给出了评审意见：池容产气率达到1.1m³/m³·d，每投入1公斤秸秆可以产生0.5m³

左右的意见。2010年1月农业部沼气科学研究所对青县耿官屯秸秆沼气工程监测后，梅自力研究员给出了平均产气率在1.2m³/m³

·d的报告。为加快纯秸秆沼气技术推广，促进循环经济发展和节能减排的实现，河北省青县耿忠生物质能源开发有限公司，就纯秸秆沼气工程进行了各种建设模式探索，大力推广秸秆沼气工程，钢板焊接的纯秸秆沼气工程模式被河北省新能源办公室王香雪主任确定为钢板焊接的青县模式。

1、工程发展概况

1999年，马厂镇东姚庄村建成1000m³

全地下砖混结构沼气工程一处，计划利用纯秸秆制取沼气，但因当时技术还不十分成熟，未投入运行。随后的几年，通过

实验，纯

秸秆制取沼气技术

基本成熟，姚旭华自筹资金，2005年在

东姚庄村成功建成全地上砖混结构400m³

大型秸秆沼气工程一处，并为青县明发食品厂供气和36户村民供气，这在全国尚属首例，因该工程为农民技术员姚旭华自行设计建设，虽然实现了纯秸秆制取沼气，但是工程设计上还存在不足和问题，在青县县委县政府等相关部门的支持下，2006~2007年建成第二处400m³

大型钢板焊接的秸秆沼气工程，满足了全村600多户村民、马厂镇明发食品厂和马厂镇政府食堂生产生活用气。同时，第一处砖混结构400m³

大型秸秆沼气工程停用，改用新建的工程供气，自2007年成功供气以来，全村村民一直使用沼气做饭。在借鉴东姚庄村秸秆沼气工程建设经验的基础上，清州镇耿官屯村2008年建成650m³大型秸秆沼气工程一处，满足995户居民用气。

在东姚庄村、耿官屯村的带动下，青县按照省能源办提出的用现代工业化理念，企业化管理，市场化运作，规模化经营的发展思路，实现“集中建站，联村供气”。

2009年青县共有五个村开始

建设大型秸秆沼气工程。其中，东姚庄村建成一处1500m³

大型秸秆沼气工程，可满足1500户以

上居民生活用气；耿官屯村建成两处1000m³

大型秸秆沼气工程；王胜武屯村、陈缺屯村、范官屯村3个村大型秸秆沼气工程正在建设中。预计所有在建沼气工程完成后，可满足7000户以上居民用气。青县真正实现了沼气的企业化生产，规模化供气，商业化运营。

大型秸秆沼气的建成和使用真正实现了工厂化制取沼气，管道化供应沼气，实现了“两人造气，全村用气”，“几人造气，联村供气”，实现了在农村“不见炊烟起，但闻饭菜香”的情景。在农村实现集体建站，集中供气，农民用上了过去只有城里人才能使用的管道燃气，杜绝了秸秆焚烧，秸秆入村，有效地解决了村容村貌治理的难题，使农民告别烟熏火燎的炊事环境，过上和“城里人”一样的生活。为推进秸秆沼气工程可持续建设，2009年县委县政府下发了《加快推进农村城镇化发展的指导意见》，全县规划中心村59个，至2020年各中心村建设1处大型秸秆沼气工程。

2、纯秸秆沼气工艺技术

2.1 工艺技术的发展

秸秆中高温高浓度发酵沼气工程发源于东姚庄，由河北耿忠生物质能源开发有限公司规范、完善于耿官屯。该公司对秸秆中高温高浓度发酵工艺及钢板焊接沼气工程技术进行了卓有成效的探索和实践，并积累了丰富的施工经验。规范并完善了沼气防爆、脱水、净化、输配、计量、防负压等配套设施，申报秸秆沼气工程相关国家专利6项，已获得新型沼气发酵装置、沼气生产装置的多功能负压安全保护报警仪器、沼气生产用双罐互动搅拌装置、多功能沼气上料装置4项。目前，该工艺技术已经基本成熟，并具备大范围推广的实力。

2.2 工艺技术路线

秸秆中高温高浓度发酵工艺技术路线是：

沼气工程有进料口、发酵罐和出料口，以搅拌机、泵为动力，将秸秆同其它辅料按照一定比例混合均匀加一定量的热水，搅拌后，经过进料口靠泵体动力将发酵混合原料打入沼气发酵罐，在30~55℃和PH6.8~7.5的环境下进行发酵产气。其过程如下：

秸秆——粉碎——(青贮)——加土——加添加剂——加菌种——加入50~60℃热水——搅拌——打入发酵罐——产气——脱水——脱硫——入储气罐——(将CO₂和CH₄分离后提纯为天然气)——输配系统——供企业和农户使用

2.3 核心技术特点

高强度沼气发酵罐体，必须有良好的防腐、防渗漏性能和保温性能；秸秆不需要预处理即可产生沼气技术；PH值要在6.8~7.5范围内；C/N比例在20~30:1以外也能正常产气；添加剂的开发研究；秸秆降解率在95%以上。

2.4 创新点

纯秸秆中高温高浓度发酵工艺制取沼气；鲜体秸秆，干体秸秆均能产生沼气；秸秆加工精度研究；两种上料方式；池体采用聚氨酯发泡保温，保温效果好、运营成本低；运行管理模式创新；全地上式秸秆沼气发酵装置，多点进料。多点出料，采用顶部进料底部出料。

2.5 青县秸秆沼气工程特点

一是以钢板焊接工艺建设发酵罐、储气罐等主体工程，并进行必要的防腐处理；

二是采用纯秸秆中高温高浓度发酵技术，每2kg干体秸秆或5.5~7.5kg鲜体秸秆可产出1m³沼气；

三是发酵罐内无搅拌装置。上进料，下出料，同时多点进料、多点出料以及两种上料方式；

四是加热方式，采用“太阳能、玉米芯(或称作棒子瓢子)、沼气”多能开发；

五是在发酵罐内多处安装温度检测仪，实时检测罐体内不同部位的温度；

六是通过CH₄、CO₂、PH值分析仪，随时检测相关数据，为工程运行管理提供必要的数据库；

七是应用防爆、脱水、脱硫技术确保沼气达到入户技术指标；

八是采用调压式干式储气罐；

九是先进的输配增、减压输配系统，同时采用防超压、负压系统，使得用户用气更加安全稳定。

2.6应用和成果

几年来，青县结合新农村、新民居建设，大力发展秸秆沼气工程，积极探索大中型秸秆沼气工程的建设和使用，推进农村小城镇化建设。截止2009年，河北耿忠生物质能源开发公司经过先后六代的完善和改进形成了钢板焊接沼气工程模式。目前，为青县东姚庄

村、耿官屯村、黄骅市西排村、白庄村先后建成了300m³、350m³、400m³、500m³、650m³、750m³、1000m³、1500m³、2000m³

大型钢板焊接发酵罐及储气罐15个，4处，供气能力达~5500户，正在建设的第六代大型秸秆沼气工程3处，全部建成后青县秸秆沼气工程供气能力可达到7000多户。其中，由该公司建设的东姚庄村、耿官屯村两处大型秸秆沼气集中供气系统工程投入使用。满负荷运转后。供气能力达4500户。已经为2200户农户、青县明发食品厂、青县康佳食品厂、马厂镇政府食堂(100人同时就餐)、耿官屯喜庆大厅(800人同时就餐)、河北耿忠生物质能源开发有限公司办公楼供暖(1100m²)同时供气。河北黄骅西市排村沼气工程，已经满足了300多户村民做饭。

2010年1月成都沼科所对耿官屯秸秆沼气工程

进行了检测，对1000m³发酵罐检测，平均产气在1200m³/d以上，给出结论是池容产气率达到1.2m³/m³·d以上。

经过近几年的试验、示范，秸秆沼气集中供气系统工程初见成效，取得了一定的经济、社会和生态效益，在当今世界发展循环经济，促进节能减排，开展CDM机制的大背景下，纯秸秆沼气工程技术具有良好的发展前景。

3、建设内容及投资成本

根据多年的建设经验，2008年以前，500户以上的工程，户平均投资在3500元左右。2009年开始，因设计标准提高，1000户以上的秸秆沼气工程户均投资在5500元左右。以1000m³沼气工程为例，估算投资531万元。建设内容包括：土建工程110万元；输配管网110万元；发酵罐、储气罐、站内输配系统、净化系统、消防系统、加热系统、自控系统等280万元；沼气灶具13万元；勘察、设计、预算、监理18万元。(不包括科研、初步设计、不可预见等费用)

4、后期运行管理模式

4.1人员及管理

东姚庄沼气站管理人员6人，满足了600多户村民、两个食品厂生活生产用气；耿官屯沼气站5个人，满足了1555户居民、喜庆大厅、河北耿忠生物质能源开发有限公司用气。一般情况下，800户左右的沼气站管理人员2~3人即可；1500户以上的工人沼气站由3~6个人即可满足管理要求。

4.2沼气站日常管理

沼气站日常管理包括：秸秆集中收购、加工及青贮管理；发酵原料上料管理；发酵罐排料管理；输气管理；料液控制管理；温度控制管理；pH值管理；安全消防管理；相关数据记录管理；24小时轮流值班等。

5、运行成本与效益

以1000m³沼气工程为例分析运行成本与效益。

5.1运行成本

年消耗原料730吨：，按300元/吨计算，计21.9万元，

秸秆收集、添加剂及加工电费，按0.1元/m³，计3.65万元，

操作工人工工资每人每月800元，计3.84万元

设备维修及维护费2万元

年生产成本为：31.39万元

每立方米沼气平均成本为：0.86元

因此，秸秆、人工、水、电、添加剂及维修约0.9元/m³。

5.2经济效益

一般供应农户沼气售价是1.6元/m³，沼气站盈利0.7元/m³，年盈利：25.55万元

5.2.1秸秆沼气与液化石油气的对比。1m³

的沼气和0.5kg液化气的热值相当，目前青县液化气是7元/kg。因此，每立方米沼气和相同热值的液化气相比，可节省19元。每天每户用沼气约1m³，和使用液化气相比可节省1.9元，全年居民节省燃气费为：69.35万元

沼渣售价为30元/m³，年收入75万元

沼气站年可增收节支102.4万元。

如果将每立方米沼气进行分离提纯后，可增加附加值2元左右，将沼液、沼渣进行深加工后，每立方米可增加附加值500元以上。

5.2.2秸秆沼气与煤的对比。1m³

的沼气和1kg原煤热值相当。由于沼气灶具的热效率约是煤炉灶热效率的3倍，因此每立方米沼气相当于3.3千克原煤。据调查，青县农户使用蜂窝煤用于日常生活用能的已经不多，一般每户每天用蜂窝煤3~4块，每块约1kg即3~4kg，蜂窝煤价格在400~500元/吨，因此，每天约1.6元。每天需要专人管理煤炉，晚上不封火的话，费煤，灭火的话，第二天还要生炉子很麻烦，因此煤与沼气相比没有优势。

5.2.3秸秆沼气与

天然气的对比。我县天然气入户初

装费2800元每户，目前收费价格在3.2~37元/m³，按照秸秆沼气每2m³

可以提纯为1m³计算，只要天然气价格不低于3.2/m³

就是用秸秆气省钱。如果刨除安装费用外，做秸秆沼气的一般村户筹资都在1000元以下，甚至有的村民不用筹资，所有费用均由村集体补贴，秸秆沼气更优越于天然气。

5.3社会效益

农作物秸秆不再入村，街道、庭院干净卫生了，从而彻底改善了农村脏乱差的环境面貌；用上沼气以后改变了农民传统的生活方式，厨房卫生干净了，做饭不再是烟熏火燎；用沼气做饭时间也缩短了，每户每天可节约1小时，节约的时间可用于打工增加收入，也可用于读书、看报、娱乐等。

我县秸秆沼气集中供气工程为国内首创，已经带动了全省乃至全国秸秆沼气集中供气工程建设发展。它的推广为秸秆利用开辟了新的途径，也是新能源开发利用的一项新的突破，如果将沼气进一步提纯成为天然气，可替代煤和液化气用于工业农业生产，对于缓解能源危机有着极其深远的历史意义。

5.4生态效益

1000m³

的秸秆沼气工程年消耗秸秆约730吨，年产沼气36.5万m³，产沼渣1500m³

。通过使用沼气，一般每户每天可减少燃烧秸秆10公斤，1000户居民每年减少直接燃烧秸秆3650吨；可以节约标煤260吨；减排CO₂676吨；减排SO₂

2.21吨；减排氮氧化物1.921吨；减排粉尘0.31吨减少大气污染，减少了水土流失，有效的保护了生态环境。如果更多的农民全都用上秸秆沼气，甚至将沼气替代煤、石油、天然气用于工业，将会极大的改善全国各地的生态环境。

6、纯秸秆沼气工程优越于户用沼气、秸秆气化工程

在我们地区，大型秸秆沼气工程与户用沼气、秸秆气化相比具有一定的发展优势。

6.1户用沼气池的不足

就户用沼气而言，户用沼气技术已经十分成熟，不存在技术缺陷，但是存在一些发展瓶颈因素。一是户用沼气物业服务体系滞后。在全国上下大力发展户用沼气池的同时。我县户用沼气建设也得到了一定的发展，但因沼气物业服务体系相对滞后，影响到户用沼气池的使用效果，从而影响到农户建设沼气的积极性。二是农村庭院较小。青县地处平原地区，地势平坦，村庄集中，村内户挨户房连房，除个别农村宅基地较宽松外，多数村户院落较小，不适宜户用沼气建设的发展。三是发酵原料不足。青县实行了畜牧养殖外迁，户用沼气池原料不足，村内不太适宜建设户沼气池。四是经济发达地区不适宜发展户用沼气池。

因一家一户建沼气池后，每天都需要有人管护，不然就影响到使用效果。而经济相对发达的地区，农民因打工或做生意，几乎没有时间进行管护，而且管护也非常麻烦，相对成本较高，与其建沼气池，不如买液化气或是用电了。而在经济欠发达地区或是山区还是比较适宜发展户用沼气。

6.2秸秆气化的缺陷

秸秆气化发展多年来，技术已经十分成熟，但是秸秆气化存在本质的缺陷，因此制约了进一步发展空间。青县耿官屯秸秆沼气站2005年到2008年正常运行三年。通过三年的运行看，秸秆气化仍然存在缺陷。一是秸秆气化中除焦油技术。目前除焦油技术多数是通过增加输气管网的直径来达到增加使用寿命的目的，不仅增加了成本，而且除焦技术仍然效果不理想。二是安全系数低。秸秆气主要成分是CO，有毒性，其实每年冬季采暖炉中煤气的农民，就是CO中毒。一旦渗漏后果不堪设想。三是热值低。因热值低，从三年使用效果看秸秆气炒菜效果不佳，适宜熬粥、炖肉等不需要爆火的烹调。四是基本不能实现循环经济。秸秆经过不完全燃烧后，产生了秸秆气，剩余物为少量的灰分，而灰分中除了含有少量的钾肥外，没有其他养分。五是生产成本较高。据调查，多年来秸秆气化工程多数为福利工程，不能靠自身进行自负盈亏自我发展。

6.3秸秆沼气的优点

一是原料易得。青县农作物秸秆年产量达60万吨，如果全部通过秸秆沼气工程转化成沼气，年可产沼气3亿m³。

二是实现了工厂化生产。建造了大型沼气工程，几个人管理，就可生产出全村使用的沼气，实现了集中供气，并且一年四季都能用。避免了每家每户都要有人管理户用沼气才能正常使用的情况，极大地解放了农村妇女劳动力，让家庭主妇告别了烟熏火燎。三是生产成本低，效益高。利用秸秆采取中高温高浓度发酵工艺技术生产沼气，是多年来新能源行业的一个科研课题，生产成本在0.9元/m³左右，能产生经济效益。四是实现了循环经济和节能减排。秸秆发酵产生沼气后，剩余产物是沼液和沼渣，沼液、沼渣是无公害有机肥，用于农业生产中，生产出无公害有机食品，同时又生产出植物秸秆。而秸秆又用于生产沼气，实现物质和能量的良性循环，真正实现了循环经济和节能减排，同时也是CDM的好项目。

经过以上分析，对于秸秆沼气的运行管理，可以采取商业化运作模式运行，由公司或个人负责沼气工程的整体运营。其经济、社会、生态效益相当显著，前景非常广阔。

7、存在问题与建议

7.1纯秸秆沼气工程工艺技术尚不十分成熟，还需要进一步改进和完善。在沼气工程建设、自动化、沼气添加剂、

脱水脱硫工艺等方面还需要进一步研发。

7.2沼气分离和提纯工艺不成熟。将沼气提纯后，即可以得到天然气。可以拓宽沼气的利用途径。目前，分离提纯技术尚不成熟。

7.3沼液、沼渣利用情况不佳。仅仅是简单的应用，还没有进行开发深加工。

7.4工程采用钢板焊接的工艺，优于砖混、混凝土及其他材料建设模式。该工艺施工快、强度高、密封性好、容易改造等。

7.5集中建站，联村(中心村)供气。原则上不能低于1000户，否则户均相对成本较高。可以3~5个村甚至更多的村集中建设一处沼气工程，通过铺设管网给各村供气。

7.6沼气工程要独立运营，自负盈亏。

7.7适宜经济较发达且户数500户以上的大村。否则，平均投资大，且用气量不稳定。

7.8开发新用途。凡是用液化气、秸秆气、水煤气的地方都能用沼气来替代。因此，建设集中供气工程用于工业效益更大。

7.9因工程标准提高，投资相对较高，建议国家补贴投资标准能够提高。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/91554.html>