

中国政府/世界银行/全球环境基金
中国可再生能源规模化发展项目
China Renewable Energy Scale-up Program

农林剩余物能源化利用技术及装备调研报告

中国可再生能源规模化发展项目办公室

2008年8月 北京

前 言

我国生物质能资源十分丰富。其中，农林剩余物的能源化利用具有较大的发展潜力，据专家估算，可以作为发电利用的农林剩余物资源量约为 2.3 亿吨标准煤，具有形成农林剩余物能源化、规模化的基础条件。农林剩余物的能源化利用对提高可再生能源在我国能源结构中的比例，促进能源结构改善和经济、环境可持续发展，尤其是对提升我国农村经济发展水平和环境质量，建设小康、和谐社会具有重要的意义。

作为能源资源，我国农林剩余物具有分布分散的特点，因而需要因地制宜地开发各种适用技术，如加工成型燃料、气化（炭化）及其中小规模发电等。但是，受资源、市场、技术、政策等多方面复杂因素的影响，农林剩余物能源利用技术的产业化程度还很低，尚不具备全面普及推广的条件。为此，国家发展与改革委员会和财政部拟通过支持示范项目的建设和运行，促进农林剩余物利用技术和装备的产业化发展。

为配合农林剩余物能源化利用示范项目管理办公室的制定，中国可再生能源规模化发展项目管理办公室按照国家发展改革委的要求，组织了农林剩余物利用技术及装备应用的现状调研和评估工作，聘请了国内有关专家，最终完成五份调查评估报告，其中包括：由中国科学院广州能源研究所姜洋和北京盛昌绿能科技有限公司的傅友红共同完成的《生物质成型燃料行业装备及产业化应用调查和评估报告》、由农业部沼气科学研究所颜丽和杭州能源环境工程有限公司蔡昌达共同完成的《养殖场沼气发电行业技术装备及产业化应用调查和评估报告》、由山东大学董玉平完成的《村级秸秆气化发电行业装备及产业化应用调查和评估报告》、由中国科学院广州能源研究所马隆龙共同完成的《中等规模生物质气化发电技术装备及产业化应用》和由山东大学王志明完成的《生物质能发电行业装备及产业化应用调查和评估报告》。

这五份报告分别整理和汇总了相应行业的技术和装备及产业化应用现状，分析其存在的问题，提出了关于促进这些技术装备产业化发展应采取措施和支持手段的建议，为国家发展改革委制定有关的指导政策和管理规则提供了技术支持。

现将这五份调查报告汇编成册，供相关政府部门和学术机构参考。

报告目录

- 1、《生物质成型燃料行业装备及产业化应用调查和评估报告》
- 2、《养殖场沼气发电行业技术装备及产业化应用调查和评估报告》
- 3、《村级秸秆气化发电行业装备及产业化应用调查和评估报告》
- 4、《中等规模生物质气化发电技术装备及产业化应用》
- 5、《生物质能发电行业装备及产业化应用调查和评估报告》

生物质成型燃料行业装备及产业化应用
调查和评估报告

目 录

一、行业发展现状	1
(一) 技术(装备)现状.....	1
1. 螺旋挤压热挤成型技术.....	1
2. 活塞冲压式成型技术.....	2
3. 压辊辗压技术.....	4
4. 压块成型技术.....	5
5. 机械冲压成型技术.....	6
6. 主要设备生产厂商.....	7
7. 主要生产厂产品.....	10
(二) 推广应用现状	11
1. 环模颗粒/压块燃料成型技术.....	12
2. 液压棒状成型燃料技术.....	14
3. 平模秸秆压块/颗粒燃料技术.....	15
(三) 典型案例	17
1. 环模颗粒燃料项目.....	17
2. 平模压块燃料项目.....	20
二、产业发展存在问题.....	21
(一) 现有技术及装备存在的问题.....	21
1. 成型机组可靠性较差.....	21
2. 成型设备适应范围窄, 规范标准不统一.....	22
3. 设备连续运行能力低.....	22
(二) 装备研发与生产存在的问题.....	22
(三) 已建成项目存在的问题.....	22
(四) 技术推广存在的障碍.....	23
(五) 投融资存在的问题.....	23
(六) 政策问题	23
三、建议	23
(一) 支持推广应用项目的建议.....	23
1. 建议资金支持的范围.....	23
2. 接受支持的项目业主条件.....	23
3. 接受支持的项目业主具备的基础条件.....	24
4. 建议支持的项目规模.....	24
5. 建议支持的资金额度.....	24
(二) 支持装备研发与生产的建议.....	24
1. 建议资金支持的范围.....	24
2. 接受支持的项目业主条件.....	24
3. 建议支持的项目规模.....	24

4. 建议支持的资金额度.....	24
(三) 政策建议	24
1. 加大宣传力度.....	25
2. 实行特殊投资政策.....	25
3. 实施补贴政策.....	25
4. 给予税收优惠政策.....	25
5. 建立投资平台.....	25
6. 加大对研发的投资力度.....	25
7. 增加信贷规模.....	25
(四) 关项目评审的建议.....	25

生物质成型燃料行业装备及产业化应用 调查和评估报告

一、行业发展现状

我国从 20 世纪 80 年代开始生物质成型燃料技术的研究，主要引进韩国、日本以及我国台湾地区以螺杆挤压机为主的成套设备。随后，荷兰、比利时等国技术设备也相继推入中国。“七五”计划期间，我国一些科研院所和企业开始对生物质致密成型机及生物质成型的理论研究。但由于设备的螺杆磨损快和产品没有市场，发展缓慢。1990 年前后，一些单位先后研制和生产了几种不同规格的生物质成型机和碳化机组，包括机械冲压式成型机、液压驱动活塞式成型机、电加热螺杆成型机等。但这些设备存在诸如成型筒及螺杆磨损严重、寿命较短、电耗大等缺点。进入 21 世纪，化石能源价格连续攀升，环境污染日益加剧，国家开始重视对各种可再生能源的开发，生物质成型燃料进入良好发展阶段，颗粒状、小方块状成型燃料引起高度关注。目前，国内很多企业和大专院校、科研院所开发成功挤压式、液压冲击式、螺杆式成型燃料生产设备，并在生物质发电、取暖炉、锅炉、机制木炭生产等方面广泛使用。

据统计，全国目前投入使用的生物质压缩成型设备约为 1000 台套，年产生物质成型燃料（不包括机制木炭）20 万吨左右。

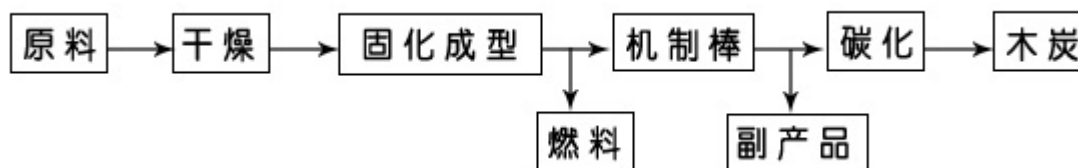
（一）技术（装备）现状

生物质压缩成型燃料由于具有较高的压缩比，极大方便生物质资源的运输和储存，同时改善了生物质原料的燃烧性能，提高了生物质资源的利用效率。作为一种可再生的清洁能源，有着广阔的发展前景。现已研制开发的生物质成型技术按成型原理主要有三大类：螺旋挤压生产棒状成型燃料技术；机械和活塞式挤压制得圆柱块状成型燃料技术；压辊碾压颗粒状成型技术和设备（包括环模式和平模式）。

1. 螺旋挤压热挤成型技术

螺旋挤压式成型机利用螺杆挤压生物质，靠外部加热，维持 150~300℃ 成型温度使木质素、纤维素等软化，挤压成生物质压块。为避免成型过程中原料水分的快速汽化造成成型块的开裂和“放炮”现象发生，一般将原料的含水率控制在 8%~12% 之间。成型压力的大小随原料和所要求成型块密度的不同而异，可以通过调整螺杆的进套尺寸进行调节，成型燃料形状通常为直径 50~60mm 的空心棒。

（1）工艺流程



(2) 优缺点及适用范围

优点

初期投资小、操作简单、运行平稳，其产品易于燃燃，并可进一步加工成机制木炭，提高其价值品位。该类成型机在我国成型机市场占据主要地位。

缺点

单位产品能耗高，一般为100~125kWh/t;

成型机部件寿命短，平均寿命仅有60~80h，连续化生产水平低。为解决螺杆首端承磨面磨损问题，现在大多采用喷焊钨钴合金、焊条堆焊618或碳化钨，或是采用局部渗硼处理和振动堆焊等方法对螺杆成型部位进行强化处理，但成本高，用户难以接受；

原料含水率难以控制，设备配套性能差，管理自动化程度较低等，从而导致其难以形成规模效益，限制了它在大规模商业化中的应用。

使用范围

适于加工木屑、稻壳、棉秆等木质生物质原料。可进一步炭化，制成机制木炭，用于民用烧烤。

(3) 主要设备

0.45t/hr 机制燃料棒主要设备

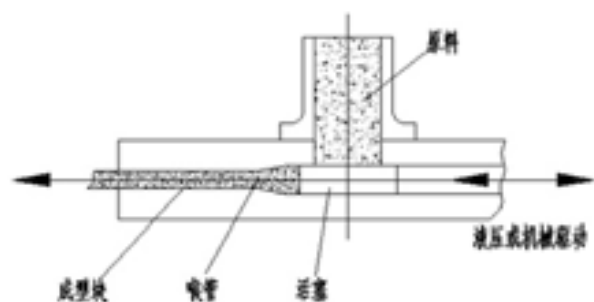
设备名称	规格 (kg/hr)	数量	单价	备注 (kw)
烘干设备	0.6	1	5.8	7.5
制棒机	0.15	3	1.88	15
筛选输送设备	0.75	1	2.7	2.2

1.5 t/hr 机制燃料棒全自动生产线主要设备

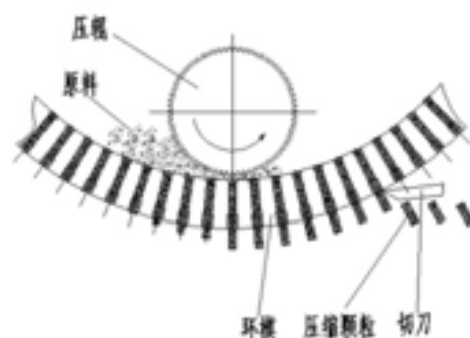
设备名称	规格(t/hr)	数量	单价	备注 (kw)
筛选输送	1.5	1	6.5	2.2
热风锅炉			4	
圆筒干燥	1.8	1	18.5	15
余料回收			5.7	3
钢网输送机	2		7	5.5
固化成型机	0.15	10	1.88	15
排烟系统		2	2.7	

2. 活塞冲压式成型技术

活塞冲压式成型机靠液压驱动活塞的往复运动实现成型。一般不用电加热。产品为实心燃料棒或燃料块，密度稍低，介于0.8~1.1g/cm³之间，容易松散。其结构原理简图如下：



活塞冲压式成型机结构简图



压辊辊压成型机结构简图

(1) 工艺流程

粉碎后较松散的生物质（秸秆）原料经过垂直液压油缸和水平液压油缸两次预压后，由双出杆油缸上的冲杆推入成型套筒内，在合适的成型温度下，套筒中的秸秆生物质在外力的作用下颗粒重新排列位置关系，并发生机械变形和塑性变形。在垂直于最大应力的方向上，粒子主要以相互靠近结合的形式结合。随外力的增大，生物质体积大幅度减小，容积密度显著增大，生物质内部胶合、外部焦化，并具有一定的形状和强度。冲杆不断推挤，秸秆生物质从两端成型套筒中交替挤出，成为生物质棒块成型燃料（俗称秸秆煤）。

(2) 优缺点及适用范围

优点

生产成本低：成型机采用液压式、双向出料、低压运行设计，正常工作压强 12MP。

原料来源广泛：成型机是针对我国资源量最为丰富的农作物秸秆设计的，大块型、高密度的产品适于农村和小型工业锅炉规模化应用。

原料粒度范围广：成型机对原料的粉碎要求低。国外的设备要求原料粉碎粒度在 1-5mm 才能成型，而该设备对原料的粉碎要求范围为 1-100mm。

缺点

设备结构复杂，生产率不高，产品质量不太稳定，存在较大的振动负荷，所以设备运行稳定性差，故障率高。

生产中污染：噪音较大，润滑油污染严重。

设备占地面积较大：主机身较长，加上与液压站的管件连接，占地面积达 30 平方米。

适应性

较好的原料适应性，尤其对其他方法不易成型的麦草和稻草可以加工成型。生产的秸秆成型燃料，是一种高密度燃料，其体积热值与煤相当，环保性能远优于煤，可作为煤的

替代燃料用于农村生活及生产领域，如作为洗浴锅炉和温室大棚供热锅炉燃料以及农户炊事燃料等。

(3) 主要设备

液压式成型机年产 6000 吨生物质成型燃料主要设备

设备名称	规格	数量	单价	备注
液压式成型机	HPB-V 型	3 台套	28 万元	
秸秆粉碎机		3 台	0.3 万元	

3. 压辊辗压技术

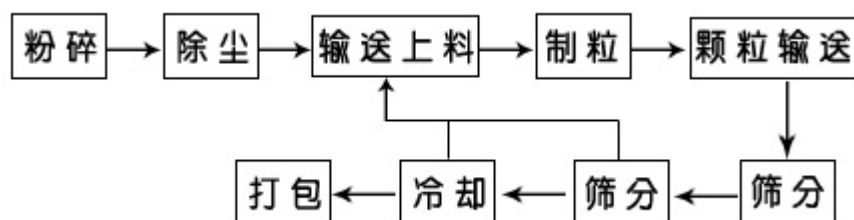
环模压辊式成型机

环模压辊式颗粒成型机是目前使用最为广泛的压制机机型，主要有齿轮传动和皮带传动两种方式。环模固定在大齿轮传递的空心轴上旋转，压辊则固定在用制动装置固定的实心轴上，为动模式制粒机。齿轮型传动效率高、结构紧凑，但生产时噪音较大；皮带型传动不需额外的润滑管理，噪音小，并有较好的缓冲能力，但传动效率低、不能实现低成本的二级变速。

平模辗压成型机

我国的平模制粒机一般采用拉丝直辊平模制粒方式，广泛使用平行轴齿轮减速。

(1) 工艺流程



(2) 优缺点及适用范围

环模辗压成型技术

优点：充分借鉴饲料机械的特点，自动化程度高，单机产量大，适于规模化和产业化发展。是今后生物质燃料产业的主流技术与工艺。

缺点：投资规模较大，环模、压辊易损件磨损严重。对稻草、麦草成型较为困难。

适用范围：目前广泛应用于以木屑、玉米和棉花秸秆为原料的生物质颗粒燃料生产。

平模辗压成型技术

优点：平模式制粒机压制室空间较大，可采用大直径压辊，因而能将诸如秸秆、干甜菜根、稻壳、木屑等体积粗大、纤维较长的原料强行辗压粉碎后压制成粒，降低了对原料的粉碎度要求。对原料水分的适应性也较强，含水率 15-25% 的物料都能被压缩成型。

缺点：单机产量有限；所配辅助设备相比环模制粒多；相对电耗多于环模；受模具限制，产量低于环模机。

适应范围：因结构简单、成本低廉、易于维修维护，适于广大农村农民小规模灵活使用。

(3) 主要设备

环模主要设备

1.5t/hr 颗粒燃料（工艺）主要设备清单

设备名称	规格 (t/hr)	数量	单价	备注
粉碎机	1.5	1	3.5	45kw
除尘器		1	3.2	
上料蛟龙	2	1	3.1	
制粒机	1.5	1	21	90kw

3t/hr 全自动颗粒燃料（工艺）主要设备清单

设备名称	规格 (t/hr)	数量	单价	备注
粉碎机	1.5	2	3.5	45kw
除尘器		2	4.2	
上料蛟龙	3	1	5.1	
分配蛟龙	3	3	4	
制粒机	1.5	2	21	90kw
提升机		2	2.3	
冷却器		1	5.6	
包装机		1	5.3	
筛分、输送				

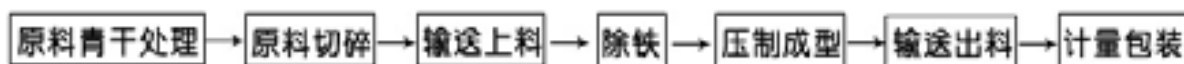
平模主要设备

设备名称	规格 (kg/hr)	数量	单价 (万元)	备注
小型平模造粒机	100~125		2.5	11kw
中型平模造粒机	300~380		9.8	30kw
秸秆粉碎机	750-100		2.5	18.5kw

4. 压块成型技术

环模式压块机主要由供料器、除铁装置、压块机构、传动装置组成。物料进入压制室后在偏心压轮的挤压下，从径向分布的环模孔中排出。块状料的长度由模孔出口处的转向圈控制，成型块截面尺寸在32X32mm左右，生产率可达1t/h左右，是规模化生产生物质成型燃料的机型之一。

(1) 工艺流程



(2) 优缺点及适用范围

优点

工艺简单，成本低（生产成本比颗粒燃料低 10%-15%），初期投资小；

对原料的粉碎要求低，10-50mm 即可；

对原料的适应性强，农作物秸秆类原料均可成型。

缺点

设备运行稳定性差，故障率高；

产品密度低，仅为 0.6-0.8 kg/dm³，抗跌性差。

适用范围

比较适于生物质规模化应用的原料预处理以及发电厂补充燃料的加工成型。

(3) 主要设备

3000 吨/年主要设备

设备名称	规格 (kg/hr)	数量	单价	备注 (kw)
粉碎机	2000	1	4.5	22
压块机	1200	1	22	55
输送机	1500	1	3.5	5

5. 机械冲压成型技术

零点直筒式生物质燃料冲压成型技术。此为专利新技术，还没有太多实践，数据与技术待查。

专利名称：秸秆煤成型机，专利证书号： 642946。

工作原理：筒内单向力冲压成型。

(1) 工艺流程

电机驱动一个直径 1.5 米、重 1.3 吨的储能轮，转换成 260 吨冲压推动力，模具冲头在 1 秒钟内将秸秆物料冲压成型。成型后不即时出壳，使产品在模具筒腔内保压 3—5 秒时间，始终保持数块成型产品，形成冲头前端阻力。冲压推动力大于阻力，筒腔内产品不断形成至出筒。冲头回抽时入料，实现了既把新进物料冲压成型，又作为动力使前边成型块从筒腔内推出。

(2) 优缺点及适用范围

比较国内其它生物质成型技术和设备，零点直筒式单向力冲压成型机实验证明具有独特优势：

- 1) 原理独特：突破传统冲压成型原理，实现筒内单向力冲压成型；
- 2) 产量高：12 孔出成品，产量达 2 吨/小时；
- 3) 产品规格调整功能强：可根据原料性质和用户需求调整成品规格，如成品直径、

密度和水分等；

- 4) 能耗低：与市场其它成型设备比较，耗能降低 1/2~2/3；
- 5) 操作简单：操作台控制，自动上料，双人即可完成操作过程；
- 6) 价格合理：设备价格适中，便于推广。

(3) 主要设备

设备名称	规格	数量	单价	备注 (kw)
直筒式冲压成型机	CYZL260A 型	1	50 万元	110
粉碎机	Fs2T/H	1	5 万元	22
传送带	5 米	2	1 万元	5.5

6. 主要设备生产厂商

(1) 螺旋挤压热挤成型

主要分布在辽宁、河南，全国大约有三十余家从事这类设备的生产与开发。

辽宁省能源研究所

该所（注册资本 150 万元人民币）长期致力于生物质能技术的研究开发，特别是在生物质固化成型和热解技术方面，经过多年的研究开发和推广应用，不仅取得了多项科研成果，而且积累了比较成熟的技术和工程经验。

BIO-15 型生物质致密成型机组是辽宁省能源研究所在国家科技攻关项目支持下研制成功的处理农林废弃物设备。该机组包括干燥、成型、炭化等设备单元，各单元可独立使用。该设备以木屑、秸秆、稻壳等生物质为原料生产中空棒状燃料，棒状燃料经炭化后可制成优质木炭。主要技术指标都达到了国际先进水平，单位产品能耗 100kWh/t 左右，主要易损件寿命达到 500h 以上，价格水平处于国内中上水平。

巩义市宇航机械厂

该厂是生产木炭机系列设备的专业厂家，集科研、生产和营销为一体。主要技术指标都达到了国内领先水平，单位产品能耗 100kWh/t 左右，主要易损件寿命达到 400h 以上，价格水平处于国内中等水平。

郑州市福华机械制造有限公司

该公司是生产木炭机、炭粉成型机、驻车制动器、备胎升降系列机械产品定点企业，技术指标处于国内领先水平，单位产品能耗 100kWh/t 左右，主要易损件寿命达到 400h 以上，价格水平处于国内较低水平。

(2) 活塞液压式成型

河南农业大学在科技部重大科技攻关项目和技术成果转化资金的支持下完成了该技

术的 4 代秸秆成型机研制，设备已转让洛阳恒生能源设备有限公司、江苏苏州工业开发区等四家企业生产。

洛阳恒生能源设备有限公司

该公司成立于 1996 年，注册资金 300 万元人民币，主要生产诸如 HPB-IV 型生物质成型机、秸秆粉碎机的可再生能源设备以及民用炊事炉及其零部件。

生物质成型燃料机的主要技术指标都达到了国际先进水平，特别是单位产品能耗已降至 60kWh/t 左右，主要易损件寿命达 1000h 以上，价格水平中等。

苏州恒辉生物能源开发有限公司

该公司是一家专业从事可再生能源开发利用和设备制造的科技型企业，2006 年 8 月注册于苏州工业园区，注册资本 1000 万元。2007 年公司申报的“液压式生物质（秸秆）成型设备及成型燃料的开发及产业化”项目获得江苏省科技成果转化专项资金支持，江苏省科技厅拨款 1250 万元支持项目的研究开发。主要产品为 HPB—V 型液压式生物质成型机，技术处于国内领先水平，能耗 80kWh/t，价格水平中等。

（3）辊模碾压成型

我国利用辊模碾压成型生产秸秆颗粒和木质颗粒的厂商约有十几家。年产 3000 吨以上一般采用环模技术，是基于颗粒饲料加工设备发展起来的，技术成熟，自动化程度高，适于规模化生产，是成型燃料的主流机型，也是今后发展的重点。但目前存在工艺路线较为繁琐、易损件寿命短、辅助设备不配套等问题。

北京盛昌绿能科技有限公司

该公司为北京市民营高新技术企业，注册资金 1000 万元。现有科研和工程技术人员 30 人，其中具有高级职称、留学归国及研究生以上学历的科技人员占 80%。主要致力于生物质成型燃料、生物质成型设备和生物质燃烧设备等产品的研制开发和生产销售以及生物质热电事业的发展。公司与包头农机公司联合研制开发的两个系列生物质颗粒成型设备处于国内领先水平，环模寿命 500 小时以上，生物质颗粒产量 1~2 吨/小时，单位生产能耗不大于 70 千瓦时/吨，成型率大于 90%，设备经济寿命大于 10 年，价格处于国内中等水平。

上海申德机械有限公司

该公司成立于 1992 年 10 月，由目前国内最大的农牧业合资企业—上海大江集团股份有限公司与德国 MUNCH-EDELSTAHL G.M.B.H 合资经营，总投资 700 万美元。该公司引进德国先进技术及多工位深孔枪钻、真空淬火炉等先进设备，专业从事饲料机械的设备生产和承接饲料加工生产线的成套交钥匙工程。目前已涉足木质颗粒领域，设备产量 1.2 吨/小时，单位生产能耗不大于 90 千瓦时/吨，成型率大于 90%，设备经济寿命大于 10 年。

先后在吉林的琿春、内蒙古的满洲里建立了 2 条生产线，设备价格 150 万元左右，由于其它配套设备以及烘干、粉碎等问题，生产线目前仍处于试生产阶段。设备投资价格处于国内较高水平。

诸城市恒基机械制造有限公司

该公司多年生产机械产品，技术力量雄厚，产品质量稳定、畅销全国。是国内较早专业生产木质颗粒设备的厂家，设备的木质颗粒产量 1.2 吨/小时，单位生产能耗不大于 90 千瓦时/吨，成型率大于 90%，设备经济寿命大于 10 年。提供全套设备，价格适中。

吉林省华光生态工程技术研究所

该研究所注册于吉林省长春市净月开发区，注册资金 1000 万元。主要产品为秸秆平模造粒机，压辊轴水冷却技术居国际先进水平，传动系统处于国内先进水平。是国内平模设备的主要生产厂家，产品已出口韩国、日本等国家，价格中上水平。

黑龙江省双赢再生能源有限公司

该公司为民营科技型企业，现有职工 108 人，其中高级技术人员 8 人，中级技术人员 4 人，高级管理人员 4 人。公司目前的主营业务是生产加工生物质颗粒燃料及加工（平模、环模）颗粒成型机和再生能源贸易。总公司下辖一个机械制造加工基地和一个再生能源生产基地。

(4) 压块成型

河北省农业机械研究所在科技部科技攻关项目和技术成果转化资金的支持下完成该技术的饲料加工设备。随着河北省的一些生物质发电厂对燃料的需求，该技术得以发展。

河北富润农业科技开发有限公司

该公司地处河北省石家庄市，注册资金 1100 万。主要产品有农作物秸秆、牧草压块加工成套设备。

该公司生产的农作物秸秆、牧草压缩成套设备，效率高、质量好、耗能低、品种多、适应性强。机组有固定式、放置式、移动式多种类型供用户选择；生产能力分别为 0.5-0.8 吨/小时、0.8—1.2 吨/小时和 1.5—2.5 吨/小时。单位生产能耗不大于 70 千瓦时/吨，成型率大于 85%，设备经济寿命大于 10 年，价格适中。

河北金胜达秸秆综合利用开发有限公司

该公司地处河北省石家庄市，主要产品有秸秆（牧草）压块饲料、生物质燃料成套制造、各种形式的秸秆（生物质）压缩成型设备。机组有固定式、移动式多种类型供用户选择；生产能力分别为 0.5-0.8 吨/小时、0.8—1.2 吨/小时，单位生产能耗不大于 70 千瓦时/吨，成型率大于 85%，设备经济寿命大于 10 年，价格适中。

(5) 机械冲压成型

北京合盛开生物质能科技有限公司

该公司的生产基地设于河北省邯郸市煤地质总局 119 勘探队机械厂（省级重点企业，年产值近亿元）。整机设备和产成品已申报国家相关部门鉴定，该设备已具备批量生产组装条件，首批设备已装配下线，即将投入河北省晋州生物电厂秸秆燃料生产供应，双方已达成建设生物质燃料生产示范基地协议并上报国家相关主管部门。

合肥天焱绿色能源开发有限公司

该公司是专业从事绿色能源开发及产品研究制造的高科技公司，现有职工 128 人，具有中级职称以上技术人员 36 人，生物质秸秆成型机是 2004 年开发的生物质利用并行产品，目前已经投放市场。产量 1000Kg/小时，动力 60KkW。棒料规格：直径 75mm，棒料密度：1.0~1.4g/cm³。

(6) 配套设备—粉碎机

生物质成型的预处理粉碎，尤其是棉秆和麦秆的粉碎，是该行业的薄弱环节。

河北华勤机械股份有限公司

该公司地处河北省邱县，系农机专业生产企业。现有员工 450 余人，技术人员 126 名，设有铸造、冲压、机加工、焊接、钳工、新产品开发等生产车间。收获机械的产品有 4Y-2 型玉米收获机、4JS-90 型秸秆收获机、4MJ-90 型秸秆收获机、1JH 型秸秆切碎还田机等，注册商标为“华勤”牌。

肥城市畜丰农牧机械有限公司（棉秆粉碎机）

该公司在山东省肥城市，前身为山东省肥城铡草机厂，2005 年改制为民营企业。铡草机厂始建于 1959 年，共有干部职工 218 人，其中工程技术人员 38 人。占地面积 42 亩，固定资产 850 万元，流动资金 320 万元。设备精良，工艺先进，具有一定的生产能力。是国家牧业机械质量监督检验测试中心，农业部农机技术开发推广总站农牧机械生产重点企业。注册商标为“六兴”牌。

7. 主要生产厂产品

生物质成型设备生产商产品

厂商名称	产品（型号或名称）	规格（能耗 kw）	单价（万元/套）	产量（台套/年）
辽宁省能源研究所 (机制燃料棒)	生物质固化成型机	15	1.88	50
	生物质固化成型机	37	7.2	20
巩义市宇航机械厂 (机制木棒)	FS1-8 型粉碎机	11	0.4	30
	ZBJ-IV 型制棒机	11	1.2	50
郑州市福华机械制造 有限公司(机制木棒)	粉碎机	11	0.6	30
	制棒机	11	1.1	30

苏州恒辉生物能源开发有限公司	液压式成型机 HPB-V 型	37	28	30
洛阳恒生能源设备有限公司	液压式成型机 HPB-IV 机	30	16.8	20
北京盛昌绿能科技有限公司	秸秆颗粒全自动生产线 3t/hr	315	150	20
上海申德机械有限公司	秸秆颗粒全自动生产线 1.5t/hr	220	100	30
诸城市恒基机械制造有限公司	秸秆颗粒全自动生产线 1.5t/hr	180	75	30
吉林省华光生态工程技术研究所（平模）	颗粒成型机 ZLJ-300	11	2.5	50
	颗粒成型机 ZLJ-1000	30	9.8	50
黑龙江省双赢再生能源有限公司	HMJ350 型颗粒成型机（环模）	55	12.6	30
	PMJ250 型颗粒成型机（平模）	18	5.6	30
河北富润农业科技开发有限公司（压块）	9JYS3-2000	18*3*3	29.8	50
	9JYS4-1000	9*3*3.5	19.8	50
	9JYS4-1000 二代	9*3*3	19.8	50
河北金胜达秸秆综合利用开发有限公司（压块）	9SYS-3000	20*3*3	25	35
	9SYS45-2000	5.5*2.7*4.5	15	35
	9SYS36-1000（平模/环模）	5*2.3*1.5	5.5/7.6	35
北京合盛开生物质能科技有限公司	直筒式冲压成型机 CYZL260A 型	110	50	20
合肥天焱绿色能源开发有限公司	冲压成型 TYK-II 秸秆成型机	60	38	20
河北华勤机械股份有限公司（粉碎机）	9F-56 麦秆秸秆粉碎机	30	0.45	30
肥城市畜丰农牧机械有限公司（粉碎机）	93QS-3 型棉秆切碎机	18.5	1.35	30

（二）推广应用现状

我国生物质成型燃料生产厂超过 100 多家，遍布全国各地。生产规模多数在 2000~5000 吨/年，部分生产厂家规模达到 2~5 万吨/年，生产原料根据当地资源主要有各类秸秆、农加工剩余物、林木加工剩余物等。

主要加工技术包括环模颗粒成型技术、平模颗粒成型技术、环模压块成型技术、液压/机械活塞棒状挤压成型技术、螺杆挤压成型技术等。颗粒成型技术主要用于木质原料，包括部分秸秆及农产品加工剩余物，机械设备由牧草机械改进形成；压块技术主要用于农作物秸秆及其剩余物，机械设备也源于牧草加工设备；螺杆挤压成型技术主要使用木质原料，也有采用木质添加部分花生壳或玉米棒芯为原料，设备由国外引进，后经改进及优化；棒状成型技术适用于任何农林生物质资源。

农业类资源加工成型燃料的厂家多在华北、华中、东北等，主要消费市场集中在生产厂附近，用于环保要求较高的城镇锅炉替代燃料，部分燃料提供给秸秆电厂，极少出口。

林木资源类成型燃料厂家主要集中在华东、华南、东北、内蒙等地，多数木质颗粒燃料和成型木炭出口到欧洲和东南亚国家。全国生物质成型燃料年生产总量约在 20~30 万吨。

1. 环模颗粒/压块燃料成型技术

(1) 推广应用规模

该技术来源于牧草加工技术，设备主要来源于北京、江苏、河北、内蒙和四川等省市加工生产厂。

到 2007 年为止，全国已建成采用环模颗粒/压块燃料技术的项目约 90 多家。木质颗粒燃料生产厂主要分布于东北及内蒙林业产区和东南林业产区，大约 30 多家，规模较大，月生产能力可达到 2000 吨以上，年产量一般超过 2 万吨。小部分分散在山东、河北、河南、安徽、浙江等地，约 20 余家，月生产能力 1000 吨左右，年产量一般在 1 万吨以下。这些加工木质颗粒燃料的生产厂常年运行，产品主要出口贸易，主要问题是部分厂家原料供应不足。

以木质外其它原料加工颗粒/块状燃料的约 40 多家，分布于东北、华北、内蒙、华中、华东等粮棉主产区。原料以秸秆为主，掺加花生壳、糠醛渣、棉籽粕等其他原料。设备产能一般 500~1000 吨/小时，年产 2000~4000 吨。产品主要用作锅炉替代燃料，部分用于高档生物质炉具，极少部分用作民用炊事和采暖等生活燃料。设备运行基本正常，能常年间断生产。主要问题是设备对原料的适应性不是很好，环模和压辊等零部件磨损严重、寿命较短、维修更换频繁，原料也存在供不应求的状况，尤其对季节和天气变化无能为力，若采取干燥措施则会加大生产成本。

此外，在辽宁、河北、山东、河南等地还有部分饲料生产厂兼营或转产生物质成型燃料的生产厂家，根据生产需求加工生产，生产量一般可以保证要求，但受设备影响，产品质量常常得不到保证，存在密度较小，易于破碎，存储周期较短等缺点。

(2) 项目总投资及投资构成

年产 5000 吨环模颗粒燃料项目总投资及投资构成（北京）

	数量	价格
一、土建工程项目		
原料堆场	6600 平米	33 万元
生产车间及库房	800 平米	32 万元
围墙	400 米	4 万元
道路硬化		15 万元
办公楼	100 平米	10 万元
低压通风干燥	200 平米	5 万元
二、设备		
粉碎机	1 台	3 万元
旋风分离器	1 台	4 万元
关风机（粉碎）	1 台	1 万元

布袋除尘器（粉碎）	1 台	5 万元
输送机	1 台	2 万元
除铁器	1 套	0.8 万元
分配绞龙	1 台	2.8 万元
制粒机（Φ485）	1 台	21 万元
刮板输送机	1 台	1.5 万元
斗提机	1 台	2.5 万元
逆流式冷却机	1 台	6 万元
旋风分离器	1 台	4 万元
关风机（冷却）	1 台	1 万元
布袋除尘器（冷却）	1 台	5 万元
斗提机	1 台	2.5 万元
振动筛	1 台	1 万元
成品仓	1 台	0.5 万元
自动封包机	1 台	2.5 万元
电子秤	1 台	0.3 万元
电控系统	1 套	3 万元
压缩机系统	1 套	2 万元
电缆线	100 米	5 万元
筒仓	100m ³	20 万元
地磅	2 套	10 万元
三、其他配套设施		
电力增容	200KVA	20 万元
消防系统	1 套	10 万元
安防系统	1 套	8 万元
供暖系统	1 套	2 万元
供水系统	1 套	5 万元
四、附属设备		
运输车	1 台	3 万元
抓草车	1 台	10 万元
办公用品		2 万元
五、实验室检测设备	1 套	10 万元
六、其他费用		
可行性研究报告		2 万元
环评报告		1 万元
安评报告		1 万元
七、不可预见费		20 万元
八、铺地流动资金		30 万元
总投资额		329.4 万元

(3) 项目运行成本构成

5000 吨环模颗粒燃料项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价 (元/吨)	金额 (元/吨)	备注
1	支出合计			240	
1.1	人工费	9 人	5.7 元/吨·人	63	
1.2	能源消耗			117	
1.2.1	其中：水费	0.3t/t	3.3 元/吨	1	
1.2.2	电费	120kW·h/t	0.8 元/吨	96	
1.2.3	其它能源			20	
1.3	维修费		10	10	
1.4	折旧费		20	20	
1.5	财务费用			10	
1.6	其他费用			20	
1.7	原料费用				不确定
2	收入合计				
2.1	产品 1				
2.2	产品 2				
2.3	产品 3				
3	税收				
	净收益(2-1-3)				

2. 液压棒状成型燃料技术

(1) 推广应用规模

该技术自 1993 年由河南农业大学立项研究，历时 10 年，专利成果开始走向市场，进行示范推广。目前该研究成果已经授权转让给苏州恒辉生物质能源开发有限公司、洛阳恒生能源设备有限公司、河南德润锅炉有限公司、郑州九洲通用液压制造有限公司和河南桑达能源环保有限公司 5 家企业。

该技术的产品已在河南、江苏、湖北、北京、辽宁、山东、吉林等省市的 32 个生产点投入使用。由于采用预加热系统，生物质原料被压缩之前高温使纤维素软化、甚至部分熔融，致使纤维素粘性增强，可塑性好，易于成型，因此该技术几乎适于所有农林生物质原料的生产。

该技术的产品主要用于城镇锅炉、农业生产及农村生活用能、温室大棚供热以及商业用户等领域。河南南阳陆营双庙村加工花生壳和玉米秆用作农户炊事燃料；河南南乐县付坎乡张婿村加工秸秆和糠醛渣用于小型锅炉；河南农业高新技术园区加工秸秆用于温室大棚供热；江苏盐城加工稻秆用于锅炉供热，泰兴加工芦苇用于浴池锅炉；吉林立德农业科技有限公司和辽宁沈阳东陵区加工玉米秆用于取暖；沈阳恒吉生物能源有限公司以玉米秸秆为原料生产的成型燃料长期为当地部分宾馆、养殖场及食品厂等提供燃料；江苏阜宁协鑫环保热电公司加工木粉用于发电。

推广过程存在的主要问题是单台设备的生产能力小，一般在 500~1000 千克/小时；产

品块茎较大（一般 $\Phi 50\text{mm}$ 以上），流动性不如小粒径的颗粒燃料，不能实现自动化燃烧，需手工添料，因此适应的燃烧设备受到限制，尤其不适合小炉具使用；加工过程中需电阻丝高温加热，存在安全隐患；设备稳定性及标准化程度低，故障停机维修频繁，易损件使用寿命短，尚未实现批量化生产，服务维修需要专业人士，限制了该技术的发展。

（2）项目总投资及投资构成

年产 5000 吨液压棒状成型燃料项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量	单价/万元	金额/万元
单机设备费	2 套	30	60
粉碎设备费	1 套	5	5
输送设备费	1 套	8	8
除尘设备费	1 套	10	10
安装费	2 套	1.5	3
土地费	50 亩	8	24/3 年
其他费用	车辆及附属设备	30	30
	铺底流动资金	20	30
	厂房及基本建设费	50	50
	电力扩容等	30	30
合计			250

（3）项目运行成本构成

年产 5000 吨液压棒状成型燃料项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价（元/吨）	金额（元/吨）	备注
1	支出合计			225	
1.1	人工费	7	12	84	
1.2	能源消耗			96	
1.2.1	其中：水费	0.3t/t	3.3 元/t	1	
1.2.2	电费	100kWh/t	0.8 元/t	80	
1.2.3	其他能源		15	15	搬运及运输
1.3	维修费		5	5	
1.4	折旧费		10	10	
1.5	财务费用			10	
1.6	其他费用			20	
1.7	原料费用				不确定
2	收入合计				
2.1	产品 1				
2.2	产品 2				
2.3	产品 3				
3	税收				
	净收益(2-1-3)				

3. 平模秸秆压块/颗粒燃料技术

（1）推广应用规模

到目前为止，采用平模压块技术建成项目 13 个。压块燃料生产主要分布在河南省的

濮阳、信阳、郑州、安阳、南阳等地区，设计生产规模每天 300 吨。由于原料供应和燃料销售之间存在差异，总的日产量约 200 吨。原料以糠醛渣混合花生壳、秸秆混合花生壳、糠醛渣混合稻壳等为主。运行模式是设备生产厂家全部回收生产燃料，供应锅炉用户及秸秆发电厂使用。平模颗粒燃料设备主要在辽宁和山东有应用，原料主要采用木屑。产量一般不超过 500 千克/时，年产总量约 2000 吨。

(2) 项目总投资及投资构成

年产 5000 吨生物质平模压块燃料工程项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量	单价 (万元)	金额 (万元)
单机设备费	2 台套	20	40
粉碎设备费	1 套	5	5
输送设备费	1 套	8	8
除尘设备费	1 套	10	10
安装费	1 台套	1	1
土地费 (租赁)	12 亩	1.50/年	15
其他费用	车辆及附属设备	10	10
	铺底流动资金	30	30
	厂房及基本建设费	50	50
	电力增容等	30	30
合计			199

(3) 项目运行成本构成

年产 5000 吨的生物质平模压块燃料工程项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价: 元/吨	金额: 元/吨	备注
1	支出合计			241	
1.1	人工费	7	12	84	
1.2	能源消耗			112	
1.2.1	水费	0.3t/t	3.3 元/t	1	
1.2.2	电费	60kWh/t	0.8 元/t	96	
1.2.3	其它能源		15	15	搬运及运输
1.3	维修费		5	5	
1.4	折旧费		5	5	
1.5	财务费用			10	
1.6	其他费用			20	
1.7	原料费用				不确定
2	收入合计				

技术比较:

技术类型	代表单位	单机最大产能	单台设备价格	5000 吨/年生产线	产品	优点	问题
环模成型	北京盛昌绿能科技有限公司	1.5-2 吨/小时	21 万元	75 万元	8-12 毫米颗粒燃料	产量大, 适合产业化推广, 国际主流技术	初始投资大, 对原料水分及粒度要求苛刻

平模成型	吉林省华光生态工程技术研究所	100-200 公斤/小时	2 万元	65 万元	8-12 毫米颗粒燃料	投资小, 结构简单	能耗高, 产量低
螺旋成型	辽宁能源所	150-250 公斤/小时	1.88 万元	66 万元	50 毫米六棱中空棒状燃料	投资小, 可深加工制作机制木炭	易损件寿命低, 对水分要求高, 存在“放炮”现象
液压成型	河南农业大学	500 公斤/小时	28 万元	85 万元	100 毫米棒状燃料	原料适用性广	设备稳定性差, 电加热存在隐患

(三) 典型案例

1. 环模颗粒燃料项目

北京大兴区礼贤生物质成型燃料厂

厂址位于北京市大兴区礼贤镇政府南 1 公里处, 紧邻中轴路延长线, 南 3 公里与河北省廊坊市接壤。

项目业主

北京盛昌绿能科技有限公司, 重点进行生物质成型燃料的开发、投资和推广应用。现已开发出盛昌 6 个系列的生物质成型燃料产品, 经过严格的质量检测, 各项指标达到设计要求, 正在进行产业化生产。

项目法人 傅友红

总投资 800 万元

资金来源 企业自筹

技术类型 环模颗粒/压块成型燃料技术

运行状况 自 2006 年 8 月投产, 运行至今

设计生产规模 2 万吨

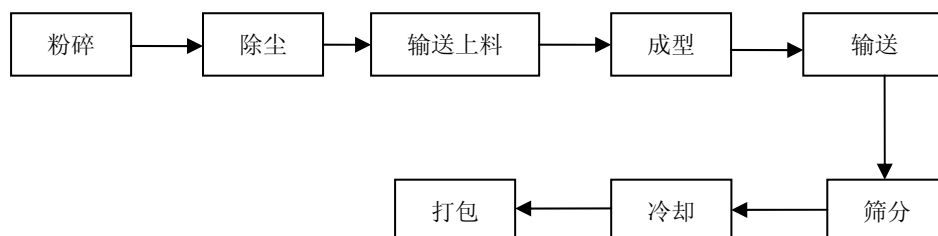
项目内容

该项目于 2006 年 4 月投资建设, 当年 8 月试运行。设计规模 2 万吨, 工厂占地面积 60 亩, 其中厂房占地 2000 平方米, 总投资 800 万元。自工厂正常生产以来, 由于社会效益显著, 受到各级领导和社会的广泛关注。

目前工厂还在不断完善和建设。预期该项目完全建成后, 每年可有效处理农作物秸秆 2 万吨, 收纳礼贤镇及周边乡镇 15 万亩土地产生的秸秆, 彻底杜绝秸秆露天焚烧, 消除火灾隐患, 减轻农村环境污染, 同时为附近农民增加 360 万元人民币生物质资源销售收入, 增加 100 个就业机会。

工艺流程

流程主要由粉碎、除铁/除尘、成型、冷却和打包五部分组成。各部分都配有严格的质量监控系统，确保产品的品质。



生物质环模成型生产工艺流程图

主要产品

木质（松木木屑）、果木剪枝、玉米秸秆、大豆秸秆、棉花秸秆的颗粒燃料；玉米秸秆混合花生壳、玉米秸秆混合棉花秸秆、大豆秸秆混合玉米秸秆颗粒燃料；玉米秸秆、玉米秸秆混合大豆秸秆、玉米秸秆混合棉花秸秆压块燃料等。

颗粒燃料主要用于高档生物质锅炉及民用生物质炉具的取暖，压块燃料主要用于部分燃煤锅炉的替代燃料和部分高档采暖炉具。

存在问题

设备整体稳定性有待改善；易损件使用寿命 400 小时左右，仍有待提高；原料干燥过程较长，原料存储成本高于预期；试生产阶段由于不能批量生产而未产生规模效应，生产成本相对较高；生物质颗粒燃料作为新的能源产品，获得市场完全认可尚需时间。

财务分析

主要设备

设备名称	规格型号	数量	价格：万元
FL 生物质制粒机组	FLJ420	1 套	135.00
生物质压块机组		1 套	89.50
鼓式削片机	BX216	1 台	15.90
低速普通货车	JBC4010	1 辆	5.60
ZL 系造粒机组	ZLJ500	1 套	58.50
木片摇筛及出料运输机	BF1420B	1 套	21.00
手动叉车	1 吨	2 台	0.90
地磅房		1 套	7.00
ZL 型抓草机		2 台	12.50
秸秆搓揉机	SFCC720	1 台	2.80
环锤式破碎机		1 台	0.90
组合式烘干机组		1 套	15.3
总计			364.90

总投资及其构成

项目	主要内容	单价	金额(万元)
一、基建工程			335
车间建设费	2000 m ² 车间	500 元/ m ²	100
原料堆场建设费	10000 m ² 原料场	75 元/ m ²	75
办公生活区建设费	500 m ²	400 元/ m ²	20
其它厂区建设费	路面平整硬化、围墙建设等		50
其它配套设施安装费	给排水、采暖、消防、照明、 电力等工程安装		90
二、设备购置	见设备清单表		365
三、流动资金			100
四、总投资			800

产品成本构成

	年成本(万元)	计算依据
一、生产成本	699	
1. 直接成本	368	
1.1 直接原材料	336	根据公司实际收购情况，原料（秸秆）平均收购成本为 160 元/吨，原料损耗 5%
1.2 直接人工	32	每班生产线定员 11 人，每天 2 班，每人工资福利平均 1200 元/月
2. 间接成本	331	
2.1 能耗	163	每条生产线功率 170KW，每年使用 6000 小时，电费 0.8 元/Kwh，2 条生产线
2.2 间接人工成本	36	工厂管理人员及后勤服务人员工资和福利共 25 人，其中管理人员 3 人，维修及后勤人员 22 人
2.3 易损件更换	40	每年更换 40 套，以每套 1 万元计算
2.4 折旧	42	设备按照 10 年折旧，厂房按照 20 年折旧
2.5 包装袋	50	每个包装袋装 40 公斤，价格 1 元/个
二、业务成本	85	
1. 销售费用	65	
1.1 固定销售费用	10	销售人员固定工资福利
1.2 可变销售费用	55	市场运作费及销售人员提成，按照销售额的 5% 计算
2. 管理费用	20	按照公司实际支出的管理费用计算
三、总成本	784	

单位生产成本构成表

项目	成本(元/吨)
1. 直接成本	184
1.1 直接原材料	168
1.2 直接人工	16
2. 间接成本	171
2.1 能耗	81.5
2.2 间接人工成本	18

2.3 易损件更换	20
2.4 折旧	21
2.5 包装袋	25
3. 单位生产成本	349.5

项目效益分析（单位：万元）

	金额	备注
一、销售收入	1100	售价 550 元/吨
二、生产成本	699	
三、增值税	143	原料抵扣 13%
四、销售税金及附加	11	
五、销售费用	65	
六、管理费用	20	
七、税前利润	162	
八、所得税	40	税率 25%
净利润	122	
销售利润率（%）	11.09%	
投资回报率	15.25%	按静态计算
投资回收期(年)	6.56	按静态计算
盈亏平衡点销售额	275	盈亏平衡点销售量 5000 吨
安全边际率	75%	安全边际率大于 40%，项目很安全

*盈亏平衡点销售量=固定成本/（单价-单位变动成本）

财务分析与评价指标（IRR、NPV、投资回收年限、投资利润率等）

现金流量净值

每年营业现金流量相等：营业现金流量=税后净利+折旧=164 万元

项目净现值 $NPV=164 * ((1 - (1+i)^{-n}) / i) - 800 = 164 * 8.51 - 800 = 596$ 万元

内部投资收益率（IRR）=20%

注：i 为折现系数，按照 10% 计算；项目可持续盈利时间为 20 年。

2. 平模压块燃料项目

新密市洋林工程项目

该项目由郑州德润公司与新密市洋林秸秆综合利用专业合作社合作承建，总投资 800 万元。

项目业主

河南德润公司、新密洋林集团重点进行生物质成型燃料及生物质锅炉的开发、投资和推广应用。现已开发出液压及平模压块 2 个系列的生物质成型设备产品和配套的生物质锅炉系列产品，经过严格的质量检测，各项指标达到设计要求，正在河南省进行产业化应用。

资金来源 企业自筹

建设地址 河南省新密市

技术类型 平模压块成型燃料技术

运行状况 自 2007 年 8 月投产，运行至今

设计生产规模 2 万吨

项目内容

总设计采用平模压块设备 10 台套，分布于周边 8 个燃料厂，单台设备小时产量 500~700 千克，项目设计总产量 100 吨/天。

以玉米秸秆为主要原料，生产密度为 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的条块状成型燃料。

该项目于 2007 年 4 月开工建设，主厂房占地面积 1100m^2 ，原料场占地 20 亩；成型燃料成品库场占地 15 亩。

项目在料库出口设计建设了 40 吨地磅，便于原料及产品的计量。

厂区工作人员 45 人，其中管理人员 4 人，维修人员 2 人。

本项目总电气容量设计 630kVA，项目主要设备有 10 台 9SYX 生物质燃料平模压块成型机，主电机功率 22kW；10 台秸秆粉碎机，电功率 15kW；10 台上料机，电功率 1.5kW；10 台出料机，电功率 1.5kW；叉车两台。

工艺路线

该项目工艺路线由单个生产厂生产的产品集中存放和调配，生产过程和其他压块生产线基本类似，主要包括粉碎、除铁/除尘、压块成型、冷却、输送存储等五部分组成，同时，各部分都配有严格的质量监控系统，确保产品的品质。

产品市场

该项目主要生产秸秆压块燃料产品。目标市场主要供应新密电厂，每天需求量 80~150 吨；附近城市新密市和郑州市改造过的燃煤锅炉每天需求量约 30 吨。

主要问题

模具的磨损周期有待于进一步延长；当地农民在生产时添加沙土造成设备磨损加剧、产品热值降低。

二、产业发展存在问题

（一）现有技术及装备存在的问题

1. 成型机组可靠性较差

设备的可靠性属于最主要的制约因素，共同存在于技术与设备中。一是主要工作部件的工作寿命短，二是设备系统配合协调能力差，运行不稳定。技术比较成熟的螺杆挤压式成型机由于螺杆一直处于高温高压下工作，其磨损寿命不足 100h。经过国内不少厂家及科研机构的研究，提高了成型部件的耐磨性，寿命已达到 500h，但其成本较高，生产工艺复杂。生物质成型机生产能力普遍偏低，单位能耗过大，成型设备的工作可靠性差，需要投入大量资金与技术改进设计、完善更新。

2. 成型设备适应范围窄，规范标准不统一

不同的成型机对原料的粒度和含水率要求不同，从6%~35%不等，超出正常范围就会导致不能成型或能耗增大，导致因原料不同而需配备专门设计的不同成型设备。

不同的成型设备对其适用的原料种类要求严格。为锯末、木屑设计的成型设备不能处理生物质秸秆，能处理秸秆的成型设备对稻壳无能为力，处理稻壳的成型设备却奈何不得棉花秆等等。

国内现有成型设备中，螺旋挤压成型设备以处理锯末木屑为主，要求原料含水率6%~12%；活塞冲压成型机适用原料较广（生物质秸秆、锯末木屑、纸屑、有机物废渣等），要求含水率8%~18%，但对单一稻壳的处理有一定难度；常温辊压成型设备常以谷草类生物质为原料，要求含水率在8%~35%左右即可成型，但能耗较大。因此，不同类型的成型设备难于形成统一的设计标准与规范。

3. 设备连续运行能力低

由于原料供应受季节、成本、运输半径等影响，难以满足连续生产的需求，设备只得间歇工作，导致资源浪费，设备自然损耗严重。若要满足设备连续生产，一要扩大运输半径，二要增大储备仓库，但都会导致投资增加。最好的方法是设备对原料具有广泛的适应性，这样才可最大限度地减少额外的投资。另外，由于关键技术与关键材料不过关，使得设备运行不稳定，故障率较高，维修频繁，也影响连续生产。

（二）装备研发与生产存在的问题

尚未形成配套的生产线，且烘干设备、粉碎设备等没有统一的规格与标准，多数是根据需要自行设计、加工；

成型燃料的包装自动化程度低，规模小；

生物质成型燃料燃烧设备尚处于研究开发阶段，但缺乏支持相关企业和科研机构开展可持续研发和商业化的机制；

生物质成型机的能耗有待进一步降低。

（三）已建成项目存在的问题

秸秆收集的季节性变化难于满足设备连续性生产的需求；

已建成的试点因缺少干燥系统致使产品质量受阴雨天气影响；

我国的农业生产体制导致生物质原料分散，因而收集及存储成本高。适合我国国情的生物质收集体系有待形成；

成型燃料设备的材料寿命较短，设备稳定性差。用于成型燃料设备的高耐磨、长寿命

的材料尚在研发过程中；

须形成适于生物质成型燃料生产而不同于饲料生产的生产线，以简化生产工艺，降低投资成本；

亟需建立生物质成型燃料工厂建设规范和成型燃料及其设备标准，规范生物质成型燃料的产品市场和生产设备市场。

（四）技术推广存在的障碍

一些地区煤炭价格偏低，导致生物质成型燃料丧失价格竞争力，影响技术的推广；

适用于生物质成型燃料的专用炉具尚未出现，现有炉具不能充分发挥生物质成型燃料的优势，使生物质成型燃料的使用推广受到影响；

宣传力度不够，公众和决策人员对生物质能在能源、环境等方面的重要作用认识不足。

（五）投融资存在的问题

生物质成型燃料产业尚未得到投资商的普遍认同，产业链还没有完全形成；

从事生物质成型燃料行业的企业（多为中小企业）没有足够的固定资产作为抵押，很难申请到银行贷款；

生物质成型燃料产业至今还没有得到政府的投融资政策支持，许多企业尚未实现赢利。这也是投资商仍在观望和等待的原因之一。

（六）政策问题

政府尚没有针对生物质能发展的完善经济激励政策，包括投资政策、价格政策、税收政策等，影响了起步阶段成型燃料的商业化发展。

常规化石燃料燃烧和生物质直接燃烧的污染控制缺乏标准或标准过宽以及环境保护执法不力，致使生物质能源难于与其竞争。

三、建议

（一）支持推广应用项目的建议

可再生能源专项资金应大力支持生物质成型燃料技术的推广应用项目。

1. 建议资金支持的范围

重点支持自动化程度高、规模化的环模压辊式成型技术和对原料适应性强的液压成型技术；适当支持投资小、适合农村的平模技术。

2. 接受支持的项目业主条件

项目业主须具有生产成型燃料的条件，熟悉生物质成型燃料技术工艺和生产运行，熟知本行业的生产和销售，注册资金 100 万元以上，在本行业有 2 年以上经营经验。

3. 接受支持的项目业主具备的基础条件

项目所在地生物质资源丰富，原料供应稳定，对产品的生产成本影响不大；当地已有一定的成型燃料生产基础和规模；现有装备以产量大、运行平稳的环模压辊式颗粒成型燃料设备和液压设备为主；项目自有资金 50 万元以上。

4. 建议支持的项目规模

年产成型燃料 3,000~10,000 吨的项目。1-2 万吨的项目可作为示范项目予以支持。

5. 建议支持的资金额度

按生产规模 200 元/吨扶持，或 100-200 万元之间。通过补贴燃烧设备的形式促进市场快速形成，完善产业链建设。北方建议农村补贴民用炊事取暖两用炉具（每台补贴 1000 元）、乡镇集中供暖及中小型工业锅炉项目。

（二）支持装备研发与生产的建议

装备研发与生产方面需要可再生能源专项资金予以支持。

1. 建议资金支持的范围

适合生产加工较高密度木质颗粒的环模压辊式成型机、秸秆颗粒配套设备自动粉碎系统、自动除尘系统；

液压式生物质成型设备的大、中、小、微型多元化研发；

燃用生物质成型燃料的专用锅炉研发。

2. 接受支持的项目业主条件

专业生产成型设备的企业或科研院所，有较强的生产和研发能力；注册资金 100 万元以上；在本行业从事研发五年以上；销售成型设备 100 台（套）以上。

3. 建议支持的项目规模

年产成型燃料设备 20 台（套）以上。

4. 建议支持的资金额度

500 万元。

（三）政策建议

（提出促进产业发展的政策建议，并说明其必要性。）

1. 加大宣传力度

在贯彻落实《可再生能源法》、《环境保护法》等法律法规中宣传新能源与可再生能源在能源可持续发展中的地位和作用，提高全民族的意识，尤其应在农村做好秸秆综合利用的宣传工作。

2. 实行特殊投资政策

实行政府行为和市场经济相结合的投资政策，按照“谁受益、谁投资”、“受益者投资为主，国家扶持为辅”的原则发展秸秆固化成型项目，扶持金额按省、地、县、投资者1:1:1:2的比例配套。采取集资、贷款等方式筹集资金，同时享受国家各种优惠政策，减少投资风险。

3. 实施补贴政策

对固化成型技术产业化推广制定和实施补贴政策。补贴政策根据最大受益原则和全成本定价原则制定。各地区因地制宜地制定补贴政策。随着秸秆固化成型产业规模的扩大国家应依据各地实践方案，总结地方补贴方法和经验，统一制定国家补贴政策。

4. 给予税收优惠政策

减免发展生物质固化成型技术的产品税、增值税、资源税等，对使用成型燃料的企业给予税收优惠政策。

5. 建立投资平台

地方政府为投资者创造良好的平台，并结合当地情况制定完善的管理体制。

(提出需要进行的相关政策研究的内容及其必要性。)

6. 加大对研发的投资力度

增加对生物质成型的科研、技术产品的研制和开发的财政资助和投资力度，加速产品工艺技术的突破和系统开发的过程。

7. 增加信贷规模

加大产业化建设和服务体系的信贷规模，提供长期的低息贷款。

(四) 关项目评审的建议

(提出可再生能源专项资金支持项目推广应用招标条件和评审办法的建议。)

提出可再生能源专项资金支持装备研发或提升生产能力项目的招标条件和评审办法的建议。

养殖场沼气发电行业技术装备及产业化应用
调查和评估报告

目 录

一、 行业发展现状	1
(一) 技术(装备)现状.....	1
1. 热电肥联产-沼液还田利用模式.....	2
2. 气(电)肥联产-沼液自然处理模式.....	4
3. 气(电)肥联产-沼液工业化处理模式.....	6
(二) 工程投资与经济评估.....	8
1. 热电肥联产-沼液还田利用模式.....	8
2. 气(电)肥联产-沼液自然处理模式.....	12
3. 气(电)肥联产-沼液工业化处理模式.....	15
4. 三种处理模式投入与产出比.....	18
5. 典型案例.....	20
(三) 沼气工程装备(设备)生产商及生产能力.....	25
1. 沼气工程装备(设备)生产商.....	25
2. 部分沼气工程装备(设备)生产商的生产能力.....	27
二、 产业发展存在问题	27
(一) 现有技术及装备存在的问题.....	27
1. 相关技术方面.....	27
2. 相关装备方面.....	27
(二) 已建成项目存在的问题.....	28
1. 基础数据与实际情况差距大.....	28
2. 工程设计不专业.....	28
3. 运行管理不规范.....	28
4. 国产设备耐用性有待提高.....	28
5. 发电上网存在障碍.....	28
(三) 技术推广存在的障碍.....	28
1. 工程建设缺乏资金.....	28
2. 技术培训与指导不足.....	28
3. 缺乏政府鼓励措施.....	29
(四) 投融资存在的问题.....	29
1. 上游产业风险大且沼气产品进入市场难.....	29
2. 融资体制待建立.....	29
(五) 政策问题.....	29
1. 环保法规执行力度不够.....	29
2. 电价补贴偏低.....	29
3. 缺乏融资激励机制.....	30
三、 建议	30
(一) 支持推广应用项目的建议.....	30

1. 建议资金支持的范围.....	30
2. 接受支持的项目业主条件.....	30
3. 接受支持的项目业主具备的基础条件.....	31
4. 建议支持的项目规模.....	31
5. 建议支持的资金额度.....	31
(二) 支持装备研发与生产的建议.....	32
1. 建议资金支持的范围.....	32
2. 接受支持的项目业主条件.....	32
3. 建议支持的项目规模.....	32
4. 建议支持的资金额度.....	33
(三) 政策建议.....	33
1. 提高沼气发电工程造价的资助额和发电上网的电价补贴.....	33
2. 鼓励和扶持沼气工程其它产品的应用.....	33
(四) 关于项目评审的建议.....	33
附件 1: 全国规模化畜禽养殖情况.....	35
附件 2: 沼气工程装备(设备)生产商的生产能力.....	36

养殖场沼气发电行业装备及产业化应用 调查和评估报告

一、行业发展现状

2000年以来,我国畜禽养殖场沼气工程发展迅猛。据农业部最新统计数据,截至2006年底,全国累计建造处理畜禽粪污沼气工程17,475处(其中,规模化沼气工程5,278处,养殖大户小型沼气工程12,197处),年产沼气总量约2.3亿 m^3 ,其中沼气发电工程数量约占1%,总装机容量17.8MW,年沼气发电量41.55GW.h;用于集中供气的沼气工程数量约占1.5%;大量的沼气用于养殖场自身的生产、生活燃料(替代原煤作锅炉燃料)。

我国处理畜禽粪污的沼气发电工程规模普遍偏小。装机容量40kW~100kW的沼气电站29处,占总装机容量的60%左右;装机容量120kW~300kW的沼气电站10余处,占总装机容量的7%左右。上述规模的沼气发电大多为养殖场自用。500kW及以上的大型沼气电站10余处,占总装机容量的33%,其中兆瓦级沼气发电上网工程目前只有3处(装机容量1MW的蒙牛奥亚牧场大型沼气综合利用工程、2MW的北京德青源鸡粪处理沼气发电工程、建设中的3MW山东民和牧业沼气综合利用工程)。

已建的沼气工程大多数不赢利(所产生的沼气及其电力自用居多,沼液肥免费向周边农户提供,沼气工程的各类产品都没有在市场上流通、变现);沼气发电站规模不达到兆瓦级的装机容量,上网难度大、成本高、无法获得补贴,因此工程投资回收期都较长(8年以上)。但是这些工程在项目实施区域有着重要的公益性和社会效益,对农村能源的结构调整与补充、环境保护和生态农业发展都起到了积极作用,仍然是一项值得各级政府积极倡导和支持的好项目。

当前沼气发电产业发展的主要障碍一是工程初始投资较大,特别是沼气生产和发电的投资成本较高(3000元~5000元/ m^3 (沼气),20000~30000元/kW(装机)),养殖企业很难担负起如此大的资金投入;二是沼液的利用或处理问题。若不能兼顾能源与环保的综合作用,发展大中型沼气发电工程则很有局限性。

(一) 技术(装备)现状

中国处理畜禽粪污的沼气工程很有特色。根据不同的养殖规模、周围环境容量以及沼气、沼渣、沼液处理及利用方式,形成了各种适宜模式,其中最有代表性的是“能源生态型沼气工程”(热电肥联产或气(电)肥联产,沼液还田利用)和“能源环保型沼气工程”(气(电)肥联产,沼液自然处理或工业化处理)。据不完全统计,已建的沼气工程约有

80%属于“能源生态型沼气工程”，20%属于“能源环保型沼气工程”。

1. 热电肥联产-沼液还田利用模式

(1) 工艺流程

由沼气生产系统（典型工艺：CSTR、ACR、HCPF、USR 等）、沼气发电系统和沼渣沼液的储存、输送及施用等部分组成，工艺流程示意如图 1。其特点是沼气用于发电，同时获得余热和较高浓度的沼液肥。沼气发电机组满负荷运行时，利用发电机组的余热，即使在高寒地区的冬季，也能满足沼气生产系统的中温发酵所需的热能，其它季节，还可以将剩余的热能用于烘干饲料或其它热能利用。沼渣、沼液经过中温厌氧消化后，灭菌效果较好（蛔虫卵死亡率几乎可达 100%，大肠杆菌残留量为 10^{-4} ），还田使用比较安全。

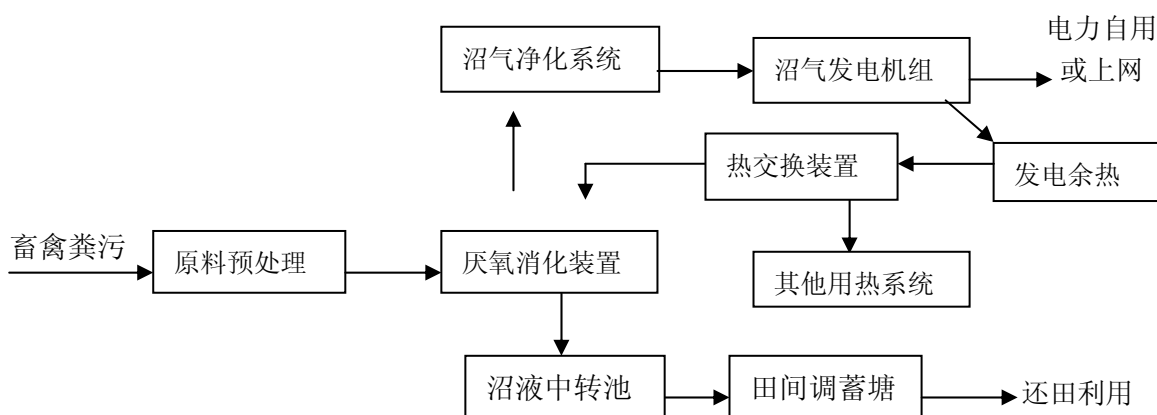


图 1 热电肥联产-沼液还田利用模式工艺流程示意图

(2) 优缺点及适用范围

优点：

高浓度：TS 8%~12%（传统 TS 2%~4%，比传统提高 2~6 倍）；

高产气率：中温发酵（35℃~38℃），单位装置容积的产气效率和有机物去除率提高，容积产气率为 $1.0\sim 1.5\text{ m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ，并能常年稳定运行；

节约能源：利用发电余热给厌氧消化装置增温保温，不需外加热源（TS8%，冬季余热 100%用于增温；TS10%，冬季余热 75%用于增温；TS12%，冬季余热 50%用于增温）；

节省投资：厌氧消化装置容积减少 50%以上（与常温消化相比），产气、储气一体化装备的工程造价还能再节省 10%~15%；

系统工程中资源与能源的转化率都比较高（国产机组发电热效率 30%~35%，余热利用效率 40%~42%，总效率 70%~77%；还田利用后，污染物达到零排放），节能减排效果显著。

缺点:

机械设备较多，自动化程度要求较高，运行管理比较复杂；

需要按粪污处理量匹配大量的农田（或果园、蔬菜基地等）。常年存栏 1 万头猪场的沼液还田至少需要 2000 亩土地。若不合理的施用或连续过量施用沼液会导致硝酸盐、磷及重金属的沉积，从而对地表水和地下水造成污染，因此推广应用有局限性；

雨季以及非用肥季节还须考虑沼液的田间储存或其它利用方式，前者则需建造一个比较大的田间调蓄塘（储存周期 60 天以上）。

适用范围:

适用全粪污沼气化处理和热电联产利用项目，要求有足够的农田消纳沼液。

典型工程:

内蒙古蒙牛澳亚牧场 1 兆瓦沼气发电项目(UNDP/GEF 示范项目)，2007 年建造，已运行。

北京德青源 2 兆瓦热电肥联产沼气发电项目(UNDP/GEF 示范项目)，2008 年建造，已运行。

山东民和牧业 3 兆瓦沼气发电项目，2007 年 12 月开工，在建项目。

四川菊乐原料奶基地沼气综合利用工程（装机容量 180kW），2007 年 12 月开工，在建项目。

还有甘肃（2×80kW）、新疆（80 kW）、重庆（80 kW）、江苏（80 kW~120kW）等数座热电肥联产沼气发电工程。

(3) 主要装备、设备

预处理设备

- 1) 匀浆搅拌设备
- 2) 粪、砂分离设备
- 3) 切碎机及进料设备

厌氧消化装备

- 4) 厌氧消化罐
- 5) 搅拌与增温保温设施
- 6) 产气、贮气一体化装置

沼气净化与贮存设备

- 7) 沼气脱硫净化设备
- 8) 沼气脱水净化设备
- 9) 沼气贮存设备

沼气发电与余热回收设备

- 10) 沼气发电机组
- 11) 余热回收与利用设备
- 12) 沼气工程自控设备

沼肥利用设备

- 13) 固液分离机
- 14) 沼渣制肥设备
- 15) 沼液中转和蓄调池
- 16) 沼液输送设备
- 17) 沼液喷灌设备

2. 气（电）肥联产-沼液自然处理模式

地处不太发达区域，且周边没有足够的土地消纳沼液，即便建造了沼气工程，养殖场仍然存在一定环保压力。若将多余的沼液长期过量排灌会对当地的地表和地下水造成不同程度的污染，周边居民和养殖场自身的人、畜健康都会受到危害。为此，将污水自然处理技术移植到沼液的后处理系统，即按一定的负荷将沼液输入氧化塘、水生植物塘及人工湿地等自然处理系统。经过自然处理系统的净化，出水达到《畜禽养殖业污染物排放标准》。在具有一定自然环境条件（如滩涂、荒地、林地或低洼地等）的地区，采用该项组合技术比较经济实用。

（1）工艺流程

由沼气生产系统（典型工艺：USR、UASB、UBF，以及隧道式推流工艺、或农村户用沼气池的放大等）、沼气发电设备和沼液自然处理系统等组成，工艺流程示意如图 2。为了减轻后续处理系统的负荷和污水处理成本，要求养殖场必须实施清洁生产，将大部分的鲜粪人工清除（至少清除 60%），冲洗污水进入厌氧消化系统，生产沼气并发电。由于产气量不多（年存栏 10000 头猪场的沼气工程，日产沼气量 400m³左右），发电规模小，只需设置 1 套沼气发电机组，所发的电为养殖场自用。沼液部分还田利用，剩余的沼液采用自然处理方法进行处理，达标后排放。

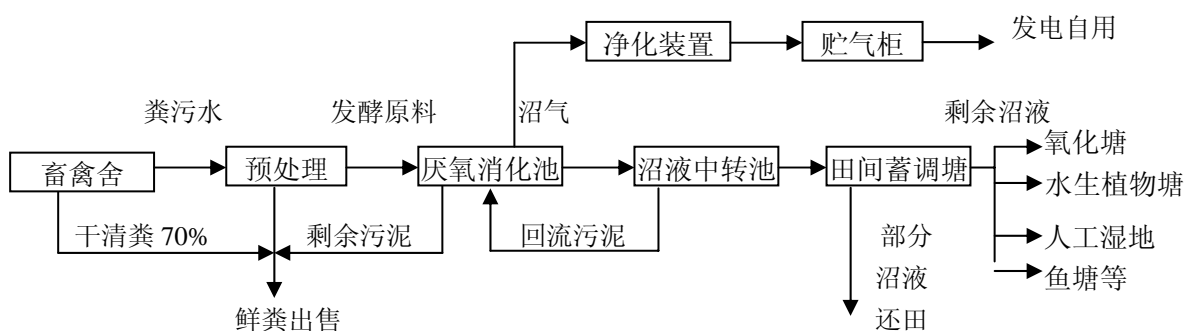


图2 气（电）肥联产-沼液自然处理模式工艺流程示意图

（2）优缺点及适用范围

优点：

该项组合技术没有复杂的设备，投资比较省，管理简便；

运行费用低，耗能很少（只有污水的提升动力），不需要设置污泥处理系统，对周围环境影响小，无噪音等；

沼液经自然处理系统净化处理后出水达标，有效地解决了沼液的综合利用与治理问题，水生植物美化环境，不造成二次污染。

缺点：

常温厌氧消化和沼液自然处理的效果受环境温度影响大，一年四季不能均衡产气（厌氧消化装置容积产气率在 $0.1\sim 0.6\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ），特别是冬季产气量很低；

需要占用一定量的地表面积（ BOD_5 负荷 $50\text{-}100\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{d}$ ）；

不适合建在有冰冻的地区。

适用范围：

适用于远离城市、经济欠发达、气温较高（南方地区）、土地宽广且地价较低以及具有滩涂、荒地、林地、低洼地等地区的大中型养殖场的冲洗污水沼气化处理（养猪场居多）。

典型工程：

北京顺义北郎中村沼气示范工程（2002年一期工程，2004年二期工程，2006年三期）；

四川省井研千佛扩繁场粪污沼气工程示范（2003年建造）；

四川省乐山长益食品有限公司（2004年建造）；

厦门大旺华侨总猪场废水处理沼气工程（2004年建造）；

四川省达县银宏石梯猪场沼气工程（2008 年 1 月份建造）；

四川省邛崃市金利实业有限公司固驿猪场沼气发电工程（2007 年设计）；

四川百川农牧有限公司沼气工程（2008 年设计）；

重庆潼南荣大种猪发展有限公司原种猪场沼气工程（2008 年设计）。

（3）主要装备、设备

预处理设备及设施

- 1) 固液分离设备（包括格栅、分离机等）
- 2) 沉砂（淀）池、调节池
- 3) 污水提升设备

厌氧消化装备

- 4) 地下式厌氧消化池，或地上式厌氧消化罐
- 5) 产气、贮气一体化装置

沼气净化与贮存设备

- 7) 沼气脱硫净化设备
- 8) 沼气脱水净化设备
- 9) 沼气贮存设备

沼气发电设备

- 10) 沼气发电机组

沼液处理设施

- 11) 兼性塘、好氧塘、水生植物塘
- 12) 人工湿地

3. 气（电）肥联产-沼液工业化处理模式

采用这种处理模式的养殖规模较大（如存栏数 5 万头以上的猪场），冲洗污水中的有机污染物和总固含量较低（ $TS \leq 1\%$ ），且方圆 5 公里以内没有土地消纳沼液，沼液远距离输送又不经济，因此必须将沼液集中处理达标后才能排放。

该处理模式的电耗较高，运行费用不菲。但由于污水中的大部分有机物通过厌氧消化转化为沼气，这比单纯使用好氧曝气方法处理这类污水，既产能又节能，也经济得多（同等处理能力和同等处理效果的工程比较，能耗是纯好氧处理方法的 1/10 左右，经营成本是纯好氧处理方法的 1/8~1/10）。因此，在已建的 5278 处畜禽养殖场大中型沼气工程中，约

有 5% 的沼气工程采用此项组合技术，它们主要分布在北京、深圳、浙江、广东、福建、海南等经济发达地区。

(1) 工艺流程

该模式由污水预处理系统、沼气生产系统（典型工艺：UASB、UBF，以及隧道式推流工艺等）、好氧生物处理系统（SBR 等）、污泥处置系统等组成，工艺流程如图 3。产生的沼气为养殖场自用（发电或民用），沼液全部进入好氧系统进行工业化处理后达标排放。

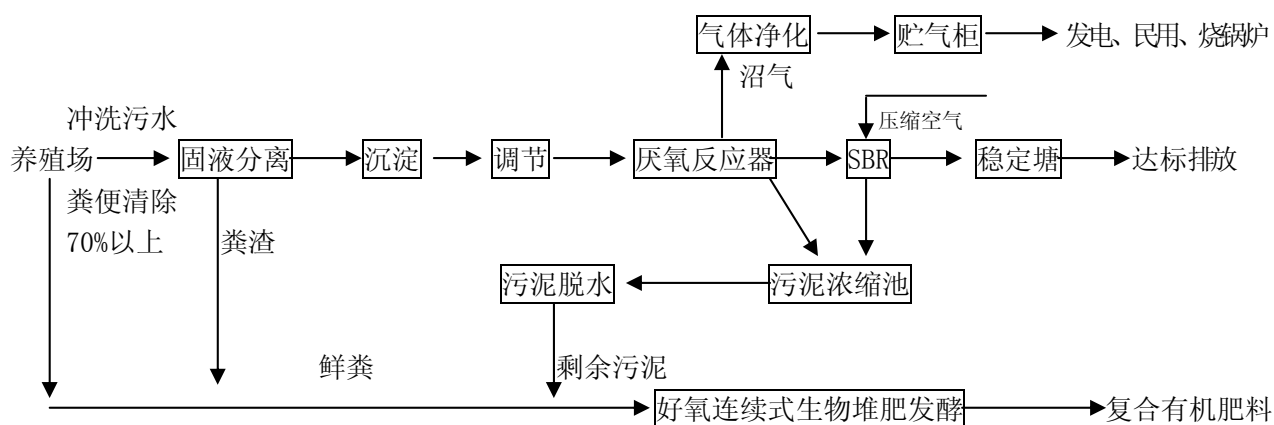


图 3 气（电）肥联产-沼液工业化处理模式工艺流程示意图

(2) 优缺点及适用范围

优点：

占地少，适应性广，不受地理位置限制；

有机污染物去除率高，运行效果可控性强，终端出水达标，不产生二次污染。

缺点：

运行费用高（2.0~3.0 元/t（污水））；

能耗高，耗电约 2~4kW.h/t（污水）；

机械设备多，运行管理比较复杂，需要经过相关专业技能培训的人员执行。

适用范围：

养殖场周边无消纳沼液的土地或其它自然环境。

典型工程：

北京顺义畜禽良种场污水处理沼气工程，2000 年建造；

四川省自贡华润肉食品有限公司沼气工程，2008 年 在建；

四川省遂宁高金养猪场粪污沼气化处理工程，2004 年 建造；

四川省绵阳铁骑力士猪场粪污沼气化处理工程，2006 年 建造。

(3) 主要装备、设备

预处理设备及设施

- 1) 固液分离设备（包括格栅、分离机等）
- 2) 沉砂（淀）池、调节池
- 3) 污水提升设备

厌氧消化装备

- 4) 厌氧消化罐
- 5) 布水器、三相分离器、填料等
- 6) 产气、贮气一体化装置

沼气净化与贮存设备

- 7) 沼气脱硫净化设备
- 8) 沼气脱水净化设备
- 9) 沼气贮存设备

沼气发电设备

- 10) 沼气发电机组

沼液处理设施

- 11) SBR 池
- 12) 滗水器、曝气设备等
- 13) 稳定塘

(二) 工程投资与经济评估

1. 热电肥联产-沼液还田利用模式

(1) 工程投资构成

养殖规模：10000 头存栏猪（或 1000 头奶牛或 10 万羽蛋鸡）。

沼气发电工程规模：装机容量 120 kW。

工程投资估算：

1) 土建投资估算

该规模的土建工程投资 46.20 万元人民币，具体构成见表 1。

表1 土建工程投资

序号	建（构）筑物名称	规模或规格	数量	单价（元）	总价（万元）
1	格栅集水池	40 m ³	1	300	1.20
2	预处理池 (匀浆、除草、除砂)	80 m ³	1	300	2.40
3	预处理间及泵房	60 m ²	1	800	4.80
4	厌氧罐底板	Φ16	1	62000	6.20
5	沼液贮存池	2200 m ³	1	100	22.00
6	发电机房	50 m ²	1	800	4.00
7	综合管理房	20 m ²	1	800	1.60
8	设备基础、围墙、道路等				4.00
	小计				46.20

2) 产气、储气一体化装备投资估算

该规模的产气、储气一体化装备投资 95 万元，具体构成见表 2。

表 2 产气、储气一体化装备投资

序号	建（构）筑物名称	尺寸 (m)	规模 (m ³)	数量	单价 (元/m ³)	合价 (万元)	备注
1	产气、贮气 一体化厌氧反应器	Φ16×7	1280+240	1	625	95.0	钢制或钢砼罐体 +双层膜顶
	小计					95.0	

3) 设备及安装工程投资估算

该规模的设备及安装工程投资 116.38 万元人民币，具体构成见表 3。

表 3 设备及安装工程投资

序号	设备名称	规格型号	功率 (kW)	单位	数量	单价 (万元)	金额 (万元)
1	旋转格栅机	GSHZ-300	1	台	1	3.50	3.50
2	潜污泵	WQ25-8-1.5	1.5	台	1	0.40	0.40
3	匀浆搅拌机	QJB4/6	4	台	1	1.50	1.50
4	螺旋除砂机		3	台	1	12.00	12.00
5	进料切割机	MOVAS/70/3.0/NC	3.0	台	1	4.00	4.00
6	进料螺杆泵	Moyno1000	5.5	台	1	3.00	3.00
7	调节池搅拌机		5.5	台	1	3.00	3.00
8	厌氧罐搅拌机	非标设备	7.5/4.5	台	2	4.00	8.00

序号	设备名称	规格型号	功率 (kW)	单位	数量	单价 (万元)	金额 (万元)
9	固液分离机	FAN	5.5	台	1	7.00	7.00
8	罐内生物脱硫装置			套	1	2.50	2.50
10	沼气输送泵	2BH1300	0.25	台	1	1.50	1.50
11	沼气流量计	JLQD-50/90A		台	1	1.50	1.50
12	干式阻火器			套	1	0.50	0.50
13	热水循环泵	40HG10-14	0.75	台	1	0.50	0.50
14	工艺管道、阀门管件			套	1	12.00	12.00
15	换热增温系统			套	1	2.00	2.00
16	贮气柜增压泵		1.0	台	1	0.80	0.80
17	贮气柜高低压安全水封			套	1	1.50	1.50
18	凝水器	NS-250		套	2	0.50	1.00
19	操作平台、走道、爬梯			套	1	3.00	3.00
20	管道、阀门保温及防腐			套	1	16.00	16.00
21	电气及控制系统			套	1	15.00	15.00
22	沼肥输送管网			亩	2000	18 元/亩	3.60
23	沼液运输车						2.00
	小计						105.80
24	安装费用 24×10%						10.58
	共计						222.1838

4) 沼气发电机组及配套设施投资

该规模的沼气发电机组及配套设施投资 33.0 万元（不包括上网系统），具体构成见表 4。

表 4 沼气发电机组及配套设施投资

序号	项目名称	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)
1	发电机组 (120kW)	套	1	26.00	26.00
2	余热利用系统	套	1	7.00	7.00
	小计				33.00

5) 其它费用

该规模的直接工程建设费 290.58 万元，其它费用构成见表 5。

表 5 其它费用

序号	名称	说明	金额 (万元)
1	设计费	按直接投资 4.0% 计	11.62
2	系统调试费	按直接投资 2.0% 计	5.81
3	厌氧菌培菌费		2.00
	小计		19.43

6) 工程总投资

该规模的工程总投资 328.61 万元，具体构成见表 6。

表 6 项目总投资汇总

序号	名称	金额（万元）	说明
1	土建费	46.20	占工程直接建造费的 16%
2	主要工艺设施 (厌氧罐+贮气柜)	95.0	占工程直接建造费的 33%
3	主要设备及安装	116.38	占工程直接建造费的 40%
4	发电机组及配套	33.00	占工程直接建造费的 11%
5	工程直接建造费	290.58	
6	其它费用	19.43	
7	小计	600.59	
8	综合税金 6%	18.60	
	合计	1219.7861	

(2) 经济评估

1) 运行成本及收入构成

项目建设期为 1 年，运营期定为 15 年

沼气站和沼液还田利用的土地为畜禽养殖场自有土地，不考虑土地租用费。

日产沼气 1000m³，日发电量 1600kW.h。由于规模小，不考虑上网，自用或民用，电价按 0.6 元/kW.h 计算，与市网电价相同。

该规模的工程运行成本及收入构成见表 7。

表 7 工程运行成本及收入构成

序号	项 目	数 量	单 价	金额 (万元/年)	备 注
1	支出合计			26.48	
1.1	工资福利费	3 人	1.44 万元/年.人	4.32	1200 元/月.人, 未计保险费。
1.2	管理费用			1.29	按年人员费的 30% 计
1.3	能源消耗				
1.3.1	其中：水费	2920t/年	2.50 元/t	0.73	工程用水 8t/d 计。
1.3.2	电费	36500 kW.h/年	0.60 元/kW.h	2.19	耗电 100kW.h/d 计。
1.4	折旧费			11.92	工程建设直接费测算。
1.5	维检费			4.77	维修费按折旧费的 40% 计算。
1.6	财务费用			0.00	国家资助和企业自筹, 无贷款。

1.7	不可预见费用			1.26	按以上各项费用之和的 5% 计算。
2	收入合计			66.64	
2.1	产品 1	584000 kW.h/年	0.60 元/ m ³	35.04	沼气 1000m ³ /d, 发电约 1600 kW.h/d
2.2	产品 2	160t/年	800 元/t	12.8	沼液替代化肥费。
2.3	产品 3	10000 头/年	8.4 元/年.头	8.40	排污费减免。
2.4	产品 4	1300t/年	80 元/t	10.40	CDM 收入。
3	税收			0.00	
	净收益(2-1-3)			40.16	投资回收期 8,2 年

注：本工程发电自用，替代从市网购电；沼液实际上无法在市场上交易，一般免费送给当地农场主使用，这里计算的收益是按沼液替代化肥的经济值计算的。因此，当地税务部门核定该企业的沼气产品为免税。

2) 项目投资回收期

该规模的工程总投资 328.61 万元，年收益 66.64 万元年，年运行成本 26.48 万元，年利润 40.16 万元，静态投资回收期约 8 年（含折旧）。

2. 气（电）肥联产-沼液自然处理模式

(1) 工程投资构成

养殖规模及粪污量：年存栏生猪 10000 头，每天排放鲜猪粪约 20t（2kg/d.头计），冲洗污水 120t（按干清粪工艺的最低值 12L/d.头计），每天需处理的粪、尿及冲洗水总计约 160t，按沼液全部进入自然处理系统达标后排放设计。

沼气发电工程规模：装机容量 80kW。

工程投资估算：

1) 土建工程投资估算

该规模的土建工程投资180.30万元，具体构成见表8。

表8 土建工程投资

序号	项目内容	结构	单价	数量	造价/万元
1	沉淀+调节池	砖混	300 元/m ³	150m ³	4.50
2	厌氧池底座	钢混			5.00
3	兼性塘等	土工膜	70 元/m ²	3000m ²	21.00
4	水生植物塘	土工膜	80 元/m ²	1600m ²	12.80
5	人工湿地		150 元/m ²	8000m ²	120.00
6	发电机房+管理房	砖混	800 元/m ²	80m ²	6.40
7	化验室	砖混	800 元/m ²	20m ²	1.60
8	道路、给排水、及围墙				5.00
9	绿化工程				4.00
	小计				180.30

2) 产气、储气一体化装备投资估算

该规模的产气、储气一体化装备投资 56 万元，具体构成见表 9。

表 9 产气、储气一体化装备投资

序号	建（构）筑物名称	尺寸（m）	规模（m ³ ）	数量	单价（元/m ³ ）	合价（万元）	备注
1	产气、贮气一体化厌氧反应器	Φ12×7	600+200	1	700	56.0	钢制罐体+双层膜顶
	小计					56.0	

3) 设备及安装工程投资估算

该规模的设备及安装工程投资 32.45 万元人民币，具体构成见表 10。

表 10 设备及安装工程投资

序号	项目内容	备注	单价	数量	造价/万元
1	污水泵	3用2备	4000元/台	5台	2.00
2	固液分离筛		20000元/台	1台	2.00
3	布水器	非标	25000元/套	1套	2.50
4	溢流堰	非标	30000元/套	1套	3.00
5	气液分离器	非标	5000元/台	1台	0.50
7	干式阻火器	非标	5000元/台	2台	1.00
8	沼气流量计		10000元/台	1台	1.00
9	罐内生物脱硫装置		25000元/台	1台	2.50
10	沼气输送泵	发电系统用	10000元/台	1台	1.00
11	各类管道、阀门及配件	站内			6.00
12	电气及自控设备				8.00
13	计				29.50
14	安装费 13×10%				2.95
	小计				32.45

4) 沼气发电机组及配套设施投资

该规模的沼气发电机组及配套设施投资 22.00 万元（发电自用），具体构成见表 11。

表 11 沼气发电机组及配套设施投资

序号	项目名称	单位	数量	单价（万元）	总价（万元）
1	发电机组（80kW）	套	1	20.00	20.00
2	电气、仪表等	套	1	2.00	2.00
	小计				22.00

5) 其它费用

该规模的工程直接建设费 290.75 万元，其它费用构成见表 12。

表 12 其它费用

序号	名称	说明	金额（万元）
1	设计费	工程直接建设费的 4% 计	11.63
2	系统调试费	工程直接建设费的 2% 计	5.82
3	厌氧菌培菌费		2.00
	小计		19.45

6) 工程总投资

该规模的工程总投资 328.81 万元，具体构成见表 13。

表 13 项目总投资汇总

序号	名称	金额（万元）	说明
1	土建费	180.30	占直接建造费的 62%
2	主要工艺设施 (厌氧罐+贮气柜)	56.00	占直接建造费的 19%
3	主要设备及安装	32.45	占直接建造费的 11%
4	发电机组及配套	22.00	占直接建造费的 8%
5	工程直接建造费	290.75	
6	其它费用	19.45	
7	小计	600.95	
8	综合税金 6%	18.61	
	合计	1220.51	

(2) 经济评估

1) 运行成本及收入构成

测算参数：项目建设期为 1 年，运营期定为 15 年。

沼气站和自然处理系统用地为畜禽养殖场自有土地，因此不考虑土地租用费。

日产沼气 400m³，日沼气发电量 640 kW。由于规模小，不考虑上网，自用或民用，电价按 0.6 元/kW.h 计算，与市网电价相同。

日产鲜粪 14 鲜粪 t，外销价格 40 元/t 计。

沼气生产和发电运行管理设置 3 人。

该模式的工程运行成本及收入构成见表 14。

表 14 运行成本及收入构成

序号	项目	数量	单价	金额 (万元/年)	备注
1	支出合计			24.09	
1.1	工资福利费	3 人	1.44 万元/年.人	4.32	1200 元/月.人，未计保险费。
1.2	管理费用			1.29	按年人员费 30% 计
1.3	能源消耗				
1.3.1	其中：水费	2920t/年	2.50 元/t	0.73	站内用水 8t/d 计。
1.3.2	电费	18250kW.h/年	0.6 元/kW.h	1.09	站内和沼液输送耗电 50kW.h/d 计。
1.4	折旧费			11.08	工程直接建设费测算。
1.5	维修费			4.43	维修费按折旧费的 40% 计算。

1.6	财务费用			0.00	国家资助和企业自筹,无贷款。
1.7	不可预见费用			1.15	按以上各项费用之和的5%计算。
2	收入合计			46.86	
2.1	产品 1	233600kW.h/年	0.60 元/ m ³	14.02	沼气 400m ³ /d,发电约 640 kW.h/d
2.2	产品 2	5110t/年	40 元/t	20.44	鲜粪外销。
2.3	产品 3	10000 头/年	8.4 元/年.头	8.40	排污费减免
2.4	产品 4	500t/年	80 元/t	4.00	CDM 收入。
3	税收			0.00	
	净收益(2-1-3)			22.77	投资回收期约 14 年

注：本工程发电自用，替代从市网购电；沼液实际上无法在市场上交易，一般免费送当地农场主使用，这里计算的收益是按沼液替代化肥的经济值计算的，无实际收入；鲜粪外销也是随行就市，直接卖给农民的，且收入也不稳定。因此，当地税务部门核定该企业的沼气产品为免税。

2) 项目投资回收期

该规模的工程总投资 328.81 万元，年收益 46.86 万元年，年运行成本 24.09 万元，年利润 22.77 万元，静态投资回收期约 14 年（含折旧）。

3. 气（电）肥联产-沼液工业化处理模式

(1) 工程投资构成

养殖规模及粪污量：年存栏生猪 10000 头，每天需处理的粪、尿及冲洗水总计约 160t。沼液全部进入工业化处理系统达标后排放。

沼气发电工程规模：装机容量 80kW。

工程投资估算：

1) 土建工程投资估算

该规模的土建工程投资 55.00 万元，具体构成见表 15。

表 15 土建工程投资

序号	项目内容	结构	单价	数量	造价/万元
1	集水池	砖混	300 元/m ³	200 m ³	6.00
2	调节池	砖混	400 元/m ³	60 m ³	2.40
3	厌氧池底座	钢混			6.00
4	厌沉池底座	钢混			2.00
5	SBR 池底座	钢混			6.00
6	污泥贮池	砖混	400 元/m ³	50 m ³	2.00
7	污泥浓缩池	砖混	400 元/m ³	100 m ³	4.00
8	风机房、发电机房、污泥脱水房	砖混	800 元/m ²	200 m ²	16.0
9	化验室+管理房	砖混	800 元/m ²	20 m ²	1.60

10	道路、给排水、及围墙				5.00
11	绿化工程				4.00
	小计				55.00

2) 工艺设施投资估算

该规模的主要工艺设施投资 86 万元，具体构成见表 16。

表 16 主要工艺设施投资

序号	建（构）筑物名称	尺寸（m）	规模（m ³ ）	数量	单价（元/m ³ ）	合价（万元）	备注
1	产气、贮气一体化厌氧反应器	Φ12×7	600+200	1	700	56.0	钢制罐体+双层膜顶
2	SBR 反应器	Φ12×3.5	600	1	500	30.0	钢制罐体
	小计					86.0	

3) 设备及安装工程投资估算

该规模的设备及安装工程投资 93.06 万元人民币，具体构成见表 17。

表 17 设备及安装工程投资

序号	项目内容	备注	单价	数量	造价/万元
1	污水泵	6 用 3 备	4000 元/台	9 台	3.60
3	厌氧沉淀及配水池	钢制	600 元/m ³	200m ³	12.00
4	布水器	非标	25000 元/套	1 套	2.50
5	溢流堰	非标	30000 元/套	1 套	3.00
6	填料及支架		1000 元/m ³	100 m ³	10.00
7	罗茨鼓风机	SBR 系统用	60000 元/台	1 台	6.00
8	微孔曝气头及支架		150 元/套	100 套	1.50
9	水下搅拌机		15000 元/台	1	1.50
10	滗水器		50000 元/台	1 台	5.00
11	气水分离器	非标	5000 元/台	1 台	0.50
12	干式阻火器	非标	5000 元/台	1 台	0.50
13	沼气流量计		10000 元/台	1 台	1.00
14	罐内生物脱硫装置		25000 元/台	1 台	2.50
15	沼气输送泵	发电系统用	10000 元/台	1 台	1.00
16	板框压滤机及其配套设备		70000 元/套	1 套	7.00
17	各类管道、阀门以及配件、保温、防腐等	站内			12.00
18	电气及自控设备				15.00
	小计				84.60
19	安装费 19×10%				8.46
	共计				93.06

4) 沼气发电机组及配套设施投资

该规模的沼气发电机组及配套设施投资 22.00 万元（发电自用），具体构成见表 18。

表 18 沼气发电机组及配套设施投资

序号	项目名称	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)
1	发电机组 (80kW)	套	1	20.00	20.00
2	电气、仪表等	套	1	2.00	2.00
	小计				22.00

5) 其它费用

该规模的工程直接建设费 256.06 万元，其它费用构成见表 19。

表 19 其它费用

序号	名称	说明	金额 (万元)
1	设计费	工程直接建设费的 4% 计	10.24
2	系统调试费	工程直接建设费的 2% 计	5.12
3	厌氧菌培菌费		2.00
	小计		17.36

6) 工程总投资

该规模的工程总投资 289.82 万元，具体构成见表 20。

表 20 项目总投资汇总

序号	名称	金额 (万元)	说明
1	土建费	55.00	占直接建造费的 21%
2	主要工艺设施 (厌氧罐+SBR)	86.00	占直接建造费的 34%
3	设备及安装工程	93.06	占直接建造费的 36%
4	发电机组及配套	22.00	占直接建造费的 9%
5	工程直接建造费	256.06	
6	其它费用	17.36	
7	小计	529.48	
8	综合税金 6%	16.40	
	合计	1075.36	

(2) 经济评估

1) 运行成本及收入构成

测算参数：项目建设期为 1 年，运营期定为 15 年。

沼气站用地为畜禽养殖场自有土地，因此不考虑土地租用费。

日产沼气 400m³，日沼气发电量 640 kW。由于规模小，不考虑上网，自用或民用，电价按 0.6 元/kW.h 计算，与市网电价相同。

日产鲜粪 14 鲜粪 t，外销价格 40 元/t 计。

沼气生产和发电运行管理设置 5 人。

猪污染当量征收排污标准按 0.7 元/头·月×12 月计算。

该模式的工程运行成本及收入构成见表 21。

表 21 运行成本及收入构成

序号	项 目	数 量	单 价	金额 (万元/年)	备 注
1	支出合计			34.49	
1.1	工资福利费	5 人	1.44 万元/年·人	7.20	1200 元/月·人, 未计保险费。
1.2	管理费用			2.16	按年人员费 30% 计
1.3	能源消耗				
1.3.1	其中: 水费	2920t/年	2.50 元/t	0.73	站内用水 8t/d 计。
1.3.2	电费	157680kW.h/年	0.60 元/kW.h	9.46	站内和沼液输送耗电 50kW.h/d 计。
1.4	折旧费			9.58	工程直接建设费测算。
1.5	维修费			3.83	维修费按折旧费的 40% 计算。
1.6	财务费用			0.00	国家资助和企业自筹, 无贷款。
1.7	不可预见费用			1.53	按以上各项费用之和的 5% 计算。
2	收入合计			46.86	
2.1	产品 1	233600kW.h/年	0.60 元/ m ³	14.02	沼气 400m ³ /d, 发电约 640 kW.h/d
2.2	产品 2	5110t/年	40 元/t	20.44	鲜粪外销。
2.3	产品 3	10000 头/年	8.4 元/年·头	8.40	排污费减免
2.4	产品 4	500t/年	80 元/t	4.00	CDM 收入。
3	税收			0.00	
	净收益 (2-1-3)			12.37 万元/年	投资回收期 23.43 年

注: 本工程发电自用, 替代从市网购电; 沼液实际上无法在市场上交易, 一般免费送给当地农场主使用, 这里计算的收益是按沼液替代化肥的经济值计算的, 无实际收入; 鲜粪外销也是随行就市, 直接卖给农民的, 且收入也不稳定。因此, 当地税务部门核定该企业的沼气产品为免税。

2) 项目投资回收期

该规模的工程总投资 289.82 万元, 年收益 46.86 万元年, 年运行成本 34.49 万元, 年利润 12.37 万元, 静态投资回收期约 23 年 (含折旧)。

4. 三种处理模式投入与产出比

表 22: 年存栏万头猪场的沼气发电工程三种处理模式经济分析;

表 23: 不同养殖规模 (按猪当量计算) 粪污沼气发电工程三种处理模式的投入与产出。

表 22 处理存栏万头猪粪污的沼气发电工程

模式	沼液还田利用	沼液自然处理	沼液工业化处理
养殖规模 (按猪当量计)	10000	10000	10000
沼气发电规模 (装机容量: kW)	120	80	80

消纳沼液土地面积 (亩)	2000 左右	50 左右	6 左右
日产沼气量 (m ³ /d)	1000	400	400
日沼气发电量 (kW.h/d)	1600	640	640
工程总投资 (万元)	328.61	328.81	289.82
年运行成本 (万元/年)	26.48	24.09	34.49
年收益 (万元/年)	66.48	46.86	46.86
年毛利润 (万元/年)	40.16	22.77	12.37
投资回收期 (年)	8	14	20
发电经营成本 (不含购气费) (元/kW.h)	0.45	1.03	1.38
发电经营成本 (含购气费) (元/kW.h)	0.83	1.41	1.76
污水处理经营成本 [元/kg(COD)]	0.26	0.47	0.63
单位电耗 [kW.h /kg(COD)]	0.04	0.04	0.23
单位产气投入 (万元/m ³)	3286	8220	7470

注：1) 城市污水好氧处理法电耗 1.06kW.h /kg(COD)；经营成本：2 元左右/kg(COD)；2) 经营成本包括：人工费、水电费、管理费、药剂费、设备折旧费、分摊费、财务费、不可预见费等。

表 22 显示，沼液工业化处理模式的占地面积大大低于自然处理模式和还田利用模式，但电耗和运行费却高得多，养殖企业很难维持常年运行。

自然处理模式和还田利用模式的工程投资基本相当，如果养殖场没有自有土地消纳沼液，靠租用土地来消纳，还田处理模式的运行费用明显高于自然处理模式。如果养殖场自有土地足够消纳沼液（见表 22），或能向周围种植业和农户免费提供沼液（需签订沼液免费使用合同），还田处理模式效益高于自然处理模式，运行费用显然低于自然处理模式。

我国规模化养殖场大多数建在离大城市较远的地区，中、小养殖规模居多。因此，沼液应优先采用还田利用处理，剩余的沼液再采用自然处理模式，或还田与自然处理相结合的处理模式，这样可以达到资源利用最大化，处理费用最小化。

表 23 不同养殖规模（按猪当量计算）粪污沼气发电工程

年存栏数(头)	沼气产量 (m ³ /d)	发电量 (kW · h/d)	鲜粪量 (t/d)	沼液量 (t/d)	工程投资 (万元)		
					还田模式	自然处理模式	工业化处理模式
10000	1000 (全粪)	1600	0	70~80	320~340		
	400 (粪进 30%)	640	14	160		320~340	280~300
50000	5000 (全粪)	8500		350~400	1300~1400		
	2000 (粪进 30%)	3400	70	800 左右		1300~1400	1100~1200
100000	10000 (全粪)	18000		700~800	2600~2700		
	4000 (粪进 30%)	7200	140	1600 左右		2600~2700	2200~2300

注：以 1 头育肥猪日产粪污量为 1 个猪粪当量。养鸡场、养牛场可将鸡、牛的粪便量换算成猪当量，换算比例为：10 只蛋鸡粪便量折算成 1 头育肥猪粪便量，1 头成年奶牛粪便量折算成 10 头育肥猪粪便量。

5. 典型案例

(1) 案例一

内蒙古蒙牛澳亚牧场 1MW 沼气发电项目(UNDP/GEF 示范项目), 2007 年 10 月竣工。



项目名称: 内蒙古蒙牛生物质能有限公司澳亚牧场沼气电站

项目地点: 内蒙古和林格尔澳亚牧场内

养殖规模: 存栏奶牛 10,000 头

工程建设规模及目标:

- 1) 日处理牛粪 280t/d (TS 18%), 尿 54 t/d, 冲洗污水 360 t/d
- 2) 工艺类型: CSTR, $TS \geq 8\%$, 中温发酵 (37°C)
- 3) 厌氧消化装置: $2500 \text{ m}^3 \times 4$
- 4) 发电装机容量: $1250 \text{ kW} \times 1$
- 5) 设计沼气产量: $1,0000 \text{ m}^3/\text{d}$
- 6) 设计发电量: 18,000kW.h/d 以上
- 7) 有机肥料: 固体复合有机肥 30 t/d, 沼液 600 t/d (沼液全部用于牧草和饲料地)。
- 8) 每年减排温室气体: 35,000t CO_2 当量

工程总投资: 4000 万元左右。

工程特点:

- 1) 采用 CSTR 高浓度中温厌氧消化工艺, 达到沼气生产最大化, 工程能常年稳定运行。
- 2) 实现了热、电、肥联产, 沼气用于发电上网, 发电机组余热用于厌氧罐增温和供暖, 最大限度提高了可再生能源的利用效率; 沼液用作有机肥料, 实现了牧场废弃物零排放, 资源循环利用。

3) 先进的设计和高质量的建造,使得工程节能减排效益显著,被 UNDP/GEF 列为加速中国可再生能源商业化能力建设项目大型沼气发电技术示范工程、农业部大型沼气发电技术示范工程,是中国第一批通过国家发改委 CDM 审批的农业沼气发电项目之一。

(2) 案例二

北京德青源 2MW 热电肥联产沼气发电项目(UNDP/GEF 示范项目),2007 年 10 月竣工。



项目名称: 北京德青源健康养殖生态园 2 MW 大型鸡粪沼气发电工程

项目地点: 北京市延庆县张山营镇

养殖规模: 存栏蛋鸡 260 万羽

工程建设规模:

- 1) 日处理鸡粪 212 t/d (TS 30%), 冲洗水 318t/d
- 2) 工艺类型: CSTR, TS \geq 8%, 中温发酵 (37 $^{\circ}$ C)
- 3) 厌氧消化装置: 3000 m³ \times 4
- 4) 发电装机容量: 1064 kW \times 2
- 5) 设计沼气产量: 20,000m³/d
- 6) 设计发电量:40,000kW.h/d
- 7) 日产沼肥 500t 左右,为周边 4 万亩葡萄园、苹果园和饲料基地提供优质绿色有机肥料。
- 8) 每年减排温室气体 80,000t CO₂ 当量

工程总投资: 4950 万元

工程特点:

1) 采用水解除砂的预处理技术,有效地去除鸡粪中的砂砾; CSTR 高浓度中温厌氧消化工艺,达到沼气生产最大化,工程能常年稳定产气。采用沼气生物脱硫新工艺,有效去

除沼气中的硫化氢，确保设备安全稳定运行。

2) 实现了热、电、肥联产，沼气用于发电上网，发电机组余热用于厌氧罐增温和蔬菜大棚供暖，最大限度提高了可再生能源的利用效率；沼液用作有机肥料，实现了养鸡场废弃物零排放，资源循环利用。

3) 该工程采用先进的设计和高质量的建造，节能减排效益显著，被 UNDP/GEF 列为加速中国可再生能源商业化能力建设项目大型沼气发电技术示范工程；也是中国第一批通过国家发改委 CDM 审批的农业沼气发电项目之一。

(3) 案例三

山东民和牧业 3 MW 沼气发电项目，2007 年 12 月开工，在建。



项目名称：山东民和牧业有限公司 3 MW 大型农林生物质沼气工程项目

项目地点：山东省蓬莱市

养殖规模：存栏种鸡 130 万只、商品鸡 370 万只（年出栏 1800 万只），年孵化商品鸡 1 亿只

工程建设规模及目标：

1) 日处理鸡粪 500t/d (TS 9-10%) 和其它农业废弃物

2) 工艺类型：CSTR，TS≥8%，中温发酵（37℃）

3) 厌氧消化装置：3300 m³×8

4) 发电装机容量：1064 kW×3

5) 设计沼气产量 30,000m³/d

6) 设计发电量 60,000kW.h/d 以上

7) 日产沼肥 1000 t 左右，为周边 6 万亩葡萄园、苹果园和饲料基地提供优质绿色有机肥料。

8) 每年减排温室气体 88,000 t CO₂ 当量

工程总投资: 5000 万元左右

工程特点:

1) 发酵原料为鸡粪与水果加工废弃物混合原料。针对不同生物质发酵原料的特点采用不同的预处理工艺。将鸡粪便和水果加工废弃物合理营养物进行配比, 解决了单一发酵原料带来的营养配比失衡、易酸化的问题。

2) 区域混合原料收集、集中沼气和分散消纳沼液的模式。本项目将 23 个养鸡场的鸡粪集中收集, 与水果加工废弃物混合发酵, 扩展了农林生物质的利用范围, 形成了规模效应。发酵后的沼液在周边果园实现分散消纳。通过本项目的建设, 形成“区域收集——集中发酵——分散消纳”的农林生物质资源的利用和管理模式。

3) 该工程是国内规模最大的农业沼气发电项目, 也是目前中国第一批通过 CDM 审批的农业沼气发电项目之一。

(4) 案例四

四川菊乐原料奶基地沼气发电工程

项目名称: 四川菊乐原料奶基地沼气综合利用工程

项目地点: 四川省成都双流县金桥镇金河村

养殖规模: 常年存栏奶牛 1000 头

工程建设规模及目标:

- 1) 日处理牛粪尿及部分冲洗水 70t/d。
- 2) 工艺类型: CSTR, TS 8%左右, 中温发酵 (37℃)
- 3) 厌氧消化装置: 1200m³×1
 二级产气、储气一体化装置 1500 m³×1
- 4) 发电装机容量: 180 kW×1
- 5) 沼液蓄调池塘: 6000m³
- 6) 设计沼气产量 1000m³/d, 沼气 80%用于发电, 20%用于照明、职工生活用气。
- 7) 设计发电量 1300kW.h/d 左右
- 8) 日产沼肥 70 t 左右, 为周边 1200 亩农田常年提供优质绿色有机肥料。

工程总投资: 280 万元左右。

(5) 案例五

四川省井研千佛扩繁场粪污处理沼气工程示范项目, 2003 年 2 月建成。

项目名称：四川省井研千佛扩繁场粪污处理沼气工程示范

项目地点：四川省井研千佛扩繁场

养殖规模：存栏母猪 1200 头，仔猪 3300 头。通过清洁生产，将 70% 的鲜粪人工清除。粪、尿及冲洗水量控制在 40 t/d 以内。

工程建设规模及目标：

- 1) 日处理猪粪水 40t/d (TS≤1%)。
- 2) 工艺类型：常温（推流工艺+厌氧滤池）+自然处理（氧化塘及人工湿地）。
- 3) 厌氧消化装置：450m³×1
- 4) 氧化塘：4000m³，人工湿地：500m²
- 6) 设计沼气产量 100m³/d，由于产气量太小，不考虑发电。
- 7) 处理后的出水达到国家《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001)，污染物总的去除结果见表 24。

表 24 井研千佛扩繁场粪污处理沼气工程处理效果

项目	进水	出水	去除率(%)	标准允许排放浓度
pH	7.09	6.84		
SS(mg/L)	5229	22	99.6	200
COD(mg/L)	3099	100	96.8	400
BOD ₅ (mg/L)	1066	4.4	99.6	150
NH ₃ -N	344	1.32	99.6	80
TN(mg/L)	9745.099	134.569	99.0	
TP(mg/L)	47.7	2.08	95.6	8.0
粪大肠菌群(个/mL)	10000	3200	68.0	10000
寄生虫卵(个/L)	246	1	99.6	2

工程总投资：50 万元左右。

工程特点：

- 1) 该猪场冲洗污水中的有机污染物浓度相对较低，从能量平衡角度和污水达标的建设目标考虑，在南方地区选择常温厌氧消化+自然处理工艺是切实可行，最为经济的。
- 2) 采用厌氧+自然处理工艺，其出水水质优于厌氧+好氧处理工艺的出水水质，特别是对脱磷效果更佳，出水的 TP 低于排放标准。
- 3) 厌氧+自然处理工艺投资略低于厌氧+好氧处理工艺，同时运行费用前者是后者的 10%，运行管理简便，小规模工程勿需专人管理。
- 4) 由于大部分粪便被清除（约 70%），所以产气很少，能源的净输出率很低。

（三）沼气工程装备（设备）生产商及生产能力

1. 沼气工程装备（设备）生产商

- 1) 杭州能源环境工程有限公司（注册资金 300 万元）
公司所在地：浙江省杭州市
主要产品：沼气工程成套设备的研发和制造；除砂设备、厌氧罐、膜式贮气柜、搅拌机、生物脱硫塔、压力保护器。
- 2) 济南十方环境工程有限公司（注册资金 1000 万元）
公司所在地：山东省济南市
主要产品：三相分离器、沼气工程的设计与施工。
- 3) 北京盈和瑞环保设备有限公司（注册资金 200 万元）
公司所在地：北京市海淀区
主要产品：搪瓷拼装厌氧罐设备的设计、制造与安装。
- 4) 青岛天人环境工程有限公司（注册资金：800 万元）
公司所在地：山东省青岛市
主要产品：沼气工程的设计与安装。
- 5) 杭州普达可再生能源设备有限公司（注册资金 200 万元）
公司所在地：浙江省杭州市
主要产品：一体化厌氧罐设备、膜式贮气柜、生物脱硫设备、搅拌机、切碎机、压力保护器、凝水器。
- 6) 农业部成都沼气研究所科技开发公司（注册资金 100 万元）
公司所在地：四川省成都市
主要经营：沼气工程的设计与调试、钢制厌氧罐、一体化厌氧罐装备、安全保护装置、凝水器等。
- 7) 胜利动力机械集团（注册资金 20000 万元）
公司所在地：山东省东营市
主要产品：燃气发电机。
- 8) 济南柴油机股份有限公司（注册资金 19968 万元）
公司所在地：山东省济南市
主要产品：各种柴油机及燃气发电机。
- 9) 江苏宝驹富成燃气动力机械厂（注册资金 200 万元）
公司所在地：江苏省启东市
主要产品：燃气发动机。
- 10) 重庆红燃必高动力机械有限公司（注册资金 203 万元）
公司所在地：重庆市北碚区
主要产品：柴油机及生物质气体发电机。
- 11) 东莞康达新能源科技有限公司（注册资金 500 万元）
公司所在地：广东省东莞市

主要产品：生物质能开发及沼气发电机。

- 12) 浙江恒丰泰减速机制造有限公司（注册资金 500 万元）
公司所在地：浙江省温州市
主要产品：各种减速机、搅拌机。
- 13) 杭州原正化工装备有限公司（注册资金 200 万元）
公司所在地：浙江省杭州市
主要产品：化工装备、各种搅拌器。
- 14) 江苏蓝深制泵集团（注册资金 1250 万元）
公司所在地：江苏省南京市
主要产品：各种水泵及潜水搅拌机。
- 15) 江苏启东混合设备厂（注册资金 200 万元）
公司所在地：江苏省启东市
主要产品：各种搅拌机、混合机。
- 16) 江苏兆盛水工业设备有限公司（注册资金 5000 万元）
公司所在地：江苏省宜兴市
主要产品：格栅机、刮泥机、除砂机及螺旋输送设备。
- 17) 江苏泉溪环保有限公司（注册资金 500 万元）
公司所在地：江苏省宜兴市
主要产品：格栅机、螺旋压榨机、螺旋输送机及除砂设备。
- 18) 江苏南兰环保设备制造公司（注册资金 300 万元）
公司所在地：江苏省南京市
主要产品：潜污泵、潜水搅拌机。
- 19) 杭州特富燃气锅炉设备厂（注册资金 800 万元）
公司所在地：浙江省杭州市
主要产品：燃气锅炉、沼气锅炉。
- 20) 北京西达农业工程科技发展中心（注册资金 100 万元）
公司所在地：北京市朝阳区
主要产品：螺旋挤压固液分离机。
- 21) 杭州创意环保设备有限公司（注册资金 150 万元）
公司所在地：杭州市江干区
主要产品：螺旋挤压固液分离机。
- 22) 武汉四方光电科技有限公司（注册资金 150 万元）
公司所在地：湖北省武汉市
主要产品：红外沼气成份分析仪。
- 23) 天津第五机床厂（注册资金 2000 万元）
公司所在地：天津市津南区
主要产品：罗茨气体流量计。
- 24) 杭州斯莱特泵业公司（注册资金 2424 万美元）

公司所在地：浙江省杭州市
主要产品：螺杆泵。

25) 江苏天雨环保集团有限公司（注册资金：5000 万元）

公司所在地：江苏省扬州市

主要产品：系列闸门、格栅、螺旋泵、刮（吸）泥机、搅拌机、刮油刮渣机、压滤机、旋流沉砂器、转盘曝气机、旋转滗水器等共计 80 多个系列 1200 多个品种

26) 江苏一环集团有限公司（集团总注册资金 10080 万元）

公司所在地：江苏省宜兴市

主要经营：水、大气和噪声污染治理、固体废物无害处理、压力容器、暖通等成套设备 6 大类近 200 个系列。

2. 部分沼气工程装备（设备）生产商的生产能力

见附件 2。

二、 产业发展存在问题

（一） 现有技术及装备存在的问题

1. 相关技术方面

尽管目前国内外对畜禽养殖粪污处理都首选厌氧消化技术，并有数万处“还田利用处理”、“自然生态处理”、“集中工业化处理”等各种适宜模式的应用，但是每种处理模式都还存在一些技术问题，比如：“还田利用模式”，不同条件下土地承载力、还田带来的卫生效果与负面影响、最佳还田技术与施用量等都没有专项研究和科学的应用参数；“自然生态处理模式”，处理沼液的氧化塘、人工湿地等处理单元的运行负荷、去除效果以及影响因素等缺乏更多的工程应用数据（目前主要借用城市污水处理的相关技术参数进行设计）；“集中工业化处理模式”，电耗和运行费用太高，企业难以承受，即便建造了工程，也只是个摆设。

已建的畜禽粪污沼气工程大多数没有采用热、电联供，常温发酵或外加热源近中温发酵的工程在冬季不能维持稳定产气，运行效果大打折扣，能源净输出率很低。

2. 相关装备方面

由于畜禽粪污沼气工程在发酵原料、厌氧消化工艺、沼气利用等方面的特殊性，许多设备（如：除砂、进料泵、厌氧消化装置、物料搅拌、固液分离、新型沼气贮存设备、热电联产（CHP）成套设备等）还存在一些工艺和制造技术的问题（主要是设备的专用性、配套性和加工制作工艺、材质等），仍然是能耗大、效率低、故障多、配套性差，不能常年稳定运行，难以适应不同发酵原料、不同发酵工艺的应用要求；厌氧消化装备未有全面推行标准化制作。

总而言之，我国的沼气工程没有形成设计标准化、装备系列化、建造模块化，工程建设质量参差不齐。

（二）已建成项目存在的问题

1. 基础数据与实际情况差距大

业主提供的基础数据与实际情况出入太大（养殖规模普遍偏大，有的相差1倍之多），装置设计处理能力与实际运行有较大的差距；还田利用的土地面积远远不够，造成沼液恣意外流等。

2. 工程设计不专业

非专业的设计（或首次从事沼气工程设计）没有足够的经验，对每个工程的特点和关键技术把握不准，针对性不强，有些设计是照搬照套，引发工程运行效果达不到建设目标，甚至出现运转障碍。

3. 运行管理不规范

运行管理不规范、不到位。没有建立健全必要的规章制度（包括管理和安全要求）和操作规程，存在安全隐患；运行管理人员缺乏基本的操作和维护技能等。

4. 国产设备耐用性有待提高

一些国产的设备（特别是高浓度的进料泵、除砂设备、搅拌器等）耐用性差，运转故障多，效率低下。

5. 发电上网存在障碍

由于沼气发电规模小，不能上网（目前国家还没有政策支持小规模沼气发电上网），自用电多为间断性用电，因此不能满负荷运行，发电效益不能充分显现出来。目前只有1%的沼气工程发电，上网的工程更是寥寥无几。沼气的利用方式仍然以替代原煤直接燃烧为主，这使得沼气自身经济价值大打折扣，同时对其能量的转化效率也有影响。

（三）技术推广存在的障碍

1. 工程建设缺乏资金

工程建设资金严重不足，技术推广普及率不高。目前建造沼气的资金来源十分有限（主要是依靠业主和政府共同投入），社会资金不愿进入。已建的工程数量占应建的规模化养殖场总数不足10%，更多的养殖企业持观望状态。

2. 技术培训与指导不足

缺少有针对性的技术培训和指导。有些技术和装备缺乏因地制宜的推广应用，存在着一定的盲目性。

3. 缺乏政府鼓励措施

政府缺乏相应的鼓励措施。沼气工程产生的环境效益和社会效益在目前的政策中没有给与适当的补偿，使得这类项目的资金回收期长。

（四）投融资存在的问题

1. 上游产业风险大且沼气产品进入市场难

畜禽养殖业等上游产业风险较大（疫病时有发生，行业市场竞争十分剧烈，不确定因素多，容易倒闭），沼气工程跟随这些产业的市场而生存发展，风险也大。养殖企业迫于环保压力，在政府资助下，才建设沼气工程的，虽然也有沼气、沼气电力、有机肥等产品，但没有在市场上流通，除了自用，很难进入市场，体现不出经济价值，沼气工程的投资回收得不到有效地保障，因此融资很困难。

2. 融资体制待建立

沼气工程贷款目前是按照项目商业化融资渠道进行，没有列入国家发展银行和农业发展银行的政策性融资领域，也不属于基础性产业的专门融资体系范围。

（五）政策问题

1. 环保法规执行力度不够

沼气工程既是能源工程，也是环保工程。用法律形式支持沼气工程发展，提出限期的环境保护目标是推动沼气发展的强大动力。我国禽畜粪便污染排放和治理的有关环保法规已经出台，并有相关的污染付费制度，但在具体的实施中，缺乏明确的环境保护限期目标。特别是对分散型的中小规模养殖企业的污染治理执行力度不够，没有形成推动这类企业治理污染、发展沼气的实际压力。

2. 电价补贴偏低

沼气发电上网补贴价格偏低，仅靠发电效益很难在短期内回收工程投资，并盈利运行。

由于沼气发电工程相对于其它电力（煤电、风电、水电等）工程，具有规模小（装机容量 40kW~200 kW 居多，少数为兆瓦级）、初始投资大（沼气生产投资 3000 元~5000 元/m³（沼气））、运行成本较高（沼气发电经营成本：不含购气费时，0.45~1.38 元/kW.h；含购气费时，0.83~1.76 元/kW.h，详见表 22）等特点，按现行可再生能源发电上网的补贴政策（在煤电价的基础上，补贴 0.25 元/kW.h），沼气发电工程很难在短期内回收投资，并

盈利运行。

3. 缺乏融资激励机制

畜禽粪污处理的沼气工程是投资周期长、收益低的项目，但有相当的外部性和公益性。然而在融资机制上没有考虑消除其投资周期长的风险机制和针对外部性的补偿措施。从政策层面上讲，没有建立起促进沼气发电商业化融资的有效机制。

三、 建议

（一） 支持推广应用项目的建议

养殖场沼气发电工程是关系到节能减排、保护环境、可持续发展、利国利民的大事，应当给予法律的规范和政策鼓励，使大多数沼气发电工程能盈利运行、发挥出综合效益，吸引更多的投资商和运营商进入这个行业，产业才能发展起来。

1. 建议资金支持的范围

（1）对中小型养殖场沼气发电工程建设予以一次性补助

2006年畜牧年鉴统计，我国中小型规模化畜禽养殖场（猪、牛、鸡）约126,878处（年出栏3,000头~9,999头猪当量计），已建沼气工程的数量不足10%，是目前农村面源污染的重要来源。这类规模的养殖企业自身资金积累和融资能力较差，加上沼气工程规模小，所产的沼气及其电力很难上网，多数为企业自用，不能享受现阶段国家对可再生能源发电上网电价的补贴政策。为了推动中小型规模化畜禽养殖企业的治污和自产能源，国家应对其实行一次性工程建造补助。

（2）对大型沼气发电上网工程实行上网电价补贴

2006年畜牧年鉴统计，我国大型规模化畜禽养殖场（猪、牛、鸡）约11,800处（年出栏10,000头及以上猪当量计），已建沼气工程的数量不足25%。通过适当的电价补贴，引导和扶持大型沼气发电工程（装机容量500kW以上）上网运行，并使其能维持正常运行，略有盈利。

（3）支持已有一定规模的沼气工程完善其发电配套工程

在已建的5,000多处大中型沼气工程中，至少有90%的沼气工程将沼气替代原煤直接燃烧了，这使得优质能源高效率的利用大打折扣；甚至还有少部分工程将用不完的沼气直接排放大气中，不但是对可再生能源的极大浪费，也给环境造成二次污染，产生气候变暖效应。政府只需少量的投入（重点补助发电系统的建造投资），会有效地推动沼气发电建设。

2. 接受支持的项目业主条件

企业注册资金 100 万元以上；

企业财务状况良好，有一定抗市场风险能力，在本地区有良好的信誉和业绩；

沼气发电工程建造自有资金 50% 以上；

企业负责人有较强的环保和法律意识。

3. 接受支持的项目业主具备的基础条件

养殖场业主或项目开发商具有充足的沼气发酵原料；

沼液采用还田处理或自然处理模式的工程，应有土地使用证明（不论是租用，还是自有土地）；

市政基础设施（如主要交通干道、给排水、消防、电力、其它能源供应等）基本健全。

4. 建议支持的项目规模

（1）热电肥联产-沼液还田利用模式

畜禽饲养规模：猪场生猪存栏数 10,000 头以上（含 10,000 头）；牛场存栏牛数 1,000 头以上（含 1,000 头）；鸡场存栏鸡数 100,000 羽以上（含 100,000 羽）。

（2）气（电）肥联产-沼液自然处理模式

畜禽饲养规模：猪场生猪存栏数 2,000 头以上（含 2,000 头）；牛场存栏牛数 200 头以上（含 200 头）；鸡场存栏鸡数 20,000 羽以上（含 20,000 羽）。

（3）气（电）肥联产-沼液工业化处理模式

畜禽饲养规模：大中型为宜。

5. 建议支持的资金额度

新建沼气发电工程项目的资金支持额度：发电上网的，按每 kW 装机容量 5000 元左右（工程总造价的 1/4~1/5）；发电自用的，每 kW 装机容量 8000 元（工程总造价的 1/4~1/6）。

已建有沼气工程，仅支持建设发电系统的资金支持额度为每 kW 装机容量 3000~4000 元。

建议上网补贴电价在煤电的基础上补贴 0.50 元/kW.h，使上网电价达到 0.80 元/kW.h 以上。理由是：沼气发电经营成本较高（含购气费，至少 0.83 元/kW.h；不含购沼气费，至少 0.45 元/kW.h）。按现行的可再生能源上网发电补贴政策，沼电上网价约 0.625 元/kW.h（煤电价+0.25 元/kW.h），是很难维持沼气发电工程的运营。另外，沼气发电的环境效益在

发电成本中没有得到抵扣或补充回报，与常规化石能源是一种不公平竞争，在价格上处于明显劣势。

（二）支持装备研发与生产的建议

1. 建议资金支持的范围

重点支持研发工作和专业企业的能力建设。

建议国家设立专项资金扶持有一定基础的企业开展沼气发电工程相关专用设备的集成创新和技术革新的研发工作，全面提升我国沼气工程装备的整体技术水平和工业化生产能力，加快产业的科技创新和技术进步。重点支持方向：

适应高固体物料（秸秆或秸秆与粪便混合物料）的进料设备（重点是螺杆泵和转子泵）；

高效率、慢转速、低能耗的潜水搅拌设备；

厌氧罐内外壁增温、保温的方式和材料的选比；

高效率的沼气发电机组与余热回收的成套设备（CHP）；

经济耐用的固液分离设备；

产气、贮气一体化厌氧消化装置；

厌氧消化装置的标准化、系列化、工业化的制作技术。

2. 接受支持的项目业主条件

注册资金 100 万元以上，资产、财务状况良好；

自有研发资金和产业化资金 50% 以上；

具有一定数量的高水准研发人员，已有相关的研发成果或专利技术，或已有类似产品的生产经验和试用案例；

具备一定规模的生产能力（技工人数、专用生产线、生产资金保有率等）；

建有售后服务体系；

没有安全事故的不良记录（近 5 年来未发生伤亡事故）。

3. 建议支持的项目规模

沼气工程成套装备研发 2 项以上，年生产能力达到 500 套（台）以上。

沼气发电机组及热电联产设备研发 2 项以上（沼气发电机、余热锅炉及余热利用装备），年生产能力达到 1000 套（台）以上。

4. 建议支持的资金额度

国家资金支持额度至少是单项产品研发经费或产业项目投资的 1/2。

（三）政策建议

（提出促进产业发展的政策建议，并说明其必要性）

1. 提高沼气发电工程造价的资助额和发电上网的电价补贴

按照我国目前建材市场的材料价、人工费和建造水准，沼气工程的初始投资成本为 3000~5000 元/m³（沼气），装机投入成本更高（约 20000~30000 元/kW）；沼气发电的经营成本 0.45~0.83 元/kW.h。因此，沼气发电的投资成本和运行成本均高于其他能源的发电成本，加上沼气发电规模都很小，上网成本也高，资金回报率很低。

2. 鼓励和扶持沼气工程其它产品的应用

沼渣、沼液还田利用的补贴应按节约化肥和新水用量所产生的经济价值给予适当的补偿。

支持和鼓励符合条件的沼气项目引入 CDM 机制。

（提出需要进行的相关政策研究的内容及其必要性）

畜禽养殖场排污费减免的评价体系及执行措施；

中小规模沼气发电工程的扶持政策；

沼气产品（沼气及其电力、沼渣沼液）的经济激励政策。

政府提供政策扶持是推动沼气产业化发展的重要动力，特别是对那些在实行固定价格后仍不能盈利的沼气发电企业，提供适当的财政补贴，将有利于改善企业的财务能力，从而吸引更多广泛的投资者和经营商进入这个领域，以推动沼气产业健康发展。

（四）关于项目评审的建议

（提出可再生能源专项资金支持项目推广应用招标条件和评审办法的建议）

招标条件

养殖企业的饲养规模应满足项目建设规模和目标，并有比较详细的投标方案（包括技术标和商务标）；

有关确认投标者法律地位的证明文件（包括营业执照、税务登记证、质量管理体系认证证书、安全生产资格证书、近 3 年的财务状况等）；

具有法律效力的相关配套资金和土地使用证明。

评审办法

根据《投标人须知》及《投标资料表》的有关要求，经初步审查（投标书形式和投标者基本情况）后，组织有关技术专家进行技术评议和商务评议，最后采用综合评分法（各标段均按照得分的高低）推荐中标单位。

（提出可再生能源专项资金支持装备研发或提升
生产能力项目的招标条件和评审办法的建议）

招标条件

参考项目推广应用招标条件。

评审办法

参考项目推广应用的评审办法。

附件 1：全国规模化畜禽养殖情况

2006 年畜牧年鉴（所列数据均为截至 2005 年底的数据）有关数据见表 A～表 E。

表 A 全国生猪饲养规模情况

年出栏数	50~99 头	100~499 头	500~2999 头	3000~9999 头	10000~49999 头	5 万头以上
场(户)数	1382874	391434	54780	5094	1221	39

表 B 全国奶牛饲养规模情况

年存栏数	5~19 头	20~99 头	100~199 头	200~499 头	500~999 头	1000 头以上
场(户)数	302494	46396	2997	1253	448	188

表 C 全国肉牛饲养规模情况

年出栏数	10~49 头	50~99 头	100~499 头	500~999 头	1000 头以上
场(户)数	410688	56379	11238	1073	200

表 D 全国蛋鸡饲养规模情况

年存栏数	500~1999 只	2000~9999 只	10000~49999 只	50000~99999 只	100000~499999 只	500000 只以上
场(户)数	572559	191869	10029	533	119	6

表 E 全国肉鸡饲养规模情况

年出栏数	2000~9999 只	10000~49999 只	50000~99999 只	100000~499999 只	500000~999999 只	100 万只以上
场(户)数	361823	96267	6198	1538	154	86

规模化养殖的地区分布不均匀，以东部以及沿海地区较为密集，特大型养殖场几乎都位于沿海地区，内陆地区仅河南、四川等省建有特大型养殖场。东部地区生猪年末存栏量约占全国总量的 79.4%，西部地区仅四川一省出栏量较大；河北、山东、河南三省肉牛出栏量即约占全国出栏量的 34.1%；羊出栏量以河北、内蒙古、山东、河南等省（自治区）居多。

附件 2: 沼气工程装备 (设备) 生产商的生产能力

厂 商	产 品	规 格	单 价 (万 元)	产 量	备 注
杭州能源环境 工程有限公司	厌氧罐	500m ³	48	50 座	
		1000 m ³	80		
		1500 m ³	102		
		2500 m ³	142		
		3000 m ³	162		
	干式膜贮气柜	100 m ³	12	50 套	
		300 m ³	24		
		500 m ³	35		
		1000 m ³	60		
		1500 m ³	80		
		2000 m ³	100		
	生物脱硫塔	50 m ³ /h	7	50 套	
300 m ³ /h		26			
600 m ³ /h		50			
济南十方环境 工程有限公司	厌氧罐	500m ³			
		1000 m ³			
		1500 m ³			
		2500 m ³			
		3000 m ³			
北京盈和瑞环 保设备有限公 司	搪瓷拼装厌氧 罐	500m ³	49		
		800 m ³	69		
		1000 m ³	82		
		1500 m ³	109		
青岛天人环境 工程有限公司	厌氧罐	200m ³			
		1000 m ³			
		1500 m ³			
		2500 m ³			
		3000 m ³			
杭州普达可再 生能源设备有 限公司	一体化膜式贮 气柜	170 m ³ Φ12m	12	50 套	
		270 m ³ Φ14m	16		
		360 m ³ Φ16m	18		
		695 m ³ Φ18m	22		
		950 m ³ Φ20m	25		
		950 m ³ Φ22m	28		

杭州普达可再生能源设备有限公司	生物脱硫塔	50 m ³ /h	7	50 座	
		100 m ³ /h	12		
		150 m ³ /h	15		
		200 m ³ /h	22		
		250 m ³ /h	28		
	立式搅拌机		10	20 台	
	侧搅拌机		3	50 台	
	斜搅拌机		6	50 台	
	切碎机		2.5	50 台	
	除砂设备		12	10 台	
压力保护器		1.2	50 台		
凝水器		0.4	100 台		
农业部成都沼气研究所科技开发有限公司	厌氧罐	300m ³	25	30 座	
		500 m ³	40		
		1000 m ³	72		
		1500 m ³	96		
		2500 m ³	140		
		3000 m ³	160		
	安全保护器	系列		50 台	
	储气装置	系列		20 套	
脱硫装置	系列		50 套		
胜利油田胜利动力机械集团	沼气发电机	40KW	16		
		60KW	25		
		120KW	30		
		260KW	50		
		400KW	100		
		500KW	113		
江苏启东市宝驹(富成燃气)动力机械厂	沼气发电机	40KW	10.5		
		60KW	14.8		
		80KW	18.3		
		100KW	23		
		120KW	26.5		
		150KW	31		
		200KW	52.5		
		250KW	61		
		300KW	65		
		400KW	89		
		500KW	98		
济南柴油机股份有限公司	沼气发电机	50KW	17		
		80KW	18.6		
		120KW	25		
		150KW	32		
		200KW	36		

		400KW	89		
		500KW	105		
重庆红燃必高动力机械有限公司	沼气发电机	180KW			
		200KW			
		220KW			
东莞市康达新能源科技有限公司	沼气发电机	50KW			
		80KW			
		120KW			
东莞市康达新能源科技有限公司	沼气发电机	160KW			
		200KW			
		300KW			
		500KW			
浙江恒丰泰减速机制造有限公司	立式搅拌机	4KW		800套	
		5.5KW	6.5		
		7.5KW	7.5		
		11KW	9.5		
	侧搅拌机	3KW	1.8		
		4KW	2.0		
		5.5KW	2.4		
		7.5KW	2.8		
	斜搅拌机	4KW	6.5		
		5.5KW	7.0		
		7.5KW	7.6		
		11KW			
杭州原正化学工程技术装备有限公司	立式搅拌机	4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
		11KW	11.0		
	侧搅拌机	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
	斜搅拌机	4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
		11KW			
南京蓝深制泵集团股份有限公司	立式搅拌机	4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
		11KW			
	侧搅拌机	3KW			
		4KW			
		5.5KW			

	潜水搅拌机	7.5KW			
		2.2KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
	潜水泵	3KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
启东汇龙混合设备厂	立式搅拌机	4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
		11KW			
	侧搅拌机	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
南京南蓝环保设备制造有限公司	立式搅拌机	4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
		11KW			
	侧搅拌机	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
	潜水搅拌机	2.2KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
	潜水泵	3KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
	螺杆泵	10 m³/h	0.37		
		20 m³/h	0.61		
		30 m³/h	0.63		
		40 m³/h	1.3		
		60 m³/h	1.5		
江苏兆盛水工业装备有限公司	除砂设备	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			

宜兴泉溪环保有限公司	除砂设备	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
江苏天雨环保集团有限公司	除砂设备	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
江苏一环集团有限公司	除砂设备	3KW			
		4KW			
		5.5KW			
		7.5KW			
兰州耐驰泵业有限公司	螺杆泵	10 m ³ /h	2.5		
		20 m ³ /h	2.8		
		30 m ³ /h	3.2		
		40 m ³ /h	3.5		
		60 m ³ /h	3.8		
	切碎机	30 m ³ /h	3.5		
大连莫依诺泵业有限公司	螺杆泵	10 m ³ /h	1.9		
		20 m ³ /h	2.0		
		30 m ³ /h	2.4		
		40 m ³ /h	2.8		
		60 m ³ /h	3.5		
	切碎机	30 m ³ /h	3.5		
淄博市博山杂质泵厂	杂质泵	10 m ³ /h	0.245		
		20 m ³ /h	0.295		
		30 m ³ /h	0.33		
		40 m ³ /h	0.395		
		60 m ³ /h	0.43		
杭州斯莱特泵业有限公司	螺杆泵	10 m ³ /h			
		20 m ³ /h			
		30 m ³ /h			
		40 m ³ /h			
		60 m ³ /h			
杭州特富锅炉厂	沼气锅炉	0.5T			
		1T			
		2T	25		
北京市四季青锅炉厂	沼气锅炉	0.5T	10.7		
		1T	18		
		2T	24		
武汉四方光电科技有限公司	红外沼气成份分析	GASBOARD-3200系列	4.5		

天津第五机床厂	罗茨气体流量计	20 m ³ /h	0.383		
		30 m ³ /h	0.427		
		40 m ³ /h	0.459		
		70 m ³ /h	0.548		
		90 m ³ /h	0.572		
		130m ³ /h	0.621		
		150 m ³ /h	0.645		
天津第五机床厂	罗茨气体流量计	200 m ³ /h	0.78		
		300 m ³ /h	0.843		
		500 m ³ /h	0.867		
		800 m ³ /h	1.73		
		1200 m ³ /h	1.968		
		1600 m ³ /h	2.376		

村级秸秆气化发电行业装备及产业化应用
调查和评估报告

目 录

一、 行业发展现状	1
(一) 技术(装备)现状.....	1
1. 固定床气化发电技术.....	2
2. 干馏技术.....	7
(二) 推广应用现状.....	8
1. 固定床气化发电技术.....	9
2. 典型案例一.....	10
3. 典型案例二.....	11
二、 产业发展存在问题	13
(一) 现有技术及装备存在的问题.....	13
(二) 装备研发与生产存在的问题.....	13
(三) 已建成项目存在的问题.....	13
(四) 技术推广存在的障碍.....	13
(五) 投融资存在的问题.....	13
(六) 政策问题.....	14
三、 建议	14
(一) 支持推广应用项目的建议.....	14
1. 建议资金支持的范围.....	14
2. 接受支持的项目业主条件.....	14
3. 接受支持的项目业主具备的基础条件.....	15
4. 建议支持的项目规模.....	15
5. 建议支持的资金额度.....	15
(二) 支持装备研发与生产的建议.....	15
1. 建议资金支持的范围.....	15
2. 接受支持的项目业主条件.....	15
3. 建议支持的项目规模.....	15
4. 建议支持的资金额度.....	15
(三) 政策建议.....	16
1. 配套、完善相关法规、政策.....	16
2. 专项资金倾斜支持气化发电.....	16
3. 扶持具有引领作用的研发机构.....	16
4. 建立合适的融资机制.....	16
5. 促进电网参与和支持.....	16
6. 建立研发平台.....	16
(四) 关于项目评审的建议.....	16
1. 积极支持, 严格评审.....	16
2. 简化程序, 提高效率.....	16

附表一 典型气化集中供气项目（工程）	19
附表二 典型气化发电项目	22

村级秸秆气化发电行业装备及产业化应用 调查和评估报告

一、行业发展现状

自上世纪 80 年代以来，生物质气化技术在我国迅速兴起和发展，取得了一定的成绩。但是，生物质气化技术也与其它新兴技术一样，经过了发展与完善的过程。生物质气化技术应用初期，技术上存在焦油含量高以及设备配置不尽合理的问题；管理上缺乏有效的监管，多个企业一轰而上，造成市场竞争无序；用户主要是农民，缺乏良好的秸秆气化操作与维护的培训。这些原因致使不少已建成的气化示范工程停运，造成严重影响，不少人否定该项技术，生物质气化陷入低谷。经过 2001~2005 年国家相关部门与从事生物质气化技术研究和推广的企事业单位以及广大科技人员的共同努力，深入研究、总结和改进，生物质气化技术重新显现出强大的生命力。

生物质气化技术现已日趋成熟。据调查，国内已建成村级集中供气项目 560 多处（典型气化集中供气项目清单见附表一）。在此基础上，以村为单位的集中供热和气化发电技术也逐步得到应用。

村级气化发电规模一般在 100kW~3MW 之间。现阶段我国已建成 30 余处生物质气化发电项目（典型气化发电项目清单见附表二），其规模多为 200kW~500kW。气化发电技术的应用主要有两种：一是秸秆资源丰富的偏远缺电地区，利用本村范围内的秸秆，满足全村或部分中小企业用电；二是以粮食加工厂、木材加工厂剩余的稻壳、木屑等原料进行气化发电，满足企业自身用电。

生物质气化发电技术虽已逐步成熟，但其产业化进程却困难重重。主要障碍一是项目一次性投资较大，一般自用电企业或村庄很难担负起如此大的资金投入；二是以村为规模的小型秸秆气化发电项目未能有效地享受到国家相关电价补贴等扶持政策，并在电力并网等方面遇到较大的阻力。

（一）技术（装备）现状

生物质气化技术按照不同工艺路线以及燃料燃烧形式等，目前在国内得到应用的有固定床热解气化、流化床热解气化与干馏。具体情况见下表。

技术类型	典型工艺	技术装备特点	技术装备应用情况	备注
固定床气化技术	典型下吸式固定床气化技术	固定式炉排 或 振动式炉排	主要应用与气化集中供气以及 2MW 以下气化发电	目前我国绝大多数气化集中供气项目与小型气化发电项目
	针对稻壳的气化技术	旋转式炉排或 振动式炉排	主要应用于稻壳气化发电	目前主要应用于碾米厂与粮食加工厂
	两步法气化技术	旋转式炉排	主要应用气化集中供气及 2 MW 以下气化发电	目前处于试验示范阶段
流化床 ¹				
干馏技术 ²			主要用于制备木炭	气化发电目前没有应用

1. 固定床气化发电技术

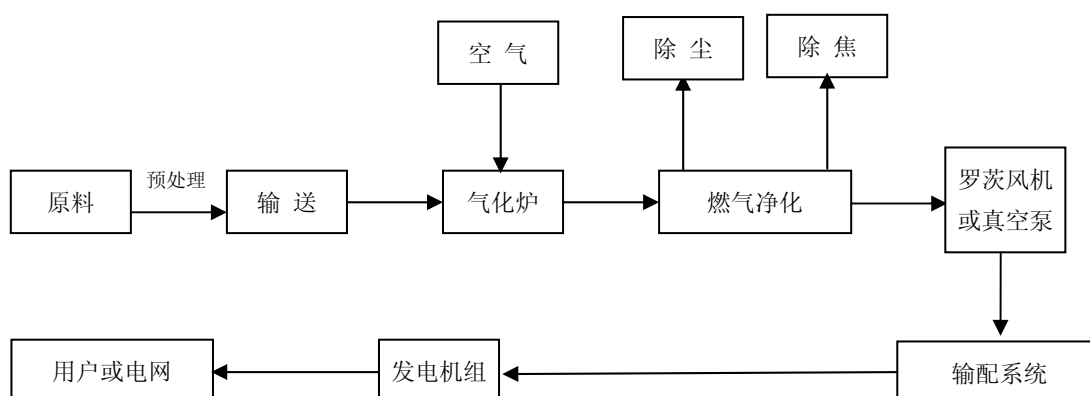
村级秸秆气化发电主要应用固定床生物质气化设备，单机容量在 500kW 以下。燃气净化多采用喷淋和水洗等湿式净化、旋风和扩散等干式净化，或两者的结合。焦油含量一般为 20mg/m³ 以下；储气装置应用水压式湿式和柔膜干式，前者应用广泛，而后者多用于寒冷的北方地区；为完善设备性能，有的采用了在线分析、焦油污水处理、燃气加臭等配套装置。

(1) 典型下吸式固定床气化发电技术简介

工艺流程

经预处理后（含水量<20%）的生物质原料（秸秆、谷壳、木屑、锯末及村镇固体可燃生活垃圾等）由上料器送入气化炉热解气化，产生的燃气经净化系统去除灰分和焦油后由输配系统送入内燃式发电机组，产生的电力送至用户或并入电网。

气化系统降温、净化用水和内燃机冷却循环水一般采用闭循环方式，不对外排放。应配套相应的污水净化系统，消除燃气净化用水的二次污染。典型工艺流程如下：



¹ 另有报告。

² 暂缺。

优缺点及适用范围

优点：

原料适用范围广，可处理绝大多数的可燃生物质原料；
产气速度快、产气性能稳定；
生物质气化效率高。

缺点：

燃气热值低，气化机组运行连续性差，自动化水平低。

适用范围：

该技术原料适用性强，涵盖玉米秆、玉米芯、麦秆、棉柴、稻草、木屑、果壳等绝大多数可燃生物质。可广泛应用于生物质资源丰富、区域性电力资源不足、用户认知水平较高、政府资助与扶持度较大的地区。

目前利用此项气化技术建设的秸秆气化站已有 560 处，主要用于气化集中供气、供热等，根据用户需求，绝大多数气化站仅需增配燃气内燃发电机组就可实现气化发电。

主要设备

200 kW 固定床气化发电主要设备清单

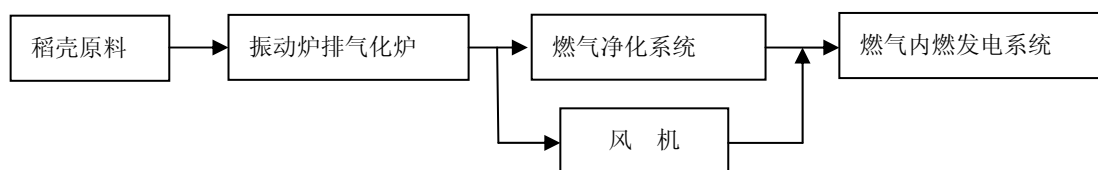
设备名称	规格	数量(套)	单价(万元)
固定床气化机组	500m ³ /h	1	15~25
燃气净化系统	500m ³ /h	1	15~20
气体检测系统	500m ³ /h	1	5~10
燃气内燃机发电系统	200kW	1	35~70
总投资(万元)	70~125		

注：相关设备价格浮动主要由各生产商的生产成本、设备性能等原因决定。

(2) 粮食加工厂稻壳（谷壳）气化发电技术简介

工艺流程

稻壳（谷壳）气化发电基本工艺流程为：将稻壳由上料器送入气化炉，气化炉炉排采用振动结构形式，实现连续排灰，经过不完全燃烧后，产生的燃气流入净化系统脱除焦油和灰分后进入燃气内燃发电系统发电。



优缺点及适用范围

优点：

气化反应稳定，产生的稻壳灰可以销售作为钢厂的保温材料。

缺点：

气化效率低，原料反应不完全，原料粒度要求严格。

适用范围：

主要应用于粮食加工企业和木材加工厂，利用其加工副产物稻壳、谷壳以及木屑、锯末等下脚料气化发电，满足企业自身用电需要。对于生物质原料以玉米秸秆、麦秸和稻草等为主的地区，本项技术的推广应用受到限制。

主要设备

200kW-1MW 规模稻壳气化内燃发电（工艺）主要设备清单

设备名称	规格	数量(套)	单价	金额
			(气化机组)	(总投资)
稻壳气化发电机组	200kW	1	48	146
	400kW	1	72	208
	600kW	1	105	270
	800kW	1	145	368
	1MW	1	185	448

200kW 下吸式稻壳气化发电主要设备清单

设备名称	规格	数量	单价	备注
稻壳气化机组	500m ³ /h	1	48	
喷淋水洗净化装置				
启动风机				
燃气内燃式发电机组	200kW	1	35~70	

(3) 两步法固定床生物质气化发电技术简介

工艺流程

两步法生物质气化发电系统的基本流程为：生物质原料首先进入热解反应器，在隔绝空气的情况下发生热解反应；热解后的产物进入下吸式固定床气化反应器，在燃烧区与热空气发生再次裂解；燃气经过冷却、除尘净化后由燃气输送设备送入内燃式发电机组，在发动机内燃烧做功驱动发电机产生电力，送入电网。燃气发动机的高温排气返回气化系统，作为热解过程的热源重复利用。

优缺点及适用范围

优点：

该技术将生物质低温热解和高温气化两个过程分开进行，热解过程中产生的大分子焦油在高温区充分裂解为低烃气体，减少了燃气中携带的焦油，提高了后续设备运行的稳定

性可靠性；

内燃式发动机的排气作为热解反应器的热源，回收了部分余热，系统能源利用率较高。

缺点：

气化强度低，规模比较小；

需要外部热源对热解反应进行加热。

适用范围：

该项技术目前处于试验示范阶段。

主要设备

两步法固定床生物质气化发电技术设备主要包括气化机组、冷却净化设备、燃气输送设备及发电机组等几个部分。以 200kW 规模的生物质气化发电工程为例的主要设备清单如下表。

200kW 秸秆气化发电工程主要设备清单

设备名称	规格	数量	单价	备注
加料器		1	4	不含上料系统
气化机组	QHJZ-300	1	28	
净化器		1	15	
冷却器		1	6	
罗茨风机		1	2	
出灰系统		1	4	
电气系统			6	
内燃式发电机组	260GF-RZ	1	40	

(4) 主要设备生产厂商

山东百川同创能源有限公司 位于山东省济南市，注册资金 300 万元，公司驻地济南高新开发区，是专业从事生物质能利用技术研究、开发与推广的高新技术企业。多年来与山东大学紧密合作，形成产学研结合的有机整体，并联合组建了省级生物质能源工程技术研究中心。公司主要产品有生物质气化集中供气机组、生物质气化发电机组、秸秆气集中供热锅炉、大型秸秆固化成型系统、成型燃料直燃供热机组、大中型沼气技术等。

JQ-C 系列生物质气化机组主要技术指标如下：

- ① 产气范围：200~2000m³/h
- ② 发电规模：200kW~2MW
- ③ 气化效率：大于 78%
- ④ 燃气热值：大于 5200kJ/m³
- ⑤ 焦油含量：小于 10 mg/m³

各项指标均达到并优于农业行业标准 NY/T443-2001。经山东省科技厅组织的专家鉴定，综合技术、经济指标均超过同类机组，达到国际先进水平。

发电功率为 200kW 的生物质气化机组的气化能耗一般在 10~15kW 之间。

200kW 发电规模的气化机组的价格根据具体配置不同而有所变化，一般在 28~42 万之间。

合肥天焱绿色能源开发有限公司 安徽省合肥市，注册资金 1000 万元。其主要产品有四项：生物质气化集中供气机组、生物质（稻壳）气化发电机组（固定床、流化床）、生物质气化供热机组、生物质成型燃料生产设备。

200kW 的气化机组的价格为 48 万元。

辽宁贝龙农村能源环境技术有限公司 辽宁省沈阳市，注册资金 500 万元。主要产品是下吸式“贝龙”牌 BLJQ 型系列秸秆气化机组。

秸秆气化机组的技术指标和秸秆气化集中供气系统的使用性能均达到农业行业标准 NY/T443-2001，其中燃气中焦油和灰尘含量小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。此外，还根据客户要求配置了下列装置：

- ①加臭装置（增加用气安全性）；
- ②焦化污水处理装置（使下吸式水洗法的污水达到零排放）；
- ③秸秆燃气双组份在线监测仪（取消明火示火器并可调节提高燃气质量）；
- ④新采用的计量装置更便于用户管理。

该公司主要产品 BLJQ-300 型气化机组的价格为 24.5 万元。BLSC-6 型焦化污水处理装置单台价格为 8.5 万元。

（5）主要生产厂产品

主要生物质气化系统生产厂商及产品规格

厂商名称	产品	规格	单价 (万元)	产量(台 套/年)
山东百川同创能源有限公司(山东大学)	生物质气化机组	JQ-C700	28	200套/年
合肥天焱绿色能源开发有限公司	生物质气化机组	TY900	48	110套/年
辽宁贝龙农村能源环境技术有限公司	生物质气化机组	BLJQ-300	24.5	200套/年
山东兖州新天地新能源开发有限公司	生物质气化机组	XJH—540	20	100套/年
山东省科学院能源研究所	生物质气化机组	QHJZ-300	25	
佳木斯富城生态能源科技有限公司	生物质气化机组	LSY—700	28.5	
辽宁省能源研究所	生物质气化机组	FGAS-500	25	
辽宁森源生物质能源开发有限公司	生物质气化机组	Sy-300	25	
长春鹤达环保能源开发有限公司	生物质气化机组	CH350	16.8	
焦作市秸秆燃气设备工程有限公司	生物质气化机组	JRQ-III	19.12	
四川省农业机械研究设计院(缺)	生物质气化机组			

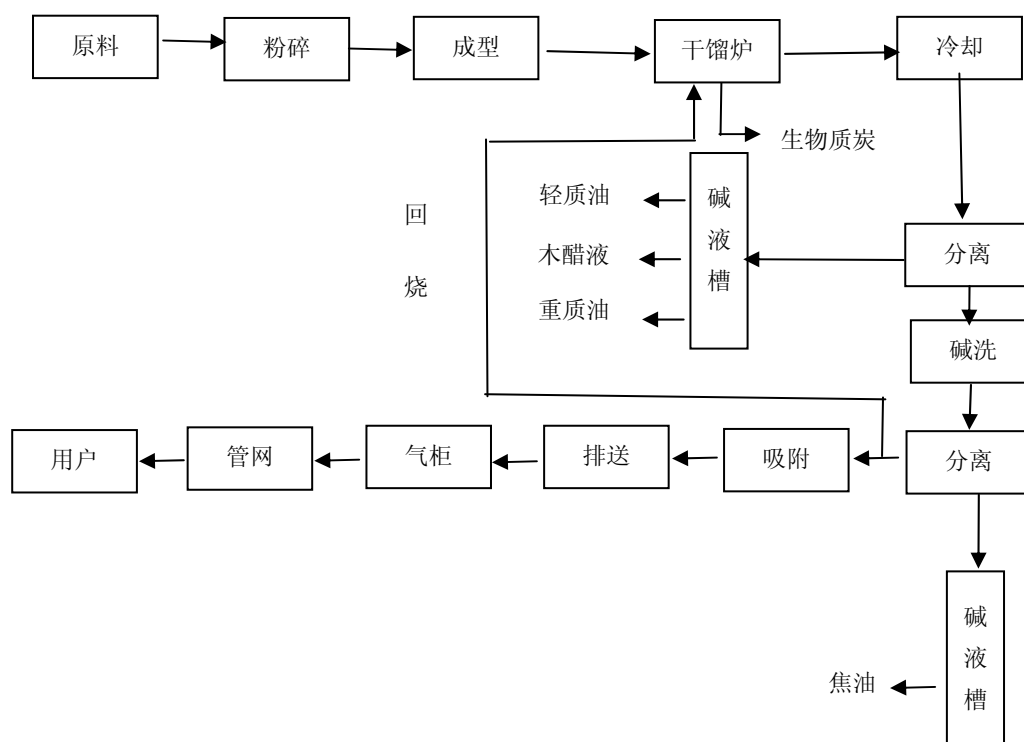
主要燃气内燃发电系统生产厂商及产品规格

厂商名称	产品名称	规格型号
潍坊柴油机股份有限公司	燃气发电机组	X 170
重庆红燃必高动力机械有限公司	燃气发电机组	B6250ML1
济南柴油机股份有限公司	燃气发电机组	190
胜利油田胜利动力机械有限责任公司	燃气发电机组	260 GF-RZ
淄博柴油机股份有限公司	燃气发电机组	Z170
东莞力宇燃气动力有限公司	燃气发电机组	GE-颜巴赫

2. 干馏技术

(1) 工艺流程

将农作物秸秆等生物质粉碎、干燥、挤压成型（生料棒、块）后装入干馏釜中，吊入干馏加热炉，从炉底部加热，在隔绝空气条件下，干馏炭化，产出的生物质炭装箱入库、销售。由干馏釜产出的生物质燃气经过净化装置的冷却、除尘、脱焦、过滤和碱洗除酸，送入贮气柜中，经燃气输配系统送到用户或者经过发电机组发电。工艺流程示意如下：



(2) 优缺点及适用范围

优点：

燃气热值高，燃气净化负担小；
生物质气化效率高。

缺点：

产气量小，间歇运行，难以满足发电要求；

主要产品为木炭及木焦油、木醋液等，燃气为副产品；

木焦油、木醋液等化工产品目前销售前景不明显。

适用范围：

该技术在气化集中供气领域目前推广较少，气化发电领域没有涉及。

(3) 主要设备

干馏技术工艺设备

设备名称	规格	数量	单价	备注
原料粉碎机		1		
热风烘干炉		1		
原料成型机		1		
干馏炉	JRQ	1		
焦油分离器		1		
冷却器		1		
碱洗塔		1		
气液分离器		1		
燃气排送机		1		
焦油吸附器		1		
安全水封		1		
价格总计			54.75 万	

(4) 主要设备生产厂商

厂商名称	产品	规格	单价（万元）	产量（台套/年）
大连市环科院	干馏技术			
北京联合创业	干馏技术			
焦作市秸秆燃气设备 工程有限公司	干馏技术	JRQ	19.12	

(5) 主要生产厂产品

(二) 推广应用现状

我国有着良好的生物质气化发电基础，20 世纪 60 年代就开发了 60kW 的谷壳气化发电系统，160kW 和 200kW 的生物质气化发电设备现已得到较多应用，显示出一定的经济效益。

村级生物质气化发电技术的主要应用一是村镇发电自用，将农业剩余物转化为清洁电能供本村中小企业使用或并网输出，同时治理了当地秸秆焚烧的环境顽疾；二是满足粮食、木材加工等产生大量农林剩余物的企业自身用电，同时解决了这些剩余物污染环境的难题。

现已在国内建成投产运营的村级气化发电项目 30 余个。技术提供单位主要有山东大

学、山东百川同创能源有限公司、合肥天焱绿色能源开发有限责任公司和山东省科学院能源研究所等。

村级生物质气化发电技术及设备经过多年的研发和应用，能够满足用户的要求，实现了设备的可靠性、安全性与合理性的统一。而且气化发电具有节约能源、保护环境、装置灵活、操作简单、发电成本低等特点，若从资金和税收等方面得到政策支持，会得到较快发展，推广应用前景良好。

1. 固定床气化发电技术

(1) 推广应用规模

村级生物质气化发电系统规模一般在 200kW 左右,较多利用下吸式固定床气化发电技术。

截至 2007 年底，山东大学、山东百川同创能源有限公司、合肥天焱绿色能源开发有限公司、山东省科学院等单位已建成 200kW 等不同规模的村级生物质气化发电项目 30 余处，分布在甘肃、安徽、辽宁、黑龙江、江苏、贵州、河北、山东等省，示范项目运行良好。

(2) 项目总投资及投资构成

200kW 固定床气化发电项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量	单价	金额
设备费	1	90~120	90~120
安装费		10~20	10~20
土地费		30~50	30~50
其他费用		30~40	30~40
合计		160~230	160~230

(3) 项目运行成本构成

200kW 固定床气化发电项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价	金额 (万元)	备注
1	支出合计			30.82~52.82	
1.1	人工费	3~5 人	1.8 万/年	5.4~9.0	
1.2	能源消耗	1440 吨	100~150 元/吨	14.4~21.6	1kg/kW; 24 时/日 300 天/年
1.2.1	其中: 水费				循环水
1.2.2	电费				自身发电循环 (总发电量的 20%)
1.2.3	其他能源				
1.3	维修费		1000~2000 元/月	1.2~2.4	
1.4	折旧费			5~15	按 15 年折旧
1.5	财务费用			0.5	

1.6	其他费用		0.03 元/kWh	4.32	内燃机润滑费用
2	收入合计			69.12~81.12	
2.1	产品 1 (电)	115.2 万度	0.6/元/度	69.12	自用电约 20% 已扣除
2.2	产品 2(草木灰)	300 吨	0~400 元/吨	0~12	占原料 20%
2.3	产品 3				
3	税收				无
	净收益(2-1-3)			16.3~50.3	

注：以上运行成本分析中，气化发电系统按每天运行 24 小时，每年运行 300 天计。

2. 典型案例一

(1) 项目简介

项目名称：

甘肃省张掖市山丹县 200kW 气电联供示范工程（亚洲开发银行项目）

项目业主：

甘肃省张掖市山丹县清泉镇人民政府

项目内容：

甘肃山丹 200kW 气电联供示范工程是 2005 年由亚洲开发银行与国家发改委合作建设的可再生能源技援项目，总投资 174 万元，技术提供方为山东大学和山东百川同创能源有限公司，设备采用山东百川同创能源有限公司研制的 JQ-C900 下吸式固定床气化机组和重庆红燃必高动力机械有限公司研制的 B6250ML1 燃气内燃发电机。

该项目是国家颁布实施《可再生能源法》后第一个在农村建成的可再生能源示范项目。项目于 2005 年底建成投运，主要原料以当地丰富的油菜秆资源为主，发电功率 200kW，同时接入农户 320 户，为其提供清洁炊事燃气，主输气管网 1.6 公里。2006 年初该项目通过了亚行组织的专家鉴定，一次性并网成功。秸秆气化站每年可运行 4800 小时，年净发电 80 万千瓦时，消耗秸秆近 2000 吨，减排 CO₂ 近 3700 吨。

(2) 财务分析

甘肃山丹 200kW 气电联供示范工程设备清单

序号	名称	单位	数量	备注
1	气化反应炉	台	1	
2	燃气净化系统	套	1	
3	监测仪表、控制柜	套	1	
4	秸秆气内燃发电机组	台	1	
5	设备安装材料	套	1	

甘肃山丹 200kW 气电联供示范工程总投资及投资构成

投资估算项目	数量 (台套)	单价 (万元)	金额 (万元)	备注
设备费	1	65	65	
安装费		15	15	
土地费		20	20	利用气化站土地
其它费用		74	74	土建费用
合计		174	174	

甘肃省张掖山丹 200kW 气电联供示范工程运行成本构成

序号	项目	数量	单价	金额(万元)	备注
1	支出合计			25.12	
1.1	人工费	6	1.2 万元/人、年	7.2	
1.2	能源消耗	1440 吨	50 元/吨	7.2	
1.2.1	其中：水费				冷却水闭式循环
1.2.2	电费				自用量从发电中扣除
1.2.3	其它能源				
1.3	维修费		1500 元/月	1.8	
1.4	折旧费			4.1	按 15 年折旧
1.5	财务费用			0.5	
1.6	其它费用		0.03 元/kWh	4.32	内燃机润滑费用
2	收入合计			57	
2.1	产品 1 (电)	80 万度	0.6/元/度	48	16 小时/天, 300 天/年 自用电约 20% 已扣除
2.2	产品 2 (燃气)	450000m ³	0.2 元/度	9.0	
2.3	产品 3				
3	税收				无
	净收益			31.88	

财务分析与评价指标 (IRR、NPV、投资回收年限、投资利润率等)

IRR: 13%

NPV: 57.21

投资回收年限: 5.45 年

投资利润率: 18.32%

3. 典型案例二

(1) 项目简介

项目名称:

谷丰公司 200kW 稻壳气化发电项目

项目内容:

谷丰公司建于 1996 年, 地处合肥市, 以粮油收购、加工、销售为一体的民营企业, 是安徽省粮食产业化重点龙头企业。公司现有日处理 150 吨稻谷的大米加工生产线两条, 年产大米 60000 吨左右, 年收集稻壳 15000 吨左右。2004 年, 谷丰公司投资 120 万元兴建 200kW 稻壳气化发电工程, 截止 2007 年 12 月底, 累计发电 150 万千瓦, 直接经济效益 90

万元。

稻壳气化发电不仅给谷丰公司的大米生产结束了用电避峰的制约，解决了稻壳低质低效利用和环境污染问题，同时给企业带来了可观的经济效益。根据效益分析，谷丰公司投资 200kW 发电机组，三年内已经收回全部投资。

(2) 财务分析

谷丰公司 200kW 气化发电项目设备清单

序号	名称	单位	数量	备注
1	气化炉系统	台	1	
2	净化系统	套	1	
3	监测仪表、控制柜	套	1	
4	燃气内燃机发电机组	套	1	
5	设备安装材料	套	1	

谷丰公司 200kW 气化发电项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量(台套)	单价(万元)	金额(万元)	备注
设备费		98	98	
安装费		10	10	
土地费		0	0	利用米厂闲置地
其它费用		38	38	土建费用
合计		146	146	

谷丰公司 200kW 气化发电项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价	金额(万元)	备注
1	支出合计			44.22	
1.1	人工费	5	1.8 万元/人、年	9.0	5 人×18 万元/人.年
1.2	能源消耗	1632T	100 元/T	16.32	2kg/kW.16 时/日。300 天/年
1.2.1	其中：水费				冷却水一次注入，少量补充
1.2.2	电费				自用量从发电中扣除
1.2.3	其它能源				
1.3	维修费		2000 元/月	2.4	
1.4	折旧费			16	按 5 年折旧
1.5	财务费用			0.5	
1.6	其它费用				
2	收入合计			60.096	
2.1	产品 1 (电)	67.04 万度	0.7/元/度	47.04	自用电约 18% 已扣除
2.2	产品 2 (稻壳灰)	326.4 吨	400 元/吨	13.056	占稻壳 20%
2.3	产品 3				
3	税收				无
	净收益			15.876	

二、 产业发展存在问题

生物质气化发电系统使广大农村地区依靠秸秆资源获得高品质能源，适合我国农村聚居、县域经济发展和生物质资源分布的特点，在广大的农村中有很大的市场，形成可再生能源的新兴产业。秸秆气化发电作为一种新的电力供应模式，在产业发展中存在如下问题：

（一） 现有技术及装备存在的问题

- 1) 现有技术或装备定型产品系列化、标准化程度还不够高；
- 2) 现有设备的自动化水平较低；
- 3) 余热回收利用效率低；
- 4) 洗焦废水的处理工艺仍不成熟。

（二） 装备研发与生产存在的问题

- 1) 研发资金投入不够；
- 2) 高技术人才缺失。

生物质气化发电是新兴产业，目前从事生物质能开发的科研院所与企业自身筹集资金能力较弱，而且气化发电项目建设一次性投资比较大，投资回收周期相对较长，造成企业研发负担比较重，产品研发与更新较慢，难以吸引高技术人才。

（三） 已建成项目存在的问题

1) 机组操作人员文化程度偏低，不能严格按操作规程操作。已建成项目管理问题普遍存在；

2) 已建成的项目仅为企业或村镇供电，并网难，无法享受国家电网的电价补助；加之难以得到银行贷款支持，现有项目发挥的示范作用有限；

3) 受投资能力影响，部分项目建设不够规范；

4) 受资金限制及用户的需求（仅需发电），能源利用率低，余热回收利用不足。

（四） 技术推广存在的障碍

秸秆气化发电技术较为成熟，但项目推广缓慢，难度很大。推广难度主要几个方面：

1) 资金不足；

2) 缺乏政府的相应鼓励措施。

（五） 投融资存在的问题

1) 上世纪 90 年代以后，国家为推动可再生能源的发展采取了一些补贴措施，但与国外相比，补贴数量太少（除户用沼气外），要求地方财政配套的经费几乎没有落实，更没有纳入地方财政预算；

- 2) 研发投入少，产品科技含量偏低，导致企业经济效益不高，银行贷款较难；
- 3) 政府实际支持的力度不够，又无有效的鼓励措施，社会资金不愿进入。

（六）政策问题

- 1) 现有政策缺乏统一性和系统性，执行遇到种种障碍，落实效率低

《可再生能源法》实施已两年，但尚未制定颁布相关可再生能源发展的专项规划和发
展路线图，以形成规划目标引导机制，一定程度上影响了秸秆气化发电的发展；
能源主管部门之间缺少协调，出现多头管理局面，推行法规政策缺乏统一行动。

- 2) 政策支持不均衡、力度不够，执法不严，执行力差

没有以经济为主线平衡研发、建设、生产、消费四个阶段中所涉及主体的利益，做到
强制与激励并存，各种税收优惠政策不落实；

现行的能源价格不尽合理，生物质能源产品缺乏市场竞争力，投资回报率低，影响投
资者的积极性，而销售价格高又限制消费者的积极性；

应尽快实行“绿电配额”，调动国家电力行业参与生物质的开发利用；

立项手续比较繁琐、并网费用较高，供电部门接受可再生能源的电力存在难度。

- 3) 市场竞争激烈，但管理无序

从事秸秆气化发电技术及设备开发与推广的企业服务质量和技术水平良莠不齐，行业
缺乏有效的管理与准入措施，管理无序。

三、 建议

（一）支持推广应用项目的建议

1. 建议资金支持的范围

- 1) 加大力度支持现有秸秆气化发电利用较多的固定床气化发电技术

固定床气化发电技术已经成功应用 30 余处，技术日趋成熟，经济效益可行。政府支
持将进一步加快提高装备应用水平，提高能源利用效率。

- 2) 适当支持其它气化及发电技术

多元化、规模化是生物质能利用的发展方向。在气化发电领域，政府应适当支持其它
气化发电技术，融合多种技术优势进行集成、提升，快速提高本领域的竞争水平。

2. 接受支持的项目业主条件

- 1) 对推动秸秆气化发电项目的开发和实施热情高，具有积极性和主动性；
- 2) 具有秸秆能源化技术开发利用经验；

- 3) 具备法人资格，注册资金在 200 万元或以上；
- 4) 应有一定的管理经验和专业管理队伍，能合理使用国家的支持资金。

3. 接受支持的项目业主具备的基础条件

- 1) 有完善的秸秆资源储备及收集体系和方案；
- 2) 有 20%~50% 的项目自有建设资金投入；
- 3) 有合法的用地证明；
- 4) 具有稳定的绿色电力用户和消费渠道。

4. 建议支持的项目规模

生物质发电规模 200kW~3MW。

根据秸秆资源收集半径、经济效益以及其它相关因素，规模小于 200kW 的生物质气化发电项目经济性较差，很难保证项目常年运转；发电规模大于 3MW 则秸秆收集半径过大，秸秆资源量不能得到保障，项目建设风险大。

5. 建议支持的资金额度

项目投资总额的 50%。

(二) 支持装备研发与生产的建议

1. 建议资金支持的范围

现有技术或装备定型产品系列化、标准化。

2. 接受支持的项目业主条件

资金支持范围应仅限于同时具有以下条件的单位：

- 1) 开展秸秆能源化工作 5 年以上；
- 2) 已建成 50 个以上秸秆能源化开发利用工程项目；
- 3) 拥有项目主体设备的固定生产场地和规模化生产加工能力、具有三级及以上工程施工资质；
- 4) 有较强的研发队伍或技术依托，产学研模式予以优先重点支持；
- 5) 有良好的售后服务体系。

3. 建议支持的项目规模

重点支持生物质发电规模 200kW~3MW 的气化设备及燃气发电装备。

4. 建议支持的资金额度

根据产品研发的规模、难度、科技含量等情况，按照投资总额的 40%~70% 予以资金支持。

（三）政策建议

1. 配套、完善相关法规、政策

配套、完善《可再生能源法》的相关法律、政策，解决发电企业上网难问题，实行“绿电配额”，调动国家电力行业参与生物质的开发利用；

2. 专项资金倾斜支持气化发电

可再生能源发展专项资金对生物质气化发电给予更多的扶持和资助；

3. 扶持具有引领作用的研发机构

对具有引导和带动生物质能利用行业的研究单位和生产企业以及项目给予一定的政策和资金扶持。比如为可再生能源开发利用项目提供财政贴息贷款，对列入可再生能源产业发展指导目录的项目提供税收优惠等财政扶持措施政策。出台相关政策，免除秸秆能源化开发利用企业的所得税、增值税；

4. 建立合适的融资机制

为农村小型生物质发电厂建立分期付款的融资机制，提高企业从事生物质发电投资的积极性；

5. 促进电网参与和支持

强化电网企业普遍服务义务，促进分布式能源在农村地区的开发利用。电网企业应充分利用可再生能源产生的电力，降低并网成本；

6. 建立研发平台

建立生物质气化发电研究平台，开展国际合作，引进国际先进技术和资金，并开展相关核心技术攻关，逐渐形成拥有自主知识产权、具有国际领先水平的核心技术。

（四）关于项目评审的建议

1. 积极支持，严格评审

可再生能源专项资金支持的项目评审，在现阶段应该实行宽、严相结合的办法执行，严格执行国家相关招标办法，对推广应用、装备研发和提升生产能力的项目进行支持。既要保证具备条件的企业积极申报，又要设置必要的门槛，防止不具备条件的企业鱼目混珠。

2. 简化程序，提高效率

简化并明确立项程序，加强实施细则。由于生物质气化发电项目规模小，投资少，不宜完全套用常规发电项目的立项审批程序。建议针对可再生能源发电项目特点，制定科学、合理、可操作性强的立项管理办法，简化项目行政许可程序，减少项目立项成本。

项目招标评议建议使用下表：

序号	排序原则	评分标准	打分
1.业绩、资信/售后服务/商务评议（最高 30 分）			
1.1	气化发电业绩及市场份额（5 分）	好（4~5 分） 一般（2~3 分） 较差（1 分）	
1.2	财务状况（2 分）	良好（2 分） 较差（0~1 分）	
1.3	专业设备及技术人才配置（3 分）	良好（3 分） 较差（0~2 分）	
1.4	申请单位资质（5 分）	具备 3 级以上工程施工资质（3~5 分） 不具备相关施工资质（0~2）	
1.5	申请及合作单位经济实力（5 分）	好（4~5 分） 一般（2~3 分） 较差（1 分）	
1.6	售后服务承诺(7 分)	售后服务承诺具体，符合要求（5~7 分）； 有售后服务承诺，（1~4 分）； 售后服务承诺不符合要求（0 分）	
1.7	工期承诺（3 分）	工期合理，且提前完成（1~3 分） 仅满足要求（0 分）	
2. 技术水平（最高 45 分）			
2.1	方案设计合理性（8 分）	好（6~8 分） 一般（3~5 分） 较差（0~2 分）	
2.2	工艺流程合理性（8 分）	好（6~8 分） 一般（3~5 分） 较差（0~2 分）	
2.3	主要设备选型适用性（9 分）	好（6~9 分） 一般（3~5 分） 较差（0~2 分）	
2.4	设备及其他主要部件的兼容性、可靠性，市场占有率，知名度、销售量和 使用现况（5 分）	好（4~5 分） 一般（2~3 分） 差（0~1 分）	
2.5	项目组织管理、施工组织设计（15 分）		
2.5.1	施工方案	（3 分）	

2.5.2	施工进度计划及措施（包括技术人员情况）	（3分）	
2.5.3	机械设备及劳动力使用计划	（2分）	
2.5.4	质量保证体系及措施	（2分）	
2.5.5	文明施工、环境保护体系及措施	（2分）	
2.5.6	安全体系及措施	（2分）	
2.5.7	施工现场总平面布置	（1分）	
3. 投标报价合理性（最高 25 分）			
3.1	价格分统一采用低价优先法计算即满足招标文件要求且投标价格最低的有效投标报价（即除低于成本报价以外的所有报价）为评标基准价，其价格分为满分。		
3.2	其他投标人的价格分统一按照以下公式计算： 投标报价得分=（评标基准价/投标报价）×价格权重×100		
3.3	自主创新产品在价格评审中，在满足基本技术条件的前提下，可以对自主创新产品给予价格评标总分值的 4%-8%幅度不等的加分。		
4. 总分（100 分）			
总评：			

附表一 典型气化集中供气项目（工程）

1) 截至 2007 年，山东百川同创能源有限公司已推广生物质气化集中供气示范推广项目 212 处，2007 年全国推广 48 处。典型气化供气项目如下：

气化站建设地	项目规模（供气户数）	建设时间	备注
北京市大兴区榆垓镇辛安庄村	241	2007	良好
北京市大兴区采育镇大同营村	350	2007	良好
北京市大兴区榆垓镇石垓村	555	2007	良好
北京市大兴区榆垓镇西翁各庄村、东翁各庄村、新桥村	395	2007	良好
北京市大兴区安定镇政府	187	2007	良好
北京市房山区青龙湖镇小苑上村	230	2007	良好
北京市房山区窦店镇西安庄村	230	2007	良好
北京市通州区马驹桥镇小杜社村	340	2007	良好
北京市顺义区北石槽镇西赵各庄村	300	2007	良好
北京市平谷区山东庄镇东洼村	246	2007	良好
北京市昌平区流村镇新建村	400	2007	良好
中国人民解放军 66220 部队	3600 人	2007	良好
中国人民解放军 66244 部队	2000 人	2007	良好
连云港市海州区新坝镇沙杭村	300	2007	良好
吉林省农安县财政局	200	2007	良好
莱西市河头店镇东大寨村	596	2007	良好
天津市武清区白古屯乡黄辛庄村	292	2007	良好
徐州市贾汪区大吴镇权台村	600	2007	良好
徐州市贾汪区贾汪镇大李庄村	300	2007	良好
天津市邦均镇政府	1000	2007	良好

2) 合肥天焱绿色能源开发有限公司目前已建设秸秆气化示范推广项目 170 余个，2007 年典型工程如下：

气化站建设地	项目规模（供气户数）	建设时间	备注（机组型号）
北京顺义		2007	TY360
北京通州区		2007	TY360
北京延庆县		2007	TY180
北京延庆县		2007	TY180
北京密云县		2007	TY180
北京延庆县		2007	TY180
北京密云县		2007	TY180
北京房山		2007	TY180
北京房山		2007	TY180
北京怀柔		2007	TY180
北京延庆		2007	TY180
北京延庆		2007	TY360
北京延庆		2007	TY180

北京平谷区		2007	TY360
北京房山区		2007	TY180
北京怀柔区		2007	TY180
北京房山区		2007	TY180
天津市武清区南蔡村镇		2007	TY180
天津市北辰		2007	TY360
天津市宁河县		2007	TY180
黑龙江肇东市		2007	TY360

3) 辽宁贝龙农村能源环境技术有限公司目前已建设秸秆气化示范推广项目 80 余个，2007 年典型工程如下：

气化站建设地	项目规模（供气户数）	建设时间	备注
山西沁水县冯村	200	2007	良好
山西郑庄镇河头村	420	2007	良好
山西朔州市怀仁县何家堡乡芦子沟村	200	2007	良好
山西朔州市怀仁县吴家窑镇峙峰山村	300	2007	良好
国有抚顺县五龙林场	180	2007	良好
阜新彰武县后新秋镇乐园村	220	2007	良好
普兰店元台镇潘屯村	420	2007	良好
盘锦市盘山县大荒乡得胜村	200	2007	良好
山西泽州县巴公镇双王庄村	150	2007	良好
山西高平市永录乡扶市村	200	2007	良好
山西高平市建宁乡曹家村	200	2007	良好
山西掘山村	500	2007	良好
山西高平市神农镇团池村	900	2007	良好

4) 辽宁能源所典型工程如下：

气化站建设地	项目规模（供气户数）	建设时间	备注
本溪碱厂堡村	200	2001	正常运行
朝阳龙城区	200	2004	正常运行
本溪碱厂村	1000	2005	正常运行
本溪草河城村	300	2006	正常运行
本溪华岭村	200	2005	正常运行
丹东河口村	500	2003	正常运行
铁岭小莲花村	300	2001	正常运行
本溪大阳村	300	2006	正常运行
开源五家子村	300	2006	正常运行
抚顺老城村	300	2004	正常运行
大连北海村	200	1998	正常运行
阜新广民村	200	2003	正常运行
营口青花峪村	200	2004	正常运行
盘锦南关村	500	2006	正常运行

5) 长春市鹤达能源开发有限公司典型工程如下:

气化站建设地	项目规模 (供气户数)	建设时间	备注
长春市二道区英俊镇和平村	221	2006	运行正常
图们市凉水镇亭岩村	105	2006	运行正常
临江市闹枝镇黑松村	83	2006	运行正常
临江市六道沟镇西马村	200	2007	运行正常

6) 辽宁森源生物质能源开发有限公司目前已建设秸秆气化示范推广项目 40 余个, 典型工程如下:

气化站建设地	项目规模 (供气户数)	建设时间	备注
黑龙江省绥化市宝山镇新立村	100 户		
沈阳市沙岭镇水木年华小区	3000 户	2003 年	

7) 兖州新天地新能源开发有限公司目前已建设秸秆气化示范推广项目 83 个, 典型工程如下:

气化站建设地	项目规模 (供气户数)	建设时间	备注
北京怀柔杨树镇样			
河北省沧州市青县耿官屯			

8) 佳木斯富城生态能源科技有限公司目前已建设秸秆气化示范推广项目 21 个, 典型工程如下:

气化站建设地	项目规模 (供气户数)	建设时间	备注
襄河农场	196	2007	平稳
红旗农场	300	2008	在建
854 农场	158	2008	试运行

附表二 典型气化发电项目

项目名称	发电规模	技术提供单位	建设时间	备注
甘肃省张掖市山丹县气电联供示范工程	200kW	山东大学 山东百川同创能源有限公司	2005	亚洲发展银行项目，原料为秸秆
济南市沙三村气、热、电联供示范项目	供气 510 户	山东大学 山东百川同创能源有限公司	2002	农业部招标工程，原料为秸秆
	供暖 2000 平米			
	发电 200kW			
北京汇源九龙沟绿色生态农业有限责任公司		兖州新天地新能源开发有限公司		项目业主为北京汇源集团有限责任公司
山东省济南市董家镇柿子园气化发电项目	QHJZ-300	山东省科学院能源研究所	2005	原料为秸秆
吉林龙井市合成利村发电	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2003.1	原料为秸秆
肥西谷丰粮油公司	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2004.6	原料为稻壳
北京市双河农场房管所	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.6	原料为稻壳
山东青岛	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.10	原料为秸秆
黑龙江密山	TY900 (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2007.7	原料为稻壳
舒城友勇米业	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2003.1	原料为稻壳
安徽望江联河米业	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2004.4	原料为稻壳
肥西谷丰粮油公司	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2004.6	原料为稻壳
邯郸大名县名政油厂	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2004.8	原料为秸秆
大连三森粮油公司	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.4	原料为稻壳
北京市双河农场房管所	TY900B (200KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.6	原料为稻壳
中国电力科学研究院	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.6	原料为秸秆
齐齐哈尔甘南县米厂	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限公司	2005.6	原料为稻壳

安徽凤阳金丰米厂	TYL180 (400KW)	合肥天焱绿色能源开发有限 公司	2005.7	原料为稻壳
锦州五峰米业	TYL360 (800KW)	合肥天焱绿色能源开发有限 公司	2006.11	原料为稻壳
芜湖双峰米业	TYL360 (800KW)	合肥天焱绿色能源开发有限 公司	2006.12	原料为稻壳
锦州五峰米业	TYL3000 (1000KW)	合肥天焱绿色能源开发有限 公司	2007.6	原料为稻壳

注：装机容量 200~1,000kW。

中等规模生物质气化发电技术装备
及产业化应用
调查和评估报告

目 录

一、 行业发展现状	1
(一) 技术(装备)现状.....	1
1. 技术简介.....	1
2. 主要设备生产厂商.....	3
3. 主要生产厂产品.....	4
(二) 推广应用现状.....	4
1. 现状.....	4
2. 规模.....	4
3. 典型案例.....	4
二、 产业发展存在问题	8
(一) 现有技术及装备存在的问题.....	8
(二) 装备研发与生产存在的问题.....	9
(三) 已建成项目存在的问题.....	9
1. 原料成本高.....	9
2. 灰渣利用不够.....	9
(四) 技术推广存在的障碍.....	9
1. 缺乏成功的示范项目.....	9
2. 法律法规不落实.....	9
(五) 投融资存在的问题.....	10
(六) 政策问题.....	10
三、 建议	10
(一) 支持推广应用项目的建议.....	10
1. 建议资金支持的范围.....	10
2. 接受支持的项目业主条件.....	10
3. 接受支持的项目业主具备的基础条件.....	10
4. 建议支持的项目规模.....	10
5. 建议支持的资金额度.....	11
(二) 支持装备研发与生产的建议.....	11
1. 建议资金支持的范围.....	11
2. 接受支持的项目业主条件.....	11
3. 建议支持的项目规模.....	11
4. 建议支持的资金额度.....	11
(三) 政策建议.....	11
1. 促进产业发展.....	11
2. 推动技术多样性发展.....	12
3. 电价保护.....	12
4. 鼓励地方积极性.....	12

(四) 关于项目评审的建议.....	12
1. 积极支持, 严格评审.....	12
2. 简化程序, 提高效率.....	12

中等规模生物质气化发电技术装备 及产业化应用 调查和评估报告

一、行业发展现状

近二十年来，我国自主研发的生物质气化发电技术已经解决了一些关键性技术，并在技术的产品化和标准化、提高农业剩余物气化发电站的成套性和实用性方面取得较大进展。已开发出多种以木屑、稻壳、秸秆等生物质为原料的固定床和流化床气化炉，成功研制了从 400kW 到 10MW 不同规格的中等规模气化发电装置。

我国的生物质气化发电正在向产业规模化方向发展，在国内推广很快，而且出口到泰国、缅甸、老挝和我国的台湾地区。已签订农业剩余物气化发电项目 26 个，总装机容量 40 多 MW，成为国际上应用最多的中等规模生物质气化发电系统。

（一）技术（装备）现状

我国具有良好的生物质气化发电技术基础。上世纪六十年代就开发了 60kW 的谷壳气化发电系统；160kW 和 200kW 的生物质气化发电设备目前已得到小规模应用，并显示出一定的经济效益；“九五”期间开展了“1MW 生物质气化发电系统”的研究，开发适合国情的中型生物质气化发电技术；1MW 的生物质气化发电系统于 1998 年 10 月建成，2000 年 7 月通过鉴定，投入小批量使用；“十五”期间在国家“863 计划”的支持下，基于 1MW 生物质气化发电系统研制开发出 4MW 的生物质气化燃气—蒸汽联合循环发电系统，建成了相应的示范工程，燃气发电机组单机功率达 500kW，系统效率也提高到 28%。

1. 技术简介

生物质气化发电技术装备有 3 种基本类型：内燃机/发电机机组，汽轮机/发电机机组，燃气轮机/发电机机组。早期的发电系统将前二者联合使用，即先用内燃机发电，再利用系统的余热生产蒸汽，推动汽轮机发电。但是由于内燃机发电效率较低，单机容量较小，应用受到一定限制。中等规模的生物质气化发电系统采用后两者联合使用，以燃气轮机发电系统的余热生产蒸汽，推动汽轮机做功发电。由于燃气轮机和汽轮机功率较大，两者联合发电效率较高。

（1）工艺流程

生物质气化发电工艺包括三个过程：一是生物质气化；二是气体净化；三是燃气发电。

为了提高发电效率，中等规模生物质气化发电工艺中可增加余热锅炉和蒸汽轮机。具体流程见图 1-1。

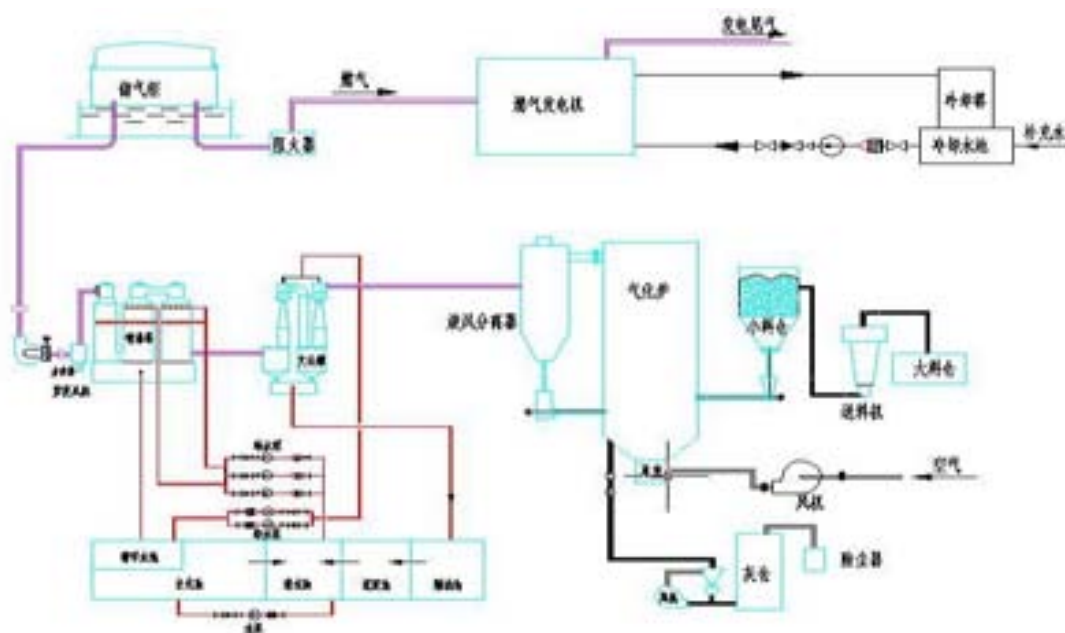


图 1-1 生物质气化发电流程

(2) 优缺点及适用范围

生物质气化发电技术是生物质能利用中有别于其它可再生能源的独特方式，具有三个方面优点：

1) 技术的灵活性

由于生物质气化发电可以采用内燃机，也可以采用燃气轮机，甚至结合余热锅炉和蒸汽发电系统。所以生物质气化发电可以根据规模的大小选用合适的发电设备，保证在任何规模下都有合理的发电效率。这一技术的灵活性能很好地满足生物质分散利用的特点；

2) 生产的洁净性

生物质气化过程中 NO_x 的生成量很少，因此能有效控制 NO_x 的排放；

3) 运营的经济性

生物质气化发电技术的灵活性，可以保证该技术在规模不大的情况下仍有较好的经济性；同时燃气发电没有高压过程，设备简单，合理的生物质气化发电技术比其它可再生能源发电技术投资更小。总体而言，生物质气化发电技术是所有可再生能源技术中最经济的发电技术，综合发电成本已接近小型常规能源的发电水平。它既能解决生物质难于燃用而又分布分散的缺点，又可以充分发挥燃气发电技术设备紧凑而污染少的优点。

生物质气化发电技术的缺点主要有：

- 1) 大规模的发电系统仍未成熟
- 2) 设备维护成本较高

中等规模气化发电系统特别适合于农业机械化程度不高，生物质资源相对比较分散的地区。

(3) 主要设备

见案例分析。

2. 主要设备生产厂商

中国科学院广州能源研究所

该所生物质能研究中心是专门从事生物质能开发利用的科研部门，“六五”期间就开始承担国家研究课题，共完成国家重大科技攻关项目 7 项、科学院、国际合作、地方及企业委托项目几十项，获得国家及省部级各类奖励 10 余项。研制开发的主要产品包括：

200KW-12MW 发电系统

- ① 生物质气化发电系统
- ② 生物质气化与有机废弃物焚烧联合发电系统

其中“循环流化床生物质气化发电系统”是国内唯一一种进入商品化实用阶段的兆瓦级生物质气化发电系统。

供热系统

- ① 生物质气化燃烧供热系统
- ② 垃圾气化燃烧供热系统
- ③ 生物质气化燃烧与燃油联合供热系统
- ④ 垃圾气化燃烧与燃煤联合供热系统

表 1-2 两种气化炉规格和技术参数

项目 \ 规格	1000KW	6000KW
产气量(NM ³ /h)	1800	16500
类型	流化床	流化床
外形尺寸(外径×高度)	2350×7950	40000×16000
净重量(吨)	30	100
原料耗量(Kg/KWh)	谷壳1.5-1.6; 木屑1.2-1.3; 秸秆1.3-1.5(不包括余热利用)	
运行温度(℃)	700~800	
炉内压力(Pa)	-1000~+1301	
除灰除焦方式	水洗除焦, 螺旋干式除灰	
气化效率	~78%	
气体热值(KJ/Nm ³)	4600~6300	

该所研制的 1MW 生物质(稻壳)气化发电系统的价格约为 430 万元人民币, 6MW(秸秆)生物质气化发电系统的价格约为 3000 万元。

必高生物质能有限公司

该公司成立于 2002 年 1 月, 注册资金 500 万港币, 是一家专业从事生物质燃气发电技术及设备研发的高科技环保企业。其研发基地设于香港特别行政区, 生产及示范基地在江西省萍乡市高新技术开发区。主要产品为生物质燃气发电系统和中小型生物质燃气发电成套设备。理论最大规模为 1200kW, 目前已建成项目的最大装机容量为 800kW。

该公司生产的生物质燃气发电系统的价格略高于国内同类产品。

3. 主要生产厂产品

厂商名称	产品	规格(kW)	单价(万元)	产量(台套、年)
广州能源研究所	生物质气化发电系统	1000	~430	以销定产
	生物质气化发电系统	6000	~3000	以销定产
必高生物质能有限公司	生物质燃气发电系统	800	~400	以销定产

(二) 推广应用现状

1. 现状

我国中等规模气化发电较具代表性的项目包括“九五”期间建成的福建莆田 1MW 谷壳气化发电系统、海南三亚 1MW 木粉气化发电系统、河北邯郸 600kW 秸秆气化发电系统, 以及“十五”期间建成的浙江长兴 1.2MW 稻壳气化发电厂、江苏兴化 5.5MW 秸秆气化—蒸汽联合循环电厂。其中江苏兴化电厂的装机容量位居当今世界第三、国内第一。

“十一五”期间, 先后又有湖北沙洋 15MW 的秸秆气化发电项目和河南项城 12MW 秸秆气化发电项目通过各自省发改委的审批, 进入项目的前期准备阶段。这两个项目均将采用气化燃气—蒸汽联合循环发电技术。同时还有江苏、山东等多个项目正在积极推进。

2. 规模

到 2005 年为止, 共建成生物质气化发电项目 45 个, 总装机容量 31.5MW。其中, 广州能源研究所建设项目 23 个, 总装机容量 21.3MW (国内 19.9MW、东南亚 1.4MW), 单个项目的最大容量 5.5MW; 必高生物质能有限公司建设项目 5 个, 装机容量 3.2 MW, 单个项目的最大装机容量 0.8 MW。

3. 典型案例

(1) 1.2MW 稻壳气化发电项目

2005 年 3 月, 浙江长兴金泉米业有限公司自筹资金约 450 万, 兴建了装机规模为 1.2MW

的稻壳气化发电项目，年供电量约 720 万 GWh。该项目采用循环流化床气化炉配燃气发电机组，未采用余热利用技术，发电效率约为 23%，基本达到最初设计要求，长期运转良好。该项目的原材料为米业公司自有碾米厂水稻加工后产生的稻壳和部分外购稻壳。由于原材料的数量和价格相对比较稳定，同时浙江省的上网电价较高，所以项目经济效益良好。

财务分析

金泉米业稻壳气化发电项目的主要设备

设备名称	数量
气化炉	1
燃气净化设备（套）	1
稳压系统设备（套）	1
风机	2
储气罐	1
燃气发电机组	4
除灰系统设备（套）	1
机组循环冷却系统设备（套）	1
原料储存和输送系统设备（套）	1

金泉米业稻壳气化发电项目投资概算（万元）

工程或费用名称	金额
1. 主体设备(气化炉、内燃发电机等)	315
2. 安装材料和配件	20
3. 建筑和基础	30
4. 设备安装与调试	35
5. 配套设备和配件	30
6. 其它	20
总投资	450
投资成本 (元/kW)	4500

成本分析

金泉米业稻壳气化发电项目运行成本（万元）

项目和费用	单位	数量	单价	总价
原料	万吨	1.1	0.02	220
人工	人	24	2	48
材料费				14.4
设备维修				10.5
税费				16.2
折旧*				42.75
合计				351.85
单位成本				0.585 元/kWh

*设备按 15 年进行摊销，残值率为 5%，摊销率为 10%。折旧费及摊销费用：

$450 \times 0.95 \div 10 = 42.75$ 万元

经济效益分析

金泉米业稻壳气化发电项目经济效益分析

项目	单位	数额
装机容量	千瓦	1200
发电能力	千瓦	1000
运行时间	小时/年	6000
厂用电率	%	10
年发电量	万度/年	600
可售电量	万度/年	540
总热效率	%	16
灰的数量	吨	2000
总直接成本	万元/年	351.85
电价	元/度	0.67
年售电收入	万元/年	361.8
灰的价格	元/吨	400
灰的收入	万元/年	80
年利税	万元/年	89.95
电力税	万元/年	5.21
所得税	万元/年	14.84
利润	万元/年	69.89
投资回收期	年	6.4

投资回收期与收益率

金泉米业项目投资回收期约为 6.4 年，以设备寿命为 10 年，建设周期 8 月计算，投资收益率约为 9%。

对于小型发电厂，必须将生物质发电过程产生的灰充分利用，才能取得较好的经济效益。如果金泉米业发电项目的利润中刨除灰销售带来的收入，那么电站的总收入与总成本基本相抵，就很难获得理想的经济效益。同时必须控制项目的投资，投资过高也会导致投资回收期过长，效益偏低。

(2) 5.5MW 生物质气化发电系统

兴化中科生物质能发电有限公司由广州中科华源科技有限公司、兴化苏源集团有限公司、戴窑镇工业销售总公司 3 家共同出资建设，电厂地址位于兴化市戴窑镇花园村。该生物质能发电示范厂是以国家“九五”期间完成的国家重点攻关项目“1MW 生物质气化发电系统的研制”为基础，利用中等规模生物质气化技术和联合循环发电技术建成的我国第一座 5.5MW 的生物质示范电站。项目中创新提出独特的生物质气化—内燃机—蒸汽联合循环系统的工艺路线，把我国生物质气化发电系统规模从 1MW 提高到 5.5MW，发电效率约 28%。该生物质能发电示范厂的技术、经济指标优于同等规模的常规能源发电设备，具

有系统较简单、技术可靠性高、单位投资较低等优点，其性能价格比达到国际领先水平。

示范电厂于 2005 年 12 月底通过了国家科技部组织的专家验收，并获得了由联合国工业发展组织颁发的“蓝天奖”。2006 年 6 月底通过了江苏省建设厅、省电力公司、省安监局等部门会签同意机组进入整套启动调试阶段。

在项目运营过程中，气化发电系统运行良好，但由于原材料价格不断攀升，致使电厂发电成本增高，获利能力降低，从而严重影响了电厂的正常运营。

财务分析

江苏兴化 5.5MW 气化发电项目的主要设备

设备名称	数量
气化炉（15MW 循环流化床）	1
燃气净化设备（套）	1
余热锅炉(10t/h)	1
蒸汽轮机（1500kW）	1
稳压系统设备（套）	1
风机	2
储气罐	1
燃气发电机组（400kW）	16
除灰系统设备（套）	1
机组循环冷却系统设备（套）	1
原料储存和输送系统设备（套）	1

江苏兴化 5.5MW 气化发电项目投资概算（万元）

工程或费用名称	金额
1. 主体设备(气化炉、内燃发电机等)	2750
2. 安装材料和配件	170
3. 建筑和基础	260
4. 设备安装与调试	280
5. 配套设备和配件	260
6. 其它	170
总投资	3890
投资成本 (元/kW)	7000

成本分析

江苏兴化 5.5MW 气化发电项目年运行成本（万元）

项目和费用	单位	数量	单价	总价
原料	吨	51480	0.025	1287
人工	人	50	2	100
材料费				75
设备维修				55

税费				51.5
折旧*				370
合计				1900
单位成本				0.48 元/kWh

*设备按 15 年进行摊销，残值率为 5%，摊销率为 10%。折旧费及摊销费用：
 $3890 \times 0.95 \div 10 \approx 370$ 万元

经济效益分析

江苏兴化 5.5MW 气化发电项目经济效益分析（不包括灰的收入）

项目	单位	数额
装机容量	千瓦	5500
发电能力	千瓦	5500
运行时间	小时/年	7200
厂用电率	%	8
年发电量	万度/年	3960
可售电量	万度/年	3643
总热效率	%	28
总直接成本	万元/年	1900
电价（上网补贴 0.2）	元/度	0.585
年售电收入	万元/年	2131.3
年利税	万元/年	231.3
电力税	万元/年	13.4
所得税（减半征收）	万元/年	38.1645
利润	万元/年	180
投资回收期	年	21.6

投资回收期与收益率

由于原材料的价格高达 250 元/吨，在电价补贴为 0.2 元/度时，企业上网电价为 0.585 元/度，电厂基本失去了获利空间，投资回收期过长。

规模较大电厂的单位运行成本明显低于小规模电厂，所以灰的利用就不是十分重要，而原材料价格和电价的上网补贴成为企业经济效益的决定因素。当前原材料价格是由卖方市场决定的，具有较大主观性和随意性，经常出现价格与价值严重背离的现象，使发电企业的经济效益无法得到保障。

若原材料价格为 150 元/吨，上网电价 0.635 元/度（0.25 元/度补贴），则电厂不计灰的收入，每年即可获得将接近 1000 万元的利润，投资回报率将十分可观！

二、 产业发展存在问题

（一） 现有技术装备存在的问题

我国生物质气化发电的燃气发电机组最大功率为 500kW，对于 4MW 以上生物质气化发电产业化而言单机规模偏小，须由多台发电机并联组成，制约了发电规模的扩大。有必要研制 800kW 及以上的新型低热值燃气发电机组，以满足总规模扩大的需求。另一方面，目前生物质气化发电系统配套技术不够完善，主要体现在焦油处理技术比较复杂，焦油污水量比较大，虽然通过微生物处理可以循环使用，但生产过程有一定气味。此外，现有的生物质气化发电厂计算机自动化控制水平低，降低了系统运行的可靠性，同时加大了操作人员的劳动强度。还有，生物质原料收集及预处理设备也不配套。这些都使生物质气化发电技术进一步推广应用受到限制。

（二）装备研发与生产存在的问题

我国在生物质能气化发电技术方面的研究基本以单项技术为主，对不同的技术路线和工艺，国内虽然都有一定研究，但其应用极少，还有大量的工程问题未得到解决，这些问题需要经过长期的工程积累才能解决。因此，我国生物质能气化发电利用技术与开发有必要借鉴发达国家经验，建立具有规模效益的新技术试验示范工程，积累工程建设和应用经验，解决技术和市场、政策三者之间的接口问题，加快我国生物质能气化发电技术产业化发展。

（三）已建成项目存在的问题

1. 原料成本高

我国现阶段生物质发电原料以农业剩余物为主。由于资源分散，收集手段落后，生物质原料成本居高不下，使生物质发电成本远高于大型燃煤发电成本，减弱了生物质发电的市场竞争力。

2. 灰渣利用不够

不论是秸秆还是稻壳发电，都会产生大量的灰渣。这些灰渣经过简单处理就可以用于制作不锈钢厂的保温剂或化肥，为电厂业主带来经济回报。但是目前在已经建成的项目中，大部分电厂业主都没有为灰渣找到合适的出路。不但损失了经济效益，还容易导致环境污染。

（四）技术推广存在的障碍

1. 缺乏成功的示范项目

大部分投资者在投资前都希望通过考察已有项目以切实了解气化发电技术及其经济效益，但由于没有合适的示范项目可供参观，导致很多投资者最终放弃投资。

2. 法律法规不落实

地方对《可再生能源法》落实得不够，税收等相关政策不到位。

（五）投融资存在的问题

我国生物质发电项目具有规模不大、发电成本相对较高的特点。经济环境的制约是其产业化的一个主要障碍，即融资渠道少，资金筹措困难。由于项目规模小，资金密集程度低，大集团和规模投资商因资金分散和管理困难而不愿投资；但对于大部分中小企业特别是那些农业地区的企业，要承担中等规模生物质发电项目的投资规模（大都在几千万元）目前仍然相当困难；社会对生物质发电项目的认识程度目前还较低，投资风险较大（特别在没有政策支持时），因而获得银行的贷款暂时还较困难。

（六）政策问题

生物质发电项目尚未进入国家税收优惠的目录，这增大了生物质电站的投资风险；在现行能源价格条件下，经济回报不稳定，生物质发电产品缺乏市场竞争能力，市场推广难度大。

三、 建议

（一）支持推广应用项目的建议

1. 建议资金支持的范围

为解决投资者对中等规模生物质气化发电技术的关注，国家应通过专项资金资助相应规模的示范项目，推动相关技术的进步和产业化发展，使我国农村地区的农业剩余物得到合理、充分的利用，缓解我国能源和环保压力，促进社会主义新农村建设。

2. 接受支持的项目业主条件

- 1) 在设计、安装、施工和培训方面具有丰富的项目经验；
- 2) 具有投资生物质气化发电项目的经济实力（建议注册资金不少于 500 万元人民币）；
- 3) 在本行业须有良好的业绩和口碑；
- 4) 鉴于生物质气化发电对原料的资源数量有较高要求，项目业主须提供若干可供选择的项目实施地点和有合作意向的电站业主；

5) 为保证项目的顺利实施，项目业主需具备气化发电厂（站）建设过程所需的高级工程技术人员，并拥有不少于 1000 万的自有资金。

3. 接受支持的项目业主具备的基础条件

4. 建议支持的项目规模

建议根据生物质的类型及资源特点，支持 1MW 稻壳和 6MW 秸秆气化发电示范项目。

5. 建议支持的资金额度

建议按照项目总投资额 50% 的比例予以资金支持。

（二）支持装备研发与生产的建议

1. 建议资金支持的范围

建议专项资金支持解决中等规模生物质气化发电的气化系统、新型燃气净化系统、焦油污水处理系统、大型低热值燃气内燃机、系统集成关键技术和优化模型等一系列技术问题。具体包括：

1) 提高生物质气化效率及其自动化控制水平，包括生物质 CFB 气化炉中灰的行为模型、生物质循环流化床气化炉系列化设计、大型 CFB 气化炉的自动控制模型和方法；

2) 研制新型燃气净化系统，包括研究焦油热裂解和催化裂解的机理，减少燃气中焦油含量，提高气化效率；

3) 研制高温过滤系统，开发高温过滤除尘装置，减少焦油污水处理量，减轻生物质气化发电技术中的二次污染问题，降低综合净化系统运行成本；

4) 研究大型低热值燃气内燃机的运行特性及其提高效率的关键，开发 800kW 以上大型低热值燃气内燃机；

5) 开发生物质焦油和灰的再利用技术和工艺，实现气化发电过程副产物的循环使用，减少废物排放，提高生物质气化发电技术的经济性和实用性。

2. 接受支持的项目业主条件

具有国内领先的技术水平和研发队伍，特别需具有较强的自主创新能力；在相关领域取得过重大技术突破，掌握生物质气化发电技术的特点。

3. 建议支持的项目规模

装机容量不小于 6MW 的气化电站成套设备研发、生产和改进。

4. 建议支持的资金额度

建议专项资金的支持额度为 3000 万元人民币。

（三）政策建议

1. 促进产业发展

应尽快出台促进生物质气化发电的产业化发展政策，包括鼓励多元化投资，尤其要为民营资本和其他社会资金投资生物质发电项目创造有利条件，将生物质发电作为扶贫、发展农村经济和解决三农问题的有效手段等。

2. 推动技术多样性发展

应制定推动生物质气化发电技术多样性（包括生物质气化发电技术的原料多样性、地域条件多样性、发电需求和目标的多样性、工艺路线的多样性、规模的多样性等）发展的政策。

3. 电价保护

目前生物质气化发电的理论上网电价须达到 0.6 元/度，需予以电价补贴和保护。

4. 鼓励地方积极性

须明确对生物质发电具体有效、鼓励地方积极性的支持政策。

（四）关于项目评审的建议

1. 积极支持，严格评审

可再生能源专项资金支持的项目评审，在现阶段应该实行宽、严相结合的办法执行。严格执行国家相关招标办法，对推广应用、装备研发和提升生产能力的项目进行支持。既要保证具备条件的企业积极申报，又要设置必要的门槛，防止不具备条件的企业鱼目混珠。

2. 简化程序，提高效率

简化并明确立项程序，加强实施细则。由于生物质气化发电项目规模小，投资少，不宜完全套用常规发电项目的立项审批程序。建议针对可再生能源发电项目特点，制定科学、合理、可操作性强的立项管理办法，简化项目行政许可程序，减少项目立项成本。

生物质能发电行业装备及产业化应用
调查和评估报告

目 录

一、 行业发展现状	1
(一) 技术（装备）现状.....	2
1. 内燃机发电机组简介.....	2
2. 主要生产厂商.....	7
3. 主要内燃机产品.....	8
(二) 推广应用现状.....	9
1. 技术应用现状.....	9
2. 内燃机发电典型案例分析.....	11
二、 产业发展存在问题	12
(一) 现有技术及装备存在的问题.....	12
(二) 装备研发与生产存在的问题.....	12
(三) 已建成项目存在的问题.....	12
(四) 技术推广存在的障碍.....	12
(五) 投融资存在的问题.....	13
(六) 政策问题.....	13
三、 建议	13
(一) 支持推广应用项目的建议.....	13
1. 建议资金支持的范围.....	13
2. 接受支持的项目业主条件.....	13
3. 接受支持的项目业主具备的基础条件.....	13
4. 建议支持的项目规模.....	13
5. 建议支持的资金额度.....	13
(二) 支持装备研发与生产的建议.....	14
1. 建议资金支持的范围.....	14
2. 接受支持的项目业主条件.....	14
3. 建议支持的项目规模.....	14
4. 建议支持的资金额度.....	14
(三) 政策建议.....	14
(四) 关于项目评审的建议.....	14

生物质能发电行业装备及产业化应用 调查和评估报告

一、行业发展现状

生物质能是世界第四大能源，品种多、数量大。根据生物学家估算，地球陆地每年生产1000~1250亿吨干生物质，海洋年生产500亿吨干生物质。生物质能源的年生产量远远超过全世界总能源需求量，相当于目前世界总能耗的10倍。

中国是一个农业大国，生物质能源十分丰富，生物质废弃物的总量约相当于我国煤炭年开采量的50%，总计约6.56亿吨标煤。

生物质能利用方式可分为三种：直接燃烧获得热能；发酵产生沼气；气化获得可燃气。

长期以来，我国的生物质资源未能得到充分合理的利用。目前利用率仅有30%左右，而且其能源利用方式极为原始，大多数物质以直接燃烧为主，这是一项巨大的资源浪费。

生物质能转化为可燃气后，利用效率较高，而且用途广泛，可满足发电、手工业、排灌等需要，也可解决边远地区的生活用电问题。生物质气化发电既能解决生物质资源分散难于利用的缺点，又可充分发挥燃气发电技术设备紧凑而污染少的优点。但生物质气目前在我国主要用于农民炊事，在非炊事时间则不能利用，造成了设备及资金的浪费。

生物质能发电具有明显的环境效益。空气环境污染很大部分源于各种内燃机排出的废气。由于生物质气体的主要成分为 CH_4 、 CO 和 H_2 ，具有燃烧稳定、中间产物少等特点，基本实现无碳烟排放， NO 和 HC 的排放也大大低于其它代用燃料，而且没有苯和铅等污染物。因此，充分开发和有效利用生物质能源对我国21世纪的能源和环境安全和及社会主义新农村建设具有重要意义。

我国对生物质气化技术的研究始于上世纪80年代，“十五”计划中设立了2亿元专项基金支持生物质气气化站建设并要求在五年内建成2000个试点站。经过20年的努力，我国生物质气化技术日趋完善。山东大学已在全国各地建成了大量生物质气气化站；广州能源所则完成了一些大型的流化床式气化设备；已建成一批村级秸秆气气化站，解决了当地农民炊事用能问题；大型的生物质能发电厂也已有数个建成投产。

现有沼气站多数由上游业主投资及政府补贴建造，主要功能是解决养殖污水处理和养殖企业自用电问题。部分业主在实现气-热-电联供方面做了开发和示范工作。

生物质气体燃料具有良好的经济性。由表1可见生物质气体燃料的成本较其它燃料低很多。

表1 各种能源品位及价格比照表（2007年初数据）

燃料品名	低热值	燃料单价	燃料比价 (分/MJ)
秸秆气	5000 kJ/m ³	0.10 元/m ³	2.0
沼气	7500 kJ/m ³		
液化气	45000 kJ/kg	4.8 元/kg	10.6
天然气	35000 kJ/m ³	1.8 元/m ³	5.1
柴油	42500 kJ/kg	4.35 元/kg	10.2
煤	22900 kJ/kg	0.55 元/kg	2.4

（一）技术（装备）现状

由于我国大部分农村地区经济水平及需求的限制，对于分布式再生能源利用，较为适合的是使用较低造价的内燃机式发电机组。

目前生产沼气、秸秆气发动机（发动机另配后组成发电机组）的厂家有许多。既有国企也有民营，质量参差不齐，技术水平相差较大。单机功率覆盖面为20~500kW，售价为几万~百万(约1500~2500元/Kw)。主要的国营生产厂家有济南柴油机厂（135系列、190系列）、淄博柴油机厂（300系列、170系列）、潍柴动力（160系列、170系列、200系列、WD615系列）、胜利动力机械总厂（190系列）。另有江、浙、福建地区的多家民营、个体企业。

1. 内燃机发电机组简介

以生物质气为燃料的活塞式内燃机发电机组的技术已经成熟。

（1）工艺流程

将生物质气（秸秆气、稻壳气、沼气等）用作内燃机燃料的研究在国内已有不少，研究领域主要为生物质气和柴油双燃料发动机或单燃料火花点火发动机。

利用生物质气发电的项目已有许多，其工艺流程如下：

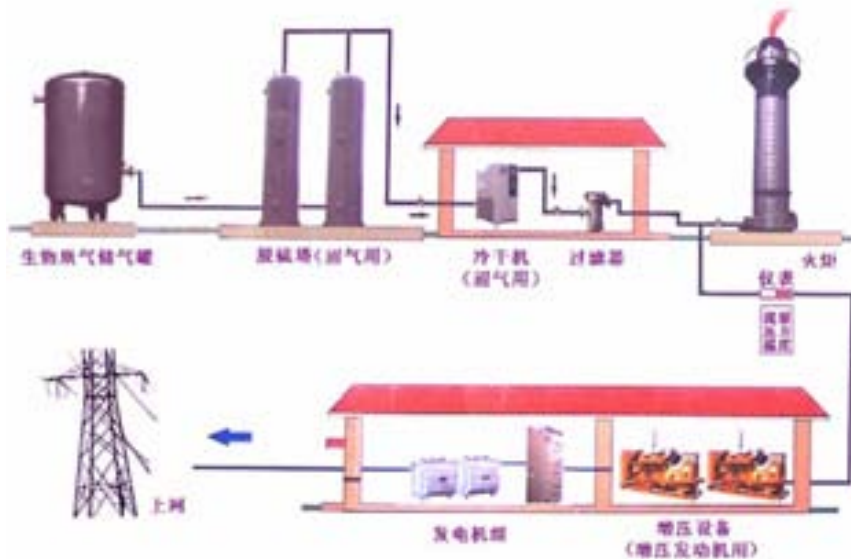


图 1 生物质气发电工艺流程

使用不同的燃料（沼气、秸秆气）的发动机有相应的差别。主要差别在进气系统、燃烧组织及控制系统上。机器成本变化不大，辅助设备差别较大。

沼气主要成分是 CH_4 、 CO_2 、 O_2 、 N_2 和 H_2S 。甲烷的着火温度较高（905.3K），燃烧速度慢，沼气中大量存在的 CO_2 对燃烧具有强烈的抑制作用，所以沼气的燃烧速度较慢。当沼气用于发动机时，容易产生后燃等不正常燃烧现象，因此有些沼气发动机使用柴油引燃以加快其燃烧速度。另外，沼气中的 H_2S 含量虽然很少，但是它对发动机的影响很大。一般， H_2S 的含量超过 0.1% 时，沼气必须经过处理才能进入发动机，否则 H_2S 将严重腐蚀发动机的零部件。对沼气进行前处理的设备费用较高。同时，沼气的产生量受温度影响较大，若不采取技术措施，我国北方地区冬季沼气的生成量明显减少。

以气化炉产生的生物质气（秸秆气、稻壳气等）为内燃机燃料的研究国内报道较少，对其中所含的 H_2 、 CO_2 、焦油等对燃烧特性和排放特性的影响缺少系统的理论研究。

山东大学近几年的气体燃料发动机开发研究工作均采用理论计算、数值模拟优化设计和试验标定相结合的方法，取得了良好的实际效果，积累了丰富的气体燃料发动机燃烧系统、控制系统开发经验。

山东省科技发展计划“木煤气（生物质气）燃料发动机开发”项目采用了独特的进气组织，利用燃烧模拟技术优化了燃烧室形状及缸内燃烧组织。课题组的专利技术（专利号：2007200179712）已成功应用于火花点火4135单生物质气燃料发电机组，于2005年12月通过山东省内燃机产品质量监督检验站的检测，其动力性、经济性结果可与天然气发电机组媲美。2007年开始的山东省科技计划“大型秸秆气发电机组开发”项目，已完成天然气燃料的模拟实验，机器现在天津（蓟县）挂月集团进行沼气实验，正在寻找适合的秸秆气实验场所。



图 2 山东大学完成的济南沙三40kW秸秆气发电机组示范项目



图 3 实验中的CW6200-400kW生物质气体燃料发动机

(2) 优缺点及适用范围

活塞式发动机的优点是功率覆盖面较大，并且可根据需要选用单台不同型号或同型号多机并用以满足功率要求。

现在所用的气体机基本是以柴油机为原型机经改装而成，50~60kW以上的机型则完全是由柴油机改装。目前柴油机的单机功率可达数万kW以上。但随功率加大其价格呈非线性迅速增加。

由于内燃机已有百余年历史，社会保有量极大，其动力机械、设备成本及运行成本较低。

内燃机分为低速机、中速机、高速机，随转速加大其升功率加大。可使用增压方式强化发动机。大型发动机因其转动惯量较大一般采用低速设计（要求发电机的转速为500转/

分、600转/分、1000转/分、1500转/分、)，小型机则采用较高转速的设计。

低速机的使用寿命较长，各部件磨损相对较少。对各个系统如进气、供油、燃烧、润滑、平衡等要求相对较低。高速机的使用寿命较短，各部件磨损相对较大。对各个系统的要求相对较高。

生物质气内燃发电机组需要的是低速、长冲程，以增加进气提高平均有效压力。低速机因其运动速度较低对进气要求较低，燃烧时间较长又使得生物质气中的焦油可充分燃烧。

如采用增压方式强化则可增加功率30~50%，但须保证进气中的焦油不粘附在10~30万转/分的废气涡轮增压器叶片上。因此需要重新研究、设计进气系统。采用机械式（如焦油含量控制得很低也可以考虑电控）准内混喷射系统有可能是较为理想的进气方式，但需要考虑生物质气的加压问题，成本可能会增加。

对于分布式再生能源小型电站（≤几十kW~5MW），由于内燃机发电机组可选择的功率及可并车使用使它成为一种较优的选择。

（3）生产厂家部分业绩

淄博柴油机总公司生物质气发电机组目前已建立的项目有海南三亚木材厂的1MW木粉发电厂（部分运行）、江苏台东5000kW谷壳发电厂、江西必高生物质能有限公司400kW电厂。山东淄博桓台7000kW秸秆发电厂（台湾80%股份）正在洽谈中。泰国LUCKY PPHINTERNATIONAL,INC 生物质能电站(8×450kW)、黑龙江佳木斯九零米业有限公司800kW项目(该集团已由新加坡丰益集团和世界500强的美国ADM公司联手投资，且更名为益海集团，近期将扩容至3000kW)、南京工业大学500kW生物质发电机组示范项目正在建设中。

由于300系列机（单机标定功率500kW）系前苏联40年代产品，其动力、经济性指标



图4 黑龙江佳木斯九零米业有限公司厂区及2×400kW发电机组项目

不算先进，但由于其成本较低、低转速、大行程的优点特别适合秸秆气发动机改装而占有

了较大的市场份额。厂方改装易拆卸气门机构后更使得维护简便。

济南柴油机股份有限公司的沼气发动机产量较大而秸秆气发动机产量较小。山东省济南市垃圾填埋气体收集发电项目是山东省第一个垃圾填埋气发电项目，也是国内第一个完全采用国产设备的垃圾填埋气发电项目。该站全部采用了济柴设备。

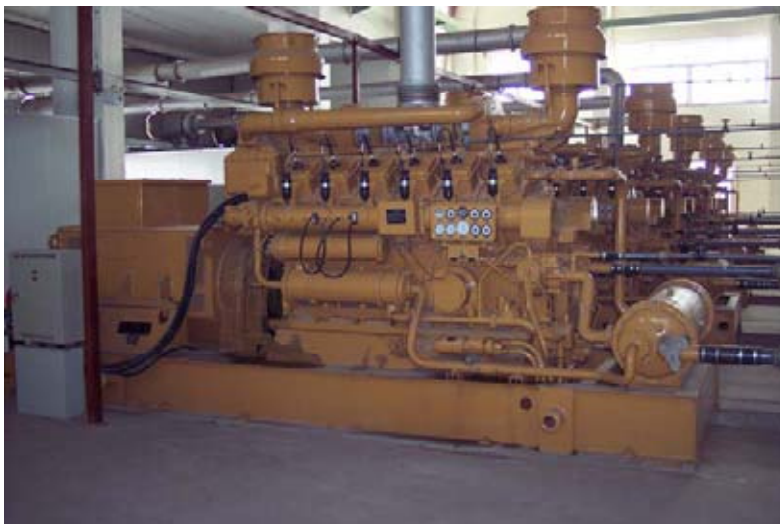


图 5 济南市垃圾填埋气体收集发电项目

该垃圾处理厂选用的沼气发电机组，总装机容量 3500kW，发电主设备由 5 台 700kW 的沼气发电机组构成。每天可发电 5 万度，电厂发电后并入济阳县电网（该站已在运行 3 年后因纠纷停止运行）。

山东莒县浮来春酒厂总装机容量 2100 kW，发电主设备由 3 台 700kW 的沼气发电机组构成。也是采用的济柴设备，电厂发电后并入企业电网（该站也已在运行 2 年后因纠纷停止运行）。

济南郊区佳宝乳业使用了济柴一台 200kW 沼气发电机组。

目前济柴已在江西必高公司建成 400kW 秸秆气发电示范站，实际运转功率为 300~400kW。另外在河北青县建成秸秆气发电示范站，使用一台 135 系列的 40kW 机器。

胜利动力机械集团的沼气发动机产量较大而秸秆气发动机产量较小。在泰国、马来西亚木材厂均有沼气电站在使用共计有 6 台 500kW 机器。天津（蓟县）挂月集团采用胜动 2×500kW 沼气发电机组。前述济南市垃圾填埋气体收集发电项目由于纠纷已在运行 3 年后停止运行，目前济柴设备已全部撤出，改由胜动集团接管并全部更换为胜动集团设备。胜动集团也正在介入山东莒县浮来春酒厂总装机容量 2100kW 的项目。

胜动集团已在江西建成秸秆气发电示范站，使用 1 台 500kW 的秸秆气发电机组。

潍柴动力的沼气发动机产量较大而秸秆气发动机产量较小。五莲银河酒业有限公司酒精厂废水处理及沼气发电项目，采用 4 台潍柴培新气体发动机有限公司生产的 120kW 沼气

发电机组。寿光金地养殖有限公司养猪场污水处理及沼气发电项目，采用一台潍柴培新气体发动机有限公司生产的 50kW 沼气发电机组。天津（蓟县）挂月集团采用 10 台 200kW 沼气发电机组。



图 6 潍柴天津（蓟县）挂月集团 10×200kW(左)、胜动 2×500kW 沼气发电项目（右）

潍柴动力的 CW6200-400kW 生物质气发动机已完成天然气燃料的实验，目前正在寻找合适地点做生物质气实验。

还有一些厂家自行改装的不同规格机器作为自用或示范，因其数量较小、质量不一，就不在此一一列出。

上述电站都未使用成型燃料技术，且已取得显著经济效益。

（4）主要设备

淄柴 400kW/200* kW 生物质气体燃料内燃机发电机组主要设备清单

设备名称	规格	数量	单价（万元）	备注
内燃机	400~450 kW 200~250* kW	1	60~70 30~40*	
发电机	400 kW 200* kW	1	10~15 10*	
底盘、附件、控制屏	套	1	10~15	
合计			80~100 50~65*	

注：价格变动主要取决于机器配置及附件。

2. 主要生产厂商

淄博柴油机总公司 隶属中国农业发展集团总公司，位于山东省淄博市，注册资金 4990.3 万元。公司的主导产品有 Z150、E160、Z170、H190、210、L250、300、N330 八大系列 300 多个品种的船用柴油机和以此为原动机的柴油、重油、气体发电机组，年生产能力为 250 万千瓦。柴油机功率覆盖范围 200kW~3310kW。其 8300 生物质气体机属成熟技术。

潍柴动力 创建于 1946 年，企业资产总额 80 亿元，职工 9000 余人，注册资本为 16 亿元。年生产能力 5000 万千瓦，2007 年产值逾 400 亿，出口创汇能力 6000 万美元。

潍柴主要生产道依茨 226B、WD615/618、6160、X170、CW200 等系列发电机组，功率从 15KW 到 1250KW。发电机组主要有常规普通型、四保护、自动化、自切换、底盘油箱、防雨棚、低噪音、拖车电站、汽车电站等。其 170 系列的沼气机属成熟应用机型，CW-6200 秸秆气机正处于实验阶段。

胜利动力机械集团 位于山东东营。原为济南柴油机厂东营大修厂，后改制成为胜利油田和集团员工参股兴办的股份制企业，注册资金 2 亿元，企业总资产 7.5 亿元。

主要业务一是燃气发电机组、柴油机制造以及石油工程机械制造与修理，二是燃气发电业务。

胜动集团的沼气发动机产量较大而秸秆气发动机产量较小，其 190 系列沼气机已在多个地方使用。

济南柴油机股份有限公司 是中国石油天然气集团公司下属唯一的柴油机专业制造企业。公司股本总额为 23,961.60 万元，注册资本 23,961.60 万元。

主要生产三大主导机型：陆用 2000、3000 和 600 系列，功率 200~1740kW 柴油机及配套机组；船用直列 4 缸、6 缸、8 缸，V 型 8 缸、12 缸，功率 180~1100kW 柴油机及配套发电机组；燃气（包括天然气、煤层气、炼焦煤气、沼气等多气体）30~1500kW 气体发动机及配套机组。产品通过 ISO9001 质量体系认证，获得国家技术监督局和国家商检局颁发的国家质量体系认证证书。现有 123 个产品品种、270 个型号，技术水平、生产总量和市场占有率在国内中大功率发动机制造业中名列前茅。

该公司的沼气发动机产量较大而秸秆气发动机产量较小。其 135 系列及 190 系列沼气机、天然气机、煤层气机已在多个地方使用。

作为固定发电机组生产厂家，近年不像车用发动机那样进行多次升级换代，而是以追求节能减排（陆用机与车用机标准不同）、可靠性为目标进行研究改进。这些机器基本处于同等水平，而价格略有不同。一般的发电机组价格是 1500~2500 元/kW（400kW 以上机型，不含特殊要求附件）或 2000~2500 元/kW（200kW 以下机型，不含特殊要求附件）。

3. 主要内燃机产品

厂商名称	产品系列	规格 (kW)	单价 (万元)	产量 (台套、年)
淄博柴油机厂	Z170	100~200	40~50	以销定产
	210	300	≈60	以销定产
	300	400~500	80~100	以销定产
潍柴动力	道依茨 226B	≤100	10~20	以销定产

	WD615/618	100~150	≈20	以销定产
	160	80~150	≈20	以销定产
	X 170	100~250	≈30	以销定产
	CW 6-200	400~500	≈80	以销定产
	CW 12-200	800~1000	开发中	以销定产
济柴	8V-190	300	≈70	以销定产
	12V-190	500	≈100	以销定产
	135	30~120	10~30	以销定产
胜动集团	190 系列			同济柴
杂牌			15~0.25 万元 /kW	

(二) 推广应用现状

1. 技术应用现状

(1) 推广应用规模

市场调研显示的需求量很大，但已建成采用此技术的项目尚不多。黑龙江虎林年产 3 万吨稻壳，其市领导多次出外调研欲上此项目，由于并网问题难以解决一直未能上马。

已建成的项目运行良好，多数属于自用电。

(2) 总投资及投资构成

淄柴 400kW 生物质气内燃发电机组项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量 (台套)	单价 (万元)	金额
设备费	1	95	95
建站费		20	20
土地费			
其他费用			
合计		115	

(3) 运行成本构成

淄柴 400kW 生物质气内燃发电机组项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价 (万元/年)	金额 (万元/年)	备注
1	支出合计			35	
1.1	人工费	8 人	2	16	气化炉 1 人, 发电 2 人, 配电 1 人, 其他机修、运输人员可兼职
1.2	能源消耗	1.5kg/kW.h	按所用原料当地实际价格计算		163 吨/年
1.2.1	其中: 水费				循环
1.2.2	电费				自发自用
1.2.3	机油消耗	0.001kg/kW.h		2.695	

1.3	维修费			8	
1.4	折旧费			9.5	按 10 年计
1.5	财务费用				
1.6	其他费用				
2	收入合计				
2.1	发电			122.4	
2.2	供气				
2.3	供热	采用热电联供技术后，可满足 60~80 户居民的供暖问题，按户均 2000 元/年计可实现收入 12~16 万元收入。			
3	税收				
	净收益(2-1-3)			≥90+12	

石油济柴江苏维维集团牧业沼气发电工程。热电联产投资人民币 110 万元。

石油济柴 500kW 沼气发电项目总投资及投资构成

投资估算项目	数量	单价	金额
设备费	1 台	90	90
安装费	1 套	8	8
土地费			
其他费用		12 供热	
合计		110	

石油济柴 500kW 沼气发电项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价	金额	备注
1	支出合计				
1.1	人工费			4 万元	
1.2	能源消耗				
1.2.1	其中：水费				
1.2.2	电费				
1.2.3	其他能源			2 万元	
1.3	维修费			6.4 万元	
1.4	折旧费			9 万元	
1.5	财务费用				
1.6	其他费用			10 万元	脱硫
2	收入合计				
2.1	发电	320kWh	0.5 元	160 万元	
2.2	供热			25.8 万元	折合标煤计
2.3	产品 3				
3	税收				
	净收益(2-1-3)			153.2 万元	

潍柴五莲银河酒业有限公司 500kW 沼气电站项目总投资及投资构成

投资估算	数量	单价 (元)	金额 (元)
设备费	4	180000.00	720000.00
安装费		2000	2000
土地费		0	0
其他费用		4000	4000
合计		186000.00	726000.00

潍柴五莲银河酒业有限公司 500kW 沼气电站项目运行成本构成

序号	项目	数量	单价 (元)	金额 (元)	备注
1	支出合计				
1.1	人工费	4	10000	40000	
1.2	能源消耗				
1.2.1	其中：水费	0	0	0	无损耗
1.2.2	电费	0	0	0	自发电
1.2.3	其他能源	0	0	0	无
1.3	维修费	4	12000	48000	
1.4	折旧费	4	18000	72000	10%
1.5	财务费用				
1.6	其他费用				
2	收入合计				
2.1	发电		43.2 万	172.8 万元	$120 \times 24 \times 300 \times 0.5$
2.2	产品 2				
2.3	产品 3				
3	税收				
	净收益(2-1-3)			156.8	

※ 上述各表由厂家提供

2. 内燃机发电典型案例分析

黑龙江佳木斯九零米业有限公司是一家较大规模的粮食商贸公司，2004 年投资建设了生物质气电站，采用了 2 台淄博柴油机厂 400kW/台生物质气发电机组。其情况列于下表。

佳木斯九零米业有限公司 800kW 建设及收益对比表 (3 年累计)

	数量 (台套)	单价 (万元)	金额 (万元)	备注
设备费	2	85	170	2004 年价格
建站费		15	30	
土地费			不计	
人工费	8 人	2	48	
能源消耗	1.5kg/kW.h	自产自用		500 吨
其中：水费				循环
电费				自发自用

机油消耗	0.001kg/kW.h×245 万 kW.h×12 ¥/kg×2 台×3 年=17.6 万元	17.6	
维修费	8 万元×2 台×3 年=48 万元	48	
折旧费	8.5 万元×2 台×3 年=51 万元	51	
发电	400kW×0.85×24h×300d×3y×0.55 ¥/kW.h=122.4 万元	403	以民用电价计
供热		无	
净收益		81	

该表显示，电站的经济效益非常可观。需要说明的是，上表在计算收益时是以民用电价格计算的。实际上非民用电价格约为民用电价格的 1.2~1.4 倍，如按此计算则效益更大。

二、 产业发展存在问题

（一） 现有技术及装备存在的问题

分布式生物质可再生能源利用发电站发电设备国内已有成熟技术，完全可满足数 MW 以下用电要求。多余电量上网及上网价格是制约其发展的瓶颈。

（二） 装备研发与生产存在的问题

分布式生物质可再生能源利用发电站可分为 2 种情况：

1. 独立使用（村庄或小型企业等）。因其用电相对独立，对发电质量要求不高，所以现有一般技术完全可满足需要。如有较大用电设备只是装机容量须有一定储备。

2. 并网发电。除自用外还可将多余电力并网，这就需要有较高的控制水平，否则无法实现并车或并网。

因此，应就发电机自动控制、可靠性及并网技术方面的研究投入进一步的开发研究经费。实际上，第 1 种情况要实现自发电与网电的不间断供电，也须使用并网控制技术。

（三） 已建成项目存在的问题

也有分布式可再生能源利用发电站投入运行后有较好的经济效益。这些项目多是饲养、造酒、污水处理等企业，多数是发电自用。当然也存在一些主要功能是示范的“政绩工程”。

与大型生物质能电厂所面临的问题是一致的，即原料涨价问题。

（四） 技术推广存在的障碍

单位自用电站已无大的技术障碍。如需并网则须与电力部门协调，这往往是小单位无法协调解决的大问题。

（五）投融资存在的问题

分布式可再生能源利用发电站中一部分功率较大的项目因建站费用不大，所以投融资不是主要问题。只要政策合理、效益可观就会有投资方。前述新加坡丰益集团投资黑龙江佳木斯九零米业有限公司 800kW 扩容至 3000kW 项目、正在洽谈的山东淄博桓台 7000kW 秸秆发电厂（台湾 80% 股份）项目就充分说明了这一点。

对于分布式可再生能源利用发电站中一部分功率较小的项目则应考虑较大比例的补贴甚至是全额补贴。这一部分发电站应由有积极性的地方政府出面协调建设和管理。

（六）政策问题

可再生能源法已颁布很长时间，也已有可再生能源利用的补贴标准，但各级领导认识不同。往往因利益的问题造成扯皮，补贴多数不能兑现。

建议出台新的鼓励性政策并同时出台建站补贴标准，以调动积极性、启动此项工作。

三、 建议

生物质气利用首先要解决的问题是发电并网及补贴到位；其次是扶持专业生产厂家，定点生产、统一采购，以确保产品质量；还要给予建站单位诸如资金补贴、税收减免等方面的优惠，激励电站建设和运行。

（一）支持推广应用项目的建议

1. 建议资金支持的范围

对发电设备的研发、生产及使用给予适当补贴或政策性优惠。

按不同供电能力对经营者的并网电价给予不同的补贴或是建站补贴（发电自用者）。

2. 接受支持的项目业主条件

素质较佳，已有业绩。

3. 接受支持的项目业主具备的基础条件

分布式能源利用的首要的问题是可获得资源。应优先考虑可以少量经费就可获得较多生物质原料的单位或村落。

4. 建议支持的项目规模

分布式能源利用的项目，建议支持的功率等级为 40~60 kW/台（局部民用）、100~200 kW/台（局部民用兼自用动力）、400~600 kW/台（民用、动力及并网），总规模应控制在 5MW 以下（动力及并网）。

5. 建议支持的资金额度

建议给予分布式能源利用发电建设方政策性优惠，如上网电价及税收等方面。为调动经营方的积极性也可考虑直接给予建站经济补贴。补贴应以比例补贴为主，且应慎重考虑其建站规模及原料来源等问题。

（二）支持装备研发与生产的建议

1. 建议资金支持的范围

应支持适应不同要求及容量的实用性机组开发及自动控制方面等的基础研究；给予设备生产者一定的优惠政策（税收等）以调动其积极性；制定相关政策促成研究结构与生产企业的联合以调动生产企业投资研究的积极性。

对企业技改等也应予以优惠政策导向。

2. 接受支持的项目业主条件

技术力量较为雄厚、生产技术成熟的专业制造厂。按功率等级确定设备生产厂，建议每种功率档次的机型选择 2~3 个生产厂家定点生产以形成市场竞争局面。

3. 建议支持的项目规模

多厂家、多功率等级并举。

4. 建议支持的资金额度

单机、单项研发费用约为 10~50 万元，大功率、综合研究约为 100~200 万元。

建议给予生产厂家不同政策或资金支持，或以许可证发放作为引导。

（三）政策建议

（提出促进产业发展的政策建议，并说明其必要性）

为促进再生能源的利用，国家应就研发、生产及使用开展一系列以如何调动积极性、促进该行业发展为中心的研究。研究其协调发展的制约因素，通过政府的指导性政策调动各方面积极性，消除制度性障碍。

（四）关于项目评审的建议

（可再生能源专项资金支持项目推广应用招标条件和评审办法的建议）

采取厂家申请、专家提议、专家评议考察、确定项目、定点生产、规范招标的形式进行推广。

（可再生能源专项资金支持装备研发或提升
生产能力项目的招标条件和评审办法的建议）

装备研发及提升生产能力项目主要应以优惠性政策（税收减免、补贴、生产许可证发放等）为导向，调动生产厂的积极性。