



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

秸秆气化工程技术评估



刘庆玉

沈阳农业大学



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

汇报内容

- 一、秸秆气化技术概述
- 二、项目情况介绍
- 三、项目结果分析
- 四、项目效益分析
- 五、存在的问题及建议



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

一、秸秆气化技术概述



1、引言

气化技术是将农林废弃物在缺氧或厌氧条件下，经过热化学反应，生成 CH_4 、 CO 、 H_2 等可燃气体，用于农村居民的炊事及采暖，亦可用于发电。

该技术使秸秆在作为燃料使用时的热效率大大提高，使能量得到更充分地利用，并减少了环境污染，对开展节能减排具有重要的意义。



1、引言

上世纪**90**年代，在国家支持下曾在山东和河南两省进行了“秸秆气化集中供气工程”试点建设，但终因技术、系统配置等问题曾一度中断。

随着“新农村“建设，以村为单元的“秸秆气化集中供气工程”近年来在全国相继展开。

截至**2007**年底，全国已建设了秸秆集中供气站**886**处。其中辽宁省累计建**264**处。



1、引言

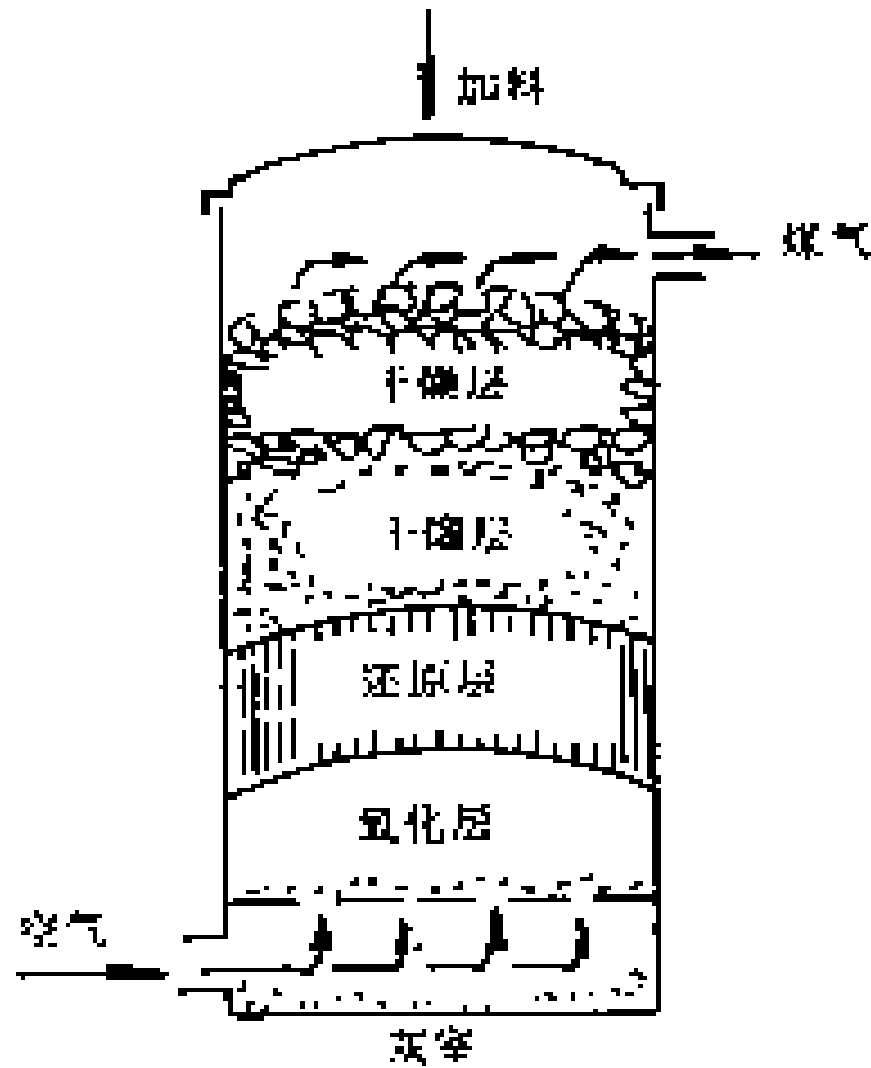
根据农业部《农业生物质能产业发展规划》
(**2007-2015**)：

到**2010**年，结合解决农村基本能源需要和改变农村用能方式，全国建成**1000**处左右秸秆气化集中供气站，年产秸秆燃气**3.65**亿立方米。

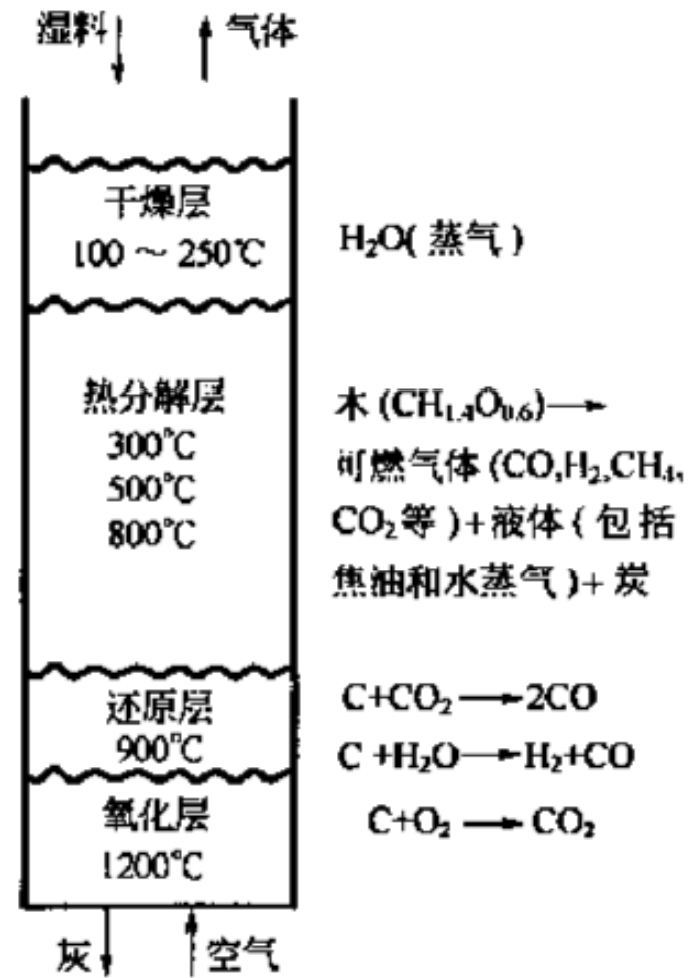
到**2015**年，建成**2000**处左右秸秆气化集中供气站，年产秸秆燃气**7.3**亿立方米。



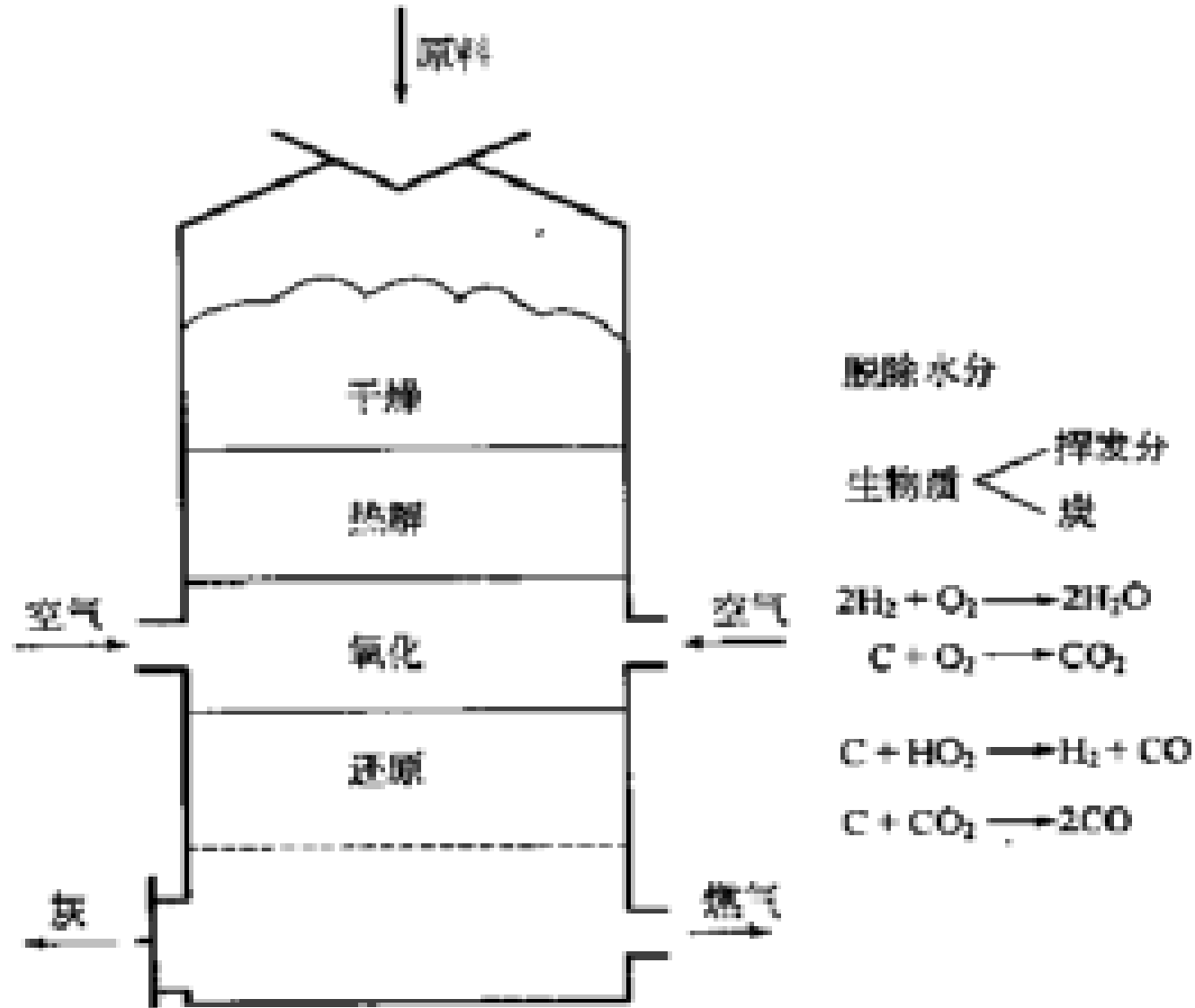
2、技术原理



上吸式气化炉气化原理



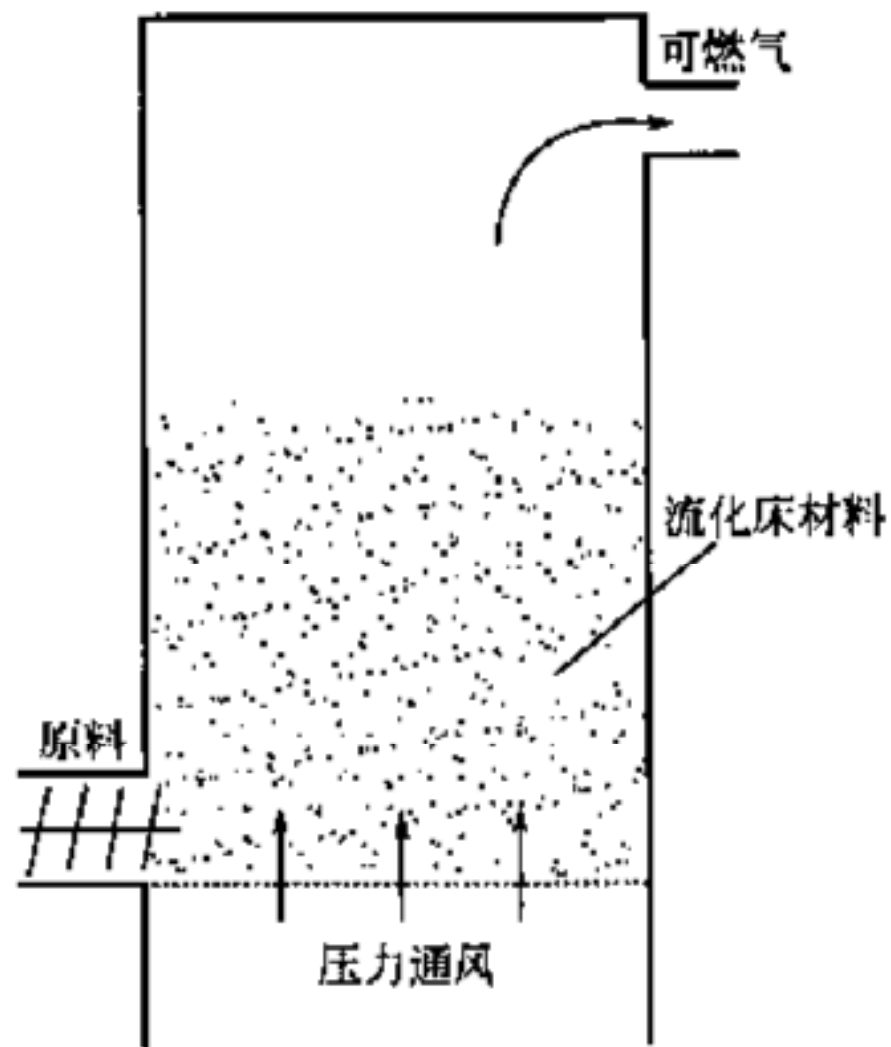
上吸式气化炉气化原理



下吸式气化炉气化原理



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

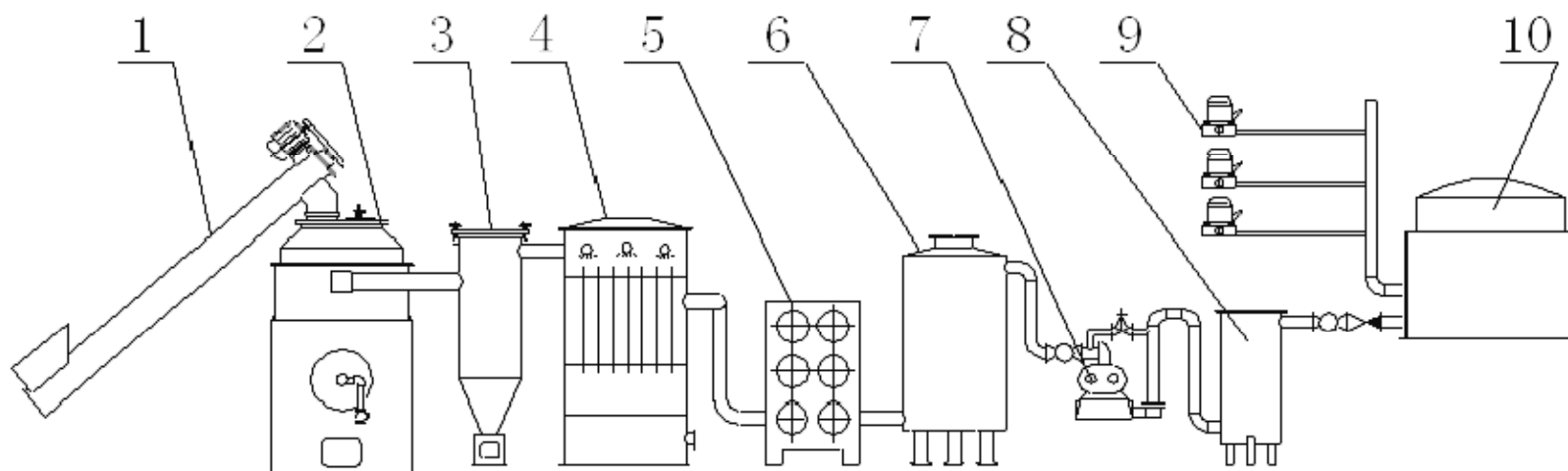


单流化床气化炉原理图



3、工艺流程

系统组成：切碎机、上料装置、气化炉、旋风分离器、冷却器、过滤器、风机、水封器、贮气罐等组成。

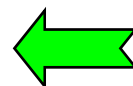
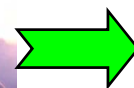
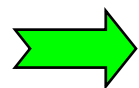


1. 螺旋输送机 2. 气化炉 3. 旋风除尘器 4. 喷淋净化器 5. 气水分离器 6. 过滤器 7. 鼓风机 8. 水封
9. 灶具 10. 储气柜

生物质气化系统的工艺流程



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University





4、存在问题：

1、燃气热值低

2、焦油含量高——焦油会堵塞、污染和腐蚀
燃气管道、燃气灶具



5、焦油去除技术简介

(1)焦油产生原因

在气化过程中，随着热量的投入，生物质温度不断升高。

当温度升到**200**°C时，生物质开始热解，并有焦油产生。

随着温度的升高，热解产物的焦油增加，当温度达到**500**°C时，焦油的含量达到最高。

温度继续升高伴随着停留时间的增长，当温度达到**600**°C以后，焦油会从液态转化为气态，并发生热解，焦油的含量呈下降趋势。



在秸秆气化过程中，焦油的最终含量与气化炉结构和气体后期处理工艺有关。

在逆流式气化工工艺中，即：气化原料由气化炉上部加入，气化剂由下部送风口进入。热解过程中生成的含有焦油的挥发分未经过高温区发生裂解，燃气中的焦油含量较高。

在顺流式工艺中气化原料和气化剂均由气化炉上部送入，燃气从下部引出，燃气中的干馏产物在经过高温燃烧区时会发生裂解，故燃气中焦油含量较低。

总的看来，最终还是由于温度的影响，导致焦油的含量不同。



(2)、焦油去除技术

秸秆气化焦油去除技术主要可分为：

湿式除焦法

干式除焦法

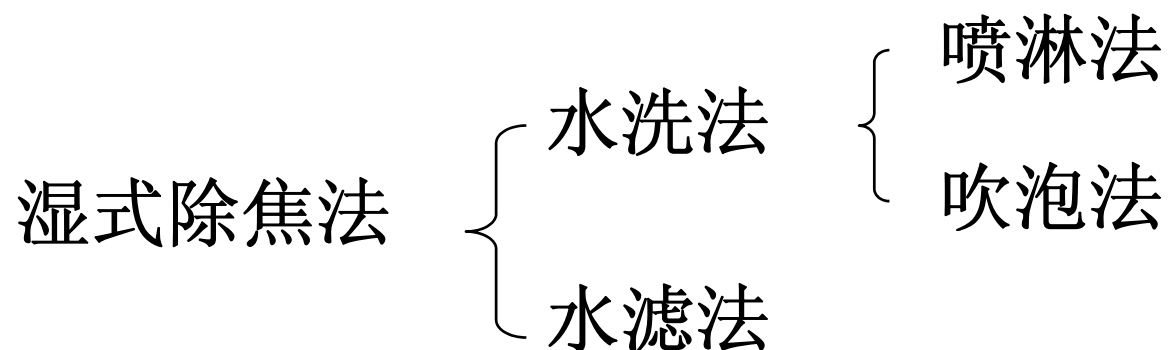
催化裂解法

热裂解法



湿式除焦法

湿式除焦法又称为水洗法，是秸秆气化燃气净化技术中最普遍的方法。



湿式除焦法会产生大量的废水（包括大量的有机不溶物、无机酸、 NH_3 和金属等）。不能随意排放，而且其后续处理过程非常繁琐，操作费用也较高。



干式除焦法

干式除焦法利用过滤原理，也称为过滤法。是将吸附性强的材料（活性炭、滤纸、陶瓷芯、粉碎的玉米芯等）装在容器中，当燃气穿过吸附材料，把其中的焦油过滤出来。

利用精密过滤材料分离可将**0.1-1 μm** 的微粒有效捕集下来。除焦油效率高**(94.9%-98%)**，但其成本高，维护困难。



热裂解法

由于焦油在较高的温度下会发生深度裂解。高温下，大分子化合物转化成小分子气态化合物。

这种处理方法对焦油的去除效果很好。

但是由于热裂解一般在温度大于**1100**°C以上，对设备材质的要求很高，且裂解能耗大、费用高。

因此，单独用热裂解去除焦油不现实。而且还容易生成焦炭。

在实际生产中常通过加入水蒸气和氧化性物质来降低焦油含量。其原理是利用水蒸气或氧化性物质与焦油中的某些组分反应生成**CO**、**H₂**和**CH₄**等可燃气体，从而减少焦炭的生成。



催化裂解法

由于热裂解需要较高的温度，在实际生产中很难达到，采用添加催化剂的方法来降低焦油转化所需活化能，从而使焦油在较低的温度（**700°C-900°C**）下就能去除。

催化裂解焦油去除效率可以达到**90%**以上，因此是目前最有潜力一种焦油脱除方法，已经成为该领域中研究的重点。



6、焦油回收利用

- 焦油经过提炼，得到焦油沥青，可以用作沥青油漆、吸附剂、防腐涂料等；
- 焦油中还可以提取萘、炭黑等；
- 焦油可用作防水材料或化工原料；



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

二、项目情况介绍



1、项目来源

近年来，随着技术的不断完善和市场的广，焦油除去技术已得到了进一步提高。为更好地推广秸秆气化工程，掌握现有的气化设备焦油去除效果以及焦油去除技术的应用现状，并对该技术进行评估和筛选，为政府有关部门制定发展规划和相关政策提供参考依据。

为此沈阳农业大学工程学院承担了**2008**年农村能源综合建设项目“秸秆气化工程焦油去除技术评估”（农财发[**2008**]55号文，项目编号**2008011**）。



2、项目的主要内容

- 对目前技术上具有代表性的秸秆气化设备生产厂家、相关的科研院所调研

目的在于考察秸秆气化设备的生产技术水平，比较分析各种焦油去除技术特点，评价秸秆气化设备焦油去除技术水平。

- 针对秸秆气化工程应用比较集中的辽宁、山西、北京、天津、江苏、黑龙江、山东、河南等8个省区不同焦油去除技术的秸秆气化站进行现场考察评价其应用效果，找出建设中存在的问题。



3、项目实施方案

目前全国有一定规模的秸秆气化设备生产厂家约有**100**余家。

截至**2007**年底，全国已建设了秸秆集中供气站**886**处，主要分布在辽宁、山西、北京、天津、江苏、黑龙江、山东、河南等省市。

考虑到秸秆气化设备生产企业不同的地域分布和工艺类型特点，选择了有代表性的**10**家秸秆气化设备生产企业和**12**个秸秆气化站进行调研。

同时组织了中国科学院广州能源研究所和辽宁省能源研究所的有关专家进行了研讨。



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

(1) 调查样本的选择原则

企业的专业性——设计能力、生产能力、施工能力

气化工艺特点——有代表性的工艺类型



(2) 技术指标确定

系统的技术指标包括户用规模、技术类型、技术特点、额定产气量、气化效率、燃气低位热值、气化温度、产物成分、技术的更新情况、焦油的含量等。

气化效率、燃气的低位热值按NY/T12-1985和GB12206-1990规定进行测定；

氧、硫化氢、一氧化碳的含量按GB/T12205-1990和GB/T12211-1990规定进行测定；

焦油含量按GB12208-1990规定进行测定。

设计的调研表格



生产企业		
工艺类型	固定床/流化床/气流床	
	工作介质	
	设备组成	
使用原料	催化剂	
	原料类型	
技术指标	原料预处理	
	户用规模	
	技术类型	
	技术特点	
	气化效率	
	气低位热值/ kJNm^3	
	气化温度/ $^{\circ}\text{C}$	
	气体成分、含量	
	技术有何改造更新	
焦油处理	炉体出口焦油/ mgNm^3	
	气柜前焦油/ mgNm^3	
	气柜后焦油/ mgNm^3	
	灶前焦油/ mgNm^3	
	焦油产量/ kg/年	
	焦油净化方式	
	焦油废水处理方式	
	净化处理费用/ 元/年	
	焦油处理单元使用寿命/ 年	
	焦油利用方式	
经济效益	设备投资/ 万元	
	使用寿命/ 年	
	运行费用/ 万元/年	
	燃气成本/ 元/m^3	
	燃气收费/ 元/m^3	
	投资回收期/ 年	
最长年限		
保修年限		
典型工程		



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

三、项目结果分析



1、气化工艺选择

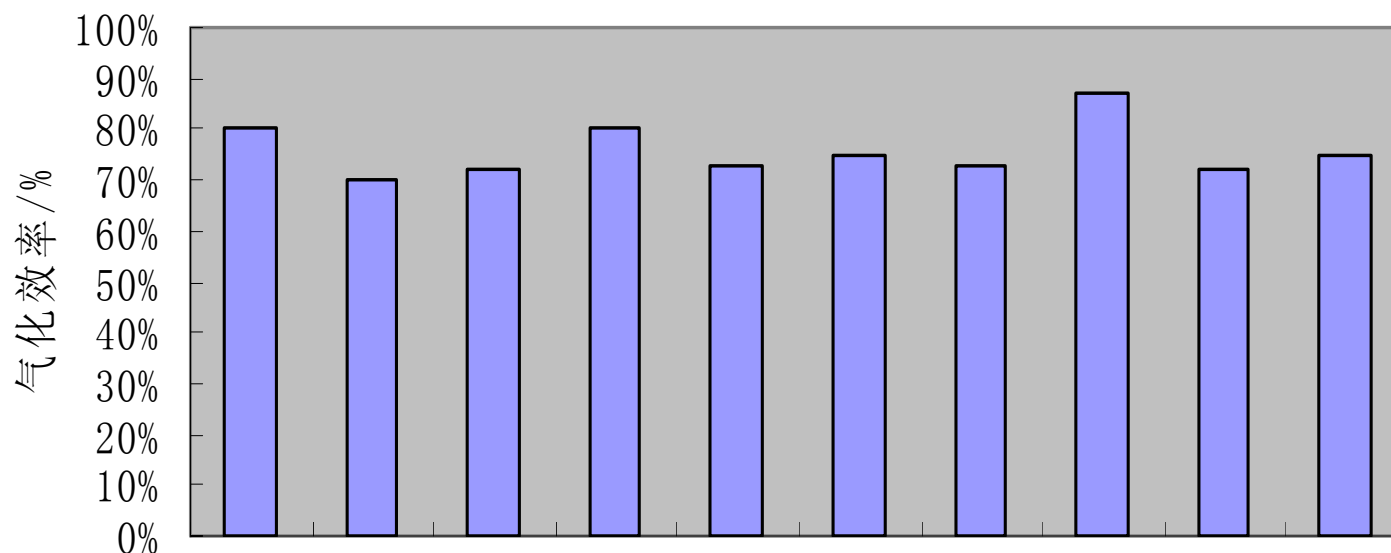
由于下吸式固定床气化过程可以二次裂解焦油，可有效地降低产物中焦油的含量。

因此目前应用的工艺以下吸式固定床式发生器为主。



2、气化效率

气化效率均达到70%以上，符合NY/T12-1985和GB12206-1990的规定，其中气化设备气化效率最高可达（87.2%）。



秸秆气化设备生产企业



3、气化介质及原料

介质：主要有空气和水蒸气两种，以空气介质为主。

原料：秸秆气化技术使用的原料比较广泛，主要以农作物秸秆和林业废弃物为主。

原料除稻壳、木屑外大都采用了粉碎或成型等工艺，以粉碎为主，粒径在**5mm~ 30mm** 之间。

原料预处理对秸秆燃气中的焦油含量影响较小，
主要影响气化效率

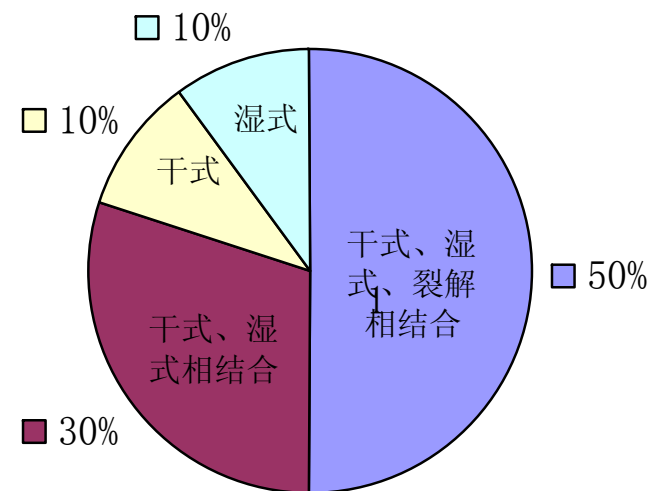




4、焦油去除工艺选择

目前秸秆气化焦油去除工艺大都采用传统方式，其中以混合工艺为主。但在干式过滤工艺中有较大的改进。尤其是过滤材料的选择上。

催化裂解工艺尚不成熟，有待进一步开发。

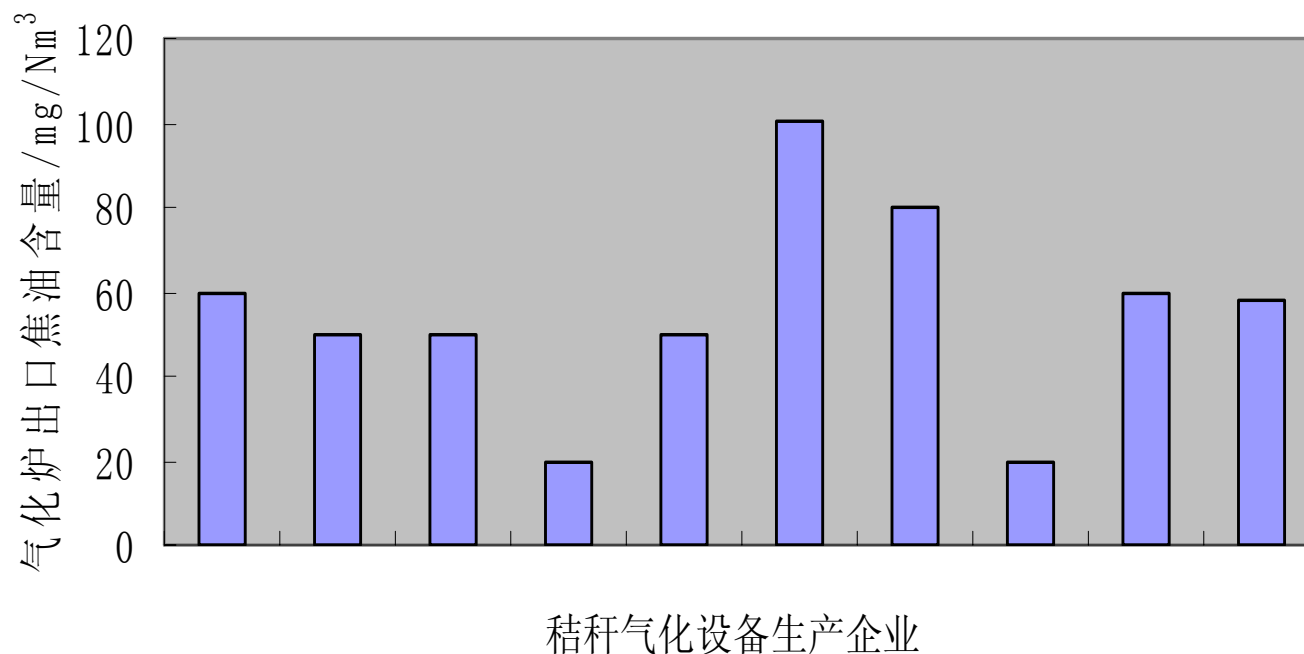




5、炉体出口焦油含量

- 由于气化工艺的选择不同，气化炉出口处的焦油含量差别很大，提高反应温度或进行二次裂解处理的气化炉焦油含量显著降低。

炉体出口焦油含量最低达到**25mg/Nm³**。





6、灶前焦油含量

灶前燃气中焦油含量最大为 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，**70%**系统灶前燃气中焦油的含量等于或低于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

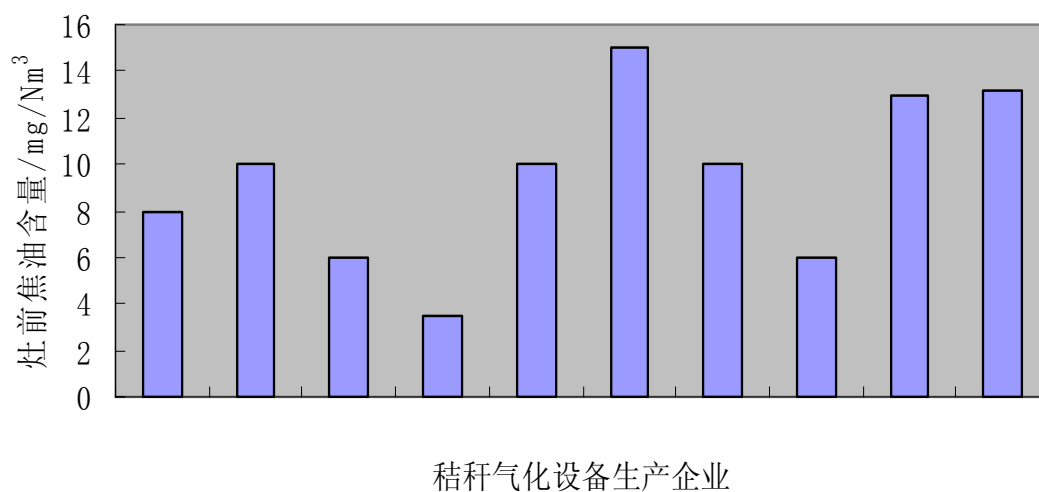


图 不同秸秆气化设备生产企业灶前焦油含量



7、焦油去除率

采用干式、湿式及热裂解相结合的去的方式可达焦油去除率80%以上。大都在70%以上。

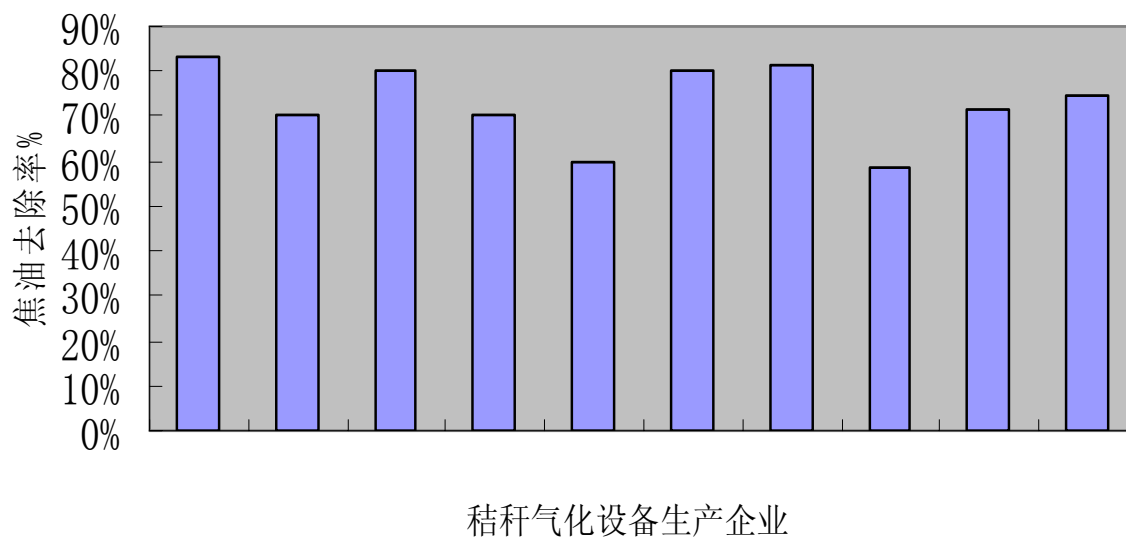


图 不同秸秆气化设备生产企业焦油去除率



8、焦油回收情况

除干馏气化工工艺以焦油做副产品回收外，
焦油目前存放的方式：

- 自然堆放
- 未经无害化处理直接填埋
- 焦油水-未经处理-采用渗漏补水的方式较多。
 - 有处理设备较少（用处理设备更少）





沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

四、项目效益分析

生物质气化供气系统投资概算（万元）

序号	项 目	型 号			备 注
		200 型	300 型	600 型	
1	生物质气化机组, 含调试和培训费	18	20	22	
2	生物质气化机组安装、运输费	2	2	2.5	
3	储气柜	30	42	50	不包括基础、水泥配重、税款（自选）
4	储气柜基础及外围护坡	5	5	5	采用干式储气柜时不需要
5	室外供气管网(PE管)	25	40	70	按每户 1000 元计算, 含安装费（自选）
6	室外供气管网设计费	2.5	2.5	2.5	权威设计部门
7	室内管网、煤气表、炉具、阀门	10	16	28	每户 400 元, 含安装费
8	铡草机	0.3	0.3	0.3	用户自己负责购买
9	气化站机房设计和土建	15.0	15.0	15.0	
10	挖掘管沟及回填	5.0	8.0	10.0	5 元/立方米(估算)
11	动力电源扩容和室、内外电缆	1.0	1.0	1.0	
12	围墙和绿地	2.0	2.0	2.0	依据用户需求
13	水配套	0.5	0.5	0.5	
14	合计	116.3	154.3	208.8	
15	不可预见费（总造价×2%）	2.3	3.1	4.2	
	总计	118.6	157.4	213.0	

注：该投资报价仅做参考，因居住分布情况、原材料价格情况等会有所变动



经济效益

运行成本，燃气按成本费**0.26元/m³**。

如以成本价出售，每户每年需支出燃气开支**468元**，每月平均**39.0元**。

但考虑到气站所用原料均由各户收取，各户出售秸秆的收入应折抵部分燃气费，平均每户交售秸秆收入为**54元**，因此平均每户每年实际燃气支出为**414元**，**平均每月34.5元**。

相比之下：

使用液化气时，每户每月**50元**（按一瓶用两个月计算）。



社会和环境效益

- 生物质直接燃烧应用的热能利用率在**10%**左右，而秸秆气化可将能量利用率提高到**20%-35%**。
- 按每立方米秸秆燃气替代**0.25Kg**标煤计算，每年每户用气**2190m³**，可替代**547.5kg**标煤。

200户一年可减少煤炭消耗近**109.5**吨标煤。

对于二氧化硫和二氧化碳的减排的环境效益具有更重要的意义。



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

五、存在的问题及建议

1、秸秆气化设备生产、工程建设等环节缺少标准规范

- (1) 目前关于秸秆气化的现行的标准中只有：
《**NY/T 443-2001** 秸秆气化供气系统技术条件及验收规范》
“焦油含量不大于50mg/Nm³”的标准焦油含量明显偏大。
《**NYT 1017-2006** 秸秆气化装置和系统测试方法》

而《GB12208-1990城市燃气中焦油和灰尘含量的测定方法》规定的焦油测定方法

由于秸秆燃气受取样地点（炉体出口、气柜前、气柜后、灶前）及取样时间(运行中还是停炉后)都有很大的不同，不适合秸秆气化。

- (2) 缺乏相关的设备生产标准

导致气化设备良莠不齐，存在质量和安全方面隐患。

- (3) 缺乏相应的施工规范

导致建设质量的控制。

ICS 65.060.01
B 90

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 1017-2006

秸秆气化装置和系统测试方法

B 13

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 443-2001

秸秆气化供气系统技术条件及验收规范



2、焦油及其废水排放引起的环境污染问题

由于焦油收集、处理方式目前存在一定的困难
随着技术的推广应用对环境必将产生新的污染

3、秸秆气化的安全问题

秸秆燃气是易燃易爆气；需要采取避雷、防爆等措施，特别是秸秆气化站目前不纳入消防管理范围内，给秸秆气化站的消防安全带来很大困难。

CO中毒；CO是一种无色无味的气体，不易察觉，极易使人中毒，空气中含量0.1%时，一小时就会觉头痛，呕吐；含量达到0.5%时，30分钟就会造成人员死亡，含量达到1%时，两分钟就会致人死亡。

缺乏安全操作规程、安全意识差





4、秸秆气化工艺形式单一

秸秆气化技术工艺仍以下吸式固定床为主，比较单一
介质主要是空气，秸秆气化燃气热值较低（ $6000\text{kJ}\cdot\text{m}^{-3}$ 左右）。

5、工程建设质量保障问题

辽宁省秸秆气化工程采用监理制，可为项目发展提供借鉴。



沈阳农业大学
Shenyang Agricultural University

谢谢!