

生物质气化技术及焦油净化方法

王武林

(扬州工业职业技术学院科技处，江苏扬州225127)

摘要：生物质气化供气是农村利用生物质能源的主要途径。与生物质集中供气技术相比，户用的单独供气技术更适合于经济相对落后和居住较分散的农村用户。为此，分析对比了目前生物质气化装置为降低燃气焦油含量而常用的热裂解、催化裂解、湿法与干法等可用技术的特点与应用条件，提出了催化裂解方法较具发展前景。采用生物质气化与焦油裂解一体化的气化装置，并配置具有降温、除尘和焦油分离回收等多种功能的高效净化装置，是适合小型气化装置特点的处理焦油的有效技术。

0引言

生物质气化是生物质能源利用的主要技术途径，是通过热化学反应将固态生物质转换为气体燃料的过程。生物质由于能量密度相对较低，挥发分高，发热值仅相当于煤的1/3~1/2，且各种生物质理化性质差异又较大，气化应用具有一定技术难度。

。我国生物质气化技术的应

用主要集中在两个方面，即生物质气化供气和生物质气

化发电^[1]

。其利用生物质的前提都是使生物质先在气化炉内进行气化反应生成可燃气，故气化炉是生物质气化系统的核心设备。

本文在对两种生物质供气系统的性能、特点及适用范围进行分析的基础上，针对制约生物质气化供气技术推广的主要问题(粗燃气中焦油净化的可用技术)进行研究，以提出适合小型气化装置特点的处理焦油的技术方案。

1生物质集中供气与单独供气系统性能比较

1.1生物质集中供气系统特点分析

生物质能源在农村的应用前景主要是推广生物质气化供气技术，使气化炉产生的生物质燃气供给相应配套设备，为居民提供炊事用气。目前，生物质气化供气主要分为集中供气和单独供气两种类型。生物质气化集中供气近几年得到迅速发展。它是在农村的一个村或组建立一个生物质气化站，并将生物质燃气用储气柜储存，通过输气管网向居民集中提供生活用燃气。

目前，全国已建成的集中供气系统有几百个，在高效利用农村剩余秸秆、减轻农民燃烧过剩秸秆引起的环境问题方面发挥了一定作用。生物质集中供气系统经过在部分农村推广应用后发现面临如下问题：

1)工程项目总投资较大，一般至少百万元以上，户均投入达4000多元，在一些经济不够发达的地区用户支付有一定难度；

2)项目要求整体连片推广，难以适应我国目前农村居住尚不够集中的现状；

3)生物质燃气热值低，但气柜容量有限，要求供气时间统一，故用户常感使用不便，致使许多气化工程欠费现象严重，达不到设计要求户数，气化设备利用率降低；

4)是气化技术总体尚不够成熟，长期运行后易出现焦油、飞灰等堵塞管道或灶具等情况，致使项目运行一段时间后被迫停用。

1.2生物质单独供气技术应用现状

该技术特点是农村居民以家庭为单位直接使用小型气化炉，所产燃气接入到附近的炉灶使用，具有气化系统体积小、投资少的特点，更适合于经济相对落后和居住较分散的农村用户^[2]

。目前,小型户用生物质气化技术已有一定发展,如湖南张家界三木能源开发有限公司生产的户用气化炉,采用固定床上吸式炉型,具有气化炉设备简单、投资较少的特点,一套生物质气化炉售价仅700多元,已进入部分农村市场。国内现有的户用气化装置仍存在质量参差不齐和性能不够稳定的问题。尽快开发出投资较少、焦油含量低、技术成熟的小型或户用生物质气化装置,是目前农村推广应用生物质利用技术的关键。

2 生物质气化装置降低焦油含量的可用技术

生物质气化作为可再生能源,具有良好的发展前景,但由于气化炉产粗燃气中焦油含量高,缺少有效处理方法,已成为该技术在农村推广的主要障碍。焦油是生物质气化不可避免的副产品,在高温时呈气态,随温度降低逐渐凝结为液态。由于焦油成分非常复杂,可分析出的就有200多种,其中主要成分有20多种,含量较高的是苯、萘、甲苯、二甲苯、苯乙烯、酚和茚等,从燃气中进行有效分离或处理都很困难[3-4]。小型户用生物质气化装置常采用上吸式气化炉,焦油含量较下吸式气化炉高。燃气作为炊事用气虽不要求冷却可直接利用,但当燃气温度低于200℃时焦油易凝结为液态,并与水、灰等结合堵塞输气管道或阀门等,严重影响气化装置的长期稳定运行。若呈气态进入灶具也难以实现完全燃烧,并容易产生炭黑等颗粒。由于焦油占粗燃气总能量的5%~15%,如果不经有效处理必将对环境和气化效率造成明显不利的影响。

目前,气化装置中控制焦油含量的可用技术有两类:一类是裂解法,另一类是普通方法。裂解法又分热裂解和催化裂解,是在通过提供较高温度及其他条件下,把焦油分解成小分子可燃气体;普通法除焦油又可分为湿法和干法两种。

2.1 降低焦油含量的热裂解方法

通过裂解方法将焦油设法转化为可燃气,既能提高气化效率,又可降低燃气中焦油含量,解决焦油对环境和设备运行的有害影响。热裂解法基于生物质气化过程,焦油产物的数量主要取决于转换温度和气相停留时间,一般生物质在500℃左右时焦油产物最多;而在同一温度下气相停留时间越长,焦油热裂解则越充分。因此,气化过程中应尽可能提高温度和气相停留时间,使焦油热裂解,把焦油分解为永久性气体与可燃气一起利用,从而减少焦油数量和种类。热裂解法在1100℃以上才能得到较高的转换效率,小型生物质气化装置(如采用固定床)的气化温度一般为900℃左右,即使采用一些技术措施也难提高。因此,热裂解法要在实际中得到应用具有较大困难。

2.2 降低焦油含量的催化裂解方法

焦油热裂解需要很高温度,但如果借助某些催化剂的作用对焦油进行催化裂解,不但可使焦油裂解的温度下降到750~900℃,而且能提高裂解的效率。因此,催化裂解法是目前降低焦油含量最有发展前途的一项技术。生物质焦油裂解原理与石油的催化裂解相似。经国内外研究发现,可用于焦油转化的催化剂有白云石、碱金属和其他金属基催化剂、镍基催

化剂等。如果

满足低成本需要,还可利用

石灰石、木炭以及石英砂等作为催化剂。其中,白云石

($\text{CaCO}_3 \cdot \text{Mg}_2\text{CO}_3$)因具有催化效率高和成本低的特点而得到广泛重视^[5]。

焦油催化裂解能否达到预期效果,取决于在温度和接触时间方面是否满足要求的工艺条件。依据催化剂的加入位置和方法的不同,大致可分为两种:一种是将催化剂与生物质在气化前直接混合,使气化与焦油的催化转化在同一工况下运行。如白云石对焦油的裂解在温度达800℃以

上才有很高的裂解率^[6]

(如图1所示),这一温度和生物质的气化温度相近,所以在炉内加入催化剂进行裂解反应,易满足要求的温度条件。

另一种是在气化炉出口另设一个反应器,使焦油的裂解在一分开的反应炉中进行。因气化炉出口气体温度往往已降至500℃,为此常通过外加热源或使燃气部分燃烧来提高温度,从而使催化裂解技术更适合于较大型的气化系统。

催化裂解过程中水蒸汽的存在也能发挥重要作用。水蒸汽能和某些焦油成分发生反应,生成CO和H₂等气体,既减少了碳黑的产生,又提高了燃气产量。

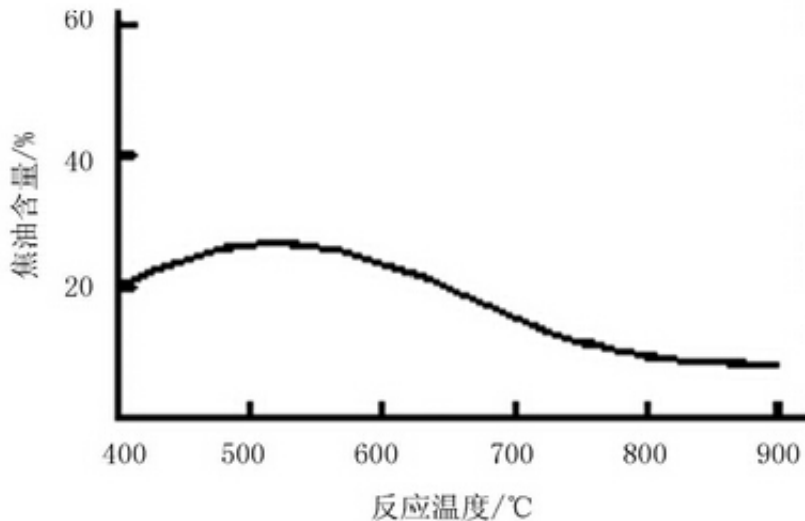


图 1 催化裂解焦油含量随温度的变化

Fig 1 The relationship between tar and temperature

2.3 去除粗燃气中焦油的湿法与干法两类净化方法

粗燃气中除含有焦油外，还夹带灰分、微小炭颗粒、水分等固体和液体杂质。由于杂质的多样性和复杂性，所以生物质燃气的净化一般不用单一方法，而是将几种净化方法组合一起使用。目前，结合焦油的处理并除去灰分的常用方法有水洗法(湿法)和过滤法(干法)两种。

湿法包括水洗法和水滤法，即利用水洗燃气，使之快速降温，从而实现焦油冷凝并与灰分一起从燃气中分离的目的。该方法成本低、结构简单，早期净化系统应用较多，但湿法产生的含焦油废水外排，易造成二次污染，排出的焦油不能得到很好的利用。

干法是利用机械力或过滤的方法，使灰分和液态焦油滴利用惯性力从气流中分离出来，或使燃气通过多孔体等滤料来分离杂质。干法的缺点是利用机械力除焦油一般难以获得满意的净化效果，而过滤方法中焦油与灰尘易粘接一起堵塞过滤通道，故不宜作为独立的净化装置，而是多与其他净化装置组合使用。

3 小型生物质气化装置净化焦油的技术思路

小型生物质气化装置在农村一般作为炊事用燃气来源，气化炉产燃气不要求冷却，可直接输送给灶具。由于低成本要求，气化系统简单，不可能配备复杂的燃气净化装置。因此小型生物质气化装置要降低焦油含量，并保证装置长期稳定运行，从技术角度来说具有一定难度。一些大型气化装置上采用的低焦油技术措施对小型气化装置未必合适。符合小型气化装置特点的降低燃气中焦油含量的实用技术，可考虑以下技术方案。

3.1 生物质气化与焦油裂解一体化的高效气化炉

小型户用生物质气化炉大多为固定床上吸式，气化炉出口温度约为500℃左右，如另设裂解炉显然达不到要求的裂解温度。为此，除可考虑在入炉的生物质中添加白云石或木炭等催化剂，使气化与焦油的裂解同时进行以外，还可在炉内靠近燃气出口处设置一催化裂解区，使气化产燃气随即进入该裂解区，以充分利用炉内温度高的特点，在炉内进行焦油催化裂解反应。

3.2 研制结构简单、焦油回收率高的净化装置

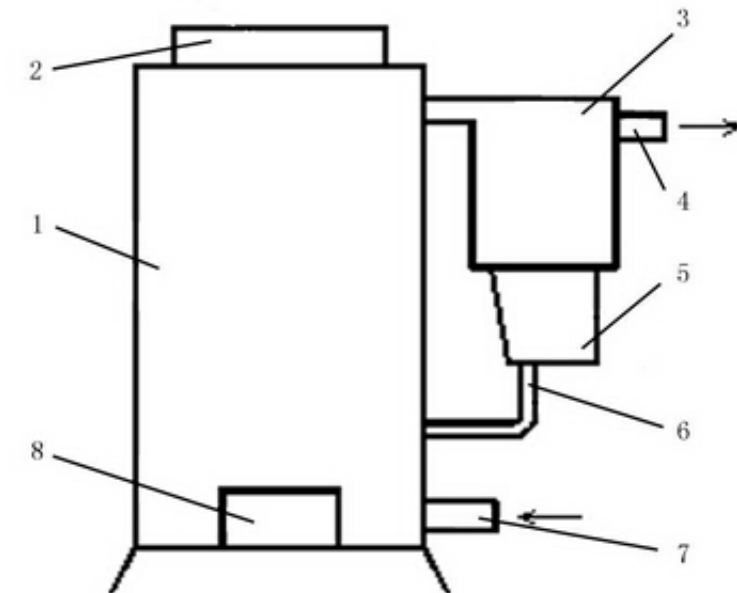
设计一种具有降温、除尘和分离焦油等多种功能的净化装置，如图2所示。

小型生物质气化炉可配置一高效的、利用机械力除尘的净化设备，并与附设的焦油分离或回收装置组合。粗燃气降温流动过程中气态焦油冷凝为液滴，可与灰分一起从粗燃气中有效地分离出来，并经循环管道流回到气化炉内的高温

氧化层，进行裂解反应。

3.3寻找更能适合小型生物质气化装置的催化剂

加强对温度、接触时间、催化剂的粒径等参数与焦油转化率关系的研究。催化剂的加入方法和加入位置应考虑气化炉的炉型特点，实现性能上的优化匹配，寻找成本低以及活性高的催化剂。



1. 炉体 2 进料口 3 燃气净化装置 4 燃气出口
5. 焦油分离回收 6 焦油入炉管 7. 进风口 8 出灰口

图 2 户用生物质气化炉及焦油回收装置

fig 2 Biomass gasifier and tar recovery and temperature

4结束语

针对我国许多农村居住分散的特点，完善小型家用生物质气化技术，开发出技术实用、焦油含量低和运行稳定的户用气化装置，对于生物质作为可再生能源在农村得到进一步应用具有重要意义。催化裂解在焦油净化可用技术中具有良好发展前景。利用炉内温度高的特性，使焦油催化裂解与气化同时进行，或通过配置高效的焦油分离回收装置，使其循环流入炉内高温氧化层裂解，是适合小型生物质气化装置特点的实用技术。

参考文献：

- [1]宋秋，任永志，孙波.生物质气化技术应用的问题及对策[J].能源工程，2001(6)：28-29.
- [2]李鹏，吴杰，王维新.户用上吸式生物质气化炉的改进设计[J].农机化研究，2008(5)：76-78.
- [3]杨海平，米铁，陈汉中，等.生物质气化中焦油的转化方法[J].煤气与热力，2004(3)：122-126.
- [4]马隆龙，吴创之，孙立.生物质气化技术及其应用[M].北京：化学工业出版社，2003.
- [5]吕鹏梅，常杰，王铁军，等.生物质气化过程催化剂应用研究进展[J].环境污染与治理，2005(5)：1-6.
- [6]米铁，唐汝江，陈汉平.生物质气化技术及其研究进展[J].化工装备技术，2005(2)：50-56.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/88790.html>