

生物质固定床气化炉异常工况的分析

陈建国¹，傅玉栋²，徐有宁²

(1.国家电投集团东北电力有限公司，辽宁沈阳110181；2.沈阳工程学院能源与动力学院，辽宁沈阳110136)

摘要：针对以空气为气化介质的径高比为0.32的下吸式固定床气化炉，当通风量为 $11\text{m}^3/\text{h}$ 时，分别研究了在正常运行、“搭桥”及“烧穿”情况下反应温度及气化燃气组分百分率变化规律。研究结果表明，在发生“搭桥”、“烧穿”的异常工况下，反应温度会偏离正常值且各燃气组分百分率会明显下降，并分析了产生此效果的原因。

随着世界经济的快速发展，煤炭、石油天然气等化石能源的消耗量也越来越多。面对能源枯竭和环境污染问题的挑战，开发和利用可再生的清洁能源已迫在眉睫。作为可再生能源，生物质能因其产量丰富和对环境污染小等特点，越来越得到各个国家的重视和认可。

我国生物质资源的特点是种类繁多、分布较广、产量巨大，主要以秸秆和农林生物质废弃物等为主。在我国许多农村地区，还保留着直接焚烧的方式来利用生物质，其效率低，对环境也有一定的污染。生物质气化技术具有效率高、环境友好等特点，近些年被广大学者认可并推广。目前，国内主要对生物质通过上吸式固定床气化炉、下吸式固定床气化炉以及循环流化床气化炉等方式进行气化应用。

其中，下吸式固定床气化炉由于其装置结构简单、坚固耐用、运行方便，而且对反应变化适应性强，气化燃气中焦油含量较少等特点被广泛应用。

由于，我国生物质种类繁多，各生物质特性不一样，因此，生物质气化炉对不同种类生物质，其气化过程也有所不同，过程控制较为困难。此外，气化过程中易出现偏离正常气化过程的工况，严重影响气化效率和燃气质量。因此，下吸式固定床气化炉在气化过程中要避免在这些工况下运行。

针对径高比为0.32的下吸式固定床气化炉，以空气为气化介质，着重研究了在气化过程中反应区温度及气体组分百分率的变化规律，并分析比较了“搭桥”“烧穿”两种异常气化过程反应温度和气体组分的变化，进而对下吸式固定床气化炉异常情况有了深入研究，以得到下吸式气化炉最佳运行情况。

1实验装置及方法

1.1实验原料

采用松木颗粒作为试验原料，其工业分析和元素分析结果如表1所示。

表1 松木的工业分析和元素分析

工业分析 / % , ad			元素分析 / % , ad				
M	V	A	C	H	O	N	S
8	74.29	0.55	46.44	6.48	37.82	0.14	0.57

1.2实验台结构

整个实验工艺流程如图1所示，由下吸式固定床气化炉、燃气净化装置、送风系统等组成。

1)送风系统

由风机、阀门、风速测定仪等组成。空气经风机通过管道送入气化室，为氧化层和还原层提供空气。

2)下吸式固定床气化炉

固定床气化炉内腔直径为410mm，总高为1740mm，燃烧室高度为1260mm，生物质原料由气化炉内腔顶部加料口投入炉内。在燃烧室炉身设置6个温度测量点，测量各反应区温度。

3)燃气净化装置

气化产生的燃气导出后，经过净化装置净化后，导入由武汉四方光电科技有限公司生产的GASBOA R D - 3100P红外煤气分析仪进行燃气组分百分率检测。

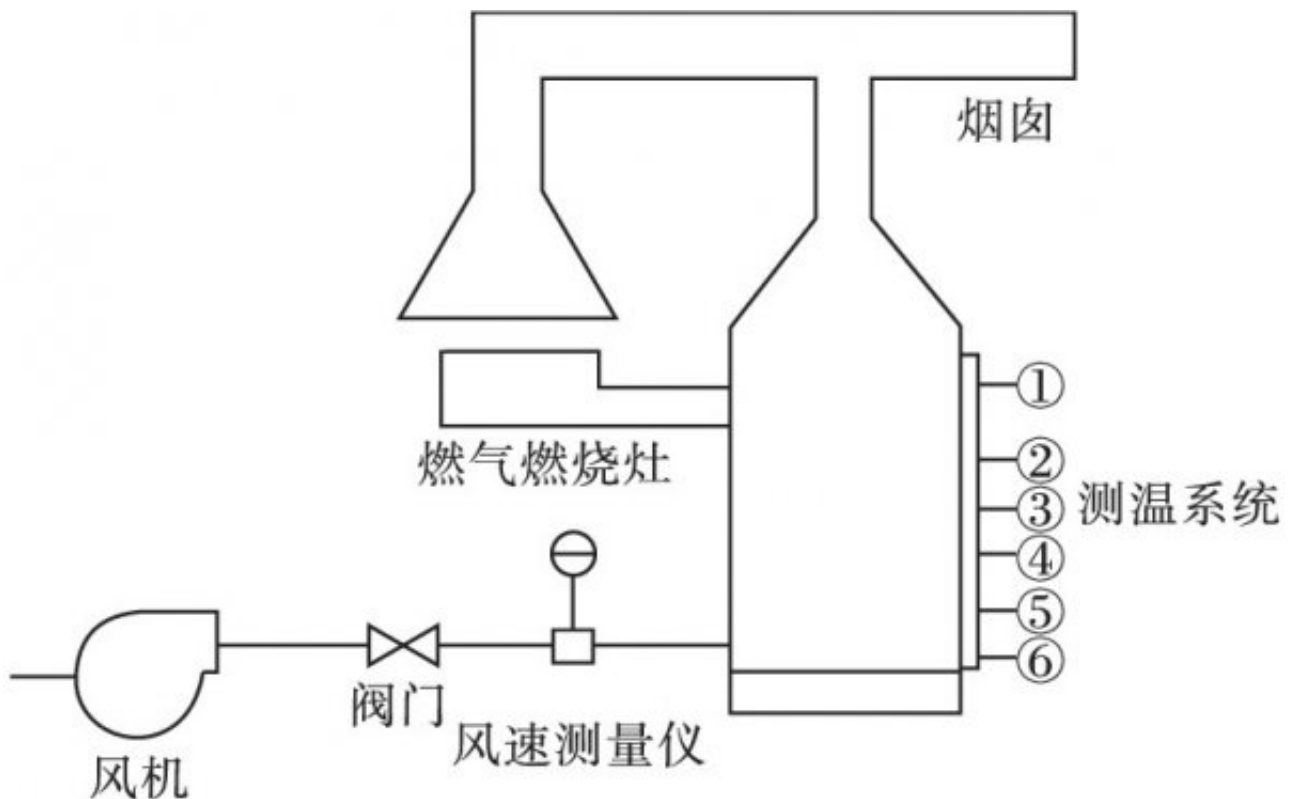


图 1 实验系统

1.3实验方法

在风量为 $11\text{m}^3/\text{h}$ 的情况下，研究气化炉正常气化运行及发生“搭桥”“烧穿”情况下气化温度、燃气组分百分率的变化。实验采用的下吸式气化炉为定时填料，在实验前将松木原料加入炉内。实验采取人工点火方式，在气化燃烧稳定后，进行实验。实验过程中，每间隔5min，对各测温点温度进行记录，煤气分析仪设置5min时间间隔自动保存数据。

2实验结果分析

当通风量为 $11\text{m}^3/\text{h}$ 时，测定不同时间点气化炉各测点温度和各组分气体含量百分比，然后绘制氧化区和还原区温度随时间变化曲线，及对应各时间点各组分气体含量百分比曲线，如图2和图3所示。

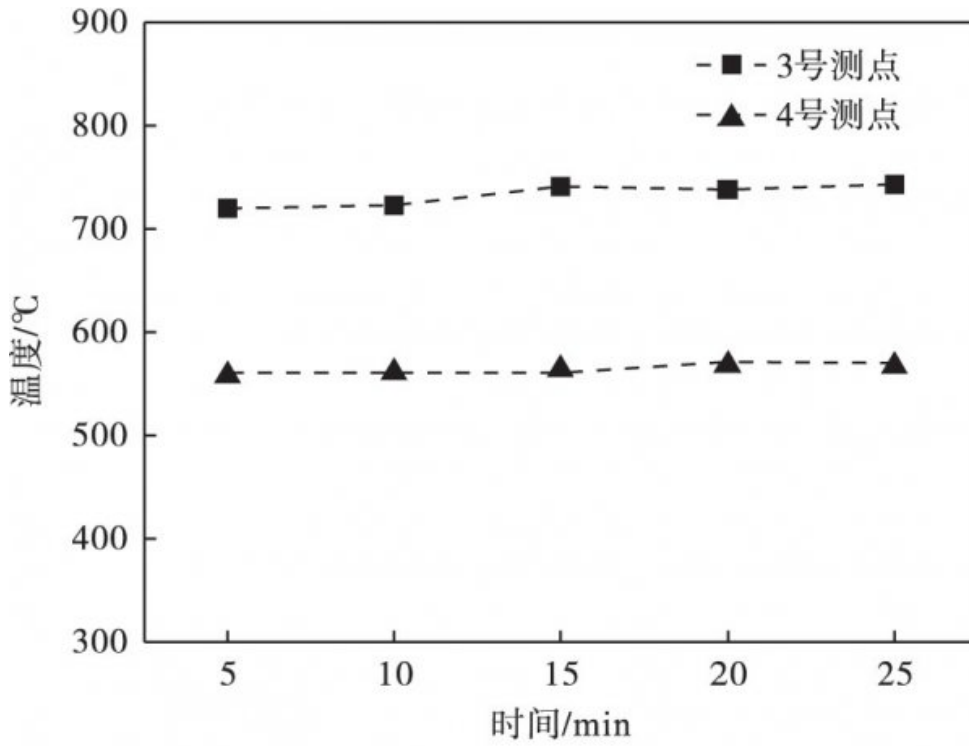


图2 正常运行情况3、4号测点温度

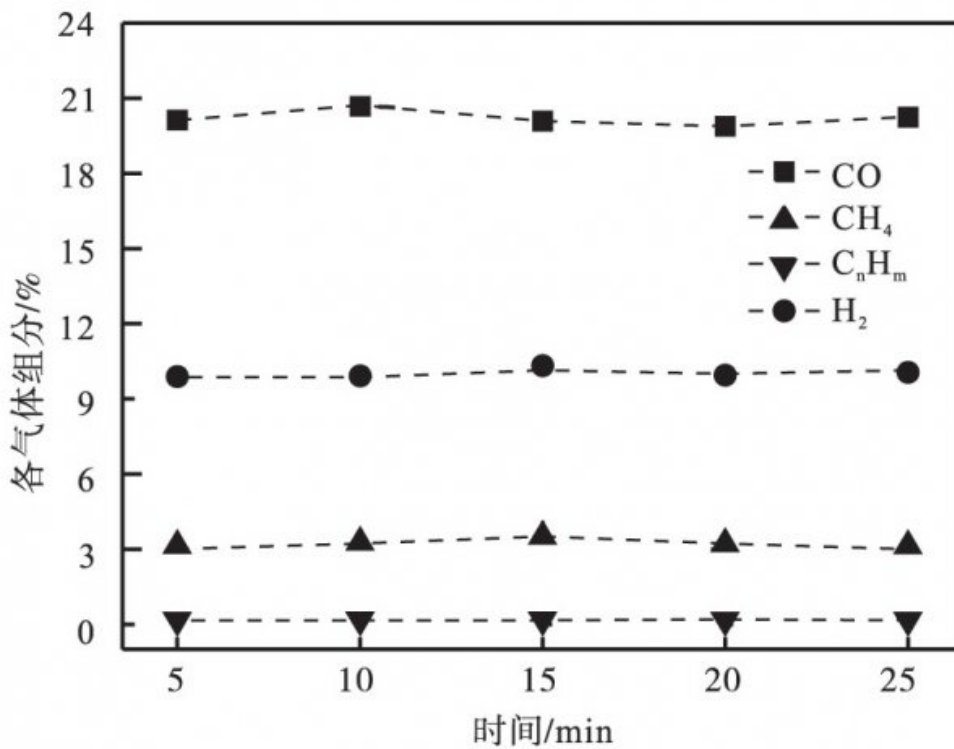


图3 正常运行情况燃气组分百分率

由图2和图3可知，氧化区反应温度和还原区反应温度分别维持在750 和560 左右时，各燃气组分的百分比分别为CO含量约为20%，H₂含量约为10%，CH₄含量约为3.5%，C_nH_m含量约为0.18%。此时，气化炉气化过程较为稳定，气化温度波动较小，气化燃气各组分含量也较为理想。

当气化炉出现“搭桥”形成架空和燃料突然下落工况时，3、4号测点温度和气体组分百分比变化情况如图4和图5所示。对比之前稳定工况，各燃气组分含量均有所降低且3、4号测点维持在较高温度。搭桥架空后，原料不能顺利落入还原区，并且火焰偏离还原区导致还原区反应剧烈程度下降，可燃气体含量百分率降低。在中间阶段，各个参数发生急剧的变化，3号测点温度急剧下降，燃气含量百分率急剧增加，此时烧结层被烧穿，燃料迅速下落，填充架空区域。燃料下落瞬间，氧化区火焰会随着下移，因此温度会骤降。可燃气体含量明显增加，其中一部分源于还原区气化，还有一部分生物质燃料温度升高，发生了热解。随着反应的进行，气体组分百分率维持一定数值，接近稳定工况。

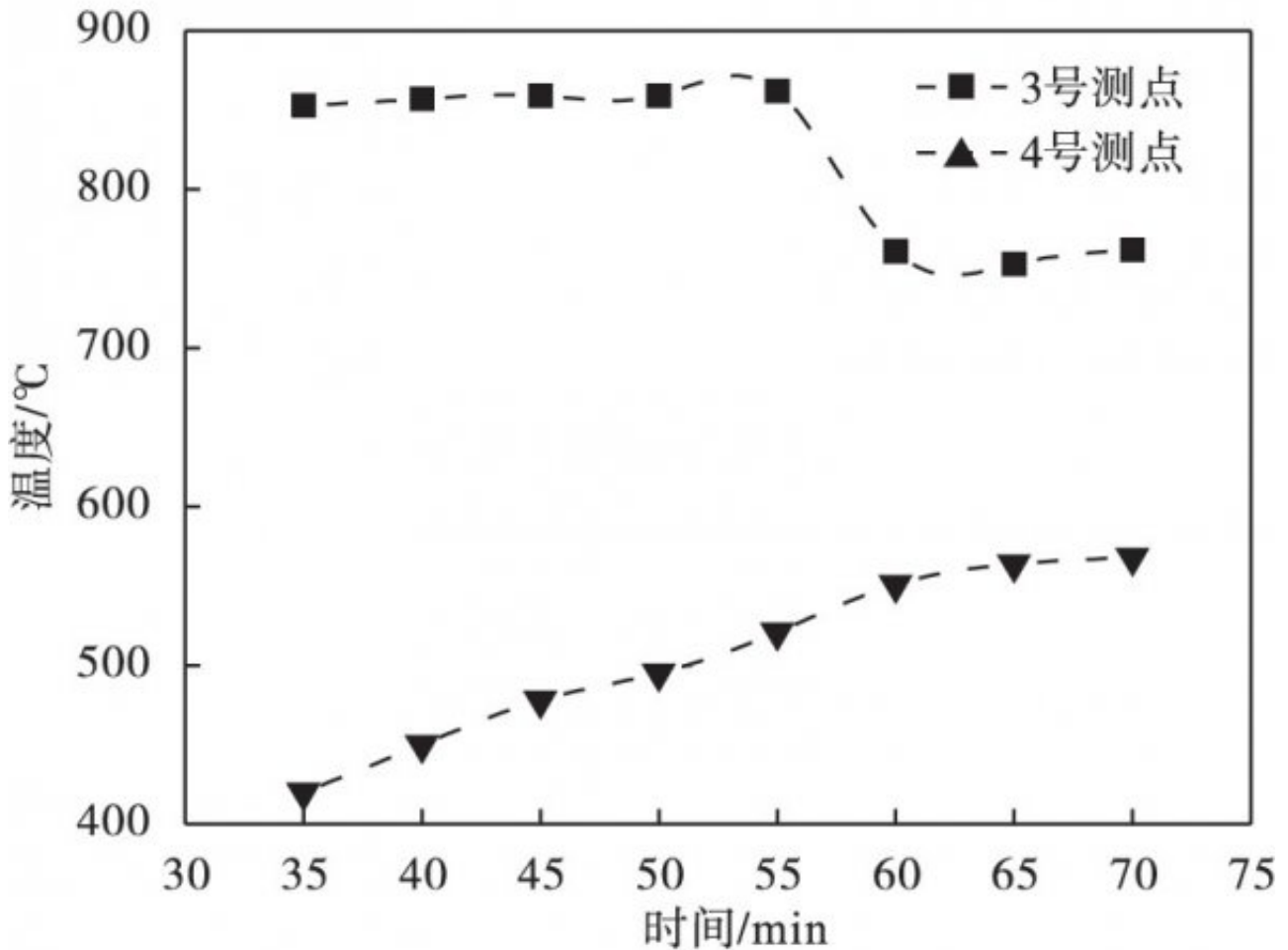


图4 “搭桥”情况3、4号测点温度

当生物质燃料被烧穿时，1、2、3号测点温度和燃气组分百分率变化情况如图6和图7所示。生物质燃料被烧穿时，1号测点和2号测点温度急剧上升。在此过程中，1号测点温度迅速上升，偏离稳定工况很多，接近3号测点温度，最高为445 ，此时各气体百分比都有下降，偏离稳定工况燃烧的数值。当生物质燃料被烧穿时，氧化区火焰明显上移，偏离还原区，CO₂含量升高，说明燃气质量降低。

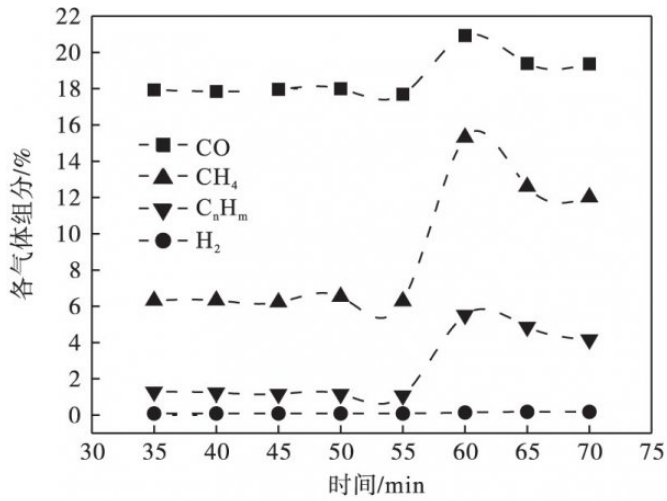


图5 “搭桥”情况燃气组分百分率

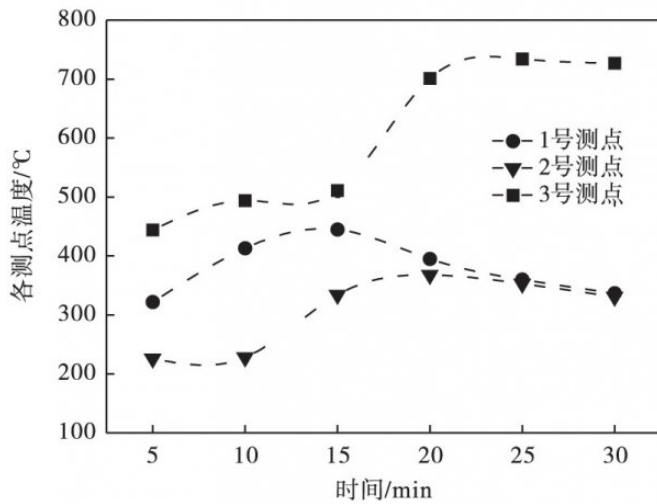


图6 “烧穿”情况3、4号测点温度

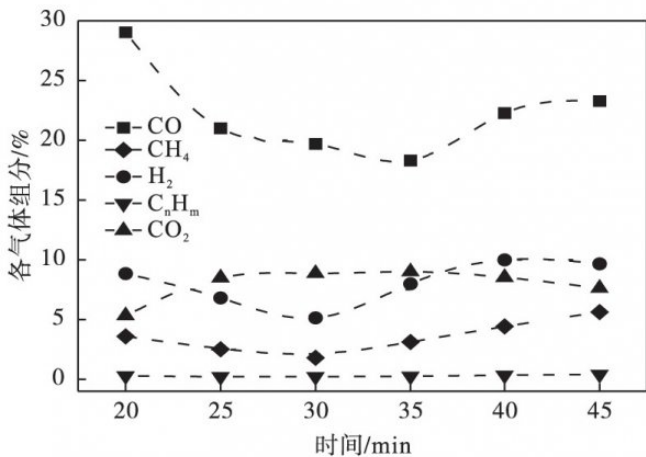


图7 “烧穿”情况燃气组分百分率

3结论

反应温度对气化炉

气化效果有重要的影响，而反应温度变化

与诸多因素有关。当通风量为 11m^3

/h时，炉内发生“搭桥”及“烧穿”情况下的反应温度变化明显，且燃气组分百分率有所降低。由此实验可知，生物质气化炉的“搭桥”现象会严重影响生物质气化效果。因此，在生物质气化研究及推广中，要注意原料粒度及粒度分布，及时调整燃烧，避免炉内生物质搭桥架空现象的出现。另外，气化炉用原料必须经过筛分，原料最大与最小粒度比一般不超过8，对于固定床气化炉要保证燃料充足，不发生烧穿现象。

参考文献

- [1] Rui Neto Andre, Filomena Pinto, Carlos Franco. Fluidised bed co – gasification of coal and olive oil industry wastes [J]. Fuel, 2005, 84:1635 – 1644.
- [2] Kazuhiro Kumabe, Toshiaki Hanaoka, Shinji Fujimoto. Co – gasification of woody biomass and coal with air and steam [J]. Fuel, 2007, 86:684 – 689.
- [3] 盖超,董玉平. 下吸式固定床生物质气化温度场和组分场分布特性 [J]. 农业机械学报, 2012, 43 (5):91 – 96.
- [4] 李洪涛,徐有宁. 生物质空气/水蒸汽气化的综合计算法模型 [J]. 华北电力大学学报, 2012, 39 (1):70 – 75.
- [5] 吴创之,马隆龙. 生物质能现代化利用技术 [M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [6] 张小辉,王启民,宗晨. 生物质秸秆锅炉受热面积灰沉积物分析 [J]. 沈阳工程学院学报:自然科学版, 2015, 11 (4):119 – 122.
- [7] 常轩,齐永锋,张冬冬,等. 生物质气化技术研究现状及其发展 [J]. 现代工业, 2013, 33 (6):36 – 40.
- [8] 刘明. 生物质气化及其燃气燃烧试验研究与分析 [D]. 天津:天津大学, 2008.
- [9] 陈汉平,李斌. 生物质燃烧技术现状与展望 [J]. 工业锅炉, 2009 (5):1 – 6.
- [10] 宋旭. 生物质与煤共气化机理试验研究 [D]. 苏州:江苏大学, 2008.
- [11] 吕兆川,李景东,张兆玲,等. 不同配气工艺下生物质固定床气化试验研究 [J]. 化学工程, 2014, 42 (8):12 – 16.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/157531.html>