

生物质的特性对其与煤共气化过程的影响

肖振华

(同煤广发化学工业有限公司, 山西大同037000)

摘要：利用固定床反应器研究不同种类的生物质对晋城无烟煤的气化过程的影响，结果发现，生物质的性质对于煤气化反应的过程有显著的影响。碱金属含量较高的生物质对于煤气化促进作用越明显。

引言

煤气化作为煤炭一种高效利用形式，主要是将煤在二氧化碳、水蒸气或其他气氛下加热至高温发生一系列复杂的化学反应，生成 CH_4 、 CO 、 H_2 等重要的化工原料气。我国作为农业大国，每年都会产生大量的植物秸秆。而我国当前对于水稻秸秆、玉米秸秆等生物质的利用主要是采取直接焚烧或者破碎回埋的方式等^[1]，还有少部分被用于制作动物饲料。这样的利用方式，不仅造成了资源的极大浪费并且对于环境造成了极大的污染。因此，如何合理利用这些生物质资源就成为了人们需要解决的一大问题，所以，研究不同生物质对于煤炭气化的促进作用对于煤气化有着重大的意义，将生物质与煤气化有机结合起来对于有效合理的利用两种物质具有广阔的前景^[2]。

1 实验部分

1.1 实验原料

选取我国北方的玉米秸秆、水稻秸秆、大豆秸秆以及晋城无烟煤。将生物质与煤样进行干燥后研磨至粉末状，将得到的粉末进行压片处理，将其筛分至 $0.42\text{mm}\sim 0.85\text{mm}$ (20目 \sim 40目)，用于下一步的煤气化实验。首先，对实验原料进行工业及元素分析，得到结果如表1所示。

表 1 煤和生物质原料的工业分析及元素分析

样品	工业分析(w)/%				元素分析(w)/%				
	M_{ad}	A_{ad}	FC_{daf}	V_{daf}	C	H	O	N	S
玉米秸秆	5.3	7.3	15.25	72.15	52.36	3.22	40.90	1.10	2.42
水稻秸秆	7.1	5.2	14.56	73.14	45.91	2.88	48.50	0.93	1.78
大豆秸秆	7.5	6.3	16.35	69.85	56.87	2.33	37.53	1.02	2.25
无烟煤	3.02	35.59	50.78	10.61	83.35	10.56	4.78	0.95	0.36

由表1可知，不同生物质的组分以及含量有较大的差异，生物质与煤相比而言，氧含量较丰富，而无烟煤中的碳含量远高于生物质，因此，将煤与生物质共气化可以实现元素的综合利用。同时，生物质中含有较多的K、Ca、Na等碱土金属元素，对于煤的气化具有较强的催化作用。实验样品的灰分分析如表2所示。

表 2 实验样品的灰成分分析

样品	灰成分分析(w)/%										
	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	其他
玉米秸秆	0.89	1.96	1.25	50.78	7.25	8.96	18.26	6.35	1.36	0.98	1.96
水稻秸秆	0.74	4.13	2.13	40.32	6.35	6.25	26.58	8.25	2.1	0.52	2.63
大豆秸秆	10.56	6.02	6.35	23.89	2.54	6.99	8.22	25.98	1.78	5.21	2.46
无烟煤	3.25	0.85	29.36	51.25	0.86	3.65	0.99	6.25	0.21	2.98	0.35

由表2可知，不同生物质的灰分中碱金属含量有较大的差别，水稻秸秆中的K含量最多，而大豆秸秆的Na含量最高，而生物质中含有大量的碱金属，对于煤炭气化有较强的催化作用。传统的煤气化需要的条件苛刻，能耗大，对原料的要求较高。

生物质作为一种可再生能源，且其中的碱金属含量较高，煤与生物质的共气化可以降低煤气化条件，扩大气化煤的来源。然而，生物质种类繁多，

不同的生物质对于煤气化有着不同的作用。赵淑横等^[3]

在研究煤与生物质共热解过程中发现，两者之间存在着显著的协同作用，相较于单独的煤热解过程，共热解过程中，生物质的存在提高了煤气化过程中的气体产率^[4]，产气中的高热值气体成分增多。

1.2 实验方法

煤与不同生物质的共气化反应所用装置如图1所示。

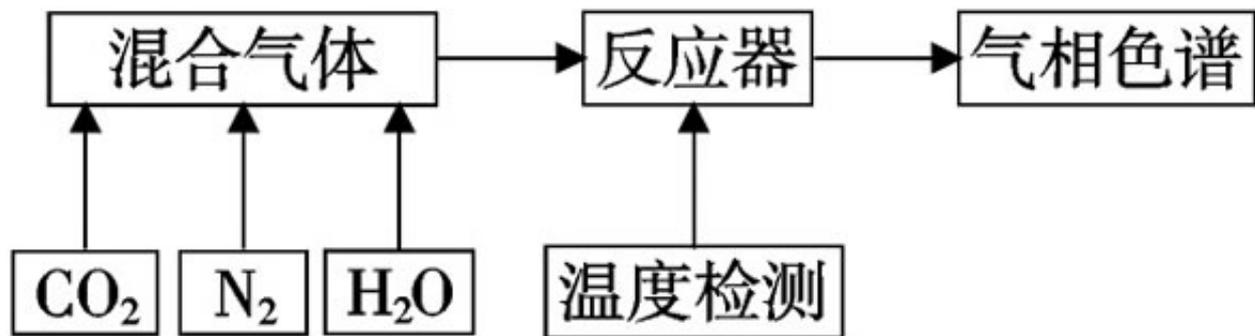


图 1 煤与生物质共气化装置示意图

该实验系统主要由进气系统、加热系统、水蒸气发生器、温度检测系统、气体收集系统、气体净化系统、气体在线监测系统组成。共热解反应主要在石英管反应器（内径50mm、长0.8m、恒温段30cm）中进行，热量由电加热丝提供：首先，将反应器升温至700℃，并保持数分钟后迅速加入煤与生物质混合颗粒，之后，进行热解反应，将收集到的气体经过净化处理后接入气相色谱中进行产物的检测。

2 结果与讨论

2.1 玉米秸秆的影响

煤与生物质共气化过程主要包括3个阶段^[5]，分别是对原料的预热后干燥阶段、煤与生物质的热解阶段、煤与生物质焦继续受热生成焦与气化产物阶段。在整个过程中，煤种类确定的情况下，生物质对于煤热解过程中的影响是非常重要的^[6]。生物质对煤气化过程的影响是多方面的，主要影响因素有生物质的种类、粒径、碱金属种类及含量等。结合玉米秸秆的工业分析与元素分析，其中，C含量多，碱金属Na含量多，导致其产气中的CH₄含量较多，达到了10%，并且煤气化的初始速率也较快，表明了玉米秸秆对于煤气化的促进以及产物的选择与调控有明显的作用，这与玉米秸秆的组成有重要的关系。

2.2 水稻秸秆的影响

Zhou等^[7]

分别在固定床和流化床两种不同的反应器上，对水稻秸秆与褐煤的共热解过程进行了系统的研究发现，生物质的粒径对于煤气化速率有明显的影响，生物质的粒径越小，与煤颗粒的接触面积越大，对于煤气化的催化作用就越明显。而水稻秸秆中含有大量的K，对于煤气化的催化作用较强，其与煤共气化过程中的气化初始速率相比于玉米秸秆快，而其中，Na含量较少使得其气化产物中的CO气体较多^[8]。

2.3 大豆秸秆的影响

大豆秸秆中的碱金属含量居于两者中间，K、Na含量相对较多，其对于煤初始气化速率的促进作用是最强的，气化反应速率也最快，且产物中的CH₄与CO的含量也适中，两种气体含量介于水稻秸秆与玉米秸秆与煤共气化产物中间。

3 结论

煤与生物质共气化，可以充分利用生物质中高含量的碱金属，弥补煤自身碱金属含量缺乏，单独气化时条件要求高的难题，具有非常广泛的应用前景。然而，生物质的种类繁多，不同的生物质对于煤气化催化作用的效果是不一样的，因此，研究不同生物质对于煤气化过程的影响具有很大的意义。本文通过研究不同生物质对于煤气化作用的影响发现，生物质中的碱金属含量对于煤气化作用有非常重要的催化作用，对于产气的调控也有一定的作用。碱金属对于煤气化都有催化作用，然而，进一步研究发现，生物质中的碱金属K对于煤气化产气中的CH₄有更高的选择性，而Na对于煤气化产气中的CO有更高的选择性。CH₄是天然气的主要组分，具有非常高的热值，CO是重要的化工原料气，我们可以根据对于产气的需求来选择合适的生物质，进而最大程度上满足对于产气的需求。

参考文献：

- [1] 程备久. 生物质能学[M]. 北京：化学工业出版社，2008.
- [2] Chen G, Zhang Y, Zhu J, et al. Coal and biomass partial gasification and soot properties in an atmospheric fluidized bed[J]. Energy & Fuels, 2011, 25(5):1964-1969.
- [3] 赵淑蕻. 生物质与煤炭共热解特性及协同作用的研究[D]. 北京：中国林业科学研究院，2012.
- [4] Vamvuka D, Kakaras E, Kastanaki E, et al. Pyrolysis characteristics and kinetics of biomass residuals mixtures with lignite[J]. Fuel, 2003, 82 (15-17): 1949-1960.
and co-gasification of coal and biomass in bench-scale fixed-bed and fluidised bed reactors[J]. Fuel, 1999, 78 (6):667-679.
- [8] Cornils B, Hibbel J, Ruprecht P, et al. Gasification of hydrogenation residues using the texaco coal gasification process[J]. Fuel Processing Technology, 1984, 9 (3):251-264.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/139072.html>