

福州地区部分在用煤和生物质颗粒质量分析

陈晖晖

(福建省锅炉压力容器检验研究院, 国家工业锅炉质量监督检验中心(福建), 福建福州350008)

摘要：通过对福州六区七县在用工业锅炉用煤和生物质颗粒燃料进行检测，分析煤和生物质颗粒中的水分、灰分、挥发分、热值、硫和碳氢氮元素分析等指标，评价煤和生物质颗粒质量水平及两者的优缺点。

0引言

自《福建省燃煤锅炉节能环保提升工程实施方案》发布以来，福州市逐步对10蒸吨/小时(含)以下的高污染燃煤小锅炉进行淘汰或改造。生物质燃料以其可再生性及CO₂的近零排放特性开始受到广泛的关注，用于锅炉燃烧也具有较大的发展前景。在此背景下，福建省政府大力推广生物质成型燃料在工业锅炉中的应用，将燃煤层燃工业锅炉改造成燃生物质工业锅炉。为全面了解和掌握福州地区在用锅炉使用煤、生物质颗粒燃料的质量情况，本文通过对2018年地区内在用煤和生物质颗粒的水分、灰分、挥发分、热值、硫和碳氢氮氧元素等指标进行检测，评价煤和生物质颗粒质量水平及优缺点。

1准备工作

1.1样品的采集和制备

煤和生物质分别随机采取300个样品。煤的采样用煤堆法进行，即分别在不同堆形均匀布置在顶、腰、底的部位上采取6个子样，每个子样约500g，总计3kg[1]。生物质颗粒的采样，以一个样品为一个采样单元，每个采样单元分别采取6个子样，每个子样约500g，总计3kg[2]。用于全水分化验用样品在实验室样品混合充分后用EPS100×60密封式颚式破碎缩分机对其进行缩分至500g。工业分析、热值及元素分析用样品，经过烘干达到空气干燥基后，破碎至粒度 0.5 mm，过筛、缩分至约100g。

1.2检测仪器

BS124S电子分析天平、5E - MF6000智能马弗炉、HY98 - 2全密封制样破碎机、EPS100×60密封式颚式破碎缩分机、5E - MACIV红外快速煤质分析仪、5E - KC系列快速量热仪、5E - S31100A测硫仪、5E - CHN2000元素分析仪。

2检测与分析

检测项目为：全水分、工业分析(空干基水分、灰分、挥发分、固定碳)的测定、收到基低位发热量、全硫和碳氢氮。每项检测对同一样品进行2次重复测定，若测定结果超过测定方法中精密度规定，即重复性限的要求，则需要进行第三次、第四次测定直至结果符合要求为止。

2.1全水分

煤、生物质颗粒的全水分为外在水分和内在水分的总和。参照标准GB/T 211-2007煤中全水分的测定方法[3]和GB/T 28733-2012固体生物质燃料全水分测定方法[4]进行测定，结果见表1。

表 1 煤和生物质颗粒的全水分 %

	煤	生物质颗粒
最大值	35.7	12.5
最小值	10.7	3.7
极差	25.00	8.80
平均值	22.30	8.10
标准偏差	5.36	1.92

由表1可知，煤的全水分总体上高于生物质颗粒。锅炉燃烧时燃料中较多的水分会降低燃烧温度，不利于燃料的燃烧，甚至使着火发生困难；水分吸热变成水蒸气并随烟气排入大气，使锅炉效率降低；水蒸气增加烟气的体积，使引风机的电耗增加。

2.2工业分析

参照标准GB/T 212-2008煤的工业分析方法[5]和GB/T 28731-2012固体生物质燃料工业分析方法[6]进行测定，结果见表2。

表 2 煤和生物质颗粒的工业分析、全硫和收到基低位发热量

	煤						生物质颗粒					
	工业分析 /%				全硫 /%	收到基低位发热量 / (MJ · kg ⁻¹)	工业分析 /%				全硫 /%	收到基低位发热量 / (MJ · kg ⁻¹)
	内水	灰分	挥发分	固定碳			内水	灰分	挥发分	固定碳		
最大值	5.49	32.21	34.23	61.99	1.82	22.91	4.22	4.86	79.20	47.56	0.14	18.84
最小值	1.11	6.05	20.28	40.87	0.10	16.07	1.07	0.44	65.32	14.49	0.03	14.39
极差	4.38	26.16	13.95	21.12	1.72	6.84	3.15	4.42	13.88	33.07	0.11	4.45
平均值	4.53	12.28	30.43	54.62	0.54	19.98	2.43	2.35	74.01	19.75	0.06	15.66
标准偏差	0.79	4.87	2.47	3.68	0.41	1.80	1.20	1.06	2.90	8.08	0.03	1.09

(1)内水为在规定条件下一般分析试样本身所具有的水分，又称为空气干燥基水分。分析试样在达到空气干燥后进行内水检测，由表2可知，生物质颗粒内水总体而言略低于煤，全水分和内水之间无明显相关关系。

(2)灰分为燃料中的无机物，燃料灰分越高，可燃成分相对减少，热值和燃烧温度相对降低。燃烧时，燃料表面上的可燃物质燃尽后形成的灰分外壳，隔绝了氧化介质(空气)与可燃物质的接触，使燃料难于燃烧完全，造成炉温下降。固体状态的灰粒沉积在受热面上造成积灰，熔融状态的灰粒吸附在受热面上造成结渣，影响受热面的传热，给设备的操作和维护带来困难。灰分高的燃料燃烧后，会排出大量的烟尘和SO₂污染环境。此外，较高的灰分还增加了燃料采集、运输和粉碎的成本。由表2可知，生物质颗粒的灰分比煤小，并且生物质的灰分可用作农田肥料。

(3)挥发分指燃料中的有机质受热分解后产生的可燃性气体，它是由各种碳氢化合物、H₂

S、CO等化合物组成的混合气体。挥发分过低，则锅炉不易着火，难以保证锅炉的稳定燃烧。由表2可知，生物质颗粒的挥发分明显高于煤，所以生物质燃料易引燃，可以与煤混合燃烧，提高燃烧效率。

(4)固定碳指燃料中的可燃性固体物，是燃烧产生热量的主要成分。燃料的固定碳含量会影响燃料发热值，由表2可

知，固定碳数值高的试样其收到基低位发热量数值也相应高。生物质颗粒的固定碳含量明显比煤低得多，其收到基低位发热量也比煤低。

2.3全硫

全硫是指固态燃料中有机硫和无机硫的总和。参照标准GB/T 214-2007煤中全硫的测定方法[7]和GB/T 28732-2012固体生物质燃料全硫测定方法中库伦滴定法[8]进行测定，结果见表2。燃料中的硫会腐蚀受热面、风机和污染空气。由表2可知，生物质颗粒的全硫含量比煤明显低得多，最大值仅为0.14%，因此燃生物质锅炉不必设置脱硫装置，既降低了成本，又利于环境的维护。生物质颗粒全硫的标准偏差很小，仅为0.03%，说明生物质颗粒原料来源含硫量组成稳定，燃料颗粒加工过程中也不易带入含硫物质。

2.4发热量

参照标准GB/T 213-2008煤的发热量测定方法[9]和GB/T 30727-2014固体生物质燃料发热量测定方法中氧弹法[10]进行测定，结果见表2。高位发热量是指1kg燃料完全燃烧时放出的全部热量，高位发热量扣除烟气中水蒸气的汽化潜热即为燃料的低位发热量。因为低位发热量最接近工业锅炉燃烧时的实际发热量，常用于锅炉热力计算。由表2可知，煤和生物质颗粒的热值较为稳定，生物质颗粒的收到基低位发热量普遍比煤低。

2.5碳氢氮氧

参照标准GB/T 476-2008煤中碳和氢的测定方法、GB/T 19227-2008煤中氮的测定方法、GB/T 28734-2012固体生物质燃料中碳氢测定方法和GB/T 30728-2014固体生物质燃料中氮的测定方法进行测定，结果见表3。

表3 煤和生物质颗粒的碳氢氮氧

	煤				生物质颗粒				%
	C	H	N	O	C	H	N	O	
最大值	60.11	3.71	0.80	13.46	48.49	5.99	4.64	38.69	
最小值	43.74	2.36	0.41	6.74	43.75	4.84	0.23	33.80	
极差	16.37	1.35	0.39	6.72	4.74	1.15	4.41	4.89	
平均值	52.70	3.09	0.64	10.78	46.48	5.40	1.79	36.41	
标准偏差	3.58	0.32	0.13	1.79	1.39	0.41	1.59	1.48	

注：表3中结果均为收到基值

燃料中碳、氢、氮含量的测定对于了解燃料的性质、优化锅炉燃烧和减少环境污染有着十分重要的意义。由表3可知，福州市在用煤的含碳量为43.74%~60.11%，含氢量为2.36%~3.71%，生物质燃料含碳量为43.75%~48.49%，含碳量普遍在4.84%~5.99%，碳氢之和占燃料的50%以上。生物质燃料含碳量总体上比煤低，其中含碳量最高的也仅49%左右，相比煤的热值较低，这与测得的低位发热量相符。但生物质释放出的CO₂很低，相比煤可以认为是CO₂零排放，可减少温室气体效应。生物质的含氢量与煤相比偏高，生物质中大多数碳和氢结合成低分子的碳氢化合物，达到一定温度后热分解而析出挥发分，使挥发分明显偏高，所以生物质燃料易点燃。生物质颗粒含氧量明显高于煤炭，也是造成生物质燃料热值偏低的原因之一。

3结论

(1)根据检测数据分析，按照GB/T 5751-2009中国煤炭分类方法，福州地区在用煤种主要是烟煤[11]。300个生物质燃料样品经检测均符合NY/T 1878-2010生物质固体成型燃料技术条件的要求。

(2)分析比较煤炭和生物质燃料的检测数据，生物质颗粒易于燃尽，燃烧后灰烬中残留的碳量比煤少。生物质灰烬是品位极高的优质有机钾肥，可以制造化肥，实现废物减量化、无害化、资源化利用，矿物燃料煤则难以做到。生物质颗粒挥发分含量高，易点燃。生物质颗粒含硫量极低，对环境的污染程度较低，同时，低含硫量不会对锅炉造成腐蚀，可延长锅炉的使用寿命。

(3)生物质燃料的热值低于煤，这是由于生物质虽有较高挥发分但固定碳含量少，因此用作锅炉燃料时，可以考虑生物质与煤掺混燃烧，既保证燃料具有足够的热值又可以提高燃烧稳定性。

(4)此外，生物质颗粒燃烧所释放的二氧化碳接近零排放，有助于缓解温室效应。生物质颗粒燃料清洁卫生，投料方便，减少工人的劳动强度，改善了劳动环境，企业可减少劳动力成本。

参考文献

- [1]GB/T 475-2008商品煤样人工采取方法[S].
- [2]NY/T 1879-2010生物质固体成型燃料采样方法[S].
- [3]GB/T 211-2007煤中全水分的测定方法[S].
- [4]GB/T 28733-2012固体生物质燃料全水分测定方法[S].
- [5]GB/T 212-2008煤的工业分析方法[S].
- [6]GB/T 28731-2012固体生物质燃料工业分析方法[S].
- [7]GB/T 214-2007煤中全硫的测定方法[S].
- [8]GB/T 28732-2012固体生物质燃料全硫测定方法[S].
- [9]GB/T 213-2008煤的发热量测定方法[S].
- [10]GB/T 30727-2014固体生物质燃料发热量测定方法[S].
- [11]GB/T 5751-2009中国煤炭分类[S].

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/177365.html>