

生物质灰结渣判别指数研究

阮芮彬¹, 龙 兵², 刘志强¹, 徐爱祥¹

(1. 中南大学 能源科学与工程学院 湖南 长沙 410083; 2. 长沙金智工程咨询有限公司 湖南 长沙 410007)

摘 要: 利用煤灰结渣指数对生物质灰结渣情况进行判别, 发现煤结渣指数无法准确判别生物质灰结渣情况。为了研究生物质燃料结渣判别指数, 基于 40 组生物质灰样结渣程度样本, 依照软化温度从小到大对其进行排序。采用最优三段分割法, 对数据样本建立了软化温度、碱酸比、硅铝比和铁钙比 4 种常见的生物质结渣判别指数界限模型。利用该模型对 10 种生物质结渣倾向进行了预判, 预判结果表明: 使用该模型大大提高了判别生物质结渣倾向的准确率, 特别是利用铁钙比能够很准确地预测出结渣倾向。

关 键 词: 生物质; 最优分割; 判别指数; 结渣倾向
中图分类号: TK62; TK227. 3 文献标识码: A

引 言

生物质直燃发电技术是实现生物质能源高效、规模化利用的重要方法。但由于生物质中碱金属、氯元素含量高使生物质锅炉受热面易出现积灰、结渣现象^[1]。目前, 很少有针对生物质结渣判别指数的研究, 而利用煤结渣判别指数来判别生物质结渣倾向^[2], 其准确性较差。

灰渣性质主要取决于灰成分, 生物质灰与煤灰成分之间有着本质区别。如生物质灰碱金属含量较煤灰高, 而硅、铝等元素较煤灰含量低。因此有必要分析煤结渣指数判别界限是否适合用于判别生物质结渣倾向, 找到适合判别生物质结渣倾向的判别界限并提高单一指数判别生物质结渣倾向的准确性。本研究主要对软化温度(ST)、碱酸比(m_B/m_A)、硅铝比($m_{SiO_2}/m_{Al_2O_3}$) 和铁钙比($m_{Fe_2O_3}/m_{CaO}$) 等结渣判别指数进行分析。

1 生物质灰与煤灰结渣指数的分布情况对比

煤结渣判别指数中最常用且较准确的主要是软化温度、碱酸比、硅铝比和铁钙比^[3]。表 1 给出了各

指数的判别界限及准确率。

由于生物质灰成分与煤灰成分中的氧化物组成及氧化物含量不同(灰渣的组成极为复杂, 化验室分析时常把这些元素的含量以氧化物形式来表示^[4]) 使得生物质结渣判别指数的取值范围与煤存在很大差异。为了探讨生物质结渣判别指数取值范围与煤的差异性, 从各文献中搜集了 40 个生物质灰样的实测数据构成数据样本^[5-8], 对数据样本中灰样的各结渣判别指数取值情况进行分析并与煤结渣判别指数取值情况进行了对比^[9]。表 2 ~ 表 5 分别给出了煤灰和生物质灰的软化温度、碱酸比、硅铝比和铁钙比的分布情况。

表 1 煤结渣指数的判别界限及置信度

Tab. 1 Discriminating limits and confidence level of the coal slagging index

判别指数	判别界限	预判结渣程度	准确率 / %
软化温度 ST/°C	> 1390	轻微	83
	1390 ~ 1260	中等	
	< 1260	严重	
碱酸比 m_B/m_A	< 0. 206	轻微	69
	0. 206 ~ 0. 4	中等	
	> 0. 4	严重	
硅铝比 $m_{SiO_2}/m_{Al_2O_3}$	< 1. 87	轻微	61
	1. 87 ~ 2. 65	中等	
	> 2. 65	严重	
铁钙比 $m_{Fe_2O_3}/m_{CaO}$	< 0. 3	轻微	37
	0. 3 ~ 3. 0	中等	
	> 3. 0	严重	

1. 1 软化温度分布情况对比

生物质灰的软化温度在 735 ~ 1 500 °C 之间变化, 也有超过 1 500 °C, 如谷壳灰、棉秆灰等。从表 2 中可看出, 煤灰软化温度在各区间所占的比例差别不大, 但生物质灰软化温度变化较大, 84% 的生物质

收稿日期: 2013 - 03 - 12; 修订日期: 2013 - 06 - 23

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(11JJ22029) ; 中南大学中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2012ZZTS017)

作者简介: 阮芮彬(1989 -), 男, 湖南郴州人, 中南大学硕士研究生。

灰的软化温度低于 1 260 ℃。如果采用煤灰软化温度的判别界限预判生物质结渣倾向的话,则绝大部分生物质结渣严重。事实上,为避免生物质结渣现象,生物质锅炉燃烧温度一般为 950 ℃。

表 2 软化温度分布情况

Tab.2 Distribution of the demineralization temperatures

	ST		
	>1 390 ℃	1 260 ~1 390 ℃	<1 260 ℃
煤灰	20%	40%	40%
生物质灰	2%	14%	84%

1.2 碱酸比分布情况对比

与煤灰相比,生物质灰中含有丰富的碱金属氧化物(K_2O 、 Na_2O),这使得生物质灰的碱酸比要比煤灰高很多。从表 3 中可看出,煤灰的碱酸比在 0.053 ~ 1.38 之间变化,平均值为 0.27,偏离判别界限较小。而生物质灰的碱酸比在 0.128 ~ 23.94 之间变化,平均值为煤灰的 10 倍,84% 以上生物质灰的碱酸比大于 0.4。生物质灰碱酸比因种类不同变化很大,如杨木灰为 11.291,紫茎泽兰灰为 18,棉秆灰甚至高于 23,可见生物质灰的碱酸比远超出煤结渣指数碱酸比的判别界限。

表 3 碱酸比分布情况

Tab.3 Distribution of the alkali/acidic ratios

	m_B/m_A					
	>0.4	0.206 ~0.4	<0.206	最小值	最大值	平均值
煤灰	54%	28%	18%	0.053	1.38	0.27
生物质灰	88%	10%	2%	0.128	23.94	2.96

1.3 硅铝比分布情况对比

生物质灰中, Al_2O_3 含量要比 SiO_2 含量少很多,使得生物质灰的硅铝比偏高。从表 4 中可看出,煤灰的硅铝比最小值为 0.912,最大值为 3.014,平均值为 1.981,可见煤灰的硅铝比取值范围非常接近其结渣判别界限。但对秸秆类生物质而言,其灰中的 SiO_2 含量一般高于 64%,而 Al_2O_3 的含量仅为 1% 左右,其硅铝比一般高于 71,特别是 Al_2O_3 含量相当低的玉米秆灰,其硅铝比甚至高于 368。生物质灰硅铝比取值范围为 0.261 ~ 336.61,平均值为 31.814,86% 以上的生物质灰的硅铝比大于 2.65,可见生物质灰的硅铝比远超出煤结渣指数硅铝比的判别界限。

1.4 铁钙比分布情况对比

与煤灰相比,生物质灰中 CaO 含量比 Fe_2O_3 高

很多。从表 5 中可看出,煤灰的铁钙比取值范围为 0.166 ~ 24.284,生物质灰的铁钙比取值范围为 0 ~ 3.189,可见生物质灰的铁钙比的分布情况与煤灰有很大差异。

表 4 硅铝比分布情况

Tab.4 Distribution of the silicon/aluminum ratios

	$m_{SiO_2}/m_{Al_2O_3}$					
	>2.65	1.87 ~2.67	<1.87	最小值	最大值	平均值
煤灰	18%	36%	46%	0.912	3.046	1.981
生物质灰	86%	8%	6%	0.261	336.64	31.814

表 5 铁钙比分布情况

Tab.5 Distribution of the iron/calcium ratios

	$m_{Fe_2O_3}/m_{CaO}$					
	>3.0	0.3 ~3.0	<0.3	最小值	最大值	平均值
煤灰	43%	55%	2%	0.166	24.824	3.168
生物质灰	2%	18%	80%	0	3.189	0.741

上述分析表明,对于生物质灰而言,其软化温度、碱酸比、硅铝比和铁钙比等结渣指数的取值范围与煤灰有很大差异,且都偏离煤结渣指数判别界限很远。若采用煤结渣指数判别界限来预测生物质结渣倾向,预测结果可能会与生物质实际结渣情况有很大偏差。

2 煤结渣指数用于判别生物质结渣情况的准确性分析

为进一步分析煤结渣判别指数的判别界限是否适合用于判别生物质结渣倾向,利用煤结渣判别指数的判别界限对 10 种生物质结渣倾向进行了预判,结果如表 6 所示。生物质实际结渣情况来源于文献 [10 ~ 11]。

从表 6 可看出:预判结果与生物质实际结渣情况偏差较大,采用煤结渣判别指数碱酸比的判别界限判别生物质结渣倾向的准确率为 30%,仅适用于结渣严重的生物质;硅铝比准确率为 50%,仅适用于结渣严重的生物质;铁钙比的准确率仅为 20%,仅适用于轻微结渣的生物质。

3 生物质结渣判别指数最优分割模型的建立

3.1 最优分割的基本原理

最优分割法是对有序样本进行分组或分类(分

组时不打乱样品原有的顺序)的一种多元统计方法,分割之前将所有的样品看成一组,然后将其分为二组、三组,一直分到所要求的 K 组为止。分割目的是在 C_{n-1}^{k-1} 种分割中寻找一种分割,使各段内样品间数值差异性最小,而段与段间的差异性最大^[12]。

表 6 煤结渣判别指数预判生物质结渣倾向结果

Tab. 6 Result of the coal slagging identification index in prejudging the biomass slagging tendency

种类	碱酸比	硅铝比	铁钙比	实际结渣程度
谷壳	0.342	67.994	2.163	轻微
	中等	严重	中等	
花生壳	2.52	9.57	0.11	严重
	严重	严重	轻微	
甘蔗秆	0.34	2.52	3.16	轻微
	中等	中等	轻微	
玉米秆	0.25	16.79	0.91	轻微
	中等	严重	严重	
麦秆	0.62	29.43	0.12	严重
	严重	严重	轻微	
稻壳	0.08	117.21	0.0043	严重
	轻微	严重	轻微	
稻秆	0.25	71.8	0.28	严重
	中等	严重	轻微	
木屑	5.30	82.71	0.05	严重
	严重	严重	轻微	
甘蔗渣	0.342	2.635	3.163	轻微
	中等	中等	轻微	
玉米芯	0.254	16.632	0.037	轻微
	中等	严重	轻微	

段内样品间的差异,即数值变化,用段内样品的变差 $S(i, j)$ 表示,如式(1)所示。变差越小,说明段内样品之间数值越接近,反之,则样品间数值分布较疏散。要使得各段内的变差达到最小,也就是要使得各段内变差总和达到最小,则:

$$S(i, j) = \sum_{\alpha=i}^j \sum_{\beta=1}^p [x_{\alpha\beta} - \bar{x}_{\beta}(i, j)]^2$$

$$\beta = (1, 2, \dots, p)$$

$$\bar{x}_{\beta}(i, j) = \frac{1}{j-i+1} \sum_{\alpha=i}^j x_{\alpha\beta} \quad (1)$$

对于有 P 个指标和 n 个样品的有序序列,利用最优分割法将其分为 K 段,也就是找到 K-1 个分

割点 (t_2, t_3, \dots, t_k) 使总变差最小,即解如下整数规划问题:

$$\min S_{\text{总}} = S(1, t_2) + S(t_2 + 1, t_3) + \dots + S(t_{k-1} + 1, t_k) + S(t_k + 1, n) \quad (2)$$

3.2 生物质结渣判别指数最优分割过程及结果

利用最优分割数学模型对数据样本中的生物质灰样进行分组,为提高分割的准确性,将数据样本中软化温度高于 1 500 °C (目前测试条件允许测试的最高温度为 1 500 °C,这部分生物质灰样的熔融温度在数据来源的文献中并没给出具体数值,都以 >1 500 °C 表示)的生物质灰和 Al₂O₃ 含量接近零的生物质灰剔除掉,将最后剩余的 40 组灰样用于分析。根据煤灰结渣程度判别的经验,将 40 组灰样分为轻微结渣组、中等结渣组、严重结渣组,于是进行最优三段分割。以软化温度 ST、碱酸比、硅铝比、铁钙比为分割参数构成数据矩阵。分组后,根据每组灰样中结渣判别指数的取值规律,确定各结渣判别指数的判别界限。

大量煤灰结渣特性研究表明,灰渣的软化温度越低,结渣越严重,软化温度大小反应了结渣程度,且软化温度与碱酸比、硅铝比和铁钙比之间存在连续的函数关系。因此以软化温度大小作为生物质结渣程度的依据,按其从小到大的顺序对灰样进行排序,并依次编号为 1, 2, ..., 39, 40。排序后形成的新的数据矩阵如表 7 所示。

表 7 排序后灰样的结渣指数表

Tab. 7 Table of the slagging indexes of ash samples after sequencing

编号	软化温度	碱酸比	硅铝比	铁钙比
1	861	2.091	12.585	0.073
2	920	2.616	53.048	0.036
3	940	4.100	1.873	0.000
4	940	1.166	32.225	0.103
5	950	0.587	44.591	0.118
...
37	1290	2.515	17.139	0.041
38	1290	1.750	14.214	0.051
39	1312	0.958	12.582	0.252
40	1457	0.177	1.343	0.204

从表 7 中可看出,各指数之间差异很大,为使各指数具有共同的数据基础,利用式(3)对数据进行变换,得到新的数据矩阵如表 8 所示。根据新的数据矩阵对排序后的灰样进行最优三段分割,通过计算机 VB 语言编程求解分割模型,即:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n}(x_{ij})}{\max_{1 \leq i \leq n}(x_{ij}) - \min_{1 \leq i \leq n}(x_{ij})} \quad (3)$$

表 8 变换后的数据及分割结果

Tab. 8 Data after transformation and the segmentation results

编号	软化温度	碱酸比	硅铝比	铁钙比	分割结果	结渣程度
1	0.170	0.107	0.033	0.023	1	严重
2	0.250	0.136	0.143	0.011	1	
...	
7	0.358	0.202	0.074	0.013	1	中等
8	0.372	0.078	0.100	0.019	1	
9	0.418	0.046	0.081	0.036	2	
10	0.507	0.026	0.086	0.084	2	轻微
...	
17	0.596	0.035	0.004	0.089	2	
18	0.601	0.007	0.020	0.209	2	
19	0.615	0.035	0.019	0.074	3	严重
20	0.619	0.240	0.006	0.005	3	
...	
39	0.780	0.045	0.033	0.079	3	轻微
40	0.976	0.003	0.003	0.064	3	

从表 8 中可看出,1 号到 8 号灰样的各指数的取值差异较小,分为第一组,组内各灰渣的流动温度 ST 最小,则其结渣严重;9 号到 18 号灰样的各指数取值相近,分为第二组,组内灰渣具有中等结渣性;19 到 40 号灰渣的各指数取值相似,分为第三组,组内灰渣具有轻微结渣性。

第一组灰渣,软化温度均低于 1 010 ℃,绝大部分灰渣的碱酸比大于 2,极少数低于 1,硅铝比大于 20 的灰样都占 75% 以上,铁钙比均小于 0.3。第二组灰样,灰渣软化温度在 1 010 ~ 1 180 ℃ 之间,碱酸比在 1 ~ 2 之间变化,硅铝比在 2 ~ 7 之间变化,铁钙比在 0 ~ 2 之间变化。对于第三组灰渣而言,软化温度均高于 1 180 ℃,碱酸比低于 1 的灰渣占 70% 以上,大部分灰渣的硅铝比小于 7,铁钙比均大于 2。因此,根据每一组中灰样的结渣判别指数分布规律,可得到生物质结渣指数判别界限最优分割结果,如表 9 所示。

表 9 生物质结渣指数判别界限最优分割结果

Tab. 9 Biomass slagging index identification limit optimum segmentation result

结渣判别指数	结渣程度		
	轻微	中等	严重
软化温度/℃	> 1180	1010 ~ 1180	< 1010
碱酸比	< 1	1 ~ 2	> 2
硅铝比	< 7	7 ~ 20	> 20
铁钙比	> 2	0.3 ~ 2	< 0.3

4 生物质结渣指数最优分割模型的准确性检验

为验证结渣判别指数最优分割结果的准确性,利用重新划分的判别界限对 10 种生物质结渣倾向进行了预测,并与生物质实际结渣情况进行了对比,结果如表 10 所示。

表 10 最优分割结渣指数预判生物质结渣倾向结果

Tab. 10 Result of prejudging the biomass slagging tendency by using the optimum segmentation slagging index

种类	碱酸比	硅铝比	铁钙比	实际结渣程度
谷壳	0.342	67.994	2.163	轻微
	轻微	严重	轻微	
花生壳	2.52	9.57	0.11	严重
	严重	中等	严重	
甘蔗秆	0.34	2.52	3.16	轻微
	轻微	轻微	轻微	
玉米秆	0.25	16.79	0.91	轻微
	轻微	中等	中等	
麦秆	0.62	29.43	0.12	严重
	轻微	严重	严重	
稻壳	0.08	117.21	0.0043	严重
	轻微	严重	严重	
稻秆	0.25	71.8	0.28	严重
	轻微	严重	严重	
木屑	5.30	82.71	0.05	严重
	严重	严重	严重	
甘蔗渣	0.342	2.635	3.163	轻微
	轻微	轻微	轻微	
玉米芯	0.254	16.632	0.037	轻微
	轻微	中等	严重	

从表10可看出,10种生物质灰的碱酸比、硅铝比、铁钙比均在重新划分的判别界限内,且各单一指数判别结果与生物质实际结渣情况差异很小。与煤结渣判别标准相比,采用最优分割法重新划分的判别界限来预测生物质结渣倾向,使单一结渣指数判别生物质结渣倾向的准确率都有所提高,碱酸比判别准确率可达70%;硅铝比判别准确率可达60%;铁钙比判别准确率最高,可达80%。使用新的生物质结渣指数模型可以更准确地判别出生物质灰结渣情况。

5 结 论

(1) 生物质结渣判别指数取值范围与煤灰有很大差异,且都远超出了煤结渣判别指数的判别界限。利用煤结渣判别指数的判别界限对10种生物质结渣情况进行了预判,并与生物质实际结渣情况进行了对比,对比发现采用煤结渣判别指数碱酸比的判别界限判别生物质结渣倾向的准确率为30%,仅适用于结渣严重的生物质;硅铝比准确率为50%,仅适用于结渣严重的生物质;铁钙比的准确率仅为20%,仅适用于轻微结渣的生物质。因此,煤结渣指数的判别界限不再适用于判别生物质结渣特性,需对判别界限重新划分。

(2) 采用最优分割模型对碱酸比、硅铝比、铁钙比等结渣指数的判别界限重新进行了划分,并利用各重新划分的结渣判别指数对10种生物质结渣情况进行了预判,预判结果表明各结渣判别指数的判别准确率都有所提高,碱酸比判别准确率可达70%;硅铝比判别准确率可达60%;铁钙比判别准确率最高,可达80%。所以使用新的生物质结渣指数模型可以准确地判别出生物质灰结渣情况,具有工程实用价值。

参考文献:

- [1] Niu Yan-qing, Tan Hong-zhang, Wang Xue-bing, et al. Study on fusion characteristics of biomass ash [J]. Bioresource Technology, 2010, 101(23): 9373-9381.
- [2] 姚星一. 煤灰熔点与化学成分的关系[J]. 燃料化学学报, 1965, 6(2): 151-161.
YAO Xing-yi. Relationship between the coal-ash melting point and its chemical composition [J]. Journal of Fuel Chemistry, 1965, 6(2): 151-161.
- [3] 李宝霞, 张济宇. 煤灰渣熔融特性的研究进展[J]. 现代化工, 2005, 25(5): 22-27.
- LI Bao-xia, ZHANG Ji-yu. Recent research findings of the coal-ash melting characteristics [J]. Modern Chemical Industry, 2005, 25(5): 22-27.
- [4] 岑可法, 樊建人, 作和池, 等. 锅炉和热交换器的积灰、结渣、磨损和腐蚀的防止原理与计算[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
CEN Ke-fa, FAN Jian-ren, ZUO He-chi, et al. Prevention theory and calculation of fouling, slagging, wear and corrosion in boilers and heat exchangers [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [5] 殷炳毅. 生物质混煤的灰熔融特性研究[D]. 济南: 山东大学, 2008.
YIN Bing-yi. Melting characteristics of ash produced by burning biomass blended coal [D]. Jinan: Shandong University, 2008.
- [6] 邓磊, 张涛, 刘银河, 等. 水洗对生物质燃料特性及燃烧特性的影响[J]. 工程热物理学报, 2010, 31(7): 1239-1242.
DENG Lei, ZHANG Tao, LIU Yin-He, et al. Effect of water washing on the combustion characteristics of biomass fuel [J]. Journal of Engineering Thermophysics, 2010, 31(7): 1239-1242.
- [7] 张浩. 基于灰成分的生物质结渣特性研究[D]. 济南: 山东大学, 2010.
ZHANG Hao. Research of the slagging characteristics of biomass based on the ash composition [D]. Jinan: Shandong University, 2010.
- [8] 李黎. 碱金属对生物质燃烧过程中结渣特性影响的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2011.
LI Li. Study of the influence of alkali metals on the slagging characteristics of biomass during combustion process [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2011.
- [9] 戴爱军. 煤灰成分对灰熔融性影响研究[J]. 转化利用, 2007, 13(5): 23-26.
DAI Ai-jun. Research of the influence of the coal-ash composition on the melting characteristics of ash [J]. Transformation and Utilization, 2007, 13(5): 23-26.
- [10] 阎维平, 陈吟颖. 生物质燃料结渣特性分析与判别[J]. 华北电力大学学报, 2007, 34(1): 51-53.
YAN Wei-ping, CHEN Yin-ying. Analysis and judgement of the slagging characteristics of biomass fuels [J]. Journal of North China University of Electric Power, 2007, 34(1): 51-53.
- [11] Marek P. Evaluation of the influence of biomass co-combustion on boiler furnace slagging by means of fusibility correlations [J]. Biomass and Bioenergy, 2005, 28: 275-283.
- [12] 李永兴, 陈春元. 动力用煤结渣特性综合判别指数的研究[J]. 热力发电, 1993(3): 36-39.
LI Yong-xing, CHEN Chun-yuan. Study of the comprehensive index for identifying the slagging characteristics of power-purposed coal [J]. Thermal Power Generation, 1993(3): 36-39.

(丛敏编辑)

turning location and law of the drain water in the flash vaporizer and saturated water from the reboiling vaporizer were obtained. It has been found that when the inlet water of the preheated section is introduced from the outlets of the condensate pumps, the cyclic thermal efficiency of the unit will increase with an increase of the carbon capturing rate. When the inlet water of the preheated section is introduced from the outlets of the feedwater pumps, on the contrary, the optimum water returning location of the saturated water from both flash vaporizer and reboiling one lies in the outlet of the heater No. 6 in the main condensate water pipeline of the unit. When the proportion of the water introduced from the outlets of the condensate pumps in the preheated section was 40%, the standard coal consumption rate saved was 0.31 g/kw. h and the carbon capturing rate attained 43.86%. **Key words:** CO₂ capturing, solar energy heat collection system, equivalent enthalpy drop method, thermal cost-effectiveness

生物质灰结渣判别指数研究 = **Study of the Index for Discriminating the Slagging of Ash Produced from Combustion of Biomass** [刊 汉] YUAN Rui-bin, LIU Zhi-qiang, XU Ai-qun (College of Energy Science and Engineering, Central China University, Changsha, China, Post Code: 410083), LONG Bing (Changsha Jinzhi Engineering Consultancy Co. Ltd., Changsha, China, Post Code: 410007) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2013, 28(6). -650 ~ 654

By using the coal-produced ash slagging index to discriminate the slagging of ash produced from combustion of biomass, the authors had found that the coal-produced slagging index is incapable of accurately discriminating the slagging of ash produced from combustion of biomass. To study the index for discriminating the slagging of ash produced from combustion of biomass fuel, based on the samples showing the slagging degrees of ash produced from combustion of 40 groups of biomass, a sequence was made from small to big according to their softening temperatures. By using the optimum three-section segmentation method, a model for the limits of softening temperature, alkali/acid ratio, silicon/aluminum ratio and calcium/iron ratio totaling four kinds of commonly seen indexes for discriminating the slagging of ash produced from combustion of biomass was established based on the data specimens. The model in question was used to predict the slagging tendency of ten kinds of biomass. The prediction results show that the use of the model in question can greatly enhance the accuracy in discriminating the slagging tendency of ash produced from combustion of biomass fuels, especially by employing the calcium/iron ratio, such a slagging tendency can be discriminated with a very high precision. **Key words:** biomass, optimum segmentation, discrimination index, slagging tendency