

改性稻壳作为型煤黏结剂的研究

罗菊香,王仁章

(三明学院 化学与生物工程学院 福建 三明 365004)

摘要:以改性稻壳为黏结剂制备的生物质型煤为研究对象,进行了 NaOH 质量分数、加热温度、加热时间和改性稻壳添加量对型煤抗压强度和跌落强度影响的单因素试验和正交试验。单因素试验表明:当 NaOH 质量分数为 2%、加热温度为 85 °C、加热时间为 2.0 h,改性稻壳添加量为 15% 时,型煤机械强度较好。正交试验表明:改性稻壳添加量是影响型煤抗压强度和跌落强度的主要因素,其次为 NaOH 质量分数、加热温度、加热时间;当 NaOH 质量分数为 3%、加热温度为 90 °C、加热时间为 2.0 h,改性稻壳添加量为 15% 时,生物质型煤机械强度最好,其抗压强度为 1426.5 N/个,跌落强度为 97.8%。

关键词:生物质型煤;黏结剂;稻壳;抗压强度;跌落强度

中图分类号:TD849;TQ536

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)05-0035-04

Utilization of denatured rice husk as briquette binder

LUO Ju-xiang, WANG Ren-zhang

(College of Chemistry and Biology Engineering, Sanming University, Sanming 365004, China)

Abstract: The denatured rice husk is used as briquette binder to prepare bio-briquette. In order to investigate the influence of concentration of NaOH solution, heat-treatment temperature and time, modified rice husk quantity on compression resistance and drop strength of briquette, conduct single factor experiment and orthogonal experiment. The single factor experiment show that, the mechanical strength reaches the highest when the concentration of NaOH solution is 2 percent, heat-treatment temperature and time is 85 °C and 2.0 h, additive amount of denatured rice husk is 15 percent. Through orthogonal experiment, when the value of the above influencing factors respectively is 3 percent, 90 °C, 2.0 h and 15 percent, the mechanical strength gets the highest, the compression resistance is 1426.5 Newton per sample and the drop strength is 97.8 percent. The most important factor in mechanical strength is the additive amount of denatured rice husk.

Key words: bio-briquette; briquette binder; rice husk; compression strength; drop strength

中国煤产量位居世界第一,煤炭在中国一次能源结构中处于绝对主要位置,比例高达 70% 以上,到 2050 年,煤炭在一次能源生产和消费中所占比例不会低于 50%。可见,在未来相当长的时期内,煤炭是中国最主要的一次能源。而中国块煤少粉煤多,如何直接利用粉煤,开发有效转化、利用粉煤的

技术有着非常重要的意义。

将粉煤制成型煤,不仅能解决粉煤的利用问题,使煤气化技术摆脱对块煤的依赖,还能在碳减排方面发挥积极作用。生物质型煤燃烧具有提高热效率、减少污染物排放等优点,是型煤研究的一个重要方向^[1-6]。因此近年来用生物质作为型煤黏

收稿日期:2012-07-30 责任编辑:白娅娜

基金项目:福建省科技计划重大项目(2010H2006);福建省科技计划项目(JK2010059);三明市科技计划项目(2011-G-3)

作者简介:罗菊香(1982—),女,福建明溪人,讲师,研究方向为生物质资源的开发利用。

引用格式:罗菊香,王仁章.改性稻壳作为型煤黏结剂的研究[J].洁净煤技术,2012,18(5):35-38.

结剂的研究得到了国内外的广泛重视。俄罗斯、乌克兰、美国、英国、匈牙利等国利用生物质水解产物作为黏结剂生产型煤^[7],黄光许等^[8]利用碱处理的小麦秸秆作为黏结剂制备出性能较好的工业型煤,王劲草等^[9]对稻草作为型煤黏结剂进行了研究。

稻谷是中国主要粮食作物之一,年产量近2亿t。稻壳是稻谷加工过程中的主要副产品,约占稻谷籽粒质量的20%,是不可忽视的可再生资源^[10]。但迄今为止,中国利用稻壳的水平仍较低,甚至在有些地区稻壳已成为一大污染源^[11]。稻壳的主要成分是生物质,其生物质成分为纤维素、半纤维素、木质素,因此开发利用以稻壳为原料的型煤黏结剂,将粉煤制成生物质型煤,对有效合理利用粉煤,提高型煤燃烧效率,减少稻壳对环境的污染具有重要的实际意义^[12-13]。本文以三明地区的无烟煤为原料,采用NaOH处理后的稻壳为黏结剂,开展生物质型煤制备的试验研究。

1 试验条件

1.1 试验原料

稻壳:农村稻谷加工厂废弃物,取自福建农村,晾干后粉碎至-3 mm备用;无烟煤:选自福建三明,取-3 mm备用。

1.2 试验仪器

JM6102 电子天平, DGF30/14-II A 型电热鼓风干燥箱, HH-4 数显式电热恒温水浴锅, JJ-2 增力电动搅拌机, FZ102 微型植物试样粉碎机, 型煤成型装置, BF-F-200A 抗压试验机。

1.3 生物质型煤的制备

称取一定质量的稻壳,加入NaOH水溶液,水与稻壳的质量比为10:1。在一定温度、时间下对稻壳进行改性,将改性稻壳以一定的添加量与无烟煤混合后加工成生物质型煤,测试型煤的机械强度——抗压强度和跌落强度,作为型煤的性能指标。

1.4 抗压、跌落强度的测定

抗压强度测定按照MT/T 748—2007《工业型煤冷压强度测定方法》进行^[14],跌落强度测定按照GB/T 154959《型煤跌落强度的测定》进行^[15]。

2 结果分析

2.1 单因素试验

2.1.1 NaOH 质量分数对型煤机械强度的影响

在加热温度为90℃,加热时间为1.5 h的条件

下,改变NaOH质量分数为0,1% 2% 3% 4%,对生物质进行改性,控制改性稻壳添加量为12%,将其与无烟煤混合后加工成型煤,测试型煤的机械强度,以研究NaOH质量分数对型煤机械强度的影响,结果如图1所示。

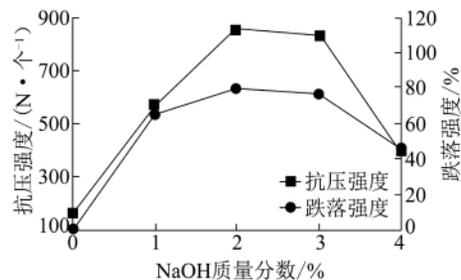


图1 NaOH 质量分数对型煤机械强度的影响

由图1可知,随着NaOH溶液质量分数的增加,生物质型煤的抗压强度和跌落强度均先升高后降低。当NaOH溶液质量分数为2%时,型煤抗压强度和跌落强度均最高。说明NaOH质量分数在2%以内时,碱液浓度的增加加剧了稻壳中木质素的水解反应和纤维物质的分离,分解产生的糖类等黏性物质和分离的纤维素更多,型煤强度增加。当NaOH质量分数大于2%时,碱浓度继续增加,木质素分解程度加深,起连结、拉伸作用的纤维结构也受到了一定程度的破坏,型煤强度下降。因此,试验较适宜的NaOH质量分数为2%。

2.1.2 加热温度对型煤机械强度的影响

在NaOH质量分数为2%,加热时间为1.5 h的条件下,改变加热温度为80 85 90 95 100℃,对生物质进行改性,控制改性稻壳添加量为12%,将其与无烟煤混合后加工成型煤,测试型煤的机械强度,以研究加热温度对型煤机械强度的影响,结果如图2所示。

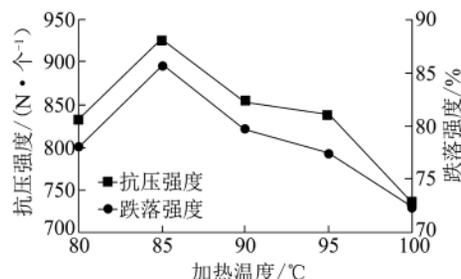


图2 加热温度对型煤机械强度的影响

由图2可知,生物质型煤的抗压强度和跌落强度均随着加热温度的升高先增加后下降,当加热温度为85℃时,型煤机械强度最大。这是由于一定的

热处理温度可以促进稻壳木质素的分解、纤维素的分离,有利于黏性物质的产生,但热处理温度过高时,稻壳的纤维结构被破坏,黏结效果反而降低。因此,热处理温度选择 85 ℃ 为宜。

2.1.3 加热时间对型煤机械强度的影响

在加热温度为 85 ℃, NaOH 质量分数为 2% 的条件下,改变加热时间为 1.0、1.5、2.0、2.5、3.5 h,对生物质进行改性,控制改性稻壳添加量为 12%,将其与无烟煤混合后加工成型煤,测试型煤的机械强度,以研究加热时间对型煤机械强度的影响,结果如图 3 所示。

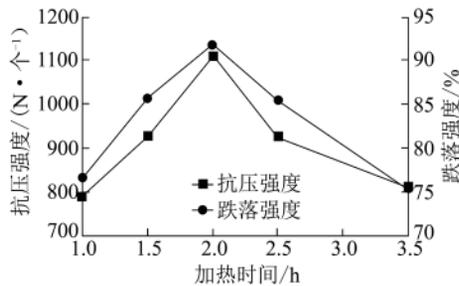


图3 加热时间对型煤机械强度的影响

由图 3 可知,随着加热时间的增加,型煤抗压强度和跌落强度均先升高,当加热时间超过 2.0 h 后,生物质型煤的抗压强度和跌落强度开始降低。可能是因为随着加热时间的延长,稻壳中生物质的分解反应加剧,具有连结能力的纤维素结构部分水解或降解生成低分子糖类,降低了型煤的强度。因此,试验较适宜的热处理时间为 2.0 h。

2.1.4 改性稻壳添加量对型煤机械强度的影响

在加热温度为 85 ℃,加热时间 2.0 h,NaOH 质量分数为 2% 的改性条件下,改变改性稻壳添加量为 5%、8%、10%、12%、15%、20% 和 25%,将其与无烟煤混合后加工成型煤,测试型煤的机械强度,以研究改性生物质添加量对型煤机械强度的影响,结果见表 1。

表1 改性稻壳添加量对型煤机械强度的影响

改性稻壳添加量/%	抗压强度/(N·cm ⁻¹)	跌落强度/%
5	型煤不能成型	型煤不能成型
8	382.5	41.3
10	477.0	50.9
12	1108.0	91.8
15	1276.2	95.6
20	1063.8	88.1
25	676.3	72.6

由表 1 可知,改性稻壳添加量为 5% 时,生物质

型煤无法成型;其后随着改性稻壳添加量的增加,生物质型煤抗压强度和跌落强度均增加;当改性稻壳添加量超过 15% 时,生物质型煤的抗压强度和跌落强度均降低。这可能是由于型煤中生物质含量较多时,型煤内部容易出现裂纹,同时由于生物质添加量的增加,其水分也增多,使得型煤不易成型,因此本试验较适宜的改性稻壳添加量为 15%。

2.2 正交试验

由上述试验结果可知,NaOH 质量分数、加热温度、加热时间、改性稻壳添加量对生物质型煤的抗压强度和跌落强度都有一定影响。为了进一步考察其交互影响,分别以 NaOH 质量分数、加热温度、加热时间和改性稻壳添加量为主要因素,设计 4 因素 3 水平的正交试验,共 9 组试验。正交因素水平表见表 2,试验设计及测定结果见表 3,正交试验结果分析见表 4。由表 4 可知,各因素对生物质型煤抗压强度和跌落强度的影响大小是一致的,影响生物质型煤机械强度因素的主次顺序为:改性稻壳添加量 > NaOH 质量分数 > 加热温度 > 加热时间;生物质型煤最佳制备工艺条件为: A₃B₃C₂D₂,即 NaOH 质量分数为 3%、加热温度为 90 ℃、加热时间为 2.0 h、改性稻壳添加量为 15% 时,生物质型煤机械强度最高,此时型煤抗压强度为 1426.5 N/cm²,跌落强度为 97.8%。

表2 正交因素水平表

水平	因素			
	A NaOH 质量 分数/%	B 温度/ ℃	C 时间/ h	D 改性稻壳添 加量/%
1	1	80	1.0	12
2	2	85	2.0	15
3	3	90	3.0	18

表3 正交试验设计及测定结果

试验号	A	B	C	D	机械强度指标	
					抗压强度/(N·cm ⁻¹)	跌落强度/%
1	1	1	1	1	530.8	63.2
2	1	2	2	2	1024.5	87.5
3	1	3	3	3	1181.3	92.1
4	2	1	2	3	1191.3	92.4
5	2	2	3	1	742.8	70.2
6	2	3	1	2	1313.8	96.5
7	3	1	3	2	1264.5	95.1
8	3	2	1	3	1198.5	92.5
9	3	3	2	1	974.0	87.8

表4 正交试验结果分析

项 目	抗压强度/(N·个 ⁻¹)				跌落强度/%			
	A	B	C	D	A	B	C	D
K_1	2736.6	2986.6	3043.1	2247.6	242.8	250.7	252.2	221.2
K_2	3247.9	2965.8	3189.8	3602.8	259.1	250.2	267.7	279.1
K_3	3437.0	3469.1	3188.6	3571.1	275.4	276.4	257.4	277.0
k_1	912.2	995.5	1014.4	749.2	80.9	83.6	84.1	73.7
k_2	1082.6	988.6	1063.3	1200.9	86.4	83.4	89.2	93.0
k_3	1145.7	1156.4	1062.9	1190.4	91.8	92.1	85.8	92.3
R	233.5	167.8	48.9	451.7	10.9	8.7	5.2	19.3

3 结 论

通过单因素试验和正交试验得出以改性稻壳为型煤黏结剂制备生物质型煤的最佳工艺条件为: NaOH 质量分数为 3% ,加热温度为 90 ℃ ,加热时间为 2.0 h ,改性稻壳添加量为 15% ,在此工艺条件下,生物质型煤的抗压强度为 1426.5 N/个,跌落强度为 97.8%。其中改性稻壳添加量对型煤机械强度影响最为显著,其次为 NaOH 质量分数、加热温度、加热时间。

参考文献:

- [1] 张德祥,任怀斌,朱光明. 气化型煤研制与其粘结剂筛选[J]. 煤化工, 2000(3): 9-11.
- [2] 刘军强,李瑞扬. 型煤燃烧全硫析出规律的试验研究[J]. 节能技术, 2004, 22(5): 10-11, 62.
- [3] 刘晓娟,殷卫峰. 国内外生物质能开发利用的研究进展[J]. 洁净煤技术, 2008, 14(4): 7-9.
- [4] 袁福林,毕耀柏,申云灵,等. 型煤质量对锅炉运行经济性的影响[J]. 节能技术, 2006, 24(5): 474-475.
- [5] 乐园,李龙生. 秸秆类生物质燃烧特性的研究[J]. 能源工程, 2006(4): 30-33.
- [6] 徐春霞,徐振刚,步学朋,等. 生物质气化及生物质与煤共气化技术的研发与应用[J]. 洁净煤技术, 2008, 14(2): 37-40, 17.
- [7] 毛玉如,骆仲决,蒋林,等. 生物质型煤技术研究[J]. 煤炭转化, 2001, 24(1): 21-26.
- [8] 黄光许,张如意,谏伦建. 小麦秸秆作型煤粘结剂的试验研究[J]. 中国煤炭, 2005, 31(3): 52-54.
- [9] 王劲草,王景权. 生物质型煤粘结剂的研究[J]. 应用能源技术, 2004(4): 15-16.
- [10] 王红彦,王道龙,李建政,等. 中国稻壳资源量估算及其开发利用[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(1): 298-300.
- [11] 董丽辉,韩建春. 碱结合挤压膨化预处理法对稻壳多糖及结构的影响[J]. 食品工业科技, 2012(1): 167-170, 182.
- [12] 罗菊香,林香权,苏志忠,等. 木薯茎秆作为型煤粘结剂的研究[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(1): 45-48.
- [13] 李春桃,徐兵,梁玉祥. 复合型煤粘结剂的成型及固硫效果研究[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(2): 72-75.
- [14] MT/T 748—2007 工业型煤冷压强度测定方法[S].
- [15] GB/T 154959 型煤跌落强度的测定[S].
- [6] 匡亚莉,元欣,邓建军,等. 选煤厂高泥化煤泥水絮凝沉降的实验[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(3): 9-13.
- [7] 温雪峰,李昌平,关嘉华,等. 浮选尾煤煤泥水特性及沉降药剂的选择性研究[J]. 煤炭工程, 2004(2): 55-57.
- [8] 沈笑君,王爱卿,孟凡彩,等. 济三选煤厂煤泥水絮凝沉降试验研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 7-9, 13.
- [9] 盖春燕. 高泥化煤泥水特性与处理工艺研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2006.
- [10] 张春玲,张雪光,马金良,等. 选煤厂煤泥干燥系统的改造[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(5): 12-13, 18.
- [11] 刘汉刚,赵正俊. 泉店选煤厂煤泥水处理系统的设计改造[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(4): 16-18.
- [12] 李玉洁,郭德,张秀梅. 选煤废水(CPW)混凝过程中 Ca^{2+} 作用特性研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(6): 15-17, 32.
- [13] 王佳雁,龚伦. 煤泥水处理药剂的探索与实践[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(1): 22-24, 32.
- [14] 梁晋阳,汪小琪,任文强. 新阳选煤厂粗煤泥系统优化改造与实践[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(3): 28-30.
- [15] 张景,王泽南,宋树磊. 煤泥水 pH 值对絮凝沉降效果的影响[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(5): 16-18.

(上接第 23 页)