

文章编号: 1005—8893 (2000) 02—0057—03

油焦浆的流变特性研究^{*}

钟核俊

(金陵石油化工有限公司 技术中心, 江苏 南京 210037)

摘要: 石油焦的燃料利用具有十分重要的意义, 通过油焦浆流变特性的研究, 对影响其流变特性的因素进行了分析, 确定了油焦浆流体类型, 为油焦浆的制备、输送和燃烧提供了设计的依据。

关键词: 石油焦; 油焦浆; 流变特性

中图分类号: TK 16

文献标识码: A

引 言

石油焦是在石油炼制时采用蒸馏方法从重质渣油中获得的柏油沥青等物质, 再在更高温度下进行热分解, 馏出裂解油后残留的碳渣。随着原油重质化、石油产品轻质化的趋势使石油焦的产出量增加, 寻找石油焦的出路就显得十分重要。虽然石油焦挥发份含量低, 是一种难燃性燃料, 但其热值高且价格低廉, 因此石油焦的燃料利用特别是作为液体燃料利用引起人们的广泛关注。油焦浆是将石油焦粉碎成微粒后分散在重油中制成的新型混合燃料, 可作为流体操作。对燃油锅炉作适当的改造和调整, 使用油焦浆不仅可合理地利用石油焦, 而且大大节约了重油资源。为了能使油焦浆在工业上得到应用, 就必须对其流变特性进行试验研究, 以选择合理的石油焦粒径分布和级配, 确定油焦浆流体类型及其浓度、温度与粘度之间的关系, 为油焦浆的制备、输送和燃烧提供设计的基础数据。

1 测试原理及方法

对于任何一种粘性流体, 可以按其在单向层流条件下对剪切应力的反映来分类, 若假设在流体上的剪切应力为 τ , 流体以某一速率 du/dz 发生应

变, 定义此速度梯度为剪切速率, 其绝对值为 r , 则在剪切应力和产生的剪切速率间存在一定的关系, 即

$$\tau = f(r)$$

此式被称为流体的流变方程, 这个方程描述了流体的流变特性^[1]。

为了研究油焦浆的流变特性, 本试验将石油焦通过球磨机的粉碎后, 将磨碎的石油焦取出过筛, 分别称取不同粒径石油焦, 按不同的重量比混合后制浆, 分别测定油焦浆的流动性、成浆性、粘度, 以此确定合理的石油焦级配。采用 NXS—11 型旋转粘度计测试一定级配条件下的油焦浆在不同温度 t ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $180\text{ }^{\circ}\text{C}$)、不同浓度 C_w (0 — 55%) 下的剪切应力和剪切速率, 将油焦浆的表观粘度表征为 $\mu = \tau / r$, 通过对表观粘度与温度和浓度之间的关系研究, 进而对流体按其流变特性进行分类^[1, 2]。

2 试验结果与分析

2.1 石油焦粉的粒径分布与级配

按日本专利平 2—73890 提出的粒度分布和级配: $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上 0% ; $(74-100)\text{ }\mu\text{m}$ 9.8% ; $(44-74)\text{ }\mu\text{m}$ 16% ; $44\text{ }\mu\text{m}$ 以下 74.2% 。要达到这样

* 收稿日期: 2000—05—30

作者简介: 钟核俊 (1964—), 男, 江苏苏州人, 工程师, 主要从事科研管理工作。

细的粒度，工业上实现难度大。将石油焦通过球磨机粉碎得到的粒径分布如表 1。

表 1 石油焦粉粒径分布

≤ 200 目	(160—200) 目	(120—160) 目	(100—120) 目	> 100 目
23.50%	56.82%	15.90%	3.07%	0.71%

经试验，焦粉粒度分布与级配是油焦浆成浆的一个重要因素，只有符合一定范围粒度分布和级配的石油焦才能达到成浆的最佳效果。

2.2 油焦浆表观粘度随温度的变化规律

图 1 给出了 $C_w = 0$ 、20%、40%和 50%的油焦浆表观粘度随温度的变化曲线。由图可知，温度对油焦浆的表观粘度影响很大，随着温度升高，其表观粘度迅速降低。要想获得较高浓度的油焦浆作燃料，为了保证其具有良好的流动性，则需采用较高的温度来降低粘度。

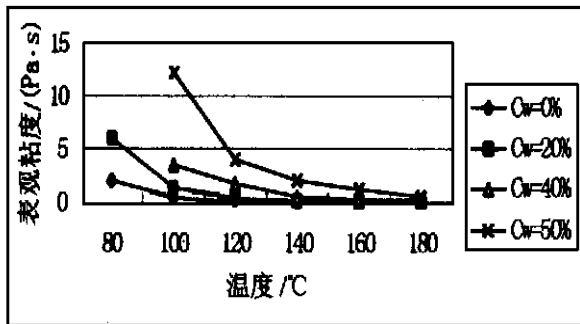


图 1 油焦浆表观粘度随温度变化的曲线

2.3 油焦浆表观粘度随浓度的变化规律

图 2 给出了 $t = 100$ °C、120 °C、140 °C 时油焦浆表观粘度随浓度的变化曲线。由图可知，随着石油焦含量的增加，其表观粘度也随之增加。当 $C_w = (30-40)\%$ 时，表观粘度发生突变。流动性变差，不利于油焦浆输送。

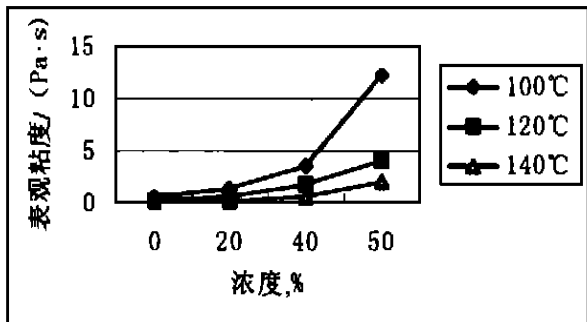


图 2 油焦浆浓度对表观粘度的影响

2.3 油焦浆的流体类型

流体通常分为牛顿流体和非牛顿流体两大类，通过对不同温度和不同浓度油焦浆分别用粘度计测量其不同剪切速率下的剪切力，通过分别取对数回归，获得不同温度和不同浓度下的 n 、 K 值，详见表 2、表 3。试验结果表明，其在低温和高浓度下为假塑性流体，在高温和低浓度下类似牛顿流体。因此其剪切应力和剪切速率的关系满足幂指数关系：

$$\tau = K \left(\frac{du}{dz} \right)^n$$

其中 K 为稠度系数， n 为流变指数， $n = 1$ 为牛顿流体， $n < 1$ 为假塑性流体，其大小反映了与牛顿流体的偏离程度^[1, 2]。

表 2 指数 n

浓度, %	温度/ °C					
	80	100	120	140	160	180
0%	1.003 0	1.034 5	1.005 8	0.996 9	0.996 7	1.006 0
10	1.004 8	1.011 7	1.022 7	0.996 7	0.995 0	1.011 8
20	0.988 3	0.972 0	0.975 9	1.001 6	0.990 9	1.020 9
30	0.984 6	1.032 7	1.084 7	0.997 7	0.993 9	1.002 8
40	0.961 7	0.970 9	1.052 7	0.983 8	0.986 3	0.992 3
50	0.849 7	0.935 9	0.968 0	0.951 2	0.959 9	0.989 4
55		0.863 7	0.894 3	0.884 9	0.924 2	0.937 4

表 3 系数 K

浓度, %	温度/ °C					
	80	100	120	140	160	180
0	2.293 3	0.899 0	0.309 6	0.133 5	0.668 0	0.039 1
10	3.392 0	0.904 0	0.415 0	0.149 8	0.077 5	0.034 3
20	6.864 1	1.518 0	0.663 0	0.198 2	0.104 9	0.042 7
30	10.826 0	2.205 0	0.805 0	0.332 3	0.175 7	0.074 3
40	20.824 0	4.451 0	1.499 0	0.575 5	0.277 8	0.165 9
50	66.888 0	15.198 0	4.278 0	2.391 9	0.730 6	0.578 2
55		42.615 0	15.949 0	7.357 0	2.890 9	2.235 7

由表 2 发现，当 $C_w < 30\%$ 时，流变指数 $n = 1$ ，可看作牛顿流体，当 $C_w > 40\%$ 时，油焦浆呈现出明显的非牛顿流体特性。虽然温度对流变指数有影响，但与浓度相比，其影响是有限的。流变指数 n 取决于油焦浆浓度，随着浓度的增加，流变指数 n 减小，油焦浆呈假塑性流体。

由表 3 分别作出油焦浆浓度与稠度系数之间的关系曲线（图 3）和油焦浆温度与稠度系数之间的关系曲线（图 4），由图可见，当油焦浆浓度一定时，随着温度的增加，稠度系数急剧下降；对于一定温度的油焦浆，当 $C_w = (30-40)\%$ 时，稠度系数急剧增大，与油焦浆表观粘度随浓度的变化规律是相一致的。油焦浆的稠度系数不仅受其浓度的影响，而且受其温度影响。

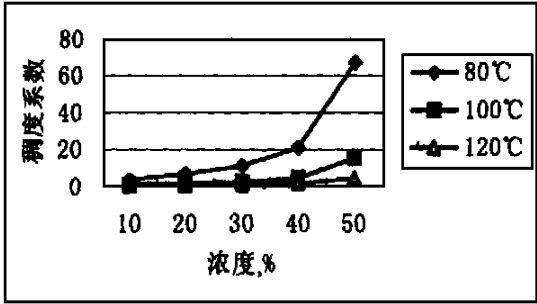


图 3 油焦浆浓度与稠度系数之间的关系曲线

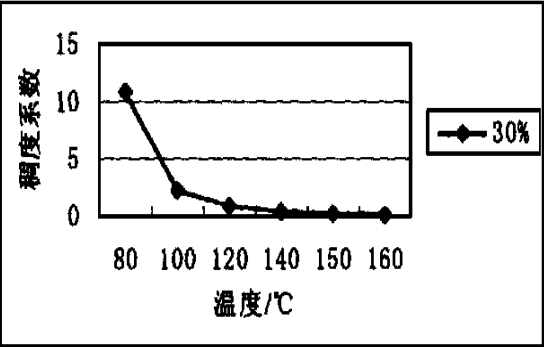


图 4 油焦浆温度与稠度系数之间的关系曲线

3 结 论

(1) 油焦浆是一种假塑性流体, 满足幂指数函数。当 $C_w < 30\%$ 时类似牛顿流体, $C_w > 30\%$ 时随其浓度增加, 油焦浆越偏离牛顿流体。在工业制备油焦浆时, 选择 $C_w = 30\%$ 较为经济。

(2) 影响油焦浆流变特性的主要因素有: 焦粉的粒径分布和级配、油焦浆的浓度、温度。选择合理的粒径分布和级配, 可使油焦浆流变特性达到最佳效果; 浓度越大, 粘度越大; 温度对油焦浆粘度的影响最为显著, 在输送和雾化时尽可能采用较高的温度。

参考文献:

[1] 岑可法, 姚强, 曹欣玉 等. 煤浆燃烧、流动、传热和气化的理论与应用技术 [M] . 杭州: 浙江大学出版社, 1997. 24—79.
[2] 王凯. 非牛顿流体的流动、混合和传热 [M] . 杭州: 浙江大学出版社, 1988. 22—24.

The Characteristics of Fluid of Petroleum Coke Slurry
ZHONG He—jun
(Jinling Petrochemical Co. Ltd, R &D, Nanjing 210037, China)

Abstract: Petroleum coke burned as a fuel has an important significance. This paper analyses the factors which have an influence on the characteristics of fluid of petroleum coke slurry, confirms the fluid type, and provides a principle of its manufacture, transport and combustion for its users.

Key words: petroleum coke; petroleum coke slurry; characteristics of fluid