

# 聚丙烯酰胺对含蒙脱石煤泥压滤效果的影响

李岷然

(天地科技股份有限公司 唐山分公司 河北 唐山 063100)

**摘要:** 以综合指标  $S$  和  $K$  为煤泥压滤效果评价指标,研究了聚丙烯酰胺(PAM)对精煤及精煤与蒙脱石混合压滤效果的影响。精煤压滤试验表明:随着阴离子 PAM 用量的增加, $S$  值逐渐下降,精煤压滤效果变差,PAM 用量不宜超过 5.0 kg/t;当 PAM 用量相等时,粒度越细, $S$  值越小,精煤压滤效果越差,当粒度为 +0.075 mm 时,PAM 对精煤压滤效果较好。精煤与蒙脱石混合压滤试验表明:阳离子 PAM 的煤泥压滤效果优于阴离子 PAM,当煤泥中蒙脱石含量较多时,可适当添加粗颗粒煤泥以提高其压滤性能;PAM 用量相等时,粒度越细, $S$  值越小,煤泥压滤效果越差,实际压滤过程中应尽可能减少超细颗粒 -0.045 mm 含量;随着蒙脱石质量分数的增加, $S$  值逐渐下降, $K$  值逐渐增大,煤泥压滤效果变差。最后建立了黏土矿物含量、灰分等煤泥综合指标与滤饼水分的关系,为选煤厂煤泥压滤工艺的设计提供一定的指导作用。

**关键词:** 聚丙烯酰胺;蒙脱石;精煤;压滤;煤泥

中图分类号:TD946.2

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)05-0020-04

## Effects of polyacrylamide on pressure filtration of slime containing montmorillonite

LI Kui-ran

(Tangshan Branch, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Tangshan 063012, China)

**Abstract:** Taking overall indicators  $S$  and  $K$  as evaluation index, analyse the influence of PAM on pressure filtration of clean coal, mixture of clean coal and montmorillonite. The results show that, with the increase of PAM quantity,  $S$  value gradually declines, pressure filtration effect becomes worse. The adding amount of PAM shouldn't be more than 5.0 kg/t. Keeping the adding amount of PAM unchanged, the smaller particle size, the worse pressure filtration effect, which gets the best effect when the particle size is +0.075 mm. Taking the mixture of clean coal and montmorillonite as feed slime, the pressure filtration experiments show that, the cationic PAM performs better than anion PAM. While there are lots of montmorillonite in slime, it could be remedied by adding coarse slime. Keeping the adding amount of PAM unchanged, its effect is the same as that of clean coal pressure filtration. The ultrafine particle whose diameter is below 0.045 mm should be reduced as far as possible during pressure filtration. With the increase of montmorillonite,  $S$  value gradually decreases while  $K$  value increases, the effect gets worse. Establish relationship between slime overall indicators involving clay mineral content, ash content and moisture of filter cake, which would guide the design of pressure filtration system.

**Key words:** PAM; montmorillonite; clean coal; pressure filtration; slime

收稿日期:2012-06-04 责任编辑:白娅娜

作者简介:李岷然(1968—),男,河北雄县人,硕士,高级工程师,现在天地科技股份有限公司唐山分公司负责质量技术管理工作。

引用格式:李岷然.聚丙烯酰胺对含蒙脱石煤泥压滤效果的影响[J].洁净煤技术,2012,18(5):20-23,38.

中国选煤工艺仍以水为介质的湿法选煤为主,耗水量大(每洗选1 t原煤约耗水3 m<sup>3</sup>)<sup>[1]</sup>,因此煤泥压滤成为选煤厂至关重要的环节,压滤效果的好坏直接影响到选煤厂各项环保指标和经济效益。由于煤泥中含有黏土矿物,使得煤泥水呈胶体状态,脱稳十分困难,为了使煤泥水快速沉降,目前采用的方法大多是加入不同种类的絮凝剂,但大多数絮凝剂(如聚丙烯酰胺)分子量大,黏度大,容易使颗粒黏结在一起,不易挤压脱水,造成压滤机滤饼脱落时粘布现象十分严重<sup>[2-9]</sup>。因此研究聚丙烯酰胺(PAM)对精煤压滤、精煤及蒙脱石混合压滤效果的影响,对指导选煤厂现场生产具有重要意义。

## 1 试验条件

### 1.1 试验精煤

试验所用精煤取自某煤矿,精煤粒度组成见表1。

表1 磨碎后精煤粒度组成

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
0.500~0.100	9.50	6.12	9.50	6.12
0.100~0.075	20.42	9.92	29.92	8.71
0.075~0.045	49.92	8.08	79.84	8.32
-0.045	20.16	7.80	100.00	8.21
合计	100.00	8.21		

### 1.2 试验试剂

PAM分为阴离子和阳离子2种,分析纯,分子量均为2000万;蒙脱石为钠基蒙脱石,化学纯,平均粒度为4.78 μm。

### 1.3 试验步骤

先将滤布放入桶内底部密封好,过滤面积为19.6 cm<sup>2</sup>;倒入料浆,封好顶部,通入0.8 MPa空气;料浆在压力作用下实现固液分离,滤液穿过滤布流出,滤饼截留在滤布上,试验以高压气流吹通滤饼为结束。测定整个高压气流压滤时间和最终滤饼水分<sup>[10-11]</sup>。压滤试验原理如图1所示。

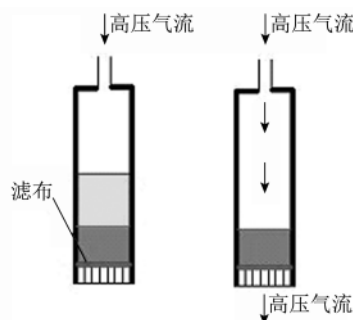


图1 压滤试验原理

## 2 压滤效果评价指标及影响因素综合指标

### 2.1 压滤效果评价指标

试验装置的压滤压力为0.8 MPa(恒压过滤),通过测定吹通时间、滤饼水分和滤液量计算过滤速度,并结合滤饼水分综合评价各种情况下的煤泥压滤效果。压滤过程中,煤泥过滤速度越快越好,滤饼水分越低越好,据此,建立综合指标如下<sup>[12-13]</sup>:

$$S = \sqrt{\frac{Q}{Mt}} \quad (1)$$

式中, $Q$ 为滤液总量,mL; $M$ 为滤饼水分,%; $t$ 为过滤时间,s;其中 $Q/t$ 为平均过滤速度,mL/s。

$S$ 数值越大,表明煤泥压滤效果越好。

### 2.2 压滤效果影响因素综合指标

影响煤泥压滤效果的主要因素是粒度和灰分,尤其是-0.075,-0.045 mm煤泥的产率和灰分,因此,为了全面分析煤泥中粒度、灰分及黏土矿物含量与煤泥压滤性能之间的定量关系,建立公式(2)<sup>[13-15]</sup>:

$$K = X \sqrt{AW} \quad (2)$$

式中, $X$ 为黏土矿物(蒙脱石、高岭石)含量,%; $A$ 为-0.045 mm煤泥灰分,%; $W$ 为-0.045 mm煤泥产率,%。

$K$ 值越高,说明物料越难过滤,煤泥压滤效果越差。

若应用于精煤压滤,由于黏土矿物非常少,公式(2)可简化为

$$K = \sqrt{AW} \quad (3)$$

式中, $A$ 为-0.075 mm精煤灰分,%; $W$ 为-0.075 mm精煤产率,%。

## 3 结果与讨论

### 3.1 PAM对精煤压滤效果的影响

PAM对精煤压滤效果的影响见表2。由表2可知,随着阴离子PAM用量的增加, $S$ 值逐渐下降,说明精煤压滤效果变差,各粒级压滤效果下降幅度均达到80%以上,甚至无法完成压滤。当PAM用量达到5.0 kg/t时,-0.045 mm精煤已无法压滤,当PAM用量达到10.0 kg/t时,0.075~0.045 mm精煤也无法压滤。因此,在实际生产中,PAM用量不宜超过5.0 kg/t。

当PAM用量相等时,粒度越细, $S$ 值越小,精煤

表2 PAM对精煤压滤效果的影响

粒级/mm	阴离子	吹通	滤饼	过滤	S 值
	PAM 用量/ (kg·t <sup>-1</sup> )	时间/ s	水分/ %	速度/ (mL·s <sup>-1</sup> )	
0.500~0.100	0.5	12	20.55	4.58	4.72
	1.0	44	22.67	1.25	2.35
	2.0	80	24.50	0.69	1.68
	3.0	110	26.80	0.50	1.37
	5.0	250	32.50	0.22	0.82
	10.0	348	38.34	0.16	0.65
0.100~0.075	0.5	16	22.38	3.44	3.92
	1.0	48	24.45	1.15	2.17
	2.0	69	26.88	0.80	1.73
	3.0	146	29.07	0.38	1.14
	5.0	306	33.49	0.18	0.73
	10.0	388	41.25	0.14	0.58
0.075~0.045	0.5	26	26.88	2.12	2.81
	1.0	108	32.08	0.51	1.26
	2.0	258	35.56	0.21	0.77
	3.0	350	38.89	0.16	0.64
	5.0	468	42.23	0.12	0.53
	10.0	未吹通			0
-0.045	0.5	120	28.99	0.46	1.26
	1.0	236	36.67	0.23	0.79
	2.0	360	42.58	0.15	0.59
	3.0	598	57.88	0.09	0.39
	5.0	未吹通			0
	10.0	未吹通			0

表3 AM对精煤与蒙脱石混合煤泥压滤效果的影响

粒级/mm	蒙脱石质量 分数/%	滤饼水分/%		过滤速度/(mL·s <sup>-1</sup> )		S 值	
		阳离子 PAM	阴离子 PAM	阳离子 PAM	阴离子 PAM	阳离子 PAM	阴离子 PAM
0.500~0.100	5	27.40	34.25	13.75	5.50	7.08	4.01
	10	28.25	35.65	1.38	0.85	2.21	1.54
	30	36.52	38.80	0.06	0.03	0.41	0.28
	50	—	—	0	0	0	0
0.100~0.075	5	29.18	33.34	5.50	3.06	4.34	3.03
	10	30.58	37.87	0.83	0.72	1.65	1.38
	30	—	—	0	0	0	0
	50	—	—	0	0	0	0
0.075~0.045	5	31.80	34.80	4.58	1.90	3.80	2.34
	10	32.60	34.60	0.52	0.24	1.26	0.83
	30	—	—	0	0	0	0
	50	—	—	0	0	0	0
-0.045	5	32.50	32.50	2.20	1.72	2.60	2.30
	10	35.40	39.20	0.31	0.15	0.94	0.62
	30	—	—	0	0	0	0
	50	—	—	0	0	0	0

压滤效果越差, 0.500~0.100 mm 精煤压滤效果最好, 是 0.100~0.075 mm 精煤压滤效果的 0.97~1.20 倍, 分别为 0.075~0.045 mm 和 -0.045 mm 精煤的 1.55~2.18 倍和 2.85~3.75 倍, 可见, 当粒度为 +0.075 mm 时, PAM 对精煤压滤效果较好。

### 3.2 PAM 对精煤与蒙脱石混合煤泥压滤效果的影响

PAM 对精煤与蒙脱石混合煤泥压滤效果的影响见表 3。由表 3 可知, 阳离子 PAM 和阴离子 PAM 对精煤与蒙脱石混合煤泥压滤效果的影响均很明显, 且阳离子 PAM 的煤泥压滤效果优于阴离子 PAM, 说明阴离子 PAM 对煤泥压滤效果影响更大, 在实际生产中应控制其用量。煤泥水中蒙脱石含量对煤泥压滤效果影响显著, 当蒙脱石质量分数超过 30% 后, -0.100 mm 煤泥几乎不能压滤, 只有粒度较大的 0.500~0.100 mm 煤泥水可实现压滤, 但 S 值也很低, 煤泥过滤速度和压滤效果均较差, 建议煤泥中蒙脱石含量较多时, 可适当添加粗颗粒煤泥以提高其压滤性能。

当 PAM 用量相等时, 粒度越细, S 值越小, 煤泥压滤效果越差。对于阳离子 PAM, 0.500~0.100 mm 煤泥压滤效果为 0.100~0.075 mm 的 1.34~1.63 倍, 为 0.075~0.045 mm 的 1.75~1.86 倍, 为 -0.045 mm 的 2.35~2.72 倍; 对于阴离子 PAM, 0.500~0.100 mm 煤泥压滤效果为 0.100~0.075 mm 的 1.12~1.32 倍, 为 0.075~0.045 mm 的 1.71~1.86

倍,为 $-0.045\text{ mm}$ 的 $1.71\sim 2.48$ 倍。由此可见,阳离子PAM和阴离子PAM对 $-0.045\text{ mm}$ 煤泥压滤效果最差,由于蒙脱石等黏土矿物粒度均为 $-0.045\text{ mm}$ ,因此该粒级的含量决定了煤泥的压滤性能,实际压滤过程中应尽可能减少超细颗粒 $-0.045\text{ mm}$ 含量。

PAM对混合粒级精煤与蒙脱石混配煤泥压滤效果的影响如图2所示。由图2可知,对于混合粒级煤泥而言,加入阴、阳离子PAM后,随着蒙脱石质量分数的增加, $S$ 值逐渐下降,煤泥压滤效果均变差;当蒙脱石质量分数小于 $20\%$ 时,阴离子PAM的煤泥压滤效果稍好于阳离子PAM,当蒙脱石质量分数为 $20\%\sim 50\%$ 时,阳离子PAM的煤泥压滤效果好于阴离子PAM,但差别均不是很明显;只有当蒙脱石质量分数达到 $50\%$ 时,加入阴离子PAM后,煤泥无法压滤,而加入阳离子PAM可以压滤,但压滤效果随着蒙脱石质量分数的增加急剧下降;当蒙脱石质量分数为 $30\%$ 时,煤泥压滤效果已不及蒙脱石质量分数为 $5\%$ 时的 $1/4$ 。 $K$ 值的变化趋势与 $S$ 值正好相反,随着蒙脱石质量的增加, $K$ 值逐渐增大,煤泥压滤效果则逐渐变差。

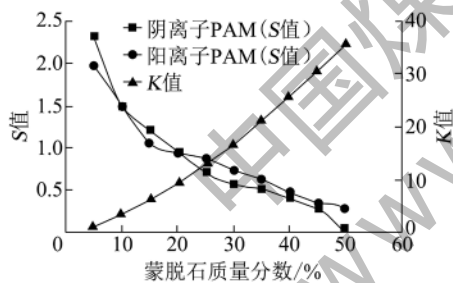


图2 PAM对混合粒级精煤与蒙脱石混配煤泥压滤效果的影响

混合粒级精煤与蒙脱石混配后煤泥滤饼水分与 $K$ 值的关系如图3所示。

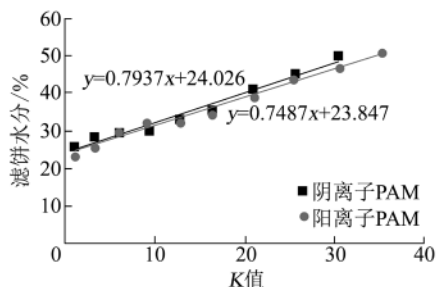


图3 混合粒级精煤与蒙脱石混配后煤泥滤饼水分与 $K$ 值的关系

由图3可知,煤泥本身的性质( $K$ 值)与压滤后

滤饼水分存在一定的对应关系,阴离子PAM:  $y = 0.7937x + 24.026$ ,阳离子PAM:  $y = 0.7487x + 23.847$ 。可根据上述公式,并结合煤泥自身的黏土矿物含量、灰分等数据预测煤泥压滤效果,为实际生产或设计提供一定的指导作用。

## 4 结 论

(1) 随着PAM用量的增加,精煤压滤效果急剧下降,实际生产中,PAM用量不宜超过 $5\text{ kg/t}$ 。随着阴离子PAM用量的增加, $S$ 值逐渐下降,精煤压滤效果变差,当粒度为 $+0.075\text{ mm}$ 时,PAM对精煤压滤效果较好。

(2) 阴、阳离子PAM对精煤与蒙脱石混合煤泥压滤效果的影响均很明显,且阳离子PAM的煤泥压滤效果优于阴离子PAM;当蒙脱石质量分数超过 $30\%$ 后, $-0.100\text{ mm}$ 煤泥几乎不能压滤,只有粒度较大的 $0.500\sim 0.100\text{ mm}$ 煤泥水可实现压滤,建议煤泥中蒙脱石含量较多时,可适当添加粗颗粒煤泥以提高其压滤性能。阴、阳离子PAM对 $-0.045\text{ mm}$ 煤泥压滤效果最差,实际压滤过程中应尽可能减少超细颗粒 $-0.045\text{ mm}$ 煤泥含量。

(3) 对于混合粒级煤泥而言,加入阴、阳离子PAM后,随着蒙脱石质量分数的增加, $S$ 值逐渐下降,煤泥压滤效果均变差; $K$ 值变化趋势与 $S$ 值相反,即随着蒙脱石质量分数的增加, $K$ 值逐渐增大,煤泥压滤效果变差。

(4) 推导出由煤泥中的黏土矿物含量、粒度分布、灰分建立的综合指标与滤饼水分的关系,阴离子PAM:  $y = 0.7937x + 24.026$ ,阳离子PAM:  $y = 0.7487x + 23.847$ 。

### 参考文献:

- [1] 张明青,刘炯天,何伟,等.煤泥水絮凝处理中絮凝体的分形特征[J].环境科学研究,2009,22(8):956-960.
- [2] 张明青,刘炯天,单爱琴,等.煤泥水中 $\text{Ca}^{2+}$ 在黏土矿物表面的作用[J].煤炭学报,2005,30(5):637-641.
- [3] 李秋华,舒毅.二塘选煤厂煤泥水处理中絮凝剂的合理应用[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2003,32(4):13-16,33.
- [4] 徐岩,王校风.凝灰岩煤泥水沉降试验研究[J].洁净煤技术,2011,17(5):19-22,84.
- [5] 王世民,杨立.关于02#煤种难洗问题的研究[J].山西焦煤科技,2005(2):4-6,25.

(下转第38页)

表4 正交试验结果分析

项 目	抗压强度/(N·个 <sup>-1</sup> )				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)