

表面活性剂在细粒煤过滤脱水中的作用研究

闫奋飞, 齐健, 王怀法

(太原理工大学 矿业工程学院, 山西 太原 030024)

摘要: 为改善细粒煤产品水分指标偏高问题, 通过试验分别研究了煤浆浓度、抽滤真空度、抽滤时间以及处理量对滤饼含水率的影响, 确定了细粒煤过滤脱水的较佳工艺条件: 煤浆浓度为 300 g/L、真空度为 0.06 MPa、抽滤时间为 4 min、细粒煤处理量为 150 g, 此时滤饼水分最低, 为 26.08%。不同种类表面活性剂对细粒煤过滤脱水助滤作用的研究结果表明: 非离子表面活性剂 Span-80 助滤效果较好, 且以煤油做溶剂所复配成的助滤剂其助滤效果明显优于单一的药剂, 复配药剂作为助滤剂出现了协同效应, 能更有效地降低滤饼水分, 含水率较不加药剂下降 6%。

关键词: 细粒煤; 过滤脱水; 表面活性剂; 滤饼水分; 复配助滤剂

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2018.03.012

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2018) 03-0061-05

近年来, 随着采煤机械化程度的不断提高及薄煤层的开采、管道输煤技术和水力采煤技术的不断发展, 导致采出煤中细粒煤的大量增加, 从而使选煤厂对细粒煤和超细粒煤的处理量猛增, 入选原煤中细粒级 ($< 0.5\text{ mm}$) 含量大都在 25% ~ 30% 之间, 甚至更高, 而其中的超细粒煤 ($< 0.125\text{ mm}$) 50% 左右, 回收变得越来越难^[1]。

细粒煤的流失不仅造成资源浪费, 而且会污染环境, 细粒煤的回收已成为选煤生产中的一个瓶颈问题, 为了提高选煤厂的经济和社会效益, 解决好细粒煤的回收问题尤为重要^[2]。过滤是细粒煤悬浮液常用的脱水回收方法, 因此, 研究细粒煤过滤脱水较佳工艺条件对选煤生产具有重要的指导意义。

同时, 随着煤炭市场竞争的日趋激烈, 用户对煤炭产品的质量要求也越来越严格。水分是精煤产品重要的质量指标。在强化煤泥过滤脱水的措施中, 添加助滤药剂的方法是简单易行的, 添加表面活性剂助滤具有简单、快速、投资小、见

效快的优势而备受人们的普遍关注^[3-5]。

本文以屯兰选煤厂原煤 $< 0.15\text{ mm}$ 细粒煤为研究对象, 探究了过滤脱水过程中煤浆浓度、抽滤真空度、抽滤时间以及处理量分别对滤饼水分的影响, 确定过滤脱水的较佳工艺条件。同时, 选用 7 种不同表面活性剂进行细粒煤过滤脱水试验, 并研究了以煤油为溶剂和表面活性剂融合复配的新型助滤剂对细粒煤过滤脱水的助滤效果。

1 试验

1.1 试验煤样

煤样筛分试验结果见表 1。

表 1 煤样筛分试验结果
Table 1 The screening test result of coal samples

粒级/mm	产率/%	累计产率/%
-0.15+0.074	41.17	41.17
-0.074+0.038	15.21	56.38
-0.038	43.62	100.00
合计	100.00	

收稿日期: 2017-01-15; 改回日期: 2017-02-24

作者简介: 闫奋飞 (1991-), 男, 硕士研究生在读。

从表 1 可以看出, 试验所用煤样粒度偏细, -0.038 mm 43.62%, -0.074 mm 56.38%。由于物料粒度微细, 以致于煤浆黏性大, 对这样的微细颗粒过滤脱水难度大, 过滤后滤饼水分偏高, 因此需要采取一定的措施以提高脱水效果。

1.2 药剂选择

在参考大量文献的基础上^[6-13], 并结合探索, 筛选出 7 种不同类型表面活性剂作为细粒煤脱水助滤剂, 其中阳离子表面活性剂 2 种: 十二烷基三甲基氯化铵 (DTAC) 和十六烷基三甲基溴化铵 (CTAB); 阴离子表面活性剂 2 种: 十二烷基苯磺酸钠 (SDBS) 和十二烷基硫酸钠 (SDS); 非离子表面活性剂 3 种: 司盘 80 (Span-80)、烷基酚聚氧乙烯醚 (OP-10) 和吐温 80 (Tween-80)。此外以煤油为溶剂和 Span-80 复配制得一种新型助滤剂。

1.3 试验方法

(1) 称取煤样加入一定量的水, 用磁力搅拌器搅拌 5 min, 配置成一定浓度的细粒煤浆。

(2) 对配制好的煤浆进行过滤, 分别选取不同的真空度和抽滤时间, 用秒表计时。

(3) 选用不同类型的表面活性剂和复配助滤剂进行脱水试验。

(4) 参照《煤中全水分测定方法国家标准》用空气干燥法测定滤饼水分^[14], 以滤饼水分作为指标评价细粒煤浆的过滤脱水效果。

2 结果与讨论

2.1 煤浆常规过滤脱水工艺条件优化

根据控制变量法, 分别研究了煤浆浓度、抽滤真空度、抽滤时间以及细粒煤处理量对滤饼含水率的影响, 试验对煤浆常规过滤工艺条件进行了优化。其试验结果为: 煤浆浓度为 300 g/L , 过滤真空度为 0.06 MPa , 抽滤时间 4 min, 细粒煤处理量为 150 g , 此时滤饼水分最低, 为 26.08%。

2.2 表面活性剂对细粒煤过滤脱水效果的影响

将选取的 7 种表面活性剂分别配制成浓度为 2% 的药剂溶液, 磁力搅拌 30 min, 静置 5 min,

按上述优化工艺条件进行过滤脱水试验^[16]。各药剂脱水试验结果见图 1 ~ 4。

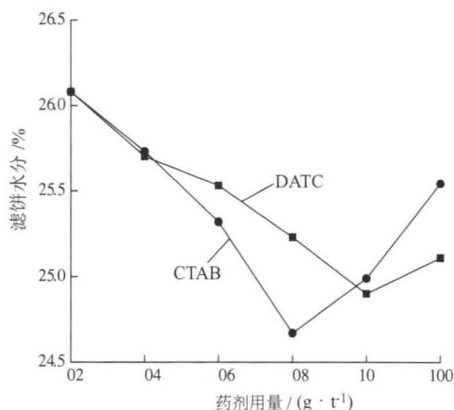


图 1 阳离子表面活性剂对滤饼水分的影响

Fig. 1 Effect of cationic surfactants on water content of filter cake

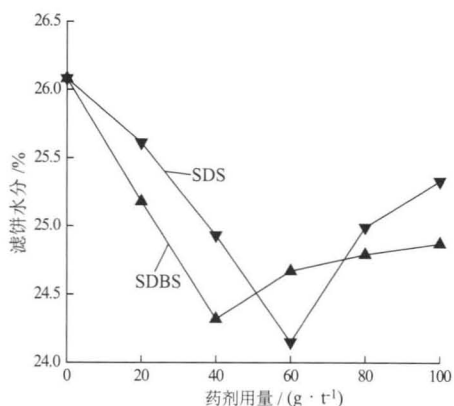


图 2 阴离子表面活性剂对滤饼水分的影响

Fig. 2 Effect of anionic surfactants on water content of filter cake

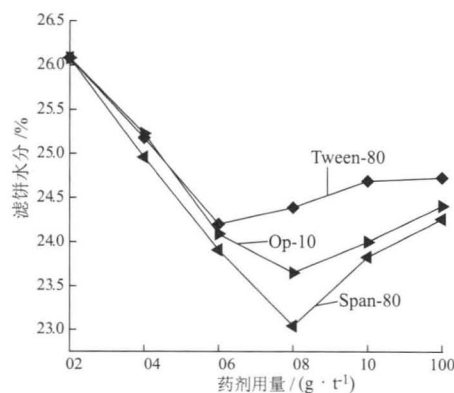


图 3 非离子表面活性剂对滤饼水分的影响

Fig. 3 Effect of non-ionic surfactants on moisture content of filter cake

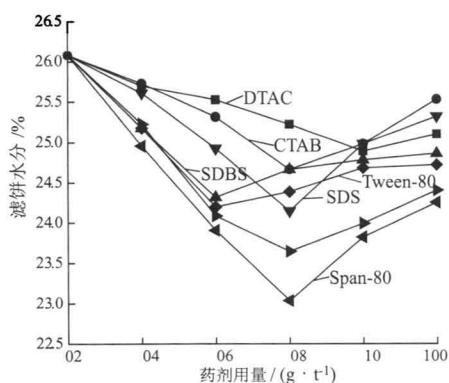


图4 不同表面活性剂对滤饼水分的影响

Fig. 4 Effect of different surfactants on water content of filter cake

从图1~3可知,阳离子表面活性剂中十六烷基三甲基氯化铵较十二烷基三甲基氯化铵助滤效果稍好,十六烷基三甲基氯化铵用量为60 g/t时,滤饼含水率比不加药剂下降1.4%。不同种类阴离子表面活性剂对细粒煤的脱水效果略有差距,十二烷基苯磺酸钠在用量为40 g/t时,能使滤饼含水率较不加药剂下降1.7%,而当十二烷基硫酸钠用量为60 g/t时,滤饼含水率可以减少2%。三种非离子表面活性剂都起到了很好的助滤作用,其中Span-80较OP-10和Tween-80助滤效果更优,与不加任何药剂的空白试验相比,滤饼含水率下降了3.1%。

对比图4中7种表面活性剂及其用量对滤饼水分的影响曲线,可以看出,阳离子表面活性剂对细粒煤脱水效果影响一般,阴离子表面活性剂对细粒煤的脱水效果稍好,非离子表面活性剂中Span-80对细粒煤的脱水效果较显著,总体来讲,表面活性剂对细粒煤助滤效果排序中,非离子表面活性剂 > 阴离子表面活性剂 > 阳离子表面活性剂,且效果较佳的Span-80用量仅为60 g/t。

表面活性剂主要通过降低固-液界面张力,降低水分子与煤表面的作用力来改善过滤脱水效果。在细粒煤中加入表面活性剂,由于药剂的加入会对煤粒起到絮凝作用,加快煤粒的沉降速度,降低水的表面张力,使水分容易脱除^[16-17]。当药剂用量太小时,吸附在煤粒表面的表面活性剂太少导致了表面张力降得不多;当药剂用量过大时,煤粒吸附了多量的表面活性剂使煤粒本身没有空余的表面,难以实现架桥而产生絮团,提高了煤浆的黏度和过滤

阻力,使得滤饼水分又升高,因此对于表面活性剂需要在最佳的药剂用量下使用^[18-19]。

不同的表面活性剂对于不同的煤种,其较佳药剂用量和助滤效果也会有所差别。对于试验所用煤样,显然非离子表面活性剂助滤效果最好,非离子表面活性剂能改善滤饼的微观结构,降低水的表面张力,表面张力降低后,可提高水的流动性,使煤粒表面水分易于排除,同时,可降低滤饼中毛细管的压力,使颗粒之间和颗粒中的毛细管的水分降低^[20];阴离子表面活性剂和阳离子表面活性剂虽然能降低表面张力,吸附在固体表面使颗粒疏水,但由于阴离子表面活性剂和阳离子表面活性剂往往具有较强的起泡力,泡沫会充斥在滤饼孔隙中,将其堵塞,恶化过滤脱水过程使细毛细管中的水分难于脱出^[21],这可能是它们不如非离子表面活性剂助滤效果的主要原因。

2.3 复配药剂的助滤作用

2.3.1 复配比例对细粒煤过滤脱水效果的影响

Span-80是高级亲油性乳化剂,难溶于水能溶于有机溶剂,煤油是选煤厂生产中常用的有机溶剂,又具有能提高煤的疏水性的性能。试验选用以煤油为溶剂和Span-80进行复配,使之形成一种新型复配助滤剂对细粒煤进行脱水试验^[18-23]。各比例复配药剂脱水试验结果见图5。

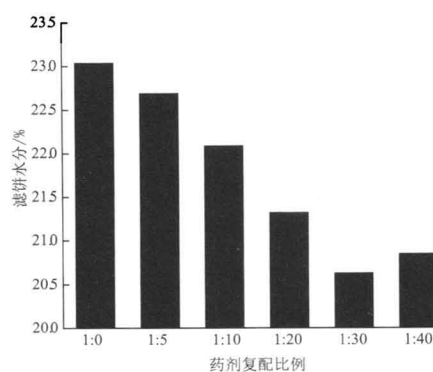


图5 span-80/煤油复配比例与滤饼水分关系

Fig. 5 The relationship between the proportion of span-80 / kerosene and the moisture content of filter cake

对比图5可看出,当Span-80:煤油复配比例为1:30时,滤饼含水率最低,较不加任何药剂的空白试验滤饼含水率下降5.4%,比单独加Span-80降低2.4%。随着复配比例继续增大,煤油耗量增加,滤饼水分却有升高的趋势。试验确定Span-

80 : 煤油较佳复配比例为 1 : 30。

2.3.2 复配药剂用量对细粒煤过滤脱水效果的影响

试验条件: 取 150 g 煤样配制成 300g/L 煤浆, 真空度取 0.06 MPa, 抽滤时间为 4 min, 分别加入 Span-80 : 煤油复配比例为 1 : 30 的助滤剂 0.5、1、1.5、2 和 2.5 kg/t, 试验结果见图 6。

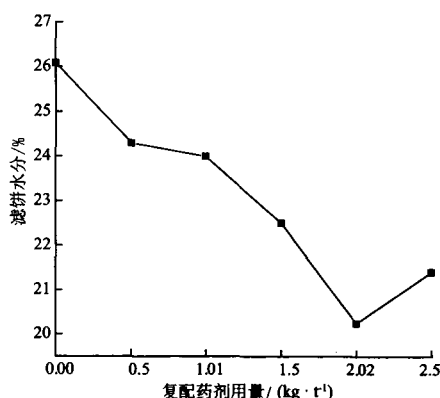


图 6 复配药剂用量与滤饼水分关系

Fig. 6 Relationship between filter aid amount and filter cake moisture content

由图 6 可以看出, 随着药剂用量的增大, 滤饼水分出现先降低后增加的趋势, 与表面活性剂需要在较佳的药剂范围内使用规律类似。当复配药剂用量为 2 kg/t 时, 滤饼水分最低, 助滤效果最好, 较不加药剂的空白试验结果的滤饼含水率下降 6%。煤油提高了煤粒表面的疏水性, 表面活性剂降低固 - 液界面张力的同时, 促进煤油在颗粒表面吸附, 两者之间出现了相互促进作用。

2.3.3 复配药剂各组份间的协同作用

复配药剂按照其各组分之间的配比用量, 分别单独进行细粒煤助滤试验, 试验结果见表 2。

由表 2 可以看出: 单独使用煤油助滤, 滤饼含水率较空白试验结果下降 2.3%; 单独加入 Span-80 助滤, 可使滤饼水分较空白试验结果下降 3%; 而使用 Span-80+ 煤油复配药剂助滤可使滤饼水分较空白试验结果下降 6%。可以得出, 复配药剂的

表 2 复配药剂及其各组分单独助滤效果对比

Table 2 Comparison of the effects of the mixture and its components

助滤剂	滤饼水分 / %
空白试验	26.08
Span-80	23.04
煤油	23.78
Span-80+ 煤油复配	20.12

助滤效果不仅仅是其中各组分作用效果的简单加和, 他们之间出现了“协同效应”。一方面, 由于非离子表面活性剂 Span-80 降低了固液界面张力, 使水分子与煤粒表面的吸附力减小, 脱水过程更易进行, 同时 Span-80 促进了煤油在颗粒表面的吸附, 使煤粒表面大面积疏水, 从而更有效的降低了滤饼水分; 另一方面, Span-80 与煤油复配形成的复合药剂缔合体中, 非离子表面活性剂 Span-80 优先吸附于细粒煤表面, 而煤油分子留在外围, 依靠其形成的“桥架”作用使煤粉颗粒间形成絮团, 减小过滤阻力, 降低滤饼水分, 加强其助滤效果^[22-23]。

3 结 论

(1) 细粒煤过滤脱水要选用适宜的工艺条件, 这样既可以提高效率, 又能节约能耗。试验得出细粒煤过滤脱水的较佳工艺条件为煤浆浓度 300 g/L、真空度 0.06 MPa、抽滤时间 4 min、细粒煤处理量为 150 g。

(2) 表面活性剂作为助滤剂时, 阳离子表面活性剂对细粒煤脱水效果一般, 阴离子表面活性剂对细粒煤的脱水效果稍好, 非离子表面活性剂对细粒煤的脱水效果最好。非离子表面活性剂中的 Span-80 对屯兰选煤厂的细粒煤助滤效果最佳, 且用量仅为 60 g/t。

(3) Span-80+ 煤油复配药剂作为助滤剂出现了协同效应, 可显著提高对细粒煤的助滤效果, 降低滤饼水分。而且用量少, 工艺简单, 易于工业化应用, 不仅可以提高脱水效果, 还能节约成本, 提高洗煤厂的经济效益。

参考文献:

- [1] 张鸿波, 苏长虎, 朱莹莹, 等. 化学助滤剂强化煤泥过滤脱水效果的试验研究[J]. 选煤技术, 2014(6).
- [2] 刘杰, 刘炯天, 李延锋, 等. 细粒煤脱水的试验研究[J]. 选煤技术, 2008(2):6-9.
- [3] Parekh B K, Patil D P, Parekh B K, et al. Development of an Advanced Fine Coal Suspension Dewatering Process[J]. 2008.
- [4] Ödmark, Leif. Method and twin-wire press for dewatering

a fibre suspension: ep, ep 1807567 B1[P]. 2011.

[5] 邓金迪, 沈丽娟, 杨泽坤, 等. 细粒煤脱水技术与设备现状及发展方向[J]. 矿山机械, 2006(4):77-80.

[6] 任伟鹏, 董宪姝, 魏文珑, 等. 选煤工业中常见助滤剂种类及其应用[J]. 中国煤炭, 2009, 35(4):94-97.

[7] 李满, 徐海宏, 任守政. 煤用助滤剂的研究状况及发展方向[J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(5):58-60.

[8] Yang Xuliang, Li Gongmin, et al. Establishment and Evaluation of a United Dry Coal Beneficiation System[J]. International Journal of Coal Preparation & Utilization, 2012, 32(2):95-102.

[9] Tao D, Groppo J G, Parekh B K. Enhanced ultrafine coal dewatering using flocculation filtration processes[J]. Minerals Engineering, 2014, 13(2):163-171.

[10] 荣令坤, 张金山, 陈嘉龙, 等. 表面活性剂在煤炭浮选中的应用研究[J]. 日用化学工业, 2013, 43(1):43-46.

[11] 徐初阳, 王少会, 聂容春, 等. 煤泥压滤工艺中助滤剂的应用研究[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(1):19-21.

[12] 谢广元, 吴玲, 欧泽深, 等. 从细粒煤泥中回收精煤的分选与脱水技术研究[J]. 煤炭学报, 2004, 29(5):602-605.

[13] Chaurasia R C, Nikkam S. International Journal of Coal Preparation and Utilization[J]. International Journal of Coal Preparation & Utilization, 2016.

[14] 薛玉峰, 王刚仁. 测定煤中全水分两种国家标准方法的比较[C]. 山东省金属学会理化检验学术委员会理化检验学术交流会, 2009.

[15] 李满, 徐海宏. 表面活性剂对细粒煤真空过滤脱水的作用[J]. 河北煤炭, 2003(1):23-25.

[16] 夏畅斌, 黄念东, 何绪文. 新型助滤剂对细粒煤和超细粒煤脱水的研究[J]. 煤炭科学技术, 2000, 28(3):46-48.

[17] D. P. Patil, B. K. Parekh. Determination of Free and Bound Water in Fine Coal Filter Cake[J]. Coal Preparation, 2004, volume 24(24):217-232.

[18] 李少章. 表面活性剂在浮精过滤时的协同效应[J]. 日用化学科学, 2000(S1).

[19] 孙冬, 李志红, 谢克昌. 微乳液聚合法合成复合型煤泥脱水助滤剂[J]. 煤炭学报, 2006, 31(5):645-648.

[20] 李志红, 杜兵, 田毓仁, 等. 化学助滤剂对微细粒煤泥的助滤作用研究[J]. 选煤技术, 2009(2):9-12.

[21] 马克玉, 宋书宇, 樊民强. 表面活性剂 SPAN80 对煤泥浮选促进作用的试验研究[J]. 选煤技术, 2011 (4):9-12,81.

[22] 刘爱荣. 煤用微乳液助滤剂的研制[J]. 煤炭转化, 2007, 30(2):45-47.

[23] 孙冬, 刘爱荣, 李春虎, 等. 表面活性剂 SLL 与聚合物 PHP 的相互作用及助滤效果研究[J]. 煤炭学报, 2003, 28(6):641-645.

Investigation on Impact of Surfactants in Filtration Dewatering

Yan Fenfei, Qi Jian, Wang Huaifa

(College of Mining Technology, Taiyuan University of Technology, Taiyuan, Shanxi, China)

Abstract: In order to decrease the high moisture in fine coal, the tests were carried out to study the effect of concentration of coal slurry, filtration vacuum degree, filtration time on the moisture content of filter cake. The optimum conditions of dewatering of fine coal filtration were determined. The test results show that when the concentration of coal slurry is 300 g/L, the vacuum degree is 0.06 MPa and the filtration time is 4min, the fine coal processing capacity of 150 g, the lowest moisture content of filter cake is 26.08%. At the same time, the filtration effect of different types of surfactants on the dewatering of fine coal filtration was studied. The results show that nonionic surfactant Span-80 filter had the best effect, and is used for filter aid solvent mixed into the filter effect is better than single drug, drug combination as filter aid has synergistic effect that can effectively reduce the cake moisture, the water content is decreased by 6% without medicament.

Keywords: Fine coal; Filter dewatering; surface active agents; Filter cake moisture; Compound filter aid