

图 2 润湿反转现象

高分子聚合物如水解聚丙烯酰胺或水解聚丙烯腈及其他一些表面活性剂等，其主链本身为亲油性物质，而其侧链的极性基团 COOH 、 COONa 都是亲水基团，都能与水分子构成氢键而表现亲水，因此有利于改善金刚石和冲洗介质的表面性质，减小表面张力，从而改善润湿性，增加其接触面，改善其冷却能力，防止切削具的疲劳和早期磨损，延长钻头寿命。另外，冷却介质的性质对摩擦时热量的产生，不仅取决于它的排热能力，而且取决于它限制热量产生的作用，即取决于介质的润滑能力，图3是苏联Г. Б. 柯涅歇夫研究的各种钻井液和空气介质中，工具表面温度的数值，图中的曲线表明，用空气洗井时工具表面温度最高，用泥浆洗井表面温度比空气洗井低，比清

水洗井时要高，而用乳状液 ИБР 冲洗时呈现最低的温度，很明显这是由于它的润滑性能好，从而产生的摩擦热量低的缘故。

因此钻头、钻具的冷却和防磨损问题，不仅考虑钻井液本身的冷却能力，还要联系钻井液的润滑性能来进行探讨。

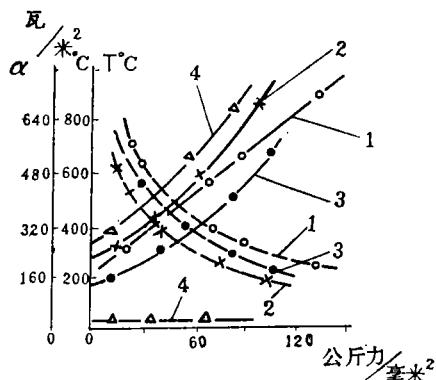


图 3 在各种介质中表面温度（实线）和散热系数（虚线）

1—清水；2—泥浆；3—ИБР；4—空气

腐植酸钾—泥浆处理剂的研制与应用

吴隆杰 朱宗培

石油钻井及地质岩心钻探中遇到孔内复杂问题之一是钻进水敏性泥页岩地层。这类地层厚度不等，几米、几十米至几百米以上。钻进时，如果泥浆质量不好，往往出现孔内缩径，钻头泥包，粘糊卡钻、坍塌、掉块等事故。国外在陆地和海洋钻井中遇到这类所谓“强粘土”地层时，曾使用过钙处理泥浆、盐水泥浆、聚丙烯酰胺低固相泥浆，但未能根本解决上述复杂问题。防止泥页岩水化、坍塌最有效的措施是采用油基泥浆，但由于其成本高，配制复杂，维护困难，海洋污染严重，而限制了它的广泛使用。因此，各国的泥浆工作者都在努力寻求一种新的泥浆处理剂来抑制泥页岩的水化和坍塌，即开展防塌剂的研究。

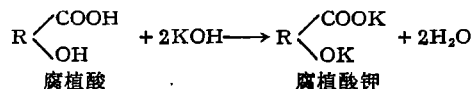
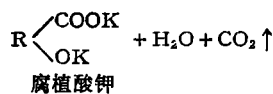
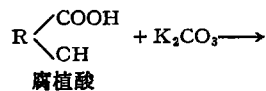
腐植酸钾（代号KHm）——泥浆处理剂就是我国泥浆工作者在地质岩心钻探及石油钻井复杂地层钻进中为抑制水敏性地层的水化膨胀，防止坍塌，控制泥浆失水量，而研制成的一种新型泥浆处理剂。1980年底对该处理剂进行了技术鉴定。到目前为止，已生产了约500吨供现场使用。使用结果表明，KHm是一种

性能良好的泥浆处理剂，能满足钻进水敏性地层的要求。

一、KHm的简单制法

1. 碱抽提法制取KHm的反应原理

碱抽提法制取KHm是由风化煤、褐煤或泥炭中的腐植酸与氢氧化钾或碳酸钾发生化学反应，生成KHm，其大致的反应式如下：

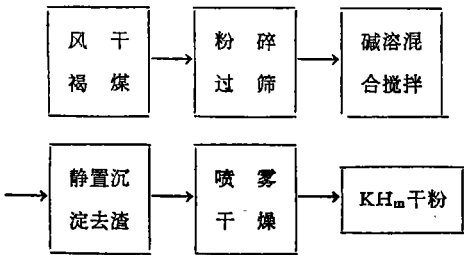


从上述反应式可以看出，反应生成物的数量与质量，主要取决于原料煤中腐植酸的含量，亦即酸性基

团的数量,以及碱的种类和加入量。

2. 碱抽提法制取KHm的工艺流程

工业用碱抽提法制取KHm的工艺流程大致如下:



二、KHm泥浆室内试验结果

KHm在泥浆中的作用是多方面的,如防塌、降失水和稀释作用。根据试验结果简述如下:

1. 提供K⁺的防塌作用

KHm中含有部分游离的K⁺,R+COOK、R-OK在水中电离后也提供部分的K⁺。在足够浓度的情况下,这些K⁺具有将泥页岩封闭的作用,能抑制其水化和防塌。在泥浆中加入K⁺(即KHm)后,它可将泥页岩所含蒙脱石晶层内的Na⁺置换下来,使蒙脱石具有类似伊利石的晶体结构,结果就可大大地降低蒙脱石的水化膨胀,起到抑制泥页岩坍塌的作用。用造浆土、岩粉所作的试样,在各种不同泥浆中浸泡的结果说明上述观点是正确的(见表1)。

试样浸泡情况 表 1

泥浆类型	处理剂加量, %	浸泡时间及坍塌情况
清水		7 分钟后垮完
普通泥浆		15 分钟后大部分垮
煤碱剂泥浆	0.3	20 小时后大部分垮
	0.6	7 天后裂缝增多, 垮三分之一
KH _m 泥浆	0.3	7 天后出乱小裂缝, 基本完好
	0.6	15 天后完好, 未垮
KH _m -PHP 泥浆	KH _m 2% + PHP200ppm	10 天后有溶蚀, 一直未垮
	KH _m 3% + PHP300ppm	10 天后有溶蚀, 一直未垮
	KH _m 5% + PHP500ppm	15 天无溶蚀, 一直未垮

注: 1.PHP的水解度为30%;
2.试样尺寸φ10×15毫米。

2. 降失水作用

由于腐植酸是一种高分子化合物,分子具有大的表面(337—340米²/克)和多官能团,因此它的吸附能力强,能吸附在粘土颗粒表面上形成吸附溶剂化

层,从而提高了粘土颗粒的聚结稳定性,使颗粒保持细分散状态,形成薄而致密的泥皮,泥浆失水量大大下降。试验证明,当KHm加量为1%时,泥浆的失水量可以降低很多,而形成的泥皮薄而致密。随KHm加量增大,失水量可以降得更低,泥皮更薄,粘度略有上升。这是因为腐植酸是一种胶体所致。试验结果见表2。

KHm处理泥浆结果 表 2

泥浆及处理剂用量	泥浆性能指标					备注
	比重	粘度(秒)	失水量(毫升)	泥皮(毫米)	pH	
三台土原浆 + Na ₂ CO ₃ 0.5%	1.06	18	18	2	9	充分水化
三台土原浆 + KH _m 1%	1.04	19	9	1	9	
三台土原浆 + Na ₂ CO ₃ 0.3%	1.06	17	>60	5	8.6	未予水化
三台土原浆 + KH _m 1%	1.06	18	26	3	8.5	
三台土原浆 + KH _m 2%	1.06	19	11	1	8.5	
三台土原浆 + KH _m 2.5%	1.06	19	9	1	8.5	

KHm不但可以单独使用,降低泥浆失水量,同时,还可以用PHP配合使用,其结果使KHm泥浆的防塌效果提高了。作了KHm泥浆与PHP复配的试验,发现失水量可以降得更低,粘度稍有提高。试验结果见图1。

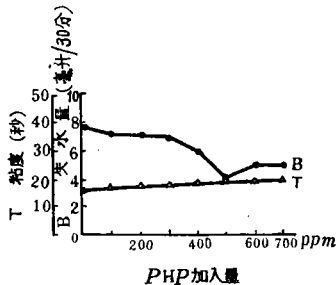


图 1 PHP对KHm泥浆性能的影响

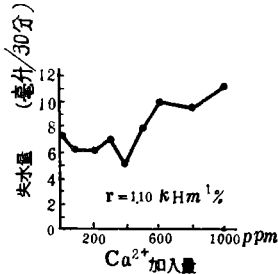


图 2 Ca²⁺对KHm泥浆失水量的影响

3. 稀释作用

KHm具有稀释作用是因为腐植酸分子结构上含有一定数量的邻位双酚羟基。当泥浆中加入KHm后,随着加量的增大,失水量降低,粘度变化不大,静切力降低。这种处理剂与其它类型降失水剂的区别就在这里。例如,Na—CMC,它是降失水剂和提粘剂,如果用它来处理泥浆需要低失水和低粘度时,还是加入稀释剂进行附加处理。使用KHm时,则没有必要加入稀释剂了,这是KHm的优点之一。但也有其缺点,泥浆既需要降失水又要提粘时,就需要加入提粘剂了。不过在一般情况下,用KHm处理泥浆的粘度,基本上能满足钻探要求。

4. 抗污染试验

KHm具有较好的抗钙能力,在一定的钙离子浓度范围内,还能使KHm泥浆的性能得到改善。KHm泥浆的抗钙试验结果见图2。

KHm泥浆的抗盐能力较差。当KHm泥浆中(KHm 1%)加入3—7%的食盐时,失水量猛增到30—40毫升。一般情况下,侵入KHm泥浆的NaCO量为1—2%时,对泥浆性能的影响不严重,仍可使用。

为了提高KHm泥浆的抗盐抗钙能力,可在该泥浆中加入SMP—2(磺甲基酚醛树脂)。通过试验发现,加入SMP—2后,可配出饱和盐水泥浆,抗钙可达2500ppm以上。

5. 抗高温试验

抗高温试验是用三台白土粉配成比重1.09的原浆,然后加入5%的KHm,加温到65℃测定泥浆性能和在200℃下恒温24小时后,65℃下测定性能。室内试验表明,KHm泥浆的高温性能反而比低温性能优越。这说明KHm是一种好的抗高温处理剂。

6. 加重试验

KHm—PHP泥浆中可以加入重晶石配制高比重泥浆。在KHm—PHP泥浆中,加入重晶石后,泥浆性能仍然十分稳定,符合要求。

三、现场应用

1. KHm泥浆的配制与维护

(1) 根据要求的泥浆比重,按计算加入粘土、水和纯碱,充分搅拌;

(2) 按泥浆体积加入1% (重量)左右的KHm,并充分搅拌;

(3) 若使用PHP,根据各地区地层特点加入200~300ppm水解度为30%的PHP;

(4) 在使用过程中,若因水侵泥浆粘度下降,可配制一部分含土量较高的泥浆,并适当加大KHm

的用量(2%左右);若因粘土侵泥浆比重升高,可加入浓度为1—2%的KHm水溶液;

(5) 若由普通泥浆转换为KHm泥浆,可按泥浆体积加入1%的KHm;加入KHm最好在搅拌机内进行。

2. 在地质勘探钻孔中的应用

KHm最初在孔深为450米和1000米的钻孔中试用,终孔直径75毫米,采用硬质合金钻进。过去在綦江矿区遇到的复杂问题是钻进珍珠冲紫红色粘土岩,容易出现膨胀缩径、坍塌掉块、粘糊卡钻等复杂事故。在450米的钻孔中试用KHm泥浆后,一直保持正常钻进,孔内干净,每次下钻到底,无遇阻现象,未发生任何坍塌事故。在1000米钻孔的810米至1010米孔段试用了KHm泥浆,也取得了较好效果。

1981年在新疆地质大队的土墩和淖毛湖两个矿区三个钻孔内试用了KHm—PHP低固相泥浆。取得了较好效果。过去由于岩层水敏性很强,极易水化剥落,经常发生孔内事故,有的钻孔被迫停工。在φ56金刚石绳索索取心钻孔ZK—V—3使用KHm后,自始至终孔内情况正常,孔壁稳定,无坍塌掉块和孔壁超径现象,泥浆流动性好,润滑性好,孔深400多米,泥浆中没加润滑剂,钻杆运转轻快稳定,泥皮薄而光滑,钻杆内无粘附泥皮,内管的投送和打捞顺利。该孔10月18日开孔,11月8日终孔,孔深457.67米,台月效率636米,平均岩心采取率92.5%,捞心成功率91%,平均提钻间隔11.65米,最大提钻间隔44.90米,平均钻头进尺148.40米,最高钻头进尺264.24米。此外,KHm也在新疆地质一队,八队,第三石油普查勘探指挥部推广使用。

KHm—PHP泥浆在吉林省煤田地质勘探公司一〇二队长胜区进行了试用,取得了好的效果。试验孔深1100米,从858.53米起试用KHm—PHP泥浆后,泥浆性能稳定,能够抑制孔内造浆,具有防塌作用,在最后的36天内,除发生过两次轻微坍塌外,顺利地打下了该地区历史最深孔1077米,终孔后电测很顺利,一次成功。

3. 在石油井中的应用

在四川省十一普查大队川37井试用结果表明,KHm—PHP泥浆突出的优点是防塌,使井径扩大率明显下降,同时井内安全(见表3)。

在川中矿区中64井(井深2662米)试用结果,井径扩大率降低至13%,泥浆单位成本由14.50元/米降至6.71元/米,建井周期缩短。

在川西南矿区塔12井试用结果,除上述优点外,还具有提高钻速、减少纯钻进时间、减少钻头消耗、

表 3

井号	钻头直径	平均井径 (毫米)	井径 扩大率 (%)	泥浆类型
川30	12 ¹ / ₂ "	430	37.8	聚丙烯酰胺聚丙烯钙 泥浆
川34	8 ¹ / ₂ "	304.7	41.7	聚丙烯酰胺聚丙烯钙 泥浆
川35	12 ¹ / ₄ " 8 ¹ / ₂ "	403—320	40	褐煤—氯化钙泥浆
川参 1	12 ¹ / ₄ "	422.5	35.4	褐煤—氯化钙泥浆
川37	12 ¹ / ₄ "	390	25	KH _m —PHP泥浆 (2214米前的井径)

塔12井与塔4、1井钻速对比 表 4

项 目	塔12井	塔 4 井	塔 1 井
完井井深(米)	3625	3984	3656
洗井液类型	KH _m —PHP 泥浆	钙处理泥浆	钙处理泥浆
平均泥浆比重	1.13	1.31	1.25
钻机台月数	6.69	10.62	6.66
钻机月速(米/月)	542	375	422
纯钻进时间(小时)	2236	3251	3106
钻头只数(只)	60	109	152
钻头平均进尺(米/只)	60.42	36.55	24.05
纯钻速(米/小时)	1.62	1.23	1.18
平均井径扩大率(%)	15	13	20
建井周期(天)	208天扣除中 途测试12.5天	324	266天零 21小时

注: 平均比重是按重庆统一飞仙关底部计算。

安全钻进等优点(见表4)。

四、结 束 语

通过两年多来在全国18个省市、30多个单位的现场实际应用, 证明 KH_m 是一种好的防塌剂和降失水

剂; 对水敏性极强的地层有一定的防塌作用。KH_m 的用量一般为1~2%。目前, KH_m 与 PHP共用, 已成为一种新的 KH_m—PHP 低固相泥浆体系在各地推广使用, 泥浆性能达到“三低”(低固相、低失水、低粘度)和流变特性好, 真正起到了防塌、安全钻进、提高钻进速度的作用。一般情况下, 加入水解度30%, 200—300ppm的PHP即可, 对于水敏性极强的地层可适当增大PHP的用量或适当加入KCl。

由于KH_m 泥浆的失水量低, 泥皮薄, 含砂量低, 可适用于小口径金刚石钻进及绳索取心钻进, 新疆六队的经验说明 KH_m—PHP 泥浆用于绳索取心钻进是有效的。

为了适应含高盐、高钙地层钻进, KH_m 泥浆中可加入SMP—2(磺甲基酚醛树脂), 以提高其抗盐、抗钙能力, 加入2—3%的 SMP—2 可以配出性能良好的饱和盐水泥浆。

主要参考资料

1. 《多效防塌处理剂——腐植酸钾的研究与应用》
吴隆杰, 1979年
2. 《腐植酸钾分析报告》
中国科学院化学研究所, 1980年
3. 《腐植酸类肥料的刺激作用》
《化学通报》1978年6月
4. 《腐植酸类物质的性质和应用》
上海化工学院
5. 《腐植酸化学学术讨论会论文集》
1979年10月
6. 《聚合物腐植酸钾泥浆室内及现场试验报告》
地质部第十一石油普查勘探大队, 1980年
7. 《环境中的腐植物质》
化学工业出版社, 1979年9月
8. Polyacrylamide / potassium—chloride mud
for drilling Water—sensitive shales
《Journal of Petroleum Technology》vol.
28, June, 1976, P719—727
9. Tests show Potassium—mud versatility
《Oil and Gas Journal》vol. 72, No. 16, April,
1974, p120—131.

问 题 讨 论

钻孔漏失分类及其灌注方法

邓 时 哲

钻孔漏失所以成为复杂地层钻进中的一个难题, 主要是没有一个钻孔漏失分类, 由于不了解漏失通道大小和形状, 不能根据不同大小的漏失通道选择与之相适应的堵漏浆液, 以至造成堵漏材料全部漏失掉或全部残留在孔内而不进入漏失通道, 导致堵漏失败。

目前在国外, 钻孔漏失分类虽然种类较多, 但归纳起来大体为两种: 一是传统漏失分类, 即轻微漏失, 中等漏失(孔内有泥浆柱), 大漏失(孔底漏光); 二是根据冲洗液耗量(Q)与冲洗液流动的压力损失(H)的对应关系, 用岩石渗透系数 K 表示,