

PVA 无固相冲洗液在吉林珲春松林矿区复杂地层的应用

王 禹, 杨春柳, 吕小燕

(吉林省地勘局第六地质探矿工程大队, 吉林 龙井 133401)

摘 要:详细介绍了 PVA 的基本性能, 及其护壁机理, 并和 PHP-KHm 冲洗液比较, 对钻进技术效果和经济效益进行了分析评价, 结果表明, PVA 无固相冲洗液对于复杂地层钻进中的护壁、堵漏是一种既经济又有效的处理方法。

关键词:PVA 无固相冲洗液; 护壁; 堵漏; 复杂地层

中图分类号:P634.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)07-0014-02

吉林省有丰富的油页岩资源, 其储量占全国的 50% 以上, 赋存油页岩地层多属煤系地层, 而我队施工的吉林珲春松林矿区有着与煤系地层不同的复杂性, 其特点是: (1) 老地层主要由砂质砾岩、砂岩等组成, 该层胶结松散, 裂隙发育, 内壁力差, 遇水散落、破碎, 水化作用强烈; (2) 主断面主要由断层泥充填, 断层泥中粘土含量高, 在冲洗液自由水的作用下, 易发生水敏膨胀或遇水剥蚀, 使孔壁发生失稳现象, 是孔内事故的多发地段。前期我们使用了 PHP-KHm 无固相冲洗液, 因未能有效地抑制孔内坍塌、掉块和漏失现象, 孔内发生卡、夹钻, 断钻杆事故多起, 施工难度大。经分析研究后改用 PVA 无固相冲洗液, 使水敏性地层坍塌、掉块等情况得到了一定抑制, 顺利地完成了珲春松林矿区的钻探施工, 取得了较好的效果。

1 PVA 冲洗液的基本性能

PVA 即聚乙烯醇, 是一种低聚合度高分子有机 OH

化合物, 其分子式为 $(\text{CH}_2-\text{CH})_n$, 聚合度 $n = 1788$ 或 $n = 1799$, 分子量约为 8 万。

(1) 物理性能: 密度 $1.31 \sim 1.34 \text{ kg/L}$, 受热不熔化, 一般在 150°C 时发生失水分解, 色泽白, 不溶于酒精、苯及其他有机溶剂。在水溶剂中溶解度很高, 溶解温度一般在 $65 \sim 75^\circ\text{C}$ (密闭容器中)。水溶液在少量硼化物的作用下能变稠或凝胶化。

(2) 化学性能: 不受烃类、氯化烃、醇、酮、油脂等普通溶剂的浸蚀, 但在浓酸, 特别是氧化酸中易分

解。

PVA 分子链上的羟基 ($-\text{OH}$) 能起多元醇的一切典型反应, 双官能团化合物如羟甲基脲、乙二醛、乙二酸等与 PVA 分子链上的 ($-\text{OH}$) 反应可进行分子交链, 提高它的耐水性和机械性能。

(3) 与高价金属离子反应: PVA 一般不会与水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 产生反应, 但水中大量存在 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子时, 由于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的离子效应和盐效应较强, 可降低 PVA 在水中的溶解度, 使 PVA 从水溶液中析出。

(4) 特性: PVA 无毒、无味, 对皮肤无刺激、无腐蚀, 不吸潮, 便于存放。

2 PVA 冲洗液的护壁机理

PVA 冲洗液中的主剂 PVA 是一种分子量分布较宽的高分子聚合物, 高分子链上有 $-\text{OH}$, $-\text{CONH}_2$ 、 $-\text{COONa}$ 等官能团。溶液中的 PVA 分子在岩土颗粒表面上有很快的吸附成膜性和对岩土颗粒具有很强的胶结性, 吸附到孔壁岩石的 PVA 聚合物, 每个分子都有许多链节与岩石表面吸附, 吸附的链节都有可能与多种作用力与岩石结合。吸附构型又属“平卧式”吸附, 所以吸附牢固, 不易被冲刷下来, 胶结松散岩石, 提高岩石的固结能力, 起到防塌作用, 而助剂 A (FeCl_3)、助剂 B (硼砂) 有助于提高冲洗液的成膜性, 增强护壁性能。

3 PVA 冲洗液的配制及施工应用

3.1 冲洗液配方

配 1 m^3 冲洗液: 主剂 PVA (粉) $75 \sim 10 \text{ kg}$, 助剂

收稿日期: 2007-01-24

作者简介:王禹(1963-), 男(汉族), 吉林敦化人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队总工程师、高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程岩土工程管理工作, 吉林省龙井市朝阳川, 0000jun0000@163.com; 杨春柳(1976-), 男(汉族), 吉林永吉人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队助理工程师, 工程测量专业, 从事探矿工程、测量施工工作; 吕小燕(1968-), 女(汉族), 吉林安图人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队工程师, 财务管理专业, 从事探矿工程、财务管理工作的。

A(粉)0.25 kg;助剂 B(粉)0.8~1 kg。

3.2 现场溶解与配制

3.2.1 PVA 粉溶解

(1)PVA 粉在水中溶解较慢,最好提前一天或更长时间溶解,溶解 7.5 L 装桶待用。

(2)水的温度应加热到 40~50 ℃,过高温度也不利于溶解。

(3)在搅拌下以撒面的方式将 PVA 粉慢慢加入水中,以免结团,保持水温并应间歇地进行搅拌,直至充分溶解。

(4)溶成 5% 的浓度,即配 100 L PVA 溶液应加 PVA 粉 5 kg。

3.2.2 配制 PVA 冲洗液

(1)搅拌机中加水,加水量 W 按下式计算:

$$W \leq Q - (W_1 + W_2 + W_3)$$

式中: Q ——配制 PVA 冲洗液量,L; W_1 ——需用 5% PVA 溶液的体积,L; W_2 ——需用 1% 浓度助剂 A 的体积,L; W_3 ——需用 1% 浓度助剂 B 的体积,L。

(2)在搅拌下加入 5% PVA 溶液 W_1 ,搅拌 20~30 min。

(3)称取助剂 A(FeCl_3),用小桶加水,溶解浓度 <1%,即 0.1 kg 助剂 A 用多于 10 L 的水溶解。在搅拌下将 1% 浓度助剂 A 溶液按 W_2 的量以缓慢、细流、间歇的方式加入搅拌机中。如果加快了,会有白色丝絮状不溶物出现,即把部分定剂分子沉淀清除了。如果配浆用水矿化度高可以少用或不用加入助剂 A;如果配浆用水 pH 值 <7,可用纯碱将水的 pH 值调到 7~7.5。加入助剂 A 溶液后,再搅拌 10 min 左右。

(4)称取助剂 B(硼砂),用小桶加水溶解,当部分助剂 B 溶于水中时,便可将这部分溶液加入搅拌机中,之后再向小桶加水,直至溶完加完,其溶液总量为 W_3 左右。最后如果搅拌机内配制冲洗液未达到 Q 量,应补加水,并搅拌均匀便可。

3.2.3 注意事项

(1)PVA 必须溶解成均匀溶液(5% 浓度)后方可使用,是否充分溶解,可取溶液滴到滤纸后看滤纸上有无“鱼眼”球状的未分散物加以鉴别。

(2)两种助剂的加入顺序,一定要先加助剂 A,后加助剂 B。

(3)助剂 A 溶液加入时应慢,不应出现不溶物。

3.2.4 PVA 冲洗液性能

漏斗粘度 20~30 s;失水量:低压(1.2 MPa)时 5~10 mL/30 min,中压(7.2 MPa)时 15~25 mL/30

min;pH 值 7.5~8.5。

纯砂样浸泡:久泡不散。

4 钻进技术效果

珲春松林矿区共施工钻孔 5 个,完成钻探工作量 2860 m,其中使用 PHP-KHm 冲洗液施工钻孔 2 个,使用 PVA 冲洗液施工钻孔 3 个,钻进技术效果见表 1。

表 1 钻进技术效果

冲洗液类型	孔号	孔深 /m	台月效 率/m	时效 /m	纯钻 /%	孔内事 故率/%	钻孔 质量
PHP-KHm	ZK3001	345	405	1.87	26	16	合格
PHP-KHm	ZK3003	380	510	2.06	27	15	优质
PVA	ZK4002	710	900	3.10	45	8	优质
PVA	ZK4004	680	1020	2.90	50	1	优质
PVA	ZK4006	745	1005	3.20	44	1.5	优质

现场应用及效果表明:

(1)使用 PVA 冲洗液平均台效 975 m,比使用 PHP-KHm 冲洗液提高了近 3 倍,纯钻利用率达到 46.3%,孔内事故率平均占 3.5%,各项钻探指标大幅度提高,创造了我队在煤系地层钻进的最高纪录。

(2)PVA 冲洗液具有携岩泥力强、孔内干净、机械钻速高的特点,3 孔平均时效为 3.07 m,比使用 PHP-KHm 冲洗液提高了 70% 以上。

(3)PVA 冲洗液具有良好的润滑作用,主要表现在钻具回转阻力小,孔深 300 m 时,工作电流 25~30 A,孔底钻头运转平稳。

(4)PVA 施工的 3 个钻孔,没有出现一次孔内坍塌、掉块现象,上、下钻具畅通无阻,表现出冲洗液的护壁防壁作用效果好。

(5)ZK4002 全孔发生漏失,漏失量为正常泵量的 1/2,通过加 FeCl_3 助剂来调整泥浆性能,使 PVA 分子部分产生交联,堵塞细小裂隙通道,堵住了漏失层,全孔恢复了正常泵量循环,降低了冲洗液消耗,节约了成本。

5 经济性分析

PVA 冲洗液护壁、堵漏降低了施工成本,平均每米冲洗液成本比 PHP-KHm 降低 44.5%,钻探成本降低 30.8%。由于孔壁稳定,事故少、效率高、钻探效益明显提高,使用 PVA 冲洗液钻孔总成本比使用 PHP-KHm 降低了 20%,效益十分可观。

响不大,同时考虑到 S59 绳索取心钻杆的强度等情况,决定不再换径。

3.3 钻进参数

金刚石钻进参数的选择主要考虑设备机具能力和实际需要。在能力允许的情况下,尽量采用高参数。实际施工中采用的钻进参数见表 1。

表 1 各孔段钻进参数表

孔段/m	钻进方法	钻压 /kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/(L·min ⁻¹)
0 ~ 79.31	Ø150 硬质合金钻进	7 ~ 8	80	52
79.31 ~ 155	Ø130 硬质合金钻进	5 ~ 7	175	52
155 ~ 224	Ø110 金刚石钻进	10 ~ 15	360	52
224 ~ 342	S95 绳索取心钻进	10 ~ 15	490	52
342 ~ 650	S75 绳索取心钻进	9 ~ 12	730	52
650 ~ 1000	S75 绳索取心钻进	7 ~ 10	490	52
1000 ~ 1500	S75 绳索取心钻进	6 ~ 9	360	90
1500 ~ 1804	S75 绳索取心钻进	5 ~ 8	260	90

3.4 冲洗液

由于钻孔设计深度大,地层又很复杂,因此冲洗液的作用显得尤为重要。由于地层漏水情况严重,需要根据地层的特征灵活掌握运用。

开孔段 Ø150、130 mm 硬质合金钻进时,采用优质膨润土加纯碱制成的优质固相泥浆,配比为:膨润土: 碱: 水 = 25: 1: 200,制成泥浆性能指标为:粘度 24 s,密度 1.10 kg/L,pH 值 9。

换用金刚石取心钻进孔段采用聚丙烯酰胺无固相冲洗液,加量为 0.05% ~ 0.1%,视孔内阻力情况而定。但由于钻孔溶洞多,漏水严重,在多次封孔无效的情况下,多数孔段不得不采用顶漏钻进,顶漏钻进时只在 1650 m 以深孔段用过 0.05% 的聚丙烯酰胺作冲洗液,以减小孔内阻力。其它孔段均用清水钻进,提下钻杆时往钻杆外面涂脂润滑,以减少聚丙烯酰胺用量。

3.5 金刚石钻头和扩孔器

为了增大环状间隙,实现压力平衡钻进,我们均采用了加大的金刚石钻头和扩孔器。

S95 金刚石钻头外径加大至 96 mm,扩孔器外径 96.5 mm。钻头参数:金刚石品级 JR6,粒度 80 ~

100 目,浓度 100%。胎体硬度 HRC39,水口 16 个,唇面为环槽式。

S75 金刚石钻头外径加大至 76.5 mm,扩孔器外径 77 mm。钻头参数:金刚石品级 JR6,粒度 80 ~ 100 目,浓度 100%。胎体硬度 HRC41,水口 10 个,唇面为阶梯式。

该孔施工中累计使用金刚石钻头 22 个(Ø110 mm 1 个,Ø96.5 mm 2 个,Ø76.5 mm 19 个),平均钻头寿命 78 m,最高钻头寿命 231 m。

3.6 其它

针对钻孔深、钻具重的特点,从施工场地的修整到钻塔的安装,我们采用了一系列的加固措施。

在钻进参数方面,采用了以压力平衡钻进为理论指导的低钻压、小泵量、高转速的钻进原则。严格控制提、下钻的速度,坚持钻孔回灌,有效地保证了孔壁的稳定。

4 施工中遇到的问题

(1)第四系地层厚度较大,上部基岩为灰岩,溶洞发育、裂隙大,孔内漏水,多次封孔无明显效果,其中一次封孔时用水泥量达 6 t,而透孔时未发现孔内有水泥存在,说明水泥及骨料随溶洞漏失,因此上部采用了多级套管进行护孔。下部不得不采用顶漏钻进,给护壁工作造成了一定的困难。

(2)由于我们首次施工如此深的钻孔,而且对当地地层不太了解,考虑孔内及其它不安全因素太多,应用参数偏小,施工保守,影响了钻进效率。

5 结语

该孔的圆满完成为该地区深部地质及矿产研究提供了可靠的依据,也标志着我队钻探队伍及钻进工艺的日趋成熟和完善,为今后的施工积累了丰富的经验,同时也验证了国产小口径岩心钻探设备和机具的施工性能和能力。因此,受到了各方面的密切关注。

(上接第 15 页)

6 结语

高效、快速成膜、防塌的 PVA 冲洗液在珲春松林矿区的成功应用,是钻探无固相冲洗介质由高聚合度大分子量有机物向低聚合度较小分子量有机物

过渡的一次成功尝试,其实际应用结果表明,PVA 用于复杂地层护壁、堵漏效果好,防塌作用强,密度低,性能易调节,配制简单,使用维护方便,对复杂地层推广小口径金刚石钻进提高效率、减少事故、降低成本具有积极的作用。