

C₁₂ 泡沫泥浆在高山缺水强裂隙漏失地层中的应用研究

叶友仁

(湖南省地质矿产勘查开发局四〇九队,湖南 永州 425000)

摘要:通过大量的室内试验,优选出 C₁₂ 泡沫泥浆的优质配方,现场施工中顺利解决了强裂隙漏失地层中的钻进问题。使用泡沫泥浆比普通低固相泥浆时效提高 0.24 m,平均小班进尺提高 0.77 m,平均每立方米泥浆材料费用降低 4.71 元,平均小班泥浆材料费用降低 20.95 元。使用泡沫泥浆冲洗液几乎没有漏失,严重垮孔的问题也得到了解决,取得了很好的经济效益。并指出了 C₁₂ 泡沫泥浆使用时应注意的问题。

关键词: C₁₂ 泡沫泥浆;强裂隙漏失地层;钻探

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)11-0011-04

Application Study on C₁₂ Foam Mud in Serious Fracture Leakage Formation in Water Shortage Mountain Area/ YE You-ren (No.409 Team of Hunan Geology and Mineral Surveying and Exploring Bureau, Yongzhou Hunan 425000, China)

Abstract: Through laboratory tests, high quality formula of C₁₂ foam mud was optimized, which made the drilling construction successful in serious fracture leakage formation. Time effect increased 0.24m with foam mud than with common mud, average footage of working group increased 0.77m; mud cost decreased 4.71 Yuan/ m³, average mud cost of working group decreased 20.95 Yuan. There was no leakage while drilling with foam mud with borehole collapsing solved. The paper also put forward the points for attention of C₁₂ foam mud application.

Key words: C₁₂ foam mud; serious fracture leakage formation; drilling

C₁₂ 发泡剂是牙膏中的一种发泡添加剂,为白色粉末,易溶于水。pH 值为 6~6.5,略显酸性,分子式 C₁₂H₂₅SO₄Na,它具有无毒无臭、发泡性能好、使用方便、有一定的润滑性能等特点。用 C₁₂ 发泡剂处理的泡沫泥浆,在搅拌 10 min 发泡后,体积可增加 1.67 倍,使得泥浆密度可低到 0.4~0.35 kg/L,且泡沫稳定,在不加任何稳泡剂的情况下,泡沫可稳定 48 h 以上,很适应较强裂隙漏失地层和一般水敏性地层钻进。2008 年,我队在局有关部门、泥浆实验室的支持下,对 C₁₂ 发泡剂处理泡沫泥浆进行了大量的室内试验和现场应用,均收到了非常理想的效果,解决了试验钻孔的严重垮塌和强裂隙漏失地层的钻进问题,各项技术经济指标提高均非常明显,C₁₂ 发泡剂是泡沫泥浆的一种新型发泡剂,有很好的推广意义。

1 C₁₂ 泡沫泥浆的室内试验

我队从 2008 年 4 月开始进行 C₁₂ 泡沫泥浆的室内试验,从应用角度出发,主要进行发泡量分析、泡沫稳定性分析、合理的配方选择,其他有关的性能限

在现场使用中进行。

1.1 试验仪器及设施

25 W(4000 r/min)电动搅拌机;500 或 1000 mL 锥形玻璃量杯;天平(或小药物秤);泥浆参数测定仪;改装的密度计(因泡沫泥浆的密度往往小于 1 kg/L,一般的密度计不能使用,可对密度计进行适当的改装后使用,或用称重与体积换算法换算泡沫泥浆的密度)。

1.2 泥浆材料及处理剂

山东高阳膨润土;Na₂CO₃(工业纯碱);C₁₂ 发泡剂(一般日用化工厂有售);HHPAN 或 HPAM。

1.3 试验方法和步骤

1.3.1 配置泥浆

用清水、泥粉、纯碱搅拌 10 min,闷土 24 h 后备用。

1.3.2 发泡试验

将 300 或 500 mL 原浆,置于 500 或 1000 mL 玻璃量杯中,用 2000 r/min 以上的转速,高速搅拌 10 min。如加稳泡剂,可再搅拌 5 min,观察并记录发泡后泡沫泥浆的总体积,将发泡后的总体积减去原浆

收稿日期:2009-05-04

作者简介:叶友仁(1952-),男(瑶族),湖南永州人,湖南省地质矿产勘查开发局四〇九队副队长、状元集团总经理、高级工程师,中国地质大学(武汉)兼职教授,探矿工程专业,从事钻探泥浆、胶质泥球护壁堵漏技术及金刚石制品的研究工作,湖南省永州市冷水滩区零陵南路 997 号,yeyourenjl@163.com。

的体积,即是泡沫泥浆的发泡量。

1.3.3 观察泡沫泥浆的稳定性

将搅拌好的泡沫泥浆静置,从开始静置到开始有沉淀析出,这段时间则为泡沫泥浆的泡沫稳定性时间,好的泡沫泥浆,稳定性时间特别长,一星期以上不会有沉淀析出,但是表面一层的泡沫会出现干裂现象,这时可将表层开始变坏定为泡沫稳定性时间。一般来说,稳定性时间越长越好,但泡沫稳定性时间过长,将影响岩粉的沉淀效果。笔者认为:泡沫

的稳定性时间一般24~48 h就够了。

1.3.4 综合分析,优选配方

通过试验的大量数据,进行综合分析,根据3个方面的要求,即发泡量最多、泡沫稳定性时间最长、配方简单(泥浆材料用量最少)为原则,选出好的配方,作为实际应用时参考。在室内试验中,我们进行了近百个试验,从中选出了3个较好的配方(详见表1)。

表1 泥浆配方及性能参数表

原浆配方	原浆性能				发泡		发泡泥浆性能					
	粘度/s	密度/(kg · L ⁻¹)	pH值	失水量/[mL · (30 min) ⁻¹]	原浆/mL	发泡剂加量/g	发泡量/mL	粘度/s	密度/(kg · L ⁻¹)	pH值	失水量/[mL · (30 min) ⁻¹]	稳定时间/h
清水1000 mL、泥粉8%、纯碱5%	28	1.055	8	14	300	0.03	350	64	0.45	8	16	180以上
清水1000 mL、泥粉7%、纯碱6%	23	1.04	8	15	300	0.05	500	40.3	0.40	8	17	48以上
清水1000 mL、泥粉7%、纯碱5%、HHPAN 100 ppm	25	1.04	8	12	300	0.03	500	63	0.40	8~9	12	168以上

通过大量的室内分析试验,我们发现了下述一些问题。

(1)泡沫泥浆的原浆粘度越低,泡沫的稳定性越差;原浆的粘度越大,发泡量越少,除砂效果变差,原浆粘度一般控制在25~30 s范围内较合适。

(2)加入HHPAN等降失水剂及醇类、胺类处理剂,均有稳泡作用,特别是加入降失水剂,稳泡效果更明显。

(3)加入稳泡剂时,必须在发泡到一定的程度后或发泡结束后进行,否则将影响发泡量的增加。

(4)C₁₂发泡剂的加量一般为泥浆体积的(1~1.5)/10000,加量过少将影响发泡效果及泡沫的稳定性。

(5)对原浆要求闷土24 h以上,原浆分散性越好,发泡量和稳定性越好。

(6)搅拌速度越快(2000 r/min以上),搅拌的时间越长(10~15 min),发泡量越多,稳泡效果越好。

2 C₁₂泡沫泥浆的现场使用及其效果

2008年八、九月份,我队在郴县红旗岭矿区ZK1043孔(这个矿区最后一个钻孔)遇到构造破碎带,地层破碎严重,钻进到180.01 m时,由于孔内坍塌掉块,冲洗液全部漏失,在用低固相泥浆粘度达到53 s时,钻进都十分困难,仅207.78 m孔深,就用去40天时间。在这种情况下,我们试用了泡沫泥浆。通过使用,顺利地穿过了3层坍塌地层,厚度达73.47 m,在没有采取任何护孔措施的情况下,顺利

钻进到终孔,取得了惊人的效果,完成进尺193.43 m,泥浆费用由普通低固相泥浆的每个小班22.8元,降低到1.43元,完全治住了钻孔坍塌,起下钻畅通无阻。试验结果表明,C₁₂泡沫泥浆完全适应漏失、较强漏失地层一般垮塌地层的钻进。

2.1 使用条件

2.1.1 地层条件

ZK1042孔设计孔深500 m,钻孔倾角80°,主要地层为变质砂岩,泥质砂页岩,矿化破碎带,砂质绢云母板岩。由于施工的钻孔是验证构造破碎带,在矿区的边缘,因此钻孔从开孔至终孔全孔地层构造发育,形成较强的破碎和裂隙带。钻孔漏失严重,特别是在115.81~137.78、140.28~180.01和316.23~328 m三个孔段,为风化的泥质页岩,垮塌厉害,是本矿区3年施工中最复杂的一个钻孔。

2.1.2 使用设备

XU600-3型钻机,BWB-200型水泵,配有参数仪。

泡沫泥浆使用的设备:3 kW三相异步交流发电机(供照明和电动搅拌机用);0.28 m³电动搅拌机(配1.1 kW三相交流电动机);高压喷枪。

2.1.3 钻进方法、钻孔结构和冲洗液类型(见表2)

2.1.4 主要钻进技术参数

钻压7~11 kN,转速470~690 r/min,泵压2.8~4.0 MPa,排量40~60 L/min。

2.2 现场使用的泥浆配方

现场使用的泥浆配方主要是以室内试验为基础,以生产实用和试验为目的,选用了3个配方:

表 2 ZK1042 孔钻进方法、钻孔结构和冲洗液类型一览表

孔段/m	钻孔直径/mm	钻进方法	冲洗液类型	备注
0~25.60	110	硬质合金	清水	
25.60~49.90	91	硬质合金	清水	
49.90~182.90	76	金刚石	清水	
182.90~207.78	56	金刚石	普通泥浆	
207.78~306.81	56	金刚石	泡沫泥浆	
306.81~406.65	56	金刚石	低固相泥浆	因搅拌机电机烧坏,改用低固相泥浆
406.65~500.05	56	金刚石	泡沫泥浆	电机修复后重新使用

(1) 清水 120 kg + 泥粉 8% + 纯碱 7% + C₁₂ 1/10000 (清水质量比);

(2) 清水 120 kg + 泥粉 8% + 纯碱 5% + C₁₂ 1/10000 (清水质量比) + HHPAN 100 ppm;

(3) 清水 120 kg + 泥粉 8% + 纯碱 6% + C₁₂ 1/10000 (清水质量比)。

上述 3 个配方中,配方(2)、(3)发泡效果好,(1)、(2)稳泡效果好,但配方(1)发泡量不如(2)、(3)。

2.3 发泡方法

通过对比试验看出:使用泡沫泥浆比普通低固相泥浆时效提高 0.24 m,平均小班进尺提高 0.77 m,平均每立方米泥浆材料费用降低 4.71 元,平均小班泥浆材料费用降低 20.95 元,取得了很好的经济效益。

2.4.2 护孔堵漏效果对比(见表 4)

表 4 护孔堵漏效果对比

泥浆类型	小班泥浆漏失量/m ³	水位变化情况		两级水泵同时供水时间/(h·d ⁻¹)	润滑效果
		提钻后/m	下钻前/m		
泡沫泥浆	0.54	49.15	49.45	4~5	不加润滑剂
普通低固相泥浆	2.19	49.20	51.30	20~22	抹黄油润滑

试验钻孔是一个严重漏失的钻孔,钻孔上部用清水钻进时,冲洗液全部漏失,改用普通低固相泥浆粘度达 53 s 时,泥浆几乎仍全部漏失,小班泥浆漏失量达 2.19 m³ 以上。使用泡沫泥浆后,冲洗液几乎没有漏失,严重垮孔的问题也得到了解决,同时该孔是本矿区边缘的最后一个钻孔,供水比较困难,用两级水泵供水距离达 4 km 以上,用清水和普通泥浆时,每天供水时间达 20 h 以上。而用泡沫泥浆后,

在现场,我们采用的发泡方法是用自制的 0.28 m³ (1.1 kW) 电动搅拌机,转速 1410 r/min,通过高速搅拌,使搅拌容器中形成漩涡,吸进或充入空气,由于 C₁₂ 发泡剂一端亲水,一端亲气,这样大量的气体颗粒就充斥在泥浆中,由于它有较好的表面张力,不易被挤破,因而在泥浆中被保留下来,这就形成了泥浆泡沫。在调整泥浆性能或补充发泡剂时,配用高压喷枪,也可以起到临时混合及发泡的作用。

2.4 C₁₂ 泡沫泥浆的现场使用效果及其性能对比

对泡沫泥浆的现场使用,共分为 2 个阶段进行,第一个阶段,从孔深 207.78 m 开始,到 306.81 m,计进尺 100.03 m;306.81~406.65 m 孔段,由于搅拌机的电机烧坏,不能继续使用泡沫泥浆,而改用普通低固相泥浆钻进,进尺 99.84 m,重新换好电机后,进行第二阶段试验,从 406.65m 至终孔,进尺 94.30 m,2 个阶段使用泡沫泥浆共进尺 193.43 m,达到了护孔堵漏的目的,收到了很好的经济效果。

2.4.1 泡沫泥浆与普通低固相泥浆技术经济指标对比(见表 3)

表 3 泡沫泥浆与普通低固相泥浆技术经济指标对比

泥浆类型	孔 段/mm	进尺/m	时效/m	平均小班进尺/m	平均小班泥浆材料费/元	泥浆材料费/(元·m ⁻³)
普通低固相泥浆	306.81~406.65	99.84	1.05	3.02	22.38	10.22
泡沫泥浆	207.78~306.81、406.65~500.05	193.43	1.29	3.79	1.43	5.51

包括生活用水、冲洗地板和柴油机循环用水,每天供水仅 4 h 左右,大大节约了供水时间和油料消耗。

2.4.3 对 C₁₂ 泡沫泥浆的综合评价

2008 年,由于我队生产任务全部完成,泡沫泥浆虽只用在—个钻孔中,但试验证明及机台人员的体会,完全肯定了 C₁₂ 泡沫泥浆的实用性和优越性,通过—个钻孔的使用,我们发现 C₁₂ 泡沫泥浆具有下述—些特点。

(1) C₁₂ 发泡剂无毒、无臭,对水质和环境无污染,比 OP、ABS 等发泡剂均有其独特的优越性。

(2) C₁₂ 发泡剂发泡性能好,发泡量—般可增加到 1.67 倍以上。

(3) 泡沫细而均匀,稳定性好,在不加任何稳泡剂的情况下,泡沫稳定性可达 48 h 以上,在加入降失水剂和稳泡剂的情况下,泡沫稳定性可达 168 h (—个星期)以上。

(4) 搅拌方法及设备简单,同普通泥浆—样,不需要增加其它附属设备。

(5) 有较好的润滑性能。采用 XU600-3 型钻

机钻进斜孔、 $\varnothing 56$ mm 口径、孔深 500 m 时,同矿区用清水或普通泥浆钻进,需抹黄油加皂化油润滑,转速只能开到 470 r/min,而用泡沫泥浆,不加任何润滑剂,转速仍可开到 690 r/min。

(6)从孔口进入和从孔内返出的泡沫泥浆性能变化不大(见表 5)。

表 5 进入和返出泡沫泥浆的性能对比

流变情况	粘度 /s	密度 /($\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH 值	失水量 /($\text{mL}\cdot(30\text{ min})^{-1}$)	稳定性时 间/h	泡沫颗粒 存在率/%
进入	40.3~60	0.64	9	12~16	>72	细而均匀 100
返出	30~37	0.88	9	16~20	>72	部分颗粒变粗 85~90

(7)携带岩粉和除砂能力好。泡沫泥浆在孔内循环时,由于泡沫颗粒与颗粒间存在一个网格间隙,而岩粉在循环的过程中往往被挤在这个间隔中,由于泡沫颗粒的表面张力作用和较高的上返流速,这样就对间隔施加了很大的压力,同时泡沫泥浆的视粘度很大,因而岩粉被挤得很牢,而当返出孔口后,由于冲洗液的流速突然变慢,上述的约束力变弱,加之岩粉与泡沫颗粒间的密度悬殊,岩粉就被沉淀下来,这就形成了泡沫泥浆良好的携带岩粉和除砂能力。试验孔是一个严重垮塌的钻孔,使用泡沫泥浆后,孔内十分干净,钻具可一下到底,而在没有除砂设备,同时由于山区场地限制,循环槽很短,沉淀池只有 2 个(包括泥浆池)的情况下,而重新送入孔内的冲洗液比较干净。从捞渣观察发现,粗颗粒的岩粉基本上在第一个沉淀池就沉淀了下来,证明泡沫泥浆的自动除砂效果是比较好的。

(8) C_{12} 作泥浆发泡剂,用量少,只需要加清水重的 1/10000,即每立方米原浆加 C_{12} 粉末 0.1 kg,可得到泡沫泥浆 2~3 m^3 ,同时它可单独使用,不一定加其它稳泡剂处理,因而材料费用少,成本低。

3 存在的问题及改进措施

(1)在泡沫泥浆使用的过程中,稳泡性能和除砂效果往往是一对矛盾,稳泡性好的泡沫泥浆,往往除砂效果变差。而用化学除砂时,往往又会导致失水量增加,稳泡性能减弱。笔者认为,在使用泡沫泥浆时,最好不用化学除砂,而应采用合适的泥浆粘度和机械除砂,加长循环槽。

(2)在野外现场使用的搅拌机,由于原动力的限制,转速往往达不到要求,发泡量往往低于室内实验室的发泡量。因此在野外使用时,如能配上变速机构,使搅拌机转速达 2000 r/min 以上,发泡效果将会更好。

(3)用高压枪喷射发泡,在一定程度上虽然可以起到临时调和及部分发泡的作用,但它往往容易将泥浆中沉淀下来的岩粉冲起,引起岩粉重新进入孔内,同时高压喷射易引起上部泡沫颗粒变粗,泡沫的表面张力减弱,影响泡沫的稳定性,因此一般情况下最好不用喷枪喷射发泡的方法。

4 结语

C_{12} 发泡剂是一种新型的泡沫泥浆发泡材料,以前国内外还没有或很少将它用于泡沫泥浆方面。其无毒、无臭,对环境无污染,以及单独使用稳泡性好等特性,是其它一些发泡剂所无法比拟的,特别是在高山缺水、钻进裂隙发育、严重漏失地层和坍塌地层有独特使用效果,它在地质勘探、工程地质勘察、水文地质勘探中有很好的实用价值和推广意义。

参考文献:

- [1] 朱宗培,费立,陈礼仪,等.泡沫泥浆钻进工艺及护壁堵漏机理研究[J].探矿工程,1996,(5).
- [2] 朱宗培,吴飞.充气泡沫泥浆护壁防漏机理探讨[J].探矿工程,1993,(2).

我国首个 PVC-U 管成井技术地方标准获批并颁布施行

本刊讯 由河南省地矿局水文二队和地勘一院等单位编写的河南省地方标准《PVC-U 管成井技术规范》近日顺利通过专家评审,经河南省质量技术监督局批准,于 2009 年 11 月 23 日起正式颁布施行。

该标准的制定符合我国节能减排、环境保护和可持续发展的要求。PVC-U 井管是传统金属井管的更新替代产品,它不仅节约大量的铁矿资源,减少环境污染,而且还可以从根本上解决金属井管的腐蚀结垢和水质污染等问题,具有质量轻,运输方便,施工强度低,进度快,明显降低施工费用;使用寿命长达 50 年以上;内壁光滑,输水量大,流动阻力小,

运行能耗小;运行费用低,基本不需要维修等特点。

该标准对于加快推广 PVC-U 井管的成井技术,提高生产效率、减少事故率、保证工程质量,实现安全、文明和绿色生产具有重大意义。可应用于城市供水管井、浅层地热能开发、农村安全饮水工程、水文水井、地下水监测井等领域。

该标准结合了 PVC-U 管成井施工的实际情况和 PVC-U 井管的特性,其技术指标及参数具有较强的可操作性,符合国家和地方相关法律、法规和政策的规定,为地方经济建设和社会发展起到了积极作用。

(河南省地勘局水文二队 严珊珊 供稿)