

复杂地层水平定向钻的泥浆配比研究

张天阳*

陕西燃气集团有限公司工程公司 陕西 西安 710016

摘要: 水平定向孔穿越临卵石、砂层、岩层等地质时,需要将产生的大量钻屑快速排出孔洞并稳定孔壁,泥浆配比不当易造成钻具钻杆断裂,塌孔,严重影响成孔的施工安全。通过泥浆成分配比实验,验证了泥浆中各成分的特性,得出CMC-FVH6成分的加入,泥浆的粘性显著提升。正电悬浮携沙剂MMH含量的提高对泥浆静切力性能的影响加大。利用正交实验最终确定用于复杂地层定向钻的最优泥浆配比,对实际施工提供了借鉴参考。

关键词: 水平定向钻; 泥浆; 膨润土; 黏度

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0401-19>

前言

管道输送在石油、燃气、热力、水务行业得到广泛应用,水平定向钻作为管道输送非开挖穿越施工中一项重要技术,在穿越铁路,河流,山体等屏障有着不可或缺的作用。而泥浆是水平定向钻穿越的血液,合理配制的泥浆是成功穿越的关键。所以,根据穿越地层的地质特点,配制相应的泥浆方案对成功穿越有着非常重要的意义。

1 常见的复杂地层形式

1.1 砂层

砂层由大量黄砂及部分流沙构成。结构较为松散,易坍塌,易漏浆。当钻具钻进形成导向孔时,一是原地层受力情况改变,砂粒间粘结力很弱,极易出现塌孔^[1]。二是钻具钻进时造成的粗砂钻屑堆积在孔洞底部,形成砂床,从而导致卡钻,钻杆断裂,管道无法回拖等事故。

1.2 卵石层

该地层的卵石,砾石,风化岩的硬度相较其他地层较高,对钻具磨损程度高,影响钻进速度。颗粒之间间隙较大,成孔性极差,易导致钻屑沉积,漏浆与长距离的孔壁坍塌。

1.3 黏土层

黏土层多为冲击砂土层和淤泥。地质结构松散,吸水性强,粘度较高,不易坍塌。钻具在旋转钻进、造斜、出土时都较易成孔。但黏土遇水后膨胀,粘结钻具,使钻机扭矩增大,堵塞钻头喷浆口,易造成卡钻等问题。

2 泥浆的功能

泥浆在水平定向钻穿越施工发挥着重要作用,在施工过程中应高度重视。泥浆的主要功能有:携带钻屑;维持成孔提供支撑力;润滑,冷却钻具;为钻具提供动力。

3 泥浆材料的组成

泥浆特性与材料组成息息相关,应根据不同地层需要,有针对地调整泥浆材料配比。泥浆由膨润土、添加剂和水构成^[2]。(1)膨润土。水平定向钻泥浆主要为蒙脱石膨润土,由微细的粘土矿物颗粒组成,膨润土经过水化作用后形成泥浆,其具有一定粘度、保水性及静切力,(2)添加剂。泥浆添加剂是为适应地层的变化用作改善泥浆性能的辅助材料,分为表面活性剂、无机处理剂、有机处理剂三类。(3)水。水平定向钻泥浆所需用水为淡水。

4 泥浆材料的选择

泥浆为孔洞提供支撑力,需达到一定的固相含量。本文采用控制变量法,低固相泥浆为不变量,通过调整不同添

*通讯作者:张天阳,男,汉族,1993年10月,陕西西安,陕西燃气集团有限公司工程公司,研究生,技术员,研究方向:非开挖穿越施工、管道检测与缺陷修复等。

加剂的含量来改变泥浆性能以应对不同地层的需要。根据水平定向钻施工经验选择以下实验材料：片碱IS-1、定向钻专用泥浆膨润土DZN-60、CMC羧甲基纤维素钠FVH6、正电悬浮携沙剂MMH。

5 泥浆配比方案研究

5.1 泥浆粘度及静切力的变化

实验设定膨润土所加量对泥浆黏度影响如图1所示（配置1L溶液），其他添加剂质量为：片碱IS-1 5g，CMC-FVH6 10g，MMH 5.0g^[1]。

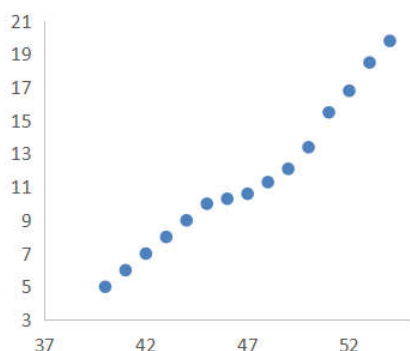


图1 膨润土对泥浆粘度的影响

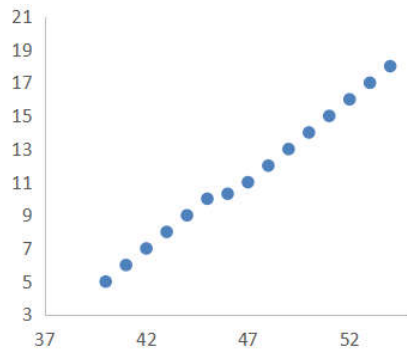


图2 膨润土对泥浆静切力的影响

片碱IS-1所加量对泥浆黏度影响如图2所示，其他添加剂质量为：DZN-60 膨润土50g，CMC-FVH6 10g，MMH 5.0g。

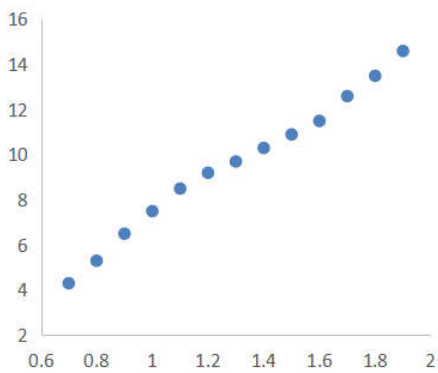


图3 片碱IS-1对泥浆粘度的影响

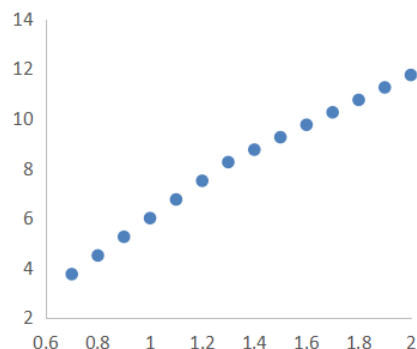


图4 片碱IS-1膨润土对泥浆静切力的影响

CMC-FVH6所加量对泥浆黏度影响如图5所示，其他添加剂质量为：DZN-60 膨润土50g，片碱IS-1 10g，MMH 5.0g。

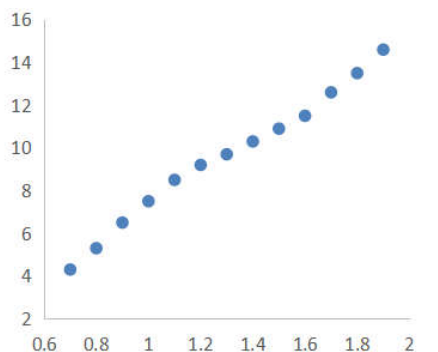


图5 CMC-FVH6对泥浆粘度的影响

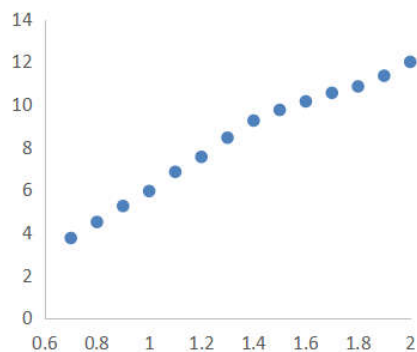


图6 CMC-FVH6对泥浆静切力的影响

MMH所加量对泥浆黏度影响如图4所示，其他添加剂质量为：DZN-60 膨润土50g，片碱IS-1 10g，CMC-FVH6 5.0g。

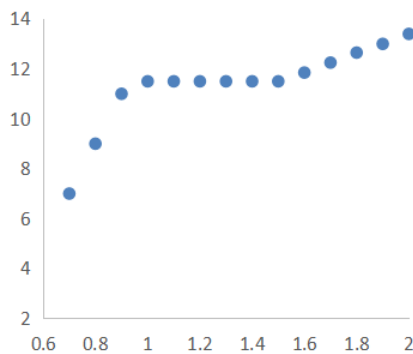


图7 MMH对泥浆粘度的影响

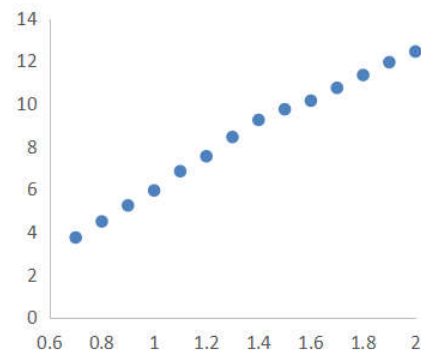


图8 MMH对泥浆静切力的影响

由图1-图8可以发现，泥浆的粘度及静切力与各添加剂的增加成正相关，由图5-图8可以发现，CMC-FVH6的增加对泥浆粘度影响较大，MMH的增加对泥浆静切力影响较大。

5.2 正交实验

选择片碱IS-1、膨润土DZN-60、CMC-FVH6、MMH四种材料的作为变量进行正交实验，其中3种添加剂的加量为变量进行正交实验，选择L9正交表进行试验设计，具体试验方案与结果见下表1所示。（A：膨润土DZN-60，B：CMC-FVH6,C: 片碱IS-1，D: MMH）

表1 正交试验表

序号	A/g	B/%	C/%	D/%	PV/(mpPa·s)	Gel/Pa
1	40	1.0	0.5	0.5	9.5	8.3
2	40	1.5	1.5	1.0	10.4	9.5
3	40	2.0	1.0	1.5	13.5	15
4	45	1.0	1.0	1.5	11.3	13.5
5	45	1.5	0.5	0.5	10.5	13.8
6	45	2.0	0.5	1.0	12.5	14.5
7	50	1.0	1.5	1.0	12.5	14.5
8	50	1.5	0.5	1.5	10.8	12.7
9	50	2.0	1.0	0.5	12.6	11
S1	33.4/32.8	33.3/36.3	30.8/34.8	32.6/33.1		
S2	34.5/39.6	31.7/36	34.2/37.5	35.6/36.3		
S3	35.9/38.2	38.8/38.3	38.8/38.3	35.6/41.2		
K1	11.1/10.9	11.1/12.1	10.3/11.6	10.9/11.0		
K2	11.5/13.2	10.6/12	11.4/12.5	11.9/12.1		
K3	12/12.7	12.9/12.8	12.9/12.8	11.9/13.7		
R	0.9/2.3	2.3/0.8	2.6/1.2	1/2.7		

由该正交试验可得出，CMC-FVH6对泥浆粘度的影响最大，而MMH对泥浆静切力的影响最为显著。根据砂层，卵石层及黏土层的不同特性所需，可获得相应泥浆配比方案，A1B2C3D2的泥浆配比较适合砂层，A7B3C2D3的泥浆配比较适合卵石层，A1B1C1D2的泥浆配比较适合黏土层。

6 结论

(1) 根据泥浆配比试验得出，膨润土、片碱、CMC-FVH6、MMH添加剂的加入，可以提高泥浆的粘度及静切力。(2) 根据正交试验可以得出，CMC-FVH6对泥浆粘度的影响最大，正电悬浮携沙剂MMH对泥浆静切力的影响最

显著。(3) 试验中确定了应用砂层, 卵石层, 黏土层不同地层定向钻穿越所需泥浆的配比方案, 为实际复杂地层的水平定向钻穿越施工提供了泥浆配比的参考与探索。

不同地层泥浆配比方案如下: (1) 砂层: 4%膨润土+1.5% CMC-FVH6+1.0%片碱+1.0% 正电悬浮携沙剂MMH。
(2) 卵石层: 5%膨润土+2% CMC-FVH6+1.5%片碱+1.5% 正电悬浮携沙剂MMH。(3) 黏土层: 4%膨润土+1% CMC-FVH6+0.5%片碱+1.0% 正电悬浮携沙剂MMH。

参考文献:

- [1]曾聪,马保松.水平定向钻理论与技术[M].中国地质大学出版社,2015,21.
- [2]严丽蓓.水平定向钻穿越中的泥浆问题[D].非开挖技术,2010,(4):10-11.
- [3]于洪涛.水平定向钻泥浆配制[J].河南水利与南水北调,2015,(12):20-21.