

# 钻井液磁化条件及磁化效果<sup>\*</sup>

李宏穆 何萍 王波 许跃安

(成都理工学院勤机系 610057)

**摘要** 室内对钻井液磁化条件试验研究表明,最佳磁化参数为:磁化器磁场强度 2 500 kA/m, 磁化时间 1~2 h, 温度高低对磁化作用影响不大。对川东地区深探钻井的常用钻井液体磁化试验表明,磁化后钻井液塑性粘度降低 10%~30%, 终切力降低 12%~30%, 抑制泥页岩膨胀能力及分散能力分别提高 15%和 7%。

**关键词** 磁化; 磁化器; 钻井液

**分类号** TE254<sup>\*</sup>

80年代中期前苏联进行了钻井液和水泥浆磁化技术研究;同期,美国开展了磁化技术在井眼堵漏方面的研究。近10年来,在我国石油工业中磁化技术也得到了广泛地应用研究,如磁化增注,磁防蜡,原油降粘,除垢和原油集输及钻井液磁化处理<sup>[1-3]</sup>等,收到了较好效果。但在对钻井液磁化处理时,其合理的磁强参数、磁化温度及明确地提出磁化时间的极限范围,尚未见到报道。

钻井液中胶体粒子、添加剂和自由水等在磁场作用下,理化性能会发生变化,进而引起整个钻井液体系性能的变化,其变化幅度除了与钻井液类型、性能有关外,还受到磁场强度、温度、磁化时间等条件的影响<sup>[4]</sup>。为了客观评价钻井液磁化效果,首先进行钻井液磁化条件研究,在确定了合理磁化参数基础上,再分别对川东地区深井钻井中常用的几种钻井液体系进行磁化处理,并测试其磁化前后多种性能的变化情况。室内磁化试验装置见图1。

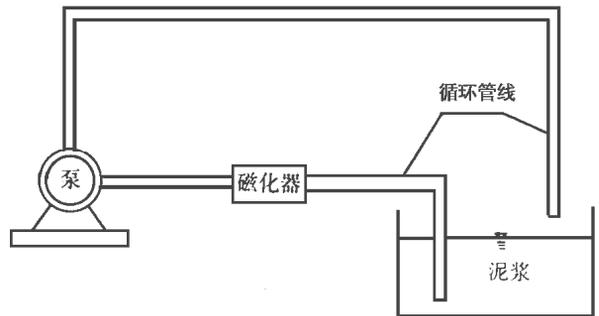


图1 室内磁化装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of indoor magnetization installation

## 1 磁化试验基本条件的确定

### 1.1 磁场强度对钻井液性能的影响

<sup>\*</sup> 1999-02-26 收稿, 1999-03-18 改回。

第一作者简介: 李宏穆, 男, 1957年出生, 讲师, 勘察技术工程专业。

<sup>\*</sup> 成都理工学院与川东钻探公司的协作项目 (960001)。

通过改变磁化器中心磁场强度, 分别对 4% 人工钠土配制的基浆 (在加入 1% NaCl) 进行磁化处理后, 测其在不同磁场强度下的流变参数 (表 1), 结果表明, 钻井液粘度和切力随磁场强度的增加而降低, 也即磁场强度越高越有利于改善钻井液性能。当磁场强度达到

2 400 kA/m 以上后, 钻井液粘度和切力降低幅度减小, 考虑到高场强磁性材料成本更高, 因此采用场强为 2500 kA/m 的磁化器, 磁化钻井液较为合理。

### 1.2 磁化时间的影响

将密度为  $1.06 \text{ g/cm}^3$  的人工钠土基浆, 按  $500 \text{ mL/min}$  流量循环磁化, 磁化器场强为  $2500 \text{ kA/m}$ , 定时检测钻井液性能。由图 2 可知: 基浆经磁化处理后, 表现粘度、塑性粘度和切力均降低, 在磁化初期降低幅度较大, 当磁化  $1.5 \sim 2.0 \text{ h}$  后性能基本保持平稳, 这说明钻井液已基本保持磁感应平衡, 不随磁化时间的增加而发生大的变化。

### 1.3 温度对磁化效果的影响

对储液罐加热并恒温至  $65 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$ , 循环磁化  $15 \text{ min}$ , 待其冷却至室温后用 DZ-BI 型岩芯膨胀仪, 测试其抑制性能。

由表 2 可知, 温度对钻井液磁化效果没有太大的影响, 其抑制性能变化不大, 可见只要磁化器不产生退磁效应, 温度对钻井液磁化作用效果不会有太大改变。

## 2 钻井液磁化处理室内试验

室内磁化钻井液的最佳条件: 磁化器磁场强度  $2500 \text{ kA/m}$ , 磁化时间  $1 \sim 2 \text{ h}$ , 试验温度为室温。用人工钠土配制基浆, 密度  $1.02 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$ , 陈化  $24 \text{ h}$ 。试验用钻井液按川东钻探公司常用钻井液体系配制。

表 1 不同磁场强度对基浆性能的影响

Table 1 Influence of different magnetic field intensity on the property of basic mud

磁场强度 / ( $\text{kA} \cdot \text{m}^{-1}$ )	漏斗粘度 / s	表观粘度 / ( $\text{MPa} \cdot \text{s}$ )	塑性粘度 / ( $\text{MP} \cdot \text{s}$ )	动切力 / Pa	切力比 $(\theta_1/\theta_{10})^*$
0	23	10	5	5.5	6.8/8.0
1500	21	10	5	5.0	5.0/6.0
2000	21	9.5	4.5	4.5	4.5/5.7
2400	21	9.0	4.5	4.5	4.2/5.5
2800	21	8.5	4.0	4.0	4.0/5.5
3500	20	8.5	3.0	3.7	3.0/5.2

注:  $\theta_1$ —钻井液静置  $1 \text{ min}$  时的切力, Pa;  $\theta_{10}$ —钻井液静置  $10 \text{ min}$  时的切力, Pa。

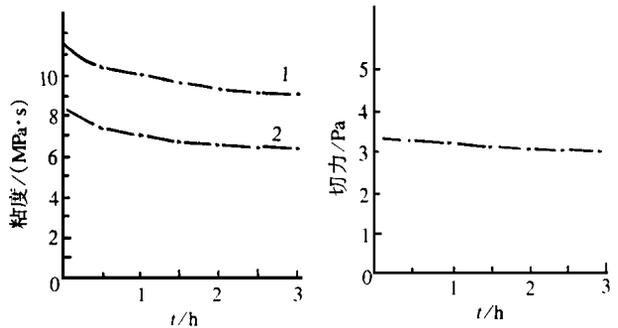


图 2 磁化时间对基浆粘度和切力的影响

Fig. 2 Influence of magnetizing time on the viscosity and the shearing force of basic mud  
1—表观粘度; 2—塑性粘度

表 2 温度对磁化钻井液抑制性能的影响

Table 2 Influence of temperature on the inhibiting property of magnetic drilling fluid

试液类型	磁化温度/ $^\circ\text{C}$	RSR/%
蒸馏水	18	100
1% 腐植酸钾溶液 <sup>[5]</sup>	18	55.12
	65	54.27
1% KCl 溶液	18	47.34
	75	50.77
基浆 (密度 $1.04 \text{ g/cm}^3$ )	18	83.15
	75	75.66

注: RSR—表示岩芯分别在蒸馏水和试液中浸泡  $8 \text{ h}$  膨胀高度比  $\times 100\%$ ; 磁化时间均为  $15 \text{ min}$ 。

## 2.1 磁化处理对钻井液流变性能的影响

对川东钻探公司常用钻井液体系进行磁化处理, 其流变性变化情况见表 3, 磁化处理后, 钻井液表观粘度平均降低 8%~20%, 塑性粘度平均降低 10%~30%, 动切力平均降低 10%~30%, 终切力平均降低 12%~30%, 说明磁化对钻井液性能具有明显的影响。

表 3 磁化对钻井液流变性的影响

Table 3 Influence of magnetization on the rheology of drilling fluid

钻井液类型	密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	磁化时间 /h	漏斗粘度 /s	表观粘度 /(MPa·s)	塑性粘度 /(MPa·s)	失水/ (mL·30 min <sup>-1</sup> )	终切力 /Pa	动切力 /Pa
基 浆	1.05	0	28	11.75	8.5	26.4		3.25
		1	26	10.00	7.0	26.0		3.00
基浆+0.5%KCL	1.05	0		24.00	16	18	21	8.00
		1		22.00	14	20	18	8.00
多聚不分散钻井液	1.05	0	35	43.00	9	11	14	33.00
		2	32	21.50	6	13	9	15.50
正电胶钻井液	1.03	0	48	15.00	8	8	8	7.00
		3.5	42	12.50	6	12	7	6.50
钙处理粗分散钻井液	1.05	0	59	21.00	12		4	9.00
		2	50	18.00	8		3.5	10.00
低密度磺化钻井液	1.02	0		6.50	5			1.50
		1		5.00	4			1.00
钾基聚合物钻井液	1.04	0		14.00	7			7.00
		1		13.25	7			6.25

## 2.2 磁化处理对钻井液抑制性能的影响

将磁化处理后的钻井液用 DZ-BI 型岩心膨胀测定仪, 测试其抑制粘土水化膨胀的能力, 同时用取自川东钻探公司月东四井 810~1100 m 井段的岩屑, 加入磁化和非磁化钻井液中, 并在 65℃ 下滚动 16 h, 用孔径 0.6 mm 筛回收, 测试其抑制泥页岩分散性能试验, 由表 4、表 5 可知, 磁化处理后, 钻井液抑制泥页岩水化膨胀和分散能力均得到提高, 其相对膨胀率 (RSR 以磁化 2 h 计) 平均降低约 15%, 抑制泥页岩分散实验的滚动回收率约提高 7%。

表 4 磁化对钻井液抑制性能的影响

Table 4 Influence of magnetization on the inhibiting property of drilling fluid

钻井液类型	磁化时间 /h	膨胀量/mm				RSR /%	RSR 降低率 /%
		2h	4h	6h	8h		
基 浆 ( $\rho=1.02\text{g}/\text{cm}^3$ )	0	2.25	3.83	5.10	6.72	90.57	0
	2	1.49	2.81	4.20	4.96	55.85	38.33
	4	1.42	2.79	3.86	4.57	61.59	31.99
多聚不分散钻井液	0	1.18	1.98	3.20	3.66	49.32	0
	2	1.24	2.10	2.99	3.24	43.67	11.46
正电胶钻井液	0	1.25	1.91	2.34	3.10	41.78	0
	2	1.18	1.90	2.28	2.58	34.77	16.78
钙处理粗分散钻井液	0	1.58	2.88	3.49	4.02	54.18	0
	2	2.12	2.75	3.17	3.46	46.61	13.97
低密度磺化钻井液	0	1.20	1.84	2.35	2.96	39.89	0
	2	0.81	1.66	2.24	2.42	32.61	18.25

上述试验结果表明: 在选定实验条件下, 对川东钻探公司常用钻井液体系的磁化效果非常显著, 其中钻井液塑性粘度可降低 10% ~ 30%, 终切力平均降低 12% ~ 30%, 抑制泥页岩膨胀能力提高 15%, 抑制泥页岩分散能力提高约 7%。

### 参 考 文 献

- 1 王铁军, 孙维林, 龙安厚. 泥浆磁化处理技术初探. 钻井液与完井液, 1991, (2): 20~23
- 2 刘德海, 左新华, 钟松定. 磁化钻井液的研究. 钻井液与完井液, 1993, (5): 46~53
- 3 王厚燕. 磁化钻井液在中原油田的应用. 钻井液与完井液, 1994, (5): 40~43
- 4 毛钜凡. 磁化水. 北京: 计量出版社, 1982
- 5 中华人民共和国行业标准 GBD 10003-93. 钻井液用抑制剂腐植酸钾. 北京: 石油工业出版社, 1995, (3): 18~22

表 5 页岩滚动回收率试验

Table 5 Test on the rate of rolling recovery of shale

钻井液类型	磁化时间 /h	回收量 /g	回收率 /%	磁化后回收率提高百分比/%
清水	0	35.5	71	
基 浆	0	38.5	77	8.57
	2	41.8	83.6	
多聚不分散 钻井液	0	43.3	86.6	6.93
	2	46.3	92.6	
正电胶 钻井液	0	44.7	89.4	7.61
	2	48.1	96.2	
低密度磺 化钻井液	0	43.1	86.2	6.50
	2	45.9	91.8	

## RESEARCH ON THE MAGNETIZING CONDITIONS AND EFFECTS OF DRILLING FLUID

Li Hongmu He Ping Wang Bo Xu Yaoan

(Department of Exploration and Mechanical Engineering,  
Chendu University of Technology)

**Abstract** The indoor experimental results of the magnetizing conditions of the drill fluid have shown that the optimal magnetizing parameters include that the magnetic field intensity reaches 2 500 kA/m and the magnetic time is 1 ~ 2 hours and there is a lower influence on the temperature to the magnetization in the paper. The indoor magnetizing and the field application for the drill fluid commonly used into the deep drilling in the Eastern Sichuan have been especially made and it has been also found that after the drill fluid was magnetized, its plastic viscosity drops to 10% ~ 20% and its shear stress drops to 12% ~ 30%, but the ability of controlling the expanse of shale swelling and the ability of dispersion are respectively raised 15% and 7%.

**Key words** magnetization; magnetor; drill fluid