

钻进泡沫剂性能评价方法研究

周风山

(地质矿产部石油钻井研究所)

本文扼要介绍了国外用于评价钻井泡沫剂性能的试验方法或标准,涉及到泡沫剂及泡沫的12项性能指标的测定。经作者研究表明,以API模拟法和Waring Blender搅拌法配合使用效果最佳。

关键词: 评价方法; 泡沫剂; 发泡能力; 泡沫稳定性; 携带能力

在干旱、高山、沙漠、寒冷等地区钻进,往往由于供水困难,严重影响了生产进度,并使勘探费用猛增;在低压油气层中钻井,由于普通钻井流体对生产层的污染,不同程度地影响了油气井的产量。泡沫流体以其独特的工艺特点,广泛用于缺水地区和低压地层的各种钻井过程,并取得明显的效益。钻进实践表明,泡沫钻井技术成功的关键在于泡沫性能及其工艺过程的多样化,因此,必须首先对泡沫性能进行评价。

着眼于泡沫的哪些性能,是根据目的而定的。据资料^[1]研究,作为钻井流体的泡沫,需要研究的性能包括:①泡沫剂的发泡能力;②泡沫稳定性;③泡沫流变性;④泡沫悬浮能力;⑤泡沫的热物理性;⑥泡沫的润滑性;⑦泡沫的粘度;⑧泡沫的强度;⑨泡沫剂的生物降解性;⑩泡沫剂的毒性;⑪泡沫剂的腐蚀性;⑫泡沫的导电性。对泡沫的这些性能的测定和评价,已经形成了一些国际标准、国家标准或行业标准,本文扼要论述如下。

1. DIN孔盘打击法^[2]

用来评价泡沫剂性能的西德国家工业标准(DIN)孔盘打击法,由带孔的有机玻璃圆盘和量筒组成(图1)。测量时,先在量筒内装200ml约定的比较溶液,然后使孔盘

在30s内均匀打击溶液30次(孔盘提起高度为350mm),打击结束30s后,在量筒上读取泡沫柱的体积(包括泡沫的体积和残余液体的体积) V_1 ,再用同样的方法测定试验溶液的泡沫体积,以相对发泡指数 V ,($V = V_2 / V_1 \times 100\%$)表示泡沫剂的发泡能力, V 越大,泡沫剂性能越好。

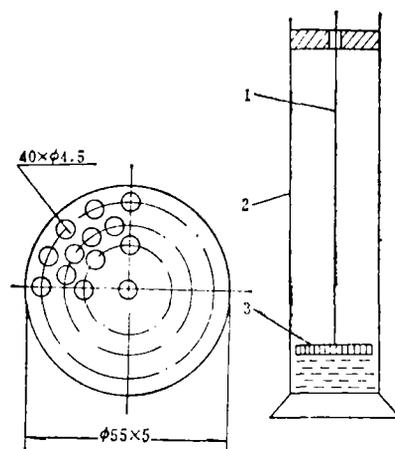


图1 DIN孔盘打击法

1— $\phi 5 \times 500$ 不锈钢杆; 2—1000ml量筒; 3—孔盘

2. 压气气流法^[3]

采用气流法评价泡沫剂性能的试验装置有多种形式,其中以苏联的压气气流法(图2)结构简单、使用方便。试验时,徐徐注入

水, 将瓶内的空气排至底部带有滤板的、盛有泡沫剂溶液的玻璃管内, 并将产生的泡沫通入泡沫收集量筒内。测定一定时间内泡沫(全部破裂后)所携带出的液体体积, 用以综合评价泡沫剂的发泡能力和泡沫稳定性。根据试验的规模和目的, 可自行确定泡沫剂溶液的浓度、体积和溶剂的种类。

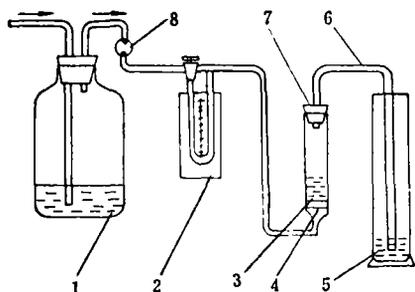


图 2 压气流法试验装置

1—水; 2—U形压力计; 3—泡沫剂溶液; 4—滤板; 5—泡沫残液; 6—泡沫排通管; 7—密封胶塞; 8—空气流量计

3. ASTM Ross-Miles法^[4,5]

Ross-Miles法(所用仪器称为Ross-Miles仪或罗氏泡沫仪, 见图3)早在1941年即被发明, 后长期被美国材料试验协会(ASTM)及其他一些国家作为评价泡沫剂(表面活性剂)发泡能力和泡沫稳定性的标

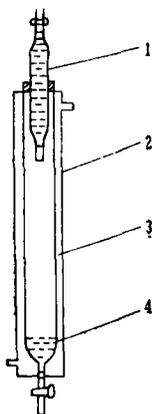


图 3 ASTM Ross-Miles仪

1—200ml泡沫移液管; 2—循环水套; 3—刻度管; 4—50ml试液

准。试验时, 使200ml试液从900mm高、内径2.9mm的毛细管中自由流下, 冲击盛放在刻度管中的50ml同种试液, 以200ml试液流完5min的泡沫柱高度, 表示泡沫剂的发泡能力和泡沫的稳定性。

4. ISO改进Ross-Miles法^[6]

在保证测试原理不变的条件下, 近年来许多组织对Ross-Miles的结构作了改进。图4所示为国际标准化组织(ISO)改进的Ross-Miles仪, 已被许多国家所接受。这一标准已作为我国新的国家标准(GB7462-87)。改进后的仪器体积减小, 结构简化, 计量精度提高。试验时, 让球形漏斗中的500ml试液自毛细管流出, 冲击量筒中的50ml试液, 以500ml试液流完5min的泡沫体积表示泡沫剂的发泡能力和泡沫稳定性。

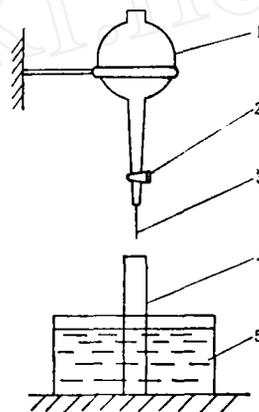


图 4 ISO改进Ross-Miles仪

1—1000ml球形分液漏斗; 2—排液阀; 3— $\phi 1.9 \times 10$ 不锈钢毛细计量筒; 4—1000ml量筒; 5—恒温水

5. Waring Blender法^[7,8]

美、日等国使用的Waring Blender搅拌法, 是一种极为方便的评价泡沫性能的方法。该法所用仪器仍是一高速搅拌器(图5)。试验时, 在量杯中加入100ml 1%泡沫剂溶液(溶剂可自定), 高速(>1000 rpm)搅拌60s后, 关闭开关, 并马上读出泡沫体积, 表示泡沫的发泡能力, 然后再记录从泡沫中析出

50ml液体的时间,称为泡沫的半衰期,反映其稳定性。需要说明的是,实验表明^[9],叶片转速必须大于1000rpm,否则,转速高低对泡沫剂性能的评价有影响。

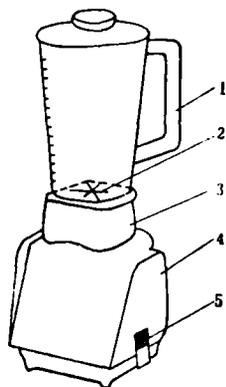


图 5 Waring Blender高速搅拌机
1—1000ml透明量杯; 2—搅拌叶片; 3—键连接底座; 4—电动机外壳; 5—开关

6. Drill-Aid法^[10]

由Drill-Aid公司制定的用于评价钻井泡沫剂性能的英国标准试验方法所用装置如图6所示,它是用表压0.1MPa的空气吹200ml 0.25%的泡沫剂溶液(溶剂分别规定为蒸馏水、自来水、海水和饱和盐水),发泡1min,记录排出的泡沫完全变成液体的时

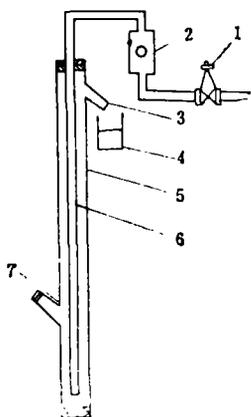


图 6 Drill-Aid法试验装置
1—调压阀; 2—气体流量计; 3—泡沫排出口; 4—泡沫接收桶; 5—内径 $\phi 50 \times 1000$ 有机玻璃管; 6—外径 $\phi 5 \times 1000$ 玻璃管; 7—注液口

间(FB)、单位体积的排出泡沫所含液体体积(VL)及有机玻璃管中残余泡沫消泡后的液体体积(RV),分别表示泡沫的稳定性、泡沫剂的发泡能力和泡沫的携带能力。 FB 、 VL 越大, RV 越小;对泡沫剂的评价越好。

7. API法^[11]

美国石油协会(API)1966年颁布的评价雾化钻井泡沫剂的标准试验方法,不仅模拟钻井构型,还提供了一个气液动态系统,为此,被国内外许多单位所采用。按规定,试验配制的溶剂分别为淡水、淡水+15%煤油、10%盐水、10%盐水+15%煤油4种溶液各4000ml,其泡沫剂的浓度依次为0.15%、1.0%、0.75%和1.5%。先将1000ml溶液注入外管内,余下的3000ml倒入泡沫剂溶液罐,然后使空气以 $3.40\text{m}^3/\text{h}$ 的流量通过内管,并在空气接通时计时。当泡沫到达泡沫排出口时,使计量泵以 $80\text{ml}/\text{min}$ 的流量补充溶液。从计时起,共试验10min,以10min内泡沫携带出的液体的量(ml)综合评价泡沫剂的性能。液体量越多,评价越高。此液体量最大可接近1800ml。

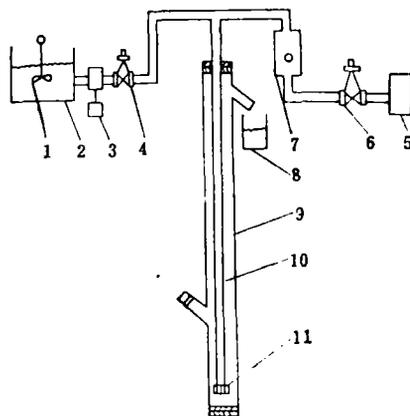


图 7 API模拟试验装置
1—搅拌机; 2—泡沫剂溶液; 3—计量泵; 4—背压阀; 5—空压机; 6—调压阀; 7—流量计; 8—泡沫接收桶; 9— $\phi 63.5 \times 3048$ 有机玻璃外管; 10—外径 $\phi 19.05 \times 3048$ 不锈钢内管; 11—均布4个 $\phi 2.4$ 小孔的不锈钢

8. 泡沫粘度测定法^[12]

因泡沫比重小，而其粘度又随时间变化，通常仅采用毛细管粘度计和不同规模的模拟试验装置测量，但一般试验装置过于复杂，操作不便，图8所示是苏联测定泡沫粘度的试验装置，即用小球达到平衡时，弹簧秤的拉力来表示泡沫粘度，反映了泡沫液膜抗破坏能力和泡沫骨架的支撑能力。

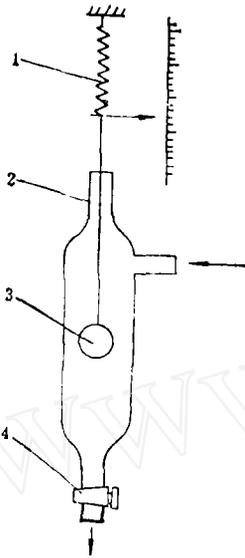


图8 测定泡沫粘度的试验装置

1—弹簧秤，2—玻璃管，3—塑料小球，4—泡沫排放阀

9. 泡沫强度测定法^[13]

日本评价泡沫强度所用试验装置如图9所示。该装置由直径50mm、重量15g的塑料圆盘和支架构成，以圆盘在泡沫中沉降10cm所用时间表示泡沫强度，反映泡沫悬浮或携带岩屑的能力，因此，可以认为是泡沫粘性、溶液粘性和颗粒吸附能力等综合值。

10. 泡沫润滑性测定法^[3]

苏联用来评价泡沫润滑性的试验装置如图10所示。泡沫不断喷在两个互相压紧、相对运动的摩擦盘接触面上，通过测定摩擦系数的变化来衡量泡沫的润滑性能。为模拟井中的实际情况，摩擦盘置于密闭容器中，以

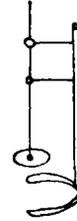


图9 测定泡沫强度的试验装置

液膜韧性极好的泡沫作为润滑介质。

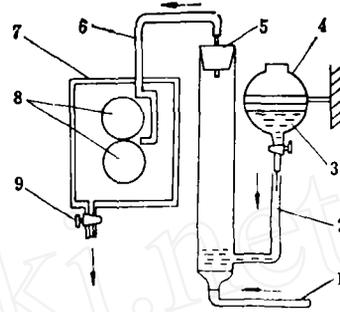


图10 测定泡沫润滑性的试验装置

1—通气管，2—通液管，3—泡沫剂溶液，4—球形漏斗，5—密封胶塞，6—泡沫导管，7—密闭容器，8—对摩擦盘，9—泡沫排放阀

11. 泡沫导电性测定法^[14]

研究表明，泡沫的导电性和泡沫剂的发泡倍数有关：

$$\chi_1 / \chi_f = B \cdot \beta$$

式中： χ_1 、 χ_f ——分别为泡沫剂溶液及泡沫的电导率，

β ——泡沫剂的发泡倍数，

B ——无因次系数，一般取1.5。

通过公式变换，可用泡沫密度表示泡沫电导率：

$$\begin{aligned} \rho_f &= W_f / V_f \\ &= (W_g + W_1) / (V_g + V_1) \end{aligned}$$

因 $V_g \gg V_1$ ， $W_1 \gg W_g$

且 $W_1 = \rho_1 V_1 \approx \rho_* V_1 = V_1$

所以 $\rho_f \approx W_1 / V_g = V_1 / V_g$

又因 $\beta = V_f / V_1 = (V_g + V_1) / V_1$
 $\approx V_g / V_1$

所以 $\beta = 1/\rho_f$

故而 $X_f = \rho_f \cdot X_1 / B$

式中: ρ_f 、 W_f 、 V_f ——分别为泡沫的密度、重量及体积;

ρ_1 、 W_1 、 V_1 ——分别为泡沫剂溶液的密度、重量及体积。

可见, 只需用普通方法测得泡沫剂溶液的电导率及泡沫密度, 即可求出泡沫的电导率。

综上所述, 虽然目前各国对钻井泡沫剂的评价尚无统一标准, 但已有的这些标准的共同之处, 都是从不同角度评价泡沫剂的发泡能力和泡沫稳定性, 只是表示方法或所采用的计量单位不同而已。作者的研究^[9]表现, 在实验室内应以API模拟方法为主, 而在现场最好采用Waring Blender搅拌法。用此种方法研制、评选的泡沫剂, 在应用中均显示出良好的效果。

参 考 文 献

- [1] 周凤山, 泡沫性能研究, 《油田化学》, 1989年, №3.
- [2] DIN 53902—81, Tielel, DIN, 1981.
- [3] А. И. Кирсанов, Техн. и технол. геологоразвед. работ, орган. пр-ва, М., 1987.
- [4] ASTM D 1173—53(80), ASTM Committee, Apr., 1985.
- [5] QB 385—64, 《肥皂试验方法》, 轻工业出版社, 1964年.
- [6] ISO 695-75, ISO, 1th Ed., July, 1975.
- [7] U. S. Pat. 4524002, 1985.
- [8] 周凤山, 《多工艺空气钻进用泡沫剂性能评价方法及其应用的研究》(硕士研究生毕业论文), 长春地质学院, 1988年.
- [9] Method for the Evaluation of Foam Agents for Use in Foaming Drilling, «Planned Efficiency Programme», Drill-Aid (methods material) Ltd., London, 1977.
- [11] API RP 46, API, 1th Ed., Nov., 1966.
- [12] В. А. Аммян, Вскрытие и освоение неуглеводородных пластов, М., Изд. Недр, 1980.
- [13] 江口I[日], 空气洗井钻进研究, 《技术摘要》, 1984年, №6.
- [14] В. К. Пеныхомиров, Теория и практика и их поручения и разрушения, М., Изд. Химия, 1983.

Methods of Evaluating the Performance of Foaming Agents in Foaming Drilling

Zhou Fengshan

Test methods or standards used abroad for evaluating the performance of drilling foaming agents are briefly summarized in this paper. Different foaming agents and their twelve performance index are dealt with. Based on the author's study it is indicated that by using a combination of API analogue approach and Waring Blender's mixing method, optimal results will be obtained.

一种保护绳钻钻杆丝扣的简易方法

李 奇 良

(冶金部山东地质勘查局二队)

与普通钻杆相比, 绳索取心钻杆价高、易损、寿命低。保护好钻杆丝扣, 对延长钻杆使用寿命, 减少钻探事故, 降低钻探成本, 提高钻进效率是十分重要的。

钻进回次终了, 打捞内管总成时, 往往注意了钢丝绳对钻杆丝扣的磨损, 却忽视了机上钻杆对钻杆丝扣的磨损。受主动钻杆弯曲、深斜孔等因素影响, 主动钻杆与钻杆的同轴度较低, 拧卸时直接磨损着钻杆母扣, 开车拧卸磨损更为严重。为此, 采

用绳钻钻杆保护接手是必要的。

方法: 在钻杆柱上端加一接手, 避免主动钻杆对钻杆母扣的直接磨损。

特点: 简单, 省力省时, 易推广, 效果好。

注意: ①拧卸主动钻杆时, 始终从保护接手和主动钻杆变丝接手之间拧卸, 才能达到预期效果; ②经常检查保护接手, 发现老化及时更换; ③加单根时, 要注意卸下保护接手。