

泡沫洗井工艺的初步应用

陕西省185煤田地质勘探队 许佳新

继美国包爱斯兄弟公司在陕北神府煤田（1983年）用泡沫洗井工艺钻进9个钻孔后，我队采用泡沫、泥浆交替洗井的方法取得了一定的效果：先后竣工27个钻孔，总进尺2478.65m，钻月效率465.04m，小时进尺6.11m，平均煤心采取率98.03%，岩心采取率为93.56%，其中特级孔15个，甲级孔11个，乙级孔1个。现将泡沫洗井工艺介绍如下：

（一）泡沫洗井工艺

泡沫洗井工艺是一种先进的冲洗工艺。冲洗介质——泡沫不但具有良好的排粉能力，而且具有破碎岩石、润滑钻具以及护孔固壁的作用。采用此项工艺在干旱缺水以及严重漏失地区钻进，将能充分发挥其独特的优点，取得尤其显著的经济效益。

1. 工艺方法 泡沫洗井就是借助压缩空气的作用，将发泡剂水溶液送到孔底，使它形成泡沫，从而达到排出岩粉、冷却钻头，润滑钻具等目的的一种冲洗方式。泡沫洗井钻进的机具布置及循环方式如图1所示。

2. 发泡剂及其性能 发泡剂是一种具有两亲结构的表面活性剂。它的发泡性能受水的粘性、酸碱度的影响。在水中加少量CMC等增粘处理剂，可以提高泡沫的稳定性。在稳泡型发泡剂溶液中加入适量膨润土，具有一定的护壁作用，但加量过大，会起反作用。此外，岩层的造浆作用和钠、钙离子都会降低发泡剂的发泡性能。例如，十二烷基磺酸钠在含盐量为1—2%的溶液中，发泡速度和发泡量均要下降三分之一，稳定性

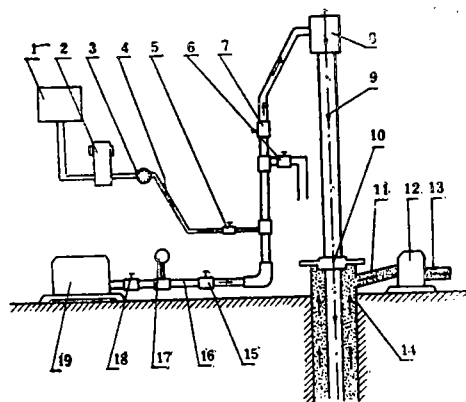


图1 机具布置图

- 1-水箱；2-注射泵；3-流量计；4-胶管；
5-流量控制阀；6-泄水开关；7-送气开关；
8-提引水接头；9-钻具；10-孔口盖；11-引风管；12-引风机；13-排沫管；14-井口管；15-单向阀；16-送风管；17-压力表；18-送风阀；19-空压机

也大大降低。根据发泡剂表面活性的不同性质，可以制成不同类型的发泡剂，例如根据不同用途可制成稳泡型、快速消泡型等。我们在试验中使用了从美国进口的 GUIK-FOAN发泡剂和东煤公司地质局沈阳测试中心试制的KZF-123发泡剂，结果表明，两种发泡剂除了某些性能有些差异（表1）外，它们携带岩粉的能力是差不多的（表2）。

3. 泡沫在钻进中的作用 不同种类的发泡剂在不同条件下起着不同的作用。它们的主要作用是：冷却钻头、携带岩粉、润滑钻具，此外还有破碎岩石、抗盐侵和防止水敏地层孔径收缩、孔壁剥落的作用。对于漏失地层，它不怕漏失，因此可以起到降低钻进

表 1

发 泡 剂	模 拟 试 验		振 摇 试验 (倍)	托 浮 试验 (h)	罗 氏 试验 (mm)
	发泡量 (ml)	半衰期 (min)			
GUIK-FOAM	31000	8	11.5	1—4	185
KZF-123	29000	35	7.5	1—4	180

表 2

发泡剂浓度 (%)	1.2	1.7	2.3	2.9
砂粒直径 (mm)	4—4.5	4.5	4.5—5	5

成本的作用。

4. 发泡剂的选择 在实际应用中, 要根据不同的地层, 不同的钻进工艺选择不同的发泡剂。一般在水敏地层选用发泡、稳定性好的发泡剂, 并加一些处理剂, 增加泡沫的稳定性; 钻进含盐量大的地层, 可选用受盐影响小的或高性能发泡剂; 在淡水地区施工, 选用价格低廉的发泡剂, 如十二烷基苯磺酸钠。用绳索取心金刚石钻进, 应选用润滑性能好的发泡剂。

5. 发泡剂的浓度 发泡剂的最优浓度与发泡剂的种类、钻进地层的性质以及冲洗效果有关。根据试验和实际使用, 推荐表3数值。

(二) 泡沫洗井中应注意的问题

1. 孔口护理 在一般黄土层开孔, 如层内没有易坍塌层, 可用泡沫洗井, 但气压不能过高, 钻压也要适当, 以便使进尺保持均

匀, 孔径保持一致。如出现超直径孔段, 就必须用套管护孔, 并且要使套管下稳, 防止因泡沫从套管外围上返, 造成套管下串或孔壁坍塌事故。在沙、砾层开孔时要用泥浆洗井, 等钻过这一层, 并将套管一直下到基岩后, 再改用泡沫洗井。如果套管没有下到基岩或套管没有座牢, 极易造成孔壁严重坍塌、套管下串的事故。

2. 提高钻具丝扣密封性能 在泡沫洗井钻进过程中, 如果钻具丝扣加工粗糙, 冲洗介质压力在沿程损失很大, 势必造成排粉不良, 甚至由此造成埋钻、烧钻事故。因此, 为了减少介质沿程压力损失, 必须采取措施, 提高丝扣连接处的密封性能。

3. 防止喷井 在泡沫洗井钻进时, 往往由于局部孔壁坍塌或钻压过高, 引起泡沫通道堵塞, 此时冲洗介质——泡沫的压力急剧上升, 当压力升到足以冲出堵塞物时, 就会产生对孔壁破坏性很大的喷井现象。为了防止出现这种现象, 当下钻钻具离孔底还有300mm时, 就要开始冲孔, 在软岩层钻进, 压力不能过高。

(三) 泡沫洗井工艺的评价

1. 与泥浆洗井相比

(1) 由于泡沫密度小, 孔内液柱对井底压力比泥浆小得多, 加上泡沫流动的速度快, 对井底冲击力大, 排粉效率高, 因此钻进效率高, 能充分发挥钻头的作用, 延长钻头寿命, 提高回次进尺长度。

(2) 绳索取心钻进排粉量较大, 而孔

表 3

发泡剂	种 类			地 层	
	GUIK-FOAM	KZF123	KZF120		
含 量 (%)	0.5	0.5	1	弱造浆	砂、粗砂岩
	0.7	1.0	1.2	煤	
	1.0	1.2	1.5	造浆	泥、粉砂岩
	1.2—1.5	1.5—2	2—2.5	强造浆	黄土、膨润土

注: 以上资料根据1983年美国在神府煤田的钻进情况及我队近几年试验结果得出。

壁与钻杆间的环状间隙和内外管间的间隙较小, 因此对冲洗液质量要求很高。由于泡沫排粉性能好, 又具有良好的润滑作用, 所以是绳索取心钻进的良好冲洗介质。

(3) 钻进漏失地层目前虽有不少办法, 但总的来说, 效果不是很理想的, 普遍存在施工周期长、事故多、效率低、成本高和劳动强度大的问题。而泡沫洗井时由于介质不循环, 所以不怕漏失, 也就没有必要堵漏, 这样就大大缩短了工期, 节省了开支。神府煤田火烧漏水439号孔因严重漏失, 耗资3000元, 历经0.6个月未将漏失堵住, 最后只好移位重新开孔。而同地区火烧漏水191号孔(孔深132.9m), 于43m处开始漏失, 由于采用泡沫洗井, 只用了38h就将钻孔打完。

(4) 由于洗井泡沫的含水量可以控制得很低, 使其失水量变得很小, 所以用于水敏地层钻进不易出现缩径包钻或孔壁剥落埋钻的现象。

(5) 泡沫用水量比泥浆少得多。特别是在干旱或缺水地区施工, 泡沫钻进可大大减少等水停钻时间。据统计泡沫洗井单项成本要比泥浆低50%以上(表4)。

表 4

钻进方法	钻孔情况	冲洗介质	用水量 (m ³ /m)	成本 (元/m)	纯钻时利用率 (%)	钻效 m/月
绳索取心	正常	泥浆	0.20	1.85	19.83	506.8
		泡沫	0.10	0.45	29.9	578.1
	漏失	轻	0.20—0.30	1.85—3.00	18.6	337.9
		较重	0.30—0.50	3.00—5.00		272.5
		严重	0.50以上	5.00以上		
		泡沫	0.10	0.45		578.1

(6) 泡沫的主要成分是空气, 其次是水, 发泡剂及处理剂加量极少。它们的比例是: 水: 空气: 发泡剂 = 1:500—2000:0.5—2%。因此对岩层、含水层的污染比泥

浆小得多。

2. 同空气洗井相比

(1) 空气洗井钻具磨损大, 而且容易造成孔内事故。而泡沫洗井的泡沫具有良好的润滑作用, 可以大大减少钻具的磨损。

(2) 空气洗井要求风压较高, 一般仅用于浅孔钻进, 用于深孔则成本太高, 此外空气洗井排粉不彻底, 停风后岩粉会很快沉降到孔底, 造成事故。泡沫洗井不仅要求风压低, 而且泡沫具有一定悬浮岩粉的能力, 停止冲洗后岩粉不会很快沉降。

(3) 空气洗井时气流速度很大, 冲击力也大, 而且空气也无护壁作用。泡沫洗井的冲击力小于空气洗井, 泡沫中加入CMC等处理剂后, 有一定的护壁作用。

泡沫洗井的不足之处在于, 泡沫护壁性能差, 冲刷作用较大, 不利于护孔; 此外, 空压机体积大, 动力消耗大, 不便于交通条件差的山区使用。由于设备条件的限制, 目前只适宜在浅孔或中深孔钻进使用。

(四) 结语

泡沫洗井的关键是技术设备的配套问题。根据目前国内工业发展状况, 已具备推广这项技术的条件。例如, 国内已生产出可选择的7、10和17atm空压机。根据实际使用的经验, 设备选择可参照如下数据进行: 孔径为Φ101mm, 孔深在450m以内的钻孔最好选用17atm空压机或10atm空压机加上相配套的引风装置, 配以40atm注射泵; 孔深小于200m的浅孔, 选用7atm空压机, 配以20atm注射泵。