

阿尔及利亚项目油基钻井液HSE风险管控探讨

高杰

华东石油工程有限公司钻井处, 江苏省 扬州 225261

DOI:10.33142/ec.v2i1.83

[摘要]阿尔及利亚项目使用油基钻井液, 由柴油、水、有机土、乳化剂、增粘剂等配制而成, 存在作业人员吸入挥发气体身体健康和火灾风险, 现场通过油基钻井液HSE风险识别, 制定柴油基钻井液风险防范措施, 通过培训教学及不定期演练, 提升全员安全技能和消防意识。

[关键词]油基钻井液; 闪点; HSE; 风险; 消减措施

Discussion on HSE risk control of oil - based drilling fluid in Algeria project

GAO Jie

Drilling Department of East China Petroleum Engineering Co., Ltd., Jiangsu Yangzhou, China 225261

Abstract: The oil-based drilling fluid for Algeria project is prepared from diesel oil, water, organic soil, emulsifier, tackifier, etc., and there are the health and fire risk of the operating personnel to inhale the volatile gas, and the site is identified by the HSE risk of the oil-based drilling fluid. The risk prevention measures for diesel-based drilling fluid are formulated, and the safety skills and fire protection awareness of the whole staff can be improved through training and teaching and irregular drilling.

Keywords: Oil-based drilling fluid; Flash point; HSE; Risk; Abatement measures

前言

江苏钻井阿尔及利亚钻井项目业主 SONATRACH, 主要施工区块 HASSI、OUARGLA 等, 由于区块地层存在盐膏层, 大段泥岩, 地层压力梯度变化大等特性, 一般钻井液体系为柴油基钻井液, 现场第三方钻井液服务主要由 BASP、MI、AVA 等公司提供。钻井液的柴油基初浆由钻井液公司用泵车运送到井后进行加重, 因地层出水, 高温等原因油基钻井液存在破乳现象, 油水分离, 柴油析出易燃, 对井队的安全生产及员工的身体健康具有较大的隐患。现场施工中与钻井液服务商加强合作, 要求现场配备所有钻井液材料的 MSDS (产品安全数据信息卡), 并按 MSDS 上的规范进行操作, 在确保井下安全的情况下, 如何提高油基钻井液风险意识, 充分识别现场油基钻井液 HSE 风险, 制定合理详尽的风险管控及消减措施, 从管理和技术方面充分考虑, 尽量减少或避免现场油基钻井液的危害。

柴油基钻井液其基本组成是柴油、水、有机粘土和油溶性化学处理剂(乳化液, 石灰, 降粘剂等)。以柴油为分散介质组成的钻井液。油相占比约为 60%~70%或更高。油基钻井液抗高温、抗盐钙侵蚀, 有利于井壁稳定、润滑性好、对油气层损害小, 广泛运用在各类钻井平台。但是, 油基钻井液中的基础油——柴油, 会产生带有毒素的芳香烃, 所含芳香烃的量越多, 毒性越大。

1 现场油基钻井液的使用和危害因素

表1 阿尔及利亚OMKZ552钻井设计关于各开次钻井液性能要求

Properties	26" Section	16" Section	12 ^{1/4} Section	8 ^{1/2} Section	6" Section
Mud system	Bentonitic	OBM	OBM	OBM	OBM
Mud weight (SG)	1,05	1,25	2,05 before LD2	1,50	(as per DP)
Y _p , lb/100 ft ²	40 - 60	18 - 24	10 - 14	10 - 12	10 - 12
HPHT FL ML	API ± 20 at TD	<10	<10	<10	<4
EST V		>600	>1000	>1000	>1000
O/W Ratio		70/30 - 85/15	85/15 - 90/10	90/10	95/5
LGS %	< 5	< 5	< 5	< 5	< 4
Hydraulic analysis @ 3 diff Y _p	Required	Required	Required	Required	Required
Av Pump Rate	3400	3000	2400	1800	800
Note	Non listed properties or values will be as proposed at the standard Mud Program				

表2 第三方BASP钻井液公司泥浆日报表

Well Info.		Bit Data		Time		Hydraulics		Casing			Open Hole Information				
Country	ALGERIA	Interval	6 in	Drilling	11.50 h	Flow rate	712 l/min	Csg Size	OD	ID	Shoe	TOL	TMD	3543 m	
Operator	SONATRACH	Bit Size	6 in	Type	DD5560	Tripping	12.50 h	Pressure	1100 psi	9 5/8 - 47	9 5/8 in	8.681 in	3299 m	TVD	3399 m
Field	Riass Messaoud	Depth In	3522 m	Drilled	21 m	Hyd Power	2 hp	7" - 32	7 in	6.094 in	3477 m	2518 m	Bit Position	3543 m	
Well Name	DMKZ-552	Nozzles	open	TTA in ²	1.200	HSI	0.06						Inclination	50.70 °	
Yard	HMD	Jet Velocity	50m/min	Bit Pr loss	16 psi	Surf to Bit	36 min	Cased Hole Volume			114 m ³		Azimuth	314.00 °	
Contractor	SINOPEC	ECD bit	0.89 sg	ECD csg	0.89 sg	Bottoms up	146 min	Open Hole Volume			1 m ³		Horiz Displ.	257 m	
Rig N°	SPEC 232	Average ROP		1.83 m/hrs		Total Cycle	220 min	Hole Volume			104 m ³		Meters Drilled	21 m	
Properties		Mud Check		Pump Data				Mud Chemicals							
Sample from	ACT	ACT	FL	FL	Pump1 make/Model			Chemical	Initial (T)	Recvd	Used	Next Sec	End	Cost KDZD	
Depth	m		3531	3541	Size	Stk length	Eff.	Liter / stk	SPM	Barite imported				88.500	
Time	h	4:00	10:00	23:00	6.30 in	12.00 in	97 %	17.8	40	LIME				2.500	
Flowline Temp.	°F		130	135	Pump2 make/Model					INVERMUL L				1.860	
Test Temp.	°F	150	150	150	Size	Stk length	Eff.	Liter / stk	SPM	LQUITONE				1.640	
Density in	sg	0.86	0.86	0.86	6.30 in	12.00 in	96 %	17.7		GELTONE V		0.181		0.273	
Density out	sg		0.86	0.86	BHA / String						AICAL F20		15.000	15.000	
Funnel Viscosity / Fann Readings				OD (in)	ID (in)	Length	BaraMul IE-685				1.092		1.092		
Funnel Viscosity	sec/qt		28	28			0.00 m	DRILTREAT		1.200				1.200	
Fann 600 rpm		15	15	18	18	Bit	6.000	0.22 m	ALCAL 10		4.000			4.000	
Fann 300 rpm		11	11	12	12	NWD	4.750	2.764	39.05 m	Calcium Carbonate				32.000	
Fann 200 rpm		7	7	8	8	DP-1	3.500	2.764	583.01 m						
Fann 100 rpm		5	5	6	6	HWDP	3.500	2.000	292.00 m						
Fann 6 rpm		4	4	5	5	DP-1	3.500	2.764	340.56 m						
Fann 3 rpm		3	3	4	4	DP-1	5.000	4.267	2288.38 m						
Gel 0	lbs/100ft ²	3	3	3	3										
Gel 10 min.	lbs/100ft ²	4	4	4	4										

从上述两个表中可以看出，阿尔及利亚油基钻井液柴油比 70%~95%；在井深 3541m 时，根据施工 11 月份环境温度约 20℃，出口槽钻井液温度为 57℃，结合柴油闪点 45~90℃，遇着火源极易燃烧。

1.1 柴油呈无色或淡黄色易会发液体，具有特殊臭味

主要由烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃与少量硫(2~60g/kg)、氮(<1 g/kg)及添加剂组合的混合物。柴油相对密度 0.85，燃点 230℃，沸点 180~360℃，闪点 45~90℃，柴油蒸气与空气混合物爆炸极限 0.6~7.5%，不溶于水，遇热、火花、明火易燃，可蓄积电，引起电火花，分解和燃烧产物为一氧化碳、二氧化碳等。与氧化剂能发生较强反应。其蒸气较空气重，能在较低处扩散到很远的地方，遇明火会引着回燃。

1.2 对人体的危害

柴油侵入人体途径：可经皮肤粘膜吸收。柴油对皮肤和粘膜有刺激作用，也有轻度麻醉作用。柴油为高沸点物质，高浓度吸入出现中毒性脑病，液体吸入呼吸道可引起吸入性肺炎，溅入眼内可致角膜溃疡、穿孔，甚至失明。皮肤接触后也可发生接触性皮炎，表现为红斑、水疱、丘疹等。施工区块撒哈拉沙漠夏季高温柴油极易挥发，人体吸入造成呼吸困难，长期暴露会引起肾衰竭等并发症。

2 现场油基钻井液HSE风险

目前现场二开到完井使用柴油基钻井液，钻井液的柴油基初浆由钻井液公司用泵车运送到井后进行加重。油基钻井液有时会破乳，油水分离，柴油析出易燃，对井队的安全生产及员工的身体健康具有较大的隐患。现场油基钻井液的储存、使用条件局限性，如钻井液出口温度高，钻井液罐搅拌器使用容易使油气聚集，清罐作业等都加剧了HSE风险。

2.1 阿尔及利亚施工区块位于撒哈拉沙漠地带，该区全年平均温度 36℃，每年 6~7 个月处于高温天气，温度 40℃，最高温度 52℃，大部分时间气温在柴油闪点附近。施工井温度梯度一般 2.9℃，平均施工井深度 3700 米，钻井液槽出口温度一般 40~90℃，槽油气聚集点遇着火源极易燃烧。在高温天气，加剧柴油挥发，蒸汽浓度高。

2.2 部分施工井 6" 井眼施工，油基钻井液密度 0.85g/cm³，近乎纯柴油。生产期间，井架工需留守循环罐区观察钻井液池液面，检测钻井液性能，调配钻井液等，人体直接或间接接触柴油和吸入柴油蒸汽的时间较长。

2.3 在沙漠地区因地表干燥，钻井液罐接地电阻超标。由于柴油可蓄积电，因此在运输过程中可能会聚集大量的静电，钻井液罐车的接地链导走静电效果不理想。在沙漠地区地表干燥，聚集的静电不能及时导走。在装卸过程中，如果罐车与钻井液罐之间存在电位差，存在放电间隙易引起火灾或爆炸。油基钻井液如果从罐顶注且管线末端距离罐底很大(或没有伸进库存液以下)，经泵压后成散射状更易产生静电，也可能引发火灾或爆炸。

2.4 设备保养不善，搅拌器、砂泵轴承等摩擦部位产生高温，电气设备维修未断电或线路老化等导致电气设备防爆功能丧失，电源线长时间接触钻井液或浸泡老化导致绝缘层损坏，线路短路可引燃油蒸汽。

2.5 使用非防爆设备(如非防爆的电动清洗水泵、手机等)、工具产生火花或吸烟以及固井、测井作业时，机动车排气管火花，易引燃扩散的油蒸汽。

2.6 PTW、JSA 执行不到位，如割套管时替换、清洗不完全，用火点周围存在钻井液，流程上隔断不彻底等。使用电

焊时,如果采用井架底座等做电气回路,若某一个部位存在接触不良则会产生火花,引燃油蒸汽发生火灾。

2.7 在车辆转运油基钻井液过程中,发生交通事故以及罐区跑冒滴漏,钻井液外泄不但污染环境,也可能遇明火引发火灾。

2.8 罐区跑冒滴漏,使用搅拌器泥浆飞溅至罐面以及起下钻钻井液外溢散落钻台面不及时清理,都会发生人员滑跌风险。

3 风险管控及消减措施分析

针对现场油基钻井液 HSE 风险管控,国内井队有很多好的做法,如钻井液罐面封隔,仅留有液面检测以及清罐舱口。减少了蒸汽挥发面积对人员的身体伤害,同时减少雨季雨水进入钻井液罐,影响钻井液性能。对于阿尔及利亚沙漠施工,少雨,高温天气持续时间长,若采取国内封隔罐面的方法,反而会增加 HSE 风险。特别是清罐作业,罐底沉沙多,油气聚集以及挥发蒸汽不易散去,通风条件差,从而恶化清罐作业环境,不利于作业人员身体健康。

针对当地实际作业环境以及存在的 HSE 风险,从管理和技术方面充分考虑,尽量减少或避免现场油基钻井液的危害。

3.1 技术措施

3.1.1 与传统的分子基钻井液有着本质区别。正常生产中,除泥浆泵液力端和方井区域或其他无电路区域可以用水清洗外,严禁用水冲洗罐区、钻台面以防止水进入柴油基钻井液破坏油基钻井液性能,甚至破乳导致柴油析出。

3.1.2 井场的钻井液罐区、泵区、方井区、钻台区严禁动用明火,井场动火严格审批程序;上下钻台、钻井液罐区,严禁携带手机和电子通讯设备,钻台和钻井液罐设备均为防爆电气设备,以防由于电路漏电起火。严禁使用电动潜水泵倒换油基钻井液,采用气动隔膜泵。

3.1.3 现场作业人员劳保必须穿戴整齐,配备必要的耐油手套、防毒口罩以降低皮肤接触柴油基钻井液的几率。

3.1.4 进行清罐作业时要使用防爆轴流风机通风,进行气体检测,执行作业许可和上锁断电程序、并配置好灭火设施和监护人员。

3.1.5 所有油罐、钻井液罐接地每天浇水,每周检测接地电阻,确保接地电阻合格。电气维修或更换时必须切断电源,在罐面作业应使用铜质防爆工具。

3.1.6 每个钻井液罐配置 2 个 9Kg 干粉灭火器,罐区配置 2 个 50kg 干粉灭火器,钻台配置 6 个 9Kg 干粉灭火器,钻台下配置 2 个 50kg 干粉灭火器。罐区设置两个洗眼台、一个紧急淋浴装置,钻台设置一个洗眼台,并勤换水,做到水质清洁。

3.1.7 中完和完井井口作业前替浆时使用清水替浆,确保切割点套管内外以下 3 米全为清水,使用清水清洗方井及地面柴油基钻井液,确保整洁,满足第三方水力割刀作业,安放梯子方便人员上下。

3.1.8 在水力割刀出现故障时,甲监会要求我们用气割处理井口,气割作业和打磨作业前,方井安置可燃气体检测仪检测作业现场柴油蒸汽浓度,灭火器、消防沙、消防泵提前准备到位,监护人员到位不得离岗;一切准备就绪后,方可进行割套管和打磨作业。

3.1.9 罐面盖板采用网格板,罐面电控柜以及搅拌器搅拌钻井液易飞溅区域铺设耐油胶皮,防静电、防滑跌,同时也加快柴油聚集气和蒸汽挥发。

3.2 管理措施

3.2.1 坚持干部 24 小时值班,强化员工防火意识,针对当班生产情况,班前会提出防火工作要求。督促岗位人员设备巡回检查,尤其消防、罐面设施的完好性。

3.2.2 对全体员工,尤其外来人员要进行安全防火教育。搜集消防相关培训材料,充分利用安全会对班组人员进行培训。

3.2.3 缩短钻井液罐区作业人员倒换时间,减少直接接触人员的作业时间。

3.2.4 完善井队消防制度,同时强化日常消防演练,尤其是员工心理素质的提高。建立完善的消防应急小组,每天检查灭火器、消防水泵和水龙带,保证处于良好状态。

3.2.5 加强井队与现场监督以及第三方的沟通工作,充分发挥当地安全官的作用,监管好第三方气割套管,倒换钻井液等 PTW,安全措施执行。

3.2.6 完善中方人员以及当地雇员身体体检制度,充分利用现场医疗条件,定期对倒班到队人员进行简单体检,现场医生不定期对当地雇员进行油基钻井液防护技能培训。

通过对现场钻井液罐区,钻台区,泥浆泵区油基钻井液使用存在的 HSE 危险源充分排查梳理,明确了现场油基钻井液主要 HSE 风险,并制定相应的风险管控、消减措施。现场利用岗位技校、班前班后会、TBT 有针对性开展安全消防培训及演练,全员安全技能、安全水平得到进一步提高。

[参考文献]

[1] 王中华. 国内外钻井液技术进展及对钻井液的有关认识[J]. 中外能源, 2011, 5(01): 55.

[2] 王中华. 高性能钻井液处理剂设计思路[J]. 中外能源, 2013, 4(01): 45-46.