

油包水泥浆在定向斜井中的应用

陈立言

(川中矿区)

柯10—3井是为了救护柯10井无控井喷的抢险定向井。

柯10井钻至井深3771米因井喷发生卡钻，在处理卡钻事故中又发生第二次井喷并引起着火，经灭火抢险装了新井口，用6条4¹/₂"管线引出放喷。

柯10—3井距柯3井井口320米，用17¹/₂"钻头和水基泥浆钻到井深1545米，13³/₈"套

管下到1541米，后用12¹/₂"钻头自井深1566米开始使用油包水油基泥浆（以下简称油基泥浆或油浆）钻到井深3638.15米。在泥浆工艺施工中，向美贝洛德公司引进十种泥浆处理剂，十七种泥浆测试仪器以及双层振动筛、离心除砂机、清洁器等固控装备。

为了使地层粘土页岩脱水，硬化页岩达到巩固井壁的目的，使用了浓度为30—35万

来，让气井在这种制度下稳定生产，不要随便改变生产制度，因为水具有惯性。当合理的制度建立以后，在这种制度下，水就具有要保持其原来运动状态不变的惯性。一旦改变操作，忽开忽关，忽大忽小，都改变了水流的边界条件，也就改变了边界对水流的作用力，因而也改变了水流的运动状态，打破了水的惯性，破坏了原有的动态平衡，使气井不能稳定生产。若要使水流重新稳定下来，建立起新的平衡，又需要一段较长的时间。尤其在地层压力较低、水产量较大的气水同产井中，经常改变操作还容易造成水淹的危险。

4. 气井在开采过程中，应控制合理的采气速度，使气井在中期或晚期出水，这样比早期出水好，可以提高采收率。

根据气井在生产过程中出地层水的时间，可以分为早期、中期和晚期出水三种情况。裂缝系统储量的采出程度在40%以前出水者称早期出水，采出程度在40~70%出水者称中期出水，采出程度在70%以后出水者

称晚期出水。从各气水同产井的采出程度来分析，晚期出水的井，其采收率要高，这是很自然的事。如纳溪气田的1号井就是这样。纳1井于1958年12月投产后，每年都以日产8~10万米³生产，采气速度为6%左右，生产十八年后，在采出程度达75.4%以后，于1977年3月12日才出地层水，这样地层水对气井的影响就小了。所以晚出水井比早出水井好。尤其是一些高产气井（现已出水的高产气井大多数是早期出水的），若都能使之晚期出水的话，不仅能象纳1井那样长期稳定生产，而且还达到了提高采收率的目的。怎样才能使气井晚期出水呢？从纳1井等的情况来分析，还是个控制合理的采气速度问题。纳1井出水前的采气速度为6%。阳47井控制采气速度为5%就不出水了。所以气井在投产后，控制采气速度在5%左右，使单井产量小一点，采气速度低一点，开采过程中均匀一点，就可以延长无水采气期，提高采收率。

ppm的氯化钙溶液作为内相，其渗透压可高达661—977大气压，足以造成地层脱水。一般而言，从地层粘土中脱出水份，其渗透压在350—700大气压之间，饱和氯化钠溶液（26万ppm），渗透压仅有408大气压，不足以造成地层脱水。这就是EZ—MuL油包水泥浆中的水相不用清水和氯化钠水，而要选择用高浓度的氯化钙水的道理。

一 貝洛德EZ—MuL油包水泥浆配方

配1米³比重为1.30油/水=8°/20的油包水泥浆需：①10号柴油712升；②生石灰粉2.86公斤；③EZ—MuL主乳化剂17.20升；④氯化钙水177.32公斤（比重1.34，氯根25万ppm）；⑤有机搬土11.40公斤；⑥重晶石粉475公斤。性能见表1。

EZ—MuL油包水泥浆性能 表1

比重	稠粘度 (厘泊)	塑性粘度 (厘泊)	动切力 (磅/100英尺 ²)	静切力 (磅/100英尺 ²)	API失水 (毫升)	破裂电压 (伏)
1.30	18	18	6	96	4	766

二 油包水油基泥浆的配制材料及处理剂的作用和要求

(一) 柴油：本体系油浆的基本成分。为减少对橡胶配件的腐蚀，要求苯胺点在65℃以上。该井用国产10号柴油，苯胺点为63℃。

(二) 乳化剂：本体系油浆的关键成分。能使油水乳化，维持体系稳定，并形成半透膜。该井使用的乳化剂有两种，均引进自美国贝洛德公司。

1. 乳化剂EZ—MuL：是这种油包水泥浆的主乳化剂，它是一种黑褐色的油溶性的脂肪族聚酰胺表面活性剂，起乳化和浸润作

用，是为使饱和的氯化钠和氯化钙溶液在油中乳化而专门研制的。可配制具有一定失水量、低钻井成本及机械钻速较高的低胶质油基泥浆。可抗温112℃。当需进一步降低失水量或增强油包水泥浆的稳定性时，可配合乳化稳定剂INVER·MuL以及失水降低剂DuRATONE使用。EZ—MuL应配合石灰同时加入。

2. 乳化稳定剂INVER·MuL：在贝洛德油包水泥浆中是重要成分，可使API失水减少到零和降低高温高压(150℃、35大气压)的失水。可与EZ—MuL主乳化剂同时使用，以进一步降低失水或减少滤液中的油水分离。一旦需要，可将EZ—MuL体系转变为INVER·MuL低失水高乳化稳定的油包水泥浆体系。该乳化剂也可配合DuRATONE失水降低剂使用。INVER·MuL也应配合石灰同时使用，抗温150℃。

(三) 氯化钙水：主要提高油包水泥浆中水相的矿化度，产生足够的渗透压力，使地层脱水从而巩固井壁。含水量的多少直接影响到油浆的流变性。该井使用的是国产固体氯化钙，配成氯根含量22—30万ppm的水溶液使用。

(四) GELTONE—11有机搬土：又称胶化剂，它是经过处理的亲油搬土，提高静切力和动切力，满足对重晶石的悬浮。

(五) 生石灰粉（氯化钙）：是乳化剂的辅助添加剂，它的加入有助于乳化剂的增效，促进乳化稳定。并可提高油浆的PH值。

(六) 重晶石粉：细度325目，比重4.25。

(七) EZ—SPOT：隔离液或解卡剂。它是乳化剂、润滑剂、胶化剂和其他添加剂的一种特殊混合物。把它与柴油和盐水或淡水混合时，能迅速形成稳定的逆乳化液，在油基泥浆注水泥或顶替水基泥浆时作隔离液使用。能防止界面过分稠化。它还可配制加

重或不加重的油基泥浆注入井底，使压差卡钻解除。

(八) 失水降低剂 DuRATONE：是一种灰蓝色的粉状药品，它很容易在油中分散为胶质，控制泥浆失水量。在250°C高温内能给乳化系统以极好的稳定性和减少油浆的失水。

三 配制油包水泥浆的计算

(一) 根据所要求的矿化度配制氯化钙水溶液，其氯化钙的用量计算如下：

1) 在定量清水中，氯化钙用量：

$$\text{CaCl}_2 \text{ (重)} = \frac{1.57VQ\gamma}{A\gamma - 1.57Q}$$

式中：CaCl₂量为水量的对应值，吨/方或公斤/升；A—CaCl₂的纯度；V—清水量(体积)；γ—CaCl₂的比重；Q—要求溶液中氯根，(毫克/升)。

2) 配制定体积氯化钙水溶液所需的氯化钙量和清水体积：

$$\text{CaCl}_2 \text{ (重)} = \frac{V \times B}{A}$$

式中：V—CaCl₂水溶液体积；B—CaCl₂在溶液中的含量，(毫克/升)；A—CaCl₂的纯度。

$$\text{清水 (体积)} = V - \frac{G}{\gamma}$$

式中：V—CaCl₂水溶液体积；G—CaCl₂的重量；γ—CaCl₂的比重。

(二) 油浆的各主要成分—油、水、重晶石的用量，按下列材料平衡式计算：

$$V_{\text{液}} \times B_{\text{油}} \times \gamma_{\text{油}} + V_{\text{液}} \times B_{\text{水}} \times \gamma_{\text{水}} + (V_{\text{浆}} - V_{\text{液}}) \times \gamma_{\text{重}} = V_{\text{浆}} \times \gamma_{\text{浆}}$$

式中：V_液—油浆中液相的体积(油+水)；V_浆—所需油浆的体积；B_油—液相中油的比值；B_水—液相中水的比值；γ_浆—油的比重；γ_重—重晶石的比重；γ_水—CaCl₂水的

比重；

注：油浆中其他组份—石灰、乳化剂、有机膨土的用量很少，在上述材料平衡式中可略而不计。

(三) 配制油浆的加药顺序 柴油→石灰→主乳化剂→氯化钙水→有机膨土→重晶石

四 隔离液的使用

油浆入井顶替出井内水基泥浆时，为减少对油浆的污染，中间应打一段隔离液。对隔离液的要求是：(1) 比重应和油浆一致，

(2) 粘度略高于所配油浆和略低于井内泥浆，(3) 数量为井眼环空容积30米左右。

隔离液配方：在每立方米隔离液中，柴油0.54立方米，清水(或氯化钙水)0.2立方米，有机膨土9.7公斤，重晶石粉714公斤。

五 油基泥浆使用情况

油浆自井深1566米入井，用12¹/₄”钻头历时141天，定向钻到井深3638.15米(未完)。井斜11°，方位S28°E，井底位移265米。该井段岩性以砂质泥岩、泥质砂岩及泥岩、砂岩为主，呈交互沉积。钻井参数：钻压15—25吨，转盘转数50—60转/分，排量28—30公升/秒，泵压100—155大气压，环空返速0.43—0.46米/秒，水眼喷速95—105米/秒，钻头压降70—80大气压，钻头马力315—270，比水马力3.14—2.29。

在1566—3638.15米井段中，油浆性能作较大调整仅五次：

(1) 在井深1700米将比重1.23加重到1.30米，以防止地下水侵入；

(2) 1764米时，油浆经滚动烘箱在7大气压、93°C恒温滚动37小时，发现油水比由⁸⁰/₂₀增为⁸²/₁₈，加入氯化钙水13.5立方米，并配合加EZ—MuL1桶，膨土30袋，将油水比调到⁸⁰/₂₀；

(3)井深2896米稳斜钻进时,曾误将新配的23立方米氯化钙水(比重1.15,氯根17万ppm)混入油浆内。油浆粘度由43秒上升到49秒,高温高压失水由20.8上升到26.5毫升,视粘度由23.5厘泊上升到29.5厘泊,塑性粘度由16厘泊上升到19厘泊,动切力由15磅/100英尺²上升到21磅/100英尺²,破乳电压由1100伏下降到944伏,油水比由⁸⁰/₂₀变为^{72.5}/_{27.5},采用补充柴油10立方米和乳化剂1桶的办法调整了泥浆性能;

(4)这口井在定向钻井过程中,先后发生三次恶性卡钻。其中严重的一次是由井深2959.47米,井斜19°30',方位S18°E,在扭方位降斜钻井到2978.40米,井斜13°30',方位S26°E,因井下蹩跳上提钻具15.98米,卸随钻科学眼的电缆卡子时发生卡钻。当时油浆性能为:比重1.34,粘度45秒,API失水2毫升,高温高压失水21.6毫升,切力⁸/₁₅磅/100英尺²,含砂0.1%,视粘度24厘泊,塑性粘度16厘泊,动切力16磅/100英尺²。最后采用七次套铣四次爆炸松扣的方法,仅用11天时间,成功地解除事故。在处理事故中,为要在爆炸松扣前把高温高压失水由21.6降至3毫升,于是加入乳化稳定剂INVER·MuL40桶,石灰270公斤,失水降低剂DuRATONE 250袋进行处理,油浆由EZ—MuL体系转变为INVER·MuL低失水体系;

(5)当钻至3044米时,油包水泥浆中水相的总矿化度达到40—42万ppm,为防止高浓度氯化钙水产生过大的渗透压,可能导致将地层“拉”垮,于是将补充用的油包水泥浆中所用的水相都改用清水或低浓度的氯化钙水,目的是降低油包水泥浆中的总矿化度,使其保持在35—39万ppm之间。

六、认识和评价

(一)通过该井钻井实践验证油包水泥

浆和地层之间存在渗透压的理论。采用高浓度的氯化钙水,使泥岩、页岩等易塌地层脱水从而使井壁更加坚固是存在的。在试验室内曾对不同氯化钙含量的油/水=⁸⁰/₂₀的油包水泥浆对泥球进行脱水试验,用1.2万ppm的氯化钙和新疆夏子街搬土作成大小相同的泥球,分别放在不同氯根含量的油包水泥浆中,置于高温罐内,放入滚动烘箱,在7个大气压,102°C下恒温滚动24小时,泥球固结变化情况(见表2)。

氯化钙浓度对泥球固结的影响 表2

油浆中水相含氯化钙量 (PPM)		泥球固结变化情况
清水		完全分散
氯化钙水	1.2万	完全分散
氯化钙水	8万	泥球发软,有可塑性
氯化钙水	22万	泥球完好,中硬,用手可捏碎
氯化钙水	31万	泥球脱水,极硬,用钻头才能砸碎

试验说明,油包水泥浆中的水相含氯化钙量越高,产生的渗透压越大,则使泥球脱水越多而固结得越坚硬。

在钻井过程中,我们体会到油基泥浆钻成的井段,井眼规则。地层无膨胀、垮塌现象,满足了造斜等井下作业的需要。在14¹/₄”井眼中,带14¹/₄”各种扶正器5—7个满眼钻井,先后改变钻具19次均能按工艺要求满足钻斜井的需要。其中一次钻具带有和钻头直径相同的扶正器五个下钻遇阻,压30吨后卡钻8小时,后提220吨解除。又于井深2952米、井斜19°20',下钻中一块大钳牙板落井,井内泥浆停止循环28小时,下磁铁打捞器,一次到底,落物顺利捞获。

(二)油浆性能稳定,维护管理简单,处理工作量少,柯10—3井油包水泥浆与相同井眼大小,相同井段,采用水基泥浆的邻井的处理泥浆工作量的对比(见表3)

由于钻屑在油浆中不分散,加上充分使用固控装备,造浆就不严重。钻井进尺2072米带出岩屑体积约158立方米,总重量约378

酰胺型缓蚀剂 在天然气工业中的应用

廖树农 熊楚才

(四川石油管理局天然气研究所)

摘 要

油气工业从开发、集输到加工过程使用的各种缓蚀剂通常是含Se、N、S、O等元素的极性有机化合物。由于Se化合物价格昂贵,含S有机化合物可能分出 HS^- 离子,不宜于油气工业特定的腐蚀环境,因此广泛选用含氮有机化合物作为缓蚀剂。

从实验室测试数据对比了脂肪酸胺盐、酰胺、吡啶、季胺盐、咪唑啉等缓蚀剂的缓蚀效果,得出酰胺型缓蚀剂比其他含氮化合物具有类似或更优越的缓蚀性能。酰胺型缓蚀剂的现场试验确认了它的使用性能。

从红外谱图,阴阳极化曲线,失重法评定等数据,探讨了不同酰胺基团对缓蚀效果的影响规律,认为叔酰胺比仲酰胺具有更为显著的效果,从而为合成更佳效果的酰胺型缓蚀剂提供了方向。

从酰胺型缓蚀剂的吸附等温线,探讨了它的吸附类型以及造成“完全”单程吸附时的浓度范围,可供使用时选定最佳用量范围的参考。

腐蚀问题横贯于含硫气田开发、集输和加工过程的始终。据统计,美国石油工业的腐蚀损失,相当于全国腐蚀总损失的4%以上,因此,采用有效措施,控制腐蚀即使只

减少腐蚀损失1/3—1/4,也会给国民经济带来明显的效果。

采用缓蚀剂一向引起金属腐蚀的介质中添加少量物质抑制金属腐蚀的方法,乃是公

表 3

井 号	井 段	泥浆 类型	处理剂 品 种	粉剂比重、粘度 加入药液总量	泥浆处 理次数	备 注
柯10—3井	1500—3038米	钠基	8	用固控设备	8	
柯56井	1527—3011米	水基	16	555方	48	
柯12井	1523—3001米	水基	14	1011方	109	
柯2井	1493—3030米	水基	18	1194方	206	事故井

吨。泥浆比重始终保持在1.30—1.36之间,这也是使用一般水基泥浆难于得到的。

(三)该井油基泥浆钻进所用的美国钻头,大多数使用直径11.10×3的喷嘴,环空返速一般为0.4—0.45米/秒,只要适当调整

油浆的流变性能,保持动/塑比值,使环空呈层流状态,带砂情况仍然良好。

(四)本文所介绍的油包水泥浆配方简单,耗药量少。该油浆只用柴油、氯化钙、乳化剂等六种材料便可配成所要求的泥浆性能,如再增加3—5种处理剂便可满足调整泥浆性能的需要。适用于钻水敏性泥页岩地层、盐岩层、深部地层,以及满足定向斜井工艺的需要。