

苏里格常规定向井井漏及复杂情况的处置措施探讨

王雨航(中国石油集团长城钻探工程有限公司钻井一公司, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 井漏是钻井施工中的常见复杂情况, 而不同区块的漏失机理和堵漏方式也不尽相同。苏里格气田位于鄂尔多斯盆地, 其地层压力系数低, 存在弱胶结地层, 部分区域地层孔隙及裂缝连通性好, 且近几年随着苏里格气田多年的开发采气, 地层亏空现象也日益显著。目前, 苏里格气田施工的常规定向井井漏多发, 严重漏失甚至失返性漏失也时有发生, 严重影响了钻井施工周期, 也增加了事故复杂的风险, 本文通过对苏 53-X-25、苏 10-X-13 等井处理井漏的过程及结果进行了研究分析, 对苏里格区块常规定向井井漏及复杂情况的处置措施进行了总结与探讨。

关键词: 苏里格; 定向井; 井漏; 堵漏; 复杂情况

0 引言

苏里格气田位于陕西省与内蒙古自治区接壤的鄂尔多斯盆地, 油气勘探面积 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 目前是勘探储量规模与产量最高的陆相致密砂岩油气藏^[1]。苏里格气田目前部署的主要井型为常规定向井、水平井、侧钻水平井等, 其中以常规定向井数量最多。

苏里格气田常规定向井具有机械钻速快、完井周期短的特点, 钻井施工单井利润较低, 如不能在预定钻井周期内完钻, 利润将消耗殆尽, 甚至造成严重亏损, 目前苏里格区块定向井的主要复杂之一就是井漏。钻井过程中发生井漏不仅消耗大量钻井液, 延长钻井周期, 处理不当还能引发井塌、井喷、卡钻等复杂情况, 甚至导致井眼报废, 造成重大工程事故^[2]。

1 地质情况与施工难点

发生井漏有三个条件, 一是井筒内的液柱压力大于地层孔隙、裂缝或溶洞中流体的压力, 对地层存在正压差; 二是地层中存在着漏失通道及较大的能够容纳钻井液的空间; 三是漏失通道的开口尺寸大于外来工作液中固相的粒径。苏里格区块地层压力系数低, 承压能力弱, 尤其是刘家沟组、石千峰组裂缝发育, 连通性好, 严重漏失甚至失返性漏失发生频率较高, 堵漏效果不理想, 反复漏失的情况常有发生, 严重影响了钻井施工周期, 以往采用清水强钻的方式虽然部分取得了成功, 但风险和隐患极大。在严重漏失的情况下, 钻井液性能难以保障, 石千峰组下部紫红色泥岩、石盒子组灰色泥岩、山西组黑色煤层和灰黑色炭质泥岩易垮塌, 在钻井液低粘度、低密度的情况下, 极易发生井壁失稳剥落, 通常在循环过程中无明显异常, 但停泵后, 环空压耗消失, 掉块迅速滑落, 会有明显的附加拉力增大, 开泵憋泵的现象, 如处理不及时, 极易造成埋钻具卡钻事故。

2 苏里格区块井漏及复杂情况分析

2.1 苏 53-X-25 井

苏 53-X-25 井钻进至井深 2805m, 发生井口失返, 起钻更换钻具组合进行堵漏, 钻进至 2808m 时, 井口返出只有三分之一排量, 强行钻进至 2812m 时, 再次失返, 配堵漏浆进行静止堵漏, 期间做过承压堵漏, 最高

承压至 2.8MPa, 稳不住压力, 承压堵漏失败, 采取供水强钻至完井。完井后地面配制钻井液, 建立循环, 钻井液性能达到设计要求。井内全部替成钻井液后, 起钻电测。电测到底后汇报, 气藏科要求加深 20m, 下钻井深到 3412m, 为避免直接下至井底开泵憋漏地层, 提前甩 5 根钻杆, 开泵下划。划至井底后, 泵入稠浆携带岩屑, 返出大量掉块。钻进至 3469m 时上提接单根, 开泵、下放方补心入转盘, 钻进至 3470m 井口突然失返, 场地工当即向司钻汇报, 司钻上提钻具, 无法起出, 上提最高悬重 120t, 1 个凡尔开泵, 憋泵, 泵压 10MPa。尝试开泵建立循环无效, 下放没有活动空间, 钻具卡死。

经过对卡钻过程的分析, 认为是由于前期井漏没有堵住, 使用清水强钻完井, 造成上部泥岩、煤层失稳剥落, 钻进至 3469m 时接单根, 停泵期间掉块、沉沙向下滑落, 开泵后环空不通畅, 发生了憋堵, 进而失返, 在无法建立循环的情况下, 泥岩掉块、沉沙和上部山西组煤层加速回落, 造成了埋钻具卡钻事故。

爆炸松扣成功后起出钻具, 在刘家沟组与石千峰组交界处进行堵漏, 泵入配好的堵漏剂 20 方, 堵漏剂成分: MDF 承压堵漏剂 1.5t, 棉籽壳堵漏剂 2.5t, LCM 综合堵漏剂 2.5t, 云母片堵漏剂 1t, 堵漏剂含量 37.5%。泵入漏失地层后, 起钻 18 柱, 做承压后静止堵漏 5h, 分段循环筛除堵漏剂, 循环无漏失, 堵漏成功, 填井后侧钻, 顺利完钻。

2.2 苏 10-X-13

苏 10-X-13 井钻进至刘家沟组 2785m 发生失返性漏失, 多次随钻堵漏效果不好, 采用供水强钻的方式钻进到完钻井深 3574m, 完钻时漏速 10 方/h, 调整井内钻井液性能后, 打封闭后起钻测井, 测井第一趟到底, 第二趟直罗组遇阻, 测井期间仍存在严重漏失, 累计灌入量达 30 方。下钻通井钻具组合: $\Phi 215.9 \text{ mm}$ 三牙轮钻头 + 4A10/430 双母 + $\Phi 165 \text{ mm}$ 钻铤 3 根 + $\Phi 127 \text{ mm}$ 加重钻杆 15 根 + $\Phi 127 \text{ mm}$ 钻杆。通井到底后, 循环调整钻井液性能, 打堵漏剂后起钻, 起钻第一柱上提拉力大, 下放遇阻, 尝试开泵不成功, 开转盘别停, 逐渐失去活动空间, 钻具卡死。卡钻原因为严重井漏导致钻井液性

能无法稳定上部煤层、泥岩, 停泵起钻后掉块回落埋钻具造成卡钻。

该井爆炸松扣后, 井下落鱼 $\Phi 215.9\text{mm}$ 三牙轮钻头 +4A10/430 双母 + $\Phi 165\text{mm}$ 钻铤 3 根 + $\Phi 127\text{mm}$ 加重钻杆 1 根, 起钻仍非常困难, 需要开泵甩单根起钻, 说明下部井塌已经非常严重。该井填井侧钻后, 钻进至 2750m (刘家沟组) 再次出现失返性漏失, 起钻简化钻具组合堵漏, 下钻到底后泵入 30% 浓度堵漏浆 15 方, 关井憋压, 堵漏浆憋入地层 6 方, 最大压力 5MPa, 停泵后稳压至 2.5MPa, 下钻到底循环返出正常, 继续钻进再次发生井漏失返, 泵入 35% 浓度堵漏浆 20 方, 关井憋压, 堵漏浆憋入地层 11 方, 停泵后压力归零, 下钻到底开泵失返, 堵漏失败。起钻下光钻杆至 2670m, 注水泥 6 方, 下钻探塞后钻进至 2755m 再次失返, 泵入 30% 浓度堵漏浆 20 方, 起钻静止期间持续漏失, 起钻下光钻杆至 2690m, 注水泥 6 方, 起钻至 2510m 循环, 持续漏失, 按漏失量计算, 水泥已全部漏入地层, 泵入 30% 浓度堵漏浆 15 方, 起钻至 1800m 调整钻井液性能, 下钻到底循环漏速超过 40 方/h, 泵入 30% 浓度堵漏浆 25 方, 起钻静止 4h, 开泵循环漏速降至 1.5 方/h, 起钻换组合继续钻进。

该井后期在钻进过程中又经历了多次漏失、堵漏, 钻进至 3200m (石千峰组底部) 再次出现严重漏失, 漏速达到 24 方/h, 为了安全揭开下部石盒子组灰色泥岩, 必须将上部漏层堵住, 最终选择打胶质水泥的方式进行堵漏, 注入 1:1 的胶质水泥 10 方, 其中 5 方钻井液里堵漏剂 15% 的含量 (0.75t); 水泥浆平均密度 $1.85\text{g}/\text{cm}^3$, 加入 10kg 粗纤维, 注水泥时返出正常, 顶替时漏失约 15 方, 起到上部安全井段静止候凝, 后期钻塞、钻进均无漏失, 顺利完钻。

3 井漏及复杂情况的处置措施

根据苏 53-X-25、苏 10-X-13 等井的漏失情况分析, 刘家沟组和石千峰组是苏里格区块常规定向井的常见漏层, 其漏速可达 30 方/h 以上, 甚至造成井口失返, 大量漏失导致钻井液性能无法保证, 极易发生井塌卡钻等工程事故。

对于在钻进过程中发生渗漏的情况, 可使用承压堵漏剂或无渗透堵漏剂进行随钻堵漏、静止堵漏; 如果漏速过大导致供水困难、钻井液性能无法保证, 应起钻下光钻杆, 使用中、粗颗粒堵漏剂 (如综合堵漏剂等) 进行承压堵漏, 如堵漏无效, 考虑注胶质水泥堵漏, 不可在无法保证钻井液性能的情况下强行钻进、降排量钻进以及控速钻进。同时, 为保证下部井壁稳定和钻井液携岩性能, 改型后要保证钻井液粘度 45-50s, 密度 $1.14-1.17\text{g}/\text{cm}^3$ 。

为避免井漏导致事故复杂, 分析苏 53-X-25、苏 10-X-13 等井施工经过, 总结其失败和成功的经验, 提出了现场可采取的预防及处置措施:

①钻井方应与地质小队保持沟通, 做好地层预测,

对于易漏、易塌地层, 提前做好准备, 备好堵漏剂, 及时调整钻井液性能;

②要做到第一时间发现井漏, 并及时采取措施, 如果钻进过程中发生渗漏, 可采用打随钻堵漏剂的方式, 起钻静止堵漏; 如果钻进过程中发生失返性漏失, 立即组织起钻, 尽可能起到安全井段, 起钻过程中要向环空灌浆, 观察液面, 判断漏速。对于失返性漏失, 需要考虑井控风险, 防止漏转喷;

③钻进期间录井监测设备正常运转, 并及时校准, 做好钻井液总量、返出量、泵压等重要参数的监控, 及时发现漏失等异常情况;

④主要操作人员应知晓井漏风险, 能够对井漏导致的异常情况正确处置, 避免操作不当导致复杂和事故;

⑤接单根时, 保证早开泵, 晚停泵, 接单根后开泵应确认泵压正常、井口返出正常后方可下放钻具进行钻进;

⑥下钻遇阻时, 不可硬压, 观察上提拉力变化情况, 如无法活动通过, 应上提钻具至正常井段后开泵, 循环正常后方可向下划眼, 要避免在钻具未提活的情况下开泵;

⑦每次下钻到底前, 提前开泵观察井口返出, 开泵要缓慢, 逐渐提排量, 一是避免激动压力过大, 二是防止沉沙和掉块聚集, 造成憋堵; 开泵正常、循环充分后方可下划至井底;

⑧起钻第一柱停泵上提就遇卡的情况, 是明显的井壁失稳、掉块滑落的现象 (主要为山西组煤层), 要第一时间下放钻具, 放活后立即小排量开泵建立循环 (在钻具未放活的情况下开泵, 非常容易憋泵造成卡钻)。这种情况硬提出来的难度很大, 首先要立足于建立循环, 否则掉块下落, 钻具活动空间会越来越小, 最终造成卡钻事故;

⑨在易塌层位起钻前, 应先停泵, 验证上提正常后, 方可卸方钻杆, 如果上提遇阻, 立即下放放活钻具开泵, 重新建立循环, 配合稠塞清扫井眼, 调整钻井液性能, 正常后方可起钻; 可结合现场情况, 在易塌层位打重稠塞封闭后起钻;

⑩如果起钻前需要堵漏, 应起到煤层上方再打堵漏剂, 防止出现堵漏剂与掉块封堵环空, 造成开泵困难;

⑪由于地层承压能力弱, 在环空不通畅的情况下, 大排量开泵会憋漏地层, 严重的会造成井口失返, 尤其是对于机械钻井泵的井队, 下钻到底和起钻前, 要保证一个泵是一个凡尔, 以便于能够第一时间小排量开泵建立循环。

参考文献:

- [1] 卢涛, 张吉, 李跃刚, 等. 苏里格气田致密砂岩气藏水平井开发技术及展望 [J]. 天然气工业, 2013, 33(8): 38-43.
- [2] 王中华. 复杂漏失地层堵漏技术现状及发展方向 [J]. 中外能源, 2014, 19(1): 39-48.