

# 311.15 mm Borehole Targeted Technology of Weiyuan Structure in Sichuan Basin

Ruigang Zhang

Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd., Drilling Company 2, Puyang, Henan, 457001, China

## Abstract

The main development structures of Sinopec in South Sichuan work area of Sichuan Basin in China are Tieshan Weiyuan structure belt in Southwest Sichuan gentle structure belt and Bishan Yongchuan fault fold belt in Southeast Sichuan low steep structure belt. During the construction of 311.15mm second hole in Weiyuan block of PetroChina, Sichuan Basin, China, the troubles such as sticking, mud pack and overflow are complex. Through the treatment of complex troubles, cause analysis and referring to the construction technical measures of other units in the same block, targeted technical measures are formulated to reduce the troubles and improve the production efficiency.

## Keywords

anti-card measures; anti-mud bag; anti-shallow gas

# 四川盆地威远构造 311.15mm 井眼针对性技术方案

张瑞刚

中石化中原石油工程有限公司钻井二公司, 中国·河南 濮阳 457001

## 摘要

中国四川盆地川南工区中石化主要开发构造有川西南平缓构造带铁山—威远构造带、川东南低陡构造带璧山—永川断褶带。中国四川盆地中石油威远区块在二开 311.15mm 井眼施工过程中卡钻、泥包、溢流等故障复杂, 通过对故障复杂处理情况, 原因分析并参考同区块其他单位施工技术措施, 制定了针对性技术措施减少故障复杂, 提高生产时效。

## 关键词

防卡措施; 防泥包; 防浅层气

## 1 引言

中国四川盆地的油气勘探虽历经 60 多年的历史, 但在进入 2000 年以后, 伴随着工程技术的不断进步, 地质认识的不断深化, 发现了一批储量超过千亿方的大气田 (主要是近 15 年发现的), 中国四川盆地勘探进入快速发展期。目前威远工区提速提效制约因素主要在二开 311.15mm 井眼和三开水平段, 论文主要针对二开井段采取一系列方案和措施有效降低或避免故障出现, 提高机械钻速, 达到安全提速提效的目的。

## 2 防卡措施

### 2.1 工程技术方面

#### 2.1.1 优化钻具组合

减少大尺寸钻铤数量, 根据井斜大小选择合适的螺杆

上扶正器。定向段:  $\varnothing 311.2\text{mm}$ PDC 钻头 +  $\varnothing 216\text{mm} \times 1.25^\circ$  弯螺杆 +  $\varnothing 203\text{mm}$  无磁钻铤  $\times 1$  根 +  $\varnothing 203\text{mm}$  无磁悬挂 + 加重钻杆  $\times 15$  根 + 钻杆; 稳斜段:  $\varnothing 311.2\text{mm}$ PDC 钻头 +  $\varnothing 216\text{mm} \times 1.25^\circ$  弯螺杆 + 扶正器 (304–308m) +  $\varnothing 203\text{mm}$  无磁钻铤  $\times 1$  根 +  $\varnothing 203\text{mm}$  无磁悬挂 + 加重钻杆  $\times 15$  根 + 钻杆<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 优化钻井参数

二开 311.15mm 井眼大泵排量越大, 携砂效果越好; 钻井扭矩可直接反映井下情况, 故顶驱钻井扭矩设定不宜过高 (20KN.m 为宜); 复合钻进时正常扭矩范围 5 ~ 15KN.m, 若扭矩一直居高不下, 则停止继续钻进, 检查分析原因。钻压: 50 ~ 120KN, 转速: 50 ~ 60 转 /min, 排量: 50 ~ 60L/s。

#### 2.1.3 优化二开轨迹

为拉开水平段巷间距, 二开设计轨迹一般为直—增—稳—降—直, 在滑动增斜或者降斜的过程中, 位移较大的井

【作者简介】张瑞刚 (1986—), 男, 中国甘肃定西市人, 本科, 工程师, 从事深井、超深井水平井钻井等研究。

托压严重,造成钻压加不到位、工具面摆放困难,卡钻风险增大。选择合适的造斜段、降斜段充分利用钻具自然降斜率,若不影响后期施工可直接优化轨迹为三段式为直一增一稳。避免或减少中国雷口坡和嘉陵江组石膏含量较高的地层定向。提前扭方位,在井斜 $10^{\circ}$ 之前将方位扭至设计方位<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.4 坚持精细化操作

一是强化井眼清洁,严格按照要求排量和转速循环。接单根前至少划眼2遍,复杂井段可增加划眼次数,直至扭矩、摩阻正常方可接立柱。起钻前充分循环至少2周且返砂干净,确保井眼畅通;二是缩短钻具静止时间。接单根时间超过3min,必须采用转盘活动钻具。定向若出现脱压现象,不可长时间压住钻具不动或强压,应立即释放扭矩上提活动钻具;三是加强司钻及主要操作人员现场培训,提高精细化操作水平;四是坚持井下异常汇报。若遇井下异常值班干部和工程师必须上钻台进行盯防并及时汇报上级单位;五是限定司钻操作权限。下钻遇阻不要多压(特别是第一次),遇阻时要立即上提把钻具提开,但最大上提负荷不得超过钻具或提升系统的最大安全负荷。起钻遇卡后不要多提(特别是第一次),要立即下放压开钻具,必要时可以将悬重压到0。倒划眼上提钻具坚持采用“寸提”方式。

#### 2.2 钻井液方面

① 钻井液要保持低粘低切,保持良好的流变性。性能要求:  $1.40 \sim 1.80\text{g}/\text{cm}^3$  左右,黏度  $37 \sim 55\text{s}$ ,失水  $8 \sim 4\text{ml}$ 。

② 加强钻井液的抑制性。要求氯化钾加量达到5%、聚胺加量达到0.3%,生石灰含量达到0.5%以上。

③ 泥饼质量要有保证,要求泥饼光滑、薄而致密。钻井液维护中要强化封堵,加入1%的低软化沥青和2%超细目碳酸钙。及时补充液体润滑材料,减少粘附卡钻的概率。

④ 钻遇雷口坡组时易遇浅层气,要求控制好钻井液性能,保持钻井液密度,在钻遇该层位要加强坐岗,勤测密度,根据气测全烃值的变化,采取循环观察,逐渐释放浅层气压力,依据气测显示、进出口密度变化。尽量采用低密度钻进,采取边钻边观察,发现溢流及时采取措施。

⑤ 振动筛目数要求使用200~240目,除砂除泥一体机用270目筛布,中速离心机龙潭组前运转率达到90%、高速离心机运转率全井达到90%。

### 3 防泥包措施

#### 3.1 工程技术方面

① 首先做好PDC钻头的选型工作,钻头水眼、流道设计应利于排屑。

② 下入PDC钻头之前,应充分循环泥浆,清洗井眼,防止起钻后滞留在井眼内的钻屑继续水化分散。

③ 下入PDC前先短起下钻,对井壁泥饼进行刮削、挤压,将厚泥饼拉薄、压实,尽量保证井眼畅通、消除阻卡;在钻头泥包高发区,如果采用了所有方法也无法避免PDC钻头泥包,那么先使用牙轮通一趟井就成了必要手段。

④ 下钻时在钻头流道表面涂满黄油,形成一层保护膜,减少钻头与泥浆中的劣质固相直接接触的时间,或者把钻头包起来,这样做即便在深井中也是有一定作用的。

⑤ 下钻时钻头不断刮削井壁,井壁上的泥饼或滞留于井内的钻屑会在钻头下堆积,到一定程度便会压实在钻头上,所以下钻中途要进行循环,将钻头冲洗干净。

⑥ 下钻过程中还应适当控制速度,防止钻头突然冲入砂桥。另外如果速度恰当,PDC钻头会顺着上一只钻头所钻的螺旋形井眼轨道行进,而不是在井壁上划拉下大量泥饼。

⑦ 每次下钻到底前至少提前用3柱开泵划眼至井底,尽量提高排量充分冲洗井底和钻头,等排量满足要求后再轻压旋转钻进 $0.5 \sim 1\text{m}$ 。

⑧ 尽量采用大排量钻进,保证PDC钻头的充分清洗与冷却。

⑨ 在软泥岩中钻进,应尽量采用低钻压、高转速、大排量,不要盲目使用高钻压去追求钻速。

⑩ 飞仙关组、龙潭组易发生泥包钻头,应尽量避免在该井段起下钻和短起下作业,最好一趟钻穿过龙潭组。

#### 3.2 钻井液方面

① 进入飞仙关组前调整钻井液保持较低的粘切,必要时置换部分新浆。

② 分段混入4%的柴油和2%润滑剂(废机油),提高钻井液的润滑性<sup>[3]</sup>。

③ 在该段钻进使用一套钻具结构一次性钻穿飞仙关、龙潭组。

④ 在该井段起钻前,必须先端起拉井壁,下到底充分循环清洁井眼后,用低粘切井浆+2%水基润滑剂封闭该井段。

⑤ 下钻过程中采取分段循环的方式,清除井壁上刮掉的

岩屑,减少和避免下钻到底的钻头被泥包住;下钻到底要安排多人观察好返浆口,逐渐提高循环排量,观察好振动筛运出的岩屑,防止和避免开泵时架空槽和缓冲罐堵死。

⑥ 该井段地层含大段泥岩,地层造浆严重,密切监测钻井液性能变化,每 24 小时测一套全套性能,跟踪坂含和固相含量及含油量的变化值,避免盲目处理。

⑦ 开启高速离心机清除低密度固相,果断采取措施调整钻井液性能,要求坂含小于 30g/l,含砂小于 0.5%,固含 30%,含油达到 3% 以上。性能要求  $\rho$ : 1.40 ~ 1.80g/cm<sup>3</sup>, FV: 37 ~ 55s, FI: 8 ~ 4ml,pH 值: 9, YP: 6 ~ 10Pa, Gel: 3 ~ 6Pa/5 ~ 12Pa, MBT: 18 ~ 25g/L, Kf: 0.12

⑧ 坚持以“细水长流、勤于维护”方式控制钻井液的性能,及时补充抑制剂、包被剂、封堵剂和降滤失剂以保持性能稳定优良。

## 4 防浅层气措施

中国威远气田上部地层地质复杂,浅层气活跃、量大、段长且雷口坡—栖霞组地层天然气组分中可能含有硫化氢。

### 4.1 预防措施

① 开钻前准备工作。

第一,按照公司劳动定员标准配齐井队人员,严格落实持证上岗制度,全员持有井控证和硫化氢证。

第二,做好钻遇浅层气的应急预案的制定和交底工作,施工前组织全体人员认真了解浅层气的危险性,提高防范意识,明确各岗位职责。

第三,严格执行井控标准和设计,严格把井控装备的安装关、试压关、使用关,保证井控装备始终处在良好的待命状态。

第四,准备好三种以上有效的点火方式,放喷口和液气分离器排气口一直保证长明火。

第五,液气分离器固定牢靠,排液管线出口要畅通无阻,液气分离器内部构造要有图或照片,安装前要检查内部并进行清理,安装完一定要进行循环式运转,确保液气分离器处于良好状态。

第六,严格按设计要求准备好清水、堵漏材料、加重材料和加重钻井液,加重钻井液随时能够用泵打出来。加重钻井液定期循环、搅拌、维护,维持沉降稳定性 $\leq 0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 。

第七,配齐气防器具、设施。钻井队配备正压式空气呼

吸器至少 15 套,备用气瓶不少于 5 个,便携式硫化氢检测仪不少于 5 个,钻台上下准备好大功率排风扇。

② 直通放喷池阀门保持常开,每班安排专人检查阀门开关状态、长明火剩余油量及燃烧情况。

③ 钻进期间加强浅层气和 H<sub>2</sub>S 的监测,一旦监测到浅层气或 H<sub>2</sub>S 显示,根据其显示级别及时进行相应的处理,确保施工安全。

④ 浅气层对井筒压力特别敏感,在浅气层井段附近拔活塞或上提下放活动钻具易激活诱喷浅气层,因此要平稳操作,尽量简化入井钻具结构,确保钻井液性能,强化水力参数,防止钻头或扶正器泥包而导致的拔活塞。一旦发生抽吸或疑似抽吸,关防喷器,利用节流循环进行排除。

⑤ 严格控制钻井液密度,密度附加值以设计的地层压力系数为依据进行附加,钻探过程中根据井下实钻地层压力情况合理调整。

⑥ 强化坐岗观察,及时发现溢流显示。利用好液面报警器,保证灵敏可靠。实行三岗联坐,起下钻要专人在出口进行观察。充分利用录井气测异常、钻时和槽面显示等资料,及早发现溢流,做到“发现溢流立即关井,疑似溢流关井观察,关井后立即汇报”。

⑦ 起钻前必须进行短起下钻测后效,油气上窜速度满足要求才能起钻,否则要调整钻井液密度。

⑧ 起钻过程中要做到每起一个立柱灌满一次泥浆。起钻灌浆要用专用的小型计量灌,确保起钻灌浆的计量准确。

⑨ 起下钻操作要平稳,严格控制起下钻速度,杜绝因抽吸导致的溢流井喷。

⑩ 按设计要求做地层破裂压力试验,确定井口的最大允许关井套压,发生溢流关井时的关井套压不能超过最大允许关井套压。

加强内防喷工具的使用和管理。现场按设计要求配备与钻具尺寸相匹配的钻具止回阀、旁通阀、上旋塞、下旋塞等,按照额定工作压力进行试压,并配有合格证和试压曲线等。钻具组合要严格按井控设计要求安装钻具内防喷工具,检查保养好抢接装置和防喷单根。

严格落实井控演习制度。安装好井控装备后,井队组织生产班组进行一次井控演习,并检查落实各方面安全预防工作,演习不合格严禁进行下一步施工。强化施工过程中的应急演练,提高班组实战的能力。演习做到信号准确,分工明确,

到位迅速,操作熟练,动作规范,关井正确,不断提升应急实战能力和班组独立作战能力。

提高关井意识,井口溢流是最直接的显示,因此要严格贯彻井控溢流处理方针,发现溢流及时、果断、快速、正确关井,及时控制井控险情。

加强干部值班、带班,检查各岗位工作的执行情况,督促各项技术、安全措施의落实。

地层裂隙产生的井漏,常常伴随因裂隙空间的置换导致溢流,此时不能盲目提高钻井液密度,防止密度过高导致压漏地层,进而导致压井工作更加困难,井下情况复杂化。

发生井漏后,严禁盲目起钻,需关井观察,确认安全后方可起钻。

下套管前要安装与套管尺寸相匹配的防喷器闸板芯子或接好与送入钻具连接好的套管转换接头,转换接头强度要与套管一致,下套管一定要严格控制下放速度,严防井漏。

## 4.2 处理措施

钻遇浅层气立即关闭防喷器导流放喷,落实防火防爆措施,定期检查放喷管线保持畅通,有  $H_2S$  时现场所有操作、观察人员戴正压式空气呼吸器。

如果气量小(放喷口火焰低于 3m)可放喷观察,视情况逐步关闭其他放喷管线,通过节流管汇直接放喷(绝对不能通过液气分离器)<sup>[4]</sup>。

如果气量大(放喷口火焰大于 3m)且没有减小趋势,或有  $H_2S$ ,按以下步骤做:

①开泵大排量向井内泵入泥浆。

②根据实际情况关闭其他放喷管线,控制一定的安全套压,直到火焰熄灭再正常压井。

③如果气量太大,则将所有放喷通道都打开,向井内大排量泵入泥浆,并混入堵漏剂,改变地层通道性质。

④注意检查防喷器及圆井漏气情况,钻台只留值班人员。

## 5 结语

中国页岩气的勘探开发已经趋于成熟并进入高速发展阶段,在页岩气开发过程中钻井工程阶段的安全提速提效是整个开发过程关键环节。通过现场实践应用,优化了各项措施,解决了威远页岩气地区二开井眼泥包钻头、浅层气、机械钻速低、轨迹控制工作量大等问题实现了提速提效目标。进一步完善了威远页岩气钻井大数据收集整理工作,保证了钻井技术方案的准确性和实用性,给威远页岩气项目提速提效提供了技术支撑。

## 参考文献

- [1] 管志川,陈庭根. 钻井工程理论与技术 [M]. 青岛:石油大学出版社,2000.
- [2] 李坤源. 三维定向井轨迹设计的研究与实现 [D]. 北京:中国地质大学,2014.
- [3] 胡郁乐,胡晨,张恒春,等. 钻头泥包原因分析及松科二井防泥包钻井液的应用 [J]. 煤田地质与勘探,2020,48(5):254-261+268.
- [4] 曹辉. 关于浅层气灾害的预防与控制研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量,2017,37(18):102-103.