

# 塔河油田超深井坍塌治理工艺探索与实践

范伟东, 刘磊, 张潇, 孙桓

(中国石化西北油田分公司工程技术研究院, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**塔河油田地质构造特殊,奥陶系以裸眼完井为主,部分泥岩段和灰岩产段暴露。近年来井壁坍塌故障井较多,为此开展了广泛研究和现场实践。该文重点针对坍塌治理技术进行了系统总结,分轻度坍塌、重度坍塌、重复坍塌和复合性综合事故,给出相应的治理对策,重点给出适应性的钻具组合、研磨工具和钻磨参数,并对作业中要点进行描述。

**关键词:**坍塌;超深井;钻井工程;塔河油田

**中图分类号:**TE2

**文献标识码:**A

## Countermeasures for collapse in super-deep wells in Tahe Oilfield

Fan Weidong, Liu Lei, Zhang Xiao, Sun Heng

(Engineering and Technology Institute, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** Due to the special geological structure in the Tahe Oilfield, most of the Ordovician wells are in open-hole completion, and parts of the mudstone and limestone production layers are exposed. Well collapses are common in the recent years, in view of which, many studies and field practices have been carried out. This paper mainly aimed at the countermeasures for collapse, and classified them into mild, severe, repeat ones and compound comprehensive accident. Corresponding countermeasures were given, especially assembly tools, drill grinding, grinding parameters in operation.

**Key words:** collapse; super-deep well; drilling engineering; Tahe Oilfield

塔河油田奥陶系油藏属于碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏,受多期构造作用及多期表生岩溶作用影响,形成了以孔、洞、缝为储渗空间,以非渗透或低渗透基质岩块为遮挡,构成了复杂、非均质、随机分布的岩溶缝洞网络系统。

## 1 坍塌原因分析

井壁坍塌是困扰塔河油田碳酸盐岩油井的主要问题之一,裸眼坍塌后掩埋储层,卡生产管柱,造成油井低产、停产,打捞落鱼、冲砂、反复坍塌是目前坍塌治理的主要问题<sup>[1-6]</sup>。

针对重点坍塌区块,统计 86 口坍塌井,其中 78 口裸露泥岩段,8 口无泥岩裸露,完全为碳酸盐岩储层。因此认为,裸眼坍塌主要由泥岩掉块引起,或伴有碳酸盐岩坍塌混合造成的坍塌。

塔河油田碳酸盐岩油藏的油井完井方式主要以裸眼完井为主,7"套管封固后裸露部分泥岩段(8~100 m 不等)。对比钻遇地层,裸露泥岩段主要为石炭系巴楚组、桑塔木组、良里塔格组和恰尔巴克组,均分布有部分泥岩及泥灰岩互层,泥岩在

生产过程中易出现掉块、扩径;主力产段一间房组、鹰山组为碳酸盐岩,碳酸盐岩因地应力变化、酸压及生产扰动等导致坍塌。

## 2 井壁坍塌的分类及危害

### 2.1 坍塌分类

根据坍塌程度和坍塌频率,基本可分为以下 4 类:

(1)轻度坍塌:以出砂、掉块为主,主要表现为探底存在砂面,砂面较短(一般在 50 m 以内),油井带病生产,日常生产中对产量影响不明显或轻微,作业期间进尺较快,冲砂后沉砂较少,仅在作业期间不定时冲砂。

(2)重度坍塌:探底有较长砂埋段,地层产出减少甚至掩埋储层不出液,或注水压力过高,注水困难,作业中进尺缓慢,易憋跳,易出现埋钻。

(3)重复坍塌:两次以上重复坍塌,对生产造成严重影响,减产—停产,注水困难,作业中难度同重度坍塌。

(4)综合性事故:坍塌、掉块埋钻、卡管柱(具

体表现为裸眼封隔器无法解封),造成复杂综合性事故。

## 2.2 坍塌带来的问题

(1)严重漏失:部分井漏失严重,作业过程中无法建立循环。

(2)井眼条件恶化(“大肚子”):严重坍塌和重复坍塌造成部分井段形成“大肚子”,井径大幅度扩大,井眼条件进一步恶化。

根据坍塌程度、坍塌频率以及坍塌带来的其他问题,目前形成了以下几套针对性治理技术。

## 3 井壁坍塌治理技术

针对塔河油田井壁坍塌问题,经过多年来的探索,已经初步形成了坍塌防治技术,为现场实施提供有效的技术保障。

### 3.1 轻度坍塌提黏携岩治理技术

日常采油生产中对产量影响不明显,作业中发现沉砂,探底砂面相对较短(一般在 50 m 以内),且漏失不严重井,采取提黏携岩方式。

#### 3.1.1 轻度坍塌提黏携岩治理技术要点

(1)严格调整压井液比重,适合地层压力系数;(2)根据压井液性质,加入提黏药剂,其中清水压井液中加入 CMC(羧甲基纤维素钠),盐水中加入 HEC(羟乙基纤维素),黏度调整到 30 s 以上;(3)管柱组合:尽量采取单一管柱组合,带斜尖(或大水眼磨鞋)。

注意事项:提黏后严格先控制冲砂进尺,第一次冲砂后沉砂探砂面,视沉砂程度确定冲砂进度。

#### 3.1.2 冲砂重点要求

(1)冲砂方式:采用正冲反洗循环方式;(2)管柱组合:大水眼磨鞋(或斜尖)+3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”钻杆,随钻带捞杯(部分大块岩屑)。

注意事项:

(1)调整比重、记录漏速:充分循环,确定地层漏失量,根据现场情况随时调整压井液比重,每冲一根充分循环洗井,观察出口返出情况,记录返出砂量。

(2)候沉、复探:冲砂后上提管脚至套管内候沉,加深管脚复探人工井底。

(3)防卡钻:反复活动管柱,严防墩、溜钻发生,井口做好防掉工作,严防卡钻;若遇挂、卡,则缓慢活动,活动无效,则反复划眼至无挂、卡。

(4)及时补液、全程防硫化氢:起钻期间连续补液,保证井筒液面,并做好井控工作 H<sub>2</sub>S 浓度检测工作。

### 3.2 重度坍塌治理技术

日常采油生产中对产量下降明显或注水井注水困难,探底存在大段沉砂(50 m 以上甚至坍塌至套管管脚位置),大部分漏失严重难以建立循环,常规添加 HEC 等提黏携岩无效。

#### 3.2.1 重度坍塌治理技术要点

(1)将修井液调整为泥浆,泥浆黏度调整到 60 s±;(2)大水眼磨鞋缓慢研磨,严格控制进尺,防憋跳,根据返出情况调整沉砂时间,防埋钻,随钻带捞杯(方便带出部分大块岩屑)。

#### 3.2.2 治理重度坍塌重点要求

下钻磨管柱,边钻边冲,采用正冲反洗循环方式,随钻带捞杯(部分大块岩屑)。

管柱组合:大水眼磨鞋+3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”钻杆,随钻带捞杯。

工具要求:磨鞋采用高效磨鞋,提高研磨效率。

钻磨参数:采用正冲反洗循环方式,在钻磨时采取小钻压高转速方式,尽量采用大排量。

钻磨要点:采取分段、钻磨-冲洗-钻磨循环处理方式,并反复上下划眼,确保井筒不卡不挂。

管柱要求:入井钻杆接箍和工具必须采用有一定的斜坡或倒角,确保卡钻后能够顺利解卡。

施工注意事项:(1)作业前先测漏速,根据漏速调整泥浆组分,若漏失严重甚至失返,则先堵漏,堵漏材料选用棉籽壳、核桃壳、云母片、锯末等配合增黏材料组成;(2)根据钻磨情况控制进尺,日进尺控制在 10~30 m,若憋跳严重,则反复活动、划眼后再钻磨,降低卡钻风险;(3)处理井筒后配合电测井径,根据电测结果以及坍塌历史确定是否下打孔管,若下打孔管,则先通井下模拟管柱后配合下打孔管;(4)作业后配合酸化解堵。

### 3.3 反复坍塌治理技术

反复坍塌井(作业要点同重复坍塌),均为在生产过程中发现两次以上坍塌,明显影响生产的油水井,尤其是部分井出现“大肚子”情况。为保证后期井筒通畅和措施作业的顺利进行,对反复坍塌井进行衬管(打孔管):

(1)针对反复坍塌和“大肚子”问题,井筒处理同严重坍塌治理,采取衬管(打孔管)悬挂方式,为井筒提供井壁支撑,防止重复坍塌。

(2)目前直井裸眼大部分均为 5<sup>7</sup>/<sub>8</sub>”钻头钻开,反复坍塌后可悬挂 5”衬管,管柱组合为:悬挂器+套管/衬管(打孔管)。

(3)打孔管孔密由油水井生产(注入)情况和坍塌情况调整,衬管(打孔管)悬挂是目前塔河油田治理反复坍塌的主要方式。

### 3.4 卡管柱造成的复合故障治理技术

在碳酸盐岩酸压完井中,为防止裸眼段泥岩掉块,酸压前下入裸眼封隔器封固泥岩段,保障酸压作业成功;或为完成分段酸压测试,下入封隔器压封上方后期逐段上返酸压。

而解封封隔器作业中,常见封隔器上提吨位高,早期大多封隔器直接硬提直到拔断为止(大多在封隔器中心管位置),后期措施难度高;近期被卡封隔器管柱主要以倒扣、顶点切割为主,作业后鱼头为油管公扣或切割后油管,仍存在一定作业难度。

复合故障治理技术要点:

(1)因坍塌情况不明,可依靠生产情况(产液量、注水量、注水压力等)判断坍塌程度,若产液量(注水量)变化不明显,可认为是轻度坍塌,处理以轻度坍塌治理为参考,以打捞带封管柱为主体。

(2)若生产情况显示减产甚至停产(注水压力过高等),则可判断坍塌严重,处理坍塌以重度坍塌治理为参考,在作业过程分段处理,边打捞,边冲砂,控制进尺,及时清理鱼头以上沉砂。

(3)对于碳酸盐岩卡管柱井,建议先酸浸解卡,降低作业难度。

### 3.5 裸眼段漏失治理技术

针对裸眼段漏失带来的井筒不稳定,不能建立循环,由此带来的井控隐患以及后续作业难题(如井筒不能留塞),治理思路为建立桥架,在桥架基础上封堵漏失段。具体治理对策如下:

(1)分选戈壁石建立桥架:选取分选戈壁石方式,戈壁石尺寸由大到小分段投入,待建立预订位置桥架后填砂倒灰封堵漏失段,为后期作业提供稳定井筒。

此方法作业时间相对较长,但作业简便,见效快,作业过程中须防止投入速度过快造成管柱内桥堵,后期回采时处理戈壁石有一定难度。

(2)丢手工具建立桥架:即利用旧封隔器或水力锚带油管及丢手工具,丢手后以封隔器/水力锚为桥架填砂倒灰。

此方法作业简便,缺点是后期回采难度高,可应用在确定封堵位置以下无回采价值井。

(3)堵漏材料堵漏:长纤维、大颗粒等物体组成堵漏材料,采用云母片、核桃壳、锯末、棉籽壳等与增稠液体混合。此种方法投入较高,对作业队伍施工经验要求高,优势是作业容易,见效快,易钻,后期处理难度小。

## 4 结论与建议

(1)坍塌是深井碳酸盐岩普遍现象,防重于治,应建立档案长期跟踪,单井作业均先探底。

(2)处理深井坍塌井段,必须先提黏再冲砂。

(3)对于大量漏失井,考虑优先上泥浆。

(4)反复坍塌井和泥岩裸露井,处理井筒后优先考虑下尾管加固。

(5)处理深井裸眼坍塌,注意控制钻速,控进尺,防二次事故。

### 参考文献:

- [1] 赵普春,邓洪军.塔河油田碳酸盐岩裸眼段坍塌现状及认识[J].中外能源,2006,4(11):31-37.
- [2] 杨庆明,姜东哲.深井裸眼坍塌处理工艺研究[J].科技致富向导,2011(2):279,327.
- [3] 王补信,李洋.裸眼坍塌井修井技术在塔河油田的应用[J].试采技术,2006,27(4):43-44.
- [4] 陈勉,金衍.深井井壁稳定技术研究进展与发展趋势[J].石油钻探技术,2005(5):17-21.
- [5] 万仁溥,吴奇,张淇.采油工程手册:油水井大修[J].北京:石油工业出版社,2000.
- [6] 林忠民,李正芬,罗传容.塔河油田奥陶系岩溶发育特征及受控因素[C]//蒋炳南.塔里木盆地北部油气田勘探与开发论文集.北京:地质出版社,2000.

(编辑 徐文明)