

塔河油田严重腐蚀管柱打捞工艺与实践

张中宝

(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司塔河采油三厂,新疆轮台 841604)

摘要:受油井超深、地层腐蚀流体、高温高压、电化学腐蚀、修井损伤等综合因素影响,塔河油田油管腐蚀断裂现象逐年增多,给修井打捞作业造成了诸多困难。通过采取针对严重腐蚀管柱的打捞工艺,根据不同井深落鱼状况,选择合适的井下工具,合理控制现场工艺参数,T801(K)井腐蚀油管打捞成功,为严重腐蚀管柱打捞作业提供了经验借鉴。

关键词:腐蚀管柱;打捞;修井;塔河油田

中图分类号:TE28

文献标识码:A

Technology and practice of fishing seriously-corroded tubings in Tahe Oilfield

Zhang Zhongbao

(Tahe No. 3 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Oilfield Company, Luntai, Xinjiang 841604, China)

Abstract: Due to ultra depth of wells, formation fluid corroding, HTHP, electrochemical corroding, workover damage, etc., the corrosion and fracture of tubings in the Tahe Oilfield are increasing year by year, which bring a lot of troubles in the fishing process. Based on special fishing measures, proper choice of tools and reasonable technological parameters according to downhole conditions, the corroded tubings in well T801(K) have been fished successfully. This provides good experience to fish severely-corroded tubing.

Key words: corroded tubing; fish; workover; Tahe Oilfield

塔河油田奥陶系碳酸盐岩油藏总体上具有“一强、两超、五高”的特点,即油藏非均质性强,埋藏超深、原油超稠,高温、高压、高含胶含蜡、高含硫化氢、地层水高矿化度。部分井由于产出流体高矿化度、高含硫化氢以及生产时间长等原因,井内管杆等工具腐蚀严重,少数井管杆断裂形成落鱼。随着塔河油田开发的推进,井下工具腐蚀状况日益严峻,2011年塔河采油三厂井下作业过程中确认发生井下腐蚀的有16起,造成油井停产665 h,影响产量1 207 t,累计造成经济损失204.5万元。为此,以处理腐蚀管柱为主要目的的大修作业工作量逐年递增,井下作业面临新的挑战。本文总结了T801(K)井严重腐蚀管柱打捞的成功经验,就井下状况认识,落鱼情况,打捞工具选择,工艺参数等进行了总结。

1 基本情况

T801(K)井是塔河油田牧场北3号构造西南部的一口开发准备井,2003年12月15日完钻,完钻井深5 760.00 m,完钻层位:奥陶系鹰山组。T₇界深:

5 520 m, T₇界深:5 598 m, 7"套管下深5 517.15 m 回接至井口,钻井过程中在5 588~5 597 m 放空漏失,经过填砂投灰后对裸眼井段5 517.15~5 615.00 m 酸压完井。2004年1月酸压完井后自喷投产,初期6 mm 油嘴生产,油压11.7 MPa,产液175 t/d,不含水,生产过程中压力产液缓慢下降。2008年2月见水,2011年6月停喷,自喷累计产液28.0×10⁴ t,产油26.3×10⁴ t,累计产水1.7×10⁴ t。

2011年6月T801(K)井井上修配合测产出剖面,在起原井管柱时发现自下而上第471根3¹/₂"EUE油管断裂,断裂部位位于加厚部位与本体连接处,距上部节箍28 cm(图1)。落鱼自下而上:3¹/₂"喇叭口1个×0.18 m+3¹/₂"EUE油管101根×972.35 m。后续打捞起出原井油管发现,自下而上从第342根油管开始存在严重的腐蚀现象,起出第471根油管发生腐蚀断裂,油管腐蚀深度范围为3 285~5 510 m。腐蚀主要表现为内外管壁产生多层重叠的锈垢,管壁厚度明显减薄,清洗锈垢后可发现规格形状不一的坑蚀,剥落下的锈垢表面呈褐色,内表面呈黑色,两色分界线较明显,厚



图1 塔河油田 T801(K)井第 471 根油管断裂

Fig.1 Fracture of 471th tubing in well T801(K), Tahe Oilfield



图2 塔河油田 T801(K)井油管壁剥落片状锈垢

Fig.2 Flake rust deposit in well T801(K), Tahe Oilfield

约 1.3 cm 左右,垢表面有坑蚀,坑眼直径在 0.3 ~ 0.5 cm(图 2)。通过对该井打捞施工技术难点进行分析,制定了针对严重腐蚀管柱的打捞方案,采用套捞结合、内捞与外捞结合等工艺措施,经过 24 趟打捞,历时 67 d 将井内落鱼打捞完毕。

2 打捞工艺过程

2.1 井身结构

钻头程序:Φ444.5 mm×1 200 m+Φ241.3 mm×5 520 m+Φ149.2 mm×5 760 m;

套管程序:Φ339.7 mm×1 197.5 m+Φ177.8 mm×5 517.2 m。

2.2 落鱼情况

落鱼为 3¹/₂"EUE 油管串,鱼顶为油管本体,且断口不规则(图 1),距上部节箍 28 cm,油管串自上而下从 4 538.09 m 处腐蚀断裂,裸眼井段出现坍塌,油管串被埋,许多油管本体出现腐蚀穿孔现象,油管受严重锈蚀、壁厚变薄。

2.3 难点分析

由于该井较深,油管腐蚀严重,已经断裂,局部存在穿孔、开裂现象,腐蚀油管片状剥落物堆积在油管内外,裸眼井段砂埋,打捞难度大^[1-5]。

(1)油管腐蚀严重,鱼头不规则,需要修整鱼顶后再实施打捞,或者采取打捞的同时做到不破坏鱼头的方法,工艺难度大;

(2)打捞工具入鱼后,强提腐蚀油管时,易将油管本体拉断,造成井内情况复杂化,增加施工工序;

(3)腐蚀严重的油管壁厚变薄,本体穿孔、开裂,抗拉、抗扭强度大大降低,抓住落鱼后,不能大负荷的上提解卡和旋转解卡,只能进行小范围的活动解卡和倒扣解卡,从而增加打捞工作难度;

(4)倒扣打捞腐蚀油管时,不能加高钻压或者提高吨位倒扣,落鱼强度低,易滑扣,很可能造成鱼头破坏,或者腐蚀油管断裂;

(5)环空被埋,套铣过程中环空间隙小,井下碎屑难以充分循环出来,极易造成卡钻、钻具断脱等井下事故;

(6)裸眼井段砂埋油管倾斜靠边不易打捞;

(7)鱼头不规则,无法使用标准打捞工具进行打捞,多采用自制的工具进行打捞;

(8)若打捞不成功,侧钻周期长,且成本较高。

2.4 打捞工艺方案

根据对事故井打捞难点的分析,结合目前大修技术水平,根据不同井深落鱼具体情况,制定了有针对性的打捞工艺方案。

(1)套管内砂埋井段以上严重腐蚀油管串具有形状不规则、壁厚变薄、穿孔、开裂等特点,处理该段油管串采用“开窗捞筒+套铣头”,实现修整鱼头、逐节取出的目的^[6-9]。根据打捞工具使用及捞获油管情况确定是否调整工具。

(2)套管内砂埋井段以上腐蚀程度较轻的油管串具有壁厚降低程度小、穿孔较少、完整性好等特点,处理该段油管串采用“双滑块捞矛、螺旋式卡瓦捞筒”,实现抓住落鱼后试提—活动解卡—倒扣打捞的目的^[10-12]。根据打捞工具使用及捞获油管情况确定是否调整工具。

(3)套管内砂埋井段油管,存在鱼顶不规则、环空被埋的问题,处理该段油管串采取“内置凹底磨鞋的套铣筒组合工具”,实现套活落鱼、修整鱼头的双重目的;经过套磨处理后,清理环空内杂物,采用“双滑块捞矛、倒扣捞矛”等内捞式工具进行倒扣打捞。根据打捞工具使用及捞获油管情况确定是否调整工具。

(4) 针对裸眼段油管串整体腐蚀程度较轻, 采用“套铣—强提—倒扣”的方式; 针对落鱼被埋, 先进行套铣, 清理环空, 为后续打捞提供条件; 考虑到裸眼段井径较大, 油管倾斜靠边, 对所有打捞工具均设计了壁钩引鞋, 方便引鱼^[13-15]。根据打捞工具使用及捞获油管情况确定是否调整工具。

(5) 处理完所有落鱼后, 还需处理井筒沉砂及油管片状腐蚀剥落物, 采用常规大水眼平底磨鞋进行钻磨处理。

(6) 处理至设计井段, 井筒条件满足后, 对套管进行40臂井径检测, 落实套管腐蚀情况。

2.5 打捞工艺过程

2.5.1 套管内砂埋井段以上严重腐蚀油管串处理工艺

针对鱼顶不规则、打捞强度低等诸多特点, 主要采用自制组合打捞工具进行打捞作业。

首次采用 $\Phi 67 \sim 82$ mm双滑块捞矛打捞, 接近鱼顶5 m时, 旋转下放钻具, 加压1~3 t, 上提钻具悬重无明显变化, 反复多次效果相同, 起钻捞获 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管本体3.1 m, 油管腐蚀严重, 壁厚1.5~3.5 mm, 本体上部1.2 m有6条裂纹, 本体下部呈扁平状, 最大外径 $\Phi 117$ mm, 末端0.54 m变形严重。根据捞获的油管残体判断, 此根油管已被严重腐蚀, 强度很低, 长期悬吊受下部油管重力拉伸作用导致油管呈扁平状, 判断下部鱼头严重变形, 无法从鱼头处打捞, 只能对油管残体的下一根油管节箍处进行打捞。必须更换打捞工具, 保证既不破坏鱼头, 又能捞获油管节箍。

自制组合式打捞工具^[5]: $\Phi 145$ mm套铣头 $\times 0.64$ m + $\Phi 140$ mm开窗捞筒 $\times 1.69$ m(开窗3片, 窗舌间呈 120° 角, 间距0.40 m, 内径 $\Phi 110$ mm) + $\Phi 140$ mm套铣筒1根 $\times 9.96$ m。探到鱼顶后, 开钻盘通过遇阻点, 继续下放钻具, 直至通过油管节箍, 上提工具有明显挂卡显示, 起钻捞获扁平、麻花状油管残体。如此反复, 采用组合工具打捞6趟, 前2趟均有捞获, 累计捞获2.8 m腐蚀最为严重的油管残体。后续4趟跑空, 根据打捞过程及起出的开窗捞筒判断, 下部落鱼强度明显转好, 而自制的开窗捞筒主要受工区内工具加工水平影响, 淬火后窗舌弹性较差, 导致打捞油管节箍时, 窗舌无法紧密的与节箍贴合, 在上提过程中, 容易脱手, 反复打捞, 窗舌逐渐被涨大, 无法有效的进行油管节箍的打捞作业。

2.5.2 套管内砂埋井段以上腐蚀程度较轻油管串处理工艺

针对落鱼腐蚀程度有所减轻, 强度明显改善, 主要采用双滑块捞矛、螺旋式卡瓦捞筒进行打捞。

采用打捞范围为 $\Phi 68 \sim 92$ mm的双滑块捞矛捞获 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管残体0.09 m(油管加大部位) + $3\frac{1}{2}$ "EUE油管17根, 油管残体断口基本平整, 末根为公扣, 检查油管本体及内壁均锈蚀严重, 部分油管被铁锈堵实, 捞获落鱼总长163.90 m。考虑油管被铁锈堵实, 且鱼头为油管节箍, 换 $\Phi 144$ mm螺旋捞筒(螺旋卡瓦牙 $\Phi 112$ mm) $\times 1.01$ m外捞油管, 抓住落鱼后活动解卡无效, 倒扣打捞, 捞获 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管32根 + $3\frac{1}{2}$ "油管本体7.57 m。检查末根油管断口呈不规则状, 裂口最大外径为125 mm, 壁厚最薄2.5~3 mm, 下端裂口长0.33 m, 所有油管内外均腐蚀, 末根油管内被油泥铁锈堵实, 螺旋卡瓦牙上部磨损严重, 捞获落鱼长度为315.80 m。

2.5.3 套管内砂埋井段油管串处理工艺

鱼顶为油管本体, 且鱼头被埋, 鱼顶不规则呈鸭嘴状, 先采用组合式套磨工具套活落鱼, 修整鱼头, 将复杂问题简单化, 再转为常规工具打捞。

采用 $\Phi 145$ mm套铣头 $\times 0.64$ m + $\Phi 140$ mm套铣筒1根 $\times 9.88$ m(内带 $\Phi 116$ mm凹底磨鞋) + 捞杯, 从5 130.89 m套磨至5 142.87 m, 起钻套铣管内带出 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管本体约0.95 m + $3\frac{1}{2}$ "EUE油管12根及油管残片约0.30 m。检查捞杯内有少量片状锈垢。鱼顶为油管节箍, 且环空杂物已得到处理, 后续采用双滑块捞矛、倒扣捞矛内捞式工具进行倒扣打捞, 6趟打捞累计捞获油管28根, 落鱼长268.86 m。

2.5.4 裸眼井段油管串处理工艺

落鱼整体完整, 鱼头被埋, 油管间断性堵塞, 采取套捞结合, 内捞与外捞相结合的打捞工艺。

处理被埋油管, 采用 $\Phi 145$ mm套铣头 $\times 0.64$ m + $\Phi 140$ mm套铣管分2次套铣5 520.47~5 537.75 m、5 536.43~5 578.10 m, 为防止卡钻等复杂事故, 泥浆泵排量不小于500 L/min, 转盘转速70~80 r/min, 钻压控制0.5~1 t, 最高钻压不高于2 t, 每套铣1根上提下放划眼4次以上, 起钻前充分洗井。

打捞鱼顶不规则呈鸭嘴状的油管, 采用打捞范围 $\Phi 68 \sim 110$ mm的 $\Phi 146$ 母锥 $\times 0.80$ m, 捞获 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管残体 + $3\frac{1}{2}$ "EUE油管1根共28.15 m。

打捞鱼顶完好的油管, 采用打捞范围 $\Phi 76 \sim 78$ mm倒扣捞矛 $\times 1.4$ m(外带 $\Phi 140$ mm壁钩引鞋), 2趟打捞, 捞获 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管8根 + $3\frac{1}{2}$ "喇叭口1个、本体开裂的 $3\frac{1}{2}$ "EUE油管残体一段(0.41 m)。

3 结论与建议

1) 根据不同深度油管腐蚀程度不同, 制定不

同的打捞方案,组织有针对性的井下工具实施打捞,是实现快速、高效打捞的关键。

2)对严重腐蚀油管的打捞,国内还没有专业的配套工具,需要针对具体情况,设计和加工简单、实用的打捞工具。

3)针对鱼顶形状、落鱼强度选择合适的打捞工具,控制合理的打捞参数,坚持“尽可能不破坏鱼顶,防止井下事故复杂化”的原则。

4)对严重腐蚀油管的打捞,不建议采取打印的方式落实鱼顶,慎重选择磨、铣类工具。

5)油井出现腐蚀后,完井应采取防腐材料,配套井下腐蚀监测工艺,防止或减少腐蚀故障的发生。

参考文献:

- [1] 黄桢,肖仁斌,范兴亮,等.深度腐蚀油管的复合打捞工具研究与应用[J].天然气工业,2004,23(S1):114-117.
- [2] 蒋希文.钻井事故与复杂问题[M].北京:石油工业出版社,2002.
- [3] 罗云太,李志敏,李国勇,等.中31井腐蚀油管的打捞及工艺改进初探[J].钻采工艺,1998,21(5):73-74.

- [4] 刘伟,李丽,黄敏.超深探井腐蚀油管打捞技术[J].石油矿场机械,2007,36(7):89-92.
- [5] 刘伟,李丽.川合137井大修井工艺技术浅析[J].油气井测试,2006,15(3):35-36.
- [6] 杨然金.井下油管严重腐蚀的修井工艺[J].钻采工艺,1996,19(3):82-86.
- [7] 刘伟,李丽.复合修井思路在大修井中的应用[J].油气井测试,2007,16(2):54-55.
- [8] 雷英全,童险峰,杜小平,等.开口开窗打捞筒的研制应用[J].钻采工艺,2004,27(3):80-82.
- [9] 陈竹,崔主,钟家维,等.腐蚀落井油管的打捞方法探讨[J].钻采工艺,2000,27(3):80-82.
- [10] 《钻井手册(甲方)》编写组.钻井手册[M].北京:石油工业出版社,2000.
- [11] 万仁溥,罗英俊.采油技术手册(修订本)[M].石油工业出版社,1989.
- [12] 聂海光,王新河.油气田井下作业修井工程[M].北京:石油工业出版社,2002.
- [13] 钟家维,高运宗,黄旭东,等.超深水平井复杂事故处理技术[J].油气井测试,2007,16(3):48-52.
- [14] 蔡长宇,严玉中,李雪梅.中国大修侧钻技术的发展与创新[J].探矿工程,2001(6):42-44.
- [15] 郭建国.复杂井身结构井打捞解卡配套工具研制及应用[J].石油矿场机械,2004,33(6):63-66.

(编辑 黄娟)

(上接第139页)

能力,以及公司改进作业和提高技术水平以降低成本的能力。

2)运用学习曲线,我们可以对一个区块的勘探开发有一个科学合理的规划。管理提速、技术提速、安全提速,使钻井工程更加科学化、精细化。

3)制定的钻井计划必须有长远的、能获得最大经济效益的目标,而不能只考虑一口井,尽可能地降低 C_1 和 C_3 值,并最大限度地提高学习速度 C_2 值,争取获得最优的结果。

参考文献:

- [1] 孙佩佩,王寅录.学习曲线分析在现代企业中的应用[J].合作经济与科技,2010,418(11):40-41.
- [2] Wright T P. Factors Affecting the Cost of Airplanes[J]. Journal of the Aeronautical Sciences,1936,3(4):122-128.
- [3] Brett J F, Millheim K K. The drilling performance curve: A yardstick for judging drilling performance[C]//SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Louisiana;SPE 15362,1986.

(编辑 黄娟)