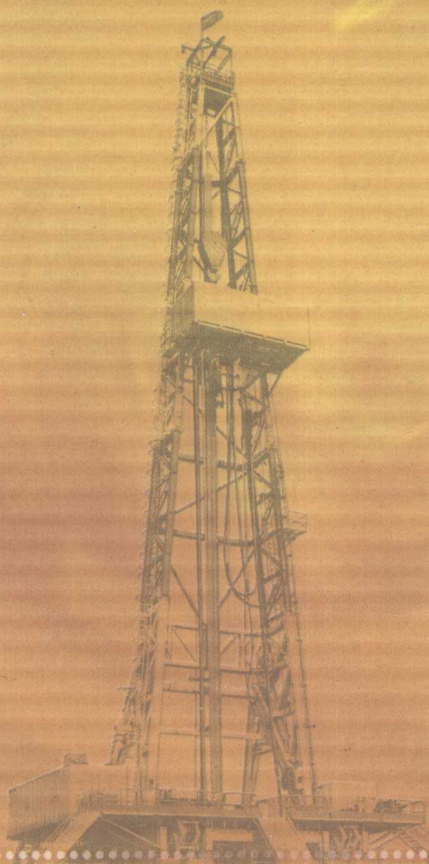


油水井大修 作业实践

主编 余月明



石油工业出版社

油水井大修作业实践

主编 余月明

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了国内外 80 多口油水井的大修作业实践,对作业过程中的经验、教训进行了分析,内容涉及井下打捞、修套、取换套、侧钻和事故井灭火等。

本书适合于从事井下作业的相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

油水井大修作业实践/余月明主编.
北京:石油工业出版社,2005.8
ISBN 7-5021-5165-6

- I. 油…
- II. 余…
- III. 采油井-修井
- IV. TE358

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 087048 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:河南中原石油报社彩色印刷厂

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

850 × 1168 毫米 开本:1/32 印张:12.875

字数:360 千字 印数:1—1000

定价:45.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

编 委 会

主 任：余月明

副主任：张建国

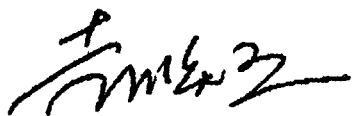
委 员：昌润珍 戴达山 余梅卿

彭永才 张 勇

序

新中国石油工业经历了 50 余年的发展,通过学习、借鉴和引进,石油工程技术不断创新提高,为油田的开发提供了可靠的技术支撑。

近 10 年来,我国东部老油田普遍进入了中、高含水期开发阶段,因井下套管损坏、井下落鱼或其他事故造成大量油水井停产或带病生产,影响了油田开发的经济效益。为遏制油水井井况的恶化趋势,保持老油田持续高效开发,科研人员和现场技术人员付出了辛勤劳动,攻克了大量的疑难事故井修井作业技术难题,积累了丰富的修井作业经验,学习、借鉴与应用这些经验,是提高修井作业技术水平的便捷手段。由余月明等同志编著的《油水井大修作业实践》一书是一本内容丰富、涵盖面宽、实用性强的新作,该书系统地介绍了井下打捞、修套、取换套、侧钻和事故井灭火等修井作业实例和相关工艺技术,该书以介绍修井作业实例为主,具有较强的实用性。相信该书的出版会引起从事修井作业业内人士的关注与兴趣,并对提高国内油水井大修作业的技术水平起到积极的作用。



目 录

第一章 井下打捞技术	(1)
第一节 井下打捞单井实例	(1)
一、曙 125 井多重落鱼打捞	(1)
二、塔中水平 4 井水平段落鱼打捞	(5)
三、濮 2 - 平 1 水平井打捞	(9)
四、川孝 153 - 2 井应用割捞一体化技术的修井实践	(12)
五、双 12 井腐蚀油管打捞	(18)
六、SHW18 井油管打捞	(22)
七、中 31 井腐蚀油管的打捞	(24)
八、合 16 井严重腐蚀油管的打捞修井	(27)
九、成 2 井套管变形油管断裂打捞	(34)
十、卧 88 井三重落鱼打捞	(38)
十一、营 87 - 侧 28 井落井随钻仪器打捞	(43)
十二、晋 45 - 23 井 HB757 - 1 封隔器砂卡解体打捞	(44)
十三、BN - 3 井测井仪器打捞	(48)
十四、DH1 - H1 电泵井应用 PDC 钻头打捞	(52)
十五、桂 119 井绳索打捞	(57)
十六、双 12 井井下落鱼位置的分析判定	(62)
第二节 井下打捞相关技术	(66)
一、吐哈油田抽油杆打捞技术	(66)
二、塔里木油田腐蚀落井油管的打捞技术	(72)
三、中原油田取套打捞技术	(79)

四、深井、特殊结构井打捞解卡技术	(82)
五、强磁打捞器打捞深井泵衬套技术	(90)
六、井下绳类落物打捞技术	(93)
七、自制钢丝打捞筒打捞细长状落物技术	(99)
八、小井眼井中解卡打捞技术	(103)
九、修井中的小件落物打捞技术	(106)
十、碎铁卡式打捞技术	(108)
十一、破口开窗打捞筒打捞井下落鱼技术	(110)
十二、井内落鱼损坏状态预测方法	(113)
第二章 修套技术	(119)
第一节 修套单井实例	(119)
一、汉王 6 井被挤毁套管的磨铣修整	(119)
二、FF-1 井反注水泥修补泄漏套管	(123)
三、应用超微水泥封堵泄漏套管接箍	(126)
四、沙 84 井破损技术套管治理	(131)
五、苏泰 174 井衬管套接修复	(135)
第二节 修套相关技术	(139)
一、长庆油田套管腐蚀井的预防与治理技术	(139)
二、中原油田浅层套管堵漏技术	(147)
三、中原油田 $\phi 140\text{mm}$ 套管修复加固技术	(152)
四、长庆陇东套损井修复用小套管的防腐	(155)
五、江苏油田悬挂小套管修套技术	(158)
六、油水井破损套管的化学堵漏修复	(162)
七、应用小粒径水泥修补套管泄漏技术	(171)
八、燃爆技术在胜利油田套管损坏综合治理中的应用	(182)
九、大庆油田爆炸修井技术	(187)
十、应用抗水炸药修复套损井技术	(197)

十一、大港油田套管补贴修复新工艺	(203)
十二、套管补贴施工前对井筒处理的技术	(206)
第三章 取换套技术	(213)
第一节 取换套单井实例	(213)
一、文 10-1 井大修取换套	(213)
二、盆参 2 井深井取套	(219)
三、轮南 57 井换套与打捞修井	(224)
四、Q83 井用小修设备取换套管	(229)
五、文 23-9 井取技术套管换灰固段油层套管	(233)
六、高 30-37X 井套管回接	(236)
七、任 90 井套管回收技术实践	(240)
第二节 取换套相关技术	(243)
一、大庆油田深部取套技术	(243)
二、大庆油田 5½"套损井取换套技术	(248)
三、中原油田裸眼段取套工艺技术	(252)
四、辽河油田套管回接技术	(254)
第四章 开窗侧钻技术	(259)
第一节 开窗侧钻单井实例	(259)
一、红南 1CP 井双层套管开窗侧钻水平井	(259)
二、周 32-6 井侧钻	(264)
三、TK423 深井套管开窗侧钻	(266)
四、ZG14-D1 井侧钻	(270)
五、南 1 斜 1 井深井套管段铣开窗侧钻	(277)
六、新 46 井小眼井定向侧钻	(290)
七、官 50-9KH 小井眼侧钻水平井	(293)
八、星 A6-6 井深井大位移套管开窗侧钻定向井	(299)
九、当深 3-1 井套管开窗定向侧钻	(307)

十、文 4-1 井拔套侧钻定向井	(312)
十一、任 15 井套管段铣定向侧钻	(324)
十二、SH1014 井深井侧钻	(333)
十三、张 30 井侧钻找老井眼	(336)
第二节 开窗侧钻相关技术	(342)
一、辽河油田双层套管开窗技术	(342)
二、辽河油田套管段铣技术	(347)
三、中原油田裸眼侧钻工艺技术	(350)
四、文明寨油田拔套侧钻技术	(352)
五、塔河油田段铣 $\phi 127\text{mm}$ 套管侧钻技术	(357)
六、美国普鲁德霍湾油田套管井侧钻技术	(363)
七、用侧钻恢复技术无利润油井生产	(368)
第五章 事故井灭火抢险技术	(371)
第一节 事故井灭火抢险单井实例	(371)
一、新疆克 75 井灭火抢险	(371)
二、霸 33 井特大井喷着火事故的处理	(379)
三、伊朗 AZ—50 高产油井井喷着火的控制处理	(388)
四、印度 Pasarpud 19 号气井井喷着火处理	(389)
五、海南 2 号采油平台油气井灭火全过程带火作业技术	(396)
第二节 水力喷射技术用于灭火和井控	(398)

第一章 井下打捞技术

油水井井下打捞作业是一种非常规的井下作业措施,属于一项专门的科学技术范畴。在该技术领域,随着深井、水平井、多底井与分枝井等复杂井身结构技术的普遍应用,使得井下打捞作业面临新的挑战。

本章介绍了多重落鱼打捞、水平井打捞、腐蚀油管打捞等 16 口井的打捞作业实例和国内油田在井下打捞作业中积累的经验与研究成果。

第一节 井下打捞单井实例

一、曙 125 井多重落鱼打捞

曙 125 井是辽河油田曙光潜山构造上的一口探井,该井恰好钻遇潜山裂缝,因此产量很高。大修前,采用电泵生产,日产原油达到 40 ~50t,由于作业失误导致油井不能正常生产,被迫转大修,大修过程中,又使井下事故复杂化,导致打捞难度极大。

(一) 井身与落鱼结构

1. 曙 125 井井身结构

$\phi 177.8\text{mm}$ 技术套管下深 3397.92m; $\phi 127\text{mm}$ 尾管下深 3786.35m;尾管悬挂位置 3243.06m;人工井底 3649m(图 1-1)。

2. 井下落鱼结构

$\phi 116\text{mm}$ 电潜泵电机残体 $3\text{m} \times 3240\text{m}$ + $\phi 145\text{mm}$ 磨鞋 + $\phi 121\text{mm}$ 钻铤 2 根 + $\phi 154\text{mm}$ 反扣母锥 + $\phi 89\text{mm}$ 反扣钻杆 18.5 根 + $\phi 127\text{mm}$ 套铣管 0.8m。

3. 井下事故的形成

该井在检修电潜泵作业时,由于部分电缆卡子及碎电缆落井

造成电潜泵被卡,大修过程中多次套铣、打捞不能解卡,决定下磨鞋先清理鱼顶。由于井深,碎屑不能及时被带出而造成磨铣过程中管柱被卡住,解卡过程中使两根钻铤落入井内。下反扣母锥倒扣打捞正扣钻铤时,反扣钻柱折断,落井 18.5 根,并且钻杆内外都已被堵死,循环不通。套铣反扣钻柱时,套铣筒又断入井内 0.8m。多次的打捞事故复杂化使该井大修难度极大。

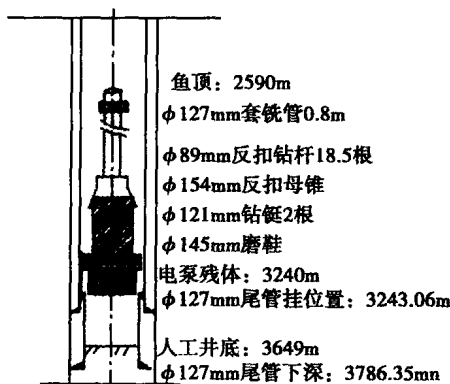


图 1-1 曙 125 井井身结构

(二) 处理方案选择

该井由于多次的套铣、磨铣、打捞作业造成钻具水眼、钻具及套管环空全部被落物填死,使内外打捞井下落物成为不可能。根据本井前期的打捞经验,套铣打捞也很难实现,一是落鱼比较深,井下落鱼螺纹上得比较紧,打捞管柱难以承受较高的倒扣扭矩;二是井深且是斜井,套铣过程中环空间隙小,井下碎屑难以充分循环出来,极易造成井下事故的再度复杂化。

本井是曙光低潜山构造上的一口探井,该井恰好钻遇潜山裂缝上,因而产量比较高,而周围邻井基本不出油或产油量少,从该井钻井施工来看,侧钻的成功率很低,即使成功,也将伤害油层,失去侧钻的意义。因此全面打捞出井下落物,才是恢复原井生产的最优途径。

(三) 处理方案的实施

1. 事故处理方案

通过对前期事故处理情况的认真分析,以及井下落物的目前状况,确定事故处理分为五大步骤:

(1)处理鱼顶——采用磨铰、套铰法将鱼顶处理为规则的钻杆本体或接箍。

(2)外铰作业——利用加长套铰管法套铰落鱼环空,清理环空内杂物。

(3)内通作业——设计一种长杆磨鞋及无接箍钻杆打通落鱼水眼内杂物。

(4)爆炸松扣打捞——在打通落鱼内外空间后,运用爆炸松扣捞出井内管柱。

(5)采取相应措施处理余下的落鱼。

2. 证实井下情况处理鱼顶

经过通井、打铅印,证实鱼顶为 $\phi 89\text{mm}$ 反扣钻杆本体,且不规则。进行磨铰、套铰后,捞出 $\phi 89\text{mm}$ 反扣钻杆 2.32m,鱼顶深度为 2595.4m,鱼顶为 $\phi 89\text{mm}$ 反扣钻杆接箍。

修正鱼顶后,下入 $\phi 150\text{mm}$ 母锥 + $\phi 120\text{mm}$ 安全接头 + $\phi 120\text{mm}$ 震击器进行震击打捞。多次震击无效,试图倒开井下反扣钻杆未果,从安全接头处退开,起出打捞钻柱组合。

3. 外铰作业清理环空杂物

在震击无效后,退出安全接头,起出打捞钻具,开始打捞钻杆作业。先采用单筒一体套铰管强行套铰母锥,完成套铰母锥作业后,加长套铰管继续套铰钻杆。

套铰钻具组合: $\phi 153\text{mm}$ 高强度铰鞋 + $\phi 140\text{mm}$ 套铰管 80m + $\phi 150\text{mm}$ 随钻杆打捞杯 + $\phi 89\text{mm}$ 钻杆。

施工参数:钻压 10 ~ 50kN;转速 70r/min,排量 12 ~ 18L/s。

在套铰过程中,多次发生憋泵、套铰管遇卡以及套铰无进尺等现象。主要原因是井内落物太多,铁屑、铁块、清蜡钢丝等。因此,在每一趟钻中,均使用了随钻打捞杯,取得了比较好的效果,全井

随钻打捞杯捞出井下落物近 1t。

4. 内通作业清理落鱼水眼内杂物

由于该井进行过多次的套铣、磨铣、打捞作业,落鱼内水眼已被堵死。倒扣施工又无法完成(落鱼钻具的螺纹太紧),使用侧卡仪通井证明,仪器进入落鱼水眼内 3m 后遇阻,必须进行通水眼作业才能实施爆炸松扣解卡,实现打捞钻杆的目的。由于 $\phi 89\text{mm}$ 钻杆内径是 76mm,因而,设计了 $\phi 65\text{mm}$ 的长杆磨鞋,特制了一批无接箍钻杆来完成内通钻杆作业。

施工参数:钻压 5 ~ 15kN;转速 70r/min;排量 6 ~ 12L/s。

5. 爆炸松扣打捞钻杆

磨鞋水眼成功后(60m),采用 826 型测卡松扣仪器进行测卡、爆炸松扣作业打捞钻杆。

曙 125 井先后进行了 3 次爆炸松扣,施工前均进行了外铣和内通作业。3 次爆炸松扣共捞出钻杆 17 根。鱼顶深度变为 3133.40m,鱼顶为 $\phi 154\text{mm}$ 反扣母锥(见表 1-1)。

表 1-1 曙 125 井爆炸松扣情况统计表

井深 (m)	钻具规格 (mm)	药量 (g)	扭矩 (N·m)	应用效果	备 注
3007	89	120	21	一次成功	仪器、钻具完好
3094	89	120	24	一次成功	仪器、钻具完好
3122	89	130	25	一次成功	仪器、钻具完好

6. 打捞钻铤上部的反扣母锥

1) 打捞钻铤上部的反扣母锥

捞出最后一根钻杆后,鱼顶为 $\phi 154\text{mm}$ 反扣母锥。由于母锥加工时是经过热处理过的,硬度高,套铣难度大,耗时长。经过分析和论证,采用了引子磨鞋磨母锥内孔,再用改制公锥打捞母锥,结果获得成功。用了一只磨鞋磨铣 2h,进尺 0.6m,再用公锥成功捞出母锥残体。

2) 打捞下部 2 根钻铤

捞出钻铤上部母锥后,决定先用套铣管套铣下部的 $\phi 120\text{mm}$

钻铤,然后下公锥进行打捞。

套铤钻具组合: $\phi 153\text{mm}$ 铤鞋 + $\phi 140\text{mm}$ 套铤管 + $\phi 150\text{mm}$ 随钻打捞杯 + $\phi 89\text{mm}$ 钻杆。

施工参数:钻压 $10 \sim 35\text{kN}$;转速 70r/min ;排量 $6 \sim 15\text{L/s}$ 。

套铤到磨鞋处后,下入高强度公锥打捞钻铤成功,并带出下部被卡磨鞋。

3) 打捞下部电潜泵残体

打捞出钻铤及磨鞋后,鱼顶为 $\phi 116\text{mm}$ 电潜泵残体,经过认真分析研究,决定设计一带暗窗的套铤筒套铤下部电潜泵残体。经过 5h 的套铤,成功地打捞出电潜泵残体。

套铤钻具组合: $\phi 153\text{mm}$ 铤鞋 + $\phi 140\text{mm}$ 带暗窗的套铤管 + $\phi 150\text{mm}$ 随钻打捞杯 + $\phi 89\text{mm}$ 钻杆。

施工参数:钻压 $10 \sim 35\text{kN}$;转速 70r/min ;排量 $6 \sim 15\text{L/s}$ 。

4) 循环通井、完井

打捞出井内全部落物后,先后下入 $\phi 154\text{mm}$ 通井规通井到悬挂器位置 3243.06m ;下入 $\phi 105\text{mm}$ 通井规通井到人工井底 3649m 。至此,打捞作业全部完成。

(四) 小结

(1) 爆炸松扣技术的应用,成功地解决了打捞井下落鱼无法通过倒扣来解决的实际问题。

(2) 自制长杆磨鞋、无接箍特制钻杆及套铤管的成功应用顺利地解决了井下落鱼内、外堵塞的情况,为进一步的打捞方案提供了保证。

(3) 随钻杆打捞杯解决了磨、套铤过程中井内碎屑不能充分返出来的问题。

(4) 设计带暗窗的套铤筒对打捞电潜泵的残体比较有效。

二、塔中水平 4 井水平段落鱼打捞

(一) 事故简况

塔中水平 4 井在试井作业时,试井工具串为:电子压力计($\phi 38\text{mm}$)及辅助工具(加重杆、万向节 $\phi 42\text{mm}$)总计约 11m ,另带

1400m 试井电缆($\phi 5.6\text{mm}$)断落入井(井身结构见图 1-2)。

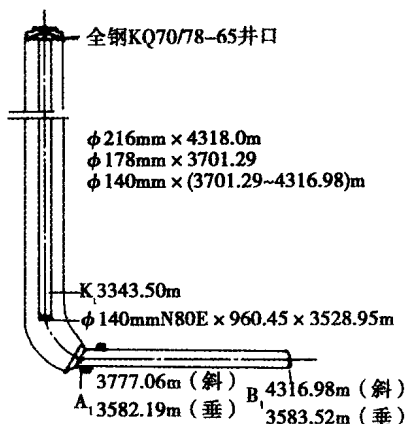


图 1-2 水平 4 井(TZ4-8-H14)井身结构简图

(二)事故的主要特点

1. 常规的打捞技术已经走到尽头

该井自打捞作业开工以来,历时长达 35 天,先后打捞 11 次并完成大量的井下辅助工作。在 11 次打捞过程中,只有第 3 次外捞钩打捞有效(捞获电缆约 1250m),其他的 10 次打捞均是无效作业。在多次打捞作业中,入井打捞工具的规格多达 6 种。由于该井为水平井,常规打捞工具效果极差,所以说处理到这一步,常规的打捞技术已经走到了尽头。

2. 井下的打捞条件极度恶化

1) 落鱼本身的客观属性致使打捞的可靠性大大降低

由于落鱼主要由电子压力计、万向节、加重杆及少量电缆(约 150m)组成,导致落鱼从整体上看具有一定的柔性但又有一定的刚性,落鱼这种不软不硬、不大不小的客观属性大大降低了打捞的成功率。与此同时,落鱼在井筒内无固定的位置,可在上部较小的压力作用下移动,落鱼在井下的可活动性也给打捞带来了很大的困难。

2) 井下的打捞环境恶劣

打捞深度由最初的 2189.0m 逐次增加到 3700.76m,对应井斜

由 0.6° 增加到 80° ; 这个深度已经越过直井段, 超过造斜点 K 达 356.3m, 鱼尾距入窗点 A 仅 5.56m; 试井工具串总长度的 95% 已进入 $\phi 140\text{mm}$ 尾管。很显然, 大斜度井段及小尺寸井筒致使事故变得极其复杂, 突出表现为地面显示的假象多, 打捞操作的难度大。

(三) 处理技术的形成

通过对前期事故处理情况的认真深入分析, 确认井下余存电缆极少, 不再实施只针对电缆的打捞工作。井下的实际情况要求施工作业人员突破现有的、常规的打捞工具及工艺, 重新研制一种新型的打捞工具, 设计的总工艺原则是: 只需要较低的接触压力就可咬紧落鱼并达到打捞的目的。同时, 考虑到落鱼已基本被推入 $\phi 140\text{mm}$ 尾管段, 所以事故处理可分为两大步骤:

(1) 拖鱼——将落鱼 (试井工具串) 从 $\phi 140\text{mm}$ 尾管拖到 $\phi 178\text{mm}$ 套管内, 以利下步下大尺寸工具入井打捞。

(2) 捞鱼——在 $\phi 178\text{mm}$ 套管内再实施新的打捞措施。通过研究, 选定了两种设计方案:

A 方案——液压式打捞器 (图 1-3)。



图 1-3 液压式打捞器

1—卡瓦; 2—剪断销钉; 3—锥体

B 方案——机械式打捞器 (图 1-4)。

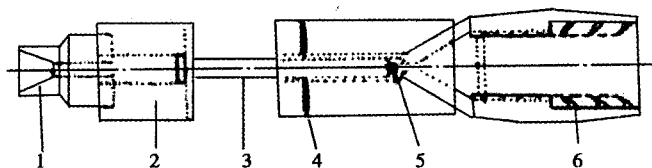


图 1-4 机械式打捞器

1—上接头; 2—推筒; 3—心轴; 4—销钉; 5—锁紧筒; 6—打捞臂

1. 液压式打捞器工作原理

当工具接触落鱼后,将打捞管柱内憋压 20MPa,稳压 5min,在液压作用下,活塞压缩弹簧,当弹簧变形量达到一定程度后,内衬套便推动其下部的卡瓦 1 并剪断销钉 2,在锥体 3 的限制下,卡瓦 1 即可抓住并咬紧井下落鱼,从而达到打捞的目的。

2. 机械式打捞器工作原理

当工具接触落鱼后,施加 1.5t 左右的压力,即可剪断销钉 4,在落鱼的阻力作用下,心轴 4 向上移动并与推筒又接触,由于受到推筒 2 的限制,推筒推动锁紧筒 5 相对下滑,同时咬合打捞臂 6 上部的外卡瓦,迫使打捞臂抱死并钩住落鱼,从而达到打捞的目的。

(四) 处理技术的应用

1. 拖鱼

下 $\phi 89\text{mm} \times 22\text{mm} \times 8.0\text{m}$ 抽油杆外捞钩至 3700.76m,无明显遇阻显示,正转 2 圈后起钻(未捞获),发现钩子尖部已变形,根据变形方向初步分析,可能已达到拖鱼的目的。

2. 捞鱼

下液压式打捞器至 3690.89m 遇阻 4t(打捞深度的变化也证明了拖鱼的效果),正打压 20MPa 稳压 5min,泄压后起钻,打捞终于立竿见影,捞获落鱼(试井工具串)总长 10.74m,井下只余存少量的柔性落鱼——试井电缆约 150m。本次打捞达到预期的目的。

又下偏心外捞钩 3 次、外捞钩 1 次,机械式打捞器 1 次,均一无所获。经分析认为,井下少量的电缆余存对本井将来的总体影响很小,决定停止打捞作业,尽快投产。水平 4 井井下复杂事故的处理到此划上了一个比较圆满的句号。

3. 成果评价

塔中水平 4 井的复杂事故处理,主要获得了以下 3 个方面的成果:(1)塔中水平 4 井井下复杂事故较圆满的处理结局为该井创造了良好的井下条件。(2)塔中水平 4 井井下复杂事故的处理技术为今后处理深井水平井事故积累了宝贵的经验。(3)塔中水