

大幅度弯曲抽油杆套管内打捞技术分析

叶庆峰

胜利石油工程公司

DOI: 10.12238/ems.v4i10.5707

[摘要] 在井下作业施工过程中,造成套管内打捞抽油杆的原因多种多样,抽油杆鱼头形状五花八门,弯曲抽油杆及多鱼头大幅度弯曲抽油杆打捞是作业望尘莫及的事情。复杂抽油杆类落物打捞技术,早已被井下石油行业列为系列复杂井大修工艺技术之一。针对井下弯曲程度严重的抽油杆采用常规方法,不但无法奏效,还将会导致井下事故复杂化。通过多年来理论探讨与实践作业检验,最有效的工艺技术是将常规与非常规打捞方法有机地结合在一起。

[关键词] 油田;大幅度弯曲;抽油杆类落物;打捞技术

中图分类号: TE358.4 **文献标识码:** A

Analysis of fishing technology in casing of sucker rod with large bending

Ye Qingfeng

Shengli petroleum engineering company

[Abstract] During downhole operation, there are various reasons for fishing sucker rod in casing, fish head shapes of sucker rod are various, and fishing of bent sucker rod and large bending sucker rod with multiple fish heads is out of reach. The fishing technology of complex sucker rod has long been listed as one of the overhaul technologies of a series of complex wells by the downhole petroleum industry. Conventional methods for sucker rods with serious bending in the well will not work well, and will also lead to the complication of downhole accidents. Through years of theoretical discussion and practical operation inspection, the most effective technology is to organically combine conventional and unconventional fishing methods.

[Keywords] oilfield; Large bending; Falling objects like sucker rod; Salvage technique

大幅度弯曲抽油杆类落物打捞技术是系列复杂井大修工艺技术之一。套管内打捞抽油杆技术是一项较为复杂的工艺,尤其是对于井内抽油杆磨细断脱、鱼顶与鱼顶下方抽油杆接箍之间的抽油杆本体上有大直径扶正器混合在一起的,打捞极为困难,需选用多种打捞工具、多次打捞,或磨铣。为此开展了套管内抽油杆打捞工艺技术的研究,为今后井下作业套管内打捞落物的复杂工况储备技术实力。

1、套管内抽油杆打捞工具

1.1 抽油杆接箍捞矛

抽油杆接箍捞矛主要用来打捞上部带有抽油杆接箍的各种抽油杆柱,打捞过程中,打捞头靠弹簧的胀力将其压入到落鱼上部的抽油杆接箍中实现对接,然后借心轴弹胀开打捞头,咬紧接箍,实现打捞。

1.2 抽油杆打捞筒

抽油杆打捞筒分为可退式和不可退式两种,分为不同的型

号,用于打捞断脱于油管或套管内的抽油杆。打捞杆柱外径范围为 $\phi 16\sim\phi 25\text{mm}$ 。

1.3 三球打捞筒

分为不同的型号,用来打捞杆柱范围为 $\phi 16\sim\phi 25\text{mm}$ 抽油杆的抬肩接箍(指在 $\phi 139.7$ 套管内打捞的工况)。

1.4 活页打捞筒

可在 $\phi 139.7$ 套管内打捞 $\phi 16\sim\phi 25\text{mm}$ 带抬肩接箍的抽油杆落物,不同型号的活页打捞筒适合不同直径的落物。

1.5 组合式抽油杆打捞筒及偏心式抽油杆接箍打捞筒前者可在 $\phi 139.7$ 套管内打捞 $\phi 16\sim\phi 25\text{mm}$ 抽油杆本体和接箍(不同尺寸用不同型号的),后者可在 $\phi 139.7$ 套管内打捞 $16\sim 25\text{mm}$ 抽油杆接箍(不同尺寸用不同型号的)

1.6 在 $\phi 139.7$ 套管内复杂疑难的抽油杆落物打捞 $\phi 25\text{mm}$ 及以上的抽油杆本体磨细断脱的鱼顶呈锥形,这种工况鱼顶与鱼顶下方抽油杆接箍之间的抽油杆本体上多数有直径为 $\phi 72\text{mm}$

防偏磨的扶正器，打极为困难，原因在于打捞抽油杆的卡瓦类捞筒的卡瓦牙咬抱不住抽油杆的锥形鱼顶本体，捞取抽油杆的抬肩接箍时，直径为 $\phi 72\text{mm}$ 防偏磨的扶正器阻挡捞筒下行，实现不了打捞；用打捞抽油杆抬肩接箍的打捞工具打捞时同样通不过直径为 $\phi 72\text{mm}$ 防偏磨的扶正器；用活齿外钩压弯缠绕打捞的成功率及效率很低，因为易钩不住落鱼，钩住落鱼时压弯缠绕的杆体易断，上提打捞管柱时落鱼出现再次断脱，造成打捞失败或只打捞

上来一小段；用磨铣的话费用很高效率也低，由于落物鱼顶不固定，磨铣时磨铣工具对套管有一定的损伤。

2、打捞抽油杆技术难点

(1) 抽油杆在套管内自然状态时，因自重会呈弯曲状，紧贴套管壁，鱼顶不易引入打捞工具。(2) 抽油杆具有较强挠性，受压易变形，且有非常大的变形空间，打捞钻压不易控制，捞获时显示不明显。(3) 抽油杆易于折断，出现多鱼头状况，判断不清上下鱼头为何种形状与状态。(4) 抽油杆折断后断面几何形状分辨不清，同时也无法打印验证，因为抽油杆打印会直接压弯抽油杆，更容易造成复杂的井下事故。(5) 抽油杆打捞成功后承受拉力小，极易断脱、破碎造成落物重叠复杂化。(6) 抽油杆在套管内时环空大，易造成重叠缠绕，形成多鱼顶并列的情况，常常造成打捞工具无法引鱼打捞。

3、打捞工艺

(1) 常规工艺。通常采用探视鱼顶，实施常规工具打捞，使用工具有：三球捞捞器、活顶捞筒、弯鱼头打捞筒及万能组合抽油杆打捞筒等。但是，针对井下弯曲程度严重的抽油杆采用常规方法，不但无法奏效，还将会导致井下事故复杂化。(2) 非常规打捞工艺。一般是将常规工具改制特殊实用的工具：母锥带钩子、穿心母锥、限位套铣母锥、老虎嘴、防卡活齿外捞钩、内铣鞋母锥、偏心组合（固定钩、活齿钩）外齿钩等。工艺技术采用探视鱼顶、钩捞弯曲油杆、抽取缠绕油杆、限位套铣修鱼、套铣打捞一体化的工艺措施，能够成功处理复杂杆类落物事故。

4、某井套管内打捞抽油杆案例分析

4.1 事故井发生经过与作业处理

(1) 油杆两次落井发生经过。2020年11月15日6:30~9:00某作业班在某井下完生产管柱，在下杆作业时，由于该井油杆接箍尺寸为标准足尺尺寸，普通7/8"抽油杆提引环挂不上，采用1"抽油杆提引环下杆作业，抽油杆下至141单根时，由于内挂尺寸不匹配，导致提引环损坏，油杆掉入井内。实施对扣打捞，在1"抽油杆不够情况下，连接7/8"抽油杆继续下探对扣，提引环没有更换导致油杆二次掉井。实施起管作业，准备通过起管作业，带出油管内的所有抽油杆，结果发现油管悬挂器下面第一根油管以下脱落至井内，造成事故井。(2) 打捞作业处理经

过。据调研及现场实地分析察看，先后下过油杆活顶打捞筒、母锥、弯鱼头油杆打捞筒及套铣筒等工具，操作时，采取了多次大钻压，旋转打捞，无果后交大修作业。

4.2 大修打捞作业实践

(1) 事故井处理技术分析。①2-7/8"TBG生产油管及组合抽油杆(3/4"+7/8"+1")同时落入井内，落入井内抽油杆分为不连接的两部分，具体组合数量根数不清，其中5-1/2"套管内上部分为组合式抽油杆：1"+7/8"；下部分抽油杆组合形式为：1"+7/8"+3/4"。生产油管及套管内含有多少组合抽油杆不清。②原井内弯曲变形的为1"抽油杆，被套铣筒套铣后，分析被切断，弯曲的短油杆落入井内，至少两截；由于1"油杆刚性大，鱼顶呈不规则状态；套管内抽油杆长度大，扭曲变形弯度大；掉入井内两截弯曲的短抽油杆可能导致打捞卡钻，打开鱼顶及打捞抽油杆过程中，具有技术一定技术复杂性、难度性。③井内抽油杆呈现状态具有不可预见性：掉入井内两部分油杆，通过察看打捞作业现场工具使用情况，井内大段抽油杆是否有折断，导致插腔状态具有不可预见性，在打捞工艺上又增加了难度。④井内生产油管呈现状态具有不可预见性：掉入抽油杆过程，将生产油管砸脱，井内部分生产油管呈现弯曲状态程度、断脱及鱼顶是否损坏具有不可预见性，在打捞过程中，一旦出现生产油管及抽油杆鱼顶近乎平齐现象时，将会增加打捞作业技术操作性。(2) 处理原则与经过。①处理原则是实施非常规打捞手段，采用特制工具与轻转慢压工艺相结合，分段打开复杂抽油杆鱼顶；有效融合常规打捞方法，完成大幅度弯曲抽油杆套管内打捞任务。②处理经过。a、使用母锥内含活齿外捞钩（缆绳捞钩）的组合工具，打开鱼顶，捞出被套铣筒套铣切断的1"抽油杆（长度7.5 m），油杆中部呈双“U”型弯，带出遗留井内的两段U形状1"抽油杆断杆，其中包括抽油杆上接头。b、下入三球捞捞器实施常规打捞。捞出24根1"+7/8"（长度4.63 m）弯曲组合抽油杆。c、下入母锥带钩子（死钩、活钩）特制组合工具，继续实施打捞。捞出7/8"（弯曲长度3.93m）+6根7/8"+10根1"+7/8"螺旋状抽油杆（弯曲长度7.34 m）。落入井内两部分抽油杆缠绕在一起，掉入生产管内7/8"抽油杆呈螺旋状被拔断。d、下入套铣筒带母锥特制组合工具，继续实施打捞。落入井内生产油管及油管内部分油杆（3/4"+7/8"）全部捞出。

5、工具改进措施

套管内油管抽油杆通用打捞筒可在 $\phi 139.7$ 套管内打捞 $\phi 16\sim\phi 38\text{mm}$ 抽油杆本体、 $\phi 16\sim\phi 38\text{mm}$ 抽油杆抬肩接箍、 $\phi 73\phi 88.9$ 油管本体及接箍抬肩， $\phi 127\text{mm}$ 内径及以上光洁无变形的套管内打捞无卡阻带接箍 $\phi 114\text{mm}$ 及以下有

抬肩的各种管类落物。打捞操作入碰鱼时，鱼顶上顶卡瓦推动弹簧上行压缩，

卡瓦随缩颈筒体内径的增大张开，当落物鱼顶通过卡瓦引

入捞筒内适当深度后停止打捞管柱下放, 弹簧推动卡瓦下行回缩咬抱住杆管类落鱼的本体或杆类落鱼的抬肩接箍, 上提打捞管柱, 悬重增加, 确认无卡阻后, 即实现成功打捞 (筒体上的开窗式引鞋的窗舌通过形变回弹的性能, 引入泵、管的接箍抬肩后回弹卡住泵、管的接箍抬肩下平面, 可实现一趟打捞管柱在打捞杆类落物的同时还可打捞带接箍抬肩的管类落物); 打捞 $\phi 16 \sim \phi 38 \text{mm}$ 抽油杆本体、 $\phi 16 \sim \phi 38 \text{mm}$ 抽油杆抬肩接箍、 $\phi 73 \phi 88.9$ 油管本体, 需要更换不同类型及尺寸的卡瓦; 打捞 $\phi 107 \text{mm}$ 以上 $\sim \phi 114 \text{mm}$ 以下的管类接箍抬肩落物需更换不同尺寸的引鞋。

应用表明: (1) 由于套管内抽油杆通用打捞筒的一体卡瓦可以把抽油杆上 $\phi 74 \text{mm}$ 扶正器鱼顶引入到打捞工具上部的管柱内, 实现打捞抽油杆柱上 $\phi 74 \text{mm}$ 扶正器下面的抽油杆接箍或抬肩, 解决缩颈断杆、 $\phi 74 \text{mm}$ 扶正器杆式鱼顶难于打捞的问题, 可大幅降低井下作业施工成本, 提高施工效率, 减少占产时间和工人的劳动强度; (2) 由于套管内抽油杆通用打捞筒可打捞抽油杆本体, 也可打捞抽油杆接箍抬肩, 还可打捞 $\phi 114 \text{mm}$ 以下带接箍抬肩无卡阻的泵或管, 实现了工具整合提效的功能, 可极大降低作业施工成本。

6、施工经验分析

通过施工井案例分析, 以及大量的实践经验借鉴分享, 阐述了复杂杆类落物最有效的打捞工艺技术是将常规与非常规打捞方法有机地结合在一起。作为从事井下大修作业工作者值得品鉴学习及推广应用。

(1) 仔细调研, 详查井况, 掌握井下落物数据、接头尺寸, 判别核实认定是否是标准尺寸还是足尺尺寸, 便于指导打捞作业。(2) 打开鱼顶时, 切忌采用套铣工具, 免除套铣切坏鱼顶,

碎屑断杆落入套管内。(3) 对于带接头的弯曲严重油杆, 使用活齿外捞钩打捞时, 工具必须带有防卡盘, 一般防卡盘外径小于套管内径 $2 \sim 4 \text{mm}$ 即可; 不带接头的弯曲严重油杆, 可采用母锥带钩子实施打捞。(4) 对于螺旋及折叠的油杆可采用引鞋母锥实施打捞, 若外径大, 母锥无法收入造口时, 可使用内铣鞋母锥, 套铣后, 造扣打捞。(5) 若井内出现多断头油杆, 切忌打捞时堵死通道, 采取母锥带钩子、带防掉装置的自锁弯油杆外钩是最为有效方法。(6) 若油杆出现插蜡并且呈缠绕状态时, 可采用引鞋母锥、内铣鞋母锥实施打捞即可。(7) 若油杆呈螺旋状盘绕在油管接头上, 若外径加大无法采用母锥收入造口打捞时, 可采用限位套铣母锥, 套铣后实施打捞, 既可避免套铣时切坏下部弯曲的油管, 还可起到打捞作用。(8) 使用母锥造口时, 造扣圈数不易超过8圈, 避免不规则的油杆磨损造扣母锥。(9) 井下弯曲的杆管打捞完毕后, 在冲砂通井作业时, 要采取防卡措施, 避免残留井内的油杆碎屑卡钻。(10) 套管内打捞, 下入大直径工具时, 下放速度小于或等于 20m/min , 距鱼顶 50m 时下放速度小于 5m/min 。当大直径工具至鱼顶 20m 处时, 应边旋转管柱 (与引鞋方向一致) 边下放, 大直径工具遇阻时, 遇阻点距抽油杆鱼顶小于 100m 时, 应边旋转管柱 (与引鞋方向一致) 边下放, 最大钻压 10kN 。遇阻点距抽油杆鱼顶大于 100m 时, 最大钻压 30kN , 引鞋的外径应小于套管内径 $6 \text{mm} \sim 8 \text{mm}$ 。

[参考文献]

[1] 张译, 王方超. 石油钻修井作业打捞技术应用探析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(13): 217-218.

[2] 兰志钢, 杨勇文. 复合式打捞工具的探讨和研制[J]. 石油矿场机械, 2019, 38(12): 95-97.