

# 研究油田开发中稀油深抽采油的技术

汪 欢 (新疆油田公司风城油田作业区, 新疆 克拉玛依 834000)

**摘要:** 为解决油田开发过程中面临的深抽问题, 本文结合某油田实际情况, 在介绍其深抽工艺存在的问题基础上, 提出全新的深抽工艺技术, 以期为相关人员提供参考, 从根本上解决深抽开采方面的技术问题。

**关键词:** 油田开发; 深抽开采

某油田油藏埋深较大, 可达 5350-6600m, 且流体性质比较复杂, 不同层位黏度有很大变化, 有很高的开发难度。地层能量不断下降后, 动液面将降低至普通有杆泵最大有效深度以下, 加之稠油区块原油当深度超过 3000m 时基本不具流动性, 这对油井正常生产会造成很大的影响。对此, 根据该油田地质特点, 需对其稀油与稠油深抽方法进行分析研究。

## 1 深抽工艺问题

### 1.1 稀油深抽

根据初步统计结果可知, 该油田有 10% 左右的稀油井由于供液无法达到要求进行间开生产。该井主要存在以下几方面问题: 泵效较低、杆柱承受的载荷较、经常出现冲程损失、地面设备与生产不配套和参数调整困难, 具体表现为:

①对杆柱进行的组合设计比较单一, 依然使用传统杆, 且以三级组合形式居多; ②在泵挂深度不断增加的作用下, 漏失现象逐渐加重, 导致泵效大幅降低, 据统计, 泵效的平均值不足 40%, 个别甚至低于 10%<sup>[1]</sup>; ③在地面设置的动力设备与生产不配套。因油稠度较大, 且存在含水上升等实际问题, 导致悬点载荷相对较大, 在参数调整过程中电流大幅上升, 使电机承担较大的负荷, 导致参数调整困难。

### 1.2 稠油深抽

①下泵深度与排量有很大矛盾, 使大泵的实际下入深度有一定限制, 如果只使用小泵, 则无法满足实际的生产要求; ②产量下降使井筒温度与压力场发生变化, 稠油开采对入泵深度提出了更高要求。在下泵深度增加至 2500m 以上后, 会使稠油启动压力大幅升高, 导致实际的机抽效果变差; ③对稠油电泵井而言, 经常出现因过载而导致停机的问题, 不得不频繁进行检修。

## 2 稀油深抽技术

### 2.1 自动补偿泵

该泵除泵效高和冲程长以外, 还具备节能与防砂等功能, 以高效密封环为主要部分, 其基本工作原理为: 受高压持续作用后, 密封环在径向逐渐张开, 但始终与柱塞抱紧; 随着压力进一步增大, 密封环开始膨胀, 提高密封性, 减少漏失, 提高泵效。此时, 泵筒外部的游动凡尔通过其罩面面积的不断增大来提高抗压强度, 所以这种方法在深抽中十分适用。泵柱塞采用多级短柱塞

通过相连而成, 在地面设备允许的情况下冲程可以达到几十米, 可满足长冲程与慢冲次等生产要求。就目前来看, 该油田抽油机承担的最大载荷超过 120kN, 在所有井中有 37 个都存在参数调整困难的问题, 在所有机采生产井中约占 10%, 通过对自动补偿泵的应用, 能彻底解决这些井面临的参数调整问题<sup>[2]</sup>。

### 2.2 双层泵深抽

双层泵由于采用的是双层泵筒, 所以泵有很高耐压能力, 能从根本上解决由于液柱压力产生的膨胀问题, 防止泵发生疲劳破坏。另外, 双层泵的配合间隙较小, 能有效减少漏失, 进而间接提高泵效。这项工艺的实施工能有效解决地层供液不足方面的问题, 同时也为该油田之后的深抽提供了新方向<sup>[3]</sup>。某井在双层泵基础上配以皮带抽油机, 以此进行试验性生产。该井在引入双层泵后, 泵挂深度首次突破 4500m, 达到 4568m, 平均日产油从之前的 2.9t/d 大幅增加到现在的 7.4t/d, 同时真实泵效不低于 40%。目前, 该工艺已经被很多井使用, 这些井在引入这项工艺后, 平均泵挂达到 3549m, 单个井平均每天增油约 3.5t, 真实泵效平均增加 26%, 共增油近 1135t。

### 2.3 测流泵深抽

测流泵将游动凡尔替换为测流阀, 并将空心油流柱塞替换为实心柱塞, 能在上冲程吸液的同时, 实现下冲程排液。相较于传统的管式泵, 测流泵在测流阀的支持下能使排油通道得到进一步的拓宽, 同时通过对大直径拉杆及实心柱塞的使用, 能使柱塞强度得到显著提高, 满足深抽提出的要求; 对杆柱进行设计时, 利用载荷较小但抗拉强度很高的杆进行组合设计, 通过这样的设计能满足 4000m 及以上要求<sup>[4]</sup>。在测流泵的基础上配以皮带式抽油机能更好的满足生产要求, 以某井为例, 该井在引入了以上工艺后, 泵挂达到 4020m, 正常生产状态下的日产液可以达到 21.9t/d, 真实泵效不低于 70%, 每日平均产油从之前的 3.8t/d 显著增加到现在的 12.5t/d, 共增油近 1006t。

### 2.4 测流减载泵

该泵是专门为解决液面深度较大设计的有杆深抽泵, 目前已取得国家专利认证。其工作原理与测流泵相似, 主要具有以下特点:

①采用测流阀, 一改以往上冲程排液和下冲程吸液

这一固定模式,即能在上冲程排液的同时,实现下冲程吸液<sup>[5]</sup>;②泵结构经过了很大的调整,用双级变径柱塞取代普通柱塞,能使柱塞自身抗拉强度得到大幅提高。另外,通过测流孔的设置能使下柱塞和油套环空液面直接相连,使柱塞下行动力大幅增加,进而提高凡尔动作的灵活性与可靠性;③该泵的泵筒为变径双级结构,其外部采用外径较大的过桥管相连,能良好平衡内外部压力差,防止胀管效应发生(所谓胀管效应,是指在压力较高时,柱塞与泵筒之间的间隙明显增大,导致漏失增加,使泵效显著降低);④通过对不同柱塞进行的优化组合,采用大柱塞保证排量的同时利用小柱塞减小液柱的载荷,以此实现减载。相较于传统的管式泵,采用测流减载泵能减少20%左右的载荷。

### 2.5 电潜泵-有杆泵接力举升

对于液面低于3000m且供液无法达到要求的油井,可采用这项工艺。该工艺是指采用电潜泵对井液进行举升,使有杆泵正常抽吸,然后采用有杆泵将井液提升至地面,为避免电潜泵与有杆泵之间相互影响,还引入了储能匹配,使系统在4000m深度条件下仍能满足举升要求。然而,需要注意的是,该工艺依然存在安全风险相对较大和前期投资过高等实际问题,一般在地层压力相对较低的情况中使用。目前,该工艺已经在井中成功使用,将下部电潜泵与上部有杆泵充分结合到一起实施举升,其中,电潜泵的下深可以达到3940m,而有杆泵的下深可以达到2002m,共增油近6000t<sup>[6]</sup>。

## 3 稠油深抽技术

### 3.1 小泵深抽

经优化设计后,提出一种上大下小式结构的新型抽稠泵,使液压反馈力得以明显增加,从根本上解决稠油难以入泵等方面的问题,降低了稠油井杆柱实际下行难度。目前,该工艺已经得到了较为广泛的应用,最深泵挂可以达到2819m,泵效至少可以提高13%。然而,伴随液面不断下降,使负载不断增加,导致冲程损失变大,对泵效造成很大影响,所以一些稠油井依然处在间开生产阶段<sup>[7]</sup>。

### 3.2 抗稠油电泵深抽

对于该油田稠油采用人工进行举升时发生的稠油很难入泵和大泵无法下深而小泵无法满足生产要求,且硫化氢实际含量很高等实际问题,充分考虑该油田实际情况,对现有电泵进行结构与性能上的综合改进及优化,具体内容包括:提高电机功率与轴功率,提高叶导轮耐磨性能与抗腐蚀性能,增加叶导轮油道的宽度,对叶导轮水利角进行优化,引入强磁降黏,引入导流罩掺稀,设置变频控制器和正弦滤波器,增强电缆自身耐高温性等。经以上改进及优化,达到了预期技术指标,从根本上解决了上述各项问题<sup>[8]</sup>。

### 3.3 水力喷射泵-抽稠泵接力举升

对于稠油区块中某些油井的能量较低、液面深度大

等问题,采用单一工艺根本无法满足实际生产要求,可采用该工艺予以解决。该工艺是指采用水力喷射泵将反掺稀油逐级举升到抽稠泵可以达到的深度,然后采用抽稠泵进一步举升至地面,以此使举升的深度达到5000m及以上。

## 4 结语

伴随该油田持续开采,其动液面必然不断降低,在这种情况下,深抽工艺研发为油田进一步开发带来了希望,推动了该油田开采技术进一步发展,填补了我国在深抽领域的空白。首先,在稀油深抽方面,通过对各项新技术的引入以及对现有技术的优化改进,提出了多种新型稀油深抽技术,包括自动补偿泵、双层泵、测流泵、测流减载泵,其中,测流减载泵的出现和使用,使最深泵挂达到了4716m。通过对这项工艺的现场应用,共增油近9135t。其次,在稠油深抽方面,提出了包含小泵深抽、深抽抗稠油电潜泵等在内的新工艺,同时在现场开展了不少于20井次的试验与应用,共增油近87000t。另外,还针对水力喷射泵-抽稠泵接力举升开展了相关试验,使人力举升深度突破5000m大关,推动了稠油举升工艺的发展。最后,通过对深抽技术的不断研究和应用,在很大程度上消除了地层压力较低与动液面深度较大等原因对深抽造成的影响,可以为我国其他相似油田的开采提供宝贵经验。

## 参考文献:

- [1] 肖志朋,杨胜来,马学礼,韩继凡,王梦雨.低渗透稀油油藏水驱后氮气泡沫驱适应性[J].新疆石油地质,2020,41(06):729-734.
- [2] 袁士宝,张喻鹏,蒋海岩,刘召,王源宏,廖礼刚.基于差异置信分析的稀油空气驱影响因素及其筛选标准研究[J].数学的实践与认识,2019,49(19):170-178.
- [3] 程文嘉,杨元彬,杨永生,段伟峰.重油催化裂化装置加工辽河稀油常压渣油的工业实践[J].石油炼制与化工,2018,49(09):22-26.
- [4] 张文轲,孙东方.稠稀油黏度比对混合油黏度预测准确性的影响[J].油气储运,2015,34(08):829-833.
- [5] 张代燕,何金玉,丁湘华,易任之,丁芸.新疆油田探明未动用稀油储量分类评价方法[J].特种油气藏,2014,21(06):93-96+146.
- [6] 陈德春,李昂,刘均荣,朱泽军,姜东.潜油电泵井油套环空泵下掺稀油井筒流体温度计算模型[J].中国石油大学学报(自然科学版),2013,37(06):87-91.
- [7] 陈德春,李昂,高莉,朱泽军,姜东.潜油电泵井油套环空泵上掺稀油井筒流体温度模型[J].新疆石油地质,2013,34(05):591-594.
- [8] 侯健,张言辉,宫汝祥.高渗透稀油强边水油藏开发技术政策优化——以春光油田排2油藏为例[J].油气地质与采收率,2012,19(06):82-86+116-117.