

油井举升工艺一体化决策技术分析

郑淑辉 王拂晓 史春国

(胜利油田分公司纯梁采油厂 山东 滨州 256504)

[摘要] 举升方式之于油井开采工作的影响就好像算法之于软件的影响,不同的举升方式会导致油井开采效率与效果的差异。为提升相关企业的经济效益,企业决策者应对举升方式进行谨慎选择。由此来看,分析比较各类举升方式之于油田开采工作的影响则具备了一定的现实意义,本文以举升方式适应性的影响因素为切入点,进行一体化技术决策比较,并结合理论分析比较了各类举升方式的适用性,并就其优化效果进行了一定窥探。

[关键词] 油井开采; 举升方式; 适应性; 影响因素; 一体化决策; 优化效果

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2004

油井的举升方式对于油田的开采工作具有较为深远的影响,随着相关领域对于种种举升方式的细致考究,其技术形式与技术设备呈现出了多元化的发展态势。在这一发展浪潮下,相关企业在选择举升方式时便需根据油井的实际情况加以全面的探查,以保证举升方式与工作实际高度贴合。鉴于此,文章就当下较为主流的油井举升方式的适应性进行了对比,并就其优化效果进行了理性评价。

一、关于油井举升方式适应性影响因素的讨论

通常来说,油井举升方式适应性影响因素具有一定复杂性,本文主要就人工举升方式和机械采油方式这两大方面进行了详细论述。

(一) 人工举升方式的适应性影响因素

这类举升方式的适应性影响因素较为复杂。本文主要就油藏的驱动类型、液体的性质、油井状态、油井生产问题、油井环境等主要影响因素进行了分析。简单来说,油藏驱动即为开采时油藏的驱动力,其驱动力来源不同则会导致驱动方式的不同。常见的油藏驱动方式有水压、气压、溶解气和重力驱动这4种方式。且在一般在实际开采过程当中,不同阶段的驱动能量会体现出一定的差异性,因此在选择举升方式时工作人员务必对油藏的驱动方式进行细致的考究。其次,油藏的液体性质亦会导致举升方式的差异性,例如,对于原始汽油比重较高的油井适宜采用气举,而对于稠油井而言,水力活塞泵则更具适应性。油井的完井方式、开采层系、含水率等状态也将对举升方式的应用效果具有显著影响。此外,油井生产问题与油井环境都将对举升方式的应用效果产生一定影响。

(二) 机械采油方式的适应性影响因素

从大体上来看,影响机械采油方式适应性的影响因素主要体现在其可行性与复杂性这两个方面。参考相关的研究成果,我们又可对其可行性与复杂性的影响因素进行细分。通常来说,影响机械采油方式可行性的影响因素有油井产油量、下泵深度、环境温度、生产操作问题等,而影响机械采油方式复杂性的影响因素则有使用可靠性设备简便性、能量利用效率、设备机动性、油井设备简易程度等。因此,在选择具体的机械采油方式时,相关人员需从对上述因素进行综合考察,以做出最为科学合理的判断。

二、油井主流举升方式适应性的比较分析

(一) 各类主流油井举升方式的应用性能分析

①电潜泵举升,这一举升方式的主要性能优点体现在可自行控制、维护简单、维护费用较低等方面;而其性能缺点则体现在前期投入费用高、运行成本较高、检泵工作繁杂等方面。②螺杆泵举升,这一举升方式的主要性能优点体现在前期投入低、运行成本较低、维护难度低、便于工作制度调整等方面;而其性能缺点则体现在检泵工作繁杂这

一方面。

③水力活塞泵举升,这一举升方式的主要性能优点则体现在使用可靠性高、设备简便性较高、能量利用效率较高等方面;而其性能缺点则体现在其设备简易程度较低之上,这一性能缺陷使得这类举升设备的维护难度十分显著。

④抽油机举升,本文主要分析了游梁式抽油机与皮带式抽油机的应用效能。前者的性能优点体现在前期投资低、运行费较低、便于工作制度调整等方面;而其性能短板则体现在维护难度高、维护费用高、检泵工作繁杂之上。后者的性能优点体现在前期投资低、运行费较低、能耗低等方面;而其性能短板则主要体现在检泵工作繁杂之上。⑤气举,这一举升方式的性能优势主要体现在使用可靠性高、设备简便性较高等方面,而其性能短板则体现在其能源利用率低、维护难度高之上。

(二) 各类主流油井举升方式的适应性比较

根据上述情况,笔者主要结合油井特性与其设备可靠性、设备简便性、能源利用率、应用灵活性、维护难度5个方面的因素对当下油井主流举升方式的适应性进行了比较。以数字的形式分别对其相关方面的适应性进行比较,其中1为适应性最低,5为适应性最高。另外,在设备可靠性、设备简便性、能源利用率、应用灵活性、维护难度这5个方面,笔者仅设置3个评分层级,其中1为适应性最低,3为适应性最高。

(三) 举升工艺现状

采油提液系统是油田用能的重点单元,如何挖掘油田提液系统降低电耗的潜力,推广应用油井人工举升工艺新技术和节能降耗新技术,降低油气开采成本,已成为油田企业重要的研究课题。根据采油厂油井检泵周期情况统计结果,分析影响躺井的主要因素,对短周期原因进行划分,从而找出稠油、出砂井工艺提升的潜力,通过提升工艺配套、加强技术攻关,提高油井检泵周期。实践证明,通过实施油水井一体化优化调整措施、优化配套地面设备措施和优化电热杆生产工艺措施等3项措施,能优化油井提液举升工艺,实现注采系统平衡,提升系统运行效率和整体优化节能,降低提液单耗,保持油井高效运行,具有良好的节能降耗效果。

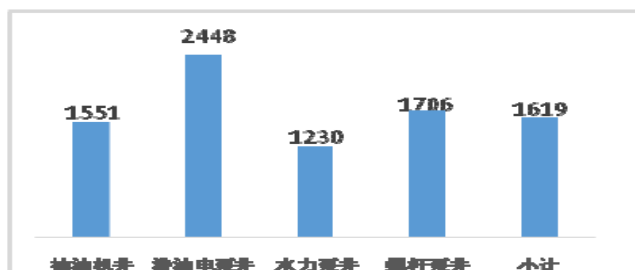


图1 采油厂举升工艺检泵周期



图2 近年工艺指标变化趋势

单井平均检泵周期为1619天，各工艺、各油田之间也存在较大差异（图1、图2）。近五年来，虽然受新井投产影响开井数不断增加，但通过加强控躺并治理，检泵周期不降反升。根据单井数据分解，确定下步治理方向，形成扶植短周期（低于600天）、培植中长周期（600-2000天）、巩固长周期（大于2000天）的检泵周期综合治理方向。根据相关油田的经验公式确定。（1）井口回压对抽油泵漏失的影响，主要是通过改变柱塞上部压力进而改变柱塞两端压差来实现的。

（2）井口回压对冲程损失的影响，冲程损失的动态影响因素是柱塞上的液柱载荷，回压的变化会影响油管内多相流态的分布，即气相液相在油管内的比重，当回压增加时油管内液相含量增加，因此作用在柱塞上的液柱载荷会发生变化进而冲程损失发生变化。因此井口回压对泵效影响的主要计算步骤如下：第一步：计算抽油泵排出口压力；计算方法：Beggs-Brill方法，以井口回压为起点，向下迭代计算至泵排出口，主要影响因素：产液量、气液比、流体物性等。第二步：计算上冲程柱塞上下两端压差；泵入口压力计算，影响因素：套压动、液面等。第三步：计算冲程损失；第四步：计算间隙漏失量。影响因素分析：对检泵周期小于600天油井原因及分布区块统计，其中9口井受砂影响，平均检泵周期仅为418天；油稠、偏磨因素影响11口井，平均检泵周期401天；新井投产、措施影响5口井，平均检泵周期306天。

1. 出砂影响

稠油疏松砂岩油藏部分区块油井出砂严重。从短周期历次作业分析，断块砂害影响较大，同时部分出砂井以及防砂失效井需下步进行防砂。已经进行防砂的占45%（包括水平井先期防砂筛管完井油井）。从出砂井原油粘度分析，区块原油粘度与出砂有特定关系，高粘度地区油井出砂严重。油田油稠是偏磨的重要因素。

2. 偏磨影响

受井斜影响有135口井，泵上最大井斜 48° ，螺杆泵工艺有6口井。偏磨、杆断受原油粘度、井斜、工作制度的影响较大。部分井在粘度、井斜和含水的综合作用下，杆管偏磨加剧。

三、油井主流举升方式的优化效果分析

（一）主要优化内容

从当前油井开采工作的现状来看，泵级数过多、资源浪费、节流压力损失惨重等现象仍时有发生。在节能减排、可持续发展观盛行的当下，提升油井举升设备的环保性能具备了一定的战略发展意义。为缓解这一系列的资源配置浪费现象，相关人员需对相应的生产参数进行调整并根据油

井开采工作的具体情况来选择举升设备。在对举升设备加以优化时，在无需作业、产量平稳的基础上，相关人员需以长冲程、低冲次为优化原则对设备的冲程和冲次进行优化。在需作业条件下，针对即有泵径偏小、沉没度过深、冲次偏多的抽油井，相关人员可采取换泵、泵挂上提、冲次下调等措施，从而使抽油机的运行状态趋于平稳，以提升举升设备的能源利用率。

（二）相关优化措施的效果分析

大量的相关案例显示，在产量平稳的条件下，举升设备进行优化改进后，油井的节电率可超过40%。对于加装了变频控制柜的油井而言，其节能效果则更为突出。对于皮带式抽油机而言，进行优化改进措施之后，其节能效果提升了30%。对泵径偏小、沉没度过深、冲次偏多的抽油井进行改造后，其能源利用率亦得到了显著的提升。由此来看，油井举升方式优化改造的效果十分明显，在改造后，其节能效应与生产效率都得到了显著的提升。但值得注意的是，在针对举升设备进行优化改造时，相关人员需结合油藏条件、开采条件和生产状态进行详尽综合的分析，以实施立竿见影药到病除的改革方案。

四、强化油井生产管理措施的动态性

油井生产是动态的，因而生产管理措施也必然是动态的，那么合理优化油井生产参数，根据变化采取必要手段提高油井泵效或者采油量成为必然。

（一）合理优化油井生产参数

合理优化油井生产参数是油井动态变化的必然要求。随着油井开发生产的不断深入和油井生产状况的变化，低产低效井比例呈逐年上升趋势，年抽油机井泵况动态控制图中的参数偏大区的井数越来越多。居高不下的参数偏大区井数成为制约泵况指标提高的主要原因。地面参数过大，会使生产压差增大，导致井底压力较低而使泵效降低，从而严重影响原油产量。要改变这一生产现状，在注水状况短期内无法得到改善的情况下，采取调小参数可以降低生产能耗和设备损耗以及调整开发状况，调小参数是缓解供排矛盾、优化机采运行的有效途径。抽油机井调小参数后产量和含水都会相应的发生变化，当调参后经一定生产时间内，由于生产参数的突然变化，将会导致井下生产状况同样会发生比较大的变化，当生产持续一段时间以后，井底压力变化逐渐趋于平稳，特别是高含水层的压力恢复到一定值时，使油井的井底压力不再回升，注入水在地层中的流动速度降低，含水趋于稳定。

（二）根据动态变化采取必要管理措施

油井生产是动态的，为此生产管理过程中要掌握这些动态变化资料、变化规律，从而方能采取必要管理措施。例如，油井防砂是生产管理的重要内容，油井防砂过程中首先就要掌握油井测井资料、岩芯资料、测试资料等变化资料，通过对这些资料的科学分析，找到油田临界流速、极限生产压差、累积出砂量的出砂规律，为高含水油田防砂工艺优化提供可靠的动态资料，最大程度提高油井采出程度，提高油井的防砂免修期，降低油田的防砂作业成本。

参考文献

[1] 胡林林. 高含水期油田举升方式适应性分析与优化调整[J]. 工程技术: 全文版, 2017(01): 183.