

曙光油田稀油深抽区块防偏磨技术研究与应用

刘冬雷

辽河油田公司科技部综合管理科

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6803

[摘要] 曙光油田双北、曙66等区块受井筒深度、井斜等因素影响存在不同程度的广安偏磨问题。为解决此问题，延长深抽油井检泵周期，提高油井开井时率，在深入研究深抽区块油井偏磨机理的基础上，通过优选三种防偏磨工具，结合仿真优化设计软件，实现稀油深抽区块油井防偏磨综合治理。

[关键词] 稀油区块；深抽；防偏磨；曙光油田

Research and application of anti-partial grinding technology in dilute deep oil pumping block of Shuguang Oilfield

Liu Donglei

Comprehensive Management Department, Science and Technology Department of Liaohe Oilfield Company

[Abstract] The Shuangbei and Shu 66 blocks of Shuguang Oilfield are affected by the depth of the wellbore and the well slope and other factors. In order to solve this problem, the pump inspection cycle of the deep pumping well is extended and the opening rate of the oil well is improved. On the basis of in-depth study of the partial grinding mechanism of the deep pumping block, the comprehensive treatment of the oil well in the dilute deep pumping block is realized by optimizing three anti-partial grinding tools and combined with the simulation and optimization design software.

[Key words] dilute oil block deep pumping and partial grinding Shuguang oil field

引言

曙光油田除大凌河外，其他区块油井均存在不同程度偏磨问题，以曙54最为突出。2020年全区共发生检泵140井次，检泵率88.6%为全厂最高，通过对检泵原因分析，因管杆偏磨导致检泵79井次，占区块全部检泵井次的56.4%，平均检泵周期243天，对比曙光油田平均检泵周期降低394天。通过对偏磨油井的基础数据及偏磨抽油杆和油管进行研究分析，得出造成偏磨的原因主要有井身结构、抽油杆下行弯曲、管杆材质等。多年来，针对管杆偏磨问题，先后开展了防偏磨接箍、抽油杆扶正器、抗磨副、油管旋转器等配套技术的研究及应用，偏磨井数得到一定控制，但应用过程中也存在问题。针对管杆防偏磨问题，防偏磨接箍技术存在油管表面硬度低于防偏磨接箍，导致油管磨损问题加剧，2015年开始增加了防偏磨接箍的使

用，杆断导致的油井偏磨倒井井数逐年减少，但因管漏造成偏磨倒井数量增加；抽油杆扶正器存在使用过程中材料磨碎造成卡泵和抽油杆弯曲问题；油管旋转器存在故障率较高、载荷大井旋转困难问题。

1 曙光稀油区块油井偏磨原因分析

抽油机井杆管偏磨主要是由两大类原因造成：一是钻井井眼弯曲或套变造成油管弯曲而导致管杆的偏磨；二是抽油杆柱在过大的轴向压力作用下而导致杆管屈曲所造成的杆管偏磨。

相互接触的物体间只要有相对运动就会发生摩擦和磨损。摩擦学是研究作相对运动的相互作用表面及其有关理论和实践的一门科学技术。摩擦研究的是作相对运动的相互作用表面所发生的行为，而磨损研究的是作相对运动的相互作用表面所发生的行为产生的结果。有摩擦就一定会产生磨损。磨损是伴

随摩擦而产生的必然结果，它是相互接触的物体在相对运动时表面材料不断发生耗损的过程，或由于摩擦结合力的反复作用而造成材料破坏的现象。

磨损是多因素相互影响的复杂过程。摩擦副间的磨损程度同零件材质、表面加工方法和质量，以及使用条件（载荷、温度、速度及润滑状态）等有关。磨损的结果使摩擦表面产生多种形式的破坏，因而磨损的形式也就不同。人们从不同的观点对磨损进行分类，比较常用的方法是基于磨损的破坏机理，一般可分为：

a. 粘着磨损：摩擦副相对运动时，由于固相焊合，接触点表面的材料由一个表面转移到另一个表面的现象，其特点是接触点粘着剪切破坏。

b. 磨料磨损：在摩擦过程中，因固相颗粒或硬的凸出物，冲刷摩擦表面而引起材料脱落的现象，其特点是磨料作用于材料表面而破坏。

c. 表面疲劳磨损：两接触表面作滚动或滚动滑动复合摩擦时，因周期性载荷作用，使表面产生变形和应力，从而使材料导致裂纹分离出微粒或颗粒的磨损，其特点是表层或次表层受接触应力反复作用而疲劳破坏。

d. 磨蚀磨损：在摩擦过程中，金属同时与周围介质发生化学或电化学反应，产生材料磨损的现象，其特点是有化学或电化学反应的表面腐蚀破坏。

e. 微动磨损：两接触表面相对低振幅振荡而引起表面复合磨损出现的材料损失现象，其特点是复合式磨损。

2 防偏磨系列技术研究

2.1 抽油杆整杆扶正技术

针对传统防偏磨工具应用过程中出现塑料磨碎、金属销钉掉落卡泵；部分扶正器外径较大，无法下入；个别偏磨井下扶正器后，加大了抽油杆弯曲，磨损杆本体等情况，对传统扶正器在结构、材质和加工工艺上开展整体技术改进，形成了抽油杆整杆扶正技术。

其原理是把每根抽油杆作为一个防偏磨单元来考虑，根据井斜数据、油井生产参数、现场偏磨情况，在抽油杆两端和中间直接注塑三套或三套以上扶正器，以此来防止抽油杆柱在上下冲程中的失稳弯曲、偏磨段窜移和杆管偏磨等问题。抽油杆整杆扶正器能与油管内壁成均匀润滑的圆柱面接触，为软硬接触面，磨损的是扶正器而不是油管，有效地避免了杆管磨损，同时使油管内壁的蜡晶无法形成，起到了既扶正又刮蜡的双重功效。

针对个别偏磨井下扶正器后，加大了抽油杆弯曲，磨损杆本体的情况，对扶正器进行改进。

2.1.1 材质改进

通过对传统扶正器的材质分析与新型材料的调查研究，将传统的扶正器尼龙材料和合金材料优选为纳米高分子复合材料，其具有以下优点：

(1) 耐磨性居塑料之冠，比尼龙、聚四氟乙烯高4倍。

(2) 自润滑性与聚四氟乙烯相当，

(3) 冲击能吸收值在所有塑料中为最高值。

(4) 化学稳定性很高，在一定温度和浓度范围内能耐各种腐蚀介质及有机介质。

(5) 优良的憎水性，吸水率仅为尼龙的1%。

高分子纳米材料耐磨损、耐冲击、自身润滑、耐化学腐蚀等特性是目前塑料中所具有的最高数值。

2.1.2 结构改进

传统扶正器采用螺纹连接，增加了脱扣风险；并且只在杆柱接箍处安装，无法对抽油杆中间位置进行扶正；设计为直棱结构，缺少对采出液的螺旋引流及管壁异物的刮削作用；采用机械加工的方式加工周期长，难以及时满足现场需求。

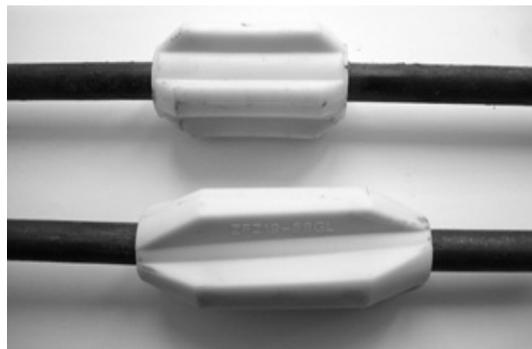


图1 传统扶正器与注塑杆扶正器对比

2.1.3 工艺改进

以往的抽油杆扶正器采取机加工方式，需要在加工车间内进行加工，受加工场地限制，无法做到随用随加工，难以满足部分临时倒井的偏磨油井的现场需求。为此，实现注塑杆的现场注塑，不但不受加工场所限制，同时加工后冷却时间短，真正做到随用随加工，减少了加工等待时间，满足了临时倒井油的防偏磨需求。

2.2 挠曲吸储防偏磨技术

通过对偏磨杆断油井作业跟踪及分析发现，抽油杆偏磨位置集中在泵活塞上部10跟杆以内，或者在偏磨器结束安装井段的附近，少数在油井大斜度拐点附近，个别油井甚至出现多段偏磨现象，且高含水井和出砂油井偏磨杆断较多，通过众多资料分析研究认为，抽油杆下行时自身重量产生的向下重力，与抽油杆向上惯性和弹性收缩力产生相对挤压力，特别是高含水和出砂油井中泵活塞运动发滞，这种挤压力更大，从

而使抽油杆在挤压力集中点产生挠曲,并于油管内壁摩擦产生偏磨现象,最终导致抽油杆偏磨杆断或者管漏检泵。

挠曲器防偏磨技术是在抽油杆的挠曲点位置安装一个缓冲器,抽油杆下行时缓冲器可以使挠曲点上段继续下行,挠曲点下段继续上行释放挠曲点挤压力,从而消除挤压力避免挠曲产生,达到从根本上治理抽油杆偏磨的目的。为了确保防偏磨效果,可分别在缓冲器下部加1个防偏磨接箍,上部加4-9个旋转防偏磨接箍以扶正抽油杆运动轨迹。

2.3 油井防偏磨举升优化设计方法

利用油气井仿真优化系统,通过对杆柱受力进行分析计算,形成三维杆柱动力学仿真防偏磨可视化模型,优化偏磨油井方案设计,明确偏磨位置并合理设计防偏磨工具深度,合理优化泵型及泵挂深度等生产参数,提高了防偏磨治理效果。

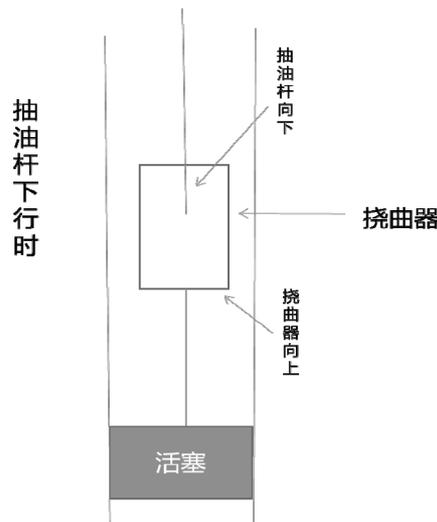


图2 挠曲吸储器工作原理示意图

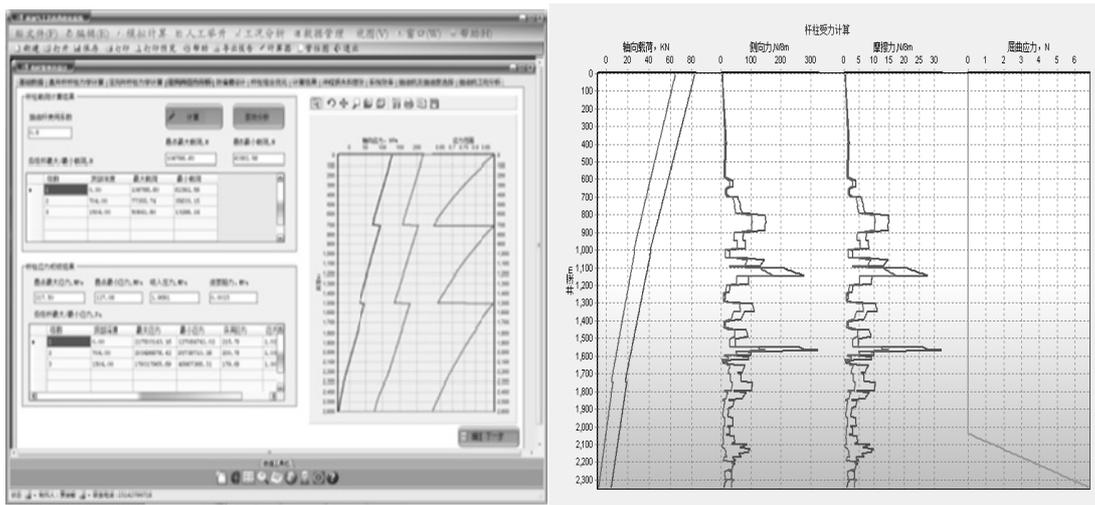


图3 仿真优化系统软件截图

3 现场应用效果

现场累计实施39井次,减少检泵27井次,取得经济效益64.6万元。偏磨油井检泵周期由131天提高至334天,提高了203天。

(1) 注塑杆整杆扶正技术

实施注塑杆整杆扶正技术31井次,除受生产时间短等因素影响的不可对比井外,平均检泵周期延长220天。

(2) 挠曲吸储防偏磨技术

应用挠曲吸储防偏磨技术8井次,除受生产时间短等因素影响的不可对比井外,平均检泵周期延长127天。

4 结论

(1) 针对曙光油田稀油区块深抽油井的偏磨问题,通过建立偏磨井数据库等方法,对油井偏磨机理进行研究,明确了深抽油井偏磨机理,为实现偏磨井综合治理奠定基础。

(2) 基于偏磨原因分析,对抽油杆扶正器进行材质、结

构及加工工艺上的改进,研究形成抽油杆整杆扶正技术,并研究应用了挠曲吸储防偏磨技术,形成了稀油深抽防偏磨系列技术。

(3) 结合仿真优化设计软件,对杆柱受力进行分析计算,形成三维杆柱动力学仿真防偏磨可视化模型,明确偏磨位置并合理设计防偏磨工具深度,形成了一套适合曙光稀油深抽区块油井的防偏磨优化设计方法。

[参考文献]

- [1]张朋举,张永军,虎海宾,等.抽油杆失效形式分析及修复技术现状[J].焊管.2018,(6).015.
- [2]杨元科.抽油杆断脱原因分析及预防措施[J].化工管理.2017,(15).109.
- [3]王金东,张嘉钟,时文刚.抽油杆柱防偏磨器的研究[J].石油矿场机械.2003,(5).003.