

广东三水油田防偏磨技术研究与应用

Research and Application of Anti Bias Grinding Technology in Sanshui Oilfield of Guangdong

张兵强 吕晓磊 乔莉

中原石油工程有限公司油气开发公司, 河南 濮阳 457001

ZHANG Bing-qiang LV Xiao-lei QIAO Li

Zhongyuan Petroleum Engineering Co. Ltd., Oil and Gas Development Company, Puyang 457001, China

【摘要】截至2015年12月,广东三水油田22口油井中有15口正常开井时动液面都在抽油泵深以下,供液不足,虽然通过改用小皮带轮方式已经使部分抽油机的冲次降到最小,这些油井还是供液不及,因此,应用了降冲次防偏磨技术,通过大传动比减速箱、永磁电机、节能增效降速装置、变频控制柜等技术的应用,将冲次最小可降至1.0n/min,减少了管杆的摩擦次数及摩擦面积,消除了下冲程时柱塞与液面的撞击力,改善了抽油杆受力状态。

【Abstract】As of December 2015, 15 wells in 22 wells were normally opened in Guangdong Sanshui oilfield, the liquid level was below the depth of the oil pump, and the liquid supply was insufficient. Even though the stroke of some pumping units has been minimized by using a small belt pulley, these wells are less liquid. Therefore, the technology of reducing thrust and preventing partial wear has been applied. Through the application of large gear ratio gearbox, permanent magnet motor, energy efficiency, speed reducing device, frequency conversion control cabinet technology, the minimum attack time can be reduced to 1.0n/min, which reduced the number of friction and friction area of rod tube, eliminated the impact force when the piston stroke and the liquid level, improved the stress state of the sucker rod.

【关键词】广东三水;抽油杆;冲次;检泵周期

【Keywords】Sanshui of Guangdong; sucker rod; jig frequency; pump period

1 开发现状

广东三水油区地处南方高新技术开发区,地面沟壑密布,村庄厂矿云集,政府对土地利用和安全环保审批极其严格。井场布置难度大、租赁费用高。利用一个井场部署10~20口大斜度丛式井,尽最大能力将每个可开发小断块油藏都能实现有效开发。从2012年至今边滚动边开发,油井造斜点大都在100m~200m,垂深800~1200m,最大井底位移达到了600m,最大井斜达到了44.8度。采取常规抽油机采油方式,在大位移油井采油过程中的管杆防偏磨采取措施有:安装旋转井口、优化杆柱设计(包括抽油泵设计在井眼曲率变化小的井段、井眼曲率变化大的井段采用注塑抽油杆、杆柱底部配加重抽油杆)、防偏磨抽油杆接箍等常规防偏磨技术,2014年广东三水油田检泵周期也只有348天。截至2015年12月22口油井中有15口正常开井时动液面都在抽油泵深以下,供液不及。

2 抽油杆的失稳分析

抽油杆在运动过程中主要受以下几种力的作用:包括惯性力、油井供液不足情况下柱塞与液面产生的撞击力、摩擦阻力(包括柱塞与泵筒之间的摩擦力和抽油杆与油管之间的摩擦力)、浮力、抽油杆自身重量、液体通过游动凡尔时的水力阻力。抽油杆的失稳包括的动力失稳和受压弯曲。动力失稳来源于杆体轴向和横向应力载荷变化,周期载荷变化量越大,动力失稳越严重;弯曲失稳来源于杆体在螺旋状井筒中横向摆动的剧烈程度和频率。上冲程时抽油杆受自重和油管内液体对活塞的压力影响,始终保持受拉状态,失稳性不严重。下冲程时抽油杆因惯性力、油井

供液不足情况下柱塞与液面产生的撞击力、摩擦阻力、浮力及液体通过游动凡尔时的水力阻力作用使中和点以下段抽油杆始终是弯曲的,导致管杆严重摩擦。

当油井供液不足,抽油泵在上冲程中,泵腔未被液体完全充满,泵腔顶部将会出现低压气顶,随后在下冲程中,游动阀一直处于关闭状态,直至与液体接触的一瞬间液压突然升高造成柱塞与液面产生撞击力。

广东三水油井冲次降低,抽油杆受的惯性力减少,并且消除了柱塞与液面产生撞击力,使抽油杆下行阻力减少中和点下移,中和点以下抽油杆弯曲程度降低,因此降冲次不仅减少了管杆偏磨的次数,同时减少了管杆偏磨的强度及偏磨范围,详见图1。

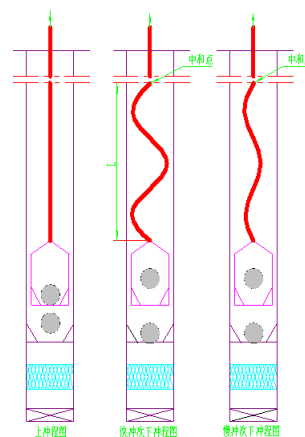


图1

表1

井号	使用前				使用后				效果		
	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	泵效 (%)
新中2-7	80.5	3.5	5.99	42.8	53.2	2.5	5.35	53.5	-27.3	-1.0	+10.7
新中3-4	78.7	3.5	3.39	24.2	43.0	2.2	2.93	33.7	-35.7	-1.3	+9.5
新中3-3	69.8	3.5	11.2	80	54.5	2.1	7.49	89.2	-15.3	-1.4	+9.2
平均	76.3	3.5	6.86	49.0	48.1	2.27	5.26	58.8	-26.1	-1.23	9.8

表2

井号	使用前				使用后				效果		
	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	泵效 (%)
新中2-11	60	3.46	1.82	13.2	44.8	2.06	1.57	19.1	-15.2	-1.4	5.9
新中3-5	69.9	3.06	10	81.7	58.6	2.31	8.3	85.4	-11.3	-0.8	3.7
平均	65.0	3.3	5.9	47.4	51.7	2.2	4.9	52.3	-13.3	-1.1	4.8

表3

井号	使用前				使用后				效果		
	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	日产液 (m³)	泵效 (%)	日耗电量 (KWh)	冲次 (n/min)	泵效 (%)
新中1-1	77	3.51	4.15	29.6	76.8	2.36	3.59	38.0	-0.2	-1.15	8.4
新中2-6	56	3.5	3.23	23.1	36	2.4	2.56	26.7	-20	-1.1	3.6
平均	66.5	3.5	3.7	26.4	56.4	2.4	3.1	32.4	-10.1	-1.1	6.0

3 降冲次防偏磨配套应用技术现场应用

3.1 游梁式抽油机电机专用节能配套装置

3.1.1 现场应用情况

新中2-7井于2014年8月20日第一次安装，2015年1月4日损坏，实际运行时间2171.5小时（扣除停井时间）。1月7日更换新装置开井，又于4月16日损坏，实际运行时间1919小时。

新中3-4井于2015年1月7日安装，运行至今未出现故障，累计运行时间已达5927小时。

新中3-3于2015年3月5日安装，运行至今未出现故障，累计运行时间已达4875小时。

3.1.2 使用效果

（1）油井降冲次减偏磨

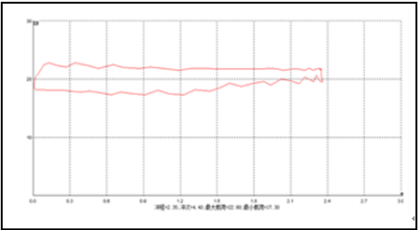
使用该装置前该井抽油机冲次为3.5n/min，使用该装置后平均冲次下降1.23n/min。每天可减少冲次1771次，则管杆磨损周期延长了 35.1%

（2）节能增效（见表1）

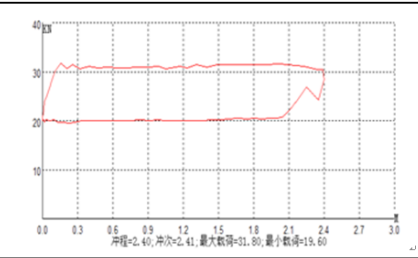
（3）使用前后果功图对比

3.2 无极变速控制柜

3.2.1 现场应用情况



新中3-4井使用前功图



新中3-4井使用后功图

新中3-5井2015.4.11安装变频电柜；新中2-11井2015.4.12日安装变频电柜。

3.2.2 使用效果

（1）油井降冲次减偏磨

表4

降冲次防偏磨技术	优点	缺点
游梁式抽油机电机专用节能配套装置	1、冲次可调控的档次多, 冲次下调时不需更换皮带轮, 劳动强度低 2、节能30%以上, 提高泵效10%左右	1、费用高 2、可靠性不足, 易损坏
无极变速控制柜	1、不用更换原电机, 无级调节频率改变电机转速达到降低冲次。 2、功率因数高(0.9), 节能20%以上, 提高泵效4.8%	1、转速调整过低易烧电机 2、需要增加一定费用
永磁电动机	1、冲次可下调1.0次/min并节能20~30% 2、功率因数高(0.92), 节能15%以上, 提高泵效6.0%	1、需更换原电机 2、费用比较高
大传动比抽油机减速箱	降低冲次1.0n/min左右; 2、不增加投次费用	1、冲次可调控的范围有限

使用无极变速控制柜后新中2-11冲次由3.46 n/min降为2.06 n/min, 新中3-5井冲次由3.06 n/min降为2.31 n/min, 新中2-11井和新中3-5井日可减少冲次分别为2016次和907次, 即管杆摩擦次数减少2016次/天和907次/天, 则管杆磨损周期分别延长40.5%和20.6%, 管杆磨损周期平均延长30.6%。

(2) 节能增效(见表2)

3.3 将原8级异步电动机更换为12级永磁电动机

3.3.1 现场应用

新中1-1井2015.4.9日更换永磁电机, 新中2-6井2015.4.16日更换永磁电机。

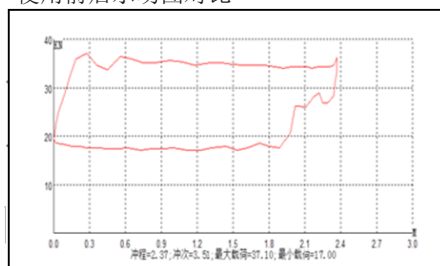
3.3.2 使用效果

(1) 油井降冲次减偏磨情况:

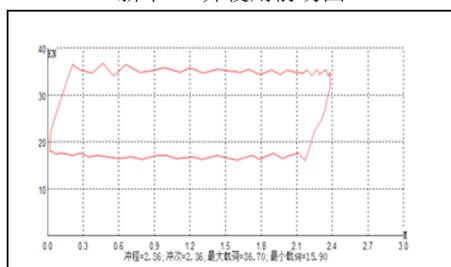
使用永磁电机后新中1-1井冲次由3.51 n/min降为2.36 n/min, 新中2-6井冲次由3.5 n/min降为2.4 n/min, 新中1-1井和新中2-6井日可减少冲次分别为1656次和1584次, 即管杆摩擦次数减少1656次/天和1584次/天, 则管杆磨损周期分别延长32.8%和31.4%, 管杆磨损周期平均延长32.1%。

(2) 节能增效(见表3)

(3) 使用前后示功图对比



新中1-1井使用前功图



新中1-1井使用后功图

4 四种降冲次防偏磨技术优缺点对比(见表4)

5 经济效益

截至2015.12.31日广东三水油井平均检泵周期为492天, 比2014年平均检泵周期348天延长144天, 平均单井少检泵0.79井次, 依此推算2015年三水油田可减少检泵17井次, 创经济效益

作业施工费: $17 \times 5 \text{万元} = 85 \text{万元}$

管杆磨损费: $15 \times 0.8 \text{万元} = 12 \text{万元}$

节能增效: 平均单井一天节能 $55 \times 0.2 \times 1.2 \text{元} = 13.2 \text{元}$

三水油田全年节能增效可创经济效益:

$13.2 \text{元} \times 22 \text{口井} \times 300 \text{天} = 87120 \text{元}$

共创经济效益105.712万元

6 结论与认识

(1) 降冲次不仅减少了管杆偏磨的次数, 同时减少了管杆偏磨的强度及偏磨范围。

(2) 三水油田应用降冲次防偏磨配套技术, 2015年平均检泵周期延长144天, 未发生因管杆偏磨造成检泵井, 取得了良好的经济效益。

(3) 四种降冲次防偏磨配套技术中, 游梁式抽油机电机专用节能配套装置调整冲次的范围最大并且节能和提高泵效幅度也最大, 但投资费用也是最高的, 并且装置可靠性不足, 易损坏, 建议进行完善改进; 大传动比抽油机减速箱不增加投资费用, 适合应用于三水油田新井投产。

(4) 供液能力特别差的井, 单靠降冲次防偏磨效果差, 建议与间开配套使用。

(5) 使用降冲次防偏磨配套应用技术不但防偏磨取得了好的效果, 同时节能增效也取得了比较好的效果。

(6) 组合应用四种降冲次防偏磨配套技术可将冲次降到小于1.0n/min, 基本满足现场需求。

参考文献:

[1] 魏超. 南区采油厂防偏磨采油工艺技术研究[J]. 辽宁化工, 2014(07):922-924+928.

[2] 张维, 方念乔. 广东三水盆地始新世火山岩地球化学特征[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2014(01):37-44.

[3] 党永峰, 徐广杰, 石丽华, 范海洋, 王志国. 双河油田抽油机井管杆偏磨及防治对策研究[J]. 石油天然气学报, 2009(05):396-399.