

塔河油田大泵径杆式泵深抽工艺技术

陈 灿,施 硕,杨小辉,徐 鑫,谢祥君

(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司塔河采油三厂,新疆轮台 841604)

摘要:塔河油田主力区块为具有底水的奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏,具有极强的非均质性。目前塔河油田机抽井平均泵挂深度已达2 606 m,动液面在2 500 m以下的有120口井,占总井数的15.4%,泵挂呈逐年加深的趋势。针对供液不足的油井,为了维持机采井的正常生产,注水补充能量和深抽是仅有的2种解决方法。在单井或单元注水失效的情况下,深抽是提高油井产量和开发效果的主要措施。然而有杆泵小泵深抽存在泵挂深度和泵排量矛盾的问题,为解决深抽排量小的采油工艺难题,塔河油田成功开展了大泵径杆式泵深抽工艺技术,取得了明显的增油效果和经济效益。目前大泵径杆式泵深抽技术已成功应用3井次,增油效果明显。

关键词:杆式泵;大泵深抽;深抽工艺;塔河油田

中图分类号:TE2

文献标识码:A

Deep pumping technology for large sucker rod pump in Tahe Oilfield

Chen Can, Shi Shuo, Yang Xiaohui, Xu Xin, Xie Xiangjun

(NO. 3 Tahe Production Plant, SINOPEC Northwest Oilfield Company, Luntai, Xinjiang 841604, China)

Abstract: The carbonate fractured-vuggy reservoirs with bottom water in Ordovician are most contributive in the Tahe Oilfield, and are characterized by extremely high heterogeneity. The current depth of plunger in the Tahe Oilfield has reached 2 606 m, and is deepening gradually. The working fluid level of 120 wells is below 2 500 m, accounting for 15.4% of total wells. In wells with insufficient liquid supply, water injection and deep pumping are the only ways to maintain normal production. When water injection fails in single well or unit, deep pumping is the main measurement to improve well production and development effect. The next step is to resolve the contradiction between pump setting depth of sucker rod pump and pump output, starting to develop the deep pumping technology of bull pump. The deep pumping technology for large sucker rod pump has been applied successfully in the Tahe Oilfield, and has increased oil production significantly. At present, the technology has been successfully applied for 3 times.

Key words: sucker rod pump; large sucker rod pump; deep pumping technology; Tahe Oilfield

塔河油田主力区块为具有底水的奥陶系碳酸盐岩岩溶缝洞型油藏,具有极强的非均质性,流体性质复杂,油藏埋深均在5 400~6 000 m^[1]。随着油藏的不断开发,地层能量逐步衰减,油井供液能力逐年下降,动液面逐渐下降到常规有杆泵泵挂极限深度。截至目前,塔河油田机抽井平均泵挂深度已达2 606 m,动液面在2 500 m以下的有120口井,占总井数的15.4%,泵挂呈逐年加深的趋势。由于有杆泵小泵深抽存在泵挂深度和泵排量相矛盾的问题,无法实现深抽提液和最大发挥油井潜力的目的,因此塔河油田开展了大泵径杆式泵深抽工艺技术的研究。

1 塔河油田深抽工艺技术现状

通过深抽工艺技术的研究和攻关,目前已形成

了自动补偿高效环封抽油泵、双层泵、侧流泵及侧流减载泵、杆式泵、超深杆式泵深抽等一系列深抽工艺。截至目前,塔河油田已进行3 500 m以上深抽43井次,4 000 m以上深抽7井次,并成功实现了有杆泵5 300 m深抽,创造了全国泵挂最深的记录,为油藏埋深均在5 400~6 000 m的塔河油田开采难题提供了重要的技术支撑^[2]。

2 深抽工艺面临的难题

常规有杆泵深抽面临的难题主要有以下3点:①管式泵检泵时需起下油管,作业周期长、费用高;②常规大泵径杆式泵下深有限:Φ56mm杆式泵最大下深1 800 m,不能满足目前深抽的需要;③有杆泵下深和排量相矛盾,不能满足深抽提液的需要。

3 大泵径杆式泵深抽工艺技术

3.1 深抽工艺技术思路

随着深抽作业井次的增多,常规有杆泵深抽在后期检泵作业时存在作业成本高,修井需要 XJ450 以上修井机,作业效率低的缺点。然后与管式泵深抽相比,杆式泵深抽却具有检泵时不需要起下机抽管柱,作业效率高,作业成本低等特点。因此杆式泵深抽工艺有很好的经济效益。同时为有效解决有杆泵深抽存在泵挂深度和泵排量矛盾的问题,需要设计一种大泵径的深抽杆式泵。

3.2 大泵径杆式泵结构原理

为减少深抽泵的漏失和满足强度要求,大泵径深抽杆式泵主要从以下 3 点对泵的结构和材质进行改进,结构示意图见图 1。

(1) 杆式泵泵筒采用底部固定双密封结构,减小泵的漏失。由于泵筒内外压力差的影响,普通杆式泵泵筒由于是顶部坐封存在较大的变形,为了减小泵的变形,将泵的坐封方式由顶部坐封改为了底部坐封,减小了泵筒的承压和漏失量。同时泵筒底部采用底部固定双密封结构,即采用金属硬密封和非金属皮碗软密封相结合,提高了泵在油管内坐封的可靠性。

(2) 泵筒的顶部和中部双扶正。由于采用了底部坐封,对于部分出砂严重或者井筒内油泥较多的油井,泥砂会逐渐沉积在泵筒和油管之间,造成泵筒卡死。因此为了减少砂对泵筒的影响和泵筒的蠕动,对泵筒的中部和上部采取双扶正。

(3) 柱塞和泵筒总成提高材质强度。由于深抽泵在深抽过程中承受的压降增大,对泵的柱塞和

泵筒总成关键部件采用硬质合金,提高柱塞和泵筒的抗压强度。同时游动阀采用通径分体式结构,提高了柱塞总成的承载能力。通过杆式泵的结构和材质的改进,目前大泵径(56 mm)超深杆式泵在杆柱强度满足的条件下最大下深可达 4 000 m,比同泵径常规杆式泵的下深增加了 2 200 m,成功实现了大泵深抽工艺。大泵径杆式泵的主要技术参数见表 1。

3.3 大泵径杆式泵工作原理

大泵径杆式泵与普通杆式泵的工作原理一样。上行程时,柱塞在抽油杆的带动下上行,柱塞下面的下泵腔容积增大,泵内压力降低,固定阀在沉没压力的作用下打开,井内油液进入泵腔内。下行程时,柱塞在抽油杆的带动下往下行,柱塞下面的下泵腔容积减小,泵内压力增大,游动阀在泵内压力逐渐增大的作用下被打开,泵内的油液进入抽油泵以上的油管内实现排液^[3]。

3.4 室内试验情况

为了验证大泵径杆式泵的试验性能,按照 GB/T18607-2008 标准的要求,在真空度试验、漏失量试验合格的基础上进行泵总成密封试验,将试验压力提高到 40 MPa,保压 3 min 中压力降均小于 0.5 MPa,因此能够满足设计要求。

4 现场应用情况

TP137X 井于 2012 年 1 月开展大泵径(56 mm)超深杆式泵深抽试验,泵挂深度 2 818.2 m,地面配套 16 型游梁抽油机。为了减小各级杆柱的负荷,完井杆柱加入了 700 m 玻璃钢抽油杆,比常规 56 mm 杆式泵下深增加了 1 000 m。目前该井以冲程 5.5 m、冲次 4 min⁻¹

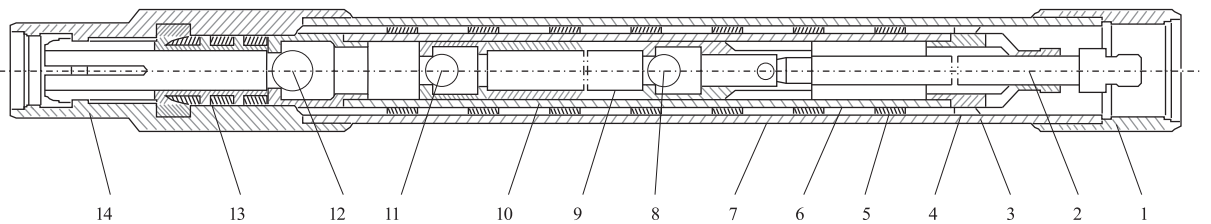


图 1 大泵径杆式泵结构示意图

1. 上接箍; 2. 阀杆; 3. 阀杆导向套; 4. 挡砂环; 5. 加固支撑环; 6. 支撑管; 7. 通径分体式上动游阀; 8. 通径分体式上动游阀; 9. 软密封柱塞; 10. 硬密封柱塞; 11. 下动游阀; 12. 固定阀; 13. 锁紧密封支撑总成; 14. 锁紧密封支撑接头

Fig. 1 Structure of large sucker rod pump

表 1 大泵径杆式泵主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of large sucker rod pump

型号	泵径/mm	柱塞长度/mm	泵筒长度/m	联接油管螺纹	联接抽油杆螺纹	泵常数	泵体最大外径/mm	支撑接头内径/mm
30-225RHBMC	Φ56	1.2	7~11	3 ¹ / ₂ UPTBG	CYG22.2	3.69	Φ72.24	Φ70.61

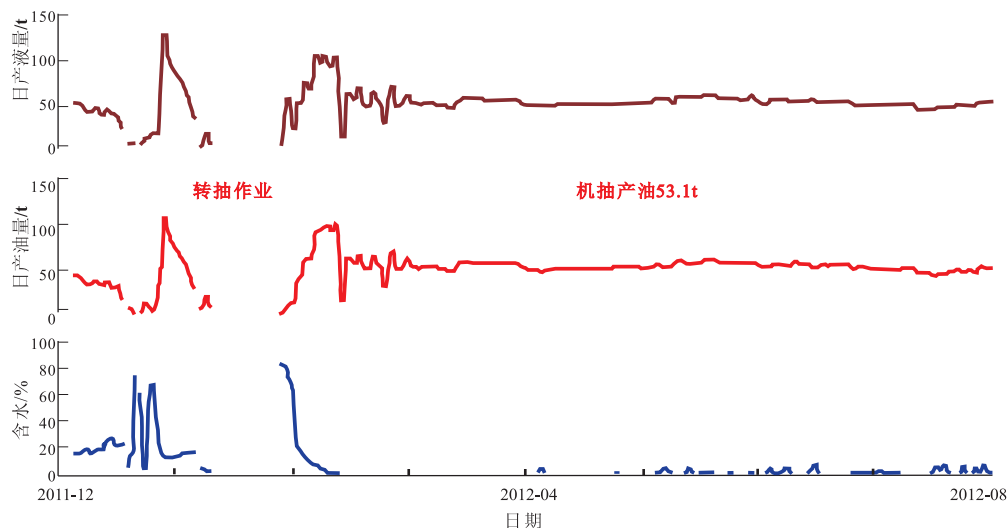


图 2 TP137X 井生产曲线

Fig.2 Production curve of well TP137X

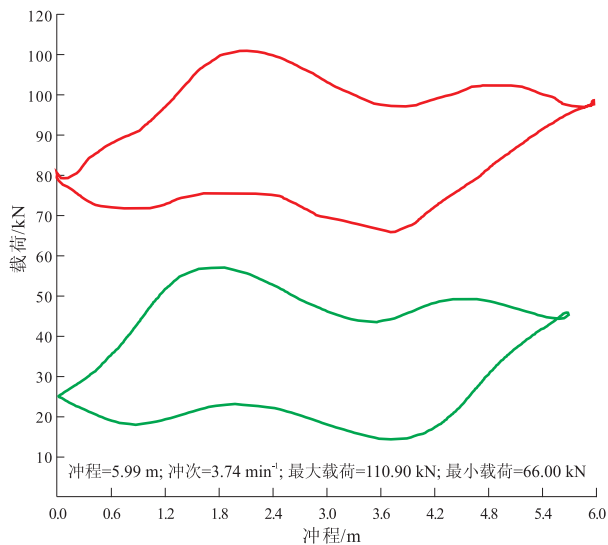


图 3 TP137X 井功图正常

Fig.3 Normal indicator diagram of well TP137X

的工作制度生产,平均日产液 54.9 t,日产油 53.4 t,含水 2.7%,平均泵效 87.8%。截至 2012 年 8 月 17 日,大泵径杆式泵深抽累计产液 11 165 t,累计产油 10 838 t。TP137X 井生产曲线和功图分别见图 2 和图 3。

以常规 44 mm 杆式泵下深 2 800 m,含水为 2.9% 作为经济评价的基础,冲程 4.8 m、冲次 4 min⁻¹工

作制度的最大排量为 42.0 m³ (TP137X 井平均工作制度:冲程 4.8 m、冲次 4 min⁻¹),目前沉没度大于等于 2 178 m 的 44 mm 杆式泵平均泵效 71.4%,因此日产液量约为 29.9 m³ (该井原油密度为 0.937 5 g/cm³,折合日产液为 28.0 t)。通过与常规 44 mm 杆式泵对比,该井实施大泵径杆式泵深抽工艺累计增油 5 260 t,具体应用效果评价见表 2。

5 经济效果评价

(1)截至 2012 年 7 月底,大泵径杆式泵深抽技术已成功应用 3 井次(TP140 井、TH10428X 井、TP137X 井),累计增油 6 090 t,按照目前国际原油交易价格折算人民币约 4 250 元/t,已累计实现增收 2 588 万元。2012 年预计应用该工艺深抽 6 井次,措施增油 9 000 t。

(2)后期检泵不需要起下机抽管柱,按照每起下 1 000 m 管柱 7 h,动机 620 元/h 计算,可节约作业成本 2.4 万元,同时大大缩短作业周期 39 h,按照原油产量 30 t/d 计算,通过节约作业周期提前投产可实现增油 32.5 t,折算人民币约 13.8 万元。检泵只需拆双闸板防喷器,无需动井口,降低井控风险,同时节约吊装井口、防喷器及试压费用 1.9 万元。

表 2 TP137X 井大泵径杆式泵深抽效果评价

Table 2 Evaluation of deep pumping effect of large sucker rod pump in well TP137X

类别	泵挂/m	日产液/t	日产油/t	含水/%	泵效/%	累增油/t
常规 44 杆式泵	2 800.0	28.0	27.2	2.9	71.4	
Φ56mm 深抽杆式泵	2 818.2	54.7	53.1	2.9	85.8	5 260
差值	18.2	26.7	25.9	0	14.4	

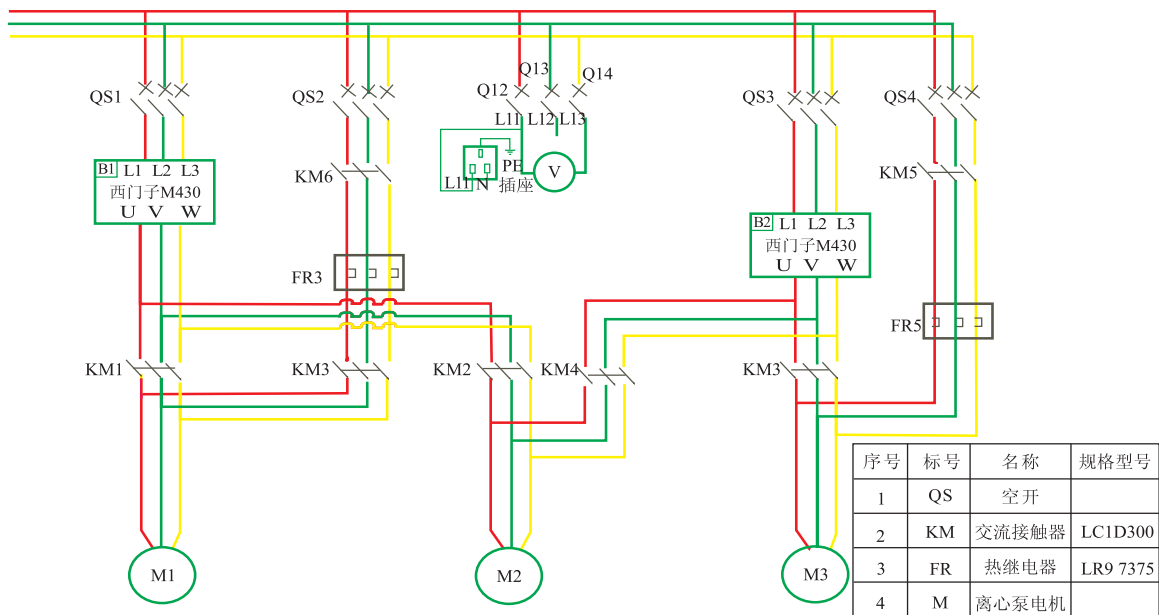


图3 改造后变频控制系统线路

Fig.3 Wiring diagram of frequency control system after transformation

制柜能够并联的功能,使供水泵的运行方式变得更加灵活。改造后,通过半年时间的运行,没有出现故障,特别是在夏季用水高峰期时,保障了塔河油田正常的生产、生活用水。

目前,由于供水首站变压器额定功率为315 kW,3台供水泵同时运行时将超过变压器的额定功率。分公司下一步将对供水首站变压器进行更

换,更换为额定功率为800 kW主变压器。变压器更换后建议将变频控制线路改为一拖三,2台变频柜并联,使供水泵运行方式更加灵活。

参考文献:

- [1] DB-2100系列智能型恒压供水模糊控制器使用说明书.
- [2] SIEMENS MICROMASTER 430 7.5 kW-250 kW使用说明书.

(编辑 叶德燎)

(上接第113页)

(3)后期加深泵挂时可不需起下机抽管柱和杆柱,直接将原管柱和杆柱加深,大大缩短作业周期,按加深1000 m计算,节约时间78 h,降低作业成本4.8万元,同时节约作业周期提前投产可实现增油65 t,折算人民币约27.6万元。

6 结论

随着油井供液能力逐年下降,机抽井的泵挂深度逐年增加,常规管式泵和杆式泵无法满足开发生产需求等问题。大泵径杆式泵深抽工艺从实际生产效果可以看出具有增油效果好,生产稳定的优点,有效解决了有杆泵排量与下深矛盾的问题;同

时作业工序简单,作业时效高,井控风险小。下步将继续开展大泵深抽工艺的杆柱优化和减载设计,实现大泵径杆式泵的高效深抽,满足油田生产后期的开发需要。

参考文献:

- [1] 梅春明,李柏林.塔河油田掺稀降粘工艺[J].石油钻探技术,2009,37(1):73-76.
- [2] 陈灿,李勇,杨小辉,等.塔河油田杆式泵深抽工艺技术与应用[J].石油实验地质,2012,34(S1):142-144.
- [3] 张琪,王鸿勋.采油工艺原理[M].北京:石油工业出版社,1981:51-68.

(编辑 徐文明)