

◀油气田开发工程▶

XJ675YZ 液压蓄能修井机的开发与应用

刘炜光¹ 盛拥军¹ 马金福²

(1. 胜利石油管理局设备管理处 2. 胜利油田孚瑞特石油装备有限责任公司)

摘要: 在沿用顾心怡院士发明专利的基础上, 研发并优化设计了 XJ675YZ 液压蓄能修井机。该修井机采用电机驱动液压泵提供作业动力, 并通过特殊的液压控制系统将作业过程中非提升时间的动能和管柱下放时的势能转化为液能储存起来, 在提升管柱时再利用储存的能量。优化设计内容包括: 主油缸提升能力优化设计; 刹车阀缓冲优化设计; 滑阀换向缓冲优化设计; 底盘载荷布置优化设计及无绷绳抗风载稳定性的优化设计等。该型修井机装机功率小, 可以直接使用井场变压器, 接电相对安全便捷。和传统机械修井机相比, 节能 30%, 作业噪声降至 65 dB, 更符合低碳经济需要。

关键词: 液压驱动; 蓄能; 修井机; 节能

中图分类号: TE935 **文献标识码:** A **doi:** 10. 3969/j. issn. 1001 - 4578. 2013. 12. 029

Development and Application of the XJ675YZ hydraulic Energy-storing Workover Rig

Liu Weiguang¹ Sheng Yongjun¹ Ma Jinfu²

(1. Department of Equipment, Shengli Petroleum Administration 2. Freet Petroleum Equipment Co., Ltd., Shengli Oilfield)

Abstract: On the basis of using Academician Gu Xinyi's original patent, the development and design optimization of the XJ675YZ hydraulic energy-storing workover rig were conducted. The rig adopts motor to drive hydraulic pump to provide operating power. It converts to the fluid energy for storage the kinetic energy in non-lifting time and the potential energy in string lowering through the special hydraulic control system. The stored energy will be used in lifting string. The design optimization covers the lifting capacity of main oil cylinder, brake valve buffering, slide valve reverse buffering, chassis load arrangement and guylene-free wind load-resistance stability. The workover rig has a small installed power. It can directly use the well site transformer. The electric terminal is relatively safe and convenient. Compared with the traditional mechanical workover rig, it saves energy by 30%. Its operating noise decreases to 65 dB. Therefore, it is much more in agreement with the requirement of low carbon economy.

Key words: hydraulic drive; energy storing; workover rig; energy saving

0 引言

随着全球性的能源价格上涨, 以柴油机为动力的传统修井机运行成本不断升高^[1], 如何通过技术创新实现节能降耗和降低油田开发成本已成为油田企业面临的紧迫课题^[2]。另一方面, 随着绿色低碳要求的不断提高, 石油企业必须高度重视节能减排产品的开发和应用^[3-5]。液压蓄能修井机是胜利油田以顾心怡院士为首的科技人员于 1992 年发

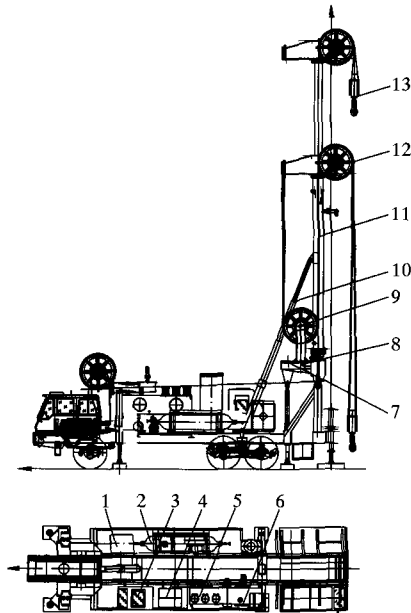
明的新型石油修井机。由于制造技术落后等原因, 多年来仅局限于单机试验性生产与使用。

在认真调研和总结经验的基础上, 通过对影响整机使用可靠性、耐用性的主油缸、双联滑阀、刹车阀、滑阀换向缓冲机构和底盘载荷布置等关键部件进行优化设计和采用新的制造工艺, 胜利油田孚瑞特石油装备有限责任公司在 2012 年研发了新一代 XJ675YZ 液压蓄能修井机样机, 样机现场试验效果较好, 通过了中石化专家评审, 并已开始投入批量生产。

1 技术分析

1.1 基本配置

XJ675YZ 液压蓄能修井机为车载式小型修井作业设备^[6], 主要由底盘、动力系统(电机和泵)、提升系统(主油缸和轮系)、蓄能系统(氮气包和蓄能缸)、智能控制系统(PLC、液压阀及管路)、电气系统等6部分组成(见图1)。



1—6×6 修井机专用底盘; 2—氮气包; 3—蓄能缸; 4—油箱机泵组; 5—配电柜; 6—台上操作室; 7—拉杆; 8—旋转平台; 9—一定轮; 10—变幅油缸; 11—主油缸; 12—天车总成; 13—滑车。

图1 XJ675YZ型液压蓄能修井机基本配置图

Fig.1 Diagram of basic configuration for XJ675YZ workover rig

该修井机应用了多种先进技术, 包括电机驱动恒功率变量泵、多级差动液压缸、氮气蓄能器以及智能控制等^[7]。

1.1.1 自走式专用底盘

整机采用中国重型汽车集团泰安五岳专用汽车有限公司生产的专用底盘, 具有整车载质量大、车身短的特点。驱动形式6×6, 车身承载能力大。车桥选择军用重型车桥, 前一后二布置方式; 装配重载越野轮胎, 越野能力强。采用平头单座全金属结构驾驶室, 视野开阔。

1.1.2 动力系统

由大、小2台防爆电动机分别驱动2台恒功率变量泵为作业系统提供动力。

1.1.3 提升系统

主油缸采用四腔差动组合式, 行程4 850 mm, 缸径320 mm。游动系统包括整体箱式结构天车、

滑车和钢丝绳。

1.1.4 液压操作系统

该系统包括作业操作阀和支腿操作阀^[8]。

1.1.5 智能控制系统

通过PLC控制电磁阀实现操作系统的集成化^[9], 简化操作要求; 液晶屏可即时显示各种作业数据; 系统还可实现计长、计重、车辆平衡等方面的电脑化。

1.2 工作原理

XJ675YZ 液压蓄能修井机通过在操作室内对阀组的控制操作, 使机泵组泵出的高压油进入主油缸, 主油缸的活塞杆伸出, 同时带动大钩上升; 在大钩下放过程中, 机泵组泵出的高压油进入蓄能缸, 通过高压油压缩蓄能缸和氮气包内的氮气, 将作业过程中非提升时间的动能和管柱下放时的势能储存起来; 当再次需要起升大钩时, 蓄能缸储存的高压油和机泵组泵出的高压油同时作用使得主油缸活塞杆伸出, 带动大钩上升^[5]。

1.3 主要技术参数

额定钩载400 kN, 最大钩载675 kN, 起升高度13.0/14.5 m, 修井深度3 200 m ($\phi 73.03$ mm油管), 运行功率55/67 kW, 最大提升速度1.3 m/s, 行程放大比例1:3。氮气包容积620 L, 额定压力16 MPa。蓄液缸容积200 L, 压力21 MPa。

2 关键技术

2.1 差动主油缸结构与提升能力的优化设计

利用液压油缸的差动原理实现不同缸径在进回油时产生的提升和下压组合力。如图2所示, A油口、B油口进油时主油缸活塞杆向上伸出; C油口、D油口进油时主油缸活塞杆向下缩回, 通过液压阀的操作控制A、B、C、D4个油口不同的进、回油, 实现系统不同的提升动力和提升速度。

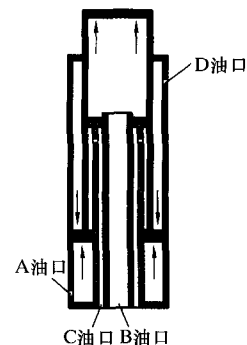


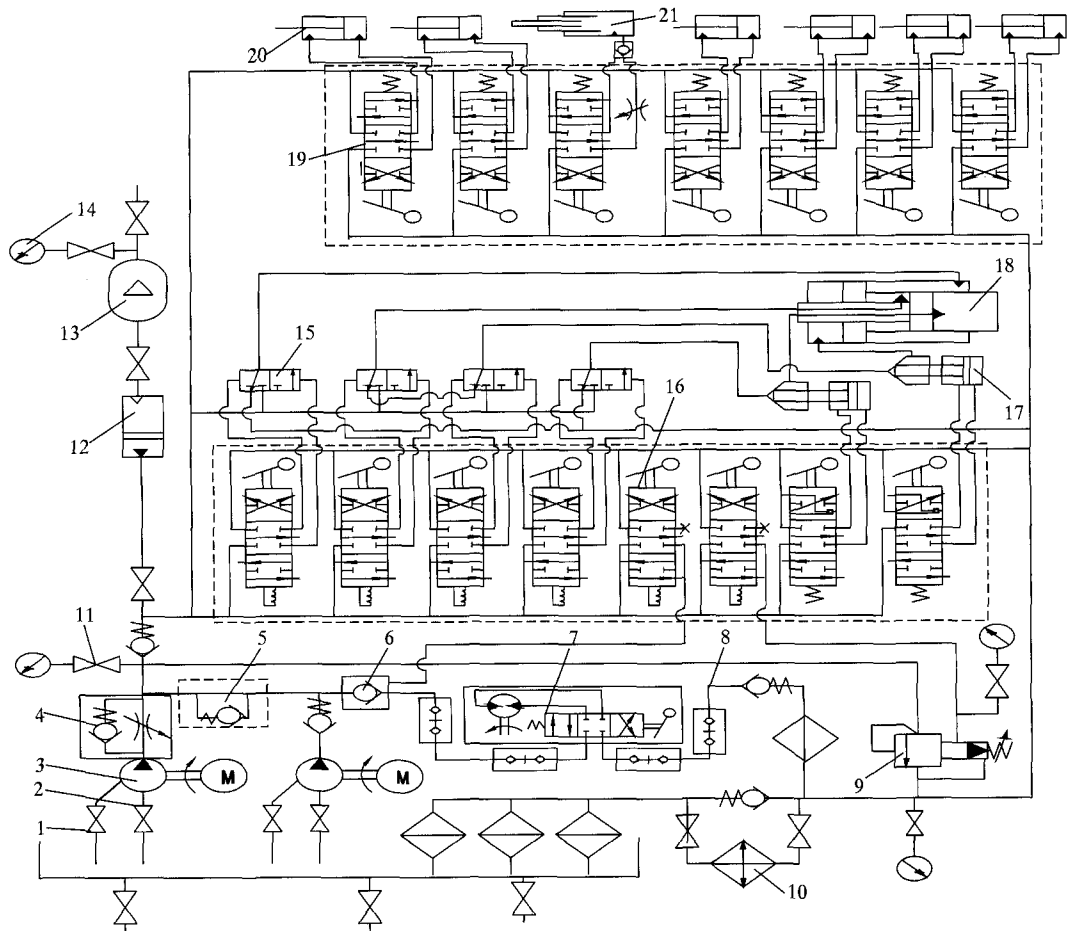
图2 主油缸工作原理图

Fig.2 Diagram of operating principle of main cylinder

2.2 液动力源系统的优化设计

根据系统提升需求液压油量及配套驱动电机的

计算需求, 选取优化的动力配置, 设计专用的液压系统 (见图3), 确保设备实现连续作业施工需要。



1—低压球阀; 2—DF型蝶阀; 3—泵机组; 4—单向阀; 5—单向节流阀; 6—液控单向阀; 7—液压钳; 8—快速接头; 9—溢流阀; 10—铝制换热器; 11—压力表开关; 12—蓄能缸; 13—氮气包; 14—压力表; 15—两位三通大滑阀; 16—手动多路阀; 17—刹车阀; 18—主油缸; 19—手动多路阀; 20—支腿油缸; 21—变幅油缸。

图3 液压系统原理图

Fig. 3 Diagram of hydraulic system principle

2.3 液压控制双联滑阀缓冲结构优化设计

为实现系统提升和下降时差动主油缸的大油量需求, 设计先导阀控制的大流量双联滑阀 (见图4), 同时对滑阀的结构进行优化设计, 保证滑阀运行时的连续缓冲, 以保证主油缸运行的平稳。

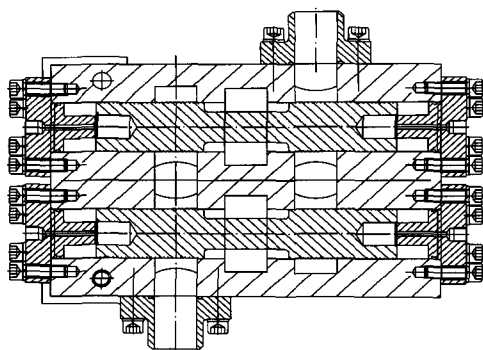


图4 双联滑阀优化设计图

Fig. 4 Diagram of duplex slide valve design optimization

2.4 液压控制刹车阀缓冲结构的优化设计

液压蓄能修井机采用新型液压刹车系统, 通过刹车阀 (见图5) 控制主油缸的通断油实现终止油缸动作, 从而达到传统意义的刹车目的。设计了一种能够安全、及时地控制液压油通断, 同时又要克服常规的液压冲击实现刹车平稳的结构。

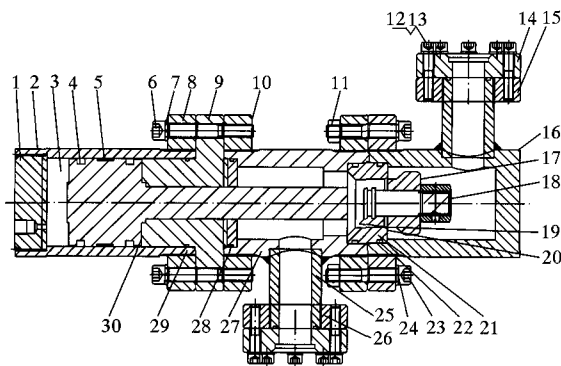
2.5 主要结构件在运移底盘上的合理布置

修井机关键零部件: 支架、旋转平台、主油缸、蓄液缸、氮气包、泵组、液压油箱、散热器、操作室及电气控制柜等在自走式运移底盘上的合理布置, 使得整机在重心、前后桥载荷分配等技术参数方面设计合理。

2.6 作业状态下稳定性的优化计算

该计算须满足8级风、钩载400 kN、无绷绳条件下支腿布置的合理性。作业状态下将液压蓄能修井机承载的倾覆力矩与在风载外力作用下产生的

倾覆力矩进行计算比较, 保证整机的稳定性。



1—接口挡板; 2—缸套; 3—活塞; 4、29—耐磨环; 5、30—U形密封圈; 6、12、23—内六角螺钉; 7、13、24—弹簧垫圈; 8—缸套连接法兰; 9—定位活塞; 10—缸套通丝法兰; 11—六角螺母; 14—连接法兰; 15—接口法兰; 16—出口缸套; 17—背紧螺帽; 18—紧定螺钉; 19—阀心; 20、22、26、28—O形密封圈; 21—刹车阀阀座; 25—法兰接头; 27—进油口阀套。

图5 优化设计的刹车阀结构示意图

Fig. 5 Structural design optimization of brake valve

3 现场应用

XJ675YZ 液压蓄能修井机样机完成优化设计、组装、工厂试验后, 于2012年4—7月先后在胜利油田东辛采油厂辛37X9、营13X134等11口井进行了现场试验, 试验情况总结如下。

(1) 节能效果明显^[10]。现场试验以辛37X9井(井深1600 m)为例, 耗能427 kW/h, 传统柴油机械作业机同工况油耗为250 L, 以能耗标煤计算新研制的液压蓄能修井机较传统柴油机驱动的机械式修井机节能30%。

(2) 噪声低, 绿色环保。现场作业测试噪声80 dB, 较传统柴油机械作业机100 dB明显降低, 满足标准要求的生活作业区噪声低于85 dB的要求。液压刹车杜绝传统的带式刹车的粉尘污染。

(3) 采用无绷绳作业占地面积减少, 更加适合野外狭小井场或城市、居民区等特殊地域井场作业。

(4) 采用PLC控制操作, 与现代的全液压工程机械操作技术基本同步, 通过现场培训能较好地掌握该设备的操作技能, 操作时较省力, 工人劳动强度低。

4 结论

(1) XJ675YZ 液压蓄能修井机运用现代成熟

的液压技术, 通过蓄能系统将非作业时间的能量合理利用, 并采用PLC控制技术, 提供了一种新型作业机模式。

(2) 通过对影响整机使用的主油缸、双联滑阀、刹车阀等关键部件进行优化设计和采用新的制造工艺, 提高了整机运行的可靠性。

(3) 现场试验结果表明, XJ675YZ 液压蓄能修井机具有安全环保、节能高效、适应性强、操作方便等优点。

参 考 文 献

- [1] 刘金亭, 刘荣志, 黄远滨. 作业设备的技术现状与发展趋势[J]. 石油矿场机械, 2008, 37(8): 94-98.
- [2] 尹文波, 张慧峰, 安庆宝, 等. XJ70DB 电动修井机的研制与应用[J]. 石油机械, 2013, 41(5): 88-91.
- [3] 谢永金. 我国修井机发展的技术现状与展望[J]. 石油机械, 2005, 33(10): 72-75.
- [4] 马西庚, 徐峻涛, 路茂增, 等. XJ40 型撬装式电驱动修井机[J]. 石油机械, 2012, 40(1): 61-63.
- [5] 冯定, 柳进, 潘浩, 等. 全液压修井机起升系统的速度调节方法[J]. 机床与液压, 2011(6): 55-57.
- [6] 杨志远, 冯定, 柳进, 等. 液压修井机的节能技术[J]. 液压与气动, 2009(10): 54-56.
- [7] 刘健, 蒋世全, 殷志明. 液压蓄能修井机在海洋平台上的应用研究[J]. 中国造船, 2011(增刊2): 386-391.
- [8] 张连业, 吴文秀, 刘威. XJ250 修井机液压盘式刹车液压控制系统仿真分析[J]. 石油机械, 2012, 40(9): 49-53, 77.
- [9] 赵增辉. XJ70DBZ 电动修井机变频控制系统设计与应用[J]. 电工技术, 2013(5): 41-42.
- [10] 冯定, 杨志远, 柳进, 等. 液压修井机现状与发展趋势[J]. 石油机械, 2010, 38(1): 69-72.

第一作者简介: 刘炜光, 高级工程师, 生于1962年, 1985年毕业于上海同济大学机械管理专业, 现从事石油设备管理工作。地址:(257000)山东省东营市。电话:(0546) 8710259。E-mail:liuweiguang_slyt@sinopec.com。

收稿日期: 2013-08-30

(本文编辑 南丽华)