

新型电缆投置脱挂工具

陈显

中国石油大港油田公司测试公司 天津 300280

通讯作者:Email:chenxian6666@qq.com

引用:陈显. 新型电缆投置脱挂工具[J]. 油气井测试,2022,31(2):57-60.

Cite: CHEN Xian. A new type of cable casting and fishing disassemble tool [J]. Well Testing, 2022,31(2):57-60.

摘要 常规钢丝脱挂工具压力测试时,单一依靠地面绞车确定深度,无法实现井下脱挂器深度精准控制;且依靠电池提供动力源,存在电池爆炸及电量不足等风险。电缆投置脱挂工具采用电缆下入方式,地面直流电提供动力源,脱挂工艺实时释放,内部无单片机控制程序;用 GR 仪器进行校深,实现深度精准控制;电机开关控制电路,解决了 GR 仪器与脱挂器电机供电不匹配的问题;内部采用高温高压器件,满足 175 ℃ 测试需求。在大港油田某井压力测试施工中应用该工具,实时判断井下定位短节释放情况,工艺成功。该工具操作直观,节约测试成本,具有广阔的应用前景。

关键词 高温高压井; 压力测试; 定位短节; 校深; 电缆投捞; 压力计悬挂器; GR 仪器

中图分类号:TE357 **文献标识码:**B **DOI:**10. 19680/j. cnki. 1004-4388. 2022. 02. 010

A new type of cable casting and fishing disassemble tool

CHEN Xian

Testing Branch, PetroChina Dagang Oilfield Company, Tianjing 300280, China

Abstract: When the conventional steel wire disassemble tool is used for pressure test, it cannot determine the accurate depth downhole decoupler only relying on the ground winch; In addition, it also has the risk of battery explosion and insufficient power because of the power supply from the battery. Cable casting and fishing disassemble tool uses cable to run in hole, and the ground DC power is used to provide the power source. The disassemble technology is released in real time, and there is no single-chip control program inside; In addition, GR instrument is used for depth correction to achieve accurate depth control; The motor switch control circuit solves the problem that the GR instrument does not match the power supply of the disassemble tool motor; High temperature and high voltage devices are used to meet the test requirements of 175 ℃. The tool is applied in the pressure test of a well in Dagang Oilfield to judge the release of downhole positioning nipple in real time, and the process is successful. The operation of the tool is intuitive, and the test cost can be saved, which has a broad application prospect.

Keywords: high temperature and high pressure well; pressure test; positioning nipple; depth correction; casting and fishing cable; pressure gauge hanger; GR instrument

随着勘探开发的深入,精细注水作业增加,一些油水井需长时间进行流静压测试,记录井下压力和温度等地层信息^[1-3]。常规长时间测试过程中,在人员及钢丝使用成本上都存在浪费,测试效率低,测试费用高。因此,如何降低劳动强度,解决生产测试任务忙、人员紧缺和设备短缺带来的矛盾,是需要解决的主要问题。刘振辉等^[4]研发了一种无需随油管下入坐封短节,投放及打捞作业全部由钢丝完成,不会发生位移变化的压力计脱挂器。叶荣等^[5]针对钢丝存储测试时,成本浪费,测试效率低,测试费用高等问题,采用脱挂器两侧定位爪嵌

入油管接箍处台面,设计了一种全新的井下压力计脱挂工具。李剑等^[6]采用定位、限位的连锁式装置设计,研制出了适用于 63.5 mm、50.8 mm 油管内任何深度脱挂,实现了下移距离小于 10 cm 的滚轮式井下定时脱挂器。王世勋等^[7]介绍了存储式电子脱挂器在吉林探区的研究及应用情况。宋红伟^[8]利用机械震击器剪断投捞器内剪切销钉的方式,采用抗震 DPT 测压技术,解决了油藏压力监测困难问题。胡勇等^[9]通过改进悬挂器中心杆尾部“正反扣”结构、优化工具串配重等七个工艺改进,解决了悬挂器中途丢手的问题,但是 DPT 脱挂器工作温度

仅 150 ℃,无法满足 6 300 m 井测试需求。杨刚^[10]介绍了一种由接箍止动器、压力计扶正锚定器等组成的接箍脱挂器,解决了脱挂器发生位移的风险。唐书凯^[11]改进了钟机式脱挂器的钟机控制装置,采用电机的轴与脱挂器的推动杆相连接,提高现场脱挂成功率。孙蓉等^[12]研制出适用于非酸性气井的 TSK-II 型直井电子脱挂器,较好解决了井下节流气井的动态监测技术难题。何博等^[13]介绍了新型钢丝投捞井下电子压力计技术,利用钢丝将压力计悬挂器下入到油管内任意指定位置,完成坐挂,并实现钢丝与悬挂器的脱手,在井内无钢丝的情况下,利用悬挂在油管内的压力计录取资料。缪凯^[14]介绍了大斜度井钢丝投捞式阀投送器,实现了大斜度井钢丝投捞式气举采油技术。肖国华等^[15]针对大斜度井偏心分注过程中存在钢丝投捞工具无法下入到位、投送和打捞堵塞器成功率低等问题,研究了钢丝投捞减阻器,并改进了偏心配水器和投捞器的导向机构,提高了投捞堵塞器的成功率。常规钢丝试井作业要求钢丝与井下电子压力计一同入井进行压力恢复、系统试井等作业。李会会等^[16]对塔河油田试井作业现场施工井例分析认为,试井作业遇阻卡的原因主要为胶质沥青质、水合物及高含蜡,其中水合物造成的阻卡所占比例最高。常规钢丝投捞脱挂工具存在释放深度不准,无法满足深度需精准控制井测试需求,且不耐高温等问题^[17],选用 GR 仪器进行校深,内部采用耐温 175 ℃ 以上器件,无内置电池等方式,研制出了一种新型的电缆下入长置井下投捞工具,成功完成了现场验证。

1 脱挂工具结构与工作原理

常规钢丝测试时,将试井钢丝与常规钢丝投捞脱挂工具一同下入井内,由控制时钟打开控制开关,释放悬挂器和压力计,从而使压力计固定在油水井内某一深度,然后将钢丝及控制部分起出,可实现连续长时间测压测试。现有的钢丝投捞脱挂工具存在以下问题:①释放深度不准。单一依靠绞车面板深度来确定定位深度,无法克服绞车面板深度不准带来测试问题;②电池问题。存在电池电量不足带来测试失败;无法满足 150 ℃ 井况测试需求;③无法实时控制井下部分。依靠地面给单片机设定释放时间,由控制时钟打开控制开关,才能完成井下释放功能,存在遇阻遇卡时,无法

控制井下释放功能;④无法判断悬挂器部分是否完全释放。

为解决目前常规钢丝投置脱挂工具存在的问题,通过反复研究和试验,完成了电缆投捞脱挂工具的设计,满足需要精准校深井脱挂工艺测试需求。

1.1 设计方案

采用电缆下入的方式,实现实时控制的目的;内部无电池,利用电缆,采用地面直接供电方式,内部选用高温器件,解决仪器耐温 175 ℃ 问题;下井工具串加入 GR 仪器,能够完成对深度的精准控制;通过缆头电压信号采集,可以实时判断悬挂器是否安全释放。

1.2 电路设计

电缆进行井下脱挂测试时,需解决 GR 仪器与电机供电问题,达到 GR 仪器与电机能单独工作且互不干扰的目的。GR 仪器的供电为 35~50 V,超过 50 V 后,进行电压保护。最大电压超过 125 V,会烧坏内部器件;电机供电范围为 5~100 V。单一从供电出发,无法实现在不干扰的情况下同时工作。为此,设计了电机控制电路(图 1),BUS 点上端连接 GR 仪器。

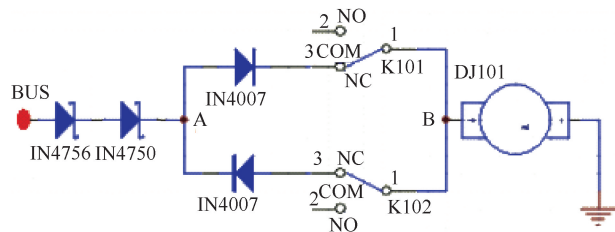


图 1 电机控制电路图

Fig. 1 Motor control circuit diagram

当电压低于 35 V 时,GR 仪器工作;IN4756 和 IN4750 的作用,A 端电压为 0,电机不工作;当供电超过 87 V 时,GR 仪器不工作,电压将加载在电机 B 端,电机开始工作;两路 IN4007 起到电机正、负供电作用,采用 K102 限位开关设计,控制电机限位部分,实现井下安全可靠。

1.3 内部结构

电缆投捞脱挂工具主要由电机电路控制部分、释放短节、悬挂器三部分组成。电机电路控制部分主要由电路控制板、电机、滚珠丝杠、传动轴组成;释放短节主要由丝杠滑动块、脱钩等组成;悬挂器主要由打捞主体,支撑臂、限位联动杆等组成(图 2)。

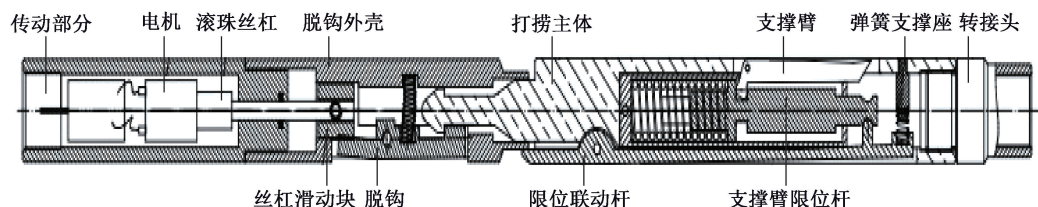


图2 投捞脱挂工具结构示意图

Fig. 2 Structure diagram of casting and fishing tool

1.4 工作原理

电缆下端连接过芯加重和 GR 仪器(用于校深),GR 仪器下端与脱挂器连接。传动部分主要由电路控制部分、电机和滚珠丝杠组成。地面供电后,电机开始工作,通过滚珠丝杠,将电机的圆周运动转换为传动轴的直线运动。电机带动传送轴向上运动时,滑动块一起向上移动,脱钩下端连接有中压缩弹簧,当丝杠滑动块移动到一定的位置时,脱钩和丝杠滑动块分离,同时在中压缩弹簧的作用下,脱钩下部向外支开,在打捞主体重力作用下,打捞主体瞬间与脱钩分离,同时脱钩外壳下端与限位联动杆同时张开;受联动杆弹簧作用,限位联动杆向外撑开,引起限位联动杆与支撑臂限位杆分离,支撑臂限位杆在顶部大压缩弹簧的作用,迅速向下移动,带动支撑臂向外张开,达到支撑臂卡住管柱的目的。

2 现场应用

电缆投置脱挂工具试验成功后,先后完成了几口井的测试任务,均一次性投捞成功。目前,该装置已经成功实现井下脱挂工艺深度的精准控制。

2.1 井况介绍

L2 井为一口生产井,位于河北省黄骅县羊三木乡。2000 年 12 月 29 日完钻,完钻井深 1 450.00 m。人工井底为 1 432.87 m,射开井段为 1 249.20 ~ 1 253.00 m。测试日油压为 7.6 MPa,油层顶深 1 249.00 m,井口流量 30 m³/d。

2.2 仪器串情况

采用 2.5 m 钛合金防喷管 2 根;仪器串结构:电缆头+过芯加重+GR 仪器+投捞脱挂工具脱挂器+压力计。

2.3 施工过程

编写 L2 井测试设计;安装好井口及防喷后,下入测试仪器串(无需地面设定释放时间);分别在 770 m、870 m、970 m、1 070 m 停梯度点;仪器串下至 1 170 m,上提测取 GR 曲线,进行深度校深,GR 仪器显示深度为 1 168 m,以 GR 深度为实际仪器串深

度,修正绞车面板深度 1 168 m;仪器串下至 1 170 m,给仪器串供电,井下电机控制部分开始工作,地面系统采集 B 点电压随时间变化情况,监测窗口出现如图 3 所示锯齿波形,电机正常工作。

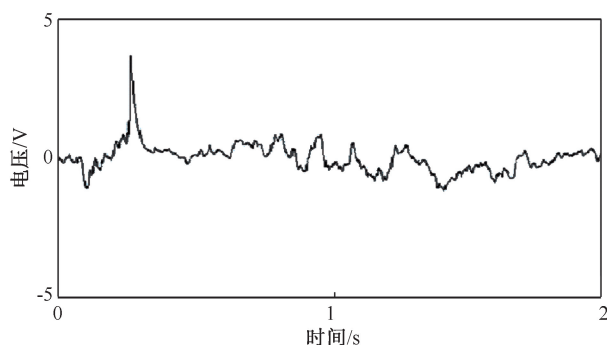


图3 电压变化采样图

Fig. 3 Sampling diagram of voltage change

当释放短节释放后,电机在限位开关的作用下,B 点电压为零,电压随时间变化就不会发生变化,检测窗口出现一条直线;出现直线后,就可以判断出井下脱挂器完成脱挂工作,上提电缆,取出 GR 仪器,完成现场测试任务。测取 6 d 的压力恢复后,打捞脱挂器部分此次测试时间 146 h,实际作业时间仅占用 2 h,完成现场测试任务。

3 结论

(1) 电缆投置脱挂工具通过观察监测窗口波形情况,为现场判断井下脱挂器释放情况提供直观依据。

(2) 电缆投置脱挂工具采用无内置电池方式,节约了测试成本;耐温 175 ℃,在高温井测试需求方面,具有广阔的应用前景。

(3) 采用 GR 仪器进行深度校深,弥补传统单一依靠深度面板带来的深度误差,可应用在 63.5 ~ 73.0 mm 油管内任何深度、任意时间脱挂,下移距离小于 5 cm。

(4) 由于采用电缆下入方式,需要接入电缆防喷装置,吊车配合作业,现场作业比传统钢丝下入复杂;对于不需要深度误差控制在 0.5 m 以内的井,

不建议采用电缆下入脱挂器进行测试。

致谢:感谢大港油田测试公司同意本论文公开发表。

参考文献

- [1] 周治岳,刘俊丰,温中林,等. 涩北气田多层合采井分压测试技术[J]. 油气井测试,2019,28(2):20-26.
ZHOU Zhiyue, LIU Junfeng, WEN Zhonglin, et al. Separate pressure testing technique for commingling production wells in Sebei gas field [J]. Well Testing, 2019,28(2):20-26.
- [2] 胡效青. 东坪基岩气藏试井监测设计技术优化[J]. 油气井测试,2016,25(5):20-23.
HU Xiaoqing. Technical optimization of well testing monitoring design for the Dongping rock gas reservoir [J]. Well Testing, 2016,25(5):20-23.
- [3] 李书静,黄战卫,何奉朋,等. 压力监测资料在注水开发油田的应用[J]. 江汉石油职工大学学报,2010,23(4):18-22.
LI Shujing, HUANG Zhanwei, HE Fengpeng, et al. The implementation of pressure monitoring data in flooding oil field [J]. Journal of Jiangnan Petroleum University of Staff and Workers, 2010,23(4):18-22.
- [4] 刘振辉,李文涛,蔡高贤,等. 井下压力计脱挂器的开发应用[J]. 油气井测试,2002,11(4):66-68.
LIU Zhenhui, LI Wentao, CAI Gaoxian, et al. Development and application of the tripping-connecting device of pressure gauges [J]. Well Testing, 2002,11(4):66-68.
- [5] 叶荣,蒋鸿杰. 一种全新的井下压力计脱挂工具[J]. 油气井测试,2002,11(2):68-69.
YE Rong, JIANG Hongjie. A novel doffed and hung tool in the well bottom [J]. Well Testing, 2002,11(2):68-69.
- [6] 李剑,朱红霞. 新型滚轮式井下定时脱挂器[J]. 油气井测试,2003,12(2):65-66.
LI Jian, ZHU Hongxia. New-style trolley down hole time derail [J]. Well Testing, 2003,12(2):65-66.
- [7] 王世勋,王建良,胡彦坤. 电子脱挂器投捞试井技术在吉林探区的研究及现场应用[J]. 油气井测试,2016,25(1):61-63.
WANG Shixun, WANG Jianliang, HU Yankun. Research of electronic hanging off for well testing technique in Jilin exploration area and its field application [J]. Well Testing, 2016,25(1):61-63.
- [8] 宋红伟. 抗震 DPT 测压技术在塔河油田稠油油藏的应用[J]. 油气井测试,2004,13(3):59-60.
SONG Hongwei. DPT pressure measurement technology against shock applied in dense oil reservoir of Tahe Oilfield [J]. Well Testing, 2004,13(3):59-60.
- [9] 胡勇,周生福,王博伟,等. 一种深井 DPT 投捞工艺在塔河油田的改进及应用[J]. 油气井测试,2016,25(3):71-72.
HU Yong, ZHOU Shengfu, WANG Bowei, et al. Improvement and application of a kind of deep well DPT shot out process in Tahe Oilfield [J]. Well Testing, 2016,25(3):71-72.
- [10] 杨刚. 深层气井试井工艺探讨[J]. 化工管理,2018,21(7):116-117.
YANG Gang. Discussion on well test technology of deep gas well [J]. Chemical Enterprise Management, 2018,21(7):116-117.
- [11] 唐书凯. 油田测井用电子脱挂器[J]. 测井技术,2005,29(1):2.
TANG Shukai. Electronic detaching device for oilfield logging [J]. Well Logging Technology, 2005,29(1):2.
- [12] 孙蓉,杜涓,张友彩,等. 电子脱挂器在井下节流生产气井的试验与应用[J]. 新疆石油天然气,2008,4(S1):145-153.
SUN Rong, DU Juan, ZHANG Youcai, et al. Experiment and application of electronic decoupling device in downhole throttling production gas well [J]. Xinjiang Oil & Gas, 2008,4(S1):145-153.
- [13] 何博,潘登,赵益秋. 新型钢丝投捞井下电子压力计技术[J]. 钻采工艺,2015,38(4):74-76.
HE Bo, PAN Deng, ZHAO Yiqiu. A new type of slickline running and pulling downhole electronic pressure gauges technology [J]. Drilling & Production Technology, 2015,38(4):74-76.
- [14] 缪凯. 大斜度井钢丝投捞式气举采油技术[J]. 中国石油石化,2016(21):79-80.
MIAO Kai. Gas lift technology with wire trapping in highly deviated wells [J]. China Petrochem, 2016(21):79-80.
- [15] 肖国华,耿海涛. 大斜度井偏心分注钢丝投捞工具的改进与应用[J]. 石油机械,2012,40(8):90-92.
XIAO Guohua, GENG Haitao. Improvement and application of steel wire fishing tool for eccentric separate injection in highly deviated well [J]. China Petroleum Machinery, 2012,40(8):90-92.
- [16] 李会会,周生福,刘练,等. 塔河油田试井作业遇阻卡原因及防治措施[J]. 油气井测试,2018,27(5):66-72.
LI Huihui, ZHOU Shengfu, LIU Lian, et al. Causes and prevention measures on blocking and sticking of the well testing operation in Tahe Oilfield [J]. Well Testing, 2018,27(5):66-72.
- [17] 杨鹏涛. 提高井下试井作业施工质量的探讨[J]. 化工管理,2015(3):186.
YANG Pengtao. Discussion on improving the quality of underground well test operation [J]. Chemical Enterprise Management, 2015(3):186.

编辑 方志慧

第一作者简介:陈显,男,1984 年出生,工程师,2008 年毕业于长江大学石油工程专业,目前从事测井仪器维修工作。电话:022-25922901;Email:chenxian6666@ qq.com。通信地址:天津市大港区大港油田光明大道南端测试公司基地,邮政编码:300280。