

◀ 测井录井 ▶

doi:10.11911/syztjs.201506012

川西地区复杂水平井泵送电缆释放测井工艺

赵 雷

(中石化西南石油工程有限公司测井分公司,四川成都 610100)

摘 要:川西地区水平井在进行常规泵出式测井时,若钻杆不能下到位会造成漏测水平段油气层,针对这一问题,对常规泵出式测井工艺进行了改良,研制了特制引鞋、电缆旁通短节、熔断式马笼头和抓捞器等测井工具,形成了泵送电缆释放测井工艺。该测井工艺将钻杆下至预定位置后,从钻杆内用电缆将测井仪输送至遇阻位置,利用高压钻井液将测井仪推送至预定位置,然后供电分离电缆与测井仪,回收电缆后起钻测井,测井结束后,将测井仪打捞出,读取测井数据。泵送电缆释放测井工艺在川西地区复杂井眼轨迹水平井测井中应用了 13 井次,测井一次成功率 100%,获取了全部水平段自然伽马、双侧向、补偿声波时差、补偿中子等测井曲线,且质量满足行业标准,合格率 100%。现场应用表明,泵送电缆释放测井工艺能满足复杂井眼轨迹水平井测井需要。

关键词:测井 水平井 测井仪 测井曲线 川西地区

中图分类号:P631.8⁺11 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0890(2015)06-0066-04

Cable Conveying and Releasing Logging Meter in Complicated Horizontal Wells in Western Sichuan

Zhao Lei

(Well Logging Branch, Sinopec Xinan Oilfield Service Corporation, Chengdu, Sichuan, 610100, China)

Abstract: Due to conventional pump-out logging methods in horizontal-well it was not possible to run drill pipe or logs to the expected position in Western Sichuan, resulting in the loss of oil and gas data measurement. To solve the problem, conventional logging technology was improved by specially designing a guide shoe, cable bypass pup joint, fusing cable head and catch tools, and a technology of pumping down cables for conveying and releasing logging meter was developed, i. e. the drill pipe was lowered to the bottom hole, conveying the logging tools to the sticking point, and then pushing it to the predetermined position by pumping drilling fluids, where the cables were separated with logging tools, and the logging operation was conducted after the cables were recovered, Finally, the drill pipes were pulled out of the hole, so that the logging data could be read after logging tools were taken out of the hole. In western Sichuan, the pumping cable technology for conveying and releasing logging meter has been applied 13 times in complicated-trajectory horizontal wells, with one-time logging success rate of 100%, resulting in successful logging curves for natural gamma ray, dual lateral logging, compensation interval transit time, compensated neutron logs being obtained, with all the curves meeting the SY/T 5132-2003 Industrial Standard. Field application showed that pumping cable technology for conveying and releasing logging meter was applicable to the horizontal wells with complicated well trajectory.

Key words: logging; horizontal well; logging meter; logging curve; Western Sichuan

随着钻井技术不断发展,水平井技术应用越来越广泛^[1]。川西地区油气藏开发中也大量采用了大位移水平井、分支井,并出现了一些井眼轨迹复杂的水平井^[2]。水平井完井测井要求完成水平段的测井项目^[3],如果采用湿接头钻杆输送测井工艺,存在对

收稿日期:2015-07-09;改回日期:2015-10-30。

作者简介:赵雷(1981—),男,四川宜宾人,2005年毕业于成都理工大学计算机科学与技术专业,工程师,主要从事现场测井数据采集及测井作业管理工作。

联系方式:41356662@qq.com。

接失败和测井仪被钻杆重力压坏^[4]的风险,而且井眼轨迹复杂的水平井在完钻后存在钻杆下不到井底的问题,无法完成测井作业。近年来,国内油气田广泛应用了 SL6000LWF 泵出式钻杆输送无电缆测井工艺^[5-7],该测井工艺能完成起下钻平稳水平井的测井作业,但该测井工艺要求控制起下钻速度,可能出现测井仪不能下到油气层的情况^[8-9]。对井眼轨迹复杂的水平井,国外主要采用随钻测井技术,并且测井参数较全^[10]。国内也研制了一些随钻测井仪器,但随钻测井参数少,仅能进行伽马、电阻率和声波测井,且随钻测井仪制造成本高。为顺利完成井眼轨迹复杂水平井的测井作业,并兼顾测井仪的安全,笔者对泵出式测井工艺进行了改良,形成了泵送电缆释放测井工艺,并在川西地区水平井测井中进行了现场应用。

1 泵送电缆释放测井工艺及特点

1.1 泵送电缆释放测井工艺

水平井测井前,先将特制引鞋接在钻杆下端,将钻杆下到水平段;接着将测井电缆穿过旁通短节接上测井仪,从钻具内下放测井仪直到遇阻;再从钻杆内泵送钻井液将测井仪在电缆连接可控的情况下,推送至钻杆底部并出引鞋到达目的层,地面系统供电熔断电缆连接弱点,使电缆与测井仪分离;最后利用测井绞车收回下井电缆,起钻测井,完成测井后,电缆连接测井仪抓捞器,从钻杆内将测井仪快速抓住起出井口,读取测井数据,如果资料不符合行业标准 SY/T 5132—2003《测井原始资料质量要求》要求,不起出所有钻杆,直接继续下钻,再次采用同样的方法测井。

1.2 泵送电缆释放测井工艺特点

传统的泵出式测井工艺的测井仪安装在钻杆底部的内部空间内,随钻杆一起下钻输送至目的层,完成测井并起出所有钻杆才能拆卸回收测井仪。与传统的泵出式测井工艺相比,泵送电缆释放测井工艺没有取消电缆作业,将电缆、钻具、测井仪三者相结合,在相关辅助设备支撑下下钻至目的层,再用电缆将测井仪下到遇阻位置,通过泵送钻井液将测井仪送至目的层,起钻完成测井后,不用起出所有钻杆,下测井仪抓捞器将测井仪提出井口,读取测井数据。泵送电缆释放测井工艺具有测井成功率高、数据采

集时效性高、资料取全率高和测井作业安全性高等特点。

2 辅助设备

泵送电缆释放测井辅助设备包括常规测井绞车、天地滑轮、电缆、引鞋、熔断式马笼头、电缆旁通短节、测井仪抓捞器。

2.1 引鞋

引鞋由丝扣部分、循环水眼、工具本体、测井仪坐卡位置和磨鞋构成(见图 1)。引鞋连接在钻杆最底部,测井仪被泵送钻井液输送出钻杆水眼,测井仪顶部悬挂在引鞋内部台阶处。引鞋最小内径 65.0 mm,外径 161.0 mm,扣型 NC50。

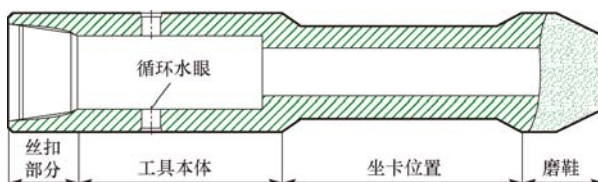


图 1 引鞋结构

Fig. 1 Structure of guide shoe

2.2 电缆旁通短节

电缆旁通短节由旁通本体、压紧螺丝、防喷胶塞、过电缆孔和防喷装置构成(见图 2)。电缆旁通短节能承压 15 MPa。测井前电缆先穿过电缆孔,钻杆下至井底油气层,在钻井泵泵送之前,旁通短节连接在井口钻杆与循环端口之间,旁通短节的电缆通过孔用胶塞密封,当测井仪在钻杆内下放至电缆张力减小后,钻井泵推送测井仪时电缆从钻杆外通过旁通短节电缆孔进入钻杆水眼向前运动。

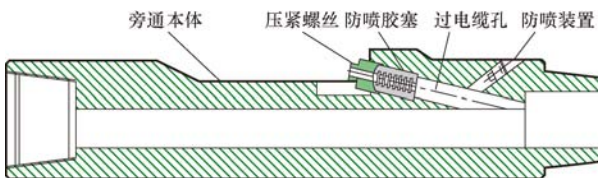


图 2 电缆旁通短节

Fig. 2 Bypass pup joint of the cable

2.3 熔断式马笼头

熔断式马笼头由打捞头、壳体、三锥套、专用熔断装置、卡片、弹簧和制动杆等组成。专用熔断装置与电缆任意两根缆芯相连。释放测井仪前卡片卡住

制动杆,同时制动杆被熔断装置压住使弹簧形变压缩,并保持状态不变;达到触发条件时,地面通过相连的两根缆芯供电,熔断装置开始加热,内部熔断点熔断,不再压制制动杆;制动杆在弹簧恢复形变的作用下向前运动,卡片不再卡住制动杆;上提电缆将其与马笼头分离,电缆从马笼头中抽出,释放测井仪;马笼头与测井仪一同留在钻杆内,收回电缆,再按要求起钻测井。熔断式马笼头耐温 175 ℃,耐压 140 MPa。

2.4 抓捞器

抓捞器内部由弹簧和抓捞齿组成,弹簧顶住抓捞齿。电缆连接抓捞器从钻杆水眼内下放到测井仪顶部,抓捞齿接触马笼头顶部打捞头的斜端面,在抓捞器重力和斜端面向外推力作用下,抓捞齿压缩弹簧运动到抓捞头下台阶面,卡住马笼头顶部的打捞头(见图 3),快速回收电缆,将测井仪从钻杆水眼提出井口,读取测井数据。

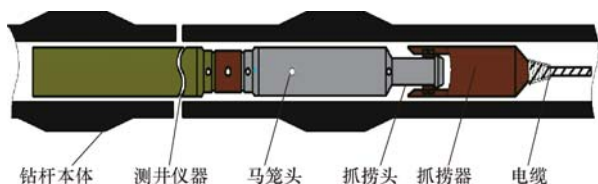


图 3 抓捞器捕获测井仪示意

Fig. 3 Sketch of catch-tools capturing logging tools

3 泵送电缆释放测井作业流程

3.1 测前准备

将压力传感器、钩载传感器和深度传感器进行配接,完成地面系统各参数的匹配,对测井仪状态进行检查,电缆穿过电缆旁通短节,组装熔断式马笼头并设置释放参数,收集钻井液密度、井底压力、井身结构等相关资料。

3.2 井口组装及输送钻杆到目的层

将特制引鞋接在钻杆底部,用钻杆将其送至目的层,开泵循环冲洗引鞋处在下钻过程中堆积的岩屑或掉块,等待测井仪入井。

3.3 测井仪入井

钻杆下至目的层后,将电缆和测井仪通过熔断式马笼头相连接,从钻具内输送入井。测井仪下放

到大斜度井段后张力逐渐减小,最后静止停止下放测井仪。井口接电缆旁通短节,并连接井口相关设备,开泵正循环,测井仪在连接电缆的情况下向前推进到钻杆底部出引鞋,直至测井仪悬挂在引鞋内部台阶上。

3.4 电缆与测井仪分离

在地面通过缆芯给马笼头内部的熔断装置供电,熔断装置的熔断点熔断,释放测井仪,利用绞车上提电缆,电缆与测井仪分离,收回下井电缆,按 6 m/min 的速度起钻测井。

3.5 捞取测井仪并读取数据

测井完成后,将电缆与测井仪抓捞器从钻具内下放,抓住测井仪,利用绞车将测井仪从钻杆内部起出,在井口读取测井数据,利用地面系统测量的时间与深度数据进行时深转换,得到对应深度地层的测井数据。如果测井资料不符合行业标准要求,可以下钻用同样方法再次进行测井,直至测井资料符合行业标准 SY/T 5132—2003 的要求。

4 现场应用

川西地区目的层为沙溪庙组油气藏的水平井水平段摩阻大,加之调整井眼轨迹导致水平井眼上翘,起下钻困难。于是,2014 年开始在该地区水平井应用泵送电缆释放测井工艺,全年应用 6 井次,测井一次成功率 100%,全井段资料取全率 100%。2015 年该地区水平井测井首选泵送电缆释放测井工艺,目前已完成 7 井次测井作业,测井一次成功率和资料取全率都达到 100%,且完成测井作业后不用起出所有钻杆就可用抓捞器将测井仪从钻杆内抓捞出井口并快速读取测井数据,提高了复杂水平井测井的时效性和测井仪的安全性。下面以 Gm106hf 井为例,介绍泵送电缆释放测井工艺的详细应用情况。

Gm106hf 井为川西地区一口开发水平井,位于孝泉-丰谷构造,完钻井深 3 824.00 m,套管鞋位于井深 1 869.11 m 处,裸眼段直径 215.9 mm。该井为二开井,钻井过程中由于多次进行纠斜,钻具进入井深 3 140.00 m 以深的水平井段后摩阻大,不能正常匀速下钻。该井采用 2 种测井工艺测井。第一次采用传统泵出式测井工艺,测井仪安装在钻杆内,随钻具一起下井,为保证测井仪安全性,控制下钻速度,进入摩阻大的水平段后,钻具不能按照测井要求

正常下钻,下至井深 3 637.00 m 钻具遇阻,于此处采用传统泵出式方法起钻测井,结果漏测 3 637.00~3 824.00 m 井段。通井后,第二次测井采用泵送电缆释放测井工艺,先下钻杆,不控制下钻速度,确保钻杆快速下至井底,再从钻杆内下放测井仪,遇阻后用钻井泵泵送测井仪到钻杆底部,并出钻杆到井底,测井仪顶部悬挂在引鞋处,供电释放测井仪,回收电缆起钻测井。测井一次成功,顺利完成整个水平段的测井作业,取全了水平段自然伽马、双侧向、补偿声波时差、补偿中子等测井曲线,各种测井曲线质量满足行业标准 SY/T 5132—2003 的要求,合格率 100%。

5 结 论

1) 泵送电缆释放测井工艺能够解决川西地区复杂水平井由于常规测井钻杆下不到位导致的测井资料取不全和测井仪安全得不到保证的问题,可以在该地区推广。

2) 泵送电缆释放测井工艺可以提高测井的时效性和测井仪的安全性,但对于井眼轨迹特别复杂的水平井及其他井型,为保证测井作业的安全,建议采用随钻测井。

参 考 文 献

References

- [1] 韩来聚,牛洪波. 对长水平段水平井钻井技术的几点认识[J]. 石油钻探技术,2014,42(2):7-11.
Han Laiju, Niu Hongbo. Understandings on drilling technology for long horizontal section wells[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2014, 42(2): 7-11.
- [2] 徐进,胡大梁,任茂,等. 川西深井井下复杂情况及故障预防与处理[J]. 石油钻探技术,2010,38(4):22-25.
Xu Jin, Hu Daliang, Ren Mao, et al. Prevention and treatment of complicated downhole conditions and accidents of deep wells in Western Sichuan[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2010, 38(4): 22-25.
- [3] 陆黄生. 测井技术在石油工程中的应用分析与发展思考[J]. 石油钻探技术,2012,40(6):1-7.
Lu Huangsheng. Application and development analysis of well logging information in petroleum engineering[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2012, 40(6): 1-7.
- [4] 卢世春,王爱英,雷真田,等. 湿接头式水平井测井原理和仪器改进[J]. 石油仪器,2012,26(6):44-45,48.
Lu Shichun, Wang Aiyong, Lei Zhen Tian, et al. Wet-connector horizontal well logging principle and improvement of instruments[J]. Petroleum Instruments, 2012, 26(6): 44-45, 48.
- [5] 徐俊博,信毅,吴兴能,等. SL6000 LWF 钻杆输送无电缆测井在塔里木油田的应用[J]. 国外测井技术,2013,34(2):14-17.
Xu Junbo, Xin Yi, Wu Xingneng, et al. Application of LWF drill pipe conveying without wireline logging in Tarim Oilfield[J]. World Well Logging Technology, 2013, 34(2): 14-17.
- [6] 任中豪,张文昌. LWF 存储式测井在冀东油田的应用[J]. 石油天然气学报,2012,34(9):222-225.
Ren Zhonghao, Zhang Wenchang. Drill-pipe conveying no-cable logging in Jidong Oilfield[J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2012, 34(9): 222-225.
- [7] 黎泽刚,葛祥,徐炳高,等. 存储式测井技术在川西水平井中的应用[J]. 工程地球物理学报,2015,12(4):544-548.
Li Zegang, Ge Xiang, Xu Binggao, et al. The application of the memory logging technology in horizontal well in Western Sichuan[J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2015, 12(4): 544-548.
- [8] 张正玉. 泵出式测井系统在四川地区复杂井中的应用[J]. 测井技术,2012,36(4):426-430.
Zhang Zhengyu. Application of pump-out logging system to complex wells in Sichuan Oilfield[J]. Well Logging Technology, 2012, 36(4): 426-430.
- [9] 王冬冬,张传举,申小虎. LWF 测井在碳酸盐岩地层的应用[J]. 国外测井技术,2013,34(6):64-66.
Wang Dongdong, Zhang Chuanju, Shen Xiaohu. Application of LWF-logging in carbonate rock[J]. World Well Logging Technology, 2013, 34(6): 64-66.
- [10] 张辛耘,王敬农,郭彦军. 随钻测井技术进展和发展趋势[J]. 测井技术,2006,30(1):10-15.
Zhang Xinyun, Wang Jingnong, Guo Yanjun. Advances and trends in logging while drilling technology[J]. Well Logging Technology, 2006, 30(1): 10-15.

[编辑 刘文臣]