

新式井下验窜找漏仪的研制

Development of a New Downhole Channeling and Leakage Detection Instrument

孟繁宇 陈士军 薛辉 官鹏 彭增义

Fanyu Meng Shijun Chen Hui Xue Peng Guan Zengyi Peng

中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司油藏动态监测中心 中国·山东 东营 257000

Reservoir Performance Monitoring Center of Shengli Oilfield Branch of Sinopec, Dongying, Shandong, 257000, China

摘要: 中国多数老油田井下套管漏窜问题严重, 目前井下套管漏窜识别技术不能完全满足油田井下监测的需要。结合现有技术, 把测井法和封隔器法有机组合起来, 研制了电缆输送电动封隔器验窜找漏仪。该仪器包括上温压测试短节、流量测试短节、伽马测试短节、磁定位短节、封隔锚定短节和安装在封隔锚定短节下端的下温压传感器共五部分, 监测七个参数。封隔锚定短节是其技术关键, 包括封隔单元、锚定单元、液力单元和动力单元共四个功能单元。验窜找漏仪用电缆输送至井下, 先用测井法初步确定漏失点, 再在漏失点上下分别进行封隔找漏。该技术成功解决了现有技术组合找漏作业工序多、时间长、成本高等问题, 现场应用取得了明显的提效降本的效果。

Abstract: The problem of downhole casing leakage and channeling in most old oil fields in China is serious, and the current downhole casing leakage and channeling identification technology can not fully meet the needs of downhole monitoring in oil fields. Combined with the existing technology, the well logging method and packer method are organically combined to develop the channeling and leakage detection instrument of electric packer for cable transportation. The instrument includes five parts: upper temperature and pressure test nipple, flow test nipple, gamma test nipple, magnetic positioning nipple, packer anchor nipple and lower temperature and pressure sensor installed at the lower end of packer anchor nipple, and monitors seven parameters. The packer anchor nipple is the key technology, including four functional units: packer unit, anchor unit, hydraulic unit and power unit. The channeling detection and leakage detection instrument is transported to the well by cable. Firstly, the leakage point is preliminarily determined by logging method, and then the sealing and leakage detection are carried out respectively above and below the leakage point. The technology successfully solves the problems of many processes, long time and high cost of leak detection in the combination of existing technologies. The field application has achieved obvious effect of improving efficiency and reducing cost.

关键词: 套漏; 找漏; 验窜; 找漏仪

Keywords: leakage; leakage; detection; leak instrument

DOI: 10.12346/etr.v4i7.6647

1 引言

中国的多数油田已进入开发的中后期, 由于井下水腐蚀、地层应力变化、工程损伤等因素, 造成油田井下套管破漏和管外窜越来越严重。长庆油田截至 2018 年有套破注采井 2455 口, 且以 100 口/年的速度增加; 中原油田由于膏盐层蠕动等因素的影响, 固井胶结不好, 管外窜严重。井下套管漏窜识别技术是套损井治理的重要依据, 近年来在各油

田得到了长足发展, 分为封隔器法和测井法两大类, 测井法主要包括井温、流量、同位素、氧活化、电磁探伤、井下电视等。这些技术各有其局限性, 应用受到井下工况、成本和其他条件的限制。根据胜利油田的统计, 井下找漏技术应用井数排在前四位的依次是多臂井径测井、井温测井、封隔器找漏和流量测井。在实践中, 为了达到理想效果, 往往进行组合应用, 常常是发现井下有漏窜现象时, 先用测井法找漏,

【作者简介】孟繁宇 (1985-), 男, 蒙古族, 中国内蒙古通辽人, 本科, 工程师, 从事测井技术研究。

再用封隔器法进行确认。这带来一个问题,就是作业工序多,时间长,成本高。为此,结合现有技术,开展了电缆输送电动封隔器验窜找漏仪的研制,把测井法和封隔器法有机结合起来,成功地解决了上述问题,在现场应用中取得了较好的提速降本增效的效果。而论文所研究的电动封隔器套管找漏在国外用的有 Schumberger 的 RFT (重复式地层测试器) 和 MDT (组件式地层测试器)、西方 -ATLAS 的 FMT (多次地层测试器)、哈里伯顿的 CWFT (套管井地层测试器) 有类似技术,工作原理基本类似,都是电机带动液压泵产生坐封力使封隔器坐封。但主要目的是测量录取地层参数,比如流体性质、地层压力等,没有针对分段流量应用的电动封隔器,更没有二者合一的仪器和测试工艺^[1]。

2 仪器构成与工作原理

2.1 仪器构成

如图 1 所示,七参数井下验窜找漏仪包括上温压测试短节、流量测试短节、伽马测试短节、磁定位短节、封隔锚定短节和安装在封隔锚定短节下端的下温压传感器共五部分,监测七个参数。

封隔锚定短节是其技术关键,如图 1 和图 2 所示,包括封隔单元、锚定单元、液力单元和动力单元共四个功能单元。

中心管和传动轴相连作为穿线管道自上而下贯穿整个封

隔测试短节。动力线和数据线从传动轴上的内出线孔穿出与电滑环输入端相连,电滑环输出线从外出线孔穿出经过电机固定套侧面开设的过线槽后与电机和温压传感器相连接。

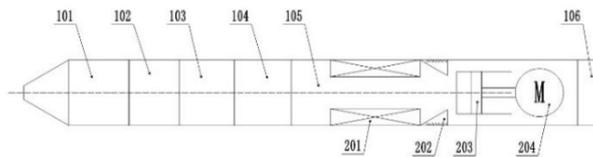
电机定子通过电机固定套与封隔锚定短节的外壳相对固定,其转子通过传动轴驱动中心管旋转。在中心管的下部套有传动螺母,传动螺母和中心管之间设有传动螺旋副,电机正反转带动传动螺母上下运动。大液缸套和大活塞构成驱动液缸,驱动液缸以上注满液压油,大活塞与传动螺母相连,电机正反转驱动液缸增压或减压^[2]。

驱动液缸以上设锚定单元,锚定单元套在外中心管上,锥体与卡瓦之间设有燕尾槽,锥体通过连杆固定在连杆固定套上,在锥体与连杆固定套之间还设有复位弹簧,周向上卡瓦与复位弹簧间隔三三布置。锚定液缸套和锚定活塞构成锚定液缸,锚定液缸与驱动液缸相通,增压时推出卡瓦把仪器串锚定在套管上,减压时利用上提力和复位弹簧缩回卡瓦解除锚定。

封隔单元采用了扩张式封隔器,其内腔与驱动液缸相通,通过驱动液缸增减压来坐封或解封封隔器。

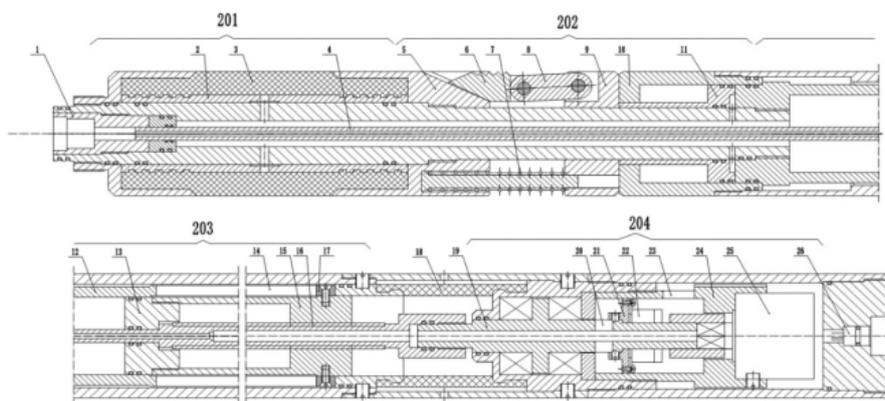
为了提高仪器可靠性,在液力单元和动力单元之间设置了储油胶囊,使传动螺旋副整体浸在油中,既减小了传动摩擦阻力,又避免了油砂等井下异物进入所造成的影响。

封隔锚定短节上端装滑环座,内装电针滑环,通过由壬与其他测试短节快速连接。



注: 101——上温压测试短节; 102——流量测试短节; 103——伽马测试短节; 104——磁定位短节; 105——封隔锚定短节; 106——下温压传感器; 201——封隔单元; 202——锚定单元; 203——液力单元; 204——动力单元。

图 1 电缆输送电动封隔器总成结构示意图



注: 201——封隔单元; 202——锚定单元; 203——液力单元; 204——动力单元; 1——滑环座; 2——外中心管; 3——扩张式封隔器; 4——中心管; 5——锥体; 6——卡瓦; 7——复位弹簧; 8——连杆; 9——连杆固定套; 10——锚定液缸套; 11——锚定活塞; 12——大液缸套; 13——大活塞; 14——导向槽; 15——传动螺母; 16——传动螺旋副; 17——导向块; 18——储油胶囊; 19——传动轴; 20——内出线孔; 21——电滑环架; 22——电滑环; 23——外出线孔; 24——电机固定套; 25——直流减速电机; 26——温压传感器。

图 2 封隔锚定单元结构示意图

2.2 工作原理

验窜找漏仪用电缆输送至井下,通过磁定位测试套管接箍位置来确定深度,伽马测试用于确认地层,在可疑套管破漏井段先测试出井温和流量曲线,初步确定漏失点,再在漏失点上下分别进行封隔找漏。通过地面控制系统启动电机驱动液压机构增压,液压力推动锚定机构把仪器锚定在套管上,同时液压力坐封扩张封隔器封隔套管。地面向套管内注水,通过地面操控系统观察流量、上下温压的变化和相互影响来判断套管破漏与窜槽位置。当流量大于零且下压力不随上压力波动时,说明仪器以上套管有破漏。当流量大于零且下压力随上压力波动时,说明套管外有窜槽。

3 技术特点与主要技术参数

3.1 技术特点

①验窜找漏仪把测井法找漏和封隔器法找漏有机结合起来,测试数据可以直接、现时相互验证,测试结果准确,作业速度快,劳动强度低,费用低。

②扩张式封隔器胶筒直接硫化在其基管上,结构更加简单,直径小,扩张比高,适用范围广,可用于套管缩径井测试。扩张胶筒密封段长,对井下套管密封可靠。

③锚定单元的卡瓦与锥体采用了燕尾槽式连接结构,解除锚定时电缆的上提力通过燕尾槽给卡瓦一个径向收缩力,辅以弹簧复位,解锚性能可靠。

④采用的大扭矩直流减速电机和可靠的液压机构,保证了工具的锚定和封隔性能。

⑤除封隔锚定短节外,仪器串上的其他测试短节可根据井下检测需要进行取舍,使用方便。

⑥验窜找漏仪可靠性自我评价,通过测量封隔器上下两端的多个参数,能智能分析封隔器的密封性能,保证了测量可靠性。

3.2 主要技术参数

①仪器最大外径:96mm;②封隔压差:20MPa;③耐温:150℃;④电机扭矩:200N.m;⑤适用套管内径:100~127mm。

4 应用情况

仪器研发完成后,进行了场内试验。在深度200m的试验井内电缆输送三次下井,能录取流量、温度、伽马、磁定

位、上下压力等七个参数,这些参数精度都在设计范围内,电动封隔器耐压达到设计的10MPa,满足套管找漏的需要。地面仪器和井下仪器通讯及控制通过单芯测井电缆,工作可靠稳定^[3]。

2020—2021年,电缆输送电动封隔器套管找漏仪测井在胜利油田各采油厂及油公司开展了5井次现场应用,成功率100%。单井提高测试效率,减少占井时间60h,为甲方节约作业费用15万元。

其中,在胜利油田某采油厂商侧井施工中井例如下:

作业队起管柱,油管断、落井,鱼顶位置是1438m。冲捞油管过程中,井内上返小灰块、碎石末,怀疑1438m以上套管漏失,因此对该井1438m以上套管找漏。在施工测井期间,五参数流量计测试完成,发现疑似漏失处,位置868~854m处,井温和流量同时出现明显异常。对该怀疑漏失位置进行坐封验漏,在井口60米处坐封,压力稳住20MPa,3min无变化,压力持续升高,流量0m³/h;停止注水,收电动封隔器、泄压,继续下深至800m,验证井是否漏失,注水升压(压力稳住20MPa),3min无变化,压力持续升高,流量0m³/h;停注、泄压;继续下放至870m坐封,水泥罐车打压,不能稳压,流量20m³/h。验证套漏位置868~854m。

在该井例中由于甲方要求,验窜找漏仪与井温流量法相互印证,确定了套管漏失位置,仍较作业管柱座封找漏节约占井时间5h左右。

5 结论

①七参数井下验窜找漏仪把测井法找漏和封隔器法找漏有机结合起来,测试结果准确,解决了原来两类方法组合找漏分步进行所带来的作业时间长、工序多、费用高等问题。
②研制的验窜找漏仪直径小,封隔压差大,适用套管内径范围广。

参考文献

- [1] 周妍,李震,甘宁,等.长庆油田套损井综合防治技术[J].测井技术,2021,45(2):196-200.
- [2] 蒋国栋,周延芳,贾慧丽,等.油水井漏窜识别新技术在中原油田的应用[J].石油仪器,2010,24(2):58-61.
- [3] 张化强.胜利油田套损井检测技术适应性分析[J].石化技术,2019(6):43-44.