

水平井测井仪器输送方法

马建中¹ 祁振萍² 相九涛¹

(1. 中原石油勘探局地球物理测井公司 河南 濮阳) (2. 中原石油勘探局地球物理勘探公司 河南 濮阳)

摘 要: 文章简要介绍了目前将测井仪送入井下所采用的几项技术与原理,总结出它们的优点和缺点,详细介绍了无线随钻测量法(MWD 或LWD)和钻杆输送测井法(Toolpusher),指出它们在大斜度井和水平井测量中是不可缺少的重要方法。

关 键 词: 随钻测量; 钻杆输送; 水平井; 泵入法; 挠性管; 地质导向

中图分类号: P631.8⁺19 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-9134(2004)03-0040-03

0 引 言

在垂直井或微倾斜井中,测井仪靠自身重力用电缆下入井内。大斜度井,尤其是水平井出现以后,在水平井段内重力不能帮助测井仪运动,而要测量的目的层的长度有几十或数百米,因此必须寻找把仪器送到井底的新方法。

为了满足上述需要,出现了四种新的仪器下井方法。第一种是随钻测量法(MWD),钻杆作为移动井下仪器的手段,下井仪器产生的数据通过泥浆进行传输;第二种采用钻杆作为下井仪和地面之间的刚性连接件,称为钻杆输送测井法(Toolpusher 法);第三种是以伸缩管原理为基础的泵入法(Pump down stinger);第四种是采用挠性管技术(Coiled tubing)。上述后3种技术都用电缆进行数据传输。

本文介绍这些不同技术的原理,研究它们的优点和缺点。从水平井所获得的经验,根据井的情况、井斜或水平延伸来说明每种方法的应用范围。这些方法都已在裸眼井或套管井中用普通测井仪或生产测井仪进行过成功的试验,并取得满意的效果。

1 水平井概念

水平井是指钻井过程中的井斜角在90°时沿水平方向钻进的井。其主要分为3大类即:长曲率半径(573 m~229 m)水平井:造斜率为1~2.5°/10 m;中曲率半径(96 m~229 m)水平井:(造斜率为2.5~6°/10 m);短曲率半径水平井:(造斜率为1°/1 m~10°/1

m)^[1]。水平井的钻探主要有以下几方面的原因:

(1)地面条件考虑:在地表条件有困难,有沼泽,城市交通要道的地区或农田区,且地质条件好,具备有利的含油构造,可以考虑钻定向井了解构造及含油气情况。

(2)水平井可以用于改善和解决已开发或正在开发的油气田中广泛的生产难题。①用水平井高效开发断层遮挡剩余油富集区,提高采收率。②用一口水平井高效开发某一层段构造高点含油富集区,改善开发效果,提高产能。③由于地层致密和低渗透而没希望进行开采,以及由于产层隔离而产量很低(如中原油田深层油气)及裂缝性油藏,可在目的层中对水平井的水平段进行精确定位来加以解决。④小断块的油气田或几个不相连的小断块油气田,可钻一口或两口大位移或水平井来开发,节省投资,提高经济效益。⑤为了提高稠油、特别是超稠油的产量需要采用水平井开发。

2 水平井测井仪器下井的原理与方法

2.1 随钻测量法

为了适应突飞猛进的水平井钻井工艺的需要,近年来,新的测井方法和测井技术不断涌现,如MWD和LWD技术。目前在水平井钻井中的主要技术是MWD(即随钻测量),用于地层评价的称为LWD(随钻录井或FEMWD—地层评价随钻测量系统)。随钻测量系统由井下传感器组件、数据传输或井下记录装置与地面检测处理设备组成。所有随钻系统仅靠钻头下部的传感器来测量钻井参数与地层参数。钻井期间测量的

第一作者简介:马建中,男,1969年生,工程师,1992年毕业于石油大学(华东)矿场地球物理专业,现在中原石油勘探局地球物理测井公司数控测井中心工作,主要从事数控测井仪的使用及维护工作。邮编:457001

数据通过泥浆实时传输到地面。MWD一般能测量井斜、方位及工具面方向。LWD除上述外,还可以测量电阻率、自然伽马、岩性密度、中子、声波等地层参数。另外,还可用钻具振动分析技术来指导定向钻进。

水平井成功钻进的基础是LWD数据和MWD方向数据。LWD工具能提供所钻的井眼地层信息。这些数据决定如何改变井眼的方向使之达到所希望的目标,这种方法就是所说的“地质导向(geosteering)”。

地质导向技术包括可靠的导向系统(MWD)、改进的新型地层物理测量工具、测井数据模型、近钻头传感器和测传马达,以及具有三维地震方法处理的详细的构造图。以下是地质导向钻井中使用的典型的井底组合和钻柱组合:钻头+地质导向系统(测传马达、近钻头电阻率测量仪、伽马和井斜测量仪)+地质导向工具接收短节(接收来自导向系统的数据)+MWD测斜仪+无磁钻铤(是为把MWD的方位误差减至最小或安装LWD的中子孔隙度仪器)+钻杆^[2]。如图1所示。

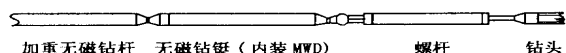


图1 水平井井下钻柱组合

这样,利用钻头处的测量数据可以快速检测正在改变的岩性,这正是地质导向的依据。实时的随钻测井(LWD)服务有助于导向水平井眼穿过生产层,同时提供了地层评价的岩石物性数据。LWD测出的电阻率、自然伽马、中子孔隙度等曲线可用于描述油藏,尤其是变化的岩性和地层的几何结构。

由于随钻测量地层打开时间短,受泥浆侵入影响小,其测量结果能描述地层的原始状态,为准确划分地层剖面、进行地质评价提供了更为有利的依据,因此使用前景十分广阔。随着新技术的进步和发展,近年来国外的随钻测量技术出现了一些新的进展。

(1) EM数据传输 电磁(EM)传输方法能替代泥浆脉冲传输方法将MWD/LWD数据传输到地面。

(2) 直接数据传输系统 GrantPrideco公司的智能钻杆通信系统是一种通过钻杆连接井下MWD/LWD仪器与地面系统的高速传输系统。采用无需专门定向的非接触式耦合器通过钻杆传输测量数据。

(3) 恶劣环境 MWD Precision Drilling Computalog公司的恶劣环境MWD(HEL MWD)系统能在180℃, 30 000 psi (1 psi = 7.0 kg/mm²)井下环境中稳定工作。

(4) 声波横波速度测量 贝克休斯 INTEQ公司开发出LWD多极声波仪并进行了现场试验,该仪器能以单极、偶极和四极模式获取声速测井资料。

(5) 大井眼声波测井仪 Sperry Sun公司开发出

9.5 in (1 in = 25.4 mm) 双模式声波仪器(BAT),适用于在大井眼中获取声速资料。

(6) 井径测量 斯伦贝谢公司提出了根据中子、密度和超声波方位LWD测量资料推算LWD井径的新方法。新方法根据获取的参数和环境参数(泥浆性质、仪器运动和地层特性等)自动计算不同的井径值,并根据各自的置信系数按深度组合在一起。推算出的钻井过程中的组合井径值比单项井径值更精确。

2.2 钻杆输送测井

这种技术在1981年初次用于LA91水平井(拉克气田,法国)。

原理 将测井仪装在钻杆底端,用钻杆移动井下仪,如图2所示,通过电缆传输数据信息,用增减钻杆来下放和起出井下仪。该系统由三个主要部分组成:(1)井下测量仪及保护设备;(2)下井仪和钻杆之间接口上的电接头;(3)带密封盒的侧入短节^[3]。

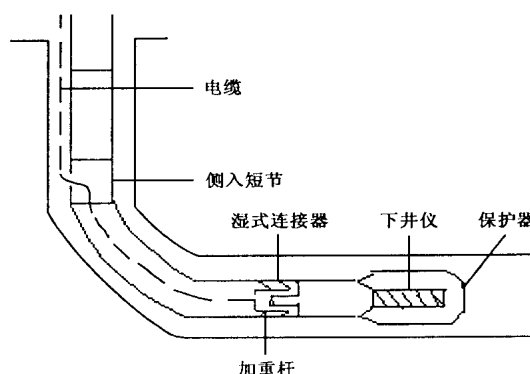


图2 钻杆输送测井系统

操作步骤 测井下井仪和电缆连接器接到钻杆的底端,随钻杆下入到待测地层的上面。将侧入短节接到钻杆上。电缆从侧入短节进入钻杆,并被泵入钻杆,接到连接器的公接头上。这样该系统就作好记录的准备,通过接钻杆下钻可以下行测量;通过卸钻杆提钻可以上行测量。为防止电缆在钻杆和套管之间的环形空间里受损坏,建议将侧入短节下到井的一定斜度位置就不再下了,或者将电缆沿钻杆夹紧来保护电缆。

因为这种方法采用钻杆输送下井仪,所以该方法在理论上适用于各类水平井,测井范围可覆盖整个水平井段,且所有常用测井仪的组合均可使用。但也有例外,如果钻井船受海浪影响,则多数小直径测井仪无法使用,因为易受钻杆重量的作用而损坏。

2.3 泵入技术

用这种技术,下井仪和挺杆通过钻杆(或油管)泵入井中,并由一个预先布线的挺杆(延伸电缆)输送到钻杆(油管)外的井中。

原理 这种方法只能用于小直径和生产测井仪

器,如图3所示。下井仪装在由丝扣连接在一起的挺

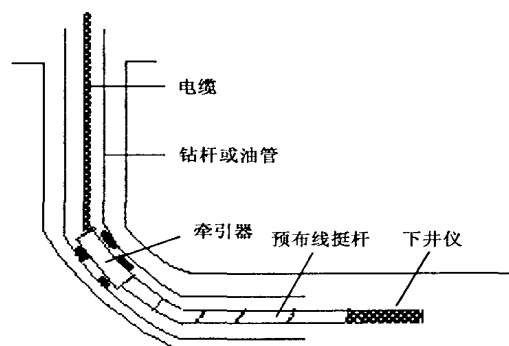


图3 泵入挺杆系统

杆的一端,保证机械连接和电气连接。挺杆通过带有皮碗的主轴(称作“牵引器”)同电缆连接。对形成活塞作用的牵引器加压,使下井仪通过钻杆(油管);回收下井仪靠上提电缆。另外,当加压使挺杆下行时,钻杆(油管)内无法进行循环,这种情况妨碍流动条件下的生产测井,除非是双油管或无封隔器完井。

操作步骤 钻杆(油管)下到待测层的顶端后,下井仪、挺杆、牵引器和电缆组装在一起,然后共同下到井里。防喷器(BOP)和防喷管组合,保证生产测井在井口压力下进行,密封盒提供电缆的密封。泵到牵引器上的液体根据挺杆的长度把下井仪推出钻杆(油管),由电缆直接测量深度。一个限制管接头将防止推

进器掉出钻杆(油管)。

目前,在水平井中使用过的这种泵入杆的最大长度为700 m。若管孔中无障碍物,则可测更长井段。

2.4 挠性管输送测井系统

原理 下井仪直接装在挠性管的一端,挠性管盘在滚筒上,电缆预先装在挠性管中。下井仪和挠性管之间的接头确保挠性管下端的机械和电气连接^[4]。而在地面上,电缆的输出通过滚筒轴上的集流环。用标准的挠性管注入器的头部来控制管子在井里的上下移动,深度测量系统在靠近注入器的附近。

本系统同样具有输送标准下井仪、小直径下井仪和生产测井下井仪的能力,但是输送的能力受下井仪重量影响。另外,通过挠性管仍可保持泥浆循环。

操作步骤 用本系统进行测井的步骤同一般使用电缆测井的步骤完全一样。若需要带压测井,应加上同下井仪配套的防喷管。测井记录可以“下行”和“上行”记录,测速的范围由注入器和不同下井仪对速度的要求来决定。

本系统的弱点是比较脆,挠性管不能“推进”沉重的下井仪走很长的距离。经验表明,预绕的系统能在下有套管的水平井中将重型测井工具推进200 m以上,把轻型生产测井工具推进600 m。

几种水平井测井方法比较见表1。

表1 水平井测井方法比较

技术	下井仪	需要的提升能力	测井时能否循环	对井下仪的推力	恒速运动	井斜范围 / °	水平段限制		评论
							裸眼井/m	套管井/m	
电缆测井	标准的	小	是	零	是	≤70	—	—	仪器的组合受电缆限制
	小井眼和生产测井	小	是	零	是	≤70	—	—	
钻杆输送测井	标准的	大	是	很强	不	≤90	不限	不限	各种下井仪组合;无质量限制
泵入挺杆	小井眼和生产测井	小	不*	强	近似	≤90	700	700	小直径测井仪和生产测井仪
	标准的	小	是	弱	是	≤90	0	500	
挠性管	小井眼和生产测井	小	是	弱	是	≤90	0	500	质量限制
	标准的	小	是	弱	是	≤90	0	500	
MWD	MWD 或 LWD	大	是	很强	不	≤90	不限	不限	无质量限制

* 除非用双油管

3 结 论

水平井的成功钻进促成了特殊测井技术的发展。由于有了这些沿水平井眼输送测井仪器的方法,许多裸眼井和套管井的测量才得以进行,生产测井才能记录,水平套管井才能射孔。此外,这些方法的应用范围不仅限于水平井或大斜度井,而且也应用于井下存在困难情况(严重狗腿,井壁坍塌,桥堵等)的普通井。

参考文献

[1] Bosio, J C, Fincher, R W, Gannesini, J F, et. Horizontal

Drilling - A New Production Method, Paper presented at the Twelfth World Petroleum Congress, Houston 1987

[2] Science Drilling INC(US). SDI MWD Tehory Manual. 2000 (资料)

[3] Wittrish, C and Jourdan, A. Horizontal Well Logging by Simphor. Proc., the Eighth European Formation Evaluation Symposium, London, March 1983

[4] Howell, E P, Smith, L J and Blount, C G. Coiled - Tubing Logging Systm. SPEFE, March 1988

(收稿日期:2003-09-13 编辑:高红霞)

18(3) :32~34

Windows has become main types of operation system in recent years, logging system software based on windows platform becomes a developing tide, and device drivers is one important part in logging system software. Developing device drivers need special tools. Up to now there are two widely used tools include Windows DDK which provided by MICROSOFT and VtoolsD and DriverWorks which provided by NuMega. The device drivers for perforation panel and high resolution induction test panel are developed. Practical application shows that using VtoolsD and DriverWorks to develop VxD and WDM is more convenient and simple than using DDK. The paper introduces how to write logging Device Driver using VtoolsD development tool in detail.

Key Words :Virtual Device Driver, VtoolsD, I/O port, hardware interrupt, DMA

Yang Chengjun, Sun Chuanyou and Ran Ruili. An automatic adjustment method for temperature error based on single chip microprocessor. 2004, 18(3) :35~36

Temperature error is the main factor that produces the measuring error. The paper puts forward an automatic adjustment method for temperature error based on single chip microprocessor, its basic idea is using D/A to compose of the feedback compensation loop, and using single chip microprocessor to control the output of D/A to eliminate the zero measuring error which causes by the measuring circuit of electrical bridge and operating point of amplifier varying with temperature, and these make the temperature error to diminish.

Key Words :torque, automatic adjustment, feedback compensation, single chip microprocessor

Wang Hongchao, Liu Jun, Lü Jiufu and Liu Wenying. Analysis on well logging parameters of Yitong region in Moliqing oilfield. PI, 2004, 18(3) :37~39

After researched focused on Shuangyang group based on about 19 wells drilled in Moliqing oil field, compounded with the formation contrast, reserve distribution, and the results of test and exploitation, the writer set up a log interpret model for the oilfield, and found a set of interpret standard. Using the research result, the writer distinguished the log series corresponding with the geologic character.

Key Words :Moliqing oil field, shuangyang group, well logging data, logging interpret method, interpret model, well logging series

Ma Jianzhong, Qi Zhenping and Xiang Jiutao. Methods for transporting logging tools in horizontal wells. PI, 2004, 18(3) :40~42

several chief methods for putting the logging tools to a well, and their working principles, structural characteristics, using demands and matters to be noticed are introduced in detail. MWD or LWD and Toolpusher are important logging methods and have been widely used in horizontal well logging.

Key Words :measurement while drilling, toolpusher, horizontal well, pump down stinger, coiled tubing, geosteering

He Yueguang. Fuzzy cluster algorithm and its application. PI, 2004, 18(3) :43~44, 46

Fuzzy cluster includes these algorithms, such as the transmitting closure, dynamic direct cluster, and maximum tree, and the operation times of dynamic direct cluster algorithm is the least. It is subject to the data pre-processing and the normalization procedure. The fuzzy similarity matrix is established by using of the appropriate fuzzy relationship, then the clustering and pattern recognition can be realized. The typical numerical example and oil-water formation experiment show the effect is good in actual application.

Key Words fuzzy cluster, dynamic direct cluster, pattern recognition

Tan Maosen, Cheng Daixun and Duan Zhiqiang. Ultrasonic test of CO₂ dew point in porous medium. PI, 2004, 18(3) :45~46

The process of producing oil and gas is that oil and gas seep under the stratum pressure in porous media. The high pressure character under the stratum liquid is an important parameter. To grasp seepage flow rule of stratum fluid, a set of test device for porous medium phase state research based on ultrasonic technology is developed. Using Quartz sand as porous medium, the dew point of carbon dioxide in quartz sand is investigated. The experiment show porous medium has influence on the dew point of carbon dioxide, and leave the critical point of carbon dioxide the farther, this kind of influence the bigger.

Key Words porous medium, dew point pressure, waveform method, critical point

Wang Shuhai. Application of zonal pressure drawdown data of water injection wells. PI, 2004, 18(3) :47~49