

# 井底参数智能测量装置

张耀先<sup>1</sup> 雷华才<sup>1</sup> 秦曦<sup>2</sup> 夏铭莉<sup>1</sup>

(1. 中国石油集团西部钻探吐哈钻井公司, 新疆 吐鲁番 838200)

(2. 中国石油集团西部钻探工程技术研究院, 新疆 吐鲁番 838200)

**摘要:** 井底参数智能测量装置是为测量石油钻井井底参数而研制、发明的一种智能型的测量装置, 短节内置各种传感器, 可以获取井底各种参数(即井斜、方位、工具面、钻头转速、温度、钻压、扭矩、电阻率、伽玛), 帮助解决实际钻井中存在的许多问题, 如识别易发生复杂情况的地层, 通过伽马、电阻率发现薄油气层的存在, 在地层尚未被钻井液污染前来获取最新地层特性资料, 评价地层压力, 并根据井斜、方位来控制井眼轨迹, 还能根据所获得的各种参数来帮助判断、处理井下复杂事故。

**关键词:** 井底参数; 智能测量短节; 读数载体; 静态测量; 动态测量

## 1 井底参数智能测量装置的工作原理及技术特点

### 1.1 钻井事故复杂及各种状态分析

钻井的对象是地层, 钻井的目的是发现油气层、保护油气层和了解地层岩性。然而钻井的过程并非一帆风顺, 常常会遇到各种复杂情况和事故、会遇到井身质量事故及油层污染, 由此给钻井工作带来了很大的麻烦, 在一定程度上也会造成重大的经济损失, 严重制约钻井的提速、提效。

通常情况下钻进过程中所遇到的卡钻等事故和复杂不能被直观的判断发生原因, 只能通过积累的经验和各种现象, 如泵压、悬重、钻井液进出口流量、机械钻速的变化等进行判断, 这就给事故和复杂的处理带来诸多不便, 也会造成误判的结果。钻压是钻进过程非常重要的钻井参数, 但在实际钻进中因其受摩阻、托压和钻井液性能等因素的影响, 指重表所显示的钻压并非钻头的实际钻压。另外, 在打开地层的短时间内进行伽马、电阻率的测量可以及时发现油气层、确保地层岩性的准确。随时掌握井底压力和温度对调整钻井液的性能也非常重要。所有这些都是每个石油勘探者所期盼的, 所以研究发明一种井底参数智能测量装置来判断复杂和事故、控制井身质量、发现油气层、保障钻井提速、提效是很有必要的。为了解决以上问题我们进行了详细的分析和研究, 最终研发了井底参数智能测量装置, 它能够及时获取井底参数, 帮助和解决钻井中所遇到的难题, 可以有效预防事故复杂的发生, 为钻井提速、提效提供有力的保障。

### 1.2 井底参数智能测量装置的工作原理及操作方法

井底参数智能测量装置工作原理及操作方式分为两大部分: 即智能测量和数据的获取。

第一部分: 测量短节各种参数采用了两种测量方式, 即开泵的动态测量和停泵后的静态测量, 动态测量的数据有(钻头转速、钻压、扭矩、井底压力等), 静态测

量的数据有(井斜、方位、温度、井底压力、电阻率、伽马等), 每次的动态和静态测量由短节内的压力传感器来感受并智能控制, 而且每次按两种状态分别只测一次并储存一组数据, 其最大优点是节电、数据量少便于储存和传输。另外, 短节内置时钟将每次所测的数据有时间跟随, 便于根据时间所对应的井深查找到该井段的测量数据。

第二部分: 测量数据的获取采用了自浮的方式从井底取到地面。取数载体由取数器和浮筒组成(取数器是下传和读取短节内数据的装置), 钻进中需要了解该井段的参数时, 首先在地面对取数器测量模式进行设置, 然后将取数器和各浮力仓连接(即取数载体), 卸开方钻杆将取数载体放入钻具内开泵送到测量短节托盘处, 该托盘也是和取数器接触后进行数据传输交换的主要机构, 随即读取测量短节内储存数据, 同时下传指令给测量短节, 改变其测量工作模式。数据传输时间为3min-4min, 传输完成后, 立即停泵并上下活动钻具, 防止卡钻事故的发生, 此时取数载体会以200m/min的速度在钻具内上浮, 到达井口后取出取数载体并读取数据, 这样就完成了整个井底参数智能测量装置的测量全过程。

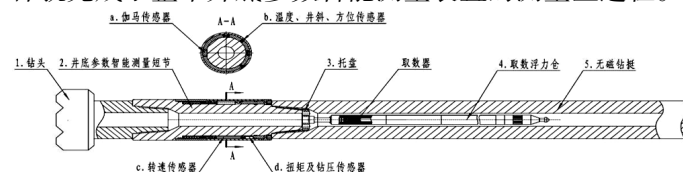


图1 井底参数智能测量系统结构简图

主要结构组成: 1 钻头; 2 井底参数智能测量短节; 3 托盘; 4 取数浮力仓; 5 无磁钻铤。

数据测量: a 伽马传感器; b 温度、井斜、方位传感器; c 转速传感器; d 扭矩及钻压传感器。

### 1.3 井底参数智能测量装置的技术特征

#### 1.3.1 技术方案

第一: 研制智能型的测量短节, 内置压力传感器由

它感受到开泵、停泵并控制其他所有传感器的测量工作模式，即开泵的动态测量（扭矩、钻头转速、钻压、井底压力等）和停泵的静态测量（井斜、方位、井底压力、温度、伽马、电阻率等）。

第二：测量短节有储存测量数据和传输数据的机构。

第三：研究取数载体，应具备四个功能：

①开泵后将它送到短节托盘位置能获取短节传输给它的数

据；②它能将地面设置好的指令下传给测量短节，从而改变测量短节的测量工作模式；

③数据接收完停泵后它能够在钻具内上浮到井口；

④到地面后通过电脑能读取短节所传输给它的测量数据。

### 1.3.2 技术指标

①测量短节：外径为  $\Phi 178\text{mm}$ ，总长为  $619\text{m}$ ，工作时间  $\geq 300\text{h}$ ；

②取数载体： $\Phi$  外径为  $41\text{mm}$ ，长度为  $7425\text{mm}$ ，工作时间  $\geq 30\text{h}$ ；

③井斜： $0\sim 180^\circ \pm 0.3^\circ$ （静态）， $\pm 0.5^\circ$ （动态）；

④伽马测量范围： $0\sim 500\text{API}$ ；

⑤灵敏度： $\geq 1.9\text{CPS/API}$ ；

⑥伽马方位分区分辨率： $1^\circ$ ，精度  $5^\circ$ ；

⑦正弦振动： $10\text{g } 50\sim 200\text{Hz}$ ， $20\text{g } 30\sim 200\text{Hz}$ ；

⑧随机振动： $10\text{g rms}$ ， $50\sim 200\text{Hz}$ 。

### 1.3.3 技术特点：

电池供电，便于操作使用。智能控制，自动化程度高。从井底获取数据的过程采用了自浮的原理，方便经济。

## 2 现场情况及效果分析

### 2.1 现场应用情况

2021年7月16日在泉9-2井，进行了井底参数测量装置的现场试验，取得了圆满的成功，井下300h，仪器工作正常，和MWD仪器所测的数据井斜、方位、工具面相当吻合，钻压、扭矩、转速、温度和现场相符，达

到了预期的效果（见表1）。

测量短节连接在钻具距离钻头只有0.5m位置，并带有伽马，在钻开地层的瞬间，能及时获取油层未被钻井液污染前地层特性的最新资料，并发现薄油气层的存在。其次更重要的是依据近钻头的井斜、方位来进行井眼轨迹、尤其是水平井的控制，从而大幅提高了井眼轨迹控制精度和油层钻遇率。

## 3 结束语

井底参数智能测量装置，能够将井底的钻井参数、水力参数、地层特性、井眼走向、地层压力、漏失压力等提供真实的数据，如：扭矩、钻压、钻头转速、井底压力等，这样钻井中的许多模糊性就变得不模糊了，许多不确定性可以确定了，尤其提供的这些工程参数，可以帮助解决实际钻进中存在的许多问题，识别易发生复杂情况的地层，帮助判断、处理事故和复杂，保证钻井过程的安全性，以及提高钻井时效，它重要性和潜在经济为国内钻井界所瞩目，由此产生不可估量的社会效益和经济效益。

该井底智能测量装置采用了智能控制，自动化程度高、测量数据少、便于储存和传输，采用静态测量模式获得的数据准确可信，工作可靠性高。自浮的方式进行数据的获取，投资少，便于操作使用，对环境无污染，可广泛的应用于石油钻井系统进行井底参数的测量，以提高钻井的综合经济效益。

### 参考文献：

- [1] 罗永中,陈怀高,吴先中,方健,谭山川.CDL测井仪打捞工具的研制与应用[J].天然气工业,2006,26(7):59-60.
- [2] 许学刚,反穿心打捞测井电缆时井口防喷工具的研究[J].中国石油和化工质量与标准,2013(17).
- [3] 罗荣,蒋建平,崔光.塔河油田测井事故处理及预防探讨[J].测井技术,2013(37) 5:553-556.

### 作者简介：

张耀先(1965-)，男，汉族，中国石油集团技能专家，主要从事钻井工作。

表1 MWD和近钻头测量数据对比

名称	井斜	方位	工具面	钻压	扭矩	电压	转速	温度	下伽马
MWD	$1.41^\circ$	$340.75^\circ$	$109.37^\circ$						
近钻头	$1.58^\circ$	$340.22^\circ$	$107.46^\circ$	63kN	4-10kN.m	13.79 V	146 r/min	$23^\circ\text{C}$	24.75 API