

深海钻井平台隔水管监测方法对比研究

张兴权¹, 陈巍¹, 秦一飞²

(1. 招商局重工(江苏)有限公司, 南通, 226116; 2. 哈尔滨工程大学烟台研究生院, 烟台, 265500)

摘要: 隔水管监测系统主要目的是监测隔水管形状、受力、上下滑动接头的角度, 通过实时监测关键参数, 移动平台位置, 确保隔水管处于安全作业范围, 保障了作业安全。通过对比常见的国外供货商和国内研制的隔水管监测系统的组成、监测参数的获取、处理, 对常见的监测系统进行分析对比, 供行业内参考和决策使用。

关键词: 隔水管; 监测系统; 平台最优位置

中图分类号: TN929.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0074—02

钻井隔水管是海底井口与钻井船的重要连接设备, 当其转角、伸缩节冲程、应力等超过安全作业允许的临界值时, 隔水管必须停止作业, 进而影响了钻井时效。隔水管系统工作时, 影响其工作的参数和因素主要有其自身的重力、刚度、其内部流通的高压泥浆的压力、振动, 上部张紧器的拉力, 海平面以下的流力, 下部滑动接头的拉力等, 这些参数共同作用于隔水管, 最终体现在隔水管上部滑动接头角度、下滑动接头角度、隔水管在深海中的形状。

隔水管监测系统主要目的是监测隔水管形状、受力、上下滑动接头的角度, 通过实时监测关键参数, 确保隔水管处于安全作业范围, 保障了作业安全。

1 隔水管两端角度监测计算平台最优位置

该方法主要是依据隔水管两端的角度进行实时监测, 不仅反映了隔水管两端与上下滑动接头的连接情况, 还反映了隔水管的受力、大致形状等, 从而为平台最优位置计算提供了依据, 最终减小隔水管两端的角度, 减少隔水管的受力。

1.1 系统组成

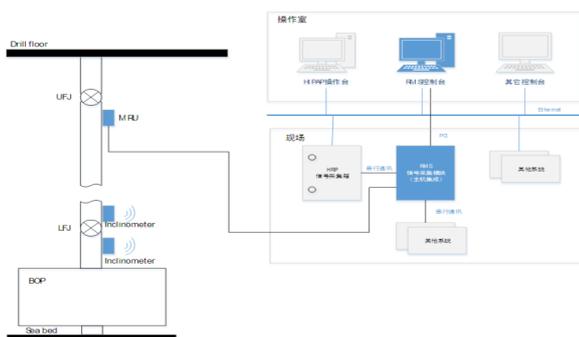


图1 隔水管两端角度监测方法组成示意图

系统主要由运动参考单元(MRU)、控制台、信号采集模块、水声信标、倾角仪(Inclinometer)及其它

相关附件组成(如图1所示)。

隔水管监测系统控制台: 人机交互操作的界面, 用于监视系统运行参数、配置隔水管参数等, 控制台主机也是测量数据分析的计算平台。

运动参考单元(MRU): 测量隔水管垂直面上的倾角及平台运动状态参数。

信号采集模块: 用于接收并处理各传感器或其它协同系统数据, 根据现场设备接口状况配置相应的接口。

倾角仪(Inclinometer) 测量隔水管垂直面上的倾角。

水声通讯设备: 主要用于水下传感器信号传输和传感器供电, 包括中间节点的定位。

电缆设备: 主要用于用于水下传感器信号传输和传感器供电, 设备除电缆外, 还有相应的缆绳收放装置。

1.2 监控系统原理

系统通过安装在上柔性节的垂直运动单元MRU测量上柔性节的倾角, 和下柔性节的倾角仪测量下柔性节的倾角。倾角仪测量数据通过水声信标与矢量听器系统的通讯链路将测量数据转发至隔水管监测系统系统主机。根据测得参数推算当前平台的最优位置及隔水管弯曲状态, 并通过动态画面的方式在系统人机界面中实时展示。

1.3 系统功能

(1) 最优位置估算。通过上下柔性节角度计算出最优船舶位置, 计算平台安全区域。支持的操作模式包括: 钻探作业、非钻探带钻杆、非钻探不带钻杆和准备断开。

(2) 张力监测。系统通过图形化的方式显示张力相关信息, 其中包括: 上柔性节(UFJ)角度、下柔性节(LFJ)角度、张紧器行程、顶部张力、下柔性节张力、下隔水管总成接头张力、船舶位置(北东坐标)、最优位置偏差。

(3) 隔水管行程, 张力器行程, 伸缩节行程监测。系统通过接口与张紧系统连接, 获取张紧器张力信息,

计算隔水管张力,包括隔水管顶部张力、下柔性节张力和下隔水管总成接头张力。系统通过画面显示张力信息。系统通过对伸缩节行程的实时测量值,显示伸缩节行程参数,提供相应的报警功能。

(4) 连接器载荷监测。通过底部张紧力测量值和隔水管重量特征参数,系统计算下隔水管总成和防喷器(BOP)的有效张紧力。系统对连接头载荷参数进行监测,提供相应的报警功能。

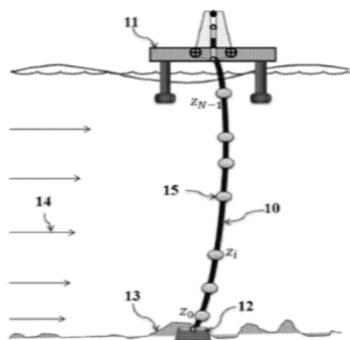
(5) 隔水管配置及静态隔水管计算工具。系统提供用户根据实际情况配置隔水管的功能,用户可定义隔水管各管节的顺序,从数据库中选择管节类型进行组合。系统可进行长度计算、重量计算、静态计算、张力计算等。

(6) 事件及报警及数据日志。系统根据预设报警及事件触发条件触发相应的报警。系统永久保存报警事件信息,并将报警事件导出。系统报警分为四个级别:事件(Event)、警告(Warning)、报警(Alarm)和紧急报警(Emergency)。

2 隔水管位移监测计算平台最优位置

图2所示的隔水管监测系统主要是由声学多普勒流速计和若干个加速度计组成,流速计主要是测量海流剖面,加速度计是测量隔水管的各个节点的加速度,进而获取位移,也可以转换为隔水管的应变。

该种监测方式利用若干隔水管外壁的应变变量,测得隔水管的实时最大应变、倾角、偏移量和偏移方向等参数。



图中 10 隔水管, 11 钻井平台, 12 BOP, 13 海底, 14 流速计, 15 加速度计

图2 隔水管位移监测

该系统的实现精度与上述系统1的精度可以实现基本一致。

其功能包括:

(1) 测量并计算隔水管的形状。隔水管及泥浆的特性都是已知参数,通过测量流剖面的流力,各个隔水管节点处的位移,能够实施计算出隔水管的真实形状,进而计算隔水管的应力、疲劳;

(2) 隔水管两段的角度。通过测量平台的位置和

艏相,计算获取隔水管的形状之后,可以计算出隔水管上下柔性连接点的角度;

(3) 平台最优位置。计算获取了隔水管的实时形状和两端角度之后,可以计算出平台的最优位置,使隔水管受到的变形最小,两端角度最小,增加隔水管的使用寿命;

(4) 事件及报警。系统根据预设报警及事件触发条件触发相应的报警。系统永久保存报警事件信息,并将报警事件导出。系统报警分为三个级别:警告(Warning)、报警(Alarm)和紧急报警(Emergency)。

3 结论

通过对两种隔水管监测系统的对比分析,从其配置、布置、组成、原理、功能等进行了分析,可以看出:

第一种隔水管监测系统组成简单,从平台上引入张紧器行程及张力、钻井泥浆流速计配重、平台位置和艏相信号,另外只需要测量获取隔水管两端的角度,通过优化计算,得出上下两个角度最小时的水面平台位置,隔水管两端的角度信号可以通过无线方式上传;该方法安装、布线简单,成本低,缺点是不能实时测量和评估隔水管形状以及应力。

第二种隔水管监测系统,需要沿隔水管额外布置多个角度传感器、流速仪,最终能够实时得到隔水管的形状、应力、两端的角度,计算得出水面平台的最优位置。显然第二种方式水下布置设备较多,安装复杂,成本大增。

在实际工程中,可以根据需要来选取实际的隔水管监测方式和布置。

参考文献:

- [1] 孟祥瑜.深水钻井隔水管监测应用技术研究[D].中国石油大学(华东),2015.
- [2] 刘秀全,邱娜,王向磊,畅元江,陈国明;基于断裂力学的深水钻井隔水管疲劳失效评估[J].石油工程建设,2020(S1).
- [3] 畅元江,杨焕丽,刘秀全等.深水钻井隔水管-井口系统涡激疲劳详细分析[J].石油学报,2014,35(1):146-151.
- [4] 盛磊祥,许亮斌,金学义,等.钻井隔水管涡激振动监测装置海上试验[J].中国海上油气,2021,33(1):140-143.