

钻杆检测设备的国产化改造

丁劲锋¹, 康宜华¹, 巴鲁军², 张云龙²

(1. 华中科技大学机械学院, 湖北 武汉 430074; 2. 胜利油田渤海钻井管具公司, 山东 河口 257300)

摘要: 针对胜利油田渤海钻井管具公司引进美国OEM公司的钻杆室内检测线在使用过程中出现的问题, 在认真分析引进设备硬软件的基础上, 对该设备进行了国产化改造。不仅保持了原设备的性能指标, 而且增加了管壁厚检测功能, 提高了检测信号量化能力, 实现了钻杆的科学有效的分级管理。

关键词: 钻杆; 漏磁检测; 分级; 探头靴; 壁厚; 国产化改造

中图分类号: TG14; TH878.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2311(2004)01-0035-03

Modification of Drill Pipe Inspection/Measuring Equipment with China-made Hard/software

Ding Jinfeng¹, Kang Yihua¹, Ba Lujun², Zhang Yunlong²

(1. The Machinery Institute, Central China S & T University, Wuhan 430074, China;

2. Bohai Sea Well Drilling Tube & Tooling Co., Shengli Oil Field, Hekou 257300, China)

Abstract: The U.S. OEM-made in-door drill pipe inspection/measuring line imported by Bohai Sea Well Drilling Tube & Tooling Co., Shengli Oil Field is modified with China-made hard/software, pinpointing the problems encountered during the operation of the line and on the basis of an in-depth analysis of the original hard/software thereof. As a result, the drill pipe inspection/measuring line with all of its original designed performances remaining is provided with an additional pipe body gauge measuring function and its ability to produce quantitative measuring signals is enhanced so as to realize rational and efficient stepped management of the drill pipes.

Key words: Drill pipe; Flux leakage inspection; Stepped; Transducer shoe; Wall thickness; Modification with China-made hard/software

0 前言

石油钻杆大多采用高锰钢或合金钢管材制成, 常用的有 $\Phi 73$, 89, 127 mm 3种规格。钻杆在长期使用过程中, 会产生疲劳裂纹、腐蚀坑以及壁厚减薄等缺陷, 随着缺陷的加剧, 钻杆逐渐由一级降为二级, 由二级降为报废。因此需要定期对钻杆进行检测, 并对其进行分级^[1]。ARTIS-II型钻杆检测设备是胜利油田渤海钻井管具公司从美国OEM公司引进的1套钻杆室内检测线, 经过一段时间的使

用, 发现该检测线存在以下主要问题: ①设备出现故障后, 国外厂商维修不及时, 严重影响生产; ②检测探头易磨损, 更换费用较高; ③检测软件带有加密, 需要定期升级, 费用很高; ④不能量化管壁厚检测数据, 无法根据钻杆检测的国标对钻杆进行分级。为此, 在不影响原有设备使用的情况下, 采用并行接插式结构对检测设备的探头靴、自动控制系统和软件进行了改进, 取得了很好的效果。本文就此作一介绍。

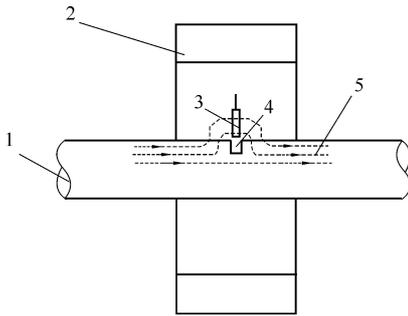
1 钻杆检测设备的工作原理

长期以来, 油管、钻杆等高载荷构件检查的国际规范包括超声检测法、涡流检测法和漏磁场检测法。磁性检测法是目前被公认对管状铁磁性材料最

丁劲峰(1976-), 男, 在读博士, 从事无损检测无线号处理方面的研究工作。主要科研成果有: 胜利油田钻杆室内检测线的国产化改造, 数字化抽油杆螺纹检测仪的研制及其他一些相关项目的研究。

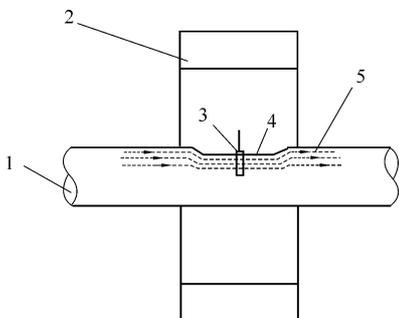
可靠的检测方法。由于这一方法长期以来受到人们的重视,成为目前公认的成熟方法。钻杆绝大多数采用导磁性能良好的高碳钢制成,很适合于利用磁性检测法进行检测;同时,磁性检测法具有成本较低,易于实现等优点。利用磁性检测方法检测钻杆缺陷(裂纹、孔洞、磨损等)的基本原理是:用一磁场沿钻杆轴向磁化钻杆段,当钻杆通过这一磁化磁场时,一旦钻杆中存在缺陷,则会在钻杆表面产生漏磁场,或者引起磁化钻杆磁路内的磁通变化,采用磁敏感元件检测这些磁场的畸变,即可获得有关钻杆缺陷的信息。

针对钻杆结构和缺陷特征,可采用2种类型的磁检测方法,如图1所示的局部缺陷检测和图2所示的壁厚减薄检测。前者通过测量钻杆表面局部区域中的漏磁场获得信息,主要检测像裂纹、孔洞、腐蚀坑等引起的磁场局部的跳变缺陷;后者通过测量磁化回路中主磁通的变化获得信息,主要检测像磨损或者大面积腐蚀引起的壁厚减薄缺陷。



1—工件 2—直流励磁线圈 3—霍尔元件
4—局部缺陷 5—磁场分布

图1 局部缺陷检测原理



1—工件 2—直流励磁线圈 3—霍尔元件
4—壁厚减薄部位 5—磁场分布

图2 壁厚减薄检测原理

2 检测设备的改进

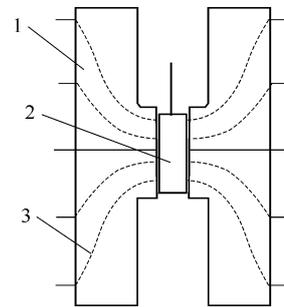
2.1 自动控制系统

进口设备的自动控制系统采用全电脑数字化控制,检测线的动作改进与维修都很不方便。因此,在保留原有机电传输系统、液压系统、气动系统等被控部件及接口的基础上,采用继电器与控制按钮全硬件控制,实现了检测与控制系统的分离,避免了控制系统对检测信号的干扰。改进后的自动控制系统更加符合国产化的要求,简化了操作,方便了检修,也节约了成本。

2.2 检测系统

2.2.1 探头靴

由于单片霍尔元件在检测磁场信号时空间分辨率与覆盖范围有限,为全面检测钻杆的整个圆周方向,原进口检测系统在每个探头靴里并排分布有13片霍尔元件,每套探头共包括8个探头靴,1套探头共需要104片霍尔元件。改进后的探头靴在不改变原有外形尺寸的条件下,采用了聚磁检测专利技术^[2],用高导磁材料将测量磁场主动引导至测量元件中,如图3所示。



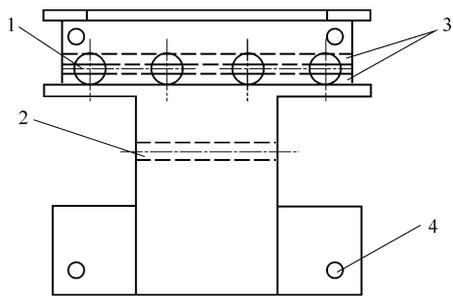
1—聚磁器 2—霍尔元件 3—磁场分布

图3 聚磁检测原理

由于单片霍尔元件所能感应到的磁场面积有限,通过高导磁材料做成的磁化器收集、引导、均化测量磁场,可以扩大单片元件的覆盖范围,提高有效信息比,简化测量结构,降低检测成本^[3]。探头靴采用聚磁技术之后,每个探头靴只需要布置4片霍尔元件,1套探头只需要32片霍尔元件。而且改进后的每个探头靴上增加了4个耐磨块,防止探头的磨损,大大提高了探头的使用寿命。探头靴外形结构如图4所示。

2.2.2 检测信号处理系统

OEM钻杆检测线的信号处理系统只能检测钻杆的局部缺陷信号,不能检测钻杆的壁厚减薄情



1—霍尔元件 2—安装孔 3—聚磁片 4—耐磨块

图4 探头靴的外形结构示意图

况，也不能对所检测的钻杆进行分级。因此，改进后的检测探头设计了1套全新的检测信号处理系统，该系统由数据采集卡、报警器、笔记本计算机和分析软件等部分组成。从钻杆缺陷检测传感器出来的8路信号中包含有多种原因引起的噪声，由腐蚀坑、裂纹等引起的比较微弱的跳变信号，因此，在数据采集卡中对信号进行了叠加、放大和滤波等处理，并将检测传感器输出的8路信号合成4通道腐蚀坑检测信号和4通道壁厚检测信号。预处理后的模拟信号经A/D转换器MAX197转换后，由计算机的增强并行口（EPP口）进入笔记本计算机进行分析处理，如图5所示。

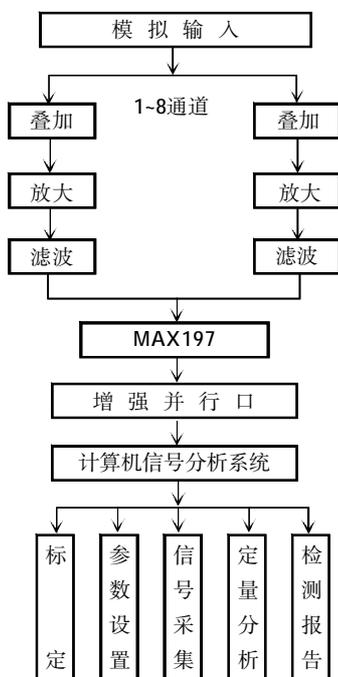


图5 检测信号处理系统

分析软件包括标定、参数设置、信号采集、定量分析、显示及检测报告的生成。其中在信号采集

的过程中，实时地动态显示钻杆每个位置对应的检测波形，并对超标的钻杆进行报警。每检测完1根钻杆，电脑屏幕上自动对数据进行压缩，整个屏幕会显示出整根钻杆的检测波形，压缩后的波形分两部分显示，上半部分显示局部缺陷的波形，下半部分显示钻杆壁厚减薄波形，如图6所示。

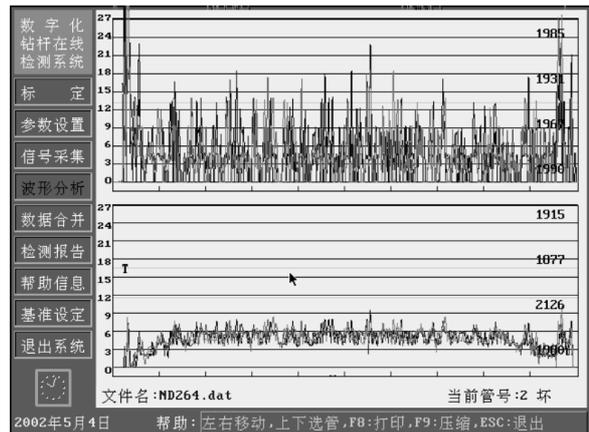


图6 钻杆现场检测波形屏示

根据SY/T 5824-1993钻杆分级检验方法和SY/T 5987-1994钻杆国外定货技术条件，制作出相当于一、二级钻杆的标样杆，由此标定出相应的报警门限值，检测时计算机自动判断钻杆的级别。

3 结语

该钻杆检测系统的改进保留了原有机电液系统、液压系统、气压系统在制造工艺方面的优势，对整个检测线的控制系统进行了国产化改造。设备改进后，运行成本降低，维护简单，排除故障的时间缩短，有效地提高了设备的利用率，延长了探头靴的使用寿命。从2002年4月改造完成至今，设备运行正常，实现了钻杆的科学分级管理，满足了不同井型和井深钻杆配备的需要，产生了较好的经济效益。

4 参考文献

- 1 时谨龙. 国外石油专用管材无损检测的现状与发展趋势[J]. 石油矿场机械, 1989, 18(4): 29-33.
- 2 黄 锐, 康宜华, 卢文祥, 等. 定量检测细长导磁构件缺陷的装置与方法[P]. 中国: 92115277.9, 1998.
- 3 康宜华, 薛鸿健, 杨克冲, 等. 钢丝绳断丝漏磁场的聚磁检测原理[J]. 中国机械工程, 1993, 22 (4): 4-6.

(收稿日期: 2003-05-13)

(修定日期: 2003-11-25)