

# 一种提前预测孔内事故的新技术

王建国<sup>1,2</sup>

(1. 河南省地矿局第一地质勘查院, 河南 南阳 473000; 2. 河南省大陆地质与科学钻探工程技术研究中心, 河南 郑州 450053)

**摘要:** 由于种种原因, 在钻井过程中往往会出现一些意想不到的孔内事故, 处理孔内事故通常需要浪费大量的时间和资金。介绍了一种能够提前精确预测孔内事故的新技术, 该技术利用时间序列方法实时分析钻井过程中钻进参数的变化, 依据钻进参数变化曲线来提前预测孔内事故发生。并给出了该技术的一个应用实例以及避免事故发生的补救措施。研究表明, 该技术能够提前 100 ~ 200 min 可靠预测将要发生的孔内事故, 大幅度降低经济损失, 具有重大的经济价值和广泛的应用前景。

**关键词:** 孔内事故; 预测; 工作机理; 补救措施

**中图分类号:** P634.8    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2010)08-0010-03

**New Technology for Downhole Trouble Forecast/WANG Jian-ming<sup>1,2</sup>** (1. The No. 1 Geological Exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Nanyang Henan 473000, China; 2. Henan Engineering Research Center of Geologic and Scientific Drilling, Zhengzhou Henan 450053, China)

**Abstract:** Some unforeseen downhole troubles often occur in the drilling course for various reasons, dealing with these troubles would waste a lot of time and cost much money. The paper introduces a new technology which can accurately forecast the downhole troubles ahead of time. Analysis was made on the variation of drilling parameters in drilling process by real time analysis with time series method, and according to the variation curves, the downhole troubles could be predicted. An application case and the remedial measures were elaborated. The study indicates that this new technology can reliably forecast downhole troubles 100 ~ 200 minutes ahead of time to greatly reduce the economic losses.

**Key words:** downhole trouble; forecast; working mechanism; remedial measure

## 0 引言

钻探是一项具有风险的隐蔽工程, 由于地下岩层的多变性、不可预测性和孔内工况的复杂性, 使得孔内事故在所难免。以河南省地矿系统为例, 每年岩心钻探和深部地热钻探出现的卡钻和埋钻事故高达百余起, 其中, 80% 左右的事故可通过一些技术措施解决, 20% 的则造成钻孔报废。仅此处理事故费用和因报废造成的直接经济损失高达千余万元。特别是复杂地层钻探和盲区的地热深部钻探, 其卡钻、埋钻事故率更高。

导致钻进过程中发生卡、埋钻等孔内事故的因素很多, 主要包括: (1) 孔壁不稳坍塌掉块; (2) 岩粉沉淀聚积; (3) 由于钻孔孔身弯曲, 在钻杆柱的长期作用下使较软岩石的孔壁上拉出了“键槽”, 在起下钻的过程中可能出现键槽卡钻; (4) 孔内泥浆柱的压力使得部分钻杆紧贴住孔壁形成压差卡钻。孔内事故一旦发生, 很难处理, 将造成重大的经济损失。

如果能提前预测卡、埋钻事故, 则在事故发生之前可以采取一些补救措施, 避免事故的发生, 这无疑对钻探工程具有十分重要的意义<sup>[1-3]</sup>。

为了减少因孔内事故造成的损失, 加强事故的预防和预测是关键。笔者认为中国地质大学研制成功的一种预测孔内事故新技术具有推广应用价值。

## 2 预测孔内事故新技术的工作机理

本技术采用测量组件连续监测钻探过程中钻杆柱的振动, 并通过微波发射器把振动信号发射给接收器, 高速处理系统对接收的信号处理分析后显示并打印出, 通过对打印的波形分析便可提前预测即将发生的卡、埋钻事故。

测量组件的安装位置如图 1 所示, 测量组件 3 安装在水龙头 2 和主动钻杆 4 之间, 利用它连续测量钻进操作的实时特性, 通过微波联接 6 把代表实时特性的数据传输到微波接收器 7, 微波接收器 7

收稿日期: 2010-07-15; 修回日期: 2010-07-24

**作者简介:** 王建国(1964-), 男(汉族), 河南许昌人, 河南省地矿局第一地质勘查院院长兼河南省大陆地质与科学钻探工程技术研究中心技术推广部主任, 高级工程师, 探矿工程专业, 从事钻探工程和钻探机具方面的研究工作, 河南省南阳市文化路 1096 号, Wangjm2004@yahoo.com.cn。

把数据流输入监测站 8,在这里数据被记录、监控,如果信号发生变化,则表明将要发生卡、埋钻等事故,当然这种预测早于实际事故的发生。

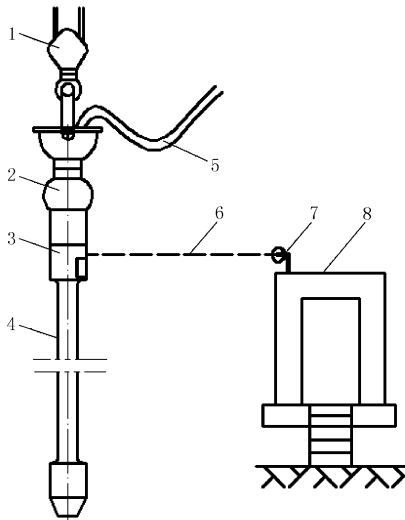


图 1 测量组件安装位置示意图

1—游动滑车;2—水龙头;3—测量组件;4—主动钻杆;5—水管;6—微波联接;7—微波接收器;8—监测站

图 2 为测量组件的结构详图。测量组件最上端是母扣、下端是公扣,测量组件中安装有可拆卸电池包 1,它为测量组件中的所有电子部件供电,此外,测量组件还包括信号处理电路 6 和微波发射器 8,发射器 8 选择性地发射测量组件中的传感器测量到的振动信号数据流编码的微波通信信号。同时,测量组件中还包括一个贯穿上端母扣和下端公扣的中心通道 7,使得冲洗液能够从水笼头经过主动钻杆一直往下流到钻杆柱的内腔。

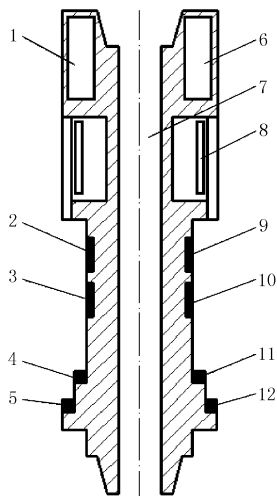


图 2 测量组件结构详图

1—可拆卸电池包;2,9—轴向应变传感器;3,10—扭转应变传感器;4,11—扭转加速度传感器;5,12—轴向加速度传感器;6—信号处理电路;7—中心通道;8—微波发射器

测量组件中安装有 8 个传感器,可连续测量钻进过程中的振动实时特性。有 4 个应变传感器 2、3、9、10 和 4 个加速度传感器 4、5、11、12。其中 2 个应变传感器 2、9 用于监测轴向应变,此处,应变传感器 3、10 用于监测扭转应变;加速度传感器 4、11 用于监测扭转加速度,加速度传感器 5、12 用于监测轴向加速度。

图 3 描述了对应变传感器 2、3、9、10 及加速度传感器 4、5、11、12 测得的数据进行信号处理操作的过程。如图 3 所示,轴向应变传感器 2、9 的输出直接与放大器联接,轴向加速度传感器 5、12 的输出直接与求和放大器联接。扭转加速度传感器 4、11 的输出直接与求和放大器联接,扭转应变传感器 3、10 的输出与放大器联接。从传感器获取振动数据的采样频率是每个频道每秒钟 2083 次,同时,采样前使用了抗干扰滤波器,以确保测量所获得的是带宽在 500 Hz 范围内(0 ~ 500 Hz)的非干扰信号。所有放大器的输出与多路器联接,多路器把传感器的数据进行多路转换并传输到 A/D 转换器。数据缓冲器存贮数据以供微波发射器使用,微波发射器以微波的形式把数据流从测量组件发送到监测站中,以便进一步处理数据流。数据以每秒 200 千比特的微波速率传输,因此,可以得到大量的数据以便于分析。

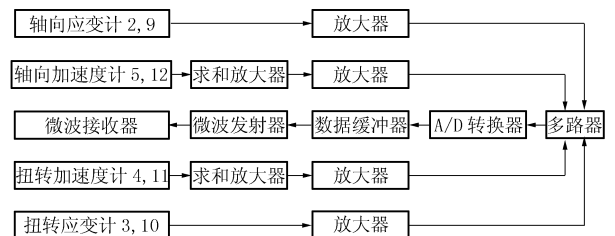


图 3 传感器探测到的数据传输处理框图

图 4 为对微波传输数据流进行数据处理操作的流程图。接收器接收到传送来的微波后,连续地传送给解码器进行解码,解码后的数据进行实时处理并进行振动特性分析,最终显示和打印,操作者根据显示或打印的振动特性曲线便可预测是否将要发生卡钻。

### 3 实例分析

图 5 表示的是一口近海竖井实际发生卡钻前 250 min,由测量组件使用 0 ~ 500 Hz 范围内频率探测到的轴向加速度的均方根随时间变化图。图 6 表示的是同一口竖井,同一时间段内,提前实际卡钻 250 min 测得的扭转加速度的均方根随时间变化图。

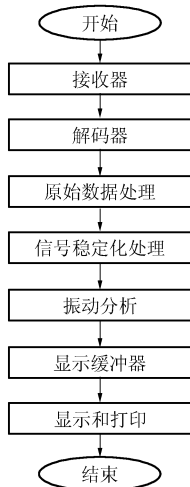
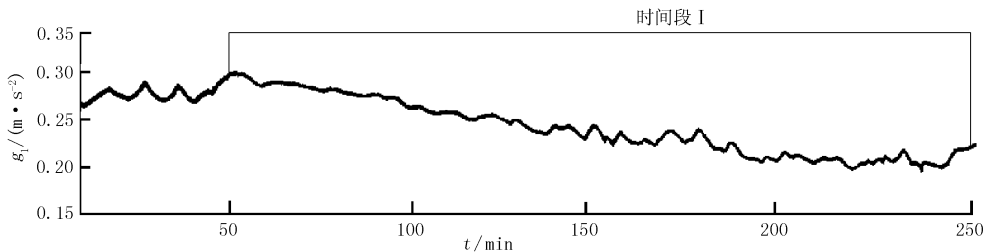
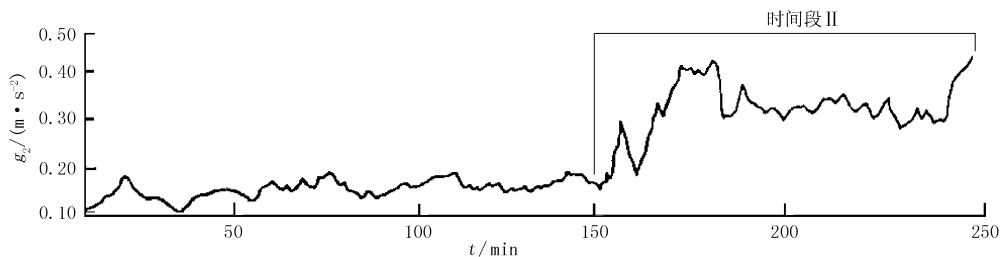


图4 对接收到数据进行处理流程图

图5 轴向加速度  $g_1$  随时间  $t$  变化曲线图图6 扭转加速度  $g_2$  随时间  $t$  变化曲线图

从图5可看出,在实际发生卡钻前大约200 min,轴向加速度的振幅开始发生衰减,实际发生卡钻前很短时间内达到最小值。从图6可以看出,实际发生卡钻前大约100 min,扭转加速度急剧增大。出现以上情况可能是由于钻杆处于“卡”与“不卡”的临界交替状态,其扭转的动态力学性能增大,因而扭转加速度急剧增大,而轴向振动动态力学性能减小,因而轴向振动急剧衰减。

由此,表明将要发生卡钻的振动特征是:

(1) 根据轴向加速度图(或者轴向应变图)上早于实际卡、埋钻的一个时间段内轴向振动振幅均方根的逐渐减小,例如图5上的时间段I,可以判断将要发生卡、埋钻事故。

(2) 根据扭转加速度图(或者扭转应变图)上早于实际卡、埋钻的一个时间段内扭转加速度均方根的增大,例如图6上的时间段II,可以判断将要发生卡、埋钻事故。

提前预测到将要发生卡、埋钻事故时,可以采取一些补救措施来避免事故的发生。最常用的补救措施包括改变冲洗液的一种或多种性能参数,例如,冲洗液的类型(水基冲洗液还是油基冲洗液)、冲洗液的密度、冲洗液的粘度、冲洗液的流速以及冲洗液的固相颗粒成分;此处,可以在冲洗液中增加润滑剂<sup>[4]</sup>。

#### 4 建议

预测孔内事故新技术能够提前精确判断将要发生的卡、埋钻孔内事故,允许操作者有足够的时间采

取补救措施避免事故的发生,具有重大的经济价值和广泛的应用前景。

为此,建议在我省重要的岩心钻探和地热钻探机台引进该项技术,并在实际应用中完善和改进。最终形成成熟产品,进行推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 张志坚. 常见孔内事故及处理方法[J]. 山西建筑, 2006, 32(24), 113-115.
- [2] 平德宏, 赵玉军. 浅谈钻孔柱状孔事故的防止和办法[J]. 黑龙江科技, 1997, (2) 31-32.
- [3] 王京庆. 钻探工程孔内事故的危害及预防[J]. 劳动保护, 2006(1), 52-53.
- [4] 王福. 浅析处理孔内事故的基本原则及方法[J]. 林业科技情报, 2008, 40(2), 104-105.
- [5] 卢予北. 郑州市超深层地热资源科学钻探工程[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(7): 44-46
- [6] 张伟. 地质钻探技术发展有关问题的思考[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(1): 1-3.