

文章编号: 1671- 251X(2011)02- 0016- 05 DOI: CNKI: 32- 1627/ TP. 20110124. 1114. 015

# CUG- 2 高精度钻参仪及其在深孔生产中的应用

卢春华<sup>1</sup>, 张冰<sup>2</sup>, 鄢泰宁<sup>1</sup>, 方俊<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074;

2. 武汉武建机械施工有限公司, 湖北 武汉 430030)

**摘要:** 详细介绍了 CUG- 2 高精度钻参仪的组成和联机方法、主要功能、特点以及在山东乳山 ZK43-1 号深孔中的应用情况。实际应用表明, CUG- 2 高精度钻参仪不仅能够实时监测、显示和保存监测的钻探参数, 还具有预测孔内事故和数据无线传输等显著优点, 应用前景广泛。

**关键词:** 深孔钻探; 钻参仪; 联机方法; 连续监测; 钻探参数; 预测孔内事故; 无线传输

**中图分类号:** TD421      **文献标识码:** B      **网络出版时间:** 2011- 01- 24 11:14

**网络出版地址:** <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110124.1114.015.html>

## CUG-2 Drilling Monitor with High Precision and Its Application in Deep Hole

LU Chunhua<sup>1</sup>, ZHANG Bing<sup>2</sup>, YAN Taining<sup>1</sup>, FANG Jun<sup>1</sup>

(1. Faculty of Engineering of China University of Geosciences, Wuhan 430074, China.

2. Wujian Mechanical Construction Co., Ltd. of Wuhan, Wuhan 430030, China)

收稿日期: 2010- 10- 14

基金项目: 国家高技术研究发展计划("863" 计划)重点项目  
(2007AA060701)

作者简介: 卢春华(1976- ), 男, 江西高安人, 副教授, 博士, 2007 年毕业于中国地质大学(武汉), 现主要从事钻探工艺及机具的教学与研究工作。E-mail: cuglch@yahoo.cn

板左旋一定角度  $\phi_1$ , 记电动机旋转角度为  $\varphi_1$ , 使电动机回到初始位置将电路板再次左旋一定角度  $\phi_2$ , 记电动机旋转角度为  $\varphi_2$ , 通过多次同样的测量总有  $\varphi_1 > \varphi_2$ , 该结果与将  $\phi_1, \phi_2$  分别按照前文介绍的射流方向选择方法求得的结果一致。在固定系统方位角、变动倾斜角的情况下进行试验也可测到类似结果。即系统可以根据方位角偏差与倾斜角偏差比值的不同情况在射流区间内选择相应的射流方向。

## 5 结语

在水力纠偏技术的基础上提出了射流自动定向的方案, 并设计制作了其硬件系统。经过室内调试表明, 步进电动机能够按照电路板上倾角传感器与方位角传感器的位置变化进行对应的旋转, 证实了射流自动定向的可行性。同时射流纠偏过程的开始和结束主要通过对钻井液压力进行控制来实现, 操作也相对简单。其实际纠偏效果还需在今后的研究

中进一步提高。该自动定向方案也可扩展应用于其它定向钻进中。

## 参考文献:

- [1] 孙廷海, 霍中刚, 滕振兴, 等. SJC- 1 型水平钻孔测斜仪的研制与试验[J]. 煤矿安全, 1994(4): 2- 6.
- [2] 文国军, 乌效鸣. 煤层气近水平孔钻进纠偏技术[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(9): 31- 34.
- [3] 张玉波, 毕洪波, 魏春明, 等. 高精度随钻测斜仪的设计[J]. 电子技术应用, 2007(10): 78- 80.
- [4] 郝世俊. 煤矿近水平定向钻孔测斜技术[J]. 探矿工程, 2003(6): 35- 36.
- [5] 马世稳, 董韶鹏, 孟明, 等. 高精度连续测斜仪探管的原理及应用[J]. 中国煤炭地质, 2008, 20(12): 14- 15.
- [6] 文国军, 乌效鸣, 徐林红. 煤层气近水平孔钻进水力纠偏技术[J]. 石油钻采工艺, 2007, 29(5): 13- 15.
- [7] 于艳军, 伍川辉. 智能测斜仪的设计[J]. 中国测试技术, 2008, 34(2): 78- 80.

**Abstract:** The paper introduced composition and on-line method, main functions and characteristics of CUG-2 drilling monitor with high precision and its application in ZK43-1 deep hole in Rushan of Shandong province. The practical application showed that CUG-2 drilling monitor with high precision can not only real-timely monitor, display and store drilling parameters, but also have some significant advantages such as forecasting hole accident and data wireless transmission, which has wide application prospect.

**Key words:** drilling of deep hole, drilling monitor, on-line method, continuous monitoring, drilling parameters, forecast of hole accident, wireless transmission

## 0 引言

能源和矿产是影响国计民生的战略资源,而钻探是探明(或开采)这些宝贵资源的基本手段。由于钻探的工作对象——地壳岩石自身的复杂性,加之钻进过程发生在地下深部,孔内钻探工况看不见、摸不着,使得钻探工程具有耗资大、风险高的特点。据不完全统计,近年来每年因孔(井)内事故造成的经济损失达数亿元。随着资源勘探与开发工作大规模转向深部,钻探过程的工况将更加复杂化,国内外钻探(井)界都清醒地认识到,为钻机配上钻参仪,实施钻探过程的连续监测,识别并预报孔内异常工况,是由凭经验打钻走向科学施工的必由之路,是降低孔(井)内事故率,实现高效、低成本钻探生产的关键技术措施。目前,钻参仪主要配备在石油钻机上,大多数为国外进口产品,成本很高,地质岩心钻机基本没有配备钻参仪。为了提高深孔岩心钻探的效率,实现钻探数字化、信息化,笔者所在的项目组成功研制出了CUG-2高精度钻参仪。本文将对CUG-2高精度钻参仪及其在深孔生产中的应用进行详细介绍<sup>[1-3]</sup>。

## 1 CUG-2 高精度钻参仪的组成和联机方法

### 1.1 CUG-2 高精度钻参仪的组成

CUG-2高精度钻参仪主要由13个传感器、2个接线盒、2块数据采集板(钻机和泥浆系统模块各1块)、双绞线、数据通信板、主机箱(含可折叠支架)、无线发射器、无线接收器、报警器以及系统软件等部分组成。钻参仪的系统软件采用VC++语言开发,运行环境为Windows XP操作系统,采用功能模块化设计,主要包括图形处理模块、系统设置模块、数据管理模块、数据通信模块和典型工况识别模块。

### 1.2 CUG-2 高精度钻参仪的联机方法

CUG-2高精度钻参仪的联机示意图如图1所示。检测部分包括钻机和泥浆2个模块,钻机模块安装了4个压力传感器、3个霍尔传感器和1个光栅增量编码器共8个传感器,用于检测钻压、转速、扭矩、功率、钻速及孔深6个钻探参数;泥浆模块安装了压力传感器、霍尔传感器、温度传感器、超声波液位计和干簧管液位计共5个传感器,用于检测泵量、泵压和泥浆池液面高度等5个钻探参数。

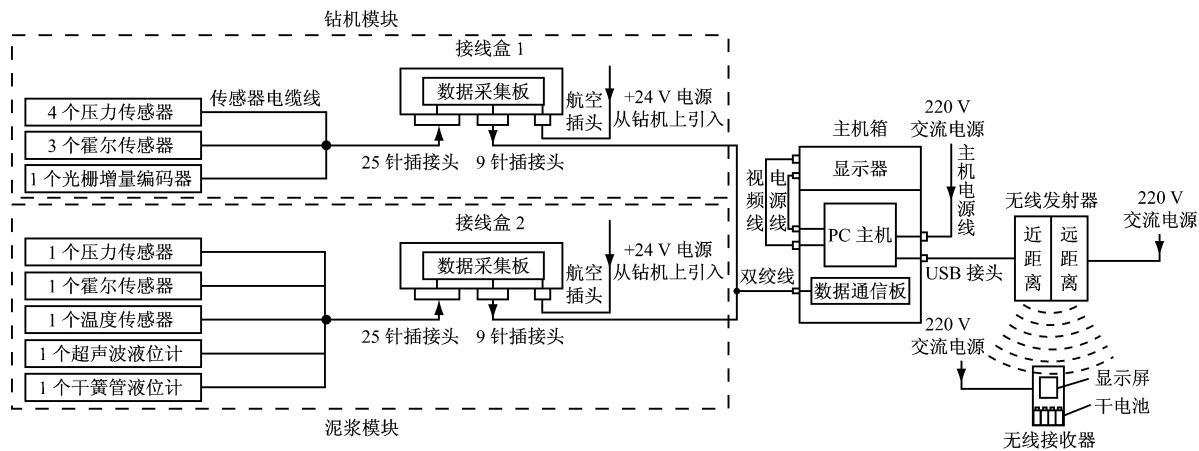


图1 CUG-2 高精度钻参仪联机示意图

传感器安装固定后,从传感器引出的电缆线(通常包括传感器的电源线、信号线、地线及信号屏蔽线)沿着钻机现有管线布置好,最终集中在钻机上的

接线盒上。电缆线端部安装25针插接头,与安装在接线盒上的25针插座插接。双绞线一端为2个9针插接头,分别与接线盒1、2的9针插座插接;

另一端为航空插头,与主机箱右侧航空插座插接,将接线盒内数据采集板采集的数据传输给主机。如果要实现数据的无线发送,则需将无线发射器通过 USB 延长线与主机连接,同时需要为无线发射器提供 220 V 的电源<sup>[4-5]</sup>。

现场使用时,传感器和接线盒部分的线已接好,用户只需打开主机箱,插好主机箱的电源线、显示器的视频线和电源线,把双绞线的航空插头端与主机箱右侧面的航空插座插接好即可。

## 2 CUG- 2 高精度钻参仪的主要功能和特点

CUG- 2 高精度钻参仪的主要功能如下:

### (1) 实时显示所有钻探参数

打开钻参仪软件,将默认进入软件主界面,该界面显示了钻参仪能够检测的十几个钻探参数的名称,包括孔深、钻压、钻速、转速等。钻探参数名称后面各有一个小窗口,用于显示实时采集到的该钻探参数的值,小窗口后面是该钻探参数的量纲。

### (2) 孔内事故的预测与报警

钻参仪不仅能够采集和显示钻探参数,同时还利用小波分析等数学方法对采集到的数据进行处理分析,对孔内可能出现的各种事故进行预测和报警。

当钻参仪预测到某种孔内事故时,界面文字提示将要发生事故(例如卡钻),并不断闪烁,同时与接线盒连接的报警器将发出蜂鸣声,提醒操作者及时采取相应的措施,避免发生孔内事故。

### (3) 当日钻探参数的显示和保存

钻参仪除了可以实时显示各种钻探参数外,还可以以表格和曲线的形式显示和保存当日钻探参数。

以表格的形式显示当日的钻探参数时,每一行为一组数据,包含序号、日期、时间以及钻参仪监测到的全部钻探参数,每隔 3 s 采集并增加显示一组新的数据,一天之内最多可能产生 2 万多条数据。这些以表格显示的全部参数不需用户进行任何操作,将自动保存至系统软件的安装目录下。

通常,表格形式的数据便于保存和打印,而用户更希望能直观地看到钻探参数随时间变化的曲线图,因此,钻参仪还可以以曲线的形式实时显示钻探参数随时间变化的规律,在曲线上单击鼠标右键可保存曲线<sup>[6-7]</sup>。

### (4) 历史日钻探参数的显示和导出

历史日钻探参数作为一种宝贵的数据资源保存在电脑中,可以重新载入软件,并以表格和曲线形式

显示,同时这些数据还可以导出到 Excel 软件中,用户可以对历史日数据进行复制、粘贴和打印等一系列操作。

### (5) 数据的无线传输

通常现场办公室离钻场有一定的距离,通过钻参仪的数据无线传输功能,总工和领导们在办公室便可实时观测到现场所有钻探参数,随时了解和指导现场生产,从而实现钻探生产的信息化、数字化管理。根据数据发送的远近,钻参仪能够实现近程和远程 2 种方式的无线传输。

近程无线传输时,无线发射器与主机联机后,通过无线接收器可在 3 km 范围内接收到现场钻探参数;远程无线传输时,无线发射器将数据发送至 Internet 上,与 Internet 联接的计算机均可接收到钻场的实时钻探参数。

CUG- 2 高精度钻参仪的主要特点:结构简单紧凑、搬运方便;传感器安装方便;能够在实时监测钻探参数的同时,对孔内的事故(烧钻、卡钻、断钻具、钻具刺穿、埋钻、孔漏和孔溢)进行预测判别并自动报警;能够实现数据的无线传输;能够存储和再现钻探参数;软件界面简单、操作方便、功能强大<sup>[8-9]</sup>。

## 3 CUG- 2 高精度钻参仪在深孔生产中的应用

2009 年 7 月以来,CUG- 2 高精度钻参仪已在山东乳山 ZK43- 1 号 2 000 m 深孔中得到应用。钻参仪采集和保存了大量反映现场生产情况的数据及曲线,下面介绍一些反映典型生产工况的曲线。

### (1) 岩心管打满自卡时的工况曲线

图 2 为 2009-11-19T4:40—5:00 时间段内 CUG- 2 高精度钻参仪在山东乳山 ZK43- 1 号钻孔中采集到的数据曲线,显示了采集到的 6 个钻探参数随时间变化的曲线,纵坐标为时间轴,横坐标为钻探参数轴。曲线 1 为钻压,曲线 2 为泵压,曲线 3 为钻速,曲线 4 为孔深,曲线 5 为泵量,曲线 6 为扭矩。

从图 2 可知,接近 4:55 时,泵压突然升高,钻压跳动,扭矩增大,钻速下降。然后即使恢复钻压,泵压仍很高,也没有进尺了,这是典型的岩心打满自卡工况。立即停钻,提钻后发现岩心管已满,与钻参仪反映的工况十分吻合。

### (2) 使用液动锤前后钻速对比工况

图 3(a) 中曲线 1 为使用普通绳索取心钻具时,钻速随时间变化曲线。从曲线 1 可以看出,钻速在 2~3 m/h 范围内波动,平均钻速为 2.5 m/h 左右;

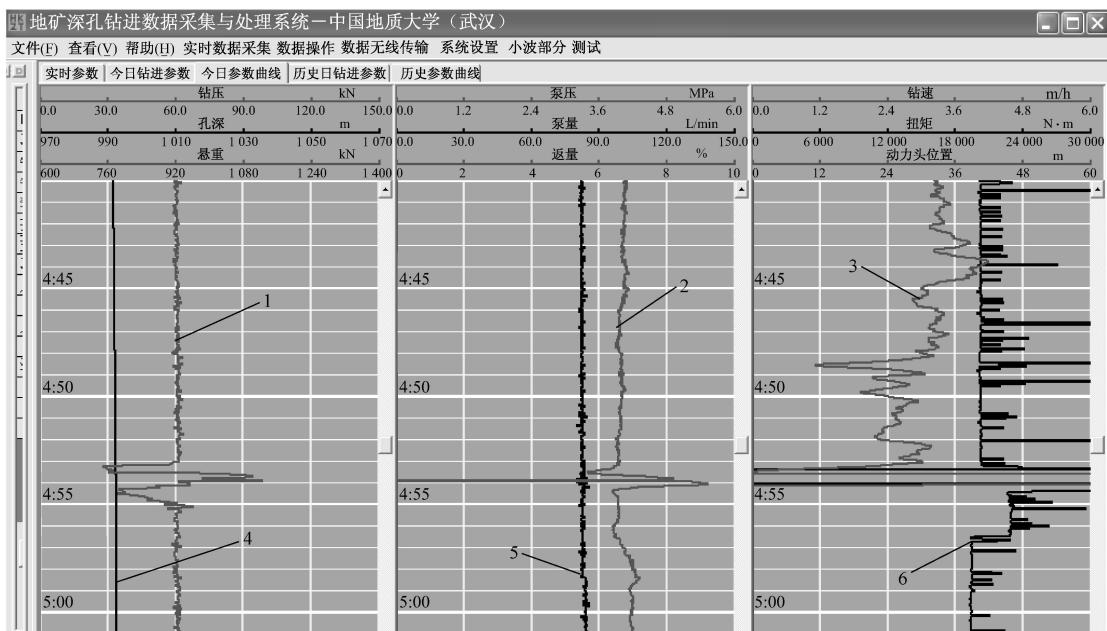
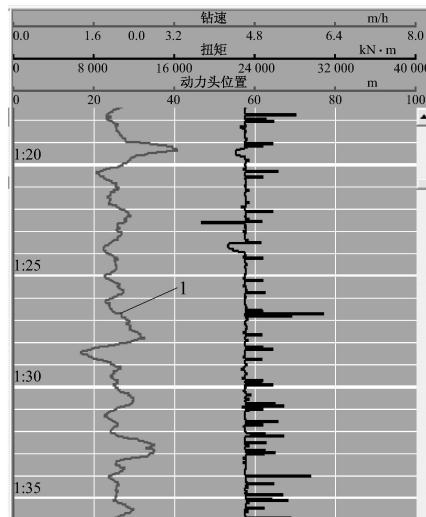


图2 岩心管打满自卡时的工况曲线

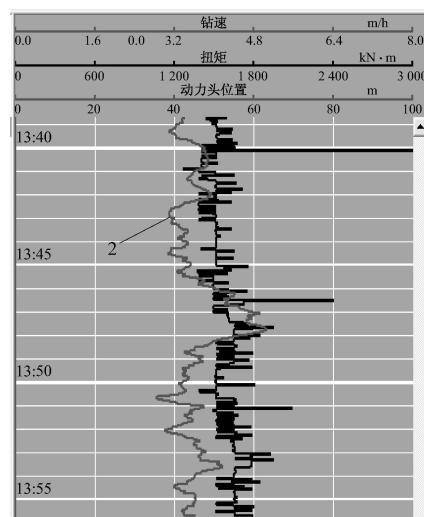
图3(b)中曲线2为使用液动锤和绳索取心钻具时, 钻参仪采集到的钻速曲线。从曲线2可看出, 钻速在3~5 m/h范围内波动, 平均钻速为3.5 m/h左右。由此表明, 使用液动锤后钻速显著提高, 与实际

工况完全一致。

CUG-2高精度钻参仪目前已经记录了ZK43-1号钻孔从200 m至1700 m的钻探参数。典型工况很多, 由于篇幅的限制, 在此不再累述。



(a) 使用普通绳索取心钻具时的钻速曲线



(b) 使用液动锤和绳索取心钻具时的钻速曲线

图3 使用普通绳索取心钻具和液动锤钻具时的钻速曲线对比

#### 4 结语

(1) 为钻机配备钻参仪实时监测钻探参数, 预测孔内事故并提前报警, 是实现科学钻探的有力措施。随着资源勘探与开发工作大规模转向深部, 钻探过程的工况将更加复杂化, 研制适合深孔钻探用的钻参仪意义重大。

(2) CUG-2高精度钻参仪具有结构简单、可

对孔内事故进行预测判别并自动报警及数据无线传输等突出优点, 应用前景广泛。

#### 参考文献:

- [1] 丁景祥, 丁健. 钻探参数数据智能采集系统的研制[J]. 探矿工程, 2008(1): 36-39.
- [2] 黄敬仁. 水文水井钻参仪在钻探中的应用[J]. 探矿工程, 1987(6): 40-42.

文章编号: 1671- 251X(2011)02- 0020- 04

# 基于 PLC 和组态王的节能控制站 远程监控系统研究

苏静明, 洪炎

(安徽理工大学电气与信息工程学院, 安徽 淮南 232001)

**摘要:** 在冻结法凿井冻结站中, 三相异步电动机是耗能大户, 如何有效控制冻结法凿井能耗, 降低成本, 成为冻结法凿井的一大难题。针对该难题, 提出了一种基于 PLC 和组态王的节能控制站远程监控系统的设计方案, 介绍了该系统的硬件结构和软件设计。该系统采用 PLC 作为前端的实时控制系统, 通过对变频器的输出实现对电动机转速的有效调控, 达到节能目的; 利用组态王建立驱动, 绘制画面, 实现对冻结法凿井节能控制站现场传感设备的远程监控。

**关键词:** 凿井冻结站; 节能控制; 实时控制系统; 远程监控; 盐水泵; 流量控制; 变频器

**中图分类号:** TD265.34      **文献标识码:** B

Research of Remote Monitoring and Control System of Energy Saving Control Station  
Based on PLC and KingView

SU Jing-ming, HONG Yan

(School of Electrical and Information Engineering of Anhui University of  
Science and Technology, Huainan 232001, China)

**Abstract:** Three phase asynchronous motors are main energy consumption devices of freezing station of sinking with freezing method. How to control consumption of sinking with freezing method and save its cost efficiently is a problem. To solve the problem, the paper proposed a design scheme of remote monitoring and control system of energy saving control station based on PLC and KingView, and introduced hardware configuration and software design of the system. The system adopts PLC as local real-time control system, which makes use of output of a frequency converter to control rotation rate of motors effectively so as to save energy. Meantime, the system uses KingView software to construct connection with field sensing devices and draw pictures to complete remote monitoring of energy saving control station.

收稿日期: 2010- 10- 21

作者简介: 苏静明(1982-), 女, 安徽淮南人, 讲师, 硕士,  
2007年毕业于安徽理工大学, 研究方向为控制理论与控制工程, 已  
发表文章近10篇。E-mail: su\_jingming@163.com

- [3] 韩金亭. 日本 BDR- 5 系列钻参仪试验及应用效果 [J]. 山东煤炭科技, 2001(5): 73-75.
- [4] 刘瑞文, 管志川. 利用综合录井信息实时监控钻井过程 [J]. 石油钻探技术, 1992, 27(1): 24-25.
- [5] 刘希新, 潘业辉. 新型钻参仪在水文地质钻探中的应用 [J]. 矿山压力与顶板管理, 2001(2): 58-60.
- [6] 邵春, 张晓西, 杨凯华, 等. 中国大陆科学钻探钻探子工
- [7] 史玉升, 梁书云. 钻进过程实时状态监控与事故诊断专家系统 [J]. 地质与勘探, 1993(3): 52-55.
- [8] 滕子军. 钻井参数监测仪完善与提高之浅见 [J]. 西部探矿工程, 2000(4): 111-112.
- [9] 赵丕华. 钻井多参数软件系统设计 [J]. 石油仪器, 2000, 14(5): 17-20.