

智能 WGL-1 型采矿中深孔深度倾角测量仪

周传志¹, 谈超¹, 蒋明勇¹, 李东晖², 吴应湘², 高宇欣²

(1. 武汉钢铁(集团)公司 矿研所, 湖北 黄石 435006; 2. 中国科学院力学所)

[摘要]介绍了智能 WGL-1 型采矿中深孔深度倾角测量仪的测量原理, 硬件电路原理及软件设计。WGL-1 型中深孔深度倾角测量仪解决了在地质构造复杂的地下矿山采矿中深孔凿岩作业深度及倾角用仪器测量的难题, 对提高中深孔质量, 增加矿石产量, 保障工人安全均有明显效益。

[关键词]智能化; 中深孔; 测量仪

[中图分类号]TD672; TD679 [文献标识码]B [文章编号]1000-7059(2001)05-0043-04

WGL-1 intelligent mining borehole depth and dip meter

ZHOU Chuan-zhi¹, TAN Chao¹, JIANG Ming-yong¹, LI Dong-hui², WU Ying-xiang², GAO Yu-xin²

(1. Mine Design and Research Institute of Wuhan Iron and Steel Co, Huangshi 435006, China; 2. Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: The measuring principle, hardware circuit principle and software design of WGL-1 intelligent mining borehole depth and dip meter are introduced. The meter solves the problem of measuring borehole depth and dip by instrument in underground mine. Remarkable benefit is achieved in improving borehole quality, increasing ore output, and ensuring safety.

Key words: intelligence; borehole; depth and dip meter

采矿中深孔(直径 80 mm 左右, 深度 5~25 m)是地下矿山采矿爆破孔, 它的深度和倾角是采矿爆破作业的重要参数, 对采矿生产质量影响很大。矿山中深孔的测量验收是矿石爆破前的一道重要工序, 每个矿山每年都有数万至几十万个炮孔需要测量, 工作量十分繁重。

目前国内矿山凿岩钻孔设备落后, 钻完孔后大都采用人工插杆和用量角器的简陋办法进行测量验收, 工人劳动强度大, 工效低, 影响中深孔作业质量, 甚至危及人身安全。因此研制一种使用方便、性能可靠的电子仪器来进行中深孔验收测量是十分必要的。

中深孔是打在地下矿体和岩石中的爆破孔。80 mm 直径的孔内可能出现泥沙附壁, 泥石堵孔, 穿越地质高压破碎带、地质断层, 溶洞和含水层等复杂情况, 造成部分孔的孔深测量十分困

难。70 年代国内也有中深孔深度和倾角测量仪问世, 但由于其技术方案的限制和中深孔内工况的复杂多变, 在测深仪方面尚无成功先例。

中深孔深度和倾角测量仪, 是武钢矿山设计研究所、中国科学院力学研究所、武钢程潮铁矿历时 4 年, 通过大量实验, 积累了大量各种复杂工况的回波特性数据, 确立了一套智能软件回波处理方法, 使仪器的测准率大幅提高, 于 1996 年 12 月研制成功并投入工业试验应用, 在国内首次解决了用仪器测量矿山中深孔问题, 其精度和技术指标完全满足了工业现场使用要求, 受到用户欢迎。

1 中深孔深度测量原理

WGL-1 型采矿中深孔测量炮孔深度是利用声波测量孔深, 其工作原理是(见图 1): 在孔口用一个声波激励源向孔内发射一个声波脉冲, 同时启动计时装置, 在孔口设有一个接收装置(有时用

[收稿日期]2001-02-12; [修改稿收到日期]2001-03-26

[作者简介]周传志(1949-), 男, 辽宁新宾人, 高级工程师, 主要从事工业电气自动化研究及应用工作。

检测与仪表

发射头兼做接收用)接收回波。收到回波后,读取计时器记录的声波发射和回波之间的时间 T , 则孔的深度:

$$L = \frac{1}{2}CT$$

其中 C 为声波传播速度; T 为声波运行时间; L 为孔深。

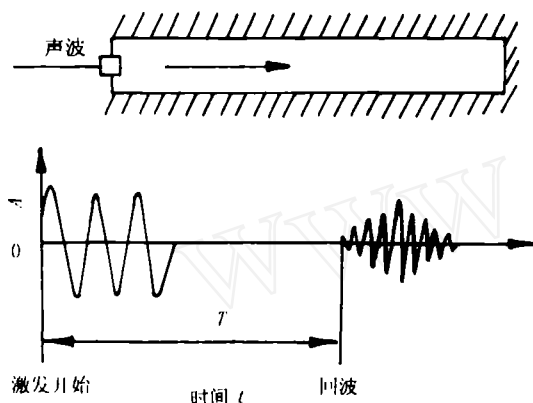


图1 深度测量原理图

在拾取回波时,为了不将噪声取入,要用电路设一个门限,如图2所示,在通过门限时,在门限前方已经失掉了1~2个周期的信号,此时,测量结果应为

$$L = \frac{1}{2}CT + \frac{1}{2}n\lambda$$

其中 n 为1,2,3,4; λ 为回波周期。

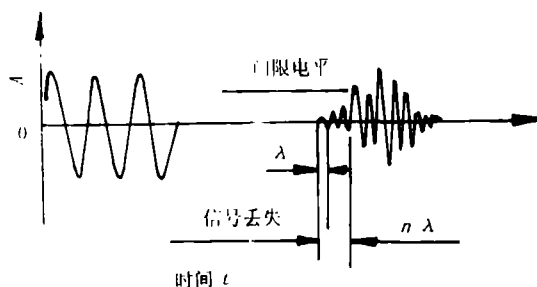


图2 实际测量回波波形图

在本项目中,由于中深孔中可能出现浮石、断裂带,堵孔等工况复杂的情况,有可能出现二次波,回波比较复杂。我们采用A/D转换器记录回波波长,再由单片计算机根据各个回波的幅度,出现的位置,前后波的相关程度来综合判断,提高测准率。但如果发射频率选的太高就必须提高A/D的采样速度,导致A/D成本加高,采集数据量加大,并使数据处理时间加长。根据采矿中深孔直径为

80 mm左右这一点考虑,它是一个声波导管,根据声学有关理论,我们选用发射频率为2 kHz,发射宽度 $T = 3$ ms的声波做测深声波源。

2 倾角测量原理

倾角测量采用了光电编码器。光电编码器有两种类型,一种是绝对型编码器,另一种是增量型光电编码器。增量型光电编码器的价格适中,本仪器用它来做倾角角度传感器。仪器的角度测量采用重力摆锤式结构,在摆锤的转轴端连接一个光电编码器,将摆锤的转动角度所对应的脉冲信号记录下来,再由微处理器换算成转动角度并在仪器上存贮与显示。测角机构的示意图见图3。

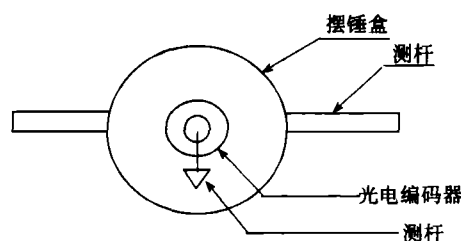


图3 测角机构示意图

目前使用的增量型光电编码器,摆锤每转一周产生360个脉冲,分辨率为每度一个脉冲,在仪器中采用外接光栅信号转换器,将光电编码器的输出信号4倍频,其分辨率可达到15'/每个脉冲。当仪器的测量键按下后,单片机就将计数器中的数据采集到单片机中,再将脉冲数换算成角度存贮起来并送到显示板显示。

3 中深孔参数测量仪硬件电路原理

仪器的硬件电路由单片机为核心配以外围集成电路构成。整个电路按功能分为6块线路板,它们分别是总线板、CPU主板、显示和键盘管理板、A/D板、发射和接收电路板、显示键盘板。整机硬件电路原理框图如图4所示。

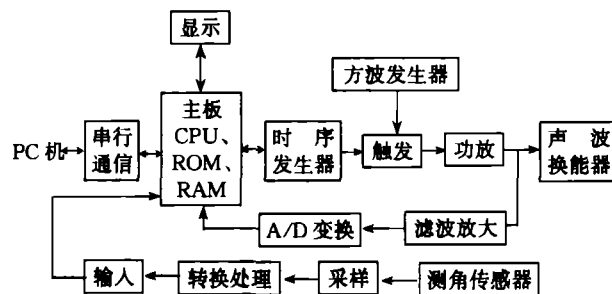


图4 硬件结构框图

工作原理如下:

开通仪器电源,方波信号发生器始终产生一个频率为 2 kHz 的信号,按动测量键,系统时序电路产生一个 3 ms 的触发脉冲,二者复合成一个 2 kHz、3 ms 宽的发射脉冲,经功率放大器放大,推动声波换能器发出一个声波脉冲。声波脉冲被孔底反射,又被同一个声波换能器所接收,接收到的回波信号,经中心频率为 2 kHz 的带通滤波器进行滤波放大,送到 A/D 转换电路进行模数转换,转换频率由系统时序电路发出的脉宽 58 μ s 的脉冲列触发,即每间隔 58 μ s 取样一次,而 58 μ s 是声波运行 2

cm 的时间,这样每个 A/D 样点对应的量程是 1 cm 孔深。A/D 转换共进行 3 000 次,对应仪器满量程 30 m(这仅是针对本仪器而言,此量程可依用途不同而调整)。A/D 转换结束后,代表回波幅度和位置的数字量被存贮到中间数据存贮器内,以供 CPU 进行数据处理。这样测量孔深时,只要知道了主波起始点在中间数据存贮器中的存贮位置,就知道了该波起始点是第几个样点,每一个样点量程 1 cm,则孔深计算就大大简化了。

倾角传感器(光电编码器)输出的脉冲信号经

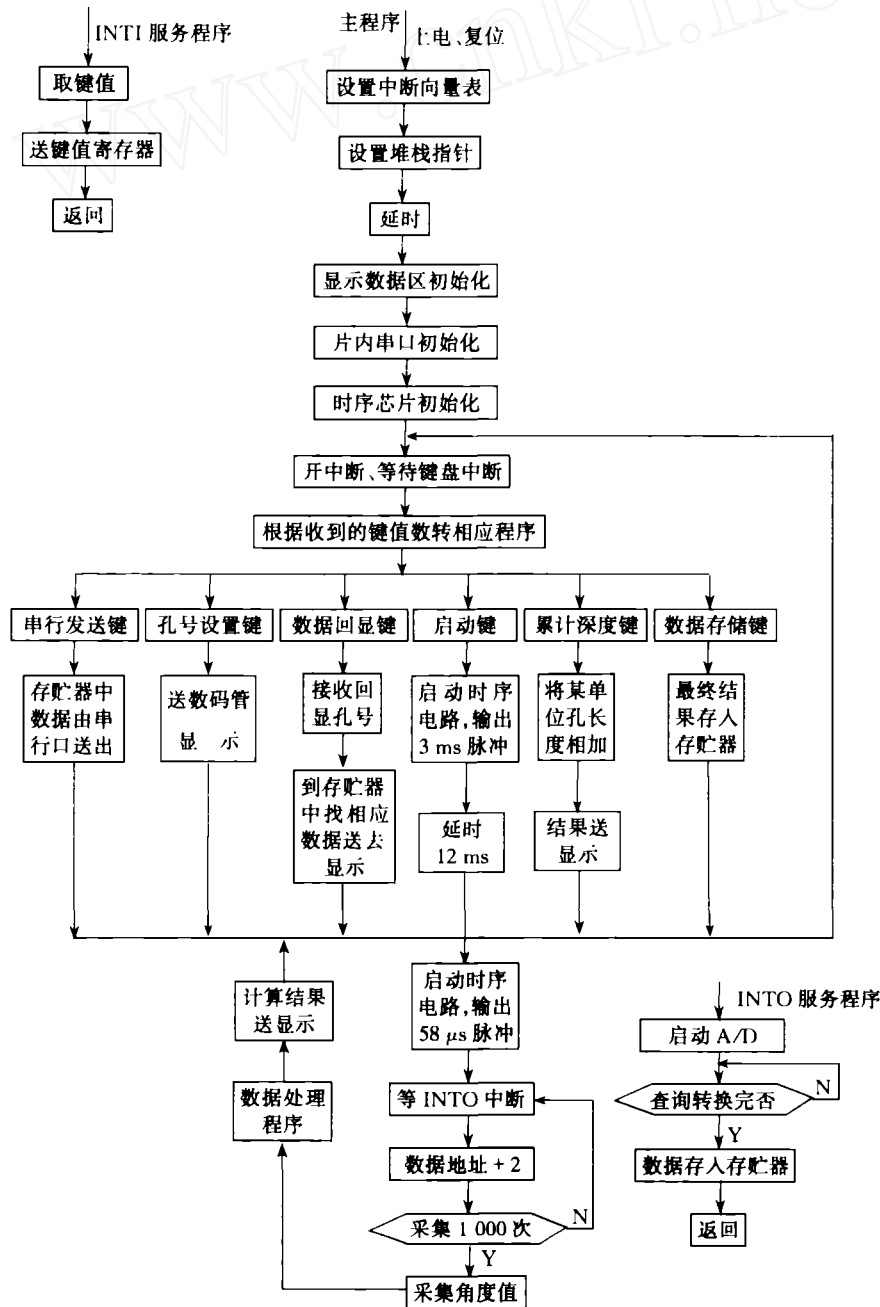


图 5 软件程序框图

光栅信号转换器, 变成 4 倍频的正向脉冲或反向脉冲, 送到角度计数器以供 CPU 进行处理 (每个脉冲代表角度值是 15')。

在计算出中深孔的深度和角度后, 测量结果被存放在 E²PROM 中, 当仪器和 PC 机通过 RS-232C 接口连接后, 数据被读入 PC 机, 测量结果由 PC 机通过打印机输出。

在测量时, CPU 通过键盘和显示电路将测量数据显示在仪器面板的数码管上, 并通过键盘接受使用者的指令, 例如对所测炮孔进行编码编号, 以及进行测量、存贮、检查等操作, 以完成全部测量功能。

4 中深孔测量仪软件设计

本仪器的单片机控制软件全部使用 ASM51 汇编语言编写, 软件完成接收用户指令、声波发射和接收、数据处理、数据显示、向 PC 机发送数据等核心功能。软件程序框图如图 5 所示。

本仪器通过 RS-232C 接口与 PC 机通信, 将单片机内的测量数据接收后实现数据显示存盘、打印, 并允许使用者通过键盘输入设计孔深, 设计

(上接第 42 页)

护工作量大, 维修成本、故障率居高不下; 其二是单电枢电机的容量不能太大 (一般在 5 000 kW 以下), 超过 5 000 kW 的要采用双电枢或三电枢, 而其转动惯量 GD^2 几倍于同容量的交流机。所以随着变频调速技术的发展, 新建或改建的大型轧钢机都在逐步淘汰直流机, 而采用交流机进行拖动。首钢 2160 热轧项目中 10 台大型的主传动电机全部采用交流同步电动机, 设计时因考虑交交变频 12 相整流的需要, 采用多级 (24 级) 低转速的隐极同步机 (双绕组空间相位差 30°)。R₁ 的频率为 0~4/8 Hz、R₂ 的频率为 0~8/16 Hz; 而宝钢 1580 热轧机因使用交直交变频装置供电, 其使用的电机极数在 8~16 极不等。

2.2 电网设备

首钢 2160 热轧机设计使用的交交变频器的谐波是一个大问题, 除了整流装置特有的 5、7、11、13 等各次特征谐波外, 还在基波及各次特征谐波的两侧出现旁波, 随着输出频率的上升, 旁波的频率和幅值都在增加。这些谐波对电网、变压器、电机、电缆及通信线路都产生大量直接和间接的危害。为此, 我们专门与 GE 公司签订了电网研

究的合同, 请 GE 公司模拟仿真轧制不同钢种时的谐波情况, 并准备订购动态无功补偿装置和谐波滤波器。而宝钢 1580 热轧机使用 GTO 变频技术, 几乎不产生无功功率, 电网侧电流接近正弦, 完全不再需要动态无功补偿装置及谐波滤波器。

和单片机的通信程序用 C 语言编写, 数据显示、存盘、打印等程序用 FORTRAN 语言编写。

软件的关键技术在于回波判断分析程序, 在 A/D 转换结束后, 程序按一噪声门限取回波, 将每个高于门限的回波的位置、幅度信号全部存入单片机内存贮器, 做幅度修正处理后, 取出幅值排在前五位的回波进行分析, 通过去伪存真, 找出真正的孔底回波进行计算深度值并送显示。

5 结束语

WGL-1 型采矿中深孔深度倾角测量仪具有智能特征。工业试验表明, 本仪器的孔深综合测准率 (包括各种复杂的地质条件) 超过 90%, 测量深度可达 30 m, 倾角测量精度达到 $\pm 0.5^\circ$, 一机两用。这些特性和测深指标在国内属领先水平。

为适应井下恶劣的使用环境, 仪器设计时, 力求体积小, 重量轻, 自带电池电源, 防水、防潮、防磁、防震等。该仪器已成为矿山中深孔测量的简便、快捷、轻巧、可靠的实用仪器。 [编辑:徐玉生]

究的合同, 请 GE 公司模拟仿真轧制不同钢种时的谐波情况, 并准备订购动态无功补偿装置和谐波滤波器。而宝钢 1580 热轧机使用 GTO 变频技术, 几乎不产生无功功率, 电网侧电流接近正弦, 完全不再需要动态无功补偿装置及谐波滤波器。

3 结论

综上所述, 本文对首钢 2160 热轧机传动系统和宝钢 1580 热轧机传动系统进行了分析和比较, 两种方案都采用交流同步电动机拖动, 都能满足热轧工艺的要求, 避免了直流电机拖动的众多问题, 都可称为当前国际领先的传动方式。GTO 交直交变频可省去无功补偿, 减少电网公害是很可取的一点, 但其能源转换方式为 2 级, 效率稍低, 且 GTO 为过渡型元件, 在选用时要慎重。而交交变频系统的输出频率低, 只适合应用在大功率、低转速的场合, 并要同时治理电网的谐波。作为热连轧主传动选择上述两种方案都是可行的。

[参 考 文 献]

[1] 佟纯厚. 近代交流调速 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1995.

[编辑:初秀兰]