

随钻测量系统故障诊断装置^①

王国震, 黄麟森, 傅双玲

(中煤科工集团重庆研究院, 重庆 400050)

摘要: 为了提高千米定向钻机随钻测量系统的稳定性, 探讨了随钻测量系统的故障机理, 并开发了一套基于嵌入式系统的故障诊断装置. 该装置以单片机为控制核心, 以 UCOS-II 为软件构架, 通过实时采集系统中关键参数来诊断故障所在. 并通过图形和文本的方式显示在上位机上. 结果表明该装置可以有效诊断系统故障所在.

关键词: 随钻测量; 故障; 诊断; UCOS-II

Fault Diagnosis Device for MWD

WANG Guo-Zhen, HANG Lin-Sen, BO Shuang-Ling

(Chongqing Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Chongqing 400050, China)

Abstract: Directional drilling rig in order to improve one thousand meters MWD system stability, this paper explores the mechanism of the MWD system failure, and develops of a set of fault diagnosis device based on embedded system. The device microcontroller for control core UCOS-II is a software architecture. The fault is displayed on the host computer by the way of graphics and test, which is diggnosed by the key paprmeters in the real-time collection system. And by way of graphics and text displayed on the host computer. The results show that the device can effectively diagnose system failures.

Key words: MWD; failure; diagnosis; UCOS-II

1 引言

随钻测量系统是目前千米钻机中普遍采用的一种先进测量仪器^{[1][2]}. 它可以在钻孔作业的同时实时测取钻孔轨迹参数, 并绘制测孔曲线为下一步施工提供依据. 因此随钻测量系统是否能够稳定可靠的运行成为千米钻机可靠运行的一个重要的前提. 但是在随钻测量系统工程应用的时候不可避免的要出现各种故障. 在实际使用中由于操作钻机的技术人员对测量系统的电气部分不熟悉, 导致故障出现时无法及时解决, 影响千米钻机的正常施工. 从而带来重大的经济损失. 也同时影响产品的信誉. 因此在系统出现故障的时候能够快速准确的判断出故障所在成为随钻测量系统不可缺少的功能. 所以本文提出的故障诊断装置的设计是非常有必要的.

本文首先对随钻测量系统故障进行分析, 然后对故障诊断系统进行硬件和软件的设计.

2 故障现象及其原因

通过大量千米钻机的工程实践, 下面列出随钻测量系统出现过的故障及其现象:

① 通信电缆断路, 测量系统无电压输出. 故障原因有很多, 如通信电缆接头处在使用的过程中由于导线疲劳, 导致电缆线芯断裂. 又如由于煤矿现场复杂导致线缆被压断.

② 通缆钻杆接触不良, 测量系统无电流输出. 故障原因很多, 如钻杆接头接触不良, 接头进入大量不导电的黄油, 接头变型, 缆芯断裂.

③ 通信电缆虚断, 测量系统有电压输出但无电流输出. 故障原因和第一种故障相似, 但使用万用表测量系统输出时有电压.

④ 供电变压器损坏, 测量系统间歇性输出电压. 故障原因是变压器过载然发热严重导致内部温度保护开关动作. 更严重的情况会造成变压器绕组内部短路.

^①收稿时间:2013-08-22;收到修改稿时间:2014-02-28

⑤ 供电保险丝损坏, 测量系统无电压输出但通信电缆无损坏. 故障原因是系统输入工频电压突变造成冲击电流.

3 故障诊断装置设计

根据上文对故障现象和原因的分析, 本文设计一种故障自动诊断的装置. 故障诊断装置的框图如图 1.

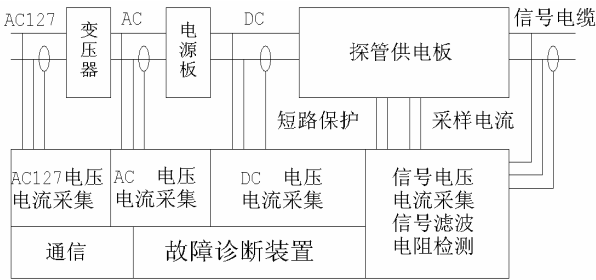


图 1 故障诊断装置框图

故障诊断装置的设计是根据系统的实际使用情况有针对性的对系统各关键参数进行采集, 并通过各采集参数进行故障诊断和部分的故障自动处理. 随钻测量系统可以分四个主要部分: 变压器, 电源板, 探管供电板, 孔底回路. 故障诊断装置分别采集这几部分的电气参数, 系统输入的电压和电流, 变压器输出

的电压和电流, 电源板输出的电压和电流, 信号线电缆输出的电压和电流. 根据采集到的这些参数通过程序来判断故障所在. 采集到的参数通过故障诊断装置的通信端口与防暴计算机进行通信, 并由上位机监控软件对采集到的参数进行显示, 并显示测量系统当前工作状态. 如果有故障发生, 软件会自动以文本和图形的方式给出提示. 方便现场技术人员处理故障.

3.1 数据采集单元设计

数据采集单元主要负责采集系统中的电压电流. 采集核心芯片分采用 ADS1216. ADS1216 是一款 8 通道 24 位 $\Delta-\Sigma$ 型模数转换芯片. 通过 SPI 接口与数据处理单元进行通信. ADS1216 被配置为 8 路独立的差分通道用于数据采集. 通过内部可编程放大器来改变输入信号的增益. ADS1216 内置数字滤波器, 可以去除信号中的干扰, 提高采样信号的精度. ADS1216 内部提供一个 2.5v 的稳压源, 当系统启动的时候就使用这个电压作为参考电压^[2]. 为了保护数据处理单元, 通过磁耦隔离芯片 ADuM1411 和 ADuM1200 把数据采集单元隔离开. 这些隔离器件将高速 CMOS 与单芯片空芯变压器技术融为一体, 具有优于光耦合器等替代器件的出色性能特征. ADuM1411 隔离器提供 4 个独立的隔离通道^[3].

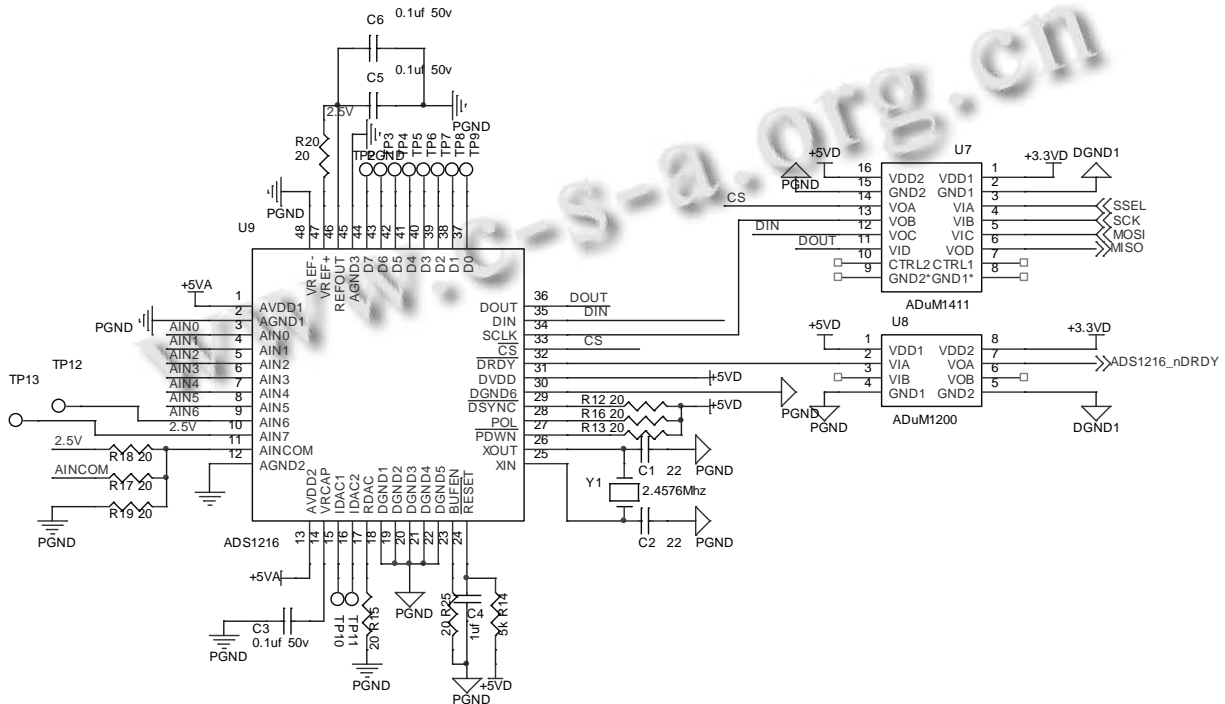


图 2 数据采集电路

3.2 数据处理单元设计

数据处理单元以 ARM 为核心. 本文选用 CortexM3 内核的 LPC1752 为数据处理单元的控制核心. 硬件电路如图 3. 它是一款 32 位高速 ARM 控制器, 最高频率为 100M. 采用 3 级流水线和哈佛结构, 带独立的指令和数据以及外设总线, 使得代码执行速度高达

1.25MIPS/MHz. LPC1752 内置 64K 字节的 FLASH 和 16K 字节的 SRAM, 同时具备丰富的增强 I/O 端口和外设: 包含 6 通道 12 位的 ADC, 4 个通用 16 位定时器、电机控制 PWM 接口、2 个 I2C、2 个 SPI/SSP、4 个 UART、1 个 USB Device、1 路 CAN 总线接口^[4].

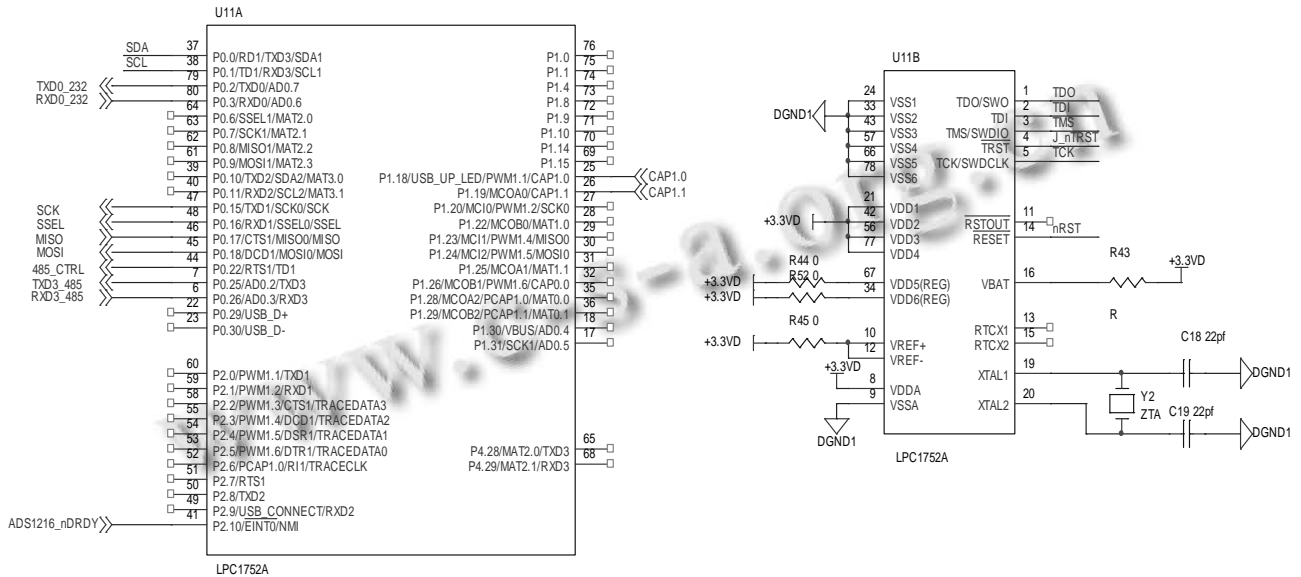


图 3 数据处理电路

4 诊断装置软件设计

故障诊断装置硬件负责数据采集和部分故障处理, 下位机软件负责对采集到的数据进行处理, 根据测量参数的范围来确定故障发生的位置, 同时负责和主机进行通信, 把采集到的数据发送到上位机显示, 并把测量系统的状态发送到上位机. 下面对下位机软件部分进行设计.

4.1 下位机软件设计

下位机以单片机为核心的处理器, 选用占先式实时多任务操作系统 UCOS-II 为软件构架. 其优点是使应用程序编写较容易, 通过将系统功能划分为一个个任务, 每个任务相对独立, 由 UCOS 进行调度. 当某一个任务出现问题也不会导致整个系统瘫痪, 从而提高了系统的可靠性. 同时使系统更加容易更新以及扩展新的功能, 提高了系统的开放性和开发效率^{[5][6]}. 基于 UCOS-II 多任务的构架, 本文把故障诊断系统的任务划分成 3 个任务来完成:

① 任务 1 负责分析电源和回路故障. 首先采集变压器和电源板的输入和输出电压电流, 然后判断变压

器的输入是否正常. 如异常说明变压器输入故障, 否则判断变压器输出电压是否正常. 如异常说明变压器出现故障, 否则判断电源板输出是否正常. 如电源板输出异常说明电源板故障, 否则说明电源部分正常. 然后检查回路电阻, 判断是否在正常范围内, 如不在正常范围内说明回路出现接触不良. 程序循环执行上述步骤. 流程如图 4.

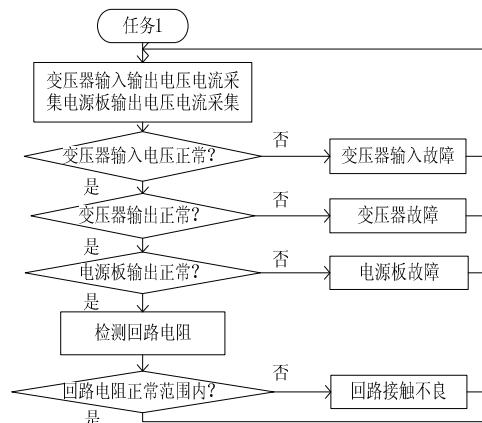


图 4 电源和回路故障分析

② 任务 2 用于检测信号回路可能出现的故障. 在电源部分没有故障的情况下并且通信开关闭合的情况下首先采集通信板输出的电压和电流, 如果电压输出异常首先判断是否发生短路保护故障, 如果是短路保护故障需要重新启动关闭和打开通信开关. 如果没有发生短路故障说明电缆可能产生故障. 如果输出电压正常, 下一步判断输出电流是否大于正常值, 如果大于正常值计算出漏电流大小, 否则如果输出电流小于正常值可以判断可能孔底回路出现故障. 流程图如图 5.

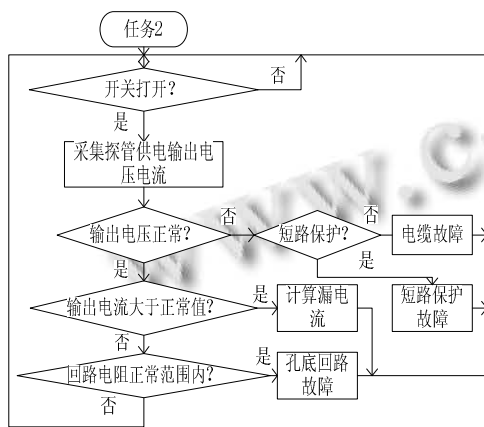


图 5 信号回路故障分析

③ 任务 3 实现故障诊断装置与上位机进行通信. 程序首次执行对串口进行初始化, 然后等待上位机发来命令, 并判断命令是否正确接收, 如果正确接收, 下位机相应应的命令, 并返回数据. 上位机不断的查询下位机的采集到的数据, 并分别用图形和文本的形式显示出下位机采集到的数据, 和可能发生的故障.

4.2 上位机软件设计

上位机软件采用 LV 进行编程^[7]. 以图形和文本方式显示当前测量系统的状态. 测量系统各部分采集到的电压和电流数据. 并判断出可能的故障. 并用图像的方式给出提示.

故障诊断系统大概分成 4 块, 分别是变压器部分, 电源板部分, 探管供电板部分, 孔底回路部分. 每部分由一长方形指示灯表示. 当某部分产生故障时显示为红色, 正在正常工作时显示为绿色, 没有工作显示深绿色. 系统以文本形式显示关键点电压和电流参数. 这样可以在不开电控柜的情况下测量系统关键参数, 迅速判断当前测量系统工作状态.

图 6 为电源板故障时的上位机截图. 电源板出现

故障显示为红色. 系统提示电源板电压输出异常.

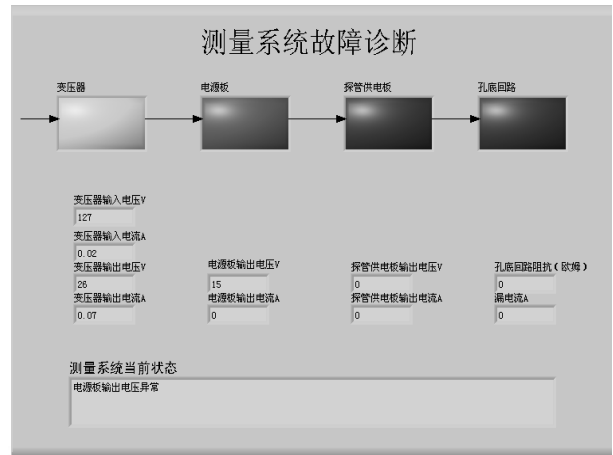


图 6 电源板输出故障

5 结论

实验结果表明本文设计的随钻测量系统故障诊断装置可以准确有效的判断故障所在. 为系统维护节省宝贵的时间, 大大提高维护的效率, 提高系统稳定性. 故障诊断装置测试结果如表 1 所示.

表 1 故障诊断装置测试结果

序号	故障	出现次数	正确诊断次数
1	电缆断路	50	50
2	接触不良	10	9
3	电缆虚断	20	18
4	变压器损坏	2	2
5	保险丝损坏	5	5

参考文献

- 张峰, 乌效鸣, 路桂英, 符毕犀. 水平定向钻机工况参数检测系统的研究. 煤矿机械, 2013, 34(1): 83-85.
- 蔡永乐, 刘沂星. 煤矿井下千米定向钻进技术及其应用. 山西煤炭, 2011, 31(4): 65-67.
- 李彩, 柯天存, 卢佳新, 曹文熙, 曹玉红. 8 通道 24 位模数转换器 ADS1216 原理及应用. 微计算机信息, 2004, 20(8): 91-92.
- 李英, 徐钊. 采用 ADuM1201 的 CAN 总线隔离方法. 单片机与嵌入式系统应用, 2006, 4: 45-46.
- NXP LPC178x/7x preliminary user manual. <http://www.nxp.com>
- 薛晴. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 在 LPC1788 上的移植及应用. 单片机与嵌入式系统应用, 2012, 20(15): 176-177.
- Jean J, Labros SE. UCOS-II-源码公开的实时嵌入式操作系统. 邵贝贝, 译. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- 沈保山, 姬长英, 郭玉平, 张集乐. 基于 LabVIEW 数据采集系统的设计. 机械与电子, 2009, (4): 76-78.