

综合录井数据采集与远程实时监测系统设计

Design of the Mud Logging Data Acquisition and Remote Real-time Monitoring System

梁海波 张 金 张 喆 徐兴宝

(西南石油大学电气信息学院,四川 成都 610500)

摘要: 针对目前综合录井现场数据解释评价能力的不足,提出了综合录井远程实时监测的解决方案。利用 LabVIEW 虚拟仪器技术在数据采集、实时监测软件开发方面的优越性,设计了基于 LabVIEW 虚拟仪器技术的综合录井实时监测系统。该系统集现场数据采集、CDMA 远程数据传输、远程实时监测于一体。结果显示,该系统人机交互性友好、系统性能稳定。现场数据采集与远程数据传输能够满足综合录井远程实时监测的需求,并为远程专家决策提供有效的技术支持。

关键词: LabVIEW 数据采集 远程传输 实时监测 RS-485 总线

中图分类号: TP274+.2

文献标志码: A

Abstract: To overcome the demerit of existing comprehensive mud logging technology, i. e., lack of capability of field data explanation and evaluation, the solution of the comprehensive logging remote real-time monitoring is proposed. Considering the superiority of LabVIEW virtual instrument technology in data acquisition and real-time monitoring software development, the comprehensive logging real-time monitoring system constructed based on LabVIEW VI technology is proposed. The system integrates field data acquisition, CDMA remote data transmission, and remote real-time monitoring. The results show that the system features user-friendly interaction and stable systematic performance; the effect of field data acquisition and remote data transmission satisfy the demand for mud logging remote real-time monitoring, it provides effective technical support for remote experts decision-making.

Keywords: LabVIEW Data acquisition Remote transmission Real-time monitoring RS-485 bus

0 引言

综合录井是一种随钻石油勘探技术^[1]。它是在钻井过程中应用电子技术、计算机技术,借助分析仪器进行各种石油地质、钻井工程及其他随钻信息的采集、分析处理,进而实现发现油气层、评价油气层和实时钻井监控等目的。该技术在指导钻井施工、进行地层评价和油气资源评价方面具有无可替代的优势^[2]。

综合录井监测参数众多、监测环境复杂、录井异常情况复杂多样。当出现井下复杂异常情况或油气征兆时,受现场录井人员经验和技术水平限制,很难做到及时、有效地发现、预测和判断。

综上所述,有必要设计一套配套软件系统,将现场实时采集的综合录井数据上传至远程专家决策端,然后由远程专家根据现场实时采集的数据以及现场工况,指导现场更加安全、高效地进行钻井作业。

1 LabVIEW 搭建系统优越性

LabVIEW 是美国国家仪器公司(national instrument, NI)的软件产品,是一种用图标代替文本行创建应用程序的图形化编程语言(G 语言)。LabVIEW 提供了大量的硬件驱动与专用工具,能够轻松实现与大部分接口的硬件连接。通过 DLL、CIN 节点、Active、.Net 或 Matlab 脚本节点等技术,可以轻松实现 LabVIEW 与其他程序语言的混合编程。同时,LabVIEW 通过应用程序生成器可以轻松地发布 EXE、动态链接库和安装包^[3]。与其他开发软件相比,LabVIEW 具有开发效率高、开发周期短、拓展性好等优点。

2 系统实现

本文通过将基于 LabVIEW 平台开发的数据采集及远程实时监测系统与各种硬件设备形成配套装备,实现现场与远程专家决策端的实时互动,从而为现场钻井决策提供可靠依据。

2.1 系统总体框架

综合录井实时监测系统物理框架如图 1 所示。综合录井现场通过本系统数据采集模块,将各传感器测

修改稿收到日期:2012-01-08。

第一作者梁海波(1978-),男,2008年毕业于西南石油大学油气田开发专业,获博士学位,讲师,主要从事油气井工程方面的研究。

量信号通过 RS-485 串行总线通信方式传送至现场工控机。现场工控机在为综合录井现场监测提供数据的同时,通过无线 CDMA 远程数据传输方式,将现场实时采集数据传送至远程数据源服务器端。本文基于远程数据源服务器,通过 B/S 组网模式搭建远程实时监测系统,从而实现综合录井的远程实时监测。

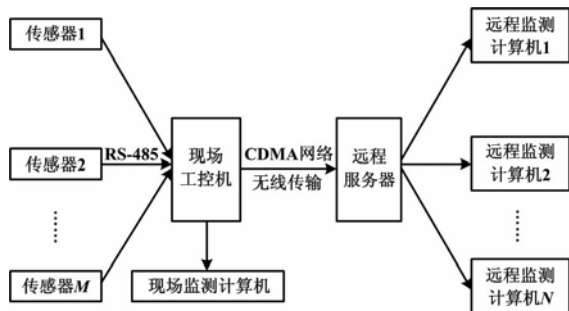


图1 综合录井实时监测系统框架

Fig.1 The framework of comprehensive mud logging real-time monitoring system

2.2 现场数据采集系统

本文选用北京阿尔泰科技发展有限公司生产的 DAM-3000 系列分布式采集模块,实现录井现场数据的采集。该系列模块是通用传感器与计算机的便卸式接口模块,产品性能可靠稳定,已广泛应用于各种工业环境。该系列模块提供标准的 RS-485 通信接口,采用高质量的进口元器件,模块化电源设计。内嵌单片机系统在软硬件方面均采用了先进的抗干扰措施。该模块具备良好的数据采集性能。

本文采用基于 LabVIEW 调用动态链接库 (dynamic link library, DLL) 的方式实现数据采集。DLL 是一个可以多方共享的程序模块,其内部对共享历程和资源进行了封装,具有共享代码、资源和数据,语言无关性,隐藏实现细节、节省内存的优点^[3]。基于 DLL 动态链接库方式较好地解决了在 LabVIEW 平台下使用国产数据采集设备实现数据采集的问题。

DLL 调用时,需要使用 LabVIEW 函数选板提供的调用库函数节点,并对库函数节点进行相应配置。根据现场数据采集的需求,本文主要采用了以下几个数据采集函数: CreateDevice、InitDevice、ReadDeviceAD、ReleaseDevice,调用规范全部采用 stdcall (WINAPI)。主要配置参数包括串口号、模块地址、波特率、读数据间隔以及数据通道等。

值得注意的是,由于采集的数据是数据采集模块 A/D 转换器转换后的数字量,为了便于操作者的理解及后期数据处理,需要将 A/D 转换后的数字量变换成

带有工程单位的数字量,即进行标度变换。根据综合录井数据采集参数类型,本文选择以下标度变换公式对采集的数据进行标度变换。

$$Y = Y_0 + \frac{Y_m - Y_0}{N_m - N_0}(X - N_0) \quad (1)$$

式中: Y_0 为被测量量程的下限; Y_m 为被测量量程的上限; Y 为标度变换后的数值; N_0 为 Y_0 对应的 A/D 转换后的数字量; N_m 为 Y_m 对应的 A/D 转换后的数字量; X 为 Y 所对应的 A/D 转换后的数字量。

标度变换是指在 ReadDeviceAD 函数后添加一个公式节点,并按照上述标度变换公式对其输出数据进行转换。通过以上处理,既保证了最后获取的数据就是所需要的综合录井实时采集数据,又完成了现场综合录井数据的采集。

2.3 CDMA 远程传输系统

码分多址 (code division multiple access, CDMA), 是在数字通信技术分支扩频通信的基础上发展起来的。最新的 CDMA 1X 的理论传输速率可达 300 kbit/s, 具有覆盖范围广、费用低、技术完善、安全可靠高等优点^[4]。因此,为了满足综合录井在复杂环境条件下,特别是有线网络传输受限时数据远程传输的需求,本文选择了基于 CDMA 无线网络实现综合录井数据的远程传输。CDMA 无线网络传输方式可以不受距离及位置的限制^[5],大大提高了综合录井数据传输效率,方便、快捷地实现了综合录井远程实时监测。

本文选用 ZOGLAB 推出的一款基于 CDMA2000 1X 2.5 GHz 网络平台的终端产品 C2000 CDMA 无线 modem。其内部采用 CDMA 无线模块,内嵌 TCP/IP 协议,能够轻松实现语音、短信、高速数据传输等应用。CDMA 2000 1X 采用全金属合金铝外壳,坚固耐磨、抗辐射、防静电打击 (4 kV 接触 ESD 保护),能够很好地适应各种复杂、恶劣环境下综合录井数据远程传输的需求。

综合录井数据经现场数据采集设备采集至工控机。工控机将要发送的数据打包以后,通过 RS-232 接口传送给 CDMA 模块; CDMA 模块再将数据以报文的形式通过中国联通 CDMA 网络传送给远程决策端服务器。远程决策端服务器采用 LabVIEW 的 VISA 控件实现数据的读取。VISA 是一种标准 I/O 接口软件^[6]。使用 VISA 时,需要安装 C2000 CDMA 无线 modem 自带的驱动软件。LabVIEW 共有 5 个串行通信节点,分别实现串口设置、写串口、读串口、检测串口缓存、中断等功能^[7]。

基于 LabVIEW 的 VISA 控件的串口数据读取程序界面如图 2 所示。

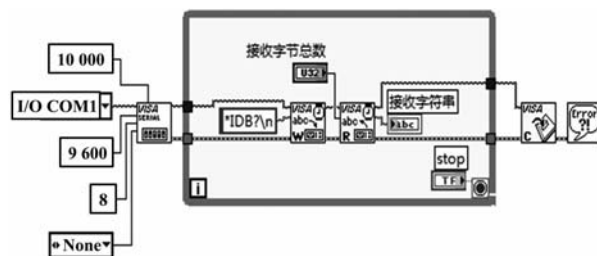


图2 串口数据读取程序界面

Fig.2 The interface of serial port data READ program

2.4 远程实时监测系统

通过远程实时监测端,搭建由远程服务器与监测计算机组成的远程实时监测局域网。远程服务器安装有实时监测系统和数据库管理系统。监测计算机通过网页即 B/S 模式与服务器建立连接,直接将服务器端 VI 前面板“原封不动地搬移”到监测计算机的屏幕上,从而实现远程实时监测。

搭建远程实时监测系统时,需要在远程服务器中配置和启动 LabVIEW Web 服务器,并配置 Web 发布工具。具体配置方法可参见参考文献[1]。通过以上方式对远程服务器进行配置后,即可在远程监测计算机上通过 Web 浏览器方式实时监测现场综合录井工况,从而实现综合录井远程实时监测。

2.5 数据库管理与应用

为便于分析,监测系统必须对其所监测数据进行存储。数据库管理系统以其整体描述性、数据独立性、数据共享性、安全完整性等优点成为管理大量测量数据的最佳方法^[8]。

本文选用 SQL Sever 2000 数据库管理软件对综合录井实时采集数据(包括现场数据采集端数据以及远程数据接收端数据)进行管理。

本文基于一个完全免费且开源的数据库访问工具——LabSQL 工具实现对数据库的访问。该工具基于 ActiveX 数据对象(ActiveX data objects, ADO)模型,实现数据库访问与操作。ADO 是微软利用自动化服务器技术开发的数据库接口,其对关系型数据库和非关系型数据库都提供了支持^[9]。

为了更加有效地与数据库建立连接,采用了基于数据连接工具 ODBC,并通过建立数据源别名(data source name, DSN)的方式进行数据库访问、管理和操作。

采用 LabSQL 工具对数据库进行各种查询、增、删、改操作时,需要利用 ADO Connection Create. vi、ADO Connection Open. vi、SQL Execute. vi、ADO Connection Close. vi 等子 VI,并在相应端口输入执行操作的 SQL

语句。基于 LabSQL 工具进行数据库管理与操作,程序实现简捷方便,程序执行效率较高。

3 结束语

基于 LabVIEW 虚拟仪器软件开发的综合录井数据采集与远程实时监测系统,具有人机交互界面友好、系统性能稳定等特点^[10-12]。经实践检验,现场实时数据采集及时准确、稳定性高,能够满足综合录井现场实时监测的需求。同时,基于 CDMA 的远程数据传输方式的数据传输效率高、准确性好,能够满足复杂条件下综合录井数据远程传输需求。远程监测端能够实时接收并实时显示现场录井工况,为远程专家决策提供有力保障。

参考文献

- [1] 杨立平,杨进. 现代综合录井技术基础及应用[M]. 北京:石油工业出版社,2008.
- [2] 戴永寿,张欣欣,于云华,等. 综合录井信息共享方法的研究和探讨[J]. 录井工程,2007(3):33-35.
- [3] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8.20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007:22-33.
- [4] 陈小兰,苏武浔. 一种基于移动通信网络的无线数传系统[J]. 福建电脑,2007(2):123-124.
- [5] 田海峰,赵建平,董艳峰. 基于无线数传与 CDMA 的远程测控网络[J]. 通信技术,2009(11):130-132.
- [6] 刘军华,郭会军,赵向阳. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京:电子工业出版社,2003:233-234.
- [7] 陈金平,王生泽,吴文英. 基于 LabVIEW 的串口通信数据校验和的实现方法[J]. 自动化仪表,2008(3):32-34.
- [8] 臧怀刚,冯思萌. 基于 LabVIEW 的工业污水多参数在线监测系统[J]. 自动化仪表,2009(4):44-46.
- [9] 陈树学,刘莹. LabVIEW 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2001:460-461.
- [10] 张林,梁海波,郭智勇. 基于虚拟仪器技术的录井培训系统设计[J]. 仪器仪表用户,2011,12(4):34-35.
- [11] 郑树元. 精通 LabVIEW 虚拟仪器程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [12] 周伟林,杨华勇,李清峰. 基于 LabVIEW 的数字滤波器的设计[J]. 微机计算机信息,2006,22(13):163-164.