

基于无线传感技术的油气井地面测试系统

胥 林¹, 张 琴², 王丹东¹, 胡长翠²

(1.西南石油大学 计算机科学学院, 四川 成都 610500;

2.川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院, 四川 广汉 618300)

摘 要: 提出了油气井地面测试数据无线采集的研究路线, 采用采集器与中间服务器相连, 采集传感器的数据, 通过无线射频方式将数据传送到中间服务器, 中间服务器整合处理无线射频信号, 并将处理后的数据通过局域网传送到工控机中进行存储、显示、处理等。介绍了无线地面测试数据采集系统的体系结构和软件架构、数据流程, 详细阐述了无线采集监控装置的终端硬件设计以及系统现场测试及应用情况。

关键词: 油气测试; 无线传输技术; 数据采集; 采集监控装置

中图分类号: TE 353

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)04-0093-03

Oil & gas well ground-testing system based on wireless networks

Xu Lin¹, Zhang Qin², Wang Dandong¹, Hu Changcui²

(1.School of Computer Science, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China;

2.Sichuan Petroleum Drilling Production Technology Research Institute, Guanghan 618300, China)

Abstract: This article proposed technology based oil and gas wells ground-test data collection device of the wireless route. The technology use the collector is connected with the intermediate server, collecting sensor data and then send to the intermediate server by the radio frequency. Intermediate server integrate the radio frequency signal, and processed data sent to the industrial computer through the LAN for storage, display and processing. This article introduced a wireless ground test data acquisition system architecture and software architecture, data flow, and detailed hardware design based on wireless monitoring device collection and application of field tests.

Key words: oil & gas test; wireless transmission technology; data acquisition; collection monitoring device

随着油气勘探开发^[1]的不断深入, 对试油资料录取质量的要求越来越高。目前国内外油气井地面测试数据采集系统都采用有线传输方式, 而随着油气井测试的数字化、自动化越来越强, 测试采集参数越来越多, 有线地面测试数据采集系统被无线地面测试数据采集所替代是必然的趋势。它也将成为油田进行科学试油的发展方向。

有线地面测试数据采集系统已广泛应用于油气井试油地面测试作业中, 经过现场应用, 发现该系统存在以下不足: (1)现场作业环境恶劣, 布线困难, 工作量大; (2)地面温度太低时, 易导致信号传输电缆破裂损坏; (3)信号电缆维护成本较高; (4)信号电缆现场出现故障时, 检修焊接不方便; (5)现场布置的信号电缆经常被刮走等。

针对以上问题, 提出了数字化、无线化、智能化的设

计模式, 研制开发了一套无线地面测试数据采集及管理系统, 实现了现场测试数据实时采集并无线传输到现场操作中心计算机进行显示、存储和处理等功能。

1 系统目标

本系统主要采用采集器与中间服务器相连, 采集器采集传感器的数据, 然后通过无线射频方式将数据传送到中间服务器。中间服务器将接收到的无线射频信号进行数据的整合处理, 并将处理后的数据通过局域网传送到工控机中进行存储、显示、处理等。该技术具有抗干扰能力强、传输距离远、延时短、成本低等优点。此外在该系统中, 与传感器配套的无线采集终端具有数据处理能力, 能够根据用户需求增加多种智能化的功能, 提供了更多、更有效的数据处理、统计分析、决策

辅助等功能^[2-4]。

2 试油地面测试数据无线采集系统设计

2.1 无线采集监控装置的体系结构

根据多年现场测试经验和部分井的实际情况,试油地面测试数据测点距离现场控制中心直线距离约 500 m,井场内常有压裂车、酸罐、泥浆池等大型遮挡物。无线射频方式传输距离与功率成正比,功率越大则传输距离越远,电池的使用寿命越短,成本越高。为了降低直接成本,采集器必须设计为低功耗,而低功耗采集器通过试验,在周围无大型遮挡物的情况下,传输距离为 500 m 左右,不能满足现场测试需要。为了很好地解决既节约用电又有较远的传输距离这个矛盾,该系统设计了中继器,将信号放大后再传输给接收器。

油气井钻采集测试现场每个节点都有固定的地址,数据的传输采用主从站方式,节点数量不多,而且都处于主站的无线通信范围内,由主站统一控制网络内的通信时序。根据这一特点,无线采集监控装置设计为一个实用的集中式无线传感器网络,如图 1 所示。

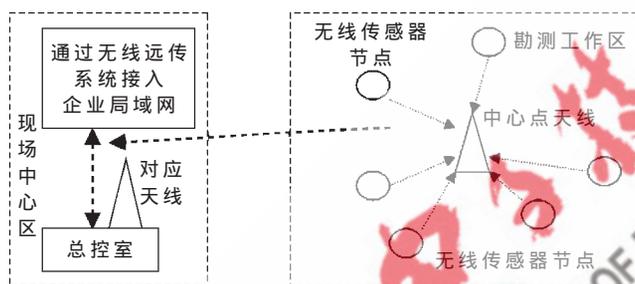


图 1 系统体系结构图

系统采用先进的三层结构,并采用模块化、结构化的设计,最底层数据服务层由 SQL Server 数据库承担,通过表、视图、存储过程、触发器、规则和缺省值等工具进行数据控制,以事务方式保证数据完整性和一致性。中间层为业务逻辑层,以 DLL 动态库或后台服务的方式,完成数据的业务逻辑处理。顶层位为表示层,以应用程序或网页的形式提供人机接口,负责数据的输入输出。它通过业务逻辑层与数据服务层打交道,获取或提交需要的数据。系统层次结构图如图 2 所示。



图 2 系统层次结构图

2.2 数据流程

首先由低功耗传感器将模拟量传给采集板,采集板进行 A/D 转换生成数字信号,然后通过无线方式发给中继器,中继器再以无线方式转发给接收器,接收器通过局域网络,以 TCP/IP 方式发给控制中心。控制中心通过一个上位机,负责数据采集,并利用 ADO 技术将数据实时存储到 SQL Server 数据库中;同时控制中心还通过一个下位机,负责数据管理,它与上位机共用同一个 SQL Server 数据库,也利用 ADO 技术对数据库进行读写操作,生成实时曲线及预警

报警,完成采集数据的历史曲线回放、打印、数据计算、数据查询、导出及基本信息维护等工作。

3 无线采集监控装置的终端硬件设计

地面测试数据自动采集及无线传输系统硬件包括四部分:第一部分为数据采集器,负责采集传感器的数据,然后通过无线射频方式将数据传送到中继器;采集器又分为压力采集器、温度采集器、差压采集器、液体流量采集器和气体流量采集器等;第二部分为中继器,它接收采集器发来的数据信号并无线转发给接收器;第三部分为接收器,它在总控室内通过无线接收中继器发来的数据,并通过 RJ45 口或 DB9 接入局域网;第四部分为现场控制中心,通过 PC 机对数据进行显示、分析和处理^[5]。系统层次结构图如图 3 所示。



图 3 系统硬件结构框图

3.1 采集器

地面测试数据采集系统主要采集压力、温度、流量和差压信号。根据测试现场需要主要有压力采集器、温度采集器、流量采集器等。主要功能是采集测点数据,并通过无线射频方式将采集到的信息无线发送到中继器。

数据采集器主要完成传感器信号输入、ADC 模数转换(脉冲输出型流量计无需进行 A/D 转换,可以直接由 MCU 进行检测)、采集和记录传感相关数据,并通过无线射频方式将采集到的信息无线发送到中继器。采集器由传感器、单片机、ADC 模数转换电路、无线射频芯片和电池电源管理五个部分构成。即传感器采集测点数据通过 ADC 模数转换电路转换为数字信号后传输给低功耗单片机(MCU),单片机经过处理后通过射频电路和天线发送给中继器。采集器和中继器之间可以双向通信,即采集器可以向中继器发送数据信息,同时也可以通过中继器向采集器传递操作指令。采用无线通信协议为分时协议,工作频率为 433 MHz,通过检测和现场试验,效果良好。采集器内部结构如图 4 所示。

3.2 接收器

接收器主要功能是通过无线通道接收中继器或采集器发出的数据,并将接收到的数据通过网口经局域网传送到控制中心。与中心服务器连接中断时,暂存无线通道送来的数据到板载的 Flash 中,待正常连接后,将 Flash 中的数据补发给中心服务器。中继器和接收器之

应用奇葩

Example of Application

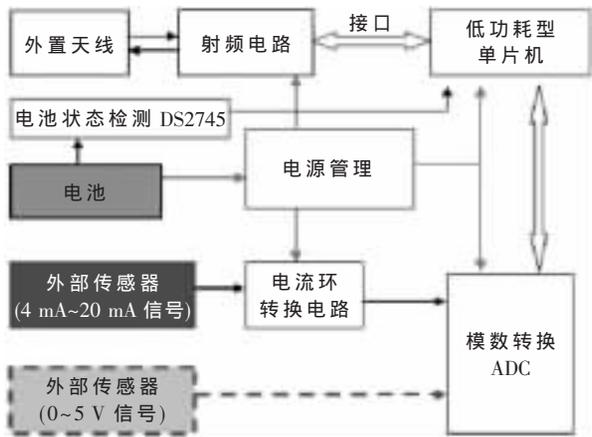


图4 采集器内部组成图

间可以双向通信。接收器内部结构如图5所示。

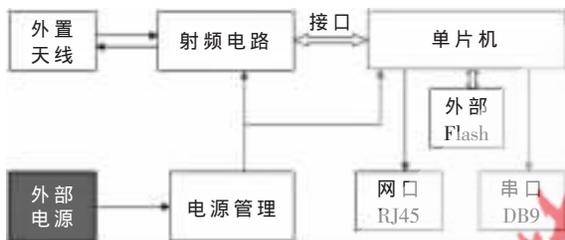


图5 接收器内部结构图

接收器工作时放置在现场控制中心,采用外电源供电。接收器的设计选用了高性能的嵌入式CPU和大功率收发模块,配置高增益的全向天线,保证实时接收采集器或中继器传来的数据。

4 试油地面测试数据无线采集系统现场测试

试油地面测试数据采集系统在富顺1井开展了现场试验,测试层位为须二下段;地面测试设备为节流管汇、转向管汇、热交换器、分离器、数据采集房等;无线采集系统设备为0~70 MPa压力采集器1只,0~16 MPa压力采集器1只,-50℃~150℃温度采集器1只和液体流量采集器1只,中继器1只,接收器1只,网络集线器1只,网线1根,接收机天线1根,笔记本电脑1台和无线数据采集软件。

0~70 MPa压力采集器安装在套压处,0~16 MPa压力采集器安装在流量计孔板上压处,-50℃~150℃温度采集器安装在热交换器出口处,流量采集器未安装在设备上,作为测量设备传输距离和抗干扰能力。接收机天线安装在数据采集房房顶上。接收机和网络集线器放在数据采集房内。测试具体情况如下:

(1)未安装中继器时,套压和热交换器处信号较好,井场内效果均良好;

(2)中继器放置在钻台司钻房顶,所有采集器通过中转后发送给接收机,效果非常好。将流量采集器放置在距采集房约800 m处,传输信号良好,无数据丢失情况发生;

(3)酸化时两台压裂车同时开泵工作,整个工作期间无干扰信号产生,无线采集器工作稳定;

(4)和有线数据采集系统相比,测试数据值一致,精度相当,无明显延时滞后现象。

现场无线采集器布置图及系统测试曲线图如图6、图7所示。



图6 无线采集器现场布置图

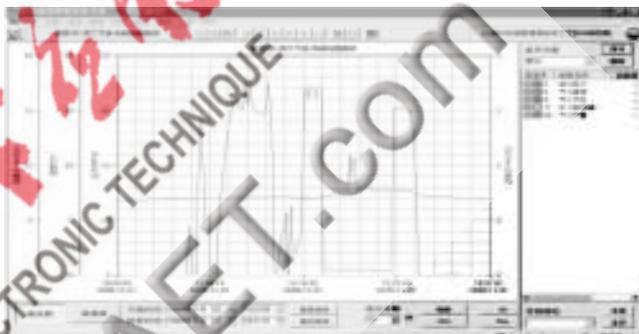


图7 富顺1井无线系统测试曲线图

本文中的地面测试数据无线采集系统,改变了原有有线采集传输方式,实现了地面测试数据采集无线传输功能,解决了试油测试现场布线困难等实际问题。通过现场试验,研制开发的无线地面数据采集及管理系统运行可靠、性能稳定、安全性高、自动化程度高、仿真效果直观、数据库集中管理数据、数据处理准确可靠,充分满足了油气井试油信息的数据采集、监视控制和信息处理的需要,实现了试油地面测试数据采集系统的升级。

参考文献

- [1] 马永峰,庄建山,张绍礼.油气井测试工艺技术(第1版)[M].北京:石油工业出版社,2007.
- [2] 李永红,那凯鹏.基于无线传感网络技术的粮库监控网络的研究[J].仪表技术,2008(11):47-49.
- [3] 潘伟,黄东.基于Zigbee技术的无线传感网络研究[J].计算机技术与发展,2008,18(9):541-544.
- [4] 董海涛,屈玉贵,赵保华.Zigbee无线传感器网络平台的设计与实现[J].电子技术应用,2007,33(12):125-126.
- [5] 李海涛,仪维,吴筱坚.PIC单片机应用开发典型模块[M].北京:人民邮电出版社,2007:243-249.

(收稿日期:2010-09-16)

作者简介:

胥林,男,1977年生,讲师,硕士,主要研究方向:计算机通信技术在石油工程领域中的应用。