

基于 51 单片机的油矿无人值守测控系统研究 *

王 斌¹, 孟义人¹, 纪庆周¹, 董晓君¹, 卓 珍¹, 程传杰², 吴凤娇¹

(1.西北农林科技大学 水利与建筑工程学院电气系, 陕西 杨凌 712100;

2.华电国际邹县发电厂, 山东 邹城 273522)

摘 要: 针对延长油矿的现状和特点, 运用“油井接力式运转”和“管线连续流”的思想, 设计了总体方案, 达到降低生产成本, 减少损耗, 延长抽油机寿命的目的。系统使用基于 C51 的下位机现场控制模块对油井进行实时监控, 使用 ZigBee 无线传输模块实现数据的无线传输, 结合上位机监控软件, 可实现对整个油矿的无人值守及有效监控, 并实现资源的最优配置以及利用。

关键词: 遥测; 遥控; 实时; 无线通信

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)05-0078-04

Study of unattended oilfield measurement and control system based on C51

Wang Bin¹, Meng Yiren¹, Ji Qingzhou¹, Dong Xiaojun¹, Zhuo Zhen¹, Cheng Chuanjie², Wu Fengjiao¹

(1. Department of Electrical Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. Zouxian Power Plant of Huadian Group, Zoucheng 273522, China)

Abstract: According to the status of Yanchang Oilfield, the thoughts of making the oil wells running with the type of relay and the pipe continuous flowing are proposed. The system uses the field control module based on C51 to achieve real-time monitoring and control for oil wells, uses the ZigBee wireless transmission module to realize the data wireless transmission. Combined with the monitoring software, it can realize the unattended oilfield measurement and control.

Key words: telemetry; telecontrol; real-time; wireless communication

由于历史等原因, 延长油矿目前的具体情况是: 油田地域广、油井多、单井产量低; 油层伴生水质不配伍, 结垢十分严重; 地形地貌复杂, 原油极容易在地面管汇中滞留而“灌香肠”, 即原油凝固而使输油管道堵塞; 地形复杂、高差大, 阻挡、屏蔽、干扰严重, 遥测遥控难度比平原、坡地的难度大^[1]。

结合延长油矿的具体情况, 本文设计了一种基于 ZigBee 无线传输协议的使用 C51 系列单片机对油矿进行控制, 并且利用可视化的上位机软件对油矿进行监控的遥测遥控系统。经过仿真分析以及测试, 此系统可以较好解决延长油矿的具体问题, 达到各项技术指标。

1 系统总体设计

在抽油机的井口处安装有温度传感器, 配电柜安装有电流传感器, 传感器输出的信号为反映抽油机运行状

况的模拟信号, 通过 A/D 转换模块转换为数字信号后进入下位机。下位机一方面通过本地内置的算法进行逻辑运算及判断, 通过输出控制模块进而达到控制抽油机的目的; 另一方面又将采集到的信号经 RS232 接口传入 ZigBee 模块, 然后发送出去。在上位机处也装有 ZigBee 模块, 其接收到下位机传来的信号之后, 经 RS232 接口传入上位机。上位机在画面上显示各抽油机温度和电流等参数, 实时直观地反映抽油机工作状态。系统总体设计框图如图 1 所示。

2 系统硬件设计

系统硬件设计主要分为下位机现场控制模块及无线数传模块两部分。

2.1 下位机现场控制模块设计

根据系统总体设计方案, 设计思路如下:

(1) 集中设计直流稳压电路。电路输入为市电

* 基金项目: 西北农林科技大学国家级“大学生创新创业训练计划”资助

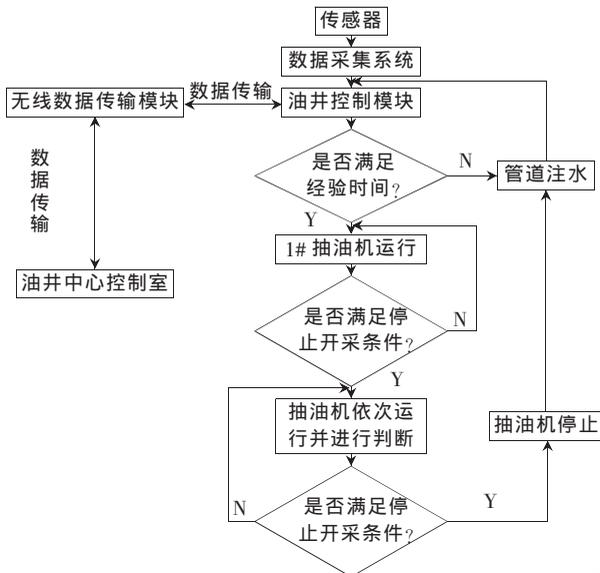


图1 系统总体结构

(220 V, 50 Hz), 输出为稳定的直流 5 V 电压。

(2) 使用单片机最小系统设计主要控制模块, 配合其他外围电路以满足对象控制的需要。

(3) 设计 A/D 转换模块, 可以从传感器获取现场传感器的相关数据, 并进行相应的逻辑判断及分析。

(4) 对串口通信部分进行设计, 使得单片机可以与无线数传接口模块进行正常通信。

(5) 设计用于现场控制的输出控制模块, 用以控制井台的抽油机开启和停止。

2.1.1 直流稳压电源模块

直流稳压电源模块主要由电源变压器、桥式整流电路、滤波电路、集成稳压电路等构成^[2]。利用 Multisim 进行仿真, 从而确定各个参数, 如图 2 所示。桥式整流电路选用的是集成模块 3N250, 并引入集成稳压电路模块 LM7805。

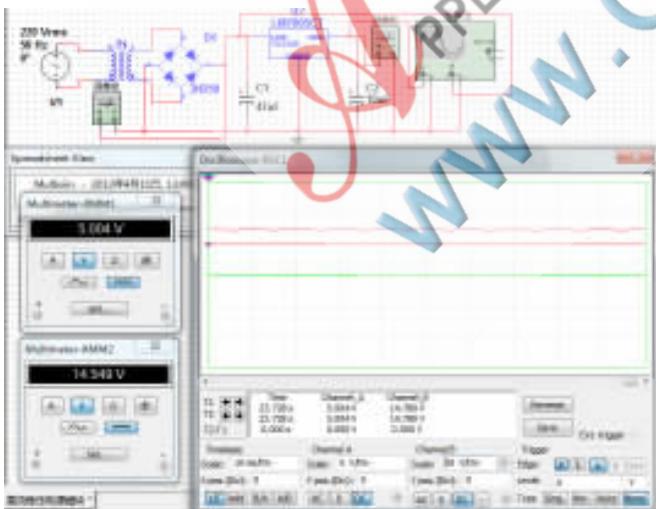


图2 直流稳压电源模块的仿真

2.1.2 主要控制模块^[3]

主要控制模块主要基于单片机最小系统电路进行

设计^[4]。本设计中所选用的 MCU 为与 MCS-51 兼容的 AT89C51 芯片。

2.1.3 A/D 转换模块^[5]

人类直接感受到的模拟信号不易存储、处理与传输, 且容易失真, 所以往往要转换为数字信号。因此需要一个模块(模/数转换器, ADC)来将传感器测得的模拟信号转换成数字信号^[6]。本设计中选用的是 ADC0809 芯片。

2.1.4 无线数传接口模块^[7]

本设计采用 RS232 串口作为单片机与 ZigBee 模块进行通信的接口。而 RS232 在进行通信时需要 12 V 的电压才能识别, 即高低逻辑电平为 12 V 和 0 V, 但是 51 单片机的高低逻辑电平为 5 V 和 0 V。所以为了避免两者电平不一样而造成无法通信, 中间就需要一个电平转换芯片, 在本设计中选用了 MAX232^[8]。

2.1.5 输出控制模块

主要控制模块在接收到经过 A/D 模块处理过的数据后, 经过逻辑判断从而有针对性的对现场井台的抽油机进行控制。此模块主要由排针构成, 仅对外部提供一个由高低电平组成的控制信号, 再经过外置的放大电路和驱动电路, 从而达到控制抽油机启停的目的。

最终设计出的电路原理图如图 3 所示, 可以清晰的看出上述各部分电路模块。

2.2 无线数传模块设计

通过对几种主流的无线传输技术进行对比, 其中表 1 列出了部分技术以及比较项目, 最终选用 ZigBee 作为系统的无线传输协议。

表 1 部分无线传输技术对比

技术名称	传输范围/m	传输速率/(Mb/s)
蓝牙	10	1
红外	10	16
ZigBee	10-100(加强型达几千米)	0.25/0.04/0.02
Wi-Fi	100	11

ZigBee 是一种经济、高效、低数据速率 (<250 kb/s)、工作在 2.4 GHz 和 868/928 MHz 的无线技术, 用于个人区域网和对等网络^[9]。

无线数传模块采用了德州仪器(TI)公司推出的高度整合的 SoC 芯片 CC2430 方案进行模块设计。CC2430 具有成本低、体积小、外围设备丰富且电路简单、扩展性强的优点, 能够胜任 WSN 节点的功能和作用。

CC2430 的射频部分其实就是一个 CC2420, 有关射频原理和 CC2420 相同^[10]。32 kHz 时钟驱动睡眠定时器和看门狗定时器, 并当计算睡眠时期的时间时, 作为 MAC 定时器的闸门。应用 RF 收发器时, 必须选择 32 MHz 晶振, 确保其稳定。因此在外围电路中设计了 32 MHz 和 32 kHz 两个晶振电路, 32 kHz 晶振设计成运行在 32.768 kHz, 需要时间精度时, 为系统提供一个稳定的时钟信号。根据官方手册, 设计 CC2430 的基本射频电路

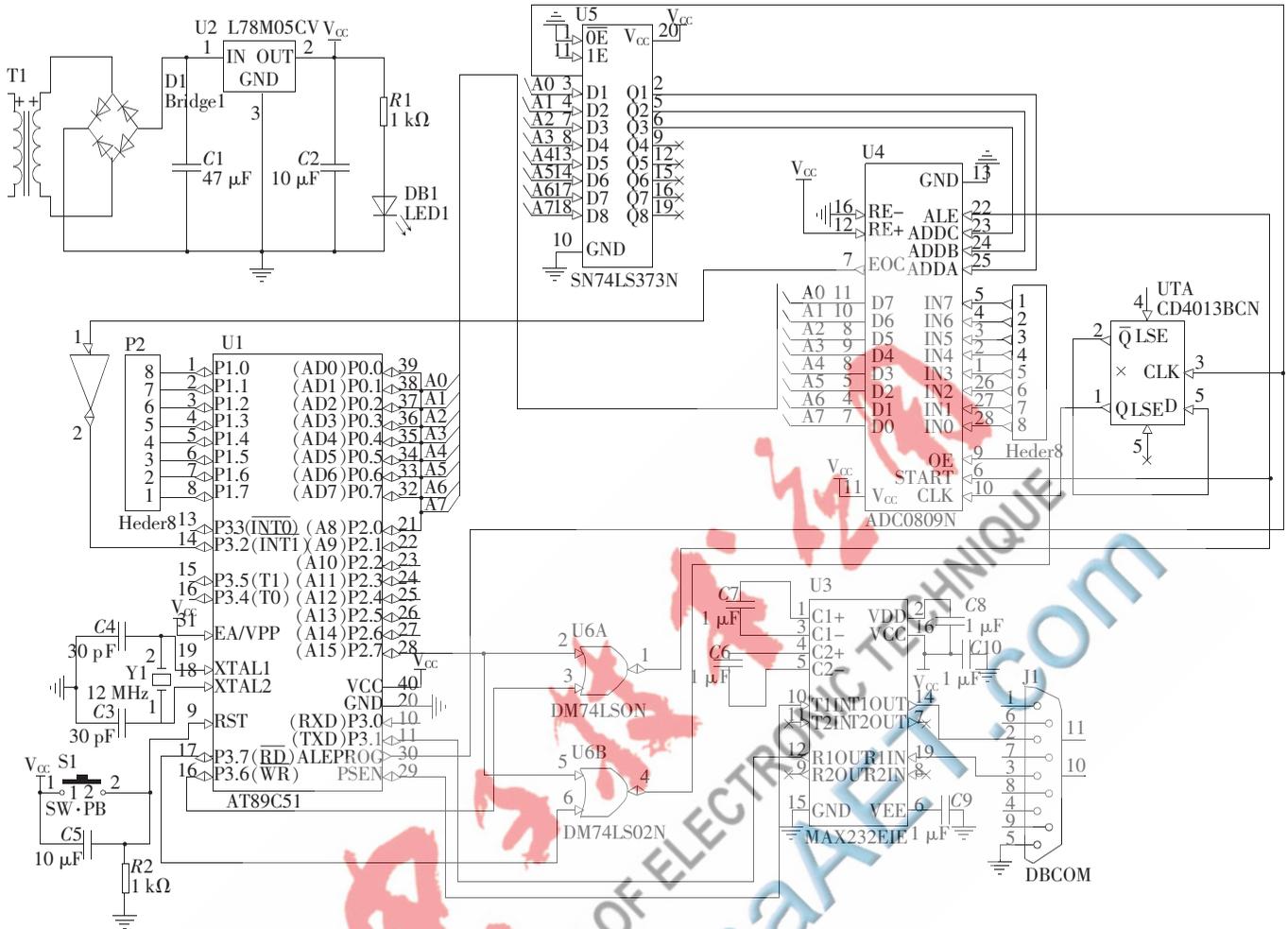


图3 下位机现场控制模块电路原理图

如图4所示。

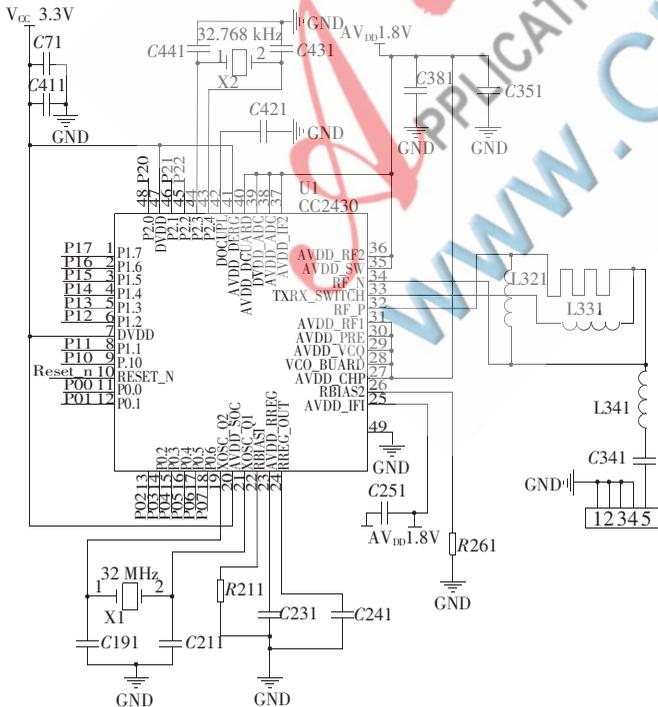


图4 无线数传模块电路原理图

3 系统软件设计

对井台的控制主要包括油井的启停控制、接力式运转和管线连续流的实现以及断电保护功能的实现。延长油矿采用的是农用电,突然断电现象十分严重,应如何保护断电时的数据以保证系统在再次上电时接着上次断电时的状态正确执行。设计框图如图5所示。

下位机控制模块首先令计数器为1,启动对一号抽油机的判断。所谓的“经验时间”,即在长期的生产过程中积累的经验,大概多长时间此油井会有油可以抽取。所以先判断是否满足经验时间,如果满足则启动抽油机,不满足则对管道进行注水,等待时间条件的满足。启动抽油机之后,再对停止开采的条件进行判断(温度以及电流,后文会详细介绍),如果满足停止条件则

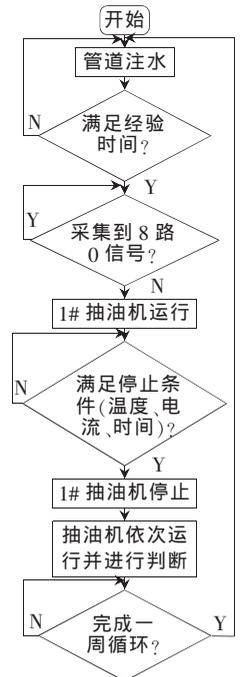


图5 系统软件设计框图

停止抽油机工作,对管道进行注水,不满足则继续运行抽油机直至满足停止开采条件。

如何判断油井无油,选择什么样的传感器,以什么样的信号来判断控制抽油机停止?上述问题通过以下措施解决:

(1)油井抽油杆处安装有温度传感器。

当油井无油时,抽油杆由于干摩擦会导致温度升高,通过判断,控制抽油机停止。

(2)抽油机处安装有电流传感器。

当油井无油时,抽油机负载会变小,其电流也变小,通过判断电流变化,控制抽油机停止。

(3)利用开采记录得出无油的经验时间。

可以通过多次实际测量抽油机每次从开始抽油到本口井无油的时间,记录下来。当到达经验时间时,控制抽油机停止工作。

3.1 断电保护功能

由于延长油矿采用的是农用电,人为随意拉闸断电现象严重,因此必须在程序中设置断电保护功能,保证断电再上电后程序从断电处继续执行。

设计思路是:下位机系统由UPS保证一直持续运行。在系统处于运行状态时,当采集到的8路传感器信号均为0时,系统中断运行,进入待机状态,延迟函数生效,直到再次采集到非0信号,系统重新返回正常运行状态。

3.2 确保数据传输正确性

为了确保传输的数据准确无误,在串行异步通信中,常在传输过程中进行相应的检测,避免不正确数据被误用。奇偶校验是常用的检测方法。

奇偶校验的工作原理如下:P是特殊功能寄存器PSW的最低位,它的值根据累加器A中的运算结果而变化。如果A中1的个数为偶数,则P=0;如果为奇数,则P=1。如果在进行串行通信时,把A的值(数值)和P的值(代表所传输数据的奇偶性)同时发送,那么接收到数据后,也对数据进行一次奇偶校验。如果校验的结果相符(校验后P=0,而发送过来的数据位也等于0;或者校验后P=1,而接收到的校验位也等于1),就认为接收到的数据是正确的。反之,如果对数据校验的结果是P=0,而接收到的校验位等于1,或者相反,那么就认为接收到的数据是错误的。

4 系统测试

下位机测试分为模块测试以及程序测试两部分。模块测试主要对印刷电路板进行测试,以黑箱测试的方法进行测试;程序测试主要使用Keil自带的仿真功能进行。

计算机通过RS232接口接入ZigBee无线通信模块,先对ZigBee模块的节点地址、节点名称、节点类型、网络类型、网络ID、无线频点、地址编码、发送模式、波特率、校验、数据位、串口超时等选项进行配置。其中一个ZigBee模块设为中心节点(地址0000),另一个设为终端设备(地址0002),即一主一从。实验结果如表2所示。测试结果表明数据传输正确,并且可以双方向传输。

表2 数据的接收和发送

主从模式	传送数据
主机发送	0002http://www.nwsuaf.edu.cn
从机接收	0000http://www.nwsuaf.edu.cn
从机发送	abcdefg123456789
主机接收	0002abcdefg123456789

设置好参数后,使用Keil进行编译(Translate)、连接(Build),从而生成HEX文件。利用软件仿真进行测试。仿真测试结果表明,程序工作正常,测试通过。

设计的测控系统为其他油矿的无人值守及有效监控提供了参考:

(1)采用多种方法相结合控制油井启停,实现了各油井协调控制、接力式运行。

(2)系统通过分时间段运行,每口油井只在某一时间段运行,并且巧妙地引入注水环节,实现了管线的连续流,有效解决了“灌香肠”现象。

(3)系统选用ZigBee模块进行无线通信,在遵守ZigBee技术相关协议的基础上,现场数据以“自组网技术”和“直序扩频传输方式”得以无线和无冲突远距离发送,实现了较远距离的可靠通信。

(4)在实验室对设计的系统进行了测试,对ZigBee模块在实验室和楼层进行了实验,均取得了比较理想的实验结果。

参考文献

- [1] 刘晔,王斌,杨新伟,等.基于ZigBee技术的油矿遥测测控系统设计[J].计算机测量与控制,2010,18(2):339-341.
- [2] 刘建,高振玲.直流稳压电源的设计[J].河北建筑工程学院学报,2008(4):69-71.
- [3] 刘建清.轻松玩转51单片机C语言:魔法入门、实例解析、开发揭秘全攻略[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011:8-9;137-138.
- [4] 谢波.超低频数据采集系统接收机的开发研究[D].武汉:华中科技大学,2008.
- [5] 郭文川.单片机原理及接口技术[M].北京:中国农业出版社,2007:241-243.
- [6] 张瑾,刘海燕,朱元丽,等.用大规模可编程逻辑器件实现湿度检测[J].电子测量技术,2006(5):115-117.
- [7] 张义和.例说51单片机(C语言版)(第3版)[M].北京:人民邮电出版社,2010:2;43.
- [8] 张申.步进电机驱动的钩舌堆焊控制系统[D].成都:西南交通大学,2011.
- [9] 李剑桥.Zigbee终端射频接收前端的设计[D].大连:大连海事大学,2011.
- [10] 裴菊静,王经卓,董自健,等.基于CC2420实现ZigBee无线通信的设计[J].工程与实验,2012,52(1):61-63.

(收稿日期:2012-12-04)

作者简介:

王斌,男,1986年生,讲师,主要研究方向:测控技术及其自动化、电力系统及其自动化等方向。