

基于RFID和ZigBee的变电站巡检系统设计

针对变电站传统的巡检方式存在巡检效率低、巡检不到位以及巡检数据不能够及时上传等缺陷,设计了一种基于RFID和ZigBee技术的变电站设备巡检系统。系统采用具有RFID识读器的手持式数据终端作为巡检设备,应用RFID技术、ZigBee无线通信技术以及嵌入式技术,可以方便地记录巡检信息并将其及时上传至后台管理中心,有效提高了变电站的巡检质量。

赵欣/海南热带海洋学院电子通信工程学院

0 引言

变电站巡检是保障电气设备稳定持续工作的一项重要措施,传统的巡检方式存在漏检、错检以及数据不能够及时上传等缺陷,已不能满足变电站信息化、规范化的管理需求。因此,提出了一套新的巡检方案,利用手持巡检器替代手工纸介质记录,并将RFID射频识别技术和ZigBee无线传输技术应用在变电站的数据采集以及传输过程中,可提高巡检效率,及时发现设备隐患,保障变电站安全稳定运行^[1]。



赵欣/副教授

1 系统总体结构及工作流程

1.1 总体结构

关键词/Keywords

变电站·
巡检系统·
RFID·
ZigBee·

巡检系统由信息管理中心、变电站巡检基站以及手持巡检器三部分构成。系统总体结构如图1所示。手持巡检器是一台具备RFID识读功能的移动终端,巡检人员使用巡检器读取RFID标签识别需巡检的设备,并进行相关参数的记录。每个变电站巡检系统配置一个巡检基站,巡检基站与巡检器都内嵌支持ZigBee协议的芯片,当工作

人员进入变电站开始巡检时,手持巡检器与该变电站巡检基站会自动构成一个ZigBee网络,通过ZigBee协议进行通信^[2]。巡检基站通过以太网接口连接管理中心的主机,最终的巡检结果信息经由巡检基站存入管理中心数据库,管理人员可通过应用软件对数据进行分析^[3]。

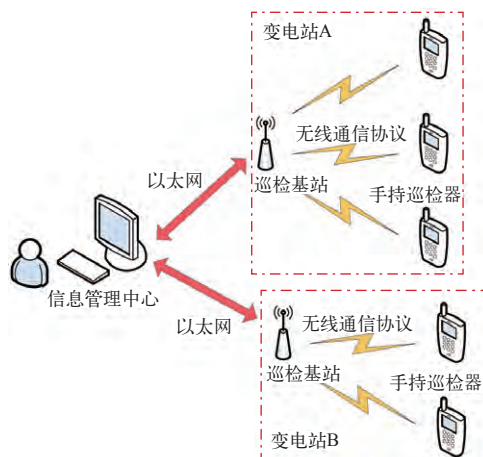


图1 巡检系统总体结构图

1.2 工作流程

系统的工作流程主要包括以下三部分。

1) 接收巡检任务。巡检人员到达变电站现场时,手持巡检器会自动加入由巡检基站作为协调器的ZigBee网络,然后通过无线通信方式下载和自己工号对应的巡检路线、巡检设备等任务信息。

2) 执行巡检任务。变电站需巡检的作业点事先安装不同编号的RFID标签,巡检人员按照任务规定的路线来到作业点,通过手持巡检器与作业点的RFID标签通信,如果读取的标签信息与巡视任务中规定的一致,则巡检器会提示该作

业点需检查的设备,如主变压器、断路器和电容器组等电力设备,巡检人员可对设备进行检查,将设备的各种参数和工作状态进行现场采集输入。巡视基站会通过ZigBee通信方式接收手持巡检器的数据并上传至管理中心的数据库。

3) 管理巡检数据。管理中心对接收的巡检数据建立数据库,生成巡检结果记录,分析出设备的运行状况并生成报表,交相关人员做后续处理。

2 系统硬件设计

系统中的巡检基站和手持巡检器在硬件结构上差异并不大,主要是通过烧写不同的内置程序实现其各自的功能。以下主要以手持巡检器为例介绍系统的软硬件设计。

2.1 手持巡检器组成

手持巡检器的基本组成如图2所示,主要由处理器模块、ZigBee模块、RFID读写器模块、显示模块、键盘输入模块和电源模块等组成。处理器在设计上采用ARM芯片,通过外部扩展连接RFID读卡器,ZigBee无线收发模块实现巡检器与巡检基站之间的数据传输,键盘模块可以实现工作人员与巡检器的人机交互,显示模块显示巡检信息及巡检器的系统配置信息,电源模块为巡检器提供能量。

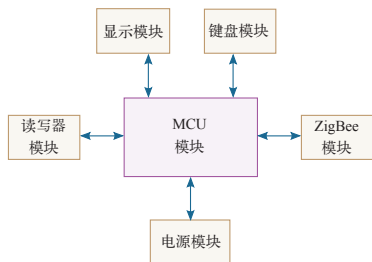


图2 手持巡检器硬件组成

(1) 处理器模块

处理器模块是手持巡检器的核心,要实现处理数据、数据显示以及控制RFID读卡器、ZigBee模块等功能,为达到低功耗、高性能的要求,设计中选用了Philips公司的LPC2132^[1]芯片,该芯片是一个支持实时仿真和跟踪的32位ARM7TDMI-S核的微处理器,单电源供电,可实现最高60 MHz的工作频率,带有16 KB SRAM和64 KB片内

Flash,而且具有GPIO、RS 232和高速I²C、SPI等接口电路,资源比较丰富,适合低功耗嵌入式设备的应用。

(2) ZigBee 模块

ZigBee模块采用Chipcon公司的CC2431芯片,CC2431在单个芯片上集成了增强型的8051MCU、ZigBee射频前端和内存,可内置ZigBee协议栈,采用较少的外围电路即可实现数据的无线收发,功耗非常低,待机时电流消耗仅为0.2 μA。同时该芯片带有硬件定位引擎,可实现变电站巡检人员定位,确保巡检线路正确。

LPC2132通过SPI方式与CC2431通信,将LPC2431的SPI0端口与CC2431对应的SPI端口相连,接口电路图如图3所示。

(3) RFID读写器模块

为更好地兼容RFID读写器,系统利用Philips公司的PDIUSB12芯片扩展配置了USB接口^[2]。PDIUSB12^[3]是一个性能优化的USB器件,通常用于基于微控制器的系统并与微控制器通过高速通用并行接口进行通信,也支持本地DMA。PDIUSB12与LPC2132接口电路如图4所示。EOT_N、DMACK_N接高电平,ALE接低电平,可将D12设置为单地址/数据总线的工作方式;并行数据接口DATA[0:7]接LPC2132的P0.8~P0.15,实现数据传输;INT_N接LP2132的P1.24引脚,检测传输完成,执行中断程序。

3 系统软件设计

3.1 手持巡检器软件设计

手持巡检器软件系统主要功能包括系统(键盘、显示屏等)初始化、RFID读写器初始化、ZigBee协议栈初始化、寻找ZigBee网络并申请加入、下载任务信息及巡检信息参数的录入以及数据的无线上传等。

软件系统采用ADS开发平台,主程序是基于嵌入式Linux下的C语言编写。程序流程图如图5所示。

3.2 ZigBee模块的软件设计

由于变电站的特殊性,对现有的变电站进行

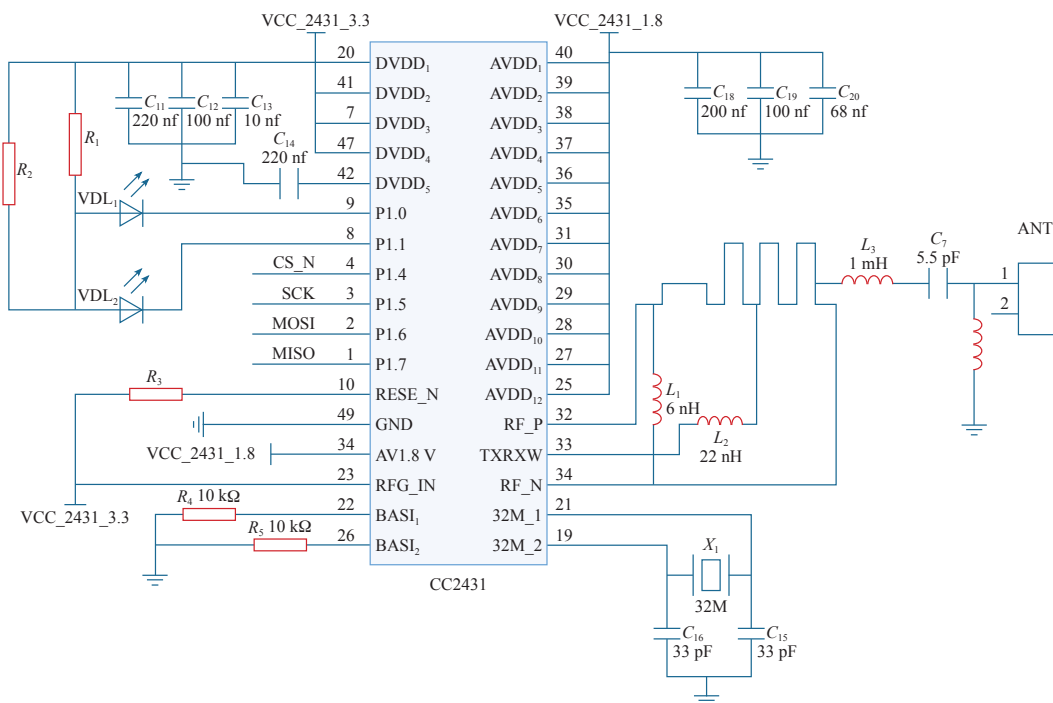


图3 LPC2132与CC2431连接图

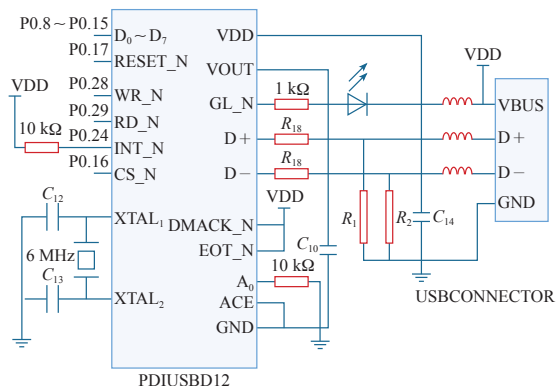


图4 PDIUSBD12与LPC2132接口连接图

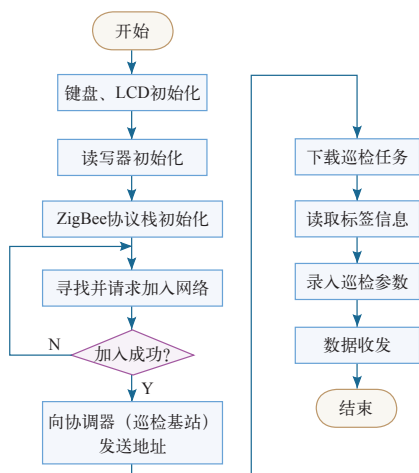


图5 手持巡检器程序设计流程图

技术改造不可能停电重新布线,所以手持巡检器和布置在变电站的巡检基站之间只能通过无线的方式进行数据传输。

在变电站巡检系统中,采用ZigBee无线通信技术将手持巡检器与巡检基站(协调器角色)构成一个星形无线网络。ZigBee^[1-3]技术是一种基于IEEE 802.15.4标准的近距离、低复杂度、低功耗、低数据传输率和低成本的无线通信技术,工作在2.4 GHz频率时,其数据传输率可达到250 Kbit/s,适用于报文吞吐量较小的通信应用,符合变电站巡检系统传输速率要求。

ZigBee模块的软件设计主要包括手持巡检器的入网和数据收发。

(1) ZigBee入网软件设计

手持巡检器上电后,处理器通过SPI0接口向CC2431模块发送初始化命令,初始化完成后CC2431模块开始扫描信道,搜索变电站内是否存在ZigBee网络,如果找到协调器,则通过aplJoinNetwork()申请加入ZigBee网络,并将自己的64位物理地址发送给协调器。协调器收到入网请求后将根据请求信息作出是否允许加入网络的判断,如果允许加入,协调器会向巡检器发送响

应信号并分配一个16位短地址，至此巡检器加入ZigBee网络成功。图6为巡检器入网流程。

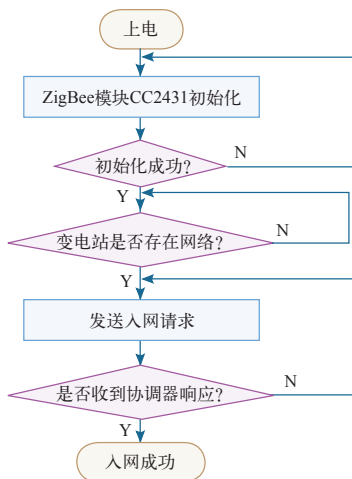


图6 巡检器入网流程图

入网部分程序段如下。

```

main(){
    halInit(); //硬件初始化
    aplInit(); //初始化协议栈模块
    ENABLE_GLOBAL_INTERRUPT(); //打开全局中断
    do {
        aplJoinNetwork(); //加入网络
        while(apsBusy()) {apsFSM();} //等待加入网络成功
    } while(aplGetStatus()!=LRWPAN_SUCCESS);
    while(1){apsFSM();}
}
//运行协议栈

```

(2) 数据收发

LPC2132每隔5 s接收RFID读写器读取的数据，经过处理后通过SPI0接口向CC2431发送请求信号，CC2431收到请求信号后将产生中断，通过中断服务子程序从SPI0接口读取数据并保存至初始化时生成的堆栈。然后通过ZigBee协议层处理并发送，发送之后巡检器的CC2431需要等待协调器发回的确认帧，如没有收到确认帧，巡检器CC2431需重新发送。数据无线发送流程如图7所示。

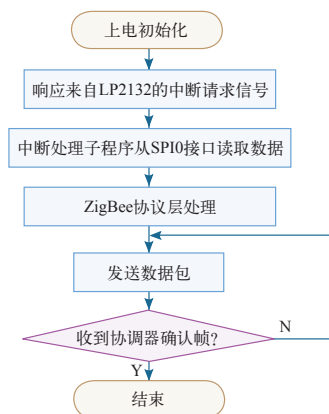


图7 数据无线发送流程图

4 巡检数据的处理

变电站巡检数据经由巡检基站上传至后台的信息管理系统，管理系统采用B/S架构，J2EE开发平台实现，主要功能为：任务管理，包括所巡检的变电站、巡检线路、巡视点、巡检项目及每一个项目巡检的内容组成等；设备管理，包括需要进行巡检设备的运行信息、状态描述、缺陷描述及维护等；统计分析，包括设备巡视情况、巡视到位率以及覆盖率的统计等。

5 结束语

利用LPC2132、CC2431等低功耗器件设计了一款应用于变电站巡检的手持终端，并将RFID技术和ZigBee技术应用在数据采集以及传输过程中，从而构成了智能化的变电站巡检系统。该系统目前已在山西某小型变电站测试，工作稳定，随着物联网技术以及智能电网的快速发展，具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 李斌, 李文峰. WSN与RFID技术的融合研究 [J]. 计算机工程, 2008, 34 (9): 127-129.
- [2] 纪金水. 基于ZigBee无线传感器网络技术的系统设计 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28 (2): 404-408.
- [3] 宁炳武, 刘军民. 基于CC2430的ZigBee网络节点设计 [J]. 电子技术应用, 2008, 34 (3): 95-99.

(收稿日期: 2015-12-10) EA