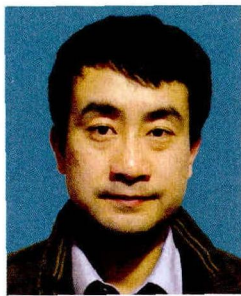


# 基于FY-SP2515D云台的电网异常热点监控系统设计

电网异常往往会形成局部过热,造成热点。当前的电网中,热点之间关联性不强,存在发现不及时等问题,设计并实现了基于FY-SP2515D云台的电网热点智能监控系统,系统由远程温控检测模块、MCU主控模块、Zigbee无线通信模块和FY-SP2515D云台模块等组成,在大范围电网区域设置多个温度传感器,然后通过无线通信网络将信息汇集到子基站,发现温度异常升高后再通过子基站的FY-SP2515D云台系统监控热点区域,有效监测任务区域实时状况,同时也降低了监控系统的建设成本。通过实验结果显示,系统的节能量比传统系统平均节能120 J,并且系统的运算效率优于传统系统,提高22%左右,检测误差在2%以内,适应度比传统设计系统提高了73.4%。实验数据说明系统能够确保空对地热点检测时节能最大化,适应度大大提高,能确保检测系统工作的高效性和准确性,具有重要的应用价值。

李宏昭 朱青松 肖莹/北京电子科技职业学院 王洪亮/国家电网河南省电力公司安阳供电公司



李宏昭/讲师

## 关键词/Keywords

空对地·  
FY-SP2515D云台·  
热点·

在军事和民用领域中,大型电力网络中的异常热点监控一直是众多学者所研究的重点,得到了极为广泛的应用<sup>[1]</sup>。电力网络热点监控以其视野广、速度快和适应性强等优点,成为了火灾监控和电网应急救援等领域<sup>[2]</sup>的重点技术。

由于监控区域面积较大,要进行全面的监控需要耗费大量的人力、财力,所以,为了更好地开展地面电网热点监控工作,必须构建关联性更强的信息传输分析网络<sup>[3]</sup>,通过多种检测手段对任务区信息进行采集,并以最小的投入监控最大面积的区域,各传感器之间通过无线通信网络传递、互联信息,并最终将所有信息汇总到监控管理指挥中心进行处理,采取有针对性的控制处理措施。

## 系统设计

### 1. 系统结构

系统由温度传感器模块、图像探测模块、FY-SP2515D云台模块、Zigbee无线通信模块、MCU主控模块、图像显示模块、声光报警模块和电源等模块组成,在所监控的电网区的主要节点设置温度传感器,并通过无线通信模块与子基站之间相互通信,在子基站设立红外热像仪,安装在云台上,云台可受任务区域电网监控中心控制,子基站的数据经过处理后汇总到监控管理指挥中心<sup>[4]</sup>。一旦温度传感器、FY-SP2515D云台模块发现电网温度异常,前端监控系统会向控制中心回传报警信息,控制中心接到报警信息后可根据情况做出分析,向管理人员下达指挥命令,对温度异常区域进行控制<sup>[5]</sup>。监控系统的总体架构如图1所示。

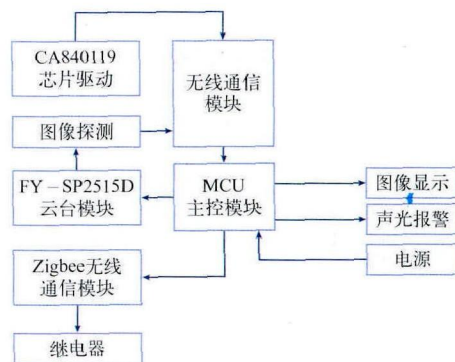


图1 系统总体架构

### 2. 基于FY-SP2515D云台的热点检测

在一定的电网区域设置子基站,每

个子基站设立红外热像仪,安装在云台上。云台高度应是所监控区域的最高点,云台的旋转可以自动控制或者通过控制中心控制。FY-SP2515D云台仪自动控制360°旋转检测,采集到的监控电网区域信息经过编码后,通过无线通信网络传输到热点监控中心,实时报警监控信息在监控中心实时显示。一旦发现温度异常即可通过控制中心的系统控制向前端发送控制信号,控制云台及FY-SP2515D云台仪跟踪目标,控制中心可根据情况,做出分析,向地面管理人员下达指挥命令。

红外成像模块有热像仪超温检测和可见光检测功能,白天热成像检测到高温目标,同时可见光摄像机检测到异常热点时,云台停止巡航,并向远程监控主机发送报警信息。夜间由于环境干扰较少只需要热成像检测到超温目标即可认定有异常情况发生。

## 系统关键硬件模块结构设计

### 1. MCU主控模块的硬件设计

电网异常热点监控系统的单片机电路的电源由交流电输入提供,输入的交流电压通过桥式全波整流、滤波,以及稳压芯片后,转换为+5 V直流电源,供电路使用。单片机同时通过电动机控制云台的自动旋转,使FY-SP2515D云台仪可以全方位采集监控区域的热成像。串口引脚TXD、RXD与无线通信模块连接,实现了数据的收发。P1.5~P1.7是数模转换芯片的串行数据接口。

### 2. Zigbee无线通信模块的硬件设计

空对地热点监控系统前端传感器的数据通过Zigbee无线通信模块进行信息传递,模块之间可以相互通信,通过信息传递的方式构成通信网络,监测数据最终通过无线传感器网络汇总到子基站。引脚AVDD SOC与AVDD RREG为模拟电路连接2.0~3.6 V的电压,分别接100 nF和220 nF的滤波电容。引脚DVDD为数字电源输入引脚,为I/O口提供电源,接一100 nF的滤波电容。引脚DCOUP提供1.8 V的去耦电压,此电压不为外电路所使用,需旁接一个220 nF的去耦电容。引脚X1为外接32 MHz的专用于2.4 GHz射频电路

的晶振,其旁路电容为22 pF。引脚RBIAS1与RBIAS2接偏置电阻,用来为32 M晶振提供一个合适的工作电流。

### 3. 温度传感模块的硬件设计

温度传感模块的电路以QA840119芯片驱动,监控区域温度异常点通过温度传感器转换为采样电压信号,在16~32 V变动,电流为0.4~0.5 mA,实测工作温度为-30~+85 ℃。采样电压从ADI端输入。温度探头在探测物体温度发生异常变化时会在电路中产生电势差信号,此时运算放大器同相端的电位高于反相端电位,信号经差动运算放大器放大后,输出的差模电压信号由ADO端送入数模转换芯片TLC1543。

### 4. FY-SP2515D云台模块的硬件设计

空对地热点监控系统的FY-SP2515D云台传感前端采用FY-SP2515D云台与可见光成像一体机来实现,并通过串口与上位机进行数据通信,位于子基站的FY-SP2515D云台在监控区域检测到物体的红外辐射热图像后以灰度级或伪彩色显示出来,即根据被测目标的温度分布判断物体所处的状态。监控区域背景温度一般在-40~60 ℃,而监控区域温度异常点温度为200~1 200 ℃。两者温度相差较大,在热图像中很容易将温度异常情况从地形背景中分离出来。

## 热点监控系统软件设计

### 1. 系统主流程软件设计

本系统的软件设计以C语言为基础,热点监控温度传感器在检测到物体温度发生异常后,FY-SP2515D云台对信号进行采集,通过无线通信模块发送给监控中心进行处理,系统自动将红外热成像仪对准发出警报的区域,对该区域进行实时热成像监测。系统主流程软件设计如图2所示。

### 2. 热点监控系统FY-SP2515D云台通信协议的软件实现

FY-SP2515D云台通信端口的工作模式是:N-8-1格式,即1位起始位,8位数据位,1位停止位,无校验;通信波特率支持1 200~115 200 bit/s。其指令结构为:[0xAA][指令码][数据]

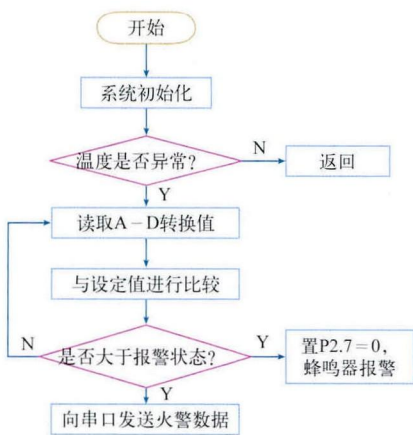


图2 系统主流程软件设计结构图

[0xCC 0x33 0xC3 0x3C] 。

1) 0xAA。命令头，每个指令发送前必须发送，根据该字节判断一个命令的开始。

2) 指令码。不同的指令码代表不同的数据含义，0x01表示正常，0x02表示检测到烟雾等。

3) 数据。最多2 000字节，数据中每个字节的具体定义根据不同的命令码而有所不同。

4) 0xCC 0x33 0xC3 0x3C。结束码，只有接收到这4个字节，才认为一个命令结束，然后去翻译并执行该命令。

3. 空对地热点监控系统滤波软件实现

由于空气流动等外界干扰对于传感器的信号采集有干扰，所以需要软件对采集信号进行滤波处理，具体做法是间隔100 ms采集一次信号并存储。1 s中采集到10个信号后，求和并进行算数平均，这样就可以有效提高采集信号的数据稳定性，防止干扰信号的误报等情况，其C语言实现程序为：

```
#define N 10//采集10次后求平均值
char filter ()
{
    int sum = 0;
    char count;
    for ( count=0; count {
        sum += get_ad () ;
        delay () ;
    }
```

```
return (char) (sum/N) ;
}
```

实验与分析

选取一个空旷地带对系统性能进行测试，通过无线通信模块与计算机连接，并对系统运作情况以及采集到的实验数据进行记录，结果如下表所示。

表 实验数据

| 指标内容       | 检测指标     |
|------------|----------|
| 系统是否运行正常   | 是        |
| 温度异常检测 (%) | 95       |
| 温度正常检测 (%) | 95       |
| 电网异常区域大小/m | 10×10×10 |
| 蜂鸣器是否报警    | 是        |

通过Matlab软件对FY-SP2515D云台系统的采集的电网热点温度异常数据进行仿真模拟，通过仿真图像可以看到监控区域温度异常范围的面积、温度变化趋势等信息。

通过实验仿真结果表明，系统可以有效检测到电网温度的异常变化并发出报警信息，无线通信正常。FY-SP2515D云台系统能够准确检测热点异常变化，为事故分析提供依据，整个系统设计达到了并满足对于监控区域热点异常监控工作的需求。

针对10个温度异常模拟点进行检测，分别对本文系统和传统系统运算时间、检测误差及节能量进行实验，实验结果分别如图3~图5所示。

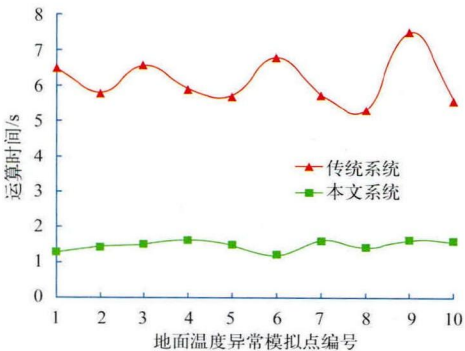


图3 温度异常模拟点检测时间对比

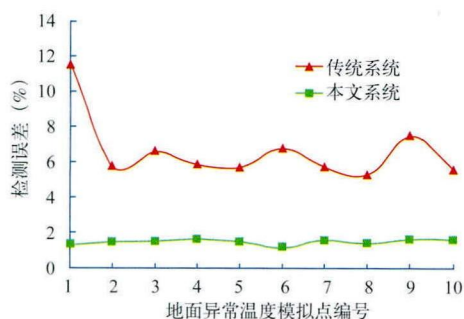


图4 温度异常模拟点检测误差对比

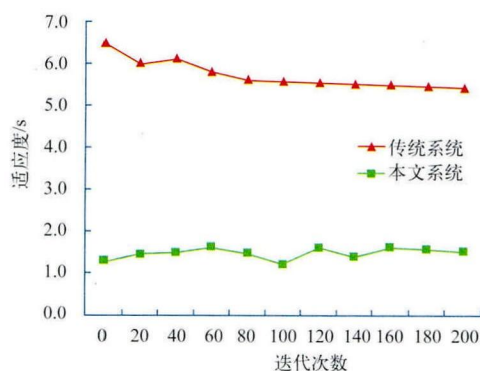


图6 适应度随迭代次数变化图

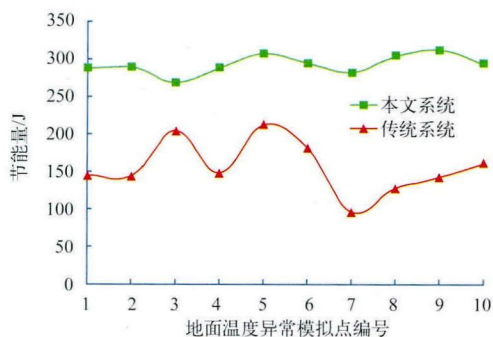


图5 温度异常模拟点节能量对比

从图3~图5实验结果可知,本文系统的节能量比传统系统平均节能120 J,并且本文系统的运算效率优于传统系统,提高22%左右,检测误差在2%以内。实验数据说明本文系统能够确保温度异常检测时节能量最大化,确保检测系统工作的高效性、准确性,具有重要的应用价值。

为了进一步对系统性能进行验证,对系统适应度进行实验,结果如图6所示。

从图6中可以看出传统系统的最优适应度为1.744 s,而本文系统的适应度在6.566 s,比传统设计的系统提高了73.4%,说明本文系统适应性强,适合范围较广。

## 结束语

本文设计并实现了基于FY-SP2515D云台的

空对地电网热点监控系统,对现有电网区域温度异常监控系统进行完善与提升。区域热点异常变化具有多种表征参数,通过多种手段对监控区域的事故监控情况进行综合判断,可以更加准确地定位温度异常区域的大小、位置和发展趋势等,提升了电网区域热点监控系统的智能化、信息化程度,系统对温度检测灵敏度都有提高,误报率降低,应用前景广阔。

## 参考文献

- [1] 杨宁,胡学军.单片机与控制技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:13-15.
- [2] 崔莉,鞠海玲,苗勇,等.无线传感器网络研究进展[J].计算机研究与发展,2005,42(1):164-165.
- [3] 李光飞,李良儿.单片机C程序设计实例指导[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:14-15.
- [4] 张哲平,宋小勇,李云飞.红外热成像技术在研究不同果蔬真空预冷特性中的应用[J].科技通报,2009,3(29):295-299.
- [5] 张茹,孙松林,于晓刚.嵌入式系统技术基础[M].北京:北京邮电大学出版社,2006:28-29.

(收稿日期:2014-09-20) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告