

# 基于无线传感器的建筑物内温湿度实时 调控研究

程月平

(武汉职业技术学院 机电工程学院,湖北 武汉,430074)

**摘 要:**为了使工作和家居生活环境更舒适,可以通过对 HVAC 中恒定温度调节装置和恒定湿度调节装置来实现环境调节,为了降低 HVAC 系统建造和使用维护成本,以无线传感器网络来取代传统的有线 HVAC 系统。把传感器节点采取分布式布置在每个房间进行实时数据采集,通过软硬系统平台搭建,实现无线传感器网络传输,由 PC 机进行实时调控。并可对传输设备进行监控及时发出报警信号。为验证系统的有效性进行仿真实验,实验结果证明,该系统能有效地实时控制温度与湿度,达到了设计要求。

**关键词:**温湿度;无线传感器网络;Telos 节点

中图分类号: TU111.4

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2020) 06-0113-05

## 一、研究背景

现在的大型建筑物都带有加热、通风和空气调节(HVAC)系统,但是传统的有线 HVAC 系统是通过在建筑物内某些地方布设恒定温度调节装置和恒定湿度调节装置来实现环境调节。由于这些温度调节装置和湿度调节装置要通过线缆与 HVAC 系统互连,考虑到有线连接工程复杂、造价高等因素,所以这两种调节装置的数量不可能太多。

国外在建筑物内温湿度实时监测方面研究较早,1989 年美国科学家 GA 等报道了一个自动控制自然通风系统(ACNV)的设计过程以及在监测和调节建筑物内温湿度方面的应用;1991 年德国科学家 Filmer 等利用分布式传感器来获取建筑内的温湿度信息,并进一步通过上位机系统进行调节。

国内建筑物内温湿度实时监测系统起步较晚,但是起点较高,1995 年滕光辉利用多个传感器首次

实现了建筑物内温湿度异地检测。目前,在国内建筑物内温湿度实时调控和研究方面的研究较少,本文针对这一现状设计了一款基于建筑物内温湿度实时调控系统,该系统低功耗、低成本、组网灵活、人机界面友好,大大方便了异地检测建筑物内温湿度信息。

建筑物内环境状态随季节变化,与建筑物里人员分布情况也密切相关。一些其他变化也会影响到环境情况,例如,以前用于办公的地方也许改造成了产生热量更多的实验室或制造车间;建筑物内部的墙壁改建或拆除;增加或减少窗户、窗帘、遮阳篷等。采用少量恒定控制器的有线 HVAC 系统缺乏灵活性和适应性,很难应对这些复杂、动态变化因素。造成有线 HVAC 系统这些缺点的原因在于对建筑物内信息掌握的不够全面、不够精细,从而导致控制系统不能及时地为每个人提供舒适的环境。而无线传感器网络节点价格低廉,可以大批量布设,在每个房间内的不同位置布置多个装有温度、湿度传感器的无线

收稿日期:2020-08-11

基金项目:2019 年湖北省教育厅科学技术研究计划指导性项目“新型智能传感器学习机的研究与开发”(项目编号:B2019400)。

作者简介:程月平(1974-),女,湖北天门人,武汉职业技术学院机电工程学院副教授,研究方向:控制理论与控制工程。

传感器网络节点,把更加细致全面的环境信息提供给 HVAC 控制系统,从而有效地改善 HVAC 系统的性能<sup>[1-2]</sup>。

二、硬件设计

要及时分别掌握并调控每个房间 (有时需要每个房间的各个地方)的冷、热情况,比较容易解决的方法就是使用无线 HVAC 系统的无线传感器节点和控制单元,每个房间的控制单元由所在房间的多个无

线传感器节点控制,这就可以使环境一直处于比较理想的状态<sup>[3]</sup>。目前节点的类型比较多,这里选用 Telos 节点。

(一)无线网络传感器节点设计

Telos 是一个低功耗、可编程、无线传输的感测网络硬件平台。Telos 平台所使用的微处理器为德州仪器(TI)的 MSP430,该微处理器的最大优点为超低功耗,因此 Telos 比一般其他的无线传感器网络节点

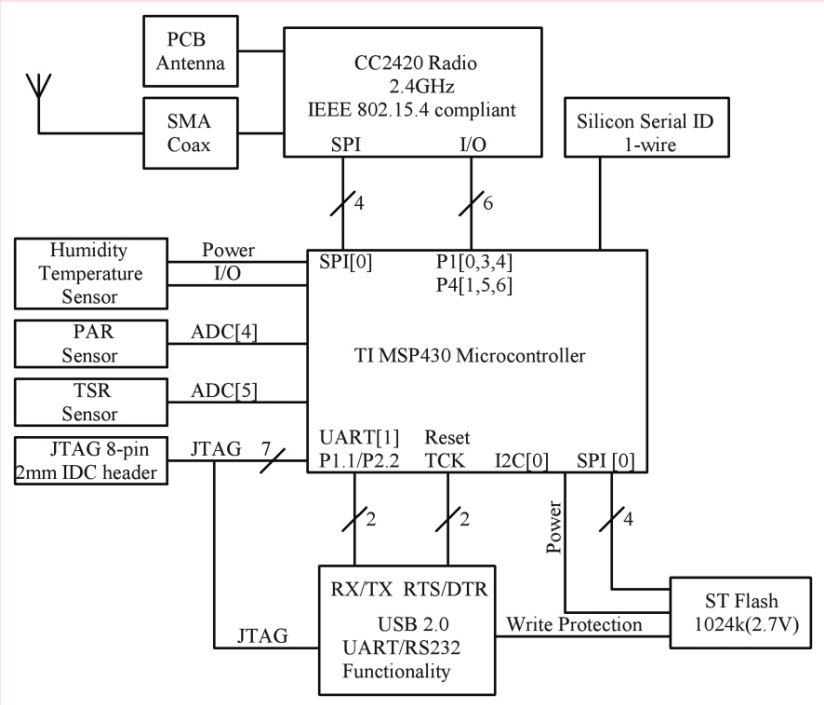


图1 Telos 节点功能框图

更省电。Telos 使用 IEEE 802.15.4 作为无线传输的通信协议标准,兼容于 ZigBee。室外最长的传输距离可达 100m,而室内直线传输距离可达 50m。Telos 具有 USB 接口,可直接利用计算机的 USB 作为供电、烧录程序及收集数据之用途。除此之外,Telos 还具有 A/D 转换器、D/A 转换器、UART、SPI、IC 等外围接口,提供强大的扩充性。Telos 节点功能框图如图 1 所示。

(二)时钟电路

实时时钟能够准确地计时,其准确程度主要取决于晶振的精度,这里选择 SD2003A,这是一种具有内置晶振、实时支持总线接口的高精度时钟芯片,该芯片价格低廉,功耗低,小于 1.0A,工作电压 1.7V~5.5V,比较适合此平台使用。如图 2 所示,低前向导通电压双效特基二极管 BAT754C 主要负责系统电源和后备电池的切换,采用纽扣电池 CR2032 供电,SDA、SCL、INT1 通过上拉电阻与 MSP430 相连<sup>[4]</sup>。

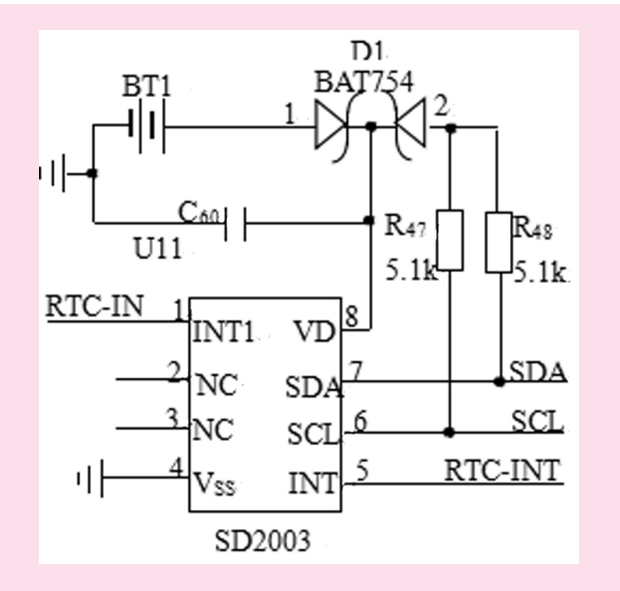


图2 时钟电路图

### (三)硬件节点物理标识电路

Telos 节点的物理标识(ID)电路如图 3 所示,选用 DS2411 芯片。该芯片是一个含有 48 位随机数的芯片,其在 Telos 节点中有两个作用,即作为硬件节点的唯一物理标识,作为无线通信的 MAC 层地址(暂未使用)。数据按照 Dallas Semiconductor 的 1Wire 协议传输。将工作电压范围扩展到典型 1Wire 器件以下时,必须采用外部电源。

## 三、软件设计

### (一)Telos 节点程序更新

Telos 节点通过串口进行应用程序的更新。TinyOS 程序主要实现串口数据的接收、发送,Flash 的读写及验证等功能,其程序总体框图如图 4 所示。TinyOS 程序通过 JTAG 接口烧写到 Flash 的引导加载区,JTAG 一端与计算机串口相连,另外一端与 Telos 节点连接。应用程序通过串口写入 Flash 的应用程序区,Telos 节点直接通过串口与计算机相连<sup>[5-9]</sup>。

### (二)数据采集与能量调度控制

数据采集的工作主要是实现模拟量的采集,模拟量主要指温度、湿度的采集<sup>[7]</sup>,具体实现如下:

```
AverData[0]=0;
//模拟量的缓存数组
AverData[1]=0;
for(i=0;i<j;i++)
{
    AverData[0]+=AN0T1[i];
    AverData[1]+=AN1L1[i];
}
for(i=0;i<j;i++)
{
    If(j==8)
```

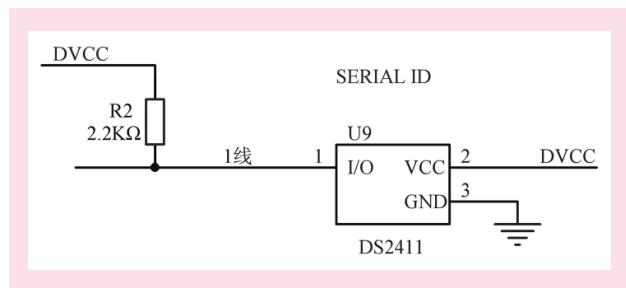


图 3 Telos 节点的物理标识(ID)电路

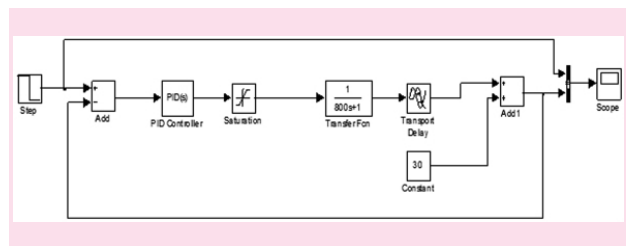


图 5 温度控制方框图

```
AverData[i]>=3;
else AverData[i]=j;
```

能量调度控制模块,根据参加的数据对房间内的风机盘管进行控制。控制理念是首先计算房间的能量需求,将温度作为主要的参考参数而不是控制目标,据此来控制风机档位。由于冬夏温度不同,输出参数与档位也不同。基本功能如下:

```
if(TloC>TemTop &&(Tlast<Tloc)) //
温度大于 TemTop,且温度有上升趋势
{
    DODData=1;
}
Else if(TloC>TemMid &&(Tlast<Tloc)) //
温度大于 TemTop,且温度有上升趋势
{
    if(DIDData==4)
        DODData=2;
    else if(DIDData==2)
        DODData=1;
}
else if(TloC<TemLow &&(Tloc<Tlast))
//温度过低,且有下降趋势,直接停机
{
    DODData=0;
}
else if(TloC>TemSet &&(Tloc<Tlast))
//温度低于 TemTSet,且有下降趋势
```

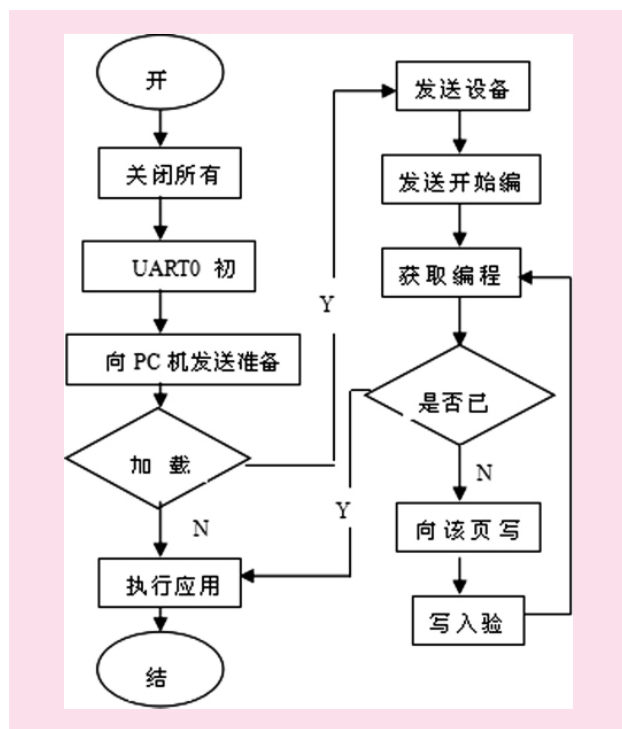


图 4 Telos 节点 TinyOS 主程序流程图

```

{
    if(DIData==4)
        DOData=0;
    else if(DIData==2)
        DOData=4;
    else if(DIData==1)
        DOData=2;
}
OutputDS(DOData);
//输出控制信号

```

### (三)温度仿真

每个房间内的不同位置布置多个装有温度、湿度传感器的无线传感器网络节点，把更加细致全面的环境信息提供给 HVAC 控制系统<sup>[8]</sup>，然后由它来进行调节控制，其温度控制框图如图 5，通过 MATLAB 仿真<sup>[9]</sup>得到温度仿真图如图 6。

## 四、总结

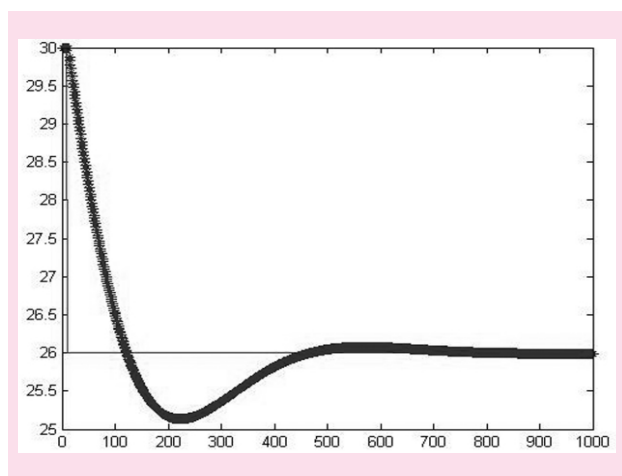


图 6 温度控制仿真图

除了布设于工作区和生活区的无线传感器节点之外，如果要监测冷、热量输送设备的状态，需要把无线 HVAC 系统的传感器节点放置于输送通道（包括阴井和阁楼）内，通过连续细致地监视，来防患于未然。例如，某些地方温度发生不寻常的变化，可能表明出现了热空气或冷空气泄漏事件。通过使用无线传感器网络，可以使工作和家居生活更舒适的同时，大大降低 HVAC 系统建造和使用维护成本。通过 Matlab 网络仿真软件的仿真，结果显示达到了设计要求。

### 参考文献：

- [1] 于海滨.智能无线传感器网络[M].北京:北京科技大学出版社,2006.
- [2] 李文华,邹喆.基于 BigBee 技术的楼宇供暖监控系统[J].控制工程,2014,(5):31-32.
- [3] 熊伟丽,刘欣,陈敏芳,等.基于差分蜂群的无线传感器网络节点分布优化[J].控制工程,2014,(6):27-28.
- [4] 张翠云.温度自动控制系统的设计与实现[J].机电工程技术,2019,(10):44-46.
- [5] 程月平.旋转机械实时监测的研究[J].数字技术与应用,2012,(1):24-25.
- [6] 张玖雅,卫琳娜.无线传感器网络中基于闭环包围的边界节点检测[J].计算机应用研究,2019,(3):65-69.
- [7] 陈涛,刘姗姗,梁修荣.一种新的无线传感网络干扰攻击技术检测[J].计算机应用研究,2020,(3):36-37.
- [8] 赵毓萧.嵌入式无线网络化测控仪器关键技术研究与应用[J].魅力中国,2019,(5):346-348.
- [9] 陈伟宏,李仁发.无线传感器网络仿真技术综述[J].控制工程,2014,(2):45-46.

[责任编辑：刘 骋]

## Research on Wireless Sensor Based on Real-time Monitoring of Temperature and Humidity in the Building

CHENG Yue-ping

(Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

**Abstract:** In order to make the work and home living environment more comfortable, it can be through the HVAC constant temperature regulation device and constant humidity regulation device to achieve environmental regulation. In order to reduce the HVAC system construction and use maintenance costs, to replace the traditional wired HVAC system with wireless sensor network, the sensor nodes are distributed in each room for real-time data collection, and the wireless sensor network transmission is realized through the construction of soft and hard system platform, which is controlled by PC in real time. And it can monitor the transmission equipment and send alarm signal in time. In order to verify the effectiveness of the system, the simulation experiment results show that the system can effectively control temperature and humidity in real time and meet the design requirements.

**Keywords:** temperature and humidity; wireless sensor networks; Telos node