

# 无线温湿度测量系统及其应用

## The Wireless Measuring System of Temperature and Humidity and Its Application

曹柏荣 冯运达 瞿丹晨

(上海第二工业大学, 上海 201209)

**摘要** 介绍了利用无线收发元件构成的无线温湿度测量系统的设计方法。采用这种测量方案, 不必敷设电缆, 节省了费用和时间。而且, 改变测量点位置和增、减测量点的数目都非常简单。由于采用 CMOS 材料的低功耗集成电路, 测量可以使用电池供电, 便于使用和维护。

**关键词** 无线收发元件 温湿度测量 单片机 串行通信 VB

**Abstract** The design method of the wireless temperature and humidity measuring system by using wireless transceiving component is introduced. With this method, wiring is not necessary thus it saves money and time. In addition, it is also simple when the measuring position will be changed or measuring points will be increased or decreased. Because of using CMOS low power consumption integrated circuits, battery powered is possible, it brings the advantages of ease operation and maintenance.

**Keywords** Wireless transceiving component Measurement of temperature and humidity Single chip computer Serial communication VB

### 0 引言

温湿度测量在工业生产中有着广泛的应用。通常, 要实现温湿度测量和自动控制, 监控室与现场之间必须敷设大量的电缆, 这是一个麻烦的问题。本文提出采用无线温湿度测量的方案, 不必敷设电缆, 可以节省费用和时间。而且, 当生产工艺改变而需要改变温湿度测量点位置和增加或减少测量点数目都非常方便。在本设计中, 采用了 CMOS 材料的低功耗集成电路, 编码器、解码器的工作电压在 2 ~ 6V 之间, 静态电流为 1 ~ 10 $\mu$ A, 工作电流小于 2mA, 无线接收发射电路的工作电压为 6V, 发射时的最大电流为 8mA, 因此各测量点也可以用电池供电, 使用和维修将更方便。

### 1 方案设计

#### 1.1 系统框图

该系统最多可有 32 个测量点, 即可以测量 16 个温湿度点。无线温湿度测量系统的框图如图 1 所示。

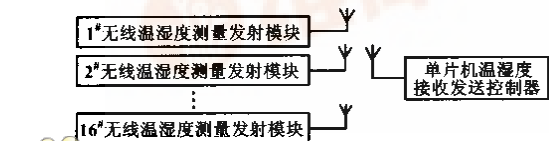


图 1 无线温湿度测量系统框图

在图 1 中, 当单片机温湿度接收发送控制器发出某地 湿度测量发射模块

被选中的无线温湿度测量发射模块不向外发射信号。这样, 在无线温湿度测量系统中, 无线温湿度测量发射模块可以使用相同频率的发射和接收信号进行工作, 简化了电路和方便信号的调试, 以便保证单片机在每一时段能够接收到一个稳定的测量信号。

#### 1.2 技术指标

温度测量范围 0 $^{\circ}$ C ~ +40 $^{\circ}$ C 测量精度  $\pm 0.3^{\circ}$ C  
湿度测量范围 20% ~ 95% 测量精度  $\pm 3\%$   
测量点数 16 个温湿度点

#### 1.3 无线温湿度测量发射模块

在图 2 中, 温度传感器采用 MF5E 热敏电阻 ( $R_{25^{\circ}\text{C}} = 10\text{k}\Omega$ ), 湿度传感器采用 MHS1100 电容式湿度传感器。JDD400 是无线接收组件, 工作电压 6 ~ 9V。JDD400 接收到由单片机温湿度接收发送控制器发送来的信号后, 由 VD5027 解码器译出 8 位地址码和 4 位控制命令。VD5027 解码器是 18 脚的 CMOS 双立器件, 与 VD5026 编码器配合使用。如果接收到的地址码与本测量模块的地址相同, 则在 4 位控制命令的作用下, 接通 A/D0801 电路、RTS5703 编码器和 FDD400 发射器的工作电源, 依次将温度和湿度测量处理电路的 0 ~ 5V 直流电压信号与 A/D0801 连接, 并转换成 8 位二进制数, 传送给 RTS5703 编码后, 通过 FDD400 无线发射器把温度或湿度的测量值发送出去, 完成了温度或湿度测量信号的发射工作。RTS5703 是具有 8 位数据输入、一位编码输出的数字编码器, 可以接受 A/D 转换

射组件 结构与 JD400 相似 ,组件发射功率为 0.045W ,不接天线时有效接收、发射距离在 500m 左右 ,外接 30cm 天线时 ,有效距离可达 800m 左右。对于任意一个温湿度测量模块都有其相应的地址 ,单片机温湿度接收发送控制器通过发射该地址值而不同的控制命令 ,来分别控制该模块的温度或湿度信号的发射。

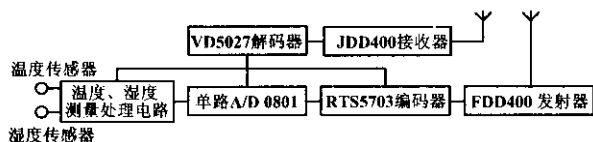


图2 无线温湿度测量发射模块框图

### 1.4 无线温湿度测量接收模块

如图3所示 ,单片机向 VD5026 编码器发出 8 位地址值(该系统原则上最多可以接收 256 个测量点)和 4 位控制命令 ,编码后由 FDD400 无线发射出去 ,由 JDD400 接收器接收被选中的测量模块发射来的温度或湿度的测量信号 ,通过 RTS5703 解码器得到 8 位二进制的测量数据输入到单片机 ,RTS5703 是与 RTS5702 配对使用的数字解码、编码器 ,都是双立 CMOS 电路 ,有 16 个引脚 ,它们的特点是没有地址线 ,只有 8 位数据线 ,因此可以直接和 8 位 A/D 转换电路连接 ,对数据进行编码和解码。

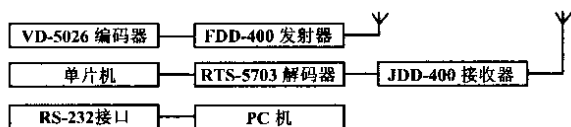


图3 单片机温湿度接收模块

### 1.5 单片机温湿度接收发送控制器

在图3中 ,单片机依次循环地发射 16 个温湿度测量模块的地址值 ,并不断地接收温湿度的测量值。把被测模块的地址值、测量的数据和数据的性质(温度值或湿度值)通过 RS-232 串行口传送到 PC 机。PC 机也可以通过 RS-232 串行口 ,对单片机进行控制 ,改变测量的顺序或个数 ,或改变测量的方式 ,以适应测量和控制的要求。

## 2 测量电路

### 2.1 温度测量电路

在本系统中 ,温度传感器采用半导体热敏电阻 ,如图4所示。Rt 是半导体热敏电阻温度传感器 ,型号为 MF5H(  $R_{25^{\circ}\text{C}} = 10\text{k}\Omega$  ) ,采用 0.1% 精度的热敏电阻 ,可以直接进行互换。热敏电阻的灵敏度高 ,电阻值大 ,导线的长度和

三点式线性校正 ,就是在测量电路里 ,串联一只固定电阻来补偿热敏电阻的非线性。补偿后 ,在  $10^{\circ}\text{C}$  范围内 ,最大误差约为  $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$  ,在  $30^{\circ}\text{C}$  范围内 ,约为  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$  , $50^{\circ}\text{C}$  范围约为  $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$  , $100^{\circ}\text{C}$  范围约为  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

补偿电阻 R 的数值可按下述方法求出。首先 ,把测量区间划分成二等分 ,所得三个温度点由低至高分别是  $T_a$ 、 $T_b$  和  $T_c$  ,相对应的热敏电阻阻值分别是  $R_a$ 、 $R_b$  和  $R_c$ 。

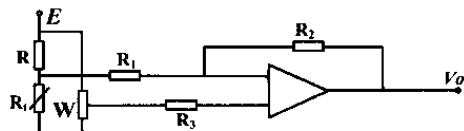


图4 温度测量电路

即有 :  $V_c - V_b = V_b - V_a$

亦即

$$\begin{aligned} & \frac{R_c}{R_1 + R_c} \cdot E - \frac{R_b}{R_1 + R_b} \cdot E \\ &= \frac{R_1}{R_1 + R_b} \cdot E - \frac{R_a}{R_1 + R_a} \cdot E \end{aligned}$$

整理后有 :

$$\begin{aligned} & \frac{R_c}{R_1 + R_c} + \frac{R_a}{R_1 + R_a} = \frac{2R_b}{R_1 + R_b} \\ & R_1 = \frac{R_b(R_a + R_c) - 2R_aR_c}{R_a + R_c - 2R_b} \end{aligned}$$

由上式可知 ,电路非常简单 ,但大大改善了热敏电阻的非线性状态。热敏电阻的取样电压和测量的零点迁移电压通过  $R_1$ 、 $R_2$  加到运算放大器 ,进行相减后再放大 ,成为 0~5V 的电压信号 ,供后级使用。

### 2.2 湿度测量电路

湿度传感器采用 MHS1100 电容式传感器 ,是不需要校正就可以互换的传感器 ,可以直接输出线性电压 ,测量应用电路如图5所示。图5中  $V_{cc} = 4.80 \sim 5.20\text{V}$  ,  $V_{out} = 0.033 \times RH + 0.1$  所有电阻及电容  $C_2$  的精度为 1%。

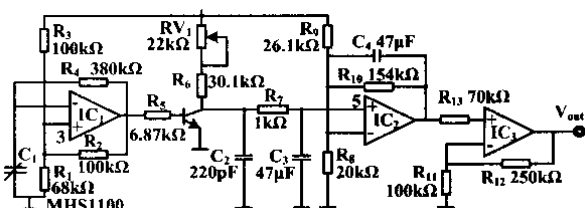


图5 湿度测量电路

## 3 PC 机与数据处理

人员或检修人员及时处理。

由于 DVC5000 系列数字智能定位器采用了微处理器技术和新型的传感器技术及现场总线技术,使其不仅仅只是一只阀门定位器,而是智能数字控制器和阀门定位器集成的新型智能数字控制器。它大大提高了作为控制回路终端执行元件——调节阀的精度,使其达到 0.5%,极大地改善了控制回路的调节品质。同时它使控制功能下移至现场仪表,实现了控制系统的风险彻底分散。

## 2 DVC 应用

DVC 技术取得重大应用进步的示例是用于紧急关闭(ESD)阀的部分行程测试。一些公司通过延长连续过程的运行时间来增加利润。延长包括安全仪表系统(SIS)的过程运行时间常要求改变安全系统测试频率,使用紧急关闭(ESD)阀的部分行程测试。部分行程测试可帮助运行人员保证在安全系统范围内的 ESD 阀能按要求操作。将具有在板诊断程序和可获得通信性能数据的主系统 DVC 用作 ESD 阀,使其成为部分行程测试解决方案的一部分,以满足常规要求。

部分行程动作测试可以确认阀门工作正常与否,不会干扰工艺过程。由于试验期间不需要切断工艺过程,测试可以更加频繁地进行。又由于整个测试过程

可以用程序编入数字智能定位器中,所以部分行程动作测试能够自动进行而不需要操作员的关注。

通过提供阀门性能恶化分析,数字智能定位器对于预见性维护是一个很大的帮助,这一点对于安全系统里的关键阀门是很重要的。在进行部分行程动作测试时,如果由于某种原因阀门卡住了,有些数字智能定位器并不完全释放执行机构压力。可以确保阀门解卡后不会突然关闭。而数字智能定位器会放弃测试并发出报警,告诉操作员阀门卡住了。

总之,考虑到这些独特的好处,使用数字智能定位器进行部分行程动作测试是确保紧急停车安全系统可靠性的一种明智而经济可行的解决方案。

## 3 结束语

随着计算机技术、数字通信技术、新型传感器技术和现场总线技术的发展以及数字智能定位器应用范围不断扩大,基于现场总线技术的数字智能定位器在工业控制领域将会得到更大的发展。

### 参考文献

- 1 阳宪惠.现场总线技术及应用.北京清华大学出版社,1999.5

修改稿收到日期 2005-01-15。

第一作者赵剑明,男,1969 年生,1992 年毕业于西安交通大学化工自动化与仪表专业,获学士学位,工程师,现从事化工自动化工程管理及应用。

(上接第 31 页)

PC 机用 VB6.0 进行编程,通过 RS-232 串行口,可以方便地与单片机进行数据的串行通信。VB6.0 是一种具有强大数据处理和图形处理功能的高级语言,提供了许多控件供用户使用,其中 MSCOMM.OCX 就是用于串行通信的控件。PC 机与单片机的通信协议设定波特率为 9600,偶校验,8 个数据位,一个停止位。PC 机把单片机传送过来的温湿度测量值存放在内存中,并可以利用 PC 机的时间功能,记录下测量数据的时间。VB 编写的应用程序,可在显示屏幕上以表格或曲线的形式来显示湿湿度的值,还可打印和存储大量的温湿度测量值,供以后参考和分析,也是对单片机性能不足的补充。

可利用 VB6.0 对测量的数据进行数字滤波,提高湿湿度的测量精度。也可以用最小二乘法,对测量结果进行线性化处理,进一步提高测量的精度。

## 4 结束语

农业种植园,用于温室栽培中的温湿度测量。可以根据种植的需要,方便地改变测量点的位置。同样,该原理也可以用于农业种植中对其他参数测量和设备控制,实现无线遥测和遥控,提高现代农业的生产管理水平。

### 参考文献

- 1 方佩敏.新编传感器原理、应用、电路详解.电子工业出版社,1994
- 2 丁镇生.传感及其遥控遥测技术应用.电子工业出版社,2003
- 3 梁廷贵,王裕琛.遥控电路、可控硅触发电路、语音电路分册.科学技术出版社,2003
- 4 黄继战,肖兴明,王鹏.基于射频无线的数据采集系统及其应用.仪表技术,2004(5)
- 5 曹柏荣,苏家健,韩玲芳.单片机原理及其应用技术.原子能出版社,2003
- 6 范逸之.Visual Basic 串行通信控制.中国青年出版社,2000

修改稿收到日期 2005-03-28。

第一作者曹柏荣,男,1948 年生,1982 年毕业于上海第二工业大学,获学士学位,工程师,主要从事单片机在仪表测量与控制领域的研究和

