

# 基于 NEC 单片机的电容式湿度传感器测量电路

李雪莲

(山西大学计算机与信息技术学院, 山西太原, 030006)

**摘要:** 根据电容式传感器等效形式的特点, 利用 NEC 单片机, 实现了对电容式湿度传感器容量和品质因数的测量。

**关键词:** 电容式传感器; NEC 单片机; 品质因数

**中图分类号:** TP212.1 **文献标识码:** A

现代工业的发展, 对工况参数的实时监测已越来越重要, 参数监测分电量和非电量两大类。对于非电量参数的测量, 测量的成功取决于传感器的品质和对感应信号的采集。在各类非电量传感器中, 电容式传感器广泛应用于工业现场, 用于测量流量、压力、位移、液位、速度、加速度、湿度等物理量。但是, 随着电容式传感器应用范围越来越广, 传统的测量方法已经不能满足越来越苛刻和多样的要求, 因此有必要改进现有的测试方法, 使电容式传感器测试方法向智能化、集成化、多参数同时检测的方向发展。

## 1 电容传感器的特点及其单元测量电路的基本原理

电容式传感器是将被测非电量转换成电容量变化的装置, 由于受几何尺寸和测量环境的制约, 其容量一般都很小。所以电容式传感器在测量过程中, 就相当于一个微变电容, 而对于电容, 主要测量电容值  $C$  和品质因数  $Q$ 。电容传感器并不是一个纯容性元件, 其等效形式相当于一个电容和一个电阻的并联。设等效电阻为  $R_x$ , 电容的电抗为  $X_C$ , 则被测传感器的阻抗  $Z_C$  为:

$$\frac{1}{Z_C} = \frac{j}{X_C} + \frac{1}{R_x} \quad (1)$$

在非纯容性元件两端加正弦波电压时, 流过它的电流将与其两端的电压产生小于  $90^\circ$  的相位差, 相位差的正切值就是  $Q$  值, 电流的幅值与容抗成反比, 与电容值成正比。所以测出流过电容传感器电流的幅值和相位, 就可以得到该传感器的电容值和  $Q$  值。故利用电容传感器和反馈电阻构成一个有源微分电路 (见图 1), 输入信号  $V_{in}$  在经过微分电路后的输出信号  $V_{out}$  为:

$$V_{out} = -\frac{V_{in}}{Z_C} R_f \quad (2)$$

由式 1)、式 2) 可得:

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_x} V_{in} + j \frac{R_f}{X_C} V_{in}\right) = V_{out} + j V_{out2} \quad (3)$$

由式 3) 可知, 测出微分电路输出电压的实部和虚部就可以得出电容传感器的电容值  $C=1/2 \pi f X_C$  和品质因数  $Q=R_f/X_C=V_{out2}/V_{out1}$ 。所以对  $C$  值和  $Q$  值的测量就进一步转换成对微分电路输出复数电压的测量<sup>[1]</sup>。

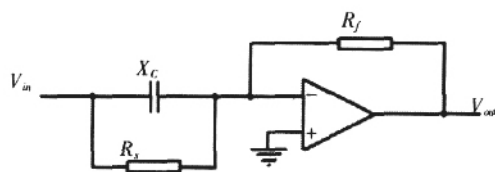


图 1 电容式传感器单元测量微分电路

## 2 电路总体结构及程序设计

测量电路主要由 NEC 单片机  $\mu$ PD780058、正弦信号发生电路、程控全波整流电路和两次积分电路组成。

### 2.1 正弦信号发生电路

$\mu$ PD780058 单片机内部提供了 16 位可编程定时器/计数器 TM0, 通过对其控制寄存器的设置, 可在 TO0/P30 引脚输出方波信号, 方波信号频率取决于定时器时钟选择寄存器 TCL0 和比较寄存器 CR00 的设置<sup>[2]</sup>。可通过如下指令设置:

```
TM0=0b00001100; CRC0=0b00000000; TOC0=0b00000011;
```

```
TCL0=0b01000000; P3.0=0; PM3.0=0; CR00=0x0138.8H;
```

由傅里叶变换可知<sup>[3]</sup>, 方波可用正弦函数的级数表示出来。即幅值为 1, 周期为 2 的方波信号用正弦函数可表示为:

$$f(x) = \frac{4}{\pi} \left( \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x + \dots \right) \quad (4)$$

由此可见, 方波的频谱包含基波和高次谐波, 可以利用滤波器根据需从方波中提取所需频率的正弦波。

二阶低通有源滤波器最常见的结构有非反相 Sallen-Key 低通滤波器和二阶多反馈低通滤波器, 本电路采用了第一种结构。设计滤波器时最初要考虑增益带宽积 (GWBWP) 和转换率两个关键参数。确定了滤波器的截止频率 ( $f_c$ ) 之后, 对于 Sallen-Key 结构, 增益带宽积可利用公式  $GWBWP = 100 f_c$  计算。而放大器转换率由内部电流和电容决定, 所选用源放大器的转换率应  $> 2 \pi V_{out} f_c$  (其中  $V_{out}$  为频率低于  $f_c$  情况时期望的输出电压峰—峰值), 对转换率进行估算的目的是保证滤波器不会产生信号失真。其次, 在设计时还需要影响滤波器的二阶参数, 即输入共模电压范围 (VCMR) 和输入偏置电流  $I_B$ , 在 Sallen-Key 结构中, VCMR 会限制输入信号的范围,  $I_B$  描述了放大器引脚的进出电流量。放大器输入偏置电流通过输入电阻产生的电压降会表现为输入补偿电压和输入噪声源, 因此高输入偏置电流要求降低滤波电路中的电阻值, 为此就要增加电容值, 以满足滤波器截止频率的要求, 而大电容无论是从成本上, 还是从精度和体积上都是不可取的, 所以较低角频率的滤波器更需要 COMS 放大器。具体到本电路, 低通滤波器的截止频率为 1 kHz, 输出信号幅值为 2 V。所以低通滤波器选用了 Microchip 公司的单电源 MCP6281 运算放大器, 该运算放大器的 GBWP 为 5 MHz (典型值), 专用转换率为 2.5 V/ $\mu$ s, 完全能够满足这种滤波器电路, 电路的电容和电阻值由 FilterLab 模拟滤波软件工具来确定。

### 2.2 测量电路

该电路的主要组成部分为: 含电容传感器在内的微分电路、由反相器和多路开关实现的程控全波整流电路以及积分电路。图 2 为测量具体电路。微分电路后的输出信号  $V_{out}$  分成两路, 其中一路经电阻  $R_{26}$  接多路开关 CD4052 的 0Y 输入端, 另一路则经过反相器  $\bar{Y}$  与  $V_{out}$  的相位差为  $180^\circ$ , 再经过电阻  $R_{30}$  接 CD4052 的 3Y 输入端, -E 为基准电压, 经电阻  $R_{31}$  接 CD4052 的 1Y 输入端。

开始测量时, 由  $\mu$ PD780058 单片机的 I/O 口线 P16、P17 发出控制信号电平 00, 在 0.5 ms 内, 即 1 kHz 正弦信号的  $180^\circ$  相角, 把多路开关 CD4052 的输入端 0Y 和输出端 Y 接通, 这时  $V_{out}$  接入积分器对积分电容充电。在随后的两个 0.5 ms 内, 先把输入端 3Y 和输出端 Y 接通, 由  $V_{out}$  通过反相器后接入积分器对积分电容输出端 Y 接通, 积分器上的积分电容开始放电, 同时  $\mu$ PD780058 单片机的计数器开始计数。在充、放电过程中, 比较器  $A_8$  输出保持为高电平, 当电容放电完毕, 比较器输出为低电

# AS/400 计算机通信及在安太堡矿的应用

郑满玲

(山西中煤平朔安太堡煤炭有限责任公司, 山西朔州, 036006)

**摘要:** 详细地介绍了在安太堡露天煤矿 AS/400 主机与本地 5250 终端、远程终端、PC 机的连接方法。

**关键词:** AS/400 主机; 5250 终端; 远程网络; PC 机

**中图分类号:** TD65 **文献标识码:** A

AS/400 是 APPLICATION SYSTEM/400 的简称, 它是由 IBM 公司研制生产的一种中小型计算机系统, 主要用于金融业和制造业的数据库管理、办公室自动化以及安全管理。1996 年 IBM 又推出了一种新型的 AS/400, 它是一种 POWER PC 结构, 其硬件和操作系统都是 64 位, 应用软件也是 64 位。AS/400 的体系结构的特点之一是集成性, 其操作系统集成了数据库、TCP/IP 及对各种通信协议的支持, 并且它可以与 INTERNET 网连接, 而且可以作为 WWW 服务器使用。

AS/400 可以组成多种类型的网络, 它可以组成局域网, 也可以采用同步 SDLC 或异步 ASYNC 协议, 以及 TCP/IP 或 2.5 协议等连接成多种类型的网络。而且一台 AS/400 计算机可以同时支持几种类型的网络, 支持不同类型的网络数目依特定的 AS/400 计算机配置而不同。AS/400 网络终端可以使用专用的仿真机, 也可以使用普通的 PC 机。PC 机所形成的网络终端支持多种操作系统: DOS, WIN3.2, WIN95/NT 以及 OS/2 等, 而且有多种应用软件支持对 AS/400 数据库的数据库互访使数据库的互访变得更加方便。本文结合安太堡矿的 AS/400 通信应用, 重点介绍 AS/400 的部分通信功能、配置方法。

## 1 本地 5250 终端与 AS/400 主机连接

5250 本地工作站是 IBM 公司早年发明的一种非智能终端, 其优势是简单, 运行稳定, 能完成的是单一的人机交互功能; 它能过双同轴电缆 (TWINAXIAL) 与主机控制器 (CONTROLLER) 上端口 (PORT) 连接, 每个端口最多可有 7 个会话 (SESSION)。这种连接方法对终端与主机之间距离有一定的限制, 最远的线路不超过 1500 m。目前安太堡矿 AS/400 系统所使用的终端大部分是这种连接方法。

### 1.1 硬件连接

AS/400 与终端连接见图 1。

### 1.2 配置方法

**主机配置:** 在 AS/400 控制台输入命令中键入 WRKDEVD 命令, 进入设备描述屏幕, 按 F6 填写如下内容: 设备级别为 \*LCL, 设备类型; 设备型号、根据终端填写; 根据所接同轴电缆连接位置填写控制器名端口号; 其他内容可根据个人习惯填写。应注意的是: 地址号为 0-6; 设备类

## 3 结语

该方法已经应用于湿度微功耗测量记录仪中, 实现了电容式湿度传感器容量和品质因数的同时测量, 并且测量精度有了很大的提高, 电容值小于 100 pF 的电容式湿度传感器, 其测量的相对误差不超过 ±3%。

\* 本文为山西省科技厅攻关项目 (033036) 之论文。

参考文献

- [1] 肖已文, 丁喜波. 复数电压法电容式湿敏元件性能测试数学模型 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2004, (5): 33-35.
- [2] 袁涛, 李月香, 杨胜利. 单片机 C 高级语言程序设计及其应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001: 121-123.
- [3] 郑君里. 信号与系统: 上册 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2000: 89-91.
- [4] 严楣辉, 杨光壁. 集成运算放大器分析与应用 [M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2002: 80-91.

(责任编辑: 刘翠玲)

第一作者简介: 李雪莲, 女, 1979 年 2 月生, 2006 年毕业于山西大学 (硕士), 助教, 山西大学计算机与信息技术学院, 山西省太原市, 030006.

## The Measuring Current of Capacitive Humidity Sensor Based on NEC SCM

LI Xue-lian

**ABSTRACT:** According to the characteristics of equivalent form of capacitive sensor, and using NEC SCM, this paper implements the measurement of capability and quality factors of capacitive humidity sensor.

**KEY WORDS:** capacitive sensor; NEC SCM; quality factor

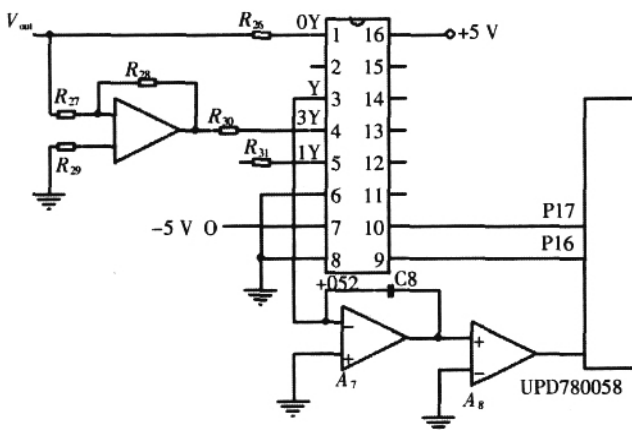


图 2 湿度传感器测量电路

平, 单片机停止计数, 根据计数器的值  $t$ , 就可以得出电压的虚部值  $\frac{t}{1 \text{ ms}}$   $\times E$ 。以此为基准, 延时 0.25 ms, 即 1 kHz 正弦信号的 90° 相角, 用相同的方法就可以测出电压的实部值。