# 微型单片机电量变送器的研究

山东工业大学　曹秉浩

**摘要**

本文介绍了微型单片机电量变送器的新原理。给出了硬件接线图，并对数据处理方法及采样方式进行了分析。

## 一、引言

微型单片机的发展及其特有的性能，使它在电力系统信息采集方面的应用，将发挥越来越大的作用。

功率变送器及电压，电流变送器是电力系统信息采集的基本部件，其精度及可靠性能等指标，将关系到电力系统安全监控与经济运行等各类应用程序的实施。

由于微型单片机速度快，具有较强的数据处理功能，可直接对交流电流及交流电压离散采样，然后计算电流及电压的有效值、功率值及功率因数。这种方法与传统的变送器相比，提高了功能价格比，具有精度高，综合性能强等特点。显然，这是一项有益的尝试和探讨。

## 二、硬件构成说明

构成离散采样式电量变送器的基本原理如图1所示。

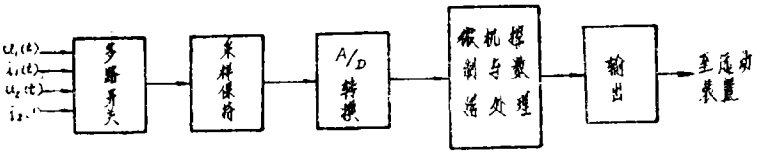


图1　离散采样式电量变送器原理图

通过二次CT与PT将二个电流量与二个电压量变为弱电信号，由微型单片机控制的ADC0809芯片中的多路开关分时接通各路信号，每路采样值按顺序进行采样保持，A/D转换，变成数字量送入外围芯片8155的RAM中。再由程序计算得出结果，通过8039的$P_1$口送到远动装置。中断申请与读写联络通过$P_{24}$，$P_{25}$及$T_0$进行。另外，还可通过8243扩展口接入D/A输出模拟量，通过8155扩展口输出进行打印及显示。

硬件接线图如图2所示。其中各主要芯片的选用原则及性能特点简述如下：

微型单片机采用8039，它是MCS—48系列提高档，内含完整的CPU，128字节RAM，27根I/O引脚，一级外部中断申请及8位定时器/计数器。这种微处理器是灵活的运算处理器，不仅可进行二进制与二十进制运算，而且具有明显的位处理功能。由于指令系统的大部分是单字节的，且没有长度超过二字节的指令，故程序执行速度高，程



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

序存贮器使用效率高。

功能扩展芯片选用8155，用来扩展数据存贮器，I/O接口和定时器容量。该芯片可扩展256字节的数据存贮器，22根I/O线，14位定时器/计数器。数据存贮器是一个256×8静态RAM。I/O接口由二个8位口及一个6位口组成，能由程序指定为输入口或输出口，可以带或不带应答信号。应答方式时，可由6位口作选通信号源。该芯片与所有MCS—48系列芯片速度相容，接线方便。

输入/输出扩展芯片采用8243，它是MCS—48系列微型单片机的专用I/O扩展器。连线简便，单电源，驱动能力强。$P_4$，$P_5$，$P_6$，$P_7$是4个4位双向静态I/O口，$P_2$口与8039的$P_2$口（$P_{20}$～$P_{23}$）连接。微型单片机与8243之间的所有通讯联络均通过$P_2$口进行，由处理器的PROG脚提供一个输出脉冲来定时，PROG的负跳沿表示地址有效，而正跳沿表示数据有效。每种传输由二个4位（半字节）组成，第一个4位包括操作码和口地址，第二个4位包含具体的4位数据。通过MOVD，ANLD和ORLD指令进行操作，操作过程方便省时。

只读存贮器2716是微型单片机使用理想的EPROM，2K字节容量。采用单电源+5V，还可采用静电维持方式。取数时间为450ns。

A/D转换芯片采用ADC0809，它可方便地与任一种八位微型单片机相连。内部运放是斩波式的，因此温漂较小。其中256R电阻梯形网络及电子开关树结构先进，因此，不会有误码出现。网络不会由于振荡或负载变化而引起参考电压的变化。在装置研制过程中，综合分析比较了采样速率，中断处理程序执行时间及A/D转换舍入误差等因素，确定采用ADC0809是适宜的。

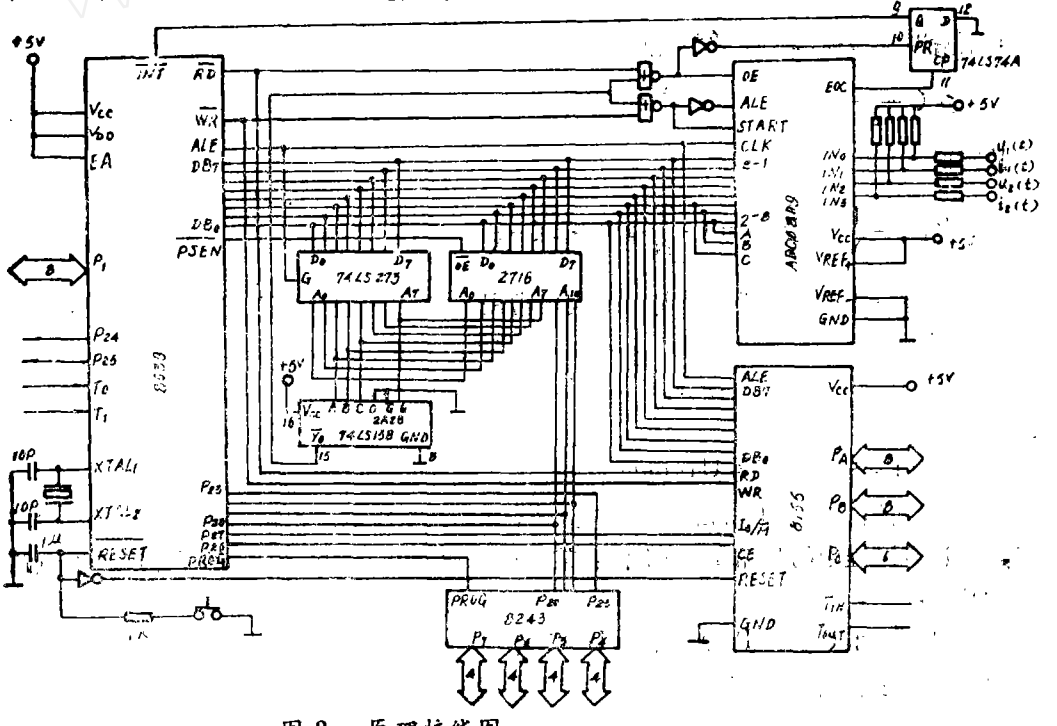


图2　原理接线图



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

## 三、数据处理方法

采用瞬时功率均值法进行数据处理是计算机便于实现的方法之一。在满足采样定理的前提下，按照功率均值法的定义直接计算电功率，可以得出满意的结果。在采样次数足够多的情况下，可以允许电压及电流波形在较大程度上发生非正弦变化，其测试结果不受影响。

设周期性电压函数为：

$$u(t)=\frac{U_0}{2}+\sum_{K=1}^{\infty}U_K\cos\left(\frac{2\pi}{T}\cdot Kt-\varphi_K\right) \qquad (1)$$

式中T为电压函数的周期。$U_K$和$\varphi_K$分别为各次谐波的振幅和初相角。

若对u（t）按T/N的间隔时间采样，一周内可采N个样本。每次采得的样本号用n表示，则第n次样本表示为$u\left(\frac{T}{N}\cdot n\right)$。由一周内所得样本集，再利用矩形近似积分公式，就可得出电压的有效值：

$$U=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}u_n^2\left(\frac{T}{N}\cdot n\right)} \qquad (2)$$

同理，可得到电流有效值的计算公式：

$$I=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}i_n^2\left(\frac{T}{N}\cdot n\right)} \qquad (3)$$

所谓瞬时功率是指每个采样点的电压与电流瞬时样本的积：

$$p\left(\frac{T}{N}\cdot n\right)=u\left(\frac{T}{N}\cdot n\right)\cdot i\left(\frac{T}{N}\cdot n\right) \qquad (4)$$

故瞬时功率的均值为：

$$P_1=\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}u\left(\frac{T}{N}n\right)\cdot i\left(\frac{T}{N}n\right) \qquad (5)$$

对于对称三相电路的功率计算，可利用常用的二表法进行测算。这时，电压互感器采用V/V接线方式，$u_1$测$u_{AB}$电压，$u_2$测$u_{CB}$电压。电流互感器串接在A相和C相，$i_1$和$i_2$分别测A、C相电流。由$u_1$，$i_1$和$u_2$，$i_2$分别计算$P_1$和$P_2$。然后，计算三相有功功率：

$$P=P_1+P_2=\sqrt{3}UI\cos\varphi \qquad (6)$$

式中U和I分别代表相电压和相电流的有效值。φ仍然是相电压和相电流之间的相位差。这时，在计算过程中的$P_1$和$P_2$并不代表某一相的功率值。用$P_1$和$P_2$还可计算三相电路的无功功率：

$$Q=\sqrt{3}(P_2-P_1)=\sqrt{3}UI\sin\varphi \qquad (7)$$

再由P和Q计算出功率因数：



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} \qquad (8)$$

**四、采样方式**

在工频周期间隔时间内，若采用整数分割周期采样固然是理想的，这要求在电路上必须设置若干措施。但是，如果增多采样点，采用非整分割周期采样，仍然可以得到满意的结果。在装置研制过程中，综合考虑了采样时间及误差要求，确定为非整分割周期采样。

为适应频率随机变化的实际情况，这就需要预测工频周期，由微型单片机随时计算应采样点的数目，并将该数值存入$R_6$与$R_7$当中，$R_6$的内容作为计算电压和电流的N值，$R_7$的内容作为采样中断服务程序中减一判转的条件。

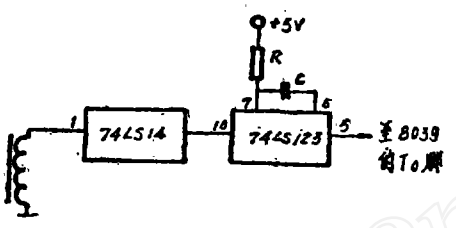


图 3　工频周期检测接线电路

工频周期的检测由硬件和软件结合进行，其接线部分为图3所示。从测量$u_1(t)$的二次PT付边专设线圈作为工频周期检测的输入信号，该信号经74LS14两次整形，再经74LS123单稳态触发器输出与工频同步的触发脉冲。将其输出接到8039芯片的$T_0$脚，由微型单片机的定时器配合检测指令得出工频周期的数值。

ADC0809芯片的模拟量输入端分别接入二个电压量和二个电流量，通过二次PT和CT变为弱电信号，再经上拉电阻变为0至+5V之间连续变化的信号。根据图2中地址译码器的接线方式，ADC0809的地址为80H，可以作为微型单片机的一个外部RAM地址进行访问。ADC0809的地址锁存允许信号ALE是由8039的写脉冲和地址译码器的输出相“与”而得，因为$\overline{Y_0}$和$\overline{WR}$作为输入端，均为低电平有效，所以该“与”门采用74LS02中的“或非”逻辑电路构成。其后又加“非”门，是为了将$\overline{WR}$的上升沿（后沿）作为ADC0809的ALE有效边沿。

ADC0809的启动信号START是单片机访问A/D地址的同时产生的，因此，可以不再专设另外的启动线。输出允许信号OE是由单片机的$\overline{RD}$和地址译码器输出的$\overline{Y_0}$信号“或非”产生，此时ADC0809的三态输出锁存器中的数据被送到总线上，由8039读出。当OE信号为无效电平时，ADC0809的三态输出又变成为高阻抗状态。因此，ADC0809的数据线可直接连在微型单片机的总线上。

ADC0809的转换结束信号EOC作为微型单片机的中断请求信号处理。此信号在ADC0809转换工作期间为低电平，当转换结束时变为高电平。故用此EOC信号由低电平到高电平的跳变沿，作为中断请求触发器74LS74A的时钟输入脉冲，而把D端0电平打入中断请求触发器中。Q输出端的低电平向微型单片机发出中断请求。当单片机允许此外部中断请求时，就转向外部中断矢量（003H）单元，执行外部中断服务程序。在外部中断服务程序当中，设置一指令读取该通道测量数据。每当读取一次ADC0809的测量数据，则产生一个中断触发器的置“1”信号，使中断触发器撤消中断申请状



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

态，以避免发生连续中断服务。数据采集程序列于表1当中。

**表1 数据采集程序**

| | 指　令 | | 注　释 |
|---|---|---|---|
| 007: | JMP START | ; | 由内部中断矢量单元转入口地址 |
| START: | MOVA, *FBH | ; | 定时器送时间常数补码 |
| | MOVT, A | ; | |
| | STRT T | ; | 启动定时器 |
| | ENTCNTI | ; | 开内部中断 |
| | MOV$R_0$, *80H | ; | $R_0$指向A/D地址 |
| | MOV$R_2$, *00H | ; | 通道计数器清零 |
| LOOP: | MOVA, $R_2$ | ; | 测量通道号送累加器 |
| | MOVX@$R_0$, A | ; | 启动A/D转换 |
| | INC $R_2$ | ; | 测量通道号加一 |
| | MOVA, $R_2$ | ; | 测$R_2$=04? |
| | ADDA, *FCH | ; | 若$R_2$=04, |
| | JZ, WT | ; | 则转WT |
| $SM_0$: | NOP | ; | 等待A/D转换结束 |
| | JMP $SM_0$ | ; | |
| | JMP LOOP | ; | 外部中断执行后，由此转到LOOP |
| $SM_1$: | NOP | ; | 等待定时器时间到 |
| | JMP $SM_1$ | ; | |
| WT: | DJNZ $R_7$ $SM_1$ | ; | 采样点数减一判转 |
| | RETR | | |

**表2 中断服务程序**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 003: | JMP INT | ; | 由外部中断矢量单元转入口地址 |
| INT: | EI | ; | 开中断 |
| | MOVXA, @$R_0$ | ; | 读A/D转换结果 |
| | ANL$P_2$, *3FH | ; | 使$P_{26}$=0，$P_{27}$=0 选8155RAM |
| | MOVX@$R_1$, A | ; | 将测试数据存指定单元 |
| | INC $R_1$ | ; | 指向下一RAM单元 |
| | RETR | ; | 中断返回 |

## 五、主程序

主程序的编制是装置研制过程中需要全面考虑的问题。首先要进行初始化赋值，包



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

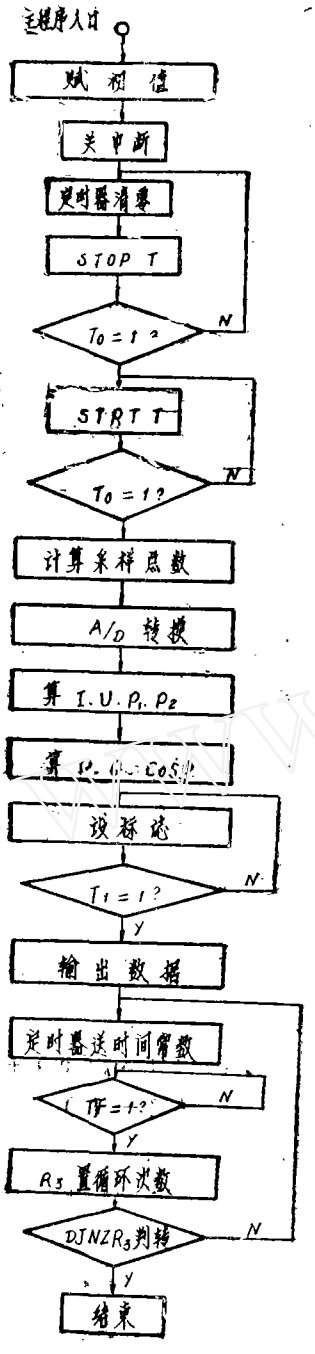


图4 主程序流程图

括对8155设定工作方式；$R_1$指向8155RAM区首地址。工频周期测量与采样点的实时计算。等待采样与A/D转换的中断处理过程，时间要极其严密。计算程序要速度快，精度高。延时时间要便于修改。主程序流图如图4所示。

**六、结束语**

采用微型单片机构成电量变送器具有明显的功能价格比效益。一次数据采集可以进行多种电气量的计算。与常规变送器相比，测量精度不受电源波形的影响。

## 继电器行业情报网讯

国家机械委继电器行业科技情报网第三次会议于1987年8月7日至12日在阿城继电器厂召开。参加会议的有十九个单位，计四十二名代表。

会议由许昌继电器研究所付所长张荫忠同志主持。会上，国家机械委北京电工研究中心信息部主任陈佩祖同志讲了话，该部工程师吴志刚同志介绍了八六年六月在大连召开的机械委电工行业情报总网成立大会盛况。东道主阿城继电器厂总工程师龙汉河同志代表厂领导致辞，热烈欢迎临会代表，预祝会议圆满成功。张荫忠同志在讲话中回顾了本网组建、巩固、发展的简况，强调了在科技迅猛发展的信息时代，搞好情报工作的重要性。

会议期间，主要进行了两件工作，一是总结第二次网会以来的网事活动情况（其中包括公布网费收交、使用情况的账目）及研讨制订明年网活动计划；二是举办以“工厂情报工作”、“文献检索”为主要内容的培训班，从而提高了与会代表的情报意识，使其掌握了搞好情报工作的技术方法，为进一步搞好情报工作奠定了坚实基础。与会代表还参观了阿城继电器厂。

整个会议开得紧凑、充实、完满、愉快。



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net