

# 一种抗工频干扰的软件滤波方法

韩德源 赵亚男 (黑龙江省计算机应用开发研究中心)

陈正宏 (黑龙江大学)

〔摘要〕 本文介绍了一种在一般工业过程控制中借助于过零检测电路来实现滤除工频干扰的软件滤波方法, 阐述了其滤波原理与应用。

关键词 计算机 控制 干扰 滤波 检测

微机实时控制系统总是要频繁地与现场仪表及执行机构打交道, 严重的现场干扰将危及微机控制系统的可靠性及稳定性, 通常采用屏蔽、滤波、良好接地及光电隔离等措施来抑制干扰, 这些方法对于抑制非工频干扰是很有效的。然而, 工业现场的工频 50 (或60) 周干扰一般都比较 大, 因此, 在 A/D 转换器输入端电压上常会窜入一些工频干扰, 如图1所示。很显然, 工频干扰会直接影响 A/D 转换的精度。通常是采用双 T 滤波器这一硬件的方法来抑制工频干扰, 这种方法的缺点是设计计算比较复杂, 调整到最佳状态也比较困难, 并且当工频频率波动时会影响滤波效果。

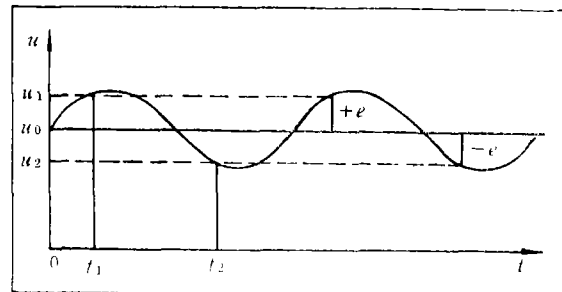


图 1 迭加在模拟信号上的工频干扰

我们采用软件滤波的方法, 就可以避免

上述的缺点。因为软件滤波器是用来对输入数据进行处理, 从而达到滤波目的, 它只牵涉到计算问题, 所以它可以对很低的频率进行滤波, 以弥补硬件滤波器的不足。从图1可以看到, 在时刻  $t_1$  的采样电压为:  $u_1 = u_0 + e$ , 其中  $u_0$  为应被采样的真实信号, 而  $e$  为迭加在真实信号  $u_0$  上的工频干扰信号的瞬时值; 在时刻  $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$  ( $T$  为工频信号的周期) 时的采样电压为  $u_2 = u_0 - e$ , 而  $u_1$  和  $u_2$  的算术平均值恰好就是所应测得的电压  $u_0$ , 因此, 对于比工频信号变化缓慢的监测电压取样进行 A/D 转换时, 可以用软件方法滤除这种迭加在模拟信号上的工频干扰。要达到这一目的, 关键的问题是: 在硬件上使采样频率与工频频率保持倍频且又同步的关系; 在软件上响应 A/D 转换的请求时, 连续两次采样进行算术平均, 两次采样的时间间隔应为工频周期的一半。

现以 Z80 机为例加以说明, 其硬件配置如图2所示。在图2中, CTC 定时器用来确定微机实控系统的采样周期  $T_s$ , NE555 基时器电路组成的过零检测电路用来保持采样频率 (周期为  $T/2$ ) 与工频频率 (周期为  $T$ ) 的倍频且又同步的关系。接过零脉冲的 PIO 口

收稿日期 1991-05-02

本文联系人 韩德源 男 51 哈尔滨南岗民益街52号 150001

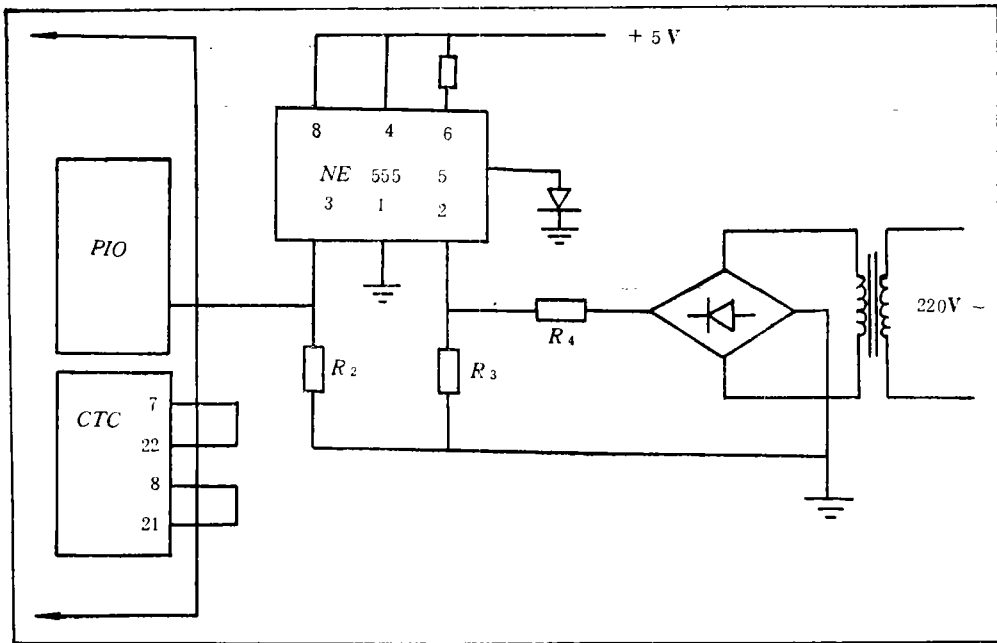


图 2 定时器与过零检测电路的配置

选择工作方式3。

CTC定时器定时的时间等于微机实控系统的采样周期 $T_s$ ，其具体时间视不同的系统由软件设定，以满足系统的要求。在软件的控制下，每当CTC定时的时间到，就向CPU发出中断请求，CTC立即响应其中断，执行CTC中断服务子程序，该子程序把PIO口置成开中断状态，待过零脉冲到来时，PIO口就向CPU发出中断请求（参见图3主程序简略框图）。

NE555基时器电路为工频干扰信号的过零检测电路，同步变压器的付边电压经桥式整流送到555电路，在555芯片的3脚取出过零脉冲，该脉冲送到PIO口。如前所述，在软件的控制下，PIO口已被CTC中断服务子程序置成开中断状态，当过零脉冲到达PIO口时，PIO口就向CPU发出中断请求，CPU立即响应其中断，执行PIO口中断服务子程序，该子程序完成一次采样。当下一个过零脉冲到来时，PIO口又向CPU发出中断请求，CPU立即响应其中断，执行PIO口中断服务

子程序，该子程序又完成一次采样（参见图4 PIO口中断服务子程序框图）。显然，这两次采样的时间间隔为 $T/2$ ，即工频周期的一半。这两次采样完成后，求出它们的算术平均值。然后把PIO口置成关中断状态，此后，即使过零脉冲到达PIO口也不会产生中断请求，直到下一次CTC定时器定时时间到，CTC中断服务子程序才把PIO口置成开中断状态，过零脉冲又使PIO口产生中断请求，就这样的重复上述过程，周而复始。

如前所述，CTC定时器的定时时间等于微机实控系统的采样周期 $T_s$ ，而在采样周期 $T_s$ 内的连续两次采样的时间间隔为 $T/2$ ，所以系统的采样周期 $T_s$ 必然大于工频信号的周期 $T$ 。

应当指出，上述的软件滤波方法不应该孤立地使用，而应该与通常的数字滤波方法结合起来使用，这样不但可以滤除工频干扰，而且还能滤除非工频干扰，例如把上述的方法与中值法结合起来使用，在微机实控系统的每一采样周期 $T_s$ 内，连续进行 $m$  ( $\geq 3$ )

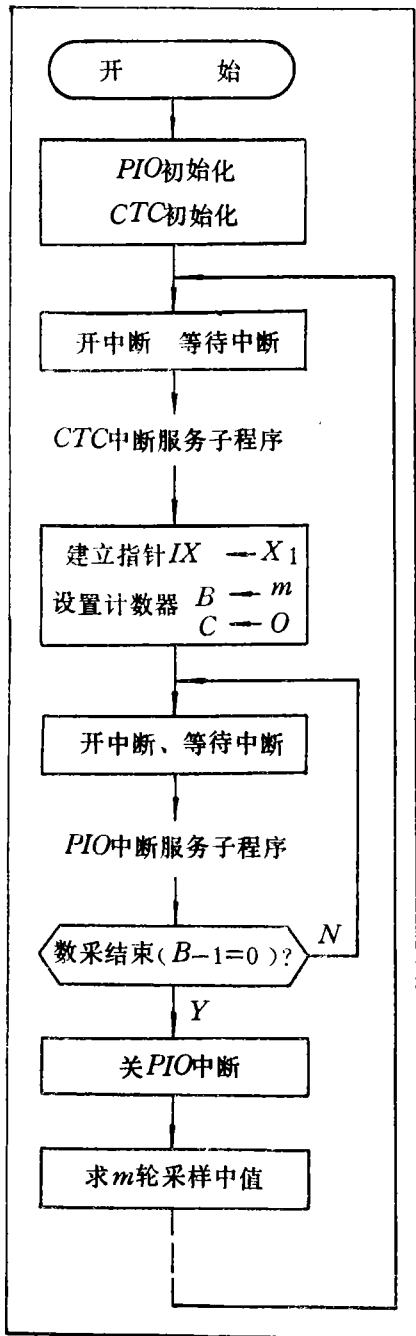


图 3 主程序简略框图

的奇数)轮的采样,每一轮的采样时间间隔等于工频周期  $T$ ,而每一轮内的连续两次采样的时间间隔等于  $T/2$ ,因此,必须使微机实控系统的采样周期  $T_s$  远大于工频周期  $T$ 。

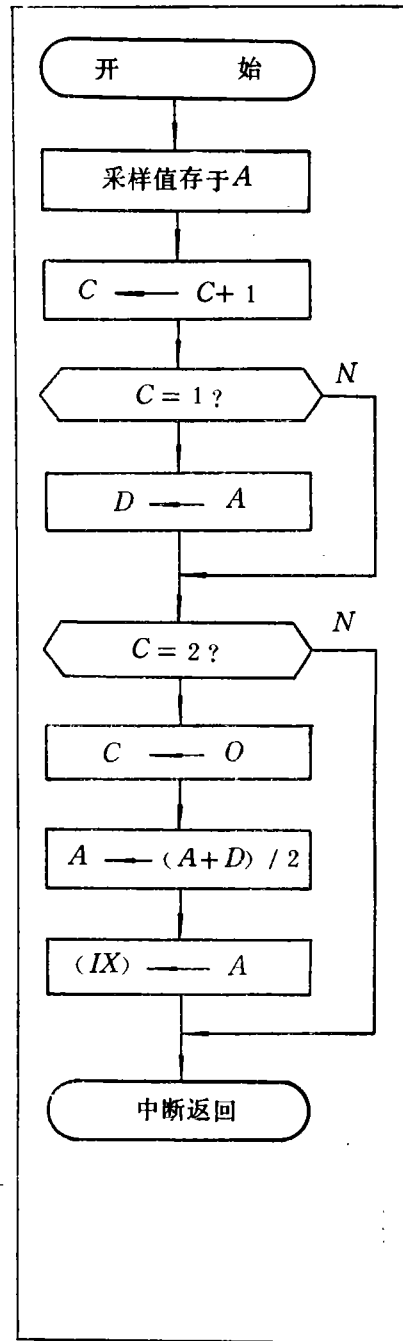


图 4 PIO口中中断服务子程序框图

把第一轮内的连续两次采样的算术平均值作为第一轮的采样值,同样,把第二轮内的两次采样的平均值作为第二轮的采样值,依此类推。再把这  $m$  个值进行比较取其中值,作

为本次采样的输入值,也就是运算用的采样值。其程序框图如图3和图4所示,因CTC中断服务子程序框图很简单,故略去。

顺便指出,过程控制系统的采样周期一般都是秒级的,而CTC的一个通道最大定时时间约为33 ms,远不能满足要求,我们把CTC的通道0—2组合起来作为定时器,其组合方式如图2所示。只要适当地选择通道0的定标器系数及这三个通道的时间常数,就能满足系统对采样周期的要求。

本文所提出的方法,可以有效地滤除工

频干扰,保证A/D转换的精度。对于非工频的其他周期性干扰,上述的方法也可以采用。

### 参 考 文 献

- 1 肖冬荣编著.微型计算机实时控制的抗干扰.第一版,湖北科学技术出版社,1985年2月.
- 2 吴继增,裴瑞昆.微型机实时控制系统中的抗干扰问题.微型机与应用,1987(5):51
- 3 韩德源.微机实时控制软件的抗干扰问题.电脑学习,1990(4):41

## A Method for Eliminating Industrial Frequency Interference by use of Software Filtration

Han Deyuan, Zhao Yanan

(Computer Application, Development & Research Center  
of Heilongjiang Province)

Chen Zhengong

(Heilongjiang University)

### Abstract

This paper describes a software filtering method for eliminating industrial frequency interference in ordinary industrial process control with the aid of zero cross detection circuits. A detailed account of the filtering theory and its application is also given.

**Key words:** computer, control, interference, filter, detection