

# 频率测量方法的改进

马献果 焦 阳

(河北科技大学 石家庄 050018)

**摘要** 介绍了两种能够提高频率测量范围和测量精度的方法:分频段测量法和多周期同步测量法,讨论了两种方法的原理和特点,并指出了两种方法实现的要点。

**关键词** 频率测量 分频段测量法 多周期同步测量法

## Improvement on Traditional Frequency Measurement Methods

Ma Xianguo Jiao Yang

(Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China)

**Abstract** It presents two practical methods of measuring frequency, that are measurement in multi-band and synchronus multi-cycle measurement. Adopting these methods, the accuracy can be improved. It also introduces the basic principles and features of the methods.

**Key words** Frequency Measurement Measurement in multi-band Synchronus multi-cycle frequency measurement

### 1 引 言

频率测量是电子测量领域的最基本测量之一。由于频率信号抗干扰性强、易于传输、测量准确度较高,因此许多非频率量的传感信号都转换为频率量来进行测量和处理。因此频率测量方法愈来愈引起关注和研究。

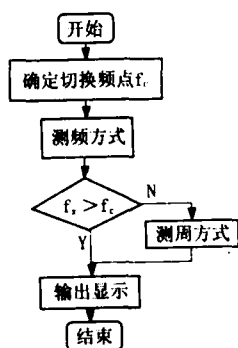


图 1 分段测频法流程图

变化的次数  $N$ , 则被测信号的频率为:

$$f_x = \frac{N}{T_c}$$

另一种方法是测周法, 在被测信号的一个周期内测出标准高频信号  $f_c$  的个数  $N$ , 则被测频率:

$$f_x = \frac{f_c}{N}$$

以上两种方法的主要误差是计数器的  $\pm 1$  量化误差, 对于测频法, 测量的相对误差为:

$$\epsilon = \pm \frac{1}{T_c f_x}$$

测周法测量的相对误差为:

$$\epsilon = \pm \frac{f_x}{f_c}$$

可见测频法对高频信号有较高的测量精度, 而测周法对低频信号的测量精度较高。在对测量精度要求高的情况下, 两种方法的频率测量范围受到很大限制。本文介绍两种改进方法。

### 2 分频段测量法

分频段测量就是用软件控制单片机的定时/计数器的工作方式, 实现高频段采用测频法、低频段采用测周法的自动测频方法。分频段测量法的关键是确定切换频点。由于量化误差引起的测量误差在测频法中随被测频率的增大而减小, 在测周法中则随被测频率的增大而增大。当测频法和测周法的相对误差相等时, 提

供了一个测频和测周的分界点,以此分界点的频率作为切换频点,用 $f_c$ 表示。

$$f_c = \sqrt{f_s/T_c}$$

式中 $T_c$ 为闸门时间; $f_s$ 为单片机测频的标准频率,由单片机晶振分频得到,分频率可自行选定。

分频段测量法的流程图如图1所示。

### 3 多周期同步测频法

多周期同步测频法是将标准频率信号和待测信号分别输入到两个计数器进行同步计数。测量时先由单片机预置闸门时间 $T_c$ ,当闸门开启信号来到时,计数器并不立即计数,而是等到被测信号的触发沿到来时,两个计数器才开始计数。当内部预置闸门时间结束时,两个计数器并不立即停止计数,而是等到被测信号下一个同相位触发沿到来才关闭同步门并停止计数。可见多周期同步测频法的实际闸门时间不是固定的值,它是被测信号周期的整数倍,即与被测信号同步。该方法的波形时序图如图2所示。

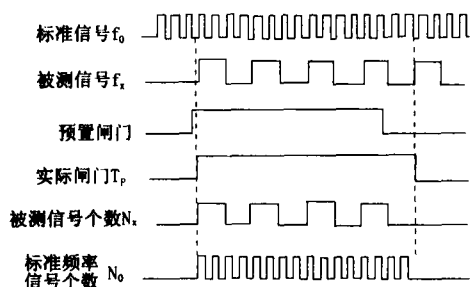


图2 多周期同步测频法波形图

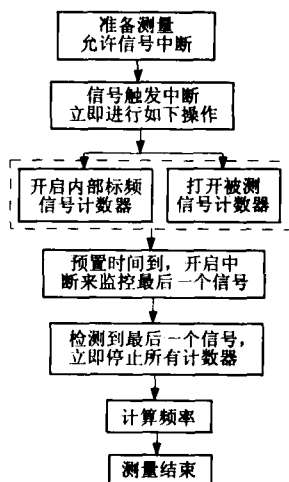


图3 同步测量的流程图

若被测信号和标准频率信号的计数值分别为 $N_x$ 和 $N_s$ ,实际闸门时间为 $T_p$ ,则被测频率为:

$$f_x = \frac{N_x}{N_s} f_s$$

由于实际闸门时间为被测信号周期的整数倍,故 $N_x$ 的测量值不存在 $\pm 1$ 量化误差。而标准频率信号的个数不可能恰好为整数, $N_s$ 的计数存在 $\pm 1$ 误差。因此分辨率为:

$$\frac{\Delta f_x}{f_x} = \pm \frac{1}{T_p f_s}$$

可见分辨率与被测信号的频率无关,仅与闸门时间和标准频率有关,可以实现被测频带内的等精度测量。闸门时间越长,标准频率越高,分辨率就越高。只要闸门时间足够大或标准频率足够高,总能达到所需要的精度。但这是以牺牲测量速度为代价的。

该方法的要点是必须保证同步测量的可靠性,即如何可靠地实现标准信号和被测信号的同步测量以及准确及时地判断最后一个被测信号的结束并停止计数。标准信号和被测信号的同步测量可以通过单片机的中断来准确实现。当预置闸门开启后,被测信号的一个边缘跳变能触发单片机中断,单片机立即打开计数器;最后一个被测信号的结束判断同样可用中断触发的方法进行。同步测量的流程图如图3。

### 4 结 论

分频段测量法部分地克服了单独测频法或测周法的不足,增大了频率的测量范围,软硬件都容易实现,但对中频段的测量精度不能保证。多周期同步测频法可以实现被测频带的等精度测量,但对于软硬件的要求较高。

#### 参考文献

- 1 王福瑞. 单片机测控系统设计大全[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998.
- 2 张杰. 频率测量的新方法[J]. 工业仪表与自动化装置, 2003,(1).
- 3 瓮巍巍. 同步测频法的误差分析及其在单片机测量系统中的实现[J]. 电测与仪表,2002,(1).