

# 一种高精度测量频率的方法

向万新 欧阳湘达

(湖南省计算技术研究所)

## 摘要

本文分析了频率测量中产生误差的原因；介绍了一种使计数计时在测量过程的起始和终止点上实现完全同步的测频方法。该法能大幅度减小测量误差，其精度高于0.01%。

**关键词**——测量频率，高精度，全同步。

测量频率通常用增加测量时间等办法来减小误差，但这类办法不能从本质上解决高精度测量问题。

## 一、测频误差分析

频率被定义为：单位时间内信号的全变化次数，即  $f = N/t$ ，可见测频的实质就是测量时间  $t$  和  $t$  内信号的全变化次数  $N$ 。通常用下述两种常规法测频：

**定义1.** 先设定测量时间为  $t$ ，再测出  $t$  内的  $N$  数，称此法为时基法。

**定义2.** 先设定全变化次数为  $N$ ，再测出  $N$  次全变化所用的时间  $t$ ，称此法为数基法。

图1给出了几种典型的常规法测量的时间  $t$  与被测信号波形关系图。图1(a)中， $t$  与被测信号在起始和终止点均保持严格同步，这显然是一种理想图形。若  $t$  与被测信号在起始或终止点或二者不能严格同步，则所测结果将产生误差。如图1(b)、(c)、(d)所示，测到的频率  $F = N/t$ ，而实际的频率  $f = N/(t - \Delta t)$  或  $f = N/(t - \Delta t_1 - \Delta t_2)$ 。继而有如下结论：

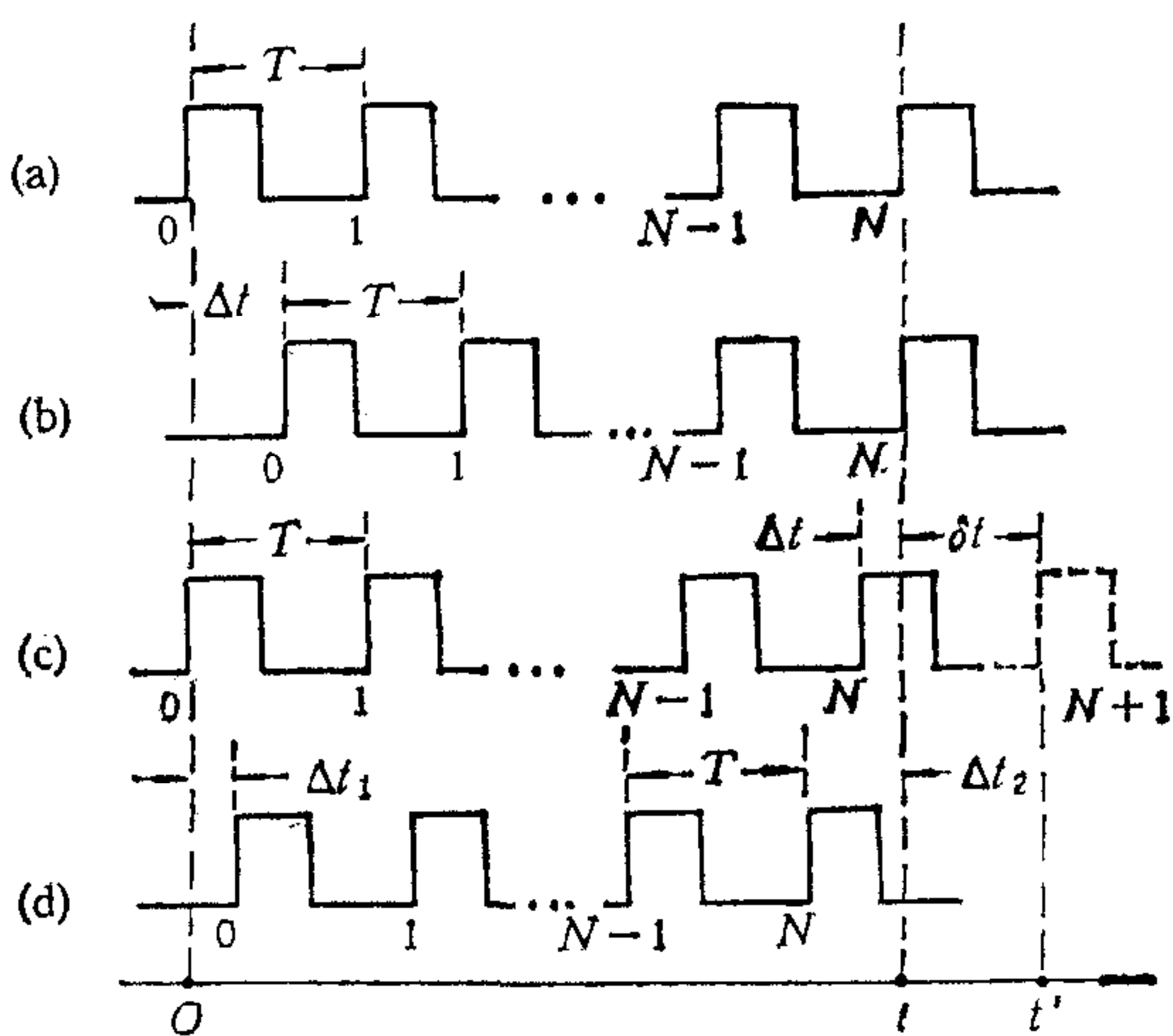


图 1

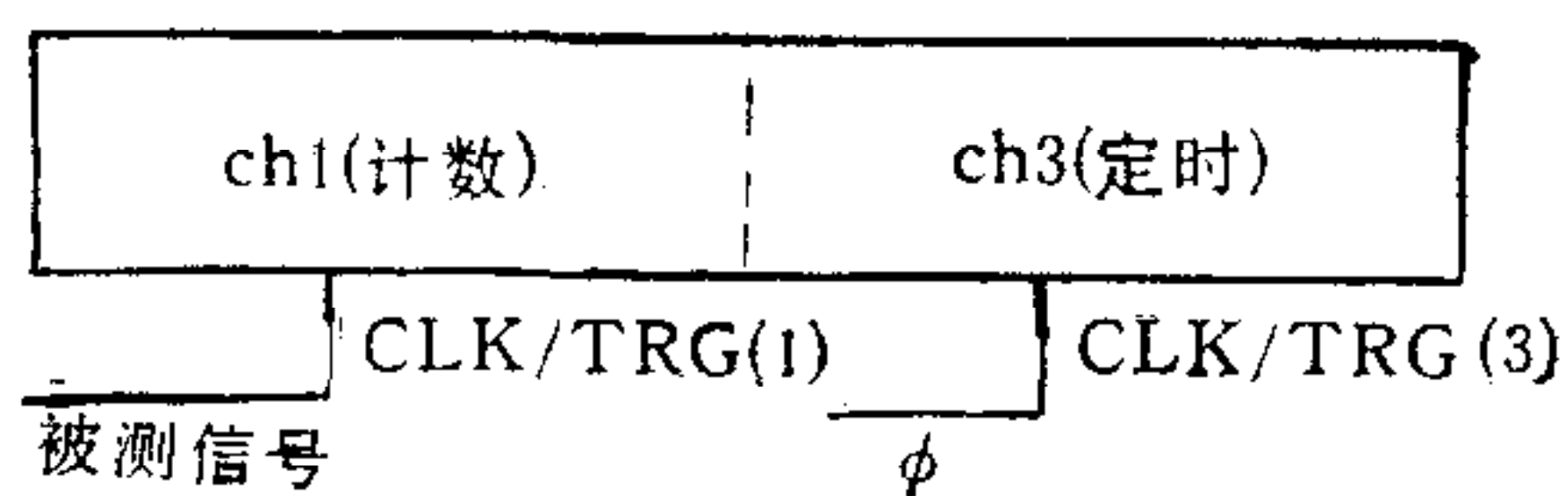


图 2

1) 常规法测频必然导致时间误差  $\Delta t$  或非全变化次数  $N$  存在, 因而偏离了频率的定义. 由图 1(b)、(c) 知,  $t = NT + \Delta t$  ( $T$  为信号周期), 故

$$\lim_{t \rightarrow (N+1)T} \Delta t = NT + T - NT = T. \quad (1)$$

2) 令  $\varepsilon_1$  和  $\varepsilon_2$  分别为时基法和数基法测量误差, 对图 1(b)、(c) 有

$$\varepsilon_1 = \frac{f - F}{f} = \frac{N/(t - T) - N/t}{N/(t - T)} = \frac{T}{t}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{f - F}{f} = \frac{N/(NT + T - T) - N/(NT + T)}{N/(NT + T - T)} = \frac{1}{N + 1}. \quad (3)$$

对图 1(d), 有  $\varepsilon_1 = 2T/t$ ,  $\varepsilon_2 = 2/(N + 1)$ . 问题还要严重. 由上可知, 常规法测频, 误差较大. 虽可通过增大  $t$  或  $N$  在一定程度上提高测量精度, 但在许多实际应用中不允许如此. 为此必须研究高精度测量频率的方法.

## 二、同步法测频方案

(1) 原理. 如图 1(c) 所示, 先假定计数计时在  $O$  点同步. 如果将  $t$  再延长  $\delta t$ , 等到第  $N + 1$  个信号到来时的  $t'$  点再结束采样, 则在  $t' = t + \delta t$  内就能获得信号的全变化次数. 令  $n = N + 1$ , 则测到的频率  $F = n/(t + \delta t)$ , 其理论误差为零. 今采用 Z80CTC<sup>[1]</sup> 作为计数定时部件, 其通道 1 和 3 分别作为计数器和定时器, 如图 2. ch1A 等

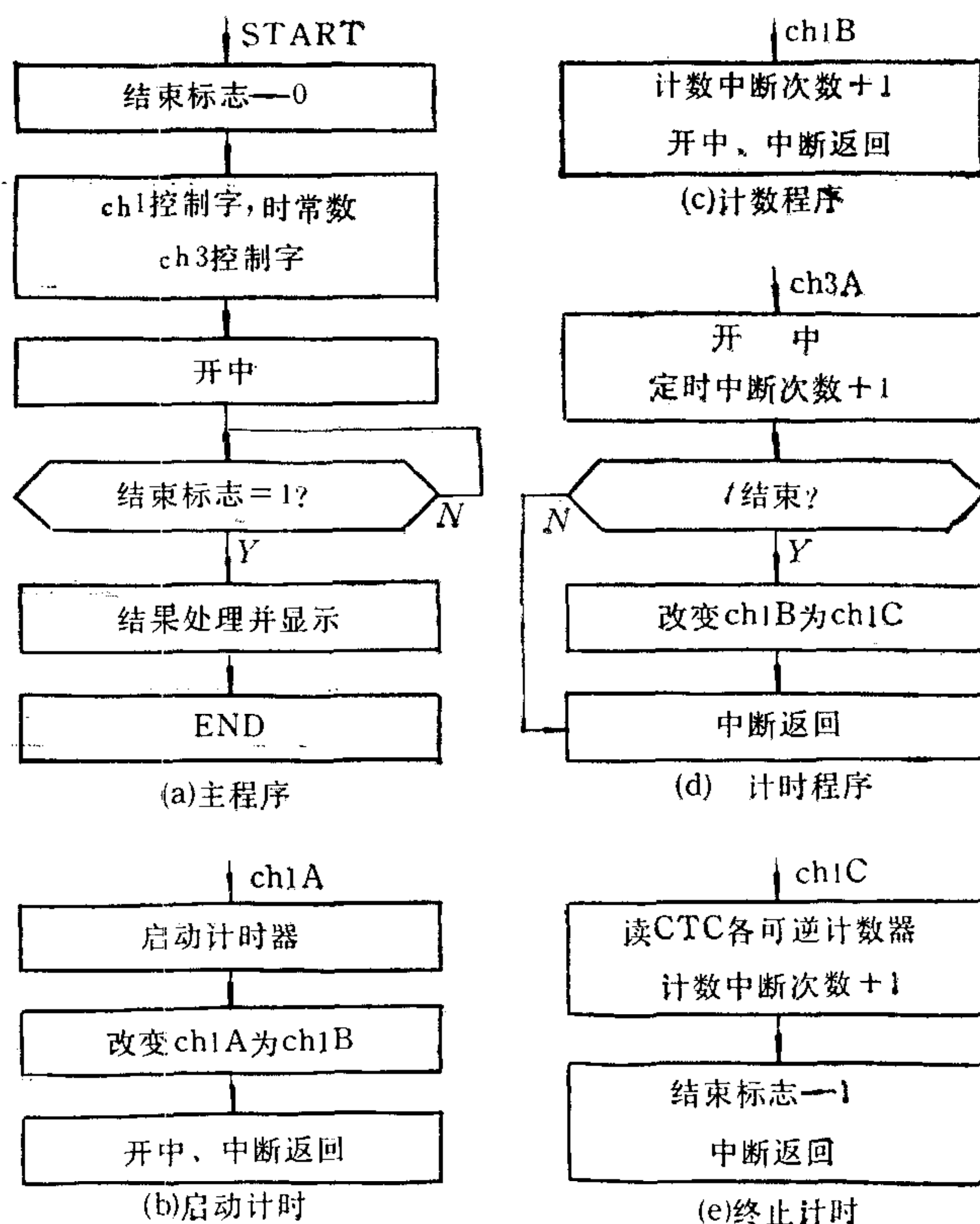


图 3

表示程序名。

(2) 软件设计。如图 3(a), 当通道 1 的计数器为零即某一脉冲的上沿到来时, 它就立即产生中断请求并转入 ch 1 A 执行, 而该程序率先执行的指令就是启动通道 3 计时, 此刻起始同步即告实现。之后将执行计数计时的中间过程, 并允许中断嵌套, 见图 3(c)、(d)。当执行 ch 3 A 时将判别  $t$  是否结束, 若已结束就改变 ch 1 B 为 ch 1 C。之后当第  $N + 1$  个脉冲到来时就执行 ch 1 C 并立即读取 CTC 各计数器内容, 此刻就是  $t'$  点。于是终止同步也告解决。

### 三、结 论

(1) 同步法从本质上克服了常规法由于计数计时的异步而产生的测量误差, 其测量精度为 0.00796—0.00014%, 比普通频率计的测量精度(时间误差为  $\pm T$ ) 要高得多。

(2) 用软件同步法测频, 通用性强, 耗资小, 有助于测试仪表智能化。该法已在一个水文测量系统中应用, 多年来该系统运行良好。

### 参 考 文 献

- [1] An Introduction to Microcomputers, Volume II, Some Real Products, 1977 by Adam Osborne and Associates, 7.43—7.47, 7. 73.

## A METHOD FOR PRECISE FREQUENCY MEASUREMENT

XIANG WANXIN OUYANG XIANGDA

(Huanan Institute of Computing Technology)

**Key words**——Measuring frequency; precise; synchronize fully.