

低频数字式相位测量仪简单介绍

相位差的测量在自动控制以及通讯电子等领域有着非常广泛的应用。如水深测量、电磁波测量、电力系统的相位检测装置、激光测量等。目前常用的低频数字式相位测量仪方法是将输入的两路信号经过某种处理将其变成方波，再通过比较这 2 路方波计算出相位差脉宽，最后通过用高频脉冲填充相位差，这个过程就实现了相位差的测量。

1、低频相位测量仪的意义

大家都知道相位是交变信号三要素（频率 伏值 相位）之一，而相位差则是研究两个相同频率交流信号之间关系的重要指标。相位差是测量两个同频率周期信号的相位差值。相位计就是测量相位差的仪器，低频数字式相位测量仪就是专门测量低频信号的相位差，一般频率是 100Hz 以内的正弦频率信号，高精度相位计一般是指测量精度特别高，一般测量精度在 0.2 度以内。低频数字式相位测量仪的工作原理和误差源就是设计低频数字式相位测量仪必须了解的内容。

2、低频数字式相位测量仪测试方法

(1) 示波器法

示波器法是把两个被测信号同时加到双踪示波器的两个 Y 通道，直接进行比较，根据两个波形的时间间隔 ΔT 与波形周期 T 的比，计算相位差 Φ 。示波器测量相位差缺点是精度不高。

(2) 零示法

零示法其实是将被测信号和可变移相器串联然后和另一同频率信号同时加在相位比较器如示波器、指示器等上，调节可变移相器，使比较器指示零值相位，则移相器上的读值即为两信号间的相位差。这种测量方法的精度决定于所使用的移相器的精度，一般达十分之几度。

(3) 直读式相位计法

直读式相位计最大的优势就是可以直接读取相位差。同时其测量速度也比较快，还能显示相位变化。一般而言直读测量相位差的方法有：数字式直读相位计法、矢量电压表法相敏检波器法和环形调制器法。其中前两种是目前低频数字式相位测量仪测试方法中最常见的，具体测试方法如下：

a、数字式直读相位计法

测量相位差的基本原理与测量时间间隔大体相同，见时频测量。即将被测两信号电压经过脉冲形成电路，变换成尖脉冲，去控制双稳态触发器，由此产生宽度为 ΔT 的闸门信号。使时间闸门开启，时钟振荡器产生频率为 f_0 的标准脉冲通过时间闸门加到计数器，计数值为 N 。可证明两信号间的相位差 Φ 正比于 N ，它们之间的相位差直接可以在计数器上读出。但是这种数字式直读相位计法适用于低频信号相位差的测量。

b、矢量电压表法

采用取样电路，将1~1 000MHz信号频率降低到固定的低频频率。

我公司研发生产的SYN5607型相位计属于低频数字式相位测量仪，主要应用于电力系统中相电压的相位差测量、无线电导航系统、相控雷达阵、自动控制系统的测距和定位，等。

3、SYN5607型低频数字式相位测量仪

西安同步电子结合客户需求研发生产销售的低频相位测量仪是一款集相位测量，频率测量，幅值测量的多功能频率相位测量仪器。

该款设备采用大尺寸液晶触摸屏，屏幕上显示测量状态和测量内容、显示通道之间的相位差，输入波形的频率，通道输入波形的有效值，峰值同时，还可以显示当前的时间信息和温湿度。SYN5607型低频相位测量仪运用最先进的数字时差测量技术，可以精准测量正弦、三角波、梯形波和方波的相位差。本款设备以高稳定度、高准确度、操作简单等特点受到用户一致好评。

(1)、技术参数

输入信号：2路

波 形：正弦/三角/方波/梯形波

范 围：0.5V RMS~100V RMS

带 宽：10Hz~20KHz

相位范围：0° ~360° 或±180°

输入阻抗：1M Ω

物理接口：BNC（外壳为地，芯为信号输入）

(2) 相位测量指标

测量范围：-180.000° ~+180.000° or 0.000° ~+360.000°

精度 ($23^{\circ} \pm 5^{\circ}$: 以一年校准期为基础) : 10Hz~2kHz : $\pm 0.1^{\circ}$

分辨率: 0.01°

稳定度: $\pm 0.05^{\circ}$

物理接口: BNC (外壳为地, 芯为信号输入)

(3) 频率测量指标

输入路数: 1路

测量精度 ($23^{\circ} \pm 5^{\circ}$: 以一年校准期为基础) : $\leq 2E-6$, 等精度测量

物理接口: 通道1的BNC (外壳为地, 芯为信号输入)

(4) 有效值峰峰值测量指标

输入路数: 2路

测量精度 ($23^{\circ} \pm 5^{\circ}$: 以一年校准期为基础) : 10%

物理接口: BNC (外壳为地, 芯为信号输入)

(5) 串口输出

内容: 输出测试内容和校准设备时间

波特率: 115200

数据位: 8

校验位: 无

停止位: 1

电平: RS232C

物理接口: DB9 (公头) 2脚输入, 3脚输出, 5脚地;

(6) 其他

电源: 交流. $220V \pm 10\%$, $50Hz \pm 5\%$

功耗: 约小于30W

使用温度: $0^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$

湿度: $\leq 90\%$ ($40^{\circ}C$)

存储温度: $-30^{\circ}C \sim +70^{\circ}C$

重量: 约小于6Kg

外形尺寸: 3U 19" 标准机箱上机柜

运输: 不得超过GB6587.6运输中流通条件等级二级的规定。

(7) 产品界面介绍

我司生产的SYN5607型低频相位测量仪整个触摸屏界面显示内容全面，设计人性化，操作方便。首先左边是一个菜单，分别为当前状态、首页和设置。中间主界面显示相位测量的结果包括相位、通道的有效值和峰值；点击当前状态包我们可以看到开机时间，声音设置,版本号等信息；最后在设置界面可以调节相位计屏幕的亮度、声音和屏幕校准，左右滑动，就可以调节屏幕的亮度，开机默认亮度值是50%， 首页显示内容如下：



4、低频数字式相位测量仪误差源

在实际应用中对低频相位测量都提出了较高的相位测量精度和频率测量精度，但是在测量过程中，也会引起误差，从而降低了相位测量的准确度。下面引起误差的主要因素

(1) 相位计测量时电路引起的误差，包括几种阻抗引入的误差例如：两信号电压源阻抗、相位计的输入阻抗和连接到相位计输入端的接线阻抗。为了尽量减小此类误差建议在使用的过程中在相位计的输入端加入合适的隔离电路。

(2) 波形误差与相位计的工作原理有关。过零检波法、矢量和测相技术会产生此类误差。

除了这两种误差外，相位计自身也存在误差，相位计自身的误差一般是指两通道中电平变化引起的误差，这个误差就是一般相位计技术参数里提出的准确度指标。如将相位计送检，检定的都这个误差。主要是前两种误差受测量条件的影响比较大，所以不建议将他们考虑在最基本的准确度中。