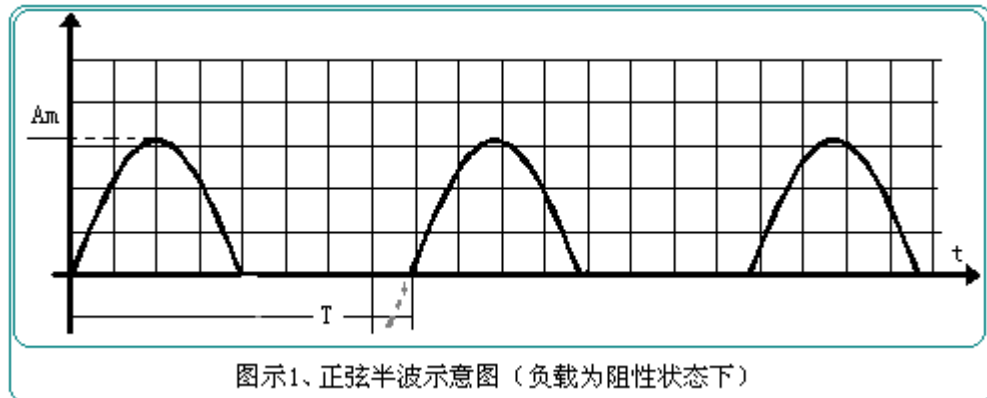


关于电流半波测量的问题

一、 交流波形如下：



1、阻性状态下的数据计算：如上图所示：为一电流波形半波示意图：假设其峰值为 A_m ，其全波的有效值为 $I_{全}$ ，半波的有效值为 $I_{半}$ 。同样，电压的峰值为 U_m ，其全波的有效值为 $U_{全}$ ，半波的有效值为 $U_{半}$
在纯阻性负载时，其理论计算公式如下：

$$i(t) = A_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$I_{全} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t) * i(t) dt} = \frac{1}{\sqrt{2}} * A_m = 0.707 * A_m$$

$$I_{半} = \sqrt{\frac{1}{2T} \int_0^T i(t) * i(t) dt} = \frac{1}{2} * A_m = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{全} = 0.707 * I_{全}$$

$$U_{半} = \sqrt{\frac{1}{2T} \int_0^T u(t) * u(t) dt} = \frac{1}{2} * U_m = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{全} = 0.707 U_{全}$$

$$W = I_{半} * U_{半} = \frac{1}{2} * I_{全} * U_{全}$$

在纯阻性时，可以得出如下结论：半波电压、电流的有效值为其全波电压、电流有效值的 0.707.，半波功率为其全波功率的 1/2.

以上计算是在纯阻性负载下的理论计算值。

2、交流正弦半波波形分析：根据傅里叶级数变换，半波波形用以下公式表示：

$$f(t) = \frac{A_m}{\pi} \left(1 + \frac{\pi}{2} \sin \omega t - \frac{2}{3} \sin 2\omega t - \frac{4}{15} \sin 4\omega t - \dots \right)$$

即正弦半波是由一直流分量、基波及偶次谐波组成。其中：

直流分量为： A_m / π

基波为： $A_m / \pi * (\pi / 2 * \sin \omega t) = A_m / 2 * \sin \omega t$

上述公式中，剩余的部分为其偶次谐波分量。

3、关于仪表采样及计算：

由于正弦交流半波是由直流分量、基波及偶次谐波组成，所以，要取得正确的测量值，必须正确选择仪表，因为：

A、交流测试仪表：用此种仪表测量，如果此仪表使用电压或电流互感器，则交流正弦半波中的直流分量 A_m/π 肯定会被互感器滤掉，所以，此种仪表测试的电压、电流及功率存在较大的误差。

B、直流仪表：如果选用此类仪表，该类仪表通常会将交流分量部分（基波— $A_m/2*\sin\omega t$ 、偶次谐波）滤掉，所以，其测试的数值仅为直流分量部分，所以，误差较大。

综合以上所述，仪表需要具备以下几种基本条件，才能正确测量交流正弦波及类似的各种波形：

A、电压、电流采样部分采用电阻采样或其他能产生同样效果的方式，不能采用互感器采样方式

B、采样方式采用直接采样方式，不能将原始信号进行转换后再进行测量。

C、采样部分不能存在过滤直流或过滤交流信号的电路。

D、仪表内部采样及计算必须采用 **方均根** 的计算方式。

4、**能准确测量的仪表**：针对电流正弦半波及其他类似的带直流分量的各种波型的测量，我公司推出了 **8716C 交直流数字电参数测量仪**，此种仪表，是在分析及测试此类波形的基础上，根据实际测量要求，进行了相应的设计及优化，使之能够准确地测量该种波形，而与 8700B 系列（8705B/8706B/8715B/8716B）等类似的带互感器采样的仪表，在测试此种波形时数据差别极大。不能进行准确测量。

5、**实际使用的情况**：我公司的 8716C 电参数测量仪，在交流测试状态下，测试阻性全波、畸变波、二极管形成的半波、单双向晶闸管形成的波形、对称及非对称的方波、三角波、锯齿波等其他类似波形中，与国外多种仪表进行比对测试中，都达到了其等级要求，在实际使用过程中，也得到了相应的验证。

注：以上公式是在纯阻性负载两端的理论值，未考虑因在诸如二极管等中间器件上的压降而造成的误差，实际测试数据要稍低于此值。

二、各类仪表测试数据对比：

1、阻性全波测试数据：（电压、电流均为全波）

仪表型号	精度等级	可测半波	被测物品	电压	电流	功率	测试结果
8716C	0.5	可测	电阻	100.3	0.475	47.5	合格
日本横河	0.2	可测	电阻	100.2	0.475	47.4	合格
美国 Fluke	0.05	可测	电阻	100.2	0.474	47.5	合格
8715B	0.5	不可测	电阻	100.3	0.475	47.4	合格

2、阻性半波测试数据：（电压接全波，电流通过二极管形成的半波）

仪表型号	精度等级	可测半波	被测物品	电压	电流	功率	测试结果
8716C	0.5	可测	电阻	100.2	0.333	23.4	合格
日本横河	0.2	可测	电阻	100.2	0.334	23.5	合格
美国 Fluke	0.05	可测	电阻	100.3	0.334	23.5	合格
8715B	0.5	不可测	电阻	100.3	0.256	23.4	不合格

3、感性全波测试数据：（电压、电流均为全波）

仪表型号	精度等级	可测半波	被测物品	电压	电流	功率	测试结果
8716C	0.5	可测	吸尘器	227.2	3.817	834	合格
日本横河	0.2	可测	吸尘器	227.1	3.815	833	合格
美国 Fluke	0.05	可测	吸尘器	227.2	3.817	834	合格
8715B	0.5	不可测	吸尘器	227.2	3.816	834	合格

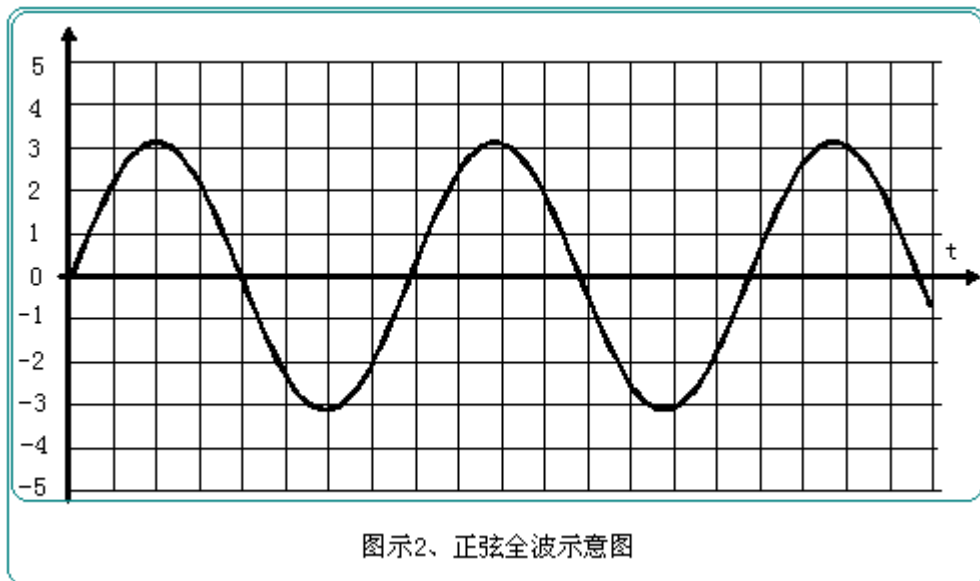
4、感性半波测试数据：（电压接全波，电流通过二极管形成的半波）

仪表型号	精度等级	可测半波	被测物品	电压	电流	功率	测试结果
8716C	0.5	可测	吸尘器	228.0	3.620	549	合格
日本横河	0.2	可测	吸尘器	228.1	3.620	549	合格
美国 Fluke	0.05	可测	吸尘器	228.1	3.619	549	合格
8715B	0.5	不可测	吸尘器	228.1	1.068	127.5	不合格

三、关于半波测试的结论

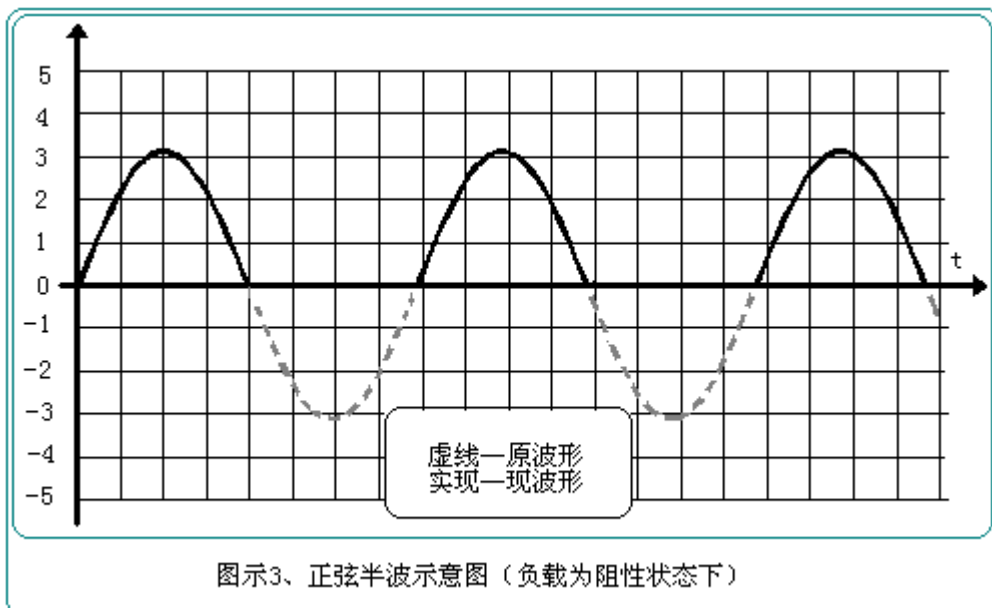
- 1、从上面的数据来看，对于 1 和 2 中对电阻测试的结果，与上面的理论计算吻合。
- 2、从上面 3 和 4 测试的感性负载来看，半波电流是全波的 0.948(此数据针对本试验物品的数据)，而与阻性负载的 0.707 的关系差别极大。主要原因如下图所示：

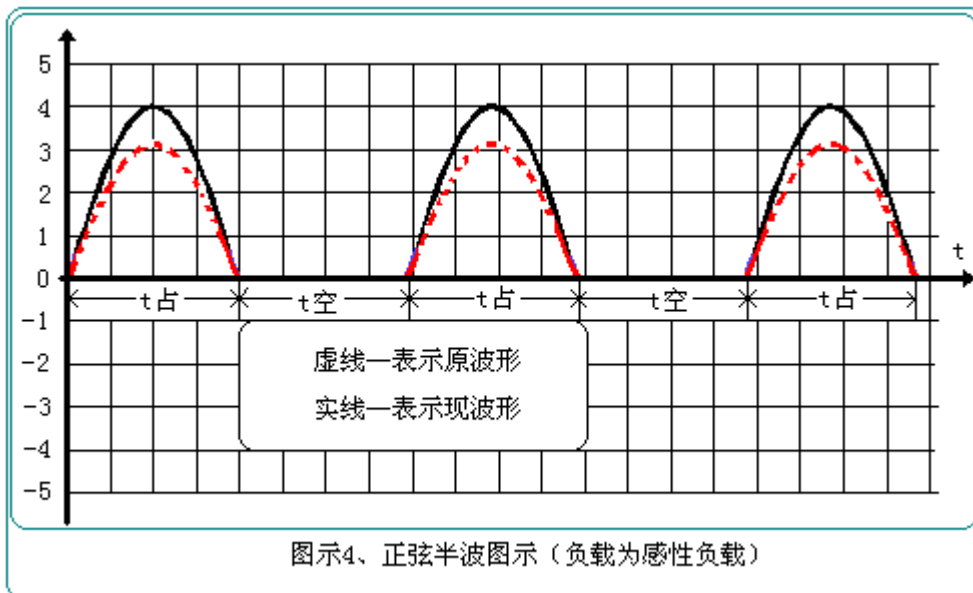
A、普通正弦波形



B、阻性负载下的正弦半波波形

C、感性负载下的正弦半波图形





注：以上波形为试验中得到的电流波形

3、从上面的图示中可以看出：

A、图示 3 中：当负载为阻性时，波形由全波变为半波时，波形的幅值不变，同时，计算出的电流值，也满足半波电流有效值=0.707 的全波的有效值。

B、图示 4 中：当负载为感性时，波形由全波变为半波时，波形的幅值增大（本试验中大概为增加 28%）。所以，在计算电流值时不满足半波电流有效值=0.707 的全波的有效值。

4、幅值增大的原因：图示 4 中，当电流波形在感性负载下，由全波变为半波时，半波电流波形幅值增大 28%（本试验中的数据）的原因是因为感性负载中的感性器件能量交换问题，当感性负载在通电运行时，负载在维持正常的运转外，还在感性器件中存储一部分能量，当波形为全波时，其储存的能量处于一个稳定的状态；当设备处于“t空”的状态下，设备中的感性器件处在能量释放状态，当设备处于“t占”状态，流过设备的电流，不仅要维持设备的运转，还要为感性器件提供储存的能量，所以，此时，电流增大，增大的幅值，与感性器件的本身特性及周边器件有关。