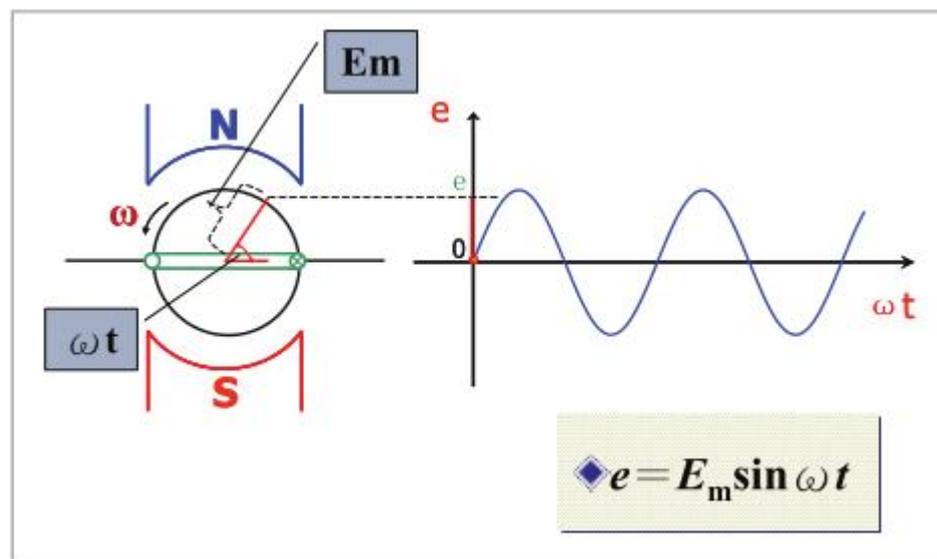
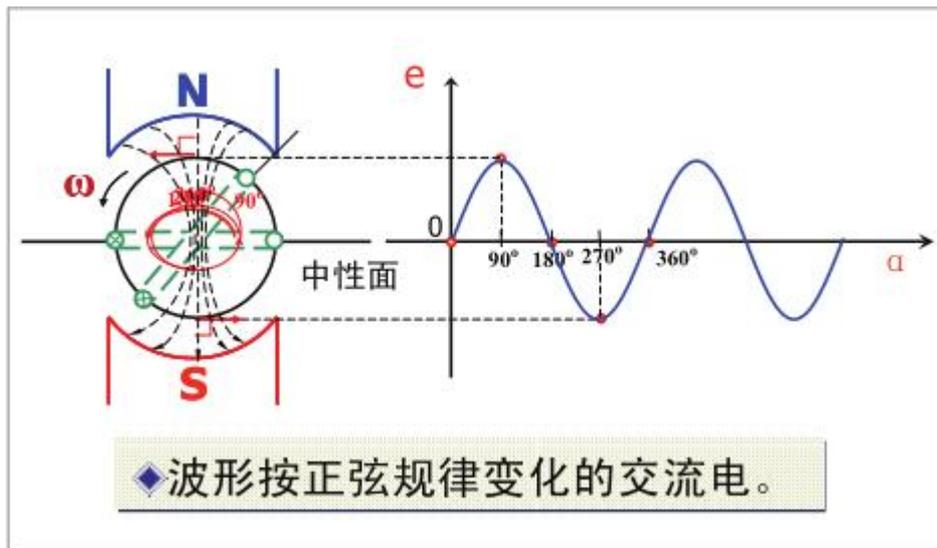
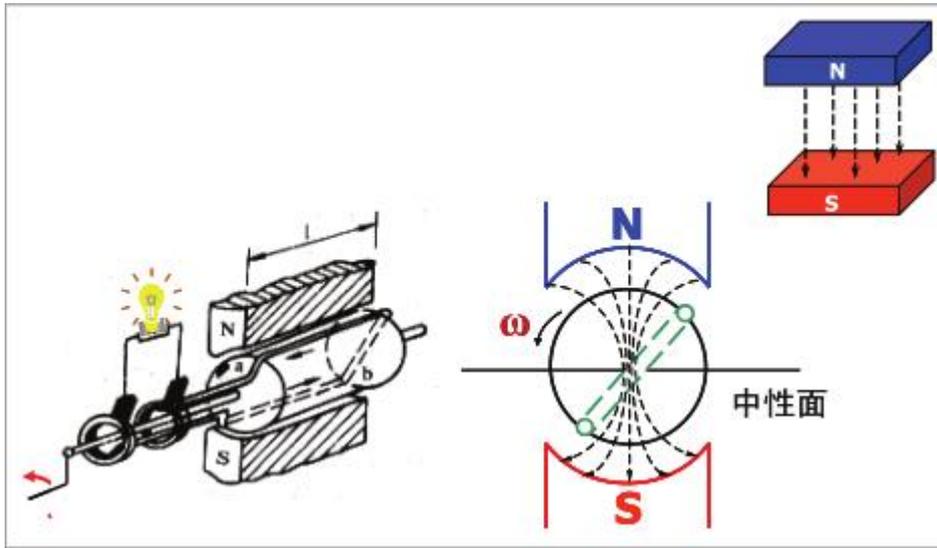


电力测量基础



电力测量基础

单相正弦交流电的产生

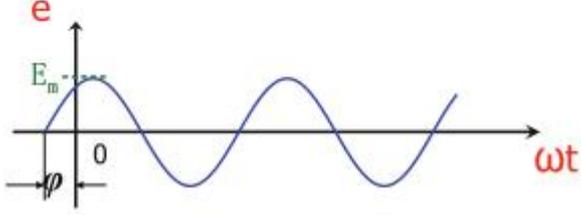


交流电的三要素

正弦交流电三个要素：最大值、角频率和初相位。

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$$

- e --- 瞬时值
- E_m --- 最大值
- ωt - 角频率
- φ - 初相位



The graph shows a sine wave on a coordinate system where the vertical axis is labeled 'e' and the horizontal axis is labeled 'ωt'. The wave starts at a negative value on the vertical axis, crosses the horizontal axis at a point labeled '0', and reaches a peak labeled 'Em'. A dashed line indicates the initial phase 'φ' as the angle from the horizontal axis to the start of the wave.

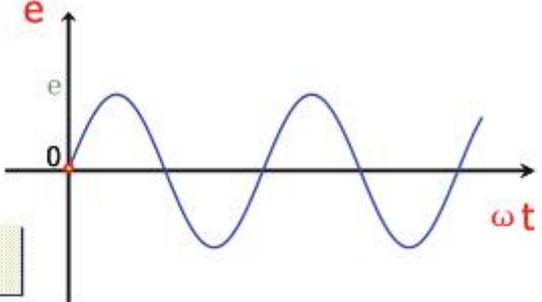
三要素1 — 瞬时值和最大值 (初相位为0)

$$e = E_m \sin \omega t$$

瞬时值 最大值

◆ 瞬时值：e, i, u

◆ 最大值： E_m, I_m, U_m

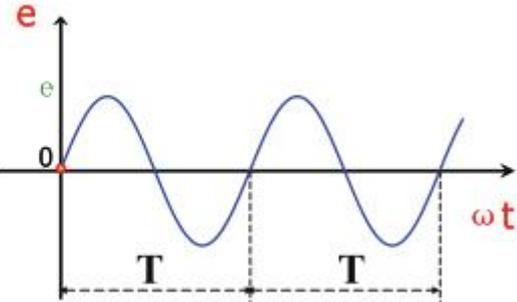


The graph shows a sine wave on a coordinate system where the vertical axis is labeled 'e' and the horizontal axis is labeled 'ωt'. The wave starts at the origin (0,0) and oscillates upwards and downwards.

三要素2 — 周期、频率、角频率

周期

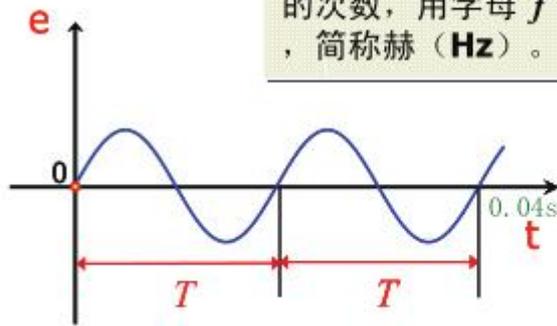
交流电每循环一次所需要的时间叫周期。周期用符号 T 来表示，单位是秒 (s)。



The graph shows a sine wave on a coordinate system where the vertical axis is labeled 'e' and the horizontal axis is labeled 'ωt'. The wave starts at the origin (0,0). Two horizontal dashed lines with arrows indicate the period 'T' as the time interval between two consecutive points where the wave crosses the horizontal axis in the same direction.

频率

◆频率是指一秒钟内交流电重复变化的次数，用字母 f 表示，单位是赫兹，简称赫（Hz）。



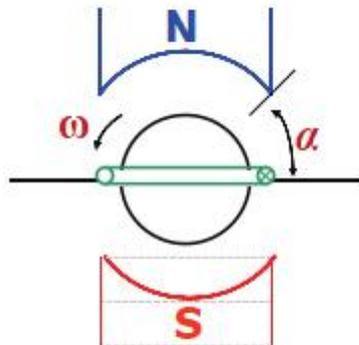
◆ $f=50\text{Hz}$

◆ $T=0.02\text{s}$

角频率

◆角速度 ω 。

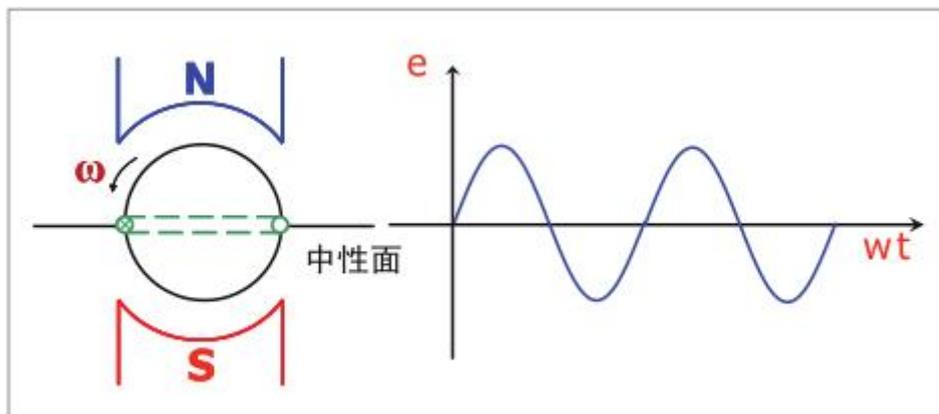
◆单位是弧度/秒。



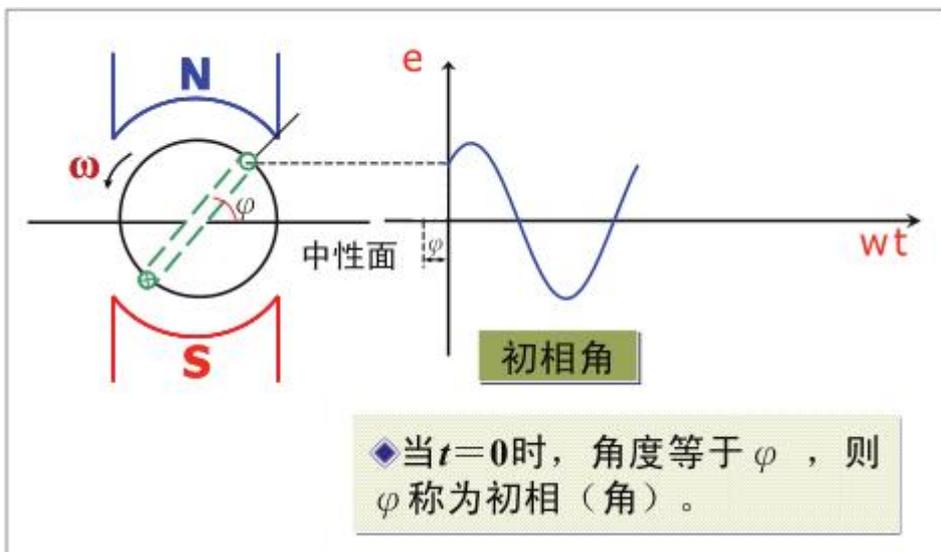
◆角频率：

表示交流电每秒钟内变化的角度。

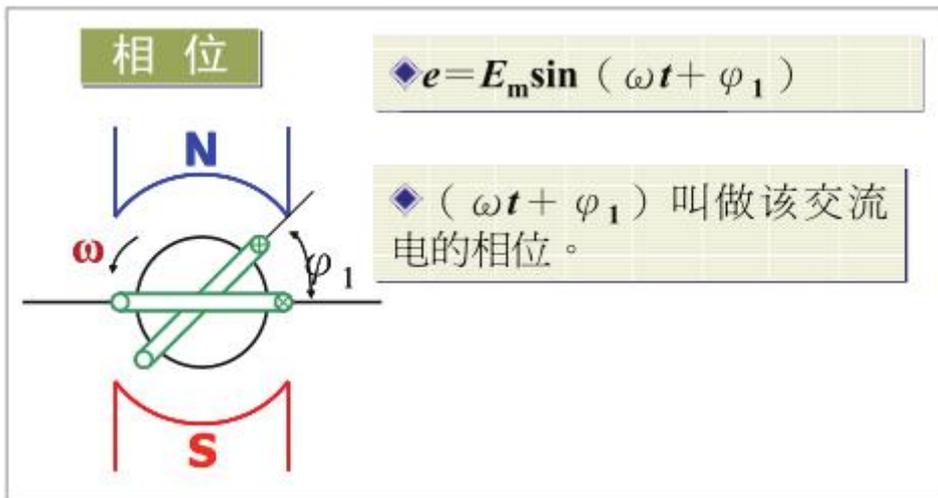
三要素3 — 相位



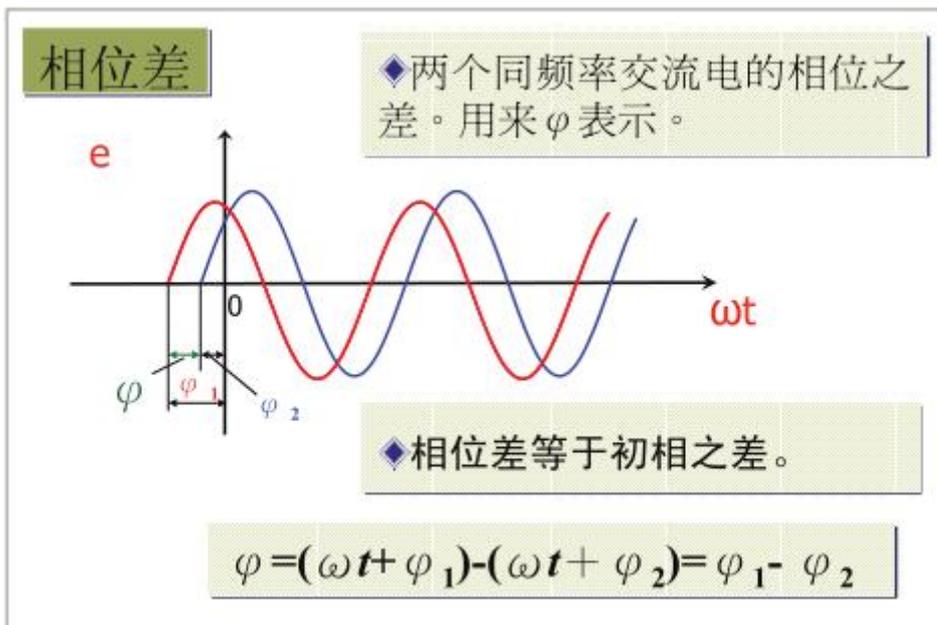
三要素3 — 初相位



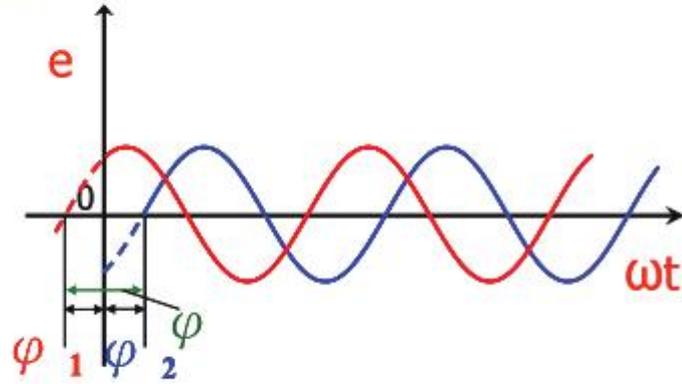
三要素3 — 相位



三要素3 — 相位差



相位差



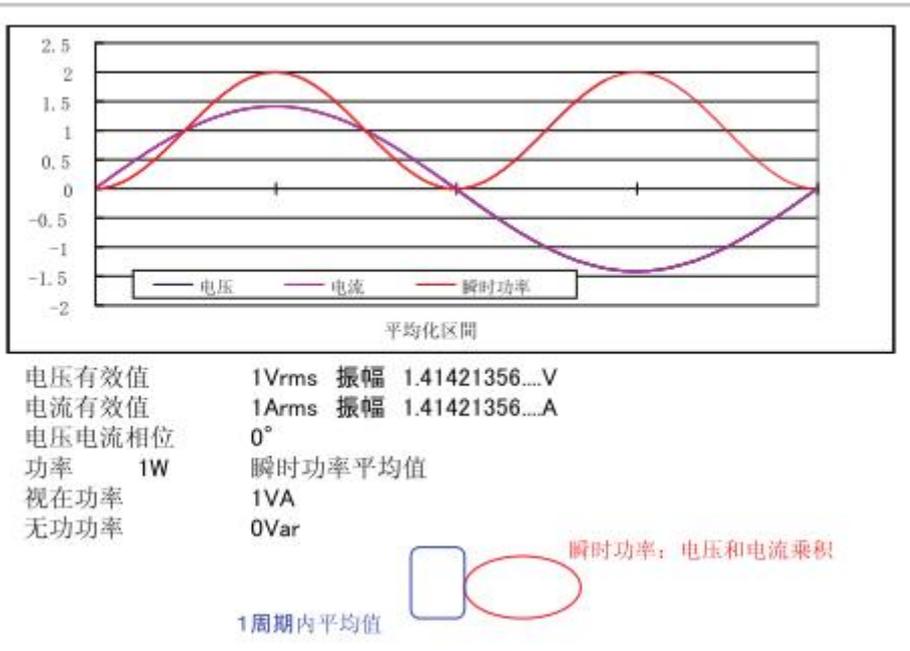
$$\varphi = \varphi_1 - (-\varphi_2)$$

电压和电流的位相差

交流使负载电压和电流之间产生相位差

| 负载种类 | 回路 | 电压·电流波形 | 矢量图 |
|------|----|---------|-----|
| 电阻 | | | |
| 电感 | | | |
| 电容 | | | |

电力测量值和波形

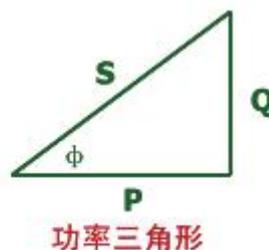


电力测量：功率和功率因数

视在功率

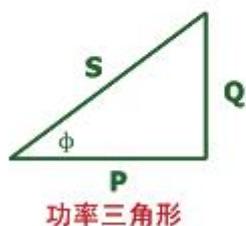
交流电路中，电路端电压和电流有效值的乘积称为视在功率。用 S 表示。

单位：伏安（VA）



功率因数

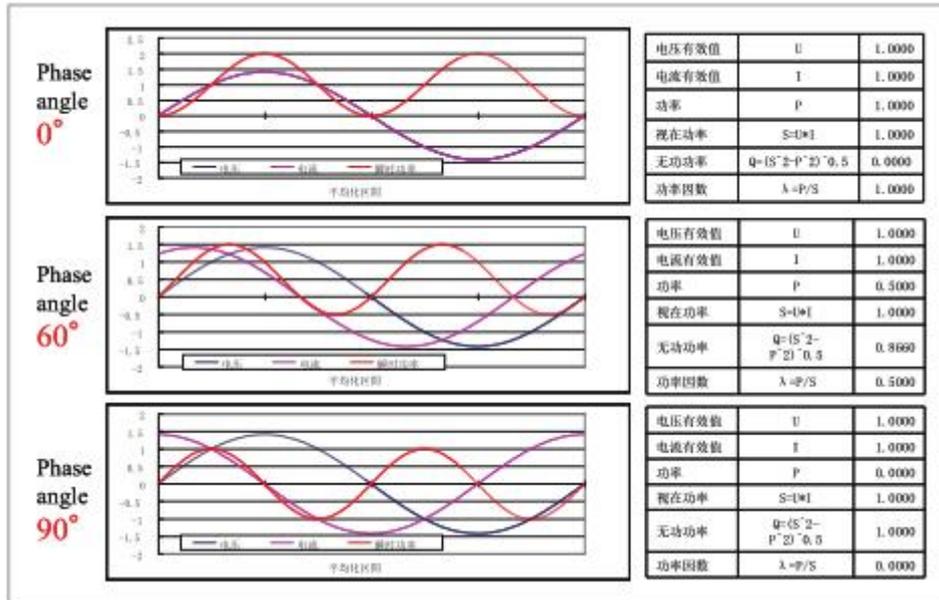
有功功率与视在功率的比值



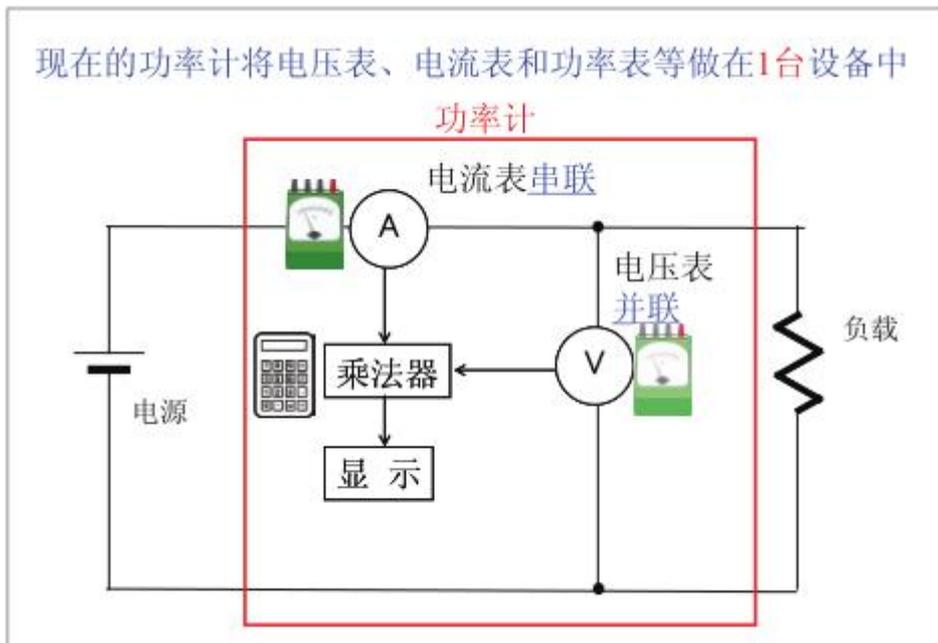
功率因数角

φ 又称功率因数角，是电路总电压与电流的相位差。

不同相位时的电力测量值



功率计测量原理



功率计测量项目

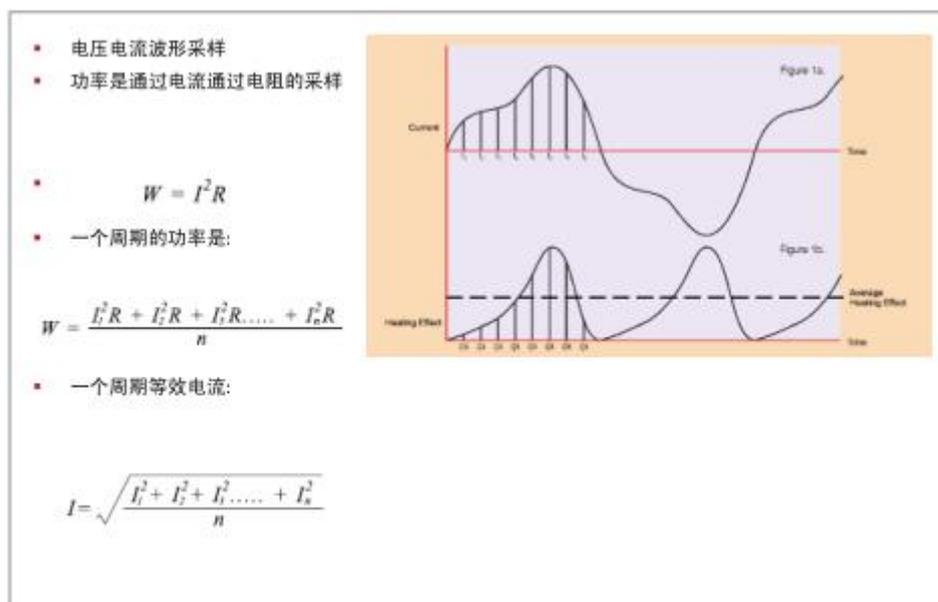
基本项目:

- 电压 / 电流 (rms 值、mean 值、DC 值、交流成分)、功率 (有功功率、视在功率、无功功率)、功率因数、相位角、效率
- 电压或电流的频率 (交流场合)
- 电流积分 (Ah)、有功功率积分 (Wh) 测量
- 谐波 (电压有效值、电流有效值、功率基波成分、各次谐波成分、总谐波含量)

其他应用:

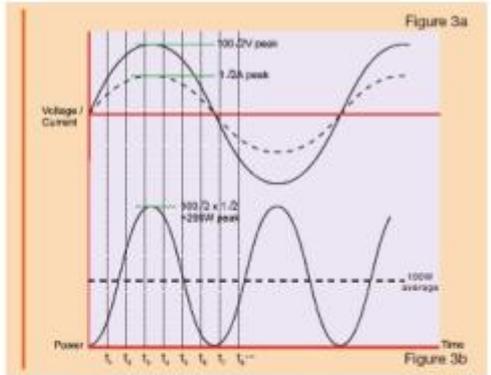
- 电压、电流波形显示
- 电机评价 (扭矩、转速、机械功率、效率)
- 矢量显示

RMS - 有效值

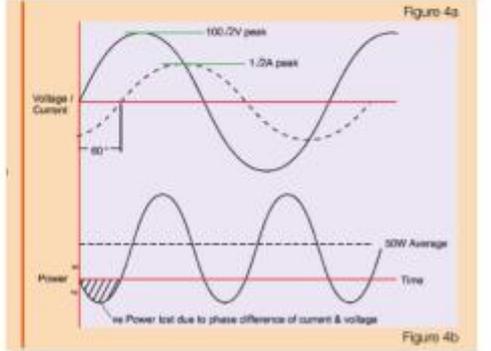


有功功率 (W) 视在功率 (VA)

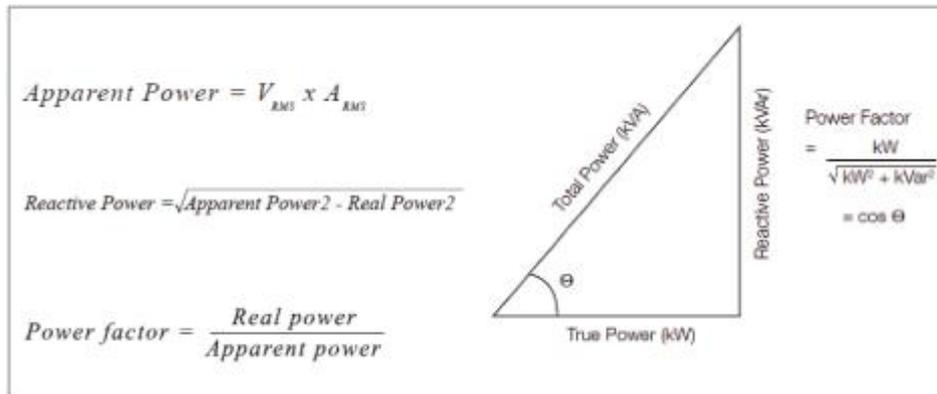
- **阻性负载 Resistive load**
 - 功率任何时刻都是 $V \times I$
 - 功率频率是2倍的电流电压频率。
 - 功率始终是正的
 - 这个情况 $W = V \times I$



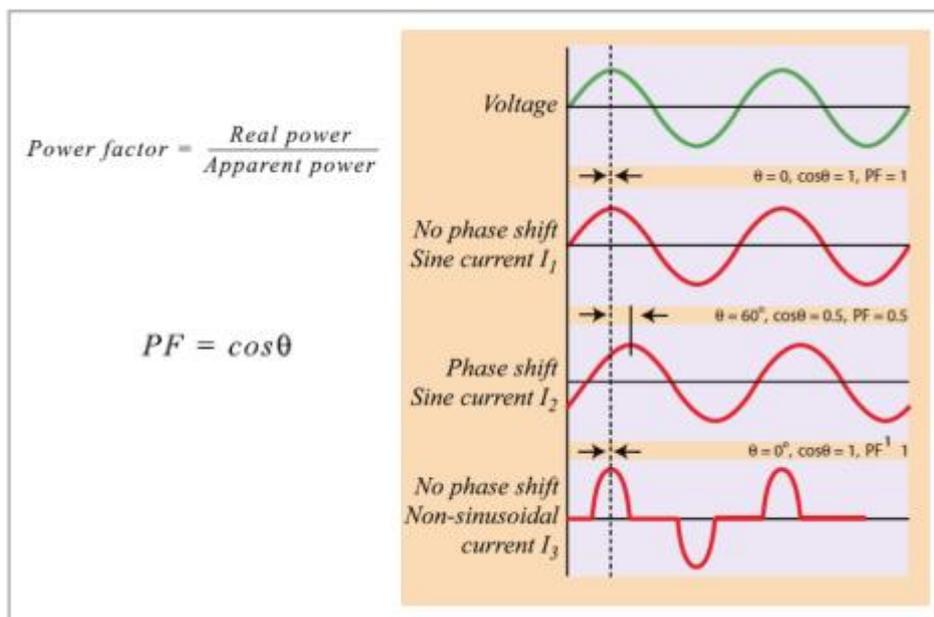
- **感性负载 Inductive Load**
 - 电流相位会滞后
 - 功率一直是 $v \times i$ 和之前一样。
 - 功率有的时候是负的
 - 有功功率不再是 $= V \times I$



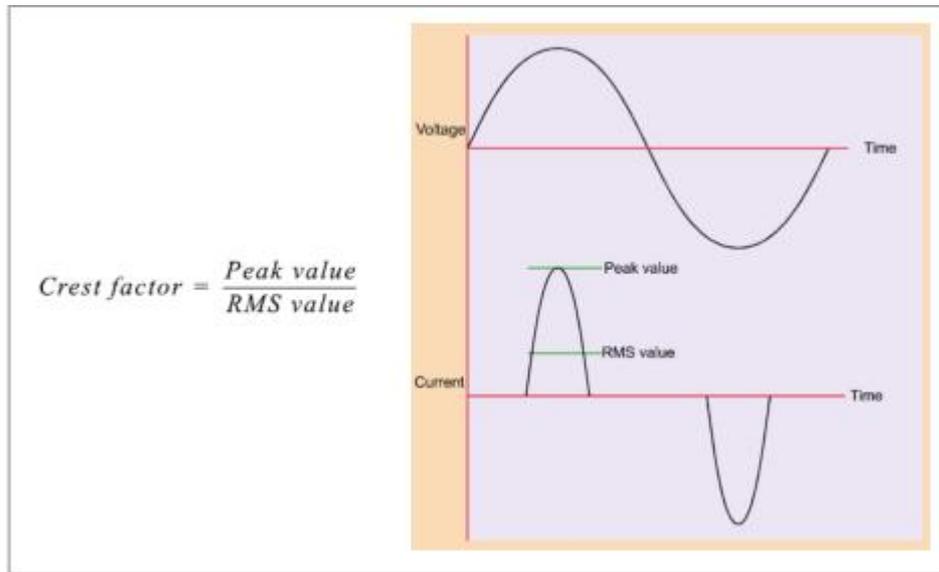
The Power Triangle



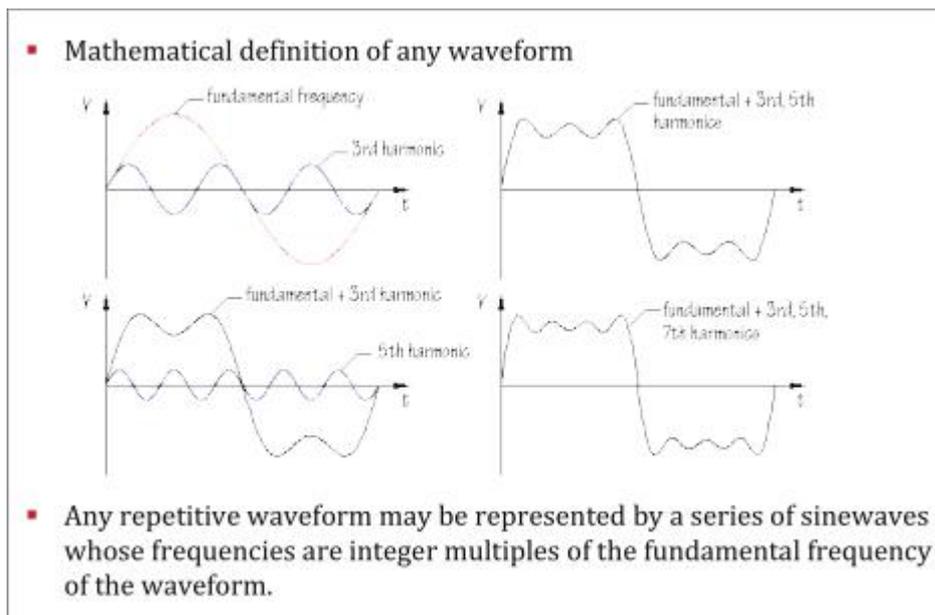
Power Factor 功率因数



Crest Factor 峰值因数



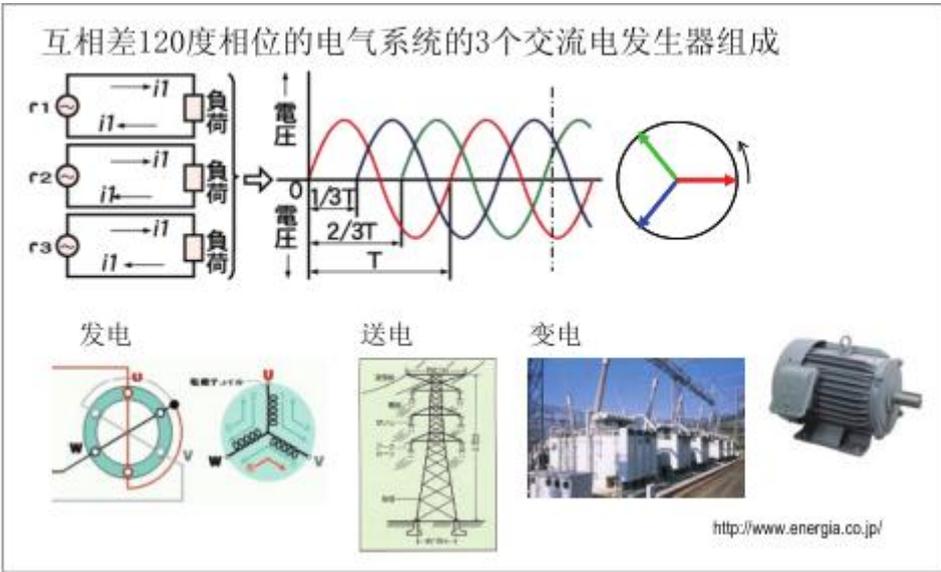
Harmonics 谐波



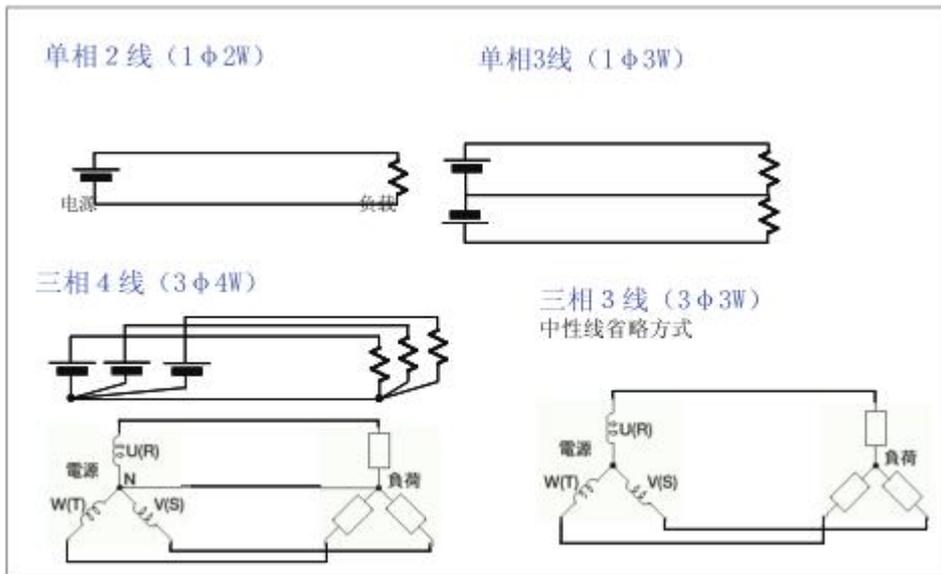
功率测量基础

三相以及多相交流电

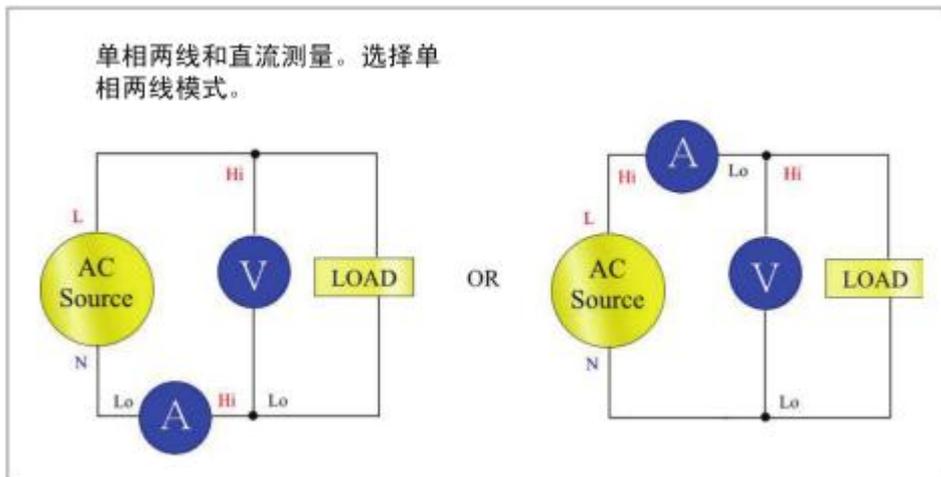
三相交流电系统



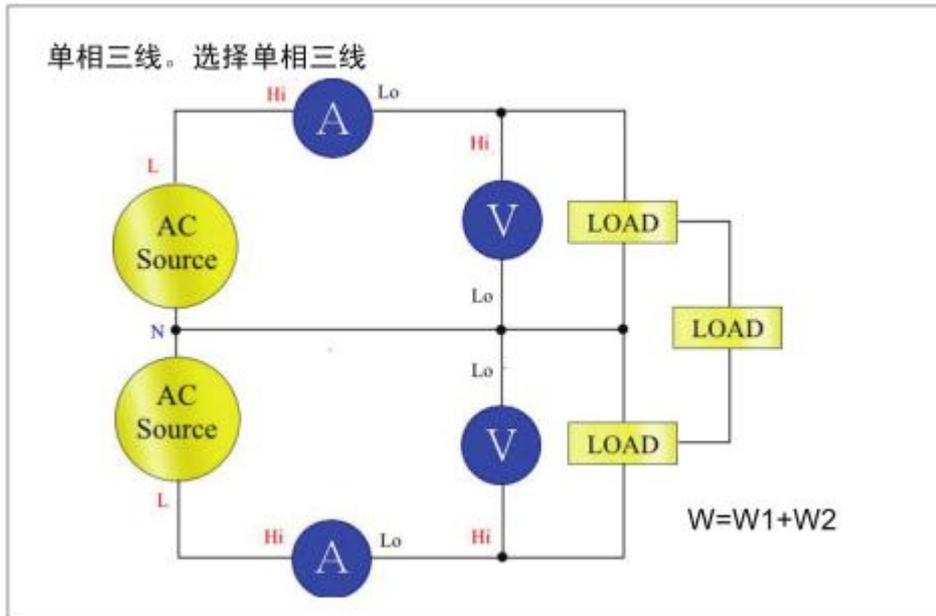
三相3线与三相4线



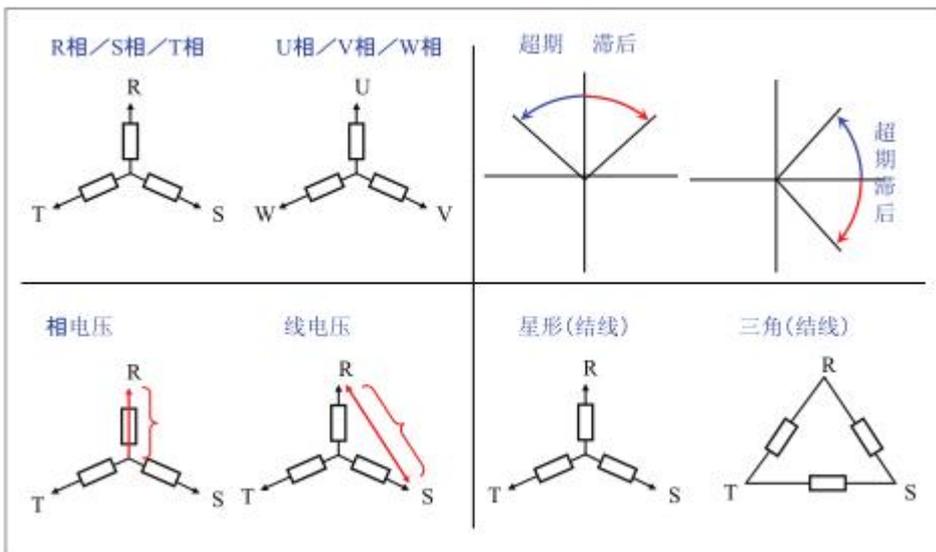
单相—1P2W



单相—1P3W



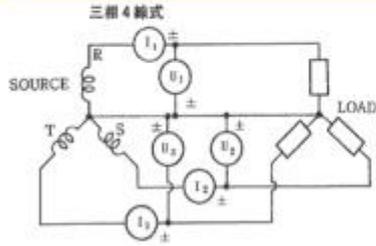
三相交流电基本术语



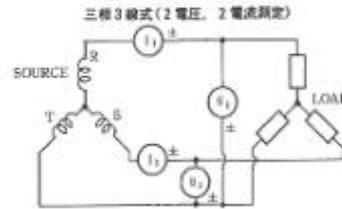
三相功率测量

三相功率测量的接线方法

如果各相独立，三相功率测量由3个功率计测量并简单相加。但因为各相的瞬时值互相影响并不独立，根据Blondel定理N相功率可以用N-1个功率计测量。三相功率可以由2个功率计测量。（一般被称作2瓦特表法，其他也有以测量各相平衡为目的的3电压3电流表接线）



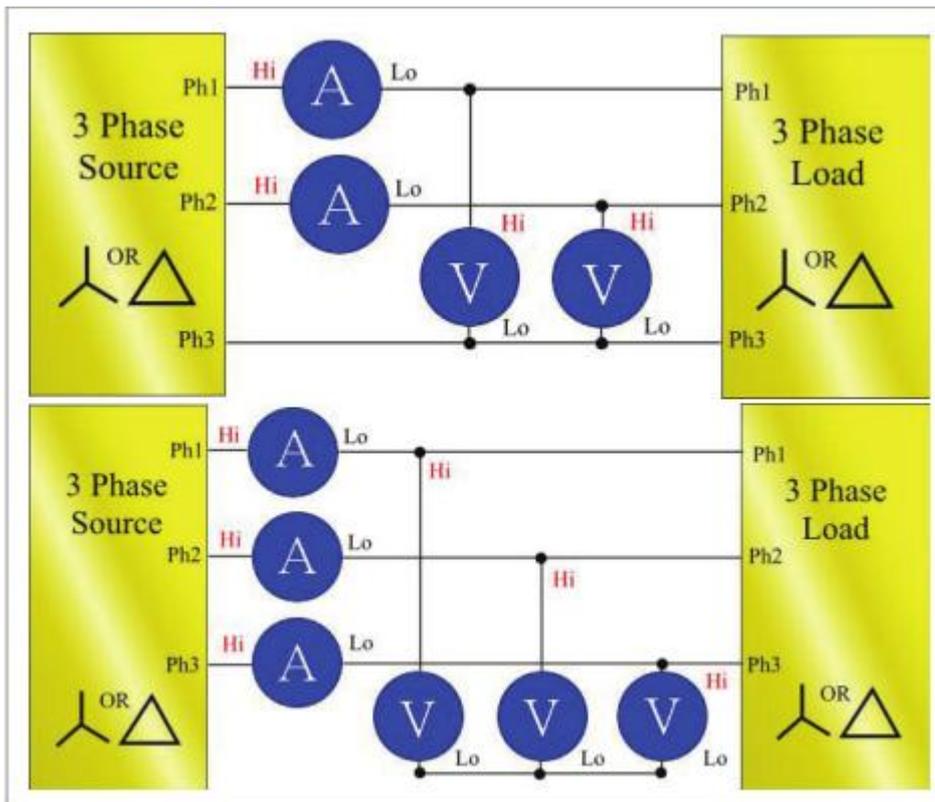
3相系统LOAD(负载)的消耗功率可以分别测量



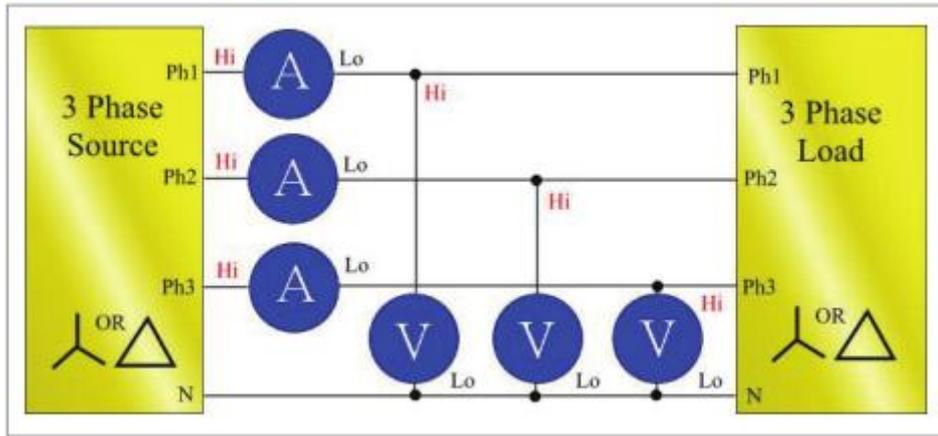
根据Blondel定理使用3-1个功率计测量

2种情况的总功率是相同的。
三相不平衡、波形失真情况下总功率也成立。

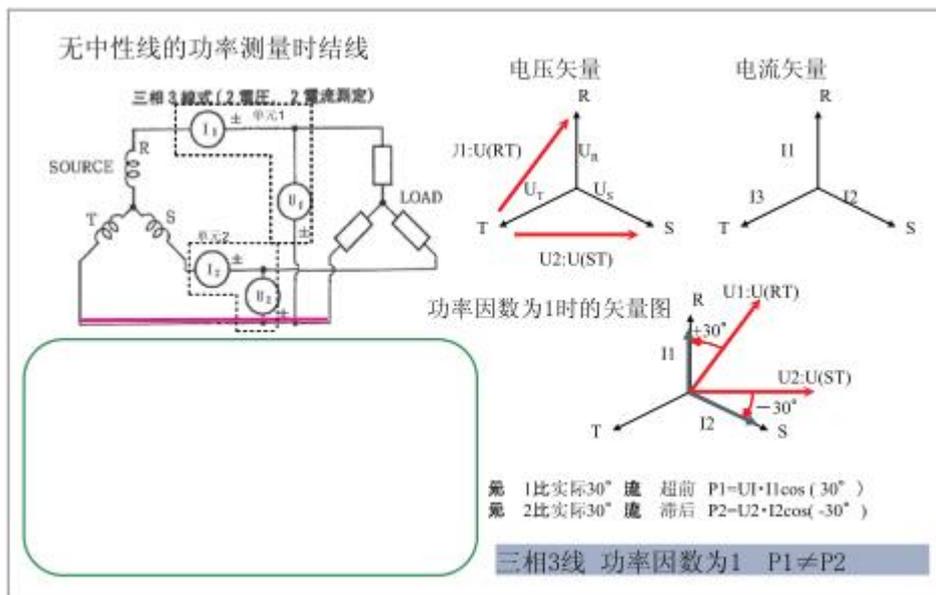
三相功率测量的接线方法 3P3W



三相功率测量的接线方法 3P4W



三相3线结线(T相基准)



从测试项目立项开始

陪伴客户

co-operate from the very beginning
of your electronic testing project

Misson

Applications
方案提供商

Software Customize
软件定制

Instrument Products
仪器产品

After Sale Service
永续服务

测试测量仪器综合服务商

零式未来
Zero Formula

咨询热线-仪器帮帮

400-852-1788