



國際科學技術大學

錦河

浅谈电机试验变频测试



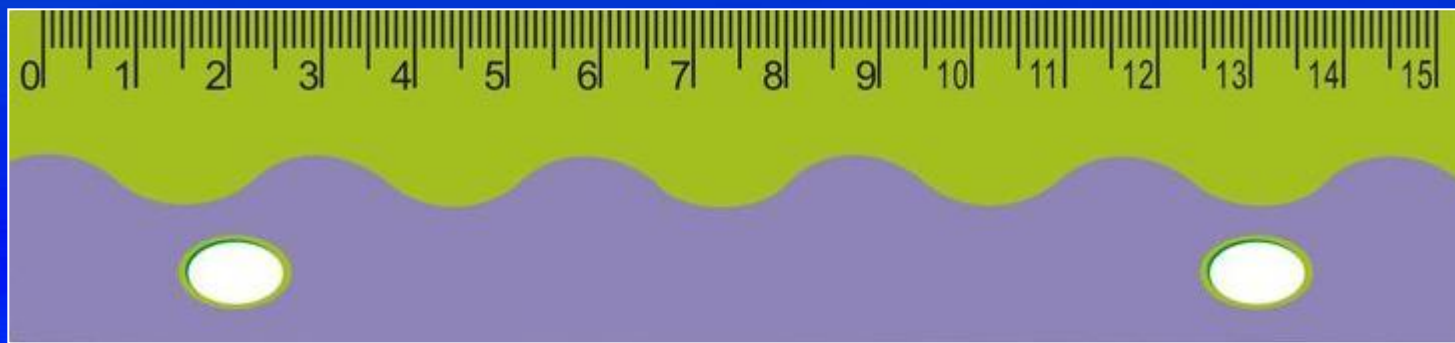
主要内容

- ◆ 测量误差
- ◆ 工频测试现状
- ◆ 变频测试现状
- ◆ AnyWay功率测试产品简介

测量误差

误差的表示

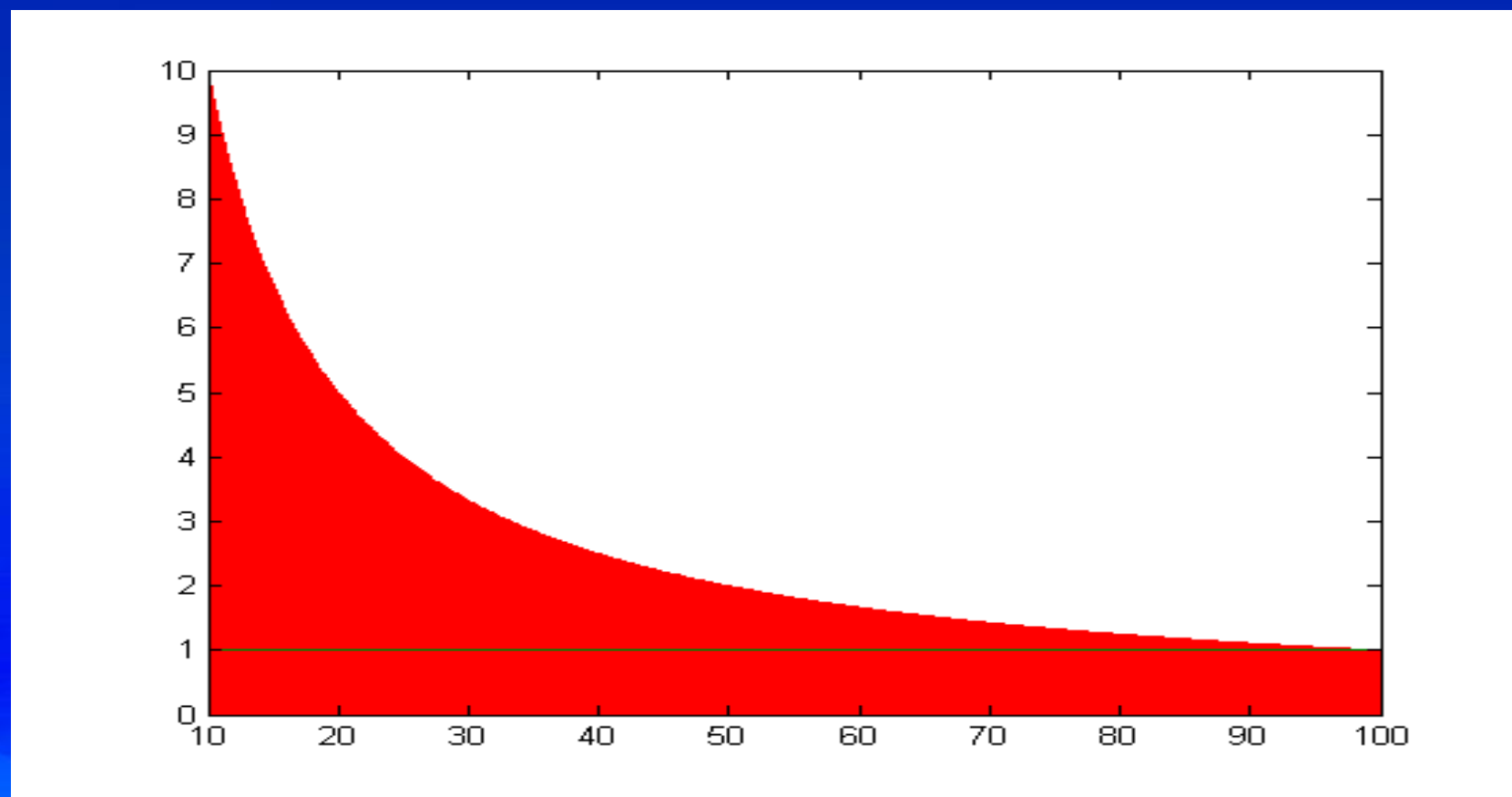
- 真值（约定真值）
- 绝对误差（示值误差）
- 相对误差
- 引用误差（最大引用误差）



量程的影响

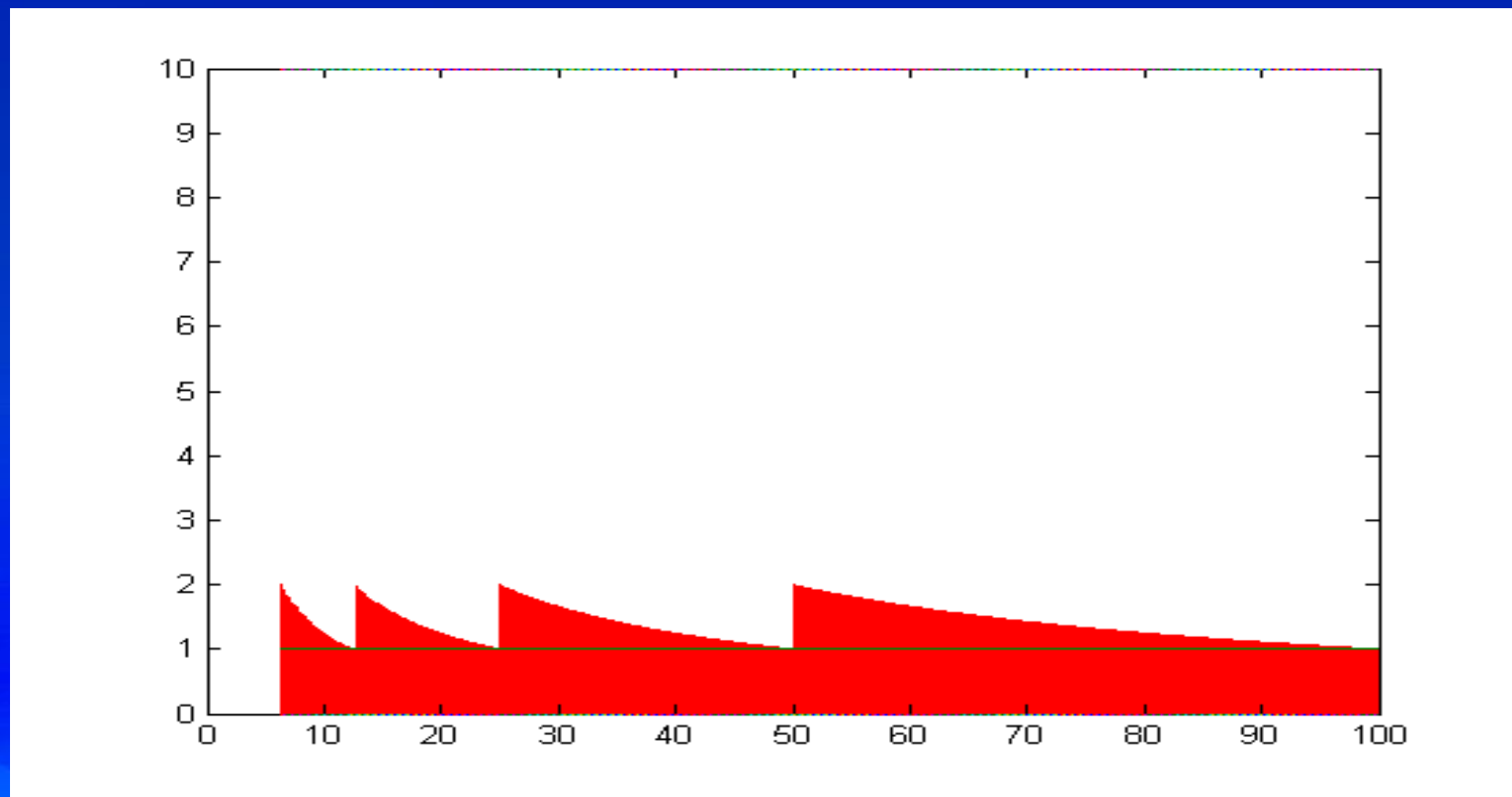
魏河

同一准确度等级下，相对误差、引用误差与测试点的关系图



量程的影响

同一准确度等级下，分档后的相对误差、引用误差与测试点的关系图



误差的组成

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$E_P = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} + \operatorname{tg} \varphi \cdot \Delta \varphi$$

误差的权重



假设 $\cos \varphi = 0.02$;

即 $\varphi = 88.85^\circ (1.5507 \text{ rad})$

$\text{tg} \varphi = 49.99$

$$E_P = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} + 49.99 \cdot \Delta \varphi$$

误差的权重



假设采用0.2级互感器，且量程选择合理

$$\text{则: } \frac{\Delta U}{U} = 0.002; \frac{\Delta I}{I} = 0.002; \Delta \varphi = 10'' (0.0029 \text{ 弧度})$$

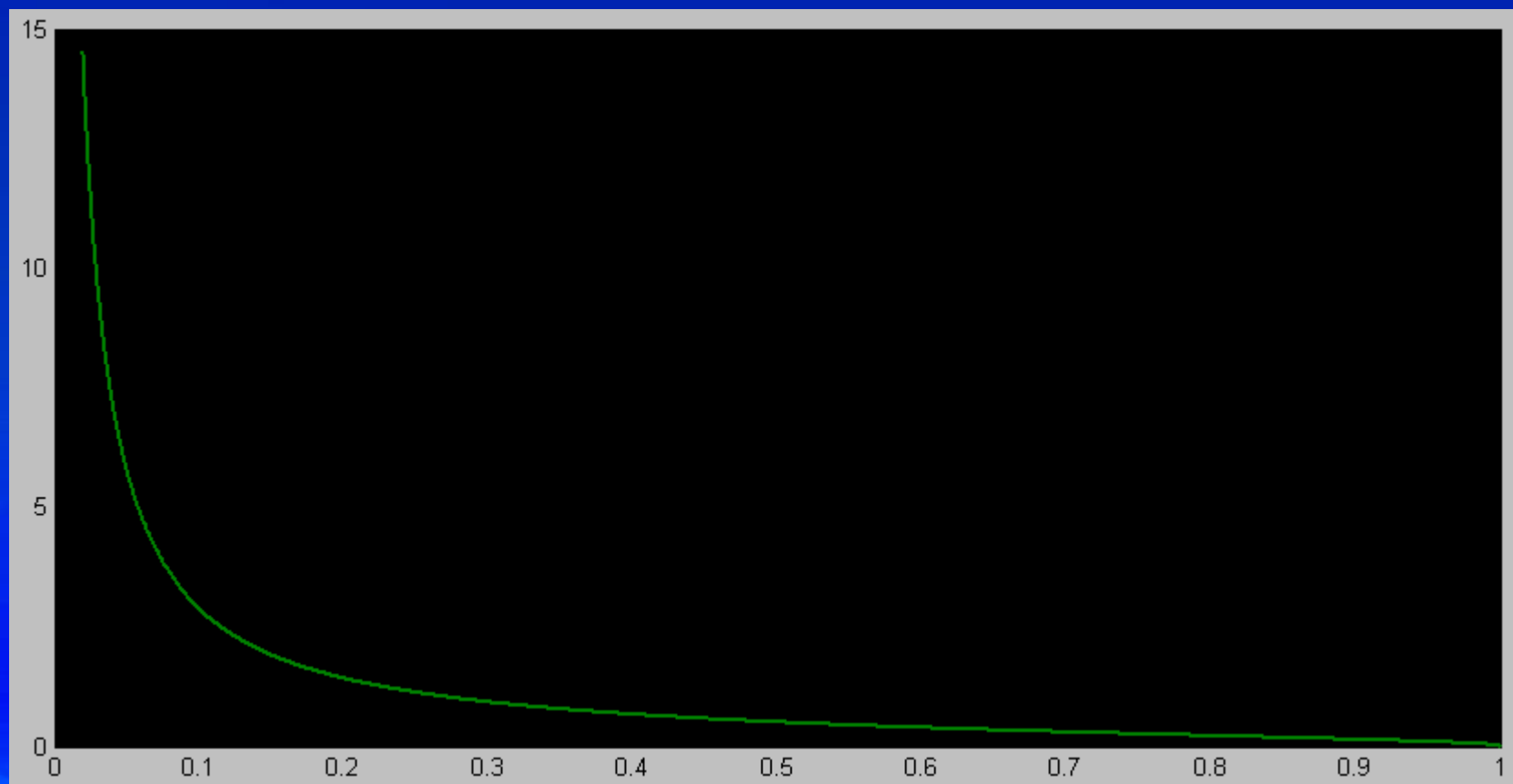
$$\text{tg } \varphi \bullet \Delta \varphi = 0.145$$

$$E_p = 0.002 + 0.002 + 0.145 = 0.149 \Leftrightarrow 14.9\%$$

相位的影响

银河

$\text{COS}\varphi$ 在0.02~1范围内，相角误差10"时 $\text{COS}\varphi$ 的相对误差曲线



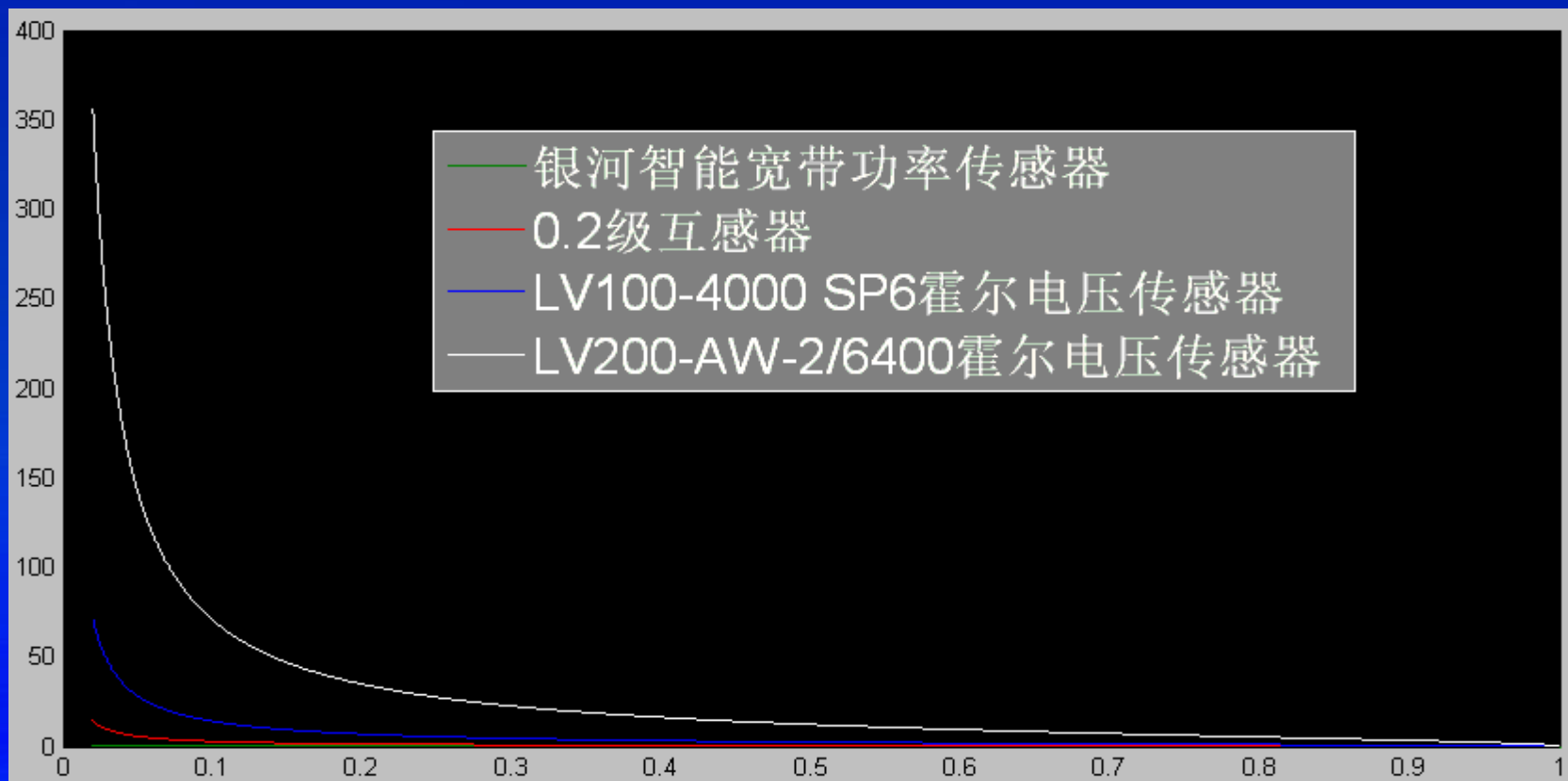
相位的影响

几种传感器在频率为50Hz时的相位误差

| 序号 | 产品型号 | 厂商 | 上升时间 | 相位误差 |
|----|-----------------|-----|-------|-------|
| 1 | SP332102 | 银河 | 1uS | 0.5'' |
| 2 | LV100-4000 SP6 | LEM | 100uS | 49'' |
| 3 | LV200-AW-2/6400 | LEM | 500uS | 245'' |

相位的影响

$\text{COS}\varphi$ 在0.02~1范围内，几种传感器在50Hz时相移造成的相对误差曲线



当误差要求小于1%时，上述四种传感器的功率因数分别要求大于0.02，0.14，0.817，0.985

频率的影响

魏河

《变频器供电三相笼型感应电动机试验方法》指出：对常用的指示仪表，其准确度是对标称频率规定的（如对50 Hz~60 Hz），而在其规定的上限频率，其准确度等级容许有附加误差（如在1 000 Hz时为0.4%）。电子式测量仪表通常均给出频率范围，指规定的上限频率，所规定的准确度既适用于50 Hz或60 Hz，也适用于规定的上限频率。

频率的影响

• 线路滤波器为50kHz时

| 频率 | 电压/电流 $\pm(\text{读数误差} + \text{量程误差})$ | 功率 $\pm(\text{读数误差} + \text{量程误差})$ |
|--|---|--|
| $10\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$ | 读数的0.25%+量程的0.3% | 读数的0.45%+量程的0.4% |
| $30\text{Hz} \leq f \leq 440\text{Hz}$ | 读数的0.2%+量程的0.15% | 读数的0.4%+量程的0.15% |
| $440\text{Hz} < f \leq 2.5\text{kHz}$ | 读数的1%+量程的0.15% | 读数的2%+量程的0.2% |
| $2.5\text{kHz} < f \leq 5\text{kHz}$ | 读数的2%+量程的0.15% | 读数的4%+量程的0.2% |
| $5\text{kHz} < f \leq 7.8\text{kHz}$ | 读数的3.5%+量程的0.15% | 读数的6.5%+量程的0.2% |

基波频率在1kHz和2.6kHz之间时，频率1kHz以上的电压、电流精度增加读数的0.5%，功率精度增加读数的1%

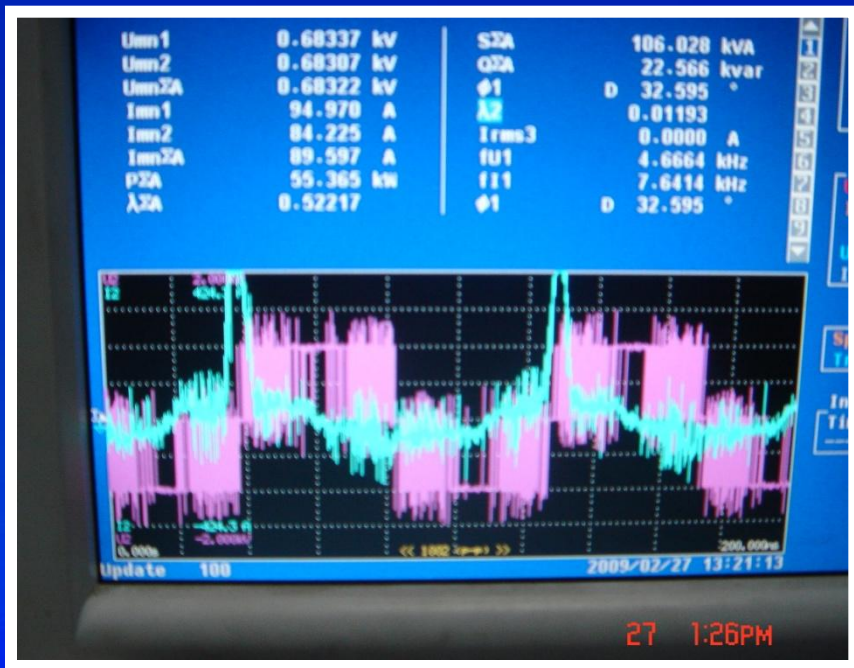
• 线路滤波器为OFF时

| 频率 | 电压/电流 $\pm(\text{读数误差} + \text{量程误差})$ | 功率 $\pm(\text{读数误差} + \text{量程误差})$ |
|--|---|--|
| $10\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$ | 读数的0.15%+量程的0.3% | 读数的0.25%+量程的0.4% |
| $30\text{Hz} \leq f \leq 440\text{Hz}$ | 读数的0.1%+量程的0.15% | 读数的0.2%+量程的0.15% |
| $440\text{Hz} < f \leq 2.5\text{kHz}$ | 读数的0.6%+量程的0.15% | 读数的1.2%+量程的0.2% |
| $2.5\text{kHz} < f \leq 5\text{kHz}$ | 读数的1.6%+量程的0.15% | 读数的3.2%+量程的0.2% |
| $5\text{kHz} < f \leq 7.8\text{kHz}$ | 读数的2.5%+量程的0.15% | 读数的5%+量程的0.2% |

基波频率在1kHz和2.6kHz之间时，频率1kHz以上的电压、电流精度增加读数的0.5%，功率精度增加读数的1%。

电磁兼容

黄河



- 采用模拟信号传输的进口高精度功率分析仪

- 采用光纤传输的AnyWay变频功率分析仪

小结

- ◆ 量程影响测量误差
- ◆ 相位影响测量误差
- ◆ 频率影响测量误差
- ◆ 电磁干扰影响测量误差
- ◆ 不同因数对误差的影响具有不同的权重

工频测试现状

成熟的测试设备

- ◆ 电压互感器
- ◆ 电流互感器
- ◆ 功率表
- ◆ 低功率因数表

成熟的量程解决方案

- ◆多互感器原边换挡
- ◆多量程互感器副边换挡

隐含的相位指标

- ◆ 互感器检定规程
- ◆ 低功率因数表

规避了频率指标

- ◆ 频率固定
- ◆ 测试设备的最佳频率点

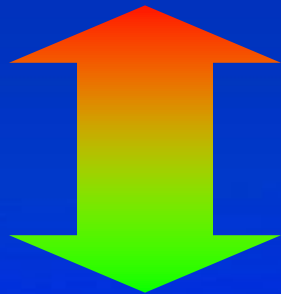
电磁干扰影响较小

- ◆电磁干扰对测量结果的影响程度是相对于信号而言的。高电压、大电流信号允许有较大的干扰，而低电压、小电流信号，对干扰比较敏感。

电磁干扰影响较小

- ◆变频器供电试验时，干扰较大，而所用的有源传感器如霍尔传感器等输出电压较低（一般在 $\pm 15\text{V}$ 以内）、电流较小（一般小于 500mA ），抗干扰能力较差。
- ◆工频测试时，供电采用机组，干扰较小，而所用的互感器输出电压较高（一般为 100V ）、电流较大（一般为 5A ），抗干扰能力较强。

准确度指标



试验要求

变频测试现状

量程转换

- ◆只能原边换挡
- ◆变频带电分合困难、成本高
- ◆低峰值因数

相位指标

- ◆ 不明确
- ◆ 较难补偿

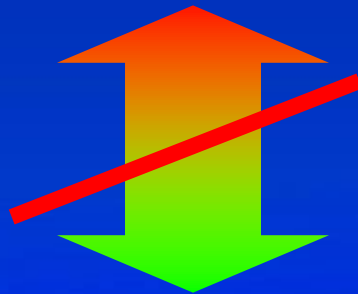
频率指标

- ◆不同频率下准确度指标不同
- ◆谐波模式频率范围相对较窄
- ◆传感器的带宽相对较窄
- ◆仪表的低频特性指标相对较差

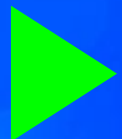
电磁兼容

- ◆信号小
- ◆干扰大

准确度指标



试验要求





國際科學技術大學



谢谢各位!

