

一种模拟高压互感器三相负荷判别二次接线的装置

赖 裕

广东电网公司韶关供电局 广东 韶关 512026

【摘 要】：目前在配电网中大量使用高压计量箱或分体式互感器作为计量器具，但是由于技术集成度高，对安装接线人员的技能要求较高，特别是户外型计量箱一旦安装上去，其二次接线的检查会比较不便。一般需在送电后才能确认接线正确性，发现问题还需进行停电处理，而且可能造成互感器故障，影响计量准确性，对供电的质量和用户满意度造成负面影响。本文研究如何在停电状态下检测判断高压计量二次接线，能在一次侧以安全电压模拟三相用电负荷，同时在二次侧直观地用负荷六角图判断接线是否正确，具有安全风险低、判别简单的特点。

【关键词】：配电网；计量互感器；模拟三相用电负荷；负荷六角图

1 引言

在电力输送网络中高压互感器因为结构紧凑，自成一体，接线简单且易于安装和维护而大量使用在电网中，其中电压互感器将 10kV（35kV）电压按照固定的比率转换成电能表能够计量的标定电压，电流互感器将高电压下大电流按照固定的比率转换成电能表能够计量的标定电流，二者通过二次接线同时接入电能表从而实现供电计量，现实中所使用的是三相输电。因此需要同时将 A、B、C 各相的供电准确计量，所以采用多只电压互感器和电流互感器组合成组合式互感器，根据实际需要组合成不同的联接方式，又因为电流和电压都有方向性只有接入电能表的各相电压，电流流入方向正确才能使电能表准确计量，因此必须保证组合互感器在正确的比率和联接方式下接入电能表。在实际使用中，施工人员都是按照组合式互感器的铭牌和端子标识进行接线，正确与否只能在供电且带负荷以后通过读取电能表的计数来判断，不能在通电前及时辨别和处理，一旦出现错误则需要带电（或临时停电）进行更正接线从而导致生产安全隐患和计量损失，供电服务优质性也有一定影响。如何提供保证操作人员人身安全的前提下，同时输出需要的三相电流和电压，包括输出一次测量值和经过组合式互感器一定比率变换后的电流、电压测量值，同时判别相互间的向量关系，在组合式互感器及其二次接线安装完成后模拟实际运行时的三相工作状态，完成二次接线正确性判断，实现对三相电压和电流的输出调节在人体可承受值范围以下，分析联接方式的正确性，保障人身安全，降低生产成本，减少生产安全隐患，提高劳动效率。

2 装置原理解决的技术难点

需设计研究具备高精度细度自动调节的与电网相位相同的可控三相电流\电压元，为满足现场使用需要，在不能提

供三相供电的条件下，必需采用逆变技术实现单相电源转换成三相电源才能实际满足与计量箱同工况的测试条件。

3 工作原理

通过对计量箱的组合式互感器施加与运行工况相同的三相电压\电流，实际测量电压电流的量值和之间的相位关系，实现变比\极性\相位关系判断以检测互感器和计量箱的接线正确性，达到在实际投运前发现问题、解决问题、减少停电时间的目的。

4 技术方案

一是“人体安全电压下的三相可调电源”，二是“电压，电流值和相互间向量关系测量系统”。

第一部分是“人体安全电压下的三相可调电源”，采用的技术方案是：将可调直流源通过逆变电路变成与电网同频率的三相交流电源，通过三相变压器和三相升流器分别输出大小可调的三相电压和电流。电源由市电或便携式交流电源提供，可调式直流电源提供逆变所需直流和三相电压、电流输出大小调节控制，逆变电路完成直流电源转换成三相交流电源，三相变压器和三相升流器完成电压和电流的隔离输出，简称“三相可调电源”。该电源包括“可调直流开关电源”“三相逆变电路”和“三相变压器，三相升流器”三部分。

其中“可调直流开关电源”采用调宽控制方式实现将 AC220V 电压转成 DC0~120V 电压，通过调节控制电位器实现输出电压可调，其功能是将直流转换三相交流电，通过滤波电路输出三相 50 赫兹的交流电。“三相变压器，三相升流器”采用 U 型结构设计，体积小，重量轻，原副边隔离设计可以转换电流、电压大小，同时可以保护三相逆变电路。

具体工作方案是：“可调直流开关电源”用于为“三相

逆变电路”提供直流电源，其输入端接AC220V，输出端接三相逆变电路源端，DC0~5V端口接控制信号，用于调节直流输出电压在DC0~120V内线性输出，“三相逆变电路”输入端接开关电源输出端，通过三相逆变模块和滤波电路输出与电网同频率三相交流电，输出电压随开关电源输入电压线性变化而变化，“三相变压器，三相升流器”输入端接“三相逆变电路”输出端，输出电压/电流在一定比率下随输入电压而变化，实现三相可调输出，其电压/电流输出端接组合式互感器对应电压/电流接线端子。“三相可调电源”在DC0~5V调节控制下，模拟组合互感器在实际工作下的电流电压输入状态，下图为三相可调电源开关原理图。

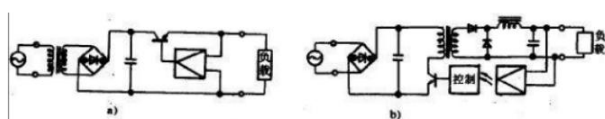


图 1-1-1 两种稳压电源的电路原理比较
a) 降压式线性稳压电源 b) 开关式电源

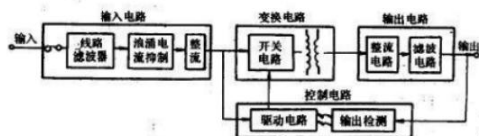


图 1-1-2 开关电源典型电路结构框图

“三相可调电源”的输出电压是线电压0~36V，输出电流是0~10A，在人体安全承受值以下，可以安全操作，减少生产安全隐患，提高劳动效率。

第二部分是“电压，电流值和相互间向量关系测量系统”（以下简称“测量系统”），采用的技术方案是：在第一部分“三相可调电源”调节输出的三相电压、电流下，“测量系统”分别测量输出的每相电压、电流值，同时测量组合式互感器对应经过一定比率变换后的二次侧电压、电流值以及各同相的电压、电流之间向量角度关系，不同相间电压、电流之间的相量角度关系。“测量系统”有“测量传感器”“模拟测量和数字分析电路”“数字和图形显示”三部分构成。

具体实施方法是：“测量传感器”分别有电压传感器和电流传感器，电压传感器用于测量装置A、B、C各相的输出

电压，电流传感器测量装置A、B、C各相的输出电流，“模拟测量和数字分析电路”接受电压、电流传感器的信号经模拟测量电路A/D转换成数字信号供数字分析电路的FFT算法分析得到电压、电流的量值和向量角度关系，“数字和图形显示”部分将数字分析电路得到电压、电流的量值和向量角度关系用数字和图形可视化显示出来。

其中，测量传感器用于测量装置输出到组合互感器的对应相电流值和电压值，便于检测控制所需大小的电流，电压，并同时测量组合互感器的二次输出电压、电流值，装置输出采用三只50A/50mA的电流互感器测量，精度0.1%，输出电压采用三只50V/50mV的电压互感器测量，精度0.1%，组合式互感器输出端，采用三只5A/10mA的钳形电流互感器测量，精度0.1%，输出电压采用三只50V/5mV的电压互感器测量，精度0.1%。模拟量采集和A/D转换，装置输出电流，电压和组合互感器二次感应输出电流，电压经传感器测量传入模拟电路，A/D转换后发送给核心处理器。向量的分析、数字核心处理器电路接受模拟电路A/D转换后的各相测量结果，运用FFT算法将各相的电流，电压信号分离出各自的幅值和相位得到所需的实际电流、电压值和向量关系。

5 结束语

装置的研究实现了以下功能：

(1) 如何在保证安全、快速响应的前提下，准确控制三相电流\电压输出；

(2) 如何通过高速采样的模拟电路和FFT算法下的数字电路设计，实现变比\极性\六角图测试功能；

(3) 数字输出与图形结合的交互人机模式。

下一步，将其功能拓展到计量回路的校准。1) 实现高压互感器的常规性能（变比、极性、实际负荷、误差）校准；2) 电流互感器在超载状态下的计量误差测试，为追补电量提供依据；3) 实现在线状态下互感器实时误差测量，电压互感器计量回路压降测量；4) 实现综合分析计量回路的计量误差。

参考文献：

- [1] 林渭勋,现代电力电子电路(第二版)[M].杭州:浙江大学出版社,2002.
- [2] 吴安岚,电能计量基础及新技术[M].北京:中国水利水电出版社,2004.