

# 公用配变计量装置错接线远程诊断方法研究

张社国<sup>1</sup>, 李新家<sup>2</sup>, 王 蓉<sup>1</sup>

(1.扬州供电公司, 江苏 扬州 225000; 2.江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘 要:**提出一种计量装置错接线远程判别方法,通过用电信息采集系统,远程采集公用配变计量装置同一时刻状态字及三相电压、电流、有功功率、无功功率数据,基于以上数据自动生成相量图,通过分析相量图可对公用配变计量装置常见的错误接线进行快速准确判断,省去人工去现场逐一检测的麻烦。

**关键词:**计量装置; 接线错误; 远程诊断; 公用配变

## 0 引言

自 2010 年启动用电信息采集系统建设以来,扬州供电公司已完成 165.01 万户建设任务,完成率 81.12%。公用配变计量点安装采集电能表 19141 只,采集覆盖率 72.18%。

公用配变电能计量装置的安装和采集建设,给分台区考核低压线损奠定了基础。但也给计量装置安装、运行提出了更高的要求。因公用配变运行数量大、分布广,如对其计量装置错接线现场逐一检查,需要大量人力、物力,还需要配备足够数量的技术人员。为提高工作效率,尽快解决计量装置安装出现的错接线等问题,运用用电信息采集系统召测数据,通过分析、对比将采集参数转化为传统“相量图”将给解决问题提供捷径。

## 1 公用配置计量装置错接线分析

按江苏目前采集模式,公用配变电能表分为两类:1、带 GPRS 通讯模块的费控智能电能表;2、带交流采样功能的载波集中器。均为经电流互感器

接入式低压三相四线电能表,可能接入的电流相量为  $I_a, -I_a, I_b, -I_b, I_c, -I_c$ ,可能接入的电压相量为  $U_a, U_b, U_c$ 。

经 CT 接入式低压三相四线电能表电压部分的接线错误就是电压错相,共有 6 种可能,在 CT 一次接线正确的情况下,电流部分的接线错误可以归结为以下三种情况:第一种是 CT 二次输入端极性反接、短路在三相四线制接线时,有 3 个 CT,每个 CT 的二次接线有 3 种可能:正确接线、极性反接和短路,因此 3 个 CT 有  $3 \times 3 \times 3 = 27$  种接线可能;第二种是电流线错相、跨相,此种情况有  $3 \times 2 \times 1 = 6$  种可能;第三种是电能表电流进/出线端子反接,此种情况有以下 8 种可能:正确接线 1 种、全反接 1 种、2 个元件反接 3 种、1 个元件反接 3 种。

根据以上分析,电压接线有 1 种情况,电流接线有 3 种情况,这 4 种情况可以随机组合出现,因此,共有  $6 \times 27 \times 6 \times 8 = 7776$  种接线。

常见错接线的电压电流相量图(感性负载)如图 1~图 4 所示。

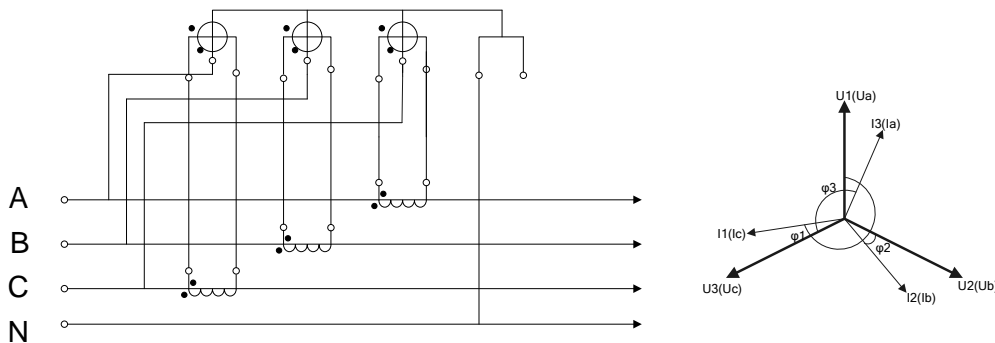


图 1 A、C 两相 CT 错接线相量图

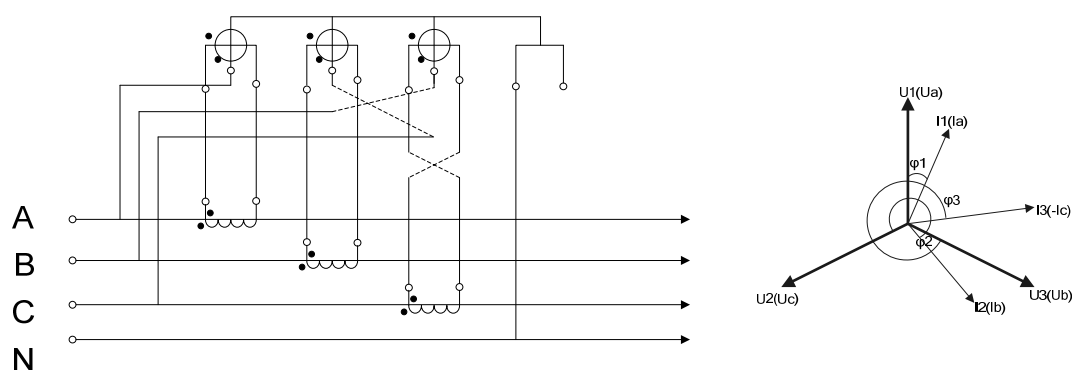


图2 B、C相电压进线错接、C相CT二次极性反接相量图

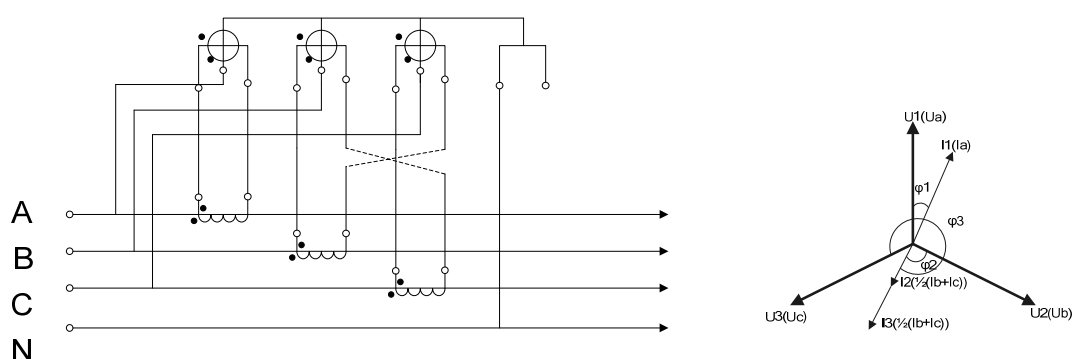


图3 B、C两相CT二次跨相接线相量图

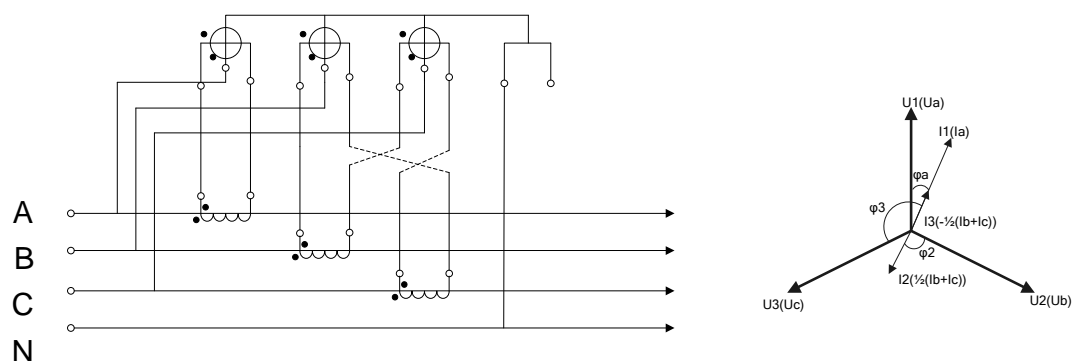


图4 B、C两相CT二次跨相接线、C相CT二次极性反接相量图

## 2 远程诊断具体过程

利用用电信息采集系统，远程采集公用配变计量装置电压相序、电压、电流，以及功率数据，根据此数据自动绘制相量图，利用相量图判断计量装置错接线情况，具体过程如下：

- (1) 采集电能表同一时刻状态字及三相电压、电流、有功功率、无功功率，确定电压相序；
- (2) 计算并判断各相电压正常：220V±10%；

- (3) 计算三相电流正常：(0.1~6.0) A；

- (4) 通过各相有功功率 P、无功功率 Q 计算出各元件电压与电流间相位差  $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\phi_3$ ，过程如下：

$$\tan \phi' = Q/P \quad (1)$$

$$\text{ATAN} \phi' = \phi' (\text{弧度})$$

$$\phi' (^\circ) = \phi' (\text{弧度}) * 180/\pi$$

因通过计算得出的值为  $-90^\circ \sim 90^\circ$ ，非电压与电流间实际相位差角度，还需要通过 P、Q 符号确定。如表 1 所示。

表 1 非电压与电流间实际相位差角度判别

P	Q	实际相位差角度
P>0	Q>0	$\phi=\phi^{\prime}\left(^{\circ}\right)\left(0^{\circ} \sim 90^{\circ}\right)$
P>0	Q<0	$\phi=360^{\circ}+\phi^{\prime}\left(^{\circ}\right)\left(270^{\circ} \sim 360^{\circ}\right)$
P<0	Q>0	$\phi=180^{\circ}+\phi^{\prime}\left(^{\circ}\right)\left(90^{\circ} \sim 180^{\circ}\right)$
P<0	Q<0	$\phi=180^{\circ}+\phi^{\prime}\left(^{\circ}\right)\left(180^{\circ} \sim 270^{\circ}\right)$

(1) 根据电压相序，绘制电压相量图，以电压为基础，绘制各元件电流相量图。

(2) 根据绘制出的相量图，判别错接线情况。电流相量与电压相序、负载功率因素范围关系密切。不同电压相序、负载功率因数下的电流相量判别如下：

A、正相序下不同负载功率因数电流相量判别  
( $U_1=U_a$ ;  $U_2=U_b$ ;  $U_3=U_c$ ):

①对于负载感性， $0^{\circ} \leq \varphi \leq 60^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 5 所示。

②对于负载容性， $-60^{\circ} \leq \varphi \leq 0^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 6 所示。

③对于负载介于容感性之间（带电容补偿柜）， $-30^{\circ} \leq \varphi \leq 30^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 7 所示。

B、逆相序下不同负载功率因数电流向量判别：  
( $U_1=U_a$ ;  $U_2=U_c$ ;  $U_3=U_b$ )

①对于负载感性， $0^{\circ} \leq \varphi \leq 60^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 8 所示。

②对于负载容性， $-60^{\circ} \leq \varphi \leq 0^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 9 所示。

③对于负载介于容感性之间（带电容补偿柜）， $-30^{\circ} \leq \varphi \leq 30^{\circ}$ 情况，其电流相量判别如图 10 所示。

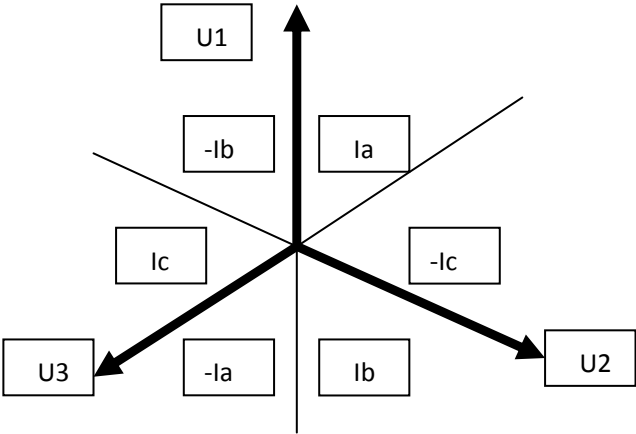


图 5 正相序 ( $0^{\circ} \leq \varphi \leq 60^{\circ}$ ) 电流相量判别图

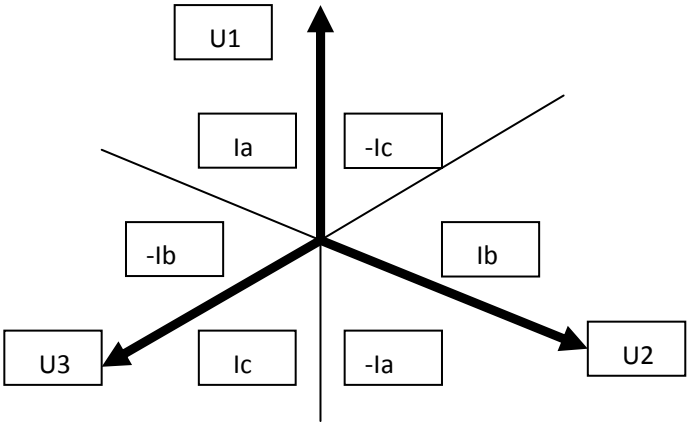


图 6 正相序 ( $-60^{\circ} \leq \varphi \leq 0^{\circ}$ ) 电流相量判别图

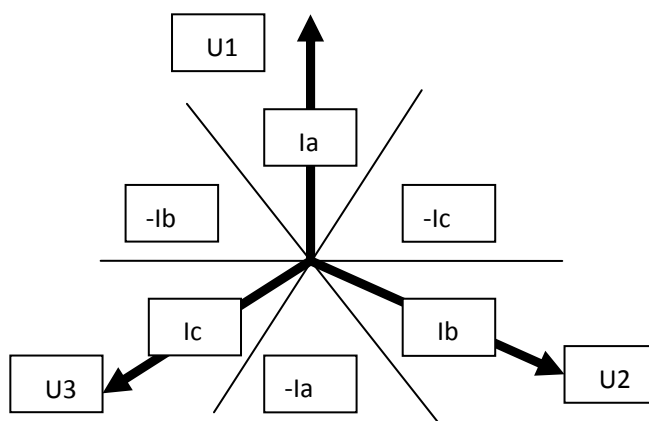


图7 正相序 ( $-30^{\circ} \leq \varphi \leq 30^{\circ}$ ) 电流相量判别图

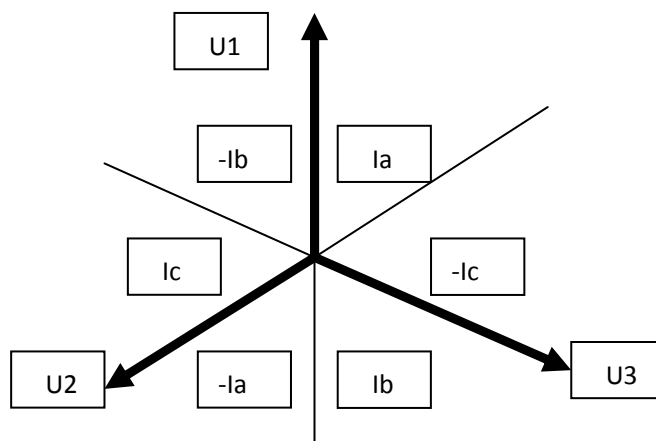


图8 逆相序 ( $0^{\circ} \leq \varphi \leq 60^{\circ}$ ) 电流相量判别图

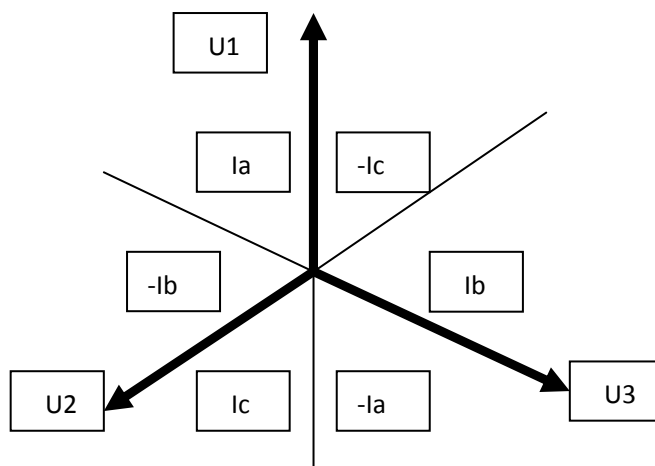


图9 逆相序 ( $-60^{\circ} \leq \varphi \leq 0^{\circ}$ ) 电流相量判别图

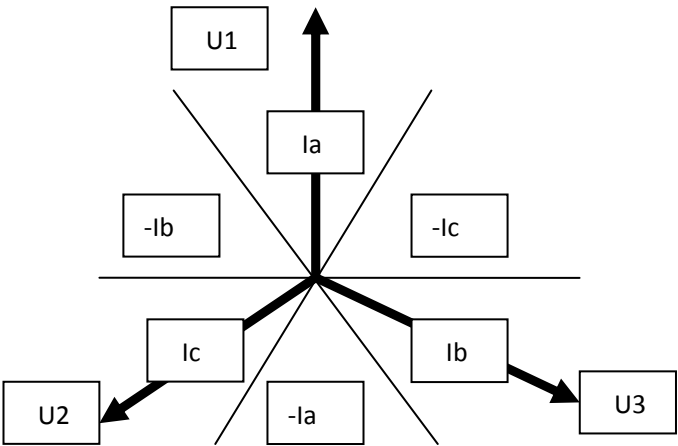


图 10 逆相序 (  $-30^{\circ}\leq\varphi\leq30^{\circ}$  ) 电流相量判别图

4 结束语

传统的人工现场检查公用配变计量装置错接线的方法是：首先用万用表测量三相电压相、线值和电流值，判断是否存在电压缺相和断流；接着用相位表测量三相电压相角以及电压电流相角，判别电压相序；然后根据用电性质，确定电流方向，绘制电压电流相量图，确定每对电压电流名称，依此判断错接线情况。本文总结出通过用电信息采集系统远程采集生成公用配变计量装置相量图所需的数据，根据数据绘制出相量图，利用相量图判断计量装置错接线的方法，该方法操作简便，准确可靠，

省去了人工去现场逐一检查的麻烦，具有较强实用性。

**作者简介：**  
张社国（1964—），男，高级技师，主要从事用电信息采集系统运行管理；  
李新家（1968—），男，高级工程师，主要从事电力统计量、用电技术管理；  
王 蓉（1968—），女，工程师，主要从事计量管理。