

# 电能计量装置错误接线查找及追补电量计算方法

熊晓岚, 李琦

(自贡电业局, 四川 自贡 643000)

**摘要:** 对电能计量装置常见错误接线检查方法和计算追补电量进行了探讨和分析, 在实际工作中得到较为广泛的运用。

**关键词:** 电能计量; 接线原理; 错误分析; 追补电量

**Abstract:** The inspection methods of common error wiring in electric energy metering devices and the calculation of recover from electricity quantity are discussed and analyzed, which has been widely applied in practical work.

**Key words:** electric energy metering; wiring principle; error analysis; recover from electricity quantity

中图分类号: TM933 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)04-0068-05

## 0 前言

电能计量是现代电力营销管理系统中的一个重要环节, 是电力商品交易的依据, 电能计量的准确与否直接关系到供用电双方的经济效益, 影响客户所用电量的准确计算和电力企业电费的及时回收, 因而受到越来越高的重视, 为了公平、公正的计量电能, 现场安装的电能表还应按照行业有关标准进行定期校验。电能计量装置由电能表、互感器及所属计量二次回路构成, 电能表接线错误将导致计量不准甚至烧毁计量装置, 给供电企业造成许多不必要的损失。如何避免发生错误接线, 正确判断错误接线并采取有效的防范措施, 是值得探讨的。根据多年实践经验, 对目前常见的电能表错误接线的检查方法以及退补电量的计算等内容进行有关探讨, 以供参考。

## 1 电能计量装置的组成及接线原理

一般把电能表与其配合使用的电流、电压互感器、二次回路及计量箱所组成的整体称为电能计量装置, 而在日常工作中往往要根据计量方式的不同而选择不同的计量器具和接线方式, 电能计量装置的接线包含两个部分的接线。

### 1.1 互感器的接线方式

#### 1.1.1 电压互感器 V/V 接线

如图1所示, V/V 接法广泛用于 10 kV 中性点不接点三相系统, 此种接法节省了一台电压互感器, 但不能测量电压和进行绝缘状况监视。

#### 1.1.2 电流互感器的接线方式

电流互感器接线方式如图2所示, 图中(a)称为二相分相接法, 该接法广泛地用于中性点不接地或接消弧线圈接地系统, 也就是现在所说的三相三线制电路; 图中(b)称为三相分相接法, 常用于中性点直接接地系统, 也就是现在所说的三相四线制电路, 分相接地使得计量接线复杂程度大大降低, 方便在错误接线情况下退补电量的计算。

### 1.2 电能表的接线方式

#### 1.2.1 单相表接线方式

单相低压供电, 负荷电流为 50 A 及以下时, 宜采用电能表直接接入式; 负荷电流为 50 A 以上时, 宜采用电能表经互感器的接线方式, 如图3、图4、图5所示。

#### 1.2.2 三相四线电能表接线方式

接入非中性点绝缘系统电能计量装置, 宜采用 Y0/Y0 方式接线, 其一次侧接地方式和系统接地方式一致, 如图6、图7、图8所示。

#### 1.2.3 三相三线表接线方式

接线方式如图9、图10所示。

## 2 电能计量过程中常见的错误接线分析

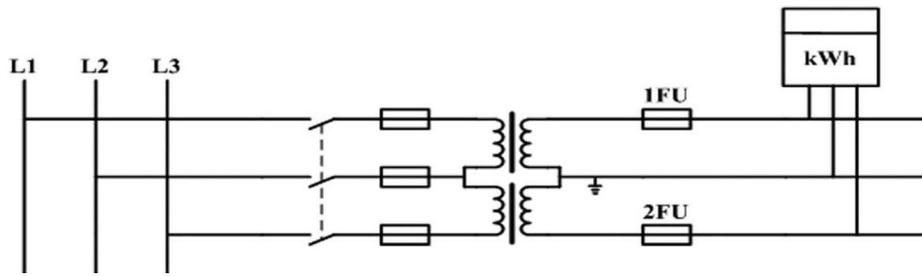


图 1 电压互感器 V/V 接线

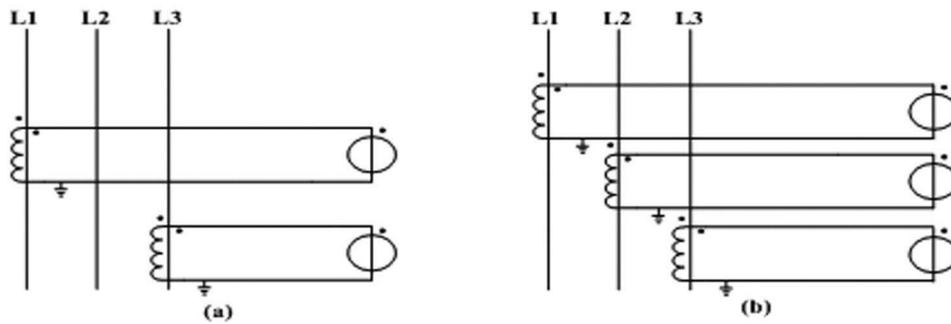


图 2 电流互感器接线方式

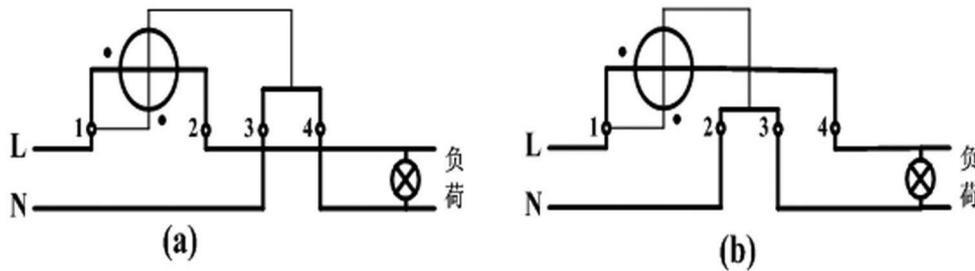


图 3 单相电能表直接接入式接线

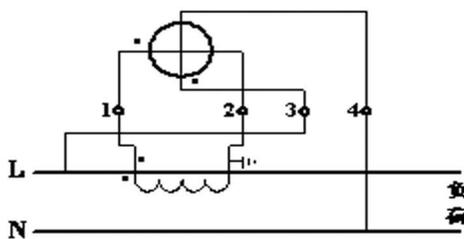


图 4 经电流互感器接入的单相电能表接线



图 5 单相电能表接线向量图

日常的表计安装过程中,由于种种原因往往会造成接线错误,引起计量的不准或不计电量的情况,概况起来有以下几种。

### 2.1 缺相

所谓缺相是指接入电表的电压线未有效接入电能表造成计量少计或不计。

以三相四线表举例(忽略功率因率的影响)。  
正常情况下:  $P = U_a I_a \cos\varphi_a + U_b I_b \cos\varphi_b + U_c I_c \cos\varphi_c = 3U_I \cos\varphi$

缺 A 相情况下:  $P = U_b I_b \cos\varphi_b + U_c I_c \cos\varphi_c = 2UI \cos\varphi$

缺 A、B 相情况下:  $P = U_c I_c \cos\varphi_c = UI \cos\varphi$

缺 A、B、C 相情况下:  $P = 0$

以三相三线电表举例(忽略功率因率的影响)。  
正常情况下:  $P = U_{ab} I_a \cos(30^\circ + \varphi) + U_{cb} I_c \cos(30^\circ - \varphi) = \sqrt{3}UI \cos\varphi$

假设一次侧 A 相断线时,则  $U_{ab} = 0, U_{cb} = 100$   
 $P = U_{cb} I_c \cos(30^\circ - \varphi)$

假设一次侧 C 相断线时,则  $U_{ab} = 100, U_{cb} = 0$   
 $P = U_{ab} I_a \cos(30^\circ + \varphi)$

假设一次侧 B 相断线时,则  $U_{ab} = 50, U_{cb} = 50$   
 $P = 1/2 \sqrt{3}UI \cos\varphi$

### 2.2 电压相序接反

电压相序接反是指接入电表的电压线未按正确

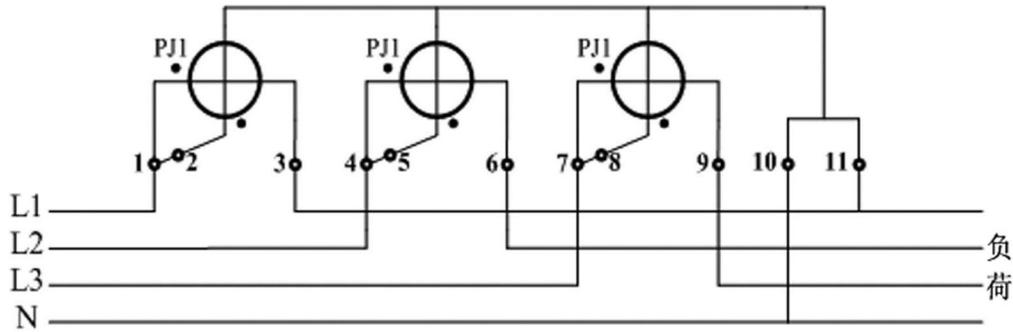


图6 三相四线有功表直接接入式接线

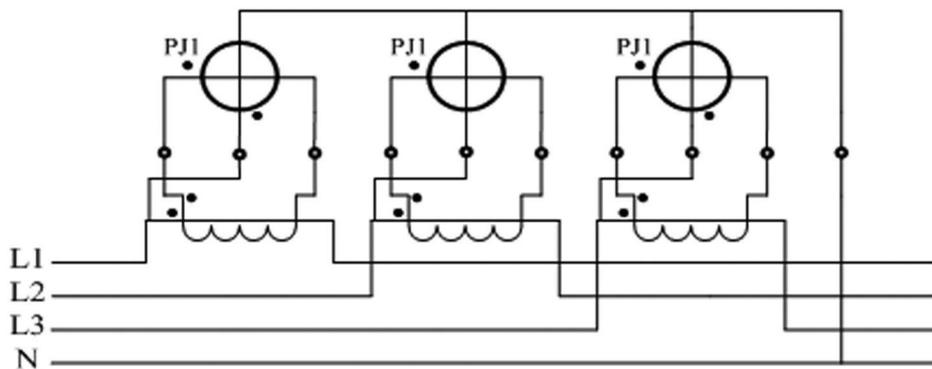


图7 经电流互感器接入式三相四线有功表接线

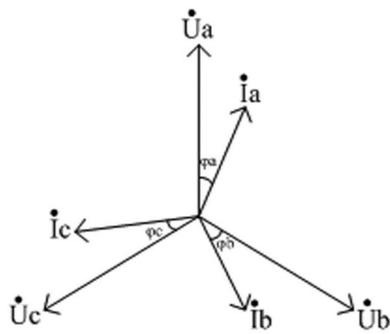


图8 三相四线有功表接线向量图

顺序接入。

电压相序接反举例说明: 假设一只三相三线有功电能表, 其电压接线顺序为 bac, 那么其功率表达式为  $P = U_{ba}I_a \cos(150^\circ - \varphi) + U_{ca}I_c \cos(30^\circ + \varphi)$ 。

### 2.3 电流极性接反

电流极性接反则是指电流互感器的一次或二次接线极性接线的正负。

电流极性接反举例说明: 某自来水厂6月份电流互感器轮换时误将其电能表接线接错, 致使其电表计度器指示数由3 600变为3 180, 检查发现其两台电流互感器极性接反, 第一元件实际接入的是  $U_{ab}$ 、 $-I_a$ , 第二元件接入  $U_{cb}$ 、 $-I_c$ , 改正接线后到抄表日, 示值为3 380, 求更换互感器到抄表期间实际

消耗的电量为多少。

分析: 第一元件实际功率  $P_a = U_{ba}I_a \cos(150^\circ - \varphi)$ , 第二元件实际功率  $P_b = U_{ca}I_c \cos(150^\circ + \varphi)$ 。

错误接线的类型种类繁多, 接线错误除了影响所分析的有功电量外, 对无功电量的影响也很大, 无功电量虽然和电费不直接发生关系, 但在涉及会考核力调电费的客户时, 也会产生较大影响, 这对供电企业和客户双方都可能造成经济损失。

## 3 核算追补电量常用方法

在供电企业的电能计量管理中, 错误接线情况时有发生, 那么在电费核算工作中, 追补电量的核算并不少见, 相对而言, 追补电量的核算比正常电量的核算要复杂些, 对电量核算员的专业性要求也要严一些, 当计量装置出现故障或失常时, 均有可能要对其电量进行更正并退补, 下面就错误接线中退补电量的一般核算方法进行阐述。

### 3.1 更正系数法

#### 3.1.1 更正系数的基本概念

所谓更正系数, 即正确电量与错误电量之比, 因为电量与功率成正比, 故也可将更正系数理解为正

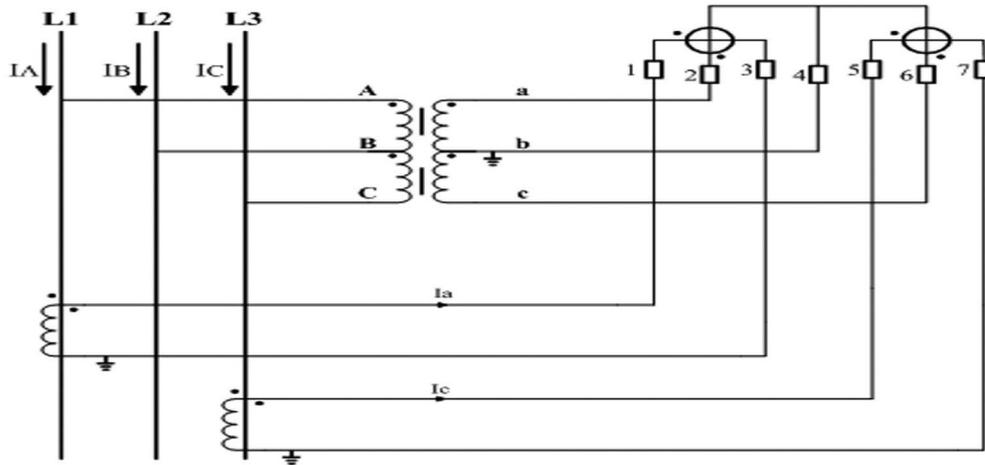


图 9 三相三线两元件有功电能表的接线

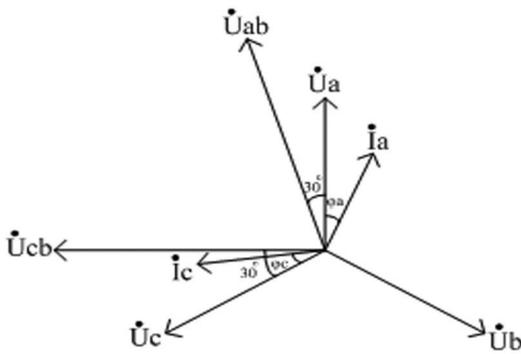


图 10 三相三线有功表接线向量图

正确功率与错误功率之比。

$$K = \frac{W}{W'} = \frac{P}{P'} \quad (1)$$

式中  $K$  为更正系数;  $W$  为正确电量;  $W'$  为计量装置错误期间的抄见电量;  $P$  为正确功率;  $P'$  为错误期间的计量功率。

### 3.1.2 利用更正系数求退补电量

将公式(1)推导如下。

$$W = KW' \quad (2)$$

$$\text{退补电量 } \Delta W = W - W' = (K - 1)W' \quad (3)$$

当  $\Delta W$  为负值时, 则应退还电量给用户, 当  $\Delta W$  为正值时, 则应向用户追补电量。

由式(3)可知, 欲求出追补电量, 则必须先求出更正系数  $K$ , 而更正系数  $K$  可通过实际测量求得, 也可从对错误接线的分析中求得, 根据式(1), 只要能找到计量装置在故障情况下反映的功率, 便可求出  $K$  值了。

### 3.1.3 更正系数法应用举例

某高压供电客户计量方式为高供高计, 计量 TV

变比为 10 000/100, TA 变比为 50/5, 上月有功表抄表示数为 4 500, 抄表后若干天进行了设备检修, 检修后再次送电时电能表的示数为 5 000, 但因检修造成电表反转, 经用电检查人员现场检查发现, 其现场接入电能表电压相序为 abc, 电流相序为 a、c, 但其中 c 相 TV 极性接反, 检查当天电能表示数为 4 800, 现场测试该客户负荷对称, 功率因数  $\cos\varphi$  按 0.866 (滞后) 计算, 改为正确接线后运行到月底抄表时电表示数为 6 000, 试求该客户错误接线期间的实际用电量和本抄表周期内的实际收费电量。

(1) 根据其二次回路错误情况, 画出实际计量向量图, 如图 11 所示。

(2) 写错误计量的有功功率表达式。

$$P' = U_{ab}I_a \cos(30^\circ + \varphi) + U_{cb}I_c \cos(150^\circ + \varphi)$$

因为现场负荷对称, 所以可得  $P' = -UI \sin\varphi$

(3) 所以  $K = \frac{P}{P'} = -\sqrt{3} \tan\varphi$ , 因功率因数  $\cos\varphi =$

0.866, 可得  $\tan\varphi = 1/\sqrt{3}$ , 所以  $K = -3$ 。

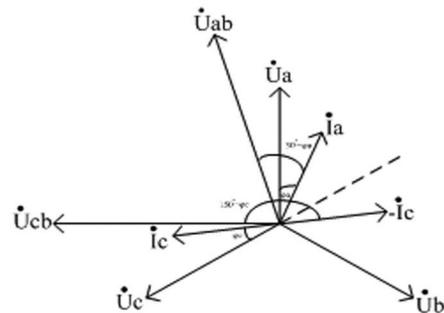


图 11 实际计量接线向量图

(4) 因错误接线期间的抄见电量为 4 800 - 5 000 = -200 kWh, 根据式(3)可得错误接线期间

实际电量应为  $(-3-1) \times (-200) = 800 \text{ kWh}$ 。

(5) 本抄表周期的实际收费电量 =  $6\ 000 - 4\ 500 + 800 = 2\ 300 \text{ kWh}$ 。

### 3.2 相对误差法

#### 3.2.1 电能表误差的基本知识

由于电能表自身结构上以及其二次接线的原因和外界条件的影响,使得它所测得的电量与负载实际消耗的电量是有差别的,这种差别称为电能表的误差。

电能表的误差用相对误差表示,所谓相对误差即被测电量的绝对误差与实际值的百分比。按误差产生的原因,电能表的误差又可分为基本误差与附加误差。在规定的条件下(例如:电压为额定值、频率为 50 Hz、环境温度为 20 °C、无外磁场影响等)测得的相对误差称为基本误差,电能表的准确等级就是根据基本误差确定的,例如 2.0 级的电能表,其基本误差应不超过  $\pm 2.0\%$ 。由于外界条件变化引起的误差称为附加误差,产生附加误差的主要原因有:电压、频率、环境温度的变化,相序的改变等。

#### 3.2.2 用相对误差求更正电量

当测量出了电能表的实际误差后,即可根据下列公式求出其更正电量。

$$\Delta W = \frac{r}{1+r} \cdot W' \quad (4)$$

式中, $r$  为电能表在实际运行环境下的相对误差,%; $W'$  为上次校验或换装后投入之日起至误差更正之日止的抄见电量。

式(4)中的  $r$  不仅包括由于电能表本身结构或调整不当等原因产生的误差,而且还包括由于接线

错误而产生的计量误差。

#### 3.2.3 相对误差法应用举例

2011年6月30日,电力公司例行对供区内某铸钢厂计量表计进行现场校验时,现场发现客户计量装置封印完好,但其电能表误差为  $-5.0\%$ ,另已知该表于2010年12月30日由电力公司安装,运行期间累计抄见电量为 30 000 kWh,求追补的电量。

解:因为该表计超差并非由客户原因引起,根据《供电营业规则》第 80 条第 1 款之规定,应补收该客户电量为

$$\Delta W = \frac{r}{1+r} \cdot W' \cdot \frac{1}{2} = -789 \text{ kWh}$$

即:应补收该客户电量为 789 kWh。

## 4 结 语

伴随着电力事业的发展以及电力技术的日新月异,电能计量装置也在不断变化,但无论怎样电能计量装置始终会有出现故障的时候,所以不仅要跟上技术发展的脚步,还应掌握最基础的原理及分析方法,一旦计量发生错误,这些方法将有助于及时解决。

### 参考文献

- [1] 国家电网公司人力资源部. 电能计量[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 孙方汉, 王新, 杜启刚. 电能计量及其管理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.

(收稿日期: 2012-04-12)

(上接第 37 页)

路开关重合闸均投检母线无压、线路有压方式,使接有并网小电源的 110 kV 输电线路在发生瞬时接地故障时终端变电站恢复正常运行的保护方案。此方案简单可靠,易于实现,提高了电网供电可靠性。

### 参考文献

- [1] DL/T 584-95 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
- [2] 崔家佩, 孟庆炎, 陈永芳, 等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.

2000.

- [3] GB/T 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程[S].

作者简介:

周建(1968),男,工程师,主要从事与电力系统相关的工作;

彭燕(1968)女,工程师,主要从事与电力系统相关的工作;

曾俊(1974),男,工程师,主要从事热工技术。

(收稿日期: 2012-05-28)