

国网教材中电能计量装置接线检查的不足

程海斌, 贾建东

(江苏省电力公司职业技能训练基地, 江苏 连云港 222069)

摘 要: 电能计量装置错接线检查, 已成为供电企业用电营销各专业的技能考核项目。《国家电网公司生产技能人员职业能力培训专用教材 农网营销》于 2010 年 9 月发行。其第十部分 电能计量装置安装及检查中的第三十二章的模块 4 经 TA 的三相四线电能计量装置接线检查 (ZY3400303002) 和模块 5 经 TA、TV 接入的三相三线电能计量装置接线检查 (ZY3400303004), 存在错误和不足。

关键词: 电能计量; 错接线; 带电检查

0 引言

电能计量的准确可靠直接关系到供用电双方的利益, 是社会广泛关注的焦点, 而电能计量装置的接线是否正确, 直接关系到电能计量的正确与否。电能计量装置接线检查方法, 经过多年的发展, 也在不断完善和提高。本文结合教材中的例题及当前实际工作, 指出其需改进的方面。

1 三相四线接线检查

1.1 教材中的例题

[例 ZY3400303002-1] 某低压三线制客户, 采用经 TA 接入的三相四线电能计量方式, 通过检查测得相关数据为: ①相电压: $U_{10}=56V$, $U_{20}=220V$, $U_{30}=221V$; ②核相: $U_{1u}=275V$, $U_{2u}=381V$, $U_{2u}=382V$, $U_{0u}=220V$; 相电流: $I_1=2.5A$, $I_2=2.5A$, $I_3=2.5A$; ③相位角: U_2I_1 夹角为 30° , U_2I_2 夹角为 270° , U_2I_3 夹角为 330° , U_2U_3 夹角为 120° , 试分析其接线方式正确与否。

解:

(1) 分析。由数据①、②、③可以判断: 电能表第一元件为 U 相; 第一元件电压断相; 电压相序为 U、V、W 正相序。

(2) 绘制相量图。

如图 1 所示。

(3) 错接线方式判断并绘制错接线图。

第一元件 U_U , I_V ; 第二元件 U_V , I_U ; 第三元件 U_W , $-I_W$ 。

(4) 错接线功率表达式。

$$\begin{aligned} \text{即 } P &= 0 + U_V I_U \cos(120^\circ - \varphi) + U_W I_W \cos(180^\circ + \varphi) \\ &= -\sqrt{3} \cos(30^\circ + \varphi) \end{aligned}$$

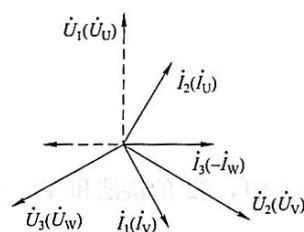


图 1 例 ZY3400303002-1 相量图

1.2 存在的主要问题

(1) 缺少功率因数角范围。若没有此项条件, 接线检查的结果不是唯一的。常见的功率因数角范围是 $60^\circ > \varphi > 0^\circ$, 或者是 $0^\circ > \varphi > -60^\circ$, 此题的功率因数角范围应是 $60^\circ > \varphi > 0^\circ$ 。

(2) $U_{2u}=382V$ 应改为 $U_{3u}=382V$;

(3) 缺相的功率为 0, 应说明原因。从测量数据看, 此例题是感应式有功、无功表联合接线, 对于感应式(机械)表来说, 缺相的电压与电流, 也可产生计量功率, 实际工作中是要加以测量的。若是为了计算方便, 可以假设其功率为 0。

(4) 功率表达式最简式缺少 UI 。

(5) 感应式(机械)表联合接线的电压断相分析, 对于非计量专业人员来说, 难度非常大, 即使是计量专业人员, 也不大容易搞清楚 $U_{10}=56V$, $U_{1u}=275V$ 的原因, 此例题并不适用于农电员工。

2 三相三线接线检查

2.1 教材中的例题

[例 ZY3400303004-1] 通过测量, 某带 TA、TV 接入的三相三线电能计量装置的数据如下: 电能表端相间电压 $U_{12}=100.9\text{V}$, $U_{23}=100.8\text{V}$, $U_{31}=174.1\text{V}$; 电能表端对地电压 $U_{12}=0$, $U_{23}=100.8\text{V}$, $U_{31}=100.7\text{V}$; 电能表端电流 $I_{\text{I}}=3.26\text{A}$, $I_{\text{II}}=3.30\text{A}$, $I_{\text{合}}=3.27\text{A}$; 相序表转向正转; 电压超前电流相位 $\angle(U_{12}, I_{\text{I}})=55.6^\circ$, $\angle(U_{32}, I_{\text{II}})=325.9^\circ$; 在 TA 二次绕组出线侧、联合接线盒两侧、电能表端钮接线处的电流回路导线测量各处对地的电压: 电能表接线孔 5 为 0.93V , 电能表接线孔 7 为 1.2V 。试分析判断电能计量装置的错误接线方式。

解:

(1) 初步分析。从测量电能表端相间电压可知, $U_{31}=174.1\text{V}$, 故必有一相 TV 反极性。根据电能表接线孔 5 为 0.93V , 电能表接线孔 7 为 1.2V 可知为 C 相 TV 反极性。同时 TV 极性反, 会致使 TV 出线端子的电压相序变为逆相序; $U_{12}=0$, 说明 U_{I} 是 b 相电压; 相序表正转, 说明必须有两个致使电压相序为逆序的因数同时存在, 因此电能表端电压应为逆相序, 同时是 b 相电压, 故电能表端电压标识应为 b-a-c。

(2) 相量分析。TVII 反极性, 电能表端电压为 b-a-c, 相量图绘制如图 2 所示。

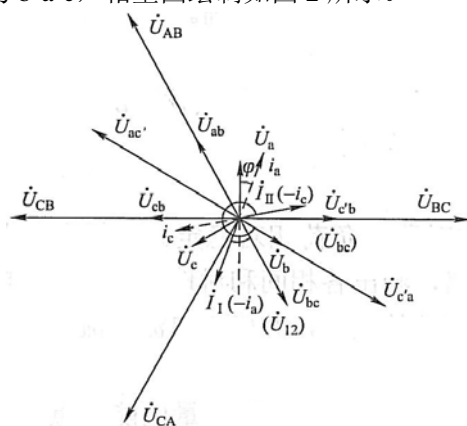


图 2 例 ZY3400303004-1 假设 TV II 反极性相量图

从相量图(图 2), 可判断 $I_{\text{I}}=I_{\text{a}}$, $I_{\text{II}}=-I_{\text{c}}$, 而 $\varphi(\dot{U}, -\dot{I}_{\text{I}})=\varphi(\dot{U}_{\text{c}}, -\dot{I}_{\text{II}})=\varphi$, 且都是感性, 说明分析也是合理的。判断电能表错误方式为: 电能表第一驱动元件接入方式: 电压 \dot{U}_{ba} , 电流 $-\dot{I}_{\text{a}}$; 第二驱动元件接入方式: 电压 \dot{U}_{ca} 。(接入 CB 相间的

电压互感器二次绕组反极性), 电流 $-\dot{I}_{\text{c}}$ 。

(3) 绘制错接线接线图, 如图 3 所示。

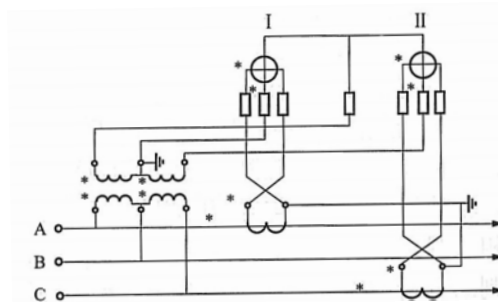


图 3 例 ZY3400301001-4 错误接线方式

(4) 电能表错接线功率表达式。电能表驱动元件的功率 P_1 、第二驱动元件的功率 P_2 、总功率 P 表示如下:

$$\begin{aligned} P_1 &= UI \cos(30^\circ + \varphi) \\ P_2 &= \sqrt{3} UI \cos(300^\circ + \varphi) \\ P &= P_1 + P_2 = UI(\sqrt{3} \cos \varphi + \sin \varphi) \end{aligned}$$

2.2 存在的主要问题

(1) 题目有误。电能表端相间电压 $U_{12}=100.9\text{V}$, $U_{23}=100.8\text{V}$, $U_{31}=174.1\text{V}$; 应改为电能表端相间电压 $U_{12}=100.9\text{V}$, $U_{13}=100.8\text{V}$, $U_{32}=174.1\text{V}$ 。

(2) 测量参数过程不简明。例题中的以下内容都可删除: 电能表端对地电压 $U_{12}=0$, $U_{23}=100.8\text{V}$, $U_{31}=100.7\text{V}$; 相序表转向正转; 在 TA 二次绕组出线侧、联合接线盒两侧、电能表端钮接线处的电流回路导线测量各处对地的电压: 电能表接线孔 5 为 0.93V , 电能表接线孔 7 为 1.2V 。

增加 U_{12} 与 U_{32} 相位角的测量, 即可得到电压相序。

(3) 初步分析中, $U_{31}=174.1\text{V}$, 应改为 $U_{32}=174.1\text{V}$ 。

(4) 初步分析中, 用电流端子的对地电压, 来判断 TA 的极性, 是需要有前提条件的, 已不能适用于接线检查工作。

(5) 图 3 错误接线方式中, TV 反极性未画出。

(6) 总功率表达式应化成最简式, $P=2UI \cos(30^\circ - \varphi)$ 。

(7) 例题的选取, 对于农电人员来说, 难度较大, 可增加较容易的例题, 进行过渡, 更易于学员掌握。

(8) 教材中的内容, 对于已得到广泛使用的多

功能电能表、智能表的内容，还没有涉及，应增加这方面的内容。

2.3 例题

根据测量数据，判断错接线。

U_{12}	U_{23}	U_{31}	I_1	I_3
100V	100V	173V	2A	2A

电压/电流相位	I_1	I_3
U_{12}	230°	
U_{32}	110°	350°

解：

- (1) U_{31} 为 173V，得到TV存在反极性；
- (2) U_{12} 和 U_{32} 的夹角为 120° ，得到电压是正相序；
- (3) U_{31} 为 173V，得到 U_2 为V相电压，电压相位是U V W；
- (4) 设 W 相 TV 极性接反，得电压相位是 U V W'；
- (5) 画错接线的相量图，如图 4 所示。

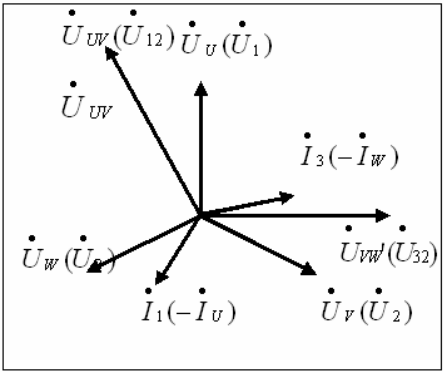


图 4 画错接线的相量图

- (6) 电流是 $-I_U$ ， $-I_W$ ；
- (7) $P=UI[\cos(210^\circ+\varphi)+\cos(330^\circ+\varphi)]$
 $=UI\sin\varphi$

作者简介：

程海斌（1967—），男，江苏连云港人，高级技师，国网公司技术能手，从事电能计量工作；
贾建东（1969—），男，江苏连云港人，高级技师，工程师，从事技能培训工作。