

# Dy11接线方式的配电变压器并联时高压侧相序错接的排除及其探讨

李勇, 胡佐

(广东电网韶关供电局, 广东 韶关 512026)

**摘要:** 广东省粤北某 110 kV 变电站的一新投运站用变压器与该站原配电变压器低压侧并联时, 发现相序接错的情况, 针对此类问题经常出现在变电站的生产实际与改造过程中, 详细分析了在 Dy11 接线方式下配电变压器低压侧并联时, 高压侧相序错接的 6 种可能性与解决的方案<sup>[1-3]</sup>。并以该站的具体事例证实了分析结果的正确性, 为工程实际现场新增变压器高压侧错误接线提供了迅速正确的改接方案, 具有实际的现场工作意义。

**关键词:** 配电变压器; Dy11 接线方式; 相序; 并联

## Fault analysis of Dy11 connection mode of distribution transformers parallel

LI Yong, HU Zuo

(Shaoguan Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid, Shaoguan 512026, China)

**Abstract:** It is found wrong when Guangdong Province northern 110kV transformer substation's new distribution transformer puts the parallel operation with the original distribution transformer. Against such problems frequently appear in the actual substation and the transformation of the production process, the paper detailedly analyzes of the manner in Dy11 wiring side parallel low-voltage distribution transformers, high-voltage sequence wrong side of the next six kinds possibilities with the solution. With actual examples of the analysis results, it also confirms the correctness of the actual project site for the new high-voltage transformer wrong side of the wiring to provide rapid access to the right programmes. It has the practical significance of the scene.

**Key words:** distribution transformer; Dy11 connection; phase sequence; parallel

中图分类号: TM727 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)24-0232-05

## 0 引言

广东省粤北某变电站原有一台联结组为Dy11, 容量为1 250 kVA, 电压变比为10 kV / 0.4 kV的配电变压器。由于生产的需要, 需增加一台联结组和电压相同, 容量为630 kVA的配电变压器与之并联在一起使用。线路安装完毕后, 一次高压侧接上电, 但低压侧线路并联开关尚未合闸。此时测量低压并联开关, 闸刀两端的电压, 也就是测量两台相并联的变压器低压侧同相之间的电位差, 在线路无误时, 其值应为零或近似等于零, 这样才可安全合闸。

## 1 配电变压器并联时发现的问题

第一次充电核相数据如表1所示。表中 $U_{A1}$ 、 $U_{B1}$ 、 $U_{C1}$ 代表#1配电变压器进线的电压,  $U_{A2}$ 、 $U_{B2}$ 、 $U_{C2}$ 代表#2配电变压器变进线的电压。

表 1 #2 配电变压器第一次充电与#1 配电变压器核相数据

Tab.1 # 2 distribution transformers and distribution transformers # 1 the first charge voltage data

核相电压	电压值/V
$U_{A2}-U_{A1}$	397
$U_{A2}-U_{B1}$	8.3
$U_{A2}-U_{C1}$	404
$U_{B2}-U_{A1}$	395
$U_{B2}-U_{B1}$	392
$U_{B2}-U_{C1}$	6.7
$U_{C2}-U_{A1}$	3.5
$U_{C2}-U_{B1}$	401
$U_{C2}-U_{C1}$	395

由于电压不对, 所以不能合闸, 并且可以肯定新增的变压器高压侧接线时相序接错。

因为#1 站变为大系统电源侧, 且一直正常运

行多年,故以#1站变为基准。但从以上核相结果发现相位不正确,现场经过初步分析,觉得引起380V电压相位不正确的原因有以下几种可能:

一是有可能#2站变380V侧A、B、C三电缆相序接反,二是有可能#2站变10kV侧或380V侧接线极性接反,还有一种可能就是#2站变10kV侧A、B、C三电缆相序接反。

通过核对由交流屏至接地变,接地变至接地变开关柜,接地变开关柜至户外高压电缆头终端电缆线芯无误,可以将原因1排除。

通过核对两台接地变接线方式:两台接地变型号、铭牌相同,原因2排除。

因此可以初步判断为户外高压相位错误。但是由于两台变压器安装的地点、位置和线路结构等原因,一次高压侧线路无法直接观察到接线是否正确无误。在这种情况下,只能根据测量结果来判断,证实一切都正确无误时才能并列合闸。

按上述第一次测量结果,可认为是接线错误,所以就将高压侧B、C接线对调。对调充电后,进行第二次测量,记录如表2所示。表中 $U_{A1}$ 、 $U_{B1}$ 、 $U_{C1}$ 代表#1配电变压器进线的电压, $U_{A2}$ 、 $U_{B2}$ 、 $U_{C2}$ 代表#2配电变压器变进线的电压。

表2 #2 配电变压器第二次充电与#1 配电变压器核相数据

Tab.2 # 2 distribution transformers and distribution transformers # 1 the second charge voltage data

核相电压	电压值/V
$U_{A2}-U_{A1}$	456
$U_{A2}-U_{B1}$	234
$U_{A2}-U_{C1}$	235
$U_{B2}-U_{A1}$	237
$U_{B2}-U_{B1}$	228
$U_{B2}-U_{C1}$	461
$U_{C2}-U_{A1}$	222
$U_{C2}-U_{B1}$	455
$U_{C2}-U_{C1}$	240

依然不正确,究竟如何解决才能纠正接线的错误呢?

## 2 配电变压器高压侧误接线分析与探讨

分析原因如下:高压绕组为三角形连接,低压绕组为星形连接,由于高、低压绕组的同名端作为首端,故高压和低压对应相的相电压为同相位。因高压侧为三角形联接,其图形要根据 $\dot{U}_a$ 、 $\dot{U}_b$ 、 $\dot{U}_c$ 的相位和绕组的具体联法画出。考虑到 $\dot{U}_a$ 与 $\dot{U}_A$ 同相, $\dot{U}_b$ 与 $\dot{U}_B$ 同相, $\dot{U}_c$ 与 $\dot{U}_C$ 同相,且a与y相

联,b与z相联,c与x相联,再把高、低压两个线电压三角形的重心重合,并使低压侧星形OA指向种面的12,则高压侧的对应中线oa将指向11,如图1所示。

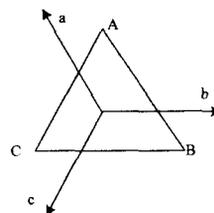


图1 Zn yn11 联结组由高、低压线电压三角形确定组号  
Fig.1 Zn yn11 group linked by high-low-voltage line voltage triangle determined group number

上面所遇到的情况,虽然判断为接线错误。但是并没有搞清如何错,不知错在哪里就盲目调线,结果调线后仍然不对。因此,只有查清楚接线是如何错的,才能确定要如何改接。

理论上分析可知两台变压器高压侧并联接错情况一共只有6种联结法。只有其中一种联结法是正确的,其余五种联结法都是错误的。

下面给出各种联结法低压侧相量图以及对应的接线图,由此可比较各种联结法的相量关系,确定错接的状况,以便一次改接成功。

图2中,a、b、c为原有配电变压器正确联结法(即1 250 kVA配电变压器联结法)的低压侧电压向量,新变压器一次侧误将高压侧A2、B2、C2三相接到母线上C、A、B三相,因此新变压器的三相A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>联结法是不正确的,它的高压侧三相电压A、B、C矢量与低压侧三相电压a<sub>2</sub>、b<sub>2</sub>、c<sub>2</sub>矢量相位角关系如图2所示,它的低压侧电压与原有变压器的低压侧电压是不对称的,它们低压侧的电压向量图如图3所示,它们低压侧各相之间的核相电压数值如表2所示。表中 $U_{A1}$ 、 $U_{B1}$ 、 $U_{C1}$ 代表#1配电变压器进线的电压, $U_{A2}$ 、 $U_{B2}$ 、 $U_{C2}$ 代表#2配电变压器变进线的电压。

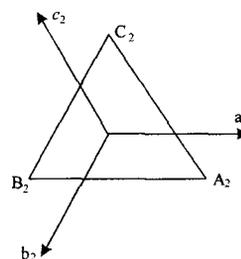


图2 新变压器高压侧与低压侧电压矢量图  
Fig.2 The new transformer high side and low-voltage side voltage vector

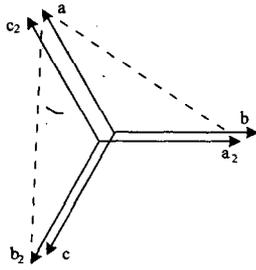


图3 原变压器与新变压器低压侧电压核相矢量图  
Fig.3 Original transformer with the new low-voltage side voltage transformer phase vector

表3 原变压器与新变压器低压侧电压核相数值

Tab.3 Original transformer with the new low-voltage side of the voltage transformer numerical

核相电压	电压值/V
$U_a-U_{a2}$	380
$U_a-U_{b2}$	380
$U_a-U_{c2}$	0
$U_b-U_{a2}$	0
$U_b-U_{b2}$	380
$U_b-U_{c2}$	380
$U_c-U_{a2}$	380
$U_c-U_{b2}$	0
$U_c-U_{c2}$	380

图4、5中，a、b、c为原有变压器正确联结法(即1 250 kVA变压器联结法)的低压侧电压向量，新变压器一次侧误将高压侧A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>三相接到母线上B、C、A三相，新变压器的三相A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>联结法是不正确的，它此时高压侧三相电压A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>矢量与低压侧三相电压a<sub>3</sub>、b<sub>3</sub>、c<sub>3</sub>矢量相位角关系如图4所示，它的低压侧电压与原有变压器的低压侧电压是不对称的，它们低压侧的电压向量图如图5所示，它们低压侧各相之间的核相电压数值如表4所示。表中U<sub>A1</sub>、U<sub>B1</sub>、U<sub>C1</sub>代表#1配电变压器进线的电压，U<sub>A2</sub>、U<sub>B2</sub>、U<sub>C2</sub>代表#2配电变压器变进线的电压。

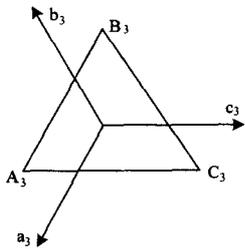


图4 新变压器高压侧与低压侧电压矢量图

Fig.4 New transformer high side and low-voltage side voltage vector

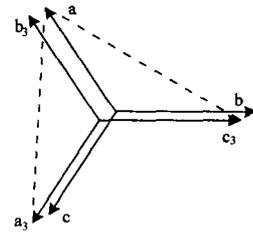


图5 原变压器与新变压器低压侧电压核相矢量图  
Fig.5 Original transformer with the new low-voltage side voltage transformer phase vector

表4 原变压器与新变压器低压侧电压核相数值

Tab.4 Original transformer with the new low-voltage side of the voltage transformer numerical

核相电压	电压值/V
$U_a-U_{a3}$	380
$U_a-U_{b3}$	0
$U_a-U_{c3}$	380
$U_b-U_{a3}$	380
$U_b-U_{b3}$	380
$U_b-U_{c3}$	0
$U_c-U_{a3}$	0
$U_c-U_{b3}$	380
$U_c-U_{c3}$	380

图6中，新变压器一次侧误将B、C两相接错，即将高压侧A<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>三相接到母线上B、C、A三相，此时新变压器高压侧三相电压A<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>矢量与低压侧三相电压a<sub>4</sub>、b<sub>4</sub>、c<sub>4</sub>矢量相位角关系如图6所示，它的低压侧电压与原有变压器的低压侧电压是不对称的，它们低压侧的电压向量图如图7所示，它们低压侧各相之间的核相电压数值如表5所示。表中U<sub>A1</sub>、U<sub>B1</sub>、U<sub>C1</sub>代表#1配电变压器进线的电压，U<sub>A2</sub>、U<sub>B2</sub>、U<sub>C2</sub>代表#2配电变压器变进线的电压。

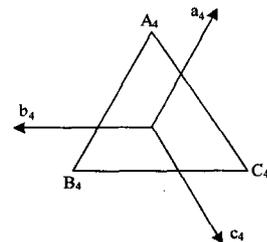


图6 新变压器高压侧与低压侧电压矢量图

Fig.6 New transformer high side and low-voltage side voltage vector

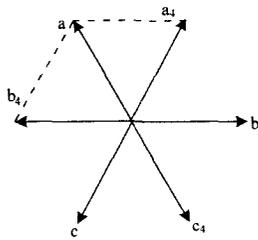


图7 原变压器与新变压器低压侧电压核相矢量图

Fig.7 Original transformer with the new low-voltage side voltage transformer phase vector

表5 原变压器与新变压器低压侧电压核相数值

Tab.5 The original transformer with the new low-voltage side of the voltage transformer numerical

核相电压	电压值/V
$U_a-U_{a4}$	220
$U_a-U_{b4}$	220
$U_a-U_{c4}$	440
$U_b-U_{a4}$	220
$U_b-U_{b4}$	440
$U_b-U_{c4}$	220
$U_c-U_{a4}$	440
$U_c-U_{b4}$	220
$U_c-U_{c4}$	220

在图8中, 新变压器误将A、C两相接错, 换句话说就是将新变压器高压侧A5、B5、C5三相接到母线上C、B、A三相, 此时新变压器高压侧三相电压A5、B5、C5矢量与低压侧三相电压a5、b5、c5矢量相位角关系如图8所示, 它的低压侧电压与原有变压器的低压侧电压是不对称的, 它们低压侧的电压向量图如图9所示, 它们低压侧各相之间的核相电压数值如表6所示。表中 $U_{A1}$ 、 $U_{B1}$ 、 $U_{C1}$ 代表#1配电变压器进线的电压,  $U_{A2}$ 、 $U_{B2}$ 、 $U_{C2}$ 代表#2配电变压器变进线的电压。

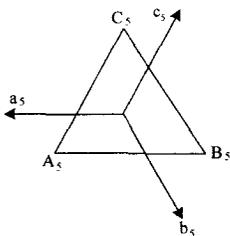


图8 新变压器高压侧与低压侧电压矢量图

Fig.8 New transformer high side and low-voltage side voltage vector

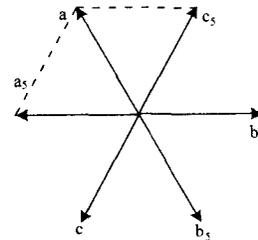


图9 原变压器与新变压器低压侧电压核相矢量图

Fig.9 Original transformer with the new low-voltage side voltage transformer phase vector

表6 原变压器与新变压器低压侧电压核相数值

Tab.6 Original transformer with the new low-voltage side of the voltage transformer numerical

核相电压	电压值/V
$U_a-U_{a5}$	220
$U_a-U_{b5}$	440
$U_a-U_{c5}$	220
$U_b-U_{a5}$	440
$U_b-U_{b5}$	220
$U_b-U_{c5}$	220
$U_c-U_{a5}$	220
$U_c-U_{b5}$	220
$U_c-U_{c5}$	440

在图10中, 新变压器误将A、B两相接错, 换句话说就是将新变压器高压侧A6、B6、C6三相接到母线上B、A、C三相, 此时新变压器高压侧三相电压A6、B6、C6矢量与低压侧三相电压a6、b6、c6矢量相位角关系如图10所示, 它的低压侧电压与原有变压器的低压侧电压是不对称的, 它们低压侧的电压向量图如图11所示, 它们低压侧各相之间的核相电压数值如表7所示。表中 $U_{A1}$ 、 $U_{B1}$ 、 $U_{C1}$ 代表#1配电变压器进线的电压,  $U_{A2}$ 、 $U_{B2}$ 、 $U_{C2}$ 代表#2配电变压器变进线的电压。

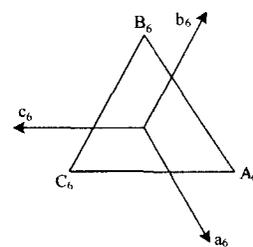


图10 新变压器高压侧与低压侧电压矢量图

Fig.10 New transformer high side and low-voltage side voltage vector

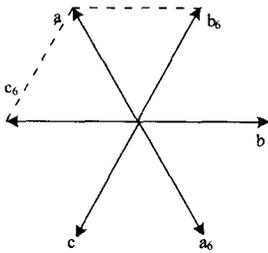


图 11 原变压器与新变压器低压侧电压核相矢量图

Fig.11 Original transformer with the new low-voltage side voltage transformer phase vector

表 7 原变压器与新变压器低压侧电压核相数值

Tab.7 Original transformer with the new low-voltage side of the voltage transformer numerical

核相电压	电压值/V
$U_a-U_{a6}$	440
$U_a-U_{b6}$	220
$U_a-U_{c6}$	220
$U_b-U_{a6}$	220
$U_b-U_{b6}$	220
$U_b-U_{c6}$	440
$U_c-U_{a6}$	220
$U_c-U_{b6}$	440
$U_c-U_{c6}$	220

在上述的分析中，对 Dy11 接线方式的配电变压器并联时高压侧相序连接的 6 种可能性进行了详细的分析与数值计算，现在根据上述的分析结果与现场配电变压器实际的低压侧测量数据，就可判断出配电变压器是哪一种联法。如本文开始测试所得第一次测量结果的数值： $U_{a2}-U_{a1}=397\text{ V}$ ； $U_{a2}-U_{b1}=8.3\text{ V}$ ； $U_{a2}-U_{c1}=404\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{a1}=395\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{b1}=392\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{c1}=6.7\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{a1}=3.5\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{b1}=401\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{c1}=395\text{ V}$  这种情况就可看出是符合图中第 3 种。确定了是第 3 种情况，则就可以看出只要将 A 相接到 B 相，B 相接到 C 相，C 相接到 A 相即可。因此，在实际的工作现场改接时，只需要对高压侧 A、

B、C 的三相的接线顺次移位就可以了，这样调线后再测量就能得到正确的结果了。

再看上述第二次测量情况为： $U_{a2}-U_{a1}=456\text{ V}$ ； $U_{a2}-U_{b1}=234\text{ V}$ ； $U_{a2}-U_{c1}=235\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{a1}=237\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{b1}=228\text{ V}$ ； $U_{b2}-U_{c1}=461\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{a1}=222\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{b1}=455\text{ V}$ ； $U_{c2}-U_{c1}=240\text{ V}$ 。从本文分析得出的低压侧电压核相数值情况值表，可以看出，符合第 6 种错误接线情况。这种情况要改接时，只要将配电变压器高压侧 A 相与 B 相对调即可，就可以得到正确的结果了。

### 3 结束语

在实际的工程中，我们常常需要扩充变压器，会经常遇到核相电压不对的情况，由于现场由于时间比较匆忙，因此在现场常常会无根据地更改接线，从而越调越乱，也解决不了问题。在实际接线安装中低压侧不易出错，因为一般是可以直接观察到的。而配电变压器高压侧接错，绝大多数情况是由于配电变压器高压侧 A、C 两相接反了，这主要是于变压器放置时转了 180° 引起的。

本文将现场连接的 6 种可能性情况全部列出，工作现场若发现新增变压器高压接线有错，又无法直接观察哪里错接时，应该以低压侧测量的数据进行分析，对照本文提供的低压侧电压核相数值表，就可以找出错误的接线是属于哪种情况，从而可以迅速找到改接的正确方法，做到一次改接正确，以免事倍功半，甚至酿成事故。

### 参考文献

- [1] 变压器制造丛书编委会. 变压器试验[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [2] 谢应璞. 电机学[M]. 成都: 四川大学出版社, 1994.
- [3] 邱毓昌. 高电压工程 CMJ[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1994.

收稿日期: 2008-12-07; 修回日期: 2009-08-19

#### 作者简介:

李 勇 (1978-), 男, 工程师, 工学硕士, 从事电力系统继电保护研究工作;

胡 佐 (1980-), 男, 工程师, 工学硕士, 从事电力系统继电保护研究工作. E-mail:huzuo8000@yahoo.com.cn