

变压器接线组别不同引起同相电压差的分析

李木山¹, 陆赐旺¹, 王耀棠²

(1 台山市电力工业局, 广东 台山 529200; 2. 许继公司保护及自动化事业部, 河南 许昌 461000)

摘要: 分析变压器由于接线组别的不同引起的各个同相的电压差, 以及解决方法。

关键词: 变压器; 接线组别; 有效值; 变比; 向量图; 空载电压

中图分类号: TM772

文献标识码: B

文章编号: 1002-4897(2002)08-0061-02

1 问题的提出

某局变电站有两台型号和接线组别相同的站用变压器(出厂时接线组别都是 / Y-11), 两台站用变压器投运后运行方式的接线图如下:

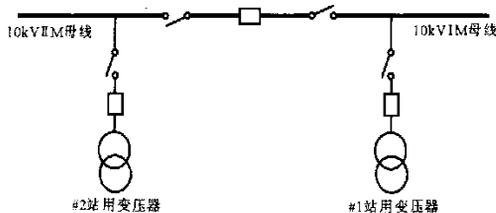


图1 模拟接线图

当 10kV M 母线和 M 母线并列运行后, 测量各站用变压器的相电压有效值相等。但是两台站用变压器的对应相之间的电压的差值很大且有不对称性, 其测量的结果(有效值)如下:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{1a} &= 230V & \dot{U}_{1b} &= 233V & \dot{U}_{1c} &= 228V \\ \dot{U}_{2a} &= 231V & \dot{U}_{2b} &= 227V & \dot{U}_{2c} &= 229V \\ \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a} &= 230V & \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2b} &= 461V & \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2c} &= 229V \\ \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2a} &= 229V & \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2b} &= 230V & \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2c} &= 459V \\ \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2a} &= 458V & \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2b} &= 230V & \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2c} &= 229V \end{aligned}$$

其中:

\dot{U}_{1a} 、 \dot{U}_{1b} 、 \dot{U}_{1c} 分别为 #1 站用变压器 A 相、B 相、C 相的电压;

\dot{U}_{2a} 、 \dot{U}_{2b} 、 \dot{U}_{2c} 分别为 #2 站用变压器 A 相、B 相、C 相的电压;

$\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}$ 为 #1 站用变压器 A 相和 #2 站用变 A 相的电压差; 其它类同。

2 原因分析

由于变压器的型号相同, 安装时的试验结果表明 #1 站用变压器和 #2 站用变压器符合并列运行的条件, 出现上面的的测量结果必然哪里出差错。

投产前, #2 号站用变压器的一次绕组改过接线, 初步分析有可能是将 / Y-11 误接为 / Y-1 所致。接线组别, 向量图和数学分析如下:

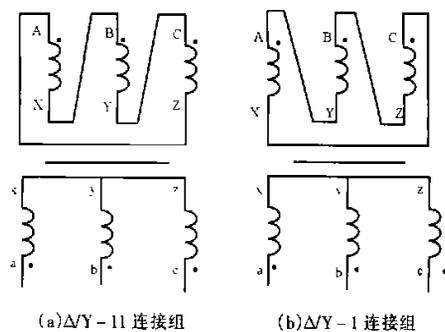


图2 接线图

从 $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}$ 的向量图可知: $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}$ 的有效值刚好为 \dot{U}_{1a} 或 \dot{U}_{2a} 的有效值, 同理可得其它的数值和测量结果相符, 即: $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}$ 、 $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2c}$ 、 $\dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2a}$ 、 $\dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2b}$ 、 $\dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2b}$ 、 $\dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2c}$ 约为 230V, $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2b}$ 、 $\dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2c}$ 、 $\dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2a}$ 约为 460V。

以高压侧 A 相的电压为参考点。由向量图知:

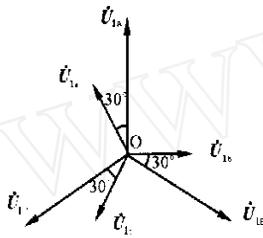
$$\begin{aligned} \dot{U}_{1a} &= K\sin(\omega t - 30^\circ) & \dot{U}_{2a} &= K\sin(\omega t + 30^\circ) \\ \dot{U}_{1b} &= K\sin(\omega t + 90^\circ) & \dot{U}_{2b} &= K\sin(\omega t + 150^\circ) \\ \dot{U}_{1c} &= K\sin(\omega t - 150^\circ) & \dot{U}_{2c} &= K\sin(\omega t - 90^\circ) \\ \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a} &= K\sin(\omega t - 30^\circ) - K\sin(\omega t + 30^\circ) = \\ &= 2K\cos\omega t \sin(-30^\circ) = -K\cos\omega t \\ \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2b} &= K\sin(\omega t - 30^\circ) - K\sin(\omega t + 150^\circ) = \\ &= 2K\cos(\omega t + 60^\circ) \sin(-90^\circ) = \\ &= -2K\cos(\omega t + 60^\circ) \\ \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2c} &= K\sin(\omega t - 30^\circ) - K\sin(\omega t - 90^\circ) = \\ &= 2K\cos(\omega t - 60^\circ) \sin30^\circ = \\ &= K\cos(\omega t - 60^\circ) \end{aligned}$$

同理:

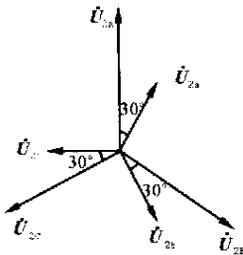
$$\dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2a} = K\cos(\omega t + 60^\circ)$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2b} &= -K\cos(t + 120^\circ) \\ \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2c} &= 2K\cos t \\ \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2a} &= -2K\cos(t - 60^\circ) \\ \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2b} &= -K\cos t \\ \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2c} &= -K\cos(t - 120^\circ) \end{aligned}$$

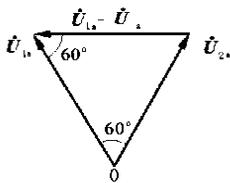
以上各式中, K 值由变压器的变比和一次侧的电压决定, 本式 K 值为站用变压器低压侧的相电压的幅值, 约为有效值的1.414倍。



其中: $\dot{U}_{1A}, \dot{U}_{1B}, \dot{U}_{1C}$ 为高压侧电压;
 $\dot{U}_{2a}, \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{2c}$ 为低压侧电压
 (a) /Y-11 电压向量图



其中: $\dot{U}_{2A}, \dot{U}_{2B}, \dot{U}_{2C}$ 为高压侧电压;
 $\dot{U}_{1a}, \dot{U}_{1b}, \dot{U}_{1c}$ 为低压侧电压
 (b) /Y-1 电压向量图



(c) $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}$ 电压向量图
 图3 电压向量图

由于正弦函数和余弦函数是可以转换的, $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}, \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2c}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2a}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2c}$ 为站用变低压侧的相电压, $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2c}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2a}$ 为二倍站用变低压侧的相电压。

根据当时的实际情况, 相电压有效值约为230V。

$\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2a}, \dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2c}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2a}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2c}$ 约为230V, $\dot{U}_{1a} - \dot{U}_{2b}, \dot{U}_{1b} - \dot{U}_{2c}, \dot{U}_{1c} - \dot{U}_{2a}$ 约为460V。

3 解决的方法

上面的分析和实际测量结果相符, 所以出现上面的测量结果是#2站用变压器的接线组别为/Y-1所致。将#2站用变压器的接线组别改接为/Y-11后, 用直流试验法试验其接线组别。#1站用变压器和#2站用变压器的结果相同, 都为/Y-11的接法。运行后再测量对应的相之间的电压和各自的相电压都正常。

4 结束语

如果不同接线组别的变压器并列运行, 则由于变压器的次级空载电压的相位不同而造成短路事故。所以在并列操作前要做好核相工作, 在确认各变压器相序相同下, 才可并列。

参考文献:

- [1] 南京工学院. 电机学(第一版) [M]. 北京: 水利电力出版社, 1988, 6.
- [2] 赵士滨. 现代电工技术疑难解答(第一版) [M]. 广东科技出版社, 1994, 12.

收稿日期: 2002-03-07; 修回日期: 2002-04-10

作者简介:

李木山(1968-), 男, 本科, 工学学士, 主要从事电力系统变电运行管理工作。

陆赐旺(1970-), 男, 大专, 主要从事电力系统继电保护及自动化管理工作。

王耀棠(1970-), 工程师, 从事电铁工程设计工作。

Analysis on voltage difference of same-phase caused by different transformer wiring group

LI Mu-shan¹, LU Ci-wang¹, WANG Yao-tang²

(1. Taishan Electric Power Bureau, Taishan 529200, China; 2. XJ Electric Corporation, Xuchang 461000, China)

Abstract: The voltage difference of same-phase caused by different transformer wiring group was analysed. And the solving method was also provided in this paper.

Keywords: transformer; wiring group; effective value; ratio; vector diagram; unloaded voltage