

用电流相量图判定三相变压器 联接组别的方法

廖无限, 刘俊萍

(湖南工业大学 电气工程系, 湖南 株洲 412008)

摘要: 介绍了三相变压器联接组的电流相量原理, 并基于此原理提出了解决三相变压器联接组别问题的一种新方法——电流相量图法, 说明了其判定原则和步骤, 并通过一些实例对三相变压器联接组别的确定进行了分析。

关键词: 三相变压器; 联接组别; 电流相量

中图分类号: TM401

文献标识码: A

文章编号: 1008-2611(2007)01-0079-03

A Method to Distinguishing the Connection Number of Three-phase Transformer with the Current Phasor Diagram

Liao Wuxian, Liu Junping

(Electrical Engineering Department, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: The principle about the current phasor of three-phase transformer is introduced, and it puts forward a new method "Current Phasor Diagram", which is based on the principle in order to solve the problem of the connection number. By the explanation of the rules and steps, several examples to analyzing the connection number of the three-phase transformer are demonstrated.

Key words: three-phase transformer; connection number; current phasor

0 前言

目前, 大多采用三相变压器高、低压绕组“线电动势”的相位关系来判断三相变压器的联接组别。在采用这种方法时, 首先作出变压器一次侧三相绕组电动势的位形图, 设定一次侧绕组的线电动势 \dot{E}_{AB} 始终指向时钟面上的12点, 然后依照交链相同主磁通的一、二次侧绕组相电动势之间的关系, 绘出变压器二次侧绕组的电动势位形图, 进而判断二次侧线电动势 \dot{E}_{ab} 与一次侧线电动势 \dot{E}_{AB} 之间的相位差, 确定 \dot{E}_{ab} 在时钟面上的指向数字, 从而确定三相变压器绕组联接组别的标号^[1, 2]。这种确定标号的方法非常形象, 但是画电压相位图往往不是很方便, 计算一、二次侧线电动

势的相位差时, 也不是很直接。

对于从事变压器运行、维护和管理的技术人员来说, 能够快速、准确地判定变压器联接组标号是非常必要的。本文根据大量的实践和总结, 介绍一种用电流相量图来判定三相变压器组别的方法。

1 电流相量图原理

把变压器绕组看作三相电源的负载, 以三相变压器绕组联接为Y型和△型为例进行说明。一次侧线电流用 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 和 \dot{I}_C 表示, 一次侧相电流用 \dot{I}'_A 、 \dot{I}'_B 和 \dot{I}'_C 表示; 二次侧线电流用 \dot{i}_a 、 \dot{i}_b 和 \dot{i}_c 表示, 二次侧相电流用 \dot{i}'_a 、 \dot{i}'_b 和 \dot{i}'_c 表示。

收稿日期: 2006-11-24

作者简介: 廖无限(1969-), 男, 湖南攸县人, 湖南工业大学工程师, 主要从事现代电力电子技术与电气工程技术方面的研究。
刘俊萍(1980-), 女, 山西五寨人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为现代电力电子技术与电气工程技术。

1.1 绕组联接为Y型

如图1所示,对于星形连接,线电流等于相电流^[3],线电流与相电流相差为零。

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}'_A \\ \dot{I}_B &= \dot{I}'_B \\ \dot{I}_C &= \dot{I}'_C \end{aligned} \right\} ; \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{i}_a &= \dot{i}'_a \\ \dot{i}_b &= \dot{i}'_b \\ \dot{i}_c &= \dot{i}'_c \end{aligned} \right\} 。 \quad (2)$$

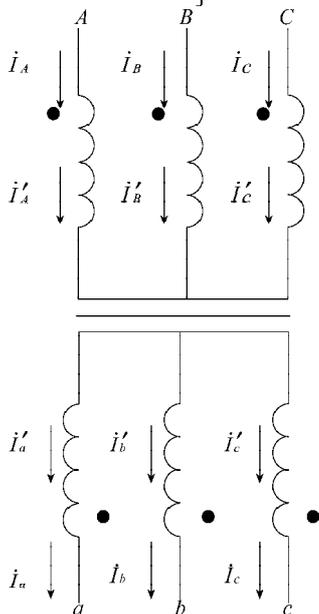


图1 绕组为Y/Y型接法的变压器
Fig.1 Winding of Y/Y transformer

1.2 绕组联接为Δ型

因为一次侧或二次侧Δ型联接法的线电流和相电流相量关系相似,故以一次侧绕组的Δ型联接法为例说明,有两种相量关系,如图2的(a)和(b)所示。根据KCL定理,线电流(\dot{I}_A, \dot{I}_B 和 \dot{I}_C)与相电流(\dot{i}'_A, \dot{i}'_B 和 \dot{i}'_C)同相之间有着 30° 相差^[3]。具体关系如下所述。

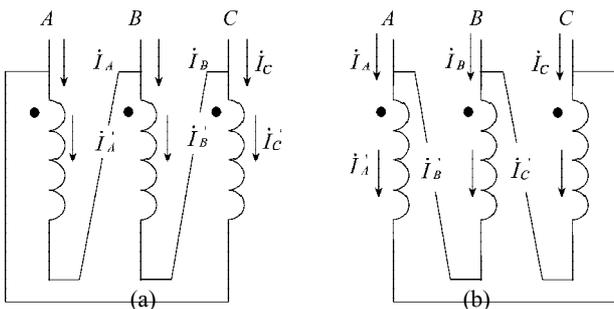


图2 Δ型接法绕组
Fig.2 Winding of Δ transformer

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{i}'_A - \dot{i}'_B \\ \dot{I}_B &= \dot{i}'_B - \dot{i}'_C \\ \dot{I}_C &= \dot{i}'_C - \dot{i}'_A \end{aligned} \right\} ; \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{i}'_A - \dot{i}'_C \\ \dot{I}_B &= \dot{i}'_B - \dot{i}'_A \\ \dot{I}_C &= \dot{i}'_C - \dot{i}'_B \end{aligned} \right\} 。 \quad (4)$$

2 判定步骤

步骤1:确定三相变压器相序,一次侧定义为A、B和C三相,二次侧定义为a、b和c三相。

步骤2:确定一、二次侧同名端方向是否一致。如果一致,进入步骤3,否则进入步骤4。

步骤3:作一次侧绕组的电流相量图,根据线电流与相电流相量关系,再取某一相绕组的线电流指向12点钟作为参照,在一次绕组的电流相量图上,画出对应二次侧绕组相序线电流的“像”,所得到的一次侧线电流与二次侧线电流的夹角除以 30° ,其商为联接组别数。

步骤4:如果一、二次侧同名端方向不一致,先按同名端方向一致的步骤3进行,最后把一次侧对应二次侧绕组相序线电流的“像”,沿垂直于该线电流相量轴线翻转 180° ,此时与对应一次侧线电流的夹角除以 30° ,其商为联接组别数。

注意:为了便于记忆和转换便捷,全文以一次侧的A相线电流指向12点钟作为参照,对应二次侧的a相线电流指向钟点数。

3 应用举例

例1 图3和图4为两个Y/Y型接法变压器,注意到它们一、二次侧相序不同,其中图4的一、二次侧同名端方向不一致,与图3的过程不同的是有一个翻转 180° 的过程。判定结果分别为:Yy4(Y/Y-4)和Yy2(Y/Y-2)。

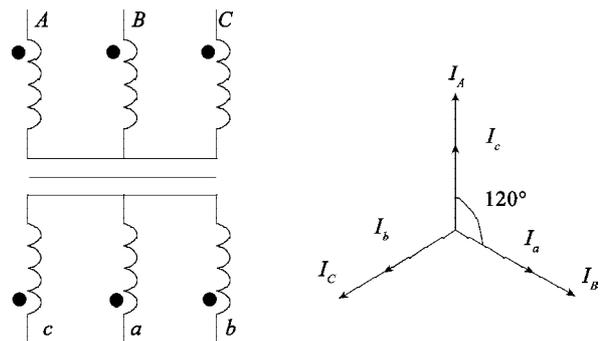


图3 Yy4 (Y/Y-4)
Fig.3 Yy4 (Y/Y-4)

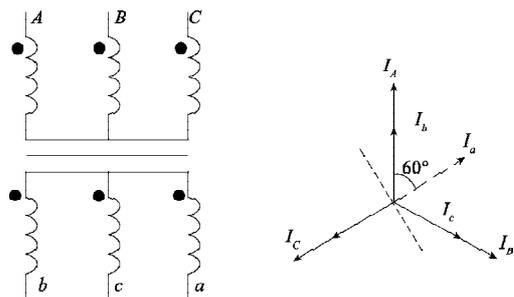


图4 Yy2 (Y/Y-2)
Fig. 4 Yy2 (Y/Y-2)

例2 图5和图6为两个Y/Δ型接法变压器, 其中图6一、二次侧相序不同, 且同名端方向不一致。与图5的过程不同的是有一个翻转180°过程。图5和图6的判定结果分别为: Yd11 (Y/Δ-11) 和 Yd9 (Y/Δ-9)。

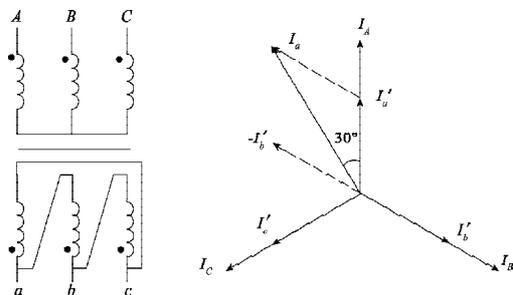


图5 Yd11 (Y/Δ-11)
Fig. 5 Yd11 (Y/Δ-11)

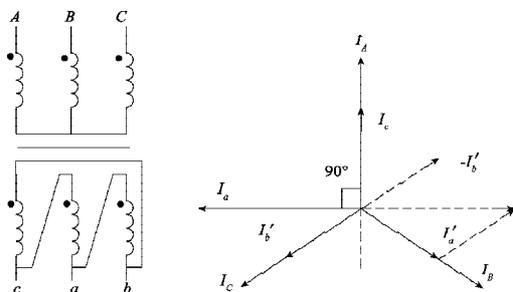


图6 Yd9 (Y/Δ-9)
Fig. 6 Yd9 (Y/Δ-9)

例3 图7和图8为两个Δ/Y型接法变压器, 图7一、二次侧相序不同, 图8一、二次侧相同, 但同名端方向不一致。与图7的过程不同的是有一个翻转180°的过程。图7和图8的判定结果分别为: Dy3 (Δ/Y-3) 和 Dy5 (Δ/Y-5)。

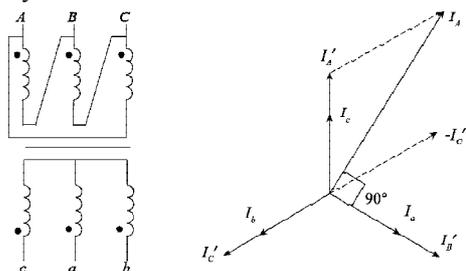


图7 Dy3 (Δ/Y-3)
Fig. 7 Dy3 (Δ/Y-3)

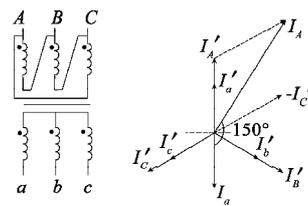


图8 Dy5 (Δ/Y-5)
Figure 8 Dy5 (Δ/Y-5)

例4 图9和图10为两个Δ/Δ型接法变压器, 它们一、二次侧相序不同, 其中图10一、二次侧同名端方向不一致, 与图9的过程不同的是有一个翻转180°的过程。图9和图10的判定结果分别为: Dd4 (Δ/Δ-4) 和 Dd10 (Δ/Δ-10)。

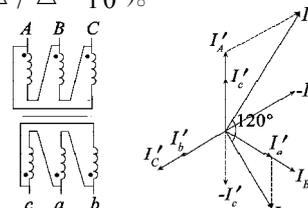


图9 Dd4 (Δ/Δ-4)
Fig. 9 Dd4 (Δ/Δ-4)

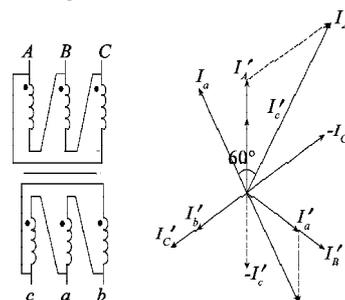


图10 Dd10 (Δ/Δ-10)
Fig. 10 Dd10 (Δ/Δ-10)

4 结束语

根据上面的分析, 只要掌握简单电路的电流相量知识, 依照前述规则和步骤就能够快速、准确地判别三相变压器联接组别。与传统“线电势”方法相比, 变压器一、二次侧关系清晰, 综合判定组别速度快, 易于掌握, 便于应用。

参考文献:

- [1] 李发海. 电力与拖动基础[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 1994.
- [2] 辜承林. 电机学[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003.
- [3] 邱关源. 电路[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [4] 邱阿瑞. 电机与电力拖动[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [5] 薄保中. 三相变压器的联接组别方法[J]. 西安石油学院学报自然科学版, 2001, 16(1):55-56.
- [6] 任亚莉. 三相变压器12种联接组的测定原理[J]. 延安大学学报, 2003, 22(1):40-41.