

变压器的极性和组别

史建圻 著



中国工业出版社

73.26
176

变压器的极性和组别

史建圻 著

3/k484/21



在变压器的安装和运行工作中,必須了解变压器的极性,特别是它的組別。本书通俗地說明了什么是变压器的极性和組別,着重叙述改变組別的方法,并繪图說明十二种組別变压器的內部接法,以及怎样用三个单相变压器来联成各种組別。其次,书中用单相变压器极性的原理来解释三相变压器組別、极性的規律,还詳細說明了用直流电測量三相变压器組別的方法和优点。本书能澄清人們对有关变压器极性和組別的一些模糊認識,并用淺显道理結合图解,可以帮助現場工人按图接成各种組別;还指出过去在測量极性和組別等工作中所存在的一些缺点,提出改进方法。本书可供变压器安装工人和运行工人閱讀。

变压器的极性和組別

史 建 圻 著

(根据原水利電力出版社紙型重印)

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月壇南盤路)

中国工业出版社出版(北京西黃城根路10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ ·印张 $1\frac{15}{16}$ ·插頁 1·字数 28,000

1956年5月北京第一版

1963年10月北京新版·1964年11月北京第二次印刷

印数4,641—20,740·定价(科二)0.20元

*

統一书号: 15165·2793(水电-366)

目 錄

第一章 變壓器的極性、組別和接綫	2
第 1 節 什么叫變壓器的極性	2
第 2 節 什么叫三相變壓器的組別	7
第 3 節 在不改變內部接綫時，怎樣改變組別	10
第 4 節 變壓器在電力網中的併列	21
第 5 節 變壓器各種組別的接綫方法	26
第二章 怎樣測量極性和組別	41
第 1 節 用直流電測量極性	41
第 2 節 用直流電測量組別	43
第 3 節 用交流電測量組別	58

第一章 變壓器的極性、組別和接綫

第 1 節 什么叫變壓器的極性

在直流電路里，人們把電源的兩個端子分做正負兩極，並且還假定電流由正極經負荷流向負極，如圖 1。

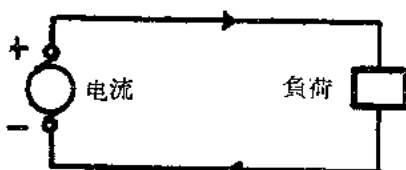


圖 1

在交流電路里，電流的方向隨時在改變，例如 50 週波的電源，電流在每一秒鐘內方向改變一百次。因此，在交流電路中，就分不出

哪一個是正極和哪一個是負極了；也可以說，交流電路中就沒有正極和負極的分別。

變壓器都是用在交流電路里的，因此，變壓器的綫頭是沒有正負極性的。這一點是首先應該了解的。但是，在通常的單相變壓器和儀表變壓器、變流器等接綫頭上往往也註上一個“+”號或“-”號；這就很容易使人誤解，以為註上“+”號的是正極，註上“-”號的是負極。實際上，變壓器和變流器上的符號並不是說明正負極性的。下面還要談到這個問題。

變壓器一次綫圈的兩個綫頭，在一個極短的時間中，

00650

必定有一根繞頭的電流是流入^①，而另外一根繞頭的電流是流出的。在同一時間內，二次繞圈的兩個繞頭，也一定有一根的電流是流出，另一根是流入的，如圖 2。因為二次側的電流是由一次側感應生成的，所以二次側電流方向的变化完全和一次側相同。從這裡可以推算出：變壓器四個接繞頭在同一時間內，必定有兩個繞頭的電流是流入，另外兩個繞頭的電流是流出的。

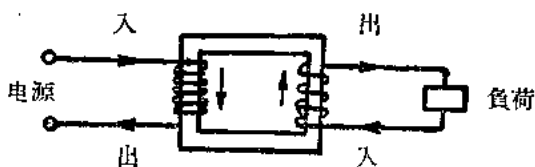


圖 2

如果不考慮變壓比的关系，我們假定有一個變壓比等於 1 的變壓器，如圖 3。當二次側有電流時，一次側一定也有電流，這電流的大小是相同的。當一次側有一條繞頭的電流是從電源流入變壓器時，在二次側也一定有一個繞頭的電流從變壓器流向負荷。如果我們用一條導線把這兩個接繞頭聯在一起，如圖 3 的虛線所示，這對繞路上電流的方向是完全沒有影响的，對變壓器來說，也完全沒有妨礙。從這一現象來看，相同的極性是可以聯在一起的，這情形就跟兩個電池的正極和正極、負極和負極可以聯在一起一樣。

① 從外線流進變壓器的叫流入，而從變壓器流出來的電流方向叫流出。

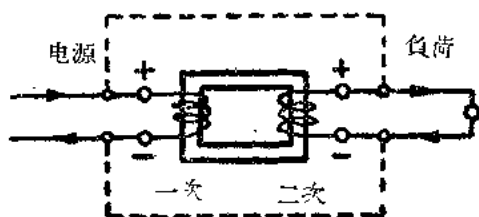


圖 3

总的來說，一次側电流是流入的綫头和二次側电流流出的綫头屬於同極性。而一次側电流流出的綫头和二次側电流流入的綫头也屬於同極性。反过來說，一次側流入的綫头和二次側流入的綫头那就是異極性了。

在应用上，常常在变压器或变流器的一次側和二次側上做一个記号，表示那兩個接綫头是屬於同一極性。符号是隨便註的，沒有統一的規定。有些只在一对同極性的綫头上註一个“+”号，或者註上一个“-”号；有些是在一对同極性的綫头上註了“+”号，还在另外一对同極性的綫头上註一个“-”号；也有的只在同極性的綫头上画了一个点子。但是“+”号並不代表正極，“-”号也不是代表負極；这些符号只是表明：一次有“+”号的接头和二次有“+”号的接头是同一極性，一次有“-”号的接头和二次有“-”号的接头是同一極性；或者，一次側有点的接头和二次側有点的接头也是同極性；因此，在应用时只要注意同極性和異極性就够了。在安裝工作上，曾經有人認為变压器註着[+]号的一头必須接到电源側，因而引起了安裝过程中一些不必要的麻煩，这都是不了解变压器極性的意义的緣故。

在某些書上和試驗報告中，有“加極性”或“減極性”等

字樣，這里也簡單談一下“加極性”和“減極性”的意義。

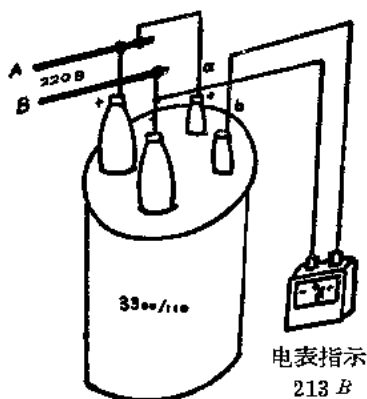


圖 4

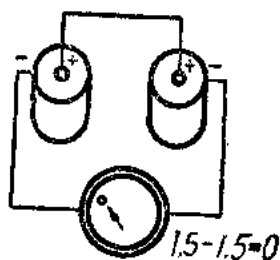
如果一個變壓器或變流器的四個接線頭很整齊的排列，如圖 4，其中 A 和 a 是同極性，B 和 b 是同極性，那麼一次側 AB 間加上電壓以後，二次側 ab 間當然也有電壓。如果是一

個變壓比等於 1 的變壓器，當用導線把 A 和 a 聯在一起後，接在 B 和 b 間的電壓表指示一定是零。如果用導線把 B 和 b 聯在一起，並在 A 和 a 之間接一個電壓表，電壓表的指示也會是零。這就說明 A 和 a 以及 B 和 b 間的電壓是互相抵消的，或者說極性是相減的。

如果變壓器的比例不等於 1，如圖 4，假定是 3300/110 伏的變壓器，把 A 和 a 相聯，而在 AB 間加 220 伏電壓。如果 A 和 a 的極性相同，接在 B 和 b 間的電壓表指示就是： $220 - \frac{110}{3300} \times 220 = 212.7$ 伏。在這種情況下，就叫“減極性”。

如果 A 和 a 極性是相反的，那麼，B 和 b 間的電壓就是： $220 + \frac{110}{3300} \times 220 = 227.3$ 伏。在這種情況下，就

叫“加極性”。

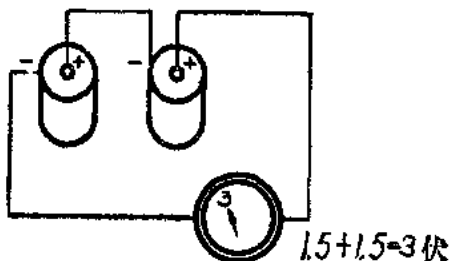


(甲)同極性相联

圖 5 甲

上述情况，就和把干电池的
同極性或異極性綫头相接一样，
如圖 5。

这就是說，把变压器或变流
器上同極性的两个綫头排到同一
面，这样排法的就叫“減極性”，
如圖 6 甲。如果把不同極性的二
个綫头排在同一面的，就叫“加



(乙)異極性相联

圖 5 乙

極性”，如圖 6 乙。如果一次
側和二次側的綫头並不是对称
的排列，如圖 6 丙，那就不
算“加極性”，也不算“減極
性”。

总的來說，“加極性”或“減
極性”是没有什么特殊意义的，

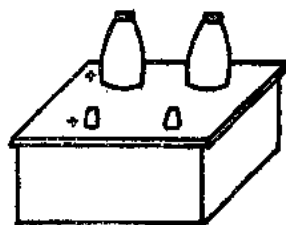


圖 6 甲

它只和綫头的排列有关，因而也就不必过分地去注意它，事实上，只要了解哪两个是同極性的綫头就够了。

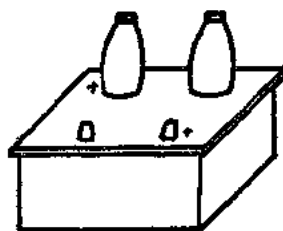


圖 6 乙

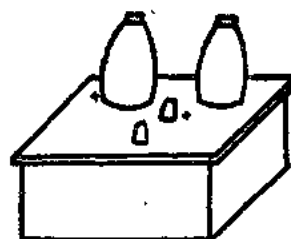


圖 6 丙

第 2 節 什么叫三相变压器的組別

單相变压器（或变流器）没有什么組別的分。如果把三个單相变压器（或变流器）用到三相电源上去，这三个变压器就成为一个“組”。这时，除了極性以外，对三相的关系來說，就有“組”的区別，这就是三相变压器（或变流器）的組別。三相中每一相两个綫圈的綫头有極性的关系。三相的一次綫圈和二次綫圈間电压或电流的相位关系，就叫变压器（或变流器）的組別（在这本書里，我們全部用电流的相位关系來說明組別）。假如两个三相变压器要併列，那么它們的一次电流和二次电流的向量必須是一致的，也就是組別一定要相同，这就是我們要了解組別的目的。

三相变压器的組別共分 12 种，其中六个是單数組，六个是双数组。凡是一次綫圈和二次綫圈的結綫不一致的

都屬於單數組，包括1、3、5、7、9、11等六個組，如星——三角^①接法的就屬於這一類。凡是一次繞圈和二次繞圈的聯結完全相同的都屬於雙數組，包括2、4、6、8、10、12等六個組，如三角——三角、星——星聯結的變壓器都屬於這一類。

還有一種特殊的曲折聯結方法，這種接法應該把它歸納到三角接法的一類中去，它的特性是和三角接法相同的。

組別是用時鐘的盤度來說明的。時鐘盤上有兩個指針，還有12個字碼，分成12格，每一格代表一小時。一個圓周的角度是 360° ，每一格就代表 $360^\circ \times \frac{1}{12}$ 也就是 30° ，例如12點和1點之間相差是 30° ，12點和5點相差是 $30^\circ \times 5 = 150^\circ$ ，其餘的可以類推。但所有的角度都應該是按順時針的方向，以12點作基數來計算，也就是必須根據時針走的方向來積算，例如12點和11點之間應該是 $30^\circ \times 11 = 330^\circ$ ，而不是 30° 。反過來說，如果時針向前轉了 300° ，那麼必定指示 $300 \div 30 = 10$ 點鐘；如果只向前轉了 30° ，那麼一定指示1點鐘。

變壓器的12個組別，完全是應用這個規律。只是在說明變壓器組別的時候，用一次繞圈和二次繞圈電流的向量來代替時鐘的兩個指針罷了。

三相變壓器的一次繞圈和二次繞圈中電流之間，因為

^①星形接法用“Y”表示，三角形接法用“Δ”表示。

三相接法的不同，是有一定的相角差的。以一次繞圈的電流作標準，把電流的向量固定在 12 點上，二次繞圈的電流向量如果和一次電流間相差 330° ，二次電流向量必定落在 $330 \div 30 = 11$ 點上（如圖 7），這一組變壓器就是屬於第 11 組接綫。如果相差為 180° ，那麼二次電流向量必定落在 6 點上，也就是說這一組三相變壓器的接綫屬於第 6 組。

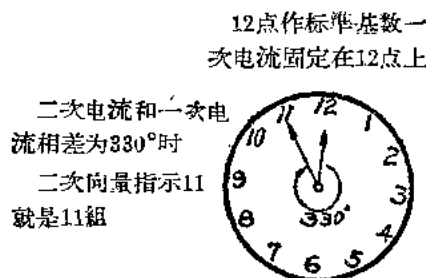


圖 7

懂得了上面講的道理，就可以知道：變壓器的組別是以一次側電流^①的向量作為標準基數，而把它放在假設時鐘的 12 上；二次側電流向量所指示的鐘點，就是這個變壓器的組別。

在 12 種組別中，有些是很少見的，普通常用的只有四個組：

^① 這里講的一次電流和二次電流，是指的負荷電流，並不包括無負荷時的勵磁電流在內。

單數中常用的二種……………11組，5組。

雙數中常用的二種……………12組，6組。

雙數組中最常見的是12組，單數組中最常見的是11組。蘇聯國家標準規定：變壓器的標準接綫雙數是12組，單數是11組。某些資本主義國家也規定雙數標準是第12組，單數標準是第5組。從工作情況來說，第5組和第11組是沒有什麼特殊區別的。

第3節 在不改變內部接綫時，怎樣改變組別

曾經有人認為：三相變壓器只要聯結好以後，組別就固定了；如果要把組別改變以達到併列的目的，就非得把變壓器的大蓋打開來重新接綫不可。

根據蘇聯的先進經驗證明：這種說法只有一小部分是正確的，在大多數情況下，變壓器可以不改變內部接綫，只改變外部套管編號，就可以改變組別以達到併列的目的。現在把不改變內部接綫而改變組別的方法分三種情況加以說明。

照理，組別改變的原理應該用向量解釋。為了適合工人閱讀，在說明的时候，把向量部分完全略去了。為什麼會改變組別的原理就談得很少，讀者如果需要深入追究原理，只要根據說明再去研究一下三相的向量原理就可以了。

一、一次套管编号固定，改变二次套管

编号时，组别的改变

三相变压器的接綫，都是在内部联好，再用套管引到外部的。如果不算中性綫，那么，一次側是三个，二次側也是三个，一共六个套管。如果是用三个單相变压器联成三相使用，它們接到母綫上去的也是一次側、二次側各有三个綫头。

一次側和二次側的六个套管，都有它的编号，如 A 、 B 、 C 或者黄、綠、紅。本書一律用 A 、 B 、 C 编号，以表示應該接到 A 、 B 、 C 三相母綫上去。

如果变压器出厂时就在三相的出綫套管上标上了 A 、 B 、 C 的号码，就不能隨便更改。但大多数的变压器是沒有标号的，就要先在一次側按順序标上 A 、 B 、 C 的号码，並且不再更动。然后再編排二次側的编号，看組別的变化怎样。

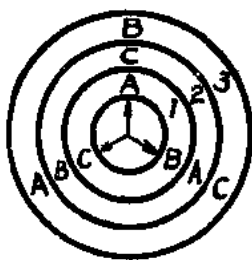


圖 8

首先，我們把二次側隨便排列一个编号，如圖 8。向量的第 1 圈（从內圈算起）编号 A 、 B 、 C ，然后把编号順序移一格，例如本來的 B 改作 A ，本來的 C 改作 B ，本來的 A 改作 C ，如圖 8 中的第 2 圈编号 C 、 A 、 B 。这样一來，向量向前移了 120° ，組別就向前加

了： $120 \div 30 = 4$ 組。也就是說，如果本來是第 1 組，就變成第 5 組了；本來是第 5 組的，就變成第 9 組；本來是第 9 組的，變成 13 組，根據前述，時鐘上的 13 點就是 1 點，所以 13 組也就是第 1 組。所以說，一次側編號不動，二次側編號向前移一檔，變壓器就向前加了四組。如果向前移二檔，把本來的 C 改成 A ，本來的 A 改成 B ，本來的 B 改成 C ，如圖 8 的第 3 圈（外圈）編號 $B、C、A$ ，那麼，組別也就移前 8 檔，本來的第 1 組將變成 9 組，本來的 11 組將變成 $11 + 8 - 12 = 7$ 組了。根據這些特性，我們可以把組別隨編號改變的關係列成下表。

表 1

一次側	$A \ B \ C$	組 別											
二次側	$a \ b \ c$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
二次側	$c \ a \ b$	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
二次側	$b \ c \ a$	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8

上述編號一次和二次側的順序必須相同，如果一次側和二次側採用的順序不相同，就會把相序搞反，而組別的一些定義就完全推翻了。

圖 9 的三相變壓器是為了說明表 1 的。在圖 9 中，一次側是星形接法，二次側是三角形接法。在第一種情況下的 $a、b、c$ 順序和一次側相對應，是屬於第 1 組。如果把

a 、 b 、 c 改作 c 、 a 、 b ，那就是第 5 組。再改成 b 、 c 、 a ，就成为第 9 組了。

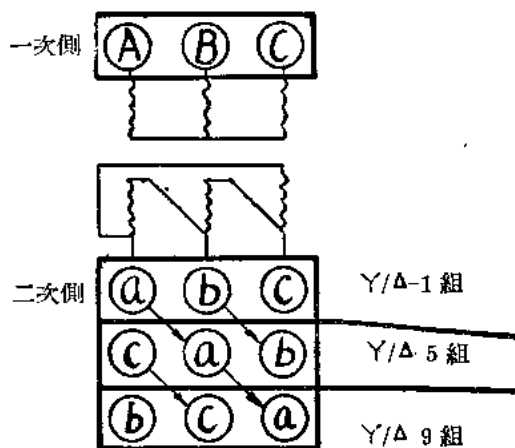


圖 9

凡是組別一致的變壓器，如果符合變壓器併列運行的其他條件，如變壓比相同、短路電壓相同等，就可併列。如果組別不同，即使其他條件完全一致，也絕對不能併

表 2

系 統	組 別		
I	1	5	9
II	2	6	10
III	3	7	11
IV	4	8	12

列。也就是說，凡是只改變套管編號次序就能把組別改成一致的變壓器，原則上都可以併列。根據表 1 的變換規律，可以把這些只改變二次側編號就能併列的變壓器列成四個系統，如表 2。其中有兩個雙數組，兩個單數組。

應該注意，在表 2 的 4 個系統中：

1. 雙數組和單數組永遠不能併列；
2. 單數的任何組，都可以在改變外部接綫編號的條件下併列；
3. 雙數的第Ⅱ系統和第Ⅳ系統，必須改變內部接綫後才能併列。

二、一次和二次側套管編號同時改變時，

組別的改变

變壓器套管的編號不能隨便改變，前面已經說過了。現在談一談一次或二次側套管的編號次序，由左邊數起和從右邊數起，有什麼不同。

有人認為，變壓器套管的編號次序，從左面按 A、B、C 的次序數到右面，或者從右面按 A、B、C 的次序數到左面是完全一樣的，只要一次側和二次側都按同樣次序和方向，對組別或併列就完全沒有妨礙。這是不正確的。在 12 個組別里面，只有 2 個組，即 12 組和 6 組是可以隨便編號的。其餘的 10 個組便是完全不行的；編號方向換一下，組別也就變了。為了說明這一個問題，這裡稍提一下向量。如果對向量還不太熟悉，可以看表 3 的說明。