

# 第一篇 变压器

## 第六章 变压器的并联运行

## 第六章 变压器的并联运行

### 本章主要内容

- 变压器并联运行的条件
- 变压器并联运行的负荷分配关系

## 第六章 变压器的并联运行

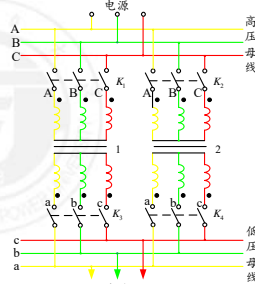
### § 6.1 概述

#### 一、并联运行的定义

**并联运行：**几台变压器的一、二次绕组分别接在一、二次侧的公共母线上，共同向负载供电的运行方式。

#### 二、并联运行的优点

- 1) 提高供电的可靠性；
- 2) 根据负荷大小灵活投切；
- 3) 减小总的备用容量；
- 4) 分批建设，减小一次投资。



## 第六章 变压器的并联运行

### § 6.2 变压器的理想并联条件

#### 一、并联运行的最理想情况

- 1) 空载时，各变压器副边之间没有循环电流，减小铜耗；
- 2) 负载后，各变压器按额定容量成比例分配负载电流，并联变压器的装机容量得到充分利用；
- 3) 负载后，各变压器副边电流同相位。

#### 二、并联运行的各变压器必须具备的三个条件

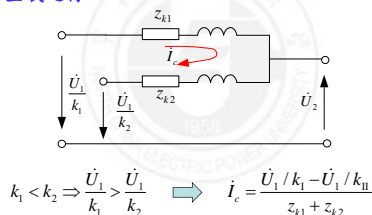
- 1) 各变压器一、二次侧的额定电压应相等（变比相同）；
- 2) 各变压器的联结组别相同；
- 3) 各变压器的短路阻抗标么值（阻抗电压）相等，且短路电抗和短路电阻之比（短路阻抗角）也相等。

## 第六章 变压器的并联运行

### § 6.3 并联条件不满足时的运行分析

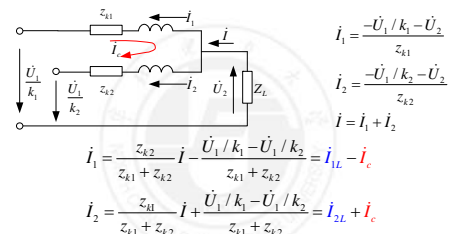
#### 一、变比不等时并联运行

##### (1) 空载运行



## 第六章 变压器的并联运行

#### (2) 负载运行



环流既占用了变压器的容量，又增加了损耗，要求空载时环流不超过额定电流的10%。

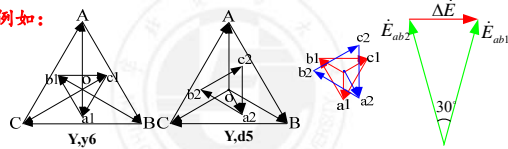
并联运行的变压器的变比差不大于1%

## 第六章 变压器的并联运行

### 二、连接组别不同时并联运行

联结组不同时，并联运行变压器副边线电压至少相差30度。

例如：



副边电势差： $\Delta E = |\dot{E}_{ab1} - \dot{E}_{ab2}| = 2E_{ab} \sin 15^\circ = 0.518E_{ab}$

变压器本身的短路阻抗很小，该电压差将产生几倍于额定电流的空载环流，会烧毁绕组。

**联结组不同的变压器绝对禁止并联运行！**



-7-

电力工程

## 第六章 变压器的并联运行

### 三、短路阻抗标么值不等时并联运行

$$I_1 z_{k1} = I_2 z_{k2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{z_{k2}}{z_{k1}}$$

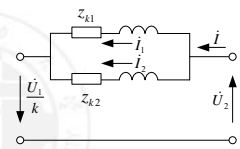
$$\frac{I_1 / I_{N1}}{I_2 / I_{N2}} = \frac{z_{k2} / I_{N2}}{z_{k1} / I_{N1}} = \frac{z_{k2} I_{N2}}{z_{k1} I_{N1}}$$

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{z_{k2} I_{N2} / U_{N2}}{z_{k1} I_{N1} / U_{N1}} = \frac{z_{k2}}{z_{k1}} = \frac{u_{k2}}{u_{k1}}$$

$$\text{最终有: } \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{I_1^*}{I_2^*} = \frac{S_1^*}{S_2^*} = \frac{z_{k2}}{z_{k1}} = \frac{u_{k2}}{u_{k1}}$$

**负载系数和短路阻抗标么值(或短路电压)成反比**

若为多台变压器并联： $\beta_1 : \beta_2 : \beta_3 : \dots = \frac{1}{z_{k1}} : \frac{1}{z_{k2}} : \frac{1}{z_{k3}} : \dots$



-8-

电力工程

## 第六章 变压器的并联运行

**结论：**

- 1) 当**短路阻抗标么值相等**时，即  $z_{k1}^* = z_{k2}^* = z_{k3}^* = \dots$   
 $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots, S_1^* = S_2^* = S_3^* = \dots$ ，多台变压器**可同时满载**。
- 2) 并联运行的变压器**短路阻抗标么值小者先达到满载**。  
 从运行的经济性看，希望大容量变压器其短路阻抗标么值小为宜。实际运行时，为了不浪费设备容量，要求各变压器的短路阻抗标么值不超过平均值的10%。
- 3) 为了使并联运行变压器副边电流同相位，各变压器短路电抗和短路电阻之比应相等。一般变压器短路电抗和短路电阻之比很接近，各变压器副边电流的几何和与算术和也相差不大，**一般不考虑阻角的差别**。



-9-

电力工程

## 第六章 变压器的并联运行

已知三台三相变压器额定数据如下表所示：

已知量 变压器	额定电压 (kV)	联结组别	额定容量 (kVA)	阻抗电压 (%)
I	35/6.3	Yd11	2500	7.5
II	35/6.3	Yd11	3150	7.0
III	35/6.3	Yd11	6300	6.5

试求：(1) 若当三台变压器并联共同承担11950 kVA负荷时，每台变压器承担的负荷为多少？

(2) 在不使任何一台变压器过负荷的情况下，三台变压器并联运行共能承担最大负荷为多少？ 204



-10-

电力工程

## 第六章 变压器的并联运行

解：(1) 总负荷为11950kVA，每台变压器所承担的负荷：

$$\text{由: } \begin{cases} S_1^* \times S_{N1} + S_2^* \times S_{N2} + S_3^* \times S_{N3} = 11950 \\ \frac{S_1^*}{S_{N1}} = \frac{0.07}{0.075} \\ \frac{S_2^*}{S_{N2}} = \frac{0.065}{0.075} \\ \frac{S_3^*}{S_{N3}} = \frac{0.065}{0.075} \end{cases}$$

	额定容量 (kVA)	阻抗电压 (%)
I	2500	7.5
II	3150	7.0
III	6300	6.5

$$\text{得: } \begin{cases} S_1^* = 0.9092 \Rightarrow S_1 = 2273(\text{kVA}) \text{ 欠载} \\ S_2^* = 0.9741 \Rightarrow S_2 = 3068(\text{kVA}) \text{ 欠载} \\ S_3^* = 1.0490 \Rightarrow S_3 = 6609(\text{kVA}) \text{ 过载} \end{cases}$$



-11-

电力工程

## 第六章 变压器的并联运行

解：(2) 不使任何一台变压器过载共能承担的总负荷：

取： $S_m^* = 1$  应取阻抗电压小的变压器负荷系数等于1

$$\text{得: } \begin{cases} S_1^* = \frac{0.065}{0.075} = 0.8667 \\ S_2^* = \frac{0.065}{0.07} = 0.9286 \end{cases}$$

	额定容量 (kVA)	阻抗电压 (%)
I	2500	7.5
II	3150	7.0
III	6300	6.5

$$\begin{aligned} \text{则: } \Sigma S &= S_1^* \times S_{N1} + S_2^* \times S_{N2} + S_3^* \times S_{N3} \\ &= 0.8667 \times 2500 + 0.9286 \times 3150 + 6300 \\ &= 11391.84(\text{kVA}) \end{aligned}$$

解毕



-12-

电力工程