



电机与拖动**课件**之四

# 变 压 器

胡梦月、韩谷静

纺大电子电气



# 章节目录

3.1 变压器的基本工作原理和结构

3.2 单相变压器的空载运行

3.3 单相变压器的负载运行

3.4 变压器的参数测定

3.5 标么值

3.6 变压器的运行特性

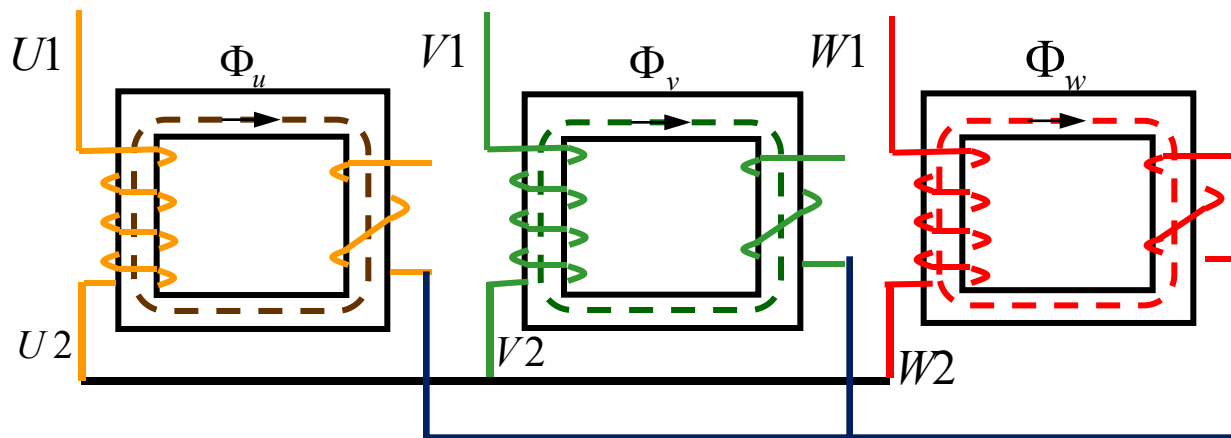
**3.7 三相变压器**

3.8 变压器的并联特性

3.9 特种变压器

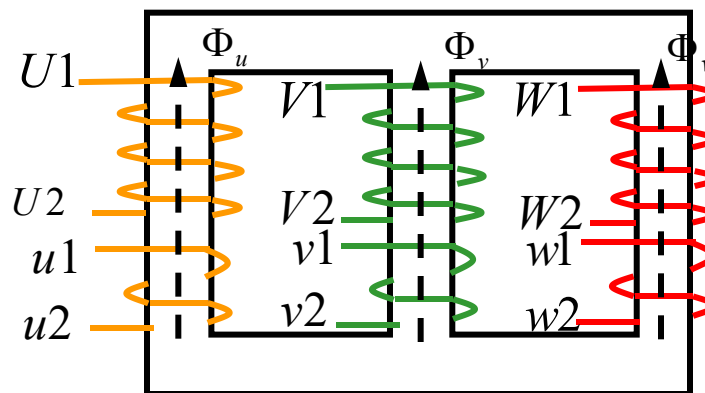
### 一、组式磁路变压器

三相磁路相互独立，由三台相同的单相变压器在电路上连接成三相，每相主磁通有自己独立的主磁通。



### 二、心式磁路变压器

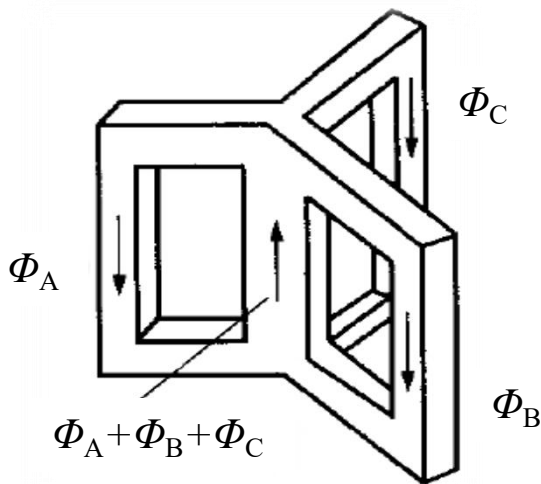
三相磁路相互关联，相当于三个单相心式铁心合在一起。



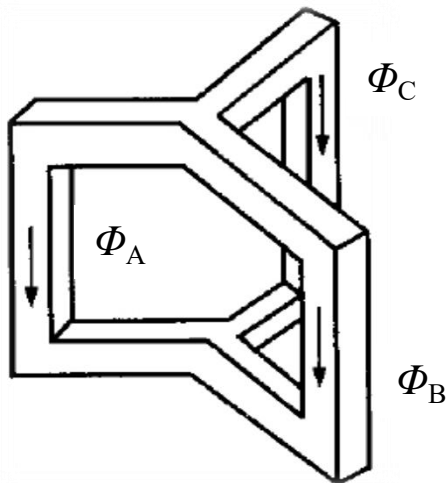
## 二、心式磁路变压器

## 三相心式变压器磁路的演变

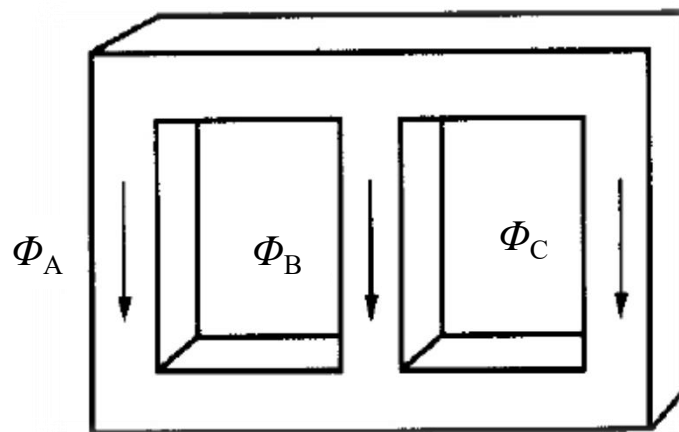
➤ (a)图由于三相绕组接对称电源，三相主磁通也是对称的，故三相主磁通之和 等于0，因此中间芯柱没有磁通通过，便可省去，得到(b)图，实际使用时为减少体积，便于制造，常将铁心柱做在同一平面内，形成(c)图。



(a)



(b)

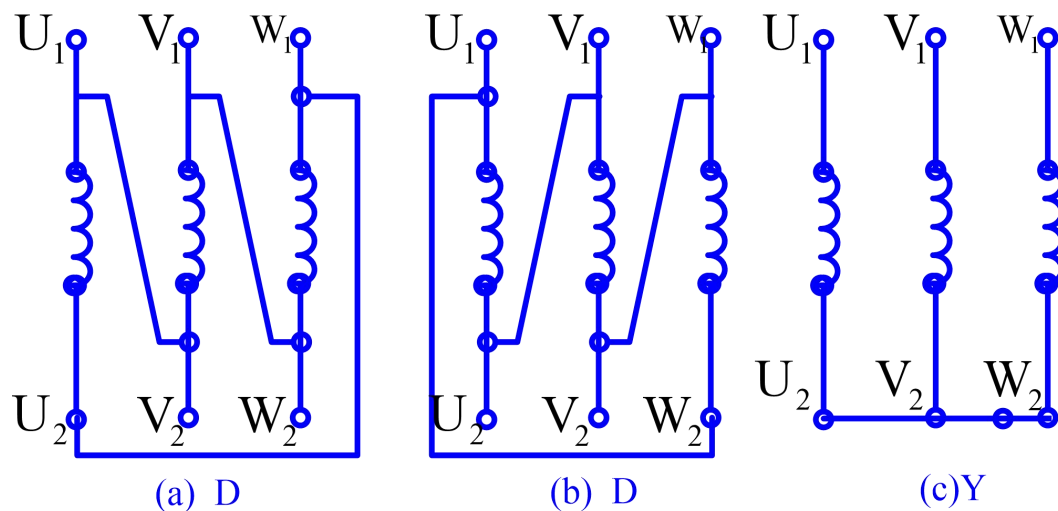


(c)



### 一、三相变压器的连接方式

- ①三角形联结 (D)：一相绕组的末端与另一相绕组的首端依次连接起来构成闭合回路。
- ②星形联结 (Y)：三相绕组的三个末端连接在一起作为中性点，三个首端作为出线端。



变压器三相绕组的连接方法



## 二、变压器的联结组标号

1. 变压器的作用有哪些？变电压、变电流、变阻抗和变相位。

2. 影响变压器线电动势相位差的因素有哪些？

绕组的绕向、首末端标记和连接方式

3. 如何描述变压器线电动势相位差？

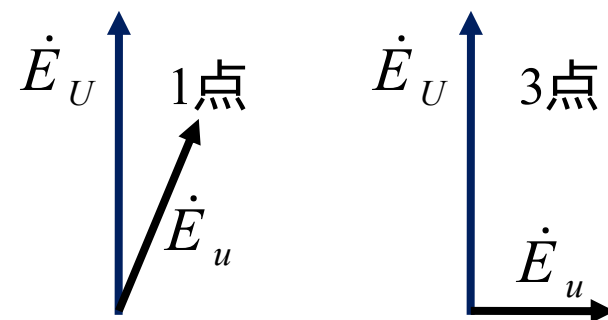
时钟表示法 联结组标号，例如Y,d11

→ 星形，低压侧，

字母 + 数字  
接线方式

4. 如何确定变压器的联结组标号？

① 绕组首端和末端标记



高低压侧线电动势的相位差

绕组名称	单相变压器		三相变压器		中性点
	首端	末端	首端	末端	
高压绕组	U1	U2	U1、V1、W1	U2、V2、W2	N
低压绕组	u1	u2	u1、v1、w1	u2、v2、w2	n
中压绕组	U1 <sub>m</sub>	U2 <sub>m</sub>	U1 <sub>m</sub> 、V1 <sub>m</sub> 、W1 <sub>m</sub>	U2 <sub>m</sub> 、V2 <sub>m</sub> 、W2 <sub>m</sub>	N <sub>m</sub>



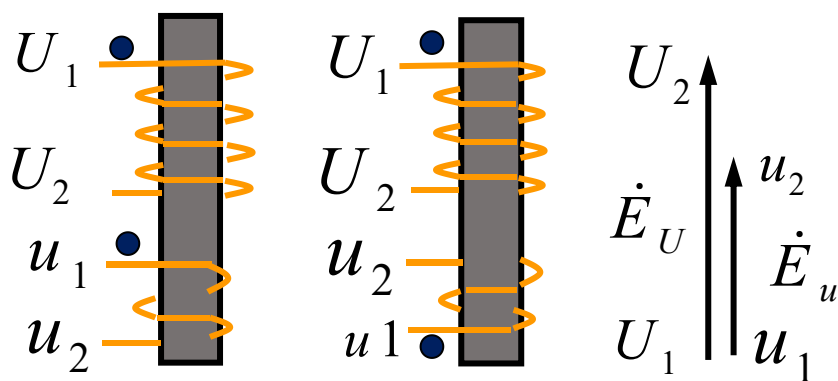
## 二、变压器的联结组标号

## ②单相变压器的联结组号

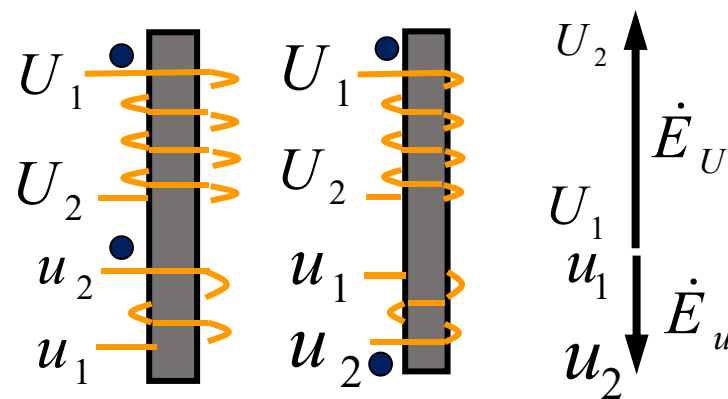
◆同名端

◆绕组的绕法决定同名端：根据绕法结合右手螺旋定则确定同名端。

◆相电动势相量的正方向：从绕组的首端指向尾端。



一、二次绕组的同极性端同为首端时，一、二次绕组的电动势同相位。II0



一、二次绕组的同极性不同为首端时，一、二次绕组的电动势反相位。II6



## 二、变压器的联结组标号

### ③三相变压器的联结组标号

已知一、二次绕组**接线方法**、**绕组出线端标记和同极性端**，利用一次、二次绕组的电动势相量图，采用时钟表示法，可确定其联结组标号。其步骤为：

- (a) 根据给定的一、二次绕组接线方法及出线端标记，画出变压器一、二次绕组的接线图。
- (b) 在接线图上标出一、二次绕组感应相电动势及线电动势的方向；
- (c) 画出一、二次绕组电动势相量图；
- (d) 画出二次绕组电动势相量图，为了在相量图上表示一次、二次侧线电动势的电位差，必须把二次侧的端点 $u_1$ 与一次侧的端点 $U_1$ 重合在一起；
- (e) 根据一、二次绕组线电动势相位差，可得出联结组标号。

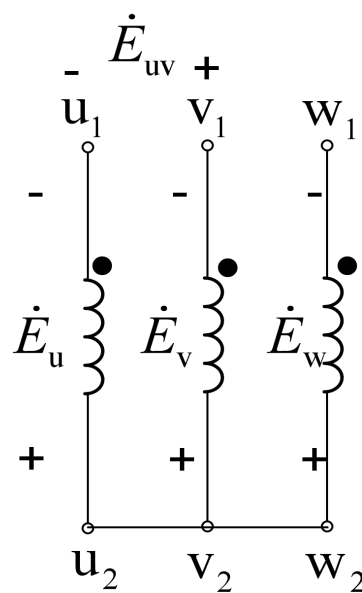
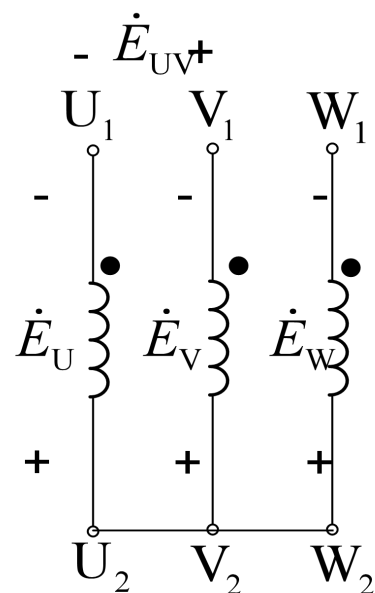




## 二、变压器的联结组标号

## ③三相变压器的联结组标号

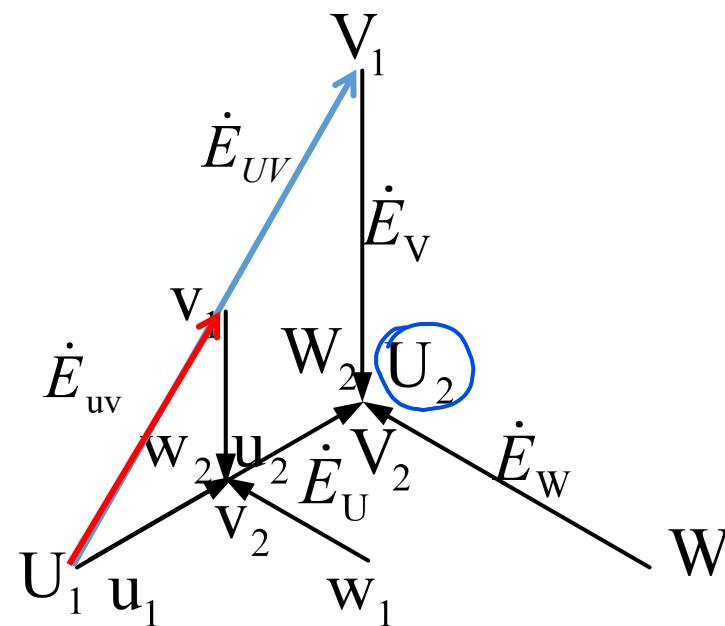
例：已知三相变压器为Yy联结，绕组接线图和同极性端标记如图所示，试确定其联结组标号。



前端  
同极性端  
Y,y 0

Y形连接

接线图



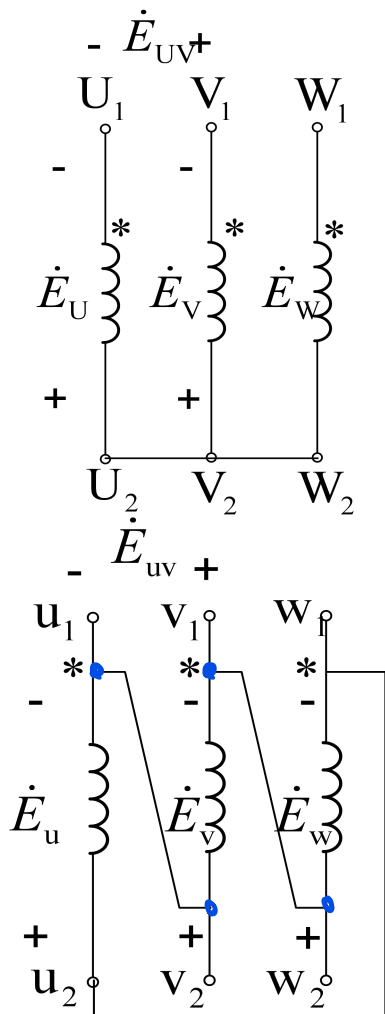
电动势相量图



## 二、变压器的联结组标号

## ③三相变压器的联结组标号

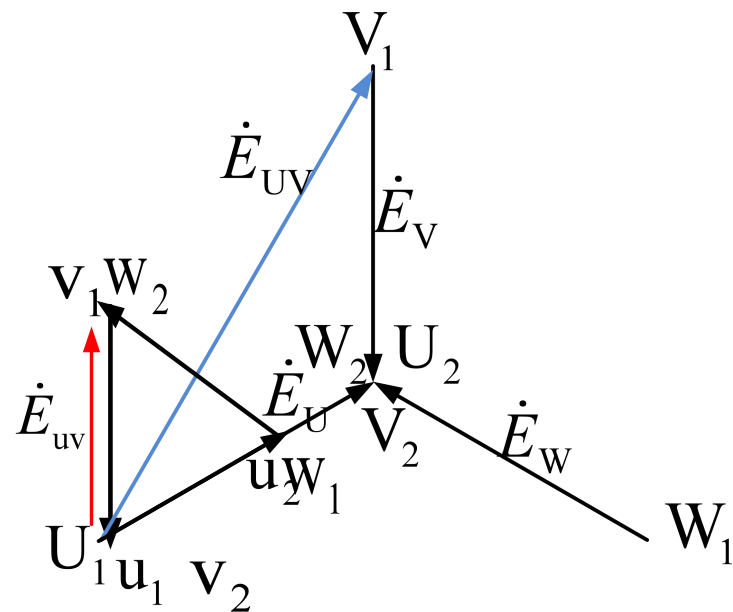
例：已知三相变压器为Y/D联结，绕组接线图和同极性端标记如图所示，试确定其联结组。



Y 连接

△ 连接

Y,d 11



电动势相量图



### 三、三相变压器的连接组别

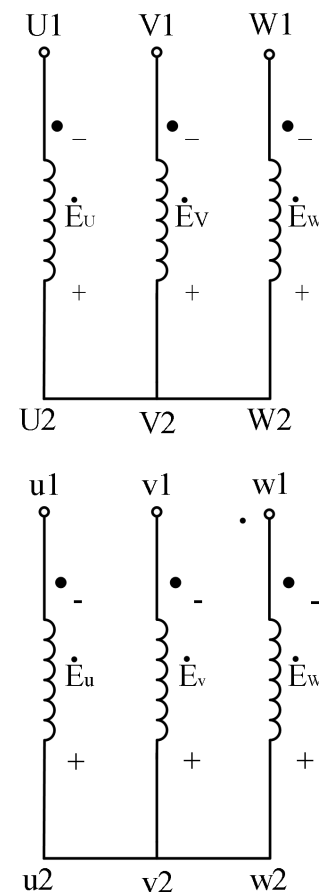
连接组别可以用相量图来判断：

#### 1、Y, y连接

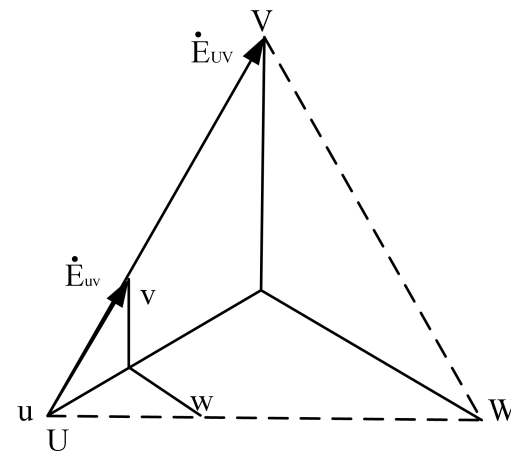
➤ 同名端在对应端，对应的相电动势同相位，线电动势  $\dot{E}_{uv}$  和  $\dot{E}_{uv}$  也同相位，连接组别为Y, y0。

若高压绕组三相标志不变，低压绕组三相标志依次后移，可以得到Y,y4、Y,y8连接组别。

同理，若异名端在对应端，可得到Y,y6、Y,y10和Y,y2连接组别。



(a) Y,y联结



(b) 相位图

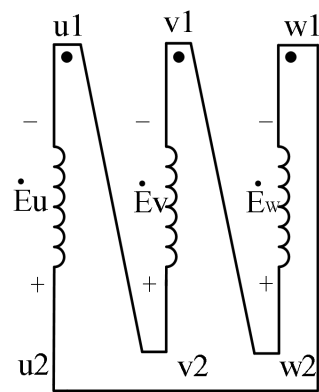
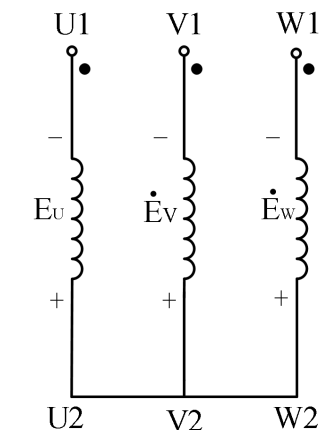


## 三、三相变压器的连接组别

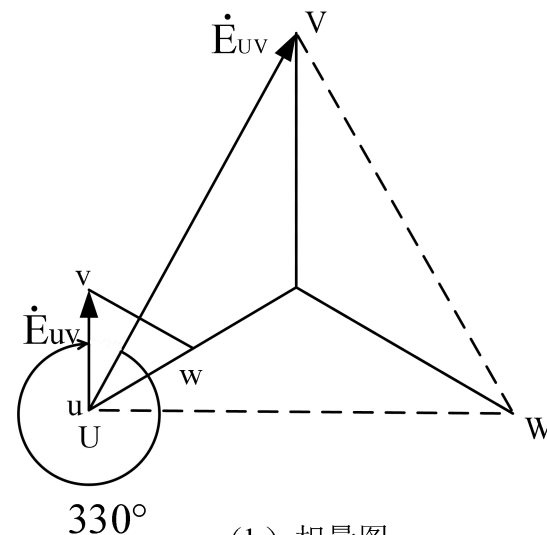
## 2、Y, d连接-11

➤ 同名端在对应端，对应的相电动势同相位，线电动势 $\dot{E}_{UV}$ 和 $\dot{E}_{uv}$ 相差 $330^\circ$ ，连接组别为Y, d11。

若高压绕组三相标志不变，低压绕组三相标志依次后移，可以得到Y,d3、Y,d7连接组别。



(a) Y, d连接-11



(b) 相量图

同理，若异名端在对应端，可得到Y,d5、Y,d9和Y,d1连接组别。

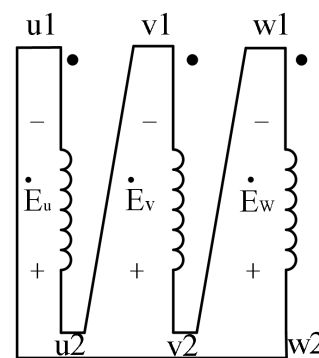
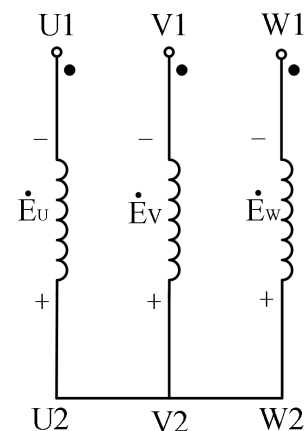


## 三、三相变压器的连接组别

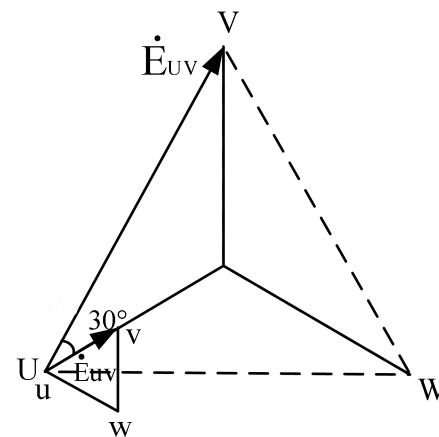
## 3、Y, d1

➤ 同名端在对应端，对应的相电动势同相位，线电动势  $\dot{E}_{UV}$  和  $\dot{E}_{uv}$  相差  $300^\circ$ ，连接组别为Y, d1。

若高压绕组三相标志不变，低压绕组三相标志依次后移，可以得到Y,d5、Y,d9连接组别。



(a) Y, d连接-1



(b) 相量图

同理，若异名端在对应端，可得到Y,d7、Y,d11和Y,d3连接组别。



### 三、三相变压器的连接组别

- 总之，对于Y, y (或D, d) 连接，可以得到0、2、4、6、8、10等六个偶数组别；  
而Y, d (或D, y) 连接，可以得到1、3、5、7、9、11等六个奇数组别。

为了便于制造和并联运行，国家标准规定，Y, yn0、Y, d11、YN, d11、YN, y0和Y, y0连接组为三相双绕组电力变压器的标准连接组别。

#### 01 Y,yn0

二次绕组可以引出中线，成为三相四线制，用作配电变压器时可兼供动力和照明负载。

#### 02 Y,d11

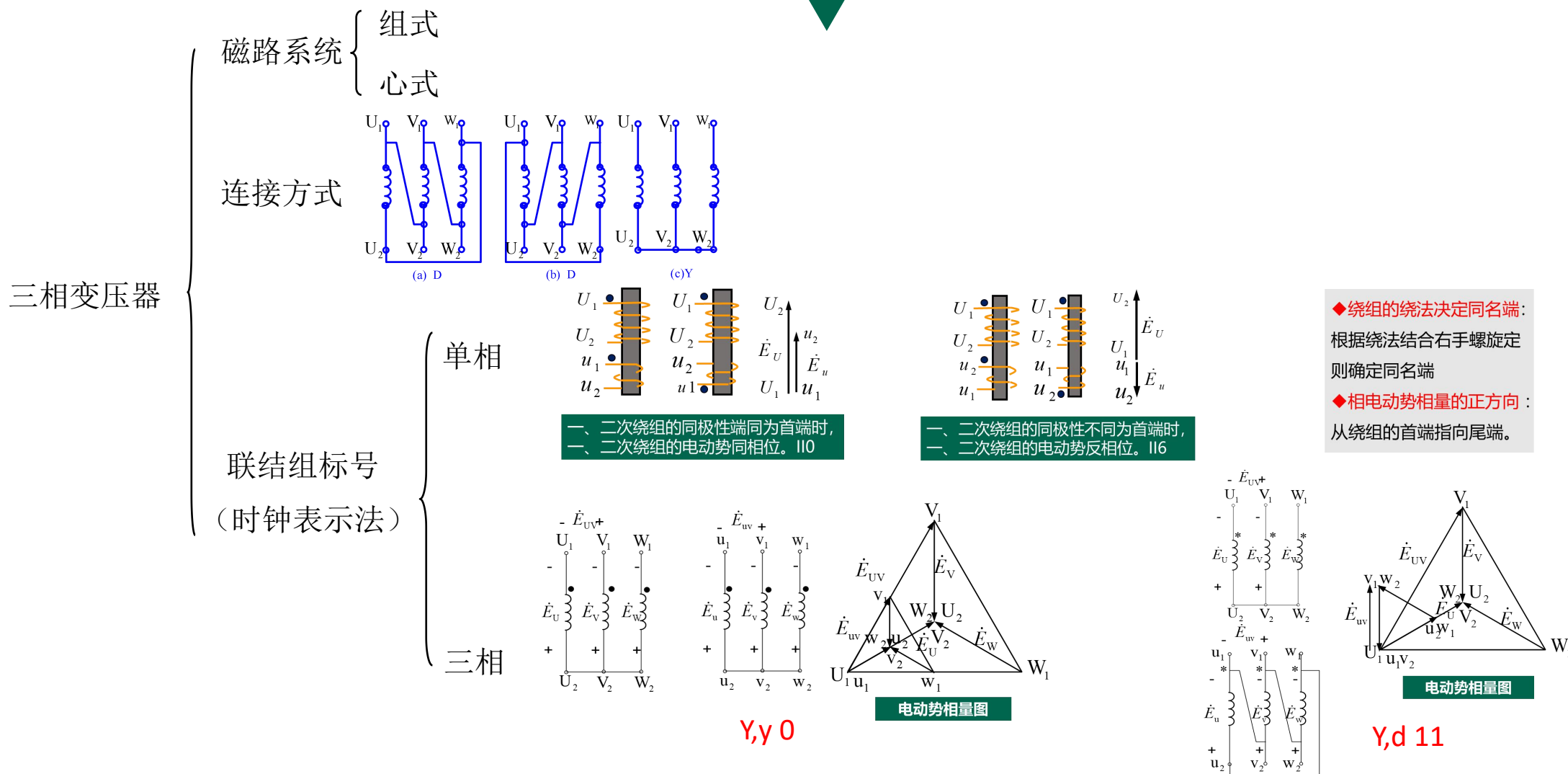
用于低压侧电压超过400V的线路中。

#### 03 YN,d11

主要用于高压输电线路中，使电力系统的高压侧可以接地。



# 小结



规律总结：Y,y0通过换相和换同名端可以得到Y,y4; Y,y8; Y,y6; Y,y10; Y,y2  
Y,d11通过换相和换同名端可以得到Y,d3; Y,d7; Y,d5; Y,d9; Y,d1