



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

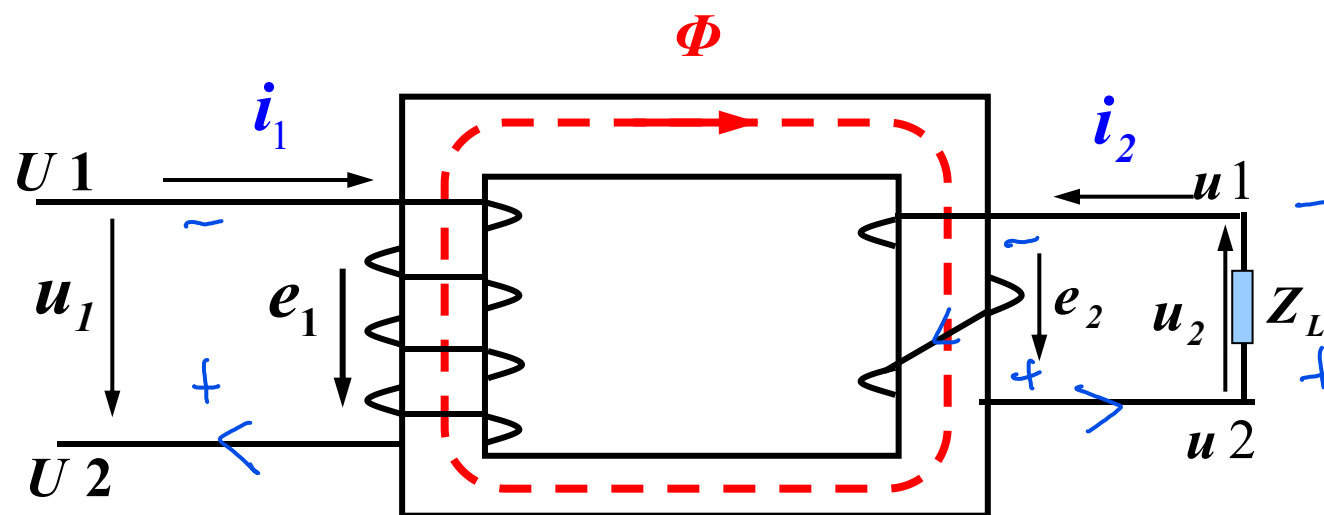
3.7 三相变压器

3.8 变压器的并联特性

3.9 特种变压器

一、基本工作原理

➤ 变压器的主要部件是铁心和套在铁心上的两个绕组。两绕组只有磁耦合没电联系。在一次绕组中加上交变电压，产生交链一、二次绕组的交变磁通，在两绕组中分别感应电动势。



$$e_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$
$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

只要

- (1) 磁通有变化量；
 - (2) 一、二次绕组的匝数不同
- 就能达到改变压的目的。



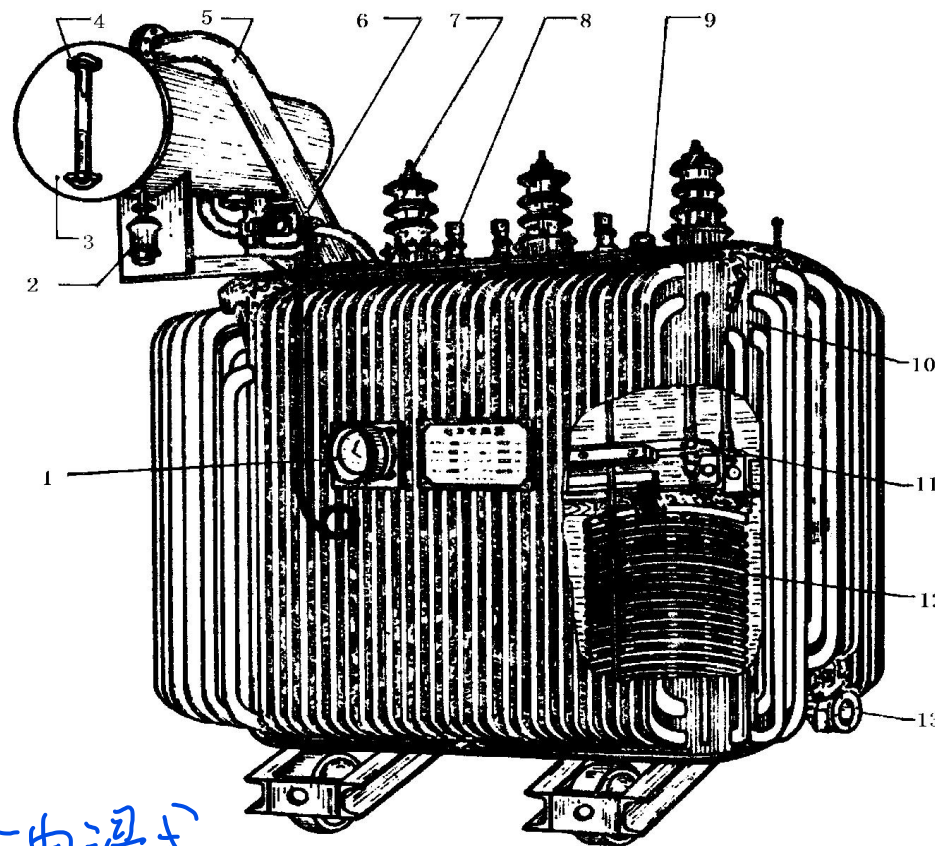
二、分类

- 按**用途**分：电力变压器和特种变压器。
- 按**绕组数目**分：单绕组（自耦）变压器、双绕组变压器、三绕组变压器和多绕组变压器。
- 按**相数**分：单相变压器、三相变压器和多相变压器。
- 按**铁心结构**分：心式变压器和壳式变压器。
- 按**调压方式**分：无励磁调压变压器和有载调压变压器。
- 按**冷却介质和冷却方式**分：干式变压器、油浸式变压器和充气式变压器。



- 以电力变压器为例，其主要部件有：
- (1) 由铁心和绕组装配组成的器身；
 - (2) 放置器身且盛有变压器油的油箱；
 - (3) 监测保护装置、冷却装置、绝缘套管等。

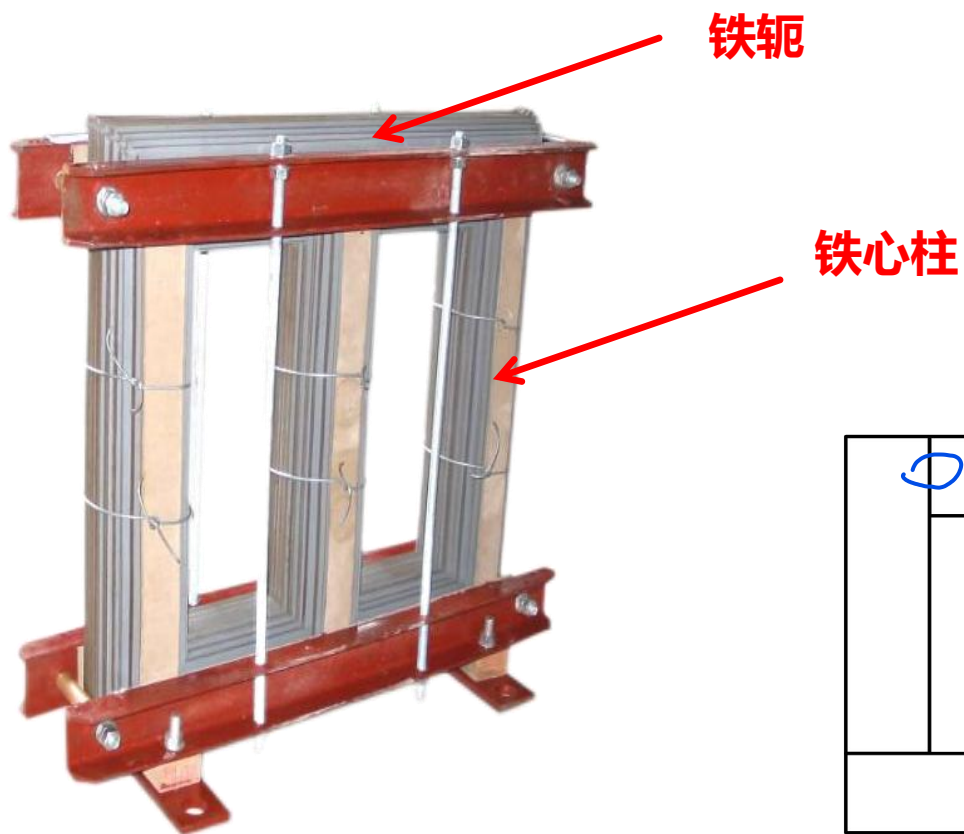
- 1. 温度计；
- 2. 吸湿器；
- 3. 储油柜；
- 4. 油表；
- 5. 安全气道；
- 6. 气体继电器；
- 7. 高压套管；
- 8. 低压套管；
- 9. 分接开关；
- 10. 油箱；
- 11. 铁芯；
- 12. 线圈；
- 13. 放油阀



油浸式
变压器油



一、铁心

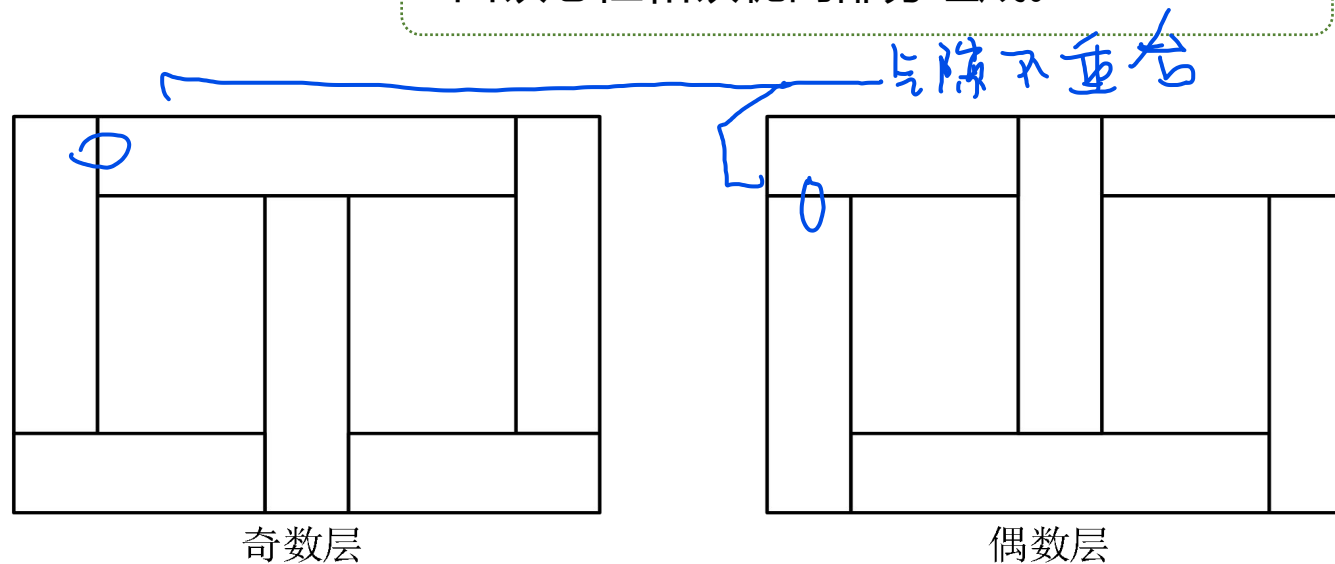


铁心结构图

变压器的磁路和器身的机械骨架。

0.30-0.50mm 涂有绝缘漆的硅钢片叠装。

由铁心柱和铁轭两部分组成。



硅钢片排法

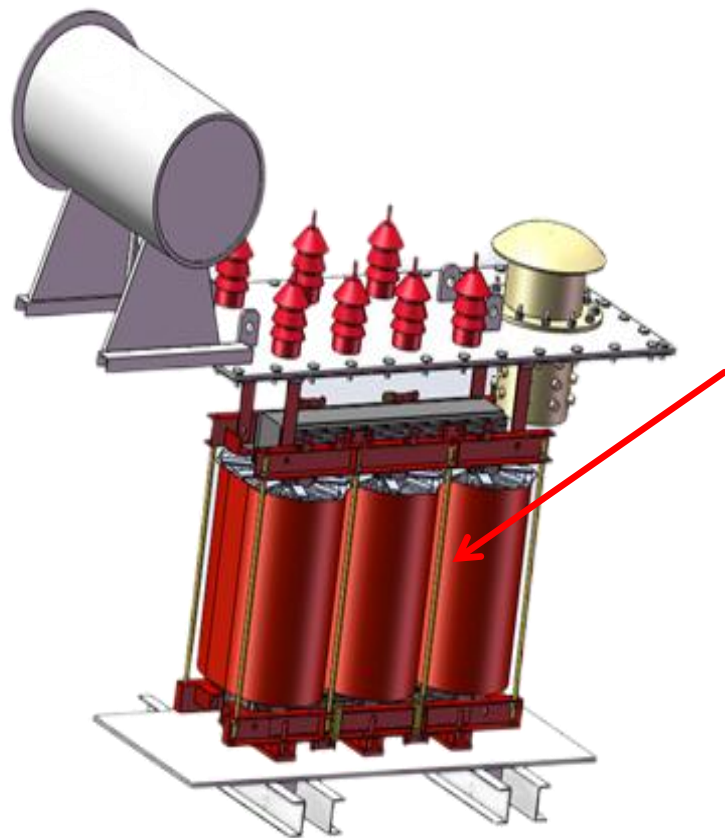


二、绕组

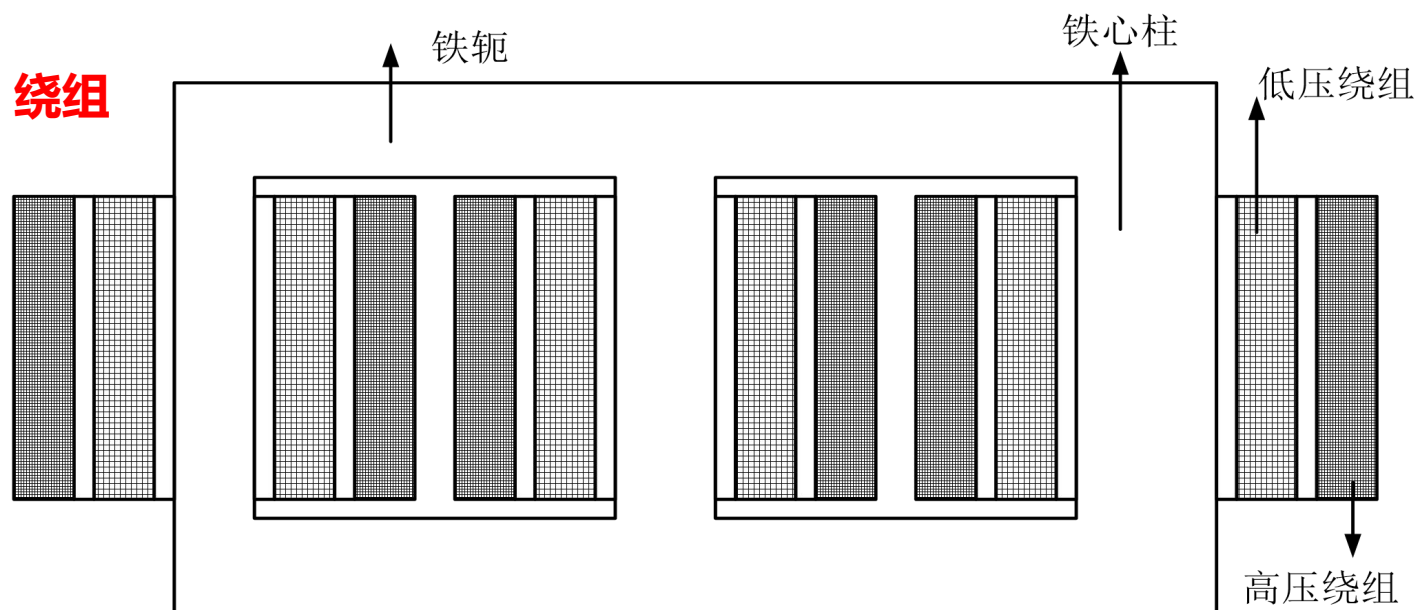
是变压器的电路部分。

用包有绝缘的铜导线绕制而成。

接电源的绕组称为一次绕组；接负载的绕组称为二次绕组。



绕组

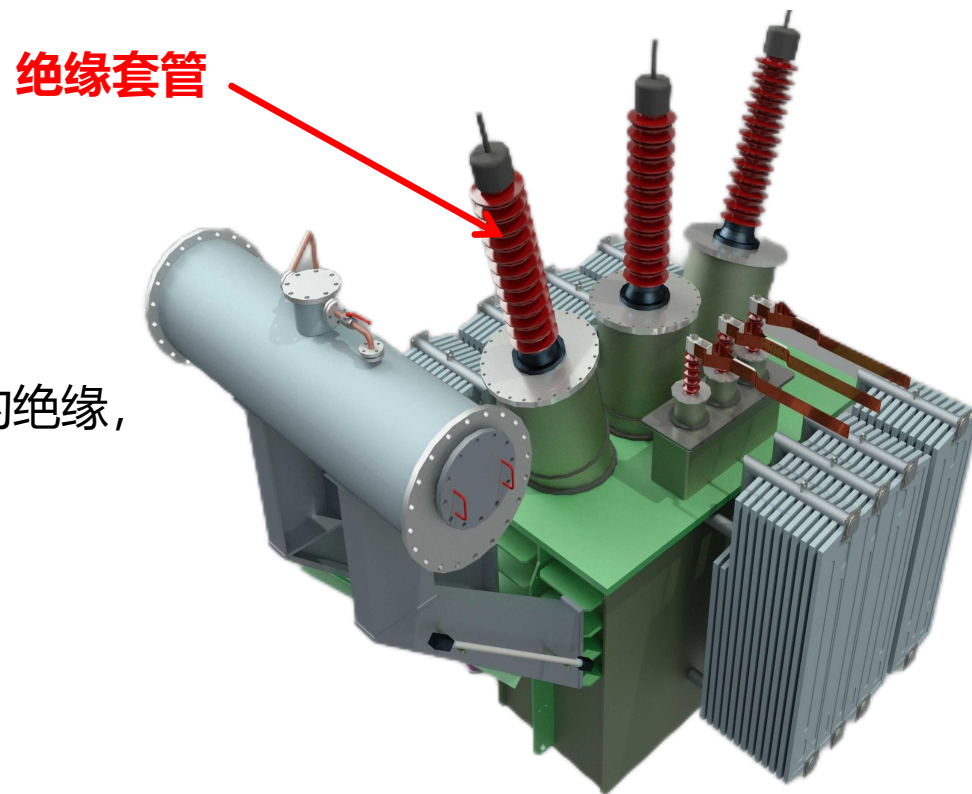


三相三柱心式变压器的铁心与绕组



三、绝缘套管

将线圈的高、低压引线引到箱外，是引线对地的绝缘，担负着固定的作用。



四、油箱

➤ 油浸式变压器的器身浸在变压器油的油箱中。油是冷却介质，又是绝缘介质。油箱侧壁有冷却用的管子（散热器或冷却器）。

此外，还有储油柜、吸湿器、安全气道、净油器和气体继电器。





连接发电机与电网的升压变压器

连接发电机的封闭母线

与电网相连的高压出线端

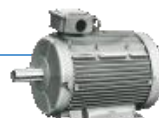




三相干式变压器

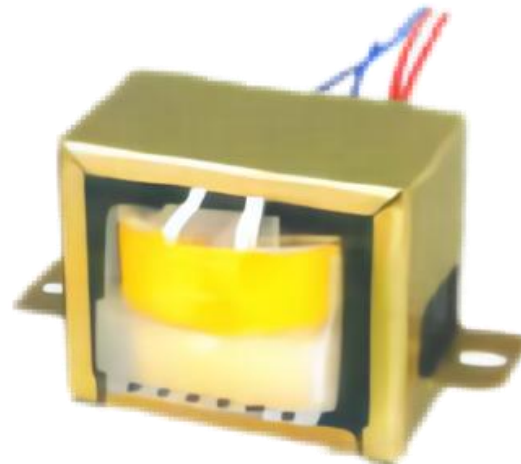


接触调压器

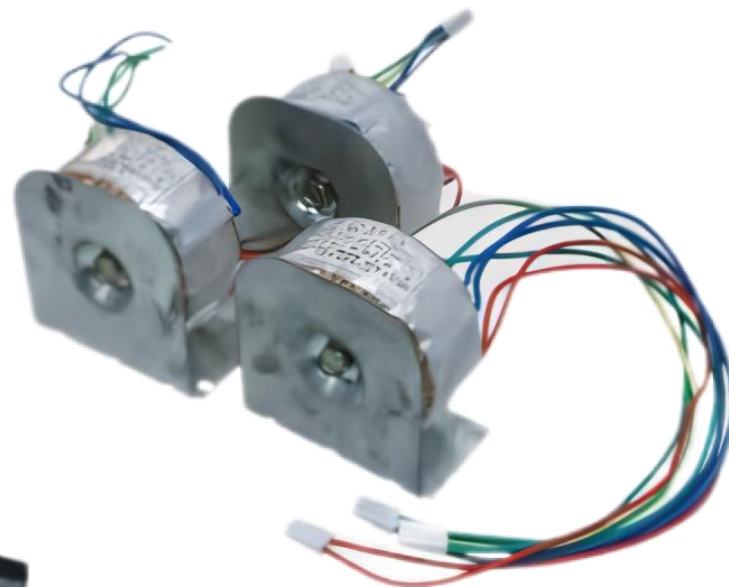




电源变压器



整流变压器



环形变压器

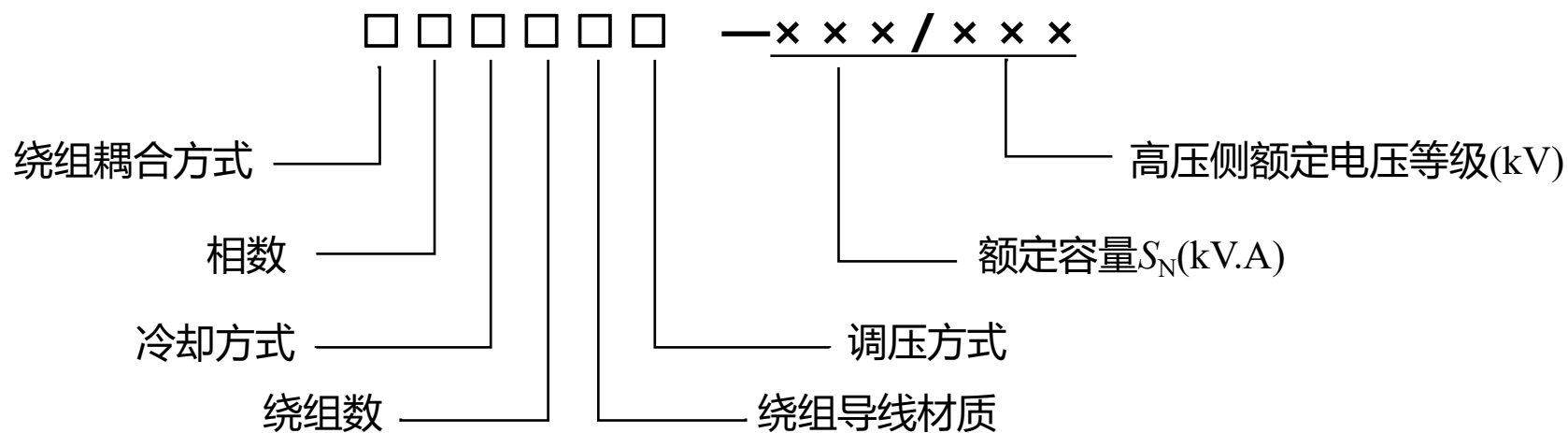


控制变压器



一、型号

型号表示一台变压器的结构、额定容量、电压等级、冷却方式等内容，表示方法为



➤ 如OSFPSZ-250000/220表明自耦三相强迫油循环风冷三绕组铜线有载调压，额定容量250000kVA，高压额定电压220kV电力变压器



二、额定值

额定容量 $S_N (kVA)$

指铭牌规定的额定使用条件下所能输出的**视在功率**。

额定电压 $U_{1N} / U_{2N} (kV)$

指长期运行时所能承受的工作电压。

↳ 基于1次侧, 开路

➤ U_{1N} 是指一次侧所加的额定电压, U_{2N} 是指一次侧加额定电压时二次侧的开路电压。在三相变压器中额定电压为**线电压**。

额定电流 $I_{1N} / I_{2N} (A)$

指在额定容量下, 允许长期通过的额定电流。在三相变压器中指的是**线电流**。

Y型, Δ型接法。Y: $S_{视} = 3 U_p I_p = \frac{3}{\sqrt{3}} U_l I_l = \sqrt{3} U_l I_l // \Delta: S_{视} = 3 U_p I_p = 3 U_l \frac{I_l}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} U_l I_l$

三者关系:

$$\text{单相 } S_N = U_{1N} I_{1N} = U_{2N} I_{2N}$$

$$\text{三相 } S_N = \sqrt{3} U_{1N} I_{1N} = \sqrt{3} U_{2N} I_{2N}$$

此外, 额定值还有**额定频率**、**效率**、**温升**等。



例：一台三相变压器； $S_N=100\text{kV}\cdot\text{A}$, $U_{1N}/U_{2N}=10\text{kV}/0.4\text{kV}$, 试求一、二次绕组的额定电流

解：一次绕组的额定电流：

$$I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 10 \times 10^3} \text{A} = 5.77 \text{A}$$

二次绕组额定电流：

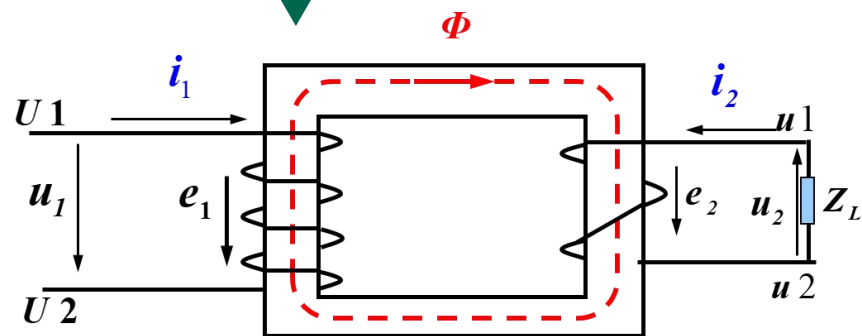
$$I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}} = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 10^3} \text{A} = 144.3 \text{A}$$



小结

变压器原理与结构

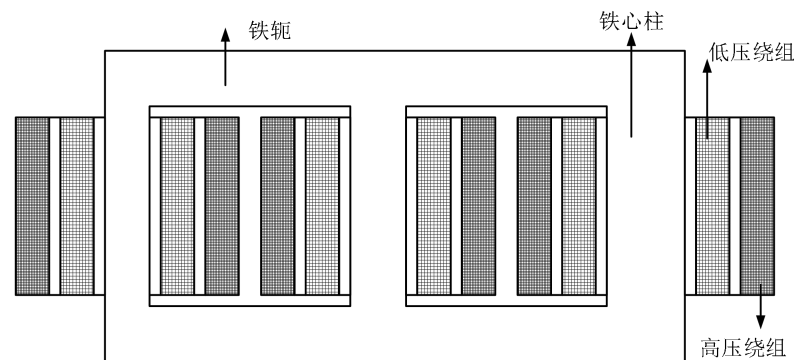
基本工作原理



$$e_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$
$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

基本结构

铁心(磁路)
绕组(电路)
绝缘套管
油箱等



额定值

额定容量 (kVA)，视在功率
额定电压 (kV)，线电压
额定电流 (A)，线电流

$$\text{单相 } S_N = U_{1N} I_{1N} = U_{2N} I_{2N}$$

$$\text{三相 } S_N = \sqrt{3} U_{1N} I_{1N} = \sqrt{3} U_{2N} I_{2N}$$