

## 变压器的基本知识

变压器几乎在所有的电子产品中都要用到，它原理简单但根据不同的使用场合（不同的用途）变压器的绕制工艺会有所不同的要求。变压器的功能主要有：电压变换；阻抗变换；隔离；稳压（磁饱和变压器）等，变压器常用的铁心形状一般有 E 型和 C 型铁心。

### 一、变压器的基本原理

图 1 是变压器的原理简图，当一个正弦交流电压  $U_1$  加在初级线圈两端时，导线中就有交变电流  $I_1$  并产生交变磁通  $\phi_1$ ，它沿着铁心穿过初级线圈和次级线圈形成闭合的磁路。在次级线圈中感应出互感电势  $U_2$ ，同时  $\phi_1$  也会在初级线圈上感应出一个自感电势  $E_1$ ， $E_1$  的方向与所加电压  $U_1$  方向相反而幅度相近，从而限制了  $I_1$  的大小。为了保持磁通  $\phi_1$  的存在就需要有一定的电能消耗，并且变压器本身也有一定的损耗，尽管此时次级没接负载，初级线圈中仍有一定的电流，这个电流我们称为“空载电流”。

如果次级接上负载，次级线圈就产生电流  $I_2$ ，并因此而产生磁通  $\phi_2$ ， $\phi_2$  的方向与  $\phi_1$  相反，起了互相抵消的作用，使铁心中总的磁通量有所减少，从而使初级自感电压  $E_1$  减少，其结果使  $I_1$  增大，可见初级电流与次级负载有密切关系。当次级负载电流加大时  $I_1$  增加， $\phi_1$  也增加，并且  $\phi_1$  增加部分正好补充了被  $\phi_2$  所抵消的那部分磁通，以保持铁心里总磁通量不变。如果不考虑变压器的损耗，可以认为一个理想的变压器次级负载消耗的功率也就是初级从电源取得的电功率。变压器能根据需要通过改变次级线圈的圈数而改变次级电压，但是不能改变允许负载消耗的功率。

### 二、变压器的损耗

当变压器的初级绕组通电后，线圈所产生的磁通在铁心流动，因为铁心本身也是导体，在垂直于磁力线的平面上就会感应电势，这个电势在铁心的断面上形成闭合回路并产生电流，好象一个旋涡所以称为“涡流”。这个“涡流”使变压器的损耗增加，并且使变压器的铁心发热变压器的温升增加。由“涡流”所产生的损耗我们称为“铁损”。另外要绕制变压器需要用大量的铜线，这些铜导线存在着电阻，电流流过时这电阻会消耗一定的功率，这部分损耗往往变成热量而消耗，我们称这种损耗为“铜损”。所以变压器的温升主要由铁损和铜损产生的。

由于变压器存在着铁损与铜损，所以它的输出功率永远小于输入功率，为此我们引入了一个效率的参数来对此进行描述， $\eta = \text{输出功率} / \text{输入功率}$ 。

### 三、变压器的材料

要绕制一个变压器我们必须对与变压器有关的材料要有一定的认识，为此这里我就介绍一下这方面的知识。

#### 1、铁心材料：

变压器使用的铁心材料主要有铁片、低硅片，高硅片，的钢片中加入硅能降低钢片的导电性，增加电阻率，它可减少涡流，使其损耗减少。我们通常称为加了硅的钢片为硅钢片，变压器的质量所用的硅钢片的质量有很大的关系，硅钢片的质量通常用磁通密度  $B$  来表示，一般黑铁片的  $B$  值为 6000-8000、低硅片为 9000-11000，高硅片为 12000-16000，

#### 2、绕制变压器通常用的材料有

漆包线，沙包线，丝包线，最常用的漆包线。对于导线的要求，是导电性能好，绝缘漆层有足够耐热性能，并且要有一定的耐腐蚀能力。一般情况下最好用 Q2 型号的高强度的聚脂漆包线。

#### 3、绝缘材料

在绕制变压器中，线圈框架层间的隔离、绕阻间的隔离，均要使用绝缘材料，一般的变压器框架材料可用酚醛纸板制作，层间可用聚脂薄膜或电话纸作隔离，绕阻间可用黄腊布作隔离。

#### 4、浸渍材料：

变压器绕制好后，还要过最后一道工序，就是浸渍绝缘漆，它能增强变压器的机械强度、提高绝缘性能、延长使用寿命，一般情况下，可采用甲酚清漆作为浸渍材料。

## 电工学名词解释

要学好电工技术必须要对在电工学上的一些物理量的概念有所理解，为此本人将一些常用的电工学名词汇总并作注解：

1、电阻率---又叫电阻系数或叫比电阻。是衡量物质导电性能好坏的一个物理量，以字母  $\rho$  表示，单位为欧姆\*毫米平方/米。在数值上等于用那种物质做的长 1 米截面积为 1 平方毫米的导线，在温度 20C 时的电阻值，电阻率越大，导电性能越低。则物质的电阻率随温度而变化的物理量，其数值等于温度每升高 1C 时，电阻率的增加与原来的电阻率的比值，通常以字母  $\alpha$  表示，单位为 1/C。

2、电阻的温度系数---表示物质的电阻率随温度而变化的物理量，其数值等于温度每升高 1C 时，电阻率的增加量与原来的电阻率的比值，通常以字母  $\alpha$  表示，单位为 1/C。

3、电导----物体传导电流的本领叫做电导。在直流电路里，电导的数值就是电阻值的倒数，以字母  $g$  表示，单位为欧姆。

4、电导率----又叫电导系数，也是衡量物质导电性能好坏的一个物理量。大小在数值上是电阻率的倒数，以字母  $\gamma$  表示，单位为米/欧姆\*毫米平方。

5、电动势----电路中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差，叫做电动势或者简称电势。用字母  $E$  表示，单位为伏特。

6、自感----当闭合回路中的电流发生变化时，则由这电流所产生的穿过回路本身磁通也发生变化，因此在回路中也将感应电动势，这现象称为自感现象，这种感应电动势叫自感电动势。

- 7、互感----如果有两只线圈互相靠近，则其中第一只线圈中电流所产生的磁通有一部分与第二只线圈相环链。当第一线圈中电流发生变化时，则其与第二只线圈环链的磁通也发生变化，在第二只线圈中产生感应电动势。这种现象叫做互感现象。
- 8、电感----自感与互感的统称。
- 9、感抗----交流电流过具有电感的电路时，电感有阻碍交流电流过的作用，这种作用叫做感抗，以  $L_x$  表示， $L_x=2\pi fL$ 。
- 10、容抗----交流电流过具有电容的电路时，电容有阻碍交流电流过的作用，这种作用叫做容抗，以  $C_x$  表示， $C_x=1/12\pi fC$ 。
- 11、脉动电流----大小随时间变化而方向不变的电流，叫做脉动电流。
- 12、振幅----交变电流在一个周期内出现的最大值叫振幅。
- 13、平均值----交变电流的平均值是指在某段时间内流过电路的总电荷与该段时间的比值。正弦量的平均值通常指正半周内的平均值，它与振幅值的关系：平均值=0.637\*振幅值。
- 14、有效值----在两个相同的电阻器件中，分别通过直流电和交流电，如果经过同一时间，它们发出的热量相等，那么就把它直流电的大小作为此交流电的有效值。正弦电流的有效值等于其最大值的 0.707 倍。
- 15、有功功率----又叫平均功率。交流电的瞬时功率不是一个恒定值，功率在一个周期内的平均值叫做有功功率，它是指在电路中电阻部分所消耗的功率，以字母  $P$  表示，单位瓦特。
- 16、视在功率----在具有电阻和电抗的电路内，电压与电流的乘积叫做视在功率，用字母  $P_s$  来表示，单位为瓦特。
- 17、无功功率----在具有电感和电容的电路里，这些储能元件在半周期的时间里把电源能量变成磁场（或电场）的能量存起来，在另半周期的时间里对已存的磁场（或电场）能量送还给电源。它们只是与电源进行能量交换，并没有真正消耗能量。我们把与电源交换能量的速率的振幅值叫做无功功率。用字母  $Q$  表示，单位为乏。
- 18、功率因数----在直流电路里，电压乘电流就是有功功率。但在交流电路里，电压乘电流是视在功率，而能起到做功的一部分功率（即有功功率）将小于视在功率。有功功率与视在功率之比叫做功率因数，以  $\cos\phi$  表示。
- 19、相电压----三相输电线（火线）与中性线间的电压叫相电压。
- 20、线电压----三相输电线各线（火线）间的电压叫线电压，线电压的大小为相电压的 1.73 倍。
- 21、相量----在电工学中，用以表示正弦量大小和相位的矢量叫相量，也叫做向量。
- 22、磁通----磁感应强度与垂直于磁场方向的面积的乘积叫做磁通，以字母  $\phi$  表示，单位为麦克斯韦。
- 23、磁通密度----单位面积上所通过的磁通大小叫磁通密度，以字母  $B$  表示，磁通密度和磁场感应强度在数值上是相等的。
- 24、磁阻----与电阻的含义相仿，磁阻是表示磁路对磁通所起的阻碍作用，以符号  $R_m$  表示，单位为  $1/\text{亨}$ 。
- 25、导磁率----又称导磁系数，是衡量物质的导磁性能的一个系数，以字母  $\mu$  表示，单位是亨/米。
- 26、磁滞----铁磁体在反复磁化的过程中，它的磁感应强度的变化总是滞后于它的磁场强度，这种现象叫磁滞。
- 27、磁滞回线----在磁场中，铁磁体的磁感应强度与磁场强度的关系可用曲线来表示，当磁化磁场作周期的变化时，铁磁体中的磁感应强度与磁场强度的关系是一条闭合线，这条闭合线叫做磁滞回线如图 1。
- 28、基本磁化曲线----铁磁体的磁滞回线的形状是与磁感应强度（或磁场强度）的最大值有关，在画磁滞回线时，如果对磁感应强度（或磁场强度）最大值取不同的数值，就得到一系列的磁滞回线，连接这些回线顶点的曲线叫基本磁化曲线。
- 29、磁滞损耗----放在交变磁场中的铁磁体，因磁滞现象而产生一些功率损耗，从而使铁磁体发热，这种损耗叫磁滞损耗。
- 30、击穿----绝缘物质在电场的作用下发生剧烈放电或导电的现象叫击穿。
- 31、介电常数----又叫介质常数，介电系数或电容率，它是表示绝缘能力特性的一个系数，以字母  $\epsilon$  表示，单位为法/米。
- 32、电磁感应----当环链着某一导体的磁通发生变化时，导体内就出现电动势，这种现象叫电磁感应。
- 33、趋肤效应----又叫集肤效应，当高频电流通过导体时，电流将集中在导体表面流通，这种现象叫趋肤效应。