

## 易错点 12 混淆交变电流“四值”及变压器的计算存在误区

### 目 录

#### 01 易错陷阱

易错点一：交变电流产生的条件

易错点二：交变电流的“四值”

易错点三：不会求非正弦变化交变电流的有效值

易错点四：不理解变压器的原理或乱套变压器的公式

易错点五：分析变压器的动态分析因果关系不明确

#### 02 易错知识点

知识点一、几种典型的电流及其有效值

知识点二、交变电流的瞬时值、峰值、有效值和平均值的比较

知识点三、变压器动态分析中的决定关系

知识点四、两种特殊的变压器模型

知识点五、远距离输电问题的分析方法

#### 03 举一反三——易错题型

题型一：交变电流“四值”

题型二：变压器——多个副线圈

题型三：变压器——原线圈含电阻

题型四：变压器 远距离输电的动态分析

#### 04 易错题通关

### 01 易错陷阱

#### 易错点一：交变电流产生的条件

1. 矩形线圈在匀强磁场中匀速转动时，**不一定**会产生正弦式交变电流
2. 线圈在磁场中转动的过程中穿过线圈的磁通量最大时，产生的感应电动势不是最大而是最小。
3. 线圈经过中性面时，感应电动势为零，感应电流方向发生改变
4. 当线圈从中性面开始计时，产生的电动势按正弦规律变化，即  $e = E_m \sin \omega t$ 。

## 易错点二：交变电流的“四值”

1. 交流电压表和电流表测量的是交流电的有效值不是峰值.
2. 不可以用平均值计算交变电流产生的热量，计算热量应该用有效值
3. 求通过导体横截面的电荷量  $q=It$ , 其中的  $I$  指的不是有效值而是 **平均值**.
4. 有效值等于峰值的  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，这一关系不适用于所有交变电流，只适用于正弦式（余弦式）交变电流。
5. 交变电流的有效值就不是一个周期内的平均值.

## 易错点三：不会求非正弦变化交变电流的有效值

### 1. 公式法

利用  $E = \frac{E^m}{\sqrt{2}}$ 、 $U = \frac{U^m}{\sqrt{2}}$ 、 $I = \frac{I^m}{\sqrt{2}}$  计算，只适用于正(余)弦式交变电流。

### 2. 有效值的定义计算法(非正弦式电流)

计算时要抓住“三同”：“相同时间”内“相同电阻”上产生“相同热量”，列式求解，注意时间至少取一个周期或为周期的整数倍。

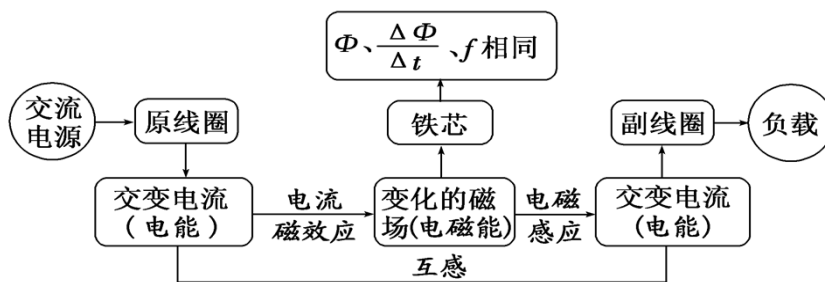
### 3. 能量关系法

当有电能和其他形式的能转化时，可利用能的转化和守恒定律来求有效值。

## 易错点四：不理解理解变压器的原理或乱套变压器的公式

### 1. 理想变压器的原理

理想变压器的原理是电磁感应里的理解互感现象，是因原线圈的磁通量变化穿过副线圈，副线圈又反过来影响原线圈，且穿过原副线圈磁通量和磁通量变化时刻都是相同的。可表示为：



### 2. 理想变压器基本规律

功率关系	原线圈的输入功率等于副线圈的输出功率，即 $P_{\lambda} = P_{\text{出}}$
电压关系	原、副线圈的电压比等于匝数比，即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，与副线圈的个数无关
电流关系	① 只有一个副线圈时： $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ② 有多个副线圈时：由 $P_{\lambda} = P_{\text{出}}$ 得 $U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots + U_n I_n$ 或 $I_1 n_1$

	$= I_2 n_2 + I_3 n_3 + \dots + I_n n_n$
频率关系	$f_1 = f_2$ , 变压器不改变交流电的频率

### 易错点五：分析变压器的动态分析因果关系不明确

1. 常见的理想变压器的动态分析一般分匝数比不变和负载电阻不变两种情况

原、副线圈的匝数比不变，分析各物理量随负载电阻的变化而变化的情况，进行动态分析的顺序是  $R \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。负载电阻不变，分析各物理量随原、副线圈的匝数比的变化而变化的情况，进行动态分析的顺序是  $n_1、n_2 \rightarrow U_2 \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。

2. 变压器与电路动态分析相结合问题的分析方法

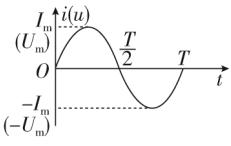
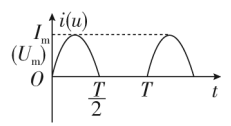
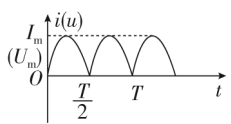
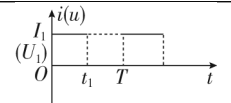
(1) 分清不变量和变量。

(2) 弄清理想变压器中电压、电流、功率之间的联系和相互制约关系。

(3) 利用闭合电路欧姆定律、串并联电路特点进行分析判定。

## 02 易错知识点

### 知识点一、几种典型的电流及其有效值

名称	电流(电压)图像	有效值
正弦式交变电流		$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
正弦半波电流		$I = \frac{I_m}{2}$ $U = \frac{U_m}{2}$
正弦单向脉动电流		$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
矩形脉动电流		$I = \sqrt{\frac{t_1}{T}} I_1$

		$U = \frac{t_1}{\sqrt{T}} U_1$
非对称性交变电流		$I = \sqrt{\frac{1}{2} (I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2)}$ $U = \sqrt{\frac{1}{2} (U_1^2 t_1 + U_2^2 t_2)}$

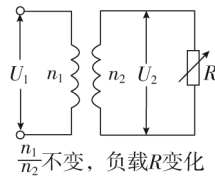
## 知识点二、交变电流的瞬时值、峰值、有效值和平均值的比较

物理量	物理含义	重要关系	适用情况及说明
瞬时值	交变电流某一时刻的值	$e = E_m \sin \omega t$ $u = U_m \sin \omega t$ $i = I_m \sin \omega t$ (适用于正弦式交变电流)	计算线圈某时刻的受力情况
峰值	最大的瞬时值	$E_m = NBS\omega$ (适用于正弦式交变电流) $U_m = \frac{RE_m}{R+r}$ $I_m = \frac{E_m}{R+r}$	讨论电容器的击穿电压
有效值	跟交变电流的热效应等效的恒定电流的值	$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (适用于正弦式交变电流)	(1) 计算与电流的热效应有关的量(如电功、电功率、电热等) (2) 电器设备“铭牌”上所标的额定电流、额定电压一般是指有效值 (3) 保险丝的熔断电流为有效值 (4) 交流电压表和电流表的读数为有效值 (5) 没有特别说明, 通常默认为有效值。
平均值		$\bar{E} = B \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	计算通过电路导体截面的电荷量

	交变电流图像中图线与时间轴所围的面积与时间的比值	$\bar{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\bar{U} = \frac{R\bar{E}}{R+r}$ $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$	
--	--------------------------	--	--

### 知识点三、变压器动态分析中的决定关系

1、匝数比不变的情况(如图所示)

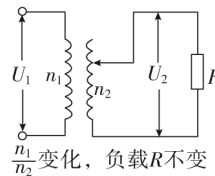


(1)  $U_1$  不变, 根据  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ , 输入电压  $U_1$  决定输出电压  $U_2$ , 可以得出不论负载电阻  $R$  如何变化,  $U_2$  不变。

(2) 当负载电阻发生变化时,  $I_2$  变化, 根据输出电压  $U_2$  决定输入电流  $I_1$ , 可以判断  $I_1$  的变化。

(3)  $I_2$  变化引起  $P_2$  变化, 根据  $P_1 = P_2$ , 可以判断  $P_1$  的变化。

2、负载电阻不变的情况(如图所示)



(1)  $U_1$  不变,  $\frac{n_1}{n_2}$  发生变化,  $U_2$  变化。

(2)  $R$  不变,  $U_2$  变化,  $I_2$  发生变化。

(3) 根据  $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$  和  $P_1 = P_2$ , 可以判断  $P_2$  变化时,  $P_1$  发生变化,  $U_1$  不变时,  $I_1$  发生变化。

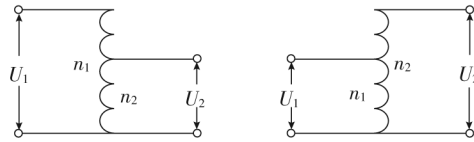
3、分析动态问题的步骤

$$U_1 \xrightarrow[\text{决定}]{\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}} U_2 \xrightarrow[\text{决定}]{I_2 = \frac{U_2}{R_{\text{负载}}}} I_2 \xrightarrow[\text{决定}]{P_2 = I_2 U_2} P_2 \xrightarrow[\text{决定}]{P_1 = P_2} P_1 \xrightarrow[\text{决定}]{P_1 = I_1 U_1} I_1。$$

## 知识点四、两种特殊的变压器模型

### (1) 自耦变压器

自耦变压器(又称调压器),它只有一个线圈,其中的一部分作为另一个线圈,当交流电源接不同的端点时,它可以升压也可以降压,变压器的基本关系对自耦变压器均适用,如下图所示。



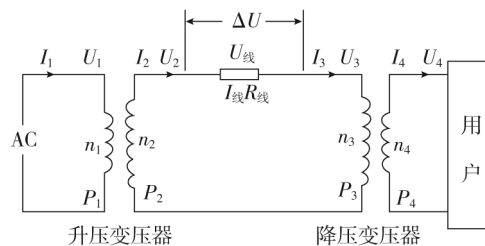
### (2) 互感器

分为电压互感器和电流互感器,两者比较如下:

	电压互感器	电流互感器
原理图		
原线圈的连接	并联在高压电路中	串联在交流电路中
副线圈的连接	连接交流电压表	连接交流电流表
互感器的作用	将高电压变为低电压	将大电流变为小电流
利用的公式	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$	$I_1 n_1 = I_2 n_2$

## 知识点五、远距离输电问题的分析方法

对高压输电问题,应按“发电机→升压变压器→远距离输电线→降压变压器→用电器”这样的顺序,或从“用电器”倒推到“发电机”一步一步进行分析。远距离高压输电的几个基本关系(以下图为例)



(1)功率关系:  $P_1 = P_2$ ,  $P_3 = P_4$ ,  $P_2 = P_{\text{损}} + P_3$ 。

(2)电压、电流关系:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ ,  $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{I_4}{I_3}$ ,  $U_2 = \Delta U + U_3$ ,  $I_2 = I_3 = I_{\text{线}}$ 。

(3)输电电流:  $I_{\text{线}} = \frac{P_2}{U_2} = \frac{P_3}{U_3} = \frac{U_2 - U_3}{R_{\text{线}}}$ 。

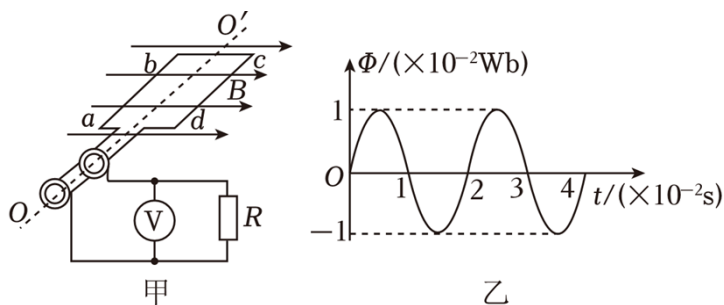
(4)输电线上损耗的电功率  $P_{\text{损}} = I_{\text{线}} \Delta U = I_{\text{线}}^2 R_{\text{线}} = \left( \frac{P_2}{U_2} \right)^2 R_{\text{线}}$ 。

当输送的电功率一定时, 输电电压增大到原来的  $n$  倍, 输电线上损耗的功率就减小到原来的  $\frac{1}{n^2}$ 。

### 03 举一反三 易错题型

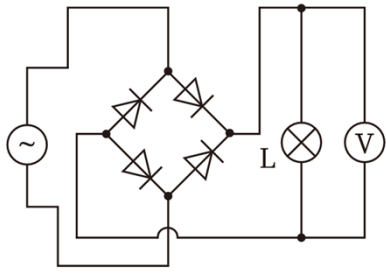
#### 题型一：交变电流“四值”

**【例 1】** (2023·孝昌县校级三模) 如图甲为交流发电机的原理图, 矩形线圈  $abcd$  匝数  $N=10$  匝、电阻  $r=2\Omega$ , 矩形线圈在匀强磁场中, 绕垂直于磁场方向的固定轴  $OO'$  匀速转动。线圈的两端经集流环和电刷与  $R=8\Omega$  的电阻连接, 电压表为理想交流电表。图乙是穿过矩形线圈  $abcd$  的磁通量  $\Phi$  随时间  $t$  变化的图像。下列说法正确的是 ( )

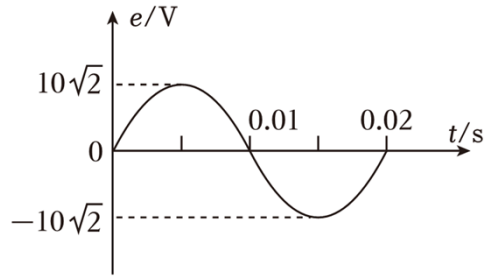


- A. 1s 内线圈  $abcd$  中电流方向改变 50 次
- B. 0.02s 时电压表的示数为 31.4V
- C. R 两端的电压  $u$  随时间  $t$  变化的规律是  $u=31.4\sin 100\pi t$  (V)
- D. 1s 内电阻 R 产生的热量约为 39.4J

**【变式 1-1】** (2024·江汉区模拟) 图甲为某种桥式整流器的电路图, 它是利用二极管单向导通性进行整流的常用电路。已知交流电源的输出电压如图乙所示, 灯泡 L 的额定电压为 10V, 假设四个二极管正向电阻为 0, 反向电阻无穷大, 电压表 V 为理想电压表, 下列说法正确的是 ( )



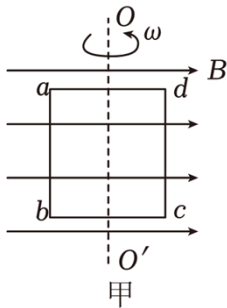
图甲



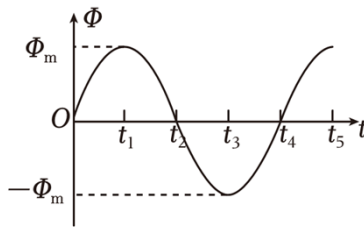
图乙

- A.  $t=0.01\text{s}$  时, 电压表示数为 0
- B. 电压表的示数始终为 5V
- C. 每个周期内通过灯泡的电流方向变化两次
- D. 每个周期内通过灯泡的电流方向始终不变

**【变式 1-2】** (2024·皇姑区校级模拟) 一单匝闭合矩形线圈  $abcd$  以角速度  $\omega$  绕垂直于磁感线的固定轴  $OO'$  匀速转动, 线圈平面位于如图甲所示的匀强磁场中, 线圈电阻为  $R$ 。通过线圈的磁通量  $\Phi$  随时间  $t$  的变化规律如图乙所示。下列说法不正确的是 ( )



甲



乙

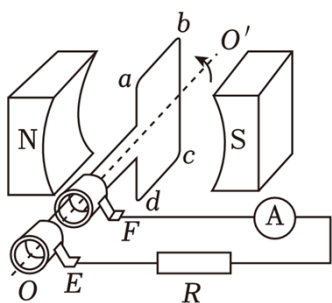
- A.  $t_1$ 、 $t_3$  时刻线圈中感应电流方向改变, 线圈平面与磁场方向垂直
- B.  $t_2$ 、 $t_4$  时刻通过线圈平面的磁通量变化率最大, 线圈中感应电动势最大
- C. 从  $t_1$  到  $t_3$  的过程, 通过线圈某一截面的电荷量为  $\frac{\Phi_m}{R}$
- D. 线框转动一周产生的焦耳热为  $\frac{\pi\Phi_m^2\omega}{R}$

**【变式 1-3】** (2024·江汉区模拟) 如图所示为一交流发电机的原理示意图, 装置中两磁极之间产生的磁场可近似为匀强磁场, 发电机的矩形线圈  $abcd$  在磁场中可绕过  $bc$  边和  $ad$  边中点且垂直于磁场方向的水平轴  $OO'$  匀速转动。为了便于观察, 图中发电机的线圈只画了其中的 1 匝, 用以说明线圈两端的连接情况。线圈在转动过程中可以通过滑环和电刷保持其两端与外电路的定值电阻  $R$  连接。已知矩形线圈  $ab$  边和  $cd$  边的长度  $L_1=20\text{cm}$ ,  $bc$  边和  $ad$  边的长度  $L_2=30\text{cm}$ , 匝数  $N=100$  匝, 线圈转动的角速度  $\omega=400\text{rad/s}$ , 匀强磁场的磁感应强度  $B=0.1\text{T}$ 。线圈的总电阻  $r=1\Omega$ , 外电路的定值电阻  $R=9\Omega$



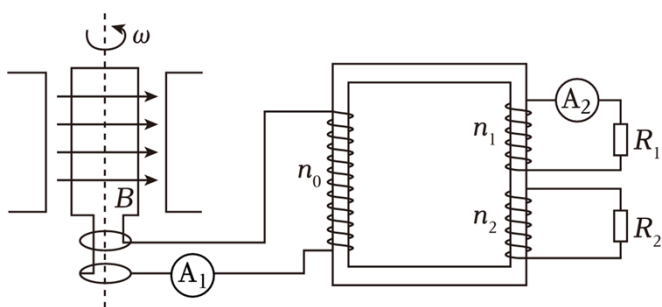
，其余电阻不计。电流表和电压表均为理想电表，图示位置线圈平面和磁场方向垂直。求：

- (1) 线圈从图示位置开始转过  $30^\circ$  时的瞬时感应电动势  $e$ ；
- (2) 电流表的示数  $I$ ；
- (3) 线圈从图示位置转过  $180^\circ$  的过程中流过电阻  $R$  的电荷量  $q$ 。



## 题型二：变压器——多个副线圈

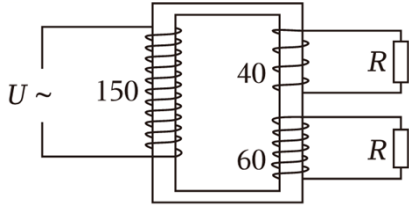
**【例 2】**（多选）（2024·长沙模拟）如图，发电机的矩形线圈放置在匀强磁场中匀速转动，理想变压器的原、副线圈匝数分别为  $n_0$ 、 $n_1$  和  $n_2$ ，两个副线圈分别接有电阻  $R_1$  和  $R_2$ ，理想电流表  $A_1$  与发电机线圈相连（发电机线圈电阻不可忽略）。若已知理想电流表  $A_2$  读数为  $I$ ，则下列说法正确的是（ ）



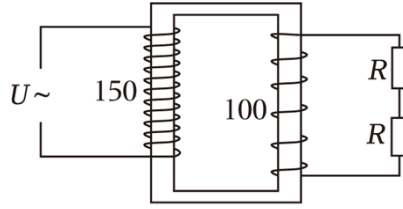
- A. 如图所示的时刻，发电机线圈中感应电流为 0
- B. 流经电阻  $R_2$  的电流为  $\frac{In_2R_1}{n_1R_2}$
- C. 理想电流表  $A_1$  读数为  $\frac{In_1}{n_0} + \frac{IR_1n_2^2}{R_2n_0}$
- D. 若用一阻值更大的电阻  $R_3$  替换  $R_2$ ，则电阻  $R_1$  消耗的功率会变大

**【变式 2-1】**

(多选) (2024·重庆模拟) 如图甲、如图乙所示理想变压器，原线圈的输入电压均为  $U$ ，匝数均为 150，两个电阻的阻值均为  $R$ ，对甲图，两个副线圈的匝数分别为 40、60，对乙图，副线圈的匝数为 100，下列说法正确的是 ( )



图甲



图乙

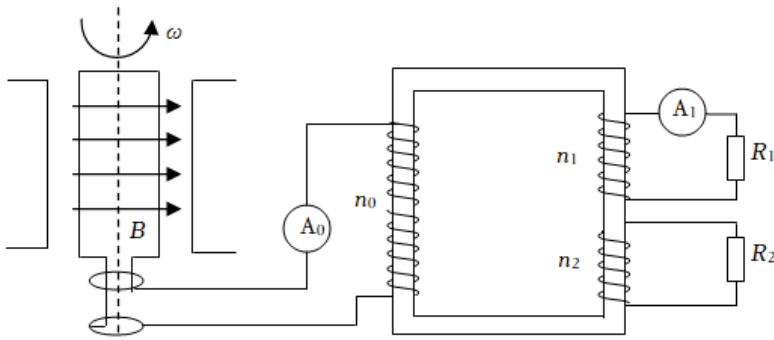
A. 甲、乙两图原线圈的电流之比为 26: 25

B. 甲、乙两图变压器的输入功率之差为  $\frac{U^2}{75R}$

C. 乙图每个电阻的功率为  $\frac{U^2}{3R}$

D. 甲图两个电阻的功率之比为 4: 9

**【变式 2-2】** (多选) 如图所示，发电机的矩形线圈长为  $2L$ 、宽为  $L$ ，匝数为  $N$ ，放置在磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中。理想变压器的原、副线圈匝数分别为  $n_0$ 、 $n_1$  和  $n_2$ ，两个副线圈分别接有电阻  $R_1$  和  $R_2$ 。当线圈绕垂直于磁场的轴，以角速度  $\omega$  匀速转动时，理想电流表  $A_1$  读数为  $I$ 。不计线圈电阻，下列说法正确的是



A. 电流表  $A_0$  的读数为  $\frac{n_1 I}{n_0}$

B. 电阻  $R_2$  两端的电压为  $\frac{n_2 I R_1}{n_1}$

C.  $n_0$  与  $n_1$  的比值为  $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega}{I R_1}$

D. 发电机的功率为  $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega I (n_1 + n_2)}{n_0}$

**【变式 2-3】** (2024·雨花区校级模拟) 如图所示，电路中变压器原线圈匝数为  $n_1 = 1000$ ，两个副线圈匝数分别为  $n_2 = 500$ 、 $n_3 = 200$ ，分别接一个  $R = 55\Omega$  的电阻，在原线圈上接入  $U_1 = 220V$  的交

流电源。则两副线圈输出电功率之比 $\frac{P_2}{P_3}$ 和原线圈中的电流  $I_1$  分别是 ( )

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/267031013034010006>