

# 第十三章

## 交变电流    电磁振荡和电磁波    传感器

第31讲 交变电流的产生及描述



## 栏目导航

知识梳理·易错辨析

核心考点·重点突破

名师讲坛·素养提升



高考

2025<sup>版</sup>  
轮总复习

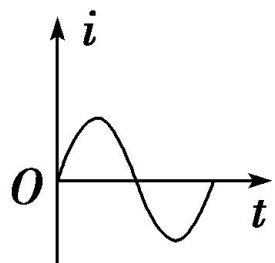
# 知识梳理 · 易错辨析

## 知识梳理

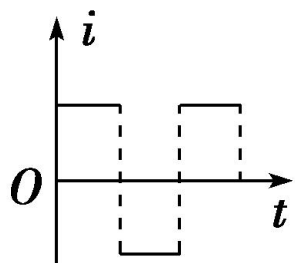
### 一、交变电流

1. 定义：大小和方向都随时间做周期性变化的电流叫作交变电流。

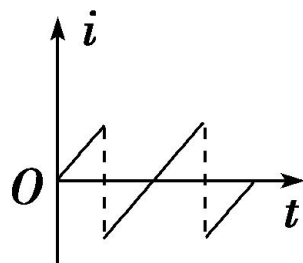
2. 图像：如图所示，



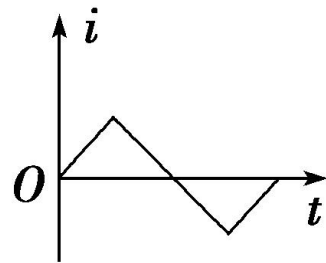
甲



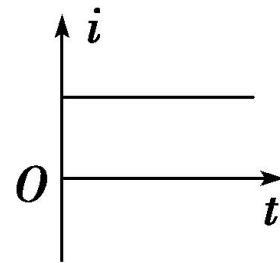
乙



丙



丁

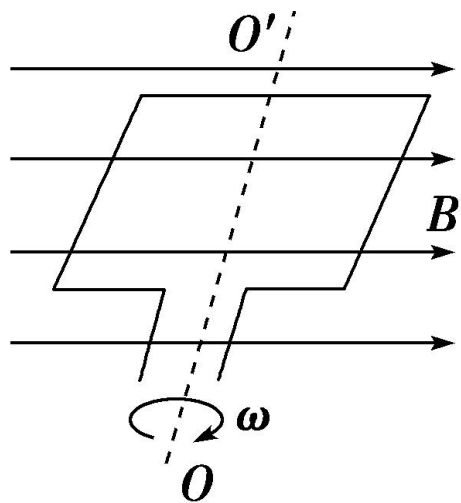


戊

图甲、乙、丙、丁所示电流都属于交变电流，图戊所示电流属于恒定电流。

## 二、正弦式交变电流的产生和变化规律

1. **产生**：如图所示，在匀强磁场里，线圈绕垂直磁场方向的轴匀速转动时，可产生正弦式交变电流。



**注意**：交变电流的种类有很多，但同时具备这三个条件才会产生正弦式交变电流：匀强磁场；线圈转轴和磁场垂直；匀速转动。

## 2. 中性面及其特点

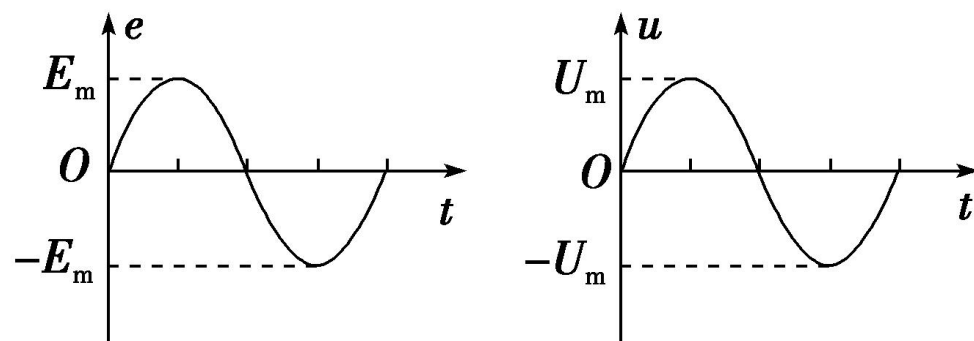
(1)定义：与磁场方向垂直的平面。

(2)特点

①线圈位于中性面时，穿过线圈的磁通量最大，磁通量的变化率为零，感应电动势为零。

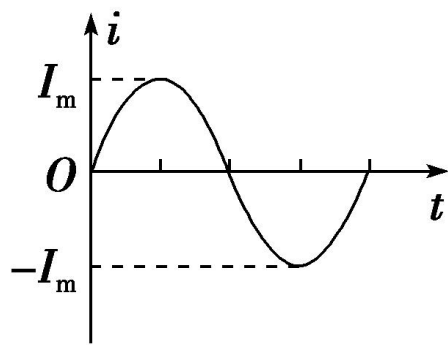
②线圈转动一周，2次经过中性面，线圈每经过中性面一次，电流的方向就改变一次。

3. 图像：用以描述交变电流随时间变化的规律，如果线圈从中性面位置开始计时，其图像为正弦曲线，如图所示。



甲

乙



丙

#### 4. 变化规律(线圈从中性面位置开始计时)

(1) 电动势  $e$  随时间变化的规律:

$$e = \underline{E_m \sin \omega t}。$$

(2) 电压  $u$  随时间变化的规律:

$$u = \underline{U_m \sin \omega t}。$$

(3) 电流  $i$  随时间变化的规律:  $i = \underline{I_m \sin \omega t}。$

其中  $\omega$  是线圈转动的 角速度,  $E_m = \underline{nBS\omega}。$



### 三、描述交变电流的物理量

#### 1. 周期和频率

(1)周期( $T$ ): 交变电流完成一次周期性变化, 即线圈转一周所需要的时间, 单位是秒(s), 公式 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 。

(2)频率( $f$ ): 交变电流在1 s内完成周期性变化的次数, 单位是赫兹(Hz)。

(3)周期和频率的关系:  $T = \frac{1}{f}$  或  $f = \frac{1}{T}$ 。

## 2. 交变电流的“四值”

(1)瞬时值：交变电流某一时刻的值，是时间的函数。

(2)峰值：交变电流的电流或电压所能达到的最大值。

(3)有效值：让交变电流与恒定电流分别通过相同的电阻，如果它们在交变电流的一个周期内产生的热量相等，则这个恒定电流 $I$ 、恒定电压 $U$ 就是这个交变电流的有效值。

(4)正弦式交变电流的有效值与峰值之间的关系

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}。$$

(5)平均值：交变电流图像中波形与横轴所围面积跟时间的比值，其数值可以用  $\bar{E} = \frac{n \Delta \Phi}{\Delta t}$  计算。

## 2

## 易错辨析

1. 矩形线圈在匀强磁场中匀速转动时，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，产生的感应电动势也最大。( × )
3. 矩形线圈在匀强磁场中匀速转动经过中性面时，线圈中的感应电动势为零，电流方向发生改变。( ✓ )
4. 交流电气设备上所标的电压和电流值是交变电流的有效值。( ✓ )

5. 交流电压表和电流表测量的是交流电的峰值。( × )
6. 交变电流的峰值总是有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。( × )



高考

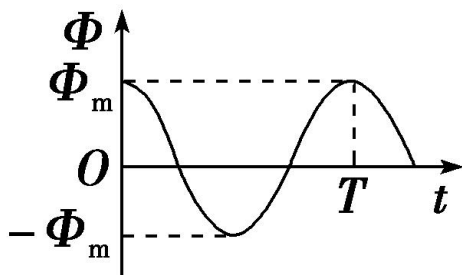
2025<sup>版</sup>  
轮总复习

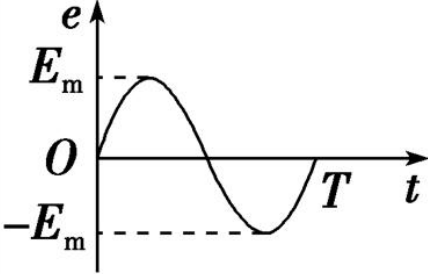
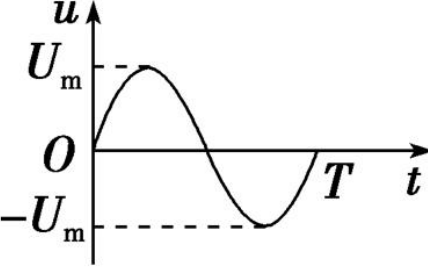
# 核心考点 · 重点突破

## 考点 1 交变电流的产生及变化规律

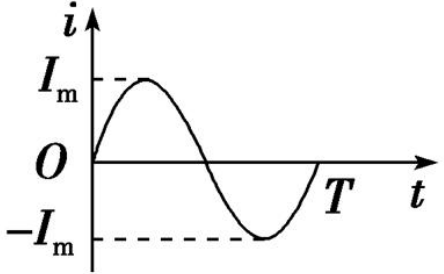
(基础考点·自主探究)

### 1. 正弦式交变电流的变化规律(线圈在中性面位置开始计时)

物理量	规律	函数表达式	图像
磁通量		$\Phi = \Phi_m \cos \omega t = BS \cos \omega t$	

物理量 \ 规律	函数表达式	图像
电动势	$e = E_m \sin \omega t = nBS\omega \sin \omega t$	
电压	$u = U_m \sin \omega t = \frac{RE_m}{R+r} \sin \omega t$	



物理量 \ 规律	函数表达式	图像
电流	$i = I_m \sin \omega t = \frac{E_m}{R+r} \sin \omega t$	



## 2. 正弦式交变电流产生过程中的两个特殊位置

图示		
特点	$B \perp S$	$B // S$
	$\Phi = BS$ , 最大	$\Phi = 0$ , 最小
	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0$ , 最小	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nBS\omega$ , 最大
	电流为零, 方向改变	电流最大, 方向不变

### 3. 书写交变电流瞬时值表达式的基本思路

(1) 求出角速度,  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ 。

(2) 根据公式  $E_m = nBS\omega$  求出相应峰值。

(3) 明确线圈的初始位置, 找出对应的函数关系式。

① 开始计时线圈与中性面重合, 则  $i-t$  函数式为  $i = I_m \sin \omega t$ ;

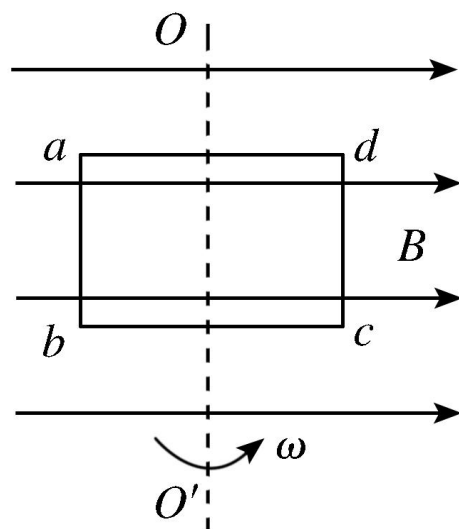
② 开始计时线圈与中性面垂直, 则  $i-t$  函数式为  $i = I_m \cos \omega t$ ;

③ 开始计时线圈与中性面夹角为  $\theta$ , 则  $i-t$  函数式为  $i = I_m \sin(\omega t + \theta)$ 。

## 【跟踪训练】

**1** (交变电流的产生和变化规律) 为研究交变电流产生的规律, 某研究小组把长60 m导线绕制成 $N=100$ 匝的矩形闭合线圈, 如图所示。现把线圈放到磁感应强度大小 $B=0.1\text{ T}$ 、方向水平向右的匀强磁场中, 线圈可以绕其对称轴 $OO'$ 转动。现让线圈从图示位置开始( $t=0$ )以恒定的角速度 $\omega=10\pi\text{ rad/s}$ 转动, 下列说法正确的有( **D** )

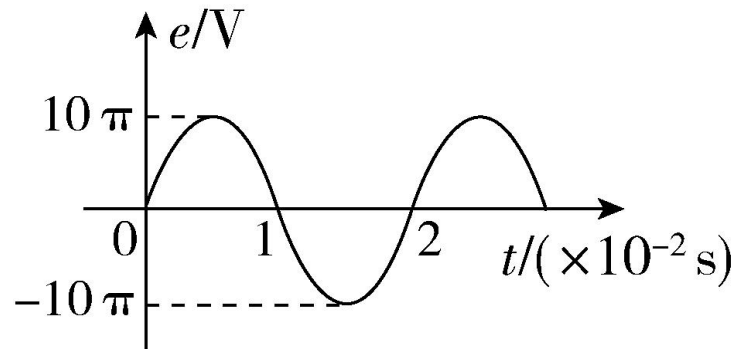
- A.  $t=0$ 时, 线圈位于中性面位置
- B.  $t=0.05\text{ s}$ 时, 感应电流达到最大值
- C. 当 $bc=2ab$ 时, 感应电动势的表达式为 $e=2\pi\sin 10\pi t(\text{V})$
- D. 当 $ab=ad$ 时, 感应电动势的有效值最大



**[解析]**  $t=0$  时, 线圈位于与中性面垂直的位置, 故 A 错误; 线圈的周期为  $T=\frac{2\pi}{\omega}=0.2\text{ s}$ ,  $t=0.05\text{ s}$  时, 线圈转过  $90^\circ$ , 到达中性面位置, 此时磁通量最大, 感应电流为零, 故 B 错误; 电动势最大值为  $E_{m0}=NBS_0\omega$ ,  $S_0=ab\cdot bc$ ,  $N(ab+bc)\times 2=60\text{ m}$ ,  $2ab=bc$ , 联立可得  $E_{m0}=2\pi\text{ V}$ , 线圈从题中图示位置(平行于磁场方向)开始转动, 因此感应电动势的表达式为  $e=2\pi\cos 10\pi t(\text{V})$ , 故 C 错误; 线圈周长为  $0.6\text{ m}$ , 当  $ab=ad$  时, 边长相等, 此时线圈面积最大, 又  $E_m=NBS\omega$ , 则感应电动势最大, 即感应电动势的有效值最大, 故 D 正确。



(交变电流的图像)(多选)在匀强磁场中, 匝数 $N=100$ 的矩形线圈绕垂直磁感线的转轴匀速转动, 线圈中产生的感应电动势随时间变化规律如图所示, 则下列说法正确的是( **CD** )



- A.  $t=0.5 \times 10^{-2}$  s时, 线圈平面与中性面重合
- B.  $t=1 \times 10^{-2}$  s时, 线圈中磁通量变化率最大
- C. 穿过每一匝线圈的最大磁通量为 $1 \times 10^{-3}$  Wb
- D. 线圈转动的角速度为 $100\pi$  rad/s



**【解析】** 根据图像知,  $t=0.5 \times 10^{-2}$  s 时, 感应电动势最大, 对应的磁通量的变化率最大, 而此时矩形金属线圈磁通量为零, 线圈平面与磁场方向平行, 与中性面垂直, 故 A 错误; 根据图像知,  $t=1 \times 10^{-2}$  s 时, 感应电动势为零, 对应的磁通量的变化率为零, 故 B 错误; 线圈转动的角速度  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} \text{ rad/s} = 100\pi \text{ rad/s}$ , 根据  $E_m = NBS\omega$ , 可知, 穿过每一匝线圈的最大磁通量为  $\Phi_m = \frac{E_m}{N\omega} = \frac{10\pi}{100 \times 100\pi} \text{ Wb} = 1 \times 10^{-3} \text{ Wb}$ , 故 C 正确, D 正确。

## 考点 2

## 交变电流有效值的求解

(基础考点·自主探究)

### 1. 正弦交变电流的有效值的计算

利用  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ,  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ,  $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$  计算。

### 2. 非正弦交变电流的有效值的计算

根据电流的热效应计算, 注意“三同”: 即“相同电阻”, “相同时间”内产生“相同热量”, 利用公式  $Q = I^2 R t$  或  $Q = \frac{U^2}{R} t$  列式求解, “相同时间”一般取一个周期。

### 【跟踪训练】

3

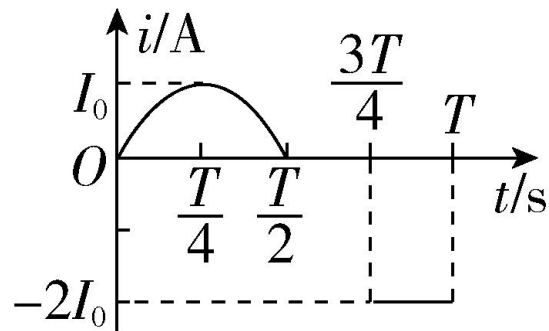
(交变电流有效值的计算)如图是某一线圈通过的交流电的电流—时间关系图像(前半周期为正弦波形的 $\frac{1}{2}$ )，则一个周期内该电流的有效值为( **B** )

A.  $\frac{3}{2}I_0$

B.  $\frac{\sqrt{5}}{2}I_0$

C.  $\frac{\sqrt{3}}{2}I_0$

D.  $\frac{5}{2}I_0$



**[解析]** 设该电流的有效值为  $I$ ，由  $I^2RT = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2R \times \frac{T}{2} + (2I_0)^2R \times \frac{T}{4}$ ，

解得  $I = \frac{\sqrt{5}}{2}I_0$ ，故 B 正确。



4

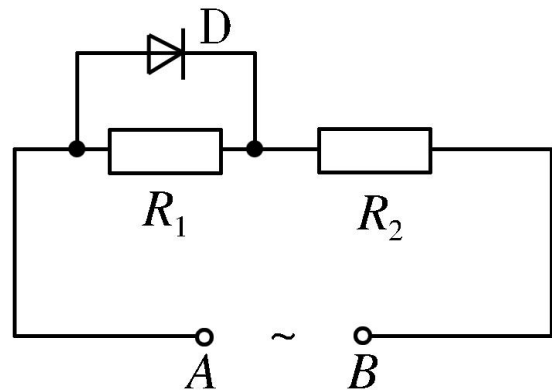
(含二极管的有效电流问题)如图所示电路,电阻  $R_1$  与电阻  $R_2$  串联接在交变电源上,且  $R_1=R_2=10\ \Omega$ ,供电电压的瞬时值表达式为  $u=20\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$ , $R_1$  和理想二极管 D(正向电阻为零,反向电阻为无穷大)并联,则  $R_2$  上的电功率为( C )

A. 10 W

B. 15 W

C. 25 W

D. 30 W



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/266000004224011012>