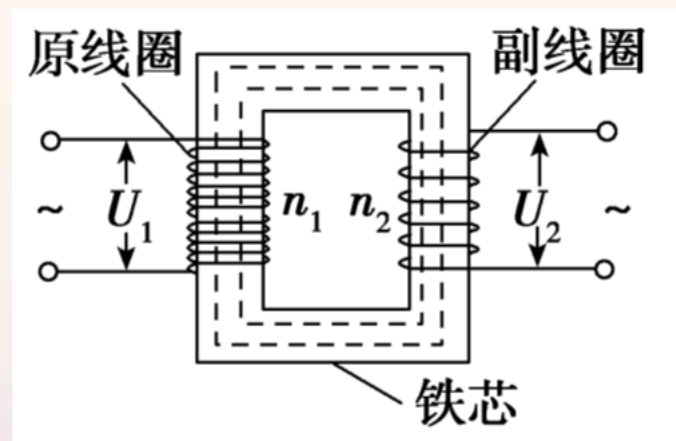


## 第2节 变压器 远距离输电



## 一、变压器原理

### 1. 构造和原理(如图所示)



(1)主要构造：由原线圈、副线圈和闭合铁芯组成。

(2)工作原理：电磁感应的互感现象。

## 2. 理解变压器的基本关系式

(1) 功率关系:  $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ .

(2) 电压关系:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ , 若  $n_1 > n_2$ , 为 降压 变压器, 若  $n_1 < n_2$ , 为 升压 变压器.

(3) 电流关系: 只有一个副线圈时,  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ; 有多个副线圈时,  $U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots + U_n I_n$ .



## 二、远距离输电

### 1. 电路损失

(1)功率损失：设输电电流为  $I$ ，输电线的电阻为  $R$ ，则功率损失为  $\Delta P = \underline{I^2 R}$ .

(2)电压损失：  $\Delta U = \underline{IR}$ .

减小功率损失和电压损失，都要求提高 输电电压，减小输电电流.

## 2. 降低损耗的两个途径

(1) 一个途径是减小输电线的 电阻 . 由电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  可知,

在输电距离一定的情况下, 为减小电阻, 应当用 电阻率小 的金属  
材料制造输电线. 此外, 还要尽可能增加导线的 横截面积.

(2) 另一个途径是减小输电导线中的 电流 , 由  $P = IU$  可知,  
当输送功率一定时, 提高 电压 可以减小输电电流.



## [自我诊断]

### 1. 判断正误

(1) 变压器不但可以改变交流电压，也可以改变直流电压. (×)

(2) 变压器只能使交变电流的电压减小. (×)

(3) 高压输电的目的是增大输电的电流. (×)

(4) 在输送电压一定时，输送的电功率越大，输送过程中损失的功率越小. (×)



(5) 变压器原线圈中的电流由副线圈中的电流决定. (√)

(6) 高压输电可以减少输电线路上的电能损失, 且输电线路上的电压越高越好. (×)



2. (多选)关于理想变压器的工作原理，以下说法正确的是  
( )

- A. 通过正弦交变电流的原线圈产生的磁通量不变
- B. 穿过原、副线圈的磁通量在任何时候都相等
- C. 穿过副线圈磁通量的变化使得副线圈产生感应电动势
- D. 原线圈中的电流通过铁芯流到了副线圈





**解析：**选 **BC**.理想变压器没有漏磁现象，故原、副线圈产生的磁通量任何时候都相等，且随时间而改变，使副线圈产生感应电动势，而不是电流流到副线圈，综合上述选项 **B**、**C** 正确。



3. 一电器中的变压器可视为理想变压器，它将 220 V 交变电压改为 110 V，已知变压器原线圈匝数为 800，则副线圈匝数为 ( )

A. 200

B. 400

C. 1 600

D. 3 200

**解析：**选 B.理想变压器原、副线圈的电压比等于匝数比，即  $\frac{U_1}{U_2}$

$=\frac{n_1}{n_2}$ ，解得  $n_2 = \frac{U_2}{U_1}n_1 = 400$ ，选项 B 正确.



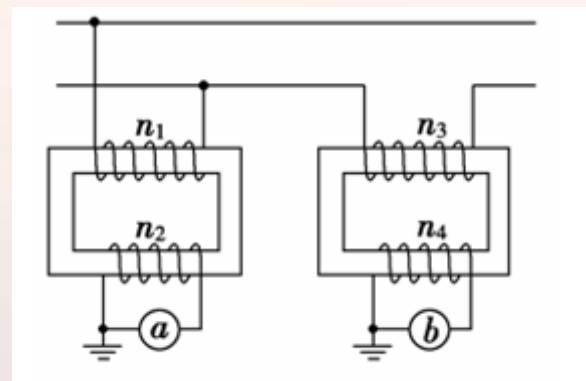
4. (2016·辽宁抚顺重点高中协作体联考)(多选)为了监测变电站向外输电情况,要在变电站安装互感器,其接线如图所示.两变压器匝数分别为  $n_1$ 、 $n_2$  和  $n_3$ 、 $n_4$ ,  $a$  和  $b$  是交流电表. 则( )

A.  $n_1 > n_2$

B.  $n_3 > n_4$

C.  $a$  为交流电流表,  $b$  为交流电压表

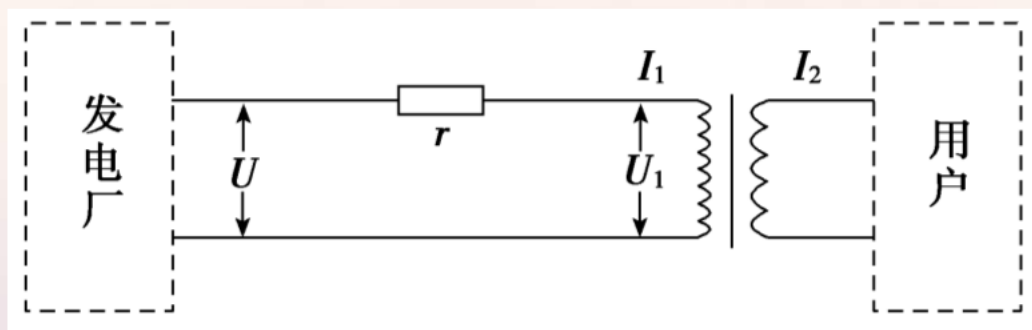
D.  $a$  为交流电压表,  $b$  为交流电流表



**解析：**选 AD.电压互感器并联在电路中，电流互感器串联在电路中，故  $a$  为交流电压表， $b$  为交流电流表，选项 C 错误，D 正确；含电压互感器电路中是强电压，通过变压器变成弱电压，用电压表测量，因为电压之比等于线圈匝数之比，所以  $n_1 > n_2$ ，选项 A 正确；含电流互感器的电路中是强电流，通过变压器变成弱电流，用电流表测量，因为电流之比等于线圈匝数的倒数之比，所以  $n_3 < n_4$ ，选项 B 错误.



5. 如图所示为远距离交流输电的简化电路图. 发电厂的输出电压是  $U$ , 用等效总电阻是  $r$  的两条输电线输电, 输电线路中的电流是  $I_1$ , 其末端间的电压为  $U_1$ . 在输电线与用户间连有一理想变压器, 流入用户端的电流为  $I_2$ . 则( )



- A. 用户端的电压为  $\frac{I_1 U_1}{I_2}$
- B. 输电线上的电压降为  $U$
- C. 理想变压器的输入功率为  $I_1^2 r$
- D. 输电线路路上损失的电功率为  $I_1 U$

**解析：**选 A. 变压器输入功率等于输出功率，由  $I_1 U_1 = I_2 U_2$  解得， $U_2 = \frac{I_1 U_1}{I_2}$ ，选项 A 正确；输电线上的电压降为  $U - U_1$ ，选项 B 错误；理想变压器的输入功率为  $I_1 U_1$ ，输电线的损失功率为  $I_1^2 r$ ，选项 C、D 错误。

## 考点一 理想变压器基本规律的应用

### 1. 理想变压器的基本特点

(1) 无漏磁，故原、副线圈中的  $\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  相同。

(2) 线圈无电阻，因此无电压降， $U=E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

(3) 根据  $\frac{U}{n}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  得，套在同一铁芯上的线圈，无论是原线圈，

还是副线圈，该比例都成立，则有  $\frac{U_1}{n_1}=\frac{U_2}{n_2}=\frac{U_3}{n_3}=\dots$

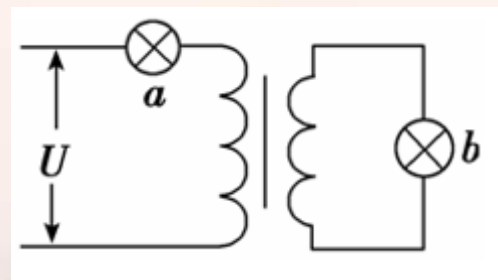
## 2. 理想变压器的基本关系

功率关系	原线圈的输入功率等于副线圈的输出功率，即 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$
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 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ 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



**[典例]** (2016·高考全国丙卷)(多选)如图,理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡  $a$  和  $b$ .当输入电压  $U$  为灯泡额定电压的 10 倍时,两灯泡均能正常发光.下列说法正确的是( )

- A. 原、副线圈匝数比为 9 : 1
- B. 原、副线圈匝数比为 1 : 9
- C. 此时  $a$  和  $b$  的电功率之比为 9 : 1
- D. 此时  $a$  和  $b$  的电功率之比为 1 : 9



**解析** 设灯泡的额定电压为  $U_0$ ，输入电压为灯泡额定电压的 10 倍时灯泡正常发光，则变压器原线圈的电压为  $9U_0$ ，变压器原、副线圈的匝数比为  $9:1$ ，选项 A 正确，选项 B 错误；由  $9U_0I_a = U_0I_b$  得，流过  $b$  灯泡的电流是流过  $a$  灯泡电流的 9 倍，根据  $P = UI$ ， $a$ 、 $b$  灯泡的电功率之比为  $1:9$ ，选项 C 错误，选项 D 正确。

**答案** AD



## 「规律总结」

### 理想变压器问题三点应牢记

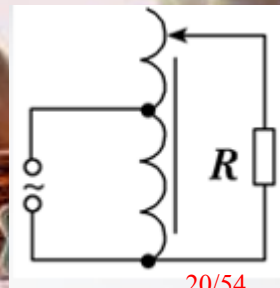
(1) 熟记两个基本公式：①  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，即对同一变压器的任意两个线圈，都有电压和匝数成正比。

②  $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ ，即无论有几个副线圈在工作，变压器的输入功率总等于输出功率之和。

(2) 原、副线圈中通过每匝线圈磁通量的变化率相等。

(3) 原、副线圈中电流变化规律一样，电流的周期、频率一样。

1. (2016·河南“五校”二联)自耦变压器铁芯上只绕有一个线圈，原、副线圈都只取该线圈的某部分. 一升压式自耦调压变压器的电路如图所示，其副线圈匝数可调. 已知变压器线圈总匝数为 1 900 匝；原线圈为 1 100 匝，接在有效值为 220 V 的交流电源上. 当变压器输出电压调至最大时，负载  $R$  上的功率为 2.0 kW. 设此时原线圈中电流有效值为  $I_1$ ，负载两端电压的有效值为  $U_2$ ，且变压器是理想的，则  $U_2$  和  $I_1$  分别约为( )



A. 380 V 和 5.3 A

B. 380 V 和 9.1 A

C. 240 V 和 5.3 A

D. 240 V 和 9.1 A

**解析：**选 B. 当变压器输出电压调至最大时，由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  得  $U_2 =$

$\frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{1\ 900}{1\ 100} \times 220\ \text{V} = 380\ \text{V}$ ，由  $P_1 = P_2$ ， $P_1 = U_1 I_1$ ， $P_2 = U_2 I_2$ ，得

$I_1 = \frac{P_2}{U_1} = \frac{2\ 000}{220}\ \text{A} = 9.1\ \text{A}$ ，选项 B 正确.



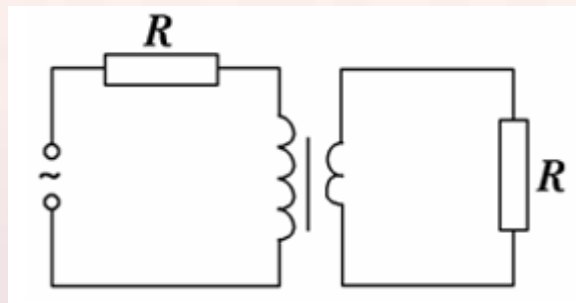
2. 一理想变压器的原、副线圈的匝数比为  $3:1$ ，在原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻，原线圈一侧接在电压为  $220\text{ V}$  的正弦交流电源上，如图所示，设副线圈回路中电阻两端的电压为  $U$ ，原、副线圈回路中电阻消耗的功率的比值为  $k$ ，则( )

A.  $U=66\text{ V}$ ,  $k=\frac{1}{9}$

B.  $U=22\text{ V}$ ,  $k=\frac{1}{9}$

C.  $U=66\text{ V}$ ,  $k=\frac{1}{3}$

D.  $U=22\text{ V}$ ,  $k=\frac{1}{3}$



**解析：**选 A. 设原、副线圈中的电流分别为  $I_1$ 、 $I_2$ ，则  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} =$

$\frac{1}{3}$ ，故  $k = \frac{I_1^2 R}{I_2^2 R} = \frac{1}{9}$ . 设原线圈两端的电压为  $U_1$ ，则  $\frac{U_1}{U} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{1}$ ，故  $U_1$

$= 3U$ ，而原线圈上电阻分担的电压为  $\frac{1}{3}U$ ，故  $\frac{U}{3} + 3U = 220 \text{ V}$ ，解

得  $U = 66 \text{ V}$ . 选项 A 正确.



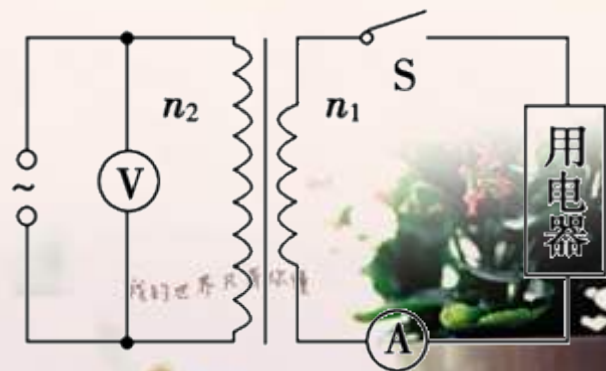
3. (2016·湖南五市十校联考)(多选)如图所示, 将额定电压为  $60\text{ V}$  的用电器, 通过一理想变压器接在正弦交变电源上. 闭合开关  $S$  后, 用电器正常工作, 交流电压表和交流电流表(均为理想电表)的示数分别为  $220\text{ V}$  和  $2.2\text{ A}$ . 以下判断正确的是( )

A. 变压器输入功率为  $484\text{ W}$

B. 通过原线圈的电流的有效值为  $0.6\text{ A}$

C. 通过副线圈的电流的最大值为  $2.2\text{ A}$

D. 变压器原、副线圈匝数比  $n_1 : n_2 = 11 : 3$





**解析：**选 **BD**. 输入功率  $P_1 = P_2 = I_2 U_2 = 2.2 \times 60 \text{ W} = 132 \text{ W}$ , **A** 错误. 原线圈的电流  $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 0.6 \text{ A}$ , **B** 正确. 副线圈的电流最大值  $I_{2m} = \sqrt{2} I_2 = 2.2\sqrt{2} \text{ A}$ , **C** 错误. 变压器原、副线圈匝数比  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220 \text{ V}}{60 \text{ V}} = \frac{11}{3}$ , **D** 正确.



## 考点二 理想变压器的动态分析

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.



## 1. 匝数比不变的情况(如图甲所示)

(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  $U_2$ , 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, 输出电流  $I_2$  决定输入电流  $I_1$ , 故  $I_1$  发生变化.



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/768001044015006061>