

# 5 电能的输送

### 目标定位

1. 了解输电线上电能的损失与哪些因素有关。
2. 了解减小电能损失的两个途径以及高压输电的原理。
3. 知道远距离输电的典型电路,并能利用变压器和电路的规律解决实际问题。

### 核心提示

- 重点:**1. 了解减小电能损失的两个途径。  
2. 高压输电和输电网络的分析、计算问题。
- 难点:**1. 分清输电电压和输电线上的电压。  
2. 输电网络的分析、计算问题。

# 自主初探·夯基础

温馨提示  
如果您在观看本课件的过程中出现压字现象，请关闭所有幻灯片，重新打开可正常观看。

## 前知回顾

1. 电阻定律公式： $R = \rho \frac{L}{S}$ 。

2. 焦耳定律公式： $Q = I^2 R t$ ，电功率公式： $P = UI$ ，热功率

公 式： $P = I^2 R$

式： $P = UI$ 。

3. 变压器的电压、 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  电流、 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$  功率关系：

(1) 电压关系： $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

(2) 电流关系： $P_1 = P_2$ 。

## 自主学习

### 一、输送电能的基本要求

1. 可靠：保证供电线路可靠地工作，少有故障。
2. 保质：保证电能的质量——电压 和 频率 稳定。
3. 经济：输电线路建造和运行的费用低，电能 损耗 少。

### 二、降低输电损耗的两个途径：

1. 输电线上的功率损失： $\Delta P = \underline{I^2 r}$ ， $I$  为输电电流， $r$  为输电线的电阻。

## 2. 降低输电损耗的两个途径：

(1) 减小输电线的电阻：在输电距离一定的情况下，为了减小电阻，应当选用电阻率小的金属材料，还要尽可能增加导线的横截面积。

(2) 减小输电线中的电流：为减小输电电流，同时又要保证向用户提供一定的电功率，就要提高输电电压。

### 三、电网供电

1. 远距离输电基本原理：在发电站内用 升压变压器 升压，然后进行远距离输电，在用电区域通过降压变压器降到所需的电压。

2. 电网输电的优点：

- (1) 降低一次能源的运输成本，获得最大经济效益。
- (2) 减小断电的风险，调剂不同地区电力供需的平衡，保障供电的质量。
- (3) 合理调度电力，使电力的供应更加可靠，质量更高。

## 【思考辨析】

### 1. 判断正误：

(1) 输送电能的基本要求是可靠、保质、经济。( )

(2) 降低输电损耗的唯一途径是减小输电线的电阻。

( )

(3) 采用高压输电可以减少输电损耗。( )

(4) 现在世界各国普遍采用一个电厂与一批用户“一对一”的供电方式。( )

(5) 采用电网送电可以降低一次能源的运输成本，获得最大的经济效益。( )

**提示：**（1）√。输送电能的基本要求是可靠、保质、经济。

（2）×。降低输电损耗有减小输电线电阻和提高输电电压两个途径。

（3）√。提高电压，可以减小输电电流，从而降低损耗。

（4）×。现在世界各国不采用一个电厂与一批用户“一对一”的供电方式，而是通过电网向用户供电。

（5）√。采用电网送电使电能更容易输送，故采用电网送电可以降低一次能源的运输成本，获得最大的经济效益。

## 2. 问题思考：

(1) 电能的应用越来越广泛，如图为常见的家用电器。电能的应用具有哪些优点？



- 提示：**
- ①使用方便；
  - ②便于转化且转化率高；
  - ③便于输送、快捷。

(2) 为什么要采用高压输电？

**提示：**输电功率  $P=UI$ ，在输送功率一定的情况下，提高输电电压，可减小输电电流，从而减少输电线上的电能损失。

## — 输电线路上的电压及功率损失

### 1. 输电线路上的电压损失：

(1) 电压损失：输电导线有电阻，电流通过输电导线时，会在线路上产生电势降落，致使输电线路末端的电压比起始端电压要低，这就是输电线上的电压损失。

(2) 减少输电线路电压损失的两种方法。

① 减小输电线路电阻：由  $R = \rho \frac{l}{S}$  可知，距离一定时，使用电阻率小的材料，增大导线横截面积可减小电阻。

② 减小输电电流：由  $I = \frac{P}{U}$  可知，当输送功率一定时，升高电压可以减小电流。

## 2. 输电导线上的电功率损失：

### ( 1 ) 电功率损失。

① 原因：任何输电导线都有电阻，因此当电流通过输电导线向远方输送时，输电线因有电阻而发热。

② 功率损失的计算： $\Delta P=I^2R$ ， $I$ 为输电线路上的电流， $R$ 为线路电阻。

### ( 2 ) 减少功率损失的方法。

① 减小输电线的电阻  $R$ ，根据  $R=\rho\frac{L}{S}$  减小电阻率  $\rho$ ，目前一般用电阻率较小的铜或铝作为导线材料；增大导线的横截面积  $S$ ，这要多耗费金属材料，增加成本，同时给输电线的架设带来很大的困难。

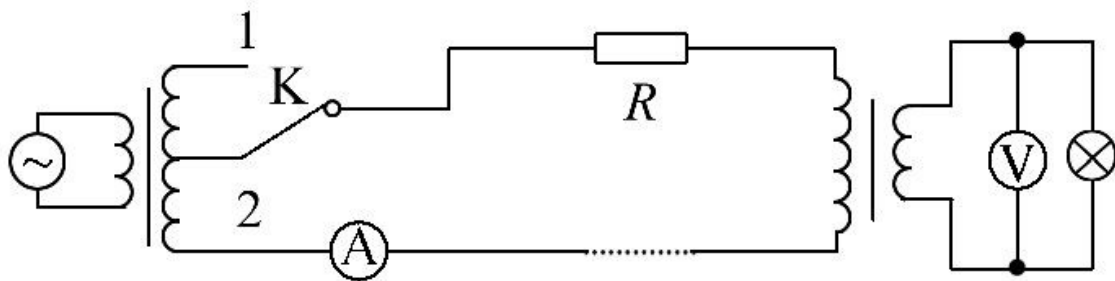
② 减小输电电流  $I$ ，根据  $I = \frac{P}{U}$ ，在输送功率  $P$  一定，输电线电阻  $R$  一定的条件下，输电电压提高到原来的  $n$  倍，根据  $P_{\text{损}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 R$  知，输电线上的功率损耗将降为原来的  $\frac{1}{n^2}$ 。

**【特别提醒】**（1）输电电压是指加在高压输电线起始端的电压  $U$ ，损失电压是指降落在输电线路上的电压  $\Delta U=IR$ 。

（2）输送功率是指高压输电线起始端输出的功率，损失功率是输电线上消耗的功率。

（3）无论从减少输电线路上的功率损失，还是减少电压损失来看，都要求提高输电电压，以减小输电电流。

**【典例 1】**（多选）（2013·茂名高二检测）远距离输电装置如图所示，升压变压器和降压变压器均是理想变压器，当 K 由 2 改接为 1 时，下列说法正确的是（ ）



- A. 电压表读数变大
- B. 电流表读数变大
- C. 电流表读数变小
- D. 输电线损失的功率减小

**【解题探究】**（1）K由2改接为1时，升压变压器的副线圈匝数\_\_\_\_，输电电压\_\_\_\_。

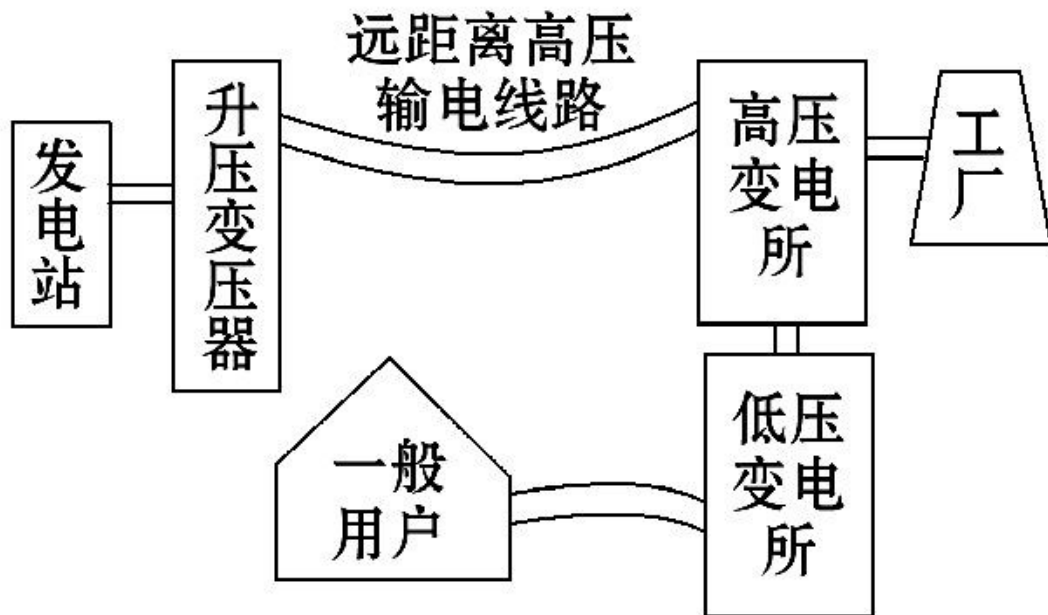
（2）K由2改接为1时，如何分析输电电流和输电线上损失的功率的变化？

**提示：**根据K由2改接1之后升压变压器匝数的变化，确定输送电压的变化和线路上输电电流的变化，从而确定输电线的功率损失和用户端电压的变化。

**【标准解答】**选 A、B。由  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$  知，当 K 由 2 改接为 1 时，升

压变压器的原线圈匝数不变，副线圈匝数变大，输送电压变大，降压变压器的输入电压和输出电压均变大，电压表示数变大，选项 A 正确；降压变压器的输出电压变大时，流过灯泡的电流  $I_{\text{灯}}$  也变大，输电线上的电流  $I_{\text{线}}$  也随着  $I_{\text{灯}}$  的变大而变大，所以电流表读数变大，选项 B 正确，C 错误； $I_{\text{线}}$  变大时，输电线损失的功率  $P_{\text{线}} = I_{\text{线}}^2 R$  变大，选项 D 错误。

**【变式训练】** 如图为远距离高压输电的示意图，关于远距离输电，下列表述正确的是（ ）



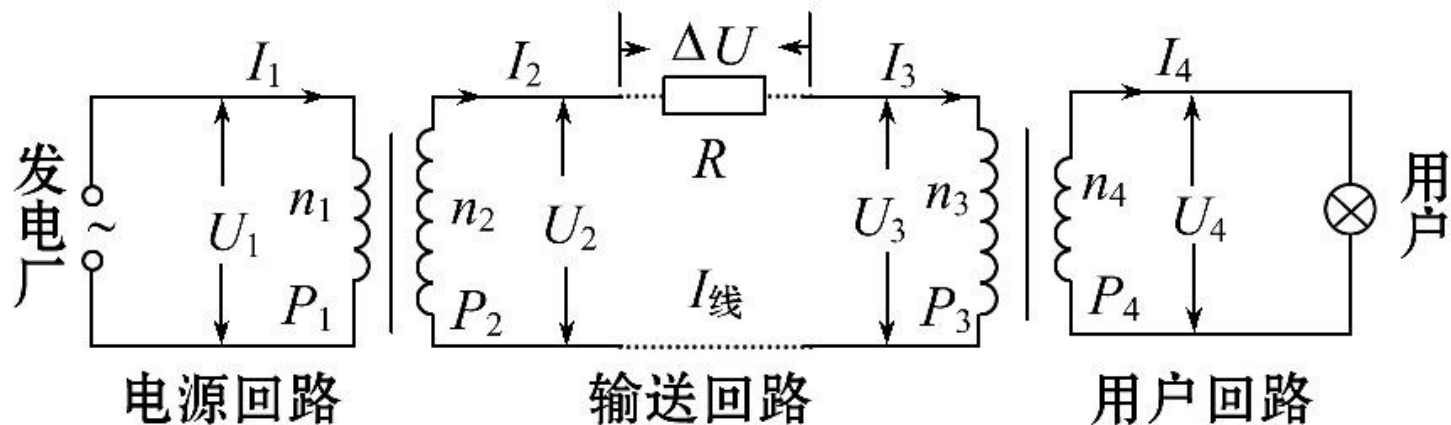
- A. 减小输电导线的横截面积有利于减少输电过程中的电能损失
- B. 高压输电是通过减小输电电流来减小电路的功率损耗
- C. 在输送电压一定时，输送的电功率越大，输电过程中的电能损失越小
- D. 高压输电一定是电压越高越好

**【解析】**选 B。依据输电原理，电路中的功率损耗  $\Delta P = I^2 R_{\text{线}}$ ，而  $R_{\text{线}} = \rho \frac{L}{S}$ ，减小输电线的横截面积，输电线的电阻会增大，则会增大输电线上的功率损失，A 错；由  $P = UI$  可知，P 一定的情况下，输送电压 U 越大，I 越小， $\Delta P$  越小，B 对；若输送电压一定，输送功率越大，则电流 I 越大， $\Delta P$  越大，C 错；输送电压并不一定越高越好，因为电压越高，对于安全和技术的要求越高，D 错。

## 二 高压输电线路的分析与计算

规律  
方法

### 1. 输送过程图：



## 2. 对高压输电（输送回路）中几个电压的理解：

（1）输送电压：输电线始端电压，如图中的  $U_2$ 。

（2）用户电压：最终用户得到的电压，如图中的  $U_4$ 。

（3）损失电压：输电线始端电压与末端电压的差值（ $\Delta U = U_2 - U_3 = I_2 R$ ），形成的原因是输电导线有电阻，电流通过输电线时，会在线路上产生电势降落，致使输电线路末端的电压比起始端电压要低，这就是输电线上的电压损失。

### 3. 基本关系式：

(1) 功率关系：

$$P_1 = P_2, \quad P_2 = P_{\text{线}} + P_3, \quad P_3 = P_4。$$

(2) 电压、电流关系：

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}, \quad \frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{I_4}{I_3}。$$

$$U_2 = U_{\text{线}} + U_3, \quad I_2 = I_3 = I_{\text{线}}$$

(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) 输电导线上损耗的电功率：

$$P_{\text{线}} = I_{\text{线}} U_{\text{线}} = I_{\text{线}}^2 R_{\text{线}} = \left(\frac{P_2}{U_2}\right)^2 R_{\text{线}}。$$

**【特别提醒】**（1）物理量较多，注意不要混淆，如电压  $U_1$ 、 $U_2$ 、 $\Delta U$ 、 $U_3$ 、 $U_4$  的物理意义，功率  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  的区别和联系等。

（2）在高压输电线路中升压变压器的输出电压大于降压变压器的输入电压，但升压变压器的输出电流等于降压变压器的输入电流。

**【典例 2】**（2013·济宁高二检测）水力发电具有防洪、防旱、减少污染多项功能，现在水力发电已经成为我国的重要能源之一。某小河水流量为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，现欲在此河段安装一台发电功率为  $1\ 000$  千瓦的发电机发电。

（1）设发电机输出电压为  $500\text{V}$ ，在输送途中允许的电阻为  $5\Omega$ ，允许损耗总功率的  $5\%$ ，则所用升压变压器原、副线圈匝数比应是多少？

（2）若所用发电机总效率为  $50\%$ ，要使发电机能发挥它的最佳效能，则拦河坝至少要建多高？（ $g$  取  $10\text{m}/\text{s}^2$ ）

**【解题探究】**（1）要求解升压变压器原、副线圈匝数比，可以根据损耗功率先求出 输电电流，再求出 输电电压，根据  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  求匝数比。

（2）利用水能发电过程中的能量转化是怎样的？

**提示：**50% 的重力势能转化为电能。

**【标准解答】**（1）设送电电流为  $I$ ，损耗的功率为  $P_{\text{耗}}$ ，导

线电阻为  $R_{\text{线}}$ ，由  $P_{\text{耗}} = I^2 R_{\text{线}}$  得：

$$I = \sqrt{\frac{P_{\text{耗}}}{R_{\text{线}}}} = \sqrt{\frac{1\,000 \times 10^3 \times 0.05}{5}} \text{ A} = 100 \text{ A}$$

设送电电压为  $U_{\text{送}}$ ，由  $P = IU$  得：

$$U_{\text{送}} = \frac{P}{I} = \frac{1\,000 \times 10^3}{100} \text{ V} = 1 \times 10^4 \text{ V}$$

则升压变压器原、副线圈匝数比：

$$\frac{n_{\text{原}}}{n_{\text{副}}} = \frac{U_{\text{原}}}{U_{\text{送}}} = \frac{500}{10\,000} = \frac{1}{20}。$$

(2) 发电时水的重力势能转化为电能, 故

$$50\%mgh=Pt$$

$$\text{其中 } \frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t} = 1 \times 10^3 \times 40 \text{ kg/s} = 4 \times 10^4 \text{ kg/s}$$

$$\text{所以 } h = \frac{Pt}{mg \times 0.5} = \frac{1\,000 \times 10^3}{4 \times 10^4 \times 10 \times 0.5} \text{ m} = 5 \text{ m}。$$

**答案：** (1) 1:20 (2) 5 m

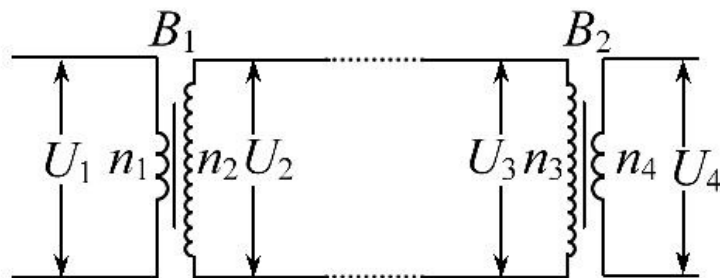
## **【总结提升】** 分析输电类问题时要注意的三点

(1) 要弄清输电导线的电阻是功率损失和电压损失的原因所在；

(2) 在高压输电中，一般是通过电流来计算相关的电压、功率或热量等；

(3) 结合欧姆定律、焦耳定律和变压器的相关知识来解出正确答案。

**【变式训练】**（2013·白城高二检测）如图所示，某水电站发电机的输出功率为  $100\text{kW}$ ，发电机的电压为  $250\text{V}$ ，通过升压变压器升高电压后向远处输电，输电线总电阻为  $8\Omega$ ，在用户端用降压变压器把电压降为  $220\text{V}$ 。若输电线上损失的功率为  $5\text{kW}$ ，不计变压器的损耗，求：



- ( 1 ) 输电导线上输送的电流；
- ( 2 ) 升压变压器的输出电压  $U_2$  ；
- ( 3 ) 降压变压器的匝数比。

**【解析】** (1) 输电线上的电流为  $I$  ,

$$P = I^2 R , I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5\,000}{8}} \text{ A} = 25 \text{ A}$$

(2) 根据  $P_2 = U_2 I_2$  ,

$$U_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{100 \times 10^3}{25} \text{ V} = 4\,000 \text{ V} .$$

(3) 降压变压器的输入电压

$$U_3 = U_2 - IR = 4\,000 \text{ V} - 25 \times 8 \text{ V} = 3\,800 \text{ V} ,$$

降压变压器的匝数比  $\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4} = \frac{3\,800}{220} = \frac{190}{11} .$

**答案 :** (1) 25 A      (2) 4 000 V       $\frac{190}{11}$  (13)

**【变式备选】**某发电站的输出功率为  $10^4\text{kW}$  ，输出电压为  $4\text{kV}$  ，通过理想变压器升压后向  $80\text{km}$  远处供电。已知输电导线的电阻率为  $\rho=2.4\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$  ，导线横截面积为  $1.5\times 10^{-4}\text{m}^2$  ，输电线路损失的功率为输出功率的  $4\%$  ，求：

- ( 1 ) 升压变压器的输出电压；
- ( 2 ) 输电线路上的电压损失。

**【解析】** (1) 输电线的电阻为

$$R = \rho \frac{2L}{S} = 2.4 \times 10^{-8} \times \frac{2 \times 80 \times 10^3}{1.5 \times 10^{-4}} \Omega = 25.6 \Omega$$

$$P_{\text{损}} = P_1 \times 4\% = 400 \text{ kW}$$

$$P_{\text{损}} = I_2^2 R, \text{ 得 } I_2 = \sqrt{\frac{P_{\text{损}}}{R}} = 125 \text{ A}$$

由  $P_2 = P_1$ ,  $P_2 = I_2 U_2$ , 得升压变压器的输出电压  $U_2 = \frac{P_2}{I_2} = 80\,000 \text{ V}$ 。

(2) 输电线上的电压损失： $\Delta U = I_2 R = 3\,200 \text{ V}$ 。

**答案：** (1) 80 000 V (2) 3 200 V

## 备选例题

考查内容	输电线路的综合分析
------	-----------

**【典例】**有一台内阻为  $1\Omega$  的发电机，供给一学校照明用电，如图所示。升压变压器原、副线圈匝数比为  $1:4$ ，降压变压器原、副线圈匝数比为  $4:1$ ，输电线的总电阻为  $4\Omega$ 。全校共有 22 个班，每班有“220V 40W”灯 6 盏，若保证全部电灯正常发光，则



**【标准解答】**由题意知  $U_4=220 \text{ V}$

$$\text{则 } I_3 = \frac{P}{U_R} \ln = \frac{40}{220} \times 22 \times 6 \text{ A} = 24 \text{ A}$$

由降压变压器变压关系：

$$\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4} \quad \text{得 } U_3 = \frac{U_4 n_3}{n_4} = 880 \text{ V}$$

由降压变压器变流关系：

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{n_4}{n_3} \quad \text{得 } I_2 = \frac{n_4 I_3}{n_3} = 6 \text{ A}$$

又因为  $U_2=U_3+I_2R=880 \text{ V}+6 \times 4 \text{ V}=904 \text{ V}$

由升压变压器变压关系：

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{得 } U_1=226 \text{ V}$$

由升压变压器变流关系：

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}, \text{ 得 } I_1 = 24 \text{ A}$$

所以（1）发电机的电动势：

$$E = U_1 + I_1 r = 250 \text{ V}。$$

（2）发电机的输出功率

$$P_{\text{出}} = EI_1 - I_1^2 r = 5\,424 \text{ W}。$$

（3）输电的效率

$$\eta = \frac{P_{\text{有效}}}{P_{\text{出}}} = \frac{22\,140 \times 6 \text{ J}}{5\,424 \text{ J}} \times 100\% = \frac{5\,280}{5\,424} \times 100\% = 97\%。$$

**答案：**（1）250 V      （2）5 424 W      （3）97%



# 满分指导

**【案例展示】**（12分）某发电站通过燃烧煤来发电，每1kg标准煤完全燃烧放出  $2.93 \times 10^7 \text{ J}$  的热能，<sup>①</sup>发电效率为80%。发电站通过升压变压器、输电线和降压变压器把电能输送给用于生产和照明的用户，发电机输出功率是100 kW，输出电压是250 V，升压变压器原、副线圈匝数比是1:25，<sup>②</sup>输电线上功率损失为4%，用户需用电压为220 V。则：

( 1 ) 输电线的电阻和<sup>③</sup>降压变压器的匝数比是多少？

( 2 ) 若有 60kW 分配给生产用电，其余电能用来照明，那么<sup>④</sup>  
可装 25W 的电灯多少盏？

( 3 ) 完全燃烧 10kg 煤有多少热能转化为电能？

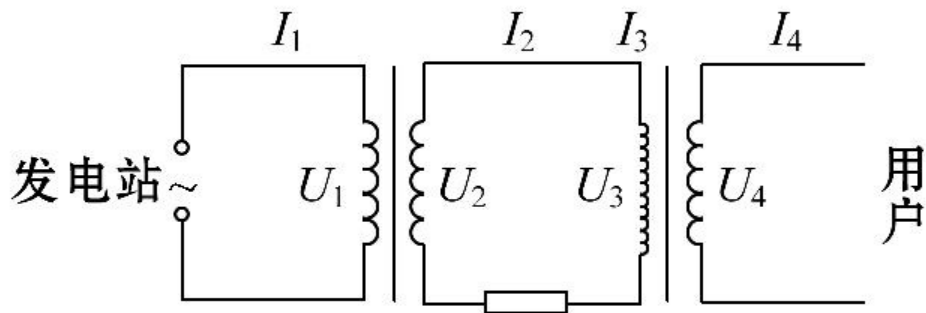
## 审题——抓住信息，快速推断

关键信息		信息挖掘
题 干	① 发电效率为 <b>80%</b>	煤燃烧放出热能的 <b>80%</b> 转化为电能
	② 输电线上功 率损失为 <b>4%</b>	根据功率损失可求解输电电流、电压损失
问 题	③ 降压变压器 的匝数比	已知 $U_1$ 和 $n_1:n_2$ ，求出 $U_2$ ，根据功率损失求输电电流、电压损失和 $U_3$
	④ 可装 <b>25W</b> 的电灯多少盏	根据能量守恒，发电机的总功率等于三部分之和

答题一规范解题，步步得分

(1) 如图所示，升压变压器副线圈两端电压  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 6\,250\text{ V}$ 。

(1分)



所以  $I_2 = \frac{P}{U_2} = 16\text{ A}$ 。

分)

(1

输电线上损失的功率： $I_2^2 R = 4\%P$ ，

得  $R \approx 15.6 \Omega$ 。

降压变压器原线圈两端电压为：

$$U_3 = U_2 - I_2 R \approx 6 \times 10^3 \text{ V} \quad (2)$$

分)  $\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4} = \frac{6 \times 10^3}{220} = \frac{300}{11}$ 。

所以 (1分)

(2) 由能量守恒可知： $P = P_R + P_{\text{生产}} + P_{\text{照明}}$ ，

所以  $P_{\text{照明}} = P - P_R - P_{\text{生产}} = 3.6 \times 10^4 \text{ W}$ ，

可装 25 W 电灯盏数  $n = \frac{P_{\text{照明}}}{25} = 1440$  盏。 (3)

(3) 燃烧 10 kg 煤可放出的热能为  $10 \times 2.93 \times 10^7 \text{ J} = 2.93 \times 10^8 \text{ J}$ 。 (2分)

转化为电能的部分为  $2.93 \times 10^8 \text{ J} \times 80\% = 2.34 \times 10^8 \text{ J}$ 。 (2分)

**答案：** (1) 15.6  $\Omega$  300:11 (2) 1 440 盏

(3)  $2.34 \times 10^8 \text{ J}$

## 学业测试·速达标

1. (多选) (基础理论辨析题) 关于电能的输送, 下列说法正确的是 ( )

A. 减小输电线的电阻和电流是降低输电损耗的两个途径

B. 减小输电线电流的方法是降低电压

C. 输电线电阻为  $R$ , 输电电压为  $U$ , 则功率损失  $\Delta P = \frac{U^2}{R}$

D. 输电线电阻为  $R$ , 输电电流为  $I$ , 则功率损失  $\Delta P = I^2 R$

E. 采用电网供电, 是输电技术的重要发展

**【解析】**选 A、D、E。减小输电线的电阻和电流是降低输电损耗的两个途径，A 正确；提高输电电压才能减小输电电流，B 错误；由于输电电压只有一小部分加在输电线上，R 两端的电压不等于输电电压 U，故 C 错误；输电线功率损失  $\Delta P = I^2 R$ ，D 正确；采用电网供电，是输电技术的重要发展，E 正确。

2. 在远距离输电过程中，为减少输电线路上的电能损失，可采用的最佳方法是（ ）

- A. 使输电线粗一些      B. 减小输电线长度  
C. 减少通电时间      D. 采用高压输电

**【解析】**选D。从造成电能损失的原因分析，要减少电能损失，需要减小电阻、减小输电电流，减小电阻已达到目前技术的极限了，因此，应当采用高压输电，减小输电电流。

3. (多选) (2013·茂名高二检测) 某发电站采用高压输电向外输送电能。若输送的总功率为  $P_0$ ，输电电压为  $U$ ，输电导线的总电阻为  $R$ ，则下列说法正确的是 ( )

A. 输电导线上的电流  $I = \frac{U}{R}$

B. 输电导线上的电流  $I = \frac{P_0}{U}$

C. 输电导线上损失的功率  $P = \left(\frac{P_0}{U}\right)^2 R$

D. 输电导线上损失的功率  $P = \frac{P_0^2}{R}$

**【解析】** 选 B、C。输电电流  $I = \frac{P_0}{U}$ ，B 对；输电导线损失的功率  $P = I^2 R = \left(\frac{P_0}{U}\right)^2 R$ ，C 对。

4. 发电机输出功率为  $40 \text{ kW}$  ，输出电压为  $400 \text{ V}$  ，用变压比（原、副线圈匝数比）为  $1:5$  的变压器升压后向远处供电，输电线的总电阻为  $5 \Omega$  ，到达用户后再用变压器降为  $220 \text{ V}$  ，求：

（1）输电线上损失的电功率是多少？

（2）降压变压器的变压比是多少？

**【解析】** (1) 发电机输出的电压为 400 V，经升压变压器后

电压为  $U_1 = 5 \times 400 \text{ V} = 2.0 \times 10^3 \text{ V}$ ，由  $P=UI$  得输电线上的电流

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40 \times 10^3}{2.0 \times 10^3} \text{ A} = 20 \text{ A}$$

输电线上的功率损失  $\Delta P = I^2 r = 20^2 \times 5 \text{ W} = 2.0 \times 10^3 \text{ W}$

(2) 输电线上的电压损失  $\Delta U = Ir = 20 \times 5 \text{ V} = 100 \text{ V}$

加在降压变压器原线圈两端的电压

$$U_3 = U - \Delta U = 2.0 \times 10^3 \text{ V} - 100 \text{ V} = 1.9 \times 10^3 \text{ V}$$

降压变压器副线圈两端的电压 (用户所需的电压)

$$U_4 = 220 \text{ V}$$

降压变压器的变压比  $\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4} = \frac{1.9 \times 10^3}{220} = \frac{95}{11}$

**答案：** (1)  $2.0 \times 10^3 \text{ W}$  (2) 95:11



# 课时提升卷



点击进入  
Word版可编辑套题

