



交变电流做功等于电荷量乘以电压吗

——对人教版教师教学用书3-2一道习题的商榷

陈 萍

(宜兴一中 江苏 无锡 214200)

(收稿日期:2017-05-12)

摘 要:论证 $W = qU$ 对于交变电流不成立,阐述人教版教师教学用书3-2关于交变电流经典习题中一个广为流传的错误.

关键词:交变电流 电流做功 电量 有效值 平均值

人教版教师教学用书3-2第五章交变电流补充习题A组第10题如下.

【例1】有一个交变电流,其电压 $u = 311\sin 314t$ V,则()

- A. 用此交变电流作打点计时器的电源时,打点周期为 0.02 s
- B. 它可使“220 V, 100 W”的灯泡正常发光,也可使耐压值为 220 V 的电容器正常工作
- C. 用交流电压表测量时,读数为 311 V
- D. 使用这个交变电流的用电器,每通过 1 C 的电量时,电流做功 220 J

参考答案:为选项 A, D. 此题较为经典,被多处转载使用练习.笔者认为选项 D 是错误的.

分析:关于选项 D 的解析一般是:电流做功 $W = IUt$, 电荷量 $q = It$, 因此电功与电荷量的关系为 $W = qU$, 此处 q 为 1 C, U 为有效值 220 V, 电功为 220 J. 此处有个关键问题: $W = qU$ 对于恒定电流当然是成立的,对于交变电流就不成立.

我们知道电荷量

$$q = I_{\text{平均}} t$$

因此

$$qU_{\text{有效}} = (I_{\text{平均}} t)U_{\text{有效}}$$

而电功

$$W = I_{\text{有效}} U_{\text{有效}} t = (I_{\text{有效}} t)U_{\text{有效}}$$

众所周知,交变电流的电流有效值与平均值是截然

不同的两个物理量,故在交变电流中 $W = qU$ 是不成立的.

笔者再从微积分的角度证明.假定交变电流瞬时值

$$i = I_{\text{max}} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

那么在半个周期的电荷量

$$q = \int_0^{\frac{T}{2}} I_{\text{max}} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt = -\frac{T}{2\pi} I_{\text{max}} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Big|_0^{\frac{T}{2}} = \frac{I_{\text{max}}}{\pi} T$$

假定为纯电阻电路,电压瞬时值

$$u = U_{\text{max}} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

那么在半个周期的电功

$$W = \int_0^{\frac{T}{2}} I_{\text{max}} U_{\text{max}} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt = \frac{1}{4} I_{\text{max}} U_{\text{max}} T$$

电荷量与有效值电压的乘积为

$$\frac{I_{\text{max}} U_{\text{max}} T}{\pi \sqrt{2}}$$

而电流做功为 $\frac{1}{4} I_{\text{max}} U_{\text{max}} T$, 显然不同.

因此在交变电流中, $W = qU$ 是不成立的. 此题应该只能选择 A.

以上为笔者对此题所作的分析,希望能够引起广大同行的关注和指正.