

对“变压器原线圈中空载电流”的进一步探讨

左金辉

(湖北省鄂南高级中学 437100)

《中学物理教学参考》2007年第6期《理想变压器空载时原线圈电流为零吗》一文(下称“原文”)中,作者根据理想变压器的等效阻抗关系得出了“变压器副线圈断开时,原线圈中电流(即空载电流)为零”的结论.笔者认为这一结论应做进一步的探讨.

首先从理论上分析,当副线圈断开时,副线圈中无电流,从而对原线圈无感应,原线圈相当一自感线圈,显然原线圈中电流不可能为零.同时我们还实测了一部手机充电器上的小型变压器,充电器上标示额定输入电流为0.2 A,空载时原线圈中电流虽然很小(约1 mA)但不为零.

那么问题出在哪里呢?我们对原文中的推导作进一步的分析.原来物理中公式、定理、定律和关系式的成立都是有一定条件的,原文中变压器的等效阻抗关系是根据理想变压器原副线圈的电压关系、电流关系推导出来的,只对理想变压器适用.

那么何为理想变压器呢?理想变压器是从实际变压器中抽象出来的一种理想化的模型.一般的满足

$$M - f_1 r - N_1 \delta = I_1 \beta (\text{后轮}), \quad (4)$$

$$f_2 r - N_2 \delta = I_2 \beta (\text{前轮}). \quad (5)$$

由③、④、⑤式解得

$$M = (ma + f_{\text{空气}})r + (I_1 + I_2)\beta + \delta(N_1 + N_2), \quad (6)$$

故驱动力矩

$$M = (ma + f_{\text{空气}})r + (I_1 + I_2)\beta + r(F_{\text{液阻1}} + F_{\text{液阻2}}).$$

在 Δt 时间内,驱动力矩所做的功为

$$\Delta W = M \Delta \varphi$$

$$= (ma + f_{\text{空气}})r \Delta \varphi + (I_1 + I_2)\beta \Delta \varphi + r(F_{\text{液阻1}} + F_{\text{液阻2}}) \Delta \varphi. \quad (7)$$

由功能关系引入“牵引力”,在相应的时间内,驱动力矩做的功等效为“牵引力”做的功,于是

$$F_{\text{牵引}} \Delta x = M \Delta \varphi,$$

而对于无滑滚动,有

$$a = r\beta, \Delta x = r \Delta \varphi,$$

得

下列条件的变压器叫做理想变压器:

- (1)漏磁通可以忽略;
- (2)原副线圈电阻可以忽略;
- (3)铁芯的非线性、磁滞及涡流可忽略;
- (4)空载电流与负载时电流相比可以忽略.

一个铁芯变压器,能否看作理想变压器往往取决于其工作状态,工作于满载状态附近的电力变压器可以很好地看作理想变压器.而空载时,原线圈相当一自感线圈,显然原线圈中电流不可能为零,此时空载电流不能忽略,不能看作理想变压器,故功率关系和电流关系都不再成立.原文中根据理想变压器的功率关系和电流关系得出的结论在空载时已经不再成立.空载时变压器只能当作实际变压器处理,原线圈中的电流不为零.

实际上,铁芯变压器不仅断路时不能看作理想变压器,而且当负载短路时,因线圈电阻不能忽略,也不能看作理想变压器,此时原副线圈中电压关系不再成立.

$$F_{\text{牵引}} = ma + f_{\text{空气}} + \frac{(I_1 + I_2)\beta}{r} + F_{\text{液阻1}} + F_{\text{液阻2}}, \quad (8)$$

将③式代入⑧式得

$$F_{\text{牵引}} = f_1 - f_2 + \frac{(I_1 + I_2)\beta}{r} + F_{\text{液阻1}} + F_{\text{液阻2}}. \quad (9)$$

通过以上分析,可见“牵引力”的实质是一个驱动力矩做功在数值上满足上述数量关系的假想的等效外力.

二、关于中学教学的一些想法

从以上分析可见,在中学阶段不宜过多的以汽车、机车等为例研究动力学问题.因为它们实际上应以质点组去研究,把它们以质点处理,并不是不可以,但问题不那么简单.这必然要引入“等效牵引力”和“等效阻力”.而这些又不太可能在中学阶段讲清楚,甚至会给学生形成一些错误的认识,为今后的学习带来不必要的麻烦.