

### 习题

8.2.1 有一个闭合铁心,磁路的平均长度为 0.3m, 截面积为  $3 \times 10^{-4} \text{m}^2$ , 铁心的磁导率为  $2500\mu_0$ , 励磁绕组有 1000 匝, 求铁心中产生  $1 \text{Wb/m}^2$  的磁通密度时所需要的励磁电流和励磁磁势。

解: 由  $HI = Ni = F$ , 又  $\Phi = BS$ ,  $B = \mu H$

$$F = HI = l \frac{B}{\mu} = l \frac{\Phi}{\mu S} = 0.3 \times \frac{1}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 10^{-4}} = 318309.9$$

$$I = \frac{F}{N} = \frac{318309.9}{1000} = 318.3 \text{A}$$

8.2.2 由铸钢制成的闭合铁心的截面积为  $20 \text{cm}^2$ , 一通入 0.28A 的直流电流的线圈, 匝数  $N=1500$  绕在铁心上, 在铁心中产生大小为  $0.002 \text{Wb}$  的磁通, 求铁心的平均长度。(铸钢在  $B=1 \text{T}$  时的  $H=0.8 \times 10^3 \text{A/m}$ )

解:

$$B = \frac{\Phi}{S_{Fe}} = \frac{0.002}{20 \times 10^{-4}} = 1 \text{T}$$

已知铸钢在  $B = 1 \text{T}$  时  $H = 0.8 \times 10^3 \text{A/m}$ ,

由  $IN = HI$  可得:  $l = \frac{IN}{H} = \frac{0.28 \times 1500}{0.8 \times 10^3} = 0.525 \text{m}$

8.3.1 线圈接在电压为 110V, 频率为 60Hz 的正弦电源上, 线圈中的电流为 5A, 功率因数为 0.08, 之后在此线圈加入铁心重新接入相同电源, 其电流变为 3A, 功率因数为 0.87。求此线圈在具有铁心时的铜损和铁损。

解: 铁心线圈取用的总有功功率

$$P_1 = UI_1 \cos \varphi_1 = 110 \times 3 \times 0.87 = 287.1 \text{W}$$

空心线圈取用的有功功率

$$P_2 = UI_2 \cos \varphi_2 = 110 \times 5 \times 0.08 = 44 \text{W}$$

空心线圈取用的有功功率即为铜损  $I_2^2 R$ , 于是  $R = \frac{P_2}{I_2^2} = \frac{44}{5^2} = 1.76 \Omega$

铁心线圈的铜损  $\Delta P_{Cu} = I_1^2 R = 3^2 \times 1.76 = 15.84 \text{W}$

铁心线圈的铁损  $\Delta P_{Fe} = P_1 - \Delta P_{Cu} = 287.1 - 15.84 = 271.26 \text{W}$

8.3.2 将一个铁心线圈，先接在交流电源上，测得电压为 220V，电流为 2A，功率为 180W，然后接在直流电源上，测得线圈的电阻为  $1.5\Omega$ ，求铁损和线圈的功率因数。

解： 线圈的铜损  $\Delta P_{Cu} = I^2 R = 2^2 \times 1.5 = 6W$

线圈的铁损  $\Delta P_{Fe} = P - \Delta P_{Cu} = 180 - 6 = 174W$

线圈的功率因数  $\cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{180}{220 \times 2} = 0.41$

8.3.3 频率为 60Hz 的正弦电源加在一个交流线圈上，现在在此铁心上再绕一个线圈，其匝数为 200，当此线圈开路时，测得其两端的电压为 232.9V，求铁心中磁通的最大值。

解： 由  $U_{20} = 4.44 f N_2 \Phi_m$  可得：  $\Phi_m = \frac{U_{20}}{4.44 f N_2} = \frac{232.9}{4.44 \times 60 \times 200} = 0.0044$  韦伯

8.4.1 有一台电压为 330V/110V 的变压器， $N_1=3000$ ， $N_2=1000$ ，为了节约铜线，将匝数减为 900 和 300，是否可以，为什么？

解：根据  $U_1 \approx 4.44 f N_1 \Phi_m$  和  $U_{20} \approx 4.44 f N_2 \Phi_m$ 。若将  $N_1$  和  $N_2$  分别减少为 900 和 300，则磁通将增加为 3 倍以上，因此励磁电流将大大增加，且因磁路饱和，电流将远超过额定值而将绕组绝缘烧坏。所以是不可以的。

8.4.2 原绕组有 110 匝，接于 110V 电压的变压器，副绕组接有三个纯电阻负载：一个电压 26V，负载 43W；一个电压 16V，负载 13W，一个电压 8V，负载 6W。试求三个副绕组的匝数和一次侧电流  $I_1$ 。

解： 三个副绕组的匝数

$$N_2 = \frac{U_2}{U_1} N_1 = \frac{26}{110} \times 110 = 26$$

$$N_3 = \frac{U_3}{U_1} N_1 = \frac{16}{110} \times 110 = 16$$

$$N_4 = \frac{U_4}{U_1} N_1 = \frac{8}{110} \times 110 = 8$$

求三个副绕组的电流

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{43}{26} = 1.65A$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U_3} = \frac{13}{16} = 0.8125A$$

$$I_4 = \frac{P_4}{U_4} = \frac{6}{8} = 0.75A$$

原边电流（电阻性负载，电流同相位）

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2 + \frac{N_3}{N_1} I_3 + \frac{N_4}{N_1} I_4 = \frac{26}{110} \times 1.65 + \frac{16}{110} \times 0.8125 + \frac{8}{110} \times 0.75 \approx 0.59A$$

8.4.3 已知变压器原、副绕组匝数分别为 600 和 200，接入的信号源电动势  $E = 15V$ ，副绕组侧接入一阻值为 12 欧的电阻性质负载，信号源输出功率为  $9mW$ ，试求信号源内阻。

解： 根据阻抗变换原理，变压器原边等效负载阻抗为

$$R'_L = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L = \left(\frac{600}{200}\right)^2 \times 12 = 108\Omega$$

信号源输出功率为

$$P_L = \left(\frac{E}{R_0 + R'_L}\right)^2 \cdot R'_L = \left(\frac{15}{R_0 + 108}\right)^2 \times 108 = 9mW \text{ 则}$$

$$R_0 = 1535\Omega$$

8.4.4 实验室里同学做变压器实验，看见三相变压器的铭牌数据上有：电源频率为 60Hz，连接方式为 Y/Y，额定容量 450KVA，原、副绕组额定电压分别为 22KV、 330V，经测量每匝线圈感应电动势为 16.5V，试初步估算：（1）变压器的变比，（2）原、副绕组的额定电流。

解： （1）  $K = \frac{U_{1N}}{U_{2N}} = \frac{22 \times 10^3}{330} = 66.6$

$$(2) I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} = \frac{450 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 22 \times 10^3} \approx 11.82A$$

$$I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}} = \frac{450 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 330} \approx 787.32A$$

8.4.5 某容量为 100kVA，电压为 2200V/110V 的单相变压器。今欲在副绕组接上 100W，110V 功率因数为 0.87 的负载，求（1）变压器在额定情况下时，可接多少负载，（2）原、副绕组的额定电流。

解:  $\cos \varphi = 0.8$ , 故有  $n = \frac{100kV \cdot A}{100 / 0.87V \cdot A} = 870$  只

$$I_{1N} = \frac{S_N}{U_{1N}} = \frac{100 \times 10^3}{2200} \approx 45.5A$$

$$I_{2N} = \frac{S_N}{U_{2N}} = \frac{100 \times 10^3}{110} \approx 909.1A$$