

第 3 章

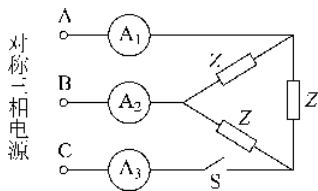
三相电路

3-1 题图 3-1 所示电路中,当开关 S 闭合时,3 个电流表的读数均为 1A。求开关 S 打开时,电流表 A_1 的读数。

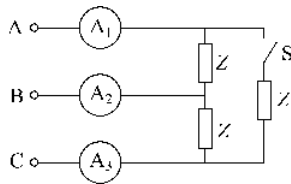
解 当 S 闭合时,3 个电流表的读数为 $\frac{\sqrt{3}U_{AB}}{|Z|} = 1\text{A}$ 。当 S 打开时,电流表 A_1 的读数为

$$I_{A1} = \frac{U_{AB}}{|Z//2Z|} = \frac{U_{AB}}{\frac{2}{3}|Z|} = \frac{\sqrt{3}\sqrt{3}U_{AB}}{2|Z|} = 0.866\text{A}$$

3-2 题图 3-2 所示电路为一三相电路,电源为对称三相电源。开关 S 闭合时,3 个电流表的读数均为 5A。求开关 S 打开后 3 个电流表的读数。



题图 3-1



题图 3-2

解 当开关 S 闭合时,电路为对称三相电路,3 个电流表中的电流均为线电流,此时每相负载中的相电流为 $5/\sqrt{3} = 2.89\text{A}$ 。

开关 S 打开后,一相负载断路,其余两相负载两端的电压不变,其中的电流也不变,所以,电流表 A_2 的读数仍为 5A。而 A_1 、 A_3 中的电流相当于对称运行时的相电流,即此时 A_1 、 A_3 的读数为 2.89A。

3-3 三相对称电路如题图 3-3 所示,测得功率表 W_1 的读数为 2840W, W_2 的读数为 1204W,电流表 A 的读数为 7.5A,求负载参数 R 和 L(设电源频率 $f=50\text{Hz}$)。

解 两块功率表的读数是三相电路吸收的总功率,即电阻消耗的功率。

设 $\triangle$ 形连接负载中每相负载流过的电流为 I_{ab} ,
每相负载的阻抗角为 φ 。

$$I_{ab} = I_A / \sqrt{3} = 7.5 / \sqrt{3} = 4.33 \text{ A}$$

$$3RI_{ab}^2 = P_1 + P_2$$

$$R = \frac{P_1 + P_2}{3I_{ab}^2} = \frac{2840 + 1204}{3 \times 4.33^2} = 71.9 \Omega$$

第1块功率表的读数

$$P_1 = U_{BA} I_B \cos(30^\circ - \varphi) = 2840 \text{ W}$$

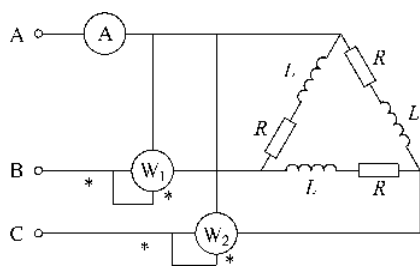
第2块功率表的读数

$$P_2 = U_{CA} I_C \cos(30^\circ + \varphi) = 1204 \text{ W}$$

$$\frac{\cos(30^\circ - \varphi)}{\cos(30^\circ + \varphi)} = \frac{2840}{1204} = 2.359, \varphi = 35^\circ$$

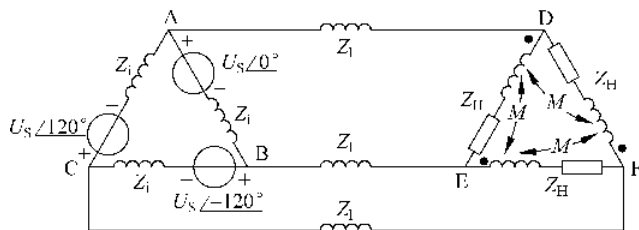
$$\frac{X_L}{R} = \tan 35^\circ = 0.701, \quad X_L = 0.701 \times 71.9 = 50.4 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{50.4}{314} = 0.161 \text{ H}$$



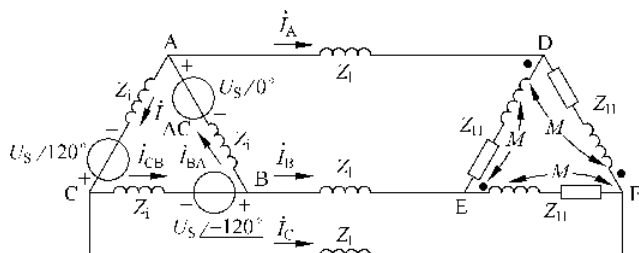
题图 3-3

3-4 题图 3-4 所示电路为一对称三相电路,电源每相有内阻抗 $Z_i = j1.5 \Omega$,线路阻抗 $Z_l = j1 \Omega$,负载每相自阻抗为 $Z_H = 10 + j5 \Omega$,三相负载间有互感,每两相间的互感抗为 $jX_M = j\omega M = j2 \Omega$ 。电源电压为 $U_s = 10 \text{ V}$ (三相电源对称)。计算各相电源中的电流和各相负载两端的电压(线电压)。



题图 3-4

解 各电流的参考方向如题图 3-4(a)所示。

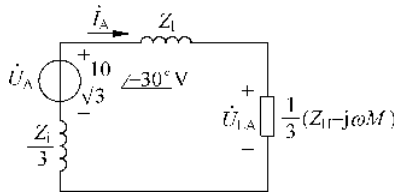


题图 3-4(a)

消去三相负载之间的互感耦合,作出题图 3-4(b)所示的一相计算电路。

由一相计算电路可得

$$\begin{aligned}\dot{I}_A &= \frac{\dot{U}_A}{Z_1 + \frac{Z_i}{3} + \frac{1}{3}(Z_H - j\omega M)} \\ &= \frac{\frac{10}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ}{j1 + \frac{j1.5}{3} + \frac{1}{3}(10 + j5 - j2)} \\ &= \frac{\frac{10}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ}{4.166 \angle 36.87^\circ} = 1.386 \angle -66.87^\circ \text{ A}\end{aligned}$$



题图 3-4(b)

$$\dot{U}_{LA} = \frac{1}{3}(Z_H - j\omega M) \dot{I}_A = (3.333 + j1) \times 1.386 \angle -66.87^\circ = 4.823 \angle -50.17^\circ \text{ V}$$

三相电源中的相电流为

$$\dot{I}_{BA} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{I}_A \angle 30^\circ = 0.800 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{CB} = 0.800 \angle -157^\circ \text{ A}, \dot{I}_{AC} = 0.800 \angle 83.1^\circ \text{ A}$$

各相负载两端的电压为

$$\dot{U}_{DE} = \sqrt{3} \dot{U}_{LA} \angle 30^\circ = \sqrt{3} \angle 30^\circ \times 4.823 \angle -50.17^\circ = 8.35 \angle -20.2^\circ \text{ V}$$

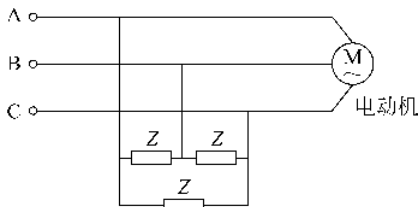
$$\dot{U}_{EF} = 8.35 \angle -140^\circ \text{ V}, \dot{U}_{FD} = 8.35 \angle 99.8^\circ \text{ V}$$

3-5 题图 3-5 所示电路中,已知工频对称三相电源线电压 $u_{AB}(t) = 380\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ V}$,电动机负载三相总功率 $P = 1.7 \text{ kW}$, $\cos \varphi_D = 0.8$,对称三相负载阻抗 $Z = 50 + j80 \Omega$ 。

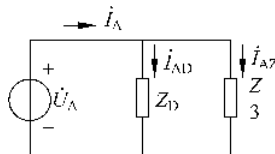
(1) 求三相电源发出的有功功率和无功功率;

(2) 为使电源端功率因数提高到 $\cos \varphi = 0.9$,在负载处并联一组三相电容(Y形连接),求所需电容 C 。

解 令 $\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$,作出题图 3-5(a) 所示的一相计算电路。



题图 3-5



题图 3-5(a)

由一相计算电路及已知条件,可得

$$\dot{I}_{AZ} = \frac{220\angle 0^\circ}{(50 + j80)/3} = 6.98\angle -58^\circ \text{A}$$

$$I_{AD} = \frac{1700}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 3.23 \text{A}, \quad \varphi_D = 36.9^\circ$$

$$\dot{I}_{AD} = 3.23\angle -36.9^\circ \text{A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AZ} + \dot{I}_{AD}$$

$$= 3.699 - j5.919 + 2.583 - j1.939 = 10.1\angle -51.4^\circ \text{A}$$

三相电源发出的有功功率

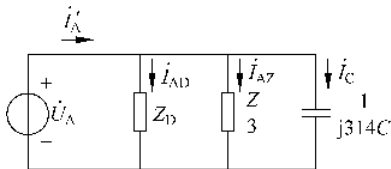
$$P = 3 \times 220 \times 10.1 \times \cos 51.4^\circ = 4.14 \text{kW}$$

三相电源发出的无功功率

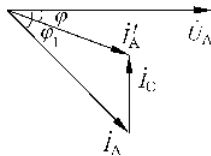
$$Q = 3 \times 220 \times 10.1 \times \sin 51.4^\circ = 5.19 \text{kvar}$$

电源端的总功率因数 $\cos \varphi_1 = \cos 51.4^\circ = 0.624$ (滞后)。

(2) 补偿后电源端的总功率因数 $\cos \varphi = 0.9, \varphi = 25.8^\circ$ 。补偿后的一相计算电路及相量图分别如题图 3-5(b)和题图 3-5(c)所示。



题图 3-5(b)



题图 3-5(c)

由相量图可得

$$I_C = I_A \cos \varphi_1 (\tan \varphi_1 - \tan \varphi) = 6.30 \times (\tan 51.4^\circ - \tan 25.8^\circ) = 4.85 \text{A}$$

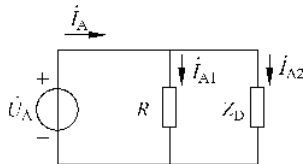
$$\frac{1}{\omega C} = \frac{220}{4.85} = 45.4, \quad C = \frac{1}{45.4 \times 314} = 70.1 \mu\text{F}$$

3-6 线电压为 380V 的三相电源接两组负载。一组为三相电动机,其有功功率为 $P_D = 20 \text{kW}$,功率因数 $\cos \varphi = 0.8$; 另一组为三相白炽灯,总功率为 $P_R = 5 \text{kW}$ 。此时电路的总功率因数为多少? 若将功率因数提高到 0.94,则应并联一组接成 Y 形的电容器,每相电容值是多少?

解 设 $\dot{U}_A = 220\angle 0^\circ \text{V}$,电动机 Y 形连接每相等效阻抗为 Z_D ,白炽灯每相电阻为 R ,则可作出一相计算电路如题图 3-6 所示。

对白炽灯负载,有

$$R = \frac{U_A}{I_{A1}} = \frac{3U_A^2}{P_R} = \frac{3 \times 220^2}{5000} = 29.04 \Omega$$



题图 3-6

对三相电动机负载,有

$$|Z_D| = \frac{U_A}{I_{A2}} = \frac{3U_A^2 \cos\varphi}{P_D} = \frac{3 \times 220^2 \times 0.8}{20 \times 10^3} = 5.808 \Omega$$

$$Z_D = 5.808 \angle 36.87^\circ \Omega$$

总负载等效阻抗为

$$Z = R // Z_D = \frac{29.04 \times 5.808 \angle 36.87^\circ}{29.04 + 5.808 \angle 36.87^\circ} = \frac{168.7 \angle 36.87^\circ}{33.87 \angle 5.877^\circ} = 4.981 \angle 30.99^\circ \Omega$$

所以,电源端总功率因数为

$$\cos\varphi_S = \cos 30.99^\circ = 0.857$$

若将功率因数提高到 $\cos\varphi'_S = 0.94$, 则总的无功补偿容量为

$$|Q_C| = P(\tan\varphi_S - \tan\varphi'_S) = 25 \times 10^3 \times (\tan 30.99^\circ - \tan 19.95^\circ) = 5.941 \text{ kvar}$$

每相补偿电容值为

$$C = \frac{|Q_C|}{3\omega U_A^2} = \frac{5.941 \times 10^3}{3 \times 314 \times 220^2} = 130 \mu\text{F}$$

另解 两组负载消耗总有功功率为 $P = 20 + 5 = 25 \text{ kW}$, 总无功功率即电动机的无功 $Q = P \tan\varphi = 20 \times \tan 36.87^\circ = 15 \text{ kvar}$ 。所以总功率因数为

$$\cos\varphi_S = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{25}{\sqrt{25^2 + 15^2}} = 0.857$$

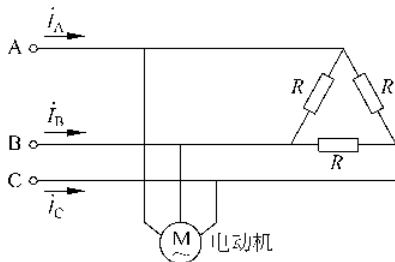
此题还可以先求出总线电流,再由电压、电流关系得到总功率因数。

补偿容量的求法与上述方法相同。

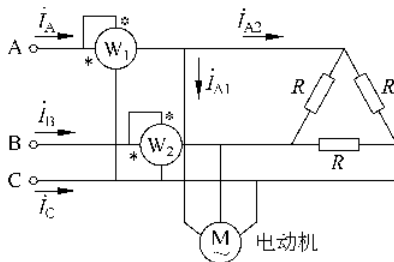
3-7 已知题图 3-7 所示电路中,对称三相电路电源电压 $\dot{U}_{AB} = 380 \angle 0^\circ \text{ V}$, 电动机负载的三相总功率为 $P = 1.7 \text{ kW}$, 功率因数 $\cos\varphi_D = 0.8$ (感性), 电阻 $R = 100 \Omega$ 。

- (1) 求线电流 $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$;
- (2) 求电路总的功率因数;
- (3) 若用两表法测三相总功率, 试画出两功率表的接线图。

解 各电流的参考方向及两表法测三相功率的接线如题图 3-7(a) 所示。



题图 3-7



题图 3-7(a)

(1) 对电动机负载,有

$$I_{A1} = \frac{P}{\sqrt{3}U_1 \cos \varphi_D} = \frac{1700}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 3.229 \text{ A}, \quad \varphi = 36.87^\circ$$

$$\dot{I}_{A1} = 3.229 \angle -66.87^\circ \text{ A}$$

对电阻负载,有

$$\dot{I}_{A2} = \sqrt{3} \frac{\dot{U}_{AB}}{R} \angle -30^\circ = 6.582 \angle -30^\circ \text{ A}$$

总电流为

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} = 3.229 \angle -66.87^\circ + 6.582 \angle -30^\circ = 9.37 \angle -41.9^\circ \text{ A}$$

由对称性,可得

$$\dot{I}_B = 9.37 \angle -162^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_C = 9.37 \angle 78.1^\circ \text{ A}$$

(2) 总功率因数为

$$\cos \varphi = \cos(-30^\circ + 41.9^\circ) = 0.978$$

(3) 两表法测三相总功率的接线图如题图 3-7(a)所示。

作为结果校验,可求出题图 3-10(a)中两表法的读数(原题未要求):

$$P_1 = U_{AC} I_A \cos(\psi_{u_{AC}} - \psi_{i_A}) = 380 \times 9.37 \times \cos(-60^\circ + 41.9^\circ) = 3.38 \text{ kW}$$

$$P_2 = U_{BC} I_B \cos(\psi_{u_{BC}} - \psi_{i_B}) = 380 \times 9.37 \times \cos(-120^\circ + 162^\circ) = 2.65 \text{ kW}$$

三相负载消耗的总有功功率(三相电源发出的总有功功率)为

$$P_S = P_1 + P_2 = 6.03 \text{ kW}$$

校核:三相负载消耗的总平均功率为

$$P_L = 1700 + 3 \times \frac{380^2}{100} = 6.03 \text{ kW}$$

可见, $P_L = P_S$ 。

3-8 对称三相电路如题图 3-8 所示。对称三相电源线电压为 380V, 对称三相负载阻抗 $Z = 20 + j20 \Omega$, 三相电动机功率为 1.7kW, 功率因数 $\cos \varphi = 0.82$ 。

(1) 求线电流 $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$;

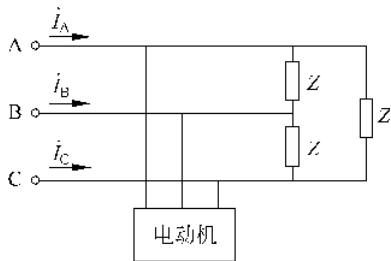
(2) 求三相电源发出的总功率;

(3) 若用两表法测三相总功率, 试画出两只功率表的接线图。

解 (1) 电路为对称三相电路。设 $\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$,

则一相计算电路如题图 3-8(a) 所示, 其中 Z_D 表示电动机负载每相等效阻抗(丫形连接)。

由一相计算电路及已知条件, 可得



题图 3-8

$$\dot{I}_{A1} = \frac{\dot{U}_A}{Z/3} = \frac{220\angle 0^\circ}{(20 + j20)/3} = 23.34\angle -45^\circ \text{ A}$$

$$I_{A2} = \frac{P}{\sqrt{3}U_1 \cos\varphi} = \frac{1.7\text{ kW}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 3.15\text{ A}, \quad \varphi = 34.9^\circ$$

$$\dot{I}_{A2} = 3.15\angle -34.9^\circ \text{ A}$$

$$\begin{aligned}\dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} = 23.34\angle -45^\circ + 3.15\angle -34.9^\circ \\ &= 16.6 - j16.5 + 2.583 - j1.802 = 26.44\angle -43.8^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

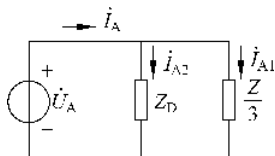
由对称性,得

$$\dot{I}_B = 26.44\angle -163.8^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_C = 26.44\angle 76.2^\circ \text{ A}$$

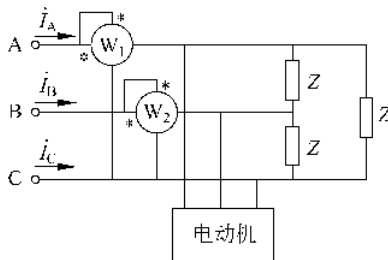
(2) 三相电源发出的有功功率为

$$P = \sqrt{3}U_1 I_A \cos 43.8^\circ = \sqrt{3} \times 380 \times 26.44 \times \cos 43.8^\circ = 12.6\text{ kW}$$

(3) 两表法测三相电源发出总有功功率的接线图如题图 3-8(b)(共 C 接法)所示。



题图 3-8(a)



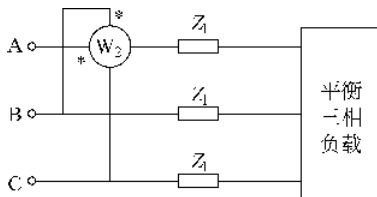
题图 3-8(b)

3-9 对称三相电源通过输电线给三相平衡负载(感性)输电(题图 3-9 所示电路)。输电线阻抗 $Z_1 = 1 + j1\Omega$, 负载端线电压为 380 V , 负载功率 $P = 1500\text{ W}$, 功率因数 $\cos\varphi = 0.8$ 。

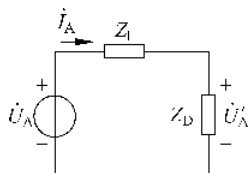
(1) 求电源端线电压;

(2) 求图中功率表读数,并说明由此功率表读数能否求出电源的无功功率,为什么?

解 设负载端相电压 $\dot{U}'_A = 220\angle 0^\circ \text{ V}$ 。可作出一相计算电路如题图 3-9(a)所示。



题图 3-9



题图 3-9(a)

$$I_A = \frac{P}{\sqrt{3}U_1 \cos \varphi} = \frac{1500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 2.849 \text{ A}, \quad \varphi = 36.87^\circ$$

$$\dot{I}_A = 2.849 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_A &= \dot{U}'_A + Z_1 \dot{I}_A \\ &= 220 \angle 0^\circ + (1 + j1) \times 2.849 \angle -36.87^\circ \text{ V} = 224.0 \angle 0.1458^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

电源端线电压为

$$\dot{U}_{AB} = \sqrt{3} \dot{U}_A \angle 30^\circ = 388 \angle 30.1^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_{BC} = 388 \angle -89.9^\circ \text{ V}, \dot{U}_{CA} = 388 \angle 150^\circ \text{ V}$$

功率表的读数为

$$P = U_{BC} I_A \cos(\varphi_{u_{BC}} - \varphi_{i_A}) = 388.0 \times 2.849 \times \cos(-89.86^\circ + 36.87^\circ) = 665 \text{ W}$$

功率表的读数可以表示为

$$\begin{aligned} P &= U_{BC} I_A \cos(\varphi_{u_{BC}} - \varphi_{i_A}) = U_{BC} I_A \cos(\varphi_{u_{AB}} - 120^\circ - \varphi_{i_A}) \\ &= U_{BC} I_A \cos(\varphi_{u_A} + 30^\circ - 120^\circ - \varphi_{i_A}) = U_{BC} I_A \sin(\varphi_{u_A} - \varphi_{i_A}) \\ &= U_{BC} I_A \sin \varphi \end{aligned}$$

可见,由功率表的读数可得三相电源发出的无功功率,即三相电源发出的无功功率为

$$Q = \sqrt{3} U_{BC} I_A \sin \varphi = \sqrt{3} P = \sqrt{3} \times 665.4 = 1.15 \text{ kvar}$$

3-10 三相电路如题图 3-10 所示。对称三相电源线电压 $U_1 = 380 \text{ V}$ 。接有两组三相负载,一组为 Y 形连接的对称三相负载,每相阻抗 $Z_1 = 30 + j40 \Omega$; 另一组为 Δ 形连接的不对称三相负载, $Z_A = 100 \Omega$, $Z_B = -j200 \Omega$, $Z_C = j380 \Omega$ 。

(1) 求图中电流表 A_1 和 A_2 的读数;

(2) 计算三相电源发出的平均功率。

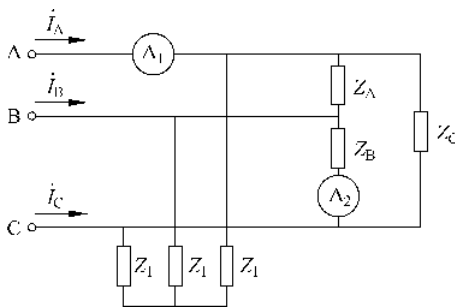
解 设 $\dot{U}_{AN} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$ 。则对称三相负载的线电流为

$$\dot{I}_{A1} = \frac{220 \angle 0^\circ}{30 + j40} = 4.4 \angle -53.1^\circ = 2.642 - j3.519 \text{ A}$$

不对称三相负载的相电流分别为

$$\dot{I}_{AB} = \frac{380 \angle 30^\circ}{100} = 3.8 \angle 30^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{BC} = \frac{380 \angle -90^\circ}{-j200} = 1.9 \angle 0^\circ \text{ A}$$



题图 3-10

$$\dot{I}_{CA} = \frac{380 \angle 150^\circ}{j380} = 1 \angle 60^\circ \text{ A}$$

A 相总线电流为

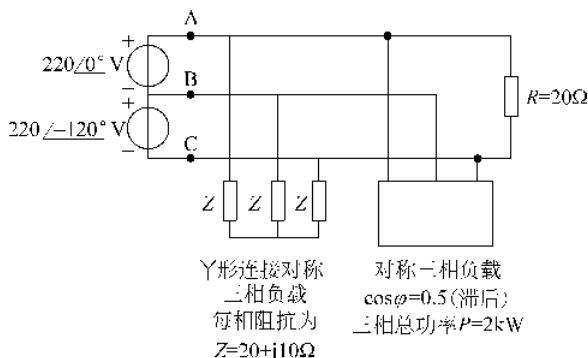
$$\begin{aligned}\dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 2.642 - j3.519 + 3.291 + j1.9 - 0.5 - j0.866 \\ &= 5.433 - j2.486 = 5.97 \angle -24.6^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

所以, 电流表 A_1 的读数为 5.97A, A_2 的读数为 1.90A。

三相电源发出的平均功率即电阻元件消耗的功率, 即

$$P = I_{A1}^2 \times 3 \times 30 + \frac{U_{AB}^2}{100} = 3.19 \text{ kW}$$

3-11 由两个单相电源供电的三相电路如题图 3-11 所示, 其中有两个对称三相负载和跨接在 A、C 两线间的单相负载 R , 各负载情况均注明在图中。求每一电源所发出的平均功率(有功功率)。



题图 3-11

解 由题图 3-11 中已知条件可知, $\dot{U}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$, $\dot{U}_{BC} = 220 \angle -120^\circ \text{ V}$, 则

$$\dot{U}_{CA} = -\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{BC} = -220 \angle 0^\circ - 220 \angle -120^\circ = 220 \angle 120^\circ \text{ V}$$

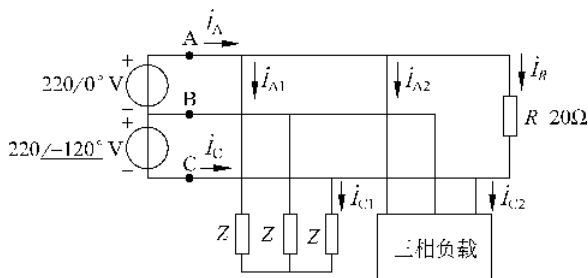
可见, 对负载而言, 其等效电源是三相对称电源。而单相负载 R 相当于接在理想电压源两端, 因此, 它的存在不影响两组对称三相负载的求解, 即对称负载中的电流仍可按对称方法求出。

等效 γ 形连接三相电源的相电压分别为

$$\begin{aligned}\dot{U}_A &= \frac{\dot{U}_{AB}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = \frac{220 \angle -30^\circ}{\sqrt{3}} \text{ V} \\ \dot{U}_B &= \frac{\dot{U}_{BC}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = \frac{220 \angle -150^\circ}{\sqrt{3}} \text{ V}\end{aligned}$$

$$\dot{U}_C = \frac{\dot{U}_{CA}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = \frac{220 \angle 90^\circ}{\sqrt{3}} \text{V}$$

各电流的参考方向如题图 3-11(a)所示。



题图 3-11(a)

对第一组对称三相负载 Z , 其线电流为

$$\dot{i}_{A1} = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle -30^\circ}{\sqrt{3}(20 + j10)} = 5.680 \angle -56.56^\circ \text{A}$$

$$\dot{i}_{C1} = \frac{\dot{U}_C}{Z} = \frac{220 \angle 90^\circ}{\sqrt{3}(20 + j10)} = 5.680 \angle 63.64^\circ \text{A}$$

对第二组对称三相负载, 有

$$I_{A2} = I_{C2} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{AB}\cos\varphi} = \frac{2000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.5} = 10.50 \text{A}$$

$$\varphi = \arccos 0.5 = 60^\circ$$

所以

$$\dot{i}_{A2} = 10.50 \angle -90^\circ \text{A}, \dot{i}_{C2} = 10.50 \angle 30^\circ \text{A}$$

单相负载 R 中的电流为

$$\dot{i}_R = \frac{\dot{U}_{AC}}{R} = \frac{-220 \angle 120^\circ}{20} = 11 \angle -60^\circ \text{A}$$

总线电流为

$$\dot{i}_A = \dot{i}_{A1} + \dot{i}_{A2} + \dot{i}_R = 26.22 \angle -70.78^\circ \text{A}$$

$$\dot{i}_C = \dot{i}_{C1} + \dot{i}_{C2} - \dot{i}_R = 20.78 \angle 72.84^\circ \text{A}$$

电压源发出的功率分别为

$$P_{AB} = U_{AB} I_A \cos(\psi_{u_{AB}} - \psi_{i_A}) = 220 \times 26.22 \times \cos(0^\circ + 70.78^\circ) = 1.90 \text{kW}$$

$$P_{BC} = -U_{BC} I_C \cos(\psi_{u_{BC}} - \psi_{i_C}) = -220 \times 20.78 \times \cos(-120^\circ - 72.84^\circ) = 4.46 \text{kW}$$

校核: 方框中三相负载消耗的功率为 2kW。Y形连接三相负载 Z 消耗的功率为

$$P_Z = 3 \times 5.680^2 \times 20 = 1.94 \text{ kW}$$

单相负载 R 消耗的功率为

$$P_R = \frac{U_{AC}^2}{R} = \frac{220^2}{20} = 2.42 \text{ kW}$$

负载消耗的总有功功率为

$$P + P_Z + P_R = 6.36 \text{ kW}$$

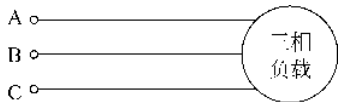
由此可见,负载消耗的总有功功率等于电源发出的总有功功率,即

$$P + P_Z + P_R = P_{AB} + P_{BC}$$

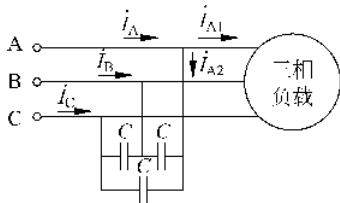
3-12 (1) 线电压为 380 V 的工频对称三相电源上接一组对称三相负载,是感性的静止负载(如题图 3-12 所示)。负载功率为 10 kW ,功率因数为 0.5 。为了提高功率因数,接上一组电容。画出电容连线图。要使功率因数提高到 0.9 ,求电容值,计算这时的线电流。画出线电流、负载电流及电容电流的相量图,要求在电路图上注明上述电流的参考方向。

(2) 在接上电容的情况下,如果题图 3-12 中标明“B”处的电源线断了,求这时的线电流。

解 设 Y 形连接电源 A 相相电压 $\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$ 。补偿电容接线(Δ 形连接)及各电流参考方向如题图 3-12(a)所示。



题图 3-12



题图 3-12(a)

(1) 补偿前的功率因数为 $\cos\varphi = 0.5$,补偿后的功率因数为 $\cos\varphi' = 0.9$,则 $\varphi = 60^\circ$, $\varphi' = 25.84^\circ$ 。按补偿要求,三相无功补偿容量为

$$|Q_C| = P(\tan\varphi - \tan\varphi') = 10 \times (\tan 60^\circ - \tan 25.84^\circ) = 12.48 \text{ kvar}$$

每相补偿电容值为

$$C = \frac{|Q_C|}{3\omega U_1^2} = \frac{12.48 \times 10^3}{3 \times 314 \times 380^2} = 91.8 \mu\text{F}$$

对称三相负载的线电流为

$$I_{A1} = \frac{P}{\sqrt{3}U_1\cos\varphi} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.5} = 30.39 \text{ A}$$

电容的线电流为

$$I_{A2} = \frac{|Q_C|}{\sqrt{3}U_1} = \frac{12.48 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 18.96 \text{ A}$$