第一章　电力系统分析基础知识

1-2-1 对例 1-2，取 $U_{B2}=110\ kV$，$S_B=30\ MVA$，用准确和近似计算法计算参数标幺值。

解：①准确计算法：

选取第二段为基本段，取 $U_{B2}=110\ kV$，$S_B=30\ MVA$，则其余两段的电压基准值分别为：$U_{B1}=k_1U_{B2}=\frac{10.5}{121}\times 110=9.5kV$

$U_{B3}=\frac{U_{B2}}{k_2}=\frac{110}{6.6}=6.6kV$

电流基准值：$I_B=\frac{S_B}{\sqrt{3}U_B}$

$I_{B1}=\frac{S_B}{\sqrt{3}U_{B1}}=\frac{30}{\sqrt{3}\times 9.5}=1.8kA$

$I_{B2}=\frac{S_B}{3U_{B2}}=\frac{30}{3\times 110}=0.16kA$

各元件的电抗标幺值分别为：

发电机：$x_1^*=0.26\times\frac{10.5^2}{30}\times\frac{30}{0.32}=0.32$

$x_1^*=0.26\times\frac{30}{30}\times\frac{9.5^2}{9.5^2}=0.26$

变压器 T1：$x_2^*=0.105\times\frac{121^2}{110^2}\times\frac{30}{31.5^2}=0.121$

输电线路：$x_3^*=0.4\times\frac{80}{110^2}\times\frac{30}{110^2}=0.079$

变压器 T2：$x_4^*=0.105\times\frac{110^2}{15^2}\times\frac{30}{110^2}=0.21$

电抗器：$x_5=\frac{6}{6.6}\times\frac{2.62}{0.3}\times 0.05=0.4$

电缆线路：$x_6=0.08\times\frac{2.5}{6.6^2}\times\frac{30}{6.6^2}=0.14$

电源电动势标幺值：$E=\frac{11}{9.5}=1.16$

②近似算法：

取 S_B 30 MVA ，各段电压电流基准值分别为：

U_{B1} 10.5kV ， I_{B1} $\frac{30}{3 \quad 10.5}$ 1.65 kA

U_{B2} 115 kV ， I_{B1} $\frac{30}{3 \quad 115}$ 0.15kA

$U_{B3} = 6.3\ kV$，$I_B = \frac{30}{\sqrt{3} \times 6.3} = 2.75kA$

各元件电抗标幺值：

发电机：$x_1 = 0.26 \times \frac{10.5^2}{30} \times \frac{30}{10.5^2} = 0.26$

变压器 T：$x_2 = 0.105 \times \frac{121^2}{115^2} \times \frac{30}{31.5} = 0.11$

输电线路：$x_3 = 0.4 \times 80 \times \frac{115^2}{115^2} \times \frac{30}{115^2} = 0.073$

变压器 T：$x_4 = 0.105 \times \frac{115^2}{115^2} \times \frac{30}{30} = 0.21$

电抗器：$x_5 = 0.05 \times \frac{6}{2.75} \times \frac{6.3}{6.3} \times \frac{0.3}{30} = 0.44$

电缆线路：$x_6 = 0.08 \times 2.5 \times \frac{6.3^2}{6.3^2} \times \frac{30}{11} = 0.151$

电源电动势标幺值：$E = 1.05 \times \frac{10.5}{10.5^2} \times \frac{30}{10.5^2} = 1.05$

发电机：$x_1 = 0.26 \times \frac{30}{30} \times \frac{9.5^2}{9.5^2} = 0.32$

变压器 T：$x_2 = 0.105 \times \frac{30}{121^2} \times \frac{121^2}{110^2} \times \frac{30}{31.5^2} = 0.121$

输电线路：$x_3 = 0.4 \times 80 \times \frac{110^2}{110^2} \times \frac{30}{110^2} = 0.079$

变压器 T：$x_4 = 0.105 \times \frac{110^2}{15^2} \times \frac{30}{110^2} = 0.21$

电抗器：$x_5 = 0.05 \times \frac{6}{6.6} \times \frac{2.62}{0.3} \times \frac{0.4}{30} = 0.4$

电缆线路： $x_6 = 0.08 \times 2.5 \times \frac{0.14}{6.6^2}$

电源电动势标幺值： $E = \frac{11}{9.5} = 1.16$

1-3-1 在例 1-4 中，若 6.3kV 母线的三相电压为：

$$U_a = 2 \times 6.3\cos(\omega_s t)$$

$$U_a = 2 \times 6.3\cos(\omega_s t - 120^\circ)$$

$$U_a = 2 \times 6.3\cos(\omega_s t + 120^\circ)$$

在空载情况下 f 点突然三相短路，设突然三相短路时 $\alpha = 30^\circ$。

试计算：

（1）每条电缆中流过的短路电流交流分量幅值；

（2）每条电缆三相短路电流表达式；

（3）三相中哪一相的瞬时电流最大，并计算其近似值；

（4）α 为多少度时， a 相的最大瞬时电流即为冲击电流。

解：（1）由例题可知：一条线路的电抗 $x = 0.797\Omega$，电阻 $r = 0.505\Omega$，阻抗 $Z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{0.797^2} = 0.943$，衰减时间常数 $T_\alpha = \frac{}{314 \times 0.505} = 0.005\ s$

三相短路时流过的短路电流交流分量的幅值等于：

$$I_{fm} = \frac{U_m}{Z} = \frac{\sqrt{2} \times 6.3}{0.943} = 9.45\ kA$$

（2）短路前线路空载，故 $I''_{m0} = 0$

$$T_a = \frac{}{314 \times 0.505} = 0.005\ s$$

$$\varphi = \arctan \frac{x}{r} = 57.64^\circ$$

所以

$$i_a = 9.45 \cos(\omega t - 27.64^\circ) - 9.45 \cos 27.64^\circ e^{-200t}$$

$$i_b = 9.45 \cos(\omega t - 147.64^\circ) - 9.45 \cos 147.64^\circ e^{-200t}$$

$$i_b = 9.45 \cos(\alpha - 92.36^\circ) - 9.45 \cos 92.36^\circ e^{-200t} \quad \alpha - \varphi =$$

(3)对于 abc 相：$\alpha = 27.64^\circ$，$\alpha = 147.64^\circ$，$\alpha = 92.36^\circ$，

可以看出 c 相跟接近于 90 ，即更与时间轴平行，所以 c 相的瞬时值最大。

$$|\alpha - \varphi| = 90^\circ \quad \alpha = -$$

$$i_c(t)_{max} \quad i_c(0.01) \quad 10.72\ kA$$

（4） 若 a 相瞬时值电流为冲击电流，则满足 $\alpha = 90^\circ$，即 $\alpha = 32.36^\circ$ 或 147.64°。

第二章 同步发电机突然三相短路分析

2-2-1 一发电机、变压器组的高压侧断路器处于断开状态，发电机空载运行，其端电压为额定电压。试计算变压器高压侧突然三相短路后短路电流交流分量初始值 I''_m。

发电机： $S_N = 200\ MW$，$U_N = 13.8kV$，$\cos_N = 0.9$，$x_d = 0.92$，$x'_d = 0.32$，$x''_d = 0.2$

变压器： $S_N = 240\ MVA$，$220\ kV / 13.8kV$，$U_S(\%) = 13$

解： 取基准值 U_B 13.8kV ， S_B 240 MVA

电流基准值 $I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3}U_B} = \frac{240}{\sqrt{3} \times 13.8} = 10.04kA$

则变压器电抗标幺值 $x_T^* = \frac{U_S\%}{100} \times \frac{U_{TN}^2}{S_N} \times \frac{S_B}{U_B^2} = \frac{13}{100} \times \frac{13.8^2}{240} \times \frac{240}{13.8^2} = 0.13$

发电机次暂态电抗标幺值 $x_d''^* = x_d''^* \times \frac{U_N^2}{S_N} \times \frac{S_B}{U_B^2} = 0.2 \times \frac{200^2}{13.8^2} \times \frac{240}{13.8^2} = 0.216$

次暂态电流标幺值 $I''^* = \frac{E''^*}{x_d'' + x_T} = \frac{1.1}{0.13 + 0.216} = 2.86$

有名值 $I_m = \sqrt{2} \times 2.86 \times 10.04 = 38.05kA$

2-3-1 例 2-1 的发电机在短路前处于额定运行状态。

（1）分别用 E_q，E' 和 E'' 计算短路电流交流分量 I_q，I' 和 I''；

（2）计算稳态短路电流 I_∞。

解：（1）$U_{G0} = 1.0$，$I_{G0} = \cos^{-1}0.85 = 31.8$

短路前的电动势：$E_{q0} = U_{G0} + jx_d I_{G0} = 1 + j0.167 \times 1.097 \angle 7.4$

$E'' = E_{q0}'' = U_{G0} + jx_d'' I_{G0} = 1 + j0.269 \times 1.166 \angle 11.3$

$E' = E_{q0}' = U_{G0} + jx_d' I_{G0} = 1 + j0.269 \times 1.166 \angle 11.3$

$I_{d0} = I_{G0} \sin(\varphi_{G0} + \delta_{G0}) = 1 \times \sin(41.1 + 32) = 0.957$

$I_\infty = I_{q0} = I_{G0} \cos(\varphi_{G0} + \delta_{G0}) = 1 \times \cos(41.1) = 0.754$

$E_q = E_{q0} = U_{q0} + x_d I_{d0} = 0.754 + 0.269 \times 0.957 = 1.01$

$E_q = E_{q0} = U_{q0} + x_d I_{d0} = 0.754 + 2.26 \times 0.957 = 2.92$

所以有：

$$I \quad E_0 \quad x_d \quad 1.097 / 0.167 \quad 6.57$$

$$I \quad E_0 \quad x_d \quad 1.166 / 0.269 \quad 4.33$$

$$I_d \quad E_{q\,0} \quad x_d \quad 1.01 / 0.269 \quad 3.75$$

（2） $I_{0\,d}$ E_q / x_d 2.92 / 2.26 1.29

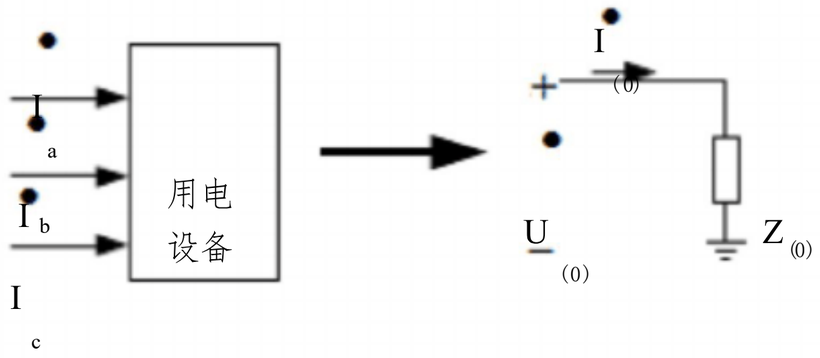
第三章　电力系统三相短路电流的实用计算

第四章　对称分量法即电力系统元件的各序参数和等值电路

4-1-1 若有三相不对称电流流入一用电设备，试问：

（1）改用电设备在什么情况下，三相电流中零序电流为零？

（2）当零序电流为零时，用电设备端口三相电压中有无零序电压？



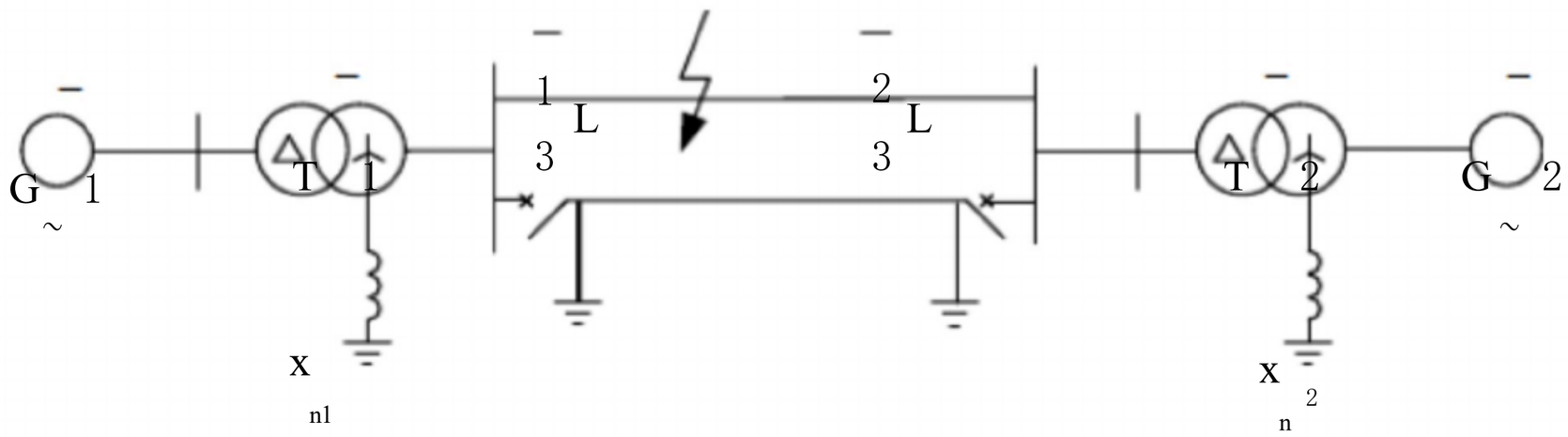
答：（1）①负载中性点不接地；

②三相电压对称；

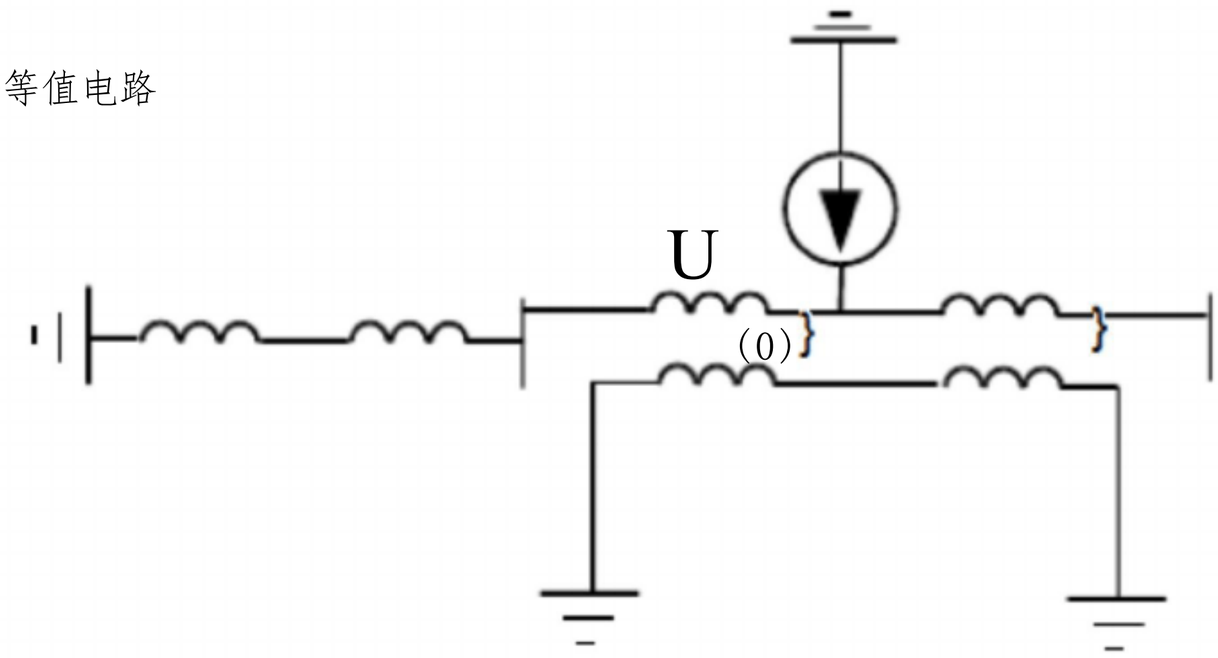
③负载中性点接地，且三相负载不对称时，端口三相电压对称。

（2）

4-6-1 图 4-37 所示的系统中一回线路停运，另一回线路发生接地故障，试做出其零序网络图。

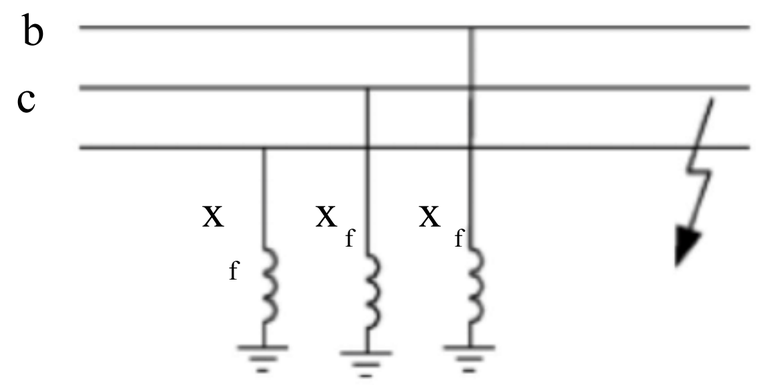


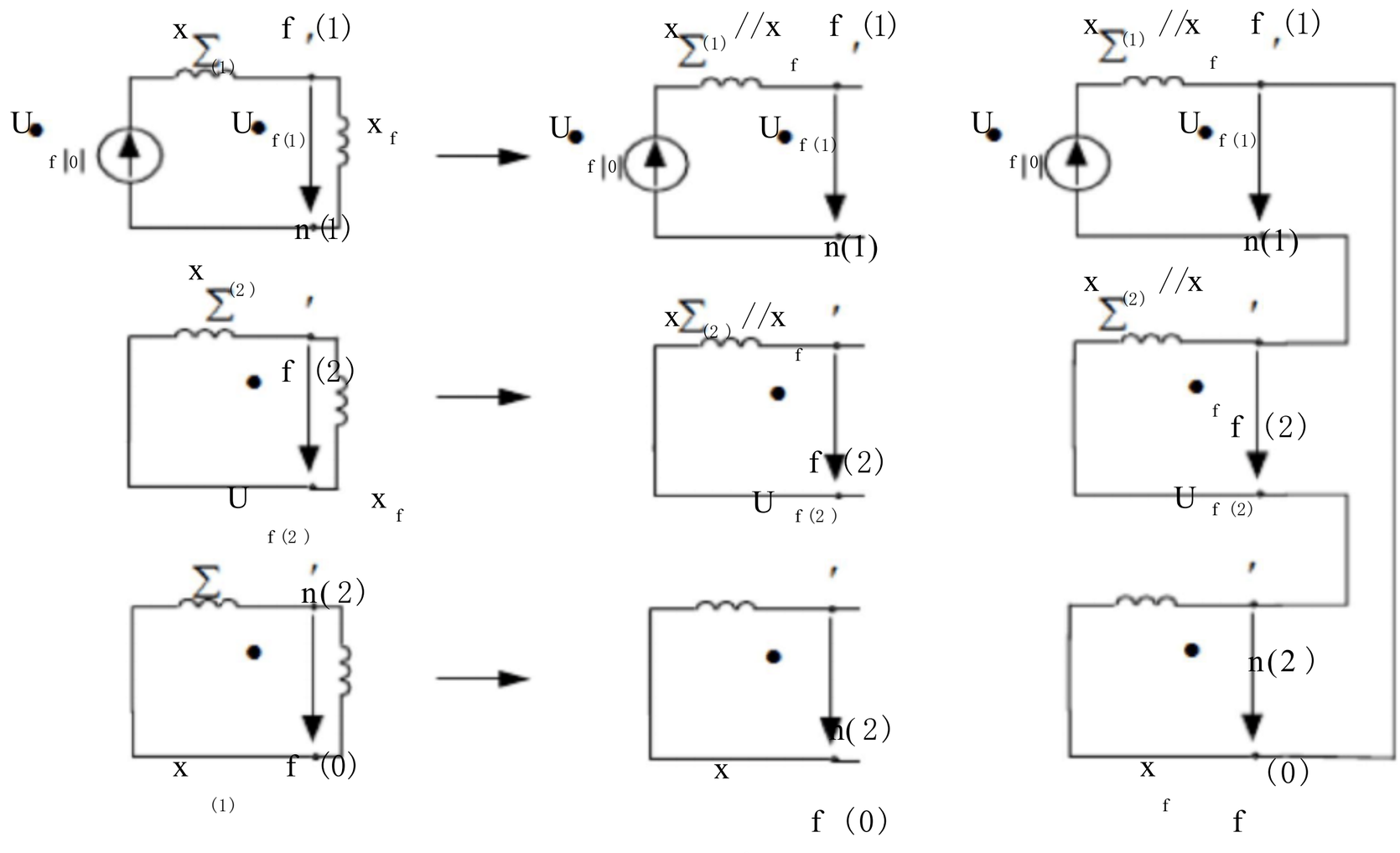
解：画出其零序等值电路



第五章　不对称故障的分析计算

5-1-2 图 5-33 示出系统中节点 f 处不对称的情形。若已知 x_{f1}、U_{f0}，由 f 点看入系统的 $x_{(1)}$、$x_{(2)}$，系统内无中性点接地。试计算 $I_{fa、b、c}$。





$$U_{f(2)} \qquad x_f \qquad {}^{f}U_{f(2)} \qquad U_{f(2)}$$

$$n(0) \qquad n(0) \qquad n(0)$$

$$= \quad = \quad = \frac{||}{\Sigma \quad + \quad \Sigma} + \quad = \frac{}{+ \quad +} = \quad + \quad + \quad =$$

（a）（b）（c）

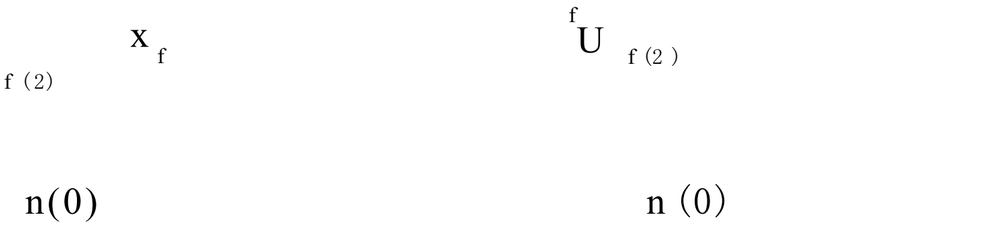
解：正负零三序网如图（ a），各序端口的戴维南等值电路如图（ b）

（a）单相短路，复合序网图如图（ c）

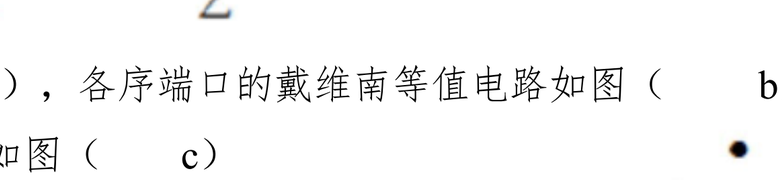
$$= \bullet \ / \bullet \qquad = \bullet \ / \bullet$$

则：$I_{(1)} = I_{(2)} = I_{(0)} = \dfrac{U_{f0}}{x_{(1)\Sigma} // x_{f} + x_{(2)\Sigma} // x_{f} + x_{f}} = \dfrac{1}{0.5 // 0.5 + 1} = \lambda$

（b）



5-1-3 图 5-34 示出一简单系统。若在线路始端处测量 Z_a U_{ag} I_a、Z_b U_{bg} I_b、Z_c U_{cg} I_c。试分别作出 f 点发生三相短路和三种不对称短路时 Z_a、Z_b、Z_c 和 （可取 0、0.5、1）的关系曲线，并分析计算结果。



x_{n1} l

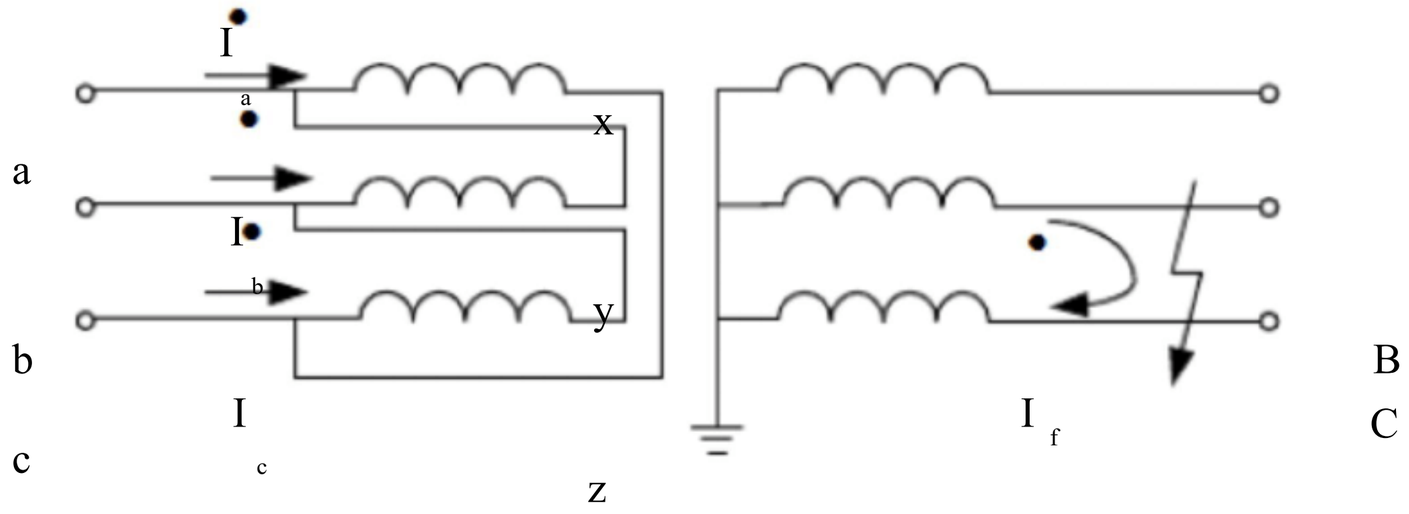
$$x_G \quad x \quad lx_l$$

a T

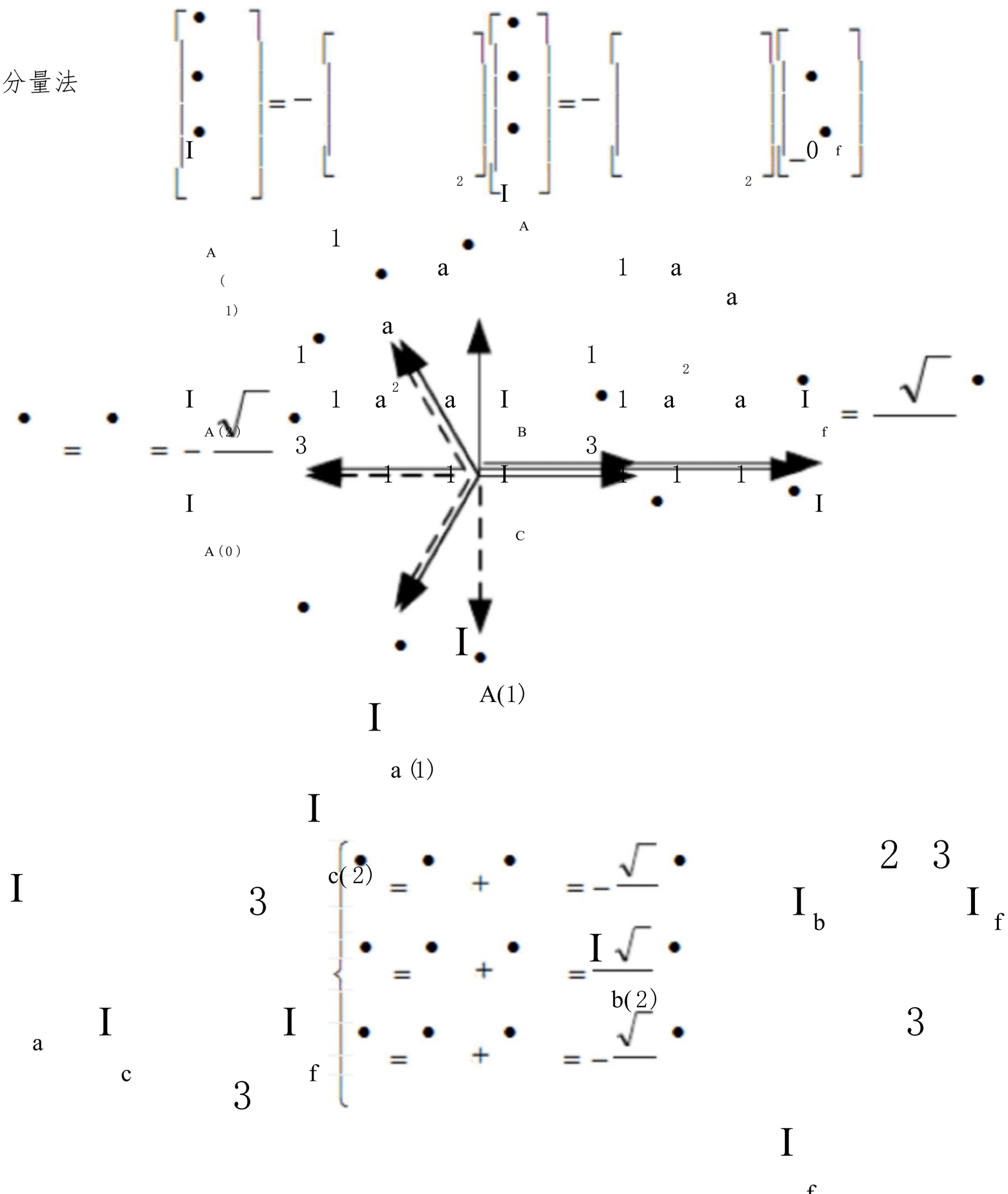
3-35 所示的变压器星形侧 B、C 相短路的 $\dot{I}_f$。试以 $\dot{I}_f$ 为参考向量绘制出三角形侧线路上的三相电流相量：

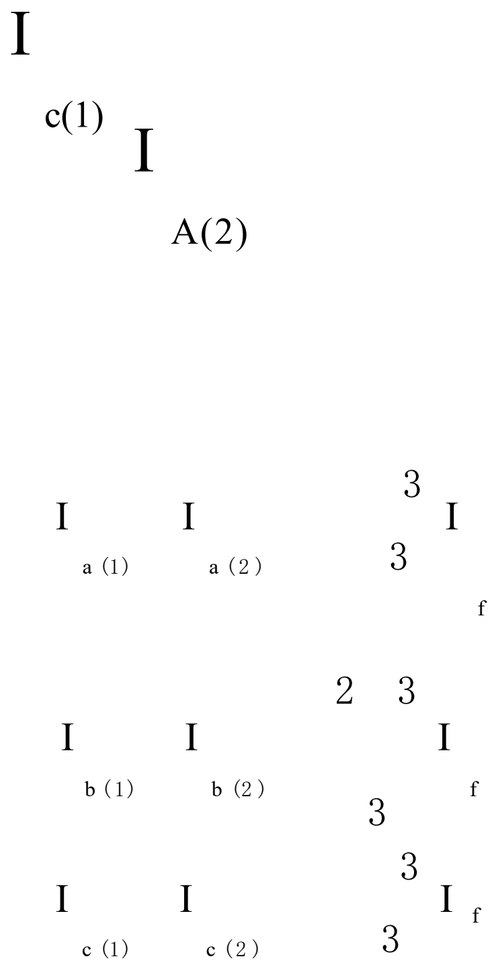
（1）对称分量法；

（2）相分量法。



1、对称分量法



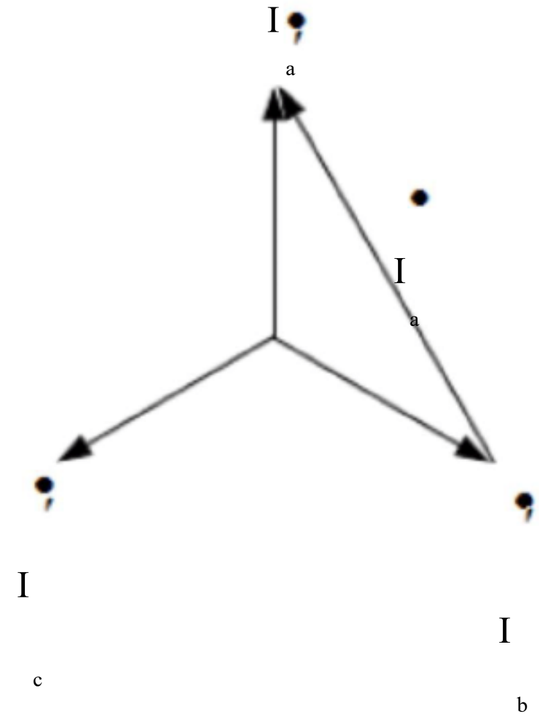


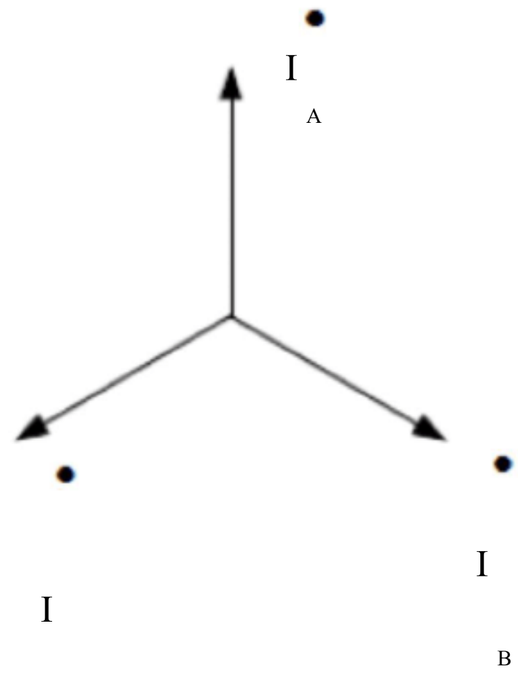
则：

2、相分量法

①　　$\dot{I}_a$ 与相电流 $\dot{I}_A$ 同相位，$\dot{I}_b$ 与 $\dot{I}_B$、$\dot{I}_c$ 与 $\dot{I}_C$ 同相位。

且 $\dot{I}_a = \frac{1}{\sqrt{3}}\dot{I}_A$、$\dot{I}_b = \frac{1}{\sqrt{3}}\dot{I}_B$、$\dot{I}_c = \frac{1}{\sqrt{3}}\dot{I}_C$。原副边匝数比 $N_1 : N_2 = \sqrt{3} : 1$。



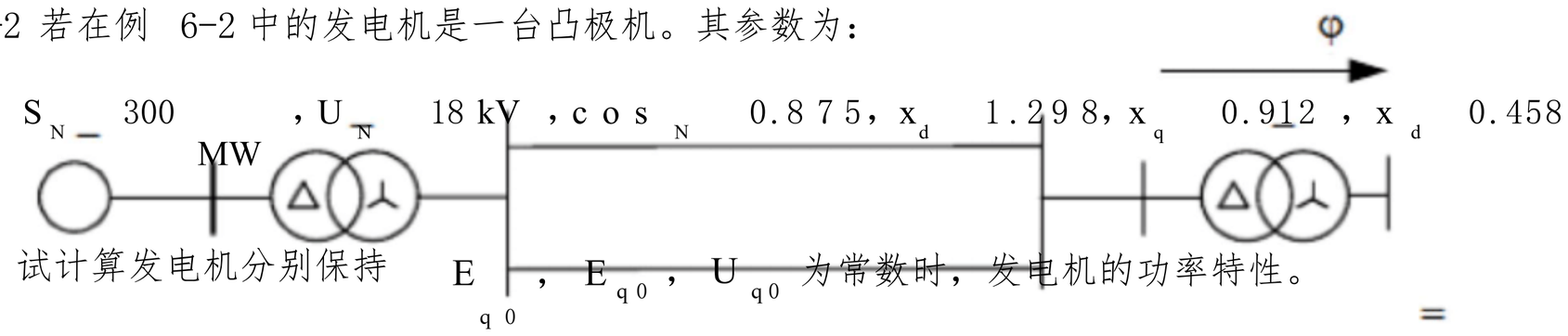


化为矩阵形式为：

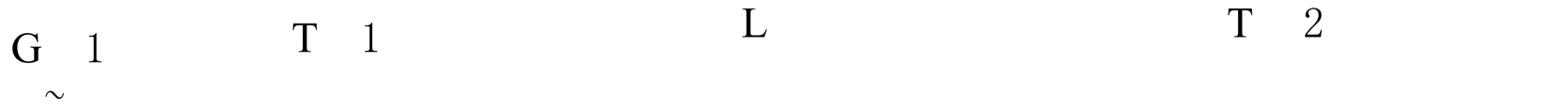
$$\begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix} = \sqrt{3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \sqrt{3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_A \\ \dot{I}_B \\ \dot{I}_C \end{bmatrix} = \sqrt{3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix} = \sqrt{3}\dot{I}'_a$$

第六章　电力系统稳定性问题概述和各元件的机电特性

6-2-2 若在例 6-2 中的发电机是一台凸极机。其参数为：



试计算发电机分别保持 E_{q0}，E'_{q0}，U_{q0} 为常数时，发电机的功率特性。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/998075027057006132