

全阻抗继电器、方向阻抗继电器、偏移特性阻抗继电器的阻抗正定值与这些继电器在过负荷时的动作电流（动作功率）是一个分式线性变换问题。首先对与本文有关的几种变换规律，进行必要的叙述。

一般函数

$$\dot{Z} = x + jy$$

$$\dot{W} = u + jv$$

$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{W}}$$

$$\text{则 } x + jy = \frac{1}{u + jv} = \frac{u}{u^2 + v^2} - j \frac{v}{u^2 + v^2}$$

所以

$$x = \frac{u}{u^2 + v^2}, \quad y = -\frac{v}{u^2 + v^2}$$

$$\text{或者: } Z = x + jy = ze^{j\theta}, \quad z = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \arctg \frac{y}{x}, \quad \dot{W} = \frac{1}{\dot{Z}} = \frac{1}{z} e^{-j\theta}$$

如果原函数的方程:

$$a(x^2 + y^2) + bx + cy + d = 0$$

用 u 、 v 代入则得

$$a \left[\left(\frac{u}{u^2 + v^2} \right)^2 + \left(\frac{-v}{u^2 + v^2} \right)^2 \right] + b \frac{u}{u^2 + v^2} + c \frac{-v}{u^2 + v^2} + d = 0$$

进行正理得:

$$d(u^2 + v^2) + bu - cv + a = 0$$

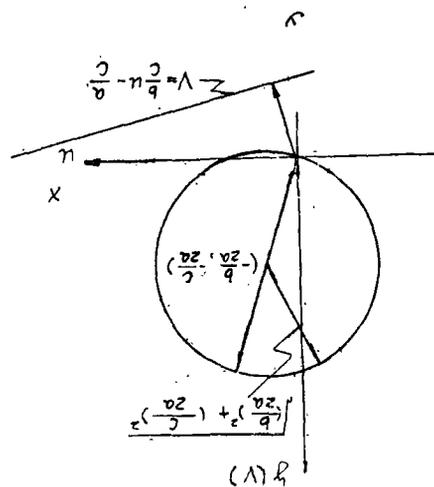
1. 若原函数的轨迹 Z 是一个通过反演中心的园 ($d = 0$), 则反演后轨迹 W , 是一条不通过反演中心的直线。我们将 $x - y$ 与 $U - V$ 坐标系画在同一坐标系上, 原函数如图二。

$$a(x^2 + y^2) + bx + cy = 0$$

$$\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 + \left(y + \frac{c}{2a} \right)^2$$

$$= \left[\sqrt{\left(\frac{b}{2a} \right)^2 + \left(\frac{c}{2a} \right)^2} \right]^2$$

$$\text{其圆心坐标为 } \left(-\frac{b}{2a}, -\frac{c}{2a} \right),$$



图二

半径为 $\sqrt{\left(\frac{b}{2a}\right)^2 + \left(\frac{c}{2a}\right)^2}$ 反演后是一条直线:

$$bu - cv + a = 0$$

$$v = \frac{b}{c}u - \frac{a}{c}$$

其直线的斜率为 $-\frac{b}{c}$, 在 V 轴的截距为 $-\frac{a}{c}$, 这类反演变适用于方向阻抗继电器。

2. 若原函数的轨迹 Z 是一个不通过反演中心的园, 则反演后的轨迹 W 仍是一个不通过反演中心的园。

I 园心在园点上 ($b = 0$) ($c = 0$)

则 $a(x^2 + y^2) + d = 0$

$$x^2 + y^2 = \left[\sqrt{-\frac{d}{a}} \right]^2$$

其园心坐标 ($0, 0$) 半径为 $\sqrt{-\frac{d}{a}}$, 这

是一个园心在坐标原点上的园。(如图三)

反演后仍是一个园心在坐标原点上的园。

$$d(u^2 + v^2) + a = 0$$

$$u^2 + v^2 = \left[\sqrt{-\frac{a}{d}} \right]^2$$

其园心坐标为 ($0, 0$), 半径为 $\sqrt{-\frac{a}{d}}$, 这类反演变适用于全阻抗继电器。

II 园心不在原点上

$$a(x^2 + y^2) + bx + cy + d = 0$$

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 + \left(y + \frac{c}{2a}\right)^2 = \left[\sqrt{\left(\frac{b}{2a}\right)^2 + \left(\frac{c}{2a}\right)^2 - \frac{d}{a}}\right]^2$$

其园心坐标 $\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{c}{2a}\right)$, 半径: $\sqrt{\left(\frac{b}{2a}\right)^2 + \left(\frac{c}{2a}\right)^2 - \frac{d}{a}}$ 反演后仍是一个

园心不在坐标原点上的园。(如图四) $d(u^2 + v^2) + bu - cv + a = 0$ $\left(u + \frac{b}{2a}\right)^2 +$

$\left(v - \frac{c}{2d}\right)^2 = \left[\sqrt{\left(\frac{b}{2d}\right)^2 + \left(\frac{c}{2d}\right)^2 - \frac{a}{d}}\right]^2$ 其园心坐标为 $\left(-\frac{b}{2d}, \frac{c}{2d}\right)$, 半径:

$\sqrt{\left(\frac{b}{2d}\right)^2 + \left(\frac{c}{2d}\right)^2 - \frac{a}{d}}$ 此类反演变适用于偏移特性阻抗继电器。

3. 为了作图方便起见, 在园图上找几个特殊的点: 如过坐标原点的直径上的两个端点 $A(X_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$, 利用反演变 $W = \frac{1}{Z}e^{-j\theta}$ 根据对 X 轴对称、保角、保园的特点, 找出反演算后过原点的直径两个端点, 即可得到反演后的园。(如图五)

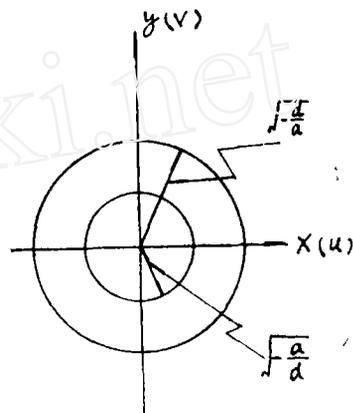


图 三

点 $A(x_A, y_A)$ 可以表示为 $A = ae^{j\theta}$, 反演后为 $A'(x_{A'}, y_{A'})$, $A' = \frac{1}{A} = \frac{1}{a}e^{-j\theta}$
 点 $B(x_B, y_B)$ 可以表示为 $B = be^{j(180^\circ + \theta)}$ 反演后为 $B'(x_{B'}, y_{B'})$, $B' = \frac{1}{B} = \frac{1}{b}e^{-j(180^\circ + \theta)}$
 则以 $A'B'$ 为直径作圆就是反演后的圆。

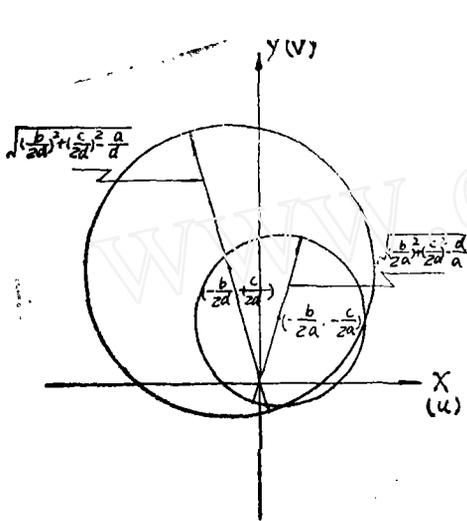


图 四

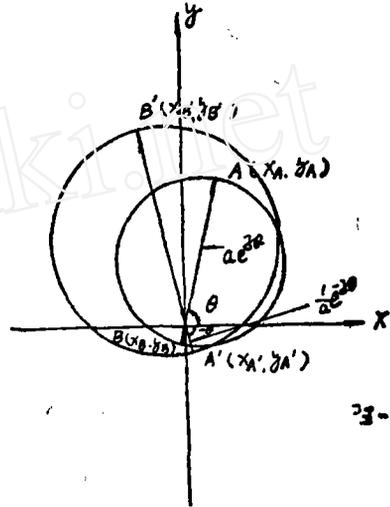


图 五

三、关于偏移特性阻抗继电器负荷曲线的分析：

为了叙述方便起见。偏移阻抗继电器特性园已经给出如图六。

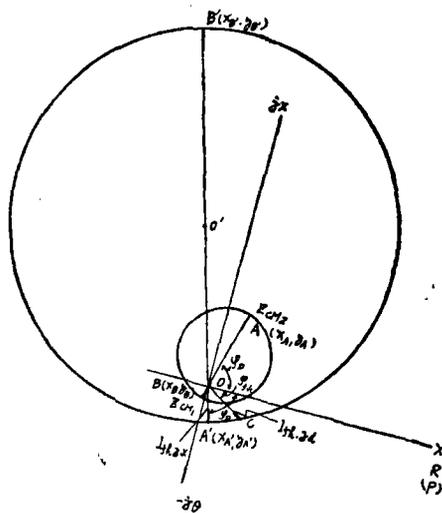


图 六

设最大灵敏角的阻抗值 Z_{CM2} , 其坐标为 $A(X_A, Y_A)$ 。偏移最大值的阻抗值 Z_{CM1} , 其坐标为 $B(x_B, y_B)$ 。A点的反演变 $A'(x_{A'}, y_{A'})$, $A' = \frac{1}{a} e^{-j\varphi_D}$ 。B点的反演变为 $B'(x_{B'}, y_{B'})$ 。 $B' = \frac{1}{b} e^{-z(180^\circ + \varphi_D)}$ 。以 $A'B'$ 为直径作一个圆。此圆的圆心 O' , 则圆 O' 就是所求的负荷园图, 其 A' 对应于 $I_{fh.z.x}(S_{fh.y.x})$ ——负荷园上最小值。

为了把负荷园图与阻抗园图相互关系用数学表示出来。首先列出反演变后的园的方程, 阻抗园的偏移度 $\delta = \frac{OB}{OA} = \frac{Z_{CM1}}{Z_{CM2}} \times 100\%$, 反演变负荷园的偏移度 $\delta' = \frac{OA'}{OB'}$, 其 $\delta = \delta'$ 。

$$\text{令 } OA' = I_{fh.z.x}(S_{fh.y.x})$$

$$\text{则 } OB' = \frac{OA'}{\delta} = \frac{I_{fh.z.x}}{\delta}$$

$$OO' = \frac{OB' - OA'}{2} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{OA'}{OB'} \right) OB' = \frac{1}{2} (1 - \delta) OB' = \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta)$$

圆 O' 园心的坐标 $O'(x_0', y_0')$

$$x_0' = \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \cos\varphi_D \quad x_0' \text{ 为负值 (第二象限)}$$

$$y_0' = \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \sin\varphi_D \quad y_0' \text{ 为正值 (第二象限)}$$

$$\begin{aligned} \text{其园 } O' \text{ 的半径 } O'A' &= \frac{1}{2} (OA' + OB') = \frac{1}{2} \left(I_{fh.z.x} + \frac{I_{fh.z.x}}{\delta} \right) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\delta} \right) I_{fh.z.x} \\ &= \frac{1}{2\delta} (1 + \delta) I_{fh.z.x} \end{aligned}$$

则 O' 园的方程:

$$\begin{aligned} \left[x + \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \cos\varphi_D \right]^2 + \left[y - \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \sin\varphi_D \right]^2 \\ = \left[\frac{1}{2\delta} (1 + \delta) I_{fh.z.x} \right]^2 \end{aligned}$$

有了园的方程问题就比较容易解决了。

1. 根据给出的负荷值, 进行Ⅲ段阻抗的正定。继电器的接线方式: $U_{AB}/I_A - I_B$, $U_{BC}/I_B - I_C$; $U_{CA}/I_C - I_A$; 最大的负荷值 $I_{fh.z,d}$, 负荷阻抗角 φ_{fh} , 线路阻抗角 φ_D 都是已知的。我们力图由 $I_{fh.z,d}$ 找到 $I_{fh.z,x}$, 最大负荷向量 $I_{fh,z,d}$ 用 OC 表示。与 X 轴夹角 φ_{fh} 和负荷园的交点为 C , OC 直线方程为 $y = -tg\varphi_{fh}$ 此方程与负荷园 O' 方程联立求解。就可以得到 C 点的坐标, 并求出 OC 之长。(参看图六)

$$\begin{cases} \left[x + \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \cos\varphi_D \right]^2 + \left[y - \frac{I_{fh.z.x}}{2\delta} (1 - \delta) \sin\varphi_D \right]^2 = \left[\frac{1}{2\delta} (1 + \delta) I_{fh.z.x} \right]^2 \\ y = -tg\varphi_{fh} : x \end{cases}$$

消去 y , 求 x 并化简

$$x = \frac{I_{fh,x,x}}{\delta} \frac{\{[-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \pm \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta}\}}{2 \times (1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})}$$

其 X 表示 OC 的 C 点在 X 轴的投影。求 OC 之长, $OC = \frac{x}{\cos\varphi_{fh}}$

实际是给出的 OC 之长, $OC = I_{fh,x,d}$

$x = OC \cdot \cos\varphi_{fh} = I_{fh,x,d} \cdot \cos\varphi_{fh}$ 代入上式求 $I_{fh,x,x}$ 。

$$\begin{aligned} I_{fh,x,x} &= 2 I_{fh,x,d} \cdot \cos\varphi_{fh} (1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh}) \delta / \{ [-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \\ &\quad \pm \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta} \} \\ &= 2 \cdot I_{fh,x,d} \cdot \cos\varphi_{fh} \cdot \sec^2\varphi_{fh} \cdot \delta / \{ [-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \\ &\quad \pm \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta} \} \\ &= 2 \cdot I_{fh,x,d} \cos\varphi_{fh} \cdot \frac{1}{\cos^2\varphi_{fh}} \delta / \{ [-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \\ &\quad \pm \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta} \} \\ &= 2 \cdot I_{fh,x,d} \delta / \cos\varphi_{fh} \{ [-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \\ &\quad + \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta} \} \end{aligned}$$

其分母第 2 项开方只取正号。表示只取第 IV 象限之值; 负号表示第 II 象限的值。

根据 $I_{fh,x,x}$ 求出 $Z_{fh,x,x}$

$$Z_{fh,x,x} = \frac{U_{e,x,x} / \sqrt{3}}{I_{fh,x,x}} e^{j\varphi_D} = \frac{U_{e,x,x}}{S_{fh,x,x}} e^{j\varphi_D}$$

$u_{e,x,x}$: 系统运行中的最低允许线电压, 一般为 $(0.9 \sim 0.95) U_e$ 。

U_e : 额定线电压。

$Z_{fh,x,x}$: 允许负荷阻抗。

$$\text{其正定阻抗 } Z_{dx} = \frac{Z_{fh,x,x}}{K_K \cdot K_f}$$

K_K : 可靠系数 1.2

K_f : 返回系数 1.15~1.25

在一般计算中取 $\frac{1}{K_K \cdot K_f} = 0.7$

例 1. 线路阻抗角 $\varphi_D = 75^\circ$, 其负荷电流 1000^A , $\varphi_{fh} = 30^\circ$, 阻抗继电器偏移度为 $\delta = 10\% = 0.1$ 。试按躲过负荷进行 III 段阻抗的正定计算。(即求 $Z_{x,d}$)

$$\begin{aligned} I_{fh,x,x} &= 2 \cdot I_{fh,x,d} \cdot \delta / \cos\varphi_{fh} \{ [-(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})] \\ &\quad + \sqrt{[(1-\delta)(\cos\varphi_D + \sin\varphi_D \operatorname{tg}\varphi_{fh})]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2\varphi_{fh})\delta} \} \\ &= 2 \times 1000^A \times 0.1 / \cos 30^\circ \{ [-(1-0.1)(\cos 75^\circ + \sin 75^\circ \operatorname{tg} 30^\circ)] \\ &\quad + \sqrt{[(1-0.1)(\cos 75^\circ + \sin 75^\circ \operatorname{tg} 30^\circ)]^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2 30^\circ) \cdot 0.1} \} \\ &= 2 \times 1000^A \times 0.1 / \frac{\sqrt{3}}{2} \left\{ [-(1-0.1)(0.259 + 0.965 \times 0.578)] \right. \\ &\quad \left. + \sqrt{[(1-0.1)(0.259 + 0.965 + 0.578)]^2 + 4 \left[1 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)^2 \right] \times 0.1} \right\} \end{aligned}$$

$$= \frac{200a}{0.866 \left\{ (-0.734) + \sqrt{0.734^2 + 4 \left(1 + \frac{1}{3} \right) \times 0.1} \right\}}$$

$$= \frac{200^\circ}{0.866(-0.734 + \sqrt{1.072})} = \frac{200^\circ}{0.866 \times 0.3} = 770^\circ$$

当: $U_s = 220^{KV}$

$$Z_{fh.x.x} = \frac{U_{s.x.x} / \sqrt{3}}{I_{fh} \cdot 3x} e^{j\varphi_D} = \frac{(0.9 \sim 0.95) 220^{KV} / \sqrt{3}}{770^\circ} e^{j75^\circ}$$

$$= 148.5^\circ \sim 156.75^\circ e^{j75^\circ}$$

$$Z_{dx} = \frac{Z_{fh.x.x}}{K_K \cdot K_f} = \frac{148.5^\circ}{1.2(1.15 \sim 1.25)} = 105^\circ$$

K_K : 可靠系数取1.2

K_f : 返回系数的1.15~1.25。

2. 根据正定阻抗 Z_{dx} 作出允许负荷曲线。

以 $U_{AB}/I_A - I_B, U_{BC}/I_B - I_C; U_{CA}/I_C - I_A$ 为例叙述作图的经过。应用上一节讲的公式, 虽然可以算出负荷曲线, 但不方便。利用作图法, 非常方便的作出负荷曲线。首先根据正定的偏移特性阻抗值, 作出阻抗园图。对其园上两个点 $Z_{CM2} Z_{CM1}$, 进行反演变即可。

$$I_{fh.x.x} = K_f \frac{1}{Z_{CM2}} e^{-j\varphi_D}$$

$$I'_{fh.x.x} = K'_f \frac{1}{Z_{CM1}} e^{-j\varphi_D}$$

如图七

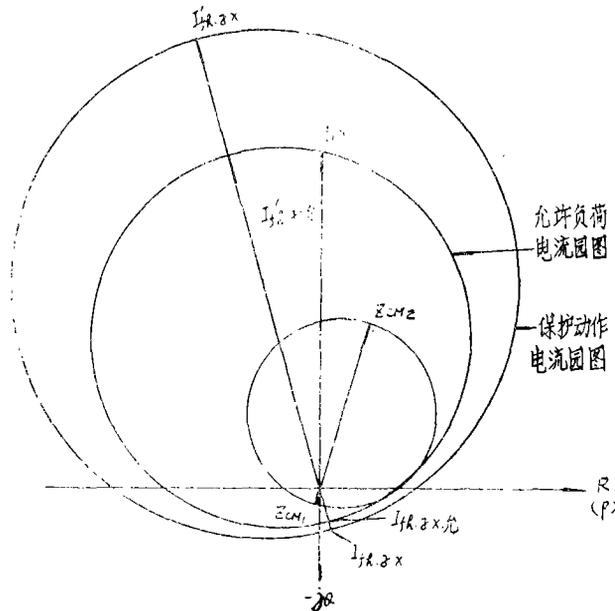


图 七

K_I, K_I' : 电流反演系数

$$K_I = K_I' = \frac{U_{c.x.x}}{\sqrt{3}}$$

$$S_{fh.x.x} = K_S \frac{1}{Z_{CM2}} e^{-j\varphi_D}$$

$$S'_{fh.x.x} = K_S \frac{1}{Z_{CM1}} e^{-j\varphi_D}$$

$$K_S = K_S' = U^2_{c.x.x}$$

为功率反演变系数。再以 $I_{fh.x.x}, I'_{fh.x.x}$ 为直径作圆就是保护动作范围电流值。由保护动作范围电流值, 求出允许负荷电流值 $I_{fh.x.x \text{ 允}} = K_K I_{fh.x.x}, I'_{fh.x.x \text{ 允}} = K_K I'_{fh.x.x}$ K_K : 可靠系数取 0.7

再以 $I_{fh.x.x \text{ 允}}, I'_{fh.x.x \text{ 允}}$ 为直径作圆, 此圆就是允许负荷电流的圆图。须指出: 允许负荷电流圆与保护动作范围电流圆并不是同心圆, 这一点必须引起注意, 同理可以作出 $S_{fh.x.x \text{ 允}}$ 圆图来, 这里不再赘述。

例: III 段正定阻抗值为 200Ω (一次值), $\varphi_D = 75^\circ$ 继电器接线方式为 $U_{AB}/I_A - I_B, U_{BC}/I_B - I_C, U_{CA}/I_C - I_A$ 的零度接线方式, 偏移度 $\delta = 10\%$, 作出保护动作范围的电流值, 及允许负荷电流值。并比较在 $\varphi_{fh} = 0^\circ$ 时, 按方向阻抗继电器给出的允许负荷曲线所造成的误差 (如图一) $U_c = 220 \text{ kV}, Z_{CM2} = 200 \Omega; Z_{CM1} = Z_{CM1} \times \delta = 20 \Omega$

$$I_{fh.x.x} = K_I \frac{1}{Z_{CM2}} e^{-j\varphi_D} = \frac{U_{c.x.x}}{\sqrt{3} \cdot Z_{CM2}} e^{-j\varphi_D}$$

$$= \frac{220 \text{ kV} \times 0.9}{\sqrt{3} \times 200} e^{-j75^\circ} = 575^\circ$$

$$I_{fh.x.x \text{ 允}} = K_K \cdot I_{fh.x.x} = 0.7 \times 575 = 402.5^\circ$$

$$I'_{fh.x.x} = \frac{220 \times 0.9}{\sqrt{3} \times 20} = 5.75 \text{ kA} = 5750^\circ$$

$$I'_{fh.x.x \text{ 允}} = K_K \cdot I'_{fh.x.x} = 0.7 \times 5750^\circ = 4025^\circ$$

当 $\varphi_{fh} = 0^\circ$ 时, 按偏移特性保护动作电流值:

$$I_{fh.x.x \text{ 允}} = \frac{I_{fh.x.x \text{ 允}}}{2 \times \delta} \cdot \cos \varphi_{fh} \{ [- (1 - \delta) (\cos \varphi_D + \sin \varphi_D \operatorname{tg} \varphi_{fh})]$$

$$+ \sqrt{ [(1 - \delta) (\cos \varphi_D + \sin \varphi_D \operatorname{tg} \varphi_{fh})]^2 + 4 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{fh}) \delta } \}$$

$$= \frac{I_{fh.x.x \text{ 允}}}{2 \times 0.1} \times 1 \{ -0.9 \times 0.259 + \sqrt{(0.9 \times 0.259)^2 + 4 \times 0.1} \}$$

$$= \frac{0.441}{0.2} I_{fh.x.x \text{ 允}} = 2.205 I_{fh.x.x \text{ 允}}$$

$$I_{fh.x.x} = 575^\circ$$

$$I_{fh.x.x \text{ 允}} = 2.205 \times 575^\circ = 1260^\circ$$

按方向阻抗计算保护动作电流值。

$$I_{fh.x.x \text{ 允}} = \frac{I_{fh.x.x \text{ 允}}}{\cos 75^\circ} = \frac{575^\circ}{0.259} = 2210^\circ$$

按方向阻抗计算允许负荷电流值。

$$I_{fh.z.d允} = 2210^a \times 0.7 = 1550^a$$

这个值已经大于偏移阻抗实际动作值 1260^a 。其相对误差： $\frac{2210^a - 1260^a}{1260^a} = 75\%$ ，按方向阻抗控制允许电流时，保护要跳闸了。

3. $+30^\circ$ 结线方式 ($U_{AB}/I_A, U_{BC}/I_B, U_{CA}/I_C$) 正定方法，以及正定后给出允许负荷曲线。

在正定计算中，给出条件 $I_{fh}, \varphi_{fh}, \varphi_D$ ，此时阻抗园图与 0° 结线方法一样。而负荷曲线园图，则不同了。上边求负荷园图公式，也适用于 $+30^\circ$ 结线，只要把 φ_D 改为 $\varphi_D - 30^\circ$ 即可。

$$I_{fh.z.x} = 2 I_{fh.z.d} \cdot \delta / \cos \varphi_{fh} \left\{ (1 - \delta) [\cos(\varphi_D - 30^\circ) + \sin(\varphi_D - 30^\circ) \operatorname{tg} \varphi_{fh}] + \sqrt{\{(1 - \delta) [\cos(\varphi_D - 30^\circ) + \sin(\varphi_D - 30^\circ) \operatorname{tg} \varphi_{fh}]\}^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{fh}) \delta} \right\}$$

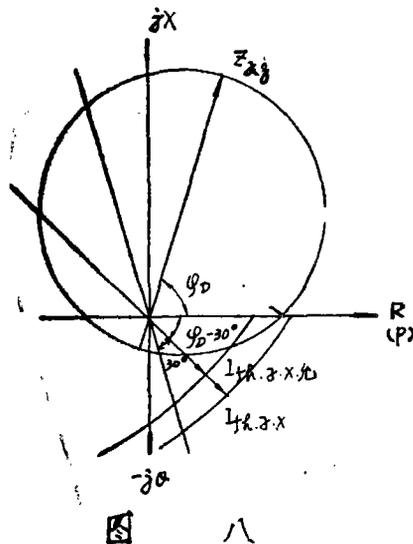
由于结线方式不同，其阻抗正定值，除了由于上述角度影响外，还有幅值造成影响。其定值为 $Z_{fh.z.x} = \frac{U_{c.z.x} / 2}{I_{fh.z.x}} e^{j(\varphi_D - 30^\circ)}$

$$Z_{fh.z.x} = \frac{\sqrt{3} U_{c.z.x}^2}{2 S_{fh.z.x}} e^{j(\varphi_D - 30^\circ)}$$

$$Z_{d.z} = K_K \cdot Z_{fh.z.x}$$

K_K ：可靠系数取0.7，反之，已知 $Z_{d.z}$ 作保护动作范围及允许负荷曲线。

(如图八)



4. -30° 结线 ($U_{AB}/I_B, U_{BC}/I_C, U_{CA}/I_A$) 方式，正定方法以及给定阻抗值后，作出保护动作曲线及允许负荷曲线。

正定时只要把上述公式中 φ_D 改为 $\varphi_D + 30^\circ$ 即可。

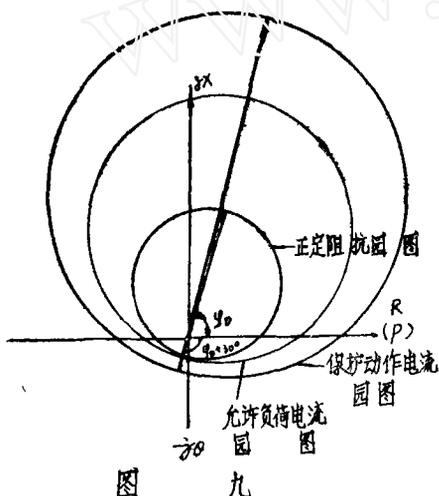
$$I_{fh.z.x} = 2 I_{fh.z.x} \cdot \delta / \cos \varphi_{fh} \{ -(1 - \delta) [\cos(\varphi_D + 30^\circ) + \sin(\varphi_D + 30^\circ) \operatorname{tg} \varphi_{fh}] + \sqrt{\{(1 - \delta) [\cos(\varphi_D + 30^\circ) + \sin(\varphi_D + 30^\circ) \operatorname{tg} \varphi_{fh}]\}^2 + 4(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{fh}) \delta} \}$$

由 $I_{fh.z.x}$, 求出 $Z_{fh.z.x}$, 再由 $Z_{fh.z.x}$ 求出 $Z_{d.x}$ 其方法同 $+30^\circ$ 结线方式基本相同。

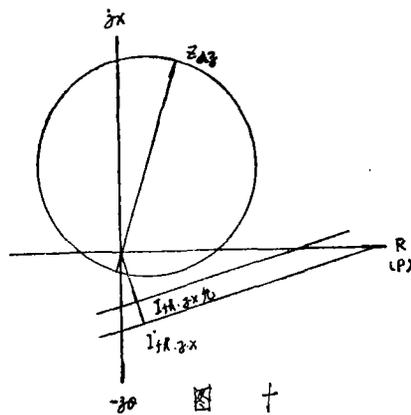
给定阻抗后, 作出保护动作负荷曲线及允许负荷曲线如图九

四、实际应用中的具体问题:

在运行中, 给出负荷曲线是比较科学的。但在运行人员实际应用中是有困难的, 过去习惯于掌握允许电流值。对于Ⅲ段是电流起动的, 或者是全阻抗继电器都可以给出电流值, 但方向、偏移阻抗继电器则无法给出一个电流值来, 对于方向阻抗继电器如图十。



图九



图十

从图可以看出只有 $I_{fh.z.x}$ 最小, 如图不超过 $I_{fh.z.x}$ 允就不会因过负荷而跳闸, 超过这个值之后, 就要引起注意, 再查曲线, 这样应用起来比较方便一些。

对于偏移特性阻抗继电器掌握住 $I_{fh.z.x}$ 更近似实际情况如图十一, 在另度结线方式时, 送有功及送无功大些的送电端保护按上述 $I_{fh.z.x}$, 控制负荷更接近实际情况。

当采用 $+30^\circ$ 结线时, $U_{AB}/I_A \dots$ 。从图可以看出 φ_{fh} 接近 $\varphi_D - 30^\circ$ 时, 一般运行都在这附近, 控制 $I_{fh.z.x}$ 就更有实际意义了。(如图十二)。

当送电端负荷比较大时采用 -30° 结线方式, $U_{AB}/I_B, U_{BC}/I_C, U_{CA}/I_A$, 对于应用方向阻抗继电器躲负荷能力很强如图十三。

但应用偏移阻抗继电器, 虽然增加了躲负荷能力, 但效果不好, 这一点也必须引起注意。

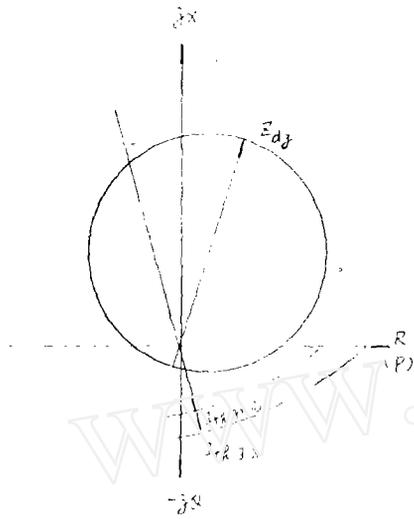


图 十一

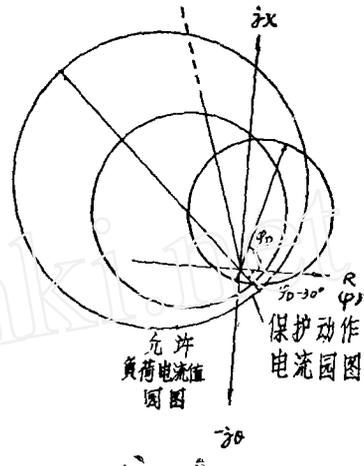


图 十二

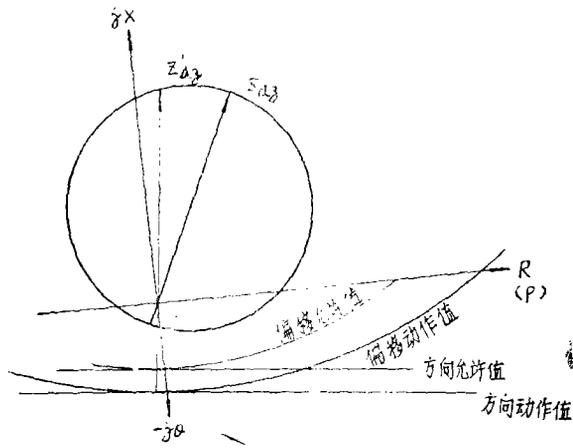


图 十三