

最大负荷时，高压侧电压 $V_1=113\text{kV}$ ，中间电压

$$V' = V_1 - \frac{P_{\max} R + Q_{\max} X}{V_1} = 107.6$$

$$k^* = \frac{107.6 | 6.0}{110 | 6.3} = 1.027$$

最小负荷时，高压侧电压 $V_2=115\text{kV}$ ，中间电压

$$V' = V_1 - \frac{P_{\min} R + Q_{\min} X}{V_1} = 112.7$$

$$k^* = \frac{112.7 | 6.6}{110 | 6.3} = 0.98$$

取变比标么值的平均值，得主变分接头应取 0 档。校验：

最大负荷时，低压侧电压 $V_2=107.6*6.3/110=6.16\text{kV}$

最小负荷时，低压侧电压 $V_2=112.7*6.3/110=6.45\text{kV}$

均满足要求。

3 单机无穷大系统，如图 3 所示，各元件参数已经标出。正常运行时($t=0$)，发电机通过 $X'd$ 后暂态电势 $E'=1.2 \text{ p.u.}$ ，送出功率 $P_0=1.0$ ，无穷大母线电压 $V=1 \angle 0^\circ$ 。 $t=0\text{s}$ 时，K 点发生三相短路，若在 E' 与 v 之间功角为 60 度时打开开关 B，故障消失，试问系统能否稳定。若能稳定，则发电机 E' 的最大摆角 δ_{\max} 是多少？

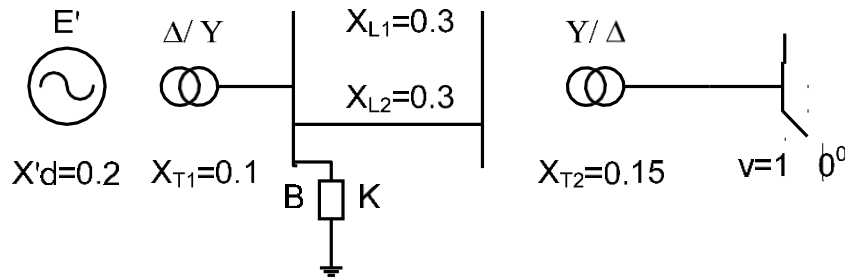


图 3

解：

$$X_{1\Sigma} = 0.2 + 0.1 + 0.15 + 0.15 = 0.6 = X_{3\Sigma}$$

$$P_{1m} = P_{3m} = \frac{E'V}{X_{1\Sigma}} = 2 \quad P_{2m} = 0 \quad \delta_0 = 30^\circ$$

$$\int_{\pi/6}^{\pi/3} P_0 d\delta = \frac{\pi}{6} < 1 + \sqrt{3} - \frac{\pi}{2} = \int_{\pi/3}^{5\pi/6} (P_{3m} - P_0) d\delta$$

所以系统稳定。设最大功角为 δ_m ，

$$\int_{\pi/3}^{\delta_m} (2 \sin \delta - 1) d\delta = \frac{\pi}{6}, \text{ 即 } 1 - 2 \cos \delta_m - \delta_m + \frac{\pi}{6} = 0$$

以计算器用二分法解此方程得

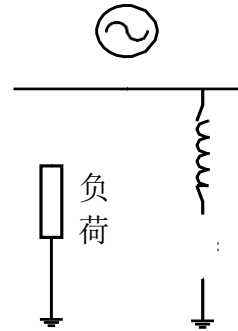
$$\delta_m = 93.0^\circ$$

4 变电站结构如图 4, 负荷为小线性负荷 (谐波源), 其产生的 5 次, 7 次, 12 次谐波电流均为 30A, 变电站短路容量为 500MVA。另, SB=100MVA, UB=115KV

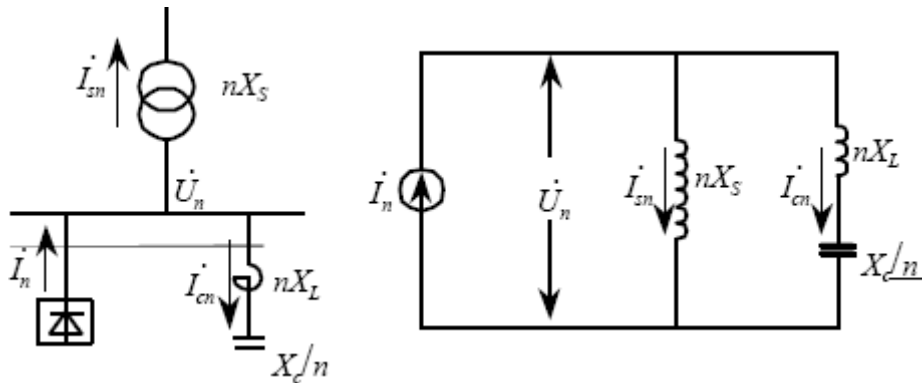
(1) 若变电站无并联电容补偿, 则其母线电压总畸变率为多少?

(2) 若变电站有 15MVA (不是 MVAR?) 的并联电容补偿 Xc, 而回路中无串联电抗 XL=0, 则其母线电压总畸变率为多少?

(3) 若变电站有 15MVA (不是 MVAR?) 的并联电容补偿 Xc, 而回路中有 4% 的串联电抗 XL=0.04Xc, 则其母线电压总畸变率为多少?



解: $X_s^* = SB/SS = 100/500 = 0.2$, $X_s = X_s^* \cdot Z_b = 0.2 \cdot 115^2 / 100 = 26.45 \Omega$



(1) 无 Xc 时, 5 次谐波电压有效值: $V_5 = I_5 \cdot X_s \cdot 5 = 30 \cdot 26.45 \cdot 5 = 3967.5v$

7 次谐波电压有效值: $V_7 = I_7 \cdot X_s \cdot 7 = 30 \cdot 26.45 \cdot 7 = 5554.5v$

12 次谐波电压有效值: $V_{12} = I_{12} \cdot X_s \cdot 12 = 30 \cdot 26.45 \cdot 12 = 9522v$

母线电压总畸变率

$$\delta_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (V_n)^2}}{V_1} = 10.19\%$$

(2) 有 Xc, 无 XL 时, $X_c = -115^2 / 15 = -881.6667 \Omega$ $X_s = 26.45 \Omega$

$X_{\Sigma} = X_c / n \cdot X_s \cdot n / (X_c / n + X_s \cdot n)$ n 为谐波次数

5 次谐波电压有效值: $V_5 = I_5 \cdot X_{\Sigma} \cdot 5 = 30 \cdot 529 = 15870v$

7 次谐波电压有效值: $V_7 = I_7 \cdot X_{\Sigma} \cdot 7 = 30 \cdot 393.9362 = 11818v$

12 次谐波电压有效值: $V_{12} = I_{12} \cdot X_{\Sigma} \cdot 12 = 30 \cdot 95.6024 = 2868.1v$

母线电压总畸变率

$$\delta_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (V_n)^2}}{V_1} = 17.39\%$$

(3) 有 X_c , 有 X_L 时, $X_c = -115^2/15 = -881.6667 \Omega$ $X_L = 0.04 * X_c$

$X_{\Sigma} = (X_c/n - 0.04 X_c * n) * X_s * n / (X_c/n - 0.04 X_c * n + X_s * n)$ n 为谐波次数

5 次谐波电压有效值: $V_5 = I_5 * X_{\Sigma} 5 = 30 * 0 = 0 \text{ v}$

7 次谐波电压有效值: $V_7 = I_7 * X_{\Sigma} 7 = 30 * 73.1457 = 2194.4 \text{ v}$

12 次谐波电压有效值: $V_{12} = I_{12} * X_{\Sigma} 12 = 30 * 166.3903 = 4991.7 \text{ v}$

母线电压总畸变率

$$\delta_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (V_n)^2}}{V_1} = 4.74\%$$

5 推导, 对于同步发电机, 下述关系成立:

$$T'_d = T'_{d0} \frac{x'_d}{x_d}$$

解: 请参考电力系统分析课程《同步发电机机端三相短路分析》一节。

$$x'_d = x_{x_{ad}} + 1 \left(\frac{1}{x_{ad}} + \frac{1}{x_{fl}} \right) = x_d - x_{ad} + \frac{x_{ad} x_{fl}}{x_f} = x_d - \frac{x_{ad} x_f - x_{ad} x_{fl}}{x_f} = x_d - \frac{x_{ad}^2}{x_f}$$

$$T'_d = \frac{x'_f}{r_f} = \left(x_f - \frac{x_{ad}^2}{x_d} \right) \bigg|_{r_f} = \frac{x_f}{r_f x_d} \left(x_d - \frac{x_{ad}^2}{x_f} \right) = \frac{T'_{d0}}{x_d} x'_d$$

2000 年考题

- 1、设 100MW 的发电机调速系统调整系数为 $K=0.05$ ，当系统频率从 50Hz 降到 49Hz 时，其机械功率变化为多少？

解：

$$\delta = \frac{\Delta f^*}{\Delta P^*} = \frac{1 | 50}{\Delta P | 100} = 0.05 \quad \Delta P = 40MW$$

- 2、设系统的功率频率调节系数为 0.05，则当系统出现 10%过负荷时，频率为多少？

解：

$$\delta = \frac{\Delta f^*}{\Delta P^*} = \frac{\Delta f | 50}{0.1} = 0.05 \quad \Delta f = 0.25Hz \quad f = 49.75Hz$$

- 3、已知同步发电机参数为： $X_d=1.0, X_q=0.6, X'd=0.3, \cos\phi=0.8$ ，当发电机满载运行时，求 q 轴电势 E_q 。

解：设 $\overset{i}{U} = 1 \angle 0^\circ \quad \overset{i}{I} = 1 \angle -36.9^\circ$

$$\overset{i}{E}_Q = \overset{i}{U} + j \overset{i}{I} X_q = 1.44 \angle 19.4^\circ$$

$$I_d = \sin(36.9^\circ + 19.4^\circ) = 0.63$$

$$E_q = E_Q + I_d (x_d - x_q) = 1.77$$

- 4、已知同步发电机参数为： $X_d=1.0, X_q=0.6, X'd=0.35, X''_d=0.2$ ，q 轴无阻尼绕组。发电机对称稳态运行。空载电势 $\overset{i}{E}_q = 1.5 \angle 30^\circ$ ，定子电流 $\overset{i}{I} = 0.5 \angle -30^\circ$ 。求机端突然短路时，瞬变电流 I_d 大小。

解：

$$I_d = 0.5 \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad I_q = 0.5 \cos 60^\circ = \frac{1}{4}$$

$$u_q = E_q - I_d x_d = 1.067$$

$$E'_q = u_q + I_d x'_d = 1.22 \quad I'_d = E'_q | x'_d = 3.49$$

$$E''_q = u_q + I_d x''_d = 1.15 \quad I''_d = E''_q | x''_d = 5.75$$

$$I_{d\infty} = E_q | x_d = 1.5$$

5、试求矩阵 $A = \begin{bmatrix} -2 & -4 \\ 5 & 7 \end{bmatrix}$ 的特征根以及特征向量。

解：令 $\det(A - \lambda I) = 0$ ，即

$$\det \begin{bmatrix} -2-\lambda & -4 \\ 5 & 7-\lambda \end{bmatrix} = 0 \quad \lambda^2 - 5\lambda + 6 = 0$$

得 $\lambda = 2, X = (1, -1)^T$ $\lambda = 3, X = (4, -5)^T$

6、计算一个函数的拉普拉斯变换。（实在看不清楚）

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/606233221232010045>