

## 1、电抗率的选择

### 1.1、有功功率 $P$ 一定，补偿前功率因数和目标功率因数已知

需补偿无功功率： $Q = P\left\{\sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha_2} - 1}\right\}$  (单位 kvar)

$P$ : 负荷有功功率, 单位 kw

$\cos\alpha_1$ : 补偿前功率因数

$\cos\alpha_2$ : 目标功率因数

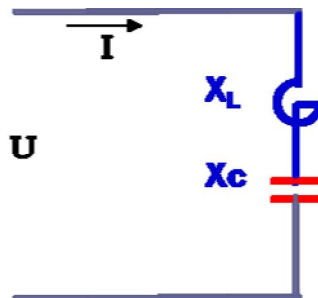
### 1.2、电抗率 $P$

$$P = \frac{X_L}{X_C} = \frac{\omega L}{\frac{1}{\omega C}} = \omega^2 LC$$

### 1.3、 $P$ 的选择:

补偿回路阻抗  $Z = X_L + X_C$

$$\begin{aligned} Z &= jn\omega L + \frac{1}{jn\omega C} \\ &= \frac{-n^2\omega^2 LC + 1}{jn\omega C} \\ &= \frac{-n^2 P + 1}{jn\omega C} \end{aligned}$$



该支路对系统起补偿无功功率的作用，即针对基波 ( $n=1$ ) 呈容性满足:

$$Z = \frac{1}{j} \frac{1 - n^2 P}{n\omega C}$$

$$\frac{1 - n^2 P}{n\omega C} = \frac{1 - P}{\omega C} < 0$$

所以:  $1 - P > 0$

即:  $P < 1$

该支路能抑制  $n$  次谐波，即针对  $n$  次谐波呈感性要满足:

$$\frac{1 - n^2 P}{n\omega C} < 0$$

所以:  $1 - n^2 P < 0$

即:  $P > \frac{1}{n^2}$

即满足:  $\frac{1}{n^2} < P < 1$

## 2、电容器的实际对系统补偿容量与额定容量的关系

### 2.1、当补偿支路不加装电抗器时，

$$\text{电容器额定容量: } Q_N = \omega C U_N^2; \quad \omega C = \frac{Q_N}{U_N^2}$$

$Q_N$ : 电容器额定容量

$U_N$ : 电容器额定电压

$$\text{电容器实际出功: } Q_0 = \omega C U_0^2 = \frac{Q_N}{U_N^2} U_0^2$$

$Q_0$ : 电容器实际出功容量

$U_0$ : 电容器实际电压

比如 YKDR0.45-30-3 的电容器，实际出功:

$$Q_0 = \omega C U_0^2 = \frac{Q_N}{U_N^2} U_0^2 = \frac{30}{450^2} \times 400^2 = 23.7 \text{ k var}$$

### 2.2、当补偿支路加装电抗率为 P 的电抗器时

由于电抗器本身需要建立磁场，所以电抗器需要消耗无功功率  $Q_L$ 。

该支路对系统补偿  $Q_0 = Q_C - Q_L$

$$\left. \begin{array}{l} U_L = I \times X_L \\ U_C = I \times X_C \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{U_L}{U_C} = \frac{X_L}{X_C} = P$$

$$\Rightarrow U_L = P \times U_C$$

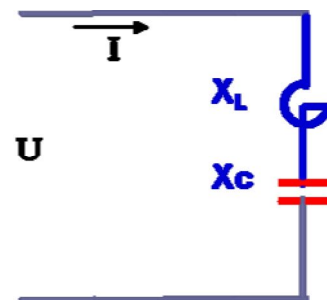
$$\Rightarrow U_C = U_0 - U_L = U_0 - P U_C$$

即电容器两端在加装电抗器后的实际电压为:  $U_C = \frac{U_0}{1-P}$

比如 400V 的系统，加装 7% 的电抗器后电容器两端电压为:

$$U_C = \frac{U_0}{1-P} = \frac{400}{1-7\%} = 430.1 \text{ V}$$

由于电容器额定电压与实际电压的关系，电容器实际出功为:



$$Q_c = \frac{Q_N}{U_N^2} U_c^2 = \frac{Q_N}{U_N^2} \cdot \left( \frac{U_0}{1-P} \right)^2$$

$$\left. \begin{aligned} Q_L &= I^2 \times X_L \\ Q_C &= I^2 \times X_C \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{Q_L}{Q_C} = \frac{X_L}{X_C} = P$$

电容器对系统的补偿:

$$Q_0 = Q_C - Q_L = Q_c - P Q_C = (1-P) Q_C$$

$$\text{即: } Q_0 = (1-P) Q_C = (1-P) \cdot \frac{Q_N}{U_N^2} \cdot \left( \frac{U_0}{1-P} \right)^2 = \frac{Q_N}{U_N^2} \cdot \frac{U_0^2}{1-P}$$

$U_0$ : 系统电压

$U_C$ : 电容器实际电压

$Q_0$ : 电容器对系统实际补偿容量

例如: 电容器 YKDR0.48-30-3 串联 7% 的电抗器

$$Q_0 = \frac{Q_N}{U_N^2} \cdot \frac{U_0^2}{1-P} = \frac{30}{480^2} \times \frac{400^2}{1-7\%} = 22.4 \text{ kvar}$$

总结: 电容器容值 C (单位 uF) 在此是常数, 可以考虑其值不变。造成电容器对系统实际补偿容量与额定补偿容量的差异主要是两个方面引起的, 一是由于电容器两端的实际电压与额定电压的不同, 二是由于电容器发出的无功功率一部分被电抗器吸收掉。且加装电抗器过后, 电容器两端的实际电压被提高。

成都安能捷技术部  
2013 年 9 月 13 日