第八章参考答案

8-8：

(1)选择

可取 $S_d = 100MVA$， $U_d = 10.5KV$

由题知，最大长期工作电流为：$I_{\max} = 500A = 0.5KA$，短路阻抗标幺值为： $X'_{*\Sigma} = 0.42$

所以，计算阻抗为： $X_C = X'_{*\Sigma} \bullet \frac{S}{S_d} = 0.42$

查附表Ⅲ-1可知，当 $X_C = 0.42$ 时， $I^*_{0S} = 2.531$

转换为有名值：$I'' = I_{0S} = 2.531 \times \frac{S_d}{\sqrt{3}U_d} = 2.531 \times \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 13.917KA$

短路冲击电流： $i_{sh} = 1.9\sqrt{2}I'' = 1.9\sqrt{2} \times 13.917 = 37.395KA$

查附表Ⅳ－3可知， QF 采用 $SN10-10\mathrm{I}/630$， $t_{in} = 0.05s$

(2)校验

计算热稳定： $t_k = t_{p2} + t_{in} + t_a = 1.8 + 0.05 + 0.05 = 1.9s$

周期分量热效应： $Q_P = \frac{I^2_{0S} + 10I^2_{t_k/2} + I^2_{t_k}}{12} \bullet t_k$

查附表Ⅲ-1： $I^*_{0.95s} = 1.953$； $I^*_{1.9s} = 2.042$

有名值为： $I_{t_k/2} = I_{0.95s} = 1.953 \times \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 10.739KA$

$$I_{t_k} = I_{1.9s} = 2.042 \times \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 11.228KA$$

所以：

$$Q_P = \frac{I^2_{0S} + 10I^2_{t_k/2} + I^2_{t_k}}{12} \bullet t_k = \frac{13.917^2 + 10 \times 10.739^2 + 11.228^2}{12} \times 1.9 = 233.23KA^2 \bullet s$$

因为$t_k=1.9s>1s$，可以不计非周期分量热效应

所以：$Q_k=Q_P$

选择计算结果如表所示：

计算结果	$SN10-10I/630$参数
$U_{NS}=10KV$	$U_N=10KV$
$I_{\max}=500A$	$I_N=630A$
$I''=13.917KA$	$I_{Nbr}=16KA$
$i_{sh}=37.395KA$	$i_{Nes}=40KA$
$Q_k=233.23KA^2\bullet s$	$I_t^2t=16^2\times2=512KA^2\bullet s$

断路器选择满足要求。

8-9：

取$S_d=100MVA$　　$U_d=10.5KV$　　$I_d=\dfrac{S_d}{\sqrt{3}U_d}=5.5KA$

水平母线上电抗器的标幺值：

$$X_{R*}=\frac{X\%}{100}\bullet\frac{U_N}{\sqrt{3}I_N}\bullet\frac{S_d}{U_d^2}=\frac{8}{100}\times\frac{10}{\sqrt{3}\times1.5}\times\frac{100}{10.5^2}=0.28$$

发电机标幺值：$X_G^*=X_d''\bullet\dfrac{S_d}{S_G}=0.129\times\dfrac{100}{31.25}=0.41$

题图中出线断路器型号变为$SN10-10I/630$，便于附表中查询相应参数。

（1）待选出线电抗器内侧即下方的等值电抗：

$$\sum X_*^{'}=\frac{1}{\frac{1}{X_G^*}+\frac{1}{X_G^*+X_R^*}}=\frac{1}{\frac{1}{0.41}+\frac{1}{0.41+0.28}}=0.26$$

（2）计算电抗器的电抗百分值：

$$X_L\%=\left(\frac{I_d}{I_{Nbr}}-\sum X_*^{'}\right)\frac{I_N U_d}{I_d U_N}\times 100\%=\left(\frac{5.5}{16}-0.26\right)\frac{0.63\times 10.5}{5.5\times 10}\times 100\%=1.01\%$$

I_{Nbr}， I_N， U_N均为断路器的对应参数

热稳定时间：$t_k=t_{p2}+t_{ab}=t_{p2}+t_{in}+t_a=1.4+0.05+0.05=1.5s$

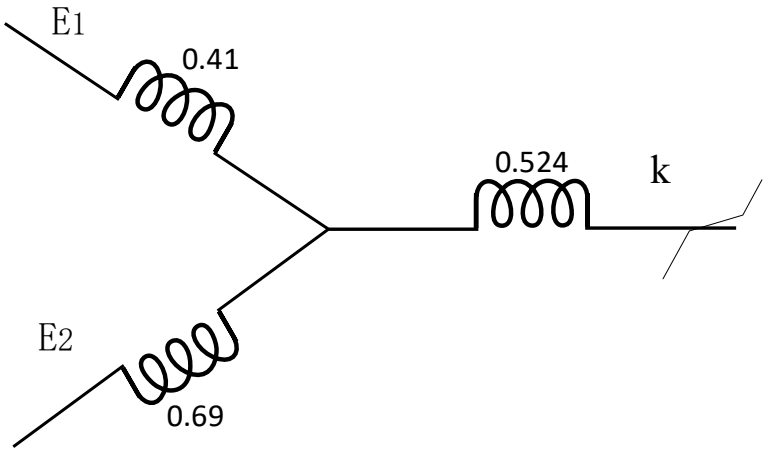
选用$NKL-10-300-3$电抗器，其参数见附表Ⅳ-4：

型号	额定电压/KV	额定电流/A	额定电抗/%	动稳定电流/A
$NKL-10-300-3$	10	300	3	19500

计算竖直母线上即所选出线电抗器的标幺值：

$$X_{R1*}=\frac{X\%}{100}\bullet\frac{U_N}{\sqrt{3}I_N}\bullet\frac{S_d}{U_d^2}=\frac{3}{100}\times\frac{10}{\sqrt{3}\times 0.3}\times\frac{100}{10.5^2}=0.524$$

等值电路如下图所示：



星三角变换计算转移电抗得：

$$X_{i_1}=0.41+0.524+\frac{0.41\times0.524}{0.69}=1.25$$

$$X_{i_2}=0.69+0.524+\frac{0.69\times0.524}{0.41}=2.1$$

按发电机额定容量归算为计算电抗，即：

$$X_{C_1}=1.25\times\frac{31.25}{100}=0.39$$

$$X_{C_2}=2.1\times\frac{31.25}{100}=0.66$$

根据计算电抗查附表Ⅲ-1，短路电流的有名值为：

$$I''=I''_{0S}=(2.81+1.61)\times\frac{31.25}{\sqrt{3}\times10.5}=7.59KA$$

则冲击电流为：

$$i_{sh}=K_{sh}\sqrt{2}I''=1.85\sqrt{2}\times7.59=19.85kA>19.5\text{k}A$$

所以动稳定性不满足要求

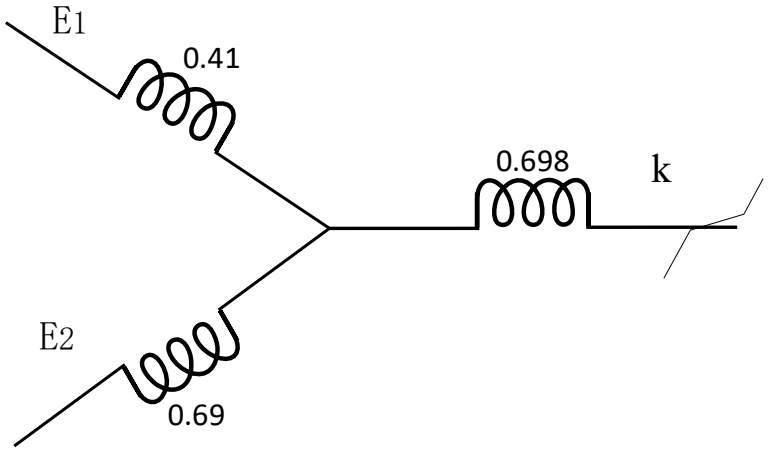
选用$NKL-10-300-4$电抗器，重新进行计算，其参数见附表Ⅳ-4：

型号	额定电压/KV	额定电流/A	额定电抗/%	动稳定电流/A
$NKL-10-300-4$	10	300	4	19100

计算竖直母线上即所选出线电抗器的标幺值：

$$X_{R2^*}=\frac{X\%}{100}\bullet\frac{U_N}{\sqrt{3}I_N}\bullet\frac{S_d}{U_d^2}=\frac{4}{100}\times\frac{10}{\sqrt{3}\times0.3}\times\frac{100}{10.5^2}=0.698$$

等值电路如下图所示：



星三角变换计算转移电抗得：

$$X_{i_1}=0.41+0.698+\frac{0.41\times0.698}{0.69}=1.52$$

$$X_{i_2}=0.69+0.698+\frac{0.69\times0.698}{0.41}=2.56$$

按发电机额定容量归算为计算电抗，即：

$$X_{C_1}=1.52\times\frac{31.25}{100}=0.475$$

$$X_{C_2}=2.56\times\frac{31.25}{100}=0.8$$

根据计算电抗查附表III-1，短路电流的有名值为：

$$I''=I''_{0S}=(2.302+1.301)\times\frac{31.25}{\sqrt{3}\times10.5}=6.19KA$$

则冲击电流为：

$$i_{sh}=K_{sh}\sqrt{2}I''=1.85\sqrt{2}\times6.19=16.19KA<19.1KA$$

动稳定性满足要求。

查附表III-1，计算短路电流有名值 $I''_{0S}=6.19KA$

$$I_{0.75s}=(1.812+1.171)\times\frac{31.25}{\sqrt{3}\times10.5}=5.18KA$$

$$I_{1.5s}=(1.845+1.243)\times\frac{31.25}{\sqrt{3}\times10.5}=5.306KA$$

（3）正常运行时电压损失的校验，根据式(8-46)得：

$$\Delta U\%=X_{R2}\%\frac{I_{\max}}{I_N}\sin\varphi=0.04\times\frac{280}{300}\times0.6=2.24\%<5\%$$

（4）母线残差校验，根据式(8-47)得：

$$\Delta U_{re}=X_{\mathrm{R}2}\%\frac{I''}{I_N}=0.04\times\frac{6.19}{0.3}=82.5\%>70\%$$

（5）校验热稳定

$t_k=1.5s>1s$，不计周期分量

$$Q_k=Q_P=\frac{I_{0S}^2+10I_{0.75s}^2+I_{1.5s}^2}{12}t_k=\frac{6.19^2+10\times5.18^2+5.306^2}{12}\times1.5$$
$$=41.84KA^2\bullet s<16^2\times2=512KA^2\bullet s$$

其中，$16^2\times2$是断路器对应的热效应。所以，所选电抗器满足热稳定要求。

综上所述，选择$NKL-10-300-4$电抗器能够满足要求。

对于其他类型的断路器选择出线电抗器与上述步骤类似