



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

电网距离保护

距离保护整定计算的
实例详解

主讲：田行军



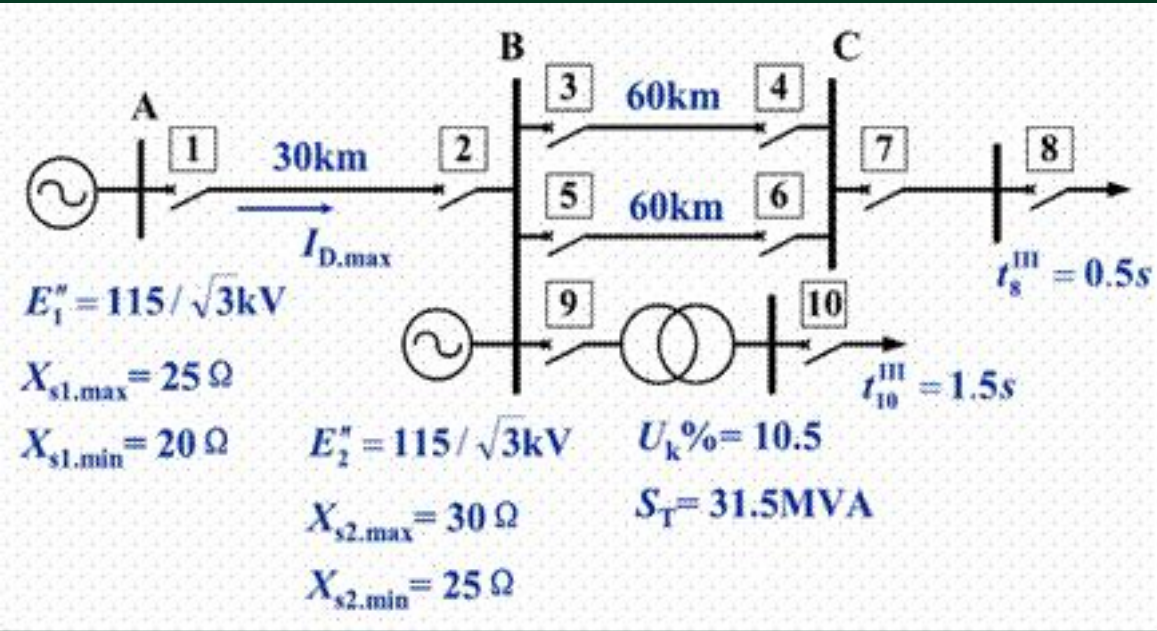
■ 用经典实例来详解整定过程

👉 阻抗整定

👉 灵敏系数校验

👉 时间整定

3.5 整定计算的实例解析



3.5 整定计算的实例解析

■各线均有保护，对保护1进行整定计算。

➤线路AB的最大负荷电流： $I_{D.max} = 350A$

➤功率因数 $\cos \varphi_L = 0.9$

➤各线路每公里阻抗 $z_1 = 0.4\Omega / km$

➤阻抗角 $\varphi_L = 70^\circ$

➤电机的自启动系数动系数 $K_{ss} = 1.5$

➤正常时母线最低工作电压：

$$U_{L.min} = 0.9U_N \quad (U_N = 110kV)$$

3.5 整定计算的实例解析

■其它参数:

➤ 阻抗继电器的返回系数 $K_{re} = 1.15$

➤ I段可靠系数 $K_{rel}^I = 0.85$

➤ II段可靠系数 $K_{rel}^{II} = 0.8$

➤ III段可靠系数 $K_{rel}^{III} = 0.83$

➤ 时限级差 取**0.5s**。

3.5 整定计算的实例解析

■ 有关各元件阻抗值的计算

👉 线路1-2的正序阻抗

$$Z_{12} = z_1 L_{12} = 0.4 \times 30 = 12\Omega$$

👉 线路3-4、5-6的正序阻抗

$$Z_{34} = Z_{56} = z_1 L_{34} = 0.4 \times 60 = 24\Omega$$

👉 变压器的等值阻抗

$$Z_T = \frac{U_k \%}{100} \times \frac{U_T^2}{S_T} = \frac{10.5}{100} \times \frac{115^2}{31.5} = 44.1\Omega$$

3.5 整定计算的实例解析

■ 距离I段的整定

👉 整定阻抗

$$Z_{\text{set}}^{\text{I}} = K_{\text{rel}}^{\text{I}} Z_{12} = 0.85 \times 12 = 10.2 \Omega$$

👉 动作延时

$$t^{\text{I}} = 0\text{s}$$

3.5 整定计算的实例解析

■ 距离II段的整定

➤ 整定阻抗

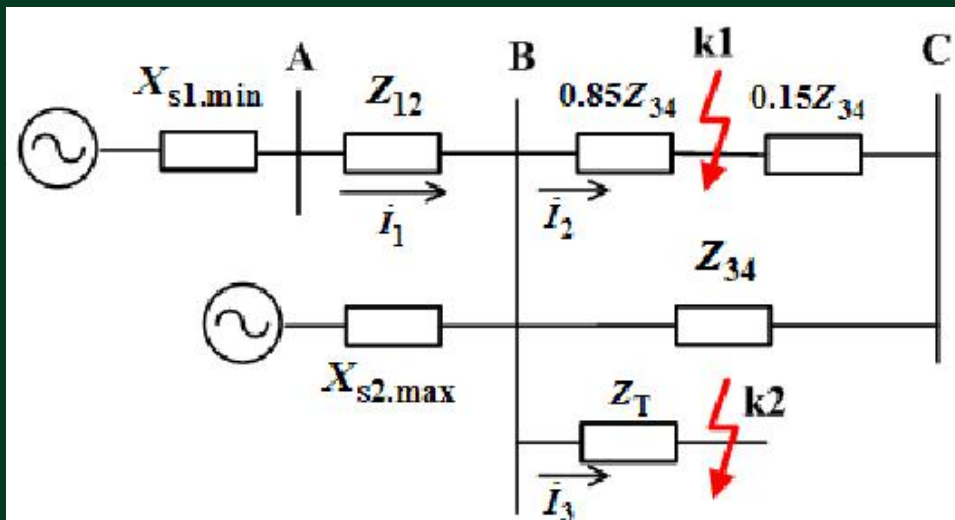
☞ 与相邻下级线路3-4的保护3的I段配合

$$\begin{aligned} Z_{\text{set}.1}^{\text{II}} &= K_{\text{rel}}^{\text{II}} (Z_{12} + K_{\text{b.min}} Z_{\text{set}.3}^{\text{I}}) \\ &= 0.8 \times (12 + K_{\text{b.min}} \times K_{\text{rel}}^{\text{I}} Z_{3-4}) \\ &= 0.8 \times (12 + K_{\text{b.min}} \times 0.85 \times 24) \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

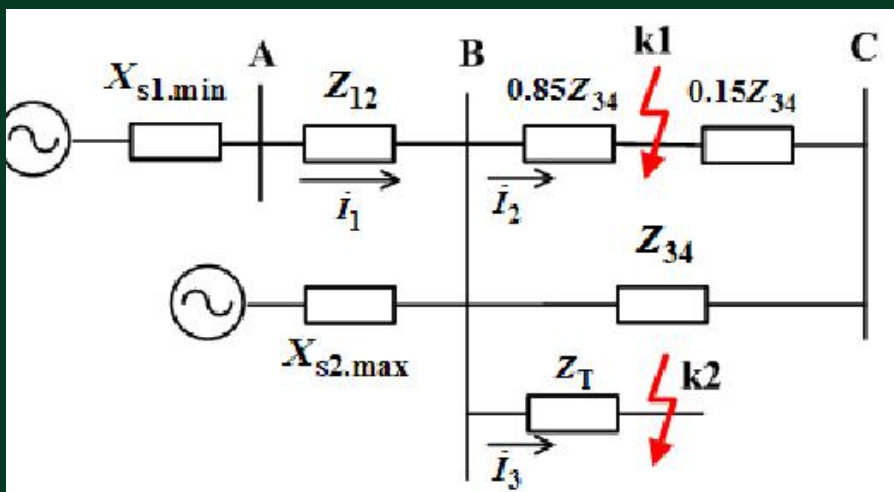
现确定 $K_{b.min}$ 的计算方法。

$K_{b.min}$ 为保护3的I段末端短路时对保护1而言的最小分支系数，则等效电路为



3.5 整定计算的实例解析

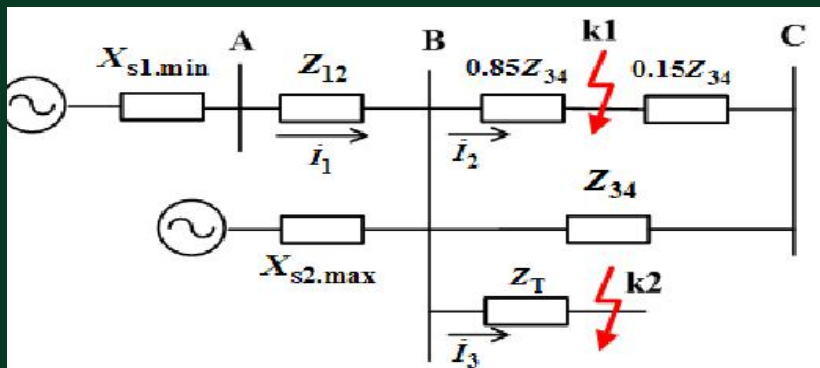
计算方法



$$\begin{aligned} K_b &= \frac{I_2}{I_1} = \frac{X_{s1} + X_{12} + X_{s2}}{X_{s2}} \times \frac{(1 + 0.15)Z_{34}}{2Z_{34}} \\ &= \left(\frac{X_{s1} + Z_{12}}{X_{s2}} + 1 \right) \times \frac{1.15}{2} \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

X_{s1} 取最小值, X_{s2} 取最大值, 平行线路均运行, 则



$$K_{b.min} = \left(\frac{20+12}{30} + 1 \right) \times \frac{1.15}{2} = 1.19$$

$$Z_{set.1}^{\text{II}} = 0.85 \times (12 + 1.19 \times 0.85 \times 24) = 29\Omega$$

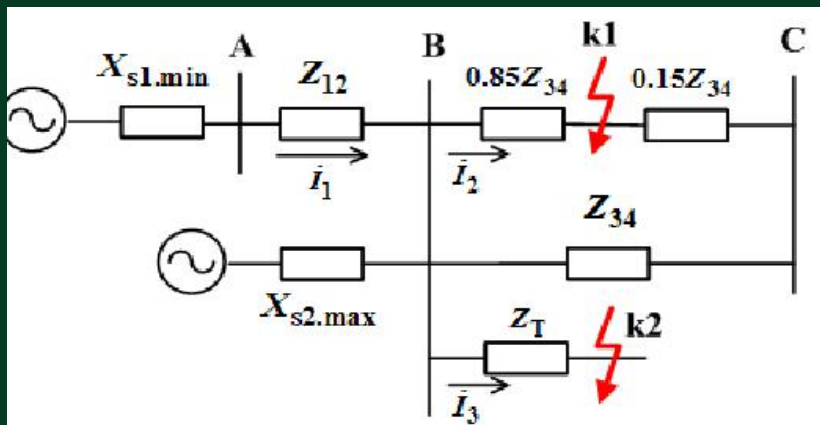
3.5 整定计算的实例解析

👉 按躲开相邻变压器低压侧出口k2点短路整定

$$\begin{aligned} Z_{\text{set}.1}^{\text{II}} &= K_{\text{rel}}^{\text{II}} (Z_{12} + K_{\text{b.min}} Z_{\text{T}}) \\ &= 0.7 \times (12 + K_{\text{b.min}} \times 44.1) \end{aligned}$$

现在的问题是求出此处的 $K_{\text{b.min}}$

3.5 整定计算的实例解析



$$K_{b.min} = \frac{X_{s1.min} + Z_{12}}{X_{s2.max}} + 1 = \frac{20 + 12}{30} + 1 = 2.07$$

$$Z_{set.1}^{II} = 0.7 \times (12 + K_{b.min} \times 44.1) = 72.3\Omega$$

3.5 整定计算的实例解析

➤ 灵敏度校验：按本线路末端求灵敏度

系数

$$K_{sen} = \frac{Z_{set.1}^{\text{II}}}{Z_{12}} = \frac{29}{12} = 2.47 > 1.25$$

满足要求

➤ 动作延时,与相邻保护3的I段配合, 则

$$t_1^{\text{II}} = t_3^{\text{I}} + \Delta t = 0.5s$$

它能同时满足于相邻保护以及与相邻变压器保护配合的要求

3.5 整定计算的实例解析

■ 距离III段的整定

➤ 整定阻抗

☞ 按躲开最小负荷阻抗整定

$$\begin{aligned} Z_{L.min} &= \frac{\dot{U}_{L.min}}{\dot{I}_{L.max}} \\ &= \frac{0.9 \times 110}{\sqrt{3} \times 0.35} = 163.5\Omega \end{aligned}$$



3.5 整定计算的实例解析

取继电器为方向阻抗继电器，则

$$\begin{aligned} Z_{\text{set.1}}^{\text{III}} &= \frac{K_{\text{rel}}^{\text{III}} Z_{\text{L.min}}}{K_{\text{ss}} K_{\text{re}} \cos(\varphi_{\text{set}} - \varphi_L)} \\ &= \frac{0.83 \times 163.5}{1.15 \times 1.5 \times \cos[70^\circ - \cos^{-1}(0.9)]} \\ &= 110.2\Omega \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

➤ 灵敏性校验

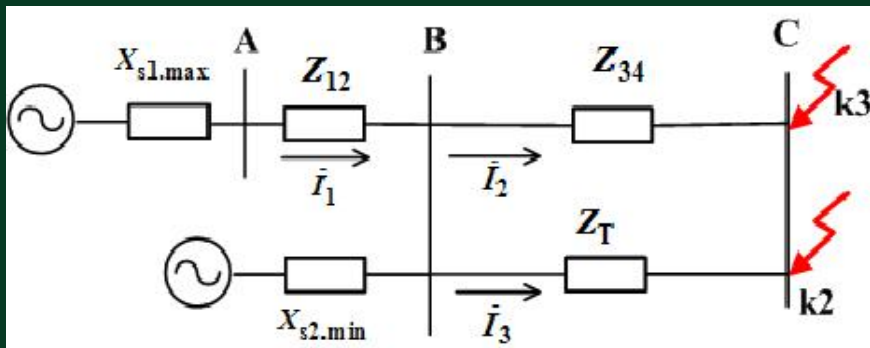
☞ 本线路末端短路时的灵敏度系数:

$$K_{\text{sen.}(1)} = \frac{Z_{\text{set.1}}^{\text{III}}}{Z_{12}} = \frac{110.2}{12} = 9.18 > 1.5$$

满足要求

3.5 整定计算的实例解析

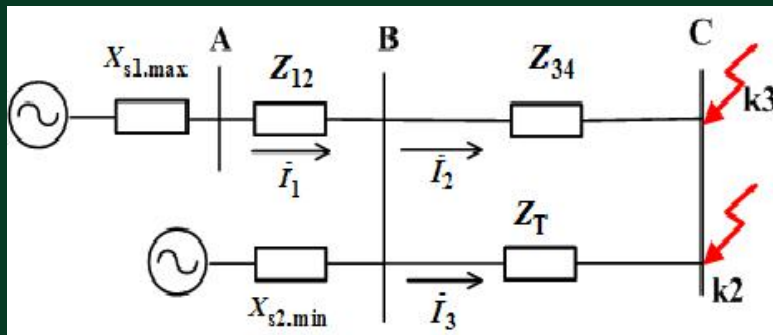
相邻元件末端短路时的灵敏度系数:



$$\begin{aligned} K_{\text{sen.}(2)} &= \frac{Z_{\text{set.1}}^{\text{III}}}{Z_{12} + Z_{\text{b.max}} \times Z_{\text{next}}} \\ &= \frac{110.2}{12 + Z_{\text{b.max}} \times 24} \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

X_{s1} 取最大值， X_{s2} 取最小值，平行线
单回路运行，则



$$\begin{aligned} K_{b.\max} &= \frac{I_2}{I_1} \\ &= \frac{X_{s1.\max} + Z_{12}}{X_{s2.\min}} + 1 = \frac{25 + 12}{25} + 1 = 2.48 \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

于是

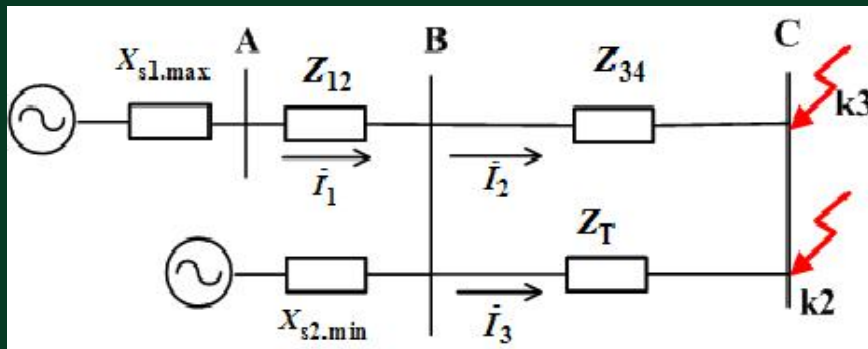
$$\begin{aligned}K_{\text{sen.}(2)} &= \frac{110.2}{12 + Z_{\text{b.max}} \times 24} \\ &= \frac{110.2}{12 + 2.48 \times 24} \\ &= 1.54 > 1.2\end{aligned}$$

满足要求



3.5 整定计算的实例解析

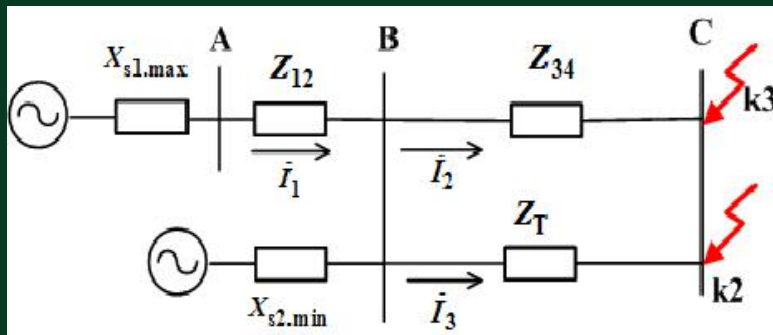
相邻变压器低压侧出口k2时的灵敏系数:



$$K_{sen.(2)} = \frac{Z_{set.1}^{III}}{Z_{12} + Z_{b.max} \times Z_{nextT}}$$
$$= \frac{110.2}{12 + Z_{b.max} \times 44.1}$$

3.5 整定计算的实例解析

同样， X_{s1} 取最大值， X_{s2} 取最小值，
平行线单回路运行，则



$$\begin{aligned} K_{b.\max} &= \frac{I_3}{I_1} \\ &= \frac{X_{s1.\max} + Z_{12}}{X_{s2.\min}} + 1 = \frac{25 + 12}{25} + 1 = 2.48 \end{aligned}$$

3.5 整定计算的实例解析

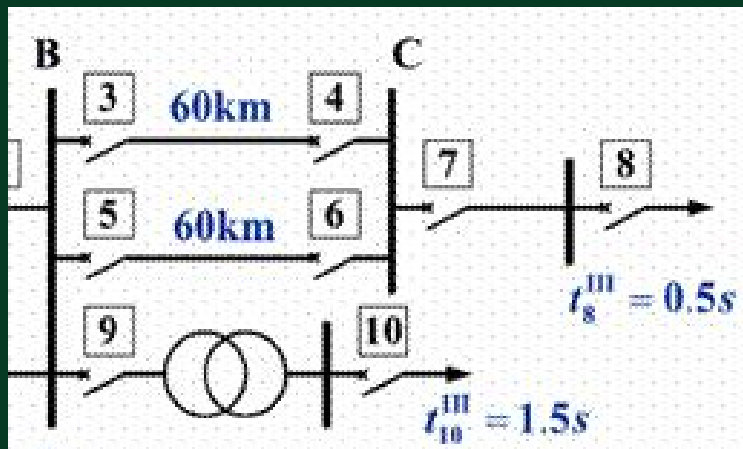
于是

$$\begin{aligned}K_{\text{sen.}(2)} &= \frac{110.2}{12 + Z_{\text{b.max}} \times 44.1} \\ &= \frac{110.2}{12 + 2.48 \times 44.1} \\ &= 0.9 < 1.2\end{aligned}$$

灵敏系数不满足要求，需为变压器增加近后备保护。

3.5 整定计算的实例解析

➤ 动作延时



$$t_1^{III} = t_8^{III} + 3\Delta t \quad \text{or} \quad t_1^{III} = t_{10}^{III} + 2\Delta t$$

与取其中较长者

$$t_1^{III} = t_{10}^{III} + 2\Delta t = 1.5 + 2 \times 0.5 = 2.5s$$

小结

👉 本节用一个具体经典实例讲解了距离保护的阻抗整定、灵敏度校验和时间整定的方法。

